



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport 631/95

Oppdragsgiver

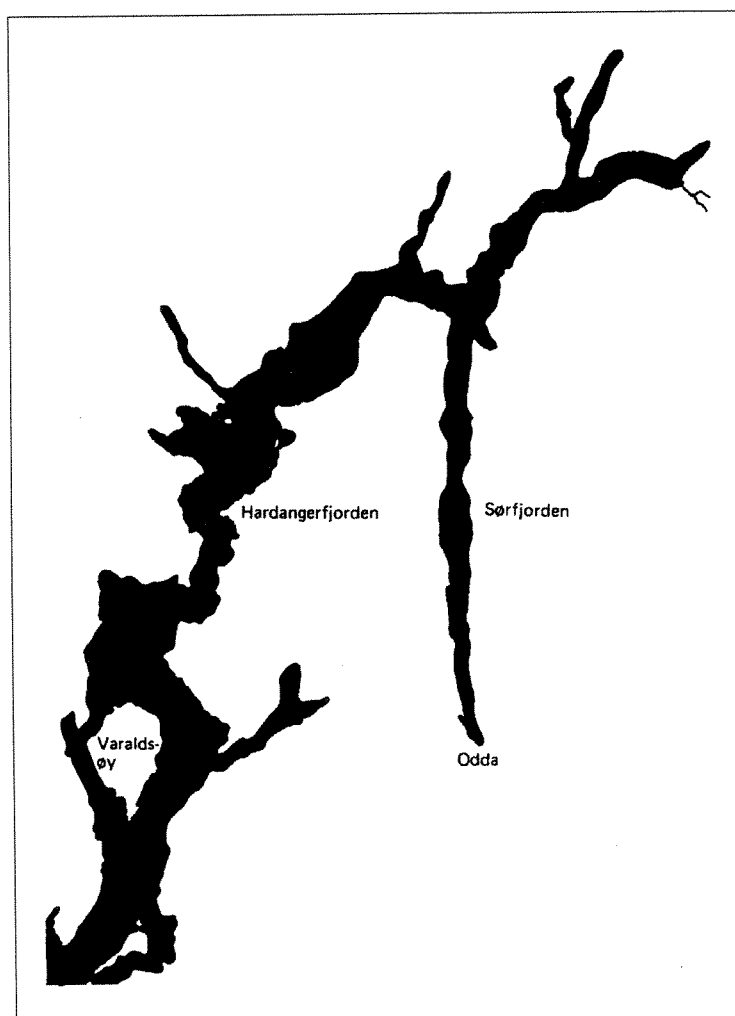
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner NIVA

ASSAYERS, Odda

Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardanger- fjorden 1994

Delrapport 2
Miljøgifter i organismer



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-800309	Undernr.:
Løpenr.: 3371	Begr. distrib.:

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
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1994. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Overvåkingsrapport nr. 631/95. TA 1277/1995	Dato: 11/12-95	Trykket: NIVA 1995
Forfatter(e): Jon Knutzen, Norman W. Green, Einar M. Brevik	Faggruppe: Marin økologi	Geografisk område: Hordaland
	Antall sider: 35	Opplag:

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) Statlig program for forurensningsovervåking	Oppdragsg. ref.:
---	------------------

Ekstrakt: Innholdet av kvikksølv, kadmium og bly i blåskjell fra Sørfjorden var i 1994 bare omkring halvparten av nivået året før. Også metallinnholdet i tang viste stort sett minskning, spesielt for kobber i prøven fra Eitrheim. Imidlertid var det fremdeles opp til markert/sterk forurensning med kvikksølv, bly og kadmium i skjell. Påvirkningen med kadmium og bly lot seg også spore ut i Hardangerfjorden, men i mindre grad enn før. DDT-forurensningen i området ble igjen bekreftet, særlig ved høye konsentrasjoner i blåskjell fra Kvalnes, men også ved delvis forhøyet innhold i fisk. Sonderende undersøkelser av tributyltinn (TBT) i blåskjell viste moderate (men ikke betydningsløse) verdier.

4 emneord, norske

1. Miljøgifter
2. Metaller
3. DDT
4. PCB
- 5 TBT

4 emneord, engelske

1. Micropollutants
2. Metals
3. DDT
4. PCB
- 5 TBT

Prosjektleder

Jon Knutzen

For administrasjonen

Torgeir Bakke

ISBN 82-577-2841-1

O-800309

**TILTAKSORIENTERTE MILJØUNDERSØKELSER I SØRFJORDEN OG
HARDANGERFJORDEN 1994**

DELRAPPORT 2: MILJØGIFTER I ORGANISMER

Oslo,

oktober 1995

Prosjektleder:

Jens Skei

Medarbeidere:

Jon Knutzen
Lasse Berglind
Einar Brevik
Norman Green
Unni Efraimsen
Arild Moe, ASSAYERS
Frank Kjellberg
Frithjof Moy

Innhold

Forord	3
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
2. BAKGRUNN OG FORMÅL	5
3. MATERIALE OG METODER	7
4. RESULTATER OG DISKUSJON	11
4.1. Metaller i fisk	11
4.2. Metaller i blåskjell	13
4.3. Metaller i tang	18
4.4. Klororganiske stoffer i fisk	24
4.5. Klororganiske stoffer i blåskjell	26
4.6. Orienterende TBT analyser i blåskjell	29
5. REFERANSER	30
RÅDATAVEDLEGG	32

Forord

Den delen av overvåkingen i Sør fjorden som gjelder miljøgifter i organismer ble også i 1993 gjennomført i samarbeid med Alex Stewart Environmental Services A/S (ASSAYERS tidligere KOM-senteret), idet Arild Moe har vært ansvarlig for innsamling av blåskjell og tang i henhold til rettledning.

Som før er det inkludert data fra Joint Assessment and Monitoring Program (JAMP, tidligere JMP) 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 rutine-analyselaboratorium, mens Einar Brevik har vært hovedansvarlig for analysene av klororganiske stoffer og Lasse Berglind for analyser av tributyltinn. Prøvene av fisk og blåskjell er opparbeidet for analyse av Unni Efraimsen og Frank Kjellberg.

Prosjektleder er Jens Skei. Fra tidligere i år foreligger delrapport om vannkjemi (Skei, 1995). Et overvåkingsfinansiert felteksperiment med opptak og utskillelse av metaller i blåskjell vil bli rapportert for seg (Moy og Knutzen, 1996). Konklusjoner fra dette arbeidet av betydning for bedømmelse av utviklingen i Sør fjorden, er imidlertid også omtalt i foreliggende rapport.

Oslo, 11/12-1995

Jon Knutzen

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

I Overvåkingen av miljøgifter i organismer fra Sjørfjorden/Hardangerfjorden har i 1994 bestått i langtidsseriene med observasjoner av metaller i blåskjell og tang, dessuten i overvåking av klororganiske stoffer i blåskjell og metaller/klororganiske forbindelser i fisk. Registreringene i fisk gjøres innen rammen av Oslo-/Paris kommisjonene - Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP, tidligere JMP) - og resultatene dokumenteres og bearbeides nærmere innen dette programmet, mens bare hovedresultatene gjengis her.

I tillegg er det foretatt orienterende analyser av antibegroingsstoffet tributyltinn (TBT) i blåskjell fra et par lokaliteter i indre Sjørfjorden.

II Overvåkingen gjøres på bakgrunn av næringsmiddelmyndighetenes råd om ikke å spise blåskjell fra Sjørfjorden og for å følge utviklingen etter tiltak mot metallforurensningen.

III Metallinnholdet var lavere i 1994 enn året før både i blåskjell og tang. Særlig markert er bedringen (ca. halvering) mht. kvikksølv, kadmium og bly i skjell, samt kvikksølv i tang. Enda sterkere reduksjon ble funnet for kobber i tang (lokalt ved Eitheim).

Imidlertid var blåskjell fremdeles moderat/markert forurenset med kvikksølv (overkonsentrasjoner i forhold "høyt normalnivå" på 2-4 ganger) og markert til sterkt forurenset med bly og kadmium (overkonsentrasjoner på 4-10/12 ganger). Påvirkningen med kadmium og bly lot seg spore i skjell fra hovedfjorden (Hardangerfjorden), men i mindre grad enn tidligere.

IV Kvikksølvinnholdet i filet av torsk og skrubbe fra indre Sjørfjorden og i torsk fra Strandebarm var lavt/moderat. Glassvar fra Strandebarm viste derimot høyere konsentrasjoner. (Arten kan ha spesielle akkumuleringsegenskaper). "Normale" konsentrasjoner av bly, kadmium, kobber og sink ble funnet i fiskelever.

V Mens torsk fra indre Sjørfjorden ikke viste overkonsentrasjoner av hverken PCB eller DDT, ble det registrert verdier i skrubbe som indikerte markert belastning. Mangelen på samsvar er vanskelig å forklare, særlig fordi også torsk tidligere (før 1993) har hatt forhøyet innhold av både DDT og PCB.

Ca. 2-3 ganger overkonsentrasjoner av DDT ble observert i lever og filet av torsk fra Strandebarm/Hardangerfjorden, og bekreftet tidligere indikasjoner på at et større område preges av noe mer enn vanlig diffus belastning.

VII De klororganiske analysene i blåskjell viste igjen markert overkonsentrasjon av Σ DDT (DDT+DDE+DDD) i prøvene fra Kvalnesområdet (overkonsentrasjon på 10-15 ganger). Svakere overkonsentrasjon av PCB (ca. 2x) ble funnet i skjell fra Tyssedal, også i likhet med tidligere.

VII "Moderat" grad av forurensning med TBT ble observert i skjell fra indre Sjørfjorden (sammenlignet med andre havneområder). Forekomsten av TBT tilsier likevel generell årpååkenhet fra lokale miljøvernmyndigheter mht. spredning av dette meget giftige stoffet.

IX Årsaken til DDT-forurensningene i Hardanger-fjordområdet generelt og spesielt i omegnen av Kvalnes bør søkes oppklart. Sannsynligvis er det påkrevet med både en administrativ innsats fra lokale miljøvern- og landbruksmyndigheter, samt utvidede undersøkelser av DDT i blåskjell, dvs. et tettere stasjonsnett rundt Kvalnes.

2. BAKGRUNN OG FORMÅL

Mot den sterke og langvarige metallforurensingen i Sørfjorden er det i de senere år iverksatt en rekke tiltak (Skei 1994):

- Overføring av jarosittutslippet (med mye kvikksølv) fra Norzink A/S til fjellhaller (1986).
- Tildekking av 90000 m² sterkt forurenset sjøbunn i ytre del av Eitrheimsvågen (fig. 1) høsten 1992).
- Spuntvegg på tvers av vågen for å hindre tidevann i å oversvømme forurensede områder (1992).
- Gjenfylling og beplantning av Eitrheimsvågens indre del, samt avskjærende grøft mot fjellsiden for å hindre avrenning fra å komme i kontakt med metallforurenset grunn.

Som et resultat av dette har metallinnholdet i Sørfjordvann gått sterkt ned, først i mellomsjiktet, (jarosittutslippet var på 30-40 meters dyp), siden også i overflatelaget (Skei, 1995).

Imidlertid har metallbelastningen vedvart på et høyt nivå pga. forskjellige diffuse tilførsler, bl.a. ved avrenning fra det forurensede nedbørsfeltet i forbindelse med sterk nedbør og utpumping av vann bak spuntveggen, dvs. vann som renseanlegget ikke kan ta hånd om. Norzink A/S startet høsten 1993 et eget måleprogram for å kartlegge diffuse tilførsler, foreløpig begrenset til sink og kadmium (Skei, 1995). I tabell 1 (fra Skei, 1995) er det gitt en oversikt over tilførsler av metaller og PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) fra de tre store bedriftene i området. Her fremgår at for Norzinks del domineres belastningen med sink og kadmium av de diffuse tilførslene.

Resultatene aktualiserer at det også ses på hvor mye kvikksølv, bly og kobber som tilføres fjorden på denne måten. Likeledes synes det aktuelt å sette i gang en tilsvarende kartlegging av metaller i overflateavrenning fra de to andre bedriftenes arealer, spesielt Odda Smelteverk pga. denne bedriftens lange historie.

Metallbelastningen har medført råd fra Statens næringsmiddeltilsyn (SNT) om begrenset konsum av fisk og skjell fra fjorden. Kostholdsrådene for fisk ble trukket tilbake i 1994 (basert på overvåkingsdata fra 1992), men er beholdt for blåskjell (konsum frarådes for skjell samlet innenfor munningen mot Hardangerfjorden, se fig. 1).

Sørfjorden har også et DDT-problem, som klarest ytrer seg ved i størrelsesordenen 10 ganger for høyt innhold av Σ DDT (DDT + stoffskifteproduktene DDE og DDD) i blåskjell fra omtrent midtfjords (avtagende innover og utover fra st. B6 i fig. 1). Men tilførslene fremgår også av moderat forhøyede nivåer i fisk. Årsaken til DDT-forurensningen er foreløpig ikke forsøkt oppklart.

Det primære formål med overvåkingen i 1994 har vært å følge utviklingen mht. nivåene av metaller i blåskjell og tang, som indikatorer på tilstanden i fjorden og hvordan de forurensningsbegrensende tiltak så langt har virket.

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 1994 (kg/år). Basert på opplysninger fra bedriftene. Tallene i parentes representerer utslippstall for 1993. Tabellen er hentet fra Skei (1995).

Bedrift	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	PAH
O.S.	239 (341)	299 (866)	934 (1600)	41.7 (<169)	6.7 (manglet)	2600 (2900)
NZ ¹⁾	200 (26)	4000 (7266)	58000 (17948)	900 (589)	12.9 (17.5)	-
TTI	26.7 (1)	71.4 (195)	4374 (4529)	11.2 (1)	0.6 (-)	- (-)
Totalt	466 (368)	4370 (8327)	63308 (24077)	953 (<759)	20.2 (<23)	2600 (2900)

¹⁾ Tilførslene fra Norzink for 1994 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):

	Zn	Cd	Pb	Cu	Hg
Drift	6400	31	3540	50	9.9
Fra Eitrheimsvågen	2135	83	3	8	0.3
Kaien	14000	50	350	100	2.8
Diffuse tilførsler (ca.)	35000	700	?	?	?
SUM ^x	58000	900	4000	200	12.9

^x Disse tallene er skjønsmessig avrundet oppover av Norzink a.s.

3. MATERIALE OG METODER

Blåskjell (*Mytilus edulis*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) er samlet inn 18-19/10 1994 på ned til 1 - 1.5 meters dyp fra stasjonene B1 Byrkjenes, B2 Eitnheim B3 Tyssedal, B4 Digraneset, B6 Kvalnes og B7 Krossanes (tabell 2, figur 1). For blåskjells vedkommende måtte stasjon B1 Byrkenes utelates fordi det bare ble funnet få og små skjell. Pga. vanskeligheter med å finne materiale er prøvestedene delvis forskjøvet noe i forhold til før, kfr. anførsler i tabell 2.

Innen det internasjonale overvåkingsprogrammet i regi av ASMO (Assessment and Monitoring Committee, tidligere JMG, - Joint Monitoring Group) under Oslo/Paris kommisjonen, er det 23-24/10 1994 samlet inn blåskjell fra Eitnheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær og Vikingneset (tabell 2, figur 1). (Joint Monitoring Programme (JMP) betegnes nå JAMP).

Blåskjellene er analysert både for klororganiske stoffer og metaller; tangen bare på metallinnhold. I tillegg er det foretatt to orienterende analyser av TBT (tributyltinn) i blåskjellene fra st. B2 og st. B3. (TBT er et sterkt giftig antibegroingsmiddel tilsatt skipsmaling og forbudt i Norge på båter under 25 m siden 1990).

Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP) omfatter i tillegg analyser av metaller og klororganiske forbindelser i fisk. Fisken fra indre Sørfjorden er samlet oktober-november, (JAMP-st. 53B, torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*), fra Strandebarm i Hardangerfjorden (JAMP-st. 67B, torsk, glassvar (*Lepidorhombus whiffi-agonis*) i perioden nov. 1994- februar 1995.

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

Blandprøvene av blæretang (stasjonene B1, B2, B3) 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 fra 1994 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 filet, kvikksølv bare i filet, og kadmium, bly, kobber og sink bare i lever.

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

JAMP-data fra analysene av fisk og blåskjell vil bli bearbeidet og rapportert mer fullstendig mht. variasjoner med størrelse og over tid innen det felles internasjonale overvåkingsprogram for Oslo/Paris-kommisjonen. Det samme gjelder regionale forskjeller. I den foreliggende rapport er vurderingen stort sett basert på middelerverdier sammenlignet med et "antatt høyt diffust bakgrunnsnivå". (Med det upresise begrepet "høyt diffust bakgrunnsnivå" menes "grensen" for verdier som kan registreres utenfor påvirkning fra definerte punktkilder). På grunnlag av resultater fra JAMP er det nylig foreslått enkelte nedjusteringer av disse grensene i forhold til SFT's klassifiseringssystem for miljøgifter (kfr. Knutzen et al., 1993 og Knutzen og Green, 1995).

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

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

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

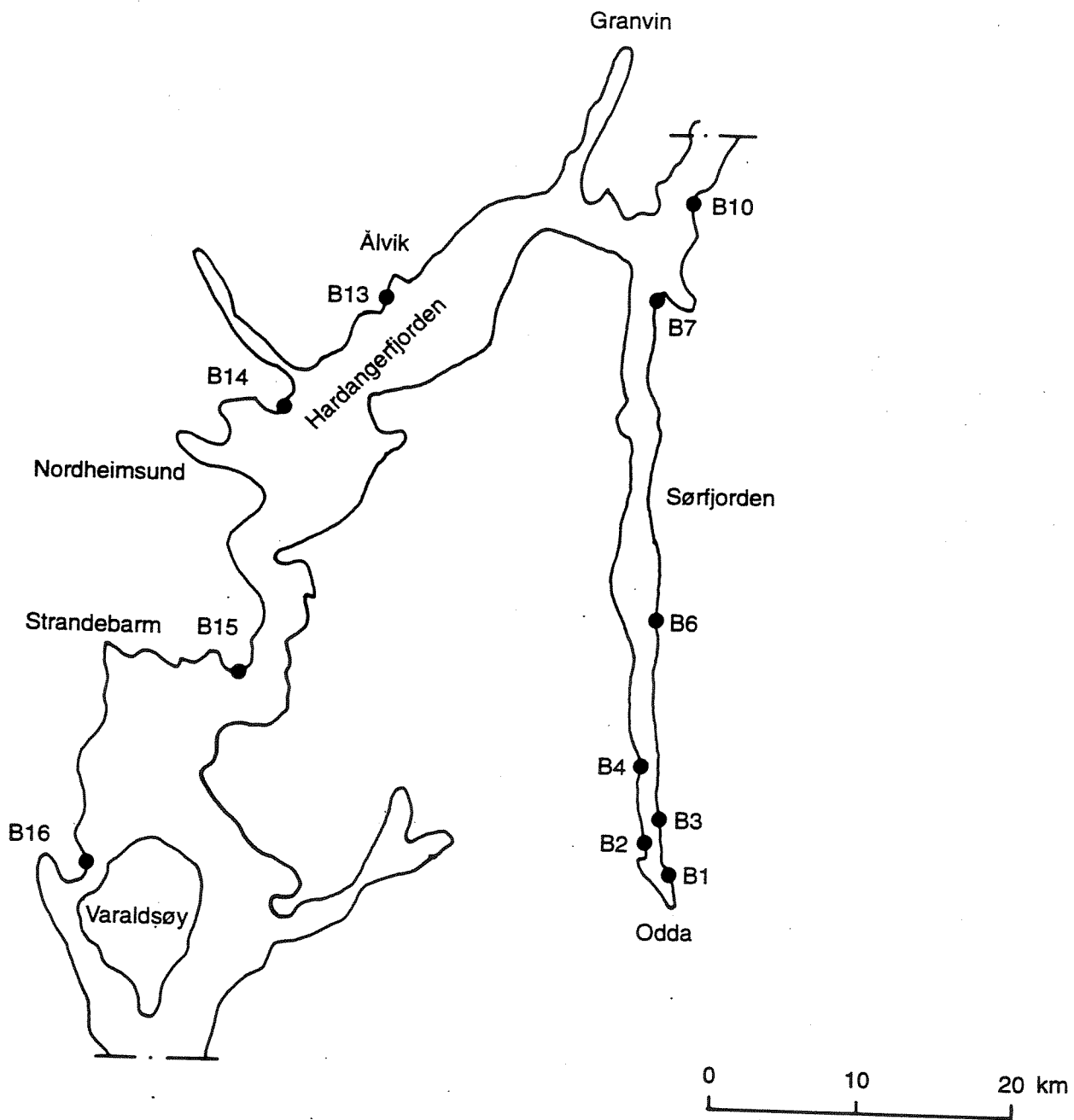
Før kvantitativ analyse blir ekstraktet inndampet til ønsket volum i små glødede prøveglass. Identifisering og kvantifisering av de nevnte parametre utføres på en gasskromatograf (GC) med 60 m kapillærkolonne og elektroninnfangningsdetektor (ECD). Kvantifisering utføres via egne dataprogram ved bruk 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.

Ved TBT-analysene oppsluttes først biologisk materiale eller sediment med konsentrert HCl. Prøven ekstraheres så med et organisk løsningsmiddel tilsatt propolone. Ekstrahert TBT behandles deretter med metylmagnesiumbromid (Grignard-reaksjon). TBT-derivatet analyseres med GC/MSD i SIM. Kvantifisering gjøres ut fra ekstern standard. Deteksjonsgrensen avhenger av utveid prøvemengde og ekstraktets sluttvolum, men har her vært 5-10 µg TBT/kg våtvekt med utgangspunkt i 5 gram prøvemateriale og 1 ml sluttekt. Ved analyse av 3 paralleller av NIES nr. 11 referansmateriale var standardavviket 18,5%. For nærmere detaljer om analysemetodikk henvises til Bjørklund (1987) og Gremm og Frimmel (1992). I tillegg benyttes en rensing av ekstraktet i henhold til Ståb et al. (1993).

Tabell 2. Innsamlingssteder for blåskjell og tang i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1994, med angivelse av adkomst og ca. avstand fra Odda (km). (Ikke prøvetatt: *).

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



Figur 1. Prøvesteder for blåskjell og tang i Sør fjorden. (I 1994 ikke blåskjell fra B1. B10, B14 og B16 bare prøvetatt ved basisundersøkelse).

4. RESULTATER OG DISKUSJON

4.1. Metaller i fisk

Disse analysene er gjort innen JAMP, og rådata, detaljopplysninger om prøver m.v. er tilgjengelig fra databasen for dette programmet. Hovedresultatene fra 1994 er fremstilt i tabellene 3 (kvikksølv) og 4 (øvrige metaller), sammen med observasjoner fra tidligere år.

Tabell 3. Kvikksølvkonsentrasjoner i filet av fisk fra indre Sørfjorden (JAMP-st. 53B) og Hardangerfjorden ved Strandebarm (JAMP-st. 67B) 1984 - 1994, mg/kg våtvekt. Middell av individuelle analyser eller blandprøvedata.

STASJONER/ARTER	1984	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
St. 53B (I. Sørfjord):									
Torsk (<i>Gadus morhua</i>)		0.26	0.11	0.22	0.20	0.24	0.40	0.17	0.09/0.08 ¹⁾
Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)	0.51		0.10	0.13	0.12	0.13	0.12	0.08	0.15/0.04 ²⁾
Smørflyndre (<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>)		0.62							
St. B67 (Strandebarm):									
Torsk (<i>Gadus morhua</i>)		0.14	0.09	0.10	0.16	0.12	0.10	0.11	0.13/0.06 ³⁾
Glassvar (<i>Lepidorhombus whiff-iaegonis</i>)	0.38	0.35	0.33	0.36	0.50	0.10	0.21	0.26	0.43/0.21 ⁴⁾

¹⁾ Middell/standardavvik for 25 individuelle analyser. Midlere størrelse/variasjon : 1790 (579-4635) g; 53 (38-83) cm.

²⁾ Middell/standardavvik for 4 blandprøver (størrelseskategorier) à 3-5 eks. Midlere vekt og lengde i blandprøvene : 177/286/372/422 g; 26/30/32,5/34 cm.

³⁾ Middell/standardavvik for 18 individuelle analyser. Midlere størrelse/variasjon: 1457(991-1866) g; 52(45-60) cm.

⁴⁾ Middell/standardavvik for 5 blandprøver (størrelseskategorier) à 5 eks. Midlere vekt og lengde i blandprøvene: 355/407/455/490/630 g; 36/39/41/42/43,5 cm.

Kvikksølvverdiene fra 1994 var lave/moderate bortsett fra glassvar fra Strandebarm. Denne arten har også tidligere inneholdt delvis høye konsentrasjoner, som det er vanskelig å vurdere pga. manglende referanseverdier.

Det ses ellers at både prøvene av torsk fra indre Sørfjorden og glassvar fra Strandebarm har gitt ganske fluktuerende kvikksølvresultater etter at årlig overvåking startet i 1987. Det kan ikke gis noen forklaring på dette utover spekulasjoner om betydningen av ulik vandringshistorie og varierende belastning, også fra byttedyr. For nærmere statistisk bedømmelse av utviklingen henviser til rapportering innen JAMP.

Tabell 4. Kadmium, bly, sink og kobber i lever av fisk fra Sørfjorden og Hardangerfjorden. JAMP-data 1987 - 1994, mg/kg våtvekt. Middelerverdier/standardavvik. i.p.: ingen prøve.

Stasjoner/arter		1987	1991	1992	1993	1994
53B (I. Sørfjorden) Torsk ¹⁾	Cd	1.00/1.22	0.26/0.08	0.31/0.36	0.16/0.21	0.02/0.03
	Pb	1.23/1.73	0.30/0.07	< 0.17/≈ 0.1	< 0.10/≈ 0.02	<0.03
	Zn	39.6/29.0	26.6/3.8	33.6/12.5	22.0/8.2	20.2/4.9
	Cu	13.0/6.1	4.1/1.2	7.4/7.0	7.5/5.9	6.4/4.6
Skrubbe ²⁾	Cd		2.09/0.97	2.0/0.7	0.66/0.31	0.59/0.29
	Pb		1.00/0.54	0.56/0.31	0.28/0.26	1.5/2.1
	Zn		50.9/3.4	52.3/4.7	45.8/5.3	25.7/2.8
	Cu		15.4/6.7	9.7/3.6	13.8/3.1	5.5/1.6
67B (Strandebarm) Torsk ³⁾	Cd	0.18/0.12	0.10/0.08	< 0.1/≈ 0.1	0.15/0.09	0.29/0.49
	Pb	0.18/0.18	0.18/0.07	< 0.13/≈ 0.17	0.15/0.14	0.14/0.18
	Zn	27.2/7.2	27.8/8.5	21.6/11.7	28.3/7.6	29.0/12.3
	Cu	9.1/4.9	7.8/3.4	6.7/3.9	8.6/2.9	13.7/10.9
Glassvar ⁴⁾	Cd	0.18 ¹⁾	0.10/0.05	0.12/0.06	0.11/0.03	0.34/0.32
	Pn	0.11	0.08/0.03	0.06/0.02	0.06/0.02	0.05/0.03
	Zn	80.5	89.7/17.7	76.4/10.4	78.0/8.0	61.9/20.4
	Cu	15.3	15.7/4.3	13.1/2.8	13.2/5.0	16.7/6.1

¹⁾ Individuelle analyser av 25 eks., se note ¹⁾ til tabell 3.

²⁾ Analyse av 4 blandprøver á 3-5 eks., se note ²⁾ til tabell 3. En usannsynlig ekstremverdi for (4.7 mg/kg) til reanalyse.

³⁾ Individuelle analyser av 18 eks., se note ³⁾ til tabell 3.

⁴⁾ Analyse av 5 blandprøver á 5 eks., kfr. note ⁴⁾ til tabell 3.

Når unntas utslaget av en usannsynlig ekstremverdi av bly i en av skrubbeblandprøvene, ble det bare registrert "normalverdier" av metaller i fiskelever.

Sett ut fra lokale interesser er det, med et visst forbehold for kvikksølv, lite behov for fortsatt overvåking av metaller i fisk fra Sørfjorden.

4.2. Metaller i blåskjell

Hovedresultatene fra 1994 er stilt sammen i tabell 5 (tørrvektbasis), mens rådata på våtvektbasis finnes i vedleggstabell A1. (JAMP-data dokumenteres for seg). Tall for prøvene fra 18-19/10-94 inngår i figur 2-5, som viser utviklingen fra 1981-82.

Tabell 5. Metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 18-19/10-1994 og 23-24/10-1994, mg/kg tørrvekt (Fra JAMP middel av 3 størrelseskategorier).

Stasjoner	Hg		Cd		Pb		Zn		Cu	
	18-19/10	23-24/10	18-19/10	23-24/10	18-19/10	23-24/10	18-19/10	23-24/10	18-19/10	23-24/10
B2	0.39	0.29	12.0	9.0	45.4	19.0	259	148	13.3	7.1
B3	0.74	-	19.2	-	63.5	-	285	-	8.0	-
B4	0.30	-	8.2	-	20.8	-	181	-	6.3	-
B6	0.44	0.34	12.9	9.5	41.9	24.3	223	190	5.7	6.7
B7	0.35	0.30	9.8	11.0	22.5	14.6	152	172	5.4	6.4
B13	-	0.20	-	4.7	-	7.0	-	121	-	6.9
B15	-	0.14	-	3.3	-	3.2	-	122	-	5.2

Jevnført med et antatt høyt diffust bakgrunnsnivå (Knutzen et al., 1993a, Knutzen og Green 1995), tilsvarende tallene i tabell 5 for Sørfjordstasjonene (B1-B7) følgende ca. overkonsentrasjoner og forurensingsgrader i henhold til SFTs klassifiseringssystem:

Kvikksølv:	2-4 x	(moderat til markert forurenset)
Kadmium:	4-10 x	(markert til sterkt)
Bly:	4-12 x	(markert til sterkt)
Sink:	1-<2 x	(lite til moderat)
Kobber:	1-<2 x	(lite til moderat)

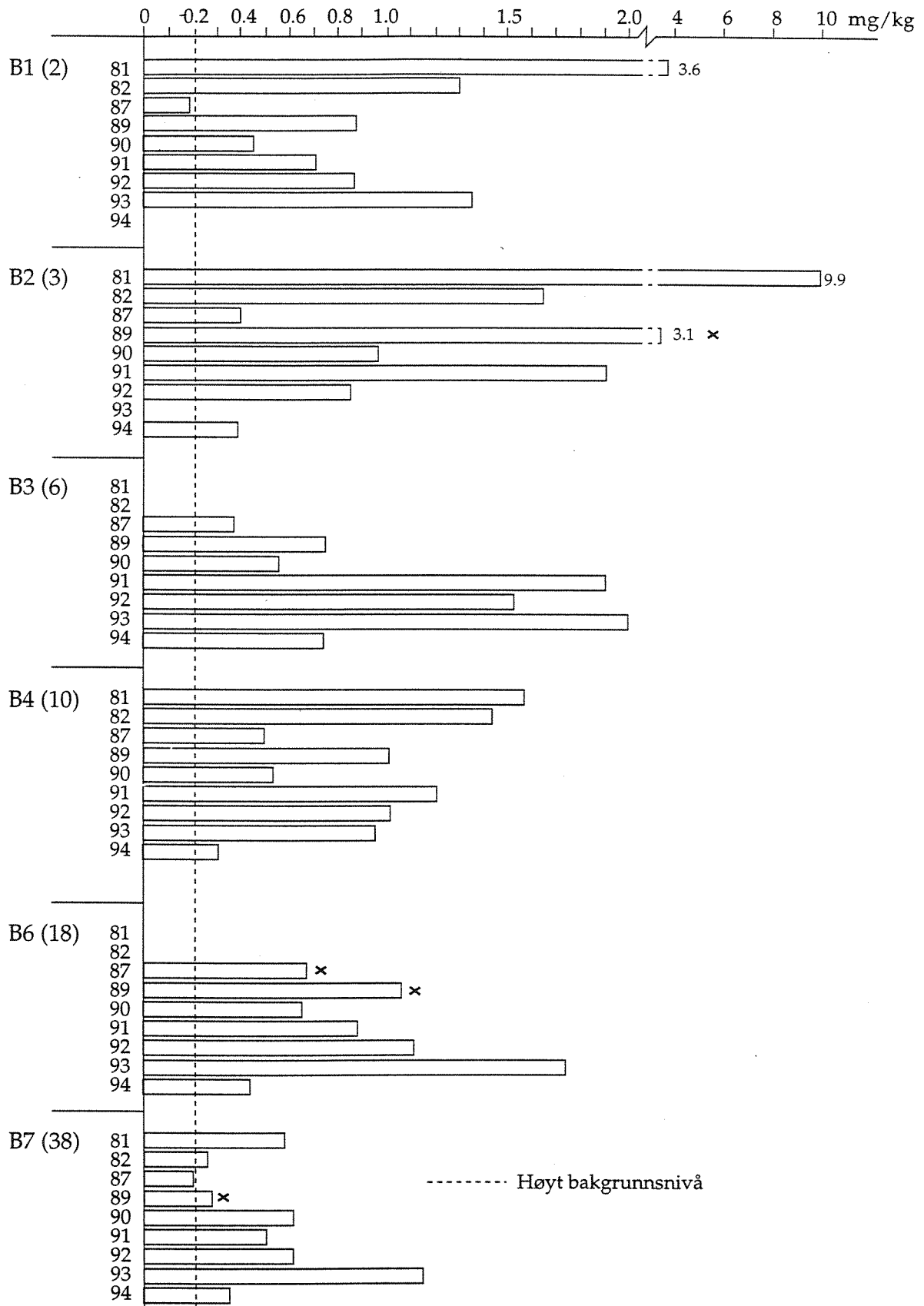
Stort sett var det godt samsvar mellom de to observasjonsseriene, men blyverdiene i JAMP prøvene lå markert under (< 1/2-2/3).

Sammenlignet med 1993 (Knutzen et al. 1994a) representerer de nevnte overkonsentrasjonene en delvis markert forbedring (fig. 2-5), samsvarende med at overflatevannet, særlig i siste halvdel av 1994, hadde relativt moderat metallinnhold (Skei, 1995).

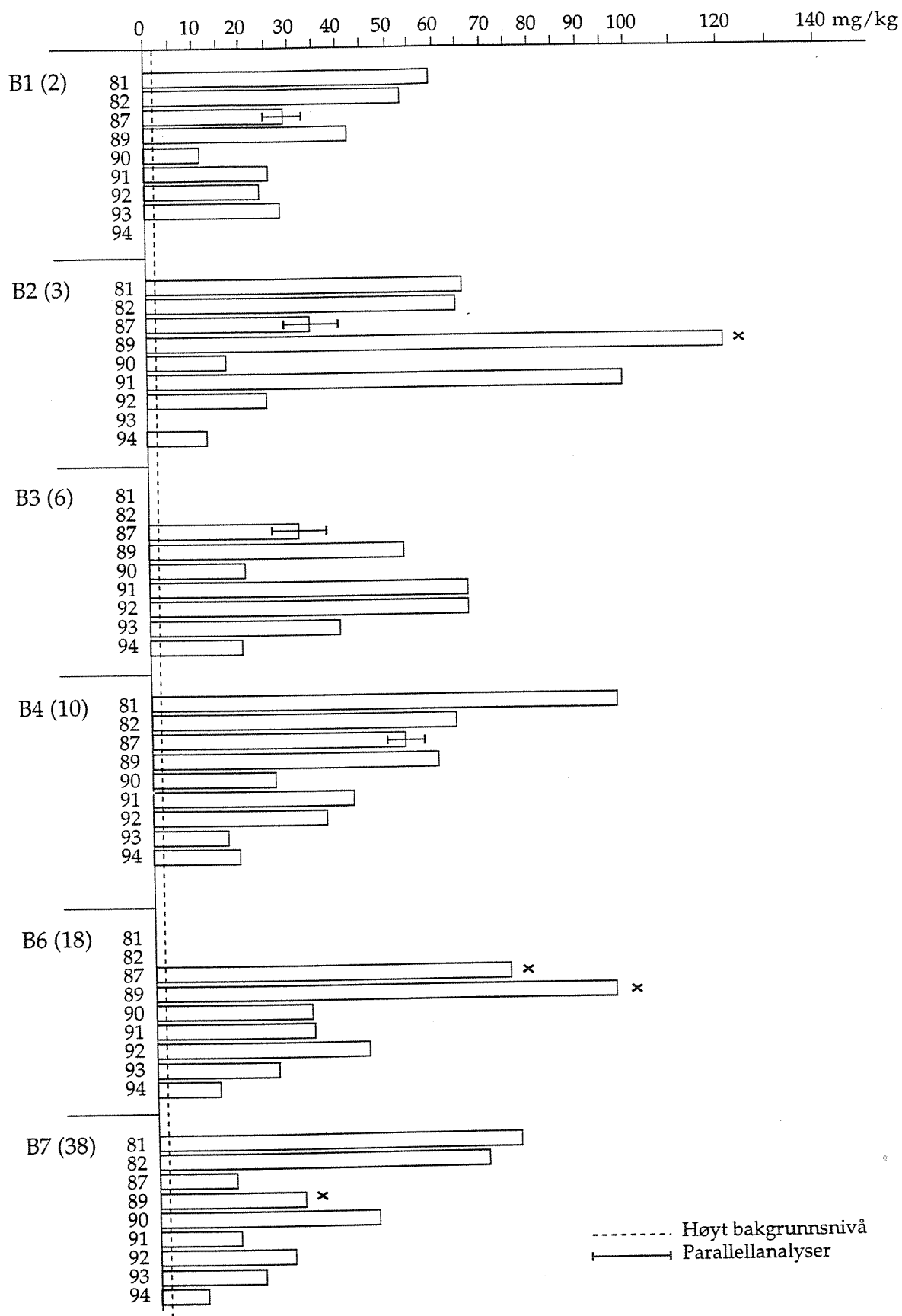
Avstandsgradientene innen Sørfjorden var noe ujevne, men de laveste verdiene ble funnet i skjell fra fjordmunningen (st. B7, tabell 5, se også fig. 2-5).

Både for kadmium og bly lot påvirkningen seg fremdeles spore ut i hovedfjorden, men overkonsentrasjonene lå bare på hhv. ca. 1.5-2 og opp til ca. 1.5 ganger. Også dette er mindre enn året før. I 1994 var det bare kadmium som opptrådte i forhøyet konsentrasjoner så langt ut i hovedfjorden som ved st. B15 Vikingneset (ca. 80 km fra Odda).

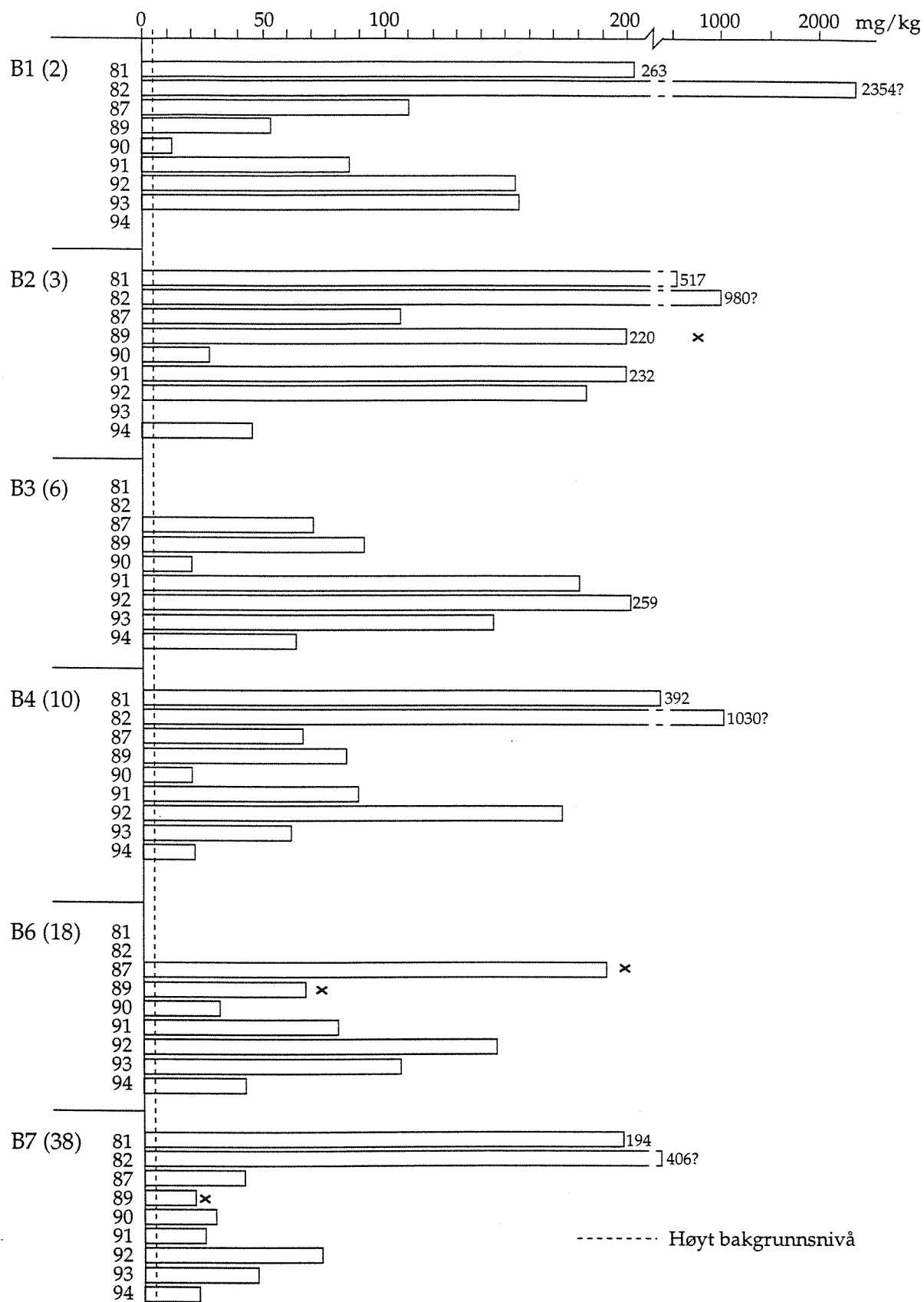
De foretatte utskillelsesforsøk, med skjell fra indre Sørfjorden overført til rent vann, ga resultater som er lovende for utviklingen, såfremt man får kontroll med tilførslene. I løpet av et års tid ble det oppnådd 65-80% reduksjon i skjellenes konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium, bly og sink (Moy og Knutzen, 1995).



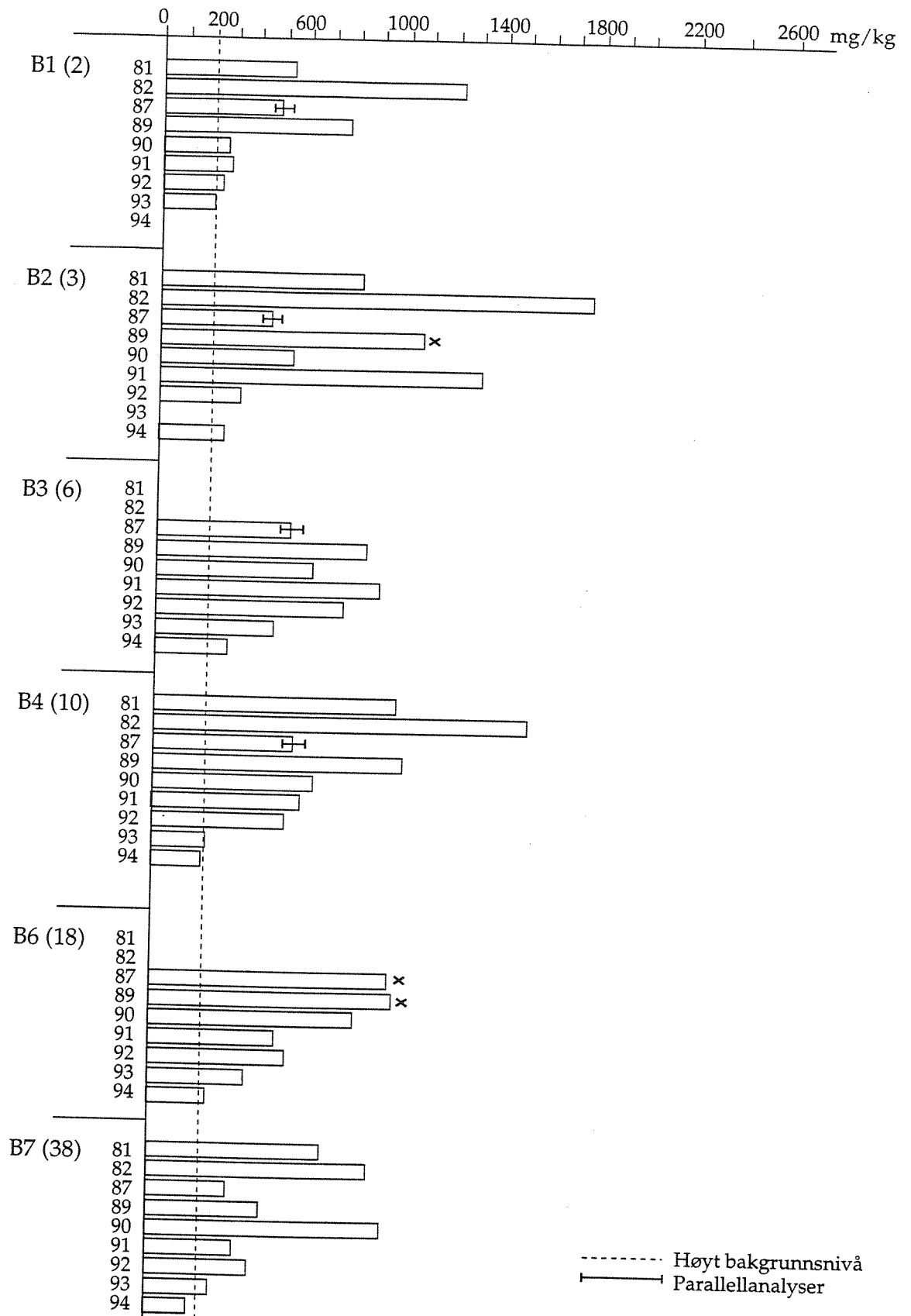
Figur 2. Kvikksølv i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-1994, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.



Figur 3. Kadmium i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981-1994, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: ca. avstand fra Odda i km. X =JAMP-data.



Figur 4. Bly i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-1994, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: ca. avstand fra Odda i km. X = JAMP-data.



Figur 5. Sink i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981-1994, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnummer: ca. avstand fra Odda i km. **X** = JAMP-data.

4.3. Metaller i tang

Sammenlignet med "antatt" høyt diffust bakgrunnsnivå (øvre grense kl. I i SFT's klassifiseringssystem (Knutzen et al., 1993a), representerer tallene i tabell 6 overkonsentrasjoner på ca. (antall ganger).

Kvikksølv:	< 1-4	(opp til moderat forurenset)
Kadmium :	< 1.5-5	(moderat til markert)
Bly :	< 1-2.5	(lite til moderat)
Sink :	< 1.5-5	(moderat til markert)
Kobber :	< 1-2	(lite til moderat forurenset)

Det var noe ujevn variasjon med avstand fra Odda, men stort sett var det klart lavere metallinnhold i tangen fra ytterste stasjon (B7 Krossanes). Hovedunntakene var kadmium og sink, som viste tydelig påvirkning i hele fjorden. I likhet med tidligere ble sinkbelastningen bedre gjenspeilet i tang enn i blåskjell, mens det motsatte (som vanlig) var tilfelle med bly og kadmium.

Av fig. 6-10 ses at hovedtendensen- i likhet med hos blåskjell - har vært reduksjon i tangens metallinnholdet fra 1993 til 1994. Særlig stor nedgang har det vært i kobberinnholdet på st. B2 Eitrheim (fig. 10) der det tidligere har vært til dels meget høye konsentrasjoner. Man kan også merke seg den konsekvente minskingen i de fastsittende algenes kvikksølvinnhold (fig. 6). For de øvrige metaller syns bedringen best i ytre del av fjorden (fig. 7-9).

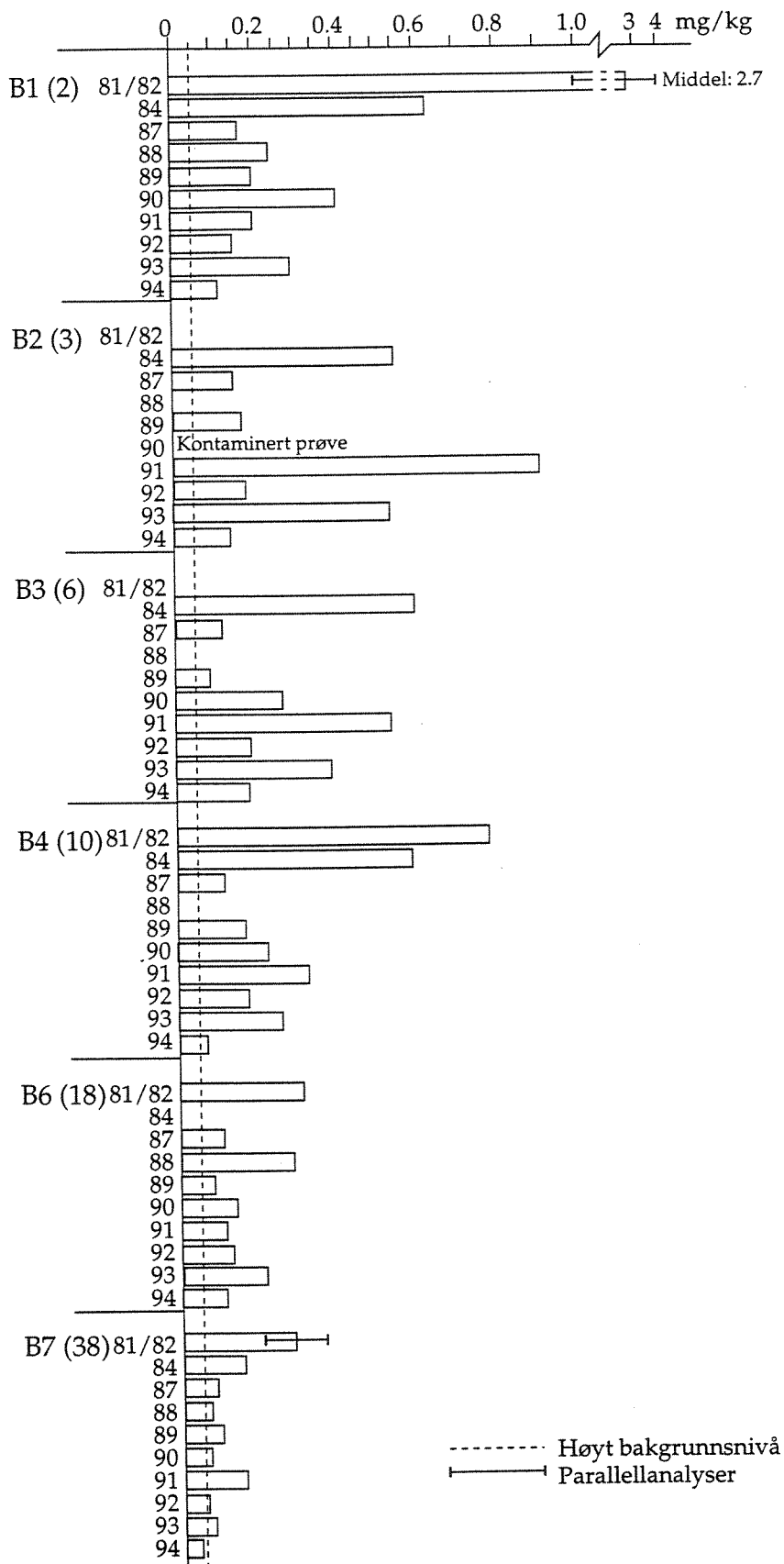
Tabell 6. Metaller i blæretang (*Fucus vesiculosus*, alle stasjoner) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*, st. B4, B6, B7) fra Sørfjorden 18-19/10-1994, mg/kg tørrvekt (delvis avrundet 1. desimal).

Arter, stasjoner	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	% tørrv.
BLÆRETANG						
B1 Byrkjenes	0.12	6.9	7.1	720	10.6	24.8
B2 Eitrheim	0.14	6.7	7.3	940	18.1 ³⁾	24.0
B3 Tyssedal	0.18	3.5	7.7	650	20.5	27.8
B4 Digranes	0.07	5.4	2.2	600	7.3	26.5
B6 Kvalnes	0.06	4.9 ¹⁾	0.8	620 ²⁾	7.0	29.3
B7 Krossanes	0.06	5.7 ¹⁾	0.5	590 ²⁾	4.8	29.0
GRISSETANG						
B4 Digranes	0.07	2.4	0.4	420	4.8	37.1
B6 Kvalnes	0.11	3.7	0.9	630	13.0 ³⁾	33.1
B7 Krossanes	0.4	1.8	0.4	280	4.0	33.8

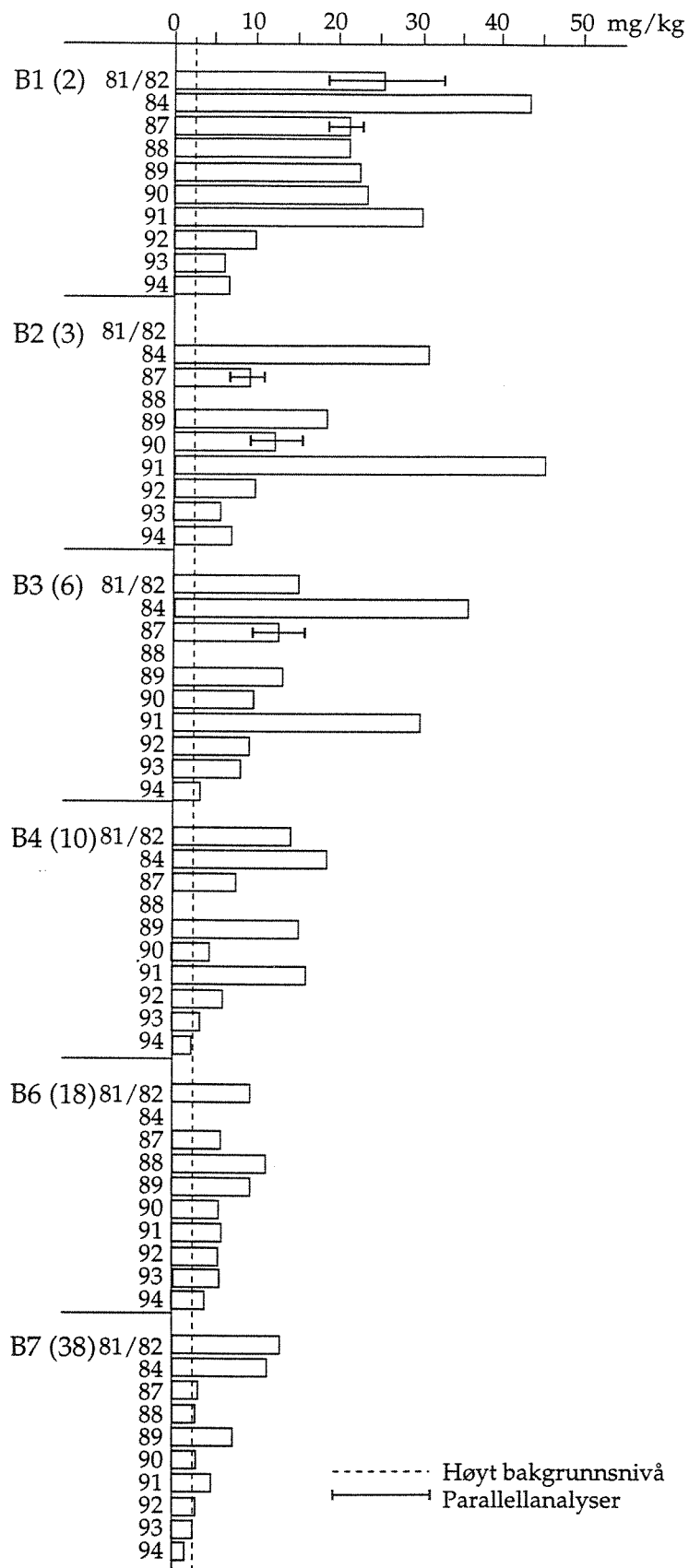
¹⁾ Reanalyse, hhv. 5.3 og 6.0 mg/kg ved 1. gangs analyse

²⁾ Ved reanalyse hhv. 610 og 600 mg/kg

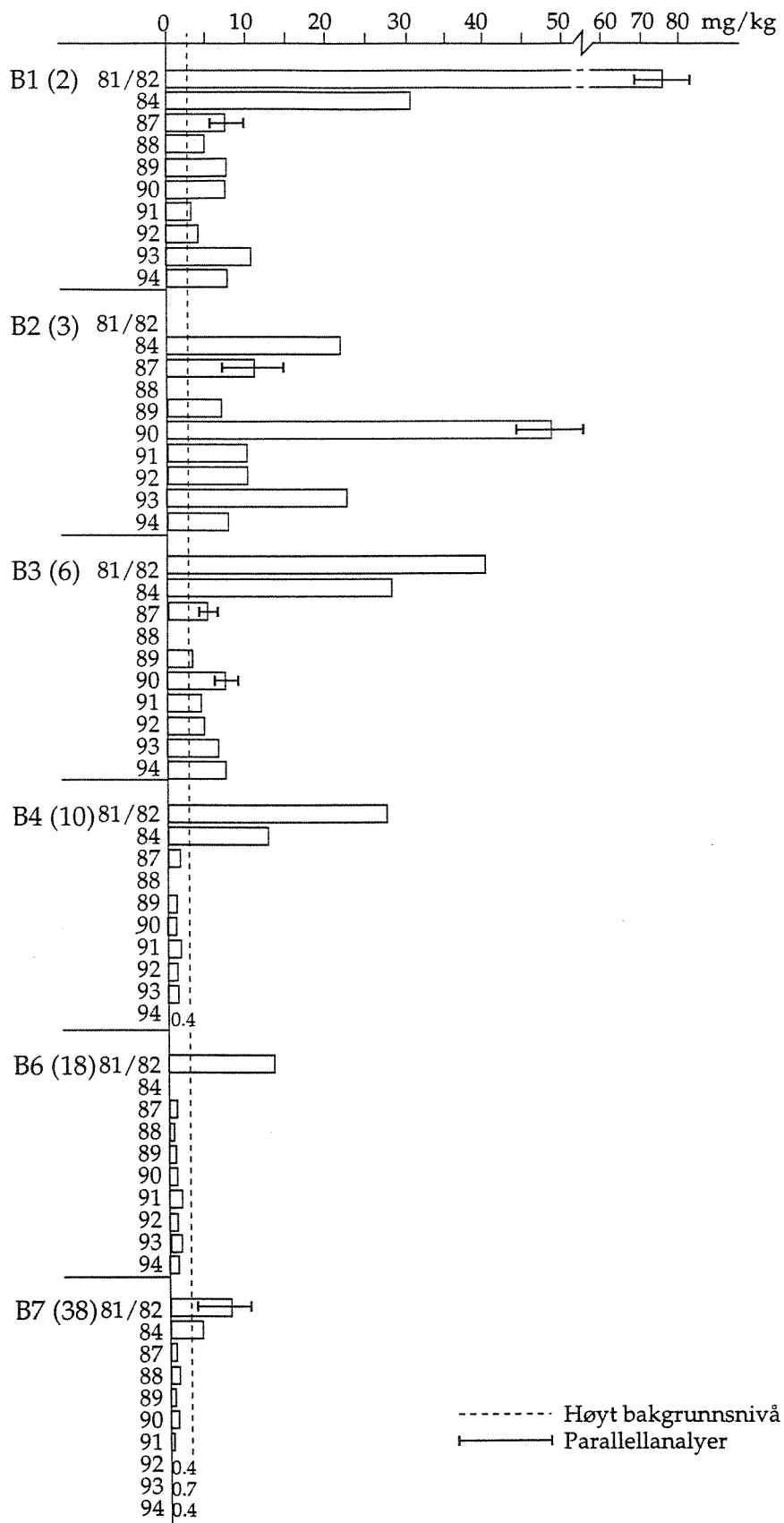
³⁾ Ved reanalyse hhv. 17.2 og 13.0 mg/kg



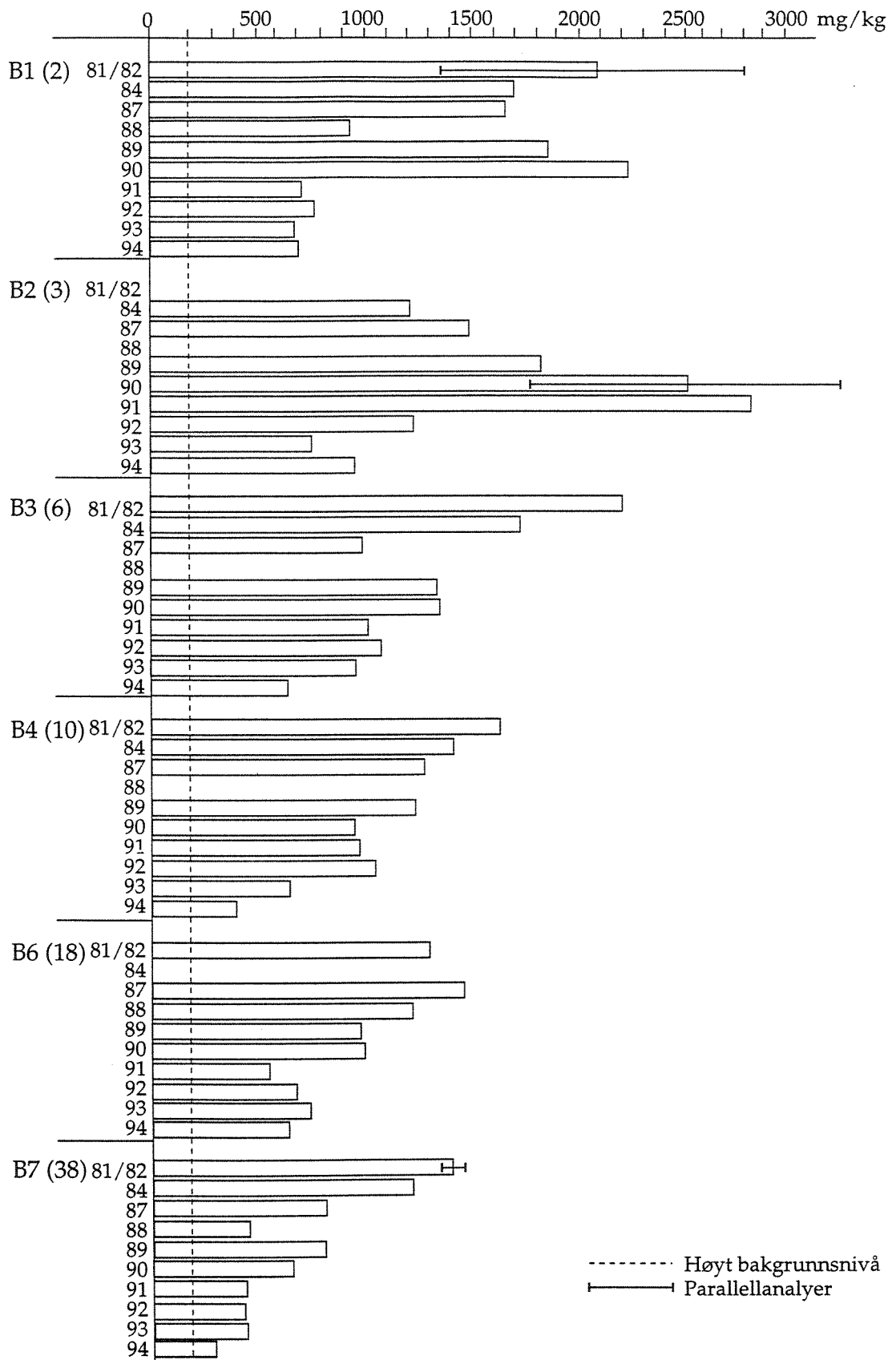
Figur 6. Kvikksølv i blæretang (st. B1-B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981-1994, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: ca. avstand fra Odda i km.



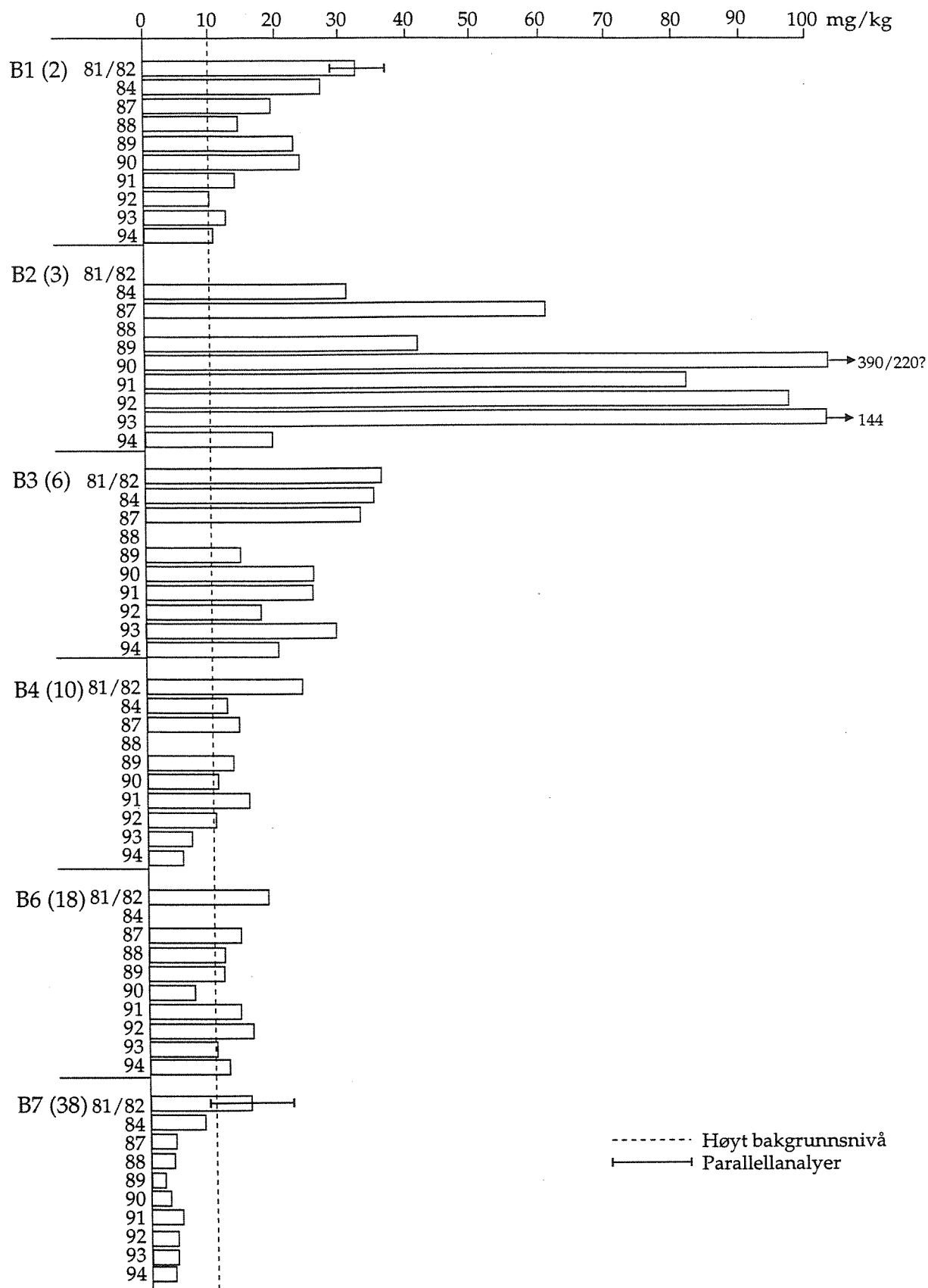
Figur 7. Kadmium i blæretang (st. B1-B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981-1994, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: ca. avstand fra Odda i km.



Figur 8. Bly i blæretang (st. B1-B3) og grisetang fra Sørfjorden 1981-1994, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: ca. avstand fra Odda i km.



Figur 9. Sink i blæretang (st. B1-B3) og grisetang fra Sørkjøya 1981-1994, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: ca. avstand fra Odda i km.



Figur 10. Kobber i blæretang (st. B1-B3) og grisetang fra Sør fjorden 1981-1994, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: ca. avstand fra Odda i km.

4.4. Klororganiske stoffer i fisk

Denne del av Sørfjordovervåkingen skjer i sin helhet innen JAMP, og dokumentasjon og nærmere statistisk analyse av eventuelle utviklingstendenser finner sted innen denne programmet. Diskusjonen nedenfor må betraktes som foreløpig, også fordi en del av resultatene synes tvilsomme og noen av prøvene er sendt til reanalyse.

Hovedresultatene fra 1994-overvåkingen er vist i tabell 7.

Fra indre Sørfjorden (JAMP st. 53 B) var det bemerkelsesverdig forskjell i grad av forurensning registrert i henholdsvis torsk og skrubbe. Førstnevnte viste ingen overkonsentrasjoner av hverken DDE + DDD (nedbrytningsprodukter av DDT) eller PCB. Innholdet i leverprøvene lå under antatt høyt diffust bakgrunnsnivå (Knutzen et al., 1993a, Knutzen og Green, 1995) for begge variable, mens konsentrasjonene i filetprøvene var usannsynlig lave, og er sendt til reanalyse. Derimot viste særlig leverprøvene av skrubbe markert/sterkt forhøyede konsentrasjoner (ca. 5 ganger for DDE + DDD og nærmere 10 ganger for PCB) i forhold til maksimumsverdier fra en referanselokalitet innen JAMP (Knutzen og Green, 1995).

Konsentrasjonene av Σ DDT og Σ PCB i torskelever fra st. 53 B var lavere enn i 1993 (Knutzen et al., 1994) og bare ca. 1/10 av tidligere maksimalverdier fra 1991 (DDT) og 1992 (Knutzen et al., 1993b, 1994). Så store variasjoner er vanskelig å forklare bare ut fra individuelle forskjeller og ulik vandringshistorie hos fisken i prøvene fra ett år til ett annet. En tilleggsusikkerhet for 1994 kommer av en feil ved forsendelsen av fisken, som var tint før fremkomst til laboratoriet. Virkningen av dette på persistente (bestandig) stoffer skulle være liten, men forholdet synes ikke systematisk undersøkt. Hvorvidt det dreier seg om en reell nedgang i torskens innhold av PCB og Σ DDT (DDE + DDD) kan først bedømmes når flere resultater foreligger.

For skrubbe foreligger en sprikende, men tilsynelatende motsatt tendens. Både Σ DDT og Σ PCB₇ i lever var i 1994 ca. 3 ganger høyere enn tidligere observert, mens filetverdiene var omtrent som årene før (dvs. vesentlig svakere overkonsentrasjoner (1.5-2x) enn i lever). Av tabell 7 ses at det manglende samsvar mellom leververdier og filetverdier også gjelder etter omregning til fettbasis. Alt i alt synes det mest grunn til å stole på filetverdiene, som indikerer en vedvarende, men bare moderat grad av belastning med DDT og PCB i Indre Sørfjorden. Det er mulig at innsamlingssted og lokale forskjeller i belastningen spiller en større rolle enn antatt tidligere. For å få nok skrubber har det delvis vært fisket på begge sider av fjorden fra Tyssedal og et par km. utover. Hvis det er liten vandring på tvers av fjorden, kan varierende andel "Tyssedalfisk" i prøver fra forskjellige år gi betydelige utslag på innholdet av organiske stoffer.

I 1994-prøvene fra hovedfjorden ved Strandebarm (tabell 7) fremtrer en overbelastning med Σ DDT på 2-3 ganger "normalinnholdet" både fra resultatene for torskelever, torskefilet og glassvarlever, mens PCB-innholdet lå under "antatt høyt bakgrunnsnivå" (For vurderingene av verdiene i glassvar må tas forbehold for manglende data fra referansestasjoner). Resultatene fra 1994-analysene av Σ DDT og PCB i lever og filet av torsk og lever av glassvar lå på omlag samme nivå som tidligere registrert (Knutzen og Skei, 1991, Knutzen et al., 1993b, 1994), og bekrefter dermed en viss belastning med nedbrytningsprodukter av DDT.

Øvrige klororganiske stoffer (lindan, (δ -HCH), γ -HCH (heksaklorsykloheksan), heksaklorbenzen og oktaklorstyren) lå som før på et nivå som bare indikerte diffus belastning (dvs. ingen lokale punktkilder).

Det er et generelt behov innen JAMP for å få standardisert begrepet Σ DDT til å omfatte også morsubstansen (ikke bare nedbrytningsproduktene DDE og DDD), men dette er av særlig betydning i områder der det er konstatert en belastning utover diffus tilførsel via atmosfæren, slik som i Sørfjorden og Hardangerfjorden.

Tabell 7. Σ PCB₇ (nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) og nedbrytningsprodukter av DDT i fisk fra indre Sørfjorden (JAMP stasjon 53B) og Hardangerfjorden ved Strandbarm (JAMP-st. 67B) 1994, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt og $\mu\text{g/kg}$ fett. Middelerverdi og standardavvik fra individuelle analyser (torskelever) eller 4-5 blandprøver à 3-5 eks.

Stasjoner, arter	Våtvektbasis				Fettbasis ¹⁾	
	DDE	DDD	Σ DDE+DDD	Σ PCB ₇	Σ DDE+DDD	Σ PCB ₇
Indre Sørfj:						
Torsk, lever ²⁾	129/149	18/20	147/169	274/250	353	659
Torsk, filet ³⁾	0,36 ?	0,02?	0,39?	0,74?	-	-
Skrubbe, lever ⁴⁾	266/188	31/21	297/209	1236/1185	2216	9224
Skrubbe, filet ¹⁾	3,01/0,96	0,41/1,10	3,42/1,06	9,58/3,90	698	1955
Strandebarm						
Torsk, lever ⁵⁾	437/213	65/31	502/243	352/253	1332	934
Torsk, filet ⁶⁾	3,10/1,98	0,24/0,08	3,34/2,04	1,14/0,30	1452	496
Glassvar, lever ⁷⁾	255/69	25/4	280/70	175/48	1728	1080
Glassvar, filet	0,85/0,23	0,09/0,02	0,93/0,25	0,45/0,14	1163	563

¹⁾ Beregnet fra midlere konsentrasjoner og fettprosent

²⁾ Individuelle analyser av 25 eks. kfr. note ¹⁾ til tabell 3 for middelstørrelse/variasjon. Variasjon i Σ PCB₇, og DDE+DDD hhv. 103-1277 og 53-878 $\mu\text{g/kg}$ v.v.

³⁾ Usannsynlig lave verdier (sendt til reanalyse). Midlere vekt og lengde i de 5 blandprøvene à 5 eks.: 813/1067/1268/2284/3532 g, 41/46/49/60/69 cm.

⁴⁾ 4 blandprøver av ulike størrelseskategorier - se note ²⁾ til tabell 3.

⁵⁾ Individuelle analyser av 18 eks. kfr. note ³⁾ til tabell 3 for middelstørrelse/variasjon. Variasjon i Σ PCB₇ og DDE+DDD hhv. 70-1029 og 79-821 $\mu\text{g/kg}$ v.v.

⁶⁾ 4 blandprøver à 3-5 eks. med midlere vekt/lengde : 1223/1312/1484/1714 g og 47/50/53/56 cm.

⁷⁾ 5 blandprøver à 5 eks, kfr. note ³⁾ til tabell 3.

4.5. Klororganiske stoffer i blåskjell

I forhold til et antatt høyt diffust bakgrunnsnivå på $4 \mu\text{g} \Sigma\text{PCB}_7$ /kg våtvekt og $2 \mu\text{g} \Sigma\text{DDT}$ /kg våtvekt (Knutzen og Green 1995), inneholdt skjellene fra Sørfjorden delvis betydelig, mer DDT/DDE/DDD og ett tilfelle av fordobling mht. PCB (tabell 8, st. B3 Tyssedal). Ved st. B6 Kvalnes ble det observert ca. 10-15 ganger overkonsentrasjon av ΣDDT (tabell 8), mens det var mer moderate forhøyelser i skjell fra stasjonene innenfor og lenger ut i fjorden.

Dette er samme situasjon som med noen variasjoner har vært påvist i flere år (fig. 11, med utviklingen i DDT-forurensning 1991-1994).

Også den klare, men moderate PCB-forhøyelsen i skjell fra Tyssedal har vært påvist siden 1991. Verdiene de fire siste årene har ligget på ca $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt av ΣPCB_7 , som tilsvarer omkring $20 \mu\text{g}/\text{kg}$ av total PCB etter gammel metodikk (Knutzen og Green, 1995). Opprinnelig ble det registrert over $80 \mu\text{g}/\text{kg}$ av total PCB i skjell fra Tyssedal (Skei et al., 1989).

Fordelingen av ΣDDT på enkeltforbindelser viser - i likhet med tidligere - en relativ overvekt av DDE. Når nedbrytningsproduktet dominerer belastningen tyder dette på en gammel belastning, ikke ny bruk. Andelen av DDE har stort sett variert i intervallet 50-70% av ΣDDT , mens de relative variasjonene har vært vesentlig større for DDT og DDD (tabell 9). Årsaken til disse til dels store variasjonene i DDT og DDD er ikke klar, men har i hvert fall i noen grad sammenheng med analyseusikkerhet.

Denne usikkerheten kan bl.a. illustreres med forskjellen i "DDT-profil" i prøver samlet fra samme sted med få dagers mellomrom (kfr. tabell 8). I prøvene fra st B7 Krossanes 18/10 og 23/10 var andelen DDT, DDE og DDD av ΣDDT henholdsvis 4/41, 73/46 og 23/13 %. I prøvene fra stasjonene B2 og B6 var det bedre samsvar, men generelt ga DDE et relativt mindre bidrag til ΣDDT enn i prøvene samlet en snau uke før (46-58% mot 64-73%).

DDT-forurensningen i skjellene fra Kvalnes kvalifiserer til betegnelsen markert/sterkt forurenset i henhold til SFT's klassifiseringssystem. Så langt har grunnlaget for å fraråde konsum av skjell fra Sørfjorden vært det høye metallinnholdet. Men med utsikter til redusert metallforurensning, kan også DDT-forekomsten i omegnen av Kvalnes komme til å spille en rolle for bedømmelsen av om skjellene (lokalt) er spiselige.

Så vidt vites er det fra Miljøvernmyndighetene side ikke gjort noe bestemt i retning av å få klarlagt årsaken til DDT-forurensningen.

Muligens kan man få lokalisert kildeområdet bedre ved å legge opp til spesialundersøkelse med tettere stasjonsnett omkring st B6. Eventuelt bør det vurderes å gjøre dette også for grunntvannssedimenter, men et dumpeområde i sjøen er bare en av flere mulige kilder. Avgjørende er imidlertid hvordan næringsmiddeltilsyn og kommunale miljøvernmyndigheter bedømmer DDT-forurensningens praktiske betydning.

Tabell 8. DDT med nedbrytningsprodukter og ΣPCB_7 ¹⁾ i blåskjell fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 18-19/10 og 23-24/10-1994 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. Fra JAPM-stasjoner (23-24/10) middel av 3 størrelsesgrupper (2-3, 3-4, 4-5 cm).

Stasjoner, dato	DDT	DDE	DDD	ΣDDT	ΣPCB_7	% tørrv.	% fett
B1 Byrkjenes ²⁾	-	-	-	-	-	-	-
B2 Eitrheim, 19/10	0,92	2,06	0,27	3,25	2,90	14,5	1,7
" 24/10	1,94	3,52	1,14	6,60	3,45	18,9	1,76
B3 Tyssedal 19/10	0,41	1,86	0,46?	2,73?	8,20	12,2	1,2
B4 Digranes, 19/10	0,31	2,59	0,66	3,56	1,49	12,3	1,1
B6 Kvalnes 19/10	3,15	13,76	1,99	18,90	2,01	13,6	1,5
" 23/10	8,90	18,63	4,64	32,17	2,20	16,1	1,24
B7 Krossanes, 18/10	0,22	4,74	1,51	6,47	1,08	12,7	1,3
" 23/10	4,32	4,88	1,36	10,56	1,17	14,2	1,04
B 13, Ranaskjær, 23/10	0,87	1,50	0,33	2,71	0,86	15,7	1,08
B 15 Vikingneset, 23/10	0,49	1,23	0,37	2,09	0,91	17,5	1,23

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

²⁾ Ikke prøvetatt pga. bare få og små skjell.

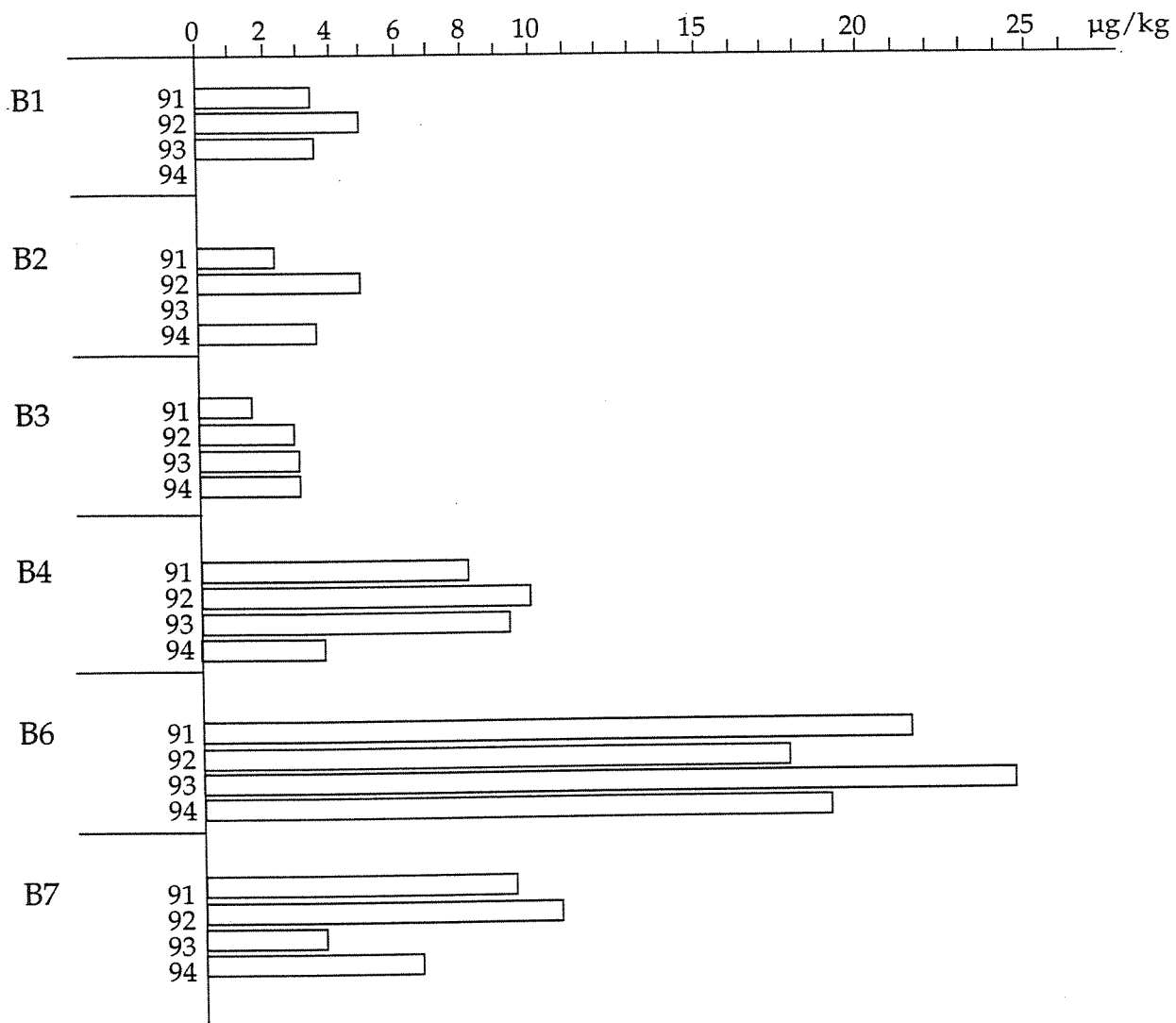
Tabell 9. DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell 1991-1994, $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. (I parentes % av ΣDDT). 1994-verdiene er avrundet.

Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	ΣDDT ¹⁾
St. B1	1991	0.7 (20)	2.0 (60)	0.7 (20)	3.4 ¹⁾
	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 ²⁾				
St. B2	1991	0.1 (4)	1.5 (62)	0.8 (34)	2.4 ¹⁾
	1992	< 0.2 (< 2)	2.5 (51)	2.3 (47)	4.9
	1993 ³⁾				
	1994	0.9 (28)	2.1 (64)	0.3 (8)	3.3
St. B3	1991	0.1 (\approx 6)	1.0 (63)	0.5 (31)	1.6 ¹⁾
	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)	\sim 2.7 ?
St. B4	1991	1.4 (18)	4.1 (51)	2.5 (31)	8.0 ¹⁾
	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
St. B6	1991	4.7 (22)	10.7 (50)	6.0 (28)	21.4 ¹⁾
	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
St. B7	1991	1.9 (20)	5.7 (61)	1.8 (19)	9.4 ¹⁾
	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

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).



Figur 11. Σ DDT i blåskjell fra Sørkjolen 1991-1994, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt. Om fordeling mellom DDT, DDE og DDD i 1994, se tabell 9.

4.6. Orienterende TBT analyser i blåskjell

På bakgrunn av en generelt betenkelig forurensingssituasjon i Norge, spesielt i havneområder, men i noen grad også store deler av kystvannet (kfr. Harding et al., 1992, Knutzen 1993 og Knutzen et al., 1995 med ref.), er det foretatt analyser av TBT i blåskjell fra indre Sjøfjorden. (TBT (tributyltinn), som brukes som antibegroingshindrende middel i bunnstoff/skipsmaling, er ekstremt giftig (ned mot 1-2 ng/l) overfor særlig ømfintlige organismer, og forbudt brukt på båter under 25 m i Norge siden 1989-90).

Blåskjell fra st. B1 Byrkjenes og St B3 Tyssedal 18/10-94 hadde relativt moderat innhold av TBT: henholdsvis 62 og 37 µg TBT/kg våtvekt (428/300 µg/kg tørrvekt). Til sammenligning er det i havneområder ellers funnet konsentrasjoner på for det meste 100-500 µg/kg våtvekt (maksimalverdier over 3000 µg/kg), mens det på ovennevnte "åpne" kystlokaliteter er registrert <10-145 µg/kg v.v. (Knutzen et al., 1995).

Ut fra erfaringstall tilsvarende ovennevnte TBT konsentrasjoner i Sjøfjordskjell et TBT-innhold i vann på 1-5 ng/l. De fleste marine organismer tåler atskillig mer (ofte over 100 ng/l). Tallene fra Sjøfjorden representerer imidlertid bare et øyeblikksbilde og maner uansett til aktpågivenhet hos lokale miljøvernmyndigheter av følgende grunner:

- TBT-forurensingen vil variere med tid og sted, avhengig av båttrafikk og lokal virksomhet (marinaer, verksteder og skipsverft som driver med avskraping/påføring av skipsmaling).
- Det kan finnes flere ømfintlige arter enn de (iøynefallende) eksemplene man så langt vet om.
- Generelle naturvern hensyn tilsier at et så giftig stoff som TBT ikke spres i omgivelsene.

Det bør overveies om det er aktuelt å se på forholdene nær mulige kildeområder ved ytterligere sonderende analyser av TBT i blåskjell.

5. REFERANSER

- Bjørklund, I., 1987. Skeppsbottnfärgernas miljöeffekter. Rapport 7(87 fra Kemikalieinspektionen, 15 s. ISSN: 0284-1195.
- Green, N. W., 1989, The effects of depuration on mussel analyses. Report of the meeting of the working group on statistical aspects of trend monitoring. The Hague, 24-27 April 1989, ICES-report C.M. 1989/E:13 Annex 6:52-58.
- Gremm, T. J. og F. H. Frimmel, 1992. Determination of organotin compounds in aqueous samples by means of HPGC-AED. *Water Res.* 26: 1163-1170.
- Harding, M. J. C., S.K. Bailey og I. M. Davies, 1992. UK Department of the Environment. TBT imposex survey of the North Sea. Annex 7: Norway. Scottish Fisheries Working Paper No. 10/92. The Scottish Office Agriculture and Fisheries Department, Aberdeen, 21 s, + vedlegg.
- Knutzen, J., 1993. Tinnorganiske forbindelser - en marin forurensning som er undervurdert i Norge? *VANN 2* (1993): 235-243.
- Knutzen, J. og N. W. Green, 1995. "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk, blåskjell og reker. Data fra utvalgte norske prøvesteder innen den felle 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. og J. Skei, 1991. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1990. Rapport 467/91 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport, 63 s.
- Knutzen, J., B. Rygg og I. Thelin, 1993 a. Klasifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkningen av miljøgifter. SFT-rapport TA-923/1993, 20 s., ISBN 82-7655-103-3.
- Knutzen, J., F. Moy og B. Rygg 1993 b. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1991. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer, bløtbunnsfauna og gruntvannssamfunn. Rapport 501/92 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 2847, 66 s.
- Knutzen, J., N. Green og E. Brevik, 1994a. 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., J. Beyer, A. Goksøyr, N. Green, K. Hylland, E. Eggaas, M. Sandvik og J. U. Skåre, 1994. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden 1992. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer og biomarkører for miljøgifter. Rapport 552/94 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3038, 54 s.
- Knutzen, J., L. Berglund og E. Brevik, 1995. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Klororganiske stoffer og tributyltinn (TBT) i blåskjell 1993-1994. Rapport 610/95 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3296, 79 s.

- Moy, F og J. Knutzen, 1996. Forsøk med opptak og utskillelse av metaller i blåskjell tranplantert til og fra Sørfjorden i Hardanger. Rapport innen Statlig program for forurensningsovervåking. Under utarbeidelse.
- 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.
- Skei, J., 1995. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1994. Delrapport 1. Vannkjemi. Rapport 607/95 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3263, 28s.
- Skei, J., J. Knutzen og K. Næs, 1989. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1987-1988. Rapport 346/89 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 132 s.
- Stäb, J. A., W. P. Cofino, B. van Hattum og V. A. T. Brinkman, 1993. Comparison of GC/MSD and GC/AED for the determination of organotin in the environment. *Fresenius J. Anal. Chem.* 347: 247-255.

RÅDATAVEDLEGG

- Metaller i blåskjell og tang
- Klororganiske stoffer i blåskjell
 - TBT i blåskjell

ANALYSERESULTATER fra NIVAS LIMS.

Rapportert: 24/04-95

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

Kontaktperson : SKE Prosjektnr : O 800309 Stikkord : Sørfjorden, **BLÅSKJELL**
 Rekvisisjonsnr: 1995-00028 Godkjent av: IMB Godkjent dato: 950424
 Rekvisisjon registrert : 950106

Analysevariabel	Cd-B	Cu-B	Hg-B	Pb-B	Zn/fl-B	%
Enhet ==>	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	tørrvekt
Metode ==>	E2	E2	E4-2*	E2	E1	
PrNr PrDato Merking						
001 941019 B2 Eitrheim	1.74	1.93	0.057	6.59	37.6	14.5
002 941019 B3 Tyssedal	2.34	0.98	0.090	7.75	34.8	12.2
003 941019 B4 Digraneset	1.01	0.77	0.037	2.56	22.3	12.3
004 941019 B6 Kvalnes	1.76	0.77	0.060	5.70	30.3	13.6
005 941019 B7 Krossanes	1.24	0.69	0.044	2.86	19.3	12.7

OBS !!! Metoder som er markert med "**", er foreløpig ikke akkreditert.

VÅTVEKTSBASIS

ANALYSERESULTATER fra NIVAS LIMS.

Rapportert: 30/05-95

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

Kontaktperson : SKE Prosjektnr : O 800309 Stikkord : Sørfjorden
 Rekvisisjonsnr: 1994-02817 Godkjent av: IMB Godkjent dato: 950530
 Rekvisisjon registrert : 941220

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 941019 B1 Byrkjenes blæretang	6.85	10.6	0.12	7.14	24.8	720
002! 941019 B2 Eitrheim "	6.66	18.1	0.14	7.29	24.0	940
003 941019 B3 Tyssedal "	3.45	20.5	0.18	7.73	27.8	650
004 941019 B4 Digranes "	5.37	7.3	0.07	2.15	26.5	600
005! 941019 B6 Kvalnes "	5.31	7.0	0.06	0.76	29.3	620
006! 941018 B7 Krossanes "	5.95	4.8	0.06	0.46	29.0	590
007 941027 B4 Digranes grisetang	2.35	4.8	0.07	0.35	37.1	420
008! 941019 B6 Kvalnes	3.73	13.0	0.11	0.92	33.1	630
009 941018 B7 Krossanes	1.84	4.0	0.04	0.38	33.8	280

OBS !!! Metoder som er markert med "**", er foreløpig ikke akkreditert.

PrNr 002 + Cu reanalysert ! 17.2 µg/g.

PrNr 005 + Cd og Zn reanalysert ! Cd 4.92 µg/g , Zn 0.61 mg/g.

PrNr 006 + Cd og Zn reanalysert ! Cd 5.65 µg/g, Zn 0.60 mg/g.

PrNr 008 + Cu reanalysert ! Cu 13.0 µg/g.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : SØRMAR
 Oppdragsnr. : 800309
 Prøver mottatt : 5.01.95
 Lab.kode : GHS1-5
 Jobb.nr. : 95/3
 Prøvetype : Blåskjell
 Kons. i : Ug/kg våtvekt
 Dato : 31.05.95
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: B2, Eiterheim, 19.10.94
 2: B3, Tyssedal, 19.10.94
 3: B4, Digranes, 19.10.94
 4: B6, Kvalnes, 19.10.94
 5: B7, Krossanes, 19.10.94
 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	0.03	0.03	<0.03	0.03	<0.03	
a-HCH	0.08	0.06	0.08	0.09	0.07	
HCB	0.04	0.05	0.03	0.04	0.03	
g-HCH	0.19	0.13	0.14	0.19	0.13	
PCB 28	0.06	0.04	<0.03	0.06	0.03	
PCB 52	0.16	0.24	0.07	0.12	0.06	
OCS	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
PCB 101	0.46	1.4	0.22	0.31	0.16	
p,p-DDE	2.06	1.86	2.59	13.76	4.74	
PCB 118	0.37	1.42	0.2	0.27	0.14	
p,p-DDD	0.27	s.0.46	0.66	1.99	1.51	
PCB 153	0.93	2.45	0.54	0.62	0.36	
PCB 105	0.12	0.43	0.07	0.09	0.05	
PCB 138	0.75	2.39	0.39	0.52	0.28	
PCB 156	0.06	0.18	0.03	0.04	<0.03	
PCB 180	0.17	0.26	0.07	0.11	0.05	
PCB 209	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
p,p-DDT	0.92	0.41	0.31	3.15	0.22	
SUM PCB	3.08	8.81	1.59	2.14	1.13	
SUM SEVEN DUTCH PCB	2.9	8.2	1.49	2.01	1.08	
%Fett	1.7	1.2	1.1	1.5	1.3	
%Tørrstoff	14.5	12.2	12.3	13.6	12.7	

s.= suspekt verdi.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : SØRMAR
Oppdragsnr. : 800309
Prøver mottatt : 5.1.95
Lab.kode : GHS 1-2
Jobb.nr. : 95/3
Prøvetype : Blåskjell
Kons. i : Ng/g våtvekt
Dato : 7.6.95
Analytiker : Brg

TBT+
Ng/g v.v.

Prøve

GHS 1	62
" 2	37

Tørrstoffinnhold, se PCB-resultater!



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2841-1