



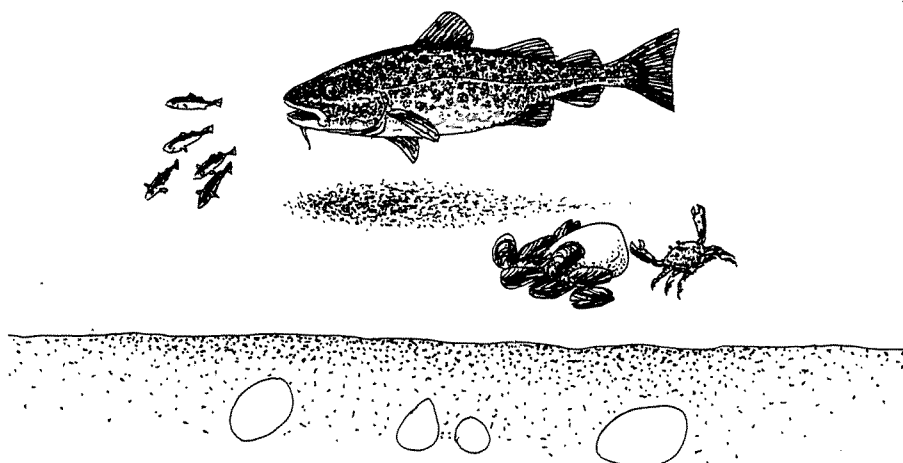
O-895904/E-90406



Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensende områder.

Rapport 3

Ekspérimentelt opptak av persistente klororganiske forbindelser og kvikksølv
i skrubbe og krabbe, opptak/utskillelse i blåskjell og registrering av
miljøgiftinnhold i bunndyr fra Frierfjorden og Brevikfjorden.



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 Tølleveien 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.:
0-895904/
E-90406

Undernummer:

Løpenummer:

2573

Begrenset distribusjon:

| | |
|---|-----------------------------|
| Rapportens tittel: | Dato: |
| SEDIMENTENES BETYDNING FOR FORURENSNINGSTILSTANDEN I FRIERFJORDEN OG TILGRENSENDE OMRÅDER. Rapport 3. Eksperimentelt opptak av persistente klororganiske forbindelser og kvikksølv i skrubbe og krabbe, opptak/utskillelse i blåskjell og registrering av miljøgiftinnhold i bunndyr fra Frierfjorden og Brevikfjorden. | 13. juni 1991 |
| Forfatter (e): | Prosjektnummer: |
| John Arthur Berge Jon Knutzen | 0-895904/ E-90406 |
| | Faggruppe: |
| | Marinøkologisk |
| | Geografisk område: |
| | Telemark |
| | Antall sider (inkl. bilag): |
| | 143 |

| | |
|---|----------------------------------|
| Oppdragsgiver: | Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): |
| Norsk Hydro A/S, Porsgrunn Norsk Hydro A/S, Rafnes og Elkem A/S | |

| |
|---|
| Ekstrakt: |
| Eksperimentelt opptak av klororganiske forbindelser fra Frierfjordsediment ga mindre enn 10% av de nivåer som er observert i skrubbe og krabbe som lever i fjorden. Forklaringen antas å være at belastning via forurenset næring spiller større roller enn kontakt med forurenset sediment/porevann. Byttedyr som lever i sedimentene vil i lang tid ha høyt miljøgiftinnhold. Et 10-års perspektiv anses trolig for å nå akseptable miljøgiftnivåer i spiselige organismer som vesentlig ernærer seg på bløtbunn. Blåskjell viste hurtig utskillelse av klororganiske stoffer, og vesentlig lavere konsentrasjoner kan ventes inneværende år. Når skjellene vil få akseptabelt nivå for bruk til mat er usikkert pga. at restbelastningen fra det forurensete fjordmiljøet ikke lar seg tallfeste. Bare utvidet overvåking de nærmeste par år vil gi basis for sikre prognoser. |

4 emneord, norske:

1. Klororganiske forbindelser
2. Marine organismer
3. Miljøgifter
4. Sediment

4 emneord, engelske:

1. Organochlorins
2. Marin organisms
3. Micro pollutants
4. Sediment

Prosjektleder:

John Arthur Berge

For administrasjonen:

Torgeir Bakke

ISBN 82-577-1897-1

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

O-895904/E-90406

SEDIMENTENES BETYDNING FOR FORURESNINGS-
TILSTANDEN I FRIERFJORDEN OG TILGRESENDE OMRÅDER

Rapport 3. Eksperimentelt opptak av persistente klororganiske forbindelser og kvikksølv i skrubbe og krabbe, opptak/utskillelse i blåskjell og registrering av miljøgiftinnhold i bunndyr fra Frierfjorden og Brevikfjorden.

Oslo, den 13. juni 1991

Prosjekt leder: John Arthur Berge

Medarbeidere: Michael Oehme (NILU)
Einar M. Brevik (NILU/NIVA).
Dag Broman (UiS)
Lasse Berglind (NIVA)
Tom Tellefsen (NIVA)
Frank Kjellberg (NIVA)
Roger Konieczny (NIVA)
Bodil Ekstrøm (NIVA)
Roger Konieczny (NIVA)
E. Johannessen (NIVA)
O. Pettersen (NIVA)
Bente Lauritzen (NIVA)
Grete L. Sigernes (NIVA)

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

| <u>Seksjon</u> | <u>Side</u> |
|--|-------------|
| 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER | 3 |
| 2. BAKGRUNN OG FORMÅL | 6 |
| 3. MATERIALE OG METODE | 8 |
| 3.1 Eksperimentelle undersøkelser | 8 |
| 3.1.1 Opptak i krabbe | 8 |
| 3.1.2 Opptak/utskillelse i skrubbe og blåskjell | 14 |
| 3.1.3 Innsamling av sedimentprøver i forsøkene | 19 |
| 3.2 Feltobservasjoner | 19 |
| 3.2.1 Innamling av blåskjell og sediment fra Breviksfjorden | 19 |
| 3.2.2 Innsamling av potensielle byttedyr for fisk | 22 |
| 3.3 Kjemiske analyser-metoder | 23 |
| 3.4 Kjemiske analyser av forsøkssediment-resultater | 23 |
| 4. RESULTATER OG DISKUSJON | 26 |
| 4.1 Opptaksforsøk med krabbe | 26 |
| 4.1.1 Opptak av PCDF/PCDD | 26 |
| 4.1.2 Opptak av andre klororganiske forbindelser | 33 |
| 4.1.3 Opptak av kvikksølv | 35 |
| 4.1.4 Ernæring og adferd hos krabbe | 36 |
| 4.2 Opptak i skrubbe | 37 |
| 4.2.1 Opptak av PCDF/PCDD | 37 |
| 4.2.2 Andre klororganiske forbindelser | 46 |
| 4.2.3 Kvikksølv | 49 |
| 4.3 Opptak/utskillelse i blåskjell | 51 |
| 4.3.1 Opptak/utskillelse av PCDF/PCDD | 51 |
| 4.3.2 Opptak/utskillelse av andre klororganiske forbindelser | 60 |
| 4.4 Feltobservasjoner | 64 |
| 4.4.1 Blåskjell | 64 |
| 4.4.2 Potensielle byttedyr | 69 |
| 5. OPPSUMMERENDE KOMMENTARER | 72 |

| <u>Seksjon</u> | <u>Side</u> |
|----------------|-------------|
| 6. REFERANSER | 75 |
| 7. VEDLEGG | 79 |

FORORD

Denne undersøkelse er utført på oppdrag fra Hydro Porsgrunn (Bestillingsbrev av 13/1-89, bestilling nr. PR9-10593.01). Saksbehandler ved Hydro Porsgrunn ved etablering av prosjektet har vært T.R. Guldbrandsen. Hydro Porsgrunns kontaktperson under gjennomførelsen har vært K. Aas, senere B. Jarandsen.

NIVA's reviderte programforslag av juni 1989 danner rammen for undersøkelsen. Programforslaget omhandler 3 ulike delprosjekter.

- (i) Karlegging av miljøgifter i sedimenter.
- (ii) Utlekking fra sedimenter.
- (iii) Opptak i spiselige organismer, mobilisering gjennom næringskjeder.

Prosjektleder for de enkelte delprosjekter har vært Kristoffer Næs (i), Roger Konieczny (ii) og John Arthur Berge (iii). Hovedprosjektleder for det samlede prosjekt har vært Jon Knutzen som også har hatt hovedkontakten med oppdragsgiver.

Denne rapporten omhandler delprosjekt (iii). Rammen for dette delprosjektet er etter ønske fra Hydro Porsgrunn noe innskrenket i forhold til NIVA's opprinnelige programforslag (mars 1989). Innskrenkningen ligger i en redusert innsats på felter som omhandler mobilisering gjennom fødeinntak.

Ved bruk av NIVA's interne forskningsmidler (E-90406) er imidlertid undersøkelsen noe utvidet for å kunne inkludere eksperimentelle undersøkelser av opptak og utskillelse i blåskjell.

I tilknytning til de eksperimentelle undersøkelsene har det fra Universitetet i Oslo (UiO) vært to studenter (Nina Karlsen, Gunnar Eriksen) som under veiledning av Jørgen Stenersen har utført enzyminduksjonsstudier. Dessuten har Mette Nicoline Wrisberg og Susanne Kruse fra Danmarks Tekniske Højskole (DTH) utført genetoksikologiske undersøkelser på blåskjell. De to sistnevnte undersøkelser rapporteres annensteds.

Analysene av polyklorerte dibenzofuraner og -dioksiner (PCDF/PCDD) i sediment og biota er utført ved Norsk institutt for luftforskning (NILU) under ledelse av Michael Oehme og Einar Brevik. Mens PCDF/D analyse av vannprøver (PUR-propper) er utført ved Universitetet i Stockholm (UiS) under ledelse av Dag Broman. Analyser av de ørige klororganiske forbindelser og kvikksølv er utført av NIVA. De eksperimentelle undersøkelser ble utført ved NIVA's marine forskningsstasjon på Solbergstrand (MFS).

En takk rettes til lektor Alf Arian Loshavn som var ansvarlig for innsamlingen av krabber og til fisker Kåre Kristiansen, Kråkerøy som organiserte innsamlingen av skrubbe.

Oslo, den 13. juni 1991

John Arthur Berge
Prosjektleder

I. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- I. For å belyse virkningen av forurensede sedimenter i Grenlandsfjordene etter de store reduksjonene i utslipp av klororganiske forbindelser (> 95 %), er det gjort forsøk med opptak i krabbe og skrubbe fra Frierfjordsedimenter. Det er også målt opptak av kvikksølv. Forsøkene har tatt sikte på å begrense eksponeringen til det som kommer fra sediment/forurenset porevann, dvs. atskilt fra belastningen via forurenset næring.
- II. Undersøkelsene har også omfattet: Opptaks- og utskillelsesforsøk med blåskjell for å få et inntrykk av hvor raskt skjellene kvitter seg med miljøgifter etter overføring til rent vann.
 - Registrering av miljøgiftinnhold i blåskjell som i naturen i varierende grad har vært eksponert for suspendert (forurenset) sediment, for å se om det kunne spores noen effekt av forholdene på skjellenes voksested.
 - Analyse av miljøgifter i byttedyr for bunnfisk og krabbe, som grunnlag for å bedømme belastningen på spiselige organismer gjennom næring.
- III. Konsentrasjonene av plyklorerte dibenzofuraner/dibenzodioksiner (PCDF/D), heksaklorbensen (HCB) og andre klororganiske stoffer i skrubbe og krabbe var etter 3 måneders eksponering mer enn en størrelsesorden lavere enn nivåene i de samme arter fra resipienten. Noe vesentlig opptak av kvikksølv direkte fra sediment/porevann ble ikke observert innenfor forsøksperioden.
- IV. Nedstrøms forsøkskar med fisk og forurenset sediment viste blåskjell meget raskt opptak av PCDF/D til høye konsentrasjoner. Mesteparten av opptaket fant sted i løpet av den første måneden, for de fleste av forbindelsene bare i mindre grad de resterende to måneder av eksponeringsfasen.

I løpet av ca. 3 måneders utskillellesperiode sank PCDF/D innholdet (målt som 2,3,7,8-TCDD ekv.) til ca 1/4 av maksimalnivået. Halveringstiden ble beregnet til vel 40 døgn. De fleste enkeltforbindelser viste halveringstider av omtrent samme størrelse (ca 20-60 døgn). Untatt var oktaforbindelsene og et par heptaforbindelser som viste vesentlig langsommere utskillelse.

Opptaks- og utskillellesforløpet for de øvrige klororganiske stoffer viste i prinsippet samme forløp som dioksinene, men nådde ikke relativt sett samme høye maksimalkonsentrasjoner. Halveringstiden for heksaklorbensen og oktaklorstyren ble målt til omkring 30-40 døgn.

- V. Blåskjell som vokste i kontakt med sediment i Breviksfjorden viste heller lavere innhold av PCDF/D enn skjell noe fjernere fra slikt sediment. For blåskjell på sandige sedimenter i Breviksfjorden synes belastningen fra forurensede partikler fra det primære resipientområde å kunne bli "fortynnet" av renere lokalt sediment.
- VI. Bløtbunnsfauna fra Frierfjorden inneholdt omkring 6 ganger så mye klororganiske stoffer som tilsvarende bunndyr fra Breviksfjorden. Belastningen på krabbe og bunnfisk via næringsdyr må for begge områder anses betydelig, men foreliggende undersøkelse gir ikke grunnlag for kvantitative konklusjoner (ingen forsøk med eksponering via næring).
- VII. På grunnlag av de lave/moderate konsentrasjoner oppnådd ved eksponering via sedimenter/porevann sammenlignet med miljøgiftnivåene i skrubbe og krabbe under naturlige betingelser i resipienten, fremstår eksponering via forurenset næring som den sannsynligvis dominerende årsak til de høye konsentrasjoner funnet i spiselige organismer som ernærer seg av bunndyr.

Forsøksresultatene alene gir utilstrekkelig grunnlag for å spå når organismer kan ventes å få akseptable miljøgiftnivåer fra et næringsmiddelhygienisk synspunkt. Det mangler også i stor grad direkte anvendelige observasjoner fra andre eksperimenter eller erfaring fra sammenlignbare resipienter. Ut fra et usikkert fundert skjønn er konklusjonen at det ikke bør regnes med mindre enn et 10-års perspektiv frem til at krabbe og bunnfisk fra Frierfjorden kan spises uten restriksjoner.

Data fra en utvidet overvåkning i de nærmeste par år vil gi den beste basis for å spå den videre utvikling.

- VIII. De beregnede halveringstider for klororganiske stoffer i blåskjell gir teoretisk "rene" skjell innen ca. et år. Imidlertid vil det i en lang periode fremdeles være igjen en vanskelig definerbar restbelastning fra de forurensede omgivelsene i Grenlandsfjorden. Selv om direkte utslipp i overflatelaget er redusert til et minimum, og stoffene skilles relativt hurtig ut, kan man ikke forvente å nå "bakgrunnsnivået" i mer uberørte kystområder før om noen år (90 % reduksjon av skjellenes dioksininnhold gir fremdeles verdier ca. 10 ganger "bakgrunnsnivået").
- XI. Miljøgiftopptak via næring og utskillellesstudier i fisk og krabbe er lite undersøkt. Fremtidige overvåkningsresultater vil kunne forstås og tolkes bedre med bakgrunn i slike studier med torsk, ål, skrubbe og krabbe fra Frierfjorden.

2. BAKGRUNN OG FORMÅL

Utslipp fra Hydro Porsgrunns magnesiumfabrikk har medført høye konsentrasjoner av persistente (bestandige) klororganiske miljøgifter i Gunnekleivfjorden, Frierfjorden og Beviksfjorden. Spor av slike stoffer kan spores så langt sydvestover som til området mellom Portør og Risør (Knutzen og Oehme, 1990).

Hovedkomponentene i avløpsvannet fra magnesiumfabrikken har vært penta og heksaklorbenzen (5-CB, HCB), oktaklorstyren (OCS) og dekaklorbifenyli (10-CB alternativt PCB-209) samt mindre mengder av andre klorerte benzener, styrener og naftalener. Sett i forhold til antatt miljøfarlighet må imidlertid gruppen polyklorerte dibenzofuraner og dibenzo-p-dioksiner (PCDF/PCDD) anses som enda viktigere.

Utslipp fra Hydro Posgrunns nå nedlagte kloralkalifabrikk på Herøya har også gitt opphav en tildels betydelig kvikksølvpåvirkning, spesielt i Gunnekleivfjorden og Frierfjorden.

Overkonsentrasjoner av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) i sediment og organismer i området skriver seg vesentlig fra utslippene til Elkem-PEA's ferromanganverk mens hovedutslippet fra Hydro Rafnes har vært pyrolyseolje.

For nærmere opplysninger om forurensningssituasjonen og utvikling i belastning henvises til Rygg et al. (1986, 1988), Jarandsen (1990), Knutzen og Green (1990), Knutzen og Oehme (1988 og 1990), Skei (1989) og Berge og Knutzen (1989).

Utslippene av klororganiske forbindelser (PCDF/D, HCB, OCS etc.), PAH og kvikksølv har medført så forhøyede konsentrasjoner av disse stoffer i fisk og skaldyr at Statens næringsmiddeltilsyn (SNT) har dels utstedt omsetningsforbud, dels gitt kostholdsrad som omfatter hele området ut til munningen av Langesundsbukta.

På bakgrunn av de belastningsreduksjoner som er foretatt i området, eksempelvis er utslippene av klororganiske forbindelser redusert med 95 % fra juli 1990, er et delmål i "Miljøpakke Grenland" at en innen år 2000 skal kunne bruke fisk og skaldyr fra Grenlandsfjorden uten restriksjoner.

Et hovedspørsmål som reiser seg etter at de direkte utslipp er redusert er imidlertid betydningen av de miljøgifter som ligger i sedimentene for fremtidige miljøgiftnivåer i spiselige organismer i fjordområdet. For å få svar på dette må en ha informasjon om:

- (i) Mengden av miljøgifter lagret i de øvre sedimentlag og forandringen i dette over tid .
- (ii) Utlekking/mobilisering og spredning av miljøgifter fra slike bunnavleiringer.
- (iii) Opptak/utskillelse og konsentrasjonen av slike miljøgifter i dyr som lever på eller i nær tilknytning til slikt sediment og hvorledes miljøgiftene transporteres gjennom næringsnettene i fjordsystemet.

Denne rapporten omhandler undersøkelser som belyser punkt (iii) ovenfor. Hovedvekten er rettet mot opptak direkte fra sediment. I tillegg er det registrert innholdet av av PCDF/PCDD i børstemark, som er noe av næringsgrunnlaget for bunnfisk, og i blåskjell med forskjellig grad av kontakt med forurenset sediment. Belysning av utskillelse/omsetning av de klororganiske forbindelsene innskrenker seg til forsøk med blåskjell.

3. MATERIALE OG METODE

I dette kapitlet beskrives forsøksoppsettet og omstendighetene rundt de gjennomførte feltobservasjoner samt resultatet av enkelte kjemiske analyser som beskriver de aktuelle forsøksbetingelser/feltforhold.

3.1 Eksperimentelle undersøkelser

Disse undersøkelser ble utført ved at utvalgte spiselige organismer (Krabbe, fisk og blåskjell) ble plassert på forurenset sediment eller i vann som hadde passert forurenset sediment slik at opptaksforløpet for de enkelte forurensningskomponenter kunne følges i organismenes vev. For blåskjell ble det også utført utskillelses undersøkelser av de samme stoffer ved at en etter 3 måneder overførte skjellene til rent vann.

Sedimentet som ble benyttet i de eksperimentelle undersøkelser ble innsamlet fra to lokaliteter (Fig.1)

- 1.Kontrollsediment: Innsamlet fra Oslofjorden (Bjørnehodebukta) på ca. 30 m dyp ved bruk av USNEL box-corer.
- 2.Kontaminert sediment: Innsamlet på Frierflaket (20-25 m dyp) ved hjelp av en trekantskrape der nettet var delvis dekket med plastfolie for å begrense tap av sedimentet gjennom nettet.

Skisse som viser de ulike forsøksoppsett ses i fig. 2 og 3. I det etterfølgende vil det bli benyttet enkelte forkortelser som refererer til de ulike forsøksbetingelser/kar som er benyttet i forsøkene (se fig. 2 og 3). En nærmere beskrivelse av disse forkortelser ses i tabell 1.

3.1.1 Opptak i krabbe

Krabbene (Cancer pagurus) som ble bruk i opptaksforsøkene var innsamlet med ruser i skjærgården vest av Loshavn (Farsundsområdet) i oktober/november 1989. Krabbene ble holdt i tanker med gjennomstrømmende vann fra 40 m dyp utenfor Solbergstrand i perioden frem til forsøkene. Krabbene ble foret med fisk frem til forsøkets start 14/12-89. Kun hannkrabber ble benyttet. Gjennomsnittlige

skallbredde (carapax) på krabbene som ble brukt var ca 10 cm (Tabell 2). Dette betyr at den overveiende del av krabbene ikke var kjønnsmodne. En blandprøve av krabbesmør (hepatopancreas) fra 7-9 individer ble brukt til hver analyse.

Tabell 1. Forklaring av forkortelser brukt i rapporten til å beskrive de ulike forsøksbetingelser.

| Forkortelse | Forklaring |
|-------------|--|
| KK | Kontroll krabber. Denne forkortelsen er brukt om kar hvor krabber var plassert på uforurenset sediment fra Oslofjorden (se Fig 2). |
| DK | Dioksin krabber. Denne forkortelse er brukt om kar hvor forsøkskrabber var plasert på forurenset sediment fra Frierflaket (se Fig 2). |
| KF | Kontroll fisk. Denne forkortelsen er brukt om kar hvor skrubbe var plassert på uforurenset sediment fra Oslofjorden (se Fig 3). |
| KFN | Kontroll fisk nedstrøms. Denne forkortelse er brukt om kar med blåskjell nedstrøms kontrollfisk (i KF) (se fig 3). Blåskjellene der blir eksponert for materiale som utløses/resuspenderes fra sedimentet i karet med kontroll fisk (se Fig. 3). |
| DF | Dioksin fisk. Denne forkortelsen er brukt om kar hvor skrubbe var plassert på forurenset sediment fra Frierflaket (se Fig 3). |
| DFN | Dioksin fisk nedstrøms. Denne forkortelse er brukt om kar med blåskjell nedstrøms skrubbe plassert på sediment fra Frierflaket (se fig 3). Blåskjellene blir eksponert for materiale som utløses/resuspenderes fra det forurensede sedimentet oppstrøms (se Fig. 3). |

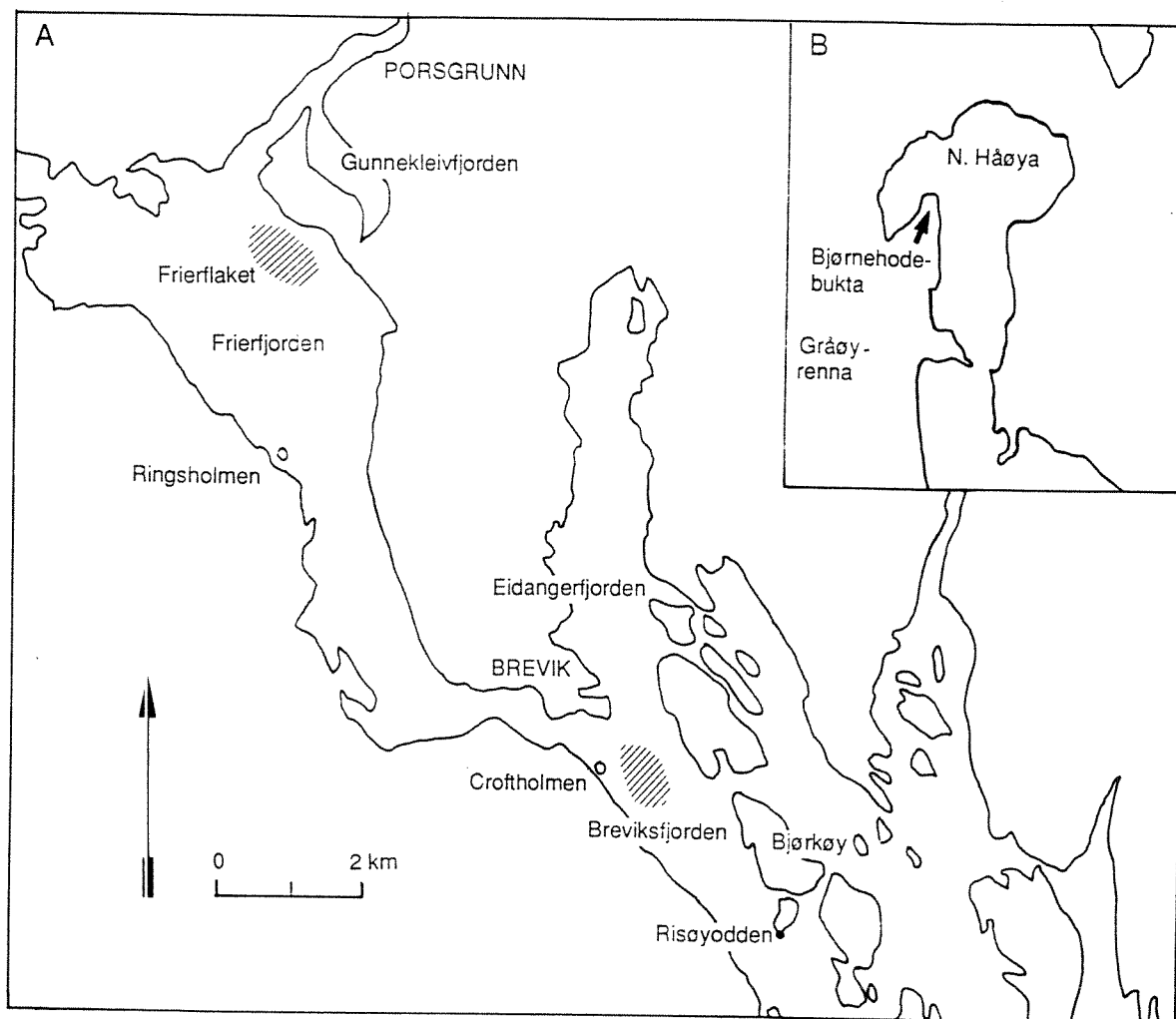


Fig.1. Kart over Frierfjorden og Breviksfjorden (A) og Håøya i Oslofjorden (B). Sledetrek ble utført innenfor skravert område.

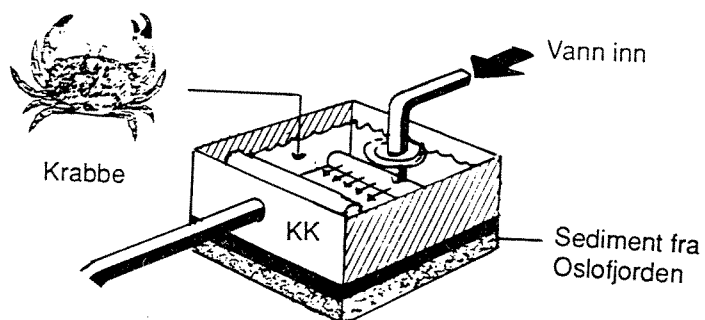
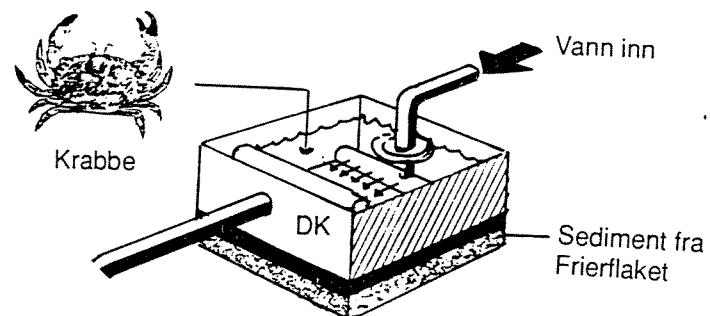


Fig.2. Forsøksoppsett for opptak av miljøgifter i krabbe.
KK= "Kontroll krabber", DK="Dioksin krabber"

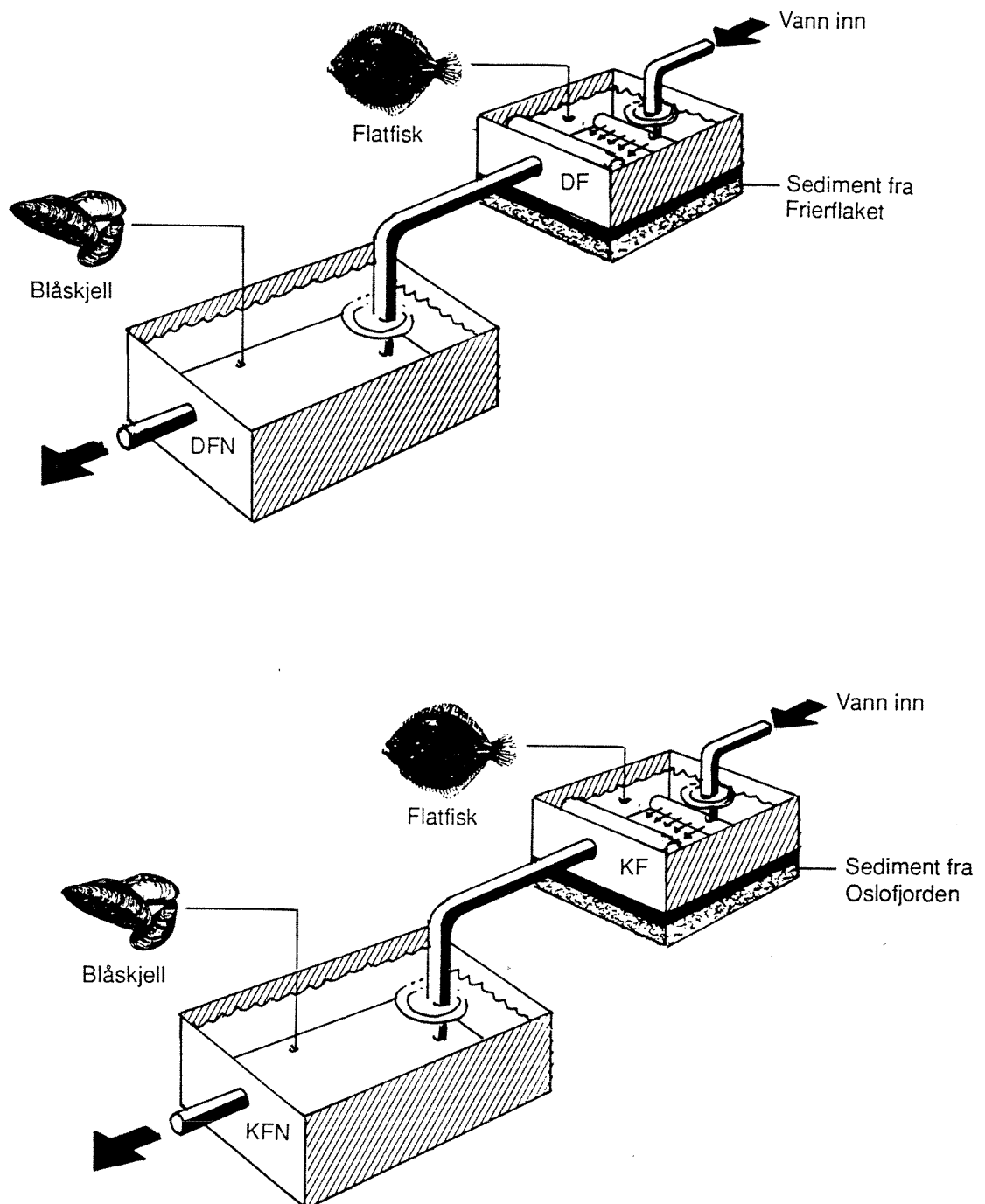


Fig.3. Forsøksoppsett for optak av miljøgifter i skrubbe og blåskjell. KF="Kontroll fisk", KFN="Kontroll fisk nedstrøms", DF="Dioksin fisk", DFN="Dioksin fisk nedstrøms".

Tabell 2. Tabell som viser antall krabber (n), gjennomsnittlig skallbredde (GSB), standardavvik (SD) samt største og minste individ (min-max) benyttet i forsøkene.

KK=Kontroll krabber på sediment fra Oslofjorden.

DK=Miljøgift eksponerte krabber på sediment fra Frierflaket.

| | Start 14/12-89 | DK 18/01-90 | DK 14/03-90 | KK 14/03-90 |
|---------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| n | 9 | 7 | 8 | 7 |
| GSB | 10.1 | 9.8 | 9.9 | 10.3 |
| 1 SD | 1.18 | 1.0 | 1.3 | 0.7 |
| min-max | 8.2-11.8 | 8.7-11.5 | 8.0-11.5 | 9.2-11.1 |

Under forsøkene var krabbene plassert i 2 kar (se Fig. 2), hver med et volum på 0.6 m³ og et areal på ca. 0.9 m². Bunnen av karene var dekket med et ca 10 cm tykt lag med sediment innsamlet fra henholdsvis Frierflaket (kontaminert sediment) og fra Bjørnehodebukta i Oslofjorden (kontroll sediment)(se Fig. 1). Vanddybden i forsøkskarene var ca. 0.5 m. Under forsøket var krabbene i direkte kontakt med sedimentet. Ved forsøkets start (14/12-89) ble det plassert 19 krabber i hvert av de to karene(KK og DK). Forsøkene ble avsluttet etter 3 måneders eksponering. Tre krabber døde i løpet av forsøket, en på kontrollsediment og 2 på kontaminert sediment. En krabbe ble 18/1-89 observert i DK med helt mykt skall. Dette tyder på at den nylig må ha skiftet skall.

I forsøksperioden ble karene forsynt med vann (ca 300 l/time) fra 40 m dyp i fjorden utenfor Solbergstrand. Vannet til karene med krabbe ble tilført via en diffusor (horisontalt plassert rør (Φ=32 mm) med en rekke hull (Φ= mm 5) ca 10 cm over sedimentoverflaten. Utløpet besto av et horisontalt rør(Φ=50 mm) med en rekke hull(Φ=8 mm) plassert på motsatt side av karet i overflaten (Fig.2). Dette arrangementet var ment å redusere oppvirvlingen av sediment og å bidra til en jevn vannstrøm gjennom hele karetets bredde. Vanntemperaturen i forsøksperioden var 6.4-10.6°C og saltholdigheten 31 - 34.5 S o/oo.

Testsituasjonen skiller seg fra resipientforholdene i Frierfjorden/Breviksfjorden på flere områder.

A. Krabbene ble ikke matet under forsøkene. I en feltsituasjon vil krabbene ernære seg av byttedyr/åtsler i sitt miljø og vil derigjennom ha en transportvei for opptak av klororganiske forbindelser. Denne transportveien er i praksis ekskludert i forsøkene. Dette betyr at et eventuelt opptak av miljøgifter i forsøkskrabbene kun gjenspeiler diekte opptak via vann (også porevann) og sediment.

B. I en feltsituasjon vil krabbene bevege seg vesentlig mer på substrater som stein, fjell og sand sammenlignet med under testforholdene der krabbene er tvunget til å oppholde seg på eller nedgravd i sediment. Forsøksoppsettet må antas å representerer en "worst case" situasjon når det gjelder opptak direkte fra substrat.

3.1.2 Opptak/utskillelse i skrubbe og blåskjell

Skrubbe (*Platichthys flesus*) brukt i forsøkene ble innsamlet fra Hvalerområdet i november 1989 og fraktet til forsøksanlegget (MFS). Umiddelbart etter ankomsten (17/11-89) ble forsøksfisken formalinbehandlet (Formalin/sjøvann=1/4000) for å redusere sannsynligheten for parasittinfeksjoner etc. Fisken ble foret med reker frem til forsøkets start. Forsøkene startet 14/12-89, da 16 fisk ble plassert på kontaminert sediment fra Frierflaket (DF) og 17 på kontrollsediment (KF) (se fig. 3). Fisken ble ikke foret iløpet av forsøkets første måned, men ble deretter forsøkt foret med reker. Det var imidlertid pga. oppvirvling av sediment ikke mulig å anslå i hvilken grad fisken spiste foret.

Fisk til analyser ble tatt ved forsøkets start, etter 1 måned (18-19/1) og ved avslutning etter 3 måneder (15-16/3-90). Ved hver innsamling ble fisken lengdemålt, veid, levervekt notert (se tabell 3) og prøver av lever til biokjemiske analyser tatt ut (Dette ble utført av Nina Karlsen og Gunnar Eriksen, UiO). Prøver av filet til analyse av klororganiske forbindelser og kvikksølv ble også tatt (Blandprøve: ca 30 g fra hver fisk).

Som mål på fiskens trivsel under forsøket ble Fultons kondisjonsfaktor ($K = \text{totalvekt} \times 100 / \text{total lengde}$) og leversomatisk indeks ($LSI = \text{Levervekt} \times 100 / \text{totalvekt}$) beregnet (Tabel 3). Ingen av fisken som var plassert på sediment fra Frierflaket (DF) døde i løpet av forsøket mens 2 fisk døde i kontrollgruppen.

Tabell 3. Gjennomsnittlig lengde (L), totalvekt (V), levervekt (LV), antall fisk (n), Fultons kondisjonsfaktor (K), leversomatisk indeks (LSI), % tørrstoff i filet (% TS) og % fett i filet (% Fett) i skrubbe brukt i opptaksforsøk.

| | Start 14/12-89 | DF 19/01-90 | KF 18/01-90 | DF 15/03-90 | KF 16/03-90 |
|--------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| L (cm) | 31.65 | 30.06 | 30.75 | 31.81 | 30.93 |
| V (g) | 354.15 | 281.35 | 295.3 | 332.30 | 300.97 |
| LV (g) | 7.10 | 3.78 | 4.54 | 4.59 | 4.15 |
| n | 10 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| K | 1.10 | 1.04 | 1.02 | 1.01 | 0.99 |
| LSI | 2.03 | 1.33 | 1.56 | 1.37 | 1.35 |
| %TS | 20.4 | 21.6 | i.a. | 16.4 | 20.6 |
| % Fett | 0.9 | 1.5 | i.a. | 0.7 | 1.0 |

i.a.=ikke analysert

Undersøkelser fra Hvalerområdet har vist et lavt nivå av polyklorerte dibenzo-p-dioksin og dibenzofuraner i skrubbe (0.1-0.3 pg/g 2,3,7,8 TCDD ekvivalenter, nordisk modell) (Monfelt og Lindström, 1989) mens det er tegn på at konsentrasjonen av kvikksølv i skrubbe fra området tidligere har vært noe høy (Knutzen, 1984). Levervekt, K, og LSI (tabell 3) antyder at forsøksfisken var i noe bedre kondisjon ved forsøkets begynnelse enn lenger ut i forsøksperioden. Dette skyldes sannsynligvis at fisken kun i begrenset grad ble foret under forsøkene.

Under forsøkene var fisken plassert i 2 kar, hver med et volum på 1.4 m³ og et areal på ca 2 m² (Fig.3). Bunnen av karene var dekket med et ca 10 cm tykt lag med sediment innsamlet fra henholdsvis Frierflaket (kontaminert sediment) og fra Oslofjorden (kontrollsediment). Vannforsyningen til hver av karene var ca 500 l/time. Arrangement for vanntilførsel og avløp, saltholdighet og temperatur var som i forsøkene med krabbe (Se Fig 2 og 3). Vanndybden i forsøkskaret var ca. 0.5 m. Nedstrøms hvert av disse karene var det plassert ytterligere et kar (Vannvolum=500l) (Fig.3, se også tabell 3) for opptaks- og utskillelesstudier med blåskjell (*Mytilus edulis*). Blåskjellene ble innsamlet utenfor MFS (Marinforskningsstasjon Solbergstrand) samme dag som forsøkene startet. Prøveinnsamlings-tidspunkt, antall og størrelse etc. på blåskjell brukt i forsøkene ses i Tabell 4. Blåskjellene som under opptaksforsøkene var plassert i DFN (se fig.3) ble den 23/3-90 overført til rent vann fra 40 dyp for utskillelesstudier.

Ved hvert innsamlingstidspunkt under opptaksforsøkene ble skjellene plassert i rent vann i ca. 1 døgn før de ble nedfrosset i påvente av videre behandling (uttak av bløtdeler, lengdemåling). Dette ble gjort for at skjellene skulle få anledning til å kvitte seg med eventuelle

sedimentpartikler i tarm.

Konsentrasjonen av total mengde suspendert materiale i vannet i de ulike kar (DF, KF, DFN og KFN) (se fig. 3) ble målt 3 ganger iløpet av forsøksperioden (Se tabell 5). Målingene viste at en til tider (22/1, 7/3) har hatt en betydelig partikkelkonsentrasjon i alle kar. Til sammenlikning ligger partikkelinnholdet i svensk/norsk grensefarvann i området 1.1-0.3 mg/l (Helland et al. 1990). Den høye partikkelmengden skyldes periodisk livlig aktivitet hos fisken.

Testsituasjonen for skrubbe og blåskjell skiller seg fra resipientforholdene i Frierfjorden/Breviksfjorden på flere områder.

A. Under forsøkene ble fisken kun matet i begrenset utstrekning. Det foret som ble benyttet (konsumreke) er ikke antatt å inneholde klororganiske forbindelser over bakgrunnsnivå. I en feltsituasjon vil fisken ernære seg av byttedyr i sitt miljø og vil derigjennom ha en transportvei for opptak av klororganiske forbindelser. Denne transportveien er i praksis ekskludert i forsøkene. Dette betyr at det opptaket en måtte se i forsøkskrabbene kun gjenspeiler direkte opptak via vann (også porevann) og sediment.

B. I en feltsituasjon vil skrubbene sannsynligvis under næringsøk bevege seg noe mer i vannet rett over bunnen og derfor i større del av tiden enn tilfellet er for forsøksfisken ikke ha direkte kontakt med sedimentet. Den tetthet av fisk som er anvendt i forsøkskaret har også bidratt til at fisken lett, særlig ved stress, virvler opp finfraksjonen av sedimentet i forsøkskarene. Dette har sannsynligvis medført en betydelig større partikkelpåvirkning på gjeller etc. enn det fisken ville ha blitt utsatt for under resipientforhold i Frierfjorden. Forsøksoppsettet representerer således en "worst case" situasjon når det gjelder direkte opptak fra sediment og suspenderte partikler.

C. Blåskjellene nedstrøms forsøkssediment fikk tilført relativt store mengder partikulært materiale som kunne filtreres (tabell 5). Dette betyr at under forsøkene så var næringsopptak hos skjellen, i vesentlig større grad enn for krabbe og fisk, en transportvei for PCDF/PCDD inn i organismen. I en feltsituasjon vil blåskjell sannsynligvis ikke bli utsatt for så store mengder uorganiske partikler som under forsøkene. Samtidig må en imidlertid anta at mengden tilgjengelig organisk materiale fra plankton er noe større under feltforhold.

Tabell 4. Gjennomsnittlig skall-lengde (L), standardavvik på måling av L (SD), skallvekt (SV), bløtdelsvekt (BV), % tørrstoff i bløtdeler (%TS), % fett i bløtdeler (F) i blåskjell innsamlet i opptak/utskillelsesforsøk.

| | Start I 19/12-89 | DFN 18/1-90 | DFN ¹ 22/2-90 | DFN 14/3-90 | KFN 14/03-90 |
|--------|---------------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------|
| n | 56 | 53 | 52 | 56 | 53 |
| L (cm) | 4.09 | 4.66 | 5.27 | 4.89 | 5.22 |
| 1 SD | 0.47 | 0.67 | 0.65 | 0.48 | 0.59 |
| SV | 3.52 | 5.13 | 6.27 | 5.23 | 6.39 |
| BV (g) | 3.38 | 4.16 | 4.49 | 4.09 | 5.83 |
| %TS | 21.5 | 18.4 | 20.1 | 21.6 | 20.6 |
| %Fett | 2.22 | 1.60 | 2.02 | 1.74 | 1.92 |

| | DFN ² 02/04-90 | DFN ² 20/04-90 | DFN ² 21/05-90 | DFN ² 18/6-90 |
|-------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| n | 46 | 49 | 51 | 32 |
| L | 4.83 | 4.49 | 4.61 | 4.41 |
| 1 SD | 0.54 | 0.55 | 0.50 | 0.43 |
| SV | i | i | i | i |
| BV | 4.81 | 4.10 | 2.24 | 6.73 |
| %TS | 15.1 | 15.4 | 134.8 | 14.7 |
| %Fett | 1.3 | 1.27 | 0.96 | 1.25 |

¹=Disse blåskjell ble plassert i DFN 7/2-90

²=Utskillelsesforsøk (overført fra DFN til kontrollvann 23/03-90)

i=Ikke målt

Tabell 5. Konsentrasjonen (mg/l) av total mengde suspendert materiale (TSM) i vannet i de ulike kar på 3 tidspunkt under opptaksforsøkene.

| Dato: | 22/01-90 | 16/02-90 | 7/03-90 |
|-------|----------|----------|---------|
| KF | 10.5 | 1.1 | 6.7 |
| KFN | 10.0 | 1.0 | 2.2 |
| DF | 45.8 | 1.7 | 5.3 |
| DFN | 8.1 | 0.5 | 4.2 |

"Løst" PCDF/PCDD i forsøkskar

Prøver til analyse av "løst" PCDF/PCDD i vann ble innsamlet ved å ekstrahere fra ca. 300 l vann fra DFN og KFN (Fig.3). Ekstraksjon av PCDF/PCDD ble utført ved bruk av polyuretan (PUR)-propp (se Konieczny et al. 1991) med forfiltrering (dypfiltrering) gjennom løst pakket kvartsvatt for å fjerne større partikler. Kvartsvattfilteret er uten definert porestørrelse. Med løst PCDF/PCDD menes således den mengde PCDF/PCDD som ekstraheres på (PUR)-propp etter forfiltrering gjennom kvartsullfilter.

Analysene ble utført ved Stockholm Universitet (avd. for zoologi/avd. for analytisk kjemi). Tidspunkt for prøveinnsamling, mengde vann ekstrahert og resultatet av analysene ses i tabell 6. Tilsammenlikning har en i Østersjøen målt konsentrasjoner av tilsynelatende løst PCDF/D i området 0.06-0.257 pg/l, dvs. minst 2 - 4 størrelsesordner mindre enn det en ser i tabell 6.

Resultatene av analysene i tabell 6 (se vedlegg 2 for rådata) er sannsynligvis misvisende idet vannet nedstrøms kontaminert sediment (DFN) synes å inneholde samme størrelsesorden av PCDF/PCDD som vann nedstrøms kontrollsedimentet (KFN), tiltross for at det kontaminerte sedimentet inneholder 3-4 størrelsesordner mer PCDF/PCDD enn kontrollsedimentet.

Det tilsynelatende høye innholdet av PCDF/PCDD i vann nedstrøms kontrollsedimentet samsvarer heller ikke med at det i blåskjell nedstrøms kontrollsediment (KFN) ikke ble registrert et tydelig opptak av PCDF/PCDD, mens et slikt opptak ble registrert i organismer på eller nedstrøms kontaminert sediment (se kap. 4.2 og 4.3).

Det kan også synes vanskelig å forstå at vannet nedstrøms kontaminert sediment (DFN) skulle ha ca 10 ganger høyere konsentrasjon ved slutten av forsøket i mars enn ved begynnelsen i januar. Dette kan delvis forklares med at fisken i DF resuspenderte en del av finfraksjonen i sedimentet (se tabell 5) som etterhvert akkumulerte på bunnen i DFN. Dette har muligens øket konsentrasjonen av PCDF/D i vannet fordi utlekking da også kan skje fra sedimentoverflaten i DFN. En supplerende forklaring kunne være at utlekking fra det fine materialet som etterhvert akkumulerer i DFN var større enn det som var i DF. Analyser av det kontaminerte sedimentet i DF viser at konsentrasjonen har forandret seg lite i prøveperioden (Fig. 5).

Den mest nærliggende årsak til den tilsynelatende høye konsentrasjon i vannet nedstrøms kontrollsedimentet (KFN) er en oppklart kontaminering under eller etter ekstrahering. Det er imidlertid ingenting i analysene av det biologiske materialet eller i sedimentet som antyder en slik kontaminering av kontrollbassengene.

Konsentrasjonen i vannet i DFN i januar (se tabell 6) lå svært nær konsentrasjoner funnet i vannet som passerer over sediment fra Frierfjorden ($1.3 - 1.7 \times 10^2$ pg/l, Konieczney et al. 1991).

Tabell 6. Analyse av "løst" Σ PCDF/D. Vannvolum ekstrahert (V), mengde PCDF/PCDD målt (M), konsentrasjon i vannet (C).

| | DFN 4/01-90 | KFN 11/01-90 | DFN 27/03-90 |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| V (l) | 328 | 295 | 325 |
| M (pg) | 4.4×10^4 | 2.3×10^4 | 3.5×10^5 |
| C (pg/l) | 1.3×10^2 | 7.8×10 | 1.1×10^3 |

3.1.3 Innsamling av sedimentprøver i forsøkene

Sedimentprøver for analyse av kvikksølv, PCDF/D og andre klororganiske forbindelser ble tatt i forsøkskar ved forsøkets begynnelse (14/12-89) og ved forsøkets avslutning (14/3-90). For å sikre representativitet ble det i hvert kar tatt 5-8 kjerner ($\Phi=16$ mm) ned til en dybde av 4-5 cm. Kjernene fra hver kar ble slått sammen til en blandprøve.

3.2 Feltobservasjoner

3.2.1 Innamling av blåskjell og sediment fra Breviksfjorden

Blåskjell ble 10/10-89 innsamlet på Risøyodden i Breviksfjorden (Fig. 1) fra 3 nærhverandre liggende habitater (fig.4).

- St.1. Blåskjell liggende direkte på sediment.
- St.2. Blåskjell fastsittende på stein nær sediment.
- St.3. Blåskjell fastsittende på fjell fjernt fra sediment.

St.1 og 2 lå ca 8-10 m fra hverandre i en liten bukt med sandbunn (1-2 m dyp). St. 3 lå på den motsatte siden av en holme ca. 30-40 m fra St.2. Ved St. 3 var det brådypt ned til et dyp av ca 30-50 m. Lengde og vekt av bløtdeler og skall på de innsamlede blåskjell ses i tabell 7. Blåskjell ble frosset ned for analyse uten forutgående tarmrensing.

Fra St.1 ble det tatt 3 kjerneprøver ($\Phi=6$ cm). En blandprøve av de øverste 3 cm av hver kjerne ble analysert for klororganiske forbindelser og kvikksølv.

Tabell 7. Blåskjell innsamlet på 3 lokaliteter ved Risøyodden. Antall blåskjell innsamlet (n), gjennomsnittlig skall-lengde (L), standardavvik på måling av L (SD), gjennomsnittlig skallvekt (SV), bløtdelsvekt (BV), % tørrstoff i bløtdeler (%TS), % fett i bløtdeler (F).

| | St.1 | St.2 | St.3 |
|--------|------|------|------|
| n | 51 | 50 | 50 |
| L (cm) | 5.23 | 5.93 | 4.48 |
| 1 SD | 0.75 | 0.73 | 0.46 |
| SV | 7.80 | 9.82 | 4.21 |
| BV (g) | 5.53 | 6.06 | 3.27 |
| %TS | 16.3 | 15.3 | 17.5 |
| %Fett | 0.91 | 1.05 | 1.18 |

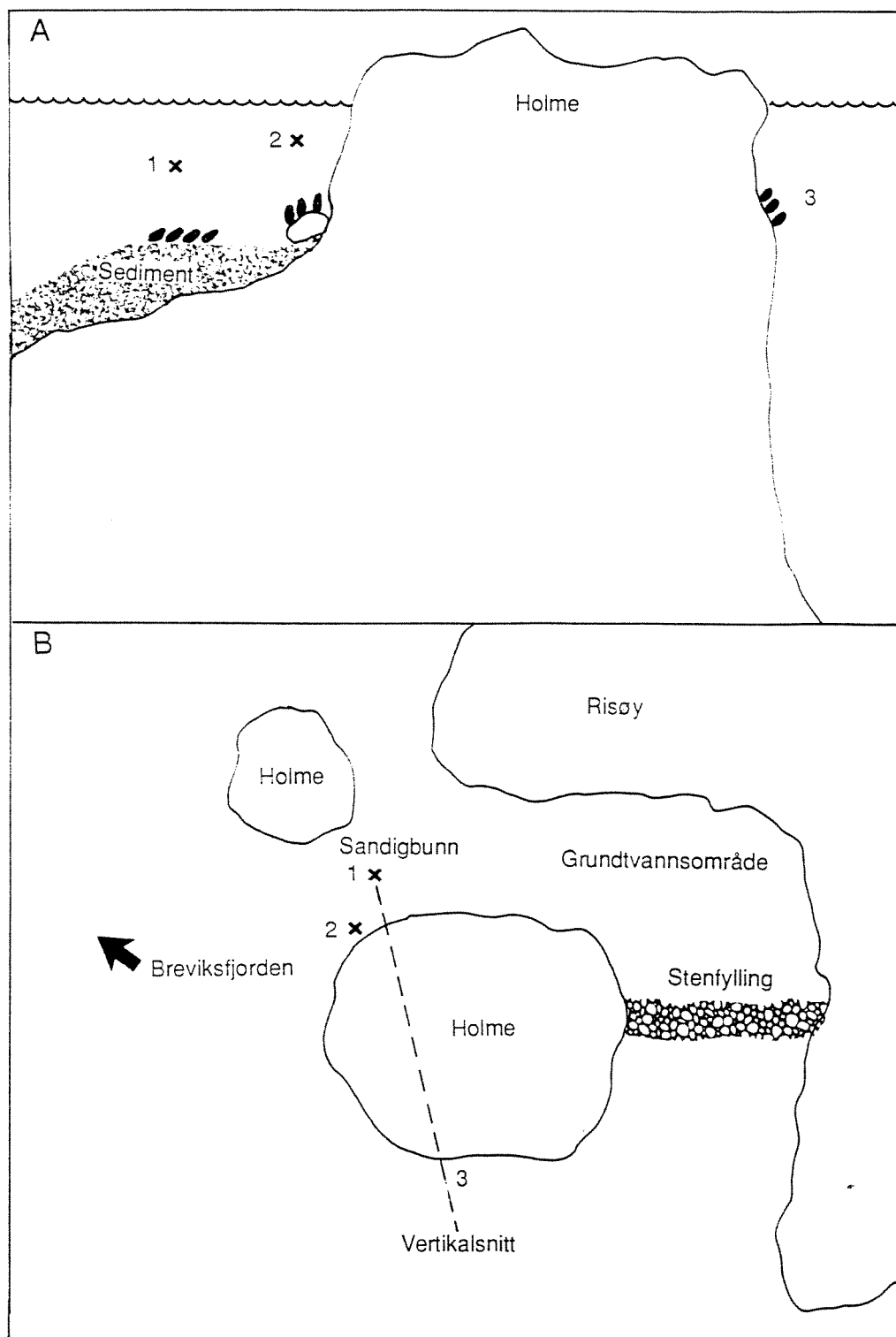


Fig. 4. Stilisert tegning av de lokale forhold der blåskjellene (feltobservasjoner) er innsamlet (se fig. 1 for geografisk lokalisering).

A. Vertikalsnitt. B. Horisontalsnitt.

3.2.2 Innsamling av potensielle byttedyr for fisk

For å få et estimat av konsentrasjonen av polyklorerte dibenzo-p-dioksin og dibenzofuraner i potensielle byttedyr for bunnfisk ble det innsamlet diverse evertebrater på Frierflaket og i Breviksfjorden (Fig.1). Innsamlingen ble foretatt ved bruk av Ockelmanns slede. Denne sleden fanger opp dyr som lever på eller nær sedimentoverflaten. Sledetrekking på Frierflaket (2 trekk a ca. 10 min.) ble utført på 20-25 m dyp (13/10-89) og i Breviksfjorden (3 trekk a ca. 10 min.) på 100 m dyp (1/3-90).

Sediment som var festet til de innsamlede dyrs overflate ble fjernet med pinsett, hvoretter dyrene i prøvematerialet ble skyllet i overflatevann fra innsamlingslokaliteten. Tarmmateriale ble ikke fjernet. Dyregrupper som inneholder relativt mye uorganisk materiale (muslinger, slangestjerner og irregulære sjøpinsvin) ble fjernet fra prøvematerialet. En grov identifikasjon av de ulike dyregruppene i de to prøvene ble gjort i felt (Tabell 8).

Tabell 8. Potensielle byttedyr: Faunasammensetningen i blandprøvene analysert for polyklorerte dibenzo-p-dioksin og dibenzofuraner

| | Frierflaket | Breviksfjorden |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| cf. Priapulid caudatus | 15 | |
| Glycera sp. (stor) | 1 | |
| Scalibregma inflatum | 3 | |
| "Reke" | 3 | 1 |
| Amphipode | 1 | 1 |
| Div. små polychaeter | 17 ¹ | 7 |
| Nephtys sp. | | 22 ² |
| Terebellidae indet | | 1 |
| Krabbe (1 cm) | | 1 |

¹= Utgjorde ca 10 % av biomassen i prøven fra Frierflaket som var dominert av cf.P.caudatus.

²= Utgjorde mer enn 90 % av biomassen i prøven.

3.3 Kjemiske analyser-metoder

De kjemiske alyser av biologisk materiale ble utført på blandprøver av taskekrabbe (7-9 stk), skrubbeflyndre (7-10 stk), blåskjell (32-56 stk). Analyser av sediment ble også utført på blandprøver. Fra Risøyodden på stasjon 1 ble det tatt 3 kjerner ($\theta=6\text{cm}$). En blandprøve bestående av de øverste 3 cm av disse kjerner ble analysert.

I forbindelse med opptaksforsøk på Solbergstrand ble det ved forsøkene begynnelse og avsluttning tatt 5-8 kjerner ($\theta=1.6\text{ cm}$) i hvert av forsøkskarene (DF,KF,DK,KK). En blandprøve bestående av de øverste 4-5 cm av kjernene fra hvert kar ble analysert.

PCDF/PCDD

Analysemetoden for analyse av PCDF/PCDD er utførlig beskrevet i Oehme et al. 1989. mens en kortversjon finnes i vedlegg til Knutzen og Oehme, 1988.

Andre klororganiske forbindelser

Disse forbindelser analyseres på GC/ECD (se vedlegg 1). Merk at ved denne analysemetoden omdannes p,p-DDT til p,p-DDE slik at de verdiene som oppgis for p,p-DDE tilsvarer summen av p,p-DDT og p,p-DDE i prøven.

Kvikksølv

Kvikksølv er analysert etter en modifiseret versjon av Norsk Standard (NS4789, 1. utg. februar 1989). Dvs. at kvikksølvet i prøven er redusert til Hg^0 med tinnklorid og analysert ved kalddamp atomabsorbsjon. Modifiseringen iforhold til Norsk standard ligger i at en før analysering har foretatt en oppkonsentrering på gullfelle.

3.4 Kjemiske analyser av forsøkssediment-resultater

Innholdet av de ulike forurensningskomponenter i forsøkssedimentet ses i Fig.5. Rådata for PCDF/PCDD analysene finnes i vedlegg 3 og for analyse av de ørige klororganiske forbindelser i vedlegg 5. Analyseresultatene fra kvikksølv i sediment ses også i Tabell 9.

Innholdet av PCDF/PCDD forsøkssedimentet fra Frierflaket lå området 16-20 ng/g, t.v (Σ 2,3,7,8 TCDD-ekv, Nordisk modell) dvs. i samme nivå som en tidligere har funnet i Frierfjorden, mens innholdet av

PCDF/PCDD i sediment på grunt vann fra Risøyodden (3.8 ng/g) lå svært nær det en tidligere har funnet på dypere vann i samme område (Breviksfjorden) (Knutzen og Oehme, 1988). Innholdet i kontrollsedimentet fra Oslofjorden lå imidlertid ca. 3 størrelsesordner lavere enn i Fierfjorden og Breviksfjorden. Også for HCB, OCS, pentaklorbenzen og dekalorklorbifenyyl var det ca 3 størrelsesordner forskjell i konsentrasjon mellom kontrollsediment fra Oslofjorden og forsøkssediment fra Frierfjorden, mens konsentrasjonen i sedimentet fra Risøyodden lå intermediært mellom disse. For de andre klororganiske forbindelser (PCB, BHC, DDE) var det imidlertid noe mindre forskjell mellom de ulike sedimenter (Fig.5).

Konsentrasjonen av kvikksølv i sedimentet var lik i sedimentet fra Risøyodden og i forsøkssediment fra Oslofjorden (tabell) og må fordette elements vedkommende karakteriseres som svakt forurenset på disse to lokaliteter mens sedimentet fra Frierflaket må karakteriseres som forurenset (Knutzen og Skei, 1990).

Tabell 9. Konsentrasjonen av total mengde kvikksølv ($\mu\text{g/g t.v.}$), % tørrstoff (% TS) i sediment brukt i opptaksforsøkene og fra St. 1 på Risøyodden. DF, DK er sediment opprinnelig innsamlet fra Frierflaket. KF er innsamlet fra Oslofjorden (se også fig.2 og 3).

| | DF, (Start) 14/12-89 | DK 14/12-89 | DF 14/03-90 | KF 14/03-90 | Risøyodden 10/10-89 |
|-----|-------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|
| Hg | 1.48 | 1.31 | 1.04 | 0.10 | 0.10 |
| %TS | 56.7 | 58.9 | 59.7 | 69.2 | 75.5 |

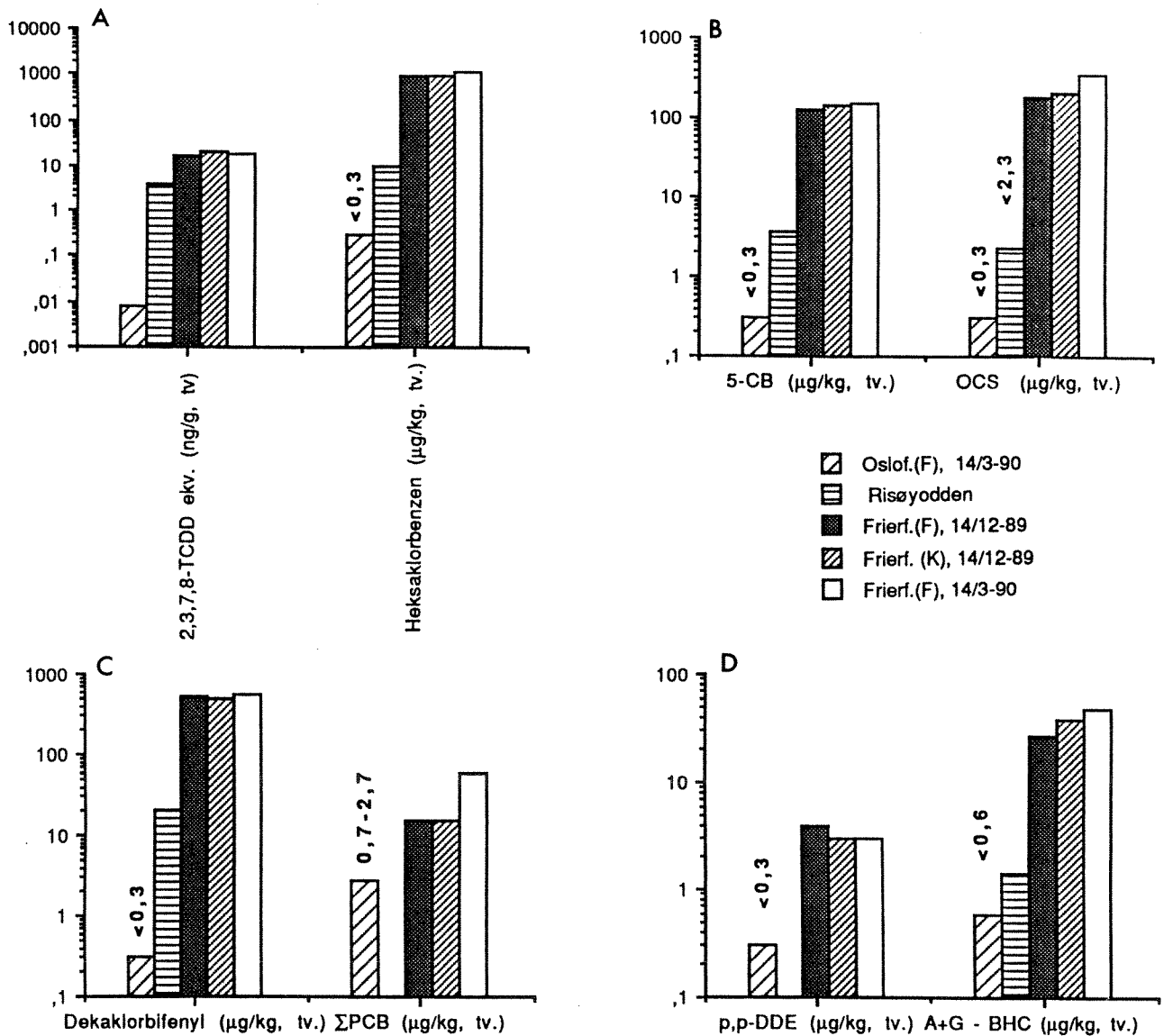


Fig.5. Innholdet av ulike miljøgifter i sediment innsamlet fra Oslofjorden, Risøyodden (Breviksfjorden) og Frierfjorden. Sedimentet fra Oslofjorden og Frierfjorden ble brukt i opptaksforsøkene.

A. PCDF/PCDD som Σ 2,3,7,8-TCDD ekvivalenter, heksaklorbensen (HCB.),
 B. Pentaklorbenzen (5-CB) og oktaklorstyren (OCS).
 C: Dekaklorbifenyyl (10-CB) og Σ PCB, (Σ PCB-28,52,101,118,153,138,180).
 D: p,p-DDE, Σ γ -HCH, α -HCH.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Opptaksforsøk med krabbe

4.1.1 Opptak av PCDF/PCDD

Krabbene viste et markert opptak av PCDF/PCDD i løpet av den første måned (Fig. 6-8). Rådata for analyse av PCDF/D i krabbe ses i vedlegg 3. Deretter stabiliserte nivået seg eller det var bare et beskjedent videre opptak (Fig. 6-8). Det ser derfor ut til at en etter 3 måneders eksponering under de rådende eksperimentelle betingelser, med et mulig unntak for OCDD, har nådd eller ligger svært nær et likevektsnivå.

Det initielle opptak (første måned) synes noe forskjellig for de ulike komponenter, hvorefter opptaket synes grovt sett å ha samme forløp (Fig. 7 og 8). Det var ikke noe opptak av PCDD/F i kontroll krabbene i forsøksperioden (Fig. 6-8). Konsentrasjonen i disse tilsvarer nivået funnet i krabbe fra Vestlandet (see Knutzen og Oehme, 1990).

Konsentrasjonen av 2,3,7,8-TCDD ekvivalenter ved forsøkets avslutning (Fig. 6) synes imidlertid lavt i forhold til konsentrasjonen i krabber fanget fra Ringsholmen i Frierfjorden (mer enn 2000 pg/g v.v., 2,3,7,8-CDD ekv., Knutzen og Oehme, 1990) og tilsvarer nivået funnet i krabber ved Jomfruland, dvs. 35 km fra primærutslippet (vel 70 pg/g v.v., Knutzen og Oehme, 1990).

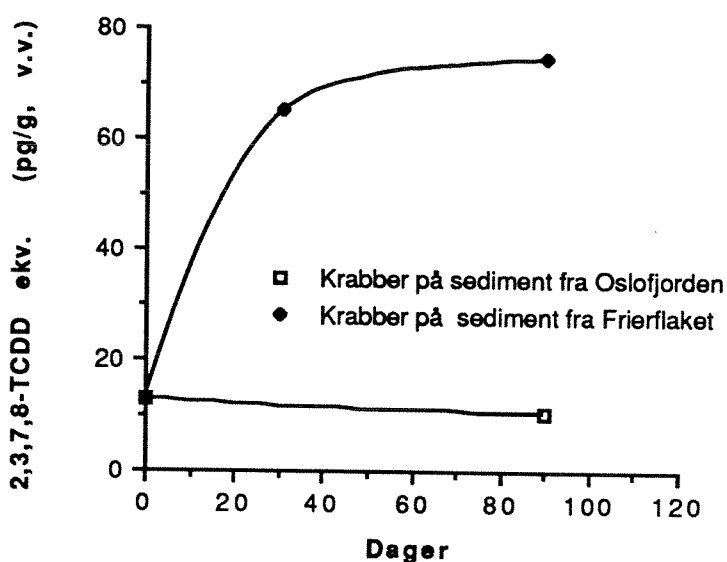


Fig.6. Opptak av polyklorerte dibenzo-p-dioksin og dibenzofuraner som (2,3,7,8-TCDD ekv., Nordisk standard, pg/g v.v.) i hepatopancreas av hannkrabber.

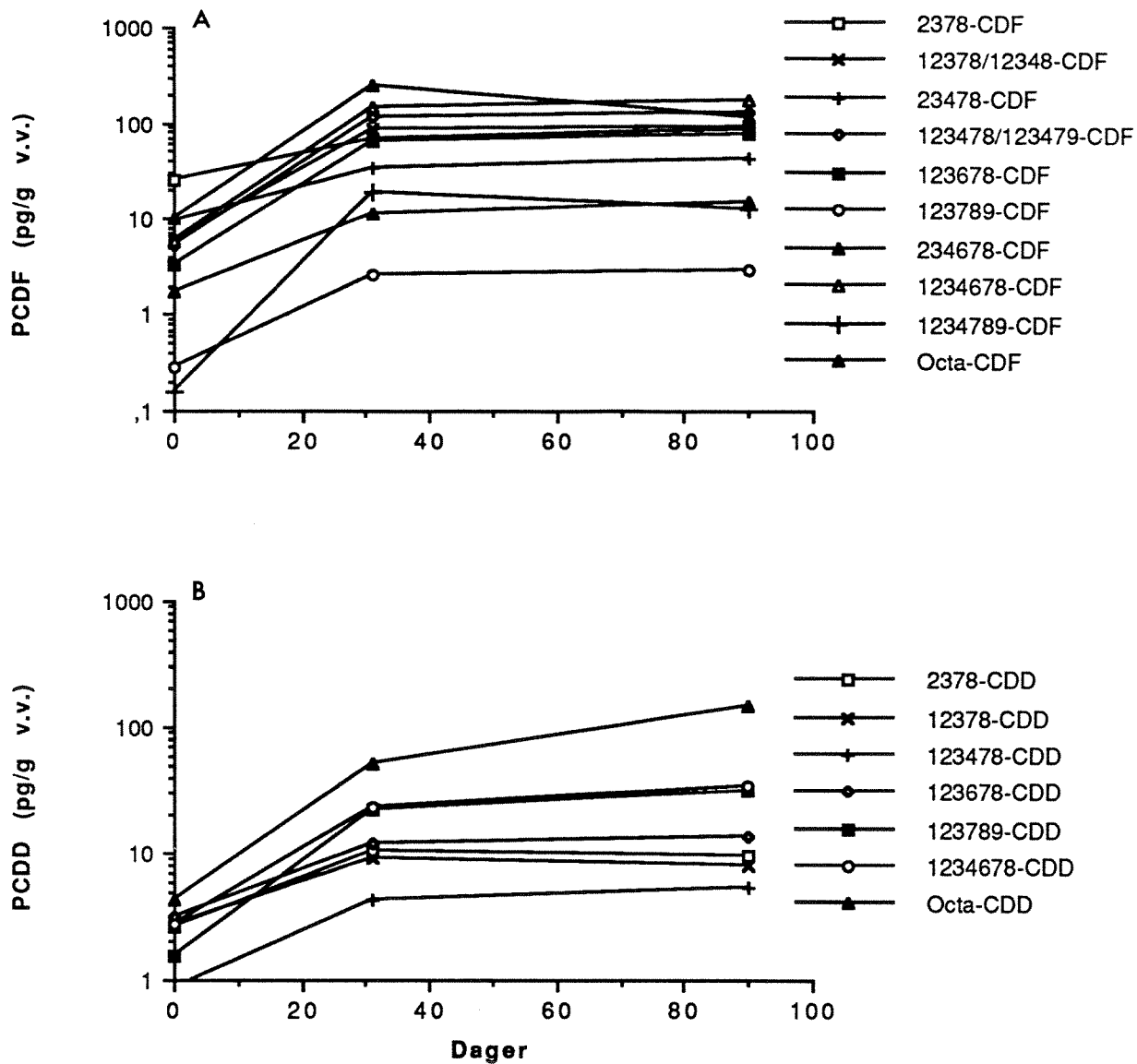


Fig.7. Opptak av polyklorerte dibenzofuraner og dibenzo-p-dioksiner (pg/g v.v.) i hepatopancreas av hannkrabber.

A. PCDF.

B. PCDF.

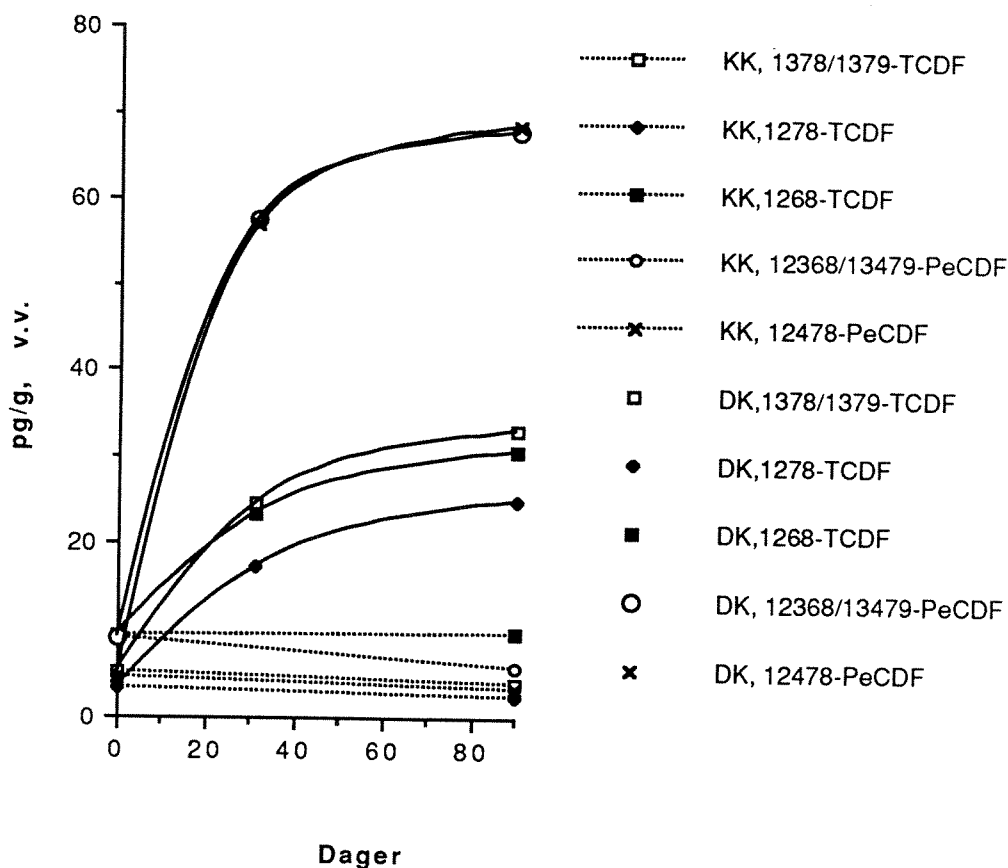


Fig.8 Opptak av ulike "Hydro-spesifikke" dibenzofuraner i hepatopancreas av hannkrabber. KK=kontroll krabber, DK=PCDF/D eksponerte krabber.

Som man kunne forvente var det ved forsøkets begynnelse ingen sammenheng mellom konsentrasjonen av de ulike isomerer i sedimentet (innsamlet fra Frierflaket) og i forsøkskrabbene innsamlet fra Farsundsområdet (Fig.9). Heller ikke for kontrollkrabbene ved forsøkets avslutning var det noen slik sammenheng.

Ser man derimot på krabbene som har gått på Frierflaksedimentet så er det allerede etter 1 måned en klar sammenheng mellom konsentrasjonen i sedimentet og i krabbene (Fig.10). Dette mønsteret forblir så nær uforandret frem til avslutningen av forsøket. Tabell 10. viser hvilke isomerer som med unntak av OCDF inngår i sammenligningen (Fig. 9, 10). OCDF som er den mest dominerende i sedimentet, er den minst løslige av forbindelsene (sammen med OCDD, se tabell 10), men ble ikke gjenfunnet i tilsvarende grad i krabbematerialet.

e

Tabell 10. Komponenter som inngår i vurdering av sammenheng mellom mengden av de ulike komponenter i sediment, krabbe, skrubbe, blåskjell med beregnet vannløselighet ($\log S_w$, mol/l) etter Friesen et al. (1990).

| PCDF | $\log S_w$ | (PCDD) | $\log S_w$ |
|-------------------|------------|-------------|------------|
| 2378-CDF | -8.57 | 2378-CDD | -8.80 |
| 12378/12348-CDF | -9.45 | 12378-CDD | -9.70 |
| 23478-CDF | -9.45 | 123478-CDD | -10.59 |
| 123478/123479-CDF | -10.33 | 123678-CDD | -10.59 |
| 123678-CDF | -10.33 | 123789-CDD | -10.59 |
| 123789-CDF | -10.33 | 1234678-CDD | -11.49 |
| 234678-CDF | -10.33 | Octa-CDD | -12.38 |
| 1234678-CDF | -11.22 | | |
| 1234789-CDF | -11.22 | | |
| Octa-CDF | -12.10 | | |

Det er også en god korrelasjon mellom komponentsammensetningen i krabber innsamlet fra Frierfjorden og forsøkskrabbene ved slutten av forsøkene (Fig.11) samt mellom krabber fra Frierfjorden og forsøkssedimentet (Fig.11). Dette betyr at komponentprofilen funnet i forsøkskrabben er representativ for krabber fanget i Frierfjorden dette til tross for at konsentrasjonen i krabbene i Frierfjorden var ca 100 ganger høyere enn i forsøkskrabbene.

Disse forsøk antyder at opptak av PCDF/D direkte fra sedimentet betyr relativt lite for konsentrasjonen i krabber sett på bakgrunn av de høye konsentrasjoner en har i villkrabber fra Frierfjorden.

En må imidlertid være klar over at krabbene i forsøkene ikke har hatt særlig muligheter til å ernære seg. En har følgelig ikke, eller bare i, beskjedne grad, fått med opptak via næring. Den store forskjell mellom konsentrasjonen i villkrabber og forsøkskrabber skyldes sannsynligvis at PCDF/D innholdet i krabbenes byttedyr (blåskjell, åtsler) gir det langt viktigste bidraget til konsentrasjonen i krabbene.

Sammenhengen mellom komponentsammensetningen i villkrabber og forsøkskrabber antyder videre at inntaket via næring ikke forandrer komponentsammensetningen i krabbene vesentlig.

En annerledes PCDF/PCDD-profil i villkrabber kunne ha betydd at komponentsammensetningen i foret var forskjellig fra det en hadde i sedimentet eller at krabbene hadde komponent-selektive opptaks- og/eller utskillelsesmekanismer.

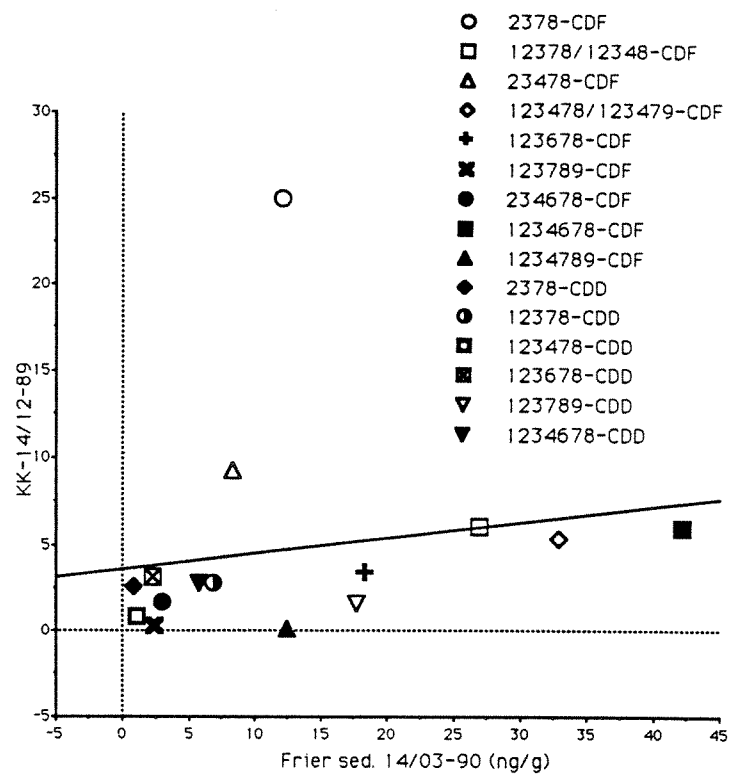


Fig.9. Konsentrasjonen av PCDF/D isomerer (octaforbindelser untatt) i forsøkskrabber (pg/g, v.v.) ved forsøkets begynnelse 14/12-89 som funksjon av konsentrasjonen (ng/g) i forsøkssedimentet fra Frierflaket. Inntegnet regresjonslinje: $y=0.09x+3.57$, $r^2=0.034$.

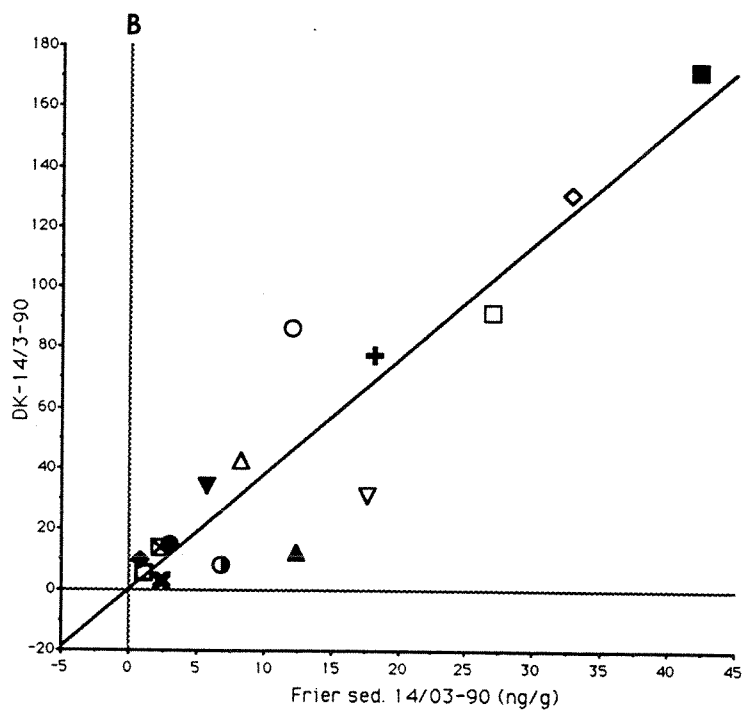
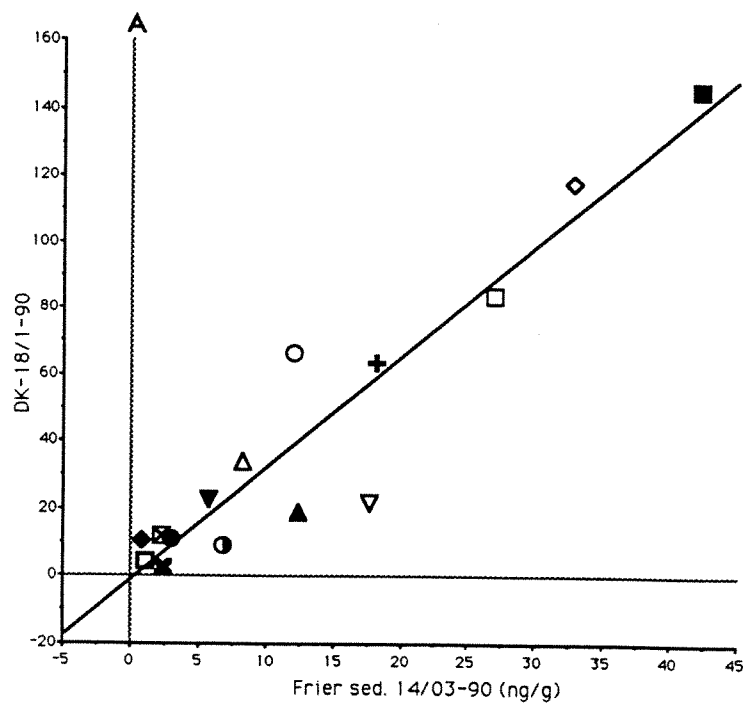


Fig.10. Konsentrasjonen av PCDF/D isomerer (octaforbindelser untatt) i forsøkskrabber (pg/g, v.v.) etter en måneds eksponering (18/1-90) (A) og etter 3 måneders eksponering (14/03-90) (B) som funksjon av konsentrasjonen (ng/g) i forsøkssedimentet fra Frierflaket. For forklaring av symboler se Fig 9.

Inntegnet regresjonslinjer: A: $y=3.318x-1.03$, $r^2=0.89$

B: $y=3.798x+0.086$, $r^2=0.86$

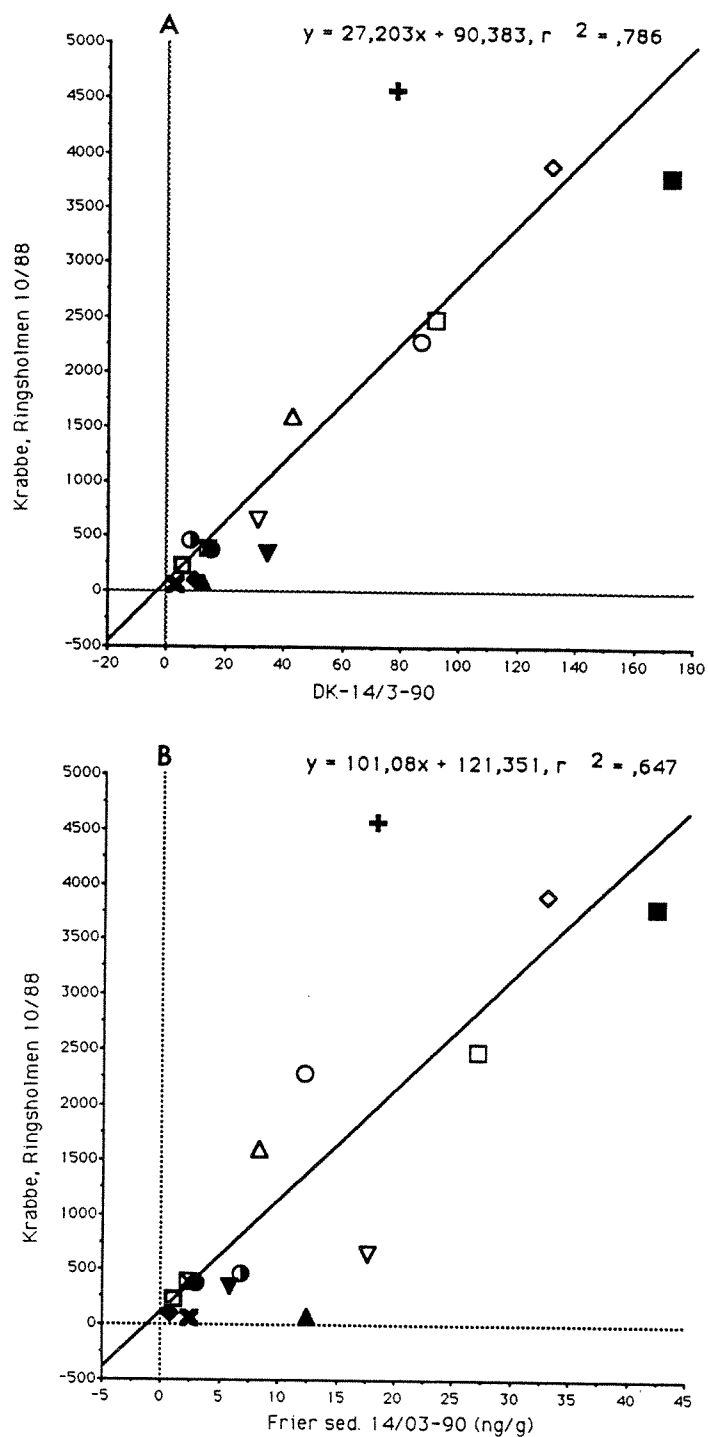


Fig.11. Konsentrasjonen av PCDF/D isomerer (octaforbindelser untatt) i krabber fra Frierfjorden (Ringsholmene) (pg/g, v.v.) som funksjon av konsentrasjonen (ng/g) i forsøks sedimentet fra Frierflaket (A) og som funksjon av konsentrasjonen i forsøkskrabbene ved forsøkets avslutning (B). For forklaring av symboler se Fig 9.

4.1.2 Opptak av andre klororganiske forbindelser

For de fleste komponenter lå konsentrasjonen under deteksjonsgrensen (for rådata se vedlegg 6) og viser et beskjedent opptak. Pga. dette beskjedne opptaket ble det kjørt reanalyser på to av prøvene (se vedlegg 6) som for enkelte komponenter ga systematisk noe høyere verdier. Det var relativt lite skallinmat i forsøkskrabbene. Skallinmaten hadde en noe mer "vanndig" konsistens enn det en vanligvis ser. Tørstoffinnholdet i krabbene (34-37.7%) var imidlertid ikke mindre enn forventet. Heller ikke fettinnholdet (18.5-20 %) avvok vesentlig fra det en forventer i slikt vev. En kan derfor anta at de resultatene en har fått er representative for krabbeinmat.

På bakgrunn av en totalvurdering av analyseresultatene kunne opptak bare fastslås for HCB (Fig. 12A). Imidlertid var det kun HCB, p,p-DDE, PCB- 153 og PCB-138 som kunne tilfredstillende vurderes i denne sammenheng (se fig.12). Konsentrasjonen av HCB i forsøkskrabbene var ved forsøkets avslutning relativt lavt og ca. en størrelsesorden lavere enn i krabber fra Frierfjorden (Bjerkeng et al. 1991) mens kontrollkrabbene inneholdt konsentrasjoner nær et antatt bakgrunnsnivå.

Tilsvarende som for PCDF/D ser det ut til at opptak av HCB direkte fra sediment og porevann betyr lite for konsentrasjonen i skallinmaten.

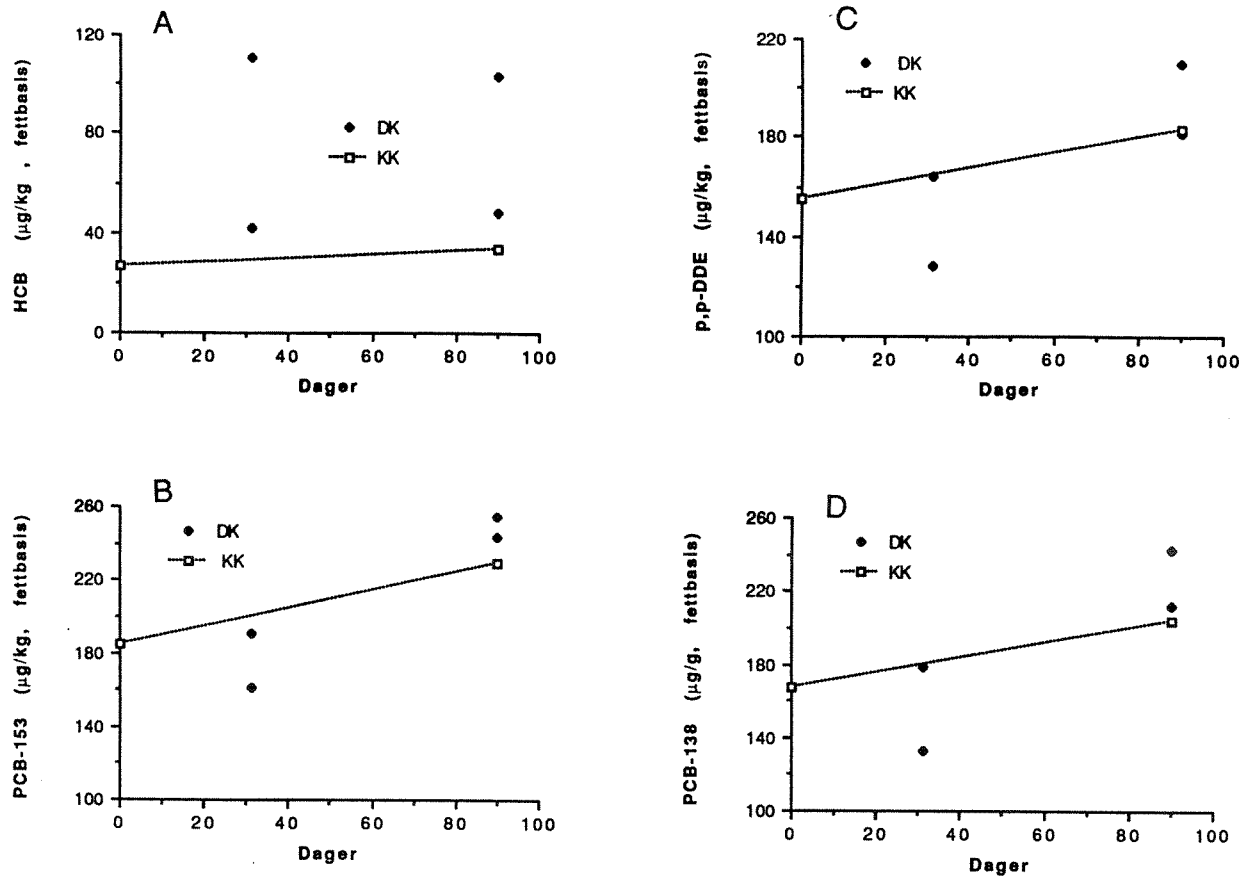


Fig. 12. Konsentrasjonen av HCB, p,p-DDE, PCB- 153 og PCB-138 i hepatopancreas av taskekrabbe under opptaksforsøk. Resultater av reanalyser er også inntegnet.

4.1.3 Opptak av kvikksølv

Analysene av kvikksølv i forsøkskrabbene viste at det ikke har vært noe opptak av kvikksølv i løpet av forsøksperioden (Tabell 11). Dette synes bemerkelsesverdig i betraktning av at krabbene har levet på og delvis helt nedgravd i et sediment som er tydelig kvikksølvbelastet (1-1.5 µg/g t.v., dvs > 10 x bakgrunnskonsentrasjon).

Krabbene ble innfanget i et område uten noen påvist belastning med kvikksølv (punktkilder) (Knutzen, 1987) slik at konsentrasjonen i krabbene ved forsøkets begynnelse skulle være nær bakgrunnsnivå i norske kystområder. Undersøkelser av metallinnholdet i krabbe fra Farsundsområdet (Knutzen, 1987) viste også konsentrasjoner nær det som er målt i forsøkskrabbene (tabell 11).

Det ser derfor ut til at konsentrasjonen av kvikksølv i krabber (som har minimal tilgang på mat) ikke påvirkes av de høye konsentrasjoner av kvikksølv i sedimentet. Dette forhold vil muligens endres vesentlig dersom krabbene spiser kvikksølvkontaminert for.

Tabell 11. Konsentrasjonen av total mengde kvikksølv (µg/g t.v.) i krabbesmør (hepatopancreas) av taskekrabbe under opptaksforsøk.
 KK=Kontroll krabber på sediment fra Oslofjorden.
 DK=Dioksin eksponerte krabber på sediment fra Frierflaket.

| | KK (Start) 14/12-89 | DK 18/01-90 | DK 14/03-90 | KK 14/03-90 |
|----|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Hg | 0.10 | 0.10 | 0.11 | <0.1 |

4.1.4 Ernæring og adferd hos krabbe

Taskekrabbe oppholder seg vinterstid hovedsakelig i dyp fra 30-50 m mens den om sommeren finnes noe grunnere (1-30 m). I perioden mai-oktober kan krabbene om natten gå helt opp i tidevannssonen på næringtrekk dersom ikke lav saltholdighet (<22 o/oo) eller lav temperatur (<5 °C) hindrer dette (Karlson, 1984). På grunt vann ernærer krabber seg i stor grad av blåskjell når disse er tilgjengelige, men kan også konsumere alger (Spongomorpha sp, Laminaria digitata, Ceramium sp. og Corallina sp.), maneter (Aurelia aurita, Cyanea capillata) og rur (Karlson, 1984). Generellt sett må man anta at taskekrabben er en alteter som også tar åtsler.

Der en har et et velutviklet brakkvannslag (Grenlandsfjordene) må en anta at krabbene ikke går helt opp i tidevannssonen slik som eksempelvis på Sørlandskysten. Hva krabbene spiser i Grenlandsfjordene er ikke undersøkt spesielt. En må imidlertid anta at krabbene i de ytre områder ernærer seg i stor grad av som på Sørlandskysten, dvs. av blåskjell når disse er tilgjengelige. Hva krabbene inne i Frierfjorden ernærer seg av er mer usikkert.

Krabber er vanlig på blandet stein og sandbunn, men kan også oppholde seg negrattet i mudderbunn slik at overflaten på skallet flukter med sedimentoverflaten. Under opptaksforsøkene inntok krabbene denne posisjon i sedimentet.

Undersøkelser av Edwards (1979) antyder at hann- og hunnkrabber over henholdsvis 11 og 13 cm er kjønnsmodne. Kjønnsmodne taskekrabbe foretar regelmessige vandring. Hannkrabbene foretar hovedsakelig kun korte, tilsynelatende ikke retningsbestemte vandring, mens hunnen foretar lengere retningsbestemte vandring. Eksempelvis fant Karlson (1984) i en undersøkelse med merkede krabber på Sørlandskysten at hannkrabber som vandret ut av et område kunne vandre opptil 17,5 km (gjennomsnitt 3.9 km) mens hunnkrabber kunne vandre opptil 63 km (gjennomsnitt 11.2 km) (cf. Karlson, 1984).

4.2 Opptak i skrubbe

4.2.1 Opptak av PCDF/PCDD

Det var et markert opptak av alle de analyserte PCDF/D forbindelser (rådata ses i vedlegg 3) i løpet av forsøket (Fig.13-15). Et slikt forløp ses også når konsentrasjonene av de ulike isomerer omregnes til giftighet (Fig. 14). På samme måte som i krabber var opptaket størst iløpet av forsøkets første måned, for deretter å avflates. For isomerene Octa-CDF (Fig. 13A), Octa-CDD (Fig. 13B) og 1,2,3,4,6,7,8-CDF (Fig. 13A) hadde en imidlertid et tydelig opptak også etter første måneds eksponering. Octa-CDF og Octa-CDD var de eneste isomerer hvor konsentrasjonen i forsøksfisken lå nær opp til (dvs. henholdsvis ca. 90% og ca. 160%) av konsentrasjonen i villskrubbe fra Frierfjorden (cf. Knutzen og Oehme, 1988). For de resterende komponenter lå konsentrasjone fra 2.5 til 38 ganger høyere i villfisken enn i forsøksfisken. I løpet av forsøkets første 30 dager var det et relativt sett større opptak av PCDF enn av PCDD isomerer (Fig.13).

Etter 3 måneder var konsentrasjonen av 2,3,7,8-TCDD ekv. i forsøksfisken svært lav (se Fig.14) iforhold til konsentrasjonen funnet i filet av skrubbe fra Frierfjorden (62 pg/g, 2,3,7,8-TCDD ekv., cf. Knutzen og Oehme, 1988). Dvs. at giftigheten av villfisk fra Frierfjorden var ca 15-20 ganger større enn forsøksfisken. Konsentrasjonen av 2,3,7,8-TCDD ekv. ved forsøkets begynnelse lå nær det en tidligere har funnet i skrubbe fra Hvalerområdet og regnes av Monfelt og Lindeström (1989) som lavt.

Hovedkonklusjonene synes således å være:

(i) Sedimentet spiller underordnet direkte rolle for belastningsnivået i fisk jevnført med andre kilder (næring) for alle PCDF/D forbindelser utenom OCDF/OCDD.

(ii) Sedimentenes indirekte virkning gjennom forurensede byttedyr vil trolig i lang tid medføre høye konsentrasjoner i fisk som lever av dyr fra forurenset bunn.

Analyser av kontrollfisken ved forsøkets avslutning antyder en tilsynelatende svak økning i konsentrasjon iløpet av forsøket (Fig. 15). Økningen er imidlertid så marginal at den ligger innefor det som kan forklares ved tilfeldig variasjon i prøvematerialet eller i analysen.

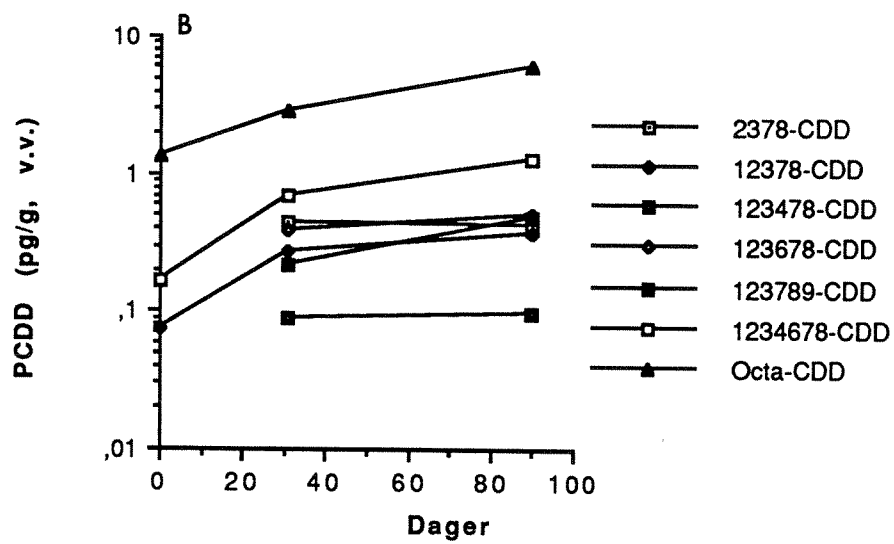
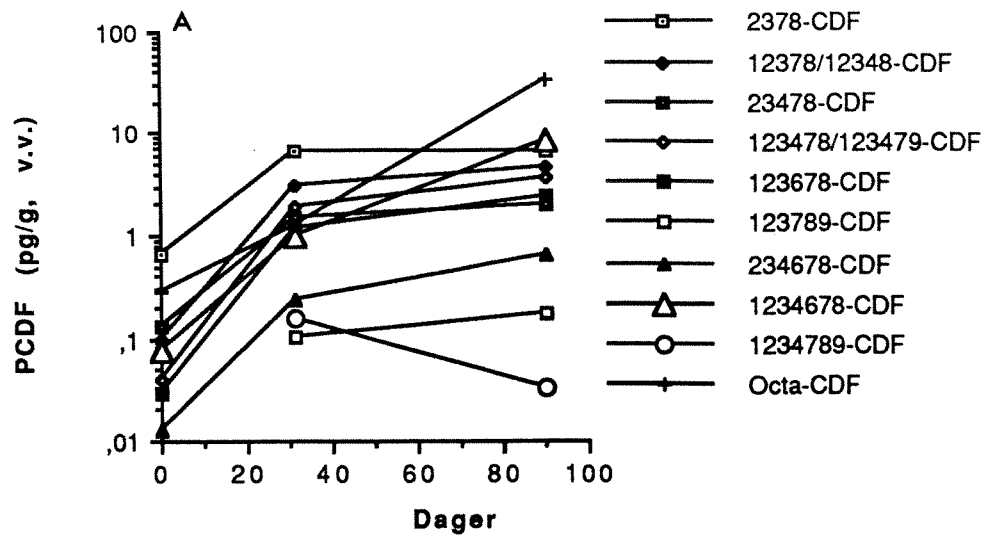


Fig.13. Opptak av ulike isomerer av klorerte dibenzofuraner (A) og dibenzodioksiner (B) i filet av skrubbe plassert på sediment fra Frierfjorden. Merk: for isomerer der verdier ved t=0 ikke er inntegnet lå konsentrasjonen under deteksjonsgrensen.

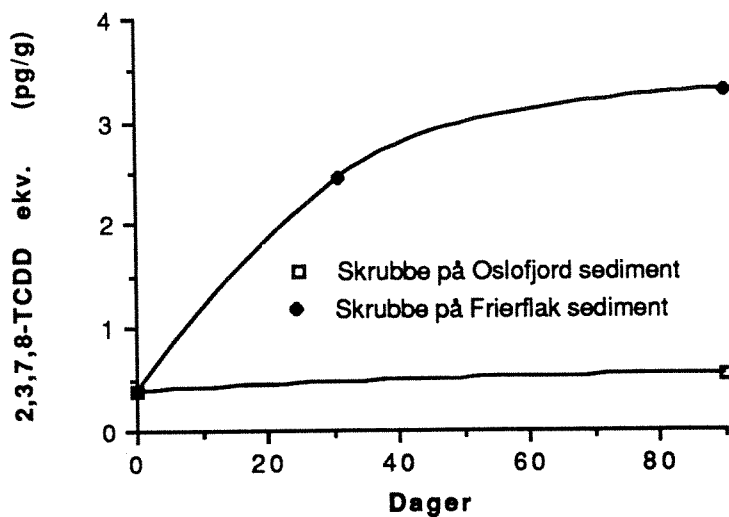


Fig.14. Opptak av dibenzo-p-dioksin og dibenzofuraner (2,3,7,8-TCDD, Nordisk standard, pg/g v.v.) i filet av skrubbe under opptaksforsøk.

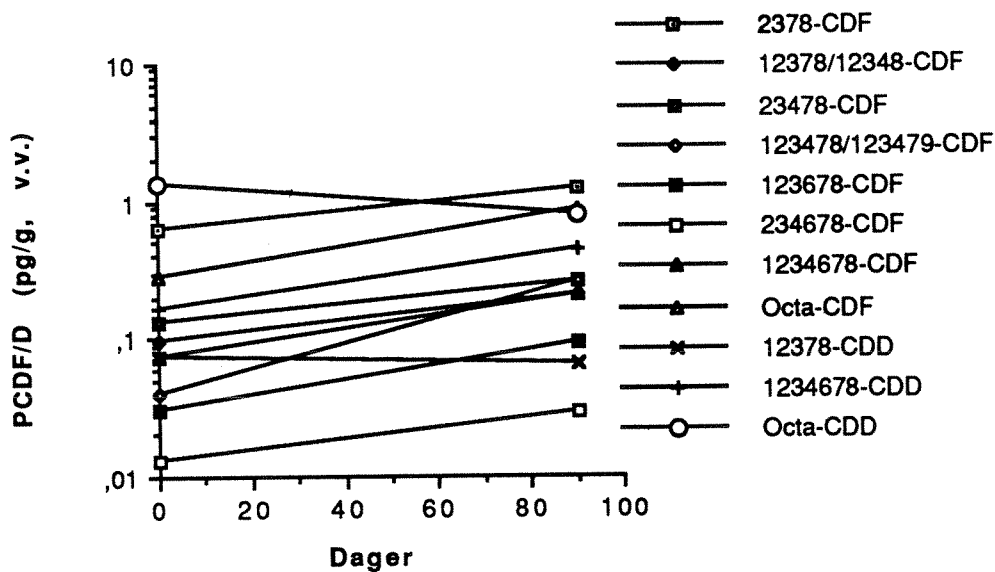


Fig.15. Opptak av ulike isomerer av polyklorerte dibenzofuraner og dibenzodioxiner i filet av skrubbe plassert på sediment fra Oslofjorden.

Det var ingen sammenheng mellom den relative mengden av de ulike PCDF/D isomerer i forsøks sedimentet og innholdet av de samme komponenter i kontrollfisken ved forsøkets start og avslutning (Fig. 16). Skrubbe innfanget fra Frierfjorden i 1987 viste heller ingen slik sammenheng (Fig. 18A). I fisken som var plassert på Frierfjordsediment kunne man imidlertid etter 3 måneders eksponering se antydningen av en slik sammenheng (fig. 17B). Også etter 1 måned (se Fig. 17A) ser en en viss endring i forhold til i kontrollfisken. Denne sammenhengen var imidlertid langt svakere enn det en fant i forsøkene med krabbe (Fig. 10). Dette bekefter en bedre gjenspeiling av belastningssamsetning i krabbene (Oehme et al., 1989).

Akvatiske organismer med unntak av krepsdyr akkumulerer hovedsakelig PCDF/D isomerer med klor i 2,3,7 og 8 posisjon (Rappe et al. 1987). I tråd med dette har Kuehl et al. 1987 vist at fisk (karpe) plassert på kontaminert sediment selektivt tar opp disse isomerer, krabbe derimot akkumulerer imidlertid også andre isomerer (Rappe et al. 1987). I skrubbene har alle de analyserte isomerer klor i 2,3,7,8 posisjon og en ser et klart opptak for alle disse komponenter. En ser imidlertid også at konsentrasjonsprofilen for de ulike isomerer i fisken etter en måned ikke er i samsvar med profilen i sedimentet.

Fordelingen og mengden av de ulike isomerer i en organisme besemmes av summen av opptak og eliminasjon. Opptaket bestemmes av (1) konsentrasjon miljøet (2) opptaksmekanismer og veier, dvs. direkte opptak via gjeller og hud, næringsopptak, diffusjon, selektivitet etc. Biokjemiske transformasjoner har stor betydning for nedbrytning/utskillelse av komponenter med usubstituerte vicinale posisjoner (ved siden av hverandre) (Sijm et al. 1989).

Forsøk der en har inhibert monooxygenase aktivitet (MFO-systemet) (Sijm et al. 1989) anyder at nedbrytning med påfølgende utskillelse av PCDD isomerer hos gullfisk er avhengig av at en har minst ett par usubstituerte vicinale posisjoner på molekylet. For isomerer som ikke har slike usubstituerte vicinale posisjoner kan en imidlertid også få noe redusert nedbrytning dersom en har usubstituerte laterale posisjoner. For 2,3,7,8-TCDD som hverken har usubstituerte laterale eller vicinale posisjoner hadde en sannsynligvis ingen biotransformasjoner. Dette kan indikere at fysisk-kjemisk eliminasjon (uforandret molekyl) er viktigste mekanisme(er) for å redusere konsentrasjonen av komponenter med 2,3,7,8 konfigurasjon i fisk. Kleeman et al. (1986) har imidlertid påvist nedbrytning av 2,3,7,8-TCDD hos regnbueørret.

En tentativ forklaring på at konsentrasjonen av OCDF, OCDD (og i noe

mindre grad 1234678-CDF) fortsatte å øke også etter 1 måneds eksponering er at utskillesen av disse isomerer er neglisjerbar i forhold til opptaksraten. Så lenge en ligger langt fra et antatt likevektsnivå/metningsnivå fås et vedvarende opptak, mens en for de øvrige komponenter har utskilleserater som allerede etter en måned nær balanserer opptaksraten. Ut fra en slik forklaring er det imidlertid bemerkelsesverdig at det i forsøksskrubbene kun er konsentrasjonen av OCDF og OCDD som er tilnærmet lik de verdier en finner i villskrubbe fra Frierfjorden. Dette tyder da nærmest på at sedimentene/porevannet spiller større rolle enn næringen for opptak av de fullklorerte stoffene.

Det relativt sett noe større opptaket av disse forbindelser utover 1 måneds eksponering kan også ha sammenheng med at disse forbindelser i forsøkoppsettet muligens har vært mindre tilgjengelige for fisken enten pga. lav konsentrasjon i vannet eller ved lav opptakseffektivitet over ulike biologiske membraner (Kuehl et al. 1987). Octa-CDF og Octa-CDD tilhører de minst løslige isomerer (Friesen et al., 1990).

Den relativt lave konsentrasjonen av de fleste PCDF/D isomerer i forsøksskrubbene sammenlignet med skrubbe fanget i Frierfjorden har sansynligvis en sammenheng med at inntak av disse forbindelser via næring har vært meget begrenset under forsøkene, idet fisken ikke ble føret i forsøkets første måned mens en hadde en begrenset foring med ikke-kontaminert for i siste del av forsøket.

Ut fra disse forsøk må en anta at for de fleste PCDF/D forbindelser med forbehold for OCDF/OCDD, så er inntaket via forurensede næringsdyr mer bestemmende for konsentrasjonen i fisken enn konsentrasjonen i sedimentet. Imidlertid vil konsentrasjonen av PCDF/D i de næringsdyr som skrubba spiser hovedsakelig bestå av organismer som lever i nær kontakt med sedimentet. Dette betyr at koblingen mellom sedimentkonsentrasjon og skrubbe i praksis sannsynligvis er meget tett. Konsentrasjoner som en ser i skrubbe i Frierfjorden idag vil da i stor grad vedvare inntil konsentrasjonen i sedimentet er redusert. Det samme må antas å gjelde andre fiskearter som også hovedsakelig ernærer seg av bunndyr som lever i forurenset sediment. Utsiktene til snarlige reduksjoner av PCDF/D konsentrasjonene i sediment i Grenlandsfjordene er begrenset (Koiieczny et al. 1991). Utlekkingen/mobiliseringen er sannsynliggjort å være beskjedent under normale omstendigheter (dvs. utenom store vannutskiftingsepisoder som representerer en usikkerhet). Reduksjonen i sedimentnivåene vil da vesentlig bero på mulig nedbrytning og overdekking/fortynning ved

sedimentering av renere partikler. Ut fra det sparsomme man vet om nedbrytning (se ref. i Konieczny et al., 1991) er det liten grunn til anta at dette er en faktor av særlig betydning. Hvor hurtig overdekking og "fortynning" av dioksinnivået ved sedimentasjon av renere partikler kan slå ut, gir ikke dagens kunnskaper noe grunnlag for å uttale seg sikkert om. Antas at opptak via næring spiller størst rolle, slik forsøksresultatene her tyder på, og en tilnærmet proporsjonalitet mellom konsentrasjonen i byttedyr og sediment/porevann synes det ikke usannsynlig med et 5-10 års perspektiv for å få vesentlig lavere konsentrasjoner i bunnfisk og krabbe.

Hos fisk er utskillelsesraten av ulike dioksinisomerer forskjellig og sannsynlig også avhengig av artenes størrelse etc. slik at halveringstiden kan variere fra dager til kanskje år. Eksempelvis var halveringstiden for 1,3,4,7-CDD i regnbueørrett ca. 1.6 dager ($k=0.19 \text{ d}^{-1}$) (Sijm et al. 1990) mens en i karpe ikke hadde synlig utskillelse av OCDF og OCDD etter 336 dager (Kuehl et al. 1987).

Utskilleleserater for ulike PCDF/D isomerer i skrubbe er ikke kjent men en kjenner en rekke literaturdata fra andre fiskeslag (Opperhuizen og Sijm, 1990). Fordi halveringstiden for de fleste PCDF/D forbindelser i fisk sannsynligvis er minst en størrelsesorden lavere enn halveringstiden for PCDF/D i sediment i reseipienten (kfr. Konieczny et al., 1991) vil utskillelse ikke være noen minimumsfaktor for når fisk fra Grenlandsfjordene fritt kan brukes til konsum. (Utskillelsesraten vil imidlertid være relevant i tilfeller der en fanger fisk for transplantasjon til rent vann/miljø. Eksempel på slik fangst har en i ålefisket i Østfold der en ganger villål som eksporteres levende til Danmark eller fores opp til salgbar størrelse i Norge).

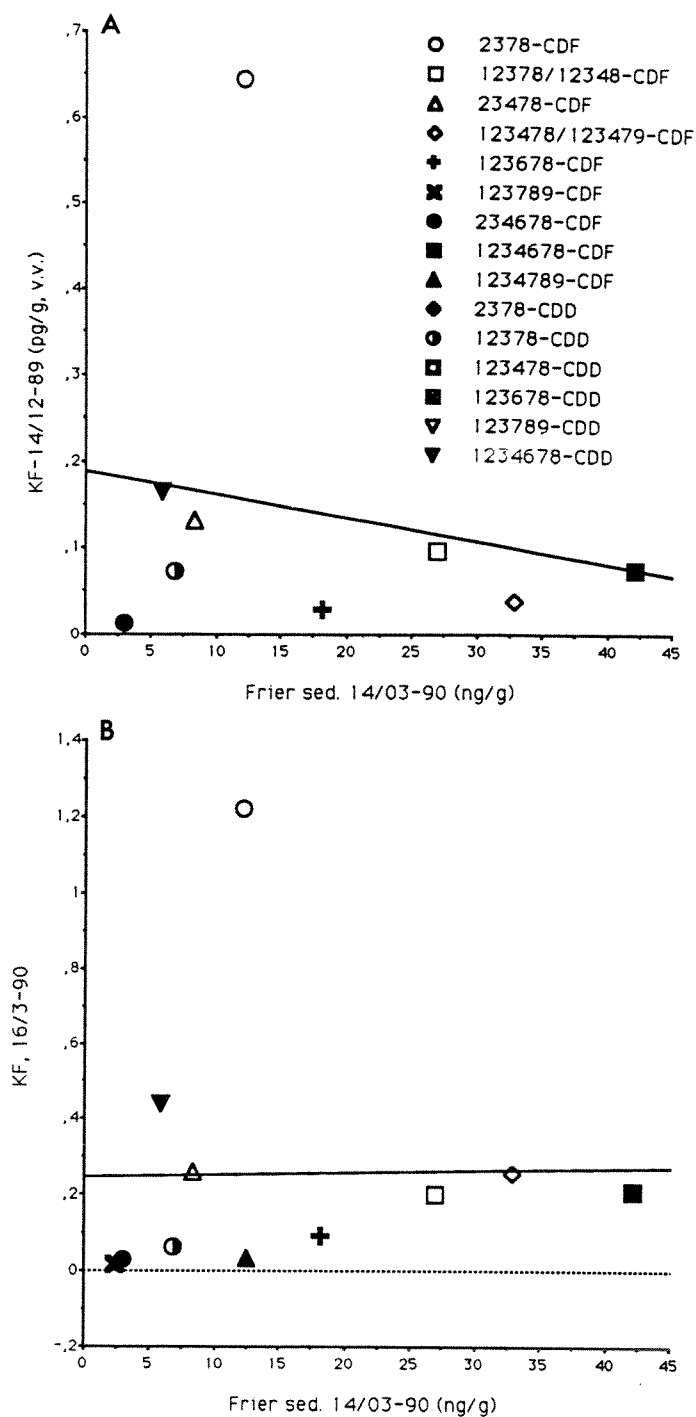


Fig.16. Konsentrasjonen av PCDF/D isomerer i kontrollskrubbe (KF) (pg/g, v.v.) ved forsøkets begynnelse 14/12-89 (A) og ved forsøkets avsluttning 16/3-90 (B) som funksjon av konsentrasjonen (ng/g) i forsøkssedimentet fra Frierflaket (Frier sed.). Okta-forindelsene er ikke inntegnet. Inntegnede regresjonslinjer:

A: $y=0.003x+0.188$, $r^2=0.035$

B: $y=0.001x+0.249$, $r^2=0.00038$

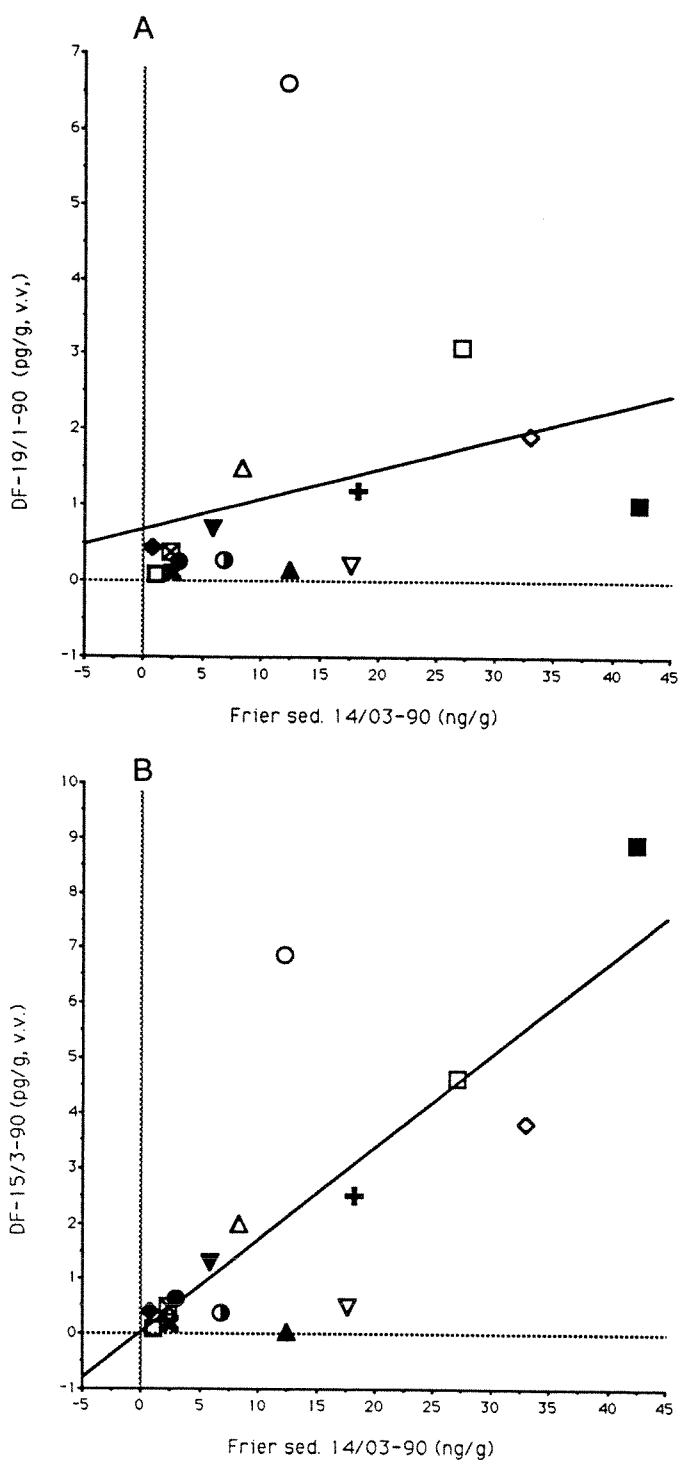


Fig.17. Konsentrasjonen av PCDF/D isomerer i skrubbe (pg/g, v.v.) etter en måneds eksponering (19/1-90) (A) og etter 3 måneders eksponering (15/03-90) (B) som funksjon av konsentrasjonen (ng/g) i forsøks sedimentet fra Frierflaket. Okta-forbindelsene er ikke inntegnet. For forklaring av symboler se Fig. 16. Inntegnede regresjonslinjer: A: $y=0.039x+0.69$, $r^2=0.083$, B: $y=0.167x+0.031$, $r^2=0.599$.

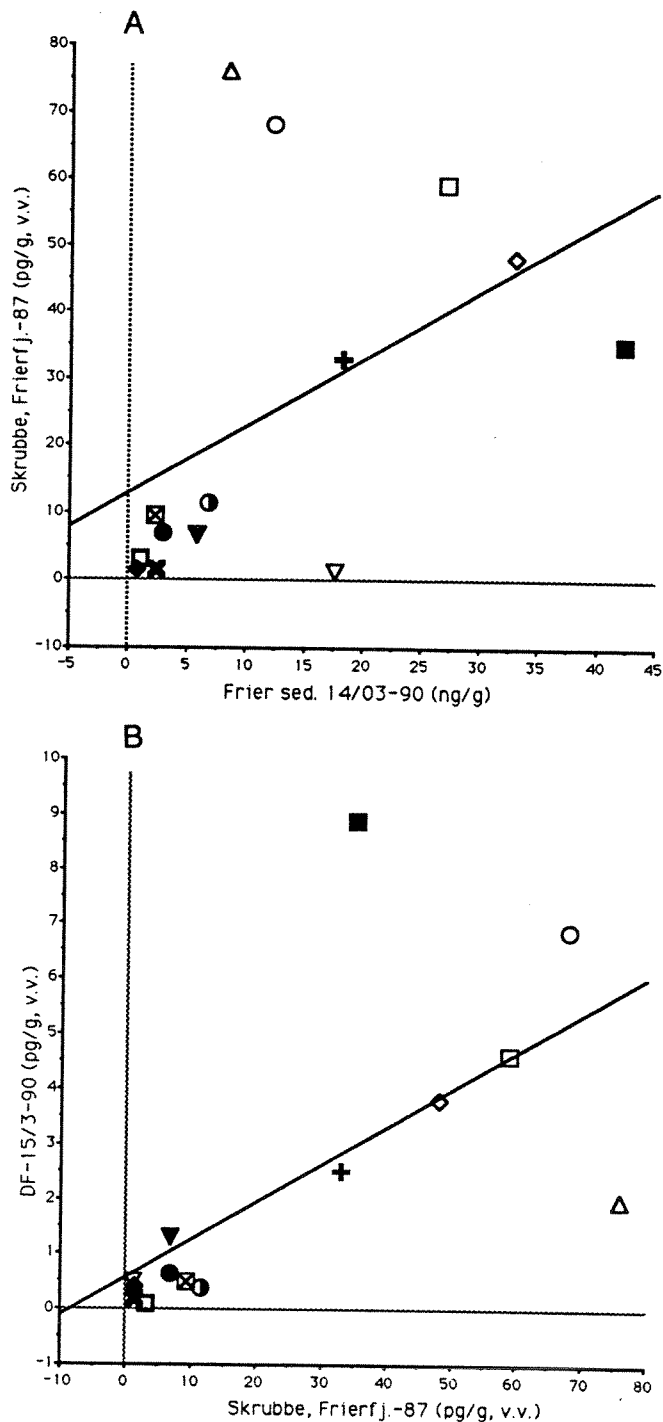


Fig.18. Konsentrasjonen av ulike PCDF/D isomerer i skrubbe fra Frierfjorden 1987 (pg/g, v.v.) som funksjon av konsentrasjonen (ng/g) i forsøks sedimentet fra Frierflaket (A) og konsentrasjonen i forsøksfisken ved forsøkets avsluttning som funksjon av konsentrasjonen funnet i villfisk fra Frierfjorden. Okta-forindelsene er ikke inntegnet. For forklaring av symboler se Fig. 16. Inntegnede regresjonslinjer: A: $y = 1.007x + 12.79$, $r^2 = 0.237$ B: $y = 0.068x + 0.577$, $r^2 = 0.448$.

4.2.2 Andre klororganiske forbindelser

Opptaket av HCB, OCS, PCB, p,p-DDE ses i figurene 19-20. I løpet av forsøkets første måned hadde et begrenset opptak eller ikke noe opptak overhodet. For tre av komponentene (OCS, PCB-28, PCB-52 lå imidlertid konsentrasjonen under deteksjonsgrensen ved forsøkets start (rådata ses i vedlegg 7), slik at økningen i løpet av forsøkets første måned ikke kunne fastslås.

Konsentrasjonen av 5-CB og 10-CB lå under deteksjonsgrensen for alle de analyserte filetpøver av skrubbe (rådatatabell 5).

Med unntak for PCB-18 var opptaksforløpet relativt likt for de ulike komponenter, men vesentlig forskjellig fra det en fant for PCDF/D der opptaket var størst i løpet av forsøkets første fase. Konsentrasjonsforskjellen mellom kontrollsedimentet og forsøkssedimentet fra Frierflaket var relativt beskjeden for PCB, og p,p-DDE sammenlignet med de øvrige klororganiske forbindelser (OCS, HCB) (se Fig. 5 for sedimentdata). Tilsvarende forskjell kunne imidlertid ikke spores i opptaket av PCB/DDE jevnført med HCB/OCS. Den relative økningen fra start til slutt var like stor for PCB/DDE som for HCB/OCS (Fig. 19).

Konsentrasjonen av HCB og OCS ved forsøkets avslutning var 2-3 størrelsesordner lavere (1/159, 1/534) enn det en tidligere har funnet i skrubbe innfanget fra Gunnekleivfjorden (Berge og Knutzen, 1989), ca. 1/30 del av de laveste konsentrasjoner funnet i Frierfjorden i perioden 76-81 (Bjerknes et al., 1991) men ca 7-16 ganger høyere enn i ytre del av Kristiansandsfjorden i 1990 (cf. Knutzen et al. 1991, område F). Også for p,p-DDE og PCB var konsentrasjone i forsøksfiske klart høyere enn i ytre del av Kristiansandsfjorden, mens en for disse forbindelser ikke har tilgjengelige data fra Frierfjorden. Konsentrasjonen av HCB og PCB i fisken ved forsøkets start var imidlertid over et forventet bakgrunnsnivå. Dette kan skyldes at fisken er tatt inn fra Hvalerområdet der det tidligere for de indre områder har vært påvist overkonsentrasjoner av HCB og PCB i fisk (Knutzen, 1984) dette kan muligens også ha hatt betydning for det relativt lave opptaket av i startfasen sammenlignet med PCDF/D. Tiltross for dette ble det imidlertid påvist et klart opptak av disse forbindelser (Fig.19, 20).

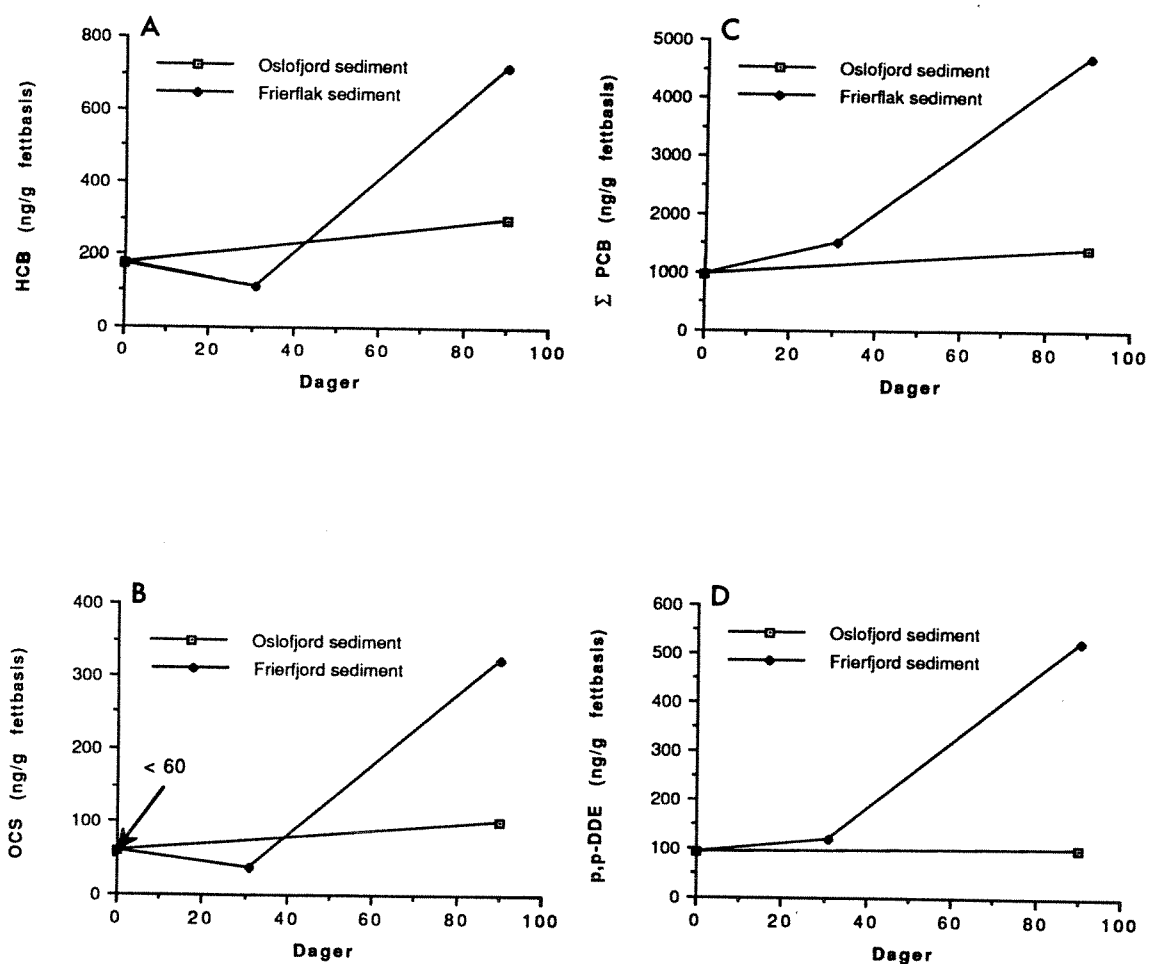


Fig.19. Opptak av (A) heksaklorbenzen (HCB) , (B) oktaklorstyren (OCS) (C) Σ PCB⁷ (Σ PCB-28,52,101,118,153,138,180) og (D) p,p-DDE i filet av skrubbe. OBS: Konsentrasjoner på fettbasis, fettinnhold ses i tabell 2.

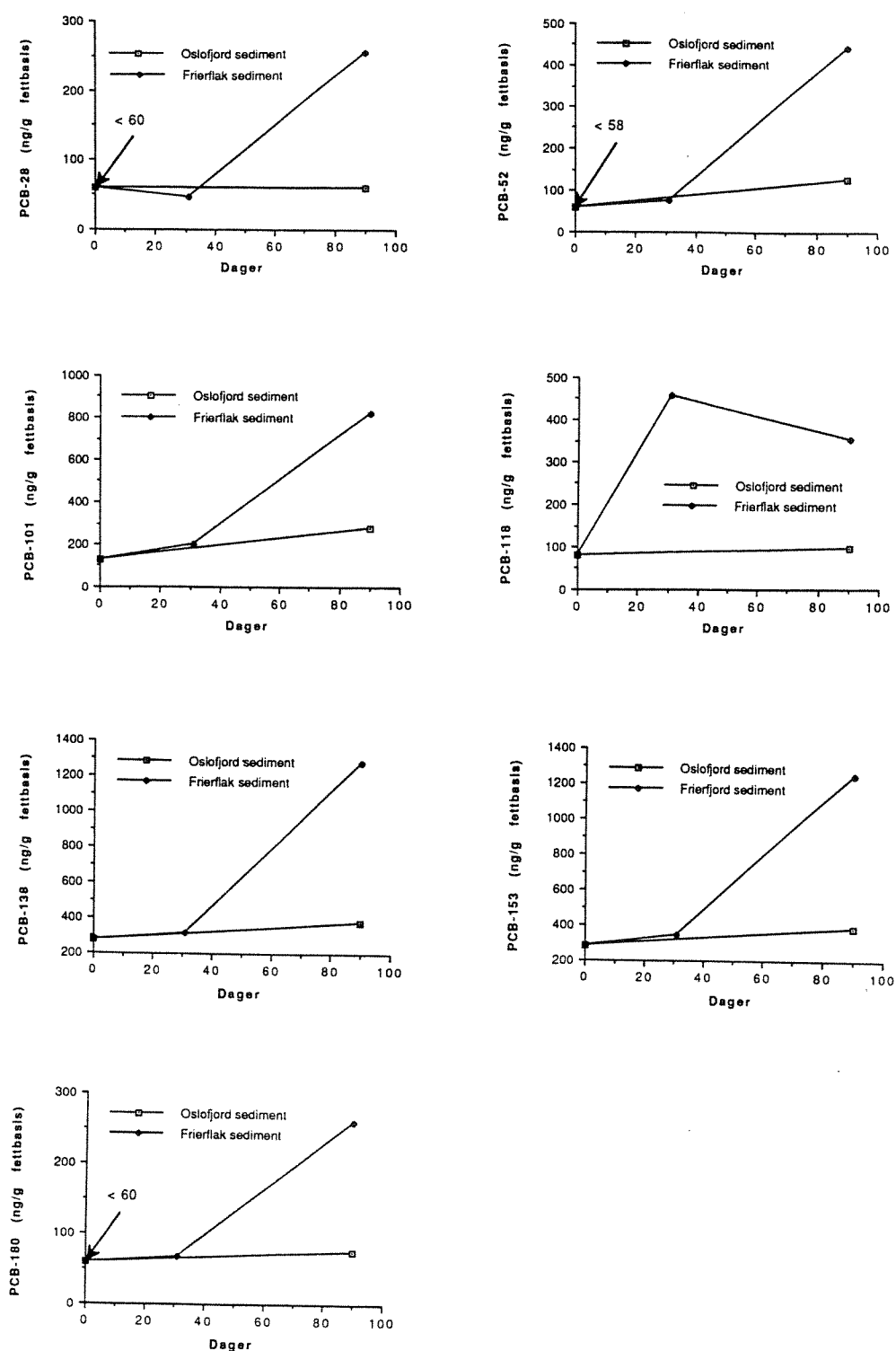


Fig.20. Konsentrasjonen (fettbasis) av 7 PCB forbindelser (PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153, PCB-180) i filet av skrubbe. Merk at konsentrasjonen av PCB-28 og PCB-52 lå under deteksjonsgrensen ved eksponeringstidtid=0.

4.2.3 Kvikksølv

Konsentrasjonen av kvikksølv i filet av skrubbe endret seg svært lite iløpet av forsøksperioden (Tabell 12). Dette kan ha sammenheng med (1) den noe høye utgangskonsentrasjonen i forsøksfisken (tilsvarte et antatt høyt bakgrunnsnivå for diffust belastede områder, cf. Knutzen og Skei, 1990) og (2) og det forhold at omsetningen av kvikksølv i filet av skrubbe er en meget sen prosess (Riisgård og Famme, 1988, Riisgård og Hansen, 1990). For rødspett refererer Niimi (1987) til halveringstider for metallisk kvikksølv og metyl kvikksølv på henholdsvis 135 og 275 dager.

Konsentrasjonen av kvikksølv i forsøksfisken var i samme nivå som en tidligere har funnet i flatfisk fra Frierfjorden (0.45 - 1.7 µg/g t.v, omregnet fra Bøe 1979, 1980, 1981 og 1982) slik at en i eksponert fisk (DF) derfor ikke skulle forvente noe ytterligere opptak. Dette kan ha forårsaket en tilsynelatende likevekt mellom konsentrasjonen i fisken (ca. 94% metylkvikksølv, cf. Riisgård og Famme 1988) og mengde tilgjengelig kvikksølv i sedimentet ved de rådende eksperimentelle betingelser.

Det ble heller ikke detektert noen nedgang i konsentrasjonen i kontrollfisken iløpet av forsøkets første måned. Dette er i samsvar med danske undersøkelser som viser at konsentrasjonen av kvikksølv i filet av skrubbe fra et forurenset område ikke endret seg vesentlig iløpet av 171 dager etter omplassering til rent vann (Riisgård og Famme, 1988). Dette er en funksjon av den sene omsetningen av kvikksølv i filet av skrubbe. Opptak av kvikksølv i skrubbe som blir foret med kontaminert for er imidlertid en raskere prosess (se Riisgård og Hansen, 1990).

I resepsientssammenheng må en derfor sannsynligvis forvente at skrubbe som hovedsakelig ernærer seg av sedimentlevende organismer, vil forbli noe kvikksølvpåvirket sålenge byttedyrene inneholder overkonsentrasjoner av kvikksølv. Innholdet av kvikksølv (metallisk, metylkvikksølv) i potensielle byttedyr for skrubbe i Grenlandsfjordene er ikke kjent. En kjenner heller ikke til sammenhengen mellom sedimentkonsentrasjon og konsentrasjonen i ulike byttedyr. Et nivå på ca. 0.1 µg/g friskvekt (tabell 12) er imidlertid godt under faregrensen for konsum og spiller praktisk sett liten rolle.

Tabell 12. Konsentrasjonen av total mengde kvikksølv ($\mu\text{g/g}$ t.v. og $\mu\text{g/g}$ v.v.), % tørrstoff (% TS) og % fett i filet av skrubbe under opptaksforsøk.

| | Start 14/12-89 | DF 19/01-90 | KF 18/01-90 | DF 15/03-90 | KF 16/03-90 |
|----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Hg (t.v) | 0.40 | 0.42 | 0.52 | 0.54 | PØ |
| Hg (v.v) | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | PØ |
| %TS | 20.4 | 21.6 | 20.6 | 16.4 | PØ |
| % Fett | 0.9 | 1.5 | 1.0 | 0.7 | PØ |

PØ=Prøve ødelagt

4.3 Opptak/utskillelse i blåskjell

4.3.1 Opptak/utskillelse av PCDF/PCDD

Konsentrasjonen av de enkelte PCDF/D isomerer samt 2,3,7,8 TCDD ekv. i blåskjell i opptaksperioden (0-99 dager) og under utskillesesperioden (99-187 dager) ses i fig. 21-23. Rådata ses i vedlegg 8 og 9.

Målt som 2,3,7,8 TCDD ekv. økte konsentrasjonen fra noe over bakgrunnskonsentrasjon i upåvirket område (ca. 0.3 pg/g, cf. Knutzen og Skei, 1990) til 125 pg/g v.v. etter 3 måneders eksponering for deretter å avta til 24 pg/g etter ytterligere 3 måneder uten eksponering (Fig.21).

I opptaksperioden kunne en se ulike opptaksmønstre. Lineært opptak var typisk for de "Hydrospesifikke" komponentene (Fig. 23 B), dessuten 2378-CDF (Fig. 22B), 23478-CDF (Fig. 22B), 2378-CDD (Fig. 23A) og Σ 2,3,7,8-TCDD ekv. (Fig. 21) mens et betydelig opptak i startfasen med en avflating mot siste del av opptaksperioden var typisk for HxCDF og HpCDF (Fig. 22A og B). 123478/123479-CDF (Fig. 22B), 1234678-CDD og 123789-CDD (Fig. 23A). For enkelte av komponentene var det klart lavere konsentrasjoner etter en måned enn etter 15 dager (OCDD, OCDF, 1234678-CDF) uten at det kan gis noen forklaring på dette.

For alle komponenter med unntak av OCDD syntes konsentrasjonsøkningen under opptaksfasen større enn konsentrasjonsnedgangen under utskillesesfasen. Eksempelvis økte konsentrasjonen av 2378-CDF 73 ganger iløpet av opptaksfasen, men ble bare redusert med en faktor på ca. 3 under utskillelsen. Tilsvarende økte konsentrasjonen av Octa-CDF 724 ganger iløpet av opptaksfasen, men bare ble redusert med en faktor på 12 under utskillelsen. Også OCDD viste imidlertid langsom nedgang i siste del av utskillesesfasen.

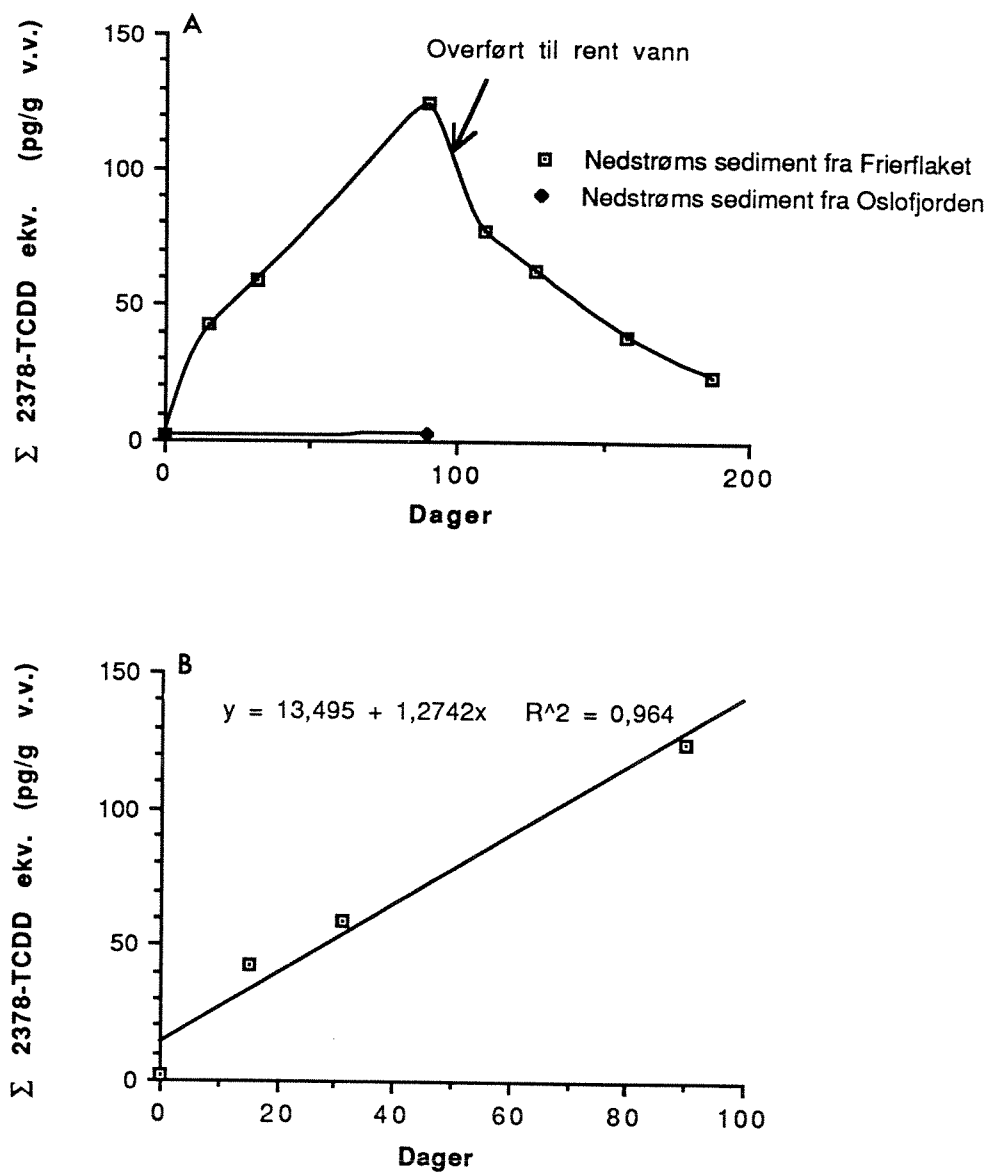


Fig.21. A. Konsentrasjonen av dibenzo-p-dioksin og dibenzofuraner (Σ 2,3,7,8-TCDD ekv., Nordisk modell, pg/g v.v.) i blåskjell under opptak/utskillelse. B. Konsentrasjonen av Σ 2,3,7,8-TCDD ekv., Nordisk modell, pg/g v.v. i opptaksfasen med inntegnet lineær-regresjons linje.

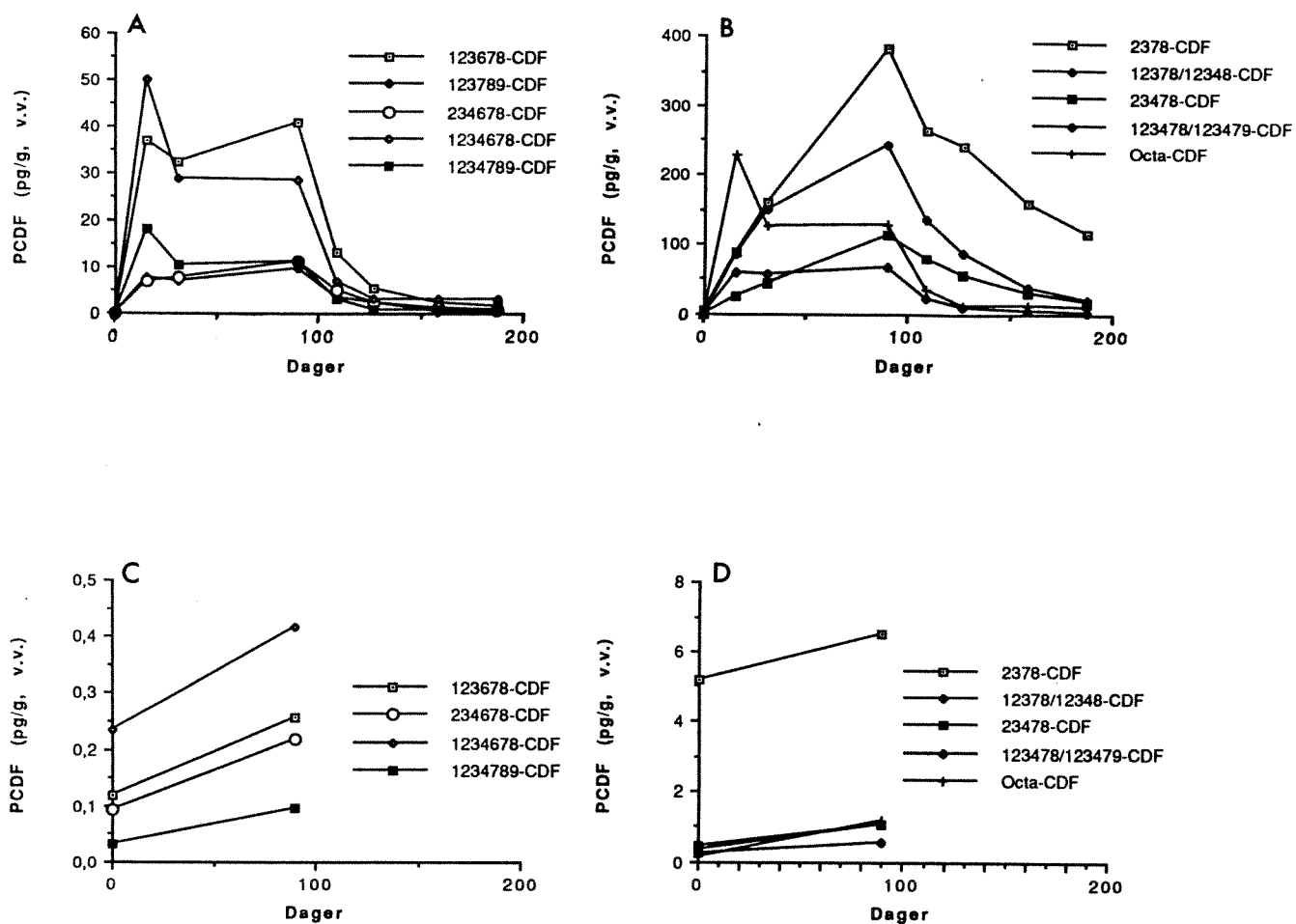


Fig.22. Konsentrasjonen av PCDF i blåskjell under optak/utskillelse.
 A og B: Nedstrøms sediment fra Frierflaket.
 C og D: Nedstrøms sediment fra Oslofjorden.

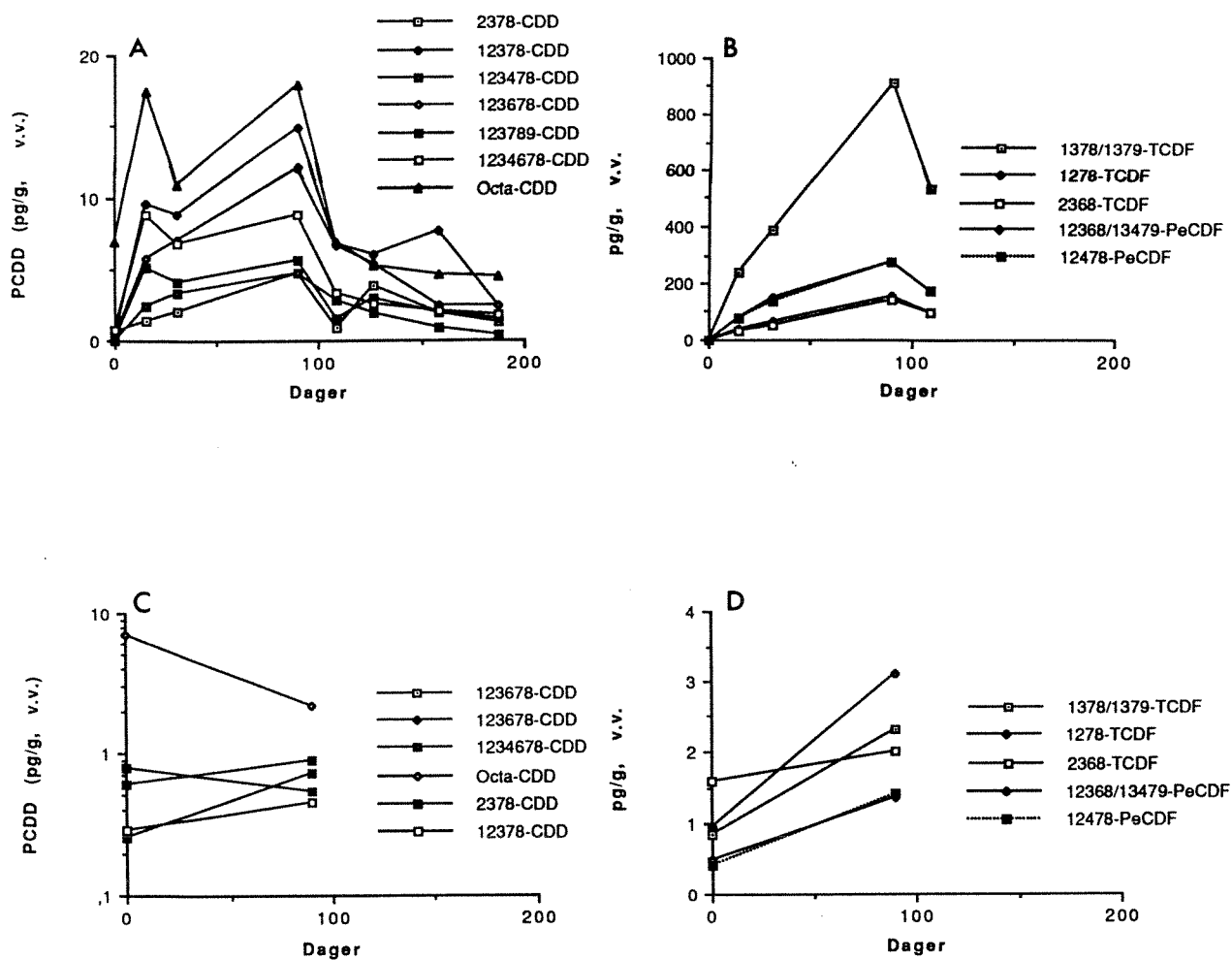


Fig.23. Konsentrasjonen av PCDD/F i blåskjell under optak/utskillelse.

A og B: Nedstrøms sediment fra Frierflaket.

C og D: Nedstrøms sediment fra Oslofjorden.

For flere fremmedstoffer følger utskillelse fra en organisme et bestemt forløp. En enkel matematiske modell som er benyttet for å beskrive utskillelse er en førsteordens reaksjon (cf. Barron et al. 1990) der utskillelsen kun er avhengig av utgangskonsentrasjonen. En slik førsteordens reaksjon har et eksponentielt forløp av typen:

$$C_t = C_0 \times 10^{-kt} \quad (1)$$

eller alternativt

$$C_t = C_0 \times e^{-kt} \quad (2)$$

Der C_t er konsentrasjonen ved tiden t etter overføring til rent vann og C_0 = konsentrasjonen i organismen ved utskillelsesfasens begynnelse og k er tidskonstanten. Den tiden det tar for at konsentrasjonen i organismen skal halveres ($t_{0.5}$) kan beregnes ut ifra formelen

$$t_{0.5} = \log_2 k^{-1} \quad \text{dersom (1) benyttes}$$

For å teste tilpassningen til overstående modell under utskillelsesfasen ble det utført regresjonsanalyse (eksponentiell) for Σ 2,3,7,8 TCDD ekv. (Fig. 24) og alle de analyserte isomerer (se vedlegg 10). På grunnlag av de beregnede k verdiene ble halveringstiden for hver enkelt isomer beregnet (Tabell 13).

For alle isomerene var det en god tilpassning til en eksponentiell modell. For tetra, penta og heksaforbindelsene kunne hele utskillelsesforløpet beskrives ved en eksponentiell ligning (se vedlegg 10). Halveringstiden for disse forbindelser lå i området 18-58 dager (tabell 13). Mens en for hepta- og octaforbindelsene fikk en bedre beskrivelse dersom en delte i to faser. Dette kan tyde på en mer sammensatt utskillelesmekanisme for disse forbindelser.

En kan en dele opp utskillelsen av disse forbindelser i to faser (Vedlegg 10) der den første (varighet ca 40 dager) er rask ($T_{0.5}$ = 11-21 dager) fulgt av en meget langsommere fase med halveringstider i området 100-270 dager (et unntak var 1234678-CDF med et utflaatingsnivå ca. en størrelsesorden høyere enn konsentrasjonen ved start.

Tabell 13. Tidskonstant (k) og halveringstid ($T_{0.5}$) for ulike klororganiske forbindelser i utskillelsesfasen. $T_{0.5}$ har benevningen dager dersom ikke annet er oppgitt.

| Isomer | -k | $T_{0.5}$ | Isomer | -k | $T_{0.5}$ |
|--------------------------|----------|-----------|--------------------------|--------|-----------|
| <u>Furaner</u> | | | <u>Dioksiner</u> | | |
| 2378-CDF | 0.0052 | 58 | 2378-CDD | 0.0061 | 49 |
| 12378/12348-CDF | 0.0126 | 24 | 12378-CDD | 0.0061 | 50 |
| 23478-CDF | 0.0083 | 36 | 123478-CDD | 0.0105 | 29 |
| 123478/123479-CDF | 0.0126 | 24 | 123678-CDD | 0.0075 | 40 |
| 123678-CDF | 0.0138 | 22 | 123789-CDD | 0.0057 | 52 |
| 123789-CDF | 0.1651 | 18 | 1234678-CDD ¹ | 0.0061 | 49 |
| 234678-CDF | 0.0119 | 25 | 1234678-CDD ² | 0.0148 | 20 |
| 1234678-CDF ¹ | 0.0084 | 36 | 1234678-CDD ³ | 0.0024 | 124 |
| 1234678-CDF ² | 0.0084 | 11 | Octa-CDD ¹ | 0.0053 | 57 |
| 1234678-CDF ³ | 0.000004 | 206 år | Octa-CDD ² | 0.0145 | 21 |
| 1234789-CDF ¹ | 0.0123 | 25 | Octa-CDD ³ | 0.0012 | 242 |
| 1234789-CDF ² | 0.0296 | 10 | | | |
| 1234789-CDF ³ | 0.0030 | 100 | 2378-TCDD ekv. | 0.0070 | 43 |
| Octa-CDF ¹ | 0.0101 | 30 | | | |
| Octa-CDF ² | 0.0272 | 11 | | | |
| Octa-CDF ³ | 0.0011 | 270 | | | |
| <u>Andre</u> | | | | | |
| HCB | 0.0121 | 25 | | | |
| OCS | 0.0090 | 33 | | | |
| 10-CB | 0.0099 | 30 | | | |
| 5-CB | 0.0053 | 57 | | | |

¹ Hele utskillelsesperioden

² Første del av utskillelsesperioden

³ Siste del av utskillelsesperioden

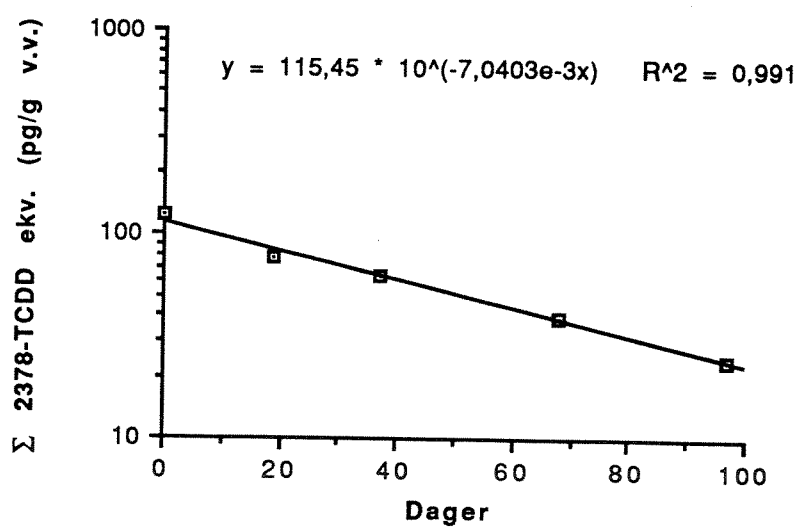


Fig.24. Konsentrasjonen av Σ 2,3,7,8-TCDD ekv. under opptak (A) og utskillelsesfasen (B). Regresjonslinje (eksponentiell modell) er innlagt. Merk: $y=a * 10^{(-5e-3x)}$ leses $y=a10^{-0.005x}$.

Det var ikke noen tydelig lineær sammenheng mellom komponentprofilen i blåskjellene og i sedimentet (Fig.25) mens det var en klart bedre sammenheng mellom konsentrasjonen i Frierfjordsediment (forsøks sedimentet) og blåskjell innfanget fra Croftholmen (Knutzen og Oehme 1988) (Fig. 26).

Det var heller ikke mulig å knytte forskjellene mht. hastighet i opptak/utskillelse til løslighet av de enkelte isomerer.

Tatt i betraktning den massive partikkelbelastning som blåskjellene har vært utsatt for i forsøkene, og som også har gitt opphav til høye konsentrasjoner av PCDF/D er det bemerkelsesverdig at det ikke er noen overenstemmelse mellom komponentprofilen i sedimentet og i blåskjellene. Fra feltsituasjoner i Grenlandsfjordene har en tidligere antydnet en slik sammenheng (Oehme et al. 1989, se også resultater fra feltforsøkene i denne rapport).

Ved innsamling av blåskjellene for analyse fikk de anledning til å gå ca. et døgn i rent vann for å kvitte seg med pseudofaeces og annet partikulært materiale som kunne forstyrre analysene. Ut i fra de beregnede halveringstider (Tabell 13) skulle et slikt opphold ikke påvirke isomerprofilen i blåskjellene. Dersom en imidlertid ikke på denne måten lar blåskjellene "gå seg rene" kan det tenkes at partikulært materiale i skjellene kan komme til å dominere isomerprofilen slik at en får en tilsynelatende sammenheng mellom isomermønstret i skjell og sediment. I undersøkelsene til Oehme et al. 1989 og i feltforsøkne (se avsnitt) fikk blåskjellene ikke anledning til å "gå seg rene" det er derfor mulig at dette kan forklare at en i disse undersøkelser finner en klar sammenheng mellom PCDF/D profilen i skjellene og i sedimentet mens en i opptaksforsøkene ikke finner noen slik sammenheng. En alternativ hypotese er at at blåskjellenes direkte opptak fra sedimentrelaterte partikler er isomerselektivt og anderledes enn ved opptak via alger etc..

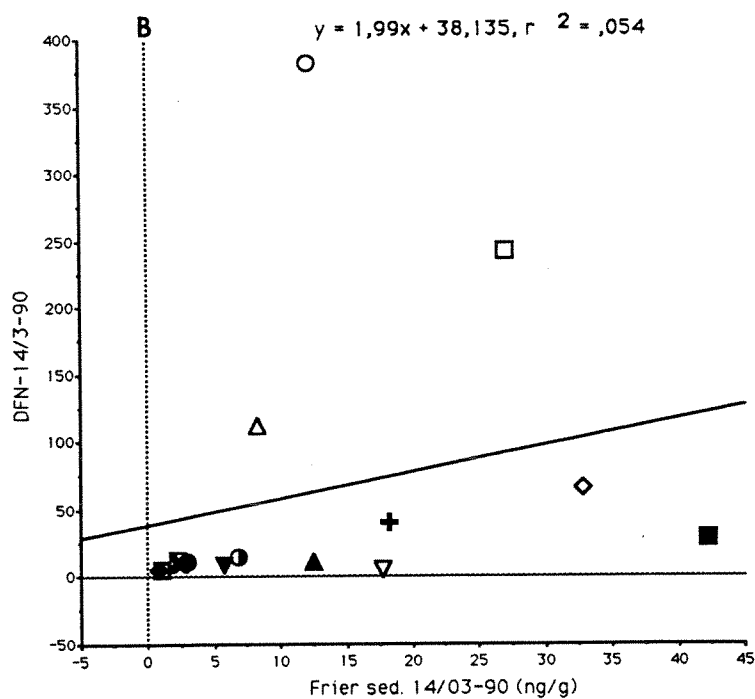
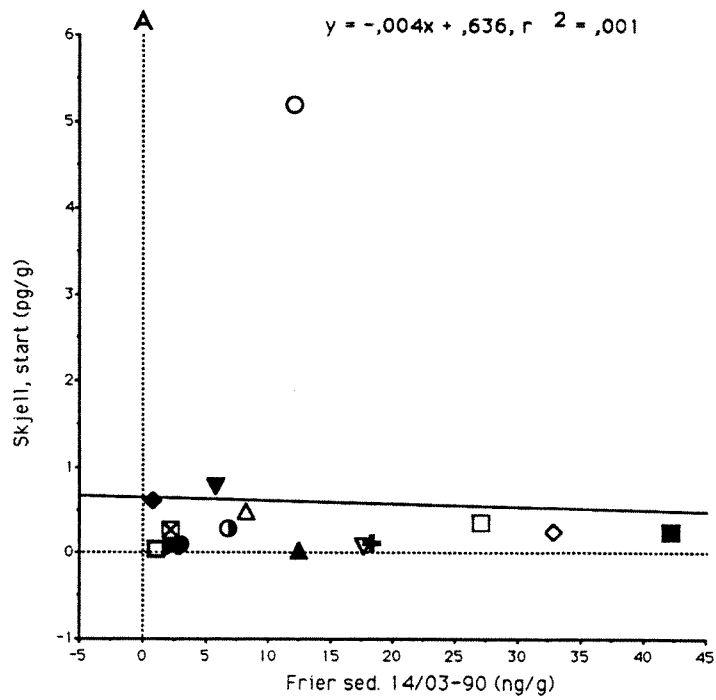


Fig.25. Konsentrasjonen av de enkelte isomerer i blåskjell (pg/g, v.v.) ved (A) forsøkets begynnelse og (B) etter 3 måneder som funksjon av konsentrasjonen i forsøkssedimentet (ng/g). Merk at octaforbindelsene ikke er med i figuren. Symbolforklaring ses i Fig. 16.

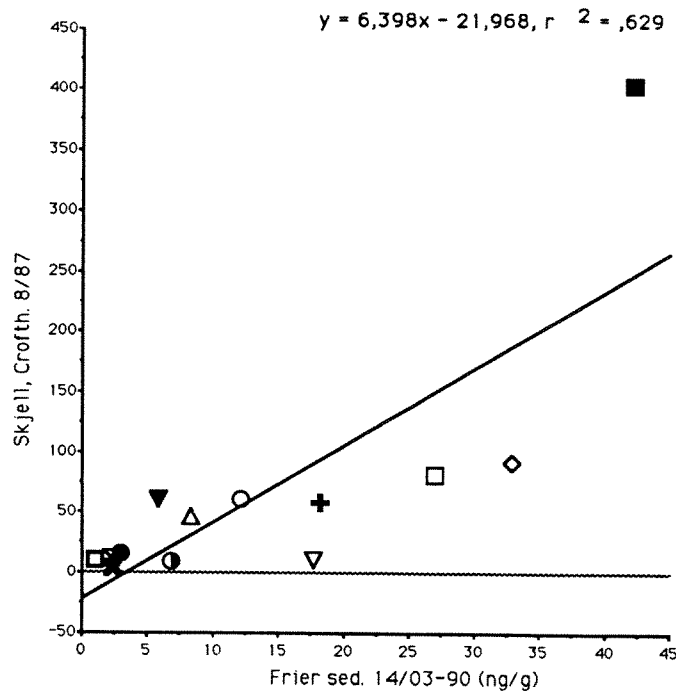


Fig.26. Konsentrasjonen av de enkelte isomerer i blåskjell (pg/g, v.v.) fra Croftholmen (Data fra Knutzen og Oehme, 1988) som funksjon av konsentrasjonen i forsøkssedimentet (Innsamlet fra Frierflaket). Merk at octa-forbindelsene ikke er med i figuren. Symbolforklaring ses i Fig. 16.

4.3.2 Opptak/utskillelse av andre klororganiske forbindelser

Opptak og utskillelse av heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), og pentaklorsykloheksan (5-CB) og dekalorbifenyl (10-CB=PCB-209) ses i figurene 27. Opptak og utskillelse av HCB, OCS og 5-CB hadde grovt sett samme forløp. Opptaket var hurtig i begynnelsen, mens kun et beskjedent opptak eller en reduksjon (HCB, 5-CB) ble observert i de to siste måneder før overføringen til rent vann. Ved overføring til rent vann varierte halveringstiden i blåskjellene fra 25 dager for HCB til 57 dager for 5-CB (se tabell 13). I blåskjellene var det en positiv og innbyrdes god korrelasjon mellom konsentrasjonen av HCB, OCS, 5-CB og 10 -CB (Fig. 28). Konsentrasjonen av disse stoffer korrelerte imidlertid langt dårligere med mengden PCDF/D (nordisk modell) i skjellene (se Fig. 29). Av de fire korrelerte OCS best med konsentrasjonen av PCDF/D. Dette betyr at konsentrasjonen av disse komponenter i blåskjell ikke synes videre egnet som indikasjon på forandringer i blåskjellenes dioksininnhold.

De maksimal konsentrasjoner av HCB, 5-CB og 10-CB som ble funnet i opptaksforsøkene (Fig. 27) var klart mindre enn tilsvarende konsentrasjoner i blåskjell innsamlet fra sediment på Risøyodden (se fig.41). Dette kan tyde på at suspendert forurenset sediment alene ikke gir det viktigste bidraget til nivået av disse komponenter i blåskjell. For OCS var imidlertid maksimal konsentrasjonen i

opptaksforsøkene ($0.46 \mu\text{g}/\text{kg v.v.}$) tilnærmet det samme som i blåskjell fra Risøyodden ($0.5\text{--}1.3 \mu\text{g}/\text{kg v.v.}$). Beregnede halveringstider for HCB, OCS, 5-CB og 10-CB ses i tabell 13. Halveringstidene for disse forbindelser var av samme størrelsesorden som for flertallet av de ulike PCDF/D isomerer.

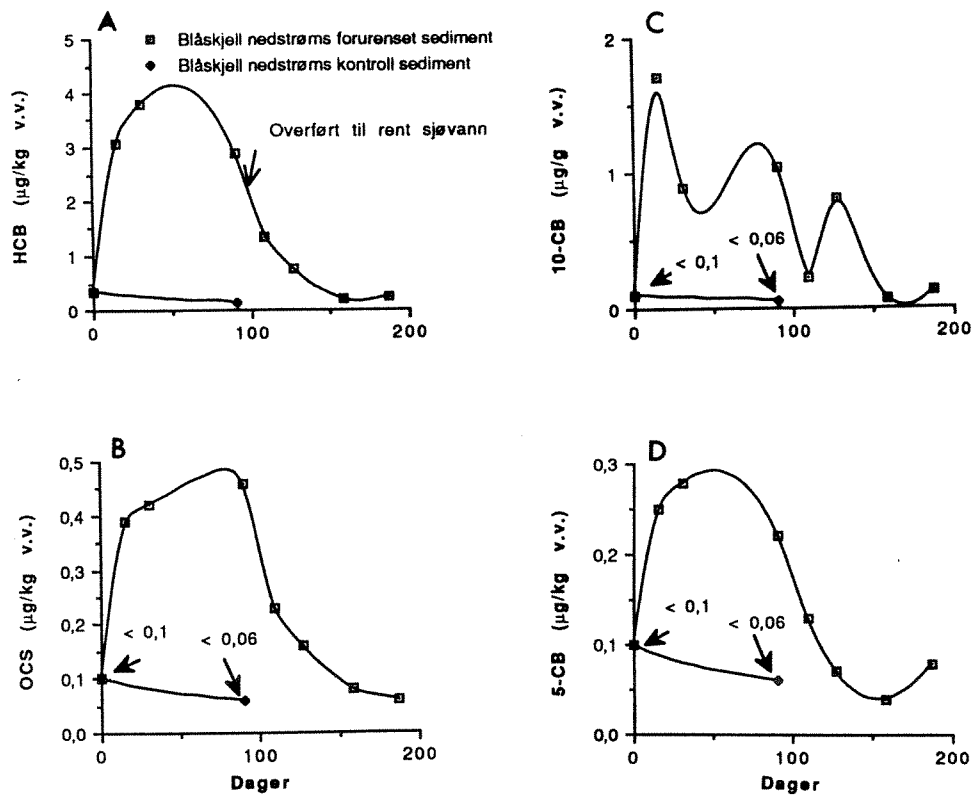


Fig.27. Konsentrasjonen av (A) heksaklorbenzen (HCB), (B) oktaklorstyren (OCS), (C) dekalorobifenyl (10-CB=PCB-209), og (D) pentaklorsykloheksan i blåskjell under opptaks/ utskillelses-forsøk.

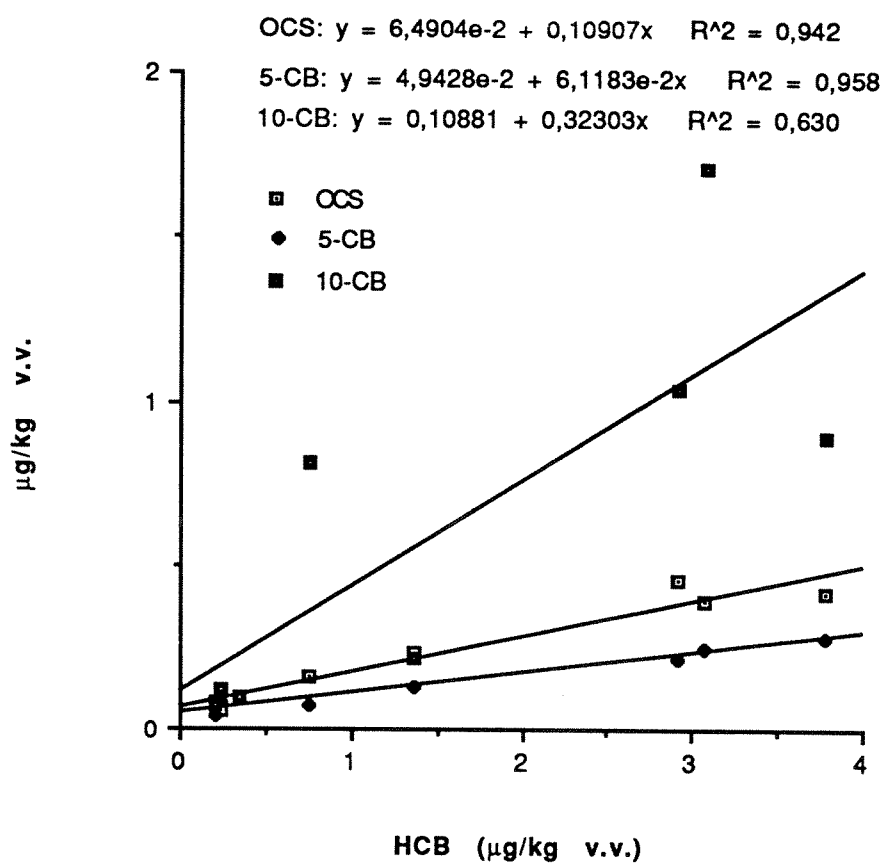


Fig. 28. Konsentrasjonen av OCS, 5-CB og 10-CB som funksjon av konsentrasjonen av HCB under opptaks/utskillelser forsøkene.

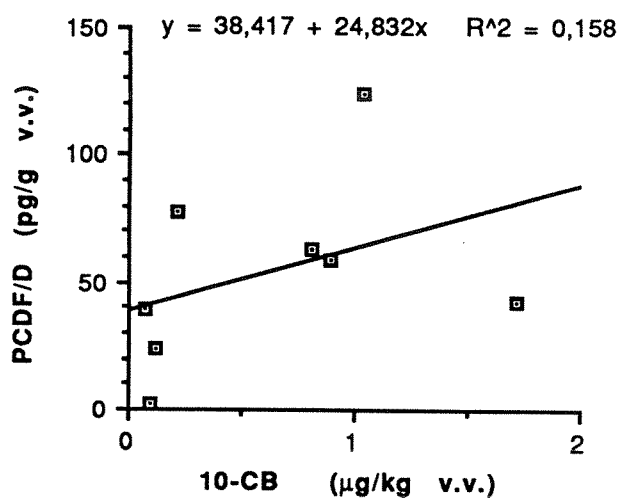
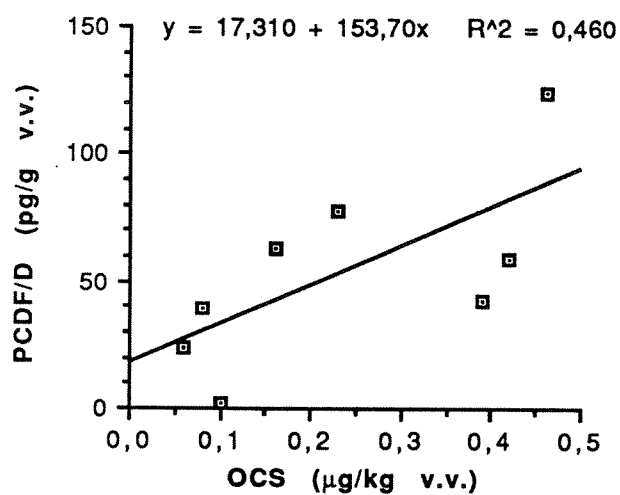
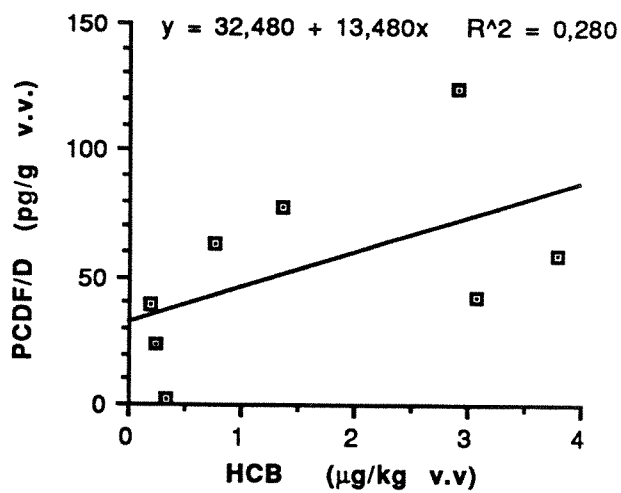
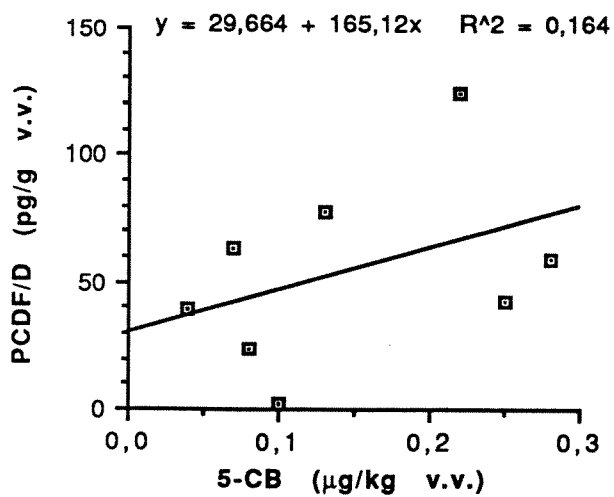


Fig.29. Konsentrasjonen av PCDF/D (Σ 2,3,7,8-TCDD ekv.) i blåskjell som funksjon av konsentrasjonen av 5-CB, HCB, OCS og 10-CB.

4.4 Feltobservasjoner

4.4.1 Blåskjell

Bakgrunnen for disse feltobservasjonene var å teste hypotesen om at blåskjell på sediment er mer eksponert overfor forurensningsstoffer enn blåskjell som er fastsittende på fjell. Tankegangen var at blåskjellene på sedimentet pga. resuspensjon fra dette har større tilgang på partikkelbundne forurensningsstoffer enn de som lever på fjell.

Analyser av blåskjellene fra Risøyodden viser imidlertid at for alle de analyserte klororganiske forbindelser med unntak av PCB så var konsentrasjonen størst i de skjellene som lever fjernt fra sedimente og minst på de blåskjellene som lever på sedimentet (Fig. 30-31) (rådata ses i vedlegg 9 og 12). For kvikksølv derimot hadde en de laveste konsentrasjoner i blåskjell på fjell "fjernt" fra lokalt sediment (Tabell 14).

Det ser derfor ut til at skjellene som lever nær sedimentet tar opp mindre klororganiske forbindelser enn de som lever fastsittende på fjell i samme området. Forklaringen på dette må sannsynligvis ligge i forhold knyttet til konsentrasjonen av de ulike forurensningsstoffer i de partikkler som lokalt er tilgjengelige for blåskjellene.

Lokaliteten er noe utsatt for bølgebevegelse og som en følge av dette er sedimentet noe sandig. Langtransporterte partikkelbundne forurensningsstoffer som måtte sedimentere der vil bli blandet med lokalt sediment og eventuelt resuspendert og transportert videre. Når så blåskjellene filtrerer resuspendert sediment får de i seg en relativt sett fortynnet blanding av forurensningskomponenter. Blåskjellene som lever på fjell får ikke i samme grad fortynnet sin føde og filtrerer i større grad langtransporterte partikler fra områder lenger inn i fjordsystemet med de presumtivt høyeste konsentrasjoner.

Den noe høyere konsentrasjonen av kvikksølv i blåskjell innsamlet på sediment (Tabell 14) kan ha sammenheng med at primærutslippene er tilnærmet opphørt med nedleggelsen av kloralkalifabrikken på Herøya og at en derfor har relativt lite kvikksølv i langtransportert suspendert materiale. Under slike forhold vil den lokale sedimentkonsentrasjonen blir avgjørende for konsentrasjonen i blåskjellene. Forskjellen var likevel såvidt liten at ulike variasjonsfaktorer og nøyaktigheten i analysene vil spille inn.

En relativt god sammenheng ble påvist mellom PCDF/PCDD-profilene i blåskjell fra Risøyodden og komponentprofilene i (1) Frierfjordsediment og (2) sediment fra Risøyodden (Fig.32). Det er tidligere vist at det er et samsvar mellom komponentprofilene i utslippet fra magnesiumproduksjonen og profilen i (1) sediment fra Frierfjorden (2) blåskjell fra Breviksfjorden (Oehme et al 1989). Disse sammenhenger skyldes at dioksinholdig suspendert materiale dels sedimenterer i Frierfjorden og dels fraktes ut av området, slik at blåskjell lenger ut i fjordsystemet også blir eksponert enten direkte av det suspenderte abiotiske materiale eller/og via biotisk materiale (alger etc.) påvirket av utslippet. Pga den tett koblingen mellom utslipp, suspender materiale og sediment er derfor ikke uventet at komponentprofilen i blåskjellene fra Risøyodden gjenspeiler profilen i både sediment fra Risøyodden og i sediment fra Frierfjorden. På bakgrunn av resultat fra opptaksstudier er det imidlertid reist tvil om hvorvidt denne sammenhengen hovedsakelig skyldes PCDF/D profilen i blåskjellenes ufordøyde "tarmmateriale" eller om hovedbidraget skyldes innholdet i selve bløtdelene som en følge av opptak fra filtrert materiale.

De konsentrasjoner av PCDF (TEQ) som ble funnet i blåskjellene fra Risøyodden (Fig.41) var i samme størrelsesorden, men til dels noe høyere enn funnet i skjell noe lenger inn i fjorden (Croftholmen, Stathelle) i 1987 (Knutzen og Oehme, 1988).

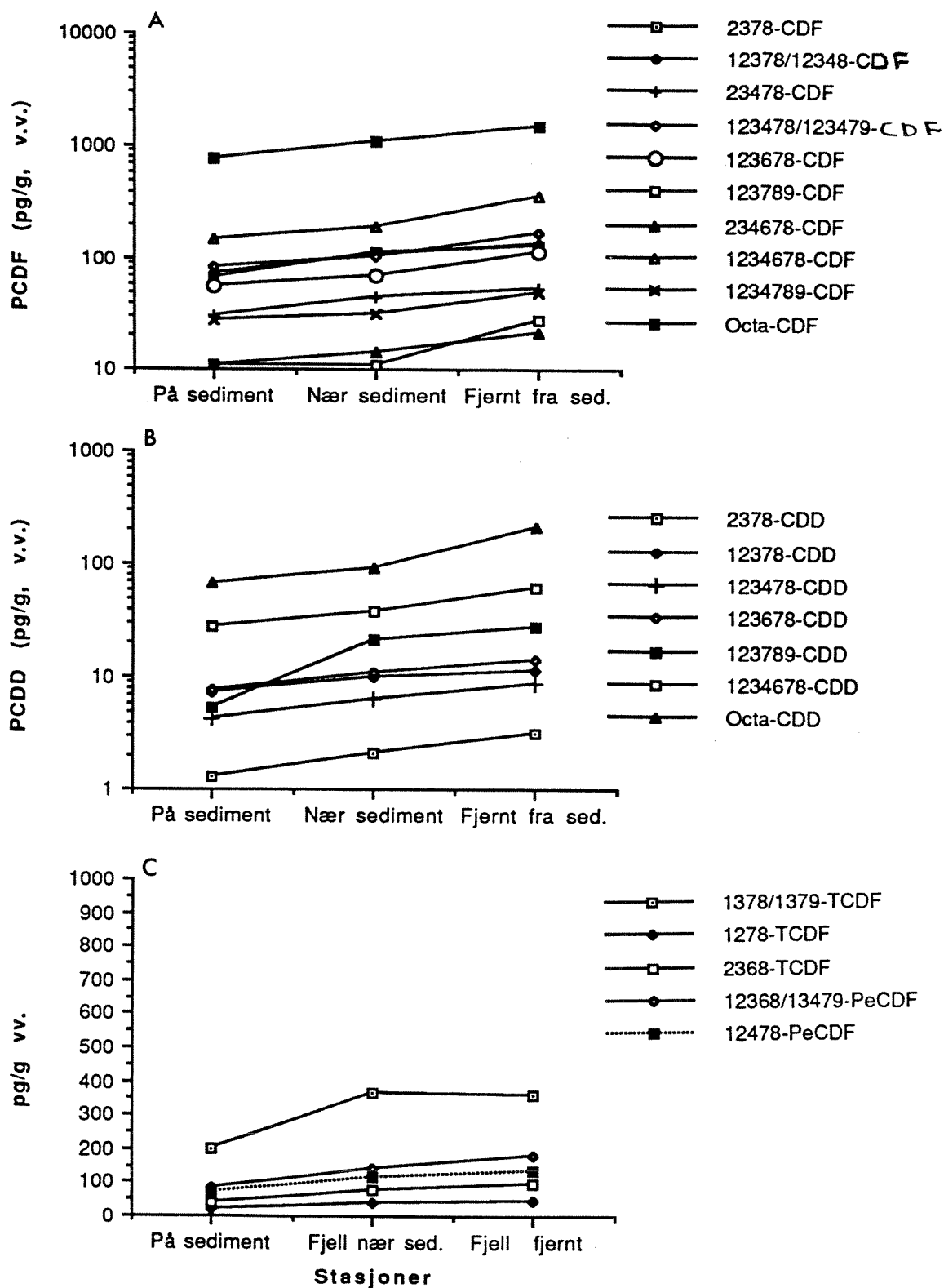


Fig.30. Konsentrasjonen av PCDF/D i blåskjell fra 3 ulike innsamlingspunkter på Risøyodden.

A. PCDF

B. PCDD

C. "Hydrospesifikke" PCDF/D.

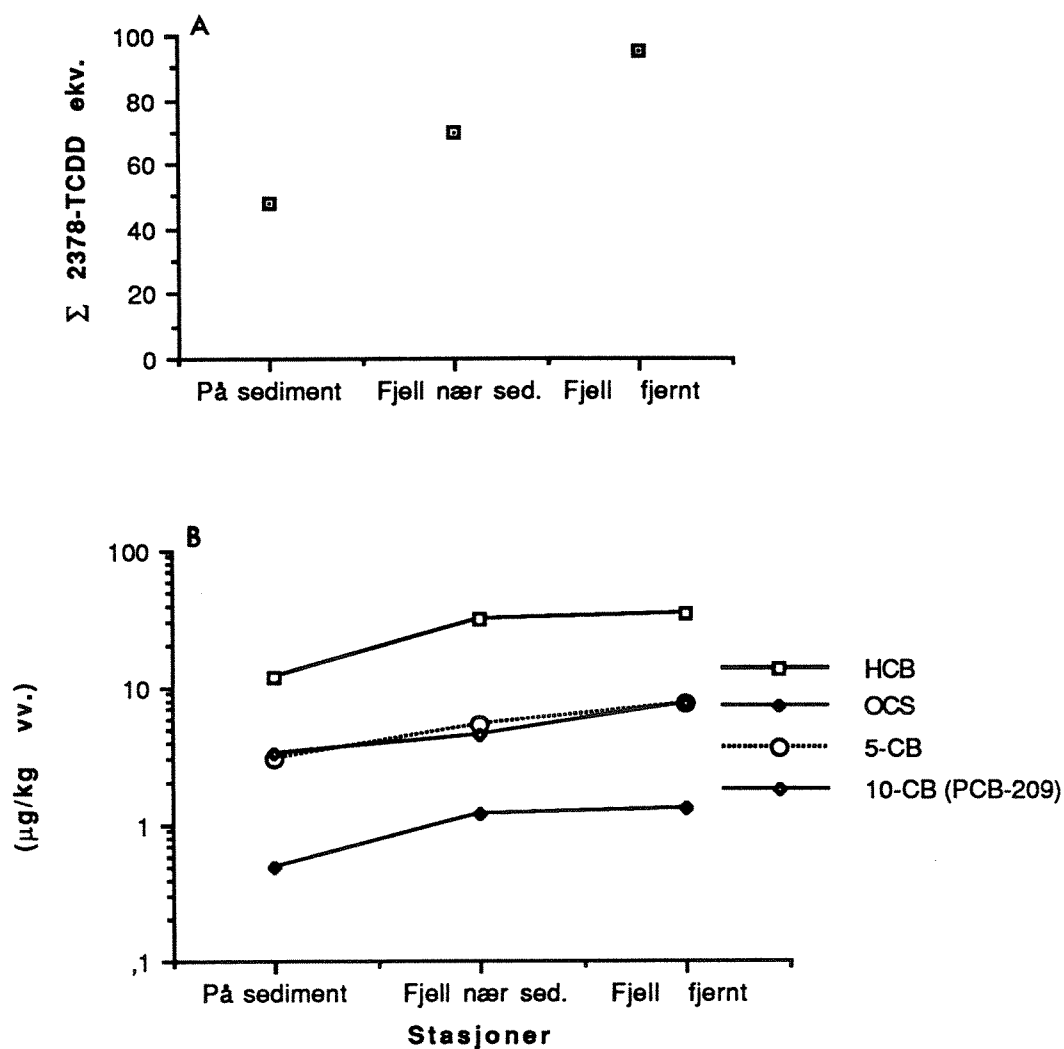


Fig.31. Konsentrasjonen av (A) dibenzo-p-dioksin og dibenzofuraner(2,3,7,8-TCDD ekv., Nordisk standard, pg/g v.v.) (B) heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), pentaklorbenzen (5-CB) og dekaloribifenyyl (10-CB=PCB-209) i blåskjell fra 3 ulike innsamlingspunkter på Risøyodden.

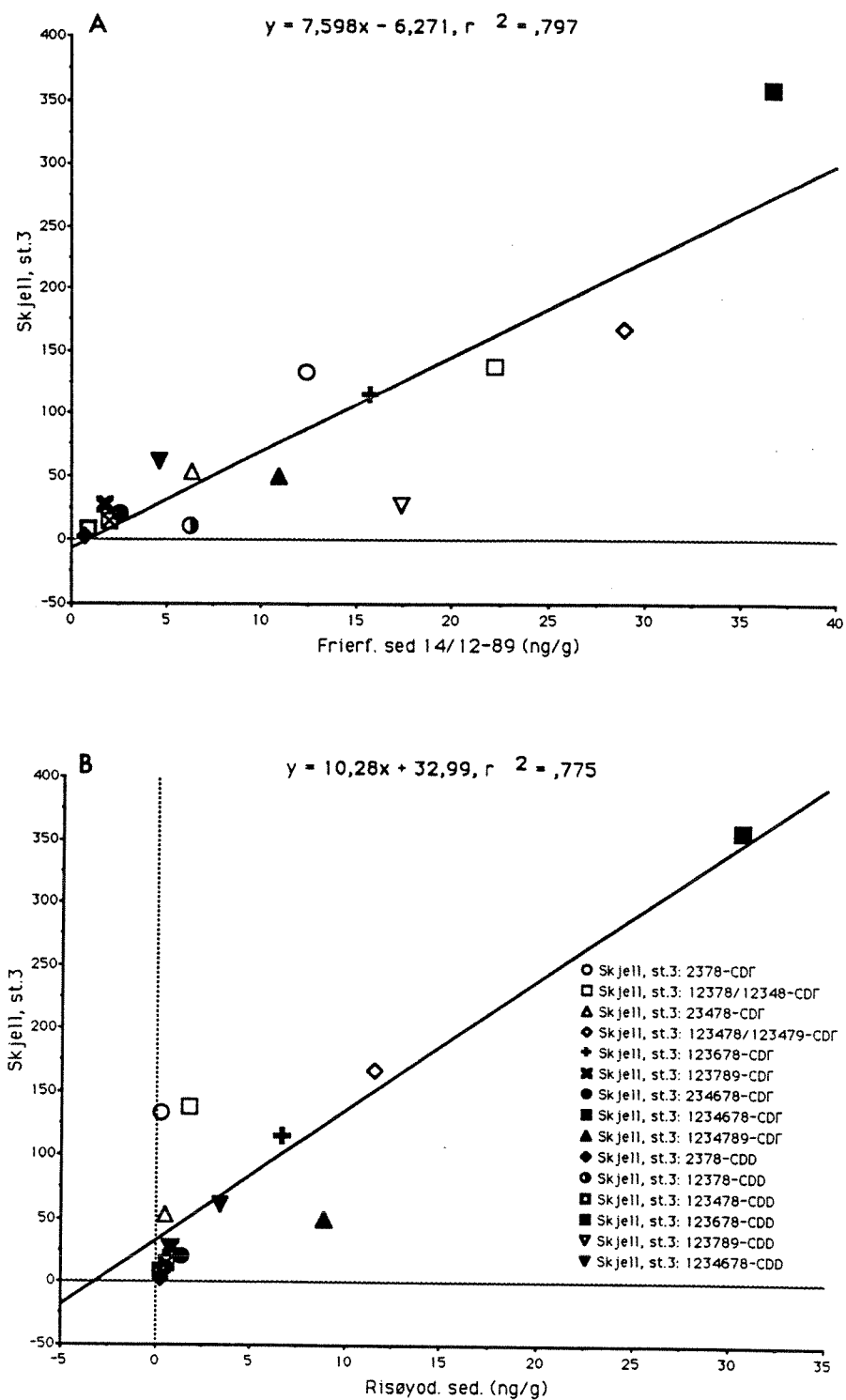


Fig.32. Konsentrasjonen av PCDF/D (pg/g v.v.) i blåskjell innsamlet fjernt fra sediment på Risøyodden som funksjon av (A) konsentrasjonen i forsøkssediment fra Frierfjorden (ng/g, t.v.) og (B) i sediment fra Risøyodden.

Tabell 14. Kvikksølv (Hg) og % tørrstoff (%TS) i blåskjell innsamlet 10/10-89 på 3 ulike innsamlingspunkter på Risøyodden.
sed.=Sediment

| | På sed. | Fjell nær sed. | Fjell fjern fra sed. |
|----------------|---------|----------------|----------------------|
| Hg (µg/g t.v.) | 0.20 | 0.22 | 0.15 |
| %TS | 16.0 | 14.7 | 17.5 |

Den høyeste Σ 2,3,7,8,-TCDD ekv. konsentrasjon som ble funnet ved Risøyodden var 95 pg/g. Dersom en tar utgangspunkt i en halveringstid på 43 dager ($k=0.007$) (se tabell) og en antar at blåskjellene blir overført til rent vann skulle det således ikke ta mer enn ca 11 måneder før konsentrasjonen i skjellene når et foreløpig antatt høyt bakgrunnsnivå på 0.3 pg/g som er en foreløpig anslått øvre grense for innhold i blåskjell i områder som er lite eller ubetydelig påvirket (cf. Knutzen og Skei, 1990).

Imidlertid vil ikke omgivelsene i Frierfjorden/Breviksfjorden etter utslippsstopp umiddelbart få samme like lave dioksininnhold som vann fra 40 m i Oslofjorden. PCDF/D som er akkumulert i systemet vil sannsynligvis gjøre seg gjeldende i flere år, slik at det vil ta vesentlig lenger tid å komme ned på et "bakgrunnsnivå" selv for organismer som lever i overflatelaget. Et annet forbehold gjelder å ekstrapolere resultatene av utskillelsesforsøkene til også å omfatte lavere konsentrasjoner enn det de eksperimentelle observasjoner omfatter. Strengt tatt vet man ikke om de beregnede tidskonstanter også gjelder ved lavere konsentrasjoner (f.eks. 2-10 ganger bakgrunnsnivå). Ut fra det man vet idag, kan man ikke utelukke at noen av de klororganiske forbindelsene befinner seg i et "langtidslager" som skilles langsommere ut. For octa og hepta-forbindelser så en at utskillelsen syntes redusert ved lave konsentrasjoner (tabell 13). Imidlertid bidrar disse forbindelser relativt lite til total giftighet (2,3,7,8-TCDD ekv.) og har slik sett mindre praktisk betydning.

4.4.2 Potensielle byttedyr

Konsentrasjonen av "dioksiner" i potensielle byttedyr for bunnfisk ses i tabell 15 (Rådata for analysene ses i vedlegg 8). Konsentrasjonen var ca. 6 ganger høyere i dyr fra Frierflaket enn fra Breviksfjorden. I sedimentet var imidlertid konsentrasjonen ca. 13 ganger høyere på Frierflaket.

I de analysene som er utført på byttedyr har en ikke gjort noe forsøk på å fjerne eventuelt tarminnhold, fordi en predator også vil få i seg tarminnholdet til sitt bytte. Der et slikt tarminnhold består av sediment (deposisjonsspisere) vil bidraget fra dette til total

konsentrasjonen i byttedyrene være større på Frierflaket enn i Breviksfjorden. Dette betyr at konsentrasjonen i biologisk materiale alene sannsynligvis er mer overestimert i prøven fra Frierflaket enn fra Breviksfjorden. Dette gir at forholdet mellom konsentrasjonen på de to stasjoner i henholdsvis byttedyr og sediment avviker mer enn det tabell 10 gir uttrykk for.

Plasseres en organisme på et kontaminert sediment vil konsentrasjonen i organismen etter en tid nå et likevektsnivå. For børstemarken (Nereis virens) er det rapportert at likevekt oppnås etter 120 og 42 dager for henholdsvis 2,3,7,8-TCDD og 2,3,7,8-TCDF (Rubinstein et al. 1990). Ved omplassering til rent vann ble det observert en halvering av konsentrasjonen etter 120 dager og altså lenger enn for blåskjell (Tabell 13). De konsentrasjoner i potensielle byttedyr som er registrert på Frierflaket og Breviksfjorden må antas å ligge nær et antatt likevektsnivå på de to lokaliteter.

Det har ikke forekommet noen oppkonsentrering av PCDF/PCDD i bunndyrene iforhold til sedimentet. Forholdet mellom konsentrasjon i sediment og byttedyr var 17.5 på Frierflaket og 8 i Breviksfjorden.

Konsentrasjonen av PCDF/PCDD i vannet i grenseflaten mellom vann og sediment på de to stasjoner er ikke kjent. Konsentrasjonen i vann som har passert sediment fra Frierflaket og Breviksfjorden (Se Konieczney et al. 1991) innholdt mer enn 5 størrelsesordner lavere konsentrasjoner enn det som ble funnet i byttedyr innsamlet på de samme lokaliteter (Tabell 10). Dette er sannsynligvis det beste estimat en idag har for konsentrasjonen av PCDF/PCDD i vann i grensesjiktet mellom vann og sediment på de to stasjoner.

Tabell 15. Konsentrasjonen av PCDF/PCDD som Σ 2,3,7,8-TCDD ekv. (Nordisk modell) i potensielle byttedyr for bunnfisk (A) og i sediment (B), og i sjøvann som har passert over kontaminert sediment (C). %TS=% tørrstoff i sediment. Data for sediment og vann er omregnet fra Konieczney et al. (1991).

| | Frierflaket | Breviksfjorden |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| A:Byttedyr (pg/g v.v.) | 659 | 112 |
| B:Sediment (pg/g t.v.) | 32000 | 3000 |
| Sediment (pg/g v.v.) | 11500 | 900 |
| %TS | 36 | 31 |
| C: | | |
| Sjøvann (pg/cm ³) | 1.8 x 10 ⁻³ | 4.2 x 10 ⁻⁴ |

En må anta at konsentrasjonen av PCDD/F i sedimentlevende byttedyr i Grenlandsfjordene som hovedregel vil gjenspeile konsentrasjonen i det sedimentet de lever, vider at konsentrasjonen i forskjellige arter også vil være noe avhengig av hvordan de lever i sedimentet. Eksempelvis vil en etter en utslippsreduksjon trolig kunne se at gravende former som ernærer seg nede i sedimentet vil oppettholde en høy konsentrasjon av PCDF/PCDD lenger en filtrerende former og suspensjonsspisere som i større grad er avhengig av sedimenterende materiale fra øvre vannlag. Konsentrasjonen av PCDF/PCDD i slikt nysedimentert partikulært materiale fra de øvre vannlag forventes å bli sterkt redusert etter en utslippsreduksjon.

Bunnfisk som torsk og skrubbe er vesentlig større organismer enn deres byttedyr, og med vesentlig mindre forhold ellom overflate og volum og svømmer dessuten også i perioder noe opp fra bunnen og kommer derfor i mindre grad enn sine bunnlevende byttedyr i direkte kontakt med forurenset bunn og porevann. Det er derfor rimelig å anta at bunnlevende næringsdyr vil ha et høyere innhold av klororganiske forbindelser enn sine potensielle fiskepredatorer.

Selv om utslippene av PCDD/F nå er redusert betydelig, må det forventes at høye konsentrasjonen av disse stoffer i sedimentlevende organismer vil vedvare i lang tid (>10 år). Spesielt gjelder dette i dypområder. I grunnområdene (<10-20 m) vil imidlertid utvasking og transport ut eller til dypere områder bevirket en raskere reduksjon.

Dette har kanskje større betydning enn at høye konsentrasjoner vedvarer i de råtne dypvannsavleiringene. Det er således gunstig for utviklingen av tilstanden i Frierfjorden at næringskjeder som starter på dypt vann her spiller mindre rolle enn det ville ha gjort med oksygenholdig dypvann.

5. OPPSUMMERENDE KOMMENTARER

Resultatene fra eksperimentene med skrubbe og krabbe tyder på at opptak av PCDF/D (og andre klororganiske forbindelser) i krabbe og skrubbe direkte fra sediment (inkludert forurenset porevann) er relativt beskjedent sammenlignet med bidraget fra andre kilder. Ut fra dette skulle inntak via næring være den viktigste kilde, men det må tas forbehold for lang tid til likevekt for opptak via vann.

Analyser av potensielle byttedyr fra sediment i Frierfjorden og Breviksfjorden viser relativt høye konsentrasjoner av PCDF/D. Dette konsentrasjonsnivået i byttedyr er bestemt av konsentrasjonen i sedimentet. Spiselige organismer som lever på sediment (skrubbe) eller som i perioder kan oppholde seg på sediment (krabbe) vil ernære seg av disse byttedyr og dermed bli eksponert. Dette betyr at det tross et beskjedent direkte opptak i skrubbe og krabbe, indirekte kan være en sterk kobling mellom konsentrasjonen i sediment og konsentrasjonen i slike spiselige organismer.

Utsiktene til snarlig reduksjon av PCDF/D innholdet i sedimentet i Grenlandsfjordene, spesielt i dypere områder er sterkt begrenset. Dette betyr at de høye konsentrasjoner av miljøgifter som en idag har i organismer som lever i nær tilknytning til sediment vil vedvare til sedimentinnholdet har avtatt ved naturlig overdekking og eventuelt biologisk nedbrytning (for PCDF/D meget langsomt). Det synes derfor tryggest å regne med at en i Frierfjorden kan ha et 10-års perspektiv mht. krabber og bunnfisks spiselighet. Imidlertid er grunnlaget for en slik spådom usikkert. Betingelsene kan være noe forskjellig for ulike lokale bestander og detaljene i utviklingsforløpet influeres bl. a av ulike vandringmønstre. Mulighet for sikre prognoser kan bare ses ved utvidet overvåking de nærmeste par år.

Feltundersøkelsene av blåskjell fra Breviksfjorden antyder at lokale forskjeller i innholdet av PCDF/D kan tilskrives graden av forurensning i de partikler som blåskjellene filtrerer. Blåskjell som delvis filtrerte resuspenderte partikler fra lokalt sediment innholdt noe mindre PCDF/D enn blåskjell som sannsynligvis har filtrert en større andel "ferskere" langtransporterte partikler forurenset fra utslippet i Frierfjorden.

Når primærutslippet av PCDF/D reduseres, må en kunne forvente en relativt rask og betydelig initiell reduksjon i skjellenes innhold av PCDF/D (allerede konstantert for HCB), etterfulgt av et mer stabilt nivå styrt av bidraget fra sekundære kilder. Størrelsen på den initielle reduksjonen vil imidlertid være avhengig av betydningen av primærutslippet sammenlignet med mer lokale kilder (resuspendert materiale).

Opptak og utskillelsesforsøk med blåskjell viser en positiv og innbyrdes god korrelasjon mellom konsentrasjonen av HCB, OCS, 5-CB og 10 -CB i de eksponerte skjell. Konsentrasjonen av disse stoffer korrelerte imidlertid dårligere med mengden PCDF/D (nordisk standard) i skjellene. Ingen av disse komponenter synes derfor spesielt godt egnet som indikator for konsentrasjonen av PCDF/D i blåskjell.

Da halveringstiden av klororganiske forbindelser i blåskjell og fisk stort sett er funnet å være i størrelsesordenen uker/måneder vil utskillelse neppe være noen kritisk faktor for når disse organismer kan brukes til konsum. Begrensningen vil ligge i den fortsatte belastning fra forskjellige gjenværende kilder (restutslipp, tilførsel fra Gunnekleivfjorden, eventuelt også fra landarealer, sediment, bunndyr som føde).

Utskillelsesrater vil imidlertid kunne ha betydning for når f.eks. fisk og krabbe som vandrer mellom Frierfjorden og Breviksfjorden blir spiselige, mao. når områder utenfor Breviksterskelen kan erklæres som "rene".

Til konklusjonen om at utskillelsesrater neppe vil være en kritisk faktor må tas en del forbehold:

- (i) Det er få studier som belyser utskillelse i krabbe (og andre krepsdyr).
- (ii) Utskillelsesratenes mulige avhengighet av eksponeringsmåten er lite studert (relevans av foretatte studier for Grenlandsproblemet).
- (iii) Konklusjoner basert på halveringstider er ikke nødvendigvis tilstrekkelig for å beregne når et høyt forurensningsnivå vil være redusert til et "akseptabelt nivå" (mulig kortids- og langtidslager).

På denne bakgrunn tilrådes utskillelsesstudier med skrubbe, ål, torsk og krabbe fanget i Frierfjorden. For å bedømme utviklingen i Grenlandsfjordene vil det også være viktig å få bekreftet ved eksperimenter at eksponering fra næring spiller en så stor rolle som resultatene hittil kan tyde på. Slike forsøk vil kunne samordnes med eventuell annen aktivitet med sikte på å forstå miljøgiftsituasjonen i Frierfjorden. Sannsynligvis vil det bli lagt opp til dette i et nasjonalt program vedrørende marin forurensning under Nasjonalkomiteen

for miljøvernforskning.

6. REFERANSER

Barron, M.G., Stehly, G.R., Hayton, W.L. Pharmacokinetic modeling in aquatic animals I. Models and concepts. Aquatoc Toxicology, 17:187-212.

Berge, J. og Knutzen, J., 1989. Miljøgifter i Gunnekleivfjorden Delrapport 3: Opptak av miljøgifter i fisk. NIVA-rapport nr. 2197, 56s.

Bjerkeng, B., Knutzen, J., Gulbrandsen, R., Skei, J. 1991. Tiltaksanalyse for Grenlandsfjordene. Rapport 3. Omsetning av miljøgifter. NIVA-rapport, 0-90027, E-90425, 104s.

Bøe, B. 1979. Analyse av klorerte hydrokarboner og kvikksølv i fisk fra Frierfjorden 1978. Fiskeridirektoratet. Rapporter og meldinger 4/79, 8s.

Bøe, B. 1980 Analyse av klorerte hydrokarboner og kvikksølv i fisk fra Frierfjorden 1979 Fiskeridirektoratet. Rapporter og meldinger 6/80, 5s.

Bøe, B. 1981 Analyse av klorerte hydrokarboner og kvikksølv i fisk fra Frierfjorden 1980 Fiskeridirektoratet. Rapporter og meldinger 3/81, 9s.

Bøe, B. 1982 Analyse av klorerte hydrokarboner og kvikksølv i fisk fra Frierfjorden 1981 Fiskeridirektoratet. Rapporter og meldinger 10/82, 6s.

Edwards, E., 1979. The edible crab and its fishery in British waters. Fishing news Books Ltd., Farnham, England, 142s.

Friesen, K., J. Vilck og D.C.G. Muir, 1990. Aqueous solubilities of selected 2,3,7,8-substituted polychlorinated dibenzofurans (PCDFs). Chemosphere, 20:27-32.

Helland, A., Næs, K. og Skei, J., 1990. Undersøkelser av partikler i vannmassene, sedimentasjon og bunnsedimenter i svensk/norsk grensefarvann. Niva-rapport nr. 2494 (Statlig program for forurensningsovervåking, rapp. nr. 432/90), 117s.

Jarandsen, B., 1990. Nivå av kvikksølv i blåskjell fra Grenlandsfjorden (1975-1989) Notat, Prosjekt nr. P30095.061, 14/5-1990, 11s + vedlegg.

- Karlson, K. 1984. Taskekrabbens (Cancer pagurus L.) forekomst og atferd på grunt vann (0-5 m) ved Homborsund, Aust-Agder. Hovedfagsoppgave i marinbiologi ved Universitetet i Oslo, februar 1984.
- Kleeman, J., Olson, J.R., Chen, S.M. og Peterson, R.E., 1986. Metabolism and disposition of 2,3,7,8,-tetrachlordibenzo-p-dioxin in rainbow trout. Toxicol. Appl. Pharmacol. 83, 391-401.
- Knutzen, J. 1987. Orienterende undersøkelse 1986 av PAH, klororganiske forbindelser og metaller i skrubbeflyndre og taskekrabbe fra resipientområdet til Lista Aluminiumsverk og referansestasjoner. NIVA-rapport nr. 2007, 21s.
- Knutzen, J. og Green, N., 1990. Overvåking av miljøgifter i torsk og blåskjell fra Grenlandsfjordene 1989. NIVA-rapport nr. 2470, 41s.
- Knutzen, J. og Oehme, M., 1988. Undersøkelse av klorerte dioksiner og dibenzofuraner i fisk, skaldyr og sediment fra Frierfjorden og tilgrensende områder 1987-1988. NIVA-rapport nr. 2189, 143s.
- 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 nr. 2346, 110s.
- Knutzen, J., Martinsen, K., Næss, K. Oehme, M. og Oug, E. 1991. Tiltaksorientert overvåking av miljøgifter i organismer og sedimenter fra Kristiansandsfjorden 1988 og 1990. NIVA-rapport nr. 2554, 183s.
- Knutzen, J. og Skei, J. 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sediment og organismer, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. (Quality criteria for micropollutants in water, sediment and organisms and preliminary proposals for classification of environmental quality). NIVA-rapport nr. 2540, 139s.
- Konieczny, R., Knutzen, J. og Skei, J., 1991. Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensende områder. Rapport 2: Forsøk med utlekking av polyklorerte dibenzofuraner og dibenzo-p-dioksiner, andre klororganiske stoffer og kvikksølv. Niva-rapport under trykking.
- Kuehl, D.W., P.M. Cook, A.R. Batterman, D. Lothenbach and B. Butterworth, 1987. Bioavailability of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans from contaminated Wisconsin River sediment to carp. Chemosphere, 16:667-679.

Monfelt, C. og L. Lindeström, 1989. Undersökning av Skrubbskädda (Platichthys flesus L.) fångad i Hvaler- och singlefjordsområdet Hösten 1988. Rapport F/037 fra Svenska MiljöForskarGruppen AB.

Niimi, A.J., 1987. Biological half-lives of chemicals in fish. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 99:1-46.

Oehme, M., Manø, S., Brevik, E.M. og 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.

Rappe, C. Andersson, R., Bergqvist, P.-A., Brohede, C., Hansson, M., Kjeller, L.-O., Lindström, G., Marklund, S., Nygren, M., Swanson, S.E., Tysklind, M. og Wisberg, K., 1987. Overview on environmental fate of chlorinated dioxins and dibenzofurans. Sources, Levels and isomeric pattern in various matrices. Chemosphere, 16:1603-1618.

Riisgård, H.U. og Famme, P.B. 1988. Distribution and Mobility of organic and inorganic mercury in flounder, Platichthys flesus, from a chronically polluted area. Toxicol. environ. Chem. 16:219-228.

Riisgård, H.U., Hansen, S. 1990. Biomagnification of mercury in a marine grazing food-chain: algal cells Phaeodactylum tricornutum, mussels Mytilus edulis and flounder Platichthys flesus studied by means of a stepwise-reduction-CVAA method. Mar. Ecol. Prog. Ser. 62:259-270.

Rubinstein, N.I., Pruell, R.J., Taplin, B.K., LiVolsi, J.A. and Norwood, C.B. 1990. Bioavailability of 2,3,7,8-TCDD, 2,3,7,8-TCDF and PCBs to marine benthos from Passaic River sediments. Chemosphere, 20:1087-1102.

Rygg, B., Bjerkeng, B. og Molvær, J., 1986. Grenlandsfjordene og Skienselva 1985. (Overvåkningsrapport nr. 245/86) NIVA-rapport nr. 1900, 79s.

Rygg, B., Green, N., Knutzen, J. og Molvær, J., 1988. Grenlandsfjordene og Skienselva 1987. (overvåkningsrapport nr. 327/88). NIVA-rapport nr. 2159, 72s

Skei, J., 1989. Miljøgifter i Gunnekleivfjorden. Oppsummering. NIVA-rapport nr. 2189, 24s.

Sijm, D.T.H.M., Wever, H. and Opperhuizen, A., 1989. Influence of biotransformations on the accumulation of PCDDs from fly-ash in fish. Chemosphere, 19, 475-480.

7.VEDLEGG;
(rådata og vedleggsfigurer)

Vedlegg 1.

Metode for analyse av klororganiske forbindelser untatt PCDF/D.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

KORTFATTET BESKRIVELSE AV ANALYSEMETODE FOR KLORORGANISKE FORBINDELSER
I BIOLOGISK MATERIALE

Homogenisert, vått materiale ristes i en Erlen-Meyerkolbe med en blanding av cyklohexan og isopropanol (1+1). Etter henstand dekanteres klarfasen over i en skilletrakt og ekstraksjonen gjentaes. Det samlede ekstraktet i skilletrakten tilsettes dest. vann slik at vann/isopropanol kan tappes av. Etter vasking av cyklohexan med dest.vann, blir ekstraktet tørket og inndampet til tørrhet for bestemmelse av fettinnhold. For videre analyse veies en del av fettut, løses i litt cyklohexan og renses ved behandling med kons. svovelsyre og alkoholisk lut. Hvis EOPCL skal bestemmes, taes en del av ekstraktet over i egen ampulle for dette.

Før analyse på GC/ECD blir ekstraktet tilsatt tetraklornaftalen og oktaklornaftalen som indre standarder. Ved analysen bestemmes 8 PCB-kongenerer. Disse er PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 153, PCB 138, PCB 180 og PCB 209. I tillegg bestemmes pentaklorbenzen (5-CB), α -heksaklor-cykloheksan (α -HCH), oktaklorstyren (OCS), Lindan (γ -HCH), heksaklorbenzen (HCB), p,p-DDE, og p,p-DDD. Identifisering og kvantifisering blir utført v.h.a. av et eget dataprogram som er lagt inn i GC-systemets PC.

En blindprøve opparbeides og analyseres på samme som for prøven.

4.3.91

Lasse Berglind

Vedlegg 2.

Resultater fra analyse av "løst" PCDF/D i vann fra forsøkskar brukt til opptak/utskillelsesforsøk med blåskjell.

Innehål av PCDD/PCDF i analyserad polyuretanpluggar (pg/g).
 (Redovisat som totalinhål per plugg, två signifikanta siffror gäller.
 ND< anger lägsta detektionsnivå.

| | DFN 4/1-90 | DFN 27-29/3-90 | KFN 11/1-90 |
|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| 2348/2378-TCDF | 71.7 | 911.8 | 97.7 |
| Tot TCDF | 1304 | 13489.1 | 102.1 |
| 2378-TCDD | ND< 14.2 | 31.2 | ND< 20.2 |
| Tot TCDD | 0 | 1093.7 | 0 |
| 12348-/12378-PnCDF | 196.9 | 1177.7 | 117.0 |
| 23478-PnCDF | 41.4 | 409.5 | 69.1 |
| Tot-PnCDF | 1232.6 | 7887.4 | 596.4 |
| 12378-PnCDD | ND< 26.8 | 243.2 | 102.2 |
| Tot-PnCDD | 0 | 2283.3 | 0 |
| 234479-/123478-HxCDF | 582.2 | 42773.7 | 676.3 |
| 123678-HxCDF | 95.6 | 27638.6 | 493.3 |
| 123789-HxCDF | 86.2 | 5470.8 | 155.2 |
| 234678-HxCDF | 72.4 | 2835.1 | 111.1 |
| Tot-HxCDF | 1837.9 | 182568.3 | 60.4 |
| 123478-HxCDD | ND< 18.4 | 99.3 | ND< 106.1 |
| 123678-HxCDD | ND< 23.0 | 207.4 | ND< 106.1 |
| 123789-hxCDD | ND< 23.0 | 172.6 | ND< 106.1 |
| Tot HxCDD | 0 | 1237.1 | 0 |
| 1234678-HpCDD | 6160.1 | 19825.4 | 4596.4 |
| 1234789-HpCDF | 1998.3 | 3979.1 | 1511.1 |
| Tot HpCDF | 12283.8 | 34478.2 | 8548.0 |
| 1234768-HpCDD | 526.9 | 945.3 | 386.3 |
| Tot HpCDD | 700.6 | 1375.4 | 740.2 |
| OCDF | 25168.7 | 105066.3 | 12105.4 |
| OCDD | 1071.0 | 3337.7 | 803.0 |
| Total | 4.4 x 10 ⁴ | 3.5 10 ⁵ | 2.3 10 ⁴ |

Vedlegg 3.:

Resultater av dioksinanalyser utført av NILU (Brev av 28/9-90).

Rådata fra følgende prøver er presentert:

1. Kontrollsediment tatt fra opptaksforsøk med skrubbe 14/3-89. (90/150).
2. Kontrollsediment tatt fra opptaksforsøk med skrubbe 14/3-89. (90/150).
3. Sediment innsamlet fra Risøyodden (St.1.). (90/157).
4. Krabbesmør (hepatopaneas) fra opptaksforsøk, 14/12-89 (forsøkets start). (90/151).
5. Krabbesmør (hepatopaneas) fra opptaksforsøk (Frierfjordsediment) 18/1-90. (90/152).
6. Krabbesmør (hepatopaneas) fra opptaksforsøk (Frierfjordsediment) 14/3-90. (90/153).
7. Krabbesmør (hepatopaneas) fra opptaksforsøk (Oslofjordsediment) 14/3-90. (90/154).
8. Skrubbefilet fra opptaksforsøk ved forsøkets start 14/12-89. (90/160).
9. Skrubbefilet fra opptaksforsøk (Frierfjordsediment) 19/1-90. (90/161).
10. Skrubbefilet fra opptaksforsøk (Frierfjordsediment) 15/3-90. (90/162).
11. Skrubbefilet fra opptaksforsøk (Oslofjordsediment) 16/3-90. (90/163).

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/150
 PRØVEBESKRIVELSE SEDIMENT SOLBERGSTRAND
 KUNDE NIVA PR. O-8915904
 KUNDENS PRØVENUMMER NR. 9, KF, 14.3.90
 DATAFILER >T9309, >T9336

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

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

>: INTERFERANSE PÅ EN DEL SIGNALER
 1378/1379-TCDF: 0,002 1278-TCDF: 0,002 2368-TCDF: 0,001
 12368/13479-PeCDF: 0,006 12478-PeCDF: 0,005

| KOMPONENT | KONS. ng/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|---------------|----------------------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 0,007 | 48,5% | 0,00 |
| SUM tetra-CDF | 0,040 | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 0,008 | | 0,00 |
| 23478-penta-CDF | 0,003 | 69,0% | 0,00 |
| SUM penta-CDF | 0,039 | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 0,006 | 81,9% | 0,00 |
| 123678-hexa-CDF | 0,003 | | 0,00 |
| 123789-hexa-CDF | 0,001 | | 0,00 |
| 234678-hexa-CDF | 0,001 | | 0,00 |
| SUM hexa-CDF | 0,041 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 0,016 | 81,8% | 0,00 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,002 | | 0,00 |
| SUM hepta-CDF | 0,025 | | |
| Octa-CDF | 0,052 | | 0,00 |
| SUM FURANER | 0,196 | | 0,00 |
| 2378-tetra-CDD | 0,003 | 52,4% | 0,00 |
| SUM tetra-CDD | 0,029 | | |
| 12378-penta-CDD | 0,001 | 69,7% | 0,00 |
| SUM penta-CDD | 0,024 | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,001 | | 0,00 |
| 123678-hexa-CDD | 0,002 | 76,5% | 0,00 |
| 123789-hexa-CDD | 0,003 | | 0,00 |
| SUM hexa-CDD | 0,022 | | |
| 1234678-hepta-CDD | 0,012 | 79,7% | 0,00 |
| SUM hepta-CDD | 0,021 | | |
| Octa-CDD | 0,047 | 80,5% | 0,00 |
| SUM DIOKSINER | 0,143 | | 0,00 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 0,01 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|------------------------|
| PRØVENUMMER | 90/150 |
| PRØVEBESKRIVELSE | SEDIMENT SOLBERGSTRAND |
| KUNDE | NIVA PR. O-8915904 |
| KUNDES PRØVENUMMER | NR. 9, KF, 14.3.90 |
| DATAFILER | >T9309, >T9336 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 10,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODEL

>: INTERFERANSE PÅ EN DEL SIGNALER

| | | |
|---------------------|----------------|----------------|
| 1378/1379-TCDF: 2,1 | 1278-TCDF: 2,3 | 2368-TCDF: 1,2 |
|---------------------|----------------|----------------|

| | |
|------------------------|------------------|
| 12368/13479-PeCDF: 5,5 | 12478-PeCDF: 5,4 |
|------------------------|------------------|

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. | 2,3,7,8-TEQ |
|------------------------|----------------|----------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 7,490 | 48,5% | 0,75 |
| SUM tetra-CDF | 39,592 | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 7,630 | | 0,08 |
| 23478-penta-CDF | 2,916 | 69,0% | 1,46 |
| SUM penta-CDF | 38,732 | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 6,473 | 81,9% | 0,65 |
| 123678-hexa-CDF | 3,358 | | 0,34 |
| 123789-hexa-CDF | 0,534 | | 0,05 |
| 234678-hexa-CDF | 1,342 | | 0,13 |
| SUM hexa-CDF | 40,557 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 15,963 | 81,8% | 0,16 |
| 1234789-hepta-CDF | 1,997 | | 0,02 |
| SUM hepta-CDF | 24,648 | | |
| Octa-CDF | 52,168 | | 0,05 |
| SUM FURANER | 195,697 | | 3,69 |
| 2378-tetra-CDD | 2,547 | 52,4% | 2,55 |
| SUM tetra-CDD | 29,231 | | |
| 12378-penta-CDD | 1,261 | 69,7% | 0,63 |
| SUM penta-CDD | 23,508 | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,744 | | 0,07 |
| 123678-hexa-CDD | 1,901 | 76,5% | 0,19 |
| 123789-hexa-CDD | 3,220 | | 0,32 |
| SUM hexa-CDD | 21,761 | | |
| 1234678-hepta-CDD | 11,968 | 79,7% | 0,12 |
| SUM hepta-CDD | 20,601 | | |
| Octa-CDD | 47,411 | 80,5% | 0,05 |
| SUM DIOKSINER | 142,511 | | 3,93 |

SUM 2,3,7,8-TEQ**7,62**

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/157
 PRØVEBESKRIVELSE SEDIMENT SOLBERGSTRAND
 KUNDE NIVA PR. O-8915904
 KUNDENS PRØVENUMMER NR. 16, Risøyodden, 10.10.89
 DATAFILER >T9304, >T9336

 TOTAL PRØVEMENGDE 0,100
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT ng/g

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

>: INTERFERANSE PÅ EN DEL SIGNALER

1378/1379-TCDF:0,254 1278-TCDF: 0,197 2368-TCDF: 0,071
 12368/13479-PeCDF:0,6895 12478-PeCDF: 0,546

| KOMPONENT | KONS. ng/g | % GJENV. | 2,3,7,8-TEQ ng/g |
|------------------------|----------------|----------|---------------------|
| 2378-tetra-CDF | 0,261 | 41,6% | 0,03 |
| SUM tetra-CDF | 2,217 | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 1,713 | | 0,02 |
| 23478-penta-CDF | 0,452 | 58,1% | 0,23 |
| SUM penta-CDF | 6,258 | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 11,477 | 31,9% | 1,15 |
| 123678-hexa-CDF | 6,632 | | 0,66 |
| 123789-hexa-CDF | 0,765 | | 0,08 |
| 234678-hexa-CDF | 1,307 | | 0,13 |
| SUM hexa-CDF | 59,369 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 30,594 | 33,0% | 0,31 |
| 1234789-hepta-CDF | 8,858 | | 0,09 |
| SUM hepta-CDF | 55,831 | | |
| Octa-CDF | 469,438 | | 0,47 |
| SUM FURANER | 593,113 | | 3,15 |
| 2378-tetra-CDD | 0,261 | 48,9% | 0,26 |
| SUM tetra-CDD | 2,994 | | |
| 12378-penta-CDD | 0,426 | 60,1% | 0,21 |
| SUM penta-CDD | 4,401 | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,252 | | 0,03 |
| 123678-hexa-CDD | 0,577 | 65,3% | 0,06 |
| 123789-hexa-CDD | 0,740 | | 0,07 |
| SUM hexa-CDD | 3,428 | | |
| 1234678-hepta-CDD | 3,374 | 75,5% | 0,03 |
| SUM hepta-CDD | 5,225 | | |
| Octa-CDD | 18,189 | 77,0% | 0,02 |
| SUM DIOKSINER | 34,238 | | 0,68 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 3,83 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| PRØVENUMMER | 90/151 |
| PRØVEBESKRIVELSE | KRABBESMØR KONTROLL 14.12.89 |
| KUNDE | NIVA 0-8915904 |
| KUNDENS PRØVENUMMER | NR.10 |
| DATAFILER | >T9280, >T9327 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 10,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEG

#VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOL. MATERIALE

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 24,959 | 85,6% | 2,50 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 6,024 | | 0,06 |
| 23478-penta-CDF | 9,225 | 93,3% | 4,61 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 5,364 | 107,6% | 0,54 |
| 123678-hexa-CDF | 3,372 | | 0,34 |
| 123789-hexa-CDF | 0,278 | | 0,03 |
| 234678-hexa-CDF | 1,693 | | 0,17 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 5,954 | 99,2% | 0,06 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,163 | | 0,00 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 10,201 | | 0,01 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 8,31 |
| 2378-tetra-CDD | 2,625 | 84,7% | 2,63 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 2,805 | 97,1% | 1,40 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,893 | | 0,09 |
| 123678-hexa-CDD | 3,135 | 103,1% | 0,31 |
| 123789-hexa-CDD | 1,542 | | 0,15 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 2,778 | 99,0% | 0,03 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 4,259 | 102,6% | 0,00 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 4,62 |

SUM 2,3,7,8-TEQ

12,93

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/152
 PRØVEBESKRIVELSE KRABBESMØR, DK, 18.1.90
 KUNDE NIVA O-89159004
 KUNDENS PRØVENUMMER NR. 11
 DATAFILER >T9282, >T9330

 TOTAL PRØVEMENGDE 2,000
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT pg/g

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEG

#VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOLOGISK MATERIALE

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 66,675 | 71,5% | 6,67 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 84,079 | | 0,84 |
| 23478-penta-CDF | 34,186 | 82,0% | 17,09 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 117,795 | 94,3% | 11,78 |
| 123678-hexa-CDF | 63,818 | | 6,38 |
| 123789-hexa-CDF | 2,576 | | 0,26 |
| 234678-hexa-CDF | 11,172 | | 1,12 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 145,346 | 84,8% | 1,45 |
| 1234789-hepta-CDF | 18,846 | | 0,19 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 241,815 | | 0,24 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 46,02 |
| 2378-tetra-CDD | 10,602 | 79,3% | 10,60 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 8,956 | 84,6% | 4,48 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 4,250 | | 0,43 |
| 123678-hexa-CDD | 11,972 | 88,3% | 1,20 |
| 123789-hexa-CDD | 21,827 | | 2,18 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 22,782 | 86,3% | 0,23 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 51,190 | 92,1% | 0,05 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 19,16 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 65,19 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| PRØVENUMMER | 90/153 |
| PRØVEBESKRIVELSE | KRABBESMØR, DK, 14.3.90 |
| KUNDE | NIVA 0-89159004 |
| KUNDENS PRØVENUMMER | NR. 12 |
| DATAFILER | >T9283, >T9331 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 2,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | µg/g |

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1
 2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL
 DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEQ
 #VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOLOGISK MATERIALE

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 86,610 | 60,5% | 8,66 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 91,536 | | 0,92 |
| 23478-penta-CDF | 42,509 | 67,3% | 21,25 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 130,907 | 77,2% | 13,09 |
| 123678-hexa-CDF | 77,713 | | 7,77 |
| 123789-hexa-CDF | 2,869 | | 0,29 |
| 234678-hexa-CDF | 15,033 | | 1,50 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 171,543 | 73,9% | 1,72 |
| 1234789-hepta-CDF | 12,607 | | 0,13 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 115,925 | | 0,12 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 55,44 |
| 2378-tetra-CDD | 9,585 | 67,1% | 9,58 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 8,053 | 71,4% | 4,03 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 5,399 | | 0,54 |
| 123678-hexa-CDD | 13,821 | 75,6% | 1,38 |
| 123789-hexa-CDD | 31,224 | | 3,12 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 34,305 | 77,8% | 0,34 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 151,397 | 85,1% | 0,15 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 19,15 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 74,59 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/154
 PRØVEBESKRIVELSE KRABBESMØR, KK, 14.3.90
 KUNDE NIVA O-89159004
 KUNDENS PRØVENUMMER NR. 13
 DATAFILER >T9284, >T9334

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

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEG

#VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOLOGISK MATERIALE

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 19,399 | 78,4% | 1,94 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 4,118 | | 0,04 |
| 23478-penta-CDF | 6,625 | 92,4% | 3,31 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 3,515 | 105,5% | 0,35 |
| 123678-hexa-CDF | 2,345 | | 0,23 |
| 123789-hexa-CDF | 0,209 | | 0,02 |
| 234678-hexa-CDF | 1,333 | | 0,13 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 4,060 | 102,1% | 0,04 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,088 | | 0,00 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 2,246 | | 0,00 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 6,08 |
| 2378-tetra-CDD | 2,792 | 96,3% | 2,79 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 2,220 | 96,8% | 1,11 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,712 | | 0,07 |
| 123678-hexa-CDD | 2,035 | 106,9% | 0,20 |
| 123789-hexa-CDD | 1,081 | | 0,11 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 2,979 | 102,9% | 0,03 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 9,636 | 105,1% | 0,01 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 4,32 |

SUM 2,3,7,8-TEQ

10,40

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/160
 PRØVEBESKRIVELSE SKRUBBE KONTROLL 14/12.89
 KUNDE NIVA O-8915904
 KUNDENS PRØVENUMMER NR.19
 DATAFILER >T9279, >T9326

 TOTAL PRØVEMENGDE 25,000
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT pg/g

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEQ

#VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOL. MATERIALE

| KOMPONENT | KONS. | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | pg/g |
|------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 0,645 | 82,6% | 0,06 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 0,097 | | 0,00 |
| 23478-penta-CDF | 0,132 | 91,1% | 0,07 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 0,039 | 104,7% | 0,00 |
| 123678-hexa-CDF | 0,030 | | 0,00 |
| 123789-hexa-CDF | < 0,013 | | 0,00 |
| 234678-hexa-CDF | 0,013 | | 0,00 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 0,075 | 99,0% | 0,00 |
| 1234789-hepta-CDF | < 0,008 | | 0,00 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 0,287 | | 0,00 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 0,14 |
| 2378-tetra-CDD | < 0,194 | 80,8% | 0,19 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 0,074 | 98,1% | 0,04 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | < 0,016 | | 0,00 |
| 123678-hexa-CDD | < 0,023 | 102,9% | 0,00 |
| 123789-hexa-CDD | < 0,045 | | 0,00 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 0,165 | 103,8% | 0,00 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 1,359 | 92,6% | 0,00 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 0,24 |

SUM 2,3,7,8-TEQ

0,38

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/161
 PRØVEBESKRIVELSE SKRUBBE,DF,19.1.90
 KUNDE NIVA O-89159004
 KUNDENS PRØVENUMMER NR. 20
 DATAFILER >T9298, >T9332

 TOTAL PRØVEMENGDE 25,000
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT pg/g

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEG

#VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOLOGISK MATERIALE

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 6,600 | 78,8% | 0,66 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 3,104 | | 0,03 |
| 23478-penta-CDF | 1,496 | 81,7% | 0,75 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 1,920 | 82,7% | 0,19 |
| 123678-hexa-CDF | 1,185 | | 0,12 |
| 123789-hexa-CDF | 0,105 | | 0,01 |
| 234678-hexa-CDF | 0,243 | | 0,02 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 1,028 | 78,5% | 0,01 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,153 | | 0,00 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 1,286 | | 0,00 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 1,80 |
| 2378-tetra-CDD | 0,435 | 86,5% | 0,43 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 0,276 | 86,9% | 0,14 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,090 | | 0,01 |
| 123678-hexa-CDD | 0,379 | 89,0% | 0,04 |
| 123789-hexa-CDD | 0,212 | | 0,02 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 0,702 | 84,0% | 0,01 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 2,822 | 88,9% | 0,00 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 0,65 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 2,45 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/162
 PRØVEBESKRIVELSE SKRUBBE, DF, 15.3.90
 KUNDE NIVA O-89159004
 KUNDENS PRØVENUMMER NR. 21
 DATAFILER >T9299, >T9333

TOTAL PRØVEMENGDE 25,000
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT pg/g

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEQ

#VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOLOGISK MATERIALE

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 6,869 | 76,5% | 0,69 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 4,623 | | 0,05 |
| 23478-penta-CDF | 1,996 | 81,0% | 1,00 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 3,788 | 83,5% | 0,38 |
| 123678-hexa-CDF | 2,513 | | 0,25 |
| 123789-hexa-CDF | 0,173 | | 0,02 |
| 234678-hexa-CDF | 0,648 | | 0,06 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 8,869 | 82,9% | 0,09 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,870 | | 0,01 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 33,641 | | 0,03 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 2,57 |
| 2378-tetra-CDD | 0,421 | 83,7% | 0,42 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 0,375 | 86,6% | 0,19 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,099 | | 0,01 |
| 123678-hexa-CDD | 0,497 | 89,3% | 0,05 |
| 123789-hexa-CDD | 0,482 | | 0,05 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 1,295 | 85,3% | 0,01 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 6,061 | 94,8% | 0,01 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 0,74 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 3,31 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/163
 PRØVEBESKRIVELSE SKRUBBE , 16.3.90, KF
 KUNDE NIVA O-8915904
 KUNDENS PRØVENUMMER NR.22
 DATAFILER >T9281, >T9328

 TOTAL PRØVEMENGDE 25,000
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT pg/g

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEG

#VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOL. MATERIALE

| KOMPONENT | KONS. | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | pg/g |
|------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 1,222 | 69,0% | 0,12 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 0,203 | | 0,00 |
| 23478-penta-CDF | 0,261 | 75,0% | 0,13 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 0,255 | 83,9% | 0,03 |
| 123678-hexa-CDF | 0,092 | | 0,01 |
| 123789-hexa-CDF | 0,018 | | 0,00 |
| 234678-hexa-CDF | 0,029 | | 0,00 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 0,210 | 78,9% | 0,00 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,033 | | 0,00 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 0,852 | | 0,00 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 0,30 |
| 2378-tetra-CDD | < 0,205 | 83,2% | 0,20 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 0,065 | 80,7% | 0,03 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | < 0,012 | | 0,00 |
| 123678-hexa-CDD | < 0,017 | 86,2% | 0,00 |
| 123789-hexa-CDD | < 0,033 | | 0,00 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 0,441 | 85,2% | 0,00 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 0,805 | 93,8% | 0,00 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 0,25 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 0,55 |

HYDROSPESIFIKKE ISOMERER I KRABBESMØR FRA UTLEKKINGSFORSØK

| NILU nr. | 90/151 | 90/152 | 90/153 | 90/154 |
|-------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| NIVA nr. | KK 14/12-89 | DK 18/1-90 | DK 14/3-90 | KK 14/3-90 |
| Isomer | | | | |
| 1378/1379-TCDF | 5,304 | 24,669 | 33,137 | 3,879 |
| 1278-TCDF | 3,343 | 17,337 | 25,030 | 2,357 |
| 1268-TCDF | 9,555 | 23,480 | 30,719 | 9,843 |
| 12368/13479-PeCDF | 9,027 | 57,642 | 67,851 | 5,852 |
| 12478-PeCDF | 4,640 | 56,774 | 68,492 | 3,467 |

Vedlegg 4:

Resultater av dioksinanalyser utført av NILU (Brev av 31/10-90).

Rådata fra følgende prøver er presentert:

1. Frierflaksediment brukt til opptaksforsøk med skrubbe 14/12-89 (starten av forsøket). (90/147).
2. Frierflaksediment brukt til opptaksforsøk med skrubbe 14/3-90 (slutten av forsøket). (90/149).

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| PRØVENUMMER | 90/147 |
| PRØVEBESKRIVELSE | SEDIMENT, SOLBERGSTRAND |
| KUNDE | NIVA PROSJ. NR. 0-8915904 |
| KUNDES PRØVENUMMER | DF, 14.12.89 |
| DATAFILER | >T9463, >T9471 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 0,100 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | ng/g ±.v. |

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1
 2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

| | | |
|--------------------------|--------------------|-----------------|
| 1378/1379-TCDF: 24.99 | 1278-TCDF: 4.94 | 2368-TCDF: 2.98 |
| 12368/13479-PeCDF: 14.14 | 12478-PeCDF: 13.16 | |

| KOMPONENT | KONS. ng/g | % GJENV. | 2,3,7,8-TEQ |
|------------------------|----------------|----------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 12,318 | 48,3% | 1,23 |
| SUM tetra-CDF | 109,444 | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 22,207 | | 0,22 |
| 23478-penta-CDF | 6,368 | 57,5% | 3,18 |
| SUM penta-CDF | 110,463 | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 28,884 | 65,1% | 2,89 |
| 123678-hexa-CDF | 15,657 | | 1,57 |
| 123789-hexa-CDF | 1,715 | | 0,17 |
| 234678-hexa-CDF | 2,519 | | 0,25 |
| SUM hexa-CDF | 121,774 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 36,675 | 69,1% | 0,37 |
| 1234789-hepta-CDF | 10,962 | | 0,11 |
| SUM hepta-CDF | 66,258 | | |
| Octa-CDF | 176,664 | | 0,18 |
| SUM FURANER | 584,602 | | 10,17 |
| 2378-tetra-CDD | 0,748 | 64,5% | 0,75 |
| SUM tetra-CDD | 22,972 | | |
| 12378-penta-CDD | 6,234 | 46,8% | 3,12 |
| SUM penta-CDD | 73,004 | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,871 | | 0,09 |
| 123678-hexa-CDD | 1,987 | 60,9% | 0,20 |
| 123789-hexa-CDD | i 17,356 | | 1,74 |
| SUM hexa-CDD | 35,240 | | |
| 1234678-hepta-CDD | 4,599 | 64,1% | 0,05 |
| SUM hepta-CDD | 7,673 | | |
| Octa-CDD | 7,431 | 60,2% | 0,01 |
| SUM DIOKSINER | 146,320 | | 5,94 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 16,11 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/149
 PRØVEBESKRIVELSE SEDIMENT, SOLBERGSTRAND
 KUNDE NIVA PROSJ. NR. 0-8915904
 KUNDENS PRØVENUMMER DF, 14.3.90
 DATAFILER >T9464, >T9472

TOTAL PRØVEMENGDE 0,100
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT ng/g + v

<: DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

1378/1379-TCDF: 38.48 1278-TCDF: 6.64 2368-TCDF: 3.91

12368/13479-PeCDF: 15.56 12478-PeCDF: 16.47

| KOMPONENT | KONS. ng/g | % GJENV. | 2,3,7,8-TEQ |
|------------------------|----------------|----------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 12,113 | 61,1% | 1,21 |
| SUM tetra-CDF | 122,951 | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 26,983 | | 0,27 |
| 23478-penta-CDF | 8,283 | 63,7% | 4,14 |
| SUM penta-CDF | 138,260 | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 32,844 | 67,1% | 3,28 |
| 123678-hexa-CDF | 18,208 | | 1,82 |
| 123789-hexa-CDF | 2,351 | | 0,24 |
| 234678-hexa-CDF | 3,026 | | 0,30 |
| SUM hexa-CDF | 138,862 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 42,218 | 68,1% | 0,42 |
| 1234789-hepta-CDF | 12,482 | | 0,12 |
| SUM hepta-CDF | 75,832 | | |
| Octa-CDF | 179,401 | | 0,18 |
| SUM FURANER | 655,306 | | 11,99 |
| 2378-tetra-CDD | 0,803 | 60,2% | 0,80 |
| SUM tetra-CDD | 26,303 | | |
| 12378-penta-CDD | 6,852 | 50,0% | 3,43 |
| SUM penta-CDD | 84,871 | | |
| 123478-hexa-CDD | 1,031 | | 0,10 |
| 123678-hexa-CDD | 2,220 | 62,5% | 0,22 |
| 123789-hexa-CDD | 17,664 | | 1,77 |
| SUM hexa-CDD | 39,615 | | |
| 1234678-hepta-CDD | 5,786 | 61,6% | 0,06 |
| SUM hepta-CDD | 9,433 | | |
| Octa-CDD | 12,340 | 53,8% | 0,01 |
| SUM DIOKSINER | 172,561 | | 6,39 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 18,38 |

Vedlegg 5

Analyseresultater for klororganiskeforbindelser (unntatt PCDF/D) i
sediment brukt i opptaksforsøk.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : DIODYR

Oppdragsnr. : 8915904
 Prøver mottatt : 26/3-90
 Lab.kode : EIB1-4
 Jobb nr. : 90/37A
 Prøvetype : Sediment
 Konsentrasjoner i : ug/kg tørrvekt

Prøvebetegnelse

1 - Dioksin-fisk 14/12-89
 2 - " -krabbe 14/12-89
 3 - " -fisk 14/ 3-90
 4 - Kontroll fisk 14/ 3-90

| Parameter | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|---------|------|---|---|---|
| 5-CB | 125 | 145 | 151 | <0.3 | | | |
| α-BHC | 8 | 13 | 17 | <0.3 | | | |
| HCB | 978 | 957 | 1189 | <0.3 | | | |
| γ-BHC (Lindan) | 19 | 24 | 31 | <0.3 | | | |
| p,p-DDE | 4 | 3 | 3 | <0.3 | | | |
| p,p-DDD | | 37 | Maskert | <0.3 | | | |
| OCS | 185 | 206 | 344 | <0.3 | | | |
| PCB-28 | 1 | 2 | 2 | <0.3 | | | |
| PCB-52 | 3 | 2 | 3 | 0.9 | | | |
| PCB-101 | 4 | 4 | 8 | <0.3 | | | |
| PCB-118 | 1 | 1 | 6 | <0.3 | | | |
| PCB-153 | 2 | 3 | 11 | <0.3 | | | |
| PCB-138 | 3 | 2 | 25 | <0.3 | | | |
| PCB-180 | 1 | 1 | 4 | <0.3 | | | |
| PCB-209 | 512 | 506 | 567 | <0.3 | | | |
| EOPCL | | | | | | | |
| % Tørrstoff | 56.7 | 58.9 | 59.7 | 69.2 | | | |
| % Fett | | | | | | | |

Dato : 25/9-90
 Analytiker: SIG/BRG

Vedlegg 6

Analyseresultater for klororganiskeforbindelser (unntatt PCDF/D) i
krabbesmør (opptaksforsøk).

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : DIODYR

Oppdragsnr. : 8915904
 Prøver mottatt : 27/3-90
 Lab.kode : EIT1-4
 Jobb nr. : 90/37B
 Prøvetype : Krabbesmør
 Konsentrasjoner i : ug/kg.fettbasis

Prøvebetegnelse

- 1 - KK 14/12-89
 2 - DK 18/ 1-90
 3 - " 14/ 3-90
 4 - KK 14/ 3-90

| Parameter | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| 5-CB | <25 | <24 | <25 | <23 | | | |
| α-BHC | <25 | <24 | <25 | <23 | | | |
| HCB | 27 | 42 | 48 | 34 | | | |
| γ-BHC (Lindan) | <25 | <24 | <25 | <23 | | | |
| p,p-DDE | 155 | 128 | 182 | 183 | | | |
| p,p-DDD | <25 | <24 | <25 | <23 | | | |
| OCS | <25 | <24 | <25 | <23 | | | |
| PCB-28 | <25 | <24 | 25 | <23 | | | |
| PCB-52 | <25 | <24 | <25 | <23 | | | |
| PCB-101 | <25 | <24 | 27 | <23 | | | |
| PCB-118 | <25 | <24 | 48 | <23 | | | |
| PCB-153 | 185 | 161 | 244 | 229 | | | |
| PCB-138 | 167 | 133 | 212 | 204 | | | |
| PCB-180 | 35 | 28 | 49 | 44 | | | |
| PCB-209 | <25 | 35 | <25 | <23 | | | |
| EOPCL | | | | | | | |
| % Tørrstoff | 37.7 | 34.1 | 34.3 | 34.0 | | | |
| % Fett | 20.2 | 18.5 | 20.5 | 18.6 | | | |

Dato : 26/9-90
 Analytiker: SIG/BRG

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : DIODYR

Oppdragsnr. : 8915904
 Prøver mottatt : 27/3-90
 Lab.kode : EIT2+3
 Jobb nr. : 90/37B(reanalyse)
 Prøvetype : Krabbesmør
 Konsentrasjoner i : ug/kg fettbasis

Prøvebetegnelse

- 1 - DK 18/1-90 Rapotert 26/ 9-90
 2 - " " " 16/10-90 (reanalysert)
 3 - DK 14/3-90 " 26/ 9-90
 4 - " " " 16/10-90 (reanalysert)

| Parameter | DK 18/1-90 | | DK 14/3-90 | | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------------|---------|------------|---------|---|---|---|
| | Rap.lg. | Reanal. | Rap.lg. | Reanal. | | | |
| 5-CB | <24 | <24 | <25 | <25 | | | |
| α-BHC | <24 | <24 | <25 | <25 | | | |
| HCB | 42 | 111 | 48 | 103 | | | |
| γ-BHC (Lindan) | <24 | <24 | <25 | <25 | | | |
| p,p-DDE | 128 | 164 | 182 | 210 | | | |
| p,p-DDD | <24 | <24 | <25 | <25 | | | |
| OCS | <24 | <24 | <25 | <25 | | | |
| PCB-28 | <24 | <24 | 25 | <25 | | | |
| PCB-52 | <24 | <24 | <25 | <25 | | | |
| PCB-101 | <24 | 27 | 27 | 49 | | | |
| PCB-118 | <24 | <24 | 48 | 65 | | | |
| PCB-153 | 161 | 191 | 244 | 255 | | | |
| PCB-138 | 133 | 178 | 212 | 243 | | | |
| PCB-180 | 28 | 32 | 49 | 50 | | | |
| PCB-209 | 35 | <24 | <25 | <25 | | | |
| EOPCL | | | | | | | |
| % Tørrstoff | 34.1 | | 34.3 | | | | |
| % Fett | 18.5 | | 20.5 | | | | |

Dato : 16/10-90
 Analytiker: ERG/SIG

Vedlegg 7

Analyseresultater for klororganiskeforbindelser (unntatt PCDF/D) i
skrubbe (opptaksforsøk).

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : DIODYR

Oppdragsnr. : 8915904

Prøver mottatt : 26/3-90

Lab.kode : EIG

Jobb nr. : 90/36

Prøvetype : Fisk

Konsentrasjoner i : ng/g på fettbasisPrøvebetegnelse

- 1 - Skrubbe, Fisk 1- 0, 14/12-89 *Kontroll, Start*
 2 - " " 221-228, 17/ 1-90 DF.
 3 - " " 321-328, 15/ 3-90 DF.
 4 - " " 201-208, 18/ 1-90 Kontroll.

| Parameter | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|------|------|------|---|---|---|
| 5-CB | <60 | <30 | <70 | <60 | | | |
| α-BHC | <60 | <30 | <70 | <60 | | | |
| β-BHC | | | | | | | |
| HCB | 175 | 114 | 717 | 297 | | | |
| γ-BHC (Lindan) | <60 | <30 | <77 | <60 | | | |
| p,p-DDE | 93 | 121 | 524 | 100 | | | |
| p,p-DDD | <60 | <30 | <70 | <60 | | | |
| OCS | <60 | 37 | 322 | 99 | | | |
| PCB-28 | <60 | 46 | 255 | 60 | | | |
| PCB-52 | <58 | 73 | 442 | 126 | | | |
| PCB-101 | 126 | 197 | 820 | 278 | | | |
| PCB-118 | 80 | 457 | 354 | 98 | | | |
| PCB-153 | 284 | 348 | 1247 | 383 | | | |
| PCB-138 | 279 | 314 | 1280 | 375 | | | |
| PCB-180 | <60 | 68 | 260 | 75 | | | |
| PCB-209 | <60 | <30 | <70 | <60 | | | |
| EOPCL | | | | | | | |
| % Tørrstoff | 20.4 | 21.6 | 16.4 | 20.6 | | | |
| % Fett | 0.9 | 1.5 | 0.7 | 1.0 | | | |

8/10-90
TOM/SIE

Vedlegg 8.

Resultater av dioksinanalyser utført av NILU (Brev av 11/10-90).

Rådata fra følgende prøver er presentert:

1. Blåskjell som frem til 14/3 stod nedstrøms sediment fra Frierflaket (utskillelser forsøk), 20/4-89. (90/475).
2. Blåskjell som frem til 14/3 stod nedstrøms sediment fra Frierflaket (utskillelser forsøk), 22/5-89. (90/476).
3. Blåskjell som frem til 14/3 stod nedstrøms sediment fra Frierflaket (utskillelser forsøk), 18/6-89. (90/477).
4. Evertebrater innsamlet fra Frierflaket 13/10-89. (90/158).
5. Evertebrater innsamlet i Breviksfjorden 1/3-90. (90/159).
6. Frierflaksediment brukt til opptaksforsøk med krabbe 14/12-90 (starten av forsøket). (90/148).
7. Hydrospesifikke isomerer i blåskjell fra Solbergstrand og Risøyodden.

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| PRØVENUMMER | 90/475 |
| PRØVEBESKRIVELSE | BLÅSKJELL |
| KUNDE | NIVA PROSJEKTNR. 0-8915904 |
| KUNDENS PRØVENUMMER | SOLBERGSTR., DFN, 20.4.90 |
| DATAFILER | >T9374, >T9401 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 10,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

<: DETEKSJONGRENSE VED SIGNAL/STØYFORH. 3:1; i: INTERFERENS
 2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL
 1378/1379-TCDF: 437.44; 1278-TCDF: 93.87; 2368-TCDF: 88.13
 12368/13479-PeCDF: 124.77; 12478-PeCDF: 118.35

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 241,710 | 89,8% | 24,17 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 88,460 | | 0,88 |
| 23478-penta-CDF | 55,731 | 85,6% | 27,87 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 10,150 | 86,4% | 1,01 |
| 123678-hexa-CDF | 5,265 | | 0,53 |
| 123789-hexa-CDF | i 0,000 | | 0,00 |
| 234678-hexa-CDF | 2,468 | | 0,25 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 3,215 | 80,3% | 0,03 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,900 | | 0,01 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 12,581 | | 0,01 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 54,76 |
| 2378-tetra-CDD | 3,811 | 89,0% | 3,81 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 6,053 | 83,0% | 3,03 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 1,874 | | 0,19 |
| 123678-hexa-CDD | 5,372 | 86,5% | 0,54 |
| 123789-hexa-CDD | 2,983 | | 0,30 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 2,522 | 88,6% | 0,03 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 5,272 | 84,3% | 0,01 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 7,89 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 62,65 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/476
 PRØVEBESKRIVELSE BLÅSKJELL
 KUNDE NIVA PROSJ.NR. 0-8915904
 KUNDES PRØVENUMMER SOLBERGSTR., DFN, 22.5.90
 DATAFILER >T9373, >T9400

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

<: DETEKSJONSGRENSE VED SIGNAL/STØYFORH. 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL1

1378/1379-TCDF: 213.84; 1278-TCDF: 54.06; 2368-TCDF: 56.00

12368/13479-PeCDF: 63.31; 12478-PeCDF: 52.01

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

| | | | |
|----------------------|----------------|-------|-------|
| 2378-tetra-CDF | 157,845 | 76,4% | 15,78 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |

| | | | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|
| 12378/12348-penta-CDF | 38,737 | | 0,39 |
| 23478-penta-CDF | 30,899 | 74,5% | 15,45 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |

| | | | |
|------------------------|----------------|-------|------|
| 123478/123479-hexa-CDF | 5,446 | 72,8% | 0,54 |
| 123678-hexa-CDF | 2,451 | | 0,25 |
| 123789-hexa-CDF | 0,418 | | 0,04 |
| 234678-hexa-CDF | 1,145 | | 0,11 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |

| | | | |
|----------------------|----------------|-------|------|
| 1234678-hepta-CDF | 3,130 | 68,3% | 0,03 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,706 | | 0,01 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |

| | | | |
|--------------------|----------------|--|--------------|
| Octa-CDF | 11,982 | | 0,01 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 32,62 |

| | | | |
|----------------------|----------------|-------|------|
| 2378-tetra-CDD | 1,973 | 82,0% | 1,97 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |

| | | | |
|----------------------|----------------|-------|------|
| 12378-penta-CDD | 7,726 | 72,8% | 3,86 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |

| | | | |
|---------------------|----------------|-------|------|
| 123478-hexa-CDD | 0,923 | | 0,09 |
| 123678-hexa-CDD | 2,437 | 73,7% | 0,24 |
| 123789-hexa-CDD | 1,940 | | 0,19 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |

| | | | |
|----------------------|----------------|-------|------|
| 1234678-hepta-CDD | 2,099 | 75,6% | 0,02 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |

| | | | |
|----------------------|----------------|-------|-------------|
| Octa-CDD | 4,599 | 72,2% | 0,00 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 6,39 |

SUM 2,3,7,8-TEQ

39,01

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/477
 PRØVEBESKRIVELSE BLÅSKJELL
 KUNDE NIVA PROSJ.NR. 0-8915904
 KUNDENS PRØVENUMMER SOLBERGSTR., DFN, 18.6.90 14/29
 DATAFILER >T9372, >T9398

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

<: DETEKSJONSGRENSE VED SIGNAL/STØYFORH. 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL1

1378/1379: 116.95; 1278: 31.11; 2368: 34.33

12368/13479: 33.16; 12478: 27.85

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. | 2,3,7,8-TEQ |
|------------------------|----------------|----------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 115,880 | 93,7% | 11,59 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 19,318 | | 0,19 |
| 23478-penta-CDF | 17,503 | 93,1% | 8,75 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 3,664 | 93,9% | 0,37 |
| 123678-hexa-CDF | 1,712 | | 0,17 |
| 123789-hexa-CDF | 0,261 | | 0,03 |
| 234678-hexa-CDF | 0,778 | | 0,08 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 3,215 | 90,2% | 0,03 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,595 | | 0,01 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 10,780 | | 0,01 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 21,22 |
| 2378-tetra-CDD | 1,283 | 101,4% | 1,28 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 2,484 | 91,8% | 1,24 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,441 | | 0,04 |
| 123678-hexa-CDD | 2,375 | 93,3% | 0,24 |
| 123789-hexa-CDD | 1,592 | | 0,16 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 1,805 | 98,1% | 0,02 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 4,445 | 94,4% | 0,00 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 2,99 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 24,21 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|-----------------------------|
| PRØVENUMMER | 90/158 |
| PRØVEBESKRIVELSE | EVERTEBRATER, FRIERFJORDEN |
| KUNDE | NIVA PROSJ.NR. 0-8915904 |
| KUNDES PRØVENUMMER | SLEDETREKK ST. II, 13.10.90 |
| DATAFILER | >T9375, >T9402 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 5,250 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

<: DETEKSJONSGRENSE VED SIGNAL/STØYFORH. 3:1; i: INTERFERENS
 2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL1
 1378/1379-TCDF: 3736.9; 1278-TCDF: 323.6; 2368-TCDF: 233.8
 12368/13479-PeCDF: 1262.9; 12478-PeCDF: 1075.9

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| 2378-tetra-CDF | 515,086 | 64,5% | 51,51 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 1397,307 | | 13,97 |
| 23478-penta-CDF | 339,120 | 75,0% | 169,56 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 2078,904 | 71,8% | 207,89 |
| 123678-hexa-CDF | 748,934 | | 74,89 |
| 123789-hexa-CDF | 52,849 | | 5,28 |
| 234678-hexa-CDF | 129,000 | | 12,90 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 1744,409 | 87,3% | 17,44 |
| 1234789-hepta-CDF | 304,026 | | 3,04 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 8745,207 | | 8,75 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 565,24 |
| 2378-tetra-CDD | 17,441 | 71,4% | 17,44 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 42,851 | 68,8% | 21,43 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 44,109 | | 4,41 |
| 123678-hexa-CDD | 90,156 | 69,4% | 9,02 |
| 123789-hexa-CDD | 396,111 | | 39,61 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 161,829 | 73,2% | 1,62 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 326,675 | 62,2% | 0,33 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 93,85 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 659,09 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|-----------------------------|
| PRØVENUMMER | 90/159 |
| PRØVEBESKRIVELSE | EVERTEBRATER, BREVIKFJORDEN |
| KUNDE | NIVA PROSJ.NR. 0-8915904 |
| KUNDES PRØVENUMMER | SLEDETREKK 1.3.90 |
| DATAFILER | >T9376, TETRA5(AUTOSPEC) |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 23,820 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

<: DETEKSJONSGRENSE VED SIGNAL/STØYFORH. 3:1; i: INTERFERENS
2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL1

1378/1379-TCDF: i; 1278-TCDF: 46.26; 2368-TCDF: 37.98
12368/13479-PeCDF: 286.98; 12478-PeCDF: 283.94

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. | 2,3,7,8-TEQ |
|------------------------|----------------|----------|---------------|
| 2378-tetra-CDF | 48,508 | 66,6% | 4,85 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 311,888 | | 3,12 |
| 23478-penta-CDF | 42,197 | 75,7% | 21,10 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 327,312 | 100,2% | 32,73 |
| 123678-hexa-CDF | 85,207 | | 8,52 |
| 123789-hexa-CDF | 18,362 | | 1,84 |
| 234678-hexa-CDF | 37,485 | | 3,75 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 296,710 | 105,5% | 2,97 |
| 1234789-hepta-CDF | 58,393 | | 0,58 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 1406,559 | | 1,41 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 80,86 |
| 2378-tetra-CDD | 0,824 | 52,5% | 0,82 |
| SUM tetra-CDD | 0,000 | | |
| 12378-penta-CDD | 6,911 | 57,3% | 14,36 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 7,171 | | 0,72 |
| 123678-hexa-CDD | 11,262 | 69,6% | 1,13 |
| 123789-hexa-CDD | i 140,047 | | 14,00 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 29,056 | 68,9% | 0,29 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 99,443 | 60,2% | 0,10 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 31,42 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 112,28 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/148
 PRØVEBESKRIVELSE SEDIMENT, SOLBERGSTRAND
 KUNDE NIVA PROSJ.NR. 0-8915904
 KUNDES PRØVENUMMER DK, 14.12.90 *Handwritten mark*
 DATAFILER >T9375, >T9402

 TOTAL PRØVEMENGDE 0,100
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT ng/g

<: DETEKSJONSGRENSE VED SIGNAL/STØYFORH. 3:1; i: INTERFERENS
 2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL
 1378/1379-TCDF: 33.52; 1278-TCDF: 7.70; 2368-TCDF: 4.82
 12368/13479-PeCDF: 19.09; 12478-PeCDF: 17.24

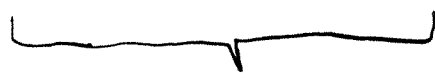
| KOMPONENT | KONS. ng/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 17,178 | 71,7% | 1,72 |
| SUM tetra-CDF | 150,384 | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 29,619 | | 0,30 |
| 23478-penta-CDF | 7,646 | 74,3% | 3,82 |
| SUM penta-CDF | 144,849 | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 38,577 | 81,1% | 3,86 |
| 123678-hexa-CDF | 19,686 | | 1,97 |
| 123789-hexa-CDF | 2,779 | | 0,28 |
| 234678-hexa-CDF | 3,136 | | 0,31 |
| SUM hexa-CDF | 188,784 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 49,505 | 84,9% | 0,50 |
| 1234789-hepta-CDF | 14,109 | | 0,14 |
| SUM hepta-CDF | 87,333 | | |
| Octa-CDF | 304,775 | | 0,30 |
| SUM FURANER | 876,126 | | 13,20 |
| 2378-tetra-CDD | 1,518 | 56,3% | 1,52 |
| SUM tetra-CDD | 25,985 | | |
| 12378-penta-CDD | 5,134 | 62,6% | 2,57 |
| SUM penta-CDD | 57,832 | | |
| 123478-hexa-CDD | 1,264 | | 0,13 |
| 123678-hexa-CDD | 2,657 | 72,3% | 0,27 |
| 123789-hexa-CDD | 20,746 | | 2,07 |
| SUM hexa-CDD | 12,653 | | |
| 1234678-hepta-CDD | 6,289 | 74,6% | 0,06 |
| SUM hepta-CDD | 10,798 | | |
| Octa-CDD | 15,418 | 74,0% | 0,02 |
| SUM DIOKSINER | 122,686 | | 6,63 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 19,83 |

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
 Vår ref.: MOE/MAA/0-90055/11. oktober 1990

HYDRO-SPEKIFIKKE ISOMERER I BLÅSKJELL FRA
 UTLEKKINGSFORSØK PÅ SOLBERGSTRAND

| NILU nr. | 90/142 | 90/143 | 90/144 | 90/145 | 90/146 | 90/221 |
|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| NIVA nr. | Start 18/12-89 | DFN 18/01-90 | DFN 22/2-90 | DFN 14/3-90 | KFN 14/3-90 | DFN, 2.4.90 |
| 1378/1379-TCDF | 0,483 | 389,2 | 238,0 | 918,0 | 2,301 | 536,3 |
| 1278-TCDF | 0,937 | 63,2 | 36,9 | 153,8 | 3,092 | 96,18 |
| 2368-TCDF | 1,592 | 53,4 | 30,0 | 139,3 | 2,001 | 96,45 |
| 12368/13479-PeCDF | 0,497 | 150,1 | 78,9 | 275,1 | 1,360 | 176,0 |
| 12478-PeCDF | 0,405 | 138,7 | 76,0 | 275,6 | 1,403 | 176,2 |

| NILU nr. | 90/164 | 90/165 | 90/166 |
|-------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| NIVA nr. | Pg sediment | Nor sediment | Lagst fra sediment |
| 1378/1379-TCDF | 201,0 | 367,8 | 360,8 |
| 1278-TCDF | 22,2 | 40,0 | 45,4 |
| 2368-TCDF | 38,2 | 75,2 | 99,3 |
| 12368/13479-PeCDF | 83,9 | 138,6 | 177,7 |
| 12478-PeCDF | 69,9 | 112,7 | 134,9 |



Blåskjell fra Risøyodden

Vedlegg 9.

Resultater av dioksinanalyser utført av NILU (Brev av 29/6-90).

Rådata fra følgende prøver er presentert:

1. Blåskjell (opptaksforsøk) ved starten av forsøket 18/12-89. (90/142).
2. Blåskjell nedstrøms sediment fra Frierflaket (opptaksforsøk) 18/1-90. (90/143).
3. Blåskjell nedstrøms sediment fra Frierflaket (opptaksforsøk) 22/2-90. (90/144). NB: Disse blåskjell ble utplassert 7/2-90.
4. Blåskjell nedstrøms sediment fra Frierflaket (opptaksforsøk) 14/3-90. (90/145).
5. Blåskjell nedstrøms sediment fra Oslofjorden (opptaksforsøk) 14/3-90. (90/146).
5. Blåskjell som frem til 14/3 stod nedstrøms sediment fra Frierflaket (utskillelses forsøk), 2/4-90. (90/221).
6. Blåskjell fra Risøyodden, St.3. På stein langt fra sediment. (90/166).
7. Blåskjell fra Risøyodden, St.2. På fjell nær sediment. (90/165).
8. Blåskjell fra Risøyodden, St.1. På sediment. (90/164).
9. Div. resultater fra bestemmelse av fettinnhold i blåskjell.

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|----------------|
| PRØVENUMMER | 90/142 |
| PRØVEBESKRIVELSE | BLÅSKJELL |
| KUNDE | NIVA O-8915904 |
| KUNDENS PRØVENUMMER | START 18/12-89 |
| DATAFILER | >t8992, >T9020 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 40,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 5,200 | 71,3% | 0,52 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 0,357 | | 0,00 |
| 23478-penta-CDF | 0,472 | 73,1% | 0,24 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 0,236 | 72,4% | 0,02 |
| 123678-hexa-CDF | 0,120 | | 0,01 |
| 123789-hexa-CDF | 0,071 | | 0,01 |
| 234678-hexa-CDF | 0,093 | | 0,01 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 0,234 | 55,6% | 0,00 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,032 | | 0,00 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 0,177 | | 0,00 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 0,81 |
| 2378-tetra-CDD | < 0,604 | 65,9% | 0,60 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 0,286 | 73,8% | 0,14 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 0,044 | | 0,00 |
| 123678-hexa-CDD | 0,260 | 74,8% | 0,03 |
| 123789-hexa-CDD | < 0,072 | | 0,01 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 0,781 | 69,3% | 0,01 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 6,942 | 56,0% | 0,01 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 0,80 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 1,61 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|----------------|
| PRØVENUMMER | 90/143 |
| PRØVEBESKRIVELSE | BLÅSKJELL |
| KUNDE | NIVA O-8915904 |
| KUNDES PRØVENUMMER | DFN 18/1-90 |
| DATAFILER | >t8993, >T9023 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 40,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

| KOMPONENT | KONS. | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | pg/g |
|------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 158,310 | 68,1% | 15,83 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 149,406 | | 1,49 |
| 23478-penta-CDF | 44,844 | 65,6% | 22,42 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 56,477 | 66,8% | 5,65 |
| 123678-hexa-CDF | 32,272 | | 3,23 |
| 123789-hexa-CDF | 7,019 | | 0,70 |
| 234678-hexa-CDF | 7,729 | | 0,77 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 28,978 | 58,0% | 0,29 |
| 1234789-hepta-CDF | 10,403 | | 0,10 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 126,839 | | 0,13 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 50,62 |
| 2378-tetra-CDD | 2,097 | 77,2% | 2,10 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 8,835 | 79,7% | 4,42 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 3,282 | | 0,33 |
| 123678-hexa-CDD | 7,068 | 59,8% | 0,71 |
| 123789-hexa-CDD | 4,098 | | 0,41 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 6,770 | 58,7% | 0,07 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 10,959 | 54,1% | 0,01 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 8,04 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 58,66 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|----------------|
| PRØVENUMMER | 90/144 |
| PRØVEBESKRIVELSE | BLÅSKJELL |
| KUNDE | NIVA O-8915904 |
| KUNDES PRØVENUMMER | DFN 22/2-90 |
| DATAFILER | >t8994, >T9024 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 40,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

| KOMPONENT | KONS. | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | pg/g |
|------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 86,625 | 51,1% | 8,66 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 85,701 | | 0,86 |
| 23478-penta-CDF | 26,509 | 48,4% | 13,25 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 59,375 | 45,3% | 5,94 |
| 123678-hexa-CDF | 36,820 | | 3,68 |
| 123789-hexa-CDF | 7,707 | | 0,77 |
| 234678-hexa-CDF | 6,800 | | 0,68 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 50,038 | 39,0% | 0,50 |
| 1234789-hepta-CDF | 18,120 | | 0,18 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 228,246 | | 0,23 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 34,75 |
| 2378-tetra-CDD | 1,437 | 74,7% | 1,44 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 9,657 | 58,0% | 4,83 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 2,429 | | 0,24 |
| 123678-hexa-CDD | 5,777 | 43,3% | 0,58 |
| 123789-hexa-CDD | 5,089 | | 0,51 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 8,894 | 40,5% | 0,09 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 17,375 | 36,6% | 0,02 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 7,70 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 42,46 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|----------------|
| PRØVENUMMER | 90/145 |
| PRØVEBESKRIVELSE | BLÅSKJELL |
| KUNDE | NIVA O-8915904 |
| KUNDES PRØVENUMMER | DFN14/3-90 |
| DATAFILER | >T9000, >T9025 |
| | |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 40,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| 2378-tetra-CDF | 382,104 | 91,5% | 38,21 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 242,925 | | 2,43 |
| 23478-penta-CDF | 112,091 | 83,4% | 56,05 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 66,551 | 72,0% | 6,66 |
| 123678-hexa-CDF | 40,944 | | 4,09 |
| 123789-hexa-CDF | 9,690 | | 0,97 |
| 234678-hexa-CDF | 11,173 | | 1,12 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 28,272 | 57,9% | 0,28 |
| 1234789-hepta-CDF | 11,166 | | 0,11 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 128,077 | | 0,13 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 110,04 |
| 2378-tetra-CDD | 4,775 | 77,7% | 4,77 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 14,855 | 99,0% | 7,43 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 4,780 | | 0,48 |
| 123678-hexa-CDD | 12,067 | 70,2% | 1,21 |
| 123789-hexa-CDD | 5,616 | | 0,56 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 8,875 | 59,7% | 0,09 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 17,954 | 47,8% | 0,02 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 14,56 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 124,60 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|----------------|
| PRØVENUMMER | 90/146 |
| PRØVEBESKRIVELSE | BLÅSKJELL |
| KUNDE | NIVA O-8915904 |
| KUNDES PRØVENUMMER | KFN 14/3.90 |
| DATAFILER | >T9001, >T9021 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 40,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 6,488 | 92,5% | 0,65 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 1,089 | | 0,01 |
| 23478-penta-CDF | 1,074 | 72,4% | 0,54 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 0,561 | 69,0% | 0,06 |
| 123678-hexa-CDF | 0,257 | | 0,03 |
| 123789-hexa-CDF | < 0,107 | | 0,01 |
| 234678-hexa-CDF | 0,219 | | 0,02 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 0,416 | 56,8% | 0,00 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,095 | | 0,00 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 1,202 | | 0,00 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 1,32 |
| 2378-tetra-CDD | 0,899 | 73,8% | 0,90 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 0,451 | 77,6% | 0,23 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | < 0,122 | | 0,01 |
| 123678-hexa-CDD | 0,720 | 69,7% | 0,07 |
| 123789-hexa-CDD | < 0,302 | | 0,03 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 0,543 | 59,4% | 0,01 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 2,135 | 46,0% | 0,00 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 1,25 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 2,56 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|----------------|
| PRØVENUMMER | 90/221 |
| PRØVEBESKRIVELSE | BLÅSKJELL |
| KUNDE | NIVA O-8915904 |
| KUNDENS PRØVENUMMER | DFN 2/4-90 |
| DATAFILER | >T9002, >T9022 |
| | |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 40,000 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | g |
| ENHET I RAPPORT | pg/g |

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 263,493 | 79,1% | 26,35 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 135,812 | | 1,36 |
| 23478-penta-CDF | 78,950 | 70,2% | 39,48 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 23,883 | 66,3% | 2,39 |
| 123678-hexa-CDF | 13,044 | | 1,30 |
| 123789-hexa-CDF | 3,427 | | 0,34 |
| 234678-hexa-CDF | 5,184 | | 0,52 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 6,843 | 59,7% | 0,07 |
| 1234789-hepta-CDF | 2,977 | | 0,03 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 36,705 | | 0,04 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 71,87 |
| 2378-tetra-CDD | 0,944 | 97,6% | 0,94 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 6,823 | 67,8% | 3,41 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 2,768 | | 0,28 |
| 123678-hexa-CDD | 6,648 | 68,9% | 0,66 |
| 123789-hexa-CDD | 1,500 | | 0,15 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 3,330 | 68,2% | 0,03 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 6,924 | 65,4% | 0,01 |
| SUM DIKSINER | #VALUE! | | 5,49 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 77,36 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/166
 PRØVEBESKRIVELSE BLÅSKJELL
 KUNDE NIVA O-8915904
 KUNDES PRØVENUMMER RISØYODDEN ST.3
 DATAFILER >T9005, >T9028

*På stein langt fra
rediment*

TOTAL PRØVEMENGDE 40,000
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT pg/g

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

| | | | |
|------------------------|----------------|-------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 133,331 | 81,0% | 13,33 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 138,379 | | 1,38 |
| 23478-penta-CDF | 53,685 | 83,3% | 26,84 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 167,808 | 85,4% | 16,78 |
| 123678-hexa-CDF | 115,485 | | 11,55 |
| 123789-hexa-CDF | 27,662 | | 2,77 |
| 234678-hexa-CDF | 20,928 | | 2,09 |
| SUM hexa-CDF | 0,000 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 357,474 | 88,7% | 3,57 |
| 1234789-hepta-CDF | 49,351 | | 0,49 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 1515,350 | | 1,52 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 80,33 |
| 2378-tetra-CDD | 3,160 | 74,9% | 3,16 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 11,439 | 70,9% | 5,72 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 8,732 | | 0,87 |
| 123678-hexa-CDD | 14,305 | 75,7% | 1,43 |
| 123789-hexa-CDD | 27,658 | | 2,77 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 61,287 | 69,2% | 0,61 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 214,043 | 54,0% | 0,21 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 14,78 |

SUM 2,3,7,8-TEQ 95,11

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/165
 PRØVEBESKRIVELSE BLÅSKJELL
 KUNDE NIVA O-8915904
 KUNDENS PRØVENUMMER RISØYODDEN ST.2
 DATAFILER >T9004, >T9027

*fp2 Still nær
 sediment*

TOTAL PRØVEMENGDE 40,000
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT pg/g

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 115,708 | 86,2% | 11,57 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 111,216 | | 1,11 |
| 23478-penta-CDF | 44,787 | 86,3% | 22,39 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 103,933 | 94,2% | 10,39 |
| 123678-hexa-CDF | 69,699 | | 6,97 |
| 123789-hexa-CDF | 11,016 | | 1,10 |
| 234678-hexa-CDF | 13,974 | | 1,40 |
| SUM hexa-CDF | 0,000 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 190,168 | 102,6% | 1,90 |
| 1234789-hepta-CDF | 31,273 | | 0,31 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 1092,986 | | 1,09 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 58,25 |
| 2378-tetra-CDD | 2,135 | 74,5% | 2,13 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 10,218 | 75,3% | 5,11 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 6,465 | | 0,65 |
| 123678-hexa-CDD | 11,067 | 84,0% | 1,11 |
| 123789-hexa-CDD | 21,078 | | 2,11 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 37,293 | 83,6% | 0,37 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 91,314 | 75,4% | 0,09 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 11,57 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 69,82 |

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 90/164
 PRØVEBESKRIVELSE BLÅSKJELL
 KUNDE NIVA O-8915904
 KUNDES PRØVENUMMER RISØYODDEN ST.1 (P2 sediment)
 DATAFILER >T9003, >T9026

TOTAL PRØVEMENGDE 40,000
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g
 ENHET I RAPPORT pg/g

| KOMPONENT | KONS. pg/g | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | |
|------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| 2378-tetra-CDF | 67,201 | 80,7% | 6,72 |
| SUM tetra-CDF | #VALUE! | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 73,360 | | 0,73 |
| 23478-penta-CDF | 29,782 | 85,2% | 14,89 |
| SUM penta-CDF | #VALUE! | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 84,761 | 93,8% | 8,48 |
| 123678-hexa-CDF | 56,933 | | 5,69 |
| 123789-hexa-CDF | 11,016 | | 1,10 |
| 234678-hexa-CDF | 10,793 | | 1,08 |
| SUM hexa-CDF | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDF | 151,764 | 99,2% | 1,52 |
| 1234789-hepta-CDF | 27,524 | | 0,28 |
| SUM hepta-CDF | #VALUE! | | |
| Octa-CDF | 783,580 | | 0,78 |
| SUM FURANER | #VALUE! | | 41,27 |
| 2378-tetra-CDD | 1,322 | 77,8% | 1,32 |
| SUM tetra-CDD | #VALUE! | | |
| 12378-penta-CDD | 7,270 | 77,4% | 3,63 |
| SUM penta-CDD | #VALUE! | | |
| 123478-hexa-CDD | 4,406 | | 0,44 |
| 123678-hexa-CDD | 7,792 | 89,8% | 0,78 |
| 123789-hexa-CDD | 5,487 | | 0,55 |
| SUM hexa-CDD | #VALUE! | | |
| 1234678-hepta-CDD | 27,368 | 86,8% | 0,27 |
| SUM hepta-CDD | #VALUE! | | |
| Octa-CDD | 66,271 | 75,9% | 0,07 |
| SUM DIOKSINER | #VALUE! | | 7,06 |
| SUM 2,3,7,8-TEQ | | | 48,34 |

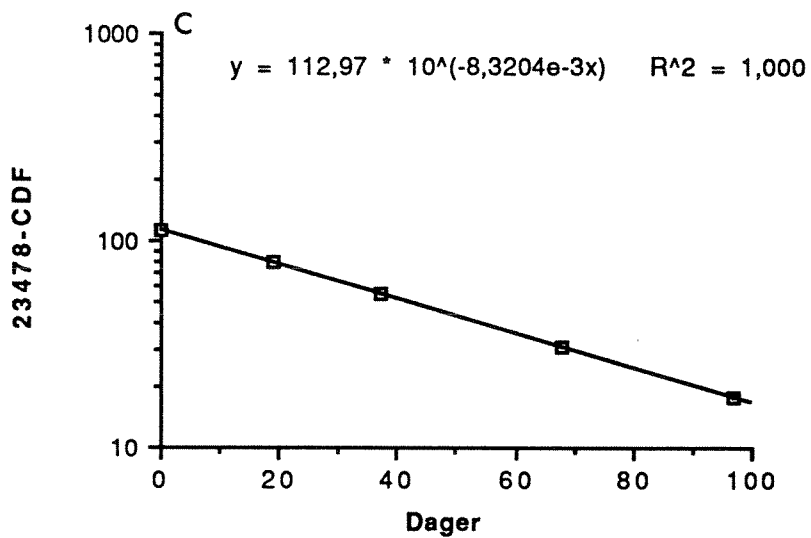
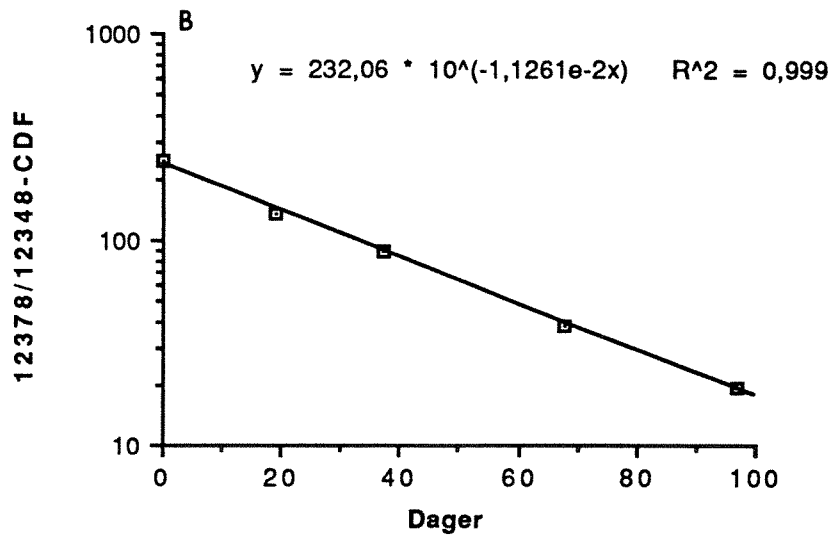
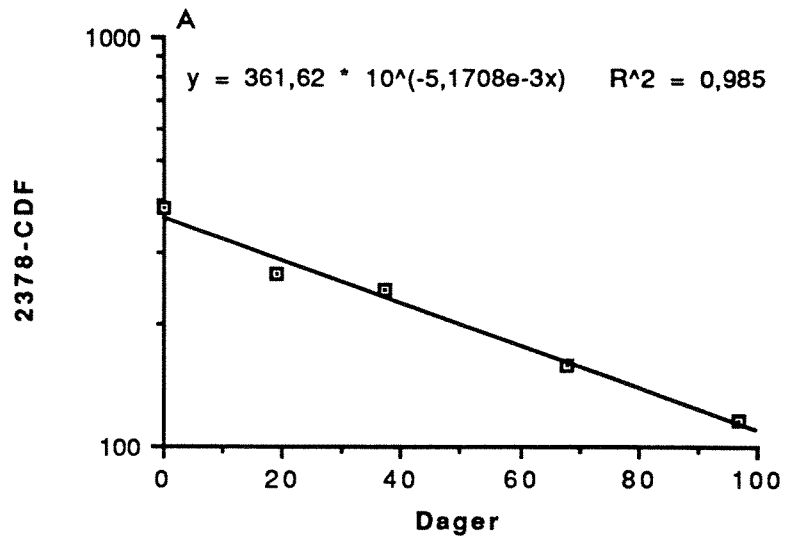
NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
 Vår ref.: EB/KAS/0-90055/29. juni 1990

FETTBESTEMMELSE AV BIOLOGISKE PRØVER FRA SOLBERGSTRAND - NIVA

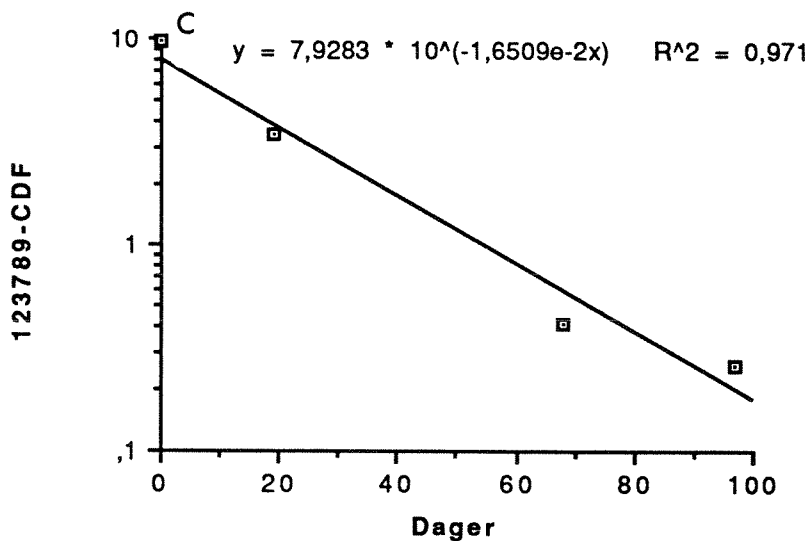
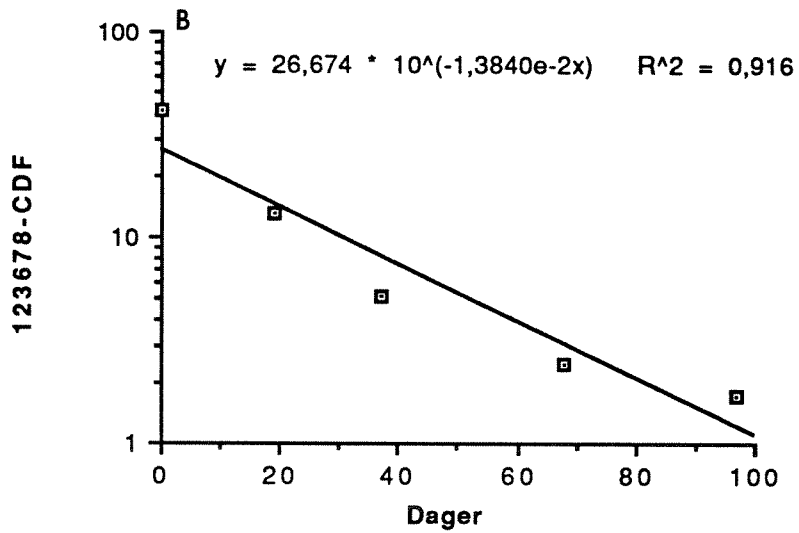
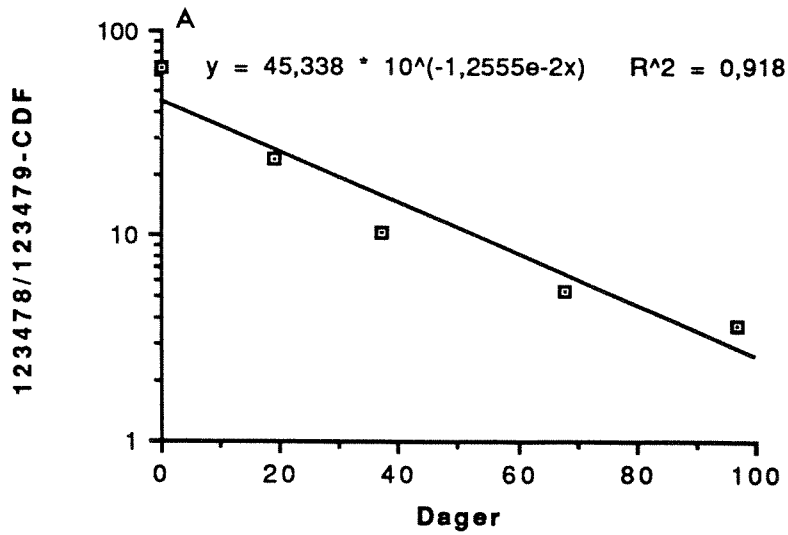
| NILU nr. | Merking av glass | Materiale | % Fett |
|----------|-----------------------------------|-----------|--------|
| 90/142 | Start 18.12.89 | Blåskjell | 2,18 |
| 90/143 | Sedim. fra Frierfj. DFN 18.1.90 | " | 1,21 |
| 90/144 | Sedim. fra Frierfj. DFN 22.2.90 | " | 2,06 |
| 90/145 | Sedim. fra Frierfj. DFN 14.3.90 | " | 1,68 |
| 90/146 | Sedim. fra Oslofj. KFN 14.3.90 | " | 1,64 |
| 90/164 | Risøyodden St. 1 10.10.89 DRD1 | " | 0,85 |
| 90/165 | Risøyodden St. 2 10.10.89 DRD2 | " | 1,07 |
| 90/166 | Risøyodden St. 3 10/10.89 DRD3 | " | 1,33 |
| 90/221 | DFN-utskillelse. Forsøk av 2.4.90 | " | 1,17 |

Vedlegg 10

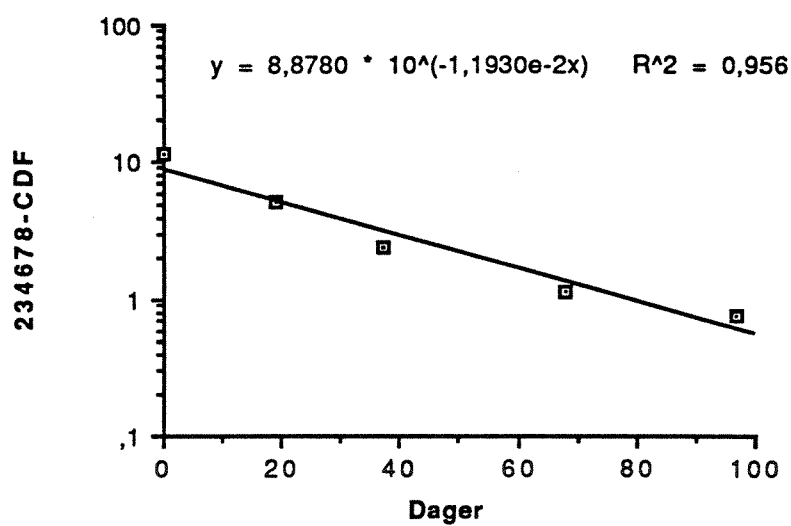
Figurer som viser konsentrasjonen av ulike PCDF/D isomerer i blåskjell i utskillelsesfasen. Regresjonslinje (eksponentiell modell) er inntegnet og regresjonslinjenes matematiske formel er angitt for hver figur. Merk: $y = a * 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a10^{-0.005x}$



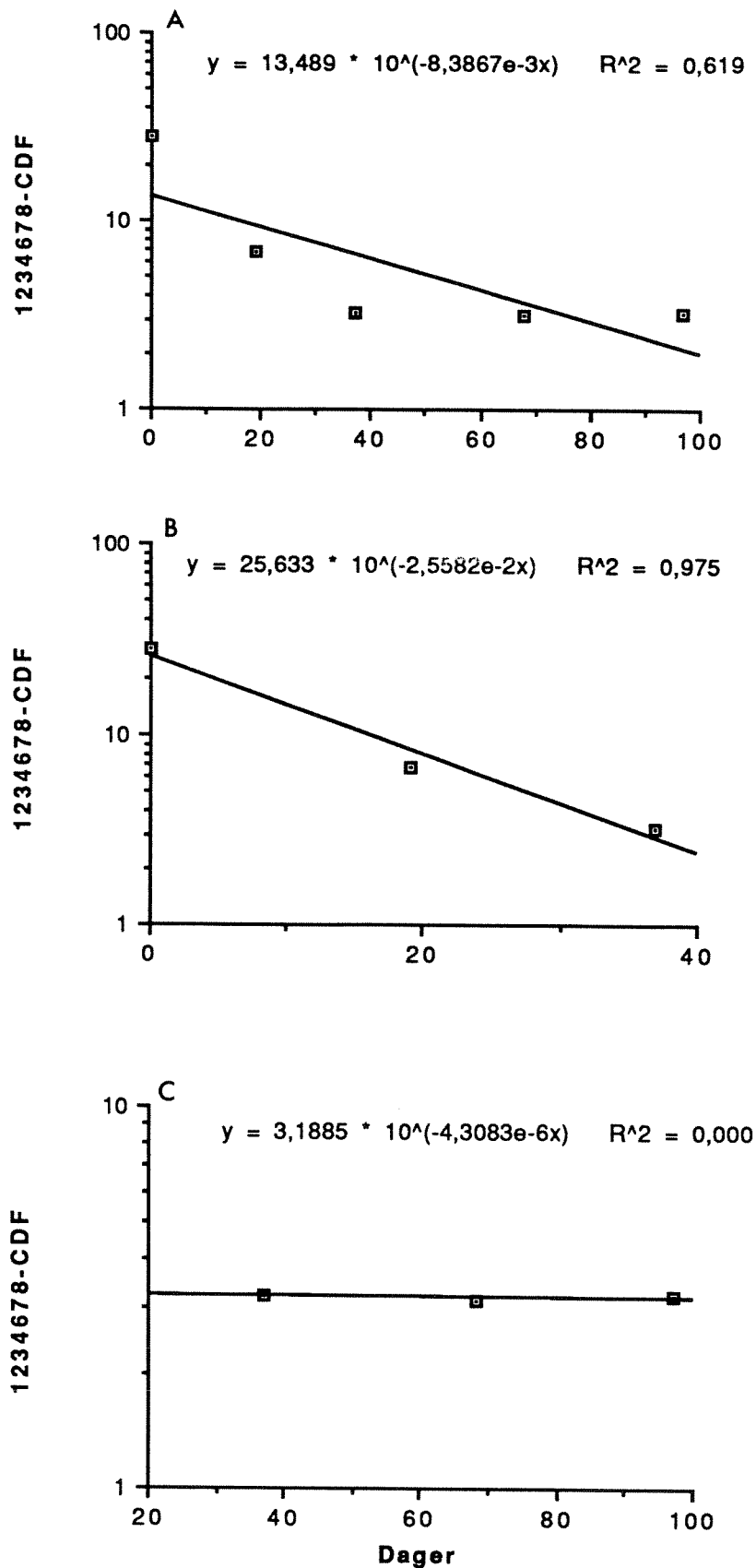
Vedleggsfigur 1. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av 2378-CDF, 12378/12348-CDF og 23478-CDF under utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning. (Merk: $y = a * 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a * 10^{-0.005x}$).



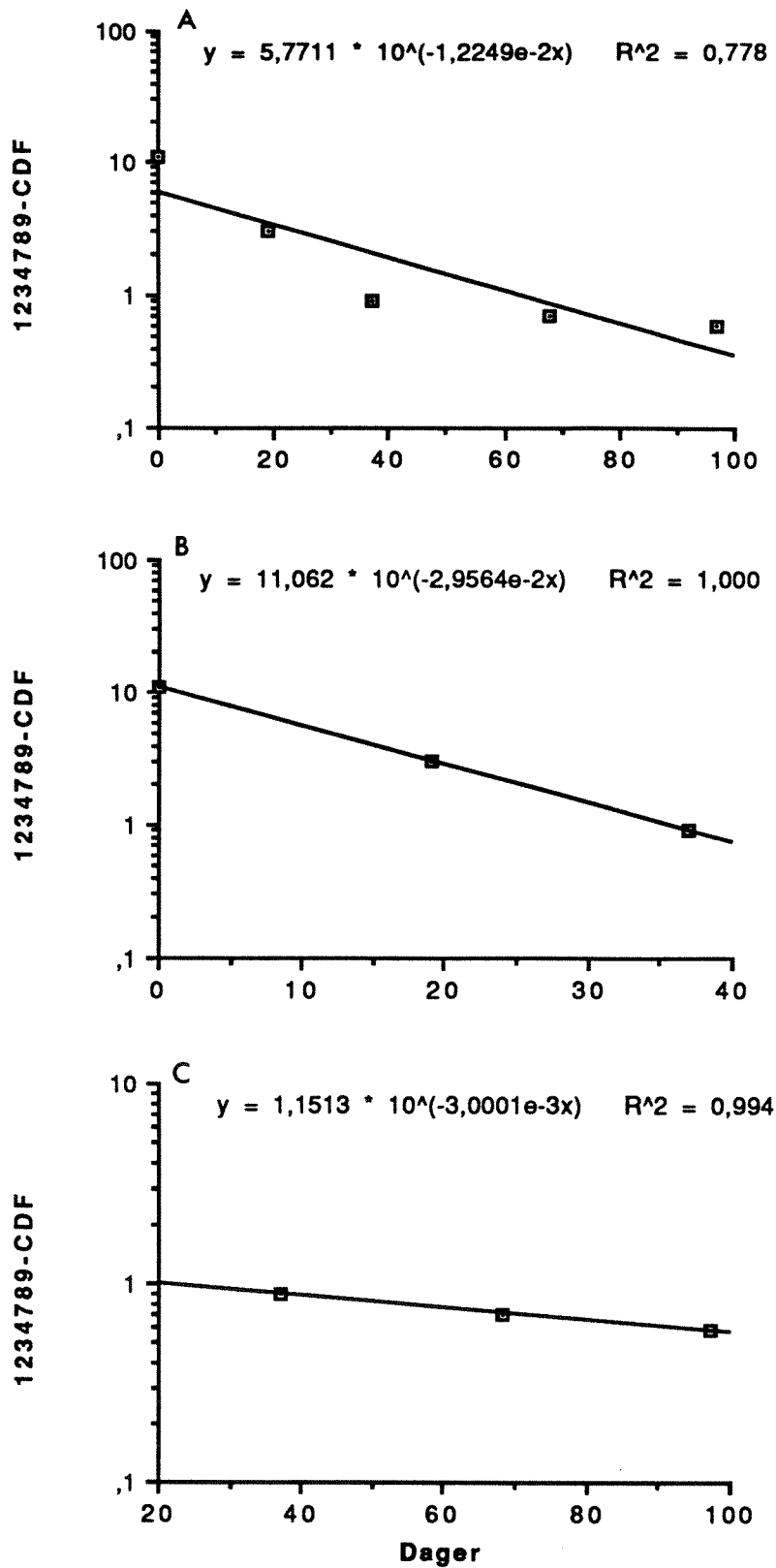
Vedleggsfigur 2. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av 123478/123479-CDF, 123678-CDF og 123789-CDF under utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning (Merk: $y = a * 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a * 10^{-0.005x}$).



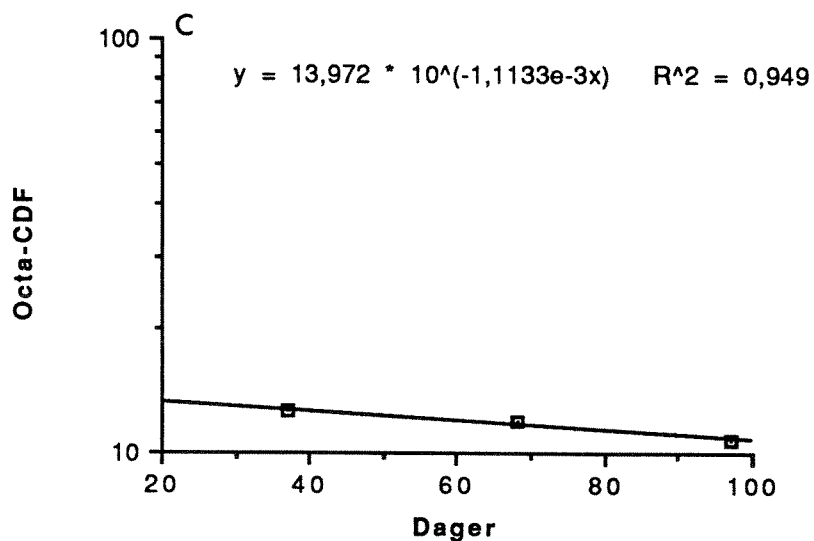
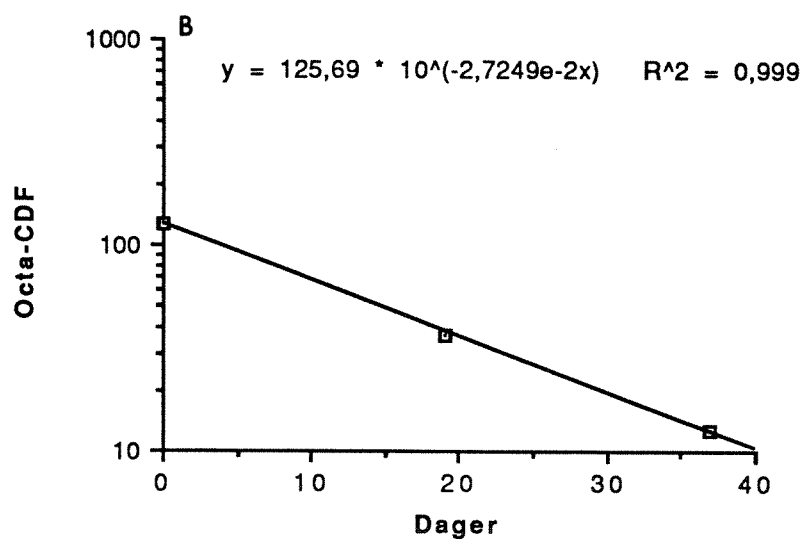
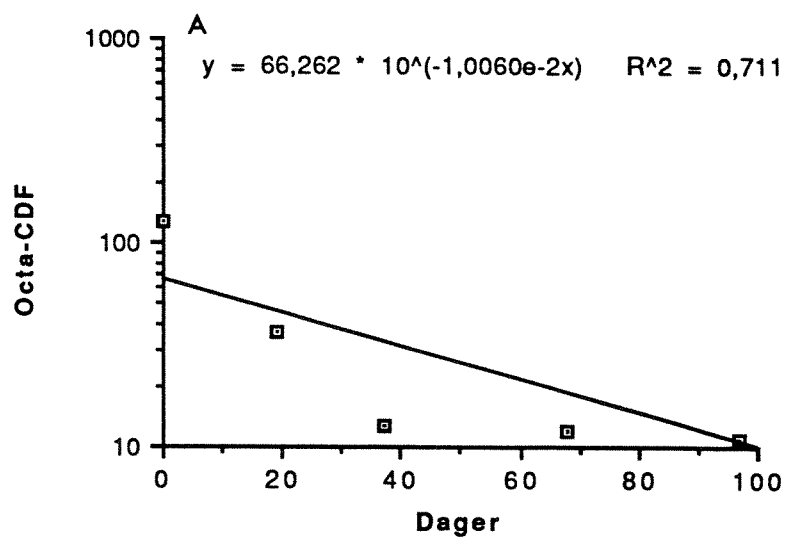
Vedleggsfigur 3. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av 234678-CDF under utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning (Merk: $y = a * 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a10^{-0.005x}$).



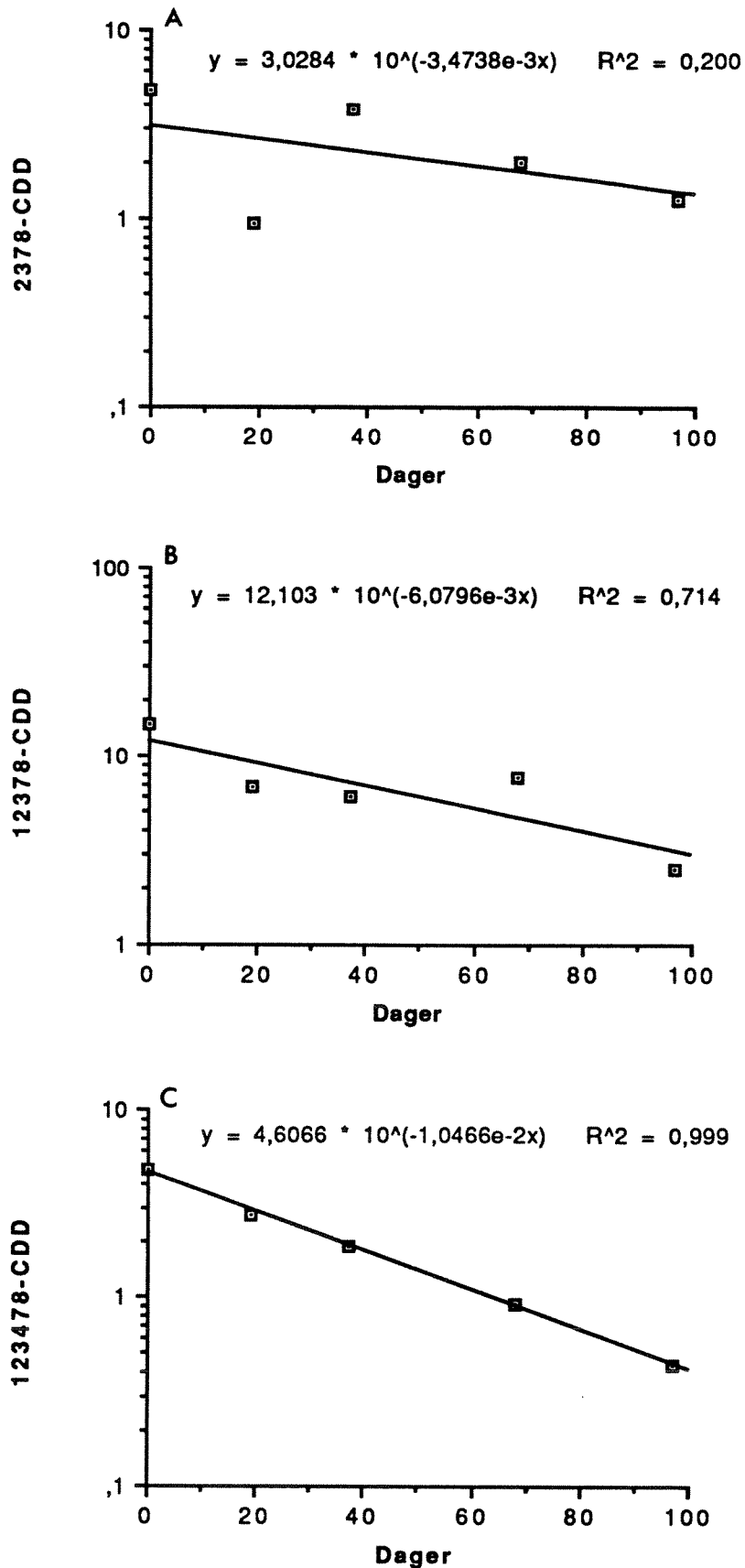
Vedleggsfigur 4. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av 1234678-CDF under (A) hele utskillelsesfasen (B) første og (C) siste del av utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning (Merk: $y = a * 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a10^{-0.005x}$).



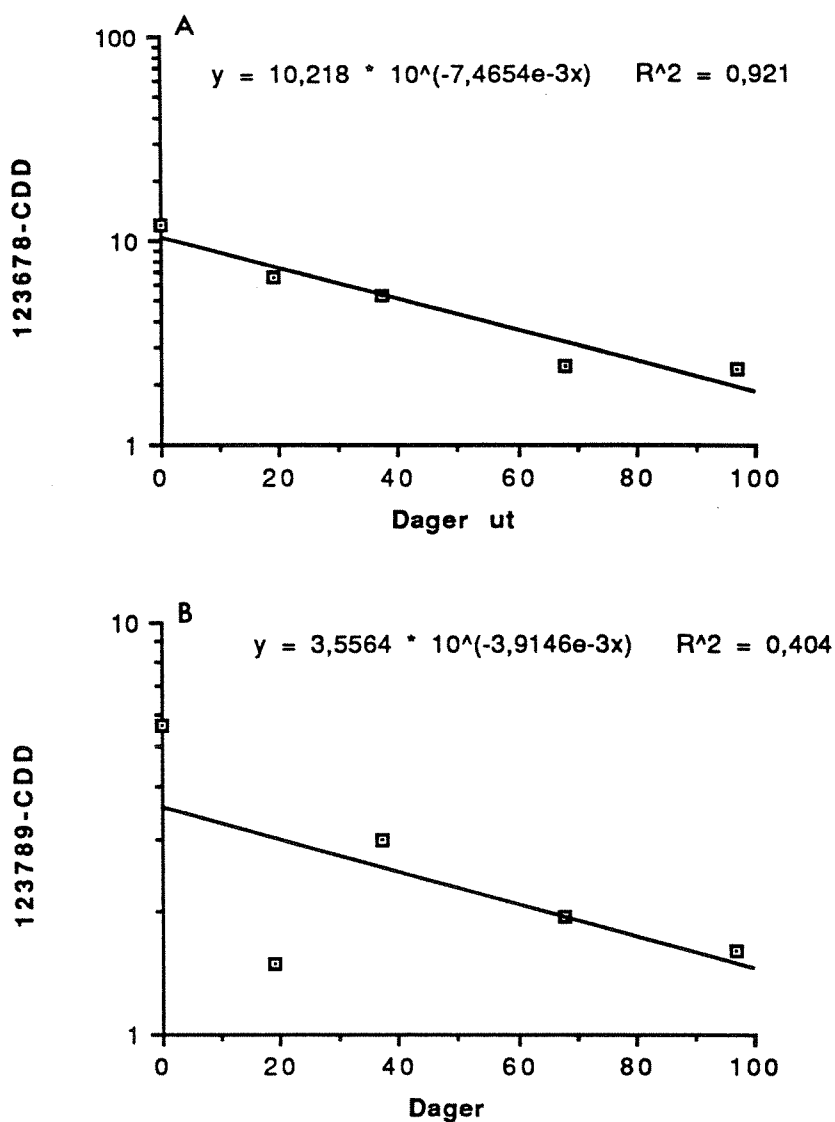
Vedleggsfigur 5. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av 1234789-CDF under (A) hele utskillelsesfasen (B) første og (C) siste del av utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning (Merk: $y = a \cdot 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a \cdot 10^{-0.005x}$).



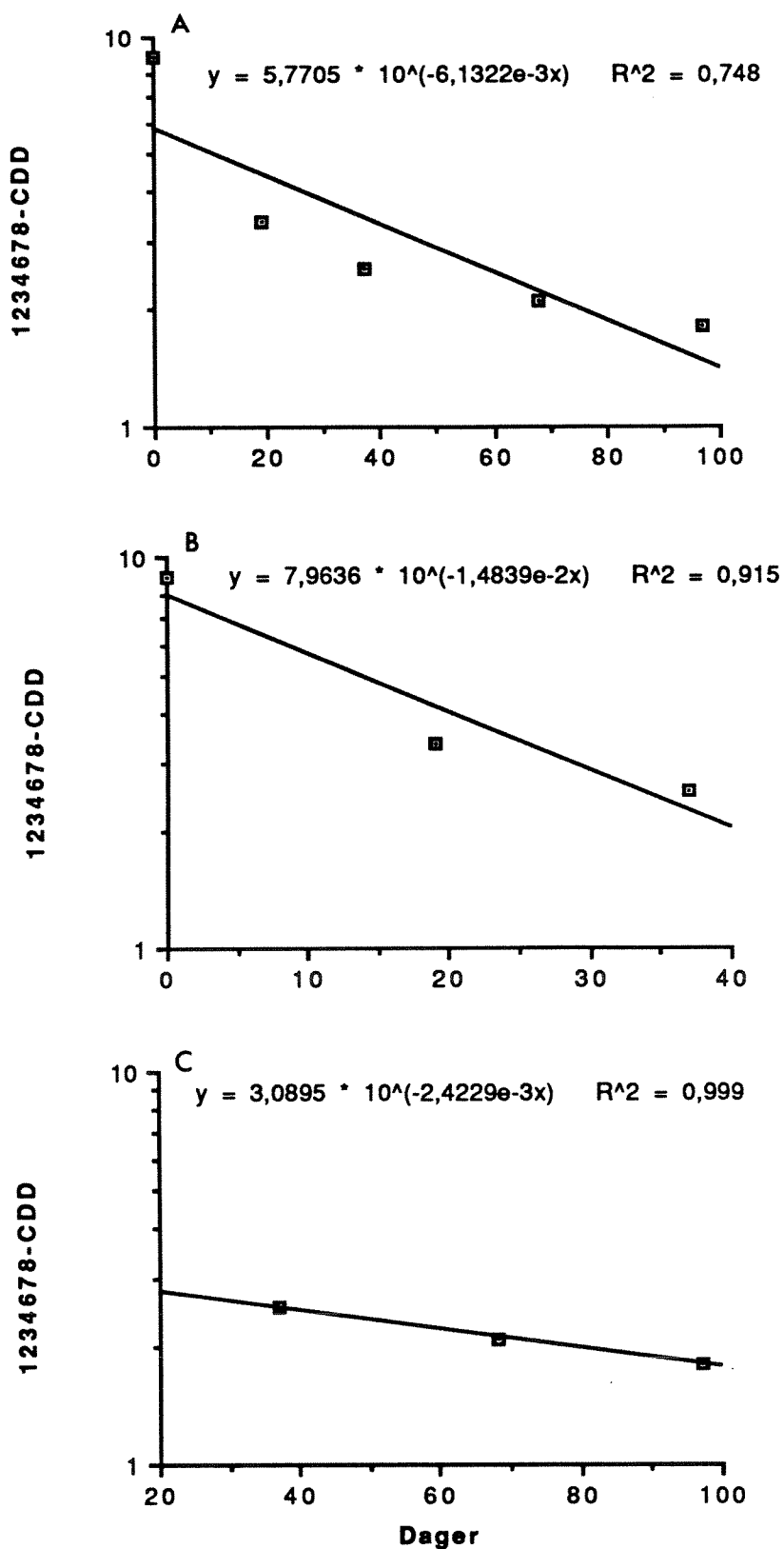
Vedleggsfigur 6. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av Octa-CDF under (A) hele utskillelsesfasen (B) første og (C) siste del av utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning (Merk: $y = a \cdot 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a \cdot 10^{-0,005x}$).



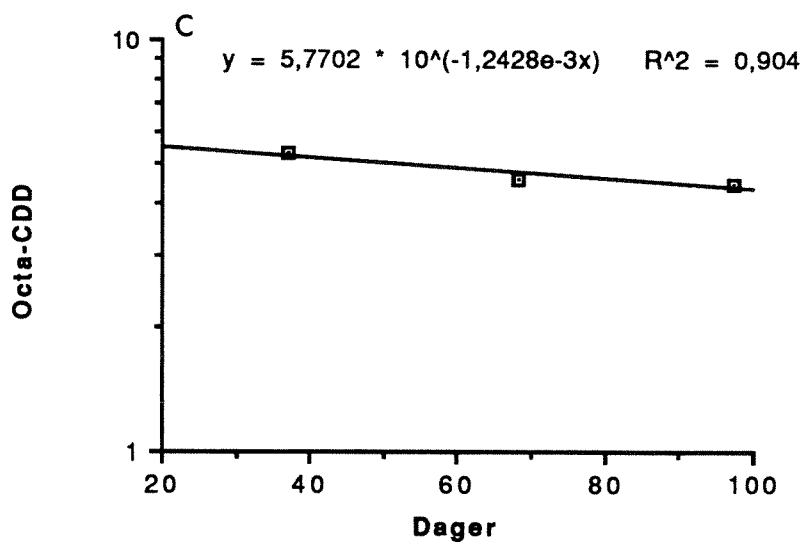
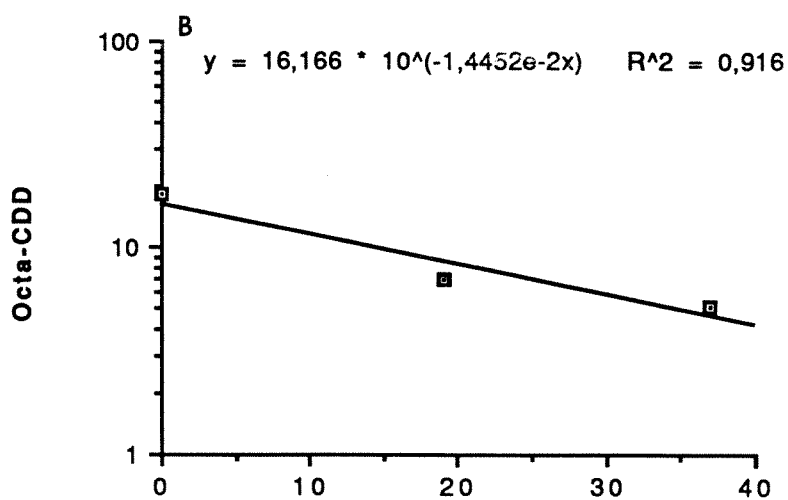
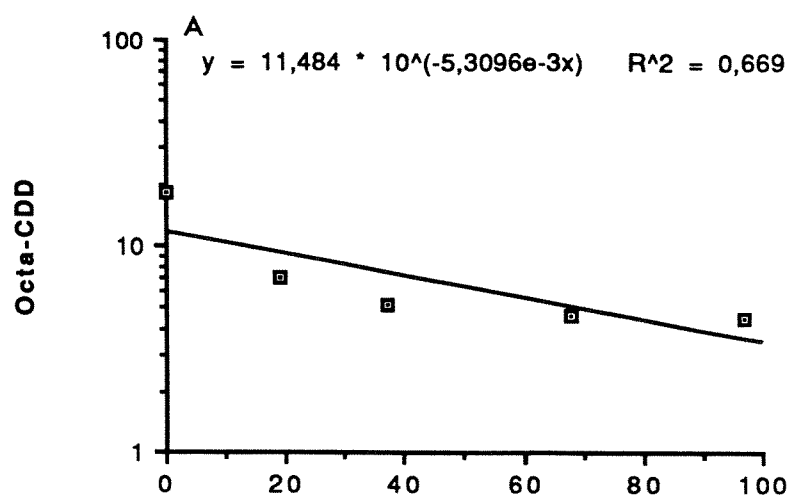
Vedleggsfigur 7. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av 2378-CDD, 12378-CDD og 123478-CDD under utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning (Merk: $y = a \cdot 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a \cdot 10^{-0.005x}$). Merk at for 1378-CDD så er ett datapunkt (19 dager) ikke tatt med.



Vedleggsfigur 8. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av 123678-CDD og 123789-CDD under utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning (Merk: $y = a * 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a10^{-0.005x}$; . Merk at for 123789-CDD så er ett datapunkt (19 dager) ikke tatt med.



Veddleggsfigur 9. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av 1234678-CDD under (A) hele utskillelsesfasen (B) første og (C) siste del av utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning (Merk: $y = a \cdot 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a \cdot 10^{-0.005x}$).



Vedleggsfigur 10. Konsentrasjonen (pg/g, v.v.) av OCDD under hele utskillelsesfasen (A) første (B) og siste (C) del av utskillelsesfasen med innlagt regresjonslinje (eksponentiell modell) og beregnet likning (Merk: $y = a \cdot 10^{(-5e-3x)}$ leses $y = a \cdot 10^{-0.005x}$).

Vedlegg 11

Analyseresultater for klororganiskeforbindelser (unntatt PCDF/D) i blåskjell (opptaksforsøk/utskillelsesforsøk).

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Diogen

Oppdragsnr. : 90406
 Prøver mottatt : 26/3-90
 Lab.kode : EIHI-5 Reanalyse
 Jobb nr. : 90/35
 Prøvetype : Blåskjell
 Konsentrasjoner i : ug/kg våtvekt

Prøvebetegnelse

1 - DFN 18/12-89
 2 - " 18/ 1-90 Glass 7a+b
 3 - " 22/ 2-90 " 3a+b
 4 - " 14/ 3-90
 5 - " 14/ 3-90 " 1+3

| Parameter | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---|---|
| 5-CB | <0.10 | 0.28 | 0.25 | 0.22 | <0.06 | | |
| α-BHC | 1.19 | 0.50 | 0.79 | 0.11 | 0.61 | | |
| HCB | 0.34 | 3.78 | 3.08 | 2.91 | 0.15 | | |
| γ-BHC (Lindan) | 0.27 | 0.63 | 0.75 | 0.73 | 0.58 | | |
| p,p-DDE | 0.61 | 0.62 | 0.82 | 0.95 | 1.40 | | |
| p,p-DDD | Maskert | Maskert | Maskert | Maskert | Maskert | | |
| OCS | <0.10 | 0.42 | 0.39 | 0.46 | <0.06 | | |
| PCB-28 | 3.17? | 1.62? | 2.41? | 1.79? | 2.09? | | |
| PCB-52 | 0.81 | 0.42 | 0.61 | 0.49 | 0.66 | | |
| PCB-101 | 0.50 | 0.66 | 0.55 | 1.15 | 1.13 | | |
| PCB-118 | 0.74 | 0.61 | 0.66 | 0.85 | 2.22 | | |
| PCB-153 | 0.53 | 0.59 | 0.64 | 1.05 | 2.17 | | |
| PCB-138 | 1.13 | 0.92 | 1.04 | 0.35 | 1.02 | | |
| PCB-180 | 0.10 | <0.06 | 0.11 | 0.20 | 0.23 | | |
| PCB-209 | <0.10 | 0.89 | 1.71 | 1.04 | <0.06 | | |
| EPOCL | | | | | | | |
| EPOBr | | | | | | | |
| % Fett | 2.22 | 1.60 | 2.05 | 1.74 | 1.92 | | |
| % Tørrstoff | 21.5 | 18.4 | 20.1 | 21.6 | 20.6 | | |

NB! PCB-28 mrk.? er trolig en foruresning.

Dato : 22/5-91

Analytiker: SIG/EMB

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : JAB

Oppdragsnr. : 90406
 Prøver mottatt : 14/1-91
 Lab.kode : ENL 1
 Jobb nr. : 91/6
 Prøvetype : Blåskjell
 Konsentrasjoner i : ug/kg våtvekt

Prøvebetegnelse

1 - DFN-Utskillelse 2/4-90

| Parameter | Rapotert | Rapotert | Reanal. | | | | |
|----------------|----------|----------|---------|--|--|--|--|
| | 20/2-91 | 22/5-91 | | | | | |
| | 1 | | | | | | |
| 5-CB | 0.13 | | 0.13 | | | | |
| α-BHC | 0.49 | | 0.40 | | | | |
| HCB | Maskert | | 1.36 | | | | |
| γ-BHC (Lindan) | 1.41 | | 0.77 | | | | |
| p,p-DDE | 0.47 | | 1.05 | | | | |
| p,p-DDD | Maskert | | Maskert | | | | |
| OCS | 0.21 | | 0.23 | | | | |
| PCB-28 | Maskert | | 2.34? | | | | |
| PCB-52 | 0.74 | | 0.54 | | | | |
| PCB-101 | 2.11 | | 1.22 | | | | |
| PCB-118 | 0.47 | | 0.95 | | | | |
| PCB-153 | 0.78 | | 1.29 | | | | |
| PCB-138 | 0.70 | | 0.49 | | | | |
| PCB-180 | 0.11 | | 0.19 | | | | |
| PCB-209 | <0.23 | | 0.22 | | | | |
| EPOCL | | | | | | | |
| EPOBr | | | | | | | |
| % Fett | 1.3 | | 1.3 | | | | |
| % Tørrstoff | 15.1 | | 15.1 | | | | |

NB! Reanalyse mrk.? er trolig en forurensning.

Dato : 20/2-91 + 22/5-91

Analytiker: SIG/BRG/EMB

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : DIOGEN

Oppdragsnr. : 90406
 Prøver mottatt : 13/8-90
 Lab.kode : FZB1-3 Reanalyse
 Jobb nr. : 90/102
 Prøvetype : Blåskjell
 Konsentrasjoner i : ug/kg våtvekt

Prøvebetegnelse

1 - Utskillelse-Diogen 20/4-90
 2 - " " 22/5-90
 3 - " " 18/6-90

| Parameter | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------|---------|---------|---------|---|---|---|---|
| 5-CB | 0.07 | 0.04 | 0.08 | | | | |
| α -BHC | <0.06 | <0.04 | 0.15 | | | | |
| HCB | 0.75 | 0.20 | 0.24 | | | | |
| γ -BHC (Lindan) | 0.69 | 0.70 | 0.67 | | | | |
| p,p-DDE | 1.29 | 0.95 | 1.16 | | | | |
| p,p-DDD | Maskert | Maskert | Maskert | | | | |
| OCS | 0.16 | 0.08 | 0.06 | | | | |
| PCB-28 | 3.76? | 2.26? | 3.79? | | | | |
| PCB-52 | 0.54 | 0.33 | 0.28 | | | | |
| PCB-101 | 1.26 | 0.92 | 0.85 | | | | |
| PCB-118 | 1.05 | 0.85 | 0.97 | | | | |
| PCB-153 | 1.45 | 1.29 | 1.55 | | | | |
| PCB-138 | 0.34 | 0.34 | 0.73 | | | | |
| PCB-180 | 0.16 | 0.12 | 0.13 | | | | |
| PCB-209 | 0.81 | 0.07 | 0.12 | | | | |
| EPOCL | | | | | | | |
| EPOBr | | | | | | | |
| % Fett | 1.27 | 0.96 | 1.25 | | | | |
| % Tørrstoff | 15.4 | 13.8 | 14.7 | | | | |

NB! PCB 28 mrk.? er trolig en forurensning.

Dato : 22/5-91

Analytiker: SIG/EMB

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : DIOGEN

Oppdragsnr. : 90406
 Prøver mottatt : 26/3-90
 Lab.kode : EIH 1-5
 Jobb nr. : 90/35
 Prøvetype : Blåskjell
 Konsentrasjoner i : ug/kg våtvekt

Prøvebetegnelse

1 - DFN 18/12-89
 2 - " 18/ 1-90 Glass 7a+b
 3 - " 22/ 2-90 " 3a+b
 4 - " 14/ 3-90
 5 - " 14/ 3-90 " 1+3

| Parameter | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------|---------|---------|--------|---------|-------|---|---|
| 5-CB | 1.24 | 1.08 | 0.23 | 0.32 | 0.04 | | |
| α -BHC | 0.76 | maskert | 0.47 | 0.85 | 0.76 | | |
| HCB | 0.22 | 4.23 | 2.48 | 4.55 | 0.27 | | |
| γ -BHC (Lindan) | x)2.13 | 2.29 | x)1.25 | 1.91 | 2.03 | | |
| p,p-DDE | 0.49 | 0.44 | 0.63 | 0.71 | 2.82 | | |
| p,p-DDD | 1.34 | Maskert | 4.51 | Maskert | 2.56 | | |
| OCS | 0.21 | 0.54 | 0.45 | 0.62 | <0.04 | | |
| PCB-28 | 0.85 | 1.37 | x)0.78 | 2.41 | 1.40 | | |
| PCB-52 | 0.94 | 1.33 | 0.57 | 0.98 | 1.24 | | |
| PCB-101 | Maskert | Maskert | 0.71 | 2.79 | 2.43 | | |
| PCB-118 | 0.55 | 0.53 | 0.40 | 0.82 | 2.22 | | |
| PCB-153 | 0.35 | 0.52 | 0.38 | 1.09 | 1.99 | | |
| PCB-138 | 0.77 | 0.59 | 0.71 | 1.06 | 2.21 | | |
| PCB-180 | 0.17 | 0.12 | 0.11 | 0.22 | 0.29 | | |
| PCB-209 | <0.18 | 0.52 | 0.54 | 0.60 | <0.18 | | |
| EPOCL | | | | | | | |
| % Fett | 2.22 | 1.60 | 2.05 | 1.74 | 1.92 | | |
| % Tørrstoff | 21.5 | 18.4 | 20.1 | 21.6 | 20.6 | | |

x) Toppen viste en liten albue. Ukjent forbindelse interfererer

Dato : 20/2-91
 Analytiker: SIG/BRG

Anm. Prøvene inneholdt tallrike uidentifiserte forbindelser.
 Prøver fra Frierfjorden?

Vedlegg 12

Analyseresultater for klororganiskeforbindelser (unntatt PCDF/D) i
blåskjell fra Risøyodden.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : Frierfjorden

Oppdragsnr. : 8915904
 Prøver mottatt : 24/1-90
 Lab.kode : DRD 1-4
 Jobb nr. : 90/12
 Prøvetype : Bio.materiale og sediment
 Konsentrasjoner i : ug/kg våtvekt (Prøve 1-3)
 ug/kg tørrvekt (Prøve 4)
 Analysedato : 5/11-90
 Analytiker : Brg

Prøvebetegnelse

- 1 - St.1 Risøyodden
 2 - St.2 Risøy nr.
 3 - St.3 Risøyodden
 4 - Risøyodden kjerne
 5 -
 6 -
 7 -

Bløkkj-11

Bio.materiale Sediment

| Parameter | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------|---------|--------|--------|---------|---|---|---|
| 5-CB | 3.0 | 5.4 | 7.6 | 3.7 | | | |
| α-BHC | 2.6 | 1.9 | 2.5 | 0.8 | | | |
| HCB | 12.0 | 31.2 | 34.8 | 9.8 | | | |
| γ-BHC (Lindan) | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | | | |
| p,p-DDE | 0.6 | 1.1 | 0.8 | | | | |
| p,p-DDD | | | | | | | |
| OCS | 0.5 | 1.2 | 1.3 | 2.3 | | | |
| PCB-28 | | | | | | | |
| PCB-52 | | | | | | | |
| PCB-101 | Maskert | 2.3 | 6.1 | | | | |
| PCB-118 | ca 1.- | ca 2.- | ca 2.- | | | | |
| PCB-153 | 0.7 | 1.2 | 0.9 | 0.1 | | | |
| PCB-138 | 1.6 | 2.9 | 2.4 | Maskert | | | |
| PCB-180 | 0.2 | 0.3 | 1.6 | 0.1 | | | |
| PCB-209 | 3.3 | 4.6 | 4.8 | 20.5 | | | |
| EOPCL | | | | | | | |
| % Tørrstoff | 16.3 | 15.3 | 17.5 | 78.2 | | | |
| % Fett | 0.91 | 1.05 | 1.18 | | | | |