

RAPPORT LNR 4254-2000

Miljøundersøkelser i
Dalsbukta i
Eidangerfjorden 1999

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

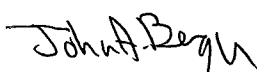
Tittel Miljøundersøkelser i Dalsbukta i Eidangerfjorden 1999	Løpenr. (for bestilling) 4254-2000	Dato 27/6-2000
	Prosjektnr. Undernr. O-99206	Sider Pris 76
Forfatter(e) John Arthur Berge Frithjof Moy	Fagområde Miljøgifter i sjøvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Telemark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norsk Avfallshåndtering A/S	Oppdragsreferanse
---	-------------------

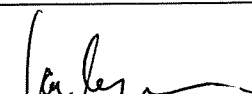
Sammendrag

Norsk Avfallshåndtering A/S (NOAH) har et anlegg for forbehandling av organisk spesialavfall ved Dalsbukta i Eidangerfjorden. NIVA har på oppdrag for NOAH gjennomført undersøkelser i Dalsbukta omfattende befaring av grunnområdene og undersøkelser av miljøgifter i blåskjell og sediment. Formålet var å beskrive tilstand, sammenligne med tidligere undersøkelser og danne grunnlag for overvåking. Befaringen tyder på at naturtilstanden i Dalsbukta i 0-10 m dyp var god sammenliknet med nord og sør for bukta. Sedimentet var ubetydelig til markert forurenset med metaller. Det var en tendens til avtagende metallkonsentrasjoner (1993-99). Konsentrasjonene av metaller i skjell var lave til moderate. Sediment og skjell var sterkt til meget sterkt forurenset med TBT. Generelt var observerte TBT nivåer typisk for havneområder eller større småbåthavner. Sedimentet var markert til sterkt forurenset og skjell moderat til markert forurenset med PAH. Konsentrasjonen i sediment innerst i bukta var klart høyere enn registret ved Croftholmen i Breviksfjorden i 95-98. Sedimentet var sterkt til meget sterkt forurenset med PCDF/D. Det observerte TE_{PCDF/D} nivået var noe lavere enn i Eidangerfjorden. Skjellene var markert til sterkt forurenset med TE_{PCDF/D} og konsentrasjonen lå under observasjoner fra Croftholmen i 94-98. Sedimentet og skjell var ubetydelig (skjell) til moderat (sediment) forurenset med PCB og markert forurenset med HCB. I sediment ble det for flere av metallene (Cu, Zn, Cd, Pb, Ni), TBT, PAH, DDE+DDD, EPOCl og EOCl observert økende konsentrasjoner mot den innerste stasjonen i Dalsbukta, noe som kan tyde på lokale kilder.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Grenlandsfjordene Metaller Klororganiske stoffer PAH 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Grenlandsfjords Metals Organochlorines PAH
--	--


John Arthur Berge
Prosjektleder


Ketil Hylland
Forskningsleder
ISBN 82-577-3879-4


Forbjørn Braaten
Forskningssjef

**Miljøundersøkelser i Dalsbukta i Eidangerfjorden
1999**

Forord

På bakgrunn av en henvendelse fra Jakob Lindstrøm, Norsk Avfallshåndtering A/S, utarbeidet NIVA et programforslag for miljøundersøkelser i sjøen utenfor bedriften (brev av 28/10-99 og endringer i fax av 1/11-99). I elektronisk post av 11/11 99 og innkjøpsordre nr. i1999-0837 av 24/11-99 bekreftet Norsk Avfallshåndtering A/S at NIVA skulle gjennomføre undersøkelser i Dalsbukta som omfattet dykkerbefaring og miljøgifter i sediment og blåskjell.

Feltarbeidet ble gjennomført av John Arthur Berge, Frithjof Moy og Tone Jøran Oredalen fra NIVA.

Uttak av vevsprøver av blåskjell og bestemmelse av partikkelstørrelesfordeling i sediment ble foretatt av Unni Efraimsen.

Analyser av samleparameterene EOCl, EOBr, EPOCl og EPOBr ble utført av SINTEF kjemi under ledelse av Frøydis Orelid i samarbeid med IFE.

Analyser av polyklorerte dibenzofuraner/dibenzodioksiner (inkludert non-orto PCB) ble utført av NILU. Kontaktperson på NILU har vært Helle Garder.

De øvrige analyser ble foretatt ved NIVAs laboratorium av:

Alfhild Kringstad (klororganiske forbindelser), PAH og total mengde hydrokarboner (Lasse Berglind), tinnorganiske forbindelser (Norunn Følsvik), metaller (Bente Lauritzen og Marit Villø), TOC, TN (Roy Beba).

Prosjektleder på NIVA har vært John Arthur Berge.

Kontaktperson hos Norsk Avfallshåndtering A/S har vært Jakob Lindstrøm.

Oslo, 27/6-2000

John Arthur Berge

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	9
2. Matriale og metode	11
2.1 Dykkerbefaring i gruntvannsområdene	11
2.2 Innsamling av sediment og blåskjell	12
2.2.1 Sediment	12
2.3 Blåskjell	14
2.4 Kjemiske analysemetoder	15
3. Resultater	17
3.1 Dykkerbefaring i gruntvannsområdene	17
3.2 Miljøgifter i sediment	17
3.2.1 Metaller	18
3.2.2 Tinnorganiske forbindelser	19
3.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner og andre oljehydrokarboner	20
3.2.4 Dioksiner, non-orto PCB og mono-orto PCB	22
3.2.5 PCB og andre klororganiske forbindelser	24
3.2.6 Samleparametre (EOCl, EOBr, EPOCl og EPOBr)	24
3.3 Miljøgifter i blåskjell	26
3.3.1 Metaller	26
3.3.2 Tinnorganiske forbindelser	26
3.3.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	28
3.3.4 PCB og andre klororganiske forbindelser	29
3.3.5 Dioksiner, non-orto PCB og mono-orto PCB	31
4. Konklusjoner	33
5. Referanser	35
Vedlegg A. Beskrivelse av sedimentprøver	37
Vedlegg B. Rådata for sedimentanalyser (eksklusiv dioksiner)	38
Vedlegg C. Rådata for analyse av blåskjell (eksklusiv dioksiner)	43
Vedlegg D. Rådata for dioksinanalyser (kopi av brev fra NILU)	48

Sammendrag

Norsk Avfallshåndtering A/S (NOAH) har etablert et anlegg for mottak, mellomlagring og forbehandling av organisk spesialavfall ved Dalsbukta i Eidangerfjorden. Materialet skal destrueres i NORCEMs forbrenningsanlegg som ligger på samme sted.

Anlegget til NOAH ligger i et fjordsystem som gjennom en årrekke har mottatt store utslipp av industriforurensninger (hovedsaklig til Frierfjorden) som også har påvirket fjordområdene lenger ut, inklusive Dalsbukta.

Formål: NIVA har på oppdrag for NOAH gjennomført undersøkelser i Dalsbukta omfattende befarings- og grunnområdene og undersøkelser av miljøgifter i blåskjell og sediment.

Formålet med undersøkelsene var å beskrive tilstand, sammenligne med tidligere undersøkelser og danne grunnlag for senere oppfølging/overvåking.

Analyser: Hovedforbindelser som er med i undersøkelsen er: polyklorerte bifenyl (PCB), heksaklorbensin (HCB), polyklorerte dibenzofuraner/dibenzodioxiner (PCDF/D), polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), oljehydrokarboner (THC), tributyltinn (TBT), ekstraherbart organisk bundet klor og brom (EOCl, EObR), ekstraherbart persistent organisk bundet klor og brom (EPOCl og EPOBr) samt kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn), nikkel (Ni), krom (Cr), arsen (As). Analyseresultater fra sediment og blåskjell er klassifisert ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al., 1997).

Befaring av grunnområdene: Undervannsbefaring tyder på at naturtilstanden i Dalsbukta i 0-10 m dyp var god sammenliknet med lokaliteten nord og sør for bukta.

Metaller: Sedimentet var ubetydelig til markert forurenset med hensyn til innhold av metaller. Det var en tendens til avtagende metallkonsentrasjoner fra 1993 til 1999. Konsentrasjonene av metaller i blåskjell var lave til moderate.

Tinnorganiske forbindelser: Sediment fra Dalsbukta viste en klar påvirkning av TBT og alle stasjonene kunne karakteriseres som meget sterkt forurenset. Skjell fra stasjonen innerst i bukta kunne karakteriseres som sterkt forurenset med TBT. Generelt kan konsentrasjonsnivået som er observert karakteriseres som typisk for havneområder eller i større småbåthavner og skyldes sannsynligvis hovedsakelig tilførsel fra båter.

PAH: Sedimentet var markert til sterkt forurenset med PAH. Konsentrasjoner som i 1993 ble observert innerst i Dalsbukta synes å vedvare. Blåskjellene var moderat til markert forurenset med PAH. Høyeste konsentrasjon i skjell ble observert innerst og lavere konsentrasjoner nord og sør for bukta. Konsentrasjonen innerst i bukta var klart høyere enn det som de senere år (1995-1998) er registrert ved Croftholmen i Breviksfjorden.

"Dioksiner": Sedimentet i Dalsbukta var sterkt til meget sterkt forurenset med polyklorerte dibenzofuraner/dibenzodioxiner (PCDF/D). Den laveste konsentrasjonen av toksisitetsekvivalenter ($TE_{PCDF/D}$) ble observert innerst i bukta. Målt som $TE_{PCDF/D}$ var konsentrasjonen av PCDF/D i sediment fra Dalsbukta noe lavere enn det som er observert på 95 m dyp i Eidangerfjorden.

Skjellene var markert til sterkt forurenset med "dioksiner". Den høyeste konsentrasjonen av $TE_{PCDF/D}$ ble observert på stasjonen sør for Dalsbukta. Konsentrasjonsnivået lå under det som er observert ved Croftholmen i perioden 94-98.

Det betydelige forurensningsnivået av TE_{PCDF/D} som er observert antas i all hovedsak forårsaket av forurensninger transportert fra Friefjorden. Resultatene tyder ikke på at en har noen stor PCDF/D kilde lokalt i Dalsbukta.

PCB/HCB: Sedimentet og blåskjell var ubetydelig (skjell) til moderat (sediment) forurenset med PCB og markert forurenset med HCB. De observerte konsentrasjoner av PCB og HCB gjenspeiler det generelle forurensningsnivået i resipienten. Eventuell bidrag til de observerte konsentrasjoner fra lokale kilder i Dalsbukta antas å være små i forhold til en påvirkning fra det generelle forurensningsnivået i fjordsystemet. Sedimentet var markert til sterkt forurenset med persistente klorholdige forbindelser (EPOCl).

Kilder: Tilførsler av spormetaller fra et tidligere kalistøvdeponi har vært benyttet som en forklaring på forhøyede metallnivåer i sedimentet i Dalsbukta mens de forhøyede nivåer av tinnorganiske forbindelser sannsynligvis skyldes tilførsel fra skip. Tilførsler av PAH innerst i Dalsbukta kan skyldes avrenning fra tidligere kokslagere og utslipp av olje og forbrenningsprodukter. Det generelt høye nivået av PAH og gradienter ellers i Grenlandsfjordene tyder imidlertid på at andre kilder (Elkem PEA og diverse diffuse kilder) er hovedbidragsyter til det generelle forurensningsnivået med PAH i fjordsystemet.

Summary

Title: Environmental assessment of Dalsbukta in Eidangerfjord (Norway)

Year:2000

Author:John Arthur Berge and Frithjof Moy

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3879-4

The Norwegian company Norsk Avfallshåndtering A/S (NOAH) has established a plant for receiving, short time storage and pre-treatment of toxic special category waste at Dalsbukta in the Eidangerfjord. The waste will be destructed by combustion by a neighbouring company. The NOAH plant is situated in a fjord system which through many years have received industrial effluents (mainly to the Frierfjord). The contaminants in the effluents have been transported also to areas outside the Frierfjord including Dalsbukta.

Object: NIVA have on contract with NOAH performed investigations in Dalsbukta. The investigations included surveying bottom areas from the surface down to 10 m depth and analysis of contaminants in sediments and blue mussels (*Mytilus edulis*). The objective for the investigation was to describe the present situation, compare results with previous investigations and form a basis for future investigations.

Analysis: The main analysis performed were for: polychlorinated biphenyls (PCB), hexachlorobenzene (HCB), polychlorinated dibenzofurans/dibenzodioxins (PCDF/D), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), oil-hydrocarbons (THC), tributyltin (TBT), extractable organic bound chlorine and bromine (EOCl, EOBr), , extractable persistent organic bound chlorine and bromine (EPOCl, EPOBr), mercury (Hg), cadmium (Cd), led (Pb), copper (Cu), zinc (Zn), nickel (Ni), chromium (Cr) and arsenic (As). The analytic results are classified according to the classification system established by The Norwegian State Pollution Control Authority (Molvær et al.,1997).

Survey: The underwater survey revealed that the conditions at 0-10 m depth in the innermost part of Dalsbukta were good compared to the two localities outside the bay.

Metals: The sediments were insignificantly to markedly polluted with metals. The concentrations of lead had decreased from 1993 to 1999. The pollution level for metals in the blue mussels were insignificant to moderate.

Metal-organic compounds: The sediments at all stations were extremely polluted with TBT. The mussels from the innermost station in Dalsbukta were severely polluted with TBT. In general the concentration level was typical for harbour areas.

PAH: The sediments were markedly to severely polluted with PAH. The concentrations had not decreased since 1993. The mussels were moderately to markedly polluted with PAH. The highest concentration was observed at the innermost station in the bay with lower concentrations outside. The concentrations at the innermost station were higher than has been observed at Croftholmen during the period 1995-1998.

PCDF/D: The sediments were severely to extremely polluted with PCDF/D. The lowest amount of toxicity ($TE_{PCDF/D}$) was observed innermost in the bay. The toxicity level were somewhat lower than observed at 95 m depth in the Eidangerfjord. The mussels were markedly to severely polluted by

PCDF/D. The highest amount of toxicity was observed south of the bay. The concentration level was lower than observed at Croftholmen in the period 94-98. The observed contamination is mainly thought to be caused by transport of PCDF/D from the Frierfjord.

PCB/HCB: Sediments and mussels were insignificantly (mussels) to moderately (sediments) polluted with PCB and markedly polluted with HCB. The observed concentrations reflect the general pollution level in the fjord system. Possible contributions to the observed concentrations from sources in the bay are considered to be small compared to the effects from the general pollution level in the system. The sediment was markedly to severely polluted with EPOCl.

Sources: The contamination with trace metals has been explained by run-off from storage of wastes from previous cement production in the area. The high levels of TBT are probably caused by leaching from the hull of ships. The high concentrations of PAH in the bay may be caused by run-off from a previous storage of coke (Helland, 1993) or discharge of oil or combustion products. The high levels of PAH found elsewhere in the Grenlandfjords suggest that other sources (Elkem PEA and other more diffuse sources) are the main contributors to the high PAH level found in the Grenlandfjords.

1. Innledning

Norsk Avfallshåndtering A/S (NOAH) har nylig etablert et anlegg for mottak, mellomlagring og forbehandling av organisk spesialavfall ved Dalsbukta i Eidangerfjorden. Etter forbehandling skal materialet destrueres i NORCEMs forbrenningsanlegg for spesialavfall som ligger på samme sted.

Etter opplysninger fra NOAH vil forurenset vann fra bedriftens prosessanlegg ikke slippes ut i Dalsbukta, men blir samlet opp og behandlet som spesialavfall. Utslipp fra bedriftens anlegg til Eidangerfjorden vil i første rekke være knyttet til spill på bakken og vask av utstyr. Dette vannet samles opp i et fordrøyingsbasseng og behandles i en oljeavskiller. Etter oljeavskilling passerer vannet en målestasjon der vannet testes mot pålagte utslippskrav (se **Tabell 1**). Vann som tilfredsstiller disse krav slippes så ut i Eidangerfjorden via en utslippsledning som etter opplysninger fra bedriften går ut nær overflaten innerst i Dalsbukta.

Tabell 1. Utslippskrav til NOAHs anlegg i Dalsbukta

Utslippskomponenter	Maksimal konsentrasjon	Total utslippsmengde
Prosessavløpsvann		18000 m ³ /år
Olje (upolare hydrokarboner)	10 mg/l	0.18 t/år
Totalt organisk karbon (TOC)	50 mg/l	0.9 t/år
Surhetsgrad (pH)	6.0-9.2	
Turbiditet	20 BTU	

Bedriften har et måleprogram for deres utslipp. Dette måleprogram er etter det en har fått opplyst knyttet til utslippskravene (**Tabell 1**) og omfatter ikke analyse av enkeltkomponenter eller hovedgrupper av miljøgifter (unntatt olje).

Anlegget ligger i et fjordsystem hvor det pga. andre utslipp er påvist til dels høye konsentrasjoner av miljøgifter. Anlegget ligger også plassert slik at en må anta at utslipp vil bli relativt raskt fortennet og vanskelig å detektere mot de generelle, diffuse og til dels store historiske utslipp en har hatt til fjordsystemet for øvrig (Knutzen et al., 2000a).

I 1993 ble det gjort sedimentundersøkelser i Dalsbukta (Helland, 1993). Disse undersøkelser viste at bunnsedimentene i bukta hadde et høyt innhold av karbonat. Karbonatkilden antas å være NORCEMs tidligere deponering av kalistøv fra sementproduksjonen, til området hvor det i dag er anlagt ny kai. Tilsetningsstoffer som kisavbrann, flyaske og kvarts inneholder metaller og inngikk i produksjonen. Dette er trolig årsaken til de markert forhøyede verdiene av bly og kadmium og de moderat forhøyede verdiene av kobber og sink i sedimentet i Dalsbukta (Helland, 1993).

Sedimentene i Dalsbukta har også sterkt til markert forhøyede konsentrasjoner av PAH fra innerst til ytterst i bukta, hvilket indikerer en kilde innerst i bukta. PAH sammensetningen indikerer at kilden er kull eller koks. Avtagende verdier av kvikksølv i sedimentene fra ytterst til innerst i bukta kan indikere en tilførsel fra øvrige deler av fjordsystemet (Helland, 1993).

En er ikke kjent med at det er utført analyser av klororganiske forbindelser i sedimentet fra selve Dalsbukta. Gjennom overvåkingen som er gjennomført for Statens forurensningstilsyn (SFT) har en imidlertid en oversikt over miljøgiftsituasjonen i både sediment (Næs et al, 1999) og organismer (Knutzen et al., 2000a) i Grenlandsfjordene.

Undersøkelsene som ble gjennomført i november 1999 har bestått i:

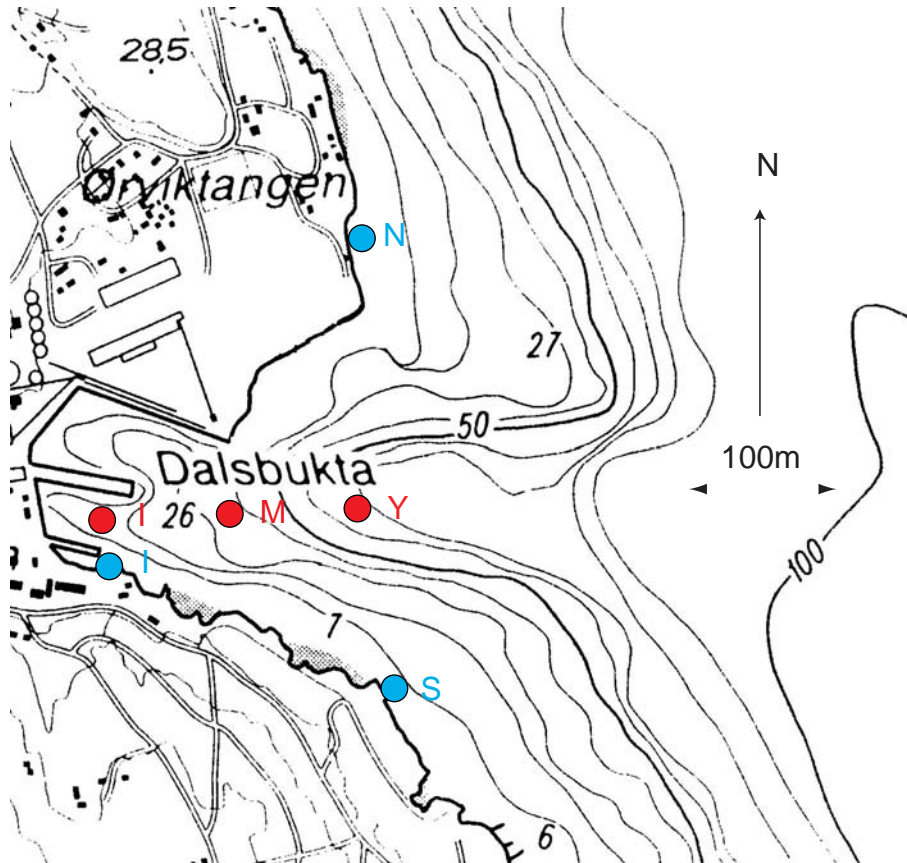
- Befaring av grunnområdene ved hjelp av dykker (video)
- Undersøkelser av miljøgifter i blåskjell
- Undersøkelser av miljøgifter i sediment

Formålet med undersøkelsen som er utført:

- beskrive dagens tilstand når det gjelder forekomst av miljøgifter i sediment og blåskjell og tilstanden i grunntavannsområdene.
- sammenligne med tidligere undersøkelser (metaller, PAH)
- danne grunnlag for senere oppfølging og overvåking

2. Matriale og metode

Befaring og innsamling av blåskjell og sediment ble foretatt i Dalsbukta og området umiddelbart utenfor 23/11.1999 (**Figur 1**).



Figur 1. Stasjoner for dykkerbefaring og innsamling av blåskjell (markert med blått) samt stasjoner for innsamling av sediment (markert med rødt).

2.1 Dykkerbefaring i gruntvannsområdene

Fjell og stein i fjæresonen har vanligvis et stort utvalg av tang (brunalger), småvokste alger og fjæredyr. Mange arter er tilpasset denne sonen, men artsutvalget og mengder kan variere sterkt fra et område til et annet. Endringer i miljøtilstanden vil gjenspeiles i artssammensetning og mengdefordelingen mellom artene. De naturlige faktorer som bidrar til å bestemme artssammensetningen er bl.a. eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning, substrat type og himmelretning. I tillegg kommer faktorer som ulike forurensninger (miljøgifter, næringsalter, organisk materiale, partikler etc) og annen menneskepåvirkning (kaianlegg, bymessig bebyggelse).

Undersøkelser av fastsittende alger og fastsittende/lite mobile dyr i fjæresonen kan beskrive dagens tilstand på grunt vann. Dalsbukta ligger imidlertid i et område som er relativt sterkt påvirket av

menneskelig aktivitet. En kan derfor ikke forvente at området har et plante- og dyreliv som er normalt for de naturgitte forholdene på stedet.

En gjennomførte derfor en orienterende dykkerbefaring i området fremfor å gjennomføre kvantitativ/semi-kvantitativ registrering som er mer tid og kostnadskrevende.

Dykkerbefaring uten kvantitative gir en grov beskrivelse av tilstand som kun kan avdekke visuelt klart observerbare forskjeller. Årsak/virkningsforhold kan bare antydes. Befaring av denne type vil avdekke hensiktsmessigheten av å gjennomføre grundigere registreringer ved eventuelle fremtidige undersøkelser og vil kunne avdekke eventuelle store avvik fra dagens tilstand.

Befaringen ble gjennomført av dykker (marinbiolog) med en dykkerassistent på land og med reservedykker i beredskap i overflaten. Dykkeren foretok videodokumentasjon på grunt vann ned til ca 10 m på 3 stasjoner (**Figur 1**)

2.2 Innsamling av sediment og blåskjell

2.2.1 Sediment

Partikler som tilføres et sjøområde/havneområde tenderer til å akkumulere i områder med lite strøm, og vil over tid gi grunnlaget for dannelse av bunnsedimenter. Disse sedimenter inneholder også de forurensningskomponenter som fester seg til partiklene. Mange av de miljøgiftene som en er opptatt av i miljøsammenheng har evnen til å feste seg til slike partikler. Bunnsedimentene er derfor spesielt godt egnet til å overvåke spredning av miljøgifter i et område.

Stasjoner/prøvetaking

Det ble foretatt undersøkelse av innholdet av miljøgifter i overflatesedimentet (0-2 cm) i bedriftens nærområde (Dalsbukta). Sedimentprøver ble tatt på 3 steder (stasjoner) i bukta (Innerst i bukta, midt i bukta og ytterst i Dalsbukta, se **Figur 1**). Stasjonene tilsvarer stasjon 1, 5 og 7 i sedimentundersøkelser gjennomført i 1993 (Helland, 1993). Prøvene ble tatt med en tyngdebasert kjerneprøvetager (av typen KC Kajac). På hver stasjon ble det tatt 3 replikate kjerner (se vedlegg A for beskrivelse av de enkelte kjerneprøver) som ble slått sammen til en blandprøve. Hensikten med delundersøkelsen var å få et oppdatert bilde av forurensningssituasjonen i sedimentet i bedriftens nærområde like etter oppstart av anlegget slik at en har mulighet for senere sammenligninger.

For Breviksfjorden er det basert på blydateringer beregnet en sedimenttilvekst på 0.3 cm i året (Næs, 1991). Dersom tilveksten i Dalsbukta er omtrent tilsvarende vil sedimentet som er analysert være avsatt etter 1991. Pga. dyrenes omrøring av sedimentet (bioturbasjon) vil en imidlertid sannsynligvis også ha fått med noe sediment avsatt før 1993.

Analyseparametre/metode

De organiske forbindelser som er analysert i sedimentet er:

- Polyklorerte bifenyler (PCB) (og utvalgte andre industri- og landbruksrelaterte klororganiske forbindelser som rutinemessig inngår i PCB analysen).
- Polyklorerte dibenzofuraner/dibenzodioksiner (inkludert non-orto PCB)
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Oljehydrokarboner (THC)

- Tinnorganiske forbindelser (TBT, DBT, MBT, TFT, DFT)
- Samleparametre: Ekstraherbart organisk bundet klor og brom (EOCl, EOBr) samt ekstraherbart persistent organisk bundet klor og brom (EPOCl og EPOBr).
- Partikkelstørrelsesfordeling (fraksjon <63µm), % tørrstoff
- Total mengde organisk karbon (TOC).

De metaller som inkluderes i undersøkelsen er: Kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn), nikkel (Ni), krom (Cr), arsen (As), og litium (Li).

Kornstørrelsen og sedimentets innhold av organisk materiale (TOC) er støtteparametere som kan ha betydning for tolkning av miljøgift analysene

Resultatene er vurdert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) og tidligere undersøkelser i området.

2.3 Blåskjell

Blåskjell (*Mytilus edulis*) lever i de øvre vannlag og filtrerer ut partikler fra vannet. Blåskjell er derfor godt egnet og mye brukt til å overvåke tilstanden i overflatelaget med hensyn til forekomst av miljøgifter.

Skjellene ble tatt innerst i bukta og ytterst i Dalsbukta på nord og sydsiden (**Figur 1.**). En oversikt over skjellene i de tre prøver ses i **Tabell 2.**

Vannets hovedstrømretning i Eidangerfjorden utenfor Dalsbukta antas å være fra nord til syd (Johansen et al. 1973). Stasjonene i ytre del av Dalsbukta ligger derved henholdsvis oppstrøms og nedstrøms eventuelle tilførsler fra Dalsbukta.

Hensikten med delundersøkelsen var å kartlegge nivåene av miljøgifter i skjell like etter oppstart av anlegget for å få et oppdatert bilde av deres forurensningsgrad og ha grunnlag for senere sammenligninger.

De organiskeforbindelser som ble analysert:

- Polyklorete bifenyler (PCB) (og utvalgte andre industri- og landbruksrelaterte klororganiske forbindelser som rutinemessig inngår i PCB analysen).
- Polyklorete dibenzofuraner/dibenzodioksiner
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

De metaller som ble inkludert i undersøkelsen var: Kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn), nikkel (Ni), krom (Cr).

Tabell 2. Blåskjell brukt til analyse av miljøgifter.

Stasjon	Antall skjell	Max. lengde (mm)	Min. lengde (mm)	Midlere skall-lengde i mm (standardavvik)	Midlere bløtdelsvekt (g)
S=Sør for Dalsbukta	70	55	38	43.6 (3.8)	2.02
I=Innerst i Dalsbukta	70	59	37	44.7 (5.9)	2.01
N=Nord for Dalsbukta	70	57	38	43.4 (4.0)	2.02

2.4 Kjemiske analysemetoder

En oversikt over de anvendte analysemetoder ses i **Tabell 3**

Tabell 3. Oversikt over anvendte analysemetoder.

AED= atomic emission detector (atomemisjonsdetektor). ICP-MS=Inductiv coupled plasma - mass spectrometry. GC/ECD=Gaschromatograph/Electron capture detector (gasskromatograf med elektroninnfangingsdetektor,). MSD=masselektiv detektor (masseselektiv detektor) GC-AED=Gaschromatography- atomic emission detector (gasskromatograf med atom emisjonsdetektor). GC/MSD=Gaschromatography/ masselektiv detektor (gasskromatograf med masseselektiv detektor)

Prøvetype	Parameter	Analysemetode
Blåskjell	Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr.	Salpetersyreoppslutning, analyse med ICP-MS
Blåskjell	Hg	Salpetersyreoppslutning, analyse med atomabsorpsjon (kalddamp/gullfelle)
Blåskjell	PCB og andre utvalgte klororganiske forbindelser	Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor, GC/ECD. De klor-organiske forbindelsene identifiseres utfra de respektives retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.
Blåskjell	% Fett	Ultrasonde ekstraksjon, gravimetri
Blåskjell	TBT etc.	Prøvene tilsettes en indre standard og oppsluttes med alkoholisk lut. Etter pH-justering og direkte derivatisering ekstraheres de tinnorganiske forbindelsene med organiske løsningsmidler og prøvene renses ved hjelp av gel-permeasjons kromatografi og oppkonsentreres. Prøvene analyseres ved bruk av gasskromatografi og atomemisjonsdeteksjon, GC-AED. De ulike forbindelsene identifiseres ved hjelp av retensjonstidene som oppnås, og selve kvantifiseringen utføres i forhold til den indre standarden. GC-AED (Følsvik et al 1998)
Blåskjell	PAH	Prøvene tilsettes indre standarder. Biologisk materiale forsåpes først med KOH/metanol. Deretter ekstraheres PAH med pentan. Ekstraktene gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/MSD. PAH identifiseres med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.
Blåskjell	PCDF/D og non-orto PCB	Se vedlegg D

Tabell 3 (fortsettelse)

Prøvetype	Parameter	Analysemetode
Sediment	Partikkelstørrelse (fraksjon <64 µm)	Frysetøking, tørrsikting og gravimetri
Sediment	Cd, Pb, Cu, Ni, Cr	Flussyreoppslutning, analyse med atomabsorpsjon (grafittovn)
Sediment	As	Salpetersyreoppslutning, ICP
Sediment	Zn, Li.	Flussyreoppslutning, analyse med atomabsorpsjon (flamme)
Sediment	Hg	Salpetersyreoppslutning, analyse med atomabsorpsjon (kalddamp/gullfelle)
Sediment	Tinnorganiske forbindelser	Prøvene tilsettes en indre standard og oppsluttes med alkoholisk lut. Etter pH-justering og direkte derivatisering ekstraheres de tinnorganiske forbindelsene med organiske løsningsmidler og prøvene renses ved hjelp av gel-permeasjons kromatografi og oppkonsentreres. Prøvene analyseres ved bruk av gasskromatografi og atomemisjons-deteksjon, GC-AED. De ulike forbindelsene identifiseres ved hjelp av retensjonstidene som oppnås, og selve kvantifisering utføres med den indre standarden.
Sediment	PCB andre industri- og landbruks relaterte klororganiske forbindelser	Prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor, GC/ECD. De klororganiske forbindelsene identifiseres utfra de respektives retensjonstider på to kolonner med ulik polaritet. Kvantifisering utføres i forhold til den indre standard.
Sediment	PAH	Prøvene tilsettes indre standarder og PAH ekstraheres i Soxhlet med diklormetan. Ekstraktet gjengår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/FID eller GC/MSD. PAH identifiseres med FID ut fra retensjonstider og med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekyllioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.
Sediment	THC	GC med flammeionisasjonsdetektor (FID)
Sediment	TOC, TN	Tørr prøve veies inn i tinnkapsler som forbrennes i oksygenmettet heliumgass ved ca. 1800 °C. Ved hjelp av katalysatorer vil forbrenningen bli fullstendig. Overskudd av oksygen fjernes ved hjelp av kobber ved ca. 650 °C. Her reduseres også nitrogenoksyder til N ₂ -gass. Forbrenningsgassene passerer deretter en kromatografisk kolonne, og N ₂ - og CO ₂ -gassene detekteres i en varmetrådsdetektor. Arealet under toppene integreres, og integralverdiene behandles av et PC-program.
Sediment	EOCl, EOBr	Frysetørring ¹⁾ , Ekstraksjon med organisk løsningsmiddel, nøytronaktiveringsanalyse (INAA)
Sediment	EPOCl og EPOBr	Frysetørring ¹⁾ , Ekstraksjon med organisk løsningsmiddel, behandling med konsentrert svovelsyre, nøytronaktiverings analyse (INAA)
Sediment	”Dioksiner” og non-orto PCB	Se vedlegg D

¹⁾ Kan ha mistet noen flyktige forbindelser ved frysetøking.

3. Resultater

3.1 Dykkerbefaring i gruntvannsområdene

Dykk 1 ble foretatt på nordsiden av Dalsbukta (se **Figur 1**) ved et kaianlegg. Substratet besto av grov steinur, helning ca. 45° ned til ca 10 m dyp hvor bunnen gikk over til svakt skrånende sandbunn. Nedre dykkedyp ble satt til 10 m. Området var sterkt nedslammet og hadde lite dyreliv og algevekst. Nedslammingen kan stamme fra oppvirvling fra sandbunnen og fra masse som deponeres i forbindelse med arbeidet på kaianlegget. På 5-6 m dyp vokste det spredt med trådformede rødalger som rekeklo (*Ceramium rubrum*) og dokkearter (*Polysiphonia* spp.). Gjelvtang (*Fucus evanescens*) vokste spredt til vanlig i øvre sjøsonen sammen med blåskjell og rur. Området var tydelig påvirket, men ikke i sterkere grad enn forventet under gitte fysiske betingelser og nedslammingen antas å være en viktig livsbegrensende faktor på lokaliteten.

Dykk 2 ble foretatt fra land innerst i Dalsbukta (fra sydsiden av bukta), rett innenfor båtnaust (se **Figur 1**). Substratet besto av fast fjell og skrånet jevnt (ca. 45°) ned til ca. 10 m dyp. Fra 10 til 15 m dyp var det en bratt vegg (70-90°) som endte i en svakt skrånende sandbunn. Sandbunnen ved foten av veggen (15-16 m dyp) var frisk med hull og spor som tydet på stor biologisk aktivitet. Dypest voksende opprette alge, fagerving (*Delesseria sanguinea*), ble funnet på 12 m dyp. Det ble registrert spredt forekomst av rødalgen fagerving. Sukkertare (*Laminaria saccharina*) sammen med unge tareindivider og trådformede rødalger vokste spredt fra 8 m og oppover. Det ble også registrert spredt forekomst av blågrønnalgen *Spirulina*. Sagtang (*Fucus serratus*) vokste spredt i de øverste meterne, mens gjelvtang (cf) var vanlig til assosiasjonsdannende. Rur og blåskjell var vanlig forekommende. Vegetasjonen var fattig, men tilstanden syntes likevel god ut fra de gitt fysiske forhold.

Dykk 3 ble foretatt på sydsiden av Dalsbukta, på utsiden av molo til småbåthavn (se **Figur 1**). Substratet besto av grove stein, helning ca. 45°, ned til ca. 8 m dyp. Fra 8 m dyp var det jevnt skrånende sandbunn. Nedre dykkedyp ble satt til 10 m. Sandbunnen syntes frisk med stor biologisk aktivitet. Sukkertare ble registrert voksende spredt på stein på sandbunn på 10 m dyp. Sukkertare vokste også spredt oppover i steinura sammen med trådformede rødalger. Opp mot fjæresonen vokste spredte eksemplarer av sagtang, mens gjelvtang (cf) var vanlig i fjæresonen. Vegetasjonen var fattig, men sannsynlig ikke dårligere enn hva som kan forventes.

Vurderinger.

Undervannsbefaring tyder på at naturtilstanden (flora, fauna) i Dalsbukta var god sammenliknet med lokalitetene nord og sør for bukta og ga dermed ikke holdepunkter for noen tydelige skadelig påvirkning fra lokale forhold inne i bukta.

3.2 Miljøgifter i sediment

Det innsamlede sedimentet var på all tre stasjoner dominert av partikler med en størrelse på mindre enn 63µm (silt/leire fraksjonen) (**Tabell 4**). Innholdet av organisk karbon var høyest innerst i Dalsbukta. Ut fra lukt og farge på sedimentet synes det å være oksiske forhold ved bunnen på de tre stasjoner (se vedlegg A).

Tabell 4. Resultater fra analyse av støtteparametere i sediment.







Stasjon nr	%TS	Tot. C (%)	Tot. N	<64 µm fraksjon
I=indre	41,3	3,9	0,2	81,9
M=midtre	39,4	2,8	0,1	90,7
Y=ytre	50,8	1,7	<0,1	75,2

3.2.1 Metaller

Sedimentet karakteriseres som ubetydelig til markert forurenset med hensyn til innhold av metaller (se **Tabell 5**). Arsen var det eneste metallet hvor konsentrasjonene var lave (ubetydelig til lite forurenset) på alle tre stasjoner. For flertallet av metallene (i hovedsak Cu, Zn, Cd, Pb) ble de høyeste konsentrasjoner observert innerst i bukta og de laveste ytterst. Det var en tendens til avtagende metall konsentrasjoner fra 1993 til 1999. Dette kom klart uttrykt på den innerste stasjonen og var mest fremtredende for Pb. Reduksjonen i blyinnholdet i sedimentet kan skyldes overgangen til blyfri bensin. Konsentrasjonen av Hg og Cu hadde endret seg relativt lite fra 1993 til 1999. Dalsbukta har tidligere blitt utsatt for en menneskeskapt tilførsel av metaller blant annet knyttet til sedimentproduksjon til Norcem A/S (Helland, 1993). Tendensen til en avtagende konsentrasjon i sedimentet fra 1993 til 1999 kan tyde på at den menneskeskapte tilførselen er redusert.

Tabell 5. Metaller i sediment innsamlet i Dalsbukta i 1999 (denne undersøkelse) og 1993 (Helland, 1993). Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). Kadmium=Cd, kvikksølv=Hg, bly=Pb, kobber =Cu, sink=Zn, nikkel=Ni, krom=Cr, Arsen=As.

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig- lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiser				

A

Stasjon	%TS	Hg 1999	Hg 1993	Cu 1999	Cu 1993	Zn 1999	Zn 1993	As 1999
I=indre	41,3	0,40	0,46	91,5	93	265	336	<20
M=midtre	39,4	0,64	0,60	54,0	52,5	225	219	<20
Y=ytre	50,8	0,44	0,49	35,5	44	140	194	<20
Øvre grense for klasse I		0,15	0,15	35	35	150	150	20
Enhet	%	µg/g t.v.						

B

Stasjon	Cd 1999	Cd 1993	Pb 1999	Pb 1993	Cr 1999	Ni 1999	Ni 1993	Li 1999
I=indre	0,43	0,65	154	315	68,0	35,7	45,5	19
M=midtre	0,45	0,48	121	160	80,0	34,6	33	20
Y=ytre	0,24	0,30	73	125	56,5	28,3	31	24
Øvre grense for klasse I	0,25	0,25	30	30	70	30	30	
Enhet	µg/g t.v.							

3.2.2 Tinnorganiske forbindelser

Målingene av TBT i sediment fra Dalsbukta viste en klar påvirkning (112-561 µg/kg t.v.) og alle stasjonene kunne karakteriseres som meget sterkt forurenset (**Tabell 6**). En antar at tilførselene av TBT til sediment i grunne områder fra fritidsbåter tidligere har vært betydelig.

Tributyltinn (TBT) brukes i dag som begroingshindrende middel i maling på større skip, men ble fra 1990 forbudt brukt på båter mindre enn 25 m. Den internasjonale skipsfartsorganisasjonen IMO vedtok 6/11-98 en utfasingsplan for bruk av TBT også på større skip. Planen innebærer at ny bruk av TBT på skip skal forbys innen 1/1-2003 og et totalforbud mot TBT som bunnstoff på skip innen 1/1-2008.

Etter at forbudet mot bruk av TBT på mindre båter trådte i kraft antas at dagens tilførsler i hovedsak stammer fra større båter.

Dibutyltinn (DBT) og monobutyltinn (MBT) er i hovedsak å anse som nedbrytningsprodukter av TBT. DBT ser i grove trekk ut til å følge konsentrasjonen av TBT (**Tabell 6**). Konsentrasjonen av TBT dominerer i forhold til konsentrasjonen av DBT og MBT og kan antyde en ny tilførsel av TBT. Den høyeste konsentrasjonen av TBT ble funnet innerst i bukta med en klar gradient ut mot dypere vann i Eidangerfjorden. Gradienten skyldes trolig tilførsle fra båter som legger til kai ved anlegget innerst i bukta. Nivået av trifenylyltinnforbindelser i sedimentet (**Tabell 6**) lå under deteksjonsgrensen.

Tabell 6. Tinnorganiske forbindelser i sediment fra Dalsfjorden. Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). Merk at konsentrasjonen av tributyltinn (TBT) er oppgitt både på tinnbasis* (vekten av tinnmolekylet alene) og som TBT** (vekten av tinn+butylgrupper).

TBT=tributyltinn, DBT=dibutyltinn, MBT=monobutyltinn, Σ BT=TBT+DBT+MBT, TPhT=trifenylyltinn, DPhT=difenylyltinn, MPhT=monofenylyltinn.

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser for TBT i tabellen:

<1	I. Ubetydelig- lite forurenset	1-5	II. Moderat forurenset	5-20	III. Markert forurenset	20-100	IV. Sterkt forurenset
>100	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiseres				

Komponenter/ Stasjoner	TBT**	TBT*	DBT	MBT	Σ BT	TPhT	DPhT	MPhT
I=indre	561	230	51	12	293	<10	<10	<10
M=midtre	220	90	29	<10	124*	<10	<10	<10
Y=ytre	112	46	15	<10	66*	<10	<10	<10
Øvre grense for klasse I	1µg/kg							
Enhet	µg TBT/kg t.v.	µg Sn/kg t.v.						

*I beregningen har en for BMT benyttet halve deteksjonsgrensen

3.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner og andre oljehydrokarboner

Konsentrasjonen av Σ PAH og benzo(a)pyren i sediment var begge år høyest innerst i bukta (sterkt forurenset) og avtok ut mot Eidangerfjorden. Det ble observert høyere konsentrasjoner i sedimentet i 1999 enn i 1993 (**Tabell 7**). En delforklaring på dette er at en i 1993 ikke kvantifiserte komponenter lettere enn fluoren (Helland, 1993). Ser en utelukkende på komponenter som ble analysert begge år er det imidlertid liten forskjell mellom de to innsamlingstidspunktene, særlig på den innerste stasjonen (**Tabell 8**). De høye PAH konsentrasjoner som tidligere er observert innerst i Dalsbukta (Helland, 1993) synes å vedvare mens en lenger ut i bukta muligens har hatt en svak økning.

Til tross for at en etter 1991 har hatt en nedgang i utslippene fra den antatte hovedkilden til utslipp av PAH til Grenlandsfjordene er det observert en økning i PAH konsentrasjonen i sediment i Brevik-/Langesundsområdet fra 1989 til 1997 mens en i Frierfjorden så små forandringer i samme periode (Næs, 1999).

PAH stammer særlig fra forbrenning av kull og olje men også fra oljesøl, veiforurensning og utslipp fra smelteverk. THC representerer et bredt spekter av ikke identifiserte komponenter (i hovedsak fra C₁₂-C₃₅, blant annet lettere aromater, rettkjedede, forgrenede og sykliske alkaner) som kan utgjøre en vesentlig del av oljeprodukter. Rådata for analyse av PAH finnes i vedlegg D, mens hovedresultatene ses i **Tabell 7** og **Tabell 8**.







De observerte THC konsentrasjoner anses som høye (høyt bakgrunnsnivå i Nordsjøen tilsvarer ca 10 mg/kg) og kan tyde på en tilførsel av oljerelaterte produkter til sedimentene.

De relativt høye nivåer av PAH i sedimentet innerst i bukta er muligens et resultat av avrenning fra tidligere koks lagre eller utslipp av forbrenningsprodukter helt lokalt. I sentrale deler av Eidangerfjorden er det imidlertid observert en Σ PAH konsentrasjon på ca. 5500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v. (Næs, 1999), dvs. lavere eller i samme nivå som de to ytre stasjoner i Dalsbukta. De to ytre stasjoner (S,N) avviker dermed ikke vesentlig mht. innhold av PAH fra det en ellers har observert i fjordsystemet. Konsentrasjonen innerst i Dalsbukta er imidlertid klart høyere enn det som ble observert utenfor Frierfjorden i 1997 (Næs, 1999).

Tabell 7. Polysykliske aromatiske hydrokarboner i sediment innsamlet i Dalsbukta i 1999 (denne undersøkelse) og 1993 (Helland, 1993). Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær, et al.1997).

Σ PAH=summen av en rekke enkeltforbindelser, KPAH=summen av komponenter med potensielt kreftfremkallende egenskaper.

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig-lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiser				

Stasjon	Σ PAH 1999	Σ PAH 1993	Benzo(a)pyren 1999	Benzo(a)pyren 1993	THC 1999
I=indre	9576	6551	482m	377	148
M=midtre	5653	3192	277	187	170
Y=ytre	3266	1885	169	132	36
Øvre grense for klasse I ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)	300		10		
Enhet	$\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.				mg/kg v.v.

Tabell 8. Komponenter av polysykliske aromatiske hydrokarboner analysert i sediment fra Dalsbukta både i 1999 (denne undersøkelse) og 1993 (Helland, 1993).

Komponent/stasjon/årstall	I	I	M	M	Y	Y
	1999	1993	1999	1993	1999	1993
Fluoren	98	82	54	151	22	119
Dibenzotiofen	129	215	78	215	32	69
Fenantren	536	563	314	425	216	194
Antracen	117	306	59	258	11	123
2-Metylfenantren	265	141	144	62	30	60
Fluoranten	604	605	337	263	252	119
Pyren	607	536	355	228	227	151
Benz(a)antracen	420	368	225	190	150	92
Chrysen+trifenylene	702	799	340	395	192	251
Benzo(b+j,k)flu.	930	631	591	276	389	159
Benzo(e)pyren	570	1053	309	147	183	130
Benzo(a)pyren	482	399	277	187	169	132
Indeno(1,2,3cd)pyren	365	291	268	113	189	82
Benzo(ghi)perylene	602	380	377	120	111	82
Sum	6427	6369	3728	3030	2173	1763

3.2.4 Dioksiner, non-orto PCB og mono-orto PCB

Innen polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-*p*-dioksiner ("dioksiner"=PCDF/D) er det en mindre gruppe forbindelser som er sterkt til ekstremt giftige. Konsentrasjonen av disse stoffene kan angis som toksisitetsekvivalenter, dvs. ekvivalenter av den giftigste dioksinforbindelsen (2,3,7,8-TCDD). Enkelte PCB forbindelser er "dioksin"-lignende (non-orto PCB og mono-orto PCB) og kan tilsvarende omregnes til toksisitetsekvivalenter.







Rådata for analyse av "dioksiner" og non-orto PCB finnes i vedlegg G og er oppsummert i form av toksisitetsekvivalenter (TE¹) i **Tabell 9**. Sedimentet i Dalsbukta var sterkt til meget sterkt forurenset med PCDF/D (**Tabell 9**). Den laveste konsentrasjonen av toksisitetsekvivalenter ble observert innerst i bukta. Non-orto PCB og mono-orto PCB bidro ubetydelig til sedimentets totale giftighet (Σ TE) i forhold til PCDF/D. Målt som toksisitetsekvivalenter var konsentrasjonen av PCDF/D i Dalsbukta noe lavere enn det som er observert på 95 m dyp i Eidangerfjorden (dvs. ca 1 µg/kg t.v.) og klart lavere enn det som er typisk for Frierfjorden (Næs 1999).

Analyseresultatene tyder ikke på at en har noen PCDF/D kilde lokalt i Dalsbukta som kan spores på toppen av de massive dioksintilførselene en har hatt fra Hydro Porsgrunn som er den antatte hovedkilden i fjordsystemet.

¹ TE=toksistetsekvivalenter, dvs ekvivalenter til giftigheten av forbindelsen 2378-TCDD beregnet etter Ahlborg (1989) for "dioksiner" og Ahlborg et al (1994) for non-orto PCB).

Tabell 9. Konsentrasjonen av ”dioksiner” (PCDF/D) og dioksinlignende PCB (non- og mono-orto) i blåskjell fra Dalsbukta. Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem¹ (Molvær, et al.1997). Oppgitte konsentrasjoner er uttrykt som toksisitetsekvivalenter (TE).

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig-lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/ kan ikke klassifiseres				

Stasjon	Toksisitetsekvivalenter (TE) (µg/kg t.v.)			
	PCDF/D ¹⁾ (øvre grense for klasse I)	Non- orto PCB ²⁾	Mono-orto PCB ³⁾	ΣTE
I=indre	0,46 (0,01)	0,0079	0,000537	0,47
M=Midtre	0,73 (0,01)	0,0046	0,000534	0,74
Y=Ytre	0,52 (0,01)	0,0022	0,000282	0,52

¹⁾2378-TCDD-toksisitetsekvivalenter beregnet etter nordisk modell (Ahlborg et al. 1989)

²⁾2378-TCDD-toksisitetsekvivalenter beregnet etter Ahlborg et al. 1994 på grunnlag av konsentrasjonen av PCB-77, PCB-126, PCB-169.

³⁾2378-TCDD-toksisitetsekvivalenter beregnet etter Ahlborg et al. 1994 på grunnlag av konsentrasjonen av PCB-105, PCB-118, PCB-156.

⁴⁾Vektprosent fett analysert av henholdsvis NILU og NIVA

¹ En gjør oppmerksom på at det er en benevningsfeil i klassifiseringssystemet for TE_{PCDF/D} i sediment. Riktig benevning skal være µg/kg og ikke ng/kg.

3.2.5 PCB og andre klororganiske forbindelser







Sedimentet var moderat forurensset med PCB og markert forurensset med HCB på alle tre stasjoner (**Tabell 10**). PCB nivået observert i Dalsbukta lå i samme nivå eller noe lavere enn observert i Frierfjorden i 1997 (Næs 1999). Konsentrasjonen av PCB på den ytterste stasjonen lå noe lavere enn de to innerste stasjoner og mer i tråd med de laveste konsentrasjoner som ble observert i Grenlandsfjordene i 1997.

Konsentrasjonen av HCB var i hovedsak lavere enn observert i Frierfjorden i 1997 men lå innefor det intervallet som ble observert i de øvrige deler av Grenlandsfjordene (ca 1-30 µg/kg t.v., Næs 1999).

Observasjoner av nedbrytningsproduktene av DDT (dvs DDE og DDE) (**Tabell 10**) kan tyde på en viss tilførsel av DDT innerst i bukta.

Tabell 10. Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler (ΣPCB_7), heksaklorbensen (HCB) og to nedbrytningsprodukter (diklordifenyldikloreten=DDE, diklordifenyldikloreten=DDD) av diklordifenyiltrikloreten (DDT) i sediment fra Dalsbukta. Enheter: µg/kg t.v..

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig-lite forurensset		II. Moderat forurensset		III. Markert forurensset		IV. Sterkt forurensset
	V. Meget sterkt forurensset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiser				

Stasjon	ΣPCB_7	HCB	$\alpha\text{-HCH} + \gamma\text{-HCH}$	DDE+DDD
I=indre	14,65	8	<0,8	2,1
M=Midtre	16,55	6,7	<0,8	<1,2
Y=Ytre	6,3	7,1	<0,8	1-1,3
Øvre grense for klasse I (µg/kg t.v.)	5	0,5		<0,5 ²⁾

¹⁾Grenseverdi gjelder for sum α -, β - og γ -isomerene

²⁾Grenseverdi gjelder for ΣDDE , DDD, DDT


3.2.6 Samleparametre (EOCl, EOBr, EPOCl og EPOBr)



Samleparameterene EOCl og EOBr gir informasjon om den samlede mengde av henholdsvis klor og bromorganiske forbindelser som lar seg ekstrahere med en blanding av sykloheksan og isopropanol. Før bestemmelse av EPOCl og EPOBr behandles tilsvarende ekstrakt med konsentrert svovelsyre slik at det er bare de syrepersistente forbindelsene som er igjen som kvantifiseres. Samleparameterene belyser ikke hvilke enkeltkomponenter som inngår, men gir en grov oversikt over den samlede mengde naturlige og menneskeskapt halogenorganiske forbindelser som er tilstede i sedimentet.

Konsentrasjonen av de 4 samleparametere viste alle avtagende konsentrasjoner ut mot Eidangerfjorden (**Tabell 11**). Sedimentet var markert til sterkt forurenset med persistente klorholdige forbindelser (EPOCL) men inneholdt nær normale mengder av ekstraherbart organisk bundet klor (EOCI). Sedimentet inneholdt 5-11 ganger mer EPOCI enn EPOBr.

Tabell 11. Samleparameterene EOCl, EPOCl, EOBr og EPOB i sedimentprøver fra Dalsbukta. Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). Konsentrasjoner er oppgitt i mg/kg t.v.. Ekstraherbart organisk bundet klor=EOCl, ekstraherbart organisk bundet brom=EOBr, ekstraherbart persistent organisk bundet klor EPOCl, ekstraherbart persistent organisk bundet brom=EPOBr.

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig- lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
---	-----------------------------------	---	---------------------------	---	----------------------------	--	--------------------------

	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiser
---	-------------------------------	---	--

Stasjon	EOCl	EPOCl	EOBr	EPOBr
I=indre	8,14	5,61	1,40	0,51
M=Midtre	4,15	2,07	1,02	0,38
Y=Ytre	2,56	1,97	1,00	0,28
Øvre grense for klasse I	*	0,1	*	*

*Tilsvarende klassifisering som for EPOCL er ikke gjort for de øvrige sum parametere, men Håkanson et al. 1988 antyder at normalverdier for EOCl i sediment kan ligge i området 4-6 mg/kg t.v..



3.3 Miljøgifter i blåskjell

3.3.1 Metaller

Konsentrasjonene av metaller var lave til moderate på alle stasjoner (**Tabell 12**). For Hg, Zn, As, Cd, Pb og Ni ble den høyeste konsentrasjonen målt innerst i bukta. Forskjellen mellom den innerst stasjonen i Dalsbukta og stasjonene nord og syd for bukta var imidlertid ikke påfallende stor.

Tabell 12. Metaller i blåskjell innsamlet i Dalsbukta. Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). Kadmium=Cd, kvikksølv=Hg, bly=Pb, kobber =Cu, sink=Zn, nikkel=Ni, krom=Cr.

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig- lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset	
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiser					

A: våtektsbasis

Stasjon	%TS	%Fett	Hg	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Cr	Ni
I=indre	12,2	1,33	0,035	1,3	21	1,2	0,19	0,5	0,4	0,3
S=sør	14,1	1,63	0,024	1,4	19	1,3	0,21	0,4	0,3	0,1
N=nord	14,1	1,58	0,026	1,6	17	1,2	0,18	0,3	0,6	0,2
Enhet	%	µg/g v.v.								

B: tørrvektsbasis

Stasjon	Hg	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Cr	Ni
I=indre	0,29	10,7	172	9,8	1,6	4,1	3,3	2,5
S=sør	0,17	9,9	135	9,2	1,5	2,8	2,1	0,7
N=nord	0,18	11,3	121	8,5	1,3	2,1	4,3	1,4
Øvre grense for klasse I	0,2	10	200	10	2	3	3	5
Enhet	µg/g t.v.							

3.3.2 Tinnorganiske forbindelser

Som i sedimenter ble de høyest konsentrasjoner av TBT funnet innerst i Dalsbukta og lavere konsentrasjoner syd og nord for bukta (**Tabell 13**). Skjell fra stasjonen innerst i bukta kunne karakteriseres som sterkt forurenset med TBT og var i samme konsentrasjonsnivå som i Oslo havn og i enkelte småbåthavner som Frognerkilen og Lysakerområdet i indre Oslofjord (Knutzen et al., 2000). Konsentrasjonen på stasjonen nord for Dalsbukta ligger omtrent som i indre havn i Larvik (Berge, 1999). Generelt kan konsentrasjonsnivået som er observert ved Dalsbukta karakteriseres som typisk for havneområder eller i større småbåthavner.

Ved å spise blåskjell vil en kunne få i seg TBT. Det tolerable daglige livslange inntaket av TBT er beregnet til 0.3 µg TBT/kg kroppsvekt (U.S. EPA, 1997) eller 18 µg TBT pr. dag for en person på 60 kg. Dette tilsvarer et inntak på 50-100 g friskvekt av blåskjell fra Dalsbukta forutsatt at en ikke mister noe TBT ved tilbredning.

Terskelkonsentrasjonen for giftvirkninger av TBT overfor de mest ømfintlige marine organismer er ~1-2 ng TBT/l (Bryan et al. 1986, 1987). Det er særlig enkelte sneglearter, eksempelvis purpursnegl, *Nucella lapillus*, som er følsomme for TBT. Hos denne arten kan en TBT påvirkning gi seg utslag i utvikling av sædleder og penis hos hunnsnegl, et fenomen som er omtalt som imposex. Med unntak av noen steder i Finnmark er purpursnegl på de fleste undersøkte stasjoner langs norskekysten påvirket av TBT (Følsvik et al. 1998).

Konsentrasjonen av TBT i blåskjell er blant annet avhengig av konsentrasjonen i vannet. Litteraturverdier for biokonsentrasjonsfaktor (BKF) for TBT i blåskjell dvs. forholdet mellom konsentrasjonen i skjell (våtvektsbasis) og konsentrasjonen i vann varierer. I forbindelse med SFTs klassifisering er det benyttet en BKF på 10000 og nyere litteratur (Suzuki et al. 1998) bekrefter at denne verdi er rimelig realistisk ved høy belastning. Antas en biokonsentrasjonsfaktor (BKF) for TBT i blåskjell på 10000 svarer nivåene i skjell til TBT-konsentrasjoner i vann i Dalsbukta på 18-35 ng TBT/l dvs klart over det som anses for å kunne gi effekter på følsomme organismer.

Purpursnegl opptrer naturlig ikke i Dalsbukta. Vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) er en art som sannsynligvis opptrer i bukta og som også kan påvirkes av TBT. Denne arten er imidlertid langt mindre følsom enn purpursnegl (dvs terskelverdi i område 15 ng Sn/l, Bauer et al., 1995).

Høyeste konsentrasjon av trifenylytinn ble observert på stasjonen sør for Dalsbukta (**Tabell 13**). Trifenylytinn (TPhT) er også en giftig forbindelse og har i hovedsak vært brukt som treimpregnering men også som soppdreper (fungicid) og til å hindre ulike former for bakterievekst (baktericid) (Fjelldal, 1994). Nivåene av TPhT i skjell ligger en størrelsesorden lavere enn for TBT (**Tabell 13**).

Tabell 13. Tinnorganiske forbindelser i blåskjell fra Dalsbukta. Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). Merk at konsentrasjonen av tributyltinn (TBT) er oppgitt både på tinnbasis (vekten av tinnmolekylet alene) og som TBT (vekten av tinn+butylgrupper).

TBT=tributyltinn, DBT=dibutyltinn, MBT=monobutyltinn, Σ BT=TBT+DBT+MBT, TPhT=trifenyltinn, DPhT=difenyltinn, MPhT=monofenyltinn.

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser for TBT i tabellen:

<100	I. Ubetydelig-lite forurenset	100-500	II. Moderat forurenset	500-2000	III. Markert forurenset	2000-5000	IV. Sterkt forurenset
>5000	V. Meget sterkt forurenset	Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiseres					

Komponenter/ Stasjoner	TBT	TBT	DBT	MBT	Σ BT	TPhT	DPhT	MPhT
I=indre	2904	1190	738	349	2277	59	<5	<5
S=sør	1654	678	137	115	930	94	<5	<5
N=nord	1271	521	215	95	831	43	<5	<5
" Øvre grense for klasse I	100µg/kg							
Enhet	µg TBT/kg t.v.	µg Sn/kg t.v.						







3.3.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

Blåskjellene var moderat til markert forurenset med PAH (**Tabell 14**). For PAH, KPAH og benzo(a)pyrene var konsentrasjonene høyest innerst i Dalsbukta med lavere konsentrasjoner nord og sør for bukta (**Tabell 14**). Konsentrasjonen innerst i bukta var klart høyere enn det som de senere år har vært registrert ved Croftholmen i Breviksfjorden men var i omtrent i samme nivå som observert der i 1994 (**Tabell 15**). Konsentrasjonen av PAH nord og syd for Dalsbukta var omtrent som ved Croftholmen i perioden 1995-1998 men høyere enn ved Helgeroa unntatt i 1994 (se **Tabell 15**)

Tabell 14. Polysykliske aromatiske hydrokarboner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) i blåskjell fra stasjoner i Dalsbukta. Data fra de enkelte stasjoner er klassifisert i tilstandsklasser ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær, et al.1997).

ΣPAH =summen av 24 enkeltforbindelser, KPAH =summen av komponenter med potensielt kreftfremkallende egenskaper.

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig-lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiser				

Stasjon	ΣPAH	KPAH	% KPAH	Benzo(a)pyren
I=indre	288,5	85,5	30	8,2
S=sør	180,2	51,8	29	4,6
N=nord	127,1	33,4	26	2,6
Øvre grense for klasse I ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.)	50	10		1

Tabell 15. Konsentrasjonen av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Croftholmen (A) og Helgeroa i perioden 1994-1998 (Knutzen et al, 1995, 1996, 1998, 1999, 2000a).

A: Croftholmen (i Breviksfjorden nær Brevik)

	1994	1995	1996	1997	1998
PAH	303,2	178	104,6	101	170
KPAH	78,8	70,6	26,7	24,9	47
%KPAH	26	40	26	25	28
Benzo(a)pyren	5,7	7,7	2,2	1,5	3,2

B: Helgeroa (Øst i Langesundbukta)

	1994	1995	1996	1997	1998
PAH	175,2	93,9	73,5	52,5	72
KPAH	31,5	18,6	20,4	7,9	13
%KPAH	18	20	28	13	18
Benzo(a)pyren	1,9	<0,5	1,3	<0,5	0,7

3.3.4 PCB og andre klororganiske forbindelser







Skjellene var ubetydelig til moderat forurenset med PCB mens en for HCB som er ett av hovedkomponentene i utslipp fra magnesiumfabrikken på Herøya så en markert forurensning (**Tabell 16**). Konsentrasjonene av OCS, HCH og nedbrytningsprodukter av DDT var lave.

Konsentrasjonen av PCB i Dalsbuktområdet lå i samme nivå eller ubetydelig over det som er registrert ved Croftholmen i perioden 93-98 men lå svakt høyere enn det som er observert ved Helgeroa (**Tabell 17**). De observerte HCB konsentrasjoner (**Tabell 16**) lå innefor det som er registrert i skjell fra Croftholmen i perioden 94-98 (**Tabell 17**).

De observerte konsentrasjoner (**Tabell 16**) gjenspeiler det generelle forurensningsnivået i resipienten. Eventuelle bidrag til de observerte konsentrasjoner fra lokale kilder i Dalsbukta antas å være små i forhold til en påvirkning fra det generelle forurensningsnivået i fjordsystemet.

Tabell 16. Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler (ΣPCB_7), heksaklorbensen (HCB) og to nedbrytningsprodukter (diklordifenyldikloretan=DDE, diklordifenyldikloretan=DDD) av diklordifenyiltrikloretan (DDT) i blåskjell Dalsbukta. Enheter: $\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v..

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig- lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiser				

Stasjon	ΣPCB_7	HCB	OCS	$\alpha\text{-HCH} + \gamma\text{-HCH}$	DDE+ DDD
I=indre	3,98	0,46	<0,06	0,13-0,21	0,96
S=sør	5,29	0,52	<0,06	0,16-0,24	1,26
N=nord	3,67	0,44	<0,06	0,17-0,25	1,24
Øvre grense for klasse I ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.)	<4	<0,1		<1 ¹⁾	<2 ²⁾

¹⁾Grenseverdi gjelder for sum α -, β - og γ -isomerene

²⁾Grenseverdi gjelder for ΣDDE , DDD, DDT

Tabell 17. Konsentrasjonen av polyklorerte bifenyler (PCB), heksaklorbensen (HCB), okataklorstyren (OCS) i blåskjell fra Croftholmen (A) og Helgeroa i perioden 1994-1998 (Knutzen et al, 1995, 1996, 1998, 1999, 2000). Enhet: $\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.

A: Croftholmen

	1994	1995	1996	1997	1998
ΣPCB_7	4,27	3,8	4,4	3,9	2,8
HCB	0,84	0,4	0,91	1,0	0,2
OCS	-	<0,05	<0,05	<0,1	0,06

B: Helgeroa

	1994	1995	1996	1997	1998
ΣPCB_7	2,97	2,91	2,8	2,8	1,4
HCB	0,37	0,28	0,34	0,4	0,05
OCS	-	<0,05	<0,05	<0,1	0,03

3.3.5 Dioksiner, non-orto PCB og mono-orto PCB





Skjellene fra Dalsbuktområdet var markert til sterkt forurensset med dioksiner (**Tabell 18**). Den høyeste konsentrasjonen av TE_{PCDF/D} ble observert på stasjonen sør for Dalsbukta.



Konsentrasjonsnivået lå under det som er observert ved Croftholmen i perioden 94-98 men i samme nivå eller noe over (stasjon sør for bukta) det som er observert lenger ut i fjorden ved Helgeroa (**Tabell 19**). Konsentrasjonen av TE_{n.o. PCB} og TE_{m.o. PCB} lå svakt lavere enn det som er observert ved Croftholmen men omtrent i samme nivå som ved Helgeroa.

De observerte konsentrasjoner (**Tabell 18**) fremstår ikke spesielt høye i forhold til det generelle forurensningsnivået i fjordsystemet nær Brevik. Den markerte til sterke forurensingen av TE_{PCDF/D} er i all hovedsak forårsaket av forurensninger transportert fra Friefjorden.

Tabell 18. Konsentrasjonen av "dioksiner" (PCDF/D) og dioksinlignende PCB (non- og mono-orto) i blåskjell fra Dalsbukta. Oppgitte konsentrasjoner er uttrykt som toksisitetsekvivalenter (TE).

Fargekoder brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

	I. Ubetydelig-lite forurensset		II. Moderat forurensset		III. Markert forurensset		IV. Sterkt forurensset
---	--------------------------------	---	-------------------------	---	--------------------------	--	------------------------

	V. Meget sterkt forurensset		Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiser
---	-----------------------------	---	---

Stasjon	Toksitetsekvivalenter (TE) (ng/kg v.v.)				%Fett
	PCDF/D ¹⁾ (øvre grense for klasse I)	Non-orto PCB ²⁾	Mono-orto PCB ³⁾	ΣTE	
I=indre	1,41 (0,2)	0,25	0,1	1,76	1,3
S=sør	2,79 (0,2)	0,36	0,2	3,35	1,6
N=nord	1,8 (0,2)	0,16	0,1	2,06	1,6

¹⁾2378-TCDD-toksitetsekvivalenter beregnet etter nordisk modell (Ahlborg et al. 1989).

²⁾2378-TCDD-toksitetsekvivalenter beregnet etter Ahlborg et al. 1994 på grunnlag av konsentrasjonen av PCB-77, PCB-126, PCB-169.

³⁾2378-TCDD-toksitetsekvivalenter beregnet etter Ahlborg et al. 1994 på grunnlag av konsentrasjonen av PCB-105, PCB-118, PCB-156.

Tabell 19. Konsentrasjonen av ”dioksiner” (PCDF/D) og dioksinlignende PCB (non- og mono-orto) i blåskjell fra Croftholmen (A) og Helgeroa i perioden 1994-1998 (Knutzen et al, 1995, 1996, 1998, 1999, 2000a). Enhet: ng TE/kg v.v.

A: Croftholmen

	1994	1995	1996	1997	1998
TE _{PCDF/D}	5,65	4,85	4,5	4,84	2,90
TE _{n.-o. PCB}	0,52	0,44	0,43	0,60	0,44
TE _{m.o. PCB}	-	0,28	0,43	0,31	0,07

B: Helgeroa

	1994	1995	1996	1997	1998
TE _{PCDF/D}	1,73	1,62	1,8	1,96	1,00
TE _{n.-o. PCB}	0,42	0,26	0,37	0,43	0,22
TE _{m.o. PCB}	-	0,17	0,19	0,18	0,05

4. Konklusjoner

Resultatene fra undervannsbefaringen tyder på at naturtilstanden i Dalsbukta var god sammenliknet med lokalitetene nord og sør for bukta og ga dermed ikke holdepunkter for noen tydelige skadelig påvirkning fra lokale forhold.

Det er observert med forhøyede konsentrasjoner av en rekke miljøgifter i Dalsbukta. En må imidlertid være oppmerksom på at en over en årrekke har hatt store utslipp av industriforurensninger til Frierfjorden som har påvirket også de øvrige fjordområdene i Grenlandsområdet inklusiv Dalsbukta (Knutzen et al. 2000a).

Anlegget til NOAH ligger således i et fjordsystem hvor det pga. andre utslipp er påvist til dels høye konsentrasjoner av miljøgifter. Anlegget ligger også plassert slik at en må anta at utslipp vil bli relativt raskt fortynnet i Eidangerfjorden og vanskelig å detektere mot de generelle, diffuse og til dels store historiske utslipp en har hatt til fjordsystemet for øvrig.

I sediment ble det for flere av metallene (Cu, Zn, Cd, Pb, Ni), TBT, PAH, DDE+DDD, EOPCL og EOCl likevel observert klare gradienter med økende konsentrasjoner mot den innerste stasjonen i Dalsbukta. Slike gradienter kan tyde på lokale kilder.

I blåskjell ble de høyeste konsentrasjoner av en del metaller (Hg, Zn, As, Cd, Pb, Ni), TBT og PAH observert innerst i Dalsbukta med lavere konsentrasjoner lenger ut. Blåskjellresultatene for metallene Zn, Cd, Pb, Ni samt TBT og PAH støtter dermed indikasjonen fra sedimentundersøkelsene om at en for disse forbindelser har lokale kilder i Dalsbukta.

Det er sannsynligvis snakk om flere ulike kilder til de observerte gradienter i Dalsbukta.

Tilførsler av spormetaller (blant annet kadmium) fra et tidligere kalistøvdeponi har vært benyttet som en forklaring på forhøyede metallnivåer i sedimentet i Dalsbukta (Helland, 1993) mens de forhøyede nivåer av tinnorganiske forbindelser sannsynligvis skyldes tilførsel fra båter som benytter kaianlegget i området. Høye nivåer av PAH innerst i Dalsbukta kan skyldes avrenning fra tidligere kokslagere (Helland, 1993) og utslipp av olje (se **Tabell 1**) og forbrenningsprodukter. Det generelt høye nivået av PAH og gradienter ellers i Grenlandsfjordene (Næs, 1999) tyder imidlertid på at andre kilder (Elkem PEA og diverse diffuse kilder) er hovedbidragstyper til det generelle forurensningsnivået med PAH i fjordsystemet.

Forhøyede nivåer av DDT og dets nedbrytningsprodukter er vanligvis knyttet til tidligere bruk av DDT i landbruket. Bekken som renner ut innerst i Dalsbukta kan være transportveien for de svakt forhøyede nivåer av nedbrytningsprodukter av DDT som er observert innerst i bukta.

En har ingen fullgod forklaring på de forhøyede nivåer av EOPCL og EOCl som er observert særlig innerst i Dalsbukta. Halogenorganiske forbindelser kan imidlertid også produseres naturlig blant annet av alger (se Gribble, 1994 og Holm, 1990 for oversikt over naturlig produksjon av halogenorganiske forbindelser).

Det var ingen klare gradienter i sedimentet for PCDF/D, HCB som begge er eller har vært hovedkomponentene i utslipp fra Hydro Porsgrunns magnesiumproduksjon på Herøya. Heller ikke for PCB i sediment så en noen klar gradient. For disse komponenter antas hovedkilden og ligge utenfor

Dalsbukta og de noe høye nivåer som er registrert reflekterer forurensningssituasjonen generelt i fjordsystemet.

5. Referanser

- 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 og E. Yrjänheikki, 1994. Toxic equivalency factors for dioxin-like PCBs. Report on a WHO-ECEH and IPCS consultation, December 1993. *Chemosphere* 28:1049-1067.
- Bauer, B., Fiorini, P., Ide, I., Liebe, S., Oehlmann, J., 1995. TBT effects on the female genital system of *Littorina littorea*: a possible indicator of tributyltin pollution. *Hydrobiol.*, 309, 15-27.
- Berge, 1999. Miljøovervåking i Larviksfjorden 1998. Miljøgifter i fisk, krabbe og blåskjell. NIVA-rapport nr. 4033-99, 68s.
- Bryan, G.W., Gibbs, P.E. and Hummerstone, L.G. and Burt, G.R., 1986. The decline of the gastropod *Nucella lapillus* around South-West England: Evidence from the effect of tributyltin from antifouling paints. *J.mar. biol. Ass. U.K.*, 66, 611-640.
- Bryan, G.W., Gibbs, P.E. and Burt, G.R. and Hummerstone 1987. The effects of tributyltin (TBT) accumulation on adult dogwhelks, *Nucella lapillus*: Long-term field and laboratory experiments. *J.mar. biol. Ass. U.K.*, 67, 525-544.
- Følsvik, N., Berge, J.A., Brevik, E-M., and Walday, M. 1998. Quantification of organotin compounds and determination of imposex in populations of dogwhelks (*Nucella lapillus*) from Norway. *Chemosphere*, 38, 681-691.
- Gribble, G.W., 1994. The natural production of chlorinated compounds. *Environ.Sci. Technol.*, 28 (7).
- Helland, A., 1993. Sedimentundersøkelser i Dalsbukta i Eidangerfjorden, NIVA-rapport nr. 2935, 25s.
- Holm, G., Wennberg, L. og Enell, M., 1990. Naturlig produktion av halogenerade organiska föreningar. En litteratursammanställning. IVL-publ. B993 (Sverige), 37s+vedlegg.
- Håkanson, H., Jonsson, B, Jonsson, P. og Martinsen, K., 1988. Påverkningsområden för klorerat organisk materiale från massablekerien. Rapport nr. 3522 fra Naturvårdsverket, Sverige.
- Johansen, Ø., Kolstad, S., Bokn, T. og Rygg, B. 1973. Resipientvurderinger av skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 1. Tidligere undersøkelser - Generelle forhold, Forurensningstilførsler. NIVA-rapport O-11/70, 93s.
- Knutzen, J., Becher, G., Biseth, A., Bjerkeng, B., Brevik, E.M., Green, N.W., Schlabach, M., Skåre, J.U., 1999. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfordene 1997. NIVA-rapport nr. 4065-1999, 195s.
- Knutzen, J., Biseth, A., Brevik, E.M., Green, N.W., Schlabach, M. Skåre, J.U., 1995. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfordene 1994. NIVA-rapport nr. 4207-2000, 109s.

- Knutzen, J., Biseth, A., Brevik, E.M., Green, N.W., Schlabach, M. Skåre, J.U., 1996. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfordene 1995. NIVA-rapport nr. 33363-1995, 165s.
- Knutzen, J., Biseth, A., Brevik, E.M., Egaas, E., Green, N.W., Schlabach, M. Skåre, J.U., 1998. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfordene 1996. NIVA-rapport nr. 3834-1998, 150s.
- Knutzen, J., Biseth, A., Brevik, E.M., Green, N.W., Schlabach, M. Skåre, J.U., 2000. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfordene 1998. NIVA-rapport nr. 4207-2000, 109s.
- Knutzen, J., Brevik, E.M., Følsvik, N.A.H., Schlabach, M., 2000. Overvåking i indre Oslofjord. Miljøgifter i fisk og blåskjell 1997-1998. NIVA.-rapport nr. 4126-99, 89s.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT Veiledning 97:03. SFT. 36 s.
- Næs, K.1991. Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 4: Sedimentasjon av organisk materiale og oksygenforbruk i dypvannet i Frier- og Brevikfjorden. NIVA-rapport nr. 2629, 55s.
- Næs, K., 1999.Overvåking av miljøgifter i sedimentene i Grenlandsfjordene 1997. NIVA-rapport nr. 4066, 146s.
- U.S. EPA, 1997. Toxicological review: tributyltin oxide (CAS No. 56-35-9) in support of summary information on the Integrated Risk Information System (IRIS). July 1997, Washington D.C.
- Suzuki, T; Yamamoto I; Yamada H; Kaniwa N; Kondo K; Murayama M, 1998. Accumulation, metabolism, and depuration of organotin compounds in the marine mussels *Mytilus grayanus* and *Mytilus edulis* under natural conditions. J. Agri. Food Chem., 46, 304-313.

Vedlegg A. Beskrivelse av sedimentprøver

I=Indre stasjon (tilsvarer stasjon 1 iHelland 1992)

M=Midtre stasjon (tilsvarer stasjon 5 iHelland 1992)

Y=Ytre stasjon (tilsvarer stasjon 7 iHelland 1992)

Kjerne nr.	Dyp (m)	Kjerne-lengde	Beskrivelse
I-1	13.5	10	Gråbrun overflate, 0-5 cm gråbrun, 5-10 cm gråsort, ingen hydrogensulfid lukt, sand/silt (litt grovere enn på M og Y)
I-2	15	15	Gråbrun overflate, 0-2 cm gråbrun, 2-15 cm gråsort, ingen hydrogensulfid lukt, fin sand/silt (litt grovere enn på M og Y)
I-3	15	15	Som over
M-1	35	20	Grågrønngrå overflate, 0-10 cm gråaktig, 10-20 cm gråsvart, silt, ingen hydrogensulfid lukt.
M-2	37	20	Grågrønngrå overflate, 0-15 cm gråaktig, 15-20 cm grått, silt, ingen hydrogensulfid lukt.
M-3	36	25	Grågrønngrå overflate, 0-6 cm grågrønn, 6-15 cm grått, 15-25 cm gråsort, silt, ingen hydrogensulfid lukt.
Y-1	66	18	Grågrønngrå overflate, 0-10 cm grågrønn, 10-18 cm grått, silt, ingen hydrogensulfid lukt.
Y-2	66	18	Grågrønngrå overflate, 0-10 cm grågrønn, 10-18 cm grått, silt, ingen hydrogensulfid lukt.
Y-3	68	20	Grågrønn farge i hele kjernene (20 cm), silt, ingen hydrogensulfid, En stor polychaet

Vedlegg B. Rådata for sedimentanalyser (eksklusiv dioksiner)

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 1999-2789

O.nr. O 99206

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	St. Ma (midtre)	991123	1999.11.25	1999.12.01-2000.03.24
2	St. Ia (indre)	991123	1999.11.25	1999.12.01-2000.03.24
3	St. Ya (ytre)	991123	1999.11.25	1999.12.01-2000.03.24
4	St. Ma (midtre)	991123	1999.11.25	1999.12.08-2000.02.10
5	St. Ia (indre)	991123	1999.11.25	1999.12.08-2000.02.10
6	St. Ya (ytre)	991123	1999.11.25	1999.12.08-2000.02.10

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Tørrstoff	%	B 3	39,4	41,3	50,8			
Nitrogen, total	µg/mg TS	G 6				1,2	1,9	<1,0
Karbon, total	µg/mg TS	G 6				28,1	38,7	16,8
Arsen	µg/g	Intern*				<20	<20	<20
Kadmium	µg/g	E 2-1				0,45	0,43	0,24
Krom	µg/g	E 2-1*				80,5	68,0	56,5
Kobber	µg/g	E 2-1				54,0	91,5	35,5
Kvikksølv	µg/g	E 4-3				0,64	0,40	0,44
Litium	µg/g	E 1				20	19	24
Nikkel	µg/g	E 2-1				34,6	35,7	28,3
Bly	µg/g	E 2-1				121	154	73
Sink	µg/g	E 1				225	265	140
Polyklorertbifenyl 28	µg/kg t.v.	H 3-3	0,58	0,57	<0,3			
Polyklorertbifenyl 52	µg/kg t.v.	H 3-3	0,47	0,38	<0,3			
Polyklorertbifenyl101	µg/kg t.v.	H 3-3	1,3	1,3	0,66			
Polyklorertbifenyl118	µg/kg t.v.	H 3-3	1,3	1,7	0,74			
Polyklorertbifenyl105	µg/kg t.v.	H 3-3	0,74	0,87	0,38			
Polyklorertbifenyl153	µg/kg t.v.	H 3-3	4,7	4,0	1,9			
Polyklorertbifenyl138	µg/kg t.v.	H 3-3	4,5	4,2	1,9			
Polyklorertbifenyl156	µg/kg t.v.	H 3-3	0,66	0,56	0,34			
Polyklorertbifenyl180	µg/kg t.v.	H 3-3	3,7	2,5	1,1			
Polyklorertbifenyl209	µg/kg t.v.	H 3-3	33	23	35			
Sum PCB	µg/kg t.v.	Beregnet*	50,95	39,08	42,02			
Seven Dutch	µg/kg t.v.	Beregnet*	16,55	14,65	6,3			
Penta-klorbenzen	µg/kg t.v.	H 3-3	1,7	2,7	1,3			
Alfa-hexakl.cyclohex.	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,4	<0,4	<0,4			
Hexa-klorbenzen	µg/kg t.v.	H 3-3	6,7	8,0	7,1			
Gamma-hexakl.cyclohex	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,4	<0,4	<0,4			
Oktaklorstyren	µg/kg t.v.	H 3-3	1,5	3,0	1,4			
4,4-DDE	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,4	0,41	<0,3			

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

- 3 THC er analysert i de frysetørkede prøvene! Kromatogrammene hadde "humper i området ca.C15-C35 som indikerte nedbrutt olje, gjelder prøve 1-3.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 1999-2789

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	St. Ma (midtre)	991123	1999.11.25	1999.12.01-2000.03.24
2	St. Ia (indre)	991123	1999.11.25	1999.12.01-2000.03.24
3	St. Ya (ytre)	991123	1999.11.25	1999.12.01-2000.03.24
4	St. Ma (midtre)	991123	1999.11.25	1999.12.08-2000.02.10
5	St. Ia (indre)	991123	1999.11.25	1999.12.08-2000.02.10
6	St. Ya (ytre)	991123	1999.11.25	1999.12.08-2000.02.10

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
4,4-DDD	µg/kg	t.v. H 3-3	<0,8	1,7	1,0			
Naftalen i sediment	µg/kg	t.v. H 2-3	269	423	131			
2-Metylnaftalen	µg/kg	t.v. H 2-3	376	579	160			
1-Metylnaftalen	µg/kg	t.v. H 2-3	226	365	99			
Bifenyl	µg/kg	t.v. H 2-3	58	75	78			
2,6-Dimetylnaftalen	µg/kg	t.v. H 2-3	186	273	64			
1,6-Dimetylnaftalen	µg/kg	t.v. H 2-3	198	320	116			
1,5-Dimetylnaftalen	µg/kg	t.v. H 2-3	57	96	76			
Acenaftalen	µg/kg	t.v. H 2-3	9	25	7			
Acenaften	µg/kg	t.v. H 2-3	27	45	15			
2,3,6-Trimetylnaf.	µg/kg	t.v. H 2-3	81	142	48			
2,3,5-Trimetylnaf.	µg/kg	t.v. H 2-3	71	149	55			
1,2,4-Trimetylnaf.	µg/kg	t.v. H 2-3	15	28	26			
Fluoren	µg/kg	t.v. H 2-3	54	98	22			
1,2,3-Trimetylnaf.	µg/kg	t.v. H 2-3	12	123	<5			
Dibenzotiofen	µg/kg	t.v. H 2-3	78	129	32			
Fenantren	µg/kg	t.v. H 2-3	314	536	216			
Antracen	µg/kg	t.v. H 2-3	59	117	11			
2-Metylfenantren	µg/kg	t.v. H 2-3	144	265	30			
1-Metylfenantren	µg/kg	t.v. H 2-3	115	205	89			
3,6-Dimetylfenantren	µg/kg	t.v. H 2-3	20	57	7			
Fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	337	604	252			
9,10-Dimetylfen.	µg/kg	t.v. H 2-3	<5	<5	<5			
Pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	355	607	227			
Benz(a)antracen	µg/kg	t.v. H 2-3	225	420	150			
Chrysen+trifenylen	µg/kg	t.v. H 2-3	340	702	192			
Benzo(b+j,k)flu.	µg/kg	t.v. H 2-3	591	930	389			
Benzo(e)pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	309	570	183			
Benzo(a)pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	277	482	169			
Perylen	µg/kg	t.v. H 2-3	69	104	43			

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 1999-2789

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	St. Ma (midtre)	991123	1999.11.25	1999.12.01-2000.03.24
2	St. Ia (indre)	991123	1999.11.25	1999.12.01-2000.03.24
3	St. Ya (ytre)	991123	1999.11.25	1999.12.01-2000.03.24
4	St. Ma (midtre)	991123	1999.11.25	1999.12.08-2000.02.10
5	St. Ia (indre)	991123	1999.11.25	1999.12.08-2000.02.10
6	St. Ya (ytre)	991123	1999.11.25	1999.12.08-2000.02.10

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	268	365	189			
Dibenz(a,c/a,h)ant.	µg/kg t.v.	H 2-3	136	140	79			
Benzo(ghi)perylene	µg/kg t.v.	H 2-3	377	602	111			
Sum PAH	µg/kg t.v.	Beregnet*	5653	9576	3266			
Monobutyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*				<10	12	<10
Dibutyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*				29	51	15
Tributyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*				90	230	46
Monophenyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*				<10	<10	<10
Diphenyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*				<10	<10	<10
Triphenyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*				<10	<10	<10
Olje	µg/g v.v.	Intern*	170	148	36			
Brom,organisk, total	mg/kg t.v.	Ekstern lab.*	1,02	1,40	1,00			
Klor,organisk, total	mg/kg t.v.	Ekstern lab.*	4,15	8,14	2,56			
Brom,org. persistent	mg/kg t.v.	Ekstern lab.*	0,38	0,51	0,28			
Klor,org.,persistent	mg/kg t.v.	Ekstern lab.*	2,07	5,61	1,97			
Sum KPAH	µg/kg t.v.	Beregnet*	1497	2337	976			
Sum NPD	µg/kg t.v.	Beregnet*	2162	3690	1149			

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum NPD er summen av naftalener, fenantrener og dibenzotiofener.

Sum KPAH er summen av Benz(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen². Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

² Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

**Vedlegg C. Rådata for analyse av blåskjell
(eksklusiv dioksiner)**

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 1999-2865

O.nr. O 99206

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Dalsbukta Sør	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.09-2000.03.13
2	Dalsbukta Nord	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.09-2000.03.13
3	Dalsbukta Indre	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.09-2000.03.13
4	Dalsbukta Sør fortsetter	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.16-2000.03.17
5	Dalsbukta Nord fortsetter	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.16-2000.03.17
6	Dalsbukta Indre fortsetter	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.16-2000.03.17

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Tørrstoff	%	B 3	14,1	14,1	12,2			
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	1,63	1,58	1,33			
Kvikksølv	µg/g	E 4-3				0,024	0,026	0,035
Kobber	µg/g	E 8-2				1,4	1,6	1,3
Sink	µg/g	E 8-2				19	17	21
Arsen	µg/g	E 8-2				1,3	1,2	1,2
Kadmium	µg/g	E 8-2				0,21	0,18	0,19
Bly	µg/g	E 8-2				0,4	0,3	0,5
Krom	µg/g	E 8-2				0,3	0,6	0,4
Nikkel	µg/g	E 8-2				0,1	0,2	0,3
Polyklorertbifenyl 28	µg/kg v.v.	H 3-4	0,09	0,08	0,09			
Polyklorertbifenyl 52	µg/kg v.v.	H 3-4	0,32	0,24	0,25			
Polyklorertbifenyl101	µg/kg v.v.	H 3-4	0,86	0,58	0,57			
Polyklorertbifenyl118	µg/kg v.v.	H 3-4	0,94	0,57	0,59			
Polyklorertbifenyl105	µg/kg v.v.	H 3-4	0,39	0,23	0,25			
Polyklorertbifenyl153	µg/kg v.v.	H 3-4	1,5	1,1	1,2			
Polyklorertbifenyl138	µg/kg v.v.	H 3-4	1,4	0,95	1,1			
Polyklorertbifenyl156	µg/kg v.v.	H 3-4	0,12	0,09	0,09			
Polyklorertbifenyl180	µg/kg v.v.	H 3-4	0,18	0,15	0,18			
Polyklorertbifenyl209	µg/kg v.v.	H 3-4	0,12	0,09	0,07			
Sum PCB	µg/kg v.v.		5,92	4,08	4,39			
Beregnet*								
Seven Dutch	µg/kg v.v.		5,29	3,67	3,98			
Beregnet*								
Penta-klorbenzen	µg/kg v.v.	H 3-4	0,06	0,06	0,05			
Alfa-hexakl.cyclohex.	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,08	<0,08	<0,08			
Hexa-klorbenzen	µg/kg v.v.	H 3-4	0,52	0,44	0,46			
Gamma-hexakl.cyclohex	µg/kg v.v.	H 3-4	0,16	0,17	0,13			
Oktaklorstyren	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,06	<0,06	<0,06			

4,4-DDE	µg/kg v.v. H 3-4	0,72	0,79	0,47			
4,4-DDD	µg/kg v.v. H 3-4	0,54	0,45	0,49			
Naftalen	µg/kg v.v. H 2-4	1.5	2.1	3.3			

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

4 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 1999-2865

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Dalsbukta Sør	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.09-2000.03.13
2	Dalsbukta Nord	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.09-2000.03.13
3	Dalsbukta Indre	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.09-2000.03.13
4	Dalsbukta Sør fortsetter	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.16-2000.03.17
5	Dalsbukta Nord fortsetter	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.16-2000.03.17
6	Dalsbukta Indre fortsetter	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.16-2000.03.17

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
2-Metylnaftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	2	2.3	4.5			
1-Metylnaftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	<0.5	2	3.1			
Bifenyl	µg/kg	v.v. H 2-4	<0.5	<0.5	1.5			
2,6-Dimetylnaftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	4.8	1.6	5.9			
1,6-Dimetylnaftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	2	1.9	5.8			
1,5-Dimetylnaftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5			
Acenaftalen	µg/kg	v.v. H 2-4	1.4	0.7	1.4			
Acenaften	µg/kg	v.v. H 2-4	0.5	1.4	0.9			
2,3,6-Trimetylnaf.	µg/kg	v.v. H 2-4	0.6	0.7	1.8			
2,3,5-Trimetylnaf.	µg/kg	v.v. H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5			
1,2,4-Trimetylnaf.	µg/kg	v.v. H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5			
Fluoren	µg/kg	v.v. H 2-4	1.7	1.1	1.8			
1,2,3-Trimetylnaf.	µg/kg	v.v. H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5			
Dibenzotiofen	µg/kg	v.v. H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5			
Fenantren	µg/kg	v.v. H 2-4	7.4	6.2	12			
Antracen	µg/kg	v.v. H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5			
2-Metylfenantren	µg/kg	v.v. H 2-4	6.1	3.5	6.4			
1-Metylfenantren	µg/kg	v.v. H 2-4	5.1	2.8	5.2			
3,6-Dimetylfenantren	µg/kg	v.v. H 2-4	3.5	2.1	4.6			
Fluoranten	µg/kg	v.v. H 2-4	21	16	37			
9,10-Dimetylfen.	µg/kg	v.v. H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5			
Pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	18.5	13	36			
Benz(a)antracen	µg/kg	v.v. H 2-4	9.2	7.2	24			
Chrysen+trifenylene	µg/kg	v.v. H 2-4	25	19	40			
Benzo(b+j,k)flu.	µg/kg	v.v. H 2-4	30	20	45			
Benzo(e)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	18	12	21			
Benzo(a)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	4.6	2.6	8.2			
Perylen	µg/kg	v.v. H 2-4	1.8	1.2	2.7			
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	5.6	2.9	5.9			
Dibenz(a,c/a,h)ant.	µg/kg	v.v. H 2-4	2.4	0.7	2.4			

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 1999-2865

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Dalsbukta Sør	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.09-2000.03.13
2	Dalsbukta Nord	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.09-2000.03.13
3	Dalsbukta Indre	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.09-2000.03.13
4	Dalsbukta Sør fortsetter	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.16-2000.03.17
5	Dalsbukta Nord fortsetter	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.16-2000.03.17
6	Dalsbukta Indre fortsetter	1999.11.23	1999.12.06	1999.12.16-2000.03.17

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6
Benzo(ghi)perylene	µg/kg v.v.	H 2-4	7,5	4,1	8,1			
Sum PAH	µg/kg v.v.	Beregnet*	180,2	127,1	288,5			
Monobutyltinn	µgSn/kg tv	H 14-2*				115	95	349
Dibutyltinn	µgSn/kg tv	H 14-2*				137	215	738
Tributyltinn	µgSn/kg tv	H 14-2*				678	521	1190
Monophenyltinn	µgSn/kg tv	H 14-2*				<5	<5	<5
Diphenyltinn	µgSn/kg tv	H 14-2*				<5	<5	<5
Triphenyltinn	µgSn/kg tv	H 14-2*				94	43	59
Sum KPAH	µg/kg v.v.	Beregnet*	51,8	33,4	85,5			
Sum NPD	µg/kg v.v.	Beregnet*	33	25,2	52,6			

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

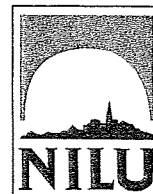
Sum NPD er summen av naftalener, fenantrener og dibenzotiofener.

Sum KPAH er summen av Benzo(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen³. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

³ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

Vedlegg D. Rådata for dioksinanalyser (kopi av brev fra NILU)

Alle konsentrasjoner er oppgitt på våtvektbasis.



JAB

Norsk institutt for vannforskning
v/John Arthur Berge
Postboks 173 Kjelsås
0411 OSLO

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
J.nr.:	655/100
Sak nr.:	99206
Mottatt:	21.3

Deres ref./Your ref.:
John Arthur Berge
J.nr. 2419/99
S.nr. O-99206

Vår ref./Our ref.:
HJG/MAa/O-2069

Kjeller,
20. mars 2000

Resultater av PCDD/PCDF-analyser i sedimenter og blåskjell

Vi viser til mottak av prøvene 16.12.1999 og oversender analyseresultatene.

Vi legger ved målerapport O-799 og gir følgende tilleggsinformasjon:

Våre metode, NILU-O-1, som er akkreditert etter EN-45001, er benyttet.

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

Med hilsen

Ole-Anders Braathen

Ole-Anders Braathen
Avd.dirktør, Kjemisk analyse

Helle Juul Garder
Helle Juul Garder
Ingeniør

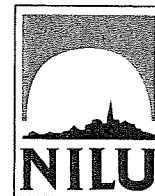
Vedlegg: Målerapport O-799, vurdering og faktura

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

NILU
P.O. Box 100
Instituttveien 18
N-2027 KJELLER, Norway
Telephone : +47 63 89 80 00/Fax: +47 63 89 80 50

NILU Tromsø
Polarmiljøsentret/ The Polar Environmental Centre
Hjalmar Johansens gt. 14
N-9296 TROMSØ, Norway
Telephone : +47 77 75 03 75/Fax: +47 77 75 03 76

Bank: 5102.05.19030
Foretaksnr./Enterprise No. 941705561



NOTAT

Til : Norsk institutt for vannforskning (NIVA) v/John Arthur Berge
From : Helle Juul Garder
Date : Kjeller, 20. mars 2000
Ref. : HJG/MAa/O-2075

Vurdering av PCDD/PCDF-analyser i sediment- og blåskjellprøver

NILU har analysert tre sedimentprøver og tre blåskjellprøver med hensyn på PCDD/PCDF og non-ortho med følgende resultater:

Prøvebetegnelse	NILUs prøvenr.	PCDD/PCDF i pg TE(Nordic)/g	PCDD/PCDF i pg TE(WHO)/g	non-orto PCB i pg TE(WHO)/g
Sediment	99/1567	189	195	3,18
"	99/1568	288	304	1,75
"	99/1569	263	278	1,09
Blåskjell	99/1570	1,80	2,02	0,15
"	99/1571	2,79	3,15	0,35
"	99/1572	1,41	1,57	0,24

For både sediment og blåskjell tilsvarer analyseresultatene tilstandsklasse IV - sterkt forurenset, jf. SFT, veil. 97:03 "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og i kystfarvann".

Mønstrene for sediment samsvarer ikke med mønstrene for blåskjell.

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

NILU
P.O. Box 100
Instituttveien 18
N-2027 KJELLER, Norway
Telephone: +47 63 89 80 00/Fax: +47 63 89 80 50

NILU Tromsø
Polarmiljøsenteret/ The Polar Environmental Centre
Hjalmar Johansens gt. 14
N-9296 TROMSØ, Norway
Telephone: +47 77 75 03 75/Fax: +47 77 75 03 76

Bank: 5102.05.19030
Foretaksnr./Enterprise No. 941705561

Målerapport nr. O-799

Oppdragsgiver: Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
v/John Arthur Berge
Postboks 173 Kjelsås
0411 OSLO

Prosjekt nr.: O-2069

Prøvetaking:

Sted:

Ansvar: Oppdragsgiver

Kommentar:

Prøveinformasjon:

NILU prøvenr.	Kundens prøvemerkning	Prøvetype	Prøven mottatt	Prøven analysert
99/1567	Dalsbukta 23.11.99	Sediment	16.12.99	07.02.-20.03.00
99/1568	"	"	"	"
99/1569	"	"	"	"
99/1570	Dalsbukta Nord	Blåskjell	"	08.02.-20.03.00
99/1571	Dalsbukta Sør	"	"	"
99/1572	Dalsbukta Indre	"	"	"

Analyser:

Utført av: Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100
N-2027 KJELLER

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

Måleusikkerhet: $\pm 25\%$

Kommentarer:

Godkjenning: Kjeller, 20. mars 2000

Ole-Anders Braathen

Ole-Anders Braathen
Avd.direktør, Kjemisk analyse

Vedlegg: 6 analyseresultater à 4 sider
Målerapporten og vedleggene omfatter totalt 26 sider

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

PCDD/PCDF-Analyseresultater



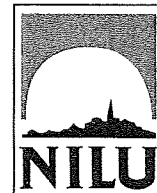
Vedlegg til målerapport nr: O-799
 NILU-Prøvenummer: 99/1567
 Kunde: NIVA/JAB
 Kundernes prøvemerking: Dalsbukta 23.11.99
 : la
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 11,0g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DG526291

Kjeller, 20.03.00

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	2,22	61	2,22	2,22	2,22
SUM TCDD	60,1				
12378-PeCDD	14,1	69	7,04	7,04	14,1
SUM PeCDD	84,1				
123478-HxCDD	18,1	62	1,81	1,81	1,81
123678-HxCDD	31,3	58	3,13	3,13	3,13
123789-HxCDD	29,1		2,91	2,91	2,91
SUM HxCDD	269				
1234678-HpCDD	283	60	2,83	2,83	2,83
SUM HpCDD	519				
OCDD	1 261	62	1,26	1,26	0,13
SUM PCDD	2 194		21,2	21,2	27,1
2378-TCDF	79,9	65	7,99	7,99	7,99
SUM TCDF	670				
12378/12348-PeCDF	182		1,82	9,08	9,08
23478-PeCDF	56,8	65	28,4	28,4	28,4
SUM PeCDF	1 189				
123478/123479-HxCDF	536	71	53,6	53,6	53,6
123678-HxCDF	303	62	30,3	30,3	30,3
123789-HxCDF	44,5		4,45	4,45	4,45
234678-HxCDF	61,3	64	6,13	6,13	6,13
SUM HxCDF	2 222				
1234678-HpCDF	1 914	59	19,1	19,1	19,1
1234789-HpCDF	759		7,59	7,59	7,59
SUM HpCDF	4 170				
OCDF	8 065	83	8,07	8,07	0,81
SUM PCDF	16 316		168	175	168
SUM PCDD/PCDF	18 510		189	196	195

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter internasjonal modell (Nato/CCMS, 1989)
 TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.
 (b): Lavere enn 10* blindverdi
 (g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 20.03.00

Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1567
Kunde: NIVA/JAB
Kundenes prøvemerking: Dalsbukta 23.11.99
: la
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 11,0g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DG526291

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (gammel)	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	186	(g)	0,09	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)	2,16			0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	31,0	54	3,10	3,10
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	5,95	67	0,06	0,06
SUM TE-PCB			3,26	3,18

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

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

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

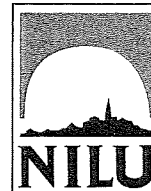
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

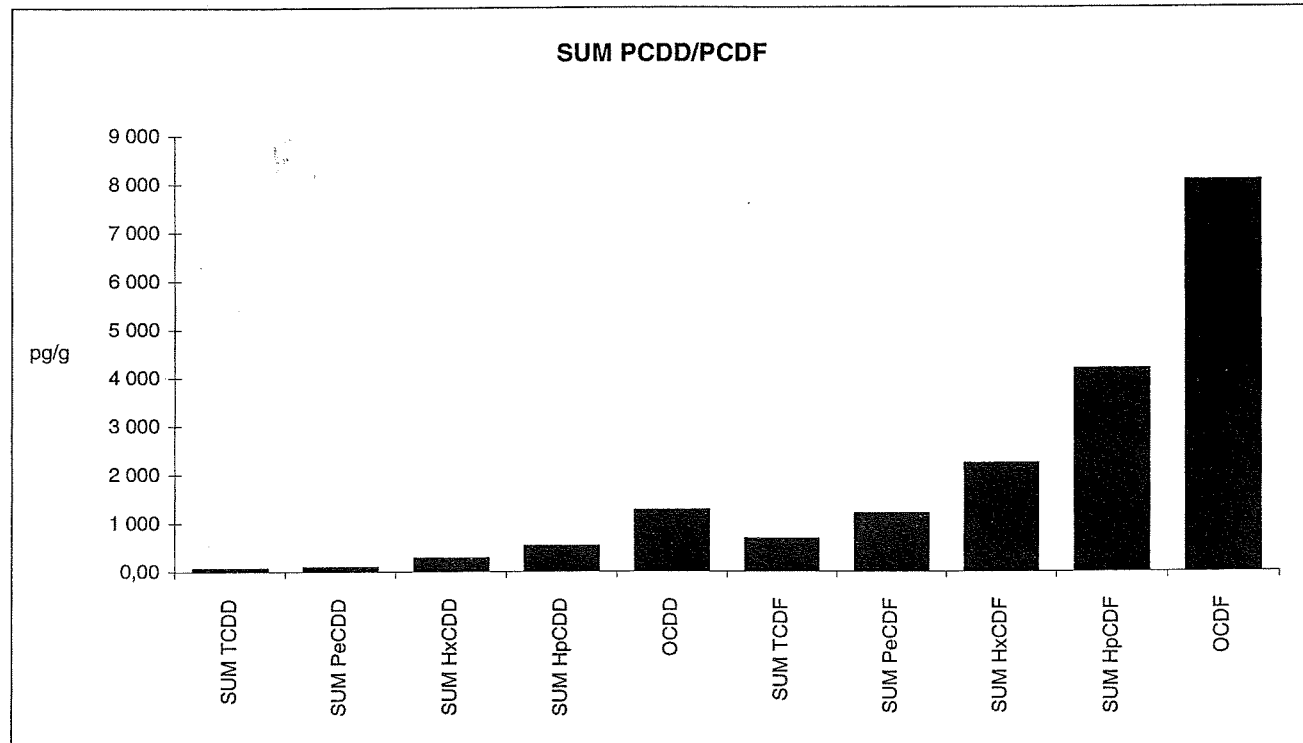
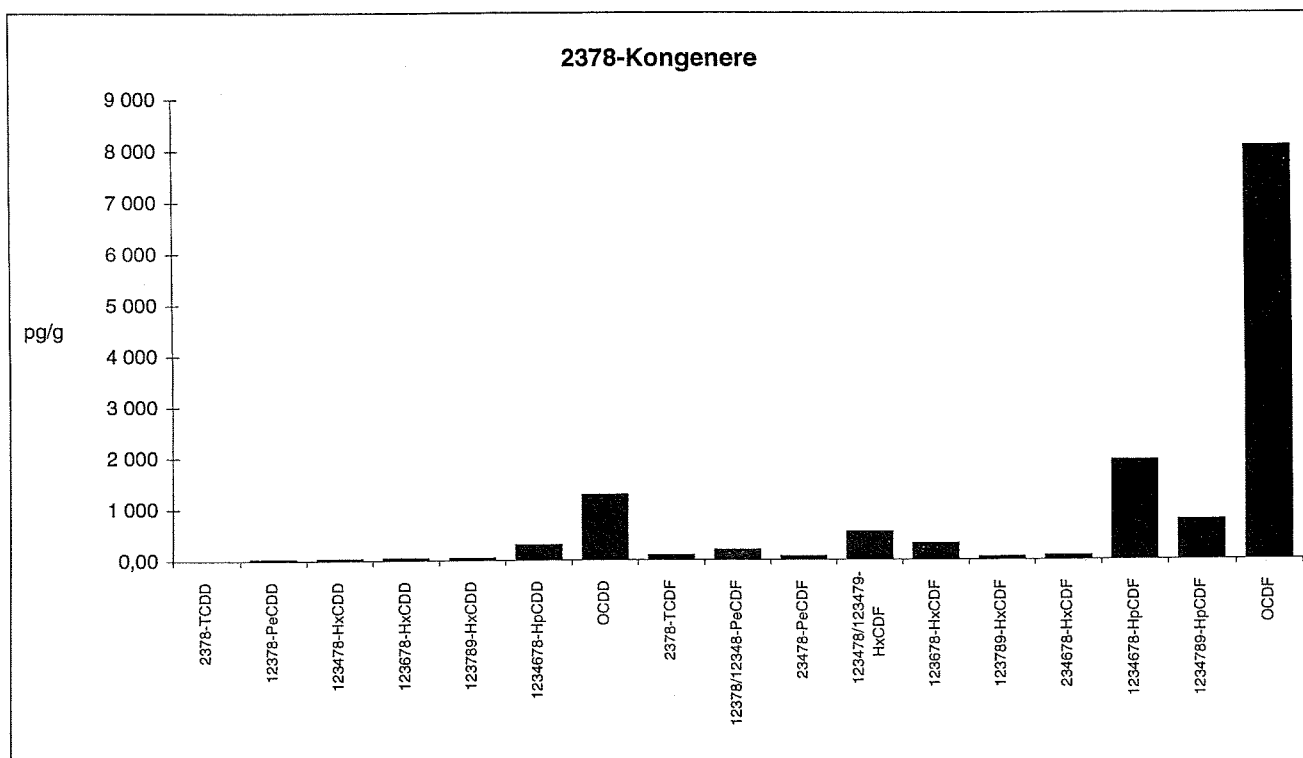
(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

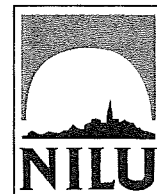


Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1567

Kjeller, 20.03.00

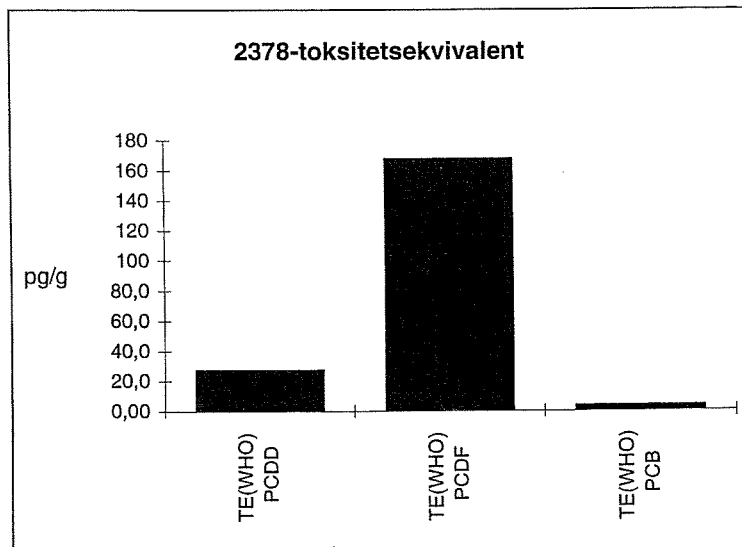
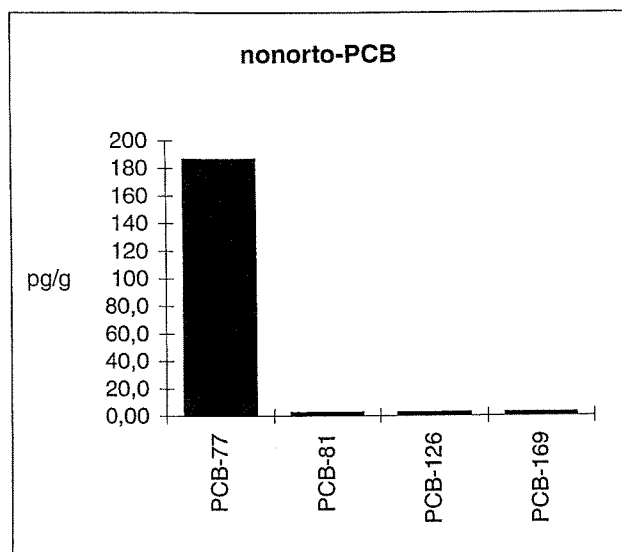


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1567

Kjeller, 20.03.00



PCDD/PCDF-Analyseresultater



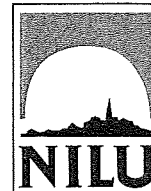
Vedlegg til målerapport nr: O-799
 NILU-Prøvenummer: 99/1568
 Kunde: NIVA/JAB
 Kundernes prøvemerking: Dalsbukta 23.11.99
 : MA
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 8,43g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DG526271

Kjeller, 20/03/00

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g		pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	3.85	57	3.85	3.85	3.85
SUM TCDD	111				
12378-PeCDD	23.2 (i)	63	11.6	11.6	23.2
SUM PeCDD	155				
123478-HxCDD	26.4	53	2.64	2.64	2.64
123678-HxCDD	43.2	57	4.32	4.32	4.32
123789-HxCDD	38.7		3.87	3.87	3.87
SUM HxCDD	335				
1234678-HpCDD	325	55	3.25	3.25	3.25
SUM HpCDD	587				
OCDD	1 254	57	1.25	1.25	0.13
SUM PCDD	2 441		30.8	30.8	41.3
2378-TCDF	139	56	13.9	13.9	13.9
SUM TCDF	1 078				
12378/12348-PeCDF	353		3.53	17.6	17.6
23478-PeCDF	107	55	53.4	53.4	53.4
SUM PeCDF	2 096				
123478/123479-HxCDF	812	62	81.2	81.2	81.2
123678-HxCDF	451	54	45.1	45.1	45.1
123789-HxCDF	72.8		7.28	7.28	7.28
234678-HxCDF	88.3	63	8.83	8.83	8.83
SUM HxCDF	3 104				
1234678-HpCDF	2 434	55	24.3	24.3	24.3
1234789-HpCDF	1 063		10.6	10.6	10.6
SUM HpCDF	5 400				
OCDF	9 160	76	9.16	9.16	0.92
SUM PCDF	20 838		257	271	263
SUM PCDD/PCDF	23 280		288	302	304

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter internasjonal modell (Nato/CCMS, 1989)
 TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.
 (b): Lavere enn 10* blindverdi
 (g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 20/03/00

Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1568
Kunde: NIVA/JAB
Kundenes prøvemerking: Dalsbukta 23.11.99
: MA
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 8,43g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DG526271

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (gammel)	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	106	42	0.05	0.01
344'5'-TeCB (PCB-81)	2.24			0.00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	16.7	57	1.67	1.67
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	7.06	57	0.07	0.07
SUM TE-PCB			1.80	1.75

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

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

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

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

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

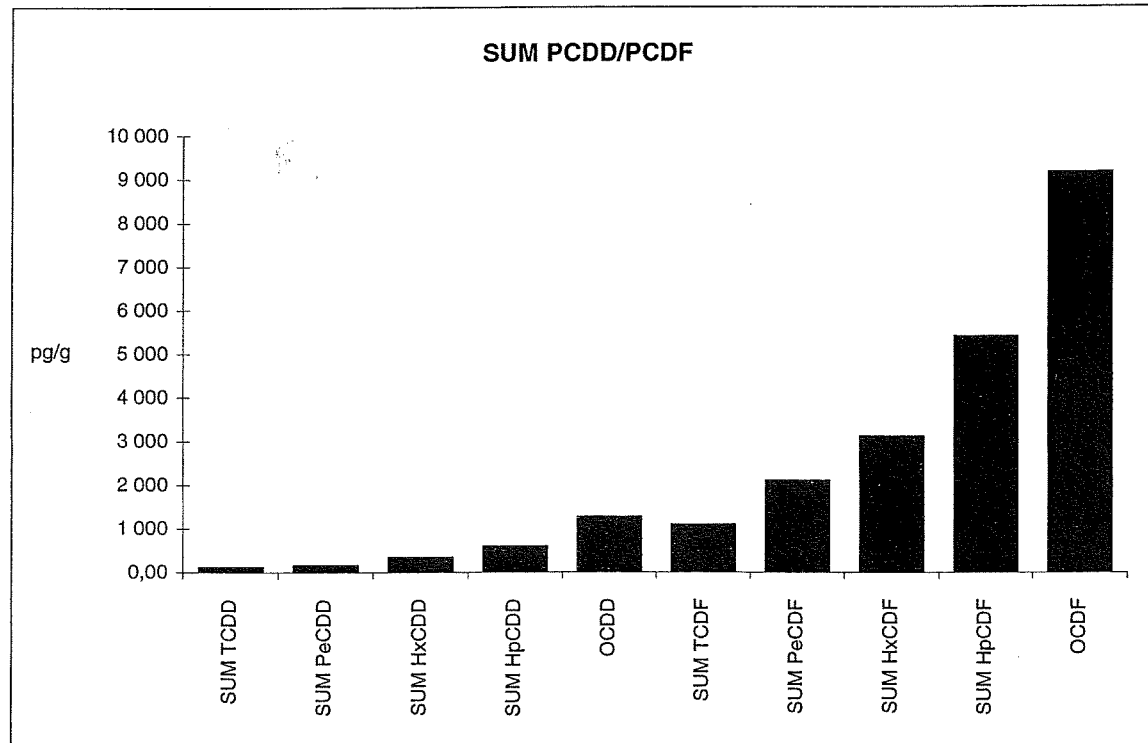
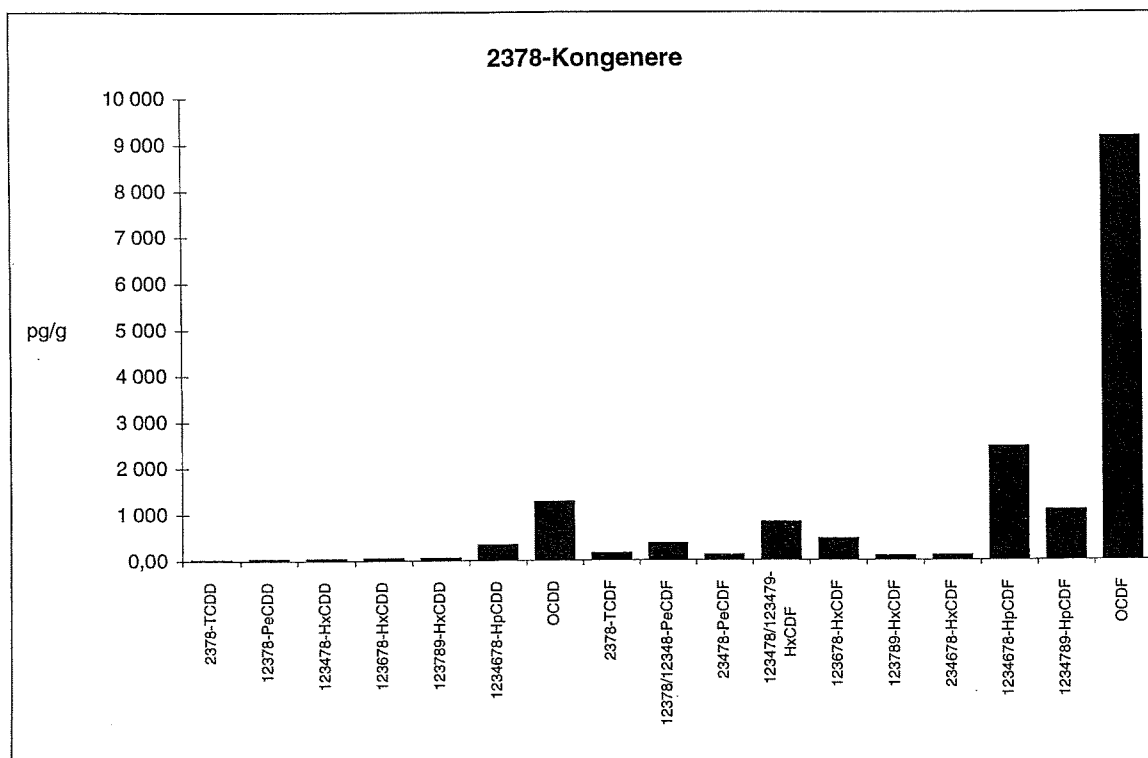
(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

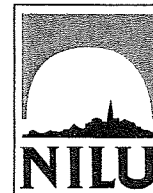


Vedlegg til målerapport nr: O-799
 NILU-Prøvenummer: 99/1568

Kjeller, 20.03.00

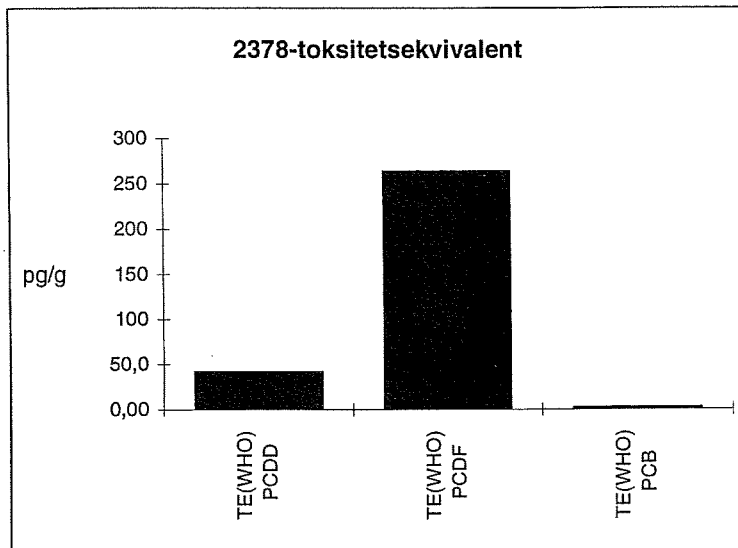
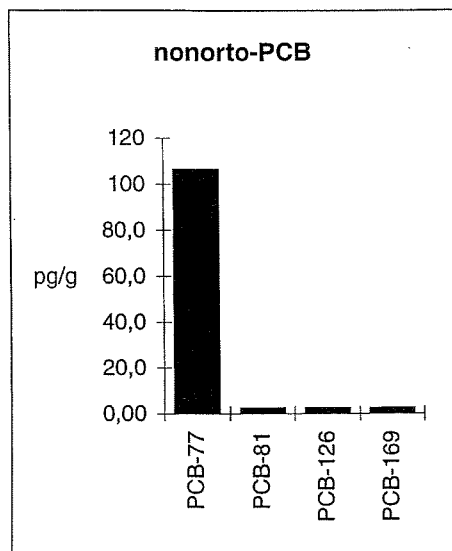


PCDD/PCDF-Analyseresultater

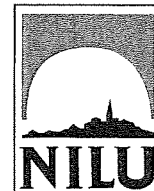


Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1568

Kjeller, 20.03.00



PCDD/PCDF-Analyseresultater



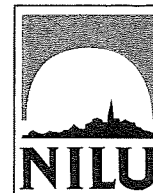
Vedlegg til målerapport nr: O-799
 NILU-Prøvenummer: 99/1569
 Kunde: NIVA/JAB
 Kundernes prøvemerking: Dalsbukta 23.11.99
 : YA
 Prøvetype: Sediment
 Prøvemengde: 12,9g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DG446091

Kjeller, 20.03.00

Komponent	Konsentrasjon pg/g	Gjenvinning %	TE(nordisk) pg/g	i-TE pg/g	TE (WHO) pg/g
2378-TCDD	2,29	68	2,29	2,29	2,29
SUM TCDD	84,6				
12378-PeCDD	21,0 (i)	67	10,5	10,5	21,0
SUM PeCDD	91,1				
123478-HxCDD	31,2	47	3,12	3,12	3,12
123678-HxCDD	39,1	50	3,91	3,91	3,91
123789-HxCDD	41,9		4,19	4,19	4,19
SUM HxCDD	304				
1234678-HpCDD	283	56	2,83	2,83	2,83
SUM HpCDD	495				
OCDD	996	53	1,00	1,00	0,10
SUM PCDD	1 971		27,8	27,8	37,4
2378-TCDF	127	50	12,7	12,7	12,7
SUM TCDF	1 102				
12378/12348-PeCDF	323		3,23	16,1	16,1
23478-PeCDF	96,2	54	48,1	48,1	48,1
SUM PeCDF	1 888				
123478/123479-HxCDF	665	72	66,5	66,5	66,5
123678-HxCDF	499	47	49,9	49,9	49,9
123789-HxCDF	66,6		6,66	6,66	6,66
234678-HxCDF	72,6	61	7,26	7,26	7,26
SUM HxCDF	2 946				
1234678-HpCDF	2 335	57	23,3	23,3	23,3
1234789-HpCDF	876		8,76	8,76	8,76
SUM HpCDF	4 979				
OCDF	8 927	69	8,93	8,93	0,89
SUM PCDF	19 842		235	248	240
SUM PCDD/PCDF	21 812		263	276	278

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (Nato/CCMS, 1989)
 TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.
 (b): Lavere enn 10* blindverdi
 (g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 20.03.00

Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1569
Kunde: NIVA/JAB
Kundenes prøvemerking: Dalsbukta 23.11.99
: YA
Prøvetype: Sediment
Prøvemengde: 12,9g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DG446091

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (gammel)	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	52,7	45	0,03	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	1,67			0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	10,3	58	1,03	1,03
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	5,54 (i)	53	0,06	0,06
SUM TE-PCB			1,11	1,09

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

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

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

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

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

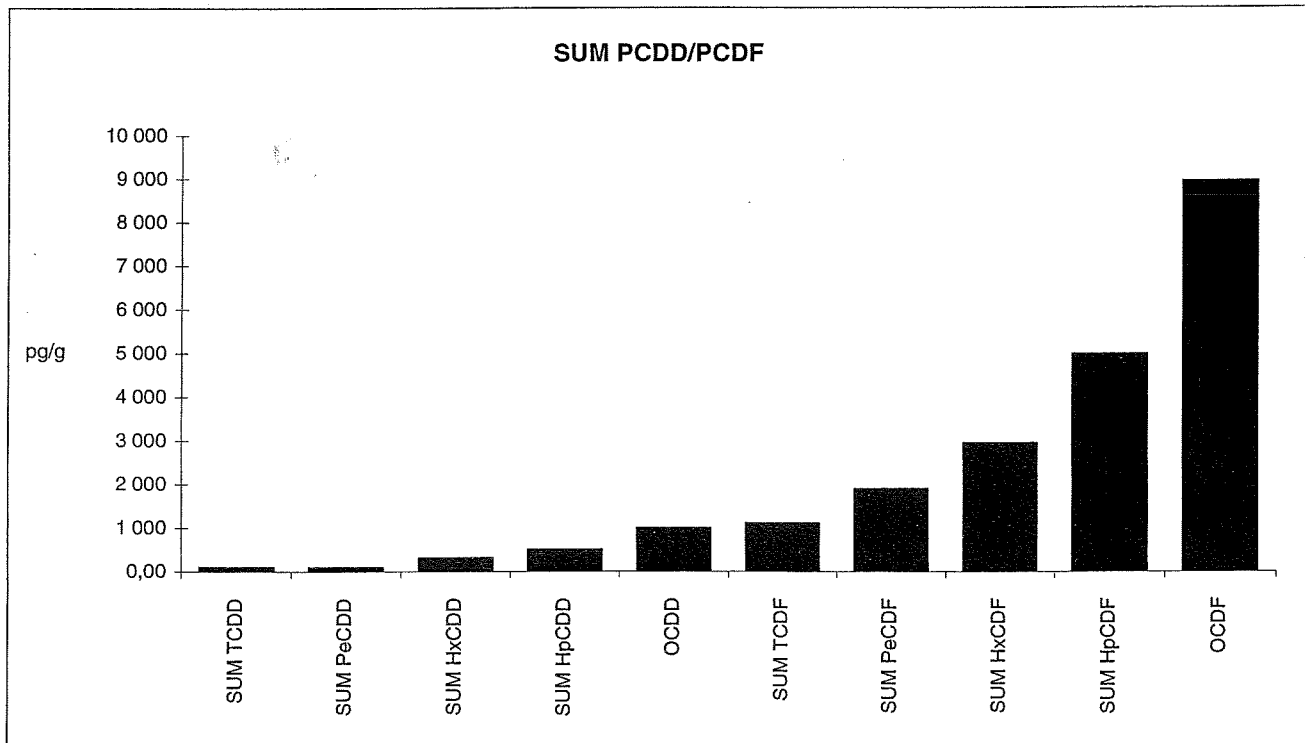
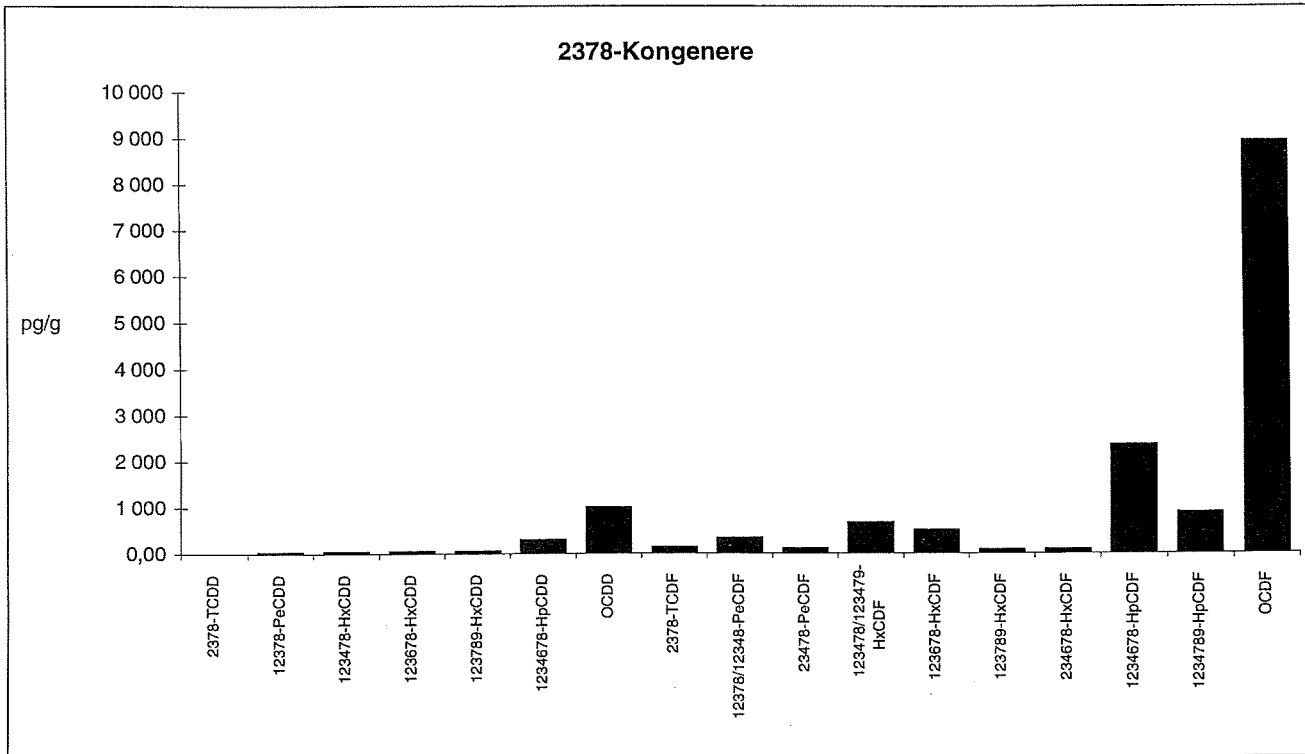
(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

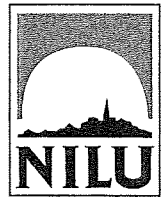


Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1569

Kjeller, 20.03.00

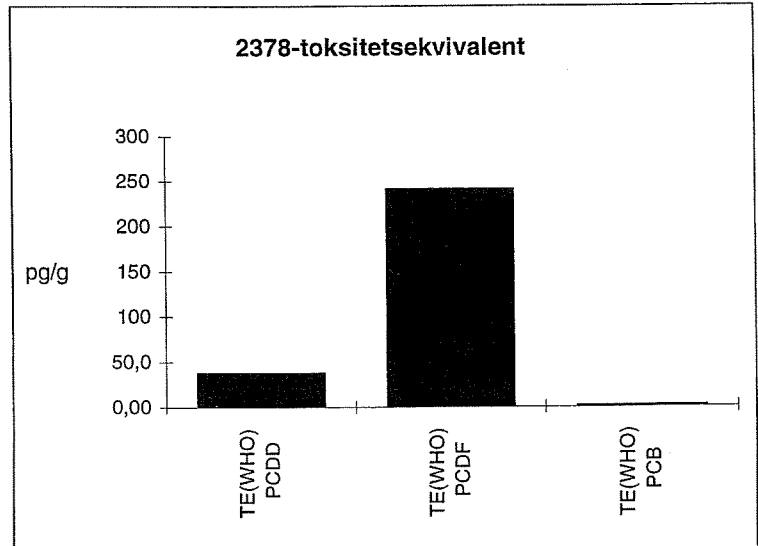
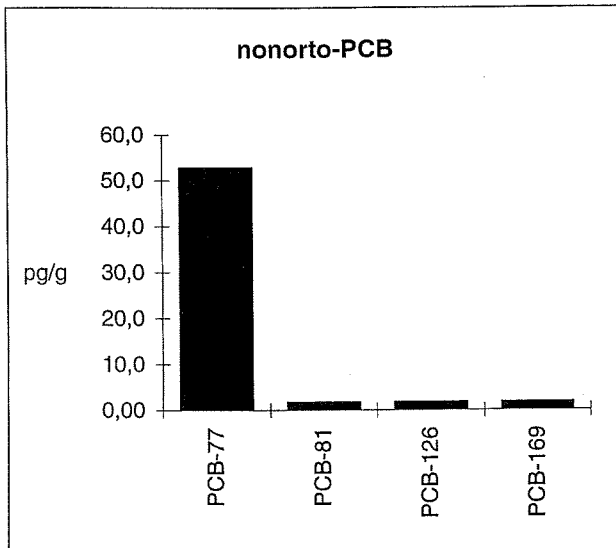


PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1569

Kjeller, 20.03.00



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-799
 NILU-Prøvenummer: 99/1570
 Kunde: NIVA/JAB
 Kundenes prøvemerking: Dalsbukta Nord
 :
 Prøvetype: Blåskjell
 Prøvemengde: 40,3g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DG439021

Kjeller, 20.03.00

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,15	78	0,15	0,15	0,15
SUM TCDD	5,33				
12378-PeCDD	0,29 (i)	64	0,15	0,15	0,29
SUM PeCDD	5,15				
123478-HxCDD	0,18 (i)	67	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDD	0,34	85	0,03	0,03	0,03
123789-HxCDD	0,16 (i)		0,02	0,02	0,02
SUM HxCDD	2,91				
1234678-HpCDD	1,24	60	0,01	0,01	0,01
SUM HpCDD	2,60				
OCDD	4,10	52	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	20,1		0,38	0,38	0,52
2378-TCDF	3,59	90	0,36	0,36	0,36
SUM TCDF	33,5				
12378/12348-PeCDF	2,01		0,02	0,10	0,10
23478-PeCDF	1,23	62	0,62	0,62	0,62
SUM PeCDF	19,6				
123478/123479-HxCDF	1,79	68	0,18	0,18	0,18
123678-HxCDF	1,22	63	0,12	0,12	0,12
123789-HxCDF	0,18		0,02	0,02	0,02
234678-HxCDF	0,57	82	0,06	0,06	0,06
SUM HxCDF	7,44				
1234678-HpCDF	3,31	68	0,03	0,03	0,03
1234789-HpCDF	1,02		0,01	0,01	0,01
SUM HpCDF	7,30				
OCDF	8,47	56	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF	76,4		1,42	1,50	1,49
SUM PCDD/PCDF	96,5		1,80	1,88	2,02

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter internasjonal modell (Nato/CCMS, 1989)
 TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.
 (b): Lavere enn 10* blindverdi
 (g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 20.03.00

Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1570
Kunde: NIVA/JAB
Kundenes prøvemerking: Dalsbukta Nord
:
Prøvetype: Blåskjell
Prøvemengde: 40,3g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DG439021

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (gammel)	TE (WHO)
	pg/g		%	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	14,2	80	0,01	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,42			0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	1,46 (i)	64	0,15	0,15
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,66 (i)	62	0,01	0,01
SUM TE-PCB			0,16	0,15

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

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

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

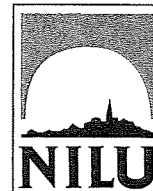
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

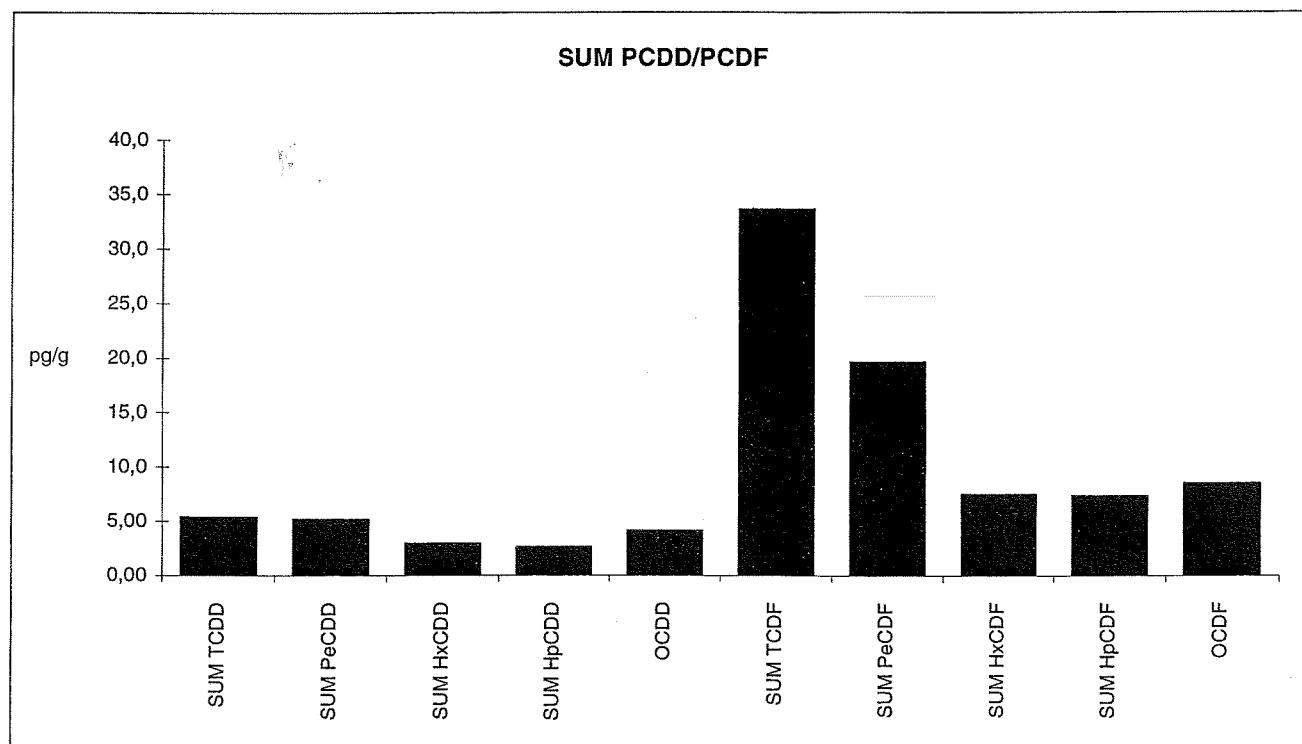
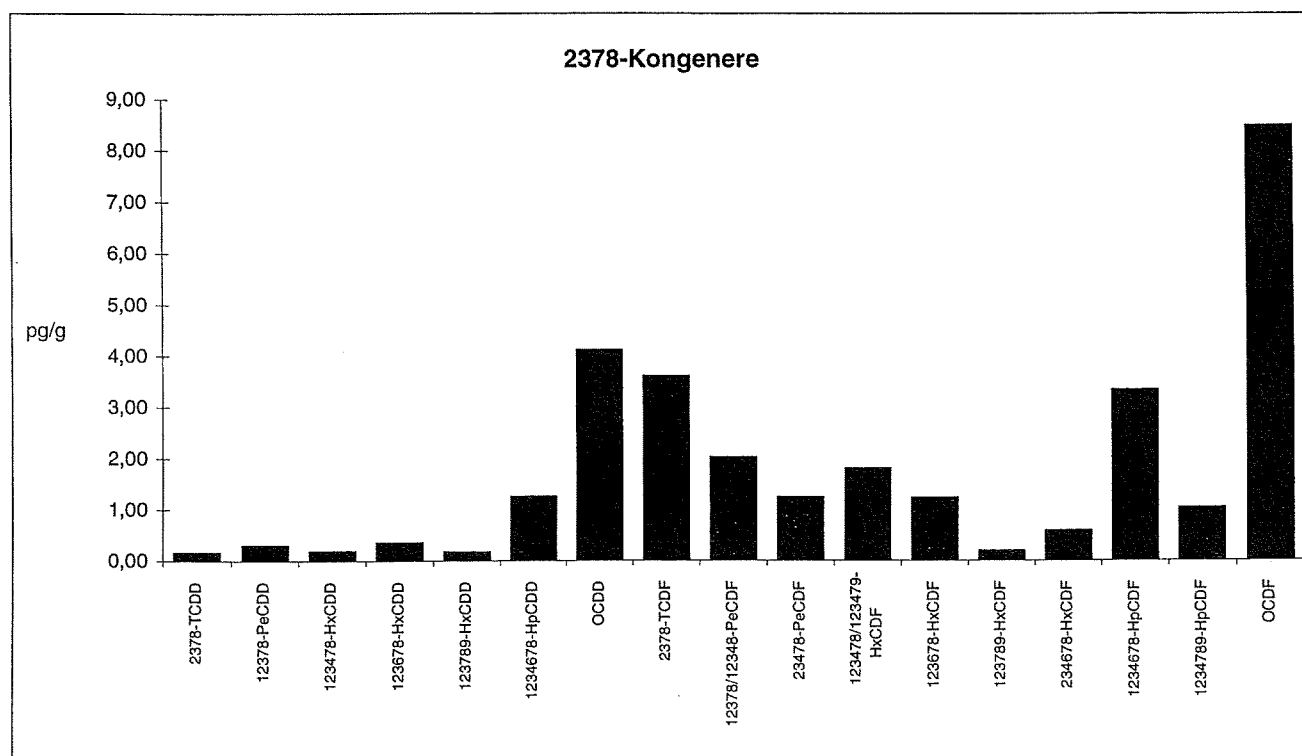
(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

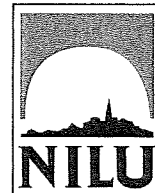


Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1570

Kjeller, 20.03.00

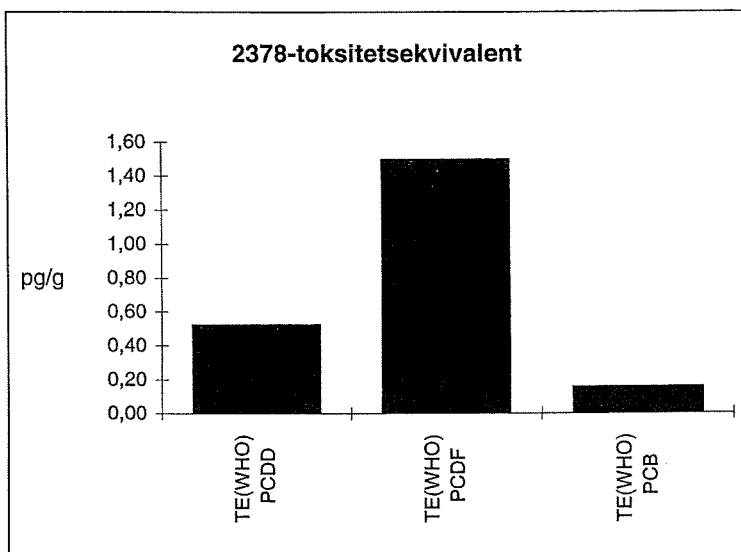
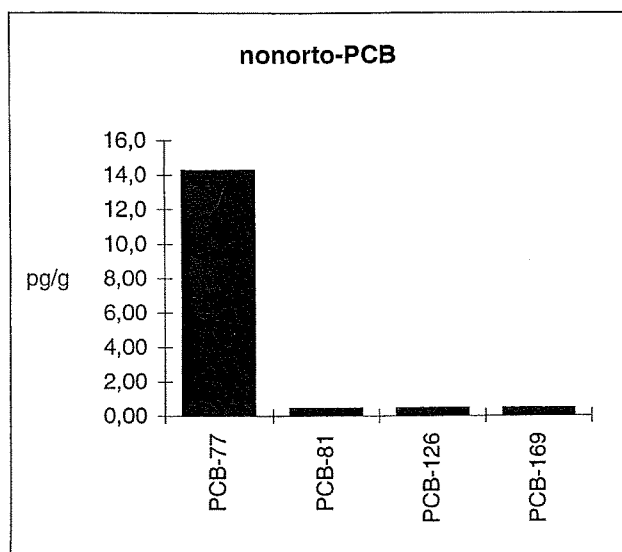


PCDD/PCDF-Analyseresultater

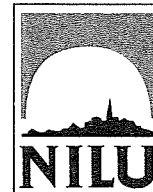


Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1570

Kjeller, 20.03.00



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-799
 NILU-Prøvenummer: 99/1571
 Kunde: NIVA/JAB
 Kundernes prøvemerkning: Dalsbukta Sør
 :
 Prøvetype: Blåskjell
 Prøvemengde: 42,0g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DG437091

Kjeller, 20.03.00

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE(nordisk)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,16	74	0,16	0,16	0,16
SUM TCDD	8,90				
12378-PeCDD	0,45	75	0,23	0,23	0,45
SUM PeCDD	5,12				
123478-HxCDD	0,24 (i)	82	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDD	0,46	86	0,05	0,05	0,05
123789-HxCDD	0,29		0,03	0,03	0,03
SUM HxCDD	4,08				
1234678-HpCDD	1,48	80	0,01	0,01	0,01
SUM HpCDD	3,30				
OCDD	4,00	65	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	25,4		0,50	0,50	0,72
2378-TCDF	7,63	78	0,76	0,76	0,76
SUM TCDF	55,2				
12378/12348-PeCDF	3,55		0,04	0,18	0,18
23478-PeCDF	1,76	75	0,88	0,88	0,88
SUM PeCDF	28,0				
123478/123479-HxCDF	2,66	81	0,27	0,27	0,27
123678-HxCDF	1,78	78	0,18	0,18	0,18
123789-HxCDF	0,20 (i)		0,02	0,02	0,02
234678-HxCDF	0,76	77	0,08	0,08	0,08
SUM HxCDF	13,6				
1234678-HpCDF	4,49	78	0,04	0,04	0,04
1234789-HpCDF	1,49		0,01	0,01	0,01
SUM HpCDF	9,96				
OCDF	11,7	61	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF	118		2,29	2,43	2,42
SUM PCDD/PCDF	144		2,79	2,93	3,15

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (Nato/CCMS, 1989)

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signalstøy 3:1

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

 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 20.03.00

Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1571
Kunde: NIVA/JAB
Kundenes prøvemerkning: Dalsbukta Sør
:
Prøvetype: Blåskjell
Prøvemengde: 42,0g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DG437091

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (gammel)	TE (WHO)
	pg/g	%	pg/g	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	21,6	72	0,01	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	0,59			0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	3,42	77	0,34	0,34
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,79	78	0,01	0,01
SUM TE-PCB			0,36	0,35

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

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

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

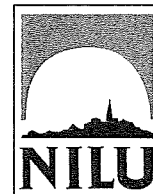
(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

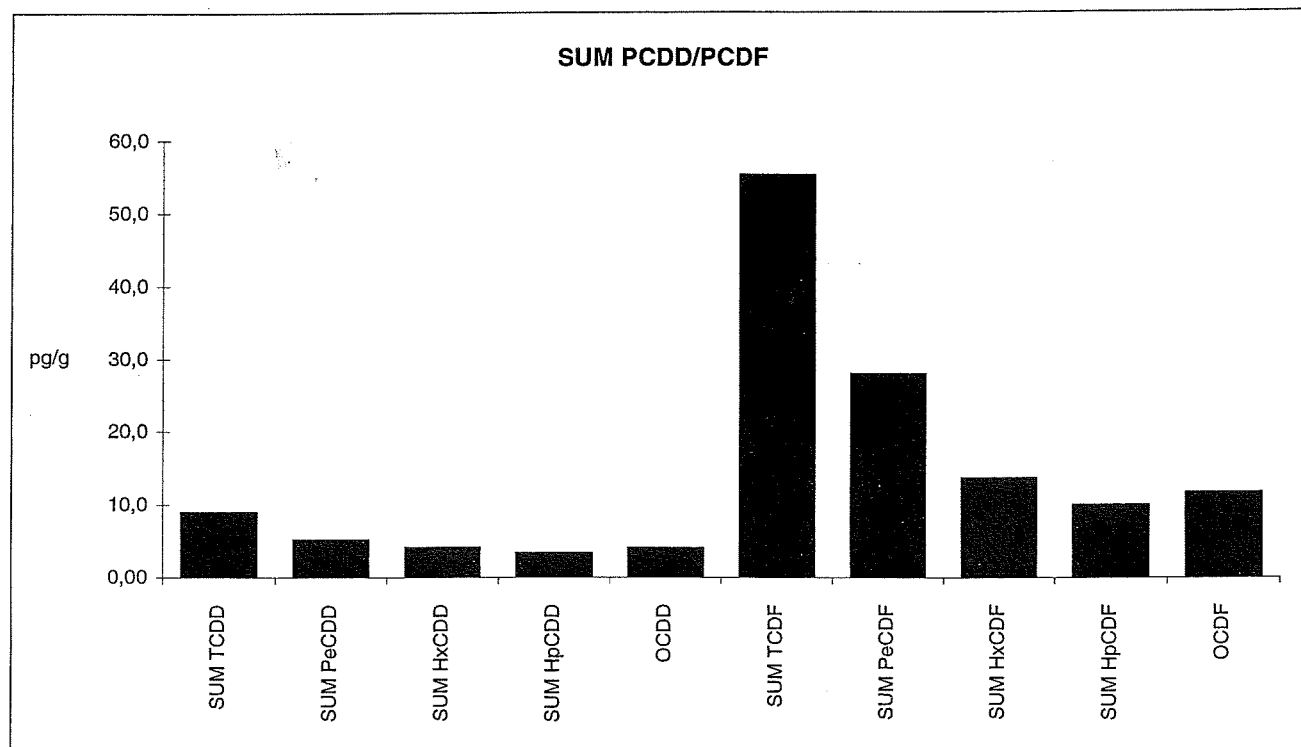
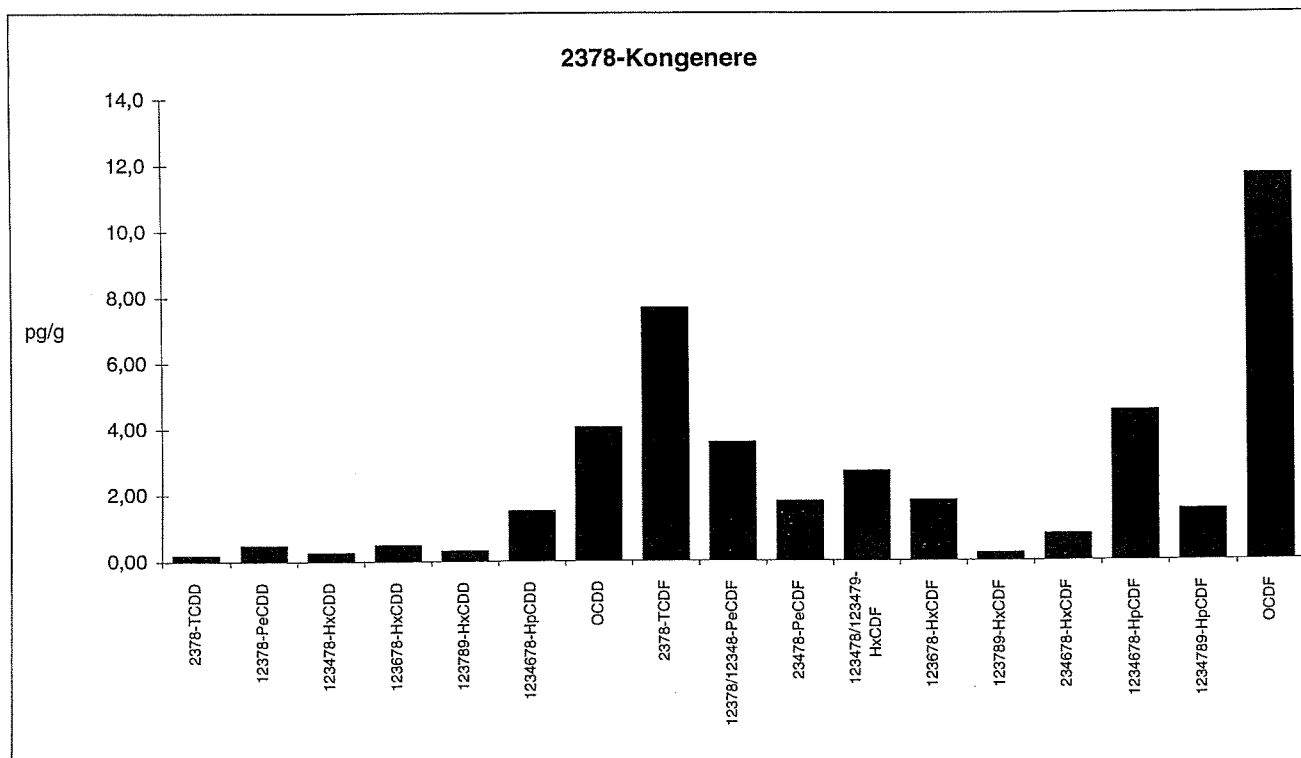
(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater

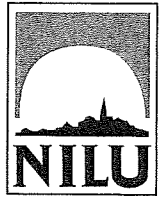


Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1571

Kjeller, 20.03.00

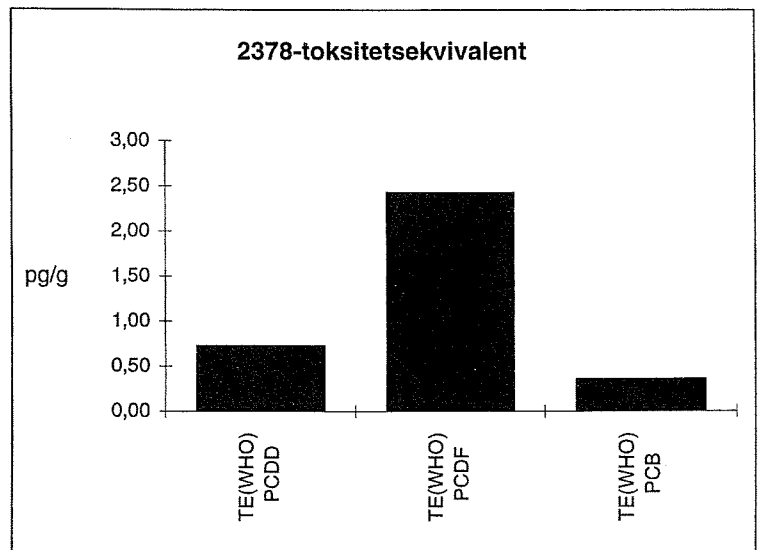
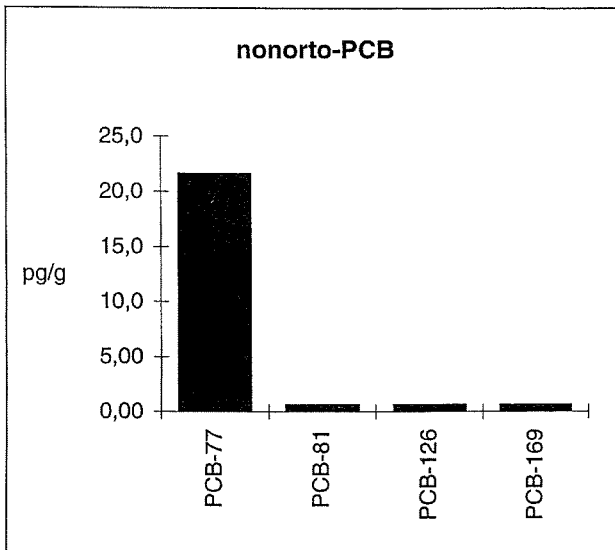


PCDD/PCDF-Analyseresultater

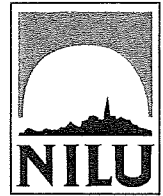


Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1571

Kjeller, 20.03.00



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-799
 NILU-Prøvenummer: 99/1572
 Kunde: NIVA/JAB
 Kundernes prøvemerking: Dalsbukta Indre
 :
 Prøvetype: Blåskjell
 Prøvemengde: 45,0g
 Måleenhet: pg/g
 Datafiler: DG437101

Kjeller, 20.03.00

Komponent	Konsentrasjon pg/g	Gjenvinning %	TE(nordisk) pg/g	i-TE pg/g	TE (WHO) pg/g
2378-TCDD	0,10 (i)	85	0,10	0,10	0,10
SUM TCDD	5,19				
12378-PeCDD	0,20	82	0,10	0,10	0,20
SUM PeCDD	1,83				
123478-HxCDD	0,10	88	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDD	0,20	94	0,02	0,02	0,02
123789-HxCDD	0,12		0,01	0,01	0,01
SUM HxCDD	1,62				
1234678-HpCDD	0,88	87	0,01	0,01	0,01
SUM HpCDD	0,88				
OCDD	2,49	85	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD	12,0		0,25	0,25	0,35
2378-TCDF	4,23	88	0,42	0,42	0,42
SUM TCDF	32,9				
12378/12348-PeCDF	1,81		0,02	0,09	0,09
23478-PeCDF	0,77	87	0,39	0,39	0,39
SUM PeCDF	13,3				
123478/123479-HxCDF	1,37	92	0,14	0,14	0,14
123678-HxCDF	1,01	79	0,10	0,10	0,10
123789-HxCDF	0,12		0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,39	86	0,04	0,04	0,04
SUM HxCDF	4,56				
1234678-HpCDF	2,54	89	0,03	0,03	0,03
1234789-HpCDF	0,71		0,01	0,01	0,01
SUM HpCDF	5,10				
OCDF	7,10	(g)	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF	62,9		1,15	1,23	1,22
SUM PCDD/PCDF	74,9		1,41	1,48	1,57

TE(nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988)
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell (Nato/CCMS, 1989)
 TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.
 (b): Lavere enn 10* blindverdi
 (g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater



nonorto-PCB

Kjeller, 20.03.00

Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1572
Kunde: NIVA/JAB
Kundenes prøvemerkning: Dalsbukta Indre
:
Prøvetype: Blåskjell
Prøvemengde: 45,0g
Måleenhet: pg/g
Datafiler: DG437101

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (gammel)	TE (WHO)
	pg/g		%	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	15,4	80	0,01	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,51			0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	2,35	88	0,24	0,24
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,40 (i)	88	0,00	0,00
SUM TE-PCB			0,25	0,24

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

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter WHO modell (M. Van den Berg et al., 1998)

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

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

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

(b): Lavere enn 10* blindverdi

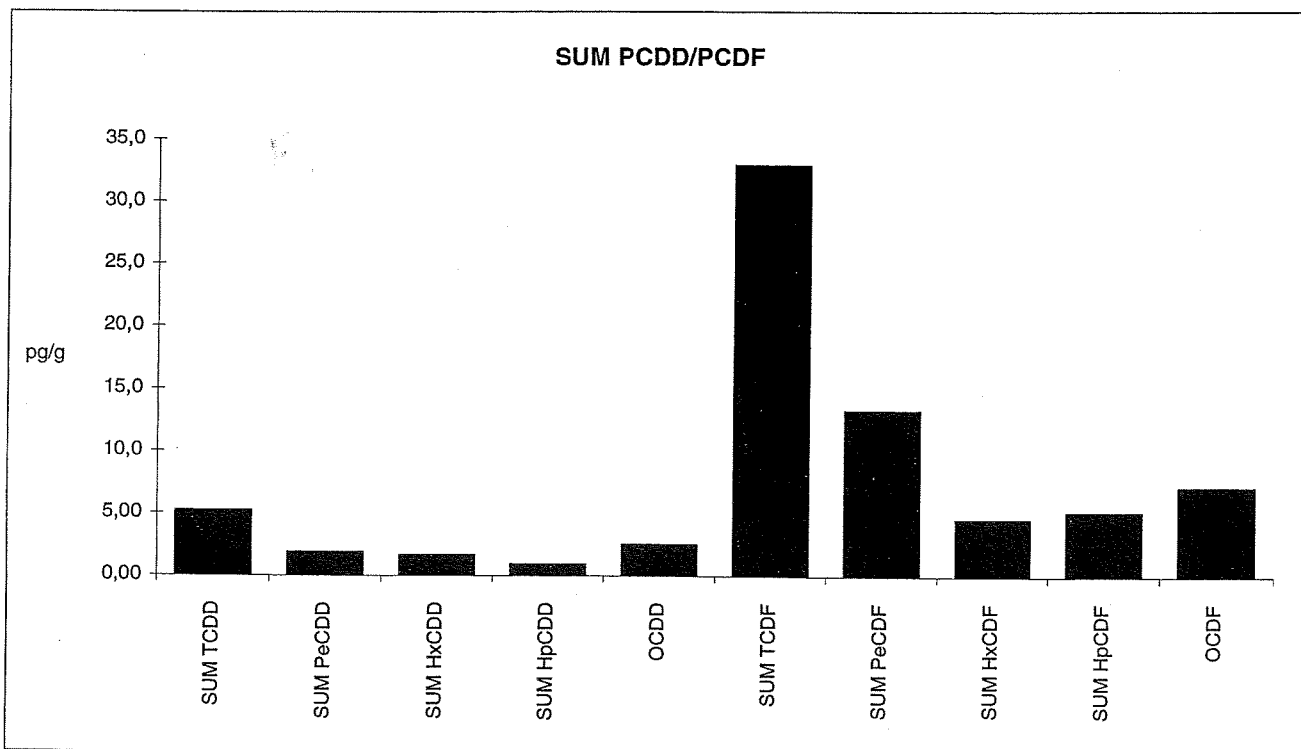
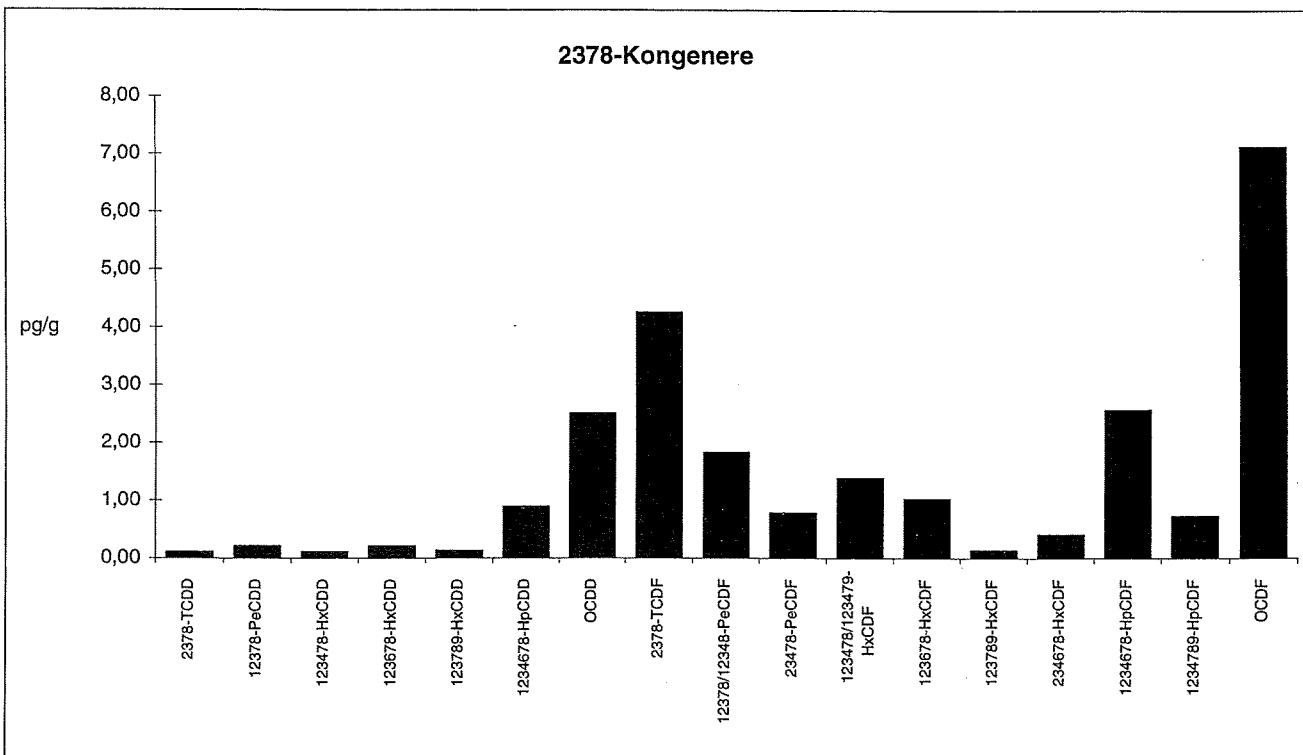
(g): Gjenvinning oppfyller ikke NILUs kvalitetskrav (>40% og <120%)

PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-799
 NILU-Prøvenummer: 99/1572

Kjeller, 20.03.00



PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-799
NILU-Prøvenummer: 99/1572

Kjeller, 20.03.00

