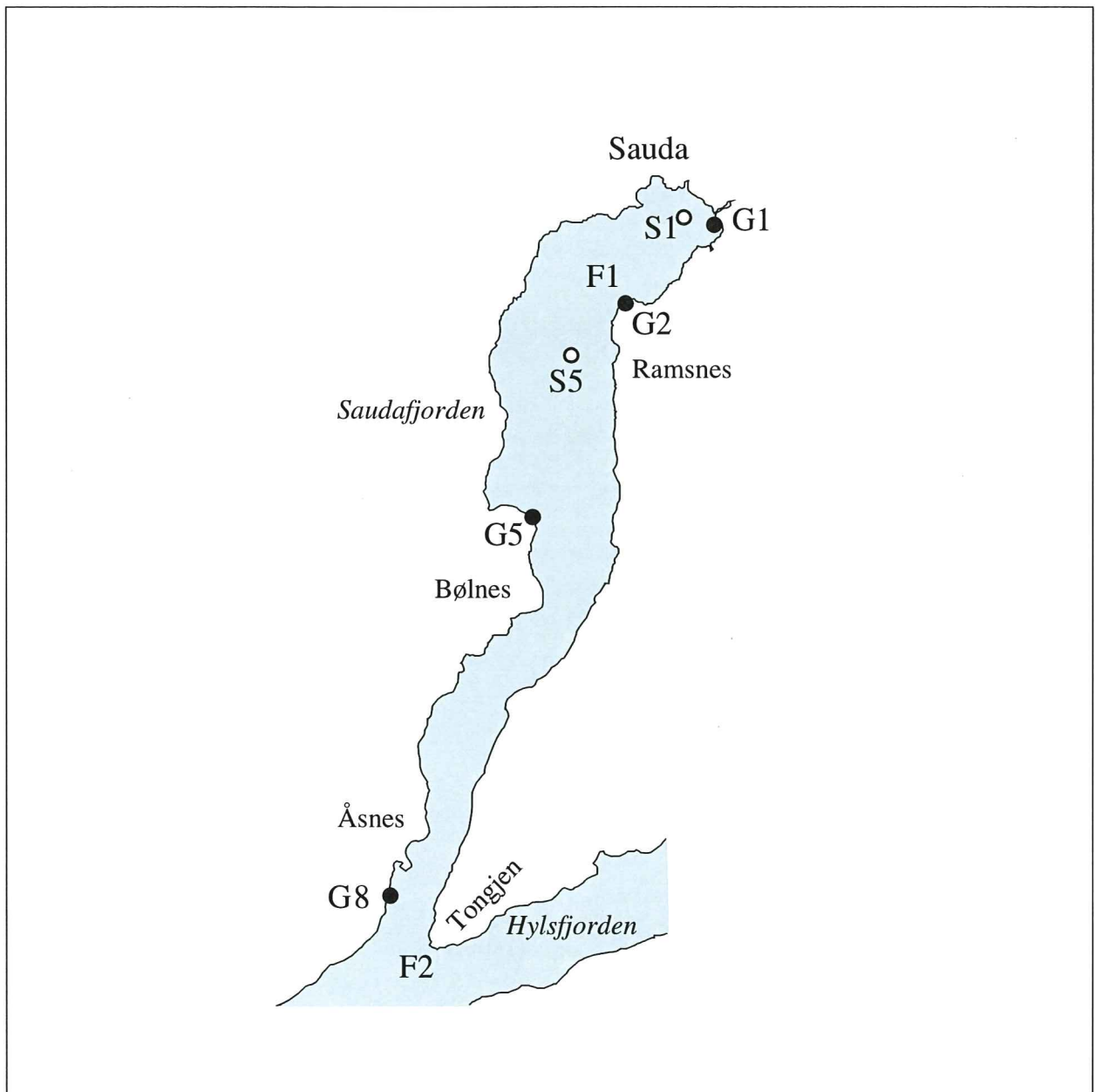


NIVA



RAPPORT LNR 4446-2001

Miljøtilstanden i Saudafjorden 2001



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Miljøtilstanden i Saudafjorden 2001	Løpenr. (for bestilling) 4446-01	Dato 30.11.01
	Prosjektnr. Undernr. 20249-2	Sider Pris 33
Forfatter(e) Frithjof Moy, Kristoffer Næs og Jon Knutzen	Fagområde Miljøgifter i sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Rogaland	Trykket NIVA

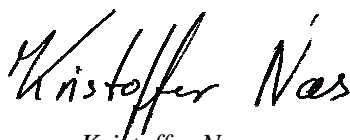
Oppdragsgiver(e) Eramet Norway AS	Oppdragsreferanse K.E.Johansen
--------------------------------------	-----------------------------------

Sammendrag

Miljøtilstanden i Saudafjorden er undersøkt mht. viktige miljøgifter i blåskjell, fisk og i sedimenter. Undersøkelsen skal inngå i dokumentasjonen til fornyet utslippstillatelse for Eramet Norway AS sin virksomhet i Sauda. Tilsvarende er det laget en rapport på ferskvannsmiljøet. Innsamlingen av prøver ble foretatt i oktober 2000 (blåskjell), mai 2001 (torsk) og juni 2001 (sedimenter).

Miljøtilstanden i fjorden er forbedret i forhold til tidligere undersøkelser. Dette kan spores både i blåskjell, bunnslam og i torsk. Imidlertid, selv om tilstanden er forbedret, ble det fremdeles påvist betydelig forurensning av PAH i blåskjell og i bunnslam, samt kadmium i bunnslam.

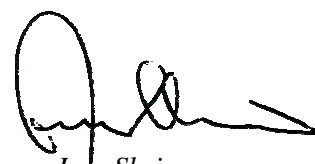
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. PAH 2. Metaller 3. Klororganiske stoffer 4. Overvåking 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. PAH 2. Metals 3. Organochlorines 4. Monitoring
---	---



Kristoffer Næs
Prosjektleder



Kristoffer Næs
Forskningsleder



Jens Skei
Forskningsjef

O-20249-2

Miljøtilstanden i Saudafjorden

2001

Forord

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Eramet Norway AS, Sauda. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært miljøsjef K.E. Johansen

Oppdraget er utført i forbindelse med og skal inngå som dokumentasjon til fornyet konsesjon for bedriftens virksomhet i Sauda. Tilsvarende er det laget en rapport om miljøtilstand i ferskvannssystemer. Eirik Fjeld (NIVA) har vært hovedprosjektleder for programmet.

Fra NIVA har Aud Helland og Torgeir Bakke stått for innsamling og Lise Tveiten for opparbeidelse av blåskjellprøver. Torsk ble fanget av Alf Kristiansen fra Sauda og prøver av fisken til analyse ble tatt Lise Tveiten (NIVA). Sedimenter ble innsamlet av Lise Tveiten fra forskningsfartøyet M/S Risøy av Haugesund.

Analyser er utført ved NIVAs analyselaboratorium med unntak av dioksiner og non-orto PCBer som er analysert ved NILUs analyselaboratorium og bly-datering foretatt av DHI, Danmark.

Kristoffer Næs har vært prosjektleder for de marine undersøkelsene og Frithjof Moy har hatt hovedansvaret for rapporteringen.

Alle takkes for innsatsen.

Oslo, 30. november 2001



Kristoffer Næs

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning.....	7
2. Målsetning og prøvetaking.....	8
3. Miljøtilstand	10
3.1 Blåskjell.....	10
0.2 Torsk.....	12
0.3 Sedimenter.....	15
1. Tidsutvikling	18
1.1 Endring i konsentrasjoner i biologisk materiale over tid.....	18
1.2 Endring i konsentrasjoner i sedimentet over tid	19
2. Forslag til videre overvåking	21
3. Referanser	22
Vedlegg A. Analyseresultater.....	23

Sammendrag

Miljøtilstanden i Saudafjorden er undersøkt mht. viktige miljøgifter i blåskjell, fisk og sedimenter. Undersøkelsen skal inngå i dokumentasjonen til fornyet utslippstillatelse for Eramet Norway AS.

Innsamlingen av prøver ble foretatt i oktober 2000 (blåskjell), mai 2001 (torsk) og juni 2001 (sedimenter).

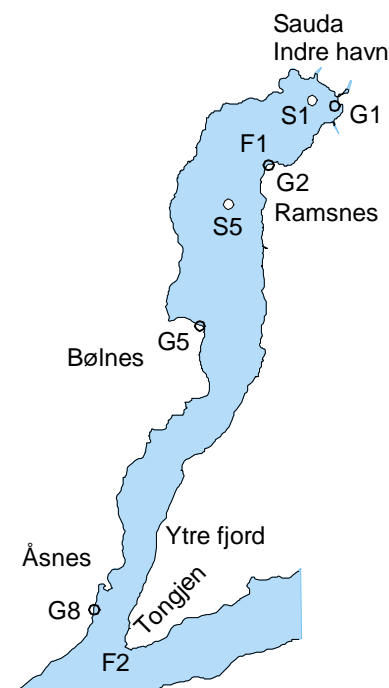
Miljøtilstanden i fjorden er forbedret i forhold til tidligere undersøkelser. Dette kan spores både i blåskjell, bunnslam og i torsk.

Imidlertid, selv om tilstanden er forbedret, ble det fremdeles påvist betydelig forurensning av PAH i blåskjell og i bunnslam, samt Cd i bunnslam.

Miljøtilstanden i henhold til SFTs kvalitetskriterier er oppsummert i tabellen nedenfor.

Miljøtilstandsoversikt for Saudafjorden, 2001.

	Indre havn	Ramsnes	Bølnes	Ytre fjord
<i>Blåskjell</i>				
Kvikksølv	I	I	II	II
Kadmium	I	I	II	II
Bly	II	II	II	II
PCB-7		I		I
PAH	III	II	II	II
KPAH	IV	III	III	II
<i>Torskefilét</i>				
Kvikksølv	I			I
<i>Torskelever</i>				
PCB-7	I			I
Dioksin (TE)	I			I
<i>Sedimenter</i>				
	0-1 cm	0-1 cm		
Kadmium	V	III		
Kvikksølv	III	II		
Bly	III	II		
Sink	III	II		
PCB-7	II	I		
PAH	V	III		
Dioksin (TE)	II	II		



Klassifisering av forurensningsgrad (Molvær og medarb., 1997)

Lite	Moderat	Markert	Sterkt	Meget sterkt
I	II	III	IV	V

Summary

Title: Environmental status for the Saudafjord 2001.

Year: 2001

Author: Frithjof Moy, Jon Knutzen og Kristoffer Næs

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.:82-577-4092-6. NIVA-report: 4446-01.

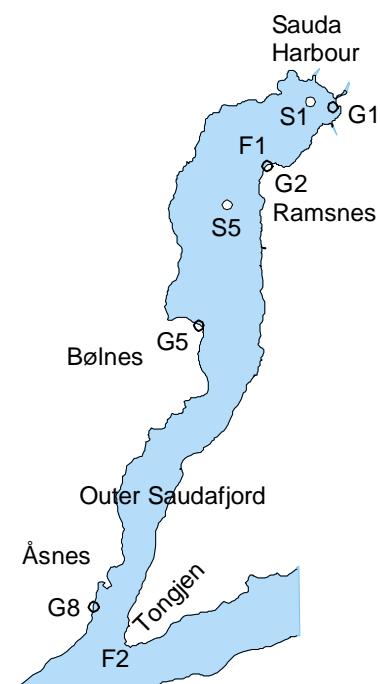
The environmental quality of the Saudafjord has been investigated with regard to contaminants in mussels (blue mussel), fish (cod) and sediments. Sampling was carried out in October 2000 (mussels), May 2001 (cod) and June 2001 (sediments).

Previously the Saudafjord has been considerably contaminated by industrial effluents to the fjord. Abatement initiatives at the plant have reduced the effluents considerably, and the results from this investigation shows distinct improvement of the environmental quality.

However, the surface water (based on concentrations in mussels) and the bottom sediments of the inner part of the Saudafjord is still severely contaminated, particularly by PAH.

Quality status summary for Saudafjorden, 2001.

	Harbour	Ramsnes	Bølnes	Outer fjord
<i>Blue mussel</i>				
Mercury	I	I	II	II
Cadmium	I	I	II	II
Lead	II	II	II	II
PCB-7		I		I
PAH	III	II	II	II
KPAH	IV	III	III	II
<i>Fillet of cod</i>				
Mercury	I			I
<i>Liver of cod</i>				
PCB-7	I			I
Dioxin (TE)	I			I
<i>Sediments</i>				
	0-1cm	0-1cm		
Cadmium	V	III		
Mercury	III	II		
Lead	III	II		
Zinc	III	II		
PCB-7	II	I		
PAH	V	III		
Dioxin (TE)	II	II		



Classification of degree of contamination (Molvær et al. 1997)

Slightly	Moderately	Markedly	Severely	Extremely
I	II	III	IV	V

1. Innledning

Bakgrunn

Gjennomførte miljøundersøkelser skal inngå i dokumentasjonen til fornyet utslippstillatelse for Eramet Norway AS. De spesifikke kravene til miljødokumentasjon som er knyttet til ny konsesjon er tatt med i denne undersøkelsen og inkluderer miljøstatus for fjordområdet mht. forekomst av miljøgifter i fisk, skaldyr og sedimenter. Tilsvarende er det også laget en rapport på ferskvannsmiljøet.

I Saudafjorden er det gjort en rekke miljøundersøkelser fra 1970-årene og fram til 1997 (Næs, 1999). I de siste årene er det kun gjort undersøkelser av PAH i blåskjell. Det eksisterende rådet mot konsum av skjell og fiskelever fra Saudafjorden ut til Åsnes på grunn av forhøyede verdier av PAH har ikke vært vurdert siden 1992, fordi grunnlaget for en slik bedømmelse delvis ikke har vært tilstede.

De miljøgifter som har vært i fokus i Saudafjorden har i første rekke vært tjærestoffer (polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)) og enkelte tungmetaller (kadmium (Cd), bly (Pb) og sink (Zn)).

I den senere tid er det også reist spørsmål om kvikksølvutslippene til luft kan ha bidratt til kvikksølvforurensning av fjorden. Det finnes ingen data på kvikksølv (Hg) i fjorden siden 1976 og i forbindelse med at malm har varierende innhold av kvikksølv, var det aktuelt å sjekke innholdet av kvikksølv i fjordmiljøet. I tillegg har det vært reist spørsmål om dioksinutslipp, samt at spørsmål om PCB er aktuelt i områder hvor industri har eksistert i lang tid.

Generelle forhold

Saudafjorden mottar avløpsvann fra produksjonen ved smelteverket som i hovedsak har produsert forskjellige manganlegeringer. Smelteverket ble opprettet i 1923 og var eid av amerikanske Union Carbide fram til 1981 da verket ble overtatt av Elkem. Eramet Norway AS overtok verkene i 1999. Saudafjorden strekker seg fra Sauda og ut til munningen mot Hylsfjorden/Sandsfjorden, dvs. over en strekning på ca. 13 km. Fjorden er for det meste omgitt av bratte åser og det vesentligste av nedbørsfeltet drenerer til den innerste delen. Selve bassenget skrånar på alle sider bratt ned mot bunnen. Mot Hylsfjorden/Sandsfjorden er det en terskel på vel 200m dyp, mens dypet øker mot et maksimum på ca. 390m midt i fjorden litt syd for Bølnes. Området mellom Bølnes og Ramsnes har stort sett dyp mellom 200 og 350 m, mens det innenfor stiger relativt hurtig til omkring 20-50m i havnebassenget (Knutzen og medarb., 1976). Ferskvannstilførselen innerst i fjorden gir opphav til en utgående brakkvannsstrøm (0-15‰) i overflaten (2-4 m tykk) og en innovergående strøm i dypereliggende vannmasser (kompensasjonsstrøm, ca. 30‰).

Forurensningsbelastning

Forurensende utslipp har i det vesentligste kommet fra råmaterialbehandling og våtvasking av gasser fra sinteranlegg og smelteovner. Det har skjedd store forbedringer mht. utslippene til sjø de siste 10-15 årene.

Undersøkellesprogram

Foreliggende undersøkelse rapporterer dagens miljøstatus i Saudafjorden mht. forekomst av miljøgifter i torsk, blåskjell og sedimenter, samt sammenlikner tilstanden for PAH med tidligere registreringer. Rapporten gir også et forslag til videre overvåkingsprogram for Saudafjorden.

2. Målsetning og prøvetaking

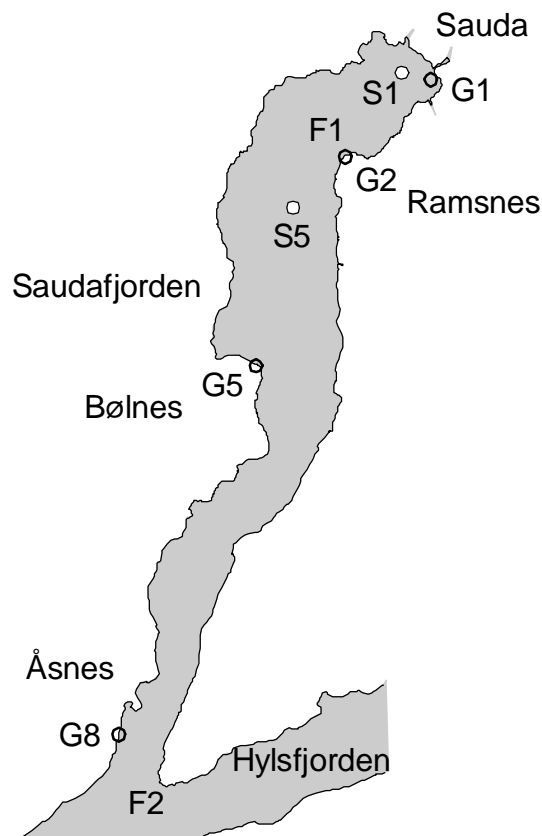
Formål

Undersøkelsens målsetning er å dokumentere miljøstatus i Saudafjorden basert på forekomsten av miljøgifter i fisk, skalldyr og sedimenter, iht. de spesifikke kravene som er satt til miljødokumentasjon for behandling og fastsettelse av ny utslippskonsesjon. Det har dessuten vært et mål å sammenlikne tilstanden i 2001 med registreringer av PAH og sedimenter fra tidligere.

Prøvetaking

Programmet omfatter undersøkelser av utvalgte miljøgifter i torsk (fisk), blåskjell (skalldyr) og sedimenter. Innsamlingen av prøver til miljøgiftanalyse ble foretatt i oktober 2000 (blåskjell), mai 2001 (torsk) og juni 2001 (sedimenter), på stasjoner vist i **Figur 1**. Prøveomfang og analyseparametre (Hg, Cd, Pb, Zn, PAH, PCB, Dioksin) er vist i **Tabell 1**.

Blåskjell til miljøgiftanalyser ble innsamlet fra 4 lokaliteter, G1 Ekkjegrunnen i havnebassenget, G2 ved Ramsnes, G5 ved Bølnes og G8 ved Åsnes (**Figur 1**). Stasjonene G1 og G5 ble innsamlet og analysert under JAMP (Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Green og medarb. 2001) og resultatet er tatt med i denne vurderingen. Fra hver stasjon ble det samlet inn 3 parallelle prøver à 20 skjell i størrelsesintervallet 3-5 cm. Skjellinnmaten ble analysert for Hg, Cd, Pb, PCB og PAH (**Tabell 1**). (Merk at PCB i blåskjell ikke inngår i JAMP-programmet for denne regionen.)



Figur 1. Stasjonskart for miljøgiftundersøkelser i Saudafjorden i 2000-2001. F: fiskestasjoner, G: blåskjellstasjoner, S: sedimentstasjoner.

Tabell 1. Undersøkellesprogrammet for miljøgifter i Saudafjorden 2000-2001.

Medium	Stasjoner	Prøve	Parametre
Blåskjell	G2, G8	3 parallelle prøver á 20 skjell størrelse: 3-5cm	Cd, Pb, Hg, PAH, PCB: analysert i blandprøve av skjellinnmat (3 paralleller/st.)
	G1, G5	3 parallelle prøver á 20 skjell størrelse: 3-5cm	Cd, Pb, Hg, PAH: analysert i blandprøve av skjellinnmat (3 paralleller/stasjon)
(G1,G5 ble samlet inn under JAMP*programmet). Prøvetaking etter JAMP-prosedyrer.			
Torsk	F1, F2	25 fisk fra hver stasjon (JAMP* retningslinjer)	PAH, PCB: analysert i blandprøve av <i>lever</i> fra 5 og 5 fisk, dvs. 5 prøver fra hver stasjon Hg: analysert i <i>filét</i> fra hver enkelt fisk Gallemetabolitter: analysert på enkeltfisk Dioksin og non-orto PCB: analysert i en blandprøve av <i>lever</i> (fra 25 fisk) fra hver stasj.
Sediment (corer)	S1	1 prøve av overflatesedimentet (0-1cm)	Hg, Cd, Zn, Pb, PAH, PCB: i 0-1 cm Dioksin, non-orto PCB: i 0-1cm
	S5	5 prøver (snitt) fra øvre 0-5cm: (0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5cm)	Hg, Cd, Zn, Pb, PAH, PCB: i alle 5 snitt Dioksin, non-orto PCB: i 0-1cm

* JAMP: Joint Assessment and Monitoring programme under Oslo/Paris-kommisjonen, administrert av SFT og del av Statlig program for forurensningsovervåking.

Torsk til miljøgiftanalyser ble fisket fra to lokaliteter, F1 ved Ramsnes (indre fjord) og F2 ved Tongjen (ytre fjord, **Figur 1**). Fra hver stasjon ble det samlet inn 25 fisk. Fisken ble frosset ned og sendt frossen til NIVA for prøvetaking av filét, lever og galle til miljøgiftanalyser. Hg (kvikksølv) i filét ble analysert på enkeltfisk. PCB og PAH ble analysert på parallelle blandprøver av 5 og 5 fisk (5 prøver fra hver stasjon). Konsentrasjon av gallemetabolitter ble analysert på galleprøver fra hver enkelt fisk. Dioksiner og non-orto PCBer ble analysert på en blandprøve (av 25 leverprøver) fra hver stasjon.

Sedimenter ble samlet inn fra to stasjoner, S1 og S5 (**Figur 1**), hhv. i havneområdet på ca. 20m dyp og utenfor Ramsnes på ca. 300m dyp. Sedimentprøvene ble analysert mht. miljøgiftene Hg, Cd, Pb, Zn, PAH, PCB og dioksin. Prøvene ble samlet inn med en sedimentcorer og øverste sedimentlaget (0-1cm) ble tatt ut til analyse fra begge stasjoner. På stasjon S5 ble i tillegg ytterligere fire 1cm tykkeskiver av sedimentkjernen tatt ut til analyse. Det ble analysert for dioksin i prøver fra det øverste 0-1cm laget (2 prøver), mens øvrige miljøgifter ble undersøkt i alle prøvene (6 prøver). Prøvene fra S5 ble i tillegg også datert (aldersbestemt) for å belyse endringer i miljøgiftbelastningen på sedimentet over tid.

Analyser

Metaller er analysert ved NIVA-lab i henhold til Norsk Standard (4770, 4773, 4780 og 4781). (Deteksjonsgrense er 0,02 / 0,02 / 0,1 / 2,0 mg/kg våtvekt for hhv. Cd/Hg/Pb/Zn.)

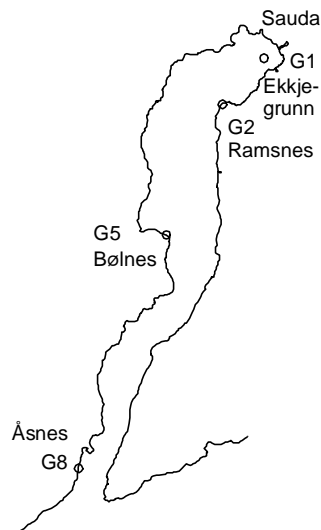
PCB og PAH bestemmes ved GC/MSD og bruk av indre standarder etter standardiserte metoder. (Deteksjonsgrense er hhv. 0,1 og 0,5 µg/kg våtvekt.)

Dioksiner og non-orto PCBer er analysert ved Norsk institutt for luftforskning (NILU) etter akkreditert metode.

²¹⁰Pb-datering av sedimentkjernen ble utført ved Institut for vand og miljø (DHI), Danmark. ²¹⁰Pb er målt ved α-spektrometri.

3. Miljøtilstand

3.1 Blåskjell



Figur 2. Blåskjellstasjoner

Miljøtilstandssammendrag

Metaller: Lite til moderat forurenset

PCB₇: Ubetydelig til lite forurenset

PAH: Markert til sterkt forurenset i indre fjord

Resultater

Hovedresultater for blåskjell innsamlet fra Saudafjorden (**Figur 2**), er vist i **Tabell 2** og **Figur 3**, mens rådata finnes i vedleggstabellene A1 - A2.

Hg (kvikksølv): Svake overkonsentrasjoner (tilstandsklasse 2) av kvikksølv ved Åsneset (gj.snitt 0.33 mg/kg tørrvekt) og Bølneset (som lå helt på grenseverdien), mens kvikksølvinnholdet i blåskjell fra Ramsneset og Ekkjegrunnen i havnebassenget tilsvarte klasse 1 (gj.snitt hhv. 0.19 og 0.17 mg/kg tørrvekt). Resultatene indikerer ingen til ubetydelig tilførsel av kvikksølv fra smelteverket til indre fjordområde. (Det er ukjent hvorfor de høyeste verdiene for kvikksølv ble målt ved Åsnes. Hg er ikke målt tidligere, men andre

tungmetaller som Cd og Pb har vist samme mønster i eldre målinger, jfr. **Tabell 3**.)

Cd (kadmium): Generelt ble det ikke funnet overkonsentrasjoner av kadmium i blåskjell. I blåskjell fra G8 Åsneset og G5 Bølneset var det fra begge stasjoner 1 av de 3 paralleller som inneholdt en svak overkonsentrasjon (2,2 mg/kg tørrvekt) og samlet var konsentrasjonen på grenseverdien til klasse 2 (2 mg/kg tørrvekt). Skjellene ved Ramsneset og Ekkjegrunnen tilfredstilte kl I (hhv 1,5 og 1.6 mg/kg tørrvekt (gj.snitt)). Konsentrasjonen på ytterste stasjon (G8) er halvert siden siste undersøkelse i 1994.

Pb (bly): Blåskjellene inneholdt overkonsentrasjoner på alle lokaliteter i forhold til Kl. I (>3,0 mg/kg tørrvekt), men likevel innenfor Kl II. Høyest konsentrasjon ble nok en gang (kfr. Knutzen 1991) funnet ved Åsneset med i middel ca. 11 mg/kg mot 6-7 ved øvrige lokaliteter. Sammenliknet med tidligere undersøkelser har konsentrasjonen av Pb gått markert ned.

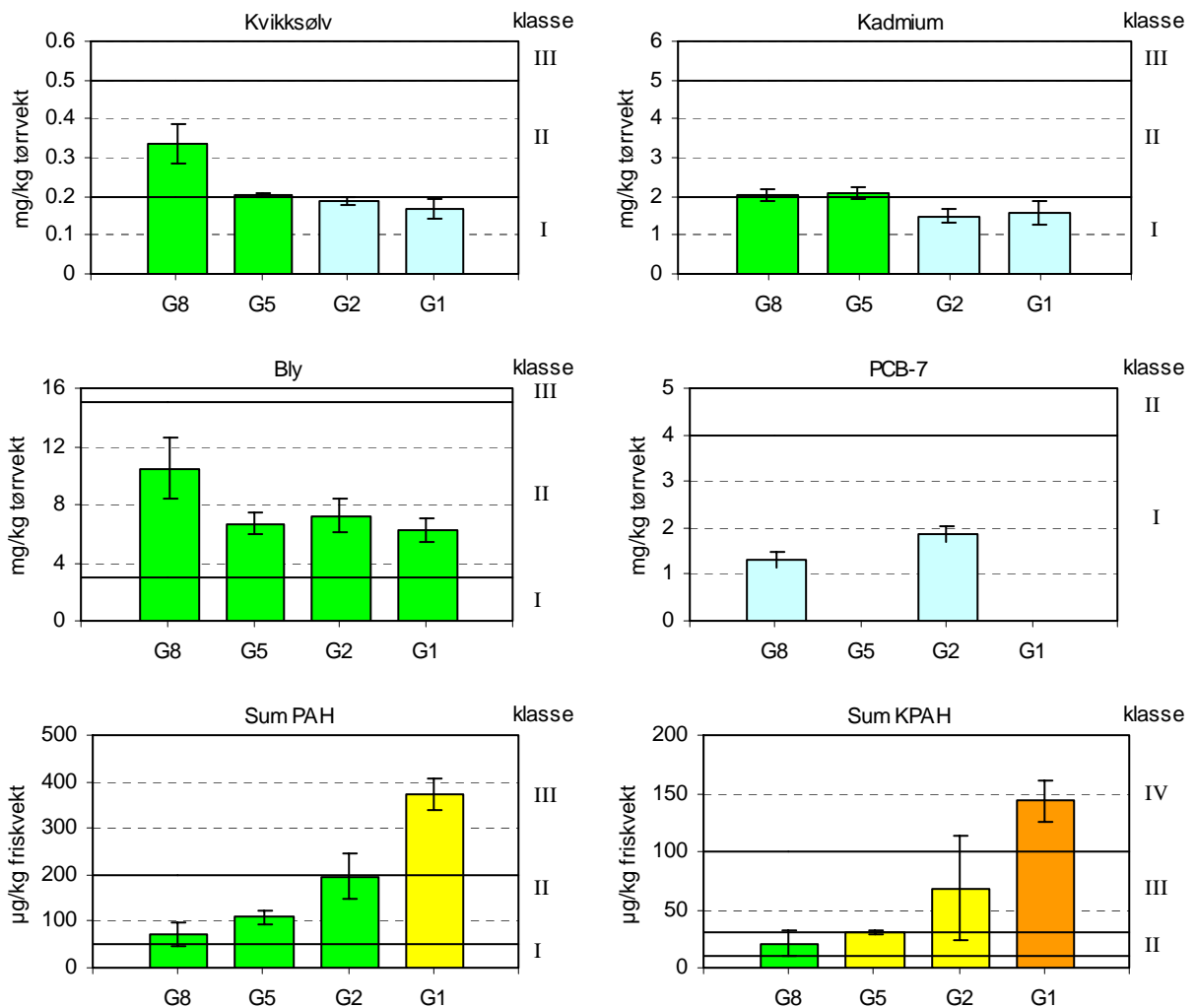
PCB: Det ble ikke funnet overkonsentrasjoner av PCB (PCB₇) i blåskjell.

ΣPAH: Det ble funnet betydelige overkonsentrasjoner (hhv. ca. 7x og 4x klasse I) av PAH i blåskjell fra Ekkjegrunnen i havnebassenget og fra Ramsneset. I ytre halvdel av fjorden, ved Bølneset og Åsnes, var overkonsentrasjonene moderate (hhv. ca. 2 og 1,5x klasse I). Resultatene viser imidlertid en klar forbedring siden 1997 (Næs 1999) hvor konsentrasjonen av ΣPAH i blåskjell fra Bølneset og Ekkjegrunnen var hhv. ca. 300 og 1500 μg/kg friskvekt (3-4x høyere). Sammenliknet med tidligere undersøkelser har konsentrasjonen av ΣPAH gått markert ned (jfr. **Tabell 3**).

ΣKPAH: Overkonsentrasjonene av potensielt kreftfremkallende PAH var betydelige (14x klasse I i havnebassenget). Ved Bølneset og Åsnes var overkonsentrasjonene moderate, hhv. ca. 3 og 2x klasse I, og konsentrasjonen ved Bølneset lå helt på grenseverdien mellom klasse II og III. ΣKPAH er summen av stoffene B(a)A, B(a)P, B(b)Fl, B(j)Fl, B(k)Fl, DB(a,h)A og I(1,2,3,cd)P (IARC 1987, Næs 1999).

Tabell 2. Miljøgifter i blåskjell fra Saudafjorden, oktober 2000. Gjennomsnitt (std.avvik) av 3 prøver og tilstandsklassifikasjon (romertall) iht. SFT (Molvær et al. 1997). tv=tørrvekt, fv=friskvekt.

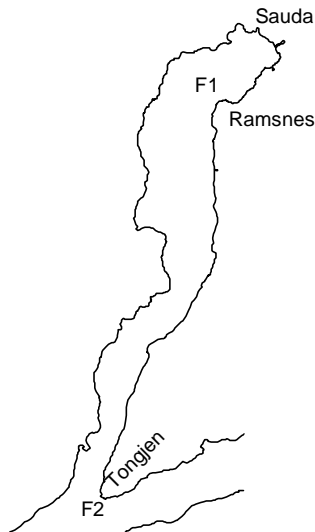
	Hg	Cd	Pb	PCB-7	PAH	KPAH
	mg/kg tv.	mg/kg tv.	mg/kg tv.	mg/kg tv.	µg/kg fv.	µg/kg fv.
G1 Ekkjegrunn	0,17 (0,03) I	1,59 (0,30) I	6,2 (0,8) II	-	372,4 (34,5) IV	143,8 (17,5) IV
G2 Ramsnes	0,19 (0,01) I	1,50 (0,16) I	7,2 (1,1) II	1,87 (0,17) I	196,6 (50,0) III	68,4 (44,9) III
G5 Bølnes	0,21 (0,00) II	2,07 (0,16) II	6,7 (0,8) II	-	109,6 (14,2) III	30,1 (1,99) III
G8 Åsnes	0,34 (0,05) II	2,03 (0,15) II	10,5 (2,1) II	1,30 (0,17) I	73,1 (25,6) II	21,0 (10,9) II



Figur 3. Miljøgifter i blåskjell fra Åsnes (G8), Bølnes (G5), Ramsnes (G2) og Ekkjegrunn (G1) i Saudafjorden, 2000. Figuren viser gjennomsnitt og std. avvik av 3 parallelle prøver fra hvert sted. Tilstandsklasser (klasse) iht. SFT's klassifiseringssystem.

Tilstandsklasser	
V	Meget sterkt forurenset
IV	Sterkt forurenset
III	Markert forurenset
II	Moderat forurenset
I	Ubetydelig-lite forurenset

3.2 Torsk



Figur 4. Fiskestasjoner

Miljøtilstandssammendrag:

Kvikksølv: Ubetydelig til lite forurenset. Merk imidlertid stor individuell variasjon med enkeltfisk klassifisert til III og IV.

PCB₇: Ubetydelig til lite forurenset

PAH: Ubetydelig til lite forurenset

Dioksiner: Ubetydelig til lite forurenset

Resultater

Hovedresultater for torsk fra Saudafjorden (F1 og F2, **Figur 4**) er vist i **Figur 5** og mens rådata finnes i vedleggstabeller A4-6.

Hg (*kvikksølv*) i torskefilet: Tilst.kl.: F1 Ramsnes: I, F2 Tongjen: I. Generelt ble det ikke funnet overkonsentrasjoner av kvikksølv i torskefileten, men det var betydelig variasjon mellom enkeltfisk. På lokalitet F1 Ramsnes hadde 5 av 25 fisk moderate overkonsentrasjoner (kl. II, maks. verdi: 0,25 mg/kg friskvekt). På F2 Tongjen hadde kun 3 av 25 fisk overkonsentrasjoner, men til gjengjeld ble det funnet betydelige overkonsentrasjoner i to av fiskene (0,38 mg/kg friskv. = kl. III og 0,59 mg/kg friskv. = kl. IV). (Jfr. høye konsentrasjoner av Hg i blåskjellene fra G8)

PAH (tjærestoffer) i torskelever:

Det ble funnet lave konsentrasjoner av PAH i lever fra fisk fanget både ved Ramsneset og Tongjen. Bl.a. var det ikke målbare konsentrasjoner av B(a)P og andre potensielt kreftfremkallende PAH (< 0,5 µg/kg). De fleste parallellprøver (lever fra 5 og 5 fisk) lå på 10-12 µg ΣPAH/kg friskvekt. Høyeste verdi ble målt til like under 20 µg/kg. Til sammenlikning med analyseresultater fra 1992 (siste tilgjengelige data) er PAH-innholdet i torskelever fra indre fjord (F1) redusert til 1/4-del. Nivået i ytre fjord (F2) er omtrent som i 1992. På denne bakgrunn er det aktuelt at næringsmiddelmyndighetene vurderer på nytt rådet fra 1992 mot å spise fiskelever fra fjorden.

PCB₇ (klorerte forbindelser) i torskelever: Klasser: F1 Ramsnes: I. F2 Tongjen: I.

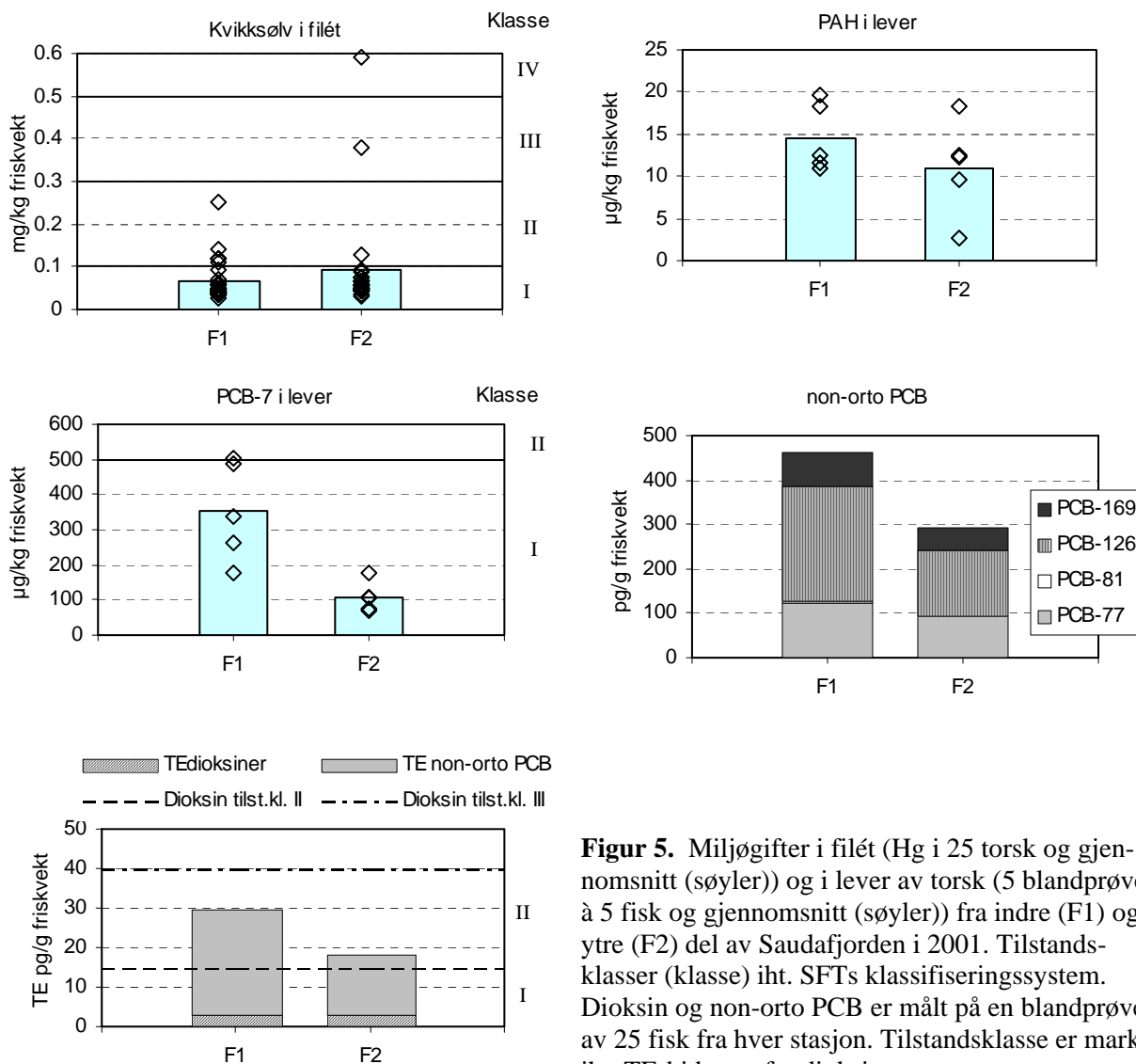
Innholdet av *PCB₇* var lavt (klasse I), men likevel ca 3x høyere i indre fjord (gj.snitt F1: 350 µg/kg friskvekt) enn ytre fjord (gj.snitt F2: 100µg/kg friskvekt). 2 av prøvene fra indre fjord lå på grensen til klasse II.

non-orto PCBer i torskelever:

Av non-orto PCBer var det først og fremst forhøyet konsentrasjon av PCB-126 som utgjorde forskjellen mellom indre og ytre fjord. PCB-81 var nesten ikke tilstede. Selv i betraktning av lavt fettinnhold, var innholdet av dioksinliknende PCB moderat (hhv. 26,8 og 15,3 pg TE_{non-ortoPCB} /g friskvekt) og sammenlignbart med det som ellers er registrert ved bare diffus belastning (Knutzen og Green 2001).

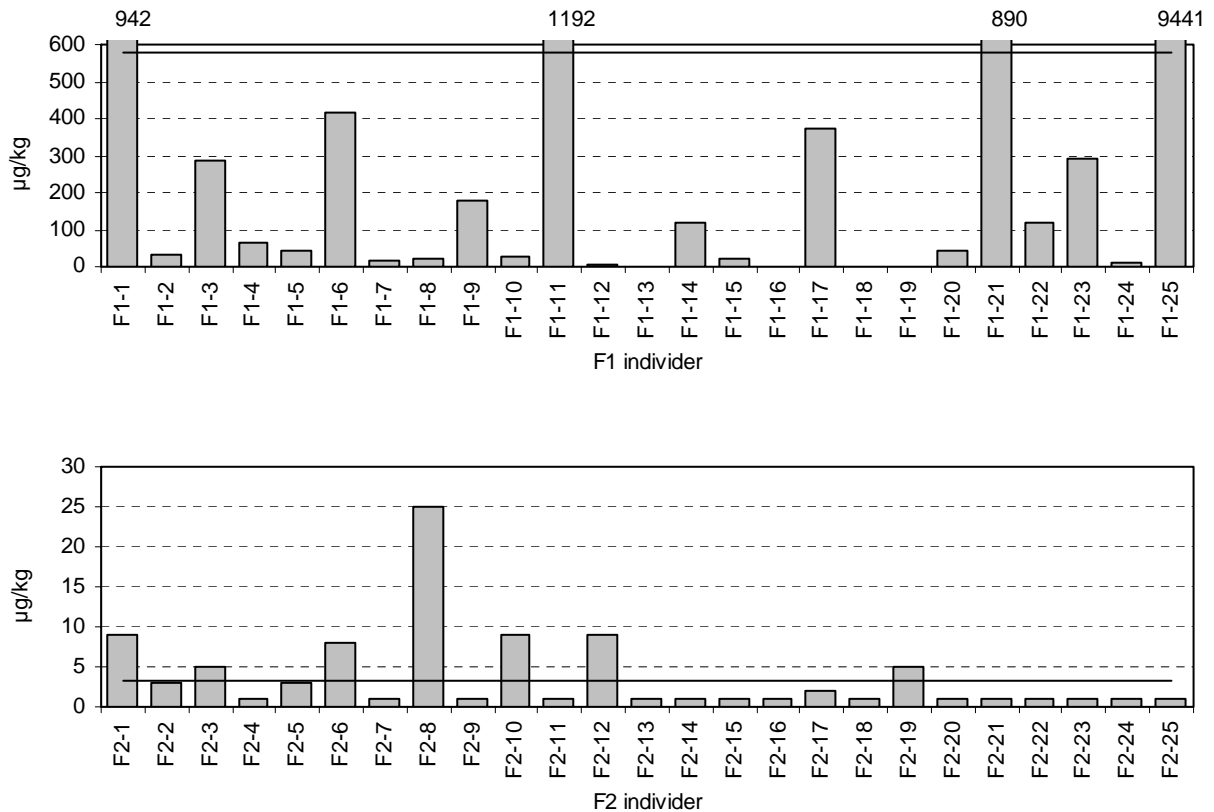
Dioksiner i torskelever:

Konsentrasjonen av dioksiner i torskelever var lav, hhv. 2,7 og 2,95 pg TE_{PCDF/D} /g friskvekt på F1 og F2, godt innenfor grensen for klasse I i SFTs klassifiseringssystem (Molvær og medarb. 1997).



Figur 5. Miljøgifter i filét (Hg i 25 torsk og gjennomsnitt (søyler)) og i lever av torsk (5 blandprøver à 5 fisk og gjennomsnitt (søyler)) fra indre (F1) og ytre (F2) del av Saudafjorden i 2001. Tilstandsklasser (klasse) iht. SFTs klassifiseringssystem. Dioksin og non-orto PCB er målt på en blandprøve av 25 fisk fra hver stasjon. Tilstandsklasse er markert iht. TE-bidraget fra dioksin.

Gallemetabolitter

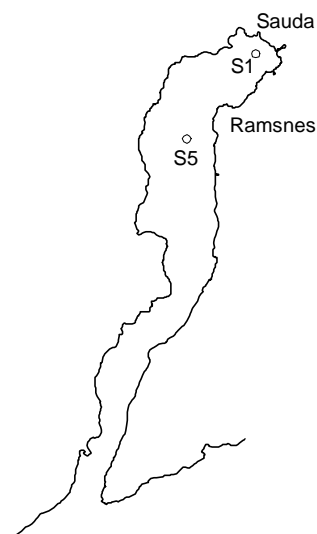


Figur 6. Gallemetabolitter (1-OH-pyrene) fra 25 torsk fra indre (F1) og ytre (F2) Saudafjord.

Nivået av gallemetabolitter indikerer om fisken har vært eksponert for PAH. Analysen av gallemetabolitter viste lave verdier i ytre fjord (F2) og svært individuell variasjon blant fisk fanget i indre fjordområdet (F1). I ytre fjord, F2 Tongjen, var gjennomsnittskonsentrasjonen av 1-OH-Pyren 3 µg/kg (med maksimumskonsentrasjon: 25 µg/kg). I indre fjord, F1 Ramsneset, var gjennomsnittskonsentrasjonen 200 ganger høyere (580 µg/kg) og som det framgår av **Figur 6** hadde enkelte individer meget høyt innhold av gallemetabolitter. Fisk nr F1-25 hadde ekstremt høy konsentrasjon med 9 mg 1-OH-pyren/kg.

Selv om PAH-nivået i torsk leveren var lavt både på F1 og F2, indikerer denne gallemetabolitt-analysen at torsk fra indre fjord har et høyere stressnivå mht. PAH-forurensning enn i ytre fjord.

3.3 Sedimenter



Figur 7. Sedimentstasjoner.

Miljøtilstandssammendrag:

Kvikksølv, bly, sink: Markert forurenset i indre havn.

Moderat forurenset utenfor Ramsneset.

Kadmium: Meget sterkt forurenset i indre havn.

Markert til sterkt forurenset utenfor Ramsneset.

PCB₇: Moderat forurenset i indre havn.

Ubetydelig til lite forurenset utenfor Ramsneset.

PAH: Meget sterkt forurenset i indre havn.

Markert til sterkt forurenset utenfor Ramsneset.

Dioksiner: Moderat forurenset.

Resultater

Hovedresultater fra undersøkelsen av sedimenter fra Saudafjorden (S1 og S5, **Figur 7**) er vist i **Figur 8** og **Figur 9**, mens rådata finnes i vedleggstabeller A7-8.

Cd (kadmium): Tilstandsklasse for indre havn (S1) 0-1cm: V

Tilstandsklasser for Ramsnes S5: 0-1cm: III, 1-2 cm: III, 2-3 cm: III, 3-4 cm: IV, 4-5 cm: IV.

Overflatesedimentet (0-1cm) i indre havn var meget sterkt forurenset mht. Cd. Overkonsentrasjonen var ca. 80x kl. I (19,4 mg/kg tørrvekt) og 10x nivået i overflatesedimentet i dybbassenget utenfor Ramsnes. Overflatesedimentet utenfor Ramsnes hadde markert overkonsentrasjon av Cd (ca. 8x kl. I, 2 mg/kg tørrvekt). Overkonsentrasjonene av Cd økte med alderen på sedimentet (snitt-dypet) og høyeste konsentrasjon ble målt i 4-5cm dyp (9 mg/kg tørrvekt, 34x kl. I).

Pb (bly): Tilstandsklasse for indre havn (S1) 0-1cm: III

Tilstandsklasser for Ramsnes (S5) 0-1cm: II, 1-2 cm: II, 2-3 cm: II, 3-4 cm: II, 4-5 cm: II.

Overflatesedimentet (0-1cm) i indre havn var markert forurenset mht. Pb. Overkonsentrasjonen var ca. 30x kl. I (159 mg/kg tørrvekt) og 2x nivået i overflatesedimentet i dybbassenget utenfor Ramsnes. Sedimentet utenfor Ramsneset viste moderat forurensning av Pb med overkonsentrasjoner fra 2 til 3x kl. I. Høyest konsentrasjon ble funnet i 1-2cm snittet (88 mg/kg tørrvekt) og lavest i dypeste snitt (67 mg/kg tørrvekt).

Hg (kvikksølv) Tilstandsklasse indre havn (S1) 0-1cm: III

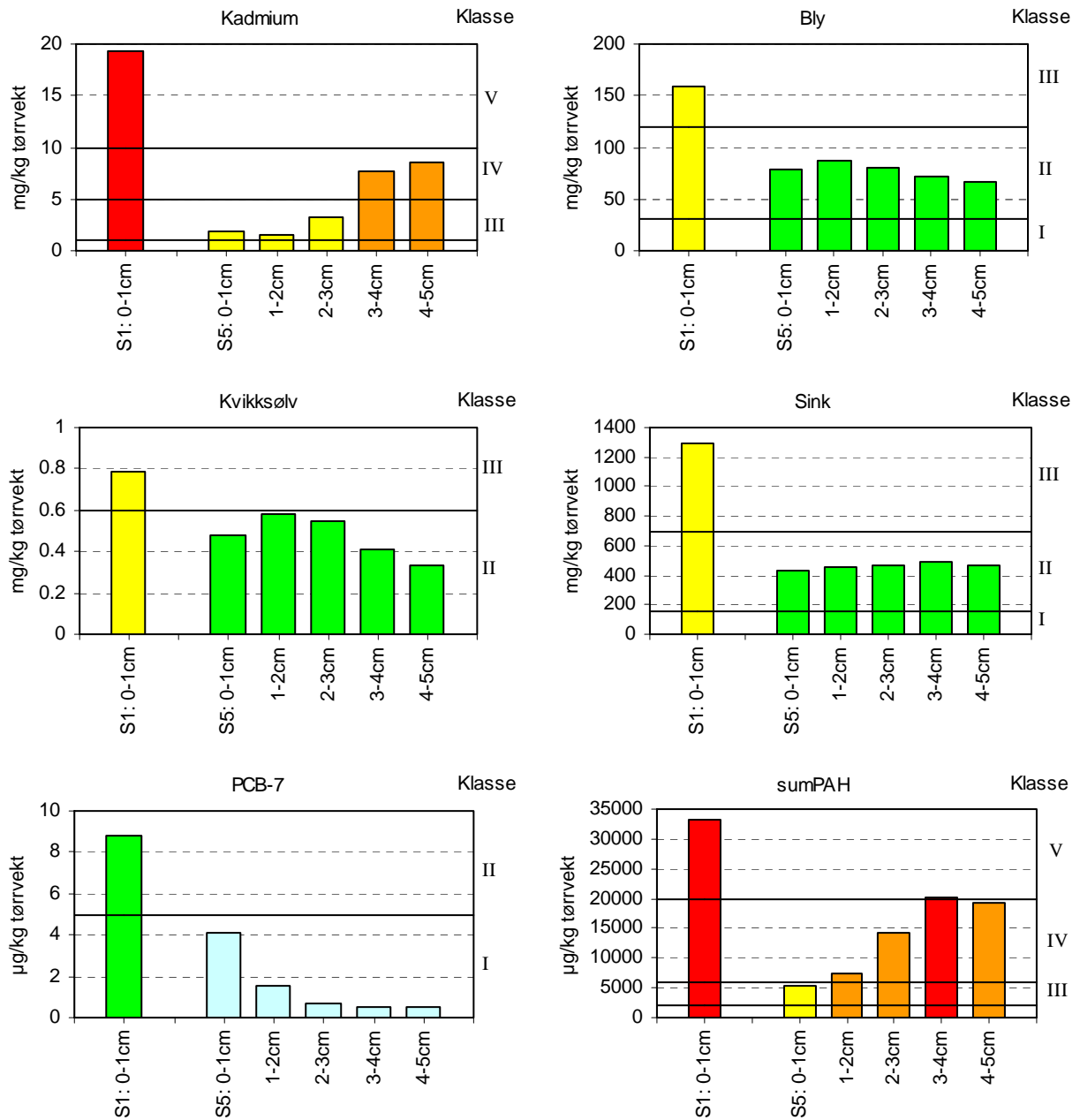
Tilstandsklasser for Ramsnes (S5) 0-1cm: II, 1-2 cm: II, 2-3 cm: II, 3-4 cm: II, 4-5 cm: II.

Overflatesedimentet (0-1cm) i indre havn var markert forurenset mht. Hg. Overkonsentrasjonen var ca. 5x kl. I (0,8 mg/kg tørrvekt) og 1,6x nivået i overflatesedimentet i dybbassenget utenfor Ramsnes. Sedimentet utenfor Ramsneset viste moderat forurensning av Hg med overkonsentrasjoner fra 2 til 4x kl. I. Høyest konsentrasjon ble funnet i 1-2cm snittet (0,6 mg/kg tørrvekt) og lavest i dypeste snitt (0,3 mg/kg tørrvekt).

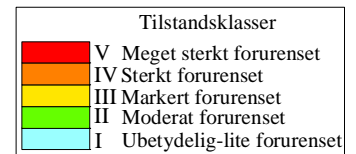
Zn (sink) Tilstandsklasse indre havn (S1) 0-1cm: III

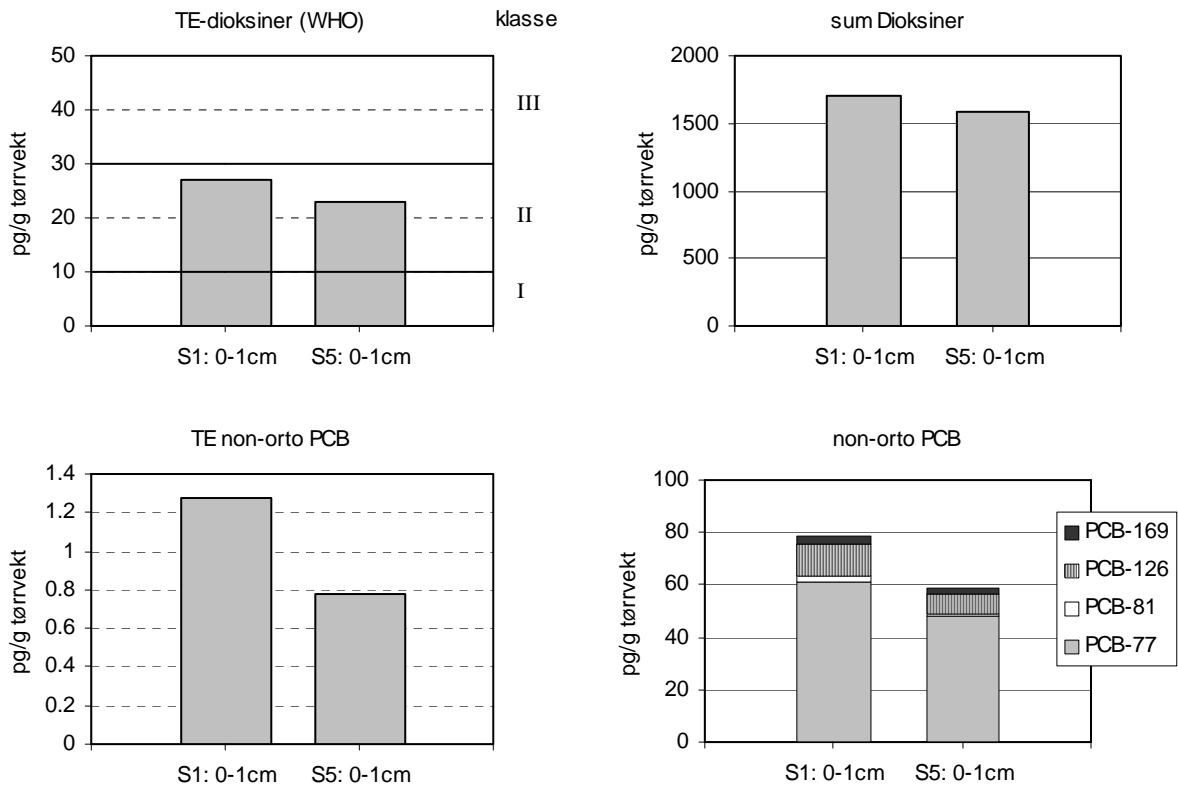
Tilstandsklasser for Ramsnes (S5) 0-1cm: II, 1-2 cm: II, 2-3 cm: II, 3-4 cm: II, 4-5 cm: II.

Overflatesedimentet (0-1cm) i indre havn var markert forurenset mht. Zn. Overkonsentrasjonen var ca. 8x kl. I (1288 mg/kg tørrvekt) og 3x nivået i overflatesedimentet i dybbassenget utenfor Ramsnes. Sedimentet utenfor Ramsneset viste moderat forurensning av Zn med overkonsentrasjoner ca. 3x kl. I (460 mg/kg tørrvekt). Det var ingen forskjeller nedover i sedimentet.



Figur 8. Miljøgifter i sedimenter fra stasjon S1 indre havn og S5 Ramsnes i Saudafjorden i 2001. Tilstandsklasser (Klasse) iht. SFTs klassifiseringssystem.





Figur 9. Dioksiner og non-orto PCBer i sedimentprøver fra S1 (indre havn) og S5 (Ramsnes) i Saudafjorden, 2001. Tilstandsklasser iht. SFTs klassifiseringssystem.

PCB₇ (klororganiske forbindelser) Tilstandsklasse for indre havn (S1) 0-1cm: II

Tilstandsklasser for Ramsnes (S5) 0-1cm: I, 1-2 cm: I, 2-3 cm: I, 3-4 cm: I, 4-5 cm: I.

Overflatesedimentet (0-1cm) i indre havn var moderat forurenset mht. PCB-7. Overkonsentrasjonen var ca. 2x kl. I (9 µg/kg tørrvekt) og 2x nivået i overflatesedimentet i dybbassenget utenfor Ramsnes. Sedimentet utenfor Ramsnes viste lite til ubetydelig forurensning av PCB-7 med høyest konsentrasjon i overflatesedimentet (4 µg/kg tørrvekt) og ubetydelige nivåer i dypere lag.

ΣPAH (tjærestoffer) Tilstandsklasse indre havn (S1) 0-1cm: V

Tilstandsklasser for Ramsnes (S5) 0-1cm: III, S5 1-2 cm: IV, 2-3 cm: IV, 3-4 cm: V, 4-5 cm: IV.

Overflatesedimentet (0-1cm) i indre havn var meget sterkt forurenset mht. PAH. Overkonsentrasjonen var ca. 100x kl. I (33 mg/kg tørrvekt) og 6x nivået i overflatesedimentet i dybbassenget utenfor Ramsnes. Overflatesedimentet utenfor Ramsnes hadde markerte overkonsentrasjoner, ca. 18x kl. I (5mg/kg tørrvekt). Overkonsentrasjonene av PAH økte med alderen på sedimentet (snitt-dypet) og høyeste konsentrasjon ble målt i 3-5cm dyp (20 mg/kg tørrvekt, 66x kl. I) .

Dioksin og non-orto PCB

Sedimentets topplaget var moderat forurenset mht dioksiner (**Figur 9**). Det var omtrent ingen forskjell mellom konsentrasjonsnivået i havnebassenget (20 m) og dybbassenget (300m) ved Ramsneset (hhv. ca 1.7 og 1.6 ng/g tørrvekt eller 27 og 23 pg/g omregnet til toksisitetsekvivalenter).

Konsentrasjonen av non-orto PCB var også lav på begge stasjoner. Indre havn inneholdt 1,3x mer enn ytre eller 1,6x mer uttrykt i toksisitetsekvivalenter. PCB-77 utgjorde ca. 80% av non-orto PCBer.

4. Tidsutvikling

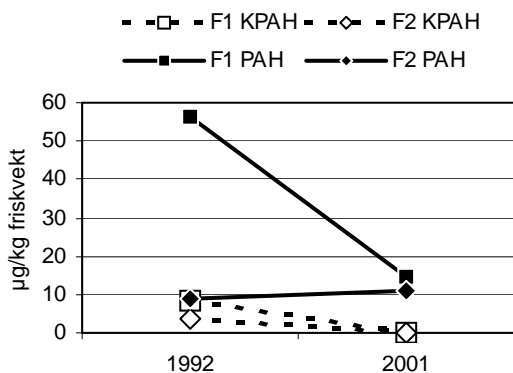
4.1 Endring i konsentrasjoner i biologisk materiale over tid

For de miljøgifter hvor en har målinger i blåskjell over en lengre periode, viser resultatene en positiv utvikling med klar forbedring av miljøkvaliteten, **Tabell 3**. Tidsutviklingen i blåskjell gjenspeiler endringer i miljøgiftbelastningen på Saudafjordens vannoverflatelag.

Konsentrasjonen av tungmetallene Cd og Pb i blåskjell, som er høyest på ytterste stasjon (G8), er mer enn halvert siden siste undersøkelse i 1994. Også for de andre delene av fjorden gjenspeiler resultatene en forbedring i vannkvalitet. Blåskjellene er fremdeles sterkt forurenset med PAH i indre fjord (**Figur 3**), men konsentrasjonene er mer enn halvert siden 1994.

Tabell 3. Cd, Pb, PAH og KPAH i blåskjell fra Saudafjorden målt over tidsperioden 1980 - 2000. tv.: tørrvekt, fv.: friskvekt. (blanke felt = ingen måling).

Stasjon	År	Cd mg/kg tv	Pb mg/kg tv	PAH µg/kg fv	KPAH µg/kg fv
G1	1986			278417	125606
	1990	5.2	20.8	4310	2521
	1991	1.8	3	1996	634
	1992	2	9	1621	523
	1993	1.5	12.4		
	1994	1.5	9.6		
	2000	1.59	6.2	372	144
G2	1981	3	16		
	1986	7.7	21.3	89553	44216
	1990	2.6	14	589	243
	1991	2.2	5.6	467	155
	1992	2.4	8	332	145
	1993	2.3	20.9	449	144
	1994	2.3	18.8	468	139
	2000	1.5	7.2	197	68
G5	1986	6	24.2	58276	23428
	1990	1.1	6	841	179
	1992			283	75
	1994	2	14	344	75
	2000	2.07	6.7	110	30
G8	1980	2.6	17.4		
	1986	9.8	43.4	11886	4086
	1990	4.7	30.5	251	108
	2000	2.03	10.5	73	21



Figur 10. PAH og KPAH i torskelerver fra indre (F1) og ytre (F2) Saudafjorden, 1992 - 2001.

Konsentrasjonen av PAH i lever fra torsk fisket i indre fjord ved Ramsneset (F1) i 2001 viser en klar forbedring sammenliknet med måleresultatet fra 1992 (**Figur 10**, heltrukken linje med firkantsymbol). Konsentrasjonen av potensielt kreftfremkallende PAH viser også en klar nedgang fra ca. 10 i 1992 til under deteksjonsgrensen (<0,5 µg/kg friskvekt) i 2001.

Ved Tongjen (F2) på grensen mellom Saudafjorden og Hylsfjord/Sandsfjord, er nivået som i 1992 på ca 10 µg/kg friskvekt (heltrukken linje med rutersymbol). Innholdet av KPAH (stiplet linje med rutersymbol) var derimot i 2001 redusert til under deteksjonsgrensen (<0,5 µg/kg).

4.2 Endring i konsentrasjoner i sedimentet over tid

Endringer i miljøbelastningen på sedimentet i Saudafjorden kan belyses på to måter, enten ved å datere og analysere vertikale snitt nedover i sedimentet eller ved å sammenligne konsentrasjoner i overflate-laget ved forskjellige prøvetidspunkt. Den første metoden er illustrert ved analyse av fem snitt nedover i sedimentsøylen på stasjon S5, Ramsnes, **Figur 8**. Denne kjernen ble også datert og de forskjellige snittene tilsvarer årstall som vist i **Tabell 4**. Tabellen viser også masseakkumulasjonsraten for de tilsvarende årstallene. Tabellen viser at akkumulasjonsraten ikke har vært konstant og avtatt noe de siste ca. 40 årene. Basert på resultatene i tabellen kan fluksen av forurensede stoffer til sedimentet beregnes. Dette er vist for PAH, kadmium og kvikksølv i **Tabell 5**.

Tabell 4. Resultater fra datering av sedimentkjernen på stasjon S5, Ramsnes .

Snitt	Årstall	Masseakkumulasjonsrate g m ⁻² år ⁻¹
0-1 cm	1996	128
1-2 cm	1984	126
2-3 cm	1967	161
3-4 cm	1949	226
4-5 cm	1923	202
5-6 cm	1861	98

Tabell 5. Tidsutvikling i fluks av ΣPAH, kadmium og kvikksølv til sedimentet på stasjon S5, Ramsnes.

Årstall	PAH mg/m ² /år	Kadmium µg/m ² /år	Kvikksølv µg/m ² /år
1996	680	251	61
1984	940	193	73
1967	2306	520	89
1949	4539	1722	93
1923	3899	1727	67

Tabell 5 viser betydelige endringer i tilførselene av PAH og kadmium til sedimentet over tid, men mindre endringer for kvikksølv. For kvikksølv må man ta i betraktning relativt lave konsentrasjoner i hele sedimentsøylen på stasjon S5. I tolkningen må man også være klar over en viss usikkerhet i aldersangivelsene (vedleggstabell A9)

Endringen i fluksen, som er produktet av masseakkumulasjonsraten og konsentrasjonene, representerer den reelle belastningen på sedimentet. Tidsutviklingen i fjorden kan også belyses ved å sammenligne konsentrasjonene i overflatelaget ved forskjellige prøvetakingstidspunkt, **Tabell 6**. I likhet med fluksberegningene viser **Tabell 6** en generell positiv utvikling mot lavere konsentrasjoner i overflatesedimentene. Sammenligningen må dog gjøres med en viss forsiktighet idet konsentrasjonene kan variere betydelig over små avstander særlig nær en punktkilde. Det er dermed ikke sikkert at nøyaktig samme sted prøvetas hver gang. Forskjeller i kadmiumkonsentrasjonen på stasjon S1, hvor det i 1986 ble påvist svært lave verdier i forhold til de andre tidspunktene, skyldes nok, i alle fall delvis, dette forholdet.

Tabell 6. Tidsutvikling i konsentrasjon (mg/kg t.v.) av Σ PAH, kadmium (Cd) og bly (Pb) i overflatesedimentet på stasjon S1 (indre havn) og S5 (Ramsnes).

	Årstall	S1, 0-1 cm	S5, 0-1 cm
Σ PAH	1976	56	-
	1981	108	9,5
	1986	86	5,6
	2001	33	5,3
Kadmium	1976	1230	4,3
	1981	76	13,1
	1986	1,9	3,8
	2001	19,4	2,0
Bly	1976	800	82
	1981	1150	250
	1986	340	136
	2001	159	79

5. Forslag til videre overvåking

Den videre overvåkingen av Saudafjorden bør være knyttet til:

1. Påvisning av tidsutviklingen i forurensningen av fjorden
2. Innsamling av grunnlagsdata knyttet til vurdering av kostholdsproblematikk ved inntak av sjømat
3. Belyse bruken av fjordområdet til diverse akvakulturformål

For alle tre formålene er det nødvendig med en nøye diskusjon om hva som konkret skal besvares før et eventuelt program utformes. Det vil sikre en mest mulig brukerrettet og økonomisk effektiv gjennomføring. Det kan allikevel knyttes en del generelle kommentarer til overvåkingen.

Tidsutviklingen i fjorden bør følges både for overflatevann og dypvann. For overflatevann gjøres dette ved analyse av skjell fra utvalgte overvåkingsstasjoner. Hvis ønskelig, kan denne overvåkingen gjennomføres årlig. Når man skal påvise en tidstrend over år, er det nødvendig å kjenne variansen innenfor året. Det er derfor nødvendig å ta stilling til hvilken lokalitet som skal prøvetas samt prøvetakingsfrekvensen.

Tidsutviklingen i dypvannet følges best ved analyse av sedimentene. På grunn av lav sedimentasjons-hastighet i fjordsystemet er det ikke aktuelt å gjennomføre dette med kortere intervaller enn 5 år. Utviklingen bør følges både ved å analysere vertikale snitt i en datert sedimentkjerne og ved analyse av parallelle prøver av overflatesedimentet. Sistnevnte vil gi informasjon om variasjon i konsentrasjon over små avstander som er nødvendig å kjenne for å påvise en tidstrend. I den sammenheng er det nødvendig å supplere sedimentprøvetakingen fra 2001.

Det kan også være ønskelig å følge tidsutviklingen i fisk. Siden PAH er hovedproblemet og fisk har et ensystem som muliggjør nedbrytning av disse forbindelsene, er det mest aktuelt med analyser av nedbrytningsprodukter av PAH slik som innholdet av gallemetabolitter. Innhold av gallemetabolitter vil være en funksjon av PAH-nivået fisken utsettes for i vannmassene og PAH-innholdet i de byttedyr den spiser. Responsen er rask. Tidspunkt for eventuelt ny prøvetaking må ses i sammenheng med endrede utslippsforhold ved verket og bør innbefatte prøver fra de samme områdene som inngikk i foreliggende rapport.

Det er i dag kostholdsråd i Saudafjorden som sier at konsum av skjell og fiskelever ut til Åsnes frarådes. Dette ble sist revidert i 1992. Det er naturlig at næringmiddelmyndighetene vurderer rådet i lys av de data som er framkommet i undersøkelsene fra 2001. I den sammenheng er det naturlig å diskutere hvilket analyseomfang myndighetene ønsker for den videre oppfølgingen av kostholdsproblematikken.

Undersøkelsene som ble gjennomført i 2001, gir en generell oppdatering av miljøstatusen i fjorden knyttet til blåskjell og torsk som indikatororganismer. Det kan være aktuelt å inkludere andre organismer for å få en mere fullstendig oppdatering av miljøstatusen i fjordsystemet.

Undersøkelsene som er gjennomført i 2001 gir en generell informasjon om spørsmål knyttet til næringsmessig utnyttelse av fjordsystemet. Spesifikk informasjon knyttet til enkeltlokaliteter krever spesialtilpassede undersøkelser.

6. Referanser

Green, N., A. Helland, K. Hylland, J. Knutzen og M. Walday, 2001. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). Overvåking av miljøgifter i marine sedimenter og organismer 1981-1999. Overvåkingsrapport 819/01 TA-1797-01. NIVA-rapport L.nr. 4358. 191 s.

IARC (Int. Agency Res. Cancer) 1987. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Overall evaluation of carcinogenicity: An updating of IARC Monographs volumes 1 to 42. Suppl. 7 Lyon. 440 s.

Knutzen, J., 1991. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og metaller i blåskjell og o-skjell fra Saudafjorden/Sandsfjorden 1990. NIVA-rapport L.nr. 2585. 25s.

Knutzen, J., B. Bjerkeng, T. Bokn, M. Grande, F. Kjellberg, K. Kvalvågnes, T. Källqvist og B. Rygg, 1976. Resipientundersøkelse av Saudafjorden. Observasjoner av hydrografi, sedimenter og biologiske forhold 10-13/9-74. NIVA-rapport L.nr. 0777. 142s.

Knutzen, J. og N.W.Green, 2001. "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk og blåskjell basert på datamateriale fra 1990-1998. Joint Assessment and Monitoring Programme. Rapport 820/01 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport L.nr. 4339. 145s.

Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning. SFT-rapport TA 1467/1997. 36s.

Næs, K., 1999. Miljøtilstanden i Saudafjorden. Utvikling 1974-1997. NIVA-rapport L.nr. 3984. 25s.

Vedlegg A. Analyseresultater

Tabeller:

A1. Analyseresultater fra blåskjellprøver fra stasjon G8 Åsneset og G2 Ramsneset i Saudafjorden oktober 2000 (3 parallelle prøver fra hver stasjon).

A2. Analyseresultater fra blåskjellprøver fra stasjon G5 Bølnes og G1 Ekkjegrunnen i Saudafjorden oktober 2000 (3 parallelle prøver fra hver stasjon). Materialet er analysert under JAMP og resultatene gjengitt i henhold til datatabeller fra JAMP.

A3 Forklaring til forkortelser benyttet under JAMP-programmet

A4. Analyseresultater for torsk. Hg i filét og gallemetabolitter målt på 25 individuelle fisk fra hver stasjon, F1 Ramsnes lykt og F2 Tongjen, i Saudafjorden 2001.

A5. Analyseresultater for torsk. Organiske miljøgifter (PCB og PAH) i lever målt på 5 blandprøver av 5 fisk fra hver stasjon, F1 Ramsnes lykt og F2 Tongjen, i Saudafjorden 2001.

A6. Analyseresultater for torsk. Dioksin og non-ortoPCB i lever. Blandprøve av fisk 1-25 fra F1 Ramsnes lykt og F2 Tongjen i Saudafjorden mai 2001. (Analysert av NILU). pg/g våtvekt.

A7. Analyseresultater for sedimentprøver fra S1 (overflate) og S5 (5 snitt), Saudafjorden 2001.

A8. Analyseresultater for sediment. Dioksin og non-ortoPCB i overflatesedimentprøver fra S1 indre havn og S5 Ramsnes i Saudafjorden juni 2001. (Analysert av NILU).

A9 ²¹⁰Pb datering av sedimentkjernep prøver fra S5 i Saudafjorden 2001. Dateringen er utført ved Institut for vand og miljø, DHI, Danmark. Prosjektnr 91340-2001.

A1. Analyseresultater fra blåskjellprøver fra stasjon G8 Åsneset og G2 Ramsneset i Saudafjorden oktober 2000 (3 parallelle prøver fra hver stasjon).

Blåskjell	Stasjon	Åsneset 1	Åsneset 2	Åsneset 3	Ramsnes 1	Ramsnes 2	Ramsnes 3	
Parameter	Prøvedato	2000.10.22	2000.10.22	2000.10.22	2000.10.22	2000.10.22	2000.10.22	
	Type	blåskjell	blåskjell	blåskjell	blåskjell	blåskjell	blåskjell	
TTS-%	%	B 3	13,3	13,5	12,5	15,6	14,5	16
Fett-%	% pr.v.v.	H 3-4	1,6	1,9	1,8	2,2	2,3	2,3
Cd-B	µg/g v.v	E 2	0,257	0,264	0,276	0,227	0,243	0,218
Hg-B	µg/g v.v	E 4-3	0,042	0,04	0,049	0,029	0,029	0,029
Pb-B	µg/g v.v	E 2	1,19	1,3	1,61	1,33	1,02	0,99
Cd-B	mg/kg t.v	beregnet	1,932	1,956	2,208	1,455	1,676	1,363
Hg-B	mg/kg t.v	beregnet	0,316	0,296	0,392	0,186	0,200	0,181
Pb-B	mg/kg t.v	beregnet	8,95	9,63	12,88	8,526	7,03	6,19
CB28-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
CB52-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0,34	i	0,31	i	0,24	0,3
CB101-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0,2	0,22	0,21	0,32	0,3	0,32
CB118-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0,18	0,19	0,19	0,31	0,3	0,27
CB105-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	0,12	0,14
CB153-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0,37	0,38	0,38	0,54	0,49	0,54
CB138-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0,3	0,31	0,31	0,45	0,41	0,47
CB156-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
CB180-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,1	0,16
CB209-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
ΣPCB	µg/kg v.v.	Beregnet	1,39	1,1	1,4	1,84	1,96	2,2
ΣPCB-7	µg/kg v.v.	Beregnet	1,39	1,1	1,4	1,72	1,84	2,06
QCB-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
HCHA-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
HCB-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0,09	0,12	0,09	0,12	0,13	0,13
HCHG-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0,13	0,13	0,12	0,16	0,18	0,17
OCS-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDEPP-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0,34	0,33	0,34	0,44	0,41	0,45
TDEPP-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14
NAP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	3,2	2,1	0,6	3,3	0,5	<0,5
NAP2M-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1,9	0,9	0,7	3,3	2,1	1,2
NAP1M-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1	0,6	0,5	2,2	1,4	1,7
BIPN-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	0,5	0,8	6,1	2,1	1,7
NAPDI-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	1,3	<0,5	5	0,8	0,7
NAPD2-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	0,6	<0,5	3,4	0,5	0,5
NAPD3-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	1	<0,5	<0,5
ACNLE-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	m	<0,5	2,2	1	0,8
ACNE-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	2	0,8	4,2	1,3	1,9
NAPT2-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	0,7	0,5
NAPTM-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,9	<0,5
NAPT3-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
FLE-B	µg/kg v.v.	H 2-4	2,8	1,7	1,6	5,5	2,1	3
NAPT4-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
DBTHI-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1,7	2,6	1,3	5,3	5,3	4,1
PA-B	µg/kg v.v.	H 2-4	6,4	4,2	5,5	18	12	12
ANT-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	0,9	0,6	3,9	1,4	1,3
PAM2-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1,3	1,4	1,9	5,7	1,7	1,7
PAM1-B	µg/kg v.v.	H 2-4	0,6	1,2	0,9	3,4	1,1	0,9
PAD36-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	1,1	<0,5	0,8	0,5	<0,5
FLU-B	µg/kg v.v.	H 2-4	11	8,2	13	37	29	26
PAD10-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PYR-B	µg/kg v.v.	H 2-4	4,2	2,7	4,2	12	13	11
BAA-B	µg/kg v.v.	H 2-4	3,8	3,3	3,3	22	19	39
CHRTR-B	µg/kg v.v.	H 2-4	11	5,6	8,6	25	20	28
BBJKF-B	µg/kg v.v.	H 2-4	20	7,1	11	29	9,8	35
BEP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	19	1,6	2,3	4,4	6,4	8
BAP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	7,2	1,2	2	<0,5	2	14
PER-B	µg/kg v.v.	H 2-4	3,2	1	1,2	1,1	1,2	5,8
ICDP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1,8	0,6	<0,5	<0,5	2,8	18
DBA3A-B	µg/kg v.v.	H 2-4	0,5	0,6	0,5	1,5	<0,5	13
BGHIP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1,7	1,6	1	2,6	3	9,3
Sum PAH	µg/kg v.v.	Beregnet	102,3	54,6	62,3	209,2	141,6	239,1
Sum KPAH	µg/kg v.v.	Beregnet	33,3	12,8	16,8	52,5	33,6	119
Sum NPd	µg/kg v.v.	Beregnet	16,1	16	11,4	52,7	27,5	23,3

A2. Analyseresultater fra blåskjellprøver fra stasjon G5 Bølnes og G1 Ekkjegrunnen i Saudafjorden oktober 2000 (3 parallelle prøver fra hver stasjon). Materialet er analysert under JAMP og resultatene gjengitt i henhold til datatabeller fra JAMP.

		Station	G5Bølneset			G1Ekkjegrunn		
		Sample	1	2	3	1	2	3
weight	g		1.768	1.832	1.814	1.6755	1.515	1.515
Dry	%		14.3	15.5	15.1	15.3	15.2	14.2
Fat	%							
CD	ppm	w.wt	0.322	0.309	0.296	0.216	0.216	0.274
HG	ppm	w.wt	0.030	0.031	0.031	0.024	0.023	0.028
PB	ppm	w.wt	1.03	0.90	1.07	0.98	0.81	0.98
NAP	ppb	w.wt	<0.5	4.3	miss	<0.5	<0.5	<0.5
NAP2M	ppb	w.wt	1.2	1.1	5	<0.5	<0.5	<0.5
NAP1M	ppb	w.wt	1.0	0.9	4.6	<0.5	<0.5	<0.5
BIPN	ppb	w.wt	2.0	1.4	miss	<0.5	1.6	4.7
NAPDI	ppb	w.wt	0.8	0.8	1.3	0.8	0.5	1.4
NAPD2	ppb	w.wt	0.7	<0.5	3.3	<0.5	<0.5	<0.5
NAPD3	ppb	w.wt	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
NAPTM	ppb	w.wt	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	<0.5	<0.5
NAPT2	ppb	w.wt	<0.5	<0.5	<0.5	2.0	<0.5	<0.5
NAPT3	ppb	w.wt	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
NAPT4	ppb	w.wt	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ACNLE	ppb	w.wt	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.9	1.5
ACNE	ppb	w.wt	0.8	1.1	<0.5	<0.5	1.4	2.0
FLE	ppb	w.wt	2.4	2.8	3.5	5.1	3.5	4.3
PA	ppb	w.wt	8.6	9.3	10	21	19	22
ANT	ppb	w.wt	0.8	0.8	1.0	4.2	3.8	3.9
PAM1	ppb	w.wt	0.7	1.1	1.0	1.8	1.4	1.6
PAM2	ppb	w.wt	2.6	12.9	2.9	4.9	10	5.6
FLU	ppb	w.wt	17	23	20	70	49	56
PYR	ppb	w.wt	7.2	11	7.2	46	30	29
BAA	ppb	w.wt	11	13	14	66	57	89
CHRTR	ppb	w.wt	15	14	16	59	54	65
BBJKF	ppb	w.wt	13	13	13	57	53	54
BEP	ppb	w.wt	3.3	4.1	3.2	24	20	18
BAP	ppb	w.wt	0.8	0.8	2.9	7.2	7.2	7.3
PER	ppb	w.wt	<0.5	<0.5	<0.5	3.9	3.3	2.9
ICDP	ppb	w.wt	1.6	1.7	1.4	5.6	5.2	5.5
DBA3A	ppb	w.wt	<0.5	0.5	<0.5	2.4	2.1	2.4
BGHIP	ppb	w.wt	2.0	2.2	2.0	8.4	7.6	8.2
DBT	ppb	w.wt	1.0	1.6	<0.5	5.3	1.9	3.2
DI_S	ppb	w.wt	<6.2	<9.0	<14.7	<4.5	<2.6	<6.6
P_S	ppb	w.wt	<88.3	<113.4	<98.6	<392.3	330.3	381.4
PK_S	ppb	w.wt	<27.90	30.60	<31.80	143.50	126.40	161.40
PAHSS	ppb	w.wt	<94.0	<121.9	<112.8	<396.3	<332.9	<388.0
PK7PP	%	w.wt	~31.60	>27.00	~32.30	>36.60	38.30	42.30
PK7_P	%	w.wt	~29.70	>25.10	~28.20	>36.20	>38.00	>41.60
BAPPP	%	w.wt	>0.9	>0.7	>2.9	>1.8	2.2	1.9
BAP_P	%	w.wt	>0.9	>0.7	>2.6	>1.8	>2.2	>1.9
BPK_P	%	w.wt	>2.9	2.6	>9.1	5.0	5.7	4.5
PA	ppb	w.wt	8.6	9.3	10	21	19	22
ANT	ppb	w.wt	0.8	0.8	1.0	4.2	3.8	3.9
PAM1	ppb	w.wt	0.7	1.1	1.0	1.8	1.4	1.6
PAM2	ppb	w.wt	2.6	12.9	2.9	4.9	10	5.6
FLU	ppb	w.wt	17	23	20	70	49	56
PYR	ppb	w.wt	7.2	11	7.2	46	30	29
BAA	ppb	w.wt	11	13	14	66	57	89
CHRTR	ppb	w.wt	15	14	16	59	54	65
BBJKF	ppb	w.wt	13	13	13	57	53	54
BEP	ppb	w.wt	3.3	4.1	3.2	24	20	18
BAP	ppb	w.wt	0.8	0.8	2.9	7.2	7.2	7.3
PER	ppb	w.wt	<0.5	<0.5	<0.5	3.9	3.3	2.9
ICDP	ppb	w.wt	1.6	1.7	1.4	5.6	5.2	5.5
DBA3A	ppb	w.wt	<0.5	0.5	<0.5	2.4	2.1	2.4
BGHIP	ppb	w.wt	2.0	2.2	2.0	8.4	7.6	8.2
DBT	ppb	w.wt	1.0	1.6	<0.5	5.3	1.9	3.2
DI_S	ppb	w.wt	<6.2	<9.0	<14.7	<4.5	<2.6	<6.6
P_S	ppb	w.wt	<88.3	<113.4	<98.6	<392.3	330.3	381.4
PK_S	ppb	w.wt	<27.90	30.60	<31.80	143.50	126.40	161.40
PAHSS	ppb	w.wt	<94.0	<121.9	<112.8	<396.3	<332.9	<388.0
PK7PP	%	w.wt	~31.60	>27.00	~32.30	>36.60	38.30	42.30
PK7_P	%	w.wt	~29.70	>25.10	~28.20	>36.20	>38.00	>41.60
BAPPP	%	w.wt	>0.9	>0.7	>2.9	>1.8	2.2	1.9
BAP_P	%	w.wt	>0.9	>0.7	>2.6	>1.8	>2.2	>1.9
BPK_P	%	w.wt	>2.9	2.6	>9.1	5.0	5.7	4.5
PK7PP	%	w.wt	~31.60	>27.00	~32.30	>36.60	38.30	42.30
PK7_P	%	w.wt	~29.70	>25.10	~28.20	>36.20	>38.00	>41.60
BAPPP	%	w.wt	>0.9	>0.7	>2.9	>1.8	2.2	1.9
BAP_P	%	w.wt	>0.9	>0.7	>2.6	>1.8	>2.2	>1.9
BPK_P	%	w.wt	>2.9	2.6	>9.1	5.0	5.7	4.5

A3 Forklaring til forkortelser benyttet under JAMP-programmet

Abbreviation ¹	English	Norwegian
ELEMENTS		
PAHs		
PAH	polycyclic aromatic hydrocarbons	<i>polysykliske aromatiske hydrokarboner</i>
ACNE	acenaphthene	<i>acenaften</i>
ACNLE	acenaphthylene	<i>acenaftylen</i>
ANT	anthracene	<i>antracen</i>
BAA ³	benzo[a]anthracene	<i>benzo[a]antracen</i>
BAP ³	benzo[a]pyrene	<i>benzo[a]pyren</i>
BBJKF ³	benzo[b,j,k]fluoranthene	<i>benzo[b,j,k]fluoranten</i>
BEP	benzo[e]pyrene	<i>benzo[e]pyren</i>
BGHIP	benzo[ghi]perylene	<i>benzo[ghi]perylen</i>
BIPN ²	biphenyl	<i>bifenyl</i>
CHRTR	chrysene+triphenylene	<i>chrysen+trifenylen</i>
DBA3A ³	dibenz[a,c/a,h]anthracene	<i>dibenz[a,c/a,h]antracen</i>
DBT	dibenzothiophene	<i>dibenzotiofen</i>
FLE	fluorene	<i>fluoren</i>
FLU	fluoranthene	<i>fluoranten</i>
ICDP ³	indeno[1,2,3-cd]pyrene	<i>indeno[1,2,3-cd]pyren</i>
NAP ²	naphthalene	<i>naftalen</i>
NAP1M ²	1-methylnaphthalene	<i>1-metylnaftalen</i>
NAP2M ²	2-methylnaphthalene	<i>2-metylnaftalen</i>
NAPD2 ²	1,6-dimethylnaphthalene	<i>1,6-dimetylnaftalen</i>
NAPD3 ²	1,5-dimethylnaphthalene	<i>1,5-dimetylnaftalen</i>
NAPDI ²	2,6-dimethylnaphthalene	<i>2,6-dimetylnaftalen</i>
NAPT2 ²	2,3,6-trimethylnaphthalene	<i>2,3,6-trimetylnaftalen</i>
NAPT3 ²	1,2,4-trimethylnaphthalene	<i>1,2,4-trimetylnaftalen</i>
NAPT4 ²	1,2,3-trimethylnaphthalene	<i>1,2,3-trimetylnaftalen</i>
NAPTM ²	2,3,5-trimethylnaphthalene	<i>2,3,5-trimetylnaftalen</i>
NPD	Collective term for naphthalenes, phenanthrenes and dibenzothiophenes	<i>Sammebetegnelse for naftalen, fenantren og dibenzotiofens</i>
PA	phenanthrene	<i>fenantren</i>
PAM1	1-methylphenanthrene	<i>1-metylfenantren</i>
PAM2	2-methylphenanthrene	<i>2-metylfenantren</i>
PER	perylene	<i>perylen</i>
PYR	pyrene	<i>pyren</i>
DI-Σn	sum of "n" dicyclic "PAH"s (footnote 2)	<i>sum "n" disykliske "PAH" (fotnote 2)</i>
P-Σn	sum "n" PAH	<i>sum "n" PAH</i>
PK-Σn	sum carcinogen PAH's (footnote 3)	<i>sum kreftfremkallende PAH (fotnote 3)</i>
PAHΣΣ	DI-Σn + P-Σn etc.	<i>DI-Σn + P-Σn mm..</i>
SPA	"total" PAH, specific compounds not quantified (outdated analytical method)	<i>"total" PAH, spesifikk forbindelser ikke kvantifisert (foreldret metode)</i>

Abbreviations (cont'd.)

Abbreviation ¹	English	Norwegian
PCBs		
PCB	polychlorinated biphenyls	<i>polyklorerte bifenyler</i>
CB	individual chlorobiphenyls (CB)	<i>enkelte klorobifenyl</i>
CB28	CB28 (IUPAC)	<i>CB28 (IUPAC)</i>
CB52	CB52 (IUPAC)	<i>CB52 (IUPAC)</i>
CB101	CB101 (IUPAC)	<i>CB101 (IUPAC)</i>
CB105	CB105 (IUPAC)	<i>CB105 (IUPAC)</i>
CB118	CB118 (IUPAC)	<i>CB118 (IUPAC)</i>
CB138	CB138 (IUPAC)	<i>CB138 (IUPAC)</i>
CB153	CB153 (IUPAC)	<i>CB153 (IUPAC)</i>
CB156	CB156 (IUPAC)	<i>CB156 (IUPAC)</i>
CB180	CB180 (IUPAC)	<i>CB180 (IUPAC)</i>
CB209	CB209 (IUPAC)	<i>CB209 (IUPAC)</i>
CB-Σ7	CB: 28+52+101+118+138+153+180	<i>CB: 28+52+101+118+138+153+180</i>
CB-$\Sigma\Sigma$	sum of CBs, includes CB- Σ 7	<i>sum CBer, inkluderer CB-Σ7</i>
TECBW	Sum of CB-toxicity equivalents after WHO model, see TEQ	<i>Sum CB- toksitets ekvivalenter etter WHO modell, se TEQ</i>
TECBS	Sum of CB-toxicity equivalents after SAFE model, see TEQ	<i>Sum CB-toksitets ekvivalenter etter SAFE modell, se TEQ</i>
PESTICIDES		
QCB	pentachlorobenzene	<i>pentaklorbenzen</i>
TDEPP	p,p'-DDD	<i>p,p'-DDD</i>
HCB	hexachlorobenzene	<i>heksaklorbenzen</i>
HCHA	α HCH = alpha HCH	<i>α HCH = alpha HCH</i>
HCHB	β HCH = beta HCH	<i>β HCH = beta HCH</i>
HC-nΣ	sum of HCHs, n = count	<i>sum av HCHs, n = antall</i>

- 1) After: ICES Environmental Data Reporting Formats. International Council for the Exploration of the Sea. July 1996 and supplementary codes related to non-ortho and mono-ortho PCB's and "dioxins" (ICES pers. comm.)
 - 2) Indicates "PAH" compounds that are dicyclic and not truly PAH's typically identified during the analyses of PAH, include naphthalenes and "biphenyls".
 - 3) Indicates PAH compounds potentially cancerogenic for humans according to IARC (1987), i.e., categories 2A+2B (possibly and probably carcinogenic).
 - 4) Indicates non ortho- co-planer PCB compounds ie., those that lack Cl in positions 1, 1', 5, and 5'
- *) The Pesticide Index, second edition. The Royal Society of Chemistry, 1991.

A4. Analyseresultater for torsk. Hg i filét og gallemetabolitter målt på 25 individuelle fisk fra hver stasjon, F1 Ramsnes lykt og F2 Tongjen, i Saudafjorden 2001.

Kode	Filét	Gallemetabolitter			
	Kvikksølv Hg-B µg/g fv	2-OH- naftalen µg/kg	1-OH- fenantren µg/kg	1-OH- pyren µg/kg	3-OH- BaP µg/kg
F1-1	0.034	nd	nd	942	nd
F1-2	0.11	nd	nd	31	nd
F1-3	0.046	nd	nd	288	nd
F1-4	0.056	nd	nd	65	nd
F1-5	0.039	nd	nd	44	nd
F1-6	0.091	nd	nd	416	nd
F1-7	0.042	nd	nd	15	nd
F1-8	0.049	nd	nd	19	nd
F1-9	0.049	nd	nd	176	nd
F1-10	0.034	nd	nd	27	nd
F1-11	0.14	nd	nd	1192	nd
F1-12	0.12	nd	nd	6	nd
F1-13	0.038	nd	nd	nd	nd
F1-14	0.034	nd	nd	118	nd
F1-15	0.039	nd	nd	22	nd
F1-16	0.04	nd	nd	nd	nd
F1-17	0.035	nd	nd	372	nd
F1-18	0.062	nd	nd	nd	nd
F1-19	0.028	nd	nd	nd	nd
F1-20	0.043	nd	nd	42	nd
F1-21	0.049	nd	nd	890	nd
F1-22	0.058	nd	nd	117	nd
F1-23	0.12	nd	nd	293	nd
F1-24	0.072	nd	nd	12	nd
F1-25	0.25	nd	nd	9441	nd
F2-1	0.029	nd	nd	9	nd
F2-2	0.044	nd	nd	3	nd
F2-3	0.049	nd	nd	5	nd
F2-4	0.059	nd	nd	nd	nd
F2-5	0.067	nd	nd	3	nd
F2-6	0.055	nd	nd	8	nd
F2-7	0.058	nd	nd	nd	nd
F2-8	0.044	nd	nd	25	nd
F2-9	0.047	nd	nd	nd	nd
F2-10	0.056	nd	nd	9	nd
F2-11	0.045	nd	nd	nd	nd
F2-12	0.093	nd	nd	9	nd
F2-13	0.065	nd	nd	nd	nd
F2-14	0.13	nd	nd	nd	nd
F2-15	0.087	nd	nd	nd	nd
F2-16	0.064	nd	nd	nd	nd
F2-17	0.59	nd	nd	2	nd
F2-18	0.38	nd	nd	1	nd
F2-19	0.057	nd	nd	5	nd
F2-20	0.075	nd	nd	nd	nd
F2-21	0.05	nd	nd	nd	nd
F2-22	0.036	nd	nd	nd	nd
F2-23	0.047	nd	nd	nd	nd
F2-24	0.044	nd	nd	nd	nd
F2-25	0.073	nd	nd	nd	nd

nd: ikke detektbar konsentrasjon

fv: friskvekt

A5. Analyseresultater for torsk. Organiske miljøgifter (PCB og PAH) i lever målt på 5 blandprøver av 5 fisk fra hver stasjon, F1 Ramsnes lykt og F2 Tongjen, i Saudafjorden 2001.

Parameter	Enhet	Stasjon Metode	F1	F1	F1	F1	F1	F2	F2	F2	F2	F2
			fisk 1-5	fisk 6-10	fisk 11-15	fisk 16-20	fisk 21-25	fisk 1-5	fisk 6-10	fisk 11-15	fisk 16-20	fisk 21-25
Fett-%	% pr.v.v.	H 3-4	11	9	26	26	18	22	10	28	13	20
CB28-B	µg/kg v.v.	H 3-4	1.9	2.1	4.5	2.6	2.8	<2.0	0.66	2.1	0.92	<1.6
CB52-B	µg/kg v.v.	H 3-4	3.6	4.4	10	7	9.6	3.2	0.77	3.7	1.2	2.9
CB101-B	µg/kg v.v.	H 3-4	10	18	33	19	33	8.3	3.1	13	4.6	7.8
CB118-B	µg/kg v.v.	H 3-4	30	50	86	37	69	16	10	24	9.6	16
CB105-B	µg/kg v.v.	H 3-4	13	21	33	15	29	5.8	4.6	9.2	3.2	6.5
CB153-B	µg/kg v.v.	H 3-4	63	130	180	97	180	41	32	70	28	41
CB138-B	µg/kg v.v.	H 3-4	47	89	130	66	130	27	20	45	19	27
CB156-B	µg/kg v.v.	H 3-4	5.8	9.9	15	7.4	15	2.6	2.2	4.3	2.1	2.6
CB180-B	µg/kg v.v.	H 3-4	23	45	59	32	63	9.6	8.7	19	8.9	9.8
CB209-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0.62	0.92	1.5	<1.5	1.4	<2.0	<0.60	<1.0	<0.60	<1.6
ΣPCB	µg/kg v.v.	Bereg*	197.92	370.32	552	283	532.8	113.5	82.03	190.3	77.52	113.6
ΣPCB-7	µg/kg v.v.	Bereg*	178.5	338.5	502.5	260.6	487.4	105.1	75.23	176.8	72.22	104.5
QCB-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0.30	<0.30	<0.80	<0.80	<0.50	<1.0	<0.30	<0.50	<0.30	<0.80
HCHA-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0.60	0.69	1.5	<1.5	1.1	<2.0	<0.60	1.3	<0.60	<1.6
HCB-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0.87	1.5	2	2.4	1.4	2.3	1.7	7.2	2.4	3.3
HCHG-B	µg/kg v.v.	H 3-4	0.7	0.71	1.6	<1.5	<1.0	<2.0	<0.60	1.5	0.7	<1.6
OCS-B	µg/kg v.v.	H 3-4	<0.60	0.81	<1.5	<1.5	1.5	<2.0	<0.60	<1.0	<0.60	<1.6
DDEPP-B	µg/kg v.v.	H 3-4	31	59	82	55	81	29	29	56	28	40
TDEPP-B	µg/kg v.v.	H 3-4	12	19	23	13	24	5.9	4.5	6.2	5.7	6.9
NAP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	<0.5	<0.5	3	<0.5	<0.5
NAP2M-B	µg/kg v.v.	H 2-4	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	0.6
NAP1M-B	µg/kg v.v.	H 2-4	0.9	<0.5	<0.5	<0.5	1.5	0.5	<0.5	1	<0.5	1.1
BIPN-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1.1	2.4	0.7	0.9	3	1.1	<0.5	2.4	<0.5	0.9
NAPDI-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
NAPD2-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.3
NAPD3-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ACNLE-B	µg/kg v.v.	H 2-4	m	2.9	5.1	3.6	m	2.2	0.9	2.6	3.4	1.3
ACNE-B	µg/kg v.v.	H 2-4	2.9	2.4	m	3.3	3.9	3	1.1	3	2.5	1.7
NAPT2-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
NAPT3-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
FLE-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1.8	1.1	5.7	1.7	2	1.5	0.6	2.1	1.4	1.4
NAPT4-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
DBTHI-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PA-B	µg/kg v.v.	H 2-4	0.6	0.6	1.8	0.6	0.7	0.7	<0.5	<0.5	<0.5	0.7
ANT-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	1.3	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PAM2-B	µg/kg v.v.	H 2-4	m	m	m	m	m	m	m	<0.5	<0.5	m
PAM1-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PAD36-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3.4	3.7	<0.5
FLU-B	µg/kg v.v.	H 2-4	2.1	2.1	2.2	1	5.9	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.1
PAD10-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PYR-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1
BAA-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6
CHRTR-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	<0.5	1.3	0.9
BBJKF-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
BEP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
BAP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PER-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
ICDP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
DBA3A-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
BGHIP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Sum PAH	µg/kg v.v.	Bereg*	10.9	12.6	18.2	11.6	19.7	9.5	2.6	18.2	12.3	12.6
Sum KPAH	µg/kg v.v.	Bereg*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6
Sum NPd	µg/kg v.v.	Bereg*	3	1.7	3.2	0.6	4.1	1.2	0	8.1	3.7	3.7

* Beregnet

A6. Analyseresultater for torsk. Dioksin og non-ortoPCB i lever. Blandprøve av fisk 1-25 fra F1 Ramsnes lykt og F2 Tongjen i Saudafjorden mai 2001. (Analysert av NILU). pg/g våtvekt.

	Stasjon	F1		F2	
		Konsentrasjon	TE (WHO)	Konsentrasjon	TE (WHO)
2378-TCDD	pg/g	0.78 *	0.78	0.69	0.69
12378-PeCDD	pg/g	0.1	0.1	0.24 *	0.24
123478-HxCDD	pg/g	0.2	0.02	0.16	0.02
123678-HxCDD	pg/g	0.92 *	0.09	0.91	0.09
123789-HxCDD	pg/g	0.25 *	0.03	0.46 *	0.05
1234678-HpCDD	pg/g	0.55	0.01	0.67 *	0.01
OCDD	pg/g	0.97 *	0	1.07	0
2378-TCDF	pg/g	4.17	0.42	6.74	0.67
12378/12348-PeCDF	pg/g	2.69	0.13	2.45	0.12
23478-PeCDF	pg/g	1.33	0.67	1.28	0.64
123478/123479-HxCDF	pg/g	1.84	0.18	1.69	0.17
123678-HxCDF	pg/g	1.45 *	0.15	1.05	0.11
123789-HxCDF	pg/g	0.15	0.02	0.2	0.02
234678-HxCDF	pg/g	1.14	0.11	1.19	0.12
1234678-HpCDF	pg/g	0.34	0	0.4	0
1234789-HpCDF	pg/g	0.29 *	0	0.8	0.01
OCDF	pg/g	0.38	0	1	0
SUM TCDD	pg/g	0.82		0.69	
SUM PeCDD	pg/g			0.31	
SUM HxCDD	pg/g	1.28		1.67	
SUM HpCDD	pg/g	0.55		0.67	
SUM PCDD	pg/g	3.62	1.02	4.41	1.09
SUM TCDF	pg/g	4.29		7.02	
SUM PeCDF	pg/g	4.02		3.73	
SUM HxCDF	pg/g	5.16		5.6	
SUM HpCDF	pg/g	0.73			
SUM PCDF	pg/g	14.6	1.68	17.4	1.86
SUM PCDD/PCDF	pg/g	18.2	2.7	21.8	2.95
PCB-77	pg/g	123	0.01	91.7	0.01
PCB-81	pg/g	3.29	0	2.4	0
PCB-126	pg/g	260	26	148	14.8
PCB-169	pg/g	75.2	0.75	49.4	0.49
SUM TE-PCB	pg/g		26.8		15.3

* Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi

A7. Analyseresultater for sedimentprøver fra S1 (overflate) og S5 (5 snitt), Saudafjorden 2001.

Sedimenter	Prøvenavn	S1: 0-1 cm	S5: 0-1 cm	S5: 1-2 cm	S5: 2-3 cm	S5: 3-4 cm	S5: 4-5 cm	
Parameter	Prøvedato	2001.06.19	2001.06.19	2001.06.19	2001.06.19	2001.06.19	2001.06.19	
	Type	sedis	sedis	sedis	sedis	sedis	sedis	
TTS/%	%	B 3	22,5	13,3	21	32,4	40,4	42,8
TOC/F	µg/mg TS	G 6	75,6	33,6	29,6	26,5	23,6	23
Cd-Sm	µg/g	E 2	19,4	1,96	1,53	3,23	7,62	8,55
Hg-Sm	µg/g	E 4-3	0,79	0,48	0,58	0,55	0,41	0,33
Pb/ICP-Sm	µg/g	E 9-3*	159	79	88	81	72	67
Zn/ICP-Sm	µg/g	E 9-3	1288	427	455	461	488	465
CB28-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,30	<0,30	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
CB52-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	0,73	i	i	<0,40	<0,40	<0,40
CB101-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	0,67	0,52	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
CB118-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	0,9	0,68	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
CB105-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	0,53	0,56	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
CB153-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	1,3	0,64	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
CB138-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	1,7	1,5	s0,98	0,67	0,5	0,5
CB156-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	0,42	i	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
CB180-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	3,5	0,8	s0,55	<0,40	<0,40	<0,40
CB209-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,30	<0,30	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
ΣPCB	µg/kg t.v.	Beregnet	9,75	4,7	s1,53	0,67	0,5	0,5
ΣPCB7	µg/kg t.v.	Beregnet	8,8	4,14	s1,53	0,67	0,5	0,5
QCB-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	i	i	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
HCHA-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,30	<0,30	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
HCB-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	0,43	0,38	0,35	0,48	0,3	0,23
HCHG-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	0,7	1,9	0,79	<0,40	<0,40	<0,40
OCS-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,30	<0,30	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
DDEPP-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	0,76	0,32	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
TDEPP-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	2,2	<0,40	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60
DDTPP-Sm	µg/kg t.v.	H 3-3	1,8	2,8	i	i	<1,6	<1,0
NAP-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	596	164	158	367	608	571
NAP2M-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	224	71	85	131	168	156
NAP1M-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	75	32	53	49	54	54
BIPN-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	146	62	73	100	106	103
NAPDI-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	155	57	74	96	98	90
NAPD2-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	87	51	79	67	55	71
NAPD3-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	20	9	11	12	11	12
ACNLE-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	125	38	50	109	124	123
ACNE-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	13	<5	8	<5	<5	<5
NAPT2-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	35	12	13	14	19	19
NAPTM-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	50	16	16	21	29	27
NAPT3-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	6	<5	<5	<5	<5	<5
FLE-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	5	<5	<5	<5	<5	<5
NAPT4-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	7	<5	<5	<5	<5	<5
DBTHI-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	191	<5	<5	<5	<5	115
PA-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	1523	426	455	798	1198	1100
ANT-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	664	119	119	394	762	773
PAM2-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	225	40	40	59	150	75
PAM1-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	103	30	31	51	80	75
PAD36-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	29	8	8	11	14	13
FLU-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	1554	503	550	1025	1591	1574
PAD10-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	<5	<5	<5	<5	<5	<5
PYR-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	1216	313	404	773	1177	1167
BAA-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	1285	291	361	769	1237	1192
CHRTR-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	1765	439	485	930	1503	1522
BBJKF-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	4782	1007	1190	2178	3057	3005
BEP-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	2172	412	499	935	1290	1282
BAP-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	1738	115	170	731	1252	1275
PER-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	539	86	116	168	346	351
ICDP-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	5257	477	1121	1723	1926	1717
DBA3A-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	1740	93	276	534	635	539
BGHIP-Sm	µg/kg t.v.	H 2-3	6838	445	1014	2279	2596	2299
ΣPAH	µg/kg t.v.	Beregnet	33165	5316	7459	14324	20086	19300
ΣKPAH	µg/kg t.v.	Beregnet	14802	1983	3118	5935	8107	7728
ΣNPD	µg/kg t.v.	Beregnet	3326	916	1023	1676	2484	2378

A8. Analyseresultater for sediment. Dioksin og non-ortoPCB i overflatesedimentprøver fra S1 indre havn og S5 Ramsnes i Saudafjorden juni 2001. (Analysert av NILU).

	Stasjon	St 1 0-1 cm		St 5 0-1 cm	
		Konsentrasjon	TE (WHO)	Konsentrasjon	TE (WHO)
2378-TCDD	pg/g	1.51	1.51	0.91	0.91
12378-PeCDD	pg/g	4.52	4.52	4.15	4.15
123478-HxCDD	pg/g	4.82	0.48	4.43	0.44
123678-HxCDD	pg/g	4.43	0.44	5.5	0.55
123789-HxCDD	pg/g	5.21	0.52	6.01	0.6
1234678-HpCDD	pg/g	36.8	0.37	60.8	0.61
OCDD	pg/g	373	0.04	502	0.05
2378-TCDF	pg/g	13.9	1.39	7.65	0.77
12378/12348-PeCDF	pg/g	19.5	0.97	18	0.9
23478-PeCDF	pg/g	21	10.5	16.1	8.03
123478/123479-HxCDF	pg/g	22.9	2.29	20.2	2.02
123678-HxCDF	pg/g	17.1	1.71	15.9	1.59
123789-HxCDF	pg/g	2.36	0.24	2.8	0.28
234678-HxCDF	pg/g	16	1.6	13.9	1.39
1234678-HpCDF	pg/g	54.3	0.54	58.1	0.58
1234789-HpCDF	pg/g	8.6	0.09	8.63	0.09
OCDF	pg/g	38.7	0	46.7	0
SUM TCDD	pg/g	48.5		32.3	
SUM PeCDD	pg/g	73.8		54.3	
SUM HxCDD	pg/g	95.1		99.5	
SUM HpCDD	pg/g	96.5		161	
SUM PCDD	pg/g	687	7.88	849	7.31
SUM TCDF	pg/g	407		185	
SUM PeCDF	pg/g	266		225	
SUM HxCDF	pg/g	206		170	
SUM HpCDF	pg/g	99.7		105	
SUM PCDF	pg/g	1018	19.3	731	15.7
SUM PCDD/PCDF	pg/g	1705	27.2	1580	23
PCB-77	pg/g	61.2	0.01	48	0
PCB-81	pg/g	2.14	0	0.66	0
PCB-126	pg/g	12.5	1.25	7.55	0.76
PCB-169	pg/g	2.52	0.03	2.24	0.02
SUM TE-PCB	pg/g		1.28		0.78

A9 ²¹⁰PB datering av sedimentkjerneprøver fra S5 i Saudafjorden 2001. Dateringen er utført ved Institut for vand og miljø, DHI, Danmark. Prosjektnr 91340-2001.

Antal snit af kernen inkludert i beregningerne

Stationsnavn og nr.	Bilagsnr.	Antal snit inkl. model	Antal snit ekskl. modeloptimering
Saudafjorden, st.nr. 5	A	0-6cm	0

Akkumulationsrater, blandingskoefficient, effektiv og reel blandingsdybde

Stationsnavn og nr.	Masseakkumulationsrate g m ² år ⁻¹ +/- s.d. (%CV)	Lineær akkumultionskoefficient mm år ⁻¹ (dybde 0-2 cm)	Blandingskoefficient cm ² år ⁻¹	Effektiv blandingsdybdemodel cm	Reel blandingsdybde cm	Kvalitet af datering
Saudafjorden st.nr. 5	203 +/- 33 (16,3)	0,9	1	0,3	0,6 - 0,9	**

s.d. = standard deviation *** fin datering, ** rimelig datering * dårlig datering

Saudafjorden st. nr. 5 - sedimentakkumulationsraten som funktion af dybden og alder

Dybde cm	Akkumulert massedybde g cm ²	Alder	Masseakkumulationsrate g m ² år ⁻¹
0,5	0,059	1996	128
1,5	0,212	1984	126
2,5	0,485	1967	161
3,5	0,893	1949	226
4,5	1,43	1923	202
5,5	2,03	1861	98