

NIVA



Statlig program for
forurensningsovervåking

siste exemplar
UTLÅN

Oppdragsgiver Statens forurensningstilsyn

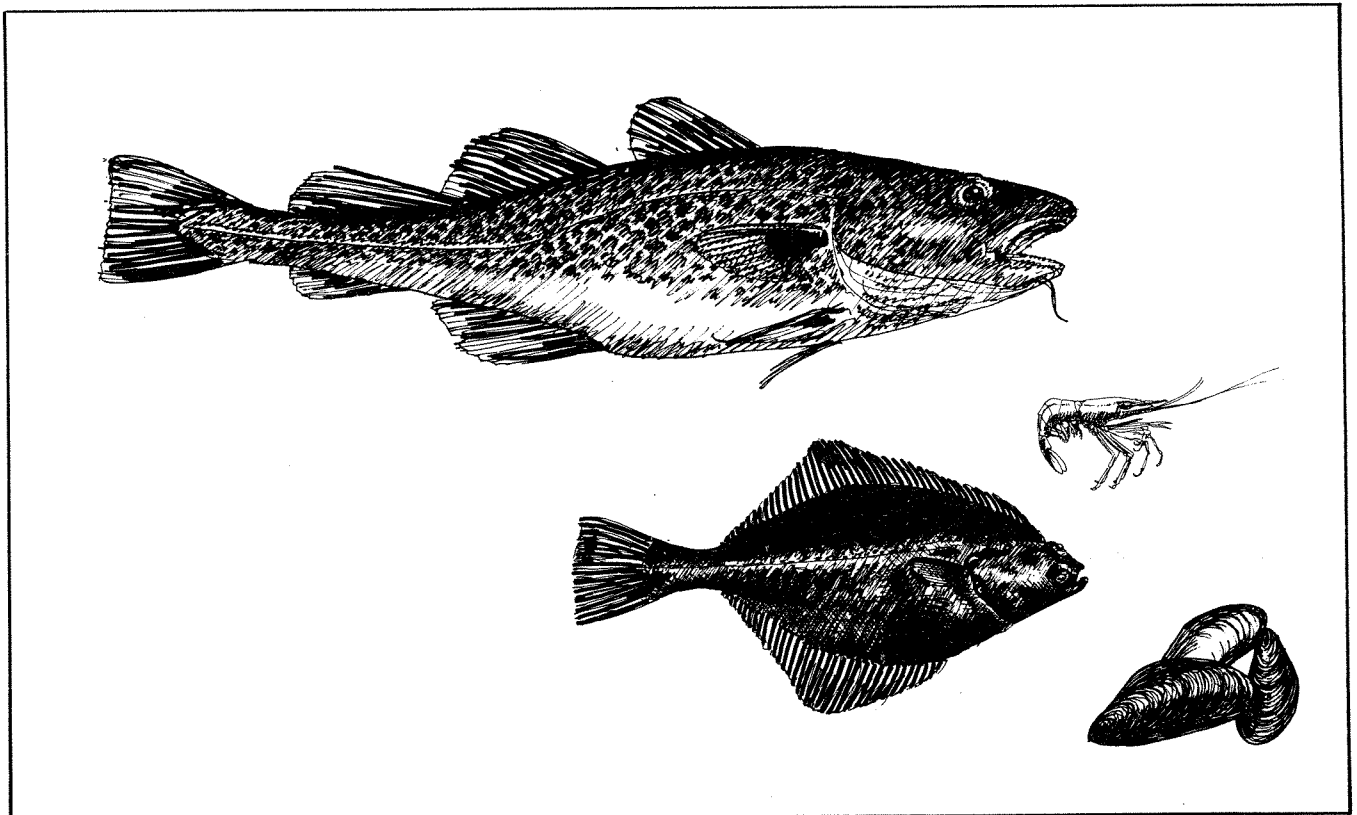
Rapport 308|88

Deltakende institusjoner Norsk institutt for vannforskning
Senter for industriforskning
Veterinærinstituttet

ARKIVEKSEMPLAR

Felles overvåkingsgruppen (JMG) - Norge,
Overvåking av miljøgifter i sjøvannsmiljø

Oslofjord-området, Sørfjorden, Hardangerfjorden og Orkdalsfjord-området 1984-1985





Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor

Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen

Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen

Brevikven 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:
C-80106
Undernummer:
Løpenummer:
2139
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Felles overvåkingsgruppen (JMG)-Norge, Overvåking av miljøgifter i sjøvannsmiljø. OSLOFJORD-området, SØRFJORDEN, HARDANGERFJORDEN og ORKDALSFJORD-området 1984 - 1985.	Dato: 6. april 1988
	Prosjektnummer:
Forfatter (e): Norman W. Green	Faggruppe: Marinøkologi
	Geografisk område: Norge
	Antall sider (inkl. bilag): 76

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: De norske undersøkelsene innenfor Oslo- og Paris-kommisjonens felles overvåkingsgruppe (JMG) omfattet bl.a. kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), PCB og DDT-stoffgrupper i sjøvann, skaldyr og fisk. Hg og Cd i flyndre fra Sørfjorden og PCB fra indre Oslofjorden viste overskridelser av anbefalte grenser. Hg og Cd innhold i blåskjell og torsk er noe høyere i ytre Oslofjord-området og tilstøtende områder enn indre Oslofjord, mens PCB- og DDE-innholdet var høyest i blåskjell og torskelever fra indre Oslofjord. Det ble ikke funnet noen bestemt utvikling i tiden 1981-1985 mht. miljøgiftinnhold i blåskjell og torsk fra Oslofjorden.
--


4 emneord, norske:

1. Miljøgifter
2. Sjøvannsmiljø
3. Overvåking
4. Norge


4 emneord, engelske:

1. Contaminants
2. Marine
3. Monitoring
4. Norway

Prosjektleder:


Norman W. Green

For administrasjonen:


Tor Bokn
Avdelingssjef

ISBN - 82-577-1421-6



Statlig program for forurensningsovervåking

FELLES OVERVÅKINGSGRUPPEN (JMG) - NORGE,
OVERVÅKING AV MILJØGIFTER I SJØVANNSMILJØ

OSLOFJORD-OMRÅDET, SØRFJORDEN,
HARDANGERFJORDEN OG ØRKDALSFJORD-OMRÅDET
1984-85

Prosjektleder: Norman W. Green

Medarbeidere : Åse Bakketun

Håvard Hovind

Jon Knutzen

Lars Kirkérud - *(egen næringsdrivende)*

Beate Enger - *Senter for industriforskning*

Alfhild Kringstad - *Senter for industriforskning*

Tor Håstein - *Veterinærinstitutt*

Åke Iverfeldt - *Institutt för vatten- och luftvård-
forskning*

Kari Martinsen - *Senter for industriforskning*

Gunnar Norheim - *Veterinærinstituttet*

F O R O R D

Overvåkingen 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. Pariskonvensjonen angår forurensninger forårsaket av landbaserte kilder. Konvensjonene sammen (Oslo-Pariskommisjonen) trekker opp retningslinjene for overvåking i felles overvåkings-gruppe, "Joint Monitoring Group" (JMG), og er basert på råd fra og samarbeid med Det internasjonale råd for havforskning ("International Council for the Exploration of the Sea" (ICES)).

Den norske delen av programmet ble satt igang av Statens forurensningstilsyn (SFT) i 1981, og inngår også i Statlig program for forurensningsovervåking. Den norske JMG-oversåkingen omfatter Oslofjorden med tilgrensende områder (Hvalerområdet, Singlefjorden og Langesundsfjorden fra 1981), Sørfjorden og Hardangerfjorden (1983-84, 1987) og Orkdalsfjord-området (fra 1984). Denne rapporten omfatter undersøkelser i disse områdene i perioden 1984-85. Undersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden er rapportert i sin helhet av Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt. De øvrige områdene har blitt undersøkt av Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

For undersøkelser i Oslofjord-området ble blåskjell innsamlet av NIVA i samarbeid med Torgeir Solstad, skipper på F/F "Bjørn Føyn" fra Universitetet i Oslo, Bjørnar Kvalvik fra Norsk Hydro - Forsknings senter i Porsgrunn og Øyvind Johannsen skipper på "Løvøy" fra Porsgrunn. Innsamling av torsk er gjort i samarbeid med Arne Kristiansen fra "Ferskfisksalg" i Oslo og Øyvind Sandsland fra "Fjordfisk" på Hvasser. Innsamling av reker er gjort av Arne og Odd-Arne Grundvik på "Brustein". Skrubbe ble tatt av Georg Mathiesen fra Sande. Vannprøver fra Færder ble tatt i samarbeid med fyrmester Roald Eriksen.

Innsamling av sjøvann, blåskjell og fisk i Orkdalsfjord-området ble gjort av NIVA i samarbeid med Bjarne Søreng, skipper på F/F "Harry Borten", og Hærbjørn Hansen og Harry Fjørstad fra Trondheim biologiske stasjon.

Analyse av kvikksølv i vann ble gjort av Åke Iverfeldt fra Institutet för vatten- och luftvårdsforskning (Sverige). Metallanalyse av vann (Hg, parallellanalyser) og reker ble gjort av Åse Raknes fra Senter for industriforskning. De øvrige metallanalyser i vann ble gjort ved NIVA. Analyse av klorerte forbindelser og metaller i skalldyr ble gjort av henholdsvis Kari Martinsen og Beate Enger fra Senter for industriforskning. Tore Håstein fra Veterinærinstituttet sto for forarbeidelsen av fisk før kjemisk analyse. Analyse av klorerte forbindelser og metaller i fisk ble gjort av Gunnar Norheim fra Veterinærinstituttet.

Takk rettes til ovennevnte og til følgende personer ved NIVA: Knut Kvalvågnæs og Marit Mjelde (feltarbeid), Åse Bakketun (opparbeidelse av blåskjell og aldersbestemmelse av fisk) og Bente Lauritsen (vannanalyser), Jon Knutzen (faglig kritikk), Elisabeth Damsgaard og Ingegerd Svensson (oversettelses- og skrivearbeid), og spesielt tidligere prosjektleder Lars Kirkerud som etablerte mye av grunnlaget som denne rapporten bygger på.

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
1. Sammendrag	1
2. Innledning	3
3. Formål	3
4. Materiale	7
5. Metoder	10
5.1 Analytiske metoder	10
5.1.1 Vannanalyser	11
5.1.2 Metaller og klorerte forbindelser i blåskjell, reker og fisk	11
5.2 Statistiske-metoder og ulikhetsanalyser	12
5.2.1 Viktige biologiske variabler	12
5.2.2 Tidstrender etter JMG-retningslinjer	12
5.2.3 Konfidensbånd	13
5.2.4 Tidstrender og regional utbredelse	13
5.2.5 Ulikhetsanalyse	14
6. Resultater og diskusjon	15
6.1 Innledende kommentarer til blåskjell- og fiskedatamateriale	15
6.1.1 Blåskjell	15
6.1.2 Fisk	16
6.2 Vurdering av helserisiko	17
6.2.1 Maksimum anbefalte konsentrasjoner i mat	17
6.2.2 Akseptable inntak	19
6.2.3 Resultater	22
6.2.4 Videre arbeid	24

Seksjon	Side
6.3 Miljøgifter i sjøvann	25
6.4 Vurdering av miljøgiftnivå	26
6.4.1 Nivå i blåskjell	26
6.4.2 Nivå i torsk og skrubbe	27
6.5 Vurdering av regionale utbredelser	29
6.5.1 Bruk av blåskjell	29
6.5.1.1 Grupperinger av stasjoner	29
6.5.1.2 Undersøkelse mht. viktige biologiske kovariabler i blåskjell	33
6.5.2 Bruk av torsk fra Oslofjorden	34
6.6 Vurdering av tidstrender	35
6.6.1 Bruk av blåskjell	35
6.6.2 Bruk av torsk fra ytre Oslofjord (Færder)	40
Litteratur	46
VEDLEGG 1: JMG stasjoner og materiale 1984-85	52
VEDLEGG 2: Interkalibrering	54
VEDLEGG 3: Vurdering av tidstrender etter JMG retningslinjer	59
VEDLEGG 4: Datamateriale for blåskjell, reker og fisk, 1984-85	63
VEDLEGG 5: Forskjell mellom år for blåskjell, 1981-1985	76

1. Sammendrag

1. Foreliggende undersøkelse er utført som norsk bidrag til den felles overvåkingen under Oslo- og Paris-kommisjonene. Rapporten omfatter primært data fra 1984-85, mens tidligere registreringer er trukket inn ved vurdering av utvikling over tid.
2. Materialet omfatter analyse av PCB, DDE, kvikksølv og kadmium i skalldyr og fisk fra Oslofjord-området, Orkdalsfjorden med tilgrensende områder og Sørfjorden/Hardangerfjorden. Kvikksølv og kadmium er også analysert i vann fra Oslofjorden.
3. Formålet med den felles overvåkingen i 1984-85 var:
 - Miljøgiftkonsentrasjoner i forhold til helsemessig risiko
 - Regional utbredelse (nivåer i ulike områder)
 - Utvikling over tid for perioden 1981-1985
4. Som tidligere rapportert av Julshamn et al. (1985) viste en flyndreart fra Sørfjorden betydelig overskridelse av anbefalte grenseverdier mht. kadmiuminnhold i lever. I svak/moderat grad gjaldt det samme kvikksølv i flyndrefilet fra samme område og PCB i torskelever fra indre Oslofjord.
5. Når unntas ovennevnte høye kadmiuminnhold i flyndrelever fra Sørfjorden, var nivåene av de undersøkte miljøgifter innenfor "normalintervallet" for diffust belastede kystområder eller bare svakt over. Datamaterialet er ikke tilstrekkelig for noen statistisk vurdering av forskjell mellom de observerte områder. Utenom den punktkilde-belastede Sørfjorden, ble de høyeste kadmium og kvikksølv-konsentrasjonene observert i blåskjell fra Hvaler/Singlefjordområdet og Langesundsfjorden, mens PCB- og DDE-innholdet var høyest i blåskjell og torskelever fra indre Oslofjorden.
6. Blåskjell-datamateriale fra Oslofjord-området kunne skilles i fire stasjons-grupper mha. klyngeanalyse (basert på innhold av Hg, Cd, PCB, DDE): indre Oslofjorden, midtre Oslofjorden, ytre Oslofjorden og tilgrensende områder. Blåskjellene fra tilgrensende områder (Langesundsfjorden, Singlefjorden og Hvalerområdet) hadde høyere kvikksølv- og kadmiumnivåer enn de tre andre stasjonsgruppene.

7. Det ble ikke funnet noen bestemt utvikling over tid mht. miljøgiftinnhold i blåskjell fra Oslofjordområdet i perioden 1981-1985 (for få data til å analysere utviklingen i de øvrige områder). Heller ikke for miljøgiftinnholdet i Oslofjord-torsk ble det registrert bestemte tendenser over hele perioden (men nedgang i kadmium og kvikksølvinnhold fra 1983 til 1985).
8. Analyse av materialet indikerte at lengde var en nødvendig kovariabel ved registreringer i torsk (muligens også andre kovariable som vekt, kjønn og alder). For blåskjell ble det ikke funnet noen biologiske kovariable som syntes nødvendig for trendanalyse.

2. Innledning

Overvåkingen 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. Konvensjonene sammen (Oslo-Pariskommisjonen) trekker opp retningslinjene for overvåkingen i felles overvåkings-gruppe, "Joint Monitoring Group" (JMG), og er 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. JMG har til formål i sitt "Joint Monitoring Program" (JMP) å utrede: 1) forurensningssituasjonen og 2) behov for tiltak.

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, 1987) og Orkdalsfjord-området (siden 1984). Denne rapporten omfatter undersøkelser i disse områdene i perioden 1984-85. Undersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjordene 1983-84 er rapportert av Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt (Julshamn et al., 1985), og bare hovedresultatene er tatt med i denne rapporten. De øvrige områdene er blitt undersøkt av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) (Kirkerud & Green, 1985; Green, 1987a, nasjonale kommentarer til JMG/ICES).

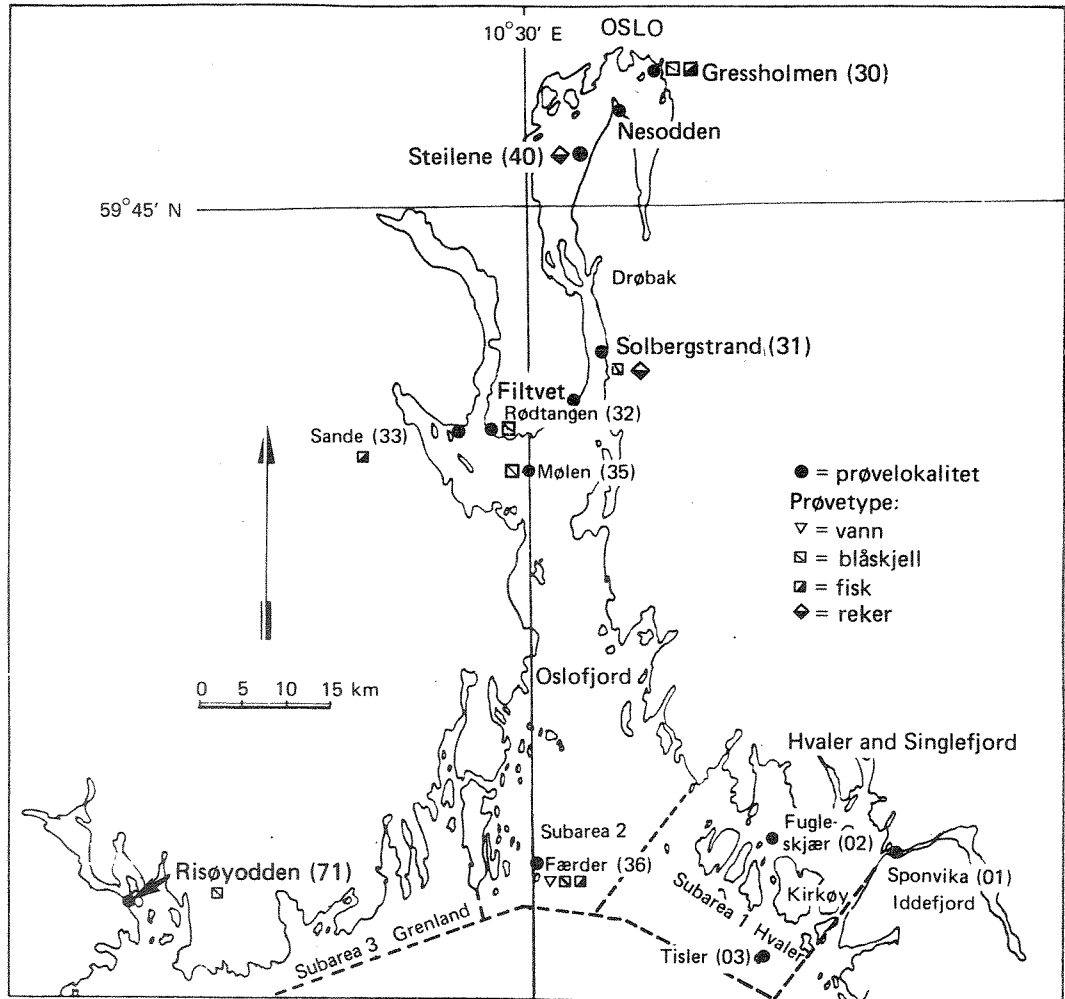
3. Formål

JMG-program (JMP) for overvåking av kadmium, kvikksølv og PCB (og andre miljøgifter på frivillig basis) i sjøvann og marine organismer 1984-85 hadde følgende formål:

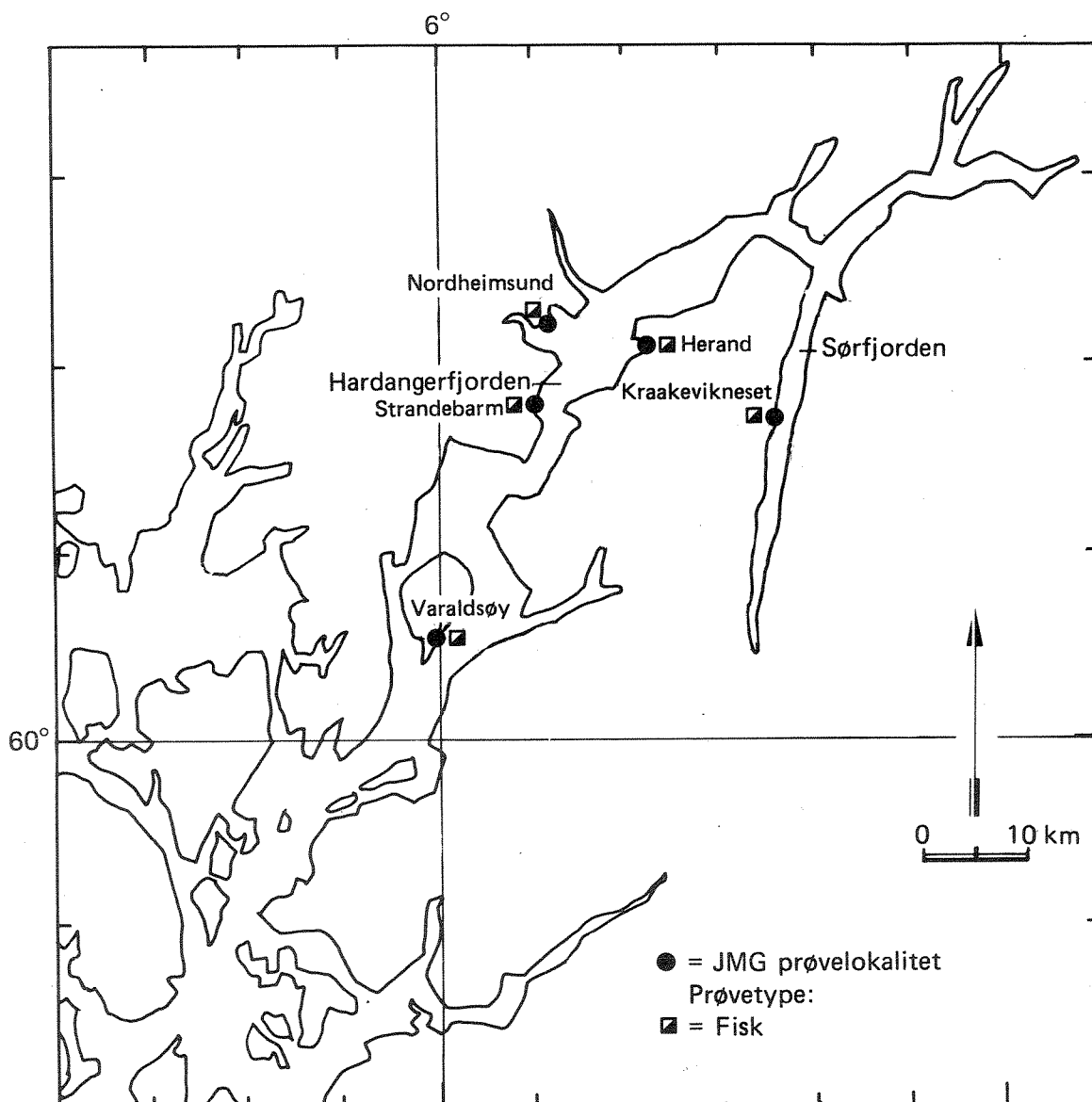
formål	innsamlings år	
=====	=====	=====
JMG formål a: menneske helserisiko	1984	-
JMG formål b: økologiske konsekvenser*	-	-
JMG formål c: geografisk utbredelse (regionale utbredelser)	-	1985
JMG formål d: tidstrender	1984	1985

*) Foreløpig ikke forsøkt pga. mangel på metoder.

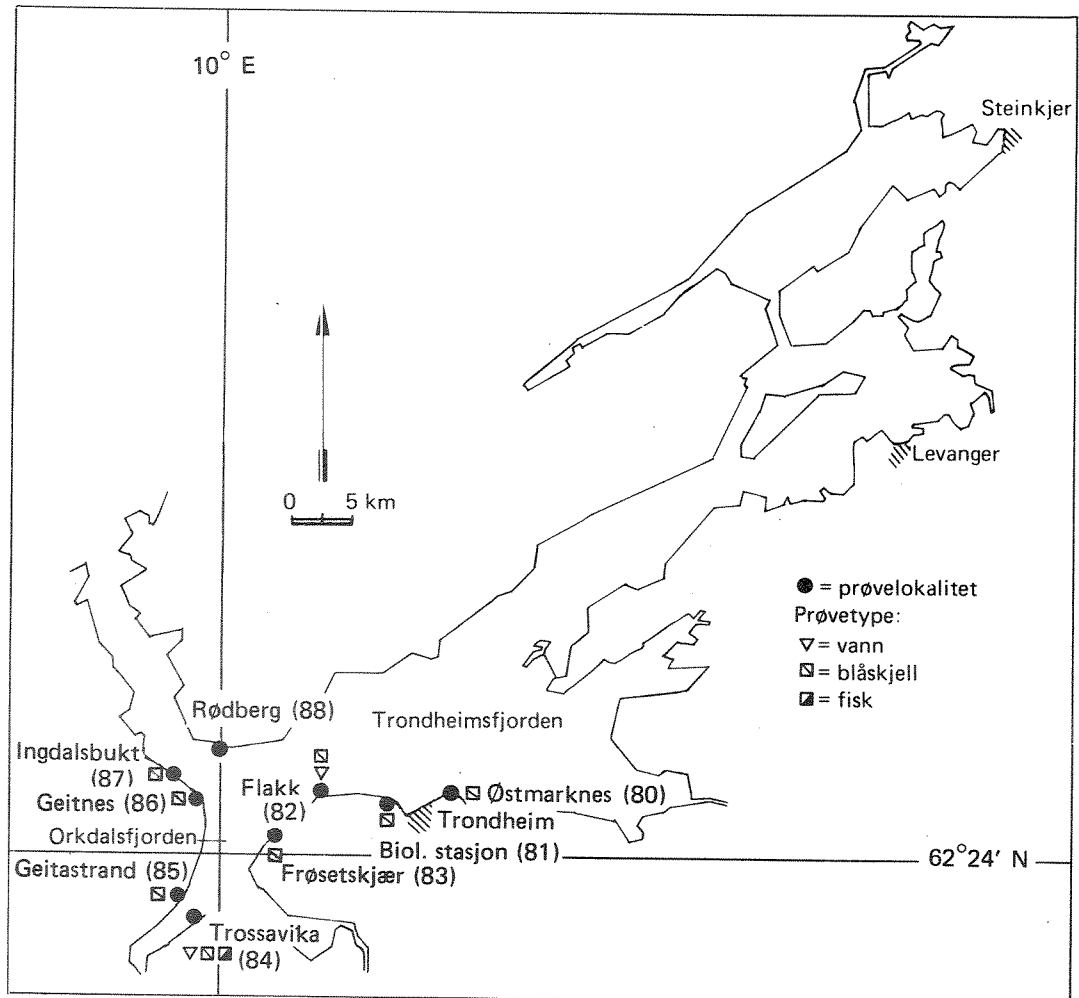
Denne rapporten omfatter undersøkelser fra: Oslofjord-området (JMG-område 26), Sørfjorden (63), Hardangerfjorden (62) og Orkdalsfjord-området (65) (hhv., Fig. 1-3).



Figur 1. Prøvelokaliteter i JMG-område 26, Oslofjorden (jfr. Vedlegg 1 for nærmere opplysninger om stasjonenes beliggenhet).



Figur 2. Prøvelokaliteter i JMG-område 62, Hardangerfjorden og 63, Sjørfjorden. Stasjonsbetegnelsene etter Julshamn et al. (1985). (jfr. Vedlegg 1 for nærmere opplysninger om stasjonenes beliggenhet).



Figur 3. Prøvelokaliteter i JMG-område 65, Orkdalsfjord-området (jfr. Vedlegg 1 for nærmere opplysninger om stasjonenes beliggenhet).

4. Materiale

Innsamling av prøver foregikk etter forskrifter fra ICES (1984a, 1984b, 1985a, og 1985b) under regi av JMG. Prøver av vann, blåskjell, reker, flyndre og torsk ble innsamlet i Oslofjord-området og Orkdalsfjord-området (Tabell 1, Vedlegg 1). Et utvalg av resultatene fra undersøkelsene fra Sørfjorden og Hardangerfjorden (jfr., Julshamn et al., 1985) var også egnet til belysning av JMG-formålene (jfr., Vedlegg 4).

ICES forskriftene krever 45-55 individer fra hver størrelsesgruppe (d.v.s., 2-3, 3-4 og 4-5cm) av blåskjell (Mytilus edulis). Men disse gruppene ble ikke funnet på alle stasjoner. For noen prøver ble det samlet flere enn dette antallet for å sikre en tilstrekkelig stor prøve til analysene av klorerte forbindelser.

For å redusere feilkilder ved analyse av miljøgifter ble blåskjell-tarmen "renset" ved å holde skjellene levende 12-24 timer i et 15 liters glass akvarium med sjøvann fra de respektive stasjoner. Temperaturen ble holdt konstant ved 8°C. Deretter ble blåskjellene renset og frosset.

Rekene (Pandalus borealis) ble tatt fra en kommersiell fangst, renset og frosset. Omlag 100 individer ble analysert som blandprøver.

Fangst av fisk tok sikte på torsk (Gadus morhua) og skrubbe (Platichthys flesus) i fem lengdegrupper geometrisk fordelt:

torsk			skrubbe		
37	-	42 cm	30	-	32 cm
42	-	47.5 cm	32	-	34.5 cm
47.5	-	54 cm	34.5	-	36.5 cm
54	-	61.5 cm	36.5	-	39.5 cm
61.5	-	70 cm	39.5	-	42 cm

Full kvote av de påkrevde 25 torsk ble ikke innsamlet ved Færder i 1985 i disse størrelses-gruppene. Dette reduserer det statistiske grunnlaget for vurderinger av utvikling over tid. Også i Orkdalsfjorden var det vanskelig å fange nok torsk i 1984-85. I 1984 ble det fanget 8 individer, fordelt på lomre (Microstomus kitt), glassvar (Lepidorhombus whiff-iaonis), sandflyndre (Limanda limanda), gapeflyndre (Hippoglossoides platessoides) og smørflyndre (Glyptocephalus cynoglossus). (jfr., Tabell 1). Disse ble analysert

for miljøgifter, men resultatene ble ikke rapportert til JMG/ICES og er ikke videre behandlet i denne rapporten. I 1985 var lyr (Pollachius pollachius) en stor bifangst i Orkdalsfjorden, og ble derfor analysert. Lyr er ikke på listen over JMGS overvåkingsorganismer (jfr. ICES, 1985b).

Innsamling av flyndre fra Sørfjorden og Hardangerfjorden er redegjort for i en tidligere rapport av Julshamn et al. (1985). I rapporten kommer det ikke frem hvilken flyndre-art som ble innsamlet. Det er meget sannsynlig at arten fra Hardangerfjorden var glassvar. Samme fisker (Olav Kvamsøy) samlet inn flyndre for denne undersøkelsen i Hardangerfjorden så vel som i en senere undersøkelse (1987), og kan bekrefter at fiske-arten var den samme i begge tilfelle (pers. medd.). Det er imidlertid usikkert om hvilke flyndre-art(er) ble innsamlet fra Sørfjorden. Derfor er flyndre fra Hardanger referert som glassvar mens flyndre fra Sørfjorden er referert under fellesbetegnelsen "flyndre".

Hver fisk ble kjønnsbestemt, og lengde, vekt og levervekt ble målt. I tillegg ble det notert leverfarge og eventuelt sår og misdannelser. Prøvene ble deretter frosset.

Tabell 1. Prøveoversikt for vann, skalldyr og fisk, 1984-85.

VANN (fra 0.5m dyp)								
JMG-område og stasjon	År	Dato	Antall					
26 - Oslofjord-området								
30 - Gressholmen	1985:	28/10	1					
31 - Solberstrand	1984:	17/10	1					
36 - Færder	1984:	16/10	1					
	1985:	29/11 19/12 ¹	2					
71 - Risøyodden	1985:	28/10 26/11 ¹ 19/12	3					
65 - Orkdalsfjorden								
84 - Trossavik	1985:	27/11 17/12	2					
BLÅSKJELL								
JMG-området og stasjon	1984			1985				
	dato	antall ind. ² :			dato	antall ind. ² :		
		2-3	3-4	4-5cm		2-3	3-4	4-5cm
26 - Oslofjord-området								
01 - Sponvika	-	-	-	-	16/10	56	50	50
02 - Fugleskjær	-	-	-	-	15/10	57	50	49
03 - Tisler	-	-	-	-	15/10	21	32	50
30 - Gressholmen	11/10	60	50	50	24/10	62	50	50
31 - Solbergstrand	11/10	60	50	50	24/10	59	50	50
32 - Rødtangen	-	-	-	-	17/10	45	52	50
35 - Mølen	17/10	58	50	50	17/10	62	38	28 ³
36 - Færder	16/10	61	50	50	15/10	61	45	50
71 - Risøyodden	8/11	59	50	50	24/10	20	30	50
65 - Orkdalsfjord-området								
80 - Østmarknes	24/10	50(2-4cm)			4/11	66	14	50
81 - Biol. stasjon	24/10	50(2-4cm)			-	-	-	-
82 - Flakk	24/10	50(2-4cm)			4/11	64	30	50
83 - Frøsetskjær	24/10	50(3-5cm)			-	-	-	-
84 - Trossavik	23/10	60	50	-	4/11	57	70	50
85 - Geitastrand	23/10	50(3-5cm)			-	-	-	-
86 - Geitnes	23/10	60(1-3cm)			-	-	-	-
87 - Ingdalsbukta	23/10	60(1-3cm)			4/11	122(1.5-2.4cm)		
88 - Rødberg	23/10	60(1-3cm)			4/11	44	-	-
REKER og FISK								
JMG-området og stasjon	1984			1985				
	dato	art	ant.	dato	art	ant.		
26 - Oslofjorden								
30 - Nesodden	26/11	torsk	29	11/11	torsk	25		
40 - Steilene	10/12	reker	-	-	-	-		
31 - Solbergstrand	10/12	reker	ca.100	-	-	-		
32 - Sande	-	-	-	13/11	skrubbe	25 ⁴		
36 - Færder	14/12	torsk	24	16/12	torsk	14		
65 - Orkdalsfjorden								
84 - Trossavik	høst ⁵	torsk	10	27/11	torsk	10 ⁴		
		flyndre ⁶	4		lyr	17 ⁴		
85 - Geitastrand	høst ⁷	torsk	2					
		flyndre ⁸	4					
¹ Hg prøve gått tapt	²	blandprøve						
³ 40-52mm	⁴	blandprøve av lever						
⁵ 3-5/10	⁶	lomre (2), sandfly. (1), gapefly. (1)						
⁷ 24/10 og 1/11	⁸	lomre, glassvar, smør- og gapeflyndre						

5. Metoder

Metodene for analyser følger anbefalingene fra JMG (ICES, 1984a, b, og 1985a, b).

5.1 Analytiske metoder

Oversikt over miljøgifter, deteksjongrenser, analyselaboratorier, interkalibrerings-runder og kort metodebeskrivelse for analyser gjennomført 1981-1987 er gitt av Green (1988, under trykking). Analyse av metaller og klorerte forbindelser i vann og biota ble gjort av fire laboratorier (Tabell 2).

Tabell 2. Analyseoversikt, deteksjongrenser og analyse-laboratorier (JMG koder) for miljøgifter undersøkt i 1984-85. + betyr at analyse ble gjennomført.

parameter	vann		biota		
	NIVA/ SERI(Hg) ng/l	SIIF t.v. µg/kg	blåskj. reker (1984) VETN t.v. µg/kg	lever VETN v.v. µg/kg	filet VETN v.v. µg/kg
Mn	-	1000	1000	-	-
Cu	10	40 ¹	40	-	-
Zn	70	2000	2000	-	-
Cd	5	40 ¹ /50 ²	40	10	-
Hg	1	30	30	-	10
Pb	0.02	100 ¹ /200 ²	60	-	-
DDE	-	-	-	50	-
Σ(DDE+DDT)	-	0.2-3 ³	0.5	-	-
HCB	-	0.02-2 ³	0.5	10	-
Lindan, γ HCH	-	0.4-10 ⁴	-	-	-
PCB	-	5-26 ³	5	50	50
% fat	-	+	+	+	+
% tørrstoff (105°C)	-	+	+	+	+

- 1) kun 1984
 2) kun 1985
 3) varierer etter prøvestørrelse
 4) kun 1985, varierer etter prøvemengde

SERI - Institutt for vatten- og luftvårdforskning
 SIIF - Senter for industriforskning
 VETN - Veterinærinstituttet
 NIVA - Norsk institutt for vannforskning

5.1.1 Vannanalyser

Analyser på kvikksølv i vann ved SERI (jfr. Tabell 2) inneholdt et viktig trinn med for-konsentrasjon på gull og avlesning på et direkte koplet plasma-emisjon-spektrometer. Denne kombinasjonen resulterte i meget lav deteksjonsgrense (0.02ng/l).

Ved analyser av kobber, sink og kadmium ved NIVA ble det brukt freon-ekstraksjon og atomabsorpsjon-spektrometri (AAS) med grafittovn-teknikk.

NIVA hadde tilfredstillende resultater i interkalibreringsundersøkelser (jfr. Berman & Boyko, 1987, se også Vedlegg 2).

5.1.2 Metaller og klorerte forbindelser i blåskjell, reker og fisk

Kadmium, kobber, bly, sink og mangan i blåskjell og reker ble bestemt ved flamme-AAS etter forutgående tørrforasking (Paus, 1982). Kadmium i fiskelever ble bestemt ved grafittovn-AAS etter oppslutning i konsentrert salpetersyre.

Kvikksølv i blåskjell ble bestemt ved kald-damp-AAS etter våtoppslutning i Bethge apparatur (Paus, 1982). Kvikksølv i fiskefilet ble bestemt ved kald-damp-AAS etter oppslutning med salpetersyre og perklorisyre.

Analyser av PCB i vev ble bestemt ved gasskromatografi men ble kvantifisert ved ulike kommersielle PCB-blandinger (standarder). PCB bestemmelse i blåskjell og reker ble kvantifisert ved Arochlor 1254 ved hjelp av 5-7 isomere (Martinsen, 1982) Prøver av fiskelever og -filet ble kvantifisert med Phenoclor DP6 ved hjelp av 2,4,5-2',4',5' hexaklorbifenyl (Norheim & Økland, 1980).

Prosent fett regnes som det totalt ekstraerbare fett og ble utført i forbindelse med PCB analysene.

Interkalibrering for disse stoffene er diskutert i Vedlegg 2.

5.2 Statistiske metoder og ulikhetsanalyser

JMG's statistiske retningslinjer er bare gitt for tidstrender (formål "d") med datamateriale for enkelte individer (ikke blandprøver). Videre ble det foreslått at retningslinjer kan trenes å bli modifiserte når det gjelder forurensende stoffer i lever, f.eks. Cd og PCB (MON, 1986).

5.2.1 Viktige biologiske variabler

Flerdimensjonal-regresjonsanalyse ble brukt for å identifisere viktige biologiske kovariabler etter reduksjon i residual kvadratsummen (RSS) prinsippet (Weisberg, 1985, jfr., Vedlegg 3). Utreget F-test verdien sammenlignes med kritisk-F-verdien ved $p = 5\%$ (jfr., Scheffler, 1969).

5.2.2 Tidstrender etter JMG-retningslinjer

Vurdering av tidstrender for miljøgifter (kvikksølv på våtvektbasis, og kadmium, DDE og PCB på fettbasis) med hensyn på biologiske kovariabler er beskrevet av JMG (ICES, 1986, jfr., Vedlegg 3). Kadmium og PCB ble analysert på våtvektbasis tidligere (Green, 1987a), men bruk av fettbasis ble senere anbefalt (Green, 1987b). Metoden basere seg på lengde som primær-kovariabel og natural-log-transformerte miljøgift-data. Metoden anvender seks modeller for å teste om lengde som kovaribel er nødvendig og om regresjonsanalyse ikke ble "bedre" ved å inkludere andre biologiske kovariable (som for eksempel kjønn, vekt og alder). Videre ble det testet om det var signifikante forskjeller mellom de lineære forholdene, mellom miljøgift-konsentrasjon og lengde. Og til slutt tester metoden om det er en lineær tidstrend og om dette er en statistisk tilstrekkelig forklaring av forskjellene mellom årene.

5.2.3 Konfidensbånd

"Konfidensbånd" ble introdusert av Nicholson (1985) og er en variasjon av vanlige konfidensintervaller (jfr., Sokal og Rohlf, 1969). Båndene ble beregnet ved å bruke prøve-antall (n), middelvei av prøven (\bar{x}) og standardavvik ($s = \sqrt{RSS/df}$) fra Modell 2, jfr. Vedlegg 3):

$$\text{middel} \pm 95\% \text{ konfidensbåndene} = \bar{x} \pm 1.96 * s / \sqrt{(2 * n)}$$

Båndene fra to prøver som overlapper, er ikke signifikant forskjellige. Om de ikke overlapper, er prøvene signifikant forskjellige ved samme prøve antall. Dersom båndene ikke overlapper og prøvestørrelsene er forskjellig, kan en t-test brukes for å fastslå om prøvene er statistisk forskjellige eller ikke. (Til sammenligning vil konfidensintervaller som overlapper kreve bruk av en t-test for å bekrefte ingen forskjell dersom prøveantall er forskjellige.) Verdier med forskjellige antall som overlapper bør en t-test brukes.

5.2.4 Tidstrender og regional utbredelse

Ved vurdering av disse, der det ikke er gitt JMG-retningslinjer, ble det benyttet parametriske statistiske metoder. En forutsetning for å bruke disse metodene er at data er normal-fordelt. For å forsterke normalfordeling, ble derfor data \log_{10} transformert med unntak for prosent-data, som ble arksinus-transformert (Sokal & Rohlf, 1969). Alders-data ble ikke transformert fordi de ikke kunne bli målt som en kontinuerlig variabel. Tester indikerte at data ble normalfordelt etter transformering.

MINITAB statistikkpakke (Ryan, 1980) ble brukt for å kjøre regresjonsanalyse. Den fremkomne t-brøkdeler for de forskjellige regresjons-koeffisientene, korrelasjonskoeffisienten r^2 , og F-verdi ble brukt for å vurdere signifikansen av regresjonen. Pakken ble også brukt for beregning av to-prøve t-tester.

5.2.5 Ulikhetsanalyse

For å gruppere blåskjellprøvene ble Bray-Curtis (1957) ulikhetsindeks brukt med fleksibel fusjonsmetode (Lance & Williams, 1967) og likhetsintensitet $\beta=0.25$ (Clifford & Stephenson, 1975). Jo lavere indekstall, jo større likhet har prøvene som er koblet sammen.

Forurensningskonsentrasjoner (veid for å ha lik effekt og deretter \log_{10} transformert) ble brukt som prøveparametre. Inndeling i grupper i analysen har imidlertid ingen statistisk basis.

Konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv og PCB ble brukt for å adskille blåskjellprøvene i ulikhets- eller klyngeanalysen. "Normal-konsentrasjon-intervaller" av disse miljøgiftene er omtrentlige, og har et omtrentlig forhold 6:1:1, (Knutzen & Kirkerud, 1984). Derfor ble kadmium-data delt på 6 for å være mer sikker på lik effekt av forurensningsstoffene på prøvene. Klyngeanalysen grupperte prøvene på en skala med økende ulikhet (x-akse, jfr., Fig. 21). Gruppene ble utskilt gjennom vilkårlig å velge en ulikhet på 0.2.

5.3

6. Resultater og diskusjon

6.1 Innledende kommentarer til blåskjell- og fiskedatamateriale

Følgende gir en oversikt over biologiske datamateriale samt kommentarer til enkelte prøver.

6.1.1 Blåskjell

To prøver fra 1985 hadde PCB-verdier som var relativt høye, antagelig på grunn av analysefeil. Disse verdiene var: 128 ppb for 4-5cm St. 31 og 550 ppb for 1-3cm St. 88. Datamateriale for disse to prøver ble ikke inkludert i nedenstående bearbeidelser.

For å oppnå en bedre oversikt over datasammensetning ble prøvene delt inn i fire områder (Tabell 3) som et resultat av klyngeanalysen (se seksjon 6.5.1.1 om regionale utbredelser for blåskjell).

Alle størrelsesgrupper ble ikke funnet i Orkdalsfjord-området, hvilket forklarer den lave middellengde og -vekt i prøvene sammenlignet med prøver fra Oslofjord-området (jfr., Tabell 3). 1984 og 1985 ble ansett som sammenlignbart mht. biologisk datamateriale.

Tabell 3. Datasammendrag - middel \pm standardavvik for biologiske variabler i blandprøver av blåskjell fra Oslofjorden området og Orkdalsfjord-området, 1984-85.

JMG området (underomr.)	år	Oslofjord-området			Orkdalsfjord-om.	
		26 (02) indre-	26 (02) midtre-	26(01,02) ytre-	26(01,03) tilliggende-	65
stasjoner		30	31,32,35	03,36	01,02,71	81-88
analyser (n)	84	2-3	6	3	3	7-10
	85	3	8-9	5-6	7-8	9
kropp v.v. (g)	84	1.4 \pm 0.9	2.4 \pm 1.7	2.6 \pm 2.1	2.2 \pm 1.7	1.8 \pm 1.4
	85	2.5 \pm 1.8	2.6 \pm 1.7	2.6 \pm 1.9	1.8 \pm 1.0	0.7 \pm 0.5
skall t.v. (g)	84	3.3 \pm 2.4	3.5 \pm 2.3	1.9 \pm 1.4	2.6 \pm 1.8	--
	85	3.1 \pm 2.4	3.0 \pm 2.0	2.9 \pm 2.4	2.0 \pm 1.4	1.2 \pm 0.8
skall lg. (mm)	84	35 \pm 10	35 \pm 9	35 \pm 10	27 \pm 9	32 \pm 9
	85	35 \pm 9	35 \pm 8	34 \pm 9	33 \pm 8	27 \pm 9
kropp fett %	84	0.9 \pm 0.3	1.1 \pm 0.4	1.0 \pm 0.2	0.9 \pm 0.3	1.5 \pm 0.5
	85	1.6 \pm 0.1	1.9 \pm 0.9	1.5 \pm 0.4	1.1 \pm 0.7	0.8 \pm 0.4
kropp t.v. %	84	16 \pm 1.6	18 \pm 3.6	22 \pm 0.9	16 \pm 0.2	16 \pm 2.0
	85	22 \pm 0.4	21 \pm 2.6	21 \pm 1.5	15 \pm 5.2	18 \pm 2.4

6.1.2 Fisk

Torsk, lyr og skrubbe ble innsamlet fra Orkdalsfjorden og Oslofjorden og målt på forskjellige biologiske kovariabler (Tabell 4, jfr., data i Vedlegg 4). (Som nevnt før er resultatene for flyndre-artene fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 1984 diskutert av Julshamn et al. (1985)). 1984 og 1985 ble ansett som sammelignbart mht. biologiske datamateriale.

Tabell 4. Dataoversikt for biologiske variabler (middel±standardavvik, (minimum-maximum)) i fisk fra Oslofjorden og Orkdalsfjorden, 1984-85 (jfr. Vedlegg 4).

	år	Oslofjorden		Orkdalsfjorden	
		torsk	skrubbe	torsk	lyr
Antall stasjoner	84	2	0	1	0
	85	2	1	1	1
Antall analyser	84	53	-	13	-
	85	38-39	24-25	10	15-16
alder (år)	84	2.4 ±1.1 (1-6)	-	-	-
	85	1.7 ±0.5 + (1-4)	-	3.1 ±1.2 (2-5)	3.4 ±0.6 (3-5)
vekt (kg)	84	1.2 ±0.8 (0.3-4.3)	-	1.2 ±0.7 (0.3-2.9)	-
	85	0.9 ±0.8 (0.2-3.5)	0.2 ±0.04 (0.1-0.3)	1.3 ±1.3' (0.3-4.8)	1.4 ±0.6 (0.8-2.7)
lengde (cm)	84	47 ±9 (33-70)	-	50 ±10 (32-69)	-
	85	42 ±12 (29-73)	25 ±2 (23-29)	48 ±12 (32-77)	50 ±7 (42-65)
lever vekt (g)	84	52 ±30 ++ (14-107)	-	-	-
	85	19 ±20 (3-94)	3 ±1 (1-6)	68 ±90 (2-287)	74 ±43 (26-158)
% lever fett	84	50 ±25 (3-82)	-	27 ±25 (3-80)	-
	85	31 ±17 (3-64)	7 ±3 *	38 ±0 *	66 ±6 *
lever tørrvekt %	84	54 ±17 (21-76)	-	36 ±14 (17-59)	-
	85	46 ±10 (24-62)	26 ±0.1 *	48 ±3 *	71 ±0.1 *
filet tørrvekt %	84	21 ±1 (19-25)	-	20 ±1 (19-22)	-
	85	20 ±1 (18-22)	20 ±1 (18-22)	22 ±2 (19-27)	22 ±1 (20-25)
		+ basert på 25 prøver		* parallelanalyser av en blandprøve	
		++ basert på 29 prøver			

6.2 Vurdering av helserisiko

Vurdering av eventuell helserisiko ved konsum av sjømat er helsemyndighetens ansvar. Diskusjonen i denne rapporten er dels mest til alminnelig orientering og ellers beregnet som en del av grunnlagsmaterialet for risikovurderingen.

Norge har ingen lovbestemte grenser for maksimum innhold av miljøgifter i mat bortsett for tinn. Derimot anvendes retningslinjer og lovbestemmelser fra andre land som del av det skjønn helsemyndighetene utøver.

Under JMP skulle helserisiko vurderes bare for 1984, men det var praktisk også å inkludere 1985 materialet i denne vurderingen.

Det er to måter å vurdere helserisiko på: 1) å sammenligne målte konsentrasjoner for vedkommende giftstoff med maksimalt tilatt/anbefalt konsentrasjon og 2) å estimere opptak av giftstoffene av en målgruppe og sammenligne med akseptabelt daglig eller ukentlig (livslangt) inntak (hhv., "acceptable daily intake (ADI)" og "acceptable weekly intake (AWI)").

I anbefalte akseptable grenser for miljøgifter i næringsmidler er såvidt mulig innarbeidet en betydelig sikkerhetsmargin ut fra eksisterende kunnskaper. En av årsakene til innarbeidelse av slike sikkerhetsfaktorer er atypiske spisevaner, f.eks., vesentlig mer fisk i kostholdet enn det som er gjennomsnittsførbruket i hele befolkningen.

6.2.1 Maksimum anbefalte konsentrasjoner i mat

Norske myndigheter har som nevnt ingen offisielle grenser bortsett fra for tinn men anvender andre normer (e.g., "Codex Alimentarius Commission" (CAC), 1973) som retningsgivende (Hellstrøm, T., Helsedirektoratet, pers. medd. 1987). Anbefalte akseptable grenser varierer noe fra land til land (Tabell 5). I det følgende er de laveste grenser (jfr., Tabell 6) brukt for vurderingen av helserisiko.

Tabell 5. Anbefalte akseptable øvre grenser for innhold av miljøgifter i næringsmidler (mg/kg friskvekt) fra forskjellige land: Norge (N), Sverige (S), Vest Tyskland (F), De Forente Stater (U), Kanada (C), Øst Tyskland (R) og Danmark (D).

miljø- gift	generell grense	fisk (inkl. herm. fisk)	innmat (inkl. fiskelever)	skalldyr
Hg	-	0.5 ? ¹ 1 S ¹	-	1 F ²
Cd	0.03 N ³	0.5 N ³	0.5 N ³	* N ³
PCB	-	1 R ⁴ 2 S ⁵⁶ U ² C ² F ³ 5 S ⁵⁶ (laks)	5 S ⁵⁶ [5] R ⁴ (Σ(PCB+ΣDDT))	2 U ²
ΣDDT	-	2 D ⁷ F ⁸ 3.5 F ⁸ (laks og å1) 5 S ⁵⁶ U ⁹	5 F ³ D ⁷ [5] R ⁴ (Σ(PCB+ΣDDT))	2 F ³

Referanser:

- *: ingen grenser gitt på grunn av "naturlig høyt innhold" i skalldyr (SIFF, 1980).
- 1: Dybing og Underdahl, 1981, land ikke nevnt.
 - 2: SFT, 1986 (s. 35), referanse ikke angitt.
 - 3: SIFF, 1980. Forslag av 15.10.1980 til maksimumsgrenser for tungmetaller i næringsmiddel. Statens Institutt for Folkehelse (SIFF) brev (21.10.1980) til Helsedirektoratet.
 - 4: Lucas et al. (1980, i følge Knutzen (1987b)).
 - 5: Anon. (1984, i følge Knutzen (1987b)).
 - 6: Andersson et al. (1984, i følge Knutzen (1987b)).
 - 7: Statens levnedsmiddelinstutts bekendtgørelse. No. 553, 9/11 1984, [Dansk] (i følge Knutzen (1987b)).
 - 8: Binnemann et al. (1983, i følge Knutzen (1987b)).
 - 9: Smokler (1979, i følge Knutzen (1987b)).

Tabell 6. Oversikt over laveste maksimalgrenser for innhold av miljøgifter i næringsmidler hentet fra Tabell 5, mg/kg friskvekt.

miljøgift	fisk (inkl. hermittisert fisk)	innmat (inkl. fiskelever)	skalldyr
Hg	0.5	1 ¹	1
Cd	0.5	0.5	0.5 ²
PCB	1	5	2
ΣDDT	2	5	2

¹ antatt, gjelder også for skalldyr.
² antatt, gjelder også for innmat.

6.2.2 Akseptable inntak

Retningslinjer

Vurdering av helserisiko forbundet med næringsmidler baserer seg på toksikologiske data, eventuelt også kunnskap om hvor stor andel av vedkommende giftstoff som suges opp i tarmen. Ut fra dette og en sikkerhetsfaktor (som regel 10-100) anbefales en øvre grense for akseptabelt daglig eller ukentlig (livslangt) inntak (hhv., ADI og AWI). Overgangen fra en slik ADI- (evt. AWI-) verdi til en lokal-tilpasset anbefalt øvre grense for konsentrasjonen av vedkommende stoff (C) i sjømat (B) baserer seg på kunnskap på (vanlige enheter oppgitt):

- konsum av B [B] g/dag
- konsentrasjon av C i dietten utenom B [C₀^A] µg/dag
- maksimalt inntak av C for en "normal" person [C₁] mg/uke

Mål-gruppen kan betraktes som utsatt med hensyn til ADI dersom den målte konsentrasjonen av miljøgiften i sjømaten er lik eller større enn den risikable konsentrasjonen ([C_B] i mg/kg):

$$[C_B] = \frac{[C_1]/7 - [C_0]/1000}{[B_A] / 1000}$$

Det er vanskelig å få representative tall for disse variabler til enhver tid. Spisevaner kan variere mellom kjønn, aldersgrupper, områder, osv., og dessuten også variere over tid. Innhold av miljøgifter i de forskjellige mattyper kan også variere over tid, avhengig av belastningsendringer.

I Norge har man beregnet konsum av sjømat-inntaket fra andre næringsmidler for bare tre giftstoffer: kvikksølv, kadmium og bly (Tabell 7, eksklusiv bly). Dietsammensetninger er beregnet for befolkninger i hhv. fra "storbyer" og "spredt bebyggelse", samt "kystmenn" og "kystkvinner" (SFT, 1980). Undersøkelsen kan være noe uaktuell i dagens situasjon ettersom den er bygget på en kort måleperiode (1-2 uker) i 1967 og 1976. Derfor kan grunnlaget for beregning av en lokal-tilpasset øvre grense for konsentrasjon av vedkommende stoff i sjømat være noe usikkert.

AWI for kvikksølv og kadmium anbefalt av FAO/WHO (CAC, 1973) var basis for vurdering av helserisiko.

FAO/WHO har ikke anbefalt en ADI eller AWI for PCB pga. ufullstendige toksikologiske undersøkelser. Norske myndigheter (SIFF) har anbefalt en AWI på 0.1 mg PCB/uke per person basert på 14.9 µg/dag per person anbefalt av helsemyndigheter i USA og Kanada (T. Hellstrøm, Helse-direktoratet, pers. medd. 1986).

Andre normer (CAC, 1984) har anbefalt en AWI på 0.3 mg DDT/uke per person (0.005 mg/kg kroppsvekt per uke). DDT ble definert som sum av p,p'DDE + p,p'DDT + o,p'DDT + p,p'TDE (DDD).

Tabell 7. Konsum av sjømat og inntak av kvikksølv og kadmium (pr 60kg person) i noen typiske norske dietter¹, samt antatt risikabelt nivå for kvikksølv og kadmium².

	enheter /pers.	Storbyer	Spredt bebyggelser	Kyst- menn	Kyst- kvinner
<u>Normal diett</u>					
Fisk og fiskeprodukter	g/dag	52	58	174	98
Skalldyr	g/dag	0.5	1.6	-	-
Hg i dietten totalt	µg/dag	9.1	8.3	19.8	11.2
Hg fra fisk	µg/dag	4.3	4.5	14.9	7.8
	%	47	54	75	70
Hg fra skalldyr	µg/dag	0.03	0.1	-	-
	%	0.3	1	-	-
Cd i dietten totalt	µg/dag	28	24	29	20
Cd fra fisk	µg/dag	0.79	1.0	2.5	1.4
	%	2.8	4.3	8.6	7.0
Cd fra skalldyr	µg/dag	0.1	0.3	-	-
	%	0.4	1	-	-
<u>Risikable konsentrasjon</u>					
Hg i fisk	mg/kg	0.73	0.68	0.22	0.40
Hg i skalldyr	mg/kg	68	22	-	-
Cd i fisk	mg/kg	0.57	0.59	0.18	0.39
Cd i skalldyr	mg/kg	58	21	-	-

¹ SFT (1980). Utvalgte konsentrasjoner i skalldyr for kvikksølv, og kadmium var henholdsvis: 0.06 og 0.2 µg/g våtvekt.

² Basert på anbefalt øvre grense for uketlig inntak av FAO/WHO (CAC, 1973) 0.3 og 0.4 mg/uke pr person for henholdsvis kvikksølv og kadmium. (Se tekst for beregning av risikable konsentrasjon.)

6.2.3 Resultater

Konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium, PCB, og Σ DDT i fisk og blåskjell fra JMG områder i 1984-1985 er oppsummert i Tabell 8. Verdiene er ikke standardisert med hensyn til noen biologiske variabler.

Overkonsentrasjoner i forhold til anbefalt maksimalt innhold

Innholdet av kvikksølv og kadmium i hhv. "flyndre"-filet og -lever fra Sørfjorden viser en svak overskridelse av anbefalte grenser (middel, hhv., 0.51 og 1.08 mot grense 0.5 ppm våtvekt, Tabell 8). Kadmium-middel i 3 blåskjell-prøver fra 1983 viste derimot en meget stor overskridelse: 25.6 ppm våtvekt mot grense 0.5 ppm våtvekt. (Noen egen grense for kadmium i skalldyr er ikke angitt, og grenser for fisk er derfor benyttet som illustrasjon av forurensningsgraden).

Innholdet av PCB i torskelever fra indre Oslofjord representerte en moderat overskridelse av den anbefalte grensen (midler 5.65 og 5.77 mot grense 5.00 ppm våtvekt).

Overkonsentrasjoner i forhold til ADI

Den følgende vurderingen gjelder bare kvikksølv og kadmium.

Resultatene fra 1984 indikerer at glassvar-filet fra Hardangerfjorden og "flyndre"-filet fra Sørfjorden representerer en viss risiko for overskridelse av kvikksølv mht. akseptabelt daglig eller ukentlig inntak (Tabell 8). Dette forutsetter imidlertid et livslangt daglig forbruk over "kystmenn"-gjennomsnittet (jfr., Tabell 7) ved konsum av for eksempel over 75 og 100g flyndrefilet pr dag fra hhv. Sørfjorden og Hardangerfjorden.

Resultatene fra 1984 indikerer at også konsum av skrubbelever fra midtre Oslofjord og Hardangerfjorden gir en viss risiko for overskridelse av kadmium ADI (Tabell 8). For Oslofjord fisk forutsetter imidlertid dette et (livslangt) konsum av over 170g skrubbelever pr dag som må betraktes som lite sannsynlig. Kadmium konsentrasjonen var 6 ganger høyere i "flyndre" fra Sørfjorden enn skrubbe fra midtre Oslofjord. Dette betyr at personer som spiser mer enn ca. 30g "flyndre"-lever pr dag vil falle i risikogruppen. (Resultatene fra Sørfjorden i 1983 indikerer at det også er risiko ved å spise blåskjell, dersom en spiser mer enn 50g blåskjell pr dag).

Tabell 8. Illustrasjon av helserisiko-vurdering ved konsum av sjømat fra Oslofjord-området, Sørfjorden, Hardangerfjorden og Orkdalsfjord-området, basert på middel konsentrasjoner for årene 1984 og 1985. Understrekede verdier indikerer at konsentrasjonen overskrider maksimalt anbefalt konsentrasjon i næringsmidler (jfr., Tabell 5 og 6). * indikerer at konsentrasjonen overskrider estimert ADI (gjelder kun kvikksølv og kadmium i fisk, jfr., Tabell 7), n = antall analyser for beregning av middel verdien og B angir blandprøve (jfr., Tabell 1).

(våt vekt)	Hg		Cd		PCB		DDE	
	ppm 1984	ppm 1985	ppm 1984	ppm 1985	ppm 1984	ppm 1985	ppm 1984	ppm 1985

Indre OSLOFJORD								
BLÅSKJELL n=3B								
middel	0.022	0.016	0.19	0.19	0.070	0.063	0.003	0.003
REKER n=1B								
middel	0.096	-	0.052	-	0.070	-	0.001	-
TORSK n=24-29								
filet, middel	0.149	0.096	-	-	-	≤0.06	-	-
lever, middel	-	-	0.017	0.048	<u>5.77</u>	<u>5.65</u>	0.56	0.53

Midtre OSLOFJORD								
BLÅSKJELL n=6-9B								
middel	0.016	0.019	0.20	0.28	0.025	0.028	0.002	0.002
REKER n=1B								
middel	0.094	-	0.049	-	0.160	-	0.003	-
SKRUBBE n=1B								
filet, middel	-	0.10	-	-	-	<0.05	-	-
lever, middel	-	-	-	0.20	-	0.06	-	<0.05

Ytre OSLOFJORD								
BLÅSKJELL n=3-5B								
middel	0.009	0.023	0.25	0.19	0.017	0.013	0.002	0.001
TORSK n=14-24								
filet, middel	0.144	0.101	-	-	<0.05	<0.05	-	-
lever, middel	-	-	0.087	0.069	1.84	2.96	0.23	0.29

LANGESUNDSFJ., SINGLEFJ. og HVALER-OMRÅDET								
BLÅSKJELL n=3-5B								
middel	0.040	0.044	0.32	0.35	0.020	0.025	0.003	0.002

HARDANGERFJORDEN ¹								
GLASSVAR n=13								
filet, middel	0.38*	-	-	-	-	-	-	-
lever, middel	-	-	0.20*	-	-	-	-	-

¹ JMG data fra Julshamn et al. (1985).

Tabell 8. (forts.)

(våt vekt)	Hg		Cd		PCB		DDE	
	ppm 1984	ppm 1985	ppm 1984	ppm 1985	ppm 1984	ppm 1985	ppm 1984	ppm 1985
SØRFJORDEN ¹								
BLÅSKJELL n=3B ²								
middel	0.56	-	25.6*	-	-	-	-	-
"FLYNDRE" n=22								
filet, middel	0.51*	-	-	-	-	-	-	-
lever, middel	-	-	1.08*	-	-	-	-	-
ORKDALSFJORD-OMRÅDET								
BLÅSKJELL n=4-10B								
middel	0.014	0.022	0.21	0.24	0.017	0.045	0.001	0.002
TORSK hhv. n=13, 10B								
filet, middel	0.049	0.052	-	-	<0.05	<0.05	-	-
lever, middel	-	-	0.17	0.10	0.87	0.37	0.145	0.05
LYR n=25								
filet, middel	-	0.048	-	-	<0.05	<0.05	-	-
lever, middel	-	-	-	0.07	-	0.83	-	0.12

¹ JMG data fra Julshamn et al. (1985).
² Data fra Børve, 1983 (Julshamn et al., 1985).

6.2.4 Videre arbeid

Innsamling av skalldyr og fisk foretas årlig fra Orkdalsfjorden og Oslofjord-området. Resultatene kan anvendes for bl.a. å besvare JMG-formål "a", vurdering av helserisiko ved konsum.

Undersøkelser av biologisk materiale fra Hardangerfjorden og Sørfjorden mangler for 1985-86 men ble tatt opp igjen i 1987, og er planlagt for 1988..

6.3 Miljøgifter i sjøvann

Konsentrasjonene av kvikksølv var lavere enn de antatte "normale" verdiene mens kadmium konsentrasjonene var noe høyere (Tabell 9). Lav prøvetakingsfrekvens og få prøvetakingssteder ga ikke muligheter for tilstrekkelig vurdering av regionale utbredelser og tidstrender. Det gjenstår for JMG å etablere retningslinjer for evaluering.

Kadmiumkonsentrasjonene var av samme størrelsesorden som resultatene fra andre JMG-områder i Europa (Vinhas, 1986) mens (konsentrasjonene av) kvikksølv var forholdsvis lavere i Norge (Cossa, 1986).

De lave kvikksølvverdiene kan delvis tilskrives nøyaktigheten til analyselaben (SERI, Tabell 2) sammenlignet med den oppgitte "normal-konsentrasjon" (Tabell 9).

Det eksisterer ingen offisielle vannkvalitetskriterier i Norge. (Arbeid pågår).

Tabell 9. Kvikksølv og kadmium i vann 1984-85 (ng/l).

Stasjon	Hg				Cd			
	'84 okt.	'85 okt.	'85 nov.	'85 des.	'84 okt.	'85 okt.	'85 nov.	'85 des.
30 - Gressholmen	-	1.3	-	-	-	37	-	-
31 - Solbergstrand	3.8	-	-	-	59	-	-	-
36 - Færder	0.7	-	1.9	-	33	-	12	21
71 - Risøyodden	-	1.8	-	2.0	-	19	<5	6
84 - Trossavik	-	-	0.8	2.5	-	-	33	22
"normal" sjøvann ¹			11				10	

¹ Förstner og Wittmann (1979)

6.4 Vurdering av miljøgiftnivå

Denne vurderingen ble basert på tre kilder: litteraturoversikter av "normale konsentrasjoner" i diffust belastede områder (Knutzen, 1983, 1987a, 1987b, og Knutzen og Kirkerud, 1984); veiledene nivåer utgitt av Oslo og Paris Kommisjonen (OSPAR, jfr., Franklin, 1987) og resultater fra Europeisk omfattende ICES-basisundersøkelse fra 1985 (MON, 1987, gjelder bare kvikksølv og kadmium). OSPAR-nivåene ligger generelt noe høyere enn data fra de nevnte litteraturundersøkelsene viser.

6.4.1 Nivå i blåskjell

Middel-konsentrasjonene for miljøgifter funnet i blåskjell i 1984-85 lå innen artatt nivå for "normalkonsentrasjon" (Tabell 10). De var også "lave" (dvs., under "middels" nivå) i forhold til OSPAR-retningslinjer. Derimot, sammenlignet med resultatene fra ICES' 1985-basisundersøkelsen (MON, 1987) var noen konsentrasjoner relative høye, det vil si lå innen den øverste 25% av datamaterialet (Tabell 10). Dette gjaldt 1985 undersøkelser av kvikksølv og kadmium i blåskjell fra Sponvika (JMG-St.01) og Fugleskjær (St.02) i Hvaler-området og Singlefjorden og også kadmium i blåskjell fra Trossavik (St.84) i Orkdalsfjorden (jfr., Vedlegg 4).

Tabell 10. Miljøgiftinnhold (middel±standard avvik) i blandprøver av blåskjell fra Oslofjord-området og Orkdalsfjord-området, 1984-85 og retningsgivende nivåer. Konsentrasjoner i µg/kg våtvekt.

JMG området (underomr.)	år	Oslofjord-området			Orkdalsfjord-om.	
		26 (02) indre-	26 (02) midre-	26(01,02) ytre-	26(01,03) tilgrensende	65
Hg	84	22 ±9	16 ±8	9 ±3	40 ±5	14 ±8
	85	16 ±0.6	19 ±2	23 ±6	44 ±18	22 ±7
Cd	84	187 ±31	197 ±14	253 ±55	320 ±20	207 ±27
	85	193 ±23	284 ±221	190 ±6	345 ±48	240 ±48
PCB	84	70 ±19	25 ±8	17 ±2	20 ±2	17 ±9
	85	63 ±50	28 ±15	13 ±7	25 ±7	45 ±35
DDE	84	3 ±1	2 ±1	2 ±0.5	3 ±0.5	1 ±0.4
	85	3 ±2	2 ±0.6	1 ±0.1	2 ±0.9	2 ±1
		Antatt "normal- konsentrasjon"		OSPAR "middels" nivå ³		ICES-basisunder- søkelse (1985), Øvre 75% ⁴
Hg		10 - 100 ¹		120-200*		> ≈38*
Cd		10 - 500 ¹		400-1000*		> 360*
PCB		20 - 100 ²		20-100		-
DDE (ΣDDT)		<10 - 30 ²		-		-

¹) Knutzen (1983)

²) Knutzen & Kirkerud (1984)

*) omregnet fra tørrvekt (20%)

³) jfr., Franklin (1987, Vedlegg 3)

⁴) MON (1987, Tabeller 2 og 6)

6.4.2 Nivå i torsk og skrubbe

Etter retningsgivende nivåer ble det funnet relativt lavt innhold av kvikksølv, kadmium, PCB og DDE i torsk fra Orkdalsfjorden og skrubbe fra Oslofjorden (Tabell 11). Derimot ble det funnet til dels høyt innhold av kvikksølv og PCB i torsk fra Oslofjorden, det vil si, over øvre grense for antatt "normalkonsentrasjon" og etter OSPAR retningslinjer, "middels" nivå. Dessuten lå kvikksølv- og til dels kadmium-innhold i torsk i den øvre 25% av resultatene fra ICES-1985-basisundersøkelse.

Tabell 11. Miljøgift innhold (ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) våtvekt, middel \pm standard avvik, (minimum-maximum)) i fisk fra Oslofjorden og Orkdalsfjorden, 1984-85 og retningsgivende nivåer. ? indikerer at grenser er særlig usikkert.

	år	Oslofjorden		Orkdalsfjorden		
		torsk	skrubbe	torsk	lyr	
Hg filet	84	146 \pm 67 (30-360)	-	49 \pm 15 (30-70)	-	
	85	97 \pm 30 (60-180)	94 \pm 15 (60-120)	52 \pm 22 (30-90)	48 \pm 14 (30-70)	
Cd lever	84	49 \pm 54 (10-220)	-	172 \pm 112 (60-420)	-	
	85	56 \pm 58 (10-290)	195 \pm 7	* 95 \pm 7	* 70 \pm 0	*
PCB lever	84	3988 \pm 2860 (240-14000)	-	866 \pm 454 (140-1600)	-	
	85	4685 \pm 2778 (1200-12000)	60 \pm 0	* 365 \pm 21	* 830 \pm 57	*
DDE lever	84	409 \pm 329 (50-1640)	-	145 \pm 85 (50-290)	-	
	85	447 \pm 263 (50-1110)	50 \pm 0	* 50 \pm 0	* 115 \pm 7	*

		Antatt "normal- konsentrasjon" 1 2		OSPAR "middels" nivå 3		JMG-basisunder- søkelse (1985), Øvre 75% 4
		torsk	skrubbe	torsk	skrubbe	torsk
						skrubbe
Hg-filet		<50-100	<50-100	100-300	100-300	67
Cd-lever		50-200	<100-200	-	-	51
PCB-lever		<1000-3000	<100-300?	2000-5000	500-1000	-
DDE-lever		<100-500	<100-200?	<500 ⁵	<500 ⁵	-

* to parallell-analyser av en blandprøve						
1) Knutzen (1987a), kvikksølv og kadmium						
2) Knutzen (1987b), PCB og DDT						
3) jfr., Franklin (1987, Vedlegg 3)						
4) MON (1987, Tabeller 2 og 6)						
5) antatte verdier (jfr., Franklin, 1987)						

6.5 Vurdering av regionale utbredelser

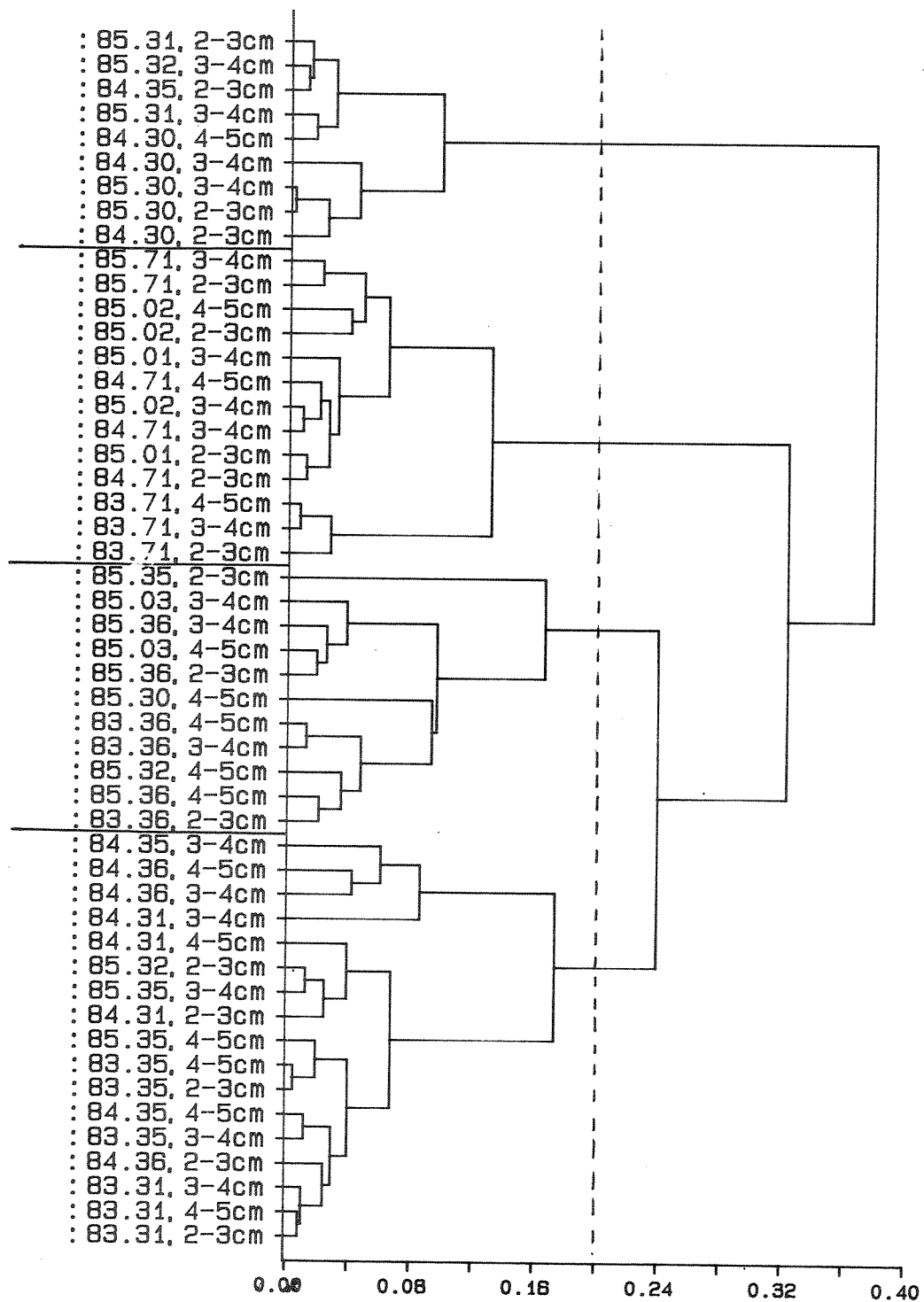
6.5.1 Bruk av blåskjell

6.5.1.1 Grupperinger av stasjoner

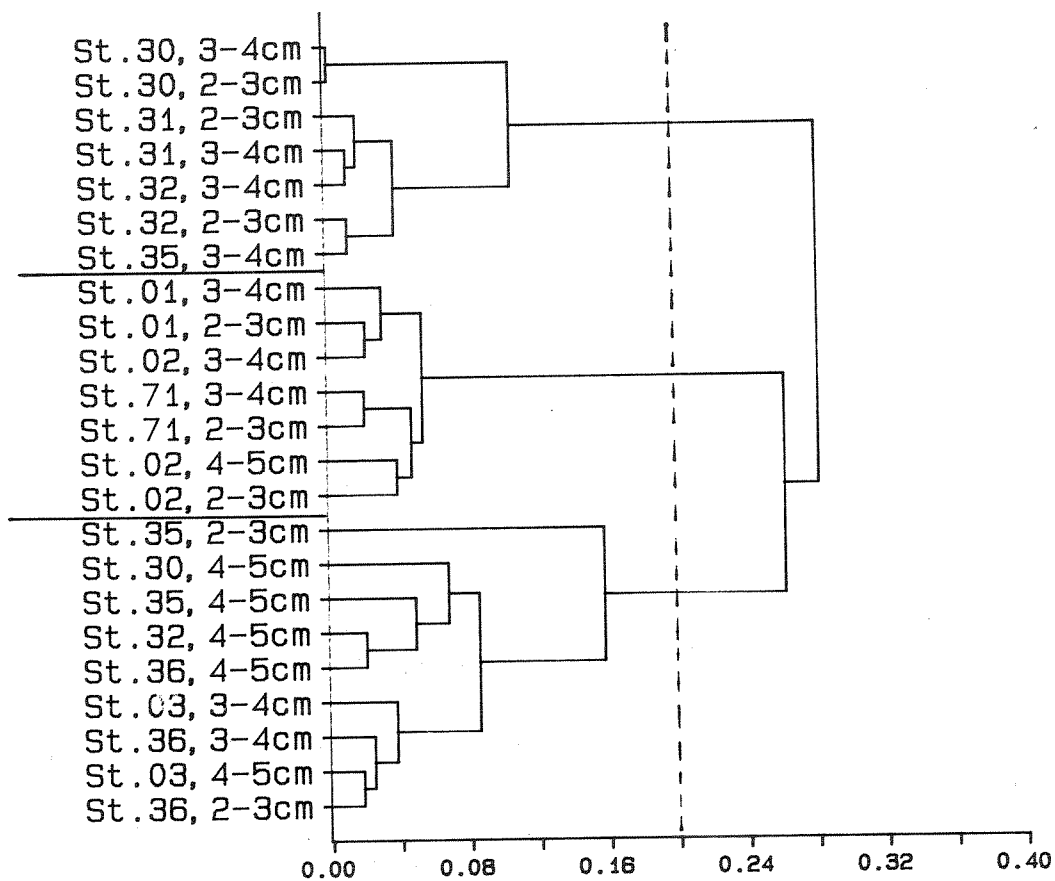
Det var bare enkeltanalyser (ingen replikater) av blandprøver av blåskjell for hver størrelsesgruppe, sted og dato. Derfor var data for Oslofjord- og Orkdalsfjord-områdene utilstrekkelige for å gruppere stasjonene basert på en forsvarlig statistisk måte. Gruppering etter Bray-Curtis (1957) ulikhetsanalyse (klyngeanalyser) ble brukt som en alternativ metode, men metoden er ikke statistisk begrunnet.

Det ble gjort klyngeanalyser for å gruppere stasjoner i Oslofjorden for periodene 1984-85 og 1985 (Fig. 4-7). For perioden 1983-1985 kunne stasjonene i Oslofjorden kunne grovt deles inn i fire grupper (Fig. 4): indre Oslofjord (St.30), midtre Oslofjord (St.31, 32 og 35), ytre Oslofjord (St.03 og 36) og Hvaler-området og Langesundsfjorden (St.01, 02 og 71). Resultatene var tilnærmet likedan om bare 1985-data ble tatt i betraktning, imidlertid ble bare tre grupper dannet (Fig. 5); prøvene fra midtre Oslofjord ble delt mellom gruppene for indre Oslofjord og ytre Oslofjord.

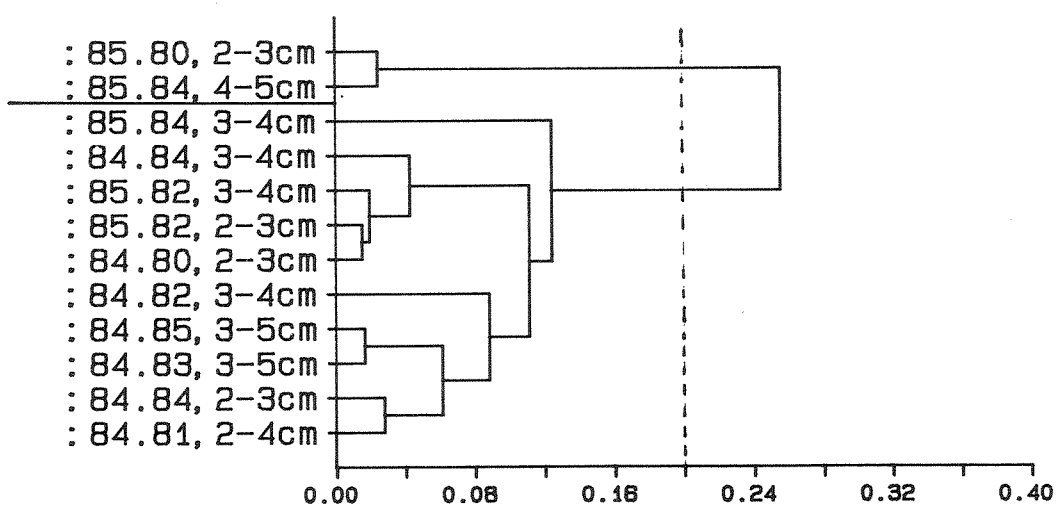
Klyngeanalyser på Orkdalsfjord-området viste ikke noen grupperinger i henhold til geografisk lokalisering eller blåskjellstørrelse (Fig. 6-7).



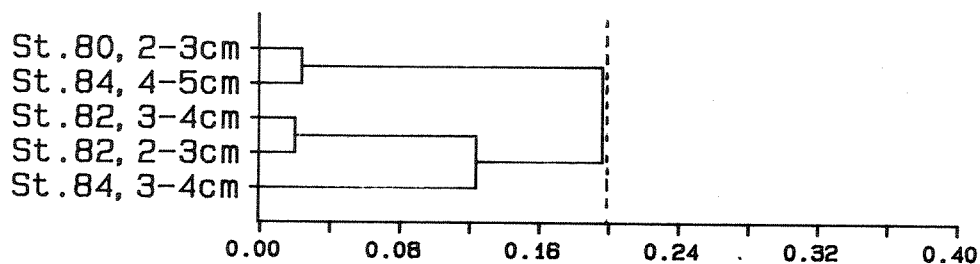
Figur 4. Ulikhetsanalyse (Bray-Curtis indeks) for muslinger innsamlet fra Oslofjord-området, 1983-85.



Figur 5. Ulikhetsanalyse (Bray-Curtis indeks) for muslinger innsamlet fra Oslofjord-området, 1985.



Figur 6. Ulikhetsanalyse (Bray-Curtis indeks) for muslinger innsamlet fra Orkdalsfjord-området, 1983-85.



Figur 7. Ulikhetsanalyse (Bray-Curtis indeks) for muslinger innsamlet fra Orkdalsfjord-området, 1985.

Blåskjelldata for 1985 fra hver av stasjonsgruppene 1-4 ble sammenlignet ved å bruke en såkalt to-prøve t-test (Tabell 12). Forskjellene mellom gruppene forandret seg lite når 1983-84-data ble inkludert i analysen. Resultatene indikerte at blåskjellene fra Langesundsfjorden og Hvalerområdet (gruppe 4; St.01, 02 og 71) hadde signifikant høyere konsentrasjoner av kadmium og kvikksølv enn stasjonsgruppene 1-3. PCB-konsentrasjonene som ble funnet i blåskjell fra ytre Oslofjord (gruppe 3) var signifikant lavere enn de som ble funnet i gruppe 2 og 4. Det kan bemerkes at alle stasjonene innen gruppe 4 var influert av sterkt industrialiserte områder.

Tabell 12. Resultater av to-prøve t-test på forskjell mellom stasjonsgrupper mht. kvikksølv, kadmium og PCB i blåskjell fra Oslofjord-området 1985 og 1983-85. Positive t-verdier indikerer at middelskonsentrasjonen innen gruppen i 1. kolonne er høyere enn i sammenligningsgruppen i 2. kolonne og omvendt ved negative t-verdier. Statistisk signifikant forskjell er indikert med * ($p < 0.05$), ** ($p < 0.01$) og *** ($p < 0.001$).

Gruppe 1 - Stasjon 30

Gruppe 2 - Stasjon 31, 32, 35

Gruppe 3 - Stasjon 03, 36

Gruppe 4 - Stasjon 01, 02, 71

År	Stasjonsgrupper			Hg	Cd	PCB
1985	1	-	2	-2.892*	-1.411	0.381
	1	-	3	-2.290	0.195	1.069
	1	-	4	-6.207***	-7.121**	0.382
	2	-	3	-1.326	1.604	2.417*
	2	-	4	-5.211***	-1.970	-0.030
	3	-	4	-3.009*	-12.413***	-3.486*
1983-85	1	-	2	0.873	-2.388*	1.596
	1	-	3	1.299	-0.635	2.855*
	1	-	4	-5.670***	-9.171***	2.024
	2	-	3	0.699	1.872	4.318***
	2	-	4	-7.914***	-4.378***	1.394
	3	-	4	-6.296***	-8.469***	-2.342*

6.5.1.2 Undersøkelse mht. viktige biologiske kovariabler i blåskjell

Det foreligger ingen JMG-retningslinjer for statistisk vurdering av JMG-formål "c" (regional utbredelse) og "d" (tidstrender) i blåskjell. I denne undersøkelsen er det valgt å studere hvilken innvirkning enkelte biologiske variable (eller kovariabler) har på forurensningskonsentrasjonen i blåskjell slik at det blir lettere å vurdere disse målsetningene.

Flerdimensjonale regresjonsanalyser ble gjort på Oslofjord-data 1984-85 på to måter: på hver stasjon og innsamlingsdato for seg og på

grupper av stasjoner men for hver innsamlingsdato (jfr., seksjon 6.4.1.1 og Tabell 13). Datamaterialet er ukomplett for 1981-1983. Regresjonene inneholdt fem biologiske kovariabler og indikatorvariabler for å skille ut stasjon (evt. stasjonsgruppe) og innsamlingsdato.

Når prøvene ble bedømt separat ble det ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom konsentrasjon og de biologiske kovariablene. Da prøvene ble gruppert, ble bløtdel-vekt funnet å være negativt korrelert med kvikksølvkonsentrasjonen ($p < 0.05$, Tabell 13).

Mangel på signifikante regresjonskoeffisienter for de respektive kovariablene kan delvis skyldes få prøver. Analyser på individer, og ikke blandprøver, er å foretrekke i dette tilfelle. Videre er det trolig at det finnes viktige biologiske kovariabler som ikke er blitt målt.

Tabell 13. Regressionskoeffisienter for forskjellige biologiske kovariabler mot kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), PCB og DDE i blåskjell fra Oslofjord-området. Signifikante koeffisienter (v.h.a. t-ratio) og F-ratio er indikert med * ($p < 0.05$). Analyse ble gjort på individuelle prøver og grupperte prøver (se seksjon 6.4.1.1). d.f. = frihetsgrader.

kovariabler	Hg	Cd	PCB	DDE
INDIVIDUELLE PRØVER				
kropp v.v.(g)	-1.43	-0.35	2.41	2.84
skall t.v.(g)	0.19	-0.14	-0.61	-0.39
skall lg.(mm)	3.53	1.44	-6.40	-8.00
kropp fett %	0.70	-0.38	2.82	2.17
kropp t.v. %	2.01	0.006	0.43	-0.72
d.f.	24	25	23	21
r-squared	53%	29%	34%	27%
F-ratio	4.1	2.2	2.4	1.9
GRUPPERTE PRØVER				
kropp v.v.(g)	-2.16*	0.13	0.88	3.63
skall t.v.(g)	0.87	-0.29	-0.12	-0.73
skall lg.(mm)	3.64	0.48	-3.34	-9.32
kropp fett %	0.27	-0.71	3.73	0.68
kropp t.v. %	1.82	0.43	-1.78	-1.72
d.f.	29	30	28	25
r-squared	52%	29%	36%	33%
F-ratio	5.6*	2.8	3.3	2.9

6.5.2 Bruk av torsk fra Oslofjorden

Forskjeller mellom stasjonene i Oslofjorden ble ikke testet statistisk på grunn av manglende JMG-retningslinjer. Det hersker også usikkerhet omkring hvilke kovariabler som skal være inkludert når resultatene normaliseres.

Det er registrert signifikante forskjeller mellom innhold av kadmium, PCB og DDE i torsk fanget i indre Oslofjord (St.30) og torsk fanget i ytre Oslofjord (St.36), men ikke for kvikksølv (Tabell 14). Det tas forbehold om eventuelle endringer av resultatene fordi de ikke er blitt normalisert for biologiske kovariabler (som lengde, leverfett, osv.). Torsk fra indre Oslofjord hadde høyere innhold av PCB og DDE både i 1984 og 1985. Kadmium-innholdet fra ytre Oslofjord var høyere enn fra indre Oslofjord for disse årene, men forskjeller var signifikante bare i 1984. Innbyrdes regional utbredelse for miljøgifter i torsk støtter resultatene for blåskjell (jfr., Tabell 13).

Tabell 14. Forskjell mellom innhold av miljøgifter i torsk fra indre Oslofjord, St.30 Nesodden, og ytre Oslofjord, St.36 Færder, 1984 og 1985. Signifikante forskjeller testet på \log_{10} -transformerte data; F-ratio, ** = $p < 0.01$ og *** = $p < 0.001$.

	Hg filet	Cd lever	PCB lever	DDE lever
=====				
Middel verdier (ppb):				
1984 St.30	148.6	16.9	5.766	0.559
St.36	143.8	87.1	1.839	0.228
1985 St.30	96.0	48.3	5.652	0.535
St.36	101.4	67.9	2.957	0.292

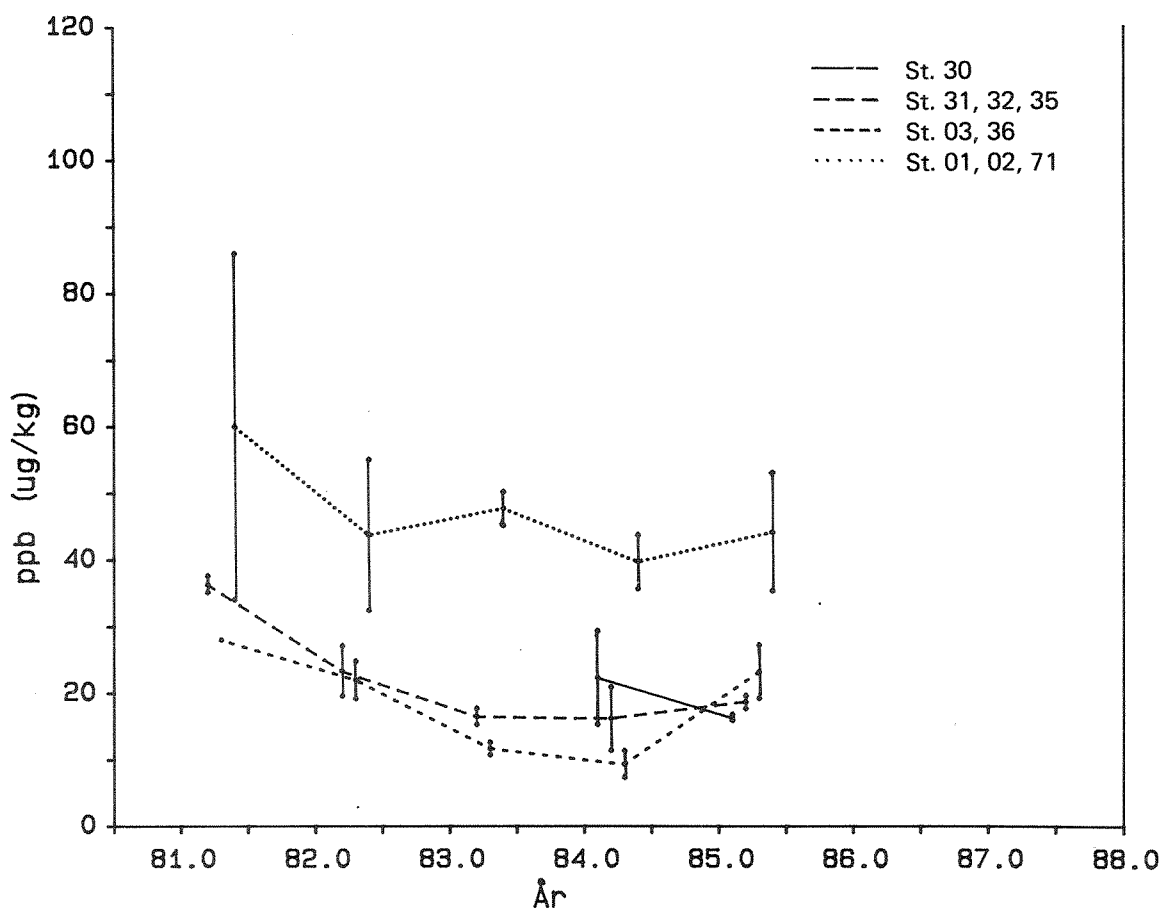
ANOVA F-ratio:				
1984 St.30 og 36	1.94	108.77***	35.92***	55.08***
1985 St.30 og 36	0.23	2.88	10.31**	13.42***

6.6 Vurdering av tidstrender

6.6.1 Bruk av blåskjell

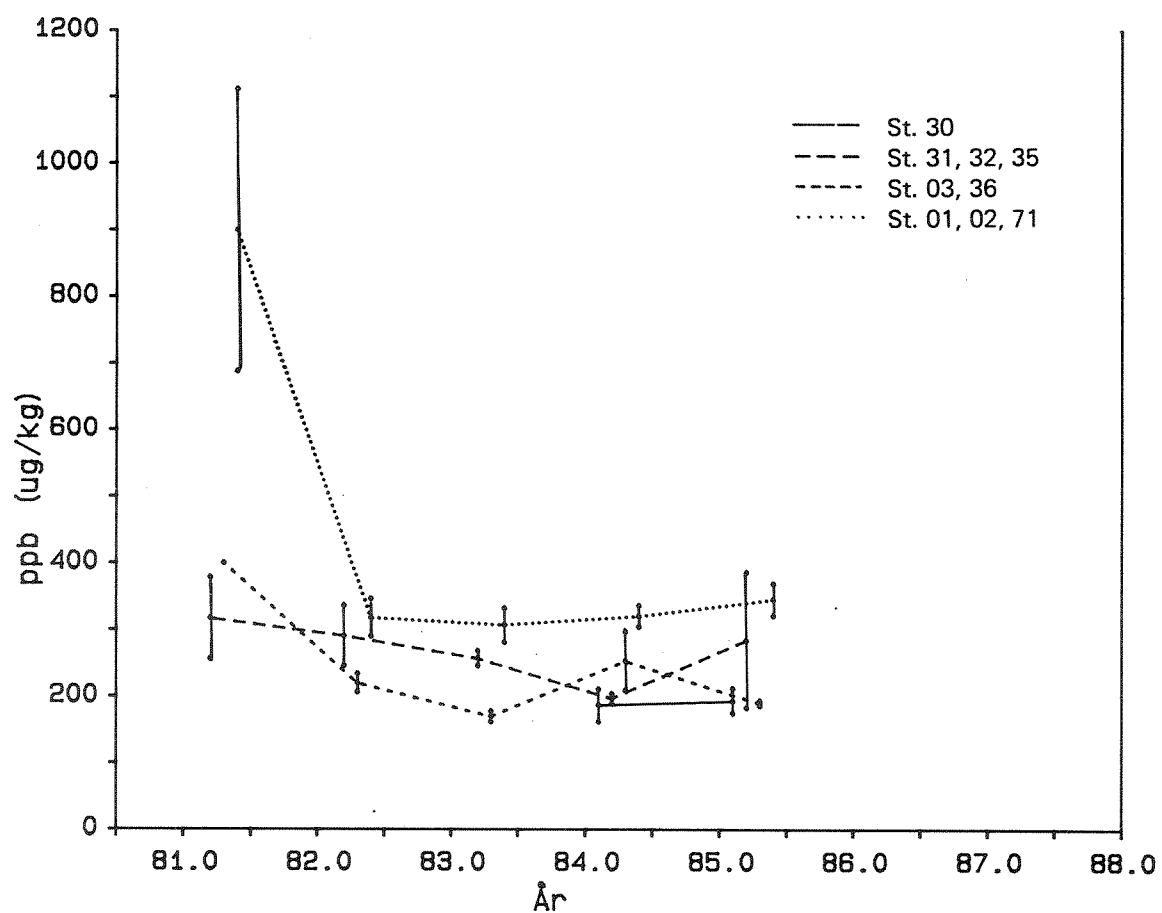
De generelle tendenser i kvikksølv-, kadmium- og PCB-konsentrasjoner i blåskjell på de fire stasjonsgruppene i Oslofjorden (jfr., Tabell 13) var ikke tydelige i årene 1981-85 (Fig. 8-11). Litt høyere kadmium- og PCB-verdier ble funnet 1981-82, men etter denne perioden var det ingen bestemt tendens (jfr., to-prøve t-test mellom stasjonsgrupper, Vedlegg 5).

Kvikksølv - Oslofjordområdet, 1981-1985
Fire stasjons-grupper



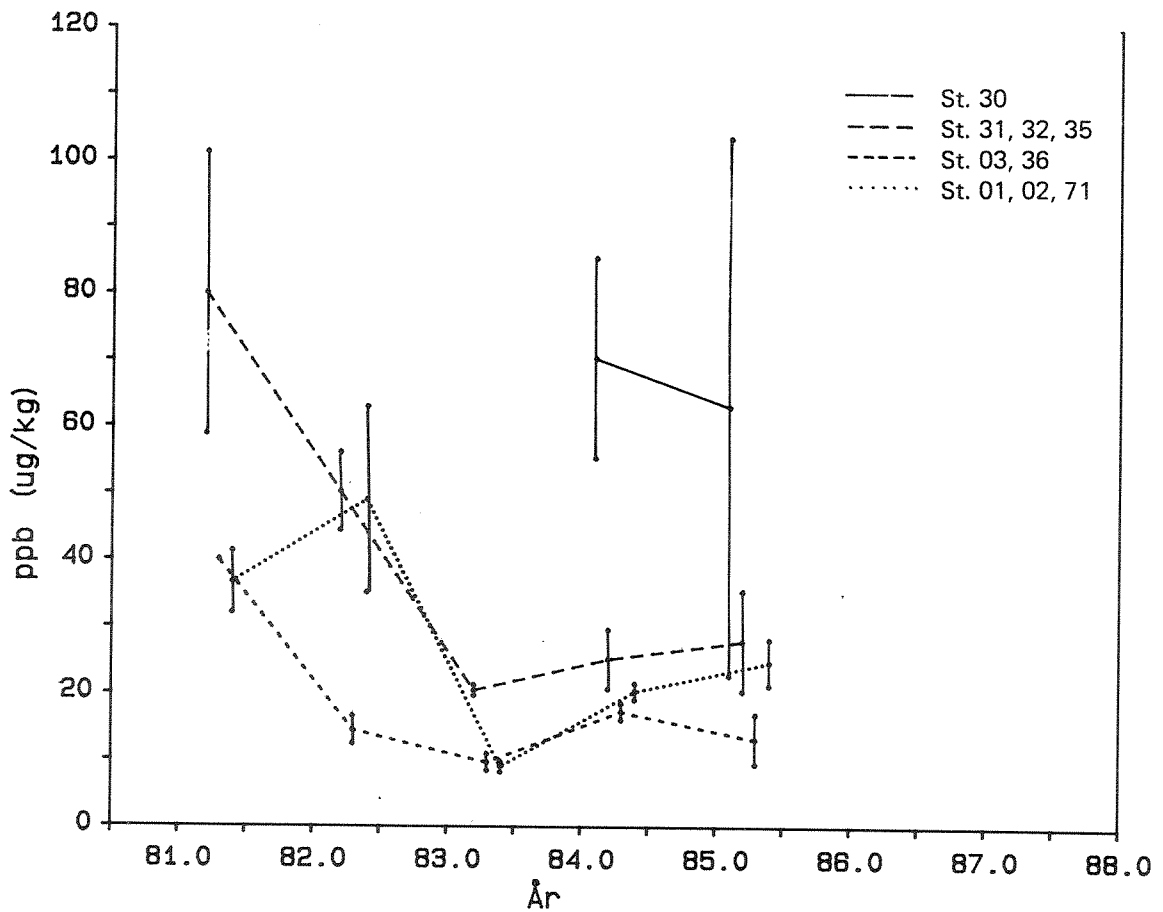
Figur 8. Middel og 95% konfidensbånd for kvikksølv i blåskjell på fire stasjonsgrupper i Oslofjord-området 1981-1985: Gruppe 1 - Stasjon: 30; Gruppe 2 - Stasjon: 31, 32, 35; Gruppe 3 - Stasjon: 03, 36; Gruppe 4 - Stasjon: 01, 02, 71.

Kadmium - Oslofjordområdet, 1981-1985
Fire stasjons-grupper



Figur 9. Middell og 95% konfidensbånd for kadmium i blåskjell. (Se forøvrig Fig. 8.)

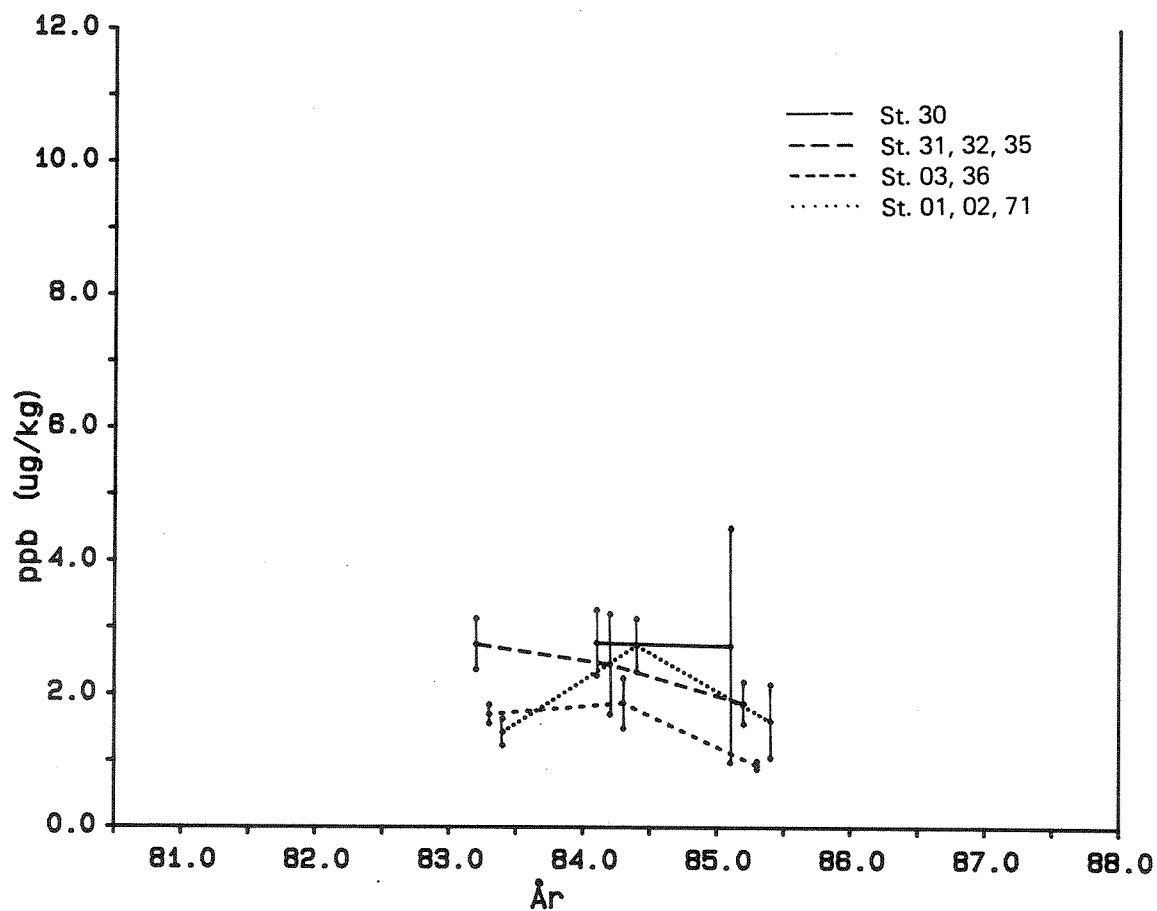
PCB - Oslofjordområdet, 1981-1985
Fire stasjons-grupper



Figur 10. Midde1 og 95% konfidensbånd for PCB i blåskjell.
(Se forøvrig Fig. 8.)

DDE - Oslofjordområdet, 1981-1985

Fire stasjons-grupper



Figur 11. Middell og 95% konfidensbånd for DDE i blåskjell. (Se forøvrig Fig. 8.)

6.6.2 Bruk av torsk fra ytre Oslofjord (Færder)

Resultatene fra Færder i ytre Oslofjord dekket en større tidsperiode (4-5 år) enn resultatene fra midtre og indre Oslofjord (2-3 år) eller Orkdalsfjorden (2 år). Derfor er materialet fra Færder brukt i analyse av tidstrender.

Materialet fra midtre Oslofjord (St. 31, Solbergstrand) og indre Oslofjord (Nordstrand syd for St. 30, jfr., Fig. 1) ble innsamlet i henholdsvis 1981-82 og 1984-85. Tidsrommet er ikke langt nok for tidstrendanalyse, og det er foreløpig ikke grunnlag for å sammenligne.

Det gjøres oppmerksom på at i en tidligere rapport (Green, 1987a) ble data-materiale for kadmium og PCB analysert på våtvektbasis. Senere ble det anbefalt bruk av fettbasis på kadmium og PCB målt i lever (Green, 1987b). Derfor kan det være noe forskjell i konklusjonsbetraktningene (jfr., Tabell 8 i Green 1987a). DDE målt i lever er også vurdert på fettbasis.

Resultatene fra tidstrend-analyse (Tabell 15) indikerer at for kadmium i torsk fra ytre Oslofjord-området er lengden nødvendig og tilstrekkelig kovariabel, men at det er behov for å inkludere også andre kovariable som vekt og kjønn i tidstrendanalyse av kvikksølv, PCB og DDE. En kovariabel som alder var ikke tilgjengelig for 1985 og kunne derfor ikke brukes i denne tidstrendanalysen. Dette gjør testing av andre hypoteser (jfr., Tabell 15) usikre for disse miljøgiftene.

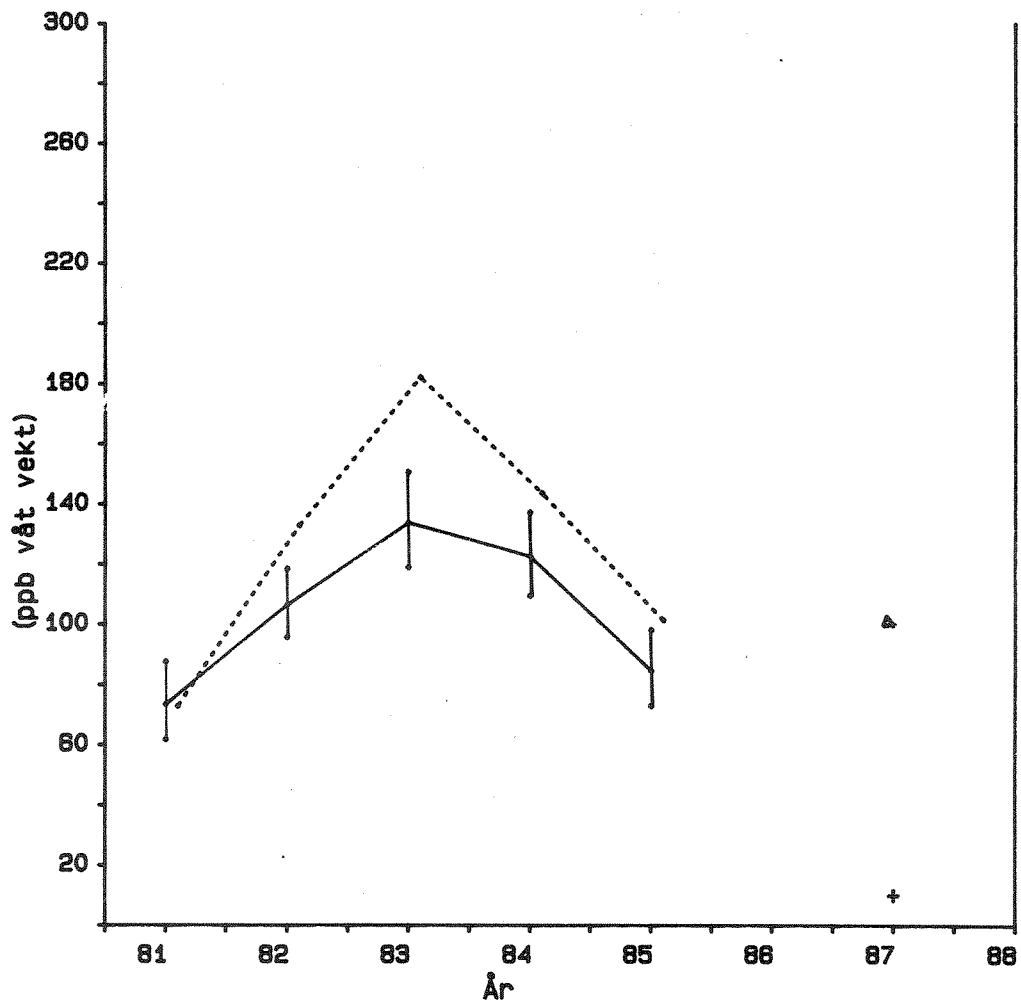
Med forbehold om dette, viser resultatene (normalisert for fiskelengden) at det er signifikante forskjeller for kvikksølv, kadmium og DDE mellom de ulike årene, men at trenden ikke er lineær for årene 1981(82)-1985 (Fig. 12-15). I tidsrommet 1983-85 har konsentrasjonene av kvikksølv og kadmium blitt mindre. Den samme trend ble også funnet i torsk fra JMG-St.34 i Kattegatt (jfr., JMG 1987a, b; St.55=34;). For PCB og DDE ble det ikke funnet noen bestemt utvikling i tidsrommet 1983-85. Men det ble funnet en reduksjon i PCB i torskelever på St.34 (=St.55, JMG 1987b).

Tabell 15. Resultater fra tidstrend-analyse av data for miljøgiftstoffer i torsk fra ytre Oslofjord 1981-85 (82 for DDE). Jfr., Vedlegg 3.

Modeller	Problemstilling	Resultater			
		Hg	Cd	PCB	DDE
6 vs. 2	Er lengde som kovariabel nødvendig i Modell 2?	ja	ja	ja	nei
2 vs. 5	Er Modell 5 med lengde, vekt, kjønn som kovariabler bedre enn Modell 2 med bare lengde?	ja	nei	ja	ja
2 vs. 1	Er det signifikante forskjeller i helnings-koeffisienter av det lineære forhold mellom miljøgiften og de biologiske variablene?	ja	nei	nei	nei
3 vs. 2	Er miljøgiftkonsentrasjonene, justert for biologiske variable, forskjellig fra år til år?	ja	ja	nei	ja
3 vs. 2 & 4	Er det bevis for at trenden er lineær?	nei	nei	nei	nei
4 vs. 2	Hvis ja (jfr., 3 vs. 2 & 4), utgjør den lineær trenden en rimelig oppsummering av forskjellene mellom de justerte middel log-konsentrasjonene?	-	-	-	-

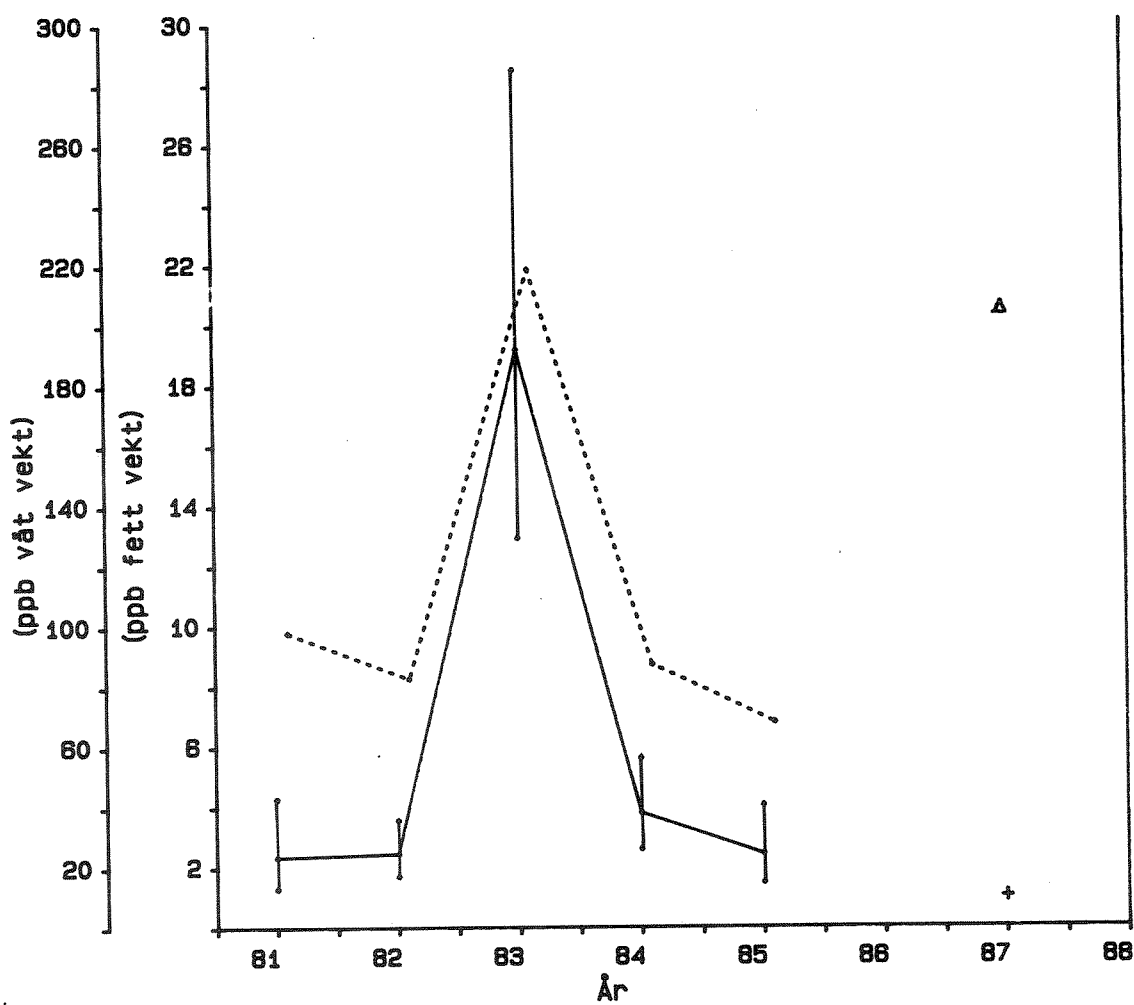
Kvikksølv i torskefilet

Færder, Oslofjord 1981–1985



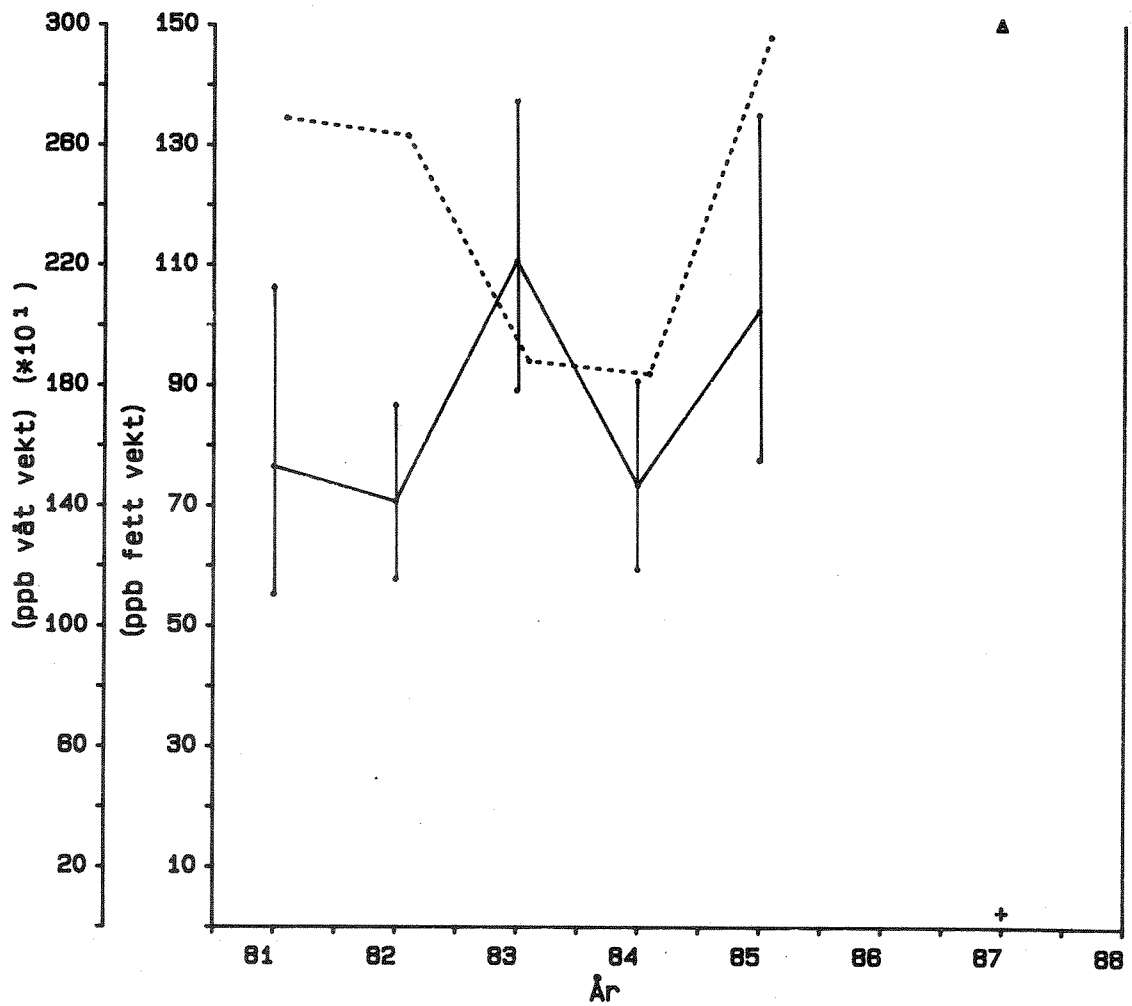
Figur 12. Kvikksølv i torskefilet, JMG St. 36, Færder, 1981-85. Antatt øvre grense for "normal"-bakgrunns-nivå er også indikert - Δ - (jfr., Tabell 12) og deteksjonsgrense - + - (jfr., Vedlegg 2).

Kadmium i torskelerver
Færder, Oslofjord 1981–1985



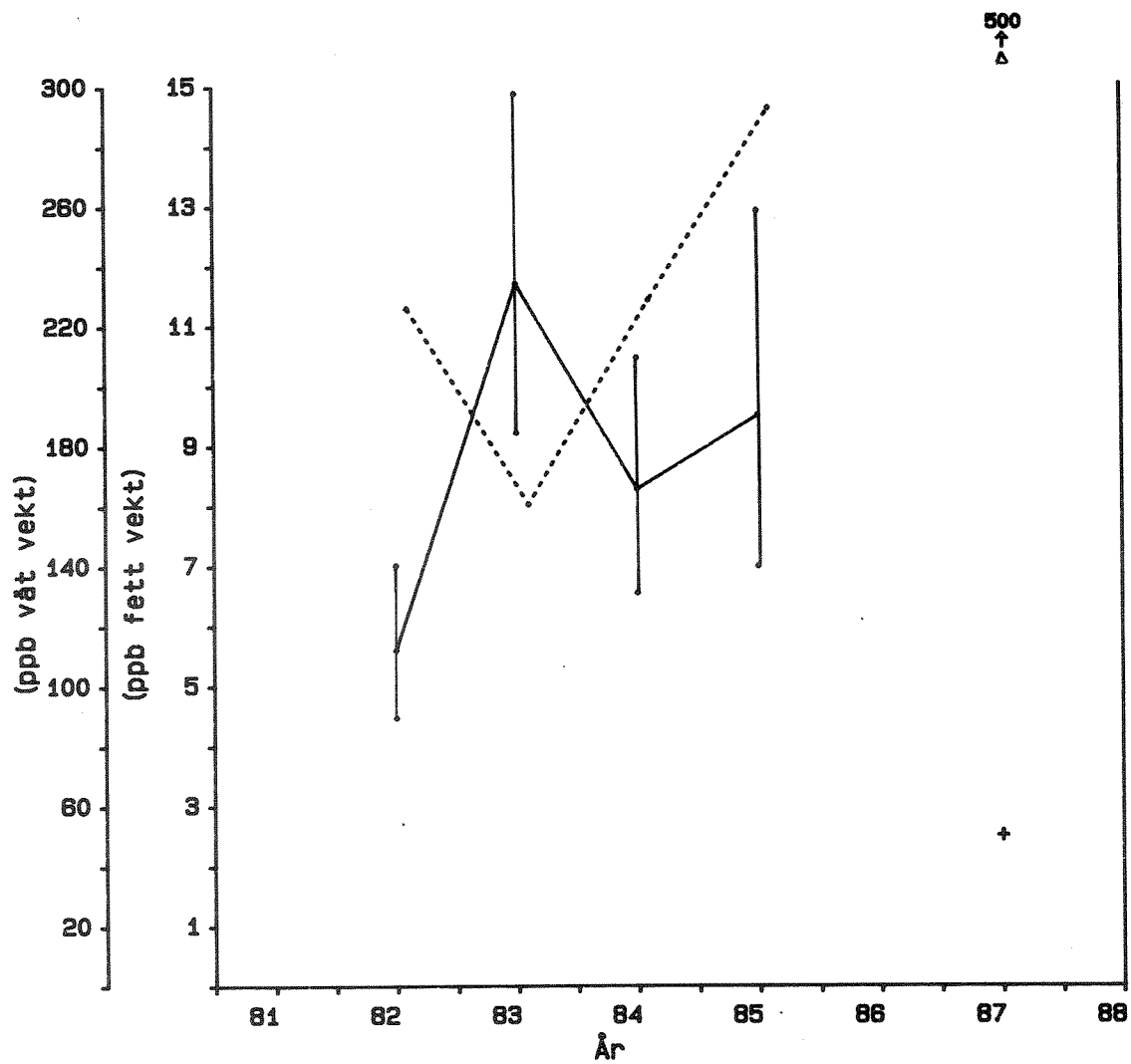
Figur 13. Kadmium i torskelerver, JMG St. 36, Færder, 1981-85. (Se forøvrig Fig. 12.)

PCB i torskelerver
Færder, Oslofjord 1981–1985



Figur 14. PCB i torskelerver, JMG St. 36, Færder, 1981–85. (Se forøvrig Fig. 12.)

DDE i torskelever
Færder, Oslofjord 1982–1985



Figur 15. DDE i torskelever, JMG St. 36, Færder, 1982-85. (Se forøvrig Fig. 12.)

Litteratur

- Abdullah, M.I., 1986. Kjemisk undersøkelse av effekten av utslippet fra SRV på Vestfjorden, Indre Oslofjord. I rapporten Resipientundersøkelsen i nærområdet ved SRV, 1980/1981 og 1985, redigert av J.S.Gray og M.I.Abdullah). Biologisk Institutt, Universitet i Oslo. s.25-33.
- Andersson, Ø, Linder C.-E., Vaz, R., 1984. Levels of organochlorine pesticides, PCBs and certain other organohalogen compounds in fishery products in Sweden, 1976-1982. *Vår Föda* 36, Suppl. 1:1-58.
- Anon., 1983. Swedish Food Regulation. Foreign substances in food. Swedish National Food Administration (SLV FS 1983:1).
- Berman, S.S. & Boyko, V.J., 1987. ICES sixth round intercalibration for trace metals in estuarine water JMG 6/TM/SW. (Preliminary report, January 1987). Marine Analytical Chemistry Standards Program, Division of Chemistry, National Research Council, Ottawa, Ontario. 50pp.
- Binnemann, P.H., Sandmeyer, U., Schmuck, E., 1983. Gehalte an Schwermetallen, Organochlorpesticiden, PCB und flüchtigen Organohalogenverbindungen in Fishen des Hochrheins, Oberrheins und Bodensees. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 176:253-261.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T., 1957. An ordination of the upland forest communities in southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27:325-349.
- CAC, 1973. CODEX Alimentarius Commission. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. CAC/vol.17-ed.1 (1973).
- CAC, 1984. Guide to CODEX maximum limits for pesticides residues. CODEX Alimentarius Commission, Joint FAO/WHO Food Standards Programme. CAC/PR 2-(April)1984.
- Clifford, H.T, Stephenson, W., 1975. An introduction to Numerical Classification. Academic Press. 229pp..

- Cossa, D., 1986. Report on the evaluation of data relating to mercury in water joint programme of continuous control and surveillance (1983-85). Fifth meeting of the ad hoc working group on monitoring, Copenhagen 8-12 December 1986. MON 5/8/6/Rev.2-E.
- Cossa, D., & Courau, P., 1984. ICES Fifth round intercalibration for trace metals in seawater (Intercalibrations 5/TM/SW). Report of Section 4 - Round Robbin Intercalibration for total Mercury in seawater. International Council for the Exploration of the Seas, May 1984.
- Dybing, E., & Underdahl, B., 1981. Humantoksikologiske aspekter verørende klorerte hydrokarboner og tungmetaller i fisk, med spesiell referanse til Grenlandsfjordområdet. Rapport til Norsk Helsedirektoratet Oktober 1981., 39 sider. (unpublisert).
- Franklin, A., 1987. The concentration of metals, organochlorine pesticide and PCB residues in marine fish and shellfish: results from MAFF fish and shellfish monitoring programmes, 1977-1984. Aquatic environment monitoring report, number 16. Ministry of Agriculture Fisheries and Food Directorate of Fisheries research (UK). 38pp.
- Förstner, U., Wittman, G.T.W., 1979. Metal pollution in the Aquatic environment. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 486pp..
- Green, N.W., 1987a. Joint Monitoring Programme (JMP). National comments to the Norwegian data for 1985. NIVA-notat 2.1.87, 40pp..
- Green, N.W., 1987b. The importance of liver lipid in assessing cadmium and PCB trends in cod liver from the outer Oslofjord. Report of the 1987 meeting of the working group on statistical aspects of trend monitoring. Copenhagen, 27-30 April 1987. ICES-report C.M.1987/1E:24 Ref.D. Annex 8:51-66.
- Green, N.W., 1988. Joint Monitoring Programme (JMP). Overview of analytical methods employed by JMP in Norway 1981-1987. Norwegian Institute for Water Research, report 80106, 32pp.

- ICES, 1984a. Interim reporting format for contaminants in sea water, JMP-version. ICES.
- ICES, 1984b. Interim reporting format for contaminants in fish and shellfish, JMP-version. ICES.
- ICES, 1985a. Interim reporting format for contaminants in sea water, JMP-version. ICES.
- ICES, 1985b. Interim reporting format for contaminants in fish and shellfish, JMP-version. ICES.
- ICES, 1986. Report of the meeting of the ad hoc group of statisticians assisting the working group on marine pollution baseline and monitoring studies in the North Atlantic on trend monitoring. International Council for the Exploration of the Sea, C.M.1986/E:39.
- JMG, 1987a. Assessment of the results of the Joint Monitoring Programme for 1983 to 1985 - mercury in biota. Twelfth meeting of the Joint Monitoring Group. Berlin: 20-23 January 1987. JMG 12/4/2-E, 12pp.
- JMG, 1987b. Assessment of the results of the Joint Monitoring Programme for 1983-1985 - cadmium in biota. Twelfth meeting of the Joint Monitoring Group. Berlin: 20-23 January 1987. JMG 12/4/3-E, 9pp.
- JMG, 1987c. Assessment of the results of the Joint Monitoring Programme for 1983-1985 - PCBs in biota. Twelfth meeting of the Joint Monitoring Group. Berlin: 20-23 January 1987. JMG 12/4/4-E, 7pp.
- Julshamn, K., Slinning, K.-E., Haaland, H., Bøe, B., Føyn, L., 1985. Analyse av sporelementer og klorerte hydrokarboner i fisk og blåskjell fra Hardangerfjorden og tilstøtende fjorområder høsten 1983 og våren 1984. Fiskerdirektoratet. Rapporter og meldinger 6/85, 38 sider +vedlegg.
- Kirkerud, L., Green, N., 1985. Joint Monitoring Programme (JMP). National comments to the Norwegian data for 1984. NIVA-notat NOG/-23.10.85, 13 sider.

- Knutzen, J., 1983. Blåskjell som metallindikator Vann 1 (1983):24-33.
- Knutzen, J., 1987a. Bakgrunnsnivåer av metaller i saltvannsfisk. NIVA-rapport 0-85167/Q-388. 66 sider.
- Knutzen, J., 1987b. Om "bakgrunnsnivåer" av kloreerte hydrokarboner og beslektede forbindelser i fisk. NIVA-rapport 0-85167. 173 sider.
- Knutzen, J., Kirkerud, L., 1984. Blåskjell og nær beslektede arter (Mytilus spp.) som indikatorer på kloreerte hydrokarboner - bakgrunnsnivåer i diffust belastede områder. NIVA-rapport 0-83091. 32 sider.
- Lance, G.N., Williams W.T., 1967. A general theory of classification sorting strategies. I. Hierarchical systems. Compu. J. 9:373-380.
- Luckas, B., & Lorenzen, W., 1981. Zum Vorkommen von chlororganischen Pestiziden und polychlorierten Biphenylen in Meerestieren, der Küsten Schleswig-Holsteins. Dtsch. Lebensm.-Rundschau 77:437-441.
- Luckas, B., Wetzel, H., Rechlin, O., 1980. Zur Kontamination von Ostseefischen mit polychlorierten Biphenylen. Die Nahrung 24:405-411.
- Martinsen, K., 1982. Overvåking av PCB i fisk og blåskjell fra Oslofjord, vinter -81. SI-rapport nr. 81106-1, Sentralinstitutt for industriell forskning, Oslo. 8 sider + vedlegg.
- MON, 1986. Fifth meeting of the ad hoc working group on monitoring. Copenhagen, 8-10 December, 1986. Summary record MON 5/10/1-E. 13 sider og 8 vedlegg.
- MON, 1987. Sixth meeting of the ad hoc working group on monitoring. London, 7-11 December, 1987. Results of the 1985 baseline study of contaminants in fish and shellfish. MON 6/3/2-E. 58 sider plus tabeller og figurer.
- Nicholson, M.D., 1985. The treatment of time - effects in the statistical analysis of contaminant monitoring data. Doc. ICES C.M. 1985/E:31.

- Norheim, G., & Økland, E.M., 1980. Rapid extraction of some persistent chlorinated hydrocarbons from biological material with low fat content. Analyst 105: 990-992.
- Paus, P.E., 1982. Mercury and cadmium in shells. In Knutzen, J. (ed.) Comments to the Norwegian part of the joint monitoring programme (area 26), Annex 3. SFT/NIVA.
- Ryan, T.A., 1980. Minitab (statistical computer package). Minitab Data Analysis Software. State College, Pennsylvania.
- Scheffler, W.C., 1969. Statistics for the biological sciences. Addison-Wesley Publ. Co., 231 sider.
- SFT, 1980. Inntak av bly, kadmium og kvikksølv fra næringsmidler. In SFT-rapport nr. 8/80, 38 sider.
- SFT, 1986. Miljøgifter og overvåkingsresultater 1984. SFT-rapport nr. 216/86, 147 sider.
- Smokler, P.E., Yovag, D.R., & Gard, K.L., 1979. DDTs in Maine fishes following termination of dominant California input: 1970-77. Mar. Pollut. Bull. 10:331-334.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F., 1969. Biometry. W.H.Freeman & Co., 776 sider.
- Vinhas, M.T., 1986. Cadmium in sea water. Fifth meeting of the ad hoc working group on monitoring, Copenhagen 8-12 December 1986. MON 5/8/5/Rev.2-E. ., 1985. Applied Linear Regression. John Wiley & Sons, 324 sider.
- Weisberg, S., 1985. Applied Linear Regression. Second edition. John Wiley & Sons, 324pp.

VEDLEGG

VEDLEGG 1: JMG stasjoner og materiale 1984-85

Tabell V1: JMG stasjoner for vann, skalldyr og fisk fra Oslofjord-området, Sørfjorden, Hardangerfjorden og Orkdalsfjord-området 1984-85. nm betyr nautiske mil.

Område Lokalitetsnavn (synonymer)	JMG-kode Området (del- området) st.	Posisjon	ICES posisjon kode	Materiale (evt. fangst areal i nm)
OSLOFJORD-OMRÅDET				
Hvalerområdet og Singlefjorden				
Sponvika	26(1) 01	59°05.1'N 11°13.9'Ø	47G13	blåskjell
Fugleskjær	26(1) 02	59°06.9'N 10°59.0'Ø	47G09	blåskjell
Tisler	26(1) 03	58°58.8'N 10°57.5'Ø	46G07	blåskjell
Oslofjorden				
Gressholmen (skjær SV for) ¹ (Nesodden, NØ for)	26(2) 30	59°52.5'N 10°43.0'Ø 59°51-53'N 9°36-42'Ø	48G07	vann, blåskjell torsk (2x3 nm)
Steilene ²	26(2) 40	59°48-50'N 9°31-36'Ø	48G05	skrubbe(2x2 nm)
Solbergstrand (Filtvet)	26(2) 31	59°36.9'N 10°39.4'Ø ≈59°0'N ≈10°38'Ø	48G06	blåskjell reker
Rødtangen	26(2) 32	59°31.5'N 10°25.6'Ø	48G05	blåskjell
Sande (Bjørkøya, vest for broen)	26(2) 33	59°31.7'N 10°21.0'Ø	48G05	skrubbe
Mølen	26(2) 35	59°29.2'N 10°30.1'Ø	47G04	blåskjell
Færder	26(2) 36	59°01.6'N 10°31.7'Ø 59°00-04'N 10°28-35'Ø	47G06	vann, blåskjell torsk
Langesundefjorden				
Risøyodden (S for)	26(3) 71	59°01.4'N 09°45.3'Ø	47F99	vann, blåskjell

¹ Referert som "Osloøyene" i databank til ICES² Posisjon 59°48'N og 10°35'Ø rapportert til til ICES.

Tabell V1: (forts.)

Område Lokalitetsnavn (synonymer)	JMG-kode Område (del- område) st.	Posisjon	ICES posisjon kode	Materiale (evt. fangst areal i nm)
<u>Hardangerfjorden³</u>				
Varaldsøy	62	≈60°5'N ≈6°1'Ø	49F6	glassvar
Strandebarm (NØ for) (Vangsvik)	62	≈60°19'N ≈6°12'Ø		
Norheimsund	62	≈60°22'N ≈6°12'Ø		
Herand	62	≈60°21'N ≈6°21'Ø		
<u>Sørfjorden³</u>				
Kråkeviksneset	63	≈60°16'N ≈6°35'Ø	48F6	"flyndre"
<u>Orkdalsfjord-området</u>				
Østmarknes	65	80	63°27.5'N 10°27.5'Ø	55G04 blåskjell
Biologisk St.	65	81	63°26.5'N 10°21.4'Ø	55G04 blåskjell
Flak	65	82	63°27.1'N 10°12.6'Ø	55G01 blåskjell
Frøsetskjær	65	83	63°25.5'N 10°07.8'Ø	55G01 blåskjell
Trossavika	65	84	63°20.8'N 09°57.8'Ø	55F97 vann, blåskjell torsk, lyr
Geitstrand	65	85	63°21.9'N 09°56.3'Ø	55F97 blåskjell
Geitnes	65	86	63°26.6'N 09°59.2'Ø	55F97 blåskjell
Ingdalsbukt	65	87	63°27.8'N 09°54.8'Ø	55F97 blåskjell
Rødberg	65	88	63°29.2'N 10°0.0'Ø	55G01 blåskjell

³ jfr., Julshamn et al. (1985), omtrentlige posisjoner

9. VEDLEGG 2: Interkalibrering

Interkalibrerings oversikt 1984-85

Oversikt over deteksjonsgrenser, analyselaboratorium, interkalibrerings-runder, kort metodebeskrivelse samt litteratur henvisninger er gitt av Green (1988, under trykking). Et sammendrag for 1984-85 av data-materiale (inkludert analyser fra Fiskeridirektoratet, Ernæringsinstitutt for Sørfjorden og Hardangerfjorden) er gitt i Tabell V2.

Interkalibrering for kobber, sink og kadmium i vann ble gjort ved en interlabkalibrering diskutert nedenfor.

1985 vannprøver ble også analysert for kobber og sink etter samme prinsipp som for kadmium. I den 6.ICES interkalibrerings-runde for sjøvann (Berman & Boyko, 1987) hadde NIVA tilfredstillende resultater for kadmium, kobber og for høyere nivå av sink ($\approx 10\mu\text{g/l}$); d.v.s. at for disse var ikke NIVAs resultater signifikant forskjellige.

De deteksjons-grenser som er oppgitt av SIIF til JMG for metallanalyser i skalldyr er noe høyere enn de som ble oppgitt under ICES interkalibrerings-runden (jfr., Tabell 2 og Tabell V2). Dette er spesielt tilfelle for mangan (10x) og sink (200x), som skyldes at JMG-prøver ikke ble ekstrahert med APDC/MIBK som var tilfelle for interkalibrerings-runden (Green, 1988 (under trykking)). De øvrige deteksjonsgrenser for metallene kan skyldes noe variert prøvemengde.

Interkalibrering for klorerte-forbindelser untatt PCB i skalldyr har ikke funnet sted.

Tabell V2. Analyseoversikt, deteksjongrensener, analytiske laboratorier (JMG-koder) og interkalibrerings-runde (*) for miljøgifter undersøkt i 1984-85. + betyr at analyse ble gjennomført. (jfr., Green, 1988 (under trykking)).

parameter	vann	----- biota -----			
	NIVA/ SERI(Hg) ng/l *	blåskj. SIIF ppb t.v. *	reker (1984) VETN ppb t.v. *	----- fiske ----- lever VETN ppb v.v. *	filet VETN ppb v.v. *
Mn	-	100 1G ¹	100 1G ¹	-	-
Cu	10 4Z	20 1G	20 1G	-	-
Zn	70 4Z	10 1G ¹	10 1G ¹	-	-
Cd	5/1 ² 4Z	20 1G	20 1G	10 1Z 1 1G ³	-
Hg	0.02 4H	25 1G	25 1G	-	10 1Z 5 1G ³
Pb	-	50 1G	50 1G	-	-
DDE	-	-	-	50 2E	-
Σ(DDE+DDT)	-	-	-	-	-
HCB	-	-	-	10 2Z	-
Lindan, γ HCH	-	-	-	-	-
PCB	-	5 2E	5 2E	50 2Z	50 2E
% fat	-	+	+	+	+
% tørrstoff (105 ⁰ C)	-	+	+	+	+

¹) metode nr.130 brukt i interkalibrerings-runde men nr. 131 brukt for JMG (jfr., Green, 1988 (under trykking)).

²) kun 1985

³) FIER, Fiskeridirektoratet, Ernæringsinstituttet/..

Tabell V2. (forts.)

..../..

SERI - Institutt for vatten- och luftvårdforskning
SIIF - Senter for industriforskning
VETN - Veterinærinstituttet
NIVA - Norsk institutt for vannforskning

Interkalibrering-runder:

Sjøvann:

- 4H - "ICES/JMG Fifth Intercalibration on Trace Metals in Estuarine Waters (JMG 5/TM/SW) - 1983, Preliminary report 1986."
- 4Z - Interlabkalibrering-runde med SIIF og SERI (Cd) og NIVA og IAMK (IAMK=Chalmers Inst., Göteborg) - 1985.

Biologisk materiale:

- 1G - "ICES, Seventh Intercalibration Exercise on Trace Metals in Biological Tissues - Part A (7/TM/BT) - 1983."
 - 1Z - Interlabkalibrering-runde med VETN og SIIF 1983, kvikksølv og kadmium i torske filet og lever.
 - 2E - "ICES Fifth Intercalibration Exercise on Organochlorines (PCBs only) in Biological Tissues - 1982 (5/OC/BT)."
 - 2Z - Interlabkaliberings-runde med VETN og andre 1983, PCB og HCB i torskelever.
-

Interlabkalibrering for vannanalyser, kode 4Z

Parallellprøver ble analysert for kvikksølv av både SIIF og SERI (JMG-laboratorie-koder, jfr., Tabell V2). SIIF brukte en kald-damp-AAS metode og SERI brukte en metode som innholdt viktige trinn med for-konsentrasjon på gull og avlesning på et direkte koplet plasma-emisjon spektrometer (Tabell V3).

NIVA interkalibrert seg med IAMK for analyse av kadmium. Analyse metodene ved begge instituttene var i prinsippet de samme, ved bruk av kompleksdannelse av APDC (ammonium-pyrrolidin-ditio-karbomat) og DDTC (dietilamonium-N,N-dietilditio-karbamat), ekstraksjon med freon, revers-ekstraksjon til vann, avlesning på grafitt ovn AAES (atom-absorpsjon elektrotermal spektrometri).

IAMK er godt interkalibrert med ICES, men metoden på NIVA har bare blitt brukt siden 1985. Begge laboratier har deteksjonsgrenser på 5ng/liter.

Det var stor forskjell i kvikksølv-resultater mellom SIIF and SERI (Tabell V2). Siden SERI bruker en mer sensitiv metode (deteksjonsgrense = 0.02ng/l) enn SIIF, og siden SERI har hatt gode resultater i ICES interkalibrerings runder (jfr., Cossa & Courau, 1984), ble det antatt at SERIs lave verdier var mer sanne. Resultatnivået funnet av SIIF er ikke uvanlig blant JMG data og indikerer at en bør være varsom å utnytte data fra lignende analysemetode og på samme nivå.

Forskjell i kadmium-resultater mellom NIVA og IAMK var akseptabel (Tabell V3.). I tillegg analyserte NIVA CASS-1 sjøvann fra Kanada med kjent konsentrasjon av $0.026 \pm 0.005 \mu\text{g/l}$ med et resultat av $0.031 \mu\text{g/l}$.

Derfor ble det bestemt at SERI skulle analysere for kvikksølv og at NIVA skulle analysere for kadmium i sjøvann.

Tabell V3. Analyseresultater for kvikksølv og kadmium fra parallellprøver (innsamlet av NIVA) og analysert av fire laboratorier. Prøvene ble innsamlet av NIVA på to steder i Oslofjorden 16-17. Oktober 1984. (verdiene i $\mu\text{g/l}$).

Lab.	Parameter	Solbergstrand	Færder
SIIF	Hg	0.04	0.02
SERI	Hg	0.0038	0.0007
NIVA	Cd	0.059	0.033
IAMK	Cd	0.024	0.018

SERI - Institutt för vatten- och luftvårdforskning
 SIIF - Senter for industriforskning
 VETN - Veterinærinstituttet
 NIVA - Norsk institutt for vannforskning

VEDLEGG 3: Vurdering av tidstrender etter JMG retningslinjer

Følgende beskrivelse er basert hovedsakelig på ICES (1986, annex 4) med tilleggs utdypende kommentarer.

Metoden baserer seg på flerdimensjonal-regresjonsanalyse. Regresjon har et avhengig-variabel, herved referert som konsentrasjon av en miljøgift (y) som antas å påvirke en eller flere uavhengig-variabler. Uavhengig-variabler er herved kalt for kovariabler (x), og inkluderer variabler som f.eks. fiskealder, -kjønn, -vekt, -lengde, -leverfett, innsamlingsår, -sted, o.s.v.. Ved denne metoden tilpasses et "flerdimensjonalt plan" til observasjonspunktene, slik at variansen (residual kvadratsum - RSS) omkring "planet" i y-retningen blir minimalt. Sagt på en annen måte tilpasses observasjonene en ligning av formen:

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_A x_A$$

Hvor "a" er en konstant og "b" er regresjonskoeffisient (helning) for de respektive kovariabler 1 til A.

Dersom analysen omfatter de viktigste sammenhenger, vil direkte sammenhenger her skilles klart fra indirekte. Styrken av sammenhenger måles ved t-test variabelen (t) for koeffisientene som er koeffisienten dividert på standard avviket for koeffisienten. Jo høyere t-verdien er, jo sikrere er altså koeffisienten bestemt, og jo mindre er sannsynligheten (p) for at sammenhengen skyldes tilfeldighet.

Forkortelser/definasjoner:

x_1 = primær-kovariabel, en biologisk variabel

x_{2-A} = sekundære-kovariabler, biologiske variabler

μ = år-konstant (y-intercept)

c = år

b = regressjonskoeffisient

RSS = residual kvadratsum, dette er likt summen av kvadraten av differansen mellom målt avhengig-variabel (miljøgift) og beregnet verdi fra regresjonsligning (y).

a_0 = y-intersept (konstant) for kovariabel år

a_c = kovariabel år

blindvariabel - en kovariabel med verdi 0 eller 1 som brukes samme med andre blindvariabler for å skille mellom forskjellige datasett, som f.eks.: år eller stasjon. En blindvariabel brukes for hvert datasett som skal skilles fra andre.

y-konstant - y-intersept (en konstant) beregnes for regresjonsligning.

y-null - y-intersept er likt null, d.v.s. at regresjonsligning beregnes gjennom x/y intersept (null). Dette parallellforskyver "linjen" slikt at koeffisientene for disse kovariabler ikke endres. Hvis blindvariabler brukes er deres respektive koeffisienter lik den avstand som forskyves for de respektive datasettene de representærer.

Modell 1: $y = \mu_C + b_C x_1$

Modellen har forskjellige y-intersept og koeffisienter for hvert år. Total RSS er summen av RSS fra hvert enkelt år. Bruk av y-konstant eller y-null med blindvariabler har samme betydning.

Modell 2: $y = \mu_C + b_C x_1$

Modellen har forskjellige y-intersept for hvert år men det samme koeffisient. Blindvariabler og y-null anvendes.

Modell 3: $y = \mu + b x_1$

Modellen har det samme y-intersept og koeffisient for hvert år. Y-konstant og ingen blindvariabler anvendes.

Modell 4: $y = a_0 + a_1 C + b x_1$

Modellen har den samme koeffisient for hvert år og et lineært forhold med y-interseptene. Y-konstant anvendes samt et tilleggs kovariabel år (C). Ingen blindvariabler anvendes.

Modell 5: $y = \mu_C + b_{C1} x_1 + b_{C2} x_2 + \dots + b_{CA} x_A$

Modellen er lik Modell 1 men kovariabler er anvendt

Modell 6: $y = \mu_C$

Modellen er lik Modell 2 men ingen kovariabler er anvendt.

I sammenligning av disse regresjonsligninger (modeller) ble det brukt reduksjon i RSS prinsippet. Ta eksempelvis to modeller A og B, med

henholdsvis RSS_A og RSS_B . Forutsetter at Modell B inneholder flere kovariabler enn Modell A og derfor blir $RSS_A > RSS_B$. Prinsippet er å danne en forenklet regresjonsligning for Modell A som har en RSS_A ikke signifikant større enn en RSS_B fra en mer komplisert ligning. Styrke i forskjellen mellom to regresjoner måles ved F-test verdien (F_1) er beregnet og sammenlignet med kritiske-F-verdien (F_0) ved $p = 5\%$ i formelen (Weisberg, 1985):

$$F_1 = \frac{(RSS_A - RSS_B)/(df_A - df_B)}{RSS_B/df_B}$$

Hvor "df" er frihetsgrader, og $df_A > df_B$ og $RSS_A - RSS_B \geq 0$. For en gitt hypotese (H_0) er H_0 akseptert hvis $F_1 > F_0$, hvor F_0 er tabellert ved $(df_A - df_B)$ og df_B og ved p (sannsynlighet) på 5%.

De seks Modeller er sammenlignet for å teste forskjellige hypoteser (H_0). Modell A og B fra ovenfornevnte ligning tilsvarer henholdsvis den første og den andre modell nevnt nedenfor (for eksempel Modell A = Modell 6 og Modell B = Modell 2, osv.). For å sammenligne Modell 3 og Modell (4 og 2) er F_1 beregnet på følgende måte:

$$F_1 = \frac{(RSS_A - RSS_B)/(df_A - df_B)}{RSS_C/df_C}$$

Hvor A = Modell 4, B = Modell 3 og C = Modell 2.

MODEL SAMMENLIGNINGER FOR TIDSTRENDER AV MILJØGIFT

Modell:		Null-hypotese (H_0)
A	B	
<hr/>		
6 vs. 2		Primær-kovariabel er nødvendig.
2 vs. 5		Primær-kovariabel er ikke tilstrekkelig sammelignet med en model hvor sekundære-kovariabler er inkludert; d.v.s. at noen av de sekundære-kovariabler er nødvendige for å ikke føre til signifikant økning i RSS.
2 vs. 1		Det er signifikanteforskjeller mellom de koeffisienter (helning) i det lineære forhold mellom den avhengig-variabel (miljøgift) og primær-kovariabelen.
3 vs. 2		Avhengig-variabelen (miljøgift) justert for biologisk effekter (primær-kovariabel) er signifikant forskjellig fra år til år.
3 vs. 2 og 4		Indikasjon av en lineær-trend fra år til år i avhengig-variabelen (miljøgift).
4 vs. 2		En lineær-trend er ikke en tilstrekkelig forklaring på forskjell fra år til år.

VEDLEGG 4: Datamateriale for blåskjell, reker og fisk, 1984-85

Vedlegg 4.
Oslofjord, blåskjell

Tabell V4. Blåskjell fra Oslofjord-området (JMG-området/stasjon 26xx) 1984. - = ikke analysert.

JMG om.	prøve dato	tot. ant. gp.	st. del ant.	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	sd	vekt	skal	våtv.	%	Tørre- stoff	%	Fett	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	PCB	HCB	DDT	BHC				
		cm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	g	g	g	%	v.v.	%	v.v.	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppb	ppb	ppb	v.v.	v.v.	v.v.	v.v.
2630	841011	160	2-3	60	20	30	25.27	2.25	67.7	46.3	16.9	1.1	0.78	0.97	23.9	0.04	0.18	0.020	74	<0.11	2.9	i.a.										
2630	841011	160	3-4	50	30	40	34.88	2.59	151.4	100.4	19.3	0.5	0.65	0.72	21.3	0.04	0.17	0.032	87	<0.08	3.3	i.a.										
2630	841011	160	4-5	50	40	50	44.42	2.46	294.1	i.a.	16.4	1.1	0.71	0.74	22.6	0.05	0.23	0.015	50	0.05	2.1	i.a.										
2631	841011	160	2-3	60	20	30	25.72	2.65	73.9	42.9	14.5	0.8	0.77	1.01	19.2	0.01	0.19	0.020	20	<0.06	1.5	i.a.										
2631	841011	160	3-4	50	30	40	34.46	2.59	142.0	90.0	13.7	0.7	0.55	0.89	19.9	0.03	0.18	0.004	24	<0.04	1.2	i.a.										
2631	841011	160	4-5	50	40	50	44.90	2.36	278.4	196.8	14.8	0.9	0.63	0.91	18.1	0.03	0.22	0.029	21	<0.02	1.2	i.a.										
2635	841017	158	2-3	58	20	30	24.52	2.87	65.7	50.2	20.0	1.4	0.71	0.89	24.0	0.04	0.21	0.017	40	0.60	3.8	i.a.										
2635	841017	158	3-4	50	30	40	35.04	2.76	181.9	124.1	21.0	1.1	0.58	0.75	16.1	0.02	0.20	0.011	27	0.09	2.9	i.a.										
2635	841017	158	4-5	50	40	50	44.04	2.79	343.0	241.5	21.6	1.6	0.50	0.75	17.2	0.05	0.20	0.016	19	0.07	4.1	i.a.										
2636	841016	161	2-3	61	20	30	24.60	2.51	38.4	46.1	21.0	0.9	0.94	0.74	18.5	0.02	0.26	0.012	19	<0.20	1.7	i.a.										
2636	841016	161	3-4	50	30	40	34.54	2.89	88.4	104.5	21.1	0.9	0.83	0.62	18.1	0.02	0.31	0.009	16	<0.05	1.5	i.a.										
2636	841016	161	4-5	50	40	50	44.94	2.83	171.1	244.9	22.6	1.3	0.85	0.85	14.4	0.02	0.20	0.007	17	0.10	2.4	i.a.										
2671	841108	159	2-3	59	20	30	25.18	2.67	59.0	45.8	16.2	0.6	2.75	0.84	21.9	0.04	0.32	0.035	22	1.10	3.3	i.a.										
2671	841108	159	3-4	50	30	40	34.60	2.72	111.5	89.2	16.4	0.9	3.95	0.85	20.5	0.03	0.35	0.045	20	1.70	2.4	i.a.										
2671	841108	159	4-5	50	40	50	44.70	2.61	225.9	204.9	16.1	1.2	2.21	0.66	18.7	0.04	0.31	0.039	19	6.30	2.5	i.a.										

Vedlegg 4.
Oslofjord, blåskjell og reker

Tabell V5. Blåskjell fra Oslofjord-området (JMG-området/stasjon 26xx) 1985. - = ikke analysert.

JMG om.	prøve dato	tot. st. del	ant. gp.	ant. mn	mx	md	sd	skal vekt	skål våtv.	%	Tørr- Fett	%	stoff	Zn	Pb	Cd	Hg	PCB	HCB	DDT	BHC	
		cm	mm	mm	mm	mm	mm	g	g	v.v.	v.v.	t.v.	t.v.	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppb	ppb	ppb	v.v.
2601	851016	156	2-3	56	20	29	24.98	2.48	42.8	52.0	14.7	0.8	9.81	8.0	0.77	2.11	0.21	24	0.4	i.p.	i.p.	
2601	851016	156	3-4	50	30	39	33.84	2.47	95.3	98.1	13.8	0.9	7.61	100	0.81	2.46	0.19	19	0.6	i.p.	i.p.	
2601	851016	156	4-5	50	40	49	43.84	2.44	205.5	174.4	12.3	0.8	7.76	127	1.35	3.69	0.19	i.p.	<0.1	i.p.	i.p.	
2602	851015	156	2-3	57	20	29	25.86	2.61	34.7	36.1	12.1	0.9	10.76	130	0.60	2.57	0.63	<23	0.6	<1	i.p.	
2602	851015	156	3-4	50	30	39	34.00	2.50	63.6	65.2	10.5	0.7	9.57	119	0.63	3.17	0.44	23	0.5	1	i.p.	
2602	851015	156	4-5	49	40	49	45.24	2.90	197.4	138.8	8.9	0.5	10.39	142	0.80	4.23	0.57	17	1.0	1	i.p.	
2603	851015	103	2-3	21	20	28	22.95	2.54	13.4	12.6	20.0	1.3	5.20	79.2	0.65	0.95	i.p.	<26	1	i.p.	i.p.	
2603	851015	103	3-4	32	30	39	35.84	2.59	94.4	73.2	19.9	0.9	3.67	76.1	0.39	0.95	0.14	8	0.6	0.8	i.p.	
2603	851015	103	4-5	50	40	49	43.94	2.68	327.6	241.3	19.8	1.3	3.38	67.6	0.39	0.97	0.15	12	<0.1	1	<1	
2630	851029	162	2-3	62	20	29	25.66	2.78	63.7	57.5	22.2	1.7	3.96	90.5	2.43	0.81	0.073	95	1	4	4	
2630	851029	162	3-4	50	30	39	34.56	2.86	129.1	111.9	22.8	1.5	3.78	89.5	2.39	0.77	0.068	89	<0.2	4	2	
2630	851029	162	4-5	50	40	49	44.50	2.86	286.7	224.2	22.0	1.6	3.76	101	2.57	1.00	0.077	<5	0.09	<0.2	i.p.	
2631	851024	159	2-3	59	20	29	25.54	2.90	69.6	57.6	23.5	2.1	4.90	78.9	1.59	0.78	0.082	40	0.9	2	i.p.	
2631	851024	159	3-4	50	30	39	34.46	3.00	146.1	114.6	23.2	4.2	4.32	76.9	1.62	0.90	0.086	51	<1	2	1.	
2631	851024	159	4-5	50	40	49	43.60	2.13	290.3	241.6	24.6	1.9	3.80	73.8	1.91	0.89	0.087	128	3	5	4	
2632	851017	147	2-3	45	20	29	25.60	2.94	37.1	35.8	18.2	1.4	4.49	81.4	1.18	1.02	0.11	29	i.p.	2	i.p.	
2632	851017	147	3-4	52	30	39	34.52	2.98	118.3	105.2	17.7	1.5	4.32	87.3	1.27	1.17	0.12	41	<0.9	3	<0.9	
2632	851017	147	4-5	50	40	49	43.84	2.59	236.2	196.6	17.6	1.1	5.26	85.5	1.51	1.31	0.091	10	<0.07	1	<0.4	
2635	851017	146	2-3	62	20	29	25.15	2.63	56.5	52.0	21.1	1.8	7.88	142	1.52	4.14	0.073	<11	0.6	2	i.p.	
2635	851017	146	3-4	38	30	39	34.18	2.80	85.7	80.4	20.2	1.4	3.93	75.9	1.06	0.99	0.089	26	0.8	1	i.p.	
2635	851017	146	4-5	46	40	49	45.78	2.75	265.9	247.8	21.0	1.8	3.83	73.1	1.80	1.17	0.084	15	0.7	2	<0.6	
2636	851015	156	2-3	61	20	29	24.34	2.33	24.4	34.7	21.6	1.9	5.44	60.0	0.64	0.84	0.11	<13	1	<0.9	i.p.	
2636	851015	156	3-4	45	30	39	34.44	3.12	98.7	97.5	23.5	1.9	3.93	66.1	0.61	0.80	0.084	11	0.9	1	<1	
2636	851015	156	4-5	50	40	49	44.90	2.86	237.4	248.1	22.3	1.9	4.10	84.9	0.86	0.88	0.064	9	<0.1	1	<0.9	
2671	851024	106	2-3	56	20	29	25.30	2.82	55.5	47.9	23.4	2.4	9.39	78.5	0.97	1.37	0.17	35	14	2	2	
2671	851024	106	3-4	50	30	39	34.80	2.60	120.1	114.0	21.5	1.9	9.96	75.6	1.05	1.47	0.28	32	30	3	3	

Tabell V6. Reker fra Oslofjord-området (JMG-området/stasjon 26xx) 1984. - = ikke analysert.

JMG om.	prøve dato	tot. st. del	ant. gp.	ant. mn	mx	md	sd	skal vekt	skål v.v. t.Ø.	%	Fett (105°C)	%	stoff	Zn	Pb	Cd	Hg	PCB	HCB	DDT	BHC	
		cm	mm	mm	mm	mm	mm	g	g	v.v.	v.v.	t.v.	t.v.	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppb	ppb	ppb	v.v.
2640	841210	-	-	-	-	-	-	-	88	26.9	2.2	0.72	11.2	12.9	<0.06	0.049	0.094	160	2	3	-	
2631	841210	93	-	-	-	-	-	-	101	24.9	1.7	1.98	14.8	<0.06	0.052	0.096	70	1	1	1	-	

Vedlegg 5.

Oslofjord, torsk

Tabell V7. Torsk fra indre Oslofjorden, Nesodden (JMG-området/stasjon 2630), 26.nov. 1984, mg/kg våtvekt.

Nr	Dato	Kjønn	Alder	år	Vekt	g	Lengde	cm	L E V E R				M U S K E L			
									vekt	Cd	HCB	DDE	PCB	Fett	Torriv.	PCB
									%				%			
1	841126	2	1.7	550	39	34.2	<0.01	0.09	0.34	3.7	82.2	66.6	<0.05	0.12	22.5	
2	841126	1	1.7	795	41	49.2	0.03	0.09	0.31	3.8	81.5	72.4	<0.05	0.15	22.5	
3	841126	2	1.7	1550	55	106.8	0.08	0.10	0.53	5.7	69.5	67.2	<0.05	0.23	22.3	
4	841126	1	2.7	726	45	29.1	<0.01	0.19	1.06	10.0	82.1	72.5	<0.05	0.20	20.5	
5	841126	2	1.7	824	42	68.6	<0.01	0.08	0.27	3.9	65.8	67.9	<0.05	0.23	24.9	
6	841126	2	1.7	515	38	31.1	0.01	0.10	0.46	4.4	75.7	74.2	<0.05	0.14	23.2	
7	841126	1	2.7	1613	55	103.6	0.01	0.08	0.51	4.0	65.7	74.1	<0.05	0.20	23.5	
8	841126	2	1.7	783	43	47.0	<0.01	0.09	0.38	4.9	75.7	73.5	<0.05	0.14	24.4	
9	841126	1	2.7	941	46	59.0	0.01	0.13	0.67	6.1	67.4	68.0	<0.05	0.10	20.5	
10	841126	1	1.7	1115	54	59.9	0.01	0.20	1.64	8.1	77.8	75.6	<0.05	0.13	21.3	
11	841126	2	2.7	1438	53	91.3	<0.01	0.09	0.42	4.9	54.6	62.1	<0.05	0.15	21.7	
12	841126	2	2.7	1592	54	100.5	0.02	0.08	0.66	8.4	62.6	67.2	<0.05	0.23	24.4	
13	841126	1	1.7	1329	49	84.3	0.04	0.12	0.52	6.1	66.0	64.0	<0.05	0.19	19.9	
14	841126	1	2.7	1263	51	78.3	<0.01	0.12	0.46	5.1	68.8	68.2	<0.05	0.14	20.0	
15	841126	2	2.7	954	50	23.1	0.03	0.13	1.26	14.0	53.4	53.6	<0.05	0.15	18.6	
16	841126	2	1.7	1259	53	81.3	0.02	0.17	0.92	8.4	66.2	63.2	<0.05	0.18	21.9	
17	841126	1	0.7	789	43	32.5	<0.01	0.08	0.33	4.1	63.9	60.8	<0.05	0.08	20.3	
18	841126	2	2.7	600	41	19.8	0.03	0.10	0.66	7.0	66.3	65.4	<0.05	0.12	20.7	
19	841126	1	1.7	1081	48	68.8	0.02	0.11	0.41	4.4	63.8	60.7	<0.05	0.11	20.8	
20	841126	1	1.7	1316	51	79.7	0.01	0.10	0.49	4.5	57.4	68.2	<0.05	0.16	19.7	
21	841126	1	2.0	1391	51	84.8	0.01	0.09	0.40	4.8	61.4	64.2	<0.05	0.13	20.5	
22	841126	1	0.7	324	33	13.8	0.01	0.09	0.31	4.6	64.8	66.9	<0.05	0.11	22.5	
23	841126	2	0.7	540	37	26.4	<0.01	0.09	0.37	5.2	71.8	64.7	<0.05	0.11	20.3	
24	841126	1	0.7	545	38	32.9	<0.01	0.10	0.26	2.5	65.2	63.1	<0.05	0.08	22.1	
25	841126	2	0.7	442	36	24.5	<0.01	0.10	0.49	5.9	67.8	71.7	<0.05	0.13	23.7	
26	841126	1	1.7	387	35	19.2	0.01	0.10	0.34	4.1	60.8	64.2	<0.05	0.12	24.5	
27	841126	1	1.7	532	41	19.3	0.02	0.10	0.91	9.5	62.2	59.4	<0.05	0.17	21.8	
28	841126	1	0.7	366	33	22.5	0.01	0.09	0.21	2.1	63.6	60.9	<0.05	0.10	19.6	
29	841126	1	1.7	459	37	22.9	<0.01	0.12	0.61	7.0	67.6	71.1	<0.05	0.21	21.3	

Vedlegg 4.

Oslofjord, torsk

Tabell V8. Torsk fra ytre Oslofjorden, Færder (JMG-området/stasjon 2636), 14. des. 1984, mg/kg våtvekt.

Nr	Dato	Kjønn	Alder	Vekt	Lengde	cm	L E V E R				M U S K E L				
							Cd	HCB	DDE	PCB	Fett	Tørrv.	PCB	Hg	Tørrv.
1=M	2=F	år	g	vekt	cm	vekt	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	841214	1	3.7	3018	61	-	0.16	0.04	0.54	3.7	33.0	50.6	<0.05	0.24	19.6
2	841214	1	4.7	2389	62	-	0.06	0.04	0.90	3.9	28.4	43.0	<0.05	0.26	21.3
3	841214	2	4.7	2787	65	-	0.07	0.13	0.68	3.2	72.2	54.1	<0.05	0.24	21.8
4	841214	1	5.7	2363	63	-	0.22	0.07	0.56	4.1	59.2	59.5	<0.05	0.36	21.0
5	841214	1	4.7	4279	70	-	0.05	0.09	0.40	4.3	63.0	55.9	<0.05	0.28	21.1
6	841214	1	3.7	1930	56	-	0.06	0.06	0.10	1.9	55.2	49.4	<0.05	0.20	20.8
7	841214	2	3.7	1871	57	-	0.18	<0.01	0.31	1.6	6.8	28.0	<0.05	0.16	21.5
8	841214	1	3.7	1336	53	-	0.06	0.01	0.29	2.3	11.4	32.1	<0.05	0.16	20.5
9	841214	1	3.7	1765	55	-	0.06	0.06	0.29	4.4	47.8	56.3	<0.05	0.19	21.3
10	841214	1	1.7	1655	54	-	0.08	0.05	0.11	2.0	60.8	58.3	<0.05	0.12	23.0
11	841214	1	2.7	1027	45	-	0.07	0.04	0.17	2.1	27.6	38.1	<0.05	0.08	19.7
12	841214	2	3.7	1168	53	-	0.21	<0.01	0.17	1.4	5.6	24.1	<0.05	0.19	21.1
13	841214	2	2.7	1281	52	-	0.20	<0.01	<0.05	0.68	2.8	22.2	<0.05	0.15	21.3
14	841214	2	2.7	1217	49	-	0.03	0.05	0.10	0.96	60.6	54.1	<0.05	0.08	20.8
15	841214	-	3.7	1255	51	-	0.07	0.06	0.26	2.7	46.8	49.2	<0.05	0.09	20.3
16	841214	2	2.7	459	37	-	0.03	<0.01	<0.05	0.30	4.0	23.4	<0.05	0.07	19.5
17	841214	1	2.7	728	43	-	0.05	<0.01	0.06	0.70	4.4	22.5	<0.05	0.09	21.8
18	841214	1	2.7	691	43	-	0.07	0.02	0.08	1.1	15.8	34.4	<0.05	0.06	21.3
19	841214	2	2.7	877	44	-	0.07	<0.01	<0.05	0.33	4.6	23.9	<0.05	0.10	20.9
20	841214	2	2.7	815	44	-	0.09	<0.01	<0.05	0.24	3.4	21.4	<0.05	0.06	21.0
21	841214	2	1.7	517	38	-	0.05	0.04	0.08	0.80	36.4	48.2	<0.05	0.03	19.5
22	841214	2	1.7	538	38	-	0.04	0.01	<0.05	0.46	9.6	27.9	<0.05	0.04	21.4
23	841214	2	3.7	649	43	-	0.08	<0.01	<0.05	0.43	4.0	20.8	<0.05	0.17	20.1
24	841214	2	1.7	612	40	-	0.03	0.04	0.08	0.54	46.8	55.9	<0.05	0.03	21.8

Vedlegg 4.

Oslofjord, torsk

Tabell V9. Torsk fra indre Oslofjorden, Nesodden (JMG-området/stasjon 2630), 11.nov. 1985, mg/kg våtvekt.

Nr	Dato	Kjønn	Alder	Vekt	Lengde	cm	L E V E R				M U S K E L				
							HCB	DDE	PCB	Fett	Tørrv.	PCB	Hg	Tørrv.	
1=M	2=F	1	2	g	cm	vekt	Cd	DDE	PCB	%	Tørrv.	PCB	Hg	%	
1	851111	2	1.7	267	31	2.6	0.15	0.01	0.17	2.5	3.2	29.8	0.06	0.10	20.7
2	851111	2	1.7	468	37	13.3	0.08	0.09	0.67	6.3	47.4	54.5	<0.05	0.15	19.6
3	851111	1	1.7	455	35	14.0	0.02	0.08	0.75	7.6	48.6	55.2	<0.05	0.11	19.7
4	851111	2	2.7	516	40	9.3	0.16	0.11	0.92	8.4	32.2	47.3	<0.05	0.09	18.3
5	851111	1	1.7	245	29	7.0	0.02	0.07	0.38	4.0	42.6	52.7	<0.05	0.07	20.1
6	851111	2	1.7	454	36	8.0	0.16	0.05	0.13	1.3	24.2	45.4	<0.05	0.08	19.5
7	851111	2	1.7	549	39	18.0	0.02	0.10	0.64	6.2	42.4	53.6	<0.05	0.12	19.5
8	851111	1	1.7	291	32	6.4	0.01	0.09	0.66	6.1	37.6	52.3	<0.05	0.07	19.3
9	851111	1	1.7	340	32	13.6	<0.01	0.12	0.98	11.0	64.4	60.2	<0.05	0.10	22.2
10	851111	2	1.7	548	38	16.0	<0.01	0.07	0.50	4.9	46.7	52.3	<0.05	0.12	21.4
11	851111	1	0.7	332	35	3.6	0.86	0.01	0.14	2.3	5.3	28.6	<0.05	0.08	19.8
12	851111	1	1.7	338	34	4.4	0.04	0.03	0.50	5.5	10.6	38.3	<0.05	0.08	20.1
13	851111	1	1.7	212	32	6.9	0.01	0.07	0.58	4.6	40.6	50.6	<0.05	0.06	19.9
14	851111	1	1.7	635	42	11.9	0.01	0.04	0.54	5.0	25.0	50.0	<0.05	0.08	19.3
15	851111	1	1.7	437	38	4.4	0.07	0.01	0.25	2.0	2.9	30.7	<0.05	0.07	19.2
16	851111	2	1.7	347	34	7.0	0.02	0.08	0.56	6.0	37.4	55.4	<0.05	0.11	20.4
17	851111	2	3.7	617	42	11.2	0.07	0.06	0.62	6.7	19.0	44.0	<0.05	0.12	19.5
18	851111	2	1.7	379	34	7.6	0.06	0.12	0.61	5.8	40.8	57.3	<0.05	0.10	20.3
19	851111	2	1.7	376	33	13.2	0.01	0.09	0.43	3.7	49.0	61.0	<0.05	0.08	20.9
20	851111	2	1.7	377	33	10.5	<0.01	0.11	0.86	12.0	56.0	61.6	<0.05	0.18	20.2
21	851111	1	1.7	348	33	7.1	0.03	0.09	1.11	12.0	42.3	52.9	<0.05	0.13	20.9
22	851111	2	0.7	360	34	10.3	0.01	0.07	0.32	3.5	47.2	56.3	<0.05	0.07	20.4
23	851111	2	1.7	391	35	5.5	0.12	0.04	0.27	4.3	12.4	39.6	<0.05	0.09	20.6
24	851111	2	1.7	316	34	3.8	0.05	0.03	0.38	4.5	10.0	43.8	<0.05	0.07	19.9
25	851111	2	1.7	310	33	4.3	0.01	0.05	0.40	5.1	23.8	44.0	<0.05	0.07	21.0

Vedlegg 4.

Oslofjord, torsk

Tabell V10. Torsk fra ytre Oslofjorden, Færder (JMG-området/stasjon 2636), 16. des. 1985, mg/kg våtvekt.

Nr	Dato	Kjønn	Alder	Vekt	Lengde	L E V E R				M U S K E L							
						1=M	2=F	g	cm	vekt	Cd	HCB	DDE	PCB	Fett	Tørrv.	PCB
												%	%			%	%
1	851216	1	-	1237	53	24.8	0.05	0.04	0.76	5.7	39.2	51.6	<0.05	0.11	20.6		
2	851216	2	-	1774	56	39.4	0.02	0.03	0.26	3.2	37.4	46.5	<0.05	0.12	20.2		
3	851216	2	-	1056	49	12.6	0.29	0.02	0.20	2.4	17.0	35.2	<0.05	0.08	21.0		
4	851216	2	-	636	41	5.7	0.08	<0.01	0.10	1.2	6.4	23.8	<0.05	0.07	20.7		
5	851216	1	-	627	42	4.7	0.08	<0.01	0.05	1.2	5.0	23.6	<0.05	0.12	20.4		
6	851216	1	-	1797	56	55.0	0.04	0.06	0.17	1.6	50.0	54.2	<0.05	0.09	21.3		
7	851216	2	-	3460	73	76.0	0.03	0.04	0.23	2.5	31.8	40.9	<0.05	0.16	19.4		
8	851216	2	-	2884	69	48.3	0.07	0.02	0.25	2.5	19.0	36.3	<0.05	0.12	21.3		
9	851216	1	-	1517	53	33.4	0.05	0.04	0.25	3.0	42.0	55.1	<0.05	0.06	21.4		
10	851216	1	-	1220	49	40.5	0.03	0.04	0.25	2.3	50.0	53.9	<0.05	0.08	20.3		
11	851216	2	-	2578	63	94.2	0.01	0.04	0.26	2.4	40.2	49.7	<0.05	0.11	21.3		
12	851216	2	-	2032	61	36.0	0.04	0.02	0.64	7.2	26.0	41.6	<0.05	0.16	20.7		
13	851216	1	-	1488	55	15.7	0.06	0.03	0.32	3.2	26.2	38.8	<0.05	0.07	21.9		
14	851216	2	-	1837	58	20.3	0.10	0.02	0.35	3.0	17.6	34.9	<0.05	0.07	21.0		

Vedlegg 4.

Sørfjorden og Hardangerfjorden, flyndre

Tabell V12. "Flyndre" fra Sørfjorden, (JMG-området 63), 17.mai.s. 1984, mg/kg våtvekt.

Nr	Dato	Kjønn	Alder	Vekt	g	cm	Lengde	vekt		Cd	L E V E R			M U S K E L		
								1=M	2=F		år	HCB	DDE	PCB	Fett	Tørrv.
1	840317	1	2	107	23	-	-	-	-	-	-	-	-	17.5	0.28	18.2
2	840317	1	3	110	26	-	-	-	-	-	-	-	-	22.0	0.40	20.7
3	840317	1	2	120	24	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0	0.37	19.6
4	840317	1	2	158	25	-	-	-	-	-	-	-	-	16.7	0.77	17.3
5	840317	2	2	163	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26	17.5
6	840317	-	-	174	26	-	-	-	-	-	-	-	-	36.8	0.58	21.5
7	840317	1	3	187	25	-	-	-	0.87	-	-	-	-	28.9	0.16	19.1
8	840317	-	-	189	30	-	-	-	-	-	-	-	-	15.8	0.76	17.6
9	840317	-	2	190	25	-	-	-	-	-	-	-	-	18.5	0.24	19.7
10	840317	1	2	200	25	-	-	-	0.82	-	-	-	-	29.2	0.18	20.1
11	840317	1	3	213	27	-	-	-	-	-	-	-	-	32.9	0.53	20.5
12	840317	1	4	219	34	-	-	-	-	-	-	-	-	22.2	1.5	16.8
13	840317	1	4	244	30	-	-	-	-	-	-	-	-	23.3	0.50	21.0
14	840317	2	3	308	30	-	-	-	0.14	-	-	-	-	15.6	0.03	20.6
15	840317	-	2	310	33	-	-	-	1.68	-	-	-	-	18.9	0.48	17.3
16	840317	1	6	322	35	-	-	-	0.56	-	-	-	-	40.5	0.90	19.9
17	840317	1	5	482	40	-	-	-	3.23	-	-	-	-	23.3	0.17	16.6
18	840317	2	-	441	34	-	-	-	0.30	-	-	-	-	25.0	0.35	18.3
19	840317	2	3	533	35	-	-	-	1.10	-	-	-	-	26.3	0.20	21.6
20	840317	2	-	550	42	-	-	-	1.47	-	-	-	-	37.5	0.09	19.4
21	840317	1	4	552	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	19.6
22	840317	1	8	655	47	-	-	-	0.66	-	-	-	-	19.8	2.4	16.9

Vedlegg 4.

Sørfjorden og Hardangerfjorden, flyndre

Tabell V13. Glassvar fra Hardangerfjorden, (JMG-området 62), 1.jan.-24.mars 1984, mg/kg våtvekt.

Nr	Dato	Kjønn	Alder	Vekt	Lengde	L E V E R		M U S K E L					
						vekt	Cd	HCb	DDE	PCB	Fett	Tørrv.	Hg
			1=M	år	g	cm	%	%	%	%	%	%	%
1	840324	2	-	250	32	-	0.14	-	-	-	45.8	0.19	22.8
2	840324	1	-	300	35	-	-	-	-	-	42.0	-	21.9
3	840324	1	-	350	30	-	0.18	-	-	-	39.7	0.22	24.4
4	840324	2	-	400	40	-	0.15	-	-	-	38.2	0.55	21.5
5	840324	2	-	500	40	-	0.29	-	-	-	42.0	-	22.0
6	840324	1	-	500	42	-	0.38	-	-	-	49.4	0.21	22.9
7	840121	1	8	600	45	-	0.076	-	-	-	47.1	0.53	22.4
8	840121	1	9	650	45	-	0.237	-	-	-	27.3	0.66	20.1
9	840121	2	7	700	45	-	-	-	-	-	-	0.39	21.9
10	840124	2	7	450	40	-	0.166	-	-	-	50.9	0.11	22.2
11	840124	-	7	450	40	-	-	-	-	-	24.2	0.62	17.1
12	840124	2	-	500	37	-	0.181	-	-	-	56.8	0.19	20.5
13	840124	1	8	500	40	-	-	-	-	-	79.9	0.25	23.3
14	840124	1	8	500	40	-	0.207	-	-	-	44.7	0.46	21.4
15	840128	1	7	550	40	-	0.187	-	-	-	47.6	0.16	21.6
16	840128	2	-	750	45	-	-	-	-	-	46.7	0.58	21.0
17	840128	2	-	800	45	-	-	-	-	-	55.9	0.25	22.2
18	840128	2	9	1150	50	-	0.311	-	-	-	60.5	0.60	20.9
19	840105	2	9	1100	50	-	0.081	-	-	-	51.5	0.47	21.9

- 1 Varaldsøy
- 2 Strandebarne
- 3 Norheimsund
- 4 Herand

Vedlegg 4.

Orkdalsfjord-området, blåskjell

Tabell V14. Blåskjell fra Orkdalsfjord-området (JMG-området/stasjon 65xx), oktober 1984.

JMG om.	prøve dato	tot. st. del	ant. gp.	ant. mm	mx mm	md mm	sd mm	skal	Våtv. g	%	Tørr- stoff	Fett v.v.	%	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	PCB ppb	HCB ppb	DDT ppb	BHC ppb
6580	841024	50	2-4	50	22	31	25.16	3.53	-	35.7	14.1	1.2	0.54	0.93	16.7	0.03	0.20	0.018	17	0.4	1.8	-	-
6581	841024	50	2-4	50	25	38	31.80	1.32	-	56.2	14.7	1.8	0.60	1.65	38.8	11.47	0.17	0.008	16	0.6	1.6	-	-
6582	841024	50	2-4	50	28	40	32.68	4.00	-	71.0	17.7	0.7	0.62	1.13	22.4	0.02	0.25	0.009	36	0.4	1.9	-	-
6583	841024	50	3-5	50	33	42	37.36	3.44	-	101.1	15.4	1.4	0.57	1.18	20.2	0.02	0.20	0.010	10	0.3	1.3	-	-
6584	841023	110	2-3	60	22	30	25.34	3.46	-	40.9	14.3	1.5	0.57	1.87	18.7	0.05	0.23	0.009	17	<0.5	<1.5	-	-
6584	841023	110	3-4	50	30	40	34.01	3.62	-	83.9	15.0	2.1	0.46	1.21	16.1	0.03	0.18	0.014	15	0.5	0.7	-	-
6585	841023	50	3-5	50	34	50	38.66	4.79	-	110.7	18.4	1.7	0.62	1.12	21.1	<0.02	0.24	0.010	11	0.4	1.5	-	-
6586	841023	60	1-3	60	16	24	17.29	4.02	-	17.4	19.0	-	0.62	1.04	19.7	0.06	0.22	0.010	-	-	-	-	-
6587	841023	60	1-3	60	14	22	14.93	3.02	-	12.1	18.6	-	0.66	0.85	18.6	0.02	0.18	0.033	-	-	-	-	-
6588	841023	60	1-3	60	15	24	16.62	4.22	-	13.8	17.6	-	0.61	1.03	19.8	0.04	0.20	0.014	-	-	-	-	-

Tabell V15. Blåskjell fra Orkdalsfjord-området (JMG-området/stasjon 65xx), 4. november 1985. i.p. = ikke påvist.

JMG om.	prøve dato	tot. st. del	ant. gp.	ant. mm	mx mm	md mm	sd mm	skal	Våtv. g	%	Tørr- stoff	Fett v.v.	%	Mn ppm	Zn ppm	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	PCB ppb	HCB ppb	DDT ppb	BHC ppb	
																							g
6580	851104	80	2-3	66	20	29	24.36	2.62	72.0	32.4	16.1	1.9	4.67	110	2.52	1.21	0.18	77	0.8	i.p.	i.p.	i.p.	
6580	851104	80	3-4	14	30	39	32.21	2.91	34.0	16.3	18.5	1.0	3.42	90.0	2.59	1.17	i.p.	i.p.	<3	i.p.	<3	i.p.	
6582	851104	94	2-3	64	21	29	25.56	2.08	75.7	32.8	18.4	0.8	3.90	113	1.33	1.32	0.11	<17	2	<1	i.p.	<1	i.p.
6582	851104	94	3-4	30	30	38	31.73	1.98	67.8	33.3	18.9	0.9	3.11	99.6	0.83	1.01	0.11	19	2	2	i.p.	2	i.p.
6584	851104	138	2-3	57	20	29	25.79	2.56	29.8	23.9	13.7	0.4	5.91	160	2.17	2.32	i.p.	78	2	<3	i.p.	2	i.p.
6584	851104	138	3-4	70	30	39	33.36	2.64	71.9	67.2	14.3	0.6	4.35	130	1.61	1.86	0.083	<6	i.p.	i.p.	i.p.	<6	i.p.
6584	851104	138	4-5	11	40	46	42.18	2.36	19.9	19.2	18.9	0.7	4.55	162	1.38	1.63	0.15	74	1	i.p.	i.p.	74	i.p.
6588	851104	44	1-3	44	11	24	15.74	1.65	12.1	5.5	19.8	0.6	6.74	140	1.96	1.12	i.p.	7550	<2	32	<10	<2	<10
6587	851104	122	1-3	122	15	24	15.93	2.05	40.6	17.6	20.4	0.6	6.60	92.8	1.31	1.02	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.

Vedlegg 4.

Orkdalsfjorden, torsk

Tabell V16. Torsk fra Orkdalsfjorden, (JMG-området 65), 3.okt.-1.nov. 1984, mg/kg våtvekt.

Nr	Dato	Kjønn	Alder år	Vekt g	Lengde cm	L E V E R				M U S K E L					
						HCB	DDE	PCB	Fett Tørrv. %	PCB	Hg	Tørrv. %	Hg		
1	841003	1	-	1200	51	-	0.23	0.01	0.16	1.2	15.8	33.4	<0.05	0.06	20.3
2	841003	1	-	1400	54	-	0.29	0.03	0.10	0.87	36.2	58.7	<0.05	0.05	21.5
3	841003	2	-	2900	69	-	0.10	0.06	0.22	1.2	80.2	39.5	<0.05	0.06	21.7
4	841004	1	-	2000	62	-	0.07	0.06	0.29	1.2	53.8	50.0	<0.05	0.06	21.6
5	841004	1	-	1200	53	-	0.13	0.01	0.29	1.6	13.8	26.2	<0.05	0.07	20.3
6	841004	1	-	1000	47	-	0.06	0.04	0.16	0.83	56.0	53.4	<0.05	0.03	20.8
7	841004	1	-	350	34	-	0.25	<0.01	<0.05	0.35	6.2	19.4	<0.05	0.03	20.6
8	841005	1	-	1020	51	-	0.42	<0.01	0.06	0.63	4.0	24.1	<0.05	0.07	19.3
9	841005	1	-	930	47	-	0.09	<0.01	0.13	0.60	8.0	25.7	<0.05	0.04	19.5
10	841005	2	-	720	44	-	0.15	<0.01	<0.05	0.25	4.0	22.3	<0.05	0.03	19.0
11	841005	2	-	270	32	-	0.28	<0.01	<0.05	0.14	3.0	17.2	<0.05	0.04	20.0
12	841024	2	-	1750	57	-	0.08	0.02	0.14	0.99	36.4	44.4	<0.05	0.04	21.1
13	841101	1	-	1000	47	-	0.08	0.03	0.19	1.4	38.6	51.2	<0.05	0.06	20.6

Tabell V17. Torsk fra Orkdalsfjorden, (JMG-området 65), 27.nov. 1985, mg/kg våtvekt.

Nr	Dato	Kjønn	Alder år	Vekt g	Lengde cm	L E V E R				M U S K E L					
						HCB	DDE	PCB	Fett Tørrv. %	PCB	Hg	Tørrv. %	Hg		
1	851127	2	2.7	306	32	2.4							<0.05	0.04	20.8
2	851127	1	1.7	1205	52	39.2							<0.05	0.04	20.2
3	851127	2	2.7	1447	45	157.2							<0.05	0.06	22.9
4	851127	2	4.7	4750	77	287.3							<0.05	0.08	19.7
5	851127	2	1.7	721	44	10.4							<0.05	0.03	26.6
6	851127	1	2.7	931	45	33.5							<0.05	0.04	22.7
7	851127	1	2.7	919	44	32.5							<0.05	0.04	21.5
8	851127	1	2.7	811	44	30.4							<0.05	0.07	20.9
9	851127	1	4.7	785	45	6.8							<0.05	0.03	19.4
10	851127	1	4.7	1611	53	84.0							<0.05	0.09	20.4

To paralleller fra et blandprøve

VEDLEGG 5: Forskjell mellom år for blåskjell, 1981-1985

Forskjell mellom år (etter to-prøve t-test) for konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium og PCB i blåskjell fra Oslofjord-området, 1981-85. Minus-fortegn betyr at førstenevnt år er mindre enn den andre. Forskjell er statistisk signifikant ved: * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$ eller *** - $p < 0.001$.

Stasjons-gruppe 1 - Stasjon : 30
 Stasjons-gruppe 2 - Stasjoner: 31, 32, 35
 Stasjons-gruppe 3 - Stasjoner: 03, 36
 Stasjons-gruppe 4 - Stasjoner: 01, 02, 71

Gruppe	År		Hg	Cd	PCB
1	84	- 85	1.189	-0.343	0.687
2	81	- 82	4.113**	0.654	1.938
	81	- 83	13.802***	1.377	6.074*
	81	- 84	3.449*	3.286	4.719*
	81	- 85	14.547***	1.102	3.776**
	82	- 83	2.296*	0.651	9.013***
	82	- 84	1.545	2.917*	4.771***
	82	- 85	1.388	0.589	2.972*
	83	- 84	0.601	6.108***	-1.492
	83	- 85	-1.898	0.238	-0.682
	84	- 85	-1.047	-1.384	0.081
3	82	- 83	5.929	4.542*	2.914
	82	- 84	4.864*	-0.939	-1.572
	82	- 85	-0.136	3.076	0.865
	83	- 84	1.477	-2.932	-5.518*
	83	- 85	-4.442**	-3.056	-1.224
	84	- 85	-4.343*	2.139	2.001
4	81	- 82	0.797	5.954*	0.550
	81	- 83	0.313	6.065*	3.8.8
	81	- 84	0.819	6.072*	2.106
	81	- 85	0.677	5.581*	1.724
	82	- 83	-1.203	0.284	6.970***
	82	- 84	-0.079	-0.293	3.334*
	82	- 85	-0.235	-1.188	2.361*
	83	- 84	2.262	-0.625	-10.553**
	83	- 85	0.986	-1.476	-8.408***
	84	- 85	-0.229	-1.186	-1.571