



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport 676/96

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

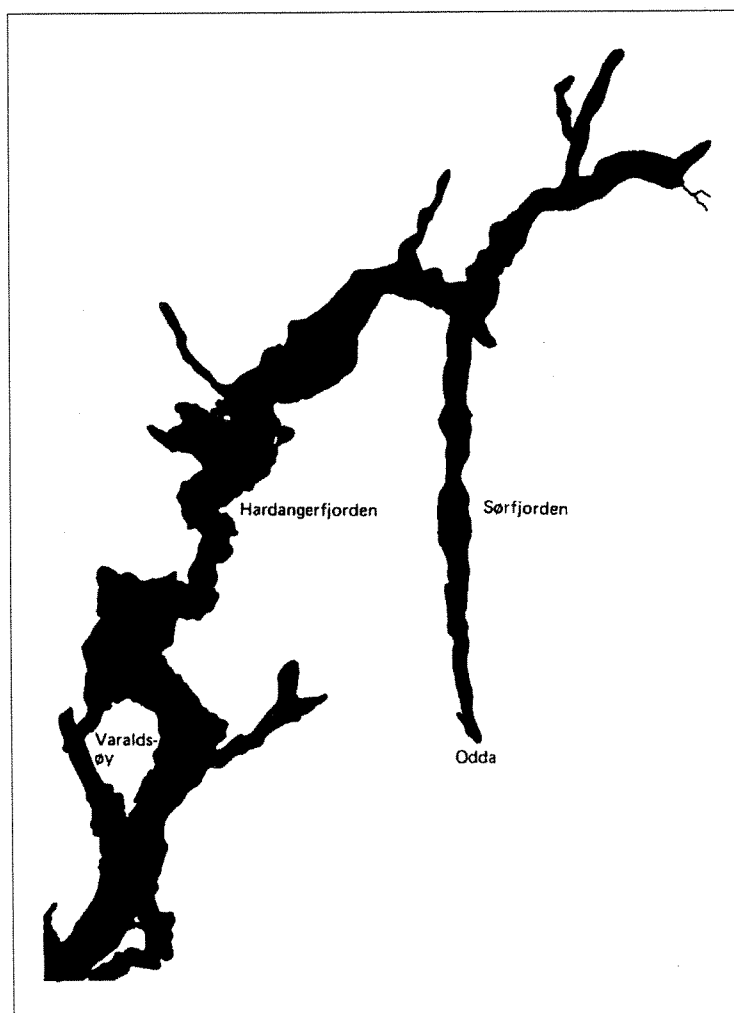
Deltakende institusjon

NIVA

Assayers, Odde

### Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardanger- fjorden 1995

Delrapport 2  
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 04 30 33  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgt 55  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 32 56 40  
Telefax (47) 55 32 88 33

**Akvaplan-NIVA A/S**

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

Tittel Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1995. Delrapport 2: Miljøgifter i organismer.	Løpenr. (for bestilling) 3589-96	Dato 15/12-96
	Prosjektnr. Undernr. O-800309	Sider Pris 37
Forfatter(e) Jon Knutzen Norman W. Green Einar M. Brevik Arne Godal	Fagområde Marin økologi	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA


Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn (SFT). Overvåkingsrapport nr. 676/96. TA-nr. 1388/1996.	Oppdragsreferanse
--	-------------------

**Sammendrag**

Innholdet av metaller i blåskjell og tang fra Sørfjorden var i 1995 noe høyere enn året før. Jevnført med "antatt høyt bakgrunnsnivå" var overkonsentrasjonene i blåskjell av kvikksølv, kadmium og bly hhv. 2 - 7/7 - 18/5 - 30 ganger. I tang lå sinkinnholdet på 3 - 4 ganger "høyt normalnivå" fra innerst til munningen. Overbelastningen i skjell lot seg tydelig spore ut i Hardangerfjorden, ca. 80 km fra Odda. I fisk fra indre Sørfjorden og Strande-barm/Hardangerfjorden var det derimot bare lavt/moderat metallinnhold. Pålitelige tall for utviklingen mht. metallbelastningen avhenger av tilstrekkelig med data for den ujevne diffuse belastningen.

Den betydelige DDT-forurensningen i blåskjell vedvarte, med overkonsentrasjoner opp til mer enn 15 ganger ved Kvalnes. Innholdet av klororganiske miljøgifter i fisk var lavt/moderat. Kildene for DDT-forurensningen er ikke kjent.

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

  
-----  
Jens Skei  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3142-0

  
-----  
Bjørn Braaten  
Forskningsjef

**TILTAKSORIENTERTE  
MILJØUNDERSØKELSER I SØRFJORDEN OG  
HARDANGERFJORDEN 1995**

Delrapport 2. Miljøgifter i organismer

## Forord

Overvåkingen av miljøgifter i organismer fra Sørfjorden gjennomføres i samarbeid med Alex Stewart Environmental Services A/S (ASSAYERS), som ved Otto van Etten og 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. Arne Godal har vært ansvarlig for et par sonderende parallellanalyser av metaller ved ICP/MS. Einar Brevik har vært hovedansvarlig for analysene av klororganiske stoffer. Prøvene av fisk og blåskjell er opparbeidet av Unni Efraimsen og Frank Kjellberg.

Prosjektleder er Jens Skei. Tidligere i år er det gitt ut rapport om fjordens vannkjemi 1995 og observasjonene fra en marinbiologisk dykkerbefaring til den overdekkede del av bunnen i Eitrheimsvågen (Skei og Moy, 1996). Likeledes er det rapportert resultater fra forsøk med utskillelse av metaller i blåskjell overført fra Sørfjorden til rene omgivelser (Moy og Knutzen, 1996).

Oslo, 15. desember 1996.

*Jon Knutzen*

## **Innhold**

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. BAKGRUNN OG FORMÅL</b>	<b>6</b>
<b>2. MATERIALE OG METODER</b>	<b>8</b>
<b>3. RESULTATER OG DISKUSJON</b>	<b>12</b>
3.1 Metaller i fisk	12
3.2 Metaller i blåskjell	12
3.3 Metaller i tang	19
3.4 Klororganiske stoffer i fisk	25
3.5 Klororganiske stoffer i blåskjell	26
<b>4. REFERANSER</b>	<b>30</b>
<b>5. Rådatavedlegg</b>	<b>31</b>

## Sammendrag

- I. Overvåkingen av miljøgifter i organismer fra Sørfjorden/Hardangerfjorden har i 1995 fortsatt etter samme opplegg som nå fulgt siden 1992: Observasjoner av metaller i blåskjell, tang og fisk og av klororganiske stoffer i fisk og blåskjell. Undersøkelsene i fisk skjer som ledd i Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP) under Oslo/Paris kommisjonene. Bare hovedresultatene fra denne del av overvåkingen gjengis her, mens nærmere dokumentasjon og statistisk bearbeidelse vil skje innen JAMP-rapporteringen.
- II. Formålet med overvåkingen er å følge utviklingen i fjorden i relasjon til tiltak mot metallforurensning, spesielt med tanke på advarselen fra Statens næringsmiddeltilsyn mot å spise metallforurensede skjell.
- III. Metallbelastningen på Sørfjorden er fremdeles langt fra å være under kontroll. Bedømt etter SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet var blåskjell, - og i noe mindre grad tang fra indre/midtre fjord - markert til sterkt (meget sterkt) forurenset med kvikksølv, kadmium og bly. I fjorden sett under ett varierte overkonsentrasjonene i blåskjell innen intervallene: 2 - 7 (kvikksølv), 7 - 18 (kadmium) og for bly 5 - 30 ganger "antatt høyt bakgrunnsnivå".
- IV. Overkonsentrasjonene av kvikksølv, kadmium og bly lot seg tydelig spore ut i Hardangerfjorden. Vurdert ut fra de forhøyede konsentrasjonene i tang fra munningen av Sørfjorden, transporteres også sink ut i hovedfjorden.
- V. Samsvarende med resultatene fra overvåkingen av overflatevannets metallinnhold ble det registrert indikasjoner på en økt metallbelastning fra 1994 til 1995. I de senere år har det imidlertid vært karakteristisk med ujevn, episodisk belastning, slik at økningen ikke behøver gjelde for mer enn en del av året. Tallene for årlig metalltilførsel til Sørfjorden må anses som upålitelige inntil det er gjort tilstrekkelig med målinger av den ujevne diffuse del av belastningen.
- VI. Bortsett fra kvikksølv i glassvar fra Strandebarm/Hardangerfjorden, ble det ikke målt vesentlige utslag av metallbelastningen i fisk. Man skal imidlertid være oppmerksom på muligheten for overkonsentrasjoner av kvikksølv i ål fra indre Sørfjorden.
- VII. Innholdet av DDT med nedbrytningsproduktene DDE og DDD var fremdeles moderat til sterkt forhøyet i hele Sørfjorden og svakt forhøyet ved Ranaskjær i Hardangerfjorden. Som i hele perioden fra 1991 ble de høyeste konsentrasjonene funnet midtfjords ved Kvalnes. Spørsmålet om kilden(e) er fremdeles uopplært, og det foreslås i første omgang en nærmere kartlegging rundt stasjonen ved Kvalnes.

# 1. BAKGRUNN OG FORMÅL

Etter de mange tiltak mot metallforurensningen i Sørfjorden (Skei, 1994) har forbedringen særlig vist seg ved redusert metallinnhold i vannet (Skei, 1995), men fortsatt noe variabelt fra år til år (Skei & Moy, 1996). At tilførslene i 1995 fortsatt ikke var under tilfredsstillende kontroll, vises ved de klare avstandsgradientene for overflatevannets metallinnhold (f.eks. midlere forskjell mellom konsentrasjoner innerst i fjorden og ved Digraneset på 5 - 10 ganger for kadmium og sink, 10 - 20 ganger for bly og kvikksølv (Skei & Moy, 1996).

Den manglende kontroll på tilførslene (for sink og kadmium primært den diffuse belastningen, se tabell 1 nedenfor) har medført at minskningen i tangs og blåskjells metallinnhold så langt har vært beskjeden (Knutzen et al., 1995). Således har bedringen ikke vært tilstrekkelig til at Statens næringsmiddeltilsyn har kunnet trekke tilbake advarselen mot å spise skjell fra fjorden. Derimot er det (fra 1994) ikke lenger noe kostholdsråd for fisk. Resultatene fra et 12 måneders utskillelsesforsøk med blåskjell tydet på at selv ved stopp i overbelastningen med kadmium og bly ville det ta 2 - 3 år å nå et høyt normalnivå av disse metaller i skjell (Moy & Knutzen, 1996).

For opprettholdelsen av kostholdsråd for blåskjell kan det også spille en rolle at det i flere år er konstatert en betydelig DDT-forurensning i skjell fra området omkring Kvalnes (figur 1), og med mindre overkonsentrasjoner også i resten av fjorden (Knutzen et al., 1995).

Tabell 1 viser hvordan de kjente utslipp av miljøgifter til fjorden er fordelt mellom de tre største bedriftene i området, og for Norzinks vedkommende anslag/beregninger av hvor mye som skriver seg fra ulike delkilder. Tabellen er hentet fra Skei & Moy (1996).

**Tabell 1.** Oversikt over utslipp til sjø fra Odda Smelteverk A/S (O.S.), Norzink A/S (NZ) og Tinfos Titan & Iron K/S (TTI) i 1995 (kg/år). Basert på opplysninger fra bedriftene. Tallene i parentes representerer utslippstall for 1994.

Bedrift	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	PAH
O.S.	285 (239)	410 (299)	972 (934)	18.8 (41.7)	2.1 (6.7)	2600 (2600)
NZ <sup>1)</sup>	175 (200)	5500 (4000)	52000 (58000)	900 (900)	10.7 (12.9)	-
TTI	? (26.7)	21.7 (71.4)	3574 (4374)	2.9 (11.2)	0.7 (0.6)	- (-)
<b>Totalt</b>	<b>460</b> (466)	<b>5931</b> (4370)	<b>56546</b> (63308)	<b>922</b> (953)	<b>13.5</b> (20.2)	<b>2600</b> (2600)

<sup>1)</sup> Tilførslene fra Norzink for 1995 omfatter både regulære utslipp, utpumping av vann bak spuntvegg, avrenning fra kaiområde og beregnede mengder av tungmetaller (kun for sink og kadmium) tilført fjorden via overflatevann og kloakk (diffuse tilførsler). Fordelingen mellom disse enkeltkildene er følgende (kg/år):

---

	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>	<b>Pb</b>	<b>Cu</b>	<b>Hg</b>
Drift:	5550*)	36	4952*	29	7.6
Fra Eitrheimsvågen:	1860	102	7.5	5.4	0.3
Kaien**):	14000	50	350	100	2.8
Diffuse tilførsler (ca.)***):	30000	700	?	?	?
SUM ****):	52000	900	5500	175	10.7

\*): Hovedsakelig fra aluminiumsfluoridfabrikken. Reduksjon av dette utslippet er under utredning.

\*\*): Utslppsreducerende tiltak på kai vil først få effekt i 1996.

\*\*\*): Reduksjonen fra 1994 til 1995 skyldes at produksjonen i det gamle sinkstøperiet opphørte i august 1995. Ytterligere reduksjon forventes i 1996.

\*\*\*\*): Disse tallene er skjønnsmessig avrundet oppover av Norzink A/S.

Undersøkelsene i Sørfjorden følger et langtidsprogram frem til år 2000 der det overordnede formål er å følge utviklingen i fjorden og dokumentere effekten av forurensningsbegrensende tiltak. Dette gjøres som ledd i å bidra til industriens og myndighetenes underlag for planlegging og beslutninger, samt for å holde allmenheten (brukerinteressene) orientert om situasjonen. Foreliggende rapport dekker den delen som angår forurensningsnivået i skjell og tang, dertil spiseligheten av blåskjell og fisk.



## 2. MATERIALE OG METODER

Blåskjell (*Mytilus edulis*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) er samlet inn 3. - 4. oktober 1995 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). I forbindelse med en dykkerbefaring til de overdekkede områdene i Eitrheimsvågen (Skei & Moy, 1995) ble det 16. september samlet inn skjell og tang fra hhv. 5 - 6 meters dyp på sandbunn utenfor spuntvegg og på 30 - 50 cm dyp på stein utenfor spuntveggen.

Innen det internasjonale overvåkingsprogrammet JAMP (Joint Monitoring and Assessment Program) under Oslo/Paris kommisjonen, er det 15. - 17. september 1995 samlet inn blåskjell fra Eitrheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær og Vikingneset (tabell 2, figur 1).

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

Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP) omfatter i tillegg analyser av metaller og klororganiske forbindelser i fisk. Fisken fra indre Sørfjorden er samlet i oktober, (JAMP-st. 53B; torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*)); fra Strandebarm i Hardangerfjorden (JAMP-st. 67B, torsk, glassvar (*Lepidorhombus whiff-iaogonis*)) i perioden oktober - desember for torsks vedkommende og september 1995 - januar 1996 for glassvar.

Innenfor Statlig program for forurensningsovervåking samles 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. 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) har bestått av ca. 5 cm lange skuddspisser (ca. 100 fra ca. 25 individer). Av grisetang (fra og med st. B4 og utover) benyttes ordinært 50 - 100 skuddspisser fra et 20-talls individer, kuttet like under 2. blære ovenfra.

Fiskeprøvene er analysert dels på individer (18 - 25 stk.), dels på blandprøver av for det meste 5 stk. i 4 - 5 størrelsesgrupper. Klororganiske forbindelser er analysert i lever og filét, kvikksølv bare i filét 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 begrepet "høyt diffust bakgrunnsnivå" menes ca. øvre grense for verdier som registreres utenfor påvirkning fra definerte punktkilder). "Høyt bakgrunnsnivå" avgrenser kl. I i SFTs klassifiseringssystem (Knutzen et al., 1993). Ut fra bl.a. JAMP-resultater (Knutzen & Green, 1995)

er det nylig foreslått nedjusteringer av enkelte kl. I-grenser. Forslagene vurderes i forbindelse med en revidert utgave av systemet.

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 referansemateriale.

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.

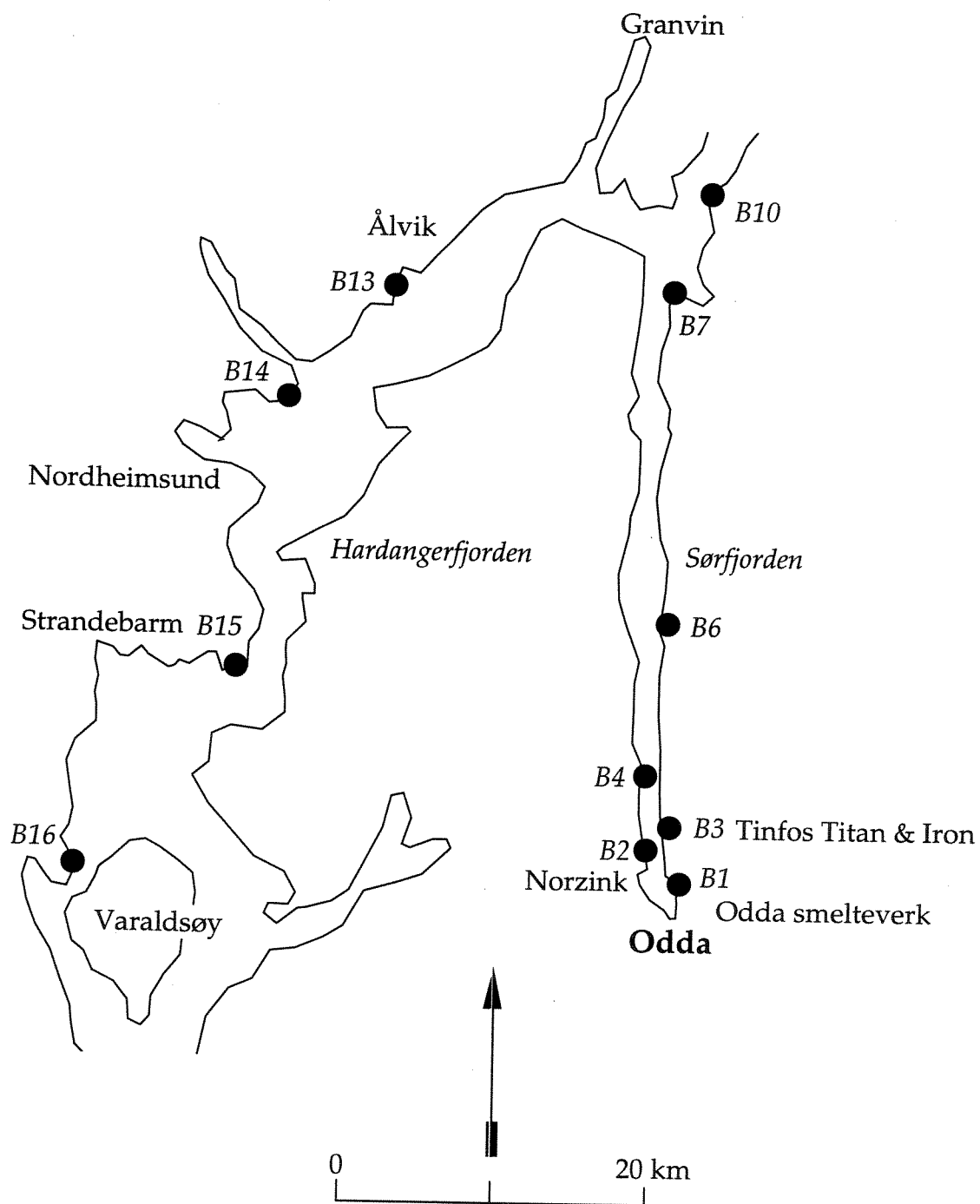
Før kvantitativ analyse blir ekstraktet inndampet til ønsket volum i små glødede prøveglass. Identifisering og kvantifisering av de nevnte parametre utføres på en gasskromatograf (GC) med 60 m kapillærkolonne og elektroninnfangningsdetektor (ECD). Kvantifisering utføres via egne dataprogram ved bruk 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 (CRM 350, makrellolje), regelmessig blindprøvetesting og hyppig kalibrering av instrumentene ved bruk av 8-punkts standardkurver. Oppnåelig langtidspresisjon ved gjentatt analyse av referansematerialet er 5 - 10% for enkeltforbindelser. Deteksjonsgrensene for enkeltforbindelser er 0.1 - 0.2 µg/kg våtvekt.

Et par av blåskjellprøvene (st. B7 og utenfor spuntveggen i Eitrheimsvågen), samt tangprøven fra utenfor spuntveggen er analysert parallelt med ICP/MS, dels for å sammenligne med resultatene fra rutinemethodikken, dels for å overblikke innholdet av alle de øvrige metaller som det uten vesentlige meromkostninger fås informasjon om ved ICP/MS.

**Tabell 2.** Innsamlingssteder for blåskjell og tang i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1995, med angivelse av adkomst og ca. avstand fra Odda (km). (Ikke prøvetatt 1995: \*).

STASJONER (JAMP)	ADKOMST	CA. AVSTAND FRA ODDA (Km)
St. B 1	Byrkjenes, lite nes N for badestrand. <b>Fra 1994:</b> 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. <b>Fra 1994:</b> Brygge syd for TTI.	6
St. B 4	Digranes: Ved trebrygge. <b>Fra 1994:</b> Grisetang samlet 100 m nordenfor.	10
St. B 6 (56A)	Kvalnes, S for Kvalnes: Ved gammelt naust ut for frukthage.	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). Se nærmere om stasjonene i tabell 2.

## 3. RESULTATER OG DISKUSJON

### 3.1 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.

**Kvikksølv i fiskefilét** viste gjennomgående lave verdier, unntatt i glassvar fra Strandebarm. Torsk fra indre Sørfjorden og Strandebarm (figur 1) hadde et gjennomsnittsinhold (av 25 individuelle analyser) på hhv. 0.09 og 0.08 mg/kg våtvekt, dvs. under øvre grense for klasse I (god tilstand) i SFTs klassifiseringssystem (Knutzen et al., 1993). Imidlertid var det betydelige individuelle variasjoner: nær 0.4 mg/kg i et par individer fra indre Sørfjorden og vel 0.2 mg/kg i enkelte eksemplarer fra Strandebarm. Konsentrasjonene i 4 blandprøver av skrubbefilét fra indre Sørfjorden lå alle under 0.05 mg/kg våtvekt. 1995-verdiene i både torsk og skrubbe var av de laveste som er blitt registrert siden observasjonsserien innen Statlig program for forurensningsovervåking startet i 1984 (Knutzen et al., 1995, tabell 3). Betydelige svingninger, bl.a. med en uforklart høy verdi i torsk så sent som i 1992, tilsier likevel at overvåkingen av kvikksølv opprettholdes. Det viser også registreringene av Hg i vann (Skei & Moy, 1995) og i skjell/tang (se nedenfor). Målinger av kvikksølv bør overveies for eventuell ål fra indre Sørfjorden som fanges for eksport.

I motsetning til torsk fra samme sted inneholdt glassvar fra Strandebarm relativt høyt innhold av kvikksølv: 0.30 - 0.40 mg/kg våtvekt i 5 blandprøver á 5 (størrelseskategorier, lavest i gruppen med den høyeste gjennomsnittsvekten). Med unntak av ett år har glassvar fra denne lokaliteten hatt klart høyere kvikksølvinnhold enn torsk. Det er derfor rimelig å anta at nivået ikke skyldes lokal belastning, men at arten har spesielle akkumuleringsegenskaper. Imidlertid savnes observasjoner i glassvar fra referanselokaliteter. 1995-nivået var omtrent som gjennomsnittet av registreringene i perioden 1984 - 1994 (Knutzen et al., 1995).

**Innholdet av kadmium, bly, sink og kobber i fiskelever** (torsk og skrubbe fra indre Sørfjorden; torsk og glassvar fra Strandebarm) var for torsk og skrubbens vedkommende omtrent som funnet på referanselokaliteter (Knutzen & Green, 1995) og dermed av mindre praktisk interesse. Også i glassvarlever var metallinnholdet lavt/moderat, men arten skilte seg fra de to andre ved noe høyere konsentrasjon av sink; samsvarende med observasjoner fra tidligere år (Knutzen et al., 1995). Analyse av metallinnhold i lever av fisk fra Sørfjorden og Hardangerfjorden har ingen lokal interesse og er bare begrunnet i Norges forpliktelser innen JAMP. Også i sistnevnte sammenheng synes det i økende grad aktuelt å bruke midlene på viktigere analyser.

### 3.2 Metaller i blåskjell

Resultatene på tørrvektbasis er vist i tabell 3 og serien fra 3. - 4. oktober 1996 inngår i figur 2 - 5, som viser utviklingen siden 1981. Konsentrasjonene på våtvektbasis er gjengitt i vedlegg.

**Tabell 3.** Metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 15. - 17. september (JAMP) og 3. - 4. oktober 1995, mg/kg tørrvekt. (Fra JAMP middel av 3 størrelseskategorier).

Stasjoner	Hg		Cd		Pb		Zn		Cu	
	15-17/9	3-4/10	15-17/9	3-4/10	15-17/9	3-4/10	15-17/9	3-4/10	15-17/9	3-4/10
B1		1.51		36.8		149.0		386		10.2
B2	0.45	0.32	20.5	13.3	18.8	21.1	209	209	7.1	6.6
B3		0.83		24.8		64.4		418		10.7
B4		0.52		14.8		32.7		237		9.1
B6	0.73	0.52	32.8	18.7	50.4	35.3	322	256	7.4	9.4
B7	0.25	0.44	12.5	17.1	14.0	24.4	184	204	6.1	8.3
B13	0.25		8.4		10.9		186		6.9	
B15	0.14		5.4		4.8		72		5.9	

Sammenlignet med et antatt høyt diffust bakgrunnsnivå (Knutzen et al., 1993; Knutzen & Green, 1995), fås nedenstående ca. overkonsentrasjoner på Sørfjordstasjonene (st. B1-B7):

Kvikksølv: 2 - 7 x  
 Kadmium: 7 - 18 x  
 Bly: 5 - 30 x  
 Sink: 1 - 2 x  
 Kobber: <1 x

I henhold til SFTs klassifiseringssystem gir dette **moderat til markert forurensning med kvikksølv, markert til sterk/meget sterk forurensning med kadmium/bly** og moderat overbelastning med sink i deler av fjorden. (Det kan tilføyes at det på basis av fyldigere data fra referansestasjoner (Knutzen & Green, 1995), nå vurderes å nedjustere antatt høyt diffust bakgrunnsnivå for bly i blåskjell fra 5 til 3 mg/kg tørrvekt. Konsekvensen for bedømmelsen av situasjonen i Sørfjorden er at ovenstående overkonsentrasjoner for bly øker til ca. 7 - 50 ganger.

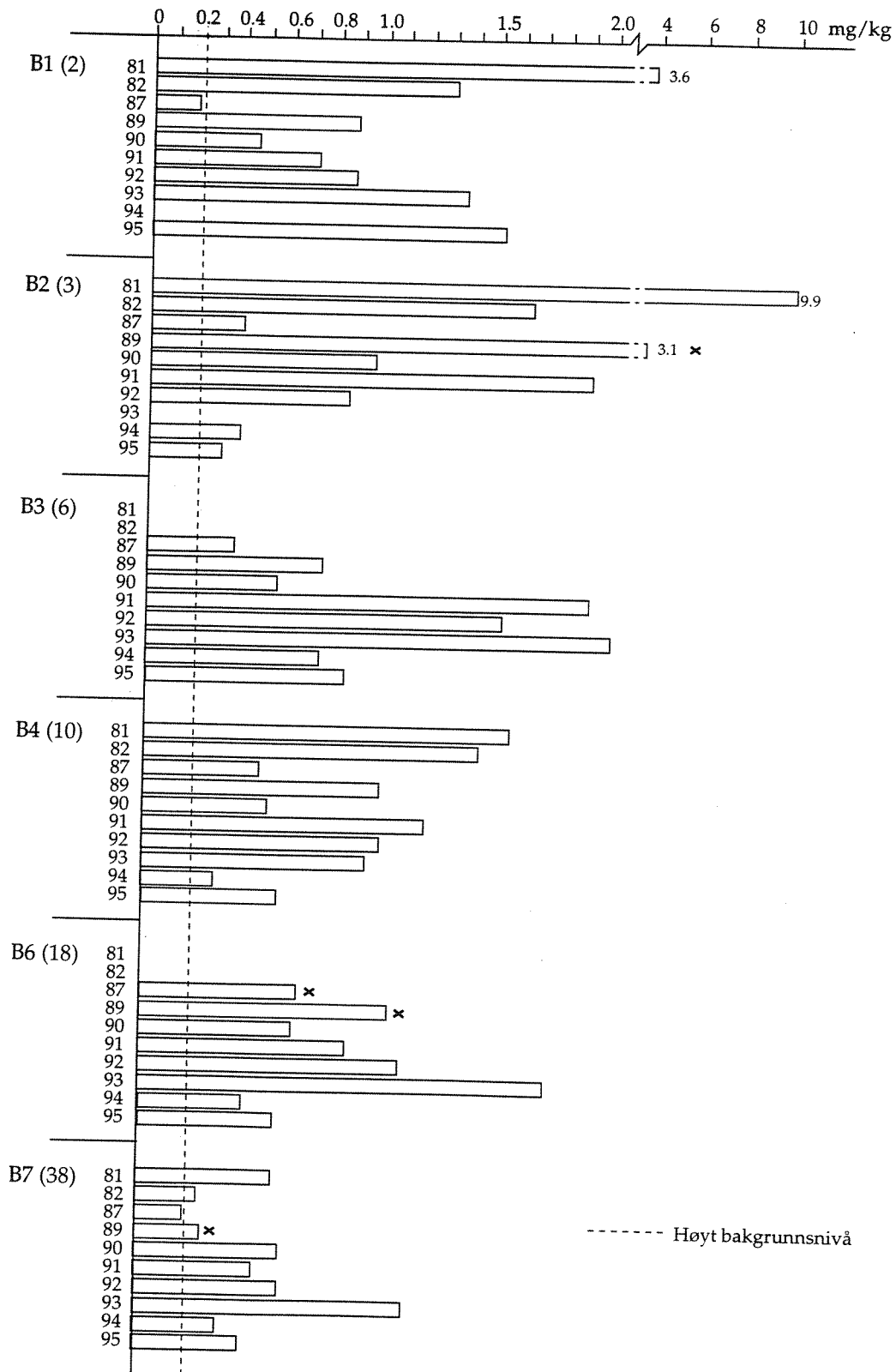
I hovedsaken er det overensstemmelse mellom de to observasjonsseriene som er vist i tabell 3, og som man skulle forvente synkende konsentrasjoner utover i fjorden (figur 2 - 5). Imidlertid er det også eksempler på betydelige avvik mellom seriene og uregelmessigheter i avstandsgradientene. Den eneste mekanisme det kan vises til for å "forklare" disse forhold, er metallbelastningens episodiske karakter med påfølgende raske svingninger i vannets metallinnhold (Skei & Moy, 1995). Ut fra den relativt langsomme utskillelse av metaller fra skjellene (Moy & Knutzen, 1995), er det likevel vanskelig å forstå de såvidt store forskjeller som av og til er observert mellom prøver samlet med mindre enn 3 ukers mellomrom (tabell 3). Selv om man også kan peke på andre mulige faktorer som hurtig opptak ved økt belastning, store utslag av individuelle variasjoner i skjellenes metallinnhold og (ikke konkretiserbare) usikkerheter ved prøvetaking, opparbeidelse og analyse, gjenstår som essens at de observerte variasjonene er mangelfullt forstått.

Utviklingsmessig fremtrer en **generell forverring i situasjonen fra 1994 til 1995** (figur 2 - 5), og det er åpenbart at **heller ikke i 1995 har belastningen vært under noe i nærheten av tilfredsstillende kontroll**, til tross for de iverksatte tiltak. Også registreringene av metallinnholdet i overflatevann viste i hovedsaken en økning fra foregående år, særlig klart for kvikksølv og kadmium, men delvis også for bly og sink (Skei & Moy, 1995). Skikkelig kartlegging av tilførslene, med sikte på ytteligere tiltak, bør derfor fremdeles være en prioritert oppgave, spesielt ved Norzink. Tilførselstallene i tabell 1 og informasjonen om utviklingen i belastning fra år til år, er etter all sannsynlighet misvisende så lenge man ikke har tall for de diffuse tilførslene (kfr. fotnote til tabell 1).

Av JAMP-observasjonene i tabell 3 (15. - 17. september) fremgår at overkonsentrasjoner ble sporet ut i hovedfjorden både for kvikksølv, kadmium og bly. Klarest var dette for kadmium, med 2 - 3 gangers forhøyelse ved st. 15, mer enn 80 km fra Odda. Benyttes ovennevnte nedjusterte øvre grense for diffus belastning, var likeledes blypåvirkningen merkbar så langt ut. Også konsentrasjonene i skjell fra hovedfjorden var noe høyere enn i 1994.

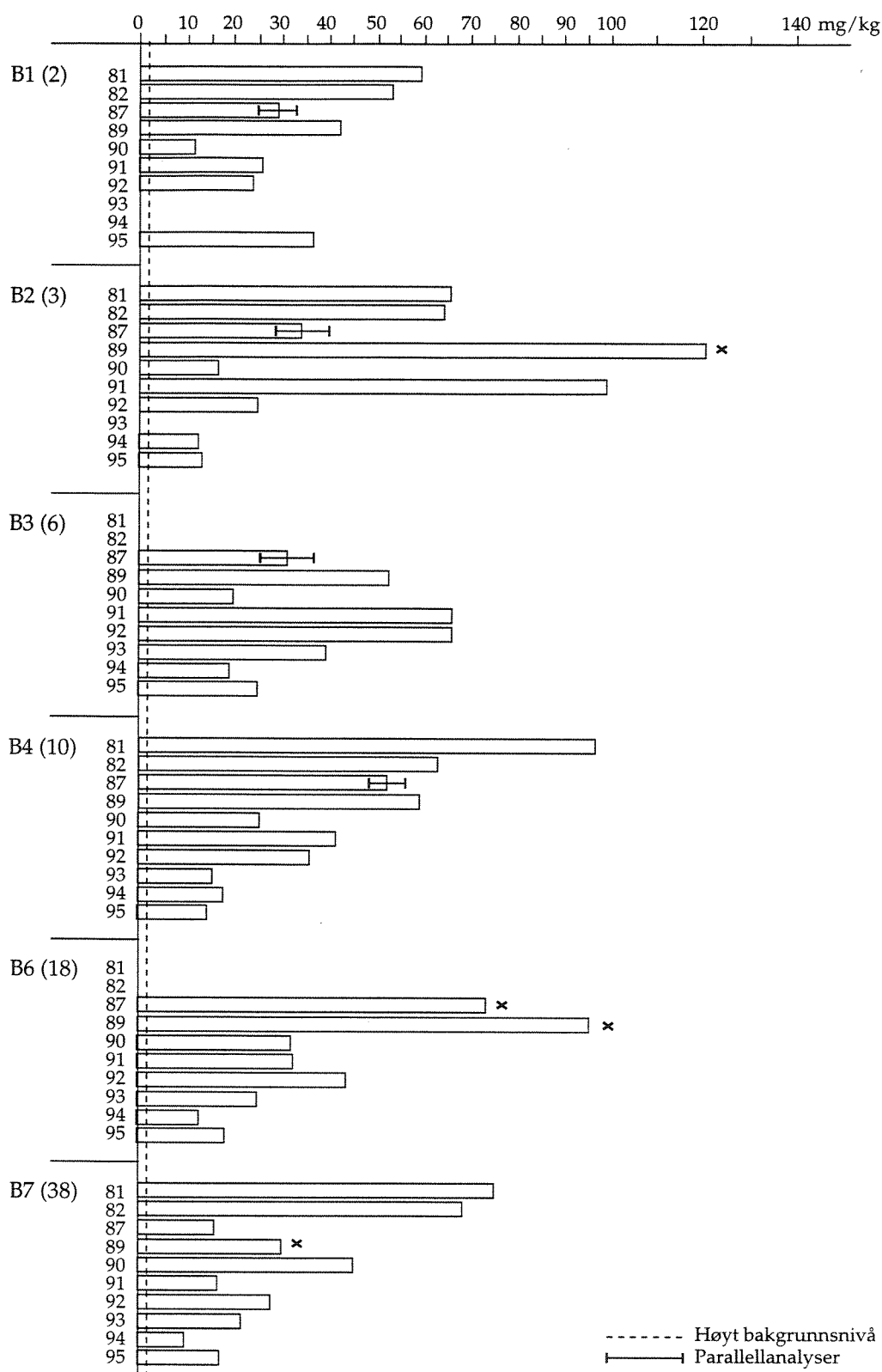
Blåskjellene innsamlet på 5 - 6 meters dyp ved dykkerbefaringen av den overdekkede bunnen utenfor spuntveggen i Eitrheimsvågen hadde et metallinnhold ca. 1.5 - 2.5 ganger høyere enn maksimalverdiene i tabell 3. Sannsynligvis gjenspeiler dette virkningen av vann som pumpes over spuntveggen (kfr. enda klarere utslag i tang omtalt nedenfor).

Parallellanalysene ved ICP/MS (kfr. vedlegg) ga verdier som i hovedsaken var i godt samsvar med resultatene fra analysene med atomabsorpsjonsspektrofotometri, dvs < 15% avvik. Også for mange av metallene som ikke overvåkes var det høyere konsentrasjoner i blåskjellene fra Eitrheimsvågen enn ved Krossanes. Klarest forskjell (> 4 - 5 ganger) var det bl.a. for aluminium, zirkon, molybden og antimon (se vedlegg). Formodentlig kan det meste av dette forklares ved ulik grad av belastning med leirpartikler og har ingen praktiske konsekvenser.

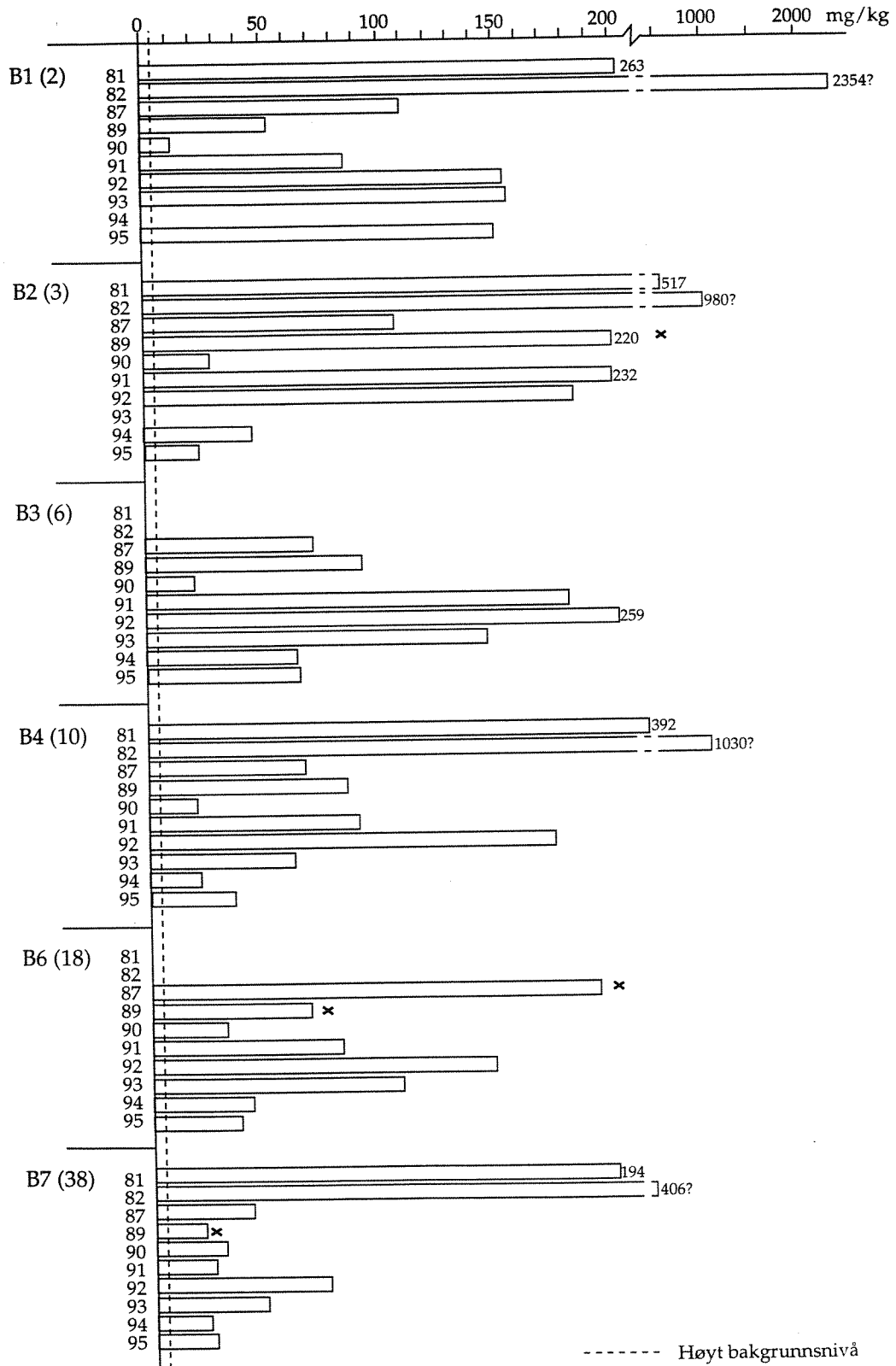


**Figur 2.** Kvikksølv i blåskjell fra utvalgte stasjoner fra Sør fjorden 1981 - 1995, mg/kg tørrvekt . I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.

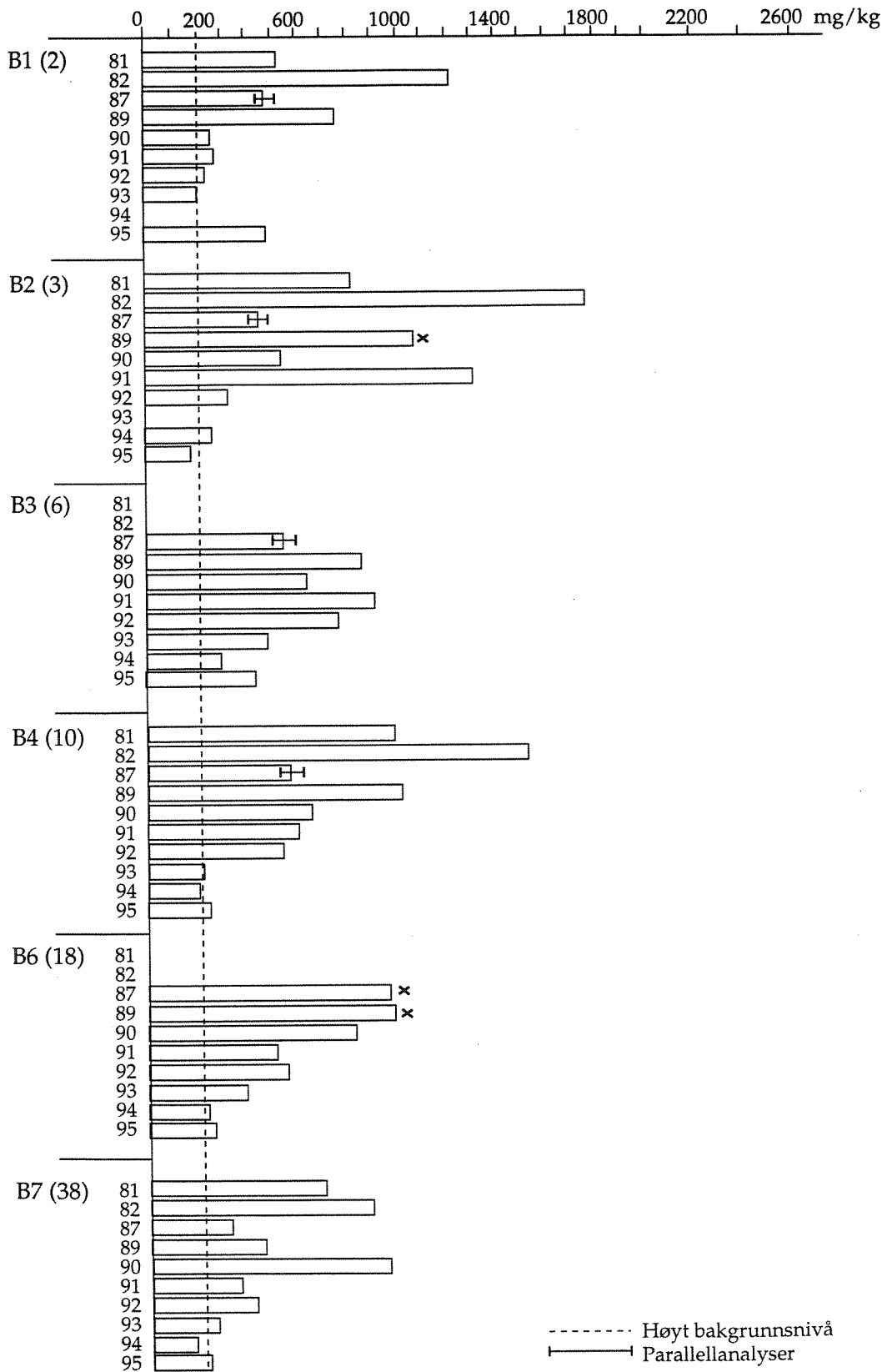




**Figur 3.** Kadmium i blåskjell fra utvalgte stasjoner fra Sør fjorden 1981 - 1995, mg/kg tørrvekt . I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.



**Figur 4.** Bly i blåskjell fra utvalgte stasjoner fra Sør fjorden 1981 - 1995, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data. ? = Usikre ekstremverdier.



**Figur 5.** Sink i blåskjell fra utvalgte stasjoner fra Sør fjorden 1981 - 1995, mg/kg tørrvekt . I parentes ved stasjonsnummer: Ca. avstand fra Odde i km. X = JAMP-data.

### 3.3 Metaller i tang

Årets resultater ses av tabell 4 nedenfor og utviklingen siden 1981/82 av figur 6 - 10.

Målt mot øvre grense for klasse I i SFTs klassifiseringssystem gir dette ca. overkonsentrasjoner som følger:

Kvikksølv:	1 - 8 x (lite til markert forurenset)
Kadmium:	5 - 12 x (markert til sterkt forurenset)
Bly:	<1 - 6 x (lite til markert forurenset)
Sink:	3 - 4 x (moderat/markert forurenset)
Kobber:	<1 - 2 x (lite/moderat forurenset)

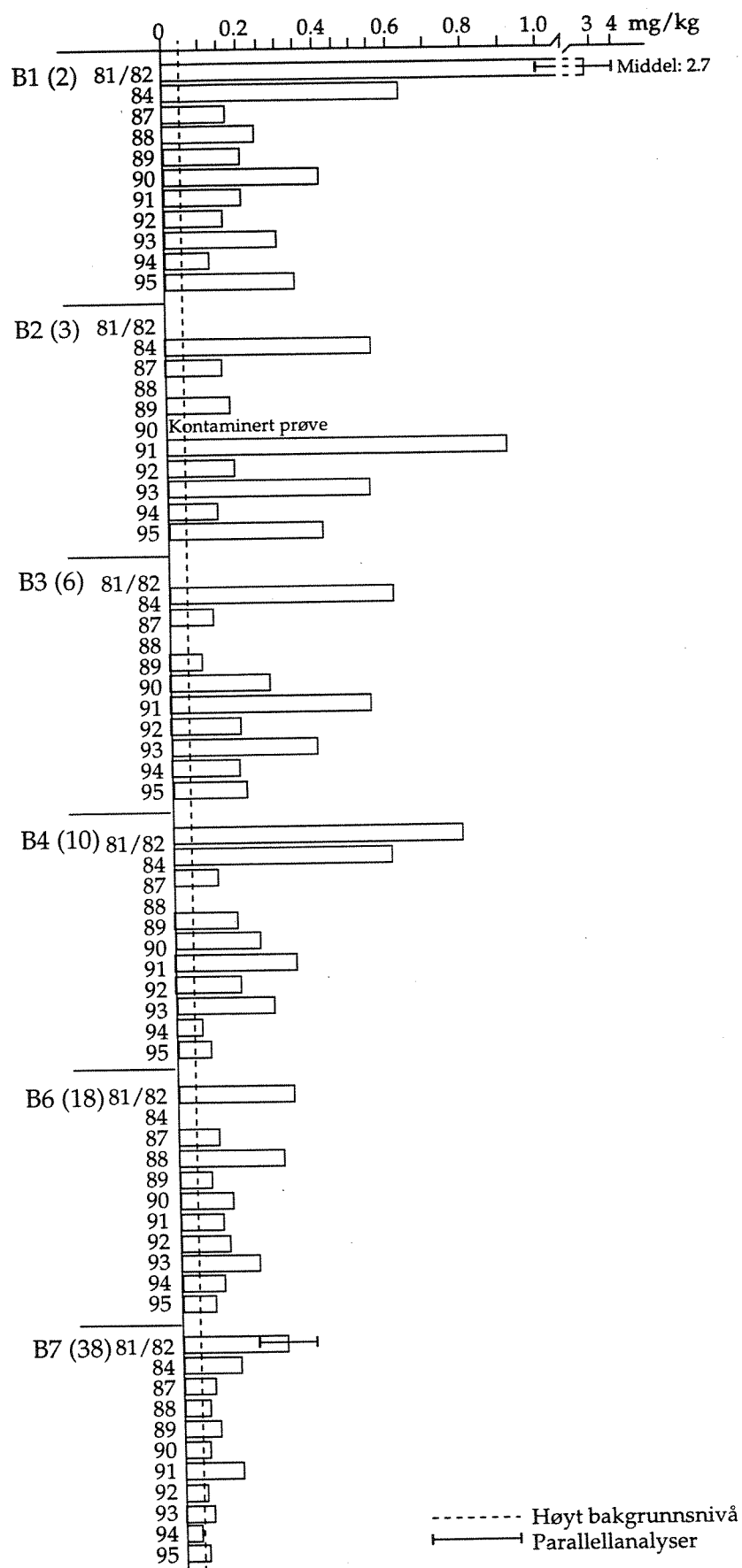
(Ved eventuell nedjustering av antatt høyt bakgrunnsnivå av bly i blæretang/grisetang fra 3 til 1 mg/kg tørrvekt - som påtenkt ved revisjon av klassifiseringssystemet - vil overkonsentrasjonene øke tilsvarende.

**Tabell 4.** Metaller i blæretang (*Fucus vesiculosus*, alle stasjoner) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*, st. B4, B6 og B7) fra Sørfjorden 3. - 4. oktober 1995, mg/kg tørrvekt (delvis avrundet).

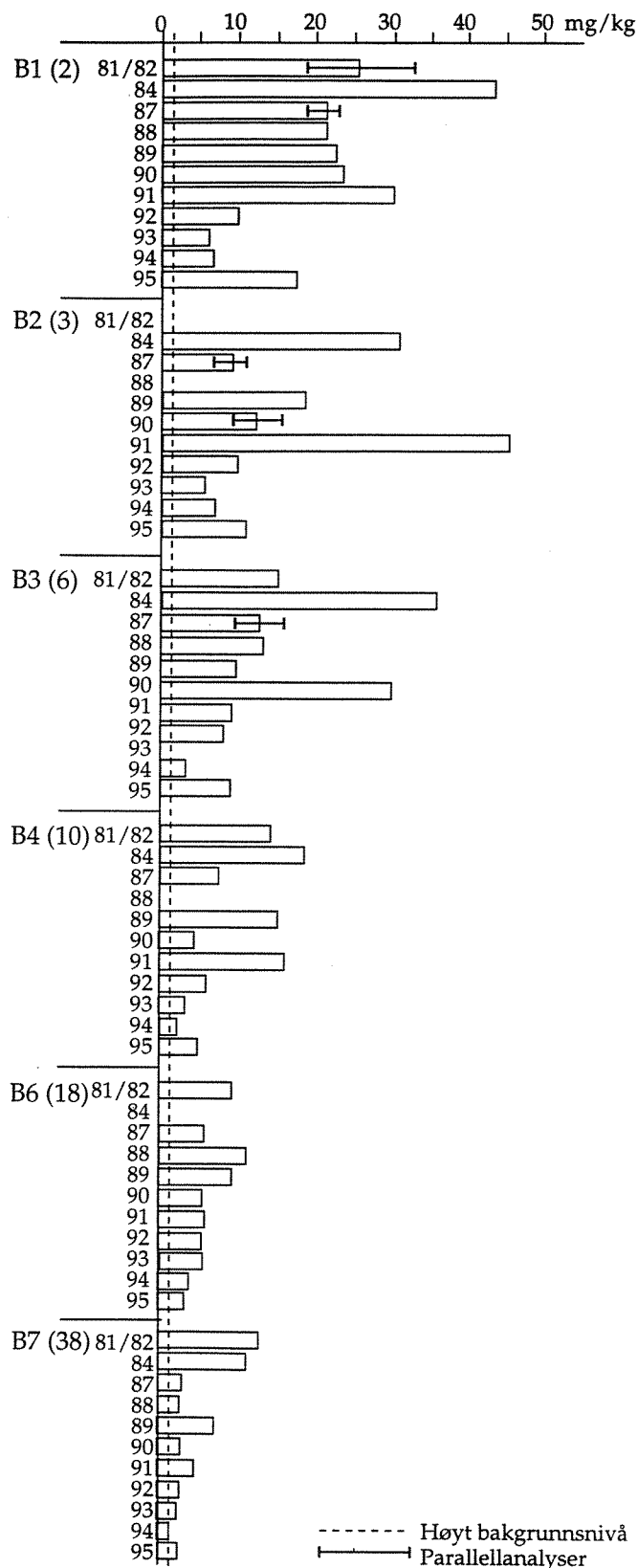
Arter/stasjoner	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	% tørrv.
<b>Blæretang</b>						
B1 Byrkjenes	0.34	17.1	7.9	609	13.9	23.5
B2 Eitrheim	0.38	11.0	18.2	808	19.4	24.1
B3 Tyssedal	0.20	9.4	7.6	725	18.3	29.8
B4 Digranes	0.10	10.5	4.0	614	7.0	26.6
B6 Kvalnes	0.05	8.2	1.8	563	6.1	30.4
B7 Krossanes	0.05	7.8	0.3	567	4.6	25.4
<b>Grisetang</b>						
B4 Digranes	0.11	4.8	1.2	568	4.8	34.2
B6 Kvalnes	0.09	3.3	1.1	508	8.3	34.5
B7 Krossanes	0.06	2.2	0.1	413	4.0	32.7

Også i tang gjenspeiles en forverring fra 1994 til 1995 (figur 6 - 10), men ikke så markert som fra blåskjellresultatene. Klarest fremtrer tendensen for kvikksølv, med høyere konsentrasjoner på fem av de seks stasjonene og særlig utpreget i fjordens indre del (figur 6). Tydelig forhøyet nivå av sink opptrådte ut til Krossanes, men også kvikksølv- og kadmiumnivåene på denne stasjonen bekrefter metalltransport ut i hovedfjorden.

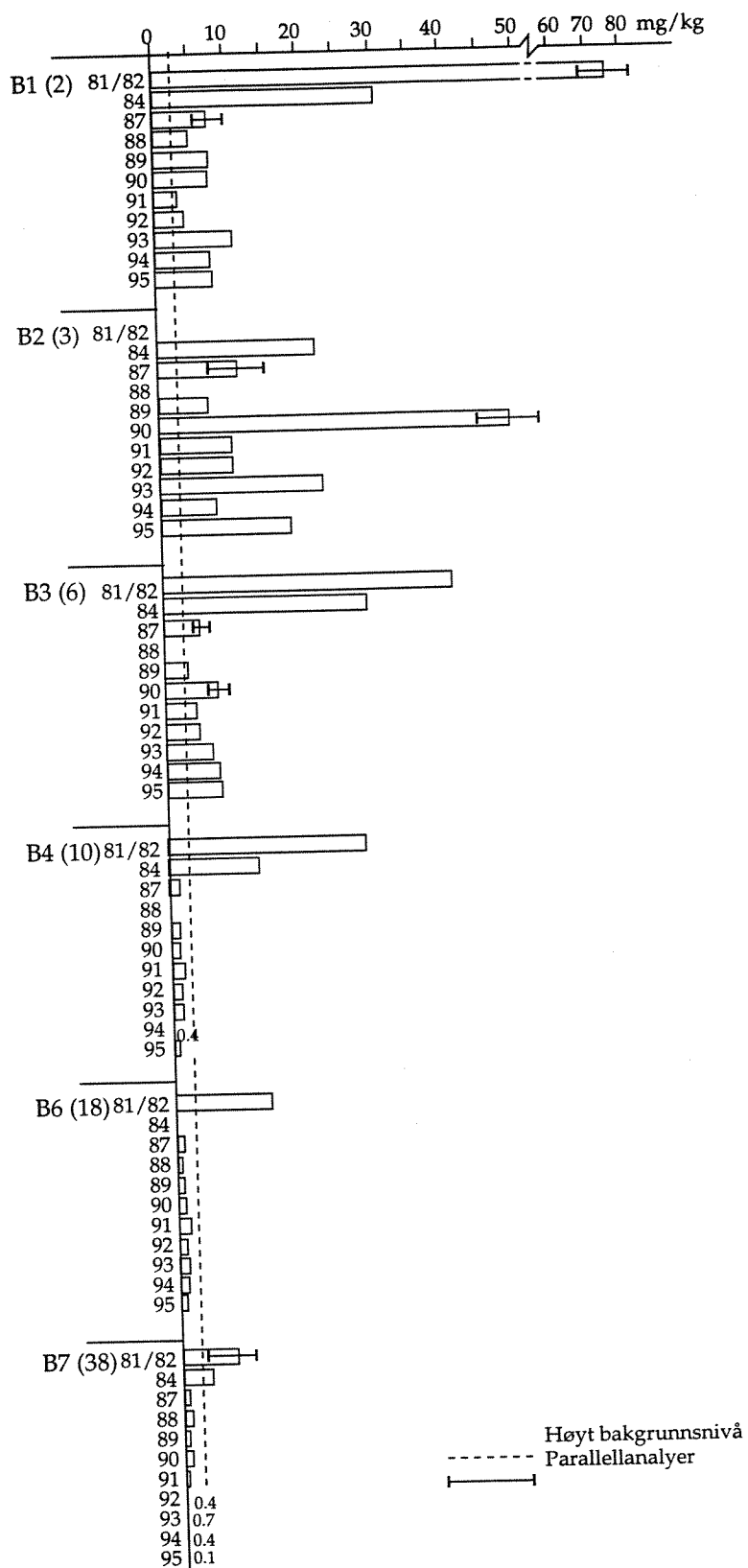
Blæretang samlet fra spuntvegg/Eitrheimsvågen ved dykkerbefaringen hadde ekstremt høyt innhold av kvikksølv, - mer enn 20 ganger maksimumsverdien i tabell 4 og over 150 ganger et "høyt normal-innhold". Også innholdet av de øvrige metaller lå betraktelig høyere enn på overvåkingsstasjonene: fra 2 - 3 ganger ellers høyeste konsentrasjon for bly og sink til 5 ganger for kadmium. Det er således tydelig at mye av den diffuse belastningen kommer via Eitrheimsvågen.



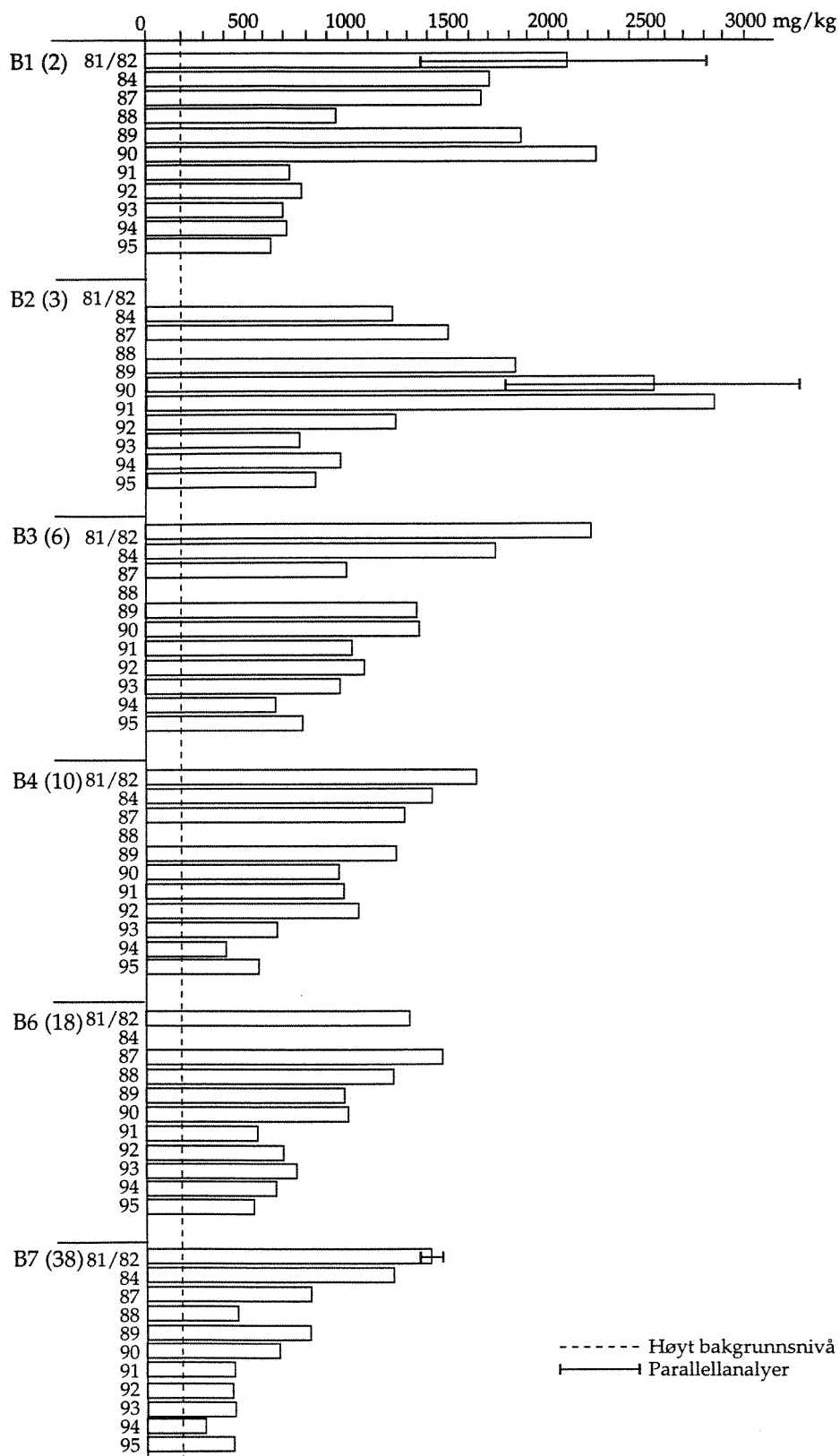
Figur 6. Kvikksølv i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1995, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand fra Odda.



Figur 7. Kadmium i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1995, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand fra Odda.

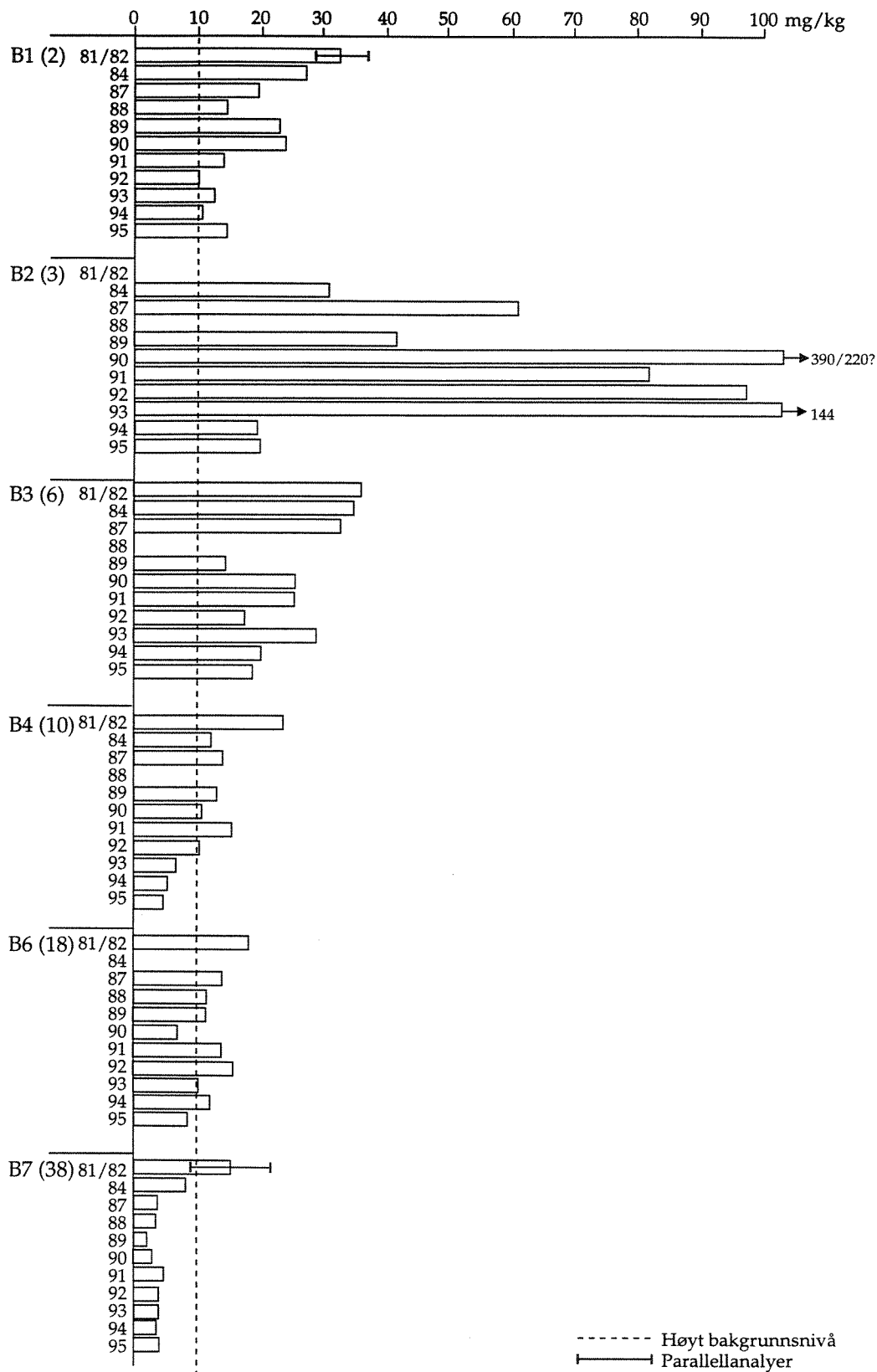


**Figur 8.** Bly i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sør fjorden 1981 - 1995, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand fra Odde.



**Figur 9.** Sink i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1995, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand fra Odda.





**Figur 10.** Kobber i blæretang (st. B1 - B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981 - 1995, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand fra Odda.

### 3.4 Klororganiske stoffer i fisk

Tabell 5 gir et sammendrag av hovedresultatene fra JAMP-registreringene i 1995. For en nærmere redegjørelse for alle registreringsdata og bearbeidelse mht. variasjon med alder/størrelse, utvikling over tid m.m., vises til rapportering innen dette programmet.

Både i indre Sørfjorden og ved Strandebarm var det lave/moderate konsentrasjoner av de analyserte klororganiske stoffer i alle de tre artene (torsk, skrubbe, glassvar). Nivåene i torsk og skrubbe av  $\Sigma\text{PCB}_7$  og  $\Sigma\text{DDT}$  lå under øvre grense for klasse I i SFTs klassifiseringssystem (Knutzen et al., 1993). For stasjonen i indre Sørfjorden var konsentrasjonene de laveste som er blitt registrert. Nivåene i disse to artene har imidlertid vært til dels sterkt varierende mellom ulike år. Med forbehold om at enkelte ekstremverdier kan bero på feilanalyse, synes hovedtendensen å ha vært minskende innhold av i hvert fall PCB siden 1990.

I glassvar fra Strandebarm var konsentrasjone av både  $\Sigma\text{PCB}_7$  og  $\Sigma\text{DDT}$  omtrent som tidligere målt (Knutzen et al., 1995). I alle tidligere år fra 1991 har nivåene i torskelever gitt tydelige indikasjoner på overbelastning med DDT ved Strandebarm (overkonsentrasjoner jevnført med antatt høyt "bakgrunnsnivå" på 2 - > 4 ganger). At innholdet av  $\Sigma\text{DDT}$  i lever av 1995-torsken bare var opp mot den antatte "bakgrunnsnivå"-grensen på 200  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt (kfr. tabell 5), mens DDT-nivået i glassvarlever omtrent var som før, er verd å bemerke. Foreløpig kan det imidlertid bare spekuleres over årsaken til forskjellen mellom de to artene. Forholdet kan ha å gjøre med at glassvarbestanden er mest stedbunden, eller at forskjeller i vandring/næringsgrunnlag/eksponering bevirker uoversiktlige variasjoner i DDT-nivået hos torsk. Med et visst forbehold, som skyldes manglende data fra referansestasjoner, må det fremdeles antas at det vedvarende relativt høye DDT-innholdet i både lever og filét av glassvar tyder på forekomst av DDT utover det vanlige i dette området.

**Tabell 5.**  $\Sigma\text{PCB}_7$  (nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) og nedbrytningsprodukter av DDT i fisk fra indre Sørfjorden (JAMP-stasjon 53B) og Hardangerfjorden ved Strandebarm (JAMP-st. 67B) 1995,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt og  $\mu\text{g}/\text{kg}$  fett. Middelveier og standardavvik fra individuelle analyser (torskelever) eller 4 - 5 blandprøver à 3 - 5 eks.

Stasjoner, arter	Våtvektsbasis			Fettbasis <sup>1)</sup>		
	DDE	DDD	$\Sigma\text{DDE}+\text{DDD}$	$\Sigma\text{PCB}_7$	$\Sigma\text{DDE}+\text{DDD}$	$\Sigma\text{PCB}_7$
<b>Indre Sørfjord:</b>						
Torsk, lever	63/90	6/4	69/89	185/82	135	361
Torsk, filet	0,15/0,12	>0,03	0,17/0,13	0,58/0,53	55	187
Skrubbe, lever	11/9	2	13/10	55/72	98	414
Skrubbe, filet	0,59/0,47	0,12/0,08	0,71/0,55	1,69/2,06	137	325
<b>Strandebarm:</b>						
Torsk, lever	178/194	21/23	199/217	236/116	323	383
Torsk, filet	1,14/0,59	0,27/0,12	1,41/0,71	0,61/0,11	455	199
Glassvar, lever	160/46	15/4	175/50	195/105	978	1089
Glassvar, filet	2,75/1,04	0,29/0,07	3,04/1,06	1,45/0,64	1600	763

<sup>1)</sup> Beregnet fra midlere konsentrasjoner og fettprosent.

### 3.5 Klororganiske stoffer i blåskjell

Tabell 6 viser til dels betydelige overkonsentrasjoner av DDT med nedbrytningsprodukter. De 35  $\mu\text{g}$   $\Sigma\text{DDT}/\text{kg}$  våtvekt ved st. B6 Kvalnes er mer enn 15 ganger "antatt høyt diffust bakgrunnsnivå" i blåskjell langs norskekyststysten (Knutzen & Green, 1995) og kvalifiserer til karakteristikken "sterkt forurenset" i henhold til SFTs klassifiseringssystem (Knutzen et al., 1993). I resten av Sørfjorden ble det i 1995 observert overkonsentrasjoner i intervallet 2 - 5 ganger. I JAMP-prøvene ses at moderat påvirkning (ca. 1,5 ganger "høy bakgrunn") også ble konstatert i hovedfjorden (st. B13, tabell 6).

Registreringene ved Kvalnes representerer så langt et maksimum i blåskjells DDT-innhold, som har vært fulgt systematisk siden 1991 (figur 11).

Resultatene bekrefter igjen at det i Sørfjorden finnes en aktiv DDT-kilde av betydelig størrelse; mest sannsynlig i omegnen av Kvalnes.

Den store forskjellen mellom DDT-innholdet i Kvalnesskjell samlet med mindre enn 3 ukers mellomrom (kfr. tabell 6, st. B6) er vanskelig å forklare. Samme fenomen, men ikke fullt så markert, ble observert året før (Knutzen et al., 1995). Forholdet kan tyde på en pulserende tilførsel, dessuten at DDT tas opp og skilles ut relativt hurtig i blåskjell. Det siste stemmer med en del eksperimentelle data fra utskillelsesforsøk med andre persistente klororganiske stoffer i denne arten (se ref. i Knutzen, 1992).

DDT-fordelingen i fjorden var noe annerledes enn tidligere, dels mht.  $\Sigma\text{DDT}$  (figur 11), dels hva angår fordelingen mellom morsubstans og metabolitter (nedbrytningsproduktene DDE og DDD, se tabell 7). Mens de nest høyeste konsentrasjonene før stort sett har vært observert på de nærmeste stasjonene innenfor og utenfor Kvalnes, var konsentrasjonen ved fjordmunningen lavest i serien fra 3. - 4. oktober 1995, og noe høyere enn før på de to innerste lokalitetene (figur 11), Krossanes. Verdien fra st. B7 Krossanes er kontrollert ved reanalyse. På den annen side viste JAMP-serien nesten like høyt DDT-innhold i skjellene fra Krossanes som ved Kvalnes (tabell 6).

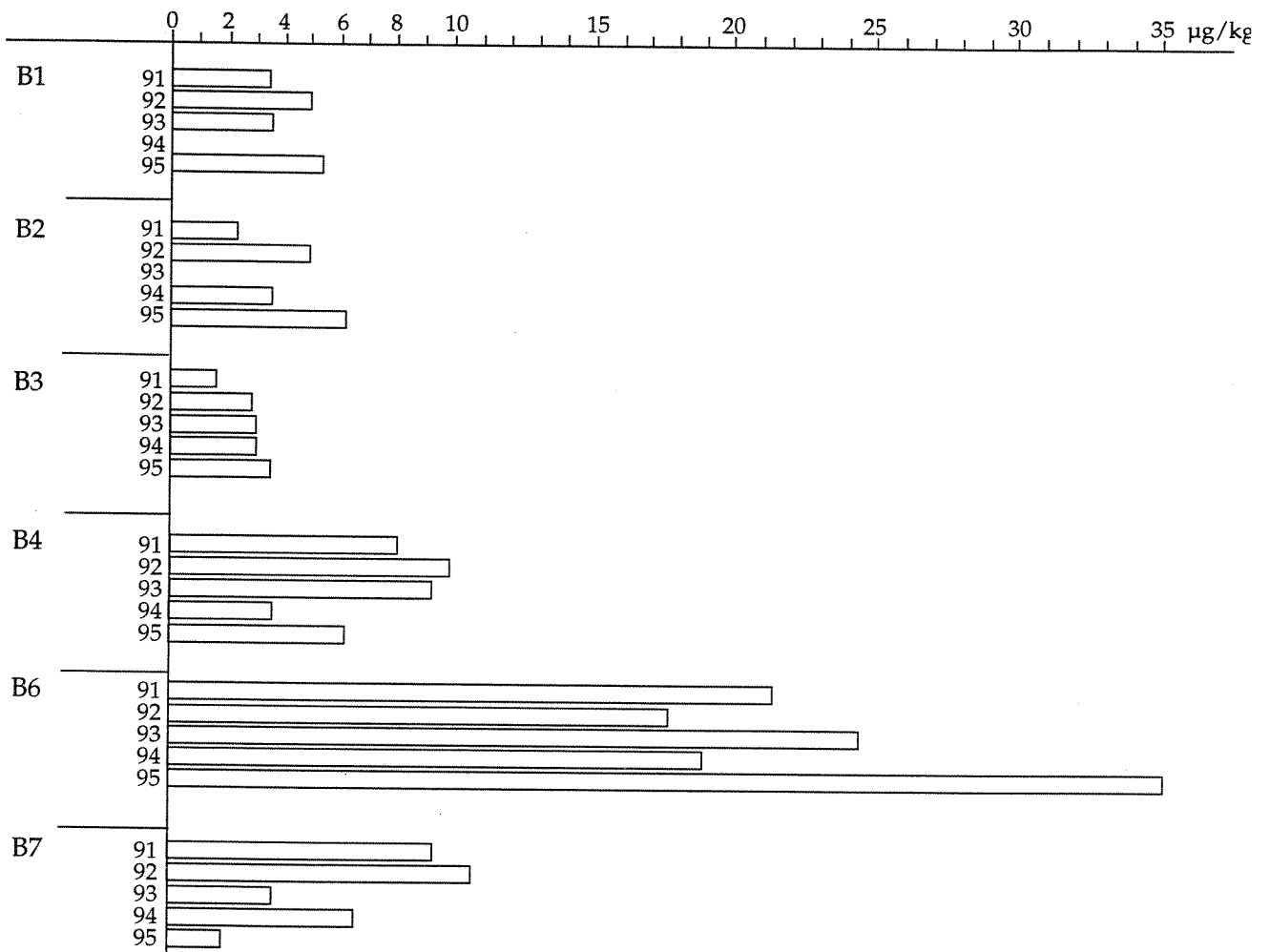
**Tabell 6.** DDT med nedbrytningsprodukter og  $\Sigma\text{PCB}_7$  1) i blåskjell fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 15. - 17. september og 3. - 4. oktober 1995,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. Fra JAPM-stasjoner (15. - 17. september) middel av 3 størrelsesgrupper (2 - 3, 3 - 4, 4 - 5 cm). ? usikkert resultat.

Stasjoner, dato	DDT	DDE	DDD	$\Sigma\text{DDT}$	$\Sigma\text{PCB}_7$	% tørrv.	% fett
B1 Byrkjenes, 4/10	1,98	3,32	0,71	6,01	2,57	9,8	1,6
B2 Eitrheim, 4/10	2,76	3,17	0,93	6,86	3,47	18,3	2,5
" 16/9	2,20	2,78	0,48	5,46	2,60	15,7	1,70
B3 Tyssedal 4/10	1,52	1,78	0,53	3,83	10,05	12,1	1,3
B4 Digranes, 4/10	3,69	2,69	0,65	7,03	2,33	13,2	1,4
B6 Kvalnes 4/10	16,30	15,30	4,09	35,69	1,55	12,8	1,5
" 17/9	4,80	5,14	1,33	11,27	1,40	11,8	1,09
B7 Krossanes, 3/10	0,65?	1,74	0,40	2,79?	1,17	13,3	1,3
" 17/9	4,76	4,13	1,16	10,05	1,08	16,6	1,59
B 13, Ranaskjær, 17/9	1,43	1,28	0,31	3,02	0,85	15,2	1,41
B 15 Vikingneset, 15/9	0,49	0,74	0,25	1,48	0,54	17,1	1,10

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

Av tabell 7 fremgår at det 1995-analysene ble funnet vesentlig høyere DDT-andel av  $\Sigma$ DDT enn i de foregående år. Også i JAMP-serien (ikke vist) lå morssubstansens andel på over 40%. Dominansen av DDE i perioden 1991 - 1994 (stort sett 50 - 70% av totalen), har vært tolket som et uttrykk for at det dreiet seg om tilførsel fra et gammelt deponi (DDE regnes for mer bestandig enn DDT). Årets resultater kan derimot tyde på at fjorden belastes med "ny" DDT i større grad enn tidligere antatt. Før dette blir bekreftet ved nye data er det imidlertid nødvendig å ta forbehold for analysetekniske problemer. DDT-komplekset er vanskelig å analysere, og enkelte tidligere meget lave verdier av DDT (tabell 7, 1992 - 1993) synes mistenkelige.

Uansett den vanskelig forståelige variasjonen i DDT-mønsteret hos skjell gjenstår det som i praksis er viktig: at man ikke er kommet noe nærmere i å få oppklart hva som er kilden (eventuelt kildene). For dette er det påkrevet med spesialundersøkelser. Som anført i forrige årsrapport synes det nærmeste å være at man forsøker å få sirklet inn beliggenheten ved et tettere stasjonsnett for blåskjell i omegnen av Kvalnes. Eventuelt kan det også vurderes en spesialstudie av gruntvanns-sedimenter i dette området, men den tilsynelatende sterkt pulserende tilførselen tyder mer på varierende (nedbøravhengig?) belastning fra et landdeponi enn utlekking fra sedimenter. Med mindre det ettersøkte lageret skulle ligge i fjæra eller på meget grunt vann, og dermed i varierende grad være utsatt for utvasking/mobilisering ved bølger, skulle tilførsel fra sedimenter være en jevnere prosess enn det observasjonene viser. Vedvarende betydelig forurensning av gruntvannsarten blåskjell, men ujevne utslag i fisk, tyder også mest på et land- eller gruntvannsdeponi.



**Figur 11.**  $\Sigma$  DDT i blåskjell fra Sørfjorden 1991 - 1995,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. Om fordeling mellom DDT, DDE og DDD, se tabell 6 - 7.

**Tabell 7.** DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell 1991 - 1995,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. (I parentes % av  $\Sigma\text{DDT}$ ). Verdiene er delvis avrundet. ? markerer usikkerhet ved analyseresultatene.

Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	$\Sigma$ DDT <sup>1)</sup>
St. B1	1991	0.7 (20)	2.0 (60)	0.7 (20)	3.4 <sup>1)</sup>
	1992	< 0.2 ( $\approx$ 2)	2.3 (56)	1.7 (42)	4.9
	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
St. B2	1991	0.1 (4)	1.5 (62)	0.8 (34)	2.4 <sup>1)</sup>
	1992	< 0.2 (< 2)	2.5 (51)	2.3 (47)	4.9
	1993 <sup>3)</sup>				
	1994	0.9 (28)	2.1 (64)	0.3 (8)	3.3
	1995	2.8 (40)	3.2 (46)	0.9 (14)	6.9
St. B3	1991	0.1 ( $\approx$ 6)	1.0 (63)	0.5 (31)	1.6 <sup>1)</sup>
	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
	1994	0.4 (15)	1.9 (68)	0.5 ?(17)	~ 2.7 ?
	1995	1.5 (40)	1.8 (46)	0.5 (14)	3.8
St. B4	1991	1.4 (18)	4.1 (51)	2.5 (31)	8.0 <sup>1)</sup>
	1992	< 0.2 ( $\approx$ 1)	4.8 (48)	5.1 (51)	10.0
	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
St. B6	1991	4.7 (22)	10.7 (50)	6.0 (28)	21.4 <sup>1)</sup>
	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
St. B7	1991	1.9 (20)	5.7 (61)	1.8 (19)	9.4 <sup>1)</sup>
	1992	< 0.2 ( $\approx$ 1)	5.6 (52)	5.0 (47)	10.7
	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

1) Ved summering regnet med 1/2 deteksjonsgrense.

2) Ikke observert (bare få og små skjell).

3) Ikke observert (ingen levende skjell over 0.5 cm ned til ca. 1.5 m).

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

## 4. REFERANSER

- Knutzen, J., 1992. Accumulation and elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and persistent organochlorines in gill-breathing marine animals. A review. NIVA-rapport 2717, 40 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.
- Moy, F. og J. Knutzen, 1996. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden. Utskillelse av metaller i blåskjell fra indre Sørfjorden/Hardanger etter overføring til rent vann. (Depuration of metals in *Mytilus edulis* from inner Sørfjorden/Hardanger after transplantation to uncontaminated environment). Rapport 650/96 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3478, 31 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 3509-96, 29 s.
- Skei, J., 1994. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1993. Delrapport 1. Vannkjemi. Rapport 564/94 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3068, 28 s.

## **RÅDATAVEDLEGG**

Metaller i blåskjell og tang

Klororganiske stoffer i blåskjell



ANALYSERESULTATER fra NIVAs LIMS.

Rapportert: 14/05-96

OBS!! Klagefrist 14 dager f.o.m. rapporterings-dato. Oppgi rekvisisjonsnr og PrNr.

Kontaktperson : SKE                      Prosjektnr : O 800309 Stikkord : Sørfjorden  
 Rekvisisjonsnr: 1996-00025 Godkjent av: KAS                      Godkjent dato: 960514  
 Rekvisisjon registrert : 960109

Analysevariabel	Fett-%	Cd-B	Cu-B	Hg-B	Pb-B	TTS/%	Zn/fl-B
Enhet ==>	%	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	%	µg/g
Metode ==>		E2	E2	E4-2	E2	B3	E1
PrNr PrDato Merking							
001! 951004 SØRMAR Blåskjell B1 Byrk	1.6	3,61	1,0	0,148	14,6	9,8	37,8
002 951004 Blåskjell B2 Eitrheim	2.5	2,43	1,2	0,058	3,87	18,3	38,2
003 951004 Blåskjell B3 Tyssedal	1.3	3,00	1,3	0,101	7,79	12,1	50,6
004 951004 Blåskjell B4 Digranes	1.4	1,96	1,2	0,069	4,32	13,2	31,3
005 951004 Blåskjell B6 Kvalnes	1.5	2,39	1,2	0,066	4,52	12,8	32,8
006 951004 Blåskjell B7 Krossanes	1.3 <sup>1)</sup>	2,28 <sup>1)</sup>	1,1	0,059	3,24	13,3	30,1
007 951004 Blåskjell Eitrheimsvågen, spunt	1.3	11,5	2,4	0,233	28,6	14,0	140
008 951004 Blåretang Eitrheimsvågen, spunt		11,2	5,1	1,64 <sup>2)</sup>	8,58	20,5	330

PrNr 001 + Metallresultatene er oppgitt på våttvekt.

1) Reanalyse

2) Reanalyse: 2.31 som gj.sn. av 3 verdier

ANALYSERESULTATER fra NIVAs LIMS.

Rapportert: 30/05-96

OBS!! Klagefrist 14 dager f.o.m. rapporterings-dato. Oppgi rekvisisjonsnr og PrNr.

Kontaktperson : SKE                      Prosjektnr : O 800309 Stikkord : Sørfjorden  
 Rekvisisjonsnr: 1996-00008 Godkjent av: KAS                      Godkjent dato: 960523  
 Rekvisisjon registrert : 960109

Analysevariabel	Cd-B	Cu-B	Hg-B	Pb-B	TTS/%	Zn/fl-B
Enhet ==>	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	%	µg/g
Metode ==>	E2	E2	E4-2	E2	B3	E1
PrNr PrDato Merking						
001! 951004 Grisetang B4 Digranes	4,78	4,82	0,107	1,15	34,2	568
002 951004 Grisetang B6 Kvalnes	3,32	8,33	0,089	1,05	34,5	508
003 951003 Grisetang B7 Krossanes	2,20	3,95	0,064	0,14	32,7	413
004 951004 Blåretang B1 Byrkjenes	17,1	13,9	0,337	7,90	23,5	609
005 951004 Blåretang B2 Eitrheim	11,0	19,4	0,382	18,2	24,1	808
006 951004 Blåretang B3 Tyssedal	9,43	18,3	0,198	7,64	29,8	725
007 951004 Blåretang B4 Digranes	10,5	6,96	0,101	3,97	26,6	614
008 951004 Blåretang B6 Kvalnes	8,24	6,09	0,051	1,78	30,4	563
009 951003 Blåretang B7 Krossanes	7,79	4,58	0,048	0,34	25,4	567

PrNr 001 + Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.

ICLP/MS-analyse av blåskjell, prøve 25-6 (Krossanes) og 25-7 (spuntvegg)

Prøve: 1996-25-6			
Vekt: 1.8961			
	ug/g våtvekt	(gr.ovn)	
Li	0.09		
Be	<0.2		
B	2.64		
Na	3955		
Mg	580		
Al	10.5		
K	607		
Ca	488		
Ti	1.98		
Cr	0.27		
Mn	3.06		
Fe	29.4		
Co	0.11		
Ni	0.23		
Cu	1.27	1.12	
Zn	27.82	30.1	
Ga	0.02		
Ge	<0.1		
As	1.32		
Se	0.35		
Br	126		
Rb	0.51		
Sr	10.6		
Y	0.12		
Zr	<0.1		
Nb	<0.01		
Mo	0.07		
Ru	<0.1		
Pd	<0.1		
Ag	0.01		
Cd	2.28	<0.02 (feil ved gr.ovn-analyse (bom v/injeksjon?!))	
In	<0.01		
Sn	<0.2		
Sb	0.00		
Te	<0.1		
Cs	0.01		
Ba	<1		
La	0.32		
Ce	0.25		
Pr	0.06		
Nd	0.16		
Sm	0.02		
Eu	0.00		
Gd	0.02		
Tb	0.00		
Dy	0.01		

25-6 - forts.

Ho	0.00		
Er	0.01		
Tm	0.00		
Yb	0.01		
Hf	<0.02		
Ta	<0.02		
W	<0.01		
Re	<0.01		
Os	<0.01		
Ir	<0.01		
Pt	<0.01		
Au	<0.01		
Hg	0.07	?!	
Tl	<0.01		
Pb	3.54	3.24	
U	0.10		

Prøve: 1996-25-7		
Vekt: 2.0731		
ug/g våtvekt		
		(gr.ovn)
Li	0.15	
Be	<0.2	
B	2.65	
Na	4708	
Mg	580	
Al	56.6	
K	801	
Ca	289	
Ti	3.51	
Cr	0.27	
Mn	5.08	
Fe	95.0	
Co	0.12	
Ni	0.17	
Cu	2.72	2.41
Zn	138	140
Ga	0.03	
Ge	<0.1	
As	1.51	
Se	0.55	
Br	104	
Rb	0.71	
Sr	7.61	
Y	0.29	
Zr	0.04	
Nb	0.01	
Mo	0.08	
Ru	<0.1	
Pd	<0.1	
Ag	0.02	
Cd	12.1	11.5
In	0.02	
Sn	0.25	
Sb	0.08	
Te	<0.1	
Cs	0.01	
Ba	2.65	
La	0.44	
Ce	0.53	
Pr	0.08	
Nd	0.24	
Sm	0.03	
Eu	0.01	
Gd	0.03	
Tb	0.00	
Dy	0.02	

25-7 - forts.

<b>Ho</b>		<b>0.00</b>		
<b>Er</b>		<b>0.01</b>		
<b>Tm</b>		<b>0.00</b>		
<b>Yb</b>		<b>0.01</b>		
<b>Hf</b>		<b>&lt;0.02</b>		
<b>Ta</b>		<b>&lt;0.02</b>		
<b>W</b>		<b>0.00</b>		
<b>Re</b>		<b>&lt;0.01</b>		
<b>Os</b>		<b>&lt;0.01</b>		
<b>Ir</b>		<b>&lt;0.01</b>		
<b>Pt</b>		<b>&lt;0.01</b>		
<b>Au</b>		<b>&lt;0.01</b>		
<b>Hg</b>		<b>0.24</b>		
<b>Tl</b>		<b>0.00</b>		
<b>Pb</b>		<b>33.3</b>		<b>28.6</b>
<b>U</b>		<b>0.04</b>		

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : SØRMAR  
 Oppdragsnr. : 800309  
 Prøver mottatt : 5.01.96  
 Lab.kode : 25 1-6  
 Jobb.nr. : 96/2  
 Prøvetype : Blåskjell  
 Kons. i : Ug/kg v.v.  
 Dato : 24.04.96  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1:St.B1,Byrkjenes,4/10-95  
 2:St.B2,Eitrheim,4/10-95  
 3:St.B3,Tyssedal,4/10-95  
 4:St.B4,Digranes,4/10-95  
 5:St.B6,Kvalsnes,4/10-95  
 6:St.B7,Krossanes,3/10-95  
 7:St B7, reanalyse

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6	7
5-CB	0.03	0.08	<0.03	<0.03	0.04	<0.03	<0.03
a-HCH	0.09	0.19	0.08	0.04	0.11	<0.03	<0.03
HCb	0.06	0.07	0.06	0.03	0.07	<0.03	0.04
g-HCH	0.17	0.37	0.15	0.06	0.18	0.03	0.08
PCB 28	0.04	s.0.48	0.04	<0.03	0.04	<0.03	<0.03
PCB 52	0.08	0.61	0.59	0.16	0.21	0.05	0.17
OCS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
PCB 101	0.37	0.57	1.93	0.36	0.4	0.03	0.18
p,p-DDE	3.32	3.17	1.78	2.69	15.3	0.7	1.74
PCB 118	0.25	0.36	2.1	0.24	0.2	<0.03	0.14
p,p-DDD	0.71	0.93	0.53	0.65	4.09	0.21	0.4
PCB 153	1	1.02	2.37	0.82	0.61	0.05	0.36
PCB 105	0.08	0.12	0.82	0.08	0.09	<0.03	0.05
PCB 138	0.71	0.78	2.78	0.61	mask.	0.04	0.27
PCB 156	0.07	0.07	0.27	0.08	0.05	<0.03	<0.03
PCB 180	0.12	0.13	0.24	0.14	0.09	<0.03	0.05
PCB 209	s.0.12	s.0.08	s.0.11	s.0.03	<0.03	<0.03	<0.03
p,p-DDT	1.98	2.76	1.52	3.69	16.3	0.99	s.0.65
SUM PCB	2.72	3.66	11.14	2.49	1.69	0.17	1.22
SUM SEVEN DUTCH PCB	2.57	3.47	10.05	2.33	1.55	0.17	1.17
%Fett	1.6	2.5	1.3	1.4	1.5	1.3	1.3
%Tørrstoff	9.8	18.3	12.1	13.2	12.8	13.3	13.3

s. = Suspekt verdi.



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten  
oppgi løpenummer 3589-96

ISBN 82-577-3142-0