



Statlig program for  
forurensningsovervåking

## Rapport 765/99

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

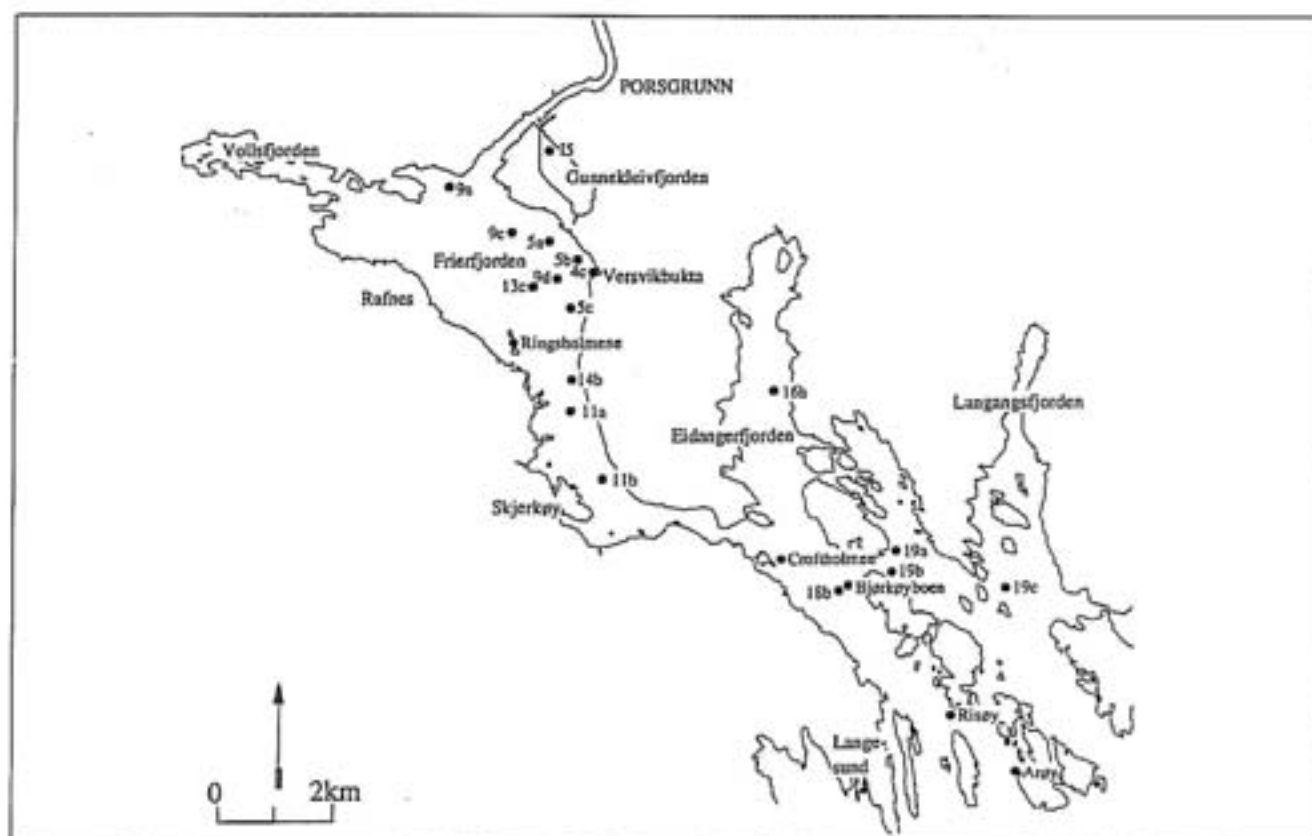
Utførende institusjoner

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**

Teløveien 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  
5006 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.	Løpnr. (for bestilling) 4066-99	Dato 28.06.99
	Prosjektnr. Undemr. 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
--	-------------------

<p><b>Sammenheng</b></p> <p>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 tidligere antatte hovedkilden.</p> <p>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.</p>
--

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



Bjørn Braaten  
Forsknings sjef

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 eutrofielaterte 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 bøtunnfauna  
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 polyklorete dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner (PCDF/PCDD), non-orto PCB og polyklorete 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

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Formål	9
<b>2. Materiale og metoder</b>	<b>10</b>
2.1 Innsamling av prøver	10
2.2 Analyse	11
<b>3. Resultater og diskusjon</b>	<b>13</b>
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 polyklorete dibenzofuraner (PCDF), polyklorete dibenzo-p-dioksiner (PCDD) og non-orto PCB	16
3.1.5 Innhold av andre klorete 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
<b>4. Referanser</b>	<b>36</b>
<b>5. Vedlegg</b>	<b>38</b>
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 Tillempad 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 gruntvannsedimenter 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), dekalorobifenyl (DCB), klorerte pestisider (DDT, lindan) polisykliske 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 forurensset. Alle stasjonene må generelt karakteriseres som sterkt til meget sterkt forurensset 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 dypereliggende 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 forurensset av heksaklorbenzen, bortsett fra stasjoner på relativt grunt vann i Brevik-/Langangsfjorden. Her svarte konsentrasjonene til moderat forurensset sediment.

Påvirkningen med  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> var betydelig mindre enn for de andre klorerte forbindelsene, det vil si. Sedimentene var ubetydelig til moderat forurensset av disse forbindelsene. Det var ingen samvariasjon mellom fordelingen av  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> 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,  $\Sigma$ DDT and PAH. Based on the concentrations of  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> 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), dekaklorbifenyl (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 <sub>PCDF/D</sub> g/år	PAH kg/år
1975	>5000		?	-
1976	≈1500		?	≈3000
1977-86	≈400-600		≈300-500	≈1500-10000 <sup>1)</sup>
1986-89	≈400-600	≈32	≈300-500	≈500-2500
1990	≈250 <sup>2)</sup>	-	≈200 <sup>2)</sup>	≈350
1991	≈6 <sup>3)</sup>	≈0,9 <sup>3)</sup>	≈8 <sup>3)</sup>	≈250
1992	≈2,5 <sup>3)</sup>	≈0,4 <sup>3)</sup>	≈1,6 <sup>3)</sup>	≈50
1993	≈3,9 <sup>3)</sup>	≈0,6 <sup>3)</sup>	≈1,15 <sup>3)</sup>	≈34 <sup>4)</sup>
1994	≈6,1 <sup>3)</sup>	≈0,8 <sup>3)</sup>	≈2,6 <sup>3)</sup>	≈70 <sup>4)</sup>
1995	≈3,2 <sup>3)</sup>	≈0,3 <sup>3)</sup>	≈1,6 <sup>3)</sup>	≈44 <sup>4)</sup>
1996	≈3,0 <sup>3)</sup>	≈0,5 <sup>3)</sup>	≈2,3 <sup>3)</sup>	≈0,5 <sup>5)</sup>
1997	≈1,9 <sup>3)</sup>	≈0,25 <sup>3)</sup>	≈1,16 <sup>3)</sup>	≈1,5 <sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Sterkt varierende og usikre tall.

<sup>2)</sup> 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.

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

<sup>4)</sup> 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).

<sup>5)</sup> 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.

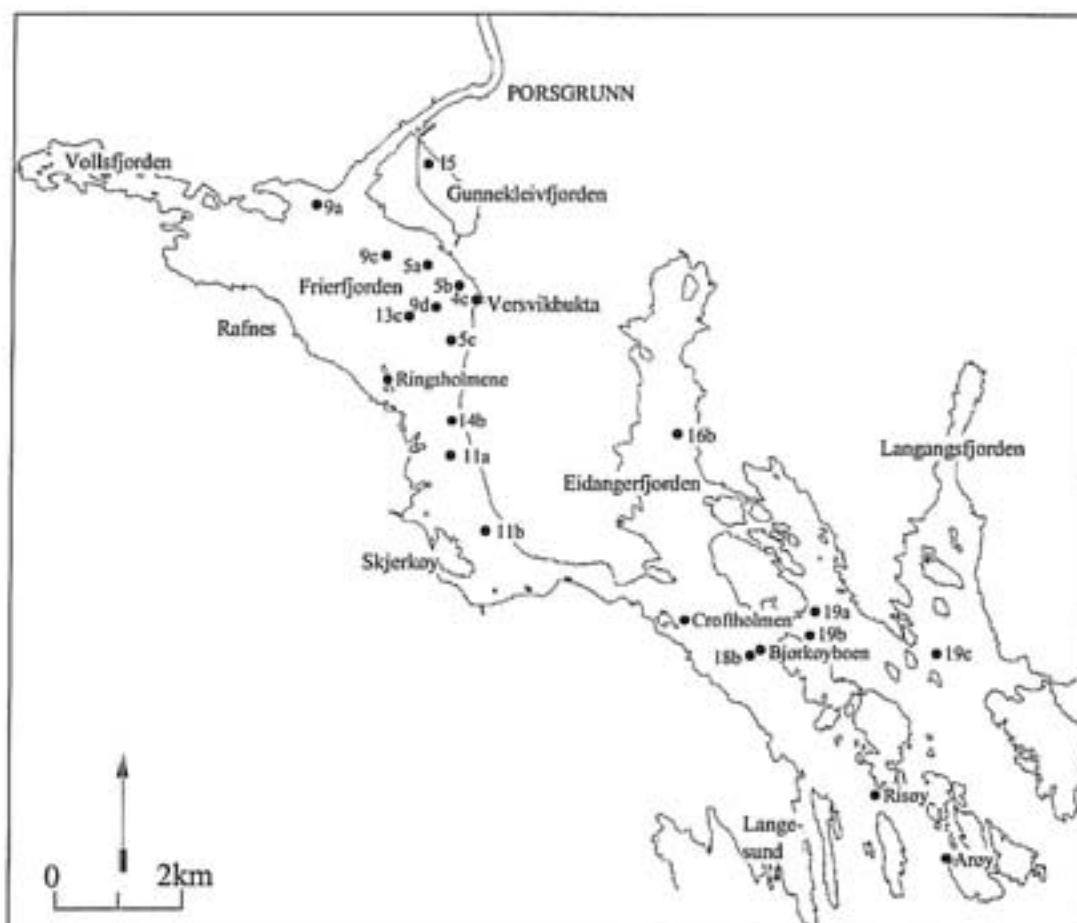
I 1989, da hovedformålet med undersøkelsene var å beregne mengder lagret i sedimentene, ble prøver tatt over en viss geografisk utstrekning slått sammen til en blandprøve representativ for det aktuelle området. Tilsvarende ble gjort for tre områder i 1997 (stasjon 5, 9,19), Tabell 2. Prøvene fra de andre 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	Gunnekleivfjorden	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 bifenyler (PCB), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), pentaklorbenzen (SCB), 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 Tillämpad 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	Vanddyp 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 <sub>2</sub> S-lukt.
11b	44	I, II, III: Som 11a.
16b	95	Mudderaktig leire.
Croftholmen	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 <sub>2</sub> S-lukt.

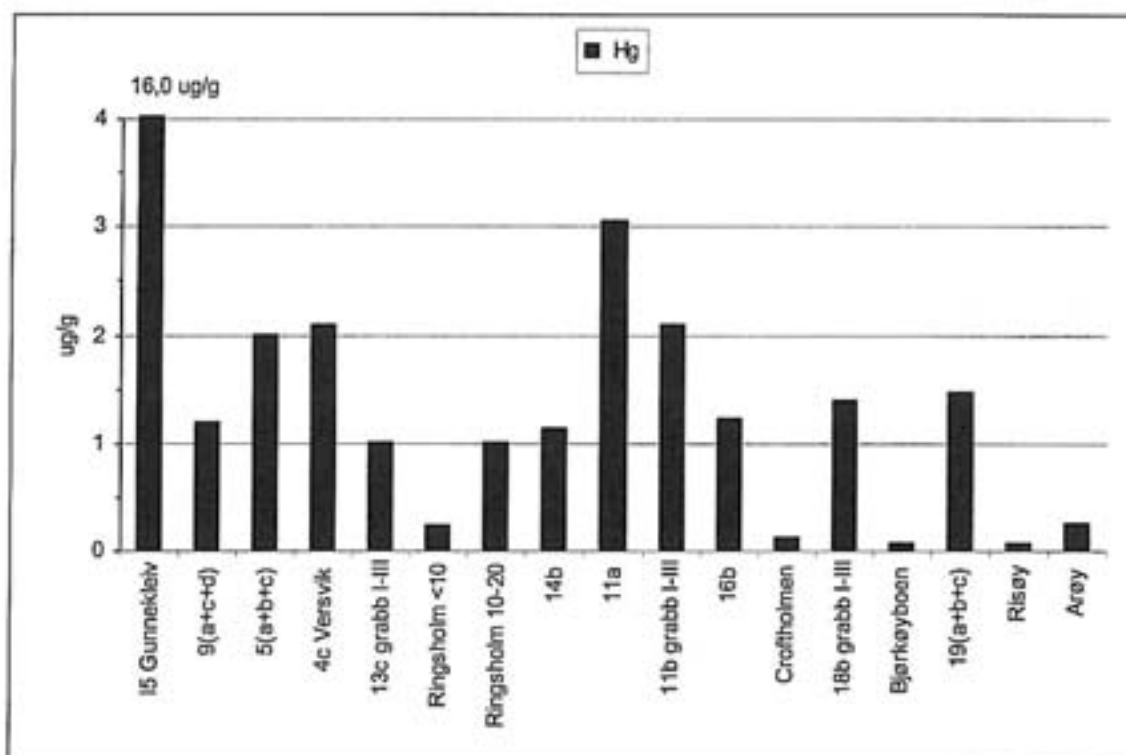
Bortsett fra de grunne stasjonene, hadde sedimentene et høyt innhold av finstoff (>90 %), (tabell 4). På de dype stasjonene var innholdet av organisk karbon generelt 3-5 %, men med en verdi på 7,6 % på stasjonen i Gunnekleivfjorden. I henhold til SFTs klassifiseringssystem (Molvær og medarb. 1997) tilsvarer TOC-innholdet i sedimentene tilstandsklasse mindre god til meget dårlig. På de grunne stasjonene ved Croftholmen, 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.

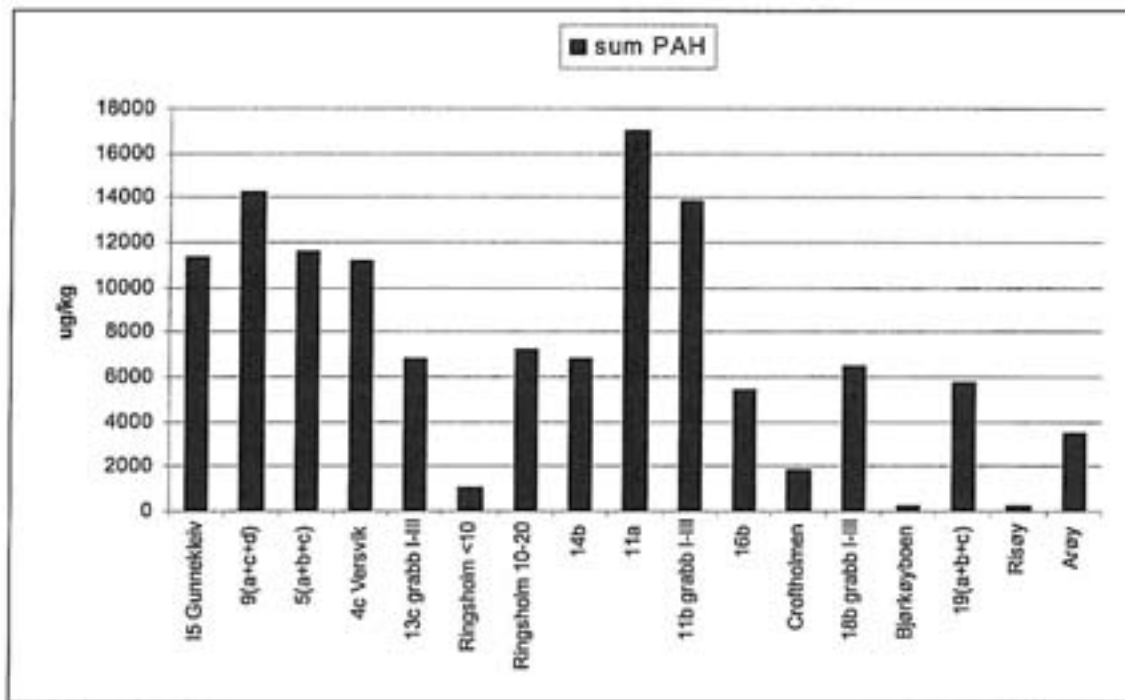


**Figur 2.** Innhold av kvikksølv (Hg, µg/g tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 0,15 µg/g.

### 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).





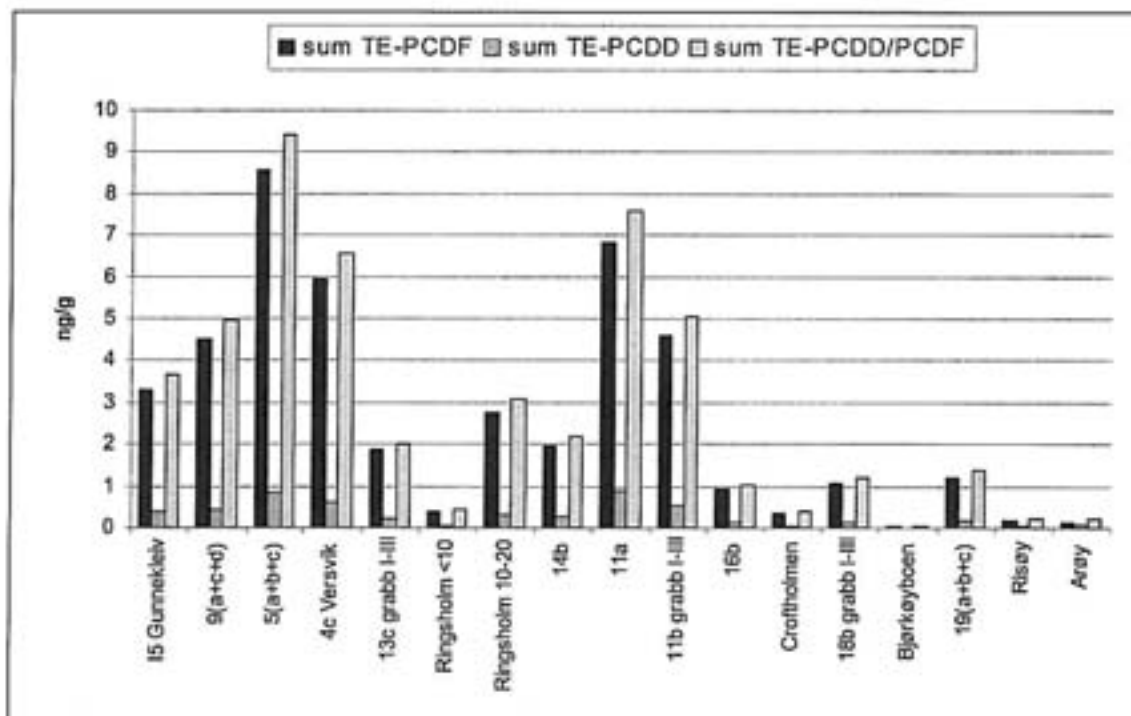
**Figur 3.** Innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, µg/kg tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 300 µg/kg.

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.

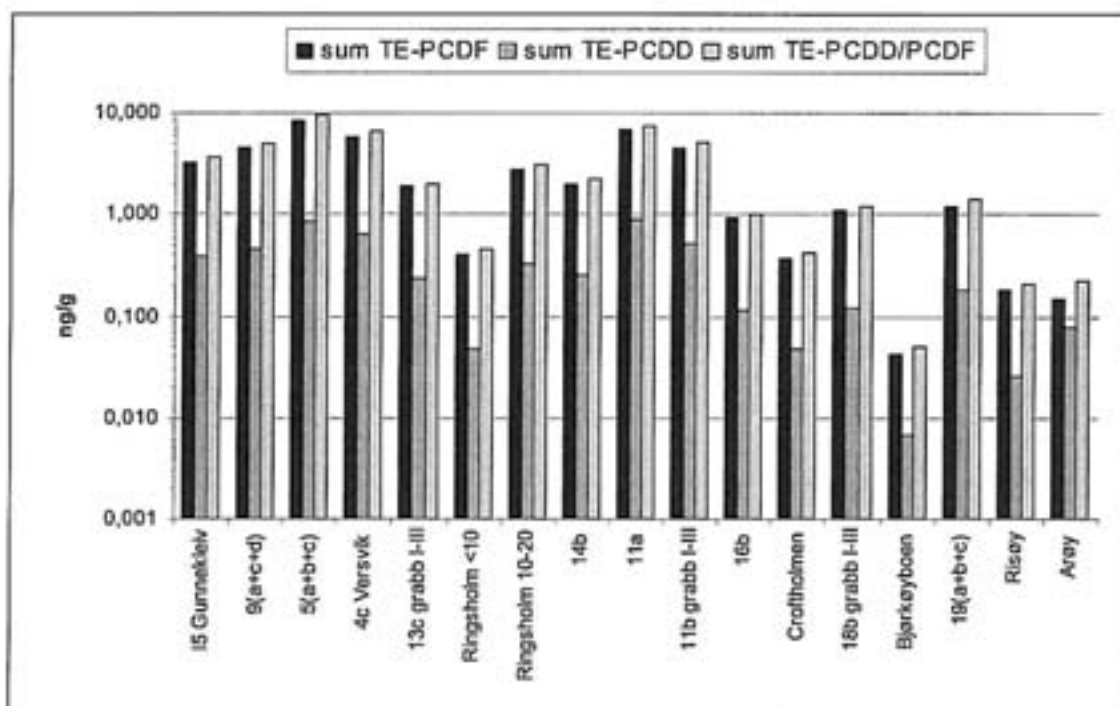
### 3.1.4 Innhold av polyklorerte dibenzofuraner (PCDF), polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) og non-orto PCB

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:

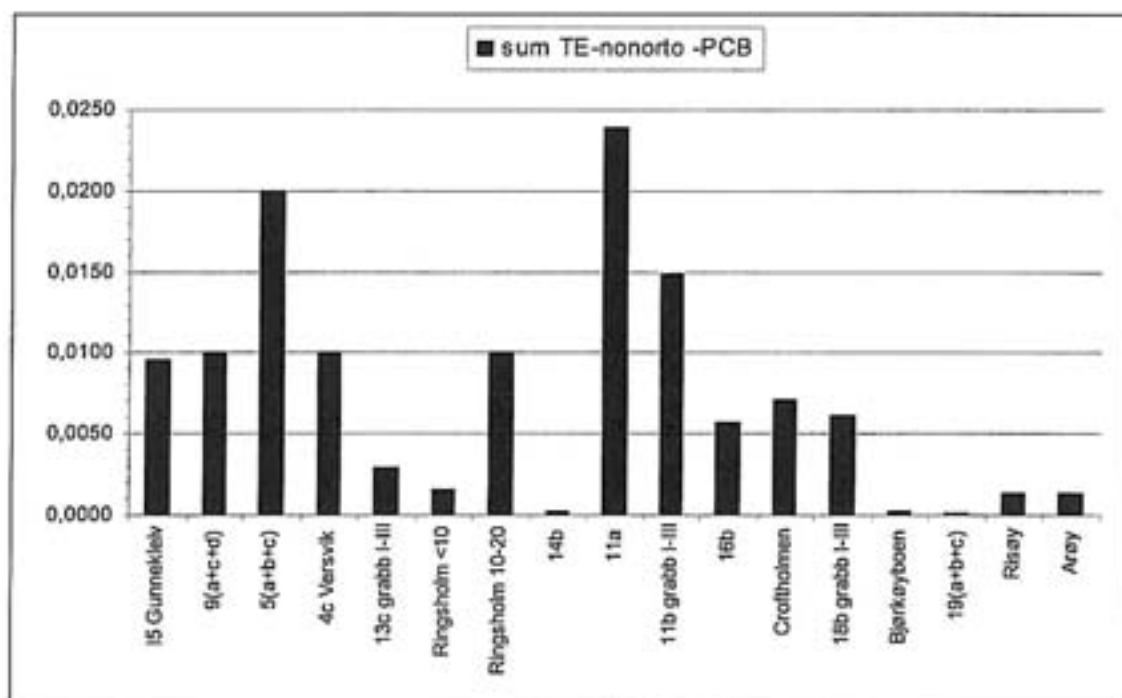


B:



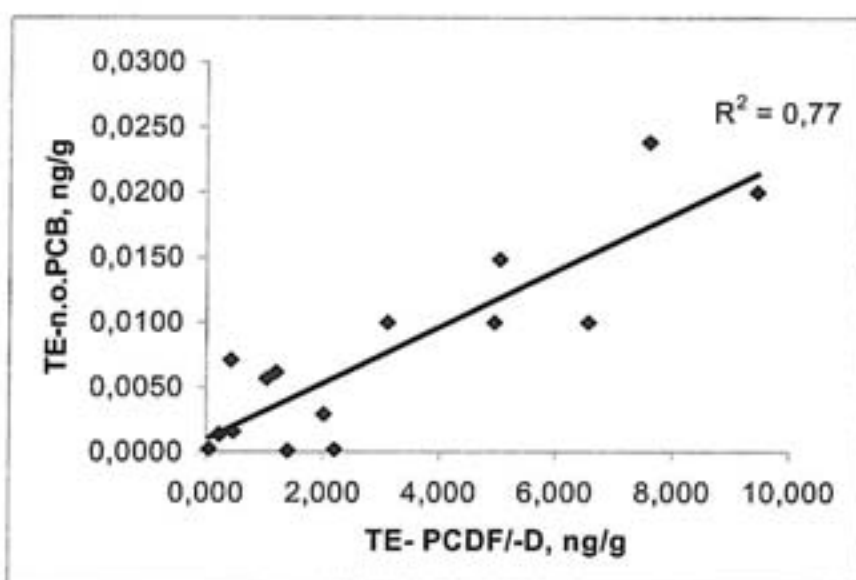
**Figur 4.** Innhold av toksisitetsekvivalenter (ng/g tørrvekt) fra polyklorerte dibenzofuraner (PCDF) og polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. A: Lineær akse. B: Logaritmisk akse. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 0,01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

Toksisitetskvivalenter 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<sub>TCDF/PCDF</sub>/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 toksisitetskvivalenter 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).



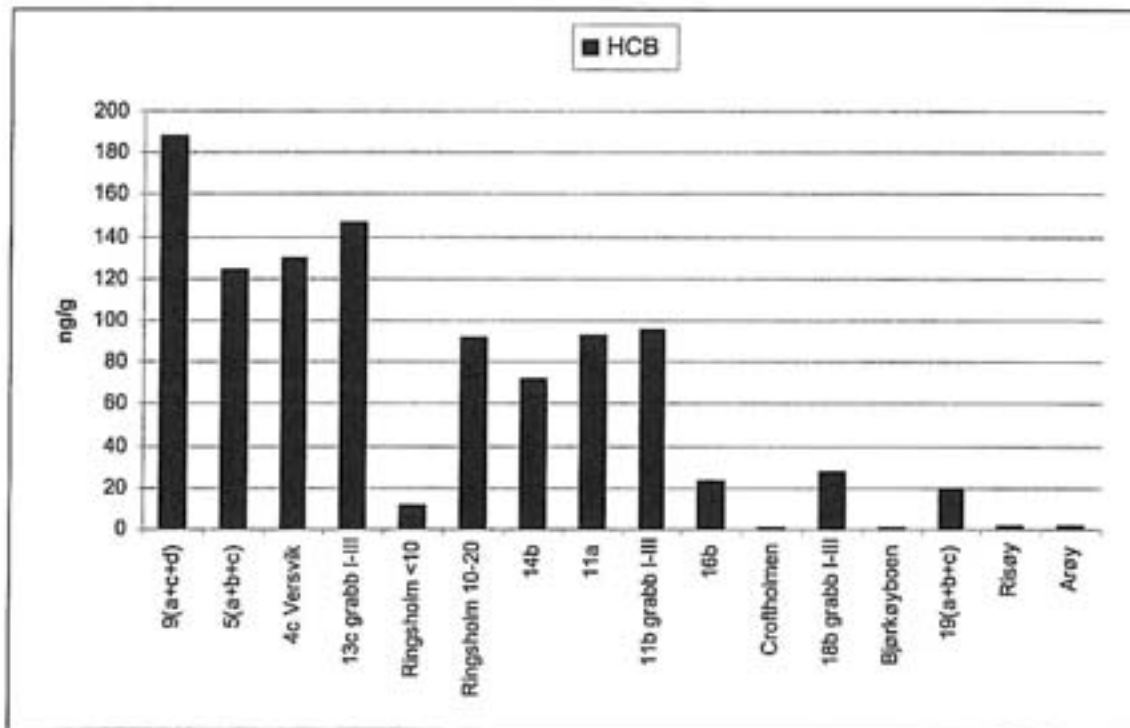
**Figur 6.** Regresjon av toksisitetsekvivalenter (TE) fra non-orto PCB mot TE fra PCDF/PCDD i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997.

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), dekaloklorbifenyl (DCB)),  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> (= summen av de 7 kongenerene PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), polyklorerte naftalener (PCN) samt pestisidene lindan ( $\gamma$ -HCH) og  $\Sigma$ DDT (DDT og dets nedbrytningsprodukter DDE og DDD). Av disse er det kun HCB, PCB<sub>7</sub> og  $\Sigma$ DDT som SFT har utarbeidet grenseverdier for.

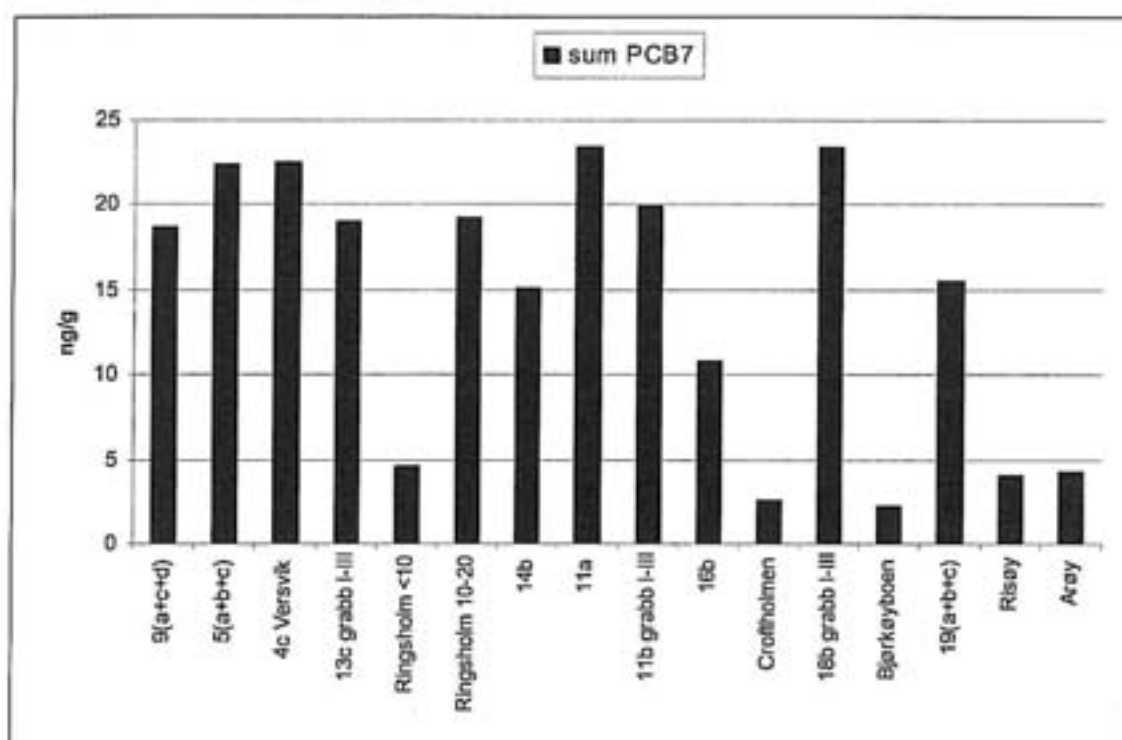
Konsentrasjonen av HCB varierte fra 0,69-188 ng/g. Alle stasjonene i Frierfjorden falt i tilstandsklasse meget sterkt forurensset (klasse V), bortsett fra stasjonen på vanddyp grunnere enn 10 m ved Ringsholmene. HCB-innholdet svarte her til sterkt forurensset (klasse IV), det samme som ble observert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

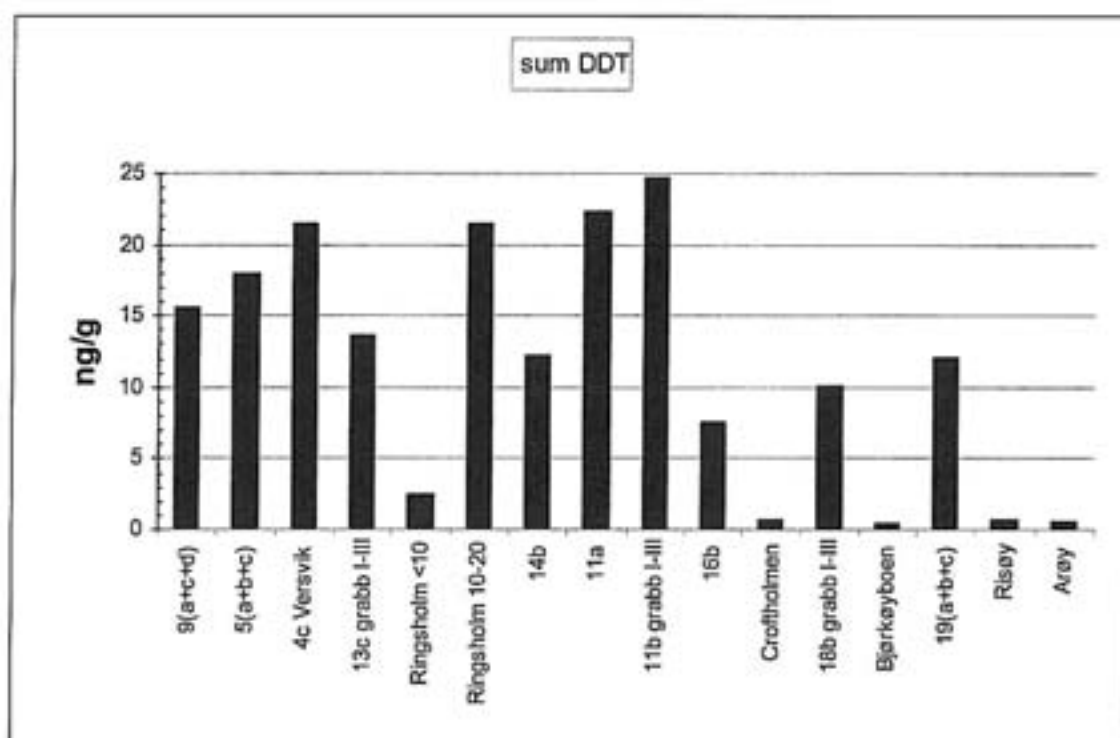
Påvirkningen med PCB<sub>7</sub> var betydelig mindre enn fra de øvrige klorete forbindelsene. Alle dypereliggende stasjoner hadde konsentrasjoner svarende til moderat forurenset (klasse II), mens stasjonene på grunnere vann inklusive den på grunnere vann enn 10 m ved Ringsholmene var ubetydelig påvirket (klasse I) (Figur 8). Det var ingen samvariasjon mellom fordelingen av PCB<sub>7</sub> og non-orto PCB ( $R^2 = 0,41$ ).



**Figur 8.** Innhold av PCB<sub>7</sub> (ng/g tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997. Øvre grense for klasse I (ubetydelig-lite forurenset) er 5 ng/g.

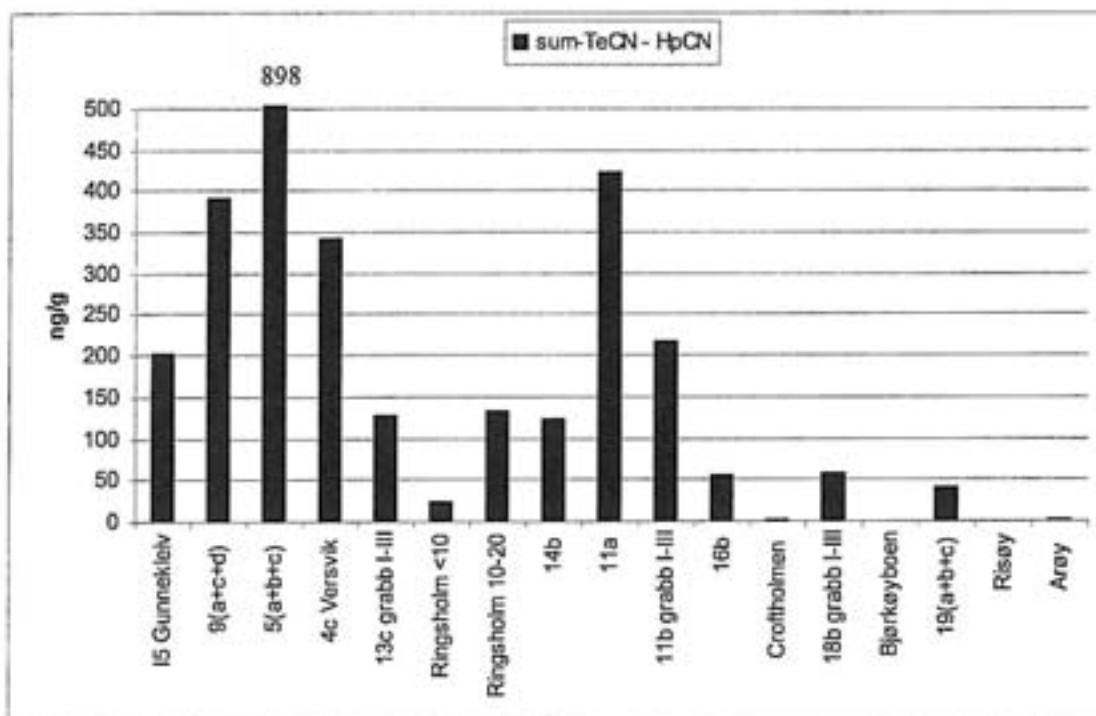
Fordelingen av  $\Sigma$ DDT er vist i Figur 9. De dypereliggende stasjonene hadde konsentrasjoner svarende til sterkt forurenset (klasse IV) i henhold til SFTs klassifiseringssystem, mens de grunne stasjonene generelt var moderat til markert forurenset (klasse II-III). Som for PCB<sub>7</sub> var det ingen samvariasjon med HCB, derimot var det en rimelig samvariasjon mellom  $\Sigma$ DDT og PCB<sub>7</sub> ( $R^2 = 0,81$ ).

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  $\Sigma$ 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  $\Sigma$ 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.



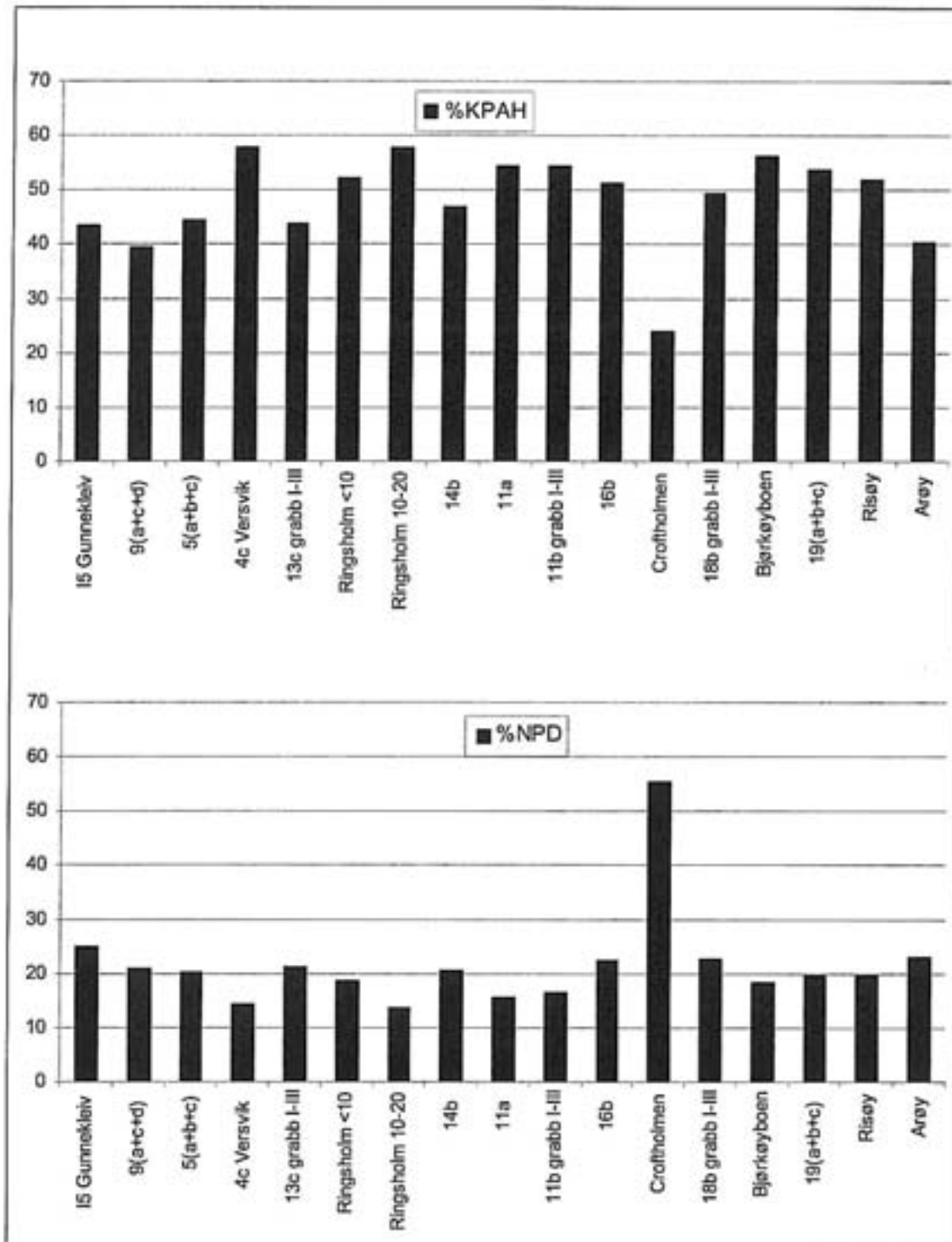
**Figur 10.** Innhold av polyklorerte naftalener beregnet som sum av tetra-, penta-, hekso- og heptakongener (ng/g tørrvekt) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997.

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

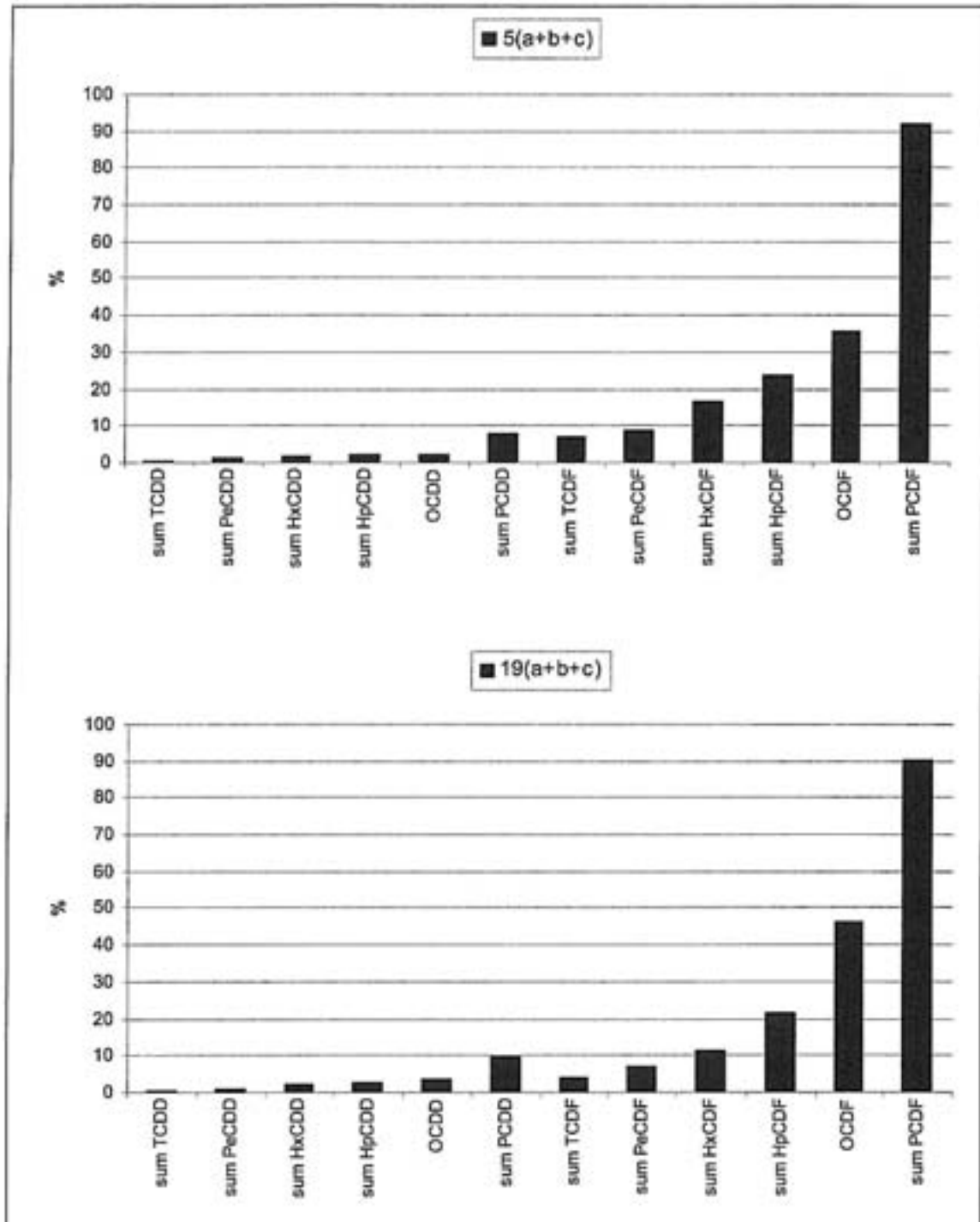
PAH-profilen, det vil si den prosentvise sammensetningen av enkeltforbindelsene, var relativ lik på alle stasjonene. Det prosentvise innholdet av potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) (IARC 1987) varierte fra ca. 40-50. En prosentandel KPAH på 40-50 er normalt å observere når forbindelsene i hovedsak er dannet ved forbrenning. Unntaket var stasjonen ved Crotholmen 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).





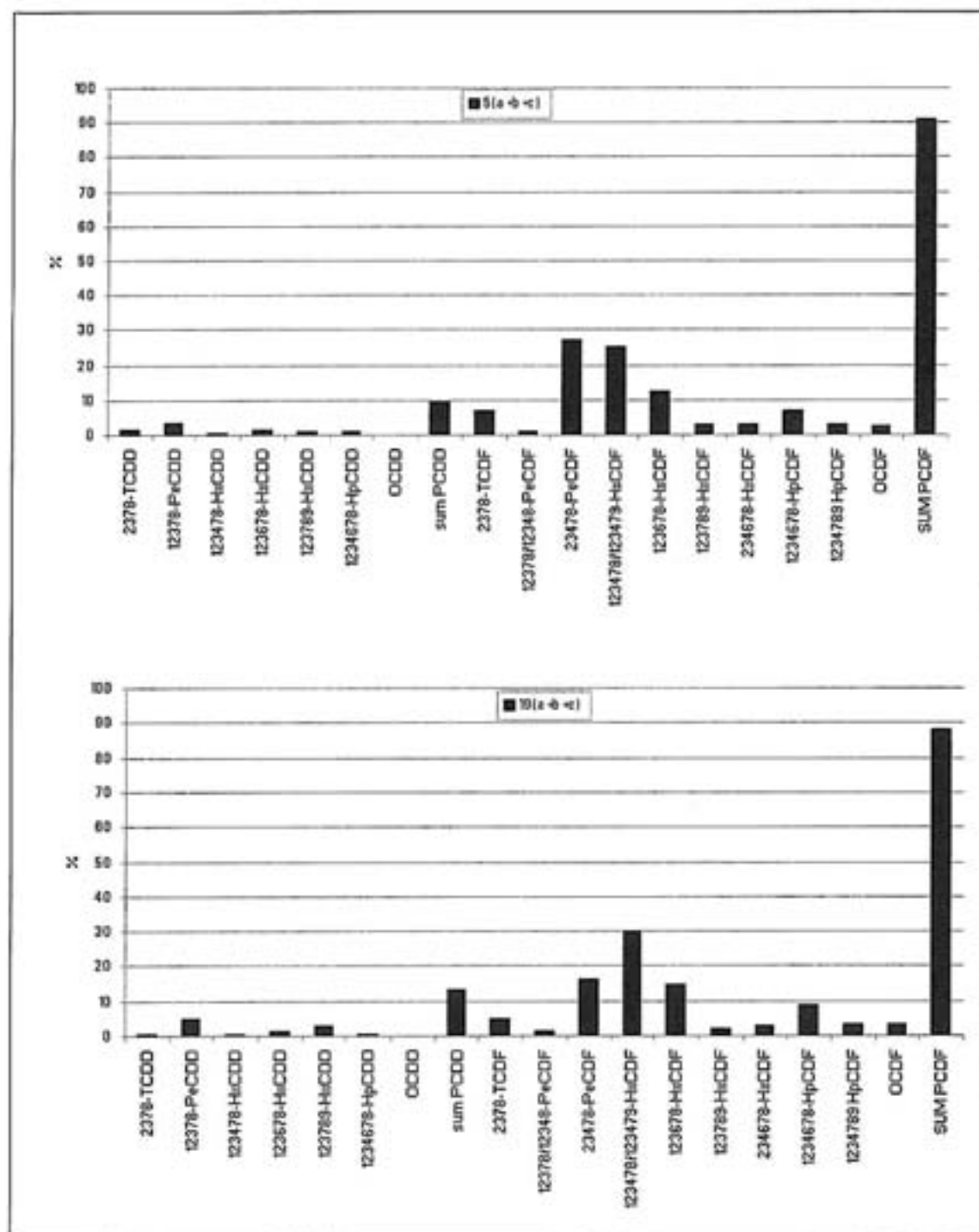
**Figur 11.** Prosentvis innhold av potensielt kreftkremkallende PAH (%KPAH i hht. IARC 1987) og summen naftalen, fenantren, dibenzothiofen og deres alkylhomologer (%NPD) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1997.

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.



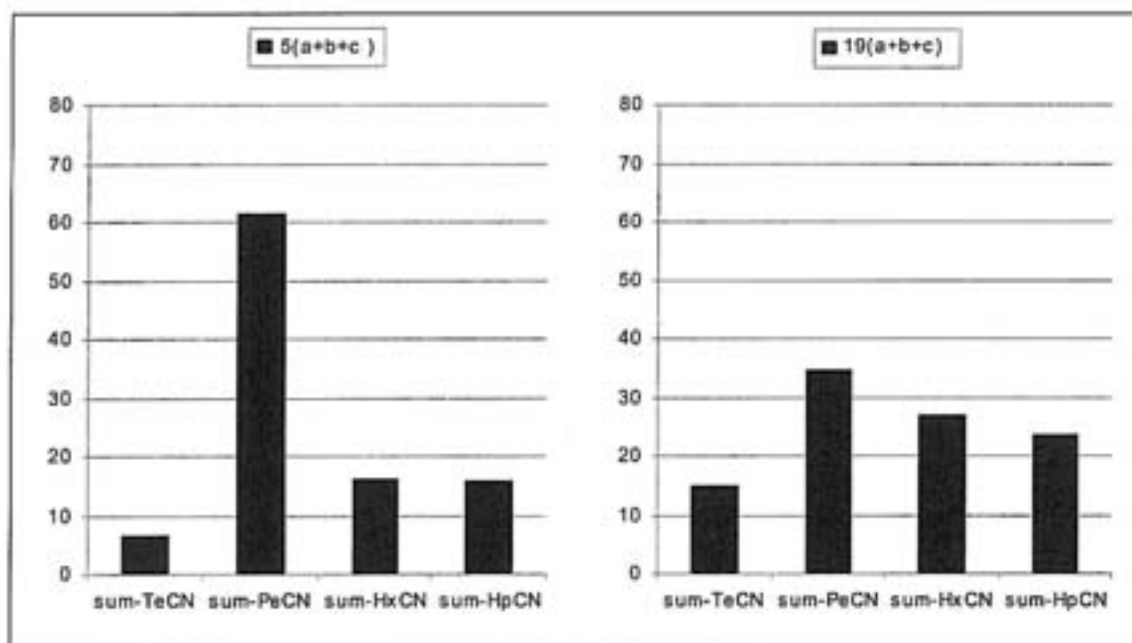
**Figur 12.** Prosentmessig fordeling av de enkelte homologgrupper av PCDD/PCDF i overflatesedimentet (0-2 cm) på stasjon 5 (Frierfjorden) og stasjon 19 (Brevik-/Langangsfjorden) i 1997.

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 heksakongenerene 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.

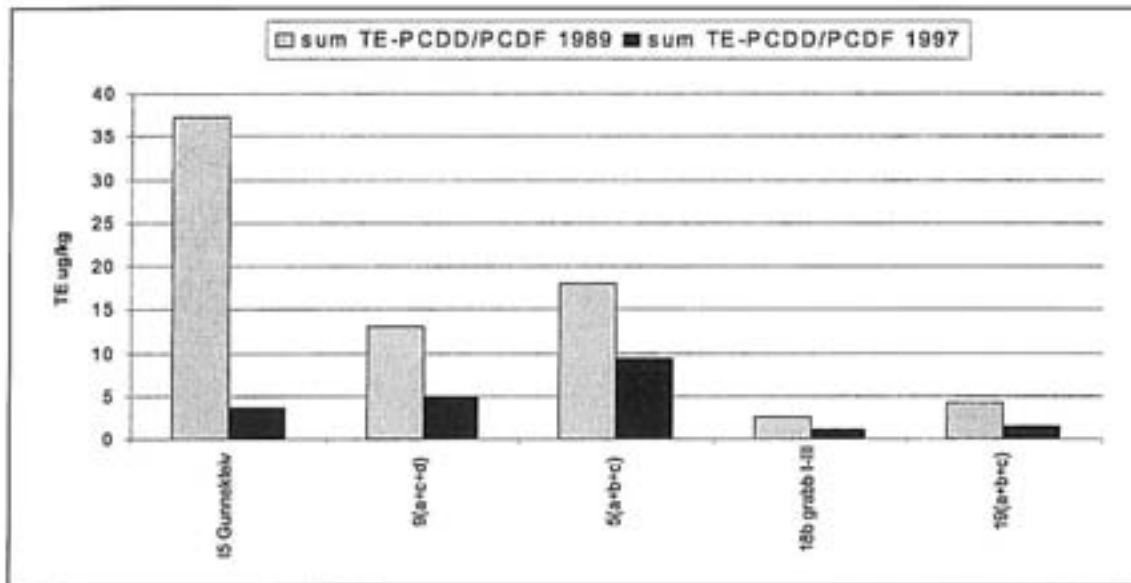
### 3.3 Forandring i konsentrasjoner over tid

#### 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.

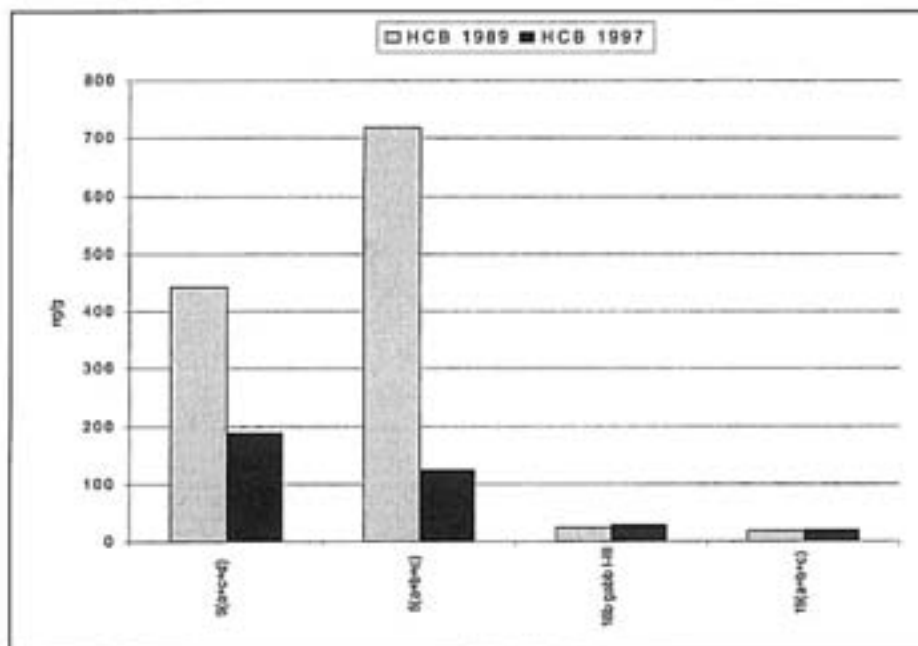
Resultatene viser at det i størrelsesorden er en halvering i toksisitetsekvivalentene fra dioksiner/furaner fra 1989 til 1997 (Figur 15). I Gunnekleivfjorden kan det virke som om endringen er betydelig større, men her er det trolig store variasjoner i konsentrasjoner over små avstander. NILU, som har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



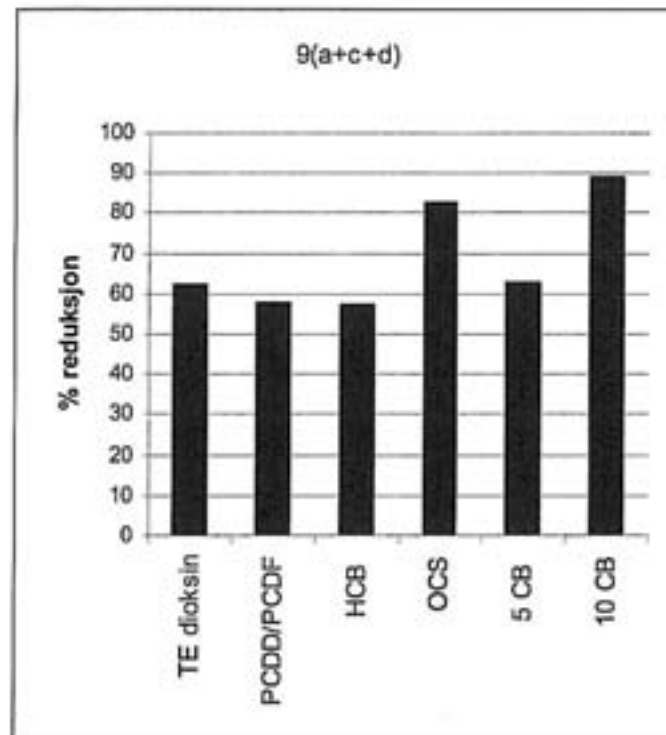
**Figur 15.** Konsentrasjoner av toksisitetsekvivalenter for polyklorete dioksiner/-furaner ( $TE_{PCDD/F}$ , ng/g) i overflatesedimenter (0-2 cm) i Grenlandsfjordene i 1989 sammenlignet med 1997.

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 syvendel 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<sub>PCDD</sub>PCDF, PCDD/PCDF, HCB, OCS, 5CB og 10CB (=DCB) fra 1989 til 1997 på stasjon 9 i Frierfjorden.

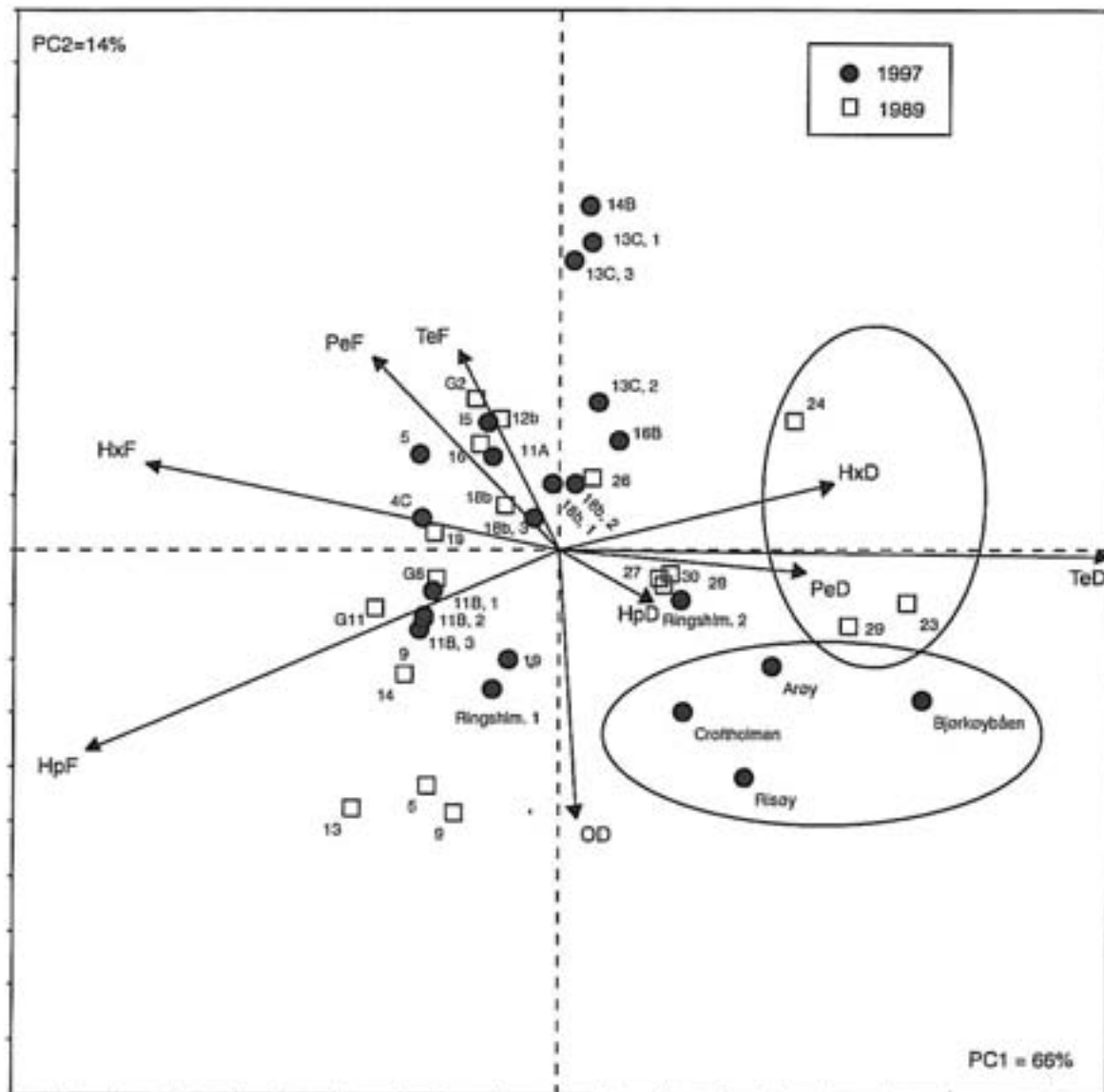
Det gjøres uttrykkelig oppmerksom på at den naturlige variasjonen ikke er kjent slik det ble redegjort for innledningsvis i kapitlet. Dette medfører at størrelsen på nedgangen i konsentrasjoner mellom 1989 og 1997 må tolkes med forsiktighet.

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 profilforskjeller 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.

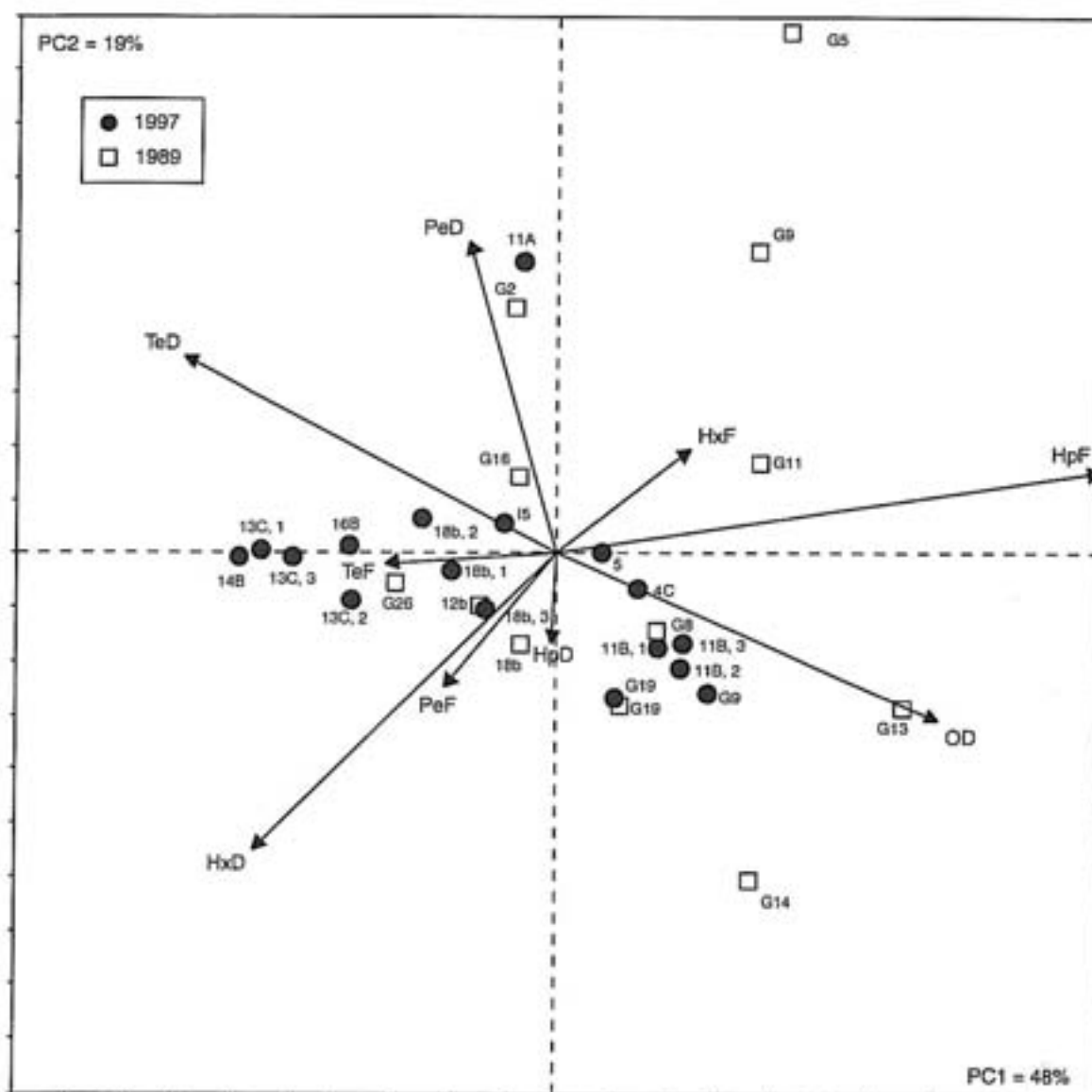
Figur 18 viser en PCA basert på konsentrasjonen av de forskjellige homologgruppene for alle stasjoner unntatt de fra Gunnekleivfjorden. De sistnevnte avvek i sammensetningen. Dette var også tilfelle for oktafuranforbindelsen som også ble ekskludert i de videre PCA-analysene. Hovedtrenden er at på akse

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.

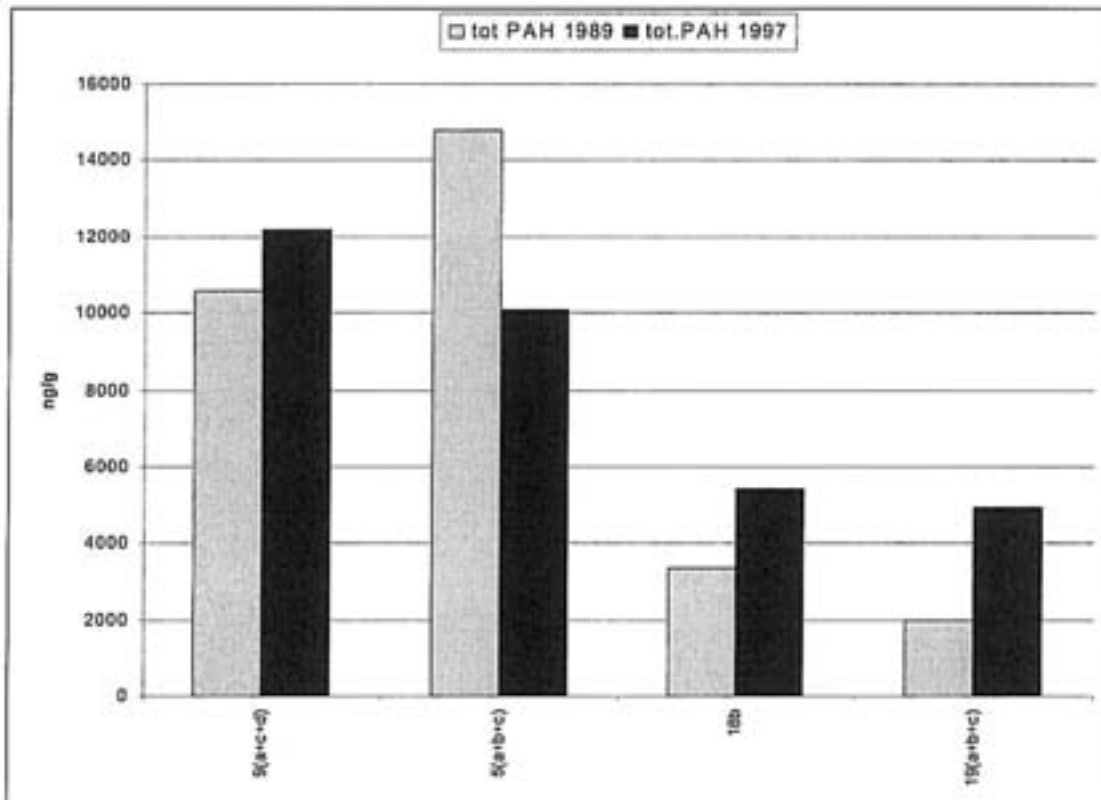
I Figur 19 er en tilsvarende PCA vist, men hvor stasjonene på grunt vann samt de i Langesundsbukta, ved Nevlunghavn og ved Portør som ble prøvetatt i 1989 er ekskludert fra analysen. Det er vanskelig å finne klare mønstre i fordelingen. Det betyr at PCDD/PCDF-profilen i sedimentene i 1997 var relativt 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.

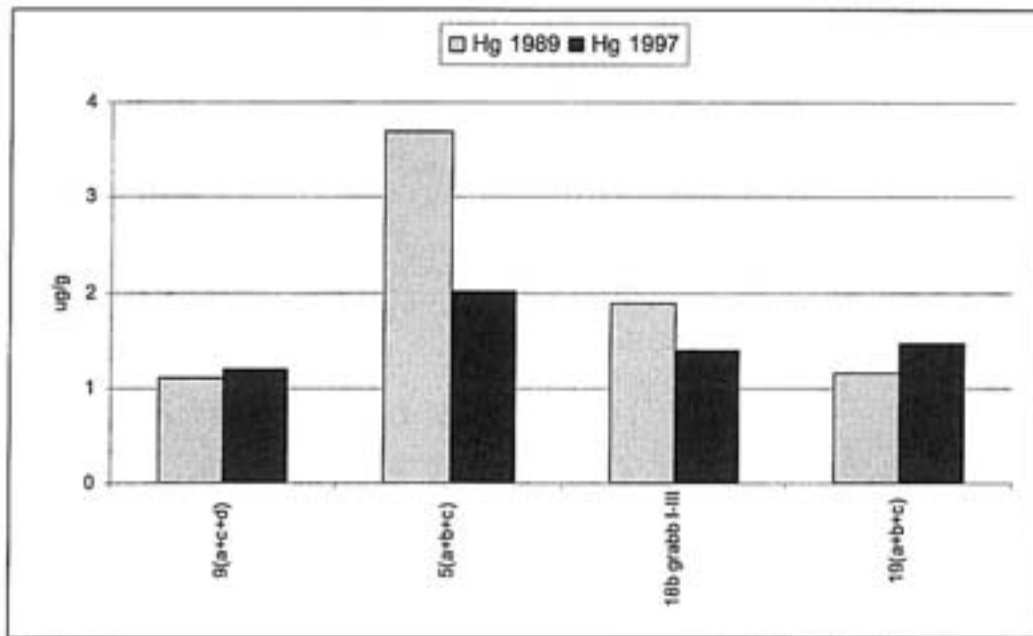


Forandringene i konsentrasjonene av PAH fra 1989 til 1997 avvek fra mønsteret til de andre forbindelsene. Det var små forandringer i nivåene i Frierfjorden, men en øking i konsentrasjonene på de to stasjonene i Brevik-/Langangsfjorden (Figur 20). Ut fra utslippstallene skulle man ha forventet en generell 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 polisykliske 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

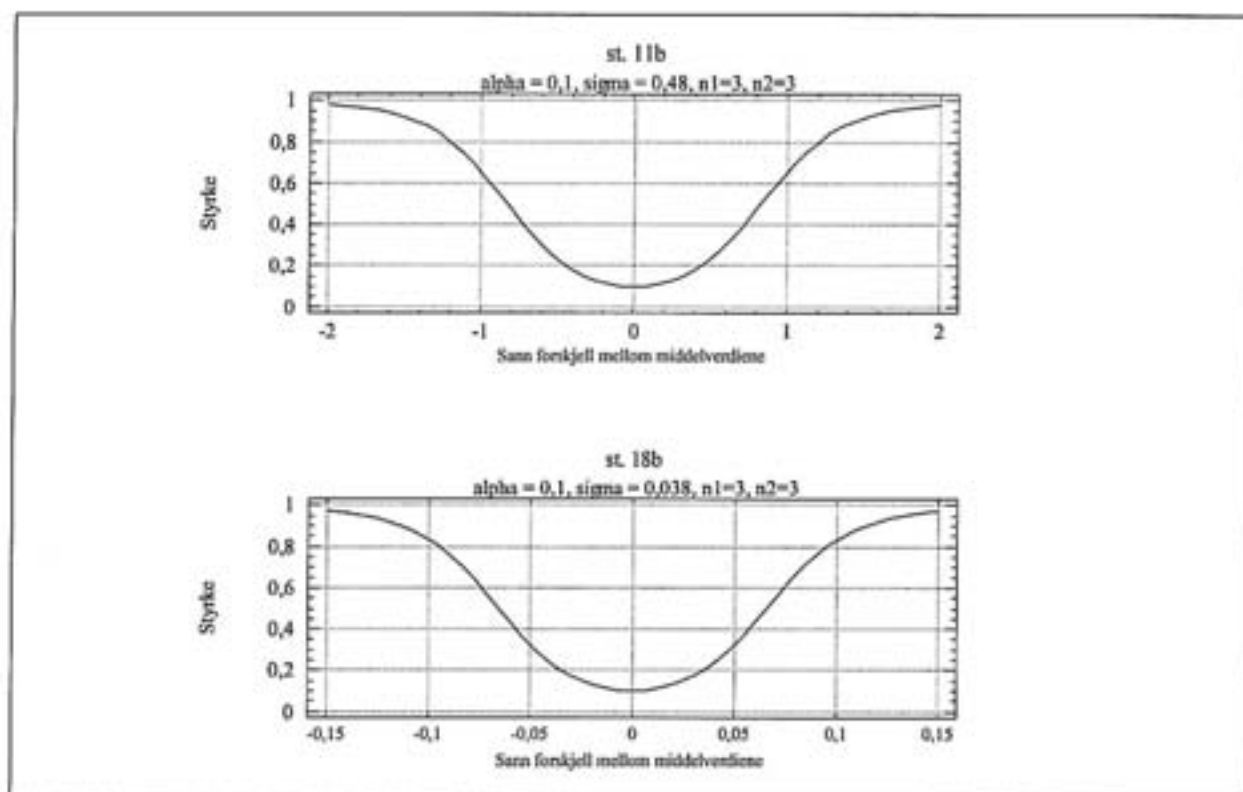
Stasjonene 13c, 11b og 18b ble valgt som lokaliteter for en videre tidstrendovervåking. På hver av stasjonene ble tre parallelle prøver analysert for å gi informasjon om naturgitt og analytisk variabilitet. Gjennomsnitt, minimum-maksimumverdi samt prosent relativt standardavvik (standardavvik i prosent 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 <63 µm) 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 avvok 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 middelveien) for totalt organisk karbon (TOC, mg/g), kvikksølv (Hg, µg/g), heksaklorbenzen (HCB, ng/g), toksisitetsekvivalenter fra polyklorerte dioksiner/-furaner (TE<sub>PCDD/F</sub>, ng/g), polyklorerte naftalener (PCN, ng/g) og polisykliske 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 <sub>PCDD/F</sub>	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<sub>PCDD/F</sub> på stasjon 11b og 18b (Figur 22).



**Figur 22.** Styrkefunksjon for TE<sub>1</sub>PCDD<sub>1-F</sub> 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 skaldyr fra Grenlandsfjordene 1996. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT) rapp.nr. 730/98. NIVA-rapp. l.nr. 3834.

Knutzen, J., K. Næs, L. Berlind, 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



ANALYSERAPPORT 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 <sup>11</sup>	1,4	28,7	1,01
018	Ringsholmen <10-cm <sup>11</sup>	<1,0	8,1	0,24
019	Croftholmen 0-2 cm	<1,0	6,9	0,13
020	Rissøy 0-2 cm	<1,0	2,9	0,08
021	Bjørkeøybåen 0-2 cm	<1,0	3,3	0,07
022	Areybratten v/N-lykt, 0-2 cm	3,4	24,4	0,25
023	Gunnekleiv 15	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 Værsvik	*	*	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 <sup>13</sup>C (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)	
	ng/g		%	ng/g
2378-TCDD	0,16	83	0,16	
<b>SUM TCDD</b>	<b>3,78</b>			
12378-PeCDD	0,64	78	0,32	
<b>SUM PeCDD</b>	<b>7,84</b>			
123478-HxCDD	0,73	83	0,07	
123678-HxCDD	1,21	95	0,12	
123789-HxCDD	1,05		0,10	
<b>SUM HxCDD</b>	<b>10,4</b>			
1234678-HpCDD	7,73	66	0,08	
<b>SUM HpCDD</b>	<b>12,6</b>			
OCDD	14,2	74	0,01	
<b>SUM PCDD</b>	<b>48,9</b>		<b>0,87</b>	
2378-TCDF	6,55	94	0,65	
<b>SUM TCDF</b>	<b>44,7</b>			
12378/12348-PeCDF	7,79		0,08	0,39
23478-PeCDF	5,12	96	2,56	
<b>SUM PeCDF</b>	<b>55,1</b>			
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	
<b>SUM HxCDF</b>	<b>104</b>			
1234678-HpCDF	65,3	81	0,65	
1234789-HpCDF	29,1		0,29	
<b>SUM HpCDF</b>	<b>150</b>			
OCDF	223	91	0,22	
<b>SUM PCDF</b>	<b>578</b>		<b>8,58</b>	<b>8,89</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>627</b>		<b>9,44</b>	<b>9,76</b>

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksisitetsekivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-toksisitetsekivalent 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-189)	0,26	63	0,00	0,01
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>0,02</b>	<b>0,04</b>

TE (WHO): 2378-TCDD-toksisitetskvivalent etter Ahlberg et al. (1994)

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

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

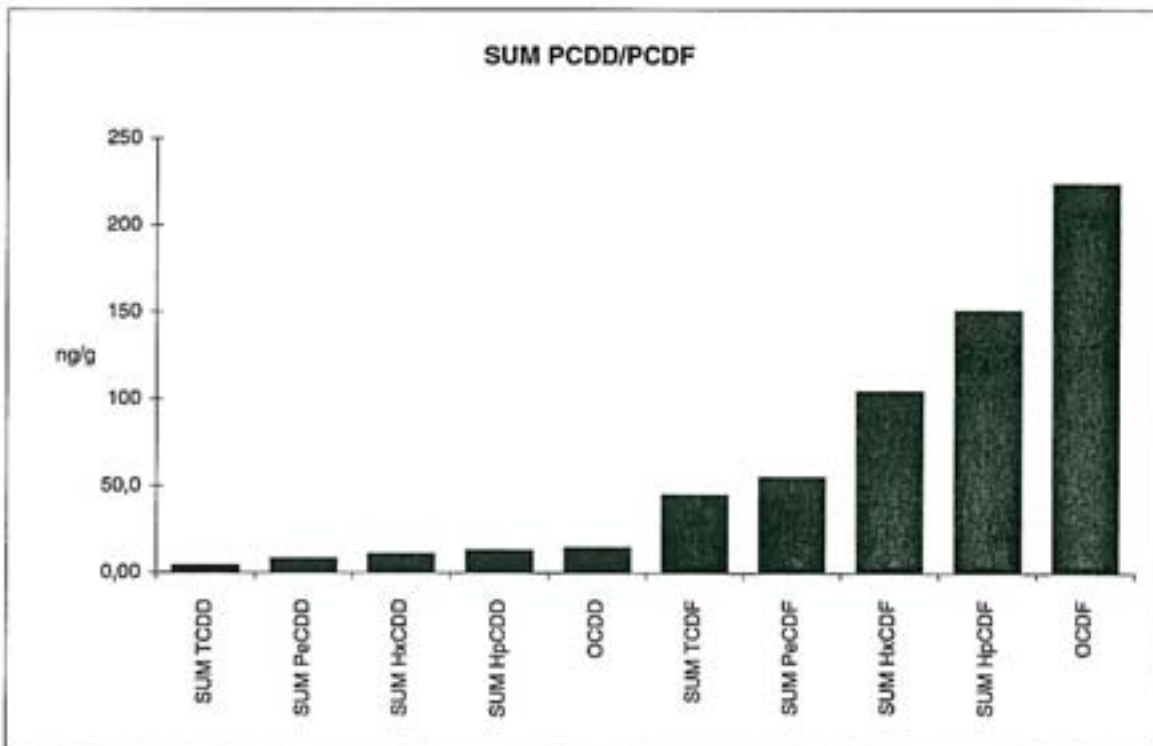
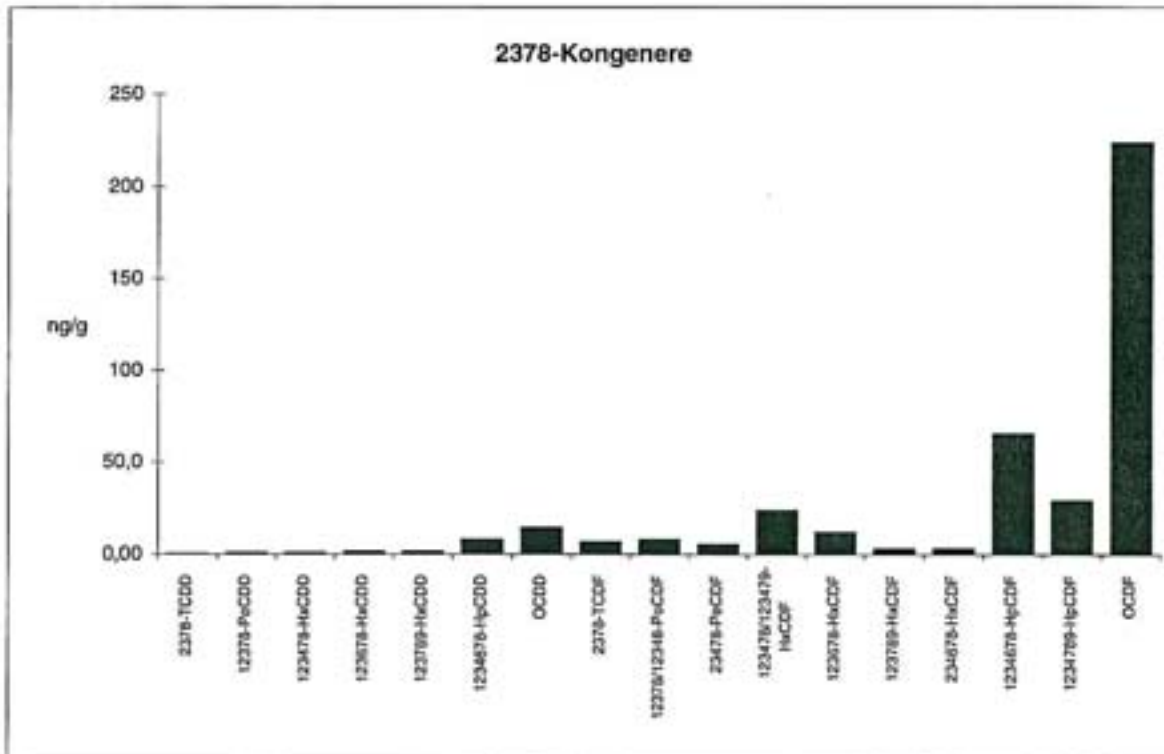
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

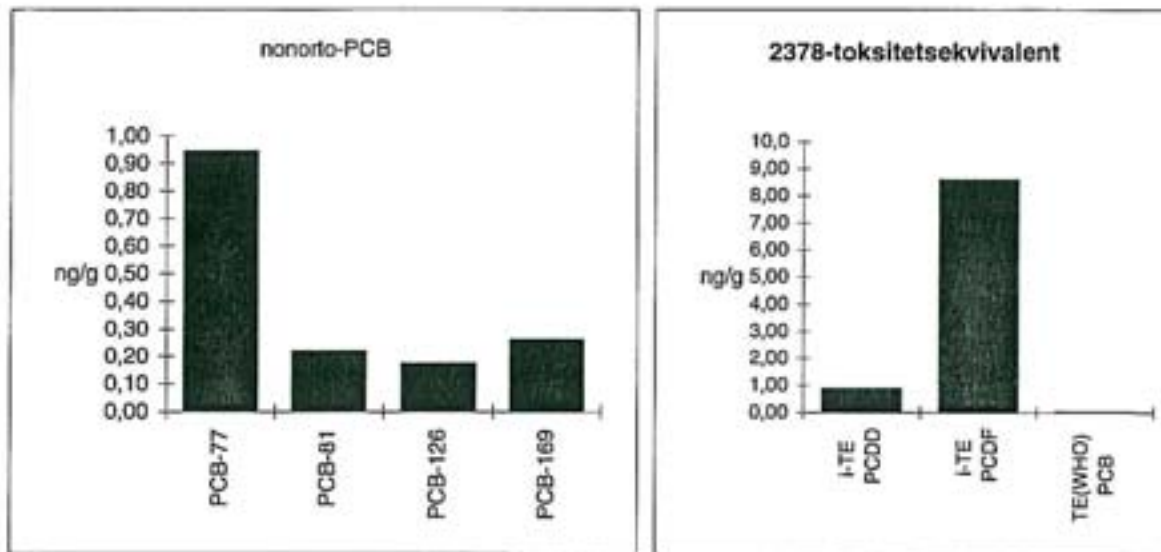


# PCDD/PCDF-Analyseresultater

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)	
	ng/g		%	ng/g
2378-TCDD	0,07	84	0,07	
<b>SUM TCDD</b>	<b>1,59</b>			
12378-PeCDD	0,30	83	0,15	
<b>SUM PeCDD</b>	<b>3,43</b>			
123478-HxCDD	0,47	82	0,05	
123678-HxCDD	0,61	108	0,06	
123789-HxCDD	0,53		0,05	
<b>SUM HxCDD</b>	<b>5,48</b>			
1234678-HpCDD	5,24	88	0,05	
<b>SUM HpCDD</b>	<b>8,48</b>			
OCDD	14,6	112	0,01	
<b>SUM PCDD</b>	<b>33,6</b>		<b>0,45</b>	
2378-TCDF	2,78	96	0,28	
<b>SUM TCDF</b>	<b>20,1</b>			
12378/12348-PeCDF	4,23		0,04	0,21
23478-PeCDF	2,41	89	1,20	
<b>SUM PeCDF</b>	<b>30,3</b>			
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	
<b>SUM HxCDF</b>	<b>54,4</b>			
1234678-HpCDF	41,5	108	0,42	
1234789-HpCDF	17,6		0,18	
<b>SUM HpCDF</b>	<b>91,1</b>			
OCDF	176	119	0,18	
<b>SUM PCDF</b>	<b>372</b>		<b>4,50</b>	<b>4,67</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>406</b>		<b>4,95</b>	<b>5,12</b>

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

# 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
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
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>0,01</b>	<b>0,02</b>

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

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

< Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

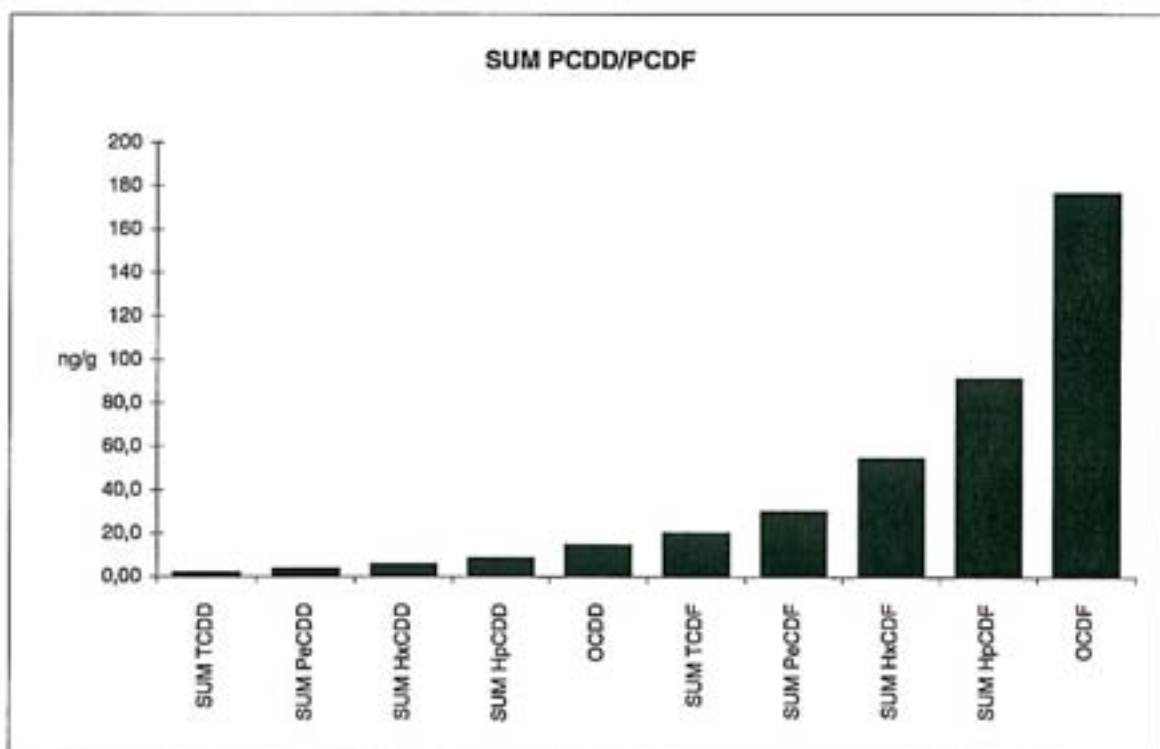
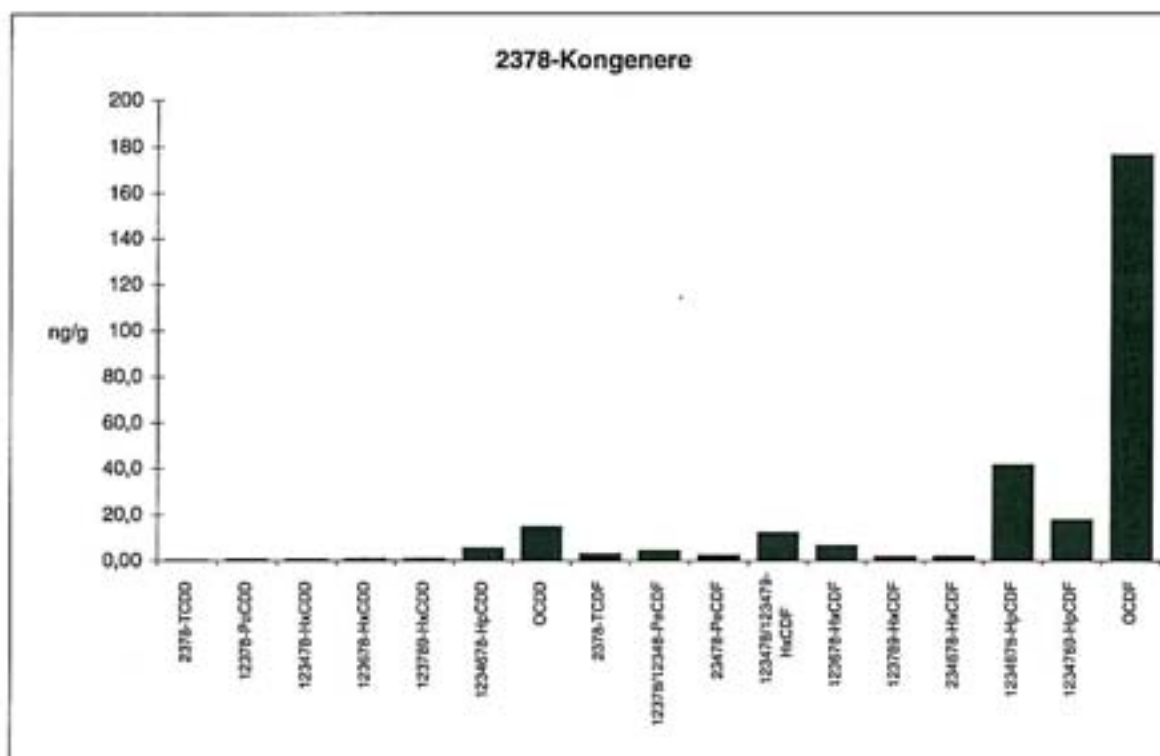
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

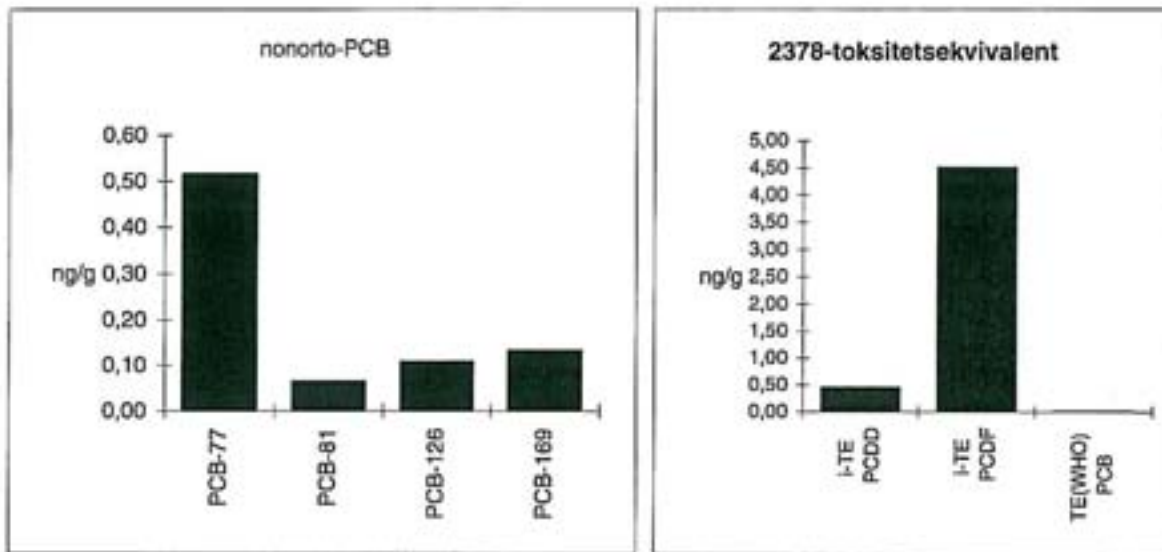


# PCDD/PCDF-Analyseresultater

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

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksisitetskvivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-toksisitetskvivalent 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 prøvermerking: 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
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
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>0,01</b>	<b>0,03</b>

TE (WHO): 2378-TCDD-toksisitetskvivalent etter Ahlberg et al. (1994)

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

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

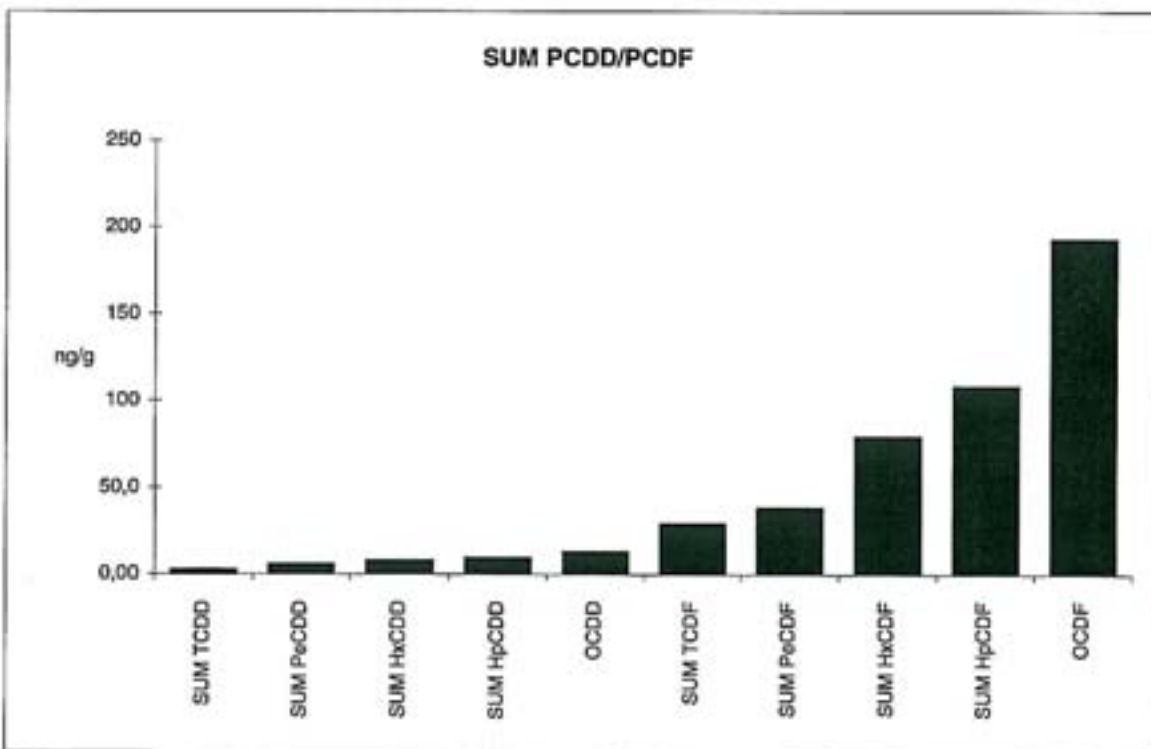
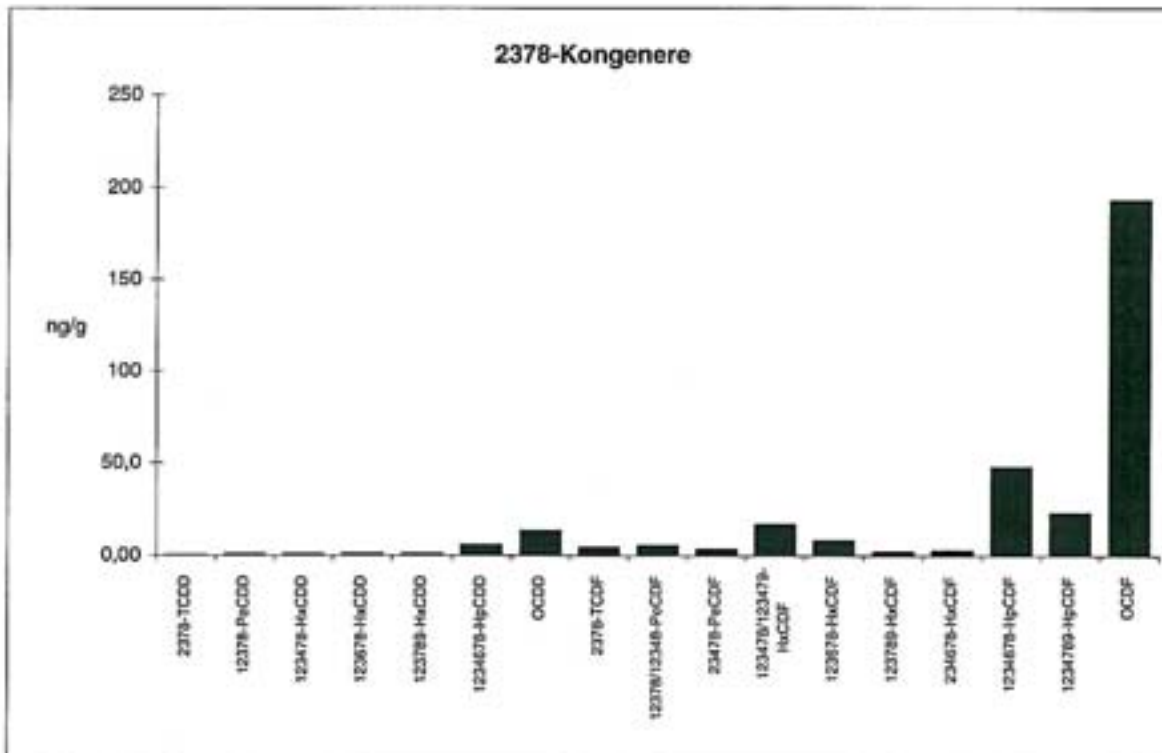
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

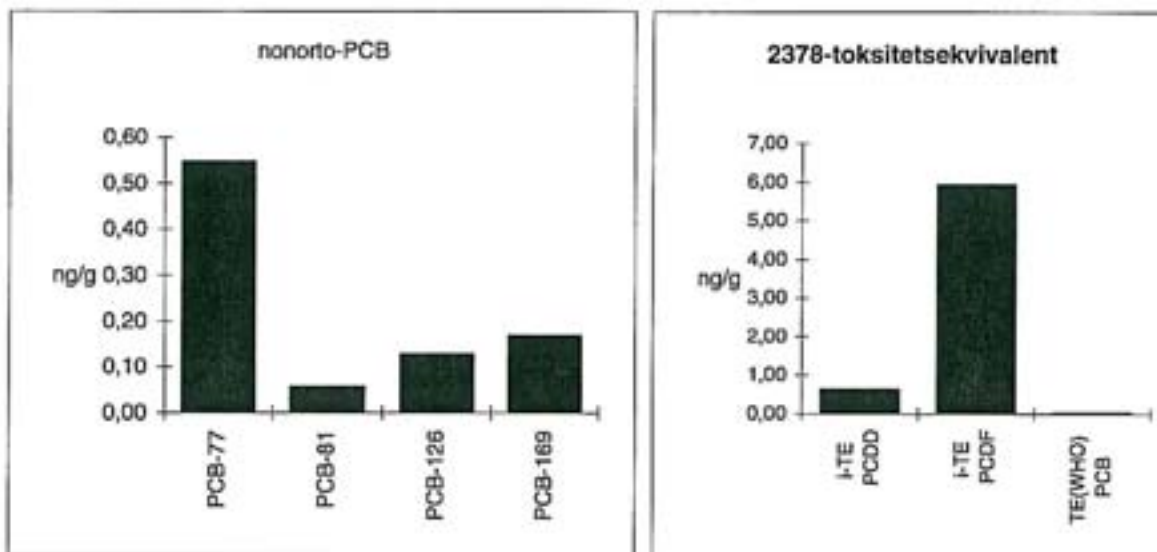


# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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. Blandeprobe  
 Prøvetype: Sediment  
 Prøvemengde: 4,0 g  
 Måleenhet: ng/g  
 Datafiler: DF595041

Kjeller, 01.02.99

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

TE (nordisk): 2378-TCDD-loksitetskvivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-loksitetskvivalent 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: 98/353  
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
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
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>0,00</b>	<b>0,01</b>

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

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

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

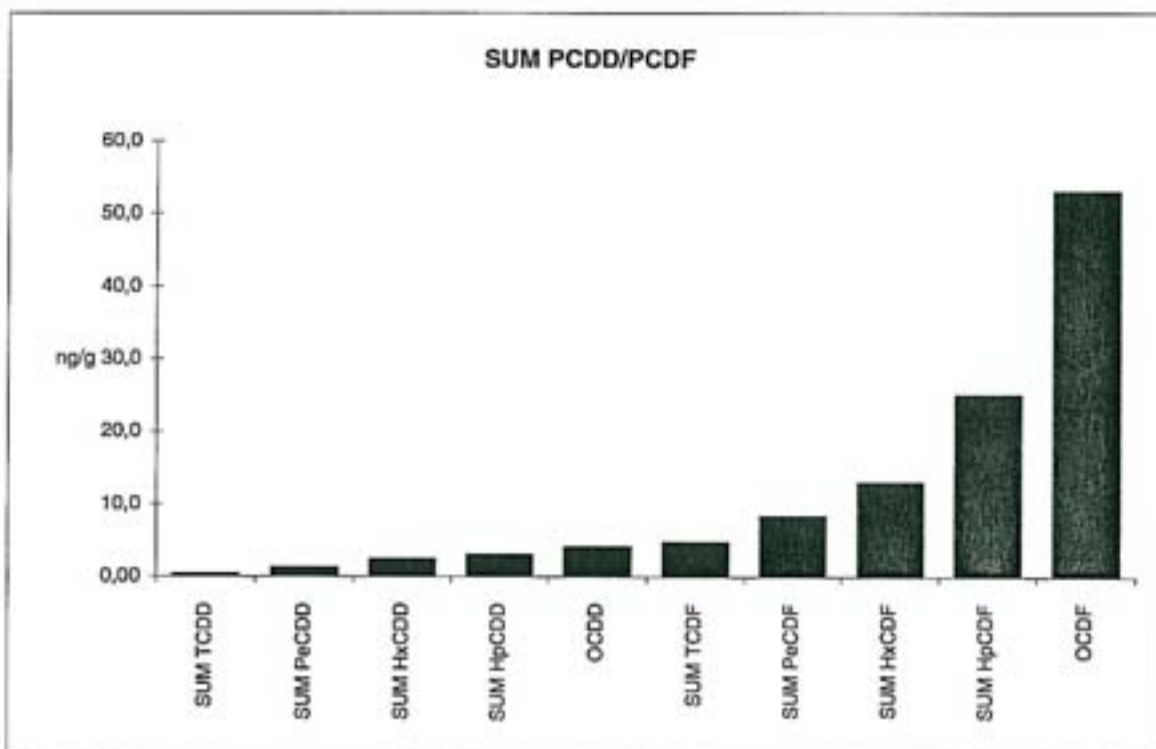
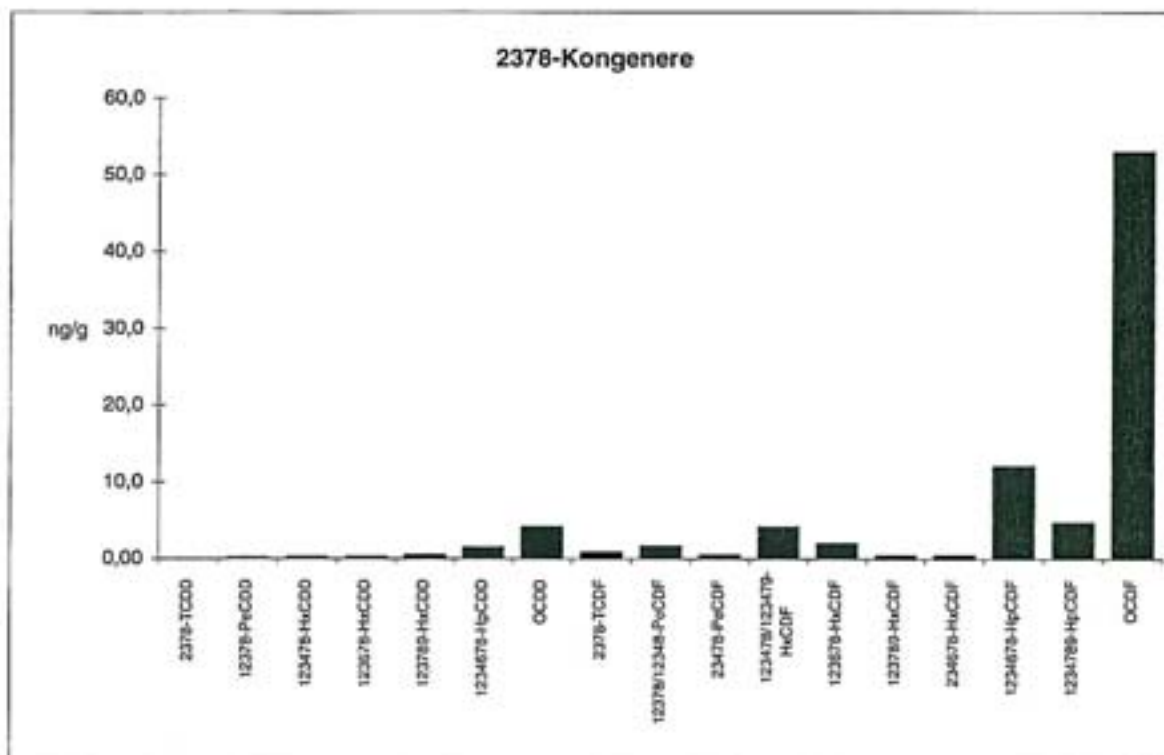
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

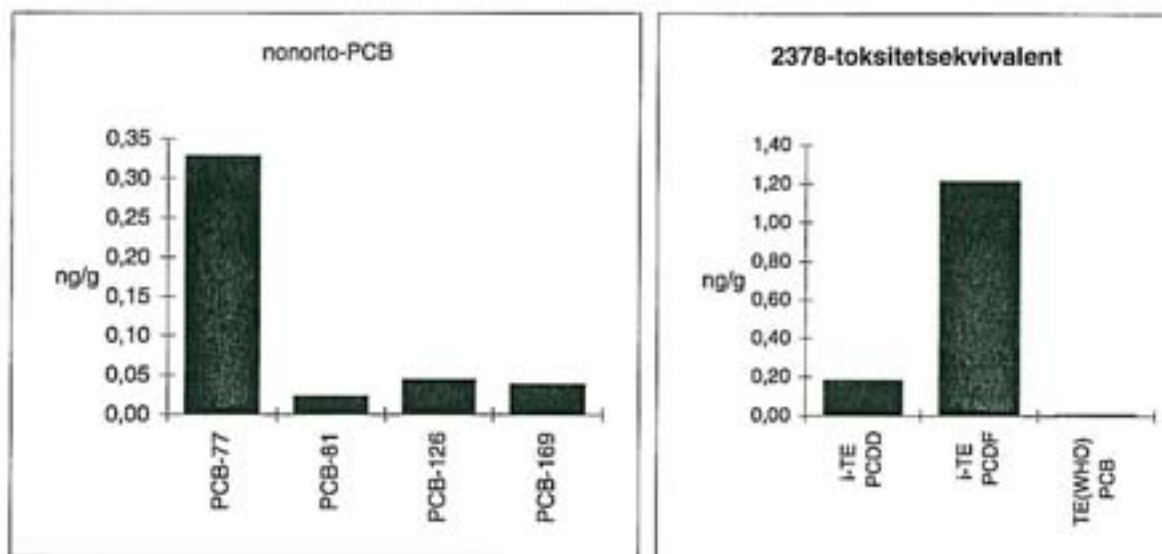


# PCDD/PCDF-Analyseresultater

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 prøvermerking: 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)	
	ng/g		%	ng/g
2378-TCDD	0,03	*	0,03	
<b>SUM TCDD</b>	<b>1,02</b>			
12378-PeCDD	0,24	*	0,12	
<b>SUM PeCDD</b>	<b>2,63</b>			
123478-HxCDD	0,33	*	0,03	
123678-HxCDD	0,48	*	0,05	
123789-HxCDD	0,52		0,05	
<b>SUM HxCDD</b>	<b>4,08</b>			
1234678-HpCDD	3,29	*	0,03	
<b>SUM HpCDD</b>	<b>5,53</b>			
OCDD	9,75	*	0,01	
<b>SUM PCDD</b>	<b>23,0</b>		<b>0,33</b>	
2378-TCDF	1,43	*	0,14	
<b>SUM TCDF</b>	<b>10,6</b>			
12378/12348-PeCDF	3,77		0,04	0,19
23478-PeCDF	1,10	*	0,55	
<b>SUM PeCDF</b>	<b>19,7</b>			
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	
<b>SUM HxCDF</b>	<b>22,6</b>			
1234678-HpCDF	27,0	*	0,27	
1234789-HpCDF	11,0		0,11	
<b>SUM HpCDF</b>	<b>57,9</b>			
OCDF	116	*	0,12	
<b>SUM PCDF</b>	<b>227</b>		<b>2,76</b>	<b>2,91</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>250</b>		<b>3,09</b>	<b>3,24</b>

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksilitetskvivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-toksilitetskvivalent etter internasjonal modell  
 < 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



## 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
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>0,01</b>	<b>0,01</b>

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

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

< Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

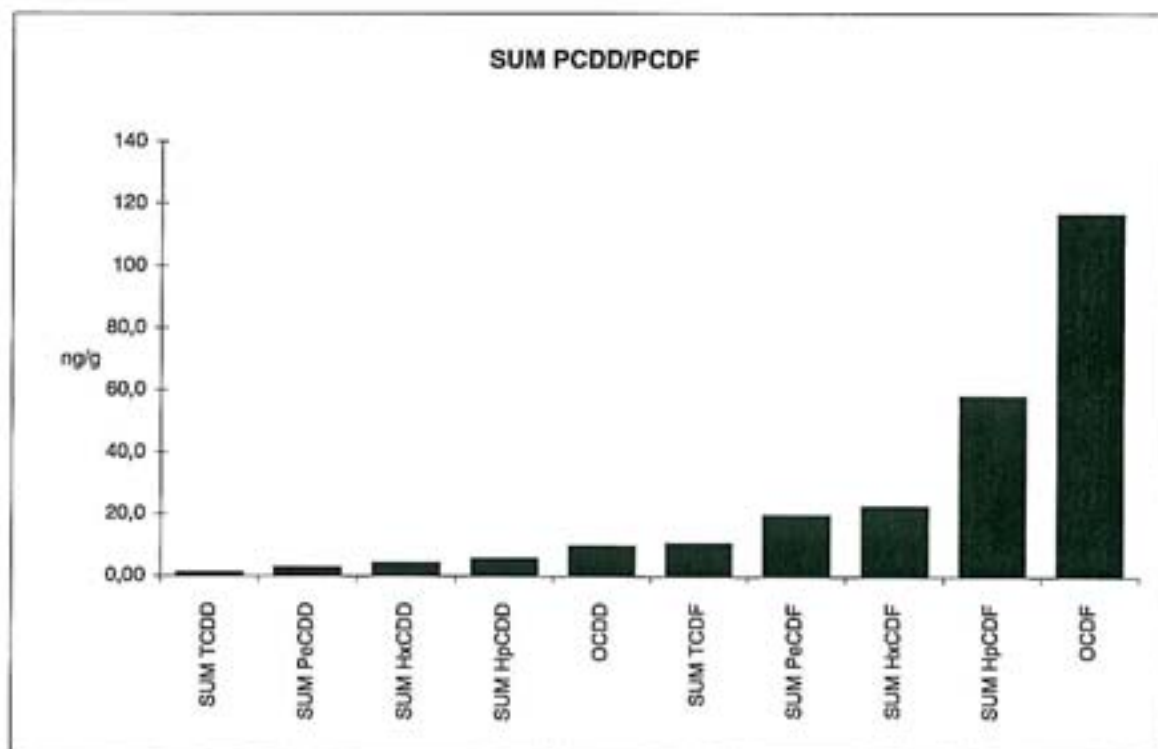
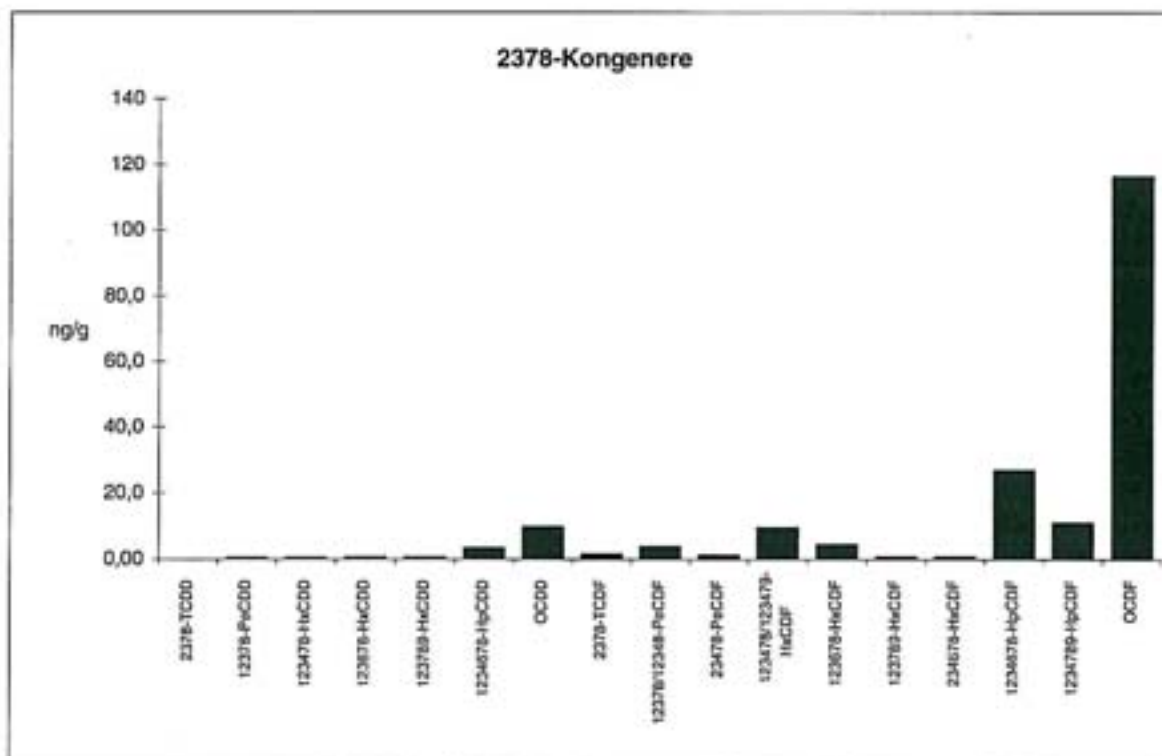
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

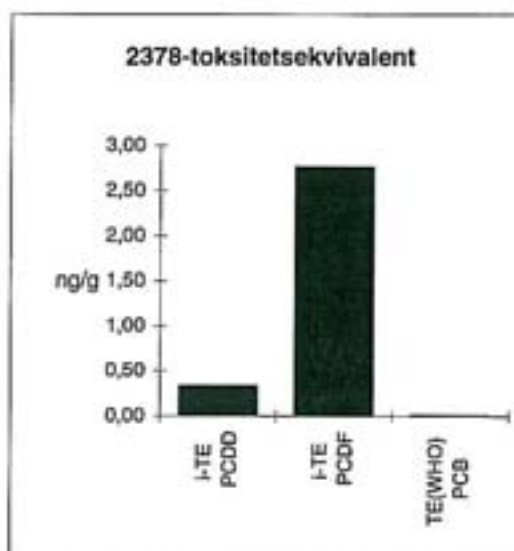
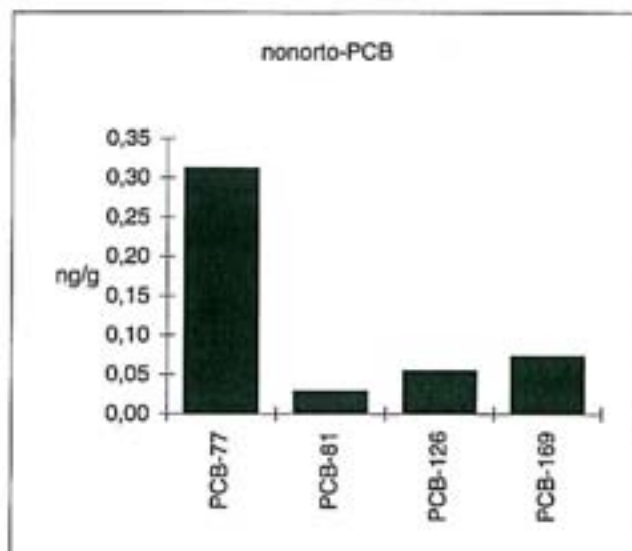


# PCDD/PCDF-Analyseresultater

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 prøvermerking: Ringsholmene, < 10  
 : Enkeltprøve  
 Prøvetype: Sediment  
 Prøvemengde: 4,88 g  
 Måleenhet: pg/g  
 Datafiler: DF598111

Kjeller, 01.02.99

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

TE (nordisk): 2378-TCDD-loksitetsokivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-loksitetsokivalent 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: 98/355  
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
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>1,58</b>	<b>2,50</b>

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

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

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

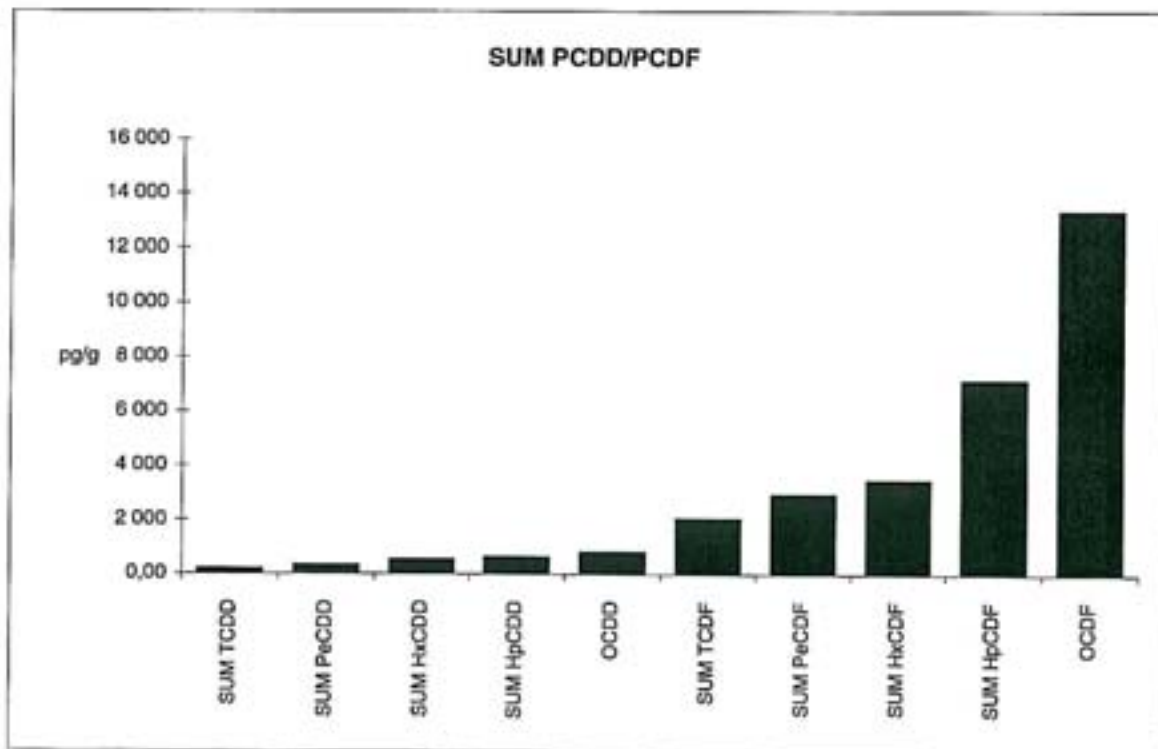
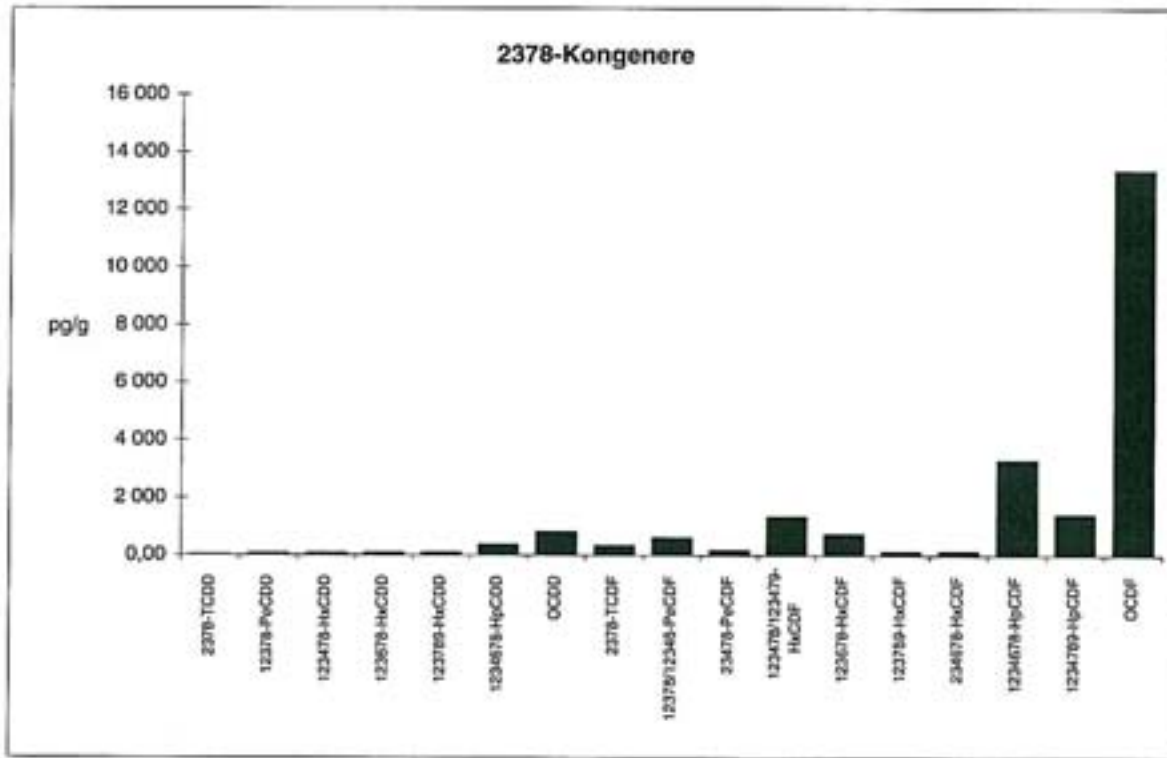
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

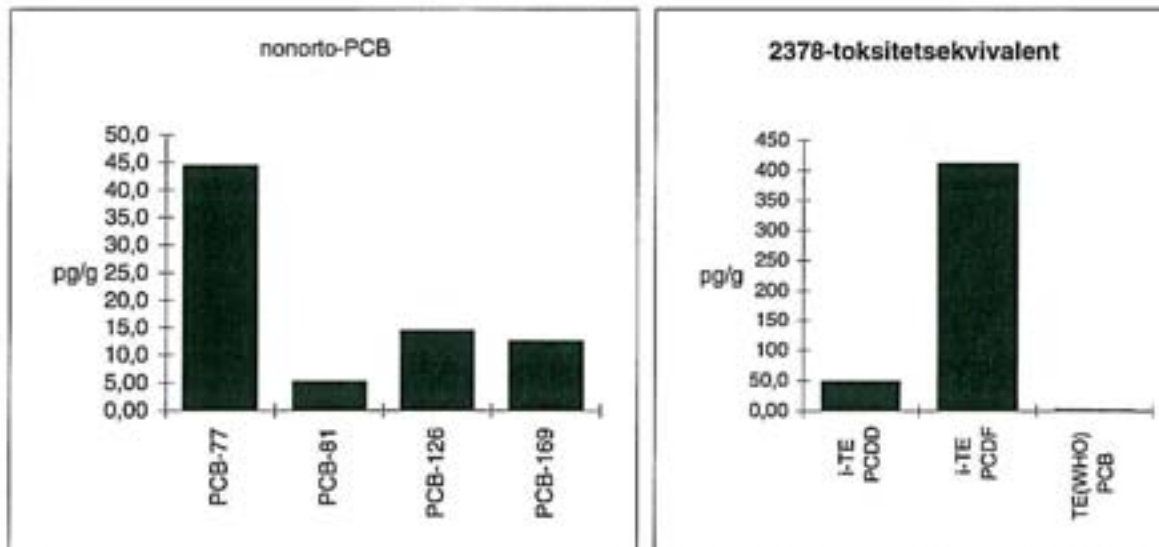


# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

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 prøvermerking: 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
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>7,11</b>	<b>13,7</b>

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

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

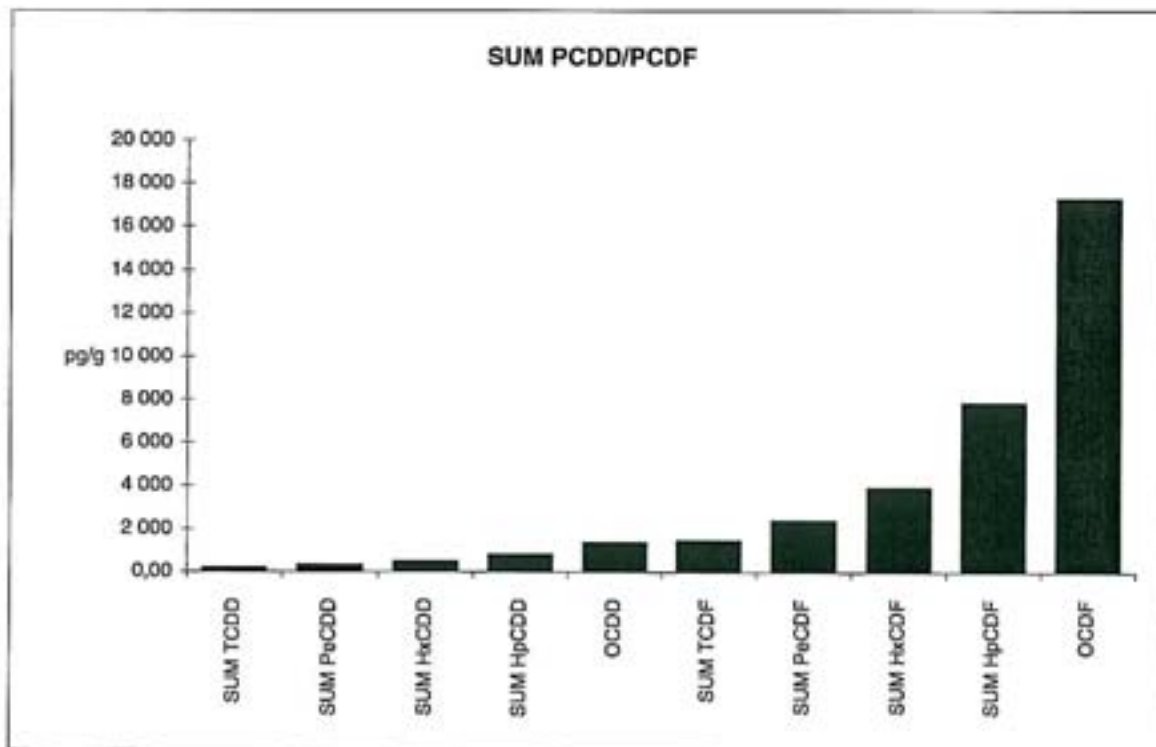
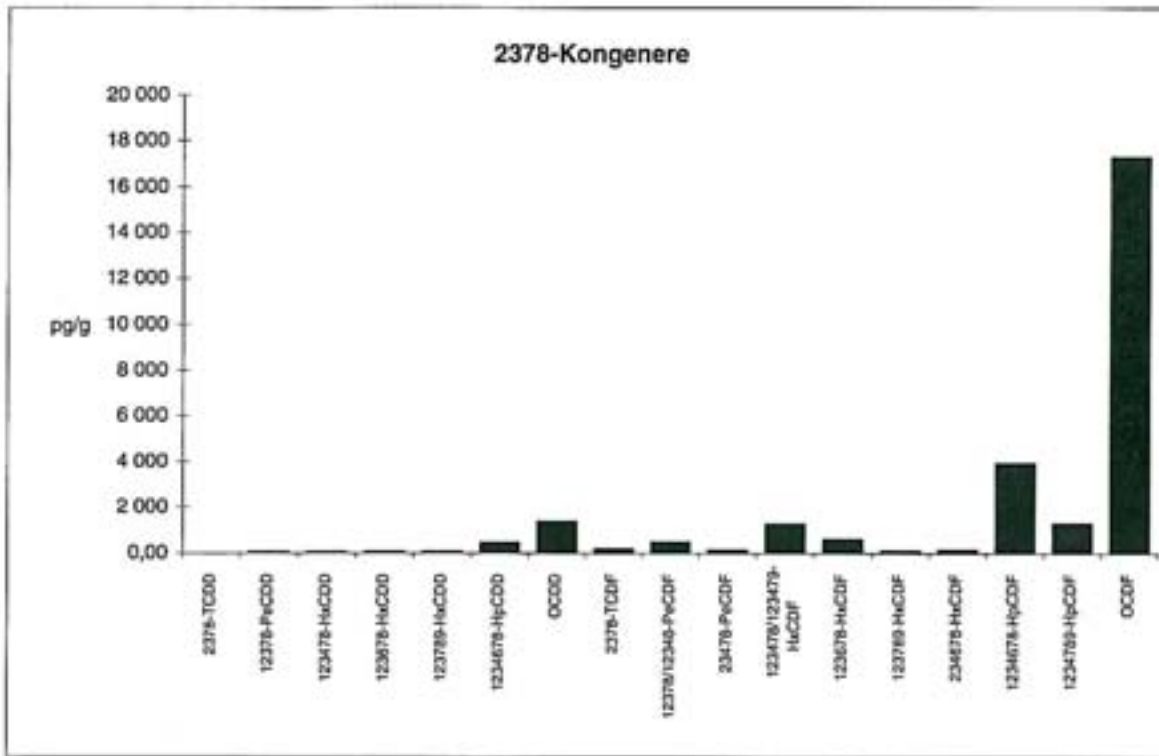
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

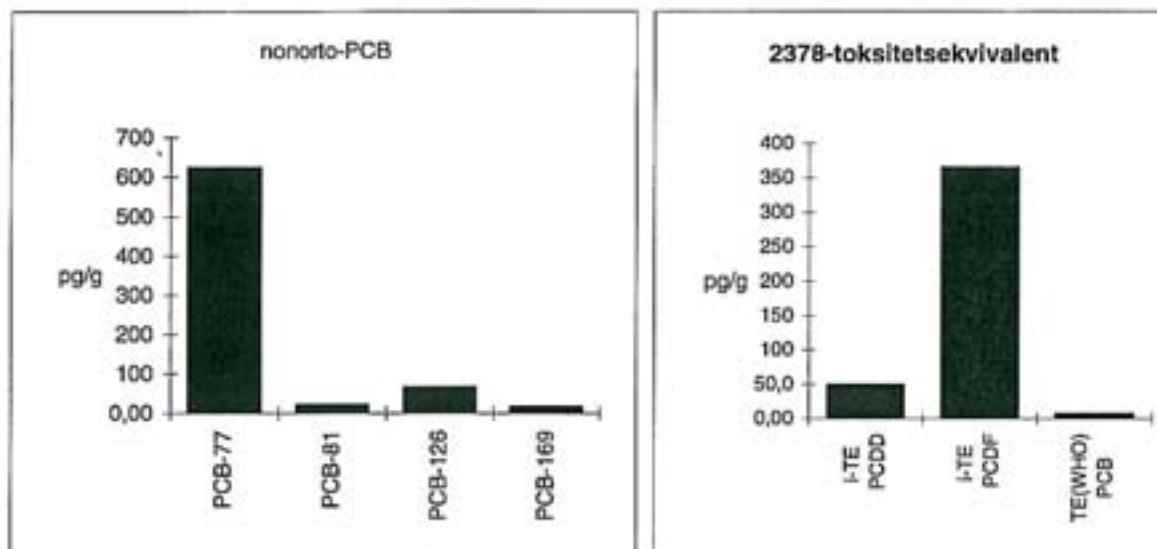


# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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 prøvermerking: 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		
<b>SUM TCDD</b>	<b>62,0</b>				
12378-PeCDD	17,9	60	8,93		
<b>SUM PeCDD</b>	<b>117</b>				
123478-HxCDD	22,2	62	2,22		
123678-HxCDD	38,8	57	3,88		
123789-HxCDD	35,1 (i)		3,51		
<b>SUM HxCDD</b>	<b>287</b>				
1234678-HpCDD	268	65	2,68		
<b>SUM HpCDD</b>	<b>435</b>				
OCDD	965	68	0,96		
<b>SUM PCDD</b>	<b>1 866</b>		<b>25,6</b>		
2378-TCDF	77,7	58	7,77		
<b>SUM TCDF</b>	<b>504</b>				
12378/12348-PeCDF	231		2,31	11,5	
23478-PeCDF	64,7	53	32,3		
<b>SUM PeCDF</b>	<b>951</b>				
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		
<b>SUM HxCDF</b>	<b>1 954</b>				
1234678-HpCDF	2 291	64	22,9		
1234789-HpCDF	672		6,72		
<b>SUM HpCDF</b>	<b>4 502</b>				
OCDF	10 753	62	10,8		
<b>SUM PCDF</b>	<b>18 665</b>		<b>184</b>	<b>194</b>	
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>20 531</b>		<b>210</b>	<b>219</b>	

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: 98/357  
Kunde: NIVA Sørlandet  
Kundenes prøvemerkning: 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	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	
<b>SUM TE-PCB</b>				<b>1,38</b>	<b>2,20</b>	

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

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

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

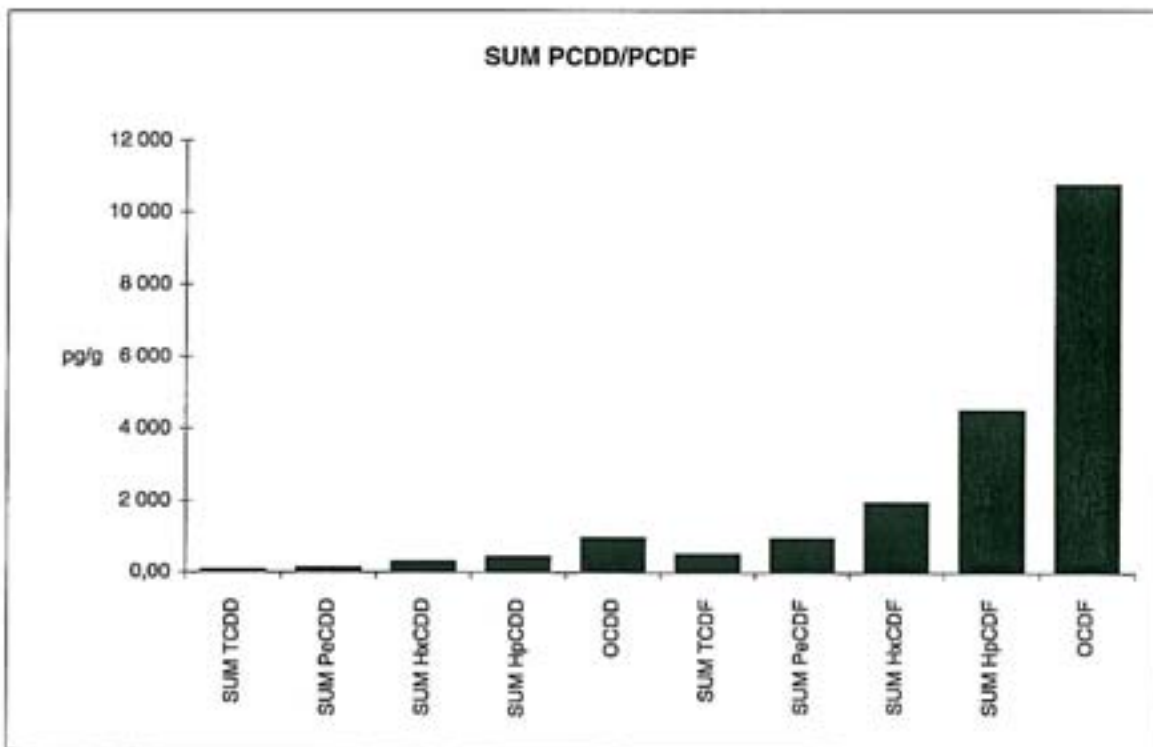
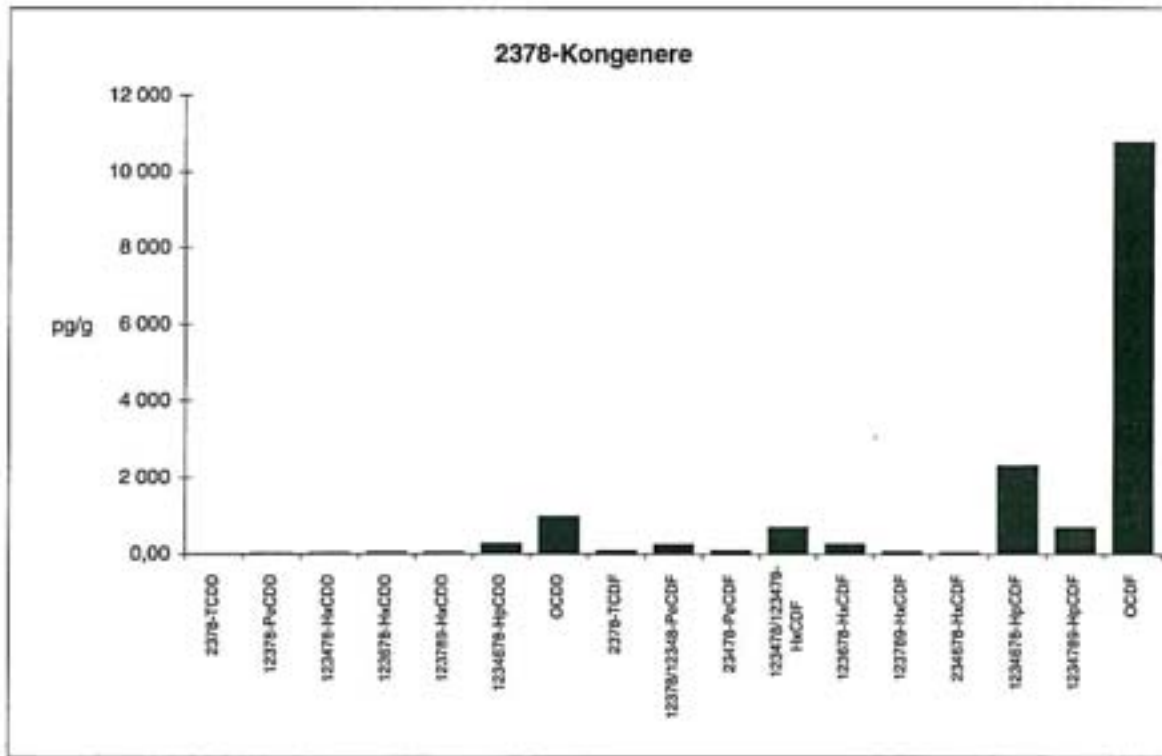
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

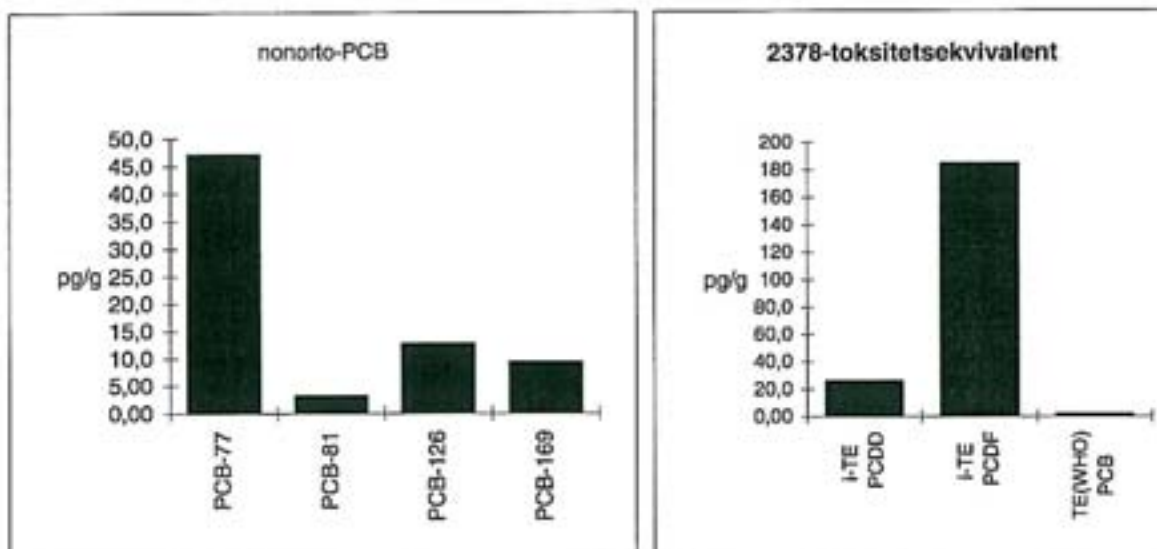


# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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: Bjerkøybåen. 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	
<b>SUM TCDD</b>	<b>16,9</b>			
12378-PeCDD	7,18 (i)	66	3,59	
<b>SUM PeCDD</b>	<b>23,9</b>			
123478-HxCDD	7,22 (i)	87	0,72	
123678-HxCDD	8,76	78	0,88	
123789-HxCDD	7,41		0,74	
<b>SUM HxCDD</b>	<b>54,1</b>			
1234678-HpCDD	63,9	94	0,64	
<b>SUM HpCDD</b>	<b>107</b>			
OCDD	230	106	0,23	
<b>SUM PCDD</b>	<b>431</b>		<b>6,90</b>	
2378-TCDF	20,0	68	2,00	
<b>SUM TCDF</b>	<b>104</b>			
12378/12348-PeCDF	48,7		0,49	2,44
23478-PeCDF	14,4	66	7,20	
<b>SUM PeCDF</b>	<b>254</b>			
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	
<b>SUM HxCDF</b>	<b>460</b>			
1234678-HpCDF	557	89	5,57	
1234789-HpCDF	151		1,51	
<b>SUM HpCDF</b>	<b>1 080</b>			
OCDF	2 648	87	2,65	
<b>SUM PCDF</b>	<b>4 545</b>		<b>42,5</b>	<b>44,4</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>4 976</b>		<b>49,4</b>	<b>51,3</b>

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksiltekvivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-toksiltekvivalent 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: 98/358  
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
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>0,25</b>	<b>0,47</b>

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

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

< Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

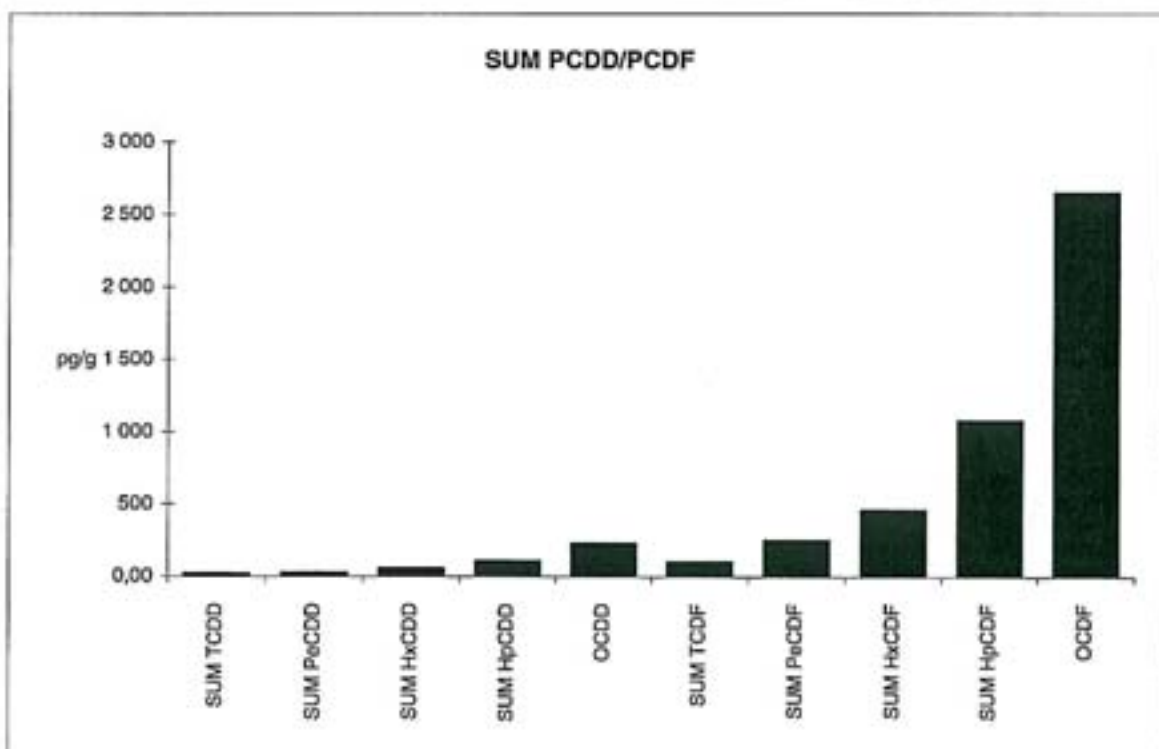
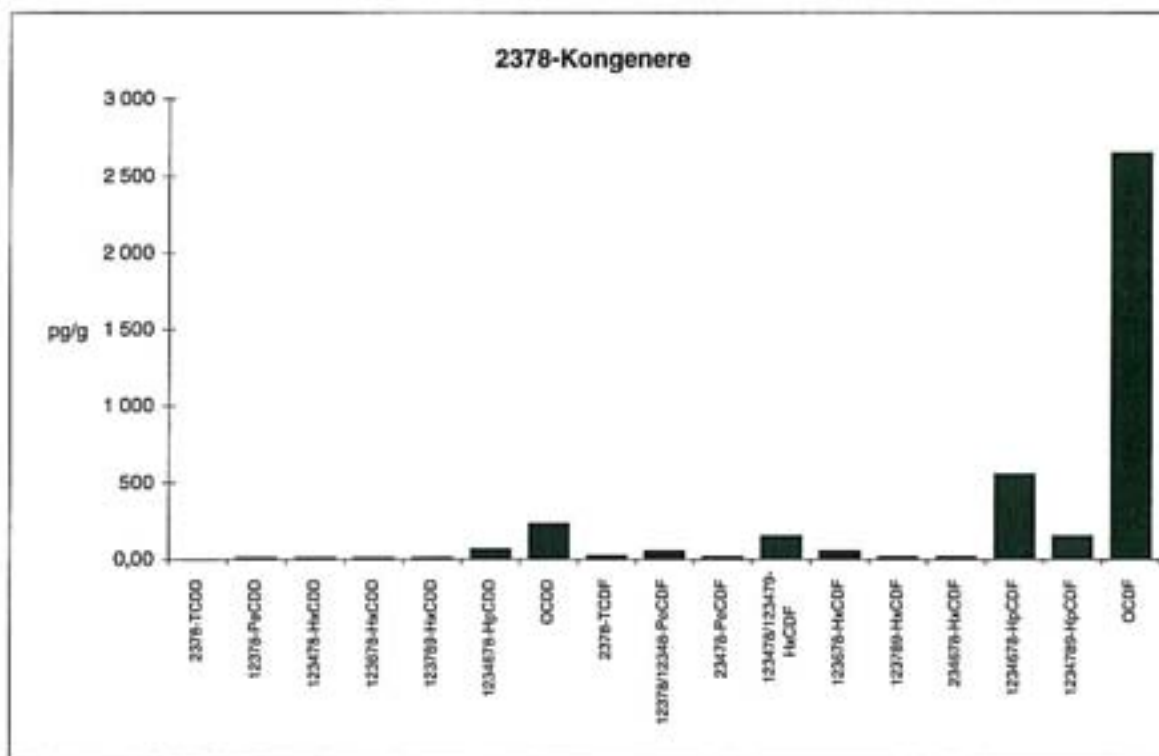
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

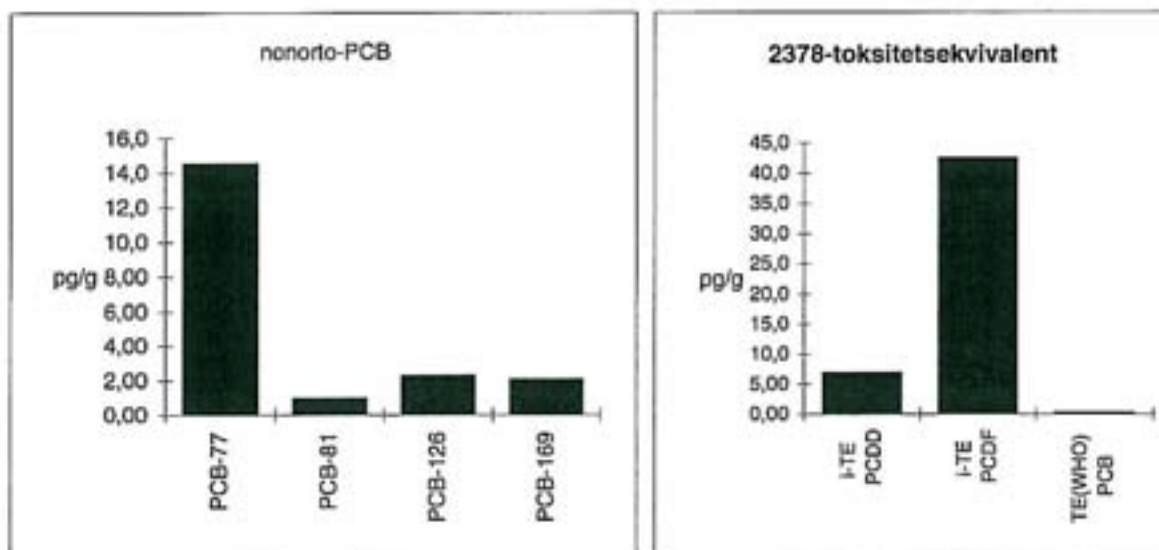


# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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 prøvermerking: 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
2378-TCDD	19,9	59	19,9	
<b>SUM TCDD</b>	<b>45,7</b>			
12378-PeCDD	16,3 (i)	61	8,15	
<b>SUM PeCDD</b>	<b>103</b>			
123478-HxCDD	17,2 (i)	64	1,72	
123678-HxCDD	27,0	61	2,70	
123789-HxCDD	432		43,2	
<b>SUM HxCDD</b>	<b>476</b>			
1234678-HpCDD	223	65	2,23	
<b>SUM HpCDD</b>	<b>455</b>			
OCDD	872	64	0,87	
<b>SUM PCDD</b>	<b>1 952</b>		<b>78,8</b>	
2378-TCDF	72,9	56	7,29	
<b>SUM TCDF</b>	<b>559</b>			
12378/12348-PeCDF	211		2,11	10,6
23478-PeCDF	51,0	59	25,5	
<b>SUM PeCDF</b>	<b>974</b>			
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	
<b>SUM HxCDF</b>	<b>1 714</b>			
1234678-HpCDF	1 686	61	16,9	
1234789-HpCDF	576		5,76	
<b>SUM HpCDF</b>	<b>3 433</b>			
OCDF	8 401	69	8,40	
<b>SUM PCDF</b>	<b>15 080</b>		<b>151</b>	<b>159</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>17 033</b>		<b>230</b>	<b>238</b>

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksilitekvivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-toksilitekvivalent 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: 98/359  
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
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>1,34</b>	<b>2,41</b>

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

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

< Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

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

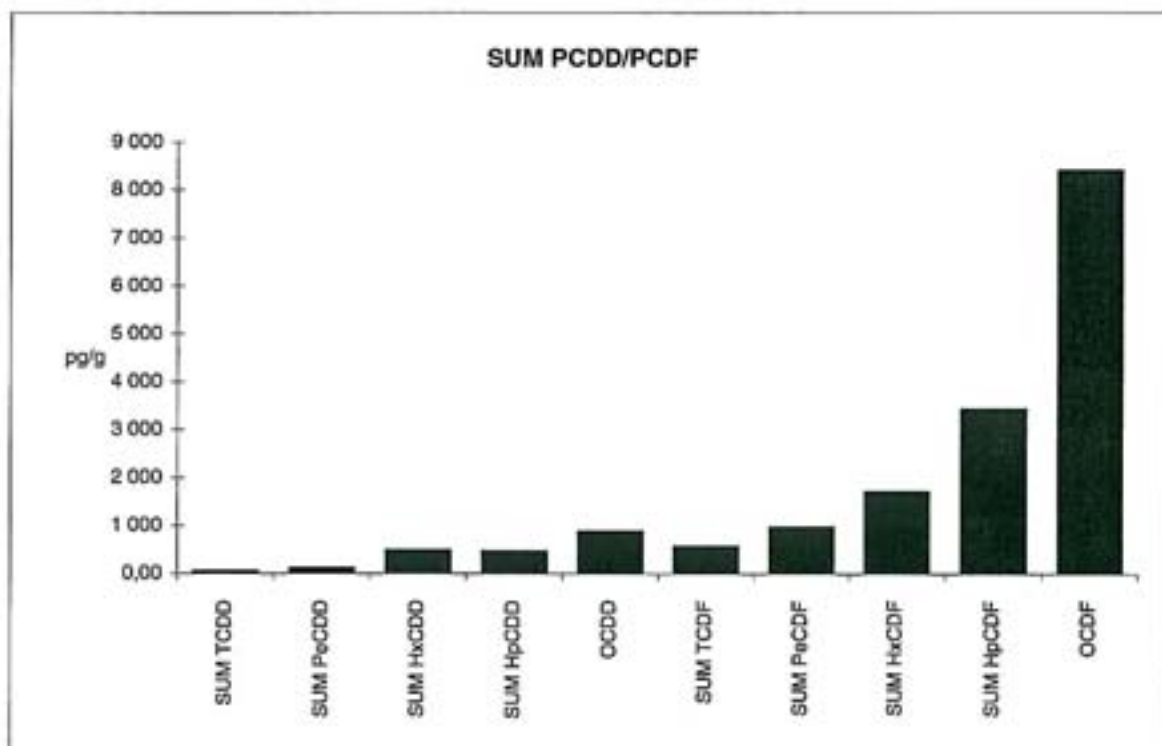
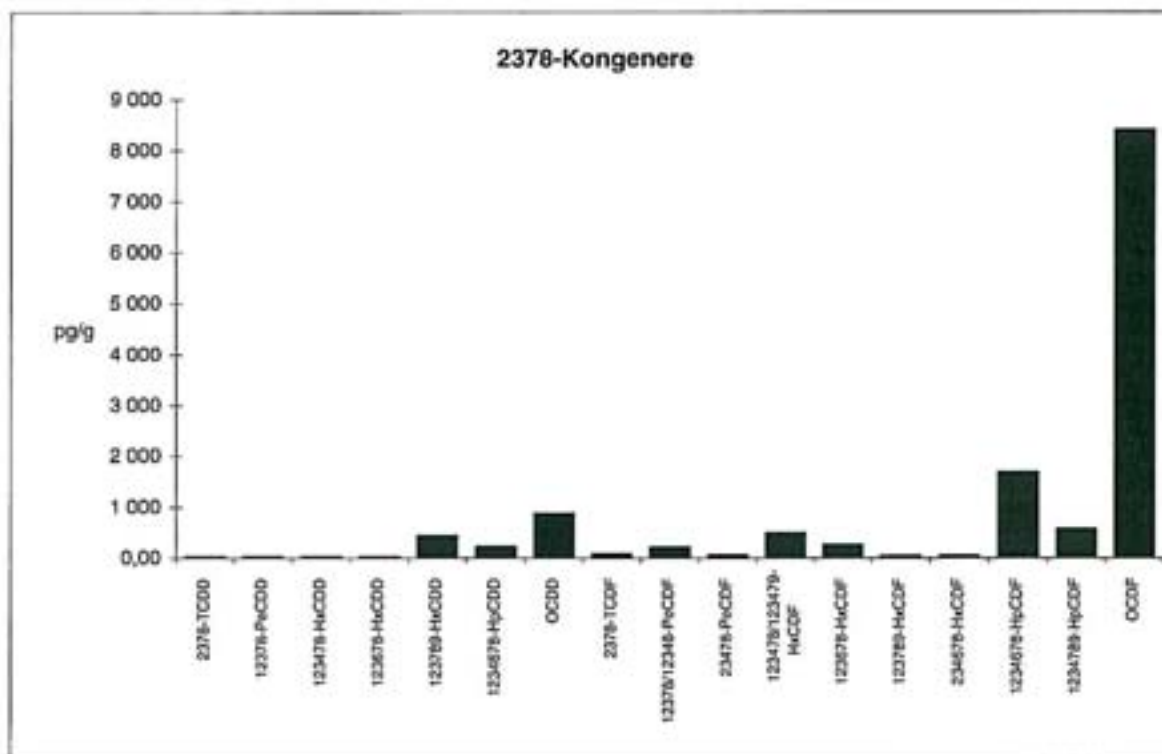
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

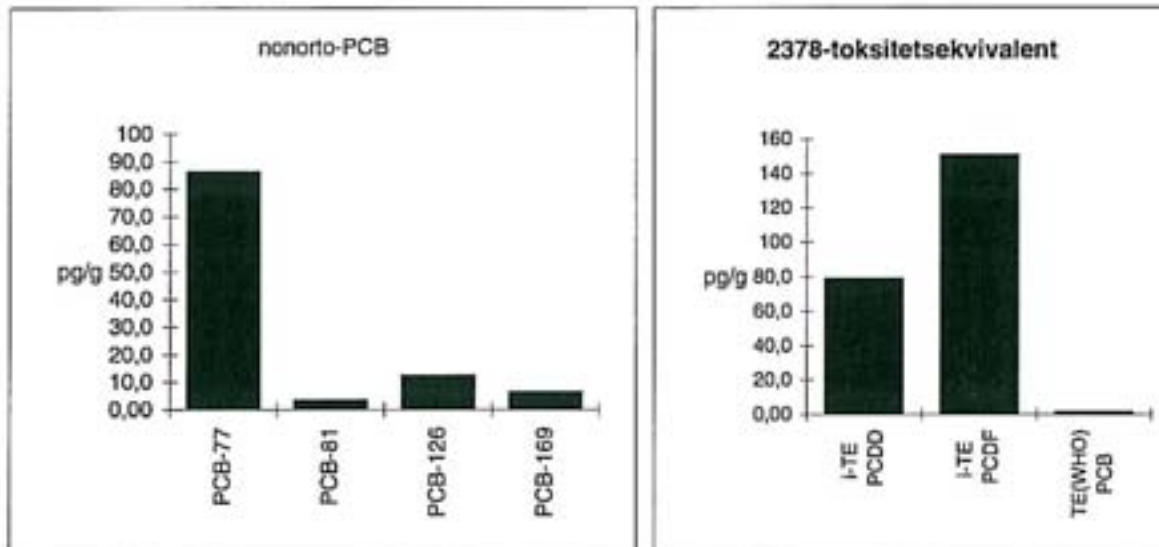


# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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	
<b>SUM TCDD</b>	<b>1,63</b>			
12378-PeCDD	0,31	93	0,15	
<b>SUM PeCDD</b>	<b>3,51</b>			
123478-HxCDD	0,30	105	0,03	
123678-HxCDD	0,50	115	0,05	
123789-HxCDD	0,45		0,04	
<b>SUM HxCDD</b>	<b>4,25</b>			
1234678-HpCDD	2,95	86	0,03	
<b>SUM HpCDD</b>	<b>4,82</b>			
OCDD	6,01	113	0,01	
<b>SUM PCDD</b>	<b>20,2</b>		<b>0,38</b>	
2378-TCDF	2,90	90	0,29	
<b>SUM TCDF</b>	<b>20,5</b>			
12378/12348-PeCDF	3,21		0,03	0,16
23478-PeCDF	1,79	101	0,89	
<b>SUM PeCDF</b>	<b>22,7</b>			
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	
<b>SUM HxCDF</b>	<b>38,9</b>			
1234678-HpCDF	22,6	116	0,23	
1234789-HpCDF	8,95		0,09	
<b>SUM HpCDF</b>	<b>47,8</b>			
OCDF	160	119	0,16	
<b>SUM PCDF</b>	<b>290</b>		<b>3,29</b>	<b>3,42</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>311</b>		<b>3,67</b>	<b>3,80</b>

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksisitetskvivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-toksisitetskvivalent etter internasjonal modell  
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1  
 (j): 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
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>0,01</b>	<b>0,02</b>

TE (WHO): 2378-TCDD-toksisitetskvivalent etter Ahlberg et al. (1994)

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

< Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

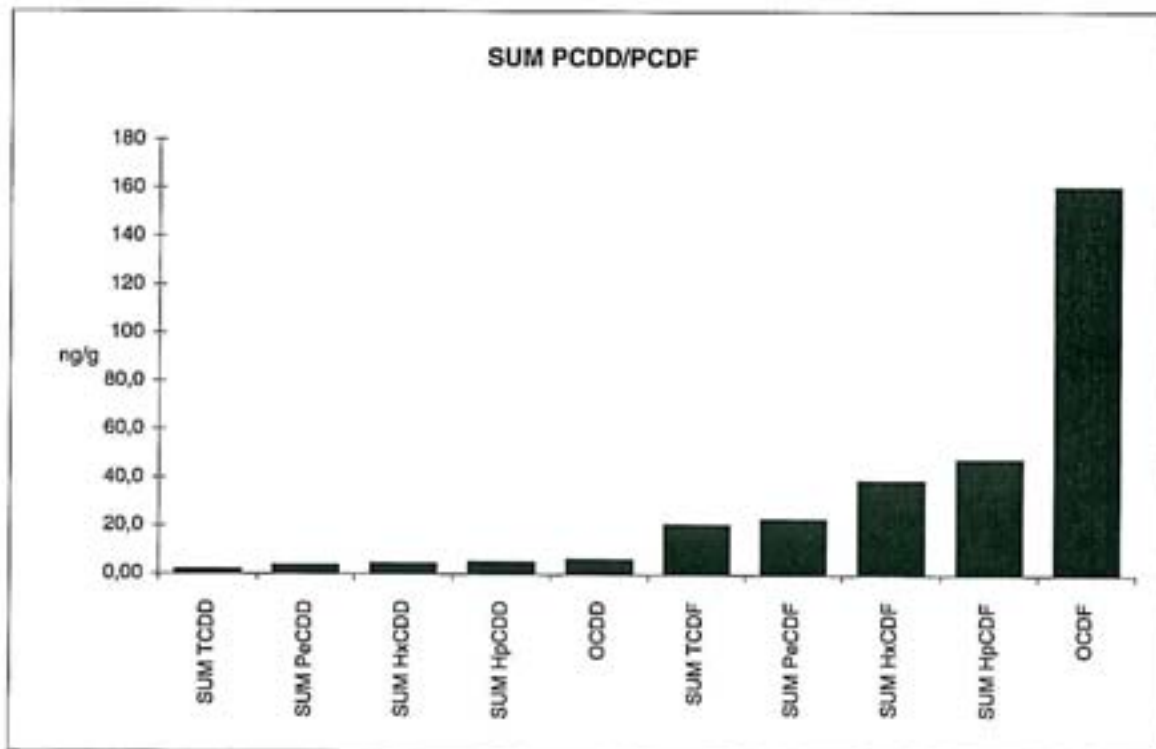
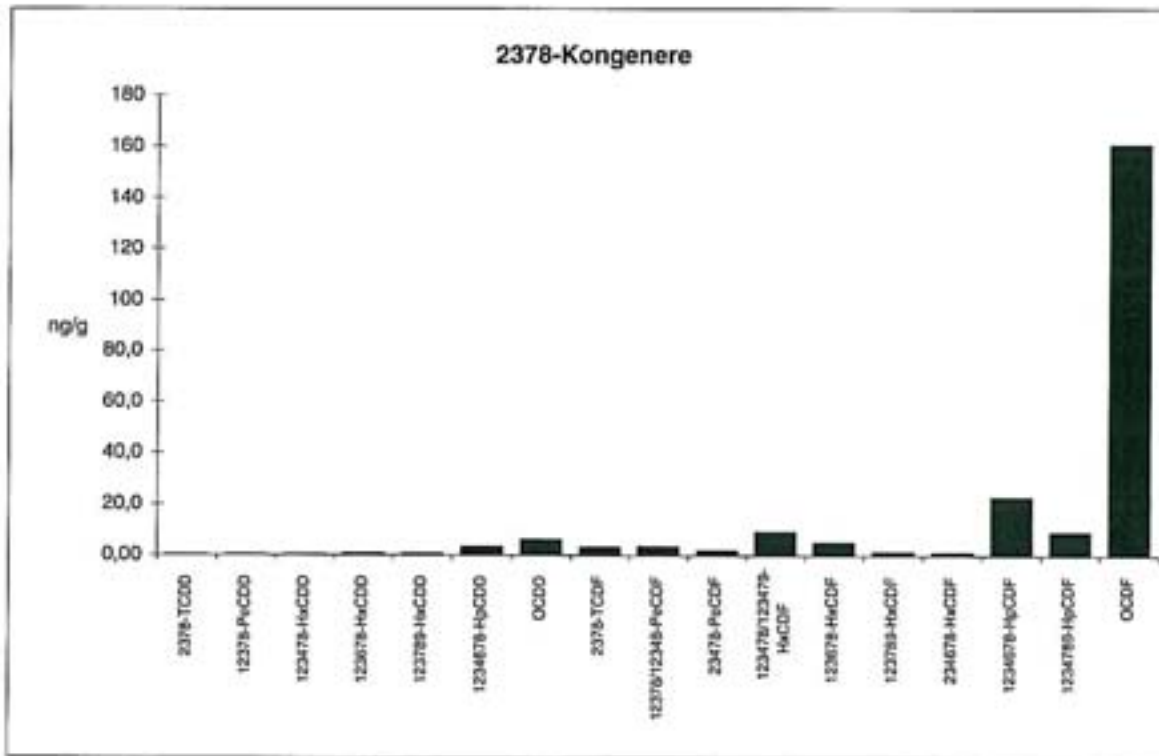
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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

Kjeller, 01.02.99

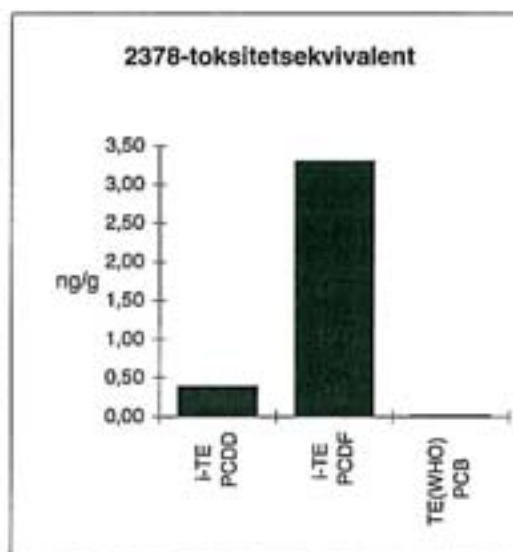
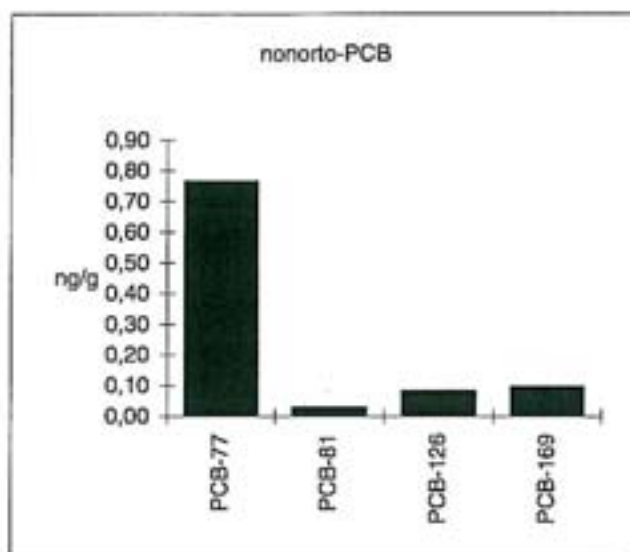


# PCDD/PCDF-Analyseresultater



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.: <u>446</u> Sak nr.: <u>0-800312</u> Mottatt: <u>20.7.98</u>
--

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 <sup>13</sup>C-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 <sup>13</sup>C-isotopmerkete internstandarder ligge innenfor 40–120% i forhold til en av de tilsatte <sup>13</sup>C-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 <sup>13</sup>C (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<sub>77</sub> 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  
Fiolveggen 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  $^{13}\text{C}$  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 Blørøybåen	"	"	11.05.–06.07.98
98/359	Brevik Arøybratten	"	"	11.05.–06.07.98
98/425	15 Gunnekleiv	"	04.05.98	11.05.–06.07.98

### Analysér:

**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.  $^{13}\text{C}$  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 prøvemerkning: 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
<b>Sum-TeCN</b>	<b>59,5</b>
12357-PeCN	200
12367-PeCN	38,2
12358-PeCN	22,2
<b>Sum-PeCN</b>	<b>551</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	63,6
123568-HxCN	39,9
124568-HxCN+124578-HxCN	2,96
123678-HxCN	2,20
<b>Sum-HxCN</b>	<b>145</b>
1234567-HpCN	128
1234568-HpCN	14,4
<b>Sum-HpCN</b>	<b>143</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>898</b>

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.

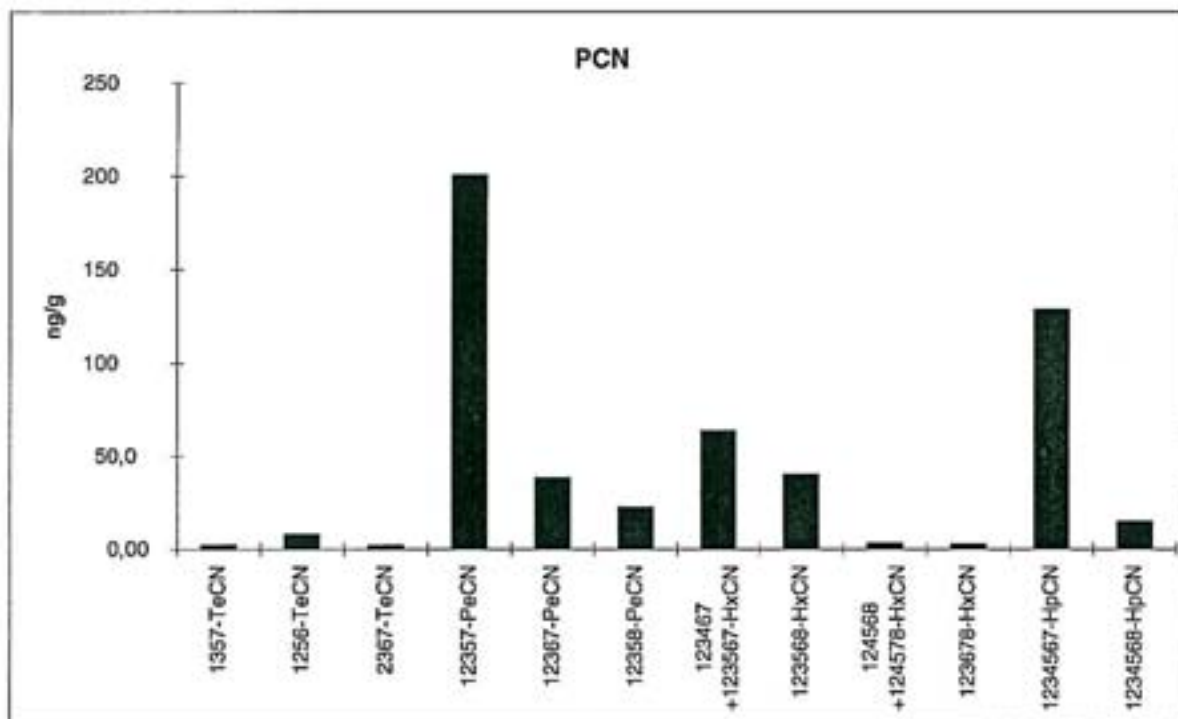
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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, blandepreve  
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
<b>Sum-TeCN</b>	<b>21,5</b>
12357-PeCN	80,8
12367-PeCN	15,7
12358-PeCN	10,1
<b>Sum-PeCN</b>	<b>228</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	31,9
123568-HxCN	18,3
124568-HxCN+124578-HxCN	1,59
123678-HxCN	0,98
<b>Sum-HxCN</b>	<b>71,3</b>
1234567-HpCN	63,0
1234568-HpCN	7,18
<b>Sum-HpCN</b>	<b>70,2</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>391</b>

Recovery: \* - 57%

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

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

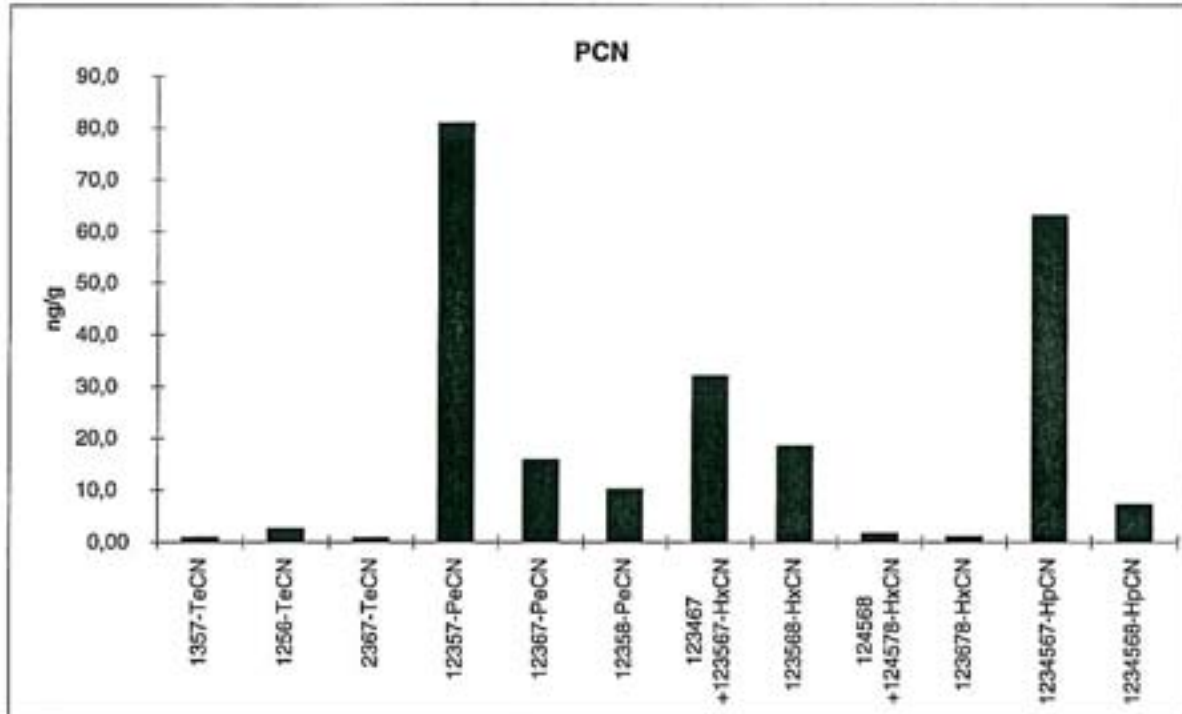
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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
<b>Sum-TeCN</b>	<b>36,3</b>
12357-PeCN	62,4
12367-PeCN	4,99
12358-PeCN	3,49
<b>Sum-PeCN</b>	<b>127</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	39,5
123568-HxCN	22,9
124568-HxCN+124578-HxCN	2,93
123678-HxCN	1,27
<b>Sum-HxCN</b>	<b>88,8</b>
1234567-HpCN	80,1
1234568-HpCN	9,85
<b>Sum-HpCN</b>	<b>89,9</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>342</b>

Recovery: 43 - 103 %

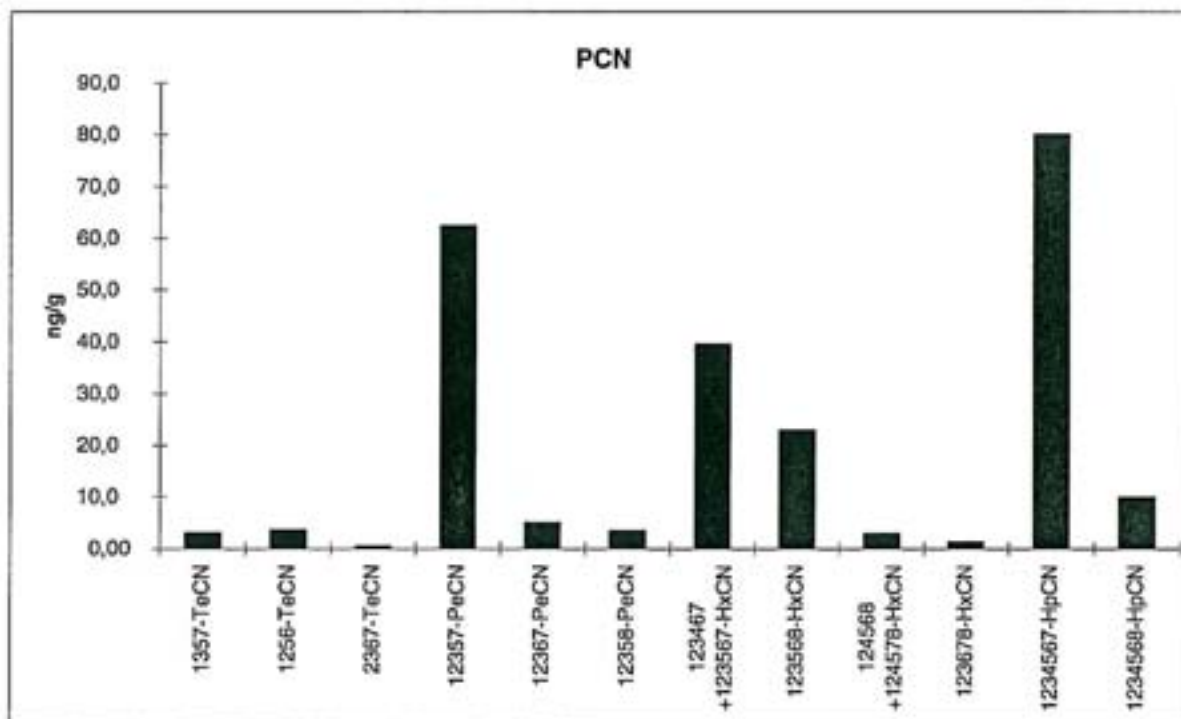
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1  
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.  
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.  
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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
<b>Sum-TeCN</b>	<b>6,06</b>
12357-PeCN	6,73
12367-PeCN	0,52
12358-PeCN	0,35
<b>Sum-PeCN</b>	<b>14,0</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	4,95
123568-HxCN	2,68
124568-HxCN+124578-HxCN	0,27
123678-HxCN	0,16
<b>Sum-HxCN</b>	<b>10,8</b>
1234567-HpCN	8,75
1234568-HpCN	0,70
<b>Sum-HpCN</b>	<b>9,45</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>40,3</b>

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.

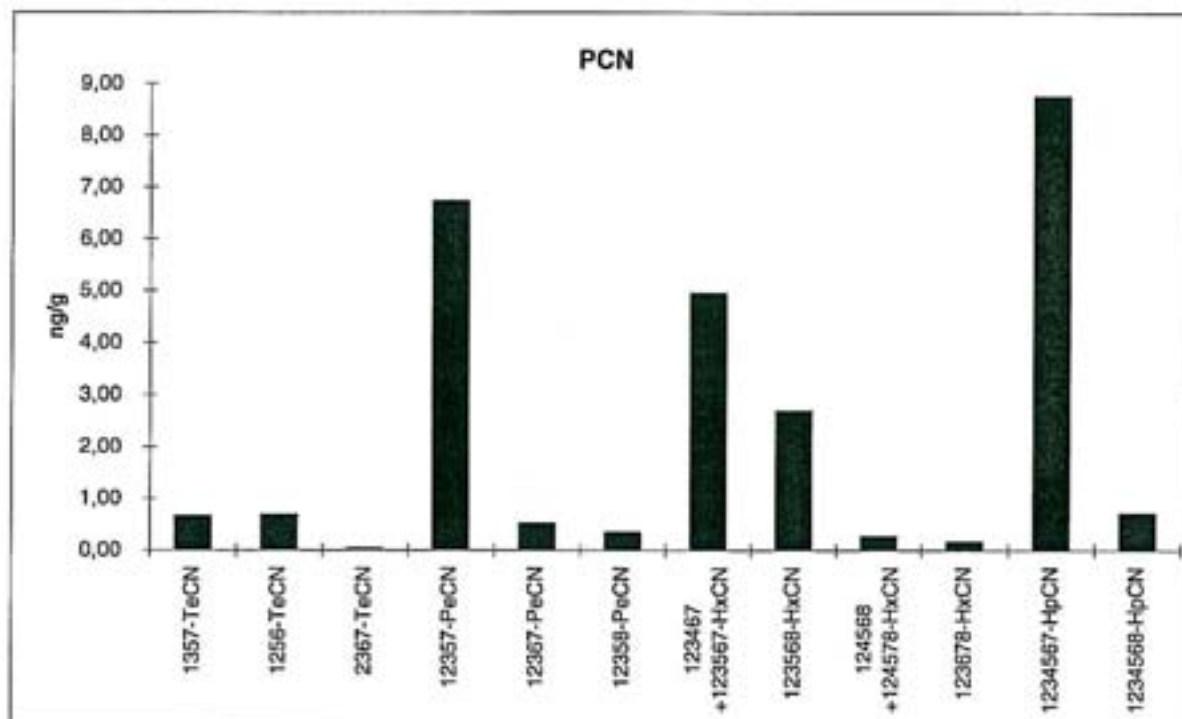
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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
<b>Sum-TeCN</b>	<b>23,3</b>
12357-PeCN	20,1
12367-PeCN	1,39
12358-PeCN	1,03
<b>Sum-PeCN</b>	<b>40,3</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	14,6
123568-HxCN	8,84
124568-HxCN+124578-HxCN	1,20
123678-HxCN	0,47
<b>Sum-HxCN</b>	<b>33,9</b>
1234567-HpCN	31,8
1234568-HpCN	3,57
<b>Sum-HpCN</b>	<b>35,4</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>133</b>

Recovery: 48 - 100 %

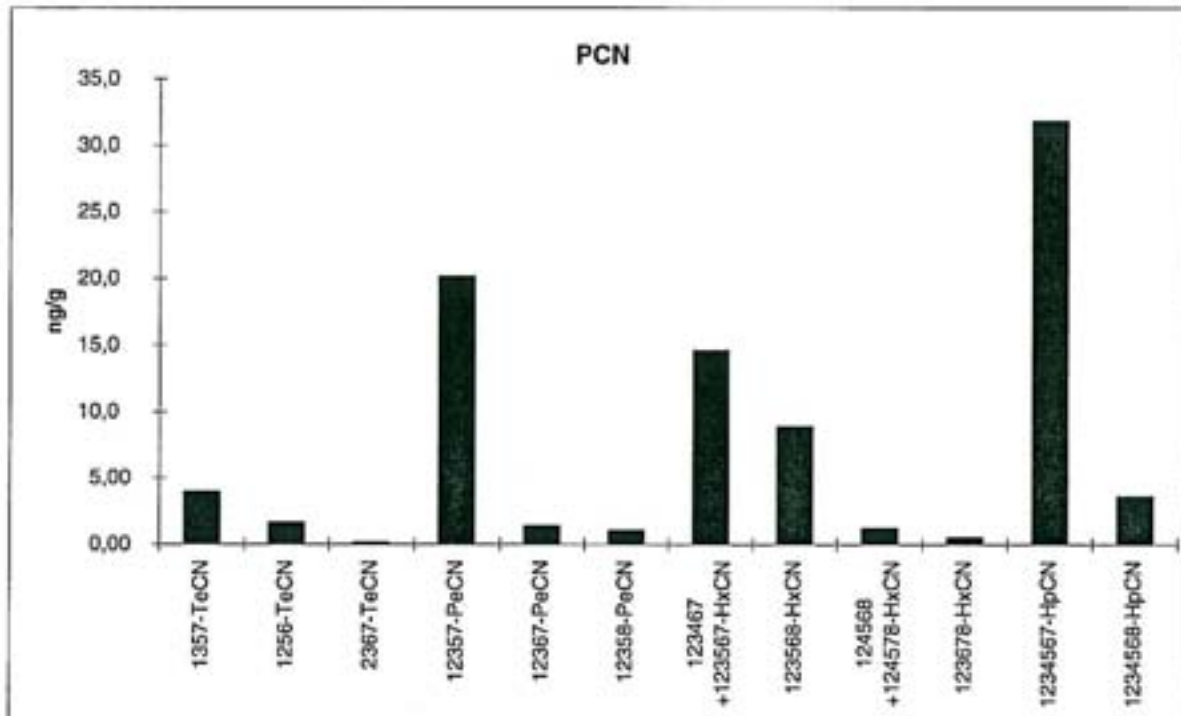
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1  
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.  
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.  
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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
<b>Sum-TeCN</b>	<b>4 364</b>
12357-PeCN	3 709
12367-PeCN	261
12358-PeCN	161
<b>Sum-PeCN</b>	<b>7 103</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	2 719
123568-HxCN	1 357
124568-HxCN+124578-HxCN	163
123678-HxCN	82,0
<b>Sum-HxCN</b>	<b>5 696</b>
1234567-HpCN	5 905
1234568-HpCN	564
<b>Sum-HpCN</b>	<b>6 469</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>23 632</b>

Recovery: 52 - 82 %

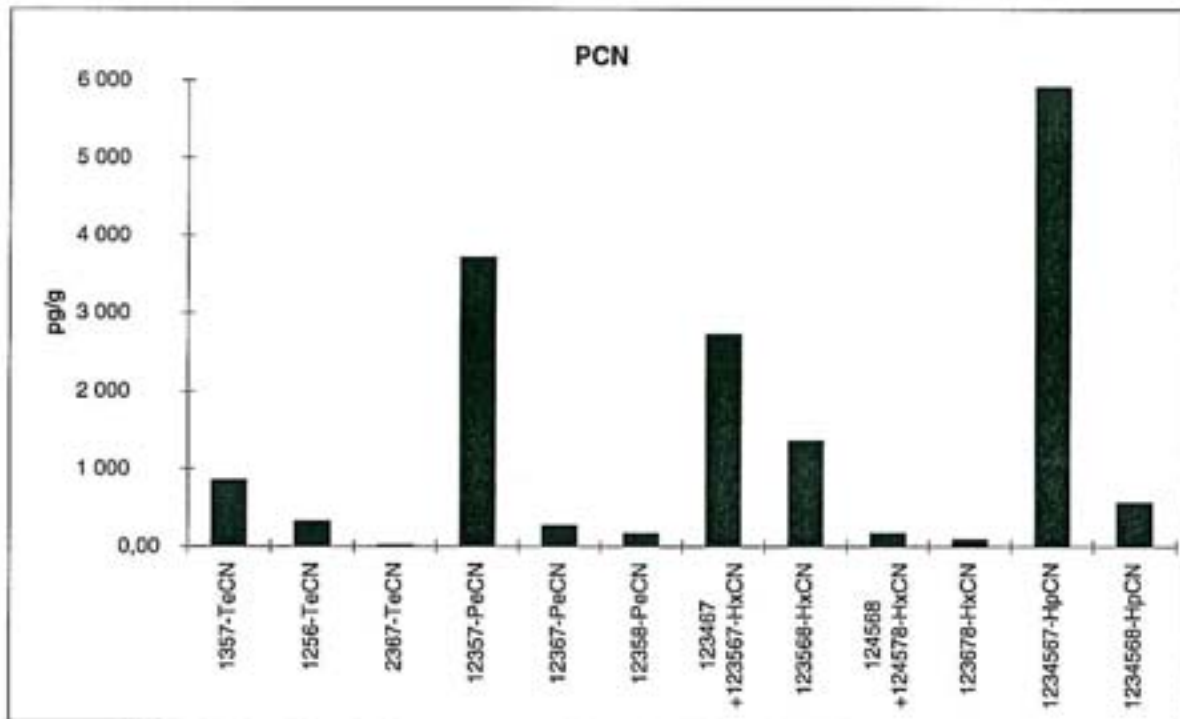
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1  
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.  
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.  
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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
<b>Sum-TeCN</b>	<b>545</b>
12357-PeCN	364
12367-PeCN	33,3
12358-PeCN	28,3
<b>Sum-PeCN</b>	<b>780</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	271
123568-HxCN	159
124568-HxCN+124578-HxCN	23,4
123678-HxCN	9,92
<b>Sum-HxCN</b>	<b>636</b>
1234567-HpCN	529
1234568-HpCN	44,3
<b>Sum-HpCN</b>	<b>574</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>2 536</b>

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.

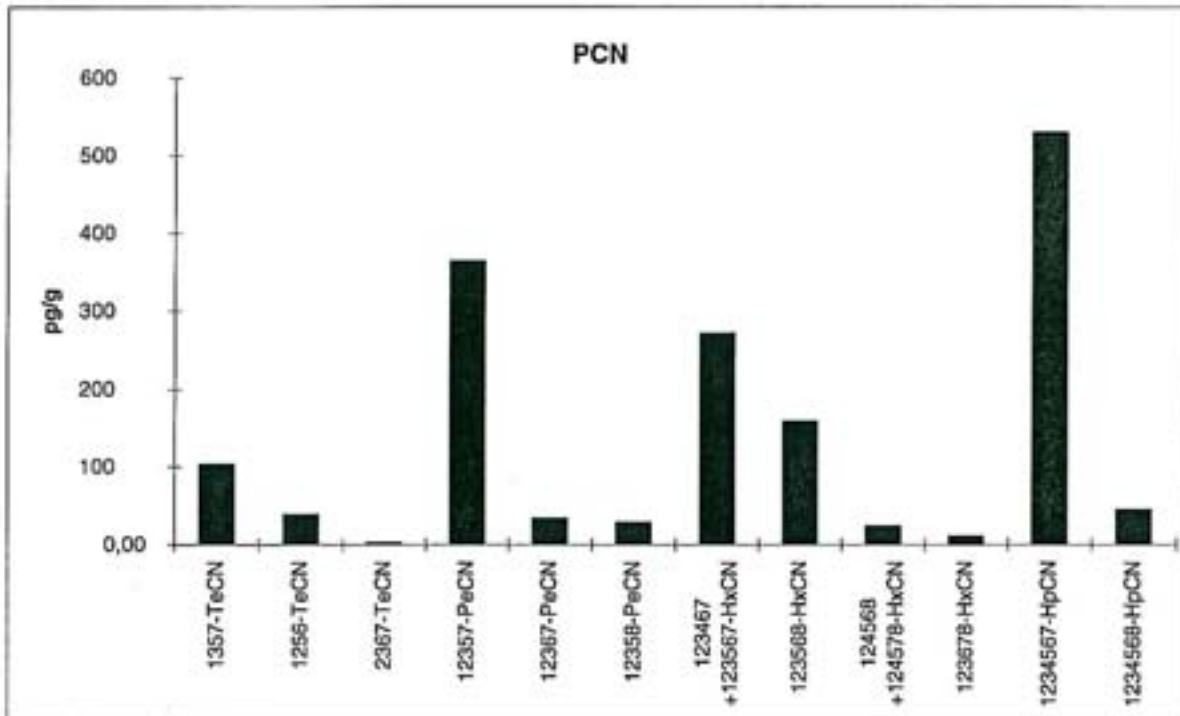
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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)
<b>Sum-TeCN</b>	<b>116</b>
12357-PeCN	112
12367-PeCN	9,73
12358-PeCN	7,69
<b>Sum-PeCN</b>	<b>213</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	87,0
123568-HxCN	48,4
124568-HxCN+124578-HxCN	6,53
123678-HxCN	2,14 (b)
<b>Sum-HxCN</b>	<b>198</b>
1234567-HpCN	169
1234568-HpCN	10,8
<b>Sum-HpCN</b>	<b>179</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>707</b>

Recovery: 45 - 77 %

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

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

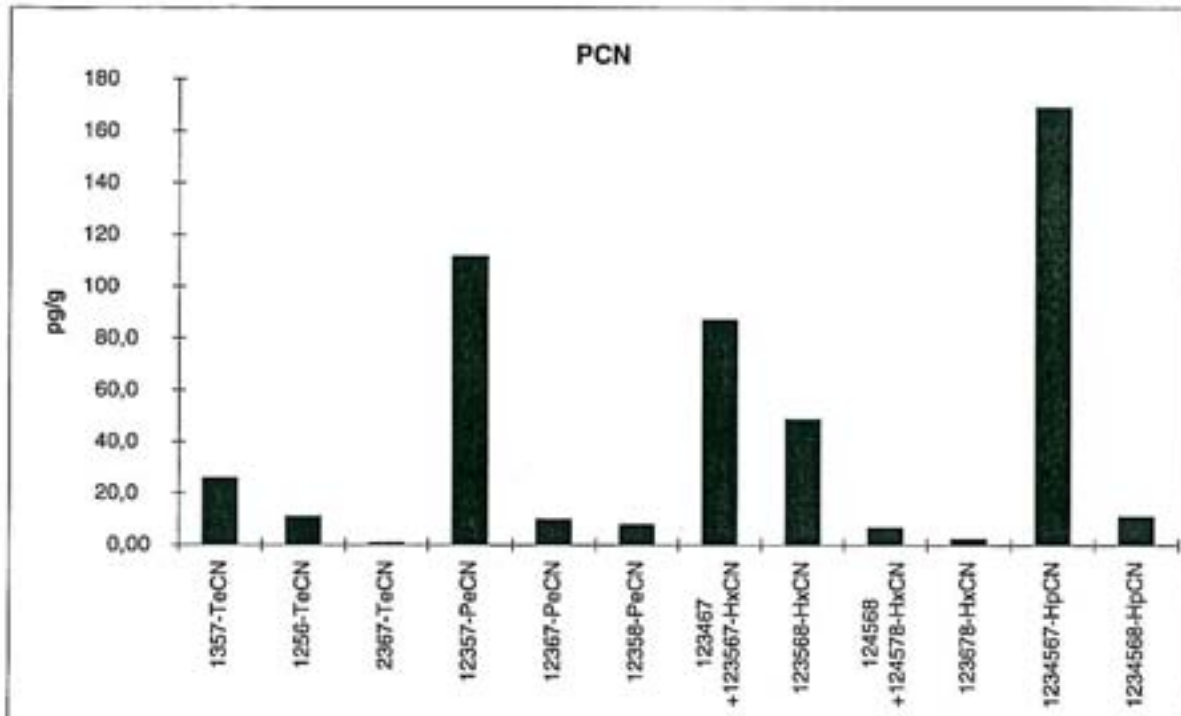
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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)
<b>Sum-TeCN</b>	<b>181</b>
12357-PeCN	123
12367-PeCN	10,4
12358-PeCN	17,8
<b>Sum-PeCN</b>	<b>255</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	83,2
123568-HxCN	52,0
124568-HxCN+124578-HxCN	12,7
123678-HxCN	3,67 (i)
<b>Sum-HxCN</b>	<b>212</b>
1234567-HpCN	151
1234568-HpCN	15,2
<b>Sum-HpCN</b>	<b>167</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>814</b>

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.

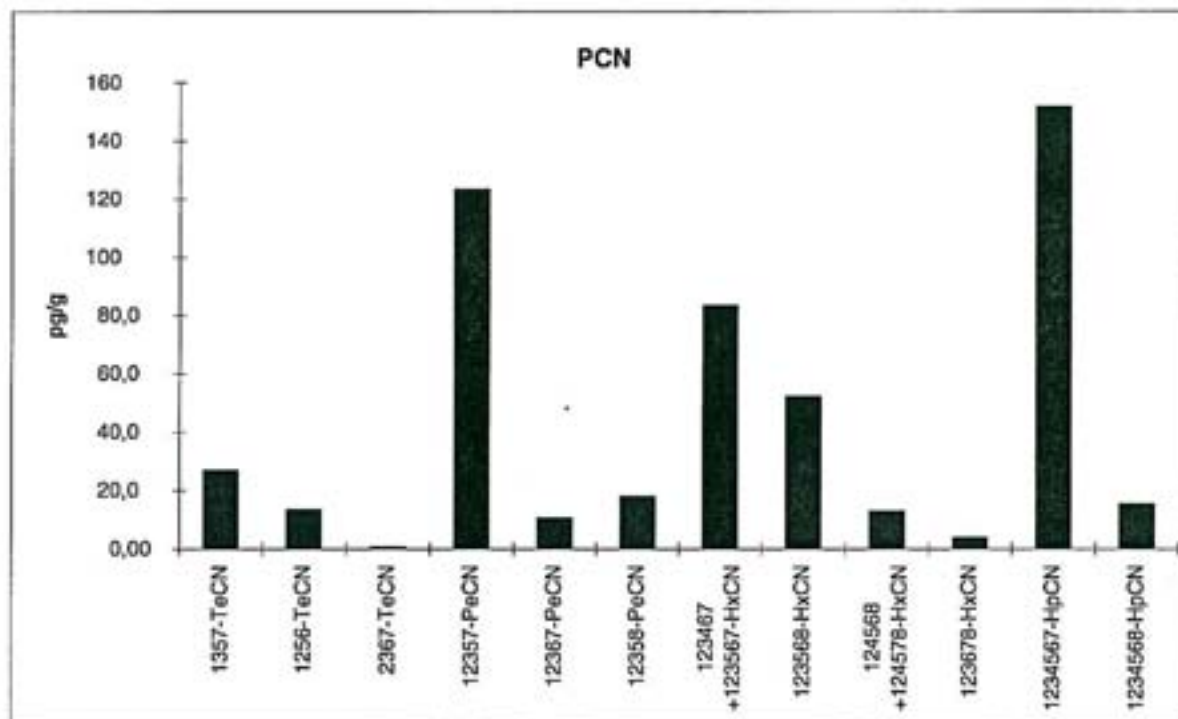
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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)
<b>Sum-TeCN</b>	<b>531</b>
12357-PeCN	528
12367-PeCN	42,6
12358-PeCN	25,5
<b>Sum-PeCN</b>	<b>1 010</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	517
123568-HxCN	151
124568-HxCN+124578-HxCN	18,4
123678-HxCN	11,2
<b>Sum-HxCN</b>	<b>918</b>
1234567-HpCN	490
1234568-HpCN	29,7
<b>Sum-HpCN</b>	<b>520</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>2 978</b>

Recovery: 48 - 67 %

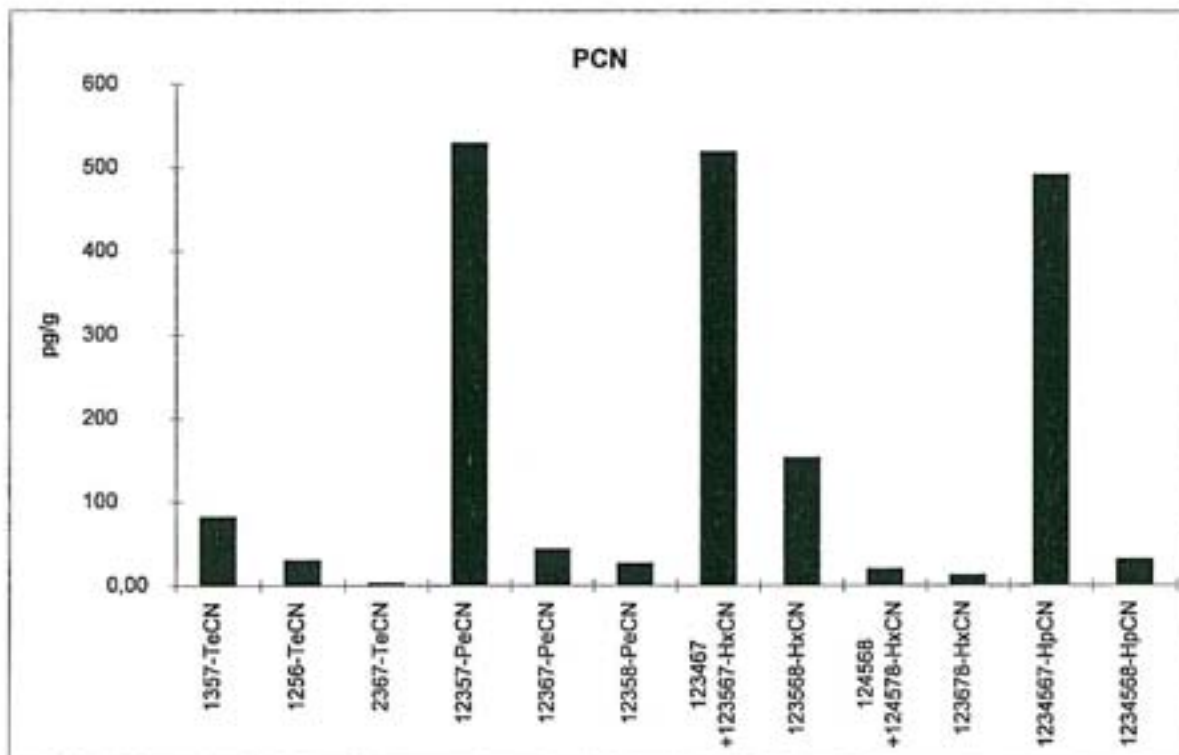
- <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1  
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20 % fra teoretisk verdi.  
Det skyldes mulig interferanse eller instrument støy.  
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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
<b>Sum-TeCN</b>	<b>16,3</b>
12357-PeCN	39,8
12367-PeCN	6,13
12358-PeCN	4,17
<b>Sum-PeCN</b>	<b>99,2</b>
123467-HxCN+123567-HxCN	26,0
123568-HxCN	12,1
124568-HxCN+124578-HxCN	1,07
123678-HxCN	0,57
<b>Sum-HxCN</b>	<b>51,6</b>
1234567-HpCN	34,8
1234568-HpCN	2,36
<b>Sum-HpCN</b>	<b>37,2</b>
<b>Sum-TeCN - HpCN</b>	<b>204</b>

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.

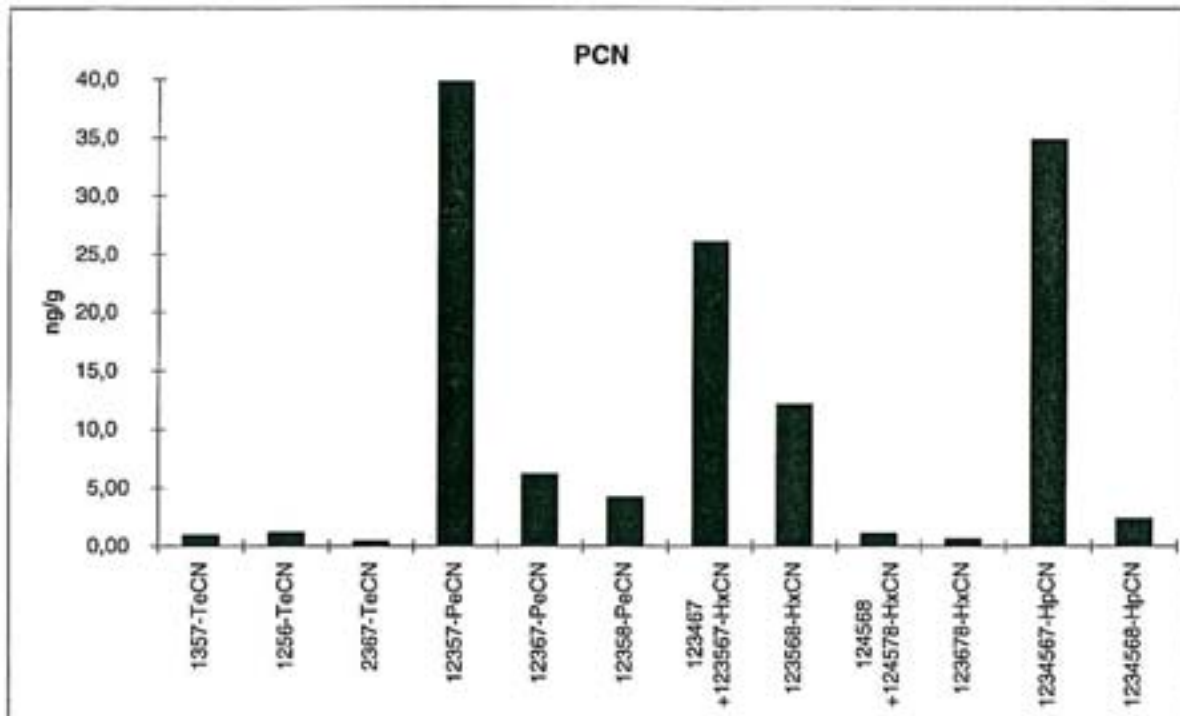
(b): Mindre enn 10 ganger blindverdi.

# 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 for Tillemstad Miljøforskning, Universitetet i Stockholm

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

PCBs	Substitutions	11a	14b	16b	11bGrab1	11bGrab2	11bGrab3	13c-Grab1	13c-Grab2	13c-Grab3	18b Grab1	18b Grab2	18b Grab3
<b>Tetras</b>													
42	1357	7,29	8,48	1,66	3,67	2,64	4,17	3,79	7,45	8,98	1,90	1,66	0,75
33/34/37	12461/2471/257	9,45	11,8	4,10	5,48	4,48	5,99	5,63	10,74	11,46	5,57	4,91	2,22
44/47	13671/467	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	12351/356	2,00	1,97	0,843	1,16	0,991	1,23	1,02	1,93	2,08	1,09	0,981	0,413
29/27	12381/234	1,08	1,10	0,388	0,589	0,478	0,614	0,596	1,10	1,19	0,584	0,499	0,250
32/30	12451/237	0,32	0,284	0,174	0,187	0,184	0,198	0,178	0,355	0,341	0,220	0,198	0,0845
39/35	12671/248	0,68	0,667	0,318	0,366	0,345	0,441	0,378	0,669	0,773	0,411	0,383	0,157
38/48	1258/2367	1,29	1,27	0,748	0,818	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	0,489	0,560	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
<b>Pentras</b>													
52/60	12357/12467	79,0	14,4	5,7	41,3	42,7	43,9	28,9	13,8	14,9	7,03	8,26	12,6
58	12457	15,8	2,64	0,886	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	0,838	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	2,18	1,37	1,28	2,39
54	12387	7,08	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	2,38	1,01	1,25	0,576	0,507	0,989
62	12478	7,68	1,44	0,631	4,50	4,52	4,60	3,07	1,39	1,55	0,734	0,673	1,402
53/65	12358/12368	6,23	1,11	0,435	3,01	3,38	3,14	2,37	1,05	1,24	0,565	0,489	0,986
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	0,782	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	0,108	0,0809	0,173
<b>Hexas</b>													
66/67	123467/123567	59,9	15,9	15,9	29,0	28,4	28,9	17,1	14,5	15,3	7,46	8,91	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	8,48	8,04	7,59	4,81	4,74	4,43	1,92	1,74	1,87

PCBs	Substitution	11a	14b	16b	11bGrab1	11bGrab2	11bGrab3	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	1,48	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	0,0972	0,113	0,101
70	123678	2,17	0,527	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	12345078	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		0,716	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	0,0550	0,0629	0,0468
Hexa-169		0,155	nd	0,0280	0,0635	0,0596	0,0668	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-grab 1	13C Grab2	13C grab3	14B 0-2cm	16b 0-2cm	18B Grab1	18B Grab2	18B Grab3
234B/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
Tol. TCDF	37	16	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
Tol. 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
1234B/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
Tol. 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
Tol. PnCDD	20	3,2	3,5	3,3	1,6	1,3	1,7	1,8	0,9	1,1	1,0	0,4
12347B/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
Tol. 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	1,5	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	1,5	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	TEQ											
	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	0,1	527	247	270	267	154	134	146	138	61	72	71
2378-TCDD	1	131	61	74	74	30	47	31	39	14	17	18
12348/12378-PnCDF	0,01	100	46	50	43	27	14	23	24	11	14	13
23478-PnCDF	0,5	1276	723	833	770	401	372	388	388	185	220	211
12378-PnCDD	0,5	360	133	171	145	81	78	78	79	40	48	16
123479/123478-HxCDF	0,1	1962	1373	1597	1481	585	528	593	674	303	345	339
123678-HxCDF	0,1	1343	508	814	774	350	358	403	436	195	221	202
123789-HxCDF	0,1	317	231	233	234	73	56	62	65	41	45	52
234678-HxCDF	0,1	41	207	177	175	68	70	86	94	46	41	45
123478-HxCDD	0,1	72	45	59	56	20	23	23	23	11	13	12
123678-HxCDD	0,1	130	84	98	95	38	35	43	46	20	24	22

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 proj.nr.267.1-0

Kunde: Kristoffer Næs / *NIVA Spelandet*  
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 Hauken* (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				
		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	19(a+b+c)	Grenland, Ringsholm	Grenland, Ringsholm	Crotholmen	Risøy
		0-2 NIVA	10-20 NIVA	<10	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	Bjerkøyboen	Arøybratten N-lykt	Gunnekleiv
		0-2 NIVA	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				
		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, Ringsholm		Croftholmen	Risøy	
		19(a+b+c) 0-2 NIVA	10-20 NIVA	<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
<b>Sum</b>	<b>PAH's</b>	<b>4649</b>	<b>6265</b>	<b>864</b>	<b>839</b>	<b>214</b>

PAH innhold, µg/kg tørr vekt	Prøve	Bjørkøyboen	Arøybratten N-lykt	Gunnekleiv
		0-2 NIVA	0-2 NIVA	1 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
Bjerkøyboen 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 renset 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
<b>THC (mg/kg)</b>		
<b>PAH komponenter (mg/kg):</b>		
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
Acenafylen	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	*	*
Bjerkøyboen 0-2 NIVA	*	*
Årøybratten N-lykt 0-2 NIVA	*	*
Gunnekleiv I 5	*	*



Tromsø, 01.09.98

Rapport nr.: UA proj.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	<b>356</b>	<b>454</b>	<b>386</b>	<b>297</b>	<b>373</b>	<b>497</b>

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
α-HCH		n.d.	n.d.	n.d.	0.01
γ-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	<b>7.97</b>	<b>12.2</b>	<b>6.52</b>	<b>14.0</b>

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
Bjerkøyboen 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 provenummer 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	<b>6,89 ± 0,56</b>	7,44 ± 0,22
PCB 101	<b>11,0 ± 1,6</b>	12
PCB 105	<b>3,65 ± 0,27</b>	4,42 ± 0,18
PCB 118	<b>10,0 ± 1,1</b>	9,1 ± 0,0
PCB 138	<b>13,38 ± 0,97</b>	11,88 ± 0,44
PCB 153	<b>17,6 ± 1,9</b>	11,6 ± 0,1
PCB 156	<b>0,93 ± 0,14</b>	2,63 ± 0,40
PCB 180	<b>5,83 ± 0,58</b>	9,52 ± 0,44
PCB 209	<b>8,34 ± 0,49</b>	8,55 ± 0,93
HCB	<b>70 ± 25</b>	56 ± 2
4,4'-DDE	<b>6,59 ± 0,56</b>	8,73
4,4'-DDD	<b>5,06 ± 0,58</b>	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	-- " --	-- " --
Croftolmen 0-2 NIVA	-- " --	-- " --
Risøy 0-2 NIVA	-- " --	-- " --
Bjerkøyboen 0-2 NIVA	-- " --	-- " --
Arsøybrøtten 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.

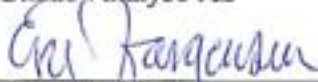
Generelt for PAH forbindelsene er måleusikkerheten på  $< 10\%$  i forhold til sertifisert verdi. For enkelte forbindelser er det en måleusikkerhet  $\pm 10-20\%$ .

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.Jorgensen@akvaplan.niva.no

## Vedlegg E. Stasjonsplassering

Stasjon	Område	Vanndyp m	Posisjoner	
			N	E
I5	Gunnkleivfjorden	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
Bjerkøyboen	Brevikfjorden	9	59*02,406	09*43,907
Arøy	Brevikfjorden	14	59*00,087	09*47,767