



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport 765/99

Oppdragsgiver

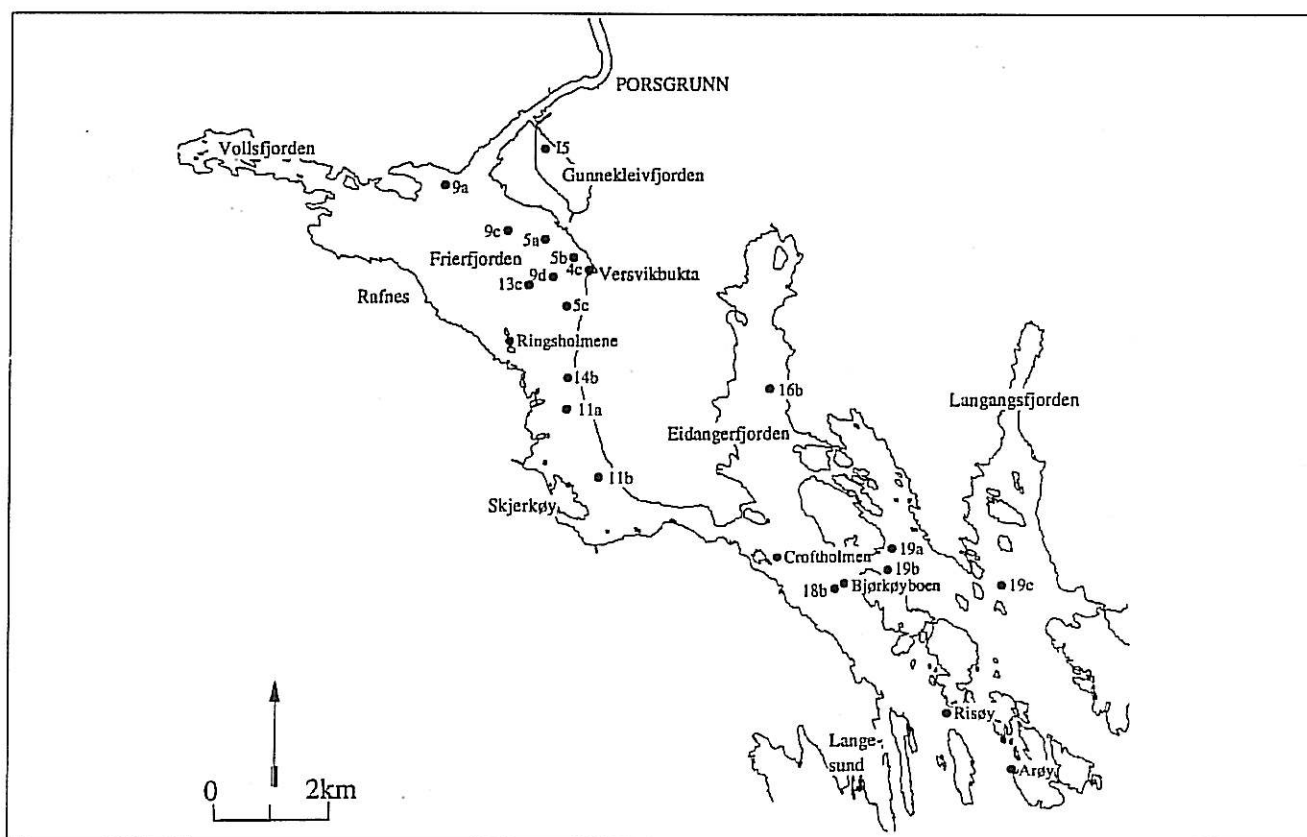
Statens forurensningstilsyn

Utførende institusjoner NIVA

Overvåking av miljøgifter i
sedimentene i

Grenlandsfjordene

1997



| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| Hovedkontor Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00 Internet: www.niva.no | Sørlandsavdelingen Televeien 3 4879 Grimstad Telefon (47) 37 29 50 55 Telefax (47) 37 04 45 13 | Østlandsavdelingen Sandvikaveien 41 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53 | Vestlandsavdelingen Nordnesboder 5 5008 Bergen Telefon (47) 55 30 22 50 Telefax (47) 55 30 22 51 | Akvaplan-NIVA A/S 9015 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09 |
|---|---|--|---|---|

| | | |
|--|-------------------------------------|-------------------|
| Tittel Overvåking av miljøgifter i sedimentene i Grenlandsfjordene 1997 Overvåkingsrapport nr. 765/99. TA-nr. 1645/99. | Løpenr. (for bestilling) 4066-99 | Dato 28.06.99 |
| | Prosjektnr. Undernr. O-803125 | Sider Pris 146 |
| Forfatter(e) Næs, Kristoffer | Fagområde Miljøgifter i sjøvann | Distribusjon |
| | Geografisk område Telemark | Trykket NIVA |

| | |
|--|-------------------|
| Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking) | Oppdragsreferanse |
|--|-------------------|

Sammendrag

Som del av overvåkingen av miljøtilstanden i Grenlandsfjordene ble sedimentene prøvetatt i 1997. Resultatene viser at de klorerte forbindelsene som har Hydro Porsgrunn som hovedkilde (dioksiner, heksaklorbenzen, etc) generelt var redusert til under det halve av konsentrasjonene i 1989 i samsvar med de store reduksjonene i utslippene. For kvikksølv har det vært små forandringer etter at direktetilførsler stoppet i 1987. Det var også små endringer i konsentrasjonen av PAH. Større endringer var forventet utfra reduksjonene i utslippene fra Elkem Mangan KS PEA som har vært den tidlige antatte hovedkilden.

Selv om konsentrasjonene har avtatt, er sedimentene fremdeles tildels betydelig forurenset. I henhold til SFTs kvalitetskriterier, klassifiseres sedimentene som markert til meget sterkt forurenset med hensyn på dioksiner, sum DDT og PAH. Sedimentene er generelt lite påvirket til markert påvirket av PCB og kvikksølv. Det ble også observert en betydelig påvirkning med polyklorerte naftalener med en 20-gangers forskjell i konsentrasjon mellom Frierfjorden og ytre deler av Brevikfjorden.

| | |
|---|--|
| Fire norske emneord 1. Grenlandsfjordene 2. Sedimenter 3. PCDD/PCDF (dioksiner) 4. PAH | Fire engelske emneord 1. Grenlandsfjords 2. Sediments 3. PCDD/PCDF (dioxins) 4. PAH |
|---|--|


Kristoffer Næs
 Prosjektleder

Ketil Hylland
 Forskningsleder
 ISBN 82-577-3671-6


Bjørn Braaten
 Forskningsssjef

O-803125

**Overvåking av miljøgifter i sedimentene i
Grenlandsfjordene 1997**

Forord

Overvåkingen i Grenlandsfjordene er den del av Statlig program for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT). Undersøkelsene finansieres av SFT og den lokale industrien (Hydro Porsgrunn, Hydro Rafnes A/S, Union A/S og Elkem Mangan KS PEA). Kommunene Skien, Bamle og Porsgrunn bidrar til den eutrofirelaterte overvåkingen i Grenlandsfjordene.

I perioden 1996-2000 løper det et langtidsprogram for undersøkelsene som er organisert internt på NIVA med følgende delprosjektledere/ansvarsområder:

Jon Knutzen: Miljøgifter i organismer og leder av hovedprosjektet
Ketil Hylland: Biomarkører/effekter av miljøgifter
Jarle Molvær: Generell vannkvalitet/overgjødning, hydrografi
Kristoffer Næs: Miljøgifter i sedimenter
Brage Rygg: Effekter på bløtbunnsfauna
Mats Walday: Gruntvannssamfunn

For foreliggende rapport har følgende deltatt:

Feltarbeidet ble gjennomført av undertegnede og Frank Kjellberg, NIVA fra F/F "Trygve Braarud", Universitetet i Oslo

Analyse av innhold av polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner (PCDF/PCDD), non-orto PCB og polyklorerte naftalener (PCN) er dels gjort av Martin Schlabach og Aase Biseth, NILU, dels av Yngve Zebühr og Dag Broman, Institut för Tillempad Miljöforskning, Universitetet i Stockholm.

Analyse av klororganiske hovedkomponenter (HCB etc.) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er gjort av Linda Hansen og Anita Pettersen, Unilab Analyse a.s.

Analyse av organisk materiale samt kornfordeling er gjort av henholdsvis Roy Beba og Unni Efraimsen, NIVA.

Fra NIVA har Jarle Håvardstun tilrettelagt dataene og produsert kart og figurer. Mette C. Lie har redigert rapporten.

Alle takkes for innsats.

Grimstad, 28. juni 1999

Kristoffer Næs

Innhold

| | |
|---|-----------|
| Sammendrag | 5 |
| Summary | 7 |
| 1. Innledning | 8 |
| 1.1 Bakgrunn | 8 |
| 1.2 Formål | 9 |
| 2. Materiale og metoder | 10 |
| 2.1 Innsamling av prøver | 10 |
| 2.2 Analyse | 11 |
| 3. Resultater og diskusjon | 13 |
| 3.1 Forurensningssituasjonen i 1997 | 13 |
| 3.1.1 Generell beskrivelse av sedimentene samt innhold av organisk materiale | 13 |
| 3.1.2 Innhold av kvikksølv | 14 |
| 3.1.3 Innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) | 15 |
| 3.1.4 Innhold av polyklorerte dibenzofuraner (PCDF), polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) og non-orto PCB | 16 |
| 3.1.5 Innhold av andre klorerte forbindelser | 19 |
| 3.2 Mønstre i sammensetningen av PAH, PCDD/PCDF og PCN | 23 |
| 3.3 Forandring i konsentrasjoner over tid | 27 |
| 3.3.1 Forandring i forhold til forrige sedimentundersøkelse i 1989 | 27 |
| 3.3.2 Grunnlag for videre påvisning av konsentrasjonsforandringer over tid | 33 |
| 4. Referanser | 36 |
| 5. Vedlegg | 38 |
| Vedlegg A. Rådata for analyser av TOC, TN og Hg utført av NIVA | 39 |
| Vedlegg B. Rådata for analyser av PCDD/PCDF, non-orto PCB og PCN utført av NILU | 41 |
| Vedlegg C. Rådata for analyser av PCDD/PCDF, non-orto PCB og PCN utført av Institut för Tillämpad Miljöforskning, Universitetet i Stockholm | 114 |
| Vedlegg D. Rådata for analyser av PAH, PCB, 5CB, HCB, OCS, DDT og HCH utført av Unilab Analyse a.s. | 118 |
| Vedlegg E. Stasjonsplassering | 146 |

Sammendrag

Som del av overvåkingen av miljøtilstanden i Grenlandsfjordene, ble sedimentprøver samlet i oktober 1997. Siden forrige sedimentundersøkelse i 1989 har det skjedd betydelige reduksjoner i forurensningstilførslene til området. Formålet med undersøkelsene var derfor å gi en oppdatert karakteristik av forurensningen av bunnsedimentene i området. Undersøkelsene i 1997 skulle også supplere data fra 1989 med analyser av gruntvannssedimenter som utvidet bakgrunnsinformasjon for å bedømme direkte og indirekte belastning på blåskjell, krabbe og fisk. Videre er opplysninger om miljøgiftinnholdet i sedimentene nødvendig grunnlagsdata i det nystartede arbeidet med å etablere et forurensningsbudsjett og en transport- og omsetningsmodell for dioksiner i Frierfjorden.

Prøvene skulle også kunne påvise eventuelle konsentrasjonsforandringer sammenlignet med resultatene fra 1989 samt at de skulle danne grunnlag for den videre tidstrendovervåkingen. Prøvene er blitt analysert på innhold av polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner (PCDF/PCDD, "dioksiner"), polyklorerte bifenyler (PCB) inkludert PCB-forbindelser med dioksinlignende virkning (non-orto PCB), polyklorerte naftalener (PCN), penta-/heksaklorbenzen (SCB/HCB), oktaklorstyren (OCS), dekalororbifenyler (DCB), klorerte pestisider (DDT, lindan) polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og kvikksølv (Hg).

Resultatene viser at konsentrasjonene av de klorerte forbindelsene som har Hydro Porsgrunn som hovedkilde, for eksempel dioksiner, generelt var halvert sammenlignet med 1989. Direkteutslippene fra bedriften til Frierfjorden har avtatt med mer enn 99 % siden 1989. For kvikksølv var det små forandringer. Direkte tilførsler av kvikksølv opphørte ved nedleggelsen av kloralkaliefabrikken i 1987. PAH avvek fra de andre forurensningsforbindelsene. I Frierfjorden var det små forandringer fra 1989, mens det var en økning i konsentrasjonene i prøver fra Brevik-/Langangsfjorden. Ut fra utslippstallene skulle man derimot ha forventet en generell nedgang i konsentrasjonene siden utslippene fra den tidligere antatte hovedkilden Elkem Mangan KS PEA er sterkt redusert etter 1991. Fra 1996 må de antas å være ubetydelige. Forbindelsene PCB, DDT og PCN ble ikke målt i 1989.

Selv om konsentrasjonene har avtatt, er sedimentene i området fremdeles betydelig forurenset. Alle stasjonene må generelt karakteriseres som sterkt til meget sterkt forurenset med hensyn på toksisitetsekvivalenter fra PCDF/PCDD. Hovedbidraget til toksisiteten kommer fra innholdet av PCDF.

Det ble også målt forhøyede konsentrasjoner av non-orto PCB. Fordelingen samsvarer godt med fordelingen av PCDF/PCDD. Toksisitetsbidraget fra non-orto PCB var imidlertid bare omlag 1 % av det fra PCDF/PCDD.

Konsentrasjonene av PCN var ca. 20 ganger høyere nær Herøya sammenlignet med stasjoner i Brevik-/Langangsfjorden. Sammenlignet med nylig rapporterte verdier fra sentrale Østersjøen, var konsentrasjonen på de dypere liggende stasjonene i Frierfjorden 20-500 ganger høyere. Det var en relativ god samvariasjon mellom PCDF/PCDD og PCN. Blant tetra-, penta-, heksa- og heptaforbindelsene av PCN var pentaforbindelsene kvantitativt de viktigste.

Sedimentene må karakteriseres som sterkt til meget sterkt forurenset av heksaklorbenzen, bortsett fra stasjoner på relativt grunt vann i Brevik-/Langangsfjorden. Her svarte konsentrasjonene til moderat forurenset sediment.

Påvirkningen med ΣPCB_7 var betydelig mindre enn for de andre klorerte forbindelsene, det vil si. Sedimentene var ubetydelig til moderat forurenset av disse forbindelsene. Det var ingen samvariasjon mellom fordelingen av ΣPCB_7 og non-orto PCB.

Konsentrasjonen av DDT og dets nedbrytningsprodukter tilsier at sedimentene fra de dypereliggende stasjonene var sterkt forurenset, mens stasjoner på relativt grunt vann var moderat til markert forurenset av disse forbindelsene.

Hovedmengden av stasjoner hadde konsentrasjoner av PAH svarende til markert til sterkt forurenset sediment.

Sedimentet på de fleste av stasjonene var markert forurenset av Hg og meget sterkt i Gunnekleivfjorden. Stasjoner på relativt grunt vann beliggende ved Croftholmen, Bjørkøyboen samt Risøya var kun ubetydelig forurenset med kvikksølv.

Summary

Title: Monitoring of contaminants in sediments from the Grenlandsfjords 1997

Year: 1999

Author: Kristoffer Næs

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3671-6.

As part of a national monitoring program, sediment samples have been collected from the Grenlandsfjords in 1997. The main objectives of the investigation were to give an updated environmental status of the area and compare concentrations in 1997 with those from 1989, in particular regarding levels of PCDD/PCDF. During that period emissions have strongly decreased.

The results have shown that the levels of chlorinated compounds originating from emissions from Norsk Hydro are generally reduced by a factor of approximately 2 compared to 1989. For Hg only small changes were observed in agreement with cessation of discharges from the main source in 1987. Only small changes were also observed for PAHs although discharges from the known main source have strongly decreased since 1989.

Although the concentrations have decreased since 1989, the sediments are still classified as markedly to very strongly contaminated according to Norwegian sediment quality criteria for PCDD/PCDF, HCB, Σ DDT and PAH. Based on the concentrations of Σ PCB₇ and Hg the sediments are generally classified as uncontaminated to markedly contaminated. A 20-fold difference in concentrations of PCN was observed between sediments from the outer in inner part of the fjord system.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Frierfjorden med utenforliggende områder har vært tilført store utslipp av forurensede forbindelser fra industrien i området, i særdeleshet klororganiske forbindelser fra Hydro Porsgrunns magnesiumfabrikk på Herøya. Forurensningene, og da særlig utslippene av dioksiner, har medført begrensninger på konsum av fisk og skalldyr. Idag er det omsetningsforbud/kostholdsråd knyttet til fisk og skalldyr fanget i området (Knutzen og medarb. 1998a). Fjorden har også tidligere vært sterkt belastet med PAH og kvikksølv. En oversikt over utslippene av klororganiske forbindelser og kjente (tallfestede) utslipp av PAH fra 1975-1997 er vist i Tabell 1 nedenfor.

Tabell 1. Utslipp fra 1975-1997 av heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), pentaklorbenzen (5CB), dekalorbibenyl (DCB), toksisitetsekvivalenter (TE, etter Ahlborg 1989) fra polyklorerte dibenzofuraner (PCDF) og polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) samt utslipp av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (etter Knutzen og medarb. 1998a).

| ÅR | HCB+OCS+5CB kg/år | DCB kg/år | TE _{PCDF/D} g/år | PAH kg/år |
|---------|----------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1975 | >5000 | | ? | - |
| 1976 | ≈1500 | | ? | ≈3000 |
| 1977-86 | ≈400-600 | | ≈300-500 | ≈1500-10000 ¹⁾ |
| 1986-89 | ≈400-600 | ≈32 | ≈300-500 | ≈500-2500 |
| 1990 | ≈250 ²⁾ | - | ≈200 ²⁾ | ≈350 |
| 1991 | ≈6 ³⁾ | ≈0,9 ³⁾ | ≈8 ³⁾ | ≈250 |
| 1992 | ≈2,5 ³⁾ | ≈0,4 ³⁾ | ≈1,6 ³⁾ | ≈50 |
| 1993 | ≈3,9 ³⁾ | ≈0,6 ³⁾ | ≈1,15 ³⁾ | ≈34 ⁴⁾ |
| 1994 | ≈6,1 ³⁾ | ≈0,8 ³⁾ | ≈2,6 ³⁾ | ≈70 ⁴⁾ |
| 1995 | ≈3,2 ³⁾ | ≈0,3 ³⁾ | ≈1,6 ³⁾ | ≈44 ⁴⁾ |
| 1996 | ≈3,0 ³⁾ | ≈0,5 ³⁾ | ≈2,3 ³⁾ | ≈0,5 ⁵⁾ |
| 1997 | ≈1,9 ³⁾ | ≈0,25 ³⁾ | ≈1,16 ³⁾ | ≈1,5 ⁵⁾ |

¹⁾ Sterkt varierende og usikre tall.

²⁾ Redusert til ca. halv belastning ved årsskiftet 1989/90, redusert videre ca. 1/7 1990 til hhv. ca. 20 kg og 12 g på årsbasis.

³⁾ Basert på hhv. vannføringsproporsjonale månedsblandprøver (HCB etc.) og kvartalsblandprøver (lite varierende vannføring).

⁴⁾ Fra Elkem PEA. I tillegg kommer episodisk tilførsel og diverse mer eller mindre diffuse kilder som i 1992-1995 antagelig har oversteget Elkems bidrag. (Belastning ved avrenning fra et forurenset nedbørsfelt, kloakkvann, mindre utslipp og episoder er ikke kjent).

⁵⁾ Elkems ubetydelige bidrag etter installering av nytt renseanlegg.

Tabell 1 viser at utslippene har avtatt sterkt. Pr. idag er de direkte utslippene til Frierfjorden 1 % eller mindre enn det de var i 1989.

1.2 Formål

Sedimentene i Frierfjorden med tilgrensende områder ble sist undersøkt i 1989 (Næs og Oug 1991). Hovedformålet med undersøkelsene i 1997 har vært påny å gi en forurensningsmessig karakteristikk av området samt, på utvalgte stasjoner, å sammenligne konsentrasjonene i 1989 med de i 1997 etter at betydelige utslippsreduksjoner er gjennomført. Resultatene skal også danne grunnlag for den videre overvåkingen.

Undersøkelsene i 1997 skulle også supplere data fra 1989 med analyser av gruntvannssedimenter som utvidet bakgrunnsinformasjon for å bedømme direkte og indirekte belastning på blåskjell, krabbe og fisk.

Videre er opplysninger om miljøgiftinnholdet i sedimentene nødvendig grunnlagsdata i det nystartede arbeidet med å etablere et forurensningsbudsjett og en transport- og omsetningsmodell for dioksiner i Frierfjorden. Et slikt budsjett og bedre innsikt i omsetning/transport av dioksiner i fjordsystemet er påkrevd for å forstå hvorfor nivåene i fisk og skalldyr er vesentlig mindre redusert enn utslippene og fremdeles er uakseptabelt høye (Knutzen og medarb. 1998a).

2. Materiale og metoder

2.1 Innsamling av prøver

Strategien for innsamling av prøver kan deles i tre: 1) prøvene skulle være sammenlignbare med de fra 1989, 2) de skulle beskrive avstandsgradienter fra hovedkildene, 3) de skulle danne grunnlaget for senere påvisning av forandringer i konsentrasjoner samt 4) gi opplysninger om forurensningstilstanden i sedimentene på grunnere vann enn tidligere undersøkt.

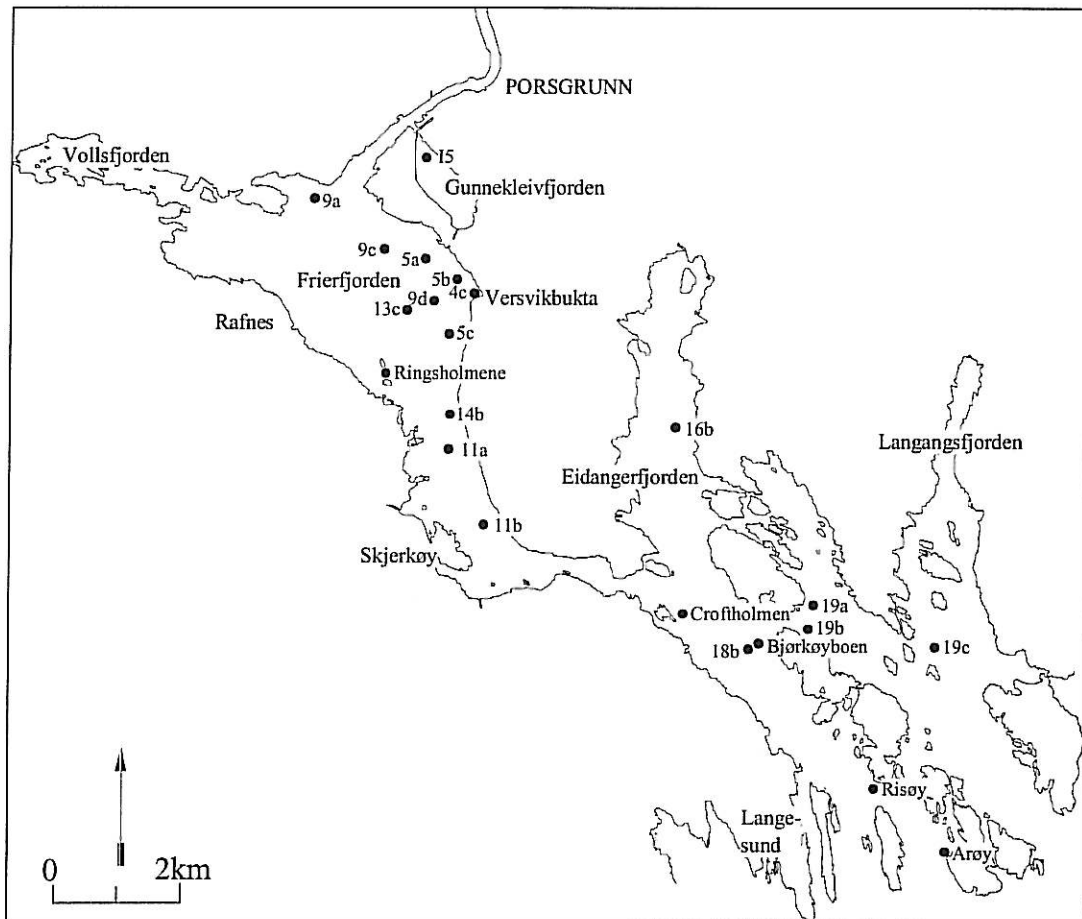
I 1989, da hovedformålet med undersøkelsene var å beregne mengder lagret i sedimentene, ble prøver tatt over en viss geografisk utstrekning slått sammen til en blandprøve representativ for det aktuelle området. Tilsvarende ble gjort for tre områder i 1997 (stasjon 5, 9,19), Tabell 2. Prøvene fra de andre stasjonene representerer det geografiske punktet hvor stasjonene er avmerket. Fra disse stasjonene ble det enten samlet det som er benevnt enkeltprøve i Tabell 2 (blandprøve av tre separate prøver fra stasjonen) eller parallelle prøver fra tre separate grabbskudd på samme stasjon (3 parallelprøver i Tabell 2). Sistnevnte prøver gir informasjon om analytisk og feltmessig varians og danner dermed også grunnlag for videre tidstrendovervåking.

Tabell 2. Oversikt over prøvetakingslokaliteter (posisjonsoversikt i Vedlegg E) og prøvetyper. "Blandprøve" representerer prøver tatt over en viss geografisk utstrekning og slått sammen til en blandprøve. "Enkeltprøve" representerer blandprøve av tre separate prøver fra en stasjon. "3 parallelle prøver" representerer prøver samlet fra tre separate grabber innenfor samme stasjon og analysert separat. Prøvedyp og sedimenttype er angitt i Tabell 3.

| Stasjon | Område | Prøvetype | For sammen- ligning med 1989 |
|--------------|------------------|---------------------|---------------------------------|
| I5 | Gunnkleivfjorden | Enkeltprøve | X |
| 5 (a+b+c) | Frierfjorden | Blandprøve | X |
| 9 (a+c+d) | Frierfjorden | Blandprøve | X |
| 11a | Frierfjorden | Enkeltprøve | |
| 11b | Frierfjorden | 3 parallelle prøver | |
| 13c | Frierfjorden | 3 parallelle prøver | |
| 14b | Frierfjorden | Enkeltprøve | |
| 4c Versvik | Frierfjorden | Enkeltprøve | |
| Ringsholmene | Frierfjorden | Enkeltprøve | |
| Ringsholmene | Frierfjorden | Enkeltprøve | |
| 16b | Eidanger | Enkeltprøve | |
| 18b | Brevikfjorden | 3 parallelle prøver | X |
| 19 (a+b+c) | Brevikfjorden | Blandprøve | X |
| Croftholmen | Brevikfjorden | Enkeltprøve | |
| Risøy | Brevikfjorden | Enkeltprøve | |
| Bjørkøyboen | Brevikfjorden | Enkeltprøve | |
| Arøy | Brevikfjorden | Enkeltprøve | |

Feltarbeidet ble gjennomført 7-8/10-1997. Kart med lokalisering av prøvetakingsstasjoner er vist i Figur 1. Sedimentprøvene ble samlet med en van Veen-grabb. Det øverste ca. 2 cm tykke laget ble

prøvetatt ved hjelp av en skje via inspeksjonslukene på grabben. Alle grabbprøvene som ble akseptert, hadde en veldefinert sedimentoverflate med klart vann over.



Figur 1. Kart over lokalisering av prøvetakingsstasjoner.

2.2 Analyse

Sedimentprøvene ble analysert for innhold av finstoff (dvs. vektprosent partikler med kornstørrelse $<63\mu\text{m}$), organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), kvikksølv (Hg), polyklorerte bifenyl (PCB), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), pentaklorbenzen (5CB), klorerte pestisider (DDT, lindan), polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) samt polyklorerte dibenzofuraner/-dioksiner (PCDF/-D) inklusive non-orto PCB og polyklorerte naftalener (PCN). Analyser av PCDF/-D, non-orto PCB og PCN er gjennomført dels av NILU og dels av Institut för Tillempad Miljöforskning (ITM), Universitetet i Stockholm. Analyser av innhold av organisk materiale, kvikksølv samt kornfordeling er gjort av NIVA. Innhold av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og andre klorerte forbindelser er gjort av Unilab Analyse a.s.

Bestemmelse av prosentandel $<63\mu\text{m}$ er gjort ved våtsikting.

Analyser av TOC/TN er gjort med en CHN-analysator etter at karbonater er fjernet i syredamp.

Kvikksølv er bestemt ved at prøven oppsluttes ved autoklaving med salpetersyre og analysert ved hjelp av gulfelle og kalddamp atomabsorpsjon.

Ved bestemmelse av PAH tilsettes prøvene deuterte indre standarder, forsåpes i metanol og kaliumhydroksid og ekstraheres med pentan. Etter opprensing og oppkonsentrering kvantifiseres PAH-forbindelsene ved hjelp av interne standarder og GC med MS-detektor. Måleusikkerheten er generelt <10 % - 20 %, dog kan den være høyere for enkelte forbindelser (jfr. vedlegg D). Betegnelsen sum PAH senere i rapporten inkluderer summen av alle forbindelsene (jfr. vedlegg D).

Analyser av PCDF/PCDD, non-orto PCB og PCN ble dels gjennomført av NILU, dels av ITM etter metodikk beskrevet av Oehme et al. (1993)(NILU) og Bandh et al. (1996) (ITM). NILU oppgir en måleusikkerhet på ca. 25 % for PCDF/PCDD og non-orto PCB og 25 -50 % for PCN. ITM oppgir en nøyaktighet på \leq 10 % og en presisjon på 5 % for alle analysene.

Ved bestemmelse av de øvrige klorerte forbindelsene (PCB, HCB etc.) tilsettes prøvene indre standard og ekstraheres med en blanding av sykloheksan/acetone ved hjelp av ultralydkanon. Ekstraktene gjennomgår ulike rensesrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangingsdetektor, GC/ECD. De klororganiske forbindelsene identifiseres ut fra retensjonstider på en HP-5 kolonne. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard. Måleusikkerheten er generelt 10 % - 20 %, dog kan den være høyere for enkelte forbindelser (jfr. vedlegg D).

3. Resultater og diskusjon

3.1 Forurensningssituasjonen i 1997

3.1.1 Generell beskrivelse av sedimentene samt innhold av organisk materiale

Det var betydelige forskjeller i sedimenttype avhengig av i hvilket område og dybdeintervall prøvene ble samlet fra (Tabell 3). Prøvene fra de dypere delene av Frierfjorden inneholdt et sort mudder, mens prøvene fra de grunnere stasjonene samt stasjonene i fjordområdene utenfor Frierfjorden inneholdt grålig silt og leire.

Tabell 3. Beskrivelse av sedimenttypen på de forskjellige stasjonene.

| Stasjon | Vanndyp m | Sedimenttype |
|-----------------------|--------------|---|
| 15 Gunnekleiv | 6 | Sort mudder med Mg-slagg. |
| 9 (a+c+d) | 61,45,65 | a: Sort, anoksisk mudder. c: Grå leire med børstemark. d: Grå leire med børstemark. b: Svært varierende med sort mudder og hvitt slam. Ikke anvendt for analyse. Tilsvarende sediment i 1989. |
| 5 (a+b+c) | 20,20,20 | Grå leire. |
| 4c Versvik | 7 | Grå leire. |
| 13c | 94 | I, II, III: Sort, anoksisk mudder. |
| Ringsholmene, <10 m | 7 | Grå silt. |
| Ringsholmene, 10-20 m | 17 | Grå siltig leire. |
| 14b | 95 | Sort, anoksisk mudder. |
| 11a | 54 | Grått topplag, sort i bunn, ikke H ₂ S-lukt. |
| 11b | 44 | I, II, III: Som 11a. |
| 16b | 95 | Mudderaktig leire. |
| Croffholmen | 8 | Grå, sandig silt. Noe leire. |
| 18b | 106 | I, II, III: Leire. |
| Bjørkøyboen | 9 | Brun-grå, sandig silt. Skallrester. |
| 19 (a+b+c) | 45,45,42 | Grått, løst mudder. |
| Risøy | 9 | Brun-grå, sandig silt. Noe skallrester. |
| Arøy | 14 | Mørkegrå, sandig silt med mye skallrester. H ₂ S-lukt. |

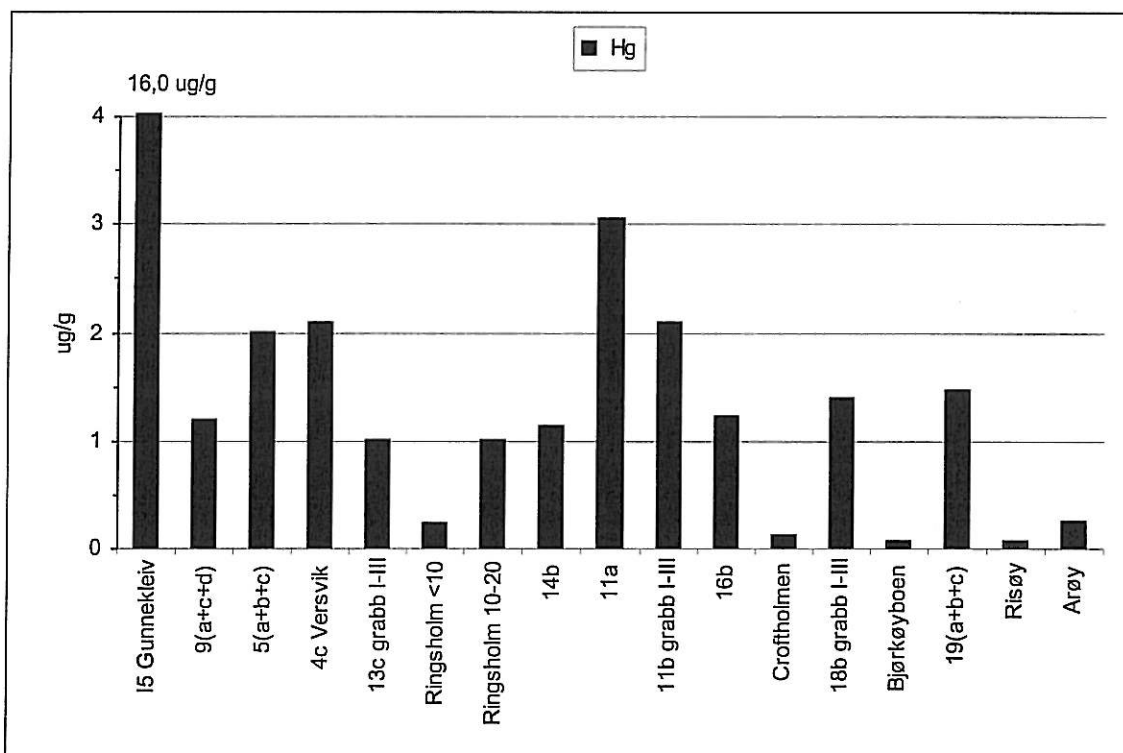
Bortsett fra de grunne stasjonene, hadde sedimentene et høyt innhold av finstoff (>90 %), (tabell 4). På de dype stasjonene var innholdet av organisk karbon generelt 3-5 %, men med en verdi på 7,6 % på stasjonen i Gunnekleivfjorden. I henhold til SFTs klassifiseringssystem (Molvær og medarb. 1997) tilsvarer TOC-innholdet i sedimentene tilstandsklasse mindre god til meget dårlig. På de grunne stasjonene ved Croffholmen, Risøy, Bjørkøyboen, Arøy og også til dels stasjonen på 7 m ved Ringsholmene var sedimentet betydelig grovere. Som det vil framgå i den videre teksten, har dette stor betydning for innholdet av miljøgifter. Man kan merke seg at stasjonen ved Arøy hadde et relativt grovt sediment (%<63µm = 24), men et relativt høyt organisk innhold. Organisk materiale har en utpreget evne til å binde mange miljøgifter. Dette medfører at stasjonen vil ha et naturlig forhøyet miljøgiftinnhold sammenlignet med andre stasjoner fra samme område som har lavere TOC-konsentrasjon.

Tabell 4. Innhold av finstoff (<63µm), totalt nitrogen (TN) og totalt organisk karbon (TOC) i sedimentene (0-2 cm). På de dypereliggende stasjonene var sedimentene meget finkornige med over 90 % av partiklene i fraksjonen <63µm. Konsentrasjoner er på tørrvektbasis.

| Stasjon | %<63 µm | TN, mg/g | TOC, mg/g | TOC/TN |
|----------------------|---------|----------|-----------|--------|
| I5 Gunnekleiv | 97 | 5,9 | 75,5 | 12,8 |
| 5(a+b+c) | 96 | 1,3 | 31,6 | 24,3 |
| 9(a+c+d) | 95 | 2 | 43,7 | 21,9 |
| 11a | 98 | 3,1 | 50 | 16,1 |
| 11b grabb I | 99 | 3 | 46,3 | 15,4 |
| 11b grabb II | 99 | 2,7 | 48,6 | 18,0 |
| 11b grabb III | 98 | 2,8 | 47,5 | 17,0 |
| 13c grabb I | 99 | 2,4 | 42,8 | 17,8 |
| 13c grabb II | 99 | 2,3 | 41,4 | 18,0 |
| 13c grabb III | 99 | 2,6 | 41,8 | 16,1 |
| 14b | 99 | 2,4 | 38,7 | 16,1 |
| 4c Versvik | 95 | 1,4 | 32,3 | 23,1 |
| 16b | 96 | 2,4 | 30,6 | 12,8 |
| 18b grabb I | 94 | 2,6 | 32,4 | 12,5 |
| 18b grabb II | 96 | 3,2 | 34 | 10,6 |
| 18b grabb III | 97 | 3,2 | 33,8 | 10,6 |
| 19(a+b+c) | 89 | 3,8 | 41,2 | 10,8 |
| Ringsholmene 10-20 m | 96 | 1,4 | 28,7 | 20,5 |
| Ringsholmene <10 m | 63 | <1 | 8,1 | |
| Croftholmen | 6 | <1 | 6,9 | |
| Risøy | 4 | <1 | 2,9 | |
| Bjørkøyboen | 4 | <1 | 3,3 | |
| Arøy | 24 | 3,4 | 24,4 | 7,2 |

3.1.2 Innhold av kvikksølv

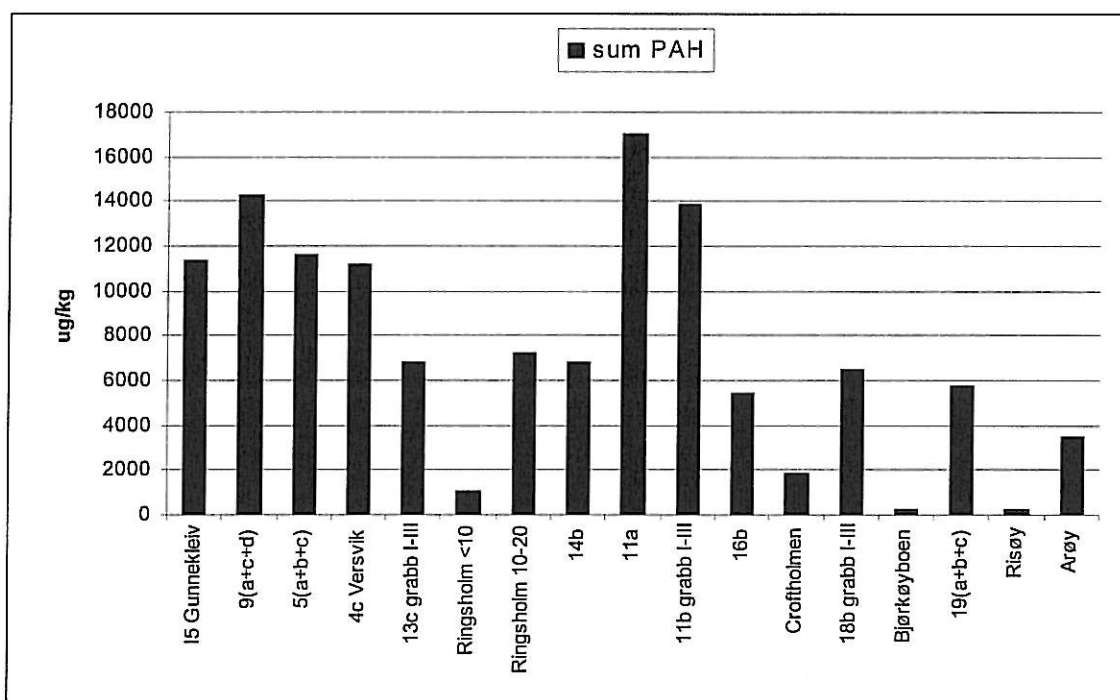
Fordelingen av kvikksølv i sedimentene er vist i Figur 2. Hovedmengden av stasjoner hadde konsentrasjoner svarende til klasse III, markert forurenset, i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Prøven fra Gunnekleivfjorden skilte seg imidlertid ut med en konsentrasjon på 16 µg/g. Det svarer til meget sterkt forurenset. På de grunne stasjonene Croftholmen, Bjørkøyboen og Risøy var sedimentet ubetydelig forurenset med kvikksølv, mens de dype stasjonene i tilsvarende avstand fra Herøya hadde konsentrasjoner svarende til markert forurenset.



Figur 2. Innhold av kvikksølv (Hg, µg/g tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 0,15 µg/g.

3.1.3 Innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Hovedmengden av stasjonene i området hadde konsentrasjoner av PAH svarende til markert til sterkt forurenset, klasse III-IV, i henhold til SFTs klassifiseringssystem (Figur 3).



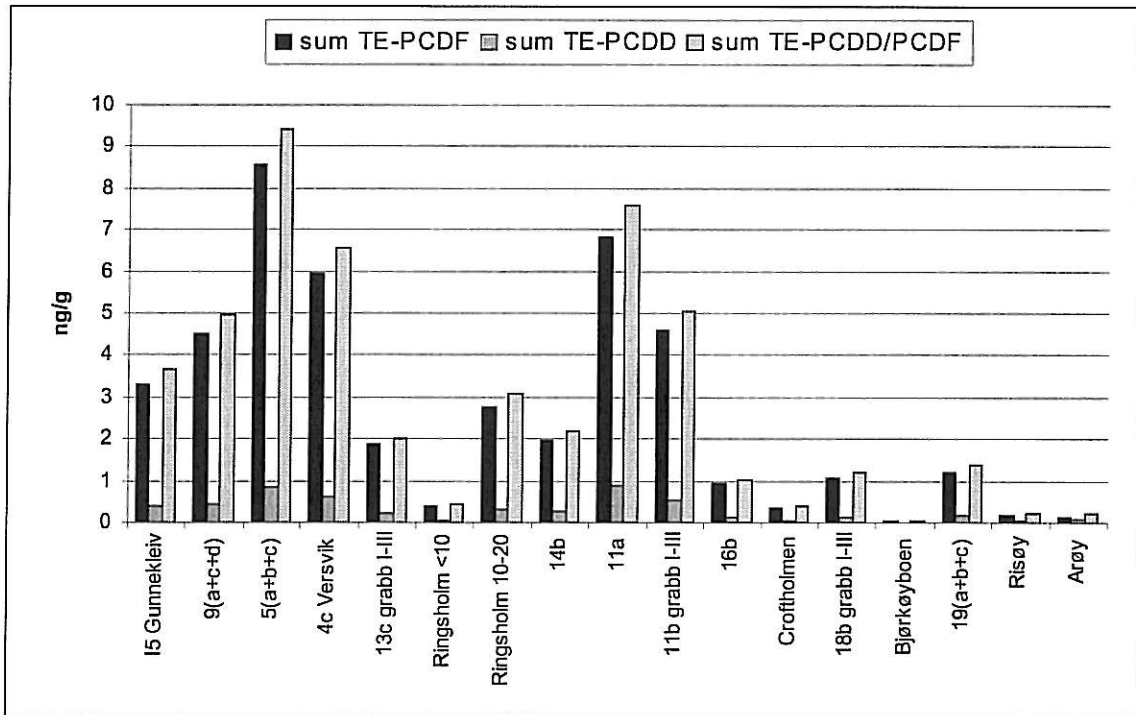
Figur 3. Innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, µg/kg tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 300 µg/kg.

Høyeste konsentrasjon ble observert i dypområdet i den søndre delen av Frierfjorden (stasjon 11a). I 1989 (Næs og Oug 1991) ble høyeste verdi målt til ca. 60000 µg/kg mot ca. 17000 µg/kg i 1997. Den høye verdien i 1989 ble målt ved Rafneslandet. Dette området ble ikke prøvetatt i 1997.

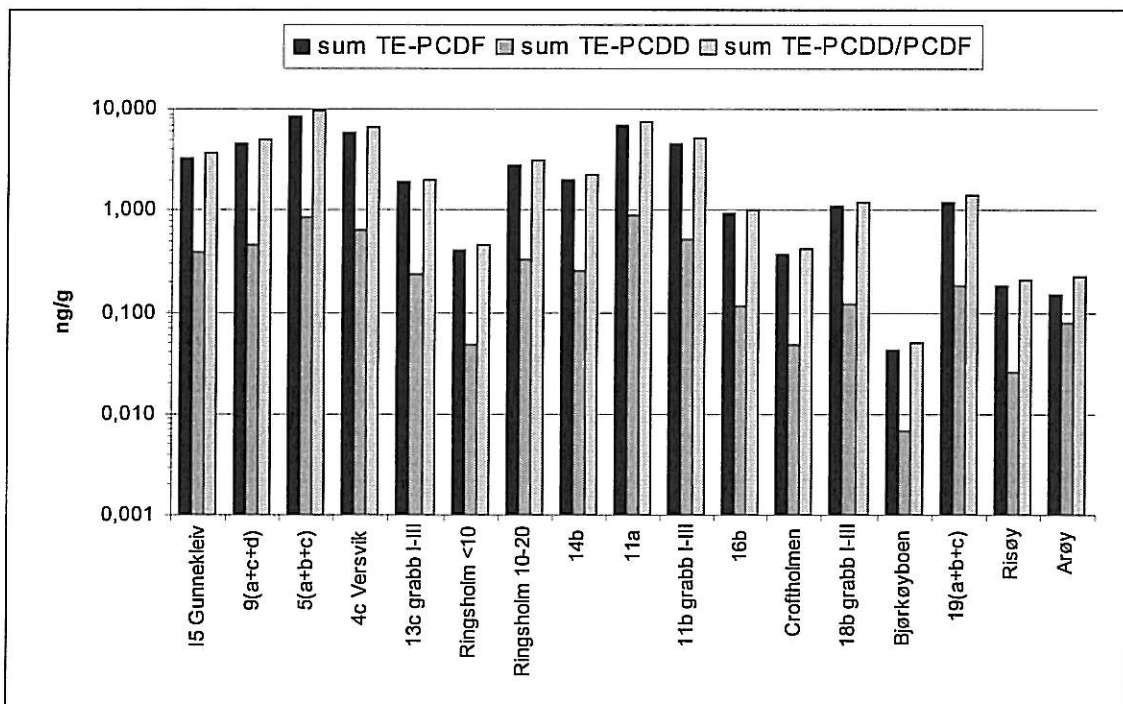
3.1.4 Innhold av polyklorerte dibenzofuraner (PCDF), polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) og non-orto PCB

Konsentrasjoner av PCDF/PCDD beregnet som toksisitetsekvivalenter (nordisk modell, Ahlberg 1989) er vist i Figur 4. På grunn av de store forskjellene i konsentrasjoner mellom stasjonene er fordelingen vist både med en lineær (4A) og logaritmisk akse (4B). Alle stasjonene hadde konsentrasjoner svarende fra sterkt til meget sterkt forurenset (klasse IV-V) i henhold til SFTs klassifiseringssystem bortsett fra ved Bjørkøyboen. Her svarte konsentrasjonene til markert forurenset (klasse III). Hovedmengden av toksisiteten skyldes innholdet av furaner. Bortsett fra ved Arøy utgjorde toksisitetsbidraget fra dioksinene kun 10-15 % av bidraget fra furanene. Ved Arøy var bidraget fra dioksinene 50 % av det furanene sto for. Jevnført med grensen for TE_{PCDF/PCDD} klasse I (ubetydelig forurenset) i SFTs klassifiseringssystem på 0,01 ng/g (feilaktig oppgitt til bare 1/1000 av dette i Molvær et al. 1997) viser Figur 4 at på de fleste av stasjonene ble det registrert overkonsentrasjoner på 100-1000 ganger.

A:

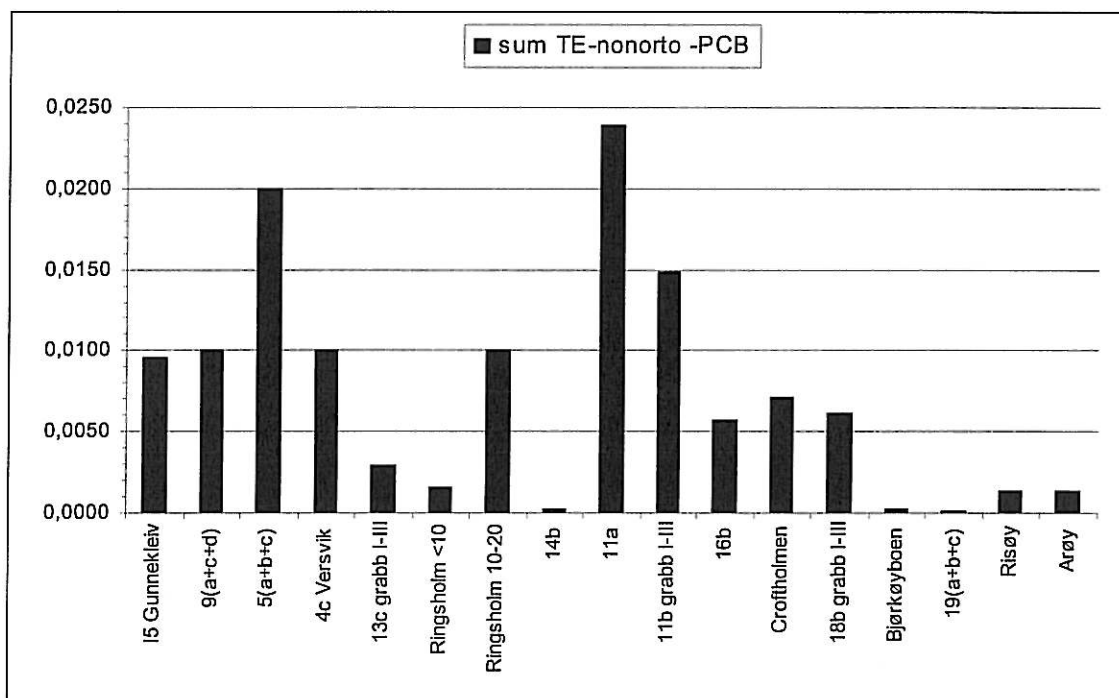


B:



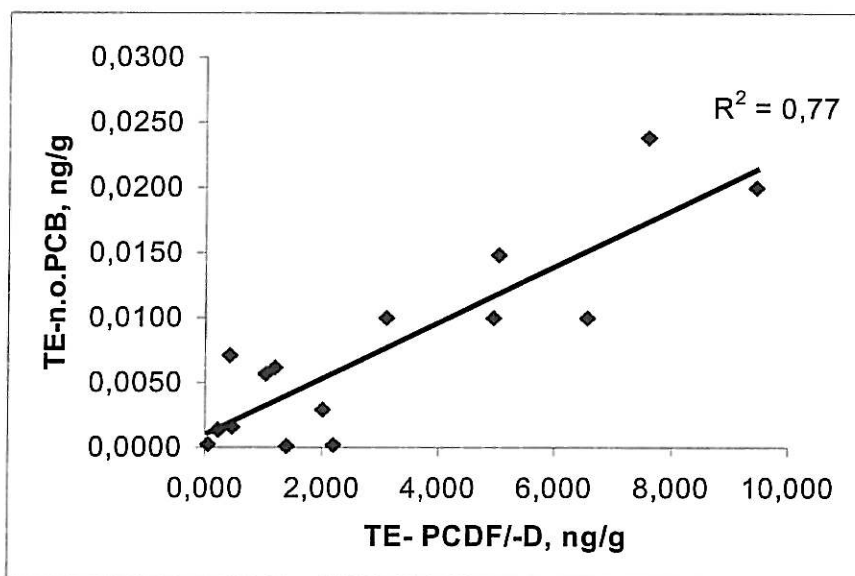
Figur 4. Innhold av toksisitetsekvivalenter (ng/g tørrvekt) fra polyklorerte dibenzofuraner (PCDF) og polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. A: Lineær akse. B: Logaritmisk akse. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 0,01 ng/g (Nb! P.g.a. trykkfeil oppgitt til 0,01 ng/kg i SFTs rettleiding).

Toksisitetsekvivalenter ut fra innholdet av non-orto PCB i sedimentet er vist i Figur 5. Det eksisterer ikke offisielle grenseverdier for non-orto PCB i sedimenter. Imidlertid, konsentrasjonene som måles i Grenlandsfjordene, bortsett fra i Gunnekleivfjorden, var i samme størrelsesorden som det som er blitt funnet i Kristiansandsfjorden (Knutzen og medarb. 1998b). En oversikt over konsentrasjoner i andre norske områder er gitt av Knutzen (1995). Oehme et al. (1993) oppgir 0,15-0,71 ng TE_{n-o.PCB}/kg tørrvekt for overflatesedimenter fra Barentshavet og 0,8-17 for Nordsjøen/Skagerrak. Konsentrasjonene i Grenlandsfjordene er derfor i samme størrelsesorden som verdiene i Nordsjøen/Skagerrak.



Figur 5. Innhold av toksisitetsekvivalenter fra non-orto PCB (ng/g tørrvekt, beregnet etter Ahlborg et al. 1994) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997.

Konsentrasjonsfordelingen viser en rimelig god samvariasjon med PCDF/PCDD-fordelingen. En regresjon av TE fra non-orto PCB mot TE fra PCDF/PCDD var signifikant på bedre enn 99% og med en $R^2 = 0,77$, (Figur 6).



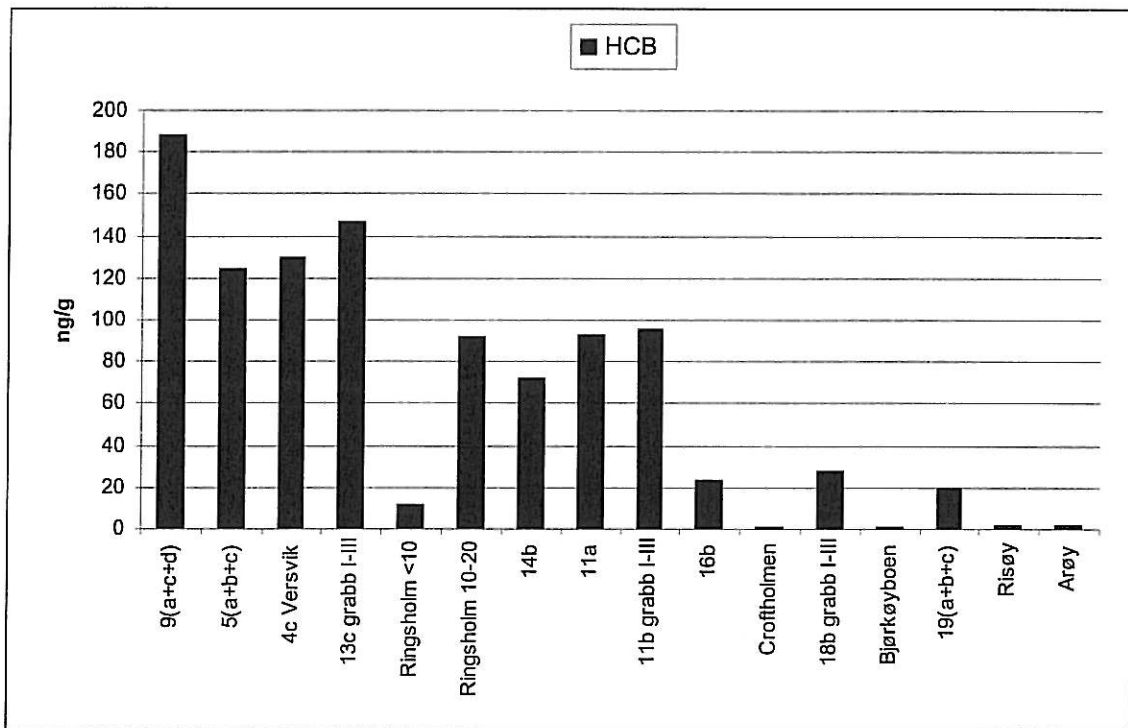
Figur 6. Regresjon av toksisitetsekvivalenter (TE) fra non-orto PCB mot TE fra PCDF/PCDD i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997.

Toksisitetsbidraget fra non-orto PCB var ubetydelig i forhold til det fra PCDF/PCDD (i størrelsesorden ca. 1 % av bidraget fra PCDF/PCDD).

3.1.5 Innhold av andre klorerte forbindelser

I tillegg til dioksiner og non-orto PCB ble sedimentene analysert for innhold av andre klorerte forbindelser. Dette inkluderte de andre hovedkomponentene i utslippet fra Hydro Porsgrunn (heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), pentaklorbenzen (5CB), dekaklorbifenyl (DCB)), Σ PCB₇ (= summen av de 7 kongenerene PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), polyklorerte naftalener (PCN) samt pestisidene lindan (γ -HCH) og Σ DDT (DDT og dets nedbrytningsprodukter DDE og DDD). Av disse er det kun HCB, PCB₇ og Σ DDT som SFT har utarbeidet grenseverdier for.

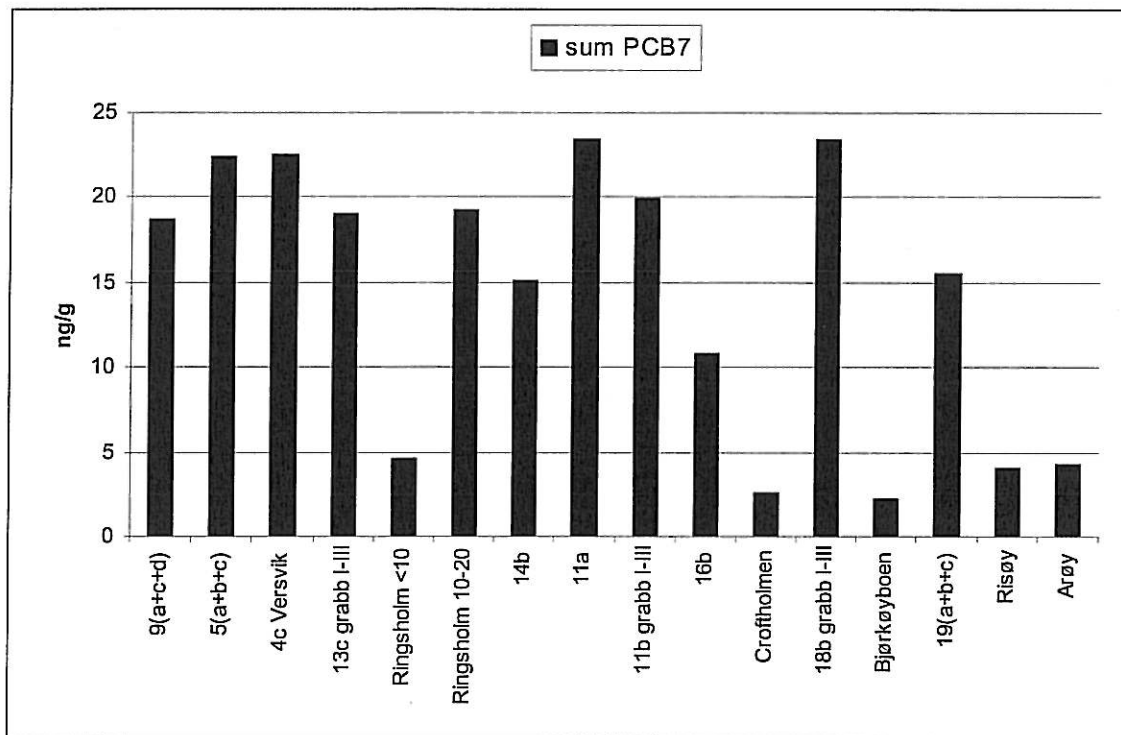
Konsentrasjonen av HCB varierte fra 0,69-188 ng/g. Alle stasjonene i Frierfjorden falt i tilstandsklasse meget sterkt forurenset (klasse V), bortsett fra stasjonen på vanddyp grunnere enn 10 m ved Ringsholmene. HCB-innholdet svarte her til sterkt forurenset (klasse IV), det samme som ble observert på de dypere stasjonene i Brevik-/Eidangerfjorden (Figur 7). De grunne stasjonene i dette området hadde konsentrasjoner svarende til moderat forurenset (klasse II).



Figur 7. Innhold av heksaklorbenzen (HCB, ng/g tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 0,5 ng/g.

Det var en god samvariasjon mellom fordelingen av HCB og 5CB/OCS med korrelasjonskoeffisienter (R^2) på henholdsvis 0,88 og 0,91. For begge var samvariasjonen signifikant på bedre enn 99 % sannsynlighetsnivå.

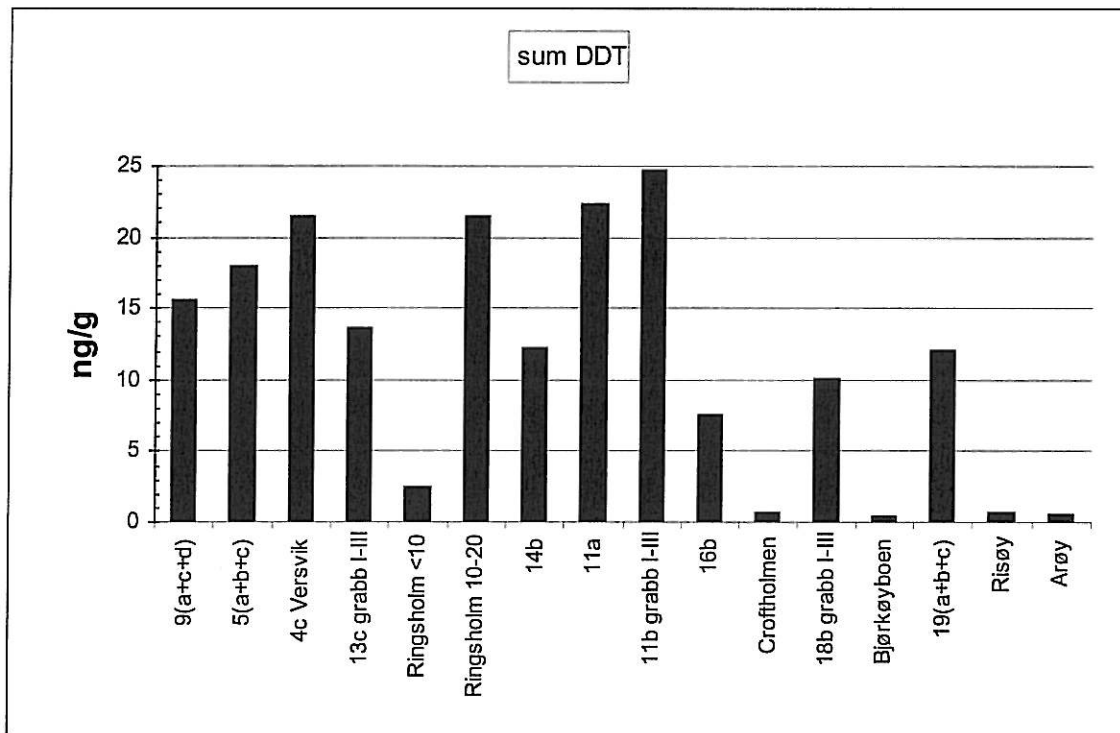
Påvirkningen med PCB₇ var betydelig mindre enn fra de øvrige klorerte forbindelsene. Alle dypereliggende stasjoner hadde konsentrasjoner svarende til moderat forurenset (klasse II), mens stasjonene på grunnere vann inklusive den på grunnere vann enn 10 m ved Ringsholmene var ubetydelig påvirket (klasse I) (Figur 8). Det var ingen samvariasjon mellom fordelingen av PCB₇ og non-orto PCB ($R^2 = 0,41$).



Figur 8. Innhold av PCB₇ (ng/g tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 5 ng/g.

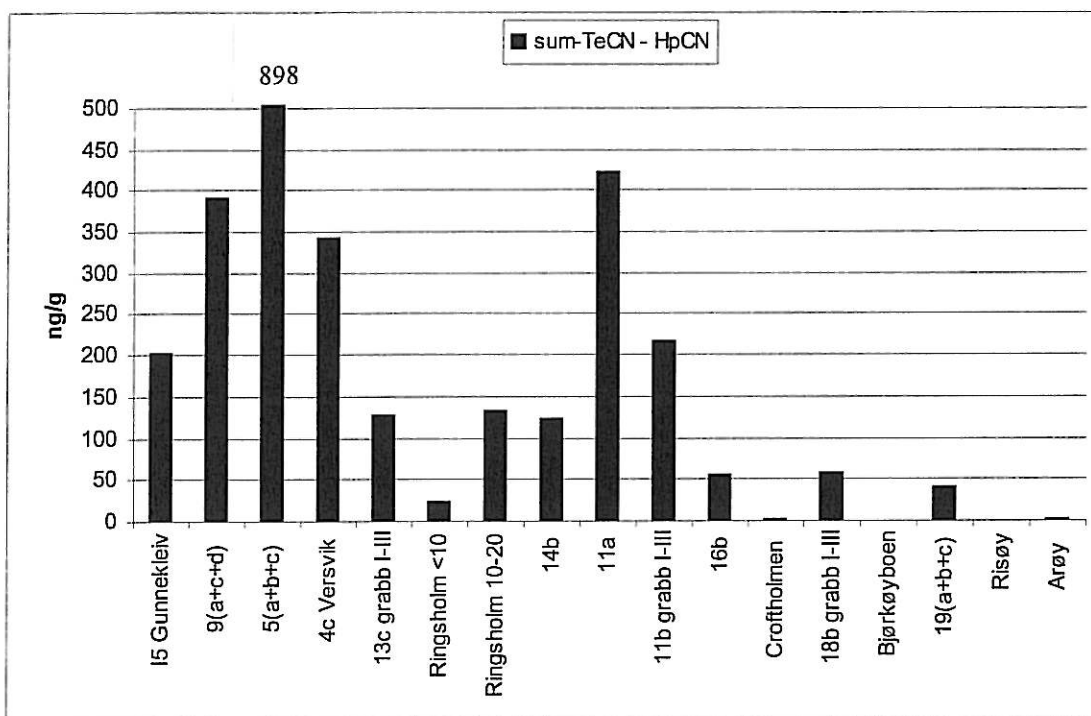
Fordelingen av Σ DDT er vist i Figur 9. De dypereliggende stasjonene hadde konsentrasjoner svarende til sterkt forurenset (klasse IV) i henhold til SFTs klassifiseringssystem, mens de grunne stasjonene generelt var moderat til markert forurenset (klasse II-III). Som for PCB₇ var det ingen samvariasjon med HCB, derimot var det en rimelig samvariasjon mellom Σ DDT og PCB₇ ($R^2 = 0,81$).

En del av prøvene fra de dypereliggende stasjonene og spesielt stasjonene 18b og 19(a+b+c) Brevik-/Langangsfjordområdet hadde kanskje uventet høyt innhold av Σ DDT. Generelt var også DDT kvantitativt viktigere enn DDE og DDD. Normalt skulle man ha forventet at nedbrytningsproduktene av DDT dominerte, i alle fall i de oksiske sedimentene. Man kunne derfor være skeptisk til resultatene. Laboratoriet som analyserte prøvene opplyser imidlertid at analysekromatogrammene virker tilforlidelige og at de siste resultatene fra internasjonale ringtester har vært rimelig gode. Dog skal man være oppmerksom på det store avviket mellom analysert verdi og sertifisert verdi for DDT som framkommer i opplysningene om nøyaktighet og presisjon i Vedlegg D.



Figur 9. Innhold av Σ DDT (ng/g tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 0,5 ng/g.

Fordelingen av polyklorerte naftalener beregnet som sum av tetra-, penta-, hekso- og heptakongenere er vist i Figur 10. Det var betydelige konsentrasjonsforskjeller. Man skal dog være oppmerksom på at NILU oppgir høy analyseusikkerhet for PCN-analyser (25-50 %). Stasjon 5 som representerer et område på 20 m dyp syd for Herøya hadde den klart høyeste konsentrasjonen og dobbelt så høy som det nærliggende, men dypere området (45-65 m) representert med stasjon 9. Sammenlignet med området representert med stasjon 19 i Brevik-/Langangsfjorden var konsentrasjonen på stasjon 5 ca. 20 ganger høyere. Det er nylig publisert målinger av PCN i innsjøsedimenter i Sverige samt konsentrasjoner i sedimenter fra Østersjøen (Järnberg et al. 1999). Konsentrasjonene var i området 0,14-7,6 ng/g for summen av tetra- til heptakongenere med den høyeste verdien fra en stasjon ved Gotland (112 m). I sentrale deler av Østersjøen (Baltic Proper) var konsentrasjonen ca. 2 ng/g. Sammenlignet med disse verdiene var konsentrasjonene på de dype stasjonene i Frierfjorden 20-500 ganger høyere, mens konsentrasjonen på stasjon 19 i Brevikfjorden/Langangsfjorden var 5-20 ganger høyere.

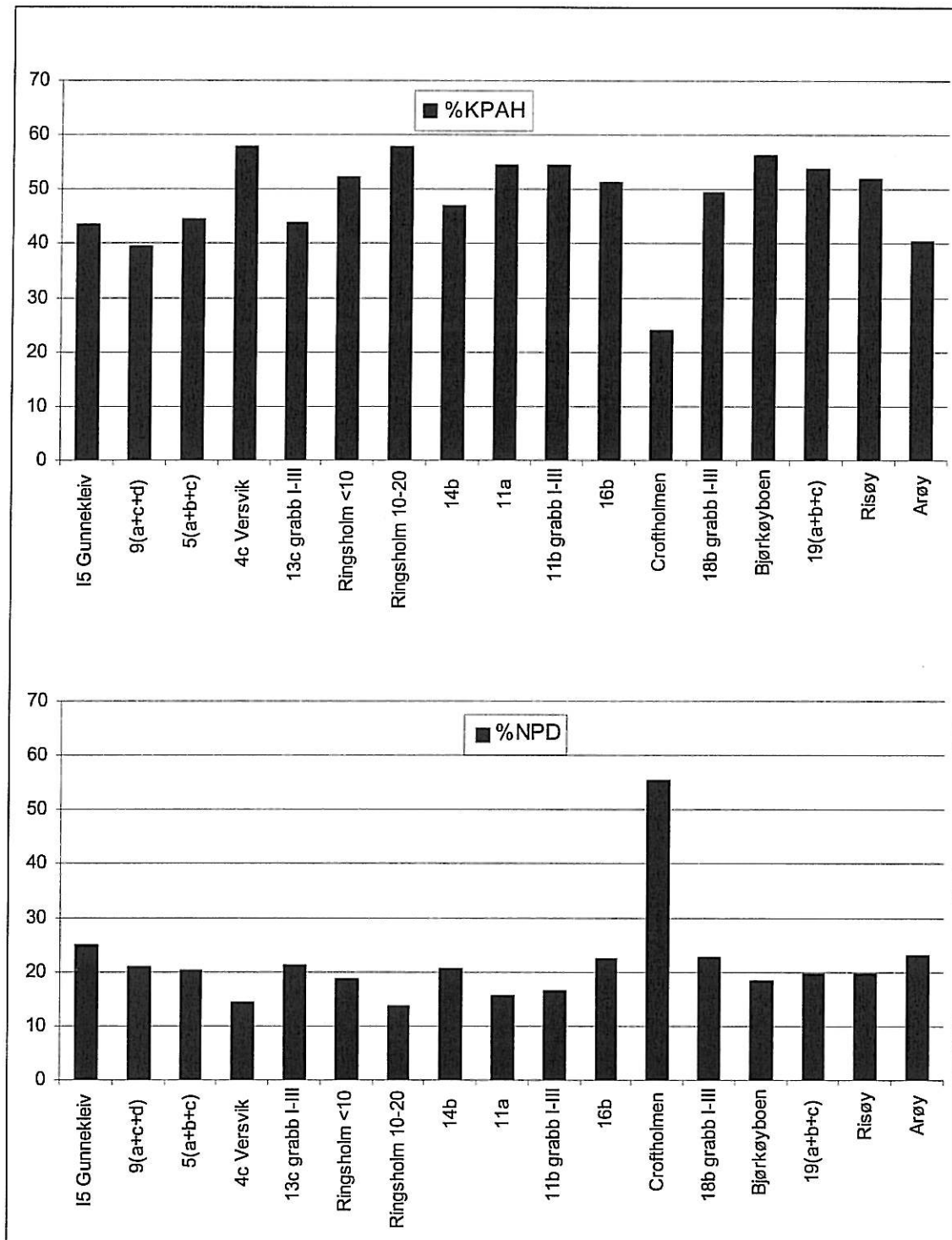


Figur 10. Innhold av polyklorerte naftalener beregnet som sum av tetra-, penta-, hekso- og heptakongener (ng/g tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997.

Det var en relativt god samvariasjon mellom sum av dioksiner/furaner og PCN med en korrelasjonskoeffisient (R^2) på 0,85.

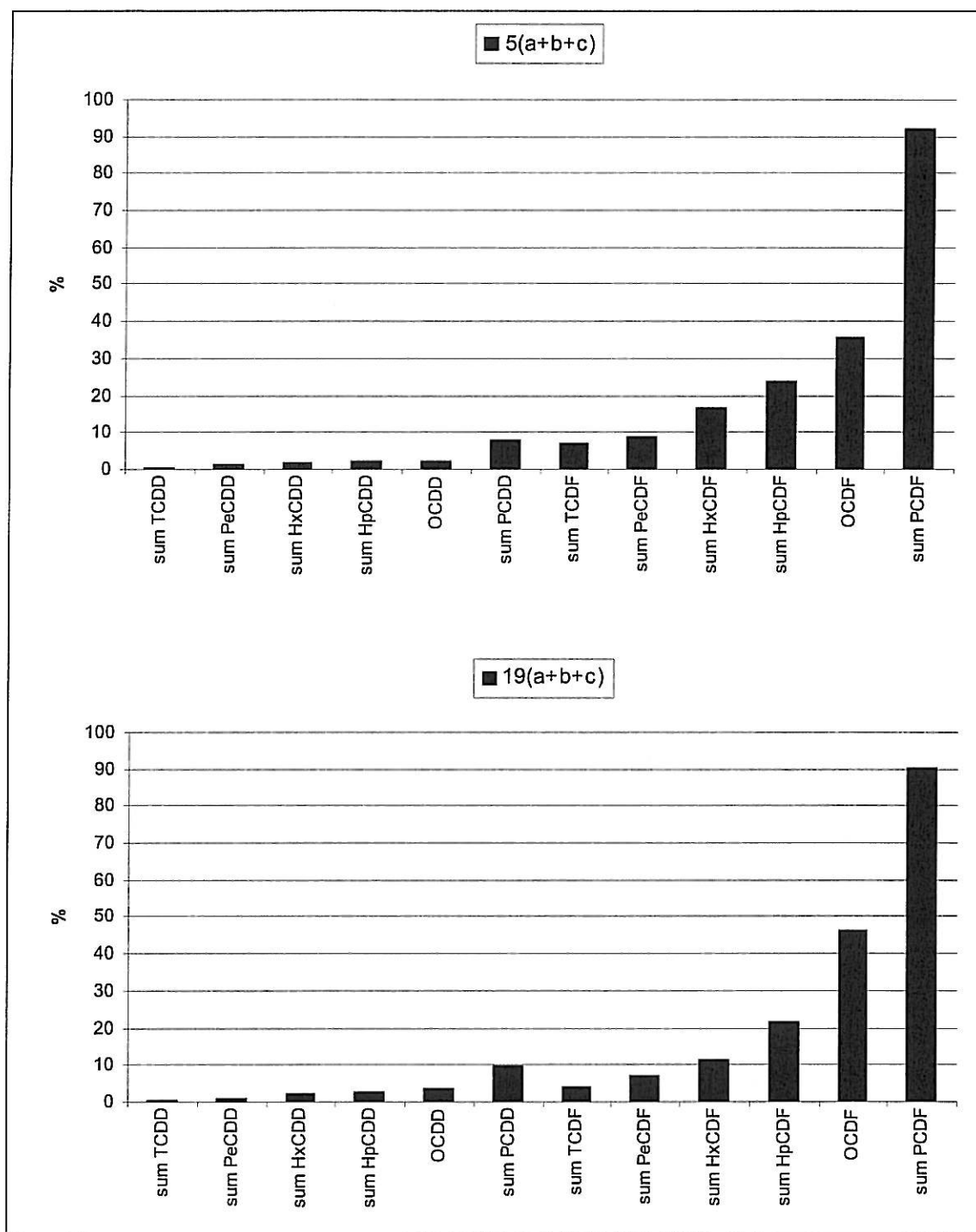
3.2 Mønstre i sammensetningen av PAH, PCDD/PCDF og PCN

PAH-profilen, det vil si den prosentvise sammensetningen av enkeltforbindelsene, var relativ lik på alle stasjonene. Det prosentvise innholdet av potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) (IARC 1987) varierte fra ca. 40-50. En prosentandel KPAH på 40-50 er normalt å observere når forbindelsene i hovedsak er dannet ved forbrenning. Unntaket var stasjonen ved Croftholmen hvor KPAH-innholdet var 24 samtidig som %NPD, dvs. summen naftalen, fenantren, dibenzothiofen og deres alkylhomologer i forhold til det totale PAH-innholdet, var 55. Dette tyder på en oljerelatert kilde (tilleggs kilde) til PAH-forurensningen (Figur 11).



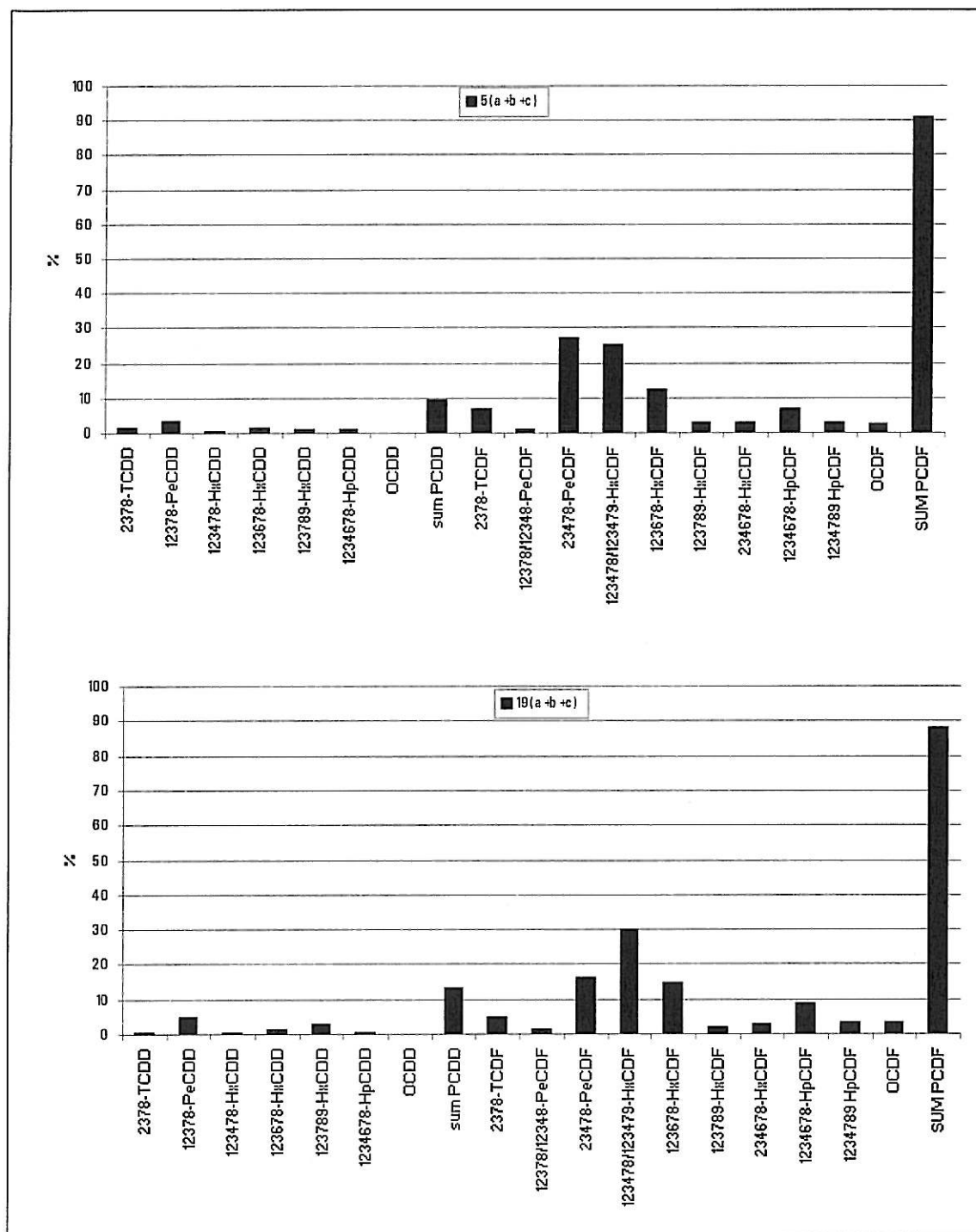
Figur 11. Prosentvis innhold av potensielt kreftkremkallende PAH (%KPAH i hht. IARC 1987) og summen naftalen, fenantren, dibenzothiofen og deres alkylhomologer (%NPD) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997.

Den relative sammensetningen av PCDD/PCDF var tilnærmet lik på alle stasjonene og er eksemplifisert ved fordelingen på stasjon 5 i Frierfjorden og stasjon 19 i Brevik-/Langangsfjorden (Figur 12). Kvantitativt var furanene betydelig viktigere enn dioksinene med spesielt høy dominans av okta-forbindelsen.



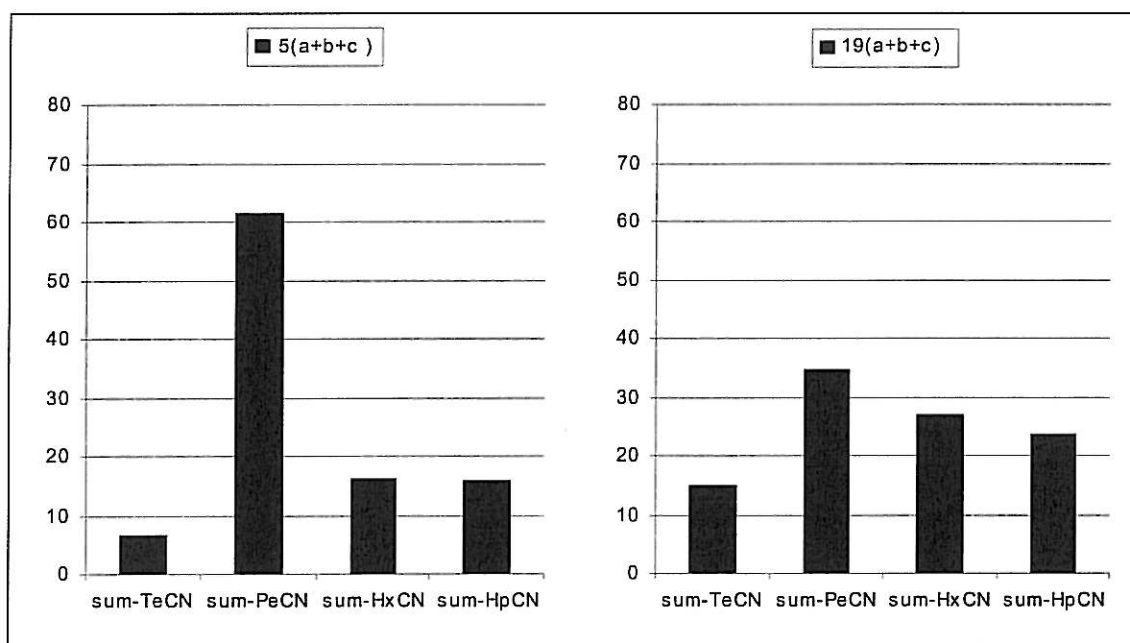
Figur 12. Prosentmessig fordeling av de enkelte homologgrupper av PCDD/PCDF i overflatesedimentet (0-2 cm) på stasjon 5 (Frierfjorden) og stasjon 19 (Brevik-/Langangsfjorden) i 1997.

Det prosentvise bidraget til det totale innholdet av $TE_{PCDD/PCDF}$ er vist i Figur 13. Som det var for totalkonsentrasjonene, står furanene, og da særlig enkelte hepta- og heksakongenere for det største bidraget.



Figur 13. Prosentvis bidrag av enkeltforbindelser og sum av forbindelser av PCDD og PCDF til det totale innholdet av $TE_{PCDD/PCDF}$.

Sammensetningen av PCN på stasjonene nærmest Herøya, stasjonene 5, 9, Versvikbukta og delvis også Gunnekleivfjorden, avvok fra de andre stasjonene. Her dominerte penta-forbindelsene eksemplifisert ved fordelingen på stasjon 5 hvor disse utgjorde 60 % av summen av tetra-, penta-, hekso- og heptaforbindelser (Figur 14). På de andre stasjonene i større avstand fra Herøya, eksemplifisert ved stasjon 19 i Brevik-/Langangsfjorden, utgjorde pentaforbindelsene 35 %, mens det relative bidraget fra hver av de andre homologgruppene hadde økt med ca. 10 prosentpoeng i forhold til fordelingen på stasjon 5.



Figur 14. Prosentmessig fordeling av de enkelte homologgrupper av PCN (tetra-, penta-, hekso-, hepta-) i overflatesedimentet (0-2 cm) på stasjon 5 (Frierfjorden) og stasjon 19 (Brevik-/Langangsfjorden) i 1997.

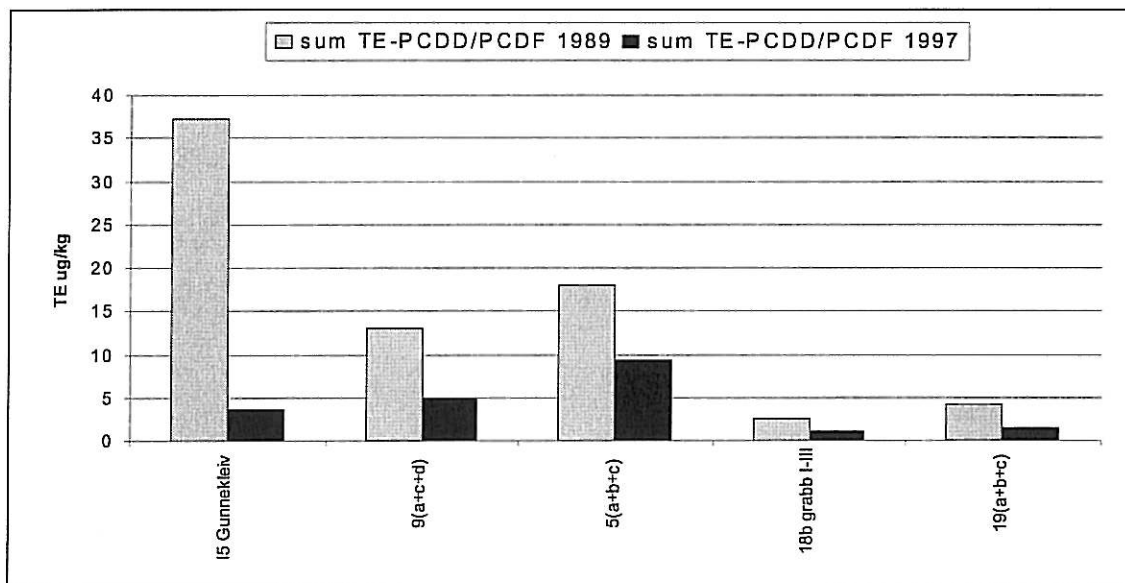
3.3 Forandring i konsentrasjoner over tid

3.3.1 Forandring i forhold til forrige sedimentundersøkelse i 1989

Hvis konsentrasjonsforandringer i sedimentet skal detekteres som følge av endringer i belastningen, må den naturgitte og analytiske variabiliteten være kjent. Dette bestemmes ved å analysere flere parallelle prøver fra den aktuelle stasjonen. Undersøkelsene i 1989 hadde som hovedmål å bestemme mengde av forurensningskomponenter som var lagret i sedimentene. Prøver tatt over en viss geografisk utstrekning ble derfor slått sammen til en blandprøve representativ for det aktuelle området. Analyse av parallelle prøver fra en eller flere utvalgte overvåkingsstasjoner ble ikke prioritert slik at man altså ikke kjenner den naturgitte variabiliteten. For allikevel å kunne sammenligne materialet fra 1997 med det fra 1989, ble en tilsvarende prøvetakingsstrategi som i 1989 også valgt i 1997 for områdene representert med stasjonene 5, 9, 18 og 19 samt også Gunnekleivfjorden for innhold av dioksiner.

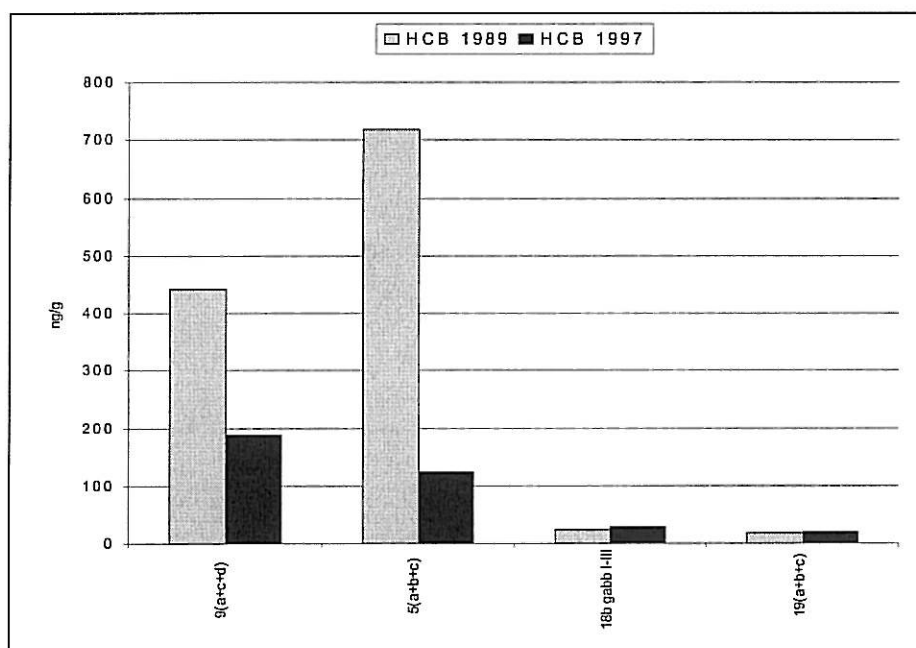
Resultatene viser at det i størrelsesorden er en halvering i toksisitetsekvivalentene fra dioksiner/furaner fra 1989 til 1997 (Figur 15). I Gunnekleivfjorden kan det virke som om endringen er betydelig større, men her er det trolig store variasjoner i konsentrasjoner over små avstander. NILU, som har analysert

prøvene fra begge årene, oppgir en analyseusikkerhet på ca. 25 %. Konsentrasjonsendringene er derfor sannsynligvis i stor grad som følge av utslippsbegrensende tiltak ved Hydro Porsgrunn.



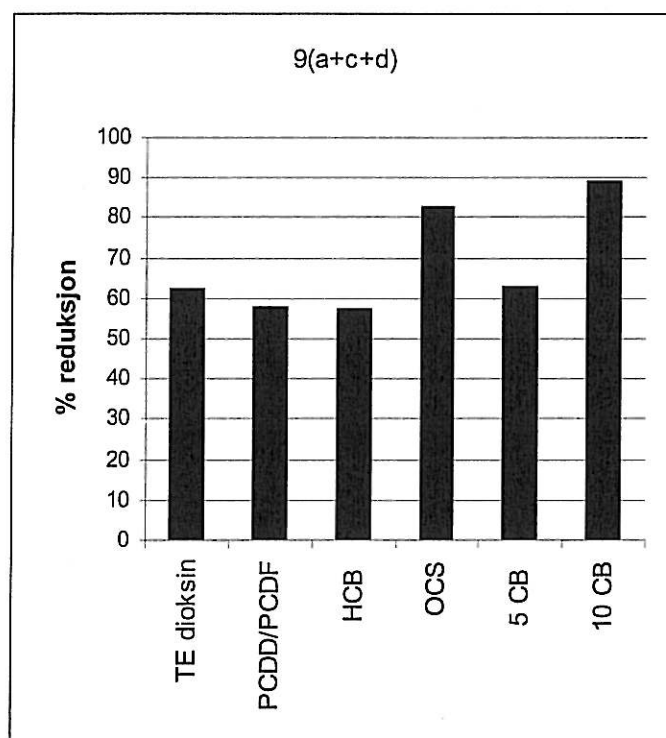
Figur 15. Konsentrasjoner av toksisitetsekvivalenter for polyklorete dioksiner/-furaner ($TE_{PCDD/-F}$, ng/g) i overflatesedimenter (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1989 sammenlignet med 1997.

Som for dioksiner, ble det også observert betydelig lavere konsentrasjoner av HCB i Frierfjorden i 1997 sammenlignet med 1989 (Figur 16). Størst, og prosentvis betydelig større enn for dioksiner var reduksjonen på stasjon 5 hvor konsentrasjonen var ca. en syvendedel av konsentrasjonen i 1989.



Figur 16. Konsentrasjoner av heksaklorbenzen (HCB, ng/g) i overflatesedimenter (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1989 sammenlignet med 1997.

I Figur 17 er den prosentvise forandringen på stasjon 9 fra 1989 til 1997 vist for både toksisitetsekvivalenter og summen av PCDD/PCDF samt HCB, OCS og 5CB.



Figur 17. Prosentvis forandring i konsentrasjoner av TE_{PCDD/PCDF}, PCDD/PCDF, HCB, OCS, 5CB og 10CB (=DCB) fra 1989 til 1997 på stasjon 9 i Frierfjorden.

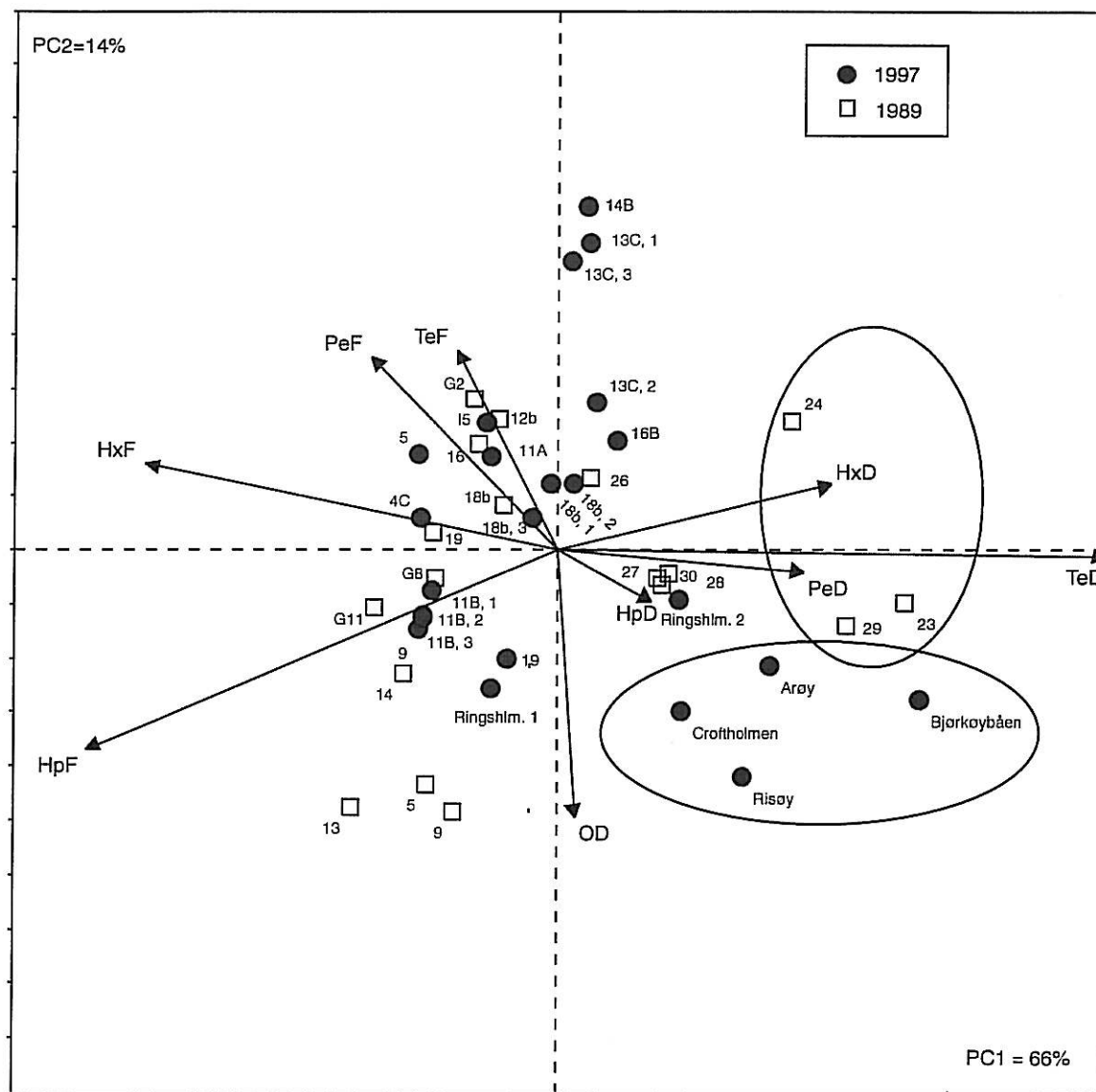
Det gjøres uttrykkelig oppmerksom på at den naturlige variasjonen ikke er kjent slik det ble redegjort for innledningsvis i kapitlet. Dette medfører at størrelsen på nedgangen i konsentrasjoner mellom 1989 og 1997 må tolkes med forsiktighet.

Dioksiner og furaner representerer grupper av forbindelser med innbyrdes store forskjeller i fysisk/kjemiske egenskaper. Eksempelvis oppgir Mackay et al. (1992) en forskjell på 3-4 størrelsesordner i løslighet mellom tetra- og okta-forbindelser av dioksiner og 1-2 størrelsesordner forskjell i fordelingskoeffisienten mellom oktanol og vann. Disse forskjellene muliggjør profilmforskjeller mellom prøvene fra 1989 og de fra 1997 ved forskjeller i nedbrytningshastighet, desorpsjonshastighet, osv. For å undersøke dette nærmere ble resultatene fra de to årene analysert ved hjelp av en prinsippal komponent analyse (PCA). For en mere detaljert beskrivelse av metoden vises det til undersøkelsen fra 1989 (Næs og Oug 1991) og til Næs og Oug (1997; 1998). Kortfattet og forenklet sagt søker analysen å sammenfatte og beskrive hovedmønstre i datasettet. PCA utfører en dekomponering av datasettets variasjon langs innbyrdes uavhengige akser. I plottet representeres stasjonene ved punkter og forbindelsene med piler. Nærliggende stasjoner har lik fordeling og mønstre. Stasjoner i økende avstand fra origo langs en akse har økende variabelverdi langs akse.

Analysen er gjennomført på en slik måte at variansbidraget for forskjeller i totalkonsentrasjoner er fjernet. Analysen viser derfor forskjeller i PCDD/PCDF-profil i resultatene for de to årene.

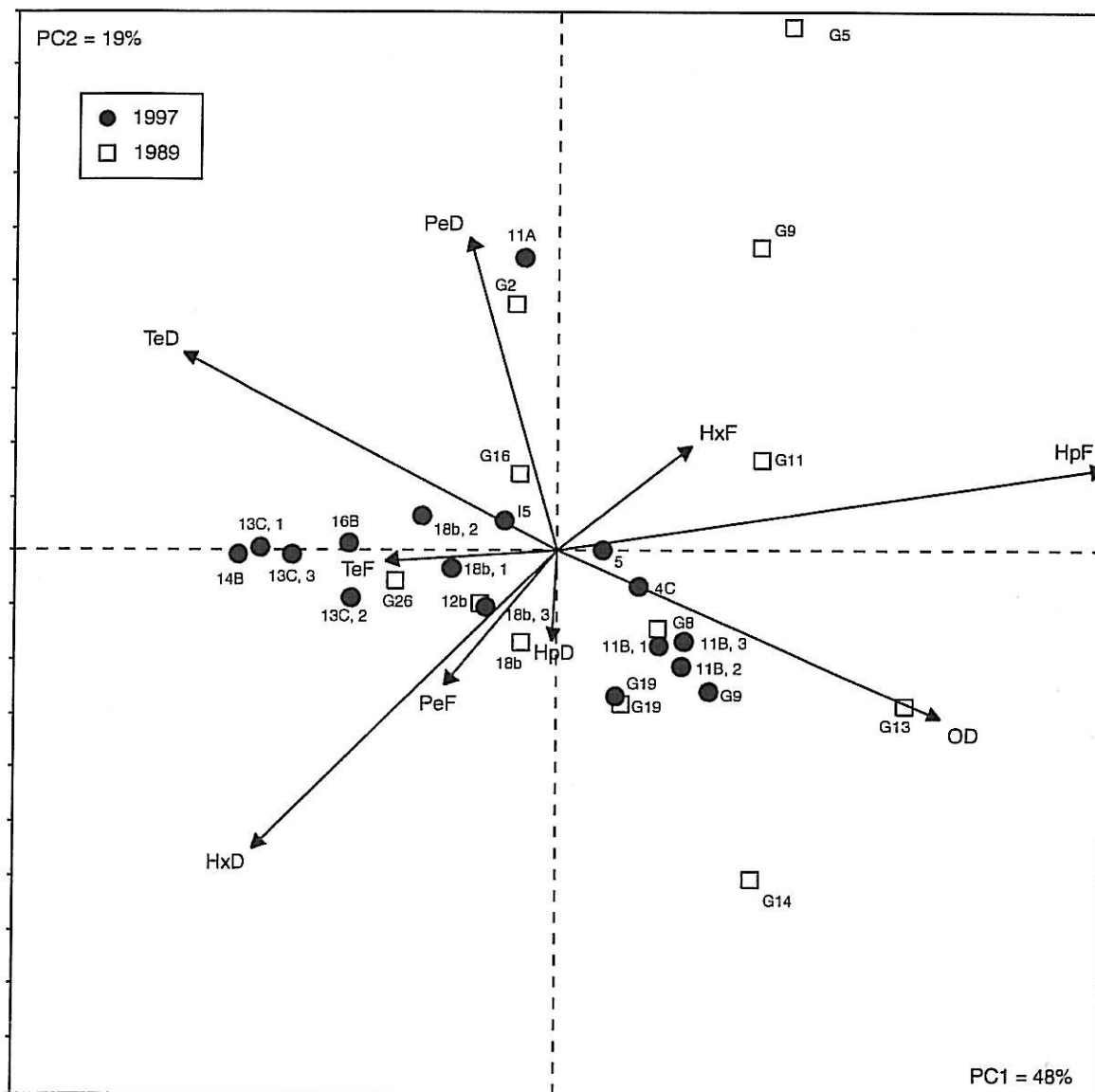
Figur 18 viser en PCA basert på konsentrasjonen av de forskjellige homologgruppene for alle stasjoner unntatt de fra Gunnekleivfjorden. De sistnevnte avvek i sammensetningen. Dette var også tilfelle for oktafuranforbindelsen som også ble ekskludert i de videre PCA-analysene. Hovedtrenden er at på akse

1 (PC1), som forklarer 66 % av variansen i datasettet, skiller furaner og dioksiner. Dette skyldes særlig at stasjoner prøvetatt i 1987 i Langesundsbukta, ved Nevlunghavn og ved Portør samt stasjonene på grunt vann i Brevikfjorden prøvetatt i 1997, hadde et relativt sett høyere innhold av dioksiner enn de andre stasjonene. På akse 2 (PC 2, 14 % av variansen) separeres både dioksin og furanforbindelsene i stor grad etter kloreringsgrad. Disse mønstrene samsvarer med det som ble observert i 1989 (Næs og Oug 1991).



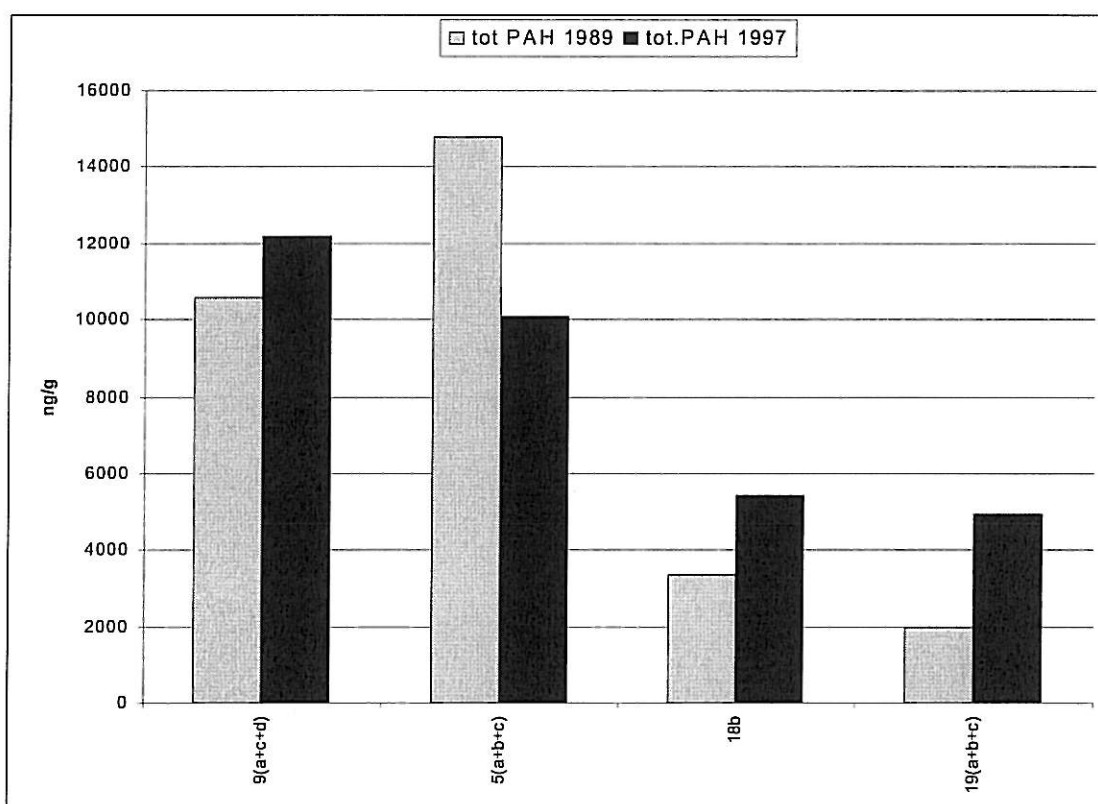
Figur 18. PCA for profilsammenligninger innenfor homologgrupper av PCDD/PCDF i 1989 og 1997. De to første bokstavene i variabelnavnet (piler) angir kloreringsgrad (tetra, penta, hekso, hepta og okta). Siste bokstav skiller dioksiner (D) og furaner (F). Analysen er kjørt dobbeltsentrert (dvs. variansbidraget fra forskjeller i totalkonsentrasjon er fjernet). To stasjoner i Gunnekleivfjorden fra 1989 samt oktafuranforbindelsen avvek og er ekskludert. Stasjoner i Langesundsbukta, ved Nevlunghavn og Portør fra 1989 og grunne stasjoner i Brevikfjorden fra 1997 er ringet inn.

I Figur 19 er en tilsvarende PCA vist, men hvor stasjonene på grunt vann samt de i Langesundsbukta, ved Nevlunghavn og ved Portør som ble prøvetatt i 1989 er ekskludert fra analysen. Det er vanskelig å finne klare mønstre i fordelingen. Det betyr at PCDD/PCDF-profilen i sedimentene i 1997 var relativt lik den fra 1989. På grunnlag av disse analysene kan ikke forskjeller i "forsvinningshastighet" mellom homologgrupper eller enkeltforbindelser av PCDD/PCDF påvises. Det skal påpekes at dette ikke gir noe grunnlag for konklusjoner om mulig utlekking av forbindelsene fra de forurensede sedimentene. En betydelig desorptiv fluks til vannfasen kan forekomme uten at forandringer i konsentrasjon og sammensetning i den partikulære fasen detekteres (Achman et al. 1996).



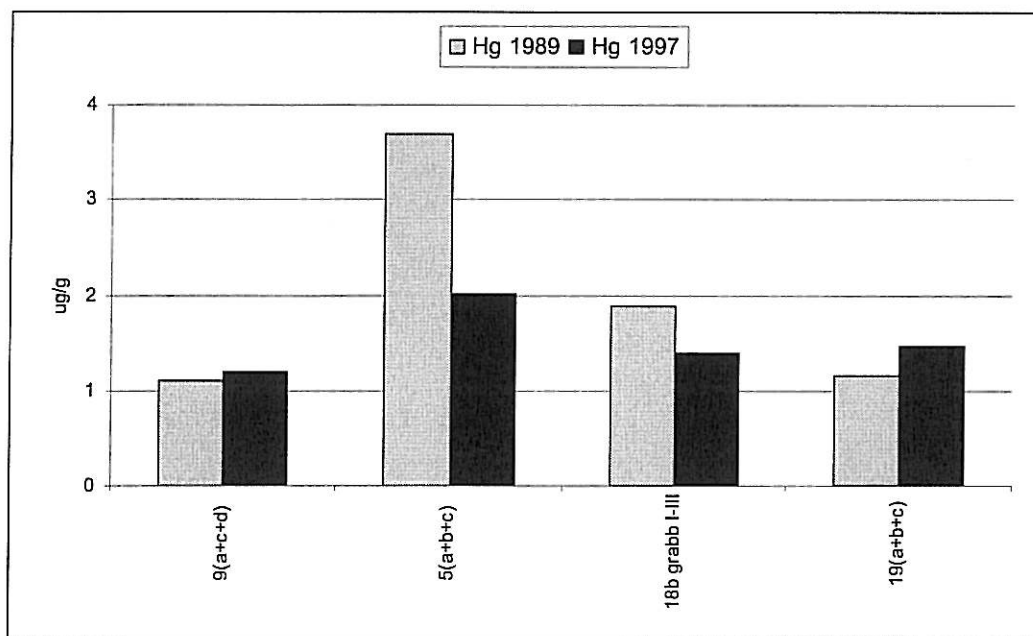
Figur 19. PCA for profilsammenligninger innenfor homologgrupper av PCDD/PCDF i 1989 og 1997. De to første bokstavene i variabelnavnet (piler) angir kloreringsgrad (tetra, penta, hekso, hepta og okta). Siste bokstav skiller dioksiner (D) og furaner (F). Analysen er kjørt dobbeltsentrert (dvs. variansbidraget fra forskjeller i totalkonsentrasjon er fjernet). To stasjoner i Gunnekleivfjorden fra 1989 samt oktafuranforbindelsen avvek og er ekskludert. Stasjoner i Langesundsbukta, ved Nevlunghavn og Portør fra 1989 og grunne stasjoner i Brevikfjorden fra 1997 er også ekskludert, jfr. Figur 18.

Forandringene i konsentrasjonene av PAH fra 1989 til 1997 avvek fra mønsteret til de andre forbindelsene. Det var små forandringer i nivåene i Frierfjorden, men en øking i konsentrasjonene på de to stasjonene i Brevik-/Langangsfjorden (Figur 20). Ut fra utslippstallene skulle man ha forventet en generell nedgang i konsentrasjonene siden Elkem Mangan KS PEA har vært hovedkilden for PAH-forurensningen (jfr. Tabell 1). I den sammenheng skal det gjøres oppmerksom på at de høyeste PAH-konsentrasjonene i 1989 ble målt ved Rafneslandet. Som allerede omtalt, setter prøvetakingsstrategien i 1989 begrensninger i tolkingen av tidsutviklingen også for PAH.



Figur 20. Konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, ng/g tørrvekt) i overflatesedimenter (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1989 sammenlignet med 1997.

Konsentrasjonen av kvikksølv i sedimentene i 1997 sammenlignet med 1989 er vist i Figur 21. Bortsett fra på stasjon 5 og 4c (i Versvikbukta) var det små endringer i konsentrasjonene. Direkte utslipp fra Hydro Porsgrunn opphørte ved nedleggelsen av kloralkaliefabrikken i 1987.



Figur 21. Konsentrasjoner av kvikksølv (Hg, µg/g tørrvekt) i overflatesedimenter (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1989 sammenlignet med 1997.

3.3.2 Grunnlag for videre påvisning av konsentrasjonsforandringer over tid

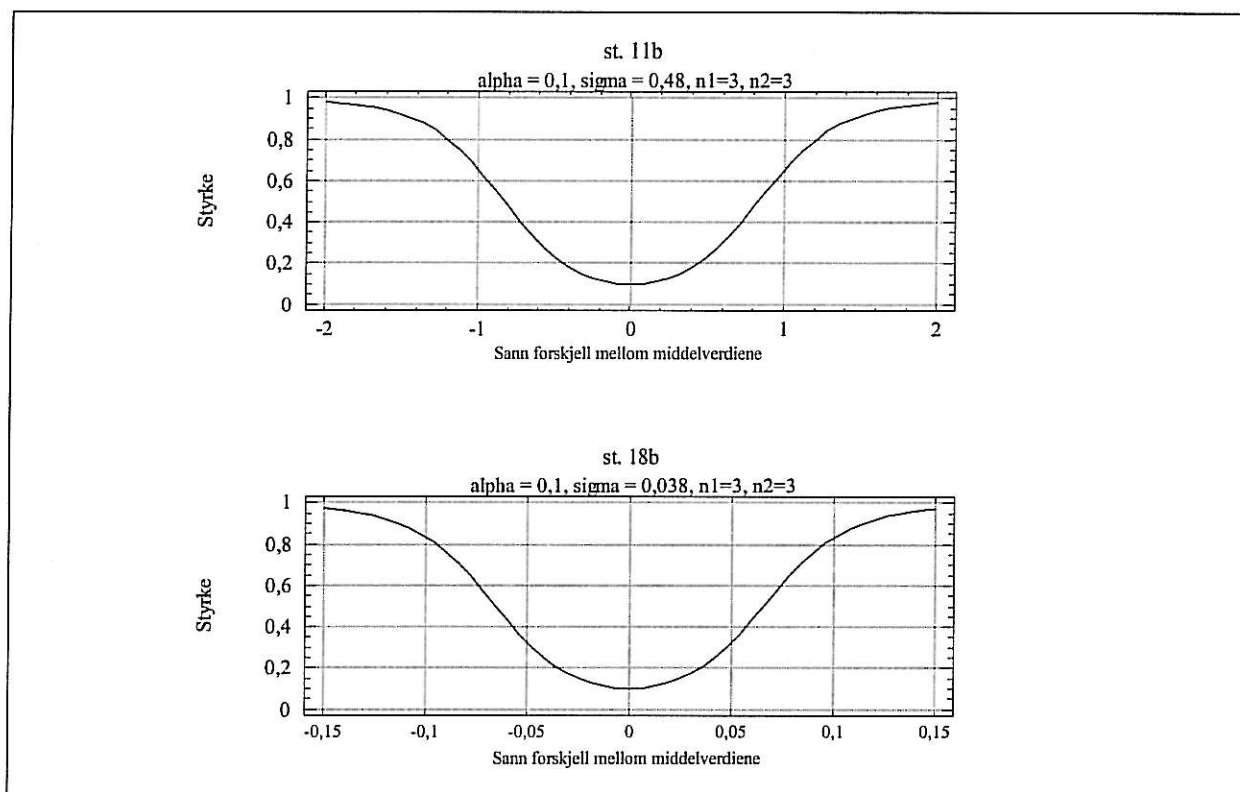
Stasjonene 13c, 11b og 18b ble valgt som lokaliteter for en videre tidstrendovervåking. På hver av stasjonene ble tre parallelle prøver analysert for å gi informasjon om naturgitt og analytisk variabilitet. Gjennomsnitt, minimum-maksimumverdi samt prosent relativt standardavvik (standardavvik i prosent av middelverdien) er vist for utvalgte variable i Tabell 5.

Som det fremgår fra TOC-resultatene i Tabell 5 samt opplysningene i Tabell 3 og Tabell 4, var sedimenttypen lik innenfor hver stasjon. Høyt prosentvis innhold av finstoff (fraksjonen <math><63 \mu\text{m}</math>) gjør at alle tre stasjonene er velegnet som overvåkingsstasjoner. Resultatene i Tabell 5 viser foruten at sedimentkvaliteten var lik, også at den analytiske variasjonen var lav. HCB på stasjon 11b avvek noe med en RSD på 29 %. Samme relativt store variabilitet ble også observert for andre klorerte forbindelser som OCS, 5CB og PCB.

Tabell 5. Gjennomsnitt, minimum-maksimumverdi samt prosent relativt standardavvik (RSD = standardavvik i prosent av middelverdien) for totalt organisk karbon (TOC, mg/g), kvikksølv (Hg, µg/g), heksaklorbenzen (HCB, ng/g), toksisitetsekvivalenter fra polyklorerte dioksiner/-furaner (TE_{PCDD/F}, ng/g), polyklorerte naftalener (PCN, ng/g) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, ng/g) i overflatesedimenter (0-2 cm) i Frierfjorden (st. 13c og st. 11b) og Brevikfjorden (st. 18b). På alle stasjonene ble prøver fra 3 parallelle grabber analysert.

| Variabel | | 13c | 11b | 18b |
|----------------------|------------|------------|-------------|-----------|
| TOC | Gj.sn. | 42 | 47,5 | 33,4 |
| | Min.-Maks. | 41,4-42,8 | 46,3-48,6 | 32,4-34,0 |
| | %RSD | 1,7 | 2,4 | 2,6 |
| Hg | Gj.sn. | 1,01 | 2,1 | 1,43 |
| | Min.-Maks. | 0,96-1,04 | 2,0-2,2 | 1,40-1,50 |
| | %RSD | 4,4 | 4,8 | 4,1 |
| HCB | Gj.sn. | 95,8 | 147,2 | 27,9 |
| | Min.-Maks. | 73,6-127,5 | 140,9-157,6 | 26,2-29,1 |
| | %RSD | 29 | 6,2 | 5,5 |
| TE _{PCDD/F} | Gj.sn. | 2,01 | 5,03 | 1,19 |
| | Min.-Maks. | 1,91-2,07 | 4,51-5,46 | 1,16-1,23 |
| | %RSD | 4,2 | 9,5 | 3,2 |
| PCN | Gj.sn. | 128,9 | 218,5 | 57,8 |
| | Min.-Maks. | 119-141 | 218,6-219,1 | 53,8-60,6 |
| | %RSD | 9,1 | 0,3 | 5,7 |
| PAH | Gj.sn. | 6793 | 13840 | 6507 |
| | Min.-Maks. | 6426-7378 | 13204-14594 | 6082-6774 |
| | %RSD | 7,5 | 5,1 | 5,7 |

Resultatene fra de parallelle prøvene på de 3 overvåkingsstasjonene kan brukes til planlegging av prøvetakingsstrategien ved en eventuell senere innsamling og gi informasjon om utsagnskraften i overvåkingen. Dette kan gjøres ved hjelp av en såkalt styrkefunksjon vist som et eksempel for TE_{PCDD/F} på stasjon 11b og 18b (Figur 22).



Figur 22. Styrkefunksjon for TE_{PCDD/F} på stasjon 11b (Frierfjorden) og stasjon 18b (Brevikfjorden).

Styrkefunksjonene baserer seg på at samme antall prøver analyseres ved en fremtidig prøvetaking lik det som ble gjort i 1997 (3 paralleller). Videre antas det samme standardavvik og at en statistisk test om forskjeller i middelværdi av de to gruppene av prøver skal være tosidig og gjøres ved 90% signifikansnivå. Av kurven for stasjon 11b ser vi da at man har en 85 % sannsynlighet (styrke) for å påvise en 25 % endring i forhold til middelværdien i 1997 (forandring fra 5,03 til 3,77 ng/g) hvis man forlanger 90 % sannsynlighetsnivå. Mindre forandringer vil ha dårligere mulighet for å bli påvist statistisk. Imidlertid, hvis man ønsker å påvise mindre endringer enn 25 % og opprettholde samme sannsynlighet, må flere paralleller enn 3 analyseres. På stasjon 18b var standardavviket mindre som dermed muliggjør detektering av relativt mindre endringer ved analyse av tre paralleller. Av styrkefunksjonen for denne stasjonen ser vi at en 10 % forandring i middelværdien (forandring fra 1,19 til 1,10 ng/g) kan detekteres med 85 % sannsynlighet.

4. Referanser

Achman, D.R., B.J. Brownawell and L. Zhang, 1996. Exchange of polychlorinated biphenyls between sediment and water in the Hudson River estuary. *Estuaries*, 19: 950-965.

Ahlborg, U.G., 1989. Nordic risk assessment of PCDDs and PCDFs. *Chemosphere* 19: 603-608.

Ahlborg, U.G., G.C. Becking, L.S. Birnbaum, A. Brouwer, H.J.G.M. Derks, M. Feely, D. Golor, A. Hanberg, J.C. Larsen, A.K.D. Liem, S.H. Safe, C. Schlatter, F. Wärn, M. Younes and E. Yrjänheikki, 1994. Toxic equivalent factors for dioxin-like PCBs. Report on a WHO-ECEH and IPCS consultation, December 1993. *Chemosphere* 28: 1049-1067.

Bandh, C., R. Ishaq, D. Broman, C. Näf, Y. Rönquist-Nii and Y. Zebühr, 1996. Separation for subsequent analysis of PCBs, PCDD/Fs and PAHs according to aromaticity and planarity using a two-dimensional HPLC system. *Environ. Sci. Technol.*, 30: 214-219.

IARC 1987. IARC Monographs on evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Overall evaluation of carcinogenicity: An updating of IARC Monographs Volumes 1-42. Supp. 7. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.

Järnberg, U.G., L.T. Asplund, A.-J. Egebäck, B. Jansson, M. Unger and U. Widequist, 1999. Polychlorinated naphthalene congener profiles in background sediments compared to a degraded Halowas 1014 technical mixture. *Environ. Sci. Technol.*, 33: 1-6.

Knutzen, J., 1995. Summary report on levels of polychlorinated dibenzofurans/dibenzo-p-dioxins and non-ortho polychlorinated biphenyls in marine organisms and sediments in Norway. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT), rapp.nr. 618/95. NIVA-rapp. l.nr. 3317.

Knutzen, J., Aa Biseth, E. Brevik, E. Egaas, N.W. Green, M. Schlabach og J.U. Skåre, 1998a. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 1996. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT) rapp.nr. 730/98. NIVA-rapp. l.nr. 3834.

Knutzen, J., K. Næs, L. Berling, Aa. Biseth, E. Brevik, N. Følsvik og M. Schlabach, 1998b. Overvåking av miljøgifter i sedimenter og organismer fra Kristiansandsfjorden 1996. Statlig program for forurensningsovervåking rapp.nr. 729/98, TA 1539/1998. NIVA-rapp. l.nr. 3833.

Mackay, D., W.Y. Shiu and K.C. Ma, 1992. Illustrated handbook of physical-chemical properties and environmental fate for organic chemicals. Volume II. Polynuclear aromatic hydrocarbons, polychlorinated dioxins, and dibenzofurans. Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo.

Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning. SFT-rapport TA 1467/1997.

Næs, K. og E. Oug, 1991. Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensede områder. Rapport 1: Konsentrasjon og mengder av klororganiske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner, kvikksølv og pyrolyseolje. NIVA-rapp. l.nr. 2566.

Næs, K. and Oug, E., 1997. Multivariate approach to distribution patterns and fate of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from smelter-affected Norwegian fjords and coastal waters. *Environ. Sci. Technol.*, 31: 1253-1258.

Næs, K. and Oug, E., 1998. The distribution and environmental relationships of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from Norwegian smelter-affected fjords. *Chemosphere*, 36: 561-576.

Oehme, M., J. Klungsøyr, As. Biseth and M. Schlabach, 1993. Quantitative determination of ppq-ppt levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in sediments from the Arctic (Barents Sea) and the North Sea. *Anal. Meth. Instr.* 1: 153-163.

5. Vedlegg

- A. Rådata for analyser av TOC, TN og Hg utført av NIVA.
- B. Rådata for analyser av PCDD/PCDF, non-orto PCB og PCN utført av NILU.
- C. Rådata for analyser av PCDD/PCDF, non-orto PCB og PCN utført av Institut för Tillempad Miljöforskning, Universitetet i Stockholm.
- D. Rådata for analyserer av PAH, PCB, 5CB, HCB, OCS, DDT og HCH utført av Unilab Analyse a.s.
- E. Stasjonsplassering.

Vedlegg A. Rådata for analyser av TOC, TN og Hg
utført av NIVA

ANALYSE RAPPORT Interne saksbehandlere.

Rapportert: 20/05-98

OBS!! Klagefrist 14 dager f.o.m. rapporterings-dato. Oppgi rekvisisjonsnr og PrNr.

Rekvisisjonsnr : 1998-00787 Mottatt dato : 980421 Godkjent av: KAS Godkjent dato: 980519
 Prosjektnr : O 803125
 Kunde/Stikkord : Sediment
 Kontaktp./Saksbeh. : NÆS

| Analysevariabel | | TN/F | TOC/F | Hg-Sm |
|-----------------|-------------------------------------|----------|----------|-------|
| Enhet | | µg/mg TS | µg/mg TS | µg/g |
| Metode | | G 6 | G 6 | E 4-2 |
| PrNr | PrDato | | | |
| 001 | 5. (a+b+c), 0-2 cm | 1,3 | 31,6 | 2,01 |
| 002 | 9. (a+b+c), 0-2 cm | 2,0 | 43,7 | 1,20 |
| 003 | 11a. 0-2 cm | 3,1 | 50,0 | 3,06 |
| 004 | 11b. I, 0-2 cm | 3,0 | 46,3 | 2,14 |
| 005 | 11b. II, 0-2 cm | 2,7 | 48,6 | 2,19 |
| 006 | 11b. III, 0-2 cm | 2,8 | 47,5 | 1,98 |
| 007 | 13c. I, 0-2 cm | 2,4 | 42,8 | 0,96 |
| 008 | 13c. II, 0-2 cm | 2,3 | 41,4 | 1,03 |
| 009 | 13c. III, 0-2 cm | 2,6 | 41,8 | 1,04 |
| 010 | 14b. 0-2 cm | 2,4 | 38,7 | 1,15 |
| 011 | 4c.-Versvik, 0-2 cm | 1,4 | 32,3 | 2,10 |
| 012 | 16b. 0-2 cm | 2,4 | 30,6 | 1,24 |
| 013 | 18b. I, 0-2 cm | 2,6 | 32,4 | 1,47 |
| 014 | 18b. II, 0-2 cm | 3,2 | 34,0 | 1,35 |
| 015 | 18b. III, 0-2 cm | 3,2 | 33,8 | 1,38 |
| 016 | 19. (a+b+c), 0-2 cm | 3,8 | 41,2 | 1,47 |
| 017 | Ringsholmen 10-20 cm ^{1/1} | 1,4 | 28,7 | 1,01 |
| 018 | Ringsholmen <10 cm ^{1/1} | <1,0 | 8,1 | 0,24 |
| 019 | Croftsholmen 0-2 cm | <1,0 | 6,9 | 0,13 |
| 020 | Risøy 0-2 cm | <1,0 | 2,9 | 0,08 |
| 021 | Bjørkøybåen 0-2 cm | <1,0 | 3,3 | 0,07 |
| 022 | Arøybratten v/N-lykt, 0-2 cm | 3,4 | 24,4 | 0,25 |
| 023 | Gunnekleiv I5 | 5,9 | 75,5 | 16,0 |

Vedlegg B. Rådata for analyser av PCDD/PCDF, non-orto PCB og PCN utført av NILU

Rettelse til målerapport nr. O-504

(erstatte tidligere utsendt målerapport O-504 (med vedlegg))

Oppdragsgiver: NIVA – Sørlandet
v/Kristoffer Næs
Televeien 1
4890 GRIMSTAD

Prosjekt nr.: O-98090

Prøvetaking:

Sted: Grenlandsfjordene
Ansvar: Oppdragsgiver
Kommentar:

Prøveinformasjon:

| NILU prøvenr. | Kundens merking | Prøvetype | Prøven mottatt | Prøven analysert |
|---------------|---------------------------|-----------|----------------|------------------|
| 98/350 | Frier. St. 5 (a+b+c) | Sediment | 27.04.98 | 08.05.–06.07.98 |
| 98/351 | Frier. St. 9 (a+c+d) | " | " | 06.05.–06.07.98 |
| 98/352 | Frier. St. 4c Versvik | " | " | 06.05.–06.07.98 |
| 98/353 | Brevik. St. 19 (a+b+c) | " | " | 08.05.–06.07.98 |
| 98/354 | Frier. Ringsholmenedyp 17 | " | " | 08.05.–06.07.98 |
| 98/355 | Frier. Ringsholmenedyp 7 | " | " | 08.05.–06.07.98 |
| 98/356 | Brevik Croftholmen | " | " | 11.05.–06.07.98 |
| 98/357 | Brevik Risøy | " | " | 11.05.–06.07.98 |
| 98/358 | Brevik Bjørøybåen | " | " | 11.05.–06.07.98 |
| 98/359 | Brevik Arøybratten | " | " | 11.05.–06.07.98 |
| 98/425 | I 5 Gunnekleiv | " | 04.05.98 | 11.05.–06.07.98 |

Analyser:

Utført av: Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100
N-2007 KJELLER

Målemetode: NILU-0-1 ("Bestemmelse av polyklorerte dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner")

Måleusikkerhet: ±25%

Kommentarer: Ifølge akkrediteringskravet skal gjenvinningen ligge mellom 40–120%. Prøve 98/353 har gj.v. ≈ 30%, prøve 98/354 har gj.v. ≈ 20%. Dette gir litt større måleusikkerhet enn ±25%. På grunn av store interferenser på samme masse som ¹³C (intern standard) ved analyse på polar kolonne ble prøvene 98/350, 98/351, 98/352 og 98/425 analysert på apolar kolonne. Dette gir større usikkerhet når det gjelder fordelingen mellom de forskjellige komponentene, da noen forbindelser kan "overlappe" hverandre.

Godkjenning: Kjeller, 1999-02-02

Ole-Anders Braathen

Ole-Anders Braathen
Leder, Kjemisk analyse

Vedlegg: 11 analyseresultater à 4 sider
Målerapporten og vedleggene omfatter totalt 46 sider

Måleresultatene gjelder bare de prøvene som er analysert. Denne rapporten skal ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra laboratoriet.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/350
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvermerking: St.5 (a+b+c)
 : Frier. dyp 20,20,20, Blandprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 4 g
 Måleenhet: ng/g
 Datafiler: DF624081

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | i-TE |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 2378-TCDD | 0,16 | 83 | | 0,16 |
| SUM TCDD | 3,78 | | | |
| 12378-PeCDD | 0,64 | 78 | | 0,32 |
| SUM PeCDD | 7,84 | | | |
| 123478-HxCDD | 0,73 | 83 | | 0,07 |
| 123678-HxCDD | 1,21 | 95 | | 0,12 |
| 123789-HxCDD | 1,05 | | | 0,10 |
| SUM HxCDD | 10,4 | | | |
| 1234678-HpCDD | 7,73 | 66 | | 0,08 |
| SUM HpCDD | 12,6 | | | |
| OCDD | 14,2 | 74 | | 0,01 |
| SUM PCDD | 48,9 | | | 0,87 |
| 2378-TCDF | 6,55 | 94 | | 0,65 |
| SUM TCDF | 44,7 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 7,79 | | 0,08 | 0,39 |
| 23478-PeCDF | 5,12 | 96 | | 2,56 |
| SUM PeCDF | 55,1 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 23,7 | 83 | | 2,37 |
| 123678-HxCDF | 11,8 | 76 | | 1,18 |
| 123789-HxCDF | 2,81 | | | 0,28 |
| 234678-HxCDF | 2,88 | 96 | | 0,29 |
| SUM HxCDF | 104 | | | |
| 1234678-HpCDF | 65,3 | 81 | | 0,65 |
| 1234789-HpCDF | 29,1 | | | 0,29 |
| SUM HpCDF | 150 | | | |
| OCDF | 223 | 91 | | 0,22 |
| SUM PCDF | 578 | | 8,58 | 8,89 |
| SUM PCDD/PCDF | 627 | | 9,44 | 9,76 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-loksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-loksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/350
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerkning: St.5 (a+b+c)
: Frier. dyp 20,20,20, Blandprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 4 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF624081

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 0,94 | * | 0,00 | 0,01 |
| 344'5-TeCB(PCB-81) | 0,22 | | | |
| 33'44'5-PeCB (PCB-126) | 0,17 | 79 | 0,02 | 0,02 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 0,26 | 63 | 0,00 | 0,01 |
| SUM TE-PCB | | | 0,02 | 0,04 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

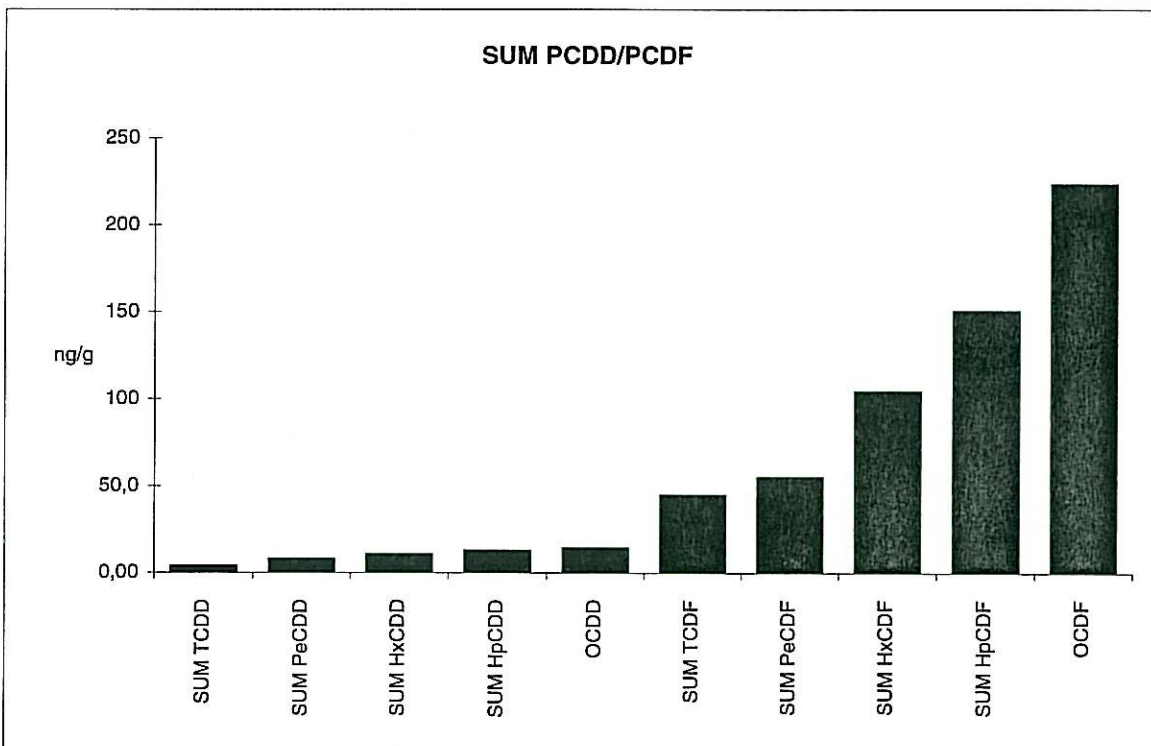
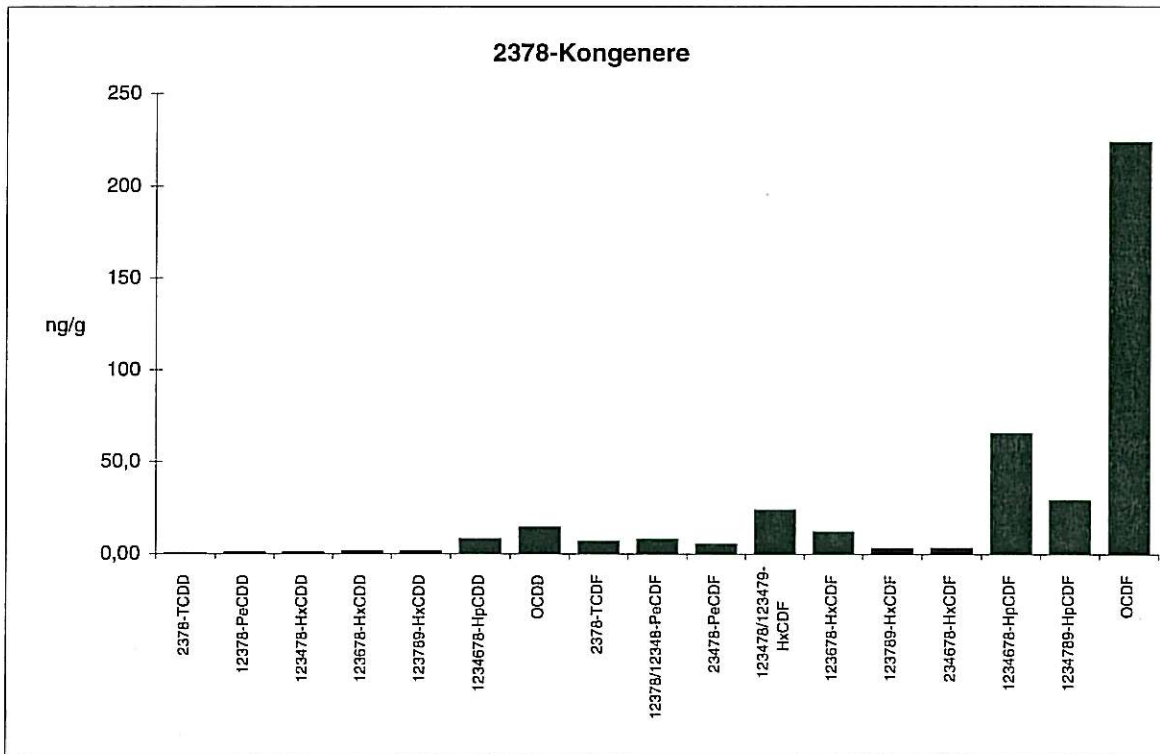
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/350



Kjeller, 01.02.99

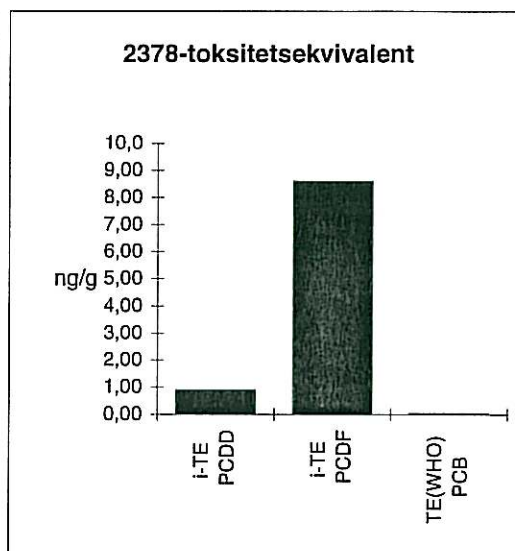
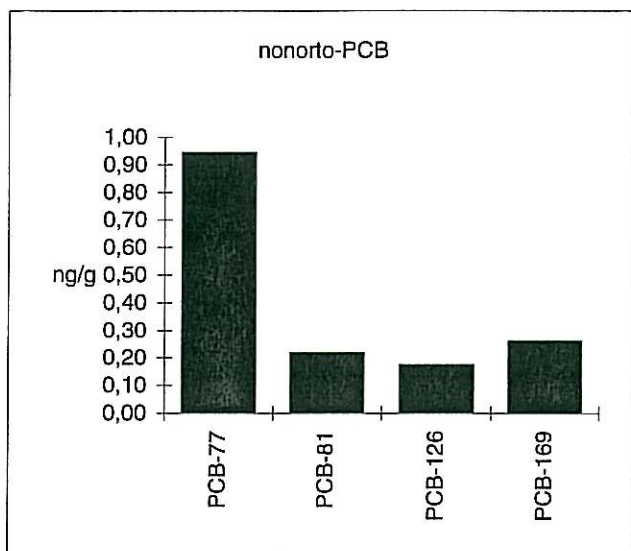


PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/350



Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/351
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerkning: St.9 (a+c+d)
 : Frier. dyp 61,45,65 Blandprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 4,9 g
 Måleenhet: ng/g
 Datafiler: DF624071

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | i-TE |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 2378-TCDD | 0,07 | 84 | | 0,07 |
| SUM TCDD | 1,59 | | | |
| 12378-PeCDD | 0,30 | 83 | | 0,15 |
| SUM PeCDD | 3,43 | | | |
| 123478-HxCDD | 0,47 | 82 | | 0,05 |
| 123678-HxCDD | 0,61 | 108 | | 0,06 |
| 123789-HxCDD | 0,53 | | | 0,05 |
| SUM HxCDD | 5,48 | | | |
| 1234678-HpCDD | 5,24 | 88 | | 0,05 |
| SUM HpCDD | 8,48 | | | |
| OCDD | 14,6 | 112 | | 0,01 |
| SUM PCDD | 33,6 | | | 0,45 |
| 2378-TCDF | 2,78 | 96 | | 0,28 |
| SUM TCDF | 20,1 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 4,23 | | 0,04 | 0,21 |
| 23478-PeCDF | 2,41 | 89 | | 1,20 |
| SUM PeCDF | 30,3 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 12,2 | 94 | | 1,22 |
| 123678-HxCDF | 6,51 | 86 | | 0,65 |
| 123789-HxCDF | 1,68 | | | 0,17 |
| 234678-HxCDF | 1,73 | 109 | | 0,17 |
| SUM HxCDF | 54,4 | | | |
| 1234678-HpCDF | 41,5 | 108 | | 0,42 |
| 1234789-HpCDF | 17,6 | | | 0,18 |
| SUM HpCDF | 91,1 | | | |
| OCDF | 176 | 119 | | 0,18 |
| SUM PCDF | 372 | | 4,50 | 4,67 |
| SUM PCDD/PCDF | 406 | | 4,95 | 5,12 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/351
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerking: St.9 (a+c+d)
: Frier. dyp 61,45,65 Blandprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 4,9 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF624071

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 0,52 | * | 0,00 | 0,01 |
| 344'5-TeCB(PCB-81) | 0,06 | | | |
| 33'44'5-PeCB (PCB-126) | 0,11 | 77 | 0,01 | 0,01 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 0,13 | 67 | 0,00 | 0,01 |
| SUM TE-PCB | | | 0,01 | 0,02 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitisekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitisekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

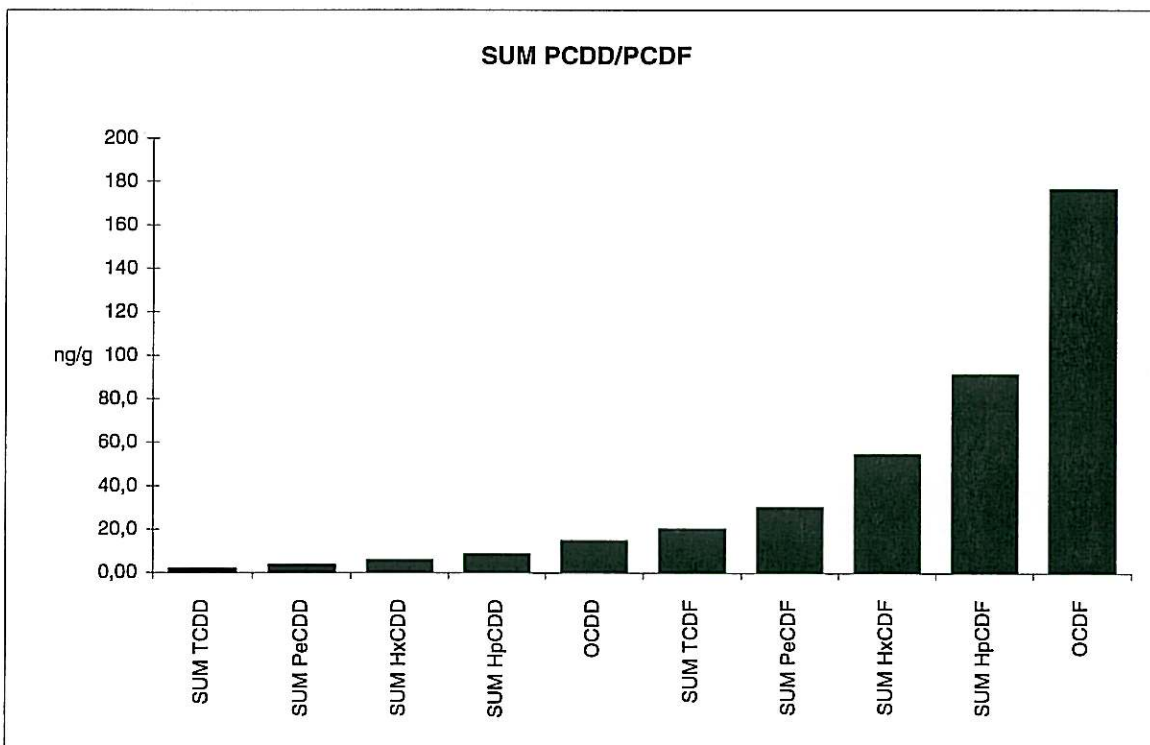
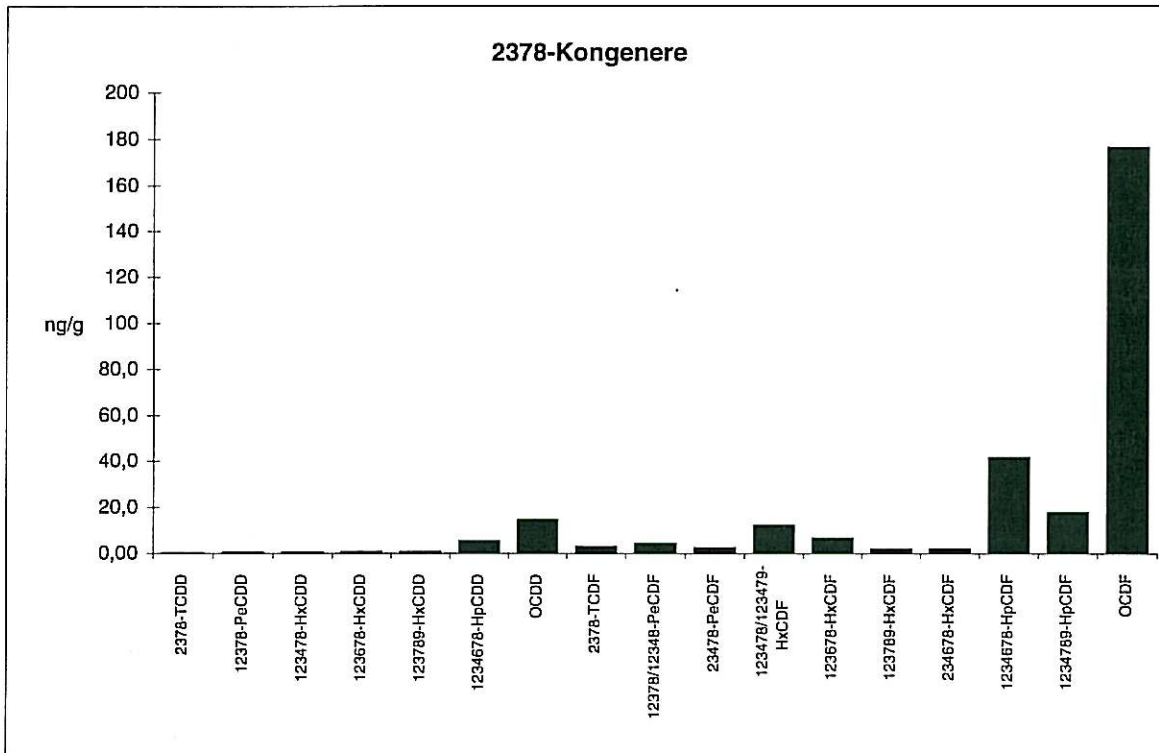
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/351

Kjeller, 01.02.99

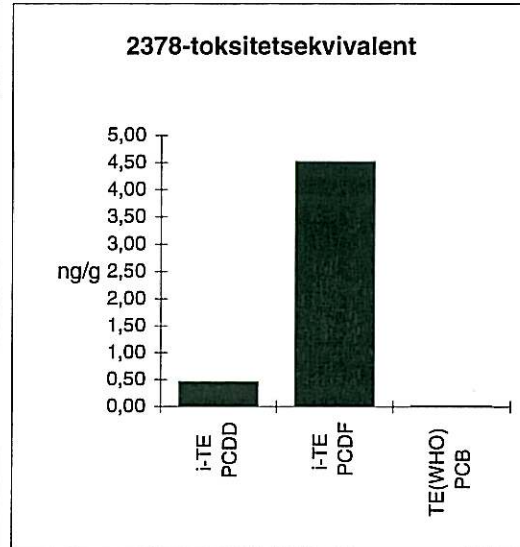
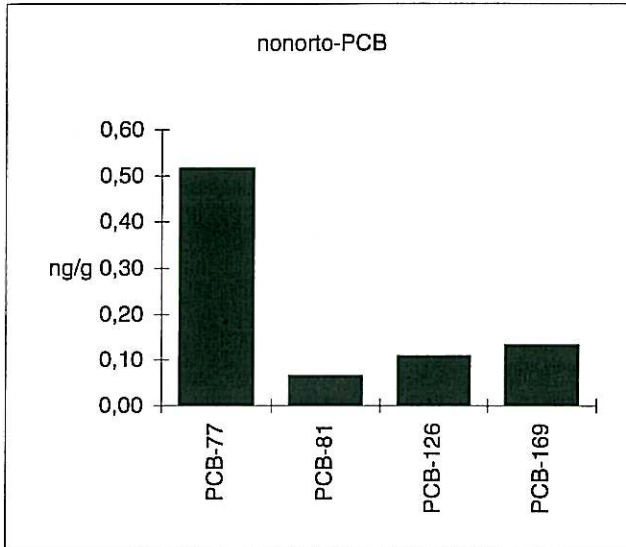


PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/351



Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/352
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerkning: ST. 4c-Versvik
 : Frier. dyp 7. Enkeltprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 3,68 g
 Måleenhet: ng/g
 Datafiler: DF624041

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | i-TE |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 2378-TCDD | 0,10 | 97 | | 0,10 |
| SUM TCDD | 2,37 | | | |
| 12378-PeCDD | 0,46 | 85 | | 0,23 |
| SUM PeCDD | 5,63 | | | |
| 123478-HxCDD | 0,56 | 103 | | 0,06 |
| 123678-HxCDD | 0,90 | 120 | | 0,09 |
| 123789-HxCDD | 0,84 | | | 0,08 |
| SUM HxCDD | 7,62 | | | |
| 1234678-HpCDD | 5,75 | 98 | | 0,06 |
| SUM HpCDD | 9,32 | | | |
| OCDD | 13,1 | 114 | | 0,01 |
| SUM PCDD | 38,1 | | | 0,63 |
| 2378-TCDF | 4,29 | 100 | | 0,43 |
| SUM TCDF | 29,5 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 5,28 | | 0,05 | 0,26 |
| 23478-PeCDF | 3,28 | 104 | | 1,64 |
| SUM PeCDF | 38,4 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 16,8 | 99 | | 1,68 |
| 123678-HxCDF | 8,08 | 95 | | 0,81 |
| 123789-HxCDF | 1,85 | | | 0,18 |
| 234678-HxCDF | 2,44 | 111 | | 0,24 |
| SUM HxCDF | 79,3 | | | |
| 1234678-HpCDF | 47,5 | 113 | | 0,47 |
| 1234789-HpCDF | 22,8 | | | 0,23 |
| SUM HpCDF | 108 | | | |
| OCDF | 193 | 118 | | 0,19 |
| SUM PCDF | 448 | | 5,93 | 6,14 |
| SUM PCDD/PCDF | 486 | | 6,56 | 6,77 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/352
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerking: ST. 4c-Versvik
: Frier. dyp 7. Enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 3,68 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF624041

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 0,55 | 63 | 0,00 | 0,01 |
| 344'5'-TeCB(PCB-81) | 0,06 | | | |
| 33'44'5'-PeCB (PCB-126) | 0,13 | 95 | 0,01 | 0,01 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 0,17 | 74 | 0,00 | 0,01 |
| SUM TE-PCB | | | 0,01 | 0,03 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

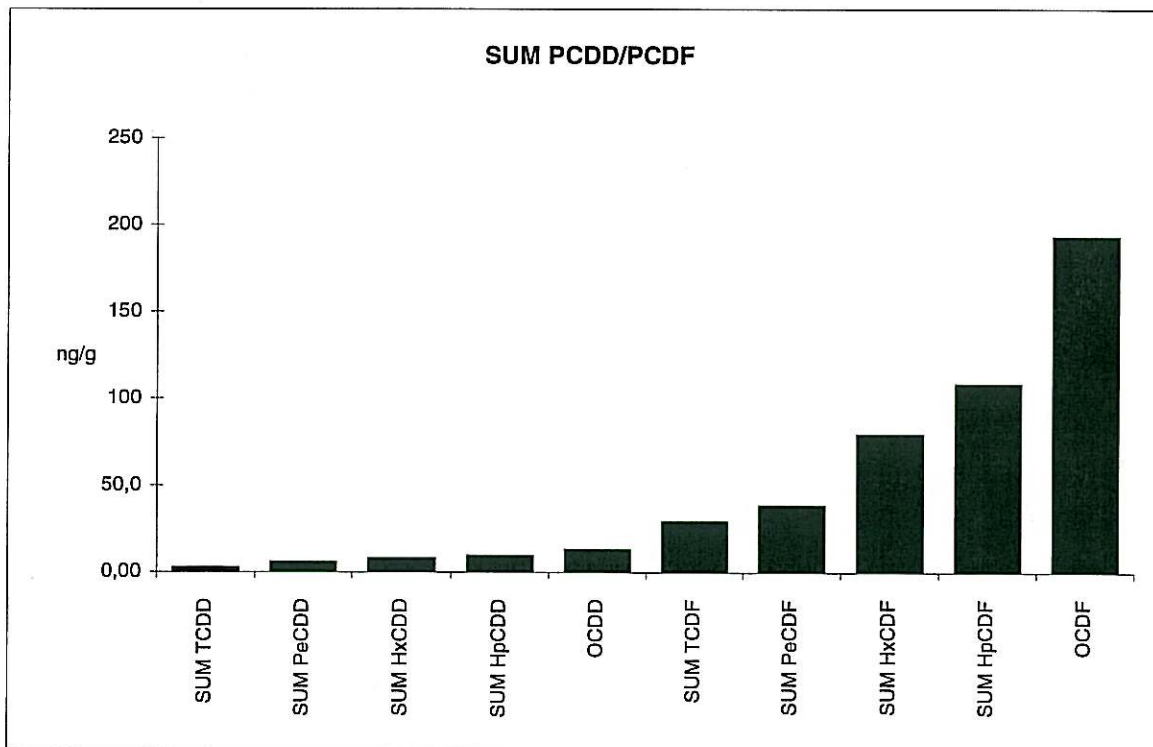
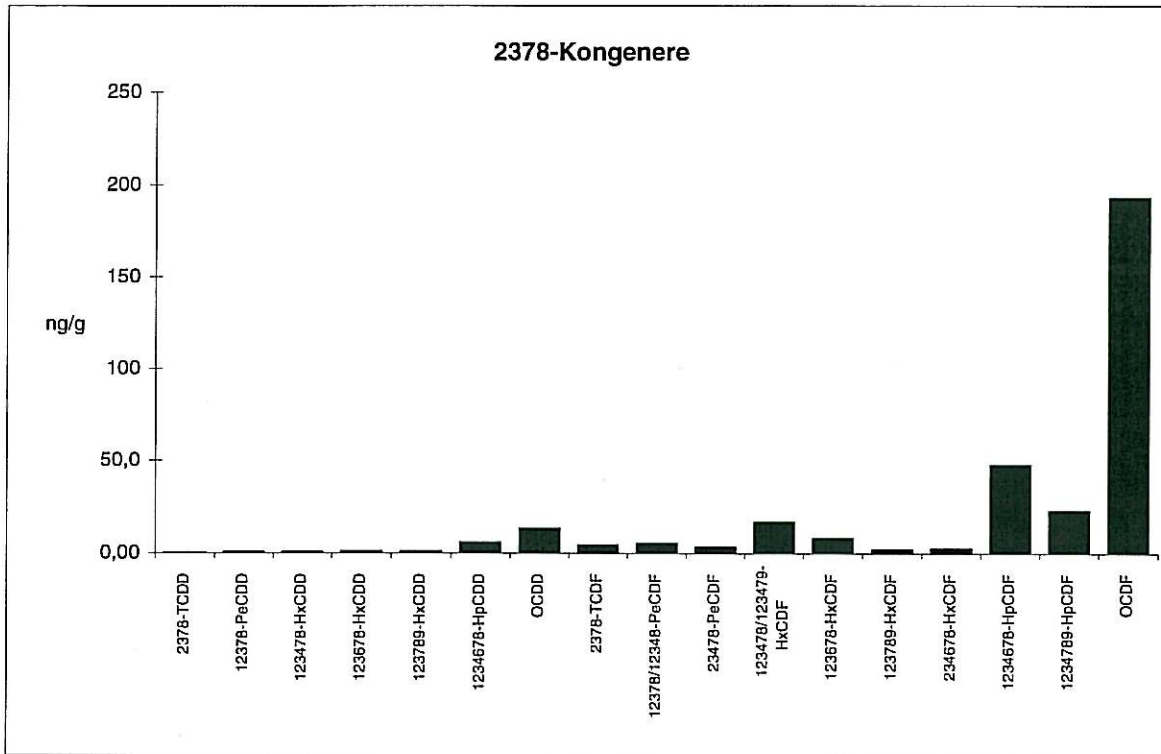
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/352



Kjeller, 01.02.99

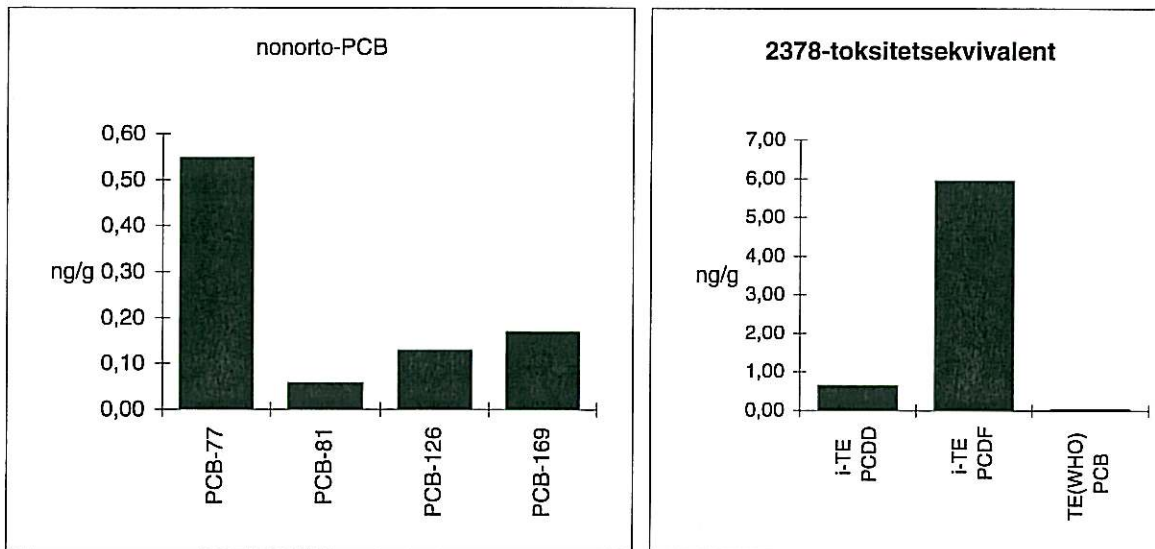


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/352

Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/353
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerkning: St.19 (a+b+c)
 : Brevik dyp. 45, 45, 42. Blandeprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 4,0 g
 Måleenhet: ng/g
 Datafiler: DF595041

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | i-TE |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 2378-TCDD | 0,01 | 51 | | 0,01 |
| SUM TCDD | 0,31 | | | |
| 12378-PeCDD | 0,14 | * | | 0,07 |
| SUM PeCDD | 1,20 | | | |
| 123478-HxCDD | 0,15 | * | | 0,01 |
| 123678-HxCDD | 0,23 | * | | 0,02 |
| 123789-HxCDD | 0,42 | | | 0,04 |
| SUM HxCDD | 2,38 | | | |
| 1234678-HpCDD | 1,42 | * | | 0,01 |
| SUM HpCDD | 2,99 | | | |
| OCDD | 4,09 | 41 | | 0,00 |
| SUM PCDD | 11,0 | | | 0,18 |
| 2378-TCDF | 0,74 | * | | 0,07 |
| SUM TCDF | 4,74 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 1,63 | | 0,02 | 0,08 |
| 23478-PeCDF | 0,44 | * | | 0,22 |
| SUM PeCDF | 8,31 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 4,13 | * | | 0,41 |
| 123678-HxCDF | 1,97 | * | | 0,20 |
| 123789-HxCDF | 0,35 | | | 0,03 |
| 234678-HxCDF | 0,37 | * | | 0,04 |
| SUM HxCDF | 13,0 | | | |
| 1234678-HpCDF | 12,0 | * | | 0,12 |
| 1234789-HpCDF | 4,72 | | | 0,05 |
| SUM HpCDF | 25,0 | | | |
| OCDF | 53,0 | 48 | | 0,05 |
| SUM PCDF | 104 | | 1,21 | 1,28 |
| SUM PCDD/PCDF | 115 | | 1,39 | 1,46 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/353
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerking: St.19 (a+b+c)
: Brevik dyp. 45, 45, 42. Blandeprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 4,0 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF595041

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 0,33 | * | 0,00 | 0,00 |
| 344'5'-TeCB(PCB-81) | 0,02 | | | |
| 33'44'5'-PeCB (PCB-126) | 0,04 | * | 0,00 | 0,00 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 0,04 | * | 0,00 | 0,00 |
| SUM TE-PCB | | | 0,00 | 0,01 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

(!): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

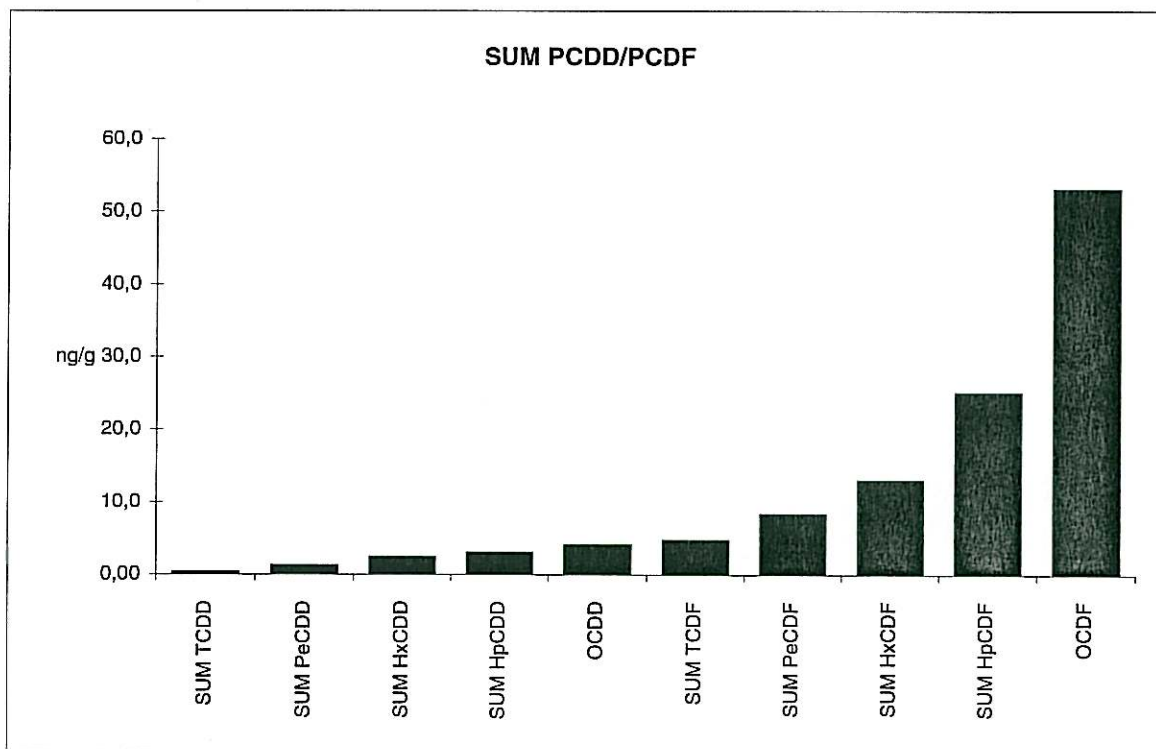
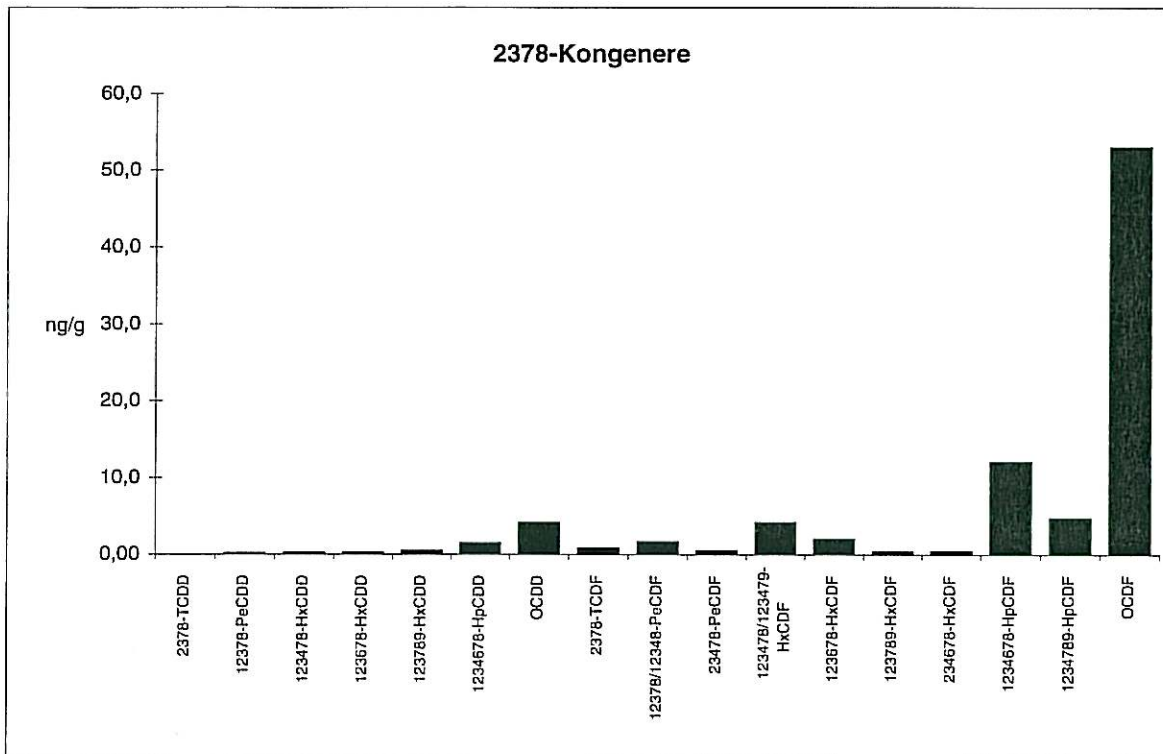
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/353

Kjeller, 01.02.99

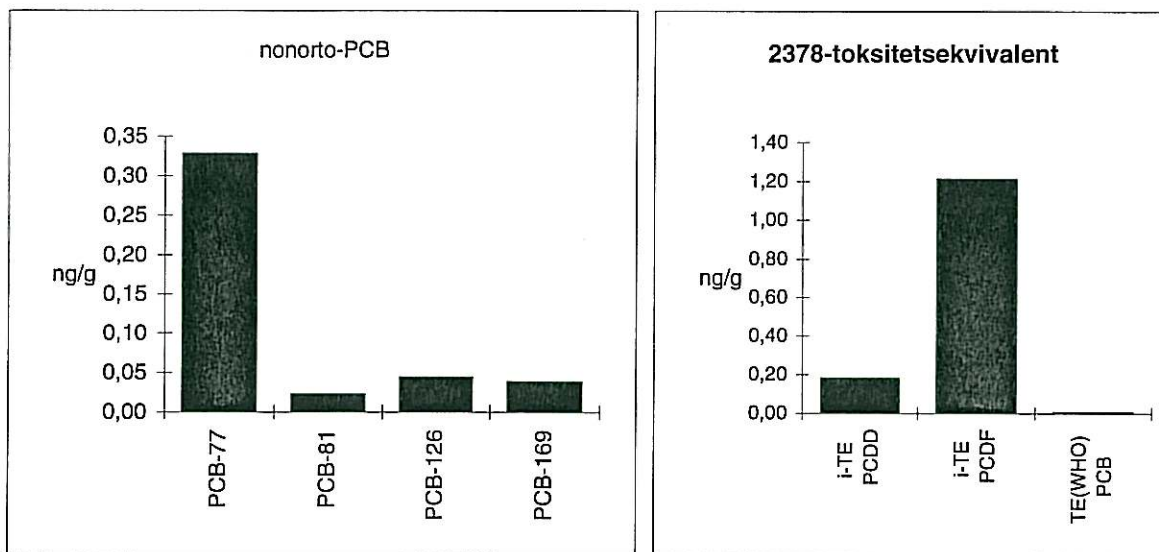


PCDD/PCDF-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/353



Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/354
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerking: Ringsholmene, 10 - 20. Frier dyp 17.
 : Enkeltprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 4,32 g
 Måleenhet: ng/g
 Datafiler: DF598131

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | i-TE |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 2378-TCDD | 0,03 | * | 0,03 | |
| SUM TCDD | 1,02 | | | |
| 12378-PeCDD | 0,24 | * | 0,12 | |
| SUM PeCDD | 2,63 | | | |
| 123478-HxCDD | 0,33 | * | 0,03 | |
| 123678-HxCDD | 0,48 | * | 0,05 | |
| 123789-HxCDD | 0,52 | | 0,05 | |
| SUM HxCDD | 4,08 | | | |
| 1234678-HpCDD | 3,29 | * | 0,03 | |
| SUM HpCDD | 5,53 | | | |
| OCDD | 9,75 | * | 0,01 | |
| SUM PCDD | 23,0 | | 0,33 | |
| 2378-TCDF | 1,43 | * | 0,14 | |
| SUM TCDF | 10,6 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 3,77 | | 0,04 | 0,19 |
| 23478-PeCDF | 1,10 | * | 0,55 | |
| SUM PeCDF | 19,7 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 9,47 | * | 0,95 | |
| 123678-HxCDF | 4,49 | * | 0,45 | |
| 123789-HxCDF | 0,66 | | 0,07 | |
| 234678-HxCDF | 0,68 | * | 0,07 | |
| SUM HxCDF | 22,6 | | | |
| 1234678-HpCDF | 27,0 | * | 0,27 | |
| 1234789-HpCDF | 11,0 | | 0,11 | |
| SUM HpCDF | 57,9 | | | |
| OCDF | 116 | * | 0,12 | |
| SUM PCDF | 227 | | 2,76 | 2,91 |
| SUM PCDD/PCDF | 250 | | 3,09 | 3,24 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/354
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerking: Ringsholmene, 10 - 20. Frier dyp 17.
: Enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 4,32 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF598131

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 0,31 | * | 0,00 | 0,00 |
| 344'5'-TeCB(PCB-81) | 0,03 | | | |
| 33'44'5'-PeCB (PCB-126) | 0,05 | * | 0,01 | 0,01 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 0,07 | * | 0,00 | 0,00 |
| SUM TE-PCB | | | 0,01 | 0,01 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitesekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitesekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

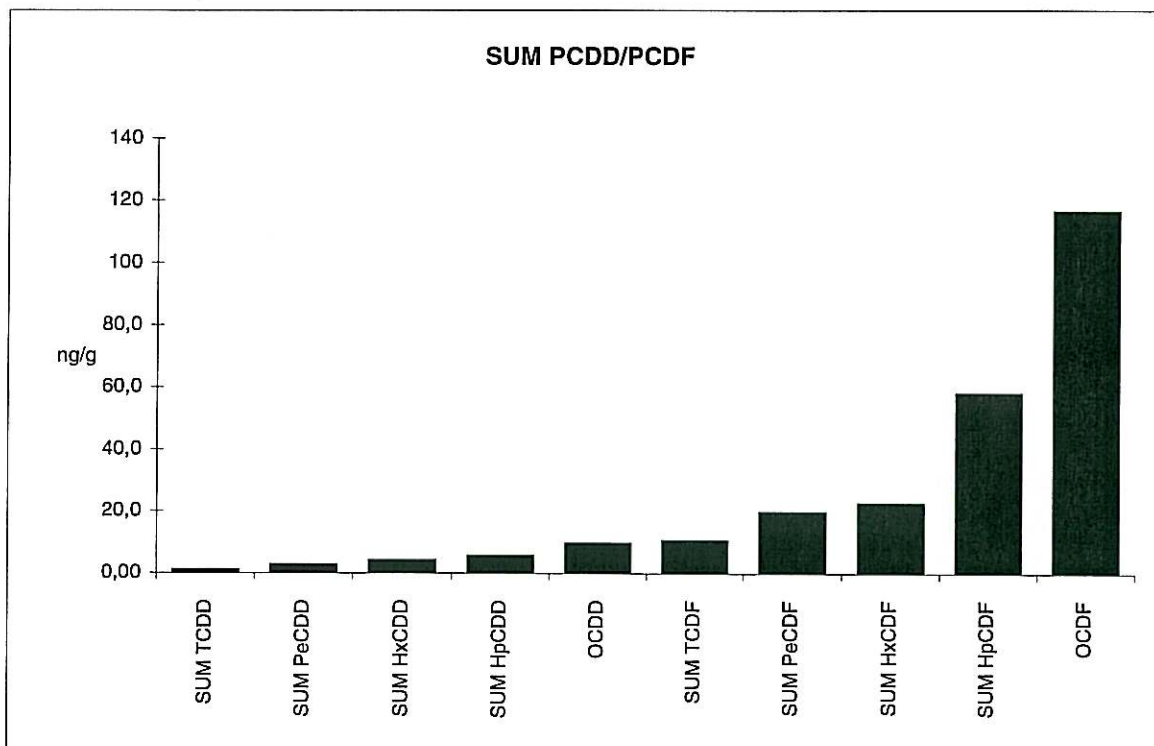
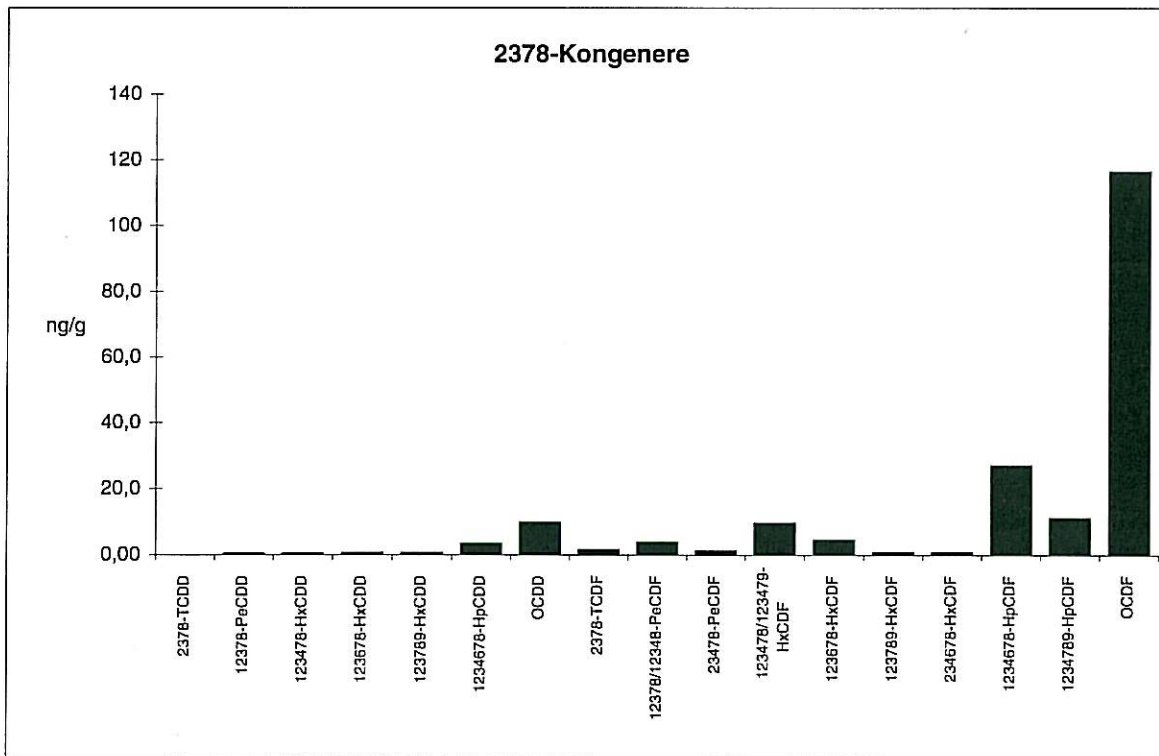
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/354

Kjeller, 01.02.99

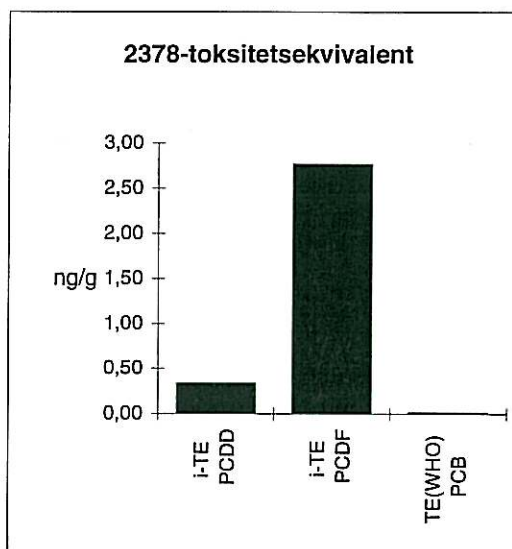
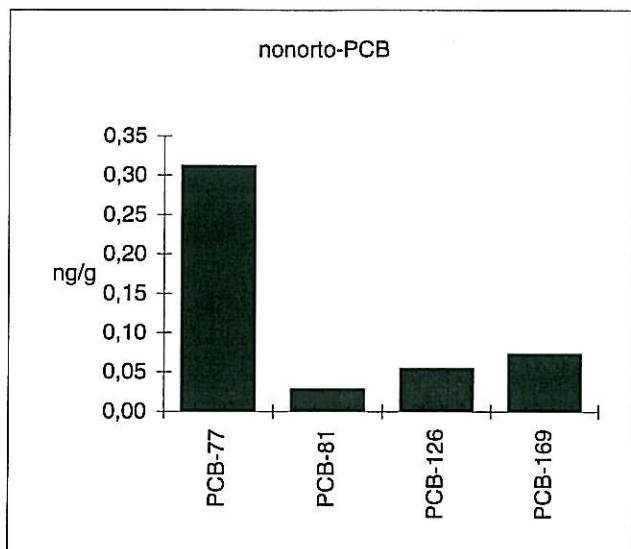


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/354

Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/355
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerking: Ringsholmene, < 10
 : Enkeltprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 4,88 g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DF598111

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
| | pg/g | % | pg/g | i-TE pg/g |
| 2378-TCDD | 6,13 (i) | 96 | 6,13 | |
| SUM TCDD | 165 | | | |
| 12378-PeCDD | 40,8 | 93 | 20,4 | |
| SUM PeCDD | 312 | | | |
| 123478-HxCDD | 42,6 | 77 | 4,26 | |
| 123678-HxCDD | 61,0 | 80 | 6,10 | |
| 123789-HxCDD | 68,2 | | 6,82 | |
| SUM HxCDD | 526 | | | |
| 1234678-HpCDD | 357 | 82 | 3,57 | |
| SUM HpCDD | 615 | | | |
| OCDD | 805 | 87 | 0,80 | |
| SUM PCDD | 2 423 | | 48,1 | |
| 2378-TCDF | 316 | 75 | 31,6 | |
| SUM TCDF | 2 058 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 599 | | 5,99 | 30,0 |
| 23478-PeCDF | 163 | 76 | 81,5 | |
| SUM PeCDF | 2 949 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 1 342 | 78 | 134 | |
| 123678-HxCDF | 729 | 72 | 72,9 | |
| 123789-HxCDF | 119 | | 11,9 | |
| 234678-HxCDF | 116 | 77 | 11,6 | |
| SUM HxCDF | 3 469 | | | |
| 1234678-HpCDF | 3 297 | 74 | 33,0 | |
| 1234789-HpCDF | 1 414 | | 14,1 | |
| SUM HpCDF | 7 142 | | | |
| OCDF | 13 362 | 86 | 13,4 | |
| SUM PCDF | 28 979 | | 410 | 434 |
| SUM PCDD/PCDF | 31 403 | | 458 | 482 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/355
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerkning: Ringsholmene, < 10
: Enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 4,88 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF598111

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | pg/g | % | pg/g | pg/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 44,4 | 63 | 0,02 | 0,44 |
| 344'5'-TeCB(PCB-81) | 5,16 | | | |
| 33'44'5'-PeCB (PCB-126) | 14,3 | 72 | 1,43 | 1,43 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 12,4 | 71 | 0,12 | 0,62 |
| SUM TE-PCB | | | 1,58 | 2,50 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

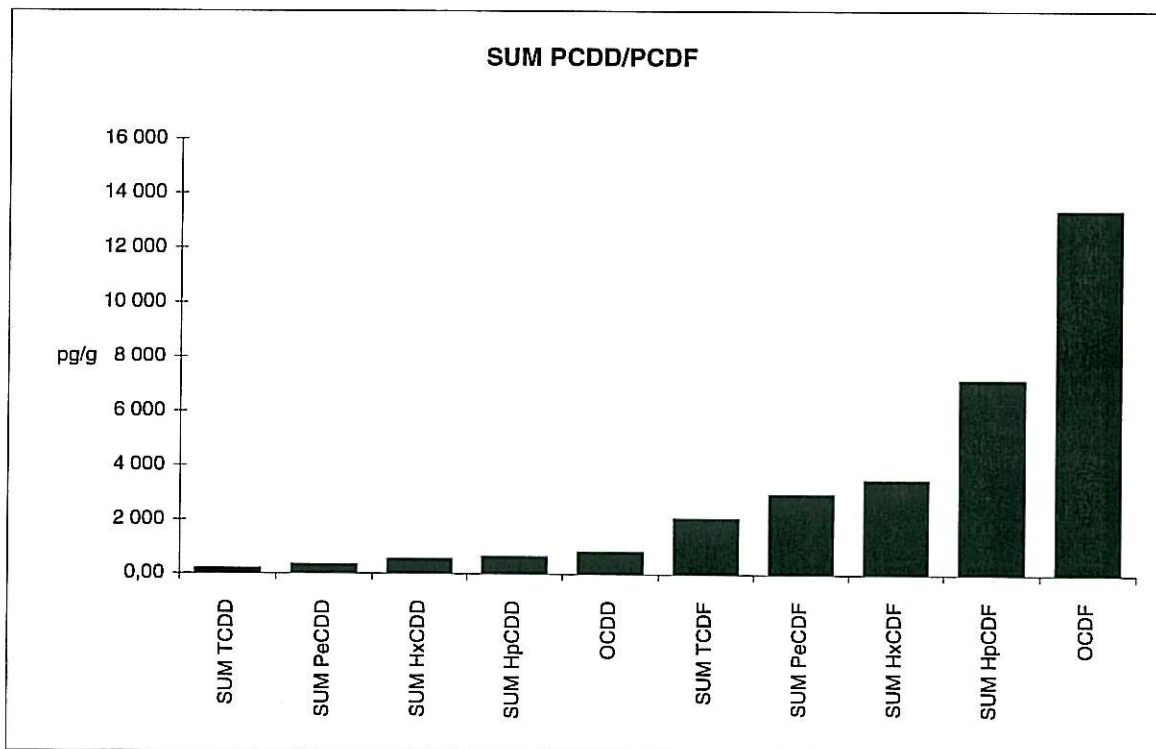
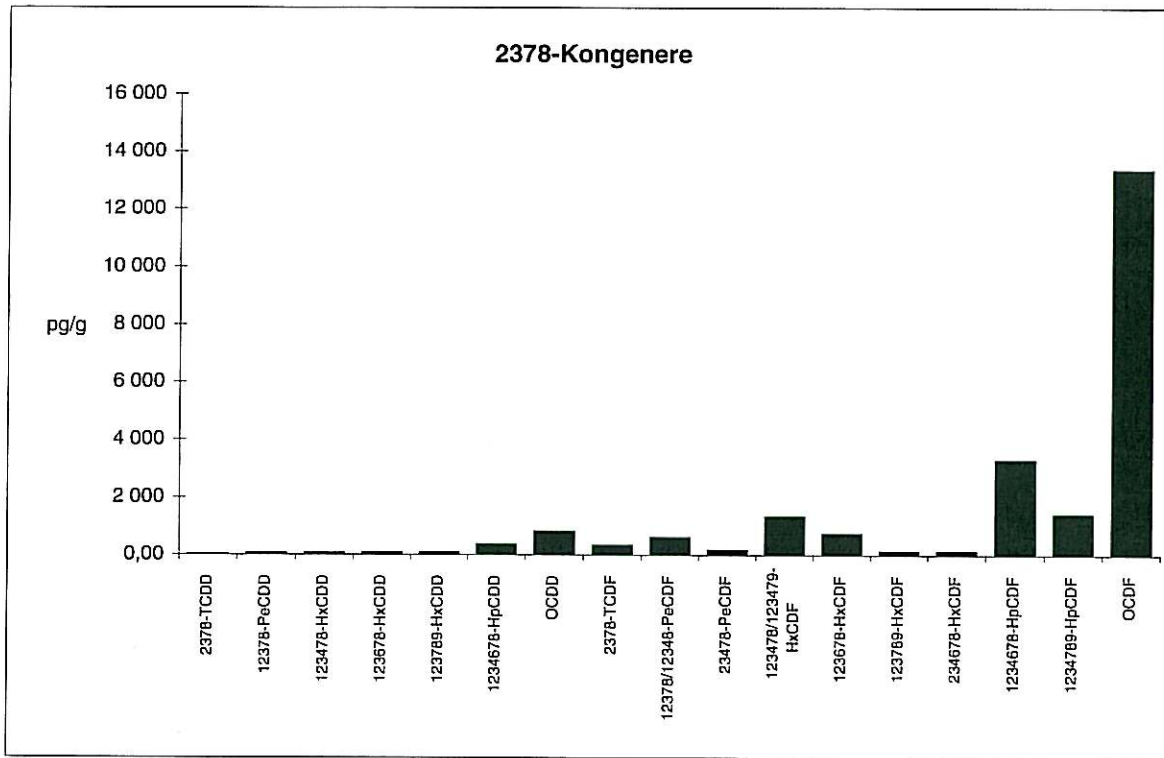
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/355

Kjeller, 01.02.99

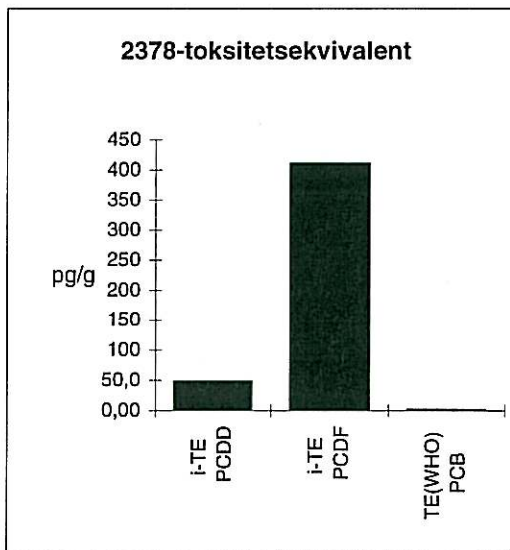
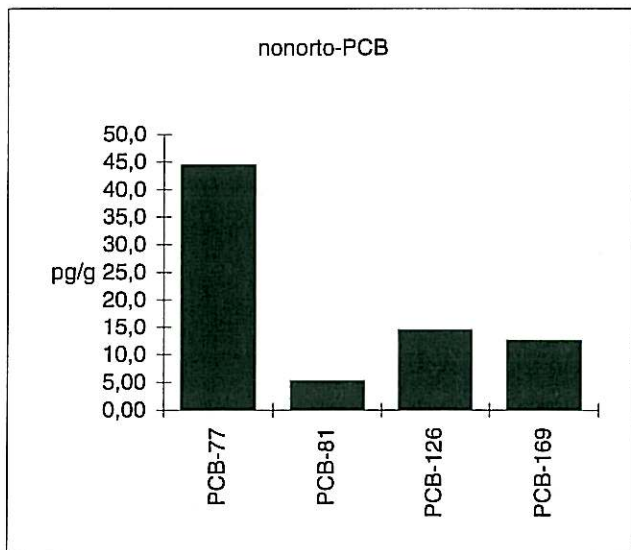


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/355

Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/356
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerking: Croffholmen. Brevik dyp 8.
 : Enkeltprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 4,0 g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DF598061

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | i-TE |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|------------|
| | pg/g | | pg/g | pg/g |
| 2378-TCDD | 5,22 | 65 | 5,22 | |
| SUM TCDD | 158 | | | |
| 12378-PeCDD | 39,6 | 69 | 19,8 | |
| SUM PeCDD | 298 | | | |
| 123478-HxCDD | 42,8 (i) | 68 | 4,28 | |
| 123678-HxCDD | 69,6 | 68 | 6,96 | |
| 123789-HxCDD | 70,8 | | 7,08 | |
| SUM HxCDD | 471 | | | |
| 1234678-HpCDD | 446 | 70 | 4,46 | |
| SUM HpCDD | 789 | | | |
| OCDD | 1 363 | 73 | 1,36 | |
| SUM PCDD | 3 080 | | 49,1 | |
| 2378-TCDF | 177 | 63 | 17,7 | |
| SUM TCDF | 1 449 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 470 | | 4,70 | 23,5 |
| 23478-PeCDF | 128 | 66 | 63,8 | |
| SUM PeCDF | 2 379 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 1 258 | 69 | 126 | |
| 123678-HxCDF | 597 | 61 | 59,7 | |
| 123789-HxCDF | 101 | | 10,1 | |
| 234678-HxCDF | 138 | 66 | 13,8 | |
| SUM HxCDF | 3 895 | | | |
| 1234678-HpCDF | 3 916 | 69 | 39,2 | |
| 1234789-HpCDF | 1 276 | | 12,8 | |
| SUM HpCDF | 7 847 | | | |
| OCDF | 17 266 | 72 | 17,3 | |
| SUM PCDF | 32 836 | | 365 | 384 |
| SUM PCDD/PCDF | 35 917 | | 414 | 433 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/356
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerking: Croftholmen. Brevik dyp 8.
: Enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 4,0 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF598061

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | pg/g | % | pg/g | pg/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 622 | 59 | 0,31 | 6,22 |
| 344'5-TeCB(PCB-81) | 21,5 | | | |
| 33'44'5-PeCB (PCB-126) | 66,4 | 59 | 6,64 | 6,64 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 15,9 | 59 | 0,16 | 0,79 |
| SUM TE-PCB | | | 7,11 | 13,7 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

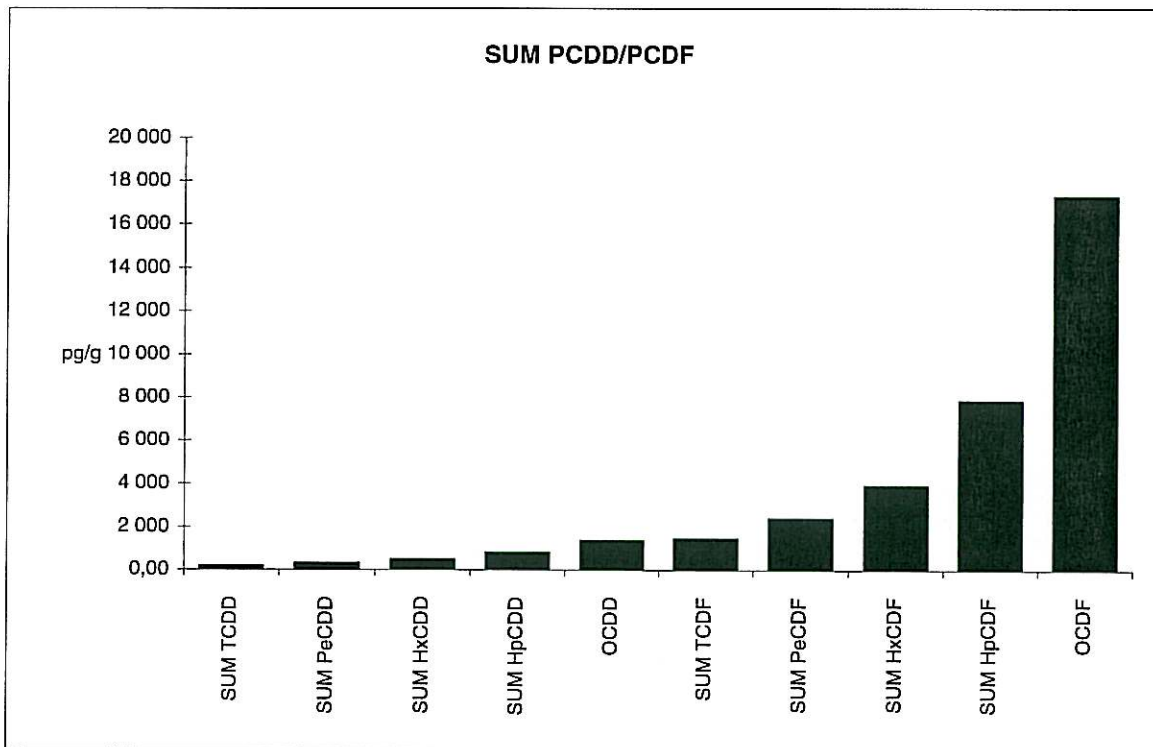
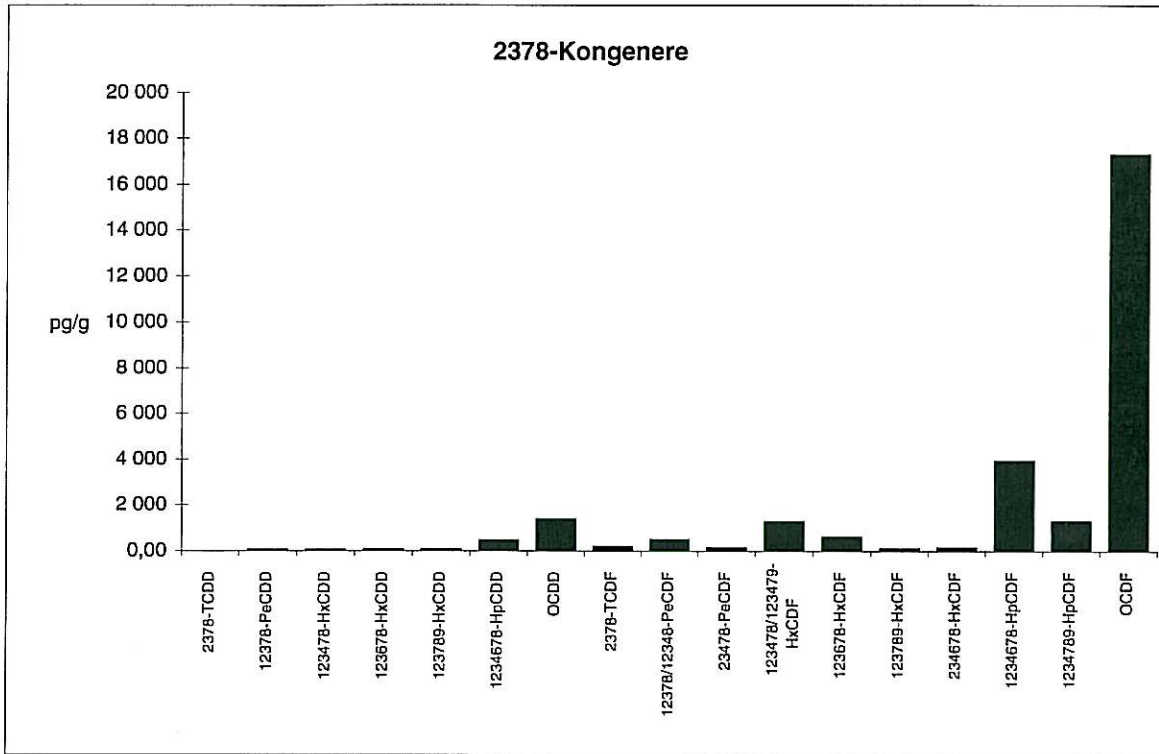
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/356

Kjeller, 01.02.99

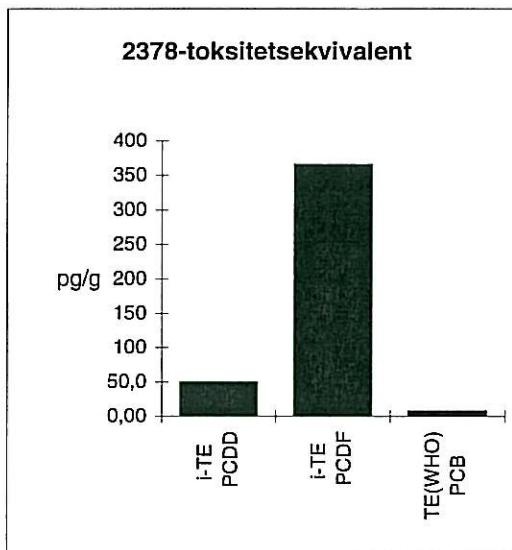
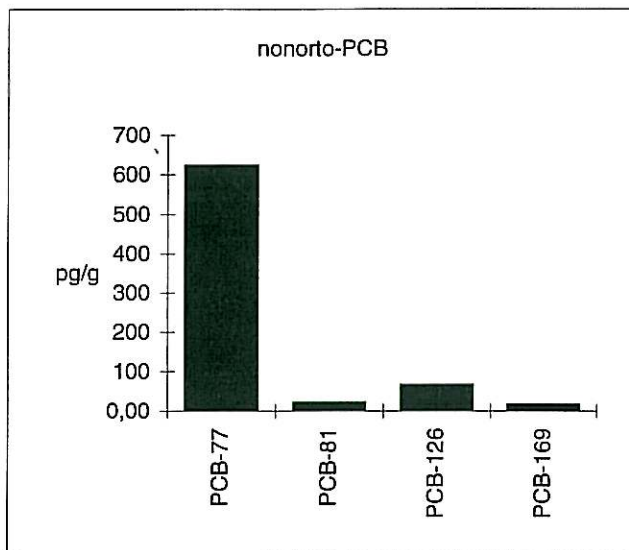


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/356

Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/357
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerking: Risøy. Brevik dyp. 9
 : Enkeltprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 4,02 g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DF587091

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | | i-TE |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|--|-------------|
| | pg/g | % | pg/g | | pg/g |
| 2378-TCDD | 3,36 (i) | 60 | | | 3,36 |
| SUM TCDD | 62,0 | | | | |
| 12378-PeCDD | 17,9 | 60 | | | 8,93 |
| SUM PeCDD | 117 | | | | |
| 123478-HxCDD | 22,2 | 62 | | | 2,22 |
| 123678-HxCDD | 38,8 | 57 | | | 3,88 |
| 123789-HxCDD | 35,1 (i) | | | | 3,51 |
| SUM HxCDD | 287 | | | | |
| 1234678-HpCDD | 268 | 65 | | | 2,68 |
| SUM HpCDD | 435 | | | | |
| OCDD | 965 | 68 | | | 0,96 |
| SUM PCDD | 1 866 | | | | 25,6 |
| 2378-TCDF | 77,7 | 58 | | | 7,77 |
| SUM TCDF | 504 | | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 231 | | 2,31 | | 11,5 |
| 23478-PeCDF | 64,7 | 53 | | | 32,3 |
| SUM PeCDF | 951 | | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 680 | 59 | | | 68,0 |
| 123678-HxCDF | 252 | 57 | | | 25,2 |
| 123789-HxCDF | 51,4 (i) | | | | 5,14 |
| 234678-HxCDF | 32,7 (i) | 60 | | | 3,27 |
| SUM HxCDF | 1 954 | | | | |
| 1234678-HpCDF | 2 291 | 64 | | | 22,9 |
| 1234789-HpCDF | 672 | | | | 6,72 |
| SUM HpCDF | 4 502 | | | | |
| OCDF | 10 753 | 62 | | | 10,8 |
| SUM PCDF | 18 665 | | 184 | | 194 |
| SUM PCDD/PCDF | 20 531 | | 210 | | 219 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitisekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitisekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/357
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerking: Risøy. Brevik dyp. 9
: Enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 4,02 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF587091

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | pg/g | | % | pg/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 47,1 | (i) 49 | 0,02 | 0,47 |
| 344'5-TeCB(PCB-81) | 3,20 | (i) | | |
| 33'44'5-PeCB (PCB-126) | 12,6 | (i) 50 | 1,26 | 1,26 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 9,22 | (i) 56 | 0,09 | 0,46 |
| SUM TE-PCB | | | 1,38 | 2,20 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

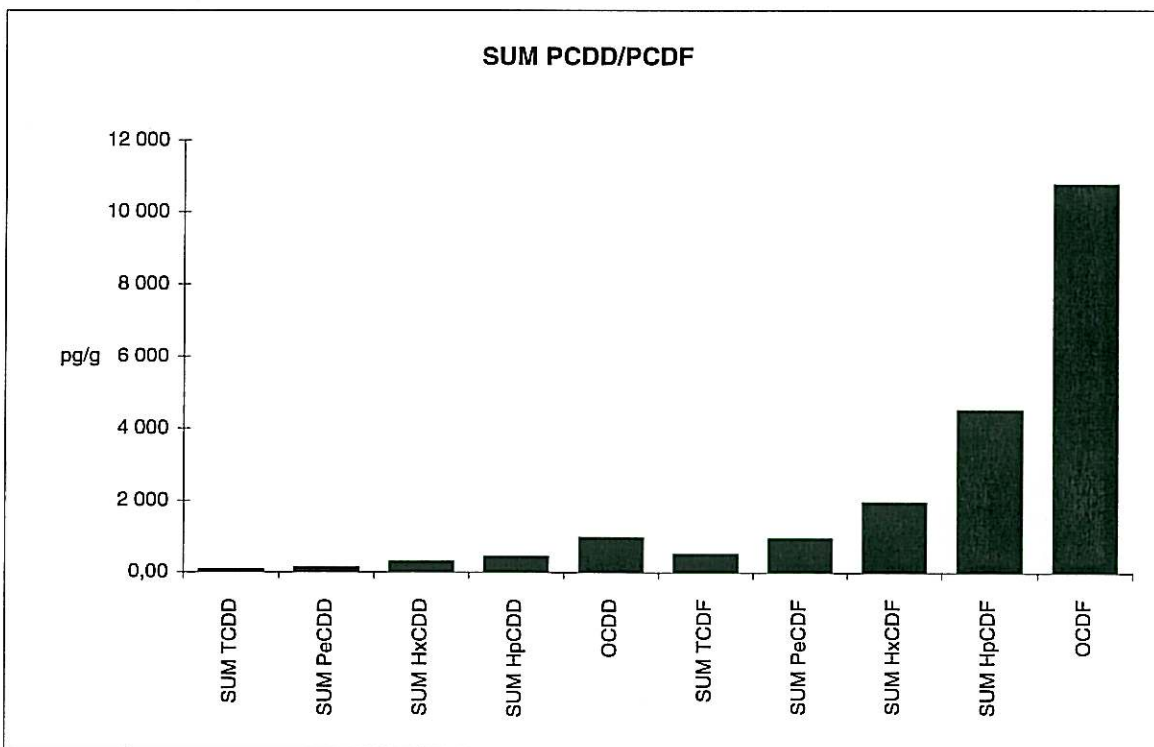
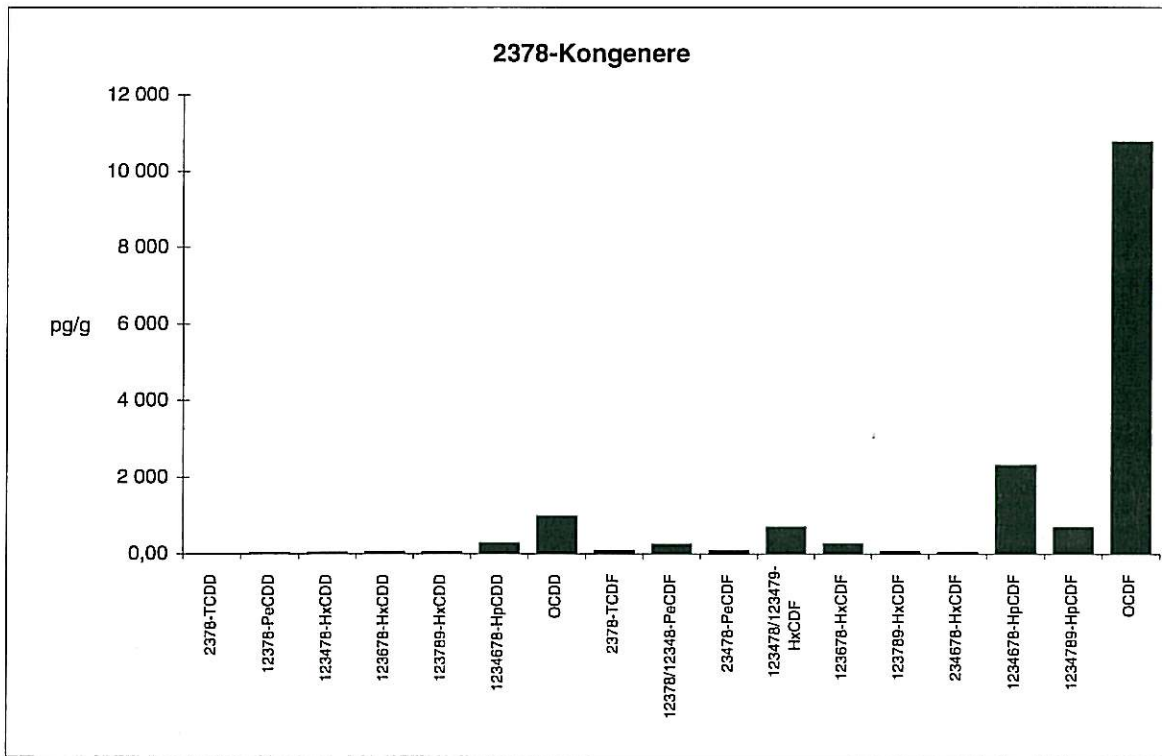
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/357

Kjeller, 01.02.99

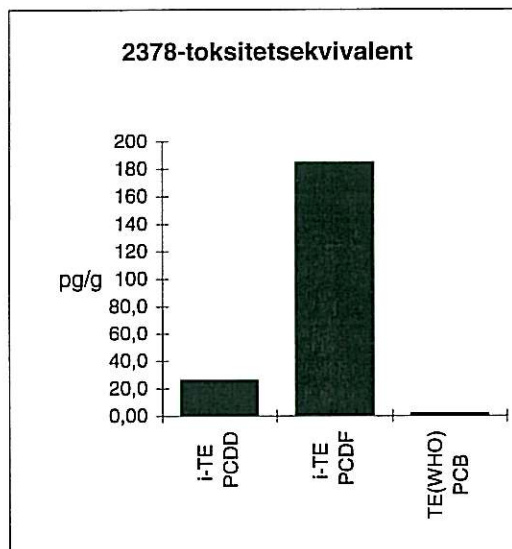
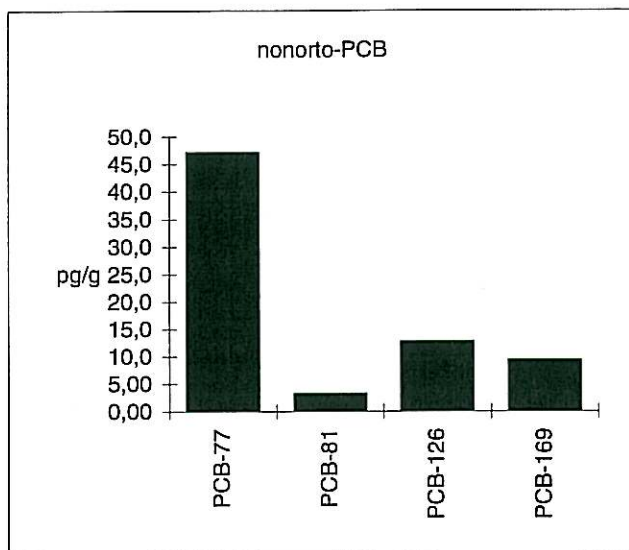


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/357

Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/358
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerking: Bjørkøybåen. Brevik dyp. 9
 : Enkeltprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 4,02 g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DF587151

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | i-TE |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| | pg/g | % | pg/g | pg/g |
| 2378-TCDD | < 0,10 | 69 | | 0,10 |
| SUM TCDD | 16,9 | | | |
| 12378-PeCDD | 7,18 (i) | 66 | | 3,59 |
| SUM PeCDD | 23,9 | | | |
| 123478-HxCDD | 7,22 (i) | 87 | | 0,72 |
| 123678-HxCDD | 8,76 | 78 | | 0,88 |
| 123789-HxCDD | 7,41 | | | 0,74 |
| SUM HxCDD | 54,1 | | | |
| 1234678-HpCDD | 63,9 | 94 | | 0,64 |
| SUM HpCDD | 107 | | | |
| OCDD | 230 | 106 | | 0,23 |
| SUM PCDD | 431 | | | 6,90 |
| 2378-TCDF | 20,0 | 68 | | 2,00 |
| SUM TCDF | 104 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 48,7 | | 0,49 | 2,44 |
| 23478-PeCDF | 14,4 | 66 | | 7,20 |
| SUM PeCDF | 254 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 151 | 76 | | 15,1 |
| 123678-HxCDF | 52,3 | 71 | | 5,23 |
| 123789-HxCDF | 12,3 | | | 1,23 |
| 234678-HxCDF | 14,6 | 78 | | 1,46 |
| SUM HxCDF | 460 | | | |
| 1234678-HpCDF | 557 | 89 | | 5,57 |
| 1234789-HpCDF | 151 | | | 1,51 |
| SUM HpCDF | 1 080 | | | |
| OCDF | 2 648 | 87 | | 2,65 |
| SUM PCDF | 4 545 | | 42,5 | 44,4 |
| SUM PCDD/PCDF | 4 976 | | 49,4 | 51,3 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/358
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerking: Bjørkøybåen. Brevik dyp. 9
: Enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 4,02 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF587151

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | pg/g | % | pg/g | pg/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 14,5 | 58 | 0,01 | 0,15 |
| 344'5'-TeCB(PCB-81) | 0,95 | | | |
| 33'44'5'-PeCB (PCB-126) | 2,26 | 61 | 0,23 | 0,23 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 2,04 | 65 | 0,02 | 0,10 |
| SUM TE-PCB | | | 0,25 | 0,47 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

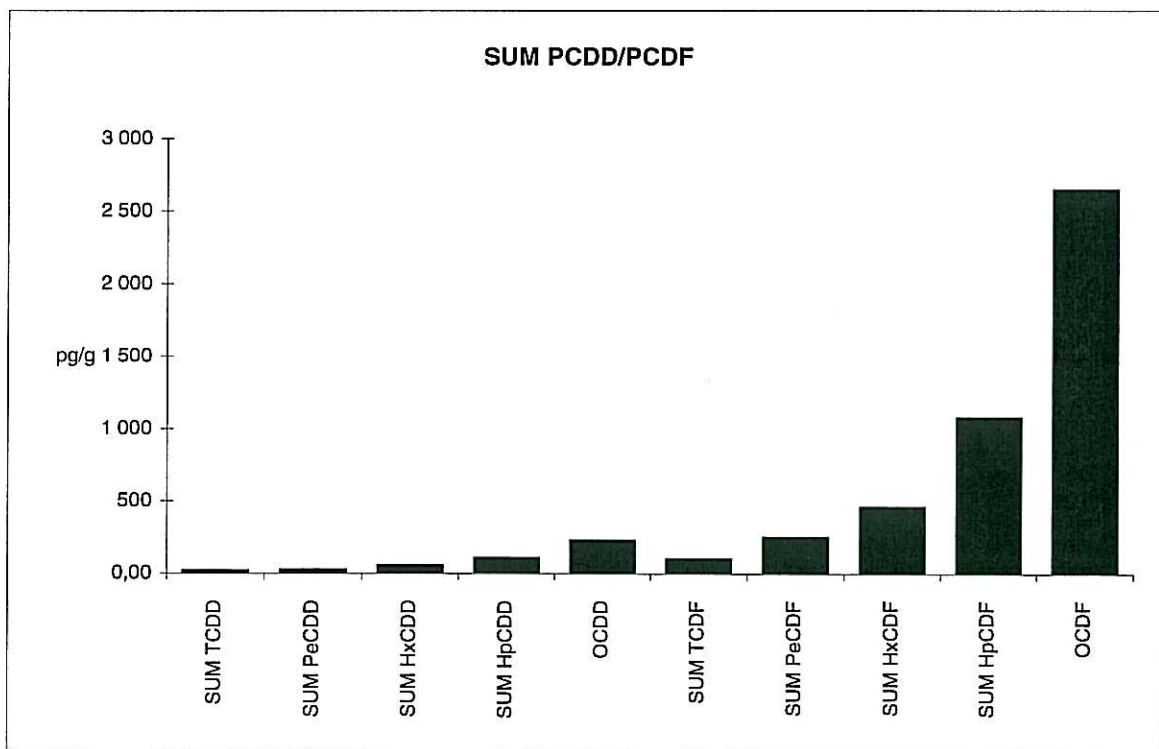
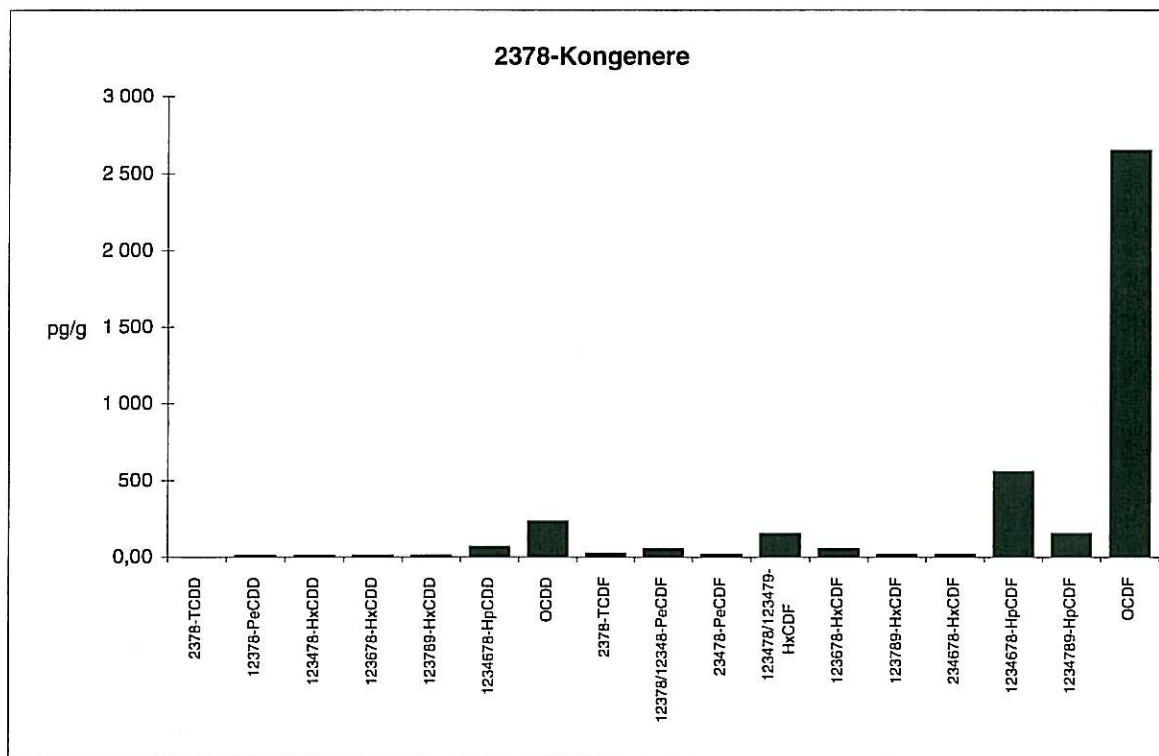
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/358

Kjeller, 01.02.99

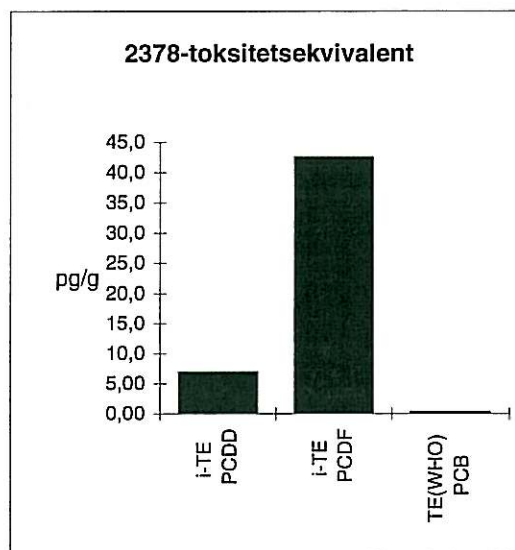
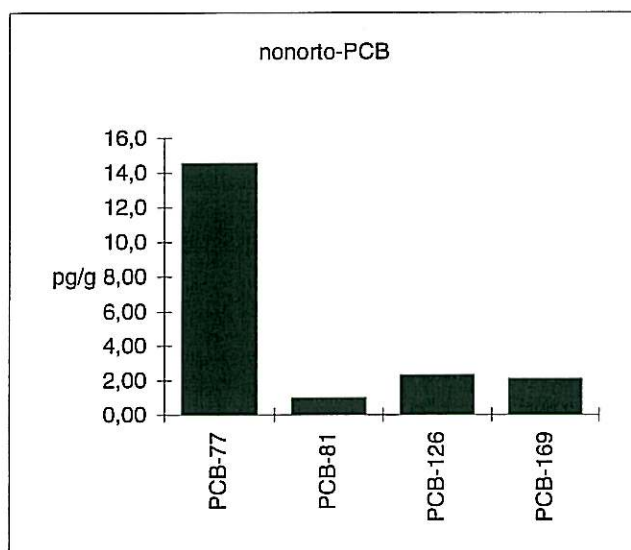


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/358

Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/359
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerking: Arøybratten, N-lykt
 : Brevik dyp. 14. Enkeltprøve
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 4,05 g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DF595051

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
| | pg/g | % | pg/g | i-TE pg/g |
| 2378-TCDD | 19,9 | 59 | 19,9 | |
| SUM TCDD | 45,7 | | | |
| 12378-PeCDD | 16,3 (i) | 61 | 8,15 | |
| SUM PeCDD | 103 | | | |
| 123478-HxCDD | 17,2 (i) | 64 | 1,72 | |
| 123678-HxCDD | 27,0 | 61 | 2,70 | |
| 123789-HxCDD | 432 | | 43,2 | |
| SUM HxCDD | 476 | | | |
| 1234678-HpCDD | 223 | 65 | 2,23 | |
| SUM HpCDD | 455 | | | |
| OCDD | 872 | 64 | 0,87 | |
| SUM PCDD | 1 952 | | 78,8 | |
| 2378-TCDF | 72,9 | 56 | 7,29 | |
| SUM TCDF | 559 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 211 | | 2,11 | 10,6 |
| 23478-PeCDF | 51,0 | 59 | 25,5 | |
| SUM PeCDF | 974 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 492 | 62 | 49,2 | |
| 123678-HxCDF | 262 | 59 | 26,2 | |
| 123789-HxCDF | 42,7 | | 4,27 | |
| 234678-HxCDF | 51,2 | 62 | 5,12 | |
| SUM HxCDF | 1 714 | | | |
| 1234678-HpCDF | 1 686 | 61 | 16,9 | |
| 1234789-HpCDF | 576 | | 5,76 | |
| SUM HpCDF | 3 433 | | | |
| OCDF | 8 401 | 69 | 8,40 | |
| SUM PCDF | 15 080 | | 151 | 159 |
| SUM PCDD/PCDF | 17 033 | | 230 | 238 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/359
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerking: Arøybratten, N-lykt
: Brevik dyp. 14. Enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 4,05 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF595051

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | pg/g | % | pg/g | pg/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 86,2 | 53 | 0,04 | 0,86 |
| 344'5'-TeCB(PCB-81) | 3,30 | | | |
| 33'44'5'-PeCB (PCB-126) | 12,3 | 57 | 1,23 | 1,23 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 6,38 | 56 | 0,06 | 0,32 |
| SUM TE-PCB | | | 1,34 | 2,41 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

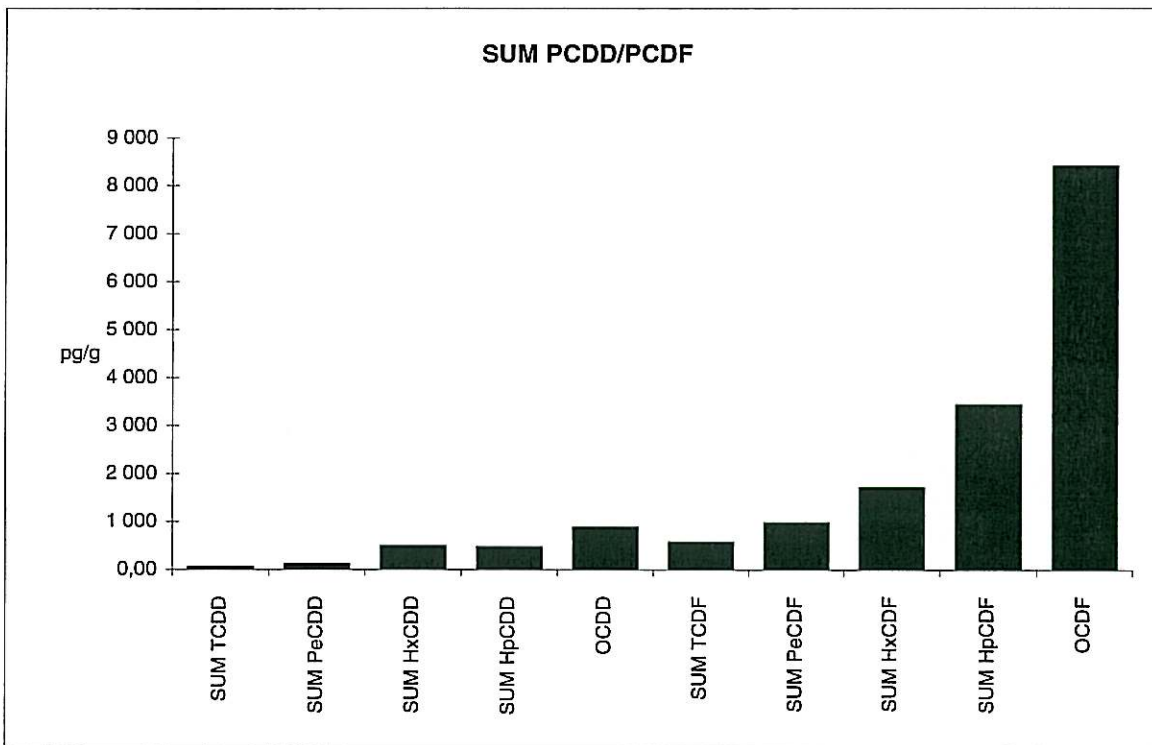
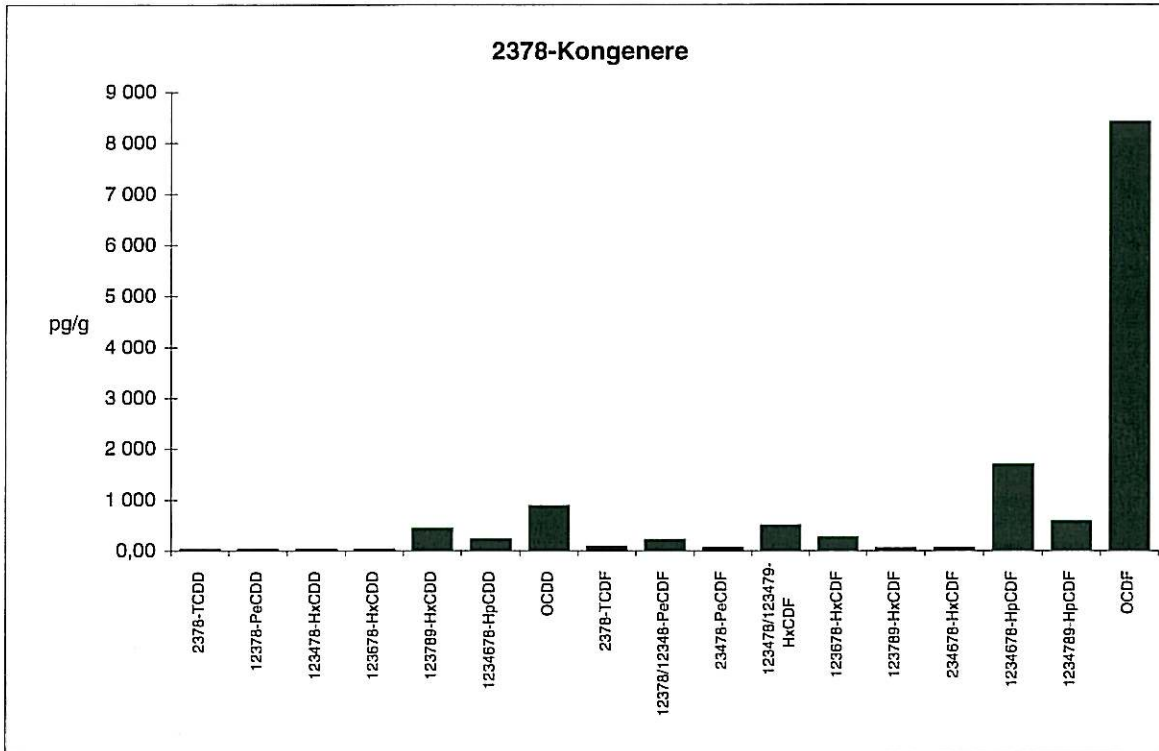
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/359

Kjeller, 01.02.99

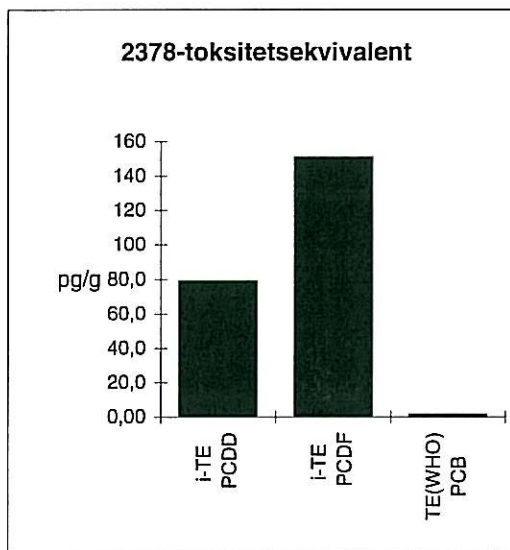
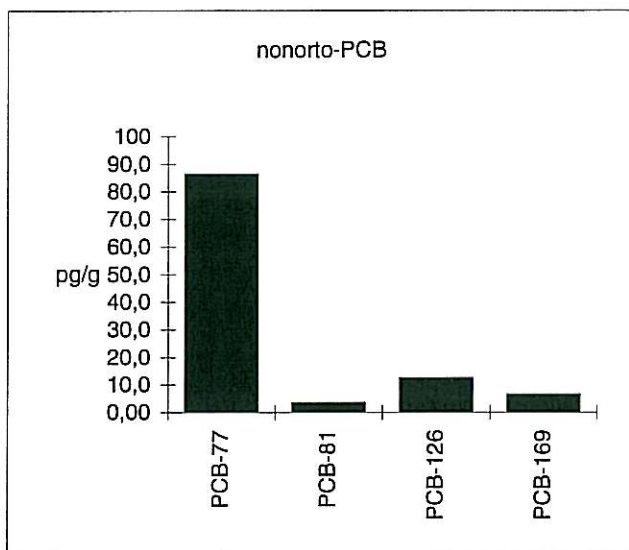


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/359

Kjeller, 01.02.99



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
 NILU-Prøvenummer: 98/425
 Kunde: NIVA Sørlandet
 Kundernes prøvemerking: 1. 5
 : Gunnekleiv.
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 3,24 g
 Måleenhet: ng/g
 Datafiler: DF624031

Kjeller, 01.02.99

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (nordisk) | |
|----------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| | ng/g | | % | ng/g |
| 2378-TCDD | 0,07 | 96 | 0,07 | |
| SUM TCDD | 1,63 | | | |
| 12378-PeCDD | 0,31 | 93 | 0,15 | |
| SUM PeCDD | 3,51 | | | |
| 123478-HxCDD | 0,30 | 105 | 0,03 | |
| 123678-HxCDD | 0,50 | 115 | 0,05 | |
| 123789-HxCDD | 0,45 | | 0,04 | |
| SUM HxCDD | 4,25 | | | |
| 1234678-HpCDD | 2,95 | 86 | 0,03 | |
| SUM HpCDD | 4,82 | | | |
| OCDD | 6,01 | 113 | 0,01 | |
| SUM PCDD | 20,2 | | 0,38 | |
| 2378-TCDF | 2,90 | 90 | 0,29 | |
| SUM TCDF | 20,5 | | | |
| 12378/12348-PeCDF | 3,21 | | 0,03 | 0,16 |
| 23478-PeCDF | 1,79 | 101 | 0,89 | |
| SUM PeCDF | 22,7 | | | |
| 123478/123479-HxCDF | 9,03 | 94 | 0,90 | |
| 123678-HxCDF | 4,88 | 88 | 0,49 | |
| 123789-HxCDF | 1,18 | | 0,12 | |
| 234678-HxCDF | 0,89 | 116 | 0,09 | |
| SUM HxCDF | 38,9 | | | |
| 1234678-HpCDF | 22,6 | 116 | 0,23 | |
| 1234789-HpCDF | 8,95 | | 0,09 | |
| SUM HpCDF | 47,8 | | | |
| OCDF | 160 | 119 | 0,16 | |
| SUM PCDF | 290 | | 3,29 | 3,42 |
| SUM PCDD/PCDF | 311 | | 3,67 | 3,80 |

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 01.02.99

Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/425
Kunde: NIVA Sørlandet
Kundenes prøvemerking: 1. 5
: Gunnekleiv.
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 3,24 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF624031

| Komponent | Konsentrasjon | Gjenvinning | TE (WHO) | TE (Safe) |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | ng/g | % | ng/g | ng/g |
| 33'44'-TeCB (PCB-77) | 0,77 | * | 0,00 | 0,01 |
| 344'5'-TeCB(PCB-81) | 0,03 | | | |
| 33'44'5'-PeCB (PCB-126) | 0,08 | 104 | 0,01 | 0,01 |
| 33'44'55'-HxCB (PCB-169) | 0,10 | 71 | 0,00 | 0,00 |
| SUM TE-PCB | | | 0,01 | 0,02 |

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

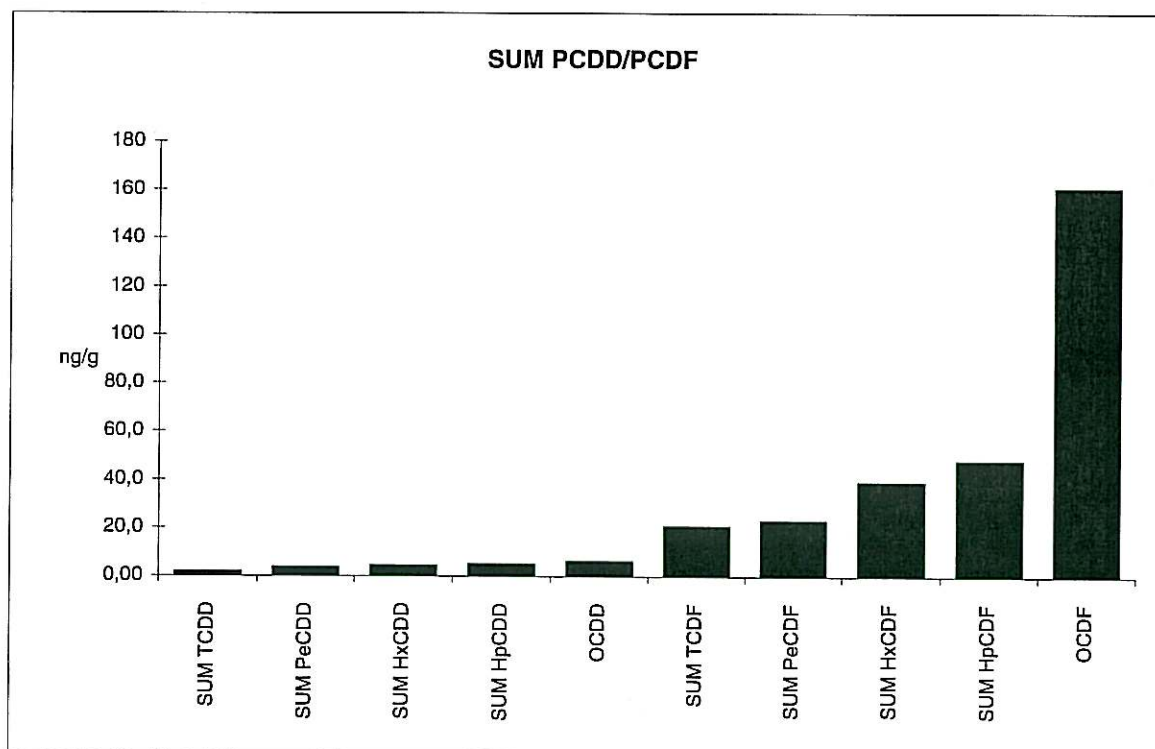
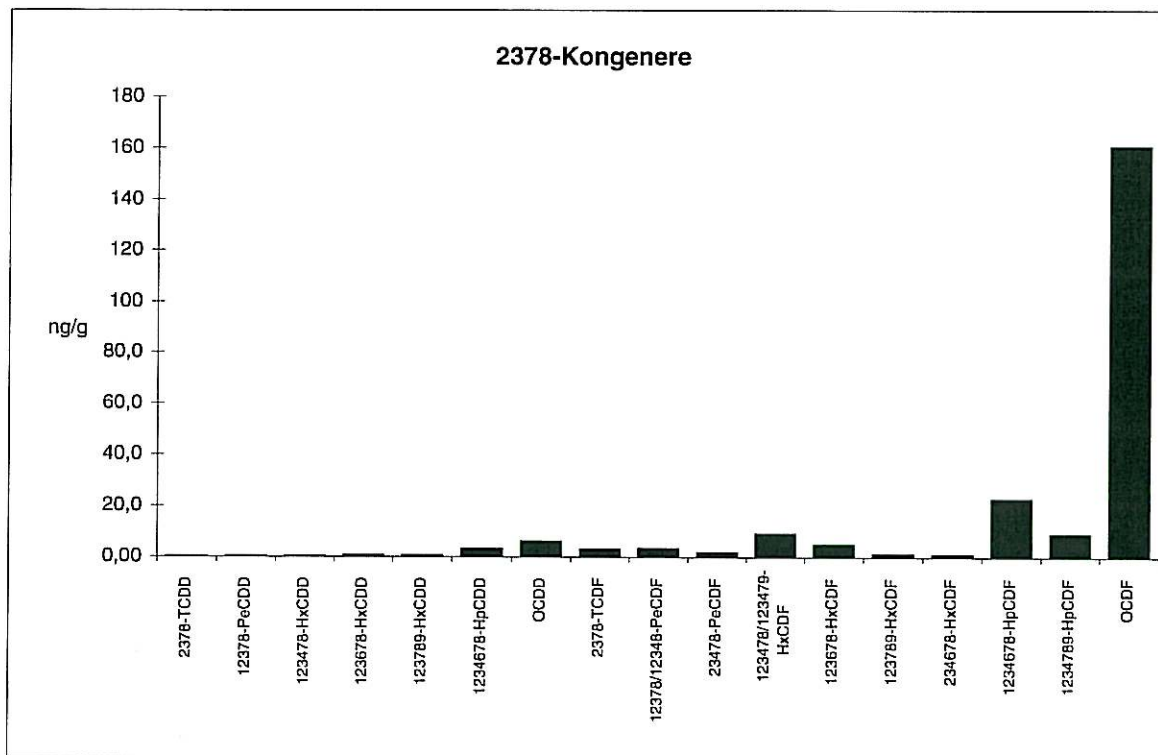
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/425

Kjeller, 01.02.99

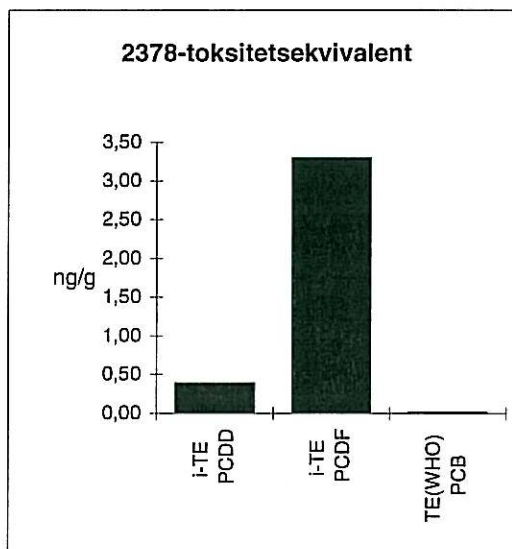
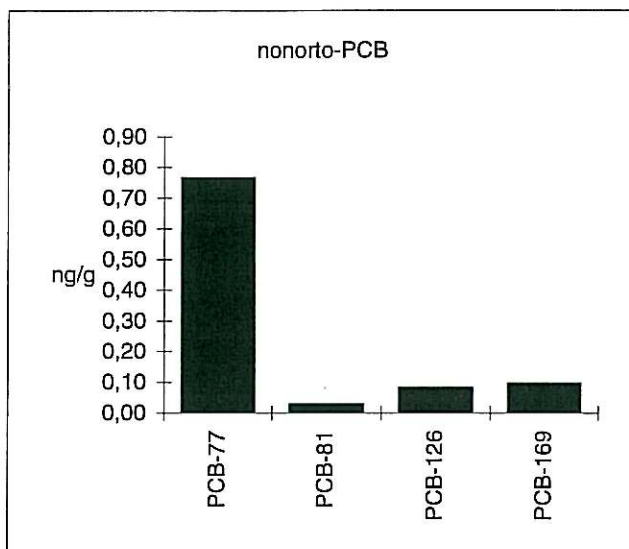


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-504
NILU-Prøvenummer: 98/425

Kjeller, 01.02.99





NIVA – Sørlandet
v/Kristoffer Næs
Televeien 1
4890 GRIMSTAD

| | |
|--|----------|
| NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING Sørlandsavdeling | |
| J.nr.: | 446 |
| Sak nr.: | 0-800312 |
| Mottatt: | 20.7.98 |

Deres ref./Your ref.:
O-800312

Vår ref./Our ref.:
AaB/KAA/O-98090

Kjeller,
13. juli 1998

Analyse av 11 sedimenter fra Grenlandsfjordene med hensyn på PCDD/PCDF, n.o. PCB og PCN

Vi viser til bestilling 21.04.98 og oversender vedlagt analyseresultatene.

Vi legger ved målerapportene O-504 og O-517 og gir følgende tilleggsopplysninger:

Vår metode NILU 0-1, som er akkreditert for PCDD/F og n.o. PCB, er benyttet. For PCDD/PCDF og n.o. PCB gjelder følgende:

Som kvalitetssikringstiltak ble ¹³C-merkete 2,3,7,8-klorsubstituerte isomerer tilsatt prøven før opparbeidelses- og analyseprosedyren. Gjenvinningsstandard tilsettes rett før analyse på GC/MS. Etter vår metode skal gjenvinningen av tilsatte ¹³C-isotopmerkete internstandarder ligge innenfor 40–120% i forhold til en av de tilsatte ¹³C-isotopmerkete gjenvinningsstandardene. Gjenvinningen er ikke tilfredsstillende for prøvene 98/353 og 98/354. (Disse er ≈ 30 og 20%.)

PCN-analysene er ikke akkreditert.

På grunn av store interferenser på samme masse som ¹³C (intern standard) ved analyse på polar kolonne ble prøvene 98/350, 98/351, 98/352 og 98/425 analysert på apolar kolonne. Dette gir større usikkerhet når det gjelder fordelingen mellom de forskjellige komponentene, da noen forbindelser kan "overlappe" hverandre.

For disse fire prøvene er også konsentrasjonen av PCB.77 svært usikker, da gjenvinning var helt nede i 10%.

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.

NILU
P.O. Box 100
Instituttveien 18
N-2007 KJELLER, Norway
Telephone : +47 63 89 80 00
Telefax : +47 63 89 80 50
Telex : 74854 nilu n

NILU-Tromsø
Fiolvegen 15
N-9005 TROMSØ, Norway
Telephone : +47 77 60 69 70
Telefax : +47 77 60 69 71

Bank: 5102.05.19030
Foretaksnr./Enterprise No. 941705561

Dette gjenspeiler seg også i kvantifiseringen av TeCN i prøvene 98/350, 98/351, 98/352 og 98/425. Ved kvantifisering blir ^{13}C n.o. PCB-77 brukt som intern standard, og lav gjenvinning av denne gir usikker konsentrasjon. Dette gjelder spesielt for de prøvene som har høy konsentrasjon av dioksin og PCN.

Vi gjør oppmerksom på at prøvene 98/350, 98/351, 98/352, 98/353, 98/354 og 98/425 er beregnet i ng/g, mens prøvene 98/355, 98/356, 98/357, 98/358 og 98/359 er beregnet i pg/g.

Vennlig hilsen

Martin Schlabach

Martin Schlabach
Forsker

Aase Biseth

Aase Biseth
Ingeniør

Vedlegg.



Målerapport nr. O-517

Oppdragsgiver: NIVA – Sørlandet
v/Kristoffer Næs
Televeien 1
4890 GRIMSTAD

Prosjekt nr.: O-98090

Prøvetaking:
Sted: Grenlandsfjordene
Ansvar: Oppdragsgiver
Kommentar:

Prøveinformasjon:


| NILU prøvenr. | Kundens merking | Prøvetype | Prøven mottatt | Prøven analysert |
|---------------|---------------------------|-----------|----------------|------------------|
| 98/350 | Frier. St. 5 (a+b+c) | Sediment | 27.04.98 | 08.05.–06.07.98 |
| 98/351 | Frier. St. 9 (a+c+d) | " | " | 06.05.–06.07.98 |
| 98/352 | Frier. St. 4c Versvik | " | " | 06.05.–06.07.98 |
| 98/353 | Brevik. St. 19 (a+b+c) | " | " | 08.05.–06.07.98 |
| 98/354 | Frier. Ringsholmenedyp 17 | " | " | 08.05.–06.07.98 |
| 98/355 | Frier. Ringsholmenedyp 7 | " | " | 08.05.–06.07.98 |
| 98/356 | Brevik Croftholmen | " | " | 11.05.–06.07.98 |
| 98/357 | Brevik Risøy | " | " | 11.05.–06.07.98 |
| 98/358 | Brevik Blærøybåen | " | " | 11.05.–06.07.98 |
| 98/359 | Brevik Arøybratten | " | " | 11.05.–06.07.98 |
| 98/425 | I 5 Gunnekleiv | " | 04.05.98 | 11.05.–06.07.98 |

Analyser:

Utført av: Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100
N-2007 KJELLER

Målemetode: PCN (analog med NILU-0-1 for PCDD/F)
Måleusikkerhet: Måleusikkerheten er vanskelig å oppgi pga. manglende interkalibreringer. Et forsiktig estimat er $\pm 25\%$ og $\pm 50\%$.
Kommentarer: Analysene er ikke akkrediterte. ^{13}C n.o. PCB-77 brukes som intern standard. Lav gjenvinning av denne gir usikker konsentrasjon. Dette gjelder prøvene 98/350, 98/351, 98/352 og 98/425.

Godkjenning: Kjeller, 1998-07-13


Martin Schlabach
Fung. leder, Kjemisk analyse

Vedlegg: 11 analyseresultater à 2 sider
Målerapporten og vedleggene omfatter totalt 24 sider

Måleresultatene gjelder bare de prøvene som er analysert. Denne rapporten skal ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra laboratoriet.

PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/350
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: St.5 (a+b+c) Frier
: Dyp 20,20,20, blandeprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 1,0 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF620221

Kjeller, 07.07.98

| Komponent | Konsentrasjon ng/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 1,80 |
| 1256-TeCN | 7,90 |
| 2367-TeCN | 1,64 |
| Sum-TeCN | 59,5 |
| 12357-PeCN | 200 |
| 12367-PeCN | 38,2 |
| 12358-PeCN | 22,2 |
| Sum-PeCN | 551 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 63,6 |
| 123568-HxCN | 39,9 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 2,96 |
| 123678-HxCN | 2,20 |
| Sum-HxCN | 145 |
| 1234567-HpCN | 128 |
| 1234568-HpCN | 14,4 |
| Sum-HpCN | 143 |
| Sum-TeCN - HpCN | 898 |

Recovery: * - 72 %

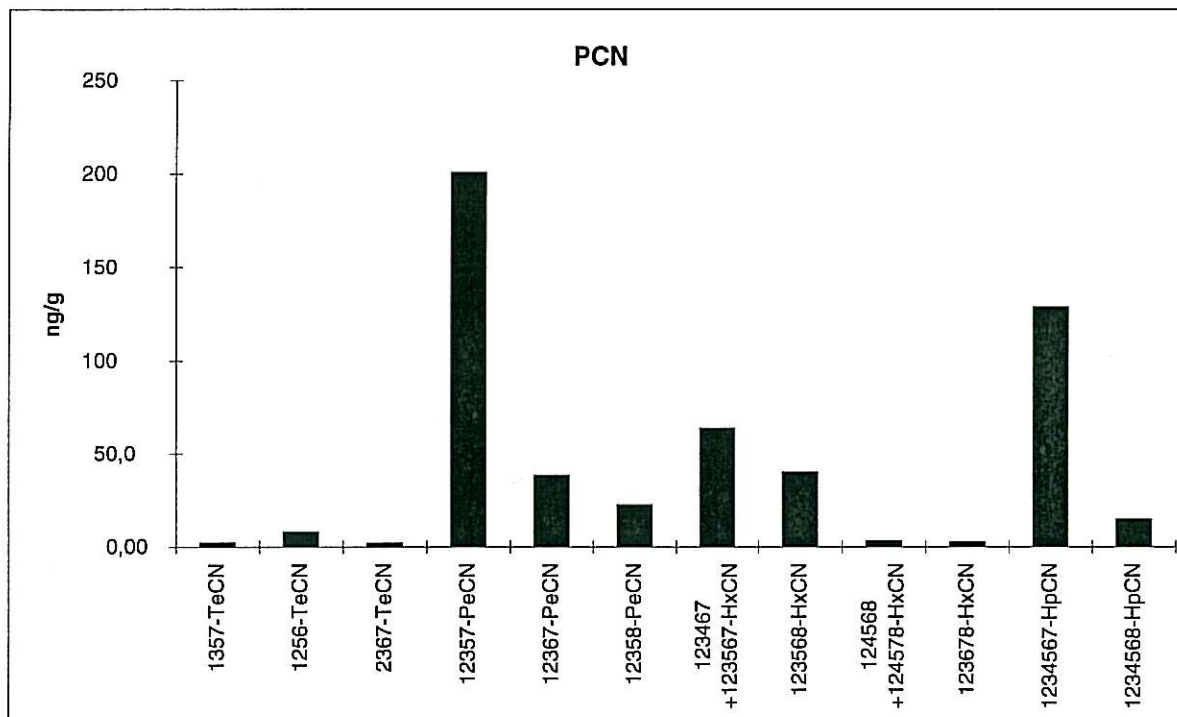
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/350

Kjeller, 07.07.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/351
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: St.9 (a+c+d) Frier
: Dyp 61,45,65, blandeprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 1,2 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF620141

Kjeller, 07.07.98

| Komponent | Konsentrasjon ng/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 0,80 |
| 1256-TeCN | 2,55 |
| 2367-TeCN | 0,75 |
| Sum-TeCN | 21,5 |
| 12357-PeCN | 80,8 |
| 12367-PeCN | 15,7 |
| 12358-PeCN | 10,1 |
| Sum-PeCN | 228 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 31,9 |
| 123568-HxCN | 18,3 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 1,59 |
| 123678-HxCN | 0,98 |
| Sum-HxCN | 71,3 |
| 1234567-HpCN | 63,0 |
| 1234568-HpCN | 7,18 |
| Sum-HpCN | 70,2 |
| Sum-TeCN - HpCN | 391 |

Recovery:

* - 57%

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.

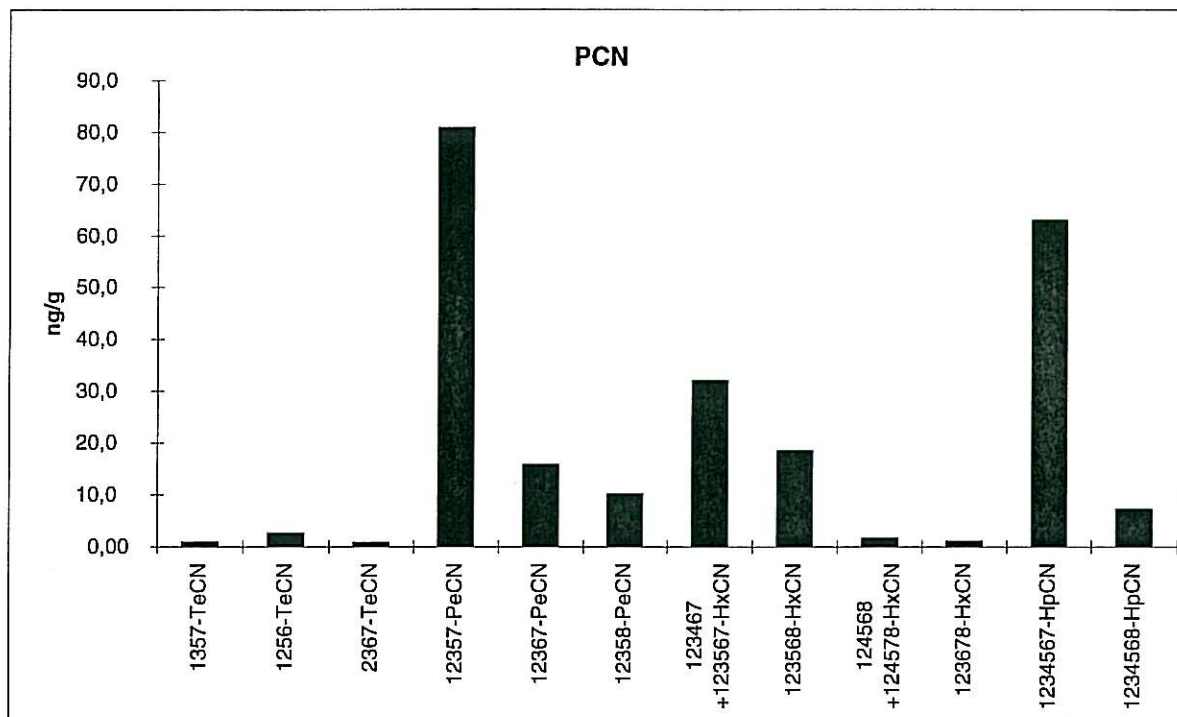
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/351



Kjeller, 07.07.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/352
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: St.4c Versvik
: Frier dyp 7. Enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 0,92 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF620131

Kjeller, 07.07.98

| Komponent | Konsentrasjon ng/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 3,02 |
| 1256-TeCN | 3,55 |
| 2367-TeCN | 0,34 |
| Sum-TeCN | 36,3 |
| 12357-PeCN | 62,4 |
| 12367-PeCN | 4,99 |
| 12358-PeCN | 3,49 |
| Sum-PeCN | 127 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 39,5 |
| 123568-HxCN | 22,9 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 2,93 |
| 123678-HxCN | 1,27 |
| Sum-HxCN | 88,8 |
| 1234567-HpCN | 80,1 |
| 1234568-HpCN | 9,85 |
| Sum-HpCN | 89,9 |
| Sum-TeCN - HpCN | 342 |

Recovery: 43 - 103 %

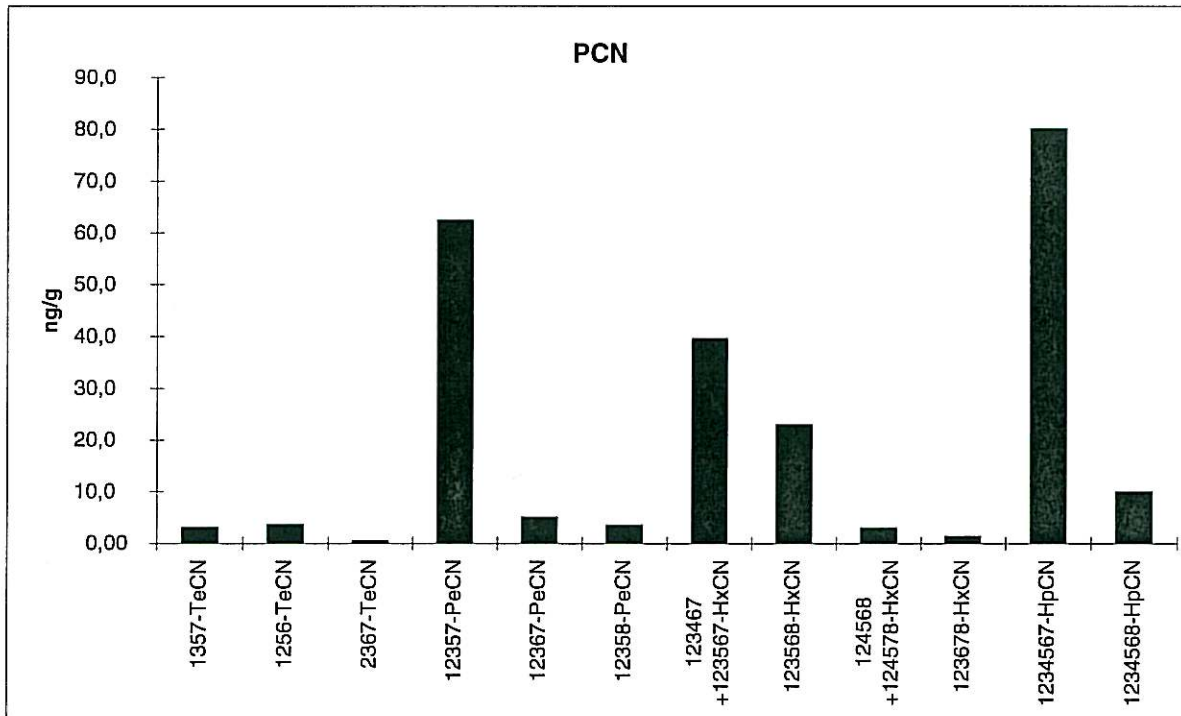
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/352



Kjeller, 07.07.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/353
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerkning: St1.9 (a+b+c)
: Brevik, dyp 45,45,42, blandeprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 1,0 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF589141

Kjeller, 07.07.98

| Komponent | Konsentrasjon ng/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 0,66 |
| 1256-TeCN | 0,68 (i) |
| 2367-TeCN | 0,03 |
| Sum-TeCN | 6,06 |
| 12357-PeCN | 6,73 |
| 12367-PeCN | 0,52 |
| 12358-PeCN | 0,35 |
| Sum-PeCN | 14,0 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 4,95 |
| 123568-HxCN | 2,68 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 0,27 |
| 123678-HxCN | 0,16 |
| Sum-HxCN | 10,8 |
| 1234567-HpCN | 8,75 |
| 1234568-HpCN | 0,70 |
| Sum-HpCN | 9,45 |
| Sum-TeCN - HpCN | 40,3 |

Recovery: 50 - 76 %

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.

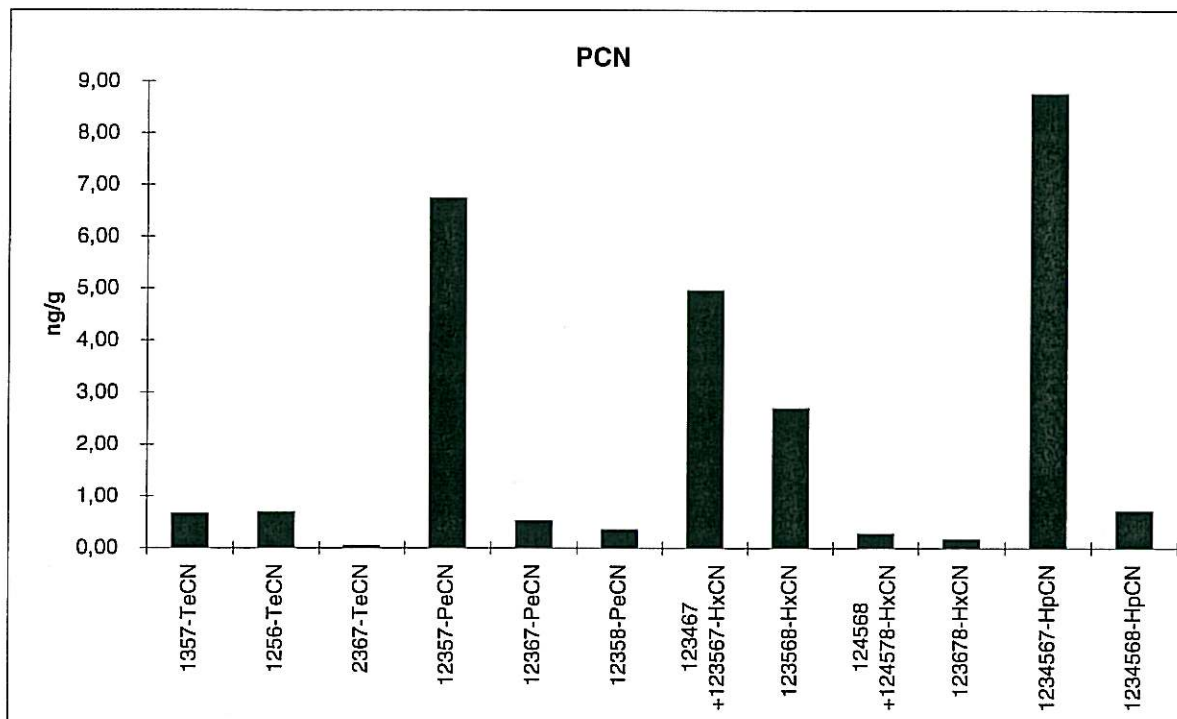
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/353



Kjeller, 07.07.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/354
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: Ringsholmene, 10-20
: Frier dyp 17, enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 1,08 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF620191

Kjeller, 07.07.98

| Komponent | Konsentrasjon ng/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 3,95 |
| 1256-TeCN | 1,62 |
| 2367-TeCN | 0,11 |
| Sum-TeCN | 23,3 |
| 12357-PeCN | 20,1 |
| 12367-PeCN | 1,39 |
| 12358-PeCN | 1,03 |
| Sum-PeCN | 40,3 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 14,6 |
| 123568-HxCN | 8,84 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 1,20 |
| 123678-HxCN | 0,47 |
| Sum-HxCN | 33,9 |
| 1234567-HpCN | 31,8 |
| 1234568-HpCN | 3,57 |
| Sum-HpCN | 35,4 |
| Sum-TeCN - HpCN | 133 |

Recovery: 48 - 100 %

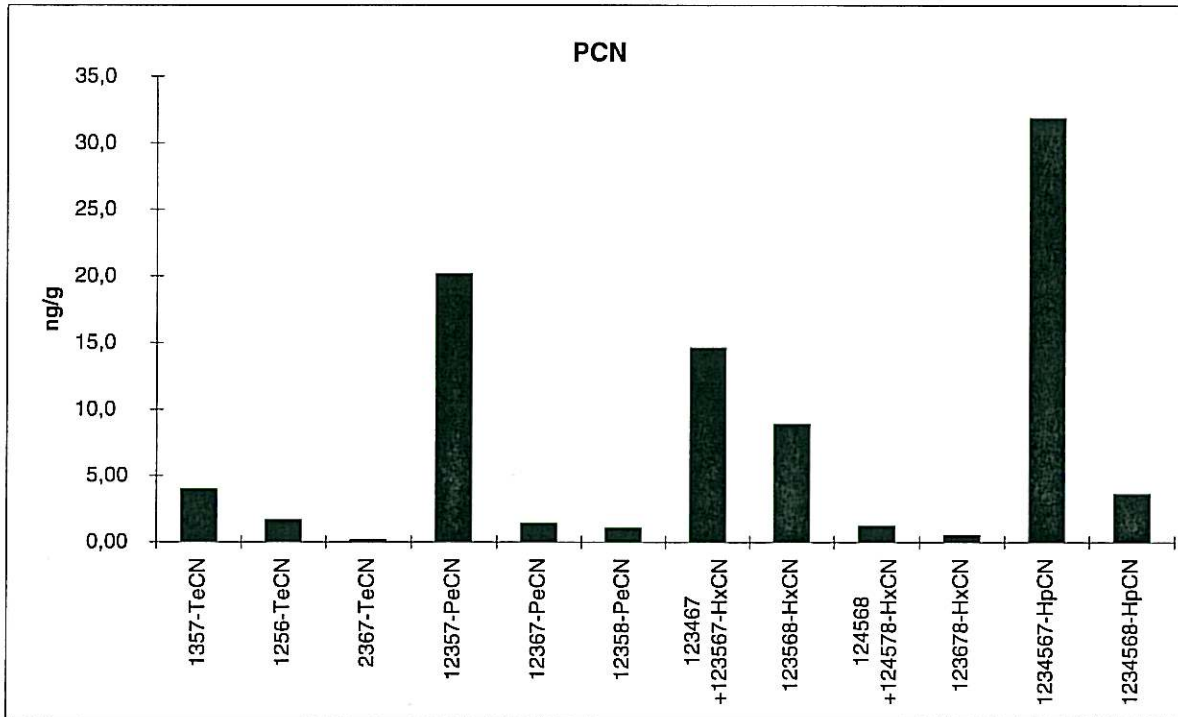
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/354



Kjeller, 07.07.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/355
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: Ringsholmene, <10
: Frier dyp 7, enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 1,22 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF620111

Kjeller, 10.07.98

| Komponent | Konsentrasjon pg/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 854 |
| 1256-TeCN | 317 |
| 2367-TeCN | 13,0 |
| Sum-TeCN | 4 364 |
| 12357-PeCN | 3 709 |
| 12367-PeCN | 261 |
| 12358-PeCN | 161 |
| Sum-PeCN | 7 103 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 2 719 |
| 123568-HxCN | 1 357 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 163 |
| 123678-HxCN | 82,0 |
| Sum-HxCN | 5 696 |
| 1234567-HpCN | 5 905 |
| 1234568-HpCN | 564 |
| Sum-HpCN | 6 469 |
| Sum-TeCN - HpCN | 23 632 |

Recovery: 52 - 82 %

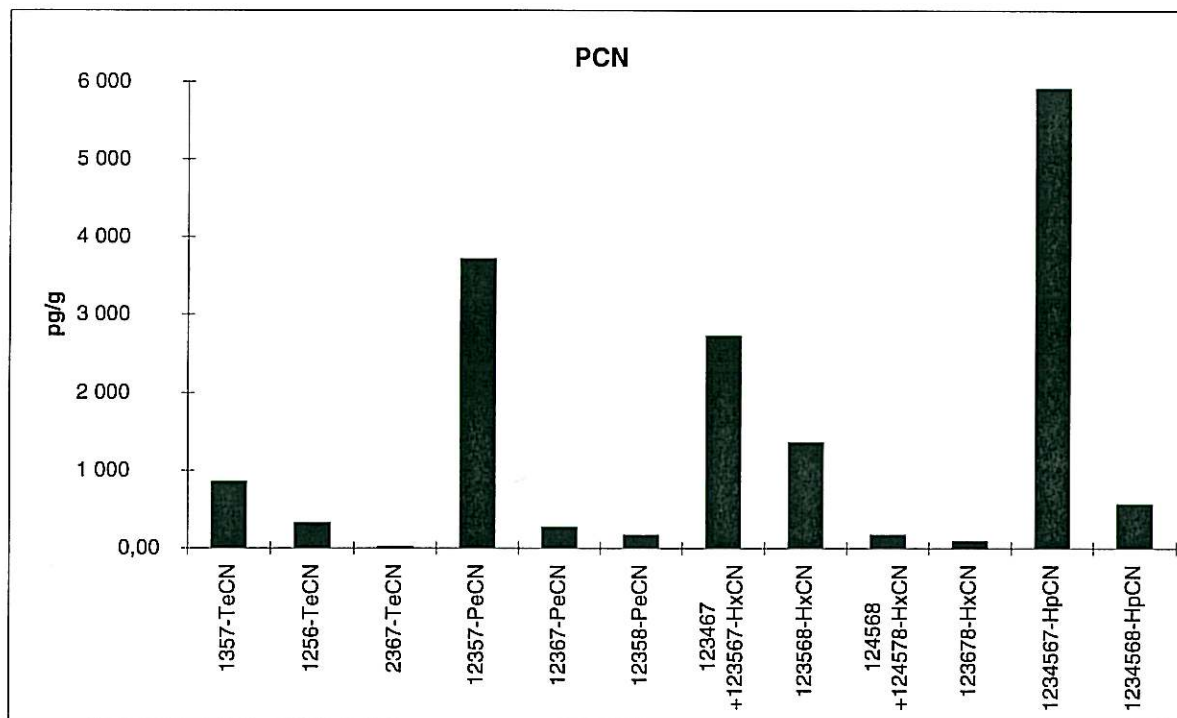
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/355



Kjeller, 10.07.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/356
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: Croftholmen
: Brevik dyp 8, enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 1,0 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF620211

Kjeller, 07.07.98

| Komponent | Konsentrasjon pg/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 103 |
| 1256-TeCN | 37,8 |
| 2367-TeCN | 2,02 |
| Sum-TeCN | 545 |
| 12357-PeCN | 364 |
| 12367-PeCN | 33,3 |
| 12358-PeCN | 28,3 |
| Sum-PeCN | 780 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 271 |
| 123568-HxCN | 159 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 23,4 |
| 123678-HxCN | 9,92 |
| Sum-HxCN | 636 |
| 1234567-HpCN | 529 |
| 1234568-HpCN | 44,3 |
| Sum-HpCN | 574 |
| Sum-TeCN - HpCN | 2 536 |

Recovery: 49 - 81 %

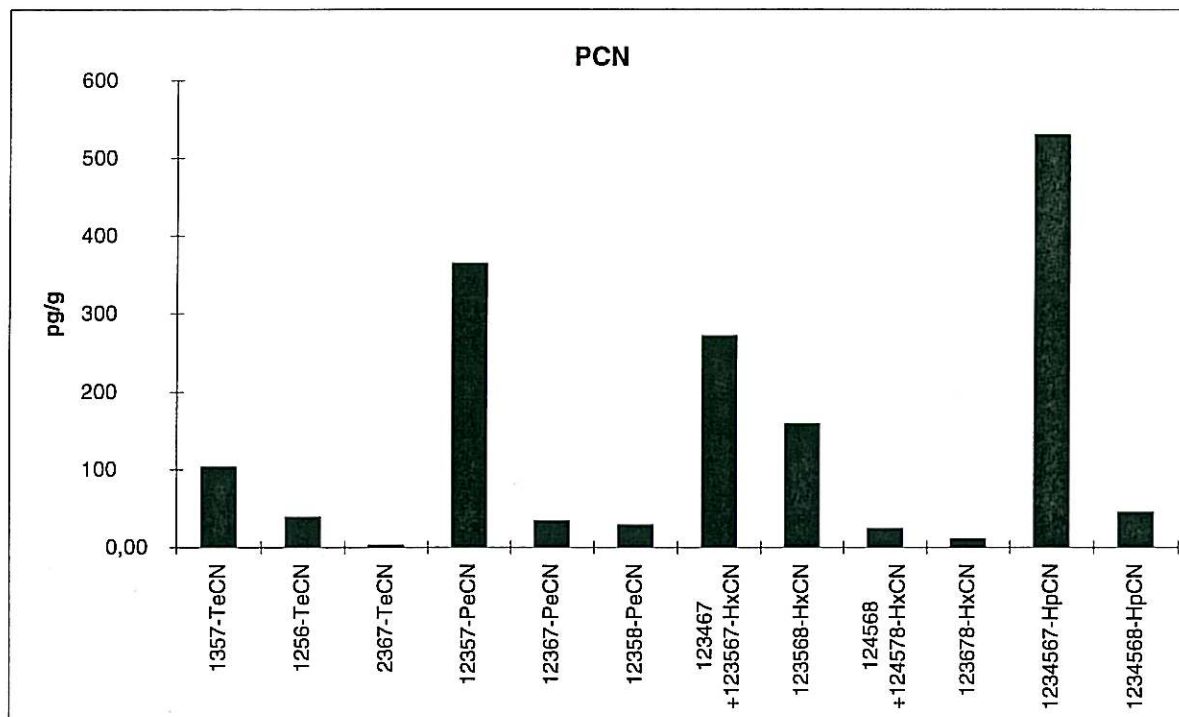
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/356



Kjeller, 07.07.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/357
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: Risøy
: Brevik dyp 9, enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 1,0 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF620171

Kjeller, 07.07.98

| Komponent | Konsentrasjon pg/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 25,6 |
| 1256-TeCN | 10,7 |
| 2367-TeCN | 0,63 (b) |
| Sum-TeCN | 116 |
| 12357-PeCN | 112 |
| 12367-PeCN | 9,73 |
| 12358-PeCN | 7,69 |
| Sum-PeCN | 213 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 87,0 |
| 123568-HxCN | 48,4 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 6,53 |
| 123678-HxCN | 2,14 (b) |
| Sum-HxCN | 198 |
| 1234567-HpCN | 169 |
| 1234568-HpCN | 10,8 |
| Sum-HpCN | 179 |
| Sum-TeCN - HpCN | 707 |

Recovery: 45 - 77 %

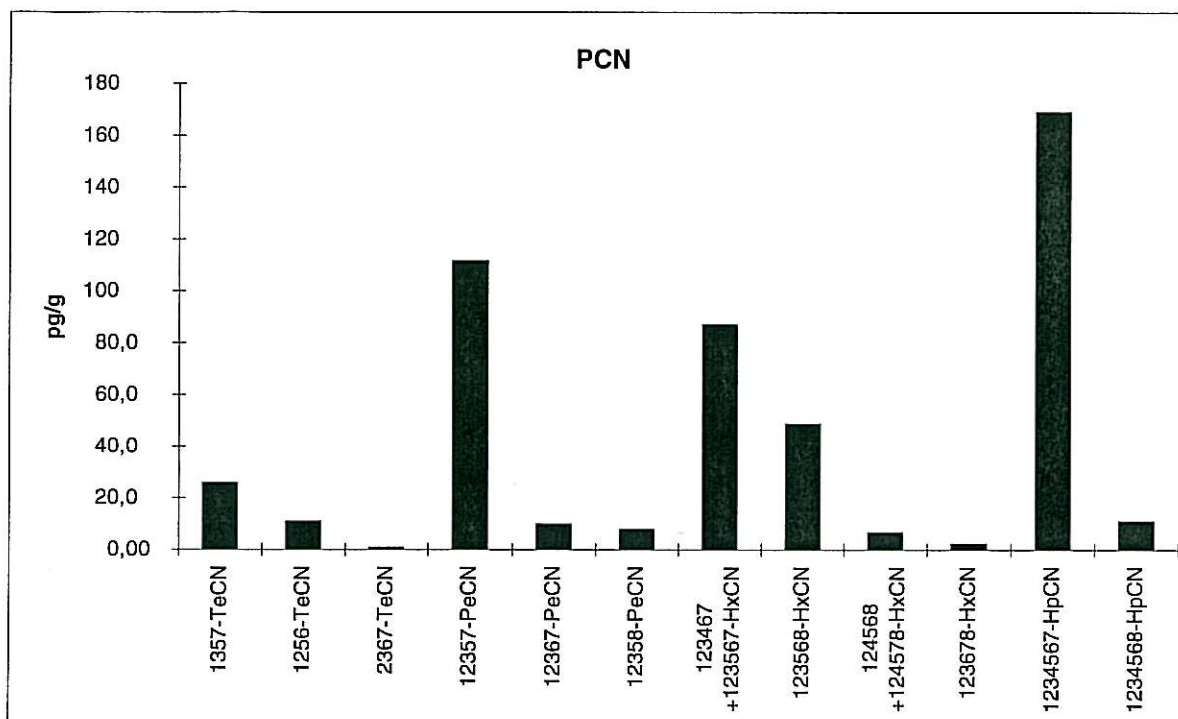
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/357



Kjeller, 07.07.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/358
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: Bjørkøybåen
: Brevik dyp 9, enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 1,0 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF620201

Kjeller, 07.07.98

| Komponent | Konsentrasjon pg/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 26,7 |
| 1256-TeCN | 13,3 |
| 2367-TeCN | 0,56 (b,i) |
| Sum-TeCN | 181 |
| 12357-PeCN | 123 |
| 12367-PeCN | 10,4 |
| 12358-PeCN | 17,8 |
| Sum-PeCN | 255 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 83,2 |
| 123568-HxCN | 52,0 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 12,7 |
| 123678-HxCN | 3,67 (i) |
| Sum-HxCN | 212 |
| 1234567-HpCN | 151 |
| 1234568-HpCN | 15,2 |
| Sum-HpCN | 167 |
| Sum-TeCN - HpCN | 814 |

Recovery: 41 - 75 %

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.

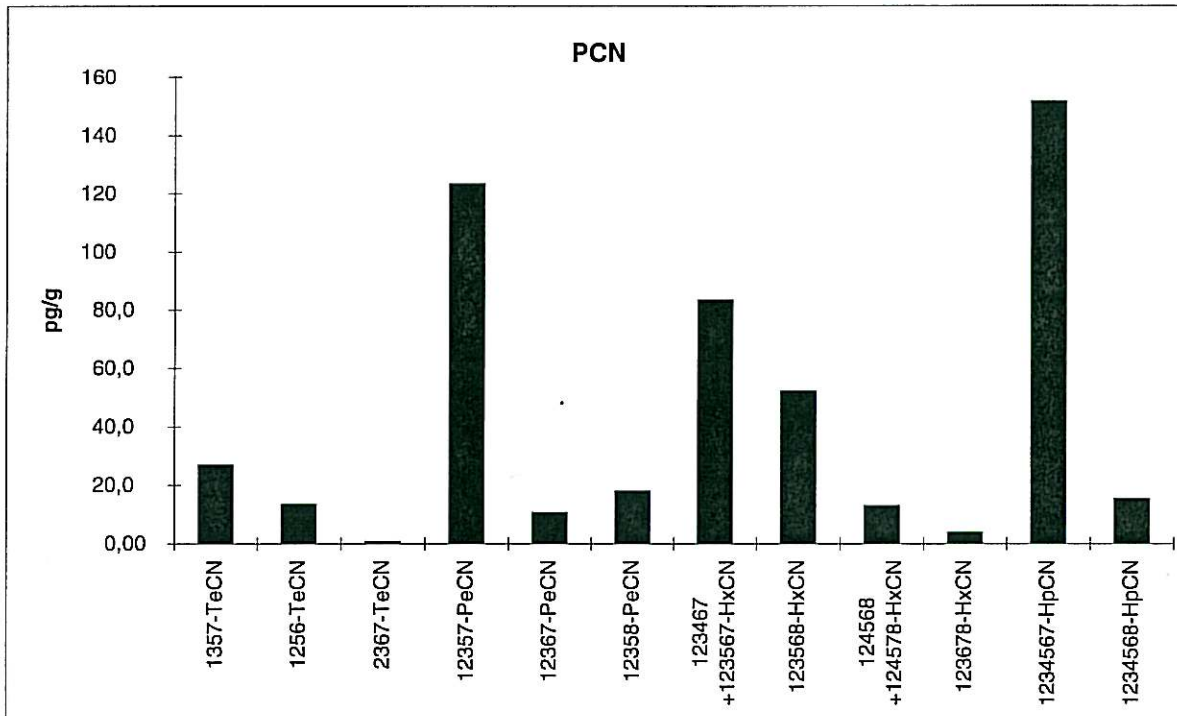
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/358

Kjeller, 07.07.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/359
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: Arøybratten, N-lykt
: Brevik dyp 14, enkeltprøve
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 1,0 g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DF589151

Kjeller, 26.06.98

| Komponent | Konsentrasjon pg/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 80,5 |
| 1256-TeCN | 28,7 |
| 2367-TeCN | 1,46 (i) |
| Sum-TeCN | 531 |
| 12357-PeCN | 528 |
| 12367-PeCN | 42,6 |
| 12358-PeCN | 25,5 |
| Sum-PeCN | 1 010 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 517 |
| 123568-HxCN | 151 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 18,4 |
| 123678-HxCN | 11,2 |
| Sum-HxCN | 918 |
| 1234567-HpCN | 490 |
| 1234568-HpCN | 29,7 |
| Sum-HpCN | 520 |
| Sum-TeCN - HpCN | 2 978 |

Recovery: 48 - 67 %

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.

Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.

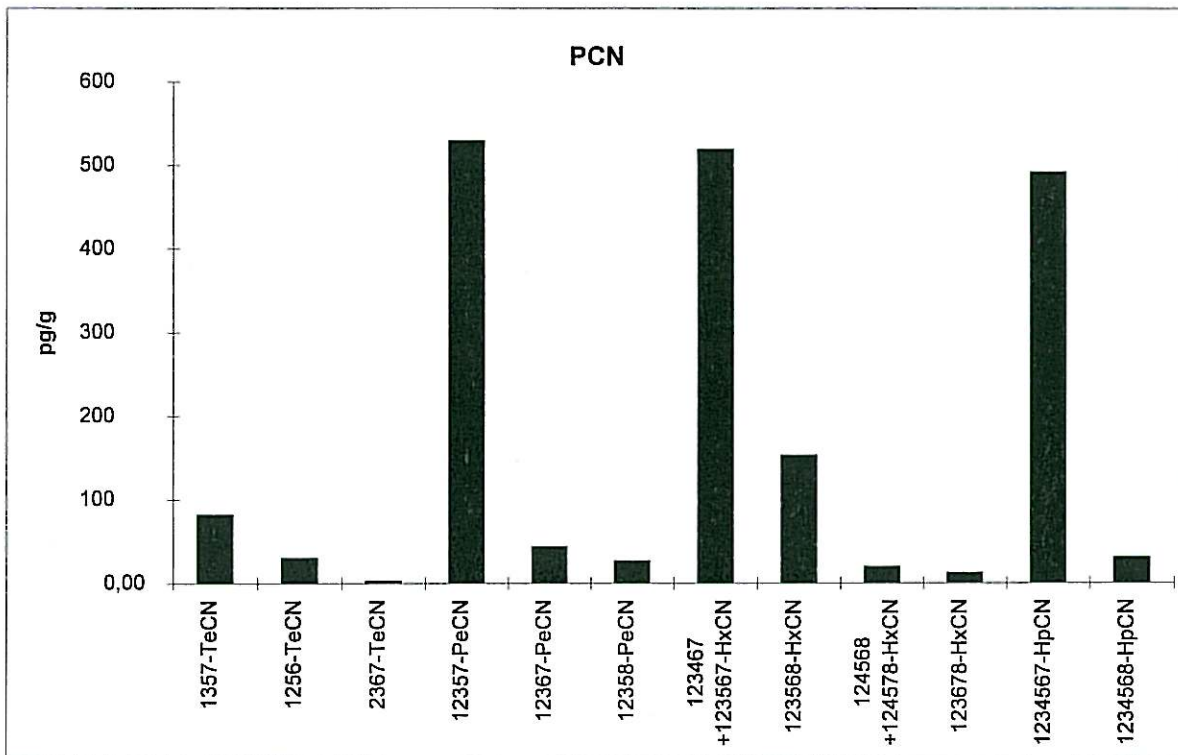
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/359

Kjeller, 26.06.98



PCN-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/425
Kunde: NIVA / Sørlandsavd.
Kundenes prøvemerking: I-5
: Gunnekleiv
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 0,81 g
Måleenhet: ng/g
Datafiler: DF620161

Kjeller, 07.07.98

| Komponent | Konsentrasjon ng/g |
|-------------------------|-----------------------|
| 1357-TeCN | 0,89 |
| 1256-TeCN | 1,15 |
| 2367-TeCN | 0,39 |
| Sum-TeCN | 16,3 |
| 12357-PeCN | 39,8 |
| 12367-PeCN | 6,13 |
| 12358-PeCN | 4,17 |
| Sum-PeCN | 99,2 |
| 123467-HxCN+123567-HxCN | 26,0 |
| 123568-HxCN | 12,1 |
| 124568-HxCN+124578-HxCN | 1,07 |
| 123678-HxCN | 0,57 |
| Sum-HxCN | 51,6 |
| 1234567-HpCN | 34,8 |
| 1234568-HpCN | 2,36 |
| Sum-HpCN | 37,2 |
| Sum-TeCN - HpCN | 204 |

Recovery:

* - 76 %

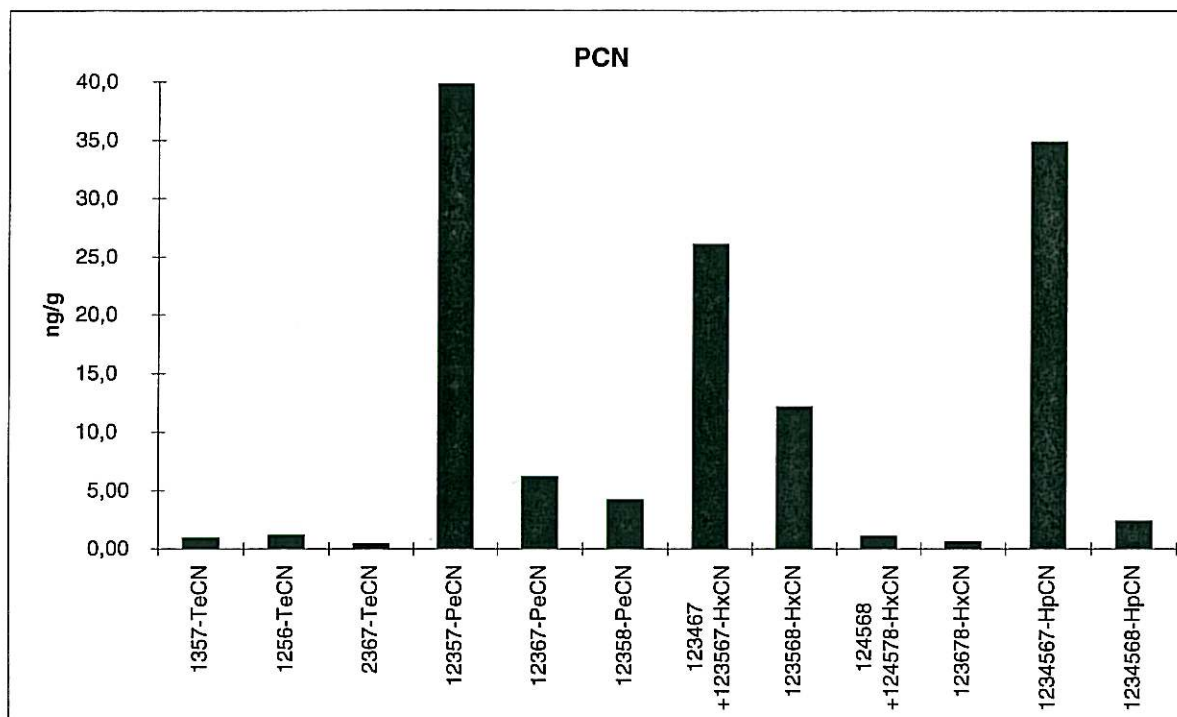
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

PCN-Analyseresultater

Vedlegg til målerapport nr.: O-517
NILU-Prøvenummer: 98/425



Kjeller, 07.07.98



Vedlegg C. Rådata for analyser av PCDD/PCDF, non-orto PCB og PCN utført av Institut för Tillem-pad Miljöforskning, Universitetet i Stockholm

Table 1. Concentrations of PCNs and non-ortho PCBs given in ng/g dry weight of sediment. nd = not detected

| PCNs | Substitution | 11a | 14b | 16b | 11bGrab1 | 11bGrab2 | 11bGrab3 | 13c-Grab1 | 13c-Grab2 | 13c-Grab3 | 18b-Grab1 | 18b-Grab2 | 18b-Grab3 |
|----------|----------------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tetras | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | 1357 | 7,29 | 8,48 | 1,86 | 3,67 | 2,64 | 4,17 | 3,79 | 7,45 | 8,96 | 1,90 | 1,66 | 0,75 |
| 33/34/37 | 1246/1247/1257 | 9,45 | 11,8 | 4,10 | 5,48 | 4,49 | 5,99 | 5,63 | 10,74 | 11,46 | 5,57 | 4,91 | 2,22 |
| 44/47 | 1367/1467 | 5,47 | 4,99 | 1,20 | 2,23 | 1,95 | 2,46 | 2,62 | 5,37 | 5,28 | 1,63 | 1,53 | 0,631 |
| 36 | 1256 | 1,59 | 1,70 | 0,72 | 0,85 | 0,76 | 1,01 | 0,813 | 1,52 | 0,528 | 1,16 | 1,01 | 0,390 |
| 28/43 | 1235/1358 | 2,00 | 1,97 | 0,843 | 1,16 | 0,991 | 1,23 | 1,02 | 1,93 | 2,09 | 1,09 | 0,981 | 0,413 |
| 29/27 | 1236/1234 | 1,08 | 1,10 | 0,388 | 0,569 | 0,478 | 0,614 | 0,596 | 1,10 | 1,19 | 0,564 | 0,499 | 0,250 |
| 32/30 | 1245/1237 | 0,32 | 0,284 | 0,174 | 0,187 | 0,164 | 0,198 | 0,178 | 0,355 | 0,341 | 0,220 | 0,198 | 0,0845 |
| 39/35 | 1267/1248 | 0,68 | 0,667 | 0,318 | 0,396 | 0,345 | 0,441 | 0,378 | 0,669 | 0,773 | 0,411 | 0,383 | 0,157 |
| 38/48 | 1258/1267 | 1,29 | 1,27 | 0,748 | 0,816 | 0,748 | 0,941 | 0,757 | 1,405 | 1,465 | 1,021 | 0,963 | 0,386 |
| 46 | 1458 | 0,476 | 0,458 | 0,206 | 0,290 | 0,275 | 0,325 | 0,297 | 0,499 | 0,580 | 0,261 | 0,245 | 0,113 |
| 31 | 1238 | 0,0857 | 0,0713 | 0,0314 | 0,0404 | 0,0393 | 0,0432 | 0,0400 | nd | 0,0801 | 0,0390 | 0,0271 | 0,0170 |
| 41 | 1278 | 0,151 | 0,118 | 0,0607 | 0,0878 | 0,0870 | 0,103 | 0,0865 | 0,174 | 0,149 | 0,0856 | 0,0814 | 0,0330 |
| Pentas | | | | | | | | | | | | | |
| 52/60 | 12357/12467 | 79,0 | 14,4 | 5,7 | 41,3 | 42,7 | 43,9 | 28,9 | 13,8 | 14,9 | 7,03 | 6,26 | 12,6 |
| 58 | 12457 | 15,8 | 2,64 | 0,896 | 7,63 | 8,26 | 7,73 | 5,14 | 2,36 | 2,62 | 1,02 | 0,922 | 1,70 |
| 61 | 12468 | 11,4 | 2,09 | 0,806 | 6,13 | 6,35 | 6,21 | 4,28 | 2,10 | 2,30 | 0,875 | 0,836 | 1,60 |
| 50 | 12346 | 15,5 | 2,29 | 0,919 | 6,57 | 6,02 | 7,00 | 4,96 | 2,34 | 2,48 | 0,931 | 0,849 | 1,80 |
| 51 | 12356 | 8,39 | 2,09 | 0,964 | 5,99 | 6,71 | 5,20 | 3,85 | 1,91 | 2,16 | 1,37 | 1,28 | 2,39 |
| 54 | 12367 | 7,06 | 1,23 | 0,481 | 3,98 | 3,57 | 3,40 | 2,55 | 1,24 | 1,37 | 0,597 | 0,565 | 1,11 |
| 57 | 12456 | 6,23 | 1,08 | 0,464 | 3,37 | 3,59 | 3,13 | 2,39 | 1,01 | 1,25 | 0,576 | 0,507 | 0,989 |
| 62 | 12478 | 7,88 | 1,44 | 0,631 | 4,50 | 4,52 | 4,60 | 3,07 | 1,39 | 1,55 | 0,734 | 0,673 | 1,402 |
| 53/55 | 12358/12368 | 6,23 | 1,11 | 0,435 | 3,61 | 3,38 | 3,14 | 2,37 | 1,05 | 1,24 | 0,565 | 0,489 | 0,996 |
| 59 | 12458 | 2,49 | 0,429 | 0,196 | 1,41 | 1,41 | 1,29 | 1,11 | 0,546 | 0,547 | 0,259 | 0,239 | 0,475 |
| 49 | 12345 | 1,51 | 0,259 | 0,114 | 0,792 | 0,814 | 0,769 | 0,624 | 0,295 | 0,289 | 0,120 | 0,107 | 0,236 |
| 56 | 12378 | 0,980 | 0,152 | 0,0821 | 0,594 | 0,602 | 0,594 | 0,362 | 0,161 | 1,77 | 0,106 | 0,0909 | 0,173 |
| Hexas | | | | | | | | | | | | | |
| 56/67 | 123467/123567 | 59,9 | 15,9 | 15,9 | 29,0 | 28,4 | 28,9 | 17,1 | 14,5 | 15,3 | 7,46 | 6,91 | 7,63 |
| 64/68 | 123457/123568 | 29,4 | 7,29 | 2,55 | 14,58 | 14,53 | 13,77 | 8,29 | 7,06 | 7,53 | 3,39 | 3,10 | 3,39 |
| 69 | 123578 | 15,60 | 4,37 | 1,44 | 8,46 | 8,04 | 7,59 | 4,81 | 4,74 | 4,43 | 1,92 | 1,74 | 1,87 |

| PCNs | Substitution | 11a | 14b | 16b | 11b Grab1 | 11b Grab2 | 11b Grab3 | 13c Grab1 | 13c Grab2 | 13c Grab3 | 18b Grab1 | 18b Grab2 | 18b Grab3 |
|----------------|---------------|-------|-------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 71/72 | 124568/124578 | 4,27 | 1,23 | 0,432 | 2,38 | 2,21 | 2,01 | 1,56 | 1,38 | 1,46 | 0,616 | 0,559 | 0,560 |
| 63 | 123456 | 7,01 | 2,03 | 0,713 | 3,90 | 3,72 | 3,66 | 2,22 | 1,74 | 2,00 | 0,971 | 0,890 | 0,925 |
| 65 | 123458 | 0,766 | 0,180 | 0,0632 | 0,400 | 0,313 | 0,354 | 0,259 | 0,193 | 0,183 | 0,0672 | 0,113 | 0,101 |
| | 123678 | 2,17 | 0,627 | 0,171 | 1,169 | 0,914 | 0,800 | 0,604 | 0,433 | 0,427 | 0,255 | 0,236 | 0,220 |
| Heptas | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | 1234567 | 104 | 26,9 | 12,0 | 53,2 | 55,4 | 51,5 | 28,0 | 26,4 | 26,6 | 15,0 | 13,9 | 13,6 |
| 74 | 1234568 | 7,16 | 2,46 | 0,85 | 4,36 | 4,15 | 4,49 | 2,38 | 3,26 | 3,20 | 1,20 | 1,10 | 1,39 |
| Octa | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | 12345678 | 28,7 | 6,88 | 2,73 | 19,2 | 20,6 | 14,8 | 8,61 | 9,24 | 8,64 | 4,33 | 4,24 | 3,79 |
| Non-ortho PCBs | | | | | | | | | | | | | |
| Tetra-77 | | 0,718 | 0,383 | 0,269 | 0,504 | 0,472 | 0,478 | 0,287 | 0,342 | 0,352 | 0,322 | 0,288 | 0,226 |
| Penta-126 | | 0,219 | nd | 0,0525 | 0,135 | 0,137 | 0,139 | 0,0781 | nd | nd | 0,0650 | 0,0629 | 0,0468 |
| Hexa-169 | | 0,155 | nd | 0,0280 | 0,0835 | 0,0986 | 0,0888 | 0,0471 | nd | nd | 0,0305 | nd | 0,0270 |

Table 2. Concentrations of PCDDs and PCDFs given in ng/g dry weight of sediment.

| Prov | 11A 0-2cm | 11B Grab1 | 11B Grab2 | 11B Grab3 | 13C Grab1 | 13C Grab2 | 13C Grab3 | 14B 0-2cm | 16b 0-2cm | 18B Grab1 | 18B Grab2 | 18B Grab3 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2348/2378-TCDF | 5,3 | 2,5 | 2,7 | 2,7 | 1,5 | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Tot. TCDF | 37 | 18 | 20 | 20 | 9,9 | 8,5 | 9,7 | 9,7 | 4,0 | 4,7 | 4,6 | 4,4 |
| 2378-TCDD | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Tot. TCDD | 4,6 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,4 |
| 12348/12378-PnCDF | 10 | 4,6 | 5,0 | 4,3 | 2,7 | 1,4 | 2,3 | 2,4 | 1,1 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| 23478-PnCDF | 2,6 | 1,4 | 1,7 | 1,5 | 0,80 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Tot. PnCDF | 59 | 30 | 31 | 28 | 16 | 9,7 | 14 | 15 | 6,5 | 8,4 | 7,8 | 7,5 |
| 12378-PnCDD | 0,7 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| Tot. PnCDD | 20 | 3,2 | 3,5 | 3,3 | 1,6 | 1,3 | 1,7 | 1,8 | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 0,4 |
| 123479/123478-HxCDF | 20 | 14 | 16 | 15 | 5,8 | 5,3 | 5,9 | 6,7 | 3,0 | 3,5 | 3,4 | 3,4 |
| 123678-HxCDF | 13 | 5,1 | 8,1 | 7,7 | 3,5 | 3,6 | 4,0 | 4,4 | 1,9 | 2,2 | 2,0 | 2,0 |
| 123789-HxCDF | 3,2 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 |
| 234678-HxCDF | 0,4 | 2,1 | 1,8 | 1,7 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Tot. HxCDF | 72 | 57 | 62 | 61 | 21 | 22 | 26 | 29 | 13 | 15 | 14 | 14 |
| 123478-HxCDD | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 123678-HxCDD | 1,3 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

| Prov | 11A 0-2cm | 11B Grab1 | 11B Grab2 | 11B Grab3 | 13C Grab1 | 13C Grab2 | 13C grab3 | 14B 0-2cm | 16b 0-2cm | 18B Grab1 | 18b Grab2 | 18B Grab3 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 123789-HxCDD | 1,2 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Tot. HxCDD | 8,9 | 6,0 | 7,3 | 6,7 | 2,8 | 2,5 | 3,1 | 3,2 | 1,4 | 1,7 | 1,6 | 1,7 |
| 1234678-HpCDF | 86 | 57 | 71 | 65 | 13 | 9,1 | 12,2 | 10,6 | 6,8 | 11,4 | 9,7 | 11,2 |
| 1234789-HpCDF | 21 | 12 | 16 | 16 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 1,8 | 1,6 | 2,7 |
| Tot. HpCDF | 150 | 96 | 119 | 115 | 15 | 11,7 | 15 | 12 | 8 | 15 | 15 | 19 |
| 1234678-HpCDD | 7,3 | 5,8 | 7,0 | 6,2 | 2,5 | 2,0 | 2,7 | 3,2 | 1,2 | 1,5 | 1,3 | 1,3 |
| Tot. HpCDD | 12 | 10 | 11 | 9,8 | 4,0 | 3,1 | 4,1 | 5,1 | 1,8 | 2,4 | 2,0 | 2,0 |
| OCDF | 60 | 18 | 32 | 43 | nd | nd | nd | nd | nd | 0,49 | 0,29 | 0,24 |
| OCDD | 10 | 10 | 12 | 11 | 1,7 | 3,5 | 1,7 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 1,9 | 1,9 |
| SUM PCDF | 378,24 | 218,91 | 263,79 | 266,94 | 62,46 | 52,03 | 64,02 | 64,81 | 31,86 | 43,64 | 41,89 | 45,58 |
| SUM PCDD | 55,87 | 31,43 | 35,52 | 33,34 | 11,41 | 11,44 | 11,65 | 12,65 | 6,35 | 7,47 | 7,07 | 6,39 |
| SUM PCDF/PCDD | 434,11 | 250,34 | 299,31 | 300,28 | 73,87 | 63,48 | 75,67 | 77,46 | 38,21 | 51,11 | 48,96 | 51,97 |

Table 3. TCDD-ekv. given in pg/g dryweight of sediment

| Tox ekv Nordiska | 11A 0-2cm 11B Grab1 11B Grab2 11B Grab3 13C Grab1 13C Grab2 13C grab3 14B 0-2cm 16b 0-2cm 18B Grab1 18b Grab2 18B Grab3 | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | TEQ | | | | | | | | | | | | |
| 2348/2378-TCDF | 0,1 | 527 | 247 | 270 | 267 | 154 | 134 | 146 | 138 | 61 | 72 | 71 | 71 |
| 2378-TCDD | 1 | 131 | 61 | 74 | 74 | 30 | 47 | 31 | 39 | 14 | 17 | 18 | 10 |
| 12348/12378-PnCDF | 0,01 | 100 | 46 | 50 | 43 | 27 | 14 | 23 | 24 | 11 | 14 | 14 | 13 |
| 23478-PnCDF | 0,5 | 1276 | 723 | 833 | 770 | 401 | 372 | 388 | 388 | 185 | 220 | 210 | 211 |
| 12378-PnCDD | 0,5 | 360 | 133 | 171 | 145 | 81 | 78 | 78 | 79 | 40 | 48 | 43 | 16 |
| 123479/123478-HxCDF | 0,1 | 1962 | 1373 | 1597 | 1481 | 585 | 528 | 593 | 674 | 303 | 345 | 335 | 339 |
| 123678-HxCDF | 0,1 | 1343 | 508 | 814 | 774 | 350 | 358 | 403 | 436 | 195 | 221 | 195 | 202 |
| 123789-HxCDF | 0,1 | 317 | 231 | 233 | 234 | 73 | 56 | 62 | 65 | 41 | 45 | 48 | 52 |
| 234678-HxCDF | 0,1 | 41 | 207 | 177 | 175 | 88 | 70 | 86 | 94 | 46 | 41 | 41 | 45 |
| 123478-HxCDD | 0,1 | 72 | 45 | 59 | 56 | 20 | 23 | 23 | 23 | 11 | 13 | 12 | 12 |
| 123678-HxCDD | 0,1 | 130 | 84 | 98 | 95 | 38 | 35 | 43 | 46 | 20 | 24 | 22 | 23 |

| TEQ | 0-2cm11a | 11B Grab1 | 11B Grab2 | 11B Grab3 | 13Cgrab 1 | 13Cgrab 2 | 13C grab3 | 14B 0-2cm | 16b 0-2cm | 18B Grab1 | 18b Grab2 | 18B Grab3 |
|----------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 123789-HxCDD | 0,1 | 119 | 93 | 79 | 31 | 31 | 39 | 40 | 17 | 22 | 20 | 22 |
| 1234678-HpCDF | 0,01 | 858 | 710 | 648 | 127 | 91 | 122 | 106 | 68 | 114 | 97 | 112 |
| 1234789-HpCDF | 0,01 | 209 | 165 | 159 | 6 | 6 | 6 | 2 | 5 | 18 | 16 | 27 |
| 1234678-HpCDD | 0,01 | 73 | 70 | 62 | 25 | 20 | 27 | 32 | 12 | 15 | 13 | 13 |
| OCDF | 0,001 | 60 | 32 | 43 | 0,03 | nd <0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,49 | 0,29 | 0,24 |
| OCDD | 0,001 | 10 | 12 | 11 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sum PCDD/PCDF: | | 7588 | 5456 | 5117 | 2037 | 1911 | 2072 | 2189 | 1030 | 1232 | 1156 | 1170 |

Vedlegg D. Rådata for analyser av PAH, PCB, 5CB, HCB, OCS, DDT og HCH utført av Unilab Analyse a.s.

Rapport nr.: UA prosj.nr.267.1-0

Kunde: Kristoffer Næs / NIVA Sørlandet
Adresse: Televeien 1,
Postnr./sted: 4890 GRIMSTAD
Tlf.og fax.nr.: 37 29 50 67/37 04 45 15

ANALYSERAPPORT

For kunden:

Oppdragsnummer: _____
Prosjektnavn: Grenlandsfjorden
Saksbehandler: _____
Kontaktperson: _____
Kode/kundens id.: _____

For Unilab Analyse AS:

Oppdragsnr. (vår ref.): 267
Dato mottak: 29.04.98
Antall prøver: 23
Analyseparameter(e) PAH
Analysemetode(r), ID: THC-S og PAH-S
Kontaktperson: Kjersti Lie Gabrielsen
Analyseansvarlig: Linda Hovsen (sign.)
Underskriftsberettiget: Kjersti Lie Gabrielsen (sign.)

RESULTATER

THC innhold i prøver (mg/kg tørt sediment).

| Prøver | THC |
|--------|-----|
|--------|-----|

Denne parameteren er ikke
aktuelt for denne prøveingen.

NPD innhold i prøver ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørr vekt).

| NPD innhold, $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørr vekt | Prøve | Grenland | Grenland 9 | Grenland | Grenland | Grenland |
|---|-------|---------------------|---------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| | | (a+b+c) 0-2 NIVA | (a+c+d) 0-2 NIVA | Y9 0-2 NIVA | 11b grab 1 0-2 NIVA | 11b grab II 0-2 NIVA |
| Naphthalene | | 139 | 130 | 155 | 122 | 135 |
| C1-Naphthalene | | 112 | 82 | 168 | 89 | 110 |
| C2-Naphthalene | | 147 | 128 | 156 | 144 | 164 |
| C3-Naphthalene | | 128 | 131 | 125 | 110 | 133 |
| Phenanthrene | | 446 | 483 | 512 | 424 | 451 |
| Anthracene | | 178 | 264 | 230 | 165 | 369 |
| C1-Phenanthr./Anthr. | | 245 | 429 | 275 | 248 | 288 |
| C2-Phenanthr./Anthr. | | 239 | 305 | 246 | 233 | 251 |
| C3-Phenanthr./Anthr. | | 260 | 447 | 315 | 252 | 287 |
| Dibenzothiophene | | 30 | 28 | 34 | 25 | 25 |
| C1-Dibenzothiophene | | 82 | 97 | 89 | 74 | 69 |
| C2-Dibenzothiophene | | 150 | 212 | 162 | 119 | 118 |
| C3-Dibenzothiophene | | 176 | 251 | 197 | 142 | 147 |
| Sum | NPD's | 2331 | 2987 | 2664 | 2147 | 2547 |

| NPD innhold, µg/kg tørr vekt | Prøve | Grenland | Grenland | Grenland | Grenland | Grenland |
|---------------------------------|-------|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| | | 11b grab III 0-2 NIVA | 13c grab I 0-2 NIVA | 13c grab II 0-2 NIVA | 13c grab III 0-2 NIVA | 14b 0-2 NIVA |
| Naphthalene | | 120 | 61 | 66 | 71 | 61 |
| C1-Naphthalene | | 103 | 59 | 60 | 63 | 64 |
| C2-Naphthalene | | 158 | 98 | 89 | 121 | 115 |
| C3-Naphthalene | | 130 | 76 | 76 | 82 | 84 |
| Phenanthrene | | 415 | 239 | 240 | 287 | 229 |
| Anthracene | | 171 | 113 | 106 | 135 | 109 |
| C1-Phenanthr./Anthr. | | 264 | 175 | 166 | 195 | 182 |
| C2-Phenanthr./Anthr. | | 223 | 149 | 136 | 162 | 149 |
| C3-Phenanthr./Anthr. | | 251 | 189 | 184 | 192 | 169 |
| Dibenzothiophene | | 22 | 11 | 9 | 13 | 12 |
| C1-Dibenzothiophene | | 66 | 45 | 45 | 50 | 43 |
| C2-Dibenzothiophene | | 110 | 80 | 73 | 86 | 75 |
| C3-Dibenzothiophene | | 142 | 110 | 103 | 117 | 103 |
| Sum | NPD's | 2177 | 1405 | 1352 | 1575 | 1394 |

| NPD innhold, µg/kg tørr vekt | Prøve | Grenland | Grenland | Grenland | Grenland | Grenland |
|---------------------------------|-------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | 4c Versvik 0-2 NIVA | 16b 0-2 NIVA | 18b grab I 0- 2 NIVA | 18b grab II 0-2 NIVA | 18b grab III 0-2 NIVA |
| Naphthalene | | 114 | 54 | 65 | 62 | 64 |
| C1-Naphthalene | | 76 | 86 | 87 | 84 | 85 |
| C2-Naphthalene | | 91 | 123 | 131 | 126 | 130 |
| C3-Naphthalene | | 73 | 119 | 119 | 117 | 115 |
| Phenanthrene | | 354 | 178 | 263 | 248 | 214 |
| Anthracene | | 137 | 49 | 75 | 93 | 62 |
| C1-Phenanthr./Anthr. | | 181 | 169 | 234 | 247 | 194 |
| C2-Phenanthr./Anthr. | | 147 | 151 | 197 | 199 | 169 |
| C3-Phenanthr./Anthr. | | 155 | 147 | 203 | 162 | 151 |
| Dibenzothiophene | | 22 | 10 | 13 | 11 | 12 |
| C1-Dibenzothiophene | | 47 | 41 | 53 | 50 | 45 |
| C2-Dibenzothiophene | | 92 | 47 | 60 | 56 | 49 |
| C3-Dibenzothiophene | | 126 | 45 | 74 | 60 | 58 |
| Sum | NPD's | 1614 | 1219 | 1574 | 1516 | 1348 |

| NPD innhold, µg/kg tørr vekt | Prøve | Grenland, Ringsholm | | Croftholmen | | Risøy | |
|---------------------------------|-------|------------------------|------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| | | 19(a+b+c) 0-2 NIVA | 10-20 NIVA | Grenland, Ringsholm <10 | 0-2 NIVA | 0-2 NIVA | 0-2 NIVA |
| Naphthalene | | 50 | 60 | 10 | 10 | 2 | |
| C1-Naphthalene | | 58 | 48 | 8 | 18 | 1 | |
| C2-Naphthalene | | 93 | 94 | 14 | 39 | 3 | |
| C3-Naphthalene | | 86 | 48 | 12 | 44 | 3 | |
| Phenanthrene | | 190 | 199 | 36 | 337 | 10 | |
| Anthracene | | 55 | 95 | 13 | 333 | 2 | |
| C1-Phenanthr./Anthr. | | 164 | 114 | 28 | 81 | 8 | |
| C2-Phenanthr./Anthr. | | 150 | 86 | 25 | 70 | 6 | |
| C3-Phenanthr./Anthr. | | 128 | 105 | 30 | 71 | 8 | |
| Dibenzothiophene | | 10 | 10 | 1 | 3 | n.d | |
| C1-Dibenzothiophene | | 41 | 24 | 6 | 15 | 2 | |
| C2-Dibenzothiophene | | 48 | 47 | 7 | 11 | 3 | |
| C3-Dibenzothiophene | | 59 | 61 | 10 | 12 | 5 | |
| Sum | NPD's | 1131 | 991 | 200 | 1045 | 53 | |

| NPD innhold, µg/kg tørr vekt | Prøve | Bjørkøyboen | Arøybratten | Gunnekleiv |
|---------------------------------|-------|-------------|--------------------|------------|
| | | 0-2 NIVA | N-lykt 0-2 NIVA | I 5 |
| | | 21 | 22 | 23 |
| Naphthalene | | 1 | 10 | 104 |
| C1-Naphthalene | | 1 | 9 | 99 |
| C2-Naphthalene | | 3 | 25 | 172 |
| C3-Naphthalene | | 4 | 33 | 137 |
| Phenanthrene | | 5 | 164 | 334 |
| Anthracene | | 2 | 42 | 128 |
| C1-Phenanthr./Anthr. | | 4 | 163 | 286 |
| C2-Phenanthr./Anthr. | | 4 | 143 | 335 |
| C3-Phenanthr./Anthr. | | 5 | 128 | 435 |
| Dibenzothiophene | | n.d | 5 | 43 |
| C1-Dibenzothiophene | | 2 | 28 | 114 |
| C2-Dibenzothiophene | | 2 | 25 | 257 |
| C3-Dibenzothiophene | | 4 | 33 | 401 |
| Sum | NPD's | 38 | 806 | 2845 |

PAH innhold i prøver ($\mu\text{g}/\text{kg}$ tørr vekt).

| PAH innhold, $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørr vekt | Prøve | Grenland | Grenland 9 | Grenland | Grenland | Grenland |
|---|-------|---------------------|---------------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| | | (a+b+c) 0-2 NIVA | (a+c+d) 0-2 NIVA | Y9 0-2 NIVA | 11b grab 1 0-2 NIVA | 11b grab II 0-2 NIVA |
| Acenaphthylene | | 61 | 72 | 91 | 95 | 104 |
| Acenaphthene | | 19 | 28 | 21 | 21 | 17 |
| Fluorene | | 56 | 76 | 68 | 55 | 56 |
| Fluoranthene | | 674 | 951 | 753 | 659 | 719 |
| Pyrene | | 677 | 989 | 810 | 625 | 698 |
| Benzo(a)anthracene | | 749 | 1077 | 975 | 696 | 766 |
| Chrysene | | 1070 | 1543 | 1131 | 842 | 882 |
| Benzo(b+k)fluoranthene | | 2129 | 2343 | 3416 | 2617 | 2569 |
| Benzo(e)pyrene | | 1321 | 1663 | 1854 | 1443 | 1464 |
| Benzo(a)pyrene | | 873 | 939 | 1516 | 1136 | 1196 |
| Perylene | | 245 | 342 | 367 | 285 | 281 |
| Benzo(ghi)perylene | | 744 | 642 | 1594 | 1494 | 1523 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | | 558 | 434 | 1380 | 1260 | 1347 |
| Dibenzo(a,h)anthracene | | 105 | 185 | 389 | 345 | 426 |
| Sum | PAH's | 9282 | 11284 | 14366 | 11574 | 12047 |

| PAH innhold, µg/kg tørr vekt | Prøve | Grenland | Grenland | Grenland | Grenland | Grenland |
|---------------------------------|-------|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| | | 11b grab III 0-2 NIVA | 13c grab I 0-2 NIVA | 13c grab II 0-2 NIVA | 13c grab III 0-2 NIVA | 14b 0-2 NIVA |
| Acenaphthylene | | 94 | 84 | 66 | 108 | 113 |
| Acenaphthene | | 17 | 13 | 15 | 19 | 11 |
| Fluorene | | 52 | 39 | 41 | 50 | 38 |
| Fluoranthene | | 642 | 417 | 396 | 473 | 371 |
| Pyrene | | 625 | 377 | 374 | 435 | 358 |
| Benzo(a)anthracene | | 680 | 368 | 372 | 419 | 352 |
| Chrysene | | 785 | 565 | 566 | 628 | 524 |
| Benzo(b+k)fluoranthene | | 2435 | 996 | 1084 | 1166 | 1102 |
| Benzo(e)pyrene | | 1381 | 658 | 663 | 718 | 647 |
| Benzo(a)pyrene | | 1093 | 430 | 447 | 522 | 498 |
| Perylene | | 263 | 135 | 140 | 147 | 161 |
| Benzo(ghi)perylene | | 1390 | 457 | 515 | 523 | 588 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | | 1226 | 358 | 412 | 449 | 513 |
| Dibenzo(a,h)anthracene | | 345 | 124 | 132 | 145 | 149 |
| Sum | PAH's | 11028 | 5021 | 5222 | 5803 | 5425 |

| PAH innhold, µg/kg tørr vekt | Prøve | Grenland | Grenland | Grenland | Grenland | Grenland |
|---------------------------------|-------|------------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | 4c Versvik 0-2 NIVA | 16b 0-2 NIVA | 18b grab I 0-2 NIVA | 18b grab II 0-2 NIVA | 18b grab III 0-2 NIVA |
| Acenaphthylene | | 44 | 22 | 26 | 27 | 23 |
| Acenaphthene | | 11 | 9 | 20 | 13 | 11 |
| Fluorene | | 40 | 26 | 39 | 33 | 32 |
| Fluoranthene | | 477 | 338 | 475 | 500 | 400 |
| Pyrene | | 482 | 290 | 410 | 421 | 344 |
| Benzo(a)anthracene | | 542 | 230 | 316 | 317 | 273 |
| Chrysene | | 695 | 255 | 344 | 348 | 305 |
| Benzo(b+k)fluoranthene | | 2722 | 910 | 1060 | 1015 | 972 |
| Benzo(e)pyrene | | 1167 | 374 | 451 | 455 | 432 |
| Benzo(a)pyrene | | 916 | 393 | 489 | 467 | 424 |
| Perylene | | 174 | 103 | 119 | 120 | 107 |
| Benzo(ghi)perylene | | 1088 | 541 | 621 | 627 | 592 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | | 922 | 579 | 680 | 646 | 662 |
| Dibenzo(a,h)anthracene | | 302 | 136 | 150 | 160 | 155 |
| Sum | PAH's | 9582 | 4206 | 5200 | 5149 | 4734 |

| PAH innhold, µg/kg tørr vekt | Prøve | Grenland, | Grenland, | Croftholmen | Risøy | |
|---------------------------------|--------------|-----------------------|----------------------------|------------------|------------|------------|
| | | 19(a+b+c) 0-2 NIVA | Ringsholm 10-20 NIVA | Ringsholm <10 | 0-2 NIVA | 0-2 NIVA |
| Acenaphthylene | | 20 | 175 | 2 | 4 | 1 |
| Acenaphthene | | 10 | 10 | 2 | 6 | 1 |
| Fluorene | | 29 | 28 | 6 | 12 | 1 |
| Fluoranthene | | 360 | 288 | 58 | 115 | 19 |
| Pyrene | | 302 | 282 | 69 | 105 | 18 |
| Benzo(a)anthracene | | 244 | 327 | 52 | 65 | 12 |
| Chrysene | | 272 | 391 | 60 | 69 | 13 |
| Benzo(b+k)fluoranthene | | 975 | 1259 | 183 | 141 | 45 |
| Benzo(e)pyrene | | 448 | 749 | 88 | 61 | 20 |
| Benzo(a)pyrene | | 406 | 677 | 98 | 87 | 22 |
| Perylene | | 94 | 138 | 21 | 17 | 4 |
| Benzo(ghi)perylene | | 661 | 921 | 102 | 72 | 29 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | | 684 | 781 | 98 | 68 | 26 |
| Dibenzo(a,h)anthracene | | 144 | 240 | 25 | 18 | 5 |
| Sum | PAH's | 4649 | 6265 | 864 | 839 | 214 |

| PAH innhold, µg/kg tørr vekt | Prøve | Bjørkøyboen | Arøybratten | Gunnekleiv |
|---------------------------------|-------|-------------|--------------------|------------|
| | | 0-2 NIVA | N-lykt 0-2 NIVA | I 5 |
| Acenaphthylene | | 1 | 25 | 26 |
| Acenaphthene | | 1 | 10 | 29 |
| Fluorene | | 1 | 18 | 86 |
| Fluoranthene | | 9 | 430 | 868 |
| Pyrene | | 9 | 359 | 768 |
| Benzo(a)anthracene | | 8 | 214 | 531 |
| Chrysene | | 9 | 220 | 710 |
| Benzo(b+k)fluoranthene | | 38 | 428 | 1776 |
| Benzo(e)pyrene | | 18 | 165 | 903 |
| Benzo(a)pyrene | | 16 | 294 | 860 |
| Perylene | | 4 | 62 | 184 |
| Benzo(ghi)perylene | | 25 | 210 | 835 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | | 23 | 220 | 716 |
| Dibenzo(a,h)anthracene | | 4 | 54 | 229 |
| Sum | PAH's | 167 | 2708 | 8522 |

PRØVEBEARBEIDING OG ANALYSESPESIFIKASJONER

Mottak prøver

Tabell 1: Prøver mottatt for analyser.

| Kundens id. | Prøvetype/Materiale | Prøvens beskaffenhet | Vekt (g) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|----------|
| Grenland 5 (a+b+c) 0-2 NIVA | Sediment | Tørket sediment | 11 |
| Grenland 9 (a+c+d) 0-2 NIVA | " | " | 9 |
| Grenland Y9 0-2 NIVA | " | " | 8 |
| Grenland 11b grab I 0-2 NIVA | " | " | 8 |
| Grenland 11b grab II 0-2 NIVA | " | " | 8 |
| Grenland 11b grab III 0-2 NIVA | " | " | 9 |
| Grenland 13c grab I 0-2 NIVA | " | " | 9 |
| Grenland 13c grab II 0-2 NIVA | " | " | 8 |
| Grenland 13c grab III 0-2 NIVA | " | " | 9 |
| Grenland 14b 0-2 NIVA | " | " | 9 |
| Grenland 4c Versvik 0-2 NIVA | " | " | 9 |
| Grenland 16b 0-2 NIVA | " | " | 10 |
| Grenland 18b grab I 0-2 NIVA | " | " | 10 |
| Grenland 18b grab II 0-2 NIVA | " | " | 10 |
| Grenland 18b grab III 0-2 NIVA | " | " | 10 |
| 19(a+b+c) 0-2 NIVA | " | " | 10 |
| Grenland, Ringsholm 10-20 NIVA | " | " | 11 |
| Grenland, Ringsholm <10 | " | " | 11 |
| Croftholmen 0-2 NIVA | " | " | 12 |
| Risøy 0-2 NIVA | " | " | 10 |
| Bjørkøyboen 0-2 NIVA | " | " | 11 |
| Arøybratten N-lykt 0-2 NIVA | " | " | 10 |
| Gunnkleiv I 5 | " | " | 9 |

Prøvebearbeiding og analyser

Metode ID; THC-S og PAH-S.

Den homogeniserte prøven blir tilsatt interne standarder, forsåpet i metanol og kaliumhydroksid og ekstrahert med pentan. Ekstraktet blir oppkonsentrert og rensert på en silikakolonne. Etter oppkonsentrering, blir det skiftet løsemiddel på prøven, og de relevante hydrokarbonene blir separert og kvantifisert. PAH kvantifiseres ved bruk av interne standarder og GC/MSD detektor. THC kvantifiseres ved bruk av eksternt standard kurve og GC/FID detektor.

Analysene gjelder bare for de prøver som er analysert her og som har de påførte prøvenummer som vist i Tabell 1. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den er mottatt av Unilab Analyse AS. Utdrag av rapporten kan ikke gjengis uten tillatelse fra Unilab Analyse AS. En eventuell klage skal leveres Unilab Analyse senest en måned etter mottak av analyseresultat.

Kvalitetskontroll

Kjemikalier:

Alle kjemikalier som er brukt er av p.a. eller kromatografi kvalitet og er ellers i overensstemmelse med spesifikasjoner referert i Anon,1982.

Glassutstyr:

Alt glassutstyr er grundig rengjort før bruk. Nytt glassutstyr er rengjort i henhold til Anon.,1982.

Kvalitetssikringsprøver:

Kontrollprøver er inkludert i opparbeidings- og analyseprogrammet med jevne mellomrom. Dette inkluderer prøver med kjente verdier og kjent relasjon til f.eks et referanse materiale.

Tabell 2: Deteksjonsgrense (LOD) og kvantifiseringsgrense (LOQ) bestemt ved analyse av blindprøver.

| | LOD | LOQ |
|---------------------------------|-------|-------|
| THC (mg/kg) | | |
| PAH komponenter (mg/kg): | | |
| Naftalen | 0,028 | 0,069 |
| C1-Naftalen | 0,062 | 0,159 |
| C2-Naftalen | 0,068 | 0,174 |
| C3-Naftalen | 0,073 | 0,170 |
| Dibenzotiofen | 0,029 | 0,053 |
| C1-Dibenzotiofen | 0,003 | 0,008 |
| C2-Dibenzotiofen | 0,055 | 0,121 |
| C3-Dibenzotiofen | 0,047 | 0,101 |
| Fentantren | 0,129 | 0,333 |
| Antracen | 0,011 | 0,024 |
| C1-Fentantren/Antracen | 0,030 | 0,063 |
| C2-Fentantren/Antracen | 0,051 | 0,117 |
| C3-Fentantren/Antracen | 0,047 | 0,107 |
| Acenaftylen | 0,000 | 0,000 |
| Acentaften | 0,010 | 0,021 |
| Fluoren | 0,006 | 0,012 |
| Fluoranten | 0,019 | 0,041 |
| Pyren | 0,017 | 0,042 |
| Benzo(a)antracen | 0,008 | 0,020 |
| Krysen | 0,010 | 0,025 |
| Benzo(e)pyren | 0,020 | 0,048 |
| Benzo(a)pyren | 0,007 | 0,018 |
| Benzo(b)fluoranten | 0,021 | 0,048 |
| Benzo(k)fluoranten | 0,004 | 0,007 |
| Benzo(ghi)perylene | 0,008 | 0,020 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | 0,008 | 0,020 |
| Dibenzo(a,h)antracen | 0,002 | 0,005 |
| LOD = gjennomsnitt + 3 x SD | | |
| LOQ = gjennomsnitt + 10 x SD | | |

Måleusikkerhet:

Metodens måleusikkerhet for PAH er gitt i Tabell 1:

Tabell 1: Resultater fra GC/MS analyse av sertifisert referansemateriale.

| | Sertifiserte verdier (µg/kg) | Bestemt (µg/kg) | Nøyaktighet % | Presisjon % |
|------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------|----------------|
| Naphthalene | 1010 ± 140 | 626 ± 51 | 62 | 92 |
| Phenanthrene | 489 ± 23 | 418 ± 27 | 85 | 93 |
| Anthracene | 184 ± 14 | 190 ± 16 | 103 | 92 |
| Fluorene | 97.3 ± 8.6 | 76 ± 14 | 78 | 82 |
| Fluoranthene | 981 ± 78 | 929 ± 65 | 95 | 93 |
| Pyrene | 811 ± 24 | 776 ± 37 | 96 | 95 |
| Benzo(a)anthracene | 427 ± 25 | 431 ± 23 | 101 | 95 |
| Chrysene | 380 ± 24 | 657 ± 49 | 173 | 93 |
| Benzo(e)pyrene | 553 ± 59 | 603 ± 41 | 109 | 93 |
| Benzo(a)pyrene | 628 ± 52 | 646 ± 134 | 103 | 79 |
| Benzo(b+k)fluoranthene | 1001* | 1097 ± 257 | 117 | 77 |
| Benzo(ghi)perylene | 525 ± 67 | 528 ± 41 | 101 | 92 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | 501 ± 72 | 470 ± 62 | 94 | 87 |

* Ikke sertifisert verdi.

Metodens måleusikkerhet for THC er gitt ved:

| Verdier | Stdev |
|-----------------------------------|-------|
| Ikke aktuelt for denne prøvingen. | |

Nøyaktighet og reproduserbarhet:

Reelle sedimentprøver blir opparbeidet for reproduserbarhet av metoden på dette sedimentet. Likeledes blir gjennvinning av THC kontrollert ved hjelp av spikede prøve.

| Prøve ID | Verdier | Stdev |
|-----------------------------------|---------|-------|
| Ikke aktuelt for denne prøvingen. | | |

N = antall prøver

Instrumentets stabilitet og respons ble sjekket daglig og minst etter hver 20. prøve ved analyse av kontroll-løsninger med kjente mengder. Under hele opparbeidingsperioden ble blindprøver opparbeidet og analysert for kontroll av eventuell kontaminering.

Anon., 1982. Manual and Guides No.11. The determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO.

Dato for opparbeiding og analyse av prøvene.

| Kundens id. | Dato opparbeiding | Dato analyse |
|--------------------------------------|---------------------|--------------|
| Grenland 5 (a+b+c) 0-2 NIVA | 01.07.98 - 03.07.98 | 18.08.98 |
| Grenland 9 (a+c+d) 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland Y9 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 11b grab I 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 11b grab II 0-2 NIVA | " | 10.07.98 |
| Grenland 11b grab III 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 13c grab I 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 13c grab II 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 13c grab III 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 14b 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 4c Versvik 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 16b 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 18b grab I 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 18b grab II 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland 18b grab III 0-2 NIVA | " | " |
| 19(a+b+c) 0-2 NIVA | " | " |
| Grenland, Ringsholm 10-20 NIVA | " | " |
| Grenland, Ringsholm <10 | " | " |
| Croftholmen 0-2 NIVA | " | " |
| Risøy 0-2 NIVA | " | " |
| Bjørkøyboen 0-2 NIVA | " | " |
| Arøybratten N-lykt 0-2 NIVA | " | " |
| Gunnekleiv I 5 | " | " |

Tromsø, 01.09.98

Rapport nr.: UA prosj.nr. 267.2-0

Kunde: NIVA Sørlandet v/Kristoffer Næs

Adresse: Televeien 1

Postnr./sted: 4890 Grimstad

Tlf.og fax.nr: 37 29 50 67/37 04 45 15

ANALYSERAPPORT

For kunden:

Oppdragsnummer: _____

Prosjektnavn: Grenlandsfjorden

Saksbehandler: _____

Kontaktperson: _____

Kode/kundens id.: _____

For Unilab Analyse AS:

Oppdragsnr. (vår ref.): ua 267.2

Dato mottak: 29.04.98

Antall prøver: 23

Analyseparameter(e) Klororganiske forbindelser

Analysemetode(r), ID: Metode ID; OC-s.

Kontaktperson: Kjersti Lie Gabrielsen

Analyseansvarlig: Anita Røttersen (sign.)

Underskriftsberettiget: Kjersti Lie Gabrielsen (sign.)

RESULTATER

Organoklorid innhold i sedimentprøver (ng/g tørr vekt).

| Organoklorid- innhold (ng/g) | Prøve | Grenland 5 (a+b+c) 0-2 NIVA | Grenland 9 (a+c+d) 0-2 NIVA | Grenland Y9 0-2 NIVA | Grenland 11b grab 1 0-2 NIVA | Grenland 11b grab II 0-2 NIVA | Grenland 11b grab III 0-2 NIVA |
|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 5-CB | | 29.3 | 35.5 | 17.7 | 14.2 | 17.0 | 24.0 |
| HCB | | 124 | 188 | 93.2 | 73.6 | 86.4 | 128 |
| a-HCH | | 1.14 | 0.76 | 0.30 | 0.14 | 0.24 | 0.26 |
| g-HCH | | 0.52 | 0.66 | 0.19 | 0.14 | 0.19 | 0.20 |
| PCB 31 | | 5.98 | 5.44 | 7.64 | 4.24 | 5.39 | 6.58 |
| PCB 28 | | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| PCB 52 | | 2.96 | 3.17 | 1.24 | 1.04 | 0.83 | 1.45 |
| OCS | | 32.0 | 43.6 | 36.3 | 21.0 | 25.1 | 35.3 |
| PCB 101 | | 5.51 | 4.11 | 4.25 | 2.23 | 2.98 | 3.82 |
| 4,4'-DDE | | 2.00 | 1.48 | 3.12 | 1.39 | 1.73 | 2.24 |
| PCB 118 | | 2.86 | 2.86 | 2.88 | 1.81 | 2.13 | 3.08 |
| PCB 153 | | 3.00 | 2.26 | 3.26 | 2.59 | 3.08 | 3.77 |
| 4,4'-DDD | | 6.17 | 5.10 | 6.41 | 7.30 | 9.64 | 10.8 |
| PCB 105 | | 1.20 | 1.17 | 1.49 | 1.20 | 1.45 | 2.40 |
| 4,4'-DDT | | 9.77 | 9.06 | 12.7 | 10.1 | 15.3 | 15.7 |
| PCB 138 | | 2.83 | 3.07 | 5.30 | 3.34 | 4.92 | 7.07 |
| PCB 156 | | 2.35 | 3.15 | 2.56 | 2.48 | 1.81 | 2.32 |
| PCB 180 | | 5.28 | 3.24 | 6.46 | 4.18 | 4.85 | 6.67 |
| PCB 209 | | 119 | 141 | 181 | 146 | 190 | 244 |
| Sum | OC's | 356 | 454 | 386 | 297 | 373 | 497 |

n.d. Signal ikke detektert.

| Organoklorid- innhold (ng/g) | Prøve | Grenland 13c grab I 0-2 NIVA | Grenland 13c grab II 0-2 NIVA | Grenland 13c grab III 0-2 NIVA | Grenland 14b 0-2 NIVA | Grenland 4c Versvik 0-2 NIVA | Grenland 16b 0-2 NIVA |
|---|--------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 5-CB | | 23.0 | 22.9 | 20.2 | 20.6 | 18.3 | 6.26 |
| HCB | | 158 | 141 | 143 | 72.0 | 130 | 23.5 |
| a-HCH | | 0.27 | 0.28 | 0.29 | 0.17 | 0.34 | 0.06 |
| g-HCH | | 0.31 | 0.20 | 0.11 | 0.19 | 0.21 | 0.10 |
| PCB 31 | | 4.31 | 3.47 | 4.25 | 3.39 | 7.06 | 0.81 |
| PCB 28 | | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 1.91 |
| PCB 52 | | 1.41 | 1.36 | 1.91 | 1.36 | 1.46 | 0.95 |
| OCS | | 30.9 | 26.4 | 34.0 | 25.1 | 21.0 | 6.51 |
| PCB 101 | | 3.53 | 2.47 | 4.27 | 2.31 | 4.66 | 1.05 |
| 4,4'-DDE | | 1.97 | 1.57 | 1.76 | 1.36 | 2.44 | 1.13 |
| PCB 118 | | 2.97 | 2.71 | 3.30 | 2.05 | 3.04 | 0.59 |
| PCB 153 | | 3.53 | 2.55 | 2.91 | 2.35 | 3.72 | 1.87 |
| 4,4'-DDD | | 3.29 | 2.94 | 3.26 | 2.72 | 6.15 | 2.04 |
| PCB 105 | | 1.55 | 1.07 | 1.19 | 1.08 | 1.67 | 0.64 |
| 4,4'-DDT | | 9.30 | 7.30 | 9.52 | 8.07 | 13.0 | 4.43 |
| PCB 138 | | 5.25 | 3.92 | 4.33 | 3.77 | 3.55 | 2.31 |
| PCB 156 | | 2.24 | 1.69 | 3.39 | 1.43 | 2.23 | 0.91 |
| PCB 180 | | 3.10 | 2.93 | 4.78 | 3.28 | 6.07 | 2.15 |
| PCB 209 | | 120 | 108 | 123 | 120 | 178 | 56.1 |
| Sum | OC's | 375 | 332 | 366 | 271 | 402 | 113 |

n.d. Signal ikke detektert.

| Organoklorid- innhold (ng/g) | Prøve | Grenland 18b grab I 0-2 NIVA | Grenland 18b grab II 0-2 NIVA | Grenland 18b grab III 0-2 NIVA | 19(a+b+c) 0-2 NIVA | Grenland, Ringsholm 10-20 NIVA | Grenland, Ringsholm <10 |
|---------------------------------|-------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 5-CB | | 6.43 | 5.44 | 6.22 | 5.16 | 13.2 | 2.10 |
| HCB | | 29.1 | 26.2 | 28.3 | 19.4 | 92.1 | 11.5 |
| a-HCH | | 0.09 | 0.10 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.04 |
| g-HCH | | 0.08 | 0.13 | 0.18 | 0.16 | 0.20 | 0.04 |
| PCB 31 | | 1.12 | 0.94 | 0.90 | 1.14 | 4.29 | 0.74 |
| PCB 28 | | 2.70 | 23.7 | 5.21 | 0.84 | n.d. | n.d. |
| PCB 52 | | 1.41 | 1.29 | 1.38 | 2.07 | 1.29 | 1.35 |
| OCS | | 6.74 | 6.67 | 6.56 | 4.09 | 20.1 | 2.68 |
| PCB 101 | | 1.47 | 1.41 | 1.60 | 1.60 | 2.71 | 0.57 |
| 4,4'-DDE | | 1.38 | 1.32 | 1.26 | 1.41 | 1.25 | 0.23 |
| PCB 118 | | 1.48 | 1.44 | 1.91 | 1.71 | 2.52 | 0.28 |
| PCB 153 | | 2.29 | 2.48 | 2.46 | 3.65 | 3.29 | 0.67 |
| 4,4'-DDD | | 3.11 | 3.10 | 3.86 | 4.11 | 8.44 | 0.47 |
| PCB 105 | | 0.85 | 0.92 | 1.23 | 0.97 | 1.27 | 0.25 |
| 4,4'-DDT | | 5.50 | 5.34 | 5.33 | 6.54 | 11.7 | 1.87 |
| PCB 138 | | 3.04 | 3.49 | 3.69 | 3.74 | 4.65 | 0.74 |
| PCB 156 | | 1.05 | 0.99 | 1.51 | 1.70 | 2.75 | 0.48 |
| PCB 180 | | 2.41 | 2.31 | 3.15 | 1.94 | 4.79 | 1.01 |
| PCB 209 | | 66.4 | 65.4 | 66.9 | 73.1 | 164 | 22.4 |
| Sum | OC's | 137 | 153 | 142 | 133 | 339 | 47.4 |

n.d. Signal ikke detektert.

| Organoklorid- innhold (ng/g) | Prøve | Croftolmen 0-2 NIVA | Risøy 0-2 NIVA | Bjørkøyboen 0-2 NIVA | Arøybratten, N-lykt 0-2 NIVA |
|---|--------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|
| 5-CB | | 0.14 | 0.34 | 0.14 | 0.29 |
| HCB | | 0.95 | 1.70 | 0.69 | 1.59 |
| a-HCH | | n.d. | n.d. | n.d. | 0.01 |
| g-HCH | | 0.03 | 0.02 | n.d. | 0.02 |
| PCB 31 | | 0.06 | 0.11 | 0.05 | 0.12 |
| PCB 28 | | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 0.12 |
| PCB 52 | | 1.71 | 1.67 | 1.37 | 1.23 |
| OCS | | 0.09 | 0.16 | 0.06 | 0.19 |
| PCB 101 | | 0.07 | 0.35 | 0.12 | 0.31 |
| 4,4'-DDE | | 0.08 | 0.11 | 0.09 | 0.10 |
| PCB 118 | | 0.21 | 0.41 | 0.11 | 0.29 |
| PCB 153 | | 0.24 | 0.65 | 0.34 | 1.69 |
| 4,4'-DDD | | 0.19 | 0.21 | 0.17 | 0.13 |
| PCB 105 | | 0.07 | 0.28 | 0.08 | 0.14 |
| 4,4'-DDT | | 0.37 | 0.38 | 0.20 | 0.35 |
| PCB 138 | | 0.16 | 0.46 | 0.19 | 0.44 |
| PCB 156 | | 0.65 | 0.10 | 0.03 | 0.10 |
| PCB 180 | | 0.12 | 0.46 | 0.11 | 0.21 |
| PCB 209 | | 2.80 | 4.76 | 2.75 | 6.67 |
| Sum | OC's | 7.97 | 12.2 | 6.52 | 14.0 |

n.d. Signal ikke detektert.

PRØVEBEARBEIDING OG ANALYSESPESIFIKASJONER

Mottak prøver

Tabell 1: Prøver mottatt for analyser.

| Kundens id. | Prøvetype/Materiale | Prøvens beskaffenhet | Vekt (g) |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------|----------|
| Grenland 5 (a+b+c) 0-2 NIVA | Sediment | Frysetørket | 5,28 |
| Grenland 9 (a+c+d) 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,82 |
| Grenland Y9 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,16 |
| Grenland 11b grab I 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,64 |
| Grenland 11b grab II 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 4,84 |
| Grenland 11b grab III 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 4,93 |
| Grenland 13c grab I 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 6,00 |
| Grenland 13c grab II 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 3,89 |
| Grenland 13c grab III 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 4,85 |
| Grenland 14b 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,53 |
| Grenland 4c Versvik 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 6,32 |
| Grenland 16b 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,24 |
| Grenland 18b grab I 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,39 |
| Grenland 18b grab II 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,28 |
| Grenland 18b grab III 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,69 |
| 19(a+b+c) 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,47 |
| Grenland, Ringsholm 10-20 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,60 |
| Grenland, Ringsholm <10 | -- " -- | -- " -- | 6,44 |
| Croftholmen 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 4,97 |
| Risøy 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,31 |
| Bjørkøyboen 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 6,76 |
| Arøybratten N-lykt 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- | 5,80 |
| | | | |

Prøvebearbeiding og analyser

Metode ID; OC-S.

En frysetørret prøve blir tilsatt internstandard (PCB 53) og ekstrahert to ganger med sykloheksan/acetone blanding (pesticid kvalitet) ved hjelp av ultralydkanon. Det kombinerte ekstraktet sentrifuges og vaskes med NaCl før det oppkonsentreres og renses på en Envirogel GPC Cleanup kolonne. Etter oppkonsentrering foretas det et løsemiddelskift. Prøven vaskes med konsentrert svovelsyre før den blir analysert ved bruk av GC/ECD.

De forskjellige organokloridene blir identifisert ut fra retensjonstidene på en HP-5 kolonne. Intern standard benyttes til kvantifisering av de forskjellige organokloridene.

Analysene gjelder bare for de prøver som er analysert her og som har de påførte prøvenummer som vist i Tabell 1. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den er mottatt av Unilab Analyse AS. Utdrag av rapporten kan ikke gjengis uten tillatelse fra Unilab Analyse AS. En eventuell klage skal leveres Unilab Analyse senest en måned etter mottak av analyseresultat.

Kvalitetskontroll

Kjemikalier:

Alle kjemikalier som er brukt er av pesticid, p.a. eller kromatografi kvalitet og er ellers i overens-stemmelse med spesifikasjoner referert i Anon,1982.

Glassutstyr:

Alt glassutstyr er grundig rengjort og brent før bruk. Nytt glassutstyr er rengjort i henhold til Anon.,1982.

Kvalitetssikring:

Den overordnede kvalitetskontrollen ivaretas ved jevnlig opparbeiding av kontrollprøver, blindprøver og sertifisert referansemateriale.

Kontrollrutinene ved kalibrering av GC/ECD ivaretas ved analyse av et sett løsninger som inneholder kjente mengder klororganiske forbindelser. For å avgjøre om kalibreringen med RF-løsningene er gyldig benyttes en kalibrerings-verifikasjons standard (NIST-løsning).

Den daglige instrumentkontroll ved analyser ivaretas ved rutinemessig kjøring av sjekkløsninger.

Nøyaktighet og presisjon:

Metodens nøyaktighet for klororganiske forbindelser er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Resultater fra GC/ECD analyse av et marint sertifisert referansemateriale (SRM 1941a)*.

| | Sertifiserte verdier (ng/g) | Bestemt (ng/g) |
|----------|-----------------------------|----------------|
| PCB 28 | 9,8 | 7,2 ± 0,2 |
| PCB 31 | 6,2 | 6,5 ± 0,4 |
| PCB 52 | 6,89 ± 0,56 | 7,44 ± 0,22 |
| PCB 101 | 11,0 ± 1,6 | 12 |
| PCB 105 | 3,65 ± 0,27 | 4,42 ± 0,18 |
| PCB 118 | 10,0 ± 1,1 | 9,1 ± 0,0 |
| PCB 138 | 13,38 ± 0,97 | 11,88 ± 0,44 |
| PCB 153 | 17,6 ± 1,9 | 11,6 ± 0,1 |
| PCB 156 | 0,93 ± 0,14 | 2,63 ± 0,40 |
| PCB 180 | 5,83 ± 0,58 | 9,52 ± 0,44 |
| PCB 209 | 8,34 ± 0,49 | 8,55 ± 0,93 |
| HCB | 70 ± 25 | 56 ± 2 |
| 4,4'-DDE | 6,59 ± 0,56 | 8,73 |
| 4,4'-DDD | 5,06 ± 0,58 | 6,10 |
| 4,4'-DDT | 1,25 | 2,99 ± 0,23 |

*) Sertifiserte verdier i uthevet skrift; resterende verdier er ikke sertifiserte konsentrasjoner.

Presisjonen er gitt ved grad av overensstemmelse mellom enkeltresultater.

Reproduserbarhet:

Sjekkes ved jevnlig opparbeiding og analyse av kontrollprøver og plotting av resultater på kontrollkort.

Dato for opparbeiding og analyse av prøvene.

| Kundens id. | Dato opparbeiding | Dato analyse |
|-----------------------------------|-------------------|--------------|
| Grenland (a+b+c) 0-2 NIVA | 04.08.98 | 23.08.98 |
| Grenland 9 (a+c+d) 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland Y9 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 11b grab I 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 11b grab II 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 11b grab III 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 13c grab I 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 13c grab II 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 13c grab III 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 14b 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 4c Versvik 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 16b 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 18b grab I 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 18b grab II 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland 18b grab III 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| 19(a+b+c) 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland, Ringsholm 10-20 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Grenland, Ringsholm <10 | -- " -- | -- " -- |
| Croftholmen 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Risøy 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Bjørkøyboen 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |
| Arøybratten N-lykt 0-2 NIVA | -- " -- | -- " -- |

Kristoffer Næs
NIVA Sør

Tromsø, 19. januar 1999

Vedrørende analyseusikkerhet

Vedlagt følger en oversikt over måleusikkerhet for PAH og PCB.

PAH

Måleusikkerhet for PAH er gitt i Tabell 3 i vedlegg, som er en rettelse av side 16 og skal erstatte denne siden i tidligere sendt analyserapport. Et snitt av 20 analyser av sertifisert materiale er presentert med snitt og standard avvik. Laboratoriets nøyaktighet og presisjon er presentert i prosent av de sertifiserte verdiene.


Generelt for PAH forbindelsene er måleusikkerheten på $< 10\%$ i forhold til sertifisert verdi. For enkelte forbindelser er det en måleusikkerhet $\pm 10-20\%$.

For naftalen og chrysen er de største unøyaktighetene funnet: Innholdet av naftalen i sertifisert materiale er observert å synke med lagringstiden fra nyåpnet prøvemateriale til lagret materiale (lagret og oppbevart etter forskriftene og innenfor sertifisert lagringstid) til en noe lavere, men stabil verdi. Naftalen har av den grunn en relativt stor unøyaktighet, men høy presisjon. Dette er forhold som er tatt opp med sertifiseringsorganet (Norsk Akkreditering ved oppfølgelsesbesøk) og vi er i videre diskusjon med forhandler av det sertifiserte materialet om denne observasjon. For chrysen skyldes den store unøyaktigheten koelivering og delvis overlapp med trifenylen. Dette er ikke dokumentert og vi velger, inntil dokumentasjon foreligger, å la denne unøyaktigheten stå med denne merknaden.

PCB

Presisjon og nøyaktighet PCB forbindelsene er slik som beskrevet av de bestemte verdiene for sertifisert materiale i Tabell 2 i analyserapport for PCB resultatene. Vi minner om at den oppgitte verdien for DDT er ikke sertifisert.

Med vennlig hilsen
Unilab Analyse AS


Evy Jørgensen

Direkte linje 777 50358
E-mail; Evy.Jørgensen@akvaplan.niva.no

Vedlegg E. Stasjonsplassering

| Stasjon | Område | Vanddyp m | Posisjoner | |
|--------------|-------------------|--------------|------------|-----------|
| | | | N | E |
| I5 | Gunnekleivfjorden | 6 | | |
| 5a | Frierfjorden | 20 | 59*06,609 | 09*37,993 |
| 5b | Frierfjorden | 18 | 59*06,285 | 09*38,642 |
| 5c | Frierfjorden | 21 | 59*05,767 | 09*38,589 |
| 9a | Frierfjorden | 60 | 59*07,240 | 09*35,987 |
| 9b | Frierfjorden | 47 | 59*06,960 | 09*36,819 |
| 9c | Frierfjorden | 46 | 59*06,657 | 09*37,189 |
| 9d | Frierfjorden | 61 | 59*06,196 | 09*37,959 |
| 11a | Frierfjorden | 53 | 59*04,388 | 09*38,715 |
| 11b | Frierfjorden | 43 | 59*03,813 | 09*39,086 |
| 11c | Frierfjorden | 38 | 59*03,249 | 09*40,090 |
| 13c | Frierfjorden | 93 | 59*06,002 | 09*37,645 |
| 14b | Frierfjorden | 93 | 59*04,898 | 09*38,562 |
| 4c-Versvik | Frierfjorden | 8,5 | 59*06,300 | 09*38,857 |
| Ringsholmene | Frierfjorden | 14 | 59*05,294 | 09*37,427 |
| Ringsholmene | Frierfjorden | 6 | 59*05,266 | 09*37,427 |
| 16b | Eidanger | 96 | 59*04,748 | 09*42,616 |
| 18b | Brevikfjorden | 106 | 59*02,296 | 09*43,668 |
| 19a | Brevikfjorden | 42 | 59*02,690 | 09*45,272 |
| 19b | Brevikfjorden | 45 | 59*02,251 | 09*45,010 |
| 19c | Brevikfjorden | 45 | 59*02,237 | 09*47,248 |
| Croftolmen | Brevikfjorden | 8 | 59*02,643 | 09*42,777 |
| Risøy | Brevikfjorden | 9 | 59*01,516 | 09*45,115 |
| Bjørkøyboen | Brevikfjorden | 9 | 59*02,406 | 09*43,907 |
| Arøy | Brevikfjorden | 14 | 59*00,087 | 09*47,767 |