**Statlig program for forurensningsovervåking**
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden

Rapport: 908/04
TA-nummer: 2045/2004
ISBN-nummer: 82-577-4566-9

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn
Utførende institusjon: Norsk institutt for vannforskning

# ▪ Miljøforholdene i ▪ Sørfjorden i 2003

**Rapport 908 2004**

Delrapport 3. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden.
Miljøgifter i organismer i 2003

# Statlig program for forurensningsovervåking

# Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden.

# Miljøgifter i organismer i 2003

Prosjektleder: Anders Ruus
Forfattere : Anders Ruus og Norman Green

# Forord

Overvåkingen av miljøgifter i organismer fra Sørfjorden gjennomføres i samarbeid med Alex Stewart Environmental Services A/S, som ved Amund Måge og Frode Høyland har vært ansvarlig for innsamling av blåskjell.

Undersøkelsene foretas innen rammen av Statlig program for forurensningsovervåking, administrert av Statens Forurensningstilsyn (SFT). Foruten ved SFT finansieres overvåkingen av Boliden Odda AS (tidligere Outokumpu Norzink A/S), Tinfos Titan & Iron K/S, Tyssefaldene A/S og kommunene Odda og Ullensvang.

Rapporten inkluderer data fra *Joint Assessment and Monitoring Program* (*JAMP*) under Oslo/Paris kommisjonen, utført av NIVA under kontrakt fra SFT.

Undersøkelsen er et ledd i et langsiktig overvåkingsprogram for vann, sedimenter og organismer. Det statlige overvåkingsprogrammet i Sørfjorden startet i 1979. Fra aktivitetene i 2003 er det tidligere gitt ut en rapport vedrørende miljøforholdene i Sørfjorden mht. oksygen og nitrogen i vannmassene (Molvær 2004) og en rapport mht. metallkonsentrasjoner i vannmassene (Skei & Schøyen 2004).

Analysene av miljøgifter har vært utført ved NIVAs analyselaboratorium. Opparbeidelsen av fisk er gjort ved Merete Schøyen og Åse Bakketun (JAMP og overvåkingen av miljøforholdene i Sørfjorden). Blåskjellprøvene er opparbeidet av Merete Schøyen, Åse Bakketun og Lise Tveiten (JAMP og overvåkingen av miljøforholdene i Sørfjorden).

Alle involverte takkes for god innsats. Rapporten er forfattet av Anders Ruus og Norman W. Green. Anders Ruus har nylig overtatt som leder av hovedprosjektet etter Jens Skei.

Oslo, august 2004

Anders Ruus

# Innhold:

**1. Sammendrag: ..... 9**

**2. Summary ..... 11**

**3. Bakgrunn og formål ..... 13**

**Materiale og metoder ..... 15**

**4. Resultater og diskusjon ..... 19**
4.1 Metaller i fisk ..... 19
4.1.1 Årlig overvåking (JAMP) ..... 19
4.1.2 Kvikksølv i individuelle torsk (filet), tilleggsanalyser ..... 22
4.1.3 Kvikksølv i dypvannsfisk ..... 24
4.2 Metaller i blåskjell ..... 25
4.3 Klororganiske stoffer i fisk ..... 32
4.4 Klororganiske stoffer i blåskjell ..... 37

**5. Referanser ..... 43**

# 1. Sammendrag:

Formålet med overvåkingen i Sørfjorden er å følge utviklingen etter forurensningsreduserende tiltak, gi miljøvernmyndighetene grunnlag for å bedømme eventuelle behov for ytterligere tiltak og å supplere underlag for næringsmiddelmyndighetenes bedømmelse av fisks og skjells spiselighet.

I 2003 ble torsk fanget i Sørfjorden både innenfor Statlig program for forurensnings-overvåking og innenfor *Joint Assessment and Monitoring Programme* (JAMP). I tillegg ble dypvannsfisk samlet innenfor Statlig program. Fisk fanget innenfor JAMP i indre Sørfjorden (2003) inneholdt fortsatt overkonsentrasjoner av kvikksølv (i filet av torsk 1.5 ganger grensen for Kl. I i SFTs klassifiseringssystem; i skrubbefilet 5.3 ganger grensen for Kl. I). For torsk representerer dette en bedring i forhold til 2002. Kvikksølvkonsentrasjonen i skrubbe er imidlertid den nest høyeste som er registrert siden 1987. Statistiske trendanalyser utført innenfor JAMP av de årlige medianene (1988-2003) viser også en signifikant oppadgående trend. Den tilsynelatende bedringen i kvikksølv-konsentrasjonene i torsk (samlet innefor JAMP) kunne ikke observeres av materialet samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking. Dette materialet viste også høyere konsentrasjoner av kvikksølv i torsk innerst i Sørfjorden (Måge), sammenlignet med ytre områder (Hauso). Analyser av dypvannsfisk (lange og brosme) viste meget høye konsentrasjoner av kvikksølv og bekrefter tidligere observasjoner (senest 2001).

To nye blåskjellstasjoner ble introdusert i overvåkingsprogrammet i 2003, Måge og Utne (Trones). Metallanalysene av blåskjell viste opp til sterk grad av forurensning med bly (Kl. IV), opp til markert grad av forurensning med kadmium (Kl. III) og opp til moderat grad av forurensning med kvikksølv (Kl. II). For kobber og sink var det ingen overskridelser av Kl. I.

Blåskjellene samlet på de innerste stasjonene (B1/51A og B2/52A) innenfor JAMP inneholdt mer av samtlige metaller, enn blåskjellene samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking en drøy måned senere. Disse funnene tyder på en ujevn eksponering gjennom året.

Sammenlignet med tidligere år ses også en nedgang i kadmiumkonsentrasjonene i blåskjell på de fleste stasjonene i 2002-2003. Statistiske analyser viser også en signifikant jevn nedgang i konsentrasjoner av kadmium (1981-2003) på alle stasjonene. Disse resultatene korresponderer med de analysene som gjennomføres innenfor JAMP, som viser signifikante nedganger i blåskjellkonsentrasjonene av kadmium på stasjonene ved Eitrheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær og Vikingneset (1987-2002).

I 2002 nådde PCB-konsentrasjonene i torsk ”rekordhøye” nivåer (grunnet ekstreme konsentrasjoner i 4 individer). I 2003 har PCB-konsentrasjonene i torskelever imidlertid sunket til et nivå under gjennomsnittene for 1999 og 2001 (SFTs tilstandsklasse I). Det er viktig å bemerke at disse funnene ikke utelukker at det finnes torsk med ekstreme PCB-konsentrasjoner i Sørfjorden, da funnene fra 2002 viste stor individuell variasjon. Konsentrasjonene av PCB i skrubbelever (2003) viste, i motsetning til torsk en økning i forhold til 2002 (som igjen var høyere enn konsentrasjonene i 2001).

Gjennomsnittlig konsentrasjon av DDT (p,p´) i torskelever fra indre Sørfjorden var i 2003 fordoblet i forhold til i 2002, noe som kan henge sammen med økt eksponering. Dette kom kraftigere til uttrykk i blåskjell.

Ingen blåskjell var å oppdrive på stasjon B6 (Kvalnes) i 2003. De høyeste konsentrasjonene av ΣDDT i blåskjell ble funnet på stasjon B7 (Krossanes) og 2003-konsentrasjonene er de høyeste som er registrert på samtlige undersøkte stasjoner. Konsentrasjonene var også høye på de to nye stasjonene (Måge og Utne). Funnene indikerer en vesentlig belastning av DDT over store deler av og på begge sider av Sørfjorden. Konsentrasjonene av DDT (p,p´) var også høyere enn konsentrasjonene av DDE (p,p´) på samtlige stasjoner, noe som tyder på "fersk" eksponering. Prosentandelene p,p´-DDT utgjorde av ΣDDT er de høyeste som er registrert på samtlige stasjoner. Blåskjell samlet innenfor JAMP (en drøy måned tidligere) viste imidlertid ikke tilsvarende konsentrasjoner, noe som tyder på at eksponeringen varierer mye innen korte tidsrom.

2002-verdien for PCB i blåskjell ved Tyssedal gikk ned fra ekstremkonsentrasjonen i 2001. I 2003 har PCB-konsentrasjonen sunket ytterligere, til et nivå som tilsvarer konsentrasjonene i 1995 og tidligere (korresponderer med kl. II, moderat forurenset). Siden PCB er meget lite biologisk nedbrytbart er det imidlertid sannsynlig at organismer (andre enn blåskjell) fortsatt eksponeres for vesentlige mengder PCB, som allerede er tilført miljøet.

# 2. Summary

The objectives of the monitoring of the Sørfjord are to follow the development after remedial action, to support the environmental authorities in their assessment of potential needs for further remedial actions, and to produce a foundation for the food safety authorities in their evaluation of the edibility of fish and shellfish.

In 2003, cod were caught both within the Norwegian State Pollution Monitoring Programme and within the *Joint Assessment and Monitoring Programme* (JAMP). In addition, deep water fish were sampled within the Norwegian State Pollution Monitoring Programme. Fish caught in the inner part of the Sørfjord (within JAMP; 2003) still contained excess concentrations of mercury (fillet of cod: a factor of 1.5 higher than the limit for class I of the environmental classification system of the Norwegian Pollution Control Authority (SFT); flounder fillet: a factor 5.3. higher than the class I limit). This represents an improvement for cod, since 2002. The mercury concentrations in flounder are, however, the next highest registered since 1987. Statistical trend analyses on the yearly medians (JAMP; 1988-2003) also showed a significant upward trend. The apparent improvement in cod liver-mercury concentrations (sampled within JAMP) could not be observed in the material collected within the Norwegian State Pollution Monitoring Programme. This material also showed that mercury concentrations were higher in the inner fjord (Måge), as compared to the outer fjord (Hauso). Analyses of deep water fish (ling and tusk) displayed very high mercury concentrations and confirm earlier findings (latest in 2001).

Two new blue mussel stations were introduced in the monitoring programme in 2003, Måge and Utne (Trones). Metal analyses in blue mussels showed a strong degree of lead pollution (class IV), a marked degree of cadmium pollution (class III) and a moderate degree of mercury pollution (class II). There were no exceeding of class I for copper and zinc.

The mussels collected within JAMP at the inner stations (B1/51A and B2/52A) contained more of all metals, compared to the mussels collected within the Norwegian State Pollution Monitoring Programme one month later. These findings indicate an uneven exposure through the year.

Compared to earlier years, there has been a decrease in the blue mussel-cadmium concentrations at most stations in 2002-2003. Statistical analyses also show steady decrease in cadmium concentrations (1981-2003) at all stations. These results correspond with the analyses performed within JAMP, which show significant decreases in blue mussel-cadmium concentrations at the following stations: Eitrheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær and Vikingneset (1987-2002).

In 2002, the PCB concentrations in cod reached very high levels (due to extreme concentrations in 4 individuals). In 2003 the cod liver-PCB concentrations had, however, decreased to a level less than those for 1999 and 2001 (class I). It should be noted that these findings do not exclude that there are cod with extreme PCB concentrations in the Sørfjord, since the 2002-findings proved great individual variation. The concentrations of PCB in flounder liver (2003) showed (contrary to cod) an increase from 2002 (which were higher than in 2001).

The average p,p´-DDT concentration in cod liver from the inner Sørfjord was doubled from 2002 to 2003, which may be due to higher exposure. This is more evident in blue mussel.

No blue mussels could be obtained from station B6 (Kvalnes) in 2003. The highest concentration of ΣDDT in blue mussels was found at station B7 (Krossanes) and the 2003-concentrations are the highest registered at all stations examined. The concentrations were also high at the new stations, Måge and Utne. The findings indicate a considerable load of DDT in large areas and on both sides of the Sørfjord. The concentrations of DDT (p,p´) were also higher than the DDE (p,p´) concentrations on all stations, indicating "fresh" exposure. The percentages expressed by p,p´-DDT (of ΣDDT) are the highest registered at all stations. Blue mussels collected within JAMP (a month earlier) did, however, not display equivalent concentrations, showing that the exposure varies a lot within shorter periods of time.

The 2002-PCB value for blue mussels at Tyssedal was lower than the 2001-value. In 2003, the PCB concentration had decreased further, to a level corresponding to those in 1995 and earlier (class II, moderately polluted). Since the PCBs are very recalcitrant against biological degradation it is, however, likely that organisms (other than blue mussels) still are exposed to substantial amounts of PCBs already released to the environment.

# 3. Bakgrunn og formål

Overvåkingen av Sørfjorden 2003 er en videreføring av den tidligere overvåkingen og har som mål å fastslå dagens forurensningssituasjon og vurdere denne i forhold til de tiltak som er gjort. Videre har overvåkingen som mål å fange opp eventuelle irregulære tilførsler og behov for nye tiltak.

Bakgrunnen for overvåkingen i Sørfjorden er dels den vedvarende høye metallbelastningen på fjordens overflatelag, samt at det i 1991 ble avdekket at fjorden var utsatt for en ikke ubetydelig forurensning med DDT og nedbrytningsprodukter (spesielt DDE). Metallforurensningen er årsak til advarsel fra Statens næringsmiddeltilsyn (SNT; nå "Mattilsynet" som har overtatt ansvar og oppgaver tidligere utført av: SNT, de kommunale næringsmiddeltilsynene, Fiskeridirektoratets sjømatkontroll, Statens dyrehelsetilsyn og Statens landbrukstilsyn) mot å spise fisk og skjell fra fjorden. Bedring i forholdene medførte at kostholdsrådene for fisk ble trukket tilbake i 1994, mens advarselen mot konsum av skjell fortsatt gjaldt. Etter det betydelige uhellsutslippet av kvikksølv fra Boliden Odda AS vinteren 1999-2000 (Skei & Knutzen 2000, Molvær 2000) frarådde Statens Næringsmiddeltilsyn (SNT; nå "Mattilsynet", se ovenfor) igjen delvis konsum av fisk fra Sørfjorden. Gjeldende råd er (sist vurdert 2003):

- *Gravide og ammende bør ikke spise fisk og skalldyr fanget i Sørfjorden innenfor en linje mellom Grimo og Krossanes.*

- *Konsum av skjell og dypvannsfisk, som brosme og lange, fanget i Sørfjorden innenfor en linje mellom Grimo og Krossanes frarådes.*

- *Konsum mer enn én gang i uken av torsk og konsum av lever fra fisk fanget i indre Sørfjorden innenfor Måge frarådes.*

Dessuten er det gjennom årene med overvåking konstatert vekslende grad av forurensning med PCB i fisk (f. eks. Ruus & Green 2002), med særlig høye nivåer i torsk fra 1998 og 2000. På grunn av de høye 1998-nivåene ble overvåkingen utvidet med henblikk på å spore kilder for PCB og DDT (Skei & Tellefsen 2000, Knutzen & Green 2000). Blåskjell samlet i Sørfjorden (Tyssedalsområdet) 2001 har også vist meget høye konsentrasjoner av PCB (Ruus & Green 2002). Disse funnene medførte en tilleggsundersøkelse (rapportert i brev til Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavdelingen 28. juni 2002, og gjengitt i rapporten for 2001-dataene [Ruus & Green 2002]), som sterkt sannsynliggjorde maling/puss fra kraftstasjonen ved Tyssedal som kilde. Året etter ble ekstreme PCB-konsentrasjoner, som kunne spores tilbake til samme kilde, målt i fisk fanget nær Tyssedal (Ruus & Green 2003)

Overvåkingen er, som nevnt, tiltaksorientert. Det ligger i det at det er et hovedformål å gi grunnlag for å vurdere behov for ytterligere å redusere tilførslene av forurensninger, dertil å gi ajourførte data som benyttes til å bedømme spiseligheten av fisk og skjell. Ved dette fås også informasjon om utviklingen, som ikke bare er av interesse for forvaltingsmyndighetene (om tiltakene gir den tilsiktede virkning), men også for almenheten og brukerne av fjorden. I 1998 ble det laget en sammenstilling av resultater fra alle deler av overvåkingen i Sørfjorden 1980-1997 (Skei et al. 1998) samt en mer populært anlagt fremstilling (Skei & Knutzen 1999).

På bakgrunn av de bemerkelsesverdig høye konsentrasjonene og enkelte klororganiske stoffer registrert i den antatt lite lokalt belastede Nordfjord (Sogn og Fjordane) i 1993 av Berg et al.

(1998), senere også kvikksølv og andre metaller i materiale fra samme sted i 1998 (Berg et al. 2000), ble det innen JAMP årene 1999-2001, foretatt en supplerende innsamling av dypvannsfisk fra Sørfjorden, med tilsvarende materiale fra den nærliggende Åkrafjorden som referanse. Disse undersøkelsene viste generelt høye konsentrasjoner av miljøgifter, men ekstremkonsentrasjoner av kvikksølv. Innsamlingen av dypvannsfisk ble avsluttet og derfor ikke gjort i 2002. Det er imidlertid samlet inn dypvannsfisk (lange og brosme) i Sørfjorden innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2003, som er analysert for kvikksølv. Disse dataene rapporteres her.

Den utvidede overvåkingen av kvikksølv i torsk (utover innsamlingen/analysene innenfor JAMP), som ble gjort i 2001 (Walday, 2002), er gjentatt på to lokaliteter i 2003. I tillegg er blåskjell på to ekstrastasjoner analysert i 2003.

Tabell 1 viser utslipp til sjø av metaller (2003 og foregående år) fra Boliden Odda AS og Tinfos Titan & Iron K/S. Utlipp fra Odda Smelteverk opphørte i november 2002 i forbindelse med bedriftens nedleggelse.

*Tabell 1. Offisielle anslag over utslipp til sjø fra Boliden Odda AS (BO) og Tinfos Titan & Iron K/S (TTI) i 2003. Basert på opplysninger fra SFT. Tallene i parentes representerer utslipp i 2002.*

| Bedrift | Cu, kg/år | Pb, kg/år | Zn, kg/år | Cd, kg/år | Hg, kg/år |
|---|---|---|---|---|---|
| BO [1] | 29 | 2209 | 6550 | 57 | 2.3 |
| | (47) | (4022) | (11370) | (100) | (1.6) |
| TTI | 77 | 160 | 8216 | 0.9 | 0.4 |
| | (11) | (27) | (6034) | (3.0) | (0.7) |
| **Totalt** | **106** | **2369** | **14766** | **57.9** | **2.7** |
| | (58) | (4049) | (17404) | (103) | (2.3) |

[1] Tallene inkluderer diffuse avrenninger (eksempelvis av regnvann).

De totale utslippene til fjorden var betydelig lavere i 2003 sammenlignet med 2002 for samtlige metaller, med unntak av kvikksølv. Det skyldes delvis nedleggelsen av Odda Smelteverk og tiltak knyttet til håndtering av diffuse utslipp fra BOs fabrikkområde (Skei & Schøyen 2004). Utslippene av bly og sink fra TTI til sjø har økt betydelig siste år.

Vi er ikke kjent med at det har vært uhellsutslipp ved noen av bedriftene i 2003.

Fase 2 av Prosjekt Avløp ved Boliden Odda AS ble påbegynt i februar 2002 og ble fullført i mai 2003. I prosjektet har det vært arbeidet målbevisst med å finne løsninger på komplekse problemstillinger vedrørende oppsamling av diffus avrenning, rehabilitering av ledningsnett, gjenbruk av vann i prosessen, renseteknologi m.m.

# Materiale og metoder

Blåskjell (*Mytilus edulis*), ble samlet inn 2-12/11 2003 fra 1 - 1.5 meters dyp fra stasjonene B1 Byrkjenes, B2 Eitrheim, B3 Tyssedal, B4 Digranes, og B7 Krossanes (Tabell 2, Figur 1). Det ble ikke samlet blåskjell på stasjon B6 Kvalnes, da det ikke var skjell å oppdrive (Tabell 2, Figur 1). Derimot ble det samlet inn skjell på to nye stasjoner i 2003, Måge og Utne (Trones) (Tabell 2, Figur 1). Innenfor den norske delen av det internasjonale overvåkingsprogrammet JAMP (Joint Assessment and Monitoring Programme) under OSPAR-kommisjonen og SFTs INDEKS-program (Green & Knutzen 2001), ble blåskjell fra Byrkjenes, Eitrheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær og Vikingneset prøvetatt 30/9-3/10 2003 (Tabell 2, Figur 1). Blåskjellene er analysert både for klororganiske stoffer og metaller.

JAMP-materialet omfatter i tillegg til blåskjellene analyser av metaller og klororganiske forbindelser i fisk. Torsk (*Gadus morhua*) og skrubbe (*Platichthys flesus*) er samlet fra Sørfjorden i omegnen av Tyssedal og innover (JAMP-st. 53B) hhv. 30/9 2003 og 22/12 2003. Fra Strandebarm i Hardangerfjorden (JAMP-st. 67B) ble det fanget torsk 1/11 2003, skrubbe 30/10 2003 og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) 20/1 2004. Glassvar ble også samlet inn fra den tilnærmet uberørte Åkrafjorden (JAMP-st 21F) som referanse, 17/1, 2004.

Prøver av torsk og dypvannsfisk (lange, *Molva molva*) og brosme, *Brosme brosme*) ble også samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2003. Torsk ble samlet i ytre Sørfjorden (ved Hauso) oktober 2003 og i indre Sørfjorden (ved Måge) november 2003. Lange og brosme ble samlet i ytre Sørfjorden (ved Hauso) november 2003 og i indre Sørfjorden (ved Tyssedal/Edna) desember 2003.

Innenfor Statlig program samles blåskjell (så langt det er mulig) 50 stk. i størrelsen 4 - 5 (6) cm fra hver stasjon til en blandprøve. Skjellene fryses ned uten forutgående tømming av tarm. I praksis har det på flere Sørfjord-stasjoner vært vanskelig å finne skjell over 4 cm, slik at størrelsesintervallet ofte har blitt ca. 3 - 5 cm. Innen JAMP samles rutinemessig 50 stk. (*el. 100 skjell) innen hver av størrelseskategoriene 2 – 3*, 3 - 4 og 4 - 5 cm. Før nedfrysing går skjellene her minimum 12 timer i vann fra innsamlingsstedet (tømming av tarm) og tas ut av skallene. For prøven til INDEKS-programmet benyttes bare en størrelseskategori (3-5 cm, 3 parallelle blandprøver à 20 stk.) uten tarmtømming.

Fiskeprøvene som rutinemessig samles innenfor JAMP er analysert dels på individer (så langt det er mulig 25 stk.) og dels på blandprøver av 5 stk. i fortrinnsvis 5 størrelsesgrupper (se spesifisering i fotnoter under de aktuelle resultattabeller). Klororganiske forbindelser er analysert i lever og filet, mens kvikksølv (Hg) bare er analysert i filet. Kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu) og sink (Zn) er kun analysert i lever.

Fiskeprøvene samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking er analysert for kvikksølv i filet. Individuelle analyser av torsk (25 pr. stasjon) og blandprøver av 5 stk. (fortrinnsvis fordelt etter størrelse) av brosme og lange er analysert.

Fisken er fraktet nedfryst, deretter tint og opparbeidet på NIVA før ny nedfrysing. Prøver ble så homogenisert og frosset før analyse. Blåskjell og fisk ble homogenisert i en TEFAL food processor eller Ultra-Turrax T25. Materialet ble analysert på NIVAs laboratorium som følger: For metallanalysene ble en innveid subprøve av tint homogenat oppsluttet med salpetersyre i autoklav (ved 120°C; fiskefilet til Hg), eller i mikrobølgeovn (blåskjell og lever) og fortynnet med destillert og avionisert vann (Norsk Standard 4780, 1. utg. juni 1988). Bestemmelsen

utføres på den klare væskefasen og foretas med ICP-MS (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry) (Cd, Pb, Cu og Zn). Deteksjonsgrensene er avhengig av innveid prøvemengde. Ved innveid mengde 0.5 g våt prøve (fortynnet til 50 ml) gjelder følgende:

Cu: 0.03 mg/kg
Pb: 0.02 mg/kg
Cd: 0.001 mg/kg
Zn: 0.1 mg/kg

Kvikksølv analyseres ved kalddamp-AAS (AtomAbsorbsjonSpektroskopi) med deteksjonsgrense 0.005 mg/kg. Analysekvaliteten kontrolleres mot sertifisert referansemateriale.

Analyser av klororganiske forbindelser gjøres som følger: Det biologiske materialet homogeniseres og tilsettes internstandarder. Forbindelsene ekstraheres så to ganger med sykloheksan og aceton (4:3) bed bruk av ultralyd i 3 min. Ekstraktene vaskes med saltvann (0,5%). Ekstraksjonsvolumet reduseres, og ekstraktene renses ved GPC. Ekstraktene syrebehandles så med konsentrert svovelsyre og analyseres deretter ved GC/ECD. Gasskromatografen er utstyrt med en 60 m kolonne med et materiale bestående av 5% fenyl polysiloksan (0,25 mm i.d. og 0,25 µm filmtykkelse), og 'inlet' er 'splitless'. Den initielle kolonnetemperaturen er på 90°C, som etter to minutter økes til 180°C i en hastighet på 10°C/min, økes til 270°C med en hastighet på 2°C/min og etter 1 min økes til 310°C med en hastighet på 20°C/min. Injektortemperaturen er på 255°C, detektortemperaturen på 285°C gjennomstrømningshastigheten er på 1 ml/min. Kvantifisering av individuelle komponenter utføres ved å benytte de interne standardene. Fettbestemmelsen er gravimetrisk

Analyseresultatene kvalitetssikres ved blant annet å analysere kjente standarder for hver tiende prøve på gasskromatografen, regelmessig blindprøvetesting, samt jevnlig kontroll av hele opparbeidings- og analyseprosessen ved bruk av internasjonalt sertifisert referansemateriale (CRM 350, makrellolje) og en husstandard (torskefilet). Standard avvik for bestemmelse av enkeltforbindelser er 6 – 11% for sertifisert referansemateriale og 10 – 25% for husstandard. Deteksjonsgrensene for enkeltforbindelser er 0.05 – 0.3 µg/kg våtvekt (i prøver med lavt fettinnhold).

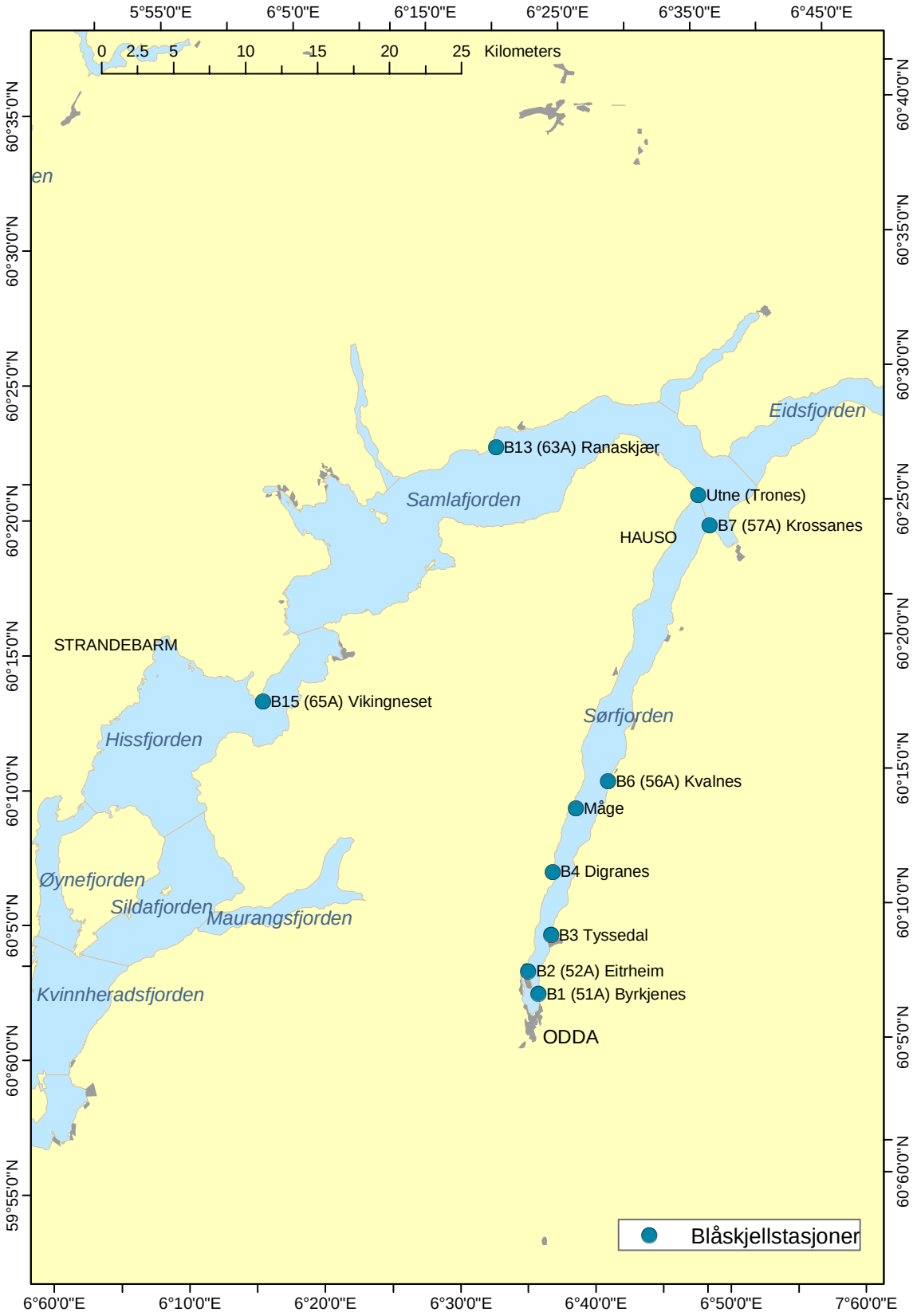
JAMP-data fra analysene av fisk og blåskjell vil bli bearbeidet og rapportert mer fullstendig mht. variasjoner med størrelse og over tid innen det felles internasjonale overvåkingsprogram for OSPAR-kommisjonen. Det samme gjelder regionale forskjeller. I den foreliggende rapport er vurderingen stort sett basert på middelverdier sammenlignet med et "antatt høyt diffust bakgrunnsnivå" (Med dette menes "grensen" for verdier som kan registreres utenfor registrerbare influensområder til definerte punktkilder Jfr. Kl. I i SFTs klassifiseringssystem, Molvær et al. 1997). Tidstrendanalysene utført innenfor JAMP vil også bli beskrevet av Green et al. (under utarbeidelse).

*Tabell 2. Innsamlingssteder for blåskjell i Sørfjorden og Hardangerfjorden, med angivelse av adkomst og ca. avstand fra Odda (km). (* Ikke prøvetatt 2003). Mrk. Skjell ble samlet på to nye stasjoner i 2003, "Måge" og "Utne (Trones)".*

| STASJONER (JAMP-nr.) | ADKOMST | Ca. AVSTAND FRA ODDA (km) |
|---|---|---|
| St. B 1 (51A) | Byrkjenes. Fra betongbrygge/store steiner på pynt i sydenden av badestrand. | 2 |
| St. B 2 (52A) | Eitrheim, fra tau under kommunal kai | 3 |
| St. B 3 [1.] | Tyssedal, et område på 30m på nedsiden av kai foran kraftstasjon. | 6 |
| St. B 4 | Digranes, nord for trebrygge. | 10 |
| Måge | Badeplass mellom gårder og byggefelt. Skjær ut mot Mågemagen. | 15 |
| St. B 6 (56A) * [2.] | Kvalnes, S for Kvalnes, nedenfor hundepensjonat. | 18 |
| St. B 7 (57A) [3.] | Krossanes, fra fjell ved 4 naust, ytterst på neset. | 37 |
| Utne (Trones) | Nes der Sørfjorden begynner. Ca. 3 km øst for Utne fergekai. | 40 |
| St. B 10 * | Sengjaneset/Eidfjord, svaberg | 44 |
| St. B 13 (63A) [4.] | Ranaskjær, skjær med sementkum, rett overfor Bjølvefossen | 58 |
| St. B 14 * | Rykkjaneset, m/svaberg nedenfor eng | 69 |
| St. B 15 (65A) [4.] | Vikingneset, ved fyrlykt | 84 |
| St. B 16 * | Nærnes, Bondesundet, skjær ved brygge og naust | 100 |

[1.] Skjell samlet 250 m nord for det vanlige prøvepunktet (på tauverk i sjøen) p.g.a. veldig lite blåskjell (trolig grunnet predasjon av sjøstjerner).
[2.] Skjell ikke samlet på denne stasjonen i 2003 (innenfor Statlig Program), da det ikke var skjell å oppdrive. Skjell ble imidlertid samlet innenfor JAMP.
[3.] Skjell samlet 200 m syd for det vanlige prøvepunktet p.g.a. veldig lite blåskjell.
[4.] Skjell samles kun innenfor JAMP.

*Figur 1. Prøvesteder for blåskjell i Sørfjorden/Hardangerfjorden (JAMP blåskjellstasjoner: 51A osv.). Mrk. Skjell ble samlet på to nye stasjoner i 2003, "Måge" og "Utne (Trones)".*



# 4. Resultater og diskusjon

## 4.1 Metaller i fisk

I tillegg til resultatene fra den årlige overvåkingen innenfor JAMP redegjøres det i det følgende for kvikksølv i filet av individuelle torsk samlet i indre (ved Måge) og ytre (ved Hauso) Sørfjorden. Disse resultatene er sammenlignbare med resultatene fra undersøkelsen som ble gjennomført for å se på effekter av uhellsutslipp av metallholdig vann til Sørfjorden 1999-2000 (Walday 2002). Videre redegjøres det for kvikksølv i filet av dypvannsfisk (blandprøver; lange og brosme) samlet i indre (ved Tyssedal/Edna) og ytre (ved Hauso) Sørfjorden.

### 4.1.1 Årlig overvåking (JAMP)

Rådata, opplysninger om prøver m.v. er tilgjengelig fra databasen for JAMP. Nærmere statistisk bearbeidelse av data i relasjon til tidligere års resultater er også foretatt innen dette programmet. Nedenfor gjengis hovedresultatene, dvs. middelverdier/standardavvik fra analysene av enten individuelle fisk eller blandprøver av fisk.

Sammendrag av resultatene fra den rutinemessige årlige overvåkingen er presentert i Tabell 3.

Hovedinteressen har vært knyttet til nivåene av **kvikksølv** etter de store uhellstilførslene vinteren 1999-2000 (Molvær 2000, Skei & Knutzen 2000). Resultatene viste overkonsentrasjoner i filet av både torsk og skrubbe (sammenlignet med tilstandsklassene for torsk) fra indre Sørfjorden. Tallene i Tabell 3 overskrider grensen for Kl. I i SFTs klassifiseringssystem (= antatt høyt bakgrunnsnivå, Molvær et al. 1997) med 1.5 og 5.3 ganger i henholdsvis torsk og skrubbe. Dette tilsvarer henholdsvis tilstandsklasse II (moderat forurenset) og IV (sterkt forurenset). For torsk representerer dette en betydelig nedgang i forhold til 2002 (Tabell 4), til de nivåer som ble registrert de tre årene før 1996. Statistiske trendanalyser utført innenfor JAMP av de årlige medianene (1987-2003) viser også en signifikant nedgang i kvikksølvkonsentrasjonene i små torsk fra Strandebarm (Green et al. under utarbeidelse). Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking var imidlertid høyere enn i JAMP-materialet (se nedenfor).

For skrubbe representerer den målte konsentrasjonen en svak nedgang fra 2002, som var den høyeste verdien som er registrert siden 1987 (Tabell 4). Konsentrasjonen i 2003 er imidlertid den nest høyeste som er registrert siden 1987 (Tabell 4) Dette er meget interessant, siden statistiske trendanalyser (innenfor JAMP; Green et al. under utarbeidelse) av de årlige medianene (1988-2003) viser en signifikant oppadgående trend. Tabell 3 viser forøvrig videre at kvikksølvnivåene lå litt under ”normalnivå” (Kl. I) for både torsk og skrubbe i materialet fra Strandebarm. Glassvar fra både Strandebarm og Åkrafjorden inneholdt imidlertid konsentrasjoner av kvikksølv som var mer en dobbelt så høye (Tabell 3), dog moderate og lavere enn flere tidligere år (Strandebarm; Tabell 4).

Av Tabell 4 fremgår det ellers at det har vært betydelige variasjoner i kvikksølvinnholdet mellom år i perioden 1987-2003. Disse variasjonene er generelt vanskelige å knytte til opplysninger om varierende belastning. Den sannsynlige sammenheng mellom økningen i innholdet av kvikksølv fra 1999 til 2001 (torsk) og 2002/2003 (skrubbe) og den ekstraordinære belastning fra perioden 1999-2000 må derfor tas med et visst forbehold. Det

må imidlertid igjen bemerkes at konsentrasjonene i skrubbe fra indre Sørfjorden 2003 er de nest høyeste som er registrert i skrubbe gjennom hele observasjonsserien (Tabell 4).

I Sørfjordfisk ses i likhet med tidligere også virkningen av den store belastningen på indre del av fjorden, særlig med **kadmium**; i mindre grad også forurensningen med **bly**. Dette gjelder i hovedsak skrubbe. Bortsett fra kvikksølv, er metaller i fisk så langt ikke inkludert i SFTs klassifiseringssystem, men i henhold til data fra JAMP referansestasjoner 1990-1998 (Knutzen & Green 2001b) bør ikke innholdet av kadmium i torskelever være over 0.20-0.25 mg/kg. Nivået i torskelever fra indre Sørfjorden i 2003 ligger innenfor disse grensene, noe som representerer mer enn en halvering i forhold til 2002 (som igjen viste ca. en halvering i forhold til nivåene i 2001). Overkonsentrasjonene i skrubbe fra indre Sørfjorden var til sammenligning 17-21 ganger referansenivået, altså en økning i forhold til 2002. Selv om både bly og kadmium fraktes ut av fjorden (se kap. 4.2), gir ikke dette noe tydelig utslag i fisk fanget ved Strandebarm i hovedfjorden (Tabell 3). Konsentrasjonene av bly viste generelt en nedgang (eller tilnærmet ingen forandring) på alle stasjoner. Både kobber (i skrubbelever) og sink (i lever av både torsk og skrubbe) viste en økning i konsentrasjonene i indre Sørfjorden.

*Tabell 3. Middel/Standardavvik for kvikksølv i filet og kadmium, kobber, bly og sink i lever av torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) fra indre Sørfjorden (JAMP st. 53B), Strandebarm i Hardangerfjorden (JAMP st. 67B) og Åkrafjorden (ref.st. 21F) i 2003, mg/kg våtvekt.*

| Stasjoner/Arter | Filet Hg | Lever Cd | Lever Pb | Lever Cu | Lever Zn |
|---|---|---|---|---|---|
| **Indre Sørfj.** | | | | | |
| **Torsk**[1)] | 0.15/0.08 | 0.24/0.14 | 0.05/0.03 | 10.70/4.71 | 34.8/9.5 |
| **Skrubbe** [2)] | 0.53/0.05 | 4.26/0.73 | 0.82/0.29 | 23.08/0.82 | 57.9/3.0 |
| **Strandebarm** | | | | | |
| **Torsk** [3)] | 0.05/0.02 | 0.01/0.01 | <0.02/0.00 | 5.27/2.74 | 16.9/3.7 |
| **Skrubbe** [4)] | 0.06/0.01 | 0.08/0.02 | <0.02/0.00 | 8.17/2.07 | 44.4/8.2 |
| **Glassvar** [5)] | 0.14/0.06 | 0.05/0.02 | <0.02/0.01 | 9.08/3.68 | 95.7/15.1 |
| **Åkrafjorden (ref.st.)** | | | | | |
| **Glassvar** [6)] | 0.16/0.08 | 0.08/0.05 | <0.02/0.00 | 9.22/2.68 | 87.1/10.0 |

1) Individuelle analyser av 25 eks.: 178-2058 g (gjennomsnitt 591 g).

2) 5 blandprøver à 5 eks, tilnærmet etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 433 g, 466 g, 563 g, 638 g og 733 g.

3) Individuelle analyser av 25 eks.: 457-3581 g (gjennomsnitt 1185 g).

4) 5 blandprøver à 5 eks, tilnærmet etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 684 g, 941 g, 1111 g, 1426 g og 1506 g.

5) 5 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse : middelvekter i blandprøver: 231 g, 484 g, 733 g, 772 g og 900 g.

6) 5 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 347 g, 566 g, 664 g, 482 g og 902 g.

*Tabell 4. Middelverdier av kvikksølv i muskel av torsk, skrubbe og glassvar fra indre Sørfjorden (JAMP-st. 53) og Strandebarm (JAMP-st. 67) 1987-2003, mg/kg våtvekt.*

| Stasjoner/ arter | -87 | -88 | -89 | -90 | -91 | -92 | -93 | -94 | -95 | -96 | -97 | -98 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Indre Sørfj.** | | | | | | | | | | | | |
| Torsk | 0.26 | 0.11 | 0.22 | 0.20 | 0.24 | 0.40 | 0.17 | 0.09 | 0.09 | 0.24 [1)] | 0.23 [1)] | 0.25 [1)] |
| Skrubbe | | 0.10 | 0.13 | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.08 | 0.15 | 0.05 | 0.17 [2)] | 0.19 [2)] | 0.20 [2)] |
| **Strande-barm** | | | | | | | | | | | | |
| Torsk | 0.14 | 0.09 | 0.10 | 0.12 | 0.12 | 0.10 | 0.11 | 0.13 | 0.08 | 0.10 | 0.13 | 0.07 |
| Glassvar | 0.35 | 0.33 | 0.36 | 0.10 | 0.10 | 0.21 | 0.26 | 0.43 | 0.35 | 0.41 | 0.27 | 0.17 |
| Skrubbe | | | | | | | | | | 0.18 | | 0.05 |

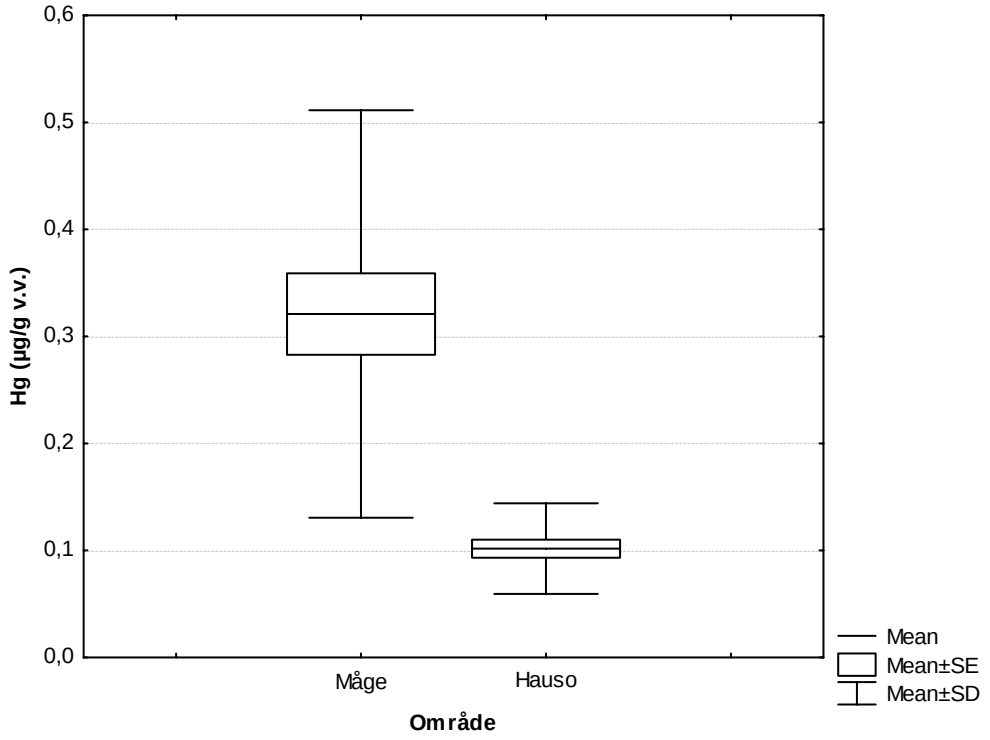
[1)] Middel av verdiene fra Tyssedal og Edna
[2)] Middel av verdiene fra Odda, Tyssedal og Edna

| Stasjoner/ arter | -99 | -00 | -01 | -02 | -03 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Indre Sørfj.** | | | | | |
| Torsk | 0.27 | 0.37 | 0.54 | 0.37 | 0.15 |
| Skrubbe | 0.19 | 0.26 | 0.37 | 0.57 | 0.53 |
| **Strande-barm** | | | | | |
| Torsk | 0.07 | 0.11 | 0.08 | 0.08 | 0.05 |
| Glassvar | 0.24 | 0.19 | 0.16 | 0.16 | 0.14 |
| Skrubbe | 0.04 | 0.07 | 0.05 | 0.06 | 0.06 |

### 4.1.2 Kvikksølv i individuelle torsk (filet), tilleggsanalyser

Filet av torsk fra indre Sørfjorden (Måge) inneholdt signifikant høyere konsentrasjoner av kvikksølv enn torsk fra ytre fjord (Hauso) (P<<0.001; Figur 2), som indikerer betydningen av fangststedet, samt en forurensningsgradient i torsk ut fjorden. Sammenlignet med torsken samlet i 2002 (Walday 2002) var det ingen signifikante forskjeller i kvikksølv-konsentrasjonene (på noen av stasjonene Måge eller Hauso; P>0.05; Tabell 5). Det var heller ingen kjønnsforskjeller (P>0.05).

*Figur 2. Grafisk fremstilling ("box plot") av konsentrasjonene av kvikksølv (mg/kg våtvekt; gjennomsnitt ±standard feil og ±standard avvik) i filet av individuelle torsk (Gadus morhua), fra indre Sørfjorden (Måge) og ytre Sørfjorden (Hauso) i 2003. n=25.*



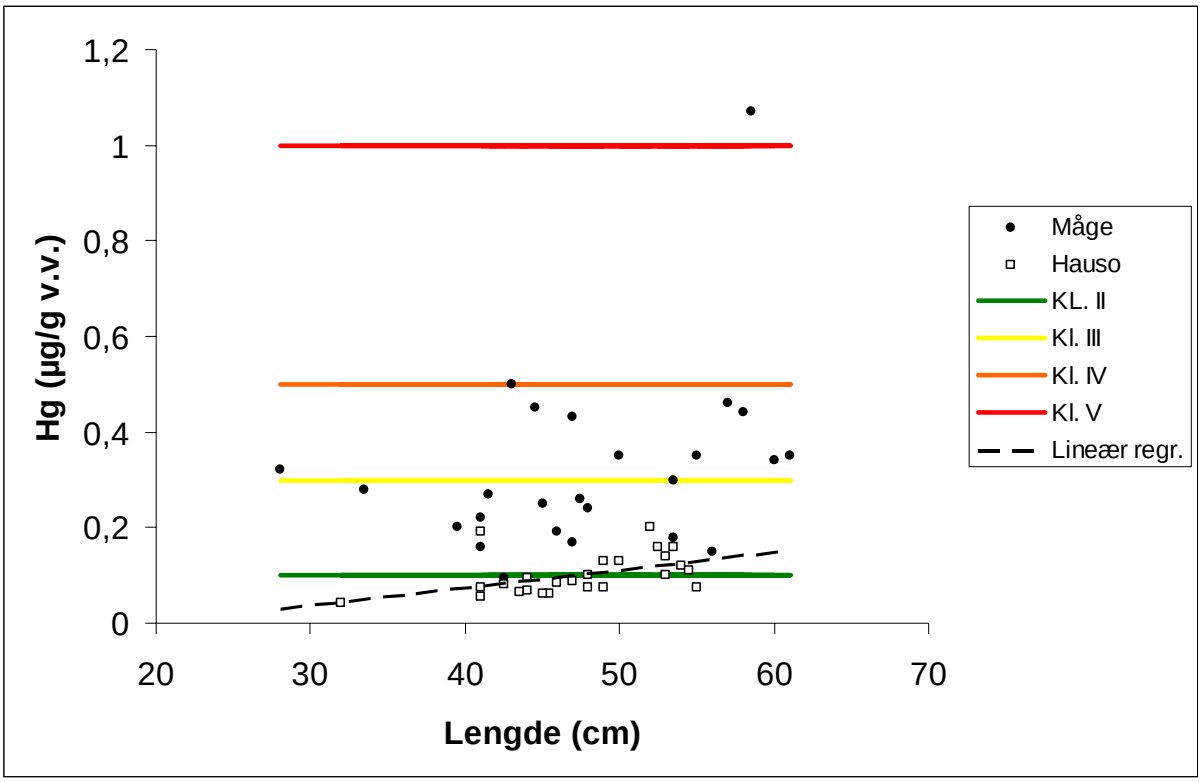

*Tabell 5. Konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg våtvekt; median, gjennomsnitt og standard avvik) i filet av individuelle torsk (Gadus morhua), fra indre Sørfjorden (Måge) og ytre Sørfjorden (Hauso) i 2001 og 2003.*

| | | 2001 | 2003 |
|---|---|---|---|
| **Indre fjord (Måge)** | median | 0.220 | 0.280 |
| | gjennomsnitt | 0.276 | 0.321 |
| | st. avvik | 0.169 | 0.190 |
| **Ytre fjord (Hauso)** | median | 0.085 | 0.086 |
| | gjennomsnitt | 0.123 | 0.102 |
| | st. avvik | 0.080 | 0.042 |

Den tilsynelatende bedringen/nedgangen i kvikksølvkonsentrasjoner man kan se av JAMP-materialet (torsk) (Tabell 3 og 4) kan med andre ord ikke ses av materialet samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (ved Måge). Disse konsentrasjonene er dessuten omtrent dobbelt så høye som i JAMP-torsken (Tabell 3 og 5; Figur 3) og representerer en overkonsentrasjon på 2.8 (median) eller 3.2 (gjennomsnitt) ganger SFTs tilstandsklasse I (og er altså moderat til markert forurenset). Enkelte individer var også sterkt til meget sterkt forurenset (Figur 3). Forøvrig viste torsken fra Hauso en svak, men signifikant lineær

sammenheng mellom fiskens lengde og kvikksølvinnhold (Figur 3; P<0.02. $R^2$=0.24), noe som indikerer betydningen av fiskens størrelse. Forskjeller i kvikksølvkonsentrasjoner mellom fisk samlet innenfor JAMP og Statlig program for forurensningsovervåking kan dels skyldes forskjeller i fiskens størrelse, da JAMP-torsken var noe mindre (gjennomsnittlig 381 mm mot 479 mm). Det må imidlertid bemerkes at vannprøver har vist en labil kvikksølv-situasjon innerst i Sørfjorden (Skei & Schøyen 2004). Disse forskjellene viser også viktigheten av et tilstrekkelig antall prøver (gjerne med en oppløsning i tid).

*Figur 3. Konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i filet av individuelle torsk (Gadus morhua) plottet mot fiskens lengde, fra indre Sørfjorden (Måge) og ytre Sørfjorden (Hauso). SFTs tilstandsklasser for kvikksølv i filet av torsk er angitt. Stiplet linje angir signifikant lineær sammenheng mellom fiskens lengde og kvikksølvinnhold ved Hauso (P<0.02. $R^2$=0.24).*

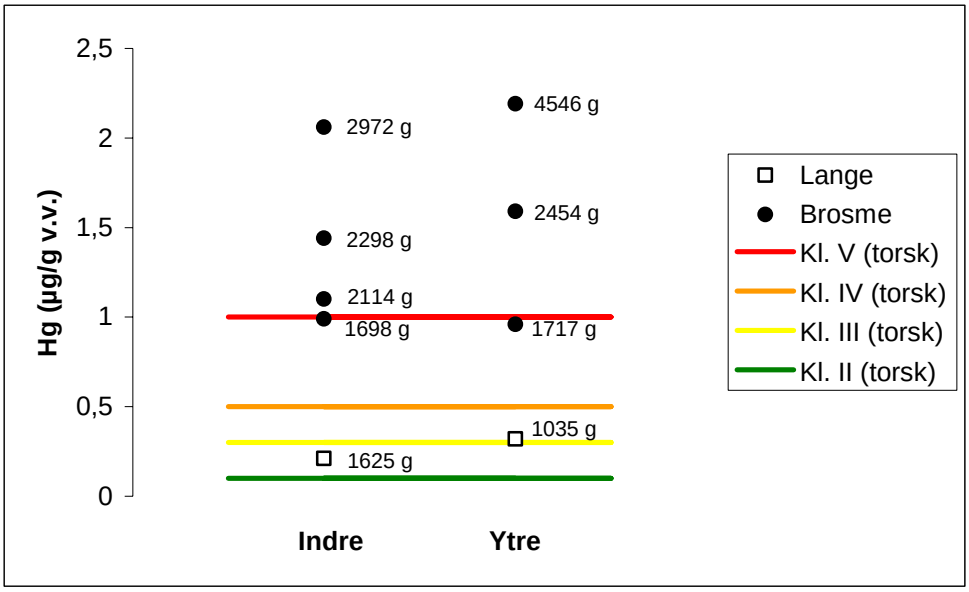


### 4.1.3 Kvikksølv i dypvannsfisk

Ingen forskjeller kunne observeres i kvikksølvkonsentrasjonene i filet av lange og brosme, mellom indre (Tyssedal/Edna) og ytre (Hauso) Sørfjorden (Figur 4), slik som det ble observert for torsk. Kvikksølvkonsentrasjonene i lange (indre fjord: 0.21 µg/g v.v.; ytre fjord: 0.32 µg/g v.v.) ser ut til å være lavere enn i brosme (gjennomsnittlig konsentrasjon indre fjord: 1.40 µg/g v.v.; ytre fjord: 1.58 µg/g v.v.), slik det er observert tidligere (Ruus & Green 2002). Kun én blandprøve av lange foreligger imidlertid på hver av stasjonene (Figur 4).

Innholdet av kvikksølv i brosme var meget høyt (Figur 4) og bekrefter de høye konsentrasjonene funnet tidligere, senest 2001 (Ruus & Green 2002). Bekymringene knyttet til dette kommer også tilsyne i gjeldende kostholdsråd (sist vurdert 2003; se Kap. 2). Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i brosme fanget ved Hauso var 1.58 µg/g v.v. og den høyeste verdien på 2.19 µg/g v.v. ble funnet i blandprøven bestående av fisk med gjennomsnittlig vekt på 4546 g (Figur 4). Dette kan tyde på en liten bedring siden 2001, da gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i filet av brosme fra Sørfjorden var 2.07 µg/g v.v. med maksimumsverdi på 3.48 µg/g v.v. (Ruus & Green 2002).

*Figur 4. Konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i filet av lange (Molva molva) og brosme (Brosme brosme) fra indre Sørfjorden (Tyssedal/Edna) og ytre Sørfjorden (Hauso). Blandprøver av 5 individer er analysert (4 individer i en brosmeprøve fra indre fjord). Blandprøvene er sammensatt som ulike størrelseskategorier. Gjennomsnittlig vekt i de ulike blandprøvene er angitt. Til sammenligning er SFTs tilstandsklasser for kvikksølv i filet av torsk også angitt.*



## 4.2 Metaller i blåskjell

Resultatene fra metallanalyser av blåskjell er presentert i Tabell 6. Den tidsmessige utviklingen er fremstilt i Figurene 5-8 (i rekkefølgen kvikksølv, kadmium, bly og sink).

Metallkonsentrasjonene i blåskjell i 2003 viste generelt en liten nedgang (kvikksølv) eller stort sett ingen forandring fra 2002 til 2003. Unntaket er konsentrasjonen av bly i skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking på stasjon B3 (Tyssedal), som var >10 ganger konsentrasjonen i 2002. Konsentrasjonen i 2002 var imidlertid lav og 2003-konsentrasjonen er omtrent som i 2001 (Figur7). Skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking på stasjon B7 (Krossanes) viste også en økning av samtlige metaller i forhold til konsentrasjonene i 2002 (Figur 5-8). Disse resultatene kan tyde på en litt høyere transport av metaller ut fjorden i 2003, men det må bemerkes at kun én blandprøve analyseres hvert år og at dette også kan være et resultat av rene tilfeldigheter.

Konsentrasjonene i Tabell 6 representerer til dels vesentlige overkonsentrasjoner sammenlignet med grensene for Kl. I i SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997). For de seks (pluss de to nye) stasjonene i Sørfjorden (kolonnene II i tabellen) var det følgende overskridelser (antall ganger Kl. I, avrundet):

| | | |
|---|---|---|
| Kvikksølv: | <1-1.9 | (ubetydelig/lite til moderat forurenset) |
| Kadmium: | 1.6-5.3 | (moderat til markert forurenset) |
| Bly: | 1.7-23.4 | (moderat til sterkt forurenset) |

Av kobber var det ingen overskridelser av Kl. I (ubetydelig/lite forurenset). Det bør påpekes at utslippene av kobber til fjorden gikk betydelig ned i 2002, sammenlignet med 2001. Videre er de rapporterte utslipp av kobber halvert i 2003 i forhold til i 2001, hovedsaklig fordi utslippene fra Odda smelteverk ble eliminert (Skei & Schøyen 2004). Analyser av vannprøver gjennom året viste vannkonsentrasjoner av kobber tilsvarende SFTs tilstandsklasse II (moderat forurenset) i hele Sørfjorden (Skei & Schøyen 2004).

Av sink var det heller ingen overskridelser av Kl. I (ubetydelig/lite forurenset), på tross av at analyser av vannprøver gjennom året viste vannkonsentrasjoner av sink tilsvarende SFTs tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset) innerst i Sørfjorden (Skei & Schøyen 2004). Det må imidlertid påpekes at blåskjell har en evne til å regulere opptak/utskillelse av dette metallet (Lobel & Marshall 1988 med ref.).

Dersom en sammenligner metallkonsentrasjonene i blåskjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking med skjell samlet innenfor JAMP, en drøy måned tidligere (hhv. kolonne II og I i Tabell 6), ser man at JAMP-skjellene inneholder mer av samtlige metaller på de innerste stasjonene (B1/51A og B2/52A). Disse funnene tyder på en ujevn eksponering gjennom året. Analyser av vannprøver gjennom året viste også vannkonsentrasjoner av metaller innerst i fjorden varierte usystematisk (Skei & Schøyen 2004). Det er kjent at blåskjell anses for å gjenspeile belastningen av forurensning innenfor relativt begrensede tidsrom nokså godt (sammenlignet med fisk og særlig arter med sterk tilknytning til havbunnen) og vil dermed påvirkes av svingninger i vannkonsentrasjoner (f.eks. Bjerkeng & Ruus 2002). Skjellene integrerer imidlertid selvsagt belastningene i vannmasser som strømmer forbi, innenfor visse tidsrom. Vannkonsentrasjoner viser miljøgiftbelastninger i et begrenset volum innenfor et meget kort tidsrom og vil vise variasjoner på enda mindre

tidsskala. Blåskjellkonsentrasjoner og vannkonsentrasjoner utfyller derfor hverandre og begge viser en usystematisk metalleksponering i Sørfjorden.

Kvikksølvinnholdet i blåskjell fra flere av stasjonene har ligget høyt siden 1999 (Figur 3). I 2003 har imidlertid nivåene sunket. På stasjon B2 (Eitrheim) er kvikksølvkonsentrasjonen i blåskjell for andre gang siden 2002 innenfor grensen for Kl. I (ubetydelig/lite forurenset) (Figur 3). Kvikksølvkonsentrasjonen i skjell fra stasjon B4 (Digranes) er for første gang (siden 1981) innenfor grensen for tilstandsklasse I. Analyser av vannprøver gjennom året viste vannkonsentrasjoner av kvikksølv tilsvarende SFTs tilstandsklasse II (moderat forurenset) i hele Sørfjorden (Skei & Schøyen 2004). Konsentrasjonene var dessuten lavere på de fleste stasjonene i 2003, sammenlignet med 2002. Det antas at fase 1 og 2 i Prosjekt Avløp på Eitrheimsneset er hovedårsaken til vannkvalitetsforbedringen (Skei & Schøyen 2004).

*Tabell 6. Metaller i blåskjell (Mytilus edulis) fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 2003 (30 september-3 oktober [I] og 2-12 november [II], mg/kg tørrvekt). (Fra JAMP middel av 3 størrelseskategorier; fra INDEKS-programmet middel av 3 paralleller av samme størrelseskategori). Ikke analysert: i.a. Jfr. Figur 1 vedrørende stasjonsplassering (i tabellen oppført med økende avstand fra Odda).*

| St. | Hg | | Cd | | Pb | | Zn | | Cu | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I [1)] | II | I [1)] | II | I [1)] | II | I [1)] | II | I [1)] | II |
| B1/51A | 1.39 [2)] | 0.33 | 15.2 [2)] | 7.8 | 107.9 [2)] | 62.7 | i.a. | 99 | i.a. | 8.9 |
| B2/52A | 0.19 | 0.13 | 7.4 | 4.0 | 15.7 | 11.5 | 141 | 93 | 8.9 | 5.4 |
| B3 | | 0.34 | | 10.6 | | 70.2 | | 173 | | 9.4 |
| B4 | | 0.15 | | 4.2 | | 12.2 | | 81 | | 4.8 |
| Måge | | 0.38 | | 8.5 | | 20.7 | | 109 | | 4.7 |
| B6/56A | 0.36 | i.a. | 11.4 | i.a. | 27.8 | i.a. | 149 | i.a. | 9.7 | i.a. |
| B7/57A | 0.20 | 0.27 | 6.4 | 6.5 | 7.5 | 15.6 | 106 | 129 | 7.6 | 5.2 |
| Utne | | 0.15 | | 3.2 | | 5.1 | | 84 | | 5.6 |
| B13/63A | 0.23 | | 5.8 | | 6.8 | | 121 | | 8.3 | |
| B15/65A | 0.14 | | 3.5 | | 2.8 | | 146 | | 8.5 | |

[1)] JAMP-serien
[2)] INDEKS-stasjon

Sammenlignet med tidligere år ses også en nedgang i kadmiumkonsentrasjonene i blåskjell på de fleste stasjonene i 2002-2003. Statistiske analyser (lineære regresjoner med år som kontinuerlig forklaringsvariabel) viser sågar en signifikant nedgang i konsentrasjoner av kadmium (1981-2003; Statlig program for forurensningsovervåking) på alle stasjonene ($p<0.02$; se Figur 6). Modellen (den rette linjen) hadde den beste forklaringsprosenten på stasjonene B4 (Digranes) og B7 (Krossanes) (hhv. $R^2=0.73$ og $R^2=0.61$), hvor man av Figur 6 også kan se den jevneste nedgangen. Disse resultatene er i god overenstemmelse med de statistiske analysene som gjennomføres innenfor JAMP, som viser signifikante nedganger i kadmiumkonsentrasjonene i blåskjell på stasjonene B6/56A (Kvalnes), B7/57A (Krossanes), B13/63A (Ranaskjær) og B15/65A (Vikingneset) (1987-2002; Green et al. under utarbeidelse).

Når det gjelder bly, ses ingen vesentlig forandring i blåskjellkonsentrasjonene i 2003, sammenliknet med de siste årene (Figur 7), til tross for en halvering i totale rapporterte utslipp (Tabell 1). Unntaket er, som nevnt, stasjon B3 (Tyssedal) hvor blynivået var lavt i 2002.

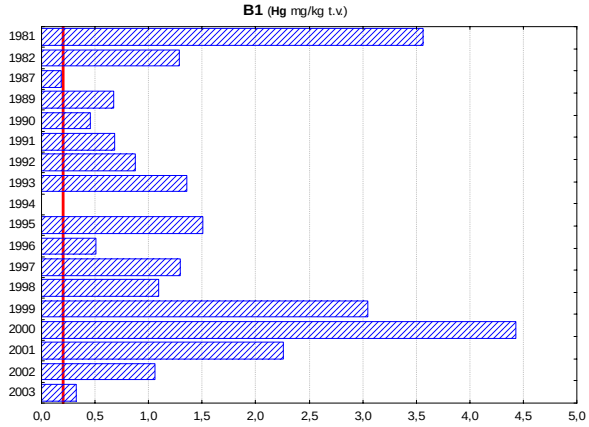
Vedrørende metallbelastningen i blåskjell på de nye stasjonene (Måge og Utne, se Figur 1) kan følgende bemerkes: Konsentrasjonene av alle metaller, unntatt kobber, var høyere (Hg, Cd og Pb ca. dobbelt så høye) ved Måge, enn på stasjon B4 (Digranes), som ligger ca. 5 km lenger inn i fjorden (Tabell 6). Dette er vanskelig å forklare og indikerer et ujevnt geografisk bilde av metallforurensningen i fjorden. Videre var blåskjellkonsentrasjonene av alle metaller, unntatt kobber, lavere (halvparten for Hg og Cd, og en tredjedel for Pb) ved Utne, enn ved stasjon B7 (Krossanes), som ligger på motsatt side av fjorden ca. 3 km nærmere Odda (Tabell 6).

Overordnet kan en si at såvel årets som tidligere resultater for metaller i blåskjell viser et bilde av metallforurensningen i Sørfjorden som både er ujevn på den enkelte stasjon og med et utbredelsesmønster varierende med tilførsel av metaller i vannet, som dessuten sannsynligvis er influert av nedbørsforhold og andre klimatiske parametre, som vind og strøm. Det bør også nevnes at prøvestedene for observasjonene i vann ligger i betydelig avstand fra blåskjellstasjonene, noe som er viktig å bemerke ettersom belastningen i strandsonen kan være spesiell (Knutzen & Green, 2001a). Det er derfor viktig med en overvåking av metaller i blåskjell. Det er dessuten stor usikkerhet forbundet med å forsøke å bedømme spiseligheten av skjell bare ut fra registreringer i vann. En annen fordel med blåskjellobservasjonene kan være at episodiske ekstrembelastninger ikke får samme utslag i skjell som i vann, og at mer overordnede tendenser derved lettere kan fremgå av blåskjellresultatene (se s.25-26).

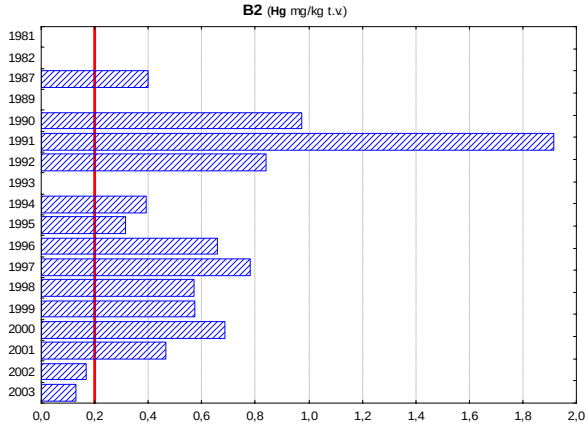
Av resultatene fra JAMP-stasjonene fremgår i likhet med i fjor og tidligere at utslippene av kadmium og bly i indre Sørfjorden tydelig kan spores ut i Hardangerfjorden; for kadmiums vedkommende mer enn 80 km fra kilden (1.7 ganger grensen for Kl. I ved JAMP-stasjon 65A, Tabell 6). Ellers fremgår belastningen av bly og delvis kvikksølv også på stasjoner utenfor Sørfjorden (begge viser overkonsentrasjoner i forhold til Kl. I på stasjon 63A, Ranaskjær, nær 60 km fra Odda; Tabell 6).

*Figur 5. Kvikksølv i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-2002, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B6 i 2003.*

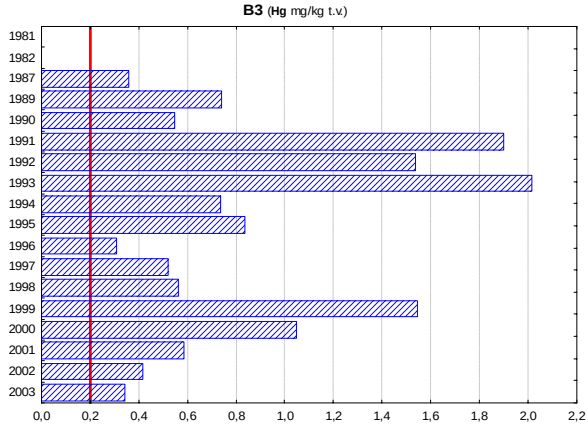
**B1 (2).**



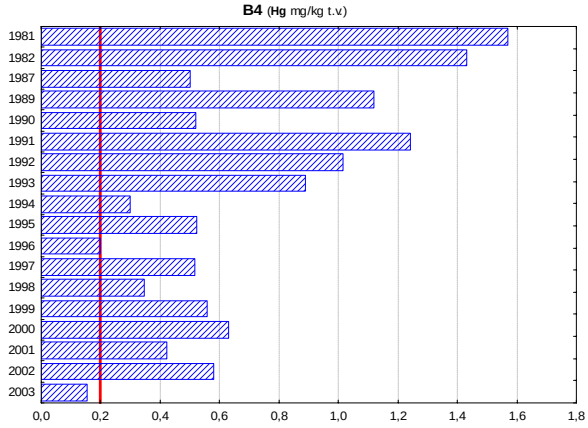

**B2 (3).**



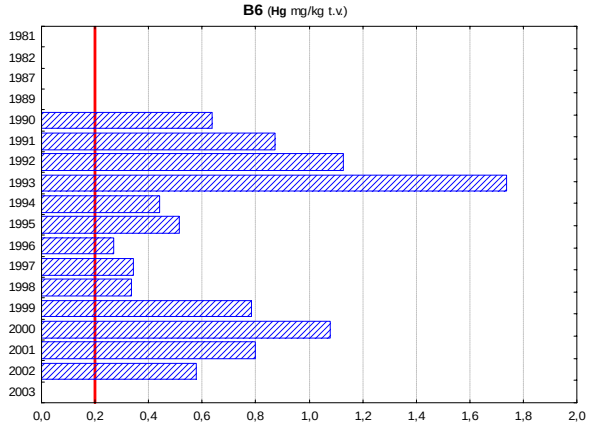

**B3 (6).**



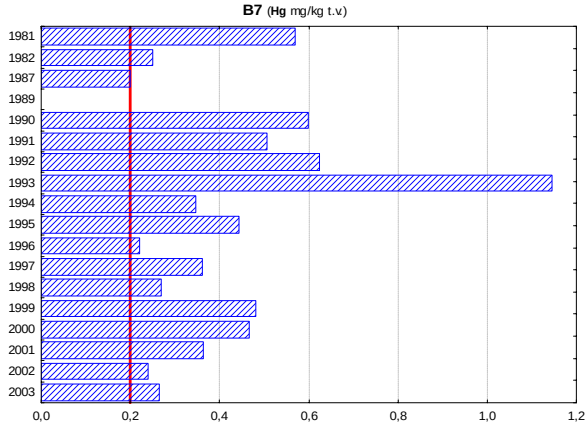

**B4 (10).**




**B6 (18).**

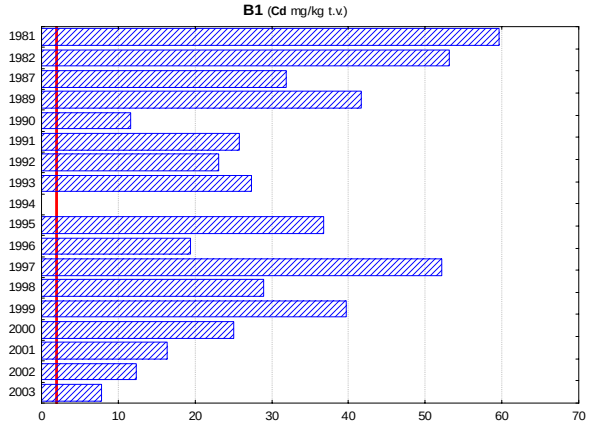



**B7 (38).**

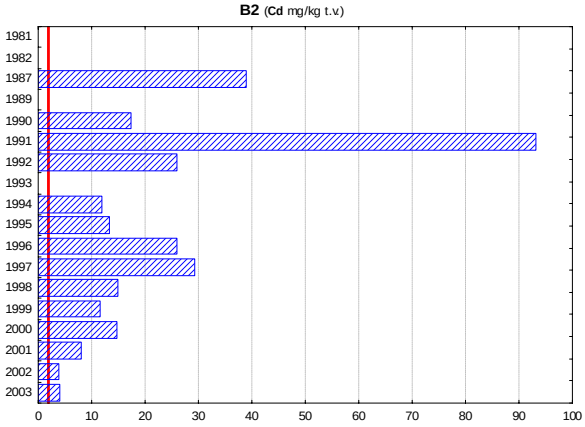


*Figur 6. Kadmium i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-2003, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B6 i 2003.*

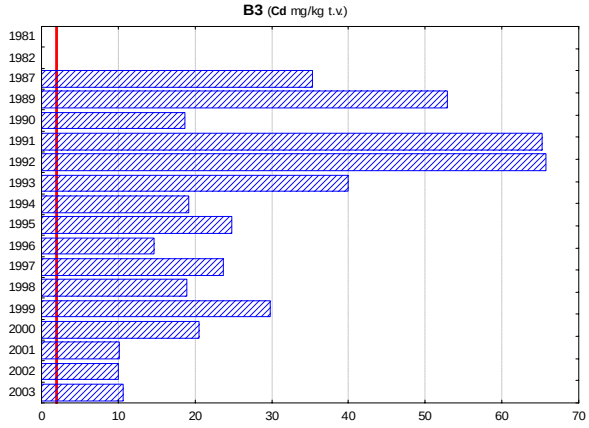
**B1 (2).**



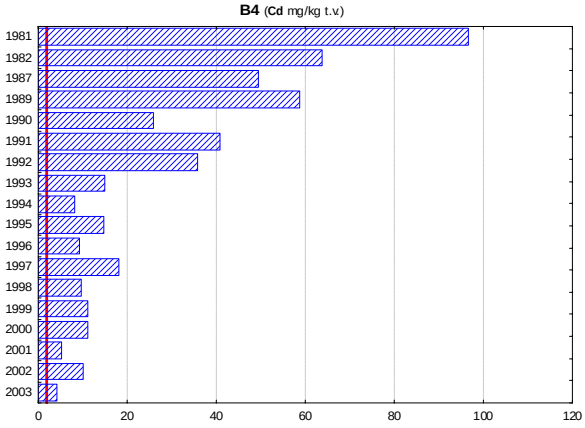

**B2 (3).**



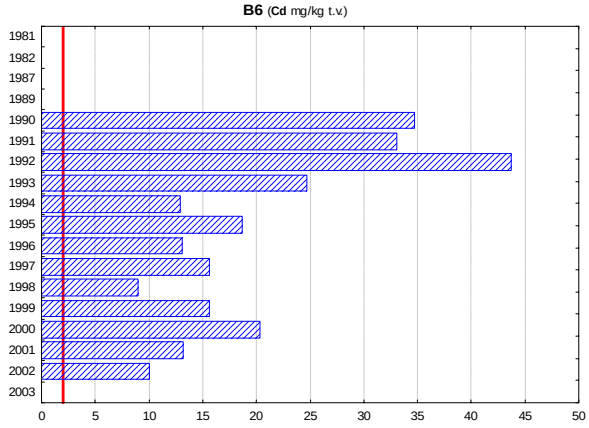

**B3 (6).**



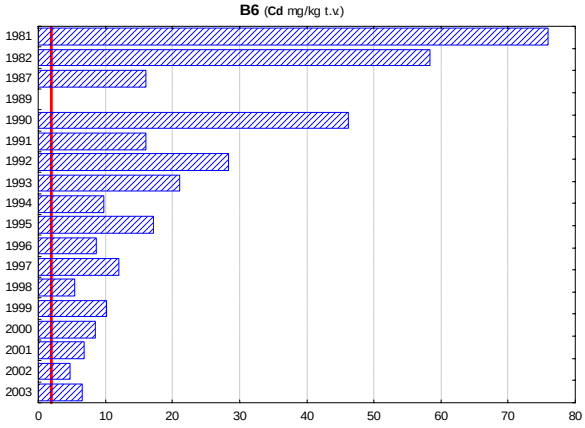

**B4 (10).**




**B6 (18).**

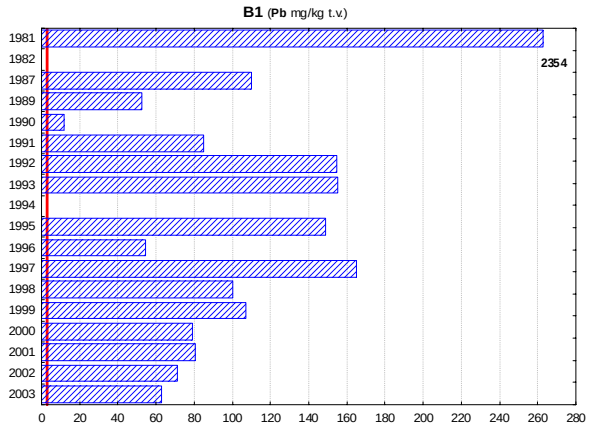



**B7 (38).**

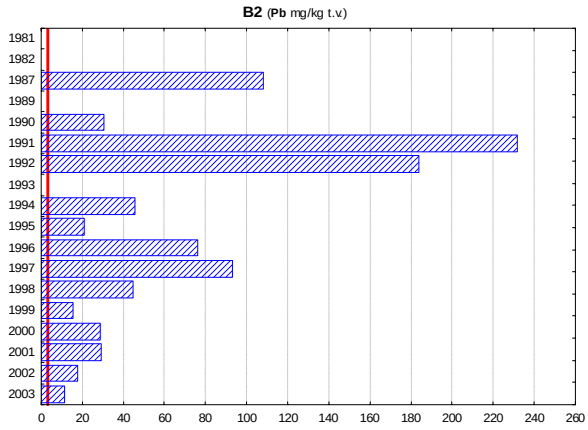


*Figur 7. Bly i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-2003, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). De høye verdiene registrert på stasjonene B1, B4 og B7 (hhv. 2354 mg/kg, 1030 mg/kg og406 mg/kg) i 1982 (relativt til de andre årene) er ikke vist med søyle, men angitt med tall til høyre i figurene. Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B6 i 2003.*

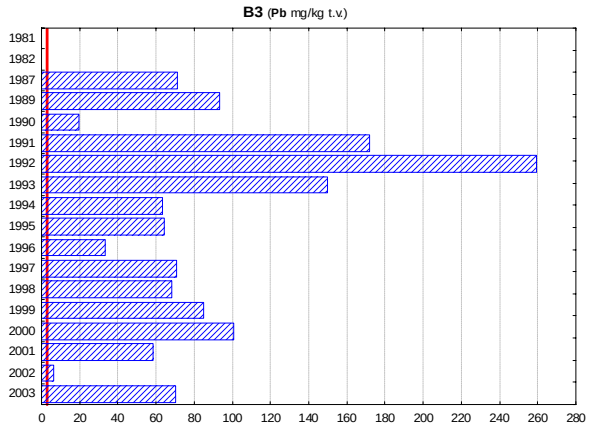
**B1 (2).**



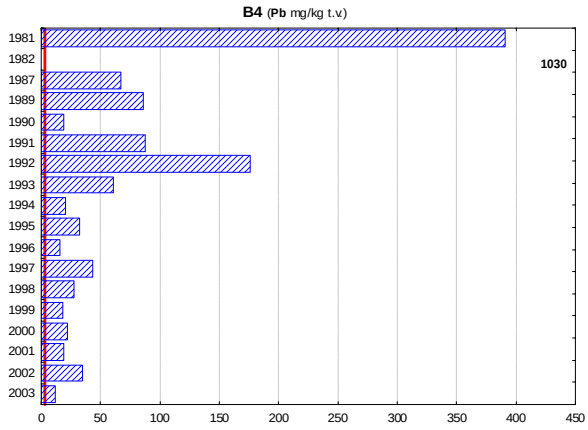

**B2 (3).**



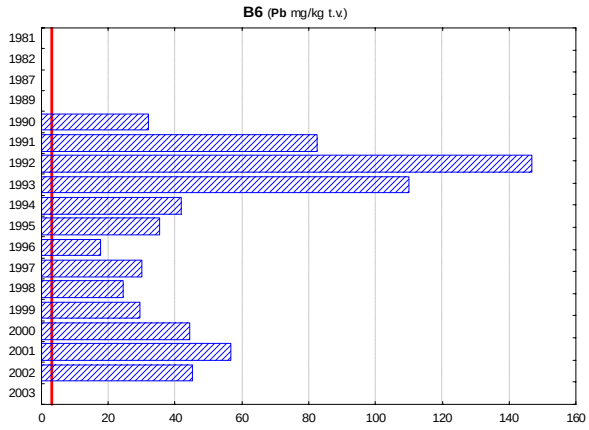

**B3 (6).**



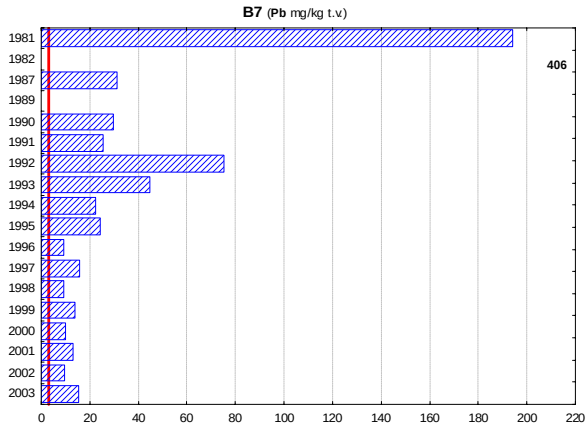

**B4 (10).**




**B6 (18).**

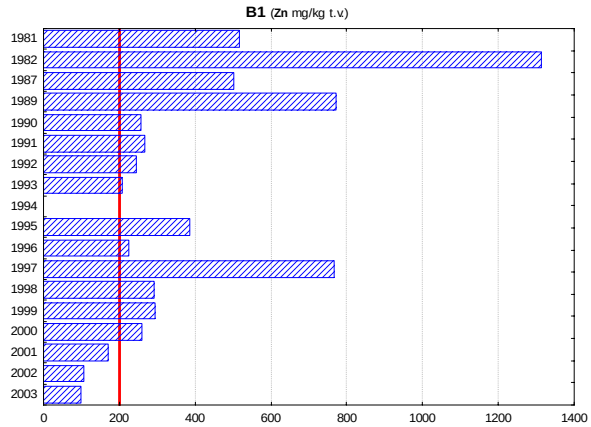



**B7 (38).**

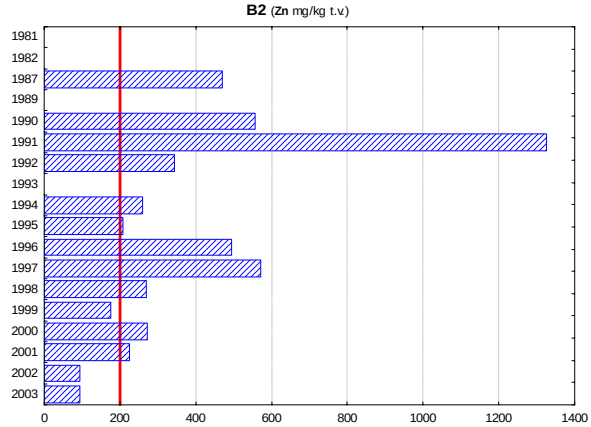


*Figur 8. Sink i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-2003, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B6 i 2003.*

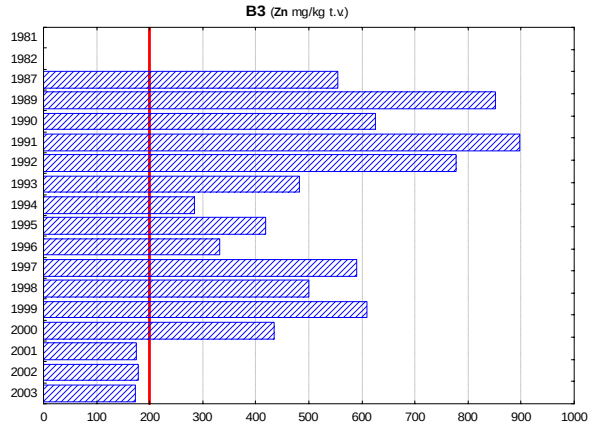
**B1 (2).**



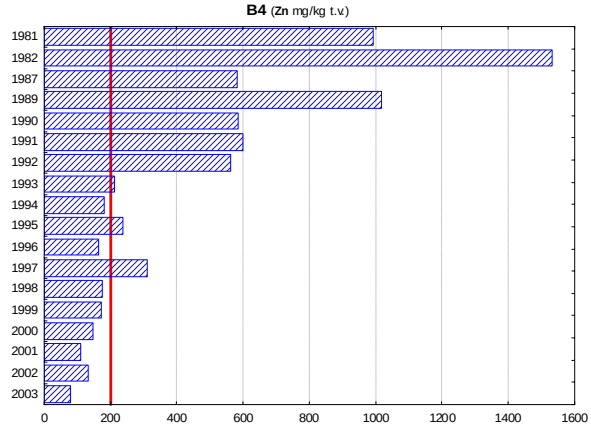

**B2 (3).**



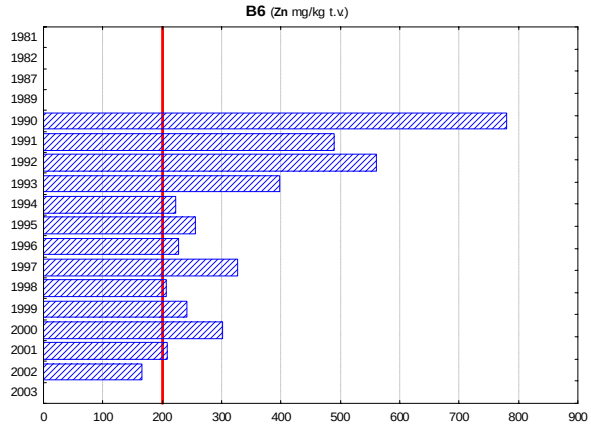

**B3 (6).**



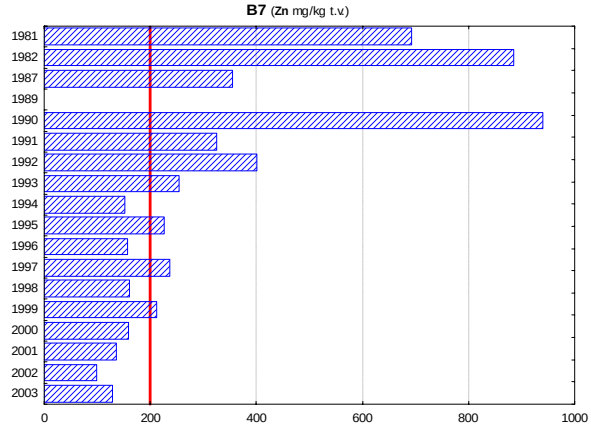

**B4 (10).**




**B6 (18).**




**B7 (38).**



## 4.3 Klororganiske stoffer i fisk

Utdrag av resultatene fra JAMP-prøver analysert for klorerte organiske miljøgifter er presentert i Tabell 7.

*Tabell 7. ∑$PCB_7$ (sum av CB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) og DDT med nedbrytningsprodukter (Middelverdi/Standardavvik) i fisk fra indre Sørfjorden (JAMP-st. 53) og i Hardangerfjorden ved Strandebarm (JAMP-st. 67) 2003, µg/kg våtvekt og µg/kg fett. Ikke analysert: i.a. (Om prøvenes sammensetning, se Tabell 3). Ikke analysert: i.a.*

| Stasjoner/arter | Våtvektsbasis | | | | | Fettbasis [1] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DDT | DDE | DDD | ∑DDT | ∑ $PCB_7$ | ∑ DDT | ∑ $PCB_7$ |
| **I. Sørfj., (53)** | | | | | | | |
| Torsk, lever [2] | 96/62 | 219/181 | 28/22 | 270/236 | 393/321 | 1654 | 2411 |
| Torsk, filet | i.a. | 2.1/0.6 | 0.2/0.1 | 2.2/0.6 | 5/1 | 1100 | 2500 |
| Skrubbe, lever | 14.0/3.0 | 38.8/11.2 | 8.5/1.0 | 61.3/14.9 | 182/80 | 538 | 1597 |
| Skrubbe, filet | i.a. | 0.8/0.2 | 0.2/0.0 | 1.0/0.2 | <1/0 | 200 | <200 |
| **Strandebarm (67)** | | | | | | | |
| Torsk, lever [2] | 76/39 | 103/68 | 19/12 | 137/108 | 113/73 | 236 | 195 |
| Torsk, filet | i.a. | 0.3/0.1 | <0.1/0 | <0.4/0.1 | <0/0 | <100 | - |
| Skrubbe, lever | <10.6/3.0 | 21.6/4.7 | 6.9/1.2 | 39.1/5.1 | 31/6 | 160 | 127 |
| Skrubbe, filet | i.a. | 0.8/0.5 | 0.3/0.2 | 1.1/0.7 | 1/1 | 92 | 83 |
| Glassvar, lever | 41/9 | 82/23 | 16/2 | 139/33 | 87/27 | 480 | 300 |
| Glassvar, filet | i.a. | 0.6/0.0 | 0.1/0.0 | 0.7/0.0 | <0/1 | 175 | - |

[1] Basert på gjennomsnittskonsentrasjoner og midlere fettinnhold.
[2] p,p´-DDT analyseres kun i 5 av de 25 individene.

I 2000 ble det observert til dels meget høye konsentrasjoner av PCB i torskelever i indre Sørfjorden, dog med store individuelle variasjoner (Tabell 8; Knutzen & Green 2001a). Verdiene i 2001 var vesentlig lavere (nær en faktor 6) og dermed på det samme nivået som i 1999 (Tabell 7). I 2002 nådde PCB-nivået i torsk "rekordhøye" konsentrasjoner (Tabell 8; Ruus & Green 2003). Dette skyldes ekstreme konsentrasjoner i 4 individer, som reanalyser bekreftet. Dette ga også utslag i torskefilet-konsentrasjonene av $PCB_7$ i 2002 (Ruus & Green 2003). I 2003 har PCB-nivået i torskelever sunket til et gjennomsnitt under gjennomsnitts-konsentrasjonene i 1999 og 2001 (fettvektsbasis; Tabell 8). Gjennomsnittlig PCB-konsentrasjon i torskefilet er imidlertid noe høyere enn i 2001 (fettvektsbasis; Tabell 8). Det er viktig å bemerke at disse funnene ikke (på langt nær) utelukker at det finnes torsk med ekstremt PCB-innhold i Sørfjorden. Av totalt 25 torsk var det kun 4 som viste ekstreme konsentrasjoner i 2002. De resterende 21 torsk viste en gjennomsnittskonsentrasjon av PCB som lå marginalt høyere enn gjennomsnitts-konsentrasjonen i 2001 og under halvparten av gjennomsnittskonsentrasjonen i 2000 (fettvektsbasis; Tabell 8). Det er med andre ord tydelig at en enorm individuell variasjon foreligger og at eksisterende torsk med ekstreme PCB-konsentrasjoner simpelthen kan ha unngått å bli fanget i 2003.

Gjennomsnittlig PCB-konsentrasjon i torskelever fra indre Sørfjorden representerer i 2003 SFTs tilstandsklasse I (ubetydelig/lite forurenset) (Tabell 7).

*Tabell 8. Middelverdier for $\sum PCB_7$ i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sørfjorden og Hardangerfjorden ved Strandebarm 1991-2003, mg/kg fett. Individuelle analyser eller blandprøver av størrelseskategorier.*

| Stasj./ arter | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **I. Sørfj.** | | | | | | | | | | |
| Torsk l. | 1.6 | 8.0 | <0.8 | 0.66 | 0.36 | 11.4[1)] | 2.4[1)] | 20.2[1)] | 5.1 | 20.8 |
| Torsk f. | 0.6 | 6.9 | <0.6 | - | 0.19 | 8.4[2)] | 2.0[1)] | 34.6[1)] | 2.4 | 20.0 |
| Skrubbe l. | 2.8 | 2.6 | <0.5 | 9.2 | 0.41 | 1.4[2)] | 0.77[2)] | 0.56[2)] | 0.84 | 0.80 |
| Skrubbe f. | 16.7 | 2.5 | <0.6 | 1.96 | 0.33 | 0.74[3)] | 0.64[2)] | 0.43[2)] | 0.76 | 0.46 |
| Ål f. | | | | | | | | | 0.55[4)] | |
| **Strandeb.** | | | | | | | | | | |
| Torsk l. | 0.67 | 0.66 | <0.5 | 0.93 | 0.38 | 0.47 | 1.6 | 0.54 | 0.90 | 0.54 |
| Torsk f. | 0.34 | <0.4 | <0.2 | 0.50 | 0.20 | 1.1 | 2.1 | 0.22 | 0.48 | 0.44 |
| Glassvar l. | 0.39 | 1.2 | <0.6 | 1.1 | 1.1 | 0.47 | 0.51 | 0.39 | 0.62 | 0.34 |
| Glassvar f. | 0.32 | 0.63 | <0.3 | 0.56 | 0.76 | 0.33 | 0.28 | 0.26 | 0.46 | 0.24 |
| Skrubbe l. | | | | | | 0.58 | | 0.38 | 0.15 | 0.13 |
| Skrubbe f. | | | | | | 0.64 | | 0.43 | 0.15 | 0.10 |
| Sandfl. l. | | | | | | | | 0.67 | | |
| Sandfl. f. | | | | | | | | 0.68 | | |
| Ål f. | | | | | | | | | 0.17 | |

[1)] Middel av prøvene fra Tyssedal og Edna.
[2)] Middel av de tre prøvene fra Odda, Tyssedal og Edna.
[3)] Bare analysert i materialet fra Odda.
[4)] Middel av fisk fra Odda (0.78 mg/kg) og Edna-Tyssedal (0.31 mg/kg).

| Stasj./ arter | 2001 | 2002 | 2003 |
|---|---|---|---|
| **I. Sørfj.** | | | |
| Torsk l. | 5.3 | 271.2 [5)] (7.4) [6)] | 2.41 |
| Torsk f. | <0.25 | 234.7 [7)] | 2.5 |
| Skrubbe l. | 0.62 | 0.81 | 1.60 |
| Skrubbe f. | <0.6 | 0.40 | <0.2 |
| Ål f. | | | |
| **Strandeb.** | | | |
| Torsk l. | 0.75 | 0.35 | 0.20 |
| Torsk f. | <3.3 | 0.25 | - |
| Glassvar l. | 0.32 | 0.40 | 0.30 |
| Glassvar f. | <0.25 | 0.00 | - |
| Skrubbe l. | 0.12 | 0.12 | 0.13 |
| Skrubbe f. | <0.08 | 0.18 | 0.08 |
| Sandfl. l. | | | |
| Sandfl. f. | | | |
| Ål f. | | | |

[5)] Ekstreme konsentrasjoner i fire (av 25) individer (gjennomsnittlig 296.0 mg/kg våtvekt ± standard avvik: 118.7) trekker gjennomsnittet opp til denne høye verdien. I parentes:
[6)] Gjennomsnittet (av 21 fisk) uten disse fire individene (se fotnote [5)]).
[7)] Gjennomsnitt av 5 blandprøver på hhv 0.009, 0.008, 0.002, 3.242 og 0.002 mg/kg våtvekt. Det er tydelig at de fire torskene med ekstreme PCB-konsentrasjoner (nevnt i fotnote [5)] og [6)]) Har blitt ujevnt fordelt på disse fem blandprøvene. PCB-verdiene i filet av torsk fra Sørfjorden 2002 er derfor lite representative.

I 2001 var det blåskjell fra Tyssedal som viste ekstreme konsentrasjoner av PCB (Ruus & Green 2002). Maling/puss fra kraftstasjonen ved Tyssedal ble mistenkt som kilde og et prosjekt ble initiert (NIVA og Alex Stewart Environmental Services as.) på oppdrag av miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Hordaland (finansiert av Odda kommune og

Tyssefaldene) for å bekrefte evt. avkrefte denne mistanken. Resultatene ble rapportert i et brev til Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavdelingen 28. juni 2002 og rapportert i overvåkingsrapporten for 2001-dataene (Ruus & Green 2002). Som forventet var PCB-konsentrasjonene i murpussprøven fra kraftstasjonen meget høye, og det ble videre vist at PCB-profilen i blåskjellene grovt sett var lik den i murpussprøven. Det ble derfor konkludert med at de data som foreligger ikke indikerer noen andre punktkilder til PCB i Tyssedalsområdet enn murpuss/maling fra kraftstasjonen.

Det var i 2002 tydelig at samme kilde hadde ført til ekstreme verdier i enkelte torsk fra samme område (Ruus & Green 2003). PCB hadde nådd til et høyere nivå i næringskjeden, men det er fortsatt uvisst hvilken rute det har kommet via. Fødeveien er absolutt mest sannsynlig, men det er uvisst om det er byttedyr (evt. hvilke byttedyr) som har akkumulert store mengder PCB før de igjen har blitt konsumert av torsk. Det er også en teoretisk mulighet at torsk (som er opportunistisk i fødevalget) har spist murpuss/malingrester som har sunket gjennom vannsøylen. Ruus et al. (2001) har vist at torsk som oralt administreres 1.7 µg PCB-110/g kroppsvekt kan ha en leverkonsentrasjon på ca. 10 µg/g lever (våtvekt) i en periode på minst de neste 12 dager (eksperimentets varighet). Dette vil sannsynligvis være avhengig av leverens fettinnhold, men det viser tydelig at torsk som får i seg PCB ikke skiller det ut, uten videre.

Det kan nevnes at Alex Stewart Environmental Services as har engasjert dykkere som har lett etter sedimenter i nærheten av kraftstasjonen. De fant noe sedimenter syd for stasjonen, og en av prøvene inneholdt en konsentrasjon av $PCB_7$ (2671 µg/kg tørrvekt) som tilsvarer nærmere 10 ganger grensen for SFTs tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset; >300 µg/kg) (Måge 2003).

PCB-profilen i torskeprøvene fra 2002 ble undersøkt mot PCB-profilen i murpussprøven fra kraftstasjonen, som ble analysert i forbindelse med ovennevnte undersøkelse av blåskjell fra 2001. Dette viste tydelig at torskene med desidert høyeste $PCB_7$-konsentrasjoner var de som hadde PCB-profil som lå nærmest PCB-profilen i murpuss fra kraftstasjonen, mens individer med moderate konsentrasjoner hadde vesentlig høyere andeler av PCB-153 og -180, kombinert med lavere andeler av PCB-138 og de lavere klorerte kongenerene (Ruus & Green 2003). De fire torskene med nest høyeste konsentrasjoner (på fettvektsbasis) hadde en profil som stort sett lå mellom de to ovennevnte profiler. Dette sannsynliggjorde ennå sterkere murpuss/maling fra kraftstasjonen i Tyssedal som kilde til PCB som er sporet i biologisk materiale (Ruus & Green 2003).

Konsentrasjonene av PCB i skrubbelever fra indre Sørfjorden, 2003, viser, i motsetning til torsk en ytterligere økning i forhold til 2002 (ca. 20% på våtvektsbasis og en fordobling på fettvektsbasis; Tabell 7 og 8; Ruus & Green 2003). Det må også bemerkes at skrubbelever viste en økning i PCB-innhold fra 2001 til 2002 (ca. 50% på våtvektsbasis og 30% på fettvektsbasis; Ruus & Green 2002; Ruus & Green 2003; Tabell 8). Imidlertid viser statistiske trendanalyser utført innenfor JAMP av de årlige medianene (1990-2003) en signifikant nedgang i PCB-konsentrasjonene (våtvekt) i filet av skrubbe fra Sørfjorden (Green et al. under utarbeidelse). Middelverdien (i 2003; Tabell 7) på 182 µg $\Sigma PCB_7$/kg våtvekt i lever ligger på mer enn 2.5 ganger det foreslåtte "høye bakgrunnsnivå" (i skrubbelever) etter registreringer på referansestasjoner (70 µg/kg v.v.; Knutzen & Green 2001b). Konsentrasjonene i filet korresponderer med klasse I (ubetydelig/lite forurenset) i henhold til gjeldende tilstandsklasser fra SFT.

Av analysene i fisk fra Strandebarm ses også i 2003 vanlig utbredte PCB-verdier i skrubbe og noe lavere enn tidligere i torsk. Midlere konsentrasjon av PCB i glassvar på denne lokaliteten lå også på omtrent samme nivå som tidligere (Tabell 8).

Gjennomsnittlig konsentrasjon av DDT (p,p´) i torskelever fra indre Sørfjorden er i 2003 fordoblet i forhold til i 2002 (våtvektsbasis; Tabell 7; Ruus & Green 2003), noe som kan henge sammen med økt eksponering. Dette kommer kraftigere til uttrykk i blåskjell (se nedenfor, Kap. 3.4). De andre DDT-derivatene, samt ΣDDT viser ikke tilsvarende endringer i noen arter på noen stasjoner (Tabell 7 og 9; Ruus & Green 2003). Enkelte økninger kan imidlertid spores (Tabell 7 og 9; Ruus & Green 2003). Konsentrasjonene av ΣDDT representerer følgende overskridelser i forhold til grensene for Kl. I i SFTs klassifiseringssystem:

**Indre Sørfjord:**
Torsk lever: 1.4 (Moderat forurenset)
Torsk filet: 2.2 (Moderat forurenset)
Skrubbe filet: <1 (lite/ubetydelig forurenset)

**Strandebarm:**
Torsk lever: <1 (lite/ubetydelig forurenset)
Torsk filet: <1 (lite/ubetydelig forurenset)
Skrubbe filet: <1 (lite/ubetydelig forurenset)

Som det fremgår av de klororganiske analysene av blåskjell (kap. 3.4), er det lokal tilførsel av DDT over det normale flere steder langs Sørfjorden, hvilket forklarer overkonsentrasjonene som i 2003 særlig reflekteres i torskefilet fra indre Sørfjorden, men også i lever av skrubbe (jfr. tentativt forslag til referanseverdi på 25 µg ΣDDT/kg våtvekt i Knutzen & Green 2001b).

For nivåene av DDE og ΣDDT viser trendanalysene (årlige medianer; JAMP; Green et al. under utarbeidelse) en statistisk signifikant nedgang i skrubbefilet fra indre Sørfjord (våtvektsbasis). Svingningene i ΣDDT-konsentrasjoner (fettvektsbasis) i fisk kan ses i Tabell 9.

*Tabell 9. Middelverdier av ΣDDT i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sørfjorden og Hardangerfjorden ved Strandebarm 1991-2003, mg/kg fett. Individuelle analyser eller blandprøver av størrelseskategorier.*

| Stasj./ arter | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **I. Sørfj.** | | | | | | | | | | |
| Torsk l. | 3.4 | 3.1[3)] | 0.8[3)] | 0.4[3)] | 0.1[3)] | 2.6[1)] | 2.9[1, 3)] | 4.3[5)] | 2.8[3)] | 2.1 |
| Torsk f. | 1.0 | 3.8[3)] | 0.7[3)] | - | <0.1[3)] | - | 1.4[1, 3)] | - | - | - |
| Skrubbe l. | 0.5[3)] | 0.3[3)] | 0.2[3)] | 2.2[3)] | 0.1[3)] | 0.18[2)] | 0.9[4)] | 0.4[4)] | 0.43 | 0.26 |
| Skrubbe f. | 3.1[3)] | 0.8[3)] | 0.6[3)] | 0.7[3)] | 0.1[3)] | | 0.37[4)] | - | - | - |
| Ål f. | | | | | | | | | 0.25[6)] | |
| **Strandeb.** | | | | | | | | | | |
| Torsk l. | 2.0 | 0.8[3)] | 1.0[3)] | 1.3[3)] | 0.3[3)] | 1.5 | 5.8 | 1.2 | 0.89[3)] | 0.93 |
| Torsk f. | 1.1 | 0.6[3)] | 0.4[3)] | 1.5[3)] | 0.5[3)] | - | 5.6[3)] | - | - | - |
| Glassvar l. | 1.1[3)] | 1.5[3)] | 1.1[3)] | 1.7[3)] | 1.0[3)] | - | 1.0[3)] | 1.1 | 1.5 | 0.64 |
| Glassvar f. | 0.8[3)] | 1.2[3)] | 0.8[3)] | 1.2[3)] | 1.6[3)] | - | 0.5[3)] | - | - | - |
| Skrubbe l. | | | | | | 0.17 | | 0.55 | 0.21 | 0.17 |
| Skrubbe f. | | | | | | - | | 0.49 | - | - |
| Sandfl. l. | | | | | | | | 0.77 | | |
| Sandfl. f. | | | | | | | | 0.83 | | |
| Ål f. | | | | | | | | | 0.31 | |

| Stasj./ arter | 2001 | 2002 | 2003 |
|---|---|---|---|
| **I. Sørfj.** | | | |
| Torsk l. | 1.3 | 1.30 | 1.65 |
| Torsk f. | 0.15[3)] | 1.17[3)] | 1.10[3)] |
| Skrubbe l. | 0.33 | 0.41 | 0.54 |
| Skrubbe f. | <0.22[3)] | 0.18[3)] | 0.20[3)] |
| Ål f. | | | |
| **Strandeb.** | | | |
| Torsk l. | 0.49 | 0.38 | 0.24 |
| Torsk f. | 1.1 [3)] | 0.13[3)] | <0.10[3)] |
| Glassvar l. | 0.43 | 0.39 | 0.48 |
| Glassvar f. | <0.15[3)] | 0.12[3)] | 0.18[3)] |
| Skrubbe l. | 0.13 | 0.15 | 0.16 |
| Skrubbe f. | 0.09[3)] | 0.12[3)] | 0.09[3)] |
| Sandfl. l. | | | |
| Sandfl. f. | | | |
| Ål f. | | | |

1) Middel av prøvene fra Tyssedal og Edna.
2) Bare analysert i materialet fra Odda.
3) Sum av bare DDE + DDD, avrundede verdier.
4) Middel av de tre understasjonene Odda, Tyssedal og Edna.
5) Bare verdier fra Edna
6) Middel av verdier fra Odda

## 4.4 Klororganiske stoffer i blåskjell

Hovedresultatene fra analysene av klorerte organiske miljøgifter i blåskjell er presentert i Tabell 10. Ingen blåskjell var å oppdrive ved stasjon B6 (Kvalnes) innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2003. Det er på denne stasjonen blåskjellene vanligvis har de høyeste ΣDDT-konsentrasjonene (Ruus & Green 2002 og 2003; Knutzen & Green 2001a). Den høyeste konsentrasjonen ble derfor funnet på stasjon B7 (Krossanes), som tidligere også har hatt blåskjell med høyere ΣDDT-konsentrasjoner, enn de øvrige stasjoner (bortsett fra B6; Tabell 10 og 11).

Konsentrasjonene av ΣDDT i 2003 er de høyeste som er registrert på samtlige stasjoner (Tabell 10 og 11; Figur 9). Som nevnt ble dessverre ingen blåskjell funnet på stasjon B6 (Kvalnes), som vanligvis har de høyeste ΣDDT-konsentrasjonene, innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2003. Konsentrasjonene av ΣDDT var også høye (omtrent på samme nivå som på B4, Digranes) på de to nye stasjonene Måge og Utne (Tabell 10). Disse funnene indikerer (som tidligere observert) en vesentlig belastning av DDT over store deler og på begge sider av Sørfjorden.

2003-konsentrasjonene av det insekticide virkestoffet DDT (p,p´-) er også de høyeste som er registrert på samtlige stasjoner (Tabell 10 og 11) og er eksempelvis ved Krossanes (B7) over dobbelt så høy som den nest høyeste konsentrasjonen som er registrert (i 2001; Tabell 11). Konsentrasjonene av p,p´-DDT er også høyere enn p,p´-DDE-konsentrasjonene på samtlige stasjoner (Tabell 11). Dette reflekteres i prosentandelene p,p´-DDT-konsentrasjonen utgjør av ΣDDT, som på samtlige stasjoner også er de høyeste som er registrert noensinne (Tabell 11). På stasjon B4 utgjorde p,p´-DDT 71% og på den nye stasjonen Måge, 69%. Disse er de høyeste andelene som er observert, alle år og stasjoner sett samlet.

Ettersom p,p'-DDE er et nedbrytningsprodukt av p,p´-DDT, er det vanlig å observere vesentlig høyere andeler av DDE, enn DDT i miljøprøver (f.eks. Ruus et al. 1999). Siden dette ikke er tilfelle i 2003-prøvene fra Sørfjorden er dette en sterk indikasjon på tilførsel av "fersk" DDT til Sørfjorden. Det er tydelig at tilførselen har vært stor i 2003 (Tabell 11), men det må bemerkes at blåskjellene samlet innenfor JAMP, en drøy måned tidligere, ikke viste tilsvarende konsentrasjoner. Slike forskjeller er også observert flere år tidligere (f.eks. Ruus & Green 2003). Årsaken til disse forskjellene er usikker, men resultatene tyder på at eksponeringen varierer mye innen korte tidsrom.

I forhold til grensen for Kl. I i SFTs klassifiseringssystem representerer nivået av ΣDDT i blåskjellene samlet på stasjon B7 (Krossanes) innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (tabell 10) en overkonsentrasjon på mer enn 18 ganger (klassifisert i klasse V, meget sterkt forurenset). På de øvrige lokalitetene i Sørfjorden varierte overkonsentrasjonene i begge observasjonsserier mellom 1.1 (JAMP-skjell fra B15/65A, Vikingneset) og 13.4 (skjell fra den nye stasjonen Utne) ganger.

Overvåkingen av DDT-komponenter i blåskjell viser altså fortsatt det samme som man har sett over flere år: Stadig tilførsel av DDT med metabolitter over hele fjorden, mest i ytre del, fra kilder som ikke er under kontroll. Noen bestemt utviklingstendens er vanskelig å spore (Tabell 11 og Figur 9, samt statistisk analyse av JAMP-data; Green et al. under utarbeidelse), men det er tydelig at en vesentlig tilførsel av "fersk" DDT til Sørfjorden har skjedd i løpet av oktober 2003.

*Tabell 10. DDT med nedbrytningsprodukter og ∑PCB$_7$ [1)] i blåskjell fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 2003 (2-12 november [I] og 30 september-2 oktober [II], µg/kg våtvekt) (ΣDDT også i µg/kg fett). (Fra JAMP middel av 3 størrelseskategorier). Data fra det opprinnelige stasjonsnettet (st. B1 osv.) i kolonner merket I; fra JAMP/INDEX (st. 51A osv.) i kolonner merket II. Jfr. Figur 1 vedrørende stasjonsplassering (i tabellen oppført med økende avstand fra Odda).*

| St.nr. | DDT | | DDE | | DDD | | ΣDDT | | ∑PCB$_7$ | | ΣDDT (µg/kg fett) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| B1/51A | 5.9 | 1.67 | 3.0 | 1.27 | 1.6 | 0.50 | 10.5 | 3.43 | 2.06 | 2 | 583 | 217 |
| B2/52A | 4.1 | 0.61 | 2.2 | 1.43 | 1.1 | 0.40 | 7.4 | 2.47 | 2.14 | 2 | 296 | 157 |
| B3 | 5.7 | | 2.3 | | 1.2 | | 9.2 | | 12.2 | | 541 | |
| B4 | 17 | | 4.6 | | 2.3 | | 23.9 | | 2.10 | | 996 | |
| Måge | 17 | | 4.6 | | 2.9 | | 24.5 | | 2.00 | | 1531 | |
| B6/56A | - [2)] | 6.23 | - [2)] | 5.97 | - [2)] | 1.85 | - [2)] | 14.1 | - [2)] | 1 | - [2)] | 912 |
| B7/57A | 21 | 4.67 | 12 | 4.47 | 4.3 | 1.43 | 37.3 | 10.6 | 1.08 | 1 | 2072 | 548 |
| Utne | 16 | | 8.1 | | 2.7 | | 26.8 | | 1.07 | | 1276 | |
| 63A | | 2.70 | | 3.27 | | 1.00 | | 6.97 | | 1 | | 505 |
| B15/65A | | 0.63 | | 1.13 | | 0.37 | | 2.13 | | 1 | | 126 |

[1)] Sum av CB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180

[2)] Blåskjell ble ikke funnet på stasjon B6 i 2003

*Tabell 11. DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell 1991-2000 (a) og 2001-2003 (b), µg/kg våtvekt. (I parentes % av ∑DDT). Verdiene er delvis avrundet. Ikke registrert: B1 i 1994, B2 i 1993,. B3/B4 i 1997 og B6 i 2003.(c.) viser DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell på de nye stasjonene "Måge" og "Utne" (2003).*

***(a.)***

| Stasjoner | År | DDT | DDE | DDD | Σ DDT |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1991 | 0.7 (20) | 2.0 (60) | 0.7 (20) | 3.4 |
| St. B1 | 1992 | < 0.2 (≈ 2) | 2.3 (56) | 1.7 (42) | 4.9 [1)] |
| Byrkjenes | 1993 | 0.1 (≈ 3) | 2.5 (69) | 1.0 (28) | 3.6 |
| | 1995 | 2.0 (33) | 3.3 (55) | 0.7 (12) | 6.0 |
| | 1996 | 3.0 (48) | 2.4 (38) | 0.9 (14) | 6.3 |
| | 1997 [3)] | 2.5 (47) | 2.4 (46) | 0.3 (7) | 5.2 |
| | 1998 | < 0.5 (<6) | 2.3 (49) | 2.1 (45) | 4.7 |
| | 1999 | 2.2 (46) | 2.3 (48) | 0.3 (6) | 4.8 |
| | 2000 | 2.7 (37) | 4.2 (58) | 0.4 (5) | 7.3 |
| | 1991 | 0.1 (4) | 1.5 (62) | 0.8 (34) | 2.4 |
| St. B2 | 1992 | < 0.2 (< 2) | 2.5 (51) | 2.3 (47) | 4.9 [1)] |
| Eitrheim | 1994 | 0.9 (28) | 2.1 (64) | 0.3 (8) | 3.3 |
| | 1995 | 2.8 (40) | 3.2 (46) | 0.9 (14) | 6.9 |
| | 1996 | 1.9 (35) | 2.4 (44) | 1.1 (21) | 5.5 |
| | 1997 [3)] | 2.1 (39) | 2.2 (40) | 1.1 (21) | 5.4 |
| | 1998 | < 0.5 (<5) | 3.3 (49) | 3.2 (47) | 6.8 |
| | 1999 | 3.2 (46) | 3.2 (46) | 0.6 (8) | 7.0 |
| | 2000 | 2.6 (36) | 4.2 (58) | 0.4 (7) | 7.2 |
| | 1991 | 0.1 (≈ 6) | 1.0 (63) | 0.5 (31) | 1.6 |
| St. B3 | 1992 | 0.4 (15) | 1.7 (60) | 0.7 (25) | 2.8 |
| Tyssedal | 1993 | < 0.1 (≈ 6) | 1.8 (62) | 1.0 (32) | 2.9 [1)] |
| | 1994 | 0.4 (15) | 1.9 (68) | 0.5 ?(17) | ~ 2.7 ? |
| | 1995 | 1.5 (40) | 1.8 (46) | 0.5 (14) | 3.8 |
| | 1996 | 2.2 (40) | 2.4 (44) | 0.9 (16) | 5.4 |
| | 1998 | < 0.5 (<5) | 2.9 (45) | 3.2 (50) | 6.4 |
| | 1999 | 1.9 (51) | 1.5 (40) | 0.4 (9) | 3.8 |
| | 2000 | 2.0 (38) | 2.2 (41) | 1.1 (21) | 5.3 |
| | 1991 | 1.4 (18) | 4.1 (51) | 2.5 (31) | 8.0 |
| St. B4 | 1992 | < 0.2 (≈ 1) | 4.8 (48) | 5.1 (51) | 10.0 [1)] |
| Digranes | 1993 | 1.6 (17) | 4.9 (53) | 2.8 (30) | 9.3 |
| | 1994 | 0.3 (9) | 2.6 (73) | 0.7 (18) | 3.6 |
| | 1995 | 3.7 (53) | 2.7 (38 | 0.6 (9) | 7..0 |
| | 1996 | 3.7 (40) | 3.8 (42) | 1.6 (18) | 9.0 |
| | 1998 | < 0.5 (<2) | 6.2 (44) | 7.7 (54) | 14.2 |
| | 1999 | 4.3 (43) | 4.5 (45) | 1.2 (12) | 10.0 |
| | 2000 | 4.1 (39) | 5.8 (55) | 0.6 (6) | 10.5 |
| | 1991 | 4.7 (22) | 10.7 (50) | 6.0 (28) | 21.4 |
| St. B6 | 1992 | 0.5 (3) | 7.8 (44) | 9.4 (53) | 17.7 |
| Kvalnes | 1993 | 0.3 (1) | 15.5 (63) | 8.7 (36) | 24.5 |
| | 1994 | 3.2 (17) | 13.8 (73) | 2.0 (10) | 18.9 |
| | 1995 | 16.3 (46) | 15.3 (43) | 4.1 (11) | 35.7 |
| | 1996 | 9.7 (51) | 8.3 (44) | 0.9 (5) | 18.9 |
| | 1997 [3)] | 9.8 (46) | 8.1 (38) | 3.5 (16) | 21.4 |
| | 1998 | 13.0 (34) | 16.0 (41) | 9.5 (25) | 38.5 |
| | 1999 | 19.0 (40) | 22.0 (46) | 6.7 (14) | 47.7 |
| | 2000 | 32.0 (61) | 16.0 (30) | 4.9 (9) | 52.9 |
| | 1991 | 1.9 (20) | 5.7 (61) | 1.8 (19) | 9.4 |
| St. B7 | 1992 | < 0.2 (≈ 1) | 5.6 (52) | 5.0 (47) | 10.7 [1)] |
| Krossanes | 1993 | 0.1 (≈ 3) | 2.2 (61) | 1.3 (36) | 3.6 |
| | 1994 | 0.2 (4) | 4.7 (73) | 1.5 (23) | 6.5 |
| | 1995 [2)] | 1.3 (32) | 2.2 (53) | 0.6 (15) | 4.2 |
| | 1996 | 2.4 (27) | 4.4 (51) | 1.9 (22) | 8.7 |
| | 1997 [3)] | 8.6 (54) | 5.7 (35) | 3.2 (11) | 16.1 |
| | 1998 | 1.7 (7) | 9.1 (40) | 12.0 (53) | 22.8 |
| | 1999 | 3.2 (36) | 4.7 (53) | 1.0 (11) | 8.9 |
| | 2000 | 7.3 (41) | 9.4 (53) | 1.0 (6) | 9.4 |

[1)] Ved summering eventuelt regnet med 1/2 deteksjonsgrense.

[2)] Verdier fra reanalyse. ∑DDT fra 1. gangs analyse: 1.9.

[3)] Data fra JAMP/INDEX.

***(b.)***

| Stasjoner | År | DDT | DDE | DDD | Σ DDT |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2001 | 1.8 (33) | 3.0 (54) | 0.7 (13) | 5.5 |
| St. B1 | 2002 | 1.5 (32) | 2.3 (50) | 0.8 (18) | 4.6 |
| Byrkjenes | 2003 | 5.9 (56) | 3.0 (29) | 1.6 (15) | 10.5 |
| | 2001 | - [4)] | 3.9 (<86) | 0.6 (<14) | 4.5 |
| St. B2 | 2002 | 2.1 (40) | 2.5 (47) | 0.7 (13) | 5.3 |
| Eitrheim | 2003 | 4.1 (55) | 2.2 (30) | 1.1 (15) | 7.4 |
| | 2001 | 1.5 (<34) | 2.9 (<66) | - [4)] | 4.4 |
| St. B3 | 2002 | - [4)] | 2.1 (<68) | 1.0 (<32) | 3.1 |
| Tyssedal | 2003 | 5.7 (62) | 2.3 (25) | 1.2 (13) | 9.2 |
| | 2001 | 1.0 (12) | 6.0 (71) | 1.5 (18) | 8.5 |
| St. B4 | 2002 | 0.7 (14) | 3.1 (59) | 1.4 (27) | 5.3 |
| Digranes | 2003 | 17.0 (71) | 4.6 (19) | 2.3 (10) | 23.9 |
| | 2001 | 15.0 (37) | 21.0 (51) | 4.8 (12) | 40.8 |
| St. B6 | 2002 | 5.2 (20) | 15.0 (56) | 6.5 (24) | 26.7 |
| Kvalnes | | | | | |
| | 2001 | 9.5 (52) | 7.5 (41) | 1.4 (8) | 18.4 |
| St. B7 | 2002 | 2.7 (25) | 5.4 (51) | 2.6 (24) | 10.7 |
| Krossanes | 2003 | 21.0 (56) | 12.0 (32) | 4.3 (12) | 37.3 |

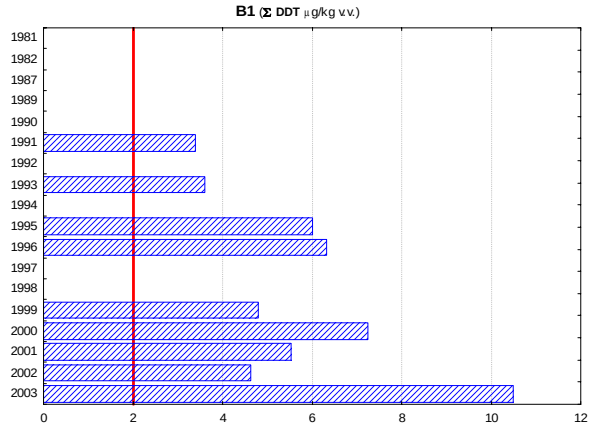
[4)] Interferens i kromatogram.

***(c.)***

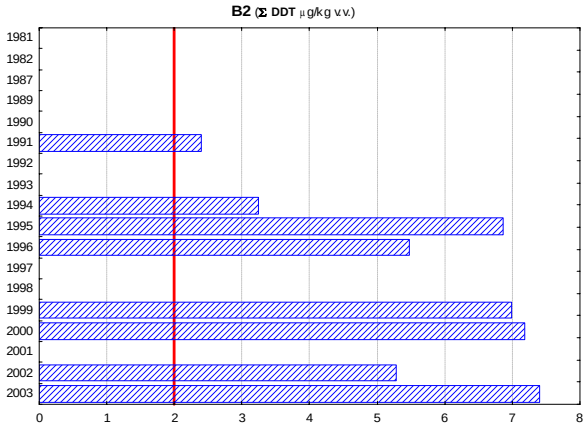
| Stasjoner | År | DDT | DDE | DDD | Σ DDT |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2003 | 17.0 (69) | 4.6 (19) | 2.9 (12) | 24.5 |
| Måge | | | | | |
| | 2003 | 16.0 (60) | 8.1 (30) | 2.7 (10) | 26.8 |
| Utne (Trones) | | | | | |

*Figur 9. ΣDDT i blåskjell fra Sørfjorden 1981-2003, µg/kg våtvekt. Søyler er kun vist for de år/stasjoner hvor alle tre komponenter (DDT. DDE og DDD) er detektert i prøven. Om fordeling mellom DDT, DDE og DDD, se Tabell 9 og 10. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand fra Odda (km). Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B6 i 2003.*

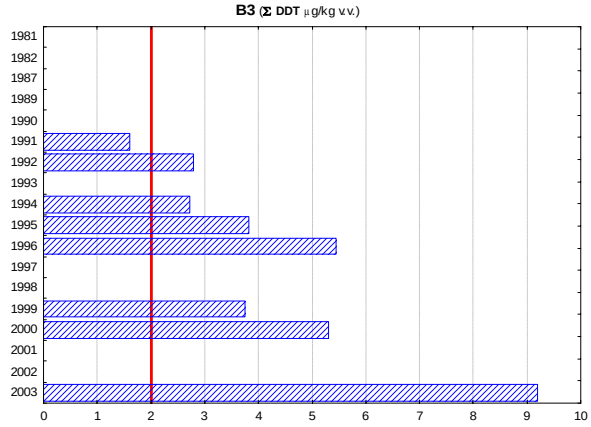
**B1 (2).**



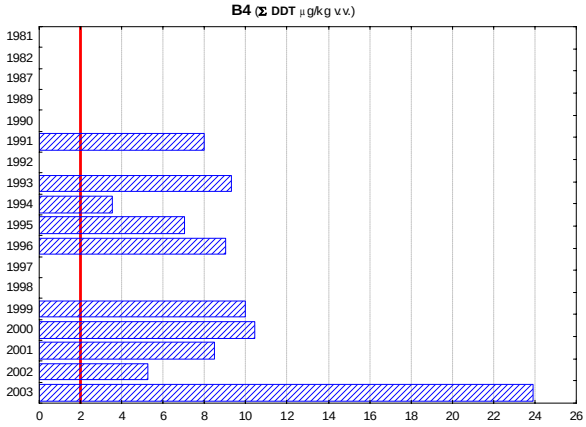

**B2 (3).**



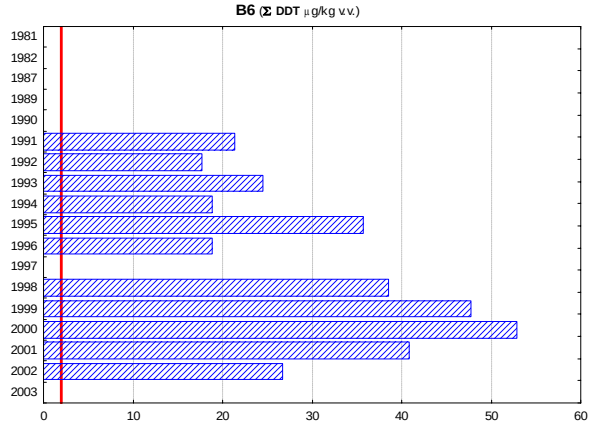

**B3 (6).**



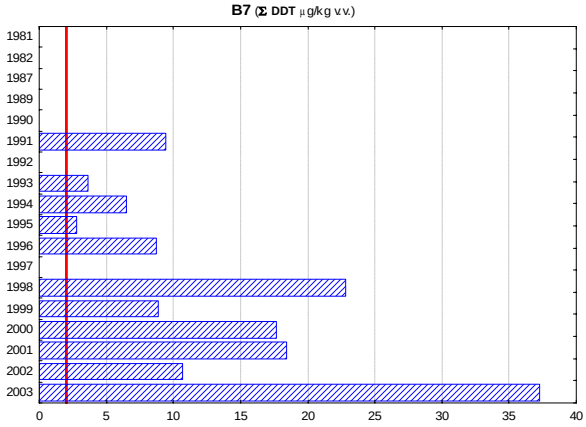

**B4 (10).**




**B6 (18).**




**B7 (38).**



Allerede i 1987 ble det bemerket at "PCB-verdien fra blåskjellprøven samlet nær Tyssedal var såvidt høy at det kan tyde på en lokal kilde" (Skei et al. 1989). Av Tabell 12 fremgår det at 2002-verdien for $\Sigma PCB_7$ i blåskjell ved Tyssedal (91.8 µg/kg våtvekt) gikk ned fra ekstremkonsentrasjonen (1132 µg/kg våtvekt) i 2001. I 2003 har $\Sigma PCB_7$-konsentrajonen i blåskjell fra Tyssedal sunket ytterligere, til et nivå som tilsvarer konsentrasjonene i 1995 og tidligere (Tabell 10 og 12). Denne konsentrasjonen korresponderer med klasse II (moderat forurenset) i SFTs klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997). Konsentrasjonene på de øvrige stasjonene korresponderer med tilstandsklasse I (Tabell 10). Det var god overensstemmelse mellom $\Sigma PCB_7$-konsentrasjonene i blåskjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking og konsentrasjonene i skjell samlet innenfor JAMP (Tabell 10). Videre kommer det frem at konsentrasjonen på den nye stasjonen Utne var svært lik konsentrasjonen på stasjon B7 (Krossanes) og at konsentrasjonen ved Måge var svart lik den ved Digranes (B4) (Tabell 10).

*Tabell 12. $\Sigma PCB_7$ i blåskjell fra st. B3. Tyssedal 1991-2002 (1997-materialet pga. en feil ikke analysert). µg/kg våtvekt og µg/kg fett.*

| | **1991** | **1992** | **1993** | **1994** | **1995** | **1996** | **1998** | **1999** | **2000** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Våtv.basis | 8.8 | 10.1 | 10.6 | 8.2 | 10.1 | 17.2 | 20.5 | 13.4 | 45.3 |
| Fettbasis | 978 | 918 | 757 | 683 | 773 | 963 | 1139 | 957 | 3775 |

| | **2001** | **2002** | **2003** |
|---|---|---|---|
| Våtv.basis | 1132 | 91.8 | 12.2 |
| Fettbasis | 59584 | 3825 | 719 |

Da de ekstreme $PCB_7$-verdiene ble observert i blåskjell i 2001 ble maling/puss fra kraftstasjonen ved Tyssedal mistenkt som kilde. Et prosjekt ble initiert (NIVA og Alex Stewart Environmental Services as.) på oppdrag av miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Hordaland (finansiert av Odda kommune og Tyssefaldene) for å bekrefte evt. avkrefte denne mistanken. Resultatene ble rapportert i et brev til Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavdelingen 28. juni 2002 og rapportert i overvåkingsrapporten for 2001-dataene (Ruus & Green 2002). Som forventet var PCB-konsentrasjonene i murpussprøven fra kraftstasjonen meget høye, og det ble videre vist at PCB-profilen i blåskjellene grovt sett var lik den i murpussprøven. Det ble derfor konkludert med at de data som foreligger ikke indikerer noen andre punktkilder til PCB i Tyssedalsområdet enn murpuss/maling fra kraftstasjonen. I 2002 var det tydelig at samme kilde hadde ført til ekstreme verdier i enkelte torsk fra samme område (Ruus & Green 2003). Årets blåskjellkonsentrasjoner tyder på at tilførselen av PCB til nærområdet nå er vesentlig redusert. Siden PCB er meget lite biologisk nedbrytbart (persistent) er det imidlertid sannsynlig at organismer (andre enn blåskjell) fortsatt eksponeres for vesentlige mengder PCB, som allerede er tilført miljøet (se også Kap. 3.3).

# 5. Referanser

Berg, V., Polder, A. og J.U. Skaare, 1998. Organochlorines in deep-sea fish from the Nordfjord. Chemosphere 38: 275-282.

Berg, V., Ugland, K.I., Hareide, N.R., Groenningen, D. og J.U. Skaare, 2000. Mercury, cadmium, lead and selenium in fish from a Norwegian fjord and off the coast, the importance of sampling locality. J. Environ. Monit. 2: 375-377.

Bjerkeng, B. og A. Ruus, 2002. Statistisk analyse av data for dioksin-nivåer i organismer i Frierfjorden/Grenlandsområdet. Rapport 860/02. NIVA-rapport 4595-2002, 56 s.

Green, N.W. og J. Knutzen, 2001. Joint Assessment and Monitoring Programme. Forurensningsindeks og referanseindeks basert på observasjoner av miljøgifter i blåskjell fra utvalgte områder 1995-1999. Rapport 821/01 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4342-2001, 35 s.

Knutzen, J. og N.W. Green, 2000. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1999. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Rapport 806/00 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4300-2000, 42 s.

Knutzen, J. og N.W. Green, 2001a. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 2000. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer med orienterende analyser i dypvannsfisk. Rapport 836/01 innen statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4445-2001, 51 s.

Knutzen, J. og N.W. Green, 2001b. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). ”Bakgrunnsnivåer” av miljøgifter i fisk og blåskjell basert på datamateriale fra 1990-1998. Rapport 829/01 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4339-2001, 145 s.

Lobel, P.B. og H.D. Marshall, 1988. A unique low molecular zinc-binding ligand in the kidney cytosol of the mussel Mytilus edulis , and its relationship to the inherent variability of zinc accumulation in organisms. Mar. Biol. 99: 101-105.

Molvær, J. 2000. Utslipp av kvikksølv til Sørfjorden som følge av uhell ved Norzink As vinteren 1999-2000. Vurdering av utslippets størrelse. NIVA-rapport 4252-2000, 26 s.

Molvær, J. 2004. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2003. Delrapport 1. Oksygen og nitrogen i vannmassene. Rapport 896/2004 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4796-2004, 24 s.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport TA-1467/1997, 36 s.

Måge, A. 2003. Vurdering av sjøbotn nær utslepp av PCB til Sørfjorden ved opp-pussing av freda bygning, Tyssedal kraftverk, sommaren 2001. Juli 2003. ASES-rapport 11-2003. 7 s.

Ruus, A. og N.W. Green, 2002. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 2001. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Rapport 865/2002 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4612-2002, 41 s.

Ruus, A. og N.W. Green. 2003. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Miljøgifter i organismer i 2002. Rapport 885/2003 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4724-2003, 45 s.

Ruus, A., Skaare, J.U. og K. Ingebrigtsen, 2001. Disposition and depuration of lindane (γ-HCH) and polychlorinated biphenyl-110 (2,3,3´,4´,6-pentachlorobiphenyl) in cod (*Gadus morhua*) and bullrout (*Myoxocephalus scorpius*) after single oral exposures. Environ Toxicol Chem 20:2377-2382.

Ruus, A., Ugland, K.I., Espeland, O. og J.U. Skaare, 1999. Organochlorine contaminants in a local marine food chain from Jarfjord, Northern Norway. Mar. Environ. Res. 48: 131-146.

Skei, J. og J. Knutzen, 1999. Forurensningsutviklingen i Sørfjorden og Hardangerfjorden i perioden 1980-1997. Populær framstilling av resultater fra overvåking av vann. sedimenter og organismer. Rapport 754/99 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4008-99, 36 s.

Skei, J. og J. Knutzen, 2000. Utslipp av kvikksølv til Sørfjorden som følge av uhell ved Norzink as vinteren 1999-2000. Miljømssige konsekvenser. NIVA-rapport 4234-2000, 12 s.

Skei, J. og M. Schøyen, 2004. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Metaller i vannmassene i 2003. Rapport 900/2004 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4825-2004, 21 s.

Skei, J. og T. Tellefsen, 2000. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden år 2000. Kartlegging av PCB i indre Sørfjorden ved hjelp av semi-permeable lavtetthets polyetylen membraner (LDPE-SPMD). Rapport 809/00 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4319-2000, 19 s.

Skei, J., Knutzen, J. og K. Næs, 1989. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1987-1988. Rapport 346/89 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 2227-1989, 132 s.

Skei, J., Rygg, B., Moy, F., Molvær. J., Knutzen, J., Hylland, K., Næs, K., Green, N. og T. Johnsen, 1998. Forurensningsutviklingen i Sørfjorden/Hardangerfjorden i perioden 1980-1997. Sammenstilling av resultater fra overvåkingen av vann. sedimenter og organismer. Rapport 742/98 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3922-98. 95 s.

Walday, M. 2002. Effekter av uhellsutslipp av metallholdig vann til Sørfjorden, Hardanger i 1999-2000. Analyser av sedimenter og filet av torsk. NIVA-rapport 4520-2002. 21 s.

# VEDLEGG (Rådata)

**Kvikksølv i lange og brosme samlet november-desember 2003 (våtvektsbasis).**

**Kvikksølv i torsk samlet oktober-november 2003 (våtvektsbasis).**

**Metaller og klororganiske miljøgifter i blåskjell samlet november 2003 (våtvektsbasis).**

## Rådata: Kvikksølv i lange (PrNr 1)og brosme (PrNr 2-5) samlet i indre Sørfjorden (Tyssedal/Edna (ikke Måge, som nevnt i tabell)), desember 2003 (våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : **2004-00292** Mottatt dato : **20040220** Godkjent av : **KLR** Godkjent dato: **2004**
Prosjektnr : **O 800309**
Kunde/Stikkord : **SØRMAR**
Kontaktp./Saksbeh. : **SKE ARU**

| Analysevariabel | | | | Hg-B |
|---|---|---|---|---|
| Enhet ==> | | | | µg/g |
| Metode ==> | | | | E 4-3 |
| PrNr | PrDato | Merking | Prøvetype | |
| 1 | ! | Indre fjord MÅGE 1 | bioff | 0.21 |
| 2 | | Indre fjord MÅGE 2 | bioff | 0.99 |
| 3 | | Indre fjord MÅGE 3 | bioff | 1.10 |
| 4 | | Indre fjord MÅGE 4 | bioff | 1.44 |
| 5 | | Indre fjord MÅGE 5 | bioff | 2.06 |

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.

## Rådata: Kvikksølv i lange (PrNr 1)og brosme (PrNr 2-4) samlet i ytre Sørfjorden (Hauso), november 2003 (våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : **2004-00293** Mottatt dato : **20040220** Godkjent av : **KLR** Godkjent dato: **2004**
Prosjektnr : **O 800309**
Kunde/Stikkord : **SØRMAR**
Kontaktp./Saksbeh. : **SKE ARU**

| Analysevariabel | | | | Hg-B |
|---|---|---|---|---|
| Enhet ==> | | | | µg/g |
| Metode ==> | | | | E 4-3 |
| PrNr | PrDato | Merking | Prøvetype | |
| 1 | ! | Ytre fjord HAUSO 1 | bioff | 0.32 |
| 2 | | Ytre fjord HAUSO 2 | bioff | 0.96 |
| 3 | | Ytre fjord HAUSO 3 | bioff | 1.59 |
| 4 | | Ytre fjord HAUSO 4 | bioff | 2.19 |

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.

## Rådata: Kvikksølv i torsk samlet i indre Sørfjorden (Måge), november 2003 (våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : **2004-00294** Mottatt dato : **20040220** Godkjent av : **KLR** Godkjent dato: **2004**
Prosjektnr : **O 800309**
Kunde/Stikkord : **SØRMAR**
Kontaktp./Saksbeh. : **SKE ARU**

| Analysevariabel | | | | Hg-B |
|---|---|---|---|---|
| Enhet ==> | | | | µg/g |
| Metode ==> | | | | E 4-3 |
| PrNr | PrDato | Merking | Prøvetype | |
| 1 | ! | Indre Fjord MÅGE torsk 01 | bioff | 0.32 |
| 2 | | Indre Fjord MÅGE torsk 02 | bioff | 0.28 |
| 3 | | Indre Fjord MÅGE torsk 03 | bioff | 0.20 |
| 4 | | Indre Fjord MÅGE torsk 04 | bioff | 0.16 |
| 5 | | Indre Fjord MÅGE torsk 05 | bioff | 0.50 |
| 6 | | Indre Fjord MÅGE torsk 06 | bioff | 0.45 |
| 7 | | Indre Fjord MÅGE torsk 07 | bioff | 0.25 |
| 8 | | Indre Fjord MÅGE torsk 08 | bioff | 0.34 |
| 9 | | Indre Fjord MÅGE torsk 09 | bioff | 0.30 |
| 10 | | Indre Fjord MÅGE torsk 10 | bioff | 0.44 |
| 11 | | Indre Fjord MÅGE torsk 11 | bioff | 0.35 |
| 12 | | Indre Fjord MÅGE torsk 12 | bioff | 0.46 |
| 13 | | Indre Fjord MÅGE torsk 13 | bioff | 0.22 |
| 14 | | Indre Fjord MÅGE torsk 14 | bioff | 0.093 |
| 15 | | Indre Fjord MÅGE torsk 15 | bioff | 0.27 |
| 16 | | Indre Fjord MÅGE torsk 16 | bioff | 0.17 |
| 17 | | Indre Fjord MÅGE torsk 17 | bioff | 0.26 |
| 18 | | Indre Fjord MÅGE torsk 18 | bioff | 0.19 |
| 19 | | Indre Fjord MÅGE torsk 19 | bioff | 0.24 |
| 20 | | Indre Fjord MÅGE torsk 20 | bioff | 0.43 |
| 21 | | Indre Fjord MÅGE torsk 21 | bioff | 0.35 |
| 22 | | Indre Fjord MÅGE torsk 22 | bioff | 0.18 |
| 23 | | Indre Fjord MÅGE torsk 23 | bioff | 0.35 |
| 24 | | Indre Fjord MÅGE torsk 24 | bioff | 0.15 |
| 25 | | Indre Fjord MÅGE torsk 25 | bioff | 1.07 |

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.

## Rådata: Kvikksølv i torsk samlet i ytre Sørfjorden (Hauso), oktober 2003 (våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : **2004-00295** Mottatt dato : **20040220** Godkjent av : **KLR** Godkjent dato: **2004**
Prosjektnr : **O 800309**
Kunde/Stikkord : **SØRMAR**
Kontaktp./Saksbeh. : **SKE ARU**

| Analysevariabel | | | | Hg-B |
|---|---|---|---|---|
| Enhet ==> | | | | µg/g |
| Metode ==> | | | | E 4-3 |
| PrNr | PrDato | Merking | Prøvetype | |
| 1 | ! | Ytre fjord HAUSO torsk 01 | bioff | 0.062 |
| 2 | | Ytre fjord HAUSO torsk 02 | bioff | 0.076 |
| 3 | | Ytre fjord HAUSO torsk 03 | bioff | 0.069 |
| 4 | | Ytre fjord HAUSO torsk 04 | bioff | 0.080 |
| 5 | | Ytre fjord HAUSO torsk 05 | bioff | 0.086 |
| 6 | | Ytre fjord HAUSO torsk 06 | bioff | 0.084 |
| 7 | | Ytre fjord HAUSO torsk 07 | bioff | 0.16 |
| 8 | | Ytre fjord HAUSO torsk 08 | bioff | 0.14 |
| 9 | | Ytre fjord HAUSO torsk 09 | bioff | 0.12 |
| 10 | | Ytre fjord HAUSO torsk 10 | bioff | 0.11 |
| 11 | | Ytre fjord HAUSO torsk 11 | bioff | 0.063 |
| 12 | | Ytre fjord HAUSO torsk 12 | bioff | 0.041 |
| 13 | | Ytre fjord HAUSO torsk 13 | bioff | 0.076 |
| 14 | | Ytre fjord HAUSO torsk 14 | bioff | 0.19 |
| 15 | | Ytre fjord HAUSO torsk 15 | bioff | 0.054 |
| 16 | | Ytre fjord HAUSO torsk 16 | bioff | 0.094 |
| 17 | | Ytre fjord HAUSO torsk 17 | bioff | 0.066 |
| 18 | | Ytre fjord HAUSO torsk 18 | bioff | 0.10 |
| 19 | | Ytre fjord HAUSO torsk 19 | bioff | 0.075 |
| 20 | | Ytre fjord HAUSO torsk 20 | bioff | 0.13 |
| 21 | | Ytre fjord HAUSO torsk 21 | bioff | 0.20 |
| 22 | | Ytre fjord HAUSO torsk 22 | bioff | 0.13 |
| 23 | | Ytre fjord HAUSO torsk 23 | bioff | 0.099 |
| 24 | | Ytre fjord HAUSO torsk 24 | bioff | 0.16 |
| 25 | | Ytre fjord HAUSO torsk 25 | bioff | 0.076 |

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.

# Rådata: Metaller og klororganiske miljøgifter i blåskjell samlet på ulike stasjoner i Sørfjorden november 2003 (våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : **2004-00296** Mottatt dato : **20040220** Godkjent av : **KLR** Godkjent dato: **20040414**
Prosjektnr : **O 800309**
Kunde/Stikkord : **SØRMAR**
Kontaktp./Saksbeh. : **SKE ARU**

| Analysevariabel | | | | TTS/% | Fett-% | Cd/MS-B | Cu/MS-B | Hg-B | Pb/MS-B | Zn/MS-B | CB28-B | CB52-B | CB101-B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enhet ==> | | | | % | % pr.v.v. | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/g | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. |
| Metode ==> | | | | B 3 | H 3-4 | E 8-3 | E 8-3 | E 4-3 | E 8-3 | E 8-3 | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 |
| PrNr | PrDato | Merking | Prøvetype | | | | | | | | | | |
| 1 ! | 20031103 | B1 Byrkjenes | biosk | 16.6 | 1.8 | 1.29 | 1.48 | 0.054 | 10.4 | 16.4 | <0.20 | <0.20 | s0.50 |
| 2 ! | 20031103 | B2 Eitrheimsnes | biosk | 22.3 | 2.5 | 0.885 | 1.21 | 0.029 | 2.57 | 20.7 | 0.20 | <0.20 | s0.43 |
| 3 | 20031112 | B3 Tyssedal | biosk | 17.8 | 1.7 | 1.89 | 1.67 | 0.061 | 12.5 | 30.8 | <0.20 | 0.49 | 2.2 |
| 4 ! | 20031105 | B4 Digranes | biosk | 20.2 | 2.4 | 0.839 | 0.969 | 0.031 | 2.47 | 16.3 | <0.20 | <0.20 | s0.46 |
| 5 ! | 20031102 | B7 Krossanes | biosk | 15.8 | 1.8 | 1.03 | 0.824 | 0.042 | 2.46 | 20.4 | <0.20 | <0.20 | s0.20 |
| 6 ! | 20031105 | Utne, Ekstra st. | biosk | 23.3 | 2.1 | 0.747 | 1.31 | 0.035 | 1.19 | 19.5 | <0.20 | <0.20 | s0.27 |
| 7 ! | 20031105 | Måge, Ekstra st. | biosk | 16.2 | 1.6 | 1.37 | 0.755 | 0.062 | 3.35 | 17.7 | 0.21 | 0.21 | s0.36 |

| Analysevariabel | | | | CB118-B | CB105-B | CB153-B | CB138-B | CB156-B | CB180-B | CB209-B | ∑PCB | ∑PCB$_7$ | QCB-B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enhet ==> | | | | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. |
| Metode ==> | | | | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 | Beregnet* | Beregnet* | H 3-4 |
| PrNr | PrDato | Merking | Prøvetype | | | | | | | | | | |
| 1 ! | 20031103 | B1 Byrkjenes | biosk | 0.36 | 0.20 | 0.57 | 0.63 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | s2.26 | s2.06 | <0.10 |
| 2 ! | 20031103 | B2 Eitrheimsnes | biosk | 0.33 | <0.20 | 0.58 | 0.60 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | s2.14 | s2.14 | <0.10 |
| 3 | 20031112 | B3 Tyssedal | biosk | 2.4 | 1.0 | 3.1 | 3.8 | 0.32 | 0.23 | <0.20 | 13.54 | 12.22 | <0.10 |
| 4 ! | 20031105 | B4 Digranes | biosk | 0.39 | 0.20 | 0.59 | 0.66 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | s2.3 | s2.1 | <0.10 |
| 5 ! | 20031102 | B7 Krossanes | biosk | 0.20 | <0.20 | 0.33 | 0.35 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | s1.08 | s1.08 | <0.10 |
| 6 ! | 20031105 | Utne, Ekstra st. | biosk | 0.21 | <0.20 | 0.28 | 0.31 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | s1.07 | s1.07 | <0.10 |
| 7 ! | 20031105 | Måge, Ekstra st. | biosk | 0.28 | <0.20 | 0.44 | 0.50 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | s2 | s2 | <0.10 |

| Analysevariabel | | | | HCHA-B | HCB-B | HCHG-B | OCS-B | DDEPP-B | TDEPP-B | DDTPP-B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enhet ==> | | | | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. | µg/kg v.v. |
| Metode ==> | | | | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 | H 3-4 |
| PrNr | PrDato | Merking | Prøvetype | | | | | | | |
| 1 ! | 20031103 | B1 Byrkjenes | biosk | <0.20 | <0.10 | <0.20 | <0.10 | 3.0 | 1.6 | 5.9 |
| 2 ! | 20031103 | B2 Eitrheimsnes | biosk | <0.20 | <0.10 | <0.20 | <0.10 | 2.2 | 1.1 | 4.1 |
| 3 | 20031112 | B3 Tyssedal | biosk | <0.20 | <0.10 | <0.20 | <0.10 | 2.3 | 1.2 | 5.7 |
| 4 ! | 20031105 | B4 Digranes | biosk | <0.20 | 0.10 | <0.20 | <0.10 | 4.6 | 2.3 | 17 |
| 5 ! | 20031102 | B7 Krossanes | biosk | <0.20 | <0.10 | <0.20 | <0.10 | 12 | 4.3 | 21 |
| 6 ! | 20031105 | Utne, Ekstra st. | biosk | <0.20 | <0.10 | <0.20 | <0.10 | 8.1 | 2.7 | 16 |
| 7 ! | 20031105 | Måge, Ekstra st. | biosk | <0.20 | <0.10 | <0.20 | <0.10 | 4.6 | 2.9 | 17 |

* Analysemetoden er ikke akkreditert.
s Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt. PCB 101 kommer som en skulder. Høy usikkerhet
PrNr 2 PCB 101 kommer som en skulder. Høy usikkerhet
PrNr 4 PCB 101 kommer som en skulder. Høy usikkerhet
PrNr 5 PCB 101 kommer som en skulder. Høy usikkerhet
PrNr 6 PCB 101 kommer som en skulder. Høy usikkerhet
PrNr 7 PCB 101 kommer som en skulder. Høy usikkerhet

**Statens forurensningstilsyn (SFT)**
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no



| Utførende institusjon | Kontaktperson SFT | ISBN-nummer |
|---|---|---|
| Norsk Institutt for Vannforskning | Bjørn A. Christensen | 82-577-4566-9 |

| | Avdeling i SFT | TA-nummer |
|---|---|---|
| | Næringslivsavdelingen | 2045/2004 |

| Oppdragstakers prosjektansvarlig | År | Sidetall | SFTs kontraktnummer |
|---|---|---|---|
| Anders Ruus | 2004 | 54 | |

| Utgiver | Prosjektet er finansiert av |
|---|---|
| Norsk Institutt for Vannforskning<br>NIVA-rapport 4880-2004 | Statens Forurensningstilsyn<br>Boliden Odda AS<br>Tinfos Titan & Iron K/S<br>Tyssefaldene A/S<br>Odda kommune<br>Ullensvang kommune. |

Forfatter(e)
Anders Ruus, Norman W. Green


Tittel - norsk og engelsk
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden.
Miljøgifter i organismer i 2003

Monitoring of environmental quality in the Sørfjord.
Contaminants in organisms in 2003

Sammendrag – summary
Vesentlig metallforurensning i Sørfjorden gjorde seg gjeldende også i 2003. Blåskjell viste opp til sterk grad av forurensning med bly, markert grad av forurensning med kadmium og moderat grad av forurensning med kvikksølv. Det er tegn til en nedgang i skjellkonsentrasjoner av kadmium på flere stasjoner. Kvikksølv-konsentrasjonen i skrubbe er den nest høyeste siden 1987. Kvikksølvkonsentrasjonene var også meget høye i dypvannsfisk. Etter ekstremkonsentrasjonene i 2002 har PCB i torskelever sunket til et nivå under gjennomsnittene for 1999 og 2001. PCB i skrubbe fra indre Sørfjorden har imidlertid steget i forhold til 2002 og 2001. Gjennomsnittlig DDT-konsentrasjon (p,p´-) i torskelever var fordoblet fra 2002 til 2003. I blåskjell var DDT-konsentrasjonene høyere enn DDE-konsentrasjonene på samtlige stasjoner, noe som tyder på "fersk" eksponering. Prosentandelen DDT utgjorde av ΣDDT er den høyeste som er registrert på samtlige stasjoner. Konsentrasjonene av ΣDDT er også de høyeste som er registrert på alle stasjoner. Det er dermed funnet indikasjoner på en vesentlig belastning av DDT over store deler av og på begge sider av Sørfjorden. Eksponeringen varierer mye innenfor korte tidsrom. 2002-verdien for PCB i blåskjell ved Tyssedal gikk ned fra ekstremkonsentrasjonen i 2001. I 2003 har PCB-konsentrasjonen sunket ytterligere, til et nivå tilsvarende konsentrasjonene i 1995 og tidligere (moderat forurenset). Det er imidlertid sannsynlig at organismer (andre enn blåskjell) fortsatt eksponeres for vesentlige mengder PCB, som allerede er tilført miljøet.



| 4 emneord | 4 subject words |
|---|---|
| Overvåking | Monitoring |
| Sørfjorden | Sørfjord |
| Blåskjell | Blue mussels |
| Fisk | Fish |