

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-111/70

RESIPIENTVURDERINGER

AV

NEDRE SKIENSELVA, FRIERFJORDEN OG TILLIGGENDE FJORDOMRÅDER

Klorerte hydrokarboner i sedimenter og biologisk materiale

Foreløpig rapport om heksaklorbenzen,  
pentaklorbenzen og oktaklorstyren

Blindern, 25. februar 1976

Saksbehandler : cand.real. Jarle Molvær

Hovedforfatter: cand.real. Brage Rygg

Medarbeider : cand.real. Tor Bokn

Instituttssjef Kjell Baalsrud

## Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har i 1974 og 1975 samlet inn prøver av vann, sedimenter og biologisk materiale fra Frierfjorden og områdene utenfor til analyser av miljøgiftinnhold. Innsamlingen fortsetter også i 1976. Analysene av klorerte hydrokarboner utføres av Sentralinstitutt for industriell forskning (SI). SI har også utført analyser i egen regi, og på oppdrag fra Norsk Hydro a.s. Omfattende analyseresultater er dessuten frambrakt ved Norsk Hydros egne laboratorier, og utgjør et verdifullt supplement til SIs og NIVAs data.

I denne foreløpige rapporten presenteres en del av de resultater som foreligger til nå. Resultatene vil senere bli lagt fram i sin helhet i noen av de ordinære (nummererte) rapporter i 0-111/70-serien, og da i en mer fullstendig sammenheng.

Brekke, 25. februar 1976

Brage Rygg

## INNHold

	Side:
FORORD	2
INNLEDNING	4
TILFØRSLER	5
ANALYSERESULTATER FOR SEDIMENTER OG BIOLOGISK MATERIALE	6
DISKUSJON	14
REFERANSER	18

## TABELLER

Tabell nr. 1.	Klorerte hydrokarboner i sediment	7
" "	2. Klorerte hydrokarboner i organismer	8
" "	3. Klorerte hydrokarboner i olje fra brisling	11

## FIGURER

Figur nr. 1.	Sedimentstasjoner	12 - 13
" "	2. Registrerte forekomster av heksaklorbenzen fra forskjellige prøvematerialer og områder	16

## INNLEDNING

Blant de persistente (lite nedbrytbare) klorerte hydrokarboner som er identifisert i prøver fra Frierfjorden og tilliggende fjordområder, ser heksaklorbenzen ut til å finnes i størst mengde.

Heksaklorbenzen er en svært stabil og lite reaktiv forbindelse. Det er lite som tyder på at stoffet brytes ned ved fysiske eller kjemiske prosesser i miljøet, eller i særlig grad i organismenes stoffskifte. Heksaklorbenzen er betraktet som meget giftig. Stoffet har vært brukt som soppdrepende middel siden 1945, hovedsaklig til beising av såkorn. I den senere tid har en begynt å innføre strenge restriksjoner på bruken av stoffet på grunn av faren for forgiftninger av dyr og mennesker. I 1955 i Tyrkia ble 3000-5000 mennesker syke etter å ha spist heksaklorbenzenbehandlet korn. Det ble beregnet at det daglige inntak hadde vært 50-200 mg over noen måneder.

FAO/WHO har anbefalt at maksimalt daglig inntak ikke må overstige 0.6 µg pr. kg kroppsvekt (OECD 1975). Denne grensen ligger betydelig under de mengder hvor skadevirkninger er dokumentert.

Så vidt en vet foreligger det ingen data om biologiske skadevirkninger grunnet heksaklorbenzertilførsler til det marine miljø, og en kjenner heller ikke til noen eksperimentelle undersøkelser av stoffets giftighet overfor marine organismer. Det er derfor bare mulig å foreta indirekte vurderinger, med utgangspunkt i det som er kjent som giftigheten av andre klorerte hydrokarboner, f.eks. PCB (polyklorerte bifenyler).

Giftvirkninger av PCB på marine organismer er undersøkt av flere forskere. Duke et al. (1970) fant at en rekeart, *Penaeus duorarum*, hadde 100% dødelighet etter to døgn opphold i vann med 100 µg PCB/l. Dyra hadde da et kroppsinhold på 3.90 mg PCB/kg (våtvekt). Derimot hadde en fiskeart, *Lagodon rhomboides*, ingen dødelighet ved et kroppsinhold på 17.0 mg/kg. Et 20 dagers eksperiment med reker i vann som inneholdt 5 µg PCB/l resulterte i at 72% av dyra døde. Deres kroppsinhold av PCB var da 16 mg/kg. Samme eksperiment med krabber, *Callinectes sapidus*, førte ikke til signifikant dødelighet. Etter 20 dager hadde krabbene akkumulert PCB til mellom 18 og 27 mg/kg. Det var altså en betydelig forskjell i giftig-

heten fra art til art. Nimmo et al. (1974) undersøkte PCBs giftighet på reken *Palaemonetes pugio*, og fant en betydelig dødelighet etter 1-2 ukers opphold i vann som inneholdt 4.0-12.5 µg/l. Konsentrasjonen av PCB i kroppen var da 27-65 mg/kg (våtvekt).

Overfor rotter har heksaklorbenzen vist seg å ha noenlunde den samme giftighet som PCB (Villeneuve & Newsome 1975, Ockner og Schmid 1961, Gehring & MacDougall 1971, Green et al. 1975). Inntil mer direkte informasjon om heksaklorbensens giftighet overfor marine organismer foreligger, kan en derfor bruke PCBs giftighet som et foreløpig holdepunkt. Det kan nevnes at det ved NIVA er planlagt giftighetstester med heksaklorbenzen i 1976.

Giftighetsgraden er naturligvis den mest nærliggende egenskap å gripe til når et stoffs potensielle skadeeffekter på økosystemene skal vurderes. Dette er likevel bare én blant flere egenskaper som kan bidra til å gjøre stoffets tilførsel til naturen risikofylt. Særlig er motstand overfor kjemisk og biologisk nedbrytning og evne til å anrikes i biologisk materiale, av meget stor betydning for størrelsen av den samlede effekt. Høy anrikning i akvatiske organismer er en konsekvens av at stoffet har en mye større affinitet til organisk materiale (særlig fettvev) enn til vann og annet uorganisk materiale.

Ved siden av at slik anrikning bidrar til økt belastning for enkeltindividet, må en også frykte at anrikningsegenskapene har som konsekvens at stoffet bibeholdes lengre i biogeokjemiske kretsløp. Kontinuerlig tilførsel kombinert med høy persistens (lang levetid av stoffet) kan føre til en stadig akkumulering i miljøet og en vid geografisk spredning som kan bringe forurensningen fram til mer ømfindtlige arter og organismsamfunn enn dem en har i nærheten av tilførselspunktene.

#### TILFØRSLER

Beregningen av heksaklorbenzenutslippene til Frierfjorden fra magnesiumfabrikken på Herøya er gjort på grunnlag av analyseresultater av avløps-

vann (Sentralinstitutt for industriell forskning 1972) og opplysninger fra Norsk Hydro (1974 a, b). Beregningen gjelder tiden før bedriften gikk over fra kull til koks som reduksjonsmiddel (30. juni 1975).

Ved magnesiumfabrikkens kullkloreringsanlegg ble det dannet 250 kg tjærestoffer pr. døgn, hvorav maksimalt 3% var heksaklorbenzen. Dette tilsvarer 2.7 tonn pr. år. Ved elektrolysen av magnesiumklorid dannes såkalt anodestøv og klorpulver, med et heksaklorbenzeninnhold tilsvarende 2.5-3 tonn pr. år. Før 30. juni 1975 var den samlede årsmengde av heksaklorbenzen således 5.2-5.7 tonn. Utslippene har pågått i noe over 20 år. Etter prosessomleggingen har Norsk Hydro registrert betydelige minskninger i utslippene av heksaklorbenzen.

Norsk Hydros analyser av avløpsvannsstrømmene (Norsk Hydro 1974c) viste at et nær beslektet stoff, pentaklorbenzen, fantes sammen med heksaklorbenzen i forholdet 0.25:1.

Også oktaklorstyren er påvist i avfallsproduktene fra magnesiumfabrikasjonen (Sentralinstitutt for industriell forskning 1972, Norsk Hydro 1974b), men beregninger av utslippsmengder foreligger så vidt vi vet ikke.

#### ANALYSERESULTATER FOR SEDIMENTER OG BIOLOGISK MATERIALE

Tabell 1 og 2 viser konsentrasjonene av de klorerte hydrokarbonene pentaklorbenzen, heksaklorbenzen og oktaklorstyren i sedimentprøver og biologiske prøver innsamlet av NIVA i 1974 og 1975. Sedimentstasjonenes plassering framgår av figur 1. Konsentrasjonene gjelder de øverste 5 cm av bunnen, dersom annet ikke er angitt.

Ut fra disse resultatene kan en grovt anslå at det gjennomsnittlige innhold av heksaklorbenzen pr. kg tørt sediment i de øverste 5 cm av bunnen i indre Frierfjord er 1.0-3.0 mg. Hvis en antar at tørrstoffinnholdet i 1 liter sediment er ca. 250 g, viser en beregning at overflatesedimentene i Frierfjorden totalt inneholder 0.2-0.6 tonn heksaklorbenzen. I sentrale deler av Frierfjordbassenget har imidlertid dumping av muddermasse i 1974 og 1975 ført til at sediment med høyt innhold av klorerte hydrokarboner til en viss grad er begravd av mindre kontaminert sediment (stasjon 16). På den indre delen av Frierflaket (det grunne partiet mellom Herøya og selve dybbassenget i fjorden) ligger det et lag med grå, meget løs, utslippsmasse. Den høyeste konsentrasjonen av klorerte hydrokarboner ble funnet her. Etter som verken tykkelsen eller utbredelsen av dette laget er kjent, kan den totale mengden av heksaklorbenzen, pentaklorbenzen og oktaklorstyren som ligger lagret på bunnen av Frierfjorden, ikke beregnes.

Det er også funnet klorerte hydrokarboner utenfor Frierfjorden. Sedi-  
mentprøven fra Eidangerfjorden hadde et betydelig innhold av heksa-  
klorbenzen og oktaklorstyren. Også prøven fra Håøyfjorden viste konta-  
minert sediment. Dette viser at en god del av stoffene transporteres  
ut av Frierfjorden. Forurensninger transporteres trolig også oppover i  
Skienselva i saltvannskilen (jfr. st.22).

Tabell 1. Klorerte hydrokarboner i sediment

Dato	Stasjon nr. (se fig. 1)	Anmerkninger	Dybde	mg/kg (ppm) tørrvekt			Konsentrasjon uttrykt i % av HCB <sup>1)</sup> -konsentrasjon	
				Pentaklor- benzen	Heksaklor- benzen	Oktaklor- styren	Pentaklor- benzen	Oktaklor- styren
01.07.75	3	Helgerofjorden,	42 m	0,002	0,006	0,003	33	50
"	4	Håøyfjorden,	205 m	0,003	0,04	0,006	8	15
"	7	Eidangerfj.	99 m	0,003	0,20	0,05	2	25
02.07.75	9	Frierfjorden,	98 m	0,17	0,83	0,32	20	38
"	10a	0 - 5 cm	45 m	0,08	0,48	0,22	17	44
"	10b	5 - 10 cm		0,005	0,02	<0,001	25	<5
"	14	Normalt sedi- ment	3-4 m	0,09	0,59	0,01	15	<2
"	15	"	26 m	0,36	1,68	0,79	21	47
03.07.75	16a	0 - 5 cm, grått sediment fra dumping 1975	89 m	0,05	0,27	0,08	19	30
"	16b	6 - 11 cm, svart sediment med spor av olje		0,71	2,29	1,30	31	57
"	17	Norm. sediment	22 m	1,13	6,29	1,13	18	18
"	18	Utslippsmasse	6 m	2,23	10,91	1,63	20	15
"	19	Norm. sediment	27 m	0,35	1,87	0,51	19	27
"	20	Sotslam	49 m	0,04	0,23	1,47	17	635
02.07.75	22	Skienselva	10 m	0,06	0,64	0,10	9	16

1) Heksaklorbenzen

Også i biologisk materiale kunne de klorerte hydrokarbonene spores utenfor  
selve Frierfjorden. I en prøve av to rekearter (*Spirontocaris lilljeborgi* og  
*Crangon allmani*) fra den sørlige del av Langesundsfjorden ble det funnet høye  
verdier av heksaklorbenzen og oktaklorstyren, og planktoniske pilormer fra  
samme område nivåer som omtrent tilsvarte innholdet i zooplankton i indre  
Frierfjord. Meget høye verdier ble funnet i børstemark av arten *Capitella*

Tabell 2. Klorerte hydrokarboner i organismer

Dato	Lokalitet	Prøvemateriale - Dybde	mg/kg (ppm) tørrvekt			Konsentrasjonen uttrykt i % av HCB-konsentrasjon	
			Pentaklorbenzen	Heksaklorbenzen	Oktaklorstyren	Pentaklorbenzen	Oktaklorstyren
03.07.75	Mellom Saltbua) og Asdaistangen	Sestonprøve, Trekk m. fytoplanktonhåv (25µ) fra de øverste 3 m	0.18	0.94	0.12	19	13
"	"	Zooplankton. Noen trekk fra 40 til 7 m dyp (under sprangsjikt)	0.08	0.57	0.27	14	47
"	1 området ved st. 17 (Frierflaket)	Bunnlevende muslinger ( <i>Thyasira</i> sp.) Beyersledetrek. Dybde 25-28 m.	0.08	0.49	0.27	16	55
04.07.75	I nærheten av st. 15 og 100 m sørøstover	Børstemark ( <i>Capitella capitata</i> ). Beyersledetrek. Store mengder cellulosefibre på bunnen. 27-29 m.	5.02	22.42	19.52	22	87
"	Sørlige del av Lange-sunds-fj.	Beyersledetrek. Dybde 100-105 m a) 2 rekearter ( <i>Spirontocaris lilljeborgi</i> og <i>Crangon allmani</i> ) b) Pilormer	0.03 <0.02	1.26 0.45	0.94 0.18	2 <4	75 40
20.09.74	Balsøya	a) Strandkrabbe (hel) b) Grønnalger ( <i>Cladophora</i> sp.)		3,03 0.09			
19.09.74	Brevik	Blåretang ( <i>Fucus vesiculosus</i> )		0.015			
18.09.74	Åbyfjorden	Taskekrabbe (hel)		0.69			
"	Helgerofjorden	Blåretang ( <i>Fucus vesiculosus</i> )		0.01			
21.11.74	Brevik	Blåskjell (innmat)	0.24	0.59			
"	Seivall	" " 1 m	0.24	0.62			
"	Røratangen	" " 0,5-1 m	0.01	0.03			
"	Levra, Bjørkøy	" " 0.5-1 m	0.19	0.44			
"	Fagerheim	" " 0.5-1 m	0.10	0.26			
"	Gjeitrøya	" " 1 m	0.15	0.35			
"	Arøya	" " 0.5 m	0.01	0.01			
06.09.75	Ornefjorden	Ål (hel)	0.74	2.12	0.21	35	10
"	Langangsfjorden	Ål (hel)	0.47	1.34	0.09	35	7
18.09.75	Arøya	Blåskjell (innmat)	0.04	0.13	<0.003	31	<2
08.09.75	Åbyfjorden	Taskekrabbe (hel)	0.5	2.3	0.4	22	17
"	Mørjefjorden	"	0.4	1.9	0.4	21	21
09.09.75	Risøya	"	0.8	6.0	2.3	13	38
"	Brevik	"	0.9	3.8	0.6	26	16
"	Kattøya	"	0.5	2.1	0.3	24	14



Tabell 2. (forts.)

Dato	Lokalitet	Prøvemateriale - Dybde	mg/kg (ppm) tørrstoff			Konsentrasjon uttrykt i % av HCB-konsentrasjon	
			Pentaklor- benzen	Heksaklor- benzen	Oktaklor- styren	Pentaklor- benzen	Oktaklor- styren
10.09.75	Steinholmen Frier- fjorden	Taskekrabbe (hel)	2.1	11.8	4.1	18	35
09.09.75	Brevik	Blåskjell	0.4	1.1	<0.02		
"	Seivall, Eidangerfj.	"	0.4	1.1	<0.02		
"	Kotøya, Eidangerfj.	"	0.4	1.0	<0.02		
"	Levra Langes.fj.	"	0.9	2.5	<0.02		
"	Geitrøya	"	0.6	1.7	<0.02		
"	Kattøya, Eidangerfj.	"	0.4	0.9	<0.02		
"	Steinhlm., Frierfj.	"	0.25	1.1	<0.02		
08.09.75	Døløya, Mørjefj.	"	0.15	0.2	<0.02		
10.09.75	Saltbua	Rødspette, hel olje	1.0 6.4	2.3 18.1	2.7 17.9	43 35	117 99
"	Balsøya	Rødspette, hel olje	1.7 8.6	7.0 38.6	2.3 14.2	24 22	33 37
"	Saltbua	Ål, hel olje	3.4 5.2	13.8 21.2	3.8 6.1	25 25	28 29
"	Balsøya	Ål, hel olje	5.5 6.3	18.0 20.5	5.0 5.2	31 31	28 25
"	Saltbua	Taskekrabbe	0.95	3.7	2.3	26	62
"	Balsøya	"	0.80	3.5	2.0	23	57
"	Balsøya	Børstemark ( <u>Ophiodromus</u> <u>flexuosus</u> )	0.50	1.9	1.4	26	74

*capitata* ved Lundsodden på vestsiden av Frierfjorden. Dette er en meget forurensningstolerant art. Den ernærer seg ved å spise det substrat den lever i, og dens høye innhold av klorerte hydrokarboner kan ha sammenheng med dette. Til sammenlikning synes innholdet i muslingen *Thyasira*, samlet på Frierflaket, å være ganske lavt. Imidlertid er muslingens skall, som anslagsvis utgjør minst halvparten av tørrvekten, inkludert i analysen, mens de klorerte hydrokarbonene først og fremst er konsentrert i bløtdelene. Konsentrasjonen i bløtdelene vil derfor være vesentlig høyere enn i dyret som helhet.

Noe tilsvarende gjelder for prøven av reker fra Langesundsfjorden, selv om rekenes skall utgjør en mindre del av tørrvekten enn de gjør hos muslingene.

Forholdet mellom pentaklorbenzen og heksaklorbenzen i den mest kontaminerte sedimentprøven, tatt på stasjon 18 like ved Herøya, var 0.2:1, sammenliknet med 0.25:1 i avløpsstrømmene (Norsk Hydro 1974c). Også i de andre sedimentprøver og biologiske prøver fra Frierfjorden var forholdet mellom de to stoffene av liknende størrelsesorden (mellom 0.14:1 og 0.31:1).

I organismene fra Langesundsfjorden og i sedimentprøven fra Eidangerfjorden lå heksaklorbenzeninnholdet tilnærmet på Frierfjordnivå, mens pentaklorbenzen viste en tydelig mindre konsentrasjon.

Konsentrasjonen av oktaklorstyren i prøvene lå stort sett mellom det som ble funnet for penta- og heksaklorbenzen. I sotslammet (st.20) ble det funnet 6-7 ganger mer oktaklorstyren enn heksaklorbenzen, men en vet foreløpig ikke om selve sotutslippet er en oktaklorstyrenkilde.

Sentralinstitutt for industriell forskning (1975) rapporterte klorerte hydrokarboner i olje av brisling tatt i Frierfjorden og andre fjordområder. En del av resultatene er gjengitt i tabell 3, hvor også mengden pr. kg tørrvekt er beregnet for å kunne sammenlikne direkte med tallene i tabell 1 og 2.

Tabell 3. Klorerte hydrokarboner i olje fra brisling

(Tall i parentes angir mg/kg tørrvekt ved et antatt vanninnhold i fisken på 60%.)

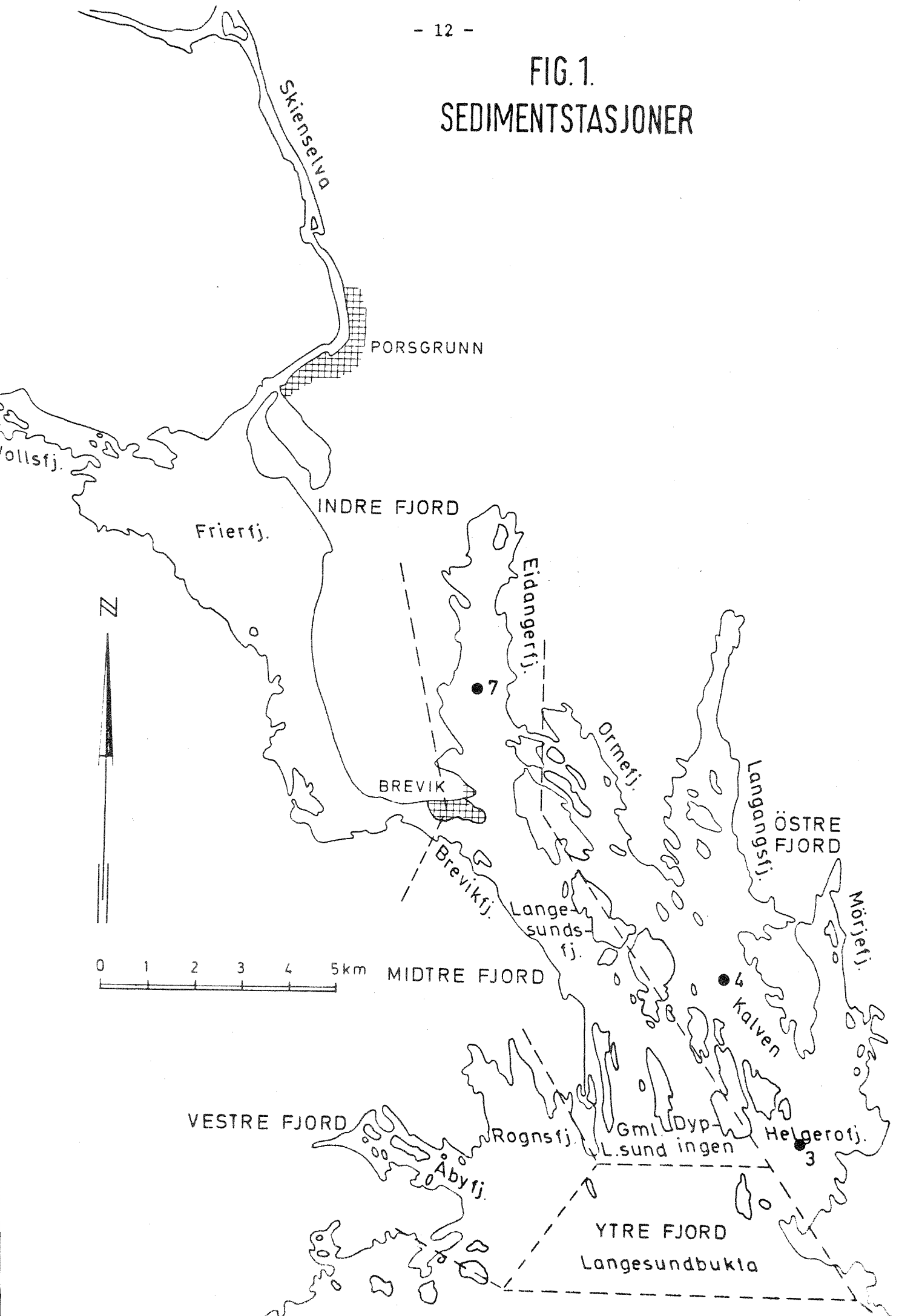
Fangststed/tid	Olje- utb. %	Pentaklor- benzen ppm	Heksaklor- benzen ppm	Oktaklor- styren ppm
Eidangerfjorden juni -74 <sup>x</sup>	16	1.5 ( .7)	7.0 (3.4)	3.3 (1.6)
Frierfjorden juni -74 <sup>x</sup>	13	3.7 (1.4)	28.0 (10.4)	16.1 (6.0)
Frierfjorden juni -74	10	1.9 (0.5)	3.5 (1.1)	1.5 (0.4)
Ormefjorden okt. -74	10	1.8 (0.5)	10.0 (3.0)	1.7 (0.5)
Melbyfjorden okt. -74	9	0.7 (0.2)	4.0 (1.1)	0.6 (0.2)
Sandefjord okt. -74	3	0.2 (0.02)	1.8 (0.2)	0.3 (0.03)
Oslo okt. -74 <sup>xx</sup>	10	<0.1 -	0.4 (0.1)	0.2 (0.06)
Frierfjorden jan. -75	~10	10.0 (3.0)	64.0 (18.0)	41.0 (11.9)

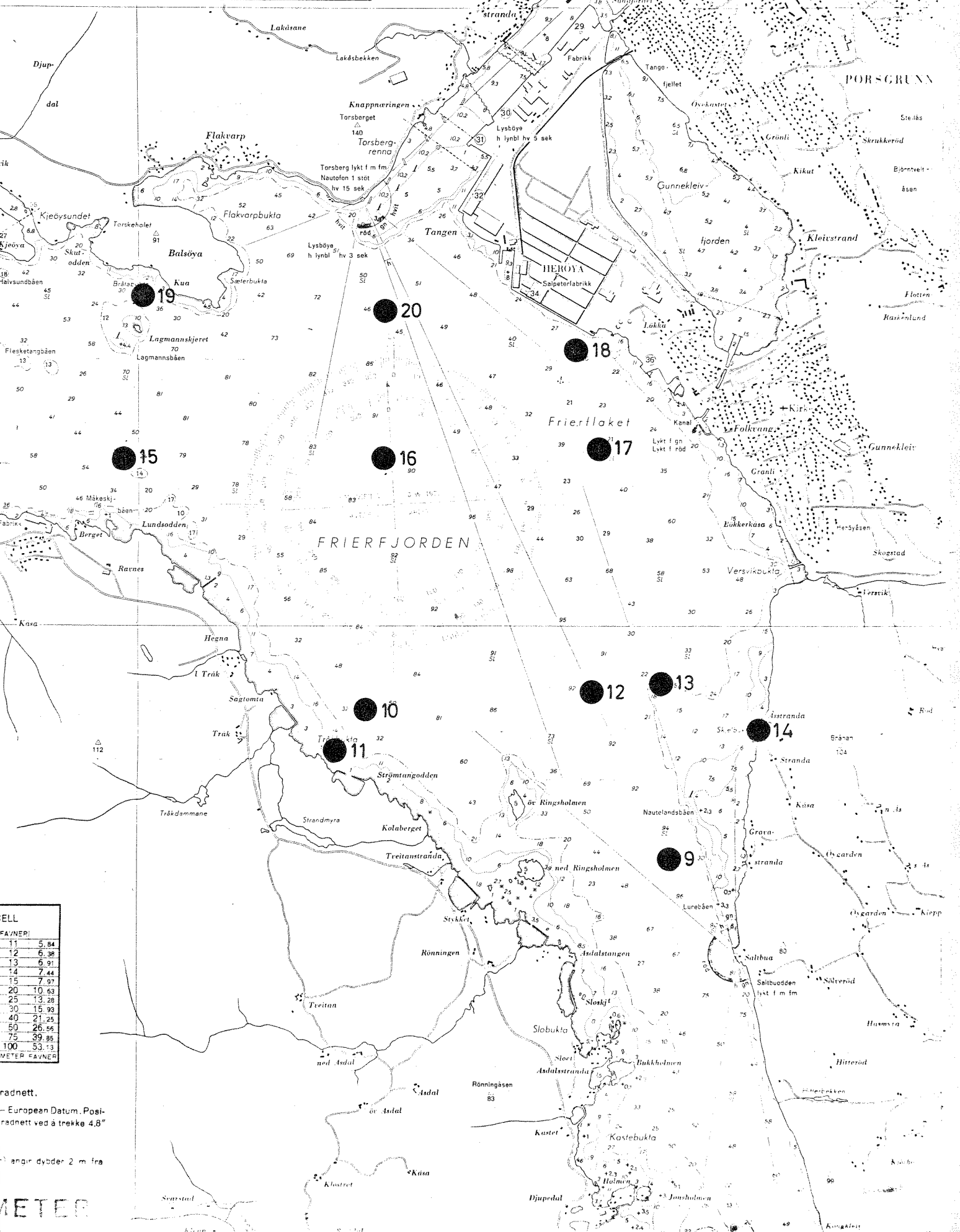
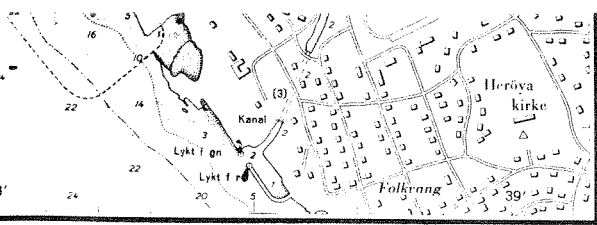
<sup>x</sup> Prøvene hermetisert på Hermetikklaboratoriet

<sup>xx</sup> Kommersiell prøve

Analyser av vannprøver fra Frierfjorden tyder på store variasjoner i konsentrasjonen av klorerte hydrokarboner. For heksaklorbenzen har verdiene stort sett ligget mellom 1 og 20 nanogram pr. liter vann. Også organismenes innhold av stoffet har variert mye fra prøve til prøve. Det er derfor vanskelig å angi sikre tall for konsentrasjonsfaktorer, men de synes f.eks. for zooplankton og brisling å være av størrelsesorden  $10^5$  (våtvekt). Brock Neely et al. (1974) fant en konsentrasjonsfaktor på 7 800 for regnbueørret i ferskvann.

FIG. 1.  
SEDIMENTSTASJONER





DEPT	FA/NERI
11	5,84
12	6,38
13	6,91
14	7,44
15	7,97
20	10,63
25	13,28
30	15,93
40	21,25
50	26,56
75	39,85
100	53,13

radnett.  
 — European Datum, Posi-  
 radnett ved å trekke 4,8"  
 angir dybder 2 m fra

METER

## DISKUSJON

Den begrensede kunnskap om stoffenes giftighet og oppførsel i det marine miljø vanskeliggjør en vurdering av deres mulige effekter i Frierfjord-systemet.

Heksaklorbenzenverdiene ligger til dels høyt over det som er funnet andre steder, og i noen tilfeller også betydelig over de konsentrasjoner som tillates i menneskeføde.

I figur 2 er det gjort en sammenstilling av data for registrerte forekomster av heksaklorbenzen fra forskjellige prøvematerialer og områder. For sammenlikningens skyld presenteres alle verdier som ppm våtvekt. På figuren er også de høyeste tillatte nivåer av heksaklorbenzen i forskjellige livsmidler angitt (OECD 1975, Booth & McDowell 1975). Disse er, i ppm våtvekt:

0.01	ppm Korn (Østerrike)
0.005	" Andre vegetabiliske produkter (Østerrike)
0.3	" Melkeprodukter (Østerrike)
0.3	" Melkeprodukter, fettbasis (USA)
0.3	" Egg (Østerrike)
0.5	" Kjøtt (Østerrike)
0.5	" Animalsk fett (USA)

Spesielle grenseverdier for sjøprodukter er ikke oppgitt.

I en rekke av fiskeprøvene fra Frierfjorden og tilliggende fjordområder lå heksaklorbenzeninnholdet betydelig over de tillatte nivåer for menneskeføde (0.3-0.5 ppm våtvekt). Dette gjaldt i første rekke fisk med høyt fettinnhold (brisling og ål), og innmat (lever) fra torsk og sei.

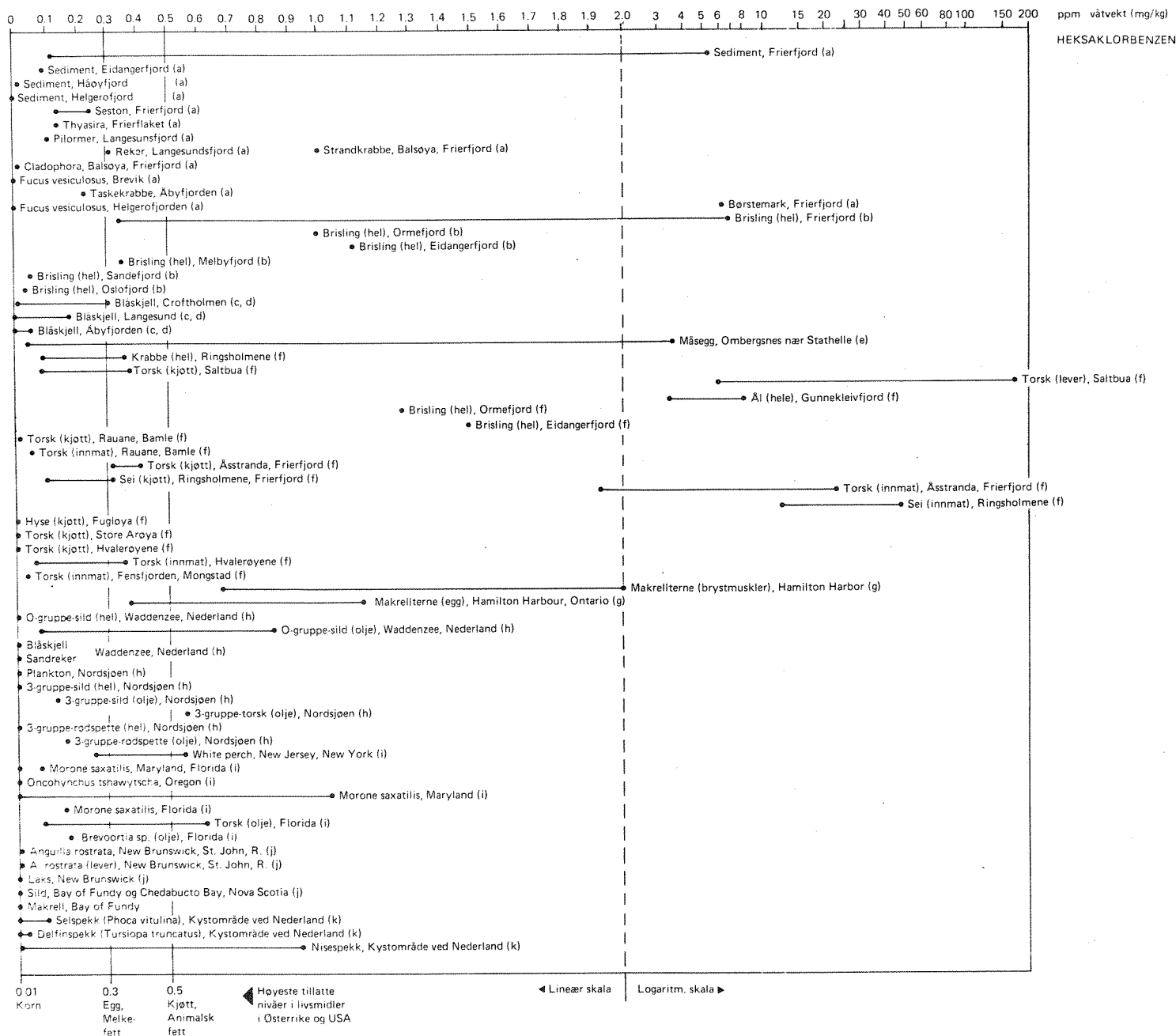
I kjøtt av torsk og sei fra Frierfjorden (analysert av Norsk Hydro), i brisling fra Melbyfjorden og i reker fra Langesundsfjorden, lå konsentrasjonene på grensen av det tillatte nivå i menneskeføde.

I brisling fra Ormefjorden og Eidangerfjorden lå heksaklorbenzeninnholdet 2-3 ganger over det tillatte nivå i menneskeføde.

I brisling fra Frierfjorden, i ål fra Gunnekleivfjorden, Balsøya og Saltbua, og i innmat (lever) i torsk og sei fra Frierfjorden (analysert av Norsk Hydro), lå konsentrasjonene på fra 4 til 330 ganger over det tillatte nivå i menneskeføde.

Brislingsolje fra Frierfjorden og tilliggende fjordområder hadde fra 4 til 700 ganger høyere heksaklorbenzeninnhold enn olje av sild, torsk og rødspette fra Nordsjøen og Waddensee ved Nederland.

Stoffene pentaklorbenzen og oktaklorstyren er så vidt en kjenner til ikke undersøkt m.h.t. gifteffekter eller persistens i miljøet. Begge stoffene fantes i betydelige mengder i prøvene (gjennomgående 25-50% av heksaklorbenzenverdiene) og må antas å bidra til en økning av det samlede forureningsstress på organismene og av giftighetsnivået i dem.



Figur 2. Registrerte forekomster av heksaklorbenzen fra forskjellige prøvematerialer og områder



Referanser til fig. 2.

- a) fra NIVAs undersøkelser 1974/75
- b) Sentralinstitutt for industriell forskning (1975)
- c) Norsk Hydro (1974 d)
- d) Norsk Hydro (1975)
- e) Norsk Hydro (1974 e)
- f) Norsk Hydro (1974 f)
- g) Gilbertson (1974)
- h) Ten Berge & Hillebrand (1974)
- i) Johnson & al. (1974)
- j) Zitko (1971)
- k) Koeman & al. (1972)

REFERANSER

- Booth, N.H. & McDowell, J.R. 1975. Toxicity of hexachlorbenzene and associated residues in edible animal tissues. J.Amer.Vet. Med. Ass. 166: 591-595.
- Brock Neely, W. Branson, D.R. & Blau, G.E. 1974. Partition coefficient to measure bioconcentration potential of organic chemicals in fish. Environ.Sci. & Technology 8:1113-1115.
- Duke, T.W. Lowe, J.I. & Wilson Jr., A.J. 1970. A polychlorinated biphenyl (Aroclor 1254) in the water, sediment and biota of Escambia Bay, Florida. Bull.Environ. Contam.Toxicol. 5: 171-180.
- Gehring, P.J. & MacDougall, D. 1971. Review of the toxicity of hexachlorbenzene hecachlorobutadiene. Chemical Biology Research, Toxicology Section, Dow Chemical, USA, Midland, Michigan. 11pp.
- Gilbertson, M. 1974. Seasonal changes in organochlorine compounds and mercury in common terns of Hamilton Harbour, Ontario. Bull.Environ. Contam.Toxicol. 12: 726-732.
- Green, S. Carr, J.V., Palmer, K.A. & Oswald, E.J. 1975. Lack of cytogenetic effects in bone marrow and spermatogonial cells in rats treated with polychlorinated biphenyls (Aroclors 1242 and 1254). Bull.Environ.Contam.Toxicol. 13: 14-22.
- Johnson, J.L., Stalling, D.L. & Hogan, J.W. 1974. Hexachlorbenzene (HCB) residues in fish. Bull.Environ. Contam.Toxicol. 11: 393-398.
- Koeman, J.H., Peters, W.H.M., Smit, C.J., Tjioe, P.S. & de Goeij, J.J.M. 1972. Persistent chemicals in marine mammals. TNO-nieuws 27: 570-578.

- Nimmo, D.R. Forester, J., Heitmuller, P.T. and Cook, G.H. 1974. Accumulation of aroclor 1254 in grass shrimp (*Palaemonetes pugio*) in laboratory and field exposures. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 11, 303-308.
- Norsk Hydro, 1974 a. Utslipp av tjærestoffer fra magnesiumfabrikkene. Resymé av utslippsmålinger. Notat v/O.C. Bøckman
- Norsk Hydro, 1974 b. Magnesiumfabrikken: Elektrolysen. Hexaklorbenzen-utslipp med "anodestøv" og "klorpulver". Notat v/O.C. Bøckman.
- Norsk Hydro, 1974 c. Forholdet mellom pentaklorbenzen og hexaklorbenzen i en del avløpsvannstrømmer i magnesiumfabrikkene. Aktnotis v/O.C. Bøckman.
- Norsk Hydro, 1974 d. Hexaklorbenzen og pentaklorbenzen i blåskjell i Langesundsfjorden. Notat v/J.G. Johansen.
- Norsk Hydro, 1974 e. Innhold av hexaklorbenzen og pentaklorbenzen i måkeegg fra Ombergsnes nær Stathelle. Aktnotis v/O.C. Bøckman.
- Norsk Hydro, 1974 f. Hexaklorbenzen i fisk fra Frierfjorden. Notat v/J.G. Johansen.
- Norsk Hydro, 1975. Gasskromatografiske analyser på pentaklorbenzen og hexaklorbenzen i blåskjell fra Croftholmen, Hydrostranda og Langesund i 1975. Notat v/J.G. Johansen.
- Ockner, R.K. & Schmid, R. 1961. Acquired porphyria in man and rat due to hexachlorbenzene intoxication. Nature 189: 499.
- OECD, 1975. Sector group on unintended occurrence of chemicals in the environment. Preliminary inquiry into hexachlorbenzene. 30.07.1975.
- Sentralinstitutt for industriell forskning, 1972. Tjærestoffer, karakterisering av nøytrale komponenter. Oppdrag nr. 70 12 03.

Sentralinstitutt for industriell forskning, 1975.

Analyse av halogenerte hydrokarboner i brisling fra Frierfjorden og omkringliggende fjorder. Teknisk rapport nr. 7.

Ten Berge, W.F. & Hillebrand, M. 1974. Organichlorine compounds in several marine organisms from the North Sea and the Dutch Wadden Sea. Neth.J.Sea Res. 8: 361-368.

Villeneuve, D.C. & Newsome, W.H. 1975. Toxicity and tissue levels in the rat and guinea pig following acute hexachlorbenzene administration. Bull. Environ.Contam.Toxicol. 14: 297-300.

Zitko, V. 1971. Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in some freshwater and marine fishes. Bull.Environ.Contam.Toxicol. 6: 464-470.