



Statlig program for forurensningsovervåking

Oppdragsgiver Statens forurensningstilsyn

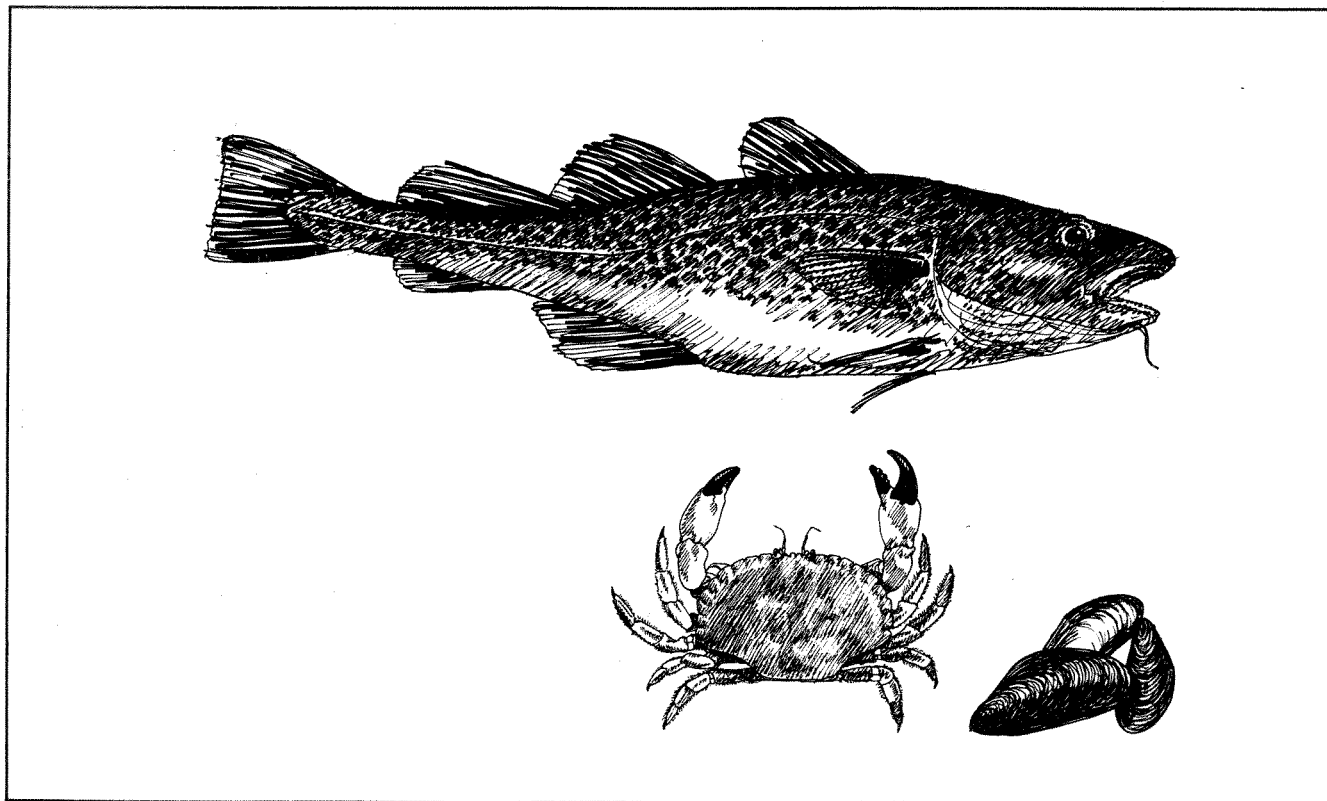
Deltakende institusjoner Norsk institutt for vannforskning
Sentralinstitutt for industriell forskning
Veterinærinstituttet

Rapport nr 119/84

NIVA'S
siste eksemplar
UTILÅN

Overvåking av PCB, kvikksølv og kadmium i sjøvannsmiljø.

Oslofjordområdet 1981~82



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80106
Undernummer:
Løpenummer: 1583
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Overvåking av PCB, kvikksølv og kadmium i sjøvannsmiljø. Oslofjordområdet 1981-82. (Overvåkingsrapport 119/84)	Dato: 3. februar 1984
	Prosjektnummer: 0-80106
Forfatter(e): Beate Enger, Arne Frøslie, Lars Kirkerud, Jon Knutzen, Lilla Madsen, Kari Martinsen, Gunnar Norheim	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Østfold, Akershus, Buskerud, Vestfold, Telemark
	Antall sider (inkl. bilag): 24

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn/Statlig program for forurensningsovervåking	Oppdrags. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	---------------------------------

Ekstrakt: Hovedkonklusjonene fra undersøkelsene i både 1981 og 1982 er at fisk, blåskjell og reker fra ytre Oslofjord (inkl. Drøbaksundet, Hvalerområdet og Langesundsfjorden) inneholdt bare lave eller moderate konsentrasjoner av PCB, kvikksølv og kadmium. Nivået av PCB var noe høyere i Drøbaksundet enn i ytre del av området. Et noe forhøyet kvikksølvinnhold i blåskjell fra Langesundsfjorden og mulig fra Glommas utløp, reflekterer kjente kilder.

4 emneord, norske: Statlig program
1. Klorerte hydrokarboner
2. Tungmetaller
3. Marine organismer
4. Miljøovervåking
Oslofjordområdet 1981-82

Overvåkingsrapp. 119/84

Prosjektleder:

Lars A. Kirkerud

Divisjonssjef:

Hans Eilund

4 emneord, engelske:
1. Chlorinated hydrocarbons
2. Heavy metals
3. Marine organisms
4. Monitoring

For administrasjonen:

J. E. Sunde
Hans O. Ommen

ISBN 82-577-0736-8



Statlig program for forurensningsovervåking

0-80106

OVERVÅKING AV PCB, KVIKKSØLV OG KADMIUM I SJØVANNSMILJØ
OSLOFJORDOMRÅDET 1981-82

3. februar 1984

Prosjektleder : Lars Kirkerud

Medarbeidere : *Beate Enger (SI)*
Arne Frøslie (Veterinærinst.)
Jon Knutzen
Lilla Madsen (SI)
Kari Martinsen (SI)
Gunnar Norheim (Veterinærinst.)

For administrasjonen :

J.E. Samdal

Lars N. Overrein

F o r o r d

Overvåkingen av PCB, kvikksølv og kadmium i ytre Oslofjord har sin bakgrunn i Norges forpliktelser som traktatland i Oslo- og Pariskonvensjonene, mot henholdsvis landbaserte utslipp og dumping i havet. Retningslinjene for overvåkingen trekkes opp i en felles overvåkingsgruppe (Joint Monitoring Group - JMG) og er bl.a. basert på råd fra International Council for the Exploration of the Sea (Det internasjonale råd for havforskning, ICES).

Foreløpig er disse undersøkelsene begrenset til de prioriterte stoffene PCB (polyklorerte bifenyler), kvikksølv og kadmium.

Programmet har som mål å gi informasjon for å:

- a) vurdere mulig risiko ved konsum av sjømat
- b) bedømme skadevirkninger på marine organismer (ressurser, økosystemer).
- c) bestemme det eksisterende forurensningsnivå i europeiske kystområder.
- d) bedømme effekten av forurensningsbegrensende tiltak innen rammen av konvensjonene (utviklingen over tid).

For å sikre sammenlignbare data er det stilt strenge krav til metodikk ved prøveinnsamling, opparbeiding og analyse. De deltagende laboratorier er bl.a. forpliktet til å delta i interkalibreringsprogrammer lagt opp av ICES.

Den norske delen av programmet ble satt i gang av Statens forurensningstilsyn (SFT) i 1981 (brev fra SFT til NIVA datert 8. juli 1981) og har hittil omfattet ytre Oslofjord med tilgrensende områder. Arbeidet utføres i fellesskap av Sentralinstitutt for industriell forskning (kjemiske analyser av vann og blåskjell; i 1981 også fisk), Veterinærinstituttet (kjemiske analyser av fisk) og Norsk institutt for vannforskning (planlegging, prøvetaking og rapportering).

Lars A. Kirkerud

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	1
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
2. INNLEDNING	6
3. METODIKK	6
3.1 Prøvetaking og preparering	6
3.2 Analyser	9
4. RESULTATER	11
5. DISKUSJON	17
REFERANSER	20
VEDLEGG	21-24

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Stasjoner for prøvetaking	7
2. PCB i torskellever som funksjon av alder	15
3. Kvikksølv i torskefilet som funksjon av alder	15
4. Kadmium i torskellever som funksjon av fettinnhold	16
5. PCB i torskellever som funksjon av DDE-innhold	16

TABELLFORTEGNELSE

1. Prøvetakingsstasjoner og prøvemateriale.	8
2. Deteksjonsgrenser for de anvendte metoder.	10
3. Kvikksølv og kadmium i vannprøver fra Drøbaksundet (Solbergstrand), $\mu\text{g/l}$.	11
4. PCB i torskellever, blåskjell og reker, snitt av individuelle analyser (m) eller resultat av blandprøve (a).	12
5. Kvikksølv i torskefilet, blåskjell og reker, snitt av individuelle analyser (m) eller resultat av blandprøve (a).	13
6. Kadmium i torskellever, blåskjell og reker, snitt av individuelle analyser (m) eller resultat av blandprøve (a).	14
A1. Analyseresultater for torskeprøver fra Drøbaksundet (Solbergstrand) vinteren 1982/83, mg/kg våtvekt.	22
A2. Analyseresultater for torskeprøver fra Færder vinteren 1982/1983, mg/kg våtvekt.	23
A3. Korrelasjon (r) mellom ulike målevariable i torsk fra Færder.	24
A4. Korrelasjon (r) mellom ulike målevariable i torsk fra Drøbaksundet (Solbergstrand).	24

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Hovedkonklusjonene fra undersøkelsene i både 1981 og 1982 er at fisk, blåskjell og reker fra ytre Oslofjord (inkl. Drøbaksundet, Hvalerområdet og Langesundsfjorden) inneholdt bare lave eller moderate konsentrasjoner av PCB, kvikksølv og kadmium. Nivået av PCB var noe høyere i Drøbaksundet enn i ytre del av området. Et noe forhøyet kvikksølvinnhold i blåskjell fra Langesundsfjorden og mulig fra Glommas utløp, reflekterer kjente kilder.

1.1 Statens forurensningstilsyn (SFT) administrerer den norske del av det etablerte havovervåkingsprogrammet innen rammene for Oslo- og Pariskonvensjonene. SFT har gitt NIVA i oppdrag å utføre overvåkingen i ytre Oslofjord.

1.2 Blåskjellprøvene som ble tatt fra 8 steder i området, som regel 3 fra hvert sted, viste som median på hvert sted moderate nivåer av PCB (0,015-0,062 mg/kg), lave til moderate nivåer av kvikksølv (0,015-0,059 mg/kg) og lave nivåer av kadmium (0,14-0,33 mg/kg), alt på våtvektbasis.

Lever av torsk tatt ved Færder og i Drøbaksundet (Solbergstrand) inneholdt gjennomsnittlig moderate konsentrasjoner av PCB (2,3 og 4,4 mg/kg våtvekt) og lave konsentrasjoner av kadmium (0,08 og 0,05 mg/kg våtvekt). Kvikksølvinnholdet i torskefilet var lavt, ca. 0,1 mg/kg for 1 kilos fisk og selv om konsentrasjonen økte med fiskens størrelse og alder, var det bare i 2 av 54 fisk høyere enn 0,3 mg/kg og aldri høyere enn 0,4 mg/kg våtvekt.

Vannprøver fra Drøbaksundet inneholdt stort sett lave til moderate konsentrasjoner av kvikksølv, < 0,01-0,03 µg/l, og kadmium, < 0,1-0,4 µg/l (tabell 3).

1.3 Den geografiske fordelingen av resultatene viser at blåskjell inneholdt mindre PCB på ytterste lokalitete (Tisler, median 0,015 mg/kg våtvekt) enn på de øvrige lokaliteter (medianer 0,028-0,062 mg/kg). Høyeste medianverdi (0,062 mg/kg) ble funnet ved Rødtangen.

PCB-innholdet i torskelever var omlag dobbelt så høyt i Drøbaksundet (4,4 mg/kg våtvekt) som ved Færder (2,3 mg/kg). Tendensen hos torsk var den samme i 1981.

DDE (nedbrytningsprodukt av DDT) viste samme tendens som PCB og disse forbindelsene var innbyrdes høyt korrelert ($r = 0,94-0,98$). En mulig forklaring på disse observasjonene er at vannmassene i innerste del av området er mer lagdelte (stabile) og derfor mer påvirket av atmosfærisk nedfall enn vannmassene i de ytre områder.

2. INNLEDNING

Formålene med undersøkelsene innen rammen av JMG-programmet i 1982 var å skaffe data til bedømmelse av:

- a) hygienisk risiko ved konsum av sjømat.
- c) det eksisterende forurensningsnivå - regional utbredelse av de utvalgte forurensende stoffer.
- d) utviklingen i grad av forurensning over tid.

(Formål b i programmet, se forordet, er foreløpig ikke tatt opp.)

Lokaliseringen av prøvetakingsstasjonene er vist i figur 1 og tabell 1.

Prøvetyperne var hovedsakelig basert på blåskjell og torsk, men for å dekke spørsmålet om helserisiko noe bedre, ble det også tatt en prøve av dypvannsreke. Vannprøver ble tatt ved en stasjon (Solbergstrand).

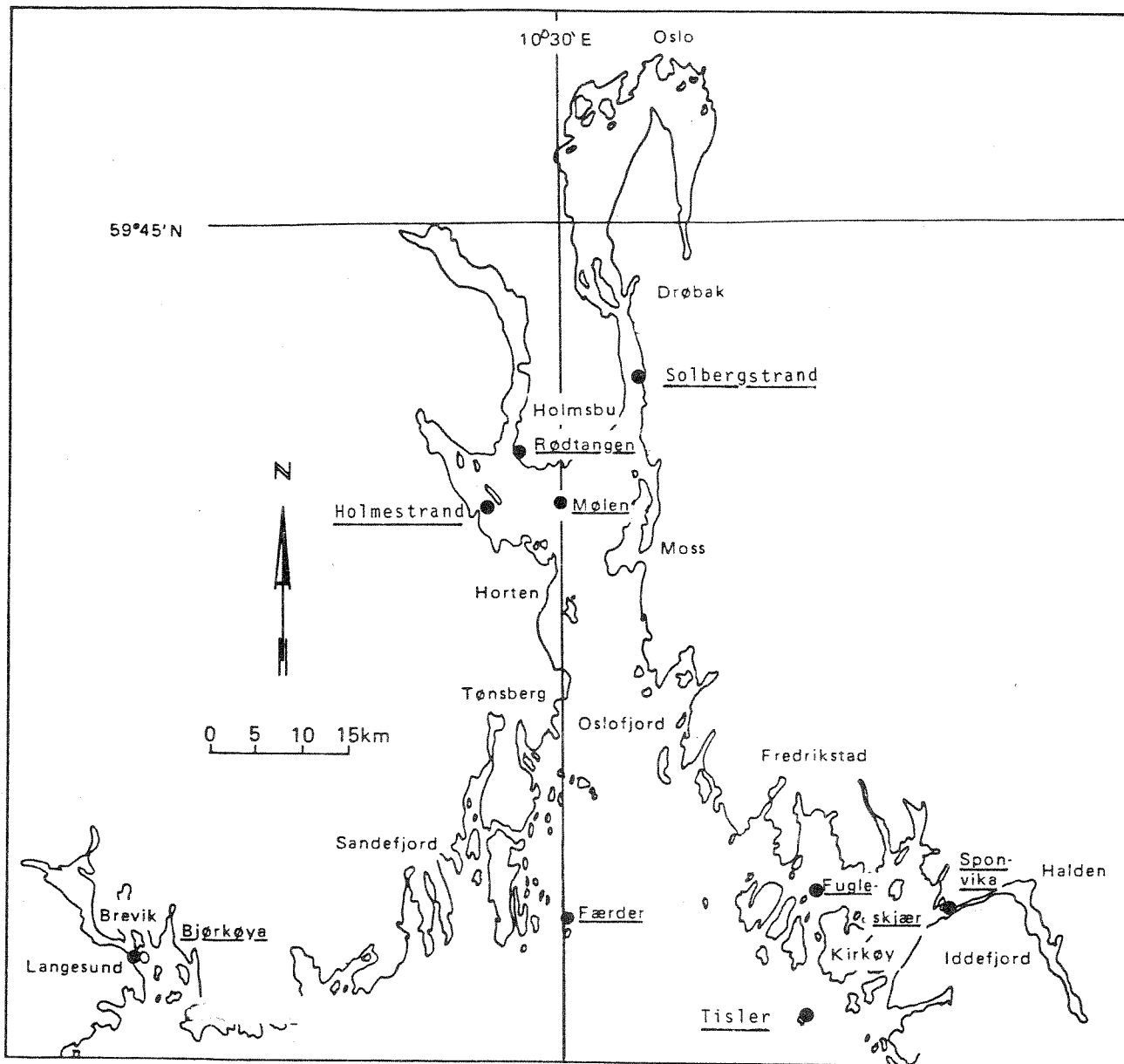
Foruten de prioriterte parametre innen JMG (PCB, Hg, Cd) ble det for 1982-prøvene i tillegg kvantifisert DDE i torskelever og selén i lever og filet av torsk. Selén er ernæringsmessig interessant bl.a. som antagonist til tungmetallene.

3. METODIKK

Metodene for prøvetaking og analyse følger anbefalingene fra Joint Monitoring Group (JMG).

3.1 Prøvetaking og preparering

Blåskjell ble vinteren 1982/83 innsamlet i 3 størrelsesgrupper: 20-30 mm, 30-40 mm og 40-50 mm; 50 individer i hver gruppe. De ble inkubert i akvarier med vann fra voksestedet for å tømme seg for feces/pseudofeces før de ble rensset og frosset.



Figur 1. Stasjoner for prøvetaking.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner og prøvemateriale.

Område	Stasjon	Posisjon	Prøver
Oslofjorden	Solbergstrand	59 ⁰ 36' 51" N 10 ⁰ 39' 21" E	Blåskjell, torsk, vann
	Rødtangen	50 ⁰ 31' 27" N 10 ⁰ 25' 36" E	Blåskjell
	Mølen	59 ⁰ 29' 14" N 10 ⁰ 30' 08" E	Blåskjell
	Færder	59 ⁰ 01' 36" N 10 ⁰ 31' 42" E	Blåskjell, torsk
	Holmestrand	59 ⁰ 28' 56" N 10 ⁰ 22' 30" E	Reker
Hvaler	Fugleskjær	59 ⁰ 06' 54" N 10 ⁰ 59' 10" E	Blåskjell
	Sponvika	59 ⁰ 05' 15" N 11 ⁰ 13' 48" E	Blåskjell
	Tisler	58 ⁰ 59' 06" N 10 ⁰ 57' 48" E	Blåskjell
Grenland	Bjørkøya	59 ⁰ 02' 05" N 09 ⁰ 44' 42" E	Blåskjell

Torsk ble inndelt i 5 lengdegrupper:

37	(35	-	42	cm
42		-	47,5	"
47,5		-	54	"
54		-	61,5	"
61,5		-	70 (75)	cm

Verdiene i parentes gjelder fisk mindre eller større enn det oppsatte intervall som ble tatt med for å oppnå fullt antall (5) i gruppen. I alt ble det tatt 27 fisk fra hver av de to lokalitetene. 2 overmåls fisk fra Færder (72 og 77 cm) er utelatt fra gruppegjennomsnitt og totalt gjennomsnitt, men rapportert med tanke på regresjonsanalyse.

Rekene ble tatt fra en kommersiell fangst, rensset og frosset. Omlag 100 individer ble analysert som en blandprøve.

Vann ble innsamlet 5-10 dager hver måned i perioden juni-desember. Blandprøver for hver måned ble analysert.

3.2 Analyser

Analysene av blåskjell og vann ble utført ved Sentralinstitutt for industriell forskning. PCB ble analysert ved gasskromatografi og kvantifisert mot en kommersiell PCB-blanding, Clophen A60, med 60 % kloreringsgrad, ved bruk av 5-6 isomere i blandingen. For en mer detaljert beskrivelse henvises til analyserapporten fra Sentralinstitutt for industriell forskning for 1981-materialet (Martinsen 1982). Metallene ble analysert ved atomabsorpsjon, kadmium i blåskjell etter forutgående tørrforasking, og kvikksølv i blåskjell etter våtoppslutning i Bethge apparatur. Nærmere beskrivelse av metodene for blåskjell er gitt av Paus (1982) og for vann av Omang (1971) og Paus (1973).

Fisken ble analysert ved Veterinærinstituttet. PCB og DDE ble analysert ved gasskromatografi, og PCB kvantifisert mot Phenoclor DP6 (60 % kloreringsgrad) ved hjelp av utslaget for 2,4,5 - 2', 4', 5' hexaklorbifeny1. Ekstraksjonsprosedyren er nærmere beskrevet av Norheim & Økland (1980). Kvikksølv ble bestemt med atomabsorpsjon (kalddampeteknikk) etter opp-

slutning med salpetersyre og perklorsyre. Kadmium i fiskelever ble bestemt med atomabsorpsjon (grafittovnsteknikk) etter oppslutning i konsentrert salpetersyre. Selén ble analysert fluorimetrisk etter en metode nærmere beskrevet av Norheim et al. (1983). Nedre angivelsegrense for DDE og PCB i fisk er satt til 0,05 mg/kg våtvekt.

Deteksjonsgrensene for de anvendte metoder fremgår av tabell 2.

Tabell 2. Deteksjonsgrenser for de anvendte metoder.

Medium	Parameter	Deteksjonsgrense	Laboratorium
Vann	Hg	0,01 µg/l	SI
	Cd	0,1 "	"
Blåskjell Reker	Hg	0,03 mg/kg tørrvekt	SI
	Cd	0,05 " "	"
	PCB	0,0005 " "	"
Fisk	Hg	0,01 mg/kg våtvekt	V.I.
	Cd	0,01 " "	"
	PCB	0,05 " "	"
	DDE	0,05 " "	"
	Se	0,01 " "	"

4. RESULTATER

Analyseresultatene for vann er gitt i tabell 3.

Analyseresultatene for organismer (fisk, blåskjell, reker) er oppsummerte i tabellene 4-6 sammen med resultatene fra foregående år.

Rådata for fisk, inkl. DDE- og selēnanalysene, er gjengitt i appendiks (tabellene A1, A2) sammen med korrelasjonsmatriser for de ulike variable (tabellene A3, A4).

De viktigste sammenhenger mellom ulike målevariable er plottet i figurene 2-5.

Tabell 3. Kvikksølv og kadmium i vannprøver fra Drøbaksundet (Solbergstrand), µg/l.

	Dyp	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
Hg	1 m	<0,01	<0,01	0,78*	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
	5 m	<0,01	<0,01	0,01	0,11*	<0,01	<0,01	0,03
Cd	1 m	< 0,1	0,3	3,1*	<0,1	0,3	0,2	<0,1
	5 m	< 0,1	0,4	<0,1	1,7*	0,3	0,2	<0,1

* Sannsynligvis forurenset under prøvetaking.

Tabell 4. PCB i torskelever, blåskjell og reker, snitt av individuelle analyser (m) eller resultat av blandprøve (a), mg/kg våtvekt.

Prøve	Stasjon	Lengde cm	m/a	1981	1982	
Torsk	Solbergstr.	37-42	m	4.0	1.9	
		42-47.5			2.7	
		47.5-54			5.0	
		54-61.5			6.4	
		<u>61.5-75</u>			<u>7.1</u>	
		Alle		4.0	4.35	
Torsk	Færder	35-42	m	2.7	1.2	
		42-47.5			1.6	
		47.5-54			2.5	
		54-61.5			3.3	
		<u>61.5-70</u>			<u>2.9</u>	
		Alle		2.7	2.34	
Blå- skjell	Solbergstr.	2-3	a	0.10	0.032	
		3-4			0.047	
		4-5			0.065	
	Rødtangen	2-3	a	0.05	0.049	
		3-4			0.062	
		4-5			0.063	
	Mølen	2-3	a	0.09	0.047	
		3-4			0.046	
		4-5			0.031	
	Færder	2-3	a	0.04	*	
		3-4			*	
		4-5			-	
	Bjørkøya	2-3	a	0.04	0.051	
		3-4			0.057	
		4-5			0.059	
	Fugleskjær	2-3	a	0.14	0.053	
		3-4			0.025	
		4-5			0.028	
	Sponvika	2-3	a	0.03	0.013	
		3-4			0.037	
		4-5			0.117	
	Tisler		3-4	a	-	0.016
			4-5			0.014
	Reker	Holmestrand		a	-	0.019

*) For lite materiale til analyse.

Tabell 5. Kvikksølv i torskefilet, blåskjell og reker, snitt av individuelle analyser (m) eller resultat av blandprøve (a), mg/kg våtvekt.

Prøve	Stasjon	Lengde cm	m/a	1981	1982
Torsk	Solbergstr.	37-42	m		0.080
		42-47.5			0.055
		47.5-54		0.050	0.094
		54-61.5			0.164
		<u>61.5-75</u>			<u>0.163</u>
		Alle		0.050	0.106
Torsk	Færder	35-42	m		0.058
		42-47.5			0.086
		47.5-54		0.073	0.134
		54-61.5			0.146
		<u>61.5-70</u>			<u>0.190</u>
		Alle		0.073	0.123
Blå- skjell	Solbergstr.	2-3	a		0.016
		3-4		0.035	0.015
		4-5			0.014
	Rødtangen	2-3	a		0.032
		3-4		0.038	0.030
		4-5			0.027
	Mølen	2-3	a		0.018
		3-4		0.036	0.036
		4-5			0.022
	Færder	2-3	a		0.024
		3-4		0.028	0.014
		4-5		-	-
	Bjørkøya	2-3	a		0.058
		3-4		0.092	0.059
		4-5			0.098
	Fugleskjær	2-3	a		0.041
		3-4		0.061	0.025
		4-5			0.029
	Sponvika	2-3	a		0.027
		3-4		0.027	0.023
		4-5			0.033
	Tisler	3-4	a	-	0.024
		4-5			0.020
	Reker	Holmestrand		a	-

Tabell 6. Kadmium i torskelever, blåskjell og reker, snitt av individuelle analyser (m) eller resultat av blandprøve (a), mg/kg våtvekt.

Prøve	Stasjon	Lengde cm	m/a	1981	1982	
Torsk, lever	Solbergstr.	37-42	m		0.033	
		42-47.5		0.120	0.042	
		47.5-54			0.064	
		54-61.5			0.068	
		<u>61.5-75</u>			<u>0.063</u>	
		Alle		0.120	0.052	
Torsk, lever	Færder	35-42	m		0.082	
		42-47.5			0.100	
		47.5-54		0.100	0.094	
		54-61.5			0.072	
		<u>61.5-70</u>			<u>0.064</u>	
		Alle		0.100	0.082	
Blå- skjell	Solbergstr.	2-3	a		0.21	
		3-4		0.25	0.18	
		4-5			0.18	
	Rødtangen	2-3	a		0.33	
		3-4		0.4	0.43	
		4-5			0.36	
	Mølen	2-3	a		0.27	
		3-4		0.3	0.42	
		4-5			0.24	
	Færder	2-3	a		0.12	
		3-4		0.4	0.15	
		4-5		-	-	
	Bjørkøya	2-3	a		0.27	
		3-4		1.2	0.26	
		4-5			0.44	
	Fugleskjær	2-3	a		0.36	
		3-4		0.8	0.26	
		4-5			0.31	
	Sponvika	2-3	a		0.28	
		3-4		0.7	0.32	
		4-5			0.36	
	Tisler		3-4	a	-	0.21
			4-5			0.23
	Reker	Holmestrand		a		0.01

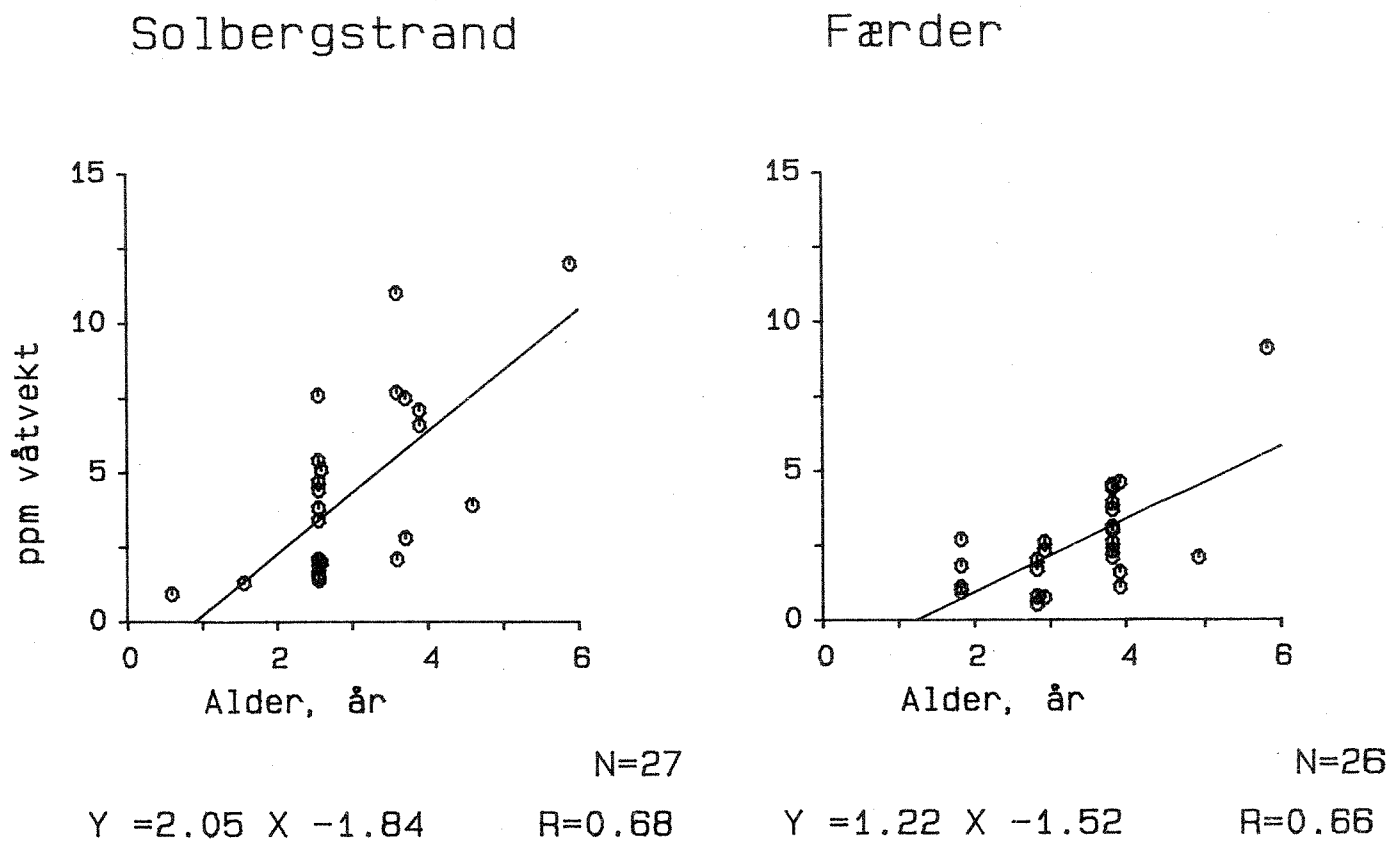


Fig. 2. PCB i torskelerver som funksjon av alder

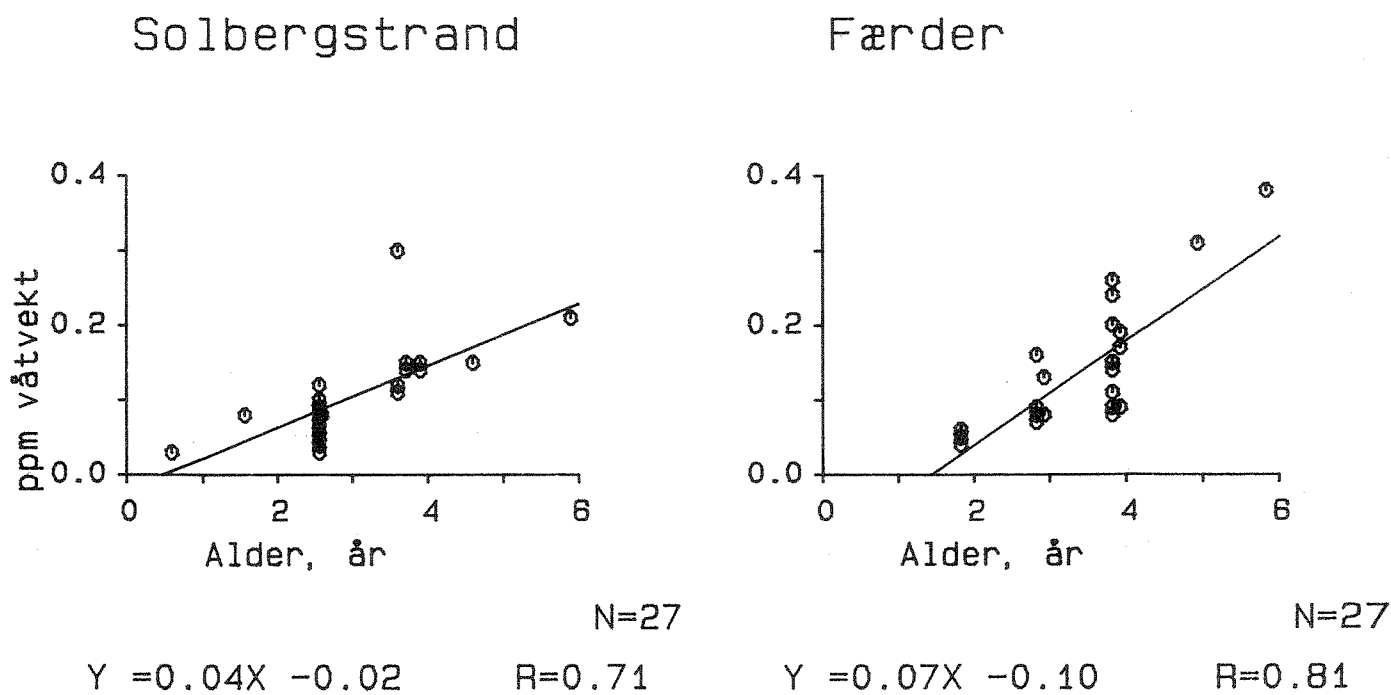
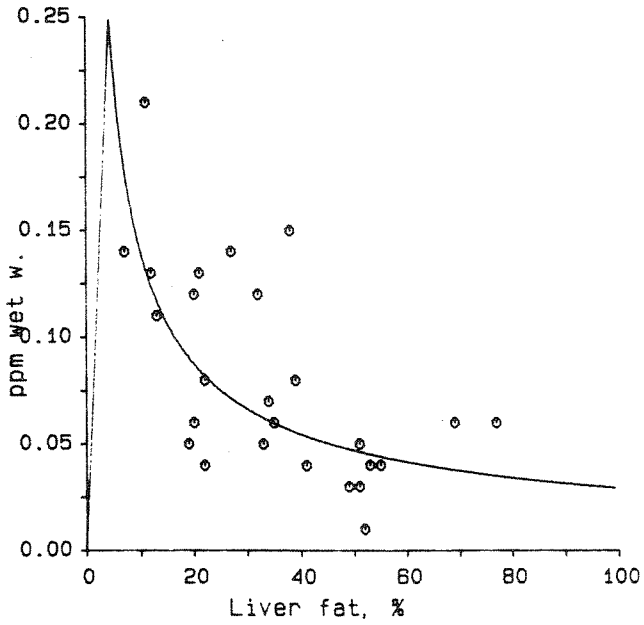


Fig. 3. Kvikksølv i torskefilet som funksjon av alder

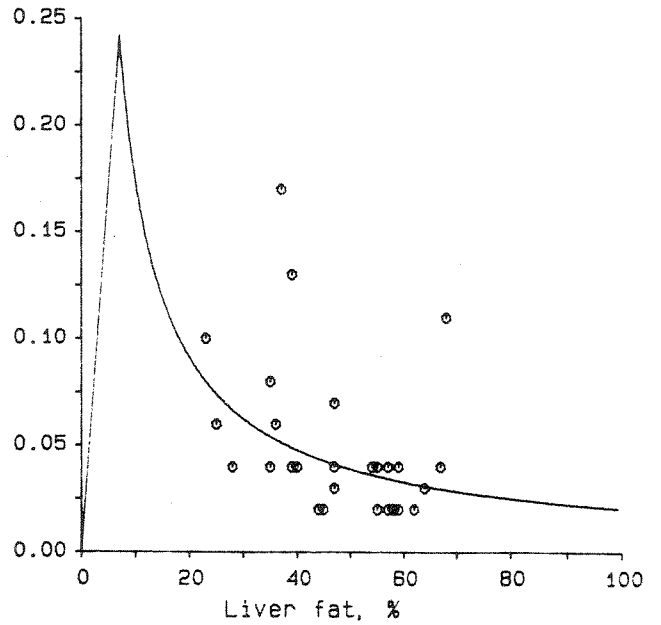
Færder

Solbergstrand



N=26

$$\text{LN}(Y) = -0.68\text{LN}(X) + 0.40 \quad R = -0.62 \quad P \leq 0.001$$



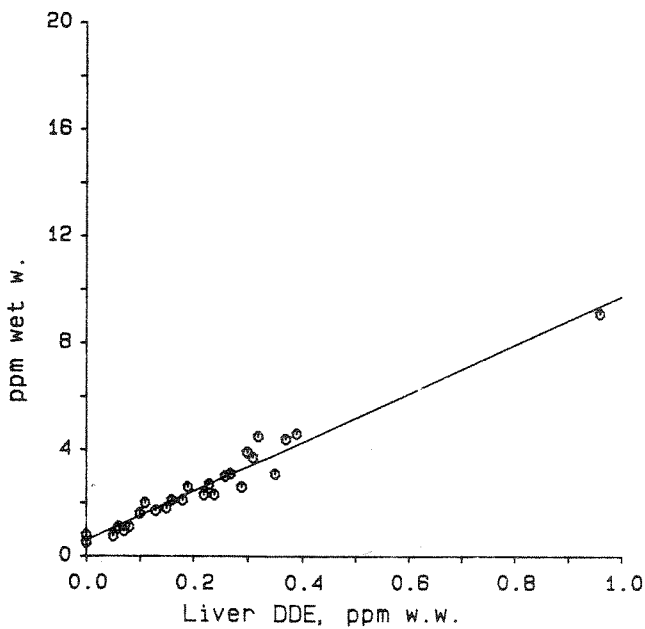
N=27

$$\text{LN}(Y) = -0.93\text{LN}(X) + 0.39 \quad R = -0.45 \quad P \leq 0.050 \quad \text{SD} = 0$$

Fig. 4. Kadmium i torskelerver som funksjon av fettinnhold.

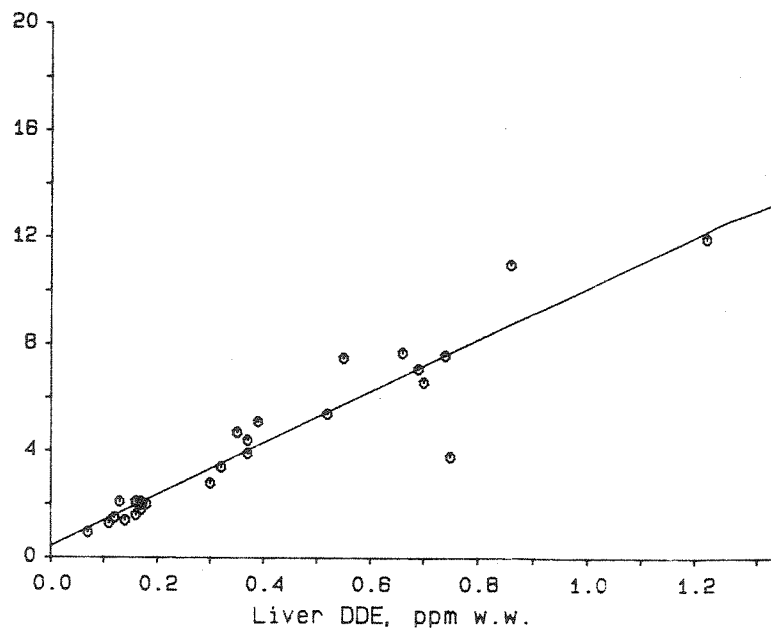
Færder

Solbergstrand



N=26

$$Y = 9.17 X + 0.59 \quad R = 0.98 \quad P \leq 0.001$$



N=27

$$Y = 9.70 X + 0.44 \quad R = 0.94 \quad P \leq 0.001$$

Fig. 5. PCB i torskelerver som funksjon av DDE-innhold.

5. DISKUSJON

Deteksjonsgrensene for kvikksølv og kadmium i vann var blitt senket til henholdsvis 0,01 og 0,1 µg/l (Paus 1983). JMG har foreslått henholdsvis 0,01 og 0,05 µg/l. Resultatene i tabell 3 viser at dette er utilstrekkelig til å karakterisere vannet, og at grensene sannsynligvis bør senkes til hhv. 0,005 og 0,05 µg/l. Med unntak av et par slengere, viser prøvene lave til moderate verdier for de 2 metallene.

PCB og DDE i organismer

Generelt inneholder datasettet ingen høye verdier. PCB-innholdet i reker var i underkant av innholdet i blåskjell, og langt lavere enn i torskelever. Når det gjelder den geografiske fordeling, viste resultatene både i 1981 og 1982 omtrent dobbelt så høye konsentrasjoner i torskelever og blåskjell fra Drøbaksundet som fra de ytre områder (Færder, Tisler). Dette indikerer større belastning med PCB i midtre del av Oslofjorden enn i ytre del.

PCB-innholdet i torskelever viste signifikant korrelasjon med alder, vekt og lengde hos fisken (tabellene A3, A4), og høy korrelasjon med DDE-innholdet i leveren ($r = 0,94$ og $0,98$). Det var ingen (eller negativ) korrelasjon mellom PCB og fettinnhold i leveren. Den høye korrelasjonen mellom PCB og DDE og det faktum at mengdeforholdet var det samme i Drøbaksundet og ved Færder må bety at disse to substanser er godt blandet på veien fra sine respektive kilder og til det undersøkte fjordområdet. Dersom belastningen i Oslofjordområdet vesentlig skriver seg fra atmosfærisk nedfall, kan økt påvirkning i Drøbaksundet (og andre mer ferskvannspåvirkede deler av området) skyldes elvetilførsler, kombinert med mer lagdelte og stabile vannmasser.

Det er også blitt pekt på som en mulig forklaring at hovedkildene både for PCB og DDE kan finnes i nedbørfeltet til Indre Oslofjord, og at de to stoffene derfor blandes tilstrekkelig før de når Drøbaksundet og Ytre Oslofjord. At det kan forholde seg slik for PCB er for så vidt mulig (avrenning fra avfallsplasser, avfallsbrenning), men vanskelig å bedømme uten data fra sigevann fra søppelfyllinger eller analyser fra de mindre

vassdrag som drenerer nedbørfeltet til indre fjord. Noen tilsvarende mekanismer for lokal tilførsel av DDE er derimot mindre tenkelig. Spørsmålet om lokal påvirkning i Indre Oslofjord vil bli tatt opp i neste årsrapport, siden analyser av torsk fra Indre Oslofjord da ventes å foreligge.

Kvikksølv i organismer

Kvikksølvinnholdet i prøvene viser ingen høye verdier som tilsier fare ved konsum. På våtvektsbasis viser fisk høyest innhold, fulgt av reker og blåskjell. Sammenlignet med blåskjellprøvene fra de øvrige steder, som viste lavt innhold, hadde prøvene fra Bjørkøya og i mindre grad Fugleskjær, en antydning til forhøyet nivå. Bjørkøya ligger i området utenfor Frierfjorden som har en kjent lokal kvikksølvkilde (Norsk Hydro, sedimentene i Gunnekleivfjorden). Fugleskjær ligger i Glomma-estualet. Blåskjellene vokser her (som i Sponvika) neddykket (ca. 2 m) på grunn av ferskvannspåvirkning.

Den beste sammenheng mellom kvikksølv i torskefilét og andre parametre ble oppnådd med fiskens alder ($r = 0,81$ og $0,71$). Også med lengde og vekt ble det oppnådd god korrelasjon. Det var en signifikant sammenheng mellom kvikksølv i muskel og lever. Ingen klar korrelasjon ble funnet mellom kvikksølv og selén. Torskefilét og torskelever viste et gjennomsnittlig selén/kvikksølvforhold (atomært) på henholdsvis 5,3 og 81,0. Det er altså både i muskel og spesielt i lever et overskudd av selén i forhold til kvikksølv, sammenlignet med en mulig ekvimolar interaksjon mellom de 2 elementer (jfr. Hansen et al. 1981).

Kadmium i organismer

Kadmium-resultatene for 1982 (tabell 6) var liknende eller lavere enn de som ble oppnådd foregående år. Ingen verdier høyere enn 0,5 mg/kg våtvekt ble oppnådd dette året. Prøvene reflekterer sannsynligvis bakgrunnsnivået i diffust belastede kystområder (ingen nærliggende større punktkilder). Kadmiuminnholdet i torskelever og reker var betydelig lavere enn i blåskjell.

Den geografiske fordeling av kadmium viste jevne forhold i hele området. En noe forhøyet konsentrasjon i blåskjellprøvene fra Fugleskjær og Sponvika kan skyldes brakkvannspåvirkning.

Kadmiuminnholdet i torskelever var som tidligere nevnt lavt, og positivt korrelert med selén og alder, og negativt korrelert med fettinnhold (fig. 4). Selén/kadmium-forholdet i torskelever (atomært) var i gjennomsnitt 27,2. Selén forelå altså i stort overskudd.

REFERANSER

- Hansen, J.G., Kristensen, P. & Al-Masri, S.N. 1981. Mercury/selenium interaction. A comparative study on pigs. Nord. Vet.-Med. 33, 57-64.
- Martinsen, K. 1982. Overvåking av PCB i fisk og blåskjell fra Oslofjorden, vinter -81. Rapp. nr. 81106-1, Sentralinstitutt for industriell forskning, Oslo.
- Norheim, G. & Økland, E.M., 1980. Rapid extraction of some persistent chlorinated hydrocarbons from biological material with low fat content. Analyst 105, 990-992.
- Norheim, G., Saeed, K. & Thomassen, Y. 1983. Matrix modification of Se-diaminonaphthalene with organometallic reagents for electrothermal atomic absorption spectrometric determination of selenium in biological matrices. Atomic Spectroscopy 4, 99-100.
- Omang, S.H. 1971. Determination of mercury in natural waters and effluents by flameless atomic absorption spectrophotometry. Anal. Chim. Acta 53, 415-420.
- Paus, P.E., 1973. Determination of heavy metals in seawater by AAS. Z. Anal. Chem. 264, 118-122.
- 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, Oslo.
- Paus, P.E. 1983. Utprøving av utstyr for kvikksølvanalyse. Sentralinstitutt for industriell forskning, oppdrag nr. 453-5239.

V E D L E G G

Rådata og korrelasjonsmatriser for torskeprøvene

Tabell A1. Analyseresultater for torskeprøver fra Drødaksundet (Solbergstrand) vinteren 1982/1983, mg/kg våtv.

Nr.	Dato	Kjønn 1=M 2=F	Alder, år	Vekt g	Lengde cm	vekt g	L E V E R				M U S K E L						
							Hg	Cd	Se	DDE	PCB	Fett Tørrv. %	Hg	Se	PCB	Fett Tørrv. %	
1	821020	2	2+	640	40	10	<0.01	0.04	1.26	0.13	2.10	47	0.06	0.32	<0.05	0.3	22
2	821020	1	1+	530	38	12	<0.01	0.04	1.23	0.11	1.30	55	0.08	0.25	<0.05	0.3	20
3	821020	1	2+	710	42	17	<0.01	0.02	1.21	0.16	2.10	55	0.07	0.30	<0.05	0.3	22
4	821020	2	2+	760	42	17	0.04	0.02	1.40	0.17	1.80	57	0.09	0.27	<0.05	0.3	21
5	821020	1	2+	740	42	15	<0.01	0.04	1.24	0.17	2.10	59	0.10	0.25	<0.05	0.3	23
6	821020	2	2+	790	44	19	0.02	0.02	1.21	0.16	1.60	62	0.05	0.26	<0.05	0.4	22
7	821020	1	2+	710	44	12	0.04	0.04	1.16	0.37	4.40	54	0.05	0.31	<0.05	0.4	23
8	821020	1	2+	900	45	30	0.03	0.02	1.12	0.17	2.00	59	0.08	0.30	<0.05	0.4	22
9	821020	1	2+	840	44	26	0.01	0.04	1.48	0.14	1.40	67	0.03	0.25	<0.05	0.4	22
10	821020	2	2+	730	43	19	0.03	0.03	1.17	0.12	1.50	64	0.04	0.26	<0.05	0.4	22
11	821020	2	2+	1140	51	19	0.05	0.02	1.37	0.35	4.70	44	0.08	0.28	<0.05	0.2	21
12	821020	2	2+	1020	48	17	0.04	0.08	0.95	0.32	3.40	35	0.09	0.26	<0.05	0.2	20
13	821020	1	2+	1070	51	17	0.04	0.07	1.34	0.74	7.60	47	0.09	0.29	<0.05	0.2	22
14	821020	2	2+	990	49	22	0.05	0.11	1.60	0.75	3.80	68	0.09	0.24	<0.05	0.2	22
15	821020	2	2+	1270	53	20	0.09	0.04	1.15	0.52	5.40	40	0.12	0.26	<0.05	0.2	21
16	821105	2	2+	904	41	19	0.04	0.04	1.77	0.18	2.00	39	0.08	0.32	<0.05	0.5	21
17	821105	1	4+	1717	58	-	0.05	0.04	1.43	0.37	3.90	35	0.15	0.32	<0.05	0.5	23
18	821105	1	3+	1678	61	-	0.13	0.06	1.13	0.16	2.10	25	0.11	0.35	<0.05	0.5	22
19	821105	2	2+	817	46	-	0.07	0.10	1.98	0.39	5.10	23	0.08	0.38	<0.05	0.5	20
20	821105	2	3+	2252	63	-	0.16	0.04	1.84	0.66	7.70	28	0.30	0.42	<0.05	0.5	22
21	821105	2	3+	1359	58	-	0.10	0.17	1.72	0.86	11.00	37	0.12	0.35	<0.05	0.5	20
22	821105	-	0+	64	-	-	0.05	0.02	-	0.07	0.94	45	0.03	0.32	<0.05	0.2	20
23	821215	1	3+	3711	75	61	<0.01	0.02	1.42	0.30	2.80	58	0.15	0.27	<0.05	0.2	21
24	821215	1	3+	1750	60	40	0.05	0.03	1.73	0.55	7.50	47	0.14	0.43	<0.05	0.2	21
25	830223	2	5+	3500	74	-	0.25	0.13	1.55	1.22	12.00	39	0.21	0.40	<0.05	0.2	24
26	830223	2	3+	2640	69	-	0.13	0.04	1.73	0.69	7.10	57	0.15	0.37	<0.05	0.2	23
27	830223	2	3+	2290	69	-	0.15	0.06	3.02	0.70	6.60	36	0.14	0.35	<0.05	0.2	24

Tabell A2. Analyseresultater for torskeprøver fra Færder vinteren 1982/1983, mg/kg våtvekt.

Nr	Dato	Kjønn	Alder	Vekt	Lengde	L E V E R		F E T T		M U S K E L							
						Vekt, g	Lengde, cm	Hg	Cd	Se	DDE	PCB	Tørrv. %	Hg	Se	PCB	Tørrv. %
1	830202	-	1+	600	39	-	0.04	0.04	0.06	1.10	22	41	0.04	0.25	<0.05	0.1	19
2	830202	1	2+	460	37	-	-	0.13	<0.05	0.79	21	-	0.09	0.57	<0.05	0.1	19
3	830202	1	1+	480	37	-	0.14	0.06	0.15	1.80	20	-	0.06	0.36	<0.05	0.1	20
4	830202	1	1+	600	39	-	0.01	0.05	0.07	0.95	19	-	0.06	0.30	<0.05	0.1	19
5	830202	2	2+	670	43	-	<0.01	0.11	<0.05	0.52	13	28	0.08	0.52	<0.05	0.1	30
6	830301	1	3+	910	46	-	0.13	0.15	0.10	1.60	38	-	0.09	0.40	<0.05	0.1	17
7	830301	2	2+	720	44	-	-	0.14	0.05	0.76	27	-	0.08	0.46	<0.05	0.1	18
8	830301	2	2+	1020	47	-	0.10	0.06	0.24	2.30	35	37	0.13	0.46	<0.05	0.1	18
9	830202	1	1+	780	44	-	0.04	0.04	0.23	2.70	53	62	0.05	0.37	<0.05	0.1	22
10	830202	2	3+	1110	50	-	0.13	0.12	0.30	3.90	20	36	0.15	0.44	0.06	0.1	18
11	830202	2	3+	1090	50	-	0.05	0.08	0.27	3.10	22	35	0.20	0.52	<0.05	0.0	20
12	830202	1	2+	1080	48	-	0.10	0.06	0.11	2.00	77	35	0.07	0.46	<0.05	0.0	21
13	830301	2	3+	1230	53	-	0.15	0.14	0.08	1.10	7	-	0.17	0.34	<0.05	0.0	19
14	830301	1	2+	1040	50	-	0.10	0.07	0.19	2.60	34	33	0.08	0.52	<0.05	0.0	19
15	830202	2	3+	1790	59	-	0.12	0.06	0.32	4.50	69	46	0.09	0.38	<0.05	0.0	20
16	830202	2	2+	1720	56	-	0.08	0.04	0.13	1.70	41	52	0.16	0.28	<0.05	0.4	21
17	830202	2	3+	1590	58	-	0.08	0.08	0.31	3.70	39	46	0.15	0.53	<0.05	0.4	21
18	830202	2	3+	2090	58	-	0.09	0.05	0.18	2.10	33	46	0.09	0.30	<0.05	0.4	21
19	830202	2	3+	1900	61	-	0.11	0.13	0.37	4.40	12	29	0.24	0.49	<0.05	0.4	21
20	830202	2	3+	2410	65	-	0.03	0.01	0.22	2.30	52	54	0.08	0.32	<0.05	0.4	22
21	830301	2	4+	2610	67	-	0.18	0.21	0.16	2.10	11	19	0.31	0.39	0.06	0.2	18
22	830301	2	3+	3350	69	-	0.20	0.04	0.39	4.60	55	52	0.19	0.53	<0.05	0.2	21
23	830202	1	3+	3680	72	-	0.11	0.05	0.35	3.10	51	56	0.14	0.44	<0.05	0.2	22
24	830202	1	3+	2700	66	-	0.07	0.03	0.26	3.00	51	53	0.26	0.40	<0.05	0.2	22
25	830202	2	3+	2700	67	-	0.09	0.03	0.29	2.60	49	56	0.11	0.45	<0.05	0.2	23
26	830202	2	5+	3400	77	-	0.14	0.12	0.96	9.10	32	43	0.38	0.40	<0.05	0.2	20
27	830202	1	1+	430	35	-	-	0.13	-	-	-	-	0.04	0.31	<0.05	-	20

Tabell A3. Korrelasjon (r) mellom ulike målevariable i torsk fra Færder.

L = lever -, M = filet -.

	AGE	WEIGHT	LENGTH	L.FAT	M.HG	L.HG	L.CD	L.PCB
WEIGHT	0.750							
LENGTH	0.830	0.970						
L.FAT	0.036	0.357	0.328					
M.HG	0.607	0.651	0.715	-0.186				
L.HG	0.508	0.422	0.425	0.013	0.474			
L.CD	0.290	-0.189	-0.124	-0.602	0.337	0.458		
L.PCB	0.670	0.620	0.677	0.245	0.668	0.407	-0.013	
L.DDE	0.674	0.673	0.715	0.212	0.681	0.361	-0.051	0.977

	M.SE	L.SE	M.HG	L.HG
L.SE	0.370			
M.HG	0.190	0.190		
L.HG	0.188	0.440	0.474	
L.CD	0.213	0.622	0.337	0.458

Tabell A4. Korrelasjon (r) mellom ulike målevariable i torsk fra Drøbaksundet (Solbergstrand).

L = lever -, M = filet -.

	AGE	WEIGHT	LENGTH	L.FAT	M.HG	L.HG	L.CD	L.PCB
WEIGHT	0.810							
LENGTH	0.820	0.958						
L.FAT	-0.318	-0.219	-0.346					
M.HG	0.705	0.762	0.747	-0.457				
L.HG	0.650	0.619	0.710	-0.547	0.694			
L.CD	0.391	0.211	0.269	-0.358	0.235	0.498		
L.PCB	0.659	0.586	0.660	-0.421	0.654	0.745	0.664	
L.DDE	0.654	0.618	0.677	-0.282	0.639	0.757	0.699	0.941

	M.SE	L.SE	M.HG	L.HG
L.SE	0.510			
M.HG	0.618	0.383		
L.HG	0.672	0.466	0.694	
L.CD	0.265	0.261	0.235	0.498



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 blir 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.