



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport 593/95

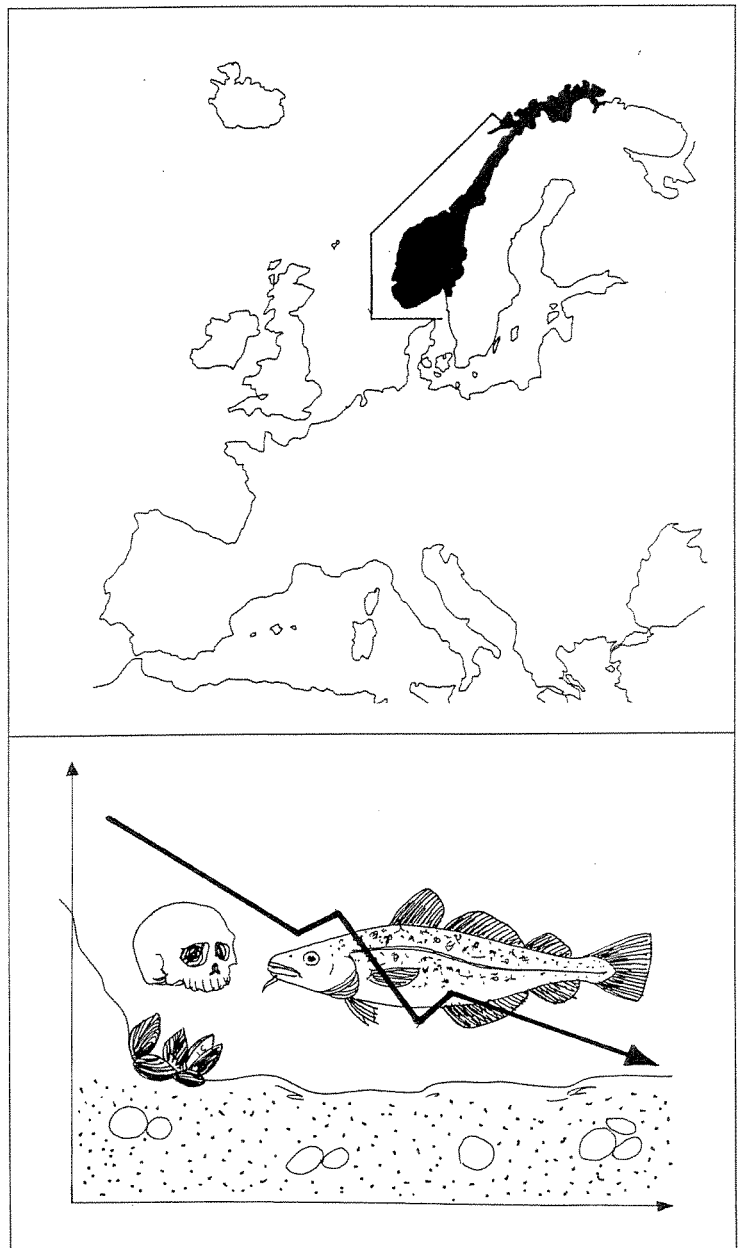
Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Utførende institusjon NIVA

## Overvåking av miljøgifter i marine sedimenter og organismer 1981-92

"Joint Monitoring  
Programme (JMP)"



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-80106	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3184	

<b>Hovedkontor</b>	<b>Sørlandsavdelingen</b>	<b>Østlandsavdelingen</b>	<b>Vestlandsavdelingen</b>	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b>
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
Overvåking av miljøgifter i marine sedimenter og organismer 1981-92. "Joint Monitoring Programme (JMP)"	jan. 95	NIVA 1995
(Statlig program for forurensningsovervåking Overvåkingsrapport nr.593/95. TA-nr. 1172/1995)	Faggruppe:	Marinøkologisk
Forfatter(e):	Geografisk område:	Oslofjorden til Lofoten
Norman W. Green Jon Knutzen Aud Helland Einar M. Brevik	Antall sider:	Opplag:
	195	150

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Statens forurensningstilsyn (SFT)	

Ekstrakt:
Den norske delen av JMP i perioden 1981-92 har vesentlig omfattet Oslofjordområdet, Sørfjorden/Hardangerfjorden og Orkdalsfjordområdet. Siden 1990 er det i tillegg foretatt undersøkelser i bare diffust belastede områder (referanse-lokaliteter) fra Ytre Oslofjord til Lofoten. I hovedtrekk gjelder programmet tilstand og utvikling i konsentrasjoner av kadmium, bly, kvikksølv, kobber, sink, PCB med enkelte forbindelser, DDT, $\gamma$ -HCH, HCB i sediment, blåskjell, lever av torsk og flatfisk, samt kvikksølv i filet. Det er også gjort orienterende undersøkelser av PAH, dioxiner og TBT i blåskjell. Vurdering av JMP-materialet er vurdert ut fra "høyt bakgrunnsnivå" og SFT's klassifiserings-system for miljøkvalitet. Resultatene for 1992 viste i hovedtrekk betydelig forhøyede konsentrasjoner i indre Oslofjord (bly, kvikksølv, PCB og DDT i sediment og PCB i blåskjell og torskelever), Sørfjorden/Hardangerfjorden (kadmium, bly og kvikksølv i sediment og blåskjell, kadmium og bly i skrubelever og kvikksølv i torskfilet, PCB og DDT i blåskjell og torskelever) og Orkdalsfjorden (kobber og kadmium i sediment). Endring over tid i områder med forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter viste bl.a. en viss økning for PCB i blåskjell fra indre Oslofjord og avtagende innhold av DDT i blåskjell fra Sørfjorden.

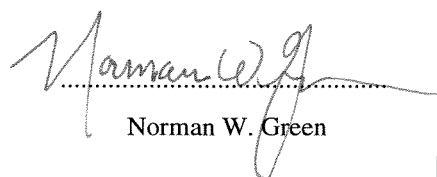
4 emneord, norske

1. Miljøgifter
2. Organismer
3. Sediment
4. Overvåking

4 emneord, engelske

1. Contaminants
2. Organisms
3. Sediment
4. Monitoring

Prosjektleder

  
Norman W. Green

For administrasjonen

  
Torgeir Bakke

ISBN: 82-577-2676-1

Norsk institutt for vannforskning

---

O-80106

## **Overvåking av miljøgifter i marine sedimenter og organismer 1981-92**

**"JOINT MONITORING PROGRAMME (JMP)"**

Oslo, 25. desember 1994

Prosjektleder: Norman W. Green

---

# Forord

Overvåking av miljøgifter i sjøvannsmiljø i Norge har sin bakgrunn i Norges forpliktelser som traktatland i Oslo- og Pariskonvensjonene. Konvensjonene trådte i kraft i 1974 og har til formål å beskytte marine miljøer mot forurensning. Oslo-konvensjonen fokuserer på dumpingproblematikken i nordøst Atlanteren og Østersjøen. Paris-konvensjonen angår forurensninger forårsaket av landbaserte kilder. Sammen trekker konvensjonene (Oslo-Pariskommisjonene) opp retningslinjene for overvåking i den felles overvåkings-gruppen "Joint Monitoring Group" (JMG). Programmet, "Joint Monitoring Programme" (JMP), er dessuten basert på råd fra og samarbeid med Det internasjonale råd for havforskning ("International Council for the Exploration of the Sea" (ICES)).

Det norske bidraget til JMP har i hovedsaken vært administrert og gjennomført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) (NIVA-kontrakt O-80106).

Denne rapporten gir en orienterende gjennomgang av de viktigste resultatene fra den norske delen av programmet i 1981-1992. Den må imidlertid ikke betraktes som en fullstendig behandling av det omfattende datamaterialet. Dette rommer også flere forskningsmessige problemstillinger som det her bare er nevnt eksempler på.

Analysene har blitt gjennomført av følgende institutter (kfr. Green & Rønningen, 1994b):

<b>Institutt</b> (JMP kode)	<b>Norsk navn</b>	<b>English name</b>
<b>FIER</b>	Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt	Institute for Nutrition, Fisheries Directorate
<b>FORC</b>	FORCE Institutterne, Div. for Isotopteknik og Analyse [DK]	FORCE Institutes, Div. for Isotope Technique and Analysis [DK]
<b>IMRN</b>	Havforskningsinstituttet	Institute of Marine Research (IMR)
<b>NACE</b>	Nordisk Analyse Center	Nordic Analytical Center
<b>NIVA</b>	Norsk institutt for vannforskning	Norwegian Institute for Water Research
<b>SERI</b>	Institutionen för vatten- och luftvårdsforskning	Swedish Environmental Research Institute
<b>VETN</b>	Veterinærinstituttet	Norwegian Veterinary Institute
<b>SIIF</b>	Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høgskole - SINTEF (en avdeling, tidligere: Senter for industriforskning SI)	Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology - SINTEF (a division, previously: Center for Industrial Research SI)

Personer som har bidratt og respektive oppgaver fremgår av følgende side

Oslo, 25. desember 1994.

Norman W. Green

Prosjektleder

Norsk institutt for vannforskning

*Følgende personer som har deltatt i arbeidet takkes herved:*

**Båt og mannskap**

"Harry Borten" - Trondheim biologiske stasjon  
"Bjørn Føyn" - Universitetet i Oslo  
"Stril Explorer" - Simon Møkster (Stavanger)  
"Siddis Girl" - Dykkerfirma Egil Olsen A/S (Finnsnes)  
"Sirafjord" - Johs.Klovning (Haugesund)

**Innsamling av vannprøver**

Trondheim biologisk stasjon - Harry Fjølstad, Bjarne Sjøreng  
Færder fyr - Roald Eriksen

**Innsamling og opparbeidelse av sediment**

NIVA Unni Efraimsen, Aud Helland, Frank Kjellberg, Roger Konieczny

**Innsamling av fisk**

Jostein Bekkoset, Kjell Reidar Brekne, Arne Grundvik, Håkon Gundersen, Jan Hugo Hansen, Bjarte Hundestad, Alf Karlsen, Arne Kristiansen, Olav L. Kvamsøy, Agnar Kvellestad, Jan Erik Nesbakken, Georg Mathissen, Lars Moe, Øyvind Sandsland, Hjalmar Steinsvåg, Ole Torget, Ingvar Tveit

**Innsamling og opparbeidelse av skalldyr og fisk**

Akvaplan-niva: Anita Evenset

NIVA Sigbjørn Andersen, Åse Bakketun, Unni Efraimsen, Bodil Ekstrøm, Norman W. Green, Rolf Høgberget, Tone Jacobsen, Frank Kjellberg, Lars Kirkerud, Roger Konieczny, Tom Tellefsen, Mats Walday  
VETN Tore Håstein

**Aldersbestemmelse av fisk**

NIVA Åse Bakketun, Lars Kirkerud, Frank Kjellberg, Tone Jøran Oredalen

**Datering av sedimentkjerner**

FORC Arne Jensen, Kurt Jensen, Leo Larsen

**Metallanalyser**

FIER Kåre Julshamn

NIVA Roy Beba, Liv Bryn, Arne Godal, Bente Hiort Lauritzen, Mette Løvberg, Marit Villø

SERI Åke Iverfeldt

SIIF Beate Enger, Frøydis Orelid

VETN Gunnar Norheim, Bjørn Næs

**Organiske analyser**

IMRN Kjell Westrheim, Svein Wilhelmsen, Jarle Klungsøy

Institutt for energiteknikk (IFI) - Oddvar Johansen, Sylviane Sieglé

NACE Paul D. Edminson, Mette Husbyn, Hilde Skår

NIVA Lasse Berglind, Einar Brevik, Norunn Følsvik, Finn Nilsen, Grete Lied Sigernes, Tom Tellefsen og Heidi Østby

Norsk institutt for luftforskning (NILU) - Michael Oehme

SIIF Georg E. Carlberg, Valborg Holten Jørgensen, Alfild Kringstad, Arne Lund Kvernheim, Kari Martinsen, Åse Raknes

VETN Gunnar Norheim, Bjørn Næs

**Databaseoppdatering**

NIVA Unni Efraimssen, Marit Mjelde, Tone Jøran Oredalen

**Databaseutvikling**

ICES Simon Wilson, Jan René Larsen

NIVA Terje Hopen, Audun Rønningen, Gunnar Severinsen

**Grafisk fremstilling**

NIVA Elin Eldnes, Terje Hopen, Mette Tobiesen, Petter Wang

**Statistisk rådgivning**

NIVA Birger Bjerkgeng

**Sekretærbistand**

NIVA Liv Berg, Elisabeth Damsgaard, Ingegerd Svensson

**Rapportering vannandel**

NIVA Norman W. Green

**Rapportering sedimentdel**

NIVA Aud Helland

**Rapportering biologidel**

NIVA Norman W. Green, Lars Kirkerud, Jon Knutzen

**Kvalitetssikring**

NIVA Torgeir Bakke, Birger Bjerkgeng, Einar Brevik, Jon Knutzen, Håvard Hovind, Jens Skei

# Innhold

1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDINGER .....	6
1.1. Formål .....	6
1.2. Konklusjoner .....	6
1.3. Tilrådinger .....	9
2. BAKGRUNN OG FORMÅL .....	10
3. MATERIALE OG METODER .....	11
3.1. Feltarbeid .....	11
3.2. Analyser .....	16
3.3. "Høyt bakgrunnsnivå" og klassifisering av miljøkvalitet .....	17
3.4. Deteksjonsgrenser .....	17
3.5. Kvalitetssikring .....	20
3.6. Grenseverdier i mat .....	21
3.7. Statistiske metoder .....	22
3.7.1. Tidstrendanalyse .....	22
3.7.2. Prinsipal Komponent Analyse .....	23
3.8. Datamateriale .....	24
3.9. Kommentarer til presentasjon av materialet .....	24
4. "Bakgrunnsnivåer" .....	25
5. OSLOFJORDEN .....	27
5.1. Bakgrunn - andre undersøkelser .....	27
5.2. Metaller i sediment, skalldyr og fisk .....	29
5.2.1. Tilstand .....	29
5.2.2. Utvikling .....	32
5.3. Klororganiske stoffer i sediment, skalldyr og fisk .....	44
5.3.1. Tilstand .....	44
5.3.2. Utvikling av forurensningssituasjonen .....	45
6. HVALER-SINGLEFJORDOMRÅDET .....	53
6.1. Bakgrunn - andre undersøkelser .....	53
6.2. Metaller i blåskjell .....	56
6.2.1. Tilstand .....	56
6.2.2. Utvikling 1982 - 1990 .....	56
6.3. Klororganiske stoffer i blåskjell .....	57
6.3.1. Tilstand .....	57
6.3.2. Utvikling 1982 - 1990 .....	57
7. LANGESUNDSFJORDEN .....	58
7.1. Bakgrunn - andre undersøkelser .....	58
7.2. Metaller i blåskjell .....	61
7.2.1. Tilstand .....	61
7.2.2. Utvikling 1981-92 .....	61
7.3. Klororganiske stoffer i blåskjell .....	62
7.3.1. Tilstand .....	62
7.3.2. Utvikling 1981-92 .....	62
8. SØRFJORDEN/HARDANGERFJORDEN .....	63
8.1. Oppsummering fra andre undersøkelser .....	63
8.2. Metaller i sediment, blåskjell og fisk .....	66
8.2.1. Tilstand .....	66
8.2.2. Utvikling .....	70
8.3. Klororganiske stoffer i sediment, blåskjell og fisk .....	92
8.3.1. Tilstand .....	92
8.3.2. Utvikling .....	93

9. ORKDALSFJORDOMRÅDET .....	102
9.1. Bakgrunn - andre undersøkelser.....	102
9.2. Metaller i vann, sediment, blåskjell og fisk .....	104
9.2.1. Tilstand.....	104
9.2.2. Utvikling.....	104
9.3. Klororganiske stoffer i sediment, blåskjell og fisk .....	105
10. ORIENTERENDE UNDERSØKELSER I BLÅSKJELL .....	112
10.1. Polysykliske aromatiske hydrokarboner - PAH .....	112
10.2. Polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner.....	114
10.3. Tributyltinn - TBT .....	114
11. VURDERING AV MILJØGIFTER I SJØMAT .....	115
12. AVSLUTTENDE KOMMENTARER .....	117
13. REFERANSER .....	118
Vedlegg A Forkortelser.....	125
Vedlegg B Stasjonsoversikt .....	133
Vedlegg C Tidstrend-analyse av miljøgifter i organismer 1981-92 .....	139
Vedlegg D Landsoversikt for miljøgiftnivåer i overflatesediment 1990-92.....	151
Vedlegg E Landsoversikt for miljøgiftnivåer i organismer 1992 .....	163
Vedlegg F Resultater fra prinspal komponent analyse (PCA).....	175
Vedlegg G Resultater fra dioksinanalysene i blåskjell .....	187
Vedlegg H Resultater fra analyser av tributyltinn (TBT) i blåskjell .....	193



# 1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDINGER

## 1.1. Formål

Overvåkingen av miljøgifter på marine lokaliteter i Norge innen det internasjonale overvåkingsprogram JMP (Joint Monitoring Programme) har sin bakgrunn i Norges forpliktelser som traktatland i Oslo- og Paris-konvensjonene. Programmets formål er å beskrive forurensningssituasjonen med hensyn til menneskers helserisiko, økologiske konsekvenser, geografisk utbredelse og tidstrender. Herved fremkommer også et grunnlag for å vurdere behovet for tiltak.

Den norske delen av programmet omfatter Oslofjorden med tilgrensende områder (Hvalerområdet, Singlefjorden og Langesundsfjorden siden 1981), Sørfjorden og Hardangerfjorden (1983-84 og siden 1987) og Orkdalsfjord-området (siden 1984). I forbindelse med norsk deltagelse i den internasjonale undersøkelse av Nordsjøen ("North Sea Task Force" (NSTF) "Master Monitoring Plan" (MMP)) i 1990 ble flere områder mellom Oslofjorden og Bergen undersøkt. I 1992 og 1993 ble miljøgifter i marine sedimenter og organismer fra Bergen til Lofoten undersøkt for å få utvidet kjennskap til nivåene i lite/bare diffust belastede områder ("bakgrunnsverdier").

JMP omfatter i hovedtrekk undersøkelse av kadmium, bly, kvikksølv, kobber, sink, utvalgte enkeltforbindelser av polyklorerte bifenyler (PCB), enkelte metabolitter av diklordifenyltrikloreten (DDT, men definert her som sum av ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD), gamma heksaklorsykkloheksan ( $\gamma$ -HCH, Lindan) og heksaklorbenzen (HCB) i sediment, blåskjell, lever av torsk og forskjellige arter av flatfisk, samt kvikksølv i filet.

Resultatene i foreliggende rapport har hovedsaklig å gjøre med tilstanden i 1992, samt forekomst og utvikling over tid av miljøgifter i sediment og biota i perioden 1981-1992. Resultatene er tidligere dokumentert i egne datarapporter. Vurderingen av JMP-materialet fra norsk farvann baserer seg stort sett på *overkonsentrasjoner*, dvs. den faktoren som *middelkonsentrasjonen* i sediment eller *median konsentrasjon* i organismer som overskrider antatt "høyt bakgrunnsnivå" (klasse I i SFT's klassifiseringsystem for miljøkvalitet).

## 1.2. Konklusjoner

### Oslofjordområdet:

Innholdet av metaller i bunnsedimentene avtok fra Steilene og ut til Færder. Dette gjaldt særlig kvikksølv og bly som henholdsvis var opp til 6 og 3 ganger "høyt bakgrunnsnivået" ved Steilene. Det samme ble registrert for PCB (sum av 7 PCB forbindelser: CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) med forhøyede verdier (4 x "høyt bakgrunnsnivå") ved Steilene og under "høyt bakgrunnsnivå" ved Færder. Innholdet av DDT var imidlertid fortsatt høyt ved Færder (8 x "høyt bakgrunnsnivå"). Kjerneprøver av sedimentene viste ingen entydig utvikling i forurensnings situasjonen. Andre undersøkelser i området har imidlertid vist avtagende konsentrasjoner av metaller mot sedimentoverflaten.

Konsentrasjonene av metaller i blåskjell, torsk, skrubbe og rødspette i 1992 var lave, mindre enn to ganger "høyt bakgrunnsnivå".

Overkonsentrasjoner av PCB (sum av 7 PCB forbindelser: CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) er funnet i blåskjell og torskelever fra indre fjord i 1990-92. Konsentrasjonene var i klasse III ("nokså dårlig") for blåskjell i 1989-92 og det samme for torskelever i 1991-92 (dvs. over tre ganger "høyt bakgrunnsnivå"). Trenden for blåskjell var oppadgående inntil 1989, da konsentrasjonen synes å ha steget fra under "høyt bakgrunnsnivået" til over tre ganger "høyt bakgrunnsnivå", tilsvarende klasse III. Siden har nivået vært stabilt.

Noe forhøyet innhold av DDT ble registrert i torskelever fra indre fjord 1992.

### **Hvaler-Singlefjordområdet:**

Overkonsentrasjoner av kadmium og kvikksølv i blåskjell ble funnet ved Fugleskjær, ved utløpet av Glomma. Forhøyede konsentrasjoner av kadmium i skjell ble også funnet i Sponvika ved munningen av Iddefjorden. Konsentrasjonen var imidlertid noe lavere i 1990 enn i 1982 og 1985.

Middelkonsentrasjonene av "total" PCB (estimert vha ulike kommersielle PCB-blandinger) i blåskjell fra Fugleskjær og Sponvika 1985 og 1990 var omkring eller bare svakt over "høyt bakgrunnsnivå". I omtrent en halvering av "total" PCB ble observert i blåskjell fra 1982 til 1985.

### **Langesundsfjorden:**

Det ble ikke registrert noe vesentlige forhøyede median-konsentrasjoner av metaller i blåskjell.

I 1992 var mediane konsentrasjoner av HCB i blåskjell over to ganger "høyt bakgrunnsnivå".

Konsentrasjoner av HCB har variert mye i perioden 1983-1992, fra 2 til over 200 ppb t.v. Det ble ikke registrert noe systematisk utvikling, men generelt sett var det noe lavere verdier etter 1989, samsvarende med utslippsreduksjoner i 1989-90.

### **Sørfjorden og Hardangerfjorden:**

Bunnsedimentene i indre deler av Sørfjorden var forurenset med kadmium, kobber, sink, kvikksølv og bly. Kvikksølv og bly utgjorde den største belastningen (klasse IV). Graden av forurensning avtok ut fjorden til klasse II for kvikksølv og bly og klasse I for øvrige metaller i indre deler av Hardangerfjorden. I ytre skjærgård utenfor Hardangerfjorden var innholdet av metaller under "høyt bakgrunnsnivå". Innholdet av PCB (sum av 7 PCB forbindelser: CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) og DDT var forhøyet i indre deler av Sørfjorden, men avtok til under "høyt bakgrunnsnivå" i Hardangerfjorden.

Kjerneprøver av sedimentene viste en tydelig trend med økende forurensningsbelastning, særlig for kvikksølv, bly og sink fra bunnen av kjernene opp til dagens nivå på toppen.

I perioden 1990-92 var konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly i blåskjell fra indre Sørfjorden over 20 ganger "høyt bakgrunnsnivå" (klasse V "meget dårlig") og for sink over 5 ganger (klasse IV "dårlig"). Mindre overkonsentrasjoner av kadmium og bly ble funnet opp til 120 km fra Odda, for kvikksølv og sink ca. 70 km unna.

Betydelig overkonsentrasjoner av kadmium og bly er funnet i skrubbelever fra indre Sørfjorden i størrelsesorden hhv. 8-10 og 4-8 ganger over "høyt bakgrunnsnivå" i perioden 1990-92. Kvikksølv i torskefilet i 1992 var over tre ganger "høyt bakgrunnsnivå".

Til dels samsvarte episodiske tilførsler med relativt høye konsentrasjoner av metaller funnet i blåskjell ved Eittheimsneset og Kvalnes i Sørfjorden. Dette gjaldt spesielt kadmium og kvikksølv, i mindre grad bly og sink.

Innholdet av kadmium og bly i blåskjell fra Ranaskjær i Hardangerfjorden har enkelte ganger vært noe høyere enn i skjell fra Krossanes nærmere Sørfjorden. Dette kan tyde på en viss lokal påvirkning.

I perioden 1990-92 ble det hovedsakelig registrert lave eller bare svakt forhøyede konsentrasjoner av PCB (sum av 7 PCB forbindelser: CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i blåskjell og fiskelever fra Sørkfjorden og Hardangerfjorden. Et unntak var torskelever fra indre Sørkfjorden i 1991 og for skrubbelever i 1990-91, da det ble funnet overkonsentrasjoner opp til 3-5 ganger "høyt bakgrunnsnivå".

I blåskjell er det funnet høye overkonsentrasjoner av DDT (klasse IV) ved Kvalnes (midtre deler av Sørkfjorden) og også høyere verdier enn "høyt bakgrunnsnivå" i skjell fra hovedfjorden.

Likeledes er det registrert overkonsentrasjoner av DDT opp til klasse III i torskelever fra indre Sørkfjorden og Strandebarm i Hardangerfjorden i perioden 1990-1992.

Konsentrasjonen av DDT i blåskjell fra Kvalnes synes å ha gått betraktelig ned i perioden 1988-1992 (fra tilstandsklasse V i 1988 til III i 1992), i mindre grad også i skjell fra Vikingneset i Hardangerfjorden.

### **Orkdalsfjordområdet:**

Innholdet av kobber og kadmium i bunnsedimentene var høyt (klasse III) i området nærmest utløpet av Orkla. Konsentrasjonene avtok imidlertid utover i fjorden, og i Ytre Orkdalsfjord lå verdiene ned mot "høyt bakgrunnsnivå". Analyser av klororganiske stoffer i sedimentene i Ytre Orkdalsfjord lå alle under deteksjonsgrensen (<0.05 ppb).

I 1991-92 ble det registrert lave eller bare moderat forhøyede konsentrasjoner av kadmium, kobber og sink i blåskjell fra Trossavika. Konsentrasjonene av bly, kvikksølv og klorerte forbindelser var alle under antatt øvre grense i skjell fra bare diffust belastede områder.

Det ble ikke sporet noen entydig utvikling i kadmium-, kobber- og sinkkonsentrasjoner i blåskjell i perioden 1984-1992. Høye kobberkonsentrasjoner registrert i åttiårene (klasse V) tyder på at i slike ekstreme tilfeller kan blåskjell brukes som indikatororganisme til tross for evne til regulering av kobberinnhold.

### **Orienterende undersøkelser av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH):**

Innhold av PAH ble undersøkt i blandprøver av blåskjell fra 19 stasjoner fra Oslofjorden til Lofoten, hvorav 11 ut fra sin beliggenhet kunne betegnes som referansestasjoner. Høye konsentrasjoner ble f.eks. funnet ved Akershuskaia i indre Oslofjord: over syv ganger "høyt bakgrunnsnivå".

### **Orienterende undersøkelser av polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner:**

Innholdet av PCDF/PCDD ("dioxiner") ble undersøkt i blåskjell fra Risøy (Kragerøområdet) og Ullerø (Farsund). Begge steder var det moderat forhøyede verdier (2 ganger "høyt bakgrunnsnivå").

### **Tributyltinn - TBT:**

TBT ble undersøkt i blåskjell på tre stasjoner i indre Oslofjord. Resultatene viser at konsentrasjonene økte mot indre fjord, - fra 150 ppb v.v. ved Mølen til 770 ppb. v.v. ved Akershuskai. Imidlertid representerer også verdier ved Mølen en betydelig påvirkning sammenlignet med "bakgrunnsverdier" fra senere sonderende undersøkelse av TBT i blåskjell fra havneområder.

## Vurderingen av miljøgifter i sjømat:

Analysene for Indre Oslofjord (PCB i torsk) og Sørfjorden og Hardangerfjorden (kadmium, kvikksølv, bly og sink i blåskjell; kadmium og ΣDDT i torskelever og kvikksølv i torskefilet og glassvarfilet) viste resultater som minst en gang i perioden 1990-1992 bekreftet bekymringene i forbindelse med utnyttelsen av sjømat fra disse områdene.

*Denne rapporten gir en orienterende gjennomgang av de viktigste resultatene fra den norske delen av programmet i 1981-1992. Den må imidlertid ikke betraktes som en fullstendig behandling av det omfattende datamaterialet. Dette rommer også flere forskningsmessige problemstillinger som det her bare er nevnt eksempler på.*

### 1.3. Tilrådinger

Det er et markert behov for å få bedre kjennskap til den totale belastningen med miljøgifter i den norske JMP-regionen og prosessene som styrer belastningen. Det er ofte ukjent i hvilken grad påvirkningen av JMP-stasjoner vesentlig skyldes lokale kilder eller vannmassene fra tilstøtende regioner.

Det er også et generelt behov for bedre kjennskap til mulige toksiske effekter av moderat forhøyede miljøgiftkonsentrasjoner i organismer.

I Sørfjorden har episodiske utslipp og manglende pålitelige tall for tilførsler redusert mulighetene for en tilforlatelig vurdering av tilstand og utvikling mht. i miljøgifter i fjord-miljøet. JMP-programmet i området bør revurderes ut fra dette. For å følge utviklingen kreves både bedre kjennskap til utslippene og økt frekvens for prøveinnsamling.

På bakgrunn av den reduserte belastningen med gruveavrenning på Orkdalsfjorden kan dette området utelates fra JMP.

Det er fremdeles mangel på eller sparsomt med data fra referansestasjoner for en rekke kombinasjoner av miljøgifter/arter. Det er også mangel på sammenlignende studier av ulike arters og gruppers indikatoregenskaper. På bakgrunn av dette bør det vurderes - for en periode - å gjøre innsamling av "bakgrunnsverdier" til et hovedformål innen JMP.

Eksempler på andre aktuelle arbeidsoppgaver som bør dekkes er:

- Utvidelse av referansestasjonsnettet til området nord for Lofoten<sup>1</sup>
- Relasjoner mellom miljøgiftnivåer og biologiske variable (alder, lengde, vekt, kjønn)
- Belysning av tidstrender over kortere perioder, eventuelt også ikke lineære trender
- Analyse av statistikkmetoders sensitivitet mht. å detektere trender
- Vurdering av behovet for en prøvebank med henblikk på fremtidige analyseønsker.

---

<sup>1</sup> Dette er gjort i undersøkelsen for 1994.

## 2. BAKGRUNN OG FORMÅL

Overvåkingen av miljøgifter i sjøvannsmiljø i Norge har sin bakgrunn i Norges forpliktelser som traktatland i Oslo- og Paris-konvensjonene. Konvensjonene trådte i kraft i 1974 og har til formål å beskytte marine miljøer mot forurensning. Oslo-konvensjonen fokuserer på dumpingproblematikken i nordøst Atlanteren og Østersjøen. Paris-Konvensjonen angår forurensninger forårsaket av landbaserte kilder. Under Oslo-Paris kommisjonene (OSPARCOM) er det dannet en felles monitoring-gruppe, "Joint Monitoring Group" (JMG) og i verksatt et felles overvåkingsprogram ("Joint Monitoring Programme" - JMP) basert på råd fra og samarbeid med Det internasjonale råd for havforskning ("International Council for the Exploration of the Sea" (ICES)). Gruppen inkluderer alle land som grenser til Nord-Øst Atlanteren. På grunnlag av resultatene fra det felles overvåkings-programmet har JMP til formål å utrede forurensningssituasjonen og behov for tiltak med hensyn til:

- Menneskers helserisiko
- Økologiske konsekvenser
- Geografisk utbredelser/regionale forskjeller
- Tidstrender

Den norske delen av programmet ble satt igang av Statens forurensningstilsyn (SFT) i 1981 og omfatter Oslofjorden med tilgrensende områder (Hvalerområdet, Singlefjorden og Langesundsfjorden siden 1981), Sørfjorden og Hardangerfjorden (1983-84 og fra 1987) og Orkdalsfjord-området (siden 1984). I forbindelse med norsk deltagelse i den internasjonale undersøkelsen av Nordsjøen ("North Sea Task Force" (NSTF) "Master Monitoring Plan" (MMP)) i 1990 ble flere områder mellom Oslofjorden og Bergen undersøkt. I 1992 og 1993 ble miljøgifter i sjøvannsmiljø fra Bergen til Lofoten undersøkt for å få utvidet kjennskap til nivåene i lite/bare diffust belastede områder ("høye bakgrunnsnivåer").

Resultatene fra JMP er stort sett rapportert hvert år til SFT, ICES og OSPARCOM som "National Comments". Disse rapportene omfatter en generell vurdering av kvalitetssikring, kommentarer til resultater og sammenligning med tidligere undersøkelser (f.eks. Green 1987, 1989b, 1991, 1992, 1993c, 1994). I tillegg er resultatene rapportert på norsk (f.eks. Enger et al., 1983, 1985, Green, 1988; SFT, 1987, 1988, 1989, 1990).

Resultatene er også delvis blitt rapportert i samarbeid med ICES (undersøkelse av geografisk spredning av miljøgifter i sediment (JMG 1993), biota (ICES, 1988), tidstrender i biota (ICES, 1989, 1991, JMG 1994a, 1994b; Nicholson et al., 1989a -b, 1991) og metode-utvikling (Green, 1989a, 1990a; Green & Munk-Hansen 1989; WGSAM, 1993)).

Vurderingen av JMP-materialet fra norske farvann baserer seg stort sett på *overkonsentrasjoner*, dvs. den faktoren som *middel* konsentrasjon i sediment eller *median* konsentrasjon i organismer overskrider antatt "høyt bakgrunnsnivå" med. De antatte "høye bakgrunnsnivåene" bygger på en rekke undersøkelser både her i landet og fra utlandet (kfr. Knutzen & Skei, 1990 og Knutzen & Green, 1995). En del av de "høye bakgrunnsnivåene" er benyttet som grunnlag for SFT's klassifisering av miljøkvalitet (Knutzen et al., 1993). *Systemet er ufullstendig i den forstand at flere viktige kombinasjoner av stoffer/medier ikke er dekket, eller "bakgrunnsnivåene" er usikre. Det er derfor behov for fortsatt kartlegging av tilstanden.*

Resultatene i foreliggende rapport er tidligere dokumentert i Green & Rønningen (1994a, b; 1995) og fokuserer dels på tilstanden i 1992, dels på utviklingen frem til dette året. Det understrekes at rapporten representerer en orienterende gjennomgang av datamaterialet 1981-1992 og ikke kan betraktes som en fullstendig evaluering. Enkelte emner er ikke eller er bare delvis diskutert; f.eks. mulig sammenheng mellom miljøgiftkonsentrasjonene i ulike medier/vevstyper, mellom forskjellige miljøgifter innbyrdes eller med biologiske variabler som alder og størrelse. En innledende analyse av enkelte slike forhold er inkludert i en kommende rapport om de "høye bakgrunnsnivåer" som kan trekkes ut av JMP-lokaliteter fjernt fra punktkilder (Knutzen & Green, 1995).

### 3. MATERIALE OG METODER

Forkortelsene brukt i denne rapporten er beskrevet i Vedlegg A.

#### 3.1. Feltarbeid

Stasjoner for innsamling av sediment og biologisk materiale fra kyststrekningen fra Oslo til Lofoten er vist på fig.1-3 og i Vedlegg B.

Hyppigheten av prøveinnsamlingen er avhengig av målsetting (Tab.1). Innholdet av programmet har variert noe siden begynnelsen i 1981, men det har vært lite endringer de siste årene bortsett fra stasjonsnettet (se f.eks. program for 1993 (Green, 1993a)).

**Tabell 1.** JMP delformål og prøvetakingshyppighet (første år og antall år deretter). \* betyr at formålet ikke gjelder disse medier og n.d. at en prosedyre for å oppnå vekommende formål foreløpig ikke er vedtatt, (revidert fra OSPARCOM, 1987 Anneks 4).

JMP kode	MÅLSETTING	MEDIUM		
		sjøvann	sediment	biota
a	helse	*	*	1984 + 2 <sup>1)</sup>
b	økologisk effekter	n.d.	n.d.	n.d.
c	geografisk utbredelse	1985 + 5	1985 + 5	1985 + 5
d	tidstrender	1983 + 1	1986 + 1	1983 + 1

<sup>1)</sup> Fra 1986 er det enighet om at deltagende land skal presentere informasjon om nasjonale helsegrenser for miljøgifter i sjømat og bakgrunnen for disse (OSPARCOM 1990).

Så langt det har latt seg gjøre er prøvene er innsamlet og opparbeidet i henhold til metodikk benyttet innenfor Oslo/Paris-konvensjonens "Joint Monitoring Programme" (ICES, 1986, 1992) så langt det lot seg gjøre.

Imidlertid ble ICES forskrifter for **sediment** ikke blitt vedtatt, og istedet ble det benyttet forskrifter skissert i 1990 JMP/NSTF-programmet (cf. Green, 1990b). Hovedtrekkene i dette er at overflatesedimentene (0-2cm) fra minst to parallelle kjerner på alle stasjoner ble analysert for metaller og klorerte forbindelser. På to kjerner ble også prøver stort sett tatt i 2-cm's intervaller nedover i sedimentet og analysert for metaller.

Undersøkelse av biologisk materiale har fulgt ICES forskrifter (1986). Av historiske grunner ble tre størrelsesgrupper av **blåskjell** (*Mytilus edulis*) innsamlet fra hver stasjon. De tre størrelsesgruppene var: 2-3, 3-4 og 4-5cm. For hver gruppe ble det samlet inn femti individer til en blandprøve. Det ble samlet inn hundre individer fra 2-3cm gruppen dersom det var for lite materiale i femti individer fra hver gruppe. I senere forskrifter (ICES, 1992) er det krav om bare 20 individer pr. størrelsesgruppe. Ut fra de norske resultatene er det indikasjoner på at hverken forskjell i skjell-lengde (mellom 2 og 5cm) eller antall individer i blandprøvene (mellom 20 og 100) har noen statistisk effekt på konsentrasjonen av miljøgifter (Bjerkeng & Green, 1994).

Etter ICES forskrifter skal skjellene "tarmrensens" ved å holde levende 12-24 timer i et akvarium med sjøvann fra innsamlingsstedet. Temperaturen blir holdt konstant ved ca.8°C. Deretter blir skjellene renses og fryst ned. Tester indikerer at tarmrensingen ikke har signifikant effekt på konsentrasjonen av miljøgifter når det er lite partikler i vannet (Green, 1989a).

**Reker** (*Pandalus borealis*) er tatt fra kommersielle fangster, rensert og fryst ned. Ca. 100 skrellede individer blir analysert som blandprøver.

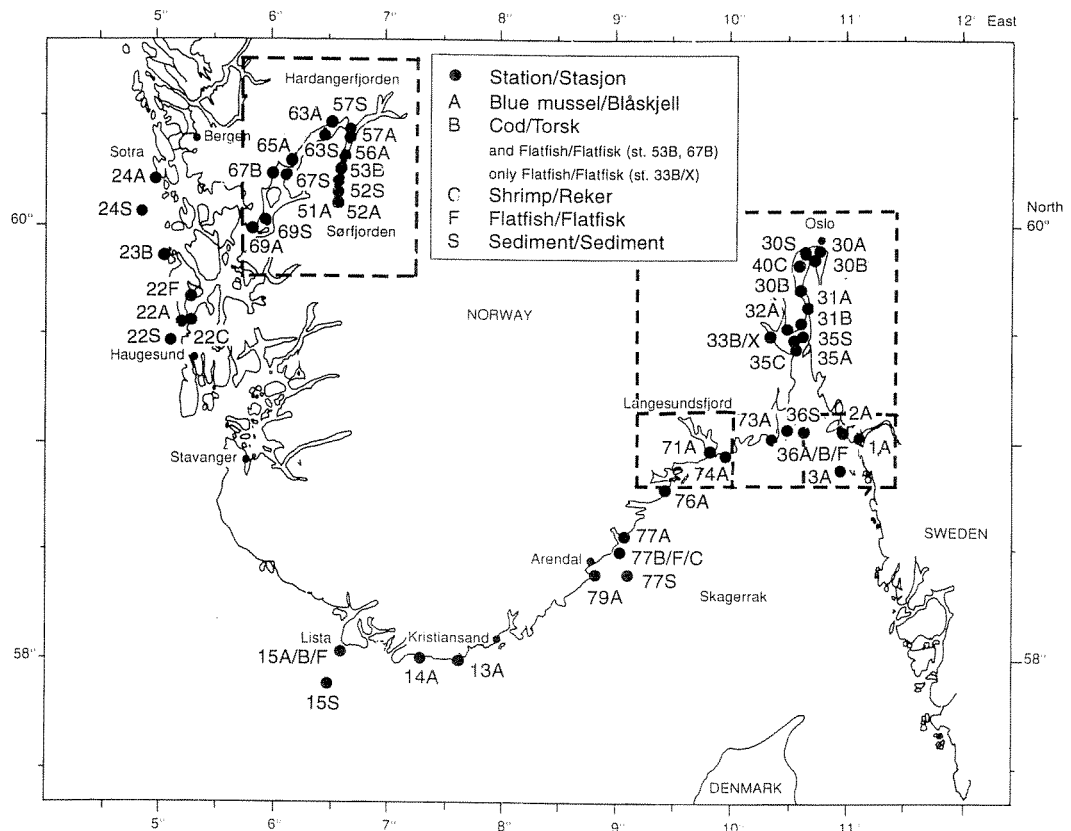
Om mulig blir **torsk** (*Gadus morhua*) og en flatfiskart innsamlet fra hver stasjon. De aktuelle flatfiskarter som forskriftene prioriterer er: sandflyndre (*Limanda limanda*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og rødspette (*Pleuronectes platessa*). På en stasjon (St.67B i Hardangerfjorden) har det bare vært mulig å skaffe glassvar (*Lepidorhombus whiff-iagonis*).

Fangsten av fisk har tatt sikte på fem lengdegrupper geometrisk fordelt (tab.2).

**Tabell 2.** Lengdegrupper for torsk og flatfisk som skal innsamles.

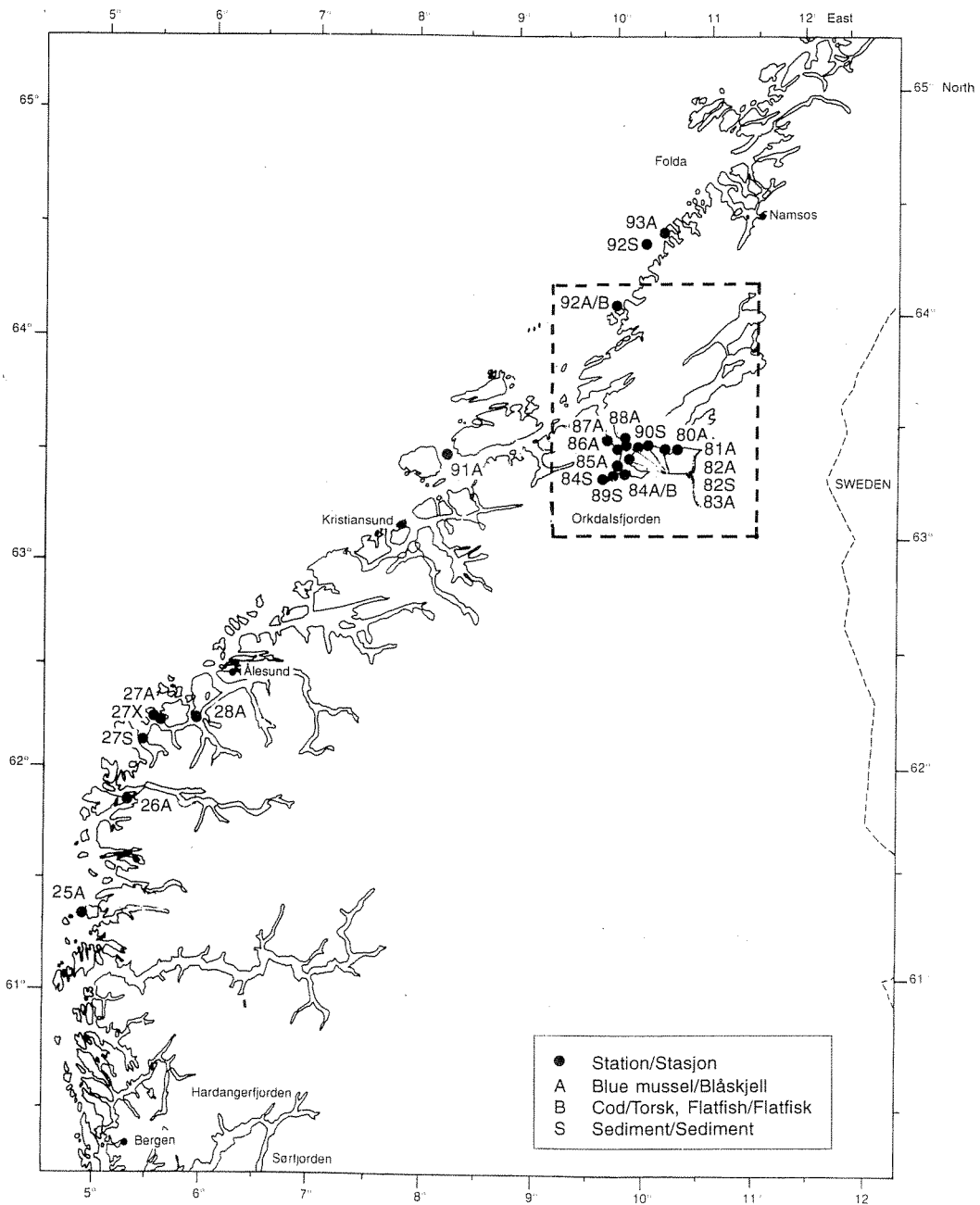
lengdegruppe	Torsk	Flatfisk
1	370-420mm	300-320mm
2	420-475mm	320-340mm
3	475-540mm	340-365mm
4	540-615mm	365-390mm
5	615-700mm	390-420mm

Hver fisk er kjønnsbestemt og lengde, vekt og levervekt målt. I tillegg ble leverfarge og eventuelle sår og misdannelser notert. Prøvene ble deretter fryst ned. Aldersbestemmelse ble gjort ved undersøkelse av øresteiner.

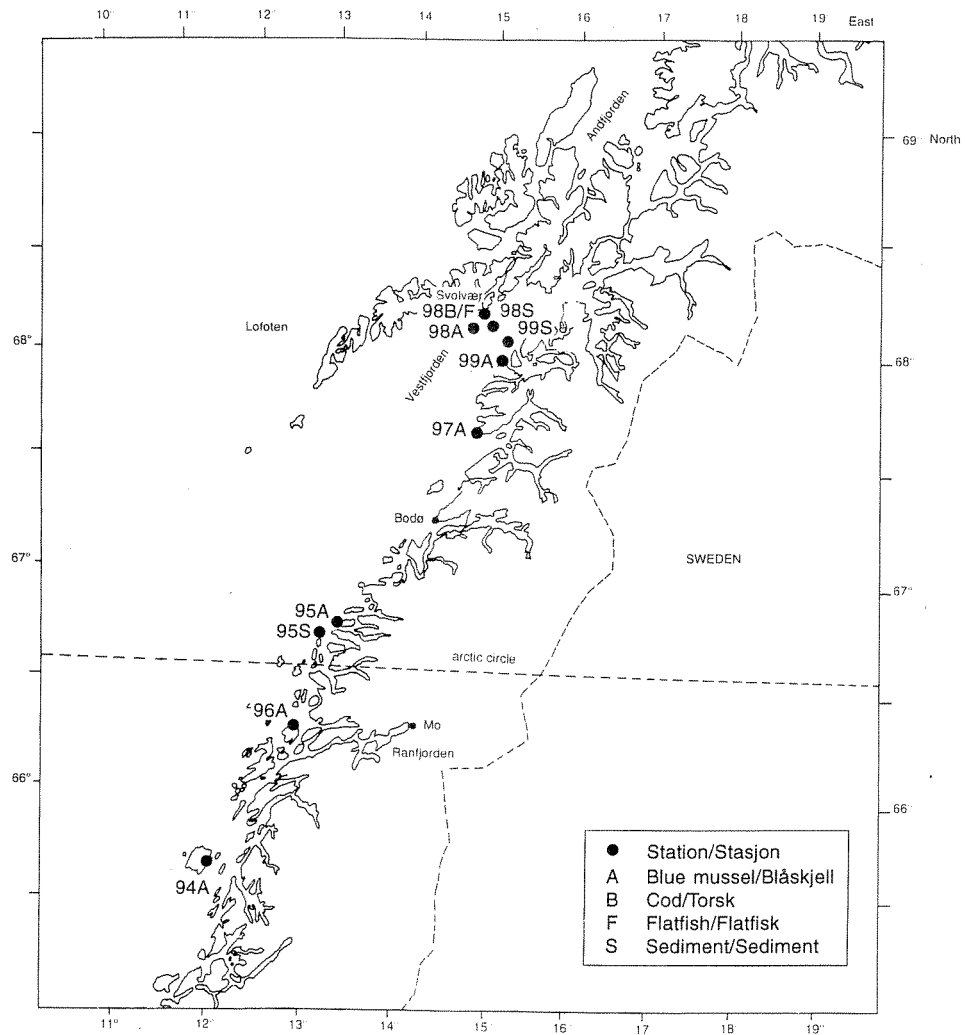


**Figur 1.** Stasjoner for innsamling av sediment og biologisk materiale fra kyststrekningen Oslo-Bergen. (Se også detaljkart fig.5, 25, 28 og 31).





**Figur 2.** Stasjoner for innsamling av sediment og biologisk materiale fra kyststrekningen Bergen-Namsos. (Se også detaljkart fig.64).



**Figur 3.** Stasjoner for innsamling av sediment og biologisk materiale fra kyststrekningen Ranfjordområdet-Lofoten.

## 3.2. Analyser

Medier og variable som inngår i JMP er gitt i tab.3. Overvåking av miljøgifter i sediment og organismer er prioritert foran forekomsten i vann. Definisjoner av forkortelser er gitt i Vedlegg A og en kort beskrivelse av analytiske metoder er gitt i Green (1993b).

**Tabell 3.** JMP 1993 liste over miljøgifter for analyse i sjøvann, sediment og biota, + = obligatorisk, (+) = anbefalt (frivillig) (kfr. OSPARCOM, 1990).

	Cd	Cu	Pb	Hg	Zn	PCB	HCH	TOC
<b>Vann</b>		(+)	(+)	-	(+)	(+)	-	-
<b>Sediment</b>	+	+	+	+	+	(+)	(+)	(+)
<b>Biota</b>	+	+	+	+	+	+	+	-

Overvåking av vann er blitt frivillig de siste årene. Norges bidrag inkluderer flere organiske miljøgifter i organismer og sedimenter enn de nevnte, blant annet flere PCB forbindelser, DDT-metabolitter, HCB, EPOCI og PAH (1992).

Flere laboratorier er blitt brukt til analyse av JMP-materiale i perioden 1981-1992 (se oversikt i Green, 1993b). Under er det kort beskrevet analysemetodene som gjelder det utvalg av datamateriale som er diskutert i denne rapporten.

Analyse av **metaller** er gjort ved NIVA og baseres på atomabsorpsjon-spektrofotometri (AAS). Prøvene er blitt oppsluttet i salpetersyre og metallene målt enten ved flamme atomabsorpsjon-spektrometri (FAAS) (ved høye konsentrasjoner) eller flammeløs atomabsorpsjon i grafittovn (GAAS) (ved lave konsentrasjoner). Flammeteknikken brukes alltid for sink og ofte for kobber. De omtrentlige grensene i ekstraktet for dette er 50 mg/l for kobber og 200 mg/l for bly. Kvikksølv er målt ved kald-damp atomabsorpsjon-spektrofotometri (AAS) og gull-felleteknikk (siden 1987).

Polyklorerte bifenyl (PCB) i sediment er blitt analysert, dels av IMRN og dels ved NIVA. PCB i skalldyr ble analysert på SIIF frem til 1991 og deretter på NIVA. PCB i fisk tatt etter 1987 er også analysert på NIVA. Alle laboratoriene benyttet gasskromatograf (GC) med kapillærkolonne og elektroninnfangingsdetektor (ECD). Siden 1987 blir enkelte PCB-forbindelser (kongenere, forkortet CB) kvantifisert (kfr. Green 1993b, kapitel 2.3).

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er analysert på NIVA. Prøven analyseres på gasskromatograf med kapillærkolonne koblet til flammeionisasjonsdetektor (FID) eller masse-selektiv detektor (MSD). Identifisering skjer ut fra retensjonstider (FID) og/eller signifikante ioner (MSD). NIVA angir alle 6 potensielle kreftfremkallende PAH (IARC, 1987) pluss et utvalg av forbindelser som erfaringsmessig bidrar betydelig til totalsummen.

**Datering** av sedimentkjerner er blitt utført av FORCE insitutene i Danmark (JMP forkortelse FORC) basert på vertikalfordelingen av naturlig isotop bly-210 ( $=^{210}\text{Pb}$ ).

For å **kvalitetssikre** analysene er det rutinemessig analysert på sertifisert referansemateriale. Imidlertid har det ikke alltid vært mulig å skaffe referansemateriale av samme vevstyper som prøver. Sertifisert referansemateriale (CRM) er analysert rutinemessig i samme periode som prøvene ble analysert. Behov for eventuelle reanalyser er vurdert. Usikre resultater er avmerket. Resultatene er også kontrollert vha. flere "screening" programmer før lagring på korresponderende databaser på NIVA og ICES (kfr. ICES, 1992). På ICES er resultatene lagret sammen med andre europeiske JMG data. Deretter er de tilgjengelige til vurdering. ICES har sørget for at datamaterialet frem til 1991, som i 1993 skulle vurderes av JMG mht. tidstrend, ble grundig kontrollert i henhold til CRM resultatene

(JMG, 1994a). En del data ble da vurdert som uakseptable. Dette var første gang en slik systematisk kontroll ble gjennomført, men dette blir sannsynligvis rutinemessig praksis i fremtiden.

### 3.3. "Høyt bakgrunnsnivå" og klassifisering av miljøkvalitet

Vurderingen av miljøgiftnivåene er hovedsakelig basert på sammenligninger av middelkonsentrasjoner med "antatt høye bakgrunnsnivåer" og tilstandsklasser. De "høye bakgrunnsnivåene" er avledet fra publiserte data sammenstilt av Knutzen & Skei (1990) og senere noe nedjustert for enkelte stoffer i SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (tab.4 og 5, Rygg & Thélin, 1993; kfr. Knutzen et al., 1993). Senere vurderinger av "høye bakgrunnsnivåer" er gjort på basis av data fra JMP referansestasjoner 1990-1993 og finnes hos Knutzen & Green (1995).

De nevnte siste års resultater fra JMP har gitt grunnlag for ytterligere justeringer, noe som er diskutert i kapittel 4 "Bakgrunnsnivåer". Tabell 8 gir en sammenstilling av disse ajourførte antatt "høye bakgrunnsnivåene".

Den faktoren som konsentrasjonen overskrider antatt "høyt bakgrunnsnivå" med, betegnes *overkonsentrasjon*.

*Merk at de "høye bakgrunnsnivåene" i tab.8 - på grunn av justeringene - ikke nødvendigvis er lik øvre grense for tilstandsklasse I i SFT's klassifiseringssystem (kfr. tab.4 og 5).*

Det bør understrekes at sikkerheten i fastsettelsen av "høyt bakgrunnsnivå" varierer. En rekke faktorer spiller inn (kfr. Knutzen & Skei 1990), bl.a. antallet observasjoner fra diffust belastede steder (dvs. langt fra punktkilder), dertil analysens pålitelighet ved lave konsentrasjoner. Særlig for PAH foreligger begrunnet mistanke om at tidligere anslag for "høyt bakgrunnsnivå" (Knutzen & Skei, 1990, i hovedsak basert på referanser i Knutzen, 1989) har vært betydelig for høyt (kfr. bl.a. Knutzen & Berglind, 1992a, b med ref.). Mistanken er nå bekreftet ved PAH-analyse av blåskjell fra JMP referansestasjoner, som danner grunnlaget for nedjusteringen fra 100 til 50 ppb ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) våtvekt.

Vurderingen av PCB-innholdet i skalldyr og fisk er basert på sum av syv enkeltforbindelser (CB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180). Det antas at sum av disse utgjør 60-70% av "total" PCB i fisk (Marthinsen et al., 1991 (fisk) og omkring 50% i blåskjell (Green, upubliserte JMP data, 1989-90).

Standardavvik er presentert i figurene i Vedlegg D og E som et mål for variasjonen i datamaterialet (og må ikke forveksles med konfidensintervall).

### 3.4. Deteksjonsgrenser

Deteksjonsgrensene er omtrentlige og er basert på tre ganger standardavvik av verdien i "blank"-prøven (nær null konsentrasjon av en løsning). Små daglig variasjoner i analyse instrumenter kan føre til mindre endringer i deteksjonsgrensen.

**Tabell 4.** Klassifisering av tilstand; miljøgifter i sediment (fra Knutzen et al., 1993)

Stoffer		Tilstandsklasse (nedre grense for klassene II-V)				
		I	II	III	IV	V
		"god" "good"	"mindre god" "fair"	"nokså dårlig" "poor"	"dårlig" "bad"	"meget dårlig" "very bad"
Arsen	ppm t.v.	<20	20	80	400	1000
Bly	ppm t.v.	<30	30	120	600	1500
Kadmium	ppm t.v.	<0.25	0.25	1	5	10
Kobber	ppm t.v.	<35	35	150	700	1500
Krom	ppm t.v.	<70	70	300	1500	5000
Kvikksølv	ppm t.v.	<0.15	0.15	0.60	3	5
Nikkel	ppm t.v.	<30	30	130	600	1500
Sink	ppm t.v.	<150	150	700	3000	10000
ΣDDT	ppb t.v.					
HCB	ppb t.v.	<0.5	0.5	2.5	10	50
ΣHCH	ppb t.v.					
"total" PCB	ppb t.v.	<5	5	25	100	300
ΣPCB-7 <sup>1)</sup>	ppb t.v.	<2.5	2.5	13	50	150
EPOCI	ppb t.v.	<100	100	500	2000	15000
TEQ <sup>2)</sup>	ppb t.v.	<0.03	0.03	0.12	0.60	1.50
ΣPAH	ppb t.v.	<300	300	2000	6000	20000
B(a)P	ppb t.v.	<10	10	50	200	500

<sup>1)</sup> Estimert sum av 7 enkeltforbindelser av PCB (CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) antas å være ca.50% av "total" PCB. Merk at ΣPCB-7 ikke inngår i SFT's klassifiseringssystem.

<sup>2)</sup> Toksisitetsekvivalenter (=2, 3, 7, 8-TCDD ekvivalenter) fra polyklorete dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner etter Ahlborg et al. (1988).

Tabell 5. Klassifisering av tilstand; miljøgifter i blåskjell og fisk<sup>1)</sup> (fra Knutzen et al., 1993).

Stoffer		Tilstandsklasse (nedre grense for klassene II-V)				
		I	II	III	IV	V
		"god" "good"	"mindre god" "fair"	"nokså dårlig" "poor"	"dårlig" "bad"	"meget dårlig" "very bad"
<b>Blåskjell</b>						
Arsen	ppm t.v.	<10	10	30	100	200
Bly	ppm t.v.	<5	5	20	50	100
Kadmium	ppm t.v.	<2	2	5	20	40
Kobber	ppm t.v.	<10	10	30	100	200
Krom	ppm t.v.	<3	3	10	30	60
Kvikksølv	ppm t.v.	<0.2	0.2	0.5	1.5	4
Nikkel	ppm t.v.	<5	5	20	50	100
Sink	ppm t.v.	<200	200	400	1000	2500
ΣDDT	ppb v.v. ppb t.v. <sup>2)</sup>	<2 <11	2 11	5 28	20 111	40 222
HCB	ppb v.v. ppb t.v. <sup>2)</sup>	<0.2 <1.1	0.2 1.1	1 6	3 17	5 28
ΣHCH	ppb v.v. ppb t.v. <sup>2)</sup>	<0.5 2.8	0.5 2.8	3 17	10 56	20 111
"total" PCB	ppb v.v. ppb t.v. <sup>2)</sup>	<10 <56	10 56	30 167	100 556	200 1111
ΣPCB-7 <sup>3)</sup>	ppb t.v. <sup>2)</sup>	<28	28	84	228	556
TEQ <sup>4)</sup>	ppb v.v.	<0.0003	0.0003	0.001	0.003	0.005
ΣPAH	ppb v.v.	<100	100	300	2000	5000
B(a)P	ppb v.v.	<1	1	5	25	50
<b>Torsk, filet</b>						
Kvikksølv	ppm v.v.	<0.1	0.1	0.3	0.5	1
ΣDDT	ppb v.v.	<2	2	5	15	30
HCB	ppb v.v.	<0.2	0.2	0.5	2	5
ΣHCH	ppb v.v.	<1	1	3	10	20
"total" PCB	ppb v.v.	<10	10	50	200	400
<b>Torsk, lever</b>						
ΣDDT	ppb v.v.	<200	200	500	1500	3000
HCB	ppb v.v.	<20	20	50	200	400
ΣHCH	ppb v.v.	<50	50	200	500	1000
"total" PCB	ppb v.v.	<1000	1000	3000	10000	20000
ΣPCB-7 <sup>3)</sup>	ppb v.v.	<700	700	2100	7000	14000
<b>Skrubbe, filet</b>						
ΣDDT	ppb v.v.	<3	3	5	20	50
HCB	ppb v.v.	<0.3	0.3	1	3	10
ΣHCH	ppb v.v.	<2	2	5	20	50
"total" PCB	ppb v.v.	<20	20	50	200	500

<sup>1)</sup> I rekkefølge: *Mytilus edulis*, *Gadus morhua* og *Platichthys flesus*.

<sup>2)</sup> Beregnet ut fra våtvektbasis. Antatt 18% tørrstoffinnhold

<sup>3)</sup> Estimert sum av 7 enkelte PCB forbindelser (CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) antas å være ca.50% og 70% av "total" PCB for hhv. blåskjell og torskelerver. **Merk at ΣPCB-7 ikke inngår i SFT's klassifiseringssystem.**

<sup>4)</sup> Toksisitetsekvivalenter (=2, 3, 7, 8-TCDD ekvivalenter) fra polyklorerte dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner etter Ahlborg et al. (1988).

### 3.5. Kvalitetssikring

Analytisk kvalitet kontrolleres hovedsakelig på to måter: regelmessige målinger av sertifisert referansemateriale (CRM) og deltagelse i interkalibreringer (IC). I den grad det fantes CRM som kunne sammenlignes med prøvematerialet og forventet konsentrasjon, er CRM blitt brukt tilnærmet hele undersøkelsesperioden (siden 1981). Men bare for 1989-92 datamateriale er resultatene tilgjengelige. Å vurdere uakseptable avvik fra CRM "sann-verdier" var for 1981-92 datamaterialet stort sett opp til de aktuelle analytikere. Sammenlignbare CRM har vært vanskelig å fremskaffe både når det gjelder materialetype og nivå. For 1992 ble f.eks. ku-lever brukt som CRM i forbindelse med analyse av metaller i fiskelever. CRM fra makrellolje er blitt brukt for klorerte forbindelser i 1992 (Green, 1994).

Elleve IC-runder har funnet sted i løpet av med undersøkelsesperioden, - tre for sediment og åtte for biologisk materiale (tab.6)

**Tabell 6.** Analytiske interkalibreringer og resultater fra interkalibrering (IC) eller analyse av sertifisert referansemateriale (CRM) 1978-79 og 1981-92. Forkortelser for norske laboratorier brukt til undersøkelser av organismer er: F = Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt, N = NIVA, S = Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høgskole - SINTEF (tidligere: Senter for industriforskning), V = Veterinærinstituttet. Bokstavene i uthevet skrift indikerer at datamaterialet fra vedkommende laboratorium ble godkjent av JMG. (Kriterier for godkjennelse er gitt i JMG, 1994a).

	1978	1979	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
<b>MEDIUM sediment</b>	<b>Analytiske interkalibreringsrunder (ICES koder, kfr. ICES, 1992)</b>													
						<b>7E</b>					<b>8B</b>		<b>8C</b>	
	<b>biota</b>	<b>1E</b>	<b>1F</b>	<b>2E</b>	<b>1G</b>		<b>1H</b>	<b>1Z</b>			<b>2G</b>		<b>2H</b>	
	<b>biota</b>		<b>2D</b>		<b>1Z</b>			<b>2Z</b>						
<b>biota</b>				<b>2Z</b>										
<b>MILJØGIFT</b>	<b>Norske analytiske laboratorier brukt i undersøkelser av organismer <sup>1)</sup></b>													
<b>As</b>														
<b>Cd</b>			S	SV	FSV	FSV	FSV	N	FN	N	N	N <sup>2)</sup>	N	N
<b>Cr</b>											(N)			
<b>Cu</b>					FS	S	F	N	FN	N	N	N	N	N
<b>Pb</b>					FS	S	S	N	FN	N	N	N	N	N
<b>Hg</b>			S	SV	FSV	FSV	FSV	N	FN	N	N	N	N	N
<b>Ni</b>					(N)						(N)			
<b>Se</b>				(N)										
<b>Zn</b>					FS	S	FS	N	FN	N	N	N <sup>2)</sup>	N	N
<b>CB</b>														N
<b>DDT</b>														N
<b>HCH</b>														N
<b>HCB</b>														N

<sup>1)</sup> Kfr. JMG 1994a, b.

<sup>2)</sup> Ikke godkjent av I. Davies fordi CRM data for 1989 ble forkastet. Godkjent her fordi CRM 1991 ble godkjent.

### 3.6. Grenseverdier i mat

Vurdering av miljøgiftinnholdet i mat er næringsmiddelmyndighetenes ansvar. Nedenstående utenlandske grenseverdier er derfor bare til orientering (tab.7). Norge har ingen slike konsentrasjonsgrenser, idet myndighetene istedet foretar risikovurderinger i de enkelte tilfeller, basert på *dosegrenser* anbefalt av Verdens Helseorganisasjon og andre internasjonale ekspertgrupper. Hovedfordelen ved dette er at dosegrenser impliserer at det tas hensyn til forbruket av den aktuelle type mat. (Norge har f.eks. et høyt konsum av fisk sammenlignet med de fleste andre land).

**Tabell 7.** Utvalgte (laveste) grenseverdier for innhold av miljøgifter i spiselige akvatiske organismer, i **ppm v.v.** Referansene (**Ref.**) <sup>1)</sup> viser til vedkommende lands grenseverdi og disse litteraturkildene (kfr. litteratur oversikt i Green & Rønningen, 1994b). # betyr ikke vurdert i denne undersøkelsen og "-" betyr ingen grense funnet.

Stoffer	Fiskefilet	Ref.	Fiskelever	Ref.	Skalldyr	Ref.
<b>Cd - kadmium</b>	#		0.1	SF a	0.5 <sup>2)</sup> 0.05 <sup>3)</sup>	DK b
<b>Cu - kobber</b>	#		-		20 <sup>4)</sup>	SB c
<b>Hg - kvikksølv</b>	0.3 <sup>5)</sup>	DK b	#		0.3	DK b
<b>Pb - bly</b>	#		1	S a	0.5 <sup>2)</sup>	D b
<b>Zn - sink</b>	#		-		50 <sup>6)</sup>	SB c
<b>ΣPCB <sup>7)</sup></b>	0.62 <sup>8)</sup>	NL b	2 <sup>9)</sup>	D b	0.56 <sup>9)</sup>	D b
<b>PCB enkeltforb. <sup>7)</sup></b>	0.04-0.12 <sup>8)</sup>	NL b	0.6-2.0 <sup>8)</sup>	NL b	0.08-0.1 <sup>9)</sup>	D b
<b>ΣDDT <sup>10)</sup></b>	0.5	NL d	0.5	NL d	0.5	NL d
<b>ΣHCH</b>	0.05	NL d	0.05	NL d	0.05	NL d
<b>γHCH</b>	0.05	NL d	0.05	NL d	0.05	NL d
<b>HCB</b>	0.05	NL d	0.05	NL d	0.05	NL d
<b>ΣPAH</b>	#		#		-	
<b>KPAH</b>	#		#		-	
<b>BaP</b>	#		#		-	
<b>TEQ <sup>12)</sup></b>	0.00002	CDN b	-		0.00002? <sup>11)</sup>	CDN b

<sup>1)</sup> Land: Grenseverdiene kommer fra Danmark (DK), Finland (SF), Canada (CDN), Nederland (NL) Storbritannia (SB) og Tyskland (D).

Referanser: PNUN 1987 (a), FAO 1989 (b), Franklin 1991 (c), JMG 1990 (d).

<sup>2)</sup> Dansk forslag for muslinger.

<sup>3)</sup> Gjelder skrellede reker, forslag til EK-Livs (1992, [Nordisk forslag til EL-Livs miljøgift gruppe] mottatt fra Statens næringsmiddeltilsyn (SNT), pers. medd. oktober 1993).

<sup>4)</sup> Forslag fra Storbritannia; men "higher levels in shellfish are permitted if copper is of natural occurrence").

<sup>5)</sup> Dansk forslag varierer mellom 0.3 og 1.0 ppm avhengig av fiskearten.

<sup>6)</sup> Forslag fra Storbritannia; men "higher levels are permitted in food which naturally contain more than 50 mg kg<sup>-1</sup>, such as herring and shellfish".

<sup>7)</sup> Basert på 7 enkelte PCB forbindelser (CB-28, -52, -101, -118, -138, -153, og -180).

<sup>8)</sup> Nederlandsk forslag basert på 7 enkelte PCB forbindelser (CB-28, -52, -101, -118, -138, -153, og -180).

<sup>9)</sup> Tysk forslag basert på 6 enkelte PCB forbindelser (CB-28, -52, -101, -138, -153, og -180).

<sup>10)</sup> Nederlandsk forslag basert på sum av DDT, DDE og DDD.

<sup>11)</sup> Usikkerhet om dette kanadiske forslaget også gjelder skalldyr.

<sup>12)</sup> Toksisitetsekvivalenter (=2, 3, 7, 8-TCDD ekvivalenter) fra polyklorerte dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner etter Ahlborg et al. (1988).



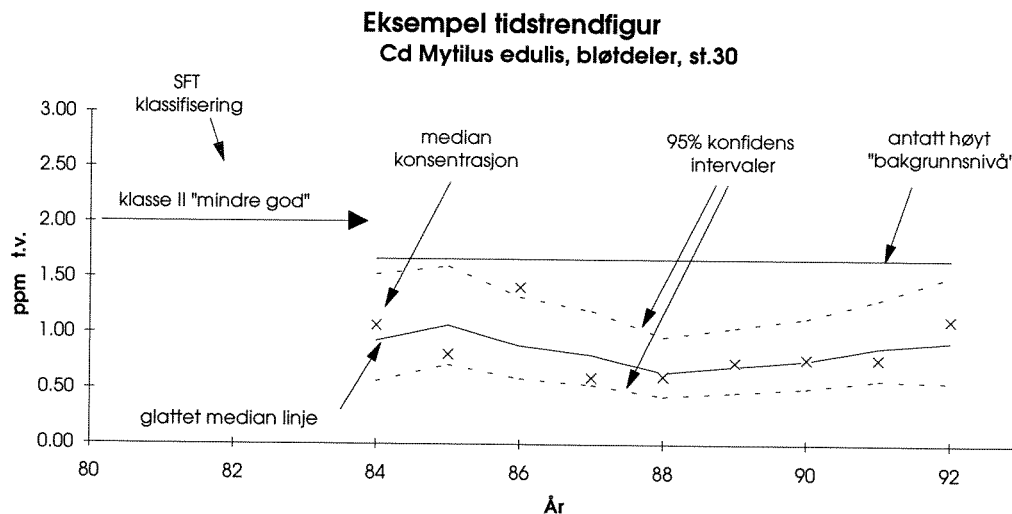
### 3.7. Statistiske metoder

Alle statistikk-analyser ble gjort med statistikk-programmet MINITAB, versjon 8.2 for IBM/PC.

#### 3.7.1. Tidstrendanalyse

Den statistiske tidstrendanalysen er beskrevet av Nicholson et al. (in prep.). Metoden ble brukt i vurderingen av 1983-1991 JMP-datamateriale (JMG 1994a). Det årlige nivået er estimert som median logaritmisk-konsentrasjon for hver miljøgift i fiskelever, fiskefilet og blåskjell, bortsett fra kvikksølv i fiskefilet. Disse miljøgiftene er hovedsaklig ikke korrelert til en biologisk variabel som for eksempel lengde eller vekt. Kvikksølv i fiskefilet er korrelert til fiskelengde og derfor ble analysen gjort på "små" og "store" fisk. Skillet mellom disse to gruppene er median lengde for hver innsamling. Metoden krever likt antall individer i hver størrelsesgruppe. Med ulike antall blir medianverdien ekskludert.

Median konsentrasjon gir et forventingsrettet estimat av den geometriske middelværdi for logaritmisk fordeling av konsentrasjonene. Median konsentrasjon er ikke følsom for et fåtall av "slengere" eller lave verdier (for eksempel under deteksjonsgrensen) i datamaterialet. Et tre-års glidende middel betegner den glattedelinje gjennom de mediane konsentrasjonene. Konfidensintervallet om denne linjen er beregnet ut fra spredning av medianverdiene. Det kan testes om den glattedelinjen er **lineær** eller om den har en systematisk ikke-lineær komponent. For "små" og "store" fisk blir det i tillegg testet om helningene er parallelle, og i så fall om det er signifikant forskjell. Et eksempel på tidstrendfigur er vist i figur 4.



**Figur 4.** Eksempel på tidstrendfigur for biologisk datamateriale som viser mediane konsentrasjoner, glattet middel av medianverdiene, 95% konfidensintervall, som ikke er symmetrisk omkring glidende middel på grunn av transformeringen. Den øvre konfidensintervallmarkeringen kan være utenfor skalaen. Antatt "høyt bakgrunnsnivå" er merket med en horisontal heltrukket linje, men er ikke bestemt for alle vev-miljøgifter (tab.8). Aktuell grense (evt. omregnet til tørrvektbasis) for SFT's klassifiseringsystem er merket med pil (tab.5). År representerer fangstår og gjelder fra august til februar (påfølgende år).

Følgende koder blir brukt i Vedlegg C:

TRND - Trend

- D- Signifikant lineær trend nedover
- U- Signifikant lineær trend oppover
- Ingen signifikant trend
- ? Ingen signifikant lineær trend, systematisk ikke-lineær trend kan ikke testes pga. for lite datamateriale (< 6 år)
- Y Ingen signifikant lineær trend, men en systematisk ikke-lineær trend
- DY eller UY Signifikant lineær trend (nedover eller oppover) og en signifikant ikke-lineær-trend. Dette betraktes som likt "-Y"

SIZE - Lengdeeffekt (kvikksølv i fiskefilet)

- L Signifikant forskjell i konsentrasjoner, men variasjonsmønster signifikant likt
- D Som "L", men variasjonsmønster signifikante ulikt
- ingen signifikant forskjell mellom små og store fisk.

### 3.7.2. Prinsipal Komponent Analyse

Prinsipal komponent-analyse (*principal component analysis*, PCA) er en metode for å analysere de innbyrdes sammenhenger mellom variable i et multivariat datasett, slik de er oppsummert i kovariansmatrisen. Hovedkomponentene (*principal components*, PC's) dannes som lineære kombinasjoner av et sett opprinnelige variable, og kan eventuelt sees som underliggende eller "skjulte" variable som beskriver eller "forklarer" variasjonen i data. PCA er en data reduksjonsteknikk brukt for å identifisere et mindre sett **faktorer** som forklarer en stor andel av den totale variansen innen datamaterialet. Hver faktor er vektet sum over kovariablenes avvik fra middelverdiene. Denne vektning er beskrevet av **koeffisienter**.

Hovedkomponentene kan også beskrives geometrisk i et tenkt mangedimensjonalt rom hvor hver variabel utgjør en akse. Hovedkomponentene er da retninger i dette rommet, normalt på hverandre, og valgt sekvensielt slik at hver ny hovedkomponent fanger inn så mye som mulig av den gjenværende spredningen i det datasettet som analyseres. Første hovedkomponent (PC1) er den retningen som gir datapunktene størst varians når de projiseres inn på denne retningen. Annen hovedkomponent (PC2) legges normalt på PC1 og i den retningen hvor residualene rundt PC1 har størst varians. Generelt vil komponent nr.  $k$  legges slik at den ligger vinkelrett på de tidligere komponentene (1 til  $k-1$ ), og fanger opp mest mulig av den gjenværende variansen i datasettet. Projeksjonene av datapunktene inn på PCA-aksene kan betraktes som et nytt sett av variable, og de har da den egenskapen at de er innbyrdes ukorrelerte for det aktuelle datasettet.

For konsentrasjonsdata som alltid er  $\geq 0$  og ikke har noen øvre grense, er det vanlig å analysere log-transformerte verdier for å få mer symmetriske fordelinger. Det er også gjort i denne rapporten. Logtransformeringen innebærer også en form for standardisering av variablene, ved at de får betydning i analysen etter den relative variasjon i hver variabel, og data er derfor ikke ytterligere standardisert.

Ofte kan en fange inn det meste av variasjonen i datamaterialet langs to eller tre dimensjoner (data-reduksjon). Hvis det er stor grad av lineær samvariasjon mellom konsentrasjoner av forskjellige stoffer, vil PC1 bli dominerende, og i stor grad være et generelt mål på forurensningsgraden. Den sekundære og etterfølgende prinsipalkomponenter vil da fange opp at forholdet mellom ulike stoffer kan variere.

Resultatet av PCA-analysen kan presenteres delvis ved å vise de enkelte datapunktene projisert inn i et plan definert av to av komponentene, oftest PC1 og PC2. datapunktene beliggenhet er da definert av verdien på de viste komponentene (*scores*). Slike plott gir kan gi grunnlag for å identifisere grupper av prøver med stor innbyrdes likhet. En kan også vise de originale variable som retninger i

det samme planet, dvs. som vektorer hvor retningen angir den lineære kombinasjon av de to prinsipale komponentene som best "forklarer" variabelen, og lengden angir hvor mye av variasjonen som er knyttet til de to variablene. Dette kan brukes til å se hvilke variable som har stor grad av samvariasjon. I denne rapporten brukes begge typer plott, men variable vises bare ved endepunkt av vektoren (som går fra origo 0,0).

### **3.8. Datamateriale**

Datamaterialet fra JMP er lagret på databaser på NIVA og ICES. Sedimentdata fra 1990 er tidligere rapportert (Green & Klungøy, 1994). Sedimentdata fra tidligere år og fra 1992 er vist i Green & Rønningen (1995). Data for det biologisk materialet er vist i to egne rapporter (Green & Rønningen, 1994a, b).

### **3.9. Kommentarer til presentasjon av materialet**

For å gjøre rapporten noe mer lettest, er det innført noen standard presentasjonsmetoder. For hvert område er det diskutert kun de miljøgifter/medier som reflekterer de viktigste problemene. For disse miljøgifter er det laget figurer for et fast utvalg av stasjoner i området. Figurene er presentert i en fast rekkefølge: kadmium, kobber, kvikksølv, bly, sink, PCB, DDT,  $\gamma$ HCH og HCB og deretter sortert i rekkefølge sediment, blåskjell, torsk og evt. flatfiskartene.

## 4. "Bakgrunnsnivåer"

De miljøgiftkonsentrasjoner som i rapporten er benyttet til å markere "antatt høyt diffust bakgrunnsnivå" i standardfigurene og til beregning av overkonsentrasjoner, er listet i tabell 8.

Verdiene er i stor grad sammenfallende med øvre grense for klasse I i SFT's klassifiseringssystem (Knutzen et al., 1993). Imidlertid er det foretatt noen justeringer.

For PCB i organismer har endringen primært sin bakgrunn i overgangen fra data for "total" PCB etter sammenligning med kommersielle blandinger som var grunnlaget for SFT-klassifiseringen, til data for en sum av 7 enkeltforbindelser (CB-28, -52, -101, -118, -138, -158, -180).

Mht. andre variable skyldes justeringene for organismer nyere og antatt mer pålitelige tall, spesielt fra analyser på materiale fra JMP-stasjoner fjernet fra punktkilder (kfr. Knutzen & Green, 1995). For sandflyndre som ikke inngår i SFT's klassifiseringssystem, er alle de - tentative - "høye bakgrunnsnivåene" trukket ut fra sammendragstabeller med angivelse av middelverdier, standardavvik, 75 prosentiler og maksimums verdier fra analysene på 5 JMP-referansestasjoner.

Generelt kan bemerkes at det økende antall vitnesbyrd om store individuelle variasjoner innen samme art mht. akkumuleringsegenskaper, gjør at det kreves et fyldig tallmateriale for å fastslå rimelig pålitelige "høye bakgrunnsnivåer" ut fra fastlagte statistiske kriterier. JMP gir på sikt grunnlag for dette. Foreløpig er alle "høye bakgrunnsnivåer" basert enten på et rent skjønn (SFT-klassifiseringen) eller skjønnsmessig ut fra ovennevnte statistiske informasjoner (de justerte eller tentative nye "høye bakgrunnsnivåer").

Resultatene for metaller i sedimenter på referansestasjonene, dvs. stasjonene som ligger i ytre skjærgård, var under "antatt høyt diffust bakgrunnsnivå" som tilsvarende klasse I i SFTs veiledning. Dette gjaldt til dels også klororganiske stoffer. DDT inngår imidlertid ikke i SFTs veiledning. Foreliggende undersøkelser viste fra 2-4 ppb DDT på referansestasjonene fra Færder tom. Stadtlandet (kfr. Vedlegg D). På stasjonene nord for Stadtlandet lå verdiene under deteksjonsnivå. Tilsvarende nivåer er registrert fra Oslofjorden nordover tom. Trondheim mens det nord for Trondheim er registrert verdier under deteksjonsnivå (Konieczny, 1994a og Konieczny og Juliussen, 1995).

Innholdet i sediment av PCB (CB<sub>S7</sub> = sum CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) antas å utgjøre ca. 50% av den kommersielle PCB-blandingen i kilden (De Voogt & Brinkman, 1989). "Total" PCB regnes derfor som  $\Sigma\text{PCB-7} \times 2$ . "Total" PCB var imidlertid fra 2-5 ganger høyere enn "høyt bakgrunnsnivå" på referansestasjonene Færder (st.36S), Arendal (st.77S) og Lista (st.15S) (kfr. Vedlegg D). Det er tidligere påvist høye konsentrasjoner av miljøgifter i dette området og videre ut i Norskerenna utenfor kysten av sør Norge. Norskerenna er et sedimentasjonsområde for partikler som fraktes med kyststrømmen fra sør i Nordsjøen og videre nordover langs norskekysten.

**Tabell 8.** Antatte "høye bakgrunnsnivåer" av utvalgte stoffer, i **ppm (mg/kg tørrvekt)** (sediment og blåskjell) og **ppm (mg/kg friskvekt)** (blåskjell og fisk<sup>1)</sup>). Dioksin (TEQ) er i **ppt (ng/kg friskvekt)**. De angitte "høye bakgrunnsnivåer" er etter Knutzen & Skei (1990) med (stort sett) mindre justeringer (Knutzen & Green, 1995) bortsett for sandflyndre der de foreslåtte verdiene baserer seg på JMP-data (Knutzen & Green, 1995). Særlig usikre verdier er merket med: ?

Stoffer	Sediment	Blåskjell		Torsk		Skrubbe		Sandflyndre	
	ppm t.v.	ppm t.v. <sup>2)</sup>	ppm v.v.	lever	filet	lever	filet	lever	filet
				ppm v.v.	ppm v.v.	ppm v.v.	ppm v.v.	ppm v.v.	ppm v.v.
<b>Bly</b>	30	2.8	0.5	0.1 ?		0.1 ?		0.3 ?	
<b>Kadmium</b>	0.25	1.7	0.3	0.5 ?		0.2 ?		0.3 ?	
<b>Kobber</b>	35	≈11 ?	2 ?	20		25 ?		10 ?	
<b>Kvikksølv</b>	0.15	0.17	0.03		0.1		0.1		0.1 ?
<b>Sink</b>	150	167	30 <sup>3)</sup>	30		40 ?		50 ?	
<b>ΣDDT</b>		0.011	0.002 ?	0.2	0.002	0.03 ?	0.003 ?	0.1 ?	0.003 ?
<b>HCB</b>	0.0005	0.0011	0.0002	0.02	0.0002	0.005 ?	0.0002	0.01 ?	0.0003 ?
<b>ΣHCH</b>		0.0014	0.001	0.05	0.0005	0.01 ?	0.001 ?	0.03 ?	0.0015 ?
<b>"total" PCB</b>	0.005	0.056	0.01 ?	1	0.01	0.15 ?	0.007 ?	0.7 ?	0.015 ?
<b>ΣPCB-7<sup>4)</sup></b>	0.0025	0.028	0.005 ?	0.5	0.005	0.10 ?	0.005 ?	0.5 ?	0.010 ?
<b>EPOCI</b>	0.1 ?								
<b>TEQ<sup>6)</sup></b>			0.3 ?**	30**	0.2**		0.3 ?**		
<b>ΣPAH</b>	0.3		0.05 <sup>5)</sup>		0.01 <sup>5)</sup>		0.01 ?		
<b>BaP</b>	0.005		0.001 <sup>5)</sup>		0.0005 ?		0.001 ?		

<sup>1)</sup> I rekkefølge: *Mytilus edulis*, *Gadus morhua*, *Platichthys flesus* og *Limanda limanda*.

<sup>2)</sup> Beregnet ut fra våtvektbasis. Antatt 18% tørrstoffinnhold.

<sup>3)</sup> I enkelte tilfeller høyere.

<sup>4)</sup> Estimert sum av 7 enkelte PCB forbindelser (CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) antas å være ca. 50% og 70% av "total" PCB i hhv. sediment/blåskjell og fiskelever/fiskefilet.

<sup>5)</sup> Kan være lavere (mangler tilstrekkelig med pålitelige verdier fra referansestasjoner).

<sup>6)</sup> Toksisitetsekvivalenter (=2, 3, 7, 8-TCDD ekvivalenter) fra polyklorete dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner etter Ahlborg et al. (1988).

\*\* ) OBS! enheter: ng/kg.

## 5. OSLOFJORDEN

Prøver ble innsamlet fra tre sediment-, fire blåskjell- og tre fiskestasjoner i Oslofjordområdet (fig.5). Vurdering av tilstand og utvikling fokuserer på resultatene for kadmium, kvikksølv, bly, sink, PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180), DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD) og HCB.

### 5.1. Bakgrunn - andre undersøkelser

Resultater fra sedimentundersøkelser i indre Oslofjord (Konieczny, 1994b) har vist at kvikksølv-, kadmium- og tildels også bly-nivåene har avtatt siden 1960 - 70-årene i Bekkelagsbassenget og Bunnefjorden. I Lysakerfjorden og Vestfjorden derimot, har nivåene av de samme metallene hatt en svak økning i de siste 20 - 30 årene. En markert trend ble registrert for kvikksølv i Drøbaksundet, hvor nivået relativt sett har økt kraftig de siste 10 årene.

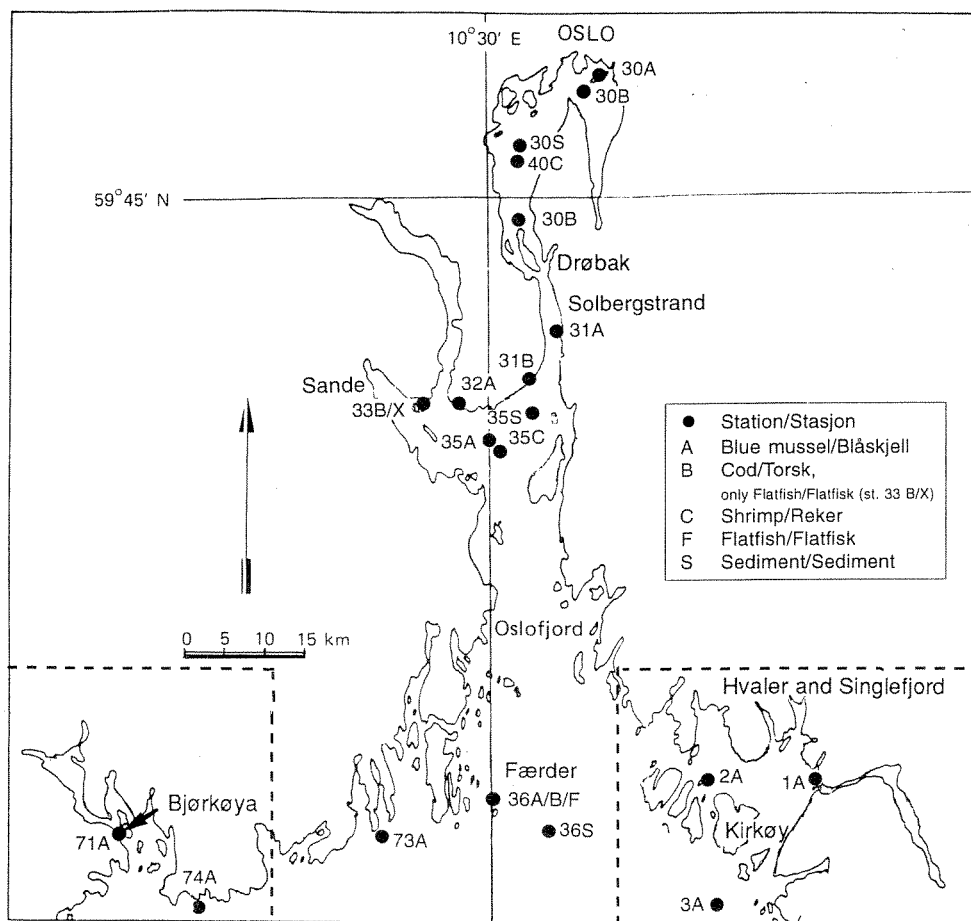
Om de registrert nivåene skyldes punktkilder, kun diffuse tilførsler eller en kombinasjon av disse er ennå ikke avklart. Av de viktigste potensielle kilder kan nevnes:

- Tilførsler fra elver - Akerselva (Cd, Hg, PCB, PAH), Loelva (Cd, Hg, PCB), Lysakerelva (Cd, Hg, PCB, DDT), Sandvikselva (Cd, Hg, PCB, DDT)
- Kull og kreosotlagre i havnebassenget (PAH) - Bjørvika, Bispevika, Sørenga, Loenga
- Spesielle virksomheter - Spigerverket, Slemmestad Fabrikker, det nedlagte gassverket på Ankertorget (PAH), Dyno Industrier AS (PCB)
- Verksteddrift og tankanlegg - Aker mekaniske verksted, Sjursøya (PAH)
- Svestad Marina (vestsiden av Nesoddenhalvøya, vestsiden, spesielt mht Hg, men også Cd, Pb, Cu, PCB, DDT).

Undersøkelser av miljøgifter i biota fra indre Oslofjord 1992 (Green & Knutzen, 1993) viste at tilstanden i 1992 var karakterisert ved delvis markert forhøyede konsentrasjoner av PCB. I blåskjell fra Akershuskaia ble det funnet opp til 10 ganger overkonsentrasjon. Funnene samsvarer med tidligere påvist sterk PCB-forurensning i sediment fra havneområdet. Lenger ut i fjorden var skjellene bare moderat påvirket. Det ble også konstatert overkonsentrasjoner av PCB på hhv. 5-6 og 3 ganger i lever og filet av torsk fra Vestfjorden.

Også av  $\Sigma$ -DDT (uttrykt som sum av hovedmetabolittene) ble det i blåskjell og torskelever registrert forhøyede verdier, men i svakere grad enn for PCB (overkonsentrasjoner på mindre enn 2 ganger).

Med forbehold om begrenset referansemateriale ble det også funnet noe forhøyede verdier av PCB og  $\Sigma$ -DDT i rødspette.



**Figur 5.** Stasjoner for innsamling av sediment og biologisk materiale fra Oslofjordområdet (se også detaljkart på fig.28 og 25).

Overkonsentrasjon av PAH på minimum 5-6 ganger ble funnet i blåskjell fra indre havn, i mindre grad på stasjonene lenger ut.

Svake overkonsentrasjoner av bly og kadmium ble funnet i blåskjell (mindre enn 2 ganger). Kvikksølv i torskefilet lå bare svakt over antatt "høyt bakgrunnsnivå".

Etter at resultatene for miljøgifter i organismer forelå, har næringsmiddelmyndighetene frarådet konsum av torskelever fra området innenfor Drøbak (SNT, pers. medd., 1994). Det kan nevnes at siden 1992 har næringsmiddelmyndighetene også frarådet konsum av torskelever fra Drammensfjorden innenfor Svelvik.

Informasjon om miljøgifter i fisk og skalldyr er mangelfulle mht. tilstanden i flere deler av indre fjord (f.eks., Bunnefjorden, Bekkelagsbassenget, Bestumkilen, Bærumsbassenget).

## 5.2. Metaller i sediment, skalldyr og fisk

### 5.2.1. Tilstand

#### Sedimenter

Innholdet av metaller i sedimenter ble undersøkt på tre stasjoner (st.30S - Steilene, st.35S - Holmestrand-Mølen, st.36S - Færder) i Oslofjorden i 1990 (fig.6). Nivåene av kadmium, kobber, kvikksølv og sink var lave i ytre fjord ved Færder. I indre fjord ved Steilene var imidlertid nivåene forhøyet og særlig kvikksølv med opp til 6 ganger "høyt bakgrunnsnivå". Blyinnholdet var forhøyet på alle tre stasjoner, med opp til 3 ganger "høyt bakgrunnsnivå". Dette er i overensstemmelse med øvrige undersøkelser i området (kfr. kap. 5.1).

#### Biologisk materiale

Konsentrasjonene av metaller i blåskjell og fisk 1992 var lave, mindre enn to ganger "høyt bakgrunnsnivå" (fig.8-16).

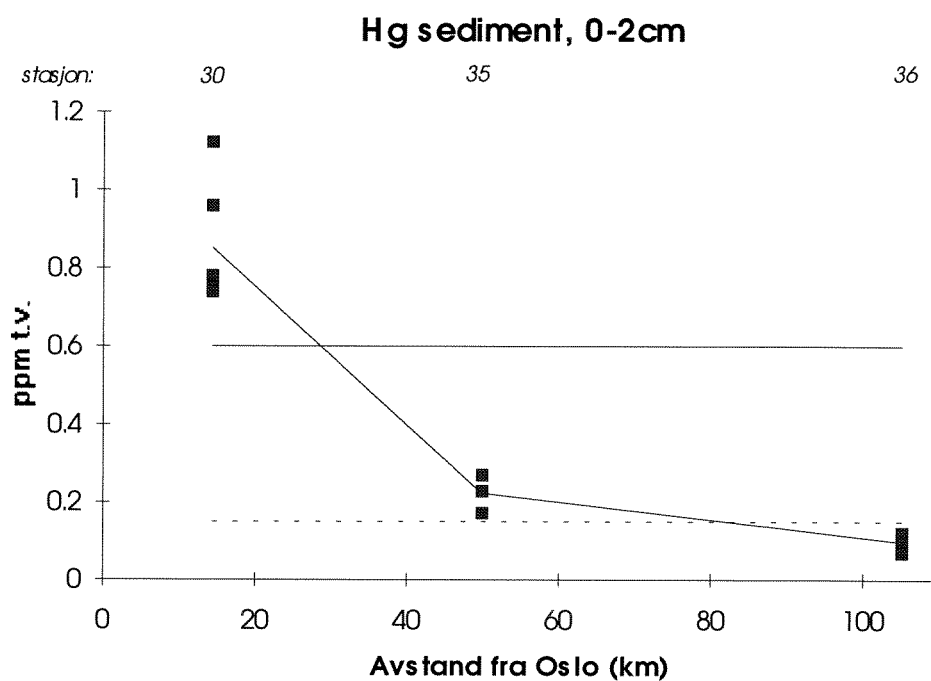
Beregninger av *direkte tilførsler fra utslipp og elver* av enkelte tungmetaller, PCB, og Lindan ( $\gamma$ HCH) er foretatt av en arbeidgruppe under Oslo og Paris kommisjonene (kfr. OSPARCOM, 1993). Estimatenes er tildels usikre. For eksempel er det danske bidraget ukjent, og totalestimatet representerer et minimum (kfr. tab.9). Resultatene indikerer at det norske bidraget står for nesten hele belastningen til Skagerrak og 3-7% av samtlige tilførsler til Nordsjøen.

Det må presiseres at oversikten i tab.9 gjelder direkte bidrag fra utslipp og elver og ikke gir en oversikt over den fullstendige belastningen til regionen, bl.a. ikke det som kommer fra Østersjøen eller Jyllandstrømmen. Oversikten gjenspeiler et markert behov å få bedre kjennskap til den totale belastningen til regionen og prosessene som styrer belastningen, og slik denne tabellen er satt opp kan opplysninger kan lett mistolkes.

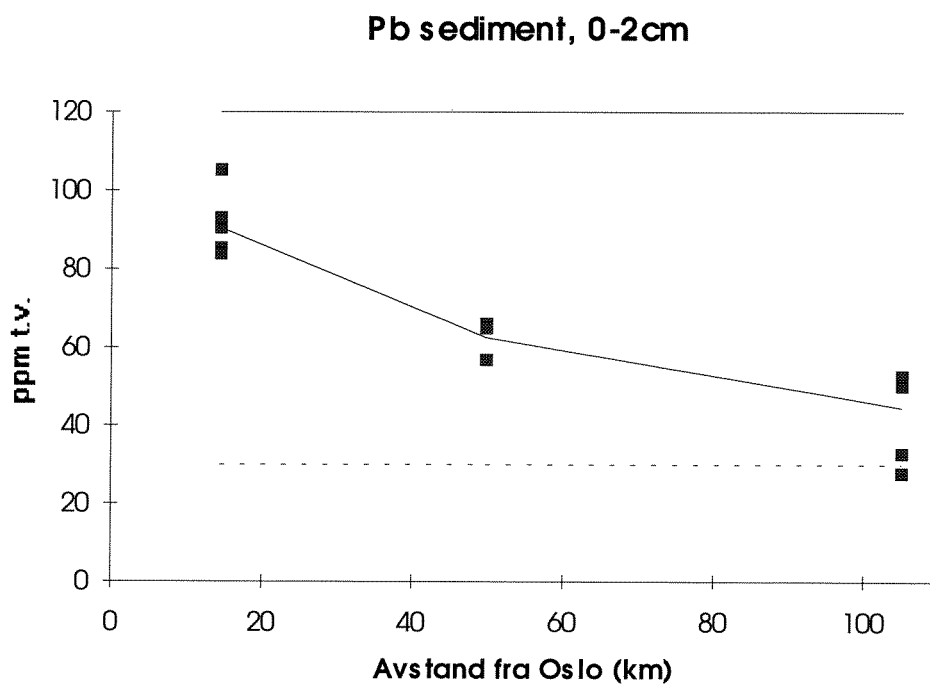
Det er ukjent i hvilke grad påvirkningen av JMP stasjoner i Skagerrak regionen vesentlig skyldes lokale kilder eller vannmassene fra Kattegat eller Nordsjøen. Problemstillingen er imidlertid mest relevant for stasjoner på åpen kyst. Inne i fjorden må man anta at eventuelle tydelige overkonsentrasjoner skyldes lokal virksomhet.



A



B



**Figur 6.** Midlere konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) og bly (Pb) i overflatesediment (0-2 cm) fra Oslofjorden. Den stiplede linjen angir "høyt bakgrunnsnivået", den heltrukne horisontale linjen over "høyt bakgrunnsnivået" indikerer klasse III ("nokså dårlig").

**Tabell 9.** Sammendrag av miljøgifttilførsler (direkte og fra elver) til Skagerrak, Kattegat og Nordsjøen 1991 (OSPARCOM, 1993). IO betyr ingen opplysninger.

		<b>Cd</b>	<b>Hg</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>γ-HCH</b>	<b>PCB <sup>1)</sup></b>
		<b>(t)</b>	<b>(t)</b>	<b>(t)</b>	<b>(t)</b>	<b>(t)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg)</b>
<b>Skagerrak</b>	Norge	2.3	0.2	100	24	410	76	24
	<i>% av total</i>	<i>96%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>96%</i>	<i>95%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>
	Sverige	0.1	>0.002	3.9	0.5	18	IO	IO
	Denmark	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO
	<b>Total</b>	<b>2.4</b>	<b>0.2</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>430</b>	<b>76</b>	<b>24</b>
<b>Kattegat <sup>2)</sup></b>	Norge	0	0	0	0	0	0	0
	<i>% av total</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>
	Sverige	0.3	>0.02	21	5.1	190	IO	IO
	Denmark	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO
	<b>Total</b>	<b>0.3</b>	<b>0.02</b>	<b>21</b>	<b>5.1</b>	<b>190</b>	<b>IO</b>	<b>IO</b>
<b>Nordsjøen</b>	Norge	2.6	0.2	35	28	220	22	21
	<i>% av total</i>	<i>7%</i>	<i>1%</i>	<i>2%</i>	<i>3%</i>	<i>3%</i>	<i>3%</i>	<i>3%</i>
	<b>Total</b>	<b>&gt;37</b>	<b>&gt;21</b>	<b>&gt;1100</b>	<b>&gt;1100</b>	<b>&gt;6000</b>	<b>&gt;820</b>	<b>&gt;720</b>

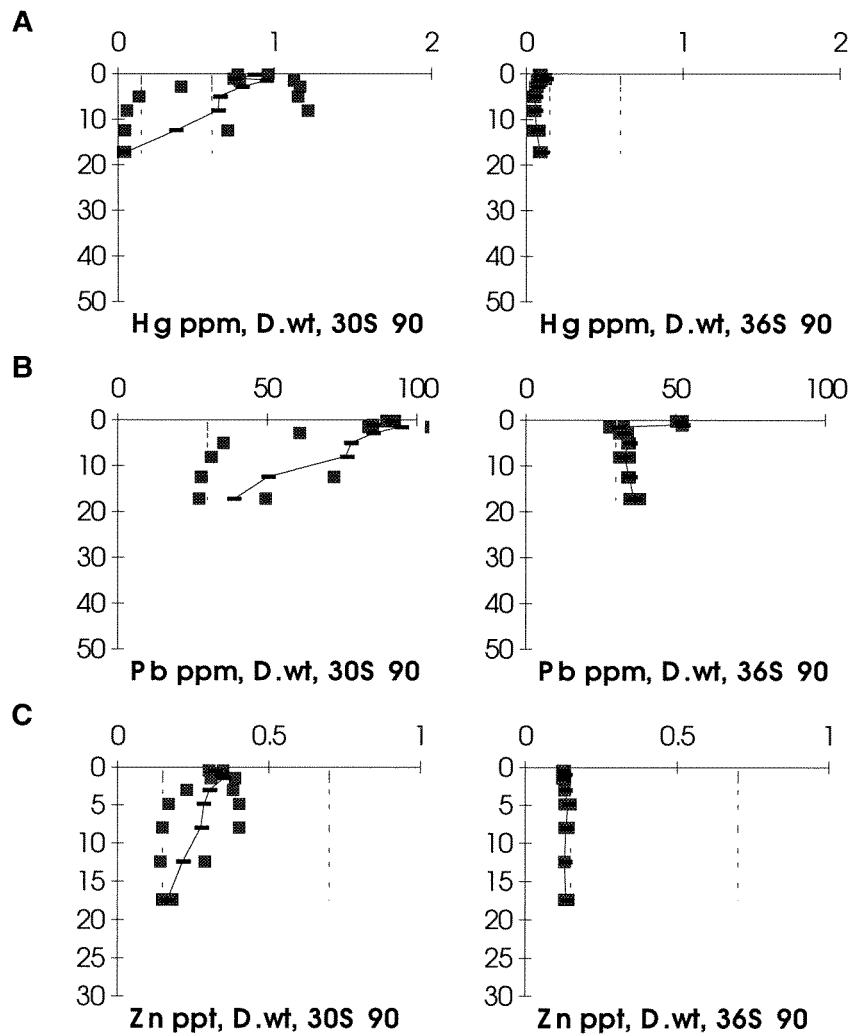
<sup>1)</sup> PCB sum av 7 enkelte forbindelser (28,52,101,118, 153, 138 og 180).

<sup>2)</sup> Gjelder opplysninger fra Sverige, ingen opplysninger fra Danmark.

### 5.2.2. Utvikling

#### Sedimenter

Prøvetaking av sedimenter i Oslofjorden ble utført i 1986 og 1990. Dette gir for få data til at disse kan benyttes til å vurdere utviklingen av forurensningssituasjonen. Det er imidlertid tatt kjerner på enkelte stasjoner til aldersdaterings. Sedimentasjonshastigheten varierer fra område til område, slik at tidsoppløsningen blir noe forskjellig på de ulike stasjonene. I Oslofjorden ble to parallelle kjerner fra henholdsvis Steilene og Færder aldersdatert og analysert for metaller. Sedimentasjonsraten var større ved Færder (14mm/år) enn ved Steilene (2.9mm/år). Kjernene fra Steilene var svært forskjellige. Den ene viste en nedgang i metallkonsentrasjon mot sedimentoverflaten, og den andre viste en økning (fig.7). Dette indikerer at det øvre laget er blitt blandet, og sannsynligvis skyldes dette bioturbasjon. Data fra indre fjord tilsier at konsentrasjonene burde avtatt fra ca. 10 cm sedimentdyp mot overflaten (kfr. kap. 5.1). Dette fordi tilførselen av endel metaller, bl.a. kvikksølv har avtatt siden 1960-70 tallet. Ved Færder ble det ikke registrert signifikante variasjoner i de øvre 20 cm av sedimentene (fig.7). Dette kan forklares av den store sedimentasjonshastigheten på stasjonen. De øvre 20 cm av sedimentet representerer kun de siste 10-15 års avsetninger.



**Figur 7.** Midlere konsentrasjoner av kvikksølv (Hg), bly (Pb) og sink (Zn) i vertikalprofil (i cm) i sediment fra indre Oslofjorden (st.30) og Færder (st.36). Den stiplede linjen angir fra venstre hhv. "høyt bakgrunnsnivå" og klasse III ("nokså dårlig").

### **Biologisk materiale fra 1981-92**

Konsentrasjonen av kvikksølv i torskfilet fra "små" individer viste en signifikant, men svak økning i perioden 1984-1992 på st.30 i indre del (fig.11, kfr. Vedlegg C). Generelt høyere verdier ble funnet i perioden etter 1988. Årsaken til økningen er ukjent, men resultatene tyder på lite endring etter 1988.

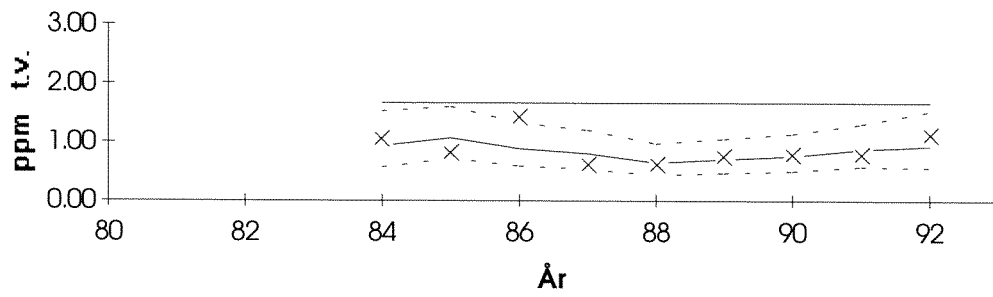
Derimot ble det i perioden registrert en nedgang i kvikksølv i torskfilet fra st.36, Færder. Forskjellen i kvikksølvinnholdet mellom små og store individer var signifikant. Det ble også registrert signifikant nedgang i kadmiuminnholdet i torskelever fra denne stasjonen (fig.9).

Det ble funnet signifikant økning i sinkkonsentrasjoner i blåskjell fra st.35 og 36 i ytre Oslofjorden de siste årene (fig.15, kfr. Vedlegg C). Forholdet kan imidlertid være et tilfeldig resultat av blåskjells evne til å regulere sinkinnholdet.

Det bør bemerkes at under henvisning til at kobber inngår i det oksygenbærende hemacyanin og til antatte transport- og *reguleringsmekanismer* (Philips, 1976a, b), reiser Børnes (1994) spørsmålet om bruken av blåskjell til å klassifisere miljøkvalitet ved bare moderat overbelastning med kobber (Knutzen et al., 1993). Blåskjell har også delvis evne til å regulere sinkinnholdet (bl.a. Lobel & Marshall, 1988, med ref.).

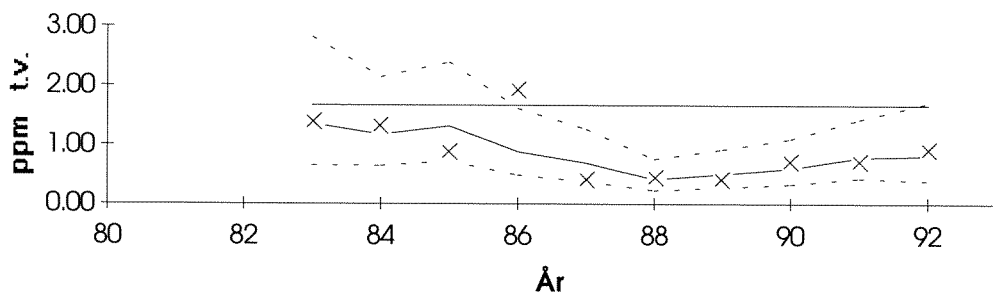
A

**Cd *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.30**



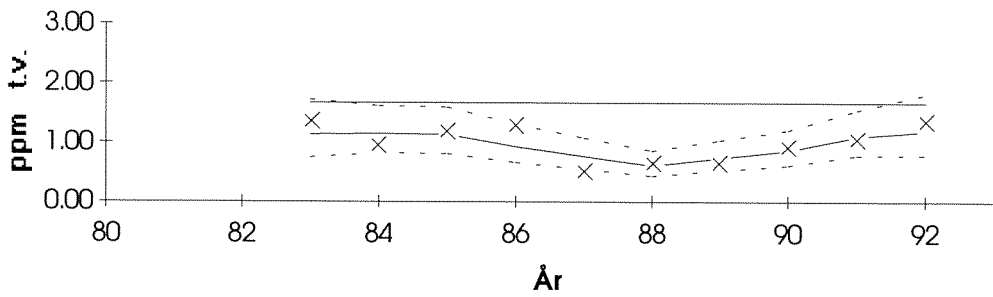
B

**Cd *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.31**



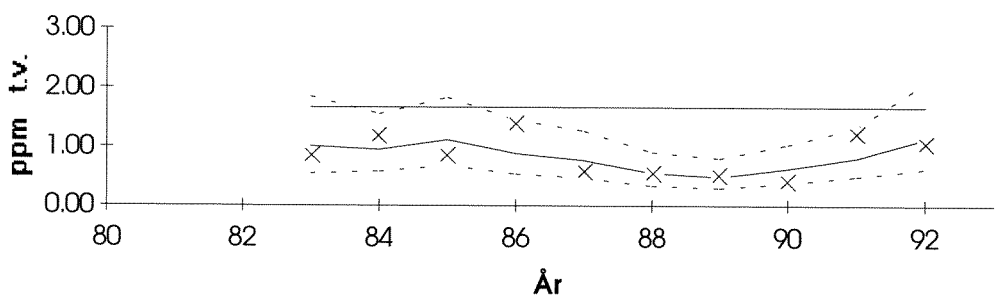
C

**Cd *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.35**



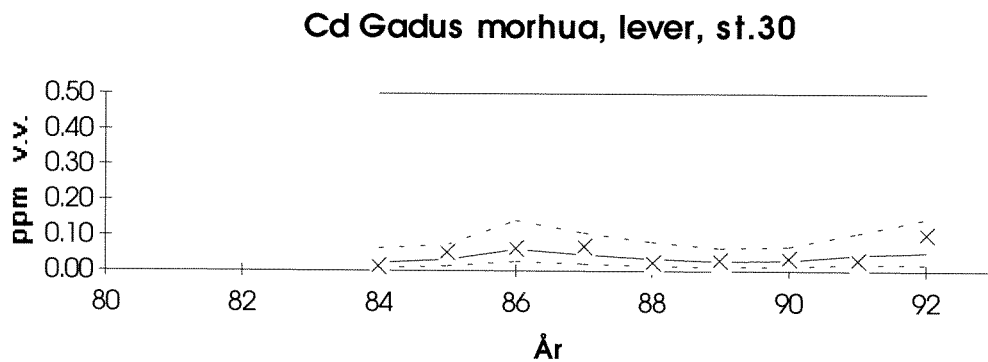
D

**Cd *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.36**

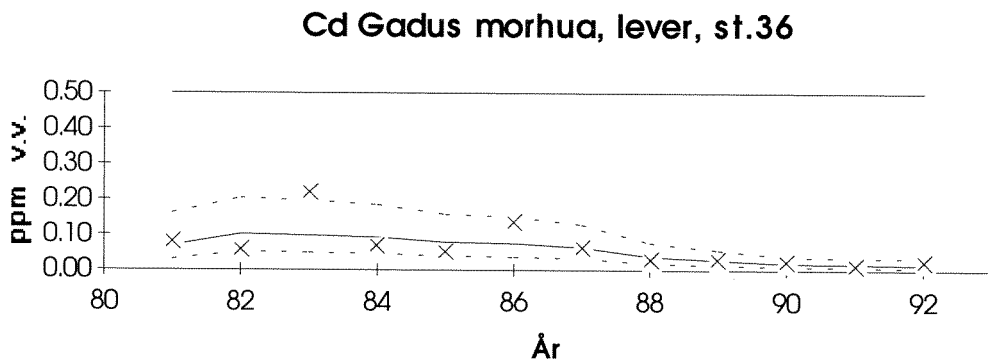


**Figur 8.** Mediane konsentrasjoner av kadmium (Cd) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

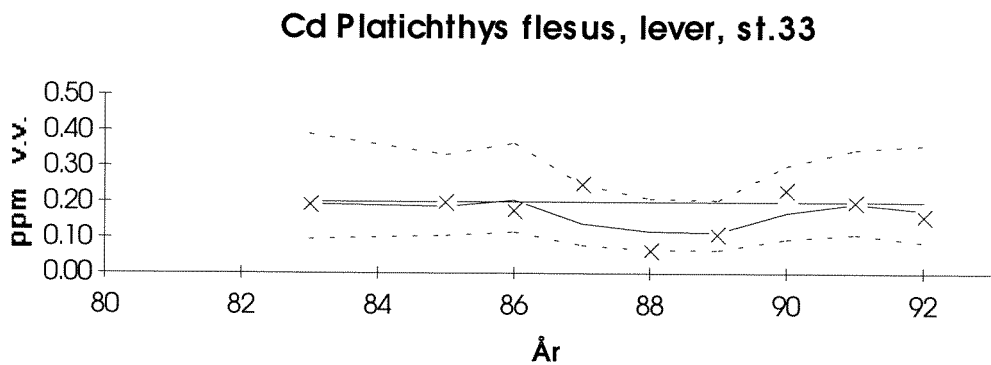
A



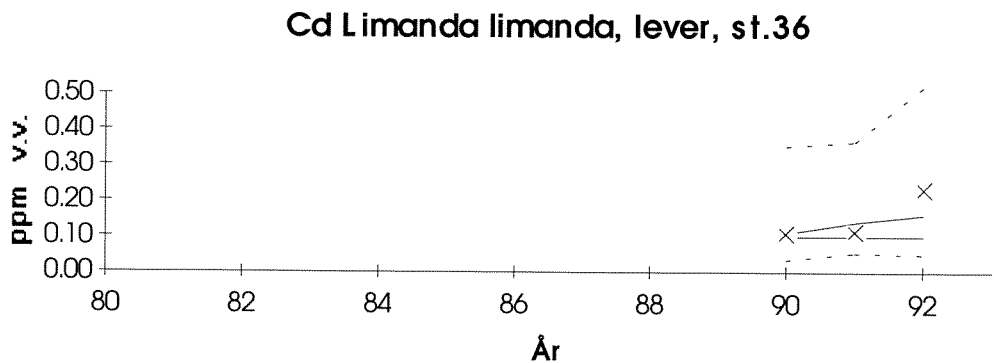
B



C



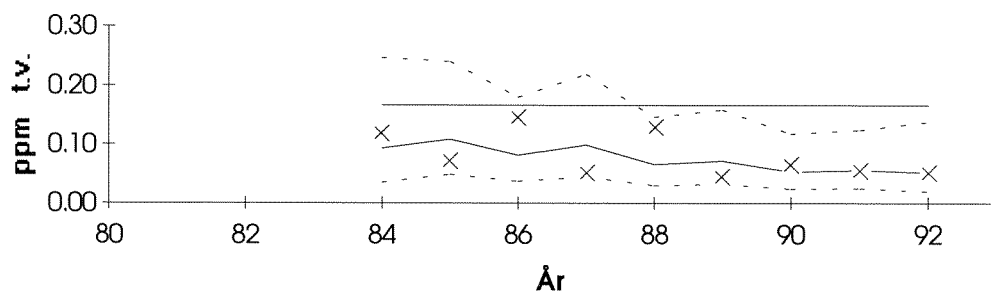
D



**Figur 9.** Mediane konsentrasjoner av kadmium (Cd) i lever av torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

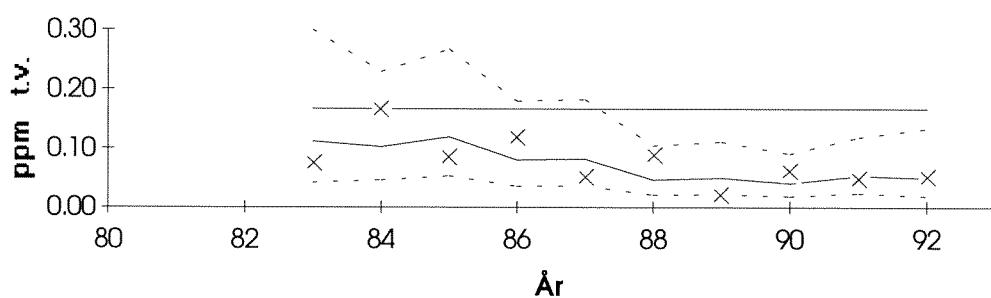
A

### Hg Mytilus edulis ., bløtdeler, st.30



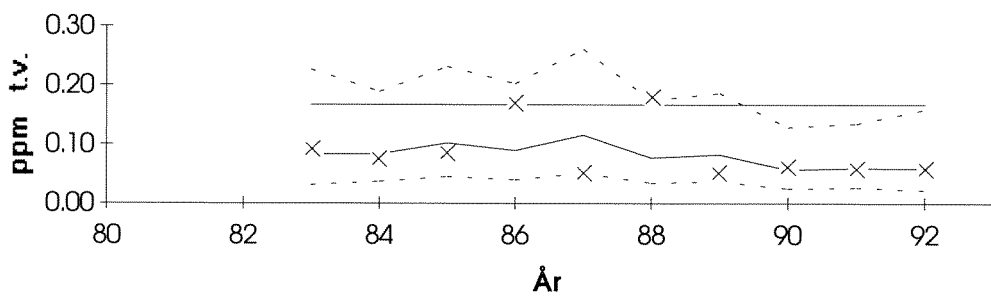
B

### Hg Mytilus edulis ., bløtdeler, st.31



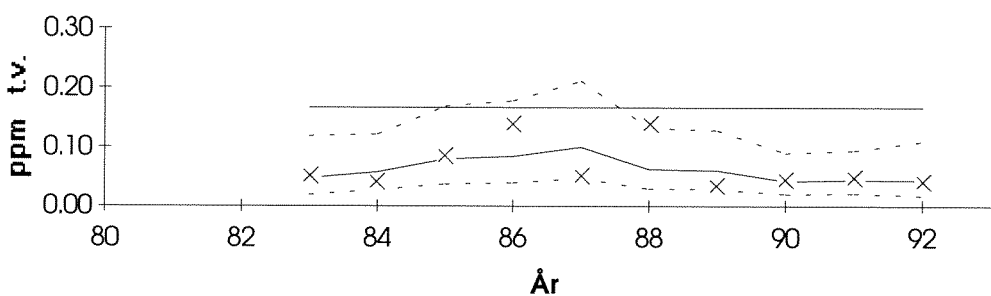
C

### Hg Mytilus edulis ., bløtdeler, st.35



D

### Hg Mytilus edulis ., bløtdeler, st.36

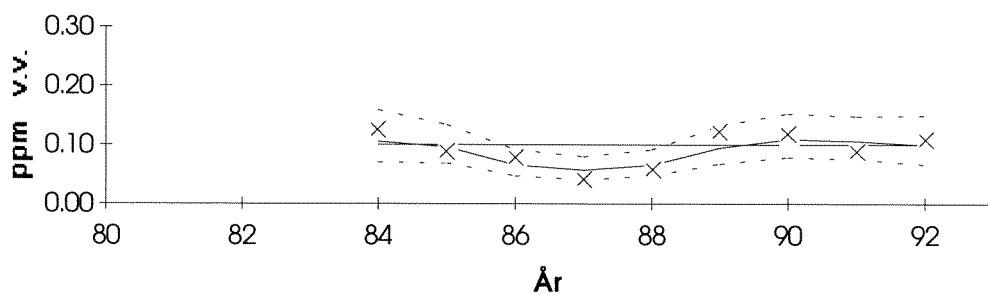


**Figur 10.** Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Oslofjord (kfr. fig.4 og 5).



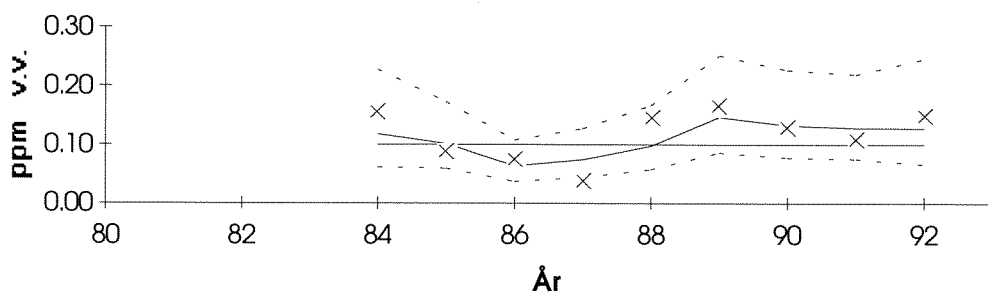
A

### Hg Gadus morhua (små), filet, st.30



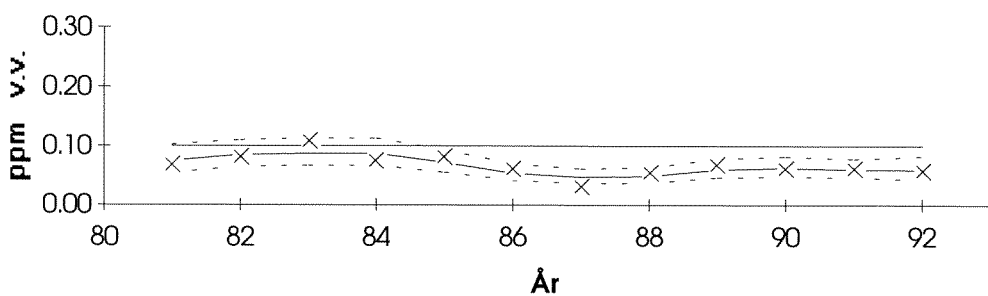
B

### Hg Gadus morhua (stor), filet, st.30



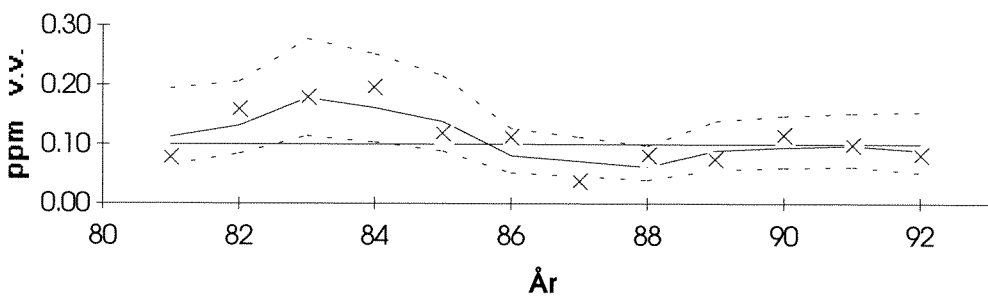
C

### Hg Gadus morhua (små), filet, st.36

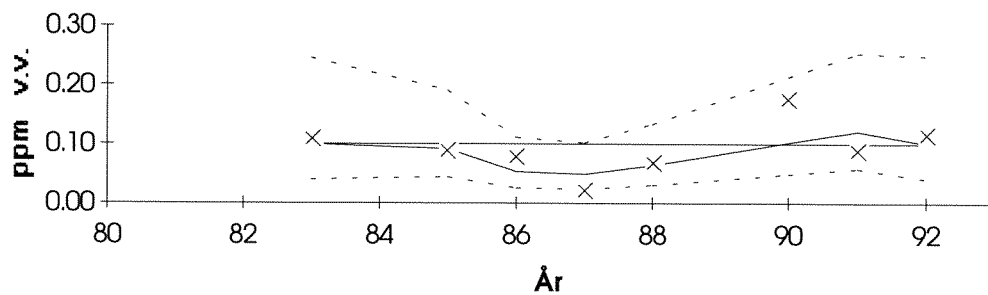
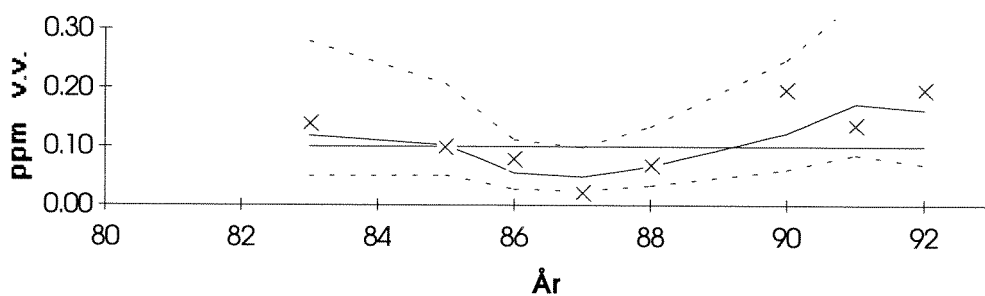
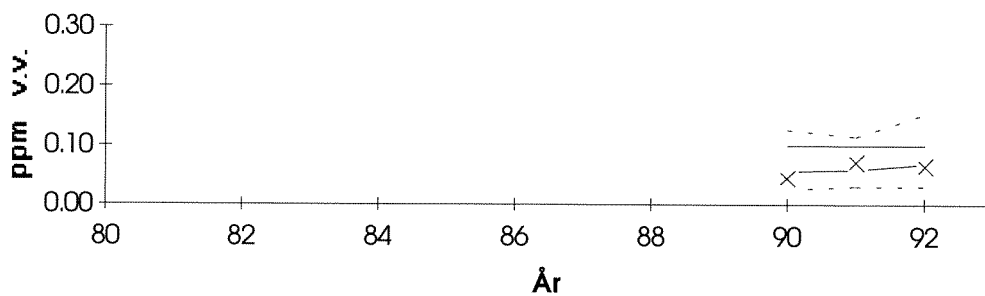
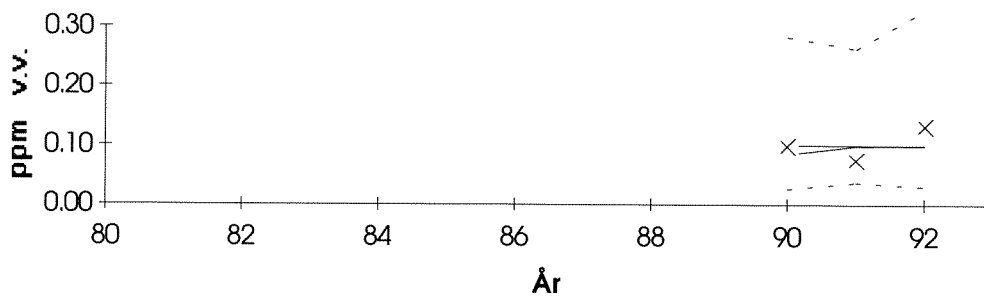


D

### Hg Gadus morhua (stor), filet, st.36



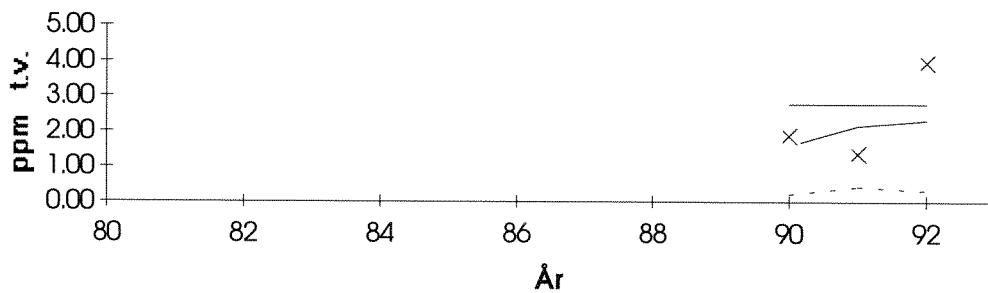
**Figur 11.** Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i filet av torsk (*Gadus morhua*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

**A****Hg *Platichthys flesus* (små), filet, st.33****B****Hg *Platichthys flesus* (stor), filet, st.33****C****Hg *Limanda limanda* (små), filet, st.36****D****Hg *Limanda limanda* (stor), filet, st.36**

**Figur 12.** Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i filet av skrubbe (*Platichthys flesus*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

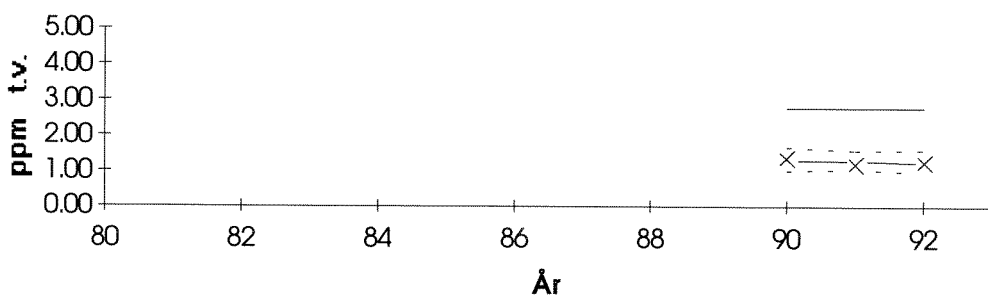
A

**Pb Mytilus edulis, bløtdeler, st.30**



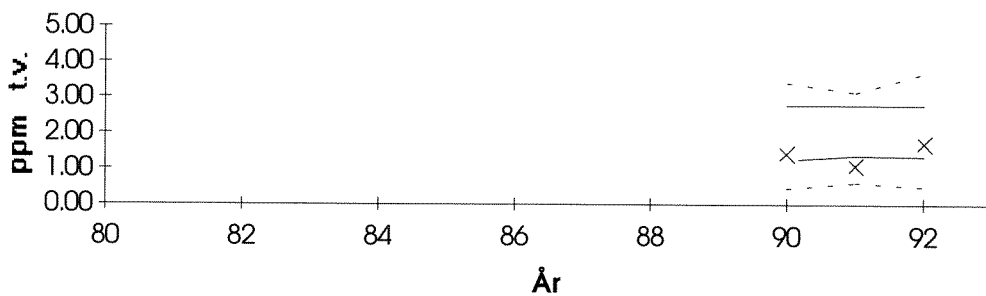
B

**Pb Mytilus edulis, bløtdeler, st.31**



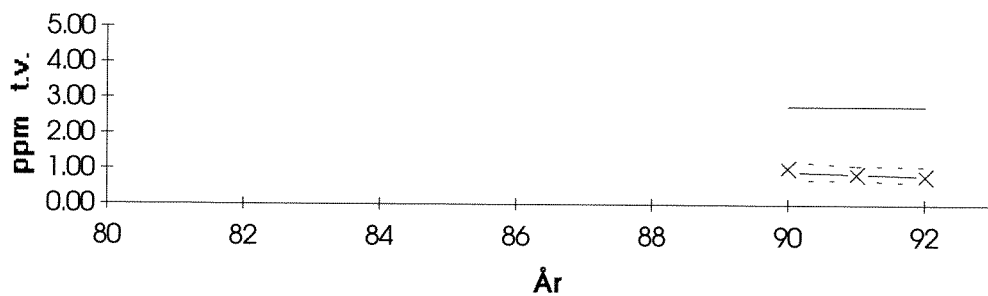
C

**Pb Mytilus edulis, bløtdeler, st.35**

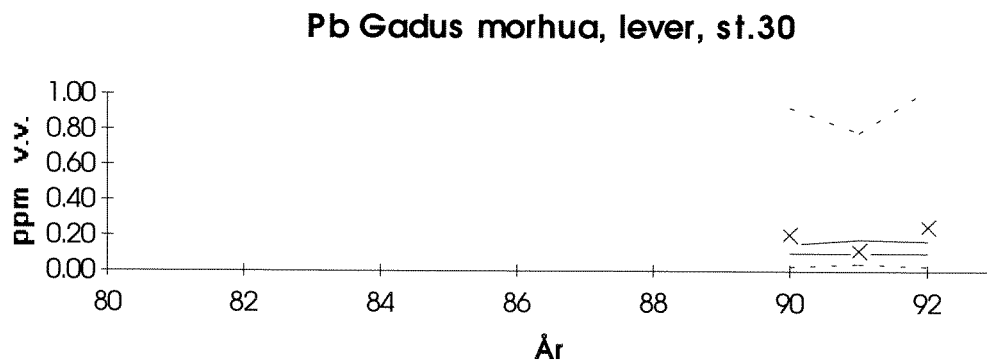
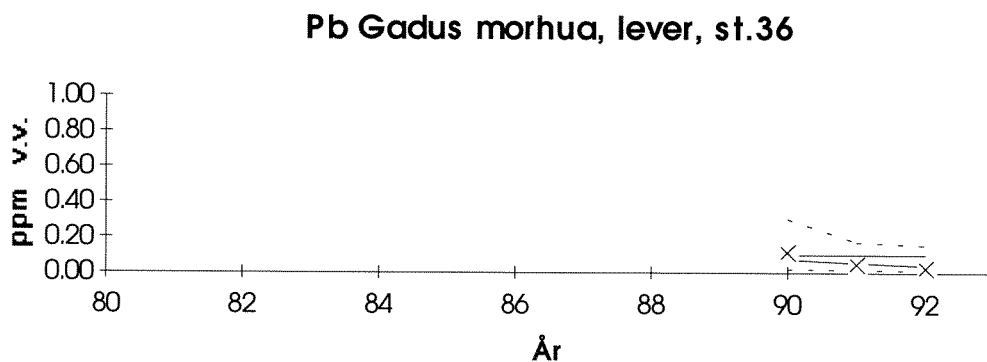
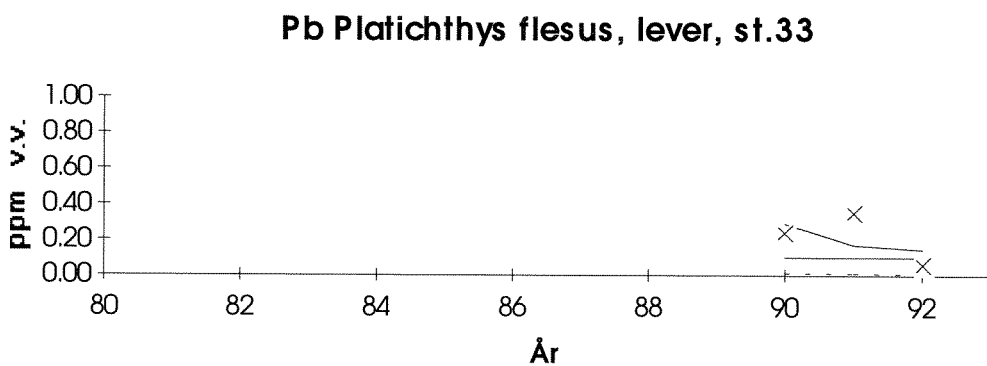
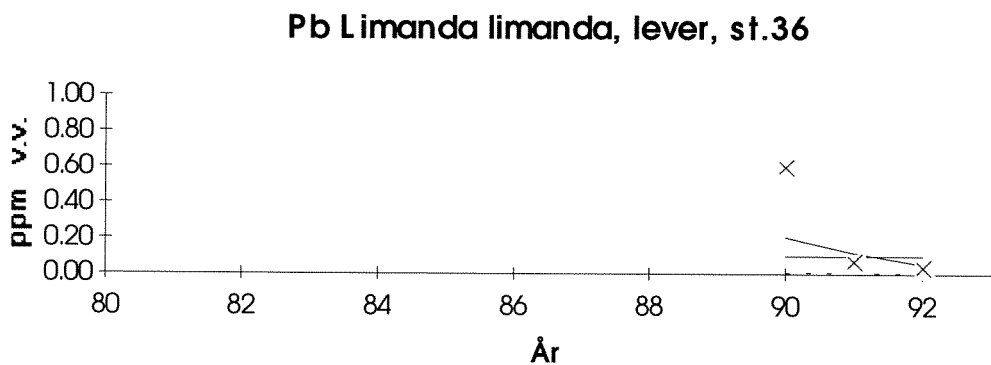


D

**Pb Mytilus edulis, bløtdeler, st.36**

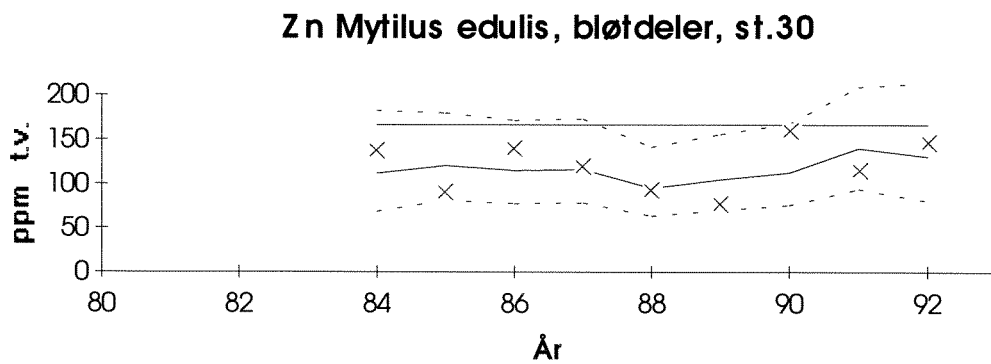


**Figur 13.** Mediane konsentrasjoner av bly (Pb) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

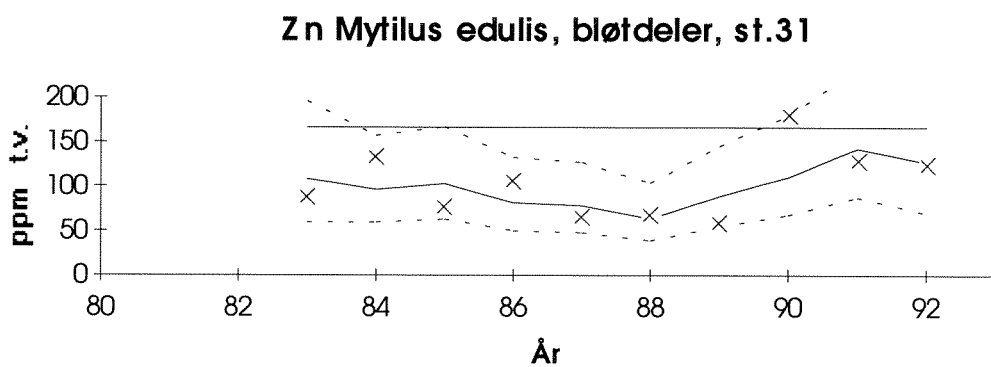
**A****B****C****D**

**Figur 14.** Mediane konsentrasjoner av bly (Pb) i lever av torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

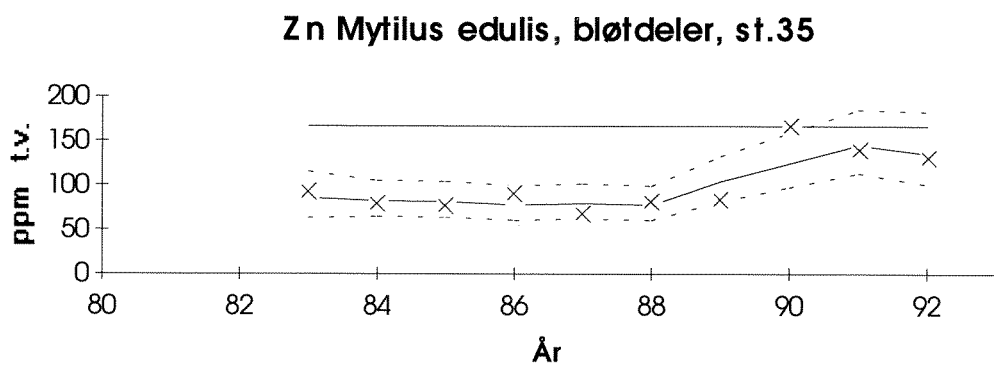
A



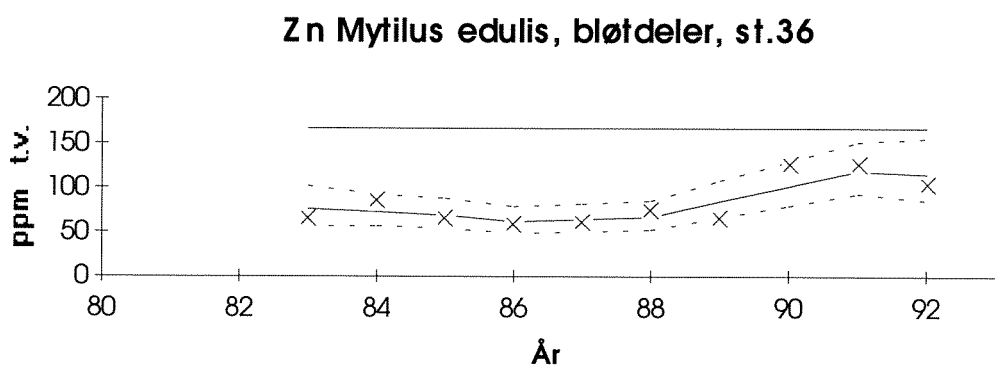
B



C

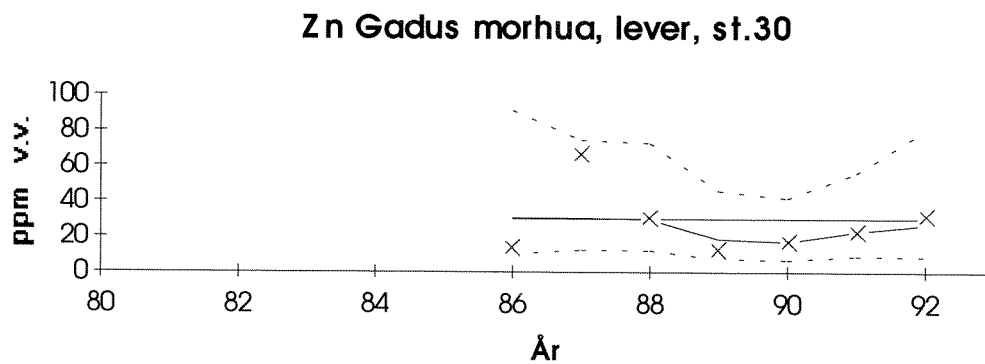


D

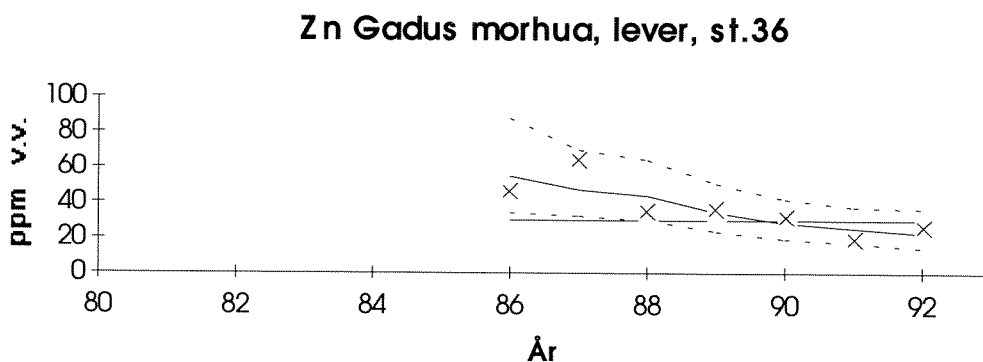


**Figur 15.** Mediane konsentrasjoner av sink (Zn) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

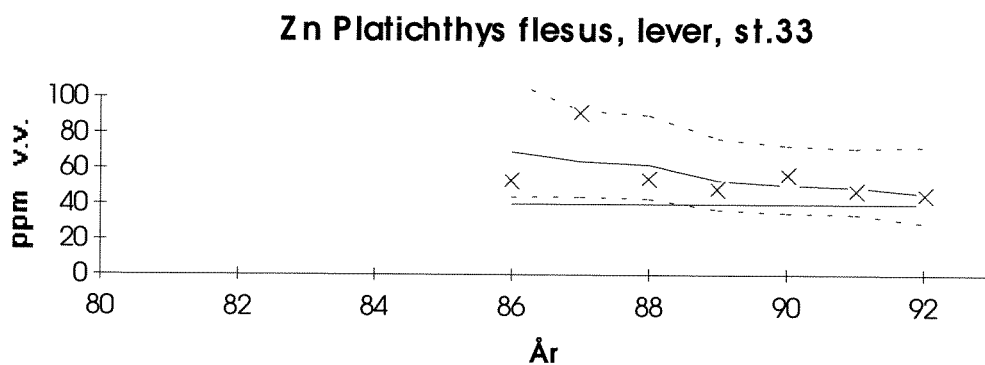
A



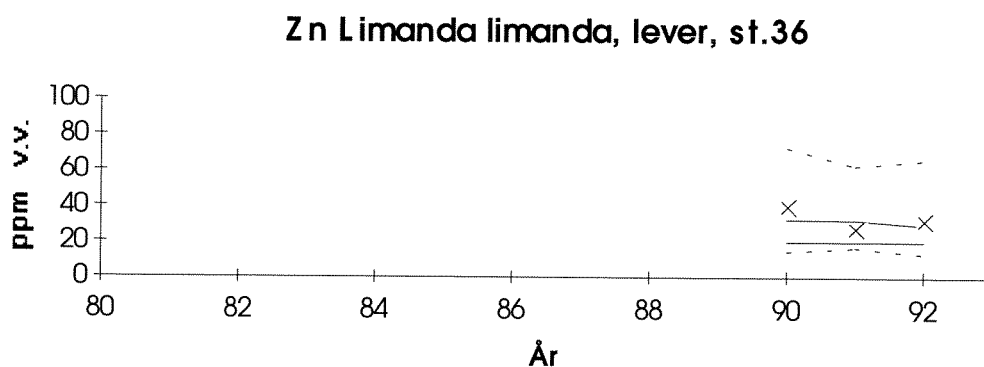
B



C



D



**Figur 16.** Mediane konsentrasjoner av sink (Zn) i lever av torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

## 5.3. Klororganiske stoffer i sediment, skalldyr og fisk

### 5.3.1. Tilstand

#### Sedimenter

Klororganiske stoffer ble undersøkt i overflatesedimenter (0-2 cm) fra Steilene (st.30S) og Færder (st.36S) i 1990. Som nevnt regnes "total" PCB som to ganger PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180).

Innholdet av PCB og HCB i sedimentene ved Steilene var henholdsvis opp til 4 og 2 ganger "høyt bakgrunnsnivå", men avtok til ca. "høyt bakgrunnsnivå" ved Færder. Innholdet av g-HCH var lavt både ved Steilene og ved Færder. Innholdet av DDT avtok også noe fra Steilene og ut til Færder fra ca.7 til 4 ppb.

#### Biologisk materiale

Overkonsentrasjoner av PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) er funnet i blåskjell og torskelever fra indre fjord (st.30) i 1990-92 (fig.20 og 21). Konsentrasjonene var i klasse III for blåskjell i 1989-92 og det samme for torskelever i 1991-92.

Det relative innhold av de enkelte forbindelser (CB-profil) i blåskjell og torsk var forskjellig (fig.17) og tyder på ulike netto akkumuleringsegenskaper og/eller forskjellig eksponeringsforhold, det siste bl.a. fordi de to artene lever på ulike dyp og har ulike opptaksmekanismer. Opptaket av CB-101 og til dels og CB-118 var relativt høyt i blåskjell, men ikke i sammen grad hos torsk. Derimot utgjorde CB-180 en større andel av PCB i torsk enn i blåskjell fra st.30.

Resultatene fra prinsipal komponent-analyse (PCA) av PCB i blåskjell og torsk 1990-92 tyder på at netto akkumuleringsegenskaper og/eller eksponering er forskjellige i indre del (st.30) fra lenger ut. Figur 18A og B og figur 19A og B viser at stasjon 30 skiller seg klart ut fra de andre stasjonene ved lavere verdi på prinsipalkomponent 1 (faktor 1) både for blåskjell og torsk. Som det fremgår av figur 18C og 19C er alle stoffene i begge tilfelle negativt korrelert med faktor 1 (dvs. koeffisienten for faktor 1 for alle variabler er negativ), og høy negativ verdi på denne faktoren betyr altså generelt høye konsentrasjoner. For blåskjell fanges ca. 78% av den totale variansen opp av faktor 1, for torskelever 86 % (kfr. Vedlegg F)

For blåskjell er det CB-52 samt CB-101 til CB-153 som i størst grad henger sammen med faktor 1, mens faktor 2 i stor grad er et uttrykk for variasjon i CB-180 i forhold til disse komponentene, uavhengig av den generelle graden av forurensning. CB-28 varierer generelt svakere enn de andre komponentene, men har en sekundær variasjon uavhengig av generell eksponering for forurensning knyttet til faktor 3 og 4, som ikke er vist her, det fremgår av Vedlegg F1.

For torskelever viser figur 19C at faktor 1 er korrelert omtrent like sterkt med alle stoffene unntatt CB-28, som også nå er mest korrelert med faktor 3 og 4 (Vedlegg F3). Faktor 2 er i stor grad uttrykk for en variasjon i forholdet mellom de ulike komponentene knyttet til kloreringsgrad, ved at høye verdier på faktor 2 henger sammen med høye konsentrasjoner av de lavklorerte forbindelsene i forhold til de høye forbindelsene. Det fremgår av Vedlegg F1 at det for blåskjell er en lignende sammenheng med kloreringsgrad i faktor 3, som ikke er vist i plottene.

Disse sekundære variasjonsmønstrene tyder på at de enkelte CB-forbindelsene agerer ulikt mht. opptak og/eller utskillelse. Det er imidlertid bare ca. 10-15 % av den totale variansen i materialet som er knyttet til faktor 2 og 3.

De høye nivåene av PCB målt i torskelever i indre Oslofjord har ført til at næringsmiddelmyndighetene i 1994 har frarådet konsum av torskselever innenfor Drøbak (SNT, pers.comm, 1994).

Svakt forhøyet innhold av DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD) ble registrert i torskelever fra st.30 (fig.23).

### 5.3.2. Utvikling av forurensningssituasjonen

#### Sedimenter

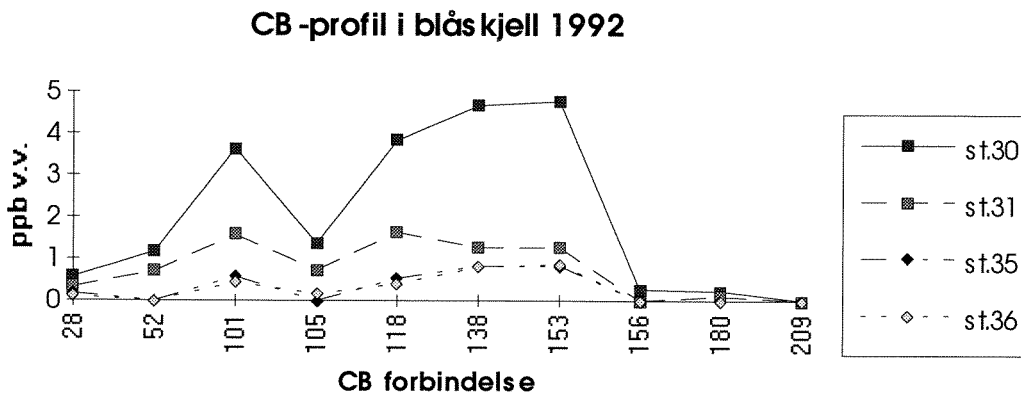
Det foreligger ikke data for klororganiske forbindelser fra området fra tidligere år, heller ikke fra dype kjerner. Det kan derfor ikke sies noe om utviklingen gjennom tid for disse forbindelsene.

#### Biologisk materiale fra 1981-92

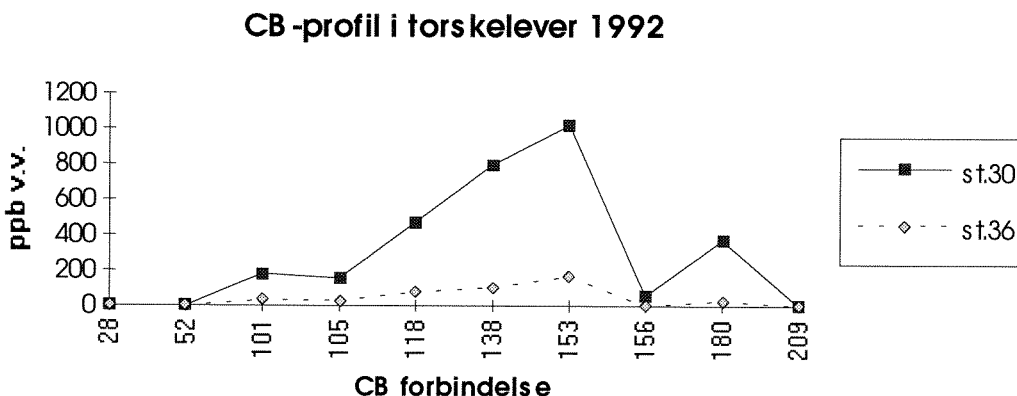
Det ble registrert to signifikante oppadgående trender for PCB i blåskjell: på stasjon 30, Gressholmen og st.36, Færder (fig.20). I begge tilfellene skyldes det i hovedsak økning til og med 1990. Konsentrasjonen steg fra under "høyt bakgrunnsnivå" til klasse III på st.30, og har vært relativt stabil etter 1989.

Innholdet av HCB i blåskjell har gått betraktelig ned i perioden 1981-1986 (fig.24). Siden 1986 har konsentrasjoner vært tilnærmet lik "høyt bakgrunnsnivå".

A



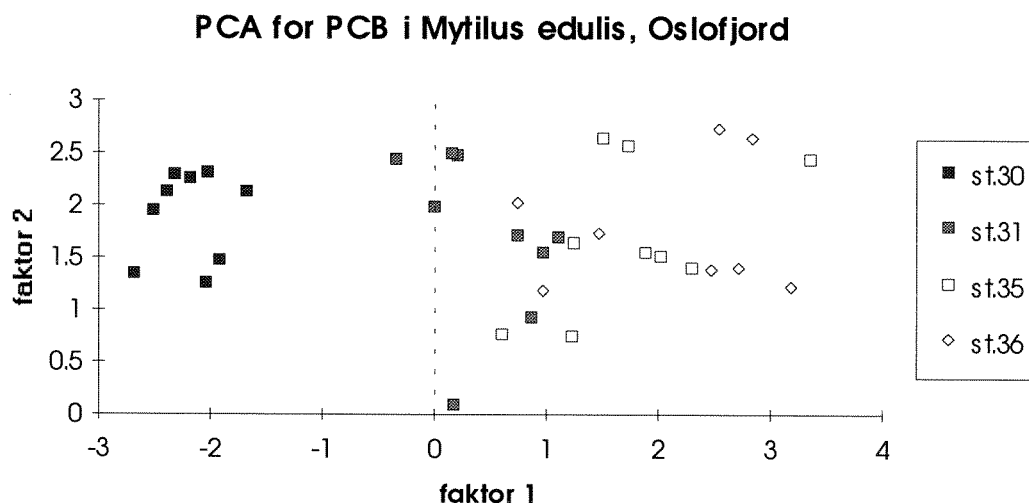
B



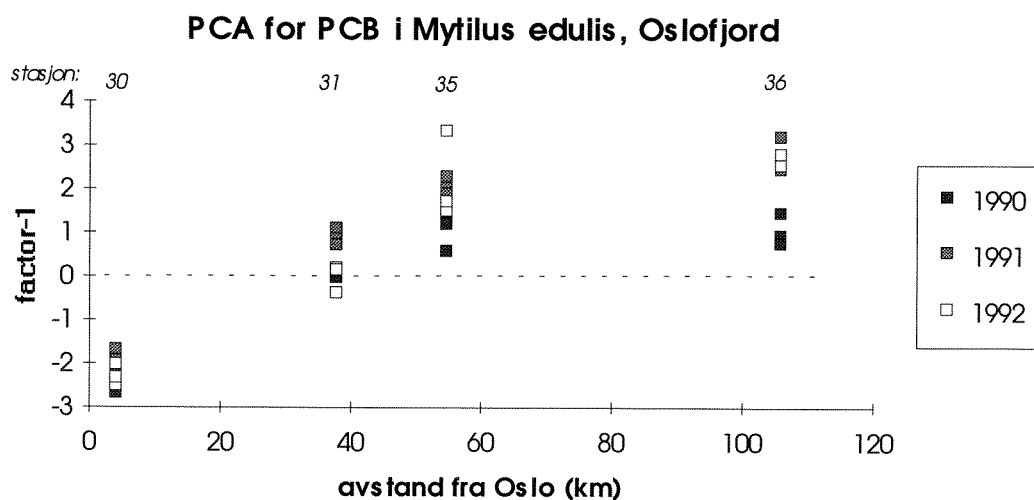
**Figur 17.** PCB-profiler (konsentrasjoner av 10 enkelte PCB forbindelser: CB-28, -52, -101, -105, -118, -138, -153, -156, -180 og -209) i blåskjell (*Mytilus edulis*) og lever av torsk (*Gadus morhua*) fra Oslofjorden.



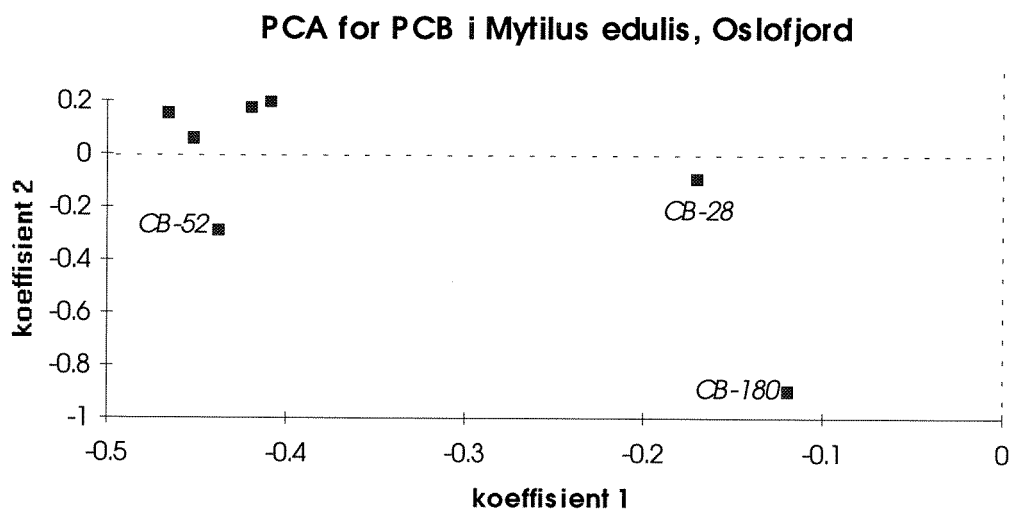
A



B

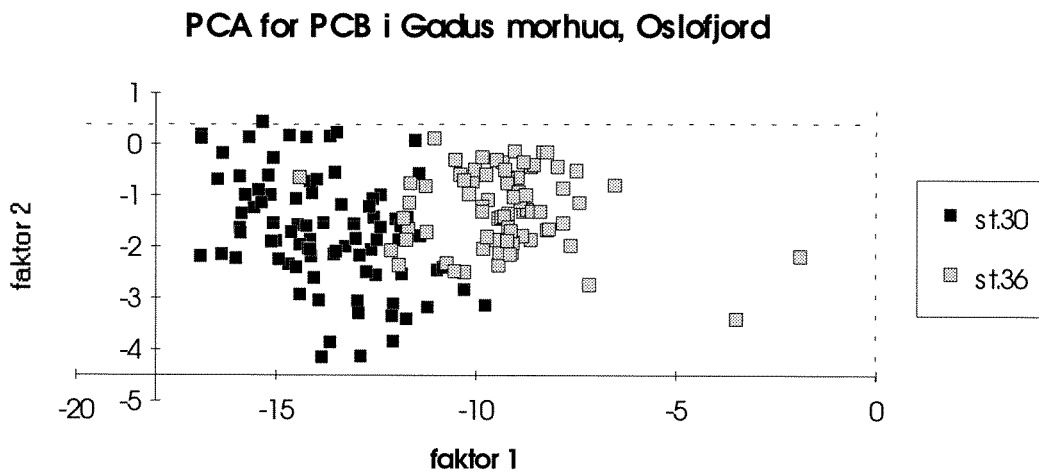


C

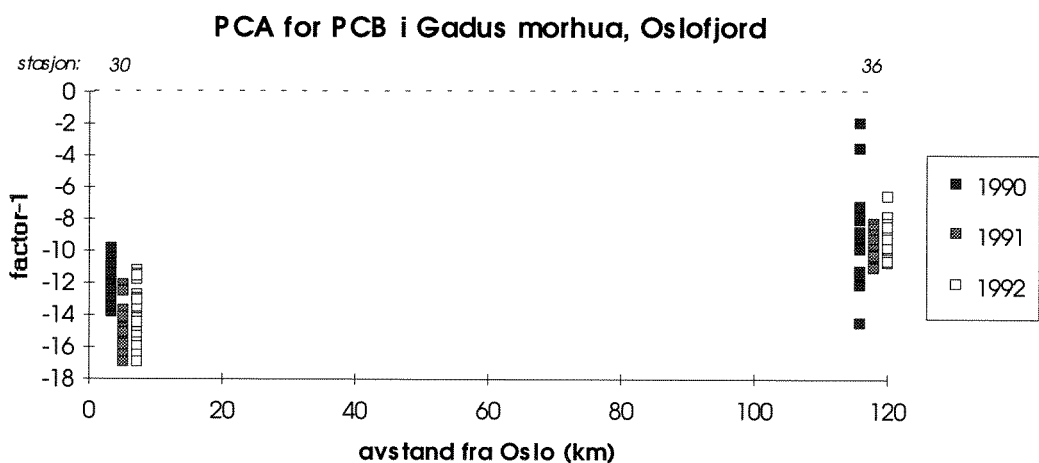


**Figur 18.** Resultater fra prinspal komponent analyse (PCA) på PCB konsentrasjoner (7 enkelte forbindelser: CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Oslofjorden 1990-1992 (3 størrelseskategorier fra hver stasjon), kfr. tekst.

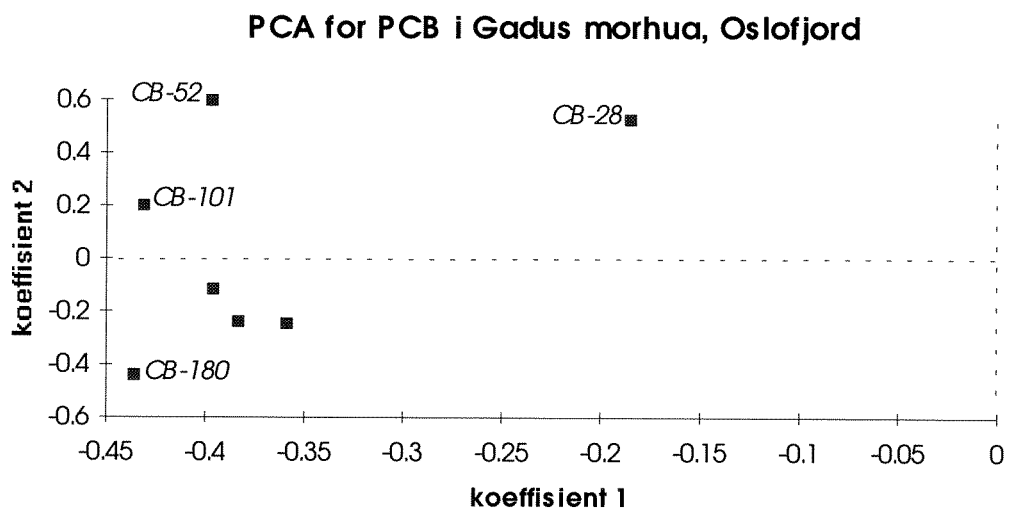
A



B



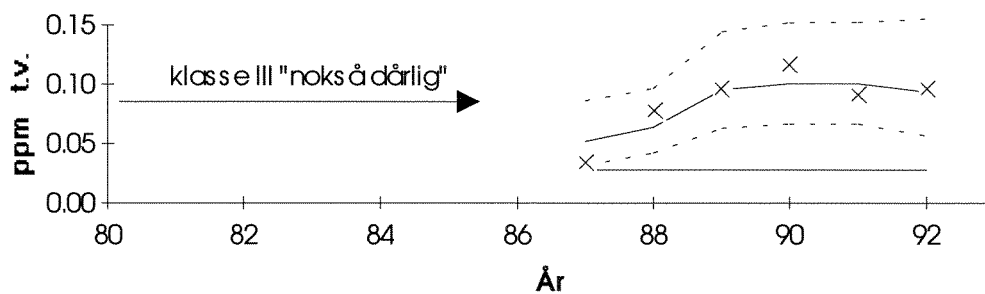
C



**Figur 19.** Resultater fra prinspal komponent analyse (PCA) på PCB konsentrasjoner (7 enkelte forbindelser: CB-28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i lever av torsk (*Gadus morhua*) fra Oslofjorden 1990-1992 kfr. tekst.

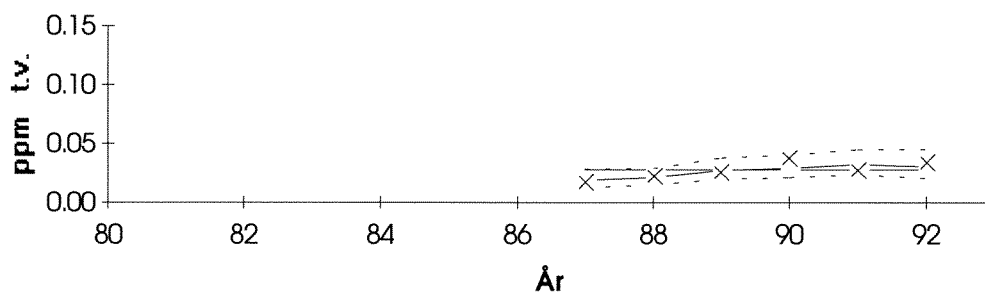
A

**CB\_S7 Mytilus edulis, bløtdeler, st.30**



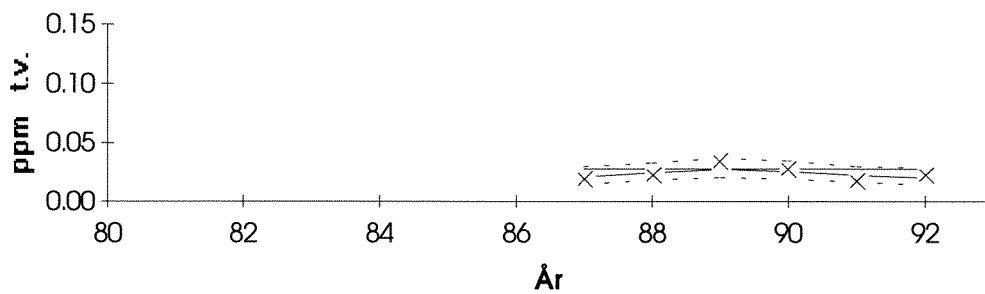
B

**CB\_S7 Mytilus edulis, bløtdeler, st.31**



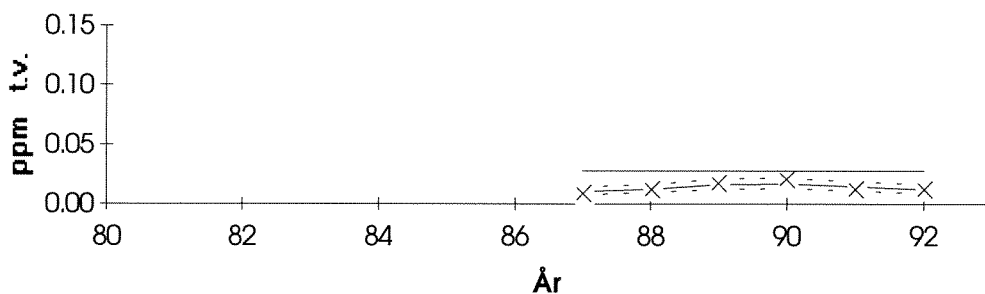
C

**CB\_S7 Mytilus edulis, bløtdeler, st.35**



D

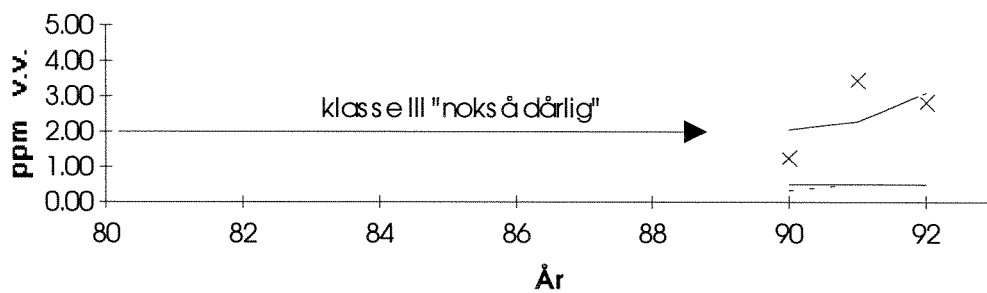
**CB\_S7 Mytilus edulis, bløtdeler, st.36**



**Figur 20.** Mediane konsentrasjoner av PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Oslofjord (kfr. fig.4 og 5).

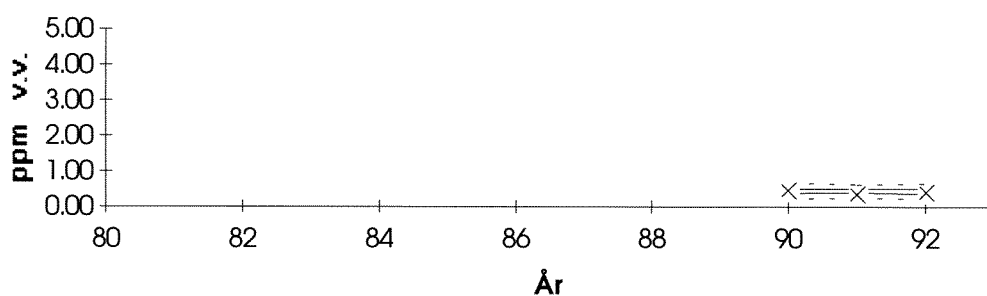
A

CB\_S7 Gadus morhua, lever, st.30



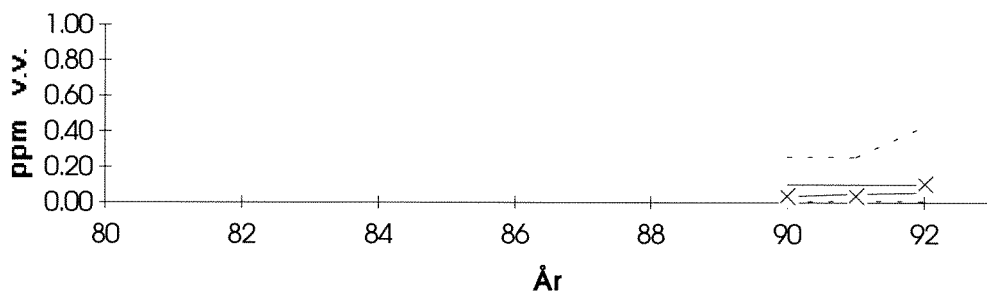
B

CB\_S7 Gadus morhua, lever, st.36



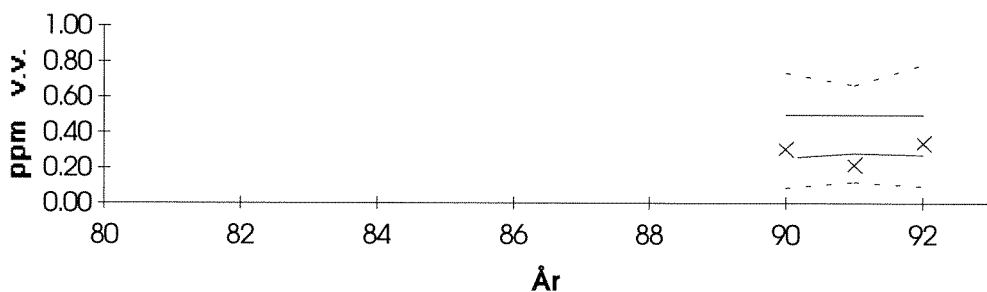
C

CB\_S7 Platichthys flesus, lever, st.33

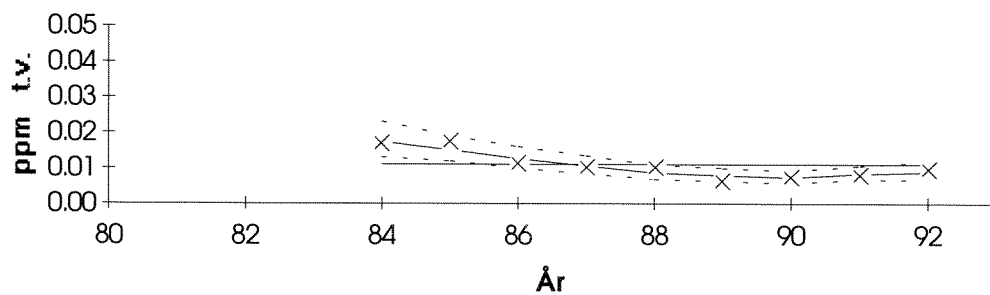
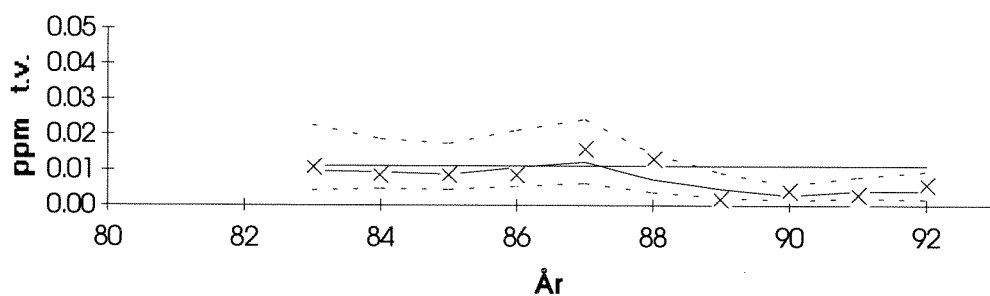
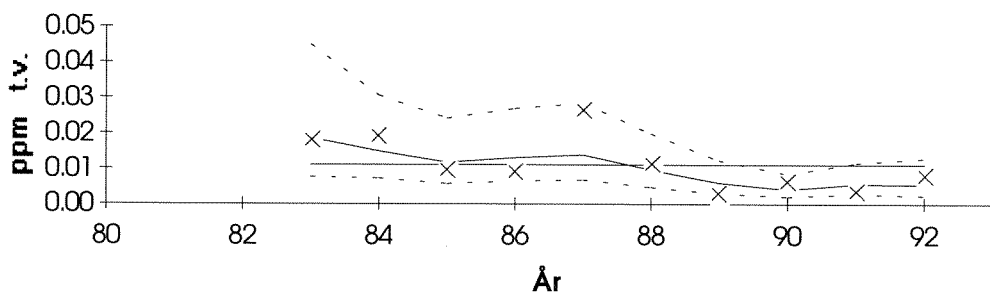
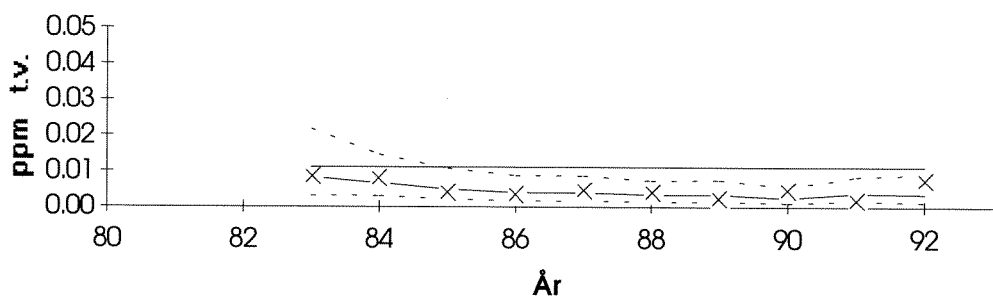


D

CB\_S7 Limanda limanda, lever, st.36



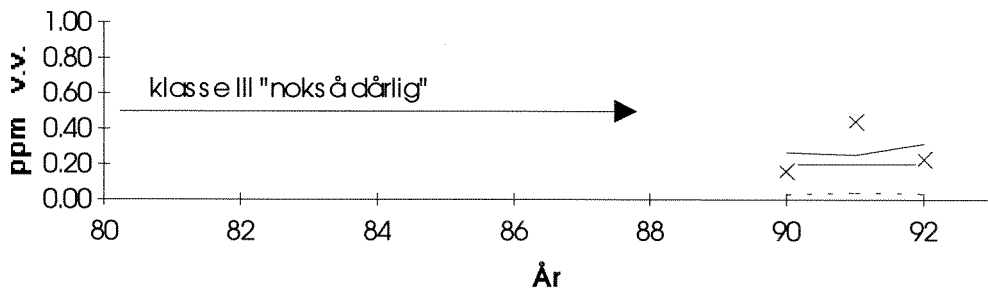
**Figur 21.** Mediane konsentrasjoner av PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i lever av torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

**A****DD\_S4 Mytilus edulis, bløtdeler, st.30****B****DD\_S4 Mytilus edulis, bløtdeler, st.31****C****DD\_S4 Mytilus edulis, bløtdeler, st.35****D****DD\_S4 Mytilus edulis, bløtdeler, st.36**

**Figur 22.** Mediane konsentrasjoner av DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Oslofjord (kfr. fig.4 og 5).

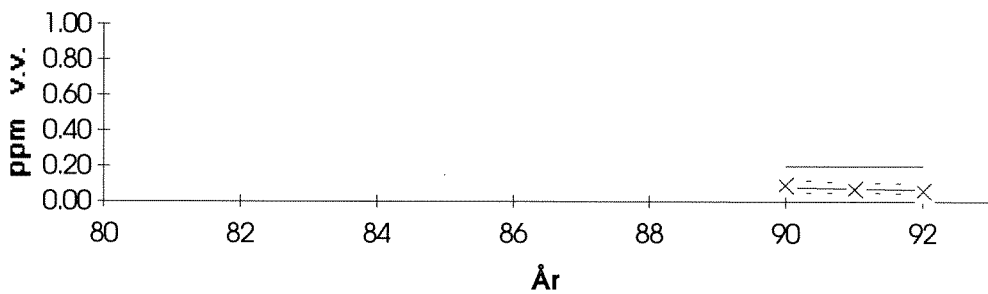
A

DD\_S 4 *Gadus morhua*, lever, st.30



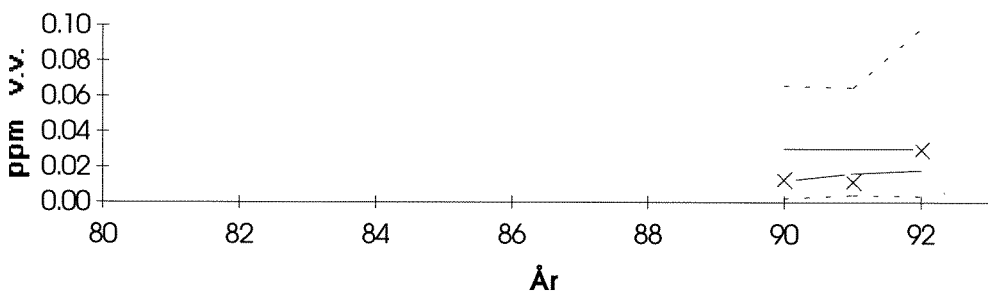
B

DD\_S 4 *Gadus morhua*, lever, st.36



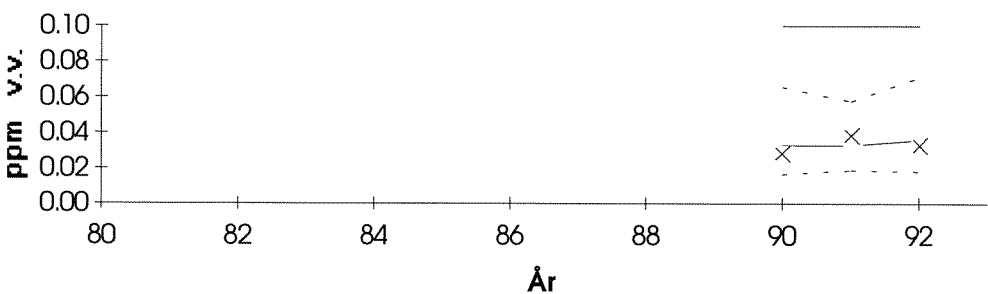
C

DD\_S 4 *Platichthys flesus*, lever, st.33



D

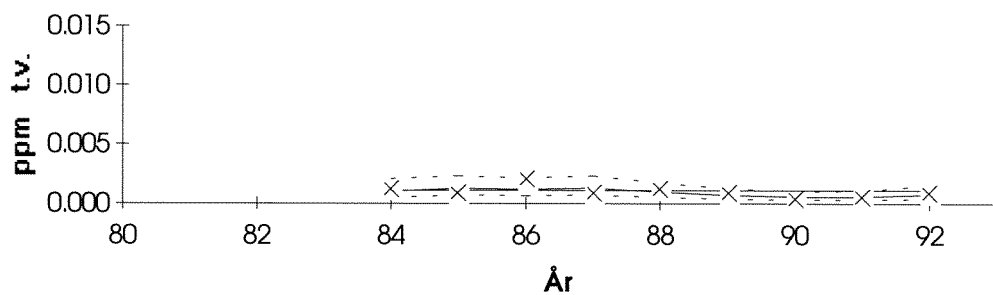
DD\_S 4 *Limanda limanda*, lever, st.36



**Figur 23.** Mediane konsentrasjoner av DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD) i lever av torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Oslofjorden (kfr. fig.4 og 5).

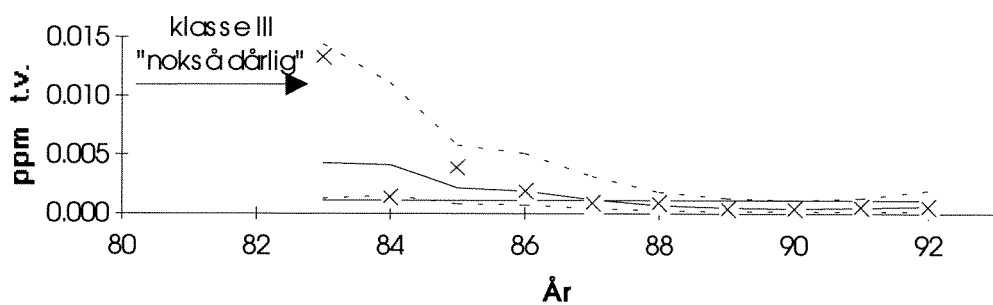
A

### HCB *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.30



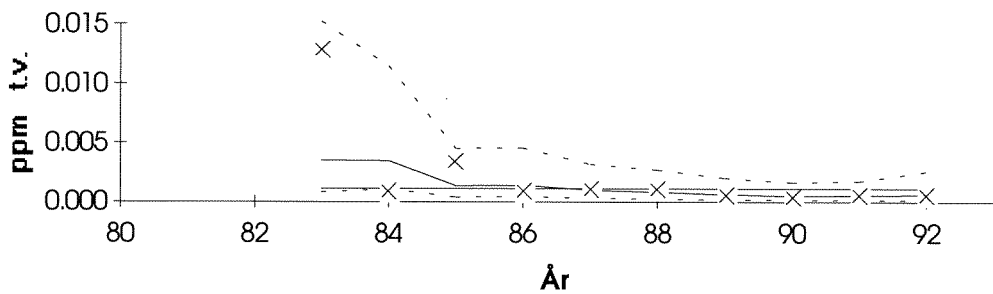
B

### HCB *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.31



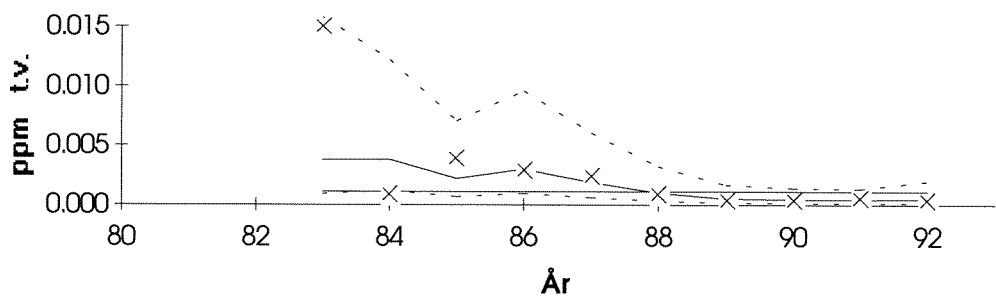
C

### HCB *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.35



D

### HCB *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.36



Figur 24. Mediane konsentrasjoner av HCB i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Oslofjord (kfr. fig.4 og 5).

## 6. HVALER-SINGLELFJORDOMRÅDET

Prøver ble innsamlet fra tre blåskjellstasjoner i Hvaler/Singlefjord-området (fig.25) i tre år: 1982, 1985 og 1990. Datamaterialet var utilstrekkelig for en tidstrendanalyse. Vurdering av tilstand og utvikling fokuserer på resultatene for kadmium, kvikksølv og "total" PCB.

### 6.1. Bakgrunn - andre undersøkelser

Området er i varierende grad påvirket fra Glomma i nord og muligens også tidvis fra kyststrømmen fra sydøst. Tidligere undersøkelser har vist klare forurensningseffekter (Knutzen, 1984; Skei, 1984 og 1987; Berge, 1991).

- De opprinnelig viktigste kildene til miljøgiftbelastningen ble antatt å være (Skei, 1984):
  - Kronos Titan A/S (jern og titan, i mindre grad også andre metaller),
  - Borregaard Industries A/S (kvikksølv og sink),
  - Sjøpelfyllplass på Øra (PCB og eventuelt andre tungt nedbrytbare klororganiske forbindelser).
- Noen hovedkonklusjoner fra undersøkelse av miljøgifter i organismer 1980-81 var (Knutzen, 1984):
  - Metallnivåene i tang og blåskjell var stort sett lave eller moderat høye. Det viktigste unntaket fra dette var enkelte komponenter i avløpsvannet fra Kronos Titan A/S: jern, titan, mangan og vanadium.
  - I skrubbe ble det funnet enkeltteksemplarer med forhøyet kvikksølvinnhold. I torsk, brisling og sild var det derimot lavt kvikksølvinnhold.
  - Innholdet av PCB, HCB og DDE i blåskjell var moderat eller lavt på alle stasjoner med unntak av st.76 [nord for JMP st.02A, Fugleskjær], som antas å være påvirket av søppelfyllplassen på Øra (ved munningen av Glomma).
  - Innholdet av PCB og HCB i lever av skrubbe og torsk fra Øra-området var høyere enn i fisk fra områder lenger ut.
- Noen hovedkonklusjoner fra undersøkelser av miljøgifter i sediment og biota fra nedre del av Glomma 1986-87 (Skei & Knutzen, 1988):
  - Konsentrasjoner av kobber i sedimentene var høye i hele området som følge av utslipp fra Borregaard A/S.
  - Jerninnholdet i lever av torsk og skrubbe og torsk fra Glommas munningsområde var høyere enn "høyt bakgrunnsnivå". Kvikksølvinnholdet var bare svakt/moderat forhøyet.
  - Analysene av klororganiske forbindelser i skrubbe og torsk indikerte en tydelig påvirkning utover det som er vanlig diffus belastning. Kilden antas å være søppelfyllplassen på Øra.
- Noen hovedkonklusjoner fra undersøkelser av miljøgifter i sediment og biota 1989-90 (Hektoen et al., 1992 og Berge, 1991):
  - Nivåene av metaller og organiske miljøgifter i sedimentene var moderat forhøyet og markert redusert de siste 10 år.
  - Forhøyde konsentrasjoner av jern, titan, kvikksølv, krom, kobber og nikkel i blåskjell.
  - Innholdet av PCB i torskelever fra Kjøkø, Faretangen og Herføl lå over en antatt øvre grense for "høyt bakgrunnsnivå".

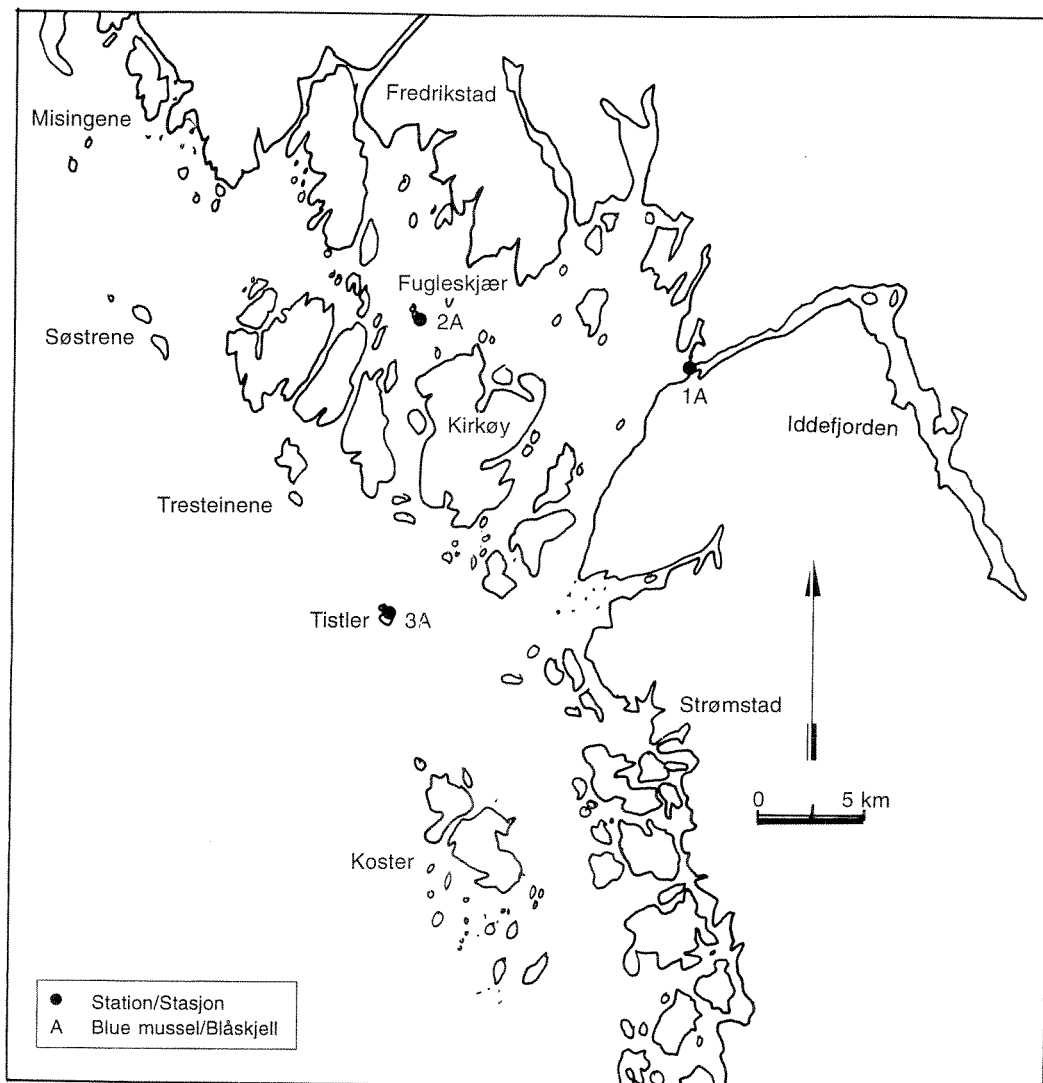
Kronos Titan reduserte i mai 1990 utslippene av tynnsyre og metaller til Glomma med ca.90% (tab.10), mens det kommunale renseanlegget for kloakk for Fredrikstad og omegnen (FOA) kom i drift i november 1989 (Berge, 1991).



**Tabell 10.** Utslipp fra en del industribedrifter i Østfold til Hvaler/Singlefjorden 1985 - 1990. "?" betyr at opplysninger om utslipp ikke har vært tilgjengelig. (Fra Berge, 1991).

	år	Cu <sup>1</sup> kg/år	Hg kg/år	Pb kg/år	Zn kg/år
Borregaard industries ltd.	1985	69000	485	300	1500
	1987	70000	40	?	?
	1989	70000	25	201	300
	1990	46000	8	161	100
Kronos Titan A/S	1985	500			9500
	1987	?			?
	1989	600			4500
	1990	600			1500

<sup>1</sup>) oppgitt som oksid



**Figur 25.** Stasjoner for innsamling av blåskjell fra Hvaler og Singlefjorden.

## 6.2. Metaller i blåskjell

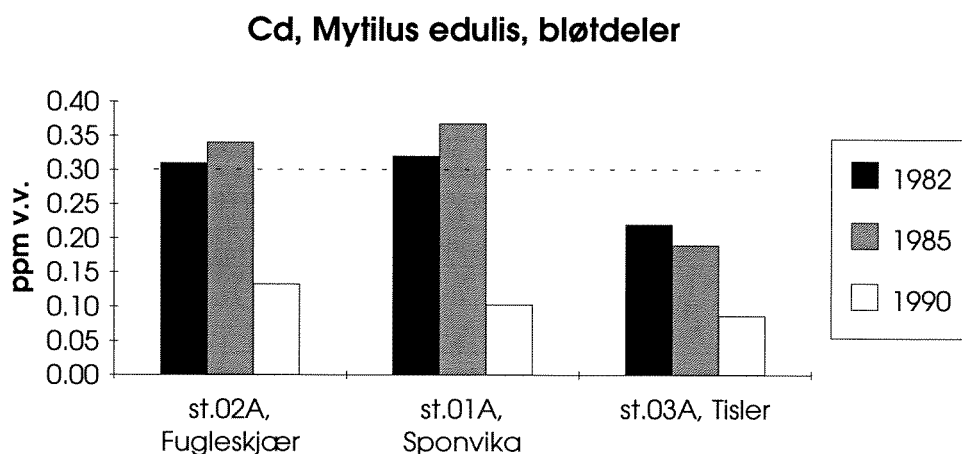
### 6.2.1. Tilstand

Gjennomsnittskonsentrasjonene av kadmium og kvikksølv i blåskjell var høyest på st.02A, Fugleskjær, ved utløpet til Glomma (fig.26). Forhøyede konsentrasjoner av kadmium ble også funnet på st.01A, Sponvika ved munningen av Iddefjorden.

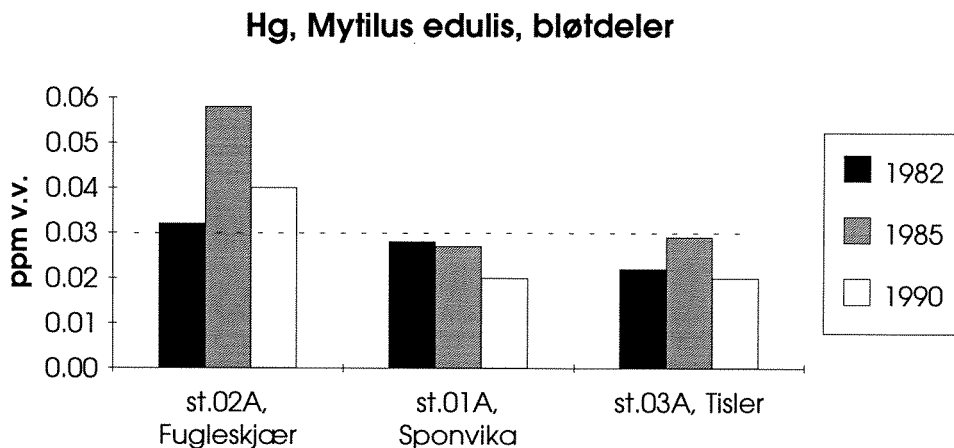
### 6.2.2. Utvikling 1982 - 1990

Med unntak av kvikksølv fra st.02A var konsentrasjonen i av kadmium og kvikksølv lavere i 1990 enn i 1982 og 1985 (fig.26).

A



B



**Figur 26.** Midlere innhold av kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Hvaler og Singlefjord området. Den stiplede linjen indikerer antatt "høyt bakgrunnsnivå".

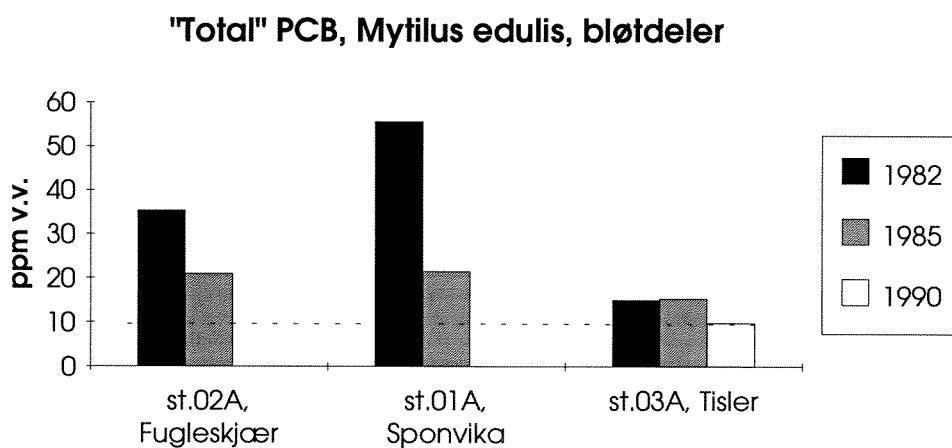
## 6.3. Klororganiske stoffer i blåskjell

### 6.3.1. Tilstand

Middelkonsentrasjonene av "total" PCB (estimert vha ulike kommersielle PCB-blandinger, se Green 1993b) i blåskjell 1985 og 1990 var omkring eller bare svakt over "høyt bakgrunnsnivå" (fig.27).

### 6.3.2. Utvikling 1982 - 1990

På stasjonene 01A og 02A ble det registrert i størrelsesorden en halvering i konsentrasjonen av "total" PCB i blåskjell fra 1982 til 1985. Prøvene fra 1990 ble ikke analysert for organiske klorforbindelser. På stasjon 03A, Tisler, ble det funnet svakt lavere innhold av "total" PCB i 1990 enn tidligere.



**Figur 27.** Midlere innhold av "total" PCB konsentrasjoner i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Hvaler og Singlefjord området. Den stiplede linjen indikerer antatt "høyt bakgrunnsnivå".

## 7. LANGESUNDSFJORDEN

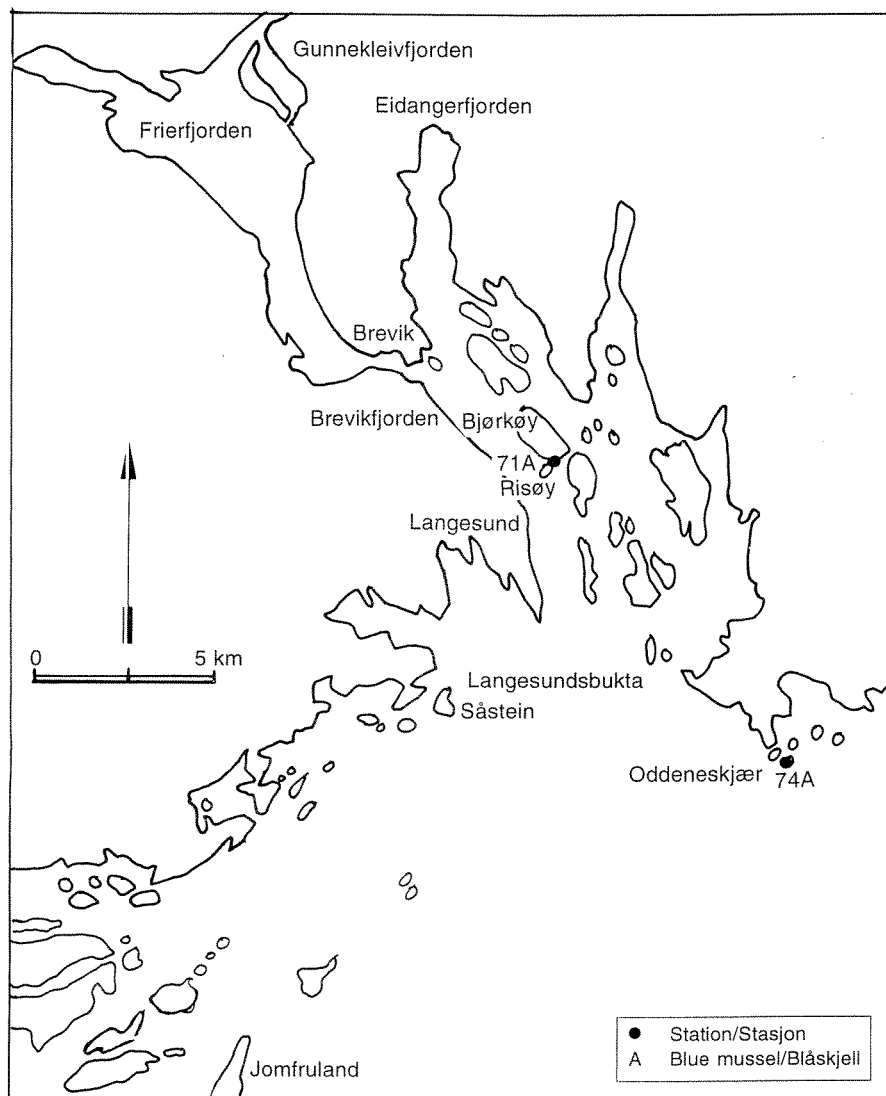
Prøver ble innsamlet fra to blåskjellstasjoner i området st.71, Bjørkøy, og 74, Oddeneskjær (fig.28). St.74 ble brukt som referansestasjon for etablering av "høyt bakgrunnsnivå", men er for enkelte variabler noe tvilsom for dette formål pga. sin nærhet til den påvirkede Langesundbukta. Datamaterialet fra st. 71 var tilstrekkelig for å gjøre enn tidstrendanalyse fra 1983 til 1992. Vurdering av tilstand og utvikling fokuserer på resultatene for kadmium, kvikksølv og HCB.

### 7.1. Bakgrunn - andre undersøkelser

Beskrivelser av tilstand og utvikling i dette området finnes i Næs og Oug (1991) og Knutzen et al. (1994a). Grenlandsfjordene og deler og Telemarkskysten har i flere ti-år vært sterkt preget av forurensninger med persistente klororganiske miljøgifter fra Hydro Porsgrunns magnesiumfabrikk og PAH, vesentlig fra Elkem-PEA A/Ss ferromanganverk i Frierfjorden. Hovedkomponenter i utslippet fra magnesium-fabrikken har vært heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS) og dekalorbifenyl (10CB), men sett i forhold til miljøfarlighet må gruppen av polyklorete dibenzo-p-furaner og dibenzo-p-dioksiner (PCDF/PCDD) anses som enda viktigere. I tillegg har fjorden tidligere blitt belastet med betydelige mengder kvikksølv forårsaket av utslipp fra Hydro Porsgrunns kloralkaliefabrikk på Herøya, som ble nedlagt i 1987, og fra bruk i treforedlingsbedrifter før 1970.

Utslippene av særlig PCDF/PCDD, men også HCB/OCS har medført så forhøyet innhold av disse stoffene i fisk og skalldyr, at Statens næringsmiddeltilsyn (SNT) har innført begrensninger på utnyttelsen av fisk og skalldyr til mat. Gjeldende kostholdsråd og restriksjoner på fisk er fra 1991 (SNT, 1991) og omfatter:

- Omsetningsforbud for fisk og skalldyr fanget innenfor Brevikbroen (inkludert sjøørret fra alle vassdrag som munner ut i Frierfjorden); videre for krabbe og blåskjell fra området innenfor linjen Mølen (nord for Nevlunghavn) - søndre Såstein - fastlandet.
- Påbud om at fisk fanget mellom Brevikbroen og ovennevnte grense skal omsettes sløyet og uten lever (unntatt sild, makrell, brisling o.a. som vanligvis selges som rund fisk).
- Råd om ikke å spise fisk fra området innenfor Brevikbroen, sjøørret fra Skienselva, Herreelva og andre vassdrag som munner ut i Frierfjorden og heller ikke krabbe og blåskjell fra fangststeder innenfor linjen Mølen - Såstein - fastlandet.



**Figur 28.** Stasjoner for innsamling av blåskjell fra Langesundsfjordområdet.

Utslippene har gått sterkt ned siden 1989 (tab. 11 etter Knutzen et al., 1994a). I forhold til 1989 er utslippene av klororganiske forbindelser redusert med mer enn 99%.

**Tabell 11.** Utslipp av klororganiske miljøgifter og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) til Skienselva/Frierfjorden 1975 - 1992. (fra Knutzen et al., 1994a).

	<b>HCB + OCS + 5CB<sup>1)</sup></b> <b>kg/år</b>	<b>DCB</b> <b>kg/år</b>	<b>TCDD-ekv.<sup>2)</sup></b> <b>g/år</b>	<b>PAH</b> <b>kg/år</b>
1975	> 5000		?	-
1976	≈ 1500		?	≈ 3000
1977-86	≈ 400 - 600		≈ 300 - 500	≈ 1500 - 10000 <sup>3)</sup>
1986-89	≈ 400 - 600	≈ 32	≈ 300 - 500	≈ 500 - 2500
1990	≈ 250 <sup>4)</sup>	-	≈ 200 <sup>4)</sup>	≈ 350
1991	≈ 6 <sup>5)</sup>	≈ 0.9	≈ 8 <sup>5)</sup>	≈ 250
1992	≈ 2.5 <sup>5)</sup>	≈ 0.4	≈ 1.6 <sup>5)</sup>	≈ 50

1) HCB = Heksaklorbenzen, OCS = oktaklorstyren, 5CB = Pentaklorbenzen.

2) Utslippene av polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner omregnet til ekvivalenter av den giftigste av disse forbindelsene etter Ahlborg et al. (1988).

3) Sterkt varierende og usikre tall.

4) Redusert til ca. halv belastning årsskiftet 1989/90, redusert videre ca. 1/7 1990 til hhv. ca. 20 kg og 12 g på årsbasis.

5) Basert på hhv. vannføringsproporsjonale månedsblandprøver (HCB, etc.) og kvartalsblandprøver (lite varierende vannføring).

Hovedkonklusjonene fra overvåkingen i 1992 var (Knutzen et al., 1994a):

- Den store nedgangen i nivåene av PCDF/PCDD i spiselige organismer fra 1989-90 til 1991 synes å ha flatet ut. I forhold til "antatt høyt diffust bakgrunnsnivå" er det registrert overkonsentrasjoner av TCDD- ekvivalenter (giftighetspotensialet) på opp til 40 - 50 ganger i torskelever, skrubbefilet, krabbesmør (hepatopaneas) og blåskjell fra Frierfjorden. Konsentrasjonen avtok markert med prøvestedenes avstand fra kildeområdet, men overkonsentrasjoner i størrelsesordenen 2 - 5 ganger er registrert i torsk, ål og krabbe fra Telemarkskysten utenfor Langesundsbukta.
- I langtidsserien med individuelle analyser av lever av torsk fra Frierfjorden er det konstatert moderat/tydelig nedgang fra 1991 til 1992, hhv. for HCB og OCS, derimot ikke for DCB.
- Blandprøveanalysene av HCB/OCS/DCB viste delvis usikker tendens til fortsatt nedgang i torsk, sjørret, skrubbe og blåskjell, derimot ikke i ål og krabbe.
- Overkonsentrasjonene av HCB/OCS/DCB i torskelever fra Frierfjorden var fremdeles i størrelsesordenen 100/500/300 ganger; noe tilsvarende i sei, lyr, skrubbe og krabbe og enda høyere i ål fra samme område. I annen fisk, reker og blåskjell lå nivåene vesentlig lavere. Konsentrasjonene avtok rask utover til stort sett 1/10 - 1/100 av Frierfjordnivået i fisk og skalldyr fra Langesundsbukta/åpen kyst.
- Innholdet av PAH i blåskjell var omtrent som i 1990 - 91, dvs. med overkonsentrasjoner på 2 - 8 ganger i skjell fra innerst i Breviksfjorden.
- Kvikksølv i filet av individuelt analyserte torsk fra Frierfjorden/Eidangerfjorden 1992 viste overkonsentrasjon på omkring 3 ganger.

## 7.2. Metaller i blåskjell

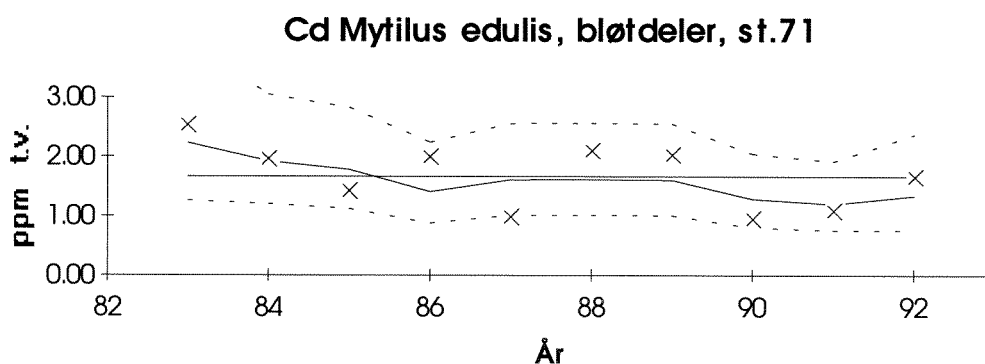
### 7.2.1. Tilstand

Det ble ikke registrert noe vesentlige forhøyede median-konsentrasjoner av metaller i blåskjell fra st.71 (fig.29) (dvs. mindre enn to ganger "høyt bakgrunnsnivå").

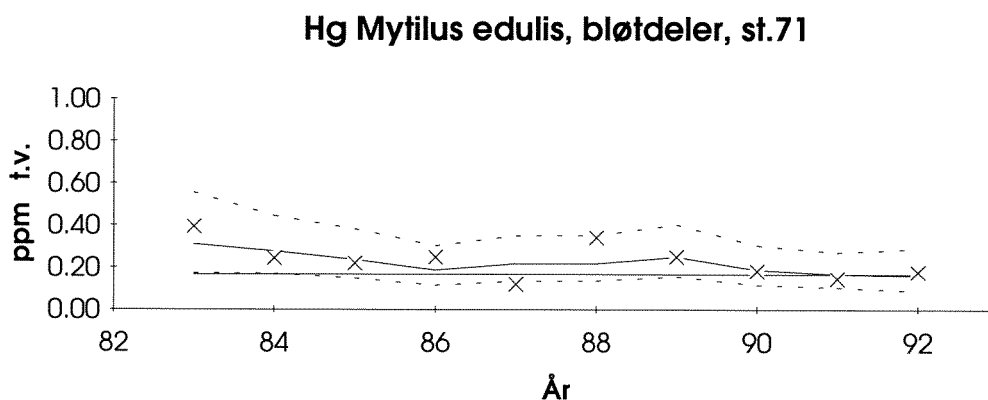
### 7.2.2. Utvikling 1981-92

Konsentrasjonene av kadmium og kvikksølv etter 1990 har vært noe lavere enn før og kan gjenspeile nedleggelsen av kloralkaliefabrikk i 1987. Imidlertid ble det ikke registrert noe signifikant trend i datamaterialet i perioden 1983 til 1992. Data fra perioden 1981-1982 kunne ikke konverteres til tørrvektbasis for tidstrendanalysen, men på våtvektbasis lå kadmium- og kvikksølv-konsentrasjonene høyere enn i 1983 (kfr. Green & Rønningen, 1994a).

A



B



**Figur 29.** Mediane av konsentrasjoner av kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Langesundsområdet (kfr. fig.4 og 28).



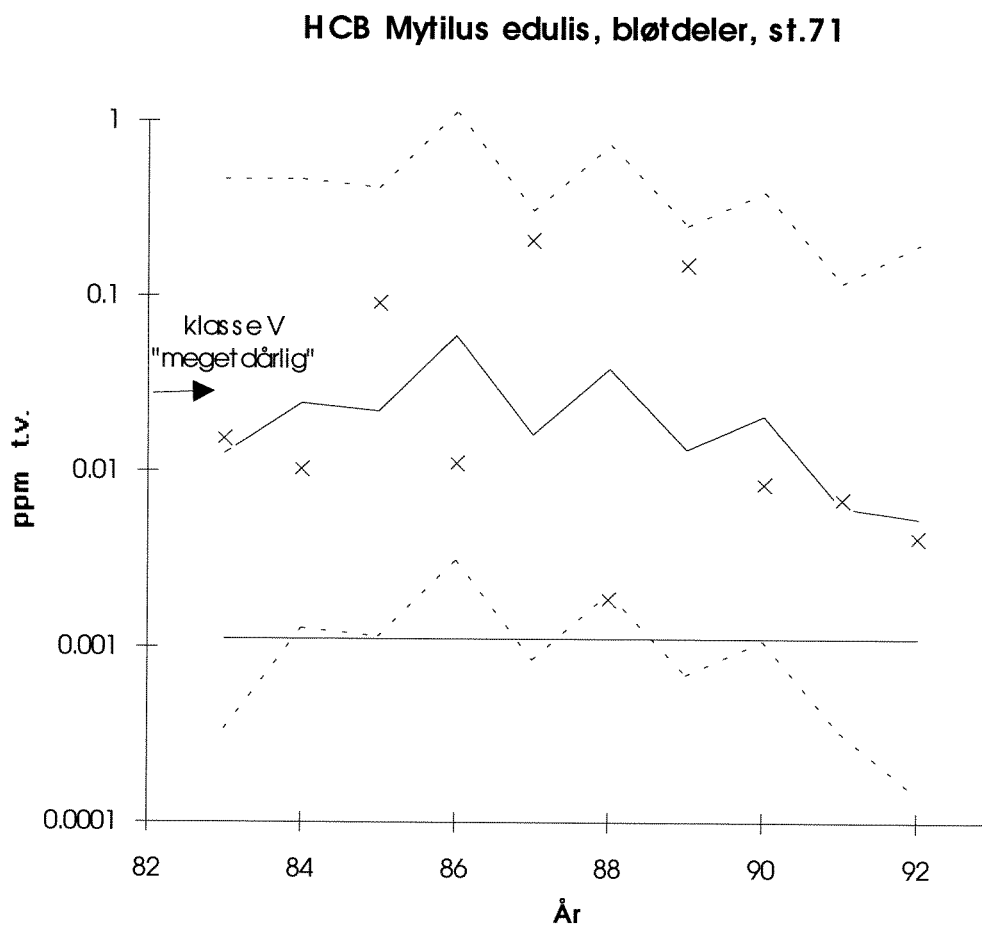
## 7.3. Klororganiske stoffer i blåskjell

### 7.3.1. Tilstand

I 1992 var de mediane konsentrasjoner av HCB i blåskjell over to ganger "høyt bakgrunnsnivå" og i klasse II ("mindre god") (fig.30).

### 7.3.2. Utvikling 1981-92

HCB-innholdet har variert mye i perioden 1983-1992, fra 2 til over 200 ppb t.v. Det ble ikke registrert noen systematisk utvikling. Men generelt sett har verdier vært lavere etter 1989 og samsvarende med utslippsreduksjonene (kfr. tab.11).



**Figur 30.** Mediane konsentrasjoner av HCB i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Langesundsområdet (kfr. fig.4 og 28). **Merk log skala.**

## 8. SØRFJORDEN/HARDANGERFJORDEN

Prøver ble innsamlet fra seks sediment- og blåskjellstasjoner og to fiskestasjoner (fig.31). Datamaterialet fra st.22A, 22F og 23B på kyststrekningen utenfor (fig.1), er presentert til sammenligning. Vurdering av tilstand og utvikling fokuserer på resultatene for kadmium, kvikksølv, bly, sink, PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) og DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD).

### 8.1. Oppsummering fra andre undersøkelser

Utslipp av miljøgifter til Sørfjorden har pågått siden 1915. En del forurensningsbegrensende tiltak ble gjennomført på 1970-tallet, men særlig siden 1986 (se oversikt nevnt). Overvåking av fjorden etter 1986 har vist en forbedring i dypvannet, mens overflaten fortsatt har vært kraftig forurenset av metaller. Det siste skyldes mest sannsynlig store metalltilførsler fra Eitheimsvågen, samt avrenning fra et forurenset nedbørfelt.

Den primære bakgrunn for overvåkingen i Sørfjorden er den vedvarende metallforurensningen i fjorden, samt tiltak som er iverksatt for å oppnå målsettingen for fjorden formulert av Fagutvalget for miljøspørsmål i Odda: Fri bruk av fisk og skalldyr fra Sørfjorden/Hardangerfjorden til konsum og bruk av Hardangerfjorden til akvakulturformål.

Resultatene fra JMP undersøkelsene har vært supplerende til den øvrige overvåking under Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåking av miljøgifter i fisk har i sin helhet funnet sted innen JMP. Forurensningssituasjonen og tiltak i området har vært beskrevet tidligere (se Knutzen & Skei, 1991; Næs & Skei, 1986; Skei, 1986, 1987, 1992, 1993; Skei et al., 1989, 1990) og er summert neden for.

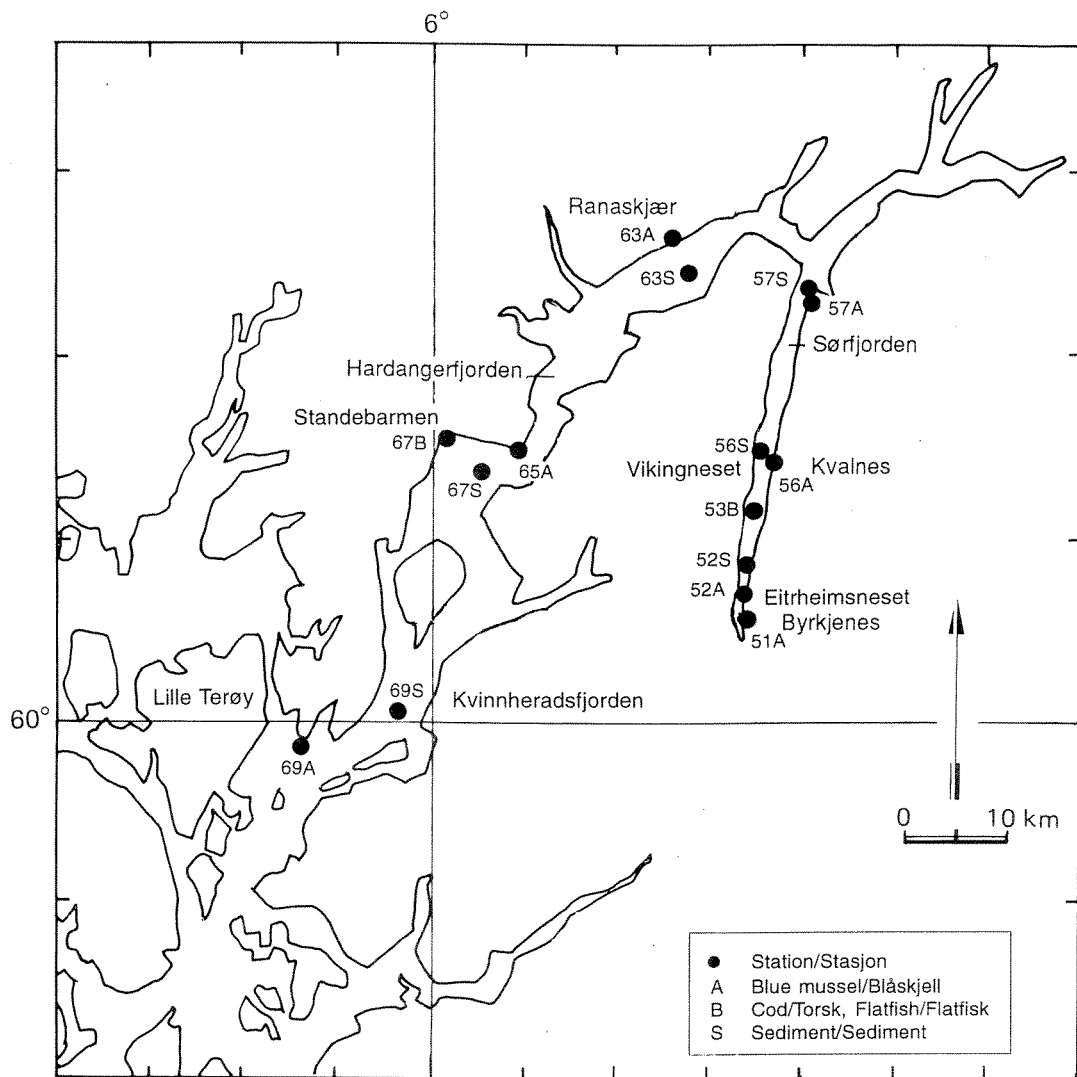
#### *Tilførsler:*

- Store mengder tungmetaller, spesielt sink, bly, kadmium og kvikksølv, er blitt tilført indre del av Sørfjorden siden 1929 da sinkproduksjonen startet. Hovedkildene til metallbelastningen på fjorden var Norzink A/S (metaller, 5 forskjellige utslipp: kvikksølvrensaneanlegg, sentralt vannrensaneanlegg, discardsyre (sink, kadmium, kobber), jarositt (filtrat), jarositt (fast stoff)), Aluminiumfluoridfabrikken (gipsutslipp: bly, kvikksølv), Odda Smelteverk A/S (PAH, kobber, bly, sink) og Tinfos Titan & Iron K/S (bly, sink).
- Indre Sørfjorden er også belastet med nitrogen fra Odda Smelteverk og kommunalt avløpsvann.
- Forhøyede konsentrasjoner av PCB og særlig DDT (med metabolitter) i blåskjell og enkelte fiskearter er blitt registrert i Sørfjorden og i mindre grad også i Hardangerfjorden. Resultatene viser at det er klare, men ukjente punktkilder i Sørfjorden (Skei, 1992).

#### *Tiltak og utvikling:*

- Forurensningsgrad for enkelte stoffer har blitt betegnet som "ekstrem" på global skala. Til tross for tiltak de siste årene er det fortsatt registrert høye konsentrasjoner av metaller i fjorden.
- Et renseanlegg var ferdig i 1973. Dette førte til redusert kvikksølv-belastning på fjorden.
- Jarosittutslippet fra Norzink ble overført fra sjøen til fjellhaller i juli 1986. Etterundersøkelse har vist kraftig nedgang i metallinnhold i sjøvann på dypt vann og noe nedgang i tang og blåskjell.

- I desember 1986 ble arbeidet med en spuntvegg på land innerst i Eitrheimsvågen ferdig. Veggen danner en avgrensning mellom sjøen og landdeponier og hindrer utvasking av metaller til vågen. Nedgang i tungmetall-belastningen er registrert.
- I 1989 ble utslipp av discardsyre fra Norzink fjernet, noe som førte til redusert sinkbelastning til fjorden.
- Høsten 1992 ble Eitrheimsvågen skjermet ved avskjæringsgrøft mot landsiden og indre del overdekket og avstengt mot fjorden ved en ny spuntvegg.
- Effektiviteten av tiltak er til dels blitt hemmet av uforutsette utslipp som følge av stor nedbør og uregelmessige produksjonsforhold ved Ilmenittverket (Skei et al., 1989) eller ved Norzink (Skei, 1993), episodiske utslipps-uhell; for eksempel desember 1986 - mars 1987 pga. ferdigstillelse av spuntveggen (Skei, 1988), høye tilførsler uten at årsaken kunne fastslåes (august-september 1989 (Skei et al., 1990)) eller manglende kapasitet ved renseanlegget ved Norzink (våren 1987 (Skei et al., 1989)). Det bør nevnes at uregelmessigheter i utslipp (Skei et al., 1989; Skei, 1993) også kompliserer tolkningen av overvåkningsdata.
- De høye metall konsentrasjoner funnet i Sørfjorden har ført til at næringsmiddelmyndighetene siden 1984 har gitt råd om kostholdsrestriksjoner. I rådet fra 1994 ble det frarådet konsum av blåskjell fra Sørfjorden (SNT, pers.medd. 1994).



**Figur 31.** Stasjoner for innsamling av sediment og biologisk materiale fra Sør fjorden og Hardangerfjordområdet.

## 8.2. Metaller i sediment, blåskjell og fisk

### 8.2.1. Tilstand

#### Sediment

Overflatsedimenter (0-2 cm) fra 3 stasjoner i Sørfjorden, 3 stasjoner i Hardangerfjorden og 2 stasjoner i ytre skjærgård utenfor Hardangerfjorden ble undersøkt i 1990. Bunnsedimentene i indre deler av Sørfjorden var forurenset av samtlige undersøkte metaller, dvs. tilstands-klasse V for kadmium, kvikksølv og bly, -klasse IV for sink og klasse III for kobber (fig.32-33). Nivåene av kvikksølv og bly var sunket til tilstandsklasse III, kobber og sink til klasse II og kadmium til klasse I i indre deler av Hardangerfjorden (st. 63S, ca. 75 km fra Odda). I ytre skjærgård (nærmere 200 km fra Odda) var nivåene sunket ned til "høyt bakgrunnsnivå", dvs. tilstandsklasse I med unntak av bly som var i klasse II. Dette er i overenstemmelse med tidligere undersøkelser (kfr. kap. 8.1).

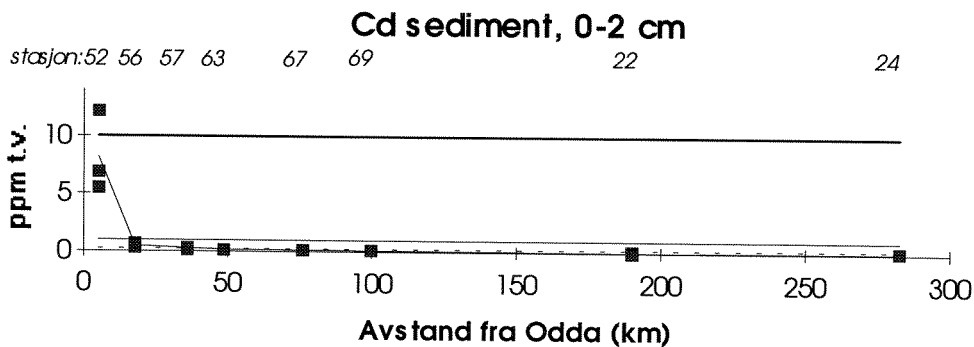
#### Biologisk materiale

Konsentrasjoner av kadmium (fig.37-38), kvikksølv (fig.41-42) og bly (fig.47-48) i blåskjell fra indre Sørfjorden i perioden 1990-1992 viste tilstandsklasse V, for sink-klasse IV (fig.51-52). Mindre overkonsentrasjoner av kadmium og bly ble påvist til dels opp til 120km fra Odda (fig.34). Av kvikksølv og sink er det registrert forhøyede verdier nærmere 70 km fra Odda (fig.35).

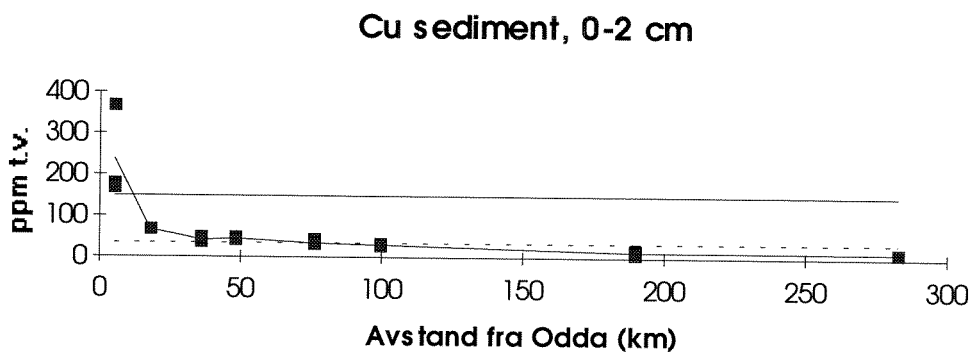
Konsentrasjoner av metaller i blåskjell innerst i fjorden (st.52, Eitrheimsneset) har ikke alltid vært høyere enn nivåene lenger ute (fig.34 og 35). Hva disse tilsynelatende ulogiske variasjoner skyldes er ikke oppklart.

Betydelig overkonsentrasjoner av kadmium og bly er funnet i skrubbelever fra indre Sørfjorden, i størrelsesorden hhv. 8-10 og 4-8 ganger (fig.40 og 50). Kvikksølv i torskefilet i 1992 var over tre ganger "høyt bakgrunnsnivå" og ga tilstandsklasse III (fig.43 og 44). Kun lave overkonsentrasjoner av kvikksølv i flyndrefilet (fig.45 og 46) eller sink i torske- eller flyndrefilet ble funnet (fig.53 og 54).

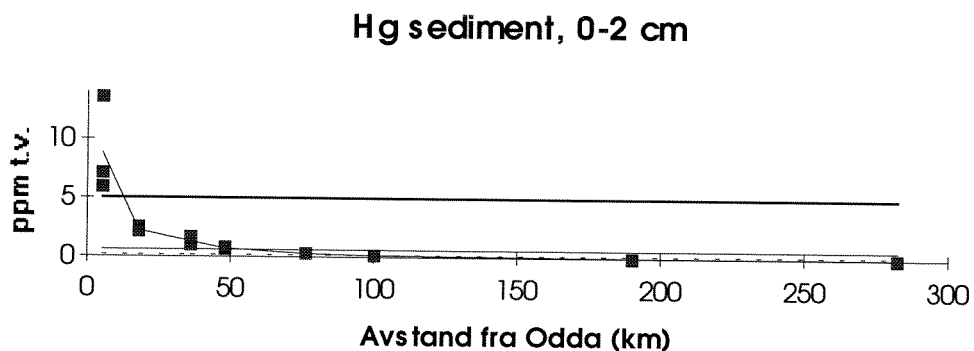
A



B

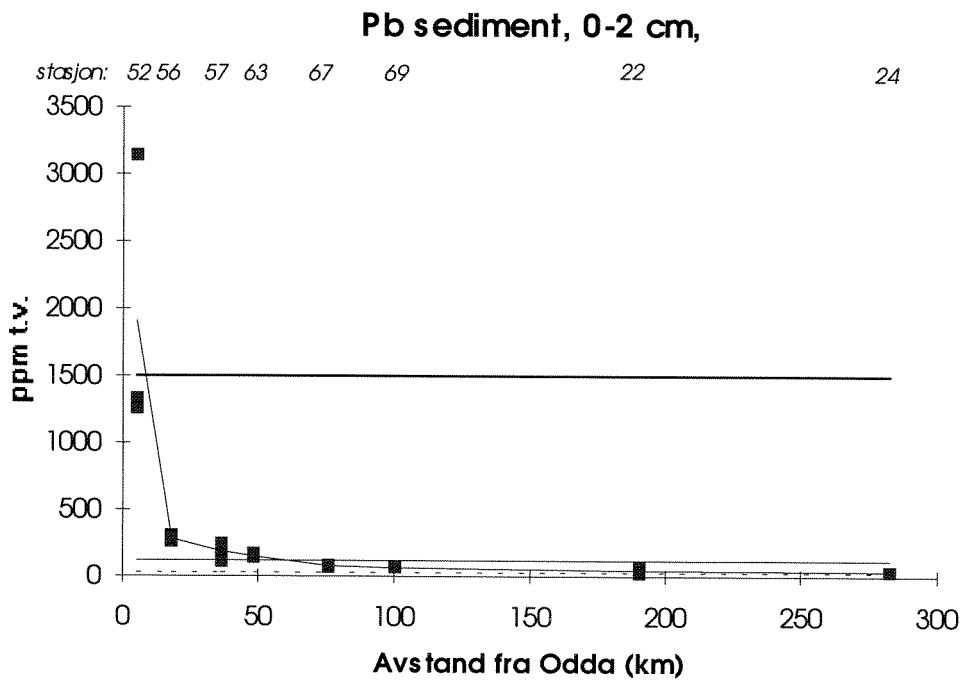


C

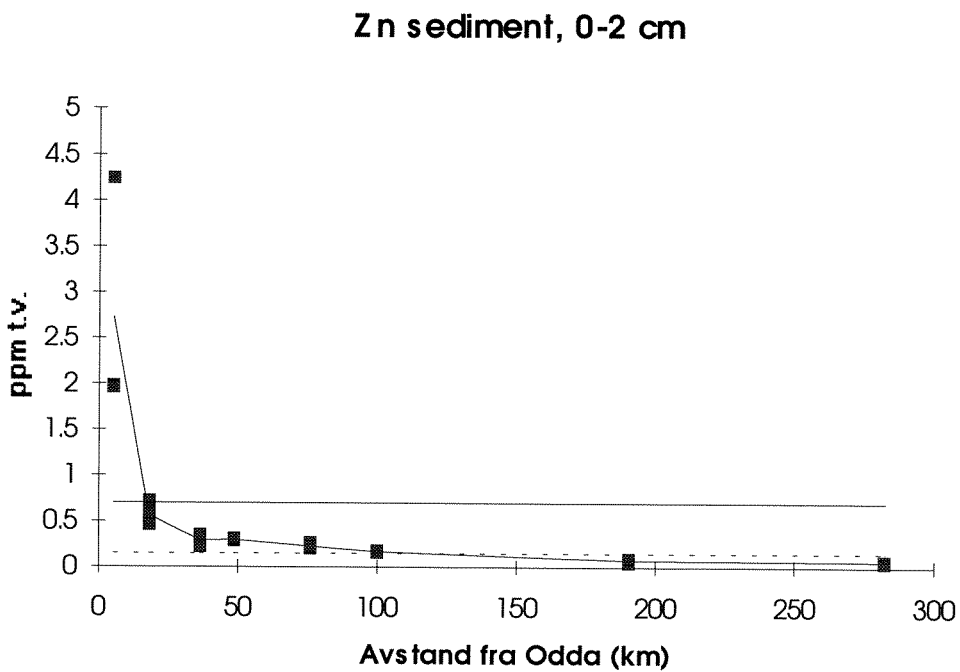


**Figur 32.** Midlere konsentrasjoner av kadmium (Cd), kobber (Cu) og kvikksølv (Hg) i overflatesediment (0-2 cm) fra Sørfjorden, Hardangerfjord og Espeværområdet (st.22) (kfr. fig.31 og 1). Den stiplede linje angir "høyt bakgrunnsnivå", den første, evt. andre heltrukne horisontale linje over "høyt bakgrunnsnivå" indikerer hhv. klasse III ("nokså dårlig") og klasse V ("meget dårlig").

A

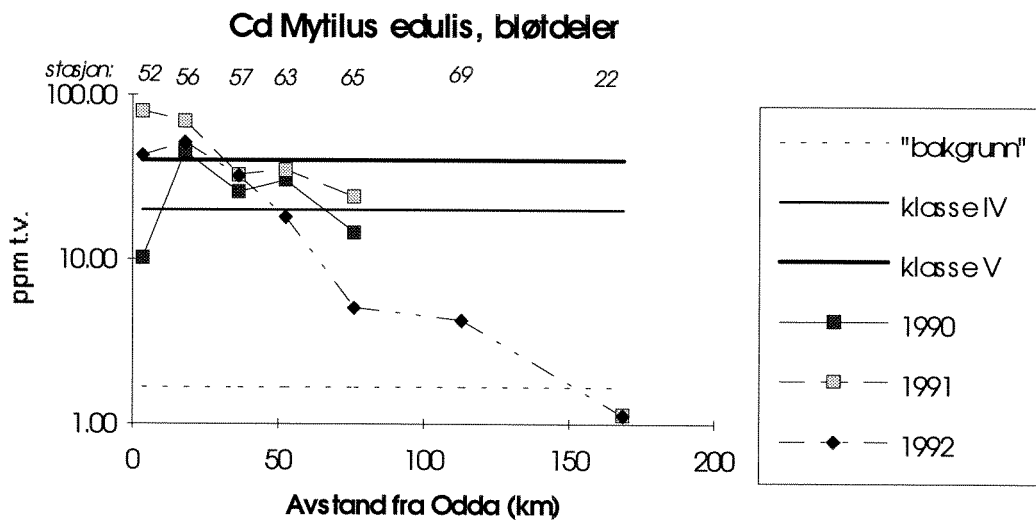


B

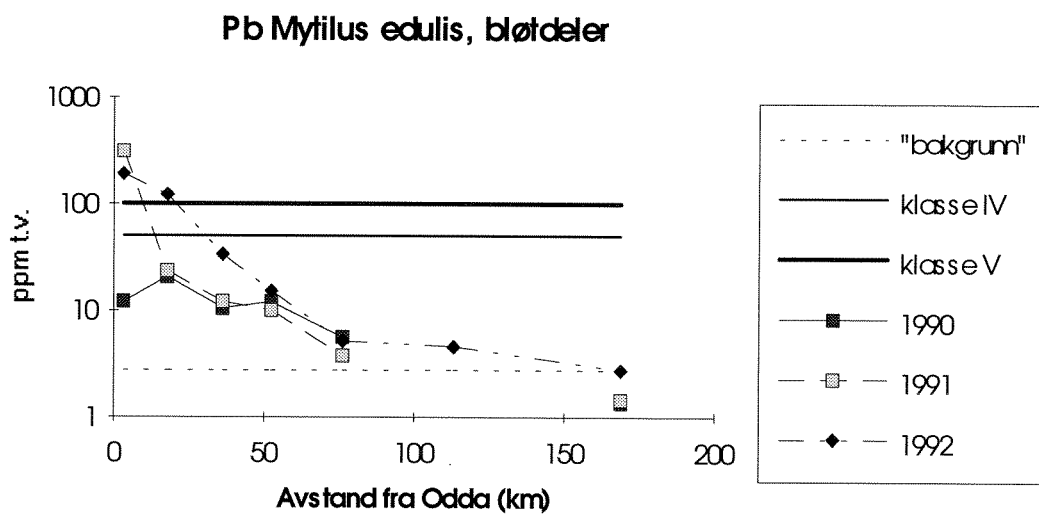


**Figur 33.** Midlere konsentrasjoner av bly (Pb) og sink (Zn) i overflatesediment (0-2 cm) fra Sørfjorden, Hardangerfjord og Espeværområdet (st.22) (kfr. fig.31 og 1). Den stiplede linje angir "høyt bakgrunnsnivå", den første, evt. andre heltrukne horisontale linje over "høyt bakgrunnsnivå" indikerer hhv. klasse III ("nokså dårlig") og klasse V ("meget dårlig").

A



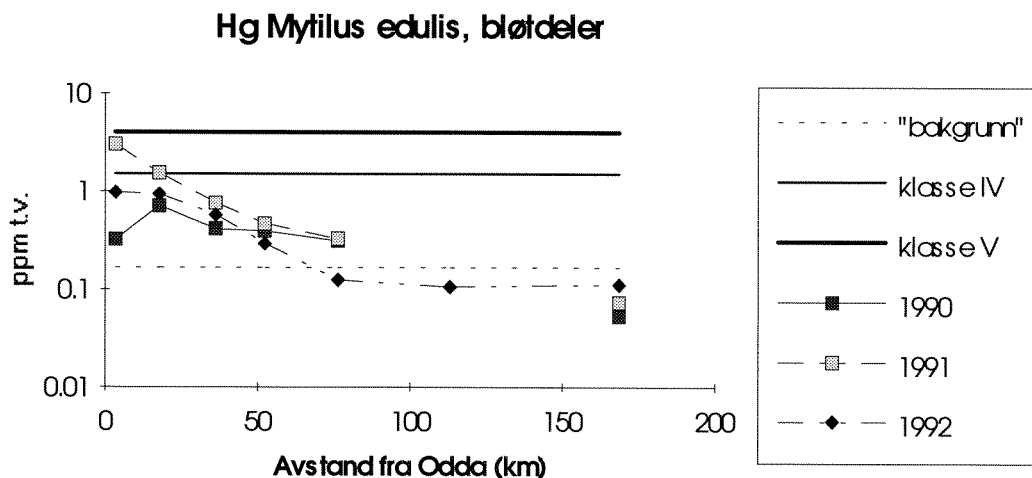
B



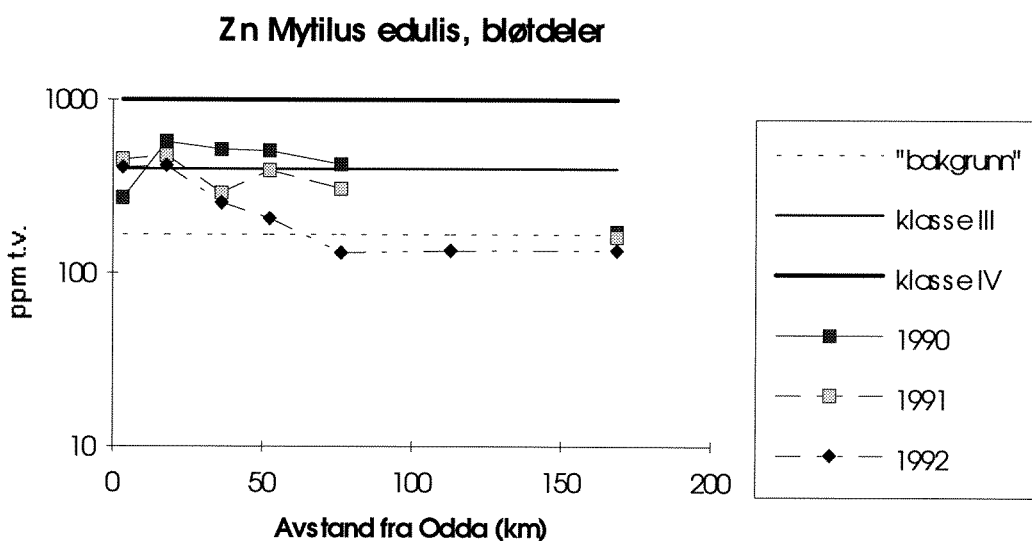
**Figur 34.** Mediane konsentrasjoner av kadmium (Cd) og bly (Pb) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Odda i Sør fjorden til Espevær (ca.170km fra Odda) (kfr. fig.31 og 1). **Merk log skala.**



A



B

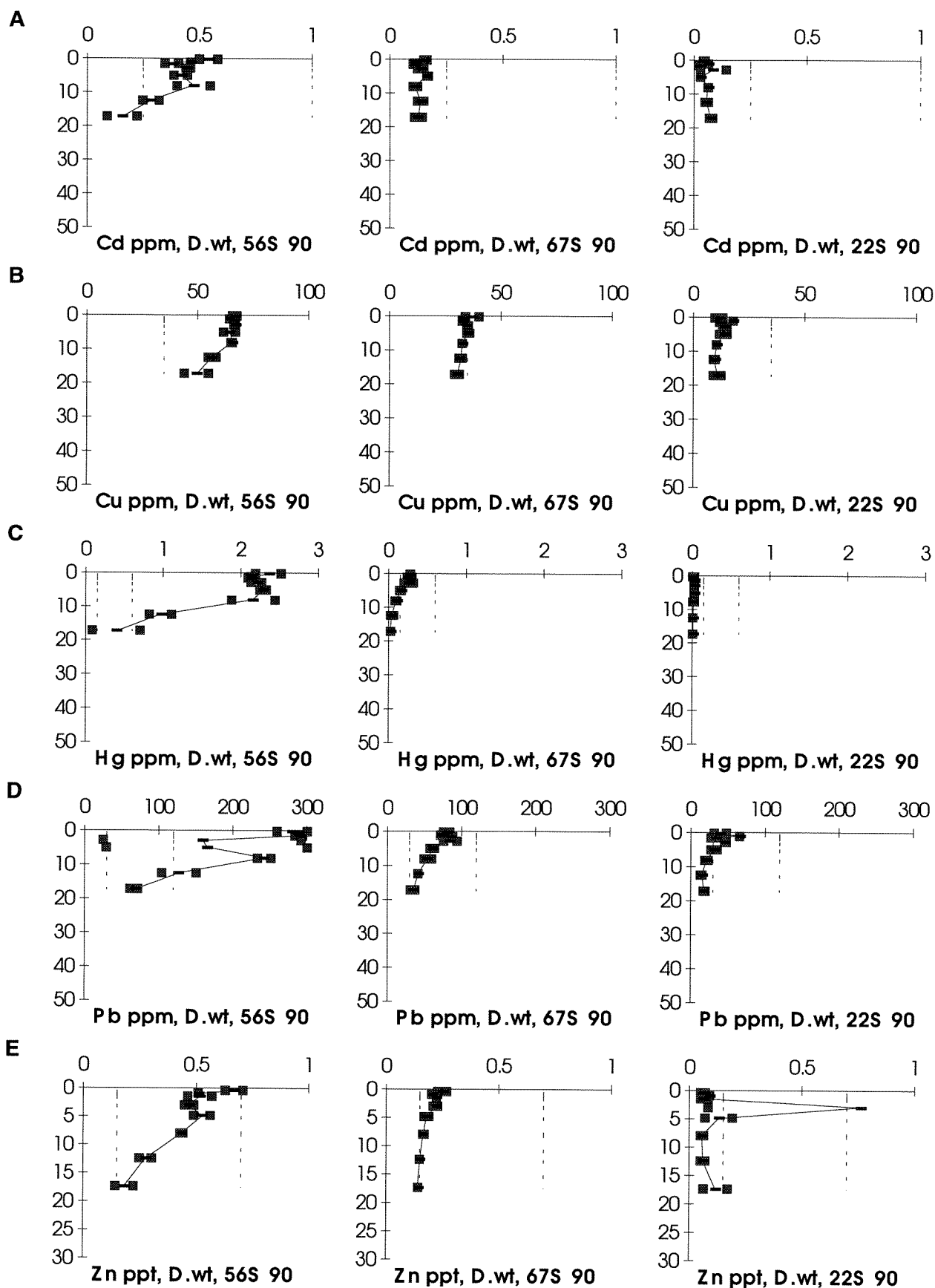


**Figur 35.** Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) og sink (Zn) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Odde i Sør fjorden til Espevær (ca.170km fra Odde) (kfr. fig.31 og 1). **Merk log skala.**

### 8.2.2. Utvikling

#### Sediment

Det ble utført aldersdatering på en sedimentkjerne fra en stasjon i midtre Sør fjorden (st.56S, Kvalnes) og en i Hardangerfjorden (st.67S, Strandebarn) (kfr. fig.31). Sedimenttilveksten var henholdsvis 1,3 og 1,2 mm/år. Dette er for liten tilvekst til at de store utslippsreduksjonene som ble gjennomført i 1986 kan spores i overflatesedimentene. Området innerst i Sør fjorden har imidlertid en større sedimenttilvekst enn områdene lenger ut i fjorden. Forbedringer som følge av utslippsreduksjoner vil derfor først observeres innerst i fjorden (kfr. Skei, 1992). Sedimentkjernene fra Kvalnes var 20 cm lange. Dette representerer de siste ca.150 års tilvekst. I midtre Sør fjorden (st.56S) ses en tydelig trend med økende forurensningsbelastning, særlig for kvikksølv, bly og sink fra bunnen av kjernene opp til dagens nivå (fig.36). Med en sedimenttilvekst på 1.3 mm/år vil det ta 77 år før det har bygget seg opp et sedimentlag på 10cm (kfr. Skei, 1992).



**Figur 36.** Midlere konsentrasjoner av kadmium (Cd), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), bly (Pb) og sink (Zn) i vertikalprofil (i cm) i sediment fra Sørfjorden (st.56), Hardangerfjord (st.67) og Espevær (st.22) (kfr. fig.31 og 1). Den stiplede linjen angir fra venstre hhv. "høyt bakgrunnsnivå", klasse III ("nokså dårlig") og klasse V ("meget dårlig").

### **Biologisk materiale, utvikling 1987 - 1992.**

Det ble ikke sporet noen entydig utvikling i organismers metallinnhold.

Årsaken til dette kan som nevnt være at effektiviteten av tiltak er blitt overskygget av uforutsette utslipp. I perioden 1987 til 1992 har det i hvert fall vært følgende tilfeller av dette:

- *Desember 1986 til mars 1987:* Ferdigstillelse av spuntveggen, utpumping av vann bak denne, utfyllings- og veiarbeid har ført til ekstraordinært stor metallforurensninger av Eitrheimsvågen, hovedsaklig med kadmium, bly og sink (Skei, 1987; Skei et al., 1989, 1990).
- *August til september 1989:* Dramatisk økning i metallforurensningen. Transportberegninger tyder på at dobbel så mye sink ble ført ut av fjorden i desember enn månedlig gjennomsnitt for direkte utslipp fra de tre industribedriftene. Årsaken er uklart (kfr. Skei et al., 1990).
- *Sen-sommer, spesielt september 1991:* Det ble registrert en kraftig økning av Hg tilført Eitrheimsvågen. I følge opplysninger fra bedriftene har utslipp av Hg og Cd gått ned, men variasjonene skyldes problemer med å ta representative prøver. Økt utslipp av spesielt bly og sink fra Norzink, men også fra Tinfos Titan & Iron (kfr. Skei 1992).
- *November 1992 til mars-april 1993:* Utpumping av drensvann som samlet seg bak spuntveggen i Eitrheimsvågen forårsaket store utslipp av kadmium og zink. For kadmiums vedkommende tilsvarte dette langt mer enn de totale direkteutslippene av kadmium fra bedriftene og for sink omtrent like stor tilleggsbelastning som ordinære månedsutslipp (Skei, 1993).

Til dels korresponderte disse episodiske tilførslene med relativt høye konsentrasjoner av metaller funnet i blåskjell på st.52, Eitrheimsneset og 56, Kvalnes i Sørfjorden. Dette gjaldt spesielt kadmium og kvikksølv, i mindre grad bly og sink (hhv. fig.37, 41, 47 og 51). Effekten av ekstrabelastningen med sink i 1989 kan delvis ha blitt oppveid av reduksjonen av de ordinære tilførslene fra Norzink (omlag 80%) ved fjerningen av discardsyreutslippet (Skei et al., 1990).

Utpumpingen november 1992 - mars 1993 kan imidlertid ikke ha hatt effekt på 1992-resultatene i blåskjell, som ble samlet inn i september.

I henhold til opplysninger om direkte utslipp ble belastningen med kadmium og kobber kraftig redusert, mens bly-tilførslene nesten ble fordoblet (tab.12, kfr. Skei, 1993): Det kunne imidlertid ikke spores noen effekt av disse belastningsendringene i lever av torsk eller skrubbe fra st.53 (kfr. fig.39, 40, 49 og 50). Heller ikke de øvrige episodene kunne spores i fisk, bl.a. fordi fisk er mindre eksponert for kortvarige forhøyelser i overflatevannets metallinnhold.

Innholdet av kadmium og bly i blåskjell fra st.63, Ranaskjær i Hardangerfjorden har regelmessig vært noe høyere enn i skjell fra st.57, Krossanes nærmere Sørfjorden. Dette kan tyde på en viss lokal påvirkning, sannsynligvis ved tilførsler fra Bølvfossen siliko-mangan smelteverk i Aalvik, mindre enn 2km nordøst for stasjonene.

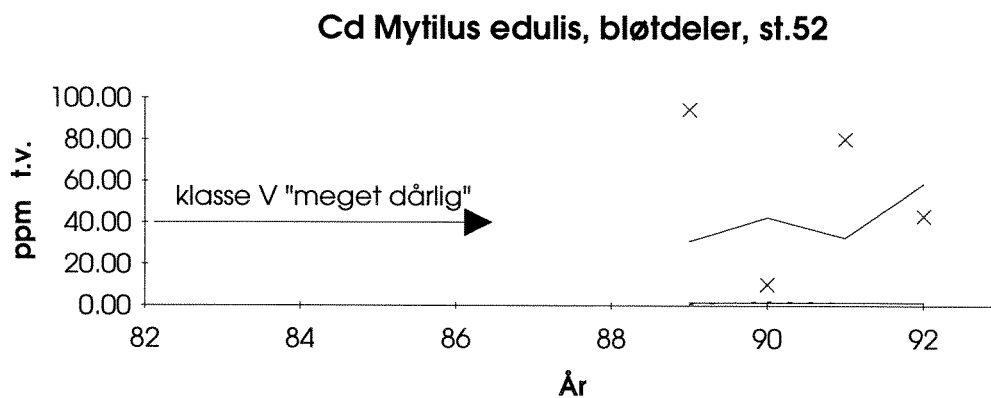
**Tabell 12.** Utslipp til sjø fra en del industribedrifter i Sjørfjorden 1991 - 1992. "?" betyr at opplysninger om utslipp ikke har vært tilgjengelig. Basert på opplysninger fra bedriftene. (Fra Skei, 1993).

	år	Cd kg/år	Cu kg/år	Hg kg/år	Pb kg/år	Zn kg/år	PAH kg/år
<b>Odda Smelteverk A/S</b> <sup>1)</sup>	1991	46	730	?	3100	2600	15000
	1992	34	320	<0.7	1000	3300	11300
<b>Norzink A/S</b> <sup>2)</sup>	1991	106	30	35	2400	10738	?
	1992	43	50	23	7800	9300	?
<b>Tinfos Titan Iron K/S</b>	1991	80	800	<0.3	360	2700	?
	1992	3	27	?	497	2476	?
<b>Totalt</b>	1991	232	1560	36	5860	16038	15000
	1992	80	397	23	9297	15076	11300

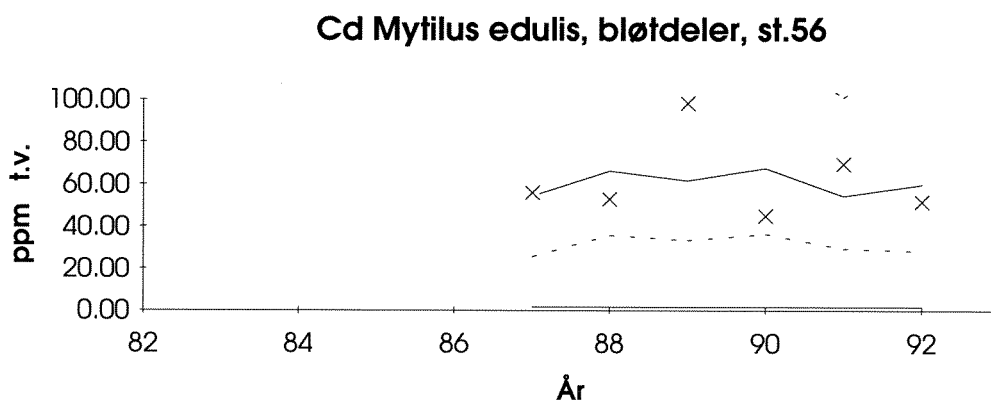
1) Beregnet på grunnlag av 2 døgnprøver

2) Inkluderer også akutte uhellsutslipp

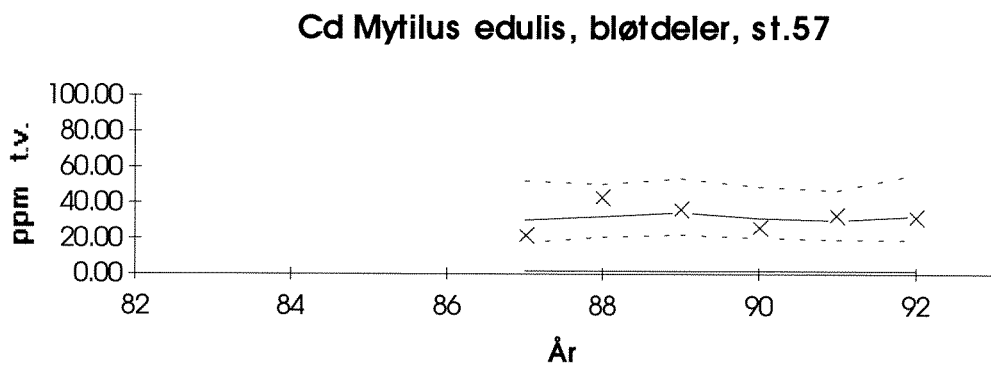
A



B

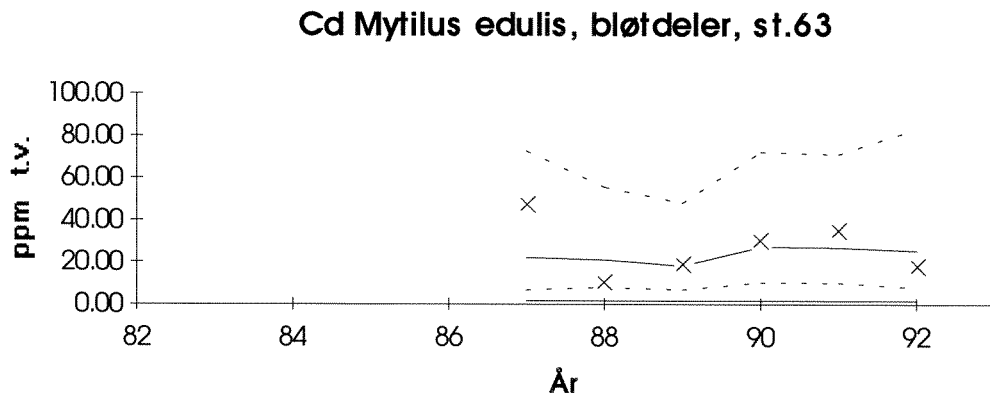


C

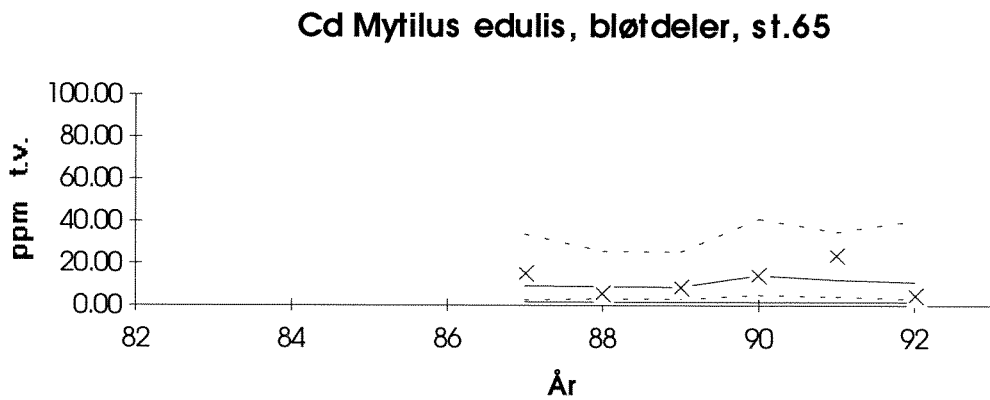


**Figur 37.** Mediane konsentrasjoner av kadmium (Cd) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden (kfr. fig.4, 31 og 1).

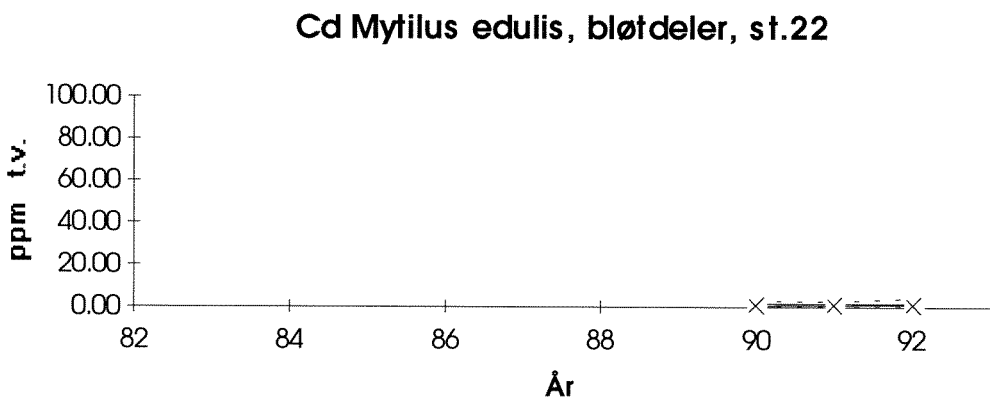
A



B

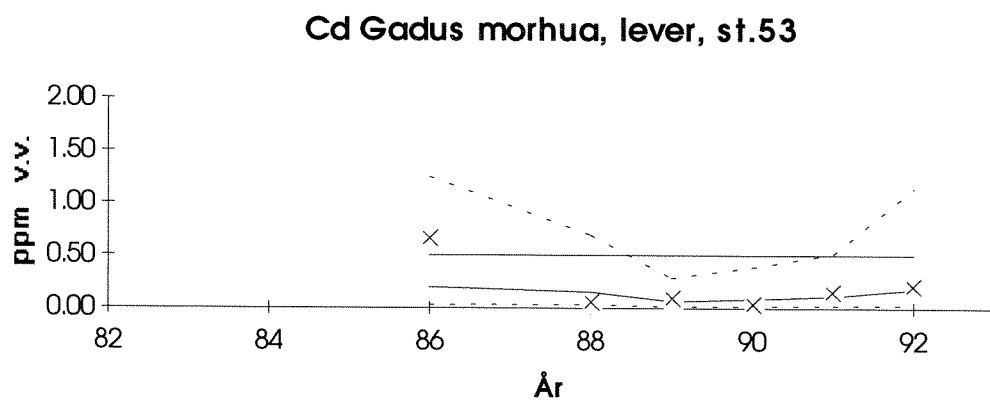


C

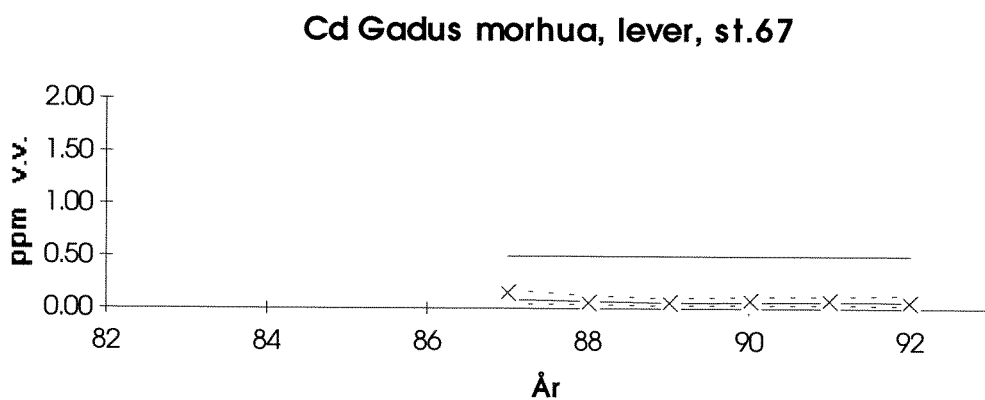


**Figur 38.** Mediane konsentrasjoner av kadmium (Cd) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Hardangerfjorden og Espevær (kfr. fig.4, 31 og 1).

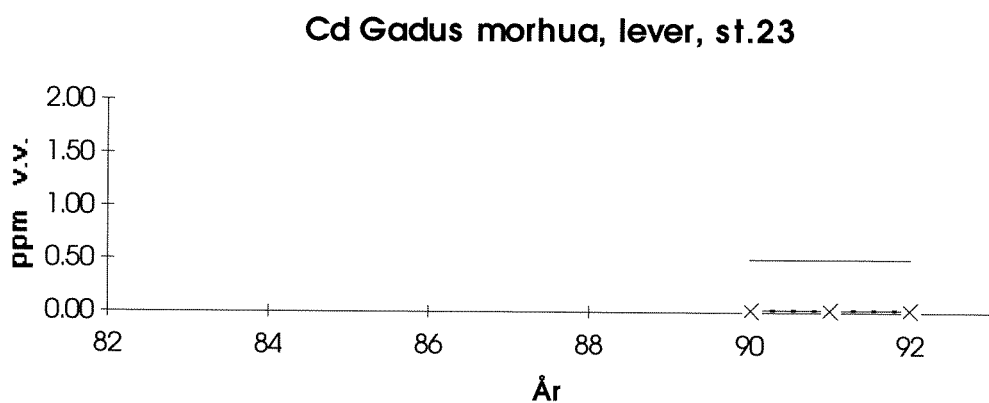
A



B



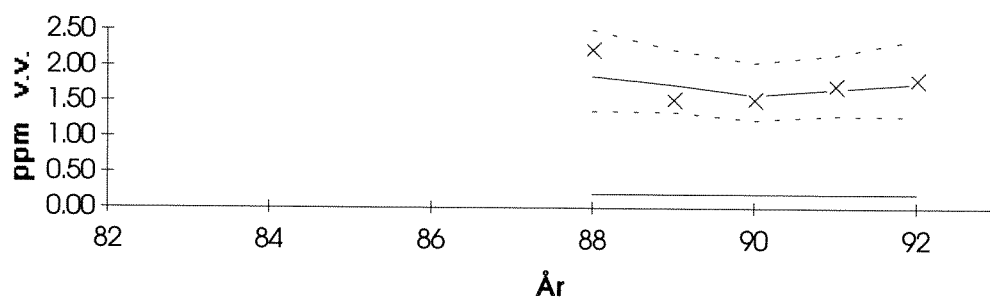
C



**Figur 39.** Mediane konsentrasjoner av kadmium (Cd) i lever av torsk (*Gadus morhua*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67) og Espeværområdet (st.23) (kfr. fig.4, 31 og 1).

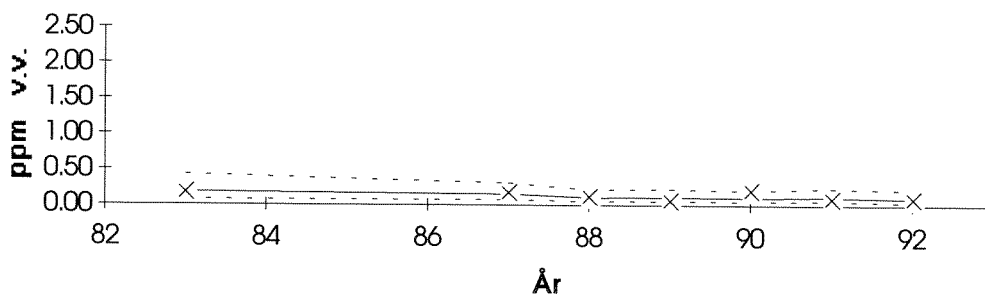
A

**Cd *Platichthys flesus*, lever, st.53**



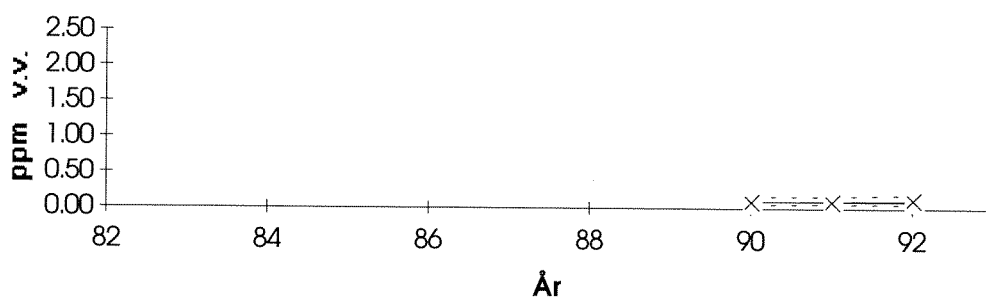
B

**Cd *Lepidorhombus whiff-iaconis*, lever, st.67**



C

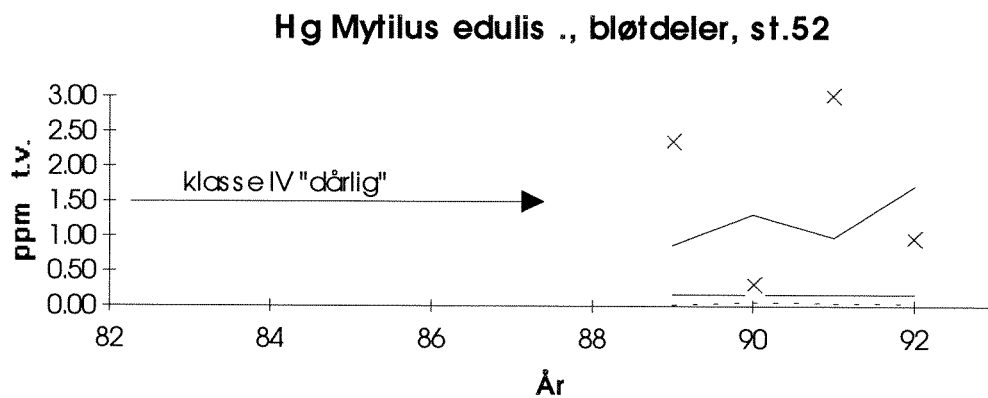
**Cd *Limanda limanda*, lever, st.22**



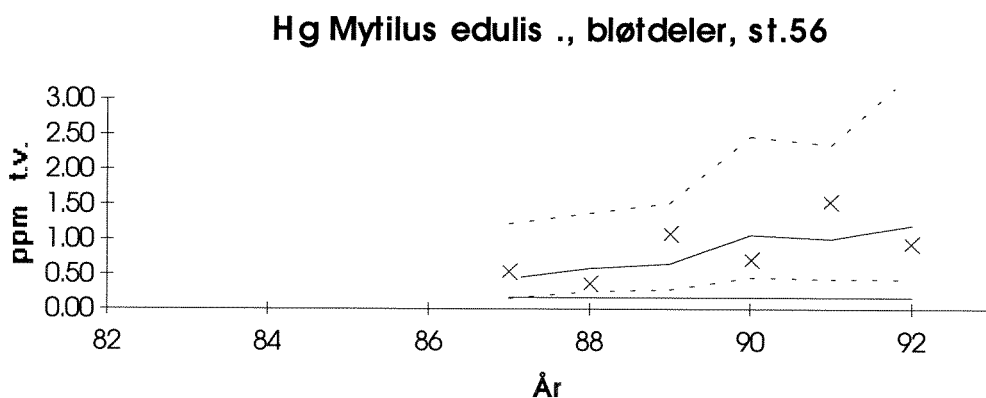
**Figur 40.** Mediane konsentrasjoner av kadmium (Cd) i lever av skrubbe (*Platichthys flesus*), glassvar (*Lepidorhombus whiff-iaconis*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67) og Espeværområdet (st.22) (kfr. fig.4, 31 og 1).



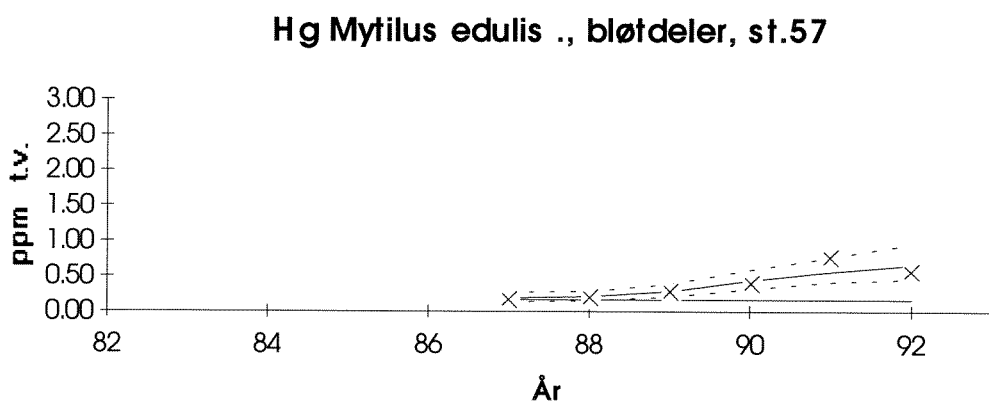
A



B



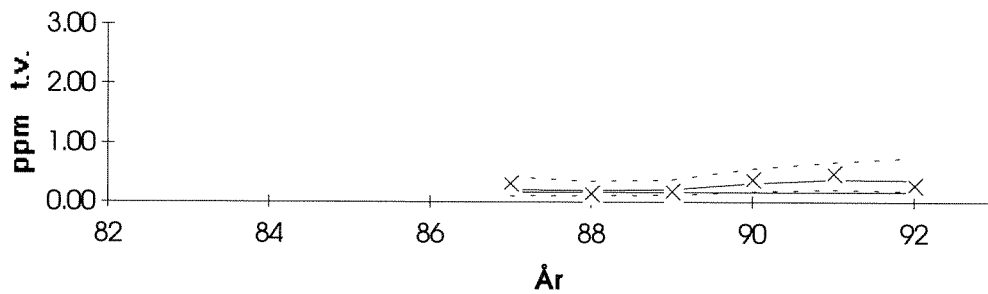
C



Figur 41. Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden (kfr. fig.4, 31 og 1).

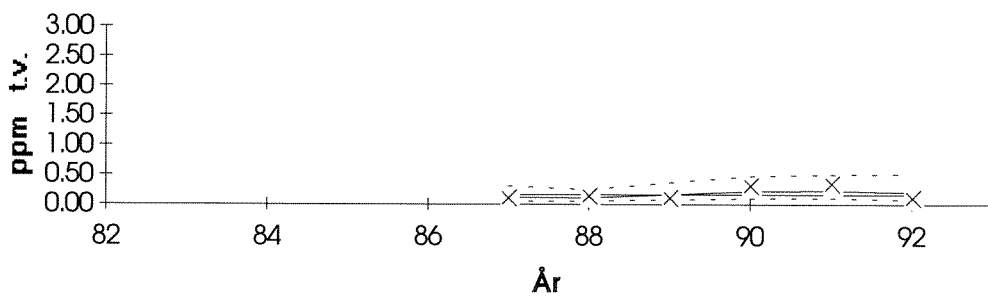
A

Hg *Mytilus edulis* ., bløtdeler, st.63



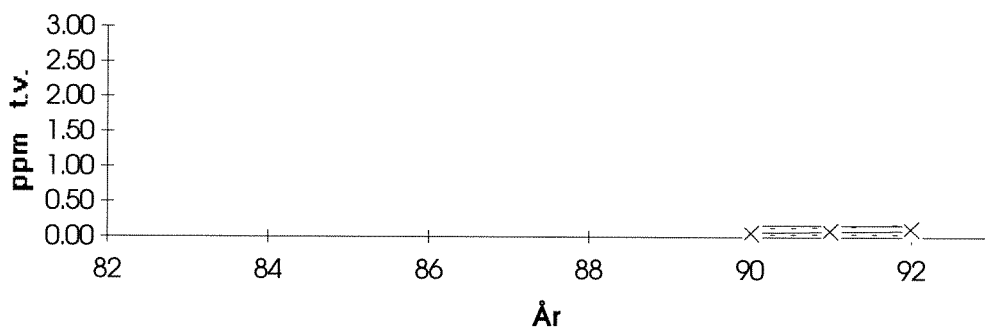
B

Hg *Mytilus edulis* ., bløtdeler, st.65



C

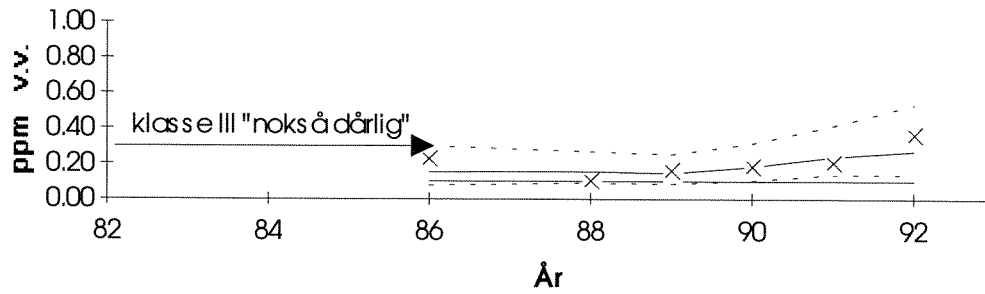
Hg *Mytilus edulis* ., bløtdeler, st.22



Figur 42. Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Hardangerfjorden og Espevær (kfr. fig.4, 31 og 1).

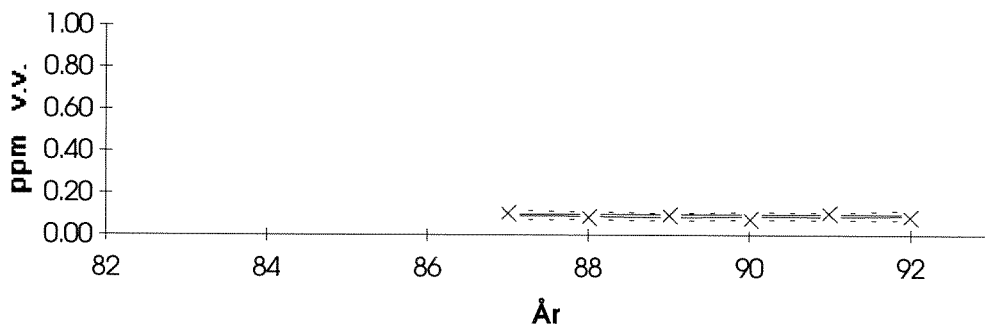
A

Hg Gadus morhua (små), filet, st.53



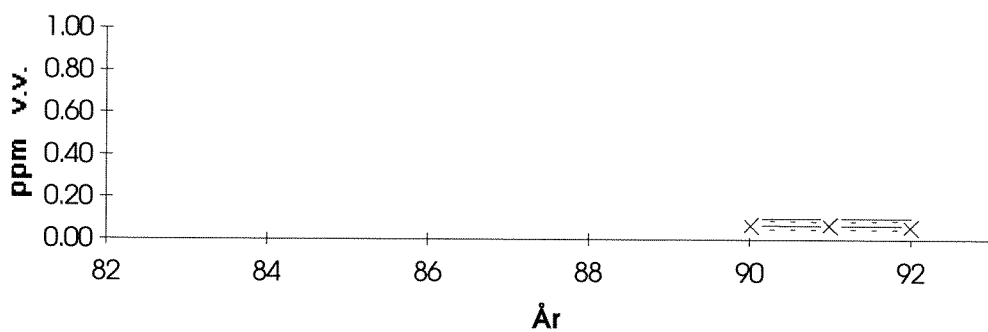
B

Hg Gadus morhua (små), filet, st.67



C

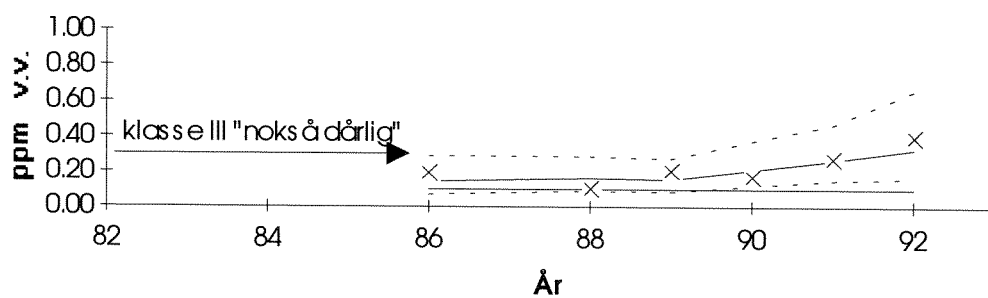
Hg Gadus morhua (små), filet, st.23



**Figur 43.** Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i "små" eksemplarer av torsk (*Gadus morhua*) fra Sørkjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67) og Espeværområdet (st.23) (kfr. fig.4, 31 og 1).

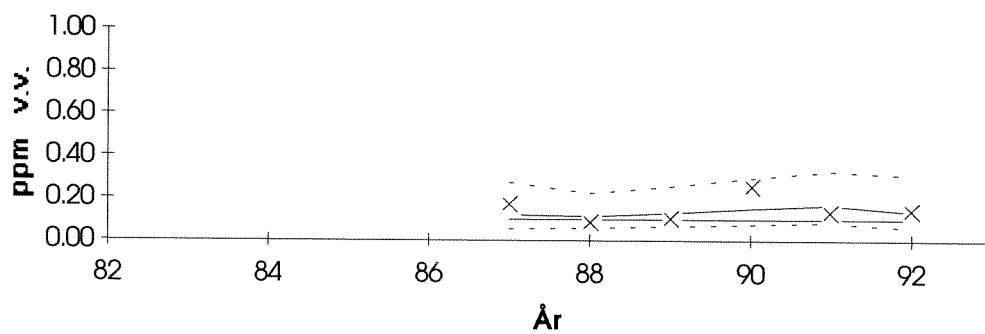
A

### Hg Gadus morhua (stor), filet, st.53



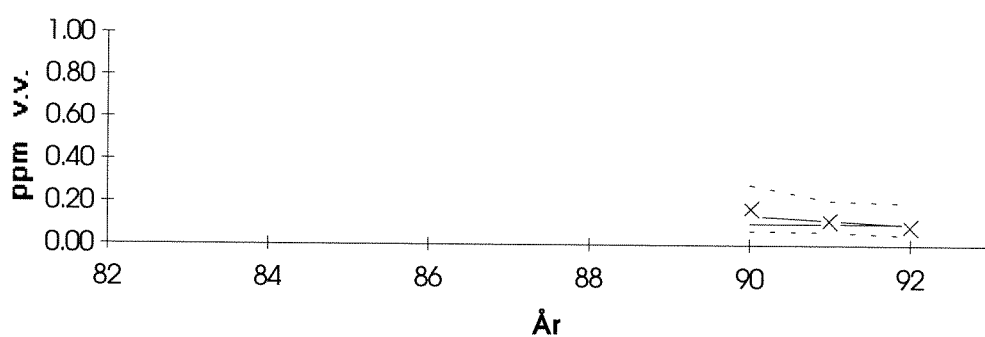
B

### Hg Gadus morhua (stor), filet, st.67



C

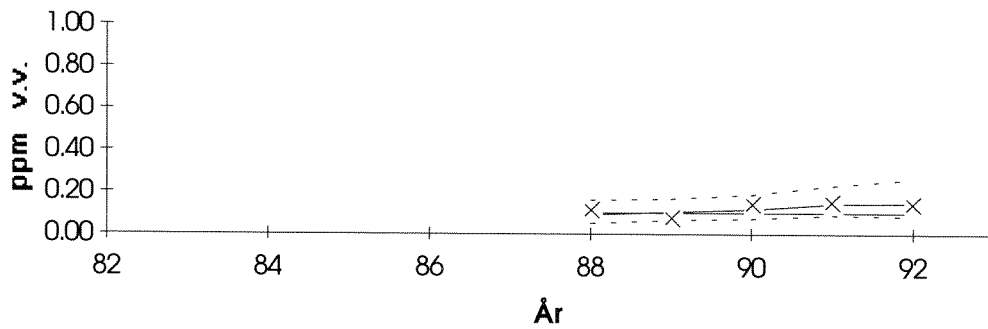
### Hg Gadus morhua (stor), filet, st.23



**Figur 44.** Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i "store" eksemplarer av torsk (*Gadus morhua*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67) og Espeværområdet (st.23) (kfr. fig.4, 31 og 1).

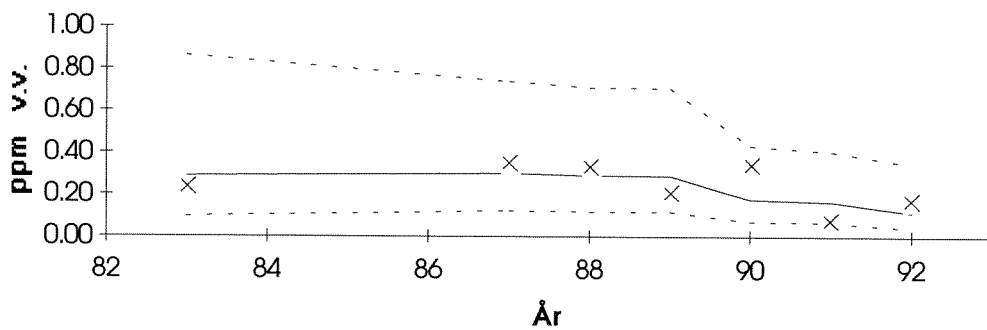
A

Hg *Platichthys flesus* (små), filet, st.53



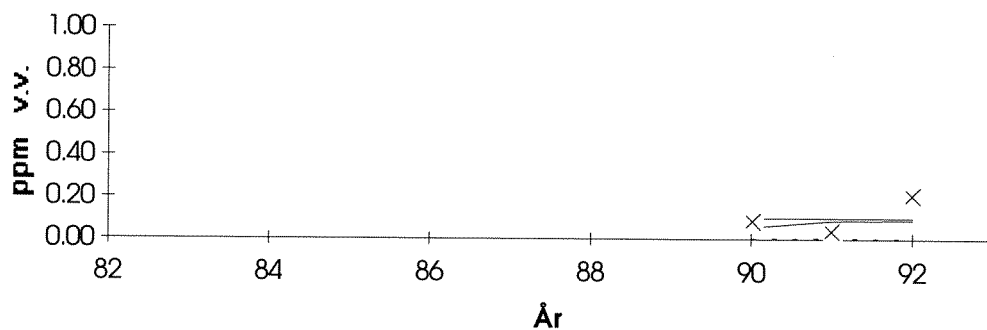
B

Hg *Lepidorhombus whiffiagonis* (små), filet, st.67



C

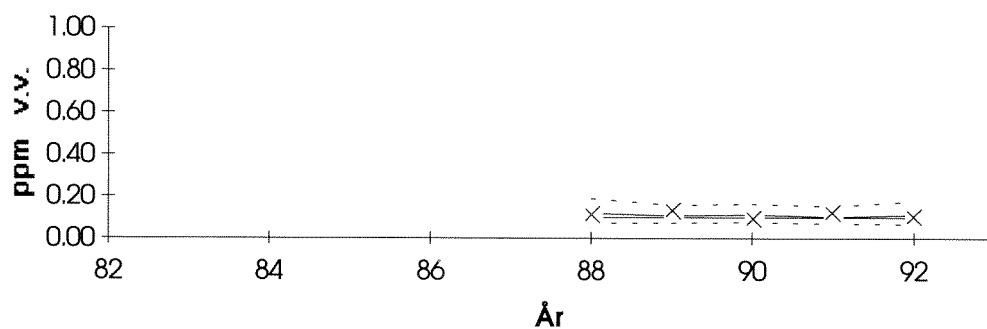
Hg *Limanda limanda* (små), filet, st.22



**Figur 45.** Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i "små" eksemplarer av skrubbe (*Platichthys flesus*), glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67) og Espeværområdet (st.22) (kfr. fig.4, 31 og 1).

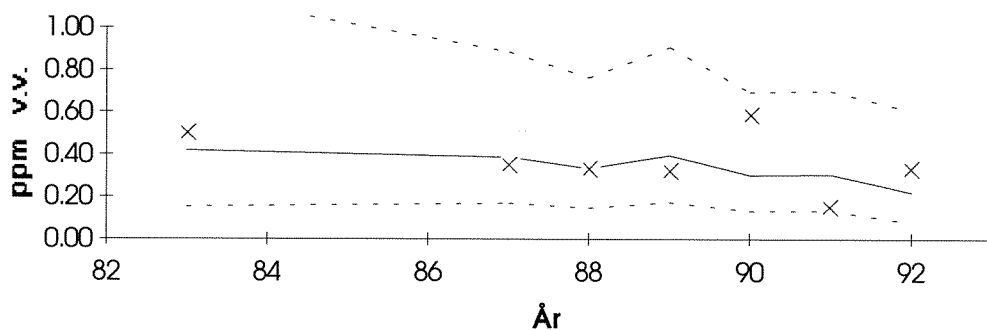
A

Hg *Platichthys flesus* (stor), filet, st.53



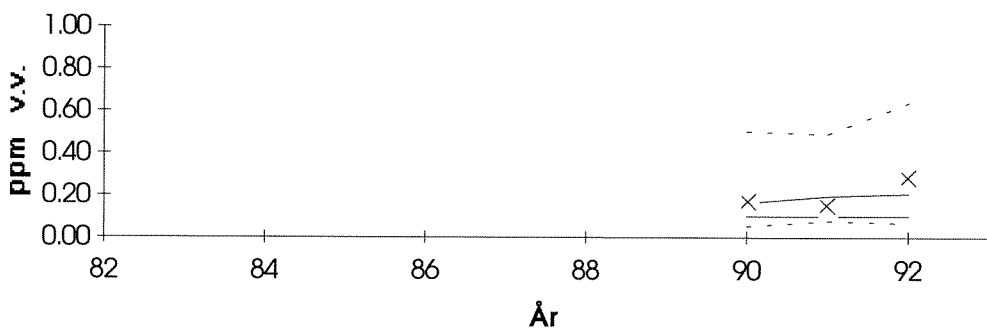
B

Hg *Lepidorhombus whiff-iagonis* (stor), filet, st.67



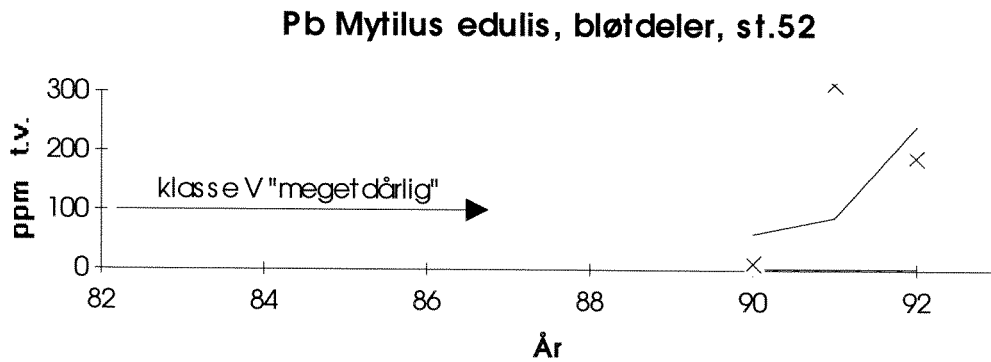
C

Hg *Limanda limanda* (stor), filet, st.22

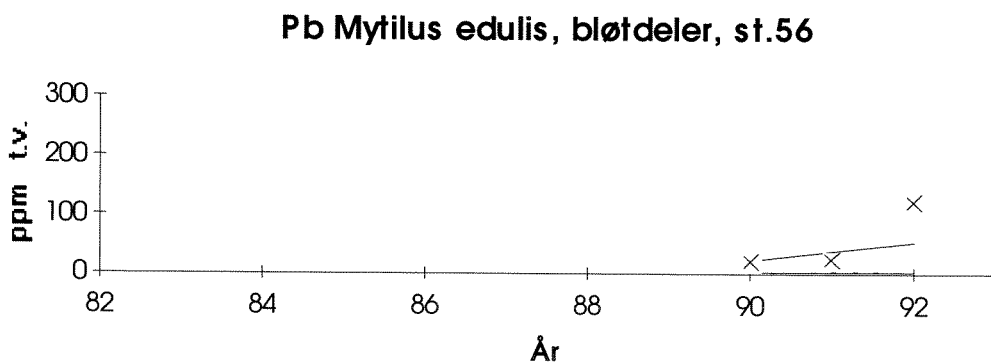


**Figur 46.** Mediane konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i "store" eksemplarer av skrubbe (*Platichthys flesus*), glassvar (*Lepidorhombus whiff-iagonis*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67), og Espeværområdet (st.22) (kfr. fig.4, 31 og 1).

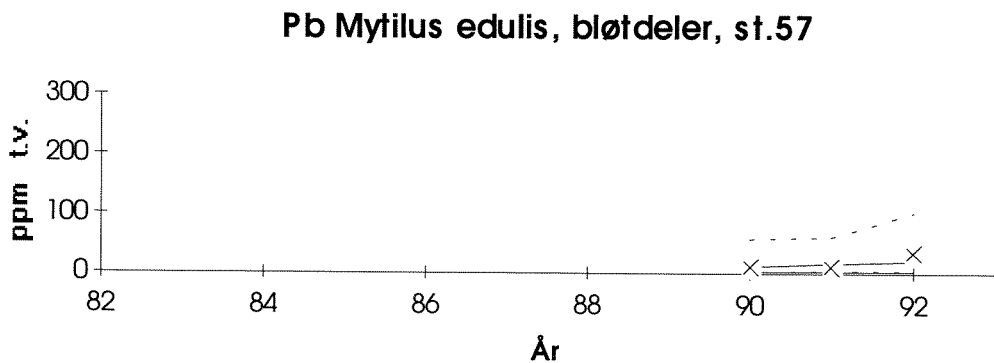
A



B

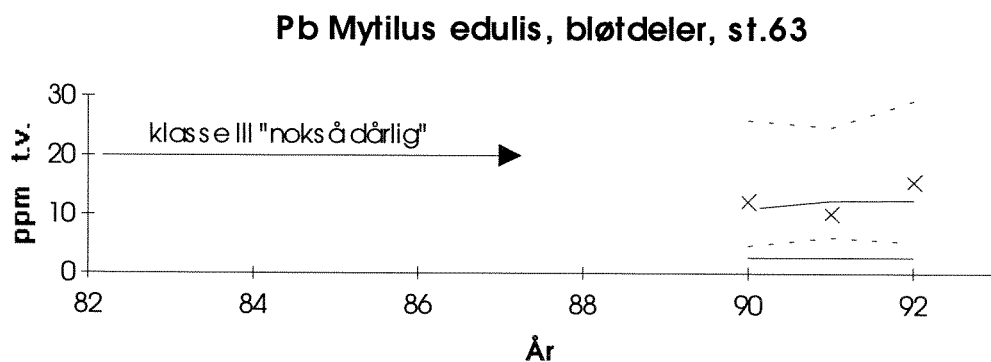


C

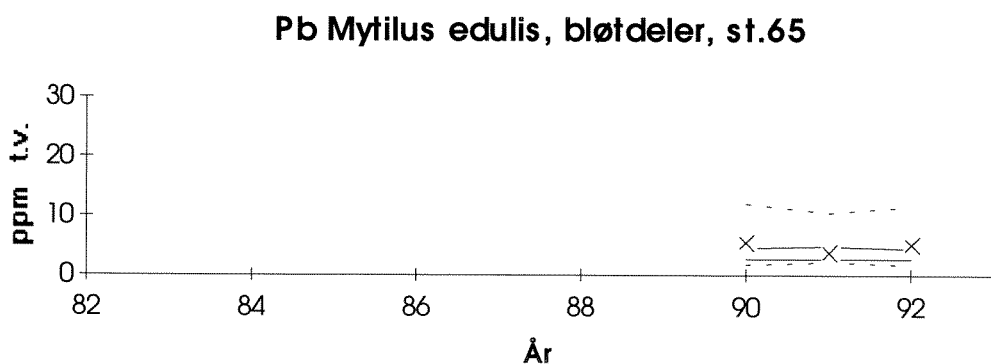


**Figur 47.** Mediane konsentrasjoner av bly (Pb) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden (kfr. fig.4, 31 og 1).

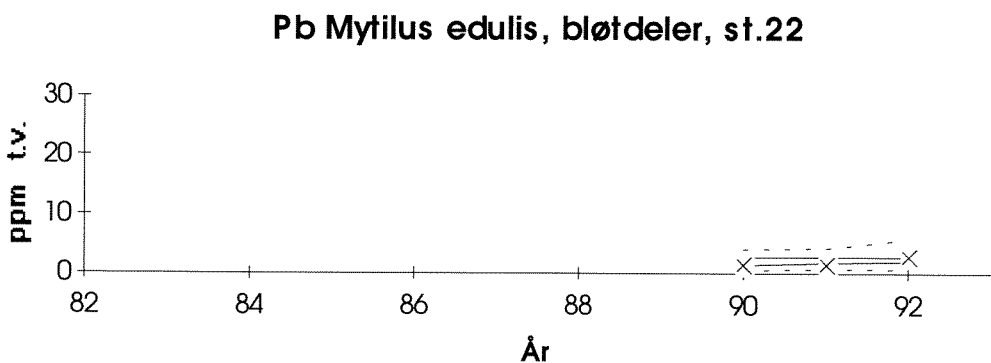
A



B



C

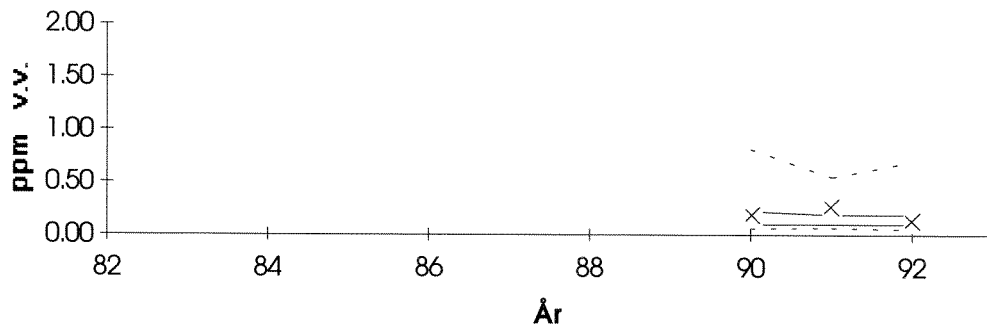


**Figur 48.** Mediane konsentrasjoner av bly (Pb) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Hardangerfjorden og Espevær (kfr. fig.4, 31 og 1). Merk forskjell fra skala i fig.47.



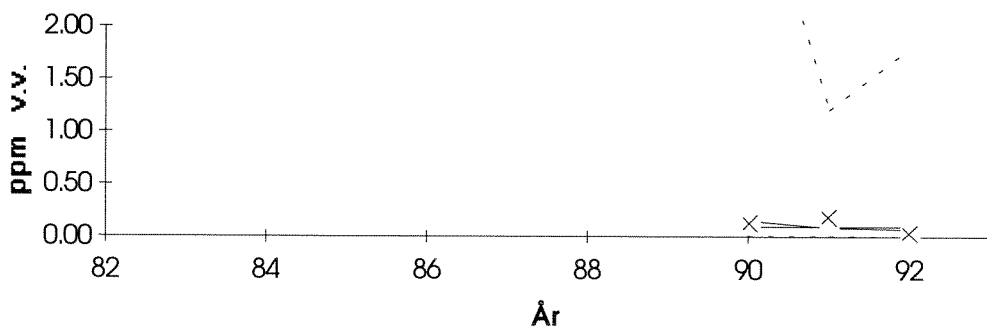
A

**Pb Gadus morhua, lever, st.53**



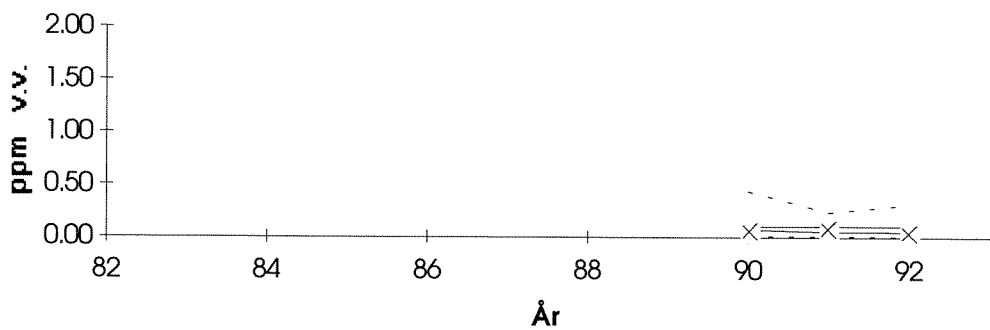
B

**Pb Gadus morhua, lever, st.67**



C

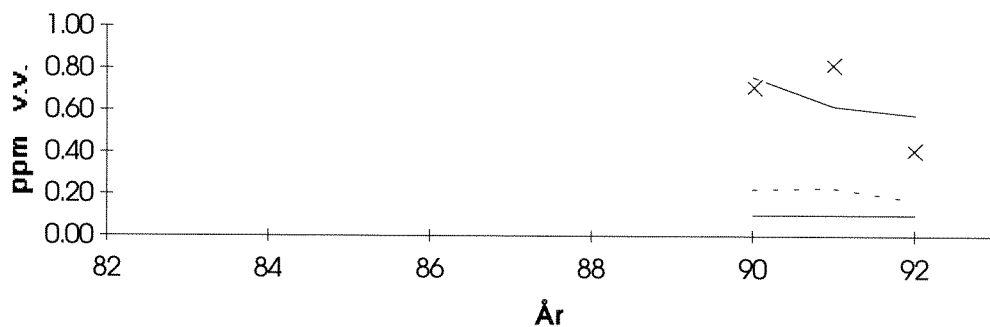
**Pb Gadus morhua, lever, st.23**



**Figur 49.** Mediane konsentrasjoner av bly (Pb) i lever av torsk (*Gadus morhua*) fra Sør fjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67), og Espeværområdet (st.23) (kfr. fig.4, 31 og 1).

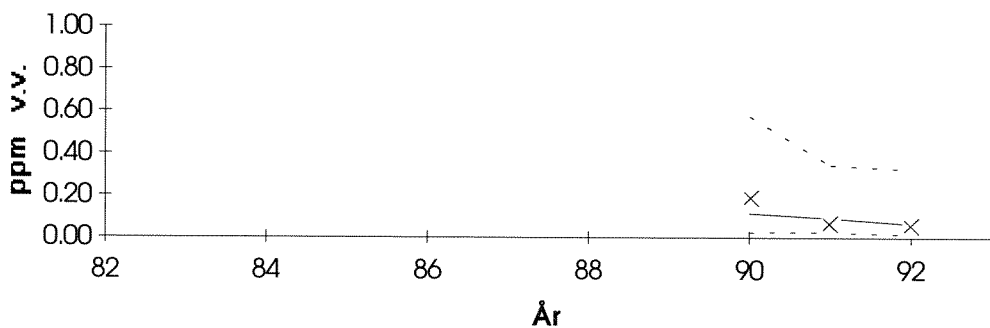
A

**Pb *Platichthys flesus*, lever, st.53**



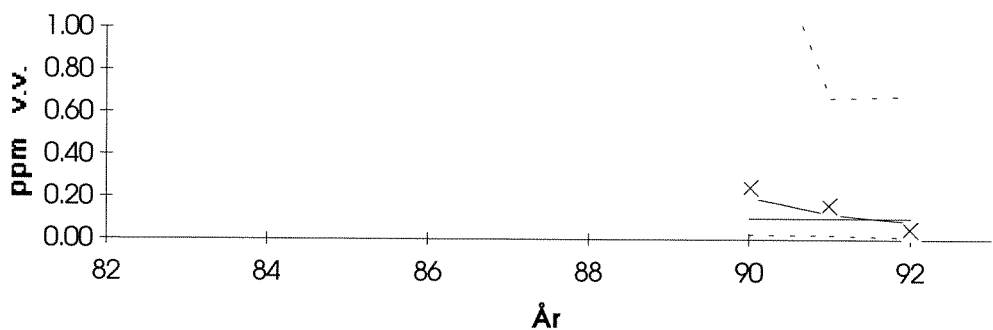
B

**Pb *Lepidorhombus whiff-iaconis*, lever, st.67**



C

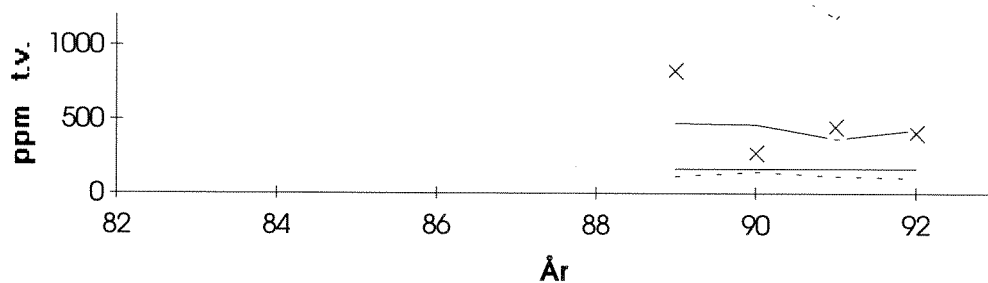
**Pb *Limanda limanda*, lever, st.22**



**Figur 50.** Mediane konsentrasjoner av bly (Pb) i lever av skrubbe (*Platichthys flesus*), glassvar (*Lepidorhombus whiff-iaconis*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67), og Espeværområdet (st.22) (kfr. fig.4, 31 og 1).

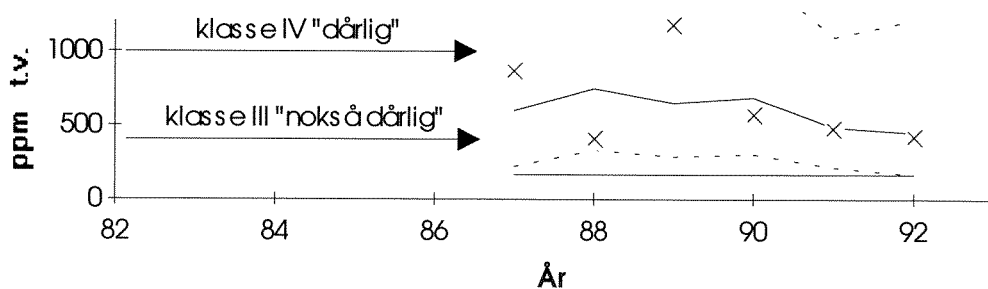
A

Zn *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.52



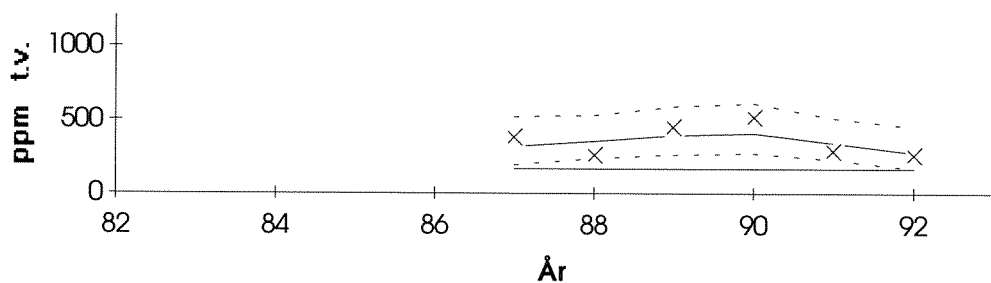
B

Zn *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.56



C

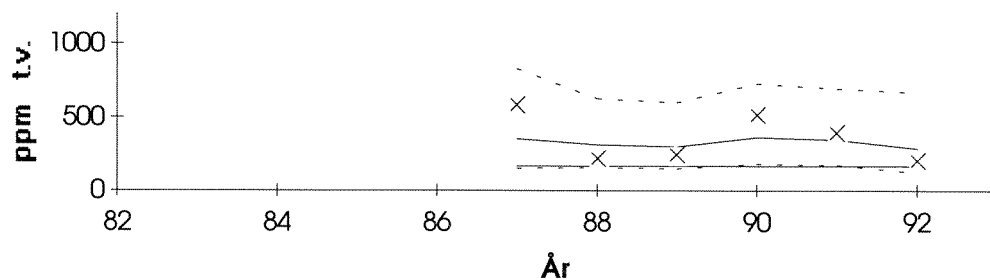
Zn *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.57



Figur 51. Mediane konsentrasjoner av sink (Zn) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden (kfr. fig.4, 31 og 1).

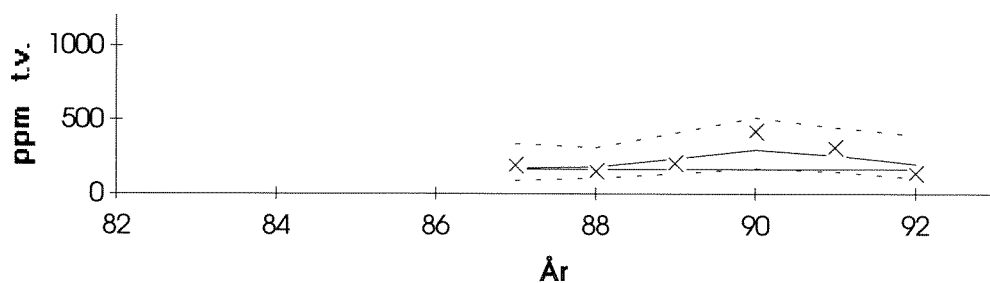
A

Zn *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.63



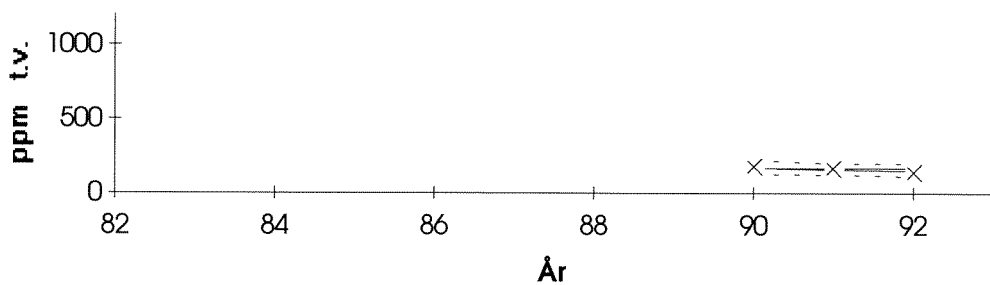
B

Zn *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.65



C

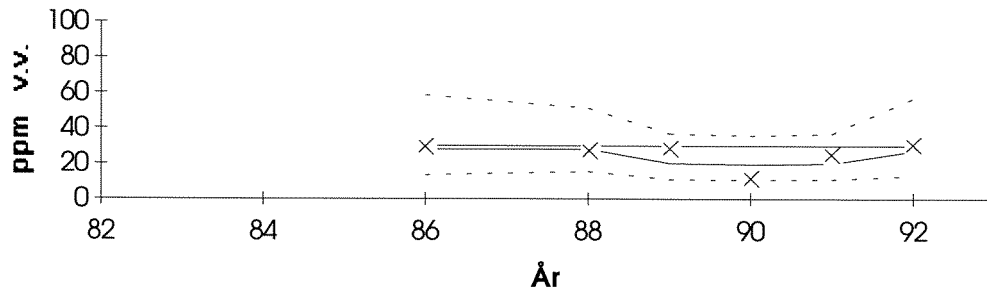
Zn *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.22



Figur 52. Mediane konsentrasjoner av sink (Zn) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Hardangerfjorden og Espevær (kfr. fig.4, 31 og 1).

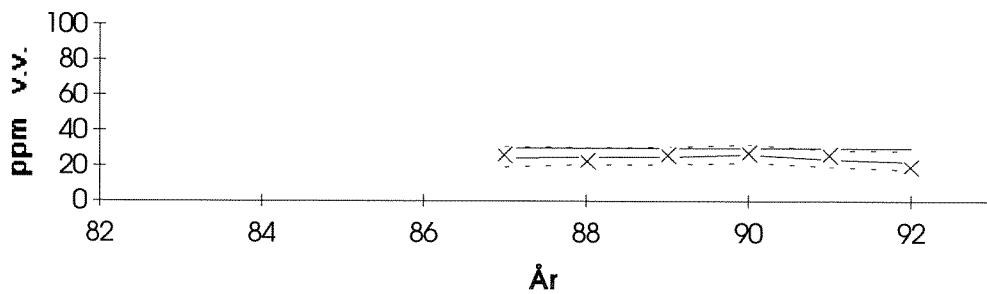
A

Zn *Gadus morhua*, lever, st.53



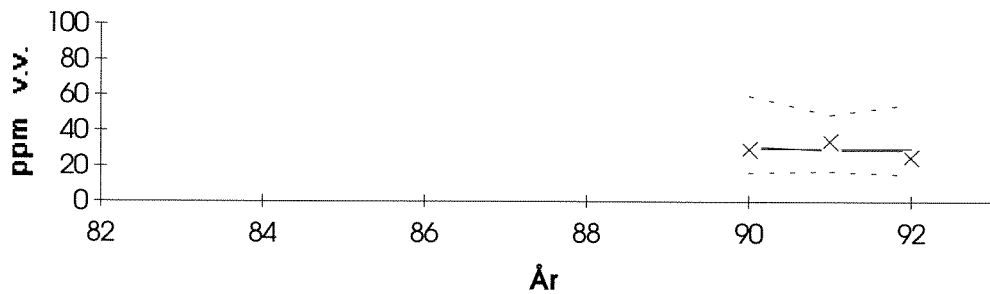
B

Zn *Gadus morhua*, lever, st.67

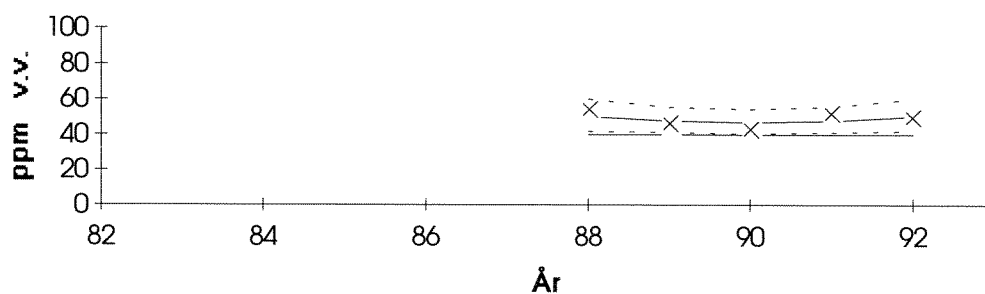
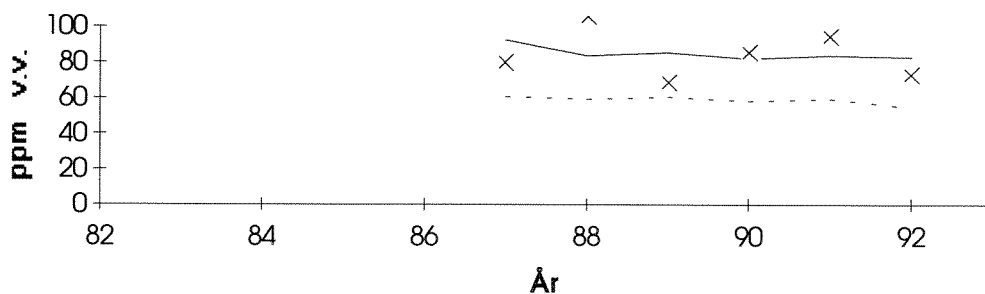
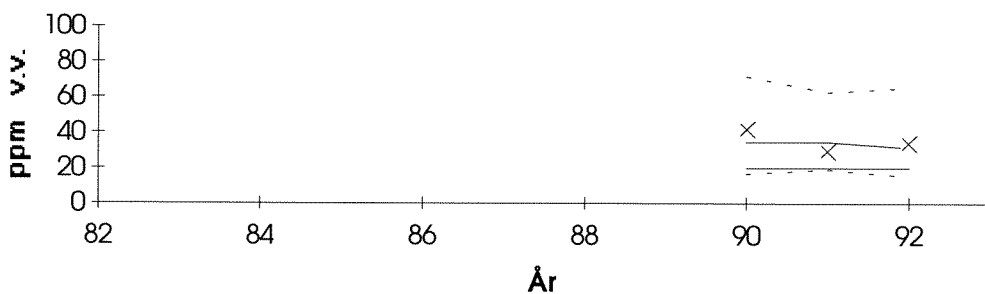


C

Zn *Gadus morhua*, lever, st.23



**Figur 53.** Mediane konsentrasjoner av sink (Zn) i lever av torsk (*Gadus morhua*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67), og Espeværområdet (st.23) (kfr. fig.4, 31 og 1).

**A****Zn *Platichthys flesus*, lever, st.53****B****Zn *Lepidorhombus whiff-iagonis*, lever, st.67****C****Zn *Limanda limanda*, lever, st.22**

**Figur 54.** Mediane konsentrasjoner av sink (Zn) i lever av skrubbe (*Platichthys flesus*), glassvar (*Lepidorhombus whiff-iagonis*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67), og Espeværområdet (st.22) (kfr. fig.4, 31 og 1).

## 8.3. Klororganiske stoffer i sediment, blåskjell og fisk

### 8.3.1. Tilstand

#### Sedimenter

Undersøkelse av klororganiske stoffer ble utført på de samme stasjonene hvor sedimentkjerner ble aldersdatert. Stasjonen i Sørkfjorden (st.56S) hadde noe forhøyet konsentrasjon av PCB (sum av 7 PCB forbindelser: CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) x 2 (kfr. kap. 5.3.1), mens verdiene på stasjonen i Hardangerfjorden (st.67S) lå på "høyt bakgrunnsnivå". Nivåene er i overensstemmelse med tilsvarende undersøkelser i indre deler av Sørkfjorden i 1990 (Skei & Klungesøyr, 1990). De høyeste konsentrasjonene ble da målt i Eiterheimsvågen. Hvis kilden til PCB ligger i dette området, bør denne idag være tatt hånd om etter oppryddingen i vågen. Med en sedimenttilvekst på 1.3 mm/år på stasjon 56S vil man tidligst kunne registrere forbedringer i det øvre laget (0-1 cm) av sedimentene ca.10 år etter tiltakene.

Innholdet av DDT var i Sørkfjorden tre ganger over "høyt bakgrunnsnivå", men lå ned mot dette nivået i Hardangerfjorden. Innholdet av g-HCH og HCB var under "høyt bakgrunnsnivå" på begge stasjoner.

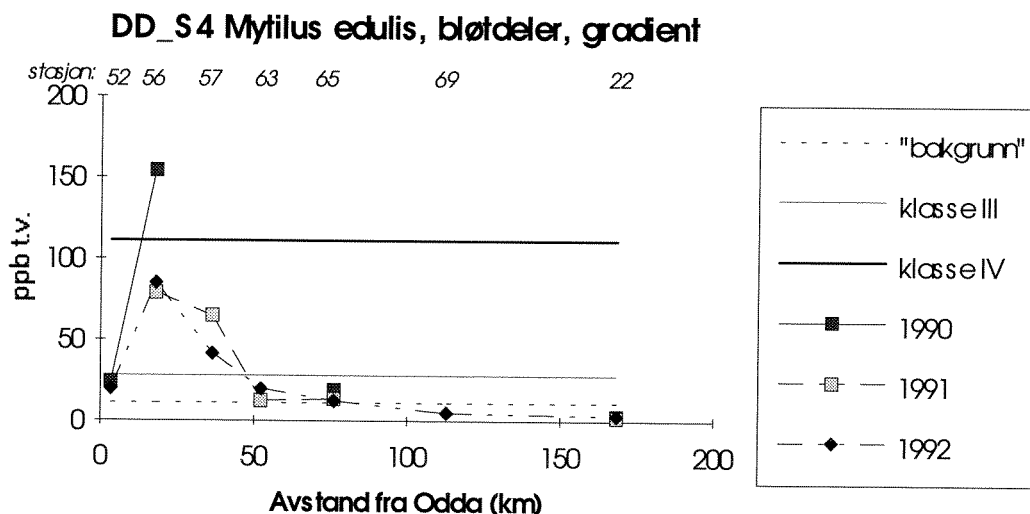
#### Biologisk materiale

Forhøyede nivåer av PCB i fiskeleverprøver fra innerst i Sørkfjorden er blitt påvist siden 1970-årene (Bjerk & Kveseth, 1973).

I perioden 1990-92 ble det hovedsakelig registrert lave eller bare svakt forhøyede konsentrasjoner av PCB (sum av 7 PCB forbindelser: CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i blåskjell og fiskelever fra Sørkfjorden og Hardangerfjorden. Unntak var st.53, midtre Sørkfjorden, for torskelever i 1992 og for skrubbelever i 1990-91, da det her ble funnet overkonsentrasjoner opp til 3-5 ganger "høyt bakgrunnsnivå" (hhv. fig.58A og 59A).

I blåskjell er det funnet høye overkonsentrasjoner av DDT (klasse IV) langt utover fjorden (fig.55). Høyeste konsentrasjoner ble funnet på st.56, Kvalnes, ca.18km fra Odda og nær frukt dyrkingsarealer. I 1988 og 1990 tilsvarte nivået hhv. klasse V og IV på denne stasjonen. Mindre overkonsentrasjoner ble også funnet ut til st.65, Vikingneset.

I 1990-92 er det også påvist overkonsentrasjoner av DDT opp til klasse III i torskelever fra st.53 i midtre Sørkfjorden og ved st.65, Strandebarm i Hardangerfjorden (fig.62). Overkonsentrasjoner ble registrert i skrubbe opp til 3 ganger i 1990-91 (fig.63).



**Figur 55.** Mediane konsentrasjoner av DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Odda i Sørfjorden til Espevær (ca.170km fra Odda).

### 8.3.2. Utvikling

#### Sedimenter

Det foreligger ikke data for klororganiske forbindelser fra området fra tidligere år, heller ikke fra dype kjerner. Det kan derfor ikke sies noe om utviklingen for disse forbindelsene.

#### Biologisk materiale fra 1988 - 1992

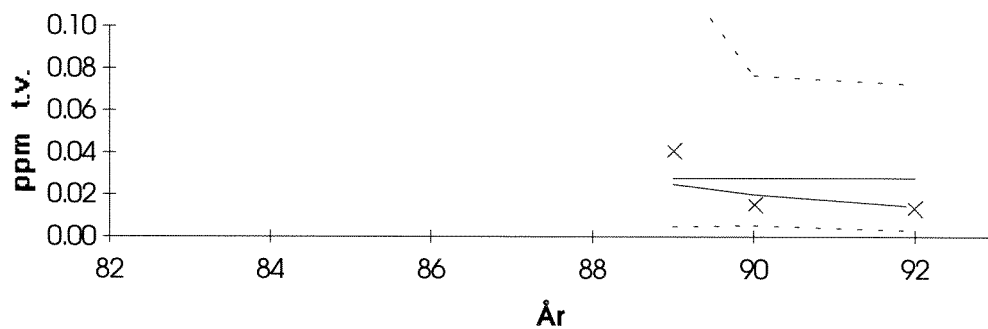
Konsentrasjonen av DDT i blåskjell fra st.56 gikk betraktelig ned i perioden 1988-1992 (fig.60B); i mindre og usikker grad også på st.65 (fig.61B). På st.56 gikk konsentrasjoner ned fra 260 ppb t.v. (tilstandsklasse V) i 1988 til 85 ppb t.v. (klasse III) i 1992, en nedgang som var statistisk signifikant (Vedlegg C).

Ingen signifikante trender kunne spores i PCB i blåskjell fra perioden 1988-92, men resultatene kan muligens tyde på en viss nedgang siden 1990 (fig.56 og 57).



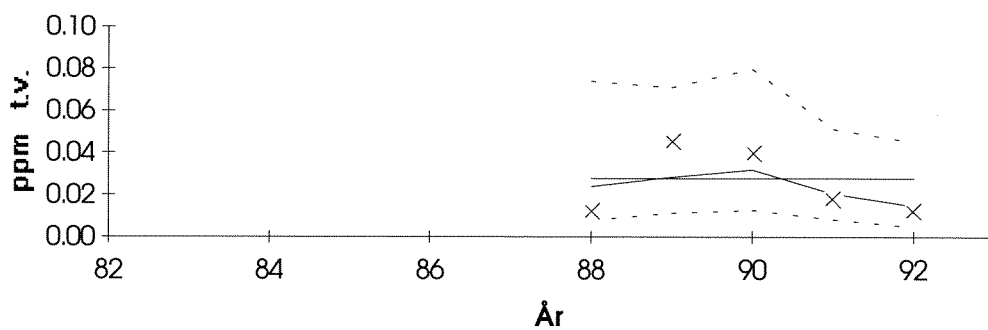
A

CB\_S7 *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.52



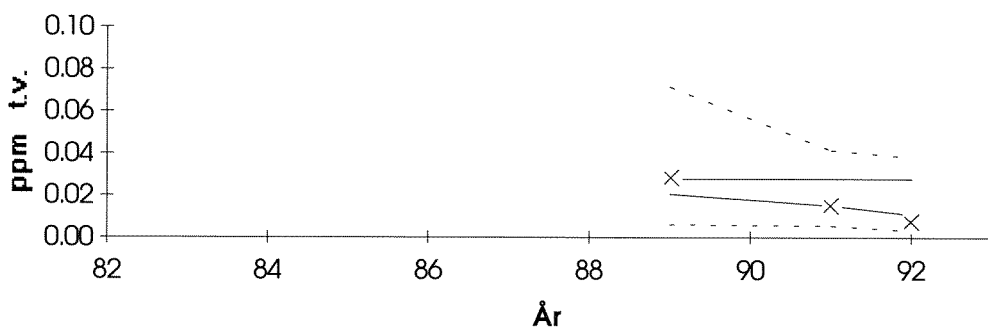
B

CB\_S7 *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.56



C

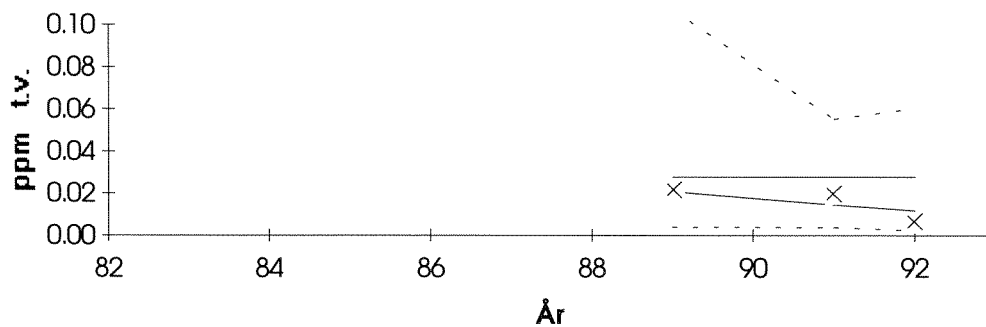
CB\_S7 *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.57



Figur 56. Mediane konsentrasjoner av PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden (kfr. fig.4, 31 og 1).

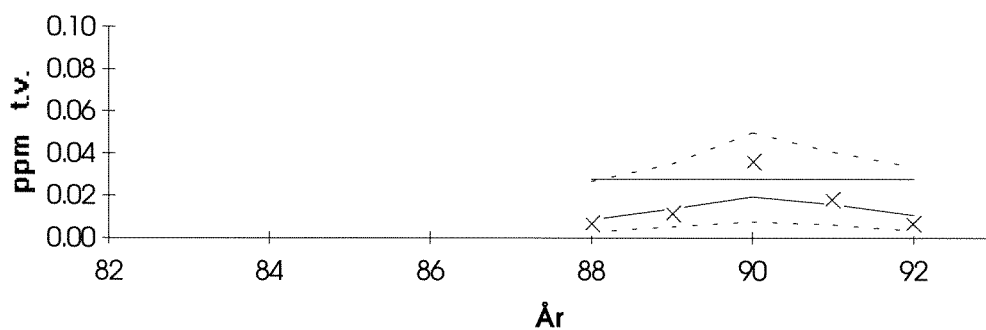
A

CB\_S7 Mytilus edulis, bløtdeler, st.63



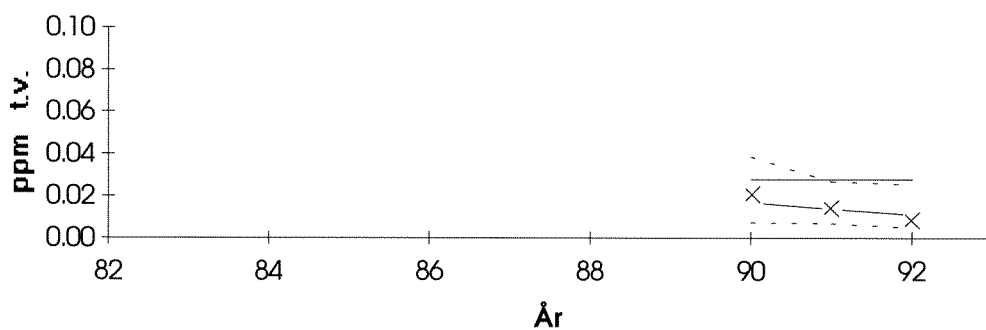
B

CB\_S7 Mytilus edulis, bløtdeler, st.65



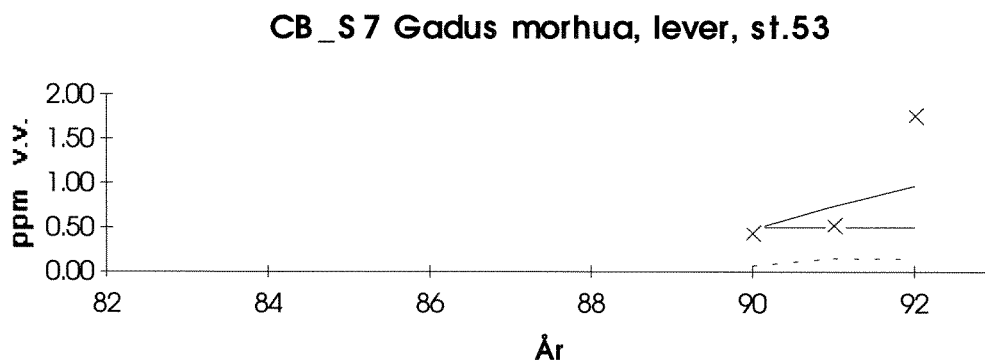
C

CB\_S7 Mytilus edulis, bløtdeler, st.22

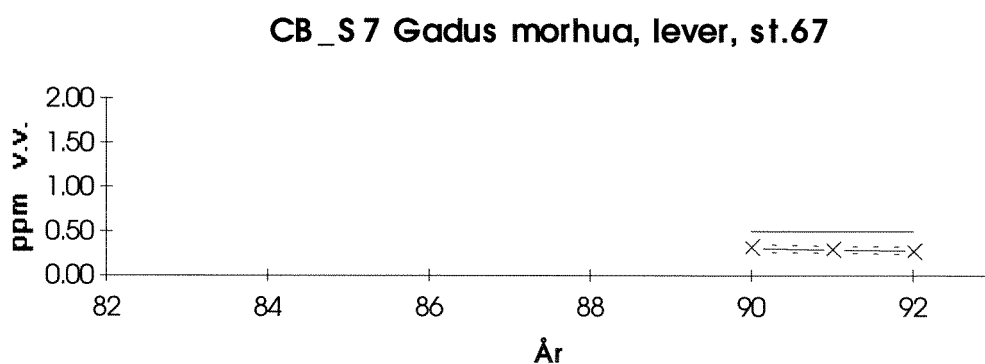


Figur 57. Mediane konsentrasjoner av PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Hardangerfjorden og Espevær (kfr. fig.4, 31 og 1).

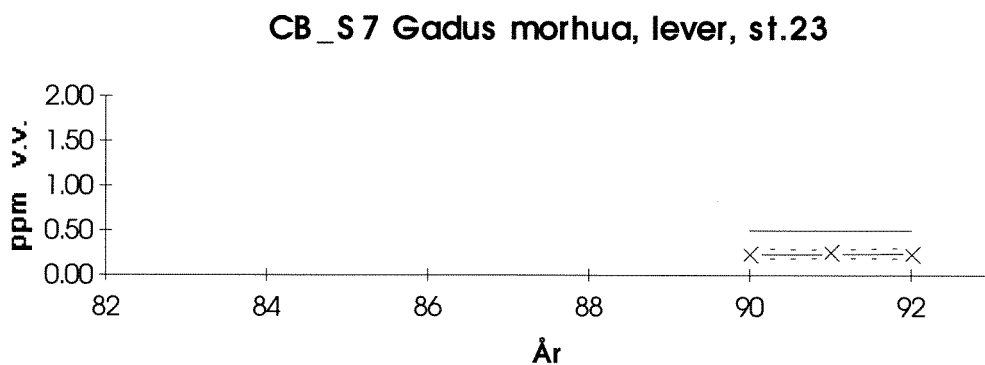
A



B



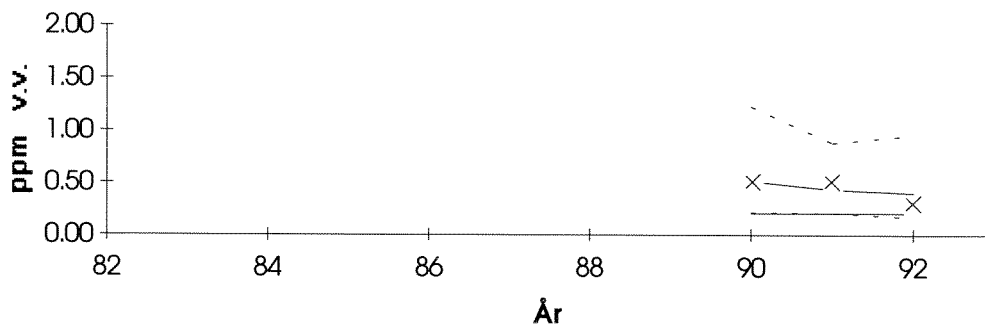
C



**Figur 58.** Mediane konsentrasjoner av PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i lever av torsk (*Gadus morhua*) fra Sør fjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67), og Espenørområdet (st.23) (kfr. fig.4, 31 og 1).

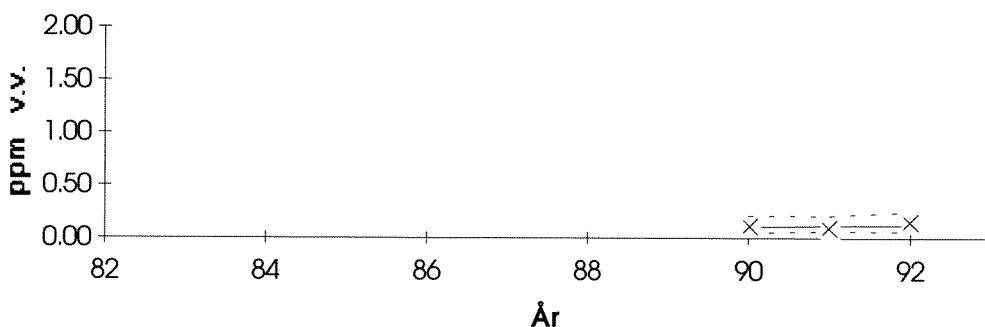
A

CB\_S7 *Platichthys flesus*, lever, st.53



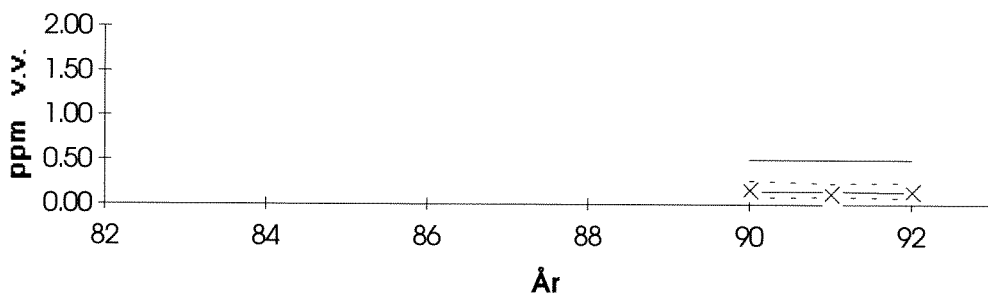
B

CB\_S7 *Lepidorhombus whiff-iagonis*, lever, st.67



C

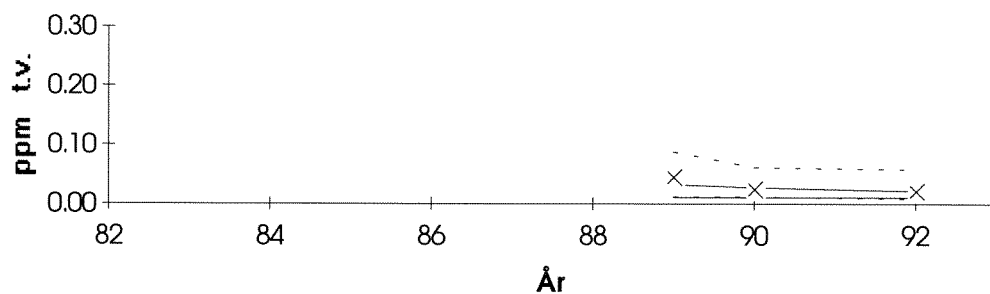
CB\_S7 *Limanda limanda*, lever, st.22



**Figur 59.** Mediane konsentrasjoner av PCB (CB\_S7 = sum CB -28, -52, -101, -118, -138, -153 og -180) i lever av skrubbe (*Platichthys flesus*), glassvar (*Lepidorhombus whiff-iagonis*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67), og Espeværområdet (st.22) (kfr. fig.4, 31 og 1).

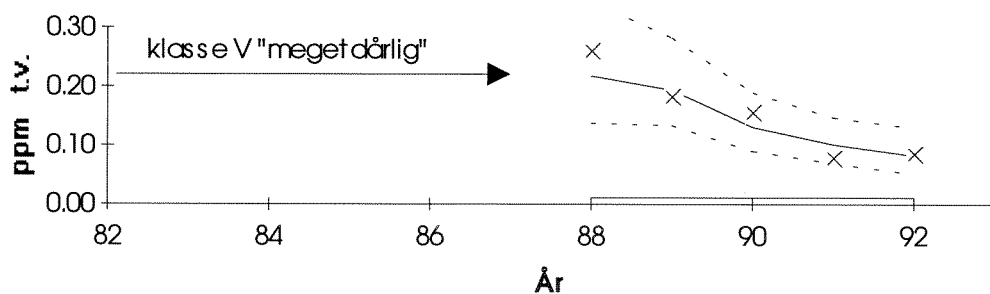
A

DD\_S 4 *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.52



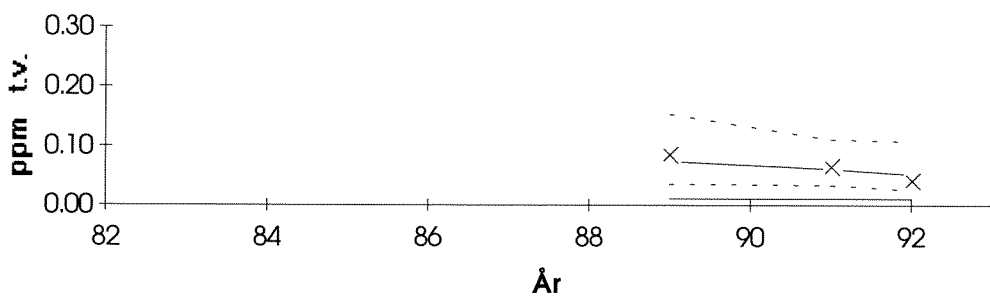
B

DD\_S 4 *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.56



C

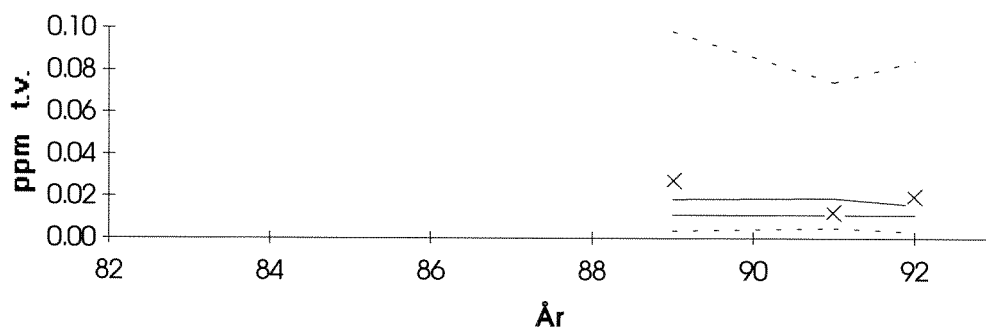
DD\_S 4 *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.57



**Figur 60.** Mediane konsentrasjoner av DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden (kfr. fig.4, 31 og 1).

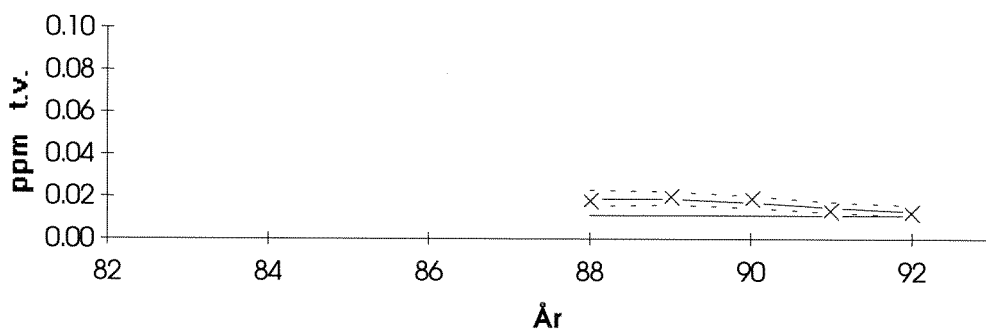
A

DD\_S 4 *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.63



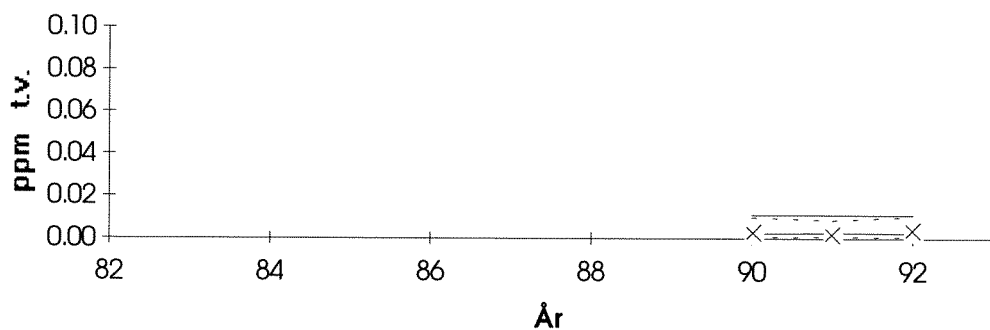
B

DD\_S 4 *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.65



C

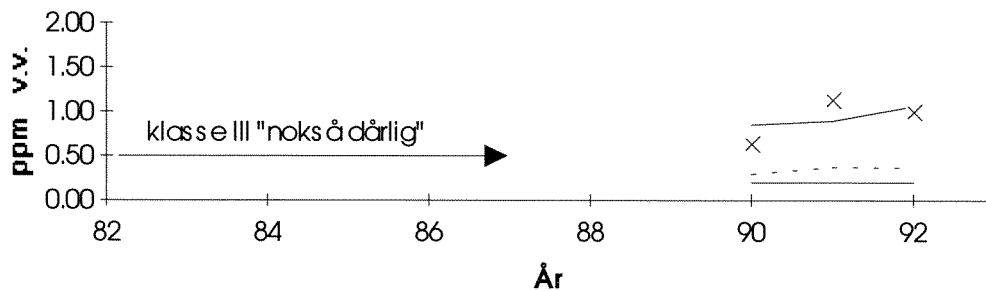
DD\_S 4 *Mytilus edulis*, bløtdeler, st.22



**Figur 61.** Mediane konsentrasjoner av DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Hardangerfjorden og Espevær (kfr. fig.4, 31 og 1). Merk forskjell i skala fra fig.60.

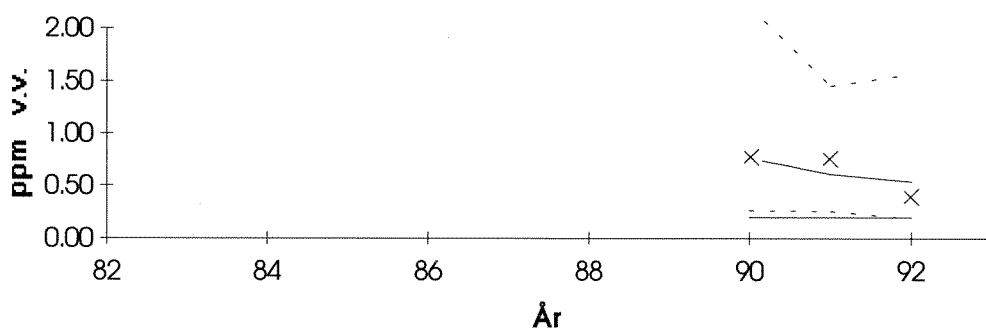
A

DD\_S4 Gadus morhua, lever, st.53



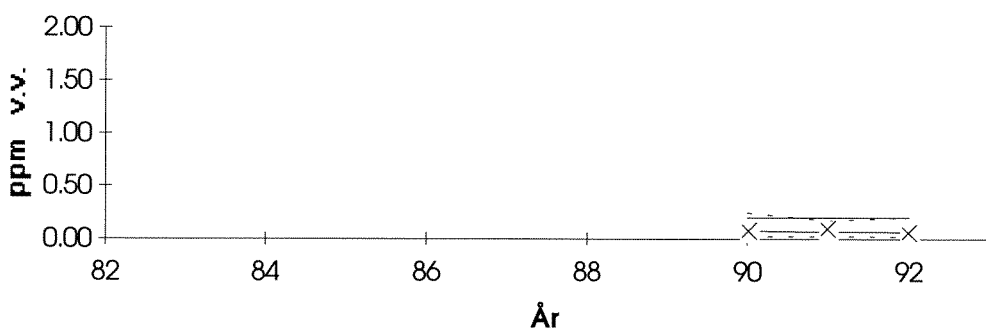
B

DD\_S4 Gadus morhua, lever, st.67



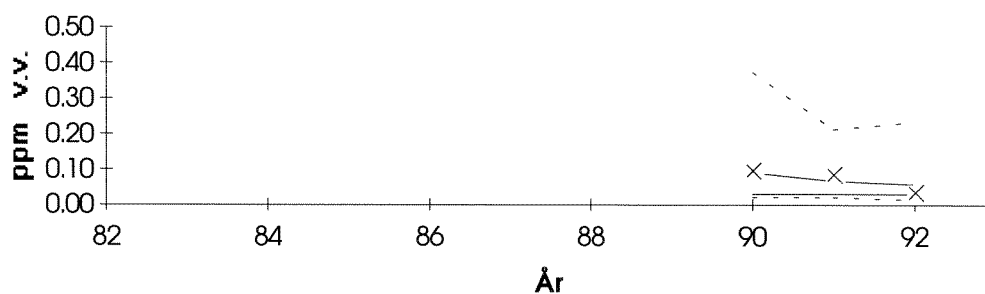
C

DD\_S4 Gadus morhua, lever, st.23

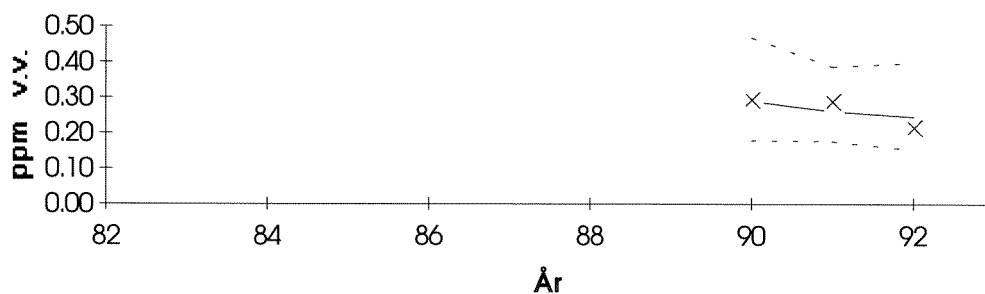


**Figur 62.** Mediane konsentrasjoner av DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD) i lever av torsk (*Gadus morhua*) fra Sjørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67) og Espeværområdet (st.23) (kfr. fig.4, 31 og 1).

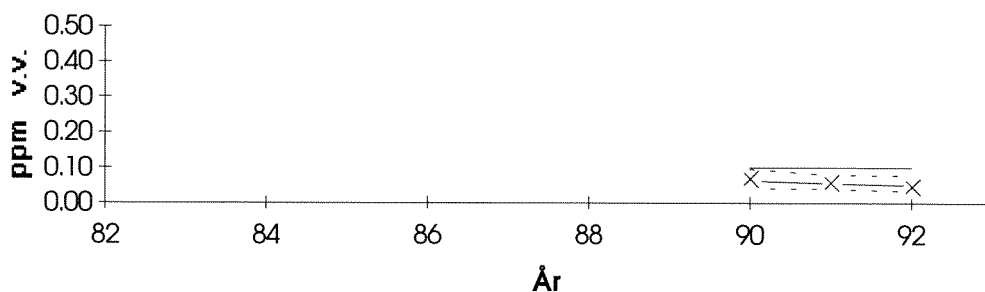
A

DD\_S 4 *Platichthys flesus*, lever, st.53

B

DD\_S 4 *Lepidorhombus whiff-iagonis*, lever, st.67

C

DD\_S 4 *Limanda limanda*, lever, st.22

**Figur 63.** Mediane konsentrasjoner av DDT (DD\_S4 = sum ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD) i lever av skrubbe (*Platichthys flesus*), glassvar (*Lepidorhombus whiff-iagonis*) og sandflyndre (*Limanda limanda*) fra Sørfjorden (st.53), Hardangerfjorden (st.67), og Espeværområdet (st.22) (kfr. fig.4, 31 og 1).



## 9. ORKDALSFJORDOMRÅDET

Prøver er innsamlet av sediment, blåskjell og fisk (tab.13, fig.64). Prøvemateriale for fisk var for lite til å ta med her. Vurdering av tilstand og utvikling fokuserer på resultatene for kadmium, kobber og sink i blåskjell. Blåskjell-materialet er imidlertid utilstrekkelig for en tidstrendanalyse.

**Tabell 13.** Prøveoversikt for Orkdalsfjorden 1981-1992.

medium		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
vann	ant. st.				1	1	2	2	2				
vann	ant. pr./st.				1	2	6	6	6				
sediment	ant. st.	9 <sup>1</sup>						4					3
blåskjell	ant.st.				8	3	3	3	3	3		3	3
torsk	antall (1st.)				13	10	1	1	1				
hyse	antall (1st.)						1	1	1				
hvitting	antall (1st.)							1	1				
lomre	antall (1st.)								1				
lyr	antall (1st.)					1	1		1				
sei	antall (1st.)								1				

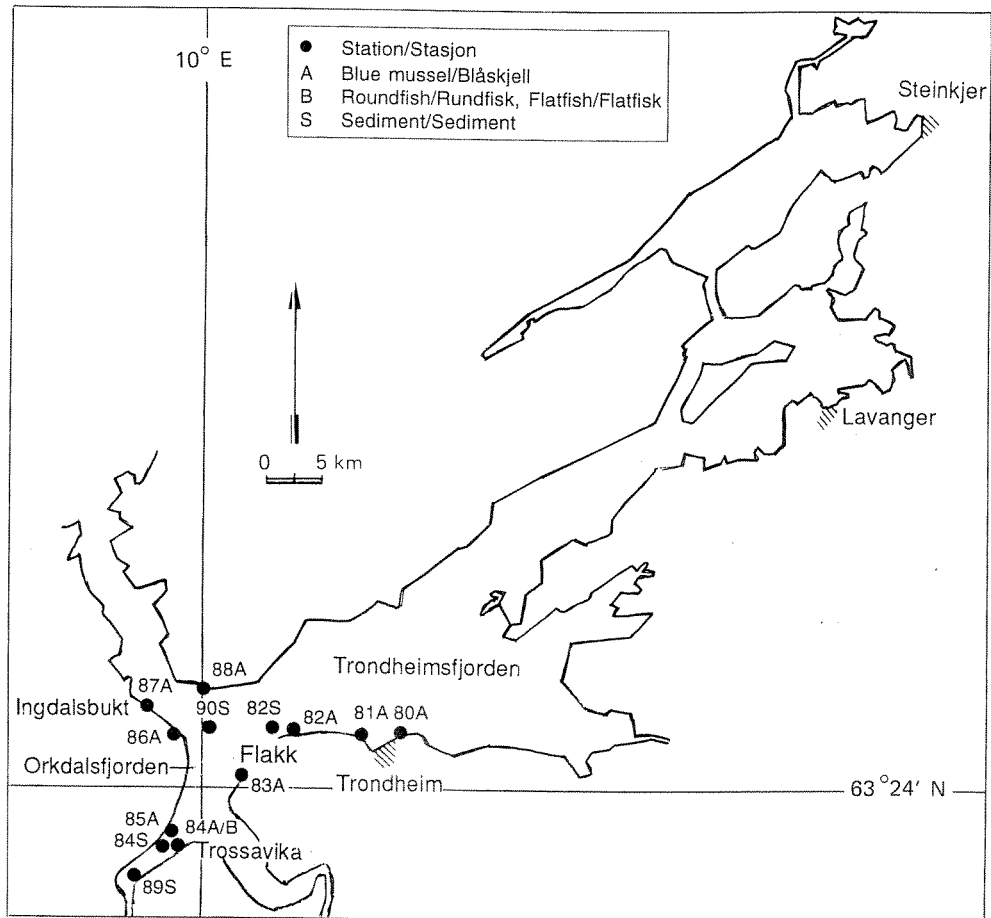
<sup>1</sup>) inkludert 5 stasjoner i Gulosen (Skei, 1983)

### 9.1. Bakgrunn - andre undersøkelser

Gruvevirksomhet i stor målestokk ble igangsatt ved Løkken verk rundt 1910. Utslipp av metallholdig avløpsvann fra Løkken verk var tidlig i åttiårene blant de største i landet (Rygg, 1984). Utslipet som tidligere ble ledet ut i Orkdalsfjorden ved Thamshavn, opphørte i oktober 1984 (Arnesen et al., 1990). I tillegg førte Orkla med seg betydelige metallmengder utløst fra gruveavfall (Rygg, 1982). Gruvedriften i nedbørfeltet til Orklavassdraget (Løkken) opphørte i juli 1987. Årlig kobbertilførsler til fjorden er beregnet til 450 tonn før og 50 tonn etter stansen (Arnesen et al., 1990). Pumping av gruvevann til Orkdalsfjorden ble stoppet i 1984. Gruven ble fylt med vann i perioden 1984-1992. Overløp fra gruen til Raubekken som renner ut i Orkla skjedde i april 1992. Tilførslene fra gruen til Raubekken etter den tiden har vært beskjedent i forhold til total avrenning til området (Grande & Romstad, 1994; Iversen, 1993). Overflatetilførsler fra Løkken til Raubekken ble overført til gruen hvor oppholdstid er beregnet til ca.10 år og hvor det foregår en viss grad av kobberutfelling. Overløpet inneholder relativt små mengder kobber. Til tross for tiltakene er det fortsatt betydelige tungmetalltilførsler til elven (Arnesen et al., 1994).

Sedimentet i Orkdalsfjorden er blitt forurenset med kadmium, sink og kobber som resultat av utslippene (Skei, 1983). Undersøkelsene i 1983 viste at bløtbunnfaunasamfunnene i hele Orkdalsfjorden var unormale, sammenlignet med faunaen i andre deler av Trondheimsfjorden og andre norske fjorder uten sterk industriforurensning (Rygg, 1984).

Undersøkelse av kobber og sink i Orklavassdraget har vist betydelig nedgang etter 1982. Reduksjon til i størrelsesorden en fjerdedel av tidligere konsentrasjoner (fig.67C og 68C) er målt. Tidsutviklingen for kadmium i vassdraget er imidlertid usikkert grunnet upålitelige analyser tidlig i undersøkelsesperioden.



**Figur 64.** Stasjoner for innsamling av sediment og biologisk materiale fra Orkdalsfjordområdet.

## 9.2. Metaller i vann, sediment, blåskjell og fisk

### 9.2.1. Tilstand

Undersøkelse av **overflatevann** fra Orkdalsfjorden fra 1984 til 1988 viste betydelige overkonsentrasjoner av kobber og sink, opp til klasse V (fig.67A og 68A).

#### Sediment

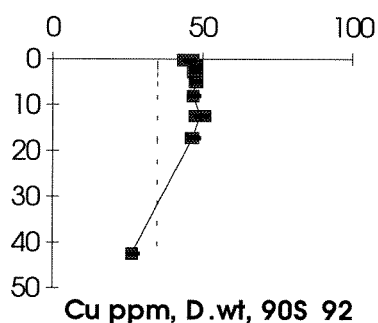
Overflatesedimenter (0-2 cm) fra tre stasjoner i Orkdalsfjorden, dvs. st.84S Trossavika, st.89S Thamshavn og st.90S Ytre Orkdalsfjord ble undersøkt i 1992 (fig.64). Innholdet av kobber og kadmium i bunnsedimentene var høyt på stasjonen i Trossavika (klasse III)(fig.64). De øvrige metallene viste også noe forhøyede verdier på denne stasjonen (klasse II). Verdiene avtok imidlertid utover i fjorden, dvs. på stasjonen i Ytre Orkdalsfjord lå verdiene av alle de undersøkte metallene ned mot "høyt bakgrunnsnivå". Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøkelser (Skei, 1983), som bl.a. viste høy kobberbelastning i sedimentene i fjorden som følge av gruvedriften i området (kfr. kap. 9.1).

I 1991-92 ble det registrert lave eller bare moderat forhøyede konsentrasjoner av kadmium, kobber og sink i **blåskjell** fra Trossavika. Konsentrasjonene av bly, kvikksølv og klorerte forbindelser var under antatt øvre grense for bare diffust belastede områder.

### 9.2.2. Utvikling

#### Sediment

Det ble utført aldersdatering på en sedimentkjerne fra en stasjon i Orkdalsfjorden (st.90S Ytre Orkdalsfjord). Sedimenttilveksten var ca. 4-5 mm/år. De øvre 20 cm av sedimentene, samt en prøve fra 40-45 cm sedimentdyp, ble analysert for metaller. De øvre 20 cm representerer de siste 40 års avsetninger. Det var små eller ingen forandringer å spore i metallinnholdet gjennom denne perioden. Prøven fra 40 cm sedimentdyp viste lavere konsentrasjoner (på "høyt bakgrunnsnivå") av kobber (fig.65), bly og sink, hvilket kan stemme med at gruvedriften ble startet rundt århundreskiftet.



**Figur 65.** Midlere konsentrasjoner av kobber (Cu) i vertikalprofil (i cm) i sediment fra Orkdalsfjorden (st.90S) (kfr. fig.64). Den stiplede linjen angir "høyt bakgrunnsnivå".

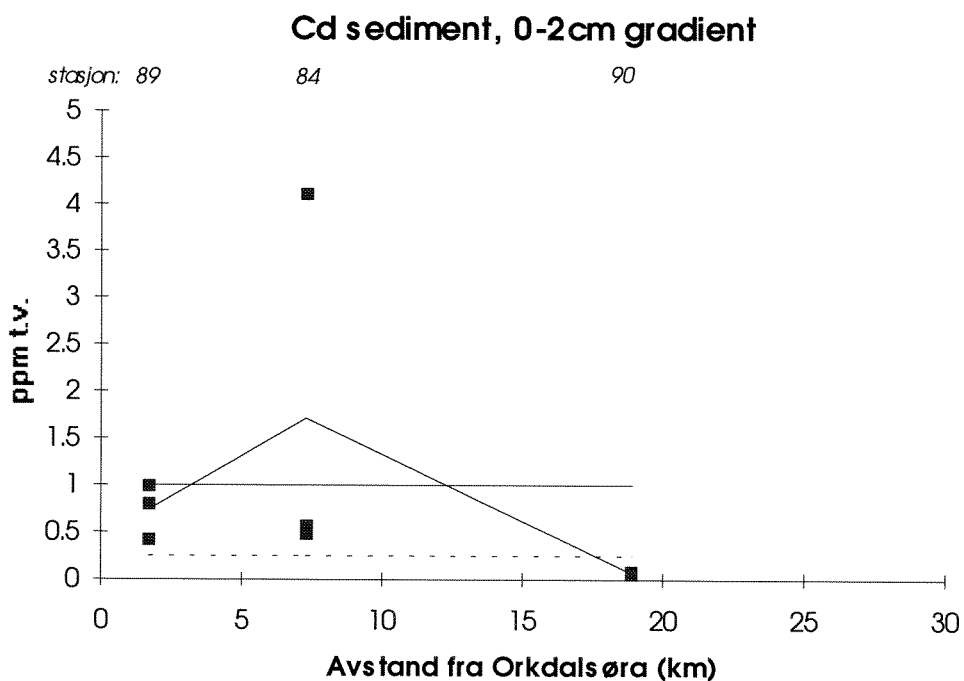
### **Biologisk materiale fra 1984 - 1992**

Det ble ikke sporet noe entydig utvikling i kadmium-, kobber- og sinkkonsentrasjoner i blåskjell i perioden 1984-1992 (fig.69-71). Etter 1986-87 har imidlertid også skjellene fra st.84 hatt moderat/lavt kobberinnholdt, hvilket kan gjenspeile belastningsreduksjoner i denne perioden (sammenlign fig.67 og 70). Høye konsentrasjoner registrert her i åttiårene (klasse V) tyder på at i slike ekstreme tilfeller kan blåskjell brukes som indikatororganisme til tross for evne til regulering av kobberinnholdet (kfr. s.33).

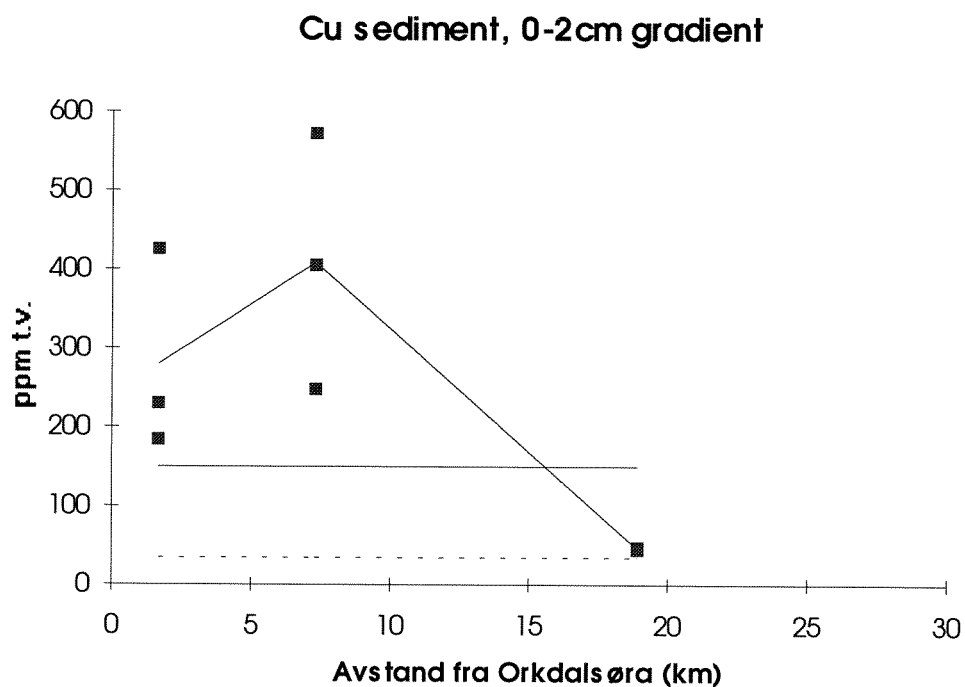
### **9.3. Klororganiske stoffer i sediment, blåskjell og fisk**

I sedimentene i Ytre Orkdalsfjord lå innholdet av klororganiske stoffer under deteksjonsgrensen for analysene (<0.05 ppb). Det ble ikke funnet forhøyede konsentrasjoner av organiske miljøgifter i blåskjell og heller ikke noen trend i perioden 1984-92.

A



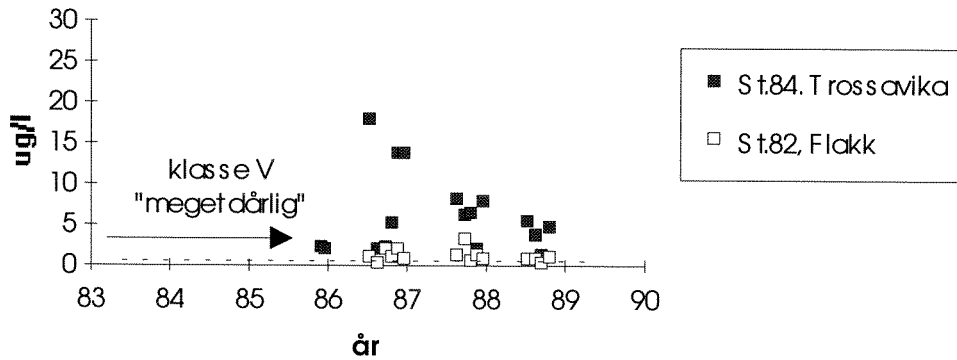
B



**Figur 66.** Midlere konsentrasjoner av kadmium (Cd) og kobber (Cu) i overflatesediment (0-2 cm) fra Orkdalsfjorden (kfr. fig.64). Den stiplede linje angir "høyt bakgrunnsnivå", den heltrukne horisontale linjen over "høyt bakgrunnsnivå" indikerer klasse III ("nokså dårlig").

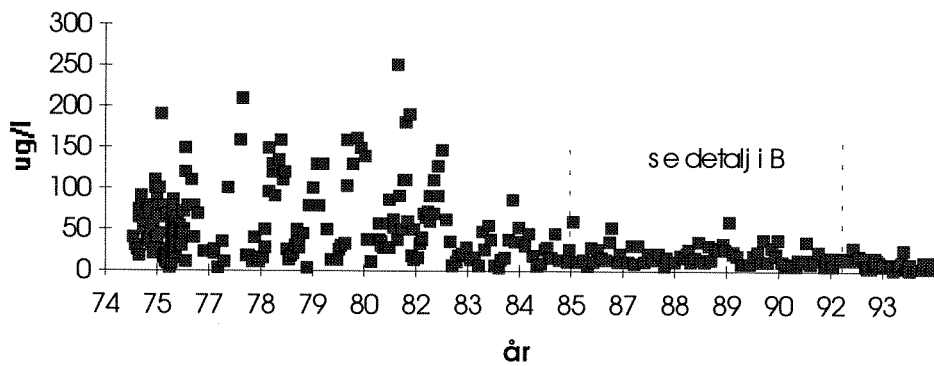
A

Kobber i overflatevann - Orkdalsfjorden



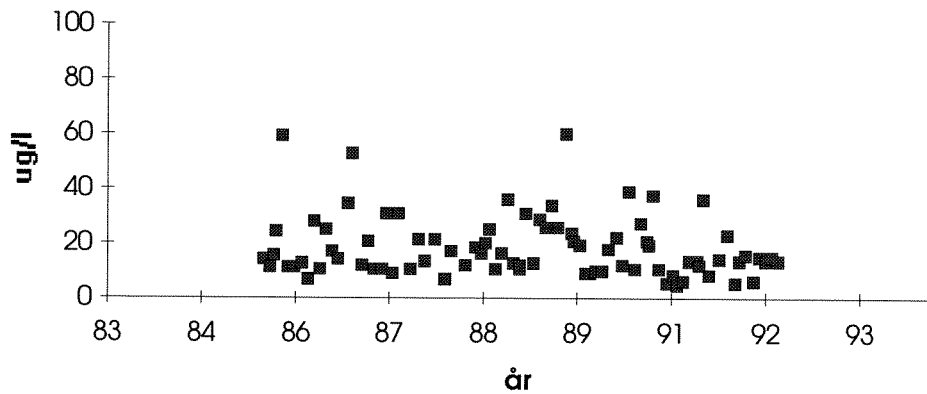
B

Kobber i Orklavassdraget (Vomstad)



C

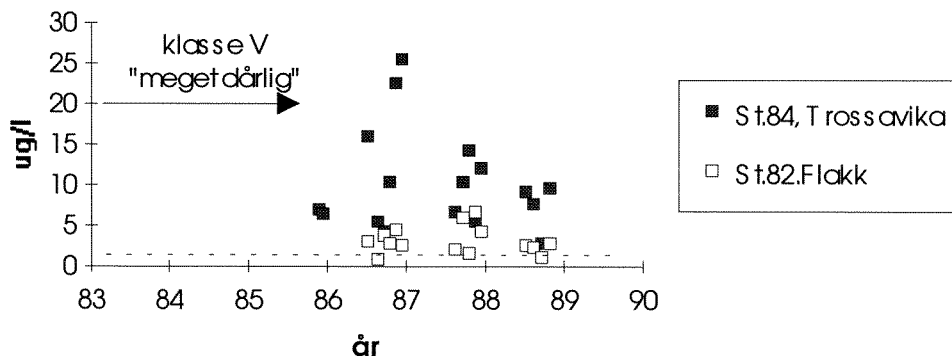
Kobber i Orklavassdraget (Vomstad)



**Figur 67.** Konsentrasjoner av kobber (Cu) i vann: fra overflatevannet i fjorden (A), fra nedre Orklavassdraget ved Vomstad (B og C, revidert fra Grande & Romstad, 1993) (kfr. fig.64). Den stiplede linjen i A indikerer øvre grense til klasse I, og pilen refererer til SFT's klassifiseringsystem (kfr. Knutzen et al., 1993). Året er merket pr. 1.januar.

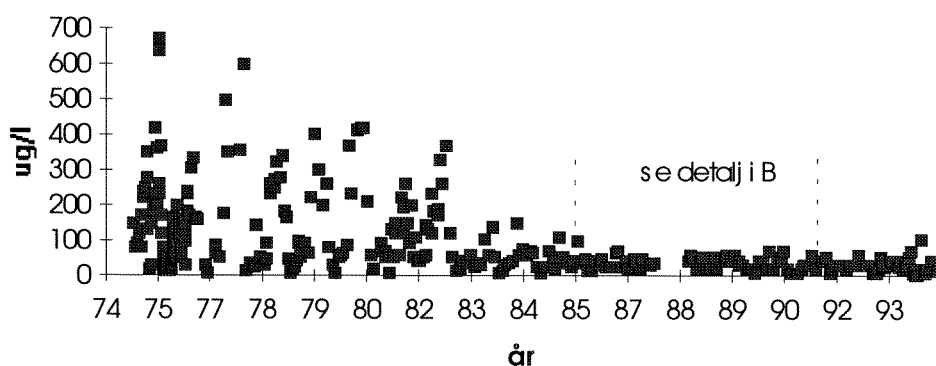
A

### Sink i overflatevann - Orkdalsfjorden



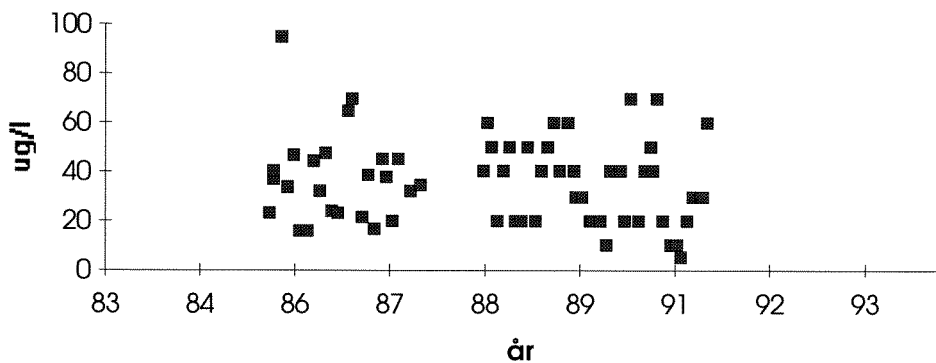
B

### Sink i Orklavassdraget (Vomstad)



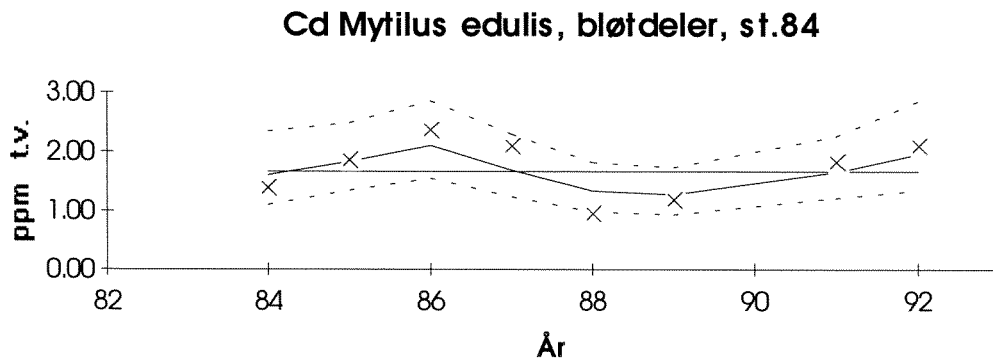
C

### Sink i Orklavassdraget (Vomstad)

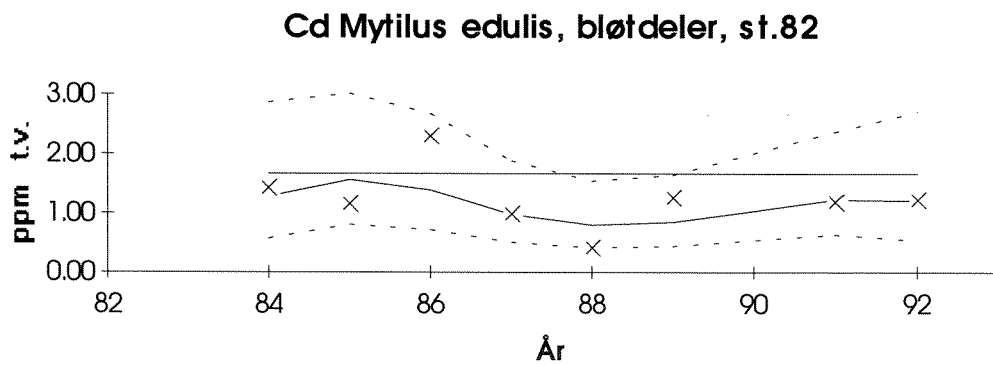


**Figur 68.** Konsentrasjoner av sink (Zn) i vann: fra overflatevannet i fjorden (A), fra nedre Orklavassdraget ved Vomstad (B og C, revidert fra Grande & Romstad, 1993) (kfr. fig.64). Den stiplede linjen i A indikerer øvre grense til klasse I, og pilen refererer til SFT's klassifiseringssystem (kfr. Knutzen et al.,1993). Året er merket pr. 1.januar.

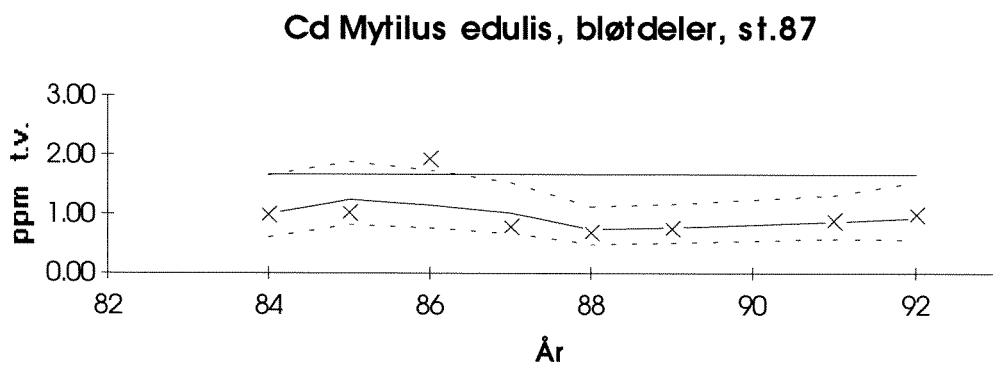
A



B



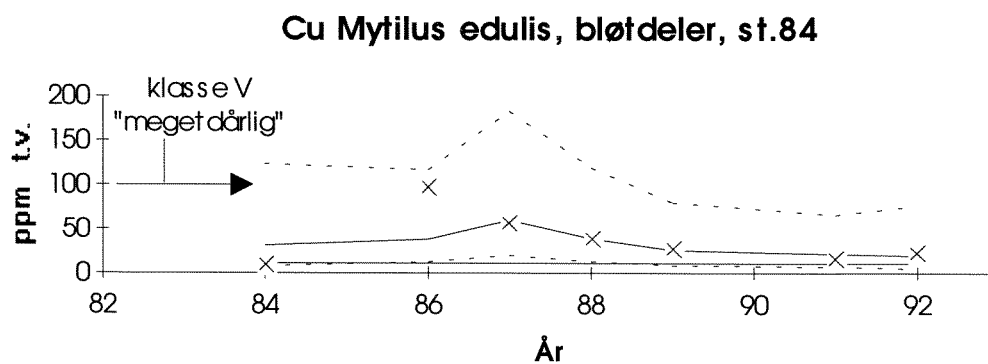
C



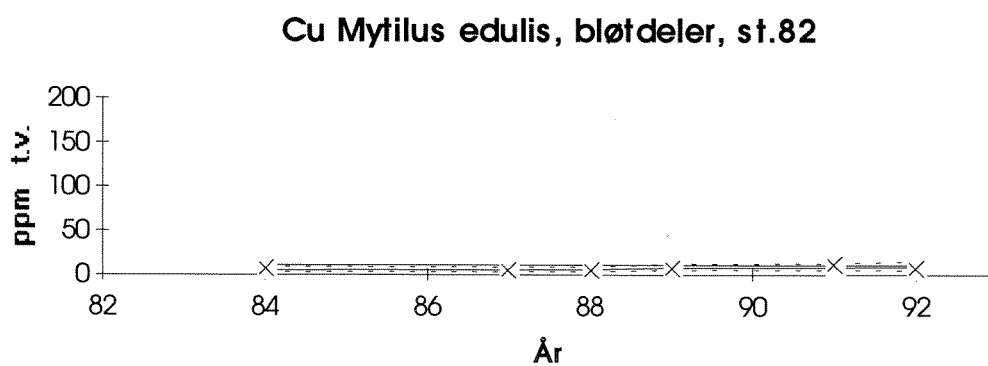
**Figur 69.** Mediane konsentrasjoner av kadmium (Cd) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Orkdalsfjordområdet (kfr. fig.4 og 64).



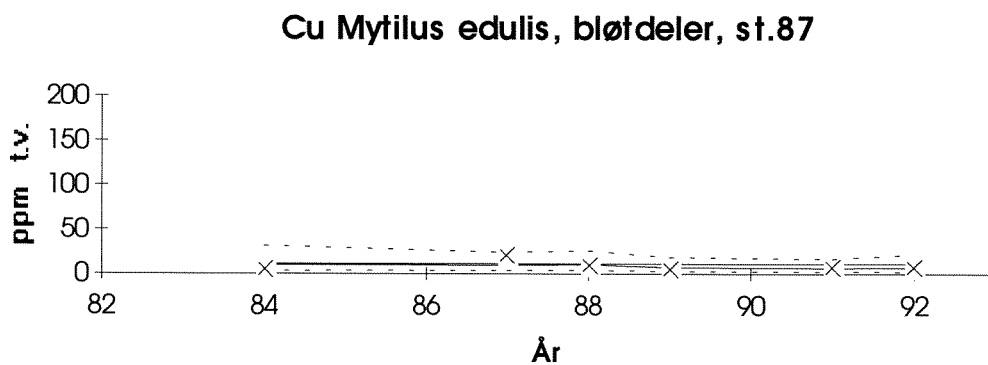
A



B

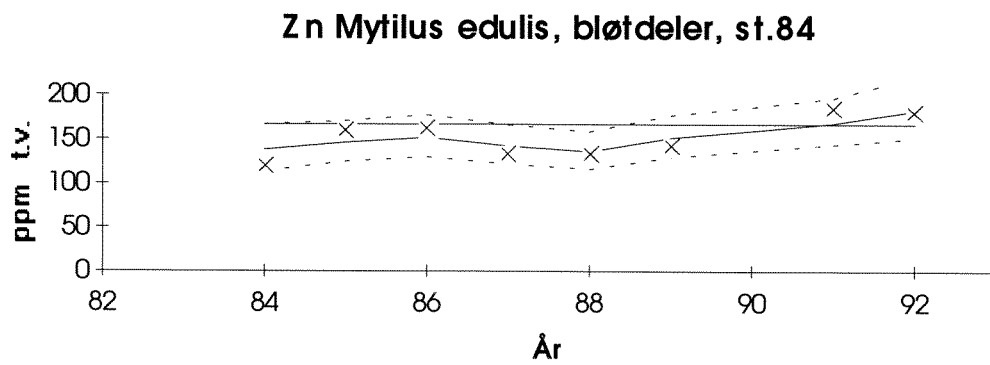


C

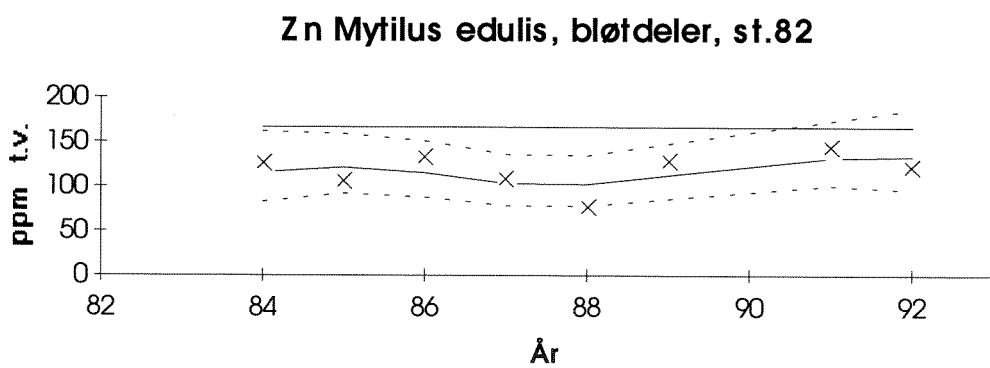


**Figur 70.** Mediane konsentrasjoner av kobber (Cu) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Orkdalsfjordområdet (kfr. fig.4 og 64).

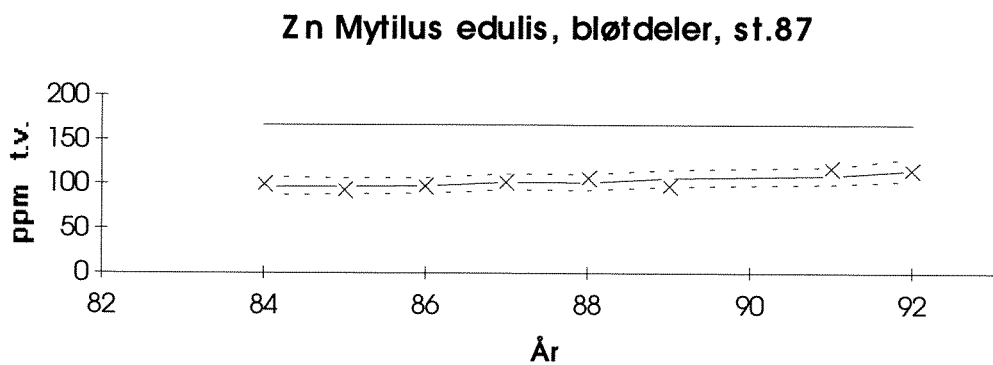
A



B



C



**Figur 71.** Mediane konsentrasjoner av sink (Zn) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Orkdalfjordområdet (kfr. fig.4 og 64).

## 10. ORIENTERENDE UNDERSØKELSER I BLÅSKJELL

### 10.1. Polysykliske aromatiske hydrokarboner - PAH

Analysene av PAH er finansiert ved interne NIVA-midler (prosjekt E-91412), ut fra behovet for å få mer pålitelige "bakgrunnsverdier". De antatte "høye bakgrunnsnivåene" har i lang tid hovedsakelig vært basert på data fra stasjoner i enden av avstandsgradienter. Etter hvert er det grunn til å at dette ikke har vært tilstrekkelig representativt for bare diffus påvirkning. PAH-analyser og vurderingen av resultatene er kompliserte av flere grunner:

- *Ved lave konsentrasjoner* ("høyt bakgrunnsnivå") skjer det lett kontaminering av prøver. PAH både tas opp og fremfor alt utskilles hurtig fra organismer (spesielt i fisk) sammenlignet med bestandige klororganiske miljøgifter (f.eks. Knutzen, 1992).
- Noe forskjellig utstyr og metodikk i ulike laboratorier og den generelle bedring i analyseteknikk over tid, gjør at sammenligninger av data ofte må foretas med forbehold og usikkerhet. Det må også utvises forsiktighet med å trekke konklusjoner basert på små forskjeller i tid og rom.

Innholdet av PAH ble undersøkt i blandprøver av blåskjell fra 19 stasjoner fra Oslofjord til Lofoten, hvorav 11 ut fra sin beliggenhet kunne betegnes som referansestasjoner (kfr. Tabell 14). Høye konsentrasjoner ble f.eks. funnet ved Akershuskaia i indre Oslofjord: over syv ganger "høyt bakgrunnsnivå" (Knutzen & Green, 1995).

De fleste prøvene fra referansestasjonene ble gruppert sammen i PCA analysen (fig.72A). De mest avvikende var prøven fra st.76, Risøy og en prøve fra st.28, Eiksundet. Resultatene fra indre Oslofjord (spesielt fra Akershuskaia og Lysaker), Sørfjorden og Orkdalsfjorden skilte seg også fra referanseprøvene, og gir en bekreftelse av mistanken om mer lokal påvirkning på disse prøvestedene.

Ca. 85 % av den totale variansen fanges opp av faktor 1 (kfr. Vedlegg F2). Figur 72B viser at pyren (PYR) varierer sterkest mellom stasjonene (koeffisienten for faktor 1 har størst negativ verdi), mens dibenzo(a,c/a,h)antracen (DBA3A) varierer svakere enn de andre stoffene. Det indikerer at påvirkningen av PYR er mer lokalt bestemt, mens DBA3A har en større grad av diffus påvirkning enn de andre stoffene. PYR og tildels fluoranten (FLU) skiller seg ut i faktor 2, dvs. at de har et sekundært variasjons-mønster i forhold til de andre stoffene, men variasjonene ligger innenfor ca. 5 % av total varians, og er derfor ikke noe dominerende trekk i materialet.

**Tabell 14.** Sammenligning av gjennomsnittlig innhold av PAH i blandprøver av blåskjell fra referansestasjoner ("referanse") og et utvalg av antatt mer påvirkede JMP-lokaliteter 1992, ppm v.v.

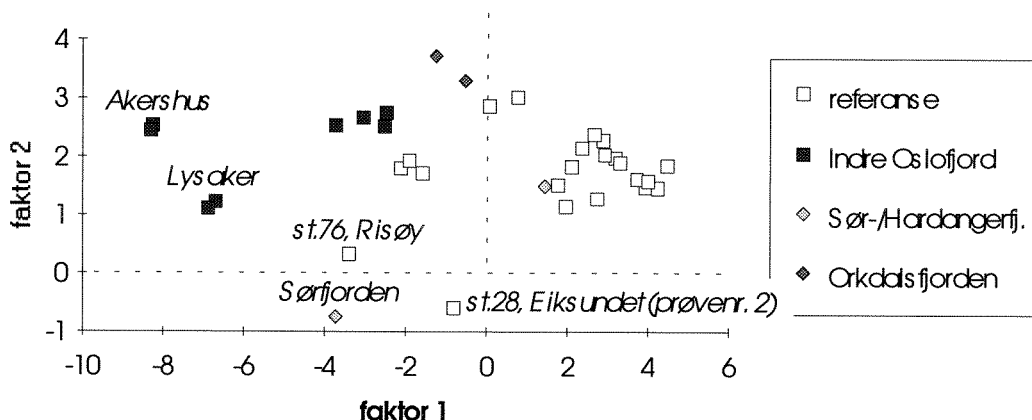
St.nr.	antall prøver	middel lengde (mm)	middel antall ind. pr. prøve	Sum PAH <sup>1)</sup>	KPAH (% av sum)	BaP (% av sum)
301	2	45	45	279.5	25.4 (9.1)	2.3 (0.8)
304	2	40	50	75.6	8.2 (10.8)	0.6 (0.8)
305	2	44	50	141.3	25.0 (17.7)	2.5 (1.8)
30A	2	39	50	68.5	7.4 (10.8)	0.5 (0.7)
56A	1	43	50	104.1	33.2 (31.9)	1.4 (1.3)
69A	1	45	20	67.3	3.0 (4.5)	0.2 (3.0)
84A	2	39	35	46.9	4.0 (8.5)	0.4 (0.8)
"referanse" <sup>2)</sup>	24	50	20-50	36.4	3.9 (9.4)	0.5 (1.3)

<sup>1)</sup> inklusiv 6 disykliske

<sup>2)</sup> vurdert ut i fra resultater fra 11 referansestasjoner: 25, 26, 28, 36, 76, 91, 92, 94, 96, 98, 99; (se Knutzen & Green, 1995)

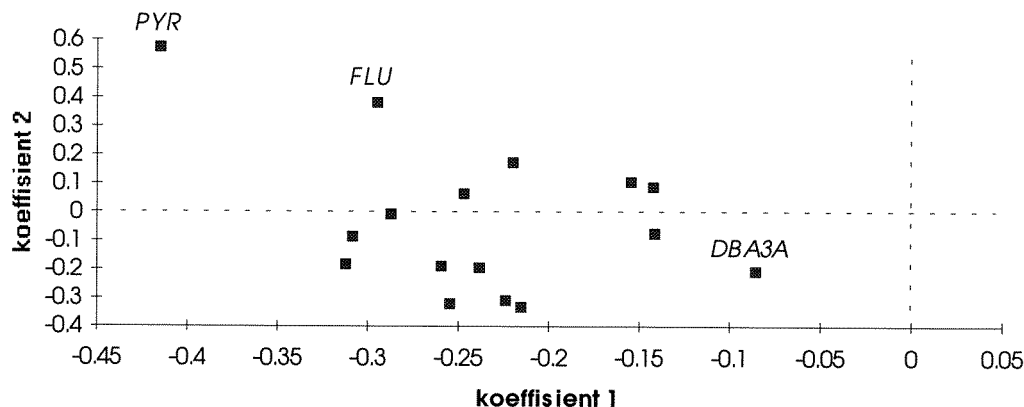
**A**

**PCA for PAH i *Mytilus edulis*, Oslo til Lofoten**



**B**

**PCA for PAH i *Mytilus edulis*, Oslo til Lofoten**



**Figur 72.** Resultater fra prinspal komponent analyse (PCA) på PAH i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra kyststrekningen Oslo til Lofoten. Jevnføring av alle prøvene er vist i A, og forholdet mellom de enkelte PAH forbindelser er i B. Se tekst.

## 10.2. Polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner

Innholdet av polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner (PCDF/PCDD "dioxiner") ble undersøkt i blåskjell fra Risøy (st.76A) og Ullerø (st.15A). Resultatene finnes i Vedlegg G og er oppsummert i tabell 15. PCDF/PCDD viste moderate overkonsentrasjoner (mindre enn 2 ganger). Den svake forhøyelsen utover antatt "høyt bakgrunnsnivå" (ca. fordobling) på st.76 sannsynligvis ha sin bakgrunn i påvirkning fra den forurensede Frierfjorden. Det er vanskeligere å forklare nesten tilsvarende overkonsentrasjon i skjellene fra st.15, som ligger langt fra kjente kilder (med forbehold for Lista Aluminiumsverk, der mulig forekomst av dioksin i omgivelsene ikke er undersøkt).

**Tabell 15.** PCDF/PCDD i blandprøver av blåskjell 1990, målt som toksitsetsekvivalenter (TEQ) <sup>1)</sup> etter Ahlborg et al. (1988), i **ng/kg v.v.** Antall individer i hver blandprøve er angitt (kfr. Vedlegg G).

Stasjon	middel lengde (mm)	antall ind.	fett %	TEQ ng/kg	øvre grense <sup>2)</sup>
76A, Risøy	44	50	0.8	0.56	≈ 0.3
15A, Gåsøy	45	49	1.1	0.48	≈ 0.3

<sup>1)</sup> Toksitetsekvivalenter (=2, 3, 7, 8-TCDD ekvivalenter) fra polyklorerte dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner etter Ahlborg et al. (1988).

<sup>2)</sup> Gjelder antatt "høyt bakgrunnsnivå". Fra Knutzen et al. (1993).

## 10.3. Tributyltinn - TBT

I forbindelse med innkjøring av tributyltinn-(TBT-)analyser på NIVA, ble TBT analysert i blåskjell fra tre stasjoner i Oslofjorden: Akershuskaia (st.301), Håøya (st.306) og Mølen (st.35A). Resultatene finnes i Vedlegg H og er oppsummert i tabell 16. Resultatene viser at konsentrasjonene økte mot indre delen; fra 150 ppb v.v. ved Mølen til 770 ppb v.v. ved Akershuskaia. Imidlertid representerer også verdier ved Mølen en tydelig påvirkning sammenlignet med mange eksempler på konsentrasjoner under 50 ppb og noen under 10 ppb ved en senere sonderende undersøkelse av TBT i blåskjell fra norske havneområder (NIVA upubl.).

**Tabell 16.** Tributyltinn (TBT) i blandprøver av blåskjell 1992. Konsentrasjonene er i **µg/kg v.v.** Antall individer i blandprøven er angitt (kfr. Vedlegg H).

Stasjon	Avstand (km)	middel lengde (mm)	antall ind.	tørrestoff %	TBT µg/kg v.v.
301, Akershuskaia	0	44.5	45	21.7	770
306, Håøya	23	34.0	50	16.8	280
35A, Mølen	52	44.0	50	17.9	150

<sup>1)</sup> Fra Knutzen et al. (1993).

## 11. VURDERING AV MILJØGIFTER I SJØMAT

Når det gjelder JMP målsetting A, foreligger det fra Statens Næringsmiddelstilsyn omsetningsforbud eller kostholdsråd for sjømat i nedenstående områder (SNT, pers. medd., 1994):

- Indre Oslofjord (1994)
- Drammensfjorden (1992)
- Sandefjordfjorden (1993)
- Grenlandsfjordene, Langesundsfjord (1992)
- Kristiansandsfjorden (1991)
- Fedafjorden (1987)
- Saudafjorden (1992)
- Sørfjorden/Hardangerfjorden (1994)
- Byfjord (Bergen havn, 1992)
- Haakonsværn (marinbase nær Bergen, 1994)
- Årdalsfjorden (1993)
- Sunndalsfjorden (1993)
- Hommelvik (Trondheimsfjorden, 1985)
- Ranfjorden (1986)
- Vefsnfjorden (1992)

Det bør bemerkes at enkelte råd er blitt gitt eller endret basert på prøvemateriale innsamlet etter 1992.

Analysene for indre Oslofjord (PCB i torsk fra st.30B og 30X) og Sørfjorden og Hardangerfjorden (kadmium, kvikksølv, bly og sink i blåskjell fra st.52, 56, 57, 63, 65 og 69; kadmium og  $\Sigma$ DDT i torskelever og kvikksølv i torskefilet fra st. 53 og 67 og glassvarfilet fra st.67) viste resultater som minst en gang i perioden 1990-1992 bekreftet bekymringer i forbindelse med utnyttelsen av sjømat fra disse områdene (tab.17).

**Tabell 17.** JMP stasjoner hvor gjennomsnittskonsentrasjonen i indikatorartene ved en eller flere observasjoner i 1990-92 har oversteg utenlandske **Grenseverdier** (tab.7; kfr. Green & Rønningen, 1994b). Konsentrasjoner i mg/kg våtvekt.

Stoffer	Torkefilet	Flyndrefilet	Torskelever	Blåskjell	Reker
<b>Kadmium</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.05</b>
1990				52A 56A 57A 63A 65A	
1991			53B	52A 56A 57A 63A 65A	
1992			53B 98B	52A 56A 57A 63A 65A 69A	
<b>Kvikksølv</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>#</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>
1990		67B <sup>1)</sup>			
1991				52A	
1992	53B				
<b>Bly</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>
1990				52A 56A 57A 63A 65A	
1991				79A	
1992				52A 56A 57 A63A 22A	
<b>Sink</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>-</b>	<b>50</b>	
1990				52A 56A 57A 63A 65A	
1991				52A 56A	
1992				56A	
<b>"total" PCB</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1991			30B		
1992			30B (30X) <sup>2)</sup>		
<b>ΣDDT</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>
1990			53B 67B		
1991			53B 67B		
1992			53B		
<b>ΣHCH</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>
1991			15B		

<sup>1)</sup> Glassvar

<sup>2)</sup> Ekstra innsamling av torsk

## 12. AVSLUTTENDE KOMMENTARER

Selv om dette ikke er definert som noe hovedformål med JMP, er sannsynligvis tilveiebringelsen av "normalverdier" ("høye bakgrunnsnivåer") for miljøgiftinnhold i organismer noe av det mest verdifulle for den praktiske forvaltning av norske fjorder og kystområder. Slik sett bør det vurderes systematisk å supplere den avtalte internasjonale rammen for programmet med denne tilleggfunksjonen. Av aktuelle kombinasjoner av miljøgifter/medier og andre oppgaver som bør dekkes i denne forbindelse kan nevnes:

- A Dioksiner og non-orto/mono-orto PCB i lever av torskfisk, filet av ulike flyndrearter og ål, krabbesmør og blåskjell.
- B TBT i purpurnegl (materiale innsamlet).
- C Polyklorerte naftalener, polyklorerte kamfener (Toxaphene) og chlordangruppen; i første omgang som sonderende undersøkelser i torskelever, blåskjell og krabbesmør.
- D Inføring av en standard analysepakke for klororganiske stoffer (PCB, HCB, HCH, DDT) som i hvert fall innbefattes både ppDDT, ppDDE og ppDDD. (DDT krever egen tilleggsprosedyre ved analysen, men er nødvendig for å vurdere tilfeller av DDT forurensning og generelt for å få mer konkrete data for  $\Sigma$ DDT).
- E Alle ovennevnte klororganiske forbindelser (spesielt de i pkt. D og dernest i pkt. A) i o-skjell og andre indikatorarter som er aktuelle for Troms/Finnmark og/eller arktiske områder generelt. (Hvilke arter trenger en egen vurdering). Dertil kvikksølv i slike arter.
- F Standard klororganisk analysepakke (kfr. pkt. D) for dypvannsfisk fra norske fjorder (f.eks. brosme, uer).
- G Sonderende undersøkelser for å se om strandsnegl og tangarter kan brukes som alternativ til blåskjell som indikator på belastning med klororganiske stoffer og PAH i overflatevann.
- H Metaller i skallinnmat (krabbesmør) av taskekrabbe.

Prioritering av ovennevnte punkter avhenger av formålet med undersøkelsene der resultatene skal brukes og tidsperspektivet, men alt tatt i betraktning synes behovet å være størst for å få dekket temaene nevnt under A, C og E, dernest punktene B og D.

Fra et vitenskapelig synspunkt rommer JMP-dataene flere interessante sider, der resultatene i større eller mindre grad også kan komme til nytte både ved miljøgiftregistreringer i sin alminnelighet og for lokale overvåkingsformål. Eksempler på dette er:

- Sammenheng mellom miljøgiftnivåer og biologiske variable som alder, størrelse (lengde, vekt) og kjønn.
- Sammenligning av ulike fiskearters akkumuleringsegenskaper, kvalitativt og kvantitativt (f.eks. med henblikk på å estimere forurensningsgrad i andre arter ut fra registreringer i én).
- Sammenheng mellom miljøgiftkonsentrasjoner i forskjellige vev fra samme art.
- Korrelasjoner mellom konsentrasjon av enkeltforbindelser av PCB og 1) sum-PCB og 2) sum toksisitetsekvivalenter fra non-orto og mono-orto PCB. (Etableres slike korrelasjoner, kan dyre analyser av plane PCB delvis bortfalle).



## 13. REFERANSER

- Ahlborg, U.G., Håkansson, H., Wærn, F., Hanberg, A., 1988. Nordisk dioxinriskbedømming. Miljørapport 1988 : 7 (NORD 1988:49) fra Nordisk Miniterråd, København. 129 sider plus bilag. ISBN (DK)87-7303-100-2, ISBN (S)91-7996-054-5.
- Arnesen, R.T., Iversen, E.R., Knudsen, C.-H., Lundgren, T., Skjelkvåle, B.L., Øren, K., 1990. Løken Gruber A/S & Co. Vurdering av forurensningsstatus og alternative tiltak for å redusere forurensningstilførslene fra gruveområdet. NIVA O-88226 (løpenummer 2400). ISBN 82-577-2577-3.
- Arnesen, R.T., Nygård, K., Iversen, E.R., Christensen, B., Slørhdahl, A., Bollingmo, Å., 1994. Vannfylling av Wallenberg gruve. NIVA O-92174 (løpenummer 3079), 79 sider. ISBN 82-577-2540-1.
- Berge, J.A., 1991. Miljøgifter i organismer i Hvaler/Kosterområdet. SFT Overvåkingsrapport nr. 446/91. NIVA-prosjekt O-895501/O-900346 (løpenummer 2560), 192 sider. ISBN.82-577-2011-9.
- Bjerk, J.E., Kveseth, N., 1973. DDT og PCB i torskelever fra Sørfjorden, I: Resipientundersøkelser i Sørfjorden 1972. (Miljøvernkomiteen i Odda).
- Bjerkeng, B., Green, N. W., 1994 (in press). Shell length and metal concentrations in mussels (*Mytilus edulis*). Report of the Working Group on Statistical Aspects of Environmental Monitoring, St. Johns 25-29, April 1994. International Council for the Exploration of the Sea. C-M- 1994/ENV: Annex 11.
- Børnes, C., 1994. En reevaluering av Hardangerfjorden som produksjonsområde for blåskjell med hensyn på tungmetaller. Hovedfagsoppgave ved Universitetet i Bergen, Institutt for fiskeri- og marinbiologi/Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Vårsemesteret 1994, 84s. + vedlegg.
- De Voogt, P., og U.A.Th. Brinkman, 1989. Production, properties and usage of polychlorinated biphenyls. In: R. Kombrough and S. Jensen (eds.) Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, debenzodioxines and related products. Elsevier Science Publishers B.V. 1989 (Biomedical Division).
- Enger, B., Frøslie, A., Kirkerud, L., Knutzen, J., Madsen, L., Martinsen, K., Norheim, G., 1983. Overvåking av PCB, kvikksølv og kadmium i sjøvannsmiljø. Oslofjordområdet 1981-82. SFT overvåkingsrapport nr. 119/84. NIVA O-80106 (løpenummer 1583), 24 sider.
- Enger, B., Håstein, T., Kirkerud, L., Martinsen, K., Norheim, G., 1985. Overvåking av PCB, kvikksølv og kadmium i sjøvannsmiljø. Oslofjordområdet 1982-83. SFT overvåkingsrapport nr. 183/85. NIVA O-80106 (løpenummer 1717), 24 sider.
- FAO, 1989. Fisheries Circular No.825(FIU/C825, November 1989). Food safety regulations applied to fish by major importing countries.
- Franklin, A., 1991. Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1988-89. Aquatic environment monitoring report number 26. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries Research, Lowestoft. 90 pp.
- Grande, M., Romstad, R., 1993. Tiltaksorientert overvåking i Orkla, 1992. SFT overvåkingsrapport nr. 534/93. NIVA O-800210 (løpenummer 2945), 53 sider. ISBN 82-577-2363-0.

- Grande, M., Romstad, R., 1994. Tiltaksorientert overvåking i Orkla, 1993. SFT overvåkningsrapport nr. 579/94. NIVA O-800210 (løpenummer 3144), 53 sider. ISBN 82-577-2541-2.
- Green, N.W., 1987. Joint Monitoring Programme (JMP). National comments to the Norwegian data for 1986. NIVA-project 80106, published 30.8.87, 40 pp.. (Also in documents MON 6/3/1-E and MON 6/3/1 Corr.1-E of the sixth meeting of JMG's Ad Hoc Working Group on Monitoring (MON)).
- Green, N.W., 1988. Felles europeisk overvåkningsprogram (JMP) i Norge. Overvåking av miljøgifter i sjøvannsmiljø. Oslofjord- området, Sjørfjorden, Hardangerfjorden og Orkdalsfjord- området 1984-1985. NIVA-prosjekt 80106. (løpenummer 2139). 76 pp..
- Green, N.W., 1989a. The effect of depuration on mussels analyses. Report of the 1989 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.
- Green, N.W., 1989b. Joint Monitoring Programme (JMP). National Comments to the Norwegian Data for 1988. NIVA project 80106, published 27.10.89. 32pp.. (Also as document JMG 15/3/8-E).
- Green, N.W., 1990a. The effect of freezing on mussel analyses. Report of the 1989 meeting of the working group on statistical aspects of trend monitoring. Copenhagen, 30 April - 4.May 1990. ICES-report C.M.1990/Poll:6 Annex 10 pp.70-73.
- Green, N.W., 1990b. "Joint Monitoring Group" (JMG) and "North Sea Task Force" (NSTF) subproject. Joint Monitoring Program in Norway. Oslofjordfjord-area, Arendal, Lista, Sjørfjorden, Hardangerfjorden and Bømlo-Sotra. Programme proposal for 1990. NIVA project O-80106, 05.04.1990. 17pp..
- Green, N.W., 1991. Joint Monitoring Programme (JMP). National Comments to the Norwegian Data for 1989. NIVA project O-80106, published 25.01.91. 27pp.. (Also as document JMG 16 info 13).
- Green, N.W., 1992. Joint Monitoring Programme (JMP) and North Sea Task Force - Master Monitoring Plan (NSTF/MMP) (Contaminants only). National Comments to the Norwegian Data for 1990, with special emphasis on contaminants in biota. NIVA project O-80106, published 18.01.92 65pp.. (Also as document JMG 17/3/18 E(L)).
- Green, N.W., 1993a. "Joint Monitoring Group" (JMG) Joint Monitoring Programme in Norway. Oslofjordfjord-area, Arendal, Lista, Sjørfjorden, Hardangerfjorden, Bømlo-Sotra, Orkdalsfjorden, Ålesund-area, Froan-area, Helgeland-area and Loften-area. Programme proposal for 1993. NIVA project O-80106, published 18.05.1993. 22pp..
- Green, N.W., 1993b. Joint Monitoring Programme - JMP. Overview of analytical methods employed by JMP in Norway 1981-1992. NIVA project O-80106 (report number 2971), 41 pp.. ISBN number 82-577-2390-8.
- Green, N.W., 1993c. Joint Monitoring Programme (JMP) National comments to the Norwegian Data for 1991. NIVA project 80106, published 22.01.93 74. (Also as document JMG 18/3/8-E(L)).
- Green, N.W., 1994. Joint Monitoring Programme (JMP) National comments to the Norwegian Data for 1992. NIVA project 80106, published 18.01.94 85s.. (Also as document JMG 19/7/4-E(L)).

- Green, N.W., Klungsøyr, J., 1994. Norwegian 1990 sediment data for the North Sea Task Force (NSTF) and the Joint Monitoring Group (JMG). A joint report by Norwegian Institute for Water Research (NIVA) and Institute of Marine Research (IMR). NIVA project O-80106 (report number 3110), 17 pp + annexes. ISBN-82-577-2585-4
- Green, N.W., Knutzen, J., 1993. Miljøgiftundersøkelse i indre Oslofjord. Delrapport nr. 2. Miljøgifter i organismer 1992 [Contaminants in the inner Oslofjord. Sub-report no.2. Contaminants in organisms 1992]. Norwegian State Pollution Control Authority, Monitoring report no. 541/93 TA no. 1002/1993. NIVA project 921315, (report number 2972), 54 pp.. ISBN number 82-577-2401-7.
- Green, N.W., Rønningen, A., 1994a. Contaminants in shellfish and fish. Joint Monitoring Programme (JMP) Norwegian biota data. Norwegian State Pollution Control Authority, Monitoring report no. 585/94 TA no. 1156/1994. NIVA project O-80106/, (report number 3175), 351 pp.. ISBN number 82-577-2656-7.
- Green, N.W., Rønningen A., 1994b. Summary statistics of contaminants in shellfish and fish. Joint Monitoring Programme (JMP) Norwegian biota data. Norwegian State Pollution Control Authority, Monitoring report no. 584/94 TA no. 1155/1994. NIVA project O-80106/, (report number 3176), 167 pp.. ISBN number 82-577-2657-5.
- Green, N.W., Rønningen A., 1995. Contaminants in sediment 1986-92. Joint Monitoring Programme (JMP) Norwegian data. NIVA samples. Norwegian State Pollution Control Authority, Monitoring report no. 599/95 TA no. 1180/1995. NIVA project O-80106/, (report number 3192), 97 pp.. ISBN number 82-577-2679-6.
- Green, N.W., Munk-Hansen, M., 1989. Methods for collecting benthic algae for contaminant monitoring. Report of the 1989 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 9, pp.85-93.
- Hektoen, H., Helland, A., Næs, K. og Rygg, B., 1992. Overvåking av Hvaler - Singlefjorden og munningen av Iddefjorden. Sedimenterende materiale, bunnsedimenter, bløtbunnsfauna og diagnostisk undersøkelse av skrubbe. NIVA-rap. O-90034-2, 9, 3, 7, L.nr. 2791. Overvåkingsrap. nr. 496/92, TA nr. 871/1992, 95 s.
- IARC, 1987. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans overall evaluation of cascinogenity: An updating og IARC Monographs vol. 1 to 42 Suppl. 7, Lyon.
- ICES, 1986. Interim reporting format for contaminants in fish and shellfish, JMP-version. ICES, May 1986.
- ICES, 1988. Results of 1985 baseline study of contaminants in fish and shellfish. ICES Cooperative Research Report no. 151, 366 pp..
- ICES, 1989. Statistical analysis of the ICES Cooperative Monitoring Programme data on contaminants in fish muscle tissue (1978.1985) for determination of temporal trends. ICES Cooperative Research Report no. 162, 147 pp..
- ICES, 1991. Statistical analysis of the ICES Cooperative Monitoring Programme data on contaminants in fish liver tissue and *Mytilis edulis* (1978.1988) for determination of temporal trends. ICES Cooperative Research Report no. 176, 189 pp..

- ICES, 1992. ICES environmental data reporting formats. Version 2.1 - January 1992. JMP 17 info 25-E.
- Iversen, E.R., 1993. Løkken Gruber A/S & Co.. Kontrollundersøkelser 1992. NIVA O-74078 (løpenummer 2898). ISBN 82-577-2312-6.
- JMG, 1990. Joint Monitoring Group (Oslo-Paris Kommisjon) årsmøte Lisboa (23-26.1.90). Arbeidsdokument JMG 15/info.18-E, Overview of standards for contaminants in fishery products.
- JMG, 1992. Oslo and Paris Conventions for the Prevention of Marine Pollution,. Seventeenth Meeting of the Joint Monitoring Group. Uppsala: 20-24 January 1992. Summary Record. JMG 17/15/1-E. 29pp. plus appendices.
- JMG, 1993. Oslo and Paris Conventions for the Prevention of Marine Pollution,. Eighteenth Meeting of the Joint Monitoring Group. The Hague: 25-29 January 1993. Draft report on the results of the 1990/1991 baseline study of contaminants in sediments JMG 18/3/7-E. 33pp. plus tables, figures and appendices.
- JMG 1994a. Draft assessment of temporal trends in monitoring for 1983-91: Trace metals and organic contaminants in biota. Nineteenth meeting of the Joint Monitoring Group 24-29. January, 1994. Document JMG 19/7/6.
- JMG 1994b. Draft assessment of temporal trends in monitoring for 1983-91: Organic contaminants in biota. Nineteenth meeting of the Joint Monitoring Group 24-29. January, 1994. Document JMG 19/7/7.
- Knutzen, J., 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Miljøgifter i organismer 1980-81. SFT overvåkingsrapport 122/84. NIVA-prosjekt O-8000303 (løpenummer 1606), 38 sider. ISBN.82-577-0767-8.
- Knutzen, J., 1989. PAH i det akvatiske miljø - opptak/utskillelse, effekter og bakgrunnsnivåer. [PAH in the aquatic environment - uptake/release, effects and background levels.] NIVA-prosjekt O-87189/E-88445 (løpenummer 2205), 107 sider. ISBN.82-577-1497-6.
- Knutzen, J., 1992. Accumulation and elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and persistent organochlorines in gill-breathing marine animals. A review. NIVA project E-90408/O-91943 (report number 2717), 40 pp + annexes. ISBN-82-577-2079-8
- Knutzen, J., Beyer, J., Goksøyr, A., Green, N., Hylland, K., Egaas, E., Sandvik, M., Skåre, J.U., 1994. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjord og Hardangerfjorden, 1992. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer og biomarkører for miljøgifter. SFT overvåkingsrapport nr. 552/94. NIVA-prosjekt O-8000309 (løpenummer 3038), 54 sider. ISBN.82-577-2491-2.
- Knutzen, J., Berglind, L., 1992a. Overvåking av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i o-skjell fra Årdalsfjorden 1992. NIVA-prosjekt O-899504 (løpenummer 2811). 14 sider.
- Knutzen, J., Berglind, L. 1992b. PAH i blåskjell fra omgivelsene av Elkem Fiskaa, Kristiansand, 1991-1992. NIVA-prosjekt O-91149 (løpenummer 2823), 17s.
- Knutzen, J., Berglind, L., Brevik, E., Green, N., Oehme, M., Schlabach, M., Skåre, J.U., 1994. Overvåking av miljøgifter ifisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 1992. NIVA-prosjekt O-800312 (løpenummer 2989), 127 sider. ISBN 82-577-2427-0.

- Knutzen, J., Green, N.W., 1995 (in prep.). Bakgrunnsnivåer av en del miljøgifter i fisk, blåskjell og reker. A For the "Joint Monitoring Group (JMG)". Data fra utvalgte norske prøvesteder innen den felles overvåking under Oslo-/Paris-kommisjonene 1990-1993. [Background levels of some micropollutants in fish, the blue mussel and shrimps. Data from selected Norwegian sampling sites within the joint monitoring of the Oslo-/Paris Commissions 1990-1993]. Norwegian State Pollution Control Authority, Monitoring report no. 594/94 TA no. 1173/1994. NIVA project O-80106/E-91412, (report number !!, 105 pp).. ISBN number 82-577-2678-8.
- Knutzen, J., Skei, J., 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. [Quality criteria for water, sediments and organisms and preliminary proposals for classification of environmental quality]. NIVA-prosjekt O-8000309 (løpenummer 2540), 139 sider. ISBN.82-577-1855-6.
- Knutzen, J., Skei, J., 1991. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjord og Hardangerfjorden, 1990. SFT overvåkingsrapport nr. 467/91. NIVA-prosjekt O-8000309 (løpenummer 2634), 63 sider. ISBN.82-577-1985-4.
- Knutzen, J., Rygg, B., Thelín, I., 1993. Klassifisering av miljøkvalitet ifjorder og kystfarvann. Virkning av miljøgifter. SFT-rapport TA-923/1993, 20 s. ISBN 82-7655-103-3.
- Konieczny, R.M., 1994a. Miljøgifter i marine sedimenter i Norge. Statusrapport. SFT-rap. 94:16, TA.nr. 1119/1994, 96 s.
- Konieczny, R.M., 1994b. Miljøgifter i Indre Oslofjord. Delrapport 4. Miljøgifter i sedimenter. SFT Overvåkingsrapport nr. 561/94) TA nr. 1074/1994. NIVA-prosjekt O-921311 (løpenummer 3094). ISBN 82-577-2564-1. 134 sider.
- Konieczny, R.M. og Juliussen, A., 1995. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 1: Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik - Kragerø. NIVA.rap. O-93177, Overvåk.rap. nr. 587/94, TA nr. 1159/1994, in.prep.
- Lobel, P.B., Marshall, H.D., 1988. A unique low molecular weight zinc-binding ligand in the kidney cystol of the mussel *Mytilus edulis*, and its relationship to the inherent variability of zinc accumulation in this organism. Mar.Biol. 99:101-105.
- Luckas, B., Wetzel, H. og Rechlin, O., 1980. Zur Kontamination von Ostseefischen mit polychlorierten Biphenylen. Die Nahrung 24:405-411.
- Marthinsen, I., Staveland, G., Skåre, J.U., Ugland, K.I., Haugen, A., 1991. Levels of environmental pollutants in male and female flounder (*Platichthys flesus* L.) caught during the year 1988 near or in the waterway of Glomma, the largest River of Norway. I Polychlorinated Biphenyls. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 20:353-360.
- Nicholson, M.D., Green, N.W., & Wilson, S.J., 1989a. Assessment of trends in contaminant in fish livers. Part I. Evaluating important biological covariables. Report of the 1989 meeting of the Working Group on the Statistical Aspects of Trend Monitoring. The Hague 24-27 April 1989. Annex 3:21-32.
- Nicholson, M.D., Green, N.W., & Wilson, S.J., 1989b. Trend measurement from bulked samples. The effect of pooling on lognormally distributed contaminants. Report of the 1989 meeting of the Working Group on the Statistical Aspects of Trend Monitoring. The Hague 24-27 April 1989. Annex 4:33-43.

- Nicholson, M.D., Green, N.W., & Wilson, S.J., 1991. Regression models for assessing trends in cadmium and PCBs in cod livers from the Oslofjord. *Marine Pollution Bulletin* 22(2):77-81.
- Næs, K., Skei, J., 1986. Indre Sørfjord. Sedimentenes betydning for metallforurensning i miljøet. Muligheter og behov for tiltak. Fase 1. Teoretisk utredning om rehabilitering. NIVA-prosjekt O-86109 (løpenummer 1881), 52 sider.
- Næs, K., Oug, E., 1991. Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden, og tilgrensende områder. O-895903/E-90406. Rapport 1: Konsentrasjon og mengder av klororganiske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner, kvikksølv og pyrolyseolje. NIVA-prosjekt O-895903/E-90406 (løpenummer 2566), 193 sider. ISBN 82-577-1885-8.
- OSPARCOM, 1987. Summary record. Eighth Joint Meeting of the Oslo and Paris Commissions, Copenhagen 9-13 February (1987).
- OSPARCOM, 1990. Oslo and Paris Conventions. Principles and methodology of the Joint Monitoring Programme. [Monitoring manual for participants of the Joint Monitoring Programme (JMP) and North Sea Monitoring Master Plan (NSMMP)]. March 1990
- OSPARCOM, 1993. Draft survey of riverine and direct inputs of contaminants to the waters of the Paris Convention in 1991. Report of INPUT 1993 to the Paris Commission. OSPAR 15/5/7. Fifteenth Meeting of the Oslo and Paris Commissions, Berlin 14-19.June 1993.
- Phillips, D.J.H., 1976a. The common mussel *Mytilus edulis* as an indicator of pollution by zinc, cadmium, lead and copper I. Effects of environmental variables on uptake of metals. *Mar.Biol.* 38:59-69.
- Phillips, D.J.H., 1976b. The common mussel *Mytilus edulis* as an indicator of pollution by zinc, cadmium, lead and copper II. Relationship of metals in the mussels to those discharged by industry. *Mar.Biol.* 38:71-80.
- PNUN, 1987. Bestämmelser om främmande ämnen i livsmedel (kontaminanter). Rapport 1987:3 - Nordisk Jämförelse. Permanente nordiske utalg for næringsmiddelspørsmål (PNUN).
- Rygg, B., 1982. Trondheimsfjorden 1981. Delrapport I. Biologi. SFT overvåkingsrapport nr. 61/82. NIVA O-8000308 (løpenummer 1600), 27 sider.
- Rygg, B., 1984. Trondheimsfjorden, biologiske undersøkelser i 1983. SFT overvåkingsrapport nr. 126/84. NIVA O-8000308 (løpenummer 1600), 34 sider.
- Rygg, B., Théliin, I., 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. Statens forurensningstilsyn TA-922/1993. 20 sider.
- SFT, 1987. Overvåkingsresultater 1986. (Chapter) 8. Felles europeisk overvåkingsprogram (JMP) i Norge: Overvåking av PCB, DDT- derivater, kadmium, kvikksølv, kobber, bly og sink. Statens forurensningstilsyn (SFT) Rapport 288/87:84- 85.
- SFT, 1988. Overvåkingsresultater 1987. (Chapter) 8. Felles europeisk overvåkingsprogram (JMP) i Norge: Overvåking av PCB, DDT- derivater, kadmium, kvikksølv, kobber, bly og sink. Statens forurensningstilsyn (SFT) Rapport 330/88:96- 97.
- SFT, 1989. Overvåkingsresultater 1988. (Chapter) 8. Overvåking av miljøgifter: Joint Monitoring Programme (JMP). Statens forurensningstilsyn (SFT) Rapport 379/89:98-101.

- SFT, 1990. Overvåkingsresultater 1989. (Chapter) 8 Overvåking av miljøgifter - Joint Monitoring Programme (JMP). Norwegian State Pollution Authority (SFT) Report 433/90:116-119.
- Skei, J., 1983. Trondheimsfjorden 1981. Delrapport III. Sedimentundersøkelser. SFT overvåkingsrapport nr. 102/83. NIVA O-8000308 (løpenummer 1540), 26 sider.
- Skei, J., 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden, 1980-83. Konklusjonsrapport. NIVA-prosjekt O-8000303 (løpenummer 1688), 43 sider. ISBN.82-577-0867-4.
- Skei, J., 1986. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjord og Hardangerfjorden, 1984-1985. Delrapport 4. Konklusjonsrapport. SFT overvåkingsrapport nr. 240/86. NIVA-prosjekt O-8000309 (løpenummer 1889), 32 sider. ISBN-82-577-1106-3.
- Skei, J., 1987. Kontrollundersøkelser vedrørende bygging av spuntvegg i Eitrheimsvågen. Fase 1. Anleggsperioden. NIVA-prosjekt O-85111 (løpenummer 1996), 51 sider. ISBN.82-577-1245-0.
- Skei, J., 1988. Vurdering av beslutningsgrunnlaget for valg av rensegrad of utslippsarrangement for kommunal kloakk i Odda. NIVA-prosjekt O-88040 (løpenummer 2137), 24 sider. ISBN.82-577-1418-6.
- Skei, J., 1992. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjord og Hardangerfjorden, 1991. Delrapport 1. Vannkjemi og sedimentundersøkelser. SFT overvåkingsrapport nr. 500/92. NIVA-prosjekt O-8000309 (løpenummer 2804), 53 sider. ISBN.82-577-2185-9.
- Skei, J., 1993. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjord og Hardangerfjorden, 1992. Delrapport 1. Vannkjemi. SFT overvåkingsrapport nr. 544/93. NIVA-prosjekt O-8000309 (løpenummer 2967), 22 sider. ISBN.82-577-2399-1.
- Skei, J., Klungesøyr, J., 1990. Kartlegging av PCB i sedimenter fra Indre Sørfjord. NIVA-prosjekt O-90180 (løpenummer 2528), 16 sider. ISBN.82-577-1842-4.
- Skei, J., Knutzen, J., 1988. Kronos Titan A7S. Overvåking av vannkvalitet, bunnsedimenter og miljøgifter i organismer i nedre Glomma (Greåker-Løperen). Sluttrapport. NIVA-prosjekt O-86063 (løpenummer 2136), 60 sider. ISBN.82-577-1417-8.
- Skei, J., Knutzen, J., Moy, F., Green, N., 1990. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjord og Hardangerfjorden, 1988-1989. SFT overvåkingsrapport nr. 406/90. NIVA-prosjekt O-8000309 (løpenummer 2435), 75 sider. ISBN-82-577-1736-3.
- Skei, J., Knutzen, J., Næs, K., 1989. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjord og Hardangerfjorden, 1987-1988. SFT overvåkingsrapport nr. 346/89. NIVA-prosjekt O-8000309 (løpenummer 2227) 132 sider. ISBN-82-577-1522-0.
- SNT (Statens Næringsmiddeltilsyn), 1991. Forurensning av fisk og skalldyr i Grenlandsområdet. Brosjyre, 4/7-1991).
- Weisberg, S., 1985. Applied linear regression. Second edition. John Wiley & Sons, 324 sider.
- WGSAEM, 1993. The length effect on contaminant concentrations in mussels. Section 13.2. in the Report of the Working Group on Statistical Aspects of Environmental Monitoring [WGSEAM], Copenhagen 27-30, April 1993. International Council for the Exploration of the Sea. C-M- 1993/ENV:6 Ref.: D and E, 61 pp.

**Vedlegg A**  
**Forkortelser**  
*Abbreviations*



Abbreviation <sup>1</sup>	English	Norwegian
<b>ELEMENTS</b>		
<b>Al</b>	aluminium	<i>aluminium</i>
<b>As</b>	arsenic	<i>arsenikk</i>
<b>Cd</b>	cadmium	<i>kadmium</i>
<b>Co</b>	cobalt	<i>kobolt</i>
<b>Cr</b>	chromium	<i>krom</i>
<b>Cu</b>	copper	<i>kobber</i>
<b>Fe</b>	iron	<i>jern</i>
<b>Hg</b>	mercury	<i>kvikksølv</i>
<b>Li</b>	lithium	<i>litium</i>
<b>Mn</b>	manganese	<i>mangan</i>
<b>Ni</b>	nickel	<i>nikkel</i>
<b>Pb</b>	lead	<i>bly</i>
<b>Pb210</b>	lead-210	<i>bly-210</i>
<b>Se</b>	selenium	<i>selen</i>
<b>Ti</b>	titanium	<i>titan</i>
<b>Zn</b>	zinc	<i>sink</i>
<b>PAHs</b>		
<b>PAH</b>	polycyclic aromatic hydrocarbons	<i>polysykliske aromatiske hydrokarboner</i>
<b>ACNE</b>	acenaphthene	<i>acenaften</i>
<b>ACNLE</b>	acenaphthylene	<i>acenaftylen</i>
<b>ANT</b>	anthracene	<i>antracen</i>
<b>BAA</b> <sup>3</sup>	benz(a)anthracene	<i>benz(a)antracen</i>
<b>BAP</b> <sup>3</sup>	benzo(a)pyrene	<i>benzo(a)pyren</i>
<b>BBF</b> <sup>3</sup>	benzo(b)fluoranthene	<i>benzo(b)fluoranten</i>
<b>BBKF</b>	benzo(b+k)fluoranthene	<i>benzo(b+k)fluoranten</i>
<b>BEP</b>	benzo(e)pyrene	<i>benzo(e)pyren</i>
<b>BGHIP</b>	benzo(ghi)perylene	<i>benzo(ghi)perylen</i>
<b>BIPN</b> <sup>2</sup>	biphenyl	<i>bifenyl</i>
<b>BJKF</b> <sup>3</sup>	benzo(j,k)fluoranthene	<i>benzo(j,k)fluorantren</i>
<b>CHR</b>	chrysene	<i>chrysen</i>
<b>COR</b>	coronene	<i>coronen</i>
<b>DBAHA</b> <sup>3</sup>	dibenz(a,h)anthracene	<i>dibenz(a,h)antracen</i>
<b>DBA3A</b> <sup>3</sup>	dibenz(a,c/a,h)anthracene	<i>dibenz(a,c/a,h)antracen</i>
<b>DBP</b> <sup>3</sup>	dibenzopyrenes	<i>dibenzopyren</i>
<b>DBT</b>	dibenzothiophene	<i>dibenzotiofen</i>
<b>DBTC1</b>	C <sub>1</sub> -dibenzothiophenes	<i>C<sub>1</sub>-dibenzotiofen</i>
<b>DBTC2</b>	C <sub>2</sub> -dibenzothiophenes	<i>C<sub>2</sub>-dibenzotiofen</i>
<b>DBTC3</b>	C <sub>3</sub> -dibenzothiophenes	<i>C<sub>3</sub>-dibenzotiofen</i>
<b>FLE</b>	fluorene	<i>fluoren</i>
<b>FLU</b>	fluoranthene	<i>fluoranten</i>

## Abbreviations (cont'd.)

Abbreviation <sup>1</sup>	English	Norwegian
<b>PAHs (cont'd.)</b>		
<b>ICDP</b> <sup>3</sup>	indeno(1,2,3-cd)pyrene	<i>indeno(1,2,3-cd)pyren</i>
<b>NAPTM</b> <sup>2</sup>	2,3,5-trimethylnaphthalene	<i>2,3,5-trimetylnaftalen</i>
<b>NAP</b> <sup>2</sup>	naphthalene	<i>naftalen</i>
<b>NAP1M</b> <sup>2</sup>	1-methylnaphthalene	<i>1-metylnaftalen</i>
<b>NAP2M</b> <sup>2</sup>	2-methylnaphthalene	<i>2-metylnaftalen</i>
<b>NAPC1</b> <sup>2</sup>	C <sub>1</sub> -naphthalenes	<i>C<sub>1</sub>-naftalen</i>
<b>NAPC2</b> <sup>2</sup>	C <sub>2</sub> -naphthalenes	<i>C<sub>2</sub>-naftalen</i>
<b>NAPC3</b> <sup>2</sup>	C <sub>3</sub> -naphthalenes	<i>C<sub>3</sub>-naftalen</i>
<b>NAPDI</b> <sup>2</sup>	2,6-dimethylnaphthalene	<i>2,6-dimetylnaftalen</i>
<b>PA</b>	phenanthrene	<i>fenantren</i>
<b>PAC1</b>	C <sub>1</sub> -phenanthrenes	<i>C<sub>1</sub>-fenantren</i>
<b>PAC2</b>	C <sub>2</sub> -phenanthrenes	<i>C<sub>2</sub>-fenantren</i>
<b>PAM1</b>	1-methylphenanthrene	<i>1-metylfenantren</i>
<b>PER</b>	perylene	<i>perylen</i>
<b>PYR</b>	pyrene	<i>pyren</i>
<b>DI-Σ<sub>n</sub></b>	sum of "n" dicyclic "PAH"s (footnote 2)	<i>sum "n" disykliske "PAH" (fotnote 2)</i>
<b>P-Σ<sub>n</sub></b>	sum "n" PAH	<i>sum "n" PAH</i>
<b>PK-Σ<sub>n</sub></b>	sum carcinogen PAH's (footnote 3)	<i>sum kreftfremkallende PAH (fotnote 3)</i>
<b>PAHΣΣ</b>	DI-Σ <sub>n</sub> + P-Σ <sub>n</sub> etc.	<i>DI-Σ<sub>n</sub> + P-Σ<sub>n</sub> mm.</i>
<b>SPA<sub>H</sub></b>	"total" PAH, specific compounds not quantified (outdated analytical method)	<i>"total" PAH, spesifikke forbindelser ikke kvantifisert (foreldret metode)</i>
<b>PCBs</b>		
<b>PCB</b>	polychlorinated biphenyls	<i>polyklorerte bifenyler</i>
<b>CB</b>	individual chlorobiphenyls (CB)	<i>enkelte klorobifenyl</i>
<b>CB28</b>	CB28 (IUPAC)	<i>CB28 (IUPAC)</i>
<b>CB31</b>	CB31 (IUPAC)	<i>CB31 (IUPAC)</i>
<b>CB44</b>	CB44 (IUPAC)	<i>CB44 (IUPAC)</i>
<b>CB52</b>	CB52 (IUPAC)	<i>CB52 (IUPAC)</i>
<b>CB95</b>	CB95 (IUPAC)	<i>CB95 (IUPAC)</i>
<b>CB101</b>	CB101 (IUPAC)	<i>CB101 (IUPAC)</i>
<b>CB105</b>	CB105 (IUPAC)	<i>CB105 (IUPAC)</i>
<b>CB110</b>	CB110 (IUPAC)	<i>CB110 (IUPAC)</i>
<b>CB118</b>	CB118 (IUPAC)	<i>CB118 (IUPAC)</i>
<b>CB128</b>	CB128 (IUPAC)	<i>CB128 (IUPAC)</i>
<b>CB138</b>	CB138 (IUPAC)	<i>CB138 (IUPAC)</i>
<b>CB149</b>	CB149 (IUPAC)	<i>CB149 (IUPAC)</i>
<b>CB153</b>	CB153 (IUPAC)	<i>CB153 (IUPAC)</i>
<b>CB156</b>	CB156 (IUPAC)	<i>CB156 (IUPAC)</i>

## Abbreviations (cont'd.)

Abbreviation <sup>1</sup>	English	Norwegian
<b>PCBs (cont'd.)</b>		
<b>CB170</b>	CB170 (IUPAC)	<i>CB170 (IUPAC)</i>
<b>CB180</b>	CB180 (IUPAC)	<i>CB180 (IUPAC)</i>
<b>CB194</b>	CB194 (IUPAC)	<i>CB194 (IUPAC)</i>
<b>CB209</b>	CB209 (IUPAC)	<i>CB209 (IUPAC)</i>
<b>CB-Σ7</b>	CB: 28+52+101+118+138+153+180	<i>CB: 28+52+101+118+138+153+180</i>
<b>CB-ΣΣ</b>	sum of CBs, includes CB-Σ7	<i>sum CBer, inkluderer CB-Σ 7</i>
<b>ALD</b>	aldrin	<i>aldrin</i>
<b>DIELD</b>	dieldrin	<i>dieldrin</i>
<b>ENDA</b>	endrin	<i>endrin</i>
<b>CCDAN</b>	cis-chlordane (=α-chlordane)	<i>cis-chlordan (=α -chlordan)</i>
<b>TCDAN</b>	trans-chlordane (=γ-chlordane)	<i>trans-chlordan (=γ -chlordan)</i>
<b>OCDAN</b>	oxy-chlordane	<i>oxy-chlordan</i>
<b>TNONC</b>	trans-nonachlor	<i>trans-nonaklor</i>
<b>TCDAN</b>	trans-chlordane	<i>trans-chlordan</i>
<b>OCS</b>	octachlorostyrene	<i>octaklorstyren</i>
<b>QCB</b>	pentachlorobenzene	<i>pentaklorbenzen</i>
<b>DDD</b>	dichlorodipenyldichloroethane 1,1-dichloro-2,2-bis- (4-chlorophenyl)ethane	<i>diklordifenyldikloretan</i> <i>1,1-dikloro-2,2-bis-(4-klorofenyl)etan</i>
<b>DDE</b>	dichlorodiphenylethylene (principle metabolite of DDT) 1,1-dichloro-2,2-bis- (4-chlorophenyl)ethylene*	<i>diklordifenyletylen</i> <i>(hovedmetabolitt av DDT)</i> <i>1,1-dikloro-2,2-bis-</i> <i>(4-klorofenyl)etylen</i>
<b>DDT</b>	dichlorodiphenyltrichloroethane 1,1,1-trichloro-2,2-bis- (4-chlorophenyl)ethane	<i>diklordifenyiltrikloretan</i> <i>1,1,1-trikloro-2,2-bis-(4-klorofenyl)etan</i>
<b>DDEOP</b>	o,p'-DDE	<i>o,p'-DDE</i>
<b>DDEPP</b>	p,p'-DDE	<i>p,p'-DDE</i>
<b>DDTOP</b>	o,p'-DDT	<i>o,p'-DDT</i>
<b>DDTTP</b>	p,p'-DDT	<i>p,p'-DDT</i>
<b>TDEPP</b>	p,p'-DDD	<i>p,p'-DDD</i>
<b>DDTEP</b>	p,p'-DDE + p,p'-DDT	<i>p,p'-DDE + p,p'-DDT</i>
<b>DD-nΣ</b>	sum of DDT and metabolites, n = number of compounds	<i>sum DDT og metabolitter,</i> <i>n = antall forbindelser</i>

## Abbreviations (cont'd.)

Abbreviation <sup>1</sup>	English	Norwegian
<b>HCB</b>	hexachlorobenzene	<i>heksaklorbenzen</i>
<b>HCHG</b>	lindane $\gamma$ HCH = gamma hexachlorocyclohexane ( $\gamma$ BHC = gamma benzenehexachloride, outdated synonym)	<i>lindan</i> $\gamma$ HCH = <i>gamma heksaklorsykloheksan</i> ( $\gamma$ BHC = <i>gamma benzenheksaklorid</i> , <i>foreldret navn</i> )
<b>HCHA</b>	$\alpha$ HCH = alpha HCH	$\alpha$ HCH = <i>alpha HCH</i>
<b>HCHB</b>	$\beta$ HCH = beta HCH	$\beta$ HCH = <i>beta HCH</i>
<b>HC-n<math>\Sigma</math></b>	sum of HCHs, n = count	<i>sum av HCHs, n = antall</i>
<b>EOCI</b>	extractable organically bound chlorine	<i>ekstraherbart organisk bundet klor</i>
<b>EPOCI</b>	extractable persistent organically bound chlorine	<i>ekstraherbart persistent organisk bundet klor</i>
<b>NTOT</b>	total organic nitrogen	<i>total organisk nitrogen</i>
<b>CORG</b>	organic carbon	<i>organisk karbon</i>
<b>GSAMT</b>	grain size	<i>kornfordeling</i>
<b>MOCON</b>	moisture content	<i>vanninnhold</i>

## Abbreviations (cont'd.)

Abbreviation <sup>1</sup>	English	Norwegian
<b>INSTITUTES</b>		
<b>FIER</b>	Institute for Nutrition, Fisheries Directorate	<i>Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt</i>
<b>FORC</b>	FORCE Institutes, Div. for Isotope Technique and Analysis [DK]	<i>FORCE Institutterne, Div. for Isotopteknik og Analyse [DK]</i>
<b>IMRN</b>	Institute of Marine Research (IMR)	<i>Havforskningsinstituttet</i>
<b>NACE</b>	Nordic Analytical Center	<i>Nordisk Analyse Center</i>
<b>NIVA</b>	Norwegian Institute for Water Research	<i>Norsk institutt for vannforskning</i>
<b>SERI</b>	Swedish Environmental Research Institute	<i>Institutionen för vatten- och luftvårdsforskning</i>
<b>VETN</b>	Norwegian Veterinary Institute	<i>Veterinærinstituttet</i>
<b>SIIF</b>	Fondation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology - SINTEF (a division, previously: Center for Industrial Research SI)	<i>Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høgskole-SINTEF (en avdeling, tidligere: Senter for industriforskning SI)</i>

1) After: ICES Environmental Data Reporting Formats. International Council for the Exploration of the Sea. January 1992.

2) Indicates "PAH" compounds that are dicyclic and not truly PAH's typically identified during the analyses of PAH, include naphthalenes and "biphenyls".

3) Indicates PAH compounds potentially cancerogenic for humans according to IARC (1987), i.e., categories 2A+2B (possibly and probably carcinogenic).

\*) The Pesticide Index, second edition. The Royal Society of Chemistry, 1991.

**Other abbreviations andre forkortelser**

	English	Norwegian
<b>TEQ</b>	"Toxicity equivalents" ie., equivalents of the most toxic compound within the group of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans ( <b>PCCDD/PCDF</b> ). Equivalent calculated after Norwegian model (Ahlborg et al., 1988).	<i>"Toxicity equivalents" dvs. ekvivalenter av den giftigste forbindelsen innen gruppen polyklorerte dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner (PCCDD/PCDF). Ekvivalentberegning etter nordisk modell (Ahlborg et al., 1988).</i>
<b>ppm</b>	parts per million, mg/kg	<i>deler pr. milliondeler, mg/kg</i>
<b>ppb</b>	parts per billion, µg/kg	<i>deler pr. milliarddeler, µ g/kg</i>
<b>ppn</b>	parts per trillion, ng/kg	<i>deler pr. tusen-milliarddeler, ng/kg</i>
<b>t.v.</b>	dry weight basis	<i>tørr vekt basis</i>
<b>v.v.</b>	wet weight or fresh weight basis	<i>våttvekt eller friskvekt basis</i>

**Vedlegg B**  
**Stasjonsoversikt**  
*Station overview*

**Vedlegg B** Stasjons posisjon og hovedmålsetning (H=helse aspekt, G= geografisk spredning, T= tidstrend)  
VBSFR:V=water, S=sediment, B=blåskjell, S=reker, F=flatfisk, R=roundfisk. Andre posisjoner  
indikerer tidligere posisjon. NSTF=North Sea Task Force stasjon.

JMP	St.	Lokalitet navn	Nord	Øst	ICES	Mål						
områ det			bredegr.	lengdegr.	område		V	S	B	S	F	R
<b>26 OSLOFJORD området ØST, Hvaler og Singlefjorden</b>												
26	01A	Sponvika	59°05.4'	11°12.5'	47G13	G			+			
			59°05.1'	11°13.9'	47G13					+		
26	02A	Fugleskjær	59°06.6'	10°59.3'	47G09	G				+		
			59°06.9'	10°59.0'	47G09						+	
26	03A	Tisler	58°59.0'	10°57.8'	46G07	G					+	
			58°58.8'	10°57.5'	46G07							+
<b>26 OSLOFJORD området CENTRAL, Oslofjord proper</b>												
26	30A	Gressholmen	59°52.5'	10°43.0'	48G07	T	+		+			
26	30B	Oslo området / Håøya	59°44'	10°32'	48G04	T						+
26	30B	Oslo området / Nesodden	59°52'	10°39'	48G04	T						+
26	30S	Steilene (1986, 1990)	59°49.1'	10°33.8'	48G05	G		+				
26	40C	Steilene	59°49'	10°39'	48G05	H					+	
26	31A	Solbergstrand	59°36.9'	10°39.4'	48G06	G	+		+			
26	31B	Solbergstrand (Filtvet)	59°00'	10°38'	47G07	T						+
26	32A	Rødtangen	59°31.5'	10°25.6'	48G06	G			+			
26	33X	Sande, west side	59°31.7'	10°20.4'	48G06	G					+	
26	33B	Sande, east side	59°31.7'	10°21.0'	48G06	T						+
26	35A	Mølen	59°29.2'	10°30.1'	47G04	T	+		+			
26	35C	Holmenstrand-Mølen	59°29'	10°27'	47G04	H					+	
26	35S	Mølen (1986, 1990)	59°30'	10°35'	47G04	G		+				
26	36A	Færder	59°01.6'	10°31.7'	47G06	T	+		+			
26	36B	Færder området	59°02'	10°27'	47G06	T						+
			59°02'	10°32'	47G06							+
26	36F	Færder området	59°04'	10°23'	47G06	T					+	
26	36S	Færder området (1986, 1990 (NSTF-54))	59°00.4'	10°41.6'	47G09	G		+				
<b>26 OSLOFJORD området VEST, outer Sandefjord-Langesundsfjord</b>												
26	73A	Lyngholmen	59°02.6'	10°18.1'	47G03	G				+		
26	74A	Oddeneskjær	58°57.3'	09°52.1'	46F97	G					+	
26	71A	Bjørkøya (Risøyodden)	59°01.4'	09°45.4'	47F99	T	+			+		
<b>ARENDAL området</b>												
	76A	Risøy	58°43.6'	09°17.0'	46F92	T	+			+		
	77A	Flostafjord	58°31.5'	08°56.9'	46F89	G				+		
	77B	Borøy området	58°33'	09°01'	46F93	G						+
	77F	Borøy området	58°33'	09°01'	46F93	G						+
	77C	Borøy området	58°29'	09°10'	45F91	H					+	
	77S	Arendal området (1990, NSTF-57)	58°24.2'	09°01.8'	45F91	G		+				
	79A	Gjerdvoldsøyen, east	58°25.0'	08°45.3'	45F87	G				+		



Vedlegg B Stasjons posisjon (forts.)

JMP	St.	Lokalitet navn	Nord	Øst	ICES	Mål						
område	det		bredegr.	lengdegr.	område		V	S	B	S	F	R
<b>LISTA området</b>												
	13A	Langøysund	57°59.8'	07°34.6'	44F74	G			+			
	14A	Aavigen	58°02.2'	07°13.2'	45F73	G			+			
	15A	Gåsøy	58°03.1'	06°53.3'	45F69	T	+		+			
	15B	Ullerø området	58°03'	06°43'	45F69	T						+
	15F	Ullerø området	58°03'	06°43'	45F69	T					+	
	15S	Lista området (1990, NSTF-39)	58°01.0'	06°34.3'	45F66	G		+				
<b>BØMLO området</b>												
	22A	Espevær, west	59°35.2'	05°08.5'	48F59	T	+		+			
	22F	Borøyfjorden	59°43'	05°21'	48F55	T						+
	22C	Bømløfjorden	59°34'	05°11'	48F53	H				+		
	22S	Bømlo (1990, NSTF-36)	59°25.9'	04°50.2'	47F47	G		+				
	23A	Austvik	59°52.2'	05°06.6'	48F51	G			+			
	23B	Karihavet området	59°55'	05°07'	48F51	T						+
	24A	Vardøy	60°10.2'	05°00.8'	49F52	G			+			
	24S	Sotra (1990)	60°15.1'	04°33.3'	49F45	G		+				
<b>62 HARDANGERFJORDEN</b>												
62	69A	Lille Terøy	59°58.8'	05°45.4'	49F62	G	+		+			
62	69S	Kvinnheradsfjorden (1990)	60°01.3'	05°56.1'	49F59	G		+				
62	67B	Strandebarm	60°16'	06°02'	49F62	T					+	+
62	67S	Strandebarm (1990)	60°13.5'	06°05.1'	49F62	G		+				
62	65A	Vikingneset	60°14.5'	06°09.6'	49F62	T	+		+			
62	63A	Ranaskjær	60°25.1'	06°24.5'	49F64	T	+		+			
62	63S	Ranaskjær (1990)	60°23.6'	06°27.1'	49F64	G		+				
<b>63 SØRFJORDEN</b>												
63	51A	Byrkjenes	60°05.1'	06°33.1'	49F66	G			+			
63	52A	Eitrheimsneset	60°05.8'	06°32.2'	49F66	T	+		+			
63	52S	Tyssedal (1990)	60°06.9'	06°32.9'	49F66	G		+				
63	53B	Inner Sørfjord	60°10'	06°34'	49F65	T					+	+
63	56A	Kvalnes	60°13.4'	06°36.1'	49F65	T	+		+			
63	56S	Kvalnes (1990)	60°13.7'	06°35.6'	49F65	G		+				
63	57A	Krossanes	60°23.2'	06°41.2'	49F67	T	+		+			
63	57S	Krossanes (1990)	60°23.1'	06°40.7'	49F67	G		+				
<b>ÅLESUND området</b>												
	25A	Hinnøy	61°22.2'	04°52.8'	51F47	G	+		+			
	26A	Hamnen	61°52.7'	05°13.6'	52F51	G	+		+			
	27A	Grinden	62°12.2'	05°25.4'	53F55	G			+			
	27X	Kvame området	62°12.3'	05°22.2'	53F55	G			+			
	27S	Stattlandet (east of) (1992)	62°09.3'	05°21.3'	53F56	G		+				
	28A	Eiksundet	62°14.9'	05°54.5'	53F58	G	+		+			

**Vedlegg B** Stasjons posisjon (forts.).

JMP	St.	Lokalitet navn	Nord	Øst	ICES	Mål						
områ det			bredegr.	lengdegr.	område		V	S	B	S	F	R
<b>65 ORKDALSFJORDEN</b>												
65	80A	Østmerknes	63°27.5'	10°27.5'	56G04	G			+			
65	81A	Biologisk station	63°26.5'	10°21.4'	56G04	G				+		
65	82A	Flakk	63°27.1'	10°12.6'	56G01	T	+		+			
65	82S	Flakk (1987, 1992)	63°27.5'	10°11.8'	56G01	T		+				
65	83A	Frøsetskjær	63°25.5'	10°07.8'	56G01	G				+		
65	84A	Trossavika	63°20.8'	09°57.8'	55F97	T	+		+			
65	84B	Trossavika	63°20.8'	09°57.8'	55F97	G					+	+
65	84S	Trossavika (1992)	63°21.7'	09°57.4'	55F97	G		+				
		(1987)	63°21.2'	09°57.2'	55F97			+				
65	89S	Thamshavn (inner Orkdal)	63°19.7'	09°52.3'	55F98	G		+				
		(1987)	63°19.8'	09°52.5'	55F98			+				
65	90S	Outer Orkdalsfjord (1992)	63°27.4'	10°03.0'	56G01	G		+				
		(1987)	63°27.4'	10°04.3'	56G01			+				
65	85A	Geitastrand	63°21.9'	09°56.3'	55F97	G				+		
65	86A	Geitnes	63°26.6'	09°59.2'	55F97	G				+		
65	87A	Ingdalsbukta	63°27.8'	09°54.8'	55F97	T	+		+			
65	88A	Rødberg	63°27.2'	10°00.0'	55G01	G				+		
<b>FROAN området</b>												
	91A	Fosflua	63°23.8'	08°17.6'	55F81	G	+		+			
	92A	Stokken	64°04.6'	10°00.7'	57G03	G	+		+			
	92B	Stokken området (kun 1993)	64°09.9'	09°53.0'	57F99	G						+
	92F	(undefined)									+	
	93S	Raudøya (northeast of) (1992)	64°22.7'	10°27.8'	57G04	G		+				
	93A	Låven (Sætervik)	64°23.5'	10°28.0'	57G04	G	+		+			
<b>HELGELAND området</b>												
	94A	Landfast	65°38.4'	12°00.5'	60G23	G	+		+			
	96A	Breiviken	66°17.6'	12°50.5'	61G28	G	+		+			
	95S	Rodø (east of) (1992)	66°41.8'	13°09.9'	62G32	G			+			
	95A	Flatskjær	66°42.6'	13°15.8'	62G32	G	+		+			
<b>LOFOTEN området</b>												
	97A	Klakholmen	67°39.9'	14°44.6'	64G49	G	+		+			
	99A	Brunvær	68°00.3'	15°05.6'	65G53	G	+		+			
	98B	Lillemolla	68°12.0'	14°48.0'	65G48	G						+
	98F	Lillemolla	68°12.0'	14°48.0'	65G48	G					+	
	98S	Skrova (south of) (1992)	68°07.0'	14°41.0'	65G49	G		+				
	98A	Skrova	68°09.4'	14°39.3'	65G46	G	+		+			
	99S	Lundøy (north of) (1992)	68°05.8'	15°10.1'	65G53	G		+				

# Vedlegg C

## Tidstrend-analyse av miljøgifter i organismer 1981-92

### *Temporal trend analyses of contaminants in biota 1981-1992*

Sortert etter miljøgift, art og område/stasjon:  
*Sorted by contaminant, species and area/station:*

**Kadmium Cadmium (Cd)**

**Kobber Copper (Cu)**

**Kvikksølv Mercury (Hg)**

**Bly Lead (Pb)**

**Sink Zinc (Zn)**

**Sum 7 CB ( $\Sigma$  CB 28, -52, -101, -118, -138, -153, -180)**

**Sum p p' DDE (sum av ppDDE og ppDDT eller sum av disse to og ppDDD)**

*Sum p p' DDE (sum of metabolites ppDDE og ppDDT (or sum of these two), and ppDDD)*

I

**HCB**

**$\gamma$ HCH**

**Blåskjell Blue Mussel (*Mytilus edulis*)**

**Torsk Atlantic cod (*Gadus morhua*)**

**Glassvar Megrin (*Lepidorhombus whiff-iaconis*)**

**Sandflyndre Dab (*Limanda limanda*)**

**Skrubbe Flounder (*Platichthys flesus*)**

#### **TRND** Trend trend

- D-** Signifikant lineær trend nedover *significant linear trend, downward*
- U-** Signifikant lineær trend oppover *significant linear trend, upward*
- Ingen signifikant trend *no significant trend*
- ?** Ingen signifikant lineær trend, systematisk ikke-lineær trend kan ikke testes pga for lite datamateriale (< 6 år)  
*No significant linear trend, systematic non-linear trend can not be tested because of insufficient data (<6 years)*
- Y** Ingen signifikant lineær trend, men en systematisk ikke-lineær trend  
*No significant linear trend, but a systematic non-linear trend*
- DY** eller **UY**  
Signifikant lineær trend (nedover eller oppover) og en signifikant ikke-lineær-trend. Dette betraktes som likt "-Y"  
*Significant linear trend (downward or upward) and a significant non-linear trend. This is considered the same as "-Y"*

#### **SIZE** Lengdeeffekt (kvikksølv i fiskefilet) *length effekt (mercury in fillet)*

- L** Signifikant forskjell i konsentrasjon, men variasjonsmønster signifikant like  
*Significant difference in concentration levels but pattern of variation same*
- D** Som "L" men variasjonsmønster signifikante ulike  
*As "L" but pattern of variation significantly different*
- ingen signifikant forskjell mellom små og store fisk  
*no significant difference between small and large fish*

**RLSD%** prosent residual standard avvik *percentage residual standard deviation*

## Annual Median Concentrations of C D (ppm).

St	Species	Tissue	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	A N A L Y S E	
																R L S D %
30	Mytilus edulis	SB				1.065	0.810	1.410	0.600	0.610	0.736	0.769	0.769	1.117	28.3	--
31	Mytilus edulis	SB	1.386			1.314	0.890	1.930	0.400	0.430	0.412	0.719	0.727	0.914	43.1	--
35	Mytilus edulis	SB	1.347			0.952	1.170	1.300	0.520	0.667	0.647	0.926	1.053	1.350	24.4	-Y
36	Mytilus edulis	SB	0.845			1.190	0.840	1.380	0.590	0.560	0.502	0.407	1.217	1.063	35.6	--
71	Mytilus edulis	SB	2.520			1.975	1.419	2.004	0.980	2.110	2.021	0.968	1.088	1.657	33.3	--
76	Mytilus edulis	SB										0.638	0.860	0.957	13.1	-?
22	Mytilus edulis	SB										0.532	1.139	1.117	35.4	-?
52	Mytilus edulis	SB								94.400	94.400	10.160	80.083	43.089	134.9	-?
56	Mytilus edulis	SB							55.900	52.900	98.413	45.034	69.445	51.667	37.3	--
57	Mytilus edulis	SB							21.100	43.200	36.692	25.685	32.803	32.121	26.8	--
63	Mytilus edulis	SB							47.200	10.300	19.006	30.394	35.140	18.212	58.8	--
65	Mytilus edulis	SB							15.000	5.696	8.291	14.604	23.964	5.088	63.8	--
82	Mytilus edulis	SB				1.412	1.155	2.315	0.990	0.400	1.257		1.200	1.213	44.5	--
84	Mytilus edulis	SB				1.389	1.860	2.380	2.100	0.960	1.190		1.818	2.105	20.7	-Y
87	Mytilus edulis	SB				0.968	1.020	1.930	0.770	0.690	0.756		0.872	0.978	27.9	--
30	Gadus morhua	LI		0.078	0.220	0.070	0.050	0.137	0.061	0.031	0.028	0.026	0.010	0.021	59.3	--
36	Gadus morhua	LI										0.035	0.027	0.100	52.2	D-
23	Gadus morhua	LI										0.022	0.009	0.025	77.6	-?
53	Gadus morhua	LI										0.045	0.149	0.215	10.4	--
67	Gadus morhua	LI						0.658	0.145	0.058	0.093	0.045	0.149	0.215	91.4	--
84	Gadus morhua	LI				0.130	0.095	0.069	0.180	0.029	0.047	0.069	0.077	0.051	35.4	--
67	Lepidorhombus whiffiagonis	LI			0.181				0.180	0.109	0.066	0.197	0.085	0.100	32.4	-?
36	Limanda limanda	LI										0.106	0.112	0.230	44.3	--
22	Limanda limanda	LI										0.095	0.091	0.128	32.5	-?
33	Platichthys flesus	LI			0.190		0.195	0.176	0.251	0.061	0.106	0.234	0.196	0.160	16.6	-?
53	Platichthys flesus	LI								2.236	1.527	1.537	1.724	1.790	40.3	--
															13.6	-?

SB Soft body tissue (Median contaminant concentration given are DRY weight based)

LI Liver tissue (Median contaminant concentration given are WET weight based)

RLSD% Relative standard deviation.

## Annual Median Concentrations of C U (ppm).

St	Species	Tissue	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	A N A L Y S E R L S D %	T R E N D
30	Mytilus edulis	SB				4.57		7.45	4.96	5.48	5.97	10.26	10.47	5.84	26.7	--
31	Mytilus edulis	SB			7.03	6.57		4.44	4.44	4.52	4.51	9.04	11.00	5.49	25.4	-Y
35	Mytilus edulis	SB			6.32	3.62		8.06	4.89	4.58	5.26	8.02	10.06	6.56	32.5	--
36	Mytilus edulis	SB			6.29	3.57		6.08	4.47	4.87	4.30	5.50	9.23	5.16	31.3	--
71	Mytilus edulis	SB			8.47	5.24			6.08	8.43	6.99	8.33	10.26	7.40	20.4	--
76	Mytilus edulis	SB										8.51	10.80	5.65	34.8	-?
22	Mytilus edulis	SB										6.35	6.69	5.38	11.0	-?
52	Mytilus edulis	SB									8.40	7.49	72.08	9.35	127.5	-?
56	Mytilus edulis	SB							8.07	8.23		5.37	7.54	7.40	18.6	--
57	Mytilus edulis	SB							8.21	6.33	6.01	6.16	7.27	6.59	9.7	-Y
63	Mytilus edulis	SB							9.84	6.16	5.11	6.84	11.07	6.32	28.1	--
65	Mytilus edulis	SB							7.98	4.84	5.19	12.23	8.14	5.51	32.2	--
82	Mytilus edulis	SB				6.38			4.69	5.77	7.49		11.77	6.87	25.4	--
84	Mytilus edulis	SB				10.27		96.80	56.80	39.30	26.76		17.07	22.24	71.4	--
87	Mytilus edulis	SB				4.57			20.10	8.35	5.88		7.28	6.30	58.2	--
30	Gadus morhua	LI							7.00	5.12	4.21	4.52	3.74	8.54	69.7	--
36	Gadus morhua	LI						14.20	20.00	6.98	12.18	10.70	8.74	9.65	37.3	--
15	Gadus morhua	LI										11.30	1.63	5.83	120.9	-?
23	Gadus morhua	LI										8.15	11.10	5.83	36.7	-?
53	Gadus morhua	LI										2.40	3.29	4.68	30.2	DY
67	Gadus morhua	LI							8.00	6.91	13.90	8.94	8.76	5.15	30.7	--
67	Lepidorhombus whiff-iaegonis	LI							15.30	14.19	18.63	10.70	13.80	13.00	21.8	--
36	Limanda limanda	LI										13.40	5.29	8.49	53.7	-?
22	Limanda limanda	LI										9.83	6.66	3.38	30.9	-?
33	Platichthys flesus	LI										20.30	18.80	15.70	40.2	--
53	Platichthys flesus	LI							21.74	13.99	9.02	8.19	18.90	10.50	39.6	-?

SB Soft body tissue (Median contaminant concentration given are DRY weight based)  
 LI Liver tissue (Median contaminant concentration given are WET weight based)  
 R L S D % Relative standard deviation.

## Annual Median Concentrations of H G (ppm).

St	Species	Tissue	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	RUSD% TRND	ANALYSIS
30	Mytilus edulis	SB				0.118	0.073	0.147	0.050	0.130	0.044	0.064	0.053	0.051	55.7	--
31	Mytilus edulis	SB		0.076		0.164	0.086	0.120	0.050	0.090	0.022	0.060	0.048	0.051	57.8	--
35	Mytilus edulis	SB		0.093		0.074	0.084	0.170	0.050	0.180	0.050	0.062	0.058	0.058	58.5	--
36	Mytilus edulis	SB		0.052		0.043	0.084	0.140	0.050	0.140	0.034	0.045	0.048	0.039	54.0	--
71	Mytilus edulis	SB		0.393		0.242	0.218	0.247	0.120	0.340	0.249	0.182	0.145	0.178	34.3	--
76	Mytilus edulis	SB										0.071	0.068	0.050	14.1	-?
22	Mytilus edulis	SB									2.352	0.053	0.073	0.112	20.6	-?
52	Mytilus edulis	SB									0.321	0.321	3.008	0.976	140.7	-?
56	Mytilus edulis	SB							0.530	0.355	1.087	0.710	1.540	0.935	51.1	--
57	Mytilus edulis	SB						0.170	0.170	0.210	0.269	0.411	0.758	0.576	18.4	U-
63	Mytilus edulis	SB						0.310	0.310	0.140	0.177	0.394	0.468	0.294	35.0	-Y
65	Mytilus edulis	SB						0.100	0.100	0.145	0.104	0.313	0.328	0.124	46.2	--
82	Mytilus edulis	SB				0.051	0.110	0.170	0.080	0.120	0.067	0.074	0.074	0.052	37.0	--
84	Mytilus edulis	SB				0.077	0.112	0.150	0.080	0.240	0.057	0.066	0.066	0.090	54.4	--
87	Mytilus edulis	SB				0.178	0.089	0.150	0.050	0.260	0.046	0.056	0.056	0.054	78.2	--
30	Gadus morhua (s)	MU				0.125	0.079	0.040	0.040	0.059	0.121	0.120	0.090	0.110	23.2	UY
30	Gadus morhua (l)	MU				0.155	0.090	0.073	0.038	0.147	0.166	0.130	0.108	0.150	37.5	DY
36	Gadus morhua (s)	MU				0.075	0.080	0.061	0.032	0.053	0.068	0.060	0.060	0.059	19.5	--
36	Gadus morhua (l)	MU	0.069	0.080	0.110	0.195	0.120	0.112	0.039	0.083	0.074	0.115	0.100	0.080	33.2	--
15	Gadus morhua (s)	MU	0.079	0.160	0.180							0.065	0.040	0.026	24.8	-?
15	Gadus morhua (l)	MU										0.120	0.070	0.063	23.6	-?
23	Gadus morhua (s)	MU										0.065	0.070	0.060	8.9	-?
23	Gadus morhua (l)	MU										0.170	0.110	0.084	20.1	-?
53	Gadus morhua (s)	MU						0.223		0.105	0.160	0.184	0.204	0.360	33.0	--
53	Gadus morhua (l)	MU						0.196		0.105	0.203	0.170	0.269	0.396	34.5	--
67	Gadus morhua (s)	MU							0.100	0.085	0.090	0.079	0.100	0.085	12.2	--
67	Gadus morhua (l)	MU							0.170	0.085	0.102	0.255	0.130	0.141	40.8	--
84	Gadus morhua (s)	MU				0.035	0.040	0.025		0.044					33.5	-?
84	Gadus morhua (l)	MU				0.060	0.040	0.025		0.044					33.0	-?
67	Lepidionchthys whiff-iajonis (s)	MU							0.350	0.329	0.210	0.343	0.075	0.174	57.6	--
67	Lepidionchthys whiff-iajonis (l)	MU				0.235		0.025	0.350	0.329	0.320	0.589	0.147	0.327	53.2	--
36	Limanda limanda (s)	MU				0.499			0.350	0.329		0.045	0.071	0.066	22.3	-?
36	Limanda limanda (l)	MU										0.098	0.074	0.133	33.1	-?
22	Limanda limanda (s)	MU										0.084	0.040	0.207	92.1	-?
22	Limanda limanda (l)	MU										0.174	0.152	0.282	31.1	-?
33	Platichthys flesus (s)	MU							0.021	0.069		0.175	0.088	0.116	49.8	--
33	Platichthys flesus (l)	MU				0.110	0.090	0.077	0.021	0.069		0.195	0.135	0.196	47.5	-Y
53	Platichthys flesus (s)	MU				0.139	0.100	0.077	0.021	0.069	0.074	0.139	0.154	0.141	25.6	-?
53	Platichthys flesus (l)	MU								0.111	0.128	0.090	0.124	0.100	20.6	-?

(s) Small fish

(l) Large fish

SB Soft body tissue (Median contaminant concentration given are DRY weight based)

MU Muscle tissue (Median contaminant concentration given are WET weight based)

RUSD% Relative standard deviation.

## Annual Median Concentrations of P B (ppm).

St	Species	Tissue	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	A N A L Y S E RLSD% TRND
30	Mytilus edulis	SB	1.859	1.361	3.952	55.3	-?								
31	Mytilus edulis	SB	1.383	1.212	1.264	6.9	-?								
35	Mytilus edulis	SB	1.436	1.071	1.676	27.9	-?								
36	Mytilus edulis	SB	1.009	0.847	0.787	7.8	-?								
71	Mytilus edulis	SB	1.161	0.745	1.716	48.8	-?								
76	Mytilus edulis	SB	1.773	0.968	1.505	39.3	-?								
22	Mytilus edulis	SB	1.371	1.456	2.778	29.0	-?								
52	Mytilus edulis	SB	12.073	312.500	189.431	158.6	-?								
56	Mytilus edulis	SB	20.738	23.413	121.495	74.4	-?								
57	Mytilus edulis	SB	10.548	12.137	33.258	44.9	-?								
63	Mytilus edulis	SB	12.137	10.094	15.431	23.6	-?								
65	Mytilus edulis	SB	5.605	3.784	5.190	26.5	-?								
30	Gadus morhua	LI	0.200	0.115	0.249	49.9	-?								
36	Gadus morhua	LI	0.115	0.050	0.030	38.3	-?								
15	Gadus morhua	LI	0.170	0.060	0.030	48.8	-?								
23	Gadus morhua	LI	0.060	0.080	0.030	50.9	-?								
53	Gadus morhua	LI	0.190	0.260	0.140	35.7	-?								
67	Gadus morhua	LI	0.130	0.180	0.030	88.4	-?								
67	Lepidorhombus whiffiagonis	LI	0.190	0.070	0.060	44.4	-?								
36	Limanda limanda	LI	0.600	0.070	0.040	94.3	-?								
22	Limanda limanda	LI	0.250	0.160	0.042	58.2	-?								
33	Platichthys flesus	LI	0.240	0.350	0.060	88.2	-?								
53	Platichthys flesus	LI	0.710	0.810	0.410	33.7	-?								

SB Soft body tissue (Median contaminant concentration given are DRY weight based)  
 LI Liver tissue (Median contaminant concentration given are WET weight based)  
 RLSD% Relative standard deviation.

## Annual Median Concentrations of Z N (ppm).

St	Species	Tissue	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	A N A L Y S E RLSD% TRND
30	Mytilus edulis	SB				137.81	90.50	140.30	120.00	93.10	76.19	160.90	115.98	147.14	27.9
31	Mytilus edulis	SB	88.14			132.41	76.90	106.00	66.30	67.70	58.05	180.84	127.88	124.87	34.8
35	Mytilus edulis	SB	91.89			79.63	75.90	89.80	68.40	81.50	83.19	166.05	139.18	131.29	17.5
36	Mytilus edulis	SB	66.50			85.78	66.10	57.70	61.50	73.60	65.27	125.69	126.98	104.33	17.4
71	Mytilus edulis	SB	123.61			125.00	77.04	114.93	101.00	169.00	128.18	161.81	143.03	165.68	22.4
76	Mytilus edulis	SB										158.16	127.27	124.35	9.7
22	Mytilus edulis	SB										171.96	162.03	135.00	8.0
52	Mytilus edulis	SB									824.00	271.74	452.50	408.13	52.9
56	Mytilus edulis	SB							869.00	408.40	1174.60	571.61	478.57	417.59	49.2
57	Mytilus edulis	SB							378.00	263.00	440.56	519.86	291.60	256.06	24.4
63	Mytilus edulis	SB							579.00	216.00	241.44	508.66	391.59	207.29	41.9
65	Mytilus edulis	SB							191.00	154.58	198.70	424.46	307.76	131.06	33.2
82	Mytilus edulis	SB	126.55			106.09	131.99		109.00	76.10	129.16		145.24	122.63	18.4
84	Mytilus edulis	SB	118.47			160.00	163.00		133.00	132.00	141.67		184.85	180.45	10.5
87	Mytilus edulis	SB	100.05			92.80	97.70		102.00	105.00	96.64		116.92	114.13	6.0
30	Gadus morhua	LI							13.77	67.03	30.26	12.85	22.60	31.70	57.5
36	Gadus morhua	LI							46.35	35.40	36.35	31.80	19.70	25.85	24.8
15	Gadus morhua	LI										33.80	14.10	20.40	48.3
23	Gadus morhua	LI										29.00	33.80	24.80	17.8
53	Gadus morhua	LI										10.90	24.40	30.05	36.7
67	Gadus morhua	LI							26.40	22.26	26.37	27.00	25.70	19.42	11.5
67	Lepidorhombus whiffiagonis	LI							80.50	106.39	68.29	85.70	94.10	73.20	20.7
36	Limanda limanda	LI						28.98				39.30	26.60	32.20	22.3
22	Limanda limanda	LI										41.30	29.00	34.32	20.1
33	Platichthys flesus	LI							91.08	54.61	48.31	56.90	47.30	45.10	23.7
53	Platichthys flesus	LI							52.71	54.38	46.27	43.30	51.40	49.20	8.0

SB Soft body tissue (Median contaminant concentration given are DRY weight based)  
 LI Liver tissue (Median contaminant concentration given are WET weight based)  
 RLSD% Relative standard deviation.



## Annual Median Concentrations of C B \_ S 7 (ppb).

St	Species	Tissue	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	A N A L Y S E R I S D %	T R E N D
30	Mytilus edulis	SB										116.67	90.53	96.95	25.0	UY
31	Mytilus edulis	SB	34.86							77.49	96.51	37.07	26.67	34.62	19.7	--
35	Mytilus edulis	SB	16.51							21.91	25.09	27.47	17.92	22.09	17.9	-Y
36	Mytilus edulis	SB	19.48							22.03	33.62	20.66	12.70	11.42	15.5	UY
71	Mytilus edulis	SB	9.48							11.48	17.87	26.26	17.62	15.82	19.5	UY
76	Mytilus edulis	SB	13.92							18.35	34.66	19.31	12.99	7.44	26.5	-?
22	Mytilus edulis	SB										20.47	13.92	8.89	22.7	-?
52	Mytilus edulis	SB									41.03	14.91		13.21	45.2	-?
56	Mytilus edulis	SB								12.60	45.80	39.73	17.86	12.04	50.0	-?
57	Mytilus edulis	SB								27.97	22.10		15.27	7.91	34.3	-?
63	Mytilus edulis	SB											19.42	7.02	45.4	-?
65	Mytilus edulis	SB							6.20						51.2	-?
82	Mytilus edulis	SB	3.70						8.80				18.02	6.21	40.7	-?
84	Mytilus edulis	SB	13.05						6.17						58.0	-?
30	Gadus morhua	LI											10.10	9.38	50.6	-?
36	Gadus morhua	LI										1236.00	3426.00	2800.50	15.2	-?
15	Gadus morhua	LI										441.49	344.00	401.00	35.7	-?
23	Gadus morhua	LI										182.00	349.00	268.00	6.7	-?
53	Gadus morhua	LI										222.00	248.42	233.00	53.7	-?
67	Gadus morhua	LI										435.00	526.17	1762.27	4.2	-?
67	Lepidorhombus whiffiagonis	LI										316.00	293.00	270.30	19.4	-?
36	Limanda limanda	LI										111.00	101.00	148.00	29.1	-?
22	Limanda limanda	LI										301.40	217.40	341.00	16.5	-?
33	Platichthys flesus	LI										170.18	126.94	144.95	56.3	-?
53	Platichthys flesus	LI										36.00	31.10	100.00	24.0	-?
												509.00	517.50	309.00		-?

SB Soft body tissue (Median contaminant concentration given are DRY weight based)

LI Liver tissue (Median contaminant concentration given are WET weight based)

RISD% Relative standard deviation.

## Annual Median Concentrations of D D \_ S 4 (ppb) .

St	Species	Tissue	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	A N A L Y S E RLSD% TRND
30	Mytilus edulis	SB				17.10	17.78	11.34	10.09	10.47	6.11	7.69	8.28	9.42	16.3
31	Mytilus edulis	SB			10.81	8.76	8.62	8.78	15.81	12.95	1.87	3.95	3.03	5.50	49.4
35	Mytilus edulis	SB			18.18	18.98	9.48	8.97	26.34	11.17	3.02	6.17	3.57	7.98	51.7
36	Mytilus edulis	SB			8.41	8.10	4.26	3.32	4.39	4.12	2.09	4.59	1.64	7.28	56.5
71	Mytilus edulis	SB			11.86	15.54	10.92	5.32	11.49	5.98	3.87	7.10	4.85	6.12	36.5
76	Mytilus edulis	SB										3.66	2.15	1.86	23.3
22	Mytilus edulis	SB										3.07	1.90	3.33	38.9
52	Mytilus edulis	SB									44.44	23.83	19.51	27.3	27.3
56	Mytilus edulis	SB								260.00	182.54	154.36	79.37	85.19	20.3
57	Mytilus edulis	SB									83.92		64.89	41.73	20.2
63	Mytilus edulis	SB									27.01		12.62	19.96	46.2
65	Mytilus edulis	SB								18.00	19.66	19.11	13.51	12.42	9.0
82	Mytilus edulis	SB				10.73	7.58	3.28	5.63	4.40	3.21				31.3
84	Mytilus edulis	SB				7.00	21.90	5.33	3.82	3.25	2.86				53.6
30	Gadus morhua	LI										163.00	2.53	5.63	62.3
36	Gadus morhua	LI										91.90	70.00	62.00	12.1
15	Gadus morhua	LI										50.00	188.93	53.00	96.9
23	Gadus morhua	LI										68.00	85.38	47.00	32.3
53	Gadus morhua	LI										637.00	1137.84	990.99	29.3
67	Gadus morhua	LI										776.00	748.00	391.41	29.4
67	Iepidorhynchus whiff-lagonis	LI										294.00	285.00	212.00	13.3
36	Limanda limanda	LI										27.98	38.88	33.00	18.9
22	Limanda limanda	LI										68.93	56.92	44.96	11.7
33	Platichthys flesus	LI										13.00	11.10	29.00	47.0
53	Platichthys flesus	LI										94.00	87.89	37.00	39.0

SB Soft body tissue (Median contaminant concentration given are DRY weight based)

LI Liver tissue (Median contaminant concentration given are WET weight based)

RLSD% Relative standard deviation.

## Annual Median Concentrations of H C H G (ppb).

St	Species	Tissue	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	A N A L Y S E RLSD% TRND
30	Mytilus edulis	SB					2.05						3.55	1.52	52.6
31	Mytilus edulis	SB					2.04						3.66	2.20	40.9
35	Mytilus edulis	SB					2.65						4.09	2.31	37.6
36	Mytilus edulis	SB					3.63						5.46	2.76	41.4
71	Mytilus edulis	SB					2.08						4.85	1.96	65.2
76	Mytilus edulis	SB					1.59						2.15	1.40	27.7
22	Mytilus edulis	SB					0.80						1.90	1.67	42.2
56	Mytilus edulis	SB					1.75						2.38	0.93	49.3
65	Mytilus edulis	SB					2.16						2.59	1.27	36.4
30	Gadus morhua	LI					3.00						15.00	5.00	101.9
36	Gadus morhua	LI					6.48						14.00	9.00	46.0
15	Gadus morhua	LI					11.00						37.50	7.00	108.9
23	Gadus morhua	LI					13.00						5.92	11.00	52.7
53	Gadus morhua	LI					12.00						8.49	5.00	24.7
67	Gadus morhua	LI					12.00						7.00	10.00	33.7
67	Lepidorhombus whiffiagonis	LI					3.00						2.00	5.00	51.2
36	Limanda limanda	LI					8.94						3.00	5.00	61.8
22	Limanda limanda	LI					6.93						3.00	5.00	51.0
33	Platichthys flesus	LI					2.00						0.50	5.00	139.7
53	Platichthys flesus	LI					3.00						2.00	5.00	51.2

SB Soft body tissue (Median contaminant concentration given are DRY weight based)  
 LI Liver tissue (Median contaminant concentration given are WET weight based)  
 RLSD% Relative standard deviation.

## Annual Median Concentrations of H C B (ppb) .

St	Species	Tissue	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	A N A L Y S E RLSD% TRND
30	Mytilus edulis	SB					0.88	2.06	0.92	1.15	0.87	0.35	0.59	0.95	40.9
31	Mytilus edulis	SB			13.37	1.38	3.83	1.89	0.93	0.89	0.36	0.32	0.61	0.55	70.8
35	Mytilus edulis	SB			12.83	0.95	3.33	0.79	0.98	1.12	0.47	0.42	0.59	0.58	85.9
36	Mytilus edulis	SB			15.02	0.95	3.83	2.91	2.37	0.96	0.43	0.33	0.55	0.39	83.6
71	Mytilus edulis	SB			15.25	10.37	91.37	11.11	206.90	1.84	149.17	8.48	6.92	4.14	211.2
76	Mytilus edulis	SB										0.38	0.57	0.50	21.4
22	Mytilus edulis	SB										0.27	0.61	0.56	39.8
52	Mytilus edulis	SB									0.86	0.38	0.81	0.81	59.0
56	Mytilus edulis	SB								0.20	0.79	0.41	0.79	0.93	61.7
57	Mytilus edulis	SB									0.77		0.76	0.72	2.6
63	Mytilus edulis	SB									1.05		0.97	0.74	12.0
65	Mytilus edulis	SB								0.20	0.43	0.52	0.86	0.62	31.5
82	Mytilus edulis	SB				2.26	10.73	0.66	0.62	0.80	0.53				99.2
84	Mytilus edulis	SB				3.41	8.79	3.33	2.04	1.24	0.48		0.51	0.63	40.2
30	Gadus morhua	LI										10.00	17.00	7.48	51.0
36	Gadus morhua	LI										7.00	9.00	9.00	11.6
15	Gadus morhua	LI										5.00	20.49	10.00	81.5
23	Gadus morhua	LI										6.00	9.49	12.00	20.6
53	Gadus morhua	LI										10.00	10.00	16.49	23.1
67	Gadus morhua	LI										14.00	8.00	7.94	25.7
67	Lepidorhombus whiffiagonis	LI										9.00	4.00	5.00	41.7
36	Limanda limanda	LI										5.48	3.00	5.00	41.5
22	Limanda limanda	LI										6.00	3.00	5.00	45.1
33	Platichthys flesus	LI										1.00	0.50	5.00	119.9
53	Platichthys flesus	LI										6.00	4.47	5.00	15.9

SB Soft body tissue (Median contaminant concentration given are DRY weight based)

LI Liver tissue (Median contaminant concentration given are WET weight based)

RLSD% Relative standard deviation.

**Vedlegg D**  
**Landsoversikt for miljøgiftnivåer i**  
**overflatesediment 1990-92**

*Geographical distribution of contaminants in surficial  
sediment 1990-92.*

**Sortert etter:**

*Sorted by:*

**Kadmium** *Cadmium (Cd)*

**Kobber** *Copper (Cu)*

**Kvikksølv** *Mercury (Hg)*

**Bly** *Lead (Pb)*

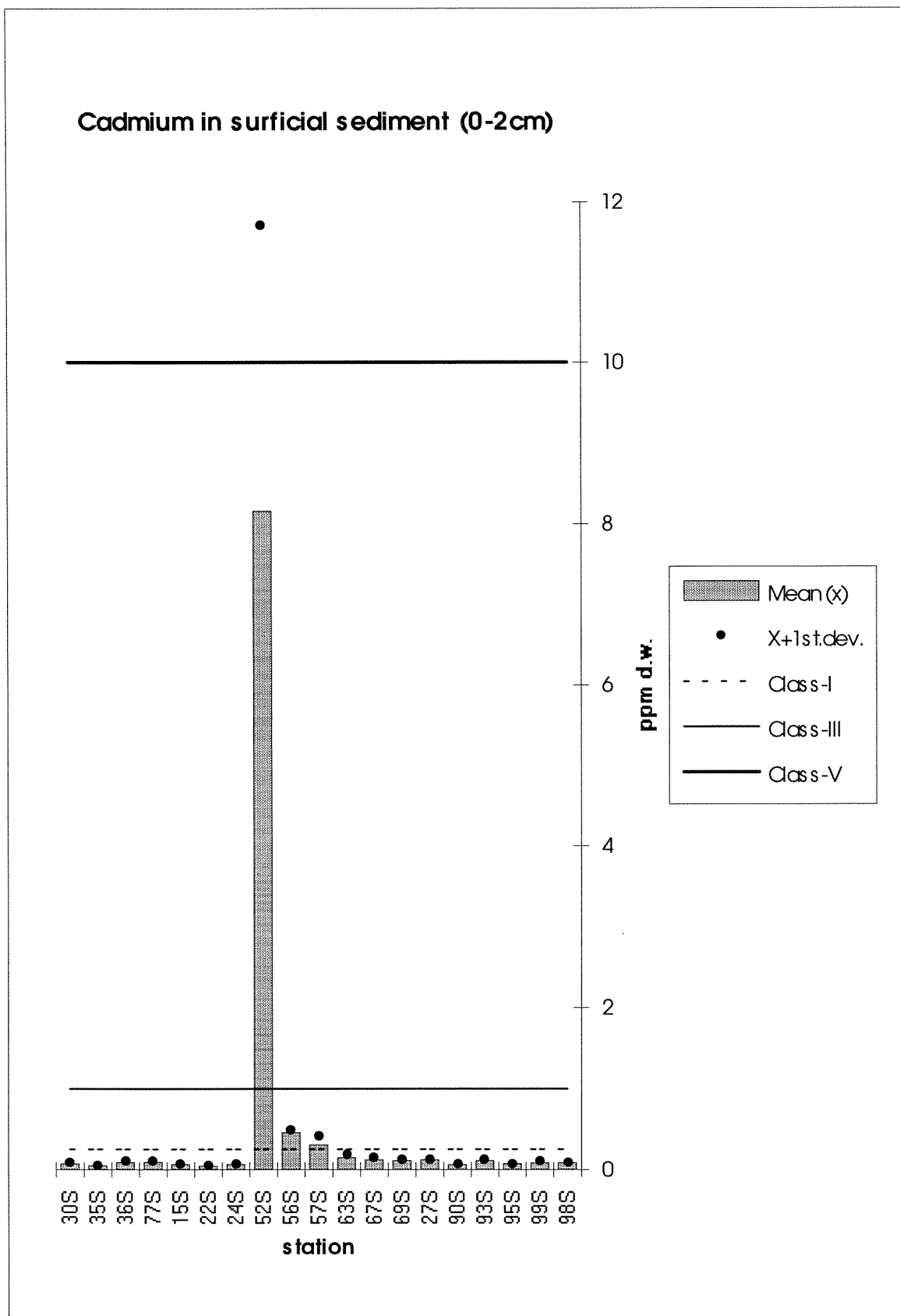
**Sink** *Zinc (Zn)*

**Sum 7 CB**

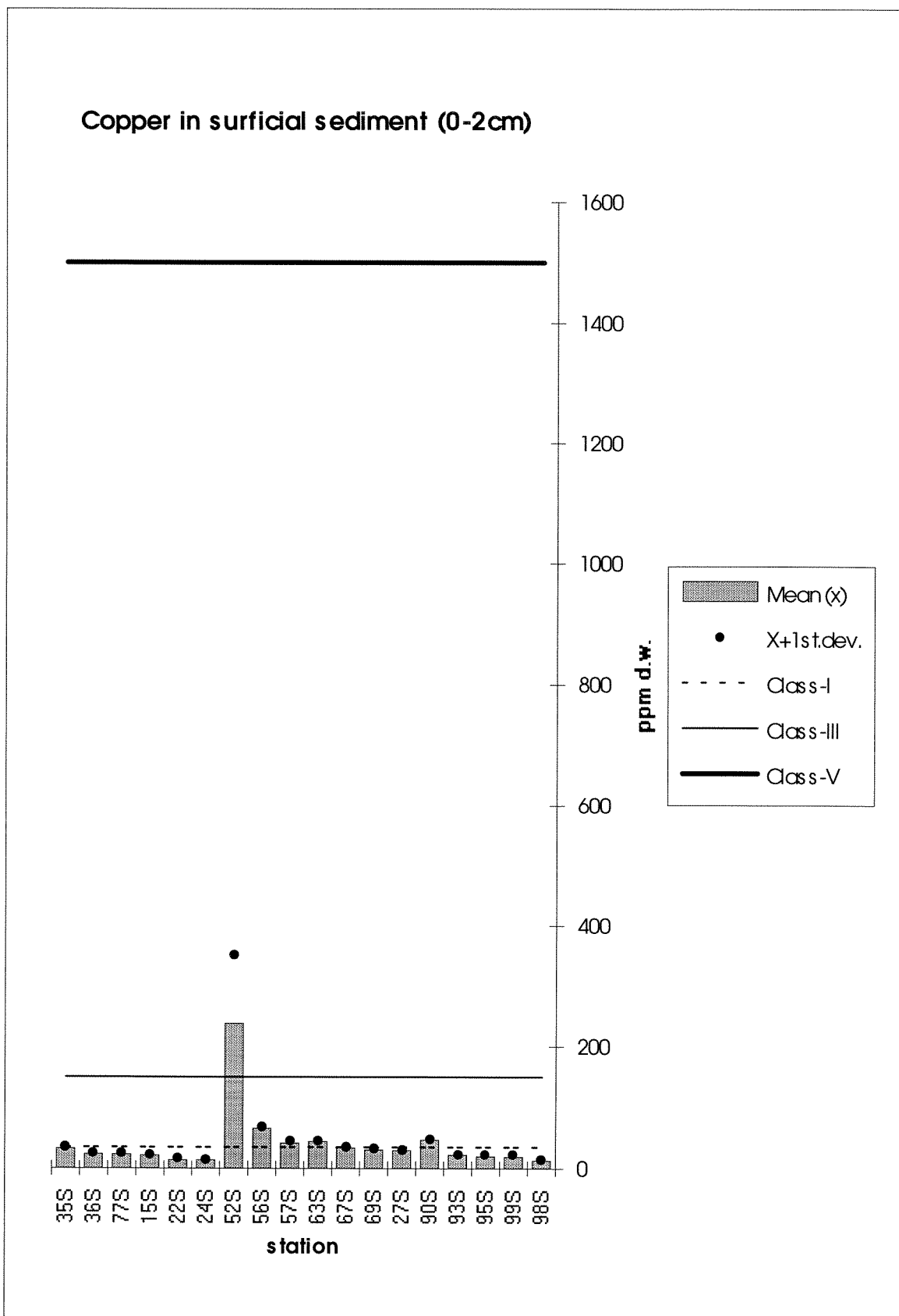
**DDE**

**HCB**

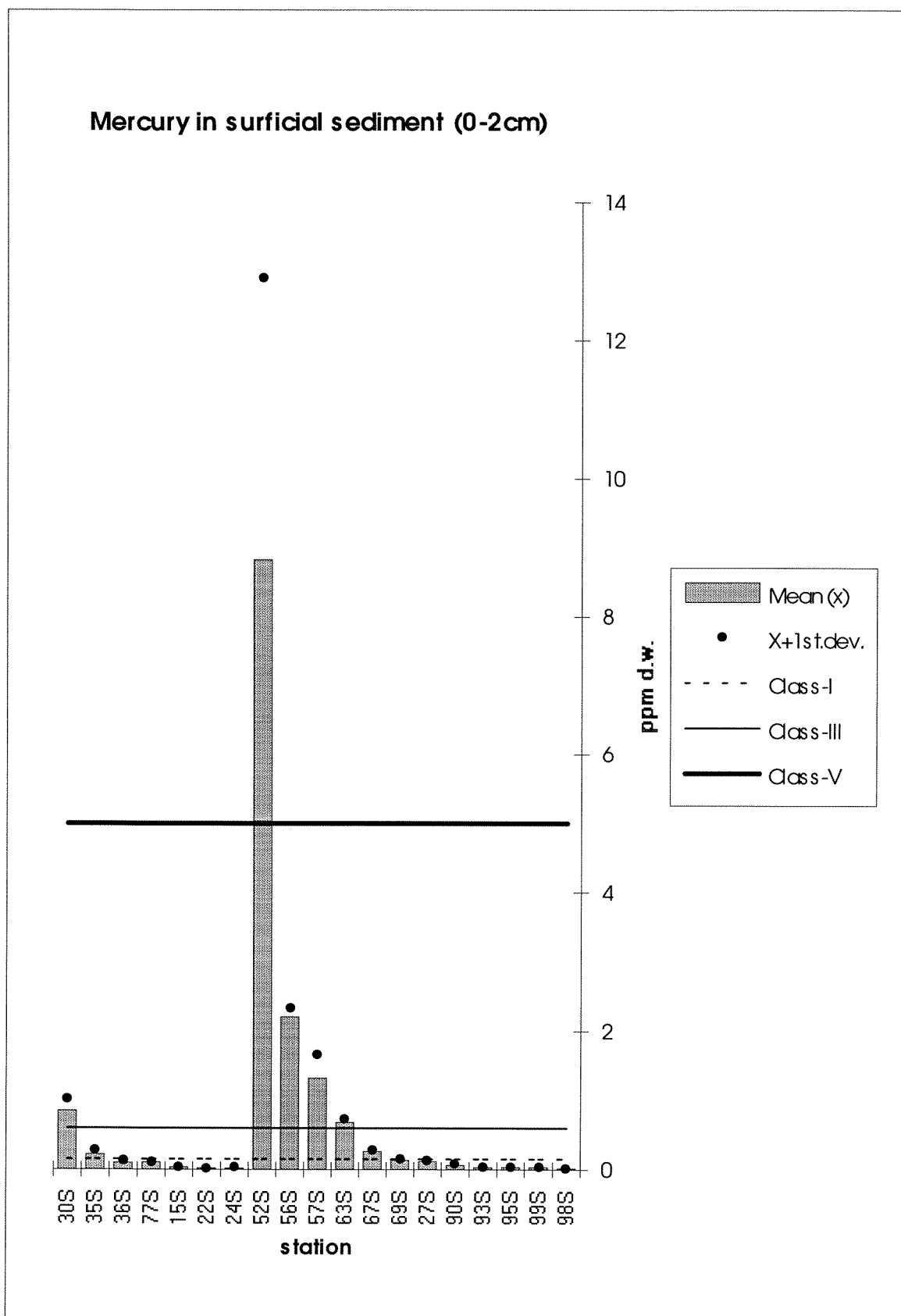
**γHCH**



**Figur 73.** Middel verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av kadmium i overflate sediment (0-2cm) 1990 eller 1992, ppm tørrvekt (kfr. fig.1-3, 5, 31 og 64).

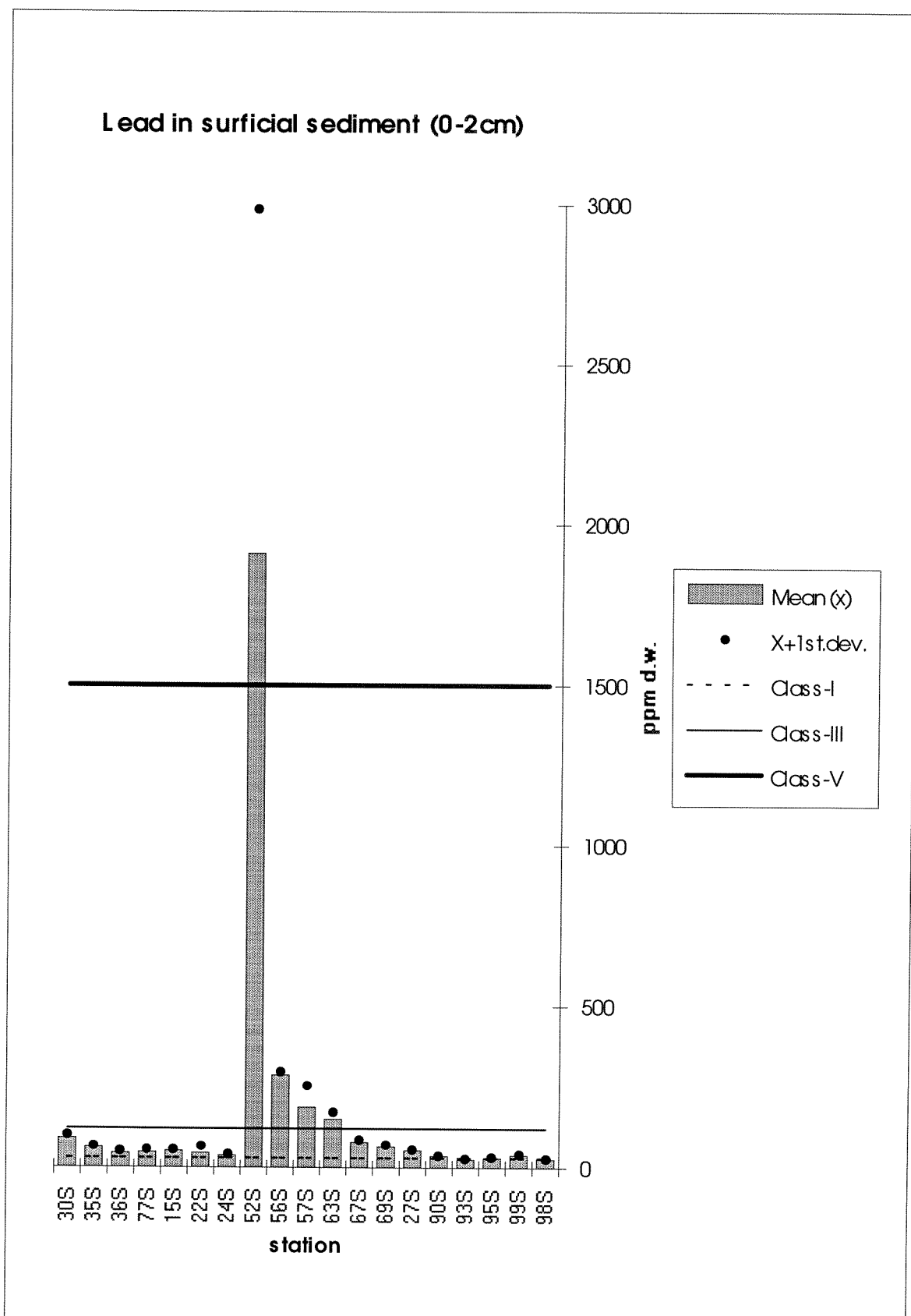


**Figur 74.** Middel verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av kobber i overflate sediment (0-2cm) 1990 eller 1992, ppm tørrvekt (kfr. fig.1-3, 5, 31 og 64).

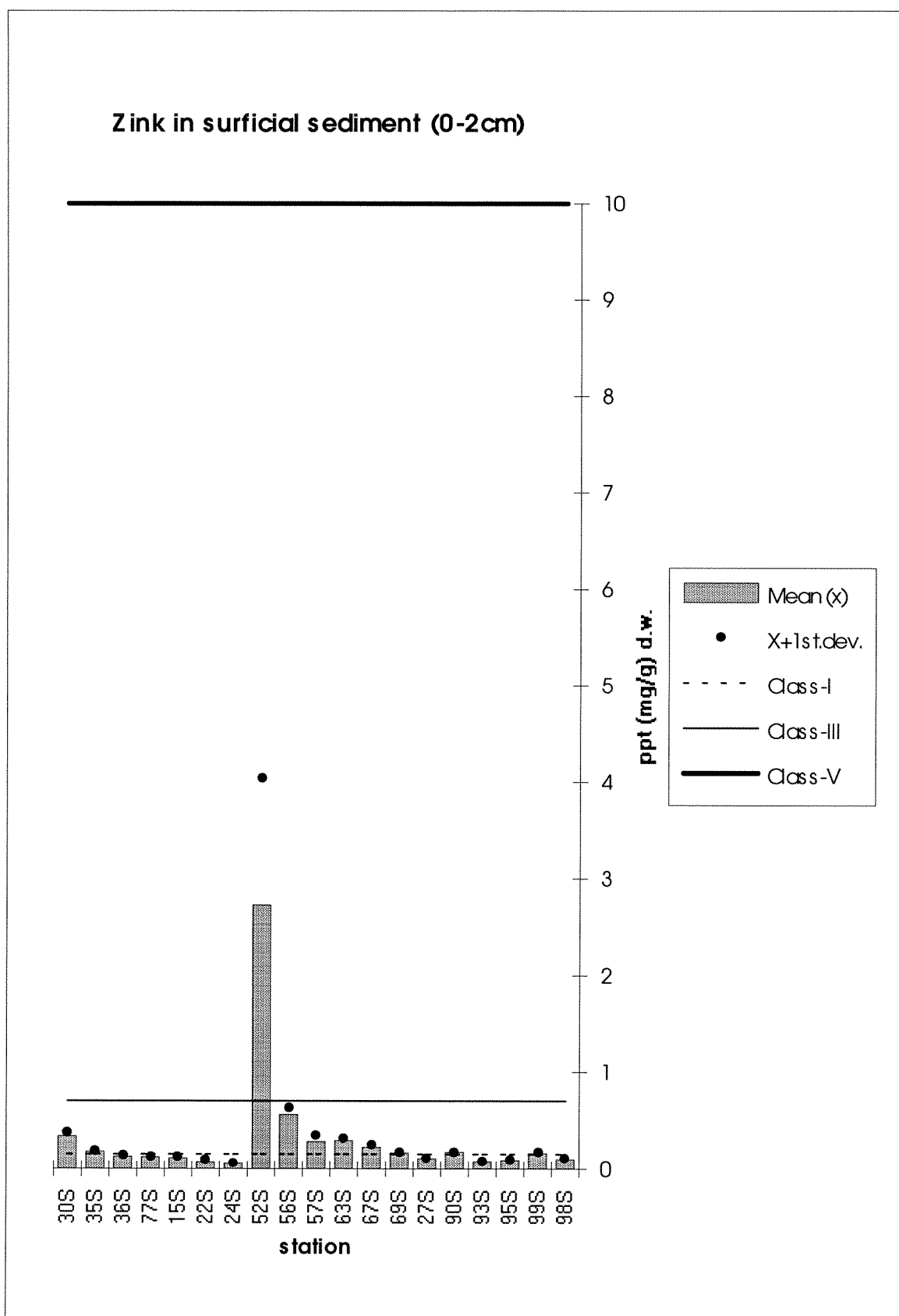


**Figur 75.** Middel verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av kvikksølv i overflate sediment (0-2cm) 1990 eller 1992, ppm tørrvekt (kfr. fig.1-3, 5, 31 og 64).

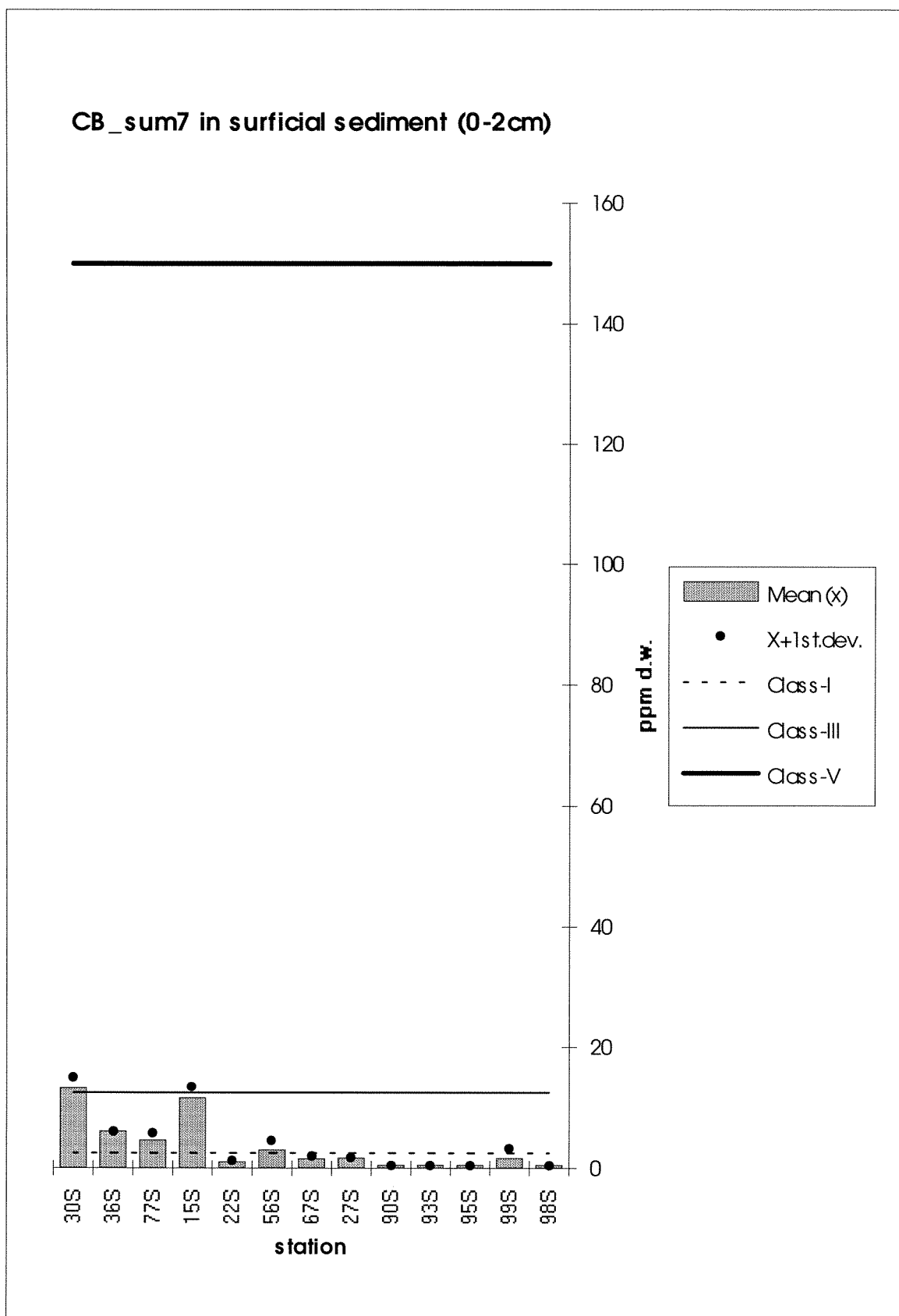




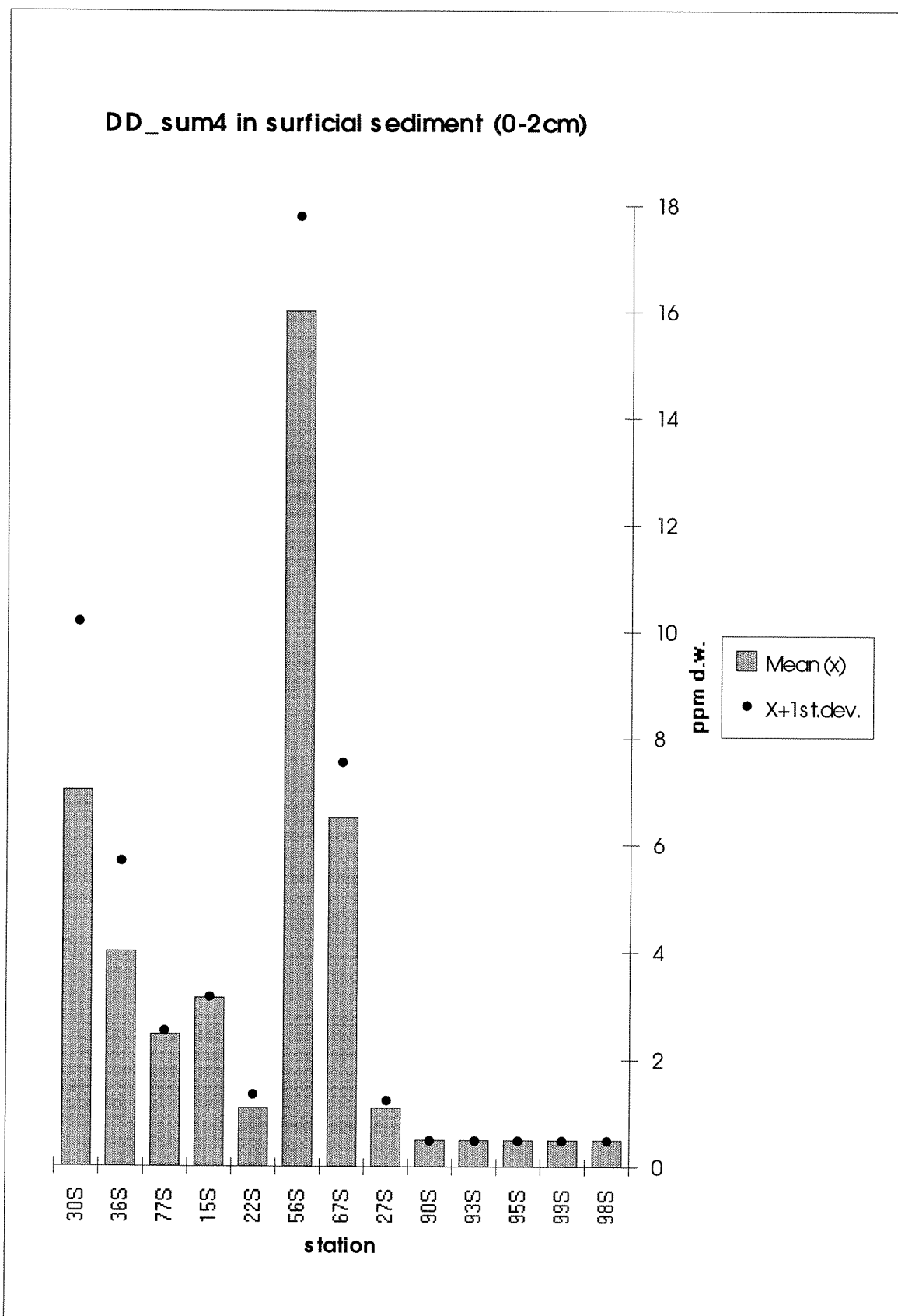
**Figur 76.** Middell verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av bly i overflate sediment (0-2cm) 1990 eller 1992, ppm tørrvekt (kfr. fig.1-3, 5, 31 og 64).



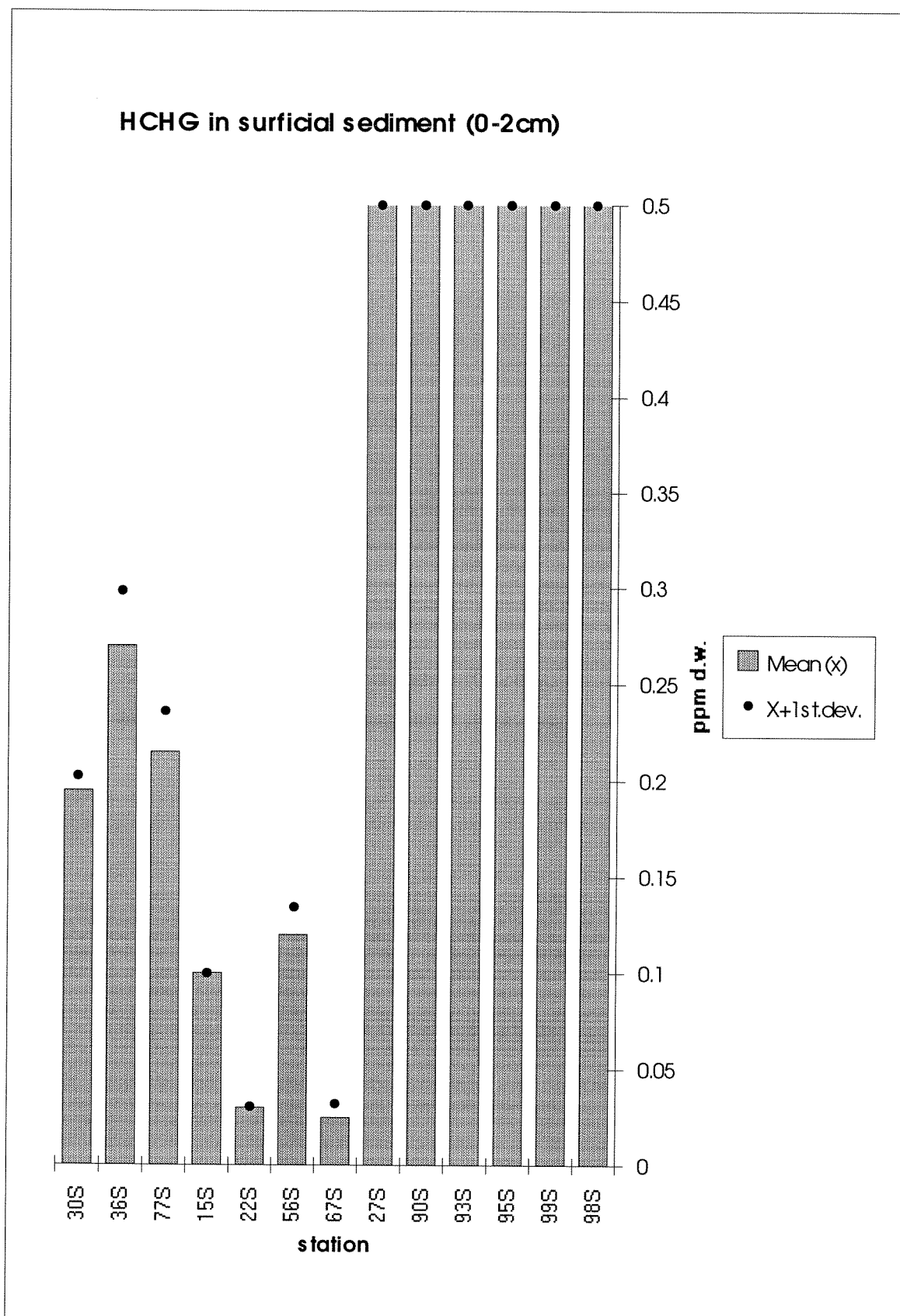
**Figur 77.** Middel verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av sink i overflate sediment (0-2cm) 1990 eller 1992, ppm tørrvekt (kfr. fig.1-3, 5, 31 og 64).



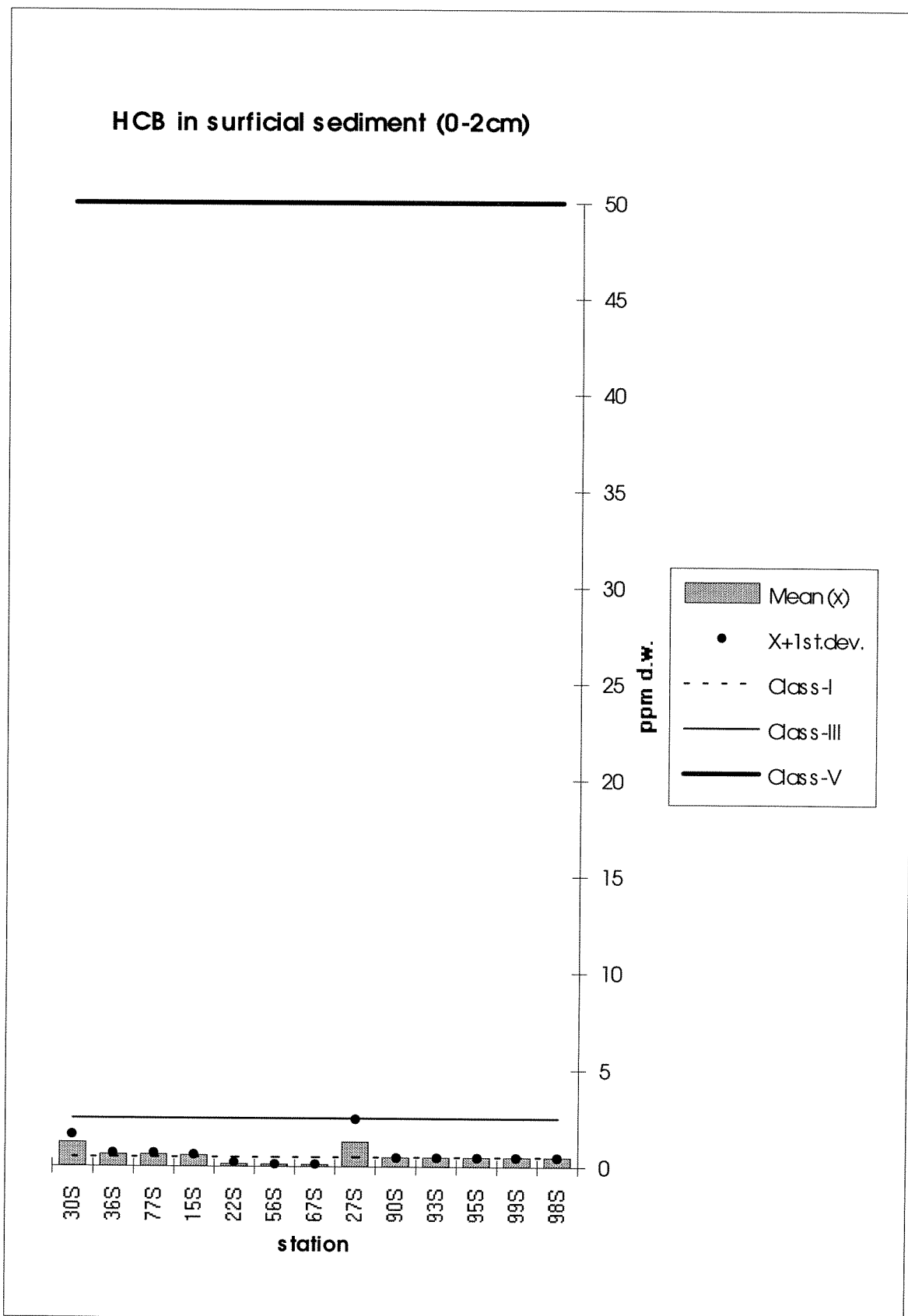
**Figur 78.** Middelt verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av PCB (CB-Sum7 = sum av CB-28, -52, 101, -118, -138, -153, -180) i overflate sediment (0-2cm) 1990 eller 1992, ppm tørrvekt (kfr. fig.1-3, 5, 31 og 64).



**Figur 79.** Middell verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av DDT-Sum4 (sum of ppDDE and ppDDD) i overflate sediment (0-2cm) 1990 eller 1992, ppm tørrvekt (kfr. fig.1-3, 5, 31 og 64).



**Figur 80.** Middel verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av HCHG ( $\gamma$ -HCH, Lindan) i overflate sediment (0-2cm) 1990 eller 1992, ppm tørrvekt (kfr. fig.1-3, 5, 31 og 64). Deteksjonsgrense lå på 0.5 for undersøkelse av stasjoner 27S, 90S, 93S, 95S, 99S og 98S utført i 1992.



**Figur 81.** Middell verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av HCB i overflate sediment (0-2cm) 1990 eller 1992, ppm tørrvekt (kfr. fig.1-3, 5, 31 og 64).

# Vedlegg E

## Landsoversikt for miljøgiftnivåer i organismer 1992

### *Geographical distribution of contaminants in biota 1992.*

Sortert etter miljøgift og art  
*Sorted by contaminant and species:*

**Kadmium Cadmium (Cd)**

**Kobber Copper (Cu)**

**Kvikksølv Mercury (Hg)**

**Bly Lead (Pb)**

**Sink Zinc (Zn)**

**Sum 7 CB**

**DDE**

**HCB**

**γHCH**

**PAH**

**B(a)P**

**Blåskjell Blue Mussel (*Mytilus edulis*)**

**Torsk Atlantic cod (*Gadus morhua*)**

**Flatfisk flatfish:**

**Skrubbe Flounder (*Platichthys flesus*)**

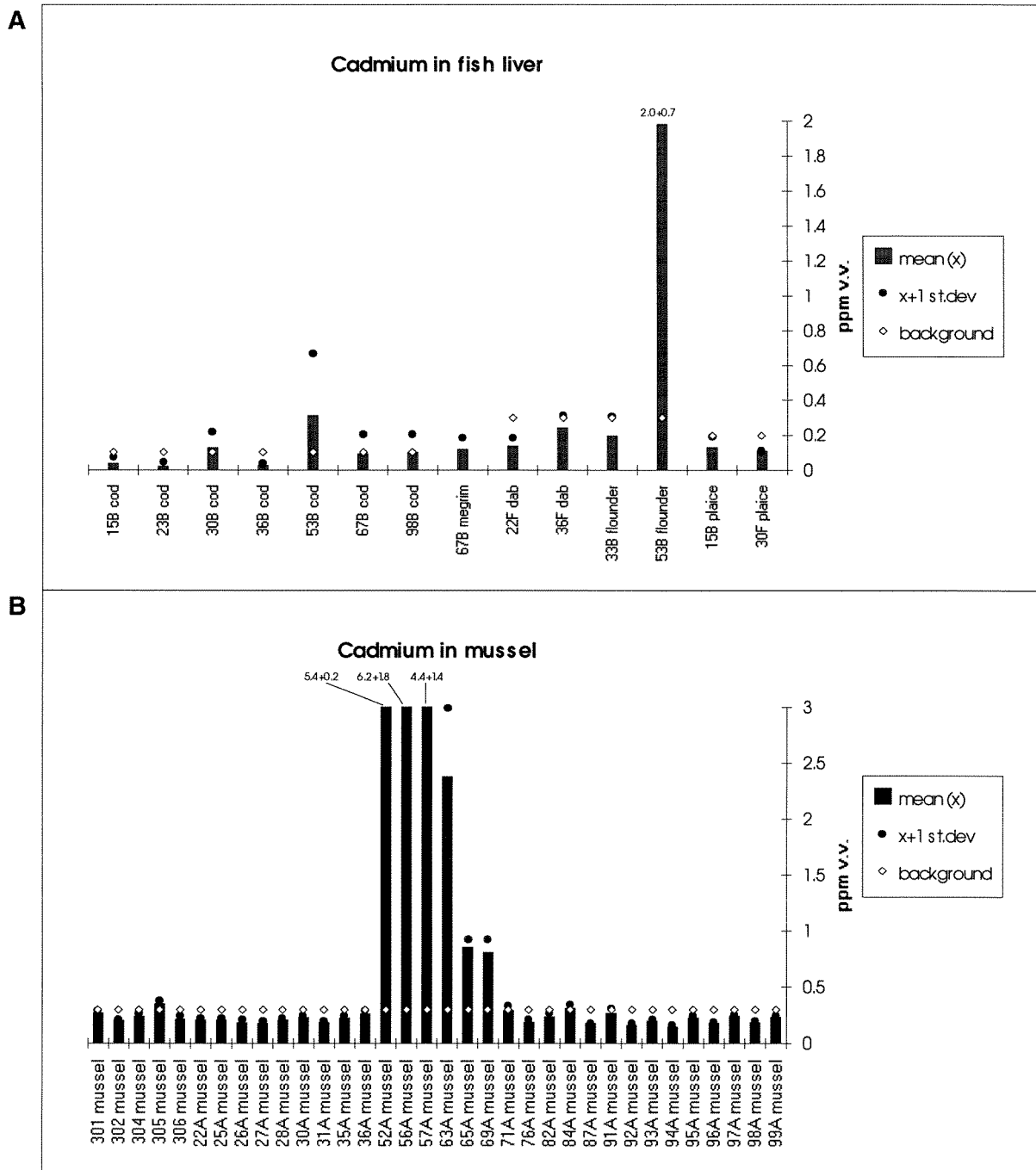
**Sandflyndre Dab (*Limanda limanda*)**

**Glassvar Megrin (*Lepidorhombus whiff-iaonis*)**

**Rødspette Plaice (*Pleuronectes platess*)**

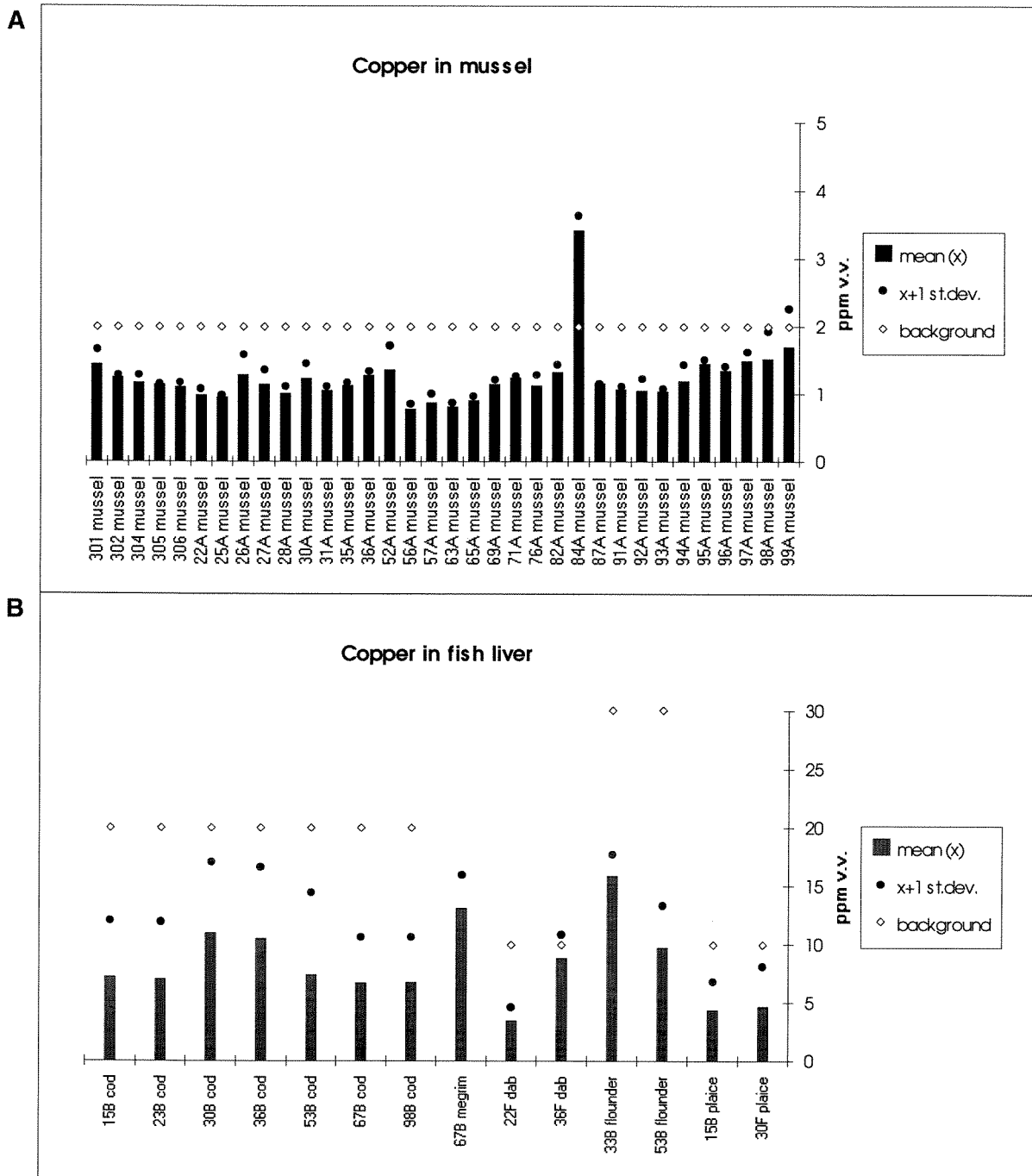
Stasjons posisjoner er visst på kart på fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64 med unntak på stasjoner 301-306 fra indre Oslofjord undersøkt kun i 1992 som er vist i Green & Knutzen (1993)

*Station positions are shown on maps in figures 1-3, 5, 25, 28, 31 og 64 except for stations 301-306 from the inner Oslofjord sampled only 1992 which shown in Green & Knutzen (1993).*

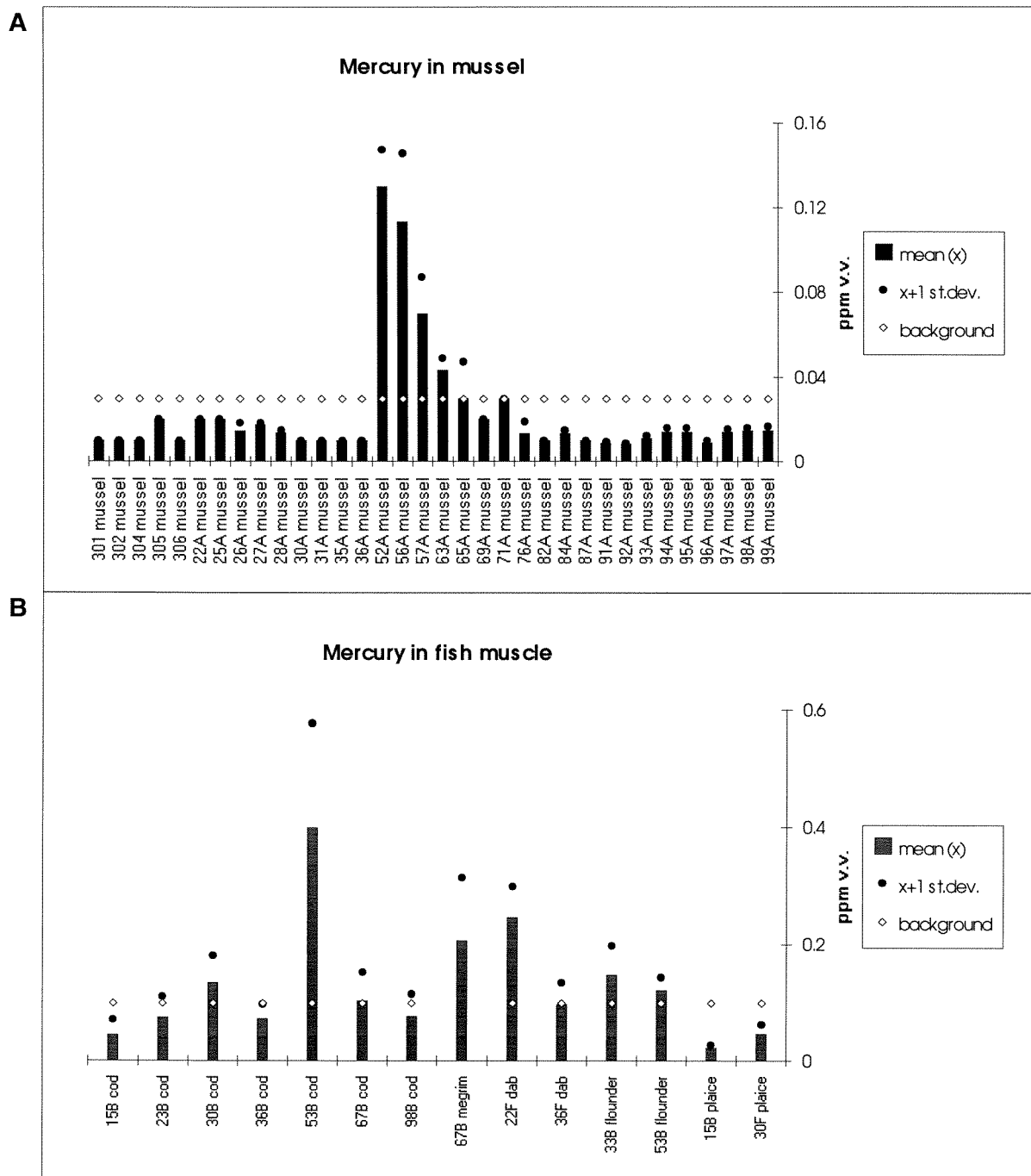


**Figur 82.** Middel verdi, standard avvik og "antatt høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av kadmium i blåskjell (**A**) og i lever av torsk, glassvar, sandflyndre og rødspette (**B**) 1992, ppm våtvekt (kfr. fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64).

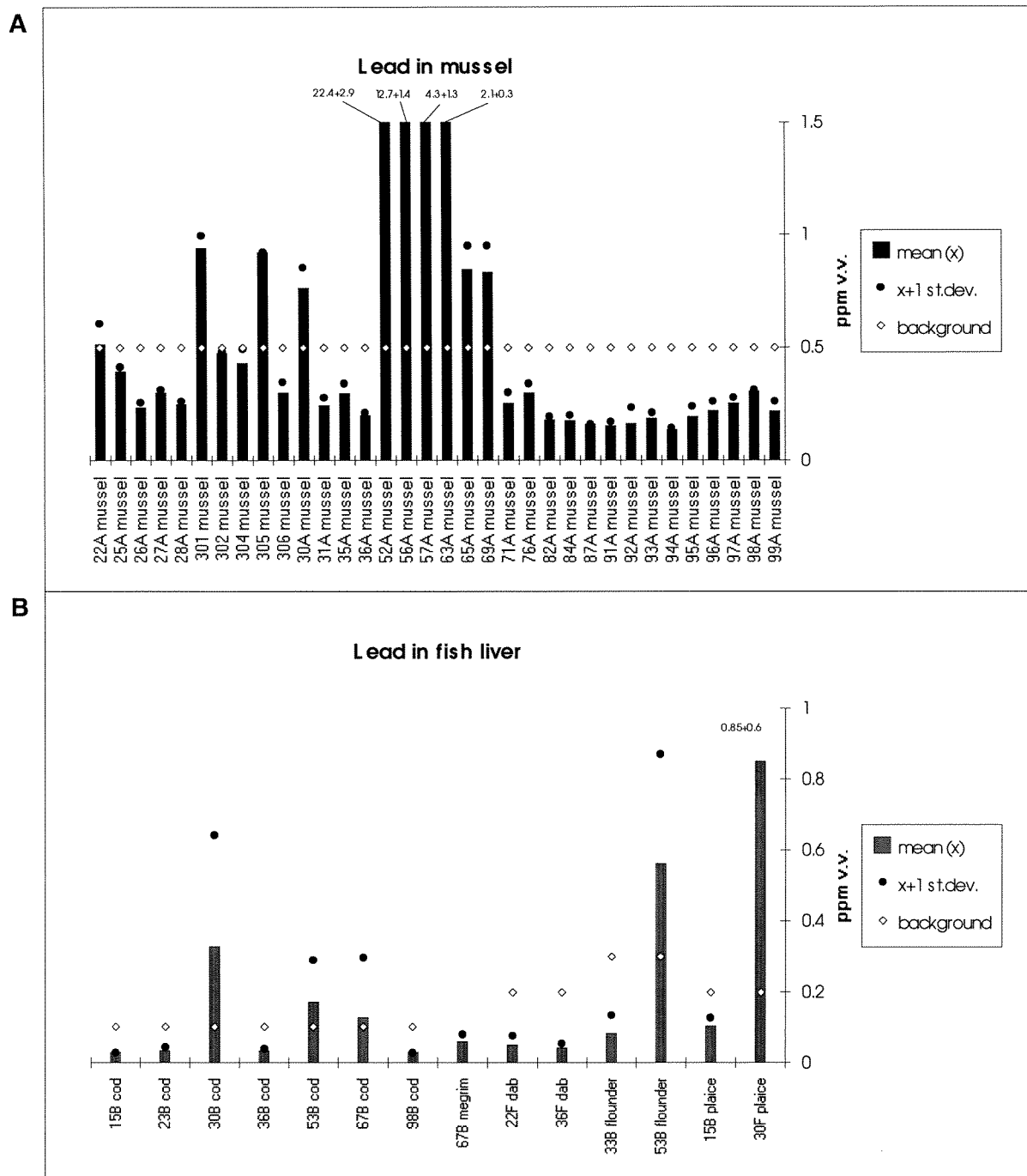




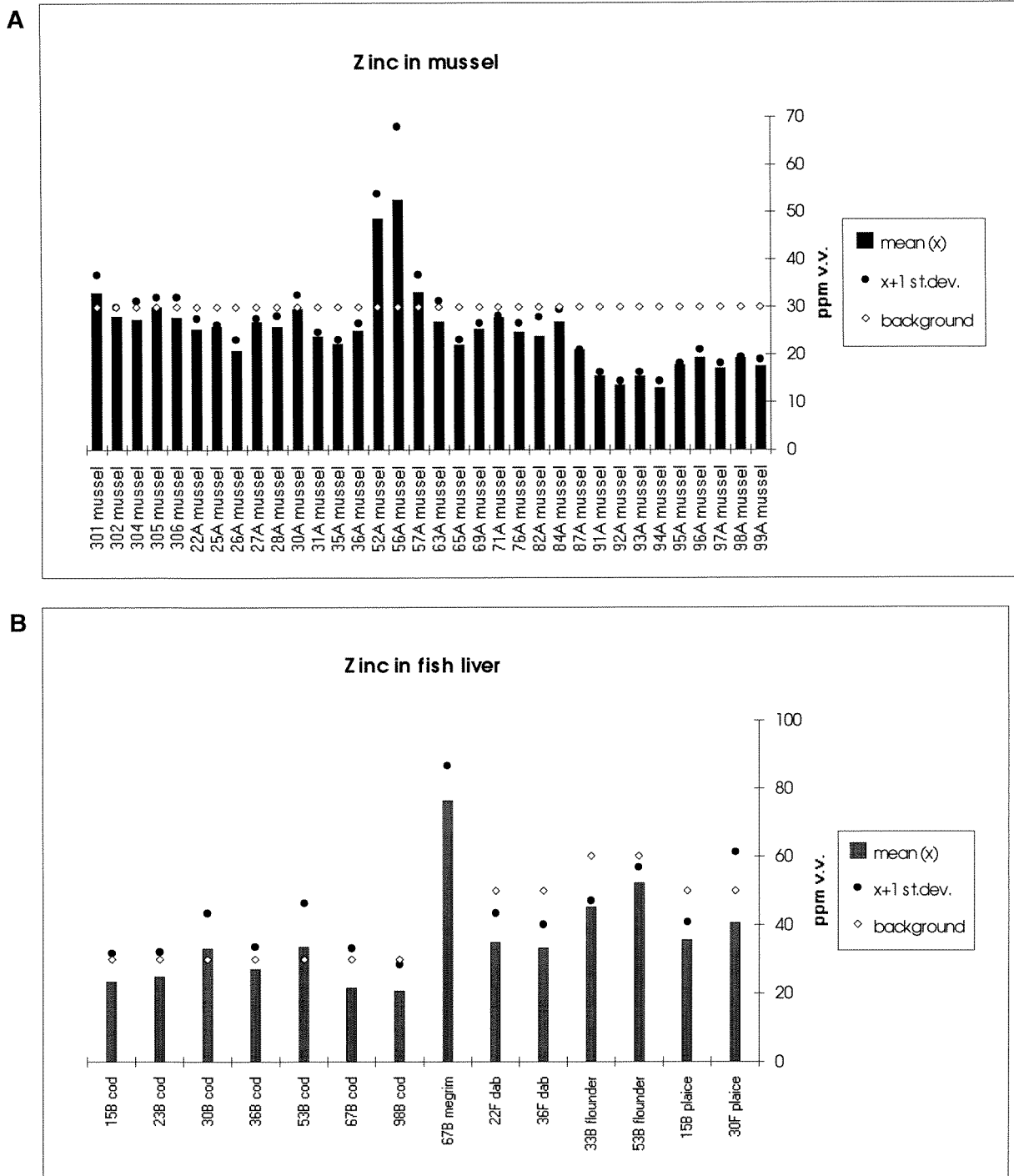
**Figur 83.** Middel verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av kobber i blåskjell (A) og i lever av torsk, glassvar, sandflyndre og rødspette (B) 1992, ppm våtvekt (kfr. fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64).



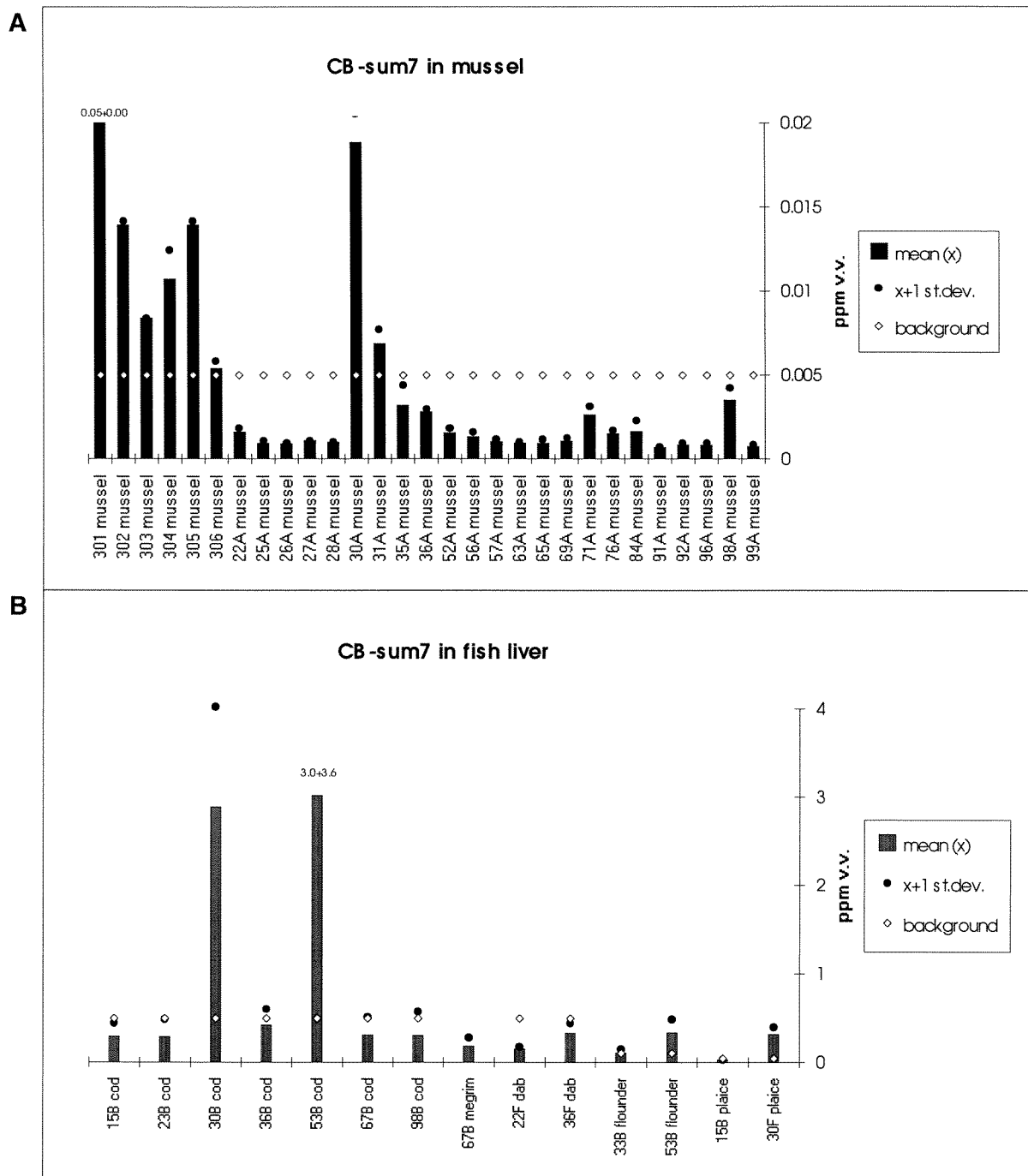
**Figur 84.** Middelt verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av kvikksølv i blåskjell (**A**) og i filet av torsk, glassvar, sandflyndre og rødspette (**B**) 1992, ppm våtvekt (kfr. fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64).



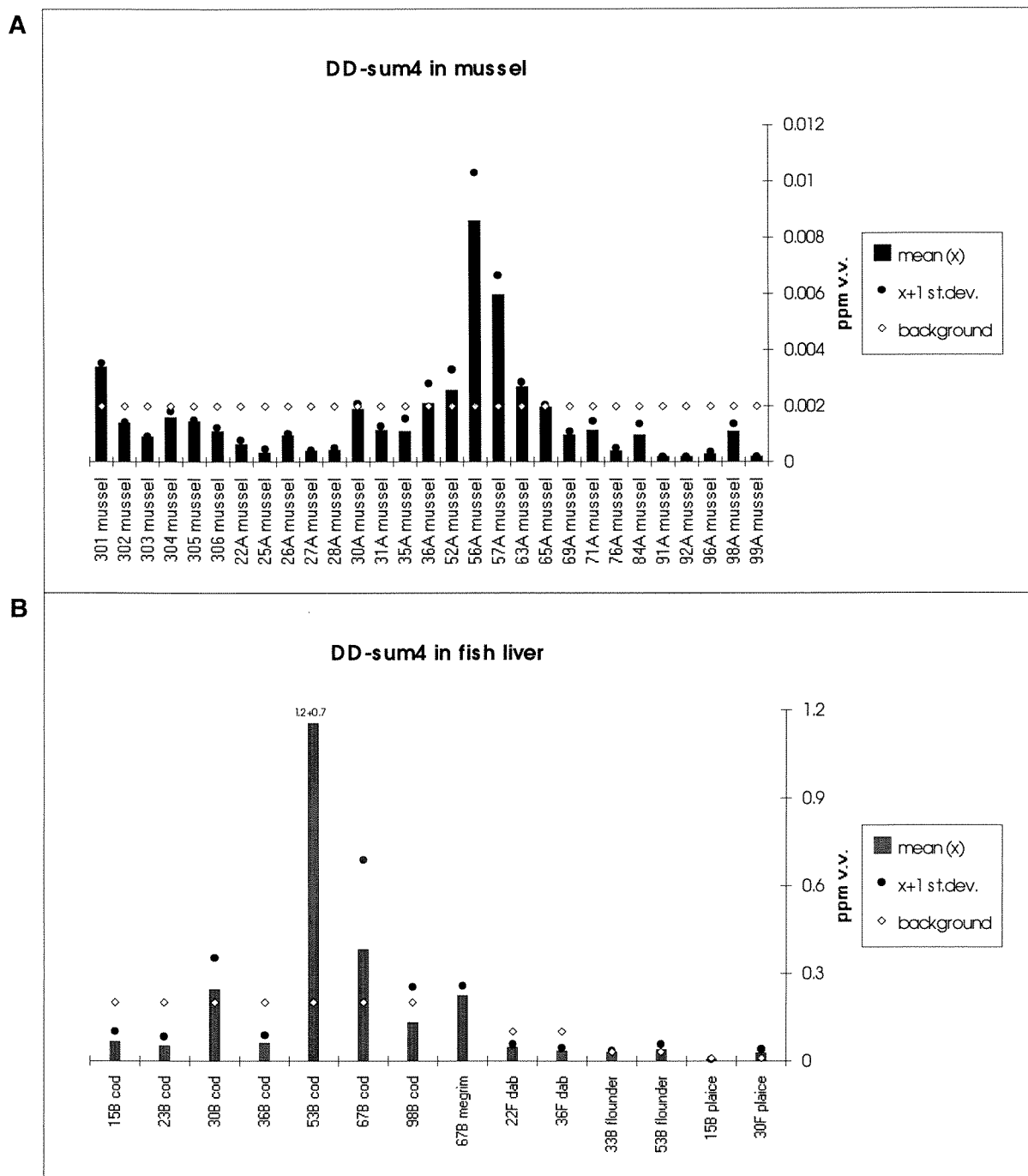
**Figur 85.** Middelt verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av bly i blåskjell (**A**) og i lever av torsk, glassvar, sandflyndre og rødspette (**B**) 1992, ppm våtvekt (kfr. fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64).



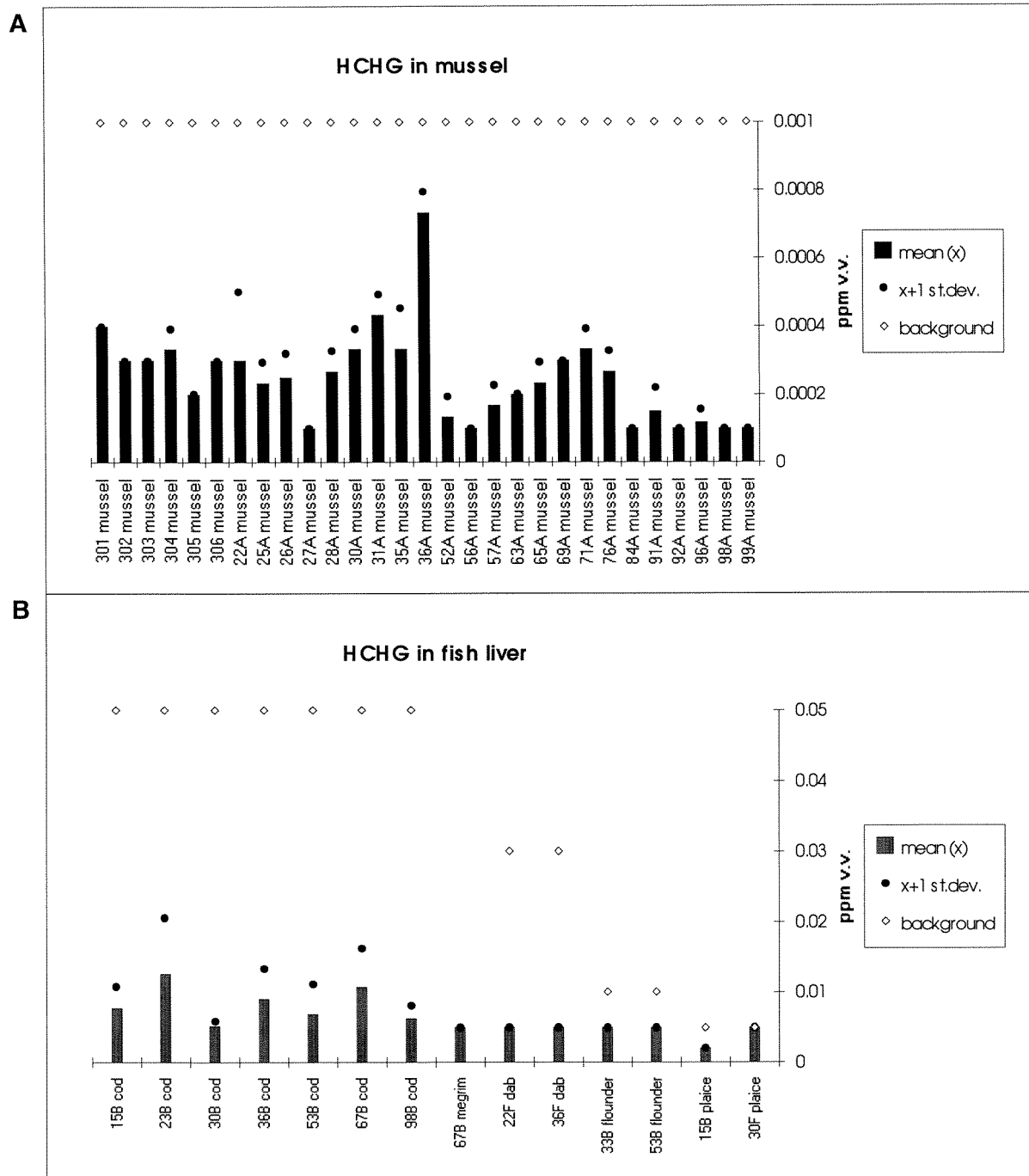
**Figur 86.** Middell verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av sink i blåskjell (**A**) og i lever av torsk, glassvar, sandflyndre og rødspette (**B**) 1992, ppm våtvekt (kfr. fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64).



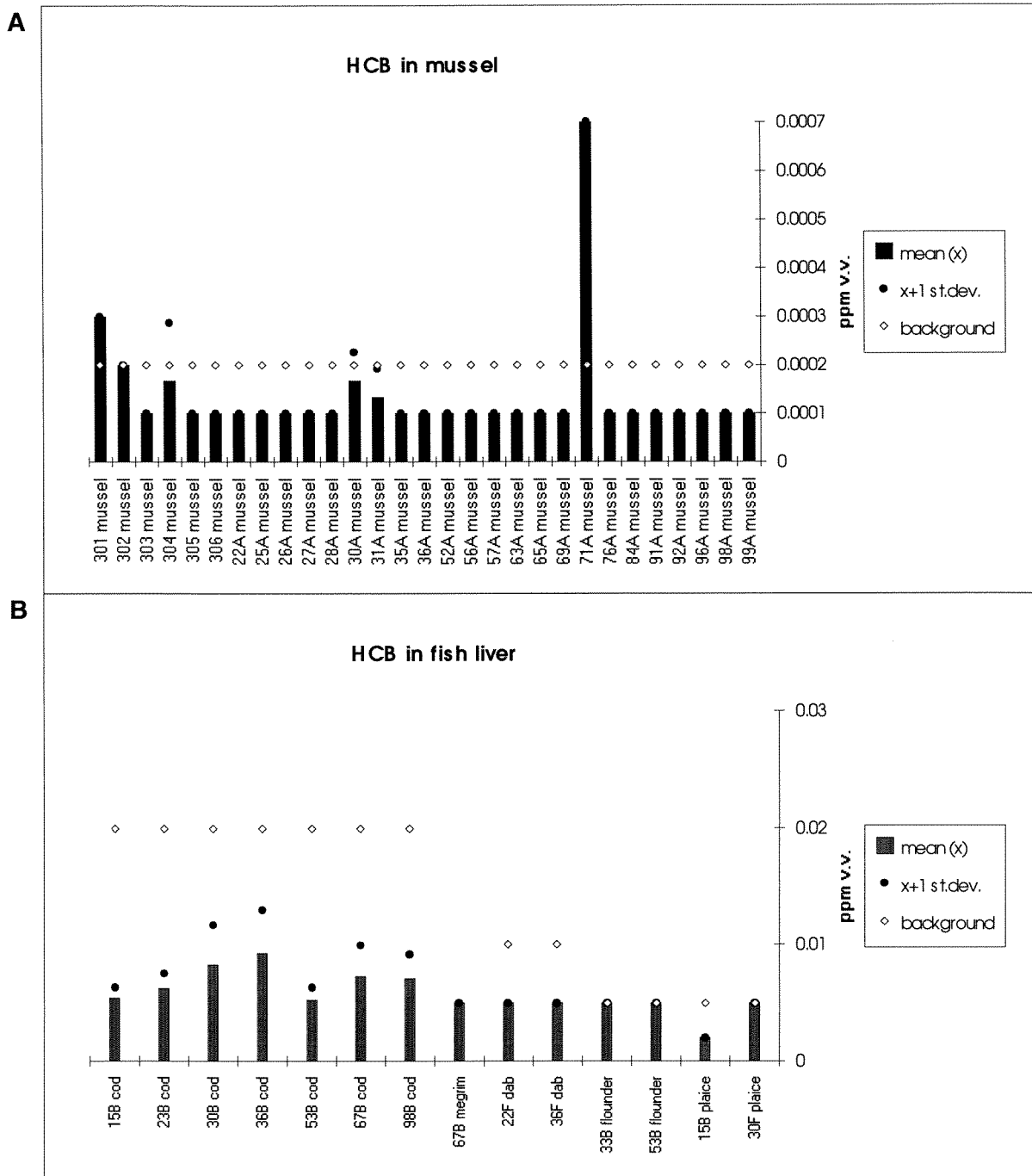
**Figur 87.** Middell verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av PCB (CB-sum7 = sum av CB-28, -52, 101, -118, -138, -153, -180) i blåskjell (**A**) og i lever av torsk, glassvar, sandflyndre og rødspette (**B**) 1992, ppm våtvekt (kfr. fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64).



**Figur 88.** Middelt verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av DDT-sum4 (sum of ppDDE and ppDDD) i blåskjell (**A**) og i lever av torsk, glassvar, sandflyndre og rødspette (**B**) 1992, ppm våtvekt (kfr. fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64).



**Figur 89.** Middell verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av HCHG ( $\gamma$ -HCH, Lindan) i blåskjell (**A**) og i lever av torsk, glassvar, sandflyndre og rødspette (**B**) 1992, ppm våtvekt (kfr. fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64).



**Figur 90.** Middel verdi, standard avvik og "høyt bakgrunnsnivå" for konsentrasjoner av HCB i blåskjell (**A**) og i lever av torsk, glassvar, sandflyndre og rødspette (**B**) 1992, ppm våtvekt (kfr. fig.1-3, 5, 25, 28, 31 og 64).



**Vedlegg F**  
**Resultater fra prinsipal komponent analyse (PCA)**  
*Results from principle component analysis (PCA)*

**Sortert etter art og miljøgift:**  
*Sorted by species and contaminant:*

**Blåskjell Blue Mussel (*Mytilus edulis*)**

**Torsk Atlantic cod (*Gadus morhua*)**

**Sum 7 CB**  
**PAH**

# 1. Prinsipal komponent analyse for PCB i *Mytilus edulis*

## Eigenanalysis of the Covariance Matrix

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
<b>Eigenvalue</b>	3.3795	0.4123	0.3002	0.1018	0.0878	0.0521	0.0128
<b>Proportion</b>	0.778	0.095	0.069	0.023	0.020	0.012	0.003
<b>Cumulative</b>	0.778	0.872	0.941	0.965	0.985	0.997	1.000
<b>Variable</b>	<b>koef.1</b>	<b>koef.2</b>	<b>koef.3</b>	<b>koef.4</b>	<b>koef.5</b>	<b>koef.6</b>	<b>koef.7</b>
<b>CB28</b>	-0.170	-0.092	-0.779	0.577	0.107	-0.111	0.016
<b>CB52</b>	-0.438	-0.291	-0.360	-0.670	0.287	0.244	0.057
<b>CB101</b>	-0.466	0.151	0.170	-0.078	0.189	-0.829	-0.055
<b>CB118</b>	-0.452	0.058	-0.075	-0.047	-0.856	0.073	-0.216
<b>CB138</b>	-0.419	0.173	0.232	0.240	0.021	0.244	0.789
<b>CB153</b>	-0.409	0.199	0.267	0.299	0.369	0.415	-0.569
<b>CB180</b>	-0.120	-0.901	0.323	0.254	-0.041	-0.063	-0.017

## Analysis of Variance for fac-1

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Station	1	85.681	85.681	85.681	89.36	<b>0.000</b>
Error	34	32.600	32.600	0.959		
Total	35	118.281				

## 1. Prinsipal komponent analyse for PCB i *Mytilus edulis* (forts.)

Station	Myear	Lnmea (mm)	Wtmea (g)	faktor-1	faktor-2
30	1990	26	0.5	-2.67745	1.35004
30	1990	35	1.2	-2.18498	2.25609
30	1990	44	2.1	-2.38816	2.12571
30	1991	25	0.6	-2.03252	1.26292
30	1991	34	1.6	-1.92374	1.47124
30	1991	45	2.8	-1.67366	2.12607
30	1992	25	0.5	-2.50584	1.94931
30	1992	34	1.3	-2.31646	2.30030
30	1992	44	2.7	-2.02104	2.30914
31	1990	26	0.6	0.00262	1.98564
31	1990	35	1.4	0.18284	0.09303
31	1990	45	2.6	0.86081	0.92658
31	1991	24	0.5	0.97794	1.55483
31	1991	35	1.5	0.73710	1.70631
31	1991	44	3.2	1.11148	1.69097
31	1992	24	0.5	-0.34134	2.43658
31	1992	34	1.7	0.21247	2.47490
31	1992	44	3.3	0.15114	2.48904
35	1990	25	0.5	0.60004	0.76691
35	1990	35	1.4	1.24754	1.63971
35	1990	45	2.2	1.22195	0.75112
35	1991	25	0.6	2.01943	1.51578
35	1991	35	1.4	1.88545	1.55909
35	1991	44	2.3	2.29602	1.40321
35	1992	24	0.5	1.50252	2.65026
35	1992	35	1.7	1.73851	2.56654
35	1992	44	3.4	3.35518	2.44462
36	1990	25	0.7	0.96470	1.18540
36	1990	35	2.1	0.75282	2.02505
36	1990	45	3.8	1.47304	1.73515
36	1991	25	0.5	2.71118	1.40843
36	1991	36	1.6	2.46664	1.39137
36	1991	45	3.4	3.19058	1.22714
36	1992	24	0.5	2.54955	2.73680
36	1992	34	1.6	2.54955	2.73680
36	1992	45	3.2	2.83565	2.63644

## 2. Prinsipal komponent analyse for PAH *Mytilus edulis*

### Eigenanalysis of the Covariance Matrix

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
<b>Eigenvalue</b>	13.821	0.888	0.546	0.336	0.242	0.162	0.108	0.076
<b>Proportion</b>	0.848	0.054	0.034	0.021	0.015	0.010	0.007	0.005
<b>Cumulative</b>	0.848	0.902	0.936	0.956	0.971	0.981	0.988	0.992

	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15	PC16
<b>Eigenvalue</b>	0.036	0.029	0.018	0.013	0.011	0.009	0.004	0.003
<b>Proportion</b>	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000
<b>Cumulative</b>	0.995	0.996	0.998	0.998	0.999	1.000	1.000	1.000

Variable	KOEF.1	KOEF.2	KOEF.3	KOEF.4	KOEF.5	KOEF.6	KOEF.7	KOEF.8
FLE	-0.142	0.086	0.182	-0.659	-0.108	0.184	-0.220	0.438
PA	-0.154	0.108	-0.071	-0.466	0.014	-0.293	0.103	-0.007
ANT	-0.220	0.171	0.319	0.109	0.282	0.093	-0.026	0.400
PAM1	-0.247	0.064	0.274	-0.243	0.292	0.259	-0.195	-0.642
FLU	-0.295	0.382	-0.399	-0.085	-0.031	-0.447	0.103	0.039
PYR	-0.415	0.573	0.213	0.362	-0.227	0.175	0.006	-0.040
BAA	-0.312	-0.182	-0.339	0.191	0.492	0.302	-0.005	0.197
CHR	-0.309	-0.085	-0.323	-0.092	0.164	0.075	-0.146	0.067
BBF	-0.259	-0.188	-0.207	-0.108	-0.193	0.118	0.167	-0.247
BJKF	-0.255	-0.323	0.024	0.187	-0.075	-0.355	-0.713	-0.014
BEP	-0.288	-0.011	-0.179	0.038	-0.181	-0.020	0.196	-0.154
BAP	-0.224	-0.307	0.177	0.055	-0.024	0.085	0.427	0.205
PER	-0.142	-0.078	0.418	-0.053	0.340	-0.421	0.231	-0.175
ICDP	-0.215	-0.333	0.059	-0.129	-0.362	0.225	0.113	-0.078
DBA3A	-0.085	-0.209	0.067	0.017	0.225	-0.263	0.217	0.075
BGHIP	-0.238	-0.194	0.269	0.153	-0.357	-0.183	-0.024	0.142

Variable	KOEF.9	KOEF.10	KOEF.11	KOEF.12	KOEF.13	KOEF.14	KOEF.15	KOEF.16
FLE	0.137	0.217	-0.002	-0.317	0.077	-0.096	-0.132	0.143
PA	-0.304	0.230	0.055	0.469	-0.377	0.053	0.208	-0.299
ANT	0.186	-0.482	0.137	0.395	-0.071	-0.226	0.219	0.119
PAM1	-0.233	-0.120	-0.119	0.124	0.137	-0.072	-0.236	0.141
FLU	0.041	-0.284	-0.310	-0.031	0.119	0.159	-0.203	0.359
PYR	0.006	0.261	-0.165	-0.186	-0.114	0.008	0.079	-0.300
BAA	-0.149	0.262	0.035	-0.103	-0.377	0.185	-0.092	0.242
CHR	-0.095	-0.270	0.234	-0.174	0.456	0.156	0.152	-0.552
BBF	0.078	0.008	-0.081	-0.156	0.008	-0.349	0.678	0.290
BJKF	0.226	0.189	-0.184	0.174	-0.005	-0.059	0.027	-0.014
BEP	0.326	0.177	0.592	0.192	0.051	-0.306	-0.408	0.025
BAP	-0.017	0.281	-0.367	0.343	0.488	0.122	-0.067	-0.004
PER	0.313	0.109	0.227	-0.323	-0.015	0.351	0.172	0.042
ICDP	0.267	-0.414	-0.167	-0.004	-0.423	0.338	-0.170	-0.172
DBA3A	-0.112	-0.117	-0.284	-0.312	-0.176	-0.611	-0.254	-0.313
BGHIP	-0.649	-0.143	0.315	-0.146	0.010	0.056	-0.046	0.245

### Analysis of Variance for faktor-1

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Station	1	175.84	175.84	175.84	20.08	<b>0.000</b>
Error	32	280.26	280.26	8.76		
Total	33	456.09				

## 2. Prinsipal komponent analyse for PAH *Mytilus edulis* (forts)

Station	Myear	Lnmea (mm)	Wtmea (g)	faktor-1	faktor-2
301	1992	45	3.5	-8.24474	2.52829
301	1992	44	3.6	-8.29349	2.44398
304	1992	35	1.2	-3.71544	2.53227
304	1992	44	2.5	-2.51012	2.50960
305	1992	44	2.7	-6.68336	1.22739
305	1992	44	4.5	-6.88206	1.10953
30	1992	34	1.3	-3.04268	2.66415
30	1992	44	2.7	-2.47750	2.75045
36	1992	24	0.5	-2.11275	1.80331
36	1992	34	1.6	-1.89901	1.93015
36	1992	45	3.2	-1.58962	1.70774
76	1992	45	3.0	-3.39508	0.32891
56	1992	43	1.6	-3.72989	-0.74970
69	1992	45	3.7	1.44954	1.49895
84	1992	35	1.7	-1.24478	3.72600
84	1992	42	3.5	-0.50750	3.29651
25	1992	45	2.9	1.95035	1.14008
25	1992	45	3.0	2.74590	1.28240
26	1992	45	3.2	2.09955	1.82405
26	1992	45	3.1	1.78150	1.51985
28	1992	43	3.2	3.19643	1.98168
28	1992	44	3.6	-0.79251	-0.59753
91	1992	43	2.6	3.93408	1.47852
91	1992	43	2.7	4.23939	1.46027
92	1992	42	2.0	3.72349	1.62001
92	1992	42	2.1	3.30592	1.89419
94	1992	43	2.5	0.77498	3.01640
94	1992	43	2.7	0.08463	2.86515
96	1992	45	3.1	2.86927	2.28396
96	1992	45	3.1	2.65817	2.38813
98	1992	46	4.0	2.35099	2.14786
98	1992	46	4.1	2.91936	2.02493
99	1992	44	2.6	4.47631	1.83925
99	1992	44	2.7	4.00102	1.57211

### 3. Prinsipal komponent analyse for PCB i *Gadus morhua*

#### Eigenanalysis of the Covariance Matrix

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
<b>Eigenvalue</b>	7.7914	0.9251	0.1443	0.0932	0.0496	0.0318	0.0174
<b>Proportion</b>	0.861	0.102	0.016	0.010	0.005	0.004	0.002
<b>Cumulative</b>	0.861	0.963	0.979	0.989	0.995	0.998	1.000
<b>Variable</b>	<b>koef.1</b>	<b>koef.2</b>	<b>koef.3</b>	<b>koef.4</b>	<b>koef.5</b>	<b>koef.6</b>	<b>koef.7</b>
<b>CB28</b>	-0.186	0.525	0.739	0.222	0.263	0.156	-0.027
<b>CB52</b>	-0.397	0.596	-0.262	-0.612	-0.205	-0.029	-0.030
<b>CB101</b>	-0.431	0.198	-0.511	0.571	0.379	-0.199	0.068
<b>CB118</b>	-0.396	-0.115	0.231	0.307	-0.742	-0.354	0.084
<b>CB138</b>	-0.383	-0.242	-0.030	-0.018	-0.050	0.704	0.544
<b>CB153</b>	-0.359	-0.246	-0.022	0.035	-0.026	0.356	-0.826
<b>CB180</b>	-0.436	-0.444	0.263	-0.393	0.439	-0.433	0.098

#### Analysis of Variance for fac-1

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Station	1	786.94	786.94	786.94	278.20	<b>0.000</b>
Error	157	444.11	444.11	2.83		
Total	158	1231.05				

### 3. Prinsipal komponent analyse for PCB i *Gadus morhua* (forts.)

Station	Myear	Lnmea (mm)	Wtmea (g)	faktor-1	faktor-2
30	1990	420	744.0	-11.8540	-2.54193
30	1990	460	1161.0	-11.7147	-1.43059
30	1990	470	1147.0	-12.6098	-2.06589
30	1990	480	1028.0	-10.2894	-2.84166
30	1990	480	977.0	-11.9244	-1.87418
30	1990	480	1035.0	-9.7728	-3.14660
30	1990	490	1484.0	-10.9581	-2.45311
30	1990	500	1568.0	-11.3994	-1.79364
30	1990	510	1334.0	-12.0542	-3.11855
30	1990	510	1580.0	-13.3485	-1.17957
30	1990	530	1644.0	-12.4800	-1.87244
30	1990	540	1632.0	-12.5417	-1.42298
30	1990	540	1368.0	-12.9532	-3.06342
30	1990	550	1867.0	-11.9983	-1.46846
30	1990	550	1765.0	-12.8948	-2.17861
30	1990	560	1932.0	-12.3816	-0.99678
30	1990	560	1877.0	-11.8833	-1.60747
30	1990	560	1979.0	-12.5616	-1.06714
30	1990	570	2077.0	-12.6674	-1.21917
30	1990	570	1826.0	-12.0925	-3.36146
30	1990	580	2243.0	-13.0524	-1.56712
30	1990	620	2635.0	-13.8001	-1.54883
30	1990	620	2344.0	-12.3792	-1.62046
30	1990	620	2708.0	-13.5109	-0.56242
30	1990	650	2942.0	-10.8160	-2.39564
30	1991	410	665.0	-16.3239	-0.18033
30	1991	410	725.0	-15.0653	-1.53411
30	1991	420	750.0	-14.5089	-1.06106
30	1991	430	798.0	-14.4521	-1.58972
30	1991	440	767.0	-14.1429	-1.86218
30	1991	450	906.0	-14.4072	-1.95511
30	1991	450	956.0	-15.0020	-1.87665
30	1991	470	951.0	-14.6134	-1.71447
30	1991	490	1095.0	-12.0738	-3.84149
30	1991	500	1132.0	-15.5529	-1.24315
30	1991	510	1063.0	-14.1960	-2.02989
30	1991	510	1427.0	-15.1362	-0.98678
30	1991	520	1155.0	-15.8539	-1.35347
30	1991	520	1417.0	-15.1137	-1.90385
30	1991	550	1469.0	-13.6473	-3.86564
30	1991	560	1656.0	-14.1019	-0.96029
30	1991	560	1728.0	-14.1178	-2.19271
30	1991	600	2093.0	-12.4976	-2.55236
30	1991	630	2433.0	-16.8572	0.19466
30	1991	680	2903.0	-15.9106	-1.63888
30	1991	720	3264.0	-16.3638	-2.15418
30	1991	740	3768.0	-15.8916	-1.72868
30	1991	750	3617.0	-16.8747	-2.18354

### 3. Prinsipal komponent analyse for PCB i *Gadus morhua* (forts.)

Station	Myear	Lnmea (mm)	Wtmea (g)	faktor-1	faktor-2
30	1992	360	520.0	-12.9275	-3.30029
30	1992	370	536.8	-13.5306	-2.15070
30	1992	400	670.0	-14.0430	-2.61778
30	1992	400	671.7	-14.6891	-2.35121
30	1992	405	769.8	-12.7186	-2.49447
30	1992	410	837.2	-14.2261	-1.59927
30	1992	410	807.4	-13.2629	-2.00932
30	1992	420	736.6	-13.5063	-2.08912
30	1992	440	925.3	-11.2052	-3.18571
30	1992	470	989.5	-14.1461	-2.06219
30	1992	480	1014.2	-12.8845	-4.13387
30	1992	485	1059.1	-13.9358	-3.05207
30	1992	500	1398.9	-15.9924	-2.23442
30	1992	510	1522.8	-14.5041	-2.40035
30	1992	550	1646.1	-11.7371	-3.41036
30	1992	555	1662.7	-13.8485	-4.15748
30	1992	560	1959.1	-15.4364	-0.90022
30	1992	620	2535.1	-14.9276	-2.25739
30	1992	410	787.9	-15.1928	-0.61002
30	1992	435	736.6	-15.3630	-1.14762
30	1992	440	819.0	-14.1331	-0.72250
30	1992	440	817.0	-14.6602	0.16593
30	1992	450	1006.2	-13.9611	-0.68295
30	1992	450	858.4	-13.6261	0.14350
30	1992	470	1083.8	-14.2240	0.12620
30	1992	480	1102.4	-13.4794	0.21912
30	1992	480	1036.1	-15.0815	-0.25837
30	1992	490	1312.3	-11.4132	-0.57805
30	1992	500	1165.5	-13.0059	-1.84264
30	1992	545	1295.3	-15.6694	0.12351
30	1992	580	2228.4	-11.5175	0.06667
30	1992	590	2437.6	-14.4104	-2.92748
30	1992	620	2542.5	-15.3408	0.43879
30	1992	680	3154.7	-15.7555	-0.98059
30	1992	680	3559.4	-15.9175	-0.63023
30	1992	690	2958.4	-16.4623	-0.68406
30	1992	720	3864.7	-16.8630	0.10682



### 3. Prinsipal komponent analyse for PCB i *Gadus morhua*

Station	Myear	Lnmea (mm)	Wtmea (g)	faktor-1	faktor-2
36	1990	380	518.0	-1.8910	-2.18148
36	1990	390	549.0	-7.4770	-0.52205
36	1990	410	643.0	-7.9551	-0.43890
36	1990	420	708.0	-7.3991	-1.13574
36	1990	430	821.0	-8.8090	-1.31741
36	1990	430	836.0	-9.2056	-1.34745
36	1990	430	771.0	-7.6215	-1.98989
36	1990	440	941.0	-7.8088	-0.86206
36	1990	450	982.0	-8.7179	-1.27386
36	1990	470	1035.0	-11.6414	-0.77104
36	1990	490	1328.0	-9.4446	-2.35709
36	1990	500	1026.0	-7.1618	-2.73826
36	1990	520	1289.0	-9.6922	-1.08421
36	1990	550	1333.0	-3.4858	-3.40527
36	1990	550	1365.0	-11.6919	-1.65898
36	1990	560	1601.0	-11.2211	-1.72157
36	1990	580	1794.0	-11.7268	-1.87154
36	1990	580	1872.0	-11.6554	-1.13378
36	1990	590	2035.0	-11.8064	-1.44099
36	1990	600	1964.0	-9.8467	-1.21939
36	1990	600	1775.0	-11.9167	-2.37018
36	1990	600	1795.0	-11.2482	-0.82778
36	1990	620	2231.0	-14.4080	-0.65605
36	1990	660	2630.0	-12.1059	-2.07220
36	1991	390	621.0	-8.3091	-0.15486
36	1991	390	695.0	-8.6138	-0.42982
36	1991	420	722.0	-8.8916	-1.12066
36	1991	430	792.0	-8.9513	-0.65344
36	1991	450	1031.0	-8.2301	-0.14619
36	1991	470	1064.0	-9.3359	-0.35032
36	1991	470	1111.0	-9.1899	-0.66939
36	1991	490	1307.0	-10.0894	-0.72873
36	1991	490	1220.0	-8.5517	-0.39652
36	1991	500	1215.0	-9.4785	-0.30439
36	1991	500	1279.0	-10.0286	-0.50541
36	1991	500	1210.0	-9.2114	-0.76779
36	1991	500	1398.0	-9.2834	-0.50318
36	1991	500	1552.0	-10.5029	-0.31072
36	1991	500	1585.0	-11.0362	0.11613
36	1991	510	1325.0	-9.0212	-0.13643
36	1991	520	1558.0	-8.9443	-0.93014
36	1991	530	1307.0	-9.8495	-1.31673
36	1991	530	1686.0	-9.0490	-1.02166
36	1991	540	1558.0	-8.8117	-0.34917
36	1991	550	1761.0	-9.7545	-0.58204
36	1991	560	2064.0	-10.1733	-0.97823
36	1991	590	2126.0	-10.3787	-0.59626
36	1991	590	1812.0	-10.2888	-0.70312
36	1991	620	2601.0	-9.8475	-0.23953

### 3. Prinsipal komponent analyse for PCB i *Gadus morhua* (forts.)

Station	Myear	Lnmea (mm)	Wtmea (g)	faktor-1	faktor-2
36	1992	370	562.9	-9.4460	-1.45615
36	1992	380	542.4	-8.2304	-1.67217
36	1992	390	589.7	-6.5340	-0.79114
36	1992	395	553.3	-7.8234	-1.54467
36	1992	420	807.7	-9.3655	-1.42302
36	1992	440	848.2	-8.7548	-0.98163
36	1992	440	787.9	-8.6246	-1.87447
36	1992	450	774.2	-9.1103	-2.10712
36	1992	490	1179.7	-9.4121	-2.10776
36	1992	490	1254.1	-8.8368	-1.78838
36	1992	500	1332.6	-9.0848	-1.92355
36	1992	500	1370.0	-9.3022	-1.41778
36	1992	510	1312.8	-8.1663	-1.65619
36	1992	510	1296.1	-9.1604	-2.14849
36	1992	520	1447.2	-9.5042	-1.87559
36	1992	520	1512.5	-10.7275	-2.32190
36	1992	540	1662.7	-8.6050	-1.30754
36	1992	560	1965.1	-9.1991	-1.62151
36	1992	570	1744.0	-10.2873	-2.49509
36	1992	570	1759.6	-9.8167	-2.03414
36	1992	575	1661.5	-9.7285	-1.81606
36	1992	600	2113.9	-8.3769	-1.31987
36	1992	605	2376.8	-9.1268	-1.69590
36	1992	610	2047.3	-10.5393	-2.46685
36	1992	660	2967.7	-9.2285	-1.89298

**Vedlegg G**  
**Resultater fra dioksinanalysene i blåskjell**  
*Results from dioxin analyses in blue mussel*

**som omfatter:**

**Blåskjell *Blue Mussel (Mytilus edulis)***



Norsk institutt for vannforskning  
v/Roger Koniectny  
Postboks 69 Korsvoll

0808 OSLO 9

NORSK INSTITUTT FOR	
VANNFORSKNING	
J. nr.:	3542/91
Sak nr.:	80906
Mottatt:	15.8

N06

Deres ref.:

Vår ref.:  
MOe/MAa/O-1550

Lillestrøm, 13. August 1991

PCDF/PCDD-ANALYSER I BIOLOGISK MATERIALE

Det henvises til Deres bestilling av 6. juni 1991, prosjektnr. JMG 0-80106 angående analyser av polyklorerte dibenzofuraner og dibenzo-p-dioksiner i 7 biologiske prøver. Vedlagt oversendes analyseresultatene.

Analysene kunne foretas uten noen form for problemer og gjenvinningsprosenten av de tilsatte <sup>13</sup>C-merkete isomerer er meget bra. Vi har imidlertid lagt merke til at prøvematerialet inneholdt en god del vann. Vi har prøvd å samle opp mest mulig av den biologiske matriksen uten å få vannet ned. En viss fortynnings-effekt pga det høye vanningsinnholdet i prøvene kan imidlertid ikke utelukkes.

Med vennlig hilsen

*M. Oehme*  
Michael Oehme  
Avdelingsleder, laboratorium  
for organisk analyse

Vedlegg: 8

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.

Postal address:  
P.O.Box 64  
N-2001 LILLESTRØM, Norway

Office address:  
Elvegt. 52  
LILLESTRØM

Telephone: (06) 81 41 70  
Telefax : (06) 81 92 47  
Telex : 74854 nilu n

Bank: 5102.05.19030  
Postgiro: 0813 3308327

FETTBESTEMMELSE I BIOLOGISKE PRØVER  
FRA NIVA - JMG 0-80106  
NILUs PROSJEKT NR. 0-1550

Metode: Prøven blandes homogent med  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  og elueres med di-  
klormetan.

Lab.nr.	Materialer	Stedsbeskrivelse	Ekstraherbart fett i %
91/406	Blåskjell	Risøy (Arendalsområdet)	0,8%
91/407	Blåskjell	Ullersø (Listaområdet)	1,1%
91/408	Blåskjell	Koksverket (Ranfjorden)	1,5%
91/409	Blåskjell	Moholmen (Ranfjorden)	0,6%
91/410	Blåskjell	Hindera (Ranfjorden)	0,5%
91/411	Torskelever	Ranosen (Ranfjorden)	29,9%
91/412	Skrubbefilet	Ranosen (Ranfjorden)	0,5%

P.S. Prøvene inneholdt store mengder vann. Innveid prøvemengde  
til dioksin og fettbestemmelse blir derfor svært usikker.

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 91/406  
 PRØVEBESKRIVELSE BLÅSKJELL  
 KUNDE NIVA, JMG O-80106  
 KUNDENS PRØVENUMMER ST. 6A, RISØY, BLA-1  
 DATAFILER P0200, P0208  
  
 TOTAL PRØVEMENGDE 40,000  
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g  
 ENHET I RAPPORT pg/g

<:PÅVISNINGSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1  
 2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL  
 PÅVISNINGSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEQ  
 i: INTERFERENS PÅ ENKELTE ISOMERER  
 #VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOLOGISK MATERIALE

KOMPONENT	KONS. pg/g	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	
2378-tetra-CDF	1,026	71,3%	0,10
<b>SUM tetra-CDF</b>	<b>8,151</b>		
12378/12348-penta-CDF	0,471		0,00
23478-penta-CDF	0,375	72,5%	0,19
<b>SUM penta-CDF</b>	<b>4,550</b>		
123478/123479-hexa-CDF	0,347	76,1%	0,03
123678-hexa-CDF	0,233		0,02
123789-hexa-CDF	0,023		0,00
234678-hexa-CDF	0,084		0,01
<b>SUM hexa-CDF</b>	<b>2,923</b>		
1234678-hepta-CDF	0,633	73,9%	0,01
1234789-hepta-CDF	0,234		0,00
<b>SUM hepta-CDF</b>	<b>1,182</b>		
Octa-CDF	2,570		0,00
<b>SUM FURANER</b>	<b>19,376</b>		<b>0,37</b>
2378-tetra-CDD	0,090	66,9%	0,09
<b>SUM tetra-CDD</b>	<b>2,603</b>		
12378-penta-CDD	0,088	74,6%	0,04
<b>SUM penta-CDD</b>	<b>1,612</b>		
123478-hexa-CDD	0,085		0,01
123678-hexa-CDD	0,172	75,3%	0,02
123789-hexa-CDD	0,162		0,02
<b>SUM hexa-CDD</b>	<b>1,124</b>		
1234678-hepta-CDD	1,149	73,5%	0,01
<b>SUM hepta-CDD</b>	<b>1,949</b>		
Octa-CDD	3,100	67,6%	0,00
<b>SUM DIOKSINER</b>	<b>10,388</b>		<b>0,19</b>
<b>SUM 2,3,7,8-TEQ</b>			<b>0,56</b>

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

PRØVENUMMER 91/407  
 PRØVEBESKRIVELSE BLÅSKJELL  
 KUNDE NIVA, JMG O-80106  
 KUNDES PRØVENUMMER ST. 15A, ULLERØY, BLL-1  
 DATAFILER P0201, P0209  
  
 TOTAL PRØVEMENGDE 40,000  
 ENHET FOR PRØVEMENGDE g  
 ENHET I RAPPORT pg/g

<:PÅVISNINGSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1  
 2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL  
 PÅVISNINGSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEQ  
 i: INTERFERENS PÅ ENKELTE ISOMERER  
 #VALUE!: FINNES VANLIGVIS IKKE I BIOLOGISK MATERIALE

KOMPONENT	KONS.	% GJENV. 2,3,7,8-TEQ	pg/g
2378-tetra-CDF	1,015	78,9%	0,10
<b>SUM tetra-CDF</b>	<b>6,183</b>		
12378/12348-penta-CDF	0,426		0,00
23478-penta-CDF	0,322	78,2%	0,16
<b>SUM penta-CDF</b>	<b>3,689</b>		
123478/123479-hexa-CDF	0,179	79,4%	0,02
123678-hexa-CDF	0,115		0,01
123789-hexa-CDF	0,008		0,00
234678-hexa-CDF	0,133		0,01
<b>SUM hexa-CDF</b>	<b>1,366</b>		
1234678-hepta-CDF	0,253	79,0%	0,00
1234789-hepta-CDF	0,093		0,00
<b>SUM hepta-CDF</b>	<b>0,380</b>		
Octa-CDF	0,600		0,00
<b>SUM FURANER</b>	<b>12,218</b>		<b>0,31</b>
2378-tetra-CDD	0,080	77,6%	0,08
<b>SUM tetra-CDD</b>	<b>1,170</b>		
12378-penta-CDD	0,078	80,6%	0,04
<b>SUM penta-CDD</b>	<b>1,404</b>		
123478-hexa-CDD	0,065		0,01
123678-hexa-CDD	0,162	78,5%	0,02
123789-hexa-CDD	0,142		0,01
<b>SUM hexa-CDD</b>	<b>1,051</b>		
1234678-hepta-CDD	0,834	77,6%	0,01
<b>SUM hepta-CDD</b>	<b>1,853</b>		
Octa-CDD	2,873	73,6%	0,00
<b>SUM DIOKSINER</b>	<b>8,352</b>		<b>0,17</b>
<b>SUM 2,3,7,8-TEQ</b>			<b>0,48</b>

**Vedlegg H**  
**Resultater fra analyser av tributyltinn (TBT) i blåskjell**  
*Results from tributyl tin (TBT) analyses in blue mussels*

**som omfatter:**

**Blåskjell *Blue Mussel (Mytilus edulis)***



## NOTAT

13. august 1993

Til: JOK  
Fra: BRG

Kopi: NOG

### Sak: TBT-analyse

Jeg har nå gjort noen innledende analyser av blåskjellprøver m.h.t. TBT. Det ble valgt ut tre prøver fra Oslofjorden innsamlet i november-92 under MILJOS-prosjektet (O-80106)

Analysemetoden som ble benyttet er beskrevet av Hannah et al. (Bull. Env. Contam. Toxicol (1989) 43:22-27.). Metoden er godt beskrevet og benytter samme instrument som vi har mulighet for å benytte, nemlig GC/MSD.

Resultater:

Prøve mrk.	Lab.kode	TBT ug/kg v.vekt	%TS
Akershuskaien	UHO- 1	770	21.7
Håøya	" 15	280	16.8
Mølen	" 22	150	17.9

TBT ble bestemt som hydrid i SIM ut fra ion 179 med ionene 177 og 235 som "qualifiers". Det ble gått ut fra en ekstraksjonseffektivitet på 90% ved utregningen, det samme som Hannah et al. har rapportert.

Resultatene synes å være noenlunde av samme størrelsesorden som Bjørklund rapporterte for blåskjell ved svenske undersøkelser i 1987-88. (Rapport 6/88 fra Kemikalie-inspeksjonen).

---

**NIVA**



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

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

ISBN 82-577-2676-1