



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport 806/00

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

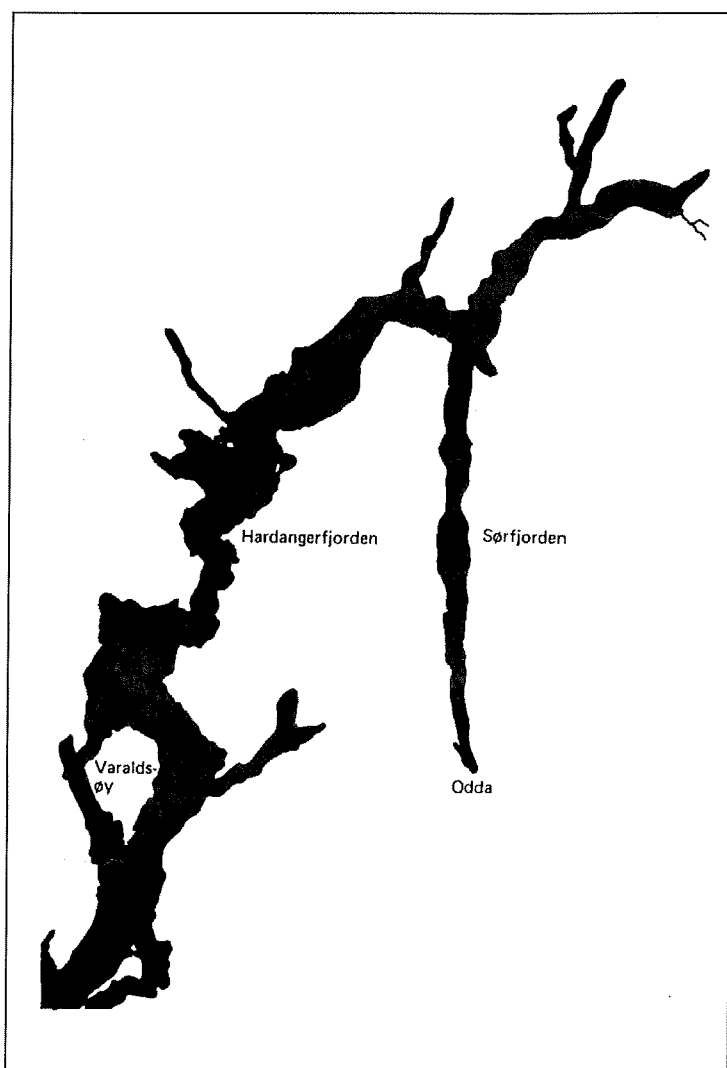
Utførende institusjoner

NIVA

Alex Stewart Env. Serv. A/S, Odde

Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardanger- fjorden 1999

Delrapport 2
Miljøgifter i organismer



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

Akvaplan-niva

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

Tittel Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1999. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Overvåkingsrapport nr. 806/00. TA-1753/2000.	Løpenr. (for bestilling) 4300-2000	Dato 2000.11.08
	Prosjektnr. Undernr. O-800309	Sider Pris 42
Forfatter(e) Knutzen, Jon Green, Norman W.	Fagområde Marin økologi	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn (SFT).	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammendrag Ekstraordinær tilførsel av kvikksølv til Sørfjorden i april 1999 ga ikke tydelige utslag i fisk fra indre fjord, som i likhet med tidligere bare viste overkonsentrasjoner (i forhold til høyt "normalnivå") på 2-3 ganger i torsk og skrubbe; noe høyere i ål. Imidlertid ble det konstatert en økning fra året før i tang og blåskjell, med overkonsentrasjoner opp til 15 ganger i skjell. Også uhellsutslipp av kadmium fra Norzink A/S gjenspeiltes i blåskjell ved maksimum overkonsentrasjon på ca. 20 ganger og tydelig sporbar påvirkning i skjell fra Hardangerfjorden, 80 km fra Odda. Overbelastningen med metaller var ellers omlag som tidligere. Gjennomsnittlig PCB-innhold i lever og filet av torsk fra indre Sørfjorden var vesentlig lavere (Kl. II i SFTs klassifiserings-system) enn året før, men med store individuelle variasjoner. Innholdet av DDT med nedbrytningsproduktene DDE/DDD var forhøyet (Kl. II) i fisk fra både indre Sørfjorden og fra Strandebarne i Hardangerfjorden. Den vedvarende tilførsel av DDT/DDE til området ble bekreftet ved nivåene i blåskjell fra alle prøvesteder. De høyeste konsentrasjonene ble igjen funnet i midtre-ytre fjord (strekningen Kvalnes-Krossanes). På en av stasjonene her ble det registrert mer enn 30 ganger "høyt normalnivå", dvs. Kl. V og meget sterkt forurenset i henhold til klassifiseringssystemet.

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



Jon Knutzen
Prosjektleder



Ketil Hylland
Forskningsleder



Bjørn Braaten
Forskningsjef

**TILTAKSORIENTERTE
MILJØUNDERSØKELSER**

I

SØRFJORDEN OG HARDANGERFJORDEN 1999

Delrapport 2. Miljøgifter i organismer

Forord

Overvåkingen av miljøgifter i organismer fra Sørfjorden gjennomføres i samarbeid med Alex Stewart Environmental Services A/S, som ved Arild Moe har vært ansvarlig for innsamling av blåskjell og tang. For å sikre fremtidig samsvar med prøvestedene innenfor JAMP ble innsamlingen i 1999 foretatt med veiledning fra NIVA ved Torgeir Bakke og Aud Helland.

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

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 blåskjell og tang er opparbeidet av Unni Efraimsen.

Prosjektleder er Jens Skei. For 1999 er det tidligere gitt ut rapport om fjordens vannkjemi (Skei, 2000).

Oslo, 8/11 2000

Jon Knutzen

Innhold

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	5
SUMMARY	7
2. BAKGRUNN OG FORMÅL	8
3. MATERIALE OG METODER	10
4. RESULTATER OG DISKUSJON	15
4.1 Metaller i fisk	15
4.2 Metaller i blåskjell	17
4.3 Metaller i tang	23
4.4 Klororganiske stoffer i fisk	29
4.5 Klororganiske stoffer i blåskjell	33
5. REFERANSER	38
DATAVEDLEGG	40

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- I. De generelle formål med overvåkingen i Sørfjorden er å følge utviklingen etter tiltak mot tilførsler av metaller; gi grunnlag for å bedømme behovet for eventuelle ytterligere tiltak og tjene som underlag for næringsmiddelmyndighetenes vurdering av fisks og skjells spiselighet. Et fjerde hovedformål er å holde allmenhet og brukerinteresser orientert om fjordens tilstand. Spesielle formål dekkes ved supplerende studier innen rammen av Statlig program for forurensningsovervåking eller ved egne undersøkelser (for 1999 se pkt II).
- II. 1999-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). I 1999 er det innsamlet supplerende prøver av blåskjell i området mellom Kvalnes og Krossanes i ytre fjord for å komme videre med lokaliseringen av DDT-forurensningen i dette området. Med henblikk på brukerinteressene i å er det for første gang analysert klororganiske stoffer og kvikksølv også i denne arten. 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 OSPAR-kommisjonen (tidligere Oslo-/Paris kommisjonene). Den fullstendige bearbeidelsen av data for fisk skjer således innen dette programmet. I foreliggende rapport gjengis hovedresultater av betydning for å bedømme forurensningsgrad og spiselighet.
- III. Filet av skrubbe og torsk fra indre Sørfjorden viste i 1999 overkonsentrasjoner på henholdsvis ca. 2 og 3 ganger i forhold til et antatt høyt bakgrunnsnivå av kvikksølv (Kl. I i SFTs klassifiseringssystem). Dette er omtrent som tidligere. På de to prøvestedene for ål ble det funnet overkonsentrasjoner på 5/3 ganger (Odda/Tyssedal). Lokal overbelastning med kvikksølv ble også konstatert i filet av glassvar fra Strandebarm i Hardangerfjorden, men ikke i torsk eller skrubbe fra dette området. Forklaringen på forskjellen mellom artene er foreløpig spekulativ, men kan ha å gjøre med noe forskjellige prøvesteder.

Konsentrasjonen av kadmium i lever av skrubbe/torsk fra indre fjord overskred høye verdier fra referanseområder med omkring 10/5 ganger. Blyregistreringene viste relativt mindre påvirkning i fiskelever. Levermaterialet fra Strandebarm inneholdt normalverdier av metaller.

- IV. Metallinnholdet i blåskjell og tang var fremdeles høyt. En generell økning av kvikksølvinnholdet i skjell fra 1998 til overkonsentrasjoner i 1999 på vel 15 ganger innerst i Sørfjorden og 2 ganger på ytterste Sørfjordstasjon kan ses i sammenheng med særlig høyt kvikksølvinnhold i vann i april dette år. Overkonsentrasjonene av kadmium i skjell lå på 5-20 ganger, også noe mer enn foregående år og sannsynligvis forårsaket av uhellsutslipp ved Norzink. Intervallene for overkonsentrasjoner av bly og sink var henholdsvis 4-36 ganger og <1-3 ganger, begge omtrent som i de senere år. For bly og kadmium var det en åpenbar overbelastning også på JAMP-lokalitetene i Hardangerfjorden, for kadmium mer enn 80 km fra Odda.

Jevnført med grensen for Kl. I i SFTs klassifiseringssystem ble det funnet følgende maksimale overkonsentrasjoner i tang: Kvikksølv 13 ganger, kadmium 6, bly 19, sink 6 og kobber 4 ganger, i alle tilfeller med stort sett avtagende konsentrasjoner utover Sørfjorden. Økning i tangens kvikksølvinnhold fra 1998 til 1999 samsvarte med blåskjelldata og den episodisk økte kvikksølvbelastningen. Imidlertid var det av uoppklarte grunner ellers mindre god

overensstemmelse mellom det bilde av innbyrdes belastningsgrad mellom stasjonene som fremkommer ved bruk av henholdsvis blåskjell og tang som metallindikator.

- V. Gjennomsnittlig innhold av Σ PCB₇ i lever og filet av torsk fra indre Sørfjorden var ca. 3/2 ganger over Kl. I i klassifiseringssystemet. Tilsvarende klare overkonsentrasjoner ble ikke funnet i skrubbe eller ål. Middelverdiene i torsk var betydelig lavere enn året før, men de individuelle variasjonene var fremdeles store med overkonsentrasjoner i enkeltfisk på opp til 20 ganger. En mulig årsak til den forskjellen i kontamineringsnivået mellom artene er eksistensen av ett (eller flere) dumpeområder på dypt vann som berører deler av torskebestanden, men ikke de mer stedbundne og gruntvannstilknyttede skrubbe og ål.

Også DDT med nedbrytningsprodukter (Σ DDT) i torskelever fra denne lokaliteten viste klar overskridelse av Kl. I, men med noe forbehold for analytiske problemer (delvis suspekterte høye verdier). Mindre overkonsentrasjoner ble påvist i ål og skrubbe.

Som i 1998 var det i fisk fra Strandebarm "normalnivå" av PCB, derimot tydelige overkonsentrasjoner av DDT/DDE i lever av torsk (ca. 3 ganger) og glassvar, med mindre utslag i skrubbe og ål.

- VI. 1999-registreringene av Σ DDT i blåskjell fra Sørfjorden viste omlag samme tilstand som før, dvs. overkonsentrasjoner i forhold til Kl. I på 2-33 ganger og høyest i skjell fra strekningen Kvalnes-Krossanes i midtre-ytre fjord (kfr. Figur 1). Et noe utvidet stasjonsnett i dette området ga betydelige nivåforskjeller over korte avstander og indikerte sammen med tidligere observasjoner muligheten for to eller flere mindre kildeområder.

Den generelle overbelastningen med DDT etc. i deler av nedbørfeltet til Hardangerfjorden sammenlignet med vanlig diffus tilførsel ble bekreftet ved overkonsentrasjoner av Σ DDT på vel 2 ganger ved JAMP-stasjonene i Hardangerfjorden.

Kontamineringsgraden på mer enn 30 ganger antatt høy "bakgrunn" representerer et maksimum for det som er funnet ved overvåkingen i Sørfjorden, men generelt viser dataene en relativt stabil tilstand med bare mindre variasjoner i årene fra 1991.

I likhet med alle tidligere år opptrådte overkonsentrasjoner av PCB i skjell (vel 3 ganger) bare i prøven fra st. B3 Tyssedal.

- VII. Ut fra PCB-forurensningen i deler av torskebestanden i indre Sørfjorden tilrås at den igangsatte sporing av landbaserte PCB-kilder utvides med en nøyere kartlegging av PCB i sediment.

For videre sporing av kilder for DDT-tilførselene i ytre Sørfjorden trengs befaringer ved lokale myndigheter i området Kvalnes-Krossanes. Imidlertid kan det være formålstjenelig først med en ytterligere kartlegging av DDT-forekomsten i skjell fra et tettere stasjonsnett (7-8 prøvesteder) på denne strekningen.

SUMMARY

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

In fish and mussels also the levels of organochlorines are monitored annually.

The observations of contaminants in fish and mussels are part of the Norwegian contribution to Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP) of the OSPAR Commission.

- II. The 1999 observations showed moderate contamination with mercury in fillet of cod (*Gadus morhua*), flounder (*Platichthys flesus*) and eel (*Anguilla anguilla*) from the inner part of Sør fjorden. The mercury level in witch (*Lepidorhombus whiffiagonis*) from Strandebarm/Hardangerfjorden indicated a (minor) local source.

Cadmium in liver of flounder/cod from inner Sør fjorden exceeded assumed high background levels about 10/5 times, respectively. More moderate elevations compared to reference levels were found for lead in fish liver.

- III. Common mussels (*Mytilus edulis*) and bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) from the inner part of Sør fjorden were strongly contaminated with metals. Maximum concentrations of mercury, cadmium and lead in mussels from the inner part of the fjord exceeded Class I (=assumed high background from long-range transport) in the classification system of the Norwegian Pollution Control Authority with up to 20 times for mercury and cadmium and more than 30 times for lead. Similar maximum overconcentrations in bladder wrack were 13, 6, 19, 6 and 4 times, respectively for mercury, cadmium, lead, zinc and copper.

Marked lead and cadmium contamination in mussels were found in the main fjord, for cadmium more than 80 km from the source in the innermost part of Sør fjorden.

- IV. The mean content of PCB and DDT (including metabolites) in liver and fillet of cod from inner Sør fjorden indicated more than the background loading from long-range transport.

Above "normal" levels of Σ DDT were also recorded in liver of cod and witch from the Hardangerfjord locality.

- V. Compared with Class I in the Norwegian classification system mussels from all sampling sites in Sør fjorden contained excess Σ DDT, with overconcentration in the interval 5-33 times. Maximum contamination was found in the vicinity of Kvalnes (st. B6/56A-1) and Krossanes (st. 57A-1) (Figure 1).

PCB levels in mussels were above "normal" only at st. B3 Tyssedal, with an overconcentration about 3 times.

2. BAKGRUNN OG FORMÅL

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 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. I tillegg er det gjennom årene med overvåking konstatert vekslende grad av forurensning med PCB i fisk (Knutzen et al. 1999a). I 1998 nådde denne kontamineringen i torsk fra indre Sørfjorden det hittil høyeste målte nivå.

Rapporten om dette (Knutzen et al. 1999a), samt store uhellsutslipp av kvikksølv ved Norzink vinteren 1999-2000 (Skei 2000, Molvær 2000), medførte at Statens næringsmiddeltilsyn igjen advarte mot å spise fisk fra Sørfjorden. Videre ble det i samråd med SFT besluttet å utvide overvåkingen og igangsette spesialundersøkelser med henblikk på å spore mulige kilder for PCB og DDT. Den utvidede overvåkingen omfatter bl.a. analyse av PCB i ål fra indre Sørfjorden (PCB) og Strandebarm og et utvidet antall blåskjellstasjoner i det mistenkte kildeområdet for DDT mellom Kvalnes og Krossanes. Resultatene fra disse registreringene rapporteres her, mens den igangværende ettersøkingen av mulige kilder for PCB vil rapporteres for seg senere.

Overvåkingen er tiltaksorientert, idet 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 allmenheten 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 og Knutzen 1999).

For nærmere å kunne peile inn det antatte kildeområdet for DDT-forurensning mellom Kvalnes og Krossanes (Figur 1) ble det i 1999 samlet inn blåskjell fra noen ekstrastasjoner der det ble vurdert å være mest sannsynlig med utvasking/avrenning fra frukt dyrkingsarealer.

Tidligere forsøk med blåskjell fra Sørfjorden viste ingen signifikant forskjell i metallinnhold mellom skjell med og uten tarmrensing (Green 1989), men dette er i 1999 testet på nytt ved paralleller av ikke tarmrensede skjell fra 7 JAMP-stasjoner i Sørfjorden/Hardangerfjorden, inklusiv en referanselokalitet. Bearbeidelsen av denne problemstillingen vil skje i forbindelse med rapporteringen innen JAMP.

Tabell 1 viser tilførselstall for metaller i 1999 og foregående år, såvidt de har latt seg beregne. Hovedproblemet i denne forbindelse er tilførsel fra forurensede arealer i nedbørfeltet, delvis også uhellsutslipp. Tallene må derfor betraktes som usikre (se anmerkninger til tabellen).

Tabell 1. Offisielle anslag over utslipp til sjø fra Odda Smelteverk A/S (O.S.), Norzink A/S (NZ) og Tinfos Titan & Iron (TTI) i 1999 (kg/år). Basert på opplysninger fra bedriftene. Tallene i parentes representerer utslippstall for 1998. Tabellen er hentet fra Skei (2000).

Bedrift	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	PAH
O.S.	203 (266)	186 (124)	476 (1053)	17 (10)	0.5 (0.9)	1206 (1162)
NZ ¹⁾	41 (50)	6850 (4400)	32200 (30000)	990 (850)	14.5 (6.2)	-
TTI	134 (7.4)	45 (65)	11667 (9624)	1.1 (90)	2.1 (0.2)	77 (1.5)
Totalt	378 (323)	7081 (4589)	44343 (40677)	1008 (950)	17.1 (7.3)	1283 (1164)

- 1) Tilførslene fra Norzink for 1999 omfatter utslipp fra løpende drift (regulære utslipp og uhellsutslipp), avrenning 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	6300	60	6778*	21	10.9*
Via spuntvegg	1406	21.4	6.2	10.3	0.2
Kaien	1400	4	60	9	0.4
Diffuse tilførsler (ca.)	23000	900	?	?	3***
SUM**	32200	990	6850	41	14.5

* Hovedsakelig fra aluminiumfluoridfabrikken.

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

***1 kg i april og 2 kg i desember. Disse tallene er grove anslag. Et nytt modellverktøy er tatt i bruk for å gi bedre tilførselsberegninger. I henhold til Molvær (2000) er utslippet anslått til 400-500 g pr. døgn i januar–mars 2000. Siden lekkasjen ved Norzink oppstod i november–desember 1999 (Skei og Knutzen 2000), må det antas at årsutslippet av kvikksølv i 1999 (Tabell 1) er betydelig underestimert.

3. MATERIALE OG METODER

Blåskjell (*Mytilus edulis*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) er samlet inn fra 1 - 1.5 meters dyp 1/10 fra stasjonene B1 Byrkjenes, B2 Eitrheim, B3 Tyssedal, B4 Digranes, B6 Kvalnes og B7 Krossanes (Tabell 2, Figur 1). Blåskjell ble samlet fra alle stasjonene; blæretang fra de tre innerste lokalitetene B1-B3 og grisetang på B4-B6.

Innen den norske delen av det internasjonale overvåkingsprogrammet JAMP (Joint Assessment and Monitoring Programme) under OSPAR-kommisjonen og SFTs INDEX-program, ble det samtidig samlet inn blåskjell fra Byrkjenes, Eitrheim, Kvalnes og Krossanes, samt 29/9 fra Ranaskjær og Vikingneset (Tabell 2, Figur 1), dessuten fra Terøy ytterst i Hardangerfjorden (ikke på kart). Ekstrastasjonene for mulig sporing av DDT-tilførselen på strekningen Kvalnes-Krossanes er tatt som en del av JAMP/INDEX-prøvetakingen (stasjonene 56A1, 56A2 og 57A1 på Figur 1). Alle prøvesteder innen JAMP og INDEX er koordinatfestet (Green 2000).

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

JAMP-materialet omfatter i tillegg analyser av metaller og klororganiske forbindelser i fisk. Skrubbe (*Platichthys flesus*) og torsk (*Gadus morhua*) er samlet fra indre Sørfjorden i området Edna-Tyssedal (Figur 2, JAMP-st. 53 B) 30/9-2/10 1999. Med henblikk på en ytterligere belysning av PCB-situasjonen i fjorden er det 10/9-99 i tillegg samlet ål (*Anguilla anguilla*) fra to delområder: Tyssedal og Odda. Ålen fra Tyssedal ble tatt fra en fangst som var oppbevart på stedet i et par måneder. Fra Strandebarm i Hardangerfjorden (JAMP-st. 67B) er det samme høst fanget torsk, skrubbe, ål og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*).

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 ca. 3 - 5 cm. Innen JAMP samles rutinemessig 50 stk. innen hver av størrelseskategoriene 2 - 3, 3 - 4 og 4 - 5 cm. Før nedfrysing går skjellene her ca. ett døgn i vann fra innsamlingsstedet (tømning av tarm) og tas ut av skallene. For prøven til INDEX-programmet benyttes bare en størrelseskategori (3-4/3-5 cm, 3 parallelle blandprøver à 20 stk) uten tarmrensing.

Blandprøvene av blæretang (stasjonene B1, B2, B3) består 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 (så vidt mulig 25 stk.), dels på blandprøver av 5 stk. i fortrinnsvis 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 ny 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 middelerverdier sammenlignet med et "antatt høyt diffust bakgrunnsnivå". (Med dette menes "grensen" for verdier som kan registreres utenfor det registrerbare influensområdet til definerte punktkilder – kfr. Kl.I i SFTs klassifiseringssystem, Molvær et al. 1997).

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

For metallanalysene ble 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 acetone ved bruk av ultralyd desintegrasjon. Etter vasking med destillert vann inndampes ekstraktet til tørrhet for fettvektbestemmelse. For videre analyse veies en del av fett ut, løses i cykloheksan og renses/forsåpes med konsentrert svovelsyre.

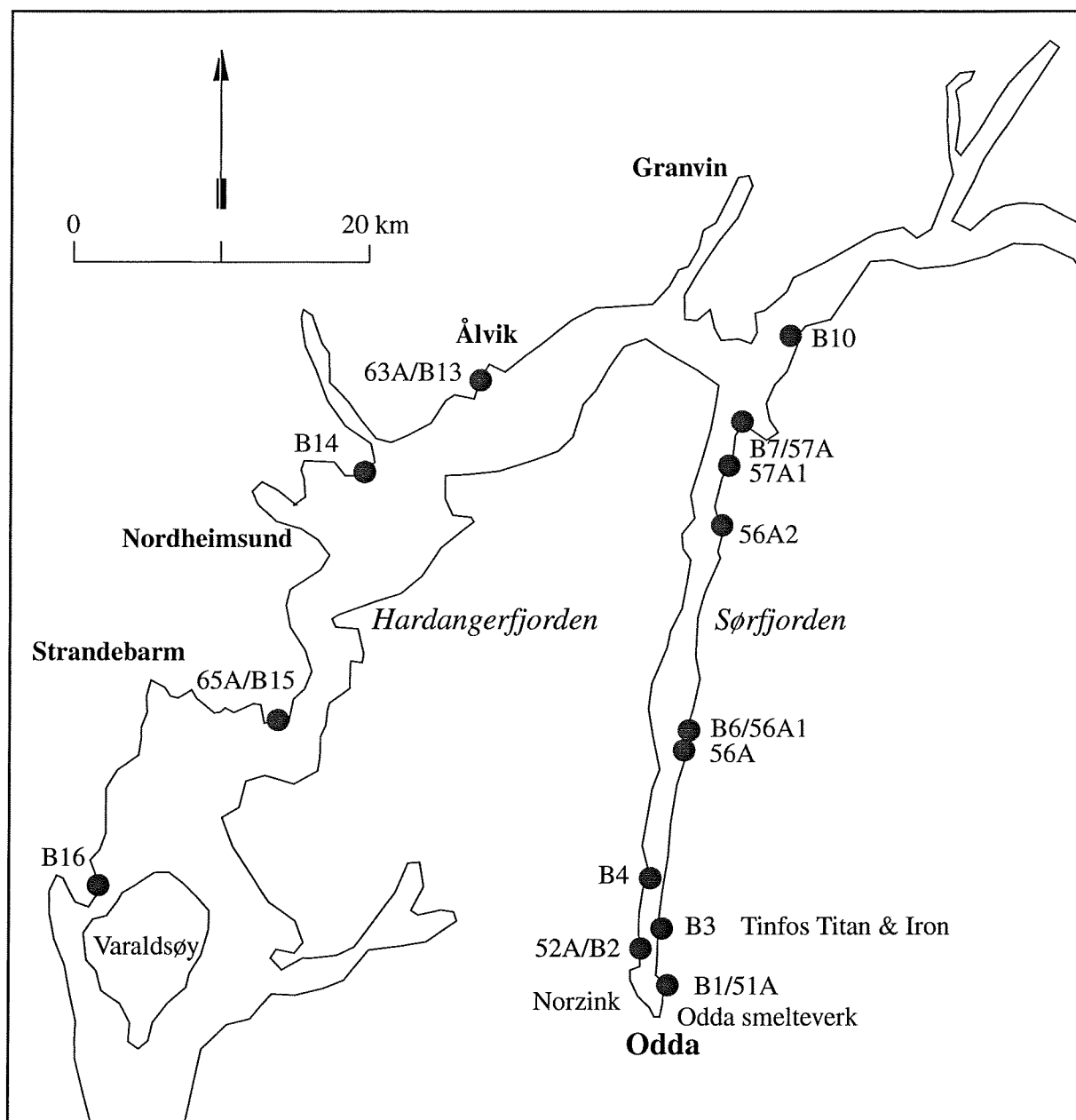
Før kvantitativ analyse blir ekstraktet inndampet til ønsket volum i små glødede prøveglass. Identifisering og kvantifisering av de nevnte parametre utføres på en gasskromatograf (GC) med 60 m kapillærkolonne og elektroninnfangningsdetektor (ECD). Kvantifisering utføres via egne dataprogram ved bruk 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 referansmateriale (SRM 349, torskeleverolje og CRM 350, makrellolje), regelmessig blindprøvetesting og hyppig kalibrering av instrumentene ved bruk av 8-punkts standardkurver. Oppnåelig presisjon ved gjentatt analyse av referans materialet er 5 - 10% for enkeltforbindelser. Deteksjonsgrensene for enkeltforbindelser er 0,1 – 0,2 µg/kg våtvekt.

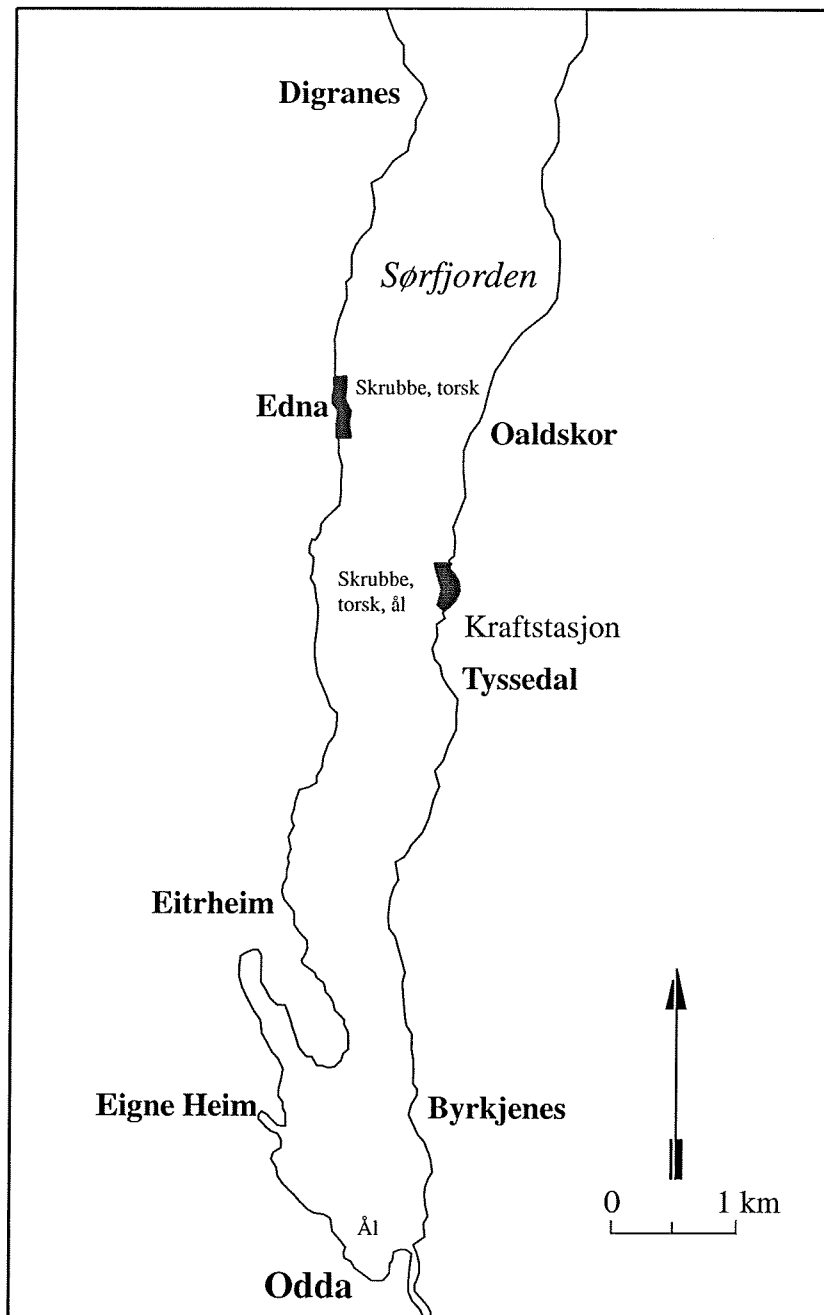
Tabell 2. Innsamlingssteder for blåskjell og tang i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1999, med angivelse av adkomst og ca. avstand fra Odda (km). (Ikke prøvetatt 1999: *).

STASJONER (JAMP-nr.)	ADKOMST	Ca. AVSTAND FRA ODDA (km)
St. B 1 (51A)	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 betongpelebrygge	3
St. B 3	Tyssedal, kai ved kraftstasjon. 1994: Brygge syd for TTl.	6
St. B 4	Digranes, ved trebrygge.	10
St. B 6 (56A) ¹⁾	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

¹⁾ På lokaliteten ved Kvalnes har prøvestedet for JAMP (56A) ligget ca. 1 km syd for B6. For å redusere usikkerhet ved jevnføring av resultatene fra de to deløppleggene vil prøvestedene fra og med år 2000 bli de samme.



Figur 1. Prøvesteder for blåskjell og tang fra Sør fjorden. (B10, B14 og B16 bare prøvetatt ved basisundersøkelsen). JAMP blåskjellstasjoner: 51A osv.



Figur 2. Prøvesteder for fisk i indre Sør fjorden 1999.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Metaller i fisk

Alle analyser av fisk er gjort innen JAMP. Rådata, opplysninger om prøver m.v. er tilgjengelig fra databasen for dette programmet. 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. Middel/Std.avvik for kvikksølv i filét og kadmium, kobber, bly og sink i lever av torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*), glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) og ål (*Anguilla anguilla*) fra stasjoner i indre Sørfjorden (JAMP st. 52/53), ved Strandebarm i Hardangerfjorden (JAMP st. 67) og antatt referansest. 21F (Kyrping) i Åkrafjorden (bare glassvar) i 1999, mg/kg våtvekt.

Stasjoner/Arter	Filet Hg	Lever (ål filet) Cd	Lever (ål filet) Cu	Lever (ål filet) Pb	Lever (ål filet) Zn
I.Sørfj.(Tyssedal-Edna)					
Skrubbe ¹⁾	0,19/0,08	2,5/0,5	13,4/2,9	0,53/0,21	39,8/3,4
Torsk ²⁾	0,27/0,15	0,72/0,33	13,3/11,9	0,10/0,06	30,6/9,9
I.Sørfj., Odda					
Ål ³⁾	0,49/0,27	0,03/0,01	0,32/0,06	0,09/0,09	19,7/3,1
I.Sørfj., Tyssedal					
Ål ⁴⁾	0,31/0,14	0,02/0,01	0,28/0,04	0,03/0,03	17,3/1,0
Strandebarm					
Torsk ⁵⁾	0,07/0,02	0,08/0,05	11,8/6,4	0,02/0,02	30,2/10,4
Glassvar ⁶⁾	0,24/0,17	0,11/0,13	10,9/1,7	0,03/0,02	74,7/15,1
Skrubbe ⁷⁾	0,04/0,02	0,18/0,05	18,6/3,1	<0,04	64,4/14,2
Ål ⁸⁾	0,11/0,03	<0,002	0,19/0,06	<0,02	13,7/1,8
Åkrafj. (ref.st.)					
Glassvar ⁹⁾	0,07/0,03	0,05/0,04	9,8/4,0	<0,03	79,9/17,4

- 1) 5 blandpr. à 5 eks. (Ikke oppdelt i kategorier etter størrelse, vektintervaller fra 261-615 g til 498-980 g).
- 2) Individuelle analyser av 25 eks.: 299-1408 g (gjennomsnitt 633 g); for metaller i lever bare 12 eks.
- 3) 5 blandpr. à 5 (2)eks. (Tilnærmet etter størrelse: 117-177, 149-211, 175-380, 291-807 og 709/808 (N=2) g).
- 4) 5 blandpr. à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 133-174, 137-211, 167-230, 172-274, 320-737 g).
- 5) Individuelle analyser av 25 eks.: 279-2983 g.
- 6) 5 blandpr. à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 262-430, 320-483, 383-537, 516-614, 531-732 g).
- 7) 5 blandpr. à 5 eks. (Ikke etter størrelse: 535-1752, 268-2519, 548-2032, 926-1673, 1015-2144 g).
- 8) 5 blandpr. à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 129-180, 142-184, 176-223, 188-298, 274-478 g).
- 9) 5 blandpr. à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 143-276, 245-322, 382-499, 472-619, 622-932 g).

Av Tabell 3 ses at **kvikksølvinnholdet** i filet av torsk fra indre Sørfjorden i likhet med tidligere var forhøyet sammenlignet med antatt høyt bakgrunnsnivå på 0,1 mg/kg våtvekt (Kl. I i Molvær et al. 1997). Overkonsentrasjonen var på nærmere 3 ganger, men det er bare ubetydelig høyere enn foregående tre år (Tabell 4). Det var således ingen tydelige utslag av de observerte indikasjonene på ekstraordinær kvikksølvtilførsel våren 1999 (Skei 2000, Skei og Knutzen 2000). Fisk av den aktuelle størrelsen akkumulerer kvikksølv vesentlig gjennom næring, og det er ingen enkel sammenheng med Sørfjordvannets sterkt varierende kvikksølvinnhold.

Det høyeste kvikksølvinnholdet ble registrert i ål, som tidligere ikke har vært benyttet i Sørfjordovervåkingen. Antas at høyt bakgrunnsnivå i denne arten heller ikke bør overstige 0,1 g/kg våtvekt i nevneverdig grad (kfr. Berge 1991, Berge & Helland 1993, Berge et al. 1996 og Myhre 1998, samt verdien fra Strandebarm i Tabell 3), ble det registrert overkonsentrasjoner på ca. 5/3 ganger i ål fanget hhv. nær Odda og ved Tyssedal.

For alle de ovennevnte artene ble det konstatert klart lavere kvikksølvnivåer i fangstene fra omegnen av Strandebarm i Hardangerfjorden. Av Tabell 3 ses at den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen i

fisk i dette området ble funnet i glassvar, slik det også regelmessig (med ett unntak) har vært tilfellet tidligere (Tabell 4). I foregående overvåkingsrapporter har det vært spekulert over om denne forskjellen mellom artene kunne skyldes spesielle akkumuleringsegenskaper hos glassvar. Data fra den antatt bare diffust belastede Åkrafjorden (Tabell 3), foruten JAMP-målinger i glassvar fra Færøyene (NIVA, upublisert), tyder imidlertid ikke på noe avvikende høyt bakgrunnsnivå i denne arten. En spekulativ forklaring på den bemerkelsesverdige forskjellen mellom glassvar og annen analysert fisk fra Strandebarm kan være en helt lokal belastning som bare gir utslag i glassvar. Denne har alltid vært fanget innerst i Strandebarmbukten, mens torsk og skrubbe (få tilfeller), for å få tilstrekkelig antall fisk, har måttet samles fra et større areal utenfor. Enkelte år har man også fra målingene i torsk (>0,1 mg/kg) fått svake indikasjoner på en lokal kilde (Tabell 4, se også skrubbe 1996).

Tabell 4. Middelerverdier av kvikksølv i torsk, skrubbe og glassvar fra indre Sørfjorden (JAMP-st. 53) og Strandebarm (JAMP-st. 67) 1987-1998, mg/kg våtvekt.

Stasjoner/ arter	1987-1989	-90	-91	-92	-93	-94	-95	-96	-97	-98	-99
Indre Sørfj.											
Torsk	0,11-0,26	0,20	0,24	0,40	0,17	0,09	0,09	0,24 ¹⁾	0,23 ¹⁾	0,25 ¹⁾	0,27
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⁾	0,19
Strandebarm											
Torsk	0,09-0,14	0,16	0,12	0,10	0,11	0,13	0,08	0,10	0,13	0,07	0,07
Glassvar	0,33-0,36	0,50	0,10	0,21	0,26	0,43	0,35	0,41	0,27	0,17	0,24
Skrubbe								0,18		0,05	0,04

¹⁾ Middelerverdiene fra Tyssedal og Edna

²⁾ Middelerverdiene fra Odda, Tyssedal og Edna

På samme måte som i 1998 og ofte tidligere (kfr. ref. i Knutzen et al. 1999a) har overbelastningen i indre Sørfjorden gitt tydelig utslag ved nivåene av **kadmium** og **bly** som er registrert i lever av skrubbe og torsk (Tabell 3). Jevnført med tall fra referansestasjoner (Knutzen og Green, 1995 og senere data under rapportering) representerer nivåene fra indre Sørfjorden overkonsentrasjoner av kadmium i størrelsesordenen 10 ganger i skrubbe og i hvert fall 5 ganger i torsk. Overkonsentrasjonene av bly var mer moderate, selv om det for de to metallene ses tilsvarende stor relativ forskjell mellom fisk fra indre Sørfjorden og Strandebarm (Tabell 3).

Kobber og sink i fiskelever lå innen normalintervallet.

4.2 Metaller i blåskjell

Resultatene på tørrvektsbasis er vist i tabell 5 og dataene fra stasjonene B1-B6. Tabellkolonnene merket 1/10 inngår i figur 3 – 6, som viser utviklingen siden 1981. Konsentrasjonene på våtvektsbasis er gjengitt i vedlegg.

Tabell 5. Metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 29/9¹⁾ og 1/10 1999, mg/kg tørrvekt. (Fra JAMP middel av 3 størrelseskategorier).

Stasjoner	Hg		Cd		Pb		Zn		Cu	
	29/9, 1/10 ²⁾	1/10	29/9, 1/10 ²⁾	1/10	29/9, 1/10 ²⁾	1/10	29/9, 1/10 ²⁾	1/10	29/9, 1/10 ²⁾	1/10
B1/51A	3,12	3,05	39,8	39,8	35,2	107,1	156	294	10,9	8,2
B2/52A	0,63	0,57	12,9	11,5	11,0	15,6	151	176	6,3	5,3
B3		1,54		29,8		85,0		609		8,2
B4		0,56		11,2		17,9		171		5,5
B6/56A	0,93	0,78	29,1	15,6	22,7	29,6	264	242	8,7	6,6
B7/57A	0,46	0,48	15,6	10,2	9,0	13,8	204	211	6,9	5,8
B13/63A	0,26		7,4		4,0		119		4,4	
B15/65A	0,14		4,2		1,4		128		4,5	

¹⁾ Stasjonene B13 og B15

²⁾ JAMP-serien

I serien begrenset til Sørfjorden (kolonnene merket 1/10) representerer tallene i tabell 5 overkonsentrasjoner for **kvikksølv** jevnført med Klasse I i SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997) på fra ca. 15 ganger i skjell fra st. B1 (Byrkjenes) til vel en fordobling ytterst i fjorden (st. B7, Krossanes). I hovedsaken var det fallende tendens utover, men st. B2 Eitrheim lå avvikende lavt i forhold til st. B3 ved Tyssedal. Ved sammenligning med foregående år (Figur 3) ses betydelig høyere konsentrasjoner i 1999 på alle stasjoner unntatt B2. Økningen kan mest sannsynlig ses i sammenheng med ekstraordinær tilførsel av kvikksølv våren 1999 (Skei 2000). (Som nevnt i Skei og Knutzen (2000) ble det ved en ekstra prøvetaking mars 2000 funnet ytterligere forhøyet kvikksølvinnhold i skjell fra hele Sørfjorden og med sporbar påvirkning ut i Hardangerfjorden som følge vedvarende høy tilførsel vinteren 1999-2000).

For **kadmium** er det tilsvarende funnet overkonsentrasjoner fra ca. 20 ganger innerst til omkring 5 ganger på ytterste lokalitet. Avstandsgradienten er også her preget av relativt lav konsentrasjon i prøven fra st. B2. Stort sett er det registrert noe høyere forurensningsnivåer i 1999 enn året før, men st. B2 var også avvikende i dette henseende (Figur 4). Den generelle økningen i skjellenes kontaminering med kadmium fra 1998 til 1999 samsvarer med gjennomsnittlig høyere kadmiuminnhold i vann siste år, foranlediget av et uhellsutslipp med kadmium (og sink) fra Norzink i mai (Skei 2000).

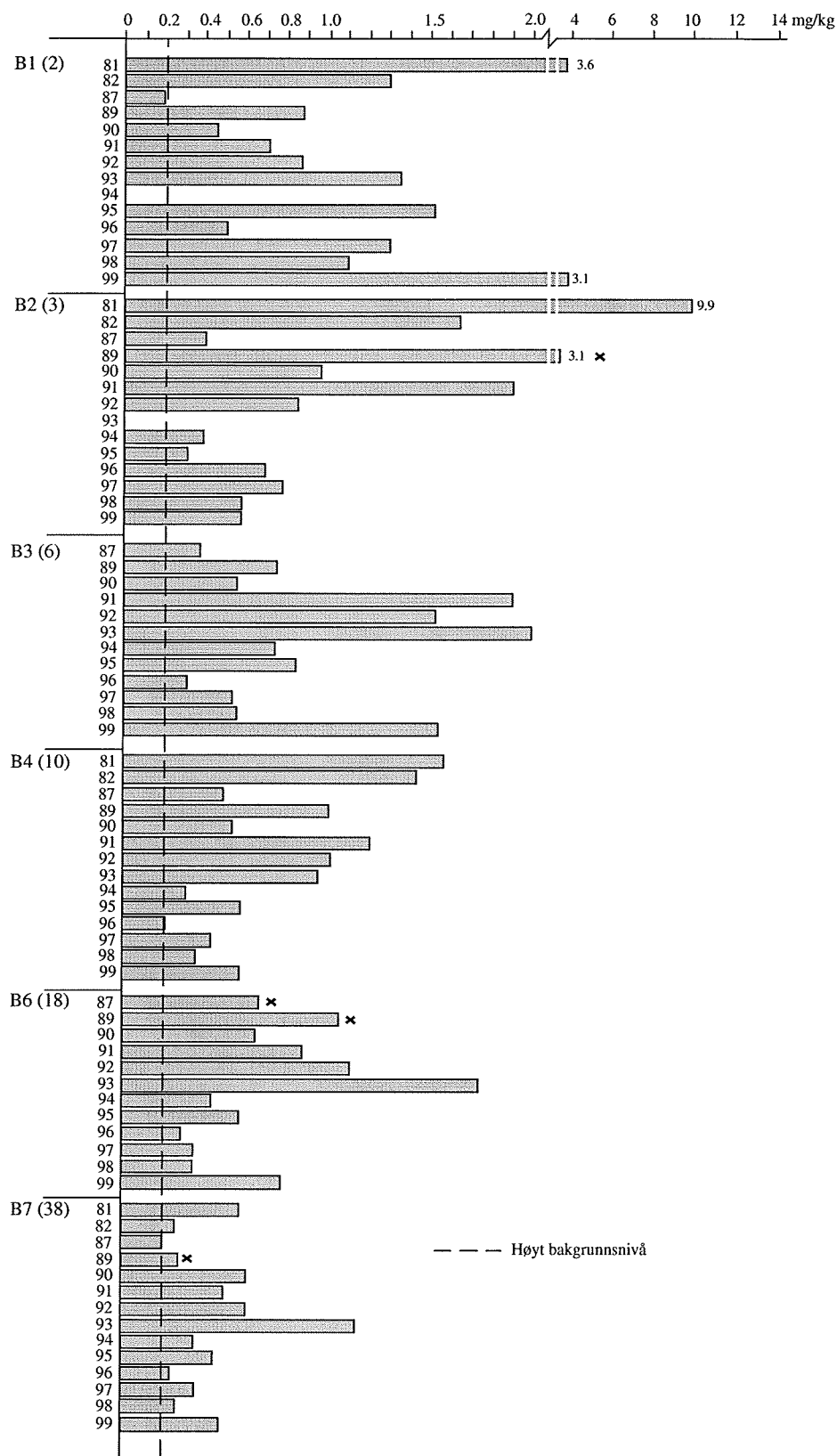
Av **bly** ble det i 1999 konstatert overkonsentrasjoner jevnført med Kl. I i klassifiseringssystemet i intervallet 4-36 ganger; høyest innerst (st. B1) og lavest ved fjordmunningen (Figur 5), men igjen merkelig lavt (relativt sett) ved St. B2. Sammenlignet med 1998 var forurensningsgraden på de enkelte lokalitetene omtrent som tidligere, men lavere på st. B2.

1999-skjellenes innhold av **sink** lå med ett unntak (st. B3) omkring grensen for Kl. I i Molvær et al. (1997) eller bare svakt/moderat over. Ved st. B3 (Tyssedal) ble det av uopplarte grunner konstatert 3 ganger så høyt, men av tabell 1 ses at det også i dette området er betydelig tilførsel av sink, og at forholdet muligens kan henge sammen med lokal variasjon i belastning. Motsatt kadmium var det ingen indikasjon på generell forhøyelse fra 1998 til 1999 (Figur 6) på grunn av ovennevnte uhellsutslipp i mai 1999.

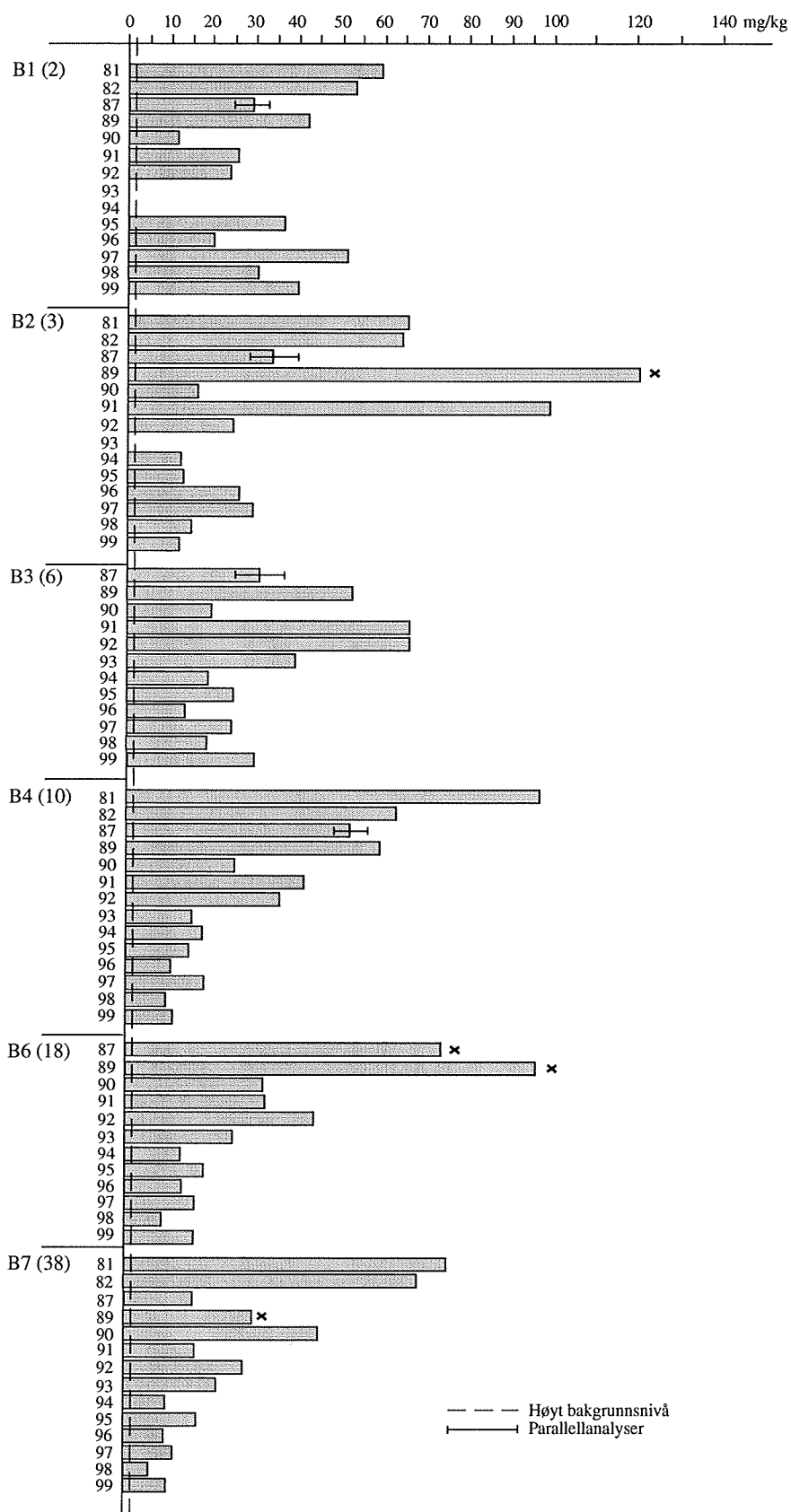
De markerte overkonsentrasjonene av bly og kadmium i skjell fra ytterste del av Sørfjorden (omkring 5 ganger for begge) vitner om den relativt betydelige transport av disse metallene ut i hovedfjorden, slik det også har vært i alle tidligere år av overvåkingen. (Figur 4-5). I noe mindre grad gjelder det samme for kvikksølv, mens transporten av sink er av forholdsmessig liten betydning i sammenligning med vannets naturlige sinkinnhold og diffuse tilførsler.

JAMP-tallene i tabell 5 (kolonne merket 29/9,1/10) viser for kvikksølvs vedkommende godt samsvar med serien begrenset til Sørfjorden, delvis også når det gjelder kadmium og sink. Av bly ble det derimot funnet lavere konsentrasjon i JAMP-skjellene på alle de fire stasjonene og til dels med stor differanse (St. B1 Byrkjenes). Ved en tidligere sammenligning av resultatene 1991- 1998 for de tre stasjonene B2(JAMP 52), B6(JAMP 56) og B7(JAMP 57) var det bare signifikant forskjell for sinks vedkommende (lavere sinkinnhold i JAMP-serien, kfr. Knutzen et al. 1999a). Forskjellene fra 1999 faller følgelig ikke inn i dette mønsteret.

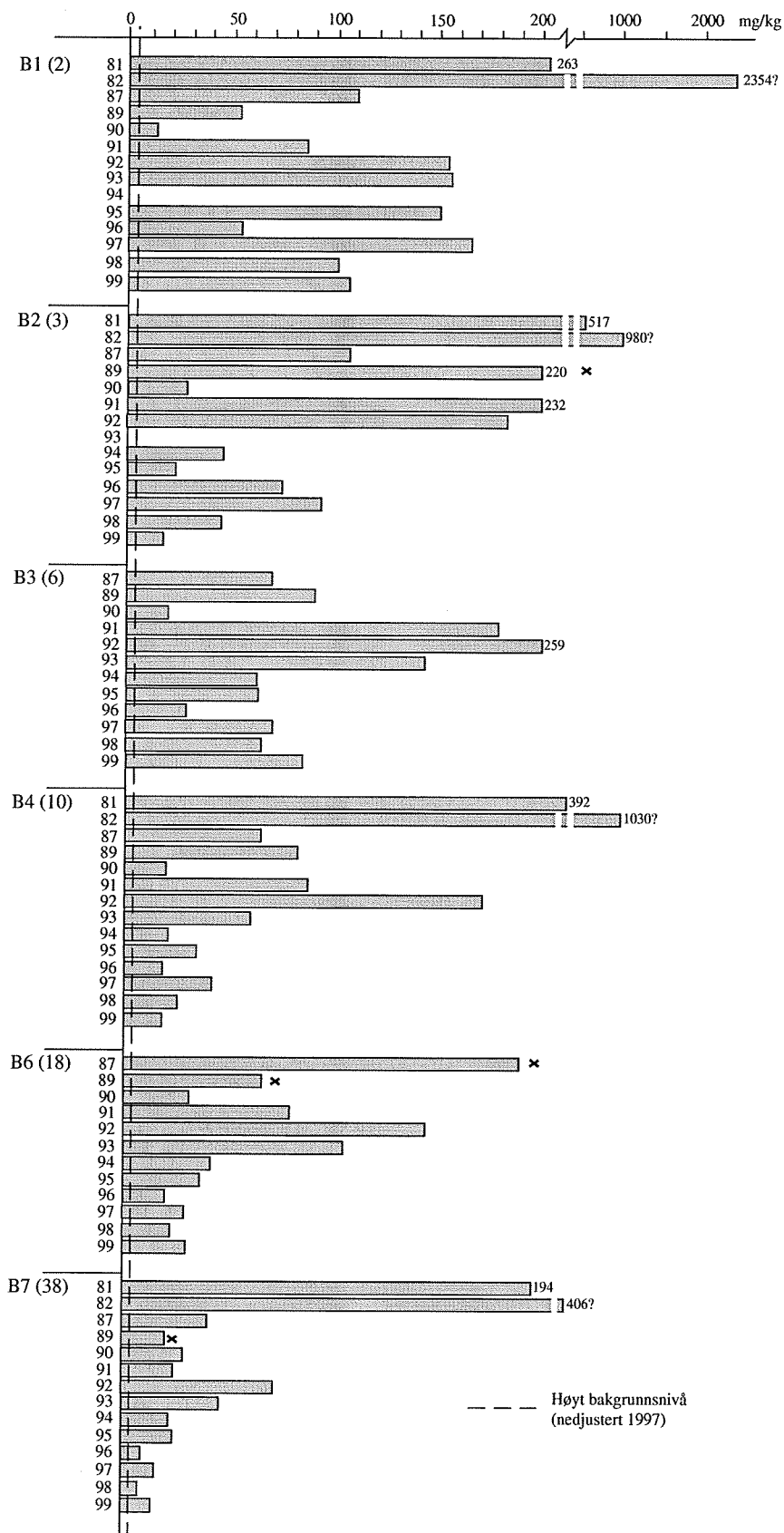
Registreringene fra JAMP-stasjonene 63A og 65A (Figur 1) bekrefter betydelig transport av kadmium og bly fra Sørfjorden ut i hovedfjorden. Ut fra tallene i tabell 5 gjelder dette særlig kadmium, som opptrådte i overkonsentrasjon (ca. 2 x) mer enn 80 km fra Odda.



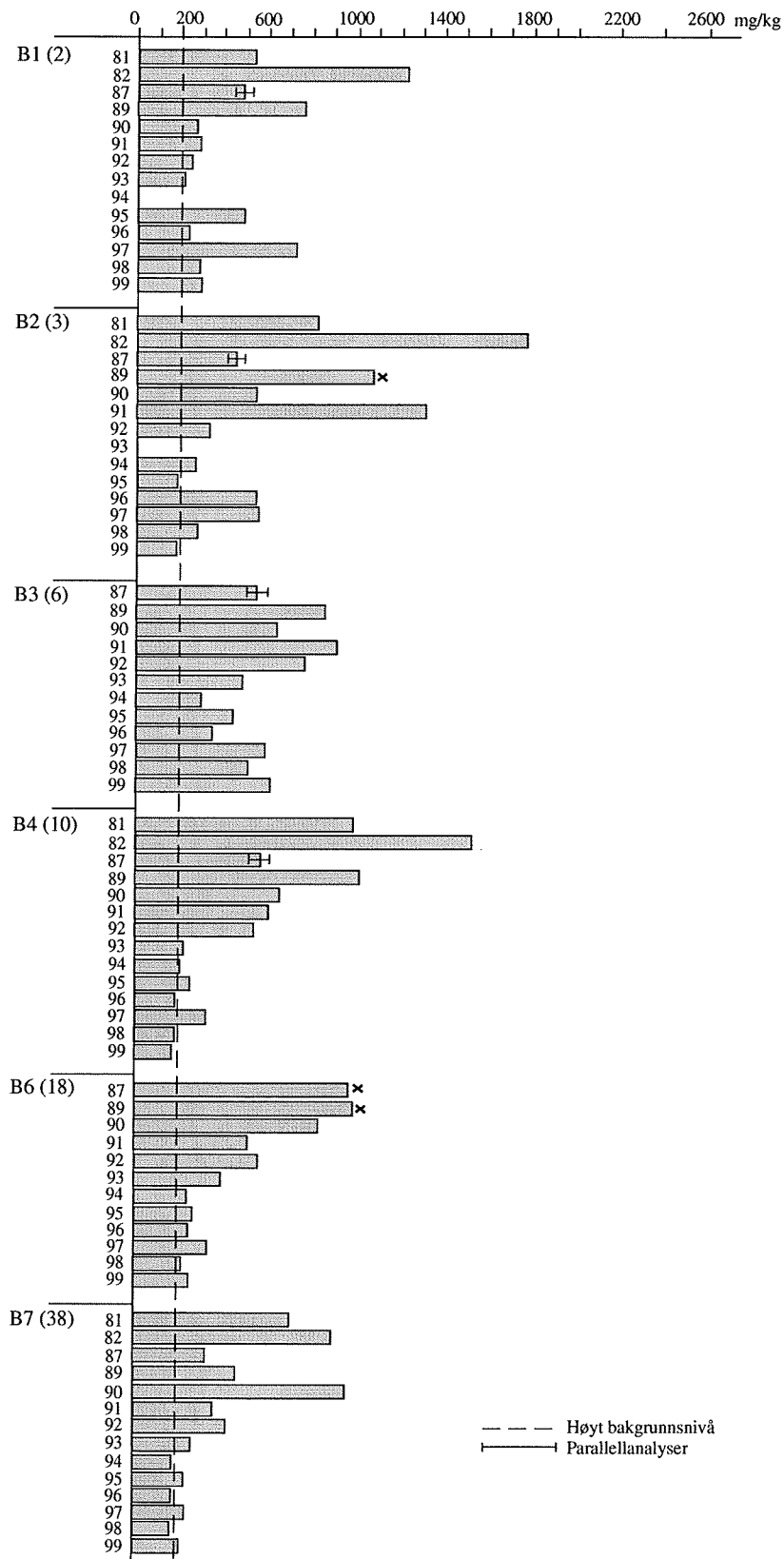
Figur 3. Kvikksølv i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981 - 1999, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.



Figur 4. Kadmium i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981 - 1999, 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 Sør fjorden 1981 - 1999, 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 Sørfjorden 1981 - 1999, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.

4.3 Metaller i tang

1999-resultatene ses av tabell 6 og utviklingen siden 1981/82 av Figurene 7 - 11.

Jevnført med Kl. I i SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997) viser resultatene følgende ca. overkonsentrasjoner:

Kvikksølv: <1-13 x (lite til sterkt forurenset)
 Kadmium: >1-6 x (moderat til markert forurenset)
 Bly: <1-19 x (lite til sterkt forurenset)
 Sink: 2-6 x (moderat til markert forurenset)
 Kobber: <1-4 x (lite til markert forurenset)

Tabell 6. Metaller i blæretang (*Fucus vesiculosus*, St B1-B3) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*, st. B4, B6, B7) fra Sørfjorden 1/10 1999, mg/kg tørrvekt.

Arter, stasjoner	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	% tørrv.
BLÆRETANG						
B1 Byrkjenes	0,53	9,2	10,5	502	12,3	23,1
B2 Eitrheim	0,65	9,2	19,2	968	19,5	24,4
B3 Tyssedal	0,37	6,8	10,1	707	16,2	23,0
GRISSETANG						
B4 Digranes	0,12	3,8	1,8	515	11,3	32,4
B6 Kvalnes	0,08	2,7	1,5	478	15,9	34,2
B7 Krossanes	0,04	1,9	0,6	285	3,0	32,9

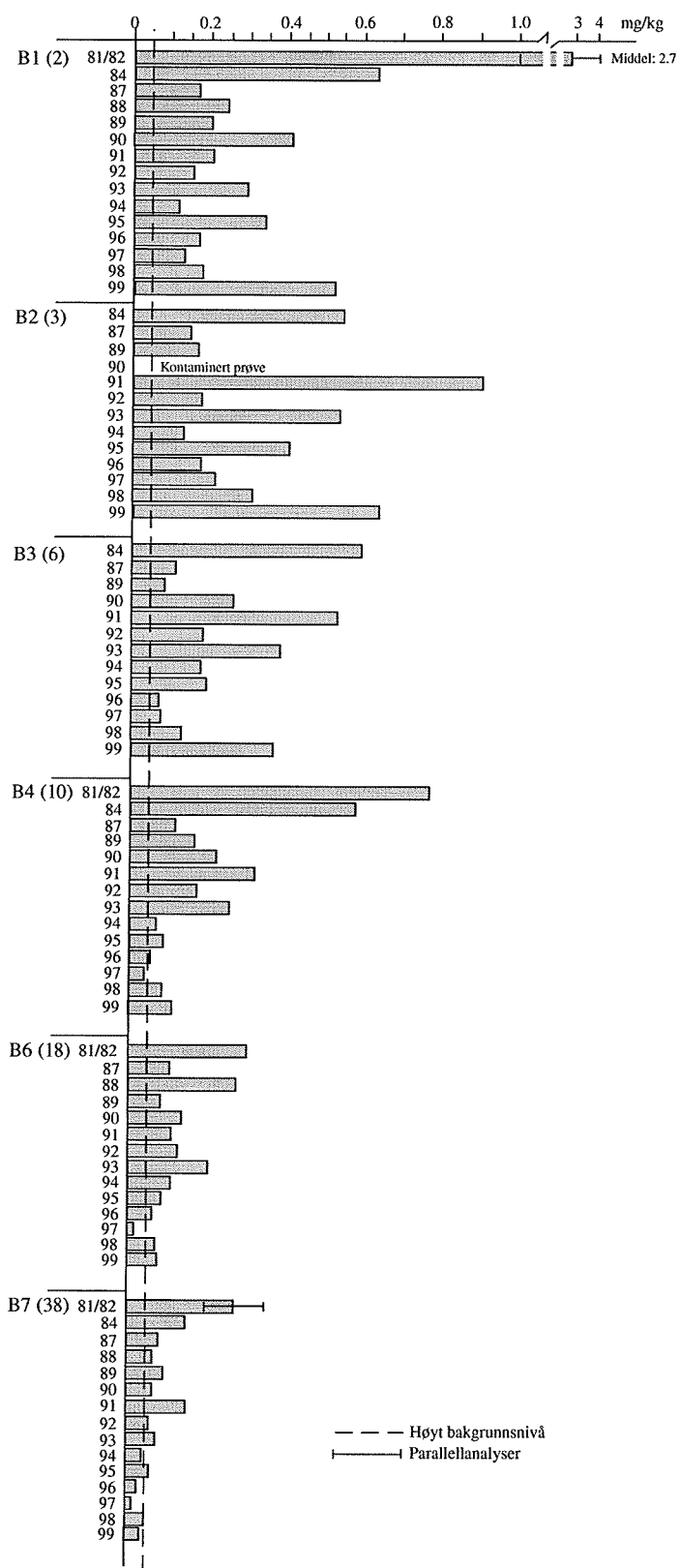
Av Tabell 6 ses minskende konsentrasjoner fra st. B2 og utover (unntatt kobber på st. B6). Bare for sinks vedkommende var det klart forhøyede verdier i utløpet av fjorden (st. B7), men også når det gjaldt kvikksølv og kadmium lå verdiene her på det som må betraktes som et "høyt normalnivå".

Til forskjell fra blåskjell gjenspeilte tang også i 1999 en viss overbelastning med kobber.

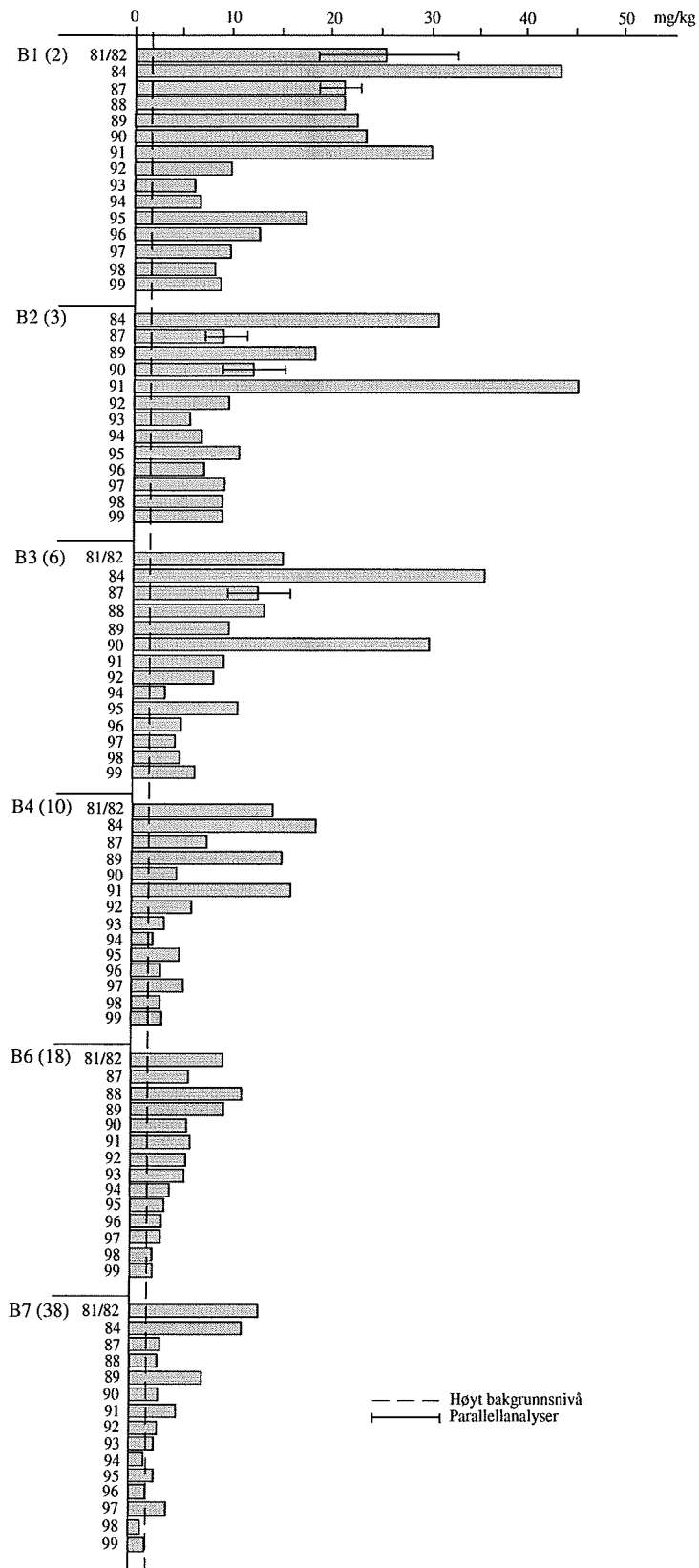
Jevnført med nivået i de senere år ses en økning i kvikksølvinnholdet på de tre innerste lokalitetene (Figur 7), overensstemmende med den nevnte økningen i blåskjell (Figur 3) fra ekstrabelastningen i april 1999. Derimot var det lite spor (Figur 8) av det gjennomsnittlig forhøyede kadmiuminnhold i vann fra 1998 til 1999 (Skei 2000), slik dette synes å gjenspeiles i blåskjellresultatene (Figur 4). På stasjonene B1-B3 var det noe høyere blyinnhold enn foregående år (Figur 9), mens sinkinnholdet var lavere på alle prøvesteder enn i 1998 (Figur 10).

Generelt er det ujevnt og til dels manglende samsvar mellom det forurensningsbildet som fremstår ved bruk av henholdsvis blåskjell og tang som indikatorer på metallbelastning. F.eks. vil ut fra blåskjellresultatene 1997-1999 (Figur 3-6) st. B1 Byrkjenes peke seg ut som mest belastet med **kvikksølv, kadmium og bly**; de to siste årene hovedsakelig fulgt av st. B3 Tyssedal. Ser man på tangdata (Figur 7-9), har det derimot jevnlig vært st. B2 Eitrheim som har ligget høyest, dernest st. B1 og med st. B3 lavest av de tre innerste lokalitetene. Også for **sink** er det klar uoverensstemmelse for denne perioden: st. B2 mest belastet i henhold til resultatene fra analysene av blæretang, i to av de tre årene st. B3 hvis blåskjelldata legges til grunn.

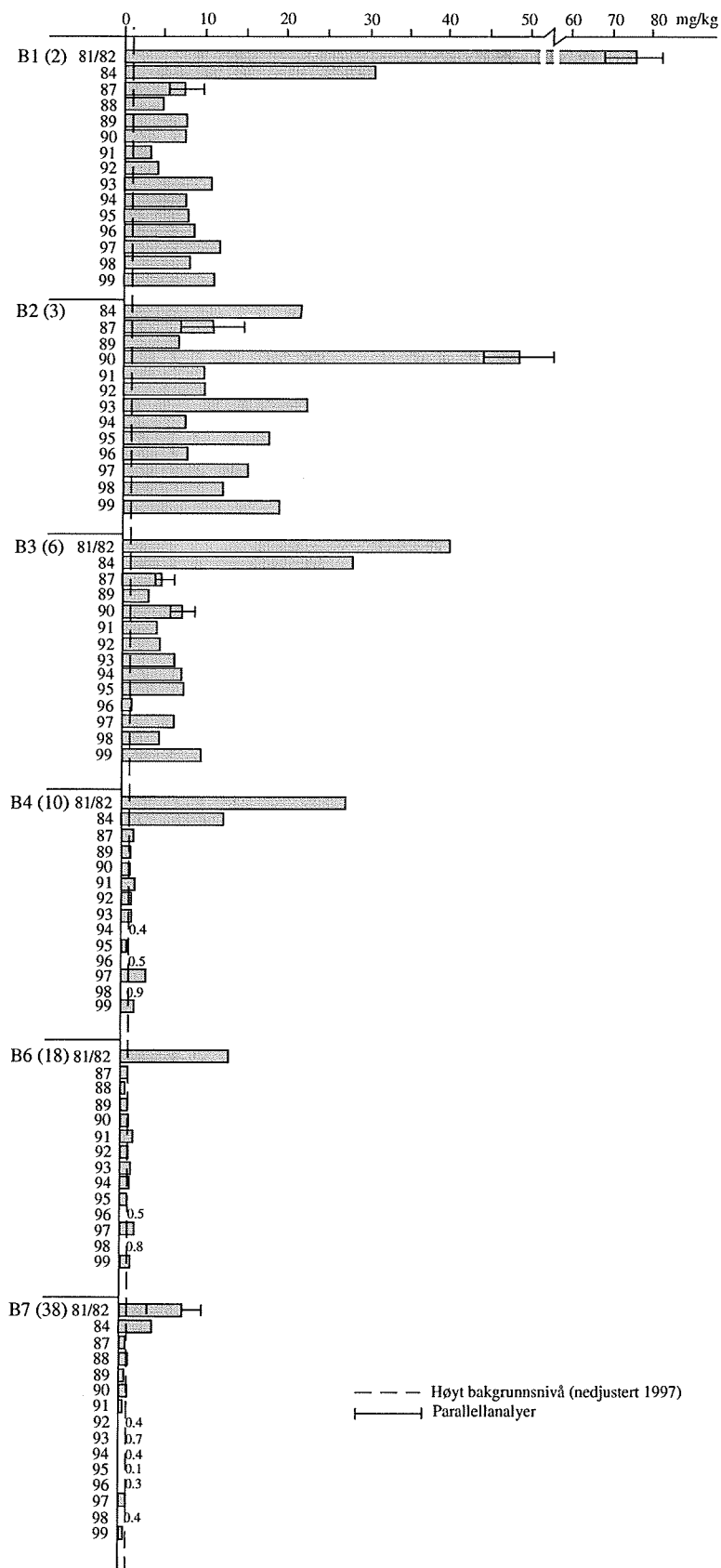
På bakgrunn at årsakene til dette forvirrende forholdet ikke er forstått, og at blåskjell brukes universalt som indikatorart for metaller, kunne man overveie å sløyfe bruken av tang i Sørfjordovervåkingen. På den annen side er det overveiende sannsynlig at tang generelt er bedre som indikator på sink og kobber enn det blåskjell er (kfr. referanser vedrørende regulering av akkumuleringen av disse to metallene i blåskjell i Knutzen et al. 1994).



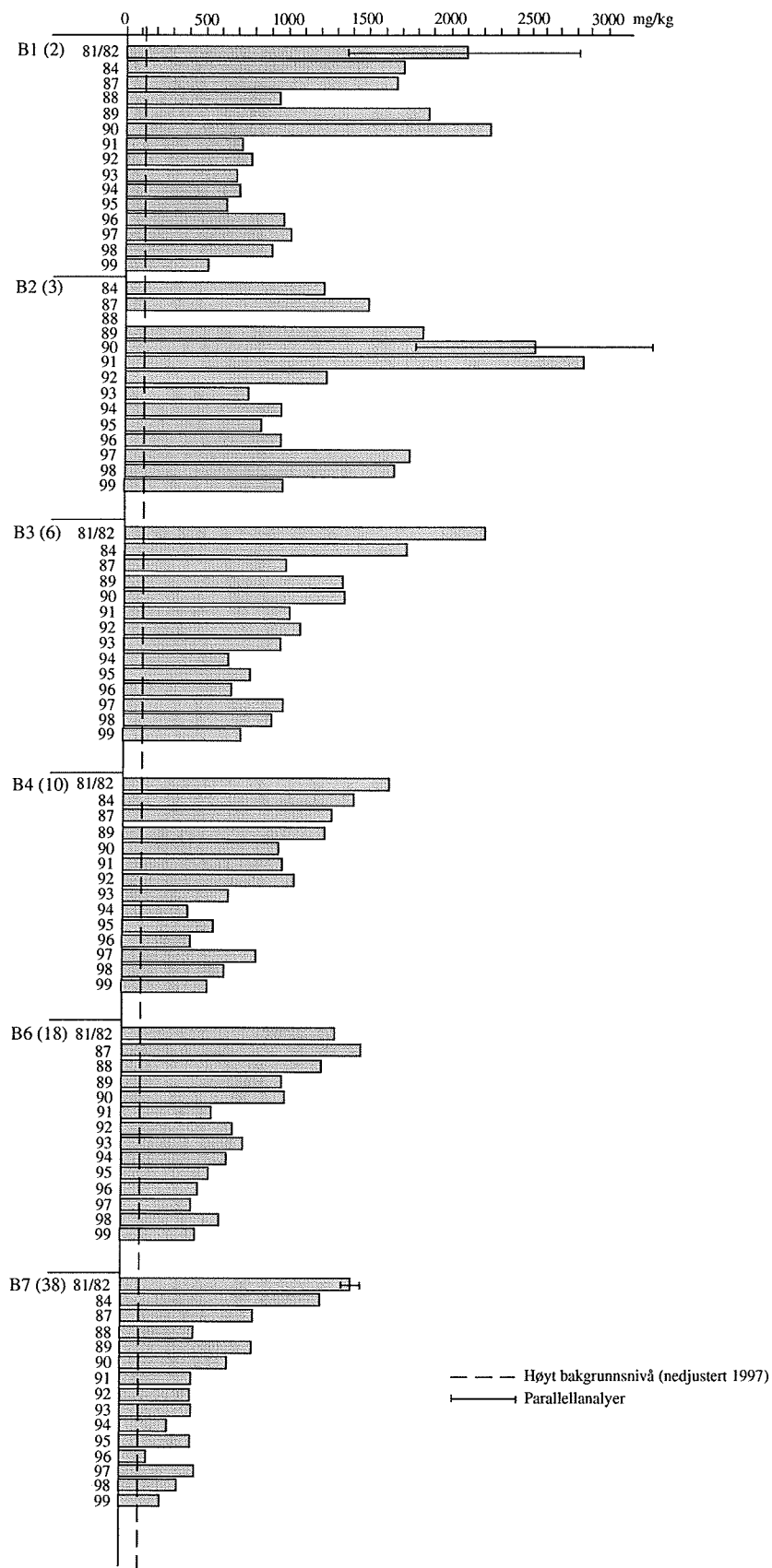
Figur 7. Kvikksølv i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1999, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand (km) fra Odda.



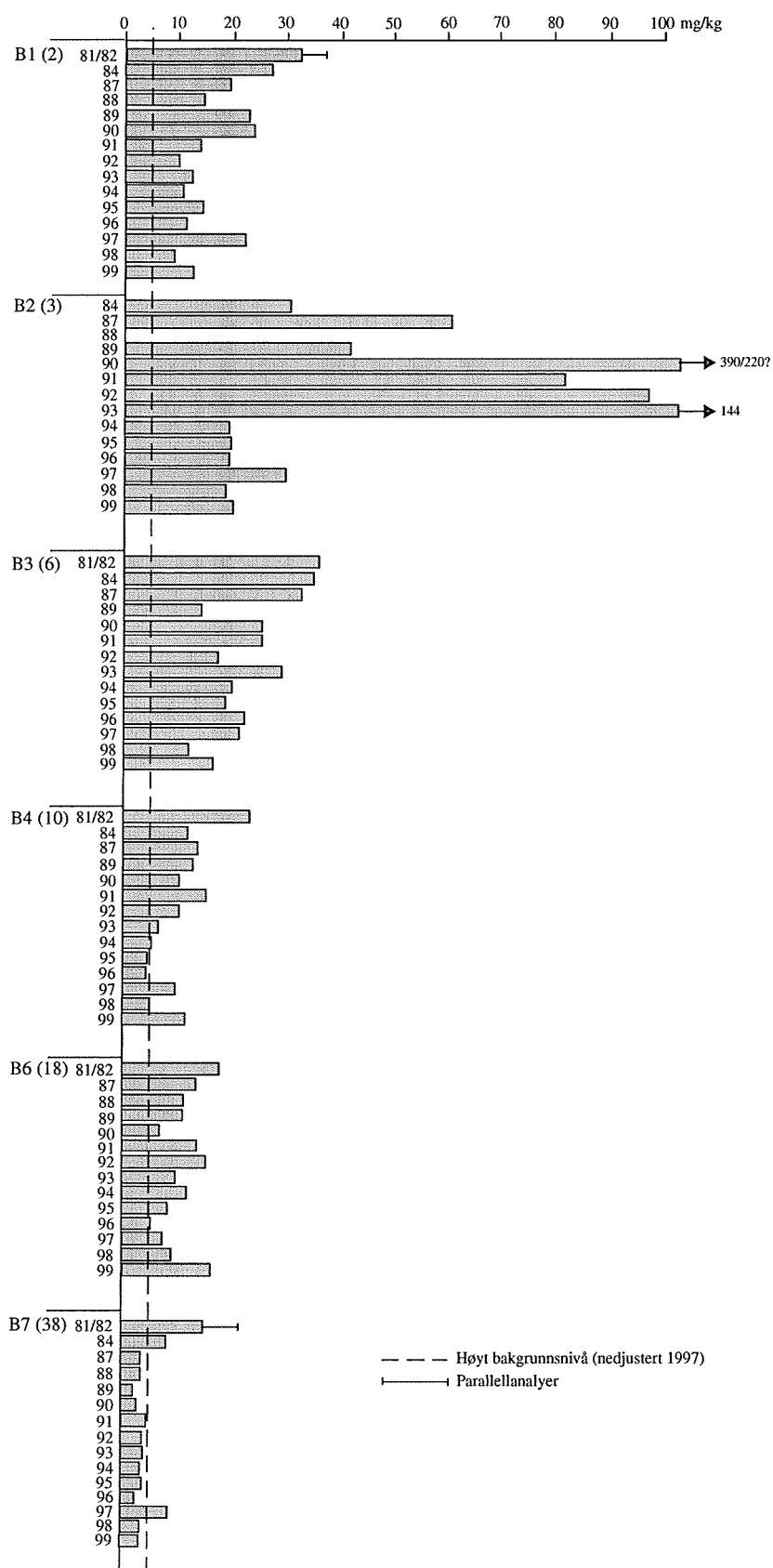
Figur 8. Kadmium i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1999, mg/kg tørrv. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand (km) fra Odda.



Figur 9. Bly i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sør fjorden 1981 - 1999, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand (km) fra Odda.



Figur 10. Sink i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørkjolen 1981 - 1999, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand (km) fra Odda.



Figur 11. Kobber i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sør fjorden 1981 - 1999, 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 1999. For nærmere detaljer vises til databasen for dette programmet og kommende årsrapport ("National comments") med statistisk bearbeidelse av data. Dataene har ikke vært gjennom den endelige kvalitetskontrollen i JAMP og må regnes som foreløpige.

Tabell 7. Σ PCB₇ (sum av CB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) og DDT med nedbrytningsprodukter (Middelverdi/Standardavvik) i fisk fra indre Sørfjorden (JAMP-st. 52, 53), i Hardangerfjorden ved Strandebarm (JAMP-st. 67) og ref.stasjon i Åkrafjorden (JAMP-st. 21) 1999, $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt og $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett. Ikke analysert: i.a. (Om prøvenes sammensetning, se fotnoter).

Stasjoner/arter	DDT ²⁾		Våtvektsbasis		Fettbasis ¹⁾		
	DDT ²⁾	DDE	DDD	Σ DDT ²⁾	Σ PCB ₇	Σ DDT	Σ PCB ₇
I. Sørfj., Odda (52)							
Ål, filet ³⁾	16,5/13,8	29,9/19,1	8,4/6,5	54,8	125/172	343	781
I.Sørfj., Edna-Tysedal (53)							
Torsk, lever ⁴⁾	404/327 ⁴⁾	658/843	129/169	1396/632 ⁴⁾	1432/2244	-	5114
Torsk, filet ⁵⁾	i.a.	6,2/7,8	0,3/0,4	-	9,3/6,0	-	2447
Skrubbe, lever ⁶⁾	17,6/2,3	46,4/8,8	15,2/4,7	79,2	156,9/32,8	426	844
Skrubbe, filet ⁶⁾	i.a.	0,9/0,4	0,2/0,1	-	3,4/1,2	-	756
Ål, filet ⁷⁾	7,8/3,1	14,6/4,6	3,9/1,6	26,3	49,5/36,0	165	311
Strandebarm (67)							
Torsk, lever ⁸⁾	156/92 ⁸⁾	254/178	36/27	707 ⁸⁾	292/140	-	896
Torsk, filet ⁹⁾	i.a.	1,28/0,79	<0,2	-	1,77/0,65	-	478
Skrubbe, lever ¹⁰⁾	7,4/7,6	44,2/14,5	15,0/4,3	66,6	48,7/13,5	211	154
Skrubbe, filet ¹⁰⁾	i.a.	1,48/0,32	0,58/0,11	-	2,20/0,63	-	149
Glassvar, lever ¹¹⁾	78,2/41,0	203/124	21,1/12,0	302,3	124,2/83,7	1512	621
Glassvar, filet ¹¹⁾	i.a.	1,5/0,3	0,20/0,02	-	1,39/0,74	-	463
Ål, filet ¹²⁾	13,1/7,5	21,4/7,7	5,9/2,2	40,4	22,0/6,6	313	171
Åkrafjorden (21)							
Glassvar, lever ¹³⁾	i.a.	72,2/46,8	12,5/8,0	-	93,6/42,1	-	475
Glassvar, filet ¹³⁾	i.a.	0,42/0,20	0,08/0,04	-	0,82/0,40	-	249

¹⁾ Basert på gjennomsnittskonsentrasjoner og midlere fettinnhold.

²⁾ Eventuelt brukt ½ deteksjonsgrense for DDT ved summering

³⁾ 5 blandpr. à 5(2) eks. (Tilnærmet etter størrelse: 117-177, 149-211, 175-380, 291-807 og 709/808 g (2 eks.)). OBS: Store variasjoner mellom blandpr., særlig for PCB: 24-431 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. Den avvikende maks.verdi kontrolleres av lab.

⁴⁾ Individuelle analyser av 25 eks: 299-1408 g. For DDT bare analyse av 5 eks. Merk store individuelle variasjoner (PCB₇: 88-10616 $\mu\text{g}/\text{kg}$, derav 5 med suspekterte verdier for dominerende enkeltforbindelser). For DDE var 13 av resultatene merket "suspekt", og disse var blant de høyeste verdiene.

⁵⁾ 5 blandpr. à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 219-415, 411-468, 405-636, 615-744, 943-1408 g)

⁶⁾ 5 blandprøver à 5 eks. (Ikke oppdelt etter størrelse, vektintervaller fra 261-615 til 498-980 g).

⁷⁾ 5 blandprøver à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 133-174, 137-211, 167-230, 172-274, 320-737 g).

⁸⁾ Individuelle analyser av 23 eks. (2 manglende verdier): 279-2983 g. DDT bare analysert i 5 eks.

⁹⁾ 5 blandprøver à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 279-395, 354-475, 488-559, 567-1141, 1440-2983 g).

¹⁰⁾ 5 blandpr. à 5 eks. (Ikke etter størrelse: 535-1752, 268-2519, 548-2032, 926-1673, 1014-2144 g).

¹¹⁾ 5 blandpr. à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 262-430, 320-483, 383-537, 516-614, 531-732 g).

¹²⁾ 5 blandpr. à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 129-180, 142-184, 176-22, 188-298, 274-478 g).

¹³⁾ 5 blandpr. à 5 eks. (Tilnærmet etter størrelse: 143-276, 245-322, 382-499, 472-619, 622-932 g).

Tabellen viser at gjennomsnittlig innhold av ΣPCB_7 i lever av torsk fra indre Sørfjorden 1999 var omkring 3 ganger høyere enn grensen for klasse I i SFTs klassifiseringssystem (500 $\mu\text{g}/\text{kg}$, kfr. Molvær et al. 1997). Også i filet av torsk opptrådte PCB i klar overkonsentrasjon jevnført med antatt høyt bakgrunnsnivå fra bare diffus belastning (omkring en fordobling). Derimot var det bare svake indikasjoner på PCB-eksponering utover diffus belastning fra registreringene i skrubbe og ål. (Kfr. for skrubbes vedkommende Knutzen og Green (1995) og senere verdier fra JAMP referansestasjoner og for ål tabell 6.10 i Knutzen et al. (1999b)). At middelverdien i torskelever blir såvidt høy, skyldes høye konsentrasjoner i et mindre antall fisk (maksimalverdi vel 10 mg PCB_7/kg våtvekt, kfr. note ⁴ til Tabell 7). Medianen i materialet (dvs. verdien med like mange tilfeller av høyere som lavere konsentrasjoner blant de 25 analyserte leverne) var 678 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt (459 $\mu\text{g}/\text{kg}$ uten tilfellene med suspekterte verdier for enkeltforbindelsene).

DDT med nedbrytningsprodukter syntes å forekomme i enda klarere overkonsentrasjoner i torsken fra indre Sørfjorden, men som nevnt i note ⁴ til Tabell 7 var mange av de høyeste DDE-konsentrasjonene suspekterte.

I skrubbe var det bare usikre overkonsentrasjoner av DDT med nedbrytningsprodukter. For ål fins få og sprikende sammenligningsdata (Knutzen et al. 1999b), men senere års observasjoner fra Frierfjorden med utenforliggende områder (Knutzen et al. 1999c, vedlegg 7) tyder på noe mer DDT/DDE/DDD i ålen fra indre Sørfjorden enn bare vanlig diffus belastning. Nivåene fra Sørfjorden overskrider også det som er funnet av DDE i de mindre belastede delene av indre Oslofjord (Knutzen et al. 1999d)).

I materialet fra Strandebarm 1999 spores ingen spesiell lokal belastning når det gjelder PCB, derimot tydelige overkonsentrasjoner av DDT med metabolitter). Overkonsentrasjonene i torsk var omlag 3 ganger (jfr. Kl. I i Molvær et al. 1997), og et lignende forhold var det mellom DDE i glassvar fra Strandebarm og referanselokaliteten i Åkrafjorden (Tabell 8). Svakere gjenspeiling av den lokale DDT-belastningen ses i skrubbe.

Utviklingen siden overvåkingen startet fremgår av Tabellene 8 og 9, som viser konsentrasjonene av henholdsvis ΣPCB_7 og ΣDDT på fettbasis. Foruten at det tilsynelatende har vært en betydelig bedring i PCB-kontamineringen i torskelever fra 1998 til 1999, er det to iøynefallende forhold:

- Senere års store fluktuasjoner i torsk fra indre Sørfjorden, særlig for PCB, men i mer avdempet grad også for ΣDDT .
- Det vesentlig høyere forurensningsnivået i torsk fra dette området sammenlignet med skrubbe (og i 1999 også i forhold til ål).

Årsaken til disse to fenomenene er ikke forstått. Variasjonene fra år til år har formodentlig (i hvert fall delvis) sin bakgrunn i de uvanlig store individuelle forskjellene (mer enn to størrelsesordener på våtvektsbasis og langt fra utligning av forskjellen ved omregning til fettbasis). Men hvorfor noen individer i bestanden tilsynelatende er blitt så mye mer eksponert enn andre, er det ingen forklaring på ut fra det man vet om forholdene i resipienten. Forskjellen mellom på den ene siden torsk og på den annen skrubbe og ål indikere at førstnevnte (i hvert fall for en betydelig del av bestanden) eksponeres vesentlig mer for PCB (og i mer moderat grad DDT/DDE) enn de to andre artene. (Både ål og skrubbe er dokumentert anvendelige indikatorer på forurensning med PCB og andre klororganiske stoffer – se f.eks. de Boer et al. (1994) og Myhre (1998), samt data for skrubbe i indre Oslofjord (Knutzen et al. 1999d)). Teoretisk kan man tenke seg at en del individer av den mer vandrende og delvis mer dyptlevende torsken streifer innom/oppholder seg i perioder i ett eller få bunnområder som er langt mer PCB-forurensset enn man funnet ved den hittil begrensede kartleggingen i sedimentene (Skei og Klungsøyr 1990). Hypotesen er rent spekulativ og kan ikke etterprøves uten holdepunkter om f.eks. tidligere tilfeller med dumping av PCB-holdig materiale. Forsøk på å finne årsaken til PCB-forurensningen i Sørfjorden er gjenstand for en egen aktivitet i samarbeid med lokal industri og

lokale/sentrale forvaltningsmyndigheter. Prosjektet er i første omgang fokusert på mulige tilførsler fra landsiden, men bør også inkludere en mer omfattende kartlegging av PCB i sediment enn det hittil har vært gjort.

Tabell 8. Σ PCB₇ i fisk fra indre Sørkjorden og Hardangerfjorden ved Strandebarm 1991-1999, mg/kg fett.

Stasjoner/ arter	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
I. Sørkjorden									
Torskelever	1,6	8,0	<0,8	0,66	0,36	11,4 ¹⁾	2,4 ¹⁾	20,2 ¹⁾	5,1
Torskefilet	0,6	6,9	<0,6	-	0,19	8,4 ²⁾	2,0 ¹⁾	34,6 ¹⁾	2,4
Skrubbelever	2,8	2,6	<0,5	9,2	0,41	1,4 ²⁾	0,77 ²⁾	0,56 ²⁾	0,84
Skrubbefilet	16,7	2,5	<0,6	1,96	0,33	0,74 ³⁾	0,64 ²⁾	0,43 ²⁾	0,76
Ålefilet									0,55 ⁴⁾
Strandebarm									
Torskelever	0,67	0,66	<0,5	0,93	0,38	0,47	1,6	0,54	0,90
Torskefilet	0,34	<0,4	<0,2	0,50	0,20	1,1	2,1	0,22	0,48
Glassvarlever	0,39	1,2	<0,6	1,1	1,1	0,47	0,51	0,39	0,62
Glassvarfilet	0,32	0,63	<0,3	0,56	0,76	0,33	0,28	0,26	0,46
Skrubbelever						0,58		0,38	0,15
Skrubbefilet						0,64		0,43	0,15
Sandfl.liver								0,67	
Sandfl.filet								0,68	
Ålefilet									0,17

¹⁾ Middell av prøvene fra Tyssedal og Edna.

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

³⁾ Bare analysert i materialet fra Odda.

⁴⁾ Middell av fisk fra Odda (0,78 mg/kg) og Edna-Tyssedal (0,31 mg/kg)

Tabell 9. ΣDDT i fisk fra indre Sørfjorden og Hardangerfjorden ved Strandebarm 1991-1999, mg/kg fett.

Stasjoner/ arter	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
I. Sørfjorden									
Torskelever	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⁾
Torskefilet	1,0	3,8 ³⁾	0,7 ³⁾	-	<0,1 ³⁾	-	1,4 ^{1,3)}	-	-
Skrubbelever	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
Skrubbefilet	3,1 ³⁾	0,8 ³⁾	0,6 ³⁾	0,7 ³⁾	0,1 ³⁾	-	0,37 ⁴⁾	-	-
Ålefilet									0,25 ⁶⁾
Strandebarm									
Torskelever	2,0	0,8 ³⁾	1,0 ³⁾	1,3 ³⁾	0,3 ³⁾	1,5	5,8	1,2	0,89 ³⁾
Torskefilet	1,1	0,6 ³⁾	0,4 ³⁾	1,5 ³⁾	0,5 ³⁾	-	5,6 ³⁾	-	-
Glassvarlever	1,1 ³⁾	1,5 ³⁾	1,1 ³⁾	1,7 ³⁾	1,0 ³⁾	-	1,0 ³⁾	1,1	1,5
Glassvarfilet	0,8 ³⁾	1,2 ³⁾	0,8 ³⁾	1,2 ³⁾	1,6 ³⁾	-	0,5 ³⁾	-	-
Skrubbelever						0,17		0,55	0,21
Skrubbefilet						-		0,49	-
Sandfl. lever								0,77	
Sandfl. filet								0,83	
Ålefilet									0,31

¹⁾ Middell av prøvene fra Tyssedal og Edna.

²⁾ Bare analysert i materialet fra Odda.

³⁾ Sum av bare DDE + DDD, avrundede verdier.

⁴⁾ Middell av de tre understasjonene Odda, Tyssedal og Edna.

⁵⁾ Bare verdier fra Edna

⁶⁾ Middell av verdier fra Odda (0,34 m/kg) og Edna-Tyssedal (0,17 mg/kg)

4.5 Klororganiske stoffer i blåskjell

Siste års resultater av registreringene av klororganiske stoffer i blåskjell er vist i Tabellene 10-11. Grunnen til oppsplittingen er det utvidede omfanget av disse observasjonene innen JAMP 1999, der man har søkt å belyse problemstillinger av dels generell overvåkingsinteresse, dels forhold som angår situasjonen i Sørfjorden spesielt:

- I. Spørsmålet om mulig forskjell i forurensningsnivået mellom skjell som ”går seg rene”, dvs. tømmer tarmen, før analyse (JAMP) og skjell som fryses ned direkte etter innsamling (INDEX-programmet og den opprinnelige overvåkingsserien i Sørfjorden).
- II. Nærmere sporing av DDT/DDE-kilder i området mellom Kvalnes og Krossanes (Figur 1, stasjonene fra og med 56A til og med B7).

Bare det andre av disse punkter ses nærmere på her, mens pkt. I behandles innen rammen av rapporteringen for JAMP/INDEX.

Utvelgelsen av prøvestedene for belysning av pkt. II ovenfor har skjedd etter en befaringsmessig vurdering av trekk ved topografi/arealbruk/avrenning som skulle sannsynliggjøre lokal tilførsel fra tidligere bruk og eventuelt nedgravd DDT. Vurderingen er gjort under det ordinære tokt for innsamling av blåskjell, som i 1999 var samordnet i tid for de to innsamlingsprogrammene, og med begrensninger gitt av hensynet til gjennomføringen av feltarbeidet innenfor den budsjetterte tidsbruk.

Tabell 10. DDT med nedbrytningsprodukter og ΣPCB_7 ¹⁾ i blåskjell fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 29/9 og 1/10 1999, $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt (ΣDDT også i $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett). Data fra det opprinnelige stasjonsnettet (st. B1 osv.) i kolonner merket I; fra JAMP/INDEX (st. 51A osv.) i kolonner merket II. Ved ikke påvisbare konsentrasjoner er det regnet med halve deteksjonsgrensen ved summering. Kfr. Figur 1 vedrørende stasjonsplassering (i tabellen oppført med økende avstand fra Odda). Delvis avrundede verdier.

St.nr.	DDT		DDE		DDD		ΣDDT		ΣPCB_7		ΣDDT ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett)	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
B1/51A	2,20	2,33	2,30	2,60	0,29	0,49	4,79	5,42	1,61	2,23	352	277
B2/52A	3,20	2,73	3,20	3,07	0,59	0,70	6,99	6,50	2,64	2,68	265	221
B3	1,90		1,50		0,35		3,75		13,4		268	
B4	4,30		4,50		1,20		10,0		2,20		417	
56A		7,83		7,57		1,70		17,1		2,16		977
B6/56A-1	19,0	24,0	22,0	19,7	6,70	2,43	47,7	46,1	2,10	2,33	2621	2389
56A-2		16,3		17,7		2,17		36,2		2,67		1573
57A-1		31,7		31,7		3,60		66,9		1,77		3347
B7/57A	3,20	4,90	4,70	6,07	1,00	0,79	8,90	11,8	0,77	1,38	614	704
63A		2,13		2,17		0,38		4,68		1,31		257
65A		2,03		1,90		0,41		4,34		1,34		254
69A ²⁾		0,40		0,48		0,10		0,98		0,97		63

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

2) Lille Terøy i munningen av Hardangerfjorden

I forhold til et antatt høyt bakgrunnsnivå av ΣDDT i blåskjell på 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt i henhold til SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997) ses av Tabell 11 – bortsett fra st 69A i munningen av Hardangerfjorden – overkonsentrasjoner på fra vel 2 til mer enn 30 ganger. Enda klarere fremgår den unormalt høye tilførselen fra nedbørfeltene til Sørfjorden og indre/midtre Hardangerfjorden ved sammenligning med JAMP-st. 69A, der nivået av sum DDT lå på $\frac{1}{4}$ av ellers laveste verdi.

I likhet med tidligere er de høyeste konsentrasjonene av Σ DDT funnet i skjell på strekningen Kvalnes-Krossanes (st. 56A-B7). Videre ses eksempler på betydelige nivåforskjeller over korte avstander (56A versus B6/56A-1 og 57A-1 versus 57A). Særlig bemerkelsesverdig i så henseende er forskjellen mellom de nærliggende lokalitetene 56A og B6/56A-1 (mindre enn 1 km avstand). Ser man på forholdet mellom stasjonene tidligere år (kfr. tidligere overvåkingsrapporter 1991-1998), har det vært høyere -til dels markert høyere - konsentrasjoner på B6 alle år unntatt 1993 (manglende registrering på B6 i 1997), m.a.o indikasjon i samme retning som i 1999, men ikke helt konsekvent.

Sammen med enkelte tidligere registreringer (JAMP-serien 1998 med maksimum ved 57A Krossanes, se Knutzen et al. 1999a) kan 1999-observasjonene tyde på ujevn belastning fra to eller flere mindre kildeområder.

For at det utvidede observasjonsmaterialet i blåskjell skal bidra til å påvise DDT-forurenset grunn forutsettes et markarbeid i det aktuelle området. Koordinatene for de viktigste utgangspunktene for slike befaringer (dvs. prøvestedene med høyest konsentrasjoner) er:

B6/56A-1: 60.13.60 N, 6.36.10 Ø
 56A-2: 60.20.58 N, 6.39.50 Ø
 57A-1: 60.22.17 N, 6.40.65 Ø

Det foreligger også fotografier fra prøvestedene.

Hvis det er flere kildeområder, og avstandsgradientene er så bratte som det later til ut fra 1999-resultatene, reises imidlertid spørsmålet om det ikke vil være formåltjenelig med ytterligere kartlegging av DDT i skjell med et tettere stasjonsnett (7-8 prøvesteder) mellom Kvalnes og Krossanes før det foretas befaringer.

I begge analyseseriene ses ca. like høye konsentrasjoner av de to dominerende forbindelsene DDT og DDE, som hver utgjorde fra i underkant av 40 til vel 50 % av Σ DDT (DDD 5-14%). Såvidt likeartet fordeling i prøvene gir lite videre holdepunkter for kildesporing.

Tabell 11. Klororganiske forbindelser i blåskjell fra JAMP-stasjoner i Sørfjorden og Hardangerfjorden 29/9 og 1/10 1999, $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt (Σ DDT også på fettbasis). Middell av 3 størrelseskategorier, skjell analysert etter tømning av tarm. For lokalisering av stasjonene se Figur 1.

JAMP-stasjoner	DDT	DDE	DDD	Σ DDT	ΣPCB_7	Σ DDT (fettbasis)
51A	1,83	1,53	0,13	3,19	1,23	277
52A	2,63	2,70	0,78	6,11	1,94	261
56A	4,20	4,63	0,84	9,67	1,30	848
57A	2,76	3,90	0,45	7,06	0,97	539
63A	1,43	1,63	0,26	3,32	1,06	220
65A	1,03	1,07	0,33	2,43	0,97	147
69A ¹⁾	0,45	0,44	0,10	0,99	1,02	62

1) Lille Terøy i munningen av Hardangerfjorden.

Utviklingen mht. DDT-forurensning er for stasjonserien B1-B7 vist i Tabell 12 (våtvektsbasis) og Figur 12 (fettbasis). Nivået av Σ DDT på st. B6 i 1999 er det høyeste hittil registrerte innen observasjonsserien, men det var ingen generell økning i DDT-belastningen fra 1998 til 1999. Av tabell 12 fremgår også enkeltforbindelsenes relative bidrag til Σ DDT. Det ses at dette til dels har vært bemerkelsesverdig vekslende mellom ulike år uten at det kan indikeres noen mulig forklaring.

Tilfellene av høy andel av det anaerobe nedbrytningsproduktet DDD virker ikke umiddelbart sannsynlige. Imidlertid er det ingen konkrete indikasjoner på analytiske problemer.

Tabell 12. DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell 1991-1999, $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. (I parentes % av ΣDDT). Verdiene er delvis avrundet.

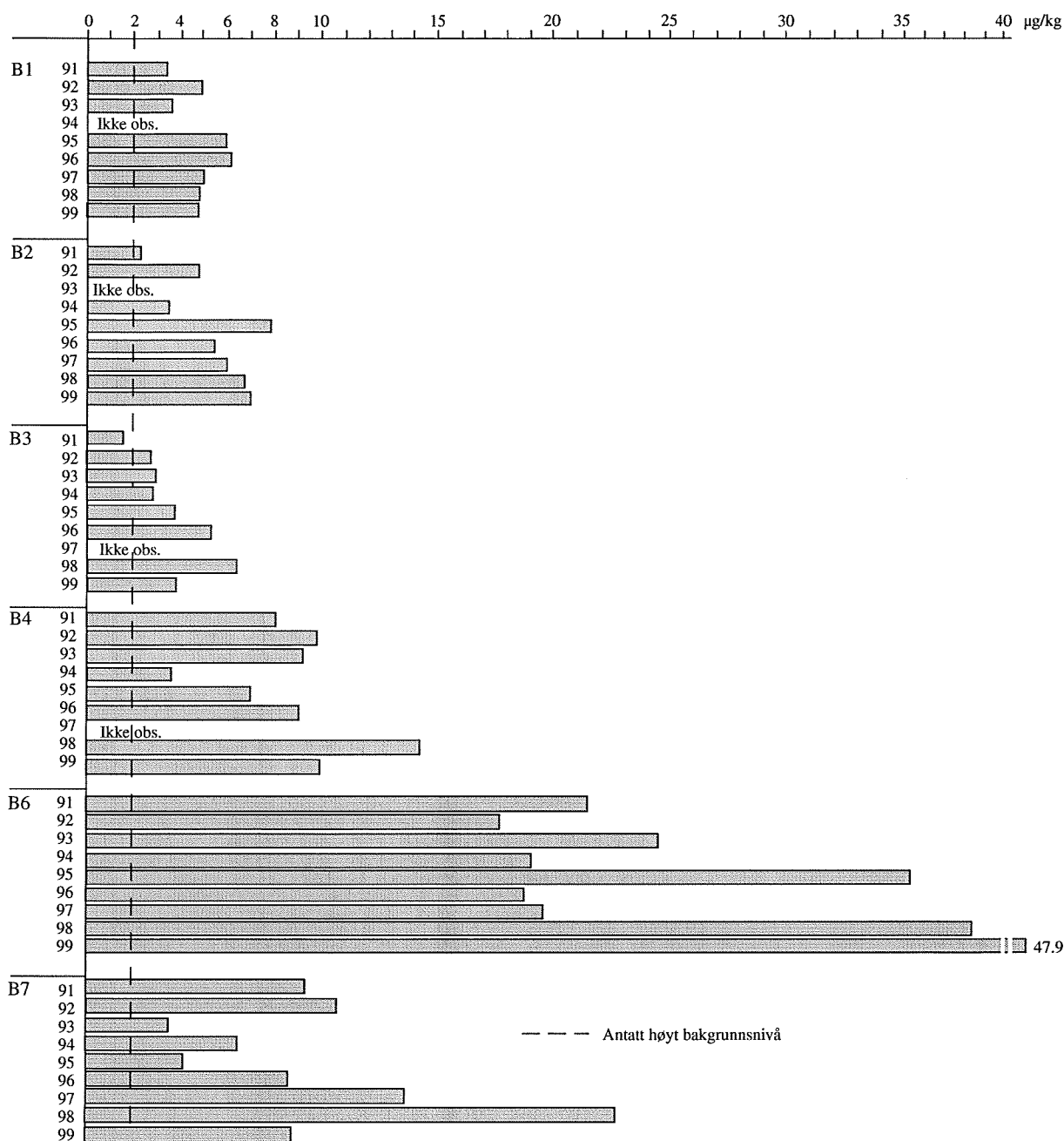
Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	Σ DDT
St. B1 Byrkjenes	1991	0,7 (20)	2,0 (60)	0,7 (20)	3,4
	1992	< 0,2 (\approx 2)	2,3 (56)	1,7 (42)	4,9 ¹⁾
	1993	0,1 (\approx 3)	2,5 (69)	1,0 (28)	3,6
	1994 ²⁾				
	1995	2,0 (33)	3,3 (55)	0,7 (12)	6,0
	1996	3,0 (48)	2,4 (38)	0,9 (14)	6,3
	1997 ⁴⁾	2,5 (47)	2,4 (46)	0,3 (7)	5,2
	1998	<0,5 (<6)	2,3 (49)	2,1 (45)	4,7
	1999	2,2 (46)	2,3 (48)	0,3 (6)	4,8
St. B2 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 ¹⁾
	1993 ²⁾				
	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 ⁴⁾	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
St. B3 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 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
	1997 ²⁾				
	1998	<0,5 (<5)	2,9 (45)	3,2 (50)	6,4
	1999	1,9 (51)	1,5 (40)	0,4 (9)	3,8
St. B4 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 1)
	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
	1997 ²⁾				
	1998	<0,5 (<2)	6,2 (44)	7,7 (54)	14,2
	1999	4,3 (43)	4,5 (45)	1,2 (12)	10,0
St. B6 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
	1997 ⁴⁾	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
St. B7 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 ¹⁾
	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 ³⁾	1,3 (32)	2,2 (53)	0,6 (15)	4,2
	1996	2,4 (27)	4,4 (51)	1,9 (22)	8,7
	1997 ⁴⁾	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

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

2) Ikke observert

3) Verdier fra reanalyse, ΣDDT fra 1. gangs analyse: 1.9.

4) Data fra JAMP/INDEX



Figur 12. Σ DDT i blåskjell fra Sørkjøya 1991-1999, $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. Om fordeling mellom DDT, DDE og DDD, se tabellene 10 og 12.

PCB-resultatene viste som før bare forhøyet konsentrasjon i prøven samlet ved st. B3 Tyssedal (Tabellene 10 og 13). Sammenlignet med kl I i SFTs klassifiseringssystem representerer 13,4 µg/kg våtvekt en overkonsentrasjon på vel 3 ganger. Men det ses også at konsentrasjonsforholdet til de øvrige registreringene listet i Tabell 10 var 5- 15 ganger, hvilket bedre uttrykker forskjellen i lokal belastningsgrad. Konsentrasjonene på fettbasis i Tabell 13 vitner om en ganske stabil tilstand og i hvert fall ingen tegn til avtagende belastning.

Tabell 13. ΣPCB₇ i blåskjell fra st. B3, Tyssedal 1991-1999 (1997-materialet pga. en feil ikke analysert), µg/kg våtvekt og µg/kg fett.

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999
Våtv.basis	8,8	10,1	10,6	8,2	10,1	17,2	20,5	13,4
Fettbasis	978	918	757	683	773	963	1139	957

5. REFERANSER

- Berge, J.A., 1991. Miljøgifter i organismer fra Hvaler/Koster området. Rapport 446/91 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 2560, 192 s.
- Berge, J.A. og A. Helland, 1993. Overvåkingsundersøkelser i Iddefjorden 1991/92. Miljøgifter i sediment, ål, torsk og taskekrabbe. Rapport 531/93 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 2953, 56 s.
- Berge, J.A., Brevik, E.M., Godal, A. og L. Berglind, 1996. Overvåking av Hvaler-Singlefjorden og munningen av Iddefjorden 1990-1994. Rapport 651/96 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3443-96, 146 s.
- de Boer, J., van der Valk, F., Kerkhoff, M.A.T., Hagel, P. og U. Brinkman, 1994. 8-year study on the elimination of PCBs and other organochlorine compounds from el (*Anguilla anguilla*) under natural conditions. Environ. Sci Technol. 28:2242-2248.
- Green, N. W., 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.
- Green, N.W., 2000. Joint Assessment and Monitoring Programme in Norway 2000, Contaminants. NIVA-notat av 8/3 2000 (prosjekt O-80106), 49 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., Green, N. W. og E. M. Brevik, 1994. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1993. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Rapport 581/94 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3160, 36 s.
- Knutzen, J., Green, N.W. og E.M. Brevik, 1999a. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1998. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Rapport 783/99 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NVA-rapport 4124-99, 42 s.
- Knutzen, J. (red), Fjeld, E., Hylland, K., Killie, B., Kleivane, L., Lie, E., Nygård, T., Savinova, T., Skåre, J.U. og K.J. Aanes, 1999b. Miljøgifter og radioaktivitet i norsk fauna – inkludert Arktis og Antarktisk. Utredning for DN 1999-5. Direktoratet for Naturforvaltning, Trondheim. 235 s.
- Knutzen, J., Becher, G., Biseth, Aa., Bjerkeng, B., Brevik, E.M., Green, N.W., Schlabach, M. og J.U. Skåre, 1999c. Overvåking av miljøgifter og skalldyr fra Grenlandsfjordene 1997. Rapport 772/99 innen Statlig program for forurensningsovervåking, NIVA-rapport 4065-99, 195 s.
- Knutzen, J., Brevik, E.M., Følsvik, N.A.H. og M. Schlabach, 1999d. Overvåking i indre Oslofjord. Miljøgifter i fisk og blåskjell 1997-1998. Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord, rapport nr. 76. Rapport 784/99 innen Statlig program for forurensningsovervåking, NIVA-rapport 4126-99, 89 s.
- 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., 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.
- Myhre, L.P., 1998. Biomarkører i ål (*Anguilla anguilla*). Miljøgifteksposering i laboratorieforsøk og feltundersøkelser i fjordsystemet rundt Bergen. Cand. Scient oppgave i marinbiologi ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi/Universitetet i Bergen, 107 s.
- Skei, J., 2000. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1999. Delrapport 1 Vannkjemi. Rapport 796/00 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4236-2000, 23 s.
- Skei, J. og J. Klungstør, 1990. Kartlegging av PCB i sedimenter fra indre Sørfjord. NIVA-rapport 2528, 16 s.

- 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-rapport4234-2000, 12 s.
- Skei, J., Rygg, B., Moy, F., Mølvær, 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.

DATAVEDLEGG:

- **Metaller og klororganiske stoffer i blåskjell 1/10 1999 (våtvektsbasis)**
 - **Metaller i tang 1/10 1999 (tørrvektsbasis)**

ANALYSERAPPORT Interne saksbehandlere

Rapportert: 24.02.2000

OBS!! Klagefrist 14 dager f.o.m rapporteringsdato. Oppgi rekvisisjonsnr og PrNr.

Rekvisisjonsnr : 1999-02970 Mottatt dato : 19991217 Godkjent av : KAS Godkjent dato: 20000223
 Prosjektnr : O 800309
 Kunde/Stikkord : SØRMAR
 Kontaktp./Saksbeh. : SKE JOK

Analysevariabel	Enhet	Metode	TTS/%		Fett-%	Cd-B	Cu-B	Hg-B	Pb-B	Zn/fl-B	CB28-B	CB52-B	CB101-B
			%	B 3									
PrNr	PrDato	Merking											
1	19991001	B1 Byrkjenes	12.6		1.36	5.01	1.03	0.384	13.5	37.1	<0.08	<0.08	0.22
2	19991001	B2 Eiterheim	20.9		2.64	2.41	1.11	0.120	3.26	36.7	0.08	0.18	0.48
3	19991001	B3 Tysedal	12.7		1.40	3.78	1.04	0.196	10.8	77.4	0.09	0.40	2.4
4	19991001	B4 Digranes	18.8		2.40	2.10	1.03	0.105	3.37	32.2	0.05	0.10	0.38
5	19991001	B6 Kvalnes	14.4		1.82	2.25	0.95	0.113	4.26	34.9	<0.08	0.09	0.33
6	19991001	B7 Krossanes	13.3		1.45	1.35	0.77	0.064	1.83	28.1	s 0.11	<0.08	0.15

Analysevariabel	Enhet	Metode	CB118-B		CB105-B		CB153-B		CB138-B		CB156-B		CB180-B		CB209-B		ΣPCB ₇	QCB-B
			µg/kg v.v.	H 3-4	µg/kg v.v.	H 3-4	µg/kg v.v.	H 3-4	µg/kg v.v.	H 3-4	µg/kg v.v.	H 3-4	µg/kg v.v.	H 3-4	µg/kg v.v.	H 3-4		
PrNr	PrDato	Merking																
1	19991001	B1 Byrkjenes	0.21		0.08	0.62	0.48	<0.08	0.08	0.08	<0.08	<0.08	1.69	1.61	<0.08	<0.04		
2	19991001	B2 Eiterheim	0.36		0.14	0.74	0.66	<0.08	0.14	0.14	<0.08	2.78	2.64	<0.08	0.06			
3	19991001	B3 Tysedal	2.7		1.0	3.5	4.1	0.27	0.21	0.21	<0.08	14.67	13.4	<0.08	<0.04			
4	19991001	B4 Digranes	0.28		0.13	0.66	0.59	<0.08	0.14	0.14	<0.08	2.33	2.2	<0.08	0.07			
5	19991001	B6 Kvalnes	0.29		0.12	0.66	0.61	<0.08	0.12	0.12	<0.08	2.22	2.1	<0.08	<0.04			
6	19991001	B7 Krossanes	0.11		<0.08	0.28	0.23	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	0.77	0.77	<0.08	<0.04			

Analysevariabel	Enhet	Metode	HCHA-B		HCB-B	HCHG-B		OCS-B	DDEPP-B		TDEPP-B	DDTTP-B	
			µg/kg v.v.	H 3-4		µg/kg v.v.	H 3-4		µg/kg v.v.	H 3-4		µg/kg v.v.	H 3-4
PrNr	PrDato	Merking											
1	19991001	B1 Byrkjenes	<0.08		0.04	0.12	<0.04	2.3	0.29	0.29	2.2	2.2	
2	19991001	B2 Eiterheim	0.13		0.07	0.25	<0.04	3.2	0.59	0.59	3.2	3.2	
3	19991001	B3 Tysedal	0.08		0.06	0.12	<0.04	1.5	0.35	0.35	1.9	1.9	
4	19991001	B4 Digranes	0.13		0.10	0.23	<0.04	4.5	4.5	4.5	4.3	4.3	
5	19991001	B6 Kvalnes	0.10		0.08	0.17	<0.04	22	6.7	6.7	19	19	
6	19991001	B7 Krossanes	0.09		s 0.07	0.15	<0.04	4.7	1.0	1.0	3.2	3.2	

* Analysemetoden er ikke akkreditert.
 s Analyseresultatet er suspekt.

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.
 PrNr 6 s = Forbindelsen er delvis dekket av en interferens i kromatogrammet. Dette medfører at det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

ANALYSERAPPORT Interne saksbehandlere

Rapportert: 27.03.2000

OBS!! Klagefrist 14 dager f.o.m rapporteringsdato. Oppgi rekvisisjonsnr og PrNr.

Rekvisisjonsnr : 2000-00148 Mottatt dato : 20000124 Godkjent av : KAS Godkjent dato: 20000327
Prosjektnr : O 800309
Kunde/Stikkord : SØRMAR
Kontaktpr./Saksbeh. : SKE JOK

Analysevariabel	TTS	Cd-B	Cu-B	Hg-B	Pb-B	Zn/fl-B
Enhet ==>	g/kg	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
Metode ==>	B 3	E 2	E 2	E 4-3	E 2	E 1
PrNr	PrDato	Merking				
1	19991001	St. B1 Byrkjenes Blåretang	12.3	0.53	10.5	502
2	19991001	St. B2 Eiterheimsnes Blåret.	19.5	0.65	19.2	968
3	19991001	St. B3 Tyssedal Blåretang	16.2	0.37	10.1	707
4	19991001	St. B4 Digranes Grisetang	11.3	0.12	1.75	515
5	19991001	St. B6 Kvalnes Grisetang	15.9	0.082	1.47	478
6	19991001	St. B7 Krossanes Grisetang	3.02	0.043	0.64	285

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.