

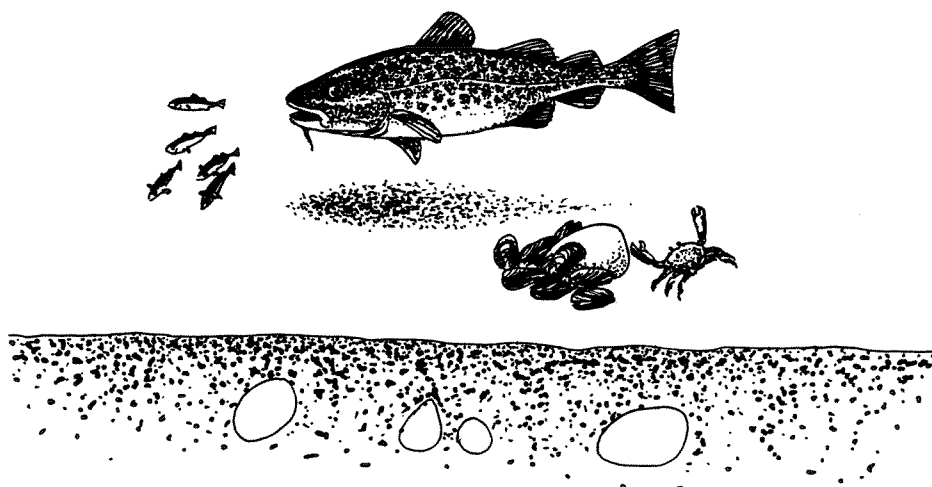
O-895903/E-90406



Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensende områder.

Rapport 1

Konsentrasjoner og mengder av klororganiske forbindelser,
polysykliske aromatiske hydrokarboner, kvikksølv og pyrolyseolje.



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor
Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 89

Sørlandsavdelingen
Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752
Telefax (065) 78 402

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen-Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.: O-895903/E-90406
Undernummer:
Løpenummer: 2570
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Sedimentenes betydning for forurensnings-tilstanden i Frierfjorden og tilgrensende områder. O-895903/E-90406. Rapport 1: Konsentrasjon og mengder av klororganiske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner, kvikksølv og pyrolyseolje.	Dato: 27.5.91
	Prosjektnummer: O-895903/E-90406
Forfatter (e): Kristoffer Næs Eivind Oug	Faggruppe: Industriforur.
	Geografisk område: Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 193

Oppdragsgiver: Hydro Porsgrunn, Elkem a/s PEA, Hydro Rafnes	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
---	----------------------------------

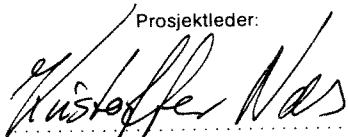
Ekstrakt: Denne undersøkelsen har kvantifisert og beskrevet konsentrasjoner av kvikksølv, pentaklorbenzen, heksaklorbenzen, oktaklorstyren, dekaklorbifenyl, polyklorerte dibenzofuraner, polyklorerte dibenzodioxiner og polysykliske aromatiske hydrokarboner i de øverste 10 cm av sedimentet i Grenlandsfjorden, Langesundsbukta og ved Nevlunghavn og Portør. I tillegg er sedimentkonsentrasjoner av pyrolyseolje, EDC-tjære og klororganiske summevariable bestemt. Sedimentakkumulasjonen er bestemt på fire stasjoner i fjordsystemet.
--

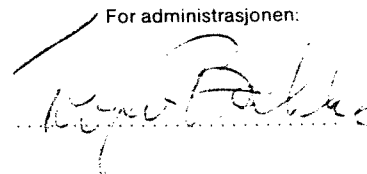
4 emneord, norske:

1. Sedimenter
2. Klororganiske forbindelser
3. PAH
4. Kvikksølv

4 emneord, engelske:

1. Sediments
2. Chlororganics
3. PAH
4. Mercury

Prosjektleder:

Kristoffer Næs

For administrasjonen:


ISBN 82-577-1885-8

**Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden
i Frierfjorden og tilgrensende områder.**

O-895903/E-90406

**Rapport 1: Konsentrasjon og mengder av klororganiske
forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner,
kvikksølv og pyrolyseolje.**

Grimstad, mai 1991

Prosjektleder: Kristoffer Næs

**Medarbeidere: Eivind Oug
Michael Oehme, NILU
Lasse Berglind
Aud Helland
Frank Kjellberg
Jon Knutzen
Lillann Kronvall
Bente Lauritzen
Mette C. Lie
Kari Martinsen, SI
Tom Tellefsen
Grete L. Sigernes**

INNHALDSFORTEGNELSE		Side
FORORD		4
1. KONKLUSJONER		5
2. BAKGRUNN OG FORMÅL		7
2.1. Generelt		7
2.2. Formål		9
2.3. Området		10
2.4. Tidligere undersøkelser		12
2.5. Forurensningstilførsler		13
3. MATERIALE OG METODER		15
3.1. Prøvetakingsstrategi		15
3.2. Stasjonsplassering og prøvetaking		17
3.3. Analyseparametre og metoder		29
3.4. Tallbehandling		
4. RESULTATER		30
4.1. Kornfordeling og organisk innhold i sedimentene		30
4.2. Innhold av kvikksølv i sedimentene		33
4.3. Pentaklorbenzen, hexaklorbenzen, oktaklorstyren og dekaklorbifenyl i sedimentene		36
4.4. Innhold av pyrolyseolje og EDC-tjære i sedimentene		43
4.5. Innhold av polyklorerte dibenzofuraner og polyklorerte dibenzodioksiner i sedimentene		44
4.6. Samvariasjon mellom de klorerte hovedkomponentene, kvikksølv og polyklorerte dibenzofuraner/-dioksiner		50
4.7. Variasjoner i sammensetningen av polyklorerte dibenzofuraner og dibenzodioksiner i undersøkelsesområdet		54
4.8. Forhold mellom dibenzofuraner/-dioksiner, andre forbindelser og miljøvariable i ytre fjordområde		63
4.9. Ekstraherbart og ekstraherbart persistent organisk bundet klor og restklor i sedimentene		69
4.10. Innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner i sedimentene		70
4.11. Mengde miljøgifter lagret i sedimentene		76

Innholdsfort. forts.	Side
5. LITTERATUR	83
6. VEDLEGG	88
1. Toktrapport. Rapport O-8915903. Sedimentkartlegging i Grenlandsfjordene. Feltrapport	89
2. Innhold av prosent finstoff (korn), tørrstoff (TS) og totalt organisk karbon og totalt nitrogen. Dyp refererer seg til middeldypet for dypinter- vallet ("1" gir 0-2 cm dyp). TS1, TS2, TS3 er anvendt for å beregne mengde lagret av henholdsvis kvikksølv, klororganiske forbindelser (ex. "dioksiner") og PAH og dioksin i sedimentene	100
3. Konsentrasjon av kvikksølv (Hg), pentaklorbenzen (SCB), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS) og dekaklorbifenyl (10CB) i sedimentene	103
4. Innhold av styren, inden, naftalen og 1,2 dikloretan i sedimentene	106
5. Innhold av polyklorerte dibenzofuraner (PCDF) og dibenzodioksiner (PCDD) i sedimentene	114
6. Innhold av ekstraherbart/ikke ekstraherbart organisk bundet klor og restklor i sedimentene	159
7. Konsentrasjon av disykliske-, heterosykliske- og polysykliske aromatiske hydrokarboner i sedimentene	161
8. Sedimentakkumulasjon i Grenlandsfjordene	175
9. Multivariate analyser	191

FORORD

Denne undersøkelsen er primært gjennomført på oppdrag av Norsk Hydro Porsgrunn i henhold til bestillingsbrev av 13.1.1989, bestilling nr.PR9-10593.01. Teknisk saksbehandler ved Hydro Porsgrunn ved etableringen av prosjektet har vært T.R. Guldbrandsen. Hydro Porsgrunns kontaktperson under gjennomførelsen av undersøkelsen har vært K. Aas, senere B. Jarandsen.

I tillegg til hovedproblemstillingene knyttet til utslipp av klororganiske forbindelser, har Elkem PEA A/S vært oppdragsgiver og finansiert arbeidet knyttet til problemstillinger vedrørende utslipp av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og Norsk Hydro Rafnes for problemstilling knyttet til pyrolyseolje.

I tillegg til analyser ved NIVA's laboratorium, er bestemmelse av polyklorerte dibenzofuraner og polyklorerte dibenzodioksiner utført av NILU ved M. Oehme. Enkelte analyser av klorerte forbindelser er utført av SI ved K. Martinsen.

Hoveddelen av feltarbeidet ble gjennomført fra F/F "Trygve Braarud", Universitetet i Oslo med skipper Tom Tønnesen.

Innsamling av prøver ble også gjennomført fra M/B "Drott", Grenland Miljø- og Resipientervice ved B. Kvalvik.

Fargeillustrasjonene i rapporten er produsert av Statens Kartverk, Fylkeskartkontoret i Aust-Agder v/Jon Rustand.

Dette prosjektet er del av en undersøkelse knyttet til problematikk omkring miljøgifter i sedimentene i Grenlandsfjordene. Prosjektkoordinator for disse undersøkelsene har vært Jon Knutzen.

De statistiske beregningene i denne undersøkelsen er gjort av Eivind Oug, NIVA-Sørlandsavdelingen.

Grimstad, 27.5.1991

Kristoffer Næs

1. KONKLUSJONER

Hovedformålet med denne sedimentundersøkelsen har vært:

1. *Å kvantifisere mengden av utvalgte miljøgifter lagret i sedimentene i Grenlandsfjordene.*
2. *Å kartlegge størrelsen på området som er influert samt graden av påvirkning.*
3. *Å antyde faktorer som har betydning for spredning/bunnfelling av forbindelsene.*

Hovedkonklusjonene er:

Lageret av kvikksølv (Hg), pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), dekalorlobifenyl (10CB), 2,3,7,8 TCDD-ekvivalenter (Nordisk model) og polysykliske aromatiske hydrokarboner i kg i de øverste 10 cm av sedimentet er gitt i tabellen nedenfor.

	Hg	5CB	HCB	OCS	10CB	TCDD	PAH
Vollsfjorden	111	1.0	3.4	1.4	6.8	0.3	183
Frierfjorden	2012	86	389	154	224	6.2	13415
Eidangerfjorden	365	2.9	5.8	4.3	11	0.5	466
Brevik-, Langesundsfjorden	569	2.3	9.4	6.5	2.7	0.8	4273
Håøyfjorden m/omliggende fjorder	532	4.2	10	5.4	20	1.7	719

Det var sterke gradienter for alle de nevnte miljøgiftene fra Frierfjorden til Langesundsbukta. Anslagsvise overkonsentrasjoner som et gjennomsnitt av observasjonene av overflatesedimentet (0-2 cm) i Frierfjorden var: For kvikksølv: ca. 15, for heksaklorbenzen: ca. 1000, for TCDD-ekvivalenter: 500, for PAH: ca. 40.

I ytre deler av Langesundsbukta var konsentrasjonene av kvikksølv og PAH på bakgrunnsnivå. Det er sparsomt med opplysninger om bakgrunnsnivåer av klororganiske forbindelser fra områder uten punktkilder. Resultatene antyder imidlertid

svak påvirkning av de klorerte hovedkomponentene i avløpet fra Hydro Porsgrunns magnesiumfabrikk (5CB, HCB, OCS, 10CB) i ytre Langesundsbukta. For "dioksiner" regnet som 2,3,7,8 -TCDD-ekvivalenter var det i Langesundsbukta konsentrasjoner 10-30 ganger over det man finner i kun diffust belastede områder.

Resultatene kan indikere transport av klorerte forbindelser fra Hydro Porsgrunn til stasjonen ved Portør og Nevlunghavn.

Det ble påvist høy PAH-konsentrasjon i nærområdet til Hydro Rafnes. Data-materialet gir ikke grunn til å knytte dette til utslipp fra Hydro Rafnes, men kan skyldes tilførsler fra generell aktivitet i området (olje, eksos fra skip osv.).

Det ble også påvist en lokal høy PAH-verdi nord av Skjerkøy og ved Versvikbukta. Datamaterialet muliggjør heller ikke her påvisning av kilde. PAH-profilen fra de omtalte områdene var anrikt av lettere forbindelser.

Resultatene viste at det var ingen signifikant samvariasjon mellom de klorerte hovedkomponentene (pentaklorbenzen, heksaklorbenzen, oktaklorstyren, dekalor-bifenyl), kvikksølv og polyklorerte dibenzofuraner/-dioksiner i sedimentene. Analyse av hovedkomponentene kan derfor vanskelig brukes for å karakterisere innholdet av furaner/dioksiner i sedimentene.

Det anbefales at årsaken til de høye PAH-verdiene ved Hydro Rafnes, ved Skjerkøy og ved Versvikbukta avklares i en oppfølgende undersøkelse. Det anbefales også at det samles inn sedimentprøver fra lokaliteter på Skagerrak-kysten for å sammenligne profilen av polyklorerte dibenzofuraner/dioksiner med tilsvarende fra Langesundsbukta, Portør og Nevlunghavn.

2. INNLEDNING

2.1. Generelt

Utslipp fra Hydro Porsgrunns magnesiumfabrikk har medført høye konsentrasjoner av persistente (bestandige) klororganiske miljøgifter i sedimentene i Frierfjorden og Breviksfjorden. Særlig høye konsentrasjoner finnes i Gunnekleivfjorden mellom Skienselva og Frierfjorden. Hovedkomponenter i avløpsvannet fra magnesiumfabrikken har vært penta- og heksaklorbenzen (5CB, HCB), oktaklorstyren (OCS) og dekalorbifenyyl (10CB), men sett i forhold til miljøfarlighet må gruppen av polyklorerte dibenzo-p-furaner og dibenzo-p-dioksiner (PCDF/PCDD) anses som enda viktigere. For nærmere opplysninger om belastningen med disse stoffene (årsutslipp, utvikling over tid) henvises til Knutzen og Green (1990) og for PCDF/PCDD til Knutzen og Oehme (1988). Utslippene fra magnesiumproduksjonen har også omfattet mindre mengder av polyklorerte benzener/styrener/naftalener (Baumann Ofstad et al. 1978, NILU analyserapport av 9/5-88, Hydroinformasjon av 25/6-88).

Sedimentene har også forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv, spesielt i Gunnekleivfjorden, forårsaket av utslipp fra Hydro Porsgrunns nå nedlagte kloralkaliefabrikk på Herøya. Om utviklingen i belastning med kvikksølv kan vises til Jarandsen, 1990.

Utslipp fra Elkem-PEA A/S's ferromanganverk har vært hovedkilden til markerte overkonsentrasjoner av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, tjærestoffer) i sedimentene. Tilførselene har i det siste blitt vesentlig redusert (Knutzen og Green, 1990) til ca. 200 kg pr. år (SFT, Kontrollavd. Nedre Telemark, årsmelding 1989) og kan idag representere en av hovedkildene for PAH-påvirkning. Utslipp av pyrolyseolje har blitt ansett som hovedtilførselene fra Hydro Rafnes.

Utslippene av PCDF/PCDD, HCB, etc., PAH og kvikksølv har medført så forhøyet innhold av disse stoffene i fisk og skalldyr, at Statens næringsmiddeltilsyn (SNT), dels har utstedt omsetningsforbud, dels har gitt kostholdsrad. For PCDF/PCDD omfatter det området ut til munningen av Langesundsbukta (linjen Såstein - Mølen). I delmål 1 i Miljøverndepartementets "Miljøpakke Grenland" heter det imidlertid:

"Innen år 2000 skal fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene kunne brukes som menneske-mat uten restriksjoner". Forslagsvise kriterier for oppfyllelse av målene finnes hos Knutzen (1990).

Et hovedspørsmål etter at den direkte belastningen med miljøgifter er blitt betraktelig minsket, spesielt reduksjonen med mer enn 95 % i utslippene av klororganiske stoffer fra juli 1990, er: Hvilken fremtidig betydning vil lagrene av miljøgifter i sedimenter få for nivåene i spiselige organismer?

For å ha noen formening om dette spørsmål er det påkrevet med bl.a.:

- I Opplysninger om konsentrasjoner og mengder i sedimentene, særlig i de øvre lag.
- II Informasjon om graden av fysisk/kjemisk utlekking/mobilisering fra bunn-avleiringene til det overliggende bunnvann og fortsatt spredning til ovenfor-liggende vannmasser.
- III Kunnskap om hvilke forhold som bestemmer transport av miljøgiftene i resipienten.
- IV Kunnskaper om miljøkriterier og opptak i organismer, enten direkte gjennom gjeller/kroppsoverflate ved kontakt med forurenset porevann/sediment eller ved inntak av forurenset næring (sedimentpartikler, bakterier, mikroalger, smådyr) og dertil viten om hvordan miljøgiftene transporteres gjennom næringskjedene.

2.2. Formål

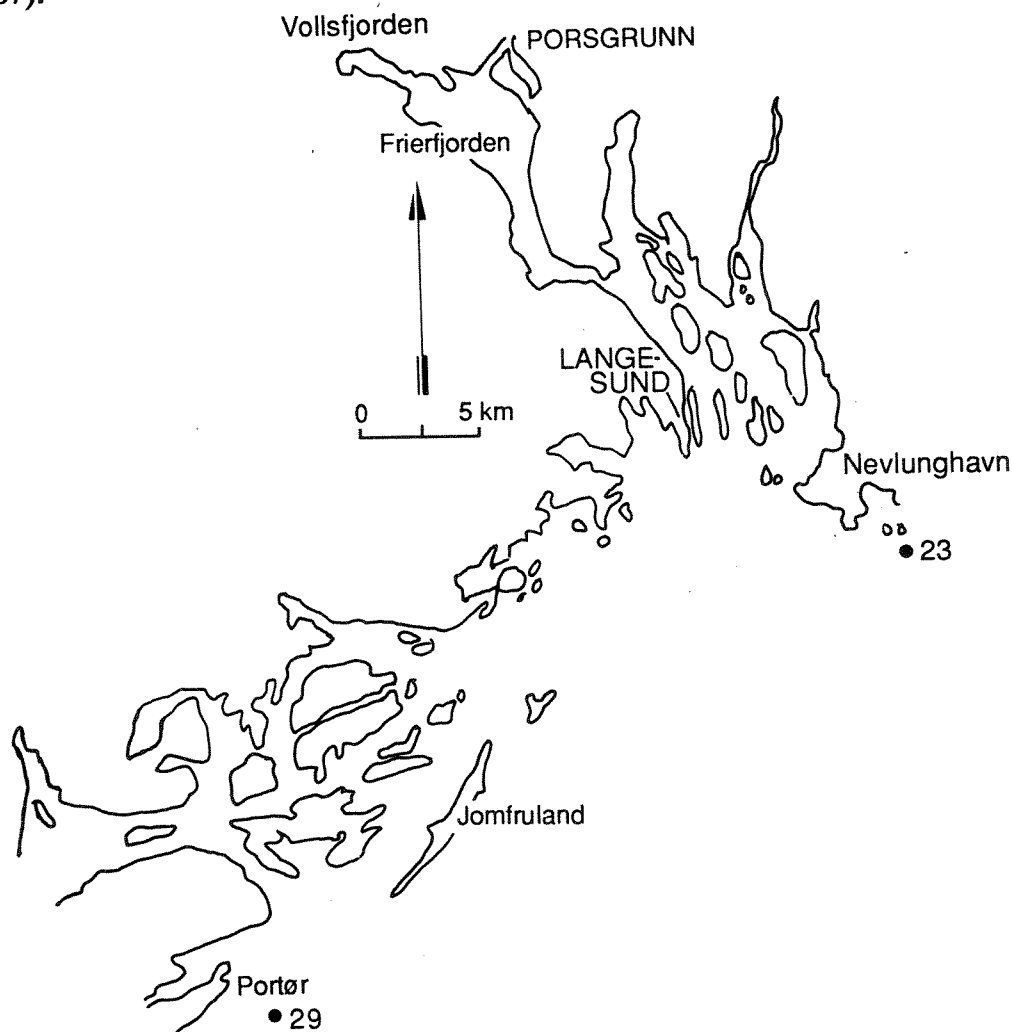
Miljøgifter vil i stor grad bindes til partikler. Disse partiklene vil enten synke til bunns eller transporteres ut av fjordsystemet. Undersøkelser av bunnsedimenter er derfor velegnet til å påvise influensområde og grad av forurensning fra forskjellige typer utslipp. Kvantifisering av mengde miljøgifter lagret i bunnsedimentene er viktig for å kunne vurdere varigheten av sedimentene som en eventuell en sekundær forurensningskilde og for å kvantifisere hvor stor del av utslippet som har sedimentert i resipienten.

Hovedmålet med denne sedimentundersøkelsen er derfor:

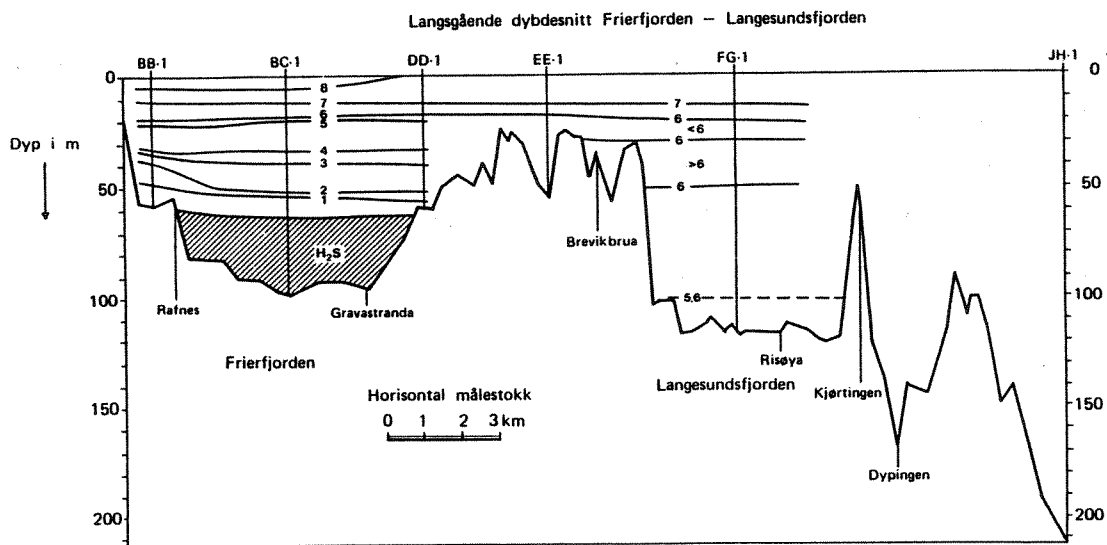
1. Å kvantifisere mengden av utvalgte miljøgifter lagret i sedimentene.
2. Å kartlegge størrelsen på området som er influert av miljøgiftutslipp samt grad av påvirkning.
3. Å antyde faktorer som har betydning for spredning/bunnfelling av forbindelsene.

2.3. Området

Undersøkelsen omfatter Grenlandsfjordene og Langesundsbukta. Undersøkelsesområdet avgrenses av Volls fjorden i nord, Nevlunghavn i nordøst og Portør i sydvest (figur 1). Langesundsbukta/Grenlandsfjordene har en komplisert topografi med terskler og bassenger. Figur 2 viser et dybdeprofil fra innerst i Frierfjorden til Langesundsbukta. De viktigste tersklene i denne sammenhengen er mellom Langesundsbukta og Langesundsfjorden med et terskeldyp på ca. 55 meter og mellom Frierfjorden og Breviksfjorden/Langesundsfjorden ved Brevik på ca. 23 meter. Begrenset vannutskifting sammen med tilførsler av organisk materiale medfører anoksisk bunnvann i Frierfjorden og lavere oksygenverdier i bunnvannet i Langesundsfjorden (Rygg et al., 1987).



Figur 1. Kart over undersøkelsesområdet med stasjon 23 og 29 inntegnet.



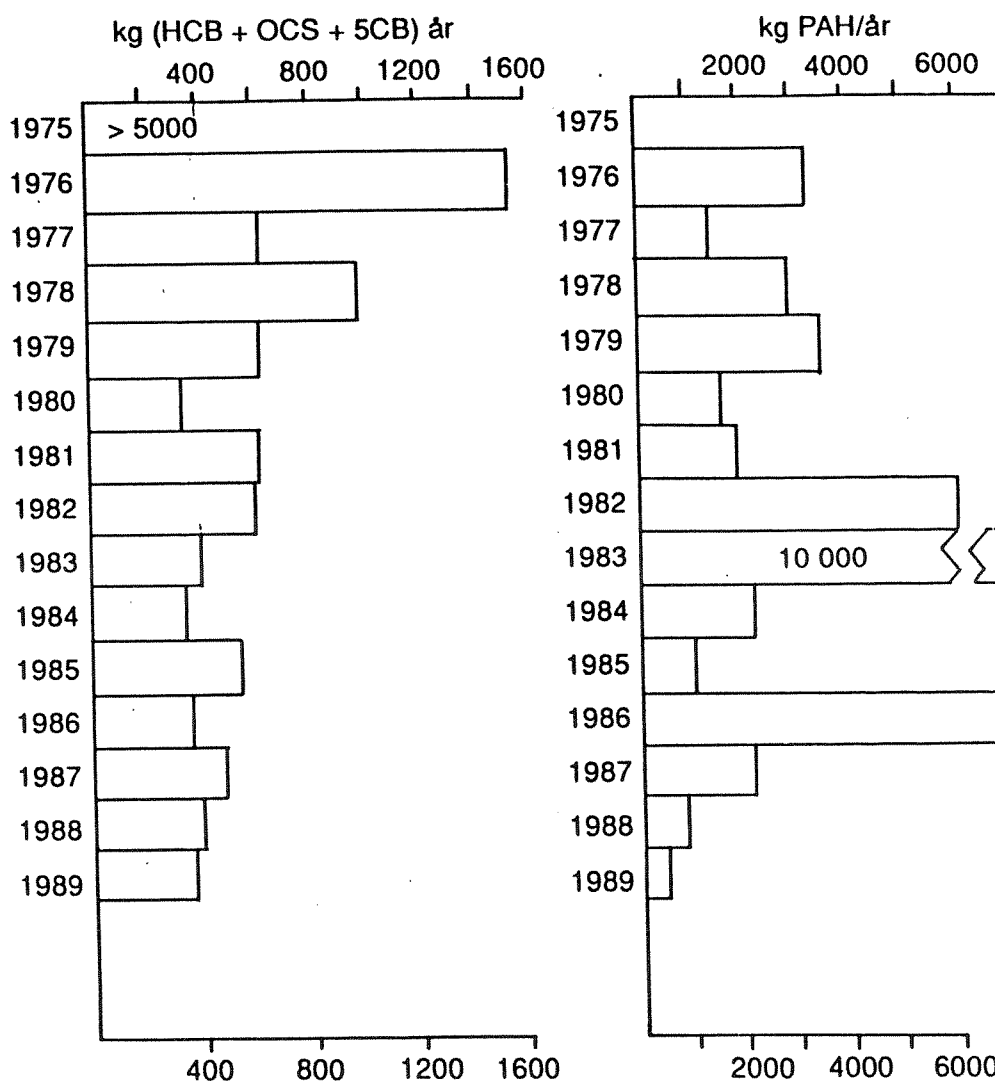
Figur 2. Langsgående dybdesnitt Frierfjorden - Langesundsfjorden. Oksygenkonstrajoner (ml O_2/l) 2. mai 1983. (Etter Rygg et al., 1984).

2.4. Tidligere undersøkelser

Det er gjennomført et betydelig antall undersøkelser av fjordsystemet, spesielt under det statlige programmet for forurensningsovervåking (se Rygg et al., 1987 for oversikt). Undersøkelser spesielt knyttet til sedimenter kan nevnes Skei, 1975, Skei, 1981, Rygg et al., 1987, Molvær, 1989, Næs, 1989 og Skei et al., 1989. De siste tre omhandler sedimenter i Gunnekleivfjorden.

2.5. Forurensningstilførsler

En oversikt over forurensningstilførsler til fjordsystemet i 1988 (89) er gitt av Ibrenk og Gulbrandsen (1989). Tilførsler av penta-/heksaklorbenzen og oktaklorstyren fra Hydros magnesiumfabrikk samt PAH fra Elkem PEA er vist i figur 3 nedenfor. For kvikksølv henvises det til Jarandsen (1990).



Figur 3. Utslipp til Skienselva og Friarfjorden av utvalgte hovedkomponenter av klorerte hydrokarboner (sum HCB/OCS/5CB) og polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) 1976-1989. HCB = heksaklorbenzen, OCS = oktaklorstyren, 5CB = pentaklorbenzen (Etter Knutzen og Green 1990).

De klororganiske utslippene er dominert av HCB som gjennomsnittlig for perioden 1986-1990, utgjorde 71 % (variasjon 60-75 %) av sum 5CB, HCB og OCS (O. Haugerød, Hydro Porsgrunn, pers. med). Pentaklorbenzen og OCS utgjorde henholdsvis 13 (variasjon 11-21) og 16 % (variasjon 10-24 %) av summen. Tilførslene av 10CB har vært i samme størrelsesorden som for 5CB og OCS. De er beregnet til 36 kg for 1988 og 32 kg for 1989.

Årlig utslipp av polyklorerte dibenzofuraner og polyklorerte dibenzodioxiner som 2,3,7,8 - TCDD ekvivalenter (Nordisk modell) er beregnet til (Utslippsdokumentasjon Hydro Porsgrunn):

Til og med 1976
5-10 kg

1977-1989
~0.5 kg

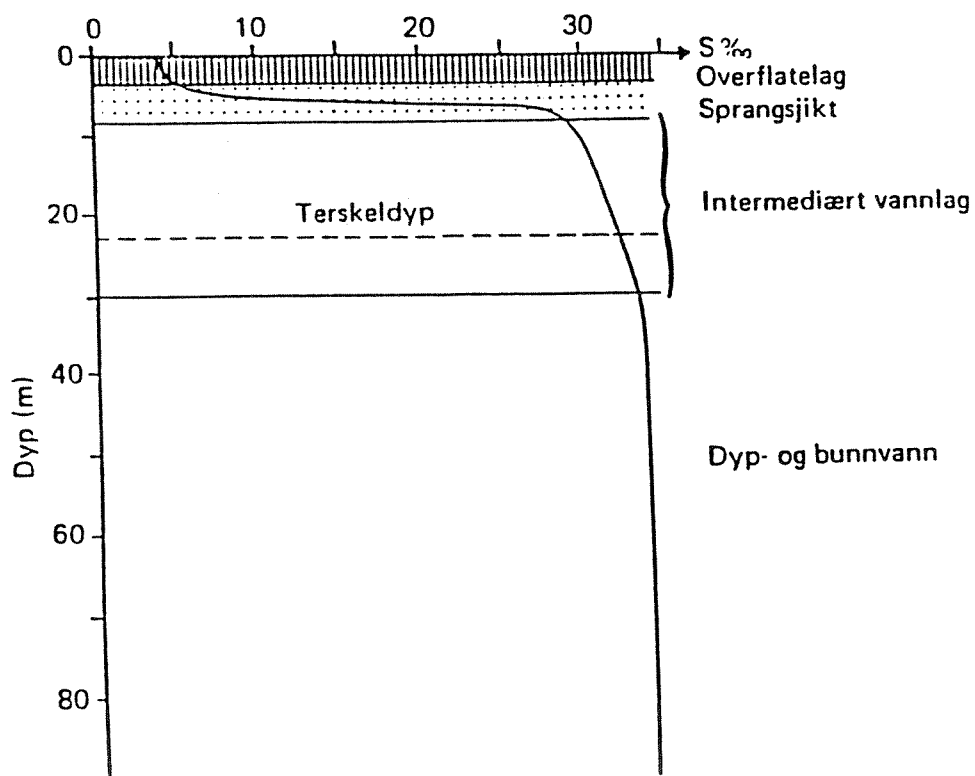
Etter juli 1990
~ 5 g

3. MATERIALE OG METODER

3.1. Prøvetakingsstrategi

De to hovedmålene med undersøkelsen, kvantifisering og sporing av utbredelse, krever forskjellig prøvetakingsstrategi. For å få en optimal kvantifisering av mengde lagrede miljøgifter med et økonomisk akseptabelt prøveantall, må man dele inn fjorden i antatt representative arealer. I en best mulig kartlegging av influensområdet ville det imidlertid være riktigst å plassere stasjoner med fast avstand i et rutenett over hele fjordområdet.

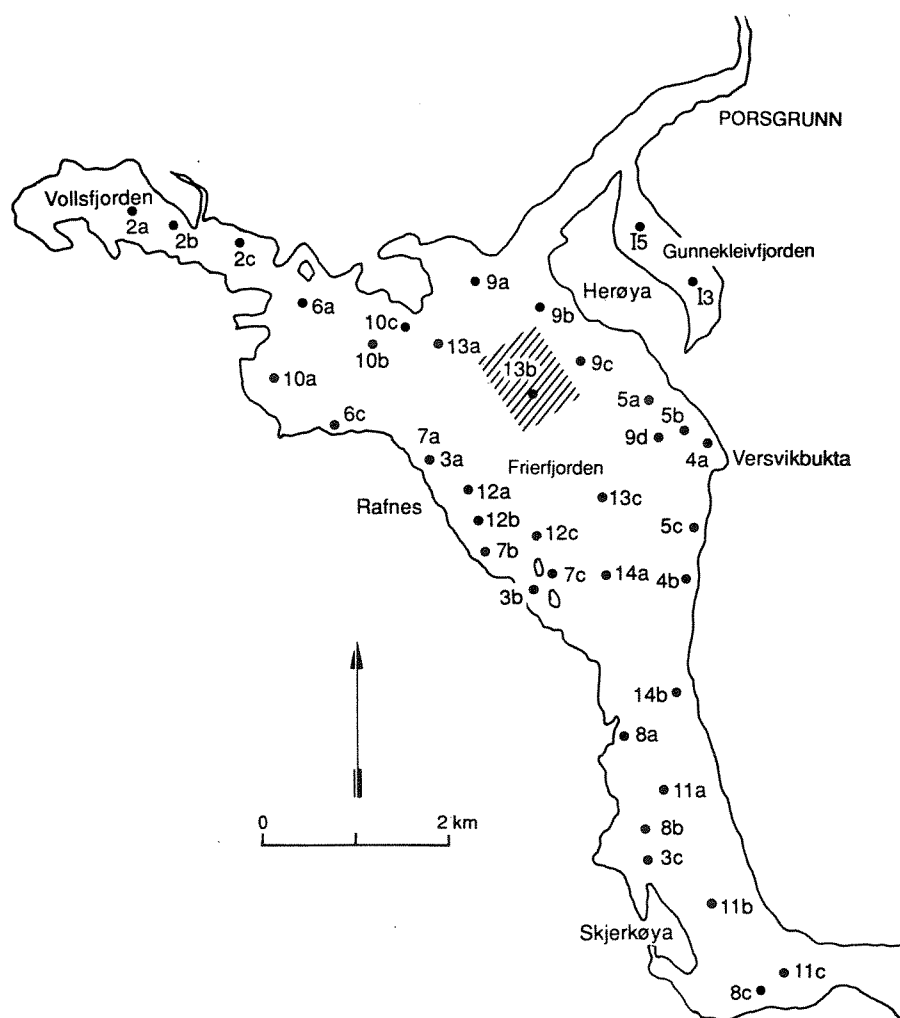
I samråd med Hydro Porsgrunn har man kommet fram til at målsetting 1 (kvantifisering) skulle prioriteres. En formålstjenlig inndeling av fjorden må baseres på faktorer som styrer fordelingen i sedimentet. De viktigste er trolig avstand fra kilde og dyp. Momenter som sedimentbeskaffenhet og redoksforhold vil i stor grad være styrt av dyp, i allefall innen ett enkelt fjordområde. Det er derfor valgt å inndele fjorden ut fra dybdefordeling. Denne inndelingen i forskjellige dybdeintervaller har tatt utgangspunkt i en generell fordeling av vannmassene i Frierfjorden etter salt- holdighetsprofilen, vist i figur 4. På dette grunnlaget er det valgt å inndele Frierfjorden i dypintervallene grunnere enn 10 meter, 10 til 30 meter, 30 til 60 meter og dypere enn 60 meter. For fjordområdet utenfor Frierfjorden er intervallet grunnere enn 10 meter sett bort fra.



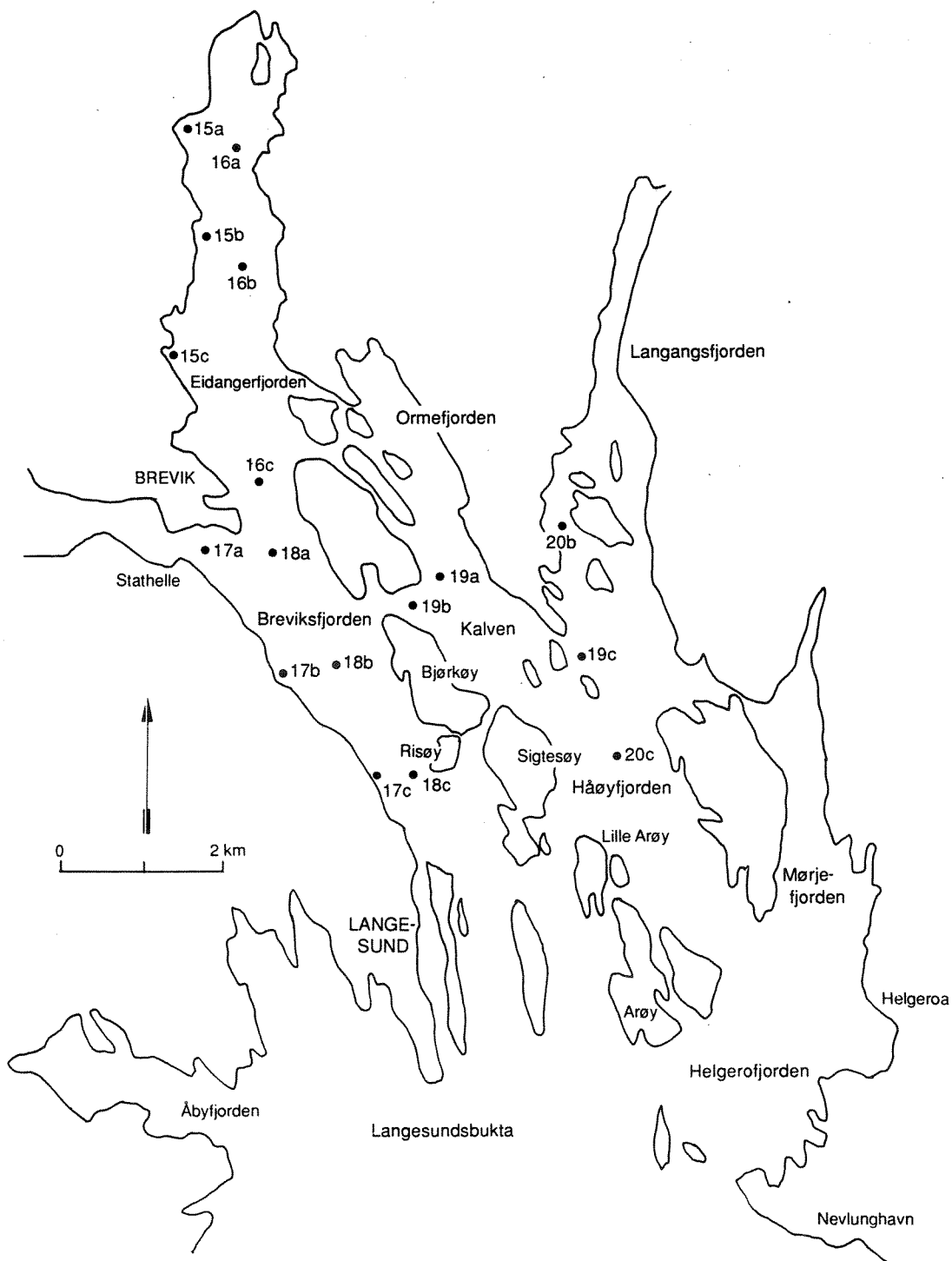
Figur 4. Generell vertikal inndeling av Frierfjordens vannmasser etter saltholdighetsprofilen.

3.2. Stasjonsplassering og prøvetaking

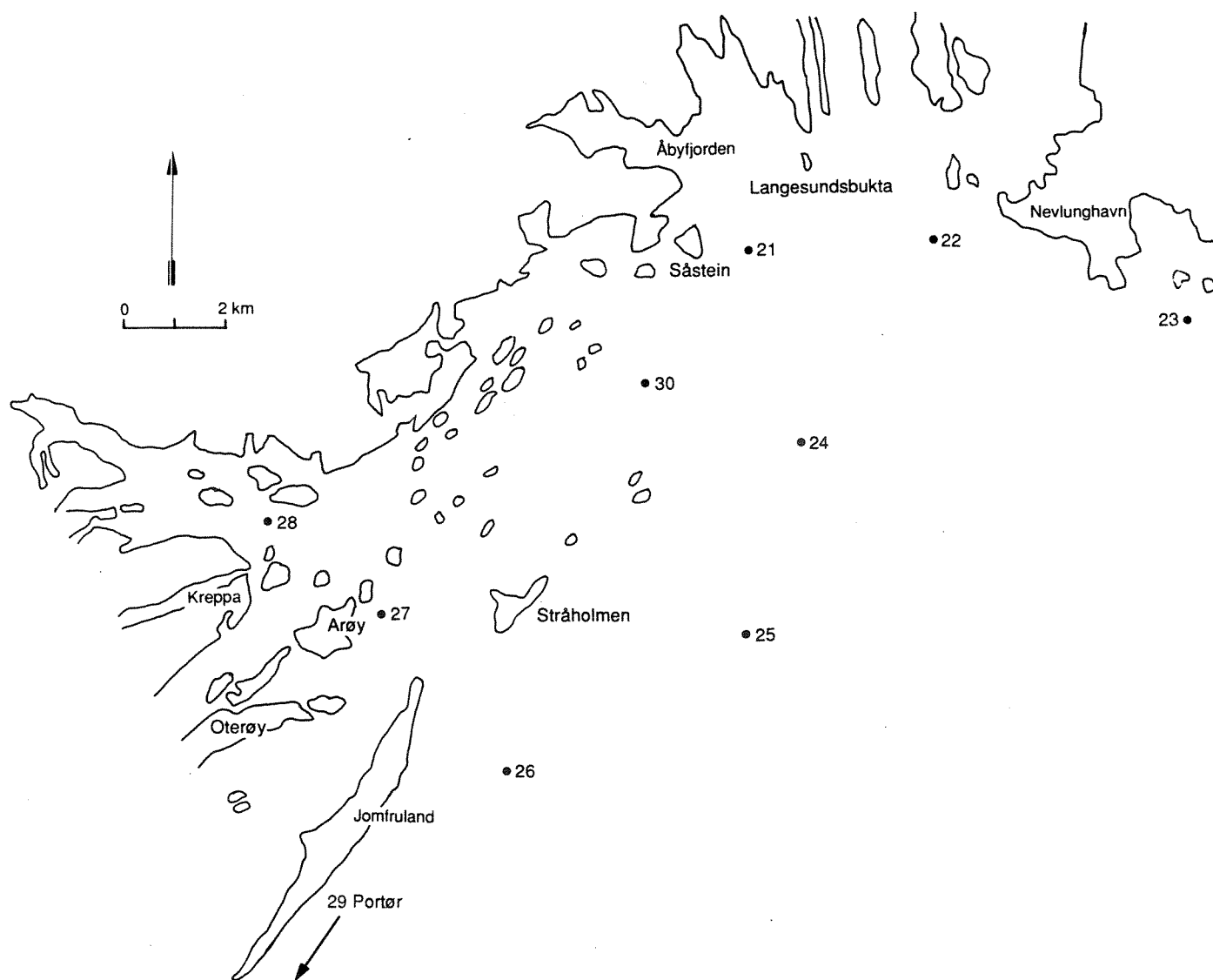
Stasjonsplassering er vist i figur 5a,b,c (se også fig. 1) og med nøyere stedsangivelse i toktrappert i Vedlegg 1. Beregningene av mengde miljøgifter lagret i sedimentene er gjennomført for Grenlandsfjordene eksklusive Langesundsbukta. Det er valgt å la hver stasjon være representativ for hvert sitt areal. Siden hvert areal kan ha en relativ stor utstrekning, er det tatt 2-4 prøver på forskjellige steder som så er stått sammen til en blandprøve i analysene. De forskjellige arealene er vist i figur 6a,b og en oversikt over arealer og tilhørende stasjoner er gitt i tabell 1.



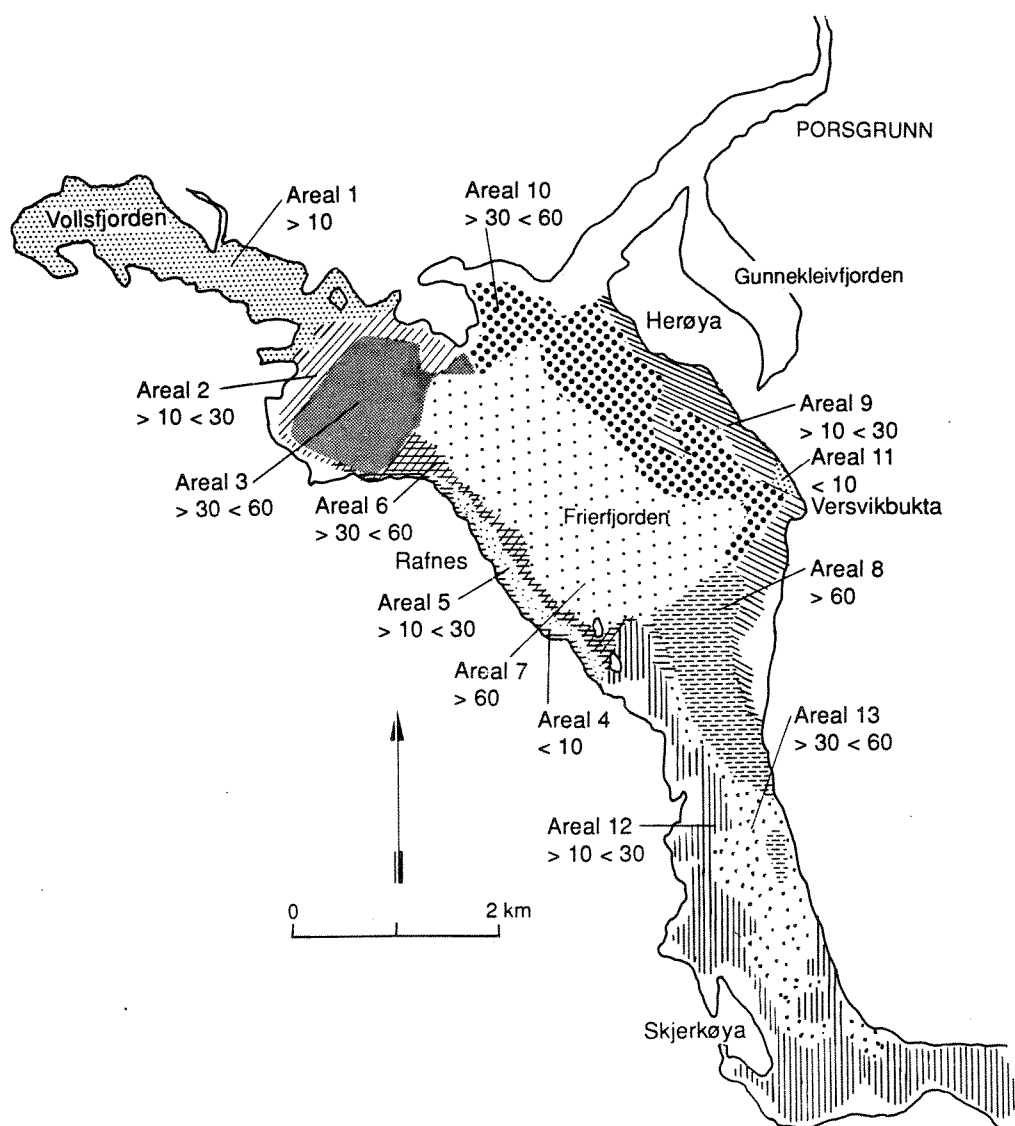
Figur 5a. Stasjonsplassering. Skravert areal markerer dumpeområde.



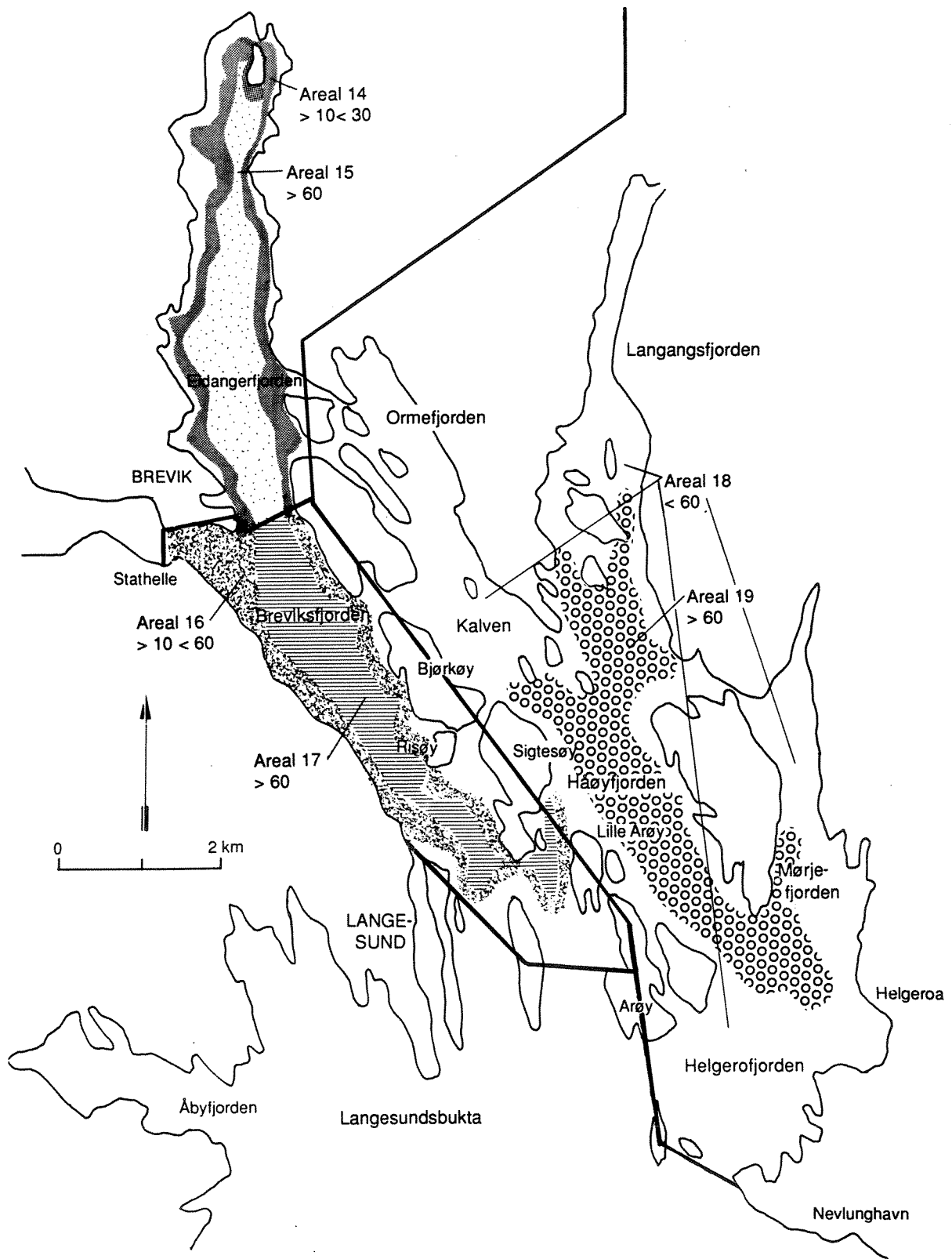
Figur 5b. Stasjonsplassering.



Figur 5c. Stasjonsplassering.



Figur 6a. Arealer brukt i beregningene av mengde miljøgifter lagret i sedimentene.



Figur 6b. Arealer brukt i beregningene av mengde miljøgifter lagret i sedimentene.

Tabell 1. Arealer og tilhørende stasjoner i de forskjellige fjordavsnittene.

Areal	Stasjon	Dyp	Størrelse (km ²)	Betegnelse
1	2(a+b+c)	> 10m	1,128	Vollsfjorden
2	6(a+c)	> 10 < 30	0,726	Frierfjorden
3	10(a+b+c)	> 30 < 60	1,457	
4	3(a+b)	< 10	0,331	
5	7(a+b+c)	> 10 < 30	0,460	
6	12(a+b+c)	> 30 < 60	0,644	
7	13(a+b+c)	> 60	3,884	
8	14(a+b)	> 60	1,136	
9	5(a-b-c)	> 10 < 30	1,410	
10	9(a+b+c+d)	> 30 < 60	2,613	
11	4a	< 10	0,100	
12	8(a+b+c)	> 10 < 30	2,454	
13	11(a+b+c)	> 30 < 60	1,860	
14	15(a+b)	> 10 < 60	1,136	
15	16(a+b+c)	> 60	2,990	
16	17(a+b+c)	> 10 < 60	3,264	Breviks-/ Langesundsfjorden
17	18(a+c)+18b	> 60	3,540	
18	19(a+b+c)	> 60	8,350	Orme fj., Langangsfj., Kalven, Mørjefj., Håøyfj., Helgerofj.
19	20c	> 60	5,064	

Feltarbeid ble gjennomført 9.-11.10.89 med F/F "Trygve Braarud" (Universitetet i Oslo) og 21.11.89 med M/B "Drott" (Grenland Miljø-og Resipient-service). Sedimentprøvene ble samlet inn med en kjerneprøvetaker (Niemistö 1974) og snittet i 2 cm tykke skiver.

For å beregne mengde av utvalgte miljøgifter lagret i sedimentene er snittene 0-2, 4-6 og 8-10 cm analysert (ikke 8-10 på stasjon 2). Konsentrasjonene i disse snittene er valgt å være representative for dypintervallene 0-3, 3-6 og 6-10 cm i sedimentene. Mengde lagret i sedimentene representerer derfor maksimum de øverste 10 cm av

bunnavsetningene.

I beregningene av mengde pentaklorbenzen, heksaklorbenzen, oktaklorstyren, dekalorbifenyl og PAH er stasjoner og arealer som gitt i tabell 1 anvendt. Det er gjennomført noen færre dioksin/furan-analyser. I beregningene av mengde dioksin/furan representert ved TCDD-ekvivalenter lagret, er noen arealer slått sammen. En oversikt over dette framkommer i tabell 2.

Tabell 2. Arealer og tilhørende stasjoner anvendt ved beregning av mengde TCDD-ekvivalenter lagret i sedimentene.

Areal	Stasjon	Anmerkninger
1	$2(a+b+c)$	4-6 cm snittet representerer 3-10 cm nivå
2+3+7	$13(a+b+c)$	
4+5+6	$12b$	
8	$14(a+b)$	
9	$5(a+b+c)$	
10+11	$9(a+b+c+d)$	0-2 cm snittet representerer 0-10 cm nivå
12	$8(a+b+c)$	
13	$11(a+b+c)$	
14+15	$16(a+b+c)$	
16-17	$18b$	
18	$19(a+b+c)$	4-6 cm snittet representerer 0-6 cm nivå
19	$20c$	

Anmerkningene skyldes at for areal 1 er kun 0-2 og 4-6 cm snittet analysert, for areal 13 kun 0-2 cm og for areal 19 er kun 4-6 cm snittet analysert.

3.3. Analyseparametre og metoder

Alle analysene er utført på usiktet sediment. Separate prøver ble imidlertid våtsiktet for å bestemme prosent større/mindre enn $63 \mu\text{m}$ (skille sand/silt). Prøvene ble analysert for innhold av total karbon og nitrogen ved CHN-elementanalysator. For bestemmelse av kvikksølv er prøvene oppsluttet i 1:1 salpetersyre (Norsk Standard 4768) og analysert på en P.E. Coleman-50 Hg-analysator. Det oksyderte kvikksølvet reduseres til elementært kvikksølv med tinnklorid, drives over til analysatoren med luft og måles ved $253,7 \text{ nm}$.

For analyse av pentaklorbenzen, heksaklorbenzen, oktaklorstyren og dekaklorbifenyl ble sedimentet ekstrahert med en 1:1 blanding av cykloheksan og isopropanol. Ekstraktet ble injisert splittløs på gasskromatograf med 30 m kapillarkolonne med i.d. $0,32 \text{ mm}$ belagt med $0,1 \mu\text{m}$ DB-5. EC-detektor ble benyttet. Identifisering og kvantifisering ble gjort ved hjelp av eksterne standarder. Multilevel kalibrering ble benyttet.

For bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble $0,5\text{-}5 \text{ g}$ frysetørket sediment tilsatt deutererte PAH som indre standarder og ekstrahert med cyklohexan i Soxhlet i 8 timer. Etter tørking med natriumsulfat ble ekstraktvolumet redusert før rensing på silikagel deaktivert med 15 % vann. Cyklohexan benyttes som elueringsmiddel. Ekstraktvolumet reduseres til $0,1\text{-}2 \text{ ml}$ før analyse.

PAH analyseres på gasskromatograf utstyrt med splittløs injektor og kapillarkolonne. Gasskromatografen er tilkoblet en masseselektiv detektor innstilt i SIM slik at PAH identifiseres ut fra molekylionene og retensjonstid. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.

Innhold av EDC-tjære, kvantifisert ved konsentrasjonen av 1,2-dikloretan, ble bestemt ved å ekstrahere vått, surgjort sediment med toluen. Ekstraktet ble tørket med natriumsulfat og rensert med Florisil og kobberpulver. $1 \mu\text{l}$ ble injisert med splitt 1:10 på en DB-WAX-kolonne. EC-detektor ble benyttet. Kolonnetemperatur var 70° C , bæregass $1,6 \text{ ml H}_2/\text{min}$. Make-up-gass var 35 ml/min argon med 5 % metan.

Injektortemperatur var 250°, detektortemperatur 300°. Ekstern standard ble benyttet.

Analyse av ekstraherbart organisk bundet klor (EOCl), ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOCl) og ikke ekstraherbart organisk bundet klor (NEOCl) er gjort på SI. Analysen baserer seg på ekstraksjon av sedimentet med en blanding av cykloheksan og isopropanol. Cykloheksanfasen isoleres og renses for uorganisk klor. Ekstraherbart persistent organisk bundet klor analyseres med nøytronaktiveringsanalyse etter at ekstraktet er svovelsyrebehandlet. Rest av organisk bundet klor (NEOCl) ble bestemt på en delprøve av det ekstraherte materialet.

Bestemmelse av polyklorete dibenzofuraner og polyklorete dibenzodioksiner er utført gasskromatografisk-massespektrofotometrisk av NILU. For en nærmere beskrivelse av metoden henvises det til Knutzen og Oehme (1988).

Bestemmelse av sedimentenes akkumulasjonshastighet ble gjort av Isotopcentralen, Danmark, ved analyse av bly-210-isotopen.

En oversikt over analyser er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Oversikt over sedimentanalyser, Grenlandsfjordene

Stasjon	Dyp	Hg	5CB	HCB	OCS	10CB	PAH	Furan/ dioks.	Pyro.	EDC	Pb-210
2(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
	4-6	x	x	x	x	x	x	x			
3(a+b)	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	x	x	x				
	8-10	x	x	x	x	x	x				
3b	0-2								x	x	
3c	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	x	x	x				
	8-10	x	x	x	x	x	x				
4a	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	x	x	x				
	8-10	x	x	x	x	x	x				
5(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
	4-6	x	x	x	x	x	x	x			
	8-10	x	x	x	x	x	x	x			
5c	0-2								x	x	
6(a+c)	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	x	x	x				
	8-10	x	x	x	x	x	x				
7(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	x	x	x		x	x	
	8-10	x	x	x	x	x	x		x	x	
7a	0-2								x	x	
7b	0-2								x	x	
7c	0-2								x	x	
8(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
	4-6	x	x	x	x	x	x	x			
	8-10	x	x	x	x	x	x	x			
8b	0-2								x	x	
9(a+b+c+d)	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
	4-6	x	x	x	x	x	x	x			
	8-10	x	x	x	x	x	x	x			
9d	0-2								x	x	
10(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	x	x	x				
	8-10	x	x	x	x	x	x				
11(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
	4-6	x	x	x	x	x	x				
	8-10	x	x	x	x	x	x				
11b	0-2								x	x	

Tabell 3 forts.

Stasjon	Dyp	Hg	5CB	HCB	OCS	10CB	PAH	Furan/ dioks.	Pyro.	EDC	Pb-210
12(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	maskert	x	x				
12(a+c)	8-10	x	x	x	x	x	x				
12a	0-2								x	x	
12b	0-2							x	x	x	
12c	0-2								x	x	
13(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
	4-6	x	x	x	x	x	x	x			
	8-10	x	x	x	x	x	x	x			
13c	0-2								x	x	
	4-6								x	x	
	8-10								x	x	
14(a+b)	0-2	x	x	x	x	x		x			x nb:14b
	4-6	x	x	x	x	x		x			
	8-10	x	x	x	x	x		x			
14a	0-2							x	x		
15(a+c)	0-2	x	x	x	x	x					
	4-6	x	x	x	x	x					
	8-10	x	x	x	x	x					
16(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
	4-6	x	x	x	x	x	x	x			
	8-10	x	x	x	x	x	x	x			
16c	0-2								x	x	x
17(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	x	x	x				
	8-10	x	x	x	x	x	x				
18(a+c)	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	x	x	x				
	8-10	x	x	x	x	x	x				
18b	0-2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	4-6	x	x	x	x	x	x	x			
	8-10	x	x	x	x	x	x	x			
	12-14	x	x	x	x	x	x	x			
	16-18 35-37	x	x	x	x	x	x	x			
19(a+b+c)	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
	4-6	x	x	x	x	x	x	x			
	8-10	x	x	x	x	x	x	x			
20c	0-2	x	x	x	x	x	x				
	4-6	x	x	x	x	x	x	x			
	8-10	x	x	x	x	x	x	x			
20c	0-2								x	x	

Tabell 3 forts.

Stasjon	Dyp	Hg	5CB	HCB	OCS	10CB	PAH	Furan/ dioks.	Pyro.	EDC	Pb-210
21	0-2	x	x	x	x	x	x		x	x	x
22	0-2	x	x	x	x	x	x				
23	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
24	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
25	0-2	x	x	x	x	x					
26	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
27	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
28	0-2	x	x	x	x	x		x			
29	0-2	x	x	x	x	x	x	x			
30	0-2	x	x	x	maskert	x		x			

I tillegg er det analysert på TOC, TN, % tørrvekt og % < 63 μm på alle Hg-stasjonene.

På 2 stasjoner i Gunnekleivfjorden er det analysert på furaner/dioksiner.

På stasjonene 5a, 13c, 16c, 18b og 21 er det analysert på EOCl, EPOCl, NEOCl (ikke-ekstraherbart).

3.4. Tallbehandling

I denne undersøkelsen er det benyttet to typer multivariate metoder for analyse av tallmaterialet: 'Principal component analysis' (PCA) og 'Redundancy analysis' (RDA). Begge er såkalte ordinasjons-analyser som arrangerer variable (forbindelser) og stasjoner (prøver) etter akser. Resultatene illustreres i plott av to og to akser mot hverandre i et rettvinklet koordinatsystem.

Analysene søker i første hånd å sammenfatte og beskrive hovedmønstrene i datasettet. I plottene representeres forbindelsene og stasjonene hver for seg ved punkter. Målet for analysen er å arrangere punktene slik at nærliggende punkter indikerer likhet, henholdsvis forbindelser med likt fordelingsmønster og stasjoner med lik sammensetning av forbindelser. Tilsvarende indikerer fjerntliggende punkter motsatte trender. Man tenker seg at hovedmønstrene er bestemt av miljøforhold i undersøkelsesområdet og egenskaper ved variablene. Ved å sammenholde mønstrene med miljødata søker man å klarlegge årsakssammenhenger.

Både PCA og RDA er såkalte lineære metoder, dvs. de forutsetter lineære relasjoner mellom variablene og de miljøfaktorer som er bestemmende for fordelingsmønstrene. Dette gjør det vanligvis nødvendig å transformere data før analysene. I dette tilfellet, hvor det er svært store sprang fra de høyeste til de laveste verdiene, er dataene logaritme-transformert. Denne transformasjonen reduserer effektene av de høye verdiene og stabiliserer variansene for variablene.

Analysene er beskrevet i mange standard lærebøker i matematikk/statistikk, f.eks. Jongman, ter Braak og van Tongeren (1987). Analysene er utført på beregningsprogrammet CANOCO av de samme forfattere (ter Braak 1988). For nærmere beskrivelse henvises det til Vedlegg 9.

I tallbehandlingen (korrelasjon, regresjon) er også programmet Statgraphics (vers. 3.0) (STSC) anvendt.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

4.1. Kornfordeling og organisk innhold i sedimentene

For en visuell beskrivelse av sedimentene på de enkelte stasjonene henvises det til toktrappen i Vedlegg 1. Rådata er gitt i Vedlegg 2.

Sedimentet vil ha en kornfordeling som i stor grad er styrt av strømforhold på stedet. Man kan grovt skille mellom erosjonsbunn, transportbunn og avsetningsbunn hvor sistnevnte vil ha størst prosentandel finstoff. På grunn av at små partikler relativt sett vil ha større overflate enn store partikler, vil forurensninger ofte i stor grad bindes til små partikler. Forskjeller i konsentrasjon mellom stasjoner kan derfor skyldes variasjoner i partikkeltype og partikkelstørrelse. For å få et mål for disse variasjonene ble derfor sedimentene siktet gjennom en sil med lysåpning på 63 μm som er skille mellom silt/leire og sand. Tabell 4 nedenfor viser at for overflatesedimentene (0-2 cm) i Frierfjorden var i gjennomsnitt 95 % av materialet finere enn 63 μm . Den laveste verdien hadde stasjon 11 med 89 % . I fjordområdet utenfor Frierfjorden, men innenfor Langesund, var det noe større variasjon i prosentandel finfraksjon. Laveste verdi på 64 % var på stasjon 17 som representerer området grunnere enn 30 meter i Brevik-/Langesundsfjorden. Stasjonene utenfor Langesund hadde et betydelig innslag av grovere sediment med et gjennomsnitt på 76 % finfraksjon. Stasjonene 22 og 30 i Langesundsbukta hadde de laveste verdiene på vel 30 % .

Tabell 4. Prosent finfraksjon ($\% < 63 \mu\text{m}$), totalt organisk karbon ($\%$), totalt nitrogen ($\%$), og karbon til nitrogen forhold (C/N) i overflate-sedimentene (0-2 cm) i undersøkelsesområdet.

	Frierfjord	Grenlandsfj. ex. Frierfj.	Langesunds- bukta
% Finstoff:			
Maksimum	100	100	100
Minimum	89	64	31
Gjennomsnitt	95 (n=11)	92 (n=8)	76 (n=10)
Standard avvik	4,4	12	29
TOC:			
Maksimum	6,1	3,7	4,4
Minimum	2,3	0,9	0,3
Gjennomsnitt	4,5 (n=13)	2,6 (n=6)	1,9 (n=10)
Standard avvik	1,3	1,1	1,4
TN:			
Maksimum	0,31	0,45	0,63
Minimum	0,13	0,10	0,10
Gjennomsnitt	0,21 (n=13)	0,26 (n=6)	0,22 (n=10)
Standard avvik	0,06	0,14	0,18
C/N: (fra gj.sn.)	21	10	8,6

Det organiske materialet i sedimentet stammer fra produksjon i vannmassene, avrenning fra land og industri/kommunale utslipp. Sedimentasjonen av dette materialet vil være avhengig av strømforholdene. Vanligvis har derfor de mest finkornige sedimentene høyest organisk innhold. Som forventet var det en klar gradient i organisk innhold (nær det dobbelte av TOC-innholdet) i sedimentene fra Frierfjorden jamnført med de utenfor Langesund. Organisk materiale har sterk evne til å binde miljøgifter. I likhet med variasjoner i kornfordeling, vil derfor variasjoner i organisk innhold kunne gi forskjeller i miljøgiftinnhold mellom stasjoner. I denne sammenheng er det viktig å merke seg de høye organisk karbon-konsentrasjonene på stasjonene 27

og 28 (henholdsvis 4.4 og 3.3 %) nordvest av Jomfruland ved Kreppa. Disse høye verdiene skyldes trolig at stasjonene ligger i avsetningsområder.

Avhengig av hva som er kilden for det organiske materialet i sedimentet, vil nitrogenkonsentrasjonen variere. Terrestrisk plantemateriale er generelt fattig på nitrogenforbindelser. Et sediment påvirket av avrenning fra land eller fiberutslipp fra treforedlingsindustri, vil derfor ha et lavt innhold av nitrogen i forhold til karbon, det vil si et høyt C/N-forhold. Organisk materiale som stammer fra primærproduksjon i resipienten vil være relativt nitrogenrikt. Typiske C/N-verdier hvor primærproduksjonen er hovedkilden for det organiske materialet i sedimentet, er 6-8. Resultatene viser at det organiske materialet i Frierfjorden er dominert av terrestriske tilførsler (avrenning, fiberutslipp) med gjennomsnittlig C/N-verdi på 21. I Breviksfjorden/Langesundsfjorden og omkringliggende fjordområder var innslaget av materiale med terrestrisk opprinnelse betydelig mindre med C/N verdier på 10 i sedimentet. På stasjonene utenfor Langesund er det organiske materialet i sedimentet i stor grad av marin opprinnelse.

Disse resultatene er i god overensstemmelse med sedimentfellemålinger i Frier- og Langesundsfjorden i 1988/89 (Næs 1991 in prep). Det ble da beregnet at 15 % av det organiske materialet som sedimenterte gjennom 20 meters nivået i vannmassene var av marin opprinnelse i Frierfjorden, mens 50 % var av marin opprinnelse i Langesundsfjorden.

4.2. Innhold av kvikksølv i sedimentene

Rådata er gitt i Vedlegg 3.

En sammenstilling av resultatene fra kvikksølvanalysene er gitt i tabell 5. Konsentrasjonene varierte fra høyeste verdi på 8,8 $\mu\text{g/g}$ i 4-6 dyp på stasjon 10 i den innerste delen av Frierfjorden til 0,05 $\mu\text{g/g}$ i Langesundsbuktområdet. Gjennomsnitt for alle prøvene var 2,1 $\mu\text{g/g}$. Det er vanlig å anta en konsentrasjon på 0,1 $\mu\text{g/g}$ i uforurensede områder. Dette betyr at det ble observert konsentrasjoner av kvikksølv som var opptil ca. 80 ganger høyere enn normalt.

Tabell 5. Sammenstilling av kvikksølvresultatene ($\mu\text{g/g}$):

A: Alle sedimentsnitt (0-2, 4-6, 8-10 cm)

B: Kun overflatesedimentene (0-2 cm).

A:

Variabel	Alle st.	Ex. Frierfj.	Kun Frierfjord
Antall	75	33	39
Gjennomsnitt	2,1	1,2	3,0
Standard avvik	1,9	1,1	2,0
Minimum	0,05	0,05	0,07
Maksimum	8,3	5,7	8,3

B:

Variabel	Alle st.	Ex. Frierfj.	Kun Frierfjord
Antall	31	17	14
Gjennomsnitt	1,3	0,65	2,1
Standard avvik	1,1	0,66	1,0
Minimum	0,05	0,05	1,0
Maksimum	3,9	1,9	3,9

Overflatesedimentene i Frierfjorden hadde konsentrasjoner opptil 30 ganger høyere enn normalt. Resultatene viste videre at gjennomsnittskonsentrasjonen i overflatesedimentene (0-2 cm) var lavere enn gjennomsnittet for de tre sedimentlagene (0-2, 4-6, 8-10 cm). Dette gjaldt både når alle stasjonene ble inkludert og for Frierfjorden alene. Dette tyder på en avtagende belastning på fjordområdet i de seinere årene. Direkte utslipp fra Hydro Porsgrunn opphørte i 1987 ved nedleggelsen av kloralkaliefabrikken.

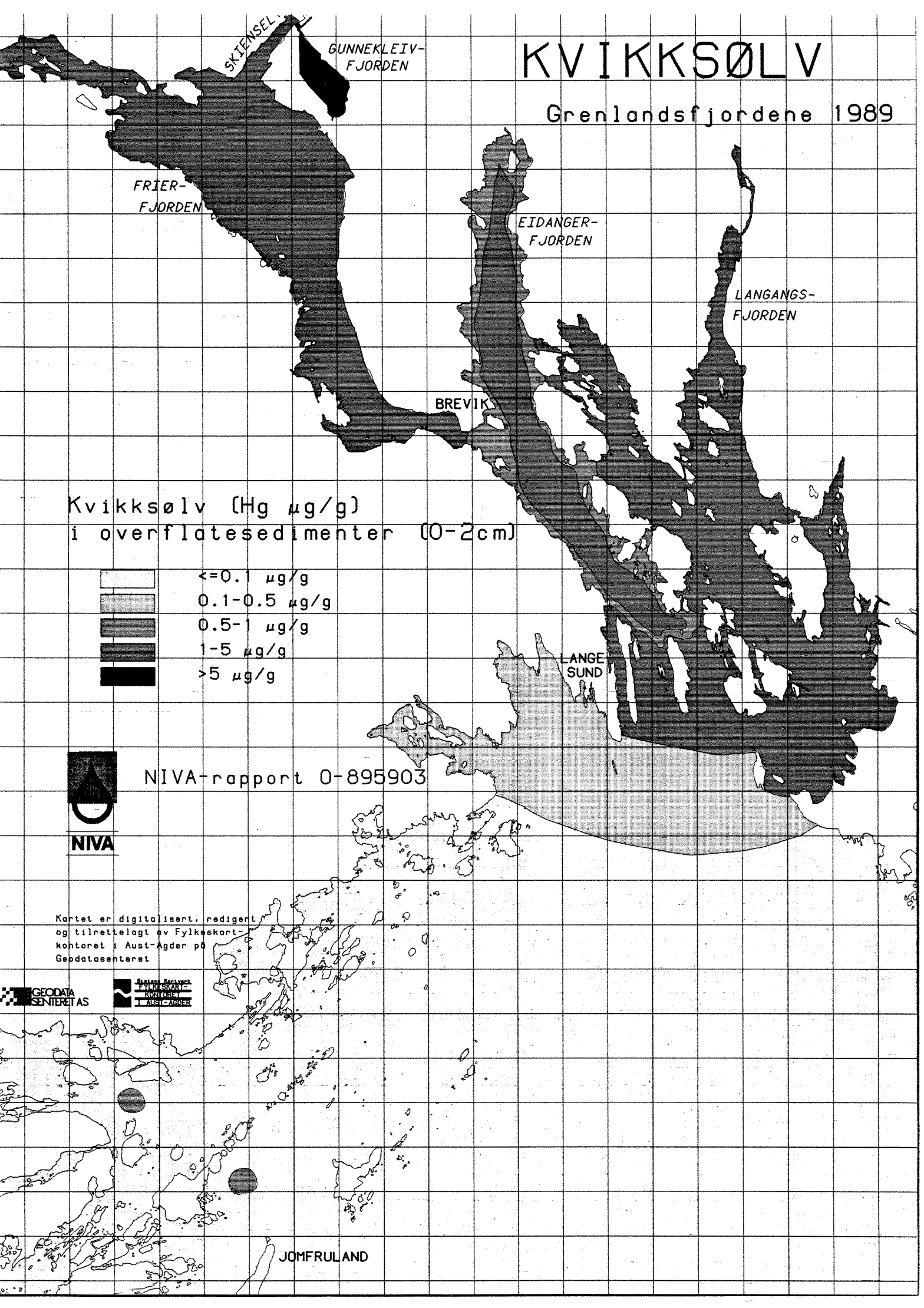
Selv om det måles lavere gjennomsnittskonsentrasjoner i overflatesedimentene i Frierfjorden sammenlignet med resultatene der alle sedimentsnittene er inkludert, er ikke denne nedgangen så stor at forskjellen blir signifikant ($p=0,05$).

En illustrasjon av kvikksølvkonsentrasjonene i overflatesedimentene i hele fjordsystemet er vist i figur 7.

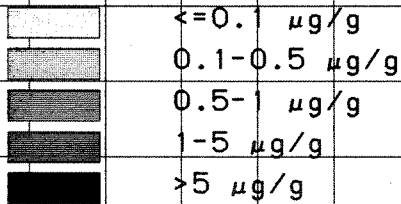
Overkonsentrasjoner av kvikksølv ble observert på stasjonene fra Frierfjorden til stasjonene 21 og 22 innerst i Langesundsbukta. Utenfor dette var konsentrasjonene høyere enn normalverdiene, bortsett fra stasjonene 27 og 28 nordvest av Jomfruland, begge med verdi på $0,7 \mu\text{g/g}$. Kvikksølv har en utpreget tendens til å bindes til organisk materiale. Denne sammenhengen framkommer også for resultatene fra Grenlandsfjordene med en signifikant samvariasjon mellom kvikksølv og organisk karbon ($r=0,75$, $p<0,001$, $n=75$). Som nevnt i forrige kapittel hadde sedimentene på stasjonene 27 og 28 høyt organisk innhold, trolig på grunn av at de representerer et sedimentasjonsområde. Dette, sammen med tidligere tilførsler fra utslippene til Frierfjorden, kan forklare de relativt høye kvikksølvkonsentrasjonene på disse to stasjonene.

KVIKKSØLV

Grenlandsfjordene 1989



Kvikksølv ($\text{Hg } \mu\text{g/g}$)
i overflatesedimenter (0-2cm)



NIVA-rapport 0-895903

Kartet er digitalisert, redigert
og tilrettelagt av Fylkeskart-
kontoret i Aust-Agder på
Geodata-senteret

GEODATA
SENTERET AS

Statens Kartverk
Fylkeskart-
kontoret
I AUST-AGDER

JOMFRULAND

4.3. Pentaklorbenzen, heksaklorbenzen, oktaklorstyren og dekaklorbifenyl i sedimentene

Rådata er gitt i Vedlegg 3. En sammenstilling av resultatene fra analysene av "hovedkomponentene" i avløpet fra magnesiumfabrikken: Pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS) og dekaklorbifenyl (10CB)) er gjort i tabell 6 for alle sedimentdyb og i tabell 7 for kun overflatesedimentene.

Tabell 6. Sammenstilling av pentaklorbenzen - (5CB), heksaklorbenzen - (HCB), oktaklorstyren - (OCS) og dekaklorbifenyl-resultatene (10CB) i ng/g fra alle sedimentsnittene 0-2, 4-6, 8-10 cm.

Variabel	Alle st. 5CB	Ex. Frierfj. 5CB	Kun Frierfjord 5CB
Antall	75	33	39
Gjennomsnitt	44	6,4	79
Standard avvik	67	8,6	78
Minimum	0,1	0,1	5
Maksimum	327	43	327
	HCB	HCB	HCB
Antall	75	33	39
Gjennomsnitt	185	16,7	340
Standard avvik	344	23	421
Minimum	0,1	0,1	20
Maksimum	1881	119	1881
	OCS	OCS	OCS
Antall	74	32	39
Gjennomsnitt	81	10	145
Standard avvik	109	13	117
Minimum	0,1	0,1	0
Maksimum	480	59	480
	10CB	10CB	10CB
Antall	75	33	39
Gjennomsnitt	110	21,5	194
Standard avvik	292	46	387
Minimum	0,1	0,1	3
Maksimum	1301	205	1301

Tabell 7. Sammenstilling av pentaklorbenzen - (5CB), heksaklorbenzen - (HCB), oktaklorstyren - (OCS) og dekaklorbifenyl-resultatene (10CB) i ng/g for overflatesedimentene (0-2 cm).

Variabel	Alle st. 5CB	Ex. Frierfj. 5CB	Kun Frierfjord 5CB
Antall	31	17	14
Gjennomsnitt	42	4,3	87
Standard avvik	55	6,5	53
Minimum	0,1	0,1	31
Maksimum	196	21	196
	HCB	HCB	HCB
Antall	31	17	14
Gjennomsnitt	257	11,9	554
Standard avvik	477	16	593
Minimum	0,1	0,1	77
Maksimum	1881	51	1881
	OCS	OCS	OCS
Antall	30	16	14
Gjennomsnitt	88	9,7	178
Standard avvik	121	14	126
Minimum	0,1	0,1	47
Maksimum	459	46	459
	10CB	10CB	10CB
Antall	31	17	14
Gjennomsnitt	237	33	485
Standard avvik	424	60	539
Minimum	0,1	0,1	5
Maksimum	1301	205	1301

Resultatene illustrerer gradientene fra Frierfjorden til Langesundsbuktområdet med konsentrasjoner i overflatesedimentene for f.eks. HCB fra 1881 ng/g på stasjon 8 (grunnområdet i sydlige del av Frierfjorden) til en verdi på 0,1 ng/g ved Portør og i Langesundsbukta. Igjen skiller stasjonene 27 og 28 seg ut fra resten av stasjonene i Langesundsbuktområdet med en konsentrasjon på 2,3 ng/g.

Tabellene 6 og 7 viser at for 5CB og HCB og OCS var konsentrasjonene i Frierfjorden høyest (dog ikke signifikant) i 0-2 cm snittet sammenlignet med gjennomsnittsverdien for alle snittene. Det omvendte forholdet var tilfelle for gjennomsnittsverdiene for stasjonene utenfor Frierfjorden. Aldersdateringene av sedimentet i Frierfjorden (st. 14b) viste at 10 cm sedimentdyp tilsvarte avsetninger for ca. 12 år siden. Ut fra utslippsreduksjoner i denne perioden (se fig. 3) skulle man ha forventet at konsentrasjonene også i Frierfjorden var lavest i de øverste 2 cm av sedimentet. En forklaring på dette kan være påvirkning av dumpemasse i Frierfjorden, både masse med høy konsentrasjon i et tidsrom svarende til de øverste 2 cm av sedimentet og eventuelt masse med lavere konsentrasjoner tidligere. Det bør legges til at betraktningene ovenfor ikke samsvarer med kvikksølvfordelingen.

For 10CB både i Frierfjorden og i fjordområdet utenfor inneholdt de øverste 2 cm av sedimentet de høyeste konsentrasjonene. For Frierfjorden var forskjellen signifikant ($p < 0,05$).

Forskjellene påpekt ovenfor framkommer også ved korrelasjonsanalyser mellom de fire forbindelsene. Generelt var det korrelasjonskoeffisienter (Spearman rank correlation) på 0,8-0,9 mellom 5CB og HCB avhengig av om alle sedimentdyp eller kun overflatesedimentene inkluderes, eventuelt alle stasjoner eller kun Frierfjorden. Det var lavere r-verdier ved korrelasjoner mot OCS og 10CB. Tabell 8 illustrerer dette for overflatesedimentene i Frierfjorden. Imidlertid var korrelasjonene signifikante ($p < 0,05$) for alle de fire klorerte forbindelsene inklusive mot totalt organisk karbon bortsett fra mellom 10CB og TOC for data fra Frierfjorden. For overflatesedimentene i Frierfjorden var det kun en svak signifikant korrelasjon mellom OCS og TOC ($p = 0,049$).

Tabell 8. Korrelasjonsmatrise mellom pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), dekaklorbifenyyl (10CB) og totalt organisk karbon (TOC) for sedimentdata (alle snitt) fra Frierfjorden (Første tall gir r-verdien, tall i parentes antall observasjoner og siste tall p-verdien).

	5CB	HCB	OCS	10CB	TOC
5CB	1.0000 (39) 1.0000	.8295 (39) .0000	.5954 (39) .0002	.1904 (39) .2406 *	.3312 (39) .0412
HCB	.8295 (39) .0000	1.0000 (39) 1.0000	.7432 (39) .0000	.3693 (39) .0228	.3504 (39) .0308
OCS	.5954 (39) .0002	.7432 (39) .00000	1.0000 (39) 1.0000	.5529 (39) .0007	.3795 (39) .0193
10CB	.1904 (39) .2406	.3693 (39) .0228	.5529 (39) .0007	1.0000 (39) 1.0000	-.0558 (39) .7308 *

* ikke signifikant

Det er relativt sparsomt med publiserte sedimentundersøkelser av de aktuelle klororganiske forbindelsene, dog er det en del data for HCB og OCS. Tabell 9 gir en sammenstilling over en del sedimentkonsentrasjoner fra forskjellige områder.

Tabell 9. Sedimentkonsentrasjoner av heksaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS) (ng/g) fra forskjellige områder.

	HCB	OCS	Ref.
Sydlige Nordsjø	0,002-3		Lohse 1988, a,b,c
Skagerrak/Norskerenna	0,7-0,3		" " "
Tyskebukta		0,9-1,3	Ernst et al. 1984
Elben v/Hamburg-Cuxhaven	- 200	- 10	Eder et al. 1987
Portland, Maine	<0,03-0,4		Ray et al. 1983 a
Corpus Christi, Texas	<0,01-0,7		Ray et al. 1983 b

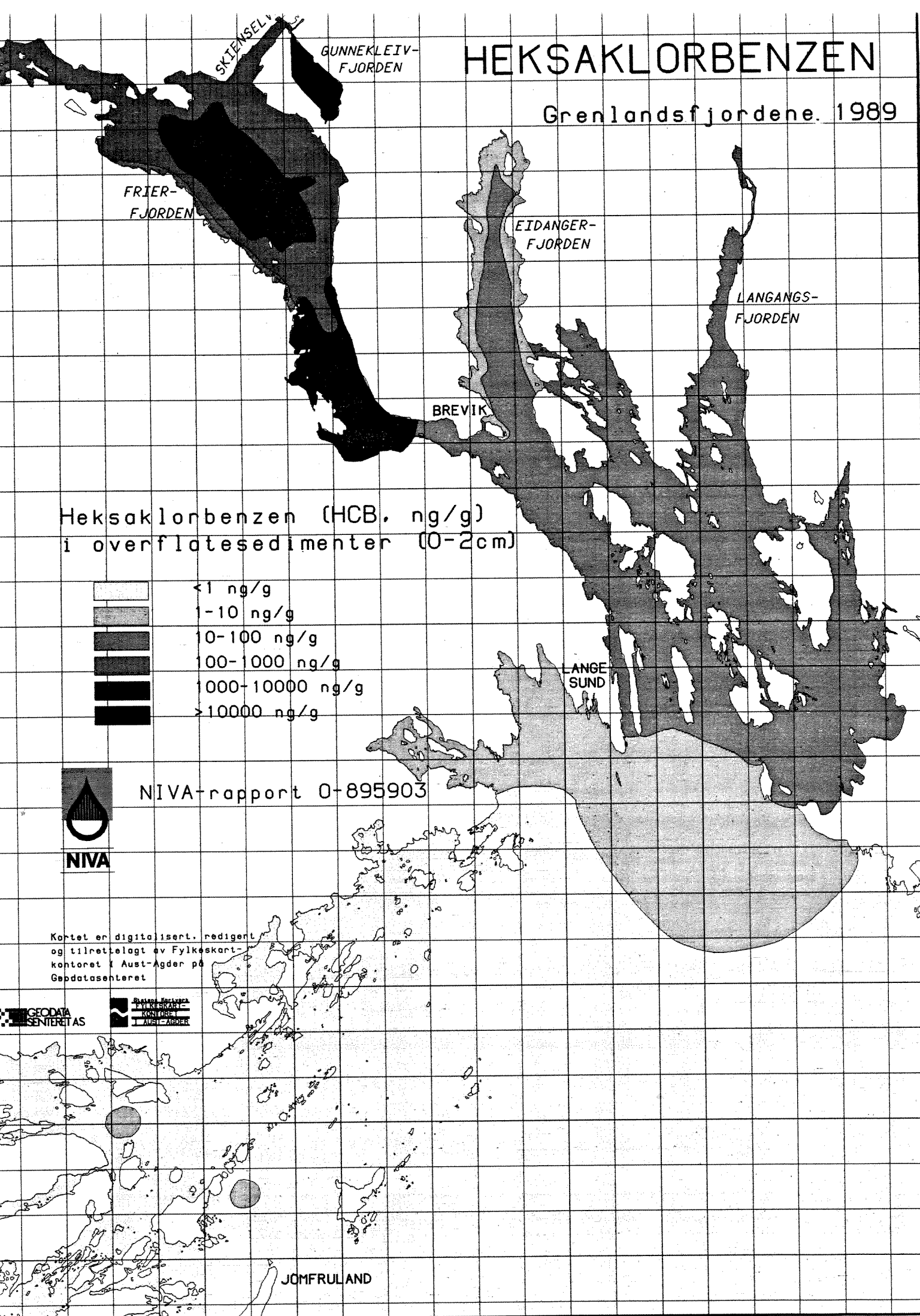
Skulle en "normalverdi" for kun diffust belastede områder antydes, bør 0,5 ng/g være en øvre grense for alle forbindelsene. Sammenlignes det med konsentrasjonene i Grenlandsfjordene måles det opptil nær 2000 ng/g i deler av Frierfjorden. Ut fra en bakgrunnsverdi som antatt ovenfor, var det normalverdier i sedimentene utenfor Langesund. Et unntak er, som tidligere nevnt stasjonene 27 og 28, som begge inneholdt 2,3 ng/g HCB. Dette indikerer at det er en transport av partikler anriket med klororganiske forbindelser til dette området. Bortsett fra i området ved stasjonene 27 og 28, representerer stasjonene utenfor Langesund transportbunn hvor det er sedimentasjon, men liten akkumulasjon. Dette er i samsvar med aldersdatering av sedimentene som viste en gjennomsnittlig akkumulasjonsrate på stasjon 21 i Langesundsbukta på kun 0,6 mm/år. Tilsvarende var den i Frierfjorden 3-7 mm/år.

Som tidligere kommentert, viser de klororganiske hovedkomponentene en sterk samvariasjon med organisk karbon (ikke 10CB i Frierfjorden). Forskjeller i konsentrasjon mellom stasjoner kan derfor være styrt av sammensetningen av sedimentet i tillegg til f.eks. avstand fra kilde. Lohse (1988 a) oppgir bakgrunnsnivået for HCB i Nordsjøsedimenter inkludert Skagerrak/Norskerenna til <10 ng/g TOC. Variasjonen i sedimentene utenfor Langesund (st. 21-30) var 5-26 ng HCB/g TOC (gj.sn. 13, st.av. 7, n=10). HCB-verdiene normalisert til karbon fra området ved Langesundsbukta inklusive Nevlunghavn og Portør, er derfor kun svakt forhøyet sammenlignet med Nordsjøsedimenter.

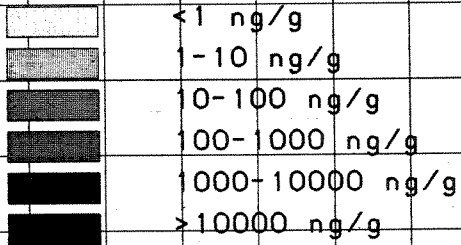
En oversikt over HCB-konsentrasjonen i overflatesedimentene i alle fjordavsnittene er gitt i figur 8.

HEKSAKLORBENZEN

Grenlandsfjordene. 1989



Heksaklorbenzen (HCB, ng/g)
i overflatesedimenter (0-2cm)



NIVA-rapport 0-895903

Kartet er digitalisert, redigert
og tilrettelagt av Fylkeskart-
kontoret i Aust-Agder på
GeodataSentret

GEODATA
SENTERET AS

STATENS
FYLKESKART-
KONTOR
I AUST-AGDER

JOMFRULAND

4.4. Innhold av pyrolyseolje og EDC-tjære i sedimentene

Rådata er gitt i Vedlegg 4.

Det er tidligere påvist lekkasjer i renseanlegget til etylenfabrikken på Rafnes slik at pyrolyseolje hadde sivet ut i grunnen under og rundt anlegget. Hovedkomponentene i pyrolyseoljen er naftalen, styren og inden. Rygg (1988) undersøkte påvirkningen på sedimenter og fauna i nærområdet til fabrikken og konkluderte med liten påvirkning.

I denne undersøkelsen er også sedimenter nær Rafnes analysert, men i tillegg er et antall stasjoner helt ut til Langesund prøvetatt. Det var kun helt i nærsone til Hydro Rafnes det ble påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen ($0,1 \mu\text{g/g}$). I 0-2 cm dyp på stasjon 3 var styrenkonsentrasjonen $1,9 \mu\text{g/g}$. Dette er i overensstemmelse med Rygg (1988) som målte $0,4-2,2 \mu\text{g/g}$. Denne forurensningen er dermed liten og lokal.

På de samme stasjonene som for pyrolyseolje, ble det også analysert for EDC-tjære ved kvantifisering av 1,2-dikloretan. EDC-tjære er kort-kjedete, alifatiske hydrokarboner, dannet som biprodukt ved vinylkloridproduksjon. Den kan bestå av 25 forskjellige forbindelser (Jernelöv et al. 1972), men 1,2-dikloretan er en hovedkomponent.

Det ble på ingen av stasjonene påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen på $0,5 \mu\text{g/g}$ 1,2-dikloretan.

4.5. Innhold av polyklorerte dibenzofuraner og polyklorerte dibenzodioksiner i sedimentene

Fullstendige rådata fra analysene av polyklorete dibenzofuraner (PCDF) og polyklorerte dibenzodioksiner (PCDD) framgår av Vedlegg 5. Oversikt over utvalgte variable fra de forskjellige fjordavsnittene er gitt i tabell 10.

Tabell 10. Oversikt over utvalgte furan- og dioksin-variable (ng/g) i overflatesedimentene (0-2 cm) fra forskjellige fjordavsnitt (konsentrasjonsintervall og gjennomsnitt).

	Frierfjorden	Brevik/Langesundsfj.	Eidangerfjorden	Orme-fjorden	Nevlung havn	Langesunds-bukta	Portør
2,3,7,8 - TCDD-ekv.	4,2-18 (8,9)	2,5	2,5	4,3	0,06	0,2-0,9 (0,5)	0,09
2,3,7,8 - TCDF	2,1-5,9 (3,5)	1,5	1,3	1,4	0,04	0,19-0,22 (0,20)	0,01
2,3,7,8 - TCDD	0,06-0,6 (0,2)	0,04	0,05	0,05	0,01	0,01-0,03 (0,02)	0,01
2,3,4,7,8 PeCDF	0,9-3,2 (2,2)	1,0	1,0	1,4	0,03	0,14-0,33 (0,22)	0,04
1,2,3,7,8-PeCDD	0,3-2,0 (0,8)	0,4	0,3	0,4	0,01	0,03-0,08 (0,06)	0,01
Σ 2,3,7,8-HxCDF	22-113 (50)	12	9,0	18	0,2	1,9-4,0 (2,6)	0,4
Σ 2,3,7,8-HxCDD	2,03-3,25 (2,48)	11,5	0,58	1,31	0,03	0,04-0,28 (0,20)	0,04
OCDF	219-612 (374)	75	554	883	7,1	17-137 (55)	15
OCDD	9,6-30 (23)	18	9,3	21	0,2	0,5-1,5 (1,2)	0,3
Σ PCDF	398-1358 (727)	161	626	1011	9,0	30-167 (73)	18
Σ PCDD	33-117 (61)	18	9,3	21	0,5	1,3-4,8 (3,5)	0,6
Σ PCDF/ Σ PCDD	9,3-15,5 (12,2)	9,2	67	47	19	8,5-35 (21)	28
% 1,3,7,8/1,3,7,9-TCDF av sum PCDF	0,35-1,4 (0,8)	0,9	0,2	0,2	0,3	0,2-1,1 (0,4)	0,06
1,3,7,8/1,3,7,9 + 1,2,7,8-TCDF i % av sum PCDF	0,65-2,11 (1,2)	1,6	0,4	0,3	0,7	0,4-1,65 (0,9)	0,1
OCDF i % av Σ PCDF	34-71 (53)	47	88	87	79	47-84 (68)	84

Ut fra konsentrasjonene i tabellen ovenfor faller stasjonene generelt sett i fire grupper: Stasjonene i Frierfjorden inklusive Volls fjorden hadde de klart høyeste konsentrasjonene. Stasjonene i fjordområdet mellom Brevik og Langesund hadde generelt verdier på 1/3-1/5 av det som ble observert i Frierfjorden, mens stasjonene i Langesundsbukta hadde konsentrasjoner på ca. 1/20 av dette igjen (betydelige variasjoner mellom de forskjellige forbindelsene). Stasjonene ved Nevlunghavn og ved Portør dannet den fjerde gruppen med de laveste konsentrasjonene, ca. 1/5 av nivået i Langesundsbukta med hensyn til TCDD-ekvivalenter. Stasjonen ved Nevlunghavn som ligger "oppstrøms" tilførselene fra Frierfjorden, hadde gjennomgående noe lavere konsentrasjoner enn den ved Portør.

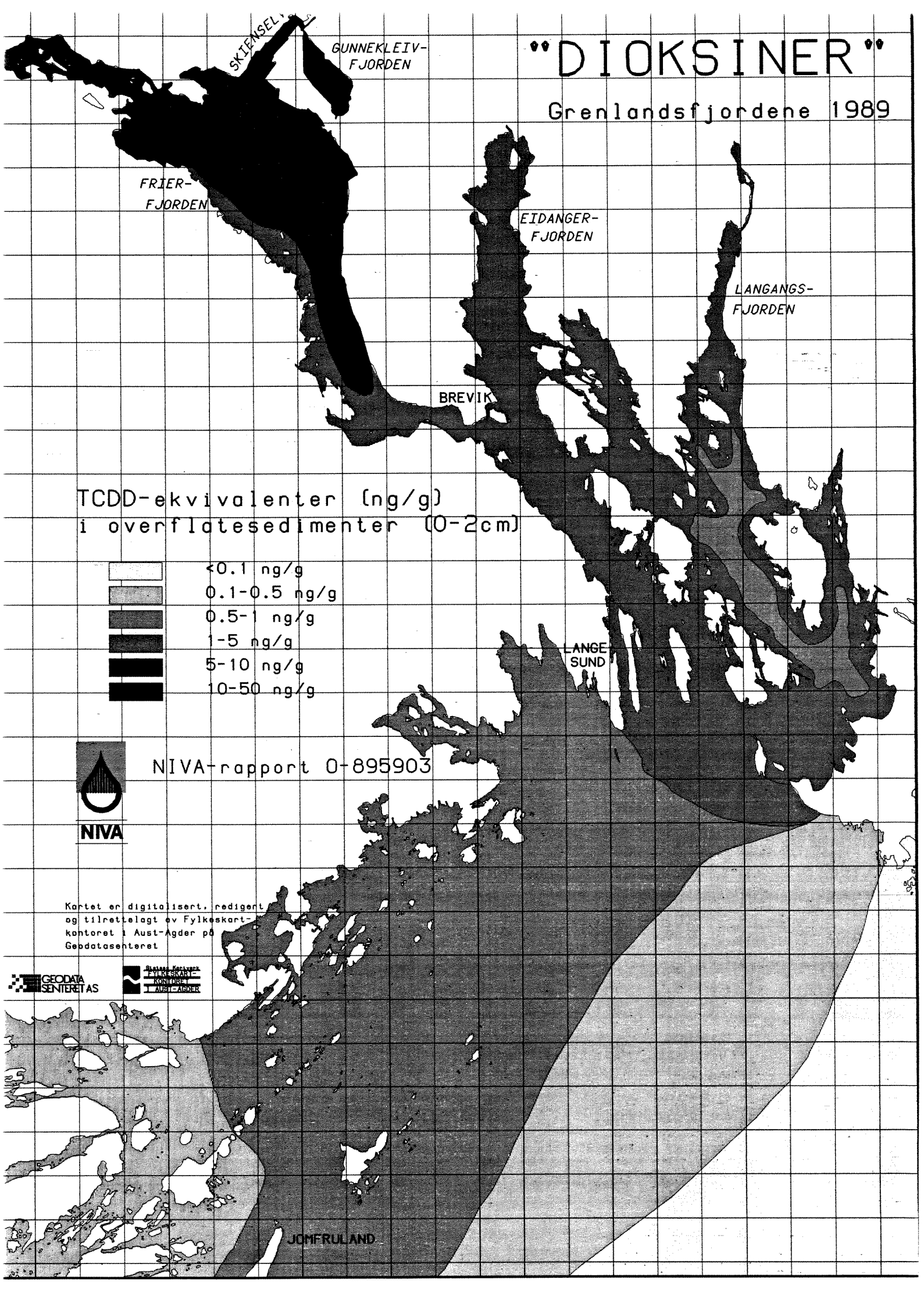
I det generelle bildet gitt ovenfor var det imidlertid avvik for enkelte forbindelser. Stasjonen i Eidangerfjorden og Ormefjorden hadde et høyt innhold av oktafuranforbindelser. Mens verdiene i Frierfjorden varierte mellom 219-612 ng OCDF/g med et gjennomsnitt på 374 ng/g, hadde stasjonene i Eidangerfjorden og Ormefjorden henholdsvis 554 og 883 ng/g. Konsentrasjonen i Brevik-/Langesundsfjorden var imidlertid 75 ng/g. En øking i konsentrasjonene av OCDF i forhold til Frierfjorden skulle indikere lokale kilder. Det er imidlertid ikke kjent og variasjonene er vanskelig å forklare.

Det var en klar dominans av furaner over dioksiner på alle stasjonene. På stasjonene i Frierfjorden var forholdstallet mellom Σ PCDF og Σ PCDD i gjennomsnitt 12 (variasjon 9-15) og 9 i Breviks-/Langesundsfjorden. Dette er i overensstemmelse med analyser av avløpsvann som gir et forholdstall på 14 (Knutzen og Oehme 1988) og i karbber der forholdstallet var ca. 10:1 (Knutzen og Oehme 1990). Det var imidlertid en markant økning i forholdstallet på stasjonene utenfor Langesund med verdier på 20-30. Stasjonene i Eidangerfjorden og Ormefjorden skilte seg ut med Σ PCDF/ Σ PCDD-tall på henholdsvis 67 og 47. Økingen i forholdstallet skyldes særlig økt dominans av oktafuranforbindelser. Mens disse utgjorde i gjennomsnitt 50 % av Σ PCDF-verdiene i Frierfjorden, var prosentandelen nær 90 i Eidangerfjorden-/Ormefjorden, ca. 70 i Langesundsbukta og ca. 80 ved Nevlunghavn og Portør. Generelt sett er PCDF-profilen på alle stasjonene dominert av de høyklorerte homologgruppene, spesielt oktaforbindelsene.

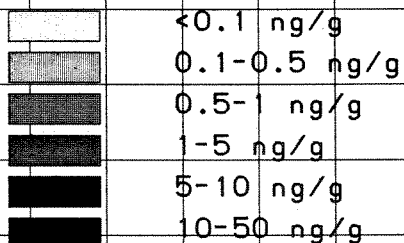
Det var sterke gradienter i konsentrasjon mellom Frierfjorden og stasjonene lengst fra utslippet. Stort sett ble de høyeste konsentrasjonene målt på stasjon 5, etterfulgt av stasjon 9, som begge er i nærområdet til Hydro Porsgrunn med verdier for Σ PCDF, Σ PCDD og TCDD-ekvivalenter på henholdsvis 1358, 117 og 18 ng/g for stasjon 5. De laveste konsentrasjonene ble funnet på stasjonen ved Nevlunghavn. Mellom denne og stasjon 5 var det en faktor på 150, 240 og 300 for henholdsvis Σ PCDF, Σ PCDD og TCDD-ekvivalenter. De laveste konsentrasjonene av Σ PCDF, Σ PCDD og TCDD-ekvivalenter i Frierfjorden ble påvist på stasjon 12 ved Hydro Rafnes med en konsentrasjon av TCDD-ekvivalenter på 4,2 ng/g. En framstilling av variasjonen i TCDD-ekvivalenter i de forskjellige fjordavsnittene er vist i figur 9.

"DIOKSINER"

Grenlandsfjordene 1989



TCDD-ekvivalenter (ng/g)
i overflatesedimenter (0-2cm)



NIVA-rapport 0-895903

Kartet er digitalisert, redigert
og tilrettelagt av Fylkeskart-
kontoret i Aust-Agder på
Geodata-senteret

GEODATA
SENTERET AS

Statens Kartverk
Fylkeskart-
kontoret
Aust-Agder

JOMFRULAND

En oversikt over sum furaner/dioksiner og TCDD-ekvivalenter fra utvalgte lokaliteter er gitt i tabell 11.

Tabell 11. Konsentrasjoner av sum polyklorerte dibenzofuraner/dibenzodioksiner (Σ PCDF/ Σ PCDD) og TCDD-ekvivalenter (Nordisk modell) (ng/g) fra utvalgte områder.

Stasjon/område	Σ PCDF	Σ PCDD	PCDF/PCDD	TCDD-ekv.	Noter
Frierfjord, St.5	1358	117	10,0	18,1	
Frierfjord, St.14	860	56	15,5	6,6	1
Breviksfj., St.18b	161	56	9,2	2,5	1
Nevlunghavn	9,0	0,5	19	0,06	1
Portør	18	0,6	28	0,09	1
Kr.sandsfj., St.18	45	1,8	25	0,6	2
Kr.sandsfj., St.19	135	3,2	42	1,4	2
Indre Stockholms- arkipelet	2,1	0,2	11	<0,03	3
Gotland	0,49	0,39	1,3	<0,02	4
Sentrale Østersjøen	0,31	0,46	0,7	<0,02	4
Hamburg havn	4,3-60	6,3-14	0,7-4,3	0,001-1,5	5
Seattle, USA	-	-	-	~0,05	6
Rhinen	0,5-11,2	0,2-11,8	0,4-7,7	0,001-0,31	7

Noter:

1. Denne undersøkelsen, 0-2 cm.
2. Knutzen et al., 1990 in prep. St. 18 er i ytre deler av sentrale Vesterhavn, st. 19 i Hanneviksbukta med høyeste konsentrasjoner, 0-2 cm.
3. Rappe og Kjeller, 1987. 2,3,7,8 TCDD-ekv. beregnet her. Overflatesedimenter, men sedimentsnitt ikke gitt. Se også Rappe 1988 og de Wit et al., 1990.
4. Rappe et al., 1987. 2,3,7,8 TCDD-ekv. beregnet her, 0-1 cm.
5. Götz und Schumacher, 1990. 2,3,7,8 TCDD-ekv. etter Eadon-modellen. Overflatesediment, men sedimentsnitt ikke oppgitt.
6. Norwood et al., 1989. 2,3,7,8 TCDD-ekv. beregnet her. Overflatesedimenter, men sedimentsnitt ikke oppgitt.
7. Evers et al., 1988. Overflatesediment, men sedimentsnitt ikke oppgitt.

Tabell 12 indikerer at en øvre grense for nivåer i områder uten punktkilder ikke bør overskride 0,5 ng/g for Σ PCDF/PCDD og 0,02 for TCDD-ekvivalenter (Nordisk modell). Ut fra dette skulle det kunne indikere overkonsentrasjoner i de forskjellige områdene som antydnet i tabell 12.

Tabell 12. Antydningvisse overkonsentrasjoner av sum polyklorerte dibenzofuraner/dioksiner (Σ PCDF/PCDD) og TCDD-ekvivalenter (Nordisk modell).

	Σ PCDF	Σ PCDD	TCDD-ekv.
Frierfjorden	800-2000	60-200	200-1000
Breviksfjorden	300	40	125
Nevlunghavn	20	1	3
Langesundsbukta	50-300	3-10	10-30
Portør	40	1	5

4.6. Samvariasjon mellom de klorerte hovedkomponentene, kvikksølv og polyklorerte dibenzofuraner/-dioksiner.

Alle de klorerte forbindelsene, inklusive de framregnede verdiene for TCDD-ekvivalenter, og kvikksølv viste sterkt avtagende gradienter fra Frierfjorden til stasjonene i Langesundsbuktområdet. I en overvåking av sedimentene i Grenlandsfjordene vil det kunne være ønskelig å bestemme innholdet av furaner/dioksiner ut fra innholdet av penta-, heksaklorbenzen, oktaklorstyren eller dekaloribifenyli. Dette gjelder såvel i påvisning av konsentrasjonsforandringer som karakterisering av mudret masse. Begrunnelsen er at analysen av de fire klorerte hovedkomponentene er enkel sammenlignet med den kompliserte og tidkrevende bestemmelsen av furaner/dioksiner.

Tabell 13 viser korrelasjoner (Spearman rank correlations) mellom Hg, Σ PCDF/-PCDD, TCDD-ekvivalenter, 5CB, HCB, OCS og 10CB. Det er valgt å ekskludere stasjonene ved Nevlunghavn og Portør. Disse ligger utenfor det området som er interessant i denne sammenheng og konsentrasjonene er betydelig lavere enn for stasjonene i Langesundsbukta.

For Frierfjordsedimentene var det ingen signifikante sammenhenger. Korrelasjonskoeffisientene mellom TCDD-ekv. og de fire klorerte hovedkomponentene varierte fra -0,01-0,17. For sedimentene utenfor Brevik var det heller ikke noen signifikante sammenhenger, bortsett fra mellom Σ PCDD og OCS ($r=0,77$, $p=0,04$).

Tabell 13. Korrelasjonskoeffisienter (øverste tall) og signifikansnivå (nederste tall) mellom Hg, Σ PCDF/PCDD, TCDD-ekvivalenter, 5CB, HCB, OCS og 10CB for overflatesedimentene (0-2 cm) i Frierfjorden (A, stasjonene 2,5,8,9,11, 12,13,14) og fjordområdet utenfor Brevik (B, stasjonene 16,18,19,24,26,27, 28,30).

A:

	Hg	5CB	HCB	OCS	10CB
Σ PCDF	0.45 0.23	-0.01 0.97	0.05 0.90	0.26 0.49	0.07 0.85
Σ PCDD	0.43 0.26	0.30 0.43	0.19 0.61	0.21 0.57	0.45 0.23
TCDD-ekv.	0.52 0.17	0.17 0.66	0.06 0.87	-0.01 0.97	0.36 0.34

B:

	Hg	5CB	HCB	OCS	10CB
Σ PCDF	0.40 0.28	0.55 0.14	0.42 0.26	0.61 0.11	0.38 0.31
Σ PCDD	0.67 0.08	0.68 0.07	0.60 0.11	0.77 0.04	0.55 0.15
TCDD-ekv.	0.56 0.13	0.65 0.09	0.55 0.15	0.70 0.06	0.49 0.19

For TCDD-ekvivalenter mot de klorerte hovedkomponentene var det best korrelasjon mot OCS med en koeffisient på 0,70 svarende til et signifikansnivå på 0,06. For å teste denne sammenhengen videre er en regresjonsanalyse utført. Den gav ingen signifikante sammenhenger (både stigningskoeffisient og skjæringspunkt ikke forskjellig fra null). For å dempe betydningen av spesielt de høye verdiene, ble den samme analysen utført på logaritmetransformerte data. Det gav ligningen

$$\log \text{TCDD-ekv.} = -0,009 + 0,313 \log \text{OCS}$$

$$r = 0,74$$

$$p \text{ (stigningskoeff.)} = 0,04$$

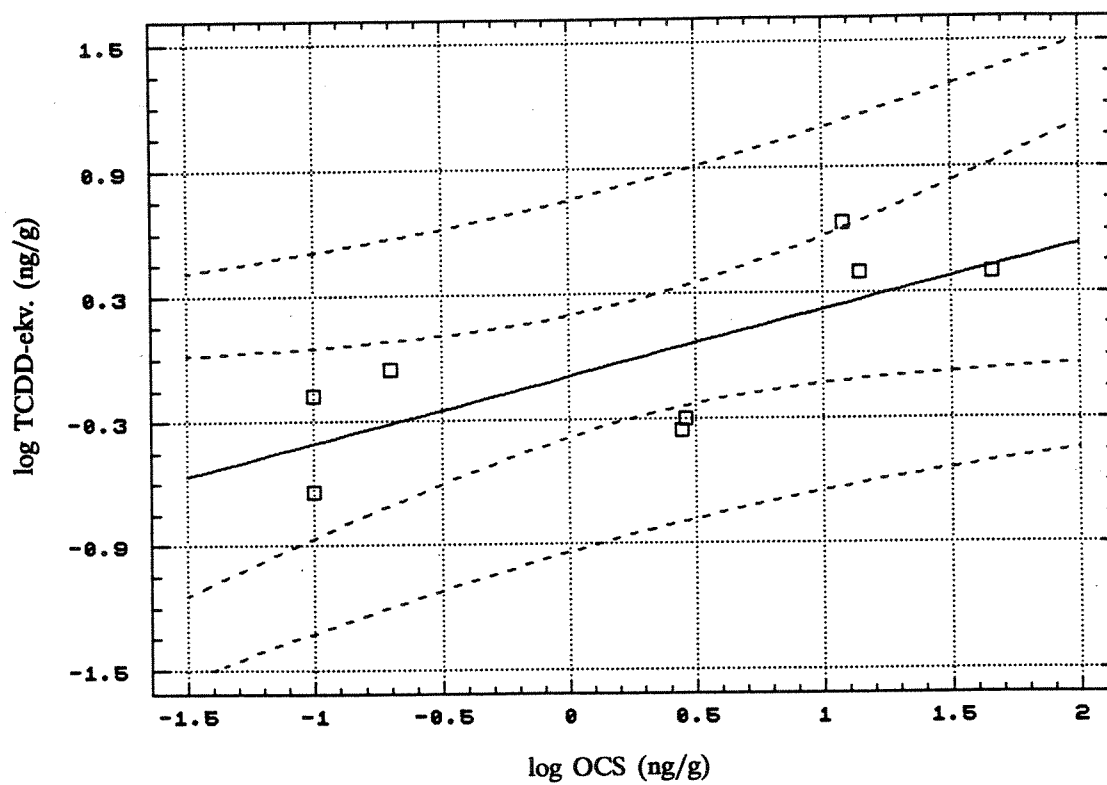
$$p \text{ (skjæringspunkt)} = 0,46$$

Det var altså en svakt signifikans mellom stigningskoeffisienten.

Sammenhengen for log-transformerte data for TCDD-ekvivalenter og OCS er illustrert i figur 10 hvor 95 % signifikansnivå for regresjonen og 95 % prediksjonsnivå er vist.

Figur 10 kan anvendes direkte for å vise hvilket intervall verdien av TCDD-ekv. vil ligge innefor ved en gitt målt konsentrasjon av OCS. Observeres for eksempel en verdi av OCS på 10 ng/g ($\log \text{OCS} = 1$), vil dette gi en TCDD-ekv.-verdi mellom 0,2 og 11 ng/g. Dette er ut fra et prediksjonsnivå på 95 %, hvilket bør anvendes. Til sammenligning varierte OCS-konsentrasjonen på de åtte stasjonene utenfor Brevik (ex. Nevlunghavn og Portør) fra 0,1 til 46 ng/g og TCDD-ekvivalentene fra 0,23 til 4,30 ng/g. Variasjonsintervallet for den predikerte TCDD-ekv.-verdien ut fra en OCS-konsentrasjon på 10 ng/g, er altså mer enn dobbelt så stor som spredningen i målte TCDD-ekv. i området.

Ut fra datamaterialet blir derfor konklusjonen at konsentrasjonen av de fire klorerte hovedkomponentene, inklusive kvikksølv, er et svært dårlig, tildels ubrukelig, mål for innholdet at furaner/dioksiner i sedimentene.



Figur 10. Regresjon av log TCDD-ekv. mot log OCS. Stiplede linjer viser 95 % signifikansnivå (nærmest regresjonslinja) og 95 % prediksjonsnivå.

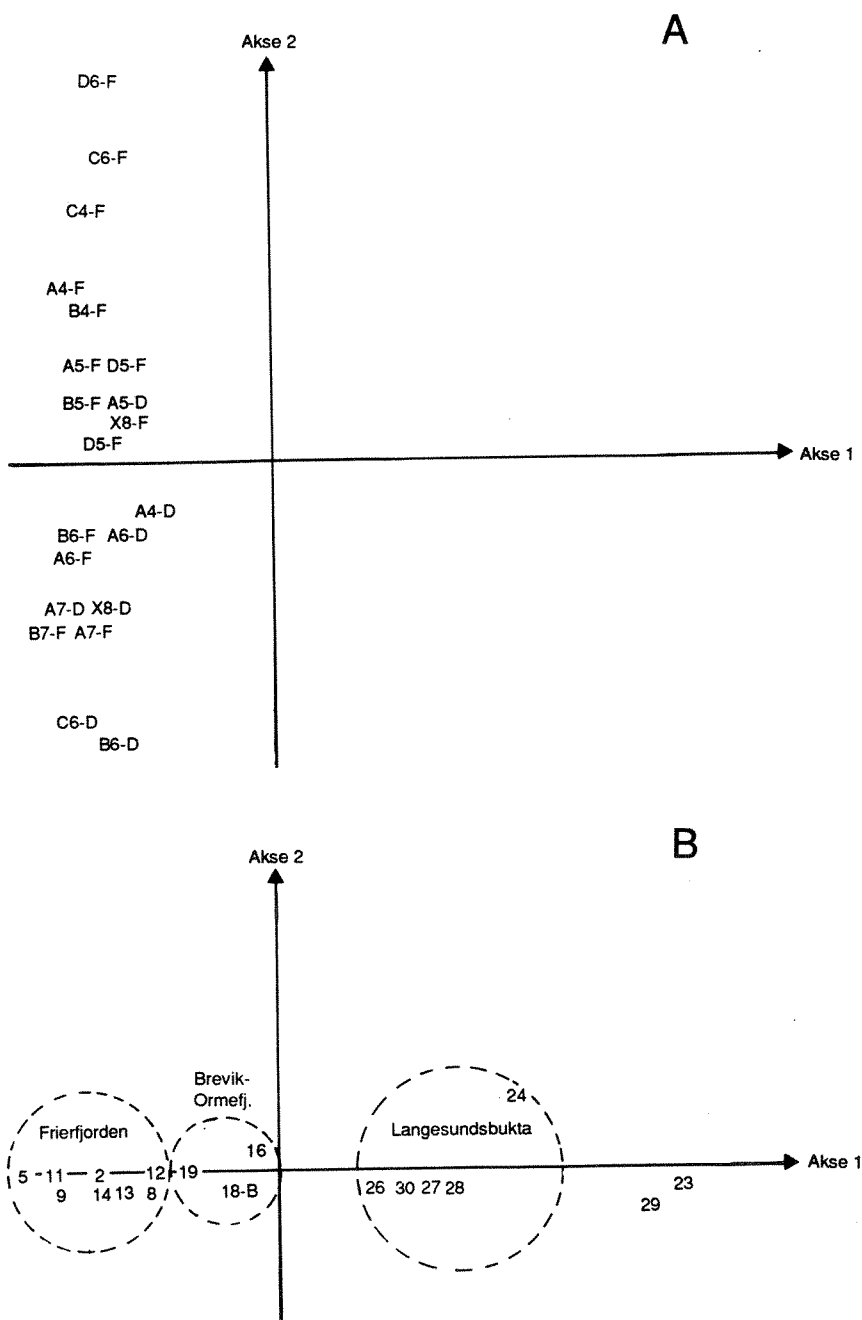
4.7. Variasjoner i sammensetningen av polyklorerte dibenzofuraner og dibenzodioxiner i undersøkelsesområdet.

Gradientene i tallmaterialet påpekt i tidligere kapitler, kommer tydelig til uttrykk i en 'Principal component analysis' (PCA) (se Vedlegg 9 for nærmere beskrivelse) for alle furan- og dioksinforbindelser (figur 11. Se tabell 14 for fig.koder). Akse 1 representerer klart avstandsgradienten som diskutert ovenfor, og stasjonene ordnes fra de med høye konsentrasjoner i Frierfjorden (st. 5, 11, 9 nær Hydro Porsgrunn) til de med lave konsentrasjoner utenfor Langesundsbukta (st. 23, 29: Nevlunghavn/Portør) (Figur 11B). Alle forbindelser avtar sterkt, men det er en viss tendens til sterkere gradienter for tetrafuraner, enkelte hexafuraner og heptafuraner og svakere avtagning for oktafuraner og dioksinforbindelser med lav kloreringsgrad. At gradientene er sterke, indikeres ved at akse 1 representerer så godt som 95 % av variasjonen i tallmaterialet (figur 11A).

Tabell 14. Liste over forkortelser brukt i PCA/RDA-figurene.

Furaner	Dioksiner
A4F = 1378/1379-TCDF	A4D = 2378-TCDD
B4F = 1278-TCDF	A5D = 12378/PeCDD
C4F = 2378-TCDF	A6D = 123478/HxCDD
Z4F = restsum-TCDF	B6D = 123678-HxCDD
A5F = 12368/13479-PeCDF	C6D = 123789-HxCDD
B5F = 12478-PeCDF	A7D = 1234678-HxCDD
C5F = 12378/12348-PeCDF	X8D = okta-CDD
D5F = 23478-PeCDF	
Z5F = restsum-PeCDF	
A6F = 123478/123479-HxCDF	
B6F = 123678-HxCDF	
C6F = 123789-HxCDF	
D6F = 234678-HxCDF	
A7F = 1234678-HeCDF	
B7F = 1234789-HeCDF	
X8F = okta-CDF	

Et interessant variasjonsmønster fremkommer på akse 2 (fig. 11). Med enkelte unntak ordnes furanforbindelsene etter stigende kloreringsgrad. Unntakene utgjøres av oktafuranene, som ovenfor ble vist å ha avvikende opptreden utenfor Frierfjorden, og to hexafuraner. For dioksiner finnes et tilsvarende om enn ikke like tydelig mønster, men dioksinene ligger 'lavere' i diagrammet enn furanforbindelsene. Matematisk representerer akse 2 den viktigste variasjonen omkring hovedtrenden i datasettet (akse 1), her altså avstandsgradienten. Dette vil si at det er en sammenheng mellom forbindelsenenes kloreringsgrad og deres opptreden i sedimentene og at det er en tydelig samvariasjon mellom forbindelser med samme kloreringsgrad. Disse effektene er uavhengige av totalkonsentrasjonene. Dette tyder på at forbindelsenenes kjemiske sammensetning og egenskaper har vesentlig betydning for hvordan de transporteres og bunnfelles i sjøen. Forskjeller i f.eks. løslighet kan bidra til dette. Friesen et al. (1990) har påvist en senking i løslighet for PCDF på 7.8 for hvert ekstra kloratom i furanstrukturen.



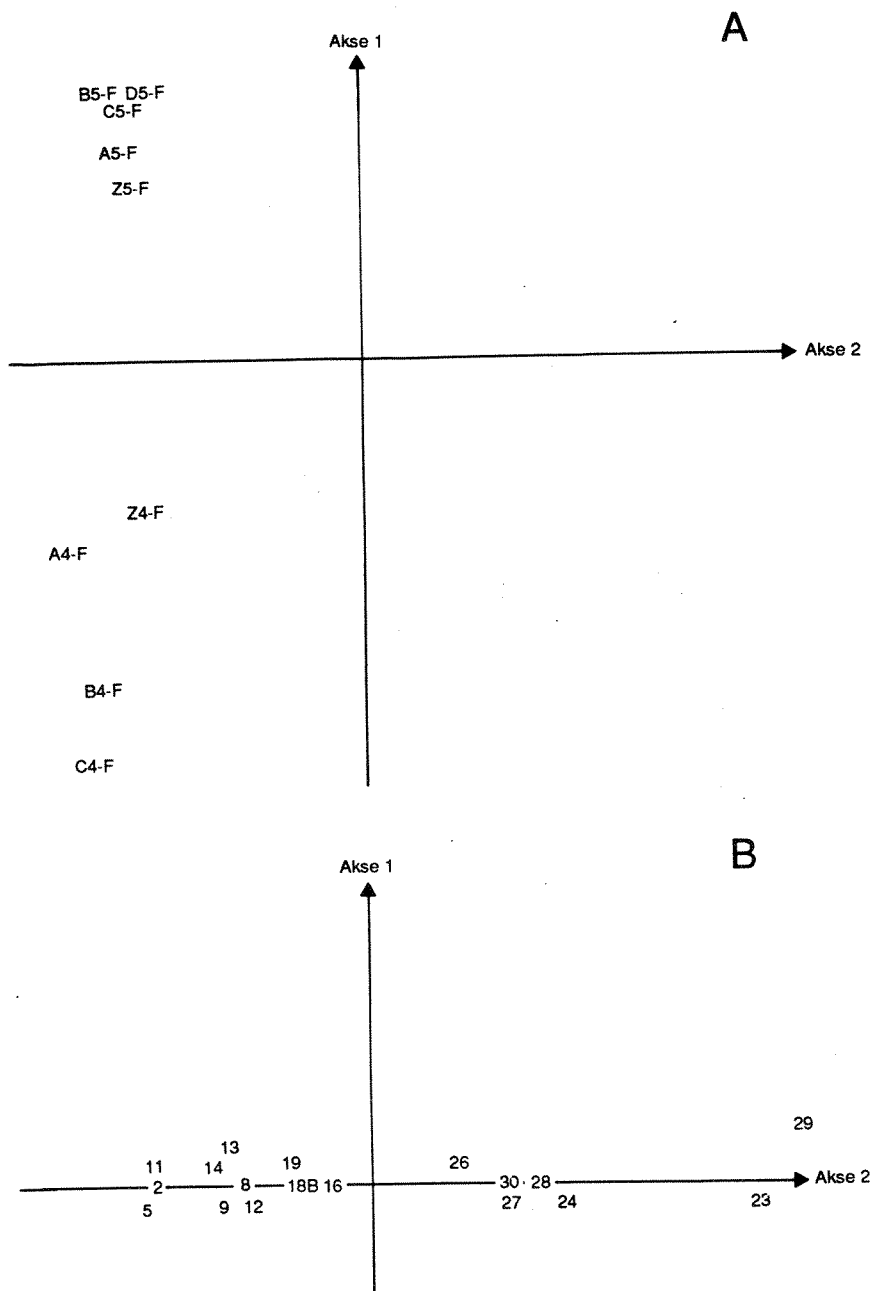
Figur 11. "Principal component" analyse (PCA) for alle kvantifiserte furan- og dioksinforbindelser på alle stasjoner (0-2 cm). Plottene viser akse 1 (horisontal) mot akse 2 (vertikal). Aksenes "eigen"-verdi er hhv. 0,94 og 0,02.

A. Plott av forbindelser. Tall angir kloreringsgrad, -F = Furaner, -D = dioksiner. Kodene er gitt i tabell 14. I plottet vil punktenes plassering angi forbindelsens grader langs aksene, punkter langt ut viser sterke grader, punkter nær origo svake grader (i analysen er alle negative på akse 1, dvs. har avtagende verdier over stasjonene fra venstre til høyre).

B: Plott av stasjoner.

I følge Oehme et al. (1989) og Knutzen og Oehme (1990) er det enkelte tetra- og penta-furanisomere som er "spesifikke" eller karakteristiske for Mg-avløpet. Blant tetraklorfuranforbindelsene er 1,3,7,8/1,3,7,9-, 1,2,7,8- og 2,3,7,8-TCDF meget dominerende. Det samme gjelder for penta-furanisomerene 1,2,3,6,8/1,3,4,7,9-, 1,2,4,7,8- og 1,2,3,7,8/1,2,3,4,8-PeCDF. Disse skulle kunne anvendes for å spore influensområdet for utslippet fra Mg-fabrikken. Forbindelsene utgjør imidlertid en liten del av Σ PCDF-tilførselene, kun et par prosent, og dermed vanskeliggjøres bruken av disse som "finger prints" for avløpet. I Frierfjorden og i Brevik-/Langesundsfjorden utgjorde 1,3,7,8,-/1,3,7,9-TCDF 0,8-0,9 prosent av Σ PCDF. Prosentandelen avtok til 0,2-0,3 i Eidanger-/Ormeffjorden, ved Nevlunghavn og i Langesundsbukta bortsett fra stasjonene 27 og 28 som hadde verdier tilsvarende de i Frierfjorden. I motsetning til de andre variable listet i tabell 11, var prosentandelen lavere ved Portør (0,06 % av Σ PCDF) enn ved Nevlunghavn. Betraktes 1,3,7,8/1,3,7,9-, 1,2,7,8-TCDF samlet og forbindelsene 1,2,3,6,8/1,3,4,7,9-, 1,2,4,7,8- og 1,2,3,7,8/1,2,3,4,8-PeCDF samlet, framkommer generelt sett de samme trender. Det må imidlertid påpekes at siden disse forbindelsene utgjør en så liten del av den samlede furanmengden, kan konsentrasjonene være behengt med betydelige usikkerheter.

Figur 12 viser en PCA for bare tetra- og penta-furaner. I tillegg til de Hydro-spesifikke forbindelsene er det beregnet sumverdier for de resterende isomere ('restforbindelser', avmerket med "Z") på grunnlag av Σ TCDF- og Σ PeCDF-konsentrasjonene. Analysen viser (som figur 11) at homolog-gruppene opptrer forskjellig og at det er høy samvariasjon mellom isomerene i hver gruppe. Ved å bruke spesifikke forbindelser som "finger prints" på Mg-avløpet må man altså ta i betraktning at forholdet mellom spesifikke tetra- og penta-furaner vil variere i sedimentene. "Restforbindelsene" opptrer omtrent som de Hydro-spesifikke, men varierer litt mindre (ligger nærmere origo i plottet). Dette tyder på at de har samme kilde, men at det også kan komme bidrag fra andre mindre viktige kilder utenfor Frierfjorden.

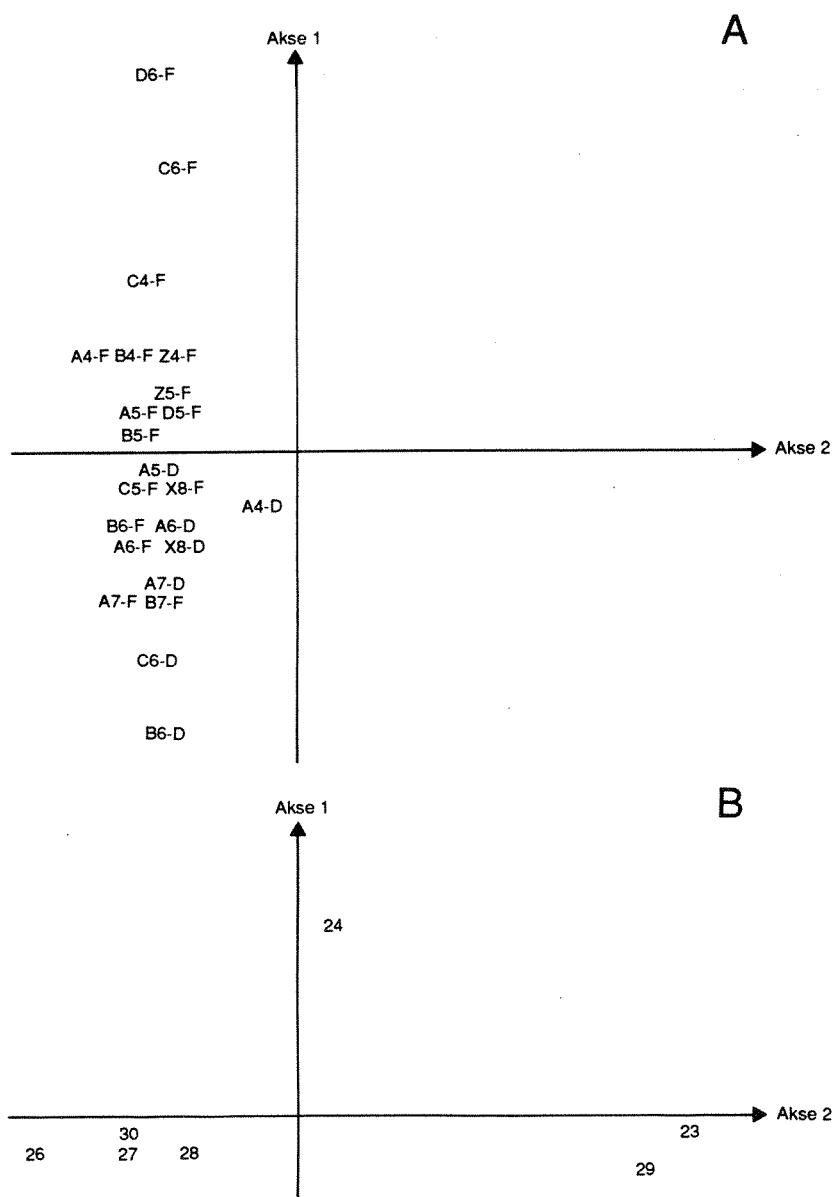


Figur 12. "Principal component" analyse (PCA) for tetra- og pentafuranforbindelser på alle stasjoner (0-2 cm). Plott av akse 1 (horisontal; eigen-verdi = 0,89) mot akse 2 (vertikal; eigen-verdi = 0,01).

A. Plott av forbindelser. Z4-F og Z5-F angir "restsummer". Se tabell 14 for forklaring av koder.

B: Plott av stasjoner.

Utslippenes innflytelse på de ytre sjøområdene er nærmere belyst ved en PCA for stasjonene i Langesundsbukta og utenfor (figur 13). Analysen omfatter alle furan- og dioksinforbindelser inkludert de beregnede tetra- og penta-'restforbindelsene'. De to første aksene (figur 13 A, 13 B) viser i det alt vesentlige samme informasjon som analysen for alle stasjoner (figur 11). Dette betyr at også i det ytre sjøområdet er forskjellen i totalkonsentrasjoner mellom stasjonene (som trolig i hovedsak kan direkte tilskrives tilførselene fra Frierfjorden) det viktigste forholdet. På akse 2, som representerer vel 10 % av variasjonen, fremkommer det samme variasjonsmønsteret mellom isomergruppene. Dette understreker at tendensen til fordeling etter kloreringsgrad er et markant forhold.



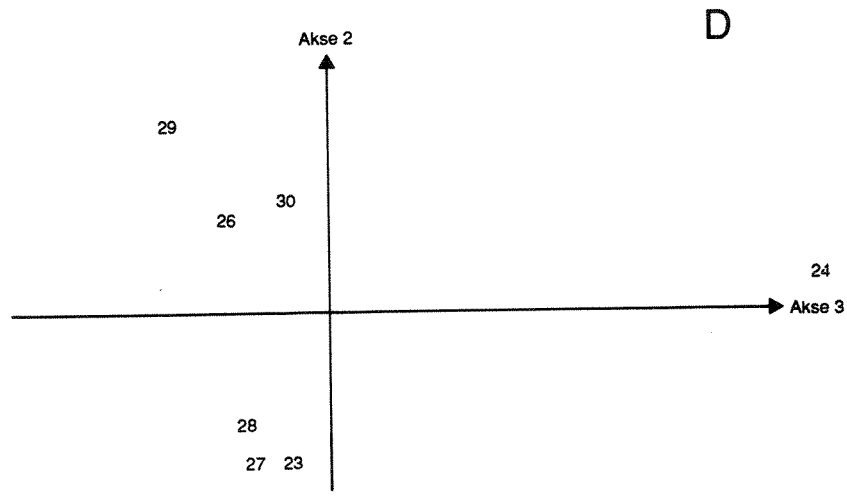
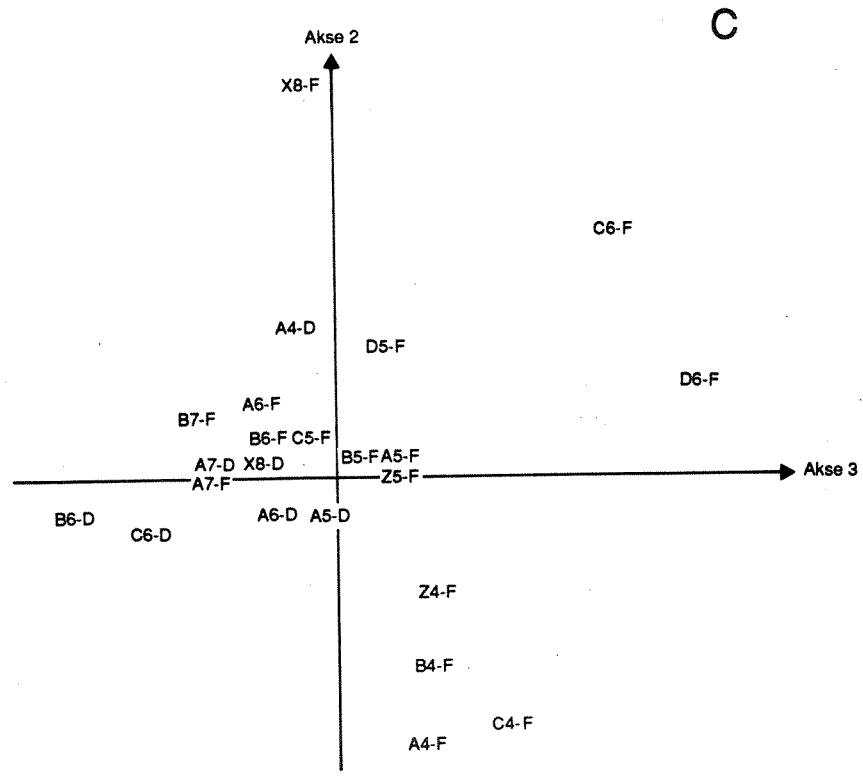
Figur 13. "Principal component" analyse (PCA) for alle furan- og dioksinforbindelser på stasjoner i og utenfor Langesundsbukta. Plott av akse 1, 2 og 3. Aksenes eigen-verdier er hhv. 0,81, 0,11 og 0,03.

A: Plott av forbindelser, akse 1 og 2. Se tabell 14 for forklaring av koder.

B: Plott av stasjoner, akse 1 og 2.

C: Plott av forbindelser, akse 2 (horisontal) og 3 (vertikal).

D: Plott av stasjoner, akse 2 og 3.



Figur 13 C, D.

I denne analysen er det også gitt plott av akse 2 mot akse 3 som representerer ytterligere variasjon i datasettet (figur 13 C, 13 D). Disse plottene, hvor altså konsentrasjonsforskjellene ikke er med, gir detaljer i den relative fordelingen mellom forbindelsene. Isomer-gruppene fremtrer enda tydeligere enn ovenfor. Betrakter man forholdet mellom tetra- og pentafuraner, viser denne analysen at tetrafuranene skiller seg klart ut, mens pentafuranene opptrer mer likt med hexa- og heptafuraner. Av de "Hydro-spesifikke" forbindelsene er derfor de spesifikke pentafuranene nærmest til å representere et "snittmål" for alle forbindelsene.

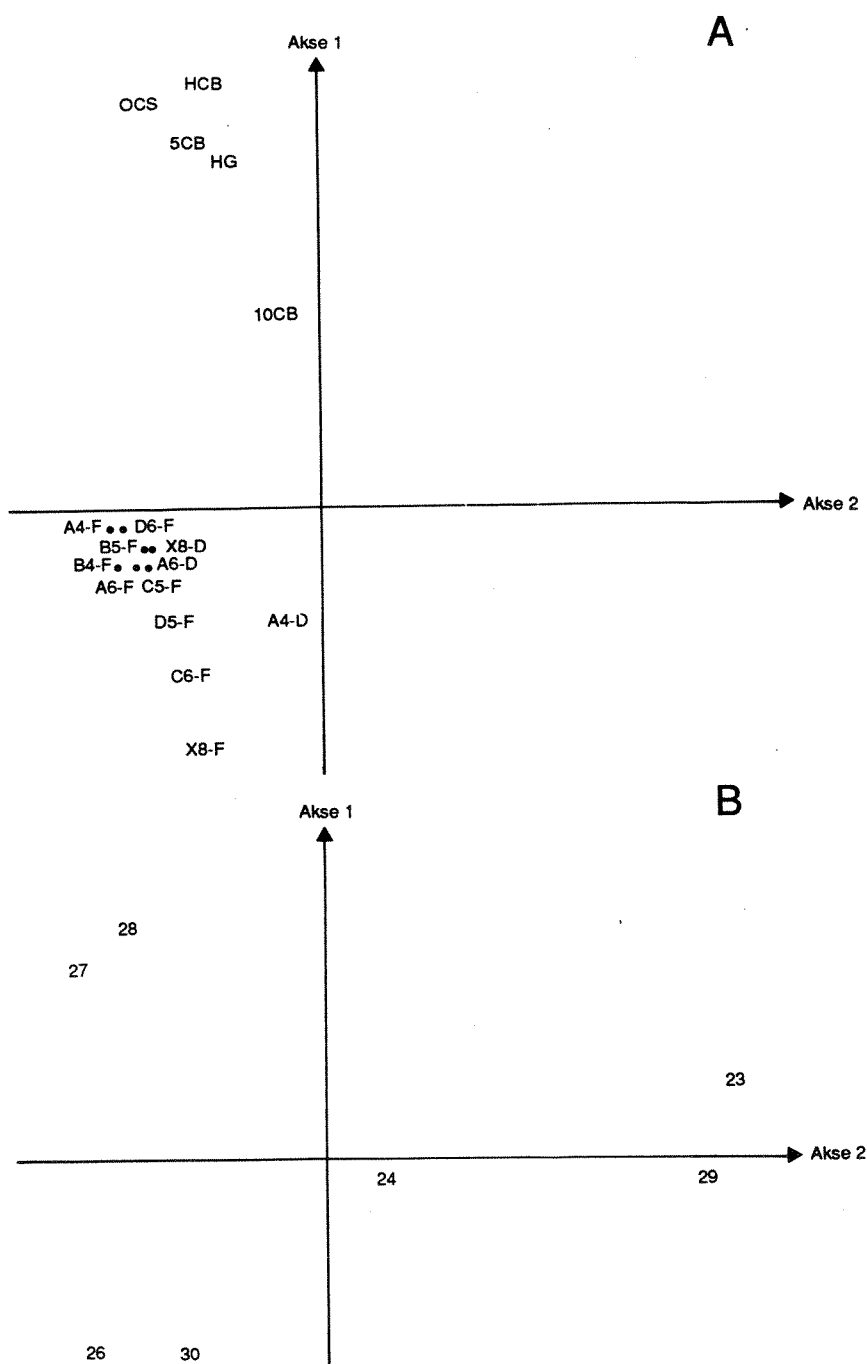
Stasjonene faller i tre grupper. På st. 23 (Nevlunghavn) og 27, 28 er det en relativ forhøyd andel av tetrafuraner (som tidligere diskutert) og lite oktafuraner. På st. 29 (Portør) og 26, 30 er det relativt mindre tetrafuraner og mer av de høyklorerte forbindelsene. Denne tendensen er sterkest ved Portør. Stasjon 24 skiller seg ut ved særlig høye verdier for to av hexafuranene. Stasjonene med lavest totalkonsentrasjoner, nemlig Nevlunghavn som ligger "oppstrøms" tilførselene fra Frierfjorden og Portør som ligger lengst unna, skiller seg altså ikke i sammensetning vesentlig fra stasjoner i Langesundsbukta. Dette kan tyde på at begge, men på hver sin måte, influeres av tilførselene fra Frierfjorden. Mulig påvirkning av stasjonen ved Nevlunghavn kan sannsynliggjøres av en østgående kyststrømkomponent (Aure 1974, 1975).

4.8. Forhold mellom dibenzofuraner/-dioksiner, andre forbindelser og miljøvariable i ytre fjordområde

For å belyse nærmere hvordan ulike komponenter fordeler seg i det ytre sjøområdet er det gjort en PCA på alle furan- og dioksinforbindelser, kvikksølv og klororganiske hovedkomponenter (pentaklorbenzen, heksaklorbenzen, oktaklorstyren og dekaklorbifenyl). Analysen viser at kvikksølv og de klororganiske hovedkomponentene opptrer helt forskjellig fra furan- og dioksinforbindelsene (figur 14 A). Den innbyrdes likhet mellom kvikksølv og "hovedkomponentene" er vesentlig større enn til noen av furan- og dioksinforbindelsene. Forskjellene kommer tydeligst til uttrykk på stasjonene i Langesundsbukta. Stasjonene 27 og 28 har en tydelig relativ overvekt av kvikksølv og de klororganiske komponentene, mens stasjonene 26 og 30 har lite av disse og relativt mer av furaner/dioksiner.

Alle komponentene avtar langs en hovedgradient (akse 1) som er den sterkeste trenden i materialet, mens de relative forskjellene kommer til uttrykk på akse 2. Ordningen av furan- og dioksinforbindelser etter kloreringsgrad framkommer på akse 3 (ikke vist) og er derfor sekundært til forskjellene til de klororganiske hovedkomponentene.

Det at ulike komponenter fra samme kilde viser såvidt klare forskjeller, tyder på at det må være ulike mekanismer for transport og bunnfelling. Spesielt er det verd å merke seg forskjellene for karakteristiske tetra- og pentafuraner og klororganiske hovedkomponenter fra magnesiumfabrikken. Det ble tidligere vist til at de klororganiske forbindelser synes å anrikes på partikler og bunnfelles i sedimentasjonsområder (st. 27 og 28) (kap 4.3). Noen slik sammenheng fremkommer ikke for furan- og dioksinforbindelsene.



Figur 14. "Principal component" analyse (PCA) for alle klororganiske hovedkomponenter, kvikksølv og furan- og dioksinforbindelser på stasjoner i Langesundsbukta og utenfor. Plott av akse 1 (horisontal; egen-verdi 0,65) mot akse 2 (vertikal; egen-verdi 0,19).

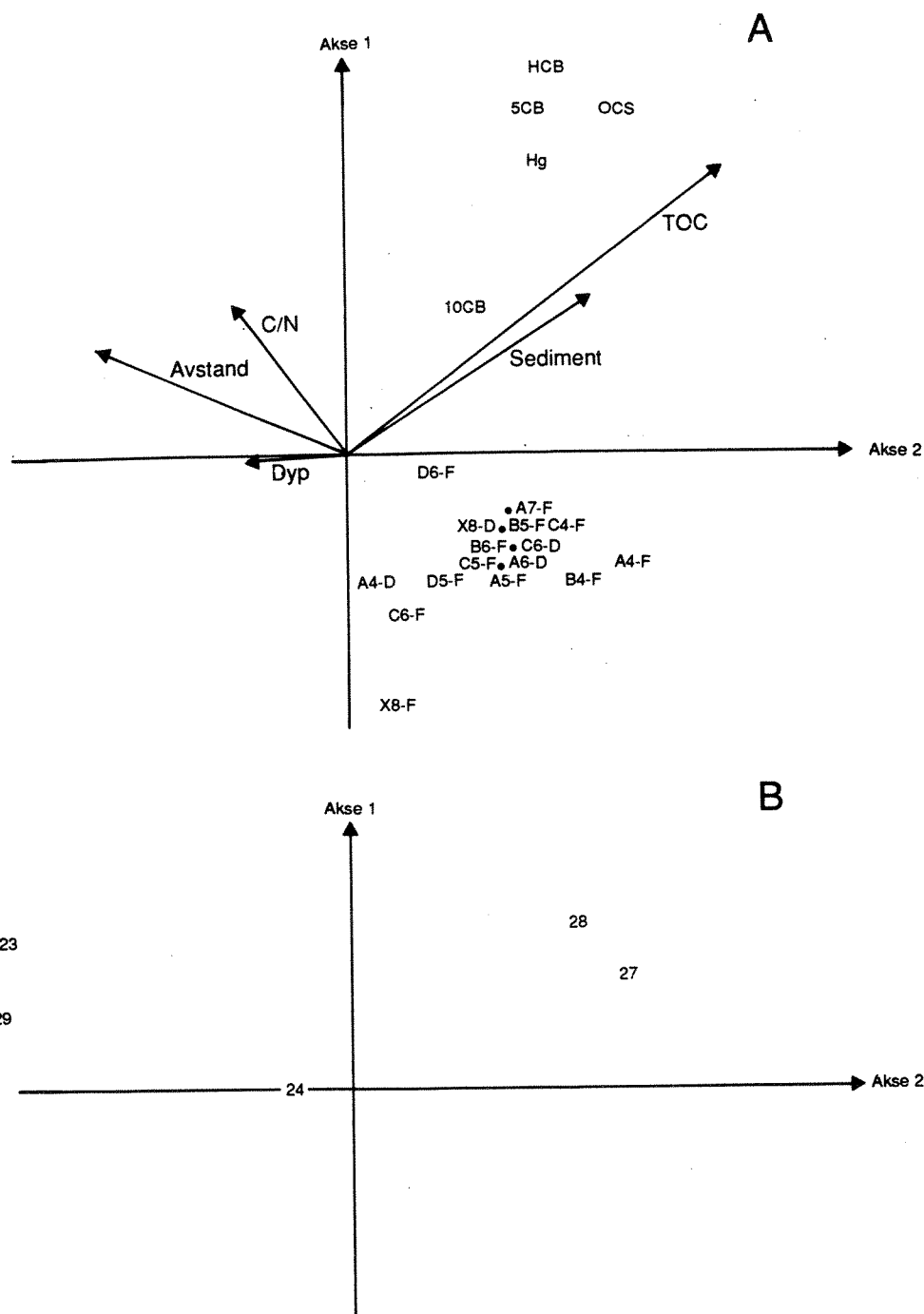
A. Plott av komponenter. 5CB, HCB, 10CB, OCS, Hg. Koder for furaner/dioksiner er gitt i tabell 14. (enkelte forbindelser er bare angitt med prikk).

B: Plott av stasjoner.

For å se nærmere på sammenhengen mellom komponentene og miljøforhold i sjøområdet er det samme datasettet behandlet med en 'Redundancy analysis' (RDA) (Se Vedlegg 9 for nærmere beskrivelse). Analysen er svært lik PCA, men inkluderer miljøvariable og viser hvilke av disse som kan forklare variasjonen i datamaterialet. I denne analysen er følgende miljøvariable benyttet: TOC (%), C/N-forhold, kornfordeling (% < 63 μm avmerket som "sediment" i figurene), dyp og avstand (her regnet som avstand fra Brevik). TOC, C/N og kornfordeling beskriver forhold i bunnsedimentene (som kan knyttes til sedimentasjon/erosjon), mens dyp og avstand mer kan knyttes til transport og andre forhold i vannmassene.

Figur 15 A viser umiddelbart den klare sammenhengen mellom de klororganiske hovedkomponentene, kvikksølv og TOC. Det er også en tydelig samvariasjon med kornfordelingen, men ikke like sterk. Av komponentene synes kvikksølv best korrelert mot TOC (figur 15 C). Furan- og dioksinforbindelsene viser ingen spesiell sammenheng med sedimentparametrene, muligens med unntak for en svak omvendt korrelasjon med C/N. Som gruppe viser PCDF/PCDD best korrelasjon til avstand (omvendt korrelasjon, dvs. konsentrasjonene avtar med avstand). Denne avtagningen er sterkest for tetra-furanene. Tendensen til ordning etter kloreringsgrad (akse 3) korrelerer derimot klart med dyp og avstand. Dette synes derfor relatert til prosesser i vannmassene og/eller i sedimentene. Stigende kloreringsgrad er positivt korrelert med avstand, dvs. det synes å foregå en relativ anrikning av høyklorerte forbindelser (unntatt oktafuraner) med avstand. Dette kan muligens forklares ut fra forskjeller i løslighet mellom partikler med forskjellig kloreringsgrad som påpekt tidligere. Jo lengre en partikkel transporteres, jo mer relativt anrikt av høyklorerte forbindelser kan den bli idet de lettere, mer løslige komponentene vil "mistes" til vannmassene.

Den relative anrikningen av høyklorerte forbindelser kunne også forklares ut fra nedbrytning/tap av forbindelser med lavere kloreringsgrad. Tap av tetradibenzo-dioksiner er påvist i laboratorier og felteksperimenter (Muir et al. 1990, Quensen and Matsumura 1983). Hastigheten av biodegradering synes å avta med kloreringsgrad (Parson et al. 1990). Imidlertid er disse mekanismene lite kjent. Den dominerende mekanismen for tap av forbindelsene tilskrives fordampning og påfølgende fotooksidasjon (Yanders et al. 1990). Dette kan også skje med utslipp til Frierfjorden og transport i vannmassene til områdene utenfor.



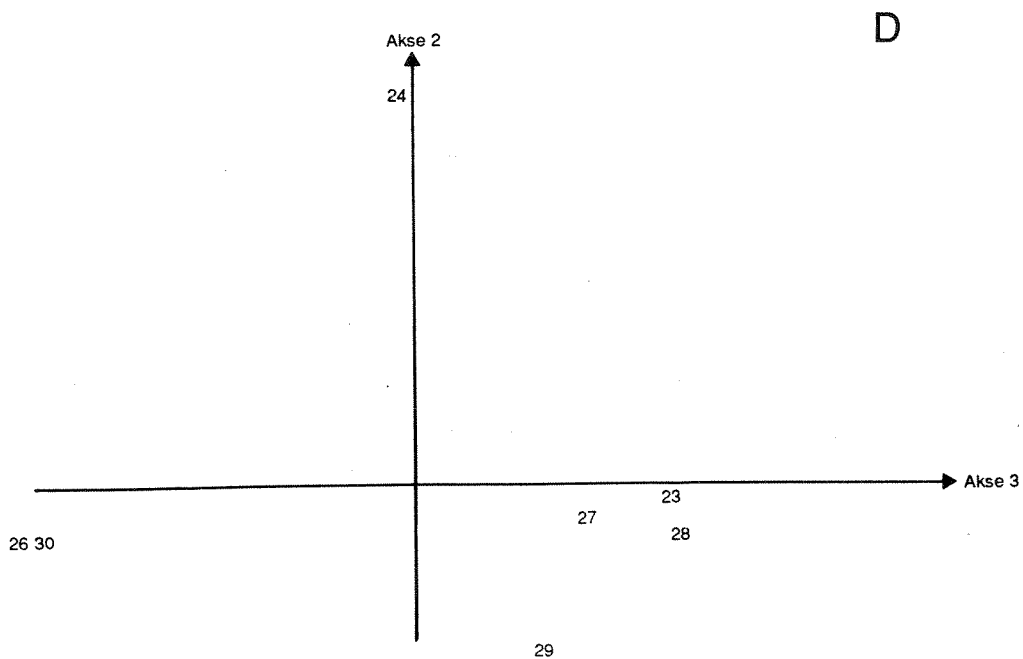
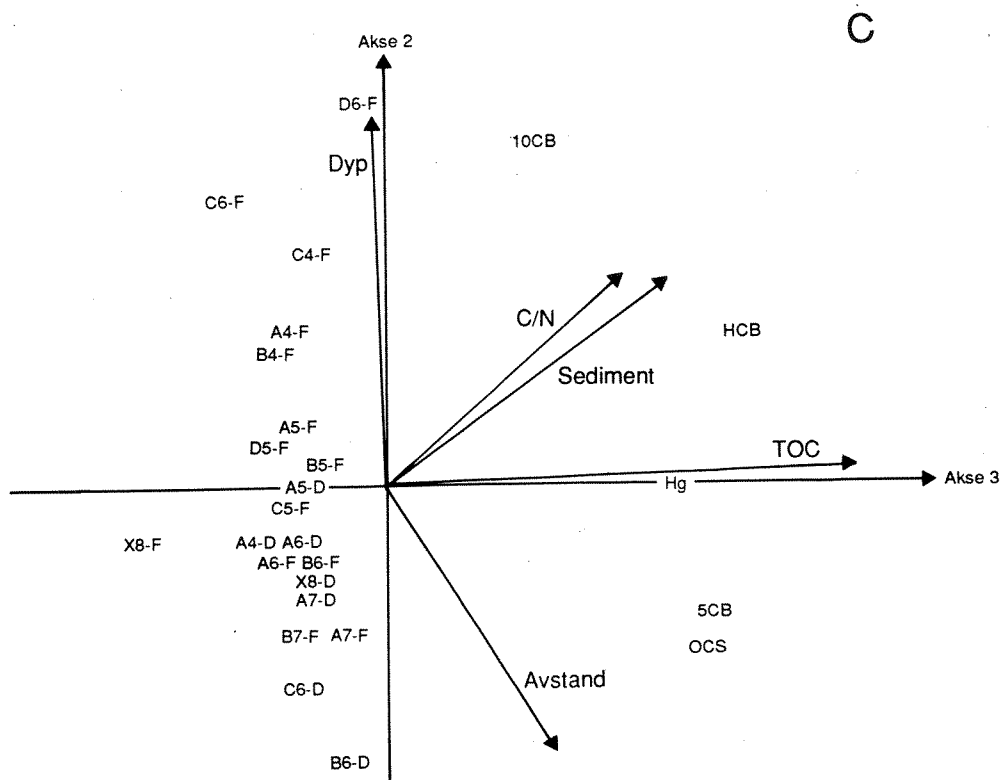
Figur 15 "Redundancy analysis" (RDA) for klororganiske hovedkomponenter (5CB, 10CB, HCB, OCS), kvikksølv (Hg), furan- og dioksinforbindelser og miljøvariable på stasjoner i og utenfor Langesundsbukta. Plott av akse 1, 2 og 3. Aksenes eigen-verdier er hhv. 0,34, 0,18 g 0,10.

A: Plott av komponenter og miljøvariable, akse 1 (horisontal) og akse 2 (vertikal). Se tabell 14 for koder. Piler for miljøvariable peker i "retning" for sterkest økning, lang pil rankerer sterk trend, vinkel mellom piler angir samvariasjon mellom miljøvariable.

B: Plott av stasjoner, akse 1 og 2

C: Plott av komponenter og miljøvariable, akse 2 (horisontal) og 3 (vertikal).

D: Plott av stasjoner, akse 2 og 3.



Figur 15 C, D.

Korrelasjoner for aksene (tabell 15) viser tilsvarende. Akse 1, som i hovedsak representerer forskjeller i totale konsentrasjoner mellom stasjonene, korrelerer ikke spesielt mot noen av miljøvariablene (også lav multipl korrelasjon). Det kunne vært forventet tydeligere korrelasjon (negativ) med avstand (gradient fra kilde), men dette skyldes nok i hovedsak de lave verdiene på st. 23 (Nevlunghavn) relativt til resten av Langesundsbukta. For de andre aksene er resultatene tydelige. Akse 2 (som skiller klororganiske og kvikksølv fra furaner og dioksiner) er en TOC-akse, mens akse 3 er dyp/avstand-akse.

Tabell 15. Eigen-verdier og multipl korrelasjonskoeffisient.

	X	Multipl korr.	
AX 1	0,33	0,73	
AX2	0,19	0,91	
AX3	0,08	0,99	
AX4	0,01	0,65	
	AX1	AX2	AX3
TOC	0,51	0,65	0,01
C/N	-0,15	0,32	0,49
Sediment	0,33	0,39	0,47
Dyp	-0,13	-0,01	0,88
Avstand	-0,34	0,23	-0,60

Ved den videre tolkning av hvilke forhold i vannmassene som fører til variasjonsmønsteret for furaner og dioksiner vil, i tillegg til løslighet, momenter som forskjeller i partikkeltype, fordelingskoeffisienter (sediment/vann, oktanol/vann), fordampningskonstanter, oksidasjon/fotolyse osv. være viktig å vurdere (Friesen et al., 1990, Delbeke et al., 1990, Mabey et al., 1982).

4.9. Ekstraherbart og ekstraherbart-persistent organisk bundet klor og restklor i sedimentene

Rådata er gitt i Vedlegg 6.

Innholdet av ekstraherbart organisk bundet klor (EOCl), ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOCl) og ikke ekstraherbart organisk bundet klor (restklor, NEOCl) i de øverste 2 cm av sedimentet ble analysert på fem utvalgte stasjoner fra nær Hydro Porsgrunn til stasjon 21 i Langesundsbukta, tabell 16.

Tabell 16. Ekstraherbart organisk bundet klor (EOCl), ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOCl) og restklor (NEOCl) ($\mu\text{g/g}$) i overflatesedimentene (0-2 cm).

Stasjon	EOCl	EPOCl	NEOCl	TOCl: EOCl+NEOCl
5a	25	18	6300	6325
13c	28	20	2900	2928
16c	4,4	2,1	610	614
18b	3,9	2,1	1100	1104
21	0,63	0,18	170	171

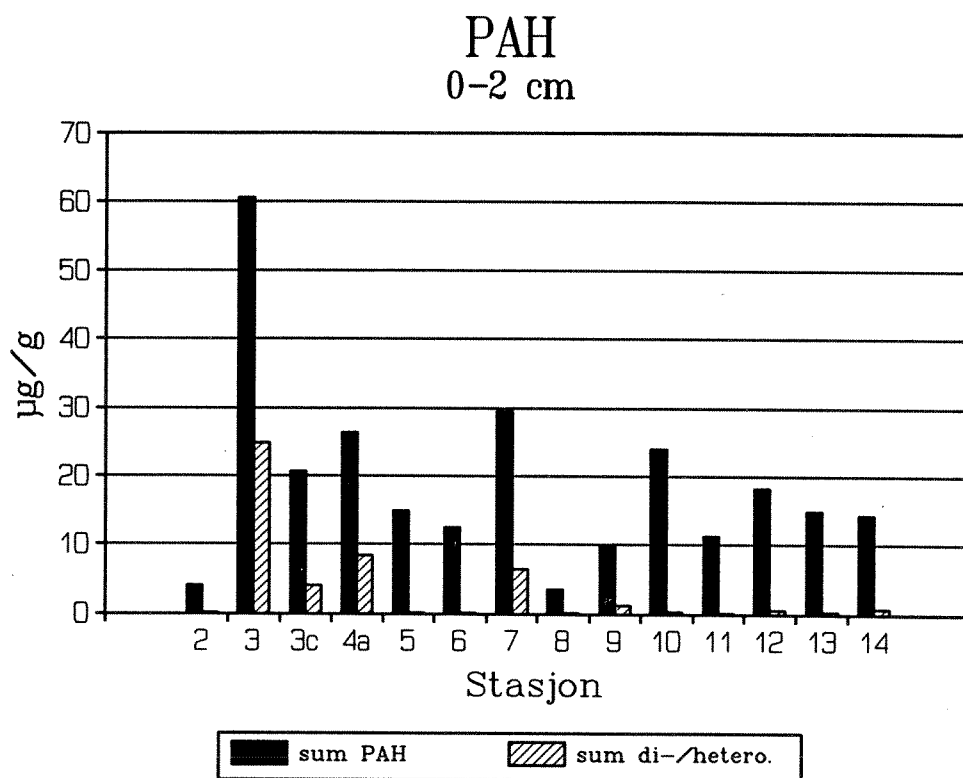
Klor knyttet til persistente forbindelser forklarer ca. 70 % av EOCl-mengden i prøvene fra stasjonene 5a og 13c i Frierfjorden og ca. 50 % for prøvene fra stasjonene 16c og 18b i henholdsvis Eidangerfjorden og Brevik-/Langesundsfjorden. Tilsvarende forklaringsprosent for stasjon 21 i Langesundsbukta var ca. 30. Mengde restklor i sedimentene var 100 til 250 ganger over EOCl-nivået for prøvene fra Frierfjorden, Eidangerfjorden og Brevik-/Langesundsfjorden.

Sumparametrene viste klare avtagende gradienter fra Frierfjorden til Langesundsbukta. Konsentrasjonen av f.eks EPOCl på stasjon 21 i Langesundsbukta var høyere enn det som kan regnes som et tentativt øvre bakgrunnsnivå, $0,1 \mu\text{g/g}$. Verdiene for restklor spesielt i Frierfjorden, viser at det er høye konsentrasjoner av klororganisk materiale i sedimentene.

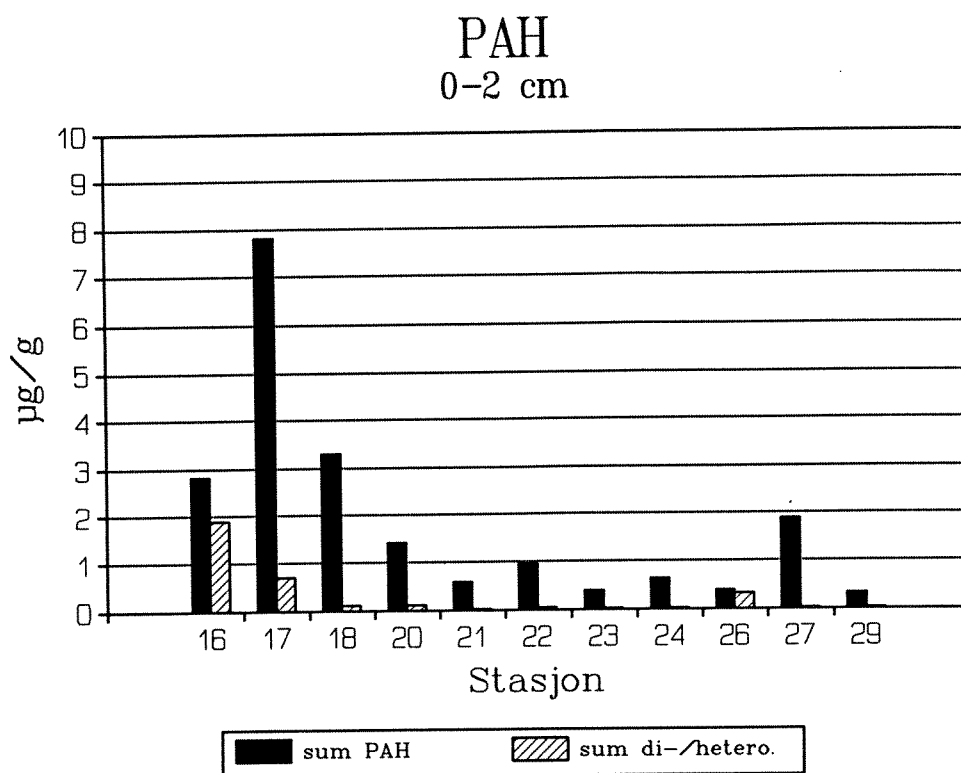
4.10. Innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner i sedimentene

Alle rådata fra analysene av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er gitt i Vedlegg 7.

I diskusjonen nedenfor refererer sum PAH seg til summen av kvantifiserte forbindelser fra og med fenantren og tyngre komponenter. Summen av lettere forbindelser enn fenantren vil bli referert til som sum disykliske-/heterosykliske forbindelser. Figurene 16 og 17 gir en sammenstilling av dette for overflatesedimentene (0-2 cm).



Figur 16. Fordeling av disykliske-/heterosykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner i overflatesedimentene (0-2 cm) i Vollsfiorden/Frierfiorden.

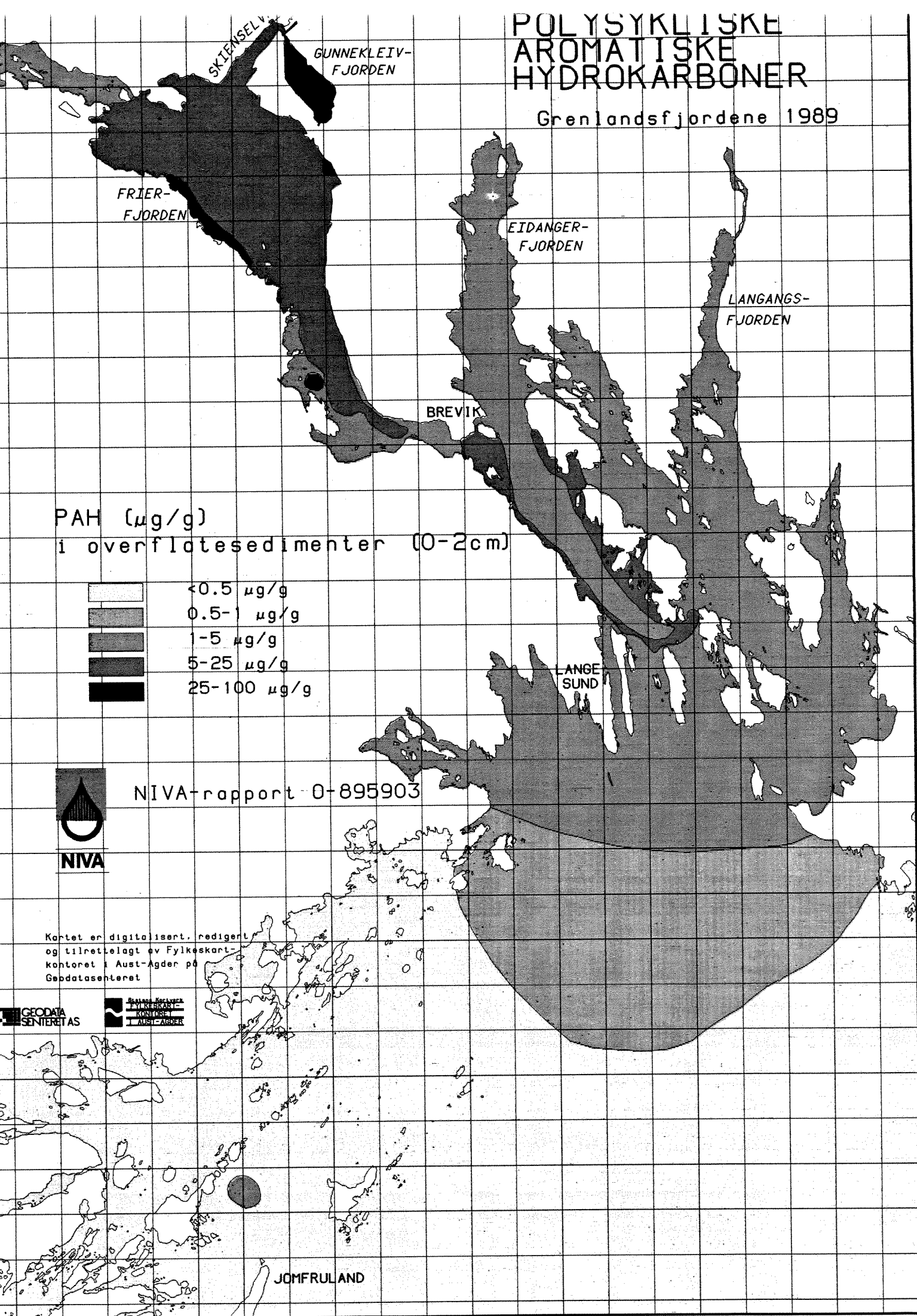


Figur 17. Fordeling av disykliske-/heterosykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner i fjordområdene utenfor Frierfjorden.

Den høyeste konsentrasjonen i ble målt i overflatesedimentene nær Hydro Rafnes med sum PAH på 61 $\mu\text{g/g}$. Det var en gradient med fallende verdier fra Frierfjorden mot området ved Langesundsbukta. Her var konsentrasjonene på bakgrunnsnivå eller kun svakt forhøyet. En verdi på 0,5 $\mu\text{g/g}$ er normalt for områder uten punktkilder. Figur 18 illustrerer fordelingen i hele fjordavsnittet.

POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER

Grenlandsfjordene 1989



Høye PAH-verdier i norske fjorder er gjerne assosiert med utslipp fra smelteverk (Næs og Rygg, 1990; Næs og Rygg, 1988; Knutzen og Skei, 1988). Dette gjelder også Grenlandsfjordene ved utslipp, opprinnelig trolig i hovedsak fra Elkem PEA A/S. I et så høyindustrialisert område som ved Frierfjorden, vil der også kunne være betydelige andre kilder f.eks. utslipp fra annen industri, oljespill, skipstrafikk osv. Det er f.eks. påvist at hele Frierfjorden er betydelig forurenset av oljehydrokarboner (Rygg 1988).

Det var en klar økning i konsentrasjonene inn mot nærområdet ved Hydro Rafnes med verdier på 18, 29 og 61 $\mu\text{g/g}$ for henholdsvis stasjonene 12, 7 og 3. Denne gradienten sannsynliggjør en PAH-kilde i dette området. Videre skilte området ved Versvikbukta (st. 4a) og nord av Skjerkøya (st. 3c) seg ut med verdier på henholdsvis 26 og 21 $\mu\text{g/g}$ sum PAH. Stasjonene ovenfor hadde en helt annen PAH-profil sammenlignet med de andre. Det var et relativt høyt innhold av disykliske/hetro-sykliske forbindelser på 20-30 % av sum PAH mot mindre enn 5 % på de andre stasjonene. Det relativt høye innholdet av lettere forbindelser medførte et lavt prosentinnhold av potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) på 6-16 % av sum PAH. På de andre stasjonene var denne prosentsetningen 40-50 som er typisk for smelteverkspåvirkede fjordsedimenter (cit. ref.)

Det er flere mulige kilder til PAH-forurensning ved Hydro Rafnes: Oljesøl og eksos fra skip og utslipp i forbindelse med aktiviteten til Hydro Rafnes. Området påvirket av lokal PAH-kilde sammenfaller med det som Rygg (1988) observerte som influert av pyrolyseolje. Imidlertid konkluderte Rygg, og også denne undersøkelsen, med at pyrolyseforurensningen er liten.

Flere metoder er anvendt til å forsøke å identifisere kilder ved PAH-forurensning. Disse inkluderer blant annet fordelingen mellom alkylsubstituerte/usubstituerte PAH, alkyl homolog fordeling, forskjellige kvotienter mellom enkelt-PAH (bl.a. Colombo et al. 1989, Sporstøl et al. 1983, Laflamme and Hites 1978). Ved PAH-påvirkning fra ikke-forbrent fossilt brennstoff er det vanlig å observere en overvekt av lettere forbindelser og et relativt høy konsentrasjon av f.eks. alkylerte naftalener/fenantrener (Broman et al. 1987, Neff 1979). Som tidligere nevnt var det et høyt innhold av lette

forbindelser på stasjonene nær Hydro Rafnes. Av alkylerte forbindelser er det kun analysert på metylantracen/fenantren som var under deteksjonsnivå på alle stasjonene.

I Broman et al. (1988) hevdes det at PAH i eksospartikler fra dieseldrevne skip er dominert av fluoranten og pyren. Her anvendes et forholdstall mellom fluoranten og benzo(ghi)perylene på >10 som indikasjon på denne type påvirkning. På stasjon 3 ved Hydro Rafnes var dette forholdstallet 32. På stasjonene i Frierfjorden hvor det var en sterk dominans av tunge PAH-forbindelser var forholdet gjerne $<1-5$. På stasjonene i Langesundsbuktområdet, hvor konsentrasjonene var nær normalverdiene, var imidlertid fluoranten til benzo(ghi)perylene-verdien høy. Forholdstallene kan indikere påvirkning av eksospartikler fra skip ved Hydro Rafnes. En slik påvirkning er sannsynlig utfra stor trafikk. Dette gjelder også Langesundsbukta, men det må påpekes at siden konsentrasjonene her er lave, kan usikkerheten være relativt betydelig.

I et arbeid av Colombo et al. (1989) hevdes det at et høyt forhold mellom fenantren og antracen, indikerer brenseloljepåvirkning. På stasjonene nær Hydro Rafnes ble det målt relativt sett høye fenantren-konsentrasjoner og lave antracemengder.

Konklusjon på denne diskusjonen er at resultatene tyder på en lokal PAH-kilde ved Hydro Rafnes. Det er imidlertid ikke mulig med det nåværende datamaterialet å avgjøre om tilførslene er forbundet med industriaktiviteten ved Hydro Rafnes eller om det f.eks. skyldes generell skipstrafikk til kaiområdene.

Stasjonen nord av Skjerkøy ligger slik at utslipp ved Hydro Rafnes kan transporteres til disse områdene. Imidlertid er Skjerkøy et industriområde som kan sannsynliggjøre lokale tilførsler. Det er imidlertid lite sannsynlig at den høye PAH-konsentrasjonen ved Versvikbukta skulle skyldes transport av tilførsler fra Hydro Rafnes selv om overflatestrømmen i Frierfjorden har en mot-urviser retning. Versvikbukta mottar avrenning fra et deponi for Elkem PEA A/S. Dette kan være en kilde til den lokale høye PAH-verdien. I en sedimentkartlegging i Gunnekleivfjorden (Næs 1989) ble det på tre stasjoner målt total PAH-innhold fra 24 til 43 $\mu\text{g/g}$. Det vites ikke om transport av PAH-forurensede partikler fra Gunnekleivfjorden kan bidra til den lokalt høye konsentrasjonen ved Versvikbukta. Det må understrekes at kun en stasjon ble

prøvetatt i det aktuelle området.

Resultatene peker på mulige lokale kilder ved Hydro Rafnes, ved Skjerkøy og ved Versvikbukta. Datamaterialet er ikke tilstrekkelig til å fastslå hvor mulige utslipp kommer fra. Det anbefales derfor at dette undersøkes nærmere i en oppfølgende undersøkelse.

For overflatesedimentene (0-2 cm) i Frierfjorden var gjennomsnittskonsentrasjonene av sum PAH og sum disykliske/heterosykliske forbindelser henholdsvis 19 og 3,3 $\mu\text{g/g}$. For alle tre sedimentsnittene (0-2, 4-6, 8-10 cm) sett under ett, var det tilsvarende 18 og 2,2 $\mu\text{g/g}$. På stasjonene 3 og 7 ved Hydro Rafnes og 4a ved Versvikbukta, ble de høyeste verdiene av PAH- og di-/heterosykliske forbindelser målt i 0-2 cm snittet. Det tyder på økt belastning på disse områdene. På alle de andre stasjonene, bortsett fra stasjon 13, ble høyeste konsentrasjon målt 4-6 cm ned i sedimentet som tyder på redusert belastning i de seinere årene. Stasjon 13 hadde et minimum i 4-6 cm trolig som følge av påvirkning av dumpemasse. Det må dog påpekes at tidsoppløsningen i analysene er grov, neppe bedre enn 3-5 år, slik at mulige forandringer i belastning må tolkes med forsiktighet.

4.11. Mengde miljøgifter lagret i sedimentene

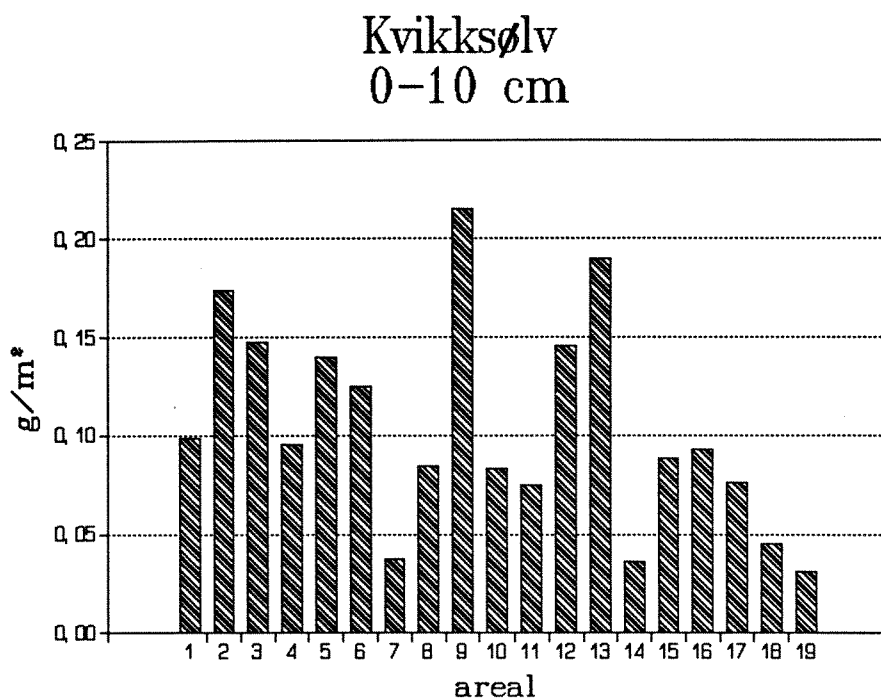
På grunnlag av konsentrasjonene i de respektive arealene, tørrstoffinnholdet i sedimentet og en tetthet av tørt sediment på $2,3 \text{ g/cm}^3$, er innholdet av miljøgifter de øvre 10 cm av sedimentet i de respektive fjordavsnittene beregnet (tabell 17).

Tabell 17. Mengde kvikksølv (Hg), pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), dekaloribifenyli (10CB), 2,3,7,8-TCDD-ekvivalenter og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) lagret i sedimentene.

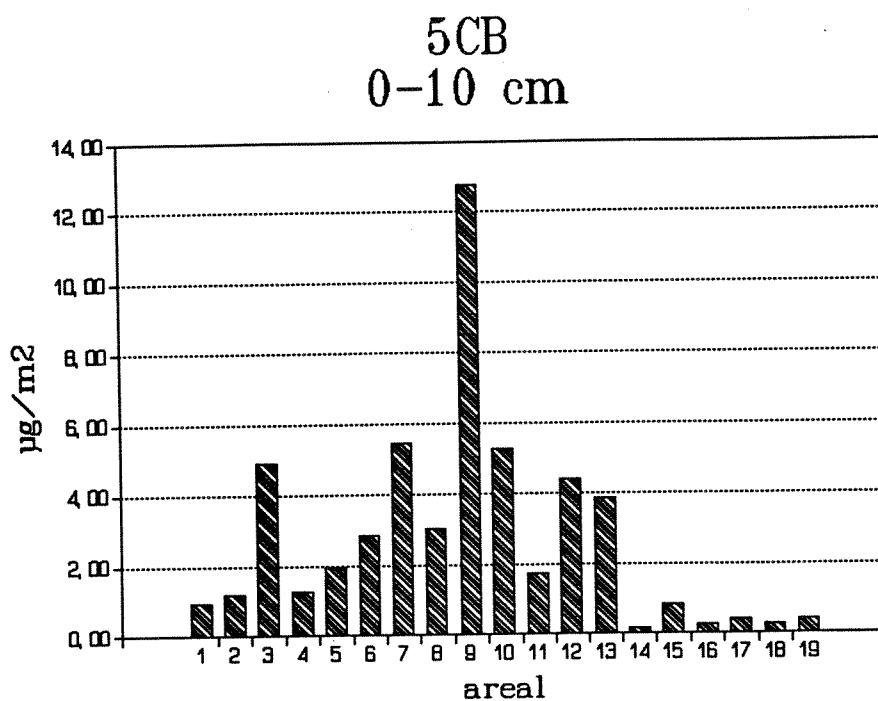
Lagret i de ulike fjordsystemer, kg								
	Dyp i sediment	Hg †	5CB	HCB	OCS	10CB	TCDD	PAH †
Vollsfjorden	0-3 cm	42	0.6	2.5	1.0	6.7	0.1	70
Frierfjorden		392	28	213	59	197	1.5	3244
Eidangerfjorden	0-3 cm	102	1.1	2.7	2.2	9.0	0.2	184
Brevik-, Langesundsfjorden.		128	0.6	4.0	3.7	2.1	0.2	901
Håøyfjorden m/omliggende fjorder *		167	1.8	3.9	2.6	18	0.5	243
Vollsfjorden		69	0.4	0.9	0.4	0.1	0.1	48
Frierfjorden	3-6 cm	717	30	78	45	7	1.9	4378
Eidangerfjorden		145	0.9	1.5	0.9	0.3	0.2	131
Brevik-, Langesundsfjorden.		213	0.7	2.8	0.9	0.2	0.3	762
Håøyfjorden m/omliggende fjorder *		231	1.0	1.7	0.8	1.2	0.6	300
Vollsfjorden	6-10 cm	903	29	98	50	20	2.8	5794
Frierfjorden		118	0.9	1.6	1.2	1.2	0.1	150
Eidangerfjorden		227	1.0	2.5	1.9	0.4	0.3	2610
Brevik-, Langesundsfjorden.		133	1.5	4.9	1.9	0.9	0.6	176
Håøyfjorden m/omliggende fjorder *	0-10 cm	111	1.0	3.4	1.4	6.8	0.3	183
Vollsfjorden		2012	86	389	154	224	6.2	13415
Frierfjorden		365	2.9	5.8	4.3	11	0.5	466
Eidangerfjorden		569	2.3	9.4	6.5	2.7	0.8	4273
Brevik-, Langesundsfjorden.	0-10 cm	532	4.2	10	5.4	20	1.7	719
Håøyfjorden m/omliggende fjorder *								

† minus bakgrunn, hhv. $0,1 \mu\text{g/g}$ Hg og $0,5 \mu\text{g/g}$ PAH
 * Ornefjorden
 Langangsfjorden
 Mørjefjorden
 Kalven
 Helgerofjorden

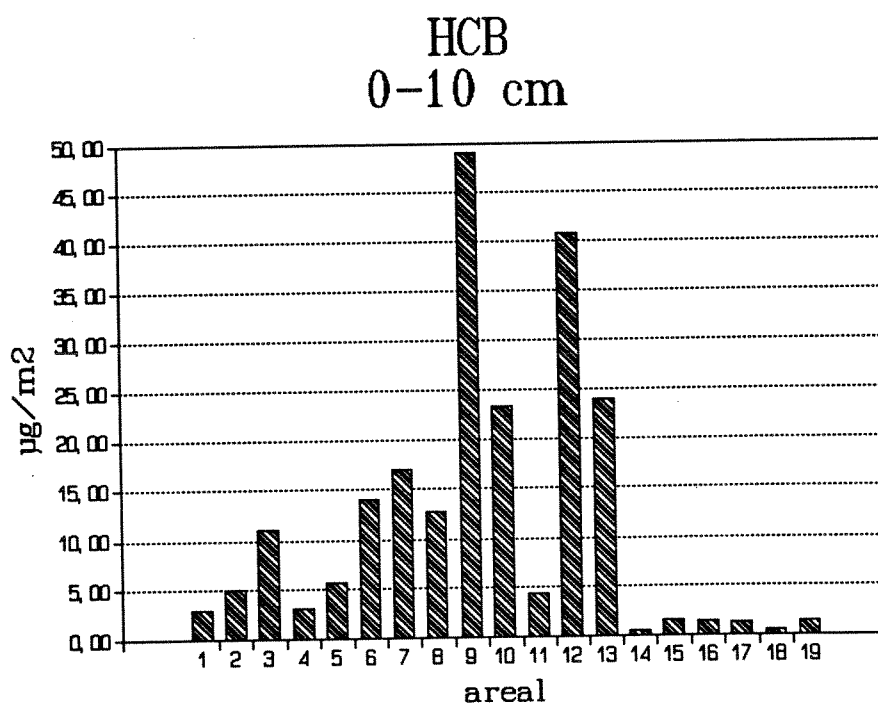
Det understrekes at beregningene i tabellen gir mengde lagret i det totale arealet for det enkelte fjordområdet og ikke normalisert til pr. kvadratmeter. Mengde lagret pr. kvadratmeter fjordareal er vist i figurene 14-20. Areal nummer 1 er Volls fjorden, mens areal 2-13 alle er i Frierfjorden, se tabell 1.



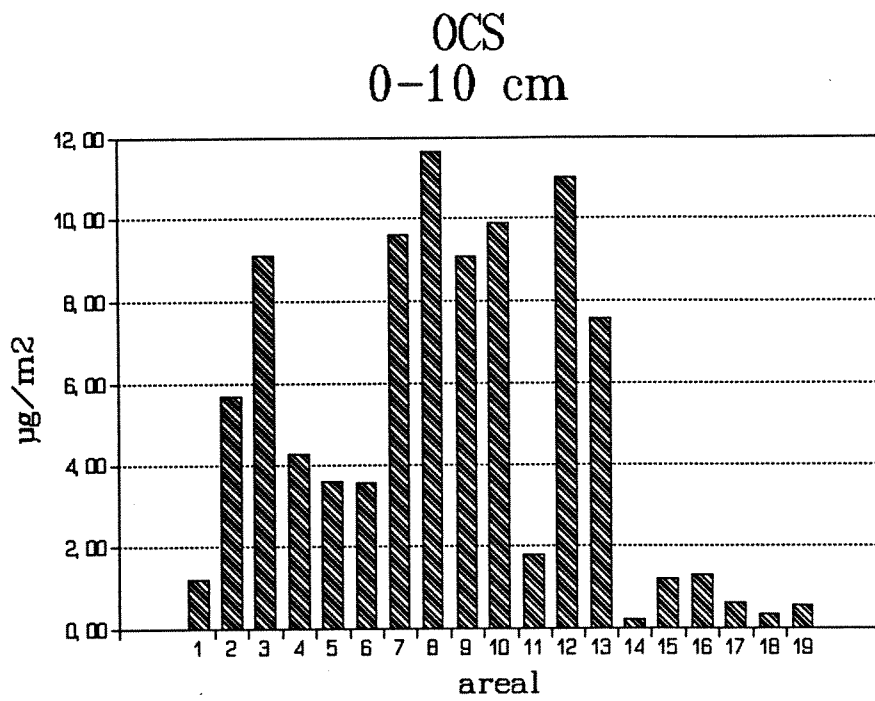
Figur 19. Kvikksølv lagret pr. m² i de forskjellige arealene (se også fig. 6a,b).



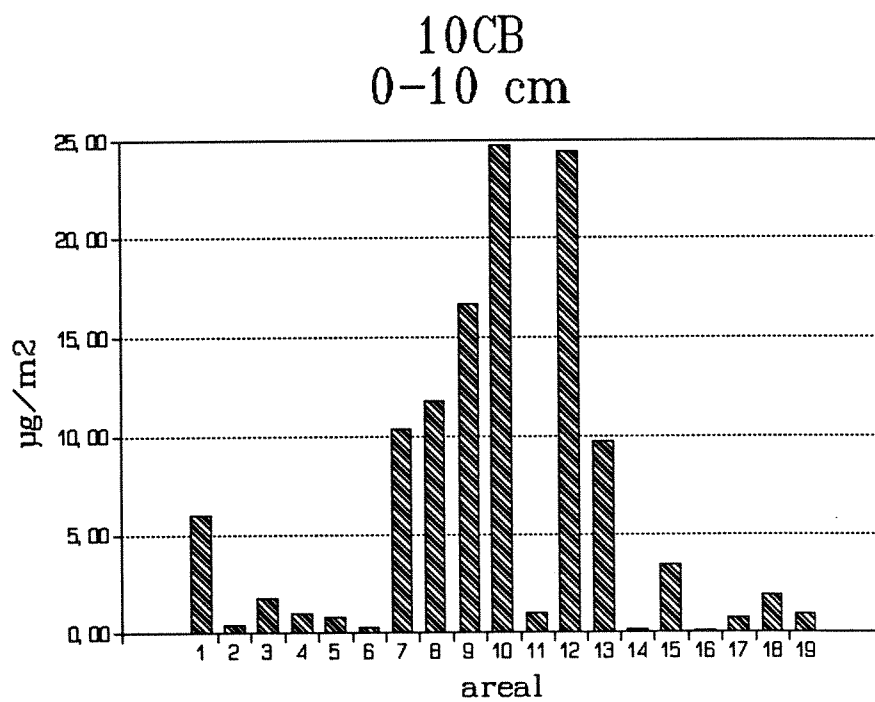
Figur 20. Pentaklorbenzen lagret pr. m² i de forskjellige arealene (se også fig. 6a,b).



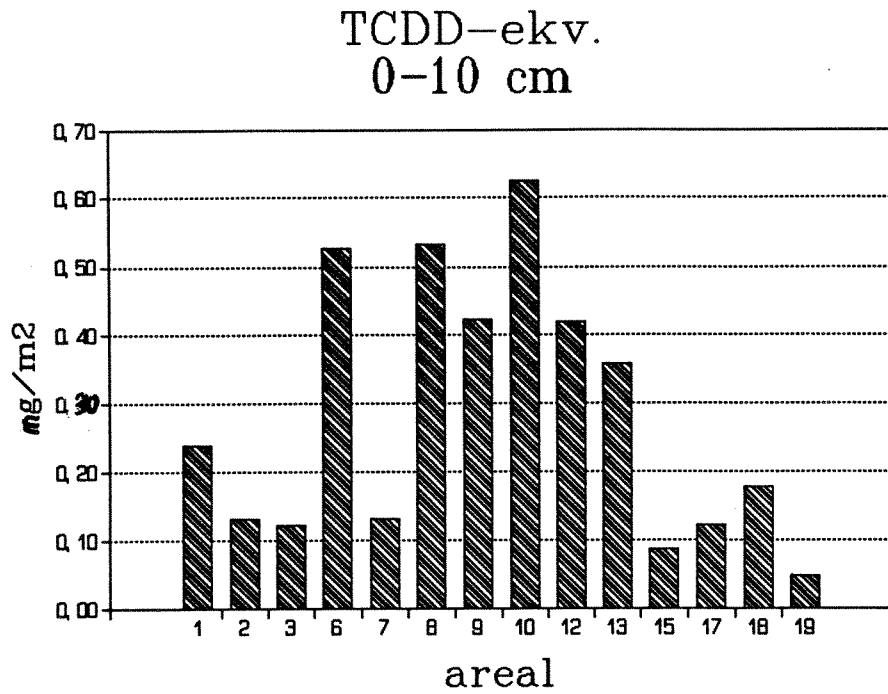
Figur 21. Heksaklorbenzen lagret pr. m² i de forskjellige arealene (se også fig. 6a,b).



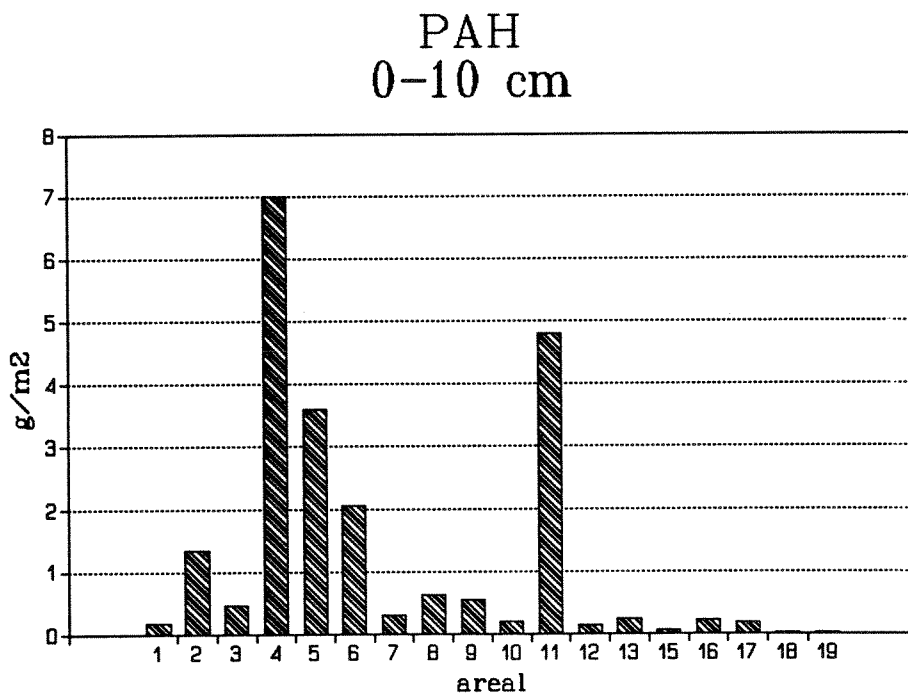
Figur 22. Oktaklorstyren lagret pr. m² i de forskjellige arealene (se også fig. 6a,b).



Figur 23. Dekaklorbifenyl lagret pr. m² i de forskjellige arealene (se også fig. 6a,b).



Figur 24. 2,3,7,8 - TCDD-ekvivalenter (Nordisk model) lagret pr. m² i de forskjellige arealene (se også fig. 6a,b).



Figur 25. PAH lagret pr. m² i de forskjellige arealene (se også fig. 6a,b).

Kvikksølv viste en relativ jevn fordeling i hele Frierfjorden, dog skilte areal 9 ved Hydro Porsgrunn og areal 12 og 13 i søndre delen av fjorden seg ut med de høyeste verdiene. For de fire hovedkomponentene i avløpet fra Mg-fabrikken, observeres generelt de høyeste verdiene i nærområdet til Hydro Porsgrunn og søndre del av Frierfjorden samt også sentrale Frierfjord.

Fordelingen av TCDD-ekvivalenter pr. kvadratmeter fjordareal ga også de høyeste verdiene nær Hydro Rafnes og indikerer, som for de andre klorerte forbindelsene, at det sedimenterer dioksin/furan-anrikede partikler i søndre delen av Frierfjorden. Det var imidlertid relativt lave verdier i sentrale Frierfjorden, men en relativ høy konsentrasjon i areal 6 nærmere Hydro Rafnes. På grunn av at det er et mindre datasett for TCDD-ekvivalenter enn for de andre forbindelsene, er en del av arealene utelatt i denne presentasjonen.

Fordelingen av PAH-lageret i sedimentene viste en helt annen profil enn for de andre miljøgiftene. Som tidligere påpekt, skilte nærområde til Hydro Rafnes seg ut med de høyeste verdiene sammen med området ved Versvikbukta.

Sammenligning av mengde lagret i sedimentene mot tilførsler vanskeliggjøres både av usikre utslippstall for de enkelte forbindelsene og av et utilstrekkelig antall stasjoner som er aldersdatert. I Frierfjorden er kun stasjon 14b datert. Resultatene viste at 8-10 cm snittet hadde en alder på ca. 12 år. Dette er en meget høy akkumulasjonshastighet, neppe representativ for Frierfjorden som helhet. En sedimenttilvekst på 3-5 mm pr. år er trolig mer representativ. Anvendes denne hastigheten, vil innholdet i de øverste 3 cm inneholde tilførsler fra de siste ca. 10 årene. Gulbrandsen et al. (1991) har beregnet kvikksølvtilførslene (inklusive transport fra Gunnekleivfjorden) til 470 kg i perioden 1980-1989 og oppgir HCB-tilførslene til 2630 kg for samme periode. I henhold til den prosentvise fordelingen mellom forbindelsene gir dette tilførsler av 5CB på 480 kg og OCS på 590. Utslipet av TCDD-ekvivalenter blir ca. 5 kg (jfr. kap. 2.5). Den prosentvise mengde av tilførslene gjenfunnet i de øverste 3 cm av sedimentet blir da som vist i tabell 18.

Tabell 18. Mengde lagret i sedimentene som prosent av utslipp i perioden 1977-1989.

Frierfjorden	
Hg	92
5CB	6
HCB	8
OCS	10
TCDD-ekv.	30
PAH	10

Tallene i tabell 18 er usikre på grunn av usikre utslippstall og for få stasjoner som er aldersdatert. De må derfor tolkes med forsiktighet. Tabellen indikerer imidlertid interessante forskjeller mellom forbindelsene. Den lave gjenvinningsprosenten for 5CB, HCB og OCS er vanskelig å forklare ut fra spredning/sedimentasjonsmekanismer, men kan antyde nedbrytning, f.eks. deklorering i anoksisk miljø (se også Gulbrandsen et al. 1991).

5. LITTERATUR

- Aure, J., 1974. Den norske kyststrøm utenfor Langesund i juni og november 1974. Samarbeidsprosjektet. Den norske kyststrøm. Rapport 1/78. Prosjektsekretariat: Geofysisk Institutt, Bergen.
- Aure, J., 1975. Toktrapport. Hydrografi og strøm - Naverfjorden 5.11. - 10.12.74. Vassdrags- og Havnelaboratoriet ved NTH - tilsluttet SINTEF.
- Braak ter, C.J.F., 1988. Canoco - a fortran program for canonical community ordination. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, Nederland.
- Broman, D., Colmsjö, A. and Näf, C., 1987. Characterization of the PAC profile in settling particulates from the urban waters of Stockholm. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 38:1020-1028. Springer-Verlag New York Inc.
- Broman, D., Colmsjö, A., Ganning, B., Näf, C. and Zebühr, Y., 1988. A multi-sediment-trap study on the temporal and spatial variability of polycyclic aromatic hydrocarbons and lead in an anthropogenic influences archipelago. Environ. Sci. Technol., 22:1219-1228.
- Baumann Ofstad, E., Lunde, G., Martinsen, K. and Rygg, B., 1978. Chlorinated aromatic hydrocarbons in fish from an area polluted by industrial effluents. Sci. Total. Environ., 10: 219-230.
- Colombo, J.C., Pelletier, E., Brochu, C., Khalil, M. and Catoggio, J.A., 1989. Determination of hydrocarbon sources using n-alkane and polyaromatic hydrocarbon distribution indexes. Case Study: Rio de La Plata Estuary, Argentina. Environ. Sci. Technol., 23:888-894.
- Delbeke, K., Joiris, C.R. and Bossicart, M., 1990. Organo-chlorines in different fractions of sediments and in different planktonic compartments of the Belgian continental shelf and the scheldt estuary. Environ. Pollut., 66:325-349.
- Eder, G., Sturm, R. and Ernst, W., 1987. Chlorinated hydrocarbons in sediments of the Elbe river and the Elbe estuary. Chemosphere, 16:2487-2496.
- Ernst, W., Weigelt, V. and Weber, K., 1984. Octachlorostyrene - a permanent micropollutant in the North Sea. Chemosphere, 13:161-168.
- Evers, E.H.G., Ree, K.C.M. and Olie, K., 1988. Spatial variations and correlations in the distribution of PCDDs, PCDFs and related compounds in sediments from the river Rhine - Western Europe. Chemosphere, 17:2271-2288.
- Friesen, K.J., Vilks, J. and Muir, D.C.G., 1990. Aqueous solubilities of selected 2,3,7,8-substituted polychlorinated dibenzofurans (PCDFs). Chemosphere, 20:27-32.

- Gulbrandsen, R., Bjerkeng, B., Knutzen, J. og Skei, J., 1991 (in prep).
NIVA, O-90027. Tiltaksanalyse for Grenlandsfjordene. Rapport 3: Omsetning av miljøgifter.
- Götz, R. und Schumacher, E., 1990. Polychlorierte dibenzo-p-dioxine (PCDDs) und polychlorierte dibenzofurane (PCDFs) in sedimenten und fischen aus dem Hamburger hafen. *Chemosphere*, 20:51-73.
- Ibrekk, H.O. og Gulbrandsen, R., 1989. Overvåking av Grenlandsfjordene. Delprosjekt: Forurensningstilførsler. Statlig progr. forurens. overvåk. NIVA-rapport O-8000371. 36 s.
- Jarandsen, B., 1990. Nivå av kvikksølv i blåskjell fra Grenlandsfjordene (1975-1989). Notat, Prosjektnr. P30095.061. 14.5.1990, 11 s. + vedlegg.
- Jernelöv, A., Rosenberg, R. and Jensen, S., 1972. Biological effects and physical properties in the marine environment of aliphatic chlorinated by-products from vinyl chloride production. *Water Research*, 6:1181-1191.
- Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak and O.F.R. van Tongeren 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc Wageningen, Den Haag. 299 s.
- Knutzen, J. og Skei, J., 1988. Tiltaksorientert overvåking i Saudafjorden 1986-1987. Rapport nr. 309/88 innen Statlig progr. forurens. overvåk. NIVA-rapport O-8000306. 50 s.
- Knutzen, J. og Oehme, M., 1988. Undersøkelse av klorerte dioksiner og dibenzofuraner i fisk, skalldyr og sedimenter fra Frierfjorden og tilgrensende områder 1987-1988. NIVA-rapport O-87083. 143 s.
- Knutzen, J. og Oehme, M., 1990. Klorerte dibenzofuraner og dioksiner i krabber, fisk og reker fra Frierfjorden, tilstøtende områder og referansestasjoner 1988-1989. NIVA-rapport O-88185. 110 s.
- Knutzen, J., 1990. Tiltaksanalyse for Grenlandsfjordene. Rapport 1. Forslag til målkriterier for ubegrenset bruk av fisk og skalldyr til mat. NIVA-rapport O-90027. 45 s.
- Knutzen, J. og Green, N., 1990. Overvåking av miljøgifter i torsk og blåskjell fra Grenlandsfjordene 1989. Rapport 415/90 innen Statlig progr. forurens. overvåk. NIVA-rapport O-8000312. 41 s.
- Knutzen, J., Martinsen, K., Næs, K., Oehme, M. og Oug, E., 1990 in prep. Tiltaksorientert overvåking av miljøgifter i organismer og sedimenter fra Kristiansandsfjorden 1988 og 1990.
- Laflamme, R.E. and Hites, R., 1978. The global distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in recent sediments. *Geochemica et Cosmochimica Acta*. 42:289-303.

- Lohse, J., 1988a. Herkunft, ausbreitung und verteilung von schwerflüchtigen chlorkohlenwasserstoffen in sedimenten der Nordsee. Dissertation zur erlangung des doktorgrades der naturwissenschaften im fachbereich geowissenschaften der Universität Hamburg. Fotodruck J. Maintz GmbH, D-5100 Aachen.
- Lohse, J., 1988b. Ocean incineration of toxic wastes: A footprint in North Sea sediments. *Mar. Pollut. Bull.*, 19:366-371.
- Lohse, J., 1988c. Distribution of organochlorine pollutants in North Sea sediments. *Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, Heft 65:345-365.
- Mabey, W.R., Smith, J.H., Podoll, R.T., Johnson, H.L., Mill, T., Chou, T.W., Gates, J., Waight Partiridge, I. and Vandenberg, D., 1982. Aquatic fate process data for organic priority pollutants. Monitoring and Data support Division (WH-553). Office of Water Regulation and Standards. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC 20460. EPA-440/4-81-014.
- Molvær, J. 1989. Miljøgifter i Gunnekleivfjorden. Delrapport 2: Miljøgifter i vannmassene. Transport av miljøgifter gjennom kanalene. NIVA-rapport O-88068.
- Muir, D.C.G., Yarechewski, R.L.C., Corbet, R.L., Webster G.R.B. and Smith, A.E., 1985. Laboratory and field studies on the fate of 1,3,6,8- tetrachlorodibenzo-p-dioxin in soil and sediments. *J. Agric. Food Chem.* 33:518-523.
- Neff, J.M. 1979. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. Sources, fates and biological effects. Applied Science Publishers Ltd.
- Niemistö, L., 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. *Havforskningsinst., Skr. Helsinki*, 238:33-38.
- Norwood, C.B., Hackett, M., Pruell, R.J., Buttrworth, B.C., Williamson, K.J. and Naumann, S.M., 1989. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in selected estuarine sediments. *Chemosphere*, 18:553-560.
- Næs, K. og Rygg, B., 1988. Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 1. Sedimenter og bløtbunnfauna 1986. Rapport nr. 306 innen Statlig progr. forurens.overvåk. NIVA-rapport O-8000361/8000362 54 s.
- Næs, K., 1989. Miljøgifter i Gunnekleivfjorden. Delrapport 1: Konsentrasjon og mengde av miljøgifter sedimentene. NIVA-rapport O-8806801. 76 s.
- Næs, K. og Rygg, B., 1990. Overvåking av Årdalsfjorden i 1989. Sedimenter og bløtbunnsfauna. NIVA-rapport O-8909502/890503. 51 s.
- Næs, K., 1991 in prep. Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 4. Sedimentasjon av organisk materiale og oksygenforbruk i dypvannet i Frier- og Breviksfjorden. NIVA-rapport O-800376/E-87696/E-90420.

- Oehme, M., Manø, S., Brevik, E.M., and Knutzen, J., 1989. Determination of polychlorinated dibenzofuran (PCDF) and dibenzo-p-dioxin (PCDD) levels and isomer patterns in fish, crustacea, mussel and sediment samples from a fjord region polluted by Mg-production. *Fresenius Z Anal. Chem.*, 335:987-997.
- Parsons, J.R., Ratsak, C. and Siekerman C., 1990. Biodegradation of chlorinated dibenzofurans by an alcaligenes strain. pp 377-380 : O. Hutzinger and H. Fiedler (eds.): *Organohalogen Compounds 1. Dioxin '90*, EPRI-Seminar, Short Papers. ECO-Informa Press, Bayreuth, Tyskland.
- Quensen III, J.F. and Matsumura, F., 1983. Oxidative degradation of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin by microorganisms. *Environ. Chem.*, 2:261-268.
- Rappe, C. and Kjeller, L.-O., 1987. PCDD and PCDF's in environmental samples. Air, particulates, sediments and soils. *Chemosphere* 16:1775-1780.
- Rappe, C., Kjeller, L.-O., Jonsson, P., Jonsson, B. og Håkansson, L., 1987. Klorerade dibensodioxiner og dibensofuraner samt ekstraherbart organisk bundet klor. Studier av havssediment utanför en skogsindustri. Delrapport. SNV, Solna, 35 s., mars 1987.
- Rappe, C., 1988. Swedish view of the dioxin issue. *Vatten* 2 (1988) 44: 137-144.
- Ray, L.E., Murray, H.E. and Giam, C.S., 1983a. Organic pollutants in marine samples from Portland, Maine, *Chemosphere*, 12:1031-1038.
- Ray, L.E., Murray, H.E. and Giam, C.S., 1983b. Analysis of water and sediment from the Nueces estuary/Corpus Christi Bay (Texas) for selected organic pollutants. *Chemosphere*, 12:1039-1045.
- Rygg, B., Bjerkeng, B., Knutzen J., Molvær, J. og Norheim, G., 1984. Grenlandsfjordene og Skienselva 1983. Statlig prog. forurens. overvåk. rap. 161/84, SFT/NIVA, Oslo, 61 s.
- Rygg, B., Green, N., Molvær, J. og Næs, K., 1987. Grenlandsfjordene og Skienselva 1986. Rapport nr. 287/87 innen Statlig progr. forurens. overvåk. rap. 287/87, SFT/NIVA, Oslo, 91 s.
- Rygg, B., 1988. Vurdering av forurensningspåvirkning av Frierfjorden som følge av utsig av pyrolyseolje fra etylenfabrikken, Hydro Rafnes. NIVA-rapport O-87201.
- Skei, J., 1975. Resipientvurderinger av Nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. NIVA-Rapport 3. O-111/70. Fremdriftsrapport fra de sedimentgeokjemiske undersøkelsene i juli 1975.
- Skei, J., 1981. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva 1980. Delrapport III. Sedimenter. Statlig prog. forurens. overvåk. rap. 14/81, SFT/NIVA, Oslo, 30 s.

- Skei, J., Pedersen, A., Bakke, T., Berge, J.A., 1989. Miljøgifter i Gunnekleivfjorden. Delrapport 4: Utlekking av kvikksølv og klororganiske forbindelser fra sedimentene, bioturbasjon og biotilgjengelighet. (Eksperimentelt arbeid på Solbergstrand). NIVA-rapport O-8806804, Oslo.
- Sporstøl, S., Gjør, N., Lichtenthaler, R.G., Gustavsen, K.O., Urdal, K., Oreld, F. and Skei, J., 1983. Source identification of aromatic hydrocarbons in sediments using GC/MS. *Environ. Sci. Technol.*, 17:282-286.
- Wit de, C., Jansson, B., Strandell, M., Jonsson, P., Bergqvist, P.-A., Bergek, S., Kjeller, L.-O., Rappe, C., Olsson, M. and Slorach, S., 1990. Results from the first year of the Swedish dioxin survey. *Chemosphere*, 20:1473-1480.
- Yanders, A.F., Kapila, S., Yun-Hsieh Lo, Puri, R. and Cerlesi, S, 1990. Persistence of tetrachlorodibenzo-p-dioxin in soil: Times beach case study. pp 339-341 : O. Hutzinger and H. Fiedler (eds.): *Organohalogen Compounds 3. Dioxin '90*, EPRI-Seminar, Short Papers. ECO-Infirma Press, Bayreuth, Tyskland.

VEDLEGG

VEDLEGG 1. TOKTRAPPORT**Prosjekt O-8915903****Sedimentkartlegging i Grenlandsfjordene****Feltrapport**



Sedimentkartlegging i Grenlandsfjordene.
Prosjekt O-S915903.

=====

Feltarbeidet ble gjennomført 9.-11. oktober d.å. fra "F/F Trygve Braarud".

Stasjoner, prøvetyper og sedimenttyper framgår av vedlagte oversikt. Prøvene er innsamlet med kjerneprøvetaker (Niemistö). Koordinatene for stasjonsplasseringen er nøyaktige og tatt ut fra radarpeilinger.

De planlagte stasjonene i Gunnekleivfjorden og ikke prøvetatte stasjoner i Frierfjorden (grunne stasjoner, i hovedsak langs Rafneslandet) blir tatt noe senere (oktober), med mindre båt.

Grimstad, 23. oktober 1989

Kristoffer Næs

Forklaring til vedlagte skjema.

Forkortelser :

Parameter/snitt

Diox : Dioksin
P : 5CB, HCB, OCS, 10CB, PAH, Hg, C, N, 63µm
Pyro/EDC : Pyrolyseolje/EDC-tjære
Andre : Andre klorerte, AOX, EPOCL/EOCL
X-Diox : Ekstra dioxin
Pb 210 : Datering
Porevann

0-2 angir at prøven er tatt de 2 øverste cm i sedimentet.

4-6 angir at prøven er tatt fra 4-6 cm fra toppen av sedimentet
etc.

Prøver til dioksin-analyse fra a,b,c-stasjoner med felles nummer
er samlet til en prøve dersom ikke annet er oppgitt (Sep. = for
separat analyse).

Det samme gjelder prøver for P-analyse.

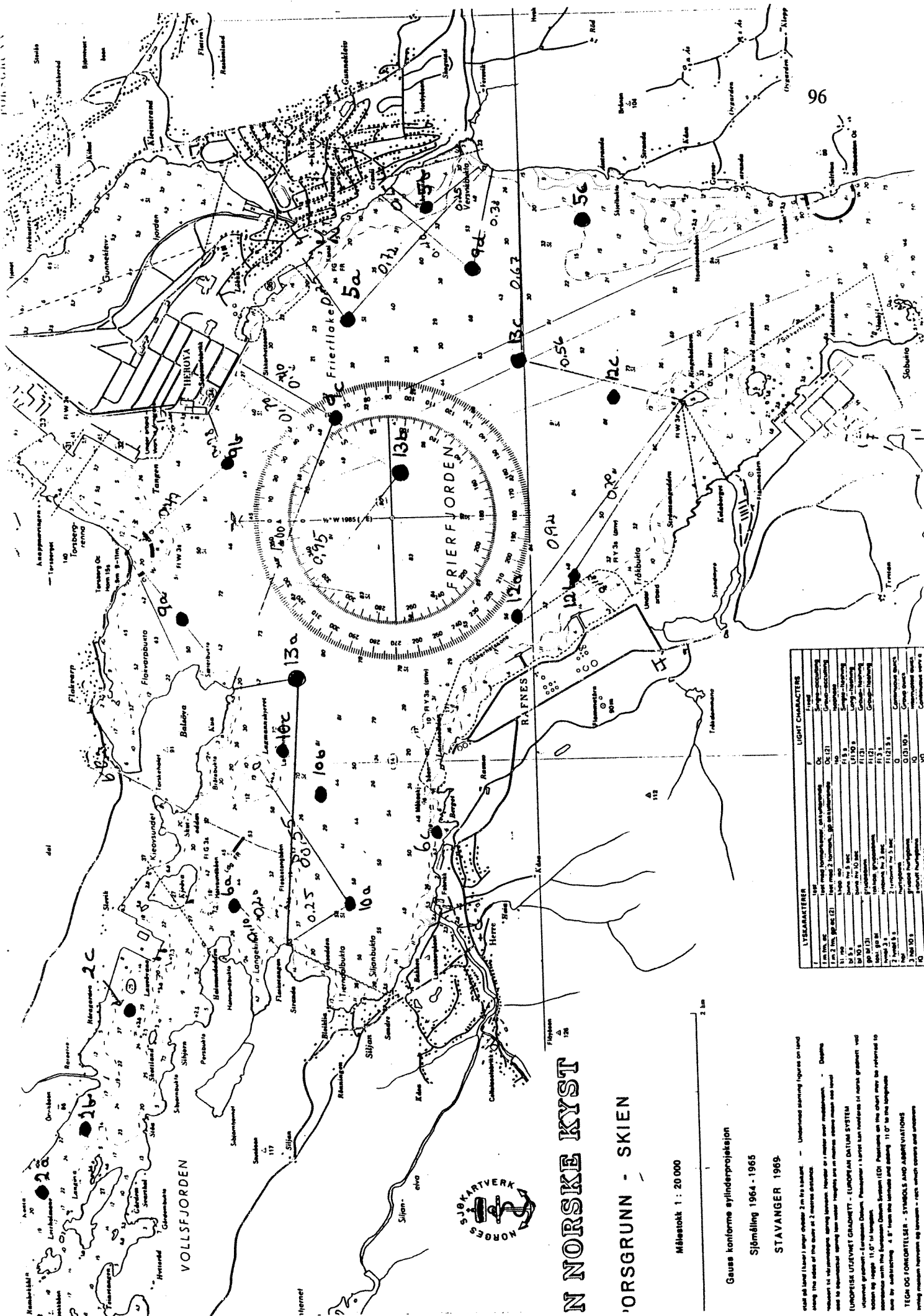
Øvrige prøver fra a,b,c-stasjoner er tatt separat.

Grenlandsfjordene - Sedimentkartlegging 9-11/10-1989

Stasjon	Koordinater	Vannedyp (m)	Kjernelengde (cm)	Parameter/snitt	Sedimenttype
2 a	59°07,75'N 09°32,15'E	22	50	Diox: 0-2,4-6 P : 0-2,4-6	Øverste 10 cm litt mørk leire, resten leire.
2 b	59°07,60'N 09°32,60'E	24	50	Diox: 0-2,4-6 P : 0-2,4-6	Øverste 2 cm brun, meste 30 cm mørk grå leire, resten lys lei
2 c	59°07,40'N 09°33,40'E	27	50	Diox: 0-2,4-6 P : 0-2,4-6	Øverste 20 cm sort mudder, resten leire.
3 a	Ikke tatt				
3 b	Ikke tatt				
3 c	59°03,78'N 09°38,50'E	26	60	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Øverste 5 cm brun, neste 20 cm mørk grå, deretter lys leire.
4 a	Ikke tatt				
4 b	4 } 59°05,50'N 09°38,58'E	8	20	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Leire.
4 c					
5 a	59°06,60'N 09°37,95'E	23	35	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Andre: 0-2	Øverste 25 cm mørk grå silt, deretter leire.
5 b	59°06,32'N 09°38,70'E	16	40	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Mørk grå leire.
5 c	59°05,80'N 09°38,62'E	26	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Pyro/EDC: 0-2	Øverste 25 cm anoksisk mudder (øverste 3 cm brun), deretter leire.
6 a	59°07,05'N 09°34,05'E	42	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Øverste 2 cm lys brun, neste 40 cm sort anoksisk mudder, leire i bunnen.
6 b	Ikke tatt				
6 c	59°06,35'N 09°34,50'E	21	35	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Mørk grå sandig silt.
7 a	Ikke tatt				
7 b	Ikke tatt				
7 c	Ikke tatt				
8 a	59°04,65'N 09°38,20'E	19	25	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Sandig silt.
8 b	59°04,10'N 09°38,55'E	24	40	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Pyro: 0-2	Lys leire.
8 c	59°03,35'N 09°40,12'E	17	35	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Pyro/EDC: 0-2 X-Diox: 0-2	Mørkegrå leire.
9 a	59°07,20'N 09°36,00'E	62	60	Diox: 0-2,4-6,8-10 ¹⁾ P : 0-2,4-6,8-10 ²⁾	1) Øverste 30 cm sort anoksisk mudder, resten sand. 2) Mye gass i hele kjernen.
9 b	59°07,04'N 09°37,00'E	49	70	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Sort glinsende mudder m/hvite sandlignede korn i toppen. Leire i nederste 10 cm.
9 c	59°06,65'N 09°37,25'E	46	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 EDC : 0-2	Øverste 40 cm sort (ikke anoksisk), deretter leire.

Stasjon	Koordinater	Vanndyb (m)	Kjernelengde (cm)	Parameter/snitt	Sedimenttype
9 d	59°06,15'N 09°38,26'E	61	40	Diox: 0-2,4-6,8-10 1) P : 0-2,4-6,8-10 2) Pyro: 0-2 X-Diox: 0-2	1) Øverste 25 cm sort mudder, deretter leire. 2) Mørkegrå de første 10 cm, deretter leire.
10 a	59°06,65'N 09°34,05'E	56	60	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Øverste 40 cm sort anoksisk mudder, resten leire.
10 b	59°06,72'N 09°34,80'E	44	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Porevann: 0-2	Øverste 30 cm sort mudder (svakt anoksisk sediment), resten leire.
10 c	59°06,87'N 09°35,10'E	37	40	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Øverste 30 cm mørk grå, deretter leire.
11 a	59°04,38'N 09°38,50'E	56	60	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Øverste 40 cm sort anoksisk.
11 b	59°03,78'N 09°38,50'E	42	60	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Pyro/EDC: 0-2 X-Diox : 0-2	Øverste 2 cm lys brun, neste 30 cm sort (ikke anoksisk).
11 c	59°03,25'N 09°40,12'E	34	60	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Siltig leire.
12 a	59°06,05'N 09°35,90'E	36	40	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Pyro/EDC: 0-2	Mørkegrått, organisk, fiberaktig. Leire i bunnen.
12 b	59°05,85'N 09°36,20'E	46	40	Diox: 0-2,4-6 Diox: 8-10 (Sep.) 1) P : 0-2,4-6 P : 8-10 (Sep.) 1) Pyro/EDC: 0-2 X-Diox : 0-2	Øverste 15 cm mørk, deretter meget lys leire. 1) Dumpemasse ?
12 c	59°05,70'N 09°37,40'E	49	45	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Pyro/EDC: 0-2	Øverste 30 cm svart anoksisk mudder, deretter lys leire.
13 a	59°06,90'N 09°35,55'E	81	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Øverste 15 cm sort anoksisk, neste 15 cm sandig dumpemasse, deretter 25 cm mørk sort anoksisk mudder.
13 b	59°06,45'N 09°36,90'E	93	25	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Øverste 4 cm mørk anoksisk mudder, deretter 20 cm med sand og mye fiber.
13 c	59°06,02'N 09°37,62'E	60	70	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 1) Pyro/EDC: 0-2,4-6,8-10 2) Andre : 0-2,4-6,8-10 3) X-Diox : 0-2 3)	Øverste 12,5 cm mørkt anoksisk Meget skarpt skille til neste 32 cm m/lys leire, neste 20 cm sort anoksisk og deretter leir. 1) Skille øverst v/8 cm. 2) " " " 9 cm 3) " " " 10 cm.
14 a	59°05,50'N 09°38,18'E	93	70	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Pyro/EDC: 0-2	Anoksisk mudder, litt leire i bunnen.
14 b	59°04,92'N 09°38,62'E	95	70	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 X-Diox: 0-2 Porevann: 0-2 Pb-210: 0-2,2,4,4-6,6-8,8-10,13-15,17-19,21-23,25-27.	Sort anoksisk mudder. Leire helt i bunnen.
14 c	Ikke tatt				
15 a	59°05,90'N 09°41,92'E	28	20	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Silt.
15 b	Ikke tatt (for bratt)				
15 c	59°04,35'N 09°41,75'E	30	20	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Silt.

Stasjon	Koordinater	Vanndyp (m)	Kjernele ngde (cm)	Parameter/snitt	Sedimenttype
16 a	59°05,72'N 09°42,53'E	83	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Leire.
16 b	59°04,75'N 09°42,60'E	98	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Leire.
16 c	59°03,55'N 09°42,50'E	102	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10 Pyro/EDC: 0-2 Andre : 0-2 X-Diox : 0-2 Pb 210: 0-1,2-3,4-5,6-7, 8-9,11-13,15-17,19-21, 23-25.	Leire.
17 a	59°02,97'N 09°42,04'E	36	25	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Sandig silt.
17 b	59°02,15'N 09°43,10'E	35	20	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Silt.
17 c	Ikke tatt (for bratt)				
18 a	59°02,92'N 09°43,00'E	105	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Leire.
18 b	59°02,30'N 09°43,70'E	104	40	Diox: 0-2,4-6,8-10, 12-14,16-18 (Sep.) P : 0-2,4-6,8-10, 12-14,16-18 (Sep.) Pyro/EDC: 0-2 Andre: 0-2 X-Diox: 0-2 Porevann: 0-2 Pb-210: 0-1,1-2,2-3,3-4, 4-5,5-7,9-11,13-15,17-19, 21-23,25-27.	Siltig leire.
18 c	59°01,50'N 09°44,75'E	105	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Siltig leire.
19 a	59°03,20'N 09°45,24'E	33	70	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Øverste 15 cm løst anoksis k mudder, deretter 15 cm m ørk grått fastere sediment, deretter leire.
19 b	59°02,58'N 09°44,80'E	45	40	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Silt.
19 c	59°02,28'N 09°47,22'E	50	40	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Leire.
20 a	59°04,60'N 09°47,60'E	35	35	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Silt m/litt grov sand i bunnen.
20 b	59°03,00'N 09°47,00'E	55	50	Diox: 0-2,4-6,8-10 P : 0-2,4-6,8-10	Leire. Gråsvart de øvre 15 cm
20 c	59°01,44'N 09°47,83'E	200	70	Diox: 0-2,4-6,8-10 (Sep.) P : 0-2,4-6,8-10 (Sep.) Pyro/EDC: 0-2	
21	58°57,98'N 09°44,36'E	73	30	Diox: 0-2 P : 0-2 Pyro/EDC: 0-2 Andre : 0-2 Pb-210: 0-1,2-3,4-5,6-7, 8-9,11-12,14-15,17-18, 20-21,23-24,26-27.	Sandig silt.
22	58°58,00'N 09°48,50'E	217	70	Diox: 0-2 P : 0-2	Fin leire.
23	58°56,80'N 09°54,77'E	97	50	Diox: 0-2 P : 0-2	Silt.
24	58°55,94'N 09°47,53'E	177	40	Diox: 0-2 P : 0-2	Leire.
25	58°53,72'N 09°45,99'E	90	30	Diox: 0-2 P : 0-2	Sandig leire.
26	58°52,00'N 09°39,80'E	95	40	Diox: 0-2 P : 0-2	Leire m/grus.



LYSGRATER		LIGHT CHARACTERS	
1	2	1	2
1	1987	1	1987
2	1987	2	1987
3	1987	3	1987
4	1987	4	1987
5	1987	5	1987
6	1987	6	1987
7	1987	7	1987
8	1987	8	1987
9	1987	9	1987
10	1987	10	1987
11	1987	11	1987
12	1987	12	1987
13	1987	13	1987
14	1987	14	1987
15	1987	15	1987
16	1987	16	1987
17	1987	17	1987
18	1987	18	1987
19	1987	19	1987
20	1987	20	1987
21	1987	21	1987
22	1987	22	1987
23	1987	23	1987
24	1987	24	1987
25	1987	25	1987
26	1987	26	1987
27	1987	27	1987
28	1987	28	1987
29	1987	29	1987
30	1987	30	1987
31	1987	31	1987
32	1987	32	1987
33	1987	33	1987
34	1987	34	1987
35	1987	35	1987
36	1987	36	1987
37	1987	37	1987
38	1987	38	1987
39	1987	39	1987
40	1987	40	1987
41	1987	41	1987
42	1987	42	1987
43	1987	43	1987
44	1987	44	1987
45	1987	45	1987
46	1987	46	1987
47	1987	47	1987
48	1987	48	1987
49	1987	49	1987
50	1987	50	1987
51	1987	51	1987
52	1987	52	1987
53	1987	53	1987
54	1987	54	1987
55	1987	55	1987
56	1987	56	1987
57	1987	57	1987
58	1987	58	1987
59	1987	59	1987
60	1987	60	1987
61	1987	61	1987
62	1987	62	1987
63	1987	63	1987
64	1987	64	1987
65	1987	65	1987
66	1987	66	1987
67	1987	67	1987
68	1987	68	1987
69	1987	69	1987
70	1987	70	1987

NORSKE KYST

NORSKE KYST

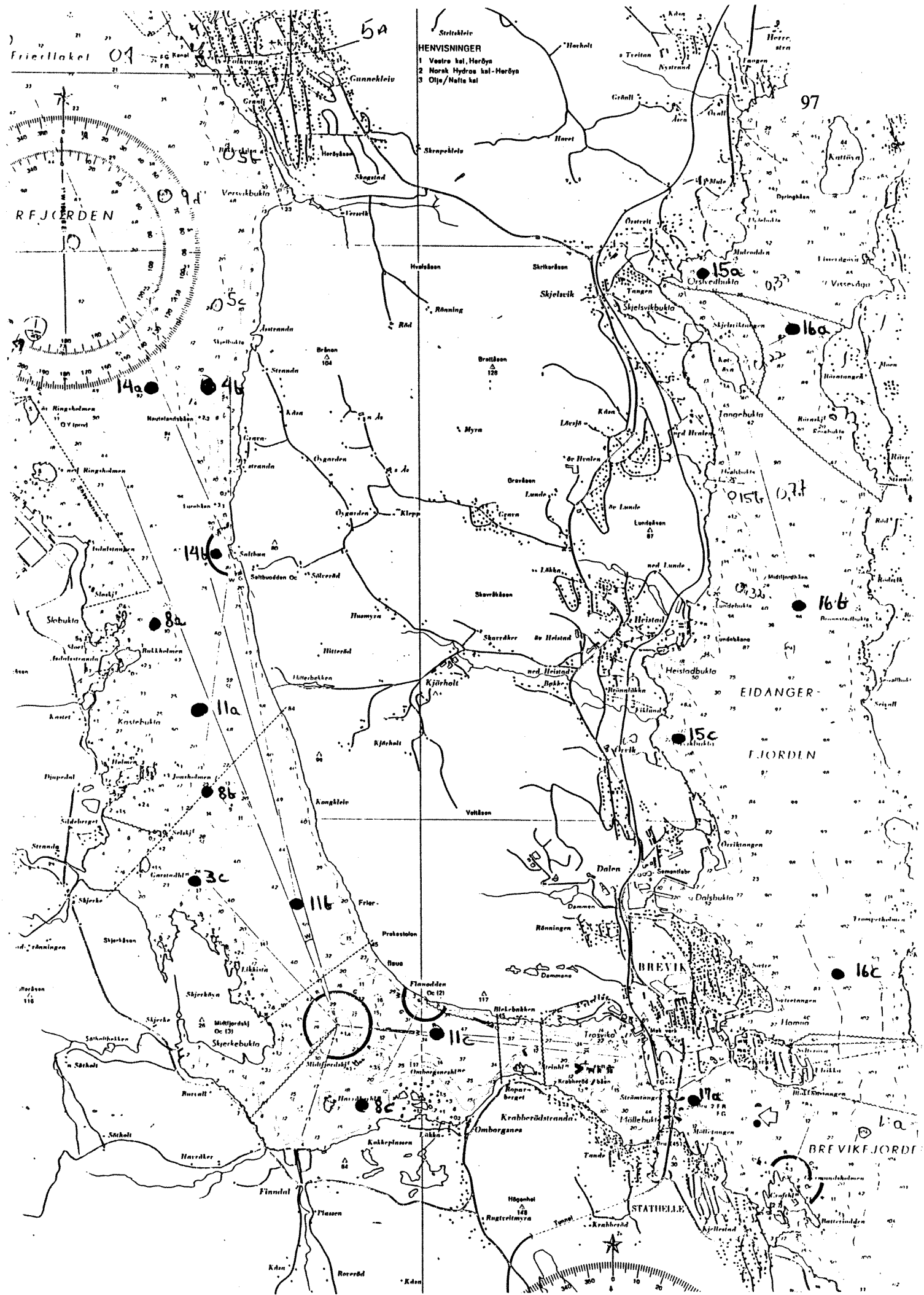
Målestokk 1 : 20 000

Gauss konforme sylinderprojeksjon
Sjømåling 1964 - 1965
STAVANGER 1969



read all level (lower) larger number 2 m to lowest. Underlined sounding figures on land along the side of the chart at 2 metres distance.
 soundings in italics are sounding figures in metres above mean sea level and to nautical sounding can water heights are in metres above mean sea level.
 EUROPEISK UTVEIET GRADNETT - EUROPEAN DATUM SYSTEM
 utveitingsgradnet - European Datum. Parameters i kartet kan reduseres til marine gradnet ved å trekke 11,0" til lengden.
 coordinates with the European Datum System (ED) Parameters on the chart may be referred to sea by subtracting 11,0" from the latitude and adding 11,0" to the longitude.
 TEKS OG FORKORTELSER - SYMBOLS AND ABBREVIATIONS
 tekster mellom streker og bokstaver - each symbol denotes and contains
 info - each symbol at the head of each station.

Stasjon	Koordinater	Vanddyp (m)	Kjernelengde (cm)	Parameter/snitt	Sedimenttype
27	58°54,19'N 09°36,53'E	35	40	Diox: 0-2 P : 0-2	Leire.
28	58°55,05'N 09°33,80'E	73	60	Diox: 0-2 P : 0-2	Leire.
29	58°48,28'N 09°28,77'E	36	20	Diox: 0-2 P : 0-2 1)	Øverste 5 cm skjellsand, deretter sandig silt. 1) Mørkere høyere oppe.
30	58°56,53'N 09°42,31'E	33	15	Diox: 0-2 P : 0-2	Silt.



HENVISNINGER
1 Vestre kai, Herøya
2 Norak Hydros kai - Herøya
3 Olje/Nafta kai

Frierflaket 04

RFJORDEN

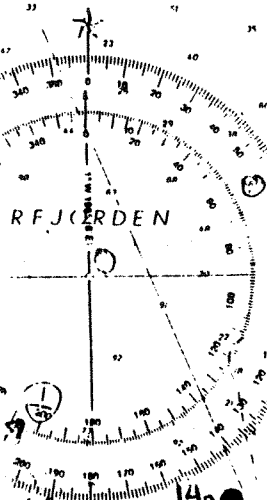
EIDANGER

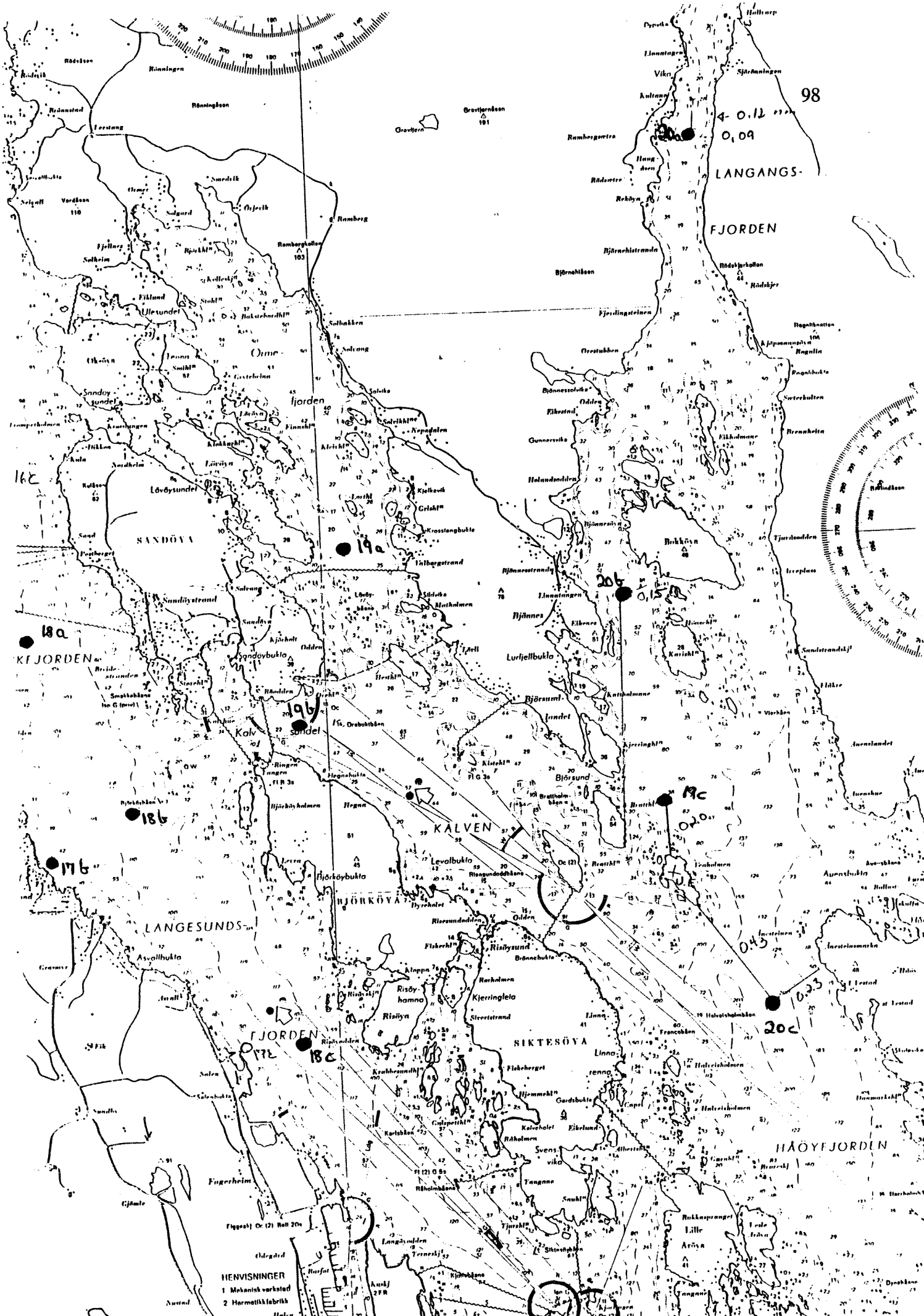
FJORDEN

BREVIA

BREVIKJORDEN

STATHELLE





LANGANGS-FJORDEN

FJORDEN

SANDØYA

KI JORDEN

KALVEN

LANGESUNDS-FJORDEN

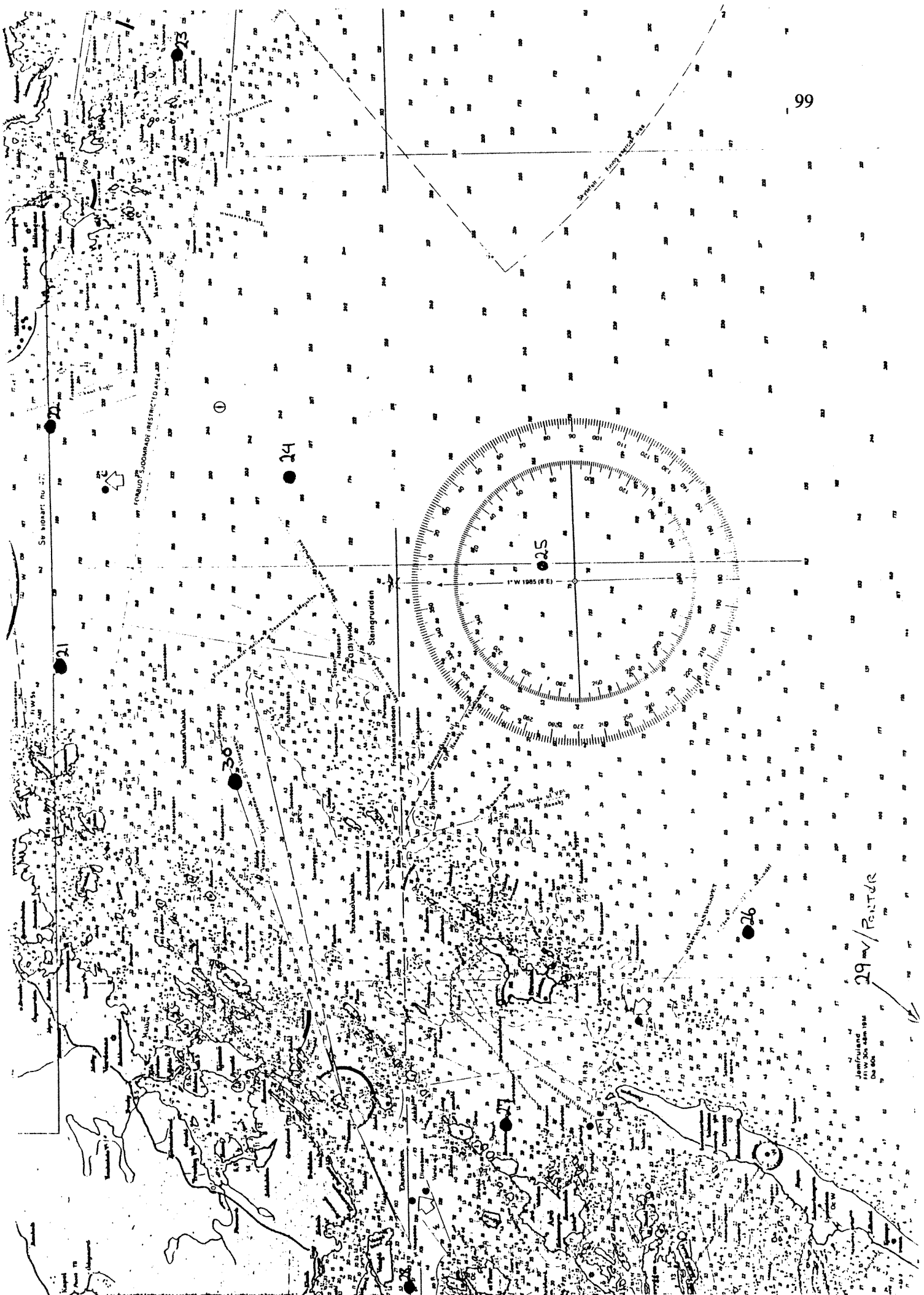
FJORDEN

SIKTESØYA

HÅØYFJORDEN

HENVISNINGER

- 1 Mechanisk værktøjsfabrik
- 2 Hørmøllefabrik



29 m / Pentar

Jamfriland
 111 501 444 1934
 04 060

VEDLEGG 2.

Innhold av prosent finstoff (korn), tørrstoff (TS) og totalt organisk karbon og total nitrogen. Dyp refererer seg til middeldypet for dypintervallet ("1" gir 0-2 cm dyp). TS1, TS2, TS3 er anvendt for å beregne mengde lagret av henholdsvis kvikksølv, klororganiske forbindelser (ex. "dioksiner") og PAH og dioksin i sedimentene.

Stasjon	Dyp cm	Korn %<63 m	TS1 %	TS2 %	TS3 %	TOC µg/mg	TN µg/mg
2(a+b+c)	1	100	41,6	42,00	28,0	33,4	1,9
	5	99	41,7	46,00	33,0	29,3	1,4
	9	99	0,0	0,00	33,0	0,0	0,0
6(a+b)	1	99	26,4	34,00	17,0	64,7	3,1
	5	99	27,6	32,00	24,0	81,4	3,0
	9	99	27,3	31,00	27,0	84,2	2,2
10(a+b+c)	1		19,7	29,00	13,0	67,2	2,6
	5		17,8	23,00	24,0	83,1	2,6
	9	98	26,4	31,00	27,0	62,8	1,8
3(a+b)	1		27,0	36,00	72,9	37,1	2,5
	5	100	46,7	46,00	72,9	25,2	2,2
	9	99	49,2	48,00	72,9	20,4	1,1
7(a+b+c)	1	95	35,3	40,00	72,9	44,5	1,7
	5	84	47,5	48,00	72,9	35,5	1,0
	9	92	48,0	50,00	72,9	35,3	1,0
12(a+b+c)	1	95	29,7	40,00	72,9	60,6	2,0
	5	89	24,9	29,00	72,9	90,9	2,1
	9	97	40,1	43,00	72,9	44,2	1,1
13(a+b+c)	1	94	24,8	24,00	17,0	54,6	2,5
	5	56	25,0	36,00	24,0	56,8	1,4
	9	86	37,4	46,00	27,0	35,3	1,0
14(a+b)	1	90	30,0	30,00	18,0	44,9	2,7
	5		17,2	39,00	32,0	58,5	2,7
	9	99	31,4	40,00	39,0	33,3	1,2
5(a+b+c)	1	99	38,3	40,00	30,0	46,1	2,0
	5	99	39,3	43,00	35,0	44,3	1,4
	9	100	50,8	53,00	37,0	24,5	1,0
9(a+b+c+d)	1	99	40,2	39,00	24,0	31,2	1,4
	5	98	37,9	47,00	29,0	30,7	1,0
	9	98	35,9	45,00	33,0	37,0	1,1
4a	1	99	42,5	41,00	30,0	35,2	1,3
	5	99	60,2	60,00	35,0	17,2	1,0
	9	98	67,8	69,00	37,0	7,0	1,0
8(a+b+c)	1	91	48,3	46,00	42,0	23,4	1,3
	5	99	55,5	58,00	50,0	18,1	1,0
	9	97	58,5	61,00	56,0	16,5	1,0
11(a+b+c)	1	89	34,3	32,00	28,0	44,5	2,6
	5	93	30,4	35,00	28,0	48,1	2,1
	9	96	38,0	41,00	28,0	37,4	1,6

Stasjon	Dyp	Korn	TS1	TS2	TS3	TOC	TN
15(a+b)	1	87	60,5	50,00	33,0	8,7	1,0
	5	85	67,0	67,00	42,0	8,6	1,0
	9	83	68,6	69,00	40,0	7,0	1,0
16(a+b+c)	1	99	37,8	38,00	33,0	30,3	2,8
	5	98	35,6	41,00	42,0	27,5	2,5
	9	97	38,3	44,00	40,0	26,1	2,4
17(a+b+c)	1	64	57,7	62,00	37,0	15,4	1,0
	5	74	63,4	63,00	49,0	14,5	1,0
	9	77	66,5	68,00	46,0	12,8	1,0
18(a+c)+18b	1	95	32,6	37,00	37,0	31,3	2,9
	5	99	36,2	41,00	49,0	28,1	2,6
	9	91	39,8	42,00	46,0	26,1	2,4
19(a+b+c)	1	100	37,3	41,00	31,0	30,5	3,3
	5	97	40,6	47,00	48,0	23,3	2,3
	9	95	49,0	50,00	46,0	16,8	1,7
20c	1	97	22,7	23,00	43,0	37,1	4,5
	5		23,7	30,00	42,0	32,3	3,9
	9		25,7	34,00	37,0	28,6	3,3
21	1	31	70,9			3,8	<1,0
22	1	100	32,7			21,2	2,7
23	1	91	42,5			16,5	2,1
24	1	100	37,5			14,3	1,7
25	1	70	52,8			7,4	<1,0
26	1	94	51,1			8	1
27	1	96	27,6			43,7	6,3
28	1	100	31,2			33,4	4,2
29	1	45	60,4			7,3	1
30	1	32	72,2			2,5	<1,0
18b	1	100	35,2			31,1	3
	5		36,7			20	2,8
	9		38,9			27,6	2,6
	13		40,3			23,6	2,3
	17		44,1			22,9	2,2

VEDLEGG 3.

**Konsentrasjoner av kvikksølv (Hg), pentaklorbenzen (5CB),
heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS) og
dekaklorbifenyl (10CB) i sedimentene.**

Stasjon	Dyp cm	Hg µg/gr.	5CB ng/g	HCB ng/g	OCS ng/g	10CB ng/g
2 (a+b+c)	1	2,36	31,0	132,0	52,0	356,0
	5	3,81	21,0	44,0	18,0	4,0
	9	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
6 (a+b)	1	2,34	34,0	149,0	89,0	8,0
	5	5,91	5,0	133,0	210,0	12,0
	9	7,45	48,0	102,0	136,0	9,0
10 (a+b+c)	1	3,19	109,0	285,0	168,0	10,0
	5	8,32	327,0	490,0	480,0	172,0
	9	6,36	75,0	276,0	234,0	17,0
3 (a+b)	1	2,50	39,0	77,0	124,0	19,0
	5	2,22	15,0	50,0	50,0	17,0
	9	1,25	17,0	41,0	61,0	15,0
7 (a+b+c)	1	1,38	50,0	149,0	76,0	11,0
	5	2,77	32,0	94,0	72,0	12,0
	9	2,74	18,0	51,0	34,0	13,0
12 (a+b+c)	1	1,02	61,0	252,0	84,0	5,0
	5	5,70	87,0	234,0	0,0	14,0
	9	3,24	43,0	334,0	98,0	3,0
13 (a+b+c)	1	1,15	196,0	1238,0	459,0	1187,0
	5	0,92	49,0	154,0	78,0	8,0
	9	1,19	125,0	177,0	187,0	12,0
14 (a+b)	1	1,28	85,0	535,0	308,0	852,0
	5	2,78	38,0	190,0	235,0	53,0
	9	3,74	73,0	190,0	227,0	81,0
5 (a+b+c)	1	3,69	95,0	719,0	199,0	1031,0
	5	6,41	324,0	919,0	171,0	17,0
	9	2,36	185,0	715,0	98,0	8,0
9 (a+b+c+d)	1	1,10	95,0	441,0	254,0	1301,0
	5	2,21	179,0	352,0	114,0	7,0
	9	2,12	14,0	400,0	156,0	200,0
4a	1	3,93	70,0	175,0	47,0	8,0
	5	0,45	6,0	22,0	14,0	13,0
	9	0,07	9,0	20,0	14,0	10,0
8 (a+b+c)	1	1,63	169,0	1881,0	287,0	1201,0
	5	2,26	36,0	156,0	199,0	28,0
	9	1,83	7,0	31,0	9,0	26,0
11 (a+b+c)	1	2,72	151,0	1595,0	302,0	782,0
	5	6,87	86,0	247,0	225,0	18,0
	9	4,26	43,0	88,0	48,0	12,0

Stasjon	Dyp	Hg	5CB	HCB	OCS	10CB
15 (a+b)	1	0,48	3,1	8,3	2,4	0,6
	5	0,69	1,9	5,5	2,7	1,9
	9	0,23	0,6	1,6	2,2	0,6
16 (a+b+c)	1	1,77	21,0	51,0	46,0	205,0
	5	2,35	15,0	20,0	14,0	3,0
	9	1,81	12,0	19,0	13,0	16,0
17 (a+b+c)	1	0,81	3,1	29,0	31,3	0,8
	5	1,46	3,0	11,7	4,5	0,6
	9	0,85	2,2	6,9	5,8	1,0
18 (a+c)+18b	1	1,69	5,7	24,7	14,0	40,0
	5	1,73	7,7	29,7	7,3	2,0
	9	1,75	8,7	19,3	13,7	3,3
19 (a+b+c)	1	1,16	7,0	17,0	12,0	103,0
	5	1,49	3,0	6,0	2,0	6,0
	9	0,38	3,0	2,0	3,0	2,0
20c	1	1,12	20,0	39,0	25,0	96,0
	5	1,20	9,0	13,0	9,0	4,0
	9	1,23	9,0	51,0	14,0	5,0
21	1	0,10	0,7	0,9	1,2	0,3
22	1	0,15	1,2	1,8	3,9	0,4
23	1	0,09	0,1	0,2	0,1	0,5
24	1	0,10	0,1	0,5	0,1	1,3
25	1	0,10	0,3	0,7	0,8	0,5
26	1	0,06	0,1	0,1	0,2	0,4
27	1	0,71	1,0	2,3	2,9	0,8
28	1	0,67	2,5	2,3	0,8	0,7
29	1	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1
30	1	0,05	0,1	0,1		0,1
3c	1	1,16	36,0	140,0	51,0	15,0
	5	5,74	43,0	119,0	59,0	24,0
	9	1,82	7,0	21,0	14,0	69,0
18b	1	1,88	7,0	24,0	14,0	114,0
	5	1,96	9,0	15,0	6,0	2,0
	9	1,76	6,0	14,0	7,0	4,0
	13	1,17	2,0	5,0	2,0	1,0
	17	0,79	1,0	3,0	1,0	1,0

VEDLEGG 4.

**Innhold av styren, inden, naftalen og 1,2
dikloretan i sedimentene.**

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915902
 Prøver mottatt :
 Lab.kode : CTS 63-77
 Jobb nr. : 90/20
 Prøvetype : Sedimenter
 Konsentrasjoner i : Ug/g våtvekt

Prøvebelegnelse

- 1 - CTS 63 5c, 0-2
 2 - CTS 64
 3 - CTS 65
 4 - CTS 66
 5 - CTS 67
 6 - CTS 68
 7 - CTS 69

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
Styren	<0.1	<0.17*	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	0.6
Inden	<0.1	<0.17*	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	0.3
Naftalen	<0.1	<0.17*	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3
% Tørrstoff	33.6	39.1	33.2	31.1	39.4	37.6	34.8

* Usikre tall, lav gjenvinning av i.st.

Anm. Tørrstoffresultatene er usikre fordi prøveglassene sprakk under tørkingen!

Dato : 5/10-90
 Analytiker: Brg

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903

Prøver mottatt :

Lab.kode : DTC 13-16

Jobb nr. : 89/108

Prøvetype : Sedimenter

konsentrasjoner i : Ug/g våtvektPrøvebetegnelse

1 - DTC 13

2 - DTC 14

3 - DTC 15

4 - DTC 16

5 -

6 -

7 -

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
Styren	1.9	<0.1	*	<0.1			
Inden	<0.1	0.1	*	<0.1			
Naftalen	<0.1	0.1	*	0.1			
% Torrstoff	45.6	48.9	44.2	49.3			

* Proven ødelagt

Anm. Torrstoffresultatene er usikre p.g.a. at prøveglassene sprakk under analysene

Dato : 5/10-90

Analytiker: Brg

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915902
 Prøver mottatt :
 Lab.kode : CTS 63-77
 Jobb nr. : 90/20
 Prøvetype : Sedimenter
 Konsentrasjoner i : Ug/g vålvekt

Prøvebetegnelse

- 1 - CTS 70
- 2 - CTS 71
- 3 - CTS 72
- 4 - CTS 73
- 5 - CTS 74
- 6 - CTS 75
- 7 - CTS 76

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
Styren	<0.1	<0.1	<0.1?*	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1?
Inden	Maskert	0.1?	<0.1?*	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Naftalen	0.1	<0.1	<0.1?*	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
% Tørrstoff	23.5	21.2	64.5	28.1	35.7	35.5	23.0

* Usikre resultater da i.st.i stor grad var redusert !

Anm. Tørrstoffresultatene er usikre p.g.a. at prøveglassene sprakk under analysene!

Dato : 5/10-90
 Analytiker: Brg

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915902

Prøver mottatt :

Lab.kode : CTS 63-77

Jobb nr. : 90/20

Prøvetype : Sedimenter

Konsentrasjoner i : Ug/g våtvektPrøvebetegnelse

1 - CIS 77

2 -

3 -

4 -

5 -

6 -

7 -

21,0-2

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
Slyren	<0.1?*						
Inden	<0.1?*						
Naftalen	<0.1?*						
% Tørrstoff	68.8						

* Usikre resultater p.g.a dårlig gjenvinning av i.st.!

Dato : 5/10-90

Analytiker: Brg

Navn/lokalitet : Frierfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS
 Jobb nr. : 89/108
 Prøvetype : Sedimenter
 Konsentrasjoner i : ug/g tørrvekt

Prøvebetegnelse

- 1 - DTC 13
- 2 - " 14
- 3 - " 15
- 4 - " 16
- 5 - **CTS** 63
- 6 - " 64
- 7 - " 65

Parameter	35,0-2	76,0-2	76,0-2	76,0-2	50,0-2	86,0-2	92,0-2
Parameter	1	2	3	4	5	6	7
1,2-dikloreten	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
% Tørrstoff	47.0	50.8	42.9	49.7	33.8	39.7	33.3
% Fett							

Metodikk

25g vått, surgjort sediment ble ekstrahert med 20 ml toluen i en time på ristemaskin. Etter tørking med natriumsulfat ble ekstraktet rensert med Florisil og Cu-pulver. 1 ul ekstrakt ble injisert med splitt 1:10 på en DB-WAX kolonne 30m x 0.32mm x 0.5um. EC-detektor ble benyttet. Kolonnetemperaturen var 70^o Celsius, bæregass 1.6 ml H₂/min. Make-up gass var 35 ml/min. av argon med 5% metan. Injektortemperatur var 250^o, detektortemperatur 300^o Celsius. Ekstern standard ble benyttet.

2/6-90
 TOM/BRG

Navn/lokalitet : Frierfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS
 Jobb nr. : 89/108
 Prøvetype : Sedimenter
 Konsentrasjoner i : ug/g tørrvekt

Prøvebetegnelse

1 - ~~DTC~~ ^{CTS} 73
 2 - " 74
 3 - " 75
 4 - " 76
 5 - " 77
 6 -
 7 -

14a,0-2 16c,0-2 18b,0-2 20c,0-2 21,0-2

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
1,2-dikloretan	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		
% Tørrstoff	32.4	39.2	37.9	24.5	70.7		
% Fett							

2/6-90
 TOM/BRG

Navn/lokalitet : Frierfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS
 Jobb nr. : 89/108
 Prøvetype : Sedimenter
 Konsentrasjoner i : ug/g tørrvekt

Prøvebetegnelse

CTS
 1 - ~~DTC~~-66
 2 - " 67
 3 - " 68
 4 - " 69
 5 - " 70
 6 - " 71
 7 - " 72

11b,0-2 12a,0-2 12b,0-2 12c,0-2 13c,0-2 13c,4-6 13c,8-10

Parameter	1	2	3	4	5	6	7
1,2-dikloreten	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
% Tørrstoff	30.7	38.3	33.0	36.1	23.8	20.0	57.6
% Fett							

2/6-90
 TOM/BRG

VEDLEGG 5.

**Innhold av polyklorerte dibenzofuraner (PCDF) og
dibenzodioksiner (PCDD) i sedimentene.**

PCDF- og PCDD-konsentrasjoner i sedimenter fra Grenlandsfjorden

0-2 cm

Komponent ng/g	G 19 _{a+b+c} Kalven	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	2,1			
1278-tetra-CDF	1,01			
2378-tetra-CDF	1,4	16		
Σ tetra-CDF	11,3			
12368/13479-penta-CDF	2,7			
12478-penta-CDF	2,5			
12378/12348-penta-CDF	4,0			
23478-penta-CDF	1,4	18		
Σ penta-CDF	2,18			
123478/123479-hexa-CDF	10,0	18		
123678-hexa-CDF	5,2			
123789-hexa-CDF	1,7			
234678-hexa-CDF	0,91			
Σ hexa-CDF	46,4			
1234678-hepta-CDF	25,9	20		
1234789-hepta-CDF	7,7			
Σ hepta-CDF	48,7			
Octa-CDF	883			
Σ PCDF	1011			
2378-tetra-CDD	0,041	20		
Σ tetra CDD	0,68			
12378-penta-CDD	0,40	21		
Σ penta CDD	2,4			
123478 hexa-CDD	0,35			
123678 hexa-CDD	0,56	18		
123789 hexa-CDD	0,40			
Σ hexa-CDD	4,7			
1234678-hepta-CDD	4,3	15		
Σ hepta-CDD	6,6			
Octa-CDD	7,0			
Σ PCDD	21,4			
2378-TCDD-ekvivalenter*	4,3			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/558

Datafiler: >M0606

PCDF- og PCDD-konsentrasjoner i sedimenter fra Grenlandsfjorden

0-2 cm

Komponent ng/g	G-23 Nevlunghavn	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	0,03			
1278-tetra-CDF	0,03			
2378-tetra-CDF	0,04	45		
Σ tetra-CDF	0,04			
12368/13479-penta-CDF	0,05			
12478-penta-CDF	0,04			
12378/12348-penta-CDF	0,08			
23478-penta-CDF	0,03	54		
Σ penta-CDF	0,49			
123478/123479-hexa-CDF	0,11	65		
123678-hexa-CDF	0,06			
123789-hexa-CDF	0,03			
234678-hexa-CDF	0,01			
Σ hexa-CDF	0,56			
1234678-hepta-CDF	0,26	74		
1234789-hepta-CDF	0,08			
Σ hepta-CDF	0,46			
Octa-CDF	7,11			
Σ PCDF	8,95			
2378-tetra-CDD	0,003	49		
Σ tetra CDD	0,05			
12378-penta-CDD	0,008	56		
Σ penta CDD	0,06			
123478 hexa-CDD	0,005			
123678 hexa-CDD	0,010	62		
123789 hexa-CDD	0,006			
Σ hexa-CDD	0,06			
1234678-hepta-CDD	0,07	65		
Σ hepta-CDD	0,12			
Octa-CDD	0,20	72		
Σ PCDD	0,48			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,06			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/555

Datafiler: >M0605

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/29
 PRØVEBESKRIVELSE SEDIMENT
 KUNDE NIVA
 KUNDENS PRØVENUMMER I3
 DATAFILER >T9044

TOTAL PRØVEMENGDE 10,000
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT ng/g

1378/1379-TCDF: 6,967 1278-TCDF: 10,756

12368/13479-PeCDF: 21,850 12478-PeCDF: 17,963

KOMPONENT **KONS.** **% GJENV. 2,3,7,8-TEQ**
 ng/g

2378-tetra-CDF	12,206	65,2%	1,22
SUM tetra-CDF	80,669		
12378/12348-penta-CDF	26,388		0,26
23478-penta-CDF	5,889	70,8%	2,94
SUM penta-CDF	147,274		
123478/123479-hexa-CDF	48,124	50,7%	4,81
123678-hexa-CDF	28,474		2,85
123789-hexa-CDF	7,102		0,71
234678-hexa-CDF	4,799		0,48
SUM hexa-CDF	230,972		
1234678-hepta-CDF	52,273	53,6%	0,52
1234789-hepta-CDF	18,068		0,18
SUM hepta-CDF	102,768		
Octa-CDF	601,157		0,60
SUM FURANER	1162,84		14,58
2378-tetra-CDD	0,836	48,5%	0,84
SUM tetra-CDD	15,350		
12378-penta-CDD	0,866	42,7%	0,43
SUM penta-CDD	26,626		
123478-hexa-CDD	1,352		0,14
123678-hexa-CDD	2,274	67,6%	0,23
123789-hexa-CDD	3,982		0,40
SUM hexa-CDD	21,375		
1234678-hepta-CDD	7,024	59,5%	0,07
SUM hepta-CDD	11,005		
Octa-CDD	10,911	56,8%	0,01
SUM DIOKSINER	85,267		2,11
SUM 2,3,7,8-TEQ			16,69

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	90/30
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	I5
DATAFILER	>T9045
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

1378/1379-TCDF: 10,981	1278-TCDF; 20,257
------------------------	-------------------

12368/13479-PeCDF: 42,753	12478-PeCDF: 45,637
---------------------------	---------------------

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	23,160	65,9%	2,32
SUM tetra-CDF	116,285		
12378/12348-penta-CDF	66,706		0,67
23478-penta-CDF	14,156	59,3%	7,08
SUM penta-CDF	356,854		
123478/123479-hexa-CDF	124,885	41,6%	12,49
123678-hexa-CDF	64,237		6,42
123789-hexa-CDF	15,994		1,60
234678-hexa-CDF	10,900		1,09
SUM hexa-CDF	574,834		
1234678-hepta-CDF	109,469	46,2%	1,09
1234789-hepta-CDF	35,850		0,36
SUM hepta-CDF	213,543		
Octa-CDF	1141,486		1,14
SUM FURANER	2403,00		34,26
2378-tetra-CDD	0,796	33,0%	0,80
SUM tetra-CDD	28,435		
12378-penta-CDD	1,306	44,3%	0,65
SUM penta-CDD	40,462		
123478-hexa-CDD	2,878		0,29
123678-hexa-CDD	4,921	64,2%	0,49
123789-hexa-CDD	6,967		0,70
SUM hexa-CDD	37,983		
1234678-hepta-CDD	13,108	54,9%	0,13
SUM hepta-CDD	20,716		
Octa-CDD	17,897	44,6%	0,02
SUM DIOKSINER	145,492		3,07
SUM 2,3,7,8-TEQ			37,33

0-2 cm

Komponent ng/g	G-2(a+b+c) Vollsfjorden	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	7,0			
1278-tetra-CDF	3,6			
2378-tetra-CDF	5,0	60		
Σ tetra-CDF	42,8			
12368/13479-penta-CDF	6,7			
12478-penta-CDF	7,0			
12378/12348-penta-CDF	8,8			
23478-penta-CDF	2,7	64		
Σ penta-CDF	54,5			
123478/123479-hexa-CDF	19,2	62		
123678-hexa-CDF	9,9			
123789-hexa-CDF	3,0			
234678-hexa-CDF	1,7			
Σ hexa-CDF	87,8			
1234678-hepta-CDF	47,6	52		
1234789-hepta-CDF	18,8			
Σ hepta-CDF	98,3			
Octa-CDF	219			
Σ PCDF	502			
2378-tetra-CDD	0,11	90		
Σ tetra CDD	3,5			
12378-penta-CDD	1,02	42		
Σ penta CDD	17,2			
123478 hexa-CDD	0,38			
123678 hexa-CDD	0,74	96		
123789 hexa-CDD	1,3			
Σ hexa-CDD	7,5			
1234678-hepta-CDD	6,2	56		
Σ hepta-CDD	10,0			
Octa-CDD	12,1	62		
Σ PCDD	50,3			
2378-TCDD-ekvivalenter*	7,1			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/568

Datafiler: >M0627, >M0692

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	89/601
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	G2, 4-6 cm
DATAFILER	>T9039
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

1378/1379-TCDF: 4,135	1278-TCDF: 4,501
<hr/>	
12368/13479-PeCDF: 2,270	12478-PeCDF: 3,555
<hr/>	

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	5,972	52,4%	0,60
SUM tetra-CDF	33,132		
12378/12348-penta-CDF	6,877		0,07
23478-penta-CDF	1,623	84,4%	0,81
SUM penta-CDF	26,320		
123478/123479-hexa-CDF	17,281	48,1%	1,73
123678-hexa-CDF	8,987		0,90
123789-hexa-CDF	3,104		0,31
234678-hexa-CDF	2,138		0,21
SUM hexa-CDF	70,976		
1234678-hepta-CDF	24,230	45,2%	0,24
1234789-hepta-CDF	9,817		0,10
SUM hepta-CDF	51,709		
Octa-CDF	233,931		0,23
SUM FURANER	416,07		5,20
2378-tetra-CDD	0,164	37,7%	0,16
SUM tetra-CDD	3,844		
12378-penta-CDD	0,542	47,9%	0,27
SUM penta-CDD	3,226		
123478-hexa-CDD	0,439		0,04
123678-hexa-CDD	0,851	61,6%	0,09
123789-hexa-CDD	1,023		0,10
SUM hexa-CDD	8,084		
1234678-hepta-CDD	3,195	64,6%	0,03
SUM hepta-CDD	5,052		
Octa-CDD	6,520	63,6%	0,01
SUM DIOKSINER	26,727		0,70
SUM 2,3,7,8-TEQ			5,91

PCDF- og PCDD-konsentrasjoner i sedimenter fra Grenlandsfjorden

121

Komponent ng/g	G-2(a+b+c) Vollsfjorden	G(%)	G-5(a+b+c) Frierfjorden	G(%)
Antall g/prøve	10		10	
1378/1379-tetra-CDF	7,0		8,1	
1278-tetra-CDF	3,6		4,4	
2378-tetra-CDF	5,0	60	5,9	46
Σ tetra-CDF	42,8		47,7	
12368/13479-penta-CDF	6,7		6,4	
12478-penta-CDF	7,0		6,3	
12378/12348-penta-CDF	8,8		9,1	
23478-penta-CDF	2,7	64	2,8	63
Σ penta-CDF	54,5		53,8	
123478/123479-hexa-CDF	19,2	62	68,5	61
123678-hexa-CDF	9,9		31,5	
123789-hexa-CDF	3,0		7,8	
234678-hexa-CDF	1,7		5,6	
Σ hexa-CDF	87,8		301	
1234678-hepta-CDF	47,6	52	182	32
1234789-hepta-CDF	18,8		72,3	
Σ hepta-CDF	98,3		379	
Octa-CDF	219		576	
Σ PCDF	502		1358	
2378-tetra-CDD	0,11	90	0,58	55
Σ tetra CDD	3,5		14,7	
12378-penta-CDD	1,02	42	0,77	67
Σ penta CDD	17,2		26,1	
123478 hexa-CDD	0,38		0,50	
123678 hexa-CDD	0,74	96	0,80	86
123789 hexa-CDD	1,3		1,11	
Σ hexa-CDD	7,5		7,1	
1234678-hepta-CDD	6,2	56	20,0	56
Σ hepta-CDD	10,0		31,5	
Octa-CDD	12,1	62	37,8	52
Σ PCDD	50,3		117	
2378-TCDD-ekvivalenter*	7,1		18,0	

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/568

Datafiler: >M0627, >M0692

89/567

>M0629, >m0694 (OCDF)

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	89/602
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	G5 a+b+c, 4-6 cm
DATAFILER	>T9041
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

1378/1379-TCDF: 4,777	1278-TCDF: 7,353
-----------------------	------------------

12368/13479-PeCDF: 5,634	12478-PeCDF: 1,875
--------------------------	--------------------

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	9,349	64,5%	0,93
SUM tetra-CDF	39,601		
12378/12348-penta-CDF	12,644		0,13
23478-penta-CDF	3,086	75,5%	1,54
SUM penta-CDF	39,831		
123478/123479-hexa-CDF	35,897	42,8%	3,59
123678-hexa-CDF	16,317		1,63
123789-hexa-CDF	3,868		0,39
234678-hexa-CDF	3,839		0,38
SUM hexa-CDF	110,445		
1234678-hepta-CDF	41,487	39,0%	0,41
1234789-hepta-CDF	16,518		0,17
SUM hepta-CDF	86,499		
Octa-CDF	291,005		0,29
SUM FURANER	567,38		9,47
2378-tetra-CDD	0,228	37,7%	0,23
SUM tetra-CDD	9,558		
12378-penta-CDD	1,446	40,4%	0,72
SUM penta-CDD	14,391		
123478-hexa-CDD	1,290		0,13
123678-hexa-CDD	2,185	56,3%	0,22
123789-hexa-CDD	3,587		0,36
SUM hexa-CDD	19,025		
1234678-hepta-CDD	6,042	40,3%	0,06
SUM hepta-CDD	9,446		
Octa-CDD	6,307	41,6%	0,01
SUM DIOKSINER	58,726		1,72
SUM 2,3,7,8-TEQ			11,19

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	89/603
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	G5 a+b+c, 8-10 cm
DATAFILER	>T9040
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

1378/1379-TCDF: 1,934	1278-TCDF: 2,765
-----------------------	------------------

12368/13479-PeCDF: 2,934	12478-PeCDF: 0,932
--------------------------	--------------------

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV.	2,3,7,8-TEQ
2378-tetra-CDF	3,478	74,2%	0,35
SUM tetra-CDF	15,784		
12378/12348-penta-CDF	7,283		0,07
23478-penta-CDF	1,671	62,8%	0,84
SUM penta-CDF	22,627		
123478/123479-hexa-CDF	12,889	50,2%	1,29
123678-hexa-CDF	6,141		0,61
123789-hexa-CDF	2,201		0,22
234678-hexa-CDF	1,267		0,13
SUM hexa-CDF	42,410		
1234678-hepta-CDF	16,412	42,1%	0,16
1234789-hepta-CDF	6,691		0,07
SUM hepta-CDF	34,332		
Octa-CDF	134,137		0,13
SUM FURANER	249,29		3,87
2378-tetra-CDD	0,062	38,4%	0,06
SUM tetra-CDD	2,168		
12378-penta-CDD	0,300	45,9%	0,15
SUM penta-CDD	3,299		
123478-hexa-CDD	0,322		0,03
123678-hexa-CDD	0,638	51,8%	0,06
123789-hexa-CDD	0,459		0,05
SUM hexa-CDD	5,114		
1234678-hepta-CDD	1,897	52,0%	0,02
SUM hepta-CDD	2,907		
Octa-CDD	2,765	53,7%	0,00
SUM DIOKSINER	16,253		0,38
SUM 2,3,7,8-TEQ			4,25

0-2 cm

Komponent ng/g	G8(a+b+c) Frierfjorden	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	2,8			
1278-tetra-CDF	1,7			
2378-tetra-CDF	2,6	34		
Σ tetra-CDF	18,0			
12368/13479-penta-CDF	3,6			
12478-penta-CDF	3,7			
12378/12348-penta-CDF	5,1			
23478-penta-CDF	1,7	35		
Σ penta-CDF	31,6			
123478/123479-hexa-CDF	12,4	35		
123678-hexa-CDF	6,4			
123789-hexa-CDF	1,9			
234678-hexa-CDF	1,2			
Σ hexa-CDF	58,1			
1234678-hepta-CDF	35,8	34		
1234789-hepta-CDF	12,0			
Σ hepta-CDF	70,1			
Octa-CDF	220			
Σ PCDF	398			
2378-tetra-CDD	0,056	43		
Σ tetra CDD	1,4			
12378-penta-CDD	0,46	34		
Σ penta CDD	4,6			
123478 hexa-CDD	0,31			
123678 hexa-CDD	0,60	45		
123789 hexa-CDD	1,12			
Σ hexa-CDD	5,1			
1234678-hepta-CDD	6,2	28		
Σ hepta-CDD	9,8			
Octa-CDD	12,4	40		
Σ PCDD	33,3			
2378-TCDD-ekvivalenter*	4,6			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/566

Datafiler: >M0625, >M0690

Komponent ng/g	G 8 a+b+c, 4-6 cm	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	2,86			
1278-tetra-CDF	3,57			
2378-tetra-CDF	5,1	50		
Σ tetra-CDF	30			
12368/13479-penta-CDF	3,70			
12478-penta-CDF	3,85			
12378/12348-penta-CDF	5,6			
23478-penta-CDF	1,8	47		
Σ penta-CDF	31			
123478/123479-hexa-CDF	16	42		
123678-hexa-CDF	9,8			
123789-hexa-CDF	2,1			
234678-hexa-CDF	1,6			
Σ hexa-CDF	74			
1234678-hepta-CDF	41	47		
1234789-hepta-CDF	14			
Σ hepta-CDF	81			
Octa-CDF	591			
Σ PCDF	806			
2378-tetra-CDD	0,07	42		
Σ tetra CDD	2,7			
12378-penta-CDD	0,65	64		
Σ penta CDD	3,7			
123478 hexa-CDD	0,67			
123678 hexa-CDD	1,6	42		
123789 hexa-CDD	0,81			
Σ hexa-CDD	9,3			
1234678-hepta-CDD	5,7	46		
Σ hepta-CDD	8,9			
Octa-CDD	10,5	41		
Σ PCDD	35			
2378-TCDD-ekvivalenter*	6,3			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/604

Datafiler: >M0835

Komponent ng/g	8-10		0-2	
	G8(a+b+c) Frierfjorden	G(%)	G9(a+b+c+d) Frierfjorden	G(%)
Antall g/prøve	10		10	
1378/1379-tetra-CDF	2,8		2,6	
1278-tetra-CDF	1,7		3,5	
2378-tetra-CDF	2,6	34	4,6	52
Σ tetra-CDF	18,0		24,9	
12368/13479-penta-CDF	3,6		3,3	
12478-penta-CDF	3,7		3,1	
12378/12348-penta-CDF	5,1		5,9	
23478-penta-CDF	1,7	35	1,8	67
Σ penta-CDF	31,6		28,4	
123478/123479-hexa-CDF	12,4	35	54,9	42
123678-hexa-CDF	6,4		21,6	
123789-hexa-CDF	1,9		5,4	
234678-hexa-CDF	1,2		4,0	
Σ hexa-CDF	58,1		212	
1234678-hepta-CDF	35,8	34	116	42
1234789-hepta-CDF	12,0		41,5	
Σ hepta-CDF	70,1		223	
Octa-CDF	220		247	
Σ PCDF	398		735	
2378-tetra-CDD	0,056	43	0,51	45
Σ tetra CDD	1,4		7,9	
12378-penta-CDD	0,46	34	0,39	43
Σ penta CDD	4,6		13,9	
123478 hexa-CDD	0,31		0,67	
123678 hexa-CDD	0,60	45	0,98	63
123789 hexa-CDD	1,12		1,6	
Σ hexa-CDD	5,1		9,5	
1234678-hepta-CDD	6,2	28	13,3	44
Σ hepta-CDD	9,8		20,5	
Octa-CDD	12,4	40	27,6	45
Σ PCDD	33,3		79,4	
2378-TCDD-ekvivalenter*	4,6		13,0	

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/566

Datafiler: >M0625, >M0690

89/565

>M0628, >M0693

0-2 cm

Komponent ng/g	G9(a+b+c+d) Frierfjorden	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	2,6			
1278-tetra-CDF	3,5			
2378-tetra-CDF	4,6	52		
Σ tetra-CDF	24,9			
12368/13479-penta-CDF	3,3			
12478-penta-CDF	3,1			
12378/12348-penta-CDF	5,9			
23478-penta-CDF	1,8	67		
Σ penta-CDF	28,4			
123478/123479-hexa-CDF	54,9	42		
123678-hexa-CDF	21,6			
123789-hexa-CDF	5,4			
234678-hexa-CDF	4,0			
Σ hexa-CDF	212			
1234678-hepta-CDF	116	42		
1234789-hepta-CDF	41,5			
Σ hepta-CDF	223			
Octa-CDF	247			
Σ PCDF	735			
2378-tetra-CDD	0,51	45		
Σ tetra CDD	7,9			
12378-penta-CDD	0,39	43		
Σ penta CDD	13,9			
123478 hexa-CDD	0,67			
123678 hexa-CDD	0,98	63		
123789 hexa-CDD	1,6			
Σ hexa-CDD	9,5			
1234678-hepta-CDD	13,3	44		
Σ hepta-CDD	20,5			
Octa-CDD	27,6	45		
Σ PCDD	79,4			
2378-TCDD-ekvivalenter*	13,0			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/565

Datafiler: >M0628, >M0693

4-6 cm

Komponent ng/g	G 9 (a+b+c+d)	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	4,9			
1278-tetra-CDF	8,6			
2378-tetra-CDF	10,0	58		
Σ tetra-CDF	52,1			
12368/13479-penta-CDF	7,0			
12478-penta-CDF	7,4			
12378/12348-penta-CDF	13,4			
23478-penta-CDF	3,8	71		
Σ penta-CDF	57,0			
123478/123479-hexa-CDF	61	42		
123678-hexa-CDF	34			
123789-hexa-CDF	6,6			
234678-hexa-CDF	5,1			
Σ hexa-CDF	255			
1234678-hepta-CDF	0,97	43		
1234789-hepta-CDF	37			
Σ hepta-CDF	203			
Octa-CDF	995			
Σ PCDF	1562			
2378-tetra-CDD	0,35	41		
Σ tetra CDD	14,5			
12378-penta-CDD	4,0	53		
Σ penta CDD	20			
123478 hexa-CDD	1,4			
123678 hexa-CDD	2,8	41		
123789 hexa-CDD	1,5			
Σ hexa-CDD	14,5			
1234678-hepta-CDD	12,1	36		
Σ hepta-CDD	19,1			
Octa-CDD	14,8	28		
Σ PCDD	83			
2378-TCDD-ekvivalenter*	19,1			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

Datafiler: >M0837

NILU Koding nr.: 89/606

8-10 cm

Komponent ng/g	G 9 (a+b+c+d)	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	4,4			
1278-tetra-CDF	8,6			
2378-tetra-CDF	9,8	59		
Σ tetra-CDF	48			
12368/13479-penta-CDF	7,6			
12478-penta-CDF	8,3			
12378/12348-penta-CDF	15			
23478-penta-CDF	8,3	67		
Σ penta-CDF	67,5			
123478/123479-hexa-CDF	46	50		
123678-hexa-CDF	28			
123789-hexa-CDF	6,0			
234678-hexa-CDF	3,8			
Σ hexa-CDF	195			
1234678-hepta-CDF	85	39		
1234789-hepta-CDF	34			
Σ hepta-CDF	175			
Octa-CDF	1291			
Σ PCDF	1777			
2378-tetra-CDD	0,23	44		
Σ tetra CDD	9,8			
12378-penta-CDD	4,5	42		
Σ penta CDD	20			
123478 hexa-CDD	1,4			
123678 hexa-CDD	3,1	37		
123789 hexa-CDD	1,5			
Σ hexa-CDD	18			
1234678-hepta-CDD	10,2	34		
Σ hepta-CDD	16			
Octa-CDD	13,5	32		
Σ PCDD	77			
2378-TCDD-ekvivalenter*	19,3			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/607

Datafiler: >M0838

0-2 cm

Komponent ng/g	G11 (a+b+c) Frierfjorden	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	9,4			
1278-tetra-CDF	3,0			
2378-tetra-CDF	3,7	57		
Σ tetra-CDF	39,2			
12368/13479-penta-CDF	8,9			
12478-penta-CDF	8,4			
12378/12348-penta-CDF	11,4			
23478-penta-CDF	3,2	47		
Σ penta-CDF	67,6			
123478/123479-hexa-CDF	36,1	52		
123678-hexa-CDF	11,9			
123789-hexa-CDF	3,5			
234678-hexa-CDF	2,9			
Σ hexa-CDF	140			
1234678-hepta-CDF	85,1	35		
1234789-hepta-CDF	28,9			
Σ hepta-CDF	168			
Octa-CDF	427			
Σ PCDF	842			
2378-tetra-CDD	0,20	64		
Σ tetra CDD	3,0			
12378-penta-CDD	2,0	48		
Σ penta CDD	13,0			
123478 hexa-CDD	0,48			
123678 hexa-CDD	0,82	78		
123789 hexa-CDD	1,07			
Σ hexa-CDD	6,6			
1234678-hepta-CDD	11,9	34		
Σ hepta-CDD	19,0			
Octa-CDD	26,5	40		
Σ PCDD	68,1			
2378-TCDD-ekvivalenter*	10,7			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/564

Datafiler: >M0624, >M0689

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	90/31
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	G12b, 0-2 cm
DATAFILER	>T9042
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

1378/1379-TCDF: 4,191	1278-TCDF: 2,042
-----------------------	------------------

12368/13479-PeCDF: 3,741	12478-PeCDF: 2,871
--------------------------	--------------------

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	2,122	58,3%	0,21
SUM tetra-CDF	20,984		
12378/12348-penta-CDF	4,355		0,04
23478-penta-CDF	0,928	88,9%	0,46
SUM penta-CDF	26,801		
123478/123479-hexa-CDF	13,113	56,5%	1,31
123678-hexa-CDF	7,864		0,79
123789-hexa-CDF	1,455		0,15
234678-hexa-CDF	1,228		0,12
SUM hexa-CDF	62,280		
1234678-hepta-CDF	24,070	55,1%	0,24
1234789-hepta-CDF	7,138		0,07
SUM hepta-CDF	44,887		
Octa-CDF	271,218		0,27
SUM FURANER	426,17		3,67
2378-tetra-CDD	0,066	38,1%	0,07
SUM tetra-CDD	2,212		
12378-penta-CDD	0,313	52,1%	0,16
SUM penta-CDD	4,250		
123478-hexa-CDD	0,416		0,04
123678-hexa-CDD	0,709	59,3%	0,07
123789-hexa-CDD	1,074		0,11
SUM hexa-CDD	7,403		
1234678-hepta-CDD	2,871	75,9%	0,03
SUM hepta-CDD	4,554		
Octa-CDD	9,575	64,7%	0,01
SUM DIOKSINER	27,994		0,48
SUM 2,3,7,8-TEQ			4,15

0-2 cm

Komponent ng/g	G13 (a+b+c) Frierfjorden	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	2,6			
1278-tetra-CDF	1,9			
2378-tetra-CDF	2,2	62		
Σ tetra-CDF	16,1			
12368/13479-penta-CDF	5,3			
12478-penta-CDF	4,6			
12378/12348-penta-CDF	7,6			
23478-penta-CDF	2,2	52		
Σ penta-CDF	41,0			
123478/123479-hexa-CDF	21,3	44		
123678-hexa-CDF	11,2			
123789-hexa-CDF	2,4			
234678-hexa-CDF	1,9			
Σ hexa-CDF	94,4			
1234678-hepta-CDF	69,5	38		
1234789-hepta-CDF	19,7			
Σ hepta-CDF	127			
Octa-CDF	418			
Σ PCDF	697			
2378-tetra-CDD	0,069	38		
Σ tetra CDD	1,01			
12378-penta-CDD	0,62	42		
Σ penta CDD	6,2			
123478 hexa-CDD	0,42			
123678 hexa-CDD	0,69	56		
123789 hexa-CDD	0,95			
Σ hexa-CDD	5,5			
1234678-hepta-CDD	10,0	46		
Σ hepta-CDD	15,7			
Octa-CDD	30,4	40		
Σ PCDD	58,8			
2378-TCDD-ekvivalenter*	7,1			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Koding nr.: 89/563

Datafiler: >M0626, >M0691

PCDF- OG PCDD- KONSENTRÆJONER

PRØVENUMMER	89/611
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	G13 (a+b+c), 4-6 cm
DATAFILER	>T9038
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

1378/1379-TCDF: 2,461	1278-TCDF: 1,911
-----------------------	------------------

12368/13479-PeCDF: 4,249	12478-PeCDF: 3,388
--------------------------	--------------------

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	2,140	55,9%	0,21
SUM tetra-CDF	20,669		
12378/12348-penta-CDF	5,111		0,05
23478-penta-CDF	1,128	77,5%	0,56
SUM penta-CDF	28,204		
123478/123479-hexa-CDF	12,681	57,5%	1,27
123678-hexa-CDF	7,570		0,76
123789-hexa-CDF	1,436		0,14
234678-hexa-CDF	1,297		0,13
SUM hexa-CDF	61,203		
1234678-hepta-CDF	21,118	56,8%	0,21
1234789-hepta-CDF	6,198		0,06
SUM hepta-CDF	39,549		
Octa-CDF	193,215		0,19
SUM FURANER	342,84		3,59
2378-tetra-CDD	0,098	42,3%	0,10
SUM tetra-CDD	2,161		
12378-penta-CDD	0,479	35,4%	0,24
SUM penta-CDD	3,507		
123478-hexa-CDD	0,418		0,04
123678-hexa-CDD	0,728	50,4%	0,07
123789-hexa-CDD	1,332		0,13
SUM hexa-CDD	8,997		
1234678-hepta-CDD	2,764	65,8%	0,03
SUM hepta-CDD	4,457		
Octa-CDD	6,899	67,4%	0,01
SUM DIOKSINER	26,020		0,62
SUM 2,3,7,8-TEQ			4,21

8-10 cm

Komponent ng/g	G 13 (a+b+c)	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	1,9			
1278-tetra-CDF	2,7			
2378-tetra-CDF	3,1	49		
Σ tetra-CDF	20,1			
12368/13479-penta-CDF	3,0			
12478-penta-CDF	3,4			
12378/12348-penta-CDF	5,8			
23478-penta-CDF	1,5	57		
Σ penta-CDF	29			
123478/123479-hexa-CDF	10,7	50		
123678-hexa-CDF	6,6			
123789-hexa-CDF	1,3			
234678-hexa-CDF	1,1			
Σ hexa-CDF	48			
1234678-hepta-CDF	28	45		
1234789-hepta-CDF	9,4			
Σ hepta-CDF	55			
Octa-CDF	438			
Σ PCDF	590			
2378-tetra-CDD	0,02	60		
Σ tetra CDD	1,4			
12378-penta-CDD	0,57	58		
Σ penta CDD	3,4			
123478 hexa-CDD	0,37			
123678 hexa-CDD	0,60	61		
123789 hexa-CDD	0,34			
Σ hexa-CDD	4,5			
1234678-hepta-CDD	3,5	42		
Σ hepta-CDD	5,5			
Octa-CDD	7,0	28		
Σ PCDD	22			
2378-TCDD-ekvivalenter*	4,4			

* : Nordisk modell

G. : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/612

Datafiler: >M0839

0-2 cm

Komponent ng/g	G14 (a+b) Frierfjorden	G(%)		G(%)
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	6,5			
1278-tetra-CDF	1,8			
2378-tetra-CDF	2,2	46		
Σ tetra-CDF	23,7			
12368/13479-penta-CDF	4,9			
12478-penta-CDF	4,6			
12378/12348-penta-CDF	6,3			
23478-penta-CDF	2,0	40		
Σ penta-CDF	38,8			
123478/123479-hexa-CDF	18,7	42		
123678-hexa-CDF	8,3			
123789-hexa-CDF	2,2			
234678-hexa-CDF	1,6			
Σ hexa-CDF	80,1			
1234678-hepta-CDF	61,9	38		
1234789-hepta-CDF	18,7			
Σ hepta-CDF	105			
Octa-CDF	612			
Σ PCDF	860			
2378-tetra-CDD	0,063	46		
Σ tetra CDD	1,5			
12378-penta-CDD	0,59	43		
Σ penta CDD	4,2			
123478 hexa-CDD	0,58			
123678 hexa-CDD	1,03	38		
123789 hexa-CDD	1,5			
Σ hexa-CDD	9,9			
1234678-hepta-CDD	8,7	37		
Σ hepta-CDD	13,9			
Octa-CDD	26,0	31		
Σ PCDD	55,5			
2378-TCDD-ekvivalenter*	6,6			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/562

Datafiler: >M0623, >M0688

Komponent ng/g	G 14 A+B 4-6 cm	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	3,8			
1278-tetra-CDF	4,0			
2378-tetra-CDF	4,4	42		
Σ tetra-CDF	32			
12368/13479-penta-CDF	7,0			
12478-penta-CDF	6,4			
12378/12348-penta-CDF	9,8			
23478-penta-CDF	2,8	53		
Σ penta-CDF	53			
123478/123479-hexa-CDF	26	46		
123678-hexa-CDF	17			
123789-hexa-CDF	3,1			
234678-hexa-CDF	2,6			
Σ hexa-CDF	121			
1234678-hepta-CDF	67	48		
1234789-hepta-CDF	21			
Σ hepta-CDF	130			
Octa-CDF	1119			
Σ PCDF	1456			
2378-tetra-CDD	0,08	41		
Σ tetra CDD	3,6			
12378-penta-CDD	1,3	42		
Σ penta CDD	6,5			
123478 hexa-CDD	0,92			
123678 hexa-CDD	1,8	37		
123789 hexa-CDD	1,05			
Σ hexa-CDD	12,1			
1234678-hepta-CDD	10,1	40		
Σ hepta-CDD	16			
Octa-CDD	24	28		
Σ PCDD	62			
2378-TCDD-ekvivalenter*	10,0			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

89/614

>M0840

Komponent	G ¹⁴ A+B 8-10 cm	G(%)		
Antall /prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	5,2			
1278-tetra-CDF	9,2			
2378-tetra-CDF	10,6	49		
Σ tetra-CDF	63			
12368/13479-penta-CDF	16,7			
12478-penta-CDF	16,9			
12378/12348-penta-CDF	34			
23478-penta-CDF	8,3	43		
Σ penta-CDF	135			
123478/123479-hexa-CDF	46	20		
123678-hexa-CDF	29			
123789-hexa-CDF	5,7			
234678-hexa-CDF	4,1			
Σ hexa-CDF	210			
1234678-hepta-CDF	80	42		
1234789-hepta-CDF	31			
Σ hepta-CDF	164			
Octa-CDF	951			
Σ PCDF	1524			
2378-tetra-CDD	0,18	49		
Σ tetra CDD	14,8			
12378-penta-CDD	2,9	42		
Σ penta CDD	14,7			
123478 hexa-CDD	1,8			
123678 hexa-CDD	4,2	40		
123789 hexa-CDD	2,1			
Σ hexa-CDD	26			
1234678-hepta-CDD	10,5	39		
Σ hepta-CDD	16			
Octa-CDD	9,5	21		
Σ PCDD	81			
2378-TCDD-ekvivalenter*	18,6			

* : Nordisk modell.

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/615

Datafiler: >M0841

PCDF- og PCDD-konsentrasjoner i sedimenter fra Grenlandsfjorden

0-2 cm

Komponent ng/g	G 16 a+b+c Eidangerfjord	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	1,3			
1278-tetra-CDF	0,88			
2378-tetra-CDF	1,3	45		
Σ tetra-CDF	8,6			
12368/13479-penta-CDF	1,8			
12478-penta-CDF	1,6			
12378/12348-penta-CDF	2,6			
23478-penta-CDF	0,96	57		
Σ penta-CDF	14,3			
123478/123479-hexa-CDF	5,2	57		
123678-hexa-CDF	2,5			
123789-hexa-CDF	0,81			
234678-hexa-CDF	0,51			
Σ hexa-CDF	23,7			
1234678-hepta-CDF	13,6			
1234789-hepta-CDF	4,0			
Σ hepta-CDF	25,4			
Octa-CDF	554			
Σ PCDF	626			
2378-tetra-CDD	0,053	64		
Σ tetra CDD	0,54			
12378-penta-CDD	0,31	65		
Σ penta CDD	1,7			
123478 hexa-CDD	0,18			
123678 hexa-CDD	0,30	53		
123789 hexa-CDD	i			
Σ hexa-CDD	1,5			
1234678-hepta-CDD	1,6	50		
Σ hepta-CDD	2,6			
Octa-CDD	3,0	52		
Σ PCDD	9,3			
2378-TCDD-ekvivalenter*	2,5			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/561

Datafiler: >M0607

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	89/617
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	G16 (a+b+c), 4-6 cm
DATAFILER	>T9037
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

1378/1379-TCDF: 0,661	1278-TCDF: 1,162
-----------------------	------------------

12368/13479-PeCDF: <0,01	12478-PeCDF: 0,060
--------------------------	--------------------

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
-----------	---------------	----------------------	--

2378-tetra-CDF	1,437	39,8%	0,14
SUM tetra-CDF	6,056		
12378/12348-penta-CDF	1,857		0,02
23478-penta-CDF	0,479	35,4%	0,24
SUM penta-CDF	4,530		
123478/123479-hexa-CDF	6,593	22,1%	0,66
123678-hexa-CDF	2,535		0,25
123789-hexa-CDF	1,346		0,13
234678-hexa-CDF	1,044		0,10
SUM hexa-CDF	23,738		
1234678-hepta-CDF	8,380	15,5%	0,08
1234789-hepta-CDF	4,020		0,04
SUM hepta-CDF	16,936		
Octa-CDF	70,380		0,07
SUM FURANER	121,64		1,75
2378-tetra-CDD	0,012	34,5%	0,01
SUM tetra-CDD	0,566		
12378-penta-CDD	0,313	30,5%	0,16
SUM penta-CDD	1,353		
123478-hexa-CDD	0,238		0,02
123678-hexa-CDD	0,480	42,3%	0,05
123789-hexa-CDD	0,331		0,03
SUM hexa-CDD	4,943		
1234678-hepta-CDD	1,115	40,9%	0,01
SUM hepta-CDD	1,753		
Octa-CDD	1,670	54,6%	0,00
SUM DIOKSINER	10,285		0,29
SUM 2,3,7,8-TEQ			2,03

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	89/618
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDENS PRØVENUMMER	G16 (a+b+c), 8-10 cm
DATAFILER	>T9036
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

i: interferens på 1,2,3,7,8,9-HxCDF

1378/1379-ICDF: 0,060 1278-ICDF: 0,359

12368/13479-PeCDF: 0,054 12478-PeCDF: 0,027

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	0,931	67,7%	0,09
SUM tetra-CDF	1,917		
12378/12348-penta-CDF	2,330		0,02
23478-penta-CDF	0,544	55,6%	0,27
SUM penta-CDF	3,822		
123478/123479-hexa-CDF	2,922	69,1%	0,29
123678-hexa-CDF	1,410		0,14
123789-hexa-CDF	i 0,000		0,00
234678-hexa-CDF	0,343		0,03
SUM hexa-CDF	12,344		
1234678-hepta-CDF	4,544	71,7%	0,05
1234789-hepta-CDF	1,496		0,01
SUM hepta-CDF	8,362		
Octa-CDF	25,992		0,03
SUM FURANER	52,44		0,94
2378-tetra-CDD	0,003	64,5%	0,00
SUM tetra-CDD	0,092		
12378-penta-CDD	0,121	47,7%	0,06
SUM penta-CDD	0,458		
123478-hexa-CDD	0,051		0,01
123678-hexa-CDD	0,075	96,9%	0,01
123789-hexa-CDD	0,109		0,01
SUM hexa-CDD	0,686		
1234678-hepta-CDD	0,541	79,7%	0,01
SUM hepta-CDD	0,856		
Octa-CDD	0,700	93,5%	0,00
SUM DIOKSINER	2,792		0,09
SUM 2,3,7,8-TEQ			1,04

0-2 cm

Komponent	ng/g	G-18 (b) Brevik/Langes.	G(%)		G(%)
Antall g/prøve		10			
1378/1379-tetra-CDF		1,5			
1278-tetra-CDF		1,09			
2378-tetra-CDF		1,5	48		
Σ tetra-CDF		9,7			
12368/13479-penta-CDF		1,9			
12478-penta-CDF		1,8			
12378/12348-penta-CDF		2,9			
23478-penta-CDF		0,98	46		
Σ penta-CDF		15,9			
123478/123479-hexa-CDF		6,5	49		
123678-hexa-CDF		3,5			
123789-hexa-CDF		1,11			
234678-hexa-CDF		0,64			
Σ hexa-CDF		29,4			
1234678-hepta-CDF		16,1	54		
1234789-hepta-CDF		5,3			
Σ hepta-CDF		31,0			
Octa-CDF		75,1			
Σ PCDF		161			
2378-tetra-CDD		0,036	51		
Σ tetra CDD		0,71			
12378-penta-CDD		0,38	55		
Σ penta CDD		2,3			
123478 hexa-CDD		0,19			
123678 hexa-CDD		0,36	58		
123789 hexa-CDD		0,60			
Σ hexa-CDD		3,6			
1234678-hepta-CDD		4,0	41		
Σ hepta-CDD		6,1			
Octa-CDD		4,9	57		
Σ PCDD		17,6			
2378-TCDD-ekvivalenter*		2,5			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/560

Datafiler: >M0622, >M0687

PCDF- og PCDD-konsentrasjoner i sedimenter fra Grenlandsfjorden

Komponent ng/g	G-18B Snitt 4-6	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	1,7			
1278-tetra-CDF	0,96			
2378-tetra-CDF	1,5	48		
Σ tetra-CDF	10,2			
12368/13479-penta-CDF	1,8			
12478-penta-CDF	1,8			
12378/12348-penta-CDF	2,9			
23478-penta-CDF	0,72	49		
Σ penta-CDF	15,4			
123478/123479-hexa-CDF	5,1	52		
123678-hexa-CDF	2,9			
123789-hexa-CDF	0,72			
234678-hexa-CDF	0,60			
Σ hexa-CDF	24,0			
1234678-hepta-CDF	11,7	48		
1234789-hepta-CDF	3,7			
Σ hepta-CDF	22,5			
Octa-CDF	44,1			
Σ PCDF	116			
2378-tetra-CDD	0,08	39		
Σ tetra CDD	2,5			
12378-penta-CDD	0,39	43		
Σ penta CDD	3,5			
123478 hexa-CDD	0,28			
123678 hexa-CDD	0,36	62		
123789 hexa-CDD	0,51			
Σ hexa-CDD	3,2			
1234678-hepta-CDD	1,6	45		
Σ hepta-CDD	2,6			
Octa-CDD	2,4	45		
Σ PCDD	14,2			
2378-TCDD-ekvivalenter*	2,1			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/619

Datafiler: >N0795

PCDF- og PCDD-konsentrasjoner i sedimenter fra Grenlandsfjorden

Komponent ng/g	G-18B Snitt 8-10	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	1,4			
1278-tetra-CDF	0,99			
2378-tetra-CDF	1,5	44		
Σ tetra-CDF	9,9			
12368/13479-penta-CDF	1,5			
12478-penta-CDF	1,7			
12378/12348-penta-CDF	2,4			
23478-penta-CDF	0,62	55		
Σ penta-CDF	12,2			
123478/123479-hexa-CDF	4,3	55		
123678-hexa-CDF	2,4			
123789-hexa-CDF	0,61			
234678-hexa-CDF	0,43			
Σ hexa-CDF	19,9			
1234678-hepta-CDF	10,6	46		
1234789-hepta-CDF	3,4			
Σ hepta-CDF	20,3			
Octa-CDF	35,6			
Σ PCDF	97,9			
2378-tetra-CDD	0,03	40		
Σ tetra CDD	1,14			
12378-penta-CDD	0,24	47		
Σ penta CDD	2,8			
123478 hexa-CDD	0,29			
123678 hexa-CDD	0,32	60		
123789 hexa-CDD	0,50			
Σ hexa-CDD	2,5			
1234678-hepta-CDD	1,05	50		
Σ hepta-CDD	1,7			
Octa-CDD	1,4	47		
Σ PCDD	9,5			
2378-TCDD-ekvivalenter*	1,7			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsattel¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/620

Datafiler: >M0796

PCDF- og PCDD-konsentrasjoner i sedimenter fra Grenlandsfjorden

Komponent ng/g	G-18B Snitt 12-14	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	3,4			
1278-tetra-CDF	2,9			
2378-tetra-CDF	5,2	57		
Σ tetra-CDF	32,1			
12368/13479-penta-CDF	4,9			
12478-penta-CDF	4,7			
12378/12348-penta-CDF	8,0			
23478-penta-CDF	1,9	64		
Σ penta-CDF	39,5			
123478/123479-hexa-CDF	1,2	69		
123678-hexa-CDF	0,72			
123789-hexa-CDF	0,17			
234678-hexa-CDF	0,15			
Σ hexa-CDF	5,8			
1234678-hepta-CDF	3,1	59		
1234789-hepta-CDF	0,85			
Σ hepta-CDF	5,5			
Octa-CDF	7,0			
Σ PCDF	89,9			
2378-tetra-CDD	0,01	64		
Σ tetra CDD	0,15			
12378-penta-CDD	1,10	64		
Σ penta CDD	0,10			
123478 hexa-CDD	0,07			
123678 hexa-CDD	0,09	76		
123789 hexa-CDD	0,07			
Σ hexa-CDD	0,80			
1234678-hepta-CDD	0,33	64		
Σ hepta-CDD	0,55			
Octa-CDD	0,43	65		
Σ PCDD	3,0			
2378-TCDD-ekvivalenter*	1,9			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Koding nr.: 89/621

Datafiler: >M0803

Komponent ng/g	G 18 B 16-18 cm	G(%)		G(%)
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	0,097			
1278-tetra-CDF	0,11			
2378-tetra-CDF	0,20	48		
Σ tetra-CDF	0,91			
12368/13479-penta-CDF	0,25			
12478-penta-CDF	0,28			
12378/12348-penta-CDF	0,39			
23478-penta-CDF	0,11	48		
Σ penta-CDF	1,7			
123478/123479-hexa-CDF	0,56	40		
123678-hexa-CDF	0,39			
123789-hexa-CDF	0,14			
234678-hexa-CDF	0,068			
Σ hexa-CDF	3,2			
1234678-hepta-CDF	1,36	43		
1234789-hepta-CDF	0,48			
Σ hepta-CDF	2,6			
Octa-CDF	17			
Σ PCDF	25			
2378-tetra-CDD	<0,001	41		
Σ tetra CDD	0,044			
12378-penta-CDD	0,049	60		
Σ penta CDD	0,24			
123478 hexa-CDD	0,008			
123678 hexa-CDD	0,025	45		
123789 hexa-CDD	0,016			
Σ hexa-CDD	0,27			
1234678-hepta-CDD	0,25	38		
Σ hepta-CDD	0,39			
Octa-CDD	0,40	21		
Σ PCDD	1,3			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,26			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Koding nr.: 89/622

Datafiler: >M0842

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	90/141
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	G18b, 35-37 cm
DATAFILER	>T9035
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

<:deteksjonsgrense for enkeltisomerer

1378/1379-TCDF: 0,030	1278-TCDF: 0,058
-----------------------	------------------

12368/13479-PeCDF: 0,225	12478-PeCDF: 0,218
--------------------------	--------------------

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	0,106	28,0%	0,01
SUM tetra-CDF	0,528		
12378/12348-penta-CDF	0,351		0,00
23478-penta-CDF	0,101	52,1%	0,05
SUM penta-CDF	1,957		
123478/123479-hexa-CDF	0,647	60,1%	0,06
123678-hexa-CDF	0,398		0,04
123789-hexa-CDF	0,036		0,00
234678-hexa-CDF	0,060		0,01
SUM hexa-CDF	3,084		
1234678-hepta-CDF	0,874	63,1%	0,01
1234789-hepta-CDF	0,278		0,00
SUM hepta-CDF	1,643		
Octa-CDF	7,866		0,01
SUM FURANER	15,08		0,20
2378-tetra-CDD	< 0,006	25,5%	0,01
SUM tetra-CDD	< 0,006		
12378-penta-CDD	0,060	49,3%	0,03
SUM penta-CDD	0,360		
123478-hexa-CDD	0,029		0,00
123678-hexa-CDD	0,049	63,1%	0,00
123789-hexa-CDD	0,069		0,01
SUM hexa-CDD	0,484		
1234678-hepta-CDD	0,115	71,7%	0,00
SUM hepta-CDD	0,191		
Octa-CDD	0,178	84,8%	0,00
SUM DIOKSINER	1,220		0,05
SUM 2,3,7,8-TEQ			0,25

0-2 cm

Komponent ng/g	G 19 a+b+c Kalven	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	2,1			
1278-tetra-CDF	1,01			
2378-tetra-CDF	1,4	16		
Σ tetra-CDF	11,3			
12368/13479-penta-CDF	2,7			
12478-penta-CDF	2,5			
12378/12348-penta-CDF	4,0			
23478-penta-CDF	1,4	18		
Σ penta-CDF	2,18 2,18			
123478/123479-hexa-CDF	10,0	18		
123678-hexa-CDF	5,2			
123789-hexa-CDF	1,7			
234678-hexa-CDF	0,91			
Σ hexa-CDF	46,4			
1234678-hepta-CDF	25,9	20		
1234789-hepta-CDF	7,7			
Σ hepta-CDF	48,7			
Octa-CDF	883			
Σ PCDF	1011			
2378-tetra-CDD	0,041	20		
Σ tetra CDD	0,68			
12378-penta-CDD	0,40	21		
Σ penta CDD	2,4			
123478 hexa-CDD	0,35			
123678 hexa-CDD	0,56	18		
123789 hexa-CDD	0,40			
Σ hexa-CDD	4,7			
1234678-hepta-CDD	4,3	15		
Σ hepta-CDD	6,6			
Octa-CDD	7,0			
Σ PCDD	21,4			
2378-TCDD-ekvivalenter*	4,3			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/558

Datafiler: >M0606

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	89/623
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	G19(a+b+c), 4-6 cm
DATAFILER	>T9034
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

<:deteksjonsgrense for enkeltisomerer

1378/1379-TCDF: 0,842	1278-TCDF: 1,152
12368/13479-PeCDF: 0,619	12478-PeCDF: 0,215

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	1,551	27,4%	0,16
SUM tetra-CDF	6,756		
12378/12348-penta-CDF	3,871		0,04
23478-penta-CDF	0,922	28,0%	0,46
SUM penta-CDF	10,548		
123478/123479-hexa-CDF	9,377	17,8%	0,94
123678-hexa-CDF	3,981		0,40
123789-hexa-CDF	2,076		0,21
234678-hexa-CDF	1,476		0,15
SUM hexa-CDF	33,521		
1234678-hepta-CDF	14,626	16,6%	0,15
1234789-hepta-CDF	7,706		0,08
SUM hepta-CDF	36,121		
Octa-CDF	203,014		0,20
SUM FURANER	289,96		2,77
2378-tetra-CDD	0,035	25,9%	0,04
SUM tetra-CDD	0,600		
12378-penta-CDD	0,301	24,5%	0,15
SUM penta-CDD	1,362		
123478-hexa-CDD	0,287		0,03
123678-hexa-CDD	0,540	26,6%	0,05
123789-hexa-CDD	0,390		0,04
SUM hexa-CDD	5,871		
1234678-hepta-CDD	2,295	28,3%	0,02
SUM hepta-CDD	3,636		
Octa-CDD	5,182	32,8%	0,01
SUM DIOKSINER	16,651		0,34
SUM 2,3,7,8-TEQ			3,11

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER	89/624
PRØVEBESKRIVELSE	SEDIMENT
KUNDE	NIVA
KUNDES PRØVENUMMER	G19(a+b+c), 8-10 cm
DATAFILER	>T9033
TOTAL PRØVEMENGDE	10,000
ENHET FOR PRØVEMENGDE	g
ENHET I RAPPORT	ng/g

<:deteksjonsgrense for enkeltisomerer

1378/1379-TCDF: 0,305	1278-TCDF: 0,530
-----------------------	------------------

12368/13479-PeCDF: 0,358	12478-PeCDF: 0,113
--------------------------	--------------------

KOMPONENT	KONS. ng/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	0,622	62,3%	0,06
SUM tetra-CDF	2,658		
12378/12348-penta-CDF	1,659		0,02
23478-penta-CDF	0,462	64,7%	0,23
SUM penta-CDF	4,842		
123478/123479-hexa-CDF	9,020	43,4%	0,90
123678-hexa-CDF	3,639		0,36
123789-hexa-CDF	1,845		0,18
234678-hexa-CDF	1,564		0,16
SUM hexa-CDF	31,608		
1234678-hepta-CDF	15,201	48,9%	0,15
1234789-hepta-CDF	8,571		0,09
SUM hepta-CDF	39,886		
Octa-CDF	280,418		0,28
SUM FURANER	359,41		2,43
2378-tetra-CDD	0,014	29,6%	0,01
SUM tetra-CDD	0,285		
12378-penta-CDD	0,115	60,5%	0,06
SUM penta-CDD	0,564		
123478-hexa-CDD	0,284		0,03
123678-hexa-CDD	0,503	65,1%	0,05
123789-hexa-CDD	0,387		0,04
SUM hexa-CDD	3,596		
1234678-hepta-CDD	3,895	71,0%	0,04
SUM hepta-CDD	6,836		
Octa-CDD	10,114	89,7%	0,01
SUM DIOKSINER	21,396		0,24
SUM 2,3,7,8-TEQ			2,67

PCDF- og PCDD-konsentrasjoner i sedimenter fra Grenlandsfjorden

Komponent ng/g	G-20C Snitt 4-6 cm	G(%)		
Antall g/prøve	6			
1378/1379-tetra-CDF	0,72			
1278-tetra-CDF	0,35			
2378-tetra-CDF	0,54	46		
Σ tetra-CDF	4,2			
12368/13479-penta-CDF	0,83			
12478-penta-CDF	0,76			
12378/12348-penta-CDF	1,2			
23478-penta-CDF	0,33	48		
Σ penta-CDF	6,8			
123478/123479-hexa-CDF	2,2	57		
123678-hexa-CDF	1,2			
123789-hexa-CDF	0,36			
234678-hexa-CDF	0,60			
Σ hexa-CDF	9,9			
1234678-hepta-CDF	7,8	50		
1234789-hepta-CDF	1,6			
Σ hepta-CDF	12,9			
Octa-CDF	31,8			
Σ PCDF	65,6			
2378-tetra-CDD	0,01	51		
Σ tetra CDD	0,33			
12378-penta-CDD	0,01	61		
Σ penta CDD	0,84			
123478 hexa-CDD	0,10			
123678 hexa-CDD	0,25	54		
123789 hexa-CDD	0,13			
Σ hexa-CDD	1,5			
1234678-hepta-CDD	0,97	45		
Σ hepta-CDD	1,6			
Octa-CDD	2,3	45		
Σ PCDD	6,6			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,91			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/625

Datafiler: >M0610

PCDF- og PCDD-konsentrasjoner i sedimenter fra Grenlandsfjorden

Komponent ng/g	G-20C Snitt 8-10 cm	G(%)		
Antall g/prøve	8			
1378/1379-tetra-CDF	0,52			
1278-tetra-CDF	0,40			
2378-tetra-CDF	0,62	59		
Σ tetra-CDF	3,7			
12368/13479-penta-CDF	0,86			
12478-penta-CDF	0,86			
12378/12348-penta-CDF	1,4			
23478-penta-CDF	0,37	55		
Σ penta-CDF	6,9			
123478/123479-hexa-CDF	2,1	65		
123678-hexa-CDF	1,2			
123789-hexa-CDF	0,24			
234678-hexa-CDF	0,22			
Σ hexa-CDF	9,8			
1234678-hepta-CDF	6,3	58		
1234789-hepta-CDF	1,7			
Σ hepta-CDF	11,2			
Octa-CDF	29,4			
Σ PCDF	61,0			
2378-tetra-CDD	0,02	55		
Σ tetra CDD	0,49			
12378-penta-CDD	0,08	70		
Σ penta CDD	0,88			
123478 hexa-CDD	0,10			
123678 hexa-CDD	0,22	64		
123789 hexa-CDD	0,13			
Σ hexa-CDD	1,3			
1234678-hepta-CDD	0,76	52		
Σ hepta-CDD	1,2			
Octa-CDD	1,4			
Σ PCDD	5,3			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,86			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/626

Datafiler: >M0811

0-2 cm

Komponent ng/g	G-23 Nevlunghavn	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	0,03			
1278-tetra-CDF	0,03			
2378-tetra-CDF	0,04	45		
Σ tetra-CDF	0,33 0,04			
12368/13479-penta-CDF	0,05			
12478-penta-CDF	0,04			
12378/12348-penta-CDF	0,08			
23478-penta-CDF	0,03	54		
Σ penta-CDF	0,49			
123478/123479-hexa-CDF	0,11	65		
123678-hexa-CDF	0,06			
123789-hexa-CDF	0,03			
234678-hexa-CDF	0,01			
Σ hexa-CDF	0,56			
1234678-hepta-CDF	0,26	74		
1234789-hepta-CDF	0,08			
Σ hepta-CDF	0,46			
Octa-CDF	7,11			
Σ PCDF	8,95			
2378-tetra-CDD	0,003	49		
Σ tetra CDD	0,05			
12378-penta-CDD	0,008	56		
Σ penta CDD	0,06			
123478 hexa-CDD	0,005			
123678 hexa-CDD	0,010	62		
123789 hexa-CDD	0,006			
Σ hexa-CDD	0,06			
1234678-hepta-CDD	0,07	65		
Σ hepta-CDD	0,12			
Octa-CDD	0,20	72		
Σ PCDD	0,48			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,06			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/555

Datafiler: >M0605

0-2 cm

Komponent ng/g	G-24 Langesundsby	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	0,14			
1278-tetra-CDF	0,12			
2378-tetra-CDF	0,19	39		
Σ tetra-CDF	1,71			
12368/13479-penta-CDF	0,27			
12478-penta-CDF	0,21			
12378/12348-penta-CDF	0,27			
23478-penta-CDF	0,14	42		
Σ penta-CDF	2,19			
123478/123479-hexa-CDF	0,42	42		
123678-hexa-CDF	0,23			
123789-hexa-CDF	0,57			
234678-hexa-CDF	0,63			
Σ hexa-CDF	2,15			
1234678-hepta-CDF	0,82	44		
1234789-hepta-CDF	0,22			
Σ hepta-CDF	1,44			
Octa-CDF	22,9			
Σ PCDF	30,4			
2378-tetra-CDD	0,0046	39		
Σ tetra CDD	0,213			
12378-penta-CDD	0,0328	43		
Σ penta CDD	0,200			
123478 hexa-CDD	0,017			
123678 hexa-CDD	0,011	42		
123789 hexa-CDD	i			
Σ hexa-CDD	0,141			
1234678-hepta-CDD	0,155	38		
Σ hepta-CDD	0,031			
Octa-CDD	0,45	37		
Σ PCDD	1,31			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,23			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Koding nr.: 89/554

Datafiler: >M0604

0-2 cm

Komponent ng/g	G-26 Langesundsby.	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	0,45			
1278-tetra-CDF	0,30			
2378-tetra-CDF	0,22	30		
Σ tetra-CDF	3,5			
12368/13479-penta-CDF	0,79			
12478-penta-CDF	0,66			
12378/12348-penta-CDF	0,99			
23478-penta-CDF	0,30	32		
Σ penta-CDF	5,9			
123478/123479-hexa-CDF	2,4	41		
123678-hexa-CDF	1,15			
123789-hexa-CDF	0,28			
234678-hexa-CDF	0,13			
Σ hexa-CDF	10,6			
1234678-hepta-CDF	5,2	43		
1234789-hepta-CDF	1,6			
Σ hepta-CDF	9,6			
Octa-CDF	137			
Σ PCDF	167			
2378-tetra-CDD	0,025	29		
Σ tetra CDD	0,26			
12378-penta-CDD	0,078	34		
Σ penta CDD	0,44			
123478 hexa-CDD	0,091			
123678 hexa-CDD	0,12	34		
123789 hexa-CDD	0,068			
Σ hexa-CDD	1,2			
1234678-hepta-CDD	0,85	29		
Σ hepta-CDD	1,3			
Octa-CDD	1,6	26		
Σ PCDD	4,8			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,88			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Koding nr.: 89/553

Datafiler: >M0603

0-2 cm

Komponent ng/g	G-27 Langesundsby.	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	0,44			
1278-tetra-CDF	0,22			
2378-tetra-CDF	0,21	59		
Σ tetra-CDF	2,9			
12368/13479-penta-CDF	0,41			
12478-penta-CDF	0,38			
12378/12348-penta-CDF	0,55			
23478-penta-CDF	0,14	65		
Σ penta-CDF	3,3			
123478/123479-hexa-CDF	1,4	65		
123678-hexa-CDF	0,75			
123789-hexa-CDF	0,16			
234678-hexa-CDF	0,18			
Σ hexa-CDF	6,8			
1234678-hepta-CDF	4,5	48		
1234789-hepta-CDF	1,19			
Σ hepta-CDF	8,1			
Octa-CDF	18,9			
Σ PCDF	40,0			
2378-tetra-CDD	0,01	60		
Σ tetra CDD	0,31			
12378-penta-CDD	0,08	54		
Σ penta CDD	0,69			
123478 hexa-CDD	0,07			
123678 hexa-CDD	0,11	63		
123789 hexa-CDD	0,07			
Σ hexa-CDD	0,93			
1234678-hepta-CDD	0,68	48		
Σ hepta-CDD	1,13			
Octa-CDD	1,6	48		
Σ PCDD	4,7			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,50			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Koding nr.: 89/627

Datafiler: >M0797

Komponent ng/g	G-28 Snitt 0-2 cm	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	0,19			
1278-tetra-CDF	0,16			
2378-tetra-CDF	0,20	49		
Σ tetra-CDF	1,6			
12368/13479-penta-CDF	0,36			
12478-penta-CDF	0,40			
12378/12348-penta-CDF	0,60			
23478-penta-CDF	0,17	53		
Σ penta-CDF	3,0			
123478/123479-hexa-CDF	1,06	59		
123678-hexa-CDF	0,68			
123789-hexa-CDF	0,11			
234678-hexa-CDF	0,17			
Σ hexa-CDF	5,2			
1234678-hepta-CDF	4,0	51		
1234789-hepta-CDF	0,82			
Σ hepta-CDF	6,6			
Octa-CDF	16,9			
Σ PCDF	33,3			
2378-tetra-CDD	0,01	52		
Σ tetra CDD	0,10			
12378-penta-CDD	0,05	61		
Σ penta CDD	0,46			
123478 hexa-CDD	0,04			
123678 hexa-CDD	0,10	67		
123789 hexa-CDD	0,06			
Σ hexa-CDD	0,64			
1234678-hepta-CDD	0,47	47		
Σ hepta-CDD	0,81			
Octa-CDD	1,02	38		
Σ PCDD	3,0			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,44			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatt¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Koding nr.: 89/628

Datafiler: >M0812

Komponent ng/g	G-29 Portør 0-2 cm	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	0,0037			
1278-tetra-CDF	0,0029			
2378-tetra-CDF	0,0033	51		
Σ tetra-CDF	0,227			
12368/13479-penta-CDF	0,059			
12478-penta-CDF	0,055			
12378/12348-penta-CDF	0,096			
23478-penta-CDF	0,0398	53		
Σ penta-CDF	0,571			
123478/123479-hexa-CDF	0,233	56		
123678-hexa-CDF	0,110			
123789-hexa-CDF	0,052			
234678-hexa-CDF	0,029			
Σ hexa-CDF	1,02			
1234678-hepta-CDF	0,642	55		
1234789-hepta-CDF	0,187			
Σ hepta-CDF	1,10			
Octa-CDF	14,9			
Σ PCDF	17,8			
2378-tetra-CDD	<0,001	57		
Σ tetra CDD	0,0115			
12378-penta-CDD	<0,008	57		
Σ penta CDD	0,029			
123478 hexa-CDD	0,010			
123678 hexa-CDD	0,016	51		
123789 hexa-CDD	0,0074			
Σ hexa-CDD	0,081			
1234678-hepta-CDD	0,131	42		
Σ hepta-CDD	0,200			
Octa-CDD	0,308	41		
Σ PCDD	0,630			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,092			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Kodering nr.: 89/552

Datafiler: >M0602

0-2 cm

Komponent ng/g	G-30 Langesundb.	G(%)		
Antall g/prøve	10			
1378/1379-tetra-CDF	0,19			
1278-tetra-CDF	0,22			
2378-tetra-CDF	0,22	48		
Σ tetra-CDF	1,7			
12368/13479-penta-CDF	0,37			
12478-penta-CDF	0,32			
12378/12348-penta-CDF	0,81			
23478-penta-CDF	0,33	54		
Σ penta-CDF	3,4			
123478/123479-hexa-CDF	1,3	60		
123678-hexa-CDF	0,70			
123789-hexa-CDF	0,43			
234678-hexa-CDF	0,15			
Σ hexa-CDF	5,8			
1234678-hepta-CDF	3,2	65		
1234789-hepta-CDF	0,97			
Σ hepta-CDF	5,6			
Octa-CDF	80,8			
Σ PCDF	97,3			
2378-tetra-CDD	0,024	51		
Σ tetra CDD	0,11			
12378-penta-CDD	0,075	58		
Σ penta CDD	0,25			
123478 hexa-CDD	0,055			
123678 hexa-CDD	0,092	57		
123789 hexa-CDD	0,098			
Σ hexa-CDD	0,89			
1234678-hepta-CDD	0,54	59		
Σ hepta-CDD	0,75			
Octa-CDD	1,5	60		
Σ PCDD	3,5			
2378-TCDD-ekvivalenter*	0,67			

* : Nordisk modell

G : Gjenvinning av de tilsatte ¹³C-merkete standarder.

I.p.: Ikke påvist, deteksjonsgrense ved signal/støyforhold <3:1.

NILU Koding nr.: 89/551

Datafiler: >M0601

VEDLEGG 6.

**Innhold av ekstraherbart, ekstraherbart persistent organisk
bundet klor og restklor i sedimentene.**

VEDLEGG 7.

**Konsentrasjon av disykliske-, heterosykliske- og
polysykliske aromatiske hydrokarboner i sedimentene.**

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : ANALYSE AV REFERANSEMATERIALE (SEDIMENT)
FRA NATIONAL RESEARCH COUNCIL, CANADA

Oppdragsnr. :
Dato : August -90 Anm. HS-6 er naturlig sediment fra et havneområde ved Nova Scotia. 162
Lab.kode :
Jobb nr. :

Prøvebetegnelse:

- 1 : HS-6. Oppgitte konsentrasjoner fra National Research Council
- 2 :
- 3 : " Analysert på NIVA med GC-MSD

Konsentrasjoner i: mg/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	4.1 #	1.1	0.74	} Gitt for under måling.		
2-Metylnaftalen			0.35			
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen	0.19 #	0.05				
Acenaften						
Dibenzofuran	0.23 #	0.07	0.34			
Fluoren	0.47 #	0.07	0.68			
Dibenzotiofen						
Fenantren	3.0 #	0.6	2.34			
Antracen	1.1 #	0.4	0.32			
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	3.54 #	0.65	4.79			
Pyren	3.0 #	0.6	3.31			
Benz(a)antracen *	1.8 #	0.3	1.28			
Trifenylen/Chrysen	2.0 #	0.3	2.65			
Benzo(b)fluoranten *	2.8 #	0.6	x) 6.5			
Benzo(j+k)fluoranten *	1.43 #	0.15				
Benzo(e)pyren			2.5			
Benzo(a)pyren *	2.2 #	0.4	2.0			
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	1.95 #	0.58	1.47			
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	0.49 #	0.16				
Benzo(ghi)perylene	1.78 #	0.72	2.37			
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum						
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrstoff						

står for +/-

x) inkludert benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 13/8-90
Analytiker : Brg

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 6/2-90
 Lab.kode : UIC1-6
 Jobb nr. : 90/20

163

Prøvebetegnelse:

1 : G3, A+B, 0- 2cm	4 : G3, C, 0- 2cm
2 : " " 4- 6 "	5 : " " 4- 6 "
3 : " " 8-10 "	6 : " " 8-10 "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	G3,0-2 A+B	G3,4-6 A+B	G3,8-10 A+B	G3,0-2 C	G3,4-6 C	G3,8-10 C
Naftalen						
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen						
Dibenzofuran	2936	432	225	428	1795	584
Fluoren	9975	2234	1334	1774	4213	2233
Dibenzotiofen	11870	2117	1174	1902	2847	1835
Fenantren	Maskert	7670	5880	5358	5218	6273
Antracen					409	
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	25760	10430	6667	6348	8643	6345
Pyren	28430	6741	4265	4693	6888	4756
Benzo(a)antracen *	522	227	119	330	943	262
Trifenylen/Chrysen	980	372	169	454	1168	356
Benzo(b)fluoranten *	x)1900	x) 740	324	x)1343	2851	x) 756
Benzo(j+k)fluoranten *			37		114	
Benzo(e)pyren	1070	365	131	790	1415	338
Benzo(a)pyren *	478	197	77	475	1072	247
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	509	139	47	331	516	137
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	108	10		85	170	ca 5
Benzo(ghi)perylene	813	204	74	473	699	178
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	85351	31878	20523	24784	38961	24305
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrstoff						

x) Inkludert benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 19/9-90
 Analytiker : BRG

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS1-6
 Jobb nr. : 89/108

Prøvebetegnelse:

1 : G 2	0-2cm	A+B+C	4 : G 5	4- 6cm	A+B+C
2 : " "	4-6 "	" " "	5 : " "	8-10 "	" " "
3 : G 5	0-2 "	" " "	6 : G 6	0- 2 "	" " "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	53		30		97	17
2-Metylnaftalen	66		22			
1-Metylnaftalen	13		5			
Bifenyl						
Acenaftalen			21			
Dibenzofuran	12		17	1	19	2
Fluoren						
Dibenzotiofen	5	382	14	20	19	4
Fenantren	75	112	564	660	1082	169
Antracen	12	10	193	187	221	43
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	108	116	1152	925	1387	681
Pyren	120	144	1253	523	1478	658
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benzo(a)antracen *	272	119	968	1075	723	626
Trifenyl/Chrysen	346	265	2537	2058	1414	1030
Benzo(b)fluoranten *	x)1310	x) 902	x)3342	x)3863	x)1727	x) 907
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	566	389	1395	1990	916	2062
Benzo(a)pyren *	338	239	1368	1485	591	1977
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	330	39	767	331	289	1905
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	18		38			110
Benzo(ghi)perylen	456	50	1157	269	212	ca2300
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *	137		18			53
Sum	4237	2767	14861	13387	10175	12544
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrstoff						

x) inkl. benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 15/5-90
 Analytiker : SIG/BRG

Navn/lokalitet : Grendlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903

Prøver mottatt : 6/2-90

Lab.kode : D1C7-12

Jobb nr. : 90/20

165

Prøvebetegnelse:

1 : G4, A, 0- 2cm
 2 : " " 4- 6 "
 3 : " " 8-10 "

4 : G7,A+B+C, 0- 2cm
 5 : " " 4- 6 "
 6 : " " 8-10 "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	G4,0-2 A	G4,4-6 A	G4,8-10 A	G7,0-2 A+B+C	G7,4-6 A+B+C	G7,8-10 A+B+C
Naftalen						
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen						
Dibenzofuran	1455	11	343	891	173	422
Fluoren	4088	194	831	3069	932	1546
Dibenzotiofen	2780	520	285	2438	1068	1051
Fenantren	4557	10800	6790	12180?	7095	9652
Antracen	483	237	81		3	3
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	8441	2399	1385	5189	3312	3052
Pyren	6384	1628	769	4150	2855	2423
Benz(a)antracen *	675	86	4	765	688	390
Trifenyl/Chrysen	1013	118	3	1108	1092	494
Benzo(b)fluoranten *	x)2044	x) 284	x) 12	x)2348	x)2591	x)1484
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	1075	115	5	1356	1263	706
Benzo(a)pyren *	710	82		843	907	471
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	394	33		552	464	238
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	104			170	116	23
Benzo(ghi)perylene	546	55		802	662	345
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	34749	16562	10508	35861	23221	22300
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Torrstoff						

x) Inkludert benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 19/9-90

Analytiker : BRG

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS7-12
 Jobb nr. : 89/108

Prøvebetegnelse:

1 : G 6 4- 6cm A+B
 2 : " " 8-10 " " "
 3 : " 8 0- 2 " A+B+C
 4 : G 8 4- 6cm A+B+C
 5 : " " 8-10 " " " "
 6 : " 9 0- 2 " A+B+C+D

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	110		33	45	21	848
2-Metylnaftalen	22		12	28	3	34
1-Metylnaftalen				4		
Bifenyl						
Acenaftylen						
Acenaften						281
Dibenzofuran	87			7	3	7
Fluoren		2184				
Dibenzotiofen	22	1033	3	50	2	6
Fenantren	529	18017	81	2077	67	278
Antracen	278		5	412	6	106
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	1293	4822	41	1955	367	1854
Pyren	1414	2698	78	1494		855
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benzo(a)antracen *	896		168	215	74	904
Trifenyl/Chrysen	2626		381	306	87	1349
Benzo(b)fluoranten *	x) 7427		x) 1028	x) 826	x) 290	1531
Benzo(j+k)fluoranten *						473
Benzo(e)pyren	5137		605	448	129	1176
Benzo(a)pyren *	5015		363	314	95	747
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	2410		339	296	73	246
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	176					
Benzo(ghi)perylene	2732		446	431	33	387
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *	77			3		
Sum	30251		3583	8911	1250	11082
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrestoff						

x) inkludert benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 8/8-90
 Analytiker : Brg

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS13-18
 Jobb nr. : 89/108

167

Prøvebetegnelse:

1 : G 9 4- 6cm	4 : G 10 4- 6cm A+B+C
2 : " " 8-10 "	5 : " " 8-10 " " " "
3 : " 10 0- 2 " A+B+C	6 : " 11 0- 2 " " " "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	2141	326	174	38	13	33
2-Metylnaftalen	1142	9	5	38	24	5
1-Metylnaftalen	31					
Bifenyl						
Acenaftylen						
Acenaften			14			
Dibenzofuran	75	24	24	276	161	9
Fluoren						
Dibenzotiofen	15	10	11	90	298	8
Fenantren	421	524	503	967	291	398
Antracen	78	50	283	569	533	127
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	4219	1646	1172	2413	1134	670
Pyren	3472	862	1224	2294	688	703
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	278	77	1487	1669	667	787
Trifenylen/Chrysen	951	163	2445	6035	1706	1172
Benzo(b)fluoranten *	70	x) 88	5167	7222	1061	2823
Benzo(j+k)fluoranten *	44		185	379	978	66
Benzo(e)pyren	52		3056	3451	939	1346
Benzo(a)pyren *			3058	3723	838	985
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *			2123	1350	511	841
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)			223	16	12	
Benzo(ghi)perylene			2780	1698	739	1101
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *			346	54		315
Sum	12989	3691	24280	32282	10593	11389
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrstoff						

x) inkludert benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 8/8-90
 Analytiker : Brg

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS19-24
 Jobb nr. : 89/108

168

Prøvebetegnelse:

1 : G 11 4- 6cm A+B+C	4 : G 12 4- 6cm A+B+C
2 : " " 8-10 " " " "	5 : " " 8-10 " A+C
3 : " 12 0- 2 " " " "	6 : " 13 0- 2 " A+B+C

Konsentrasjoner i: ug/kg tørkrt materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen		7	182	1084	704	
2-Metylnaftalen			279	314	2	
1-Metylnaftalen			29	105		
Bifenyl						
Acenaftalen				14		
Acenaften						
Dibenzofuran	58	10	56	118	84	
Fluoren						
Dibenzotiofen	33	9	8	120	35	270
Fenantren	661	445	301	1248	599	285
Antracen	251	117	256	852	344	180
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	886	618	1966	3129	2046	761
Pyren	869	584	762	3023	1238	686
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	1260	487	1403	2007	1119	1198
Trifenylen/Chrysen	1857	669	2872	5793	3663	2802
Benzo(b)fluoranten *	4040	1341	4337	16051	4583	3925
Benzo(j+k)fluoranten *		43	106		178	18
Benzo(e)pyren	1860	615	1988	3341	2031	1821
Benzo(a)pyren *	1555	523	1611	8451	1981	1302
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	1067	282	1055	1576	1580	774
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	181	10	188	10	290	
Benzo(ghi)perylene	1190	256	1362	2171	1837	1093
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *				32	22	4
Sum	15768	6016	18761	49439	22336	15119
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrstoff						

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato :
 Analytiker :

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS25-29+33
 Jobb nr. : 89/108

169

Prøvebetegnelse:

1 : G 13	4- 6cm	A+B+C	4 : G 14	4- 6cm	A+B
2 : " "	8-10 "	" " "	5 : " "	8-10 "	" " "
3 : " 14	0- 2 "	" "	6 : " 16	0- 2 "	A+B+C

Konsentrasjoner i: µg/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	802	443	544	190?	917	1873
2-Metylnaftalen	6	8	40		35	6
1-Metylnaftalen			5		15	9
Bifenyl						
Acenaftylen						
Acenaften			12			
Dibenzofuran	8	66	10	34	101	2
Fluoren						
Dibenzotiofen	8	79	6	26	19	4
Fenantren	259	2250	280	812	518	121
Antracen	203	821	159	472	190	13
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	928	5549	754	1705	943	314
Pyren	839	2839	603	1450	587	289
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	1060	2220	930	1829	572	146
Trifenylen/Chrysen	2035	6313	2589	3204	1490	285
Benzo(b)fluoranten *	1325	5423	3644	4804	2284	721
Benzo(j+k)fluoranten *	1280	175	75	114	50	6
Benzo(e)pyren	1230	2498	1771	2322	1001	327
Benzo(a)pyren *	1151	1983	1302	1984	857	234
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	665	923	977	1077	520	252
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)						
Benzo(ghi)perylene	968	1249	1275	1622	701	102
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)-pyren *	3	2	74	1	1	
Sum	12770	32841	15050	21646	10801	4704
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrestoff						

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomerer *

Dato : 20/8-90
 Analytiker : SIG/BRG

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS34-39
 Jobb nr. : 89/108

170

Prøvebetegnelse:

1 : G 16 4- 6cm A+B+C	4 : G 17 4- 6cm A+B+C
2 : " " 8-10 " " " "	5 : " " 8-10 " " " "
3 : " 17 0- 2 " " " "	6 : " 18 0- 2 " A+C

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	327		576			116254
2-Metylnaftalen	47		25			115730
1-Metylnaftalen	3		13		9	28692
Bifenyl						
Acenaftalen						3757
Dibenzofuran	34	2	17	8	7	1995
Fluoren						
Dibenzotiofen	104	3	29	7	4	35580
Fenantren	215	146	897	497	290	459300
Antracen	57	20	251	94	75	245600
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	278	254	1274	579	1008	10490
Pyren	230	243	1136	529	435	32700
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benzo(a)antracen *	164	163	616	450	370	
Trifenylen/Chrysen	236	229	713	557	589	
Benzo(b)fluoranten *	233	519	1110	640	1403	
Benzo(j+k)fluoranten *	292?	4	50	408	70	
Benzo(e)pyren	238	231	501	481	589	
Benzo(a)pyren *	202	193	522	487	640	
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	234	216	347	293	558	
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)				29	49	
Benzo(ghi)perylene	303	384	370	374	408	
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *	16	17	10			
Sum	3213	2624	8457	5433	6504	x)
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrstoff						

x) Det var ikke mulig å bestemme PAH i denne prøven fordi i.st. ikke kunne gjenfinnes! Prøven må eventuelt re-analyseres.

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 27/8-90
 Analytiker : Brg

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS40-45
 Jobb nr. : 89/108

171

Prøvebetegnelse:

1 : G 18 4- 6cm A+C	4 : G 18 b 4- 6cm
2 : " " 8-10 " " "	5 : " " " 8-10 "
3 : " " 0- 2 " B	6 : " " " 12-14 "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	8	189?		201?	13	26
2-Metylnaftalen	20	320?		35	37	156
1-Metylnaftalen				19	11	2
Bifenyl						
Acenaftalen						
Dibenzofuran	90			38	17	49
Fluoren						
Dibenzotiofen	11	685	108	3	4	3
Fenantren	895	10560	142	192	225	193
Antracen	142	3472	20	26	16	29
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	636	3880	356	241	274	542
Pyren	537	3099	341	197	212	478
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	453	1815	169	222	207	195
Trifenyl/Chrysen	573	1972	314	298	280	235
Benzo(b)fluoranten *	x) 1062	1257	x) 750	x) 864	x) 763	x) 535
Benzo(j+k)fluoranten *		967			6	5
Benzo(e)pyren	452	895	351	381	341	223
Benzo(a)pyren *	388	1102	262	277	254	205
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	361	623	251	309	239	187
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	43	79				
Benzo(ghi)perylen	657	967	310	184	431	223
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)-pyren *	42	85		6	2	
Sum	6370	31967	3374	3493	3332	3286
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrstoff						

x) Inkl. benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 27/8-90
 Analytiker : Brg

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS46-51
 Jobb nr. : 89/108

Prøvebetegnelse:

1 : G 18 b 16-18cm ~~A+B+C~~
 2 : " 19 0- 2 " ~~A+B+C~~
 3 : " " 4- 6 " " " "
 4 : G 19 8-10cm A+B+C
 5 : " 20 0- 2 " C
 6 : " " 4- 6 " "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen	90?	7			34	5
2-Metylnaftalen	4				18	
1-Metylnaftalen	1					
Bifenyl						
Acenaftalen						
Dibenzofuran	5	2	28	2		
Fluoren						
Dibenzotiofen	3		2	2		4
Fenantren	208	67	102	86	38	173
Antracen	29	4	5	5	3	8
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	253	149	132	132	95	259
Pyren	234	20	122	114	77	213
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benzo(a)antracen *	177	91	108	40	27	53
Trifenylen/Chrysen	208	182	142	49	100	121
Benzo(b)fluoranten *	202	x) 639	x) 452	99	x) 483	x) 508
Benzo(j+k)fluoranten *	228		3	44		
Benzo(e)pyren	192	295	199	80	199	201
Benzo(a)pyren *	181	189	144	45	94	74
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	149	232	180	48	145	165
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)				3		9
Benzo(ghi)perylene	156	129	230	53	164	169
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *	2		1			
Sum	2322	2006	1850	802	1477	1962
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrstoff						

x) Inkl. benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 28/8-90
 Analytiker : Brg

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS52-56+58
 Jobb nr. : 89/108

173

Prøvebetegnelse:

1 : G 20 8-10cm C	4 : G 23 0-2cm
2 : " 21 0- 2 "	5 : " 24 " "
3 : " 22 " "	6 : " 26 " "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen						
Acenaften						
Dibenzofuran	8	2		1	1	1
Fluoren						
Dibenzotiofen	3	4	2	1	1	1
Fenantren	122	359	66	15	42	39
Antracen	6	7	3	1	2	2
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	205	127	79	84	75	45
Pyren	167	70	54	65	59	39
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpiren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benz(a)antracen *	61	3	27	7	23	19
Trifenylen/Chrysen	98	3	76	21	45	24
Benzo(b)fluoranten *	x) 467	x) 18	x) 348	x) 126	x) 162	x) 86
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	191	2	127	35	64	32
Benzo(a)pyren *	82	1	54	6	41	24
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	142		54	13	58	27
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	7		4			
Benzo(ghi)perylene	162		67	8	62	28
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *			2			
Sum	1721	596	1035	383	635	367
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrstoff						

x) Inkl. benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomerer *

Dato : 29/8-90
 Analytiker : Brg

Navn/lokalitet : Grenlandsfjorden

Oppdragsnr. : 8915903
 Prøver mottatt : 31/10-89
 Lab.kode : CTS59+61
 Jobb nr. : 89/108

174

Prøvebetegnelse:

1 : G 27 0-2cm
 2 : " 29 " "

Konsentrasjoner i: ug/kg tørket materiale

PAH	1	2	3	4	5	6
Naftalen						
2-Metylnaftalen						
1-Metylnaftalen						
Bifenyl						
Acenaftalen						
Acenaften						
Dibenzofuran	5	3				
Fluoren						
Dibenzotiofen	10	1				
Fenantren	666	50				
Antracen	7	2				
2-Metylantracen						
1-Metylfenantren						
9-Metylantracen						
Fluoranten	181	42				
Pyren	113	25				
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren						
Benzo(ghi)fluoranten						
Benzo(a)antracen *	45	16				
Trifenyl/Chrysen	66	23				
Benzo(b)fluoranten *	x) 402	x) 77				
Benzo(j+k)fluoranten *						
Benzo(e)pyren	165	30				
Benzo(a)pyren *	75	25				
Perylen						
Indeno(1,2,3-cd)pyren *	76	24				
Dibenz(a,c og/eller a,h)antracen * 1)	5					
Benzo(ghi)perylene	119	26				
Anthanthrene						
Coronen						
Dibenz(a,e+a,h+a,i+a,l)- pyren *						
Sum	1935	318				
Derav KPAH (*)						
% KPAH						
% Tørrestoff						

x) Inkl. benzo(j,k)fluoranten

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A og 2B (sannsynlige + trolige cancerogene). Sum av * utgjør KPAH.

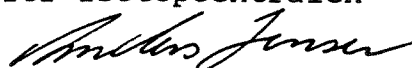
1) Bare (a,h)-isomeren *

Dato : 28/8-90
 Analytiker : Brg

VEDLEGG 8.**Sedimentakkumulasjon i Grenlandsfjordene.**

Sedimentakkumulation i Frierfjorden,
Eidangerfjorden, Brevikfjorden og Langesandsbukta

København, Juni 1990
for Isotopcentralen


Anders Jensen

1. Indledning

Isotopcentralen har for NIVA foretaget bly 210 datering på 4 sedimentkerner fra henholdsvis Frierfjorden (st. 14 B), Eidangerfjorden (st. 16 C), Brevikfjorden (st. 18 B) og fra Langesundsbukta (st. 21)

Sedimentkernerne er leveret til Isotopcentralen opskåret i 2 cm skiver og med tørstofindhold bestemt.

2. Bestemmelse af akkumulationsrater for tørstof

Baggrunden for Pb-210 datering af sedimentkerner er beskrevet i ref. /1/

Fordelingen af Pb-210 i en sedimentkerne beskrives generelt af en matematisk model, som er baseret på følgende ligning:

$$\frac{dA}{dt} = D \frac{d^2A}{dz^2} - w * \frac{dA}{dz} - l * A$$

hvor

A = aktiviteten af Pb-210 (dpm/g)

D = blandingskoefficient (cm²/år)

z = dybde fra overfladen (cm)

w = linier akkumulationsrate (cm/år)

l = henfaldskonstanten for Pb-210 (år⁻¹)

t = tiden (år)

Der anvendes en "steady-state"-løsning (dA/dt = 0), idet der defineres en blandingsdybde I(B), hvor D > 0 for z < I(B) og

$D = 0$ for $Z \geq I(B)$. Betydningen af blandingsparametrene for f.eks sedimentets egnethed som monitoringsstation for tungmetaller, er nærmere beskrevet i ref. /2/, som er vedlagt i bilag 9.

3. Resultat

Det målte Pb-210 profil anvendes til bestemmelse af modellens parametre: D , w , $I(B)$ og akkumulationsrate af Pb-210. Resultatet af Pb-210 målingerne for st. 14 B, st. 16 C, st. 18 B, og st. 21 er vist i bilag 1, 2, 3 og 4. Alder- dybde sammenhænge og dybdeprofiler for unsupported Pb-210 fra de 4 stationer er vist i bilag 5, 6, 7, og 8. I st. 14 B er der sandsynligvis sket et fald i akkumulationsraten omkring 1960.

st 14 B Frierfjorden

Akkumulationsrate (før 1960)	: 0.37 ± 0.02	g/cm ² /år
Akkumulationsrate (efter 1960)	: 0.12 ± 0.01	g/cm ² /år
svarende til w (gennemsnit)	: 0.3 - 0.7	cm/år
Blandingskoefficient, D	: 1	cm ² /år
Blandingsdybde, $I(B)$: 1	cm

st. 16 C Eidangerfjorden

Akkumulationsrate	: 0.095 ± 0.01	g/cm ² /år
svarende til w (gennemsnit)	: 0.24	cm/år
Blandingskoefficient, D	: 525	cm ² /år
Blandingsdybde, $I(B)$: 4	cm

st. 18 B Brevikfjorden

Akkumulationsrate	: 0.12 ± 0.03	g/cm ² /år
svarende til w (gennemsnit)	: 0.31	cm/år
Blandingskoefficient, D	: 42	cm ² /år
Blandingsdybde, $I(B)$: 1	cm

st. 21 Langesundsbukta

Akkumulationsrate	: 0.15 ± 0.04	g/cm ² /år
svarende til w (gennemsnit)	: 0.06	cm/år
Blandingskoefficient, D	: 0	cm ² /år
Blandingsdybde, I(B)	: 0	cm

4. Kommentare

Faldet i akkumulationsraten i st 14 B ses som et knæk i det ellers lineære forløb af den logaritmiske afbildning af Pb-210 aktiviteten i forhold til masse dybden. Knækket sker omkring 2.5 - 3.5 g/cm² svarende til 30 til 35 år fra idag. (bilag 5).

Sedimentet i st. 21 er meget sandet og Pb-210 aktiviteten derfor lav, fordi isotopen fortrinsvis bindes til det finkornede sediment (ler og silt) Dateringen af denne sedimentkerne er derfor usikker.

5. Referencer

- /1/ Pheiffer Madsen, P. and Sørensen, J. 1979. Validation of the Lead-210 method. Journal of Radioanalytical Chemistry, Vol 54, No.1-2, 1979, pp.39-48.
- /2/ Larsen, B. and Jensen, A. 1989. Evaluation of the Sensitivity of Sediment Stations in Pollution Monitoring. Marine Pollution Bulletin Vol. 20, 1989, No.11, pp.556-560

SAG NR M1 1308109.47 NIVA
 DATO 27. jun. 1990
 BETEGNELSE FRIERFJORD ST 14 B
 OPERATØR JS

BILAG 1

I	T	B	TS	GL	TPB	STPB	TRV	TV	MD	LD	UPB	SUPB
cm	cm	cm	% vv	% ts	dpm/g	dpm/g	g/cm3	g/cm2	g/cm2	cm	dpm/g	dpm/g
1	0	2	17.35	IM	7.76	0.30	0.194	0.19	0.10	1	6.83	0.31
2	2	4	18.48	IM	8.55	0.33	0.208	0.21	0.30	3	7.62	0.34
3	4	6	17.07	IM	IM	IM	0.190	0.19	0.50	5	IM	IM
4	6	8	27.73	IM	4.87	0.20	0.333	0.33	0.76	7	3.94	0.21
5	8	10	24.37	IM	IM	IM	0.285	0.29	1.07	9	IM	IM
6	10	12	17.96	IM	IM	IM	0.201	0.20	1.31	11	IM	IM
7	12	14	18.58	IM	6.05	0.22	0.209	0.21	1.52	13	5.12	0.23
8	14	16	18.94	IM	IM	IM	0.214	0.21	1.73	15	IM	IM
9	16	18	24.01	IM	5.47	0.23	0.281	0.28	1.97	17	4.54	0.24
10	18	20	28.04	IM	IM	IM	0.337	0.34	2.28	19	IM	IM
11	20	22	29.36	IM	3.59	0.17	0.356	0.36	2.63	21	2.66	0.18
12	22	24	32.18	IM	IM	IM	0.399	0.40	3.01	23	IM	IM
13	24	26	38.28	IM	IM	IM	0.497	0.50	3.46	25	IM	IM
14	26	28	33.31	IM	2.19	0.12	0.416	0.42	3.91	27	1.26	0.14
15	28	30	29.98	IM	IM	IM	0.366	0.37	4.30	29	IM	IM
16	30	32	IM	IM	IM	IM	0.443	0.44	4.71	31	IM	IM
17	33	35	IM	IM	IM	IM	0.635	0.64	5.25	34	IM	IM
18	35	37	50.28	IM	1.71	0.11	0.720	0.72	5.92	36	0.78	0.13
19	37	39	IM	IM	IM	IM	0.821	0.82	6.69	38	IM	IM
20	39	42	IM	IM	IM	IM	0.866	0.87	7.54	40.50	IM	IM
21	42	44	59.62	IM	IM	IM	0.928	0.93	8.44	43	IM	IM
22	44	49	IM	IM	IM	IM	0.890	0.89	9.34	46.50	IM	IM
23	49	51	57.69	IM	1.26	0.08	0.882	0.88	10.23	50	0.33	0.11
24	51	56	IM	IM	IM	IM	0.890	0.89	11.12	53.50	IM	IM
25	56	58	56.50	IM	IM	IM	0.855	0.85	11.99	57	IM	IM
26	58	63	IM	IM	IM	IM	0.938	0.94	12.88	60.50	IM	IM
27	63	65	62.02	IM	1.03	0.07	0.988	0.99	13.85	64	0.10	0.10
28	64	66	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	65	IM	IM
29	65	67	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	66	IM	IM
30	66	68	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	67	IM	IM
31	67	69	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	68	IM	IM
32	68	70	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	69	IM	IM
33	69	71	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	70	IM	IM
34	70	72	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	71	IM	IM
35	71	73	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	72	IM	IM
36	72	74	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	73	IM	IM
37	73	75	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	74	IM	IM
38	74	76	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	75	IM	IM
39	75	77	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	76	IM	IM
40	76	78	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	77	IM	IM

ANTAL LINIER = 27
 SPB = 0.93 DPM/G
 SSPB = 0.07 DPM/G
 PRØVETAGNING = 1990
 BLANDINGSDYBDE = 1 CM
 BLANDINGSINT. = 1 CH2/YEAR

IM : IKKE MÅLT
 DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT
 I : INDEX
 T , B : DYBDE TOP OG BUND
 TS : TØRSTOF
 GL : GLØDETAB
 TPB : TOTAL PB-210
 STPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ TPB
 TRV : TØR RUMVÆGT
 TV : TØR VÆGT
 MD : MASSE DYBDE
 LD : LINIÆR DYBDE
 UPB : UNSUPPORTED PB-210
 SUPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ UPB

SAG NR M1 1308109.47 NIVA
 DATO 27. jun. 1990
 BETEGNELSE EIDANGERFJORDEN ST 16 C
 OPERATØR JS
 DATATE-
 RING NR: 9046

BILAG 2

181

I	T	B	TS	GL	TPB	STPB	TRV	TV	MD	LD	UPB	SUPB
	cm	cm	% vv	% ts	dpm/g	dpm/g	g/cm ³	g/cm ²	g/cm ²	cm	dpm/g	dpm/g
1	0	2	29.45	IM	6.88	0.30	0.358	0.715	0.358	1.00	5.95	0.31
2	2	4	31.70	IM	7.28	0.29	0.391	0.783	1.107	3.00	6.35	0.30
3	4	6	35.55	IM	IM	IM	0.452	0.904	1.950	5.00	IM	IM
4	6	8	36.62	IM	IM	IM	0.469	0.939	2.871	7.00	IM	IM
5	8	10	38.28	IM	4.75	0.19	0.497	0.994	3.838	9.00	3.82	0.20
6	10	12	40.49	IM	IM	IM	0.535	1.070	4.870	11.00	IM	IM
7	12	14	40.69	IM	3.12	0.16	0.538	1.077	5.943	13.00	2.19	0.17
8	14	16	42.06	IM	IM	IM	0.563	1.125	7.044	15.00	IM	IM
9	16	18	42.04	IM	IM	IM	0.562	1.124	8.168	17.00	IM	IM
10	18	20	44.08	IM	1.91	0.08	0.599	1.199	9.330	19.00	0.98	0.11
11	20	22	49.60	IM	IM	IM	0.706	1.412	10.635	21.00	IM	IM
12	22	24	48.87	IM	IM	IM	0.691	1.383	12.033	23.00	IM	IM
13	24	26	48.21	IM	1.09	0.06	0.678	1.357	13.403	25.00	0.16	0.09
14	26	28	47.65	IM	IM	IM	0.667	1.335	14.748	27.00	IM	IM
15	28	30	47.82	IM	IM	IM	0.671	1.341	16.086	29.00	IM	IM
16	30	32	48.44	IM	0.64	0.06	0.683	1.366	17.440	31.00	-0.29	0.09
17	32	34	50.34	IM	IM	IM	0.721	1.442	18.844	33.00	IM	IM
18	34	36	55.22	IM	IM	IM	0.826	1.652	20.391	35.00	IM	IM
19	36	38	53.78	IM	0.82	0.05	0.794	1.588	22.011	37.00	-0.11	0.09
20	38	40	48.58	IM	IM	IM	0.686	1.371	23.490	39.00	IM	IM
21	40	42	48.48	IM	IM	IM	0.684	1.367	24.860	41.00	IM	IM
22	42	44	47.85	IM	1.07	0.07	0.671	1.342	26.214	43.00	0.14	0.10
23	44	45	57.69	IM	IM	IM	0.882	0.882	27.327	44.50	IM	IM
24	45	46	58.00	IM	IM	IM	0.890	0.890	28.213	45.50	IM	IM
25	46	47	56.50	IM	IM	IM	0.855	0.855	29.085	46.50	IM	IM
26	47	48	60.00	IM	IM	IM	0.938	0.938	29.981	47.50	IM	IM
27	48	49	62.02	IM	IM	IM	0.988	0.988	30.944	48.50	IM	IM
28	49	50	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	49.50	IM	IM
29	50	51	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	50.50	IM	IM
30	51	52	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	51.50	IM	IM
31	52	53	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	52.50	IM	IM
32	53	54	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	53.50	IM	IM
33	54	55	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	54.50	IM	IM
34	55	56	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	55.50	IM	IM
35	56	57	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	56.50	IM	IM
36	57	58	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	57,50	IM	IM
37	58	59	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	58,50	IM	IM
38	59	60	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	59,50	IM	IM
39	60	61	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	60,50	IM	IM
40	61	62	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	61,50	IM	IM

ANTAL LINIER = 16.
 SPB = 1. DPM/G
 SSPB = 0. DPM/G
 PRØVETAGNING = 1990.
 BLANDINGSDYBDE = 4. CM
 BLANDINGSINT. = 525. CM²/YEAR

IM : IKKE MÅLT
 DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT
 I : INDEX
 T , B : DYBDE TOP OG BUND
 TS : TØRSTOF
 GL : GLØDETAB
 TPB : TOTAL PB-210
 STPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ TPB
 TRV : TØR RUMVÆGT
 TV : TØR VÆGT
 MD : MASSE DYBDE
 LD : LINJÆR DYBDE
 UPB : UNSUPPORTED PB-210
 SUPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ UPB

SAG NR M1 1308109.47 NIVA
 DATO 12. jun. 1990
 BETEGNELSE BREVIKFJORDEN 18 B
 OPERATØR JS

BILAG 3

I	T	B	TS	GL	TPB	STPB	TRV	TV	MD	LD	UPB	SUPB
cm	cm	cm	% vv	% ts	dpm/g	dpm/g	g/cm ³	g/cm ²	g/cm ²	cm	dpm/g	dpm/g
1	0	2	28.45	IM	6.19	0.23	0.343	0.34	0.17	1	5.26	0.24
2	2	4	32.47	IM	7.65	0.29	0.403	0.40	0.54	3	6.72	0.30
3	4	6	35.02	IM	4.30	0.17	0.443	0.44	0.97	5	3.37	0.18
4	6	8	40.50	IM	IM	IM	0.535	0.54	1.46	7	IM	IM
5	8	10	41.48	IM	2.75	0.13	0.552	0.55	2.00	9	1.82	0.15
6	10	12	44.75	IM	IM	IM	0.612	0.61	2.58	11	IM	IM
7	12	14	47.17	IM	2.32	0.12	0.658	0.66	3.22	13	1.39	0.14
8	14	16	46.60	IM	IM	IM	0.647	0.65	3.87	15	IM	IM
9	16	18	48.63	IM	2.96	0.14	0.687	0.69	4.54	17	2.03	0.16
10	18	20	47.21	IM	IM	IM	0.659	0.66	5.21	19	IM	IM
11	20	22	51.67	IM	1.11	0.07	0.749	0.75	5.91	21	0.18	0.10
12	22	24	48.96	IM	IM	IM	0.693	0.69	6.63	23	IM	IM
13	24	26	50.45	IM	0.82	0.06	0.724	0.72	7.34	25	-0.11	0.09
14	26	28	49.36	IM	IM	IM	0.701	0.70	8.06	27	IM	IM
15	28	30	50.27	IM	0.84	0.07	0.980	0.98	8.90	29	-0.09	0.10
16	30	32	50.72	IM	IM	IM	0.729	0.73	9.75	31	IM	IM
17	32	34	53.13	IM	IM	IM	0.780	0.78	10.50	33	IM	IM
18	34	36	53.44	IM	IM	IM	0.787	0.79	11.29	35	IM	IM
19	36	38	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	37	IM	IM
20	38	40	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	39	IM	IM
21	40	42	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	41	IM	IM
22	42	44	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	43	IM	IM
23	44	46	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	45	IM	IM
24	46	48	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	47	IM	IM
25	48	50	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	49	IM	IM
26	50	52	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	51	IM	IM
27	52	54	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	53	IM	IM
28	54	56	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	55	IM	IM
29	56	58	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	57	IM	IM
30	58	60	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	59	IM	IM
31	60	62	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	61	IM	IM
32	62	64	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	63	IM	IM
33	64	66	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	65	IM	IM
34	66	68	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	67	IM	IM
35	68	70	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	69	IM	IM
36	70	72	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	71	IM	IM
37	72	74	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	73	IM	IM
38	74	76	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	75	IM	IM
39	76	78	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	77	IM	IM
40	78	80	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	79	IM	IM

ANTAL LINIER = 11
 SPB = 0.93 DPM/G
 SSPB = 0.07 DPM/G
 PRØVETAGNING = 1990
 BLANDINGSDYBDE = 1 CM
 BLANDINGSINT. = 42 CM²/YEAR

IM : IKKE MÅLT
 DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT
 I : INDEX
 T , B: DYBDE TOP OG BUND
 TS : TØRSTOF
 GL : GLØDETAB
 TPB : TOTAL PB-210
 STPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ TPB
 TRV : TØR RUMVÆGT
 TV : TØR VÆGT
 MD : MASSE DYBDE
 LD : LINIÆR DYBDE
 UPB : UNSUPPORTED PB-210
 SUPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ UPB

SAG NR M1 1308109.47 NIVA
 DATO 15. jun. 1990
 BETEGNELSE LANGESUNDSBUKTA ST 21
 OPERATØR JS

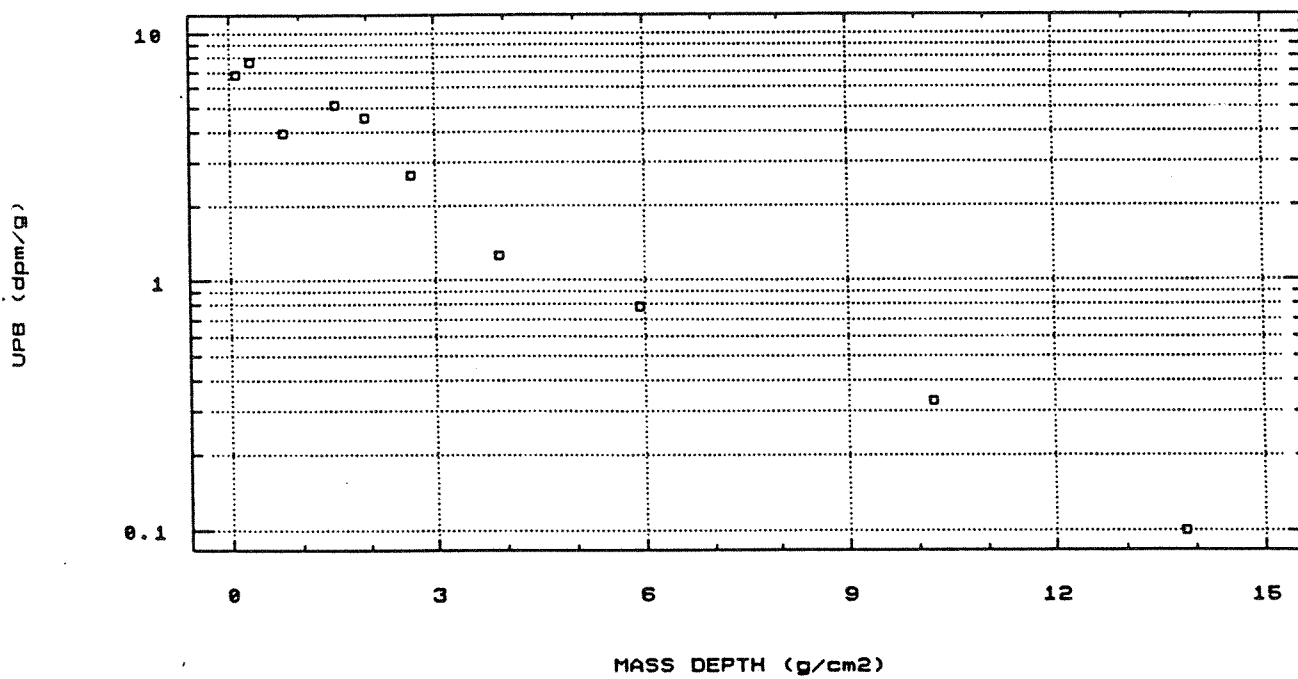
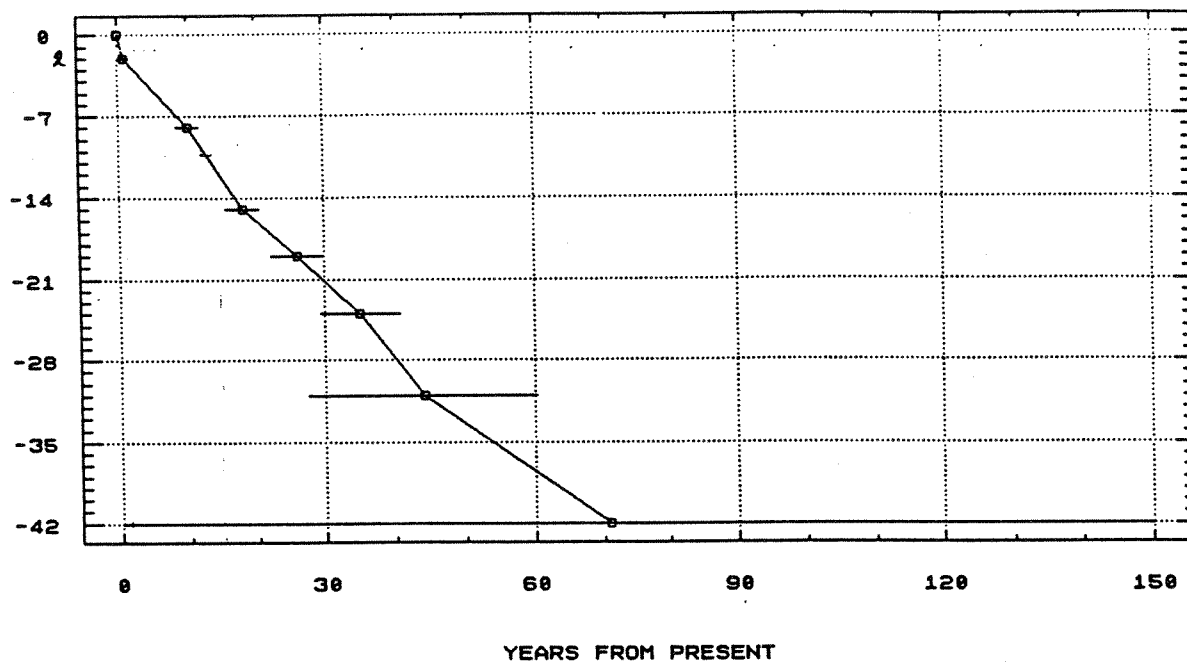
I	T	B	TS	GL	TPB	STPB	TRV	TV	MD	LD	UPB	SUPB
cm	cm	cm	% vv	% ts	dpm/g	dpm/g	g/cm3	g/cm2	g/cm2	cm	dpm/g	dpm/g
1	0	2	62.66	IM	2.62	0.13	1.004	1.00	0.50	1	2.04	0.14
2	2	4	76.99	IM	1.57	0.10	1.431	1.43	1.72	3	0.99	0.11
3	4	6	77.29	IM	1.27	0.08	1.441	1.44	3.16	5	0.69	0.09
4	6	8	76.53	IM	1.58	0.09	1.415	1.42	4.58	7	1	0.10
5	8	10	77.75	IM	1.53	0.10	1.457	1.46	6.02	9	0.95	0.11
6	10	12	75.81	IM	1.52	0.08	1.391	1.39	7.44	11	0.94	0.09
7	12	14	73.64	IM	1.61	0.10	1.319	1.32	8.80	13	1.03	0.11
8	14	16	72.55	IM	1.67	0.08	1.285	1.28	10.10	15	1.09	0.09
9	16	18	74.21	IM	1.46	0.08	1.338	1.34	11.41	17	0.88	0.09
10	18	20	73.68	IM	1.45	0.08	1.321	1.32	12.74	19	0.87	0.09
11	20	22	76.26	IM	IM	IM	1.406	1.41	14.10	21	IM	IM
12	22	24	77.62	IM	0.58	0.05	1.453	1.45	15.53	23	0	0.07
13	24	26	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	25	IM	IM
14	26	28	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	27	IM	IM
15	28	30	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	29	IM	IM
16	30	32	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	31	IM	IM
17	32	34	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	33	IM	IM
18	34	36	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	35	IM	IM
19	36	38	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	37	IM	IM
20	38	40	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	39	IM	IM
21	40	42	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	41	IM	IM
22	42	44	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	43	IM	IM
23			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
24			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
25			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
26			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
27			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
28			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
29			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
30			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
31			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
32			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
33			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
34			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
35			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
36			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
37			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
38			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
39			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM
40			IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	0	IM	IM

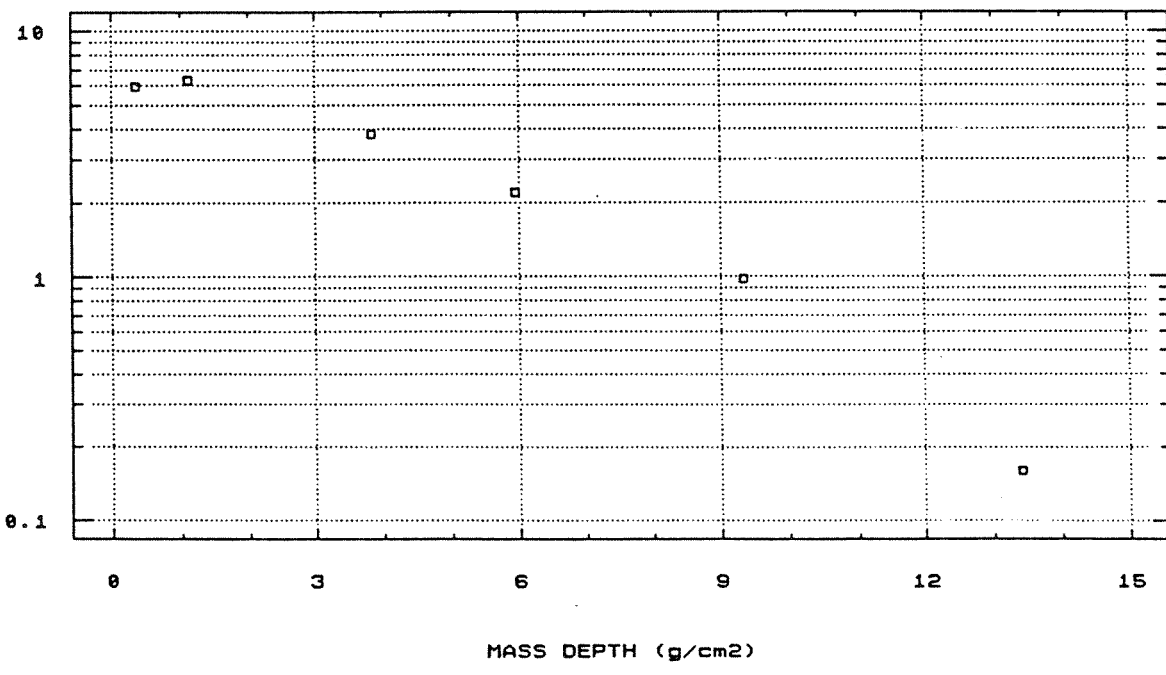
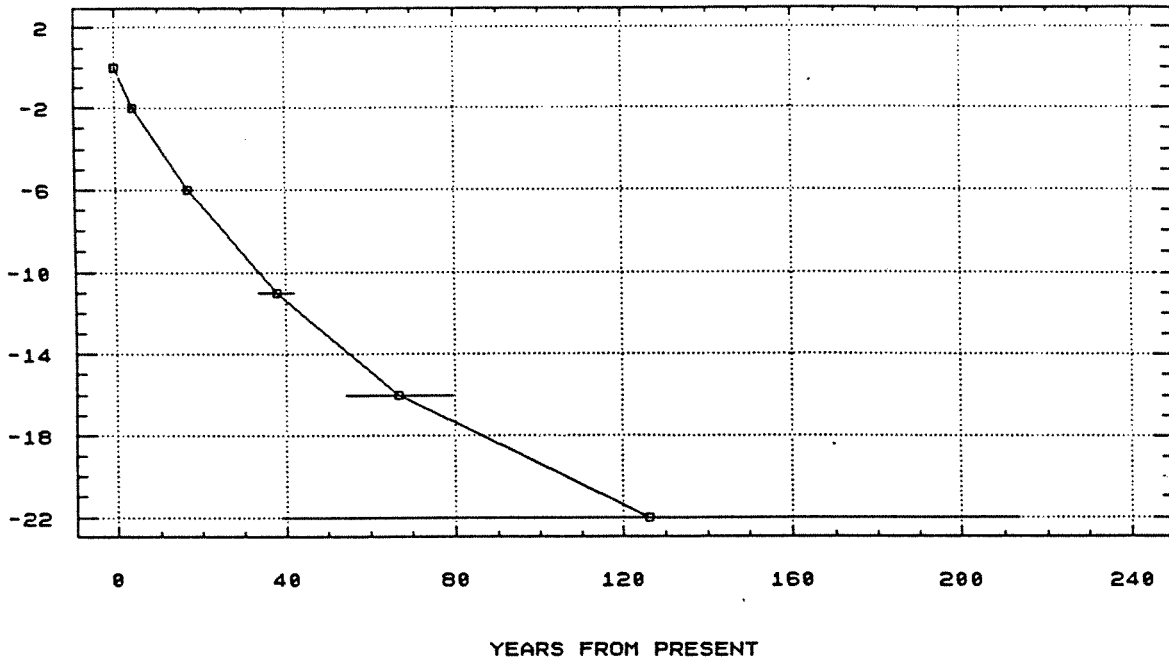
ANTAL LINIER = 3
 SPB = 0.58 DPM/G
 SSPB = 0.05 DPM/G
 PRØVETAGNING = 1990
 BLANDINGSDYBDE = 0 CM
 BLANDINGSINT. = 0 CM2/YEAR

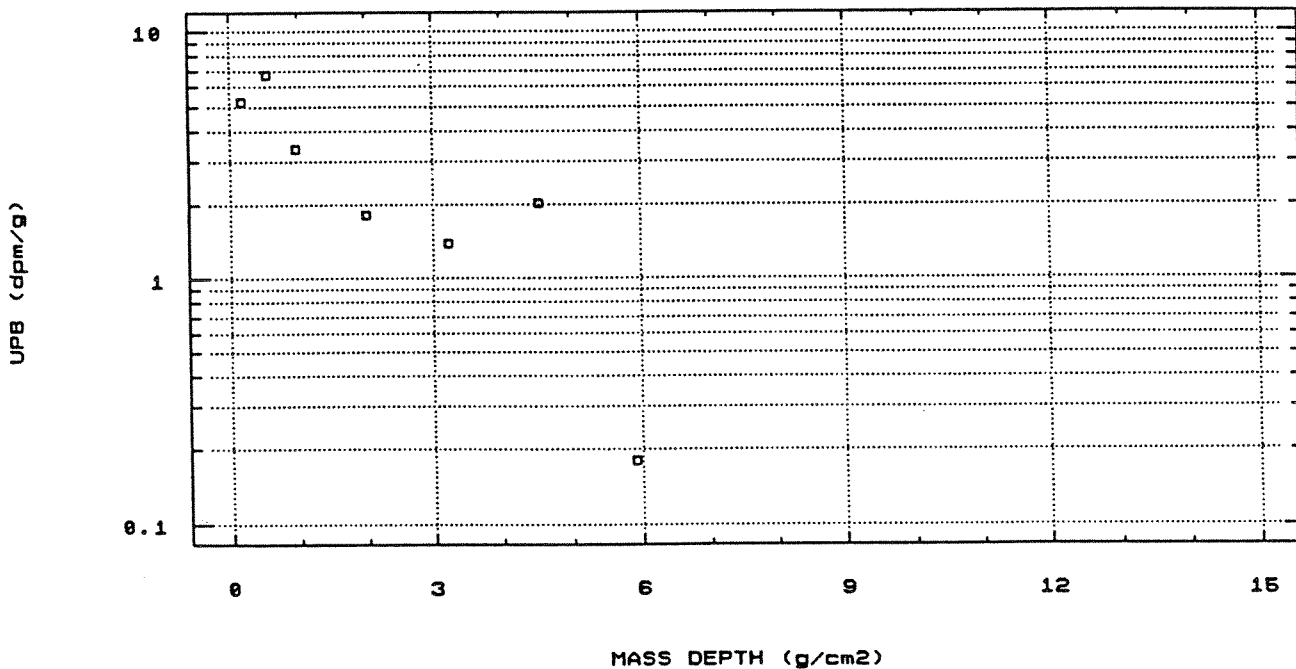
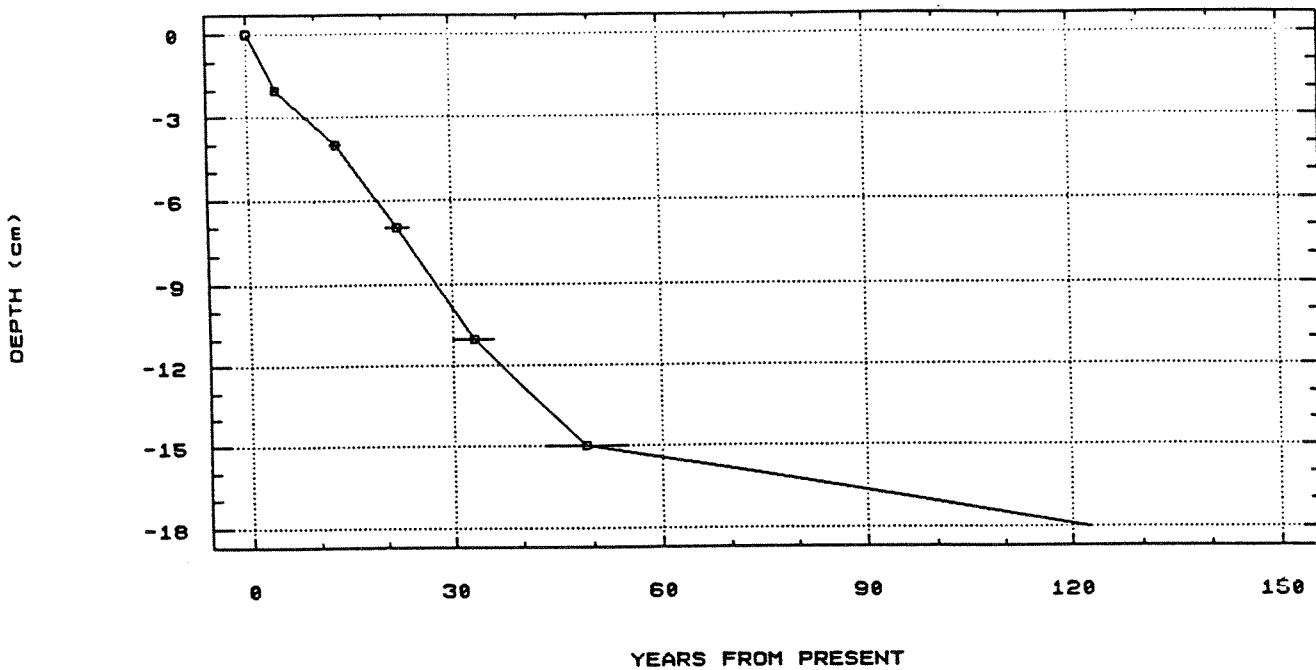
IM : IKKE MÅLT
 DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT
 I : INDEX
 T , B : DYBDE TOP OG BUND
 TS : TØRSTOF
 GL : GLØDETAB
 TPB : TOTAL PB-210
 STPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ TPB
 TRV : TØR RUMVÆGT
 TV : TØR VÆGT
 MD : MASSE DYBDE
 LD : LINIÆR DYBDE
 UPB : UNSUPPORTED PB-210
 SUPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ UPB

ST 14 B

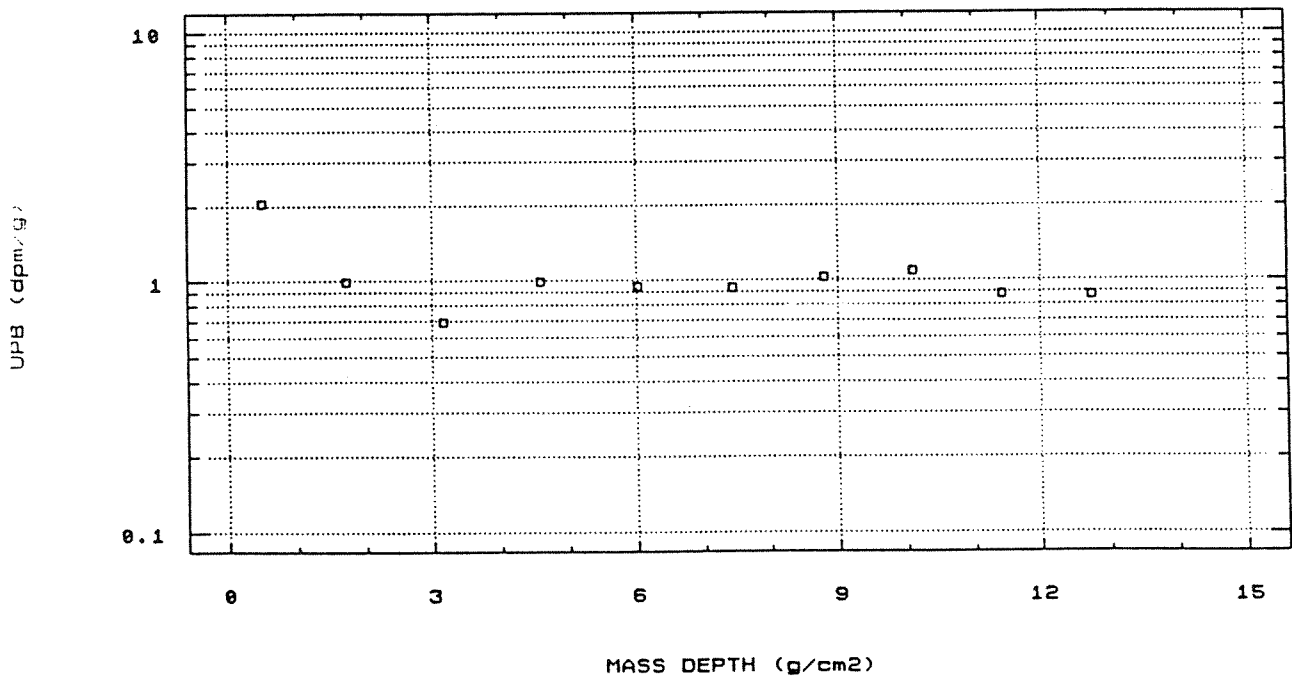
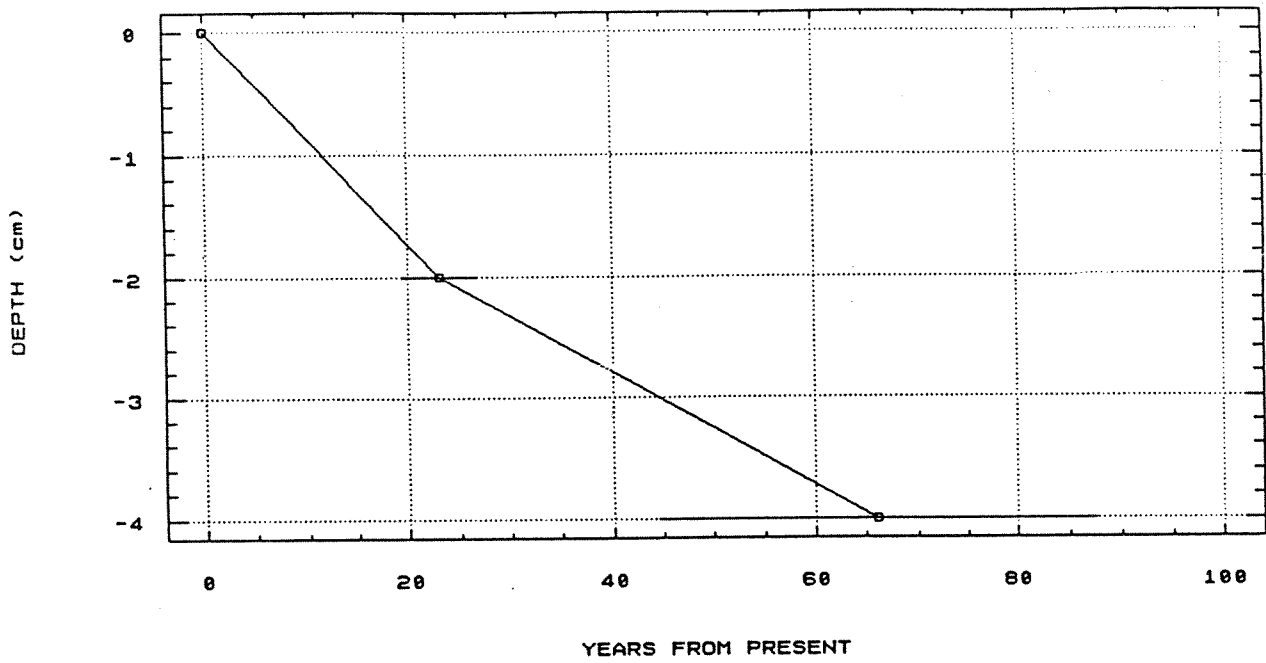
BILAG 5







(very sandy sediment)



Evaluation of the Sensitivity of Sediment Stations in Pollution Monitoring

BIRGER LARSEN* and ANDERS JENSEN†

**Institute for Applied Geology, Technical University of Denmark, DK-2800 Lyngby;*

†*Danish Isotope Center, Skelbækgade 2, DK-1717 Copenhagen V, Denmark*

The value of a sediment monitoring programme may be measured by its capability to reveal changes in the flux of the contaminant in question. The sensitivity of a sediment monitoring station in this respect is a function of the interactions between the change in the net deposition rate of the contaminant, the accumulation rate of the sediment, the thickness and intensity of the mixing zone in the bottom sediment and technical factors such as time between samplings, thickness of analysed samples, and reproducibility of the applied chemical methods. A model for these interactions is presented. It computes the response of the surface sample to changes in contaminant flux over a period of time. It is based on sediment parameters which can be estimated by ^{210}Pb dating of the sediment on the site. The model offers a quantitative evaluation of a sediment monitoring station and may be applied in the planning and interpretation of sediment monitoring programmes. Examples based on the observed range of sediment and chemical parameters are presented.

Bottom sediments are often the best available medium for long term monitoring of many contaminants in aquatic recipients. Sediment monitoring is carried out by measuring the concentration of the contaminant in surface sediment samples, often in the upper 0.5–1 cm. This is done at intervals of time in order to assess the present level of pollution and to detect changes in the flux of that contaminant. The sensitivity of a given monitoring site is the minimum change in flux recorded as a statistically significant change in concentration in the sediment detected by the sampling scheme and chemical methods used.

In some environments such as current swept estuaries and dumping grounds, renewal or redeposition of the upper sediment layer (≈ 10 cm) occurs frequently. Here sediment monitoring shows the changing compositions of the successive sediment 'covers' through time. In environments with reasonably steady but moderate sediment accumulation rates (≈ 1 mm yr $^{-1}$) the time

trend of the contamination flux is recorded as a concentration depth profile in the bottom sediment. A sample of for example the topmost 1 cm, will integrate the effects over a period of time depending on the accumulation rate of the sediment and the disturbances caused by the mixing processes. This is illustrated in Fig. 1, which shows that the same response in concentration change may cover a wide range of changes in flux. In such cases it is not easy to interpret the observed trend in concentration in terms of change in the flux of the contaminant and to plan a satisfactory monitoring programme. The problems are due to differences in sediment accumulation rate and/or depth and intensity of mixing of the sediment. These parameters may be estimated at the site using ^{210}Pb profile as described below.

Our model uses the mixing parameters and accumulation rates evaluated from the ^{210}Pb profile to show how changes in the flux of a compound to the sediment surface affects its concentration in the surface sample.

Sediment parameters

A first step in the selection of a sediment monitoring station is to assure that the sediments are reasonably uniform and muddy in the uppermost 50 cm in the sampling area. Changing sediment type through time and thus changing affinity of the pollutants to the sediment (Förstner & Wittmann, 1983) almost excludes meaningful monitoring at moderate pollution levels. Basic sediment parameters such as grain size distribution, content of organic matter, macrofauna and the variation in dry matter content (or water content) down a core should be available. Steady state is assumed for these parameters.

Determination of time-dependent sediment parameters is based on the vertical distribution of the natural radioactive isotope ^{210}Pb (for more details see Pfeiffer Madsen & Sørensen, 1979). The content of unsupported ^{210}Pb (that is ^{210}Pb not produced in the sediment) decreases regularly downwards in undisturbed and steadily deposited sediment owing to radioactive decay. Departures from this predictable ^{210}Pb

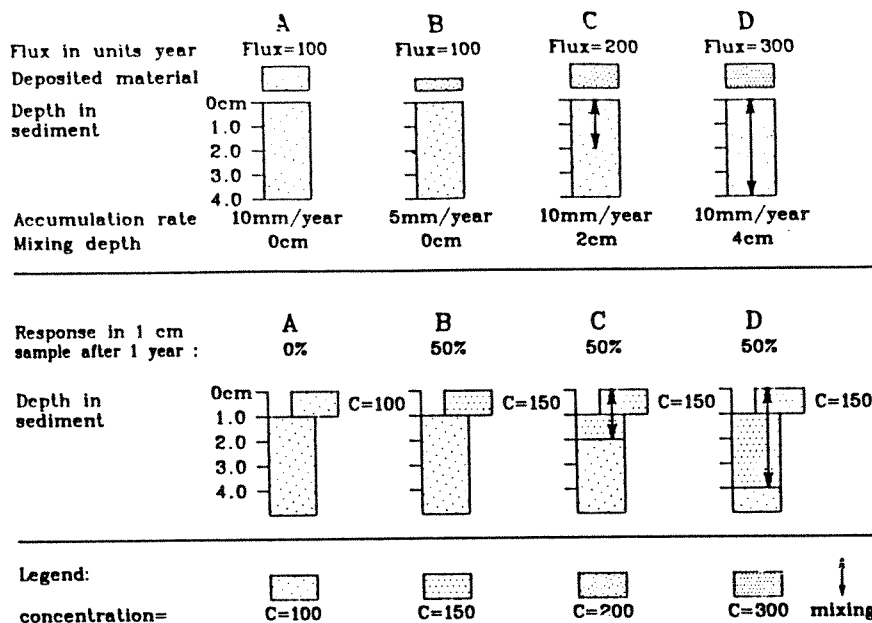


Fig. 1 Schematic model illustrating monitoring response in sediment. The upper bars illustrate flux in units yr^{-1} to sediments with varying sediment parameters (A–D). The lower row of bars illustrates the response in the sediment and particular in the topmost 0–1 cm which are sampled 1 yr after the change. Number of dots in the bars illustrates the concentration of a pollutant in the sediment. Bar A illustrates a steady state situation with no increase in flux and no response. Bar B illustrates that the concentration in new deposited material is doubled in relation to A but the sedimentation rate is halved. Bar C and D shows how an increase in flux to the sediment are masked by mixing processes in the upper layers of the sediment. Note that the concentration in the sample is the same in case B, C, and D.

profile in the topmost sediment column permit an assessment of mixing and/or intermittent erosion. A condition for a sensitive monitoring site is reasonably rapid and continuous sedimentation with little or no mixing. Such a sampling site may be recognized by a preliminary study of the ^{210}Pb profile, before expensive chemical analyses are carried out.

It is not possible to fully describe the mixing caused by bioturbation etc. However, mixing that does not result in complete homogenization, and which still can be treated as random mixing, is according to Berner (1980) best approximated by a 'biodiffusion' or mixing coefficient, D . Fig. 2 illustrates the influence of the size of D on the ^{210}Pb profile, when other parameters are kept constant.

The observed depth profile of unsupported ^{210}Pb can be modelled by the advection-diffusion equation (Berner, 1980):

$$\frac{dC}{dt} = D \frac{d^2C}{dz^2} - w \frac{dC}{dz} - \lambda C \quad (1)$$

where z (cm) is the depth below the sediment-water interface, D ($\text{cm}^2 \text{yr}^{-1}$) is the mixing coefficient, λ is the radioactive decay constant, C (dpm g^{-1}) is the concentration of the ^{210}Pb , w (cm yr^{-1}) is accumulation rate and t (year) is time.

In the present work it is assumed that the mixing coefficient is constant to mixing depth I , and equal to 0 below that level. This simplification seems to work well in mud sedimentation areas of the Danish Seas and the Baltic. However Christensen & Bhunia (1986) have presented a more realistic model which includes variable bulk density due to compaction and a variable biodiffusion coefficient in the mixing zone. Using the steady state solution for (1) the parameters w , D , I and the flux of ^{210}Pb to the sediment surface can be

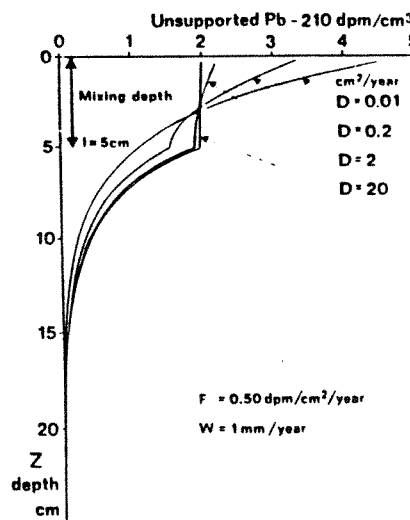


Fig. 2 Depth profile of unsupported ^{210}Pb , concentration decreasing due to radioactive decay. The profile is deformed by random mixing in the 5 cm, being uppermost at any time with an intensity described by mixing coefficient D . For D exceeding $2 \text{ cm}^2 \text{yr}^{-1}$ almost homogenization is observed. In the examples is the flux of ^{210}Pb fixed at $0.50 \text{ dpm cm}^{-2} \text{yr}^{-1}$ and accumulation rate of sediment to 1 mm yr^{-1} .

calculated. The range of variation of w , D and I is illustrated in Table 1 using data from approximately 100 stations. All samples are ^{210}Pb dated mud and muddy sand cores from the Danish Seas (Pheiffer Madsen & Larsen, 1986). Most of the stations were carefully selected by marine geological mapping as locations judged to be rather undisturbed accumulation areas. It appears that the accumulation rates in the mud accumulation basins frequently are $200\text{--}500 \text{ g m}^{-2} \text{yr}^{-1}$ or $0.5\text{--}1.5 \text{ mm yr}^{-1}$. Only 25% of the cores show a mixing depth less than 2.5 cm corresponding to approx. 25 years of deposition and mixing coefficients less than $0.5 \text{ cm}^2 \text{yr}^{-1}$. This indicates that most mud sediments are

Conclusion

These examples indicate that it is possible to make estimations of the sensitivity of a given sediment site for trend monitoring using parameters obtained by modelling ^{210}Pb profiles from the site. The sensitivity is not a constant but varies from one site to another due to differences in the sedimentation parameters. It is therefore very important that sediment monitoring sites for long term monitoring are very carefully selected, and that the mixing is checked at each sampling of the station, as otherwise very substantial changes in flux of contaminants may go undetected.

The authors are indebted to Poul Pfeiffer Madsen who skilfully guided our first attempts to quantify monitoring responses and who provided Figs 2 and 3 and to Susanne Rahbek for having patience to retype an often difficult manuscript. The keen interest and careful assistance from colleagues in IC and ITG are gratefully acknowledged. Dr Charles Hansen kindly improved the language.

- Berner, R. A. (1980). *Early Diagenesis: A Theoretical Approach*. Princeton University Press, New Jersey.
- Christensen, E. R. & Bhunia, P. K. (1986). Modeling Radiotracers in Sediments: Comparison with Observations in Lakes Huron and Michigan. *J. Geophys. Res.* **91**, 8559-8571.
- Christensen, E. R. & Goetz, R. H. (1987). Historical Fluxes of Particle-bound Pollutants from Deconvolved Sedimentary Records. *Environ. Sci. Technol.* **21**, 1088-1096.
- Förstner, U. & Wittmann, G. T. W. (1983). *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Springer Verlag, Berlin.
- Loring, D. H. (1987). A final report on the ICES Intercalibrating for Trace Metals in Marine Sediments (L/TM/MS). ICES Cooperative Research Report No. 143.
- MacDonald, R. W. & Nelson, H. (1984). A laboratory performance check for the determination of metals (Hg, Zn, Cd, Cu, Pb) in reference marine sediments. Con. Technical Rep. Hydrogr. Ocean Sci. no. 33.
- Nicholson, M. D. (1985). The treatment of time effects in the statistical analysis of contaminants monitoring data. Doc. ICES C.M. 1985/E: 31.
- Pfeiffer Madsen, P. & Larsen, B. (1986). Accumulation of mud sediments and trace metals in the Kattegat and the Belt Sea. Report of the Marine Pollution Laboratory no. 10.
- Pfeiffer Madsen, P. & Sørensen, J. (1979). Validation of the Lead-210 Dating Method. *J. Radioanal. Chem.* **54**, 39-48.

Relative Concentrations of Dissolved/Dispersed Fossil Fuel Residues in Mediterranean Surface Waters as Measured by UV Fluorescence

MANFRED EHRHARDT and GERT PETRICK

Institut für Meereskunde an der Universität Kiel, Department of Marine Chemistry, Duesternbrookerweg 20, 2300 Kiel 1, Federal Republic of Germany

During August-September 1987 concentrations of dissolved/dispersed petroleum residues were measured by UV fluorescence in surface waters of the eastern part of the central Mediterranean Sea. Dilute hexane solutions of a whole Agha Jari crude oil were used for instrument calibration. Concentrations corrected for procedural blanks were in the range of several tens to less than 200 ng l^{-1} and increased shoreward with the exception of the sea area around $35.5^\circ\text{N } 16.8^\circ\text{E}$ where also somewhat elevated concentrations were encountered. Limitations of the UV fluorescence method for assessing concentrations of petroleum residues in seawater are discussed as well as advantages of recording synchronous excitation spectra. A simple glass apparatus is described for collecting the lighter-than-water organic phase after extraction of lipophilic organics in the bottle used as sampler.

Measuring, at specific wavelengths of excitation and emission, the intensity of UV fluorescence radiation of a non-polar organic extract is a fast, convenient, and sensitive method to assess trace concentrations of dissolved and/or finely dispersed petroleum residues in seawater. The method is based on the insolubility, in non-polar organic solvents such as hexane, of high molecular weight fluorescent organic seawater constituents (Kalle's Gelbstoff), and the presence of hexane soluble, fluorescent aromatic hydrocarbons in petroleum. However, petroleum is not the only possible source of aromatic hydrocarbons in seawater. Incomplete combustion of organic material, regardless of its composition, is a prolific source of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the atmosphere (Youngblood & Blumer, 1975; Bjørseth & Eklund, 1979; Sporstøl *et al.*, 1983). Precipitation and dry

MULTIVARIATE ANALYSER

I denne undersøkelsen er det benyttet to typer matematiske metoder for analyse av tallmaterialet: 'Principal component analysis' (PCA) og 'Redundancy analysis' (RDA). Begge er såkalte ordinasjons-analyser som arrangerer variable (her forbindelser) og stasjoner (prøver) etter akser. Resultatene illustreres i plott av to og to akser mot hverandre i et rettvinklet koordinatsystem.

Analysene søker i første hånd å sammenfatte og beskrive hovedmønstrene i datasettet. I plottene representeres forbindelsene og stasjonene hver for seg ved punkter. Målet for analysen er å arrangere punktene slik at nærliggende punkter indikerer likhet, henholdsvis forbindelser med likt fordelingsmønster og stasjoner med lik sammensetning av forbindelser. Tilsvarende indikerer fjerntliggende punkter motsatte trender. Man tenker seg at hovedmønstrene er bestemt av miljøforhold i undersøkelsesområdet og egenskaper ved variablene (forbindelsene). Ved å sammenholde mønstrene med miljødata søker man å klarlegge årsakssammenhenger.

Både PCA og RDA er såkalte lineære metoder, dvs. de forutsetter lineære relasjoner mellom variablene (forbindelsene) og de miljøfaktorer som er bestemmende for fordelingsmønstrene. Dette gjør det vanligvis nødvendig å transformere data før analysene. I dette tilfellet, hvor det er svært store sprang fra de høyeste til de laveste verdiene, er dataene logaritme-transformert. Denne transformasjonen reduserer effektene av de høye verdiene og stabiliserer variansene for variablene.

Analysene er beskrevet i mange standard lærebøker i matematikk/statistikk. Denne fremstillingen bygger i hovedsak på Jongman, ter Braak og van Tongeren (1987). Analysene er utført på beregningsprogrammet CANOCO av de samme forfattere (ter Braak 1988).

Principal component analysis (PCA)

PCA kan betraktes som en utvidelse av lineær regresjon. Prinsippet i analysen er å tilpasse rette linjer til verdiene for variablene over stasjonene. Stasjonene søkes arrangeret slik at tilpassingen, for alle variablene under ett, blir best mulig. Tilpassingen skjer ved minste kvadraters metode som i lineær regresjon. Det analysen derfor beregner er koordinater for stasjonene langs akser og de enkelte variablenes (linjenes) stigningsforhold til aksene, gitt slik at det er minimum variasjon omkring linjene.

Analysen starter ved å søke ut det arrangement av stasjoner langs en akse hvor maksimalt av datasettets variasjon kan uttrykkes. Litt forenklet kan man si at denne aksene (AX1) 'forklarer' datasettet best, i den forstand at mest mulig variasjon uttrykkes ved linjene (som tilsvarer regresjonslinjer) og minst mulig er 'uforklart' omkring linjene. Aksene vil derved representere den sterkeste trenden i datasettet.

Analysen vil dernest søke ut en ny akse (AX2) som best mulig 'forklarer' den 'uforklarte' variasjonen omkring AX1. På aksene vil det bli beregnet et nytt og

uavhengig arrangement av stasjoner og nye linjer for variablene. Denne aksene vil derved representere det viktigste variasjonsmønsteret omkring hovedtrenden i datasettet. Tilsvarende legges høyere akser gjennom variasjonen som så er 'uforklart'. Suksessivt høyere akser vil slik uttrykke stadig finere aspekter i datasettet, men normalt er de betydningsfulle mønstrene gitt på de 3-4 første aksene.

PCA utfører på denne måte en dekomponering av datasettets variasjon langs innbyrdes uavhengige akser. Aksene vil derved representere de teoretisk best mulige miljøvariable (såkalte latente variable) som kan ligge til grunn for datasettets struktur. Aksene kan så korreleres mot målte miljøvariable. Hvor mye av datasettets variasjon som 'forklares' på hver akse uttrykkes gjennom den såkalte eigen-verdi (eigen-value) som er en fraksjon mellom null og en. Høye eigen-verdier uttrykker sterke trender, og vil, når aksene korreleres med miljøvariable, indikere hvilke miljøforhold som er viktige.

Variablene (forbindelsene) blir i analysen angitt ved sine stigningsforhold til aksene (såkalte factor loadings). Også i plottene av variablene er det dette stigningsforholdet som markerer variablene og blir gitt som koordinat. I plottene vil derfor punkter langt ut på en akse indikere høyt stigningsforhold, dvs. sterkt økende variabelverdier i aksens retning. Tilsvarende vil punkter nær origo markere liten trend langs aksene. I plott av to akser vil derfor et punkt for en variabel markere hva slags trend variabelen viser langs aksene. Nærliggende punkter markerer variable som samvarierer og punkter til hver sin side av origo variable som er omvendt korrelert.

Som oftest blir stasjoner og variable (forbindelser) fremstilt i separate plott, men plottene kan projiseres på hverandre. Grovt sett vil et stasjonspunkt bli liggende på samme sted eller i samme retning som de variable (forbindelser) som har høye verdier på stasjonen. I sammenstilte plott er det derfor lett å tolke hvilke variable som er utslagsgivende for trendene over stasjonene.

Redundancy analysis (RDA).

RDA kan betraktes som en 'kanonisk' form av PCA. Som 'kanoniske' betegnes ordinasjons-analyser hvor også målte miljøvariable inngår ved beregning av aksene. I analysen blir aksene (eller egentlig stasjonskoordinatene) gitt som lineære kombinasjoner av miljøvariablene. Prinsippene for utregningene er ellers de samme som i PCA og plottene blir tilsvarende. RDA kan derfor også betraktes som en tvungen form av PCA. Mens PCA altså søker ut det teoretisk beste arrangement av stasjoner og variable, vil RDA søke ut det arrangement som best samsvarer med målte miljøvariable. RDA er derfor spesielt godt egnet til å finne trender som kan forklares ved kjente miljøforhold.

I tillegg til plottene av variable (forbindelser) og stasjoner, gir RDA også plott av miljøvariablene. I disse plottene gjengis miljøvariablene ved piler ut fra origo som peker i retningen for sterkest økning. Lange piler markerer sterk trend. Dette plottet projiseres på plottet av variablene i et såkalt biplott. I biplottet vil variable (forbindelser) som er positivt korrelert til en miljøvariabel bli liggende i samme retning som pilen peker. Negativ korrelasjon vises ved punkter til motsatt side for origo, mens svak og ingen korrelasjon vises ved punkter ut til siden. Biplottet gir derved en fremstilling både av samvariasjoner mellom variablene og korrelasjoner til de målte miljøvariablene.