

MINISTERIE VAN MIDDENSTAND EN LANDBOUW

Bestuur voor Onderzoek en Ontwikkeling

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
IN DIERGENEESKUNDE EN
AGROCHEMIE
Tervuren

CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG
ONDERZOEK – GENT
DEPARTEMENT ZEEVISSERIJ
Oostende

2554

Evolutie van de gehalten aan zware metalen in geselecteerde bodemorganismen van het Belgisch Continentaal Plat (1981-1996)

M. GUNS, P. VAN HOEYWEGHEN (CODA, Tervuren)
W. VYNCKE, H. HILLEWAERT (DVZ, Oostende)



Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

Samenvatting

Op twaalf stations van het Belgisch Continentaal Plat, waaronder vijf loswallen voor baggerspecie, werden kwik, cadmium, lood, koper, zink en chroom in volgende bodemorganismen bepaald: garnaal (*Crangon crangon*), zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*), heremietkreeft (*Pagurus bernhardus*), zeester (*Asterias rubens*), strandschelp (*Spisula subtruncata*), grondel (*Gobius minutus*), pitvis (*Callionymus lyra*), harnasmannetje (*Agonus cataphractus*) en havenanemoon (*Sagartia troglodytes*).

Uit tijdstremsberekeningen volgde dat globaal gezien de concentraties aan zware metalen een daling vertoonden.

Zeester en heremietkreeft bleken de beste indicatorspecies te zijn.

Geografisch gezien waren er, op enkele uitzonderingen na, geen markante verschillen tussen de diverse stations waar te nemen. Belangrijk was hierbij dat ook de loswallen voor baggerspecie hier geen uitzondering op maakten.

1. Inleiding

Contaminanten bereiken de zee via de atmosfeer, de waterlopen en rechtstreekse lozingen. Voor de Belgische kustwateren zijn vooral de toevoer vanuit de Schelde en de lossingen van baggerspecie afkomstig van de havens van Oostende en Zeebrugge van belang. Ten einde na te gaan of deze stoffen mogelijks een gevaar voor de visbestanden en voor de vis als levensmiddel betekenen, worden in het kader van de Verdragen van Oslo en Parijs ter voorkoming van de verontreiniging van de zeeën sedert ca twee decennia monitoringprogramma's uitgevoerd. Deze hebben betrekking op geselecteerde indicatorsoorten rond- en platvis, op mosselen en op sedimenten (Vyncke *et al.*, 1996 ; Guns *et al.*, 1997).

Naast dit chemisch onderzoek wordt door het Departement Zeevisserij ook een biologische monitoring doorgevoerd waarbij vooral aandacht aan benthosorganismen wordt besteed. Van de gelegenheid werd gebruik gemaakt om in de voornaamste van deze organismen het gehalte aan zware metalen te bepalen. Buiten mossel (*Mytilus edulis*), dat veelvuldig als bio-indicator wordt gebruikt (Goldberg, 1975 ; Widdows en Donkin, 1992 ; Rainbow, 1995), worden andere bodemorganismen minder aangewend, alhoewel gebleken is dat zij toch nuttige informatie kunnen verschaffen (Rubinstein *et al.*, 1983 ; Langston, 1986 ; Rainbow *et al.*, 1990 ; Everaarts en Nieuwenhuize, 1995). Een andere reden waarom de studie van deze organismen aandacht verdient, is het feit dat de meeste daarvan belangrijke elementen in de voedselketen van de commerciële vissoorten zijn. De in de bodemorganismen geaccumuleerde contaminanten kunnen aldus via de vis bij de verbruikers terecht komen. (Rubinstein *et al.*, 1983 ; Jensen, 1986).

De metingen namen een aanvang in 1981 op vier stations van het Belgisch Continentaal Plat. In 1991 werd het aantal meetpunten op twaalf gebracht (fig. 1). Het doel van het onderzoek was de evolutie na te gaan van de concentraties aan kwik, cadmium, lood, zink, koper, en chroom in deze bodemorganismen, te onderzoeken of zich geografische verschillen manifesteerden en tenslotte te bepalen welke organismen het best als bio-indicatoren kunnen worden gebruikt. In dit verband werd reeds in een vorige studie met een meer beperkt aantal data gevonden dat soorten zoals zeester en zwemkrab goede indicatororganismen bleken te zijn (Vyncke *et al.*, 1991).

2. Methoden en materiaal

2.1 Bemonsteringsplaatsen

In 1981 werd gestart met vier representatieve stations : loswal Zeebrugge S1, Westdiep, Bligh bank en Oost Dyck (zandwinningsgebied). In 1991 werden acht bijkomende stations in het onderzoek betrokken : Loswal Zeebrugge S2, Loswal Oostende, Oostendebank, Gootebank, Steendiep, Raan, S3 (reserveloswal) en R4 (reserveloswal) (fig. 1).

2.2. Organismen

Vanaf 1981 werden volgende bodemorganismen onderzocht : garnaal

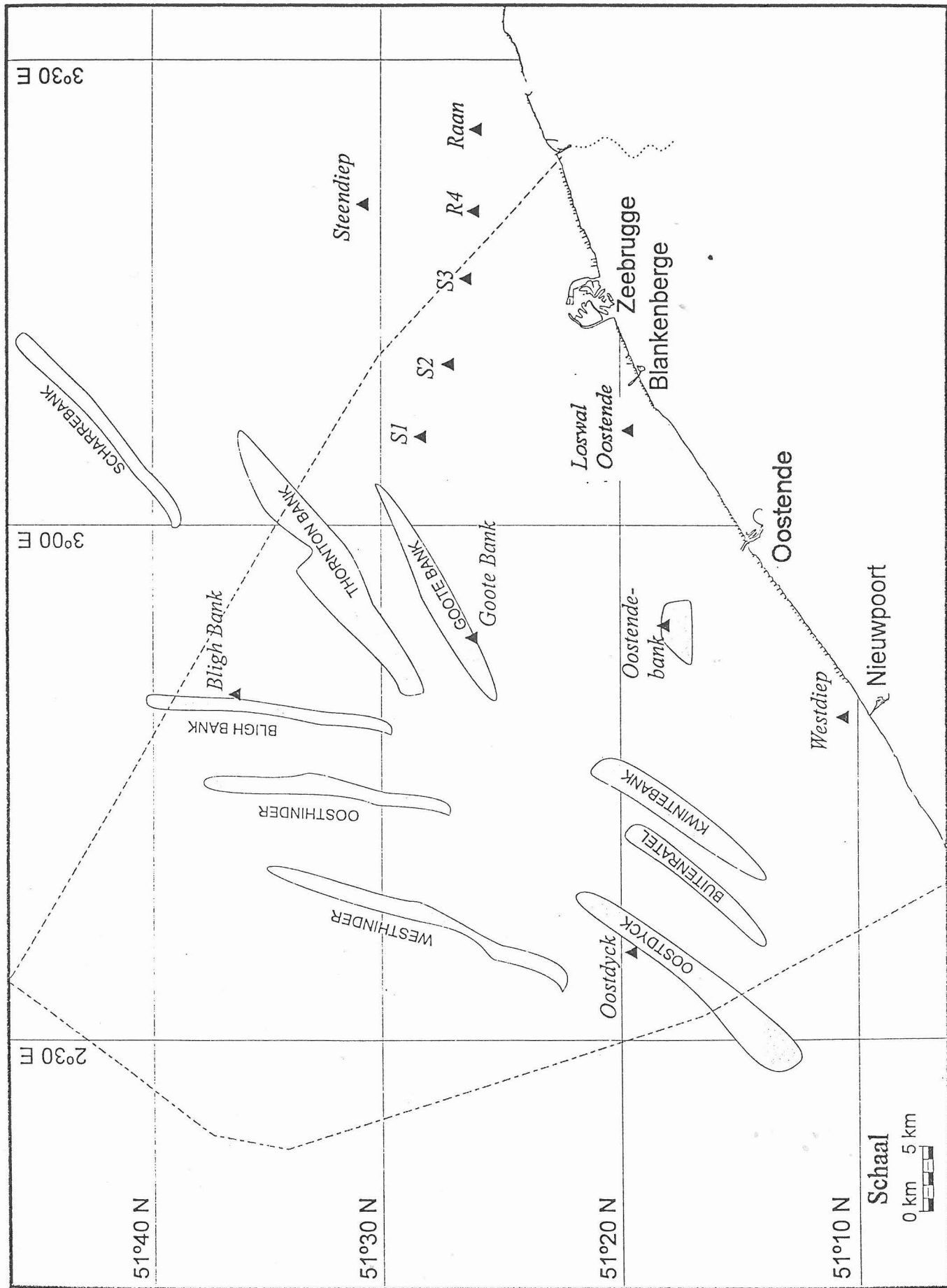


Fig. 1. Bemonsterde stations

(*Crangon crangon*), zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*), heremietkreeft (*Pagurus bernhardus*) en zeester (*Asterias rubens*). In 1985 werd strandschelp (*Spisula subtruncata*) hieraan toegevoegd. In 1991 was dit het geval voor grondel (*Gobius minutus*) en in 1993 voor pitvis (*Callionymus lyra*), harnasmannetje (*Agonus cataphractus*) en havenanemoon (*Sagartia troglodytes*).

Per gebied werden in het najaar mengmonsters van minimum 10 specimens genomen. De vangst gebeurde met een fijnmazig garnalennet. De sleepduur was 20 tot 30 minuten. De organismen werden bij -28°C bewaard. Na ontdooien werden zij fijn gehakt en van ieder dier werd een evenredig deel genomen. Bij strandschelp werd de schelp vooraf verwijderd.

2.3. Analyse van de zware metalen

Chroom, zink, lood, koper en cadmium werden met atomaire absorptie spectrometrie (AAS), na digestie van de veraste monsters met geconcentreerd salpeterzuur en waterstofperoxide, bepaald. Kwik werd met koude damp AAS, na digestie met zwavelzuur en waterstofperoxide gedoseerd (De Clerck *et al.*, 1988). Voor de kwaliteitsborging werd gebruik gemaakt van de gecertificeerde referentiematerialen DORM-1, DOLT-1 en TORT-1 (National Research Council Canada).

2.4. Statistische verwerking

Trendanalyses werden met lineaire regressies bepaald. Significanties tussen frequenties werden met de χ^2 test berekend. Geografische verschillen tussen de diverse stations werden met variantie-analyses onderzocht. Hiervoor werd de Kruskal-Wallis niet-parametrische test, gevolgd door Dunn's multiple comparison test, aangewend. Het software-programma Prism (Graphpad, San Diego, USA) werd hiervoor gebruikt.

3. Resultaten en discussie

3.1. Trendanalyses

Voor het onderzoek van tijdstrends werd een onderscheid tussen de perioden 1981-1996 (vier stations) en 1991-1996 (acht stations) gemaakt. Tabellen 1 en 2 geven de significante regressies weer.

In de periode 1981-1996 werden in 37 gevallen significante tijdstrends waargenomen. Hiervan waren er slechts bij koper en zink drie stijgend (8 %); ze kwamen allen voor in het gebied Bligh bank, en twee ervan in garnaal. De reden hiervoor is niet duidelijk. Alleen kan worden vermeld dat in deze zone tot einde 1989 afvalstoffen van de titaandioxide-productie werden geloosd, die vrij hoge hoeveelheden zware metalen bevatten. Bij de 34 significante dalingen varieerde de jaarlijkse procentuele vermindering van 2,2 tot 9,5 %, met als mediaan 4,3 %.

In de periode 1991-1996 werden minder significante trends gevonden. Op drie stations (Raan, S3 en R4) kwamen er geen voor. Deze meetpunten liggen dicht bij elkaar in het Schelde-estuarium. Op de vijf andere werd in dertien gevallen een significante regressie waargenomen. Hiervan waren er tien dalend en drie stijgend (23

Tabel 1. Significante tijdstrends 1981 - 1996 (a)

LOSWAL S1	Parameter (b)	Kwik	Cadmium	Lood	Koper	Zink	Chroom
Zeester	r	-0,770	-0,700	-0,652	-0,725		
	RC	-0,006	-0,017	-0,082	-0,121		
	Trend (%)	4,9	5,6	6,3	3,3		
	Conc. 81-96	0,12 - 0,03	0,30 - 0,05	1,30 - 0,12	3,7 - 1,9		
Heremietkreeft	r	-0,774	-0,538°				
	RC	-0,003	-0,006				
	Trend (%)	3,9	3,8				
	Conc. 81-96	0,07 - 0,03	0,16 - 0,07				
Zwemkrab	r		-0,675				
	RC		-0,004				
	Trend (%)		4,4				
	Conc. 81-96		0,10 - ,04				
Garnaal	r			-0,769			
	RC			-0,035			
	Trend (%)			8,1			
	Conc. 81-96			0,50 - 0,12			
Strandschelp	r					-0,759	
	RC					-0,586	
	Trend (%)					4,1	
	Conc. 81-96					17 - 11	
WESTDIEP							
Zeester	r	-0,823	-0,625		-0,702		
	RC	-0,003	-0,045		-0,138		
	Trend (%)	4,3	5,6		3,6		
	Conc. 81-96	0,07 - 0,03	0,80 - 0,13		3,8 - 1,7		
Heremietkreeft	r		-0,792				
	RC		-0,008				
	Trend (%)		4,5				
	Conc. 81-96		0,18 - 0,06				
Zwemkrab	r		-0,493°	-0,598			
	RC		-0,004	-0,046			
	Trend (%)		4,2	6,6			
	Conc. 81-96		0,09 - 0,03	0,70 - 0,15			
Garnaal	r	-0,640		-0,704	-0,600		
	RC	-0,002		-0,057	-0,405		
	Trend (%)	3,4		9,5	3,4		
	Conc. 81-96	0,06 - 0,03		0,6 - 0,03	11,8 - 6,1		
Strandschelp	r			-0,666°			
	RC			-0,07			
	Trend (%)			7,0			
	Conc. 81-96			0,70 - 0,30			

Tabel 1. (vervolg)

BLIGH	Parameter (a)	Kwik	Cadmium	Lood	Koper	Zink	Chroom
Zeester	r		-0,720				
	RC		-0,009				
	Trend (%)		4,3				
	Conc. 81-96		0,21 - 0,08				
Heremietkreeft	r			-0,655	+0,769		-0,542°
	RC			-0,014	+2,252		-0,007
	Trend (%)			4,1	4,5		3,1
	Conc. 81-96			0,34 - 0,14	5,0 - 36,0		0,23 - 0,13
Zwemkrab	r						
	RC						
	Trend (%)						
	Conc. 81-96						
Garnaal	r				+0,755	+0,874	
	RC				+0,862	+1,055	
	Trend (%)				19,1	7,5	
	Conc. 81-96				4,5 - 15,0	14 - 27	
Strandschelp	r			-0,602°		-0,602°	-0,590°
	RC			-0,006		-0,312	-0,016
	Trend (%)			3,5		2,2	5,3
	Conc. 81-96			0,18 - 0,11		14,0 - 10,6	0,30 - 0,13
OOST DYCK							
Zeester	r		-0,558°	-0,848			-0,657
	RC		-0,008	-0,02			-0,013
	Trend (%)		4,3	4,1			5,9
	Conc. 81-96		0,20 - 0,08	0,48 - 0,18			0,23 - 0,03
Heremietkreeft	r	-0,586	-0,590	-0,883			
	RC	-0,003	-0,008	-0,043			
	Trend (%)	4,4	4,7	8,2			
	Conc. 81-96	0,06 - 0,02	0,17 - 0,05	0,52 - 0,02			
Zwemkrab	r			-0,648			
	RC			-0,016			
	Trend (%)			4,9			
	Conc. 81-96			0,33 - 0,10			
Garnaal	r	-0,709					
	RC	-0,003					
	Trend (%)	4,2					
	Conc. 81-96	0,08 - 0,03					
Strandschelp	r					-0,588°	
	RC					-0,383	
	Trend (%)					2,5	
	Conc. 81-96					15,5 - 11,3	

(a) 1985 -1996 voor strandschelp

(b) r = correlatiecoëfficiënt ($p < 0,05$ uitgen. $r^{\circ} < 0,1$)

RC = richtingscoëfficiënt (stijging of daling per jaar in mg/kg)

Trend = procentuele daling of stijging per jaar

Conc. 81-96 = gemiddelde begin- en eindconcentraties (op trendlijn)

Tabel 2. Significante tijdstrends 1991 - 1996

LOSVAL S2	Parameter (a)	Kwik	Cadmium	Lood	Koper	Zink	Chroom
Zeester	r				-0,910		
	RC				-0,504		
	Trend (%)				12,6		
	Conc. 81-96				1,5 - 4,0		
Heremietkreeft	r		-0,891				
	RC		-0,020				
	Trend (%)		15,4				
	Conc. 81-96		0,13 - 0,05				
Zwemkrab	r		-0,784°				
	RC		-0,009				
	Trend (%)		11,7				
	Conc. 81-96		0,08 - 0,03				
LOSVAL OOSTENDE							
Zeester	r			-0,952			
	RC			-0,071			
	Trend (%)			15,0			
	Conc. 81-96			0,47 - 0,12			
Zwemkrab	r	+0,804			-0,798		
	RC	+0,013			-0,940		
	Trend (%)	6,7			8,5		
	Conc. 81-96	0,02 - 0,09			11,0 - 6,3		
OOSTENDEBANK							
Garnaal	r		-0,836	-0,768			
	RC		-0,004	-0,093			
	Trend (%)		9,3	15,5			
	Conc. 81-96		0,05 - 0,02	0,60 - 0,05			
GOOTEBANK							
Heremietkreeft	r		-0,859°				
	RC		-0,019				
	Trend (%)		13,7				
	Conc. 81-96		0,14 - 0,06				
Strandschelp	r			+0,948			+0,887
	RC			+0,049			+0,072
	Trend (%)			28,5			51,4
	Conc. 81-96			0,17 - 0,36			0,14 - 0,42
STEENDIEP							
Strandschelp	r		-0,925			-0,936	
	RC		-0,015			-2,073	
	Trend (%)		11,5			10,0	
	Conc. 81-96		0,13 - 0,05			20,8 - 10,5	

(a) symbolen : zie tabel 1

Tabel 3. Aantal significante dalende tijdstrends per organisme, metaal en station (1981-1996)

Organisme	Aantal significante trends (a)
Zeester	11
Heremietkreeft	8
Zwemkrab	4
Garnaal	5
Strandschelp	6
Metaal	
Kwik	6
Cadmium	9
Lood	10
Koper	3
Zink	3
Chroom	3
Stations	
S1	9
Westdiep	10
Bligh bank	6
Oostdyck	9

(a) op 21 mogelijke trends in organismen, 17 in metalen en 27 op de stations

Tabel 4. Organismen met significante geografische verschillen (p-waarden) (a)

	Heremietkreeft	Strandschelp	Anemoon	Grondel
Kwik	-	-	0,054	-
Cadmium	-	-	0,068	-
Lood	0,092	-	-	0,053
Chroom	0,042	0,065	-	-

(a) grens : $p < 0,1$

%), waarvan twee bij strandschelp in het gebied Gootebank. Een duidelijke verklaring is hier niet voor te geven. De procentuele jaarlijkse dalingen schommelden tussen 8,5 en 15,5 %, met als mediaan 12,2 %. Deze hogere waarden alsmede het feit dat minder significante tijdstrends voorkwamen zijn ongetwijfeld te wijten aan de kortere onderzoeksperiode (kleiner aantal data) waardoor een grotere richtingscoëfficiënt vereist is om statistisch een significant verschil te geven.

Wanneer beide perioden samen worden beschouwd kan gesteld worden dat de concentraties aan zware metalen in de bestudeerde bodemorganismen algemeen gezien een dalende trend vertoonden. De daling van de concentraties aan zware metalen werd trouwens ook in platvissen en mossel van de Belgische kustzone vastgesteld (Guns *et al.*, 1992 ; De Clerck *et al.*, 1995 ; Vyncke *et al.*, 1996).

In de Belgische kustwateren zijn de inputs van de Schelde en het lossen van 6 miljoen m³ baggerspecie afkomstig van de havens van Oostende en Zeebrugge de belangrijkste bronnen voor contaminanten. De in mossel vastgestelde verminderingen in concentratie aan zware metalen werden zeer waarschijnlijk veroorzaakt door een daling van de concentraties in beide bronnen. Tussen 1987 en 1995 daalden de inputs vanuit de Schelde met 15 tot 70 % (Oslo and Paris Commissions, 1992, 1997). In baggerspecie uit de voorhaven van Zeebrugge waren de gehalten 10 tot 60 % lager in 1997 dan in 1989 (Administratie Waterwegen en Zeewezen, Brussel ; niet gepubliceerde analysedata).

Er werd ook nagegaan of het organisme, het metaal en de plaats van monsternamen een invloed hadden op de frequentie van voorkomen van significante dalende tijdstrends. Hiervoor werd de periode 1981-1996 genomen en werden de drie voorkomende stijgende trends niet in rekening gebracht (tabel 3). Uit de χ^2 testen volgde dat alleen de metalen een significante invloed hadden bij een waarschijnlijksgrens van 95 %. Hierbij kwamen duidelijk meer tijdstrends bij cadmium en lood voor.

Wat de organismen betreft kan worden vermeld dat de probabilliteit 85 % bedroeg. Bij een groter aantal metingen zouden dan ook mogelijke significante verschillen ten voordele van zeester en heremietkreeft kunnen gevonden worden. Er kan evenwel worden besloten dat de vijf organismen nuttige bio-indicatoren zijn.

In verband met de bemonsteringsplaatsen kan worden onderstreept dat loswal S1, de belangrijkste van de Belgische kust, qua dalende trends geen verschillend patroon dan de andere representatieve stations vertoonde. De daling van de concentraties aan zware metalen blijkt dan ook een algemeen fenomeen te zijn.

In dezelfde periode werden de zware metalen ook in het sediment gedoseerd. Ook hier werd globaal een tendens tot daling van de concentraties vastgesteld. De in biota waargenomen dalende trends zijn hiermee in overeenstemming, daar sedimenten belangrijke reservedepots voor contaminanten vormen, die voor de mariene organismen biobeschikbaar kunnen worden (Guns *et al.*, 1997).

3.2. Geografische verschillen

Figuren 2 tot 7 geven de gemiddelden en standaardafwijkingen voor de jaren 1994 - 1996 weer. Per metaal en per organisme werd een variantie-analyse uitgevoerd. Hieruit bleek dat alleen in 6 gevallen op 54 (6 metalen, 9 organismen) een significant geografisch verschil voorkwam (tabel 4). Hiervan waren er daarenboven 5 gevallen met een lagere probabilliteitsdrempel van $p < 0,10$.

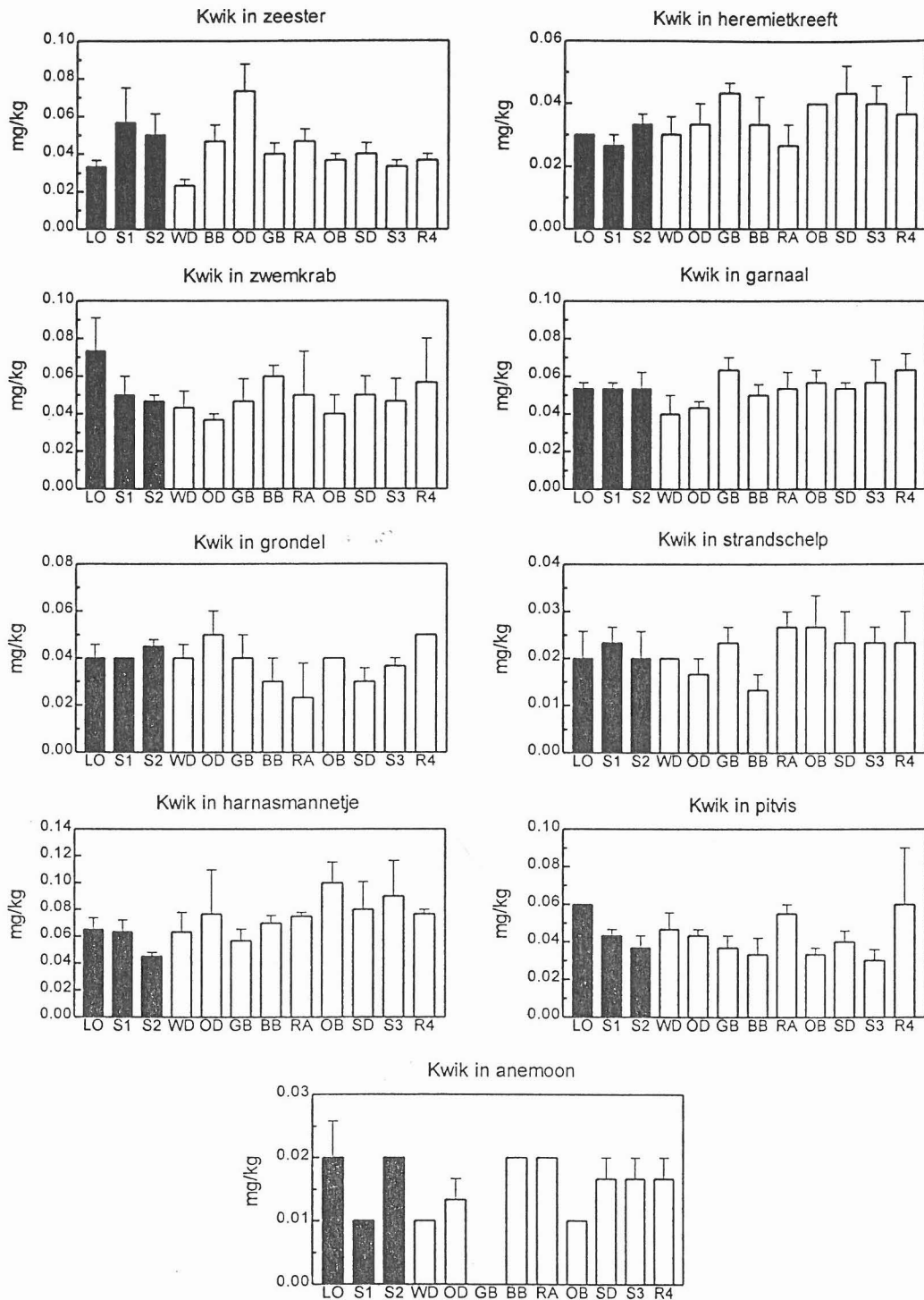


Fig. 2. Gemiddelde concentraties aan kwik (1994-1996) (+ standaardafwijkingen)
 LO : loswal Oostende ; S1 : Loswal S1 ; S2 : Loswal S2 ; WD : Westdiep ;
 OD : Oostdyck ; GB : Gootebank ; BB : Bligh bank ; RA : Raan ; OB :
 Oostendebank ; SD : Steendiep ; S3 : reserveloswal S3 ; R4 : reserve-
 loswal R4

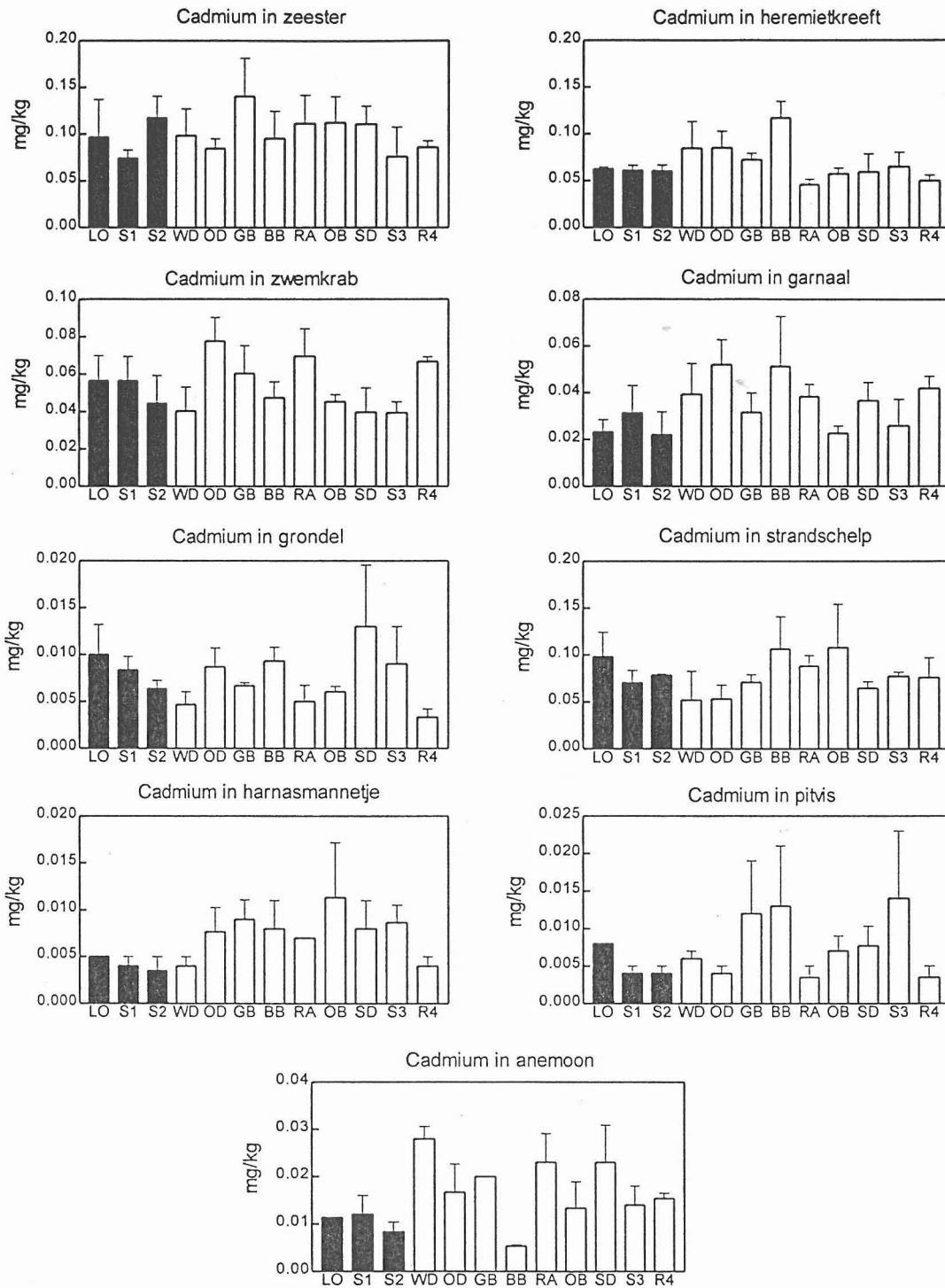


Fig. 3. Gemiddelde concentraties aan cadmium (1994-1996) (+ standaardafwijkingen) (stations : zie fig. 2)

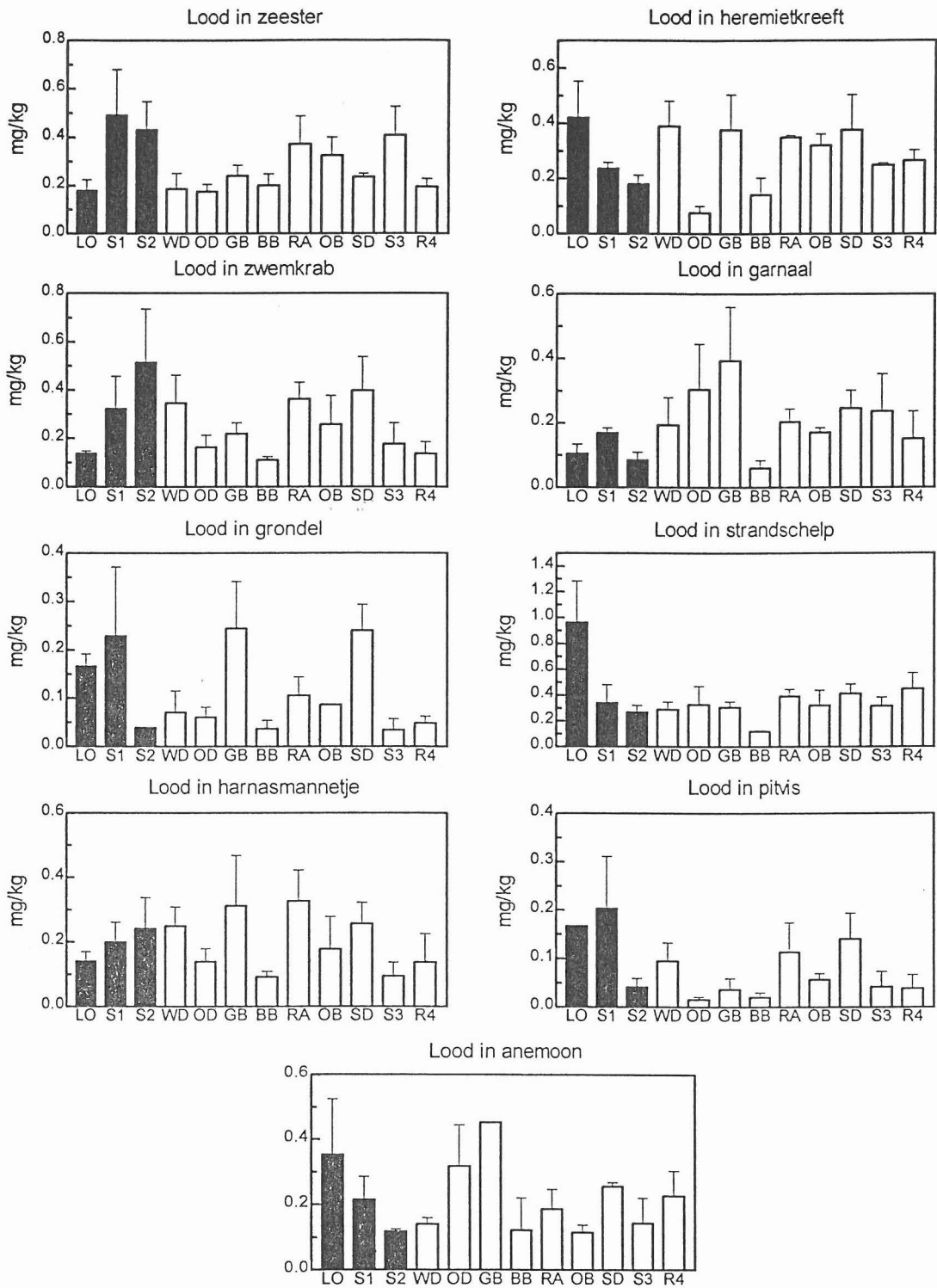


Fig. 4. Gemiddelde concentraties aan lood (1994-1996) (+ standaardafwijkingen) (Stations : zie fig. 2)

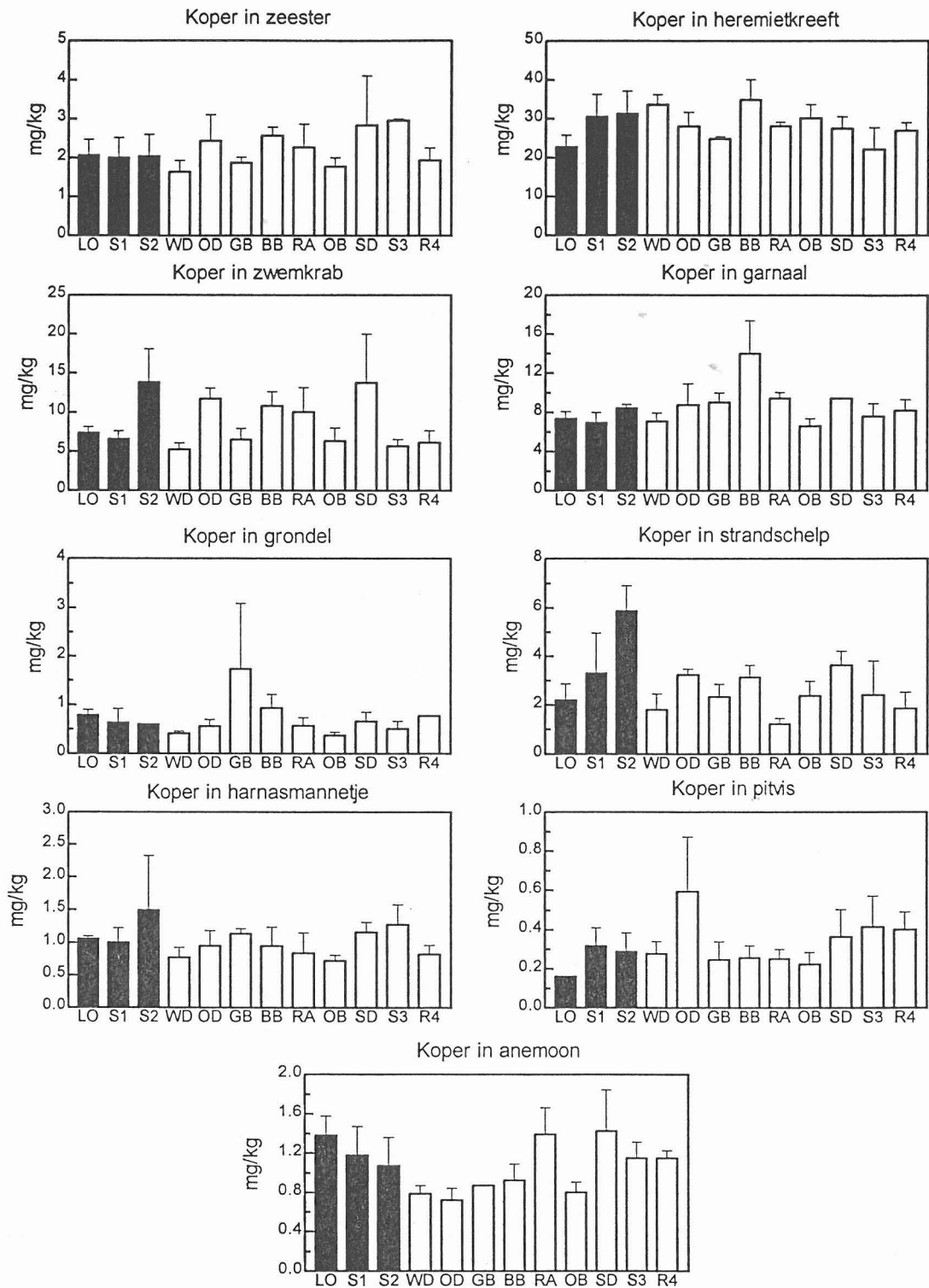


Fig. 5. Gemiddelde concentraties aan koper (1994-1996) (+ standaardafwijkingen) (stations : zie fig. 2)

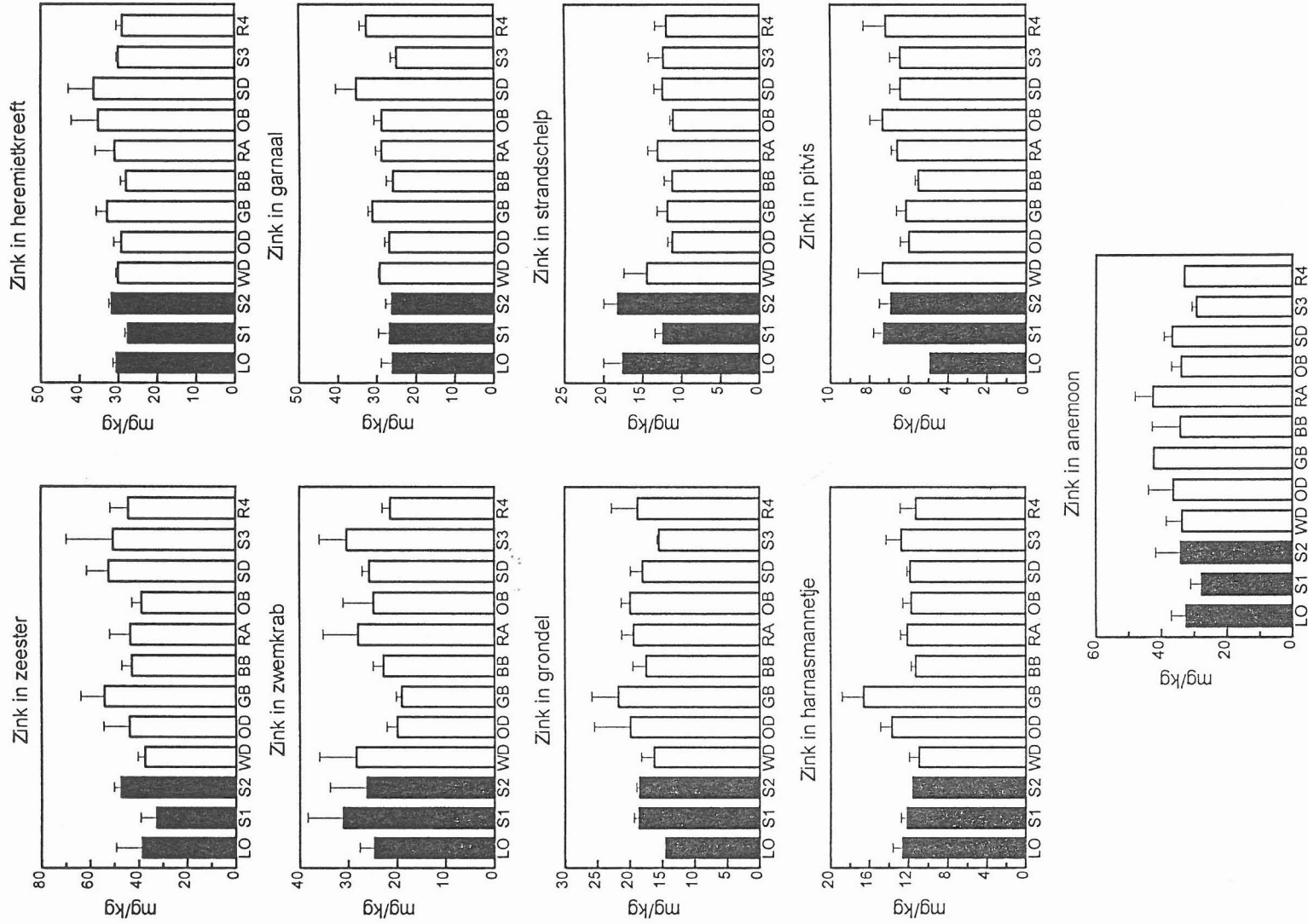


Fig. 6. Gemiddelde concentraties aan zink (1994-1996) (+ standaardafwijkingen) (stations : zie fig. 2)

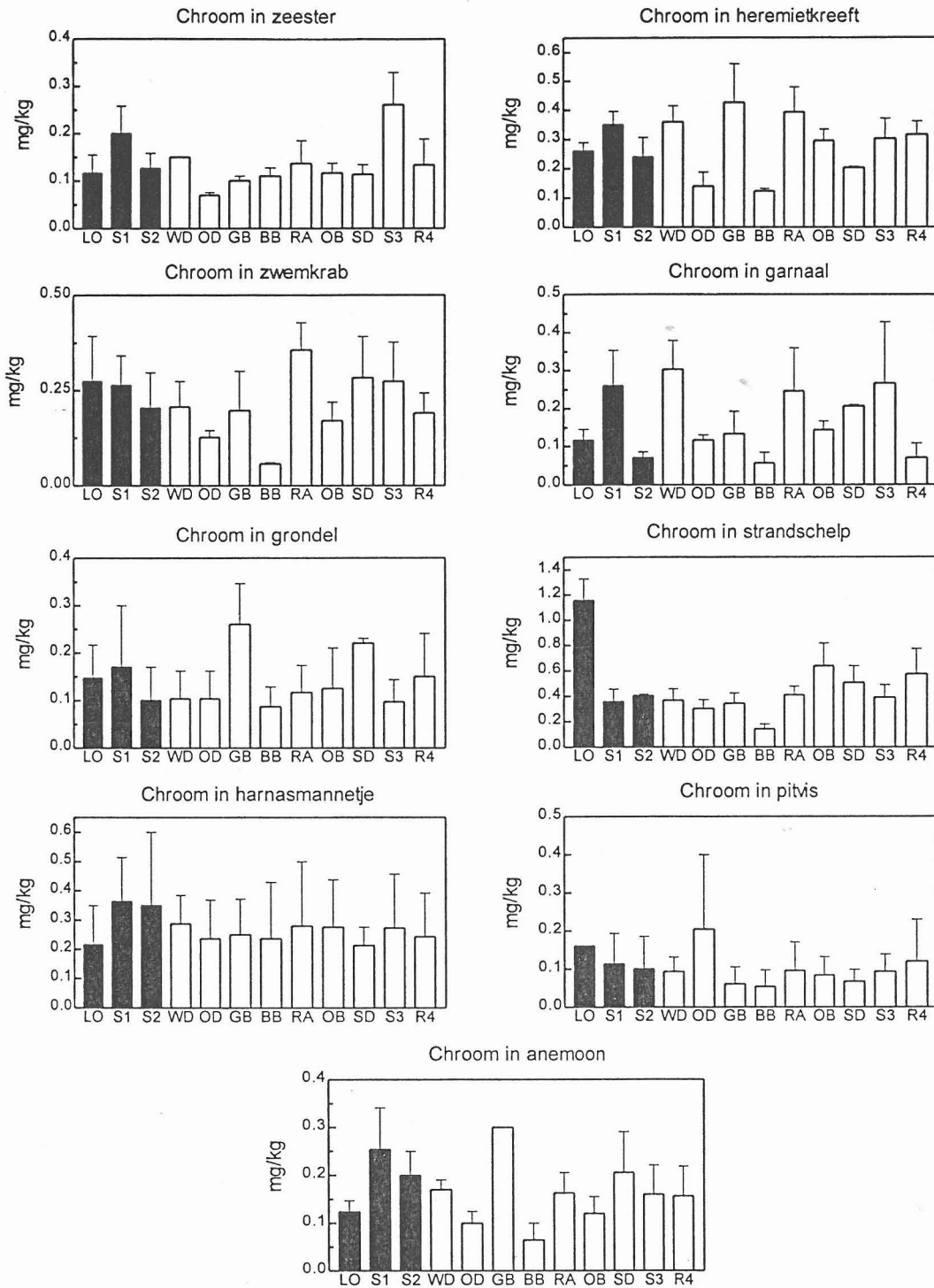


Fig. 7. Gemiddelde concentraties aan chroom (1994-1996) (+ standaardafwijkingen) (stations : zie fig. 2)

Tabel 5. Concentraties (mg/kg) aan zware metalen in bodemorganismen (1994-1996 ; alle gebieden samen)

KWIK									
	Zeester	Heremiet	Zwemkrab	Garnaal	Grondel	Strandsch.	Harnasm.	Pitvis	Anemoon
Aantal gegevens	36	35	36	36	36	36	36	33	33
Minimum	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01
Mediaan	0.04	0.03	0.045	0.05	0.04	0.02	0.07	0.04	0.02
Maximum	0.10	0.06	0.10	0.08	0.06	0.04	0.14	0.09	0.03
Gemiddelde	0.043	0.035	0.050	0.053	0.039	0.022	0.072	0.042	0.016
Std. Afwijking	0.018	0.011	0.021	0.012	0.013	0.0077	0.027	0.014	0.0056
Variatiecoëfficiënt	41.48%	31.40%	42.49%	23.29%	33.42%	35.75%	37.11%	34.58%	35.58%
CADMIUM									
Aantal gegevens	36	36	36	36	36	36	33	33	36
Minimum	0.017	0.022	0.014	0.007	0.002	0.005	0.002	0.002	0.005
Mediaan	0.09	0.064	0.054	0.032	0.006	0.075	0.005	0.005	0.015
Maximum	0.21	0.15	0.10	0.083	0.026	0.20	0.023	0.032	0.038
Gemiddelde	0.10	0.068	0.054	0.035	0.0075	0.079	0.0068	0.0074	0.016
Std. Afwijking	0.043	0.027	0.021	0.018	0.0046	0.037	0.0044	0.0073	0.0088
Variatiecoëfficiënt	43.09%	40.08%	38.91%	52.22%	61.37%	47.02%	64.50%	98.87%	55.77%
LOOD									
Aantal gegevens	36	33	36	36	30	36	33	32	29
Minimum	0.073	0.032	0.031	0.024	0.01	0.10	0.01	0.01	0.023
Mediaan	0.24	0.26	0.19	0.15	0.087	0.31	0.17	0.047	0.17
Maximum	0.86	0.56	0.88	0.68	0.43	1.6	0.56	0.38	0.70
Gemiddelde	0.29	0.28	0.26	0.19	0.12	0.37	0.19	0.080	0.22
Std. Afwijking	0.17	0.15	0.20	0.15	0.11	0.27	0.13	0.086	0.15
Variatiecoëfficiënt	59.01%	52.72%	74.69%	78.17%	93.18%	71.76%	69.41%	107.38%	68.67%

Tabel 5. (vervolg)

KOPER									
	Zeester	Heremiet	Zwemkrab	Garnaal	Grondel	Strandsch.	Hamasm.	Pitvis	Anemoon
Aantal gegevens	36	36	36	36	31	36	33	33	31
Minimum	0.80	12	3.7	5.4	0.27	0.60	0.41	0.07	0.60
Mediaan	2.2	27	8.2	8.3	0.51	2.7	1.0	0.29	1.0
Maximum	5.2	43	25	20	4.4	7.9	2.3	1.1	2.1
Gemiddelde	2.2	28	9.2	8.6	0.72	2.8	1.0	0.32	1.1
Std. Afwijking	0.88	6.8	4.8	2.8	0.74	1.7	0.40	0.21	0.39
Variatiecoëfficiënt	39.95%	24.03%	52.68%	32.30%	102.83%	60.55%	40.08%	64.99%	35.57%
ZINK									
Aantal gegevens	36	36	36	36	32	36	33	33	32
Minimum	20	25	13	21	13	9.1	9.0	4.9	21
Mediaan	42	30	23	29	18	12	12	6.4	33
Maximum	89	49	46	46	31	22	20	9.2	52
Gemiddelde	44	31	25	29	18	13	12	6.5	34
Std. Afwijking	15	5.5	8.3	4.5	4.2	3.3	2.3	1.1	7.5
Variatiecoëfficiënt	33.24%	17.75%	32.94%	15.86%	23.37%	24.83%	18.25%	17.44%	21.66%
CHROOM									
Aantal gegevens	36	36	36	36	32	36	33	32	31
Minimum	0.06	0.07	0.05	0.01	0.01	0.07	0.03	0.01	0.03
Mediaan	0.11	0.25	0.17	0.13	0.16	0.42	0.18	0.05	0.15
Maximum	0.38	0.65	0.51	0.59	0.43	1.4	0.64	0.40	0.39
Gemiddelde	0.14	0.28	0.22	0.17	0.14	0.47	0.27	0.098	0.16
Std. Afwijking	0.073	0.13	0.14	0.13	0.10	0.30	0.21	0.099	0.091
Variatiecoëfficiënt	53.42%	45.08%	64.08%	79.82%	72.96%	63.52%	79.35%	100.50%	55.18%

Voor kwik in anemoon vertoonden S1, Westdiep en Oostendebank duidelijk lagere waarden. Voor cadmium in hetzelfde organisme lagen de concentraties in Bligh bank beduidend lager. Voor lood in heremietkreeft was dit het geval in Oostdyck, en voor lood in grondel in S3. Bligh bank vertoonde significant lagere gehalten aan chroom in heremietkreeft en in strandschelp.

Er werd ook nagegaan of er tussen de loswallen en de overige stations samen beschouwd een significant verschil ($p < 0,05$) voorkwam. Dit werd enkel in 3 gevallen op 54 vastgesteld i.e. cadmium in harnasmannetje en in anemoon, en lood in garnaal. In deze drie gevallen lagen de concentraties in de loswallen lager dan in de overige bemonsteringsplaatsen, hetgeen wellicht toch toevallig is.

Algemeen kan evenwel worden gesteld dat de plaats op het Belgisch Continentaal Plat weinig invloed op de concentratie aan zware metalen in bodemorganismen had. Het feit dat het voorkomen van significant dalende trends niet van de bemonsteringsplaats bleek af te hangen (zie 3.1) wijst in dezelfde richting. In dit verband kan worden gewezen dat ook de baggerloswallen hierop geen uitzondering maakten. Op deze plaatsen is de kans op hogere concentraties theoretisch groter, hetgeen in de praktijk tijdens onderhavige studie evenwel niet tot uiting kwam. De verspreiding van het gestort sediment over een groot bodemoppervlak is hier wellicht niet vreemd aan. Voor de belangrijke loswal S1 bv. werd vastgesteld dat een gebied van ca 1000 km² wordt beïnvloed (AWZ/BMM, 1993).

In Nederland wordt voor de monitoring van baggerloswallen o.m. ook zeester als bio-indicator voor de accumulatie van zware metalen gebruikt. De gehalten op de loswal Rotterdam lagen in 1996 1,5 tot 7,5 maal hoger dan op de Belgische loswallen (Stronkhorst, 1997).

Tabel 5 geeft de mediaanwaarden en gemiddelden van alle gebieden samen weer. Bij alle metalen, uitgenomen zink, vallen de vrij grote standaardafwijkingen (en variatiecoëfficiënten) op. De jaarlijkse schommelingen in concentraties kunnen daarom belangrijk zijn en rechtvaardigen het berekenen van de gemiddelden van de laatste drie jaren om een inzicht in de "actuele" toestand te verkrijgen. De kleinere verschillen bij zink (variatiecoëfficiënt 15,8 tot 33,2 %) kunnen wellicht worden verklaard door het feit dat veel organismen in staat zijn de concentratie aan dit element te reguleren (Rainbow *et al.*, 1990). Voor koper blijkt dit eveneens het geval te kunnen zijn alhoewel dit in onderhavig onderzoek alleen voor heremietkreeft, garnaal en anemoon werd vastgesteld.

Er werd ook nagegaan of de concentraties normaal verdeeld waren. In 46 gevallen op 54 bleek dit het geval te zijn ($p < 0,05$). De mediaanwaarden bleken dan ook in de meeste gevallen niet markant van de gemiddelden te verschillen.

4. Conclusies

De concentraties aan zware metalen in de bestudeerde bodemorganismen vertoonden algemeen gezien een dalende trend. Dit is in overeenstemming met de in andere studies vastgestelde verminderingen aan concentraties in platvissen en mossel, en in sedimenten. Dit wijst op een vermindering van de toevoer van contaminanten en zou een aanduiding kunnen zijn dat de diverse maatregelen die vooral op internationaal niveau (Verdrag van Parijs, Europese Unie) getroffen werden om deze inputs te verminderen, hun nuttig effect doen gelden.

Geografisch gezien waren er, op enkele uitzonderingen na, geen markante verschillen tussen de diverse stations, met inbegrip van de loswallen, waar te nemen. De ganse bestudeerde zone kan dan ook met een goede benadering als één geheel worden beschouwd.

Bedanking

Deze proeven werden gedeeltelijk door het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, gesubsidieerd.

Bibliografie

AWZ/BMM (1993) : Ecologische impact van baggerspecielossingen voor de Belgische kust. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen (AZW) en Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu, Beheerseheid van het Mathematisch Model van de Noordzee en het Scheldeëstuarium (BMM), Brussel.

De Clerck, R., Guns, M., Vyncke, W. en Van Hoeyweghen, P. (1988): Zware metalen in mariene organismen uit de Ierse Zee. *Landbouwtijdschrift* **41**, 211-217.

De Clerck, R., Vyncke, W., Guns, M. en Van Hoeyweghen, P. (1995) : Concentrations of mercury, cadmium, copper, zinc and lead in sole from Belgian catches (1973-1991). *Mededelingen van de Faculteit Landbouw, Universiteit Gent* **60**, 1-6.

Everaarts, J. en Nieuwenhuize, J. (1995) : Heavy metals in surface sediment and epibenthic macroinvertebrates from the coastal zone and continental slope of Kenya. *Marine Pollution Bulletin* **31**, 281-289.

Goldberg, E. (1975) : The mussel watch – a first step in global marine pollution monitoring. *Marine Pollution Bulletin* **6**, 111.

Guns, M., Vyncke, W. en De Clerck, R. (1992) : Mercury concentrations in plaice, flounder and dab from Belgian continental shelf waters (1971-1990). *Landbouwtijdschrift* **45**, 959-963.

Guns, M., Van Hoeyweghen, P., Baeten, H., Hoenig, M., Vyncke, W. en Hillewaert, H. (1997) : Evolutie van de gehalten aan zware metalen in sedimenten van het Belgisch Continentaal Plat (1979-1995). *Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (CLO Gent)*, nr 242.

Jensen, A. (1986) : Contaminant uptake by fish and the potential for contaminant transfer to humans modelled over time. *Ecological Modelling* **32**, 281-290.

Langston, W. (1986) : Metals in sediments and benthic organisms in the Mersey estuary. *Estuarine and Coastal Shelf Science* **23**, 239-261.

NSTF (1993) : North Sea Task Force : North Sea Quality Status Report 1993. Oslo and Paris Commissions, Londen, 132 pp.

Oslo and Paris Commissions (1992) : Monitoring and Assessment. Oslo and Paris Commissions, Londen.

Oslo and Paris Commissions (1997) : Assessment and Monitoring. Oslo and Paris Commissions, Londen.

Rainbow, P., Phillips, D. en Depledge, M. (1990) : The significance of trace metal concentrations in marine invertebrates. A need for laboratory investigation of accumulation strategies. *Marine Pollution Bulletin* **21**, 321-324.

Rainbow, P. (1995) : Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* **31**, 183-192.

Rubinstein, N., Lores, E en Gregory, N. (1983) : Accumulation of PCBs, mercury and cadmium by *Nereis virens*, *Mercenaria mercenaria* and *Palaemonetes pugio* from contaminated harbor sediments. *Aquatic Toxicology* **3**, 249-260.

Stronkhorst, J. (1997) : Risk assessment of the disposal of slightly contaminated dredged spoils from the port of Rotterdam at a near coastal dump site : summary of the 1996 survey. Paper presented at the meeting of the Working Group on Concentrations, Trends and Effects of Substances in the Marine Environment (SIME), Paris Convention, Bonn, November 1997.

Vyncke, W., Baeteman, M., Guns, M., Van Hoeyweghen, P. en Gabriels, R. (1991) : Trace metals in the Belgian dumping area for acid wastes from the titanium dioxide industry (1985-89). *Landbouwtijdschrift* **44**, 1277-1291.

Vyncke, W., Guns, M., Roose, P., Cooreman, K., De Clerck, R. en Van Hoeyweghen, P. (1996) : Contaminants in Belgian fish and shellfish (1971-1993). In : Dialogue between scientists and users of the sea. Federal Office for Scientific and Cultural Affairs, Brussel, pp. 57-66.

Widdows, J. and Donkin, P. (1992) : Mussel and environmental contaminants : bioaccumulation and physiological aspects. In : The Mussel *Mytilus* : Ecology, Physiology, Genetics and culture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, ed. E. Gosling.

