



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport 728/98

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner NIVA

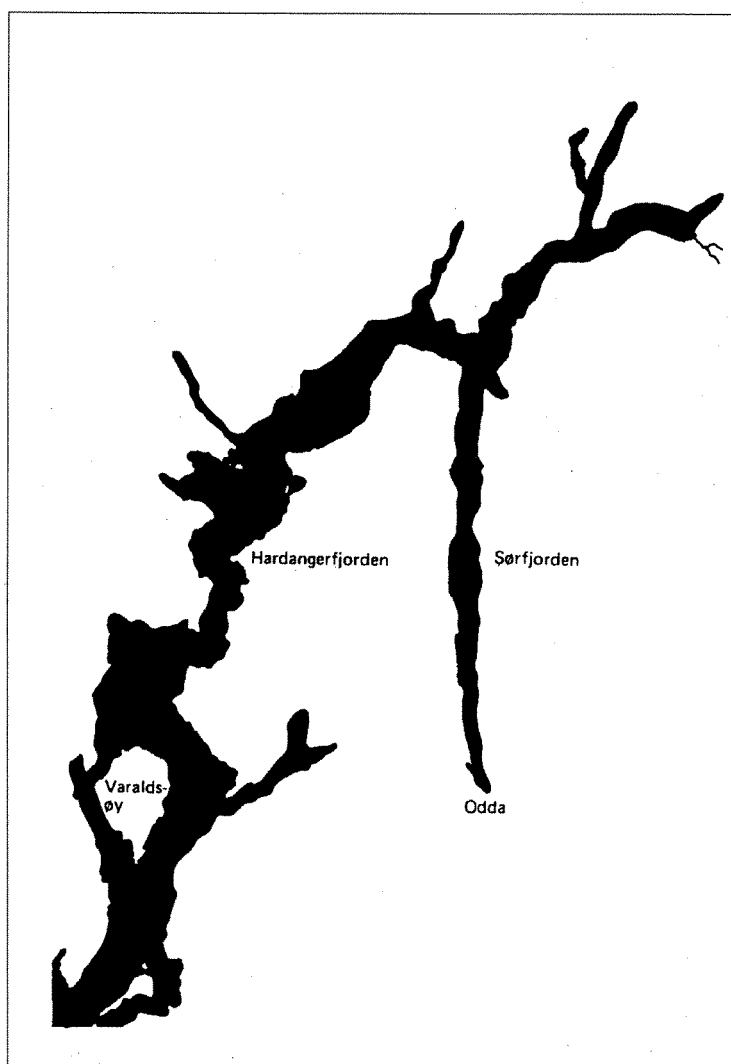
Assayers, Odde

Tiltaksorienterte  
miljøundersøkelser i

## Sørfjorden og Hardanger- fjorden 1996

Delrapport 3

Miljøgifter i organismer



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

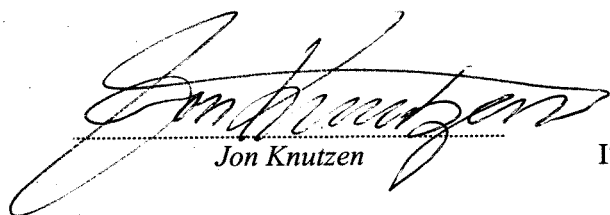
|   |                                     |                  |
|---|-------------------------------------|------------------|
| Tittel<br>Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1996. Delrapport 3. Miljøgifter i organismer.<br><br>Overvåkingsrapport nr. 728/98. TA-nr. 1538/98. | Løpenr. (for bestilling)<br>3832-98 | Dato<br>10/3-98  |
|   | Prosjektnr. Undernr.<br>O-800309    | Sider Pris<br>39 |
| Forfatter(e)<br>Knutzen, Jon<br>Green, Norman W.<br>Brevik, Einar M.  | Fagområde<br>Marin økologi          | Distribusjon     |
|   | Geografisk område<br>Hordaland      | Trykket<br>NIVA  |

|  |                   |
|--|-------------------|
| Oppdragsgiver(e)<br>Statens forurensningstilsyn (SFT). | Oppdragsreferanse |
|--|-------------------|

**Sammendrag**

Tilstanden i Sørfjorden var i 1996 fortsatt preget av sterk metallforurensning i blåskjell og tang. Bly og kadmium i skjell opptrådte i overkonsentrasjoner på hhv. 3 - 25 og 5 - 13 ganger jevnført med Kl. I i SFTs klassifiserings-system. Forurensningen med disse metallene var også tydelig i Hardangerfjorden, 60 - 80 km fra Odda. Videre ble det registrert forhøyet innhold av DDT i skjell fra hele Sørfjorden, mest markert ved Kvalnes, slik det har vært påvist årlig siden 1991. DDT-forurensningen ble også sporet i fisk. Det er nå kjent at DDT for omkring 40 år siden er blitt gravd ned i omegnen av Kvalnes. I filét av torsk fra indre Sørfjorden ble det konstatert omkring en fordobling av høyt normalinnhold av kvikksølv; i lever av torsk betenkelig høyt PCB-innhold i noen individer (store individuelle variasjoner).

|  |  |
|--|--|
| Fire norske emneord<br>1. Miljøgifter<br>2. Metaller<br>3. DDT<br>4. PCB | Fire engelske emneord<br>1. Micropollutants<br>2. Metals<br>3. DDT<br>4. PCB |
|--|--|



Jon Knutzen

ISBN 82-577-3412-8



Bjørn Braaten  
Forskningssjef

**TILTAKSORIENTERTE  
MILJØUNDERSØKELSER**

**I**

**SØRFJORDEN OG HARDANGERFJORDEN 1996**

**Delrapport 3. Miljøgifter i organismer**

## Forord

*Overvåkingen av miljøgifter i organismer fra Sør fjorden gjennomføres i samarbeid med Alex Stewart Environmental Services A/S (ASSAYERS), som ved Arild Moe har vært ansvarlig for innsamling av blåskjell og tang.*

*Rapporten inkluderer data fra Joint Assessment and Monitoring Program (JAMP) under Oslo/Paris kommisjonen, med Norman Green som prosjektleder. Overvåkingen av miljøgifter i fisk skjer i sin helhet under JAMP.*

*Analysene av metaller har vært utført av gruppen for uorganiske analyser ved NIVAs rutineanalyaselaboratorium. Einar Brevik har vært hovedansvarlig for analysene av klororganiske stoffer. Prøvene av fisk og blåskjell er opparbeidet av Unni Efraimsen, Frank Kjellberg og Frithjof Moy.*

*Prosjektleder er Jens Skei. For 1996 er det tidligere gitt ut rapporter om fjordens vannkjemi 1996 (Skei, 1997) og om bløtbunnsfauna og sedimenter (Rygg & Skei, 1997).*

Oslo, 10. mars 1998.

*Jon Knutzen*

# Innhold

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER</b>  | <b>5</b>  |
| SUMMARY                               | 7         |
| <b>2. BAKGRUNN OG FORMÅL</b>          | <b>8</b>  |
| <b>3. MATERIALE OG METODER</b>        | <b>9</b>  |
| <b>4. RESULTATER OG DISKUSJON</b>     | <b>14</b> |
| 4.1 Metaller i fisk                   | 14        |
| 4.2 Metaller i blåskjell              | 16        |
| 4.3 Metaller i tang                   | 22        |
| 4.4 Klororganiske stoffer i fisk      | 29        |
| 4.5 Klororganiske stoffer i blåskjell | 31        |
| <b>5. REFERANSER</b>                  | <b>35</b> |
| <b>DATAVEDLEGG</b>                    | <b>36</b> |

# 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- I. Overvåkingen skal følge utviklingen i Sørfjorden etter utslippsreduksjoner, gi grunnlag for å bedømme behovet for eventuelle ytterligere tiltak og tjene som underlag for næringsmiddel-myndighetenes vurdering av fisks og skjells spiselighet. Et fjerde hovedformål er å holde allmenhet og brukerinteresser orientert om fjordens tilstand.
- II. 1996-observasjonene av miljøgifter i organismer har som tidligere omfattet metaller og klororganiske stoffer i fisk og blåskjell, samt metaller i blæretang/grisetang. Prøvestedene fremgår av figur 1 (skjell og tang) og figur 2 (fisk). Noe av overvåkingen av miljøgifter i fisk og skjell fra Sørfjorden/Hardangerfjorden er en del av Norges bidrag til Joint Assessment and Monitoring Program (JAMP) under Oslo-/Paris kommisjonen. Den fullstendige bearbeidelsen av data for fisk skjer således innen dette programmet. I foreliggende rapport gjengis hovedresultatene av betydning for å bedømme forurensningsgrad og spiselighet.
- III. I filet av torsk og skrubbe fra indre Sørfjorden var det små/moderate overkonsentrasjoner av kvikksølv (omkring det dobbelte av et "høyt normalnivå" fra steder uten påvirkning fra punktkilder). Også kadmiuminnholdet i fiskelever var forhøyet, ca. 2 ganger i torsk. >5 ganger i skrubbe.
- IV. Middelerverdiene for PCB i torskelever fra to stasjoner i indre fjord var hhv. 2/10 ganger over grensen for kl. I i SFTs klassifiseringssystem (dvs. "høyt normalnivå"). Resultatet innebærer at helsemyndighetene bør vurdere torskeleverens spiselighet. Imidlertid er bakgrunnen for den høye middelerverdien variasjoner mellom enkeltfisk på opp til 70 ganger, slik at for forurensningsgrad (men ikke spiselighet) er medianverdien et bedre mål. I verste tilfelle representerte medianverdien en overkonsentrasjon på vel 2 ganger.

Gjennomsnittlig DDT-innhold i torskelever var 3-5 ganger høyere enn grensen for kl. I i SFT-klassifiseringen. Motsatt PCB var DDT-forurensningen omlag like høy ved Strandebarm ute i Hardangerfjorden som i indre del av Sørfjorden. Også for DDT var det store individuelle variasjoner (10 ganger).

- V. Registreringene av klororganiske stoffer i blåskjell viste som tidligere at Sørfjorden er belastet med DDT og nedbrytningsprodukter. Likeledes ble den høyeste konsentrasjonen igjen funnet i skjell fra Kvalnes, tilsvarende en forhøyelse utover "høyt normalnivå" på nærmere 10 ganger. Forhøyede nivåer også i innerste del av fjorden tyder imidlertid på mer enn ett kildeområde. Det er ingen tendens til endring i DDT-forurensningens grad og utbredelsesmønster for perioden fra 1991, da nåværende undersøkelsesopplegg begynte.

I 1997 ble det kjent at DDT for omlag 40 år siden er blitt gravd ned ett eller to steder i omegnen av Kvalnes. Foreløpig er det ikke gjort noe med disse deponiene.

Bare ved Tyssedal var det vitnesbyrd om nåtidig PCB-tilførsel av noen betydning. Overkonsentrasjonen i skjellene (nærmere 10 ganger) var imidlertid de høyeste siden 1991.

- VI. Metallforurensningen i blåskjell var noe lavere i 1996 sammenlignet med året før på alle lokaliteter unntatt st. B2 Eitheim (figur 1), til tross for at gjennomsnittskonsentrasjonen av sink og kadmium i overflatevann er beregnet til å ha vært høyere i 1996. Forholdet viser utilstrekkeligheten i prøvetakingsprogrammet for vann så lenge man ikke makter å få kontroll over storskala episodiske tilførsler. Inntil dette skjer må også svingningene i skjells metallinnhold fra år til år bare betraktes som tilfeldige, avhengig av når episodene finner sted i forhold til tidene for

innsamling av skjell. Overkonsentrasjonene i blåskjell varierte fra 1-2.5 ganger for sink (regulert opptak) og 1-3.5 ganger for kvikksølv til 5-13 og 3-25 ganger for hhv. kadmium og bly. Begge de sistnevnte metaller ble sporet i forhøyede nivåer (1.5-3 X) på JAMP-stasjonene i hovedfjorden (dvs. ca. 60/80 km fra Odda).

VII. Bortsett fra svak forhøyelse i sinkinnholdet på de to innerste stasjonene jevnført med med foregående år, samsvarte tendensen i tang med den tilsynelatende forbedring av de gjennomsnittlige forholdene mht. metallbelastning. Overkonsentrasjonene i tang var som vanlig generelt noe lavere enn i skjell, men sinknivået i tang fra munningsstasjonen viste uttransport av dette metallet i tillegg til kadmium og bly (kfr. pkt VI ovenfor).

VIII. Det tilrådes å fortsette arbeidet med å få kartlagt diffuse tilførsler av metaller og uhellsutslipp fra Norzink A/S med henblikk på å få kontroll over disse kildene, som fremtrer som et hovedproblem i relasjon til å forbedre fjordens tilstand. Videre bør nedgravet DDT ved Kvalnes lokaliseres og fjernes. I denne forbindelse bør det også undersøkes om det kan være lignende tilfeller andre steder langs fjorden.

## SUMMARY

- I. The main aim of monitoring in Sjørfjorden, Hardanger (Figure 1 - 2) is to follow the development in the metal content of fish, mussels and algae after several measures to reduce the discharges of in particular mercury, lead, cadmium and zinc.

In fish and mussels the levels of organochlorines are also followed by yearly registrations.

The observations of contaminants in fish and mussels are part of the Norwegian contribution to Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP) of the Paris- and Oslo Commissions.

- II. In fillet of cod (*Gadus morhua*) and flounder (*Platichthus flesus*) the 1996 recordings showed about a doubling of the "high background level" of mercury (= Class I in the environmental quality classification system of the Norwegian Pollution Control Authority). The cadmium concentration of fish liver was elevated 2 - 5 times (Table 3).
- III. Mercury, cadmium, lead and zinc in the blue mussel (*Mytilus edulis*) exceeded, in the given order, high background levels with up to 3.5/13/25/2.5 times (Table 5, Figure 3 -6). Excess concentrations of lead and cadmium were found at Hardangerfjord localities 80/60 km from the source.
- IV. Relatively lower metal exceedance values (times background) were recorded in bladder wrack and knobbed wrack (*Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*), except for zinc. (Benthic algae are better indicators for zinc than mussels). Registrations at the mouth of Sjørfjorden showed that zinc, in addition to lead and cadmium, is transported into the main fjord.
- V. Metal contamination in Sjørfjorden has decreased since the 80ies/early 90ies (Figures 3 -11). The lack of a definite trend in later years shows the need of better control with accidental discharges and runoff from a contaminated local catchment area.
- VI. Median PCB concentration in liver of cod (*Gadus morhua*) from the inner part of Sjørfjorden was moderately elevated compared the high background level, but with large individual variation. DDT contamination (3 - 5 times background) occurred in cod both from Sjørfjorden and the Hardangerfjord.
- VII. Mussel contamination with DDT and its metabolites was highest in the vicinity of the Kvalnes sampling station (Figure 2) with decreasing concentrations towards the head and mouth of the fjord (Table 10, Figure 12). The  $\Sigma$  DDT level in mussels from Kvalnes in 1996 was nearly 10 times higher than the limit of Cl. I in the Norwegian classification system. So far one DDT dump site near Kvalnes has been disclosed.



## 2. BAKGRUNN OG FORMÅL

Bakgrunnen for overvåkingen i Sørfjorden er dels den vedvarende høye metallbelastningen på fjordens overflate, samt at det i 1991 ble avdekket at fjorden var utsatt for en ikke ubetydelig forurensning med DDT (vesentlig i form av nedbrytningsproduktet DDE). Metallforurensningen har foranlediget advarsel 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 gjelder.

Overvåkingen er tiltaksorientert, idet det er et hovedformål å gi grunnlag for å vurdere behov for ytterligere å redusere tilførslene av forurensninger, samt å gi ajourførte data som benyttes til å bedømme spiseligheten av fisk og skjell. Ved dette fås også informasjon om tilstandens utvikling, som ikke bare er av interesse for forvaltingsmyndighetene (om tiltakene gir den tilsiktede virkning), men også for allmenheten og brukerne av fjorden.

Tabell 1 viser tilførselstall for metaller i 1996 og foregående år, såvidt de har latt seg beregne. Hovedproblemet i denne forbindelse er dels den diffuse belastningen fra forurenset grunn som følger større regnskylt og dels uhellsutslipp knyttet til henholdsvis Norzinks tidligere og nåværende virksomhet (Skei, 1997). Tallene i tabell 1 må derfor betraktes som usikre.

**Tabell 1.** Offisielle anslag over utslipp til sjø fra Odda Smelteverk A/S (O.S.), Norzink A/S (NZ) og Tinfoss Titan & Iron (TTI) i 1996 (kg/år). Basert på opplysninger fra bedriftene. Tallene i parentes representerer utslippstall for 1995.

| Bedrift          | Cu                  | Pb                    | Zn                      | Cd                  | Hg                    | PAH                   |
|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| O.S.             | 209<br>(285)        | 107<br>(410)          | 450<br>(972)            | 12.2<br>(18.8)      | 4.2<br>(2.1)          | 2400<br>(2600)        |
| NZ <sup>1)</sup> | 100<br>(175)        | 2800<br>(5500)        | 36000<br>(52000)        | 900<br>(900)        | 5.9<br>(10.7)         | -                     |
| TTI              | 2.7<br>(?)          | 26.1<br>(21.7)        | 6699<br>(3574)          | 0.7<br>(2.9)        | 0.7<br>(0.7)          | -<br>(-)              |
| <b>Totalt</b>    | <b>312</b><br>(460) | <b>2933</b><br>(5931) | <b>43149</b><br>(56546) | <b>913</b><br>(922) | <b>10.8</b><br>(13.5) | <b>2400</b><br>(2600) |

<sup>1)</sup> Tilførslene fra Norzink for 1996 omfatter utslipp fra løpende drift (regulære utslipp og akuttutslipp), utpumping av vann bak spuntvegg, avrenning fra kaiområdet og beregnede mengder av sink og kadmium tilført fjorden via overflatevann og kloakk (diffuse tilførsler). Den anslagsvise fordelingen mellom disse enkeltkildene er følgende (kg/år):

|                          | Zn    | Cd   | Pb      | Cu  | Hg  |
|--------------------------|-------|------|---------|-----|-----|
| Drift                    | 5400  | 70   | 2450 *) | 30  | 4.3 |
| Via spuntvegg            | 1477  | 67   | 14.8    | 4.1 | 0.1 |
| Kaien                    | 7700  | 27.5 | 192.5   | 55  | 1.5 |
| Diffuse tilførsler (ca.) | 21000 | 700  | ?       | ?   | ?   |
| SUM**)                   | 36000 | 900  | 2800    | 100 | 5.9 |

\*) Hovedsaklig fra aluminiumfluoridfabrikken.

\*\*) Disse tallene er skjønsmessig avrundet oppover av Norzink a.s.

### 3. MATERIALE OG METODER

Blåskjell (*Mytilus edulis*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) er samlet inn 18/10 1996 på ned til 1 - 1.5 meters dyp fra stasjonene B1 Byrkjenes, B2 Eitrheim, B3 Tyssedal, B4 Digraneset, B6 Kvalnes og B7 Krossanes (tabell 2, figur 1). Blåskjell er samlet fra alle stasjonene, blæretang på alle unntatt st. B7, og grisetang bare på lokalitetene inn til og med st. B4 (vanskelig å finne i sammenhengende bestander lenger inn).

Innen det internasjonale overvåkingsprogrammet JAMP (Joint Assessment and Monitoring Program) under Oslo/Paris kommisjonen, er det 22-23/9 1996 samlet inn blåskjell fra Eitrheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær og Vikingneset (tabell 2, figur 1).

Blåskjellene er analysert både for klororganiske stoffer og metaller; tungen bare på metallinnhold.

Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP) omfatter i tillegg analyser av metaller og klororganiske forbindelser i fisk. Skrubbe (*Platichthys flesus*) og torsk (*Gadus morhua*) fra indre Sørfjorden (JAMP-st. 53B) er samlet i august og desember (bare torsk) på tre forskjellige steder (figur 2), mens det ved Strandebarm i Hardangerfjorden (JAMP-st. 67B) er samlet torsk, skrubbe og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) i perioden august - desember.

Innenfor Statlig program samles av blåskjell (såvidt mulig) 50 stk. i størrelsen 4 - 5 (6) cm fra hver stasjon til en blandprøve. Skjellene fryses ned uten forutgående tømning av tarm. I praksis har det på flere Sørfjord-stasjoner vært vanskelig å finne skjell over 4 cm, slik at størrelsesintervallet ofte har blitt 3 - 5 cm (3-4 cm i 1994). Innen JAMP samles rutinemessig 50 stk. innen hver av størrelseskategoriene 2 - 3, 3 - 4 og 4 - 5 cm. Før nedfrysing går skjellene ca. ett døgn i vann fra innsamlingsstedet (tømning av tarm) og tas ut av skallene. Forsøk med blåskjell fra Sørfjorden viste imidlertid ingen signifikant forskjell i metallinnhold mellom skjell med og uten tarmrensing (Green, 1989).

Blandprøvene av blæretang (stasjonene B1, B2, B3, B4, B6) har bestått av ca. 5 cm lange skuddspisser (ca. 100 fra ca. 20 individer). Av grisetang (fra og med st. B4 og utover) benyttes skuddspisser, kuttet like under 2. blære ovenfra.

Fiskeprøvene er analysert dels på individer (10 - 25 stk.), dels på blandprøver av for det meste 5 stk. i 3 - 5 størrelsesgrupper (se nærmere i fotnoter under de aktuelle resultattabeller). Klororganiske forbindelser er analysert i lever og filet, kvikksølv bare i filet, og kadmium, bly, kobber og sink bare i lever.

Fisken er fraktet nedfrost, deretter tint og opparbeidet på NIVA før nedfrysing inntil homogenisering og analyse.

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 Oslo/Paris-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 det upresise begrepet "høyt diffust bakgrunnsnivå" menes "grensen" for verdier som kan registreres utenfor påvirkning fra definerte punktkilder). På grunnlag av resultater fra JAMP er det nylig foreslått enkelte nedjusteringer av disse grensene, dvs. kl. I i SFT's klassifiseringssystem for miljøgifter (kfr. Knutzen et al., 1993 med revidert utgave, Molvær et al., 1997, og med Knutzen og Green, 1995).

Før analyse er tangen tørket ved 105°C i 42 timer og homogenisert i RETCH agat mortermølle. Blåskjell og fisk er homogenisert i en TEFAL food processor eller Ultra-Turrax T25.

For metallanalysene er en innveid subprøve av tint homogenisat oppløst med salpetersyre i autoklav ved 120°C og fortynnet med destillert og avionisert vann (Norsk Standard 4780, 1. utg. juni 1988). Bestemmelsen utføres på den klare væskefasen og foretas med atomabsorpsjon i flamme eller grafittovn. Sink bestemmes ved atomabsorpsjon i flamme (NS 4770, NS 4773, 1. utg. mai 1980), mens bly, kadmium og kobber er bestemt ved flammeløs atomabsorpsjon (grafittovn) i henhold til NS 4780, NS 4781, 1. utg. juni 1988. Deteksjonsgrensene er 2.0/0.1/0.02 mg/kg våtvekt, henholdsvis for sink, bly/kobber og kadmium. Kvikksølv analyseres ved kalddamp/gullfelle, deteksjonsgrense 0.02 mg/kg. Standardavviket ved analyse av paralleller er < 2% for sink og < 5 - 10% for de øvrige. Analyse kvaliteten kontrolleres mot sertifisert referanse-materiale.

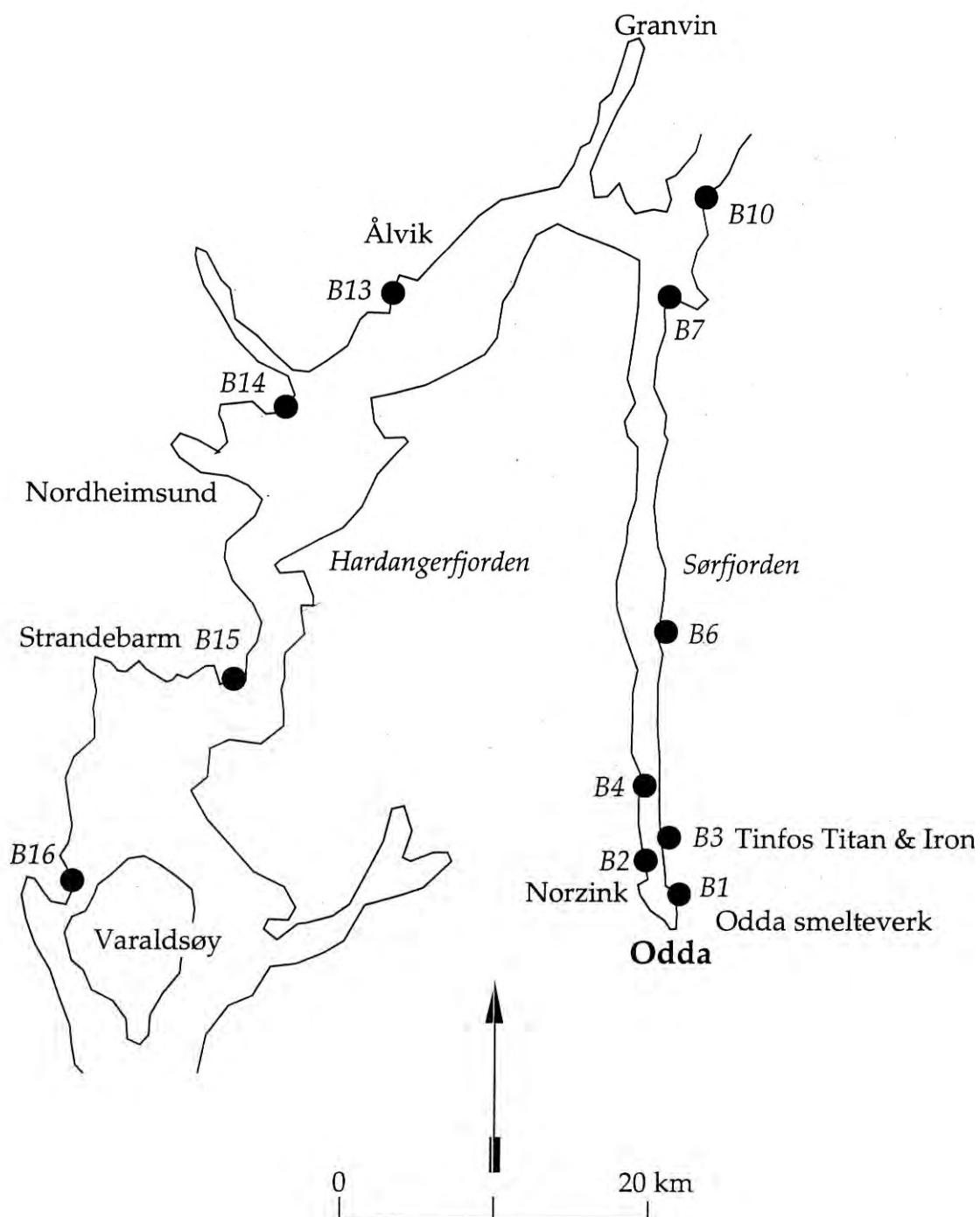
For de klororganiske analysene er vått homogenisert materiale tilsatt PCB 53 som indre standard og ekstrahert to ganger med en blanding av cykloheksan og aceton ved bruk av ultralyd desintegrasjon. Etter vasking av cykloheksan med destillert vann, tørkes ekstraktet og inndampes til tørrhet for fettvektbestemmelse. For videre analyse veies en del av fettutløst, løses i cykloheksan og renses/forsåpes med konsentrert svovelsyre.

Før kvantitativ analyse blir ekstraktet inndampet til ønsket volum i små glødede prøveglass. Identifisering og kvantifisering av de nevnte parametre utføres på en gasskromatograf (GC) med 60 m kapillærkolonne og elektroninnfangningsdetektor (ECD). Kvantifisering utføres via egne dataprogram ved bruk av 8-punkts standardkurver, og konsentrasjonsnivået til alle parametre som skal kvantifiseres justeres til å ligge innenfor standardkurvens lineære område.

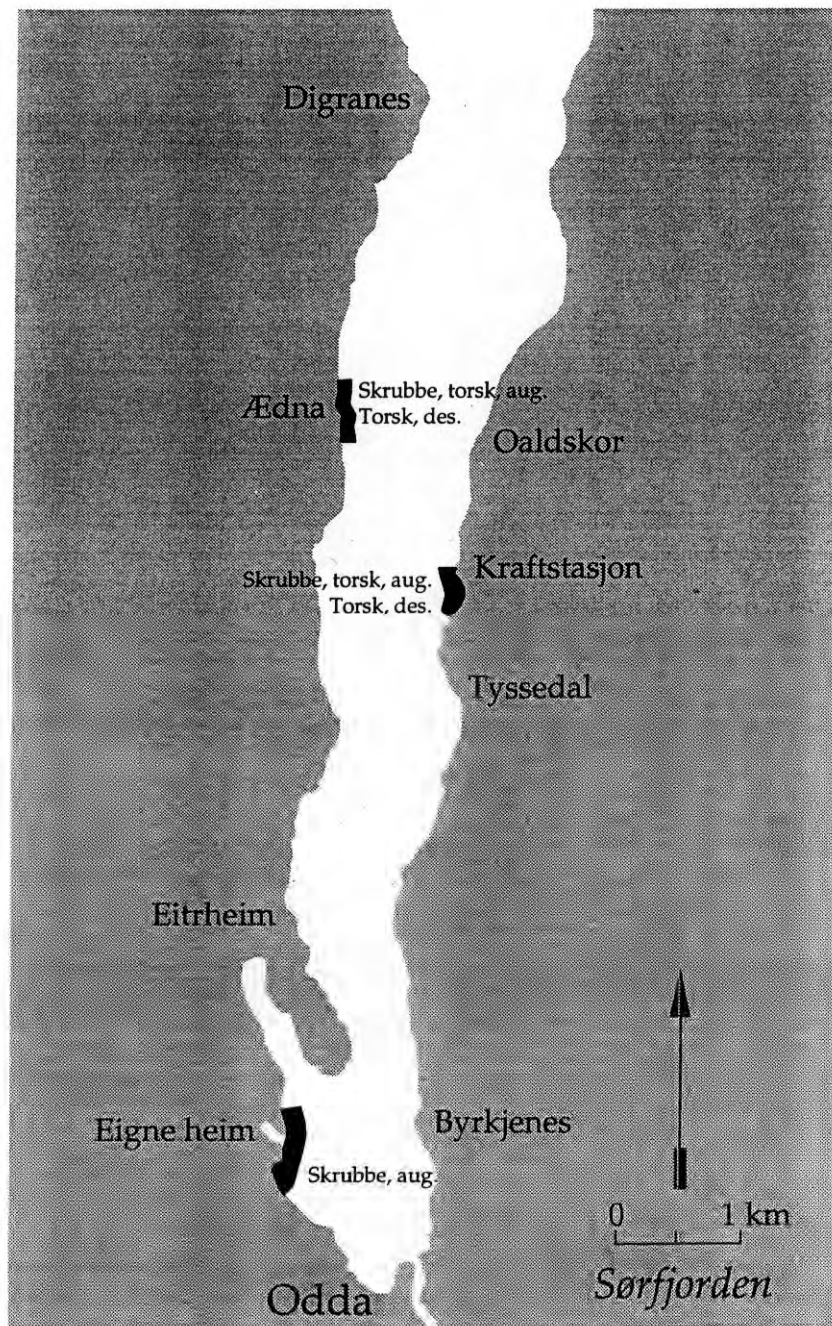
Analyseresultatene kvalitetssikres ved blant annet å analysere kjente standarder for hver tiende prøve på gasskromatografen, samt ved jevnlig kontroll av hele opparbeidings- og analyseprosessen ved bruk av internasjonalt sertifisert referansemateriale (SRM 349, torskelerolje og CRM 350, makrellolje), regelmessig blindprøvetesting og hyppig kalibrering av instrumentene ved bruk av 8-punkts standardkurver. Oppnåelig presisjon ved gjentatt analyse av referansematerialet er 5 - 10% for enkeltforbindelser. Deteksjonsgrensene for enkeltforbindelser er 0.1 - 0.2 µg/kg våtvekt.

**Tabell 2.** Innsamlingssteder for blåskjell og tang i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1996, med angivelse av adkomst og ca. avstand fra Odda (km). (Ikke prøvetatt 1996: \*).

| <b>STASJONER<br/>(JAMP)</b> | <b>ADKOMST</b>  | <b>CA. AVSTAND<br/>FRA ODDA (km)</b> |
|-----------------------------|---|--------------------------------------|
| St. B 1                     | Byrkjenes, lite nes N for badestrand. <u>Fra 1994:</u> Ved naust på pynt i sydenden av bukta - ca. 50 m lenger syd. | 2                                    |
| St. B 2 (52A)               | Eitrheim, på kommunal betong-pelebrygge   | 3                                    |
| St. B 3                     | Tyssedal, kai ved kraftstasjon. 1994: Brygge syd for TTI.   | 6                                    |
| St. B 4                     | Digranes, ved trebrygge. 1994: Grisetang samlet 100 m nordenfor.  | 10                                   |
| St. B 6 (56A)               | Kvalnes, S for Kvalnes, ved gammelt naust ut for frukthave  | 18                                   |
| St. B 7 (57A)               | Krossanes, brygge ved 3 naust ytterst på neset (Ystanes)  | 37                                   |
| St. B 10 *                  | Sengjaneset/Eidfjord, svaberg   | 44                                   |
| St. B 13 (63A)              | Ranaskjær, skjær med sementkum, rett overfor Bjølvefossen   | 58                                   |
| St. B 14 *                  | Rykkjaneset, m/svaberg nedenfor eng   | 69                                   |
| St. B 15 (65A)              | Vikingneset, ved fyrlykt  | 84                                   |
| St. B 16 *                  | Nærnes, Bondesundet, skjær ved brygge og naust  | 100                                  |



**Figur 1.** Prøvesteder for blåskjell og tang fra Sør fjorden. (B10, B14 og B16 bare prøvetatt ved basisundersøkelsen).



**Figur 2.** Prøvesteder for fisk i indre Sørkjolen 1996.

## 4. RESULTATER OG DISKUSJON

### 4.1 Metaller i fisk

Disse analyser er gjort innen JAMP, og rådata, opplysninger om prøver m.v. er tilgjengelig fra databasen for dette internasjonale overvåkingsprogrammet. Nærmere bearbeidelse av data vil også skje innen JAMP. Her gjengis bare hovedresultatene (tabell 3). Det tas også forbehold for den gjenstående kvalitetskontroll av resultatene som foretas innen JAMP.

**Tabell 3.** Middels/st. avvik for kvikksølv i filét og kadmium, kobber, bly og sink i lever av torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) fra stasjoner i indre Sjørfjorden (JAMP st. 53) og ved Strandebarm i Hardangerfjorden (JAMP st. 67) 1996, mg/kg våtvekt.

| Stasjoner/Arter            | Filet<br>Hg             | Lever<br>Cd             | Lever<br>Cu | Lever<br>Pb | Lever<br>Zn |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>I.Sjørfj., Edna</b>     |                         |                         |             |             |             |
| Torsk                      | 0.25/0.06 <sup>1)</sup> | 0.07/0.10 <sup>9)</sup> | 8.4/4.5     | 0.11/0.15   | 26.3/9.9    |
| Skrubbe                    | 0.08/0.04 <sup>2)</sup> | 1.52/1.00 <sup>2)</sup> | 14.7/1.4    | 0.49/0.48   | 39.8/21.6   |
| <b>I.Sjørfj., Tyssedal</b> |                         |                         |             |             |             |
| Torsk                      | 0.23/0.11 <sup>3)</sup> | 0.51/0.63 <sup>3)</sup> | 7.4/5.6     | 0.09/0.08   | 36.2/10.6   |
| Skrubbe                    | 0.21/0.05 <sup>4)</sup> | 2.74/0.64 <sup>4)</sup> | 16.0/6.6    | 0.77/0.58   | 43.2/6.3    |
| <b>I.Sjørfj., Odda</b>     |                         |                         |             |             |             |
| Skrubbe                    | 0.21/0.01 <sup>5)</sup> | 2.34/0.86 <sup>5)</sup> | 13.9/2.9    | 0.62/0.33   | 42.0/3.0    |
| <b>Strandebarm</b>         |                         |                         |             |             |             |
| Torsk                      | 0.10/0.03 <sup>6)</sup> | 0.41/0.25 <sup>6)</sup> | 9.0/6.5     | <0.04       | 22.8/8.2    |
| Skrubbe                    | 0.18/0.07 <sup>7)</sup> | 3.05/1.00 <sup>7)</sup> | 12.7/4.2    | 0.69/0.73   | 35.5/3.1    |
| Glassvar                   | 0.41/0.14 <sup>8)</sup> | 0.19/0.05 <sup>8)</sup> | 20.0/4.0    | 0.04/0.01   | 78.6/9.1    |

<sup>1)</sup> 15 eks., 346-1222 g.

<sup>2)</sup> 3 blandprøver à 5 eks. (størrelseskategorier: 131-151, 173-226 og 341-569 g).

<sup>3)</sup> 15 eks, 204-1543 g.

<sup>4)</sup> 5 blandprøver à 5 eks. (hhv. 230-339, 280-439, 403-575, 418-682 og 712-851g)

<sup>5)</sup> 3 blandprøver à 4-5 eks. (hhv. 208-324, 331-423 og 450-538 g)

<sup>6)</sup> 9 eks. 1123-3225 g, en ekstremververdi utelatt pga avvikende prøvekonsistens og mistanke om feil.

<sup>7)</sup> 3 blandprøver à 5 eks. (hhv. 302-503, 143-251 og 434-739 g).

<sup>8)</sup> 5 blandprøver à 5 fisk (hhv. 325-403, 335-565, 545-768, 655-783 og 733-1244 g).

<sup>9)</sup> 10 eks., 1253-5003 g.

Verdiene av **kvikksølv** i torsk fra indre Sjørfjorden i 1996 representerer mer enn en fordobling av det man finner på steder med bare diffus påvirkning (langt fra punktkilder, kfr. Knutzen & Green, 1995 og Molvær et al., 1997). Ved Strandebarm var torskens kvikksølvinnhold "normalt" eller muligens svakt forhøyet. Også i skrubbe ses utslaget av kvikksølvbelastningen på fjorden, men her bare på de innerste prøvestedene (Odda og Tyssedal) pluss Strandebarm. At man ikke har funnet forhøyet konsentrasjon i skrubbene fra Edna, mens man har det i torsk, kan muligens skyldes at torsk vandrer mer enn skrubbe.

Svak overkonsentrasjon av kvikksølv (<2x) i skrubbeprøven fra Strandebarm tyder på en viss lokal tilførsel også i dette området, men det har i tilfellet bare gitt et mindre utslag i torsk. Man ser at glassvar, i likhet med tidligere (tabell 4), inneholdt relativt mye kvikksølv jevnført med torsk. Det er imidlertid vanskelig å bedømme glassvarverdiene fordi det mangler registreringer av kvikksølv i denne arten fra referansestasjoner. Foruten de varierende, men til dels høye konsentrasjonene av kvikksølv i glassvar fra 1984 og senere, viser tabell 4 at det enkelte år også har vært konstatert moderat, men tydelig økt kvikksølvinnhold i torsk fra denne lokaliteten. Tidligere har dette bare vært betraktet som en følge av utstrømmende kvikksølv fra Sørfjorden, mens dataene fra skrubbe 1996 som nevnt indikerer at det har vært eller er en mindre lokal kilde i tillegg.

**Tabell 4.** Middelveier av kvikksølv i torsk, skrubbe og glassvar fra indre Sørfjorden (JAMP-st. 53) og Strandebarm (JAMP-st. 67) 1984-1996, mg/kg våtvekt.

| Stasjoner/<br>arter | 1984 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996               |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| <b>Indre Sørfj.</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                    |
| Torsk               |      | 0.26 | 0.11 | 0.22 | 0.20 | 0.24 | 0.40 | 0.17 | 0.09 | 0.09 | 0.24 <sup>1)</sup> |
| Skrubbe             | 0.51 |      | 0.10 | 0.13 | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.08 | 0.15 | 0.05 | 0.17 <sup>2)</sup> |
| <b>Strandebarm</b>  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                    |
| Torsk               |      | 0.14 | 0.09 | 0.10 | 0.16 | 0.12 | 0.10 | 0.11 | 0.13 | 0.08 | 0.10               |
| Glassvar            | 0.38 | 0.35 | 0.33 | 0.36 | 0.50 | 0.10 | 0.21 | 0.26 | 0.43 | 0.35 | 0.41               |
| Skrubbe             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.18               |

<sup>1)</sup> Middell av verdiene fra Tyssedal og Edna (kfr. tabell 2).

<sup>2)</sup> Middell av verdiene fra Odda, Tyssedal og Edna (kfr. tabell 2).

Årsaken til de fluktuerende konsentrasjonene av kvikksølv fra både indre Sørfjorden og Strandebarm er ikke kjent, men kan ha sammenheng med sterkt varierende og urytmiske tilførsler (Skei, 1997). Resultatene av de statistiske analysene av materialet innen JAMP er foreløpig ikke blitt kommentert når det gjelder kvikksølv i fisk. Uansett er det tvilsomt om man kommer til å forstå fluktuasjonene bedre før man får bedre kjennskap til belastningsvariasjonene (Skei, 1997).

Mht. øvrige analyserte metaller i fisk innen JAMP var kadmiuminnholdet i lever av **torsk** noe forhøyet (omkring en fordobling av et anslått høyt bakgrunnsnivå, kfr. Knutzen & Green, 1995) i materialet fra Tyssedal og Strandebarm, mens derimot kadmiumnivået i torsken fanget ved Edna lå klart lavere (tabell 3). Verdiene for bly, kobber og sink i torskelever tilsvarte på alle stasjoner det man registrerer på referanselokaliteter (bare diffust belastet). Jevnført med internasjonalt anbefalt maksimalt ukeinntak av kadmium for en voksen person på 60 kg (se Barland et al., 1996) representerer de høyeste kadmiumkonsentrasjonene ca. 1 kg torskelever i uken.

I lever av **skrubbe** lå kadmiumkonsentrasjonene klart over referanseverdier både i Sørfjorden og ved Strandebarm - størrelsesorden 5 - 10 ganger høyere. At det høyeste kadmiuminnholdet ble funnet ved Strandebarm var uventet, og det vurderes reanalyse av de tre blandprøvene. Også blyinnholdet i skrubbe var svakt forhøyet på alle stasjonene, mens innholdet av kobber og bly var lavt.

Utviklingen fra 1987-1996 mht. bly og kadmium i torsk og skrubbe har vært ujevn og uten noen bestemt tendens (Knutzen et al., 1995, 1996).

Metallinnholdet i **glassvar** var omtrent som observert siden 1987 (Knutzen et al., 1995).



## 4.2 Metaller i blåskjell

Resultatene på tørrvektbasis er vist i tabell 5 og inngår i figur 3 - 6, som viser utviklingen siden 1981. Konsentrasjonene på våtvektbasis er gjengitt i vedlegg.

**Tabell 5.** Metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sør fjorden og Hardangerfjorden 22-23/9 (JAMP) og 18/10 1996, mg/kg tørrvekt. (Fra JAMP middel av 3 størrelseskategorier).

| Stasjoner | Hg      |       | Cd      |       | Pb      |       | Zn      |       | Cu      |       |
|-----------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
|           | 22-23/9 | 18/10 | 22-23/9 | 18/10 | 22-23/9 | 18/10 | 22-23/9 | 18/10 | 22-23/9 | 18/10 |
| B1        |         | 0.51  |         | 19.4  |         | 54.7  |         | 226   |         | 7.0   |
| B2        | 0.19    | 0.66  | 18.7    | 25.9  | 11.4    | 76.2  | 188     | 495   | 6.6     | 11.4  |
| B3        |         | 0.31  |         | 14.6  |         | 33.6  |         | 332   |         | 10.1  |
| B4        |         | 0.20  |         | 9.3   |         | 16.1  |         | 164   |         | 7.8   |
| B6        | 0.35    | 0.27  | 19.5    | 13.1  | 25.7    | 17.6  | 232     | 228   | 6.5     | 7.4   |
| B7        | 0.16    | 0.22  | 8.5     | 8.7   | 6.0     | 9.4   | 115     | 158   | 6.1     | 7.3   |
| B13       | 0.20    |       | 5.8     |       | 8.6     |       | 145     |       | 6.8     |       |
| B15       | 0.12    |       | 3.4     |       | 2.5     |       | 149     |       | 6.1     |       |

Sammenlignet med et antatt høyt diffust bakgrunnsnivå (Knutzen & Green, 1995; Molvær et al., 1997), representerer verdiene på Sør fjordstasjonene (st. B1-B7) følgende ca. overkonsentrasjoner:

Kvikksølv: 1 - 3.5 x  
 Kadmium: 5 - 13 x  
 Bly: 3 - 25 x  
 Sink: 1 - 2.5 x  
 Kobber: ≈ 1 x

(Ved eventuell sammenligning med overkonsentrasjoner i tidligere overvåkingsrapporter må det for blys vedkommende tas hensyn til at i den nye utgaven av SFTs klassifiseringssystem. (Molvær et al., 1997) er grensen for klasse I justert ned fra 5 (Knutzen et al., 1993) til 3 mg/kg tørrvekt).

I henhold til klassifiseringssystemet gir overkonsentrasjonene moderat til markert forurensning med kvikksølv og sink, moderat til sterkt for bly og markert til sterkt for kadmium.

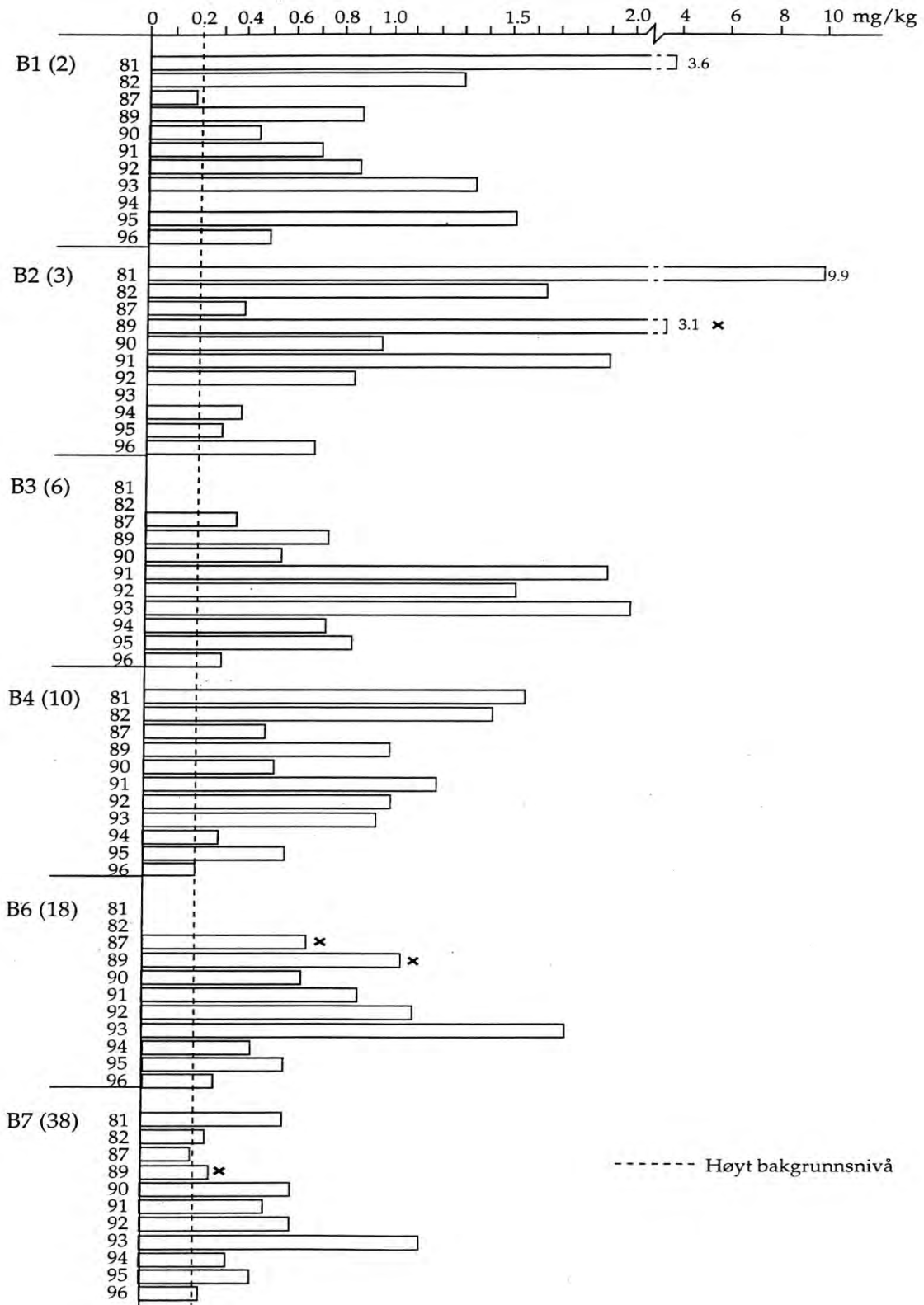
I hovedfjorden (stasjonene B13 og B15 i tabell 5) ble - i likhet med tidligere - innflytelsen av det forurensede vannet fra Sør fjorden sporet ved overkonsentrasjoner av kadmium (ca. 2-3 x) og bly (ca. 3 x i avstand 60 km fra Odda, svakt/ubetydelig ytterligere 20 km utover).

Metallinnholdet i blåskjell var lavere i 1996 enn året før på alle stasjoner unntatt St. B2 Eitrheim (figur 3 - 6), til tross for at gjennomsnittskonsentrasjonen av sink og kadmium i overflatevann er beregnet til å ha vært høyere i 1996 (alle vannprøvestasjoner, men mest fra Digraneset og innover; kfr. Skei, 1997). Det (tilsynelatende?) høyere gjennomsnittsinholdet av sink og kadmium i vann har sammenheng med at man mellom 20/8 og 22/10 1996 fikk en meget sterk økning av disse to metaller i 0 m nivået pga. ekstraordinære tilførsler fra Norzink (i Eitheimsvågen ca. 35 og ca 60 ganger hhv. for sink og kadmium; ved Digraneset hhv. vel 15 og nær 30 ganger). Når dette ikke har slått ut på blåskjell-resultatene, unntatt noe ved Eitrheim 18/10, (tabell 5), tyder det på at tilførselen må ha kommet kort før eller like etter 18/10.

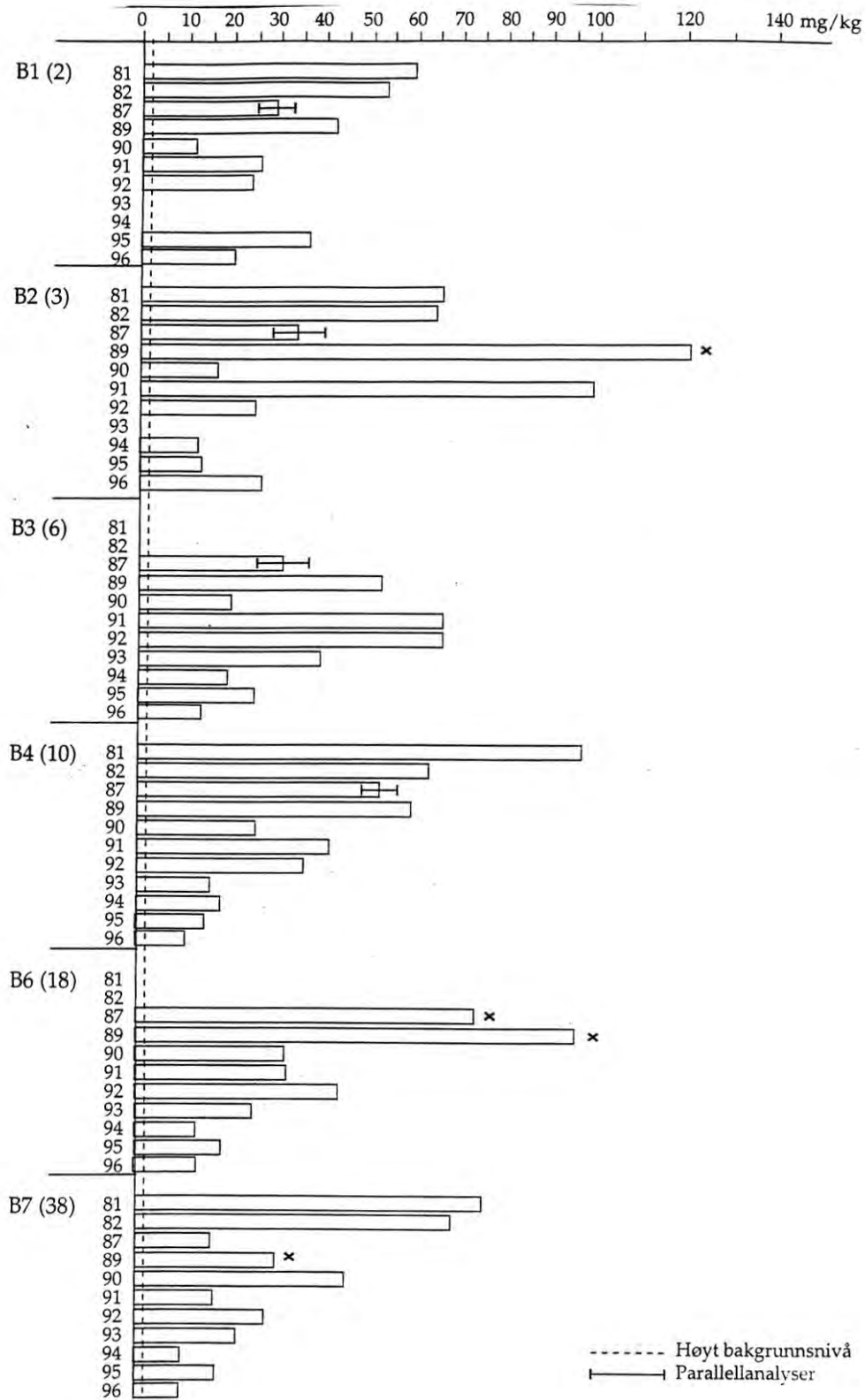
For de to stasjonene B6 Kvalnes og B7 Krossanes var det noenlunde godt samsvar mellom resultatene for 22-23/9 og 18/10 (tabell 5). Derimot lå oktoberverdiene på St. B2 Eitrheim høyere, spesielt for kvikksølv og bly, noe mindre for sink og mer moderat for kadmium og kobber. Noen forklaring på den store forskjellen for blys og kvikksølvs vedkommende finnes ikke i vannobservasjonene, idet man

ikke har registrert noen særlig økt belastning med disse metallene samtidig med ekstrepåvirkningen med sink og kadmium (Skei, 1997).

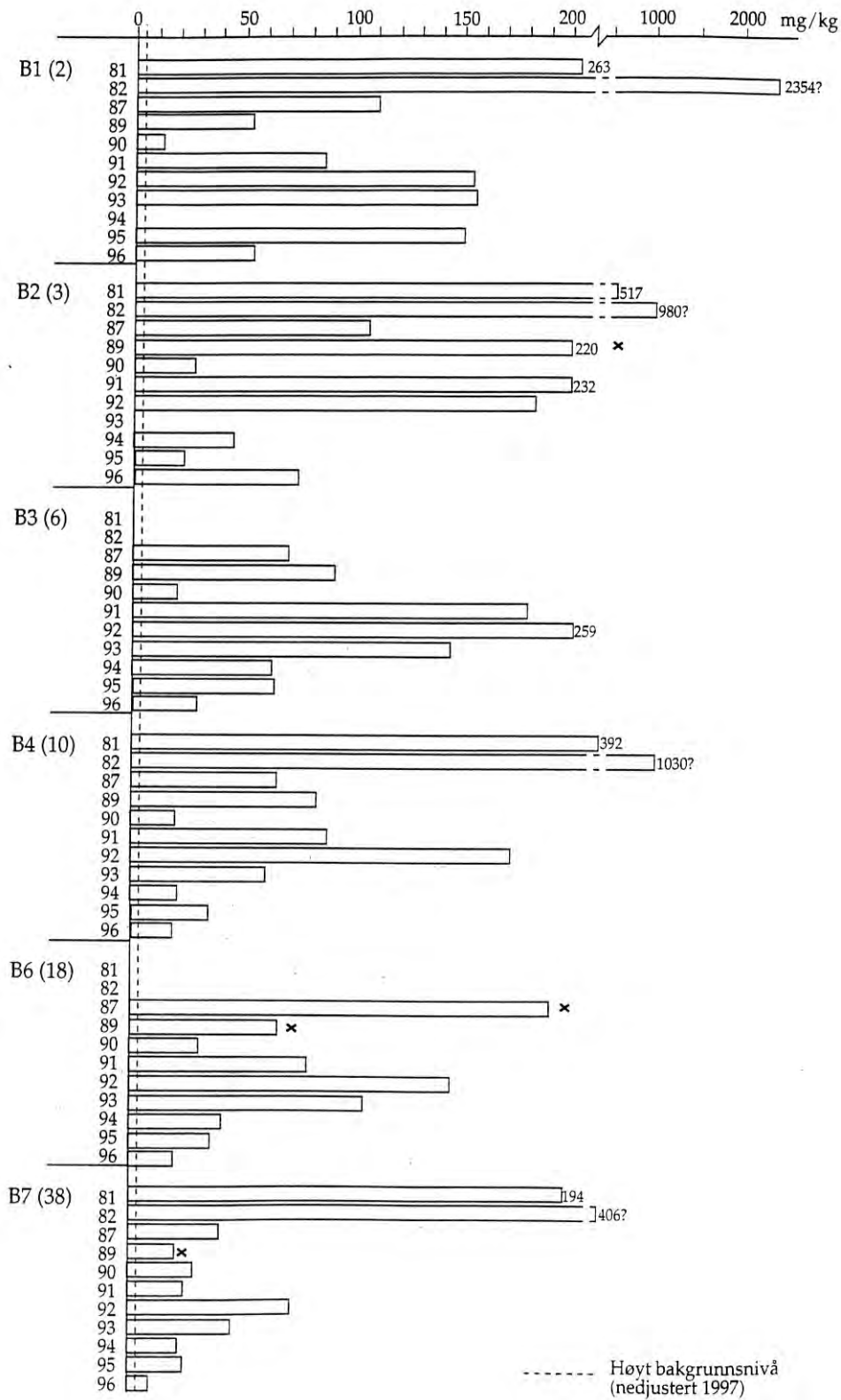
Aprilmålingen i oveflatevann fra Eitrheimsvågen av nærmere 300 ng/l av kvikksølv (Skei, 1997) har ikke gitt noe sporbart utslag på kvikksølvinnholdet i blåskjell. Årsaken kan være at denne ekstrepåvirkningen bare har vært lokal og kortvarig. Aprilverdien fra havnebassenget var vesentlig mindre forhøyet (ca. 40 ng/l), og på stasjonene lenger ut ble denne kvikksølvepisoden ikke sporet hverken i april eller senere (Skei, 1997, vedlegg). Ved neste observasjon - i juni - var kvikksølvnivået i Eitrheimsvågen redusert til ca 1/20 av aprilkonsentrasjonen.



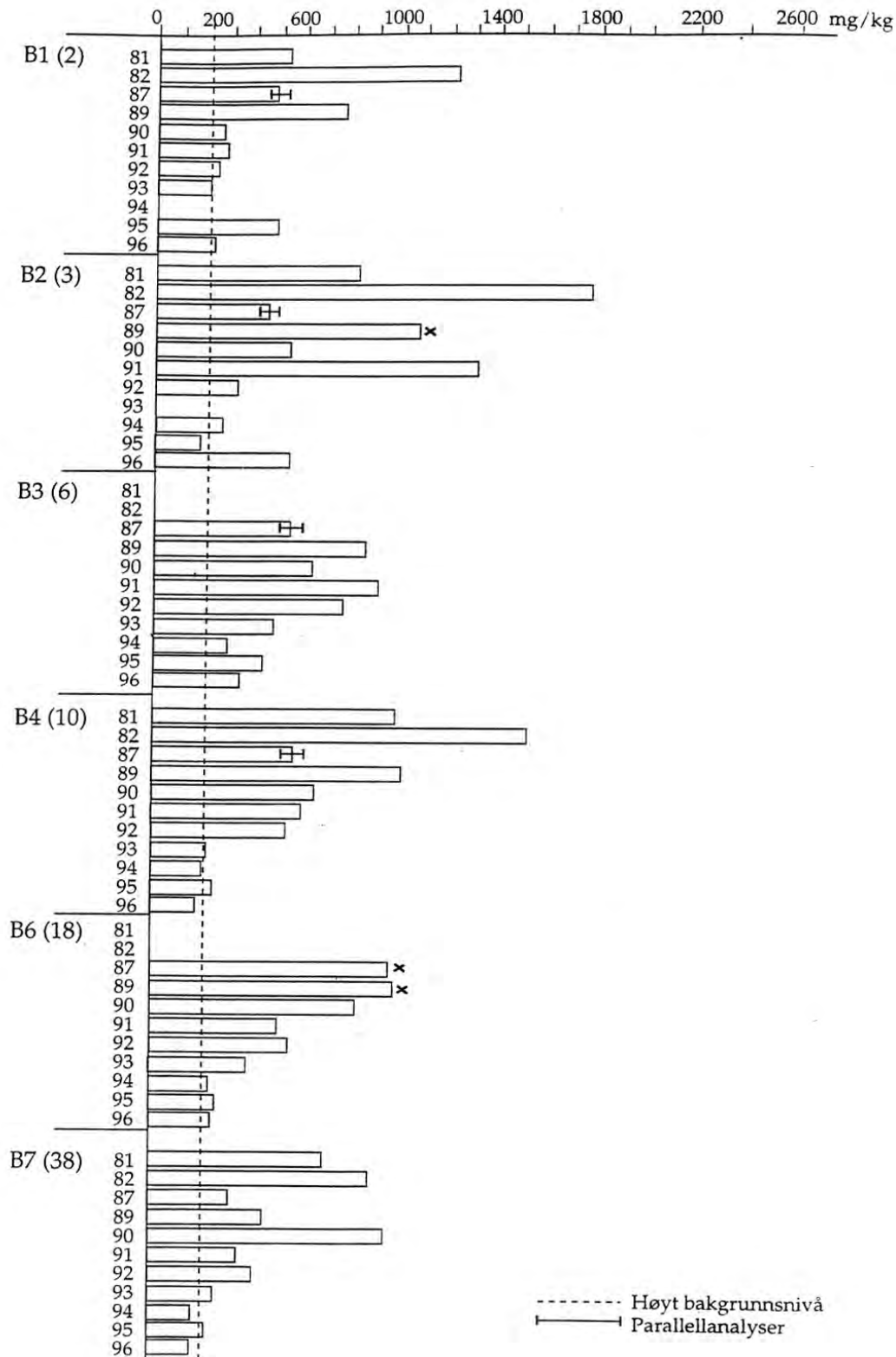
**Figur 3.** Kvikksølv i blåskjell fra utvalgte stasjoner i blåskjell fra Sør fjorden 1981 - 1996, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.



**Figur 4.** Kadmium i blåskjell fra utvalgte stasjoner i blåskjell fra Sør fjorden 1981 - 1996, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.



**Figur 5.** Bly i blåskjell fra utvalgte stasjoner i blåskjell fra Sør fjorden 1981 - 1996, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.



**Figur 6.** Sink i blåskjell fra utvalgte stasjoner i blåskjell fra Sør fjorden 1981 - 1996, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.

### 4.3 Metaller i tang

Årets resultater ses av tabell 6 nedenfor og utviklingen siden 1981/82 av figur 7 - 11.

Målt mot øvre grense for klasse I i den reviderte utgaven av SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al., 1997) gir dette ca. overkonsentrasjoner som følger:

Kvikksølv: <1-3,5 x (lite til moderat/markert forurenset)

Kadmium: 1-9 x (lite til markert/sterkt forurenset)

Bly: <1-9 x (lite til markert/sterkt forurenset)

Sink: 1.5-6 x (moderat/markert forurenset)

Kobber: <1-4 x (lite til moderat/markert forurenset)

Ved den foretatte revisjon av SFTs klassifiseringssystem er grensene for klasse I justert ned for bly, sink og kobber, henholdsvis fra 3 til 1, 200 til 150 og 10 til 5 mg/kg tørrvekt (sammenlign Molvær et al. 1997, med Knutzen et al., 1993), slik at angivelsene av overkonsentrasjoner og forureningsgrader for disse metaller ikke er helt sammenlignbare med tilstandskarakteristikken i tidligere rapporter.

**Tabell 6.** Metaller i blæretang (*Fucus vesiculosus*, St B1-B4, B6) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*, st. B4, B6, B7) fra Sørfjorden 18/10 1996, mg/kg tørrvekt (delvis avrundet).

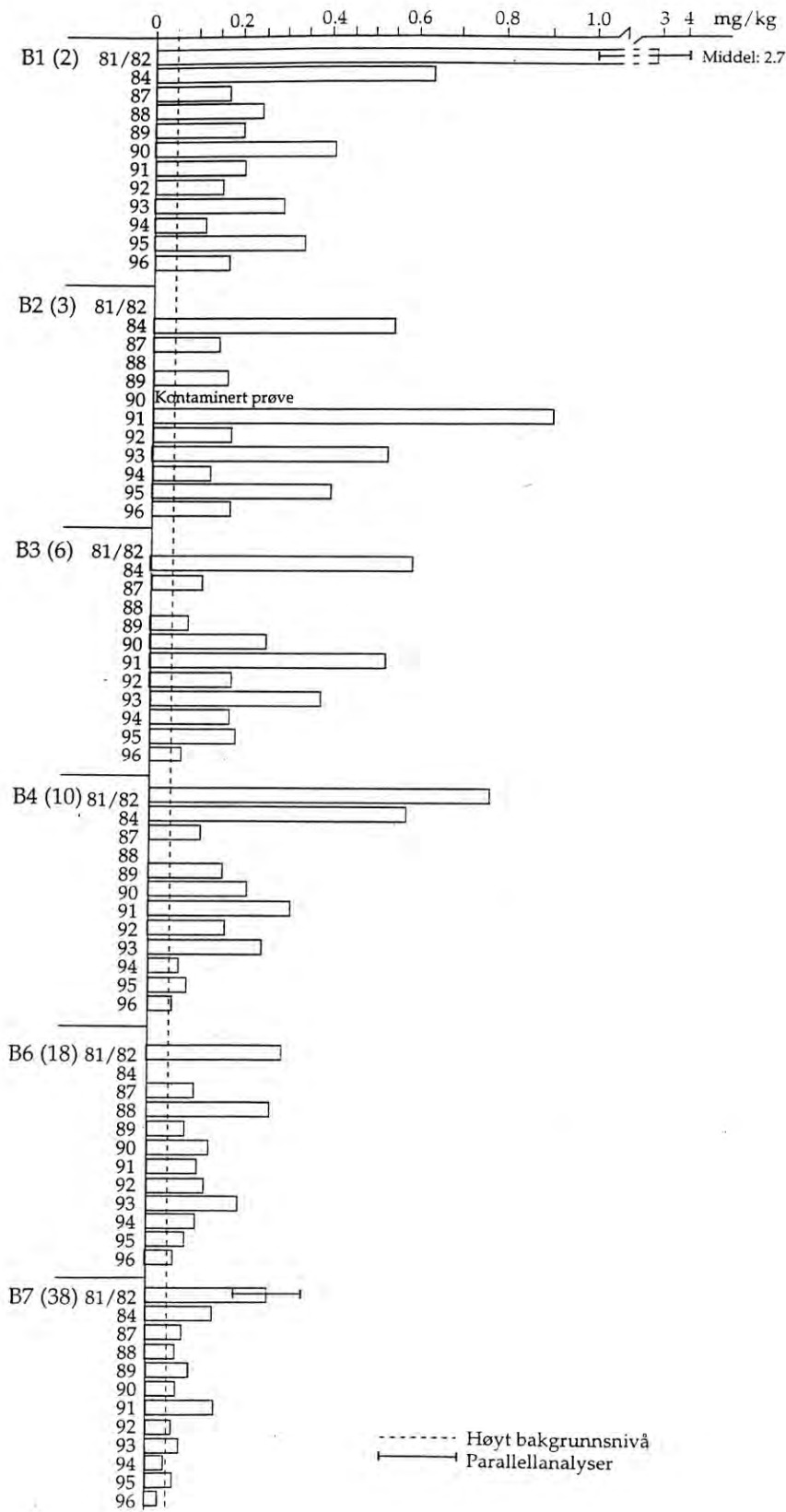
| Arter, stasjoner  | Hg   | Cd   | Pb  | Zn  | Cu   | % tørrv. |
|-------------------|------|------|-----|-----|------|----------|
| <b>BLÆRETANG</b>  |      |      |     |     |      |          |
| B1 Byrkjenes      | 0.17 | 13.6 | 9.3 | 940 | 11.2 | 21.3     |
| B2 Eitrheim       | 0.17 | 7.4  | 7.9 | 950 | 18.6 | 22.0     |
| B3 Tyssedal       | 0.07 | 5.3  | 2.3 | 670 | 22.3 | 20.8     |
| B4 Digranes       | 0.04 | 6.1  | 2.8 | 570 | 6.5  | 24.0     |
| B6 Kvalnes        | 0.03 | 5.7  | 0.9 | 550 | 4.5  | 23.4     |
| <b>GRISSETANG</b> |      |      |     |     |      |          |
| B4 Digranes       | 0.06 | 3.2  | 0.5 | 430 | 3.9  | 31.0     |
| B6 Kvalnes        | 0.06 | 3.1  | 0.5 | 470 | 5.2  | 27.0     |
| B7 Krossanes      | 0.03 | 1.5  | 0.3 | 210 | 2.1  | 31.4     |

For kvikksølv, kadmium, bly og kobber ses av figur 7 - 9 og 11 at det ble målt konsentrasjoner i tang som var omtrent lik registreringene i 1995 eller representerte en nedgang. Sinkinnholdet fra de to innerste stasjonene var moderat høyere i 1996, men lå ellers litt under 1995-tallene (figur 10). Bortsett fra det svake utslaget i sinkinnholdet ved Byrkjenes og Eitrheim samsvarer dermed tangdataene med det som ble funnet for blåskjell: nærmest en viss bedring sammenlignet med foregående år. Med noe forbehold for sink gjenspeiles heller ikke i tangobservasjonene den sterke episodetilførselen av sink og kadmium, som sannsynligvis startet kort før algene ble samlet inn.

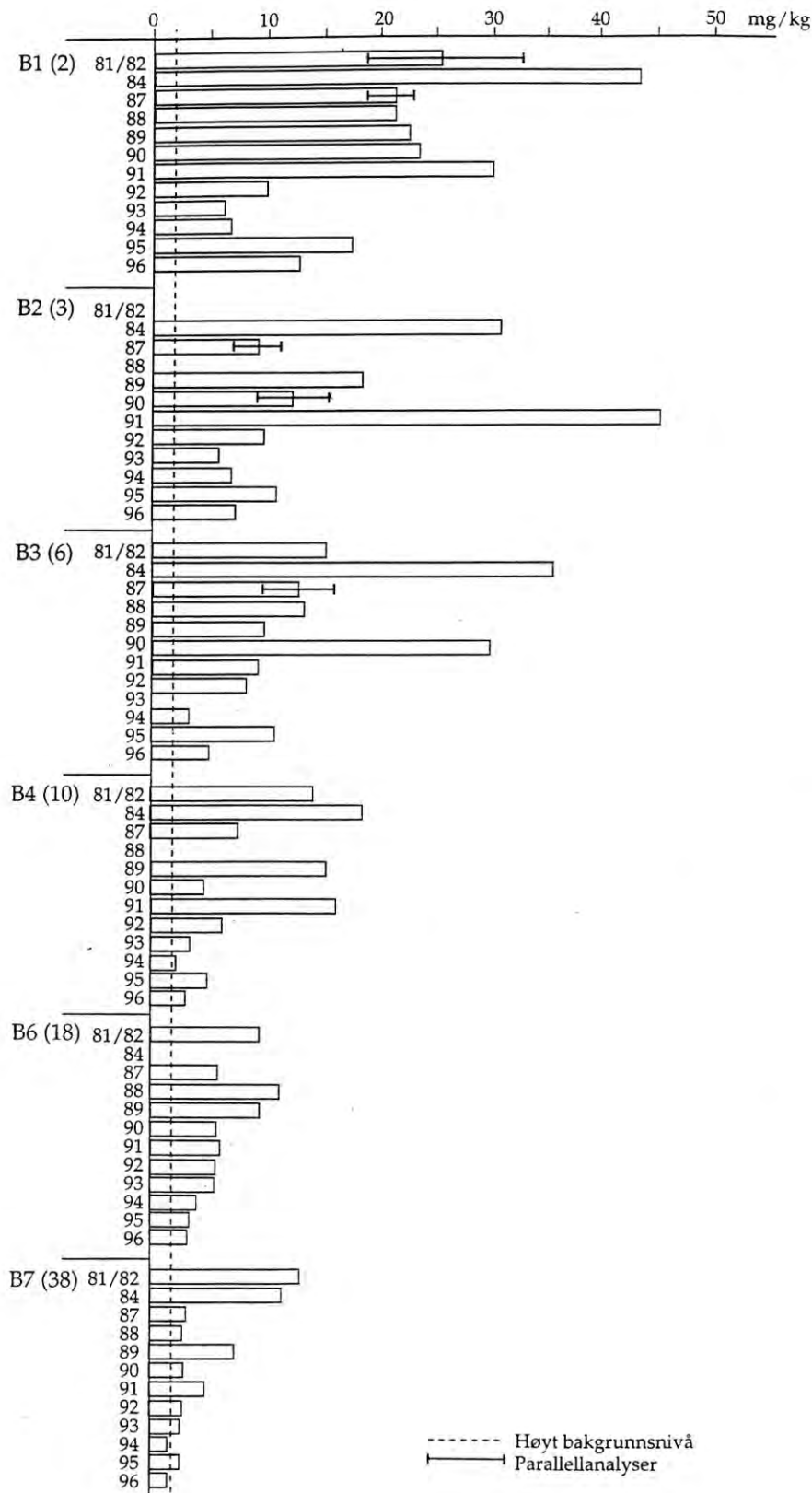
Av tabell 6 ses noe forskjell mellom metallkonsentrasjonene i blæretang og grisetang fra samme stasjoner (B4 og B6). Ut fra opplysninger som var tilgjengelig da bruken av tang som metallindikator i Sørfjorden startet (Knutzen, 1985 med ref.), har det vært antatt at de to artene har omlag samme netto akkumuleringsegenskaper. Forholdet er imidlertid ikke blitt tilstrekkelig grundig studert. Ser man på det relativt sparsomme materialet fra Sørfjordenovervåkingen (Skei et al., 1989, 1990; Knutzen et al., 1995, 1996), synes blæretang å ta opp noe mer av bly og særlig kadmium; muligens også svakt mer av sink. For kvikksølv har grisetang ligget moderat høyere i flertallet av tilfellene,

mens det har vært vekslende (omlag likt) for kobber. I Sørfjorden, der beskrivelse av tilstand/utvikling (figur 7 - 11) konsekvent har basert seg på bruk av blæretang på de tre innerste og grisetang på de tre ytterste stasjonene, spiller forholdet ingen praktisk rolle så lenge den store metallbelastningen vedvarer. Ved registrering av forurensningsgrad og innflytelsesområdet i tilknytning til mindre kilder kan det derimot ha betydning. Sammenlignende studier av de to arter er derfor en av de aktuelle temaer når det nå vurderes å få mer kontinuitet i arbeidet med klassifisering av miljøkvalitet.

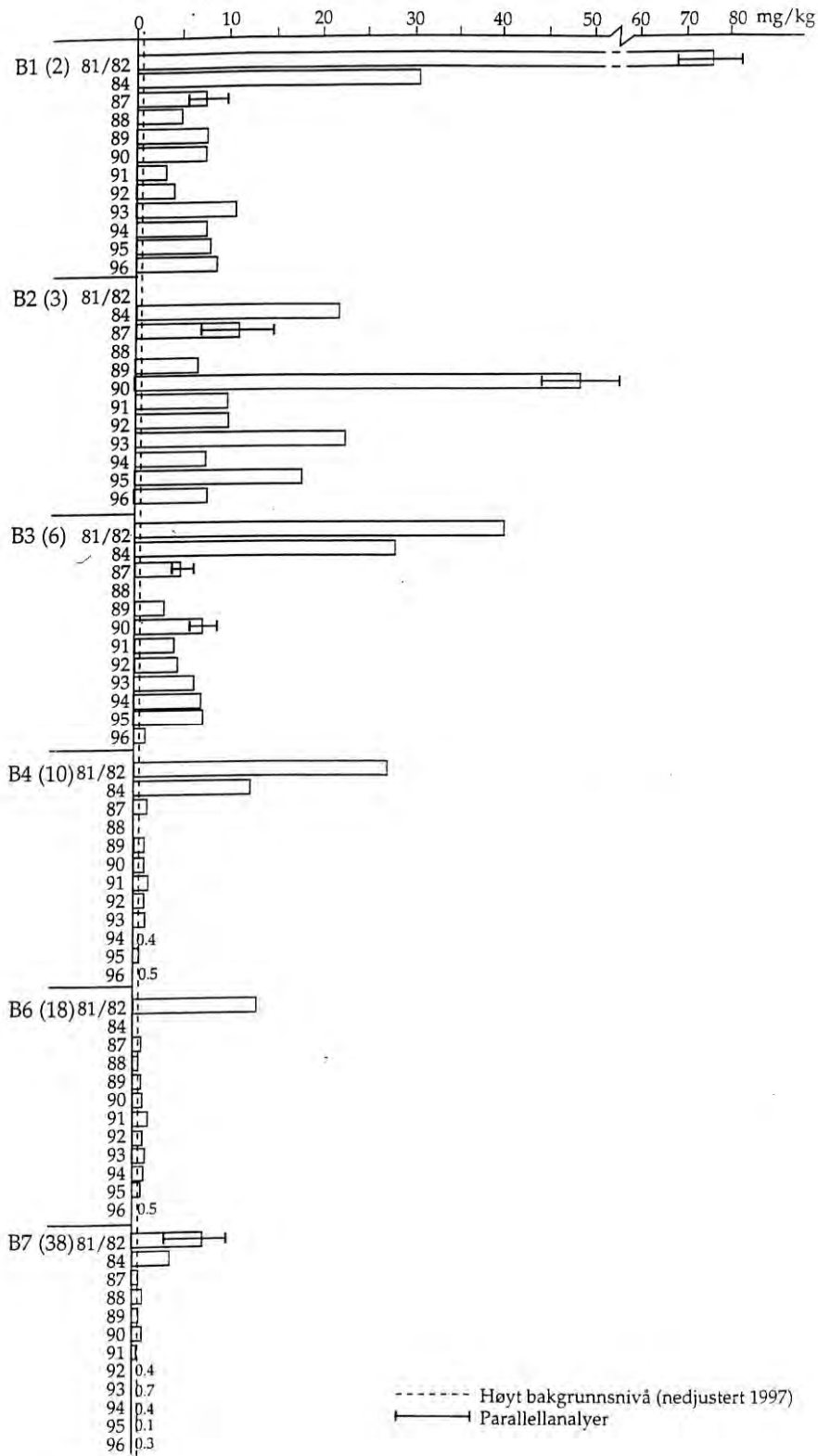




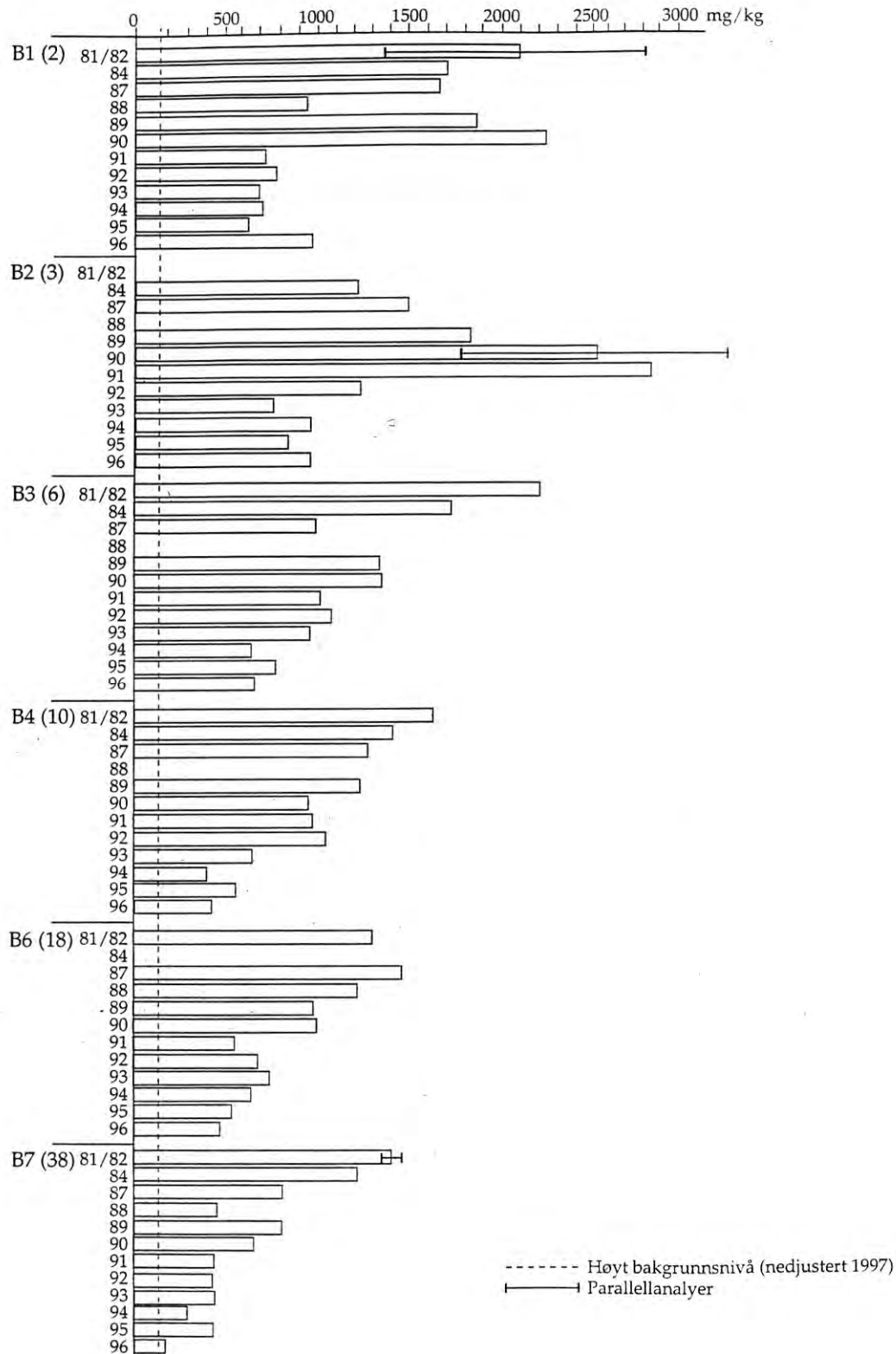
**Figur 7.** Kvikksølv i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1996, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand (km) fra Odda.



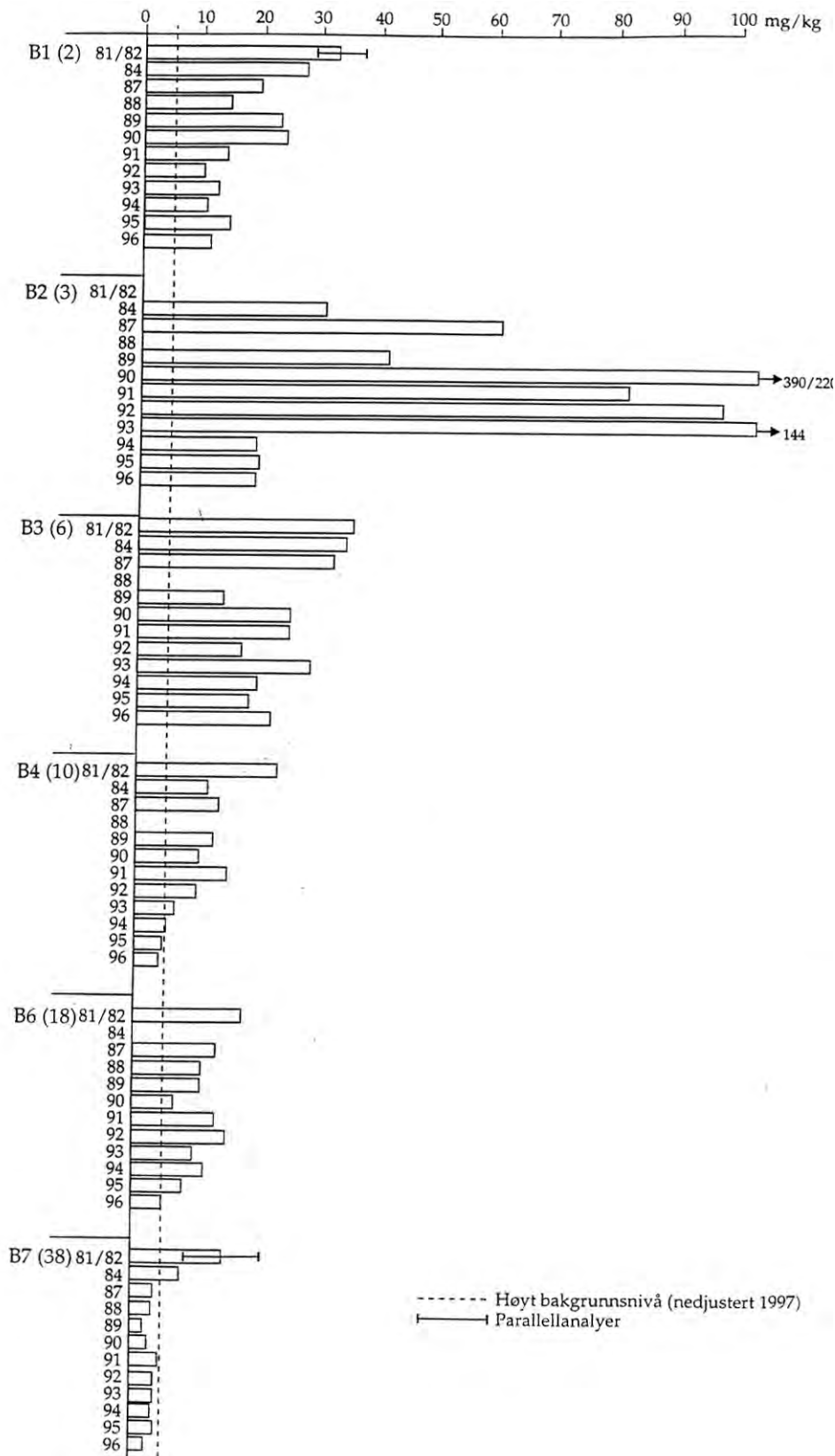
**Figur 8.** Kadmium i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1996, mg/kg tørrvekt.  
I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand (km) fra Odda.



**Figur 9.** Bly i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1996, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand (km) fra Odda.



**Figur 10.** Sink i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sør fjorden 1981 - 1996, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand (km) fra Odda.



**Figur 11.** Kobber i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1996, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand (km) fra Odda.

#### 4.4 Klororganiske stoffer i fisk

Tabell 7 gir et sammendrag av hovedresultatene fra JAMP-registreringene i 1996. For nærmere detaljer vises til databasen for dette programmet. Det samme gjelder den statistiske bearbeidelsen av data.

**Tabell 7.**  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> (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, 3 u.st.) og i Hardangerfjorden ved Strandebarm (JAMP-st. 67) 1996,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt og  $\mu\text{g}/\text{kg}$  fett. Ikke analysert: - (Om prøvenes sammensetning, se fotnoter og utfyllende opplysninger om fiskens størrelse i fotnoter til tabell 3).

| Stasjoner/arter               | Våtvektsbasis |          |         |              |                           | Fettbasis <sup>1)</sup> |                           |
|-------------------------------|---------------|----------|---------|--------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                               | DDT           | DDE      | DDD     | $\Sigma$ DDT | $\Sigma$ PCB <sub>7</sub> | $\Sigma$ DDT            | $\Sigma$ PCB <sub>7</sub> |
| <b>I.Sørfj., Tyssedal</b>     |               |          |         |              |                           |                         |                           |
| Torsk, lever <sup>2)</sup>    | 225/169       | 430/272  | 179/117 | 880/567      | 917/747                   | 3066                    | 4094                      |
| Torsk, filet <sup>3)</sup>    | -             | 5.1/1.3  | 0.6/0.3 | -            | 18.5/4.2                  | -                       | 4625                      |
| Skrubbe, lever <sup>4)</sup>  | -             | 26/9     | 4/2     | -            | 235/142                   | -                       | 1382                      |
| <b>I.Sørfj., Ædna</b>         |               |          |         |              |                           |                         |                           |
| Torsk, lever <sup>5)</sup>    | 143/60        | 413/238  | 137/90  | 565/219      | 4845/6625                 | 2190                    | 18779                     |
| Torsk, filet <sup>3)</sup>    | -             | 3.4/0.8  | 0.5/0.1 | -            | 45.2/21.7                 | -                       | 12203                     |
| Skrubbe, lever <sup>3)</sup>  | -             | 74/48    | 13/9    | -            | 189/229                   | -                       | 2077                      |
| <b>I.Sørfj., Odda</b>         |               |          |         |              |                           |                         |                           |
| Skrubbe, lever <sup>3)</sup>  | 2.5/1.8       | 16.3/6.7 | 3.0/1.0 | 21.8/9.0     | 95/24                     | 183                     | 798                       |
| Skrubbe, filet <sup>3)</sup>  | -             | 0.6/0.3  | 0.2/0.1 | -            | 1.8/0.5                   | -                       | 736                       |
| <b>Strandebarm</b>            |               |          |         |              |                           |                         |                           |
| Torsk, lever <sup>6)</sup>    | 170/201       | 494/439  | 119/145 | 783/781      | 245/128                   | 1489                    | 466                       |
| Torsk, filet <sup>4)</sup>    | -             | 6.8/2.6  | 1.0/0.4 | -            | 3.6/1.8                   | -                       | 1094                      |
| Glassvar, lever <sup>4)</sup> | -             | 153/25   | 26/5    | -            | 98/25                     | -                       | 466                       |
| Glassvar, filet <sup>4)</sup> | -             | 1.2/0.8  | 0.1/    | -            | 0.8/0.7                   | -                       | 328                       |
| Skrubbe, lever <sup>3)</sup>  | 1.5/1.3       | 23.3/6.4 | 2.7/0.6 | 27.5/7.5     | 92/49                     | 173                     | 577                       |
| Skrubbe, filet <sup>3)</sup>  | -             | 0.7/0.3  | 0.2/0.1 | -            | 1.0/0.5                   | -                       | 640                       |

<sup>1)</sup> Basert på gjennomsnittskonsentrasjoner og midlere fettinnhold.

<sup>2)</sup> 10 individuelle analyser (bare 5 for DDT og  $\Sigma$ DDT).

<sup>3)</sup> 3 blandprøver á 5 eks.

<sup>4)</sup> 5 blandprøver á 5 eks.

<sup>5)</sup> 15 individuelle analyser (14 DDE/DDD, men bare 5 av DDT og dermed av  $\Sigma$  DDT).

<sup>6)</sup> 10 individuelle analyser.

**Torsk** fra indre Sørfjorden inneholdt i gjennomsnitt til dels betydelig mer PCB enn den antatte øvre grensen for bakgrunnsnivået ved vanlig diffus belastning (uten påvirkning fra punktkilder). På basis av observasjoner innen JAMP (Knutzen & Green, 1995) er grensen for klasse I i det reviderte klassifiserings-systemet for miljøkvalitet satt til 500  $\mu\text{g}$   $\Sigma$  PCB<sub>7</sub> /kg våtvekt i torskelerver og 5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  i filet (Molvær et al., 1997). I sammenligning lå middelverdiene i torskematerialet fra Tyssedal og Ædna henholdsvis ca. 2/4 (lever/filet) og ca 10 ganger så høyt (begge vevstyper). I henhold til

klassifiseringssystemet regnes en overkonsentrasjon på 10 ganger som en sterk grad av forurensning (tilstandsklasse kl. IV). PCB-innholdet i torskelever er betenkelig i relasjon til spiselighet og bør vurderes av næringsmiddel-myndighetene. Det må understrekes at middelverdiene ikke kan anses like representative som mål på forurensningsgraden som i relasjon til spiselighet. Grunnen til dette er de store individuelle variasjonene, som for PCB i levermaterialet fra Ædna gikk over nesten to størrelsesordener (fra ca. 0.3 til 21 mg/kg våtvekt). Medianverdien, som da må betraktes som mest representativ for kontamineringsnivået og belastningen med PCB på indre Sørfjorden, var på bare vel 1 mg/kg, m.a.o. mindre enn 1/4 av middelverdien. 5 av 14 enkeltfisk lå over middelverdien.

I torsk fra Strandebarm lå PCB-innholdet godt under øvre grense for bakgrunnsintervallet (tilstandsklasse I, lite/ubetydelig forurenset).

Også mht. DDT-innhold viste torsk overkonsentrasjoner. Forurensningsgraden var mer moderat enn for PCB (ca. 3-5 ganger forhøyet for  $\Sigma$  DDT i torskelever), men gjaldt til gjengjeld også i materialet fra Strandebarm. De individuelle variasjonene gikk over ca. 10 ganger, dvs. betydelig, men ikke så mye som for PCBs vedkommende. (Om bakgrunnen for DDT-forurensningen, se nedenfor under omtalen av klororganiske stoffer i blåskjell).

For **skrubbe** bygger den reviderte utgaven av SFTs klassifiseringssystem fremdeles bare på konsentrasjoner i filet (pga. utilstrekkelig med leverdata fra referansestasjoner). Filetnivåene er bare målt i prøvene fra Odda og Strandebarm, som begge viste "normalt" innhold av PCB og DDE/DDD (DDT ikke målt, kfr. tabell 7). På disse lokalitetene var det også moderate konsentrasjoner i lever. Derimot ses noe høyere tall for  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> og DDE/DDD i skrubbelever fra Ædna og Tyssedal, men langt fra samme forurensningsgrad som i torskelever (kfr. data fra referansestasjoner for skrubbe i Knutzen & Green, 1995, og bemerk de lavere konsentrasjonene på fettbasis i skrubbelever jevnført med torskelever i tabell 7).

**Glassvar** fra Strandebarm 1996 inneholdt lave/moderate konsentrasjoner av PCB (tabell 7), mens derimot nivået av DDE/DDD synes markert forhøyet (omregnet til fettbasis i samme størrelsesorden som DDE-forurensningen i torskelever og og mer enn 5 ganger høyere enn konsentrasjonen i skrubbe).

Den manglende sammenheng mellom data for skrubbe og torsk fra samme prøvesteder kan ikke forklares ut fra det som er kjent om belastningsforhold (kfr. data fra blåskjellobservasjonene nedenfor), men føyer seg inn i de vanskelig forståelige variasjonene som er registrert når det gjelder gjennomsnittsnivåer av PCB og DDT/DDE/DDD i fisk fra Sørfjorden (tabell 8). Det nærmeste man kan peke på er at de store individuelle variasjonene gir uberegnelige utslag fra år til år. Dette må eventuelt bli gjenstand for en nærmere statistisk analyse innen JAMP. Når det her legges vekt på middelverdier, er som sagt bakgrunnen at dette anses mest relevant i forhold til fiskens spiselighet. Under alle omstendigheter er det utilfredsstillende at man ikke kan forklare hvorfor det fra år til annet fås så store forskjeller mellom blandprøver og at det i noen individer som er normale mht. leverens fettinnhold opptrer så høye PCB-verdier på fettbasis.

**Tabell 8.**  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> og  $\Sigma$ DDT i fisk fra indre Sørfjorden og Hardangerfjorden ved Strandebarm 1991-1996, mg/kg fett.

| Stasjoner/<br>arter  | $\Sigma$ PCB <sub>7</sub> |      |      |      |      |                    | $\Sigma$ DDT      |                   |                   |                   |                    |                    |
|----------------------|---------------------------|------|------|------|------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
|                      | 1991                      | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996               | 1991              | 1992              | 1993              | 1994              | 1995               | 1996               |
| <b>I. Sørfjorden</b> |                           |      |      |      |      |                    |                   |                   |                   |                   |                    |                    |
| Torskelever          | 1.6                       | 8.0  | <0.8 | 0.66 | 0.36 | 11.4 <sup>1)</sup> | 3.4               | 3.1 <sup>4)</sup> | 0.8 <sup>4)</sup> | 0.4 <sup>4)</sup> | 0.1 <sup>4)</sup>  | 2.6 <sup>1)</sup>  |
| Torskefilet          | 0.6                       | 6.9  | <0.6 | -    | 0.19 | 8.4 <sup>2)</sup>  | 1.0               | 3.8 <sup>4)</sup> | 0.7 <sup>4)</sup> | -                 | <0.1 <sup>4)</sup> | -                  |
| Skrubbelever         | 2.8                       | 2.6  | <0.5 | 9.2  | 0.41 | 1.4 <sup>2)</sup>  | 0.5 <sup>4)</sup> | 0.3 <sup>4)</sup> | 0.2 <sup>4)</sup> | 2.2 <sup>4)</sup> | 0.1 <sup>4)</sup>  | -                  |
| Skrubbefilet         | 16.7                      | 2.5  | <0.6 | 1.96 | 0.33 | 0.74 <sup>3)</sup> | 3.1 <sup>4)</sup> | 0.8 <sup>4)</sup> | 0.6 <sup>4)</sup> | 0.7 <sup>4)</sup> | 0.1 <sup>4)</sup>  | 0.18 <sup>3)</sup> |
| <b>Strandebarm</b>   |                           |      |      |      |      |                    |                   |                   |                   |                   |                    |                    |
| Torskelever          | 0.67                      | 0.66 | <0.5 | 0.93 | 0.38 | 0.47               | 2.0               | 0.8 <sup>4)</sup> | 1.0 <sup>4)</sup> | 1.3 <sup>4)</sup> | 0.3 <sup>4)</sup>  | 1.5                |
| Torskefilet          | 0.34                      | <0.4 | <0.2 | 0.50 | 0.20 | 1.1                | 1.1               | 0.6 <sup>4)</sup> | 0.4 <sup>4)</sup> | 1.5 <sup>4)</sup> | 0.5 <sup>4)</sup>  | -                  |
| Glassvarlever        | 0.39                      | 1.2  | <0.6 | 1.1  | 1.1  | 0.47               | 1.1 <sup>4)</sup> | 1.5 <sup>4)</sup> | 1.1 <sup>4)</sup> | 1.7 <sup>4)</sup> | 1.0 <sup>4)</sup>  | -                  |
| Glassvarfilet        | 0.32                      | 0.63 | <0.3 | 0.56 | 0.76 | 0.33               | 0.8 <sup>4)</sup> | 1.2 <sup>4)</sup> | 0.8 <sup>4)</sup> | 1.2 <sup>4)</sup> | 1.6 <sup>4)</sup>  | -                  |
| Skrubbelever         |                           |      |      |      |      | 0.58               |                   |                   |                   |                   |                    | 0.17               |
| Skrubbefilet         |                           |      |      |      |      | 0.64               |                   |                   |                   |                   |                    | -                  |

1) Middell av prøvene fra Tyssedal og Ædna.

2) Middell av de tre prøvene fra Odda, Tyssedal og Ædna.

3) Bare analysert i materialet fra Odda.

4) Sum av bare DDE + DDD, avrundede verdier.

#### 4.5 Klororganiske stoffer i blåskjell

Jevnført med antatt høyt bakgrunnsnivå fra bare diffus belastning (Kl. I i SFTs reviderte klassifiseringssystem, Molvær et al., 1997) viser tabell 9 overkonsentrasjoner av  $\Sigma$  DDT i området 2-10 ganger, mens verdiene i hovedfjorden lå på omkring høyt "normalnivå", dvs. bare svakt/ubetydelig påvirket. Omregnet til fettbasis var det i hovedsaken godt samsvar mellom JAMP-data og det som ble observert i skjell samlet mindre enn en måned senere. Som i tidligere år ble de høyeste konsentrasjonene av DDT med nedbrytningsproduktene DDE og DDD funnet i skjell fra st. 6 Kvalnes.

I en rapportasje i Vestlandsrevyen 28/1 1997 ved journalist Egil Torheim fremkom det vitnesbyrd fra en grunneier om at DDT for omlag 40 år siden var blitt gravd ned ett eller to steder i omegnen av Kvalnes. Dermed kan dette være en del av forklaringen på DDT-forurensningen i Sørfjorden. Foreløpig er imidlertid ikke deponiene funnet og gravd opp.

Av figur 12, med data fra 1991, ses nokså stabile forskjeller mellom de enkelte stasjonene, men ingen bestemt utviklingstendens. Når kontamineringen er såvidt tydelig også innover i fjorden, er det sannsynlig med mer enn den ene kilden i omegnen av Kvalnes

Tabell 10 viser utviklingen mht. konsentrasjoner av de tre stoffene som inngår i  $\Sigma$  DDT og deres relative bidrag til summen i forskjellige år. Mens andelen av morsubstansen DDT var liten til moderat, dvs. stort sett under 15-20 % frem til og med 1994, har andelen vært høyere de par siste årene. Siden dette betyr en tilsvarende relativ reduksjon for nedbrytningsproduktene, skulle det i teorien tyde på en økt tilførsel av "fersk" DDT. Imidlertid gjør analysetekniske problemer en slik konklusjon usikker.

PCB-verdiene i blåskjell tyder ikke på nåtidig belastning av noen betydning unntatt ved Tyssedal. Konsentrasjonen i skjell fra denne stasjonen tilsvarer en forhøyelse på nærmere 10 ganger i forhold til



"høyt normalnivå" (Kl. I i Molvær et al., 1997). At det er en aktiv PCB-kilde nær Tyssedal er konstatert flere ganger tidligere, men 1996-verdien er den høyeste som er målt siden 1991. Selv om konsentrasjonene i skjell fra stasjonene innerst i fjorden bare lå svakt over "høy bakgrunn", ses en forskjell fra kontamineringsnivået i ytre fjord (Krossanes). Også dette er registrert tidligere, men gjenspeiler ikke annet enn den "diffuse" påvirkning man må vente fra nesten et hvert eldre industrisenter.

**Tabell 9.** DDT med nedbrytningsprodukter og  $\Sigma\text{PCB}_7$ <sup>1)</sup> i blåskjell fra Sjøfjorden og Hardangerfjorden 22-23/9 og 18/10 1996,  $\mu\text{g/kg}$  våtvekt. Fra JAMP-stasjonene (22-23/9) middel av 3 størrelsesgrupper (2-3, 3-4, 4-5 cm).

| Stasjoner, dato        | DDT                | DDE  | DDD  | $\Sigma\text{DDT}$ | $\Sigma\text{PCB}_7$ | % tørrv. | % fett |
|------------------------|--------------------|------|------|--------------------|----------------------|----------|--------|
| B1 Byrkjenes, 18/10    | 3.03               | 2.43 | 0,87 | 6.33               | 2.11                 | 16.4     | 2.12   |
| B2 Eitrheim, 18/10     | 1.92               | 2.43 | 1.13 | 5.48               | 2.51                 | 13.9     | 2.04   |
| " 23/9                 | 1.11               | 1.87 | 1.05 | 4.03               | 1.97                 | 18.5     | 1.79   |
| B3 Tyssedal 18/10      | 2.17               | 2.42 | 0.85 | 5.44               | 17.15                | 14.1     | 1.78   |
| B4 Digranes, 18/10     | 3.65               | 3.75 | 1.64 | 9.04               | 1.56                 | 19.7     | 2.13   |
| B6 Kvalnes 18/10       | 9.66               | 8.32 | 0.87 | 18.88              | 1.42                 | 16.0     | 1.87   |
| " 22/9                 | 5.79               | 5.44 | 2.47 | 13.70              | 1.25                 | 16.3     | 1.23   |
| B7 Krossanes, 18/10    | 2.41               | 4.39 | 1.94 | 8.74               | 0.76                 | 15.3     | 1.58   |
| " 22/9                 | 2.70               | 2.86 | 1.04 | 6.60               | 0.78                 | 18.5     | 1.61   |
| B 13, Ranaskjær, 22/9  | 0.68               | 0.82 | 0.38 | 1.88               | 0.58                 | 15.1     | 1.11   |
| B 15 Vikingneset, 22/9 | 0.92 <sup>2)</sup> | 0.94 | 0.56 | 2.42?              | 0.92                 | 17.3     | 1.41   |

<sup>1)</sup> Sum av CB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.

<sup>2)</sup> En suspekt verdi (0.20 mot 0.98 og 1.20 i de to øvrige).

**Tabell 10.** DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell 1991-1996,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. (I parentes % av  $\Sigma\text{DDT}$ ). Verdiene er delvis avrundet.

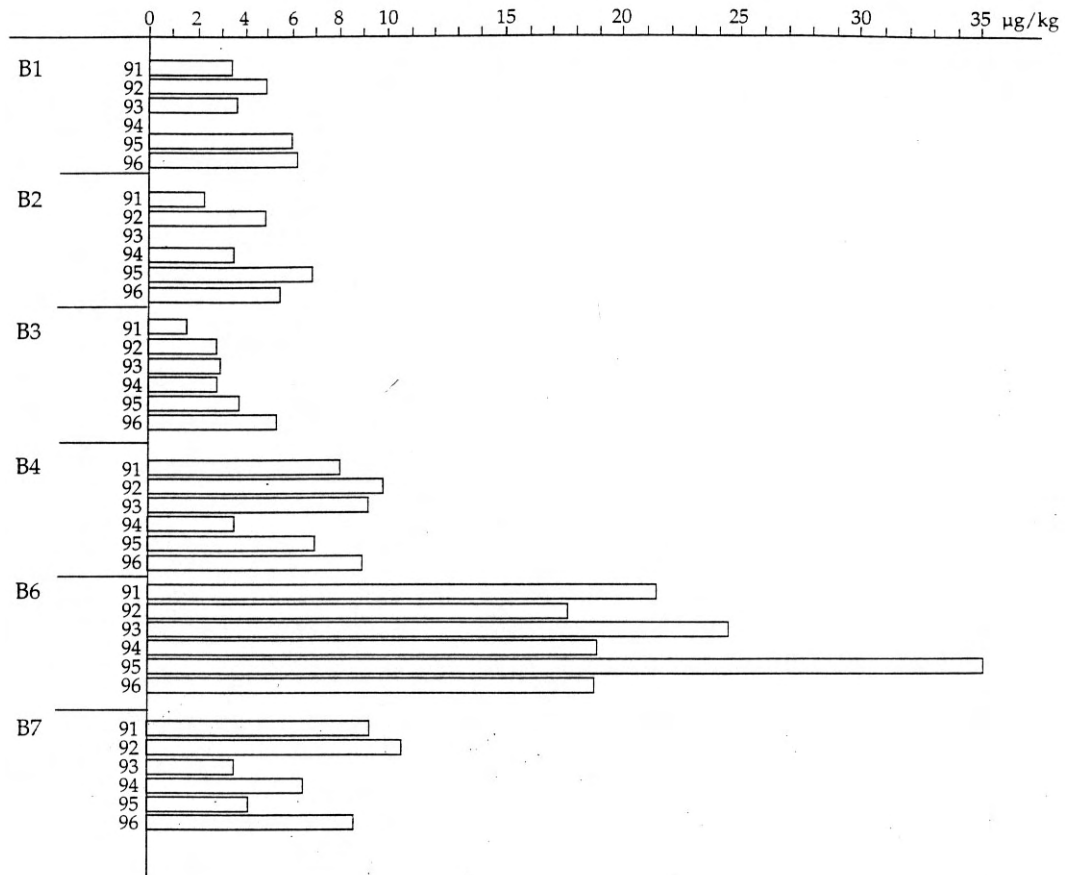
| Stasjoner           | År                 | DDT                  | DDE       | DDD      | $\Sigma$ DDT       |
|---------------------|--------------------|----------------------|-----------|----------|--------------------|
| St. B1<br>Byrkjenes | 1991               | 0.7 (20)             | 2.0 (60)  | 0.7 (20) | 3.4                |
|                     | 1992               | < 0.2 ( $\approx$ 2) | 2.3 (56)  | 1.7 (42) | 4.9 <sup>1)</sup>  |
|                     | 1993               | 0.1 ( $\approx$ 3)   | 2.5 (69)  | 1.0 (28) | 3.6                |
|                     | 1994 <sup>2)</sup> |                      |           |          |                    |
|                     | 1995               | 2.0 (33)             | 3.3 (55)  | 0.7 (12) | 6.0                |
|                     | 1996               | 3.0 (48)             | 2.4 (38)  | 0.9 (14) | 6.3                |
| St. B2<br>Eitrheim  | 1991               | 0.1 (4)              | 1.5 (62)  | 0.8 (34) | 2.4                |
|                     | 1992               | < 0.2 (< 2)          | 2.5 (51)  | 2.3 (47) | 4.9 <sup>1)</sup>  |
|                     | 1993 <sup>3)</sup> |                      |           | 0.3 (8)  |                    |
|                     | 1994               | 0.9 (28)             | 2.1 (64)  | 0.9 (14) | 3.3                |
|                     | 1995               | 2.8 (40)             | 3.2 (46)  | 1.1 (21) | 6.9                |
|                     | 1996               | 1.9 (35)             | 2.4 (44)  |          | 5.5                |
| St. B3<br>Tyssedal  | 1991               | 0.1 ( $\approx$ 6)   | 1.0 (63)  | 0.5 (31) | 1.6                |
|                     | 1992               | 0.4 (15)             | 1.7 (60)  | 0.7 (25) | 2.8                |
|                     | 1993               | < 0.1 ( $\approx$ 6) | 1.8 (62)  | 1.0 (32) | 2.9 <sup>1)</sup>  |
|                     | 1994               | 0.4 (15)             | 1.9 (68)  | 0.5 (17) | $\sim$ 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                |
| St. B4<br>Digranes  | 1991               | 1.4 (18)             | 4.1 (51)  | 2.5 (31) | 8.0                |
|                     | 1992               | < 0.2 ( $\approx$ 1) | 4.8 (48)  | 5.1 (51) | 10.0 <sup>1)</sup> |
|                     | 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                |
| St. B6<br>Kvalnes   | 1991               | 4.7 (22)             | 10.7 (50) | 6.0 (28) | 21.4               |
|                     | 1992               | 0.5 (3)              | 7.8 (44)  | 9.4 (53) | 17.7               |
|                     | 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               |
| St. B7<br>Krossanes | 1991               | 1.9 (20)             | 5.7 (61)  | 1.8 (19) | 9.4                |
|                     | 1992               | < 0.2 ( $\approx$ 1) | 5.6 (52)  | 5.0 (47) | 10.7 <sup>1)</sup> |
|                     | 1993               | 0.1 ( $\approx$ 3)   | 2.2 (61)  | 1.3 (36) | 3.6                |
|                     | 1994               | 0.2 (4)              | 4.7 (73)  | 1.5 (23) | 6.5                |
|                     | 1995 <sup>4)</sup> | 1.3 (32)             | 2.2(53)   | 0.6 (15) | 4.2                |
|                     | 1996               | 2.4 (27)             | 4.4 (51)  | 1.9 (22) | 8.7                |

<sup>1)</sup> Ved summering eventuelt regnet med 1/2 deteksjonsgrense.

<sup>2)</sup> Ikke observert (bare få og små skjell).

<sup>3)</sup> Ikke observert (ingen levende skjell over 0.5 cm ned til ca. 1,5 m).

<sup>4)</sup> Verdier fra reanalyse,  $\Sigma\text{DDT}$  fra 1. gangs analyse: 1.9.



**Figur 12.**  $\Sigma$  DDT i blåskjell fra Sør fjorden 1991-1996,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. Om fordeling mellom DDT, DDE og DDD, se tabell 9-10.

## 5. REFERANSER

- Barland, K., V. Berg og G.S. Eriksen, 1996. Tungmetaller i skalldyr, SNT (Statens Næringsmiddeltilsyn), rapport 9 1996. 24 s. pluss vedlegg.
- Green, N., 1989. The effect of depuration on mussel analyses. Report of the 1989 Working Group on the Statistical Aspects of Trend Monitoring. Haag, 24-27 april 1989, annex 6:52-58.
- Knutzen, J., 1985. "Bakgrunnsnivåer" av utvalgte metaller og andre grunnstoffer i tang. Øvre grense for "normalinnhold", konsentrasjonsfaktorer, naturbetingede variasjoner, opptaks- og utskillelsesmekanismer. NIVA-rapport 1733, 121 s.
- Knutzen, J. og N. W. Green, 1995. "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk, blåskjell og reker. Data fra utvalgte norske prøvesteder innen den felles overvåking under Oslo-Paris-kommisjonene (Joint Monitoring Programme - JMP) 1990-1993. Rapport 594/95 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3302, 106 s.
- Knutzen, J., B. Rygg og I. Thelin, 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkningen av miljøgifter. SFT-rapport TA-923/1993, 20 s.
- Knutzen, J., N. Green og E.M. Brevik, 1995. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1994. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Rapport 631/95 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3371, 35 s.
- Knutzen, J., N.W. Green, E.M. Brevik og A. Godal, 1996. Tiltaksorienterte undersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1995. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Rapport 676/96 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3589-96, 37 s.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport TA-1467/1997, 36 s.
- Rygg, B. og J. Skei, 1997. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1996. Delrapport 2. Sedimenter og bløtbunnsfauna. Rapport 711/97 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3733-97, 74 s.
- Skei, J., 1997. Tiltaksorienterte undersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1996. Delrapport 1 Vannkjemi. Rapport 700/97 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3688/97, 27 s.
- Skei, J., J. Knutzen og K. Næs, 1989. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1987-188. NIVA-rapport 2227, 132 s.
- Skei, J., J. Knutzen, F. Moy og N. Green, 1990. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1988-1989. NIVA-rapport 2435, 75 s.
- Skei, J og F. Moy, 1996. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1995. Delrapport 1. Vannkjemi og dykkerbefaring. Rapport 667/96 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3509, 29 s.

## **DATAVEDLEGG:**

- **Metaller i blåskjell 18/10-97 (våtvektsbasis)**
- **Klororganiske stoffer i blåskjell 18/10-96 (våtvektsbasis)**
  - **Metaller i tang (tørrvektsbasis)**



Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

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

# ANALYSE RAPPORT

Side nr. 1/1



Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 1997-85

09/03/98

O.nr. O 800309

| Prøvenr | Prøve<br>merket | Prøvetakings-<br>dato | Mottatt<br>NIVA | Analyseperiode |
|---------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------|
| 1       | Byrkjenes B1    | 961018                | 970116          | 970127-970506  |
| 2       | Eitrheim B2     | 961018                | 970116          | 970120-970506  |
| 3       | Tyssedal B3     | 961018                | 970116          | 970120-970506  |
| 4       | Digranes B4     | 961018                | 970116          | 970120-970506  |
| 5       | Kvalnes B6      | 961018                | 970116          | 970120-970506  |
| 6       | Krossanes B7    | 961018                | 970116          | 970120-970506  |

| Analysevariabel | Enhet     | Prøvenr<br>Metode | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|-----------------|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tørrstoff       | %         | B 3               | 16,4  | 13,9  | 14,1  | 19,7  | 16,0  | 15,3  |
| Kadmium         | µg/g v.v. | E 2               | 3,18  | 3,60  | 2,06  | 1,83  | 2,10  | 1,33  |
| Kobber          | µg/g v.v. | E 2               | 1,15  | 1,58  | 1,42  | 1,54  | 1,19  | 1,12  |
| Kvikksølv       | µg/g v.v. | E 4-2             | 0,084 | 0,092 | 0,044 | 0,039 | 0,043 | 0,034 |
| Bly             | µg/g v.v. | E 2               | 8,97  | 10,6  | 4,74  | 3,17  | 2,82  | 1,44  |
| Sink            | µg/g v.v. | E 1               | 37,1  | 68,8  | 46,8  | 32,3  | 36,5  | 24,2  |

\* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

## Kommentarer

- 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.

Norsk institutt for vannforskning

Kai Sørensen  
Seksjonsleder



Norsk  
 Institutt  
 for  
 Vannforskning

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

# ANALYSE RAPPORT

Side nr.1/1



Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 1997-86

09/03/98

O.nr. O 800309

| Prøvenr | Prøve<br>merket        | Prøvetakings-<br>dato | Mottatt<br>NIVA | Analyseperiode |
|---------|------------------------|-----------------------|-----------------|----------------|
| 1       | Byrkjenes blæretang B1 | 961018                | 970116          | 970206-970319  |
| 2       | Eitrheim blæretang B2  | 961018                | 970116          | 970206-970319  |
| 3       | Tyssedal blæretang B3  | 961018                | 970116          | 970206-970319  |
| 4       | Digranes blæretang B4  | 961018                | 970116          | 970206-970319  |
| 5       | Digranes grisetang B4  | 961018                | 970116          | 970206-970319  |
| 6       | Kvalnes blæretang B6   | 961018                | 970116          | 970206-970319  |
| 7       | Kvalnes grisetang B6   | 961018                | 970116          | 970206-970319  |
| 8       | Krossanes grisetang B7 | 961018                | 970116          | 970206-970319  |

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr<br>Metode | 1         | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
|-----------------|-------|-------------------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |       |                   | Tørrstoff | %    | B 3   | 21,3  | 22,0  | 20,8  | 24,0  | 31,0  |
| Kadmium         | µg/g  | E 2               | 13,6      | 7,40 | 5,32  | 6,10  | 3,16  | 5,67  | 3,13  | 1,53  |
| Kobber          | µg/g  | E 2               | 11,2      | 18,6 | 22,3  | 6,53  | 3,92  | 4,45  | 5,15  | 2,08  |
| Kvikksølv       | µg/g  | E 4-2             | 0,17      | 0,17 | 0,068 | 0,042 | 0,061 | 0,029 | 0,060 | 0,034 |
| Bly             | µg/g  | E 2               | 9,28      | 7,94 | 2,29  | 2,76  | 0,46  | 0,87  | 0,54  | 0,25  |
| Sink            | µg/g  | E 1               | 940       | 950  | 670   | 570   | 430   | 550   | 470   | 210   |

## Kommentarer

1 Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.

Norsk institutt for vannforskning

Kai Sørensen  
 Seksjonsleder



Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

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

# ANALYSE RAPPORT

Side nr.1/1



Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 1997-85  
O.nr. O 800309

09/03/98

| Prøvenr | Prøve<br>merket | Prøvetakings-<br>dato | Mottatt<br>NIVA | Analyseperiode |
|---------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------|
| 1       | Byrkjenes B1    | 961018                | 970116          | 970127-970506  |
| 2       | Eitrheim B2     | 961018                | 970116          | 970120-970506  |
| 3       | Tyssedal B3     | 961018                | 970116          | 970120-970506  |
| 4       | Digranes B4     | 961018                | 970116          | 970120-970506  |
| 5       | Kvalnes B6      | 961018                | 970116          | 970120-970506  |
| 6       | Krossanes B7    | 961018                | 970116          | 970120-970506  |

| Analysevariabel       | Enhet      | Prøvenr<br>Metode | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|-----------------------|------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tørrstoff             | %          | B 3               | 16,4  | 13,9  | 14,1  | 19,7  | 16,0  | 15,3  |
| Fett                  | %          | H 3-4             | 2,12  | 2,04  | 1,78  | 2,13  | 1,87  | 1,58  |
| Penta-klorbenzen      | µg/kg v.v. | H 3-4             | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Hexa-klorbenzen       | µg/kg v.v. | H 3-4             | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,05  | <0,05 | <0,05 |
| Alfa-hexakl.cyclohex. | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,17  | 0,14  | 0,16  | 0,23  | <0,05 | 0,11  |
| Gamma-hexakl.cyclohex | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,45  | 0,39  | 0,44  | 0,53  | 0,06  | 0,27  |
| Polyklorertbifenyl 28 | µg/kg v.v. | H 3-4             | <0,05 | 0,05  | 0,52  | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Polyklorertbifenyl 52 | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,10  | 0,11  | 1,04  | 0,07  | 0,08  | <0,05 |
| Oktaklorstyren        | µg/kg v.v. | H 3-4             | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Polyklorertbifenyl101 | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,36  | 0,44  | 3,32  | 0,29  | 0,47  | 0,17  |
| 4,4-DDE               | µg/kg v.v. | H 3-4             | 2,43  | 2,43  | 2,42  | 3,75  | 8,32  | 4,39  |
| Polyklorertbifenyl118 | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,30  | 0,36  | 3,83  | 0,26  | 0,16  | 0,13  |
| Polyklorertbifenyl153 | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,69  | 0,77  | 3,34  | 0,46  | 0,39  | 0,28  |
| 4,4-DDD               | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,87  | 1,13  | 0,85  | 1,64  | 0,87  | 1,94  |
| Polyklorertbifenyl105 | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,11  | 0,14  | 1,88  | 0,10  | 0,07  | 0,05  |
| Polyklorertbifenyl138 | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,55  | 0,67  | 4,75  | 0,43  | 0,31  | 0,23  |
| Polyklorertbifenyl156 | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,07  | 0,07  | 0,60  | 0,05  | <0,05 | <0,05 |
| Polyklorertbifenyl180 | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,11  | 0,13  | 0,35  | 0,07  | 0,06  | <0,05 |
| Polyklorertbifenyl209 | µg/kg v.v. | H 3-4             | 0,05  | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 4,4-DDT               | µg/kg v.v. | H 3-4             | 3,03  | 1,92  | 2,17  | 3,65  | 9,66  | 2,41  |
| Sum PCB               | µg/kg v.v. | Beregnet*         | 2.34  | 2.74  | 19.63 | 1.73  | 1.54  | 0.86  |
| Σ PCB <sub>x</sub>    | µg/kg v.v. | Beregnet*         | 2.11  | 2.53  | 17.15 | 1.58  | 1.47  | 0.81  |

\* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Kai Sørensen  
Seksjonsleder