Statlig program for forurensningsovervåking
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden

Rapport: 959/2006
TA-nummer: 2190/2006
ISBN-nummer: 82-577-4995-8

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn
Utførende institusjon: Norsk institutt for vannforskning

Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2005

Rapport 959 2006

Delrapport 3. Miljøgifter i organismer

Statlig program for forurensningsovervåking

Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2005.

Miljøgifter i organismer

Prosjektleder: Anders Ruus
Forfattere : Anders Ruus og Norman Green

Forord

Overvåkingen av miljøgifter i organismer fra Sørfjorden gjennomføres i samarbeid med Alex Stewart Environmental Services A/S, som ved Frode Høyland, Amund Måge, Elisabeth Opedal og Arild Moe har vært ansvarlig for innsamling av prøver.

Undersøkelsene foretas innen rammen av Statlig program for forurensningsovervåking, administrert av Statens Forurensningstilsyn (SFT). Foruten ved SFT finansieres overvåkingen av Boliden Odda AS, Tinfos Titan & Iron K/S, Tyssefaldene A/S og kommunene Odda og Ullensvang.

Rapporten inkluderer data fra *Joint Assessment and Monitoring Program* (*JAMP*) under Oslo/Paris kommisjonen, utført av NIVA under kontrakt fra SFT.

Undersøkelsen er et ledd i et langsiktig overvåkingsprogram for vann, sedimenter og organismer. Det statlige overvåkingsprogrammet i Sørfjorden startet i 1979. Fra aktivitetene i 2005 er det tidligere gitt ut en rapport vedrørende miljøforholdene i Sørfjorden mht. oksygen og nitrogen i vannmassene [1] og en rapport mht. metallkonsentrasjoner i vannmassene [2].

Analysene av miljøgifter har vært utført ved NIVAs analyselaboratorium. Opparbeidelsen av lange og brosme er gjort ved Merete Schøyen og Åse Bakketun. Blåskjellprøvene er opparbeidet av Merete Schøyen.

Alle involverte takkes for innsatsen. Rapporten er forfattet av Anders Ruus og Norman W. Green. Prosjektleder for overvåkingen i Sørfjorden er Anders Ruus.

Oslo, juli 2006

Anders Ruus

Innhold:

1. Sammendrag: 9

2. Summary 11

3. Bakgrunn og formål 13

4. Materiale og metoder 15

5. Resultater og diskusjon 19
5.1 Metaller i fisk 19
5.1.1 Årlig overvåking 19
5.1.2 Kvikksølv i dypvannsfisk 23
5.2 Metaller i blåskjell 25
5.3 Klororganiske stoffer i fisk 35
5.3.1 PCB 35
5.3.2 DDT 37
5.4 Klororganiske stoffer i blåskjell 41
5.4.1 DDT 41
5.4.2 PCB 47
5.5 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell 49

6. Referanser 51

1. Sammendrag

Overvåkingen av Sørfjorden 2005 er en videreføring av den tidligere overvåkingen og har som mål å fastslå dagens forurensningssituasjon og vurdere denne i forhold til de tiltak som er gjort. Videre har overvåkingen som mål å fange opp eventuelle irregulære tilførsler og behov for nye tiltak. Videre bidrar overvåkingen med et underlag for Mattilsynet, som trenger miljøgiftdata for å vurdere/revurdere kostholdsråd.

Resultatene av overvåkingen 2005 kan i korthet oppsummeres slik:

Metaller i fisk:

- Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk og skrubbe fra Sørfjorden lå henholdsvis i Kl II (moderat forurenset) og Kl IV (sterkt forurenset) i SFTs klassifiseringssystem.

- Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i skrubbe er den høyeste som er registrert siden 1987.

- Analysene av dypvannsfisk (lange og brosme) viste meget høye konsentrasjoner av kvikksølv og bekrefter tidligere observasjoner.

Metaller i blåskjell:

- Metallanalysene av blåskjell viste ingen overskridelser av Kl. I (lite/ubetydelig forurenset) for kobber og sink.

- Kvikksølvkonsentrasjonen i blåskjell på stasjon B6 (Kvalnes) var i 2005 for første gang innenfor Kl. I, hvilket er positivt.

- Metallanalysene av blåskjell viste opp til markert grad (Kl. III) av forurensning med kvikksølv og kadmium og opp til sterk (Kl. IV) grad av forurensning med bly.

Klororganiske stoffer i fisk:

- Den gjennomsnittlige $\sum PCB_7$-konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2005 klasse I (ubetydelig/lite forurenset). Filet av torsk var også lite/ubetydelig forurenset med PCB.

- Den gjennomsnittlige $\sum PCB_7$-konsentrasjonen i skrubbelever fra Sørfjorden 2005 var den høyeste som er registrert siden midten av 1990-tallet. Gjennomsnittlig $\sum PCB_7$-konsentrasjon i filet av skrubbe tilsvarte klasse II (moderat forurenset).

- Den gjennomsnittlige $\sum$DDT-konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2005 klasse III (markert forurenset). Denne konsentrasjonen er den høyeste som er registrert siden 1998. Filet av torsk var også markert (Kl. III) forurenset med DDT-forbindelser.

- Gjennomsnittlig $\sum$DDT-konsentrasjon i filet av skrubbe tilsvarte klasse I (lite/ubetydelig forurenset).

Klororganiske stoffer i blåskjell:

- De høyeste konsentrasjonene av ΣDDT i blåskjell ble, som vanlig, funnet på stasjon B6 (Kvalnes; klassifisert i klasse V, meget sterkt forurenset).

- Relativt mye nedbør i tidsrommet før blåskjellinsamlingen i 2005 kan sannsynligvis forklare de høye konsentrasjonene av ΣDDT.

- Blåskjell fra Sørfjorden var i hovedsak lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med ΣPCB_7 i 2005. Skjell fra Tyssedal var moderat forurenset (KL. II).

- ΣPCB_7-konsentrajonen ved Tyssedal var den laveste som er registrert her siden 1991.

PAH i blåskjell:

- PAH-konsentrasjoner i blåskjell fra Kvalnes og Tyssedal tilsvarte klasse I (lite/ubetydelig forurenset).

- Fremtidig overvåking vil vise om vesentlig høyere konsentrasjoner av PAH i blåskjell kan inntreffe i Sørfjorden. PAH er inkludert i overvåkingen i 2006.

2. Summary

The Monitoring of the Sørfjord in 2005 is a continuance of the previous monitoring and has the objective of demonstrating the present pollution situation and assess this in relation to the remedial actions done in the area. Furthermore, the monitoring has the aim of detecting possible irregular discharges and needs for further remedial actions. The monitoring also produces a foundation for the Norwegian Food Safety Authority in their work of evaluating the edibility of fish and shellfish.

The results of the 2005 monitoring may in short be summarised as follows:

Metals in fish:

- Concentrations of mercury in cod and flounder from the Sørfjord belonged to class II (moderately polluted) and class IV (strongly polluted) , respectively, in the classification system of the Norwegian Pollution Control Authority (SFT).

- The average concentration of mercury in flounder is the highest registered since 1987.

- Analyses of deep water fish (ling and tusk) showed very high concentrations of mercury and confirm earlier observations.

Metals in blue mussel:

- Metal analyses of blue mussels showed no excess of class I (insignificantly/slightly polluted) for copper and zinc.

- The mercury concentration in blue mussels at station B6 (Kvalnes) was in 2005 for the first time within class I, which is a positive sign.

- Metal analyses of blue mussels showed up to marked (class III) pollution of mercury and cadmium and up to strong (class IV) pollution of lead.

Organochlorines in fish:

- The average $\sum PCB_7$-concentration in cod liver from the Sørfjord in 2005 represented class I (insignificantly/slightly polluted). Fillet of cod was also insignificantly/slightly polluted with PCBs.

- The average $\sum PCB_7$-concentration in flounder liver from the Sørfjord in 2005 was the highest concentration registered since the mid 1990s. The average $\sum PCB_7$-concentration in fillet of flounder corresponded to class II (moderately polluted).

- The average ∑DDT-concentration in cod liver from the Sørfjord in 2005 represented class III (markedly polluted). This concentration was highest registered since 1998. Fillet of cod was also markedly polluted with DDT-compounds.

- The average ∑DDT-concentration in fillet of flounder corresponded to class I (insignificantly/slightly polluted).

Organochlorines in blue mussel:

- The highest concentrations of ∑DDT in blue mussels were, as usual, found at station B6 (Kvalnes; categorized in class V, very strongly polluted).

- Relatively high amounts of precipitation during the time before the sampling of blue mussels in 2005 may, most likely, explain the high concentrations of ∑DDT.

- Blue mussels from the Sørfjord were in 2005 generally insignificantly/slightly polluted (class I) with $\sum PCB_7$. Mussels from Tyssedal were moderately polluted (class II).

- The $\sum PCB_7$-concentration at Tyssedal was the lowest concentration registered here since 1991.

PAH in blue mussel:

- Concentrations of PAHs in blue mussels from Kvalnes and Tyssedal corresponded to class I (insignificantly/slightly polluted).

- Future monitoring will show whether substantially higher PAH-concentrations in blue mussels may occur in the Sørfjord. PAHs are included in the 2006-monitoring.

3. Bakgrunn og formål

Overvåkingen av Sørfjorden 2005 er en videreføring av den tidligere overvåkingen og har som mål å fastslå dagens forurensningssituasjon og vurdere denne i forhold til de tiltak som er gjort. Videre har overvåkingen som mål å fange opp eventuelle irregulære tilførsler og behov for nye tiltak.

Målgruppen for overvåkingen er eksempelvis:

- Mattilsynet, som trenger miljøgiftdata for å vurdere/revurdere kostholdsråd
- Industrien og kommunene, som har behov for å dokumentere effekter av tiltak
- Miljøforvaltningen (sentralt og regionalt), som har et overordnet ansvar for rikets miljøtilstand
- Den vanlige borger, som har en lovpålagt rett til å få informasjon om miljøets tilstand i henhold til informasjonsloven.

Sørfjorden har i tidligere år vist vedvarende høy metallbelastning i fjordens overflatevannlag. Vinteren 1999-2000 hadde Boliden Odda AS dessuten et uhellsutslipp av kvikksølv, som også ble reflektert i kvikksølvkonsentrasjoner i organismer [3-6].

I 1991 ble det også avdekket at fjorden var utsatt for en ikke ubetydelig forurensning med DDT-forbindelser. Nivåene av disse forbindelsene har fluktuert og de høyeste konsentrasjonene ble målt i blåskjell fra fjorden i 2003. Fylkesmannen i Hordaland har initiert et prosjekt som skal undersøke muligheten for eventuelle tiltak for å forhindre ytterligere DDT-tilsig til fjorden.

Gjennom årene med overvåking har det også vært vist vekslende grad av forurensning med PCB i organismer fra Sørfjorden og 1999 ble overvåkingen utvidet med henblikk på å spore kilder for PCB og DDT [7, 8]. I 2001 og 2002 ble svært høye konsentrasjoner av PCB påvist i prøver av henholdsvis blåskjell (ved Tyssedal) og torsk, samlet i Sørfjorden [5, 9]. Tidspunktene for disse observasjonene sammenfalt med rehabiliteringen av den gamle kraftstasjonen til Tyssefaldene A/S som ble utpekt som nasjonalminnesmerke i 2000. Denne bygningen ble malt i 1960-årene med en PCB-holdig maling.

Høye konsentrasjoner av miljøgifter ble i 1990-årene påvist i dypvannsfisk fra den antatt lite lokalt belastede Nordfjord (Sogn og Fjordane; [10, 11]). Derfor ble dypvannsfisk fra Sørfjorden overvåket innenfor JAMP i årene 1999-2001. Disse undersøkelsene viste høye konsentrasjoner av miljøgifter. Kvikksølv-analyser av dypvannsfisk (lange og brosme) fra Sørfjorden ble inkludert i Statlig program for forurensningsovervåking f.o.m. 2003.

Forurensningssituasjonen i Sørfjorden har ført til at Mattilsynet har satt kostholdsråd for området (første gang i 1973; [12]). Gjeldende kostholdsråd er satt på bakgrunn av forurensningen med kadmium, bly, kvikksølv og PCB og ble sist vurdert i 2003. Kostholdsrådet lyder som følger:

- *Gravide og ammende bør ikke spise fisk og skalldyr fanget i Sørfjorden innenfor en linje mellom Grimo og Krossanes.*

- *Konsum av skjell og dypvannsfisk, som brosme og lange, fanget i Sørfjorden innenfor en linje mellom Grimo og Krossanes frarådes.*

- *Konsum mer enn én gang i uken av torsk og konsum av lever fra fisk fanget i indre Sørfjorden innenfor Måge frarådes.*

Tabell 1 viser utslipp til sjø av metaller (2005 og foregående år) fra Boliden Odda AS og Tinfos Titan & Iron K/S. Utlipp fra Odda Smelteverk opphørte i november 2002 i forbindelse med bedriftens nedleggelse.

Tabell 1. Offisielle anslag over utslipp til sjø fra Boliden Odda AS (BO) og Tinfos Titan & Iron K/S (TTI) i 2005. Basert på opplysninger fra SFT og bedriftene. Tallene i parentes representerer utslipp i 2004.

Bedrift	**Cu, kg/år**	**Pb, kg/år**	**Zn, kg/år**	**Cd, kg/år**	**Hg, kg/år**
BO *	567	899	5205	95	1,1
	(24)	(3115)	(2969)	(50)	(2,3)
TTI	57	141	9436	1,8	0,20
	(72)	(132)	(9533)	(1,5)	(0,95)
Totalt	**624**	**1040**	**14641**	**96,8**	**1,3**
	(96)	(3247)	(12502)	(51,5)	(3,25)

* Totalt utslipp fra sinkverket, fjellhallene, estimerte diffuse tilførsler og "Noralf" (gipsutslippet).

Det bør bemerkes at Boliden har opplyst at når det gjelder utslipp fra aluminiumfluoridfabrikken ("*Noralf*"), har tidligere år kun bly og kvikksølv vært beregnet, slik at utslippet av øvrige metaller fra Boliden som helhet i realiteten har vært betydelig høyere. Det betyr at økningen (fra 2004 til 2005) i utslipp av kobber, sink og kadmium som fremgår av tabell 1 ikke er reell.

Nedgangen for bly sammenlignet med 2004, skyldes at bly i stor grad kommer via "Noralf-utslippet". I følge Boliden skyldes det råvarer med lavere blyinnhold, forbedret analysemetode for bly og større salg av anhydritt (mindre deponering i sjø). Det betyr altså en reell nedgang i tilførslene av bly til Sørfjorden i 2005 sammenlignet med 2004.

4. Materiale og metoder

Innsamling av organismer
Blåskjell (*Mytilus edulis*), ble samlet inn 7, 8 og 9 november 2005 på stasjonene B2 (Eitrheim), B3 (Tyssedal), B4 (Digranes) og B7 (Krossanes). På stasjonene Måge og Utne ble skjell samlet 5 november. Den 28 november ble blåskjell samlet på stasjon B6 (Kvalnes; Tabell 2, Figur 1). På stasjon B1 (Byrkjenes) var det ikke levende blåskjell å oppdrive (mye sjøstjerner og tomme skjell). På stasjon B3 ble skjell samlet fra tau som hang under kai ca. 100 m syd for det vanlige prøvepunktet, grunnet lite skjell i området. På stasjon B6 ble skjellene samlet ca. 100 m lenger nord enn foregående år og på stasjon B7 ble skjellene samlet ca. 250 m syd for det vanlige prøvepunktet. Blåskjellene ble samlet fortrinnsvis fra 1 – 1,5 meters dyp. Innenfor JAMP (Joint Assessment and Monitoring Programme) under OSPAR-kommisjonen og SFTs INDEKS-program [13], ble blåskjell fra Byrkjenes, Eitrheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær og Vikingneset prøvetatt 21-23 september 2005 (Tabell 2, Figur 1). Blåskjellene er analysert for klorerte organiske miljøgifter og metaller.

Materialet samlet inn innenfor JAMP omfatter også fisk, som analyseres for klorerte organiske miljøgifter og metaller. Torsk (*Gadus morhua*) og skrubbe (*Platichthys flesus*) er samlet fra Sørfjorden i nærheten av Tyssedal og innover (JAMP-st. 53B) hhv. oktober 2005 og september 2005. Fra Strandebarm (Hardangerfjorden; JAMP-st. 67B) ble torsk og skrubbe fanget oktober 2005, og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) fanget januar/februar 2006. Glassvar ble også samlet inn fra den tilnærmet uberørte Åkrafjorden (JAMP-st 21F) oktober, 2005.

Prøver av dypvannsfisk, nærmere bestemt lange (*Molva molva*) og brosme (*Brosme brosme*) er også samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2005. Lange og brosme ble fanget i indre Sørfjorden (Tyssedal/Edna) 5-24 desember, 2005, og i ytre Sørfjorden (ved Hauso) 2-14 Januar, 2006 og 30 januar til 11 februar, 2006. De siste fiskene ble samlet inn sent, siden den engasjerte fiskeren ikke fikk nok fisk tidligere.

Opparbeidelse og analyse av prøver
Innenfor Statlig program for forurensningsovervåking samles 50 blåskjell (så langt det er mulig) i størrelsen 4 - 5 (6) cm fra hver stasjon til en blandprøve. Skjellene fryses ned uten forutgående prosedyre ved at skjellene går seg rene for sedimentrester i tarmen (depurering). I praksis har det på flere Sørfjord-stasjoner vært vanskelig å finne skjell over 4 cm, slik at størrelsesintervallet ofte har blitt ca. 3 - 5 cm. Innenfor JAMP samles rutinemessig 50 stk. (*el. 100 skjell) innen hver av størrelseskategoriene 2 – 3*, 3 - 4 og 4 - 5 cm. Før nedfrysing går skjellene her minimum 12 timer i vann fra innsamlingsstedet (depurering) og tas ut av skallene. For prøven til INDEKS-programmet benyttes bare en størrelseskategori (3-5 cm, 3 parallelle blandprøver à 20 stk.), uten depurering.

Fiskeprøvene som rutinemessig samles innenfor JAMP er analysert dels på individer (25 stk.) og dels på blandprøver av 5 stk. i fortrinnsvis 5 størrelsesgrupper (se spesifisering i fotnoter under de aktuelle tabeller). Klororganiske forbindelser er analysert i lever og filet, mens kvikksølv (Hg) bare er analysert i filet. Kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu) og sink (Zn) er kun analysert i lever.

Prøvene av lange og brosme, som er samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, er analysert for kvikksølv i filet. Blandprøver av 5 stk. (fortrinnsvis fordelt etter størrelse) er forberedt og analysert.

Fisken er fraktet nedfryst, deretter tint og opparbeidet på NIVA før ny nedfrysing. Prøver ble så homogenisert og frosset før analyse. Blåskjell og fisk ble homogenisert i en Restech Grindomix CM 200 eller Ultra-Turrax T25. Materialet ble analysert på NIVAs akkrediterte laboratorium i henhold til standard prosedyre (beskrevet tidligere; [14]). Deteksjonsgrensene er avhengig av innveid prøvemengde. Ved innveid mengde 0,5 g våt prøve (fortynnet til 50 ml) gjelder følgende:

Cu: 0,03 mg/kg
Pb: 0,02 mg/kg
Cd: 0,001 mg/kg
Zn: 0,1 mg/kg

Kvikksølv analyseres ved kalddamp-AAS (AtomAbsorbsjonSpektroskopi) med deteksjonsgrense 0,005 mg/kg. Analysekvaliteten kontrolleres mot sertifisert referansemateriale.

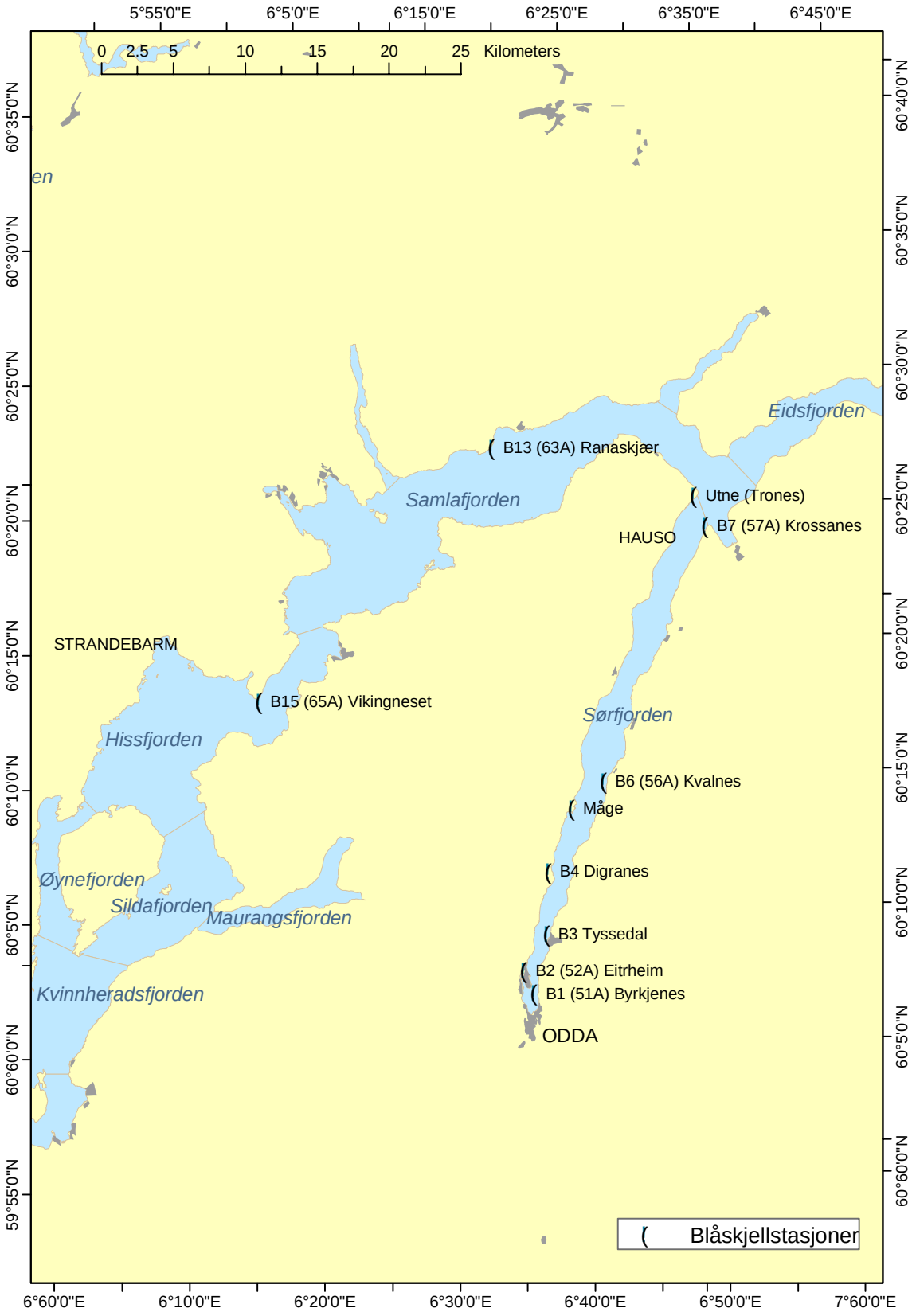
Analyseresultatene for klororganiske forbindelser kvalitetssikres ved blant annet å analysere kjente standarder for hver tiende prøve på gasskromatografen, regelmessig blindprøvetesting, samt jevnlig kontroll av hele opparbeidings- og analyseprosessen ved bruk av internasjonalt sertifisert referansemateriale (CRM 350, makrellolje) og en husstandard (blåskjell). Standard avvik for bestemmelse av enkeltforbindelser er 9 – 17% for sertifisert referansemateriale og 10 – 25% for husstandard. Deteksjonsgrensene for enkeltforbindelser er 0,05 – 0,3 µg/kg våtvekt (i prøver med lavt fettinnhold).

Tabell 2. Innsamlingssteder for blåskjell i Sørfjorden og Hardangerfjorden, med angivelse av adkomst og ca. avstand fra Odda (km). (Ikke prøvetatt 2005. Det var ingen skjell å finne på stasjon B 1). Mrk. Skjell har blitt samlet på to nye stasjoner siden 2003, "Måge" og "Utne (Trones)".*

STASJONER (JAMP-nr.)	ADKOMST	Ca. AVSTAND FRA ODDA (km)
St. B 1 (51A) *	Byrkjenes. Fra betongbrygge/store steiner på pynt i sydenden av badestrand.	2
St. B 2 (52A)	Eitrheim, fra tau under kommunal kai	3
St. B 3 ·	Tyssedal, fra tau under kai, ca 100 m syd for den vanlige innsamlingsplassen.	6
St. B 4	Digranes, På trebrygge.	10
Måge	Badeplass mellom gårder og byggefelt. Skjær og steiner.	15
St. B 6 (56A)	Kvalnes, ca 100 m nord for innsamlingsplassen i 2004..	18
St. B 7 (57A)	Krossanes, ca 250 m syd for den vanlige innsamlingsplassen.	37
Utne (Trones)	Nes der Sørfjorden begynner. Ca. 3 km øst for Utne fergekai.	40
St. B 10 *	Sengjaneset/Eidfjord, svaberg	44
St. B 13 (63A) [1]	Ranaskjær, skjær med sementkum, rett overfor Bjølvefossen	58
St. B 14 *	Rykkjaneset, m/svaberg nedenfor eng	69
St. B 15 (65A) [1]	Vikingneset, ved fyrlykt	84

[1.] Skjell samles kun innenfor JAMP.

Figur 1. Prøvesteder for blåskjell i Sørfjorden/Hardangerfjorden (JAMP blåskjellstasjoner: 51A osv.). Mrk. Skjell har blitt samlet inn på to nye stasjoner siden 2003, "Måge" og "Utne (Trones)".



5. Resultater og diskusjon

5.1 Metaller i fisk

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2005:

- Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk og skrubbe fra Sørfjorden lå henholdsvis i Kl II (moderat forurenset) og Kl IV (sterkt forurenset) i SFTs klassifiseringssystem.
- Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i skrubbe er den høyeste som er registrert siden 1987.
- Analysene av dypvannsfisk (lange og brosme) viste meget høye konsentrasjoner av kvikksølv og bekrefter tidligere observasjoner.

I tillegg til resultatene fra den årlige overvåkingen innenfor JAMP redegjøres det i det følgende for kvikksølv i filet av dypvannsfisk (blandprøver; lange og brosme) samlet i indre (ved Tyssedal/Edna) og ytre (ved Hauso) Sørfjorden.

5.1.1 Årlig overvåking

I det følgende henvises det til resultater som gjennomsnittsverdier og standardavvik fra analysene av enten individuelle fisk eller blandprøver av fisk. Ytterligere informasjon om prøvene, som er samlet inn innenfor JAMP, er tilgjengelig gjennom databasen og rapportene som produseres gjennom dette programmet.

Resultatene fra den rutinemessige årlige overvåkingen er oppsummert i Tabell 3.

Overkonsentrasjoner av **kvikksølv** ble funnet i både torsk og skrubbe fra **Sørfjorden**, 2005. Kvikksølv-innholdet i **torsk** var imidlertid **moderat** (Kl. II i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet, [15]), slik som det har vært de to foregående årene (Tabell 4). I **skrubbe** tilsvarte kvikksølvkonsentrasjonene Kl. IV, **sterkt forurenset** (sammenlignet med tilstandsklassene for torsk). Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i skrubbe er den høyeste som er observert siden 1987 (Tabell 4).

Med unntak av kvikksølv, er metaller i fisk så langt ikke inkludert i SFTs klassifiseringssystem, men i henhold til data fra JAMP referansestasjoner 1990-1998 [16] bør ikke innholdet av kadmium i torskelever være over 0,20-0,25 mg/kg. Gjennomsnittskonsentrasjonen av **kadmium** i **torsk** fra **Sørfjorden** ligger omtrent på det dobbelte av dette (Tabell 3), som den også gjorde i 2004. I **skrubbe** var innholdet av kadmium en faktor ~3 høyere enn i torsk (som i 2004; Tabell 3).

Når det gjelder **bly**, kunne ingen vesentlige forandringer i konsentrasjonene i **torsk**elever fra **Sørfjorden** observeres, i forhold til det som er observert de siste par årene. I **skrubbe** var gjennomsnittsverdien i 2005 en faktor ~4 høyere enn i 2004 og dobbelt så høy som i 2003 (Tabell 3).

Ingen vesentlige forandringer i konsentrasjonene av **kobber** og **sink** kunne observeres i forhold til de siste årene (Tabell 3).

Det var ikke noe spesielt å påpeke vedrørende observasjonene fra **Strandebarm** og **Åkrafjorden**, med følgende unntak:

En dobling i gjennomsnittlig kadmiuminnhold i skrubbelever fra Strandebarm, ble observert i forhold til de siste par år.

Som tidligere nevnt, dersom en vil sammenligne konsentrasjonene av metaller i fisk fra Sørfjorden og Hardangerfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, kan følgende bemerkes:

- Nivåene av kvikksølv, kadmium og bly er høyere i torsk fra Sørfjorden, enn andre kystområder [17].
- I indre Oslofjord kan imidlertid nivåene av kvikksølv i fisk være tilnærmet like konsentrasjonene i fisk fra Sørfjorden, enkelte år, mens nivåene av kadmium ofte forekommer i tilsvarende konsentrasjoner.
- Bly forekommer flere år i høyere konsentrasjoner i torsk fra indre Oslofjord, enn i torsk fra Sørfjorden.
- Skrubbe viser tydelig høyere konsentrasjoner av metaller i Sørfjorden, sammenlignet med andre kystområder [17].
- Metall-konsentrasjoner i fisk fra Strandebarm ligger på nivåer man kan finne andre steder langs kysten [17].

Tabell 3. Gjennomsnitt/Standardavvik for kvikksølv i filet og kadmium, kobber, bly og sink i lever av torsk (Gadus morhua), skrubbe (Platichthys flesus) og glassvar (Lepidorhombus whiffiagonis) fra indre Sørfjorden (JAMP st. 53B), Strandebarm i Hardangerfjorden (JAMP st. 67B) og Åkrafjorden (ref.st. 21F) i 2005, mg/kg våtvekt.

Stasjoner/Arter	Filet Hg	Lever Cd	Lever Pb	Lever Cu	Lever Zn
Indre Sørfj.					
Torsk[1)]	0,21/0,09	0,43/0,22	0,09/0,05	16,67/7,96	39,8/10,9
Skrubbe [2)]	0,83/0,18	1,24/0,15	1,86/1,13	6,31/1,14	38,9/18,3
Strandebarm					
Torsk [3)]	0,06/0,02	0,03/0,02	0,02/0,05	5,35/3,59	19,4/6,1
Skrubbe [4)]	0,06/0,02	0,16/0,10	<0,02/-	9,94/1,15	42,9/4,8
Glassvar [5)]	0,17/0,14	0,06/0,04	≤0,02/-	6,88/1,52	74,3/17,5
Åkrafjorden (ref.st.)					
Glassvar [6)]	0,19/0,05	0,13/0,08	0,02/0,01	10,10/3,17	54,3/15,1

1) Individuelle analyser av 25 eks.: 184-3241 g (gjennomsnitt 973 g).

2) 5 blandprøver à 5 eks, tilnærmet etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 720 g, 536 g, 401 g, 436 g og 384 g.

3) Individuelle analyser av 25 eks.: 431-2669 g (gjennomsnitt 1034 g).

4) 5 blandprøver à 5 eks, tilnærmet etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 1641 g, 1317 g, 1122 g, 1052 g og 719 g.

5) 5 blandprøver à 5 eks, middelvekter i blandprøver: 995 g, 617 g, 458 g, 275 g og 186 g.

6) 5 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 850 g, 652 g, 550 g, 482 g og 346 g.

Tabell 4. Gjennomsnitt av kvikksølv i muskel av torsk, skrubbe og glassvar fra indre Sørfjorden (JAMP-st. 53) og Strandebarm (JAMP-st. 67) 1987-2005, mg/kg våtvekt.

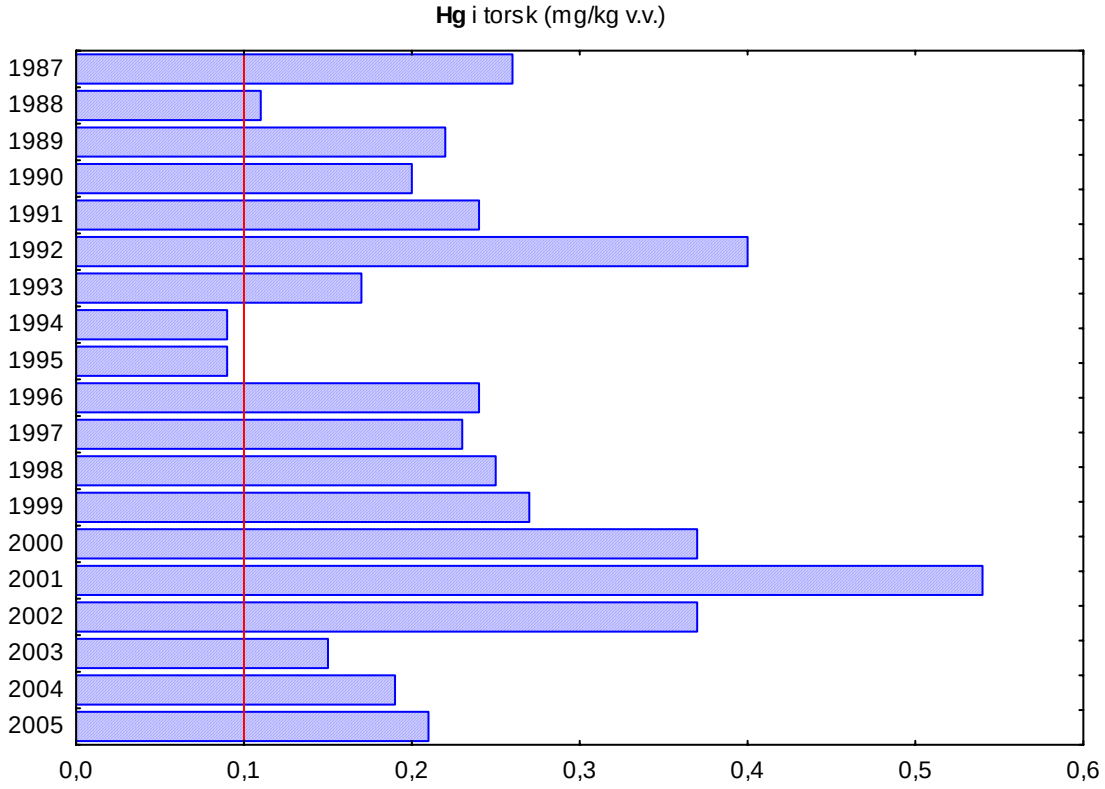
Stasjoner/ arter	-87	-88	-89	-90	-91	-92	-93	-94	-95	-96	-97	-98
Indre Sørfj.												
Torsk	0,26	0,11	0,22	0,20	0,24	0,40	0,17	0,09	0,09	0,24 [1)]	0,23 [1)]	0,25 [1)]
Skrubbe		0,10	0,13	0,12	0,13	0,12	0,08	0,15	0,05	0,17 [2)]	0,19 [2)]	0,20 [2)]
Strande-barm												
Torsk	0,14	0,09	0,10	0,12	0,12	0,10	0,11	0,13	0,08	0,10	0,13	0,07
Glassvar	0,35	0,33	0,36	0,10	0,10	0,21	0,26	0,43	0,35	0,41	0,27	0,17
Skrubbe										0,18		0,05

1) Middel av verdiene fra Tyssedal og Edna

2) Middel av verdiene fra Odda, Tyssedal og Edna

Stasjoner/ arter	-99	-00	-01	-02	-03	-04	-05
Indre Sørfj.							
Torsk	0,27	0,37	0,54	0,37	0,15	0,19	0,21
Skrubbe	0,19	0,26	0,37	0,57	0,53	0,32	0,83
Strande-barm							
Torsk	0,07	0,11	0,08	0,08	0,05	0,04	0,06
Glassvar	0,24	0,19	0,16	0,16	0,14	0,23	0,17
Skrubbe	0,04	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06

Figur 2. Gjennomsnittsverdier av kvikksølv i muskel av torsk fra indre Sørfjorden (1987-2005), mg/kg våtvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 4. (| = *høyt bakgrunnsnivå*).

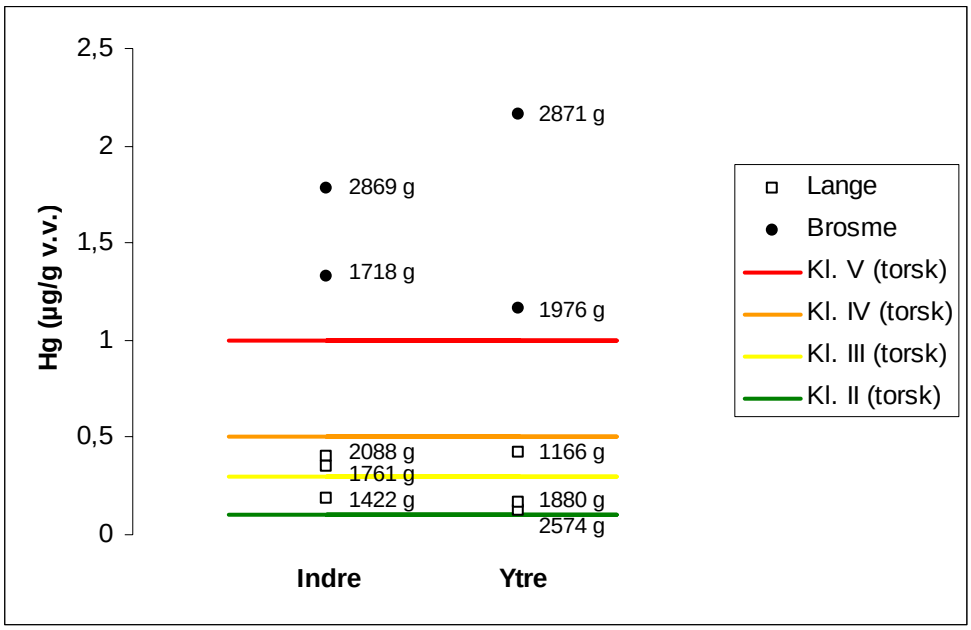


5.1.2 Kvikksølv i dypvannsfisk

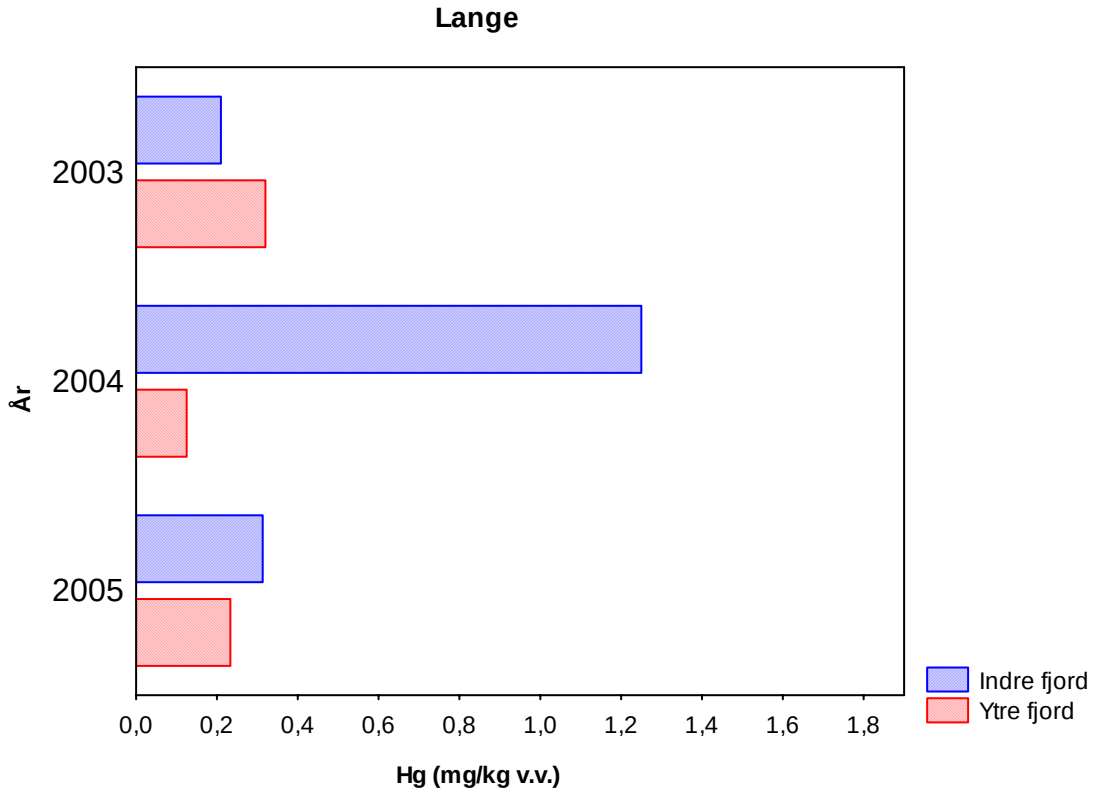
Det kan ikke vises til noen forskjell i kvikksølvkonsentrasjonene i filet av dypvannsfisk (lange og brosme) mellom indre (Tyssedal/Edna) og ytre (Hauso) Sørfjorden, slik vi har vist tidligere (Figur 5, Figur 6). Det er tidligere vist en sammenheng mellom vekten på fisken og innhold av kvikksølv i fileten [14]. En slik sammenheng er ikke like tydelig i materialet fra 2005 (Figur 5). Det ser ut til at brosme generelt inneholder mer kvikksølv en lange (Figur 5, Figur 6).

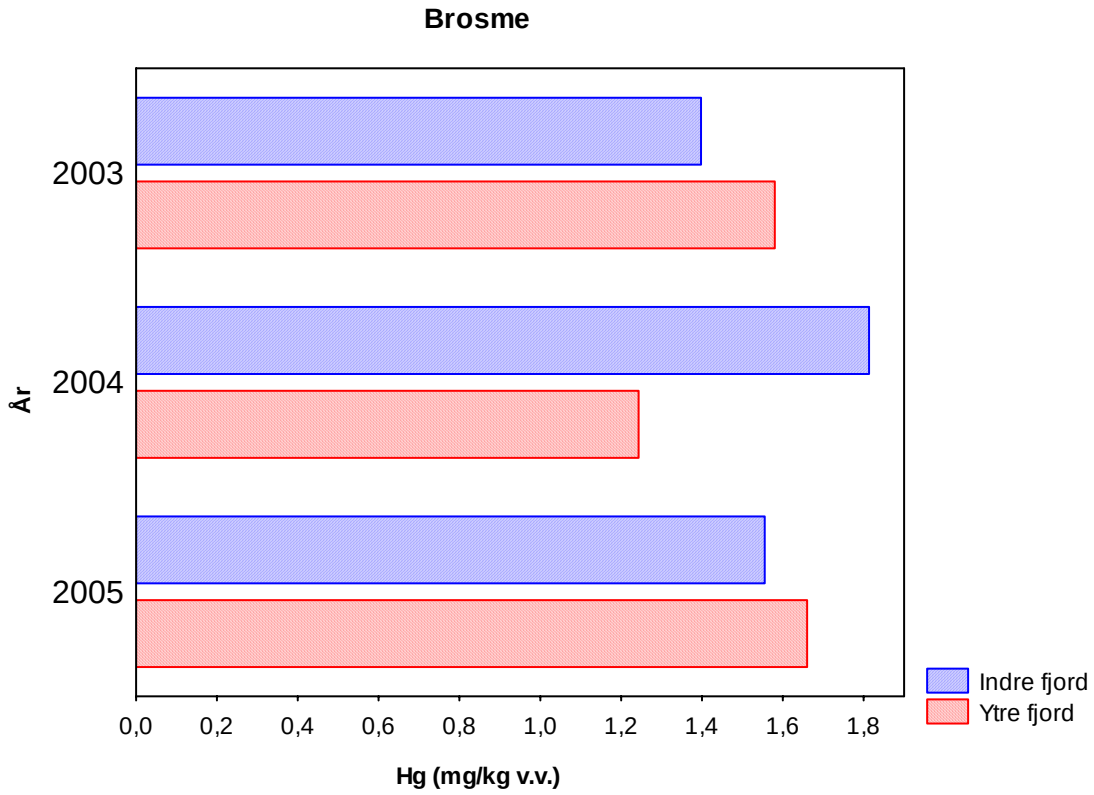
Oppsummert kan det sies at innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk var meget høyt (Figur 5) og bekrefter de høye konsentrasjonene funnet tidligere [14, 18]. Bekymringene knyttet til dette kommer også til syne i gjeldende kostholdsråd (sist vurdert 2003; se Kap. 2). For kvikksølv/metylkvikksølv opereres det med en PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) gitt av JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) på **1,6 µg/kg kroppsvekt per uke**. Dette innebærer at en person med kroppsvekt 75 kg ikke bør konsumere mer enn 120 µg kvikksølv/metylkvikksølv per uke. Til sammenligning tilsvarer dette ca. 55 g filet fra brosmene som inngår i blandprøven med høyest konsentrasjon (Figur 5).

Figur 5. Konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i filet av lange (Molva molva) og brosme (Brosme brosme) fra indre Sørfjorden (Tyssedal/Edna) og ytre Sørfjorden (Hauso), 2005. Blandprøver av 5 individer er analysert. Blandprøvene er sammensatt som ulike størrelseskategorier. Gjennomsnittlig vekt i de ulike blandprøvene er angitt. Til sammenligning er SFTs tilstandsklasser for kvikksølv i filet av torsk også angitt.



Figur 6. Gjennomsnittskonsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i filet av lange (Molva molva; øverst) og brosme (Brosme brosme; nederst) fra indre (Tyssedal/Edna) og ytre (Hauso) Sørfjorden, 2003-2005. Verdiene er basert på et ulikt antall blandprøver (av 5 individer).





5.2 Metaller i blåskjell

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2005:

- Metallanalysene av blåskjell viste ingen overskridelser av Kl. I (lite/ubetydelig forurenset) for kobber og sink.
- Kvikksølvkonsentrasjonen i blåskjell på stasjon B6 (Kvalnes) var i 2005 for første gang innenfor Kl. I, hvilket er positivt.
- Metallanalysene av blåskjell viste opp til markert grad (Kl. III) av forurensning med kvikksølv og kadmium og opp til sterk (Kl. IV) grad av forurensning med bly.

Resultatene fra metallanalyser av blåskjell er presentert i Tabell 6. Den tidsmessige utviklingen er fremstilt i Figurene 7-10 (i rekkefølgen kvikksølv, kadmium, bly og sink).

Metallkonsentrasjonene i blåskjell i 2005 viste generelt ingen påfallende endringer i forhold til foregående år.

Kvikksølv viste opp til **markert (Kl. III)** forurensning (stasjon B1/51A, Byrkjenes; JAMP-innsamling). Ellers var blåskjellene **ubetydelig/lite (Kl. I)** til **moderat (Kl. II)** forurenset med kvikksølv. Konsentrasjonen ved Kvalnes (B6) var for første gang innenfor Kl I (Figur 7).

Kadmium viste **moderat (Kl. II)** til **markert (Kl III)** forurensning i blåskjellene, slik som de siste årene.

Bly viste **liten/ubetydelig** (**Kl. I**; kun ved JAMP st.-65A, Vikingneset) til **sterk** (**Kl. IV**; kun ved st. B1/51A, Byrkjenes; JAMP-innsamling) forurensning i skjellene. Konsentrasjonen i bly i blåskjell fra Byrkjenes representerte således en dobling i forhold til i 2004. Dette står i kontrast til de lavere utslippsverdiene som er rapportert for bly (Tabell 1). På andre stasjoner kan man imidlertid observere en nedgang.

Alle observasjonene av **kobber** og **sink** tilsvarte **liten/ubetydelig (Kl. I)** forurensning. Dette på tross av at analyser av vannprøver gjennom året viste vannkonsentrasjoner av sink opp til SFTs tilstandsklasse IV (sterkt forurenset) innerst i Sørfjorden [2]. Det må imidlertid igjen påpekes at blåskjell har en evne til å regulere opptak/utskillelse av dette metallet ([19] med ref.).

Som det er påpekt tidligere, må man anta en viss tidsmessig variasjon i metallbelastningen i blåskjell fra Sørfjorden, ettersom skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking og skjell samlet innenfor JAMP (1-2 måneder tidligere) viste en forskjell opp mot en faktor ~3 på enkelte stasjoner, for enkelte metaller, mens forskjellene andre år ikke har vært i denne størrelsen.

Tabell 6. Metaller i blåskjell (Mytilus edulis) fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 2005 (21-23 september [JAMP] og 5-28 november [Statlig program; S. P.], mg/kg tørrvekt). (Fra JAMP middel av 3 størrelseskategorier; fra INDEKS-programmet middel av 3 paralleller av samme størrelseskategori). Ikke analysert: i.a. Jfr. Figur 1 vedrørende stasjonsplassering (i tabellen oppført med økende avstand fra Odda).

St.	Hg		Cd		Pb		Zn		Cu	
	JAMP	**S. P.**	**JAMP**	**S. P.**	**JAMP**	**S. P.**	**JAMP**	**S. P.**	**JAMP**	**S. P.**
B1/51A	0,61 [1)]	i.a.	14,3 [1)]	i.a.	83,6 [1)]	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
B2/52A	0,17	0,15	7,4	3,6	9,4	7,7	103	89	7,4	6,2
B3		0,12		3,6		8,9		85		5,6
B4		0,18		3,8		9,6		80		6,6
Måge		0,37		5,7		16,9		108		7,5
B6/56A	0,36	0,17	11,6	3,6	29,3	8,1	177	90	7,5	6,5
B7/57A	0,23	0,29	6,1	7,1	10,5	16,4	114	132	7,1	6,2
Utne		0,25		4,8		9,9		136		6,9
B13/63A	0,20		4,2		5,2		119		6,9	
B15/65A	0,13		3,1		2,9		140		7,2	

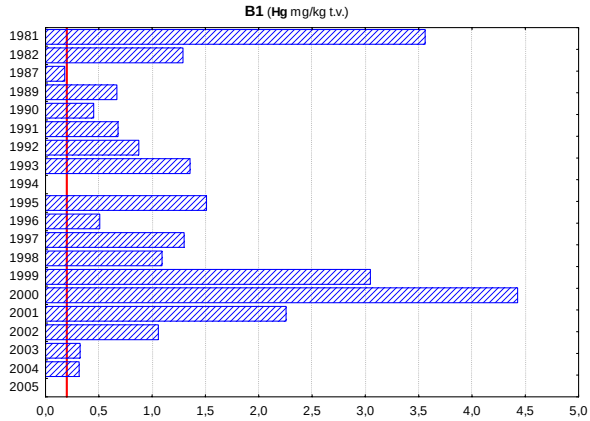
[1)] INDEKS-stasjon

Som tidligere nevnt, dersom en vil sammenligne konsentrasjonene av metaller i blåskjell fra Sørfjorden og utenfor med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, kan følgende bemerkes:

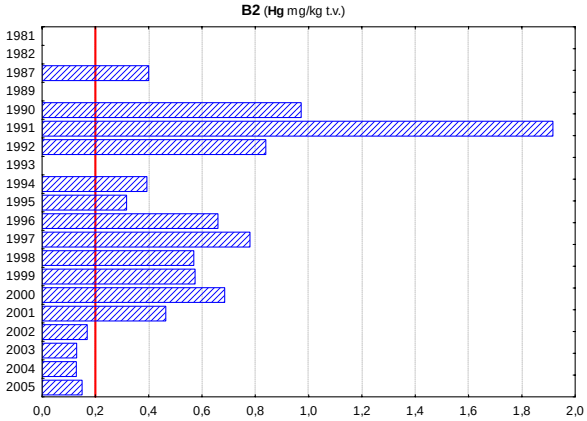
- Nivåene av kvikksølv, kadmium og bly er høyere i blåskjell fra Sørfjorden, enn andre kystområder [17].
- Det er ikke uvanlig at kvikksølv- og kadmiumkonsentrasjonene på enkelte stasjoner i Sørfjorden er en faktor >10 og bly en faktor >50 høyere enn vanlige nivåer i andre områder.
- Dette kommer også til uttrykk i blåskjell fra stasjoner i fjordsystemet utenfor Sørfjorden, ved at disse ofte også er noe forhøyet [17].

Figur 7. Kvikksølv i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-2005, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B1 i 2005.

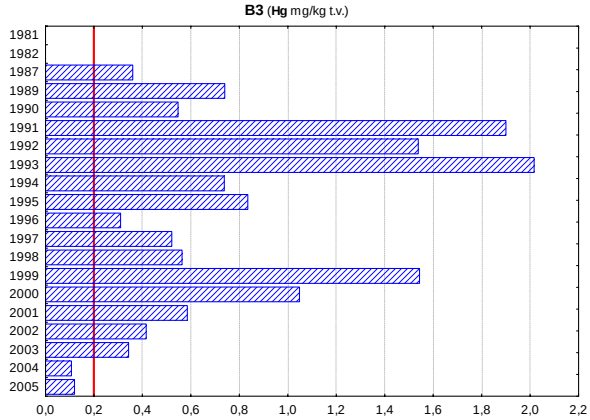
B1 (2).



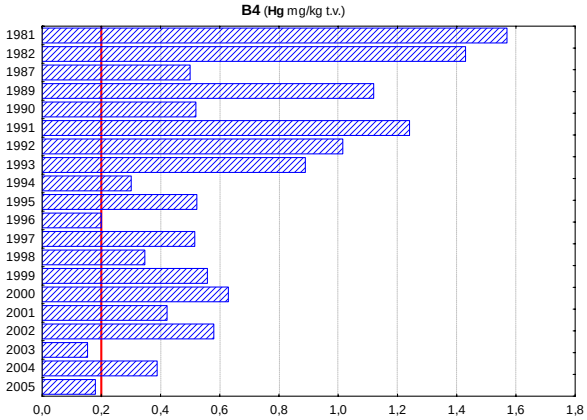
B2 (3).



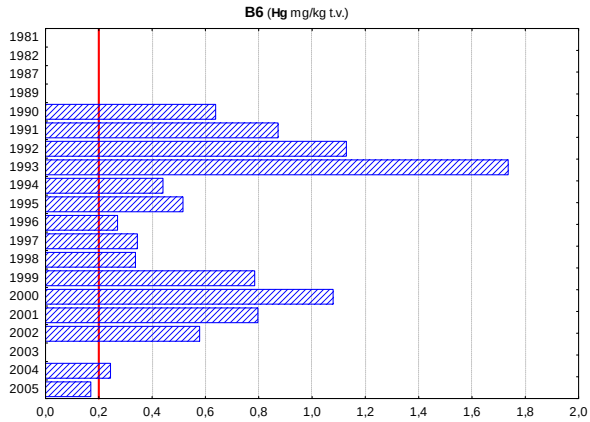
B3 (6).



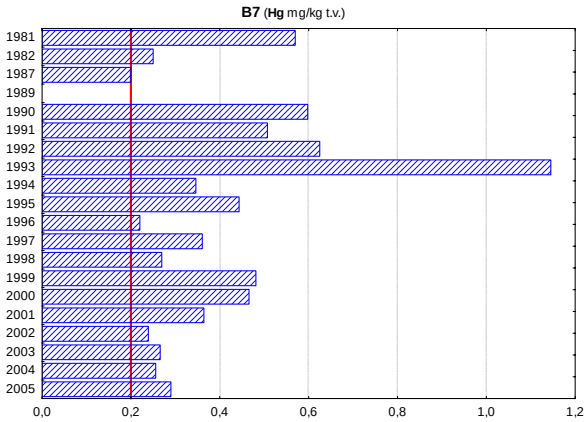
B4 (10).



B6 (18).

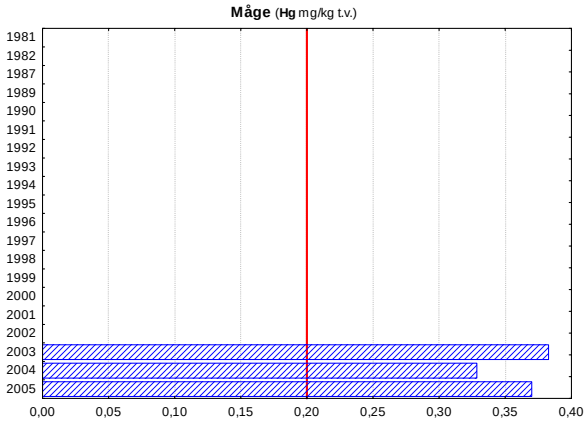


B7 (38).

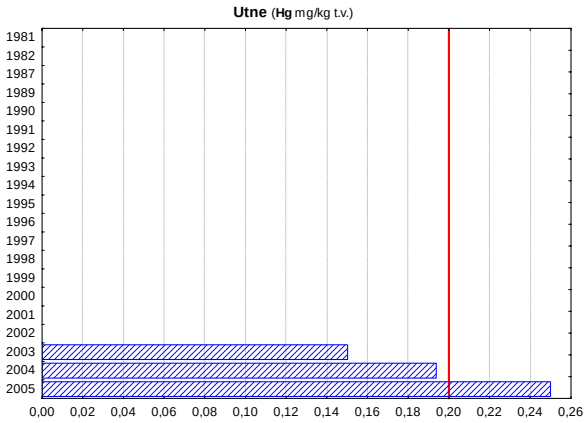


Forts. Figur 7.

Måge (15).

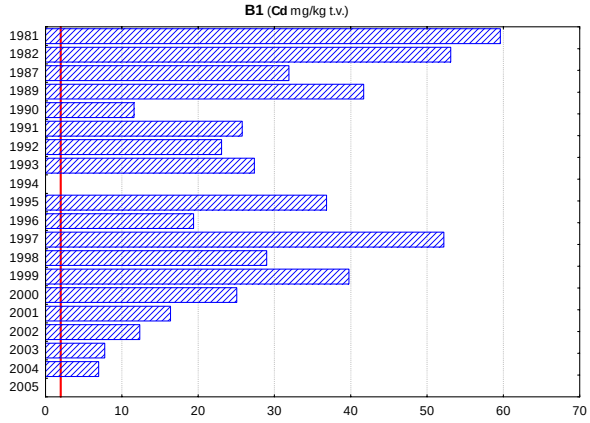


Utne (40).

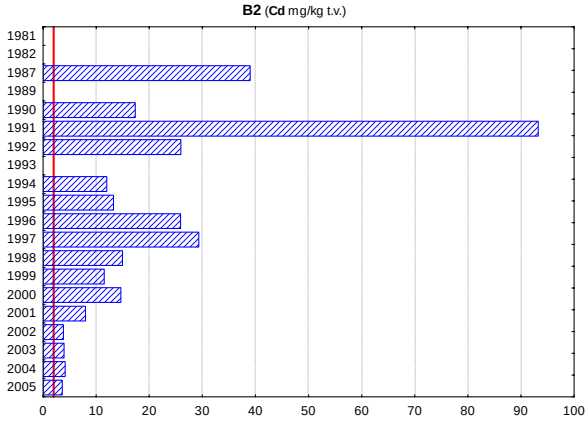


Figur 8. Kadmium i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-2005, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B1 i 2005.

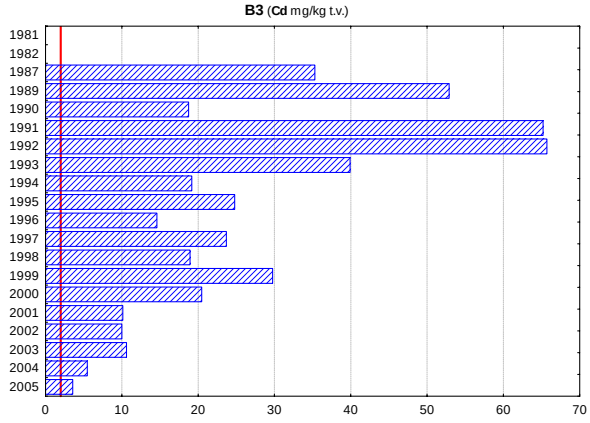
B1 (2).



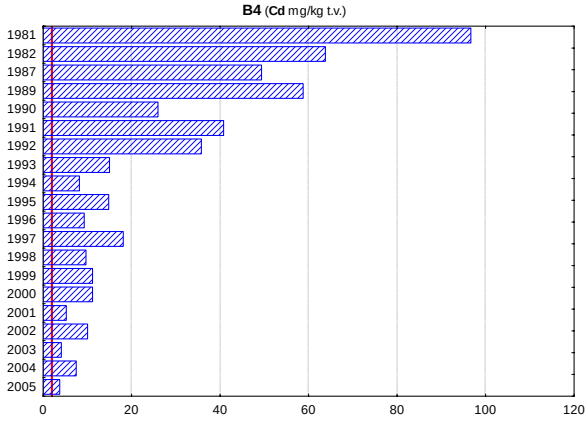
B2 (3).



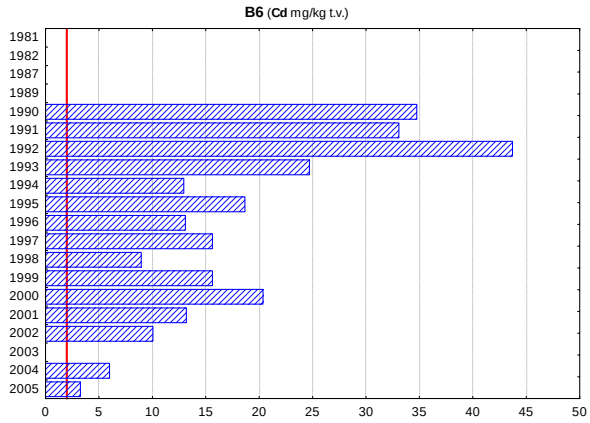
B3 (6).



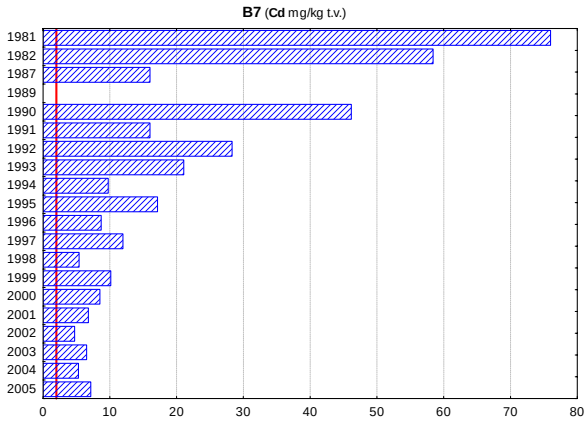
B4 (10).



B6 (18).

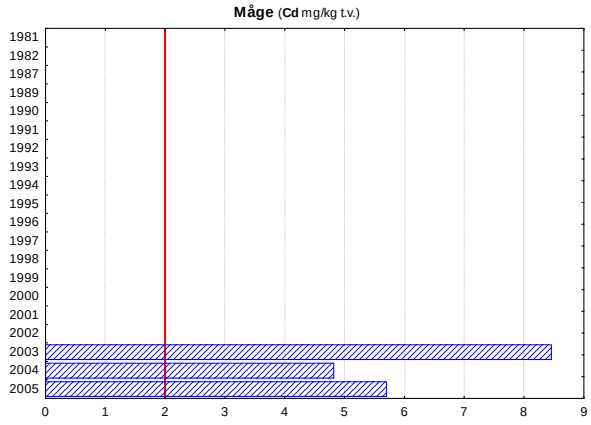


B7 (38).

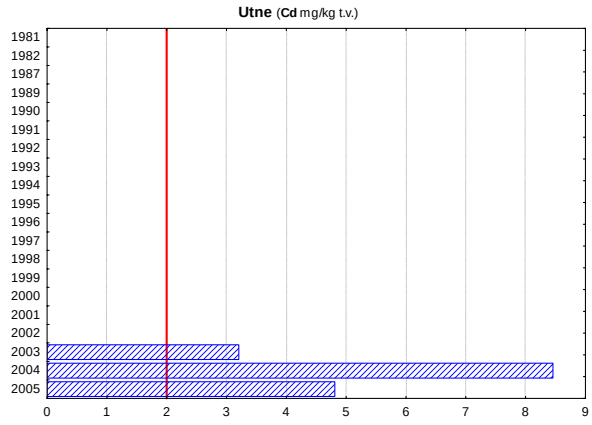


Forts. Figur 8.

Måge (15).

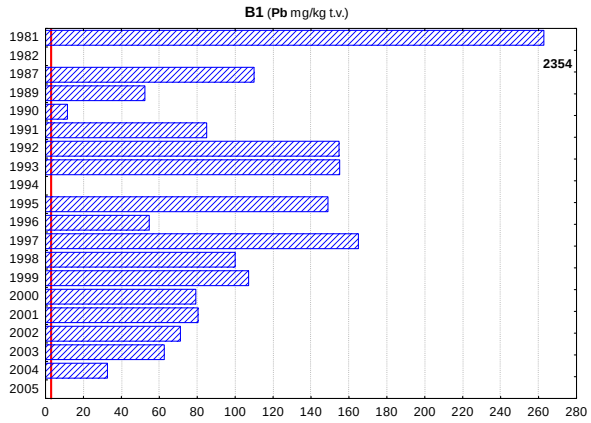


Utne (40).

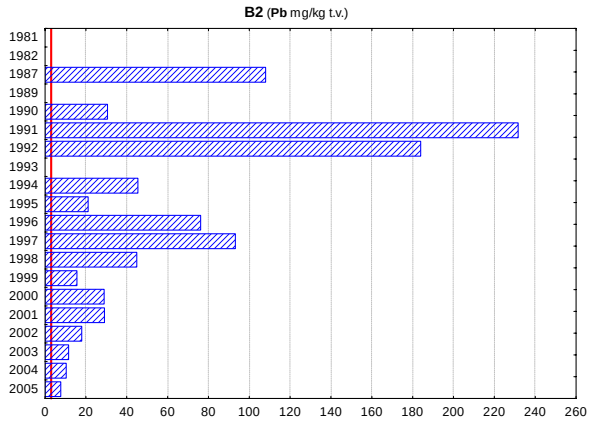


Figur 9. Bly i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-2005, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). De høye verdiene registrert på stasjonene B1, B4 og B7 (hhv. 2354 mg/kg, 1030 mg/kg og406 mg/kg) i 1982 (relativt til de andre årene) er ikke vist med søyle, men angitt med tall til høyre i figurene. Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B1 i 2005.

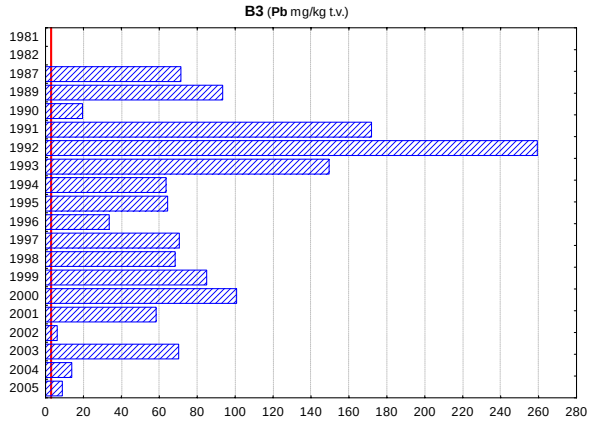
B1 (2).



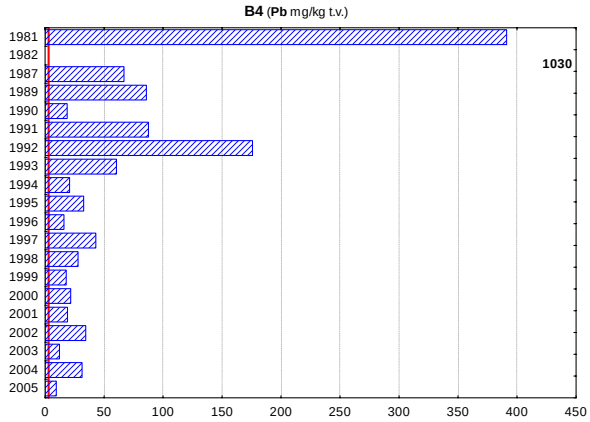
B2 (3).



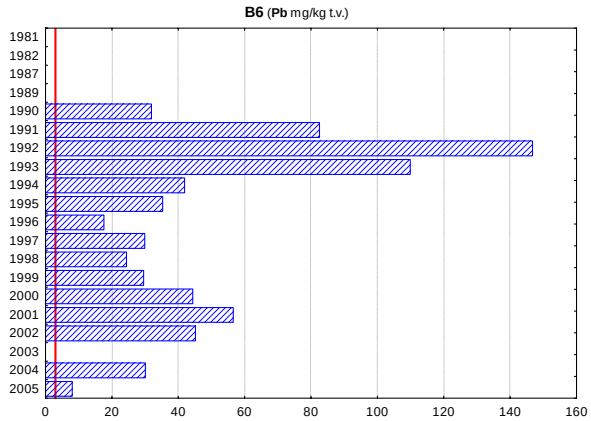
B3 (6).



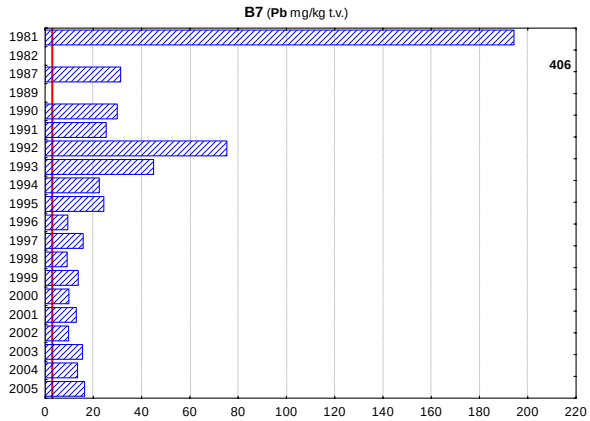
B4 (10).



B6 (18).

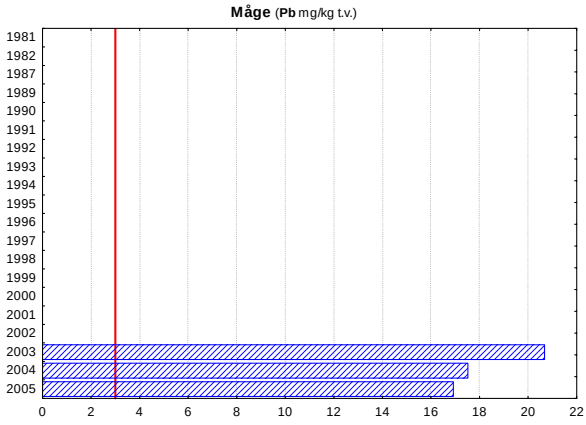


B7 (38).

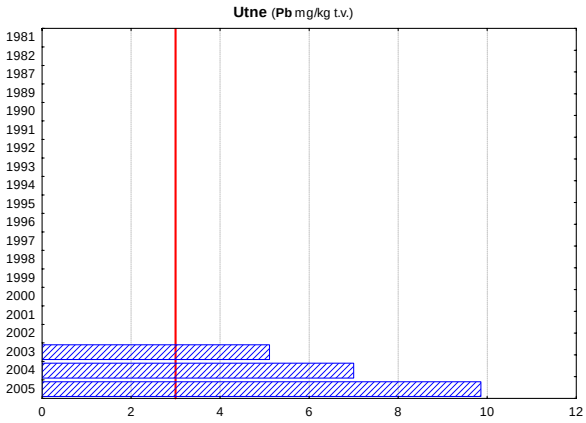


Forts. Figur 9.

Måge (15).

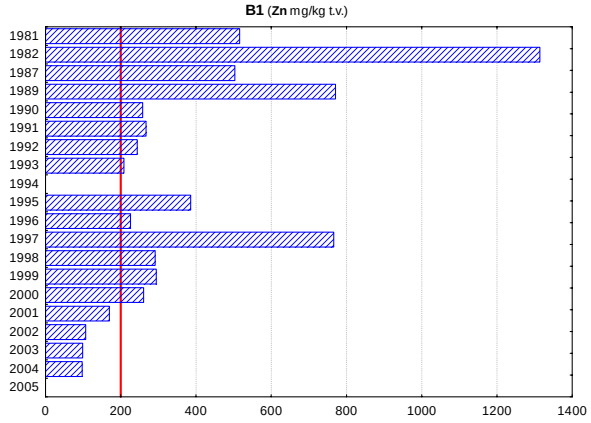


Utne (40).

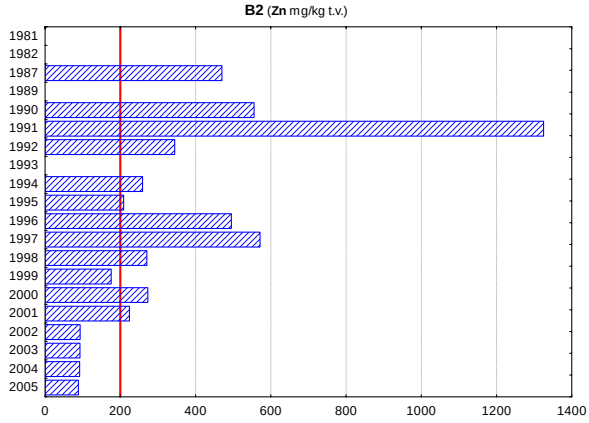


Figur 10. Sink i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-2005, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B1 i 2005.

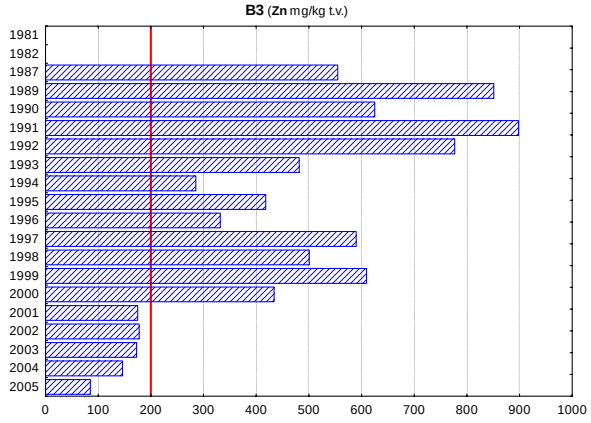
B1 (2).



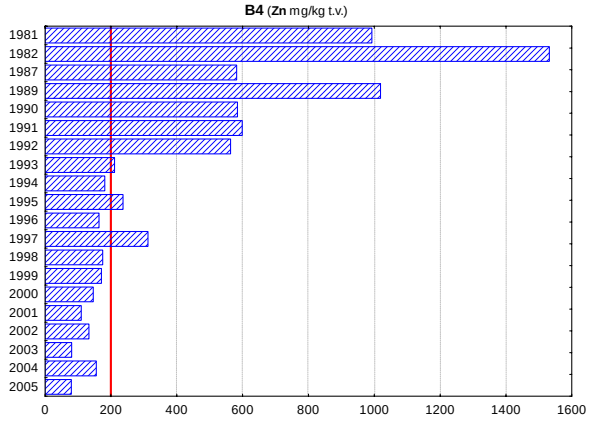
B2 (3).



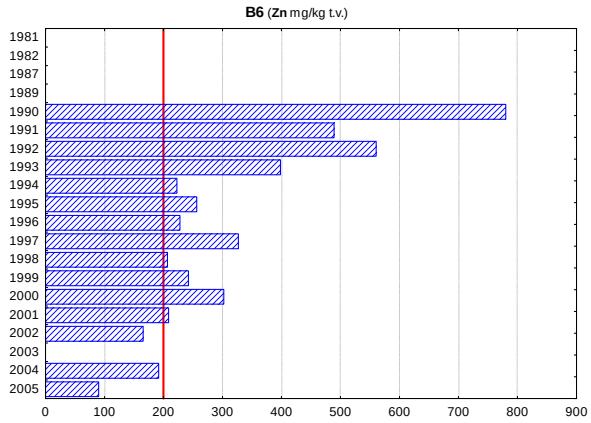
B3 (6).



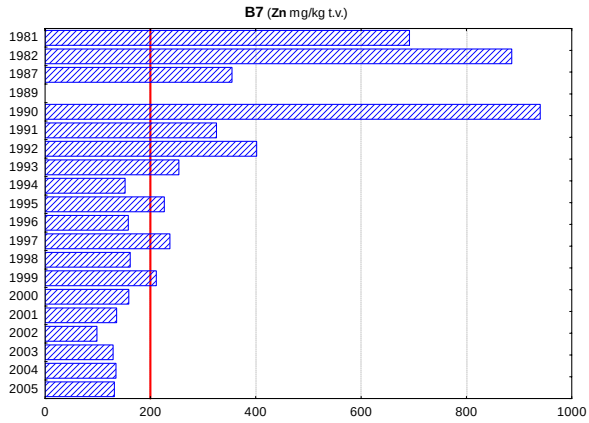
B4 (10).



B6 (18).

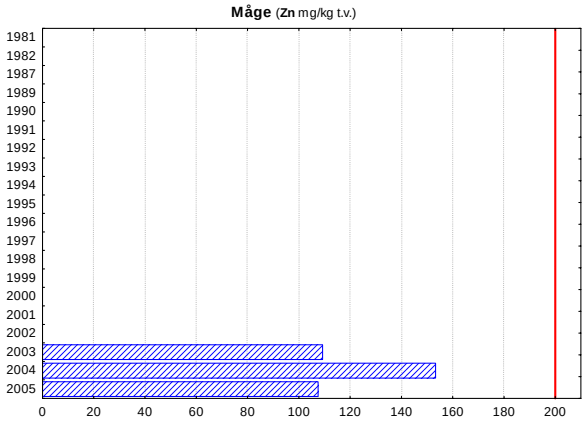


B7 (38).

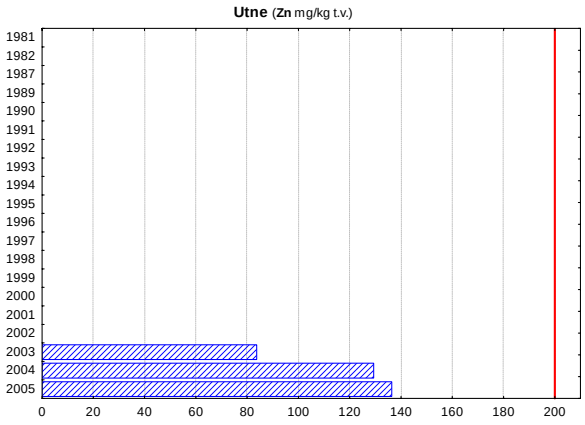


Forts. Figur 10.

Måge (15).



Utne (40).



5.3 Klororganiske stoffer i fisk

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2005:

- Den gjennomsnittlige $\sum PCB_7$-konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2005 klasse I (ubetydelig/lite forurenset). Filet av torsk var også lite/ubetydelig forurenset med PCB.
- Den gjennomsnittlige $\sum PCB_7$-konsentrasjonen i skrubbelever fra Sørfjorden 2005 var den høyeste som er registrert siden midten av 1990-tallet. Gjennomsnittlig $\sum PCB_7$-konsentrasjon i filet av skrubbe tilsvarte klasse II (moderat forurenset).
- Den gjennomsnittlige ∑DDT-konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2005 klasse III (markert forurenset). Denne konsentrasjonen er den høyeste som er registrert siden 1998. Filet av torsk var også markert (Kl. III) forurenset med DDT-forbindelser.
- Gjennomsnittlig ∑DDT-konsentrasjon i filet av skrubbe tilsvarte klasse I (lite/ubetydelig forurenset).

Utdrag av resultatene av fisk (samlet innenfor JAMP) analysert for klorerte organiske miljøgifter er presentert i Tabell 7.

*Tabell 7. $\sum PCB_7$ (sum av CB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) og DDT med nedbrytningsprodukter (gjennomsnitt/standardavvik) i fisk fra indre Sørfjorden (JAMP-st. 53) og i Hardangerfjorden ved Strandebarm (JAMP-st. 67) 2005, µg/kg våtvekt og µg/kg fett. Ikke analysert: i.a. (Om prøvenes sammensetning, se Tabell 3 *).*

Stasjoner/arter	Våtvektsbasis					Fettbasis	
	DDT	DDE	DDD	∑DDT	$\sum PCB_7$	∑ DDT	$\sum PCB_7$
I. Sørfj., (53)							
Torsk, lever	77/77	558/507	36/27	671/605	332/279	4378/2575	2141/1002
Torsk, filet	0,6/0,4	3,7/2,2	0,1/0,1	4,4/2,6	2/1	1131/1151	947/209
Skrubbe, lever	10,5/2,8	44,6/8,8	8,0/3,1	63,1/12,9	327/186	401/194	2056/1186
Skrubbe, filet	0,2/0,1	1,3/0,3	0,2/0,0	1,6/0,4	7/3	365/70	1604/738
Strandebarm (67)							
Torsk, lever	29/21	128/96	29/15	186/124	159/91	555/513	511/551
Torsk, filet	0,2/0,4	0,6/0,2	0,1/0,1	0,9/0,3	0,8/0,3	268/158	223/105
Skrubbe, lever	3,0/2,9	23,4/5,0	6,9/0,8	10,7/1,3	40/9	125/22	134/21
Skrubbe, filet	<0,02/-	0,4/0,2	0,1/0,1	0,5/0,4	0,7/0,4	102/49	142/75
Glassvar, lever	32/21	78/52	11/6	121/78	73/42	547/184	333/98
Glassvar, filet	0,2/0,0	0,6/0,1	<0.08/-	0,8/0,2	0,7/0,3	336/160	294/99

* DDT og PCB analyseres i 5 blandprøver (av 5 individer) i filet av torsk.

5.3.1 PCB

Den gjennomsnittlige **$\sum PCB_7$**-konsentrasjonen i **torsk**elever fra Sørfjorden representerte i 2005 **klasse I (ubetydelig/lite forurenset)** i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet. Denne konsentrasjonen er i samme størrelse som den har vært i torskelever de siste par år (Tabell 8, Figur 11), altså vesentlig lavere enn ekstremkonsentrasjonene som ble funnet i 2002. Det er imidlertid igjen viktig å bemerke at disse funnene ikke utelukker at det finnes torsk med betydelig høyere PCB-innhold i Sørfjorden. Av totalt 25 torsk var det kun 4 som viste ekstreme konsentrasjoner i 2002.

Filet av torsk fra Sørfjorden var også **lite/ubetydelig (Kl. I)** forurenset med PCB.

Tabell 8. Gjennomsnitt av ∑PCB$_7$ i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sørfjorden og Hardangerfjorden ved Strandebarm 1991-2005, mg/kg fett. Individuelle analyser eller blandprøver av størrelseskategorier.

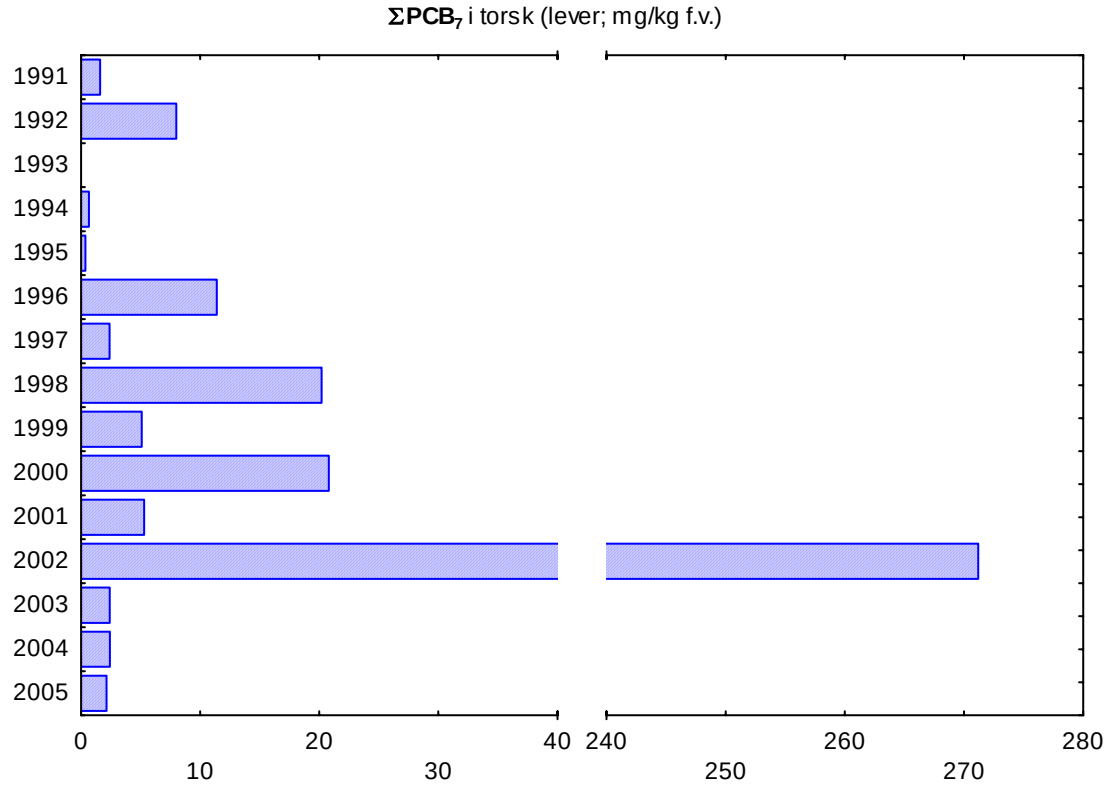
Stasj./ arter	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
I. Sørfj.										
Torsk l.	1,6	8,0	<0,8	0,66	0,36	11,4[1)]	2,4[1)]	20,2[1)]	5,1	20,8
Torsk f.	0,6	6,9	<0,6	-	0,19	8,4[2)]	2,0[1)]	34,6[1)]	2,4	20,0
Skrubbe l.	2,8	2,6	<0,5	9,2	0,41	1,4[2)]	0,77[2)]	0,56[2)]	0,84	0,80
Skrubbe f.	16,7	2,5	<0,6	1,96	0,33	0,74[3)]	0,64[2)]	0,43[2)]	0,76	0,46
Ål f.									0,55[4)]	
Strandeb.										
Torsk l.	0,67	0,66	<0,5	0,93	0,38	0,47	1,6	0,54	0,90	0,54
Torsk f.	0,34	<0,4	<0,2	0,50	0,20	1,1	2,1	0,22	0,48	0,44
Glassvar l.	0,39	1,2	<0,6	1,1	1,1	0,47	0,51	0,39	0,62	0,34
Glassvar f.	0,32	0,63	<0,3	0,56	0,76	0,33	0,28	0,26	0,46	0,24
Skrubbe l.						0,58		0,38	0,15	0,13
Skrubbe f.						0,64		0,43	0,15	0,10
Sandfl. l.								0,67		
Sandfl. f.								0,68		
Ål f.									0,17	

[1)] Middel av prøvene fra Tyssedal og Edna.
[2)] Middel av de tre prøvene fra Odda, Tyssedal og Edna.
[3)] Bare analysert i materialet fra Odda.
[4)] Middel av fisk fra Odda (0,78 mg/kg) og Edna-Tyssedal (0,31 mg/kg).

Stasj./ arter	2001	2002	2003	2004	2005 [8)]
I. Sørfj.					
Torsk l.	5,3	271,2 [5)] (7,4) [6)]	2,41	2,42	2,14
Torsk f.	<0,25	234,7 [7)]	2,5	1,0	0,95
Skrubbe l.	0,62	0,81	1,60	0,90	2,06
Skrubbe f.	<0,6	0,40	<0,2	0,75	1,60
Ål f.					
Strandeb.					
Torsk l.	0,75	0,35	0,20	0,33	0,51
Torsk f.	<3,3	0,25	-	<0,5	0,22
Glassvar l.	0,32	0,40	0,30	0,20	0,33
Glassvar f.	<0,25	0,00	-	-	0,29
Skrubbe l.	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13
Skrubbe f.	<0,08	0,18	0,08	-	0,14
Sandfl. l.					
Sandfl. f.					
Ål f.					

[5)] Ekstreme konsentrasjoner i fire (av 25) individer (gjennomsnittlig 296,0 mg/kg våtvekt ± standard avvik: 118,7) trekker gjennomsnittet opp til denne høye verdien. I parentes:
[6)] Gjennomsnittet (av 21 fisk) uten disse fire individene (se fotnote [5)]).
[7)] Gjennomsnitt av 5 blandprøver på hhv 0,009, 0,008, 0,002, 3,242 og 0,002 mg/kg våtvekt. Det er tydelig at de fire torskene med ekstreme PCB-konsentrasjoner (nevnt i fotnote [5)] og [6)]) Har blitt ujevnt fordelt på disse fem blandprøvene. PCB-verdiene i filet av torsk fra Sørfjorden 2002 er derfor lite representative.
[8)] Regnet fra individuelle konsentrasjoner på fettbasis (ikke gjennomsnittskonsentrasjoner og midlere fettinnhold, som tidligere år).

Figur 11. Gjennomsnitt av ΣPCB$_7$ i lever av torsk fra indre Sørfjorden (1991-2005), mg/kg fettvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 8. Mrk. brudd på aksen mellom 40 og 240.



Den gjennomsnittlige **∑PCB$_7$**-konsentrasjonen i **skrubbe**lever fra Sørfjorden 2005 var den høyeste som er registrert siden midten av 1990-tallet. Den ligger også på litt over en faktor 4,5 høyere enn det foreslåtte "høye bakgrunnsnivå" (i skrubbelever) etter registreringer på referansestasjoner (70 µg/kg v.v.; [16]). Denne konsentrasjonen er likevel lik den man finner i torsk (Tabell 7 og 8). Gjennomsnittlig **∑PCB$_7$**-konsentrasjon i **filet** av skrubbe korresponderte med **klasse II (moderat forurenset)** i henhold til SFTs tilstandsklasser.

Av analysene i fisk fra Strandebarm ses også i 2005 vanlig utbredte PCB-verdier i torsk, skrubbe og glassvar (Tabell 8). Konsentrasjonene i torsk og skrubbe representerer **klasse I (lite ubetydelig forurenset)** i henhold til SFTs tilstandsklasser.

Igjen kan det bemerkes at dersom en vil sammenligne konsentrasjonene av PCB i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, kan følgende påpekes:

- Nivåene av PCB i fisk fra Sørfjorden er (når en ser bort fra ekstremkonsentrasjonene funnet i 2002) vesentlig lavere enn i fisk fra havneområder og i nærheten av byer (eksempelvis indre Oslofjord; [16]).

5.3.2 DDT

Den gjennomsnittlige **∑DDT**-konsentrasjonen i **torsk**elever fra Sørfjorden representerte i 2005 **klasse III (markert forurenset)** i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet. Denne konsentrasjonen er den høyeste som er registrert siden 1998 (Tabell 9, Figur 12).

Filet av torsk fra Sørfjorden var også **markert (Kl. III)** forurenset med DDT-forbindelser.

∑DDT-nivået i skrubbelever i 2005 var vesentlig lavere enn i torskelever (Tabell 7) og på et nivå man har observert de siste årene (Tabell 9). Gjennomsnittlig **∑DDT**-konsentrasjon i **filet** av skrubbe tilsvarte **klasse I (lite/ubetydelig forurenset)** i henhold til SFTs tilstandsklasser.

Av analysene i fisk fra Strandebarm ses også i 2005 i hovedsak vanlig utbredte ∑DDT-verdier i torsk, skrubbe og glassvar (Tabell 7 og 9). Konsentrasjonene i torsk og skrubbe representerer **klasse I (lite ubetydelig forurenset)** i henhold til SFTs tilstandsklasser.

For sammenligning av konsentrasjonene av DDT-forbindelser i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, vises det igjen til en rapport [20] som går i dybden på emnet og konkluderer med følgende:

- Konsentrasjonene av DDT-forbindelser i fisk fra Sørfjorden er høye, men forskjellene fra andre relevante fjordområder er ikke like markert som for blåskjell (se nedenfor)
- Det kan tyde på at flere fjordområder er belastet med DDT fra gammelt av (ligger i sedimenter), men stadig utlekking til sjøen fra land er større i Sørfjorden.
- Konsentrasjoner av p,p´-DDE i torskelever fra indre Drammensjorden, som er resipient for elver som drenerer fruktdyrkingsområder, er sammenlignbare med konsentrasjonene i torsk fra Sørfjorden.

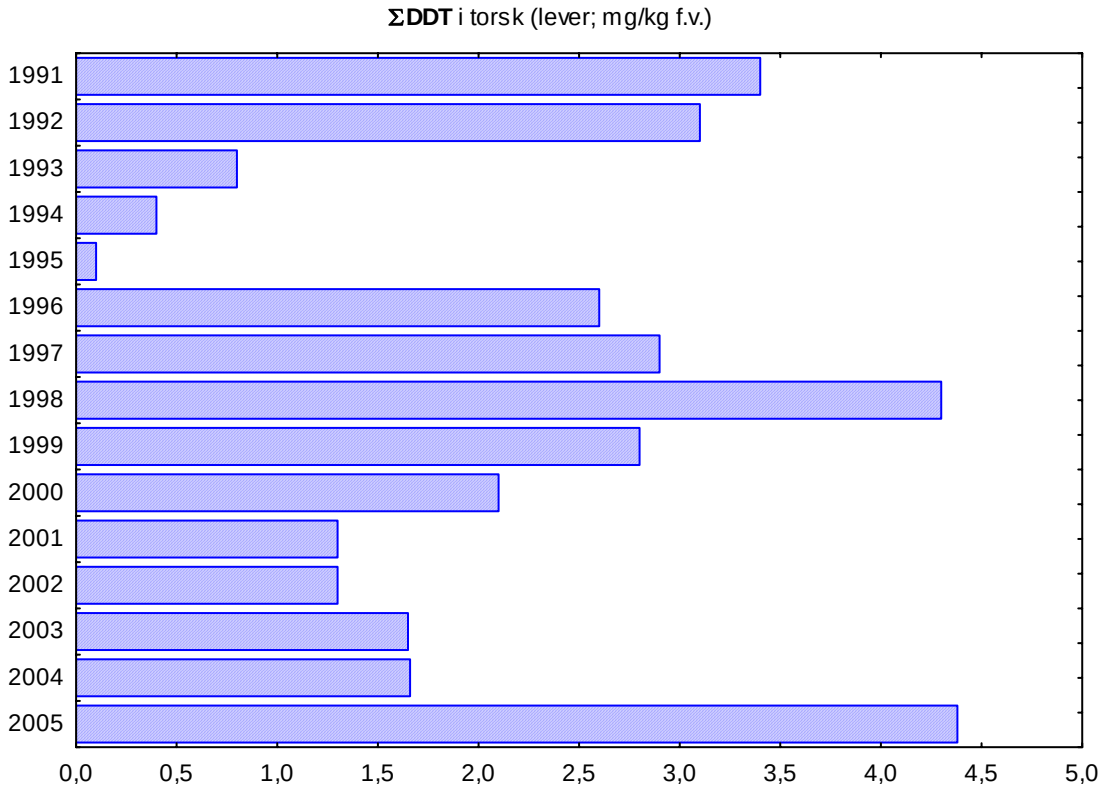
Tabell 9. Gjennomsnitt av ΣDDT i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sørfjorden og Hardangerfjorden ved Strandebarm 1991-2005, mg/kg fett. Individuelle analyser eller blandprøver av størrelseskategorier.

Stasj./ arter	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
I. Sørfj.										
Torsk l.	3,4	3,1[3)]	0,8[3)]	0,4[3)]	0,1[3)]	2,6[1)]	2,9[1, 3)]	4,3[5)]	2,8[3)]	2,1
Torsk f.	1,0	3,8[3)]	0,7[3)]	-	<0,1[3)]	-	1,4[1, 3)]	-	-	-
Skrubbe l.	0,5[3)]	0,3[3)]	0,2[3)]	2,2[3)]	0,1[3)]	0,18[2)]	0,9[4)]	0,4[4)]	0,43	0,26
Skrubbe f.	3,1[3)]	0,8[3)]	0,6[3)]	0,7[3)]	0,1[3)]		0,37[4)]	-	-	-
Ål f.									0,25[6)]	
Strandeb.										
Torsk l.	2,0	0,8[3)]	1,0[3)]	1,3[3)]	0,3[3)]	1,5	5,8	1,2	0,89[3)]	0,93
Torsk f.	1,1	0,6[3)]	0,4[3)]	1,5[3)]	0,5[3)]	-	5,6[3)]	-	-	-
Glassvar l.	1,1[3)]	1,5[3)]	1,1[3)]	1,7[3)]	1,0[3)]	-	1,0[3)]	1,1	1,5	0,64
Glassvar f.	0,8[3)]	1,2[3)]	0,8[3)]	1,2[3)]	1,6[3)]	-	0,5[3)]	-	-	-
Skrubbe l.						0,17		0,55	0,21	0,17
Skrubbe f.						-		0,49	-	-
Sandfl. l.								0,77		
Sandfl. f.								0,83		
Ål f.									0,31	

Stasj./ arter	2001	2002	2003	2004	2005
I. Sørfj.					
Torsk l.	1,3	1,30	1,65	1,66	4,38
Torsk f.	0,15[3)]	1,17[3)]	1,10[3)]	0,70	1,13
Skrubbe l.	0,33	0,41	0,54	0,33	0,40
Skrubbe f.	<0,22[3)]	0,18[3)]	0,20[3)]	0,20	0,37
Ål f.					
Strandeb.					
Torsk l.	0,49	0,38	0,24	0,30	0,56
Torsk f.	1,1 [3)]	0,13[3)]	<0,10[3)]	<0,25	0,27
Glassvar l.	0,43	0,39	0,48	0,30	0,55
Glassvar f.	<0,15[3)]	0,12[3)]	0,18[3)]	0,20	0,34
Skrubbe l.	0,13	0,15	0,16	0,12	0,13
Skrubbe f.	0,09[3)]	0,12[3)]	0,09[3)]	0,20	0,10
Sandfl. l.					
Sandfl. f.					
Ål f.					

[1)] Middel av prøvene fra Tyssedal og Edna.
[2)] Bare analysert i materialet fra Odda.
[3)] Sum av bare DDE + DDD, avrundede verdier.
[4)] Middel av de tre understasjonene Odda, Tyssedal og Edna.
[5)] Bare verdier fra Edna
[6)] Middel av verdier fra Odda

Figur 12. Gjennomsnitt av ΣDDT i lever av torsk fra indre Sørfjorden (1991-2005), mg/kg fettvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 9.



5.4 Klororganiske stoffer i blåskjell

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2005:

- De høyeste konsentrasjonene av ΣDDT i blåskjell ble, som vanlig, funnet på stasjon B6 (Kvalnes; klassifisert i klasse V, meget sterkt forurenset).
- Relativt mye nedbør i tidsrommet før blåskjellinnsamlingen i 2005 kan sannsynligvis forklare de høye konsentrasjonene av ΣDDT.
- Blåskjell fra Sørfjorden var i hovedsak lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med ΣPCB_7 i 2005. Skjell fra Tyssedal var moderat forurenset (KL. II).
- ΣPCB_7-konsentrajonen ved Tyssedal var den laveste som er registrert her siden 1991.

Resultatene fra analysene av klorerte organiske miljøgifter i blåskjell er presentert i Tabell 10.

5.4.1 DDT

ΣDDT viste i 2005 opp til **meget sterk (Kl. V) forurensning** (st. B6/56A, Kvalnes; både innsamlingen innenfor Statlig program for forurensningsovervåking og JAMP) i blåskjell (Tabell 10). Innerst i Sørfjorden, samt utenfor Sørfjorden ble moderat (Kl. II) forurensning registrert (JAMP-innsamling; Tabell 10). På de øvrige stasjonene var DDT-forurensningen markert (Kl. III) til sterk (Kl. IV, Tabell 10). På enkelte stasjoner var konsentrasjonen av ΣDDT i en størrelse tilsvarende "toppen" i 2003 (Tabell 11, Figur 13). I 2005 kunne man imidlertid ikke registrere like høye andeler av det insekticide virkestoffet p,p´-DDT, relativt til nedbrytningsproduktet p,p´-DDE (Tabell 11).

En undersøkelse fra 2005 [20] konkluderte med at det var meget sannsynlig at perioder med høye konsentrasjoner av DDT-forbindelser i blåskjell er forbundet med spesielt stor nedbør (og dermed utvasking av DDT fra kilder på land) i tiden før blåskjellinnsamlingen. Relativt mye nedbør i tidsrommet før blåskjellinsamlingen i 2005 kan sannsynligvis også forklare de høye konsentrasjonene funnet dette året (Tabell 12)

På tilsvarende måte kan forskjeller i nedbørsmengde i dagene før blåskjellinnsamling sannsynligvis forklare noe av forskjellene man kan observere i konsentrasjoner i blåskjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking og JAMP. For eksempel ble høyere konsentrasjoner av ΣDDT observert i skjell fra Eitrheim (st. B2/52A) samlet i begynnelsen av november (Statlig program), enn i skjell samlet i slutten av september (JAMP). I de fem dagene før og under innsamlingen av blåskjellene i november falt det 46,1 mm nedbør ved Ullensvang. I de fem dagene før og under innsamlingen av blåskjellene i september falt det 24,8 mm nedbør.

For sammenligning av konsentrasjonene av DDT-forbindelser i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, vises det igjen til en rapport [20] som går i dybden på emnet og konkluderer med følgende:

- Det er begrenset med relevante sammenligningsdata på konsentrasjoner av DDT-forbindelser i blåskjell fra andre områder, men dataene som foreligger indikerer tidvis spesielt høye konsentrasjoner på enkelte stasjoner i Sørfjorden.

Tabell 10. DDT med nedbrytningsprodukter og ∑PCB_7 [1)] i blåskjell fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 2005 (5-28 november [S. P.] og 21-23 september [JAMP], µg/kg våtvekt) (ΣDDT også i µg/kg fett). (Fra JAMP middel av 3 størrelseskategorier). Data fra det opprinnelige stasjonsnettet (st. B1 osv.) i kolonner merket "S. P."; fra JAMP/INDEX (st. 51A osv.) i kolonner merket "JAMP". Jfr. Figur 1 vedrørende stasjonsplassering (i tabellen oppført med økende avstand fra Odda). Det ble ikke funnet blåskjell [S. P.] på stasjon B1 i 2005.

St.nr.	DDT		DDE		DDD		ΣDDT		∑PCB_7		ΣDDT (µg/kg fett)	
	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP
B1/51A		0,5		1,3		0,2		2,1		1,2		233
B2/52A	5,7	1,2	6,6	2,0	0,9	0,5	13,2	3,8	2,74	1,6	413	235
B3	3,8		4,5		0,8		9,1		5,78		351	
B4	6,4		7,1		1,1		14,6		1,78		521	
Måge	6,9		8,3		1,2		16,4		1,19		820	
B6/56A	26,0	23,7	29,0	60,0	4,5	5,5	59,5	89,2	2,11	1,1	2380	8245
B7/57A	8,0	5,2	11,0	7,2	1,3	1,3	20,3	13,6	0,71	1,0	1269	773
Utne	7,4		8,5		1,1		17,0		0,97		810	
63A		1,9		2,1		0,4		4,4		0,7		276
B15/65A		1,1		1,4		0,4		2,9		0,7		106

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

Tabell 11. DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell 1991-2000 (a) og 2001-2005 (b), µg/kg våtvekt. (I parentes % av ∑DDT). Verdiene er delvis avrundet. Ikke registrert: B1 i 1994, B2 i 1993,. B3/B4 i 1997, B6 i 2003 og B1 i 2005.(c.) viser DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell på de nye stasjonene "Måge" og "Utne" (2003-2005).

(a.)

Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	Σ DDT
	1991	0.7 (20)	2.0 (60)	0.7 (20)	3.4
St. B1	1992	< 0.2 (≈ 2)	2.3 (56)	1.7 (42)	4.9 [1)]
Byrkjenes	1993	0.1 (≈ 3)	2.5 (69)	1.0 (28)	3.6
	1995	2.0 (33)	3.3 (55)	0.7 (12)	6.0
	1996	3.0 (48)	2.4 (38)	0.9 (14)	6.3
	1997 [3)]	2.5 (47)	2.4 (46)	0.3 (7)	5.2
	1998	< 0.5 (<6)	2.3 (49)	2.1 (45)	4.7
	1999	2.2 (46)	2.3 (48)	0.3 (6)	4.8
	2000	2.7 (37)	4.2 (58)	0.4 (5)	7.3
	1991	0.1 (4)	1.5 (62)	0.8 (34)	2.4
St. B2	1992	< 0.2 (< 2)	2.5 (51)	2.3 (47)	4.9 [1)]
Eitrheim	1994	0.9 (28)	2.1 (64)	0.3 (8)	3.3
	1995	2.8 (40)	3.2 (46)	0.9 (14)	6.9
	1996	1.9 (35)	2.4 (44)	1.1 (21)	5.5
	1997 [3)]	2.1 (39)	2.2 (40)	1.1 (21)	5.4
	1998	< 0.5 (<5)	3.3 (49)	3.2 (47)	6.8
	1999	3.2 (46)	3.2 (46)	0.6 (8)	7.0
	2000	2.6 (36)	4.2 (58)	0.4 (7)	7.2
	1991	0.1 (≈ 6)	1.0 (63)	0.5 (31)	1.6
St. B3	1992	0.4 (15)	1.7 (60)	0.7 (25)	2.8
Tyssedal	1993	< 0.1 (≈ 6)	1.8 (62)	1.0 (32)	2.9 [1)]
	1994	0.4 (15)	1.9 (68)	0.5 ?(17)	~ 2.7 ?
	1995	1.5 (40)	1.8 (46)	0.5 (14)	3.8
	1996	2.2 (40)	2.4 (44)	0.9 (16)	5.4
	1998	< 0.5 (<5)	2.9 (45)	3.2 (50)	6.4
	1999	1.9 (51)	1.5 (40)	0.4 (9)	3.8
	2000	2.0 (38)	2.2 (41)	1.1 (21)	5.3
	1991	1.4 (18)	4.1 (51)	2.5 (31)	8.0
St. B4	1992	< 0.2 (≈ 1)	4.8 (48)	5.1 (51)	10.0 [1)]
Digranes	1993	1.6 (17)	4.9 (53)	2.8 (30)	9.3
	1994	0.3 (9)	2.6 (73)	0.7 (18)	3.6
	1995	3.7 (53)	2.7 (38	0.6 (9)	7..0
	1996	3.7 (40)	3.8 (42)	1.6 (18)	9.0
	1998	< 0.5 (<2)	6.2 (44)	7.7 (54)	14.2
	1999	4.3 (43)	4.5 (45)	1.2 (12)	10.0
	2000	4.1 (39)	5.8 (55)	0.6 (6)	10.5
	1991	4.7 (22)	10.7 (50)	6.0 (28)	21.4
St. B6	1992	0.5 (3)	7.8 (44)	9.4 (53)	17.7
Kvalnes	1993	0.3 (1)	15.5 (63)	8.7 (36)	24.5
	1994	3.2 (17)	13.8 (73)	2.0 (10)	18.9
	1995	16.3 (46)	15.3 (43)	4.1 (11)	35.7
	1996	9.7 (51)	8.3 (44)	0.9 (5)	18.9
	1997 [3)]	9.8 (46)	8.1 (38)	3.5 (16)	21.4
	1998	13.0 (34)	16.0 (41)	9.5 (25)	38.5
	1999	19.0 (40)	22.0 (46)	6.7 (14)	47.7
	2000	32.0 (61)	16.0 (30)	4.9 (9)	52.9
	1991	1.9 (20)	5.7 (61)	1.8 (19)	9.4
St. B7	1992	< 0.2 (≈ 1)	5.6 (52)	5.0 (47)	10.7 [1)]
Krossanes	1993	0.1 (≈ 3)	2.2 (61)	1.3 (36)	3.6
	1994	0.2 (4)	4.7 (73)	1.5 (23)	6.5
	1995 [2)]	1.3 (32)	2.2 (53)	0.6 (15)	4.2
	1996	2.4 (27)	4.4 (51)	1.9 (22)	8.7
	1997 [3)]	8.6 (54)	5.7 (35)	3.2 (11)	16.1
	1998	1.7 (7)	9.1 (40)	12.0 (53)	22.8
	1999	3.2 (36)	4.7 (53)	1.0 (11)	8.9
	2000	7.3 (41)	9.4 (53)	1.0 (6)	9.4

[1)] Ved summering eventuelt regnet med 1/2 deteksjonsgrense.

[2)] Verdier fra reanalyse. ∑DDT fra 1. gangs analyse: 1.9.

[3)] Data fra JAMP/INDEX.

Forts. Tabell 11

(b.)

Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	Σ DDT
St. B1 Byrkjenes	2001	1.8 (33)	3.0 (54)	0.7 (13)	5.5
	2002	1.5 (32)	2.3 (50)	0.8 (18)	4.6
	2003	5.9 (56)	3.0 (29)	1.6 (15)	10.5
	2004	1.4 (38)	1.9 (52)	0.4 (10)	3.7
St. B2 Eitrheim	2001	- [4)]	3.9 (<86)	0.6 (<14)	4.5
	2002	2.1 (40)	2.5 (47)	0.7 (13)	5.3
	2003	4.1 (55)	2.2 (30)	1.1 (15)	7.4
	2004	1.5 (37)	2.1 (52)	0.4 (11)	4.0
	2005	5.7 (43)	6.6 (50)	0.9 (7)	13.2
St. B3 Tyssedal	2001	1.5 (<34)	2.9 (<66)	- [4)]	4.4
	2002	- [4)]	2.1 (<68)	1.0 (<32)	3.1
	2003	5.7 (62)	2.3 (25)	1.2 (13)	9.2
	2004	1.8 (38)	2.4 (51)	0.5 (11)	4.7
	2005	3.8 (42)	4.5 (49)	0.8 (9)	9.1
St. B4 Digranes	2001	1.0 (12)	6.0 (71)	1.5 (18)	8.5
	2002	0.7 (14)	3.1 (59)	1.4 (27)	5.3
	2003	17.0 (71)	4.6 (19)	2.3 (10)	23.9
	2004	2.6 (42)	3.0 (49)	0.6 (9)	6.2
	2005	6.4 (44)	7.1 (49)	1.1 (8)	14.6
St. B6 Kvalnes	2001	15.0 (37)	21.0 (51)	4.8 (12)	40.8
	2002	5.2 (20)	15.0 (56)	6.5 (24)	26.7
	2004	17.0 (51)	13.0 (39)	3.4 (10)	33.4
	2005	26.0 (44)	29.0 (49)	4.5 (8)	59.5
St. B7 Krossanes	2001	9.5 (52)	7.5 (41)	1.4 (8)	18.4
	2002	2.7 (25)	5.4 (51)	2.6 (24)	10.7
	2003	21.0 (56)	12.0 (32)	4.3 (12)	37.3
	2004	8.2 (47)	7.9 (46)	1.2 (7)	17.3
	2005	8.0 (39)	11.0 (54)	1.3 (6)	20.3

[4)] Interferens i kromatogram.

(c.)

Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	Σ DDT
Måge	2003	17.0 (69)	4.6 (19)	2.9 (12)	24.5
	2004	7.8 (43)	8.9 (49)	1.4 (8)	18.1
	2005	6.9 (42)	8.3 (51)	1.2 (7)	16.4
Utne (Trones)	2003	16.0 (60)	8.1 (30)	2.7 (10)	26.8
	2004	3.3 (41)	4.2 (52)	0.6 (8)	8.1
	2005	7.4 (44)	8.5 (50)	1.1 (7)	17.0

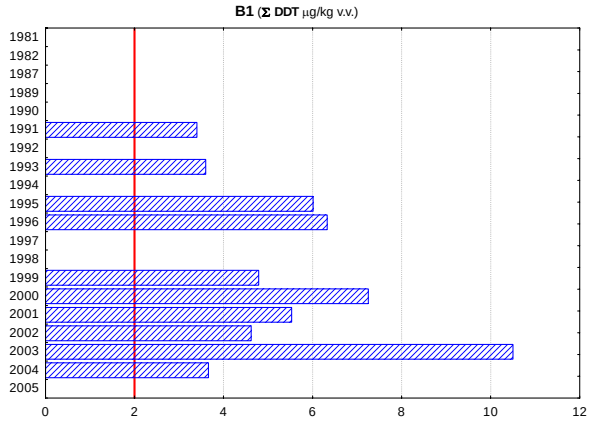
Tabell 12. Tidspunkter for blåskjellinnsamling, samt nedbørsmengder (mm) ved Ullensvang i månedene oktober og november, årene 2003-2005.

År	Tidspunkt for innsamling av blåskjell	Nedbør (mm) (Ullensvang) *	
2003	2 - 12 november	Oktober:	103,1
		November:	64,6
2004	3 - 6 november	Oktober:	76,3
		November:	169,1
2005	5- 28 november	Oktober:	108,8
		November:	223,4

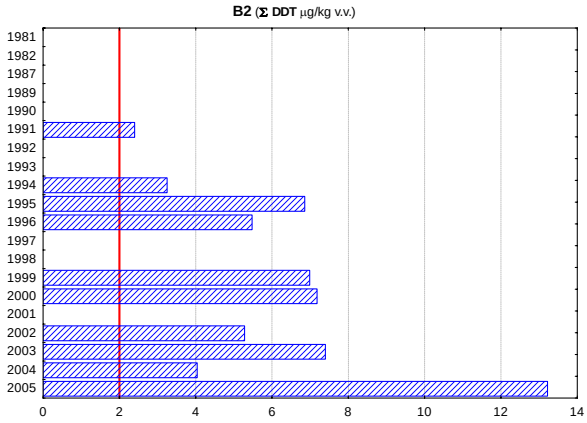
* Fra Bioforsk AgroMetBase (http://lmt.bioforsk.no/agrometbase/getweatherdata.php)

Figur 13. ΣDDT i blåskjell fra Sørfjorden 1981-2005, µg/kg våtvekt. Søyler er kun vist for de år/stasjoner hvor alle tre komponenter (DDT. DDE og DDD) er detektert i prøven. Om fordeling mellom DDT, DDE og DDD, se Tabell 9 og 10. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand fra Odda (km). Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = høyt bakgrunnsnivå). Det ble ikke funnet blåskjell på stasjon B1 i 2005.

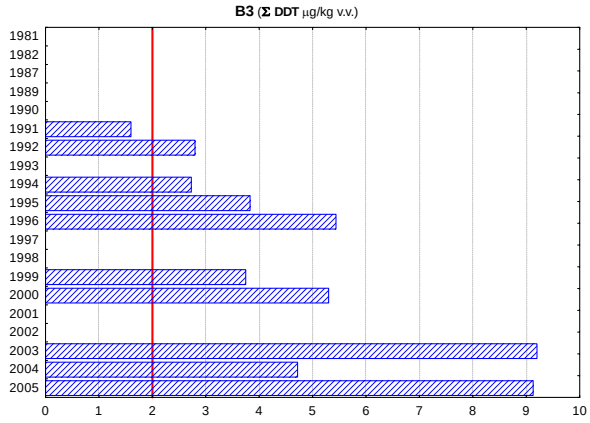
B1 (2).



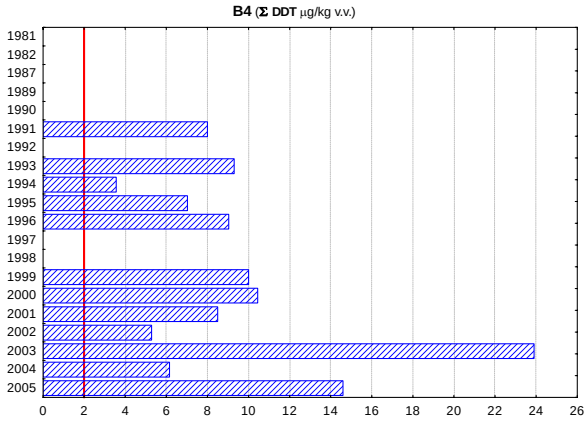
B2 (3).



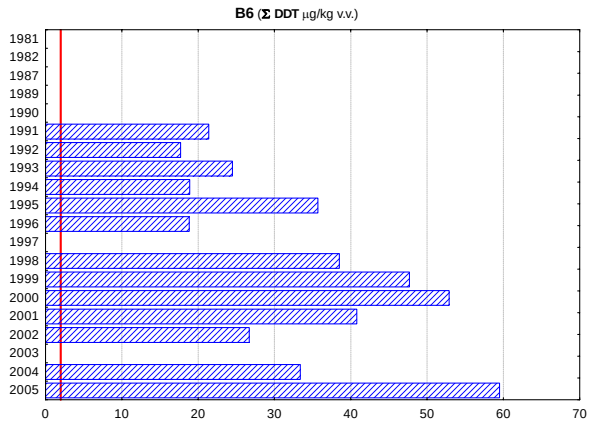
B3 (6).



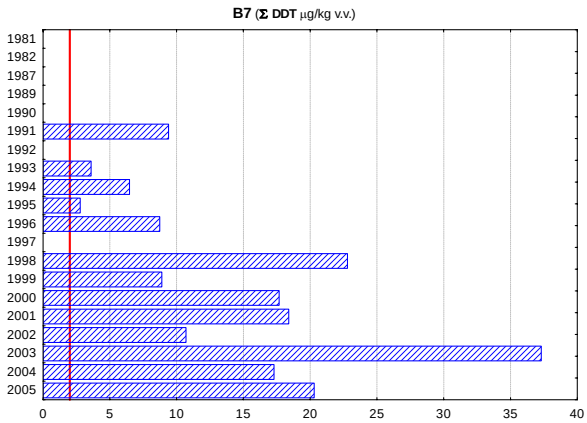
B4 (10).



B6 (18).

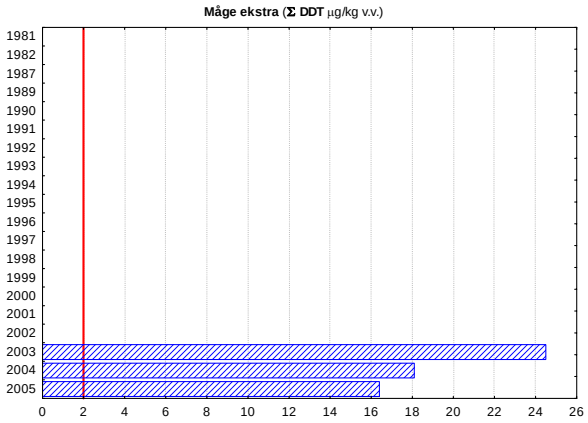


B7 (38).

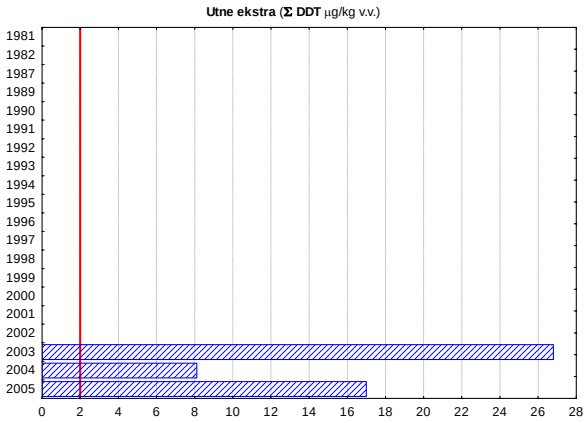


Forts. Figur 13.

Måge (15).



Utne (40).



5.4.2 PCB

Blåskjellene i Sørfjorden var hovedsaklig **lite/ubetydelig forurenset (Kl. I)** med **ΣPCB_7** i 2005. Unntaket var skjell fra **Tyssedal** (st. B3) som var **moderat forurenset (KL. II)**. ΣPCB_7-konsentrajonen ved Tyssedal var den laveste som er registrert her siden 1991 (Tabell 13, Figur 14).

Tabell 13. ΣPCB_7 i blåskjell fra st. B3. Tyssedal 1991-2005 (1997-materialet pga. en feil ikke analysert). µg/kg våtvekt og µg/kg fett.

	1991	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1998**	**1999**	**2000**
Våtv.basis	8,8	10,1	10,6	8,2	10,1	17,2	20,5	13,4	45,3
Fettbasis	978	918	757	683	773	963	1139	957	3775

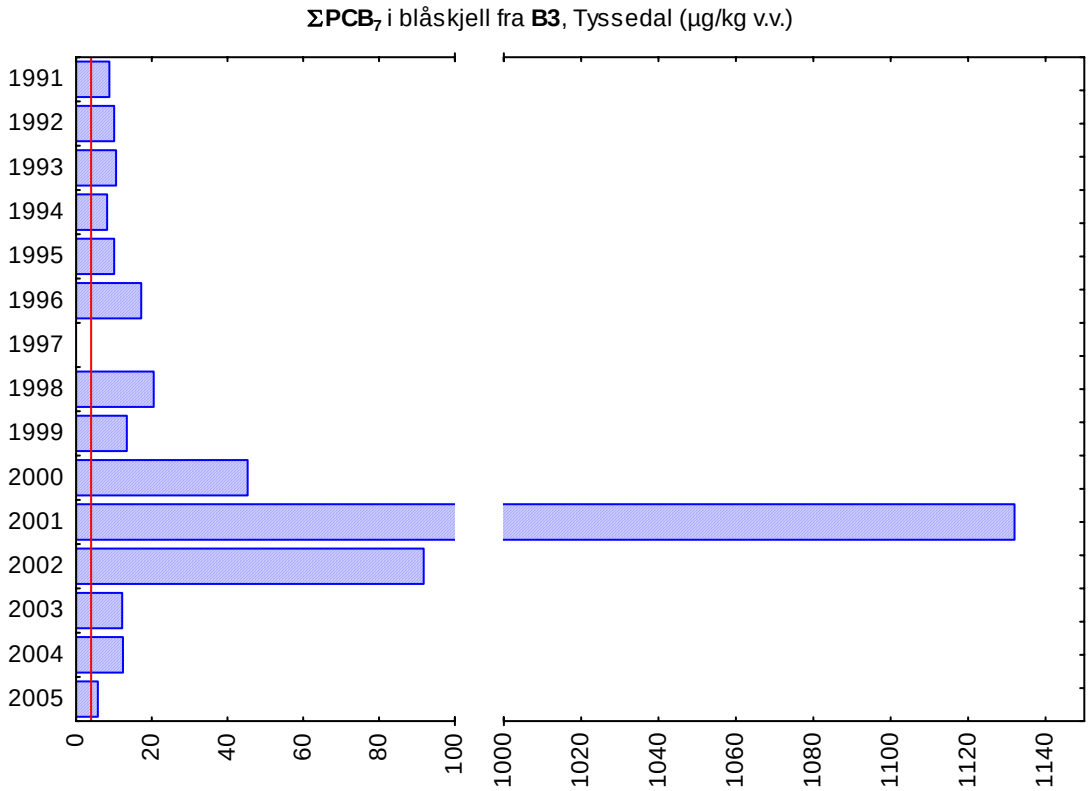
	2001	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Våtv.basis	1132	91,8	12,2	12,4	5,8
Fettbasis	59584	3825	719	592	222

Blåskjellkonsentrasjonene av ΣPCB_7 de siste par årene indikerer at tilførselen av PCB til nærområdet er redusert. PCB er imidlertid meget lite biologisk nedbrytbart (persistent), og organismer (andre enn blåskjell) kan fortsatt eksponeres for PCB, som allerede er tilført miljøet.

Som tidligere nevnt, dersom en vil sammenligne konsentrasjonene av PCB i blåskjell fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, kan følgende bemerkes:

- Nivåene av PCB i blåskjell fra Sørfjorden (også når en ser bort fra ekstremkonsentrasjonen funnet i 2001) har de siste årene ligget litt høyere enn mange steder langs kysten [17].
- PCB-nivåene har imidlertid vært lavere enn i blåskjell i nærheten av havneområder og urbane strøk (eksempelvis indre Oslofjord; [17]).

Figur 14. ΣPCB$_7$ i blåskjell fra Tyssedal (st. B3; 1991-2005), µg/kg våtvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 12. (| = høyt bakgrunnsnivå). Mrk. brudd på aksen mellom 100 og 1000.



5.5 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble analysert i blåskjell fra to stasjoner i Sørfjorden (st. B3, Tyssedal og st. B6, Kvalnes) i 2005. Dette var en ekstraundersøkelse som ble inkludert, siden høye konsentrasjoner av PAH (og særlig den kreftfremkallende forbindelsen benzo[a]pyren) hadde blitt rapportert i forbindelse med en resipientundersøkelse for TTI, ved stranddeponi, 2005 (gjennomført av annen aktør enn NIVA).

Resultatene viste konsentrasjoner av $\sum$**PAH$_{16}$** på **18,2 µg/kg v.v.** og **25,5 µg/kg v.v.** i skjell fra henholdsvis **Tyssedal (st. B3)** og **Kvalnes (st. B6)**. Det ble altså ikke funnet høyere konsentrasjoner av PAH ved Tyssedal, enn ved Kvalnes. På begge lokalitetene tilsvarte konsentrasjonene **klasse I (lite/ubetydelig forurenset)** i SFTs klassifiseringssystem for miljøtilstand.

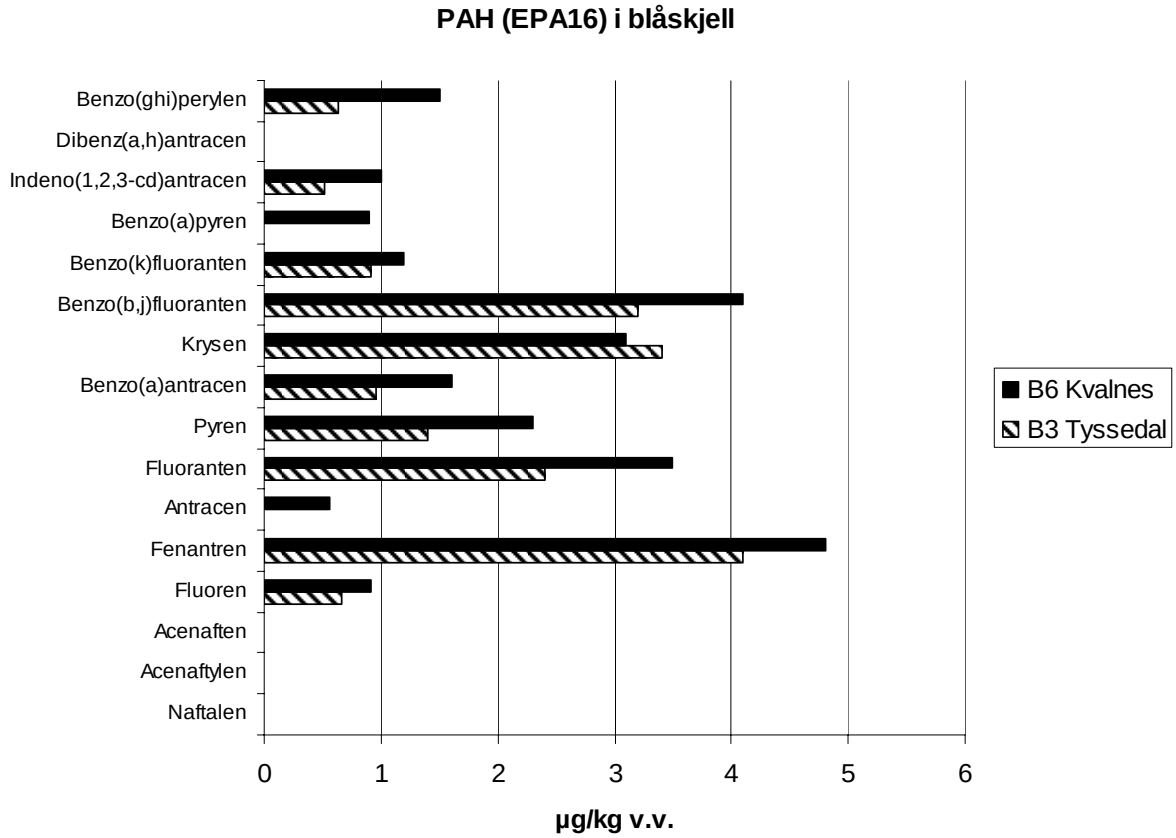
Benzo[a]pyren kunne ikke detekteres i blåskjell fra Tyssdal (<0,5 µg/kg v.v.). konsentrasjonene av benzo[a]pyren i blåskjell fra Kvalnes var dessuten en faktor >800 lavere enn konsentrasjoner i skjell rapportert i forbindelse med ovennevnte undersøkelse for TTI i 2005.

Resultatene kan tyde på at det forelå analytiske problemer vedrørende analyser av blåskjell i den tidligere undersøkelsen (gjennomført av annen aktør enn NIVA). Det ble i den undersøkelsen rapportert tilstedeværelse av kun 4 forbindelser i blåskjell, og ingen av disse viste konsentrasjoner under 16,6 µg/kg v.v. En alternativ forklaring kan være at forurensning med benzo[a]pyren kommer pulsvis i dette området. Dette må eventuelt fremtidig overvåking bekrefte, eller avkrefte. Det kan opplyses at PAH vil bli analysert i blåskjell gjennom overvåkingen i 2006. Det må imidlertid bemerkes at blåskjellstasjonen for overvåkingen i 2005 lå ca. 500 m nord for deponiet (på gammel kai foran fabrikk) og at *noe* lavere konsentrasjoner var forventet, sammenlignet med tidligere nevnte undersøkelse for TTI.

Profilen (relative konsentrasjoner) av PAH-forbindelser som ble funnet i blåskjell gjennom Statlig program for forurensningsovervåking, 2005, tilsvarer den som ble funnet i sedimentene utenfor TTI i forbindelse med stranddeponiundersøkelsen (Figur 15). Benzo(b)/(j,k,)fluoranten, fluoranten og fenantren var blant forbindelsene som forekom i de høyeste konsentrasjonene.

Det ble i forbindelse med stranddeponiundersøkelsen for TTI forøvrig vist at sedimentene i nærheten av deponiet var meget sterkt forurenset (kl. V) med PAH.

Figur 15. Konsentrasjoener (µg/kg våtvekt) av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Kvalnes (st. B6) og Tyssedal (st. B3), 2005.



6. Referanser

1. Molvær, J., 2006. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2005. Delrapport 2. Oksygen, nitrogen og fosfor i vannmassene. Rapport 951/2006 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 5227-2006, 27 s.
2. Skei, J. og M. Schøyen, 2006. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2005. Delrapport 1. Metaller i vannmassene. Rapport 948/2006 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 5164-2006, 24 s.
3. Knutzen, J. og N.W. Green, 2001. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 2000. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer med orienterende analyser i dypvannsfisk. Rapport 836/01 innen statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4445-2001, 51 s.
4. Molvær, J., 2000. Utslipp av kvikksølv til Sørfjorden som følge av uhell ved Norzink As vinteren 1999-2000. Vurdering av utslippets størrelse. NIVA-rapport 4252-2000, 26 s.
5. Ruus, A. og N.W. Green, 2002. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 2001. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Rapport 865/2002 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4612-2002, 41 s.
6. Skei, J. og J. Knutzen, 2000. Utslipp av kvikksølv til Sørfjorden som følge av uhell ved Norzink as vinteren 1999-2000. Miljømssige konsekvenser. NIVA-rapport 4234-2000, 12 s.
7. Knutzen, J. og N.W. Green, 2000. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1999. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. Rapport 806/00 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4300-2000, 42 s.
8. Skei, J. og T. Tellefsen, 2000. Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden år 2000. Kartlegging av PCB i indre Sørfjorden ved hjelp av semi-permeable lavtetthets polyetylen membraner (LDPE-SPMD). Rapport 809/00 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4319-2000, 19 s.
9. Ruus, A. og N.W. Green, 2003. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Miljøgifter i organismer i 2002. Rapport 885/2003 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4724-2003, 45 s.
10. Berg, V., A. Polder og J.U. Skaare, 1998. Organochlorines in deep-sea fish from the Nordfjord. Chemosphere, 38: p. 275-282.
11. Berg, V., K.I. Ugland, N.R. Hareide, D. Groenningen og J.U. Skaare, 2000. Mercury, cadmium, lead and selenium in fish from a Norwegian fjord and off the coast, the importance of sampling locality. J. Environ. Monit., 2: p. 375-377.
12. Økland, T., 2005. Kostholdsråd i norske havner og fjorder - En gjennomgang av kostholdsråd i norske havner og fjorder fra 1960-tallet til i dag. Rapport utarbeidet av Bergfald & Co as på vegne av Mattilsynet, med Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) og Statens forurensningstilsyn (SFT) som samarbeidende etater. 269 s.
13. Green, N.W. og J. Knutzen, 2001. Joint Assessment and Monitoring Programme. Forurensningsindeks og referanseindeks basert på observasjoner av miljøgifter i blåskjell fra utvalgte områder 1995-1999. Rapport 821/01 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4342-2001. 35 s.
14. Ruus, A. og N. Green, 2005. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2004. Delrapport 3. Miljøgifter i organismer. Rapport 938/2005 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 5069-2005, 61 s.

15. Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport TA-1467/1997, 36 s.
16. Knutzen, J. og N.W. Green, 2001. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk og blåskjell basert på datamateriale fra 1990-1998. Rapport 829/01 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4339-2001, 145 s.
17. Green, N.W., A. Ruus, M. Schøyen, L. Tveiten og M. Walday, 2005. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). National Comments regarding the Norwegian Data for 2004. Norwegian State Pollution Monitoring Programme Report no. 944/2005. TA-no. 2141/2005. 235 s.
18. Ruus, A. og N.W. Green, 2004. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden. Miljøgifter i organismer i 2003. Rapport 908/2004 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4880-2004, 54 s.
19. Lobel, P.B. og H.D. Marshall, 1998. A unique low molecular zinc-binding ligand in the kidney cytosol of the mussel Mytilus edulis, and its relationship to the inherent variability of zinc accumulation in organisms. Mar. Biol., 99: p. 101-105.
20. Skei, J., A. Ruus og A. Måge, 2005. Kildekartlegging av DDT i Sørfjorden, Hordaland. Forprosjekt. NIVA-rapport 5038-2005, 44 s.

VEDLEGG (Rådata)

Kvikksølv i lange og brosme samlet desember 2005 (+januar-februar 2006; lange/brosme fra Hauso; våtvektsbasis).

Metaller, klororganiske miljøgifter og PAH i blåskjell samlet november 2005 (våtvektsbasis).

Rådata: Kvikksølv i lange og brosme samlet i ytre Sørfjorden (Hauso) og indre Sørfjorden (Tyssedal/Edna), desember 2005 (januar-februar 2006 for lange og brosme fra Hauso; våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : **2006-00379** Mottatt dato : **20060222** Godkjent av : **KLR** Godkjent dato: **2006**
Prosjektnr : **O 80030902**
Kunde/Stikkord : **Sørfjorden**
Kontaktp./Saksbeh. : **ARU**

Analysevariabel				Hg-B
Enhet ==>				µg/g
Metode ==>				E 4-3
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	
1	!	Ytre fjord lange bl.pr 1	bioff	0.12
2		Ytre fjord lange bl.pr 2	bioff	0.16
3		Ytre fjord lange bl.pr 3	bioff	0.42
4		Ytre fjord brosme bl.pr 4	bioff	2.16
5		Ytre fjord brosme bl.pr 5	bioff	1.16
6		Indre fjord lange bl.pr 1	bioff	0.40
7		Indre fjord lange bl.pr 2	bioff	0.35
8		Indre fjord lange bl.pr 3	bioff	0.19
9		Indre fjord brosme bl.pr 4	bioff	1.33
10		Indre fjord brosme bl.pr 5	bioff	1.78

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.

Rådata: Metaller, klororganiske miljøgifter og PAH i blåskjell samlet på ulike stasjoner i Sørfjorden november 2005 (våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : **2006-00378** Mottatt dato : **20060222** Godkjent av : **KLR** Godkjent dato: **20060330**
Prosjektnr : **O 80030902**
Kunde/Stikkord : **Sørfjorden**
Kontaktp./Saksbeh. : **ARU**

Analysevariabel				TTS/%	Fett-%	Cd/MS-B	Cu/MS-B	Hg-B	Pb/MS-B	Zn/MS-B	CB28-B	CB52-B	CB101-B
Enhet ==>				%	% pr.v.v.	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				B 3	H 3-4	E 8-3	E 8-3	E 4-3	E 8-3	E 8-3	H 3-4	H 3-4	H 3-4
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype										
1	!	B2 Eitrheim	biosk	20	3.2	0.728	1.23	0.030	1.53	17.7	0.11	0.16	0.47
2	!	B3 Tyssedal	biosk	18	2.6	0.640	1.01	0.022	1.60	15.3	0.08	0.31	s1.2
3		B4 Digranes	biosk	18	2.8	0.677	1.18	0.033	1.72	14.4	0.06	0.1	s0.20
4		B6 Kvalnes	biosk	15	2.5	0.491	0.979	0.025	1.21	13.5	0.09	0.13	s0.22
5		B7 Krossanes	biosk	12	1.6	0.857	0.740	0.035	1.97	15.8	<0.05	<0.05	s0.06
6		B8 Måge	biosk	12	2.0	0.684	0.901	0.044	2.03	12.9	<0.05	0.06	s0.14
7		B9 Utne	biosk	14	2.1	0.674	0.963	0.035	1.38	19.1	<0.05	0.06	s0.10

Analysevariabel				CB118-B	CB105-B	CB153-B	CB138-B	CB156-B	CB180-B	CB209-B	ΣPCB	ΣPCB_7	QCB-B
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	Beregnet*	Beregnet*	H 3-4
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype										
1	!	B2 Eitrheim	biosk	0.43	0.14	0.67	0.71	0.09	0.19	<0.05	2.97	2.74	<0.03
2	!	B3 Tyssedal	biosk	1.2	0.44	1.3	1.5	s0.17	0.19	<0.05	s6.39	s5.78	<0.03
3		B4 Digranes	biosk	0.31	0.08	0.47	0.49	s0.06	0.15	<0.05	s1.92	s1.78	<0.03
4		B6 Kvalnes	biosk	0.42	0.09	0.57	0.56	s0.08	0.12	<0.05	s2.28	s2.11	<0.03
5		B7 Krossanes	biosk	0.17	<0.05	0.24	0.24	<0.05	<0.05	<0.05	s0.71	s0.71	<0.03
6		B8 Måge	biosk	0.24	0.05	0.34	0.33	<0.05	0.08	<0.05	s1.24	s1.19	<0.03
7		B9 Utne	biosk	0.21	<0.05	0.26	0.28	<0.05	0.06	<0.05	s0.97	s0.97	<0.03

Analysevariabel				HCHA-B	HCB-B	HCHG-B	OCS-B	DDEPP-B	TDEPP-B	DDTPP-B	NAP-B	ACNLE-B	ACNE-B
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype										
1	!	B2 Eitrheim	biosk	0.07	0.19	0.09	<0.05	6.6	0.92	5.7			
2	!	B3 Tyssedal	biosk	0.06	0.12	0.07	<0.05	4.5	0.83	3.8	<2	<0.5	<0.5
3		B4 Digranes	biosk	0.07	0.14	0.08	<0.05	7.1	1.1	6.4			
4		B6 Kvalnes	biosk	0.06	0.17	0.07	<0.05	29	4.5	26	<2	<0.5	<0.5
5		B7 Krossanes	biosk	<0.05	0.09	0.05	<0.05	11	1.3	8.0			
6		B8 Måge	biosk	<0.05	0.11	0.06	<0.05	8.3	1.2	6.9			
7		B9 Utne	biosk	0.05	0.13	0.06	<0.05	8.5	1.1	7.4			

Rekvisisjonsnr : **2006-00378** Mottatt dato : **20060222** Godkjent av : **KLR** Godkjent dato: **20060330**
Prosjektnr : **O 80030902**
Kunde/Stikkord : **Sørfjorden**
Kontaktp./Saksbeh. : **ARU**

Analysevariabel				FLE-B	DBTHI-B	PA-B	ANT-B	FLU-B	PYR-B	BAA-B	BKF-B	BEP-B	BAP-B
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype										
1 !		B2 Eitrheim	biosk										
2 !		B3 Tyssedal	biosk	0.67	<0.5	4.1	<0.5	2.4	1.4	0.96	0.92	1.6	<0.5
3		B4 Digranes	biosk										
4		B6 Kvalnes	biosk	0.91	<0.5	4.8	0.56	3.5	2.3	1.6	1.2	3.1	0.90
5		B7 Krossanes	biosk										
6		B8 Måge	biosk										
7		B9 Utne	biosk										

Analysevariabel				PER-B	ICDP-B	DBA3A-B	BGHIP-B	Sum PAH	Sum PAH16	Sum KPAH	Sum NPD	9BBJF-B	9CHR-B
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	Beregnet*	Beregnet*	Beregnet*	Beregnet*	H 2-4	H 2-4
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype										
1 !		B2 Eitrheim	biosk										
2 !		B3 Tyssedal	biosk	<0.5	0.51	<0.5	0.64	19.8	18.2	5.59	4.1	3.2	3.4
3		B4 Digranes	biosk										
4		B6 Kvalnes	biosk	<0.5	1.0	<0.5	1.5	28.57	25.47	8.8	4.8	4.1	3.1
5		B7 Krossanes	biosk										
6		B8 Måge	biosk										
7		B9 Utne	biosk										

* Analysemetoden er ikke akkreditert.
s Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvektsbasis s=Forbindelsen er delvis dekket av en interferens i kromatogrammet av prøven.
PrNr 2 Kvalitetskontroll: Et sertifisert referansemateriale ble analysert parallelt med prøven. Konsentrasjonen av perylen i materialet var mer enn 60% lavere enn oppsatt verdi.

Statens forurensningstilsyn (SFT)
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Utførende institusjon	Kontaktperson SFT	ISBN-nummer
Norsk Institutt for Vannforskning	Bjørn A. Christensen	82-577-4995-8

	Avdeling i SFT	TA-nummer
	Næringslivsavdelingen	2190/2006

Oppdragstakers prosjektansvarlig	År	Sidetall	SFTs kontraktnummer
Anders Ruus	2006	58	4005103

Utgiver	Prosjektet er finansiert av
Norsk Institutt for Vannforskning NIVA-rapport 5268-2006	Statens Forurensningstilsyn Boliden Odda AS Tinfos Titan & Iron K/S Tyssefaldene A/S Odda kommune Ullensvang herad

Forfatter(e)
Anders Ruus, Norman W. Green

Tittel - norsk og engelsk
Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2005.
Miljøgifter i organismer

Monitoring of environmental quality in the Sørfjord 2005.
Contaminants in organisms

Sammendrag – summary
Resulatene av overvåkingen 2005 kan oppsummeres som følger: Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk og skrubbe fra Sørfjorden lå henholdsvis i Kl II og Kl IV. Konsentrasjonen av kvikksølv i skrubbe er den høyeste som er registrert siden 1987. Dypvannsfisk viste meget høye konsentrasjoner av kvikksølv og bekrefter tidligere observasjoner. Metallanalysene av blåskjell viste ingen overskridelser av Kl. I for kobber og sink. Kvikksølv i blåskjell fra Kvalnes var for første gang innenfor Kl. I. Blåskjell viste opp til markert grad (Kl. III) av forurensning med kvikksølv og kadmium og opp til sterk (Kl. IV) grad av forurensning med bly. $\sum PCB_7$ i torskelever og filet fra Sørfjorden lå i klasse I. $\sum PCB_7$ i skrubbelever fra Sørfjorden var den høyeste som er registrert siden midten av 1990-tallet. $\sum PCB_7$ i filet av skrubbe tilsvarte klasse II. $\sum DDT$ i torskelever fra Sørfjorden representerte klasse III. Konsentrasjonen er den høyeste som er registrert siden 1998. Filet av torsk var også markert (Kl. III) forurenset med DDT. $\sum DDT$ i filet av skrubbe tilsvarte klasse I. De høyeste konsentrasjonene av ΣDDT i blåskjell ble, som vanlig, funnet på stasjon B6 (Kvalnes; Kl. V). Relativt mye nedbør i tidsrommet før blåskjellinnsamlingen i 2005 kan sannsynligvis forklare de høye konsentrasjonene av ΣDDT. Blåskjell fra Sørfjorden var i hovedsak lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med ΣPCB_7. Skjell fra Tyssedal var moderat forurenset (Kl. II). ΣPCB_7 ved Tyssedal var den laveste konsentrasjonen som er registrert her siden 1991. PAH-konsentrasjoner i blåskjell fra Kvalnes og Tyssedal tilsvarte klasse I.

4 emneord	4 subject words
Overvåking	Monitoring
Sørfjorden	Sørfjord
Blåskjell	Blue mussels
Fisk	Fish