

# Tungmetaller i tang og musling ved Ivittuut 1995

Faglig rapport fra DMU, nr. 146  
1995

Frank Riget  
Poul Johansen  
Gert Asmund  
*Afdeling for Arktisk Miljø*

Miljø- og Energiministeriet  
Danmarks Miljøundersøgelser  
December 1995

## Datablad

Titel:	Tungmetaller i tang og musling ved Ivittuut 1995	
Forfattere:	Frank Riget, Poul Johansen og Gert Asmund	
Afdeling:	Afdeling for Arktisk Miljø	
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU, nr. 146	
Udgiver:	Miljø- og Energiministeriet Danmarks Miljøundersøgelser ©	
Udgivelsestidpunkt:	December 1995	
Abstract:	Rapporten belyser og vurderer forureningstilstanden ved Ivittuut på baggrund af indsamlingerne af tang og muslinger i 1995.	
Bedes citeret:	Riget, F., Johansen, P. & Asmund, G. (1995) : Tungmetaller i tang og musling ved Ivittuut 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 32 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 146	
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.	
Emneord:	Ivittuut, tang, musling, bly, zink.	
ISBN	87-7772-232-9	
ISSN	0905-815X	
Papirkvalitet:	Cyclus Print 100	
Tryk:	Kandrup	
Oplag:	100	
Sideantal:	32	
Pris:	40,- kr	
Købes hos:	Danmarks Miljøundersøgelser Frederiksborgvej 399 Postbox 358 4000 Roskilde Tlf. 46 30 12 00 - Fax 46 30 11 14	Miljøbutikken Information og bøger Læderstræde 1 1201 København K Tlf. 33 92 76 92 (Information) Tlf. 33 93 92 92 (Bøger)

# **Indhold**

**Resumé 5**

**Imaqarnersiorlugu naalisagaq 6**

**English summary 7**

**1 Introduktion 9**

**2 Indsamling og analyser 11**

**3 Resultater 13**

3.1 Tang og musling 13

3.2 Estimering af metalkoncentrationer 15

3.2 Geografisk fordeling af metaller 19

2.3 Tidsmæssig udvikling i bly og zinkforureningen 24

**4 Muslingers egnethed til fortæring 28**

**5 Referencer 30**

**Bilag I 31**

**Danmarks Miljøundersøgelser**



## Resumé

Mineaktiviteterne i Ivittuut har forårsaget forurening med bly og zink af tidevandsorganismerne i Arsuk Fjord i Sydgrønland. Selvom mineaktiviteterne ophørte i 1987 frigøres der stadig bly og zink til fjorden fra efterladt affaldsbjerg.

Forureningen er blevet overvåget ved indsamling og analyse for bly og zink i tang og blåmusling siden 1982. De seneste undersøgelser blev udført i juni 1995. Resultaterne viser, at der er forhøjede bly og zinkkoncentrationer i tang på dele af den østlige kyst af Arsuk Fjord med de højeste værdier ved selve Ivittuut. I blåmusling er zinkkoncentrationen kun forhøjet meget lokalt, mens blykoncentrationen er forhøjet i en større del af fjorden.

I tang kan der ikke konstateres nogen signifikante ændringer af bly- og zinkniveauerne i løbet af monitoringsperioden, mens der er et signifikant årligt fald på 5% i blykoncentrationen i blåmusling.

På en kyststrækning omkring Ivittuut er blykoncentrationen i blåmusling så høj, at det frarådes at indsamle og spise muslinger fra dette område. Dette område er væsentligt mindre i 1995 end tidligere.

## **Imaqarnersiorlugu naalisagaq**

Ivittuuni aatsitassanik piianerup Arsuup kangerluani uumassusillit immap tinittarfiaaniittut aqerlumik zink-imillu mingutsissimavai. Naak 1987-mi aatsitassanik piianeq unitsinneqarsimagaluartoq sulii aqerlumik zink-imillu eqqakkaninngaanniit kangerlummutkatagartoqarpoq.

1982-miilli mingutsitsineq nakkutigineqarsimavoq equutinik uillunillu katersisarnikkut taakkualu aqerlumik zink-imillu akoqarnerinik misissuisarnikkut. Misissuinerit kingulliit juni 1995-mi ingerlanneqarput. Inernerit ersersippaat equutit aqerlumik zink-imilluannertusisimasunik akoqartut Arsuup kangerluata sineriaata kangianiittup ilaani, Ivittuut eqqarpiaani annertunersaallutik. Uillut zink-imik akoqarnerisa annertusisimanerat qanitsorpiaannarmi atuuppoq, kisiannili aqerlumik akoqarnerat kangerluup ilarujuani annertusisimalluni.

Equutini misissuinerup ingerlanneqarnerata nalaani aqerlup zink-illu akuusup allangorsimanagera malugineqarsinnaasimangilaq. Kisiannili uilluni erseqqissumik aqerloq akuusoq annikilliarforsimavoq ukiumoortumik 5 %-iusarluni.

Ivittuut eqqaani sineriammi uilluni aqerloq akuusoq ima annertutigaaq, uillunik tamaanngaanneersunik katersinissaq nerisaqarnissarlu nagartorneqarluni. Sumiiffiit eqqartorneqartut 1995-mi siornarnut naleqqiullugu annikinnerujussuupput.

## **English summary**

Mining operations in Ivittuut has caused pollution with lead and zinc of tidal organisms in Arsuk Fjord, South Greenland. The operations ceased in 1987, but waste rock which has been left is still releasing pollutants to the fjord.

The pollution has been monitored since 1982 by sampling and analyzing seaweed and blue mussels. The most recent sampling was conducted in 1995. The results shows elevated lead and zinc concentrations in part of the eastern coast of Arsuk Fjord with the highest concentrations at Ivittuut. In blue mussels the zinc concentration is elevated only very locally, while the lead concentration is elevated in a larger part of the fjord.

In seaweed no significant changes of the lead and zinc concentrations during the monitoring period have been found, whereas in blue mussels a significant 5% annual decline of the lead concentration is found.

Along the coastline at Ivittuut the lead concentration in blue mussels is so high that it is recommended not to collect and eat blue mussels from this area. The area is significantly smaller in 1995 than earlier.



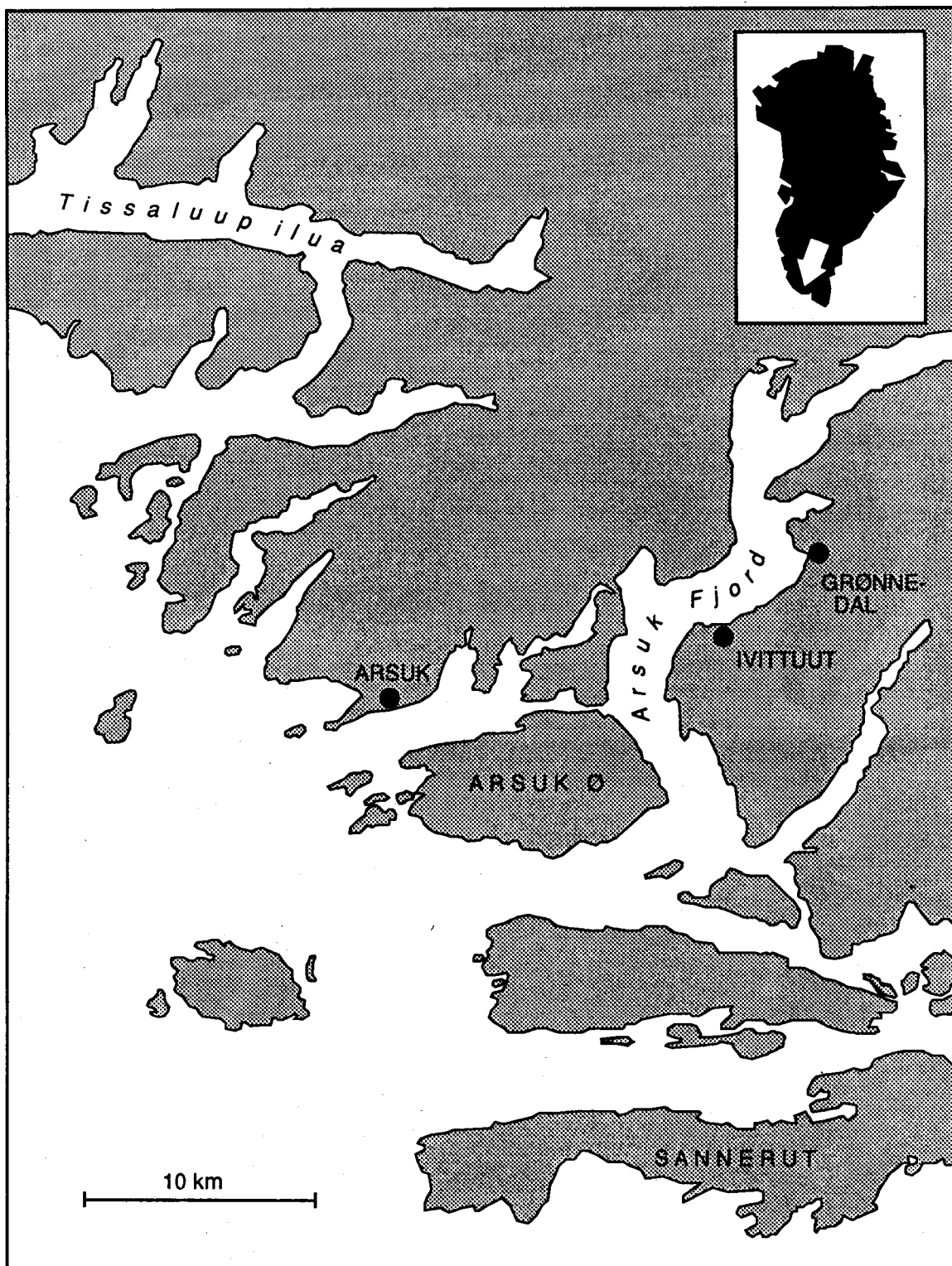


# 1 Introduktion

Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Arktisk Miljø har foretaget undersøgelser ved Ivittuut siden 1982. Undersøgelserne er udført, fordi aktiviteter i forbindelse med brydning og udskibning af kryolit har medført forurening med tungmetaller, især bly og zink, der findes i kryolitmalmen.

Ivittuut er beliggende ved Arsuk Fjord i den sydlige del af Vestgrønland, se figur 1. Her blev der indledt brydning af kryolit i 1854 i et åbent minebrud ved kysten. Aktiviteterne i Ivittuut ophørte med udgangen af 1987.

Miljø undersøgelserne blev videreført hvert år frem til 1990. Det blev herefter besluttet kun at foretage overvågningen af tungmetalbelastningen hvert andet eller tredje år, hvorfor de næste indsamlinger foregik i 1992 og i 1995. Resultaterne af miljøundersøgelserne fra 1982 til 1992 er sammenfattet i *Johansen et al. (1995)*. De tidligere undersøgelser har vist, at forureningsproblemerne udgøres af forhøjede koncentrationer af zink og specielt bly i tang og blåmusling. Indsamlingsprogrammet i 1995 omfattede derfor kun disse organismer.



Figur 1. Oversigtskort over Ivittuut-området.

## 2 Indsamling og analyser

### *Indsamling*

Indsamling af tang- og muslingeprøver i 1995 blev foretaget i perioden 16 juni til 22 juni fra undersøgelseskibet "Adolf Jensen". Figur 2 viser stationsnettet ved Ivittuut. Indsamlingsstationerne i 1995 var de samme som undersøgelserne siden 1985, som det fremgår af tabel 1 og 2.

### *Tangprøver*

Tangprøverne består hovedsagelig af arten blæretang (*Fucus vesiculosus*), men hvis denne art ikke har været at finde på en station, er der istedet indsamlet langfrugtet klørtang (*Fucus distichus*). Der indsamledes to prøver af unge skud af tangplanterne på hver station. Efter prøvetagningen blev tangprøverne skyllet i rent ferskvand, pakket i plastposer og dybfrosset.

### *Muslingeprøver*

Prøverne af blåmusling (*Mytilus edulis*) blev for hver station opdelt i størrelsesklasser efter skallængde. Det tilstræbes at indsamle 40 små muslinger (skallængde 2-3 cm), 20 mellemstore (skallængde 6-7 cm) og 20 store muslinger (skallængde 7-8 cm). Vægt og antal muslinger i hver størrelsesklasse blev registreret. Bløddelene blev skåret ud af skallen med en rustfri stålskalpel og dybfrosset i plastposer.

### *Analysemetoder*

I DMU, Afdeling for Arktisk Miljø's laboratorium er tang- og muslingeprøverne først frysetørret og knuses derefter i agat-kuglemølle. Oplukningen foretages ved at 0,5 - 0,25 g af den knuste frysetørrede prøve afvejes i teflonbeholdere, som tilsættes 4 ml salpetersyre. Prøverne nedbrydes derefter under tryk i "Berghoff pressure digestion system" ved 120° C i 4-6 timer. Efter endt destruktion overføres prøverne til polyethylenflasker med dobbeltionbyttet vand, og målingerne udføres direkte på denne opløsning. Til måling af høje koncentrationer benyttes flamme-atomabsorptions teknik. Til de lave koncentrationer benyttes grafitovns teknik. Udstyret er af mærket Perkin Elmer 3030, flamme og Zeeman grafitovn. Prøverne blev analyseret for bly og zink.

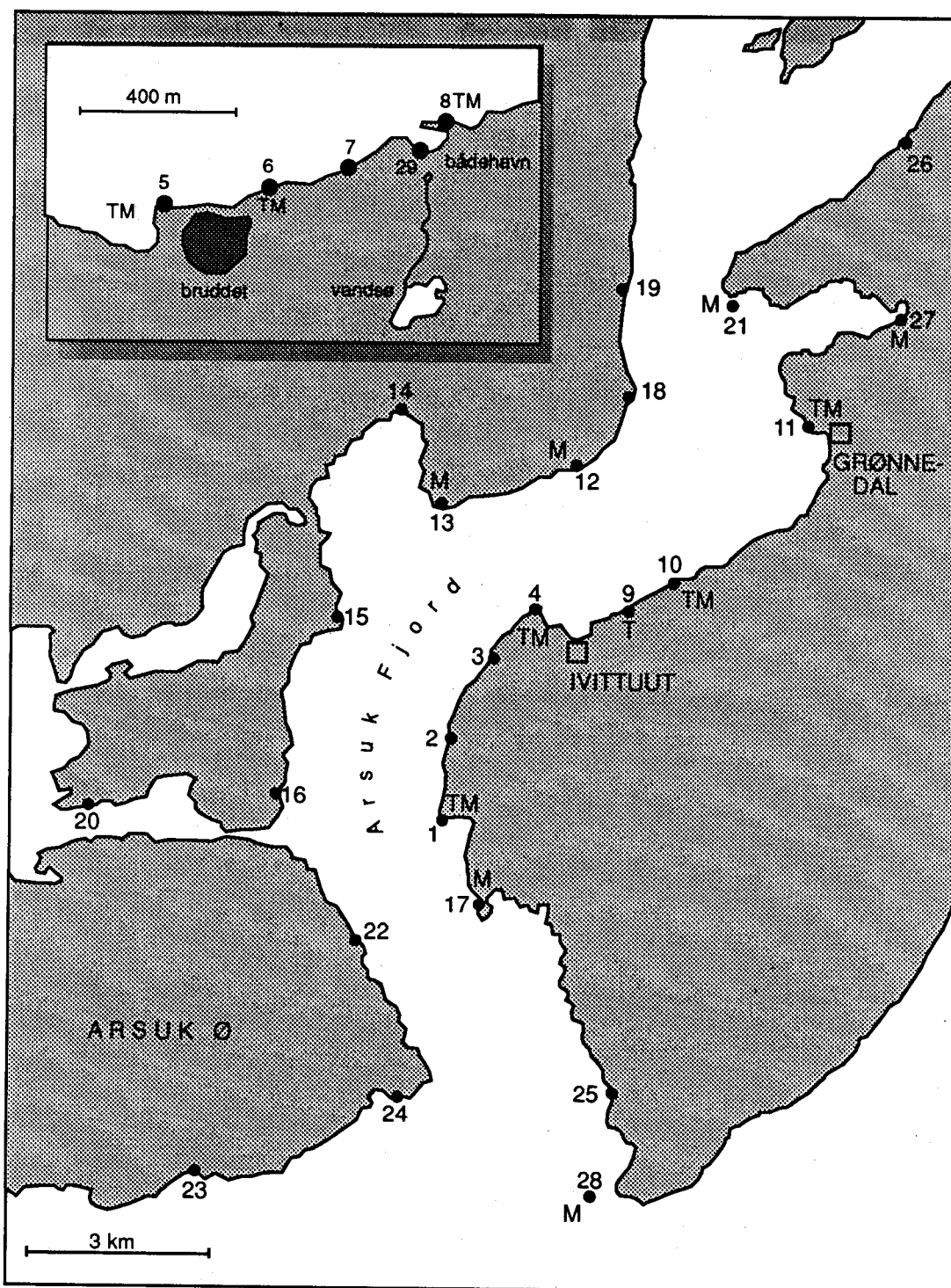
### *Analysekontrol*

Analysekvaliteten kontrolleres ved hjælp af certificerede referencematerialer, som jævnligt analyseres sammen med prøverne. De anvendte referencematerialer er Dorm-1, Dolt-1, Tort-2, Bovine-liver og Sewage-sludge.

Resultaterne af analysekontrollen er fremstillet med såkaldte kontrolkort, som viser middelværdien af kontrolanalyserne. Analysen siges at være i statistisk kontrol, såfremt de opnåede analyser af referencematerialet falder indenfor de angivne grænser med kun meget få undtagelser. Dette betyder, at de tilfældige

variationer har en acceptabel størrelse. Kontrollkortene fremgår af bilag I.

For både bly og zink viser kontrollkortene, at de opnåede analyseresultater er i overensstemmelse med de certificerede værdier, og at analyserne er i statistisk kontrol.



Figur 2. Kort over indsamlingsstationer for tang (T) og blåmusling (M).

### 3 Resultater

#### 3.1 Tang og musling

I tabel 1 og 2 er vist analyseresultaterne for tang og musling i 1995. Ved dobbeltbestemmelser er der tale om en ny oplukning af den samme prøve.

Tabel 1. Analyseresultater for skudspidser af blæretang (*Fucus vesiculosus*) og langfrugtet klørtang (*Fucus distichus*) fra Ivittuut 1995. Koncentrationen i µg/g tørstof.

Lokalitet	Art	Pb	Zn
1	<i>F. ves.</i>	0,42	13,8
	dobbeltbestemmelse	0,40	13,5
1	<i>F. ves.</i>	0,67	16,6
3	<i>F. ves.</i>	0,68	18,3
3	<i>F. ves.</i>	0,76	19,2
4	<i>F. ves.</i>	2,01	34,4
4	<i>F. ves.</i>	2,14	40,5
5	<i>F. ves.</i>	21,4	196
5	<i>F. ves.</i>	14,6	147
6	<i>F. ves.</i>	66,8	338
	dobbeltbestemmelse	67,5	344
6	<i>F. ves.</i>	44,5	202
8	<i>F. ves.</i>	20,1	164
8	<i>F. ves.</i>	33,2	293
9	<i>F. dis.</i>	3,21	100
	dobbeltbestemmelse	3,23	99,6
9	<i>F. dis.</i>	2,28	101
10	<i>F. ves.</i>	1,22	32,1
10	<i>F. ves.</i>	1,28	29,0
11	<i>F. ves.</i>	0,35	18,3
11	<i>F. ves.</i>	0,41	18,1
11	<i>F. ves.</i>	0,42	19,1

Tabel 2. Analyseresultater for blåmuslinger (*Mytilus edulis*) fra Ivittuut 1995. Koncentrationer i µg/g tørstof.

Lokalitet	Længde (cm)	Tørvægt (%)	Antal	Pb	Zn
1	2,52	17,11	40	7,00	75,2
1	6,35	17,18	20	6,42	85,1
dobbelbestemmelse				6,82	88,0
1	7,29	16,89	12	8,32	87,8
3	2,38	16,62	40	4,92	81,7
3	6,40	17,12	20	11,8	85,0
4	2,40	19,59	40	16,9	86,0
4	6,49	11,78	21	59,0	86,4
dobbelbestemmelse				58,5	87,5
5	2,41	19,35	40	196	112
5	6,44	15,64	20	395	120
8	2,56	21,52	40	335	154
8	6,40	18,01	19	482	153
10	2,54	16,56	40	15,9	79,5
10	6,31	14,49	20	26,5	102
11	3,35	16,16	28	7,61	71,3
11	6,26	16,01	19	10,2	76,5
12	2,54	17,19	40	4,03	74,3
12	6,47	14,96	20	10,3	90,2
13	2,51	16,36	40	5,11	85,4
13	6,35	15,53	19	4,53	78,4
15	2,56	15,73	40	5,64	80,5
15	6,49	15,70	20	8,62	85,7
dobbelbestemmelse				8,36	86,1
15	7,27	15,69	18	7,64	85,1
16	2,55	16,67	39	5,93	85,7
16	6,43	15,49	18	7,66	75,5
17	2,33	19,78	39	4,06	89,7
17	7,44	16,36	16	6,28	78,8
dobbelbestemmelse				6,68	77,8
21	2,40	20,59	40	5,06	76,8
dobbelbestemmelse				4,33	78,5
21	6,48	16,67	20	6,61	77,8
dobbelbestemmelse				6,09	79,1
21	7,39	15,65	18	9,62	88,6
22	2,46	19,36	37	2,93	82,2
dobbelbestemmelse				3,16	81,6
22	6,40	17,10	20	6,55	92,4
24	2,42	18,40	26	1,23	91,7
24	6,33	17,45	18	5,79	101
24	7,33	16,92	14	6,22	91,4
27	2,49	14,94	40	7,01	75,5
27	6,38	12,96	19	11,0	87,6
28	2,87	16,37	26	2,47	97,4
28	6,40	17,07	20	4,84	98,7
dobbelbestemmelse				4,78	102
28	7,57	17,16	16	5,68	99,4

### 3.2 Estimering af metalkoncentrationer

#### Estimater for tang

Årsestimaterne for metal koncentrationen i tang er beregnet som geometriske middelværdier. Ved beregningerne er der ikke foretaget korrektion i de tilfælde hvor langfrugtet klørtang er blevet indsamlet. Tabel 3 viser de geometriske middelværdier af metalkoncentrationen på hver lokalitet i de enkelte år.

Tabel 3. Geometriske middelværdier af bly- og zinkkoncentrationer ( $\mu\text{g/g}$  tørstof) i tang.

Lokalitet	År	Pb	Zn	Lokalitet	År	Pb	Zn	
1	1982	0,809	17,9	5	1987	81,5	330	
	1983	2,13	28,4		1988	35,7	243	
	1984	1,55	17,8		1989	25,9	168	
	1985	0,53	16,9		1990	38,7	199	
	1986	0,80	17,9		1992	34,3	213	
	1987	0,78	23,8	1995	17,7	169		
	1988	0,46	20,1	6	1982	83,5	255	
	1989	0,38	22,4		1983	226	462	
	1990	0,81	22,0		1984	91,9	209	
	1992	0,35	17,6		1985	97,1	255	
	1995	0,52	15,0		1986	88,3	189	
	2	1982	0,73		18,3	1987	56,2	288
						1988	63,4	224
3	1982	1,04	18,5		1989	31,1	193	
	1983	2,66	39,0		1990	73,3	235	
	1984	1,09	23,6	1992	50,4	252		
	1985	0,80	19,1	1995	54,6	263		
	1986	1,11	20,2	7	1982	68,6	337	
	1987	0,98	22,0		1983	122	506	
	1988	0,97	22,0		1984	293	457	
	1989	0,60	21,2		8	1982	61,6	329
	1990	0,92	26,0	1983		88,0	447	
	1992	0,99	22,5	1984		62,4	350	
	1995	0,72	18,7	1985		34,5	208	
	4	1982	1,89	28,9		1986	37,8	179
		1983	8,43	93,1		1987	36,4	262
1984		2,54	40,1	1988		23,0	270	
1985		2,52	36,0	1989		24,2	233	
1986		5,75	34,3	1990		29,4	267	
1987		3,98	48,0	1992	39,0	286		
1988		3,81	44,8	1995	25,8	219		
1989		2,57	39,8	9	1982	1,83	35,6	
1990		2,94	41,1		1983	18,6	273	
1992		2,06	30,8		1984	2,01	115	
1995		2,08	37,3		1985	0,839	29,8	
5		1982	71,8		253	1986	2,87	33,6
		1983	145	550	1987	1,25	49,9	
	1984	40,2	282					
	1985	47,0	223					
	1986	93,0	122					

Lokalitet	År	Pb	Zn	Lokalitet	År	Pb	Zn	
9	1988	1,19	47,4	12	1982	0,514	8,79	
	1989	1,70	59,7					
	1990	2,06	74,7	13	1982	0,762	11,6	
	1992	2,32	106					
	1995	2,71	100					
10	1982	1,91	25,6	15	1982	0,565	10,1	
	1983	5,37	67,9					
	1984	1,39	28,2	16	1982	0,599	11,3	
	1985	1,06	30,5					
	1986	2,21	26,9		17	1982	0,607	23,3
	1987	2,55	48,8					
	1988	1,25	25,5	17	1984	0,895	27,8	
	1989	1,23	29,6					
	1990	3,36	63,4	18	1982	0,617	9,90	
	1992	1,36	31,3					
	1995	1,25	30,5					
	11	1982	1,29	27,2	22	1984	0,402	17,8
		1983	5,38	48,0				
1984		0,892	30,0					
1985		1,01	33,1					
1986		0,869	25,0					
1987		0,475	23,3					
1988		0,489	21,2					
1989		0,544	22,7					
1990		0,597	23,1					
1992		0,534	23,1					
1995		0,379	18,4					

### *Estimater muslinger*

Angivelse af årsestimatet for metalkoncentrationen i blåmuslinger er mere kompliceret end i tilfældet med årsestimaterne for tangplanter. Dette skyldes, at metalkoncentrationen er afhængig af muslingernes størrelse, og at denne afhængighed som oftest viser sig at være forskellig fra år til år og fra lokalitet til lokalitet. Årsestimaterne for metalkoncentrationen i blåmuslinger er beregnet ved en kovariansanalyse model, hvor metalkoncentrationens længdeafhængighed ved den første kørsel af modellen både var afhængig af indsamlingsåret og af lokaliteten. Analysevariablen er den logaritmiserede metalkoncentration.

### *Bly*

Kovariansanalysen viste, at blykoncentrationens længdeafhængighed er signifikant forskellig fra år til år og signifikant forskellig fra lokalitet til lokalitet. Dog viste forskellen fra år til år at være af mindre signifikans ( $p=0.043$ ) end forskellen mellem lokaliteter ( $p<0.001$ ), hvorfor det er fundet rimeligt kun at lade længdeafhængigheden være afhængig af lokaliteten ved den endelige estimering af blykoncentrationen. De estimerede årsestimater er normaliseret til en blåmusling af skallængden 2,5 cm.



## Zink

For zinkkoncentrationen viste kovariansanalysen, at der ikke forekommer en generel signifikant længdefafhængighed. Årsestimaterne er derfor geometriske middelværdier.

Tabel 4. Estimerede tungmetalkoncentrationer i blåmuslinger. Bly estimater er normaliseret til en musling med skallængden 2,5 cm.

Lokalitet	År	Pb	Zn	Lokalitet	År	Pb	Zn
1	1982	7,44	87,3	5	1992	293	119
	1983	6,19	65,7		1995	234	116
	1984	7,28	99,9	6	1982	695	248
	1985	7,00	97,6		1983	675	207
	1986	4,14	59,3		1984	1448	271
	1987	5,86	80,9		1985	998	297
	1988	6,73	98,2		1986	907	259
	1989	5,73	83,1		7	1982	721
	1990	5,90	109	1983		509	181
	1992	3,35	83,1	1984		1584	377
1995	4,48	83,0	8	1982		471	180
2	1982	11,4		105	1983	401	187
	3	1982		11,6	115	1984	696
1983		12,3		69,0	1985	698	246
1984		16,1		120	1986	804	286
1985		9,09		86,4	1987	551	199
1986		9,71		85,4	1988	482	280
1987		8,91		81,8	1989	519	289
1988		9,46		99,3	1990	543	294
1989		9,27		84,0	1992	418	175
1990		10,6	99,3	1995	343	154	
1992		7,19	86,0	9	1982	28,3	135
1995	5,48	83,3	10		1982	19,9	125
4	1982	29,2		149	1983	23,6	91,1
	1983	38,7		116	1984	16,9	107
	1984	48,3		115	1985	12,9	101
	1985	38,8		108	1986	18,2	89,8
	1986	74,4		107	1987	15,7	89,5
	1987	62,9		114	1988	18,3	103
	1988	55,7		111	1989	13,5	91,2
	1989	34,5		91,5	1990	18,5	105
	1990	41,4		108	1992	11,9	79,1
	1992	35,2	92,0	1995	14,5	89,8	
1995	22,5	86,5	11	1982	6,48	138	
5	1982	483		256	1983	8,20	118
	1983	443		130	1984	6,31	95,2
	1984	878		295	1985	8,63	110
	1985	627		286	1986	12,0	110
	1986	1307		368	1987	8,19	83,0
	1987	464		148	1988	7,60	95,0
	1988	687		248	1989	5,36	90,3
	1989	361		193			
	1990	386		192			

Lokalitet	År	Pb	Zn	Lokalitet	År	Pb	Zn				
11	1990	5,73	102	17	1982	6,65	84,9				
	1992	4,55	76,9		1983	5,59	70,6				
	1995	5,43	73,9		1984	7,17	99,4				
12	1982	4,42	135		1985	5,81	96,5				
					1986	4,92	79,1				
	1983	4,23	77,7	1987	5,58	85,2					
	1984	8,40	88,4	1988	5,63	98,9					
	1985	3,35	93,9	1989	4,87	92,0					
	1986	6,63	84,0	1990	4,43	93,1					
	1987	4,06	80,1	1992	3,70	87,1					
	1988	5,28	86,8	1995	3,59	83,8					
	1989	4,07	83,3	18	1982	3,18	96,6				
	1990	4,75	77,3								
	13	1982	5,34	97,0	19	1982	3,60	93,0			
1983									6,32	66,8	
1984		6,41	100	20	1983	3,69	90,0				
1985		5,64	92,4								
1986		6,33	82,3								
1987		5,94	81,7	21	1983	6,09	124				
1988		7,23	100								
1989		5,20	101								
1990		8,35	102								
1992		4,17	77,4								
1995		3,78	81,8								
14	1982	9,15	76,8					22	1983	4,15	55,8
15	1982	5,97	100	1985	4,96	4,96	93,7				
								1983	6,54	73,0	
	1984	8,53	110	1986	4,42	83,2					
	1985	5,86	101	1987	4,79	89,9					
	1986	6,51	69,8	1988	5,18	110					
	1987	5,38	77,3	1989	4,36	94,1					
	1988	5,46	83,5	1990	4,33	103					
	1989	4,14	70,2	1992	3,01	78,4					
	1990	6,82	97,9	1995	2,98	87,0					
	1992	3,42	73,9	23	1983	2,42	60,2				
	1995	4,47	83,8								
16	1982	6,52	108	24	1983	3,88	77,5				
								1983	6,68	75,1	
	1984	6,53	101	1984	5,51	136					
	1985	5,78	81,9	1985	3,99	105					
	1986	6,44	74,0	1986	3,21	85,8					
	1987	5,14	78,5	1987	3,43	86,3					
	1988	7,19	105	1988	4,04	110					
	1989	5,71	90,5	1989	3,65	99,3					
	1990	7,21	97,5	1990	4,27	111					
	1992	4,50	82,4	1992	1,92	87,4					
	1995	4,83	80,5	1995	1,90	94,5					
				25	1983	5,15	75,9				

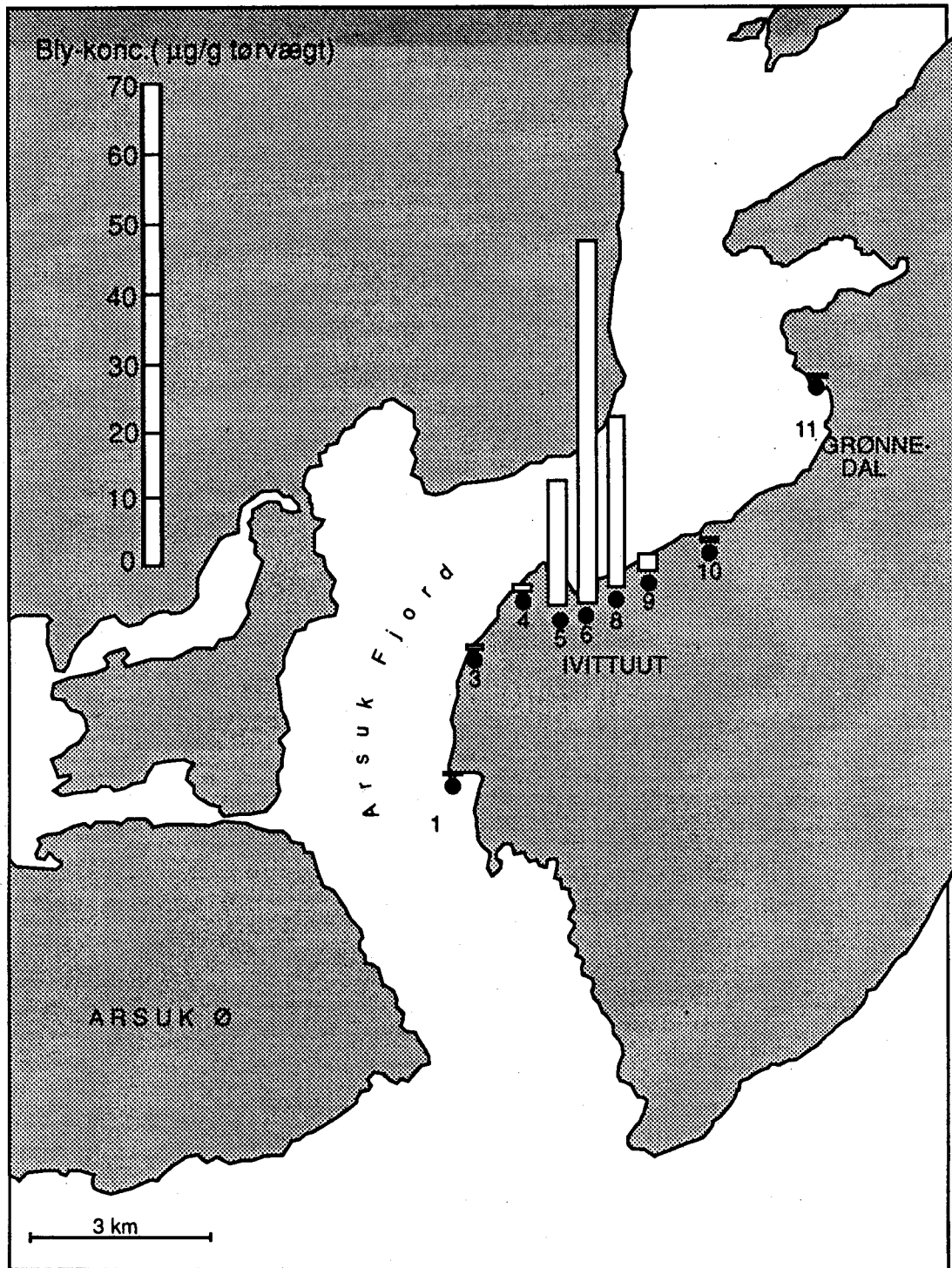
Lokalitet	År	Pb	Zn	Lokalitet	År	Pb	Zn
26	1984	3,10	94,6	28	1984	8,94	130
					1985	3,18	100
27	1984	4,01	103		1986	2,49	90,4
	1985	4,39	94,1		1987	3,81	102
	1986	4,88	73,5		1988	3,52	125
	1987	3,64	90,2		1989	2,69	99,2
	1988	4,86	91,6		1990	3,17	104
	1989	4,61	99,6		1992	1,75	86,2
	1990	4,85	99,9		1995	2,00	99,0
	1992	2,61	75,8				
	1995	6,15	81,3	29	1984	501	171

### 3.3 Geografisk fordeling af metaller

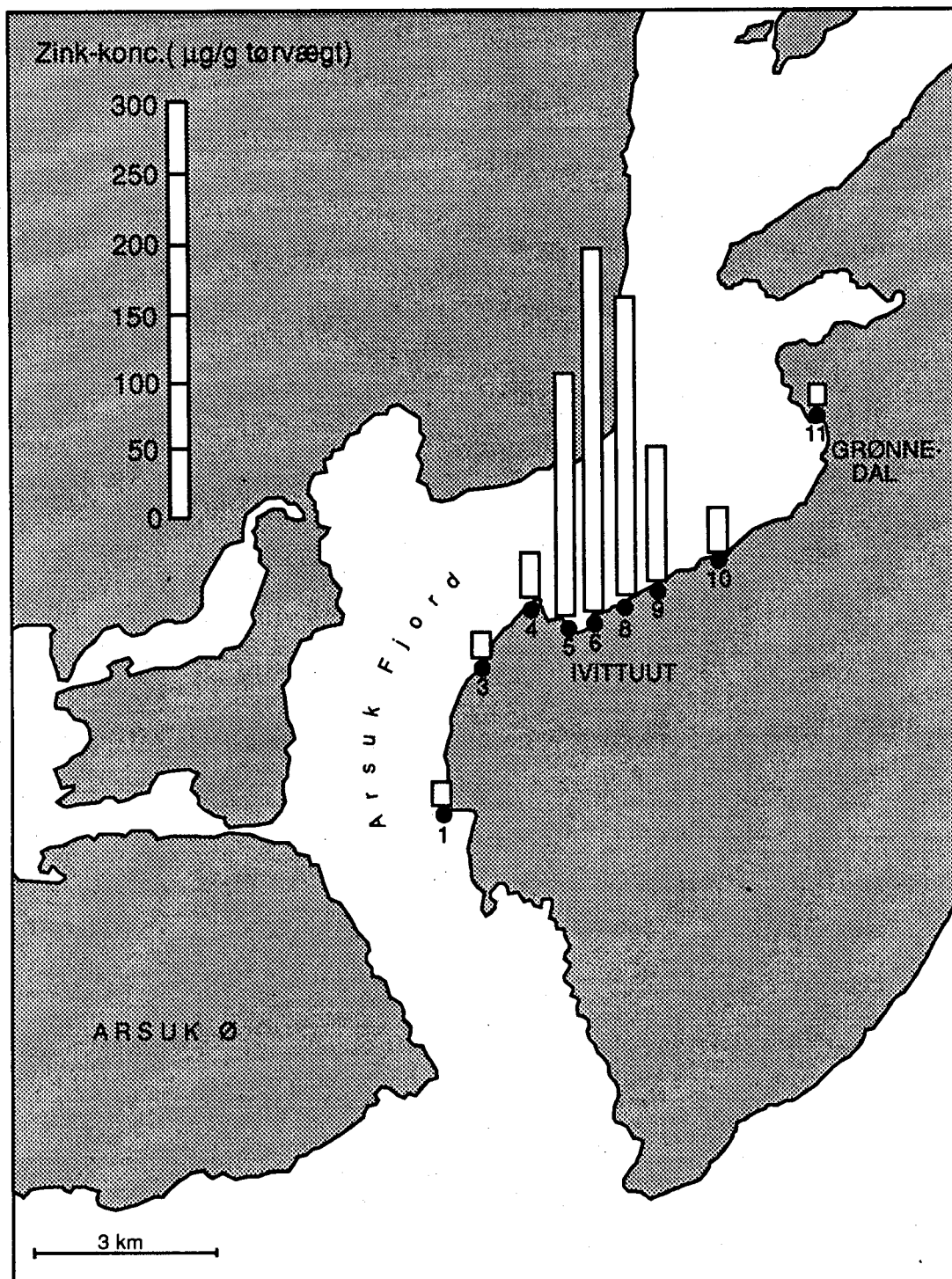
I tang er bly og zink koncentrationen forhøjet i forhold til baggrundsværdier (ca. 0,3 µg/g tørstof bly og ca. 12 µg/g tørstof zink) på alle de undersøgte stationer. Forureningen er dog kraftigst på strækningen mellem lokalitet 4 og 10 (figur 3 og 4).

I blåmuslinger er blykoncentrationen ligeledes forhøjet i forhold til baggrundsværdier (ca. 1 µg/g tørstof bly i 2-3 cm blåmusling) på alle de undersøgte lokaliteter, og med den kraftigste forurening på strækningen mellem lokalitet 4 og 10 (figur 5). Zinkkoncentrationen i blåmuslinger er derimod kun forhøjet på lokalitet 4 og 5 tæt ved forureningskilden (figur 6). Baggrundniveauet for zink i blåmuslinger er ca. 80-100 µg/g tørstof.

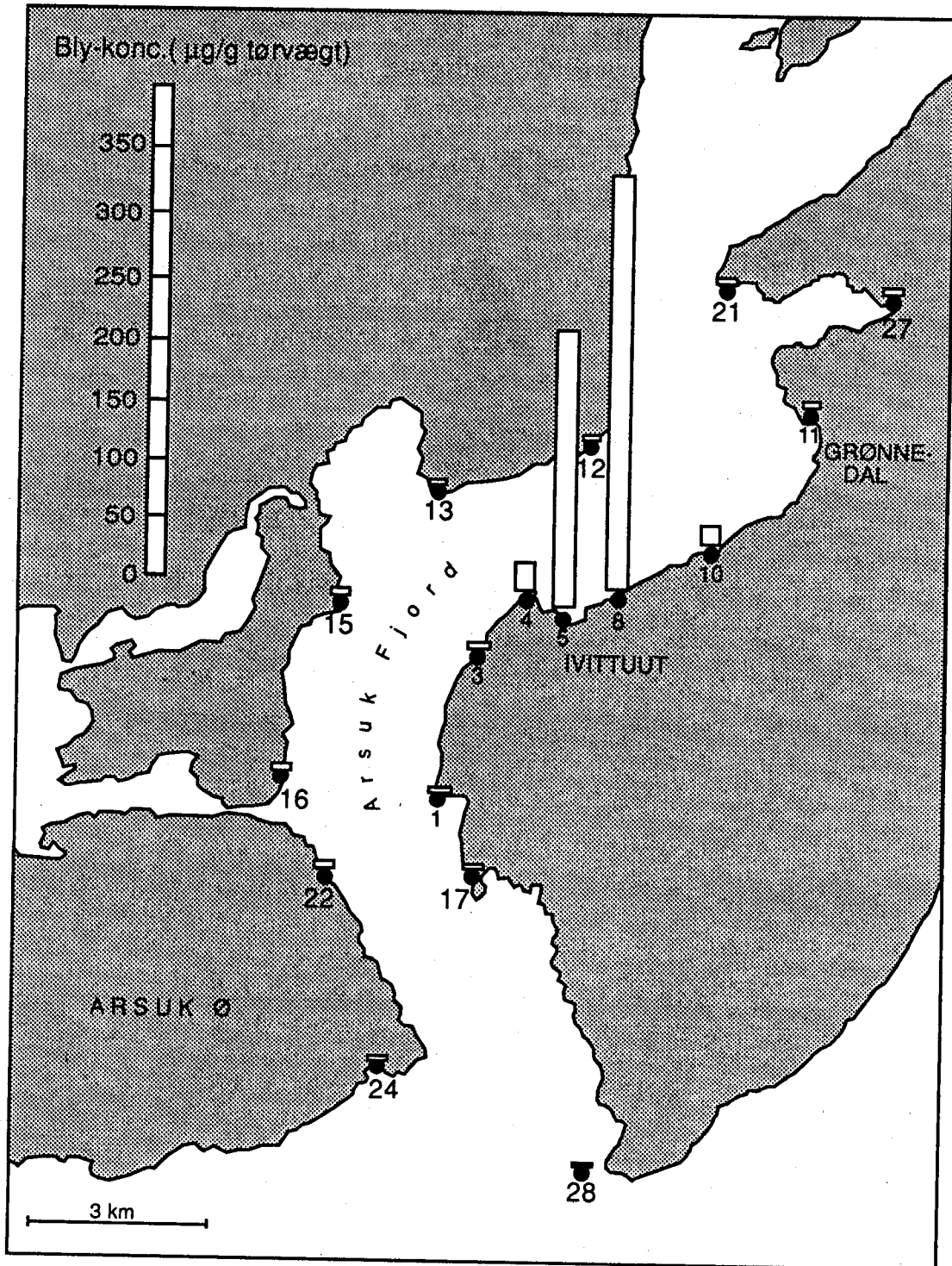
Den geografiske fordeling af metaller i tang og blåmusling har ikke ændret sig væsentligt i 1995 set i forhold til de tidligere år.



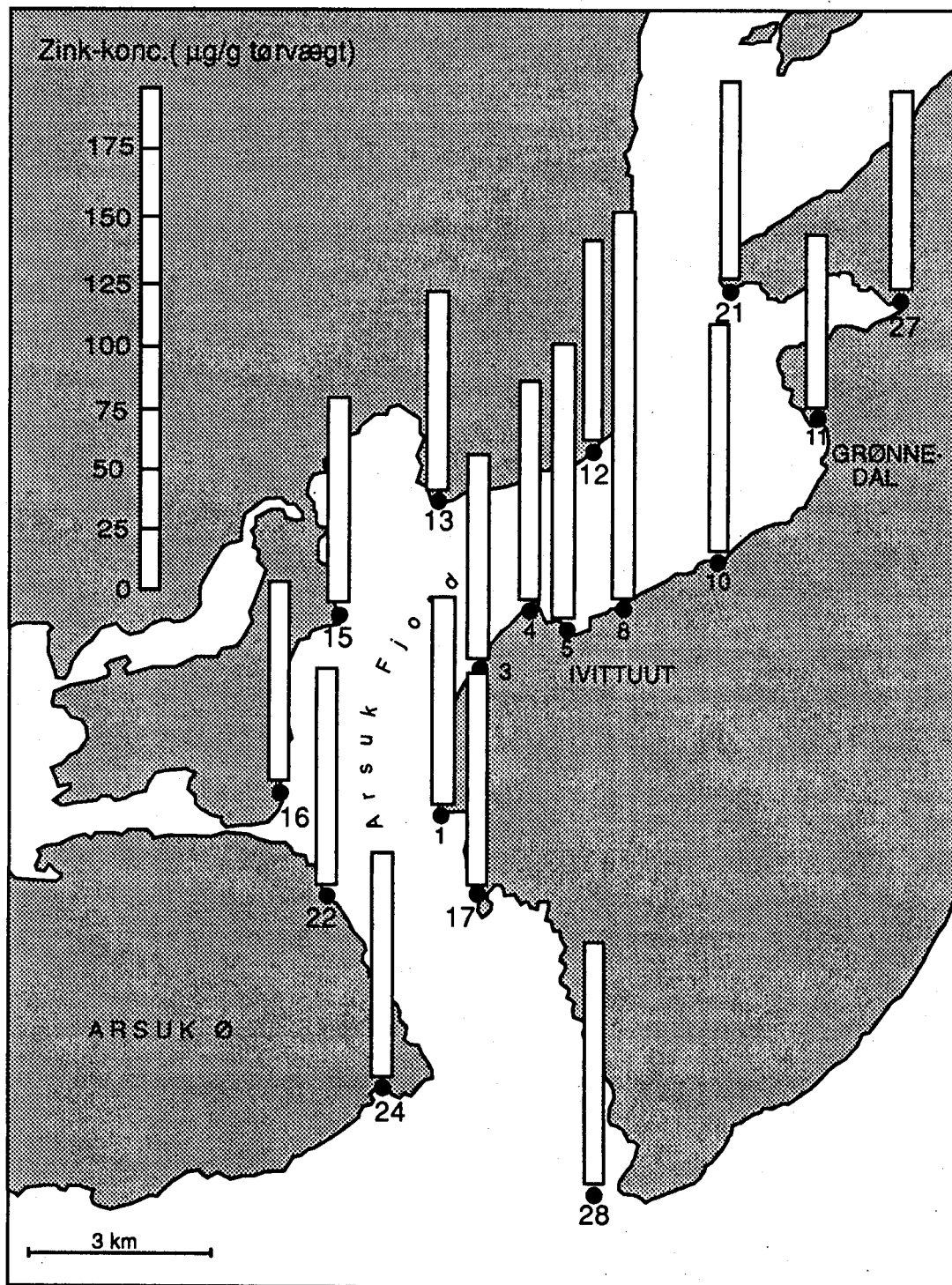
Figur 3. Blykoncentrationen i tang indsamlet i 1995.



Figur 4. Zinkkoncentrationen i tang indsamlet i 1995.



Figur 5. Blykoncentrationen i blåmusling (skallængde ca. 2,5 cm) indsamlet i 1995.



Figur 6. Zinkkoncentrationen i blåmusling indsamlet i 1995.

### 3.4 Tidsmæssig udvikling i bly og zinkforureningen

#### Gruppering af lokaliteter

Ved belysningen af det tidsmæssige forløb af bly og zinkkoncentrationen i tang og muslinger er lokaliteterne opdelt i tre grupper efter koncentrationsniveauet. For tang er grupperne :

- Gruppe 1 : lokalitet 5, 6 og 8
- Gruppe 2 : lokalitet 4 og 9
- Gruppe 3 : lokalitet 1, 3, 10 og 11

For muslinger er grupperne :

- Gruppe 1 : lokalitet 5 og 8
- Gruppe 2 : lokalitet 4 og 9
- Gruppe 3 : lokalitet 1, 3, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 21, 22, 24 og 28

#### Statistisk analyse

Princippet i den statistiske analyse er først at undersøge, hvorvidt det tidsmæssige forløb kan siges at være forskelligt for de tre grupperinger af lokaliteter. Dette er foretaget ved en variansanalyse af de logaritimerede værdier af de estimerede metalkoncentrationer. For hver gruppe af lokaliteter er der slutteligt estimeret et årsestimat til brug for den videre statistiske analyse.

Det tidsmæssige forløb af gruppernes årsestimater analyseres ved en relativ nyudviklet metode. Udviklingen af metoden er sket i ICES' s arbejdsgruppe "Statistical Aspect of Environment Monitoring" og er nærmere beskrevet i *Nicholson et al.* (under udgivelse) og i en forkortet dansk udgave i *Riget et al. (1995)*. Desuden er hældningskoefficienten for en lineær regression af årsestimater beregnet i tilfælde, hvor forløbet med rimelighed kan siges at være lineært.

Det tidsmæssige forløb af bly- og zinkkoncentrationen i tang og blåmuslinger for grupperne af lokaliteter fremgår af figur 7-10, og resultaterne af den sidstnævnte statistiske analyse af tabel 5.

#### Bly

For både tang og musling viser den statistiske behandling, at niveauerne for blykoncentrationen er forskellige mellem grupperne, men at tidsudviklingen for grupperne ikke er signifikant forskellig.

I tang er der ikke signifikant forskel mellem årene og ingen signifikant tidsmæssig tendens (tabel 5). De udsving der forekommer i det tidsmæssige forløb, særlig markant i begyndelsen af tidsserien (figur 7), fortolkes som tilfældige udsving.



I muslinger er der signifikant forskel mellem årene, og det tidsmæssige forløb kan beskrives ved en ret linie (tabel 5 og figur 8). Den årlige ændring i blykoncentrationen er estimeret til 5%.

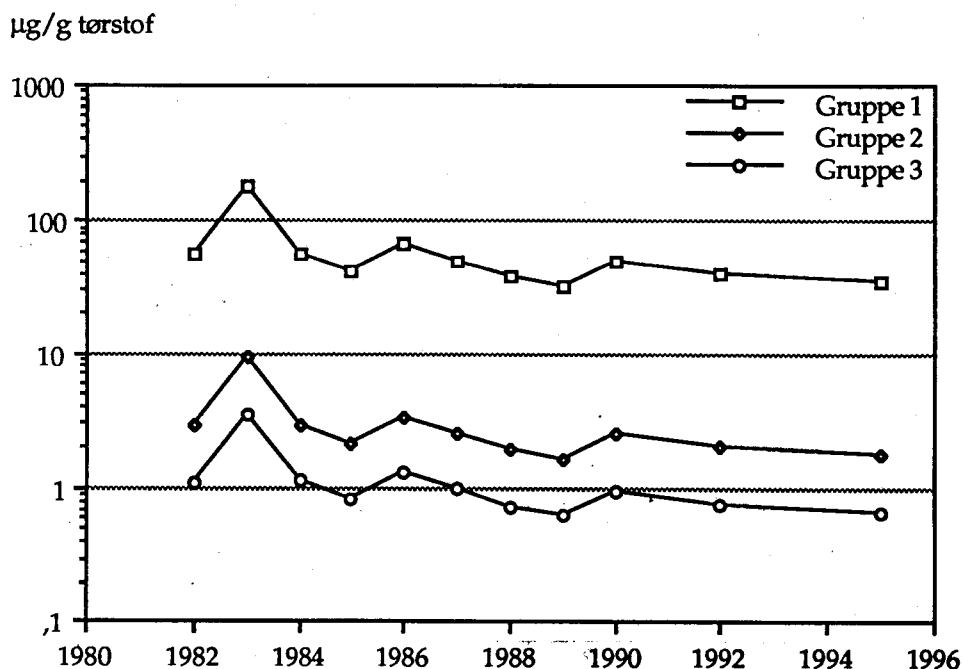
*Tabel 5.* Resultatet af den statistiske analyse af tidsudviklingen for bly og zink for grupperingen af lokaliteterne. I tabellen er angivet sandsynligheden for at pågældende effekts indflydelse er tilfældig (\* angiver signifikans på 5% niveau). Desuden er angivet den årlige ændring i metalkoncentrationen i de tilfælde, hvor udviklingen forløber efter en ret linie.

	Mellem-år effekt	Lineær effekt	Ikke-lineær effekt	Årlig ændring
<b>Tang</b>				
Pb	0,21	0,07	0,63	
Zn, Gr.1	0,23	0,17	0,28	
Zn, Gr.2	0,43	0,85	0,27	
Zn, Gr.3	0,92	0,39	-	
<b>Blåmusling</b>				
Pb	0,04*	<0,01*	-	-5%
Zn, Gr.1	0,13	0,15	0,13	
Zn, Gr.2	0,02*	<0,01*	0,90	-3%
Zn, Gr.3	0,94	0,38	-	

Signifikant mellem-år effekt kan tolkes således, at der er forskel i koncentrationen mellem årene.

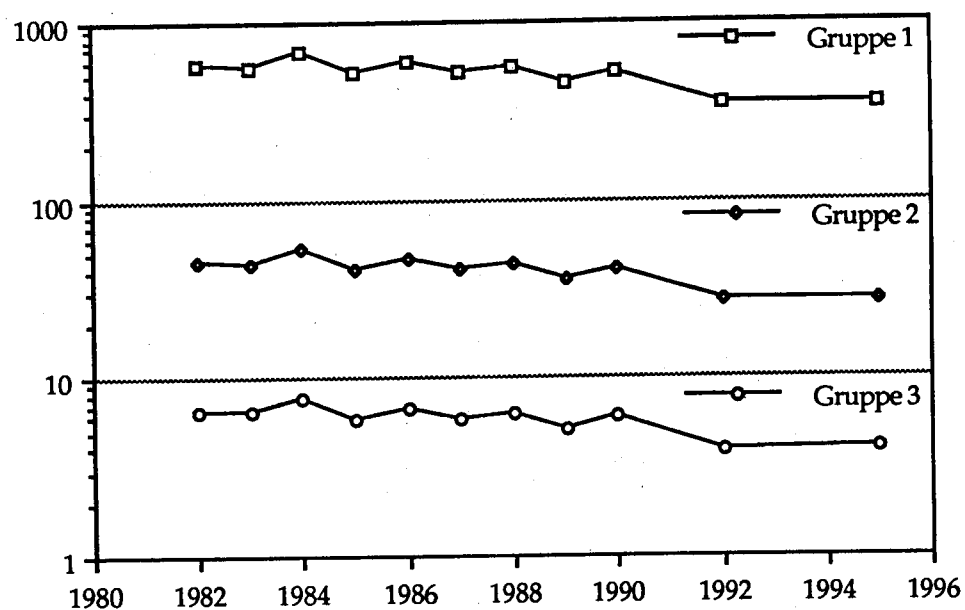
Signifikant lineær effekt kan tolkes således, at ændringen gennem årene kan beskrives ved en ret linie, såfremt den ikke-lineære effekt er signifikant.

Signifikant lineær og ikke lineær effekt kan tolkes således, at ændringen ikke kan beskrives ved en ret linie.



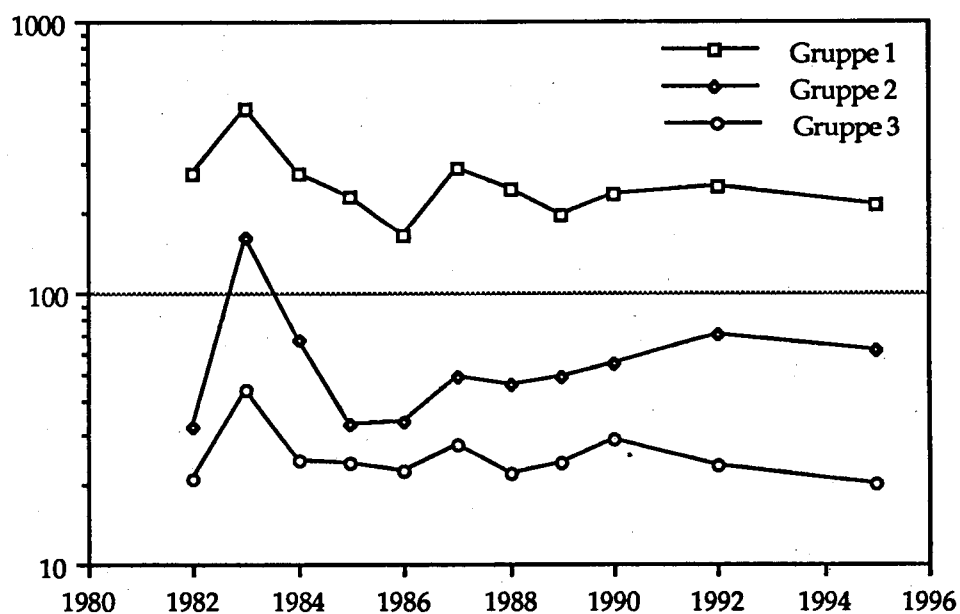
*Figur 7.* Tidsudviklingen i blykoncentrationen i tang for forskellige grupper af lokaliteter i Arsuik Fjord (jvf. tekst).

$\mu\text{g/g}$  tørstof



Figur 8. Tidsudviklingen i blykoncentrationen i blåmusling (skal-længde 2,5 cm) for forskellige grupper af lokaliteter i Arsuk Fjord (jvf. tekst).

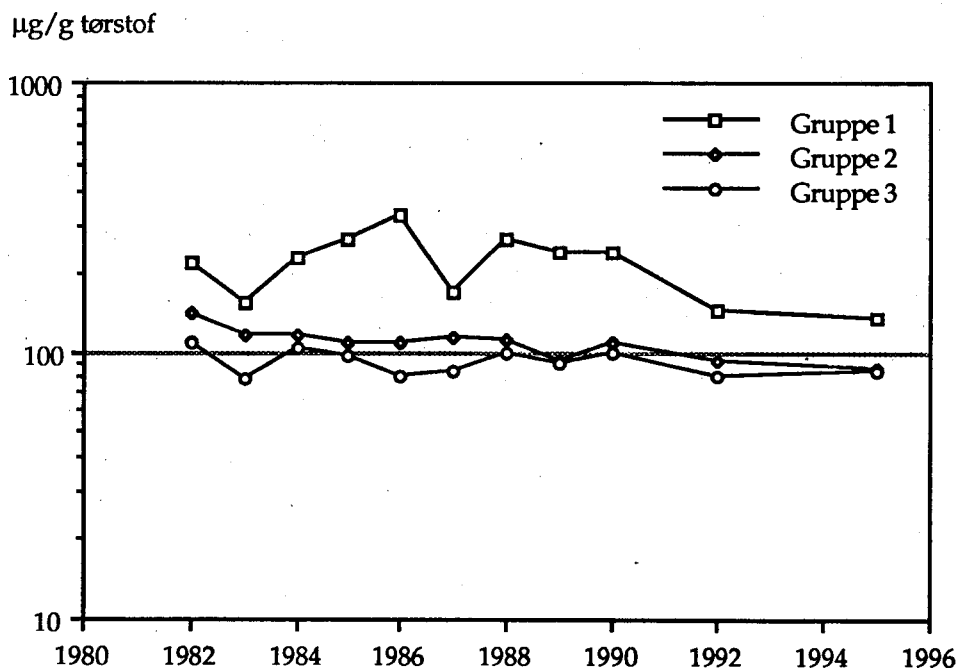
$\mu\text{g/g}$  tørstof



Figur 9. Tidsudviklingen i zinkkoncentrationen i tang for forskellige grupper af lokaliteter i Arsuk Fjord (jvf. tekst).

For både tang og musling viser den statistiske behandling, at niveauerne for zinkkoncentrationen er forskellig mellem grupperne, og at tidsudviklingen for grupperne er signifikant forskelligt.

For både tang og musling viser alle grupperne, på nær for muslinger i gruppe 2, ingen signifikant forskel mellem årene og ingen signifikant tidsmæssig trend (tabel 5 og figur 9 og 10). Dette skyldes de relative markante udsving der forekommer i det tidsmæssige forløb, som tolkes som naturlige udsving. For muslinger i gruppe 2 er der kun små udsving i det tidsmæssige forløb. Forskellen mellem årene er signifikant og med et retlinet tidsmæssigt forløb. Den årlige ændring i zinkkoncentrationen for muslinger i gruppe 2 er estimeret til 3% (tabel 5).



Figur 10. Tidsudviklingen i zinkkoncentrationen i blåmusling (skal-længde 2,5 cm) for forskellige grupper af lokaliteter i Arsuks Fjord (jvf. tekst).

## 4 Muslingers egnethed til fortæring

Ved vurderingen af eventuelt sundhedskadelige virkninger af det forhøjede blyindhold i blåmuslinger er anvendt en værdi på 2 µg/g vådvægt som en maksimal grænse for bly i muslinger. Denne værdi er opgivet af levnedsmiddelstyrelsen foranledet af en forespørgsel om de sundhedsmæssige forhold ved blåmuslingers blybelastning ved Maarmorilik.

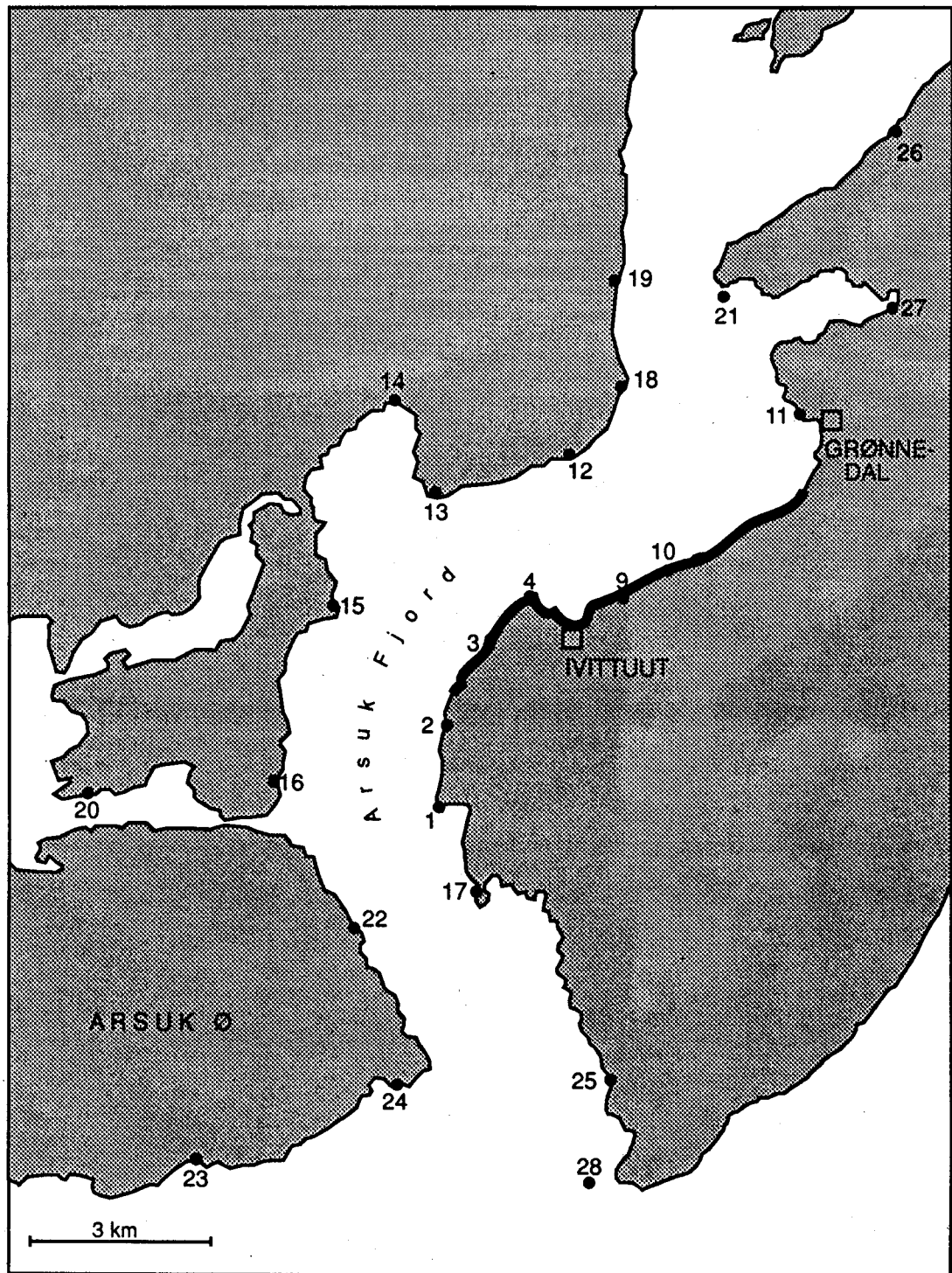
Endvidere er anvendt resultaterne for store muslinger (gennemsnitlig skallængde mellem 6 og 8 cm), da det vil være store muslinger, som er af betydning ved indsamling med henblik på fortæring.

Ud fra disse kriterier overskrides grænseværdien i en eller flere prøver af store muslinger ved stationerne 3, 4, 5, 8 og 10, hvilket er de samme stationer som ved undersøgelsen i 1992, men væsentlig færre end i 1990.

Afgrænsningen af det område, hvorfra det anbefales ikke at indsamle og spise blåmuslinger er således på kyststrækningen ved Ivittuut fra mellem station 1 og 3 til mellem station 10 og 11. Området er indtegnet på figur 11.

Tabel 6. Bly i store muslinger fra Ivittuut 1995. Koncentrationer i µg/g vådvægt.

Lokalitet	Skallængde	Tørvægt	Pb µg/g v.v.
1	6,35	17,18	1,14
1	7,29	16,89	1,41
3	6,40	17,12	2,02
4	6,49	11,78	6,92
5	6,44	15,64	61,8
8	6,40	18,01	86,8
10	6,31	14,49	3,84
11	6,26	16,01	1,63
12	6,47	14,96	1,54
13	6,35	15,53	0,70
15	6,49	15,70	1,33
15	7,27	15,69	1,20
16	6,43	15,49	1,19
17	7,44	16,36	1,06
21	6,48	16,67	1,06
21	7,39	15,65	1,51
22	6,40	17,10	1,12
24	6,33	17,45	1,01
24	7,33	16,92	1,05
27	6,38	12,96	1,43
28	6,40	17,07	0,82
28	7,57	17,16	0,97



Figur 11. Område hvor indsamling af blåmusling frarådes

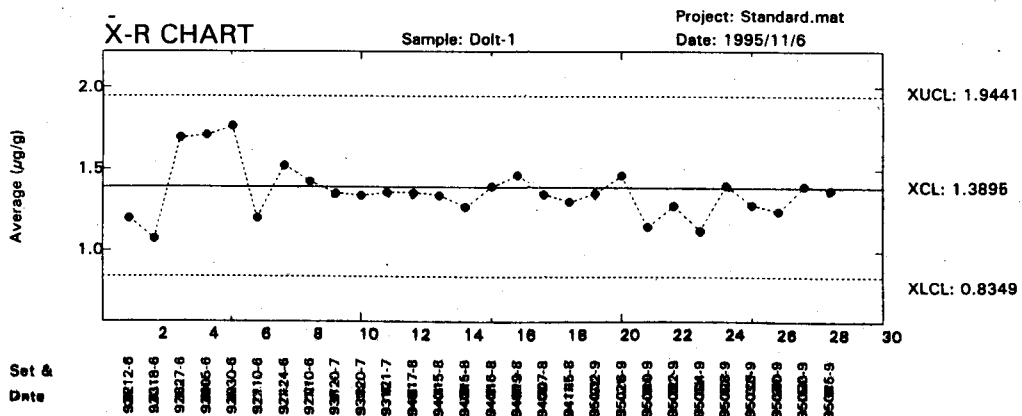
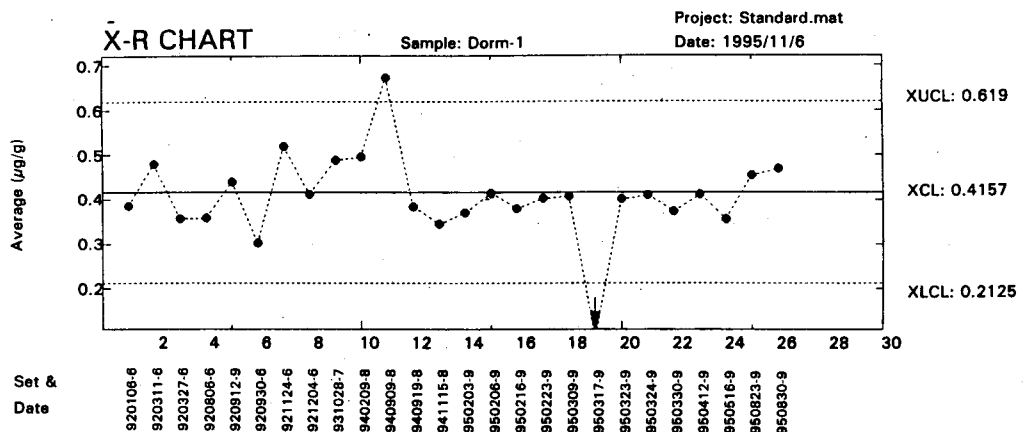
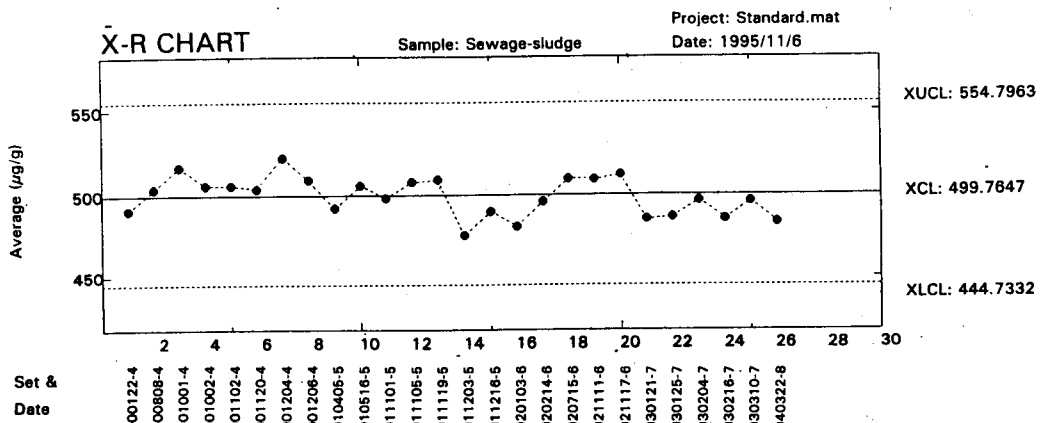
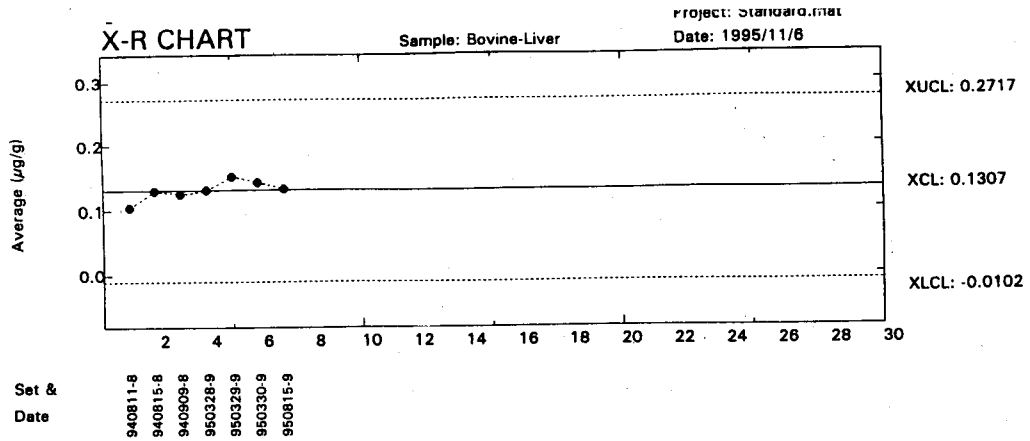
## Referencer

*Johansen, P., Asmund, G & Riget, F. (1995): Miljøundersøgelser ved Ivittuut. Grønlands Miljøundersøgelser, rapport serie nr. 7. 60 s.*

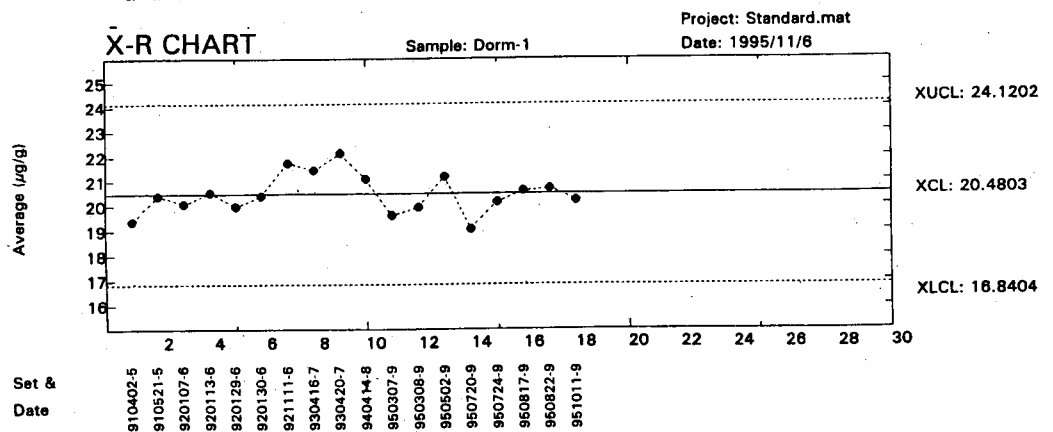
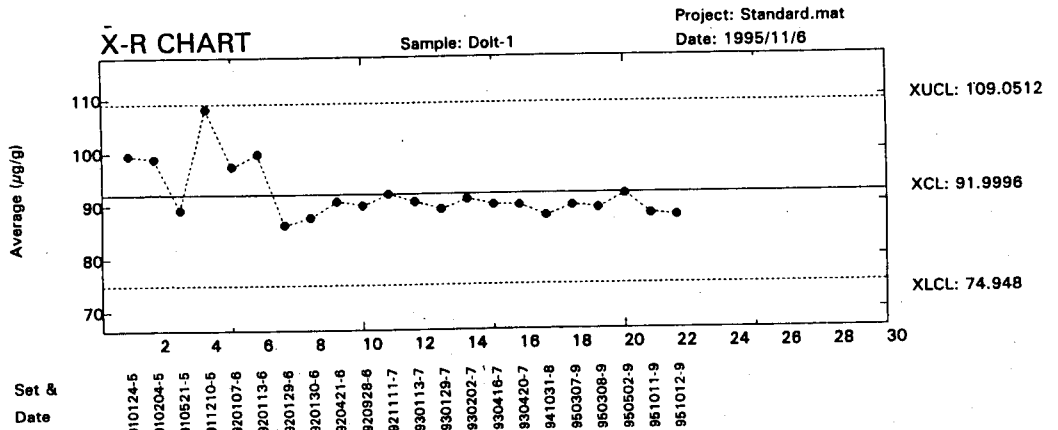
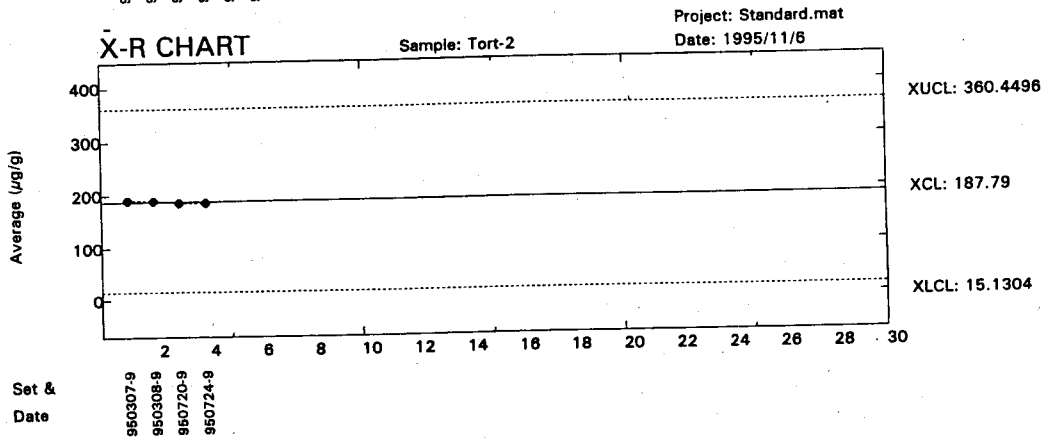
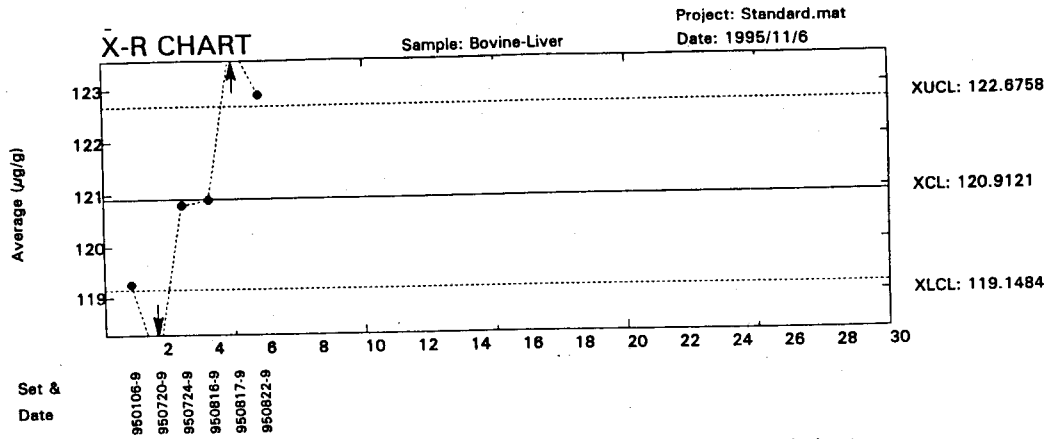
*Nicholson, M. D., Fryer, R. J. & Larsen, J. R. : A Robust Method for Analysing Contaminant Trend Monitoring Data (under udgivelse).*

*Riget, F., Johansen, P. & Asmund, G. (1995): Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1994. Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Arktisk Miljø. 124 s.*

# Bilag I



Kontrollkort for bly. De certificerede værdier er: Bovine-Liver:  $0.135 \pm 0.015$ ,  
Sewage-sludge:  $495 \pm 19$ , Dorm-1:  $0.40 \pm 0.12$ , Dolt-1:  $1.36 \pm 0.29$ ,



Kontrollkort for zink. De certificerede værdier er: Bovine-Liver:  $123 \pm 8$ ,

Tort-2:  $180 \pm 6$ , Dolt-1:  $92.5 \pm 2.3$ , Dorm-1:  $21.3 \pm 1.0$ .



## Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

Danmarks Miljøundersøgelser *Direktion og Sekretariat*  
Postboks 358 *Forsknings- og Udviklingssekretariat*  
Frederiksborgvej 399 *Afd. for Atmosfærisk Miljø*  
4000 Roskilde *Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi*  
*Afd. for Miljökemi*  
Tlf.: 46 30 12 00 *Afd. for Systemanalyse*  
Fax: 46 30 11 14 *Afd. for Arktisk Miljø*

Danmarks Miljøundersøgelser *Afd. for Ferskvandsøkologi*  
Postboks 314 *Afd. for Terrestrisk Økologi*  
Vejsøvej 25  
8600 Silkeborg

Tlf.: 89 20 14 00  
Fax: 89 20 15 14

Danmarks Miljøundersøgelser *Afd. for Flora- og Faunaøkologi*  
Grenåvej 12, Kalø  
8410 Rønde

Tlf.: 89 20 14 00  
Fax: 89 20 15 14

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, særtryk af videnskabelige og faglige artikler, Danish Review of Game Biology samt årsberetninger.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer. Årsberetning samt en opdateret oversigt over årets publikationer fås ved henvendelse til telefon: 46 30 12 00.





