



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport nr 4|81

Oppdragsgivere

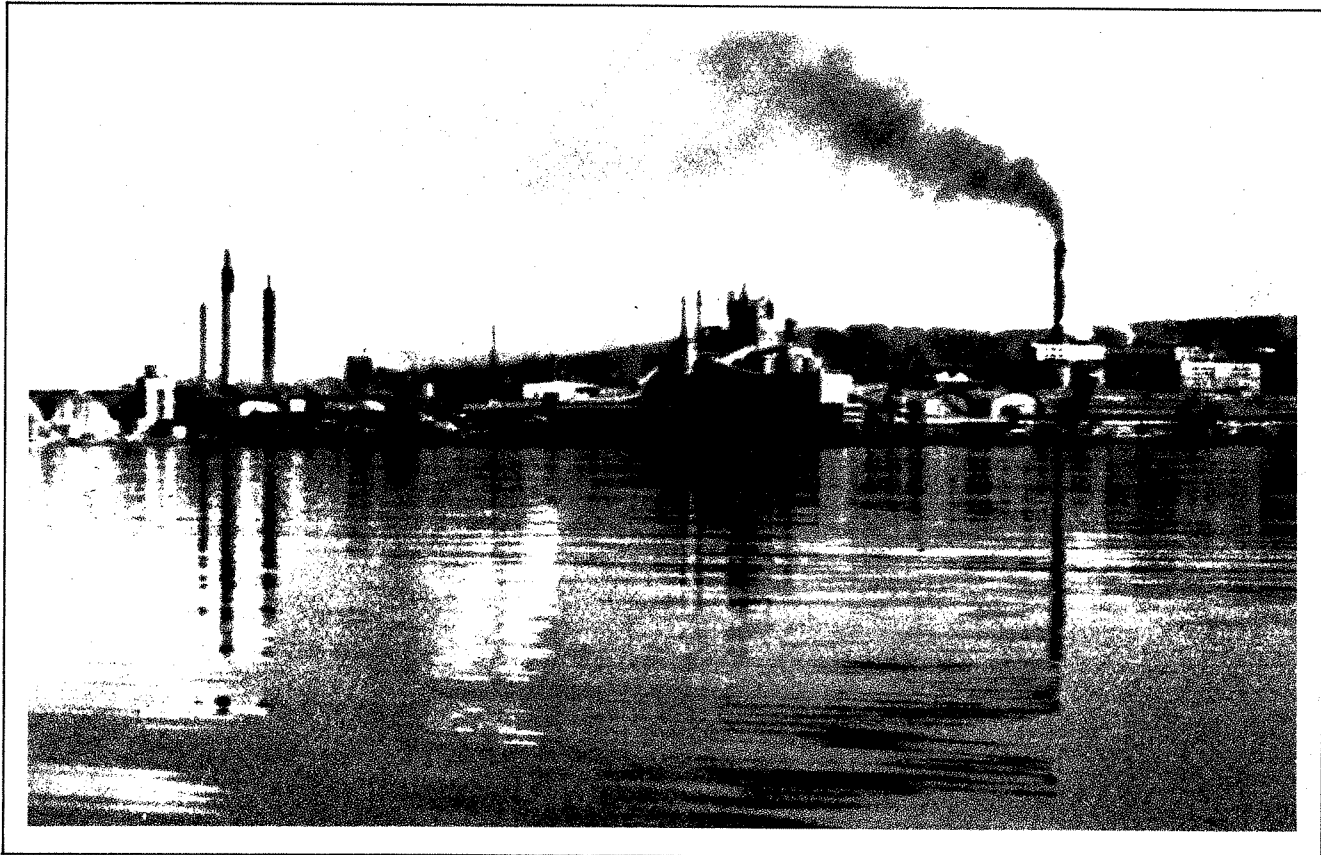
Statens forurensningstilsyn  
Fylkesmannen i Telemark

Deltakende institusjoner

NIVA  
Telemark fylkeskommunale  
analyselaboratorium

DELRAPPORT I  
Miljøgifter i taskekrabbe,  
blåskjell og alger

## Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva 1980



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Rapportnummer: O-80003-12
Undernummer:
Løpnummer: 1303
Begrenset distribusjon:

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportens tittel: Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva 1980. Delrapport 1. Miljøgifter i taskekrabbe, blåskjell og alger.	Dato: 4. september 1981
	Prosjektnummer: 8000312
Forfatter(e): Brage Rygg	Faggruppe: Fjordseksjonen
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 35

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn Fylkesmannen i Telemark	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

Med mulig unntak for kvikksølv, som viste noe lavere verdier i 1980 enn tidligere, tydet ikke resultatene på at det hadde skjedd betydelige forandringer i organismenes innhold av metaller og klorerte hydrokarboner i løpet av de tre siste årene. Blåskjell fra Brevikfjorden hadde høyt innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner.

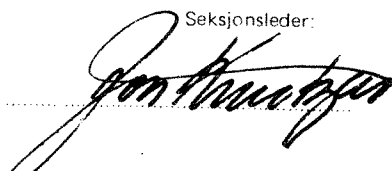
4 emneord, norske:
1. Overvåking
2. Miljøgifter
3. Organismer
4. Grenlandsfjordene

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Toxic substances
3. Organisms
4. Greenland fjords

Prosjektleder:



Seksjonsleder:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0401-6



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

OSLO

0-8000312

OVERVÅKING AV FORURENSNINGER I  
GRENLANDSFJORDENE OG NEDRE DEL  
AV SKIENSELVA 1980.

Delrapport 1.

MILJØGIFTER I TASKEKRABBE,  
BLÅSKJELL OG ALGER.

4. september 1981

Saksbehandler : Cand.real. Brage Rygg  
Medarbeider : Cand.mag. Norman Green

For administrasjonen: J.E. Samdal

Lars N. Overrein

INNHALDSFORTEGNELSE:

FORORD	.....	side	3
INNLEDNING	.....		5
RESULTATER	.....		6
Taskekrabbe	.....		6
Blåskjell	.....		8
Alger	.....		8
Fisk	.....		9
REFERANSER	.....		35

Figurfortegnelse:

Fig. 1.	Stasjoner for innsamling av organismer til miljøgiftanalyser .....	4
Fig. 2.	Miljøgiftkonsentrasjoner i taskekrabbe fra indre Frierfjord (F1) og Åbyfjorden (A1). Middel og 95% konfidensintervall .....	23-30
Fig. 3.	Fordeling av analysedata for taskekrabber fra indre Frierfjord.....	31-34

Tabellfortegnelse:

Tab. 1.	Kjente utslipp av kvikksølv og visse klorerte hydrokarboner (kg/år) til Frierfjorden .....	5
Tab. 2.	Metallinnhold i taskekrabbe ( <i>Cancer pagurus</i> ) fra Øvre Ringsholmen (F1) i indre Frierfjord. Ppm tørrvekt .....	10
Tab. 3.	Metallinnhold i taskekrabbe fra Åbyfjorden (A1). Ppm tørrvekt .....	11
Tab. 4.	Klorerte hydrokarboner i taskekrabbe fra Øvre Ringsholmen (F1). Ppm tørrvekt .....	12
Tab. 5.	Klorerte hydrokarboner i taskekrabbe fra Åbyfjorden (A1). Ppm tørrvekt .....	13
Tab. 6.	Metaller i blåskjell ( <i>Mytilus edulis</i> ) fra Langesundsfjorden (B4). Ppm tørrvekt .....	14
Tab. 7.	Konsentrasjon av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Brevikfjorden (B4), 29.4.1980 .....	15
Tab. 8.	Konsentrasjon av PAH i blåskjell fra Brevik (A9), 20. august 1980 .....	16

forts. innholdsfortegnelse:

Tab. 9. Konsentrasjon av PAH i blåskjell fra Brevikfjorden (B4), 20 august 1980 .....	17
Tab. 10. Konsentrasjon av PAH i blåskjell fra Helgerofjorden (A3), 20. august 1980 .....	18
Tab. 11. Metaller i blæretang ( <i>Fucus vesiculosus</i> ) fra Helgerofjorden (A3). Ppm tørrvekt .....	19
Tab. 12. Metaller i grønn dusk ( <i>Cladophora</i> sp.) fra Steins- holmen, Breviksundet (A13) Ppm tørrvekt .....	19
Tab. 13. Metaller i grønn dusk ( <i>Cladophora</i> sp.) fra munningen av Gunnekleivkanalen (A16). Ppm tørrvekt	20
Tab. 14. Middelerverdier for konsentrasjoner av metaller og klorerte hydrokarboner i taskekrabbe fra Frierfjorden (F1) og Åbyfjorden (A1) i prøver samlet i 1977-1980. Utregningene er gjort på log-transformerte data ....	21
Tab. 15. Signifikans i forskjell mellom konsentrasjoner ved ulike tidspunkter på samme stasjon (F1 og A1) .....	22

Forord

Overvåkningen av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva er i første omgang lagt opp som en 10 års undersøkelse (1977-1986). Oppdragsgivere er SFT/Statlig program for forurensningsovervåking og Fylkesmannen i Telemark.

Flere institusjoner deltar i overvåkingsarbeidet. Fra og med 1980 ble det en økt innsats fra det fylkeskommunale analyselaboratoriet ved prøveinnsamling og vannanalyser.

Kontaktutvalget for fjordundersøkelser i Grenland samordner overvåkingen. Utvalget er nedsatt av fylkesmannen i Telemark, og består av representanter for fylke og fylkeskommune, Statens forurensningstilsyn, helse- og veterinærmyndigheter, Fiskeridirektoratet, industrien og NIVA.

Rapporteringen av resultatene fra overvåkingen i Grenland skjer årlig i form av delrapporter som hver omfatter et avgrenset emne. For 1980 utgis tre delrapporter. Nr. 2 og 3 omhandler hydrokjemii og sedimentundersøkelser. Hittil utgitte NIVA-rapporter er listet på omslagets bakside.

Målinger av miljøgiftkonsentrasjoner i biologisk materiale fra Grenlandsfjordene utføres av Fiskeridirektoratet og Veterinærinstituttet (fisk) og av NIVA (taskekrabbe, blåskjell og alger). Sentralinstitutt for industriell forskning utfører de kjemiske analysene for NIVA.

Oslo, den 4. september 1981



Brage Rygg

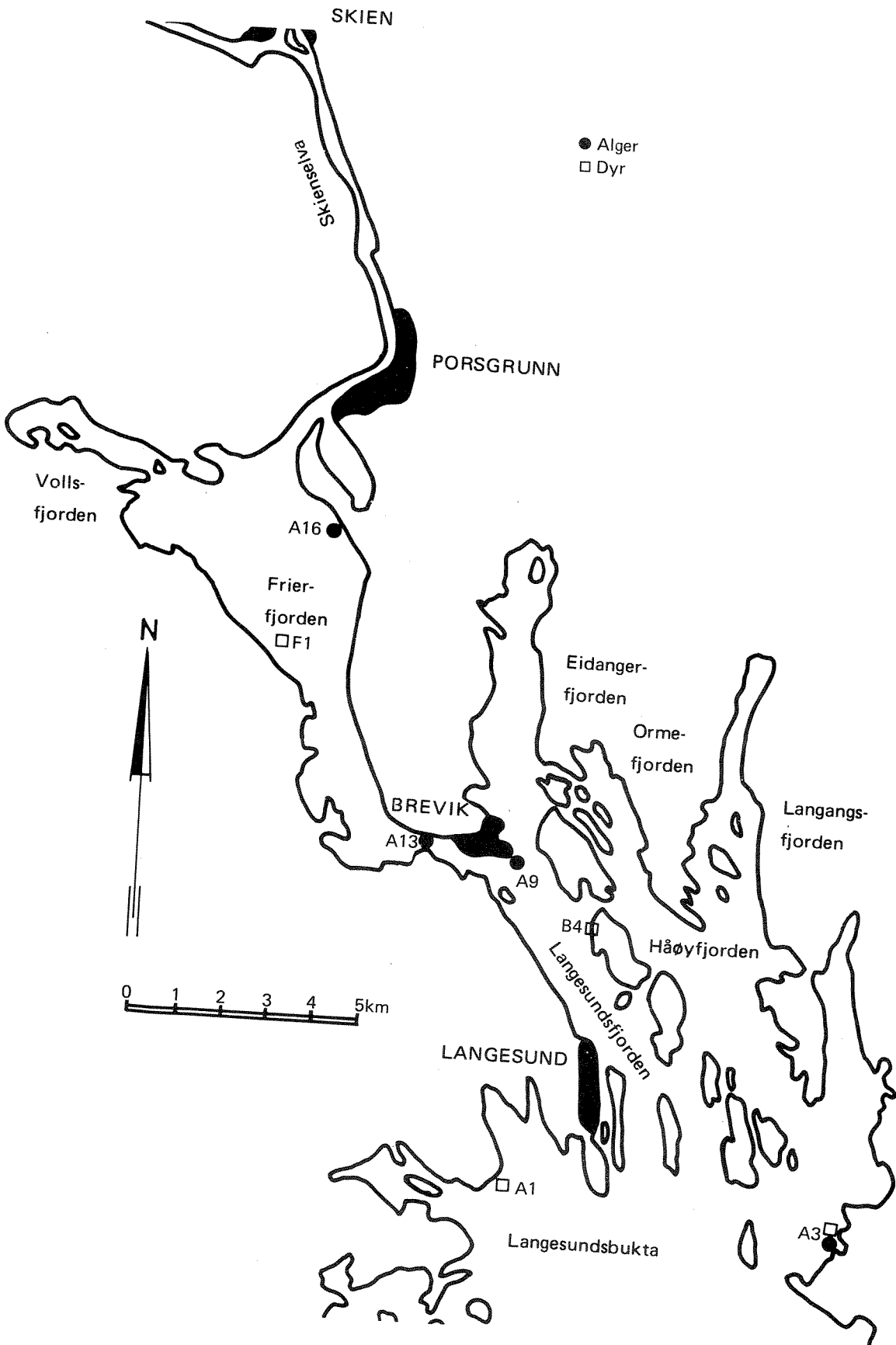


Fig. 1. Stasjoner for innsamling av organismer til miljøgiftanalyser.

## INNLEDNING

Formålet med målingene er å følge utviklingstendensene for noen viktige miljøgifter. Enkelte av dem har opptrådt i høye konsentrasjoner i organismer i området. Som følge av utslippsreduksjoner har det i de siste årene vært en nedgang i konsentrasjonene av de stoffene som representerer de alvorligste miljøgiftproblemene i området, nemlig kvikksølv og klorerte hydrokarboner. Nivåene er imidlertid fortsatt betydelige. Noe av forklaringen på dette kan være at det skjer utlekking fra sedimenter eller forurenset grunn i et omfang som kanskje er betydelig i forhold til de kjente utslipp.

I 1980 har NIVA samlet biologiske prøver i april og august fra forskjellige stasjoner (Fig. 1). Det er hovedsakelig metaller og klorerte hydrokarboner som er analysert. Noen orienterende analyser av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell er utført.

For å få et bilde av den individuelle variasjonen i taskekrabbe er det analysert fem parallelle prøver (fem individer) fra hver prøvetaking. Resultatene er statistisk testet for å se om forskjellene mellom indre og ytre område og mellom ulike tidspunkter er signifikante.

Fiskeridirektoratet og Veterinærinstituttet har i 1980 og tidligere fanget et betydelig antall fisk (hovedsakelig torsk) fra Grenlandsfjordene til analyser av metaller og klorerte hydrokarboner. Resultatene presenteres i egne rapporter fra disse institusjonene.

Kjente utslipp av de viktigste miljøgiftene i 1974-1980 er vist i tabell 1.

Tabell 1. Kjente utslipp av kvikksølv og visse klorerte hydrokarboner (kg/år) til Frierfjorden.

	1974/75	1976	1977	1978	1979	1980
Kvikksølv	500	60	15	15	7	12 <sup>x</sup>
Pentaklorbenzen	1250	65	35	50	65	60
Heksaklorbenzen	4800	1300	500	750	500	210
Oktaklorstyren	i.a.	140	60	100	70	30
Dekaklorbifenyl	i.a.	i.a.	100	i.a.	i.a.	20

x) i tillegg 6 kg til grunnen ved uhell.

i.a.: Ikke analysert



Omtrent 5 kg kvikksølv pr. år slippes ut fra Porsgrunn elektrometallurgiske (PEA). De øvrige utslipp som er angitt i tabellen stammer fra Porsgrunn fabrikker (PF).

## RESULTATER

Analyseresultatene fra 1980 og de nærmest foregående år er samlet i tabell 2-13.

### Taskekrabbe

For miljøgiftkonsentrasjonene i taskekrabbe er det utrechnet middel og konfidensintervall (Fig. 2). Student's t-test er brukt for å prøve om forskjellene mellom stasjon F1 og A1 og mellom ulike tidspunkter på samme stasjon var signifikante. Ved beregningene ble det forutsatt at verdiene var logaritmisk normalfordelt. Dette så ut til å være tilfelle for kvikksølv og de klorerte hydrokarbonene, mens verdiene for kopper og sink lå nærmere en aritmetisk normalfordeling (se eksempler, Fig. 3). For enhetens skyld er likevel dataene for alle elementene log-transformert før de ble statistisk behandlet.

Tabell 14 viser middelverdiene for de forskjellige stoffene i taskekrabbe, alle tidspunkter sett under ett (1977-80). Alle stoffene hadde høyere middelkonsentrasjon i Frierfjorden enn i Åbyfjorden. Forskjellen var tydeligst for de klorerte hydrokarbonene og kvikksølv.

For kadmium, bly, kopper og sink var forskjellen svakt eller ikke signifikant. Minst forskjell viste kadmium.

Variasjonene over tid er framstilt på Fig. 2. Verdiene er oppgitt som middel med 95% konfidensintervall. For de fleste stoffene er det betydelig overlapping mellom konfidensintervallene for de ulike tidspunktene. Signifikansen i forskjellene er prøvd med t-test og framstilt i tabell 15. På grunn av de fåtallige data fra hvert tidspunkt bør bare signifikansnivåene 99% (\*\*) og 99,9% (\*\*\*) tillegges vekt.

På F1 var kvikksølvverdiene signifikant lavere i oktober-desember 1979 og i august 1980 enn i tidsrommet desember 1977 - april 1979. Den tilsynelatende høyere middelveidien i april 1980 var ikke signifikant. Det kan således se ut som om kvikksølvinnholdet har vært lavere fra og med siste halvdel av 1979 enn tidligere.

Kadmium viste ingen signifikante forskjeller over tid. Større forskjeller i koppar- og sinkkonsentrasjonene kunne heller ikke påvises.

Analyseverdiene for bly viste store, men usystematiske variasjoner (Fig. 2). Nivåene viste ingen bestemt trend i løpet av perioden. I krabbe fra F1 var konsentrasjonene usedvanlig lave i oktober 1979, høye i desember 1979 og april 1980 og lave igjen i august 1980. I krabbe fra A1 var konsentrasjonene signifikant lavere i april enn i august 1980.

Heksaklorbenzen viste varierende konsentrasjoner, men uten noen påvisbar tendens over tid.

Oktaklorstyren i krabber fra F1 var tydelig lavere i oktober 1979 enn før og etter. På A1 var verdiene i august 1980 høyere enn tidligere.

Dataene for dekalorobifenyl er sparsomme. Forskjeller over tid kunne ikke påvises.

Med mulig unntak for kvikksølv tyder ikke resultatene på at det har skjedd betydelige forandringer i innholdet av metaller og klorerte hydrokarboner i taskekrabbe i løpet av de tre siste årene. For de fleste stoffene er prøveantallet for lite i forhold til spredningen av verdiene til å kunne påvise annet enn forholdsvis store forandringer. For å kunne påvise mindre forandringer, måtte prøveantallet økes.

Bortsett fra kvikksølv var krabbenes innhold av metaller ikke høyere enn hva som kan betraktes som normalt i lite til moderat forurensete områder. Kvikksølvkonsentrasjoner over 0.4 ppm tørrvekt i muslinger og krabbe må betraktes som unormalt høyt. Konsentrasjonene av klorerte hydrokarboner var høyt, særlig i krabber fra Frierfjorden.

Analyser av taskekrabbe inngår ikke i overvåkningsprogrammet for 1981. Det bør vurderes om de skal tas opp igjen fra og med 1982.

### Blåskjell

Innholdet av kvikksølv og bly i blåskjell samlet i august 1980 var lavere enn det som er målt tidligere. Innholdet av andre metaller avvek lite fra tidligere resultater (Tabell 6). Ingen av metallene viste høyere konsentrasjoner enn hva som kan anses normalt for fjordområder. Bemerk imidlertid at blåskjellprøver mangler fra indre Frierfjord.

Analysene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell viste høye konsentrasjoner ved Brevik (A9) og i Brevikfjorden (B4) (Tabell 7-9). I Helgerofjorden (A3) var konsentrasjonen lav (Tabell 10). I prøven fra B4 i april ble det målt usedvanlig høyt innhold av PAH. Tilsvarende konsentrasjoner i skjell i Norge er bare funnet like ved utslippene fra ferrolegeringssmelteverket i Sauda (Knutzen 1979). Det vil være lite rimelig å anta at det høye innholdet i prøven fra B4 kan bero på utslipp innerst i fjordsystemet. En mulig forklaring kan være at det har skjedd en punktpåvirkning f eks fra et oljeflak. Imidlertid er det mindre sannsynlig at olje skulle inneholde så mye tunge PAH som påvist i blåskjellene. Andelen av kreftfremkallende forbindelser i prøven fra april 1980 var ca 10%. Også prøvene fra august fra A9 og B4 viste relativt høyt PAH-innhold. Konsentrasjoner over 1-2 ppm må betegnes som unormalt høyt (Knutzen og Sortland, upubl.). Det er derfor grunn til å fortsette analysene av PAH i blåskjell. PAH tilføres både fra PEA og fra Tinfos ved Heddalsvatnet.

### Alger

Metallkonsentrasjonene i blæretang fra Helgerofjorden (A3) har stort sett holdt seg på et jevnt og moderat nivå i forhold til "normalkonsentrasjoner" (Tabell 11). 17 ppm bly representerer imidlertid høyere konsentrasjon enn normalt (< 1-5 ppm), uten at variasjonen kan forklares.

I grønndusk fra Breviksundet (A13) var kvikksølvinnholdet i 1980 lavere enn tidligere (unntatt høsten 1976). Konsentrasjonene av de andre metallene har holdt seg noenlunde stabile og moderate (Tabell 12).

Grønndusk fra munningen av Gunnekleivkanalen (A16) har vist sterkt varierende og til dels svært høye konsentrasjoner av kvikksølv. Både kvikksølv, kopper, kadmium og bly viste lave verdier i august 1980 (Tabell 13). Kvikksølvverdiene varierer og kan tyde på kortvarige støtpåvirkninger, men er vanskelige å forklare nærmere uten data om utskiftningen av vann fra Gunnekleivfjorden i det aktuelle tidsrom.

### Fisk

Fra 1968 har veterinærmyndighetene gjort årlige undersøkelser av kvikksølvinnholdet i torsk. Det ble funnet konsentrasjoner av kvikksølv i fisk fra Frierfjorden og Eidangerfjorden som lå over de vanlig brukte grenseverdier for konsumfisk. Etter 1970 var det jevnt over en nedgang i kvikksølvinnholdet, med unntak for en markert økning i 1975-76. I fisk fra Grenlandsfjordene er det også funnet høyt innhold av klorerte hydrokarboner. Spesielt høyt innhold ble funnet i 1974-76. Innholdet i fisken sank deretter på grunn av utslippsreduksjoner. I de siste årene har innholdet holdt seg ganske stabilt. Dog var innholdet av klorerte hydrokarboner i torsk og lyr i 1980 noe lavere enn i 1977-79 (Bøe 1981).

Tabell 2. Metallinnhold i taskekrabbe (*Cancer pagurus*) fra Øvre Ringsholmen (F1) i indre Frierfjord. Ppm tørrvekt.

	Des. 77	Juni 78	Sept. 78	Nov. 78	Apr. 79	Aug.* 79	Okt. 79	Des. 79	Apr. 80	Aug.* 80
Cd	10,7	11,7	3,1	4,1	8,3 <sup>1)</sup>	1,5	1,4	6,8	10,9	3,9
	3,4				6,7 <sup>1)</sup>	5,2	4,6	1,4	2,7	3,1
	5,9					5,0	9,5	1,7	4,3	4,3
						7,8	4,1	2,1	5,2	1,1
						9,7	1,8	6,4	3,6	1,6
Hg	2,2	2,5	1,6	1,0	1,05 <sup>1)</sup>	0,90	0,44	0,93	0,79	0,91
	1,1				1,25 <sup>1)</sup>	0,83	0,60	0,74	1,98	0,74
	1,0					1,58	1,07	0,49	1,16	0,35
						1,01	0,37	0,49	0,75	0,76
						1,48	0,52	0,60	3,18	0,67
Pb	7,4	4,0	1,0	1,0	3,3 <sup>1)</sup>	3,8	0,3	4,1	2,7	1,7
	2,1				3,1 <sup>1)</sup>	1,8	0,3	2,1	10,2	1,2
	2,5					5,9	0,4	3,9	3,4	0,37
						2,0	0,2	3,4	3,1	0,41
						1,3	0,7	2,8	6,8	0,99
Cu					201 <sup>1)</sup>	156	59	243	168	201
					209 <sup>1)</sup>	285	176	159	178	212
						288	158	163	115	131
						353	23	184	367	61
						227	118	130	220	133
Zn					239 <sup>1)</sup>	249	139	220	187	258
					277 <sup>1)</sup>	239	210	177	287	294
						269	263	208	168	160
						209	87	163	202	218
						246	215	210	230	234

1) Homogenat av 5 krabber

\*) Eksakte verdier, forøvrig antatt 95% tørrstoff i det frysetørkede materialet

Tabell 3. Metallinnhold i taskekrabbe fra Åbyfjorden (Al). Ppm tørrvekt.

	Des. 77	Juni 78	Nov. 78	Apr. 79	Apr. 80	Aug.* 80
Cd	3,1	2,6	4,8	4,4 <sup>1)</sup> 7,3 <sup>1)</sup>	6,8	2,9
					2,4	2,1
					6,0	3,3
					4,0	4,3
					4,1	1,7
Hg	0,8	0,78	0,60	0,46 <sup>1)</sup> 0,90 <sup>1)</sup>	0,56	0,36
					0,22	0,37
					0,18	0,38
					0,02	0,67
					0,09	0,74
Pb	<1,0	0,4	0,2	3,3 <sup>1)</sup> 3,2 <sup>1)</sup>	0,5	0,9
					0,5	3,4
					0,2	1,2
					0,4	1,3
					0,5	2,7
Cu				153 <sup>1)</sup> 210 <sup>1)</sup>	280	98
					162	63
					112	96
					72	141
					149	145
Zn				201 <sup>1)</sup> 259 <sup>1)</sup>	158	
					216	
					170	
					121	
					200	

1) Homogenat av 5 krabber.

\* Eksakte verdier, for øvrig antatt 95% tørrvekt i det frysetørkede materialet.

Tabell 4. Klorerte hydrokarboner i taskekrabbe fra Øvre Ringsholmen

(Fl). Ppm tørrvekt.

	Des. 77	Juni 78	Sept. 78	Nov. 78	Apr. 79	Aug. 79	Okt. 79	Des. 79	Apr. 80	Aug.* 80
Heksaklor- benzen	1,3	0,63 <sup>2)</sup>	0,23	0,12	0,65 <sup>1)</sup>	3,2	0,2	0,3	0,6	0,4
	0,51				1,26 <sup>1)</sup>	0,25	0,1	0,4	0,7	0,3
	0,26					3,2	0,4	0,3	0,7	0,2
HCB						0,47	0,3	0,1	1,5	0,3
						1,7	0,04	0,2	0,2	0,2
Oktaklor- styren	1,4	0,44 <sup>2)</sup>	0,19	0,22	0,47 <sup>1)</sup>	0,70	0,03	0,3	1,0	0,3
	0,52				0,92 <sup>1)</sup>	0,07	0,02	0,1	0,2	0,1
	0,06					0,55	0,04	0,2	0,5	0,03
OCS						0,06	0,06	0,3	0,9	0,4
						0,55	<0,01	0,1	0,7	0,2
Dekaklor- bifenyl			0,40	0,60		1,9		0,1	1,3	0,3
						0,59		0,7	0,1	0,2
DCB	i.a.	i.a.			i.a.	0,51	i.a.	1,7	0,5	0,2
						0,55		2,0	1,3	0,1
						0,33		0,7	0,3	0,2

1) Homogenat av 5 krabber.

2) 2 krabber.

\*) Eksakte verdier, ellers antatt 95% tørrstoff i det frysetørkede materialet.

Tabell 5. Klorerte hydrokarboner i taskekrabbe fra  
Åbyfjorden (A1). Ppm tørrvekt.

	Des. 77	Juni 78	Nov. 78	Apr. 79	Apr. 80	Aug. 80
HCB	0,38	0,16 <sup>2)</sup>	0,02	0,03 <sup>1)</sup> 0,02 <sup>1)</sup>	0,08	0,08
	0,06				0,05	0,06
	0,05				0,05	0,20
					0,06	0,05
					0,08	0,07
OCS	0,03	i.p.	0,02	≤0,005 <sup>1)</sup> ≤0,005 <sup>1)</sup>	0,05	0,10
	0,01				0,02	0,06
	0,02				0,02	0,04
					0,01	0,06
					0,01	0,10
DCB	i.a.	i.a.	0,04	i.a.	0,20	0,08
					0,01	0,08
					0,02	0,10
					0,04	0,07
					0,03	0,20

1) Homogenat av 5 krabber.

2) 3 krabber.



Tabell 6. Metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Langesundsfjorden (B4). Ppm tørrvekt.

Metall	Snitt 1975-76	Okt. 77	Nov. 77	Juni 78	Sept. 78	Nov. 78	Apr. 79	Okt. 79	Aug. 80
Kadmium (Cd)	1,9	3,5	3,2	1,9	2,1	2,4	2,1	1,8	1,5
Kopper (Cu)	9,4	9,4	12,5	21,5	6,0	6,6	8,7	9,9	7,9
Kvikksølv (Hg)	0,6*	1,5*	1,7*	0,67*	0,47*	0,40*	0,95	0,68	0,29
Bly (Pb)	4,8	6,5	13,0	5,0	8,6	2,7	5,2	5,4	2,2
Sink (Zn)	151,4	180	170	165	117	108	123	123	100
Nikkel (Ni)									2,6

\* Omregnet fra ppm våtvekt (antatt 15% tørrstoff).

Tabell 7. Konsentrasjon av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Brevikfjorden (B4), 29.4.1980.

PAH	ppb <sup>†</sup>	
Naphthalene	39.	...
2-Methylnaphthalene	79.	...
1-Methylnaphthalene	96.	...
Biphenyl	31.	...
Acenaphthylene	82.	...
Acenaphthene	120.	...
Dibenzofuran	203.	...
Fluorene	237.	...
Dibenzothiophene	318.	...
Phenanthrene	3023.	...
Anthracene	1090.	...
3-Methylphenanthrene	485.	...
2-Methylphenanthrene	882.	...
2-Methylanthracene	313.	...
4,5-Methylenephenanthrene	500.	...
4- and/or 9-Methylphenanthrene	333.	...
1-Methylphenanthrene	362.	...
Fluoranthene	36165.	...
Benz(e)acenaphthylene ?	1954.	...
Benzo(def)dibenzothiophene ?	913.	...
Pyrene	16178.	...
Ethylmethylenephenanthrene ?	6562.	...
Benzo(a)fluorene	4644.	...
Benzo(b)fluorene	2911.	...
4-Methylpyrene	1265.	...
Methylfluoranthene and/or 2-Methylpyrene	1623.	...
1-Methylpyrene	1520.	...
Benzothionaphthene ?	9428.	...
Benzo(ghi)fluoranthene	4040.	...
Benzo(c)phenanthrene	4412.	...
Benzophenanthridine ?	1118.	...
Benzo(a)anthracene	24592.	...
Chrysene and triphenylene	38543.	...
Benzo(b)fluoranthene	13595.	...
Benzo(j/k)fluoranthenes	986.	...
Benzo(e)pyrene	18870.	...
Benzo(a)pyrene	7030.	...
Perylene	2407.	...
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1644.	...
Benzo(ghi)perylene	1758	...
Totalt identifisert PAH	210351.	...

<sup>†</sup> Fasert på tørrvekt

Tabell 8. Konsentrasjon av PAH i blåskjell fra Brevik (A9),  
20. august 1980.

PAH	ppb <sup>†</sup>
Naphthalene	-
2-Methylnaphthalene	-
1-Methylnaphthalene	-
Biphenyl	-
Acenaphthylene	-
Acenaphthene	-
Dibenzofuran	-
Fluorene	-
Dibenzothiophene	-
Phenanthrene	577.
Anthracene	51.
3-Methylphenanthrene	139.
2-Methylphenanthrene	157.
2-Methylanthracene	26.
4,5-Methylenephenanthrene	109.
4- and/or 9-Methylphenanthrene	156.
1-Methylphenanthrene	87.
Fluoranthene	2484.
Benz(e)acenaphthylene ?	160.
Benzo(def)dibenzothiophene ?	64.
Pyrene	1611.
Ethylmethylenephenanthrene ?	233.
Benzo(a)fluorene	116.
Benzo(b)fluorene	73.
4-Methylpyrene	62.
Methylfluoranthene and/or 2-Methylpyrene	65.
1-Methylpyrene	69.
Benzothionaphthene ?	145.
Benzo(ghi)fluoranthene	220.
Benzo(c)phenanthrene	134.
Benzophenanthridine ?	29.
Benz(a)anthracene	361.
Chrysene and triphenylene	1077.
Benzo(b)fluoranthene	251.
Benzo(j/k)fluoranthenes	136.
Benzo(e)pyrene	278.
Benzo(a)pyrene	56.
Perylene	25.
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	46.
Benzo(ghi)perylene	85.
<b>Totalt identifisert PAH</b>	<b>9082.</b>

<sup>†</sup> Basert på tørrvekt

Tabell 9. Konsentrasjon av PAH i blåskjell fra Brevikfjorden (B4),  
20. august 1980.

PAH	ppb <sup>Δ</sup>
Naphthalene	-
2-Methylnaphthalene	-
1-Methylnaphthalene	-
Biphenyl	-
Acenaphthylene	-
Acenaphthene	-
Dibenzofuran	-
Fluorene	-
Dibenzothiophene	-
Phenanthrene	646.
Anthracene	32.
3-Methylphenanthrene	114.
2-Methylphenanthrene	140.
2-Methylanthracene	19.
4,5-Methylenephenanthrene	111.
4- and/or 9-Methylphenanthrene	142.
1-Methylphenanthrene	83.
Fluoranthene	2329.
Benz(e)acenaphthylene ?	136.
Benzo(def)dibenzothiophene ?	56.
Pyrene	1175.
Ethylmethylenephenanthrene ?	187.
Benzo(a)fluorene	93.
Benzo(b)fluorene	62.
4-Methylpyrene	29.
Methylfluoranthene and/or 2-Methylpyrene	44.
1-Methylpyrene	48.
Benzothionaphthene ?	121.
Benzo(ghi)fluoranthene	156.
Benzo(c)phenanthrene	121.
Benzophenanthridine ?	25.
Benz(a)anthracene	328.
Chrysene and triphenylene	959.
Benzo(b)fluoranthene	257.
Benzo(j/k)fluoranthenes	158.
Benzo(e)pyrene	285.
Benzo(a)pyrene	55.
Perylene	20.
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	68.
Benzo(ghi)perylene	99.
Totalt identifisert PAH	8098.

<sup>Δ</sup> basert på tørrvekt

Tabell 10. Konsentrasjon av PAH i blåskjell fra Helgerofjorden (A3), 20. august 1980.

PAH	ppb <sup>†</sup>
Naphthalene	-
2-Methylnaphthalene	-
1-Methylnaphthalene	-
Biphenyl	-
Acenaphthylene	-
Acenaphthene	-
Dibenzofuran	-
Fluorene	-
Dibenzothiophene	-
Phenanthrene	41.
Anthracene	-
3-Methylphenanthrene	-
2-Methylphenanthrene	-
2-Methylanthracene	-
4,5-Methylenephenanthrene	-
4- and/or 9-Methylphenanthrene	-
1-Methylphenanthrene	-
Fluoranthene	85.
Benz(e)acenaphthylene ?	-
Benzo(def)dibenzothiophene ?	-
Pyrene	29.
Ethylmethylenephenanthrene ?	-
Benzo(a)fluorene	-
Benzo(b)fluorene	-
4-Methylpyrene	-
Methylfluoranthene and/or 2-Methylpyrene	-
1-Methylpyrene	-
Benzothionaphthene ?	3.2
Benzo(ghi)fluoranthene	5.2
Benzo(c)phenanthrene	8.8
Benzophenanthridine ?	-
Benz(a)anthracene	77.
Chrysene and triphenylene	65.
Benzo(b)fluoranthene	14.
Benzo(j/k)fluoranthenes	11.
Benzo(e)pyrene	17.
Benzo(a)pyrene	3.4
Perylene	-
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	-
Benzo(ghi)perylene	-
<b>Totalt identifisert PAH</b>	<b>360.</b>

<sup>†</sup> Basert på tørrvekt

Tabell 11. Metaller i blåretang (*Fucus vesiculosus*) fra Helgerofjorden (A3).

Ppm tørrvekt.

Metall	1974- mai 1976	Aug.-Nov. 1976	Juni 1978	Okt.-Nov. 1978	Aug. 1979	Apr. 1980	Aug. 1980
Kvikksølv	0,10	0,06	0,08	0,08	0,16	0,05	0,05
Kopper	5,1	4,5	7	4	7	2	3
Kadmium	-	-	-	-	1	<1	1,3
Bly	<10	<10	<10	<10	<10	<10	17

Tabell 12. Metaller i grønn dusk (*Cladophora* sp.) fra Steinholmen, Brevikundet (A13).

Ppm tørrvekt.

Metall	1974- mai 1976	Aug.-Nov. 1976	Juni 1978	Okt.-Nov. 1978	Aug. 1979	Apr. 1980	Aug. 1980
Kvikksølv	0,60	0,26	0,73	1,0	0,34	0,15	0,27
Kopper	20	16	18	35	17	18	16
Kadmium	-	-	-	-	<2,5	<2,5	0,8
Bly	32	<25	75	38	25	40	20

Tabell 13. Metaller i grunnvann (Cladophora sp.) fra munningen av  
Gunnkleivkanalen (A16). Ppm tørrvekt.

Metall	1974- mai 1976	Aug.-Nov. 1976	Juni 1978	Okt.-Nov. 1978	Aug. 1979	Apr. 1980	Juli 1980	Aug. 1980
Kvikksølv	4,46	2,35	6,0	5,2	0,45	11*	12,8	0,95
Kopper	27	17	33	50	16	40	-	5,5
Kadmium	-	-	-	-	<2,5	<2,5	-	0,5
Bly	32	<25	60	50	<25	80	-	4

\* På den andre siden (østsiden) av kanalmunningen ved samme tidspunkt viste en grunnvannsanalyse 0,25 ppm kvikksølv.

Tabell 14. Middelverdier for konsentrasjoner av metaller og klorerte hydrokarboner i taskekrabbe fra Frierfjorden (F1) og Åbyfjorden (A1) i prøver samlet i 1977-1980. Utregningene er gjort på log-transformerte data.

Stoff	Middel (ppm)		Signifikans i forskjellen (t-test)	Antall data	
	F1	A1		F1	A1
Kvikksølv	0,92	0,35	**	33	15
Kadmium	4,05	3,67	ns	33	15
Bly	1,77	0,86	*	33	15
Kopper	161	129	ns	27	12
Sink	211	185	*	27	7
Heksaklorbenzen	0,41	0,07	***	33	17
Oktaklorstyren	0,20	0,03	***	33	16
Dekaklorbifenyyl	0,45	0,06	***	22	11

ns < 95% signifikant  
 \* > 95% signifikant  
 \*\* > 99% signifikant  
 \*\*\* > 99,9% signifikant

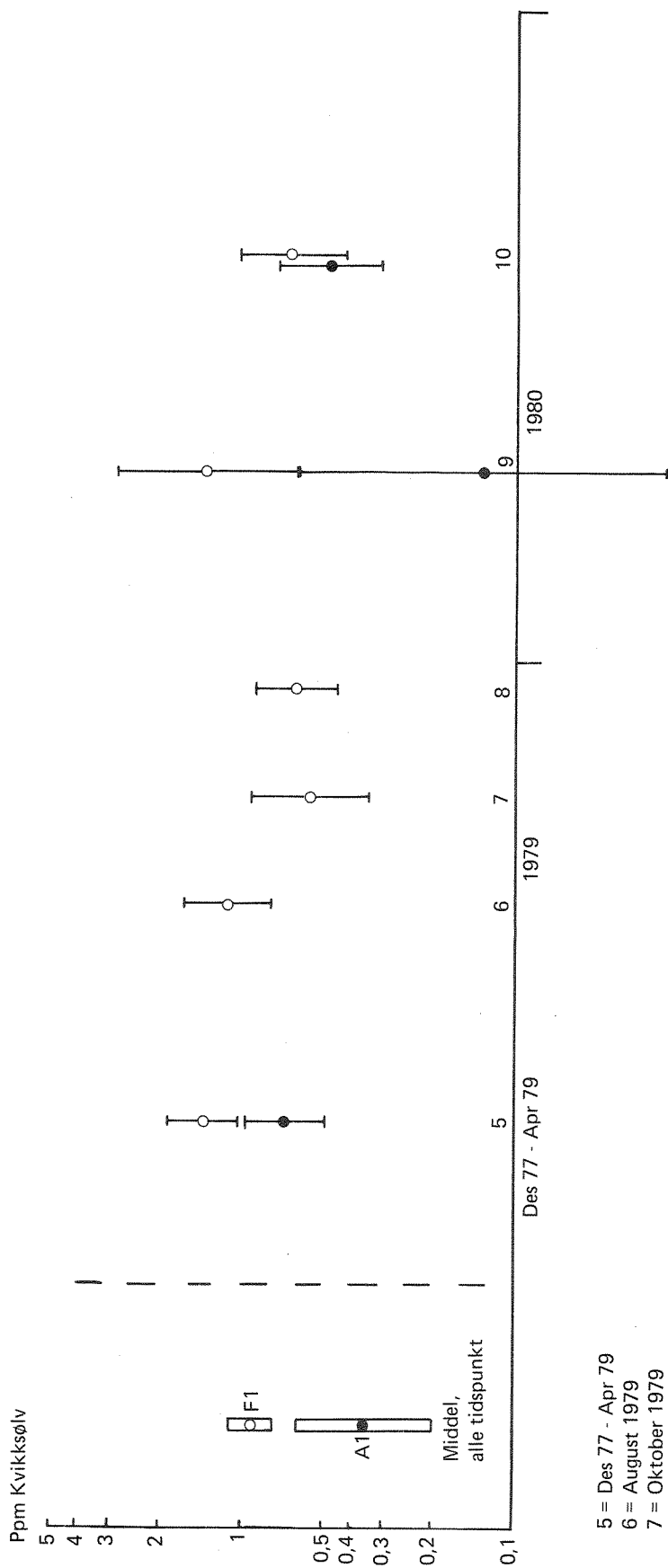


Tabell 15. Signifikans i forskjell mellom konsentrasjoner ved ulike tidspunkter på samme stasjon (F1 og A1).

Tid <sup>1)</sup>	Stasjon F1, taskekrabbe								Stasjon A1, taskekrabbe							
	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	HCB	OCS	DCB	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	HCB	OCS	DCB
5-6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-
5-7	**	ns	***	*	ns	ns	***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-8	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-
5-9	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	**	ns	-
5-10	**	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	**	-
6-7	*	ns	***	*	**	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-8	*	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-
6-9	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-
6-10	*	ns	*	ns	ns	*	ns	*	-	-	-	-	-	-	-	-
7-8	ns	ns	***	*	*	ns	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-9	*	ns	***	ns	ns	*	***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-10	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8-9	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	-	-	-	-	-	-	-	-
8-10	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	*	-	-	-	-	-	-	-	-
9-10	ns	ns	**	ns	ns	*	*	*	*	ns	**	ns	-	ns	**	*

- ikke nok data  
 ns < 95% signifikant  
 \* > 95% signifikant  
 \*\* > 99% signifikant  
 \*\*\* > 99,9% signifikant

<sup>1)</sup> 5 : 1977 - Apr. 79  
 6 : Aug. 1979  
 7 : Okt. 1979  
 8 : Des. 1979  
 9 : Apr. 1980  
 10 : Aug. 1980



- 5 = Des 77 - Apr 79
- 6 = August 1979
- 7 = Oktober 1979
- 8 = Desember 1979
- 9 = April 1980
- 10 = August 1980

Fig. 2. Miljøgiftkonsentrasjoner i taskekrabbe fra indre Frierfjord (F1) og Åbyfjorden (A1):  
Middel og 95% konfidensintervall. (forts.)

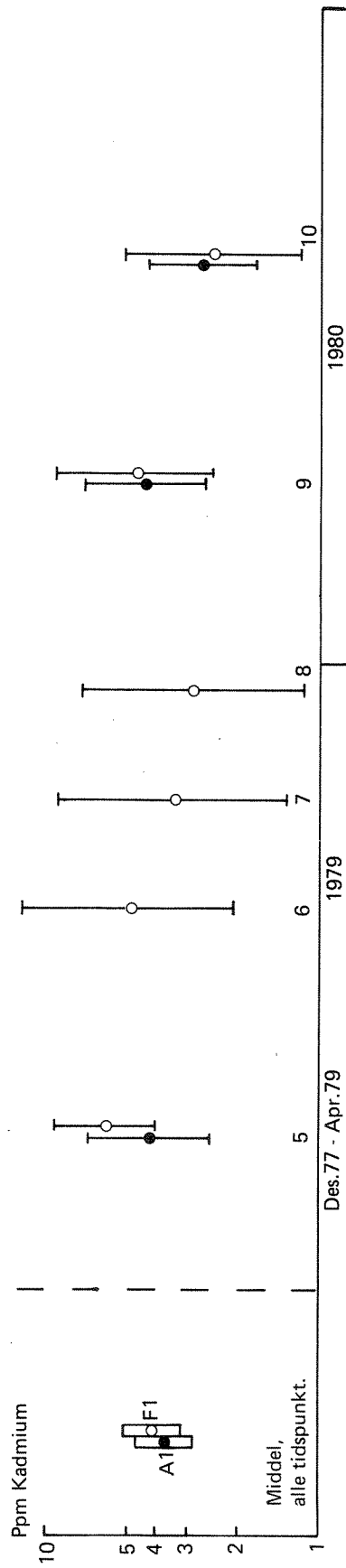


Fig. 2. (forts.)

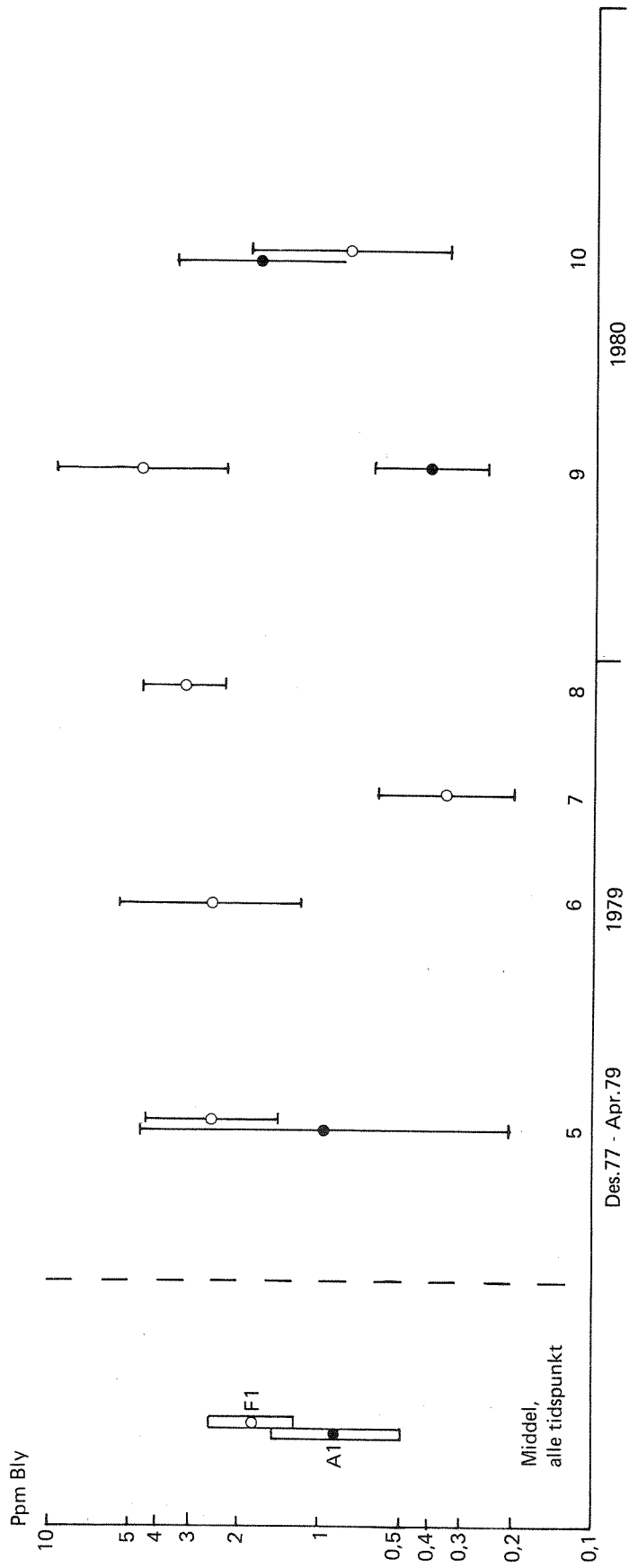


Fig. 2 (forts.)

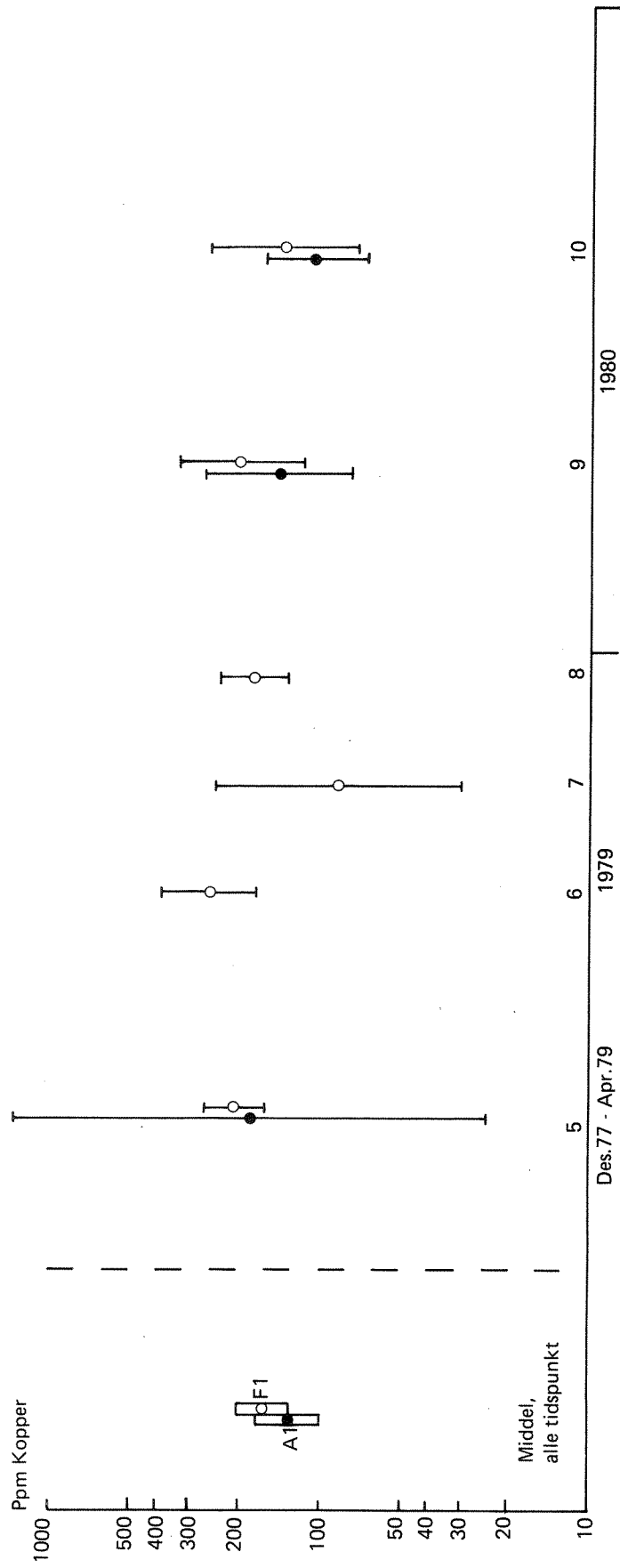


Fig. 2. (forts.)

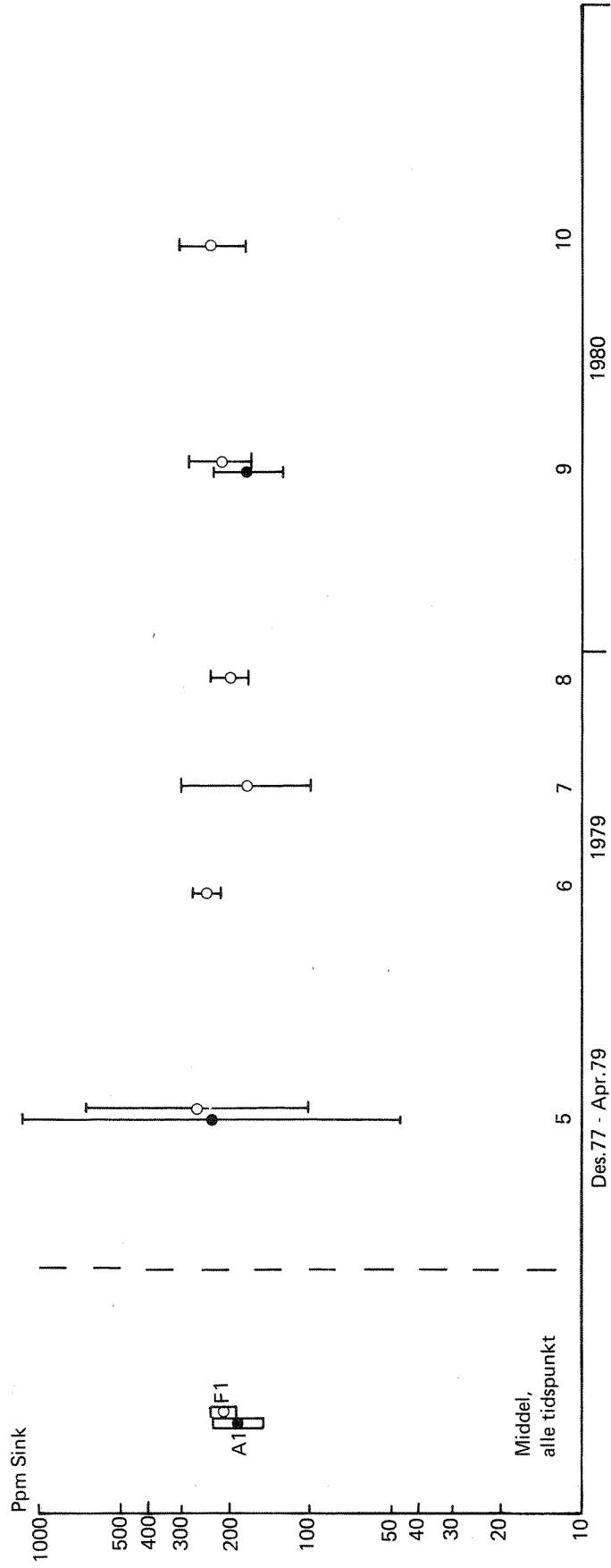


Fig. 2 . (forts.)

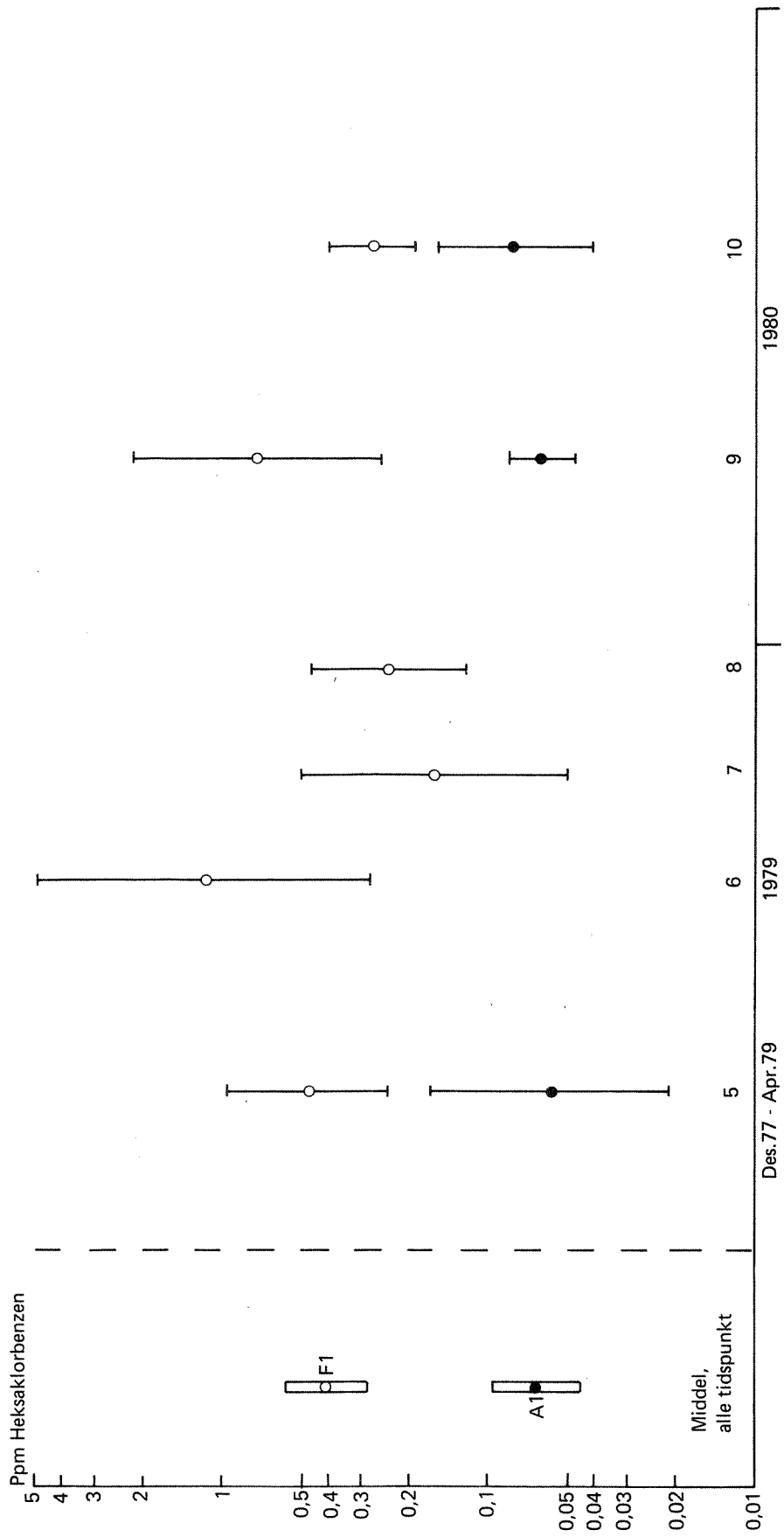


Fig. 2. (forts.)

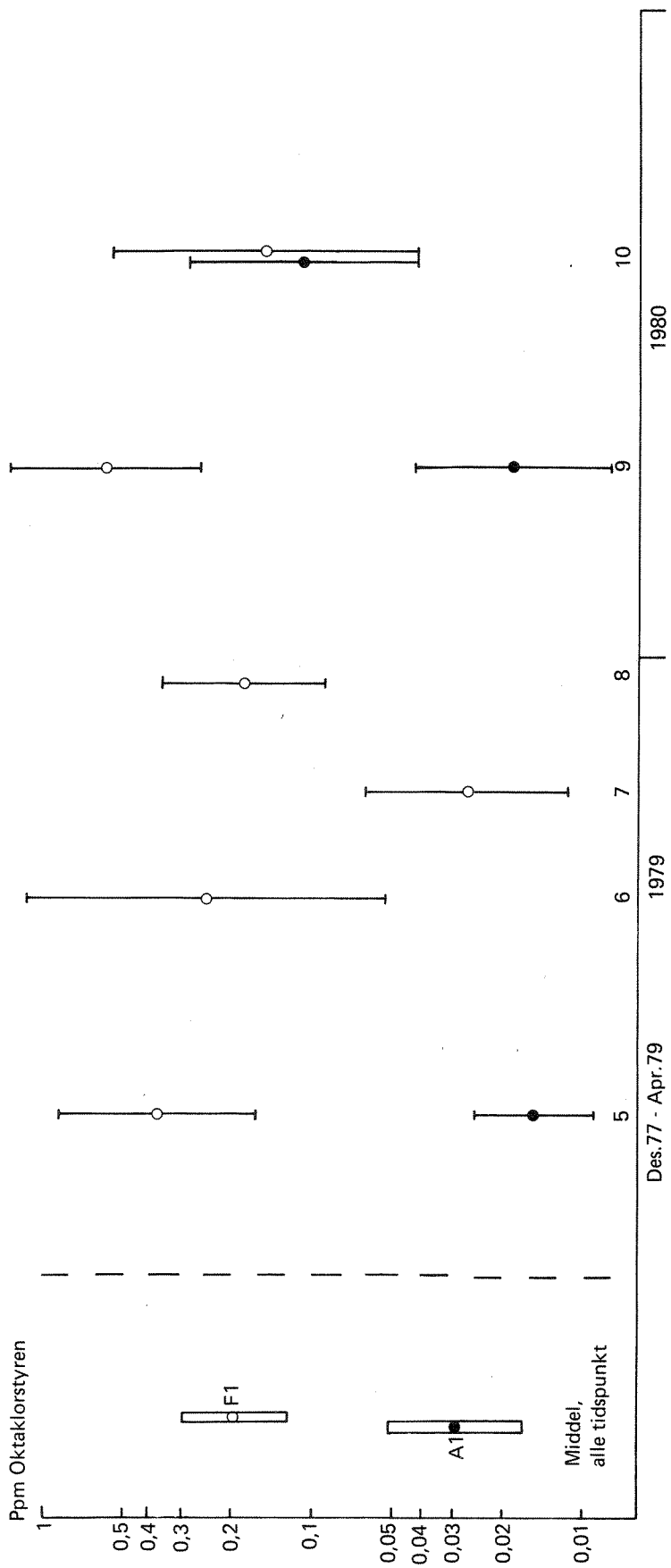


Fig. 2. (forts.)



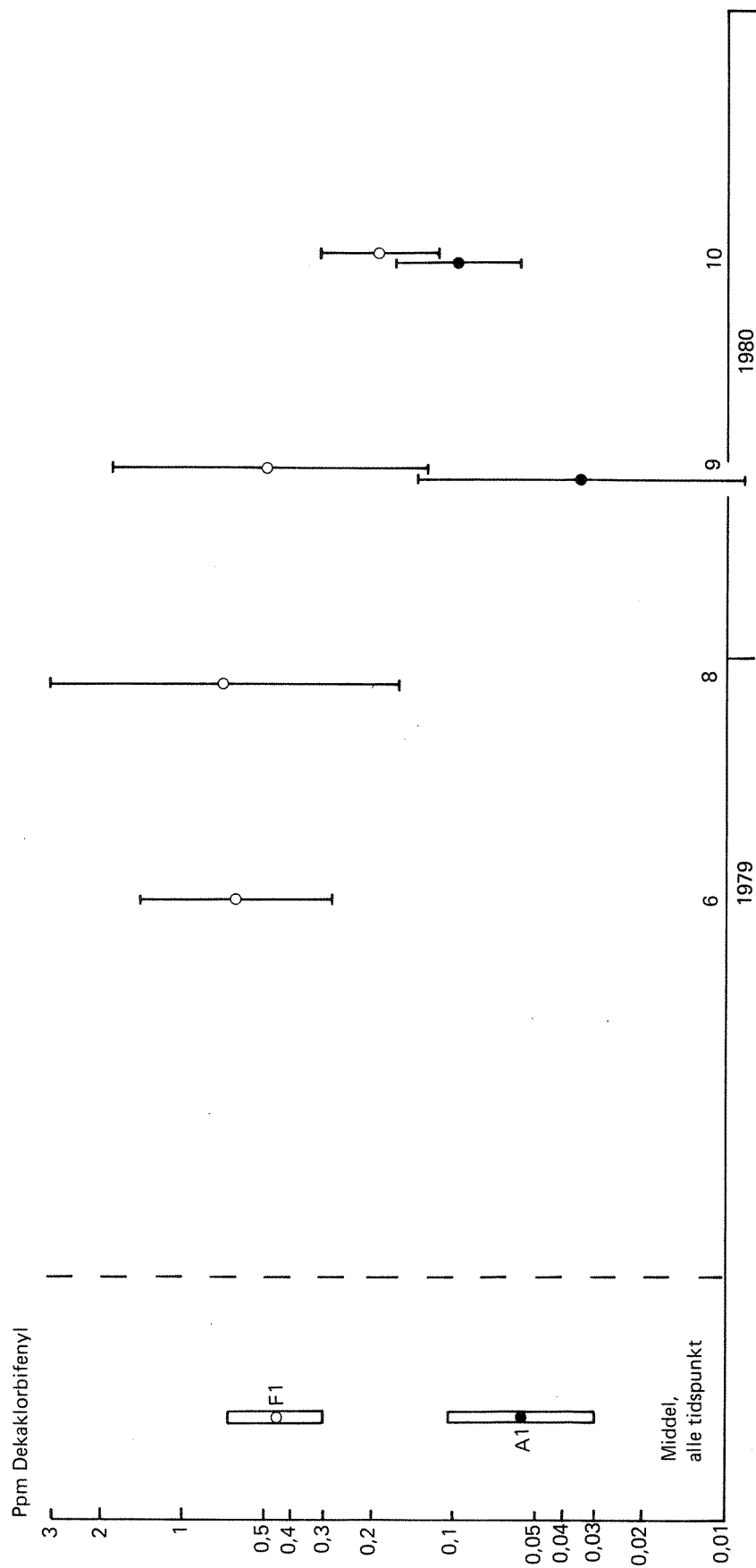
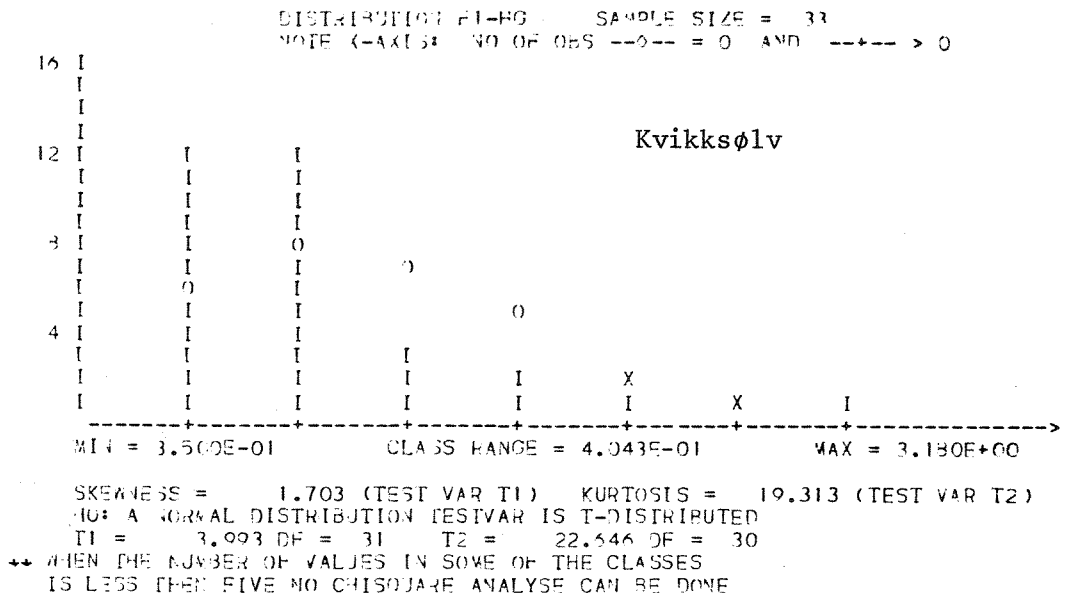


Fig. 2. (forts.)

KI - STATPAC - IS

- RESULT OUTPUT -



KI - STATPAC - IS

- RESULT OUTPUT -

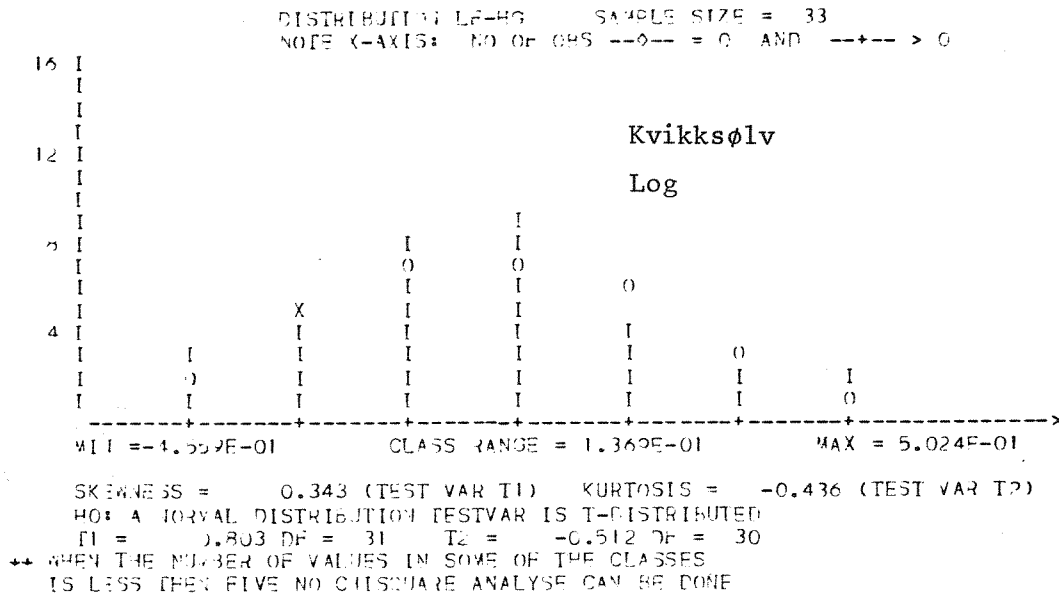
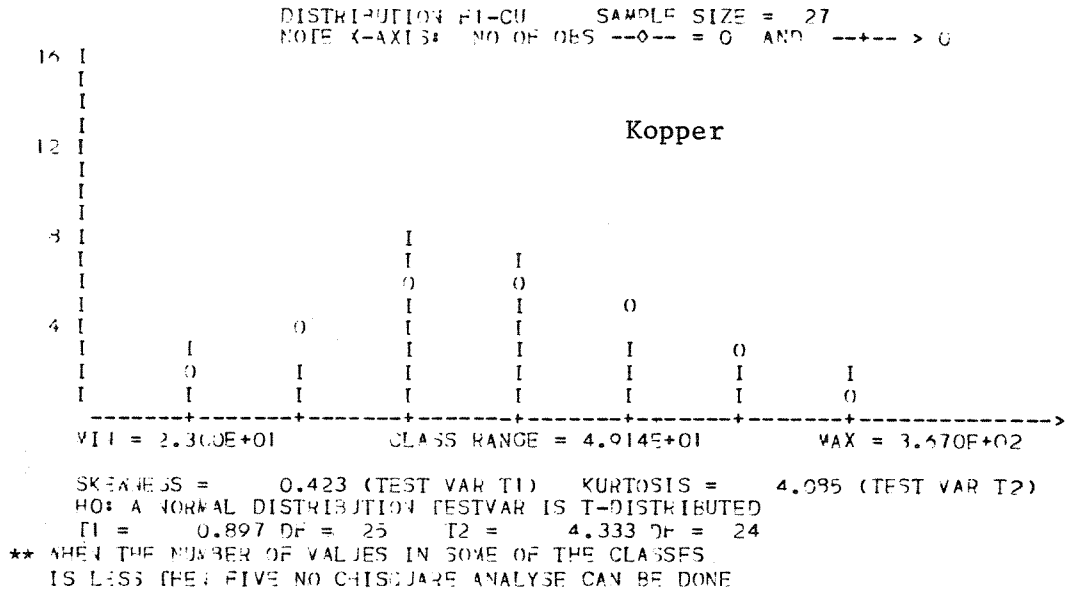


Fig. 3. Fordeling av analysedata for taskekrabber fra indre Frierfjord.  
Øverst: Ikke transformerte data. Nederst: Log-transformerte data.

0 = forventet verdi ved perfekt normalfordeling.  
X = observert verdi sammenfaller med 0.

K I - S T A T P A C - I S      - R E S U L T O U T P U T -



K I - S T A T P A C - I S      - R E S U L T O U T P U T -

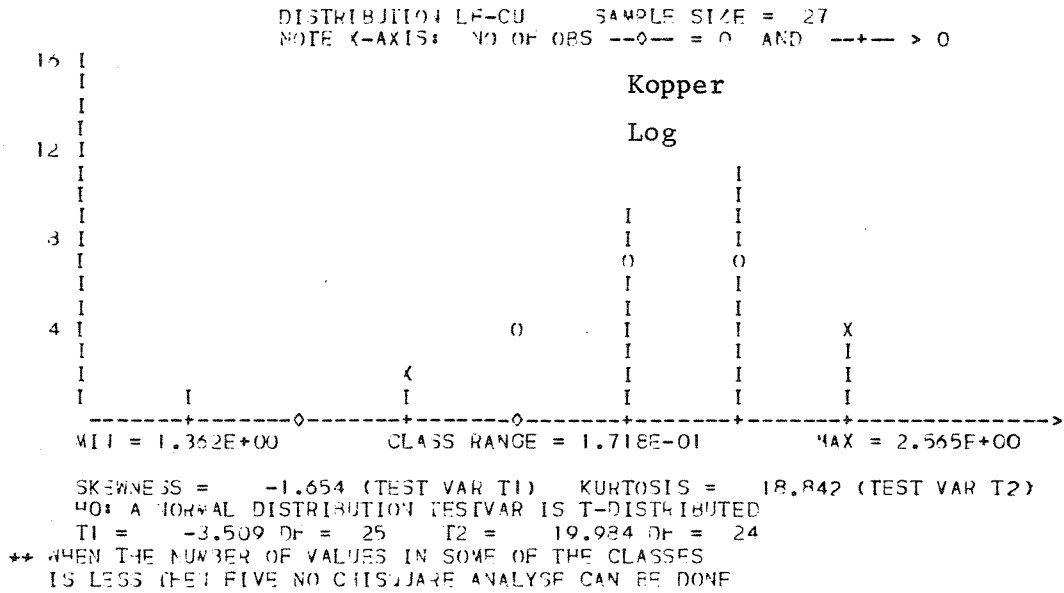
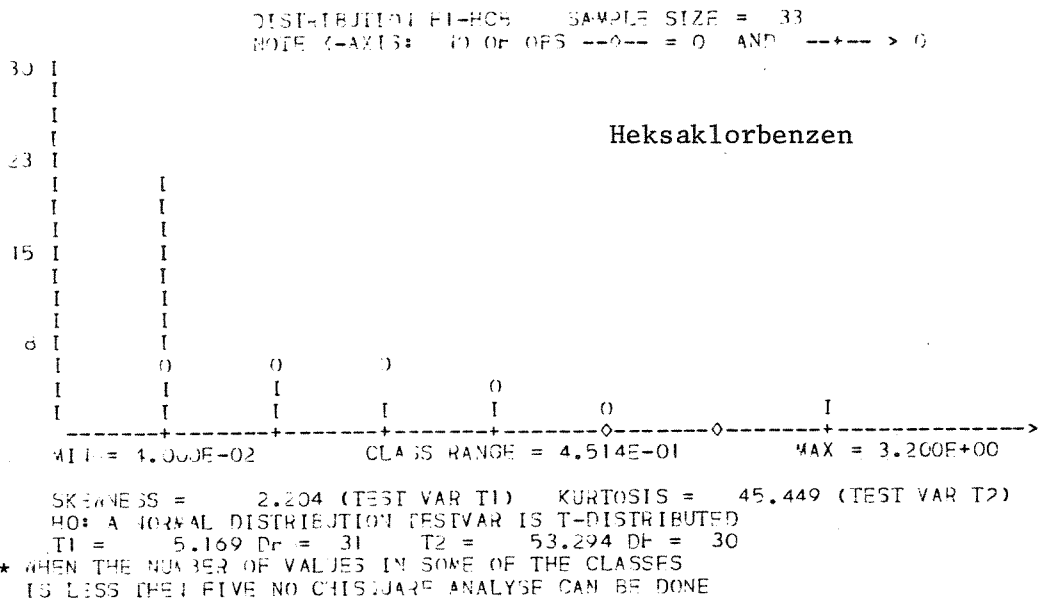


Fig. 3. Forts.

K I - S T A I P A C - I S

- R E S U L T O U T P U T -



K I - S T A I P A C - I S

- R E S U L T O U T P U T -

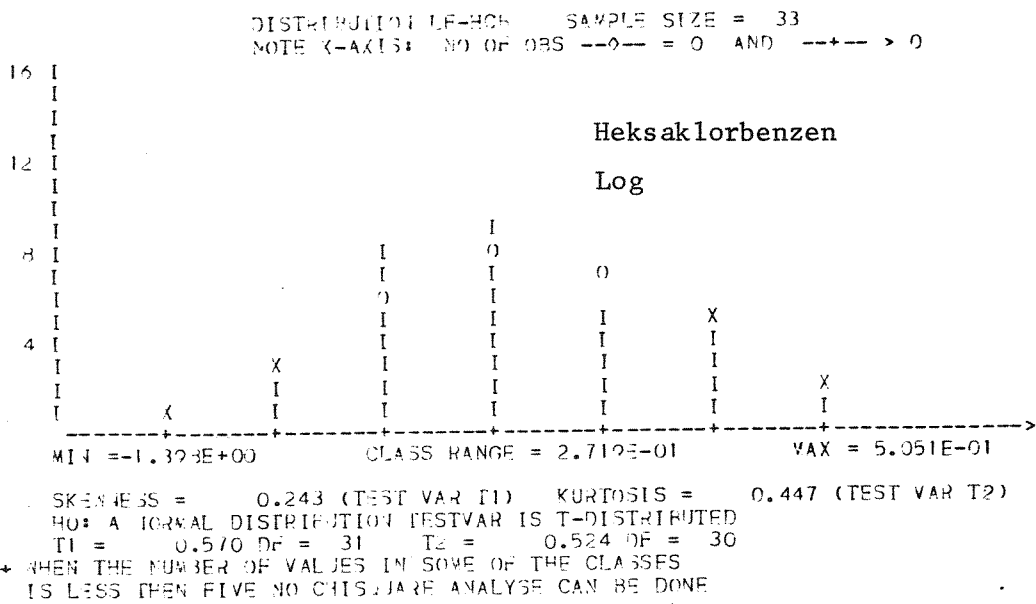
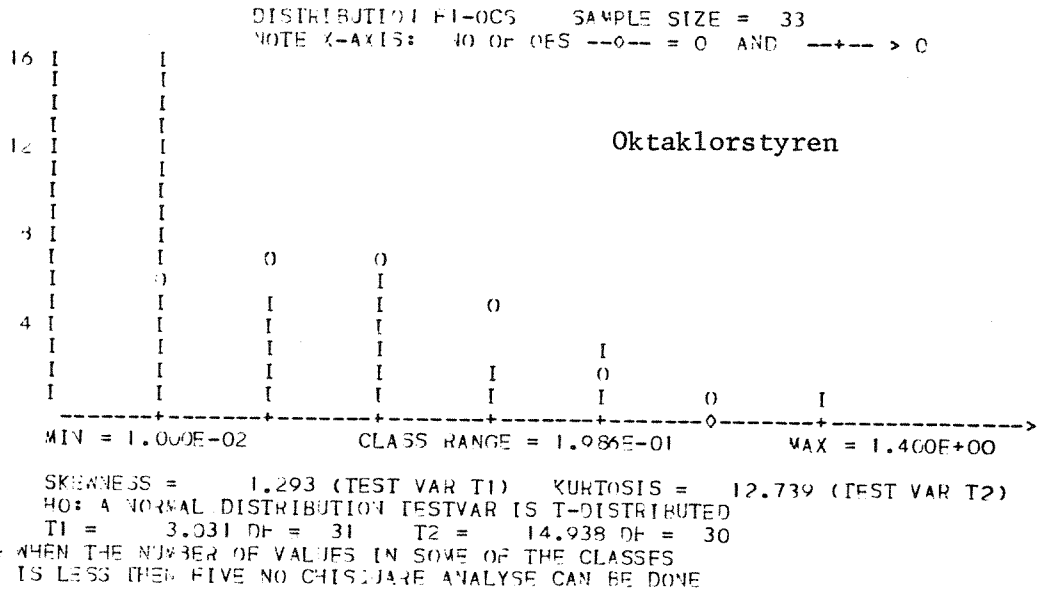


Fig. 3. Forts.

K I - S T A T P A C - I S

- R E S U L T O U T P U T -



K I - S T A T P A C - I S

- R E S U L T O U T P U T -

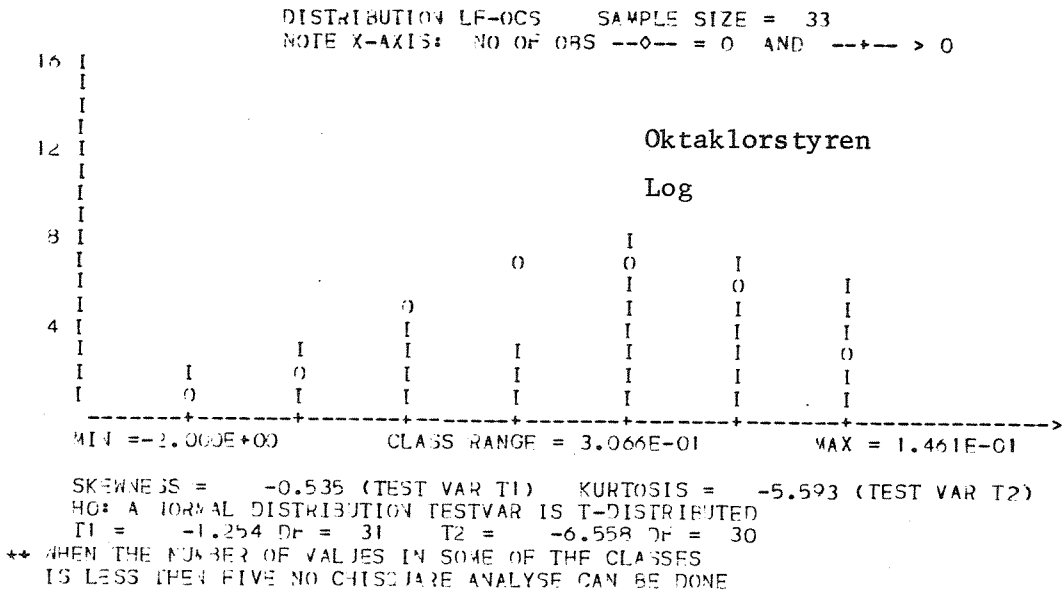


Fig. 3. Forts.

REFERANSER

Bøe, B. 1981. Analyse av klorerte hydrokarboner og kvikksølv i fisk fra Frierfjorden 1980. Fiskeridir. Rapp. Meld. 3/81.

Knutzen, J., 1979. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Pilotprosjekt Saudafjorden. Observasjoner 1974-1978. NIVA-rapport 0-75038.

Knutzen, J. & Sortland, B., unpubl. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in some algae and invertebrates from moderately polluted parts of the coast of Norway. Water. Res. In press.