

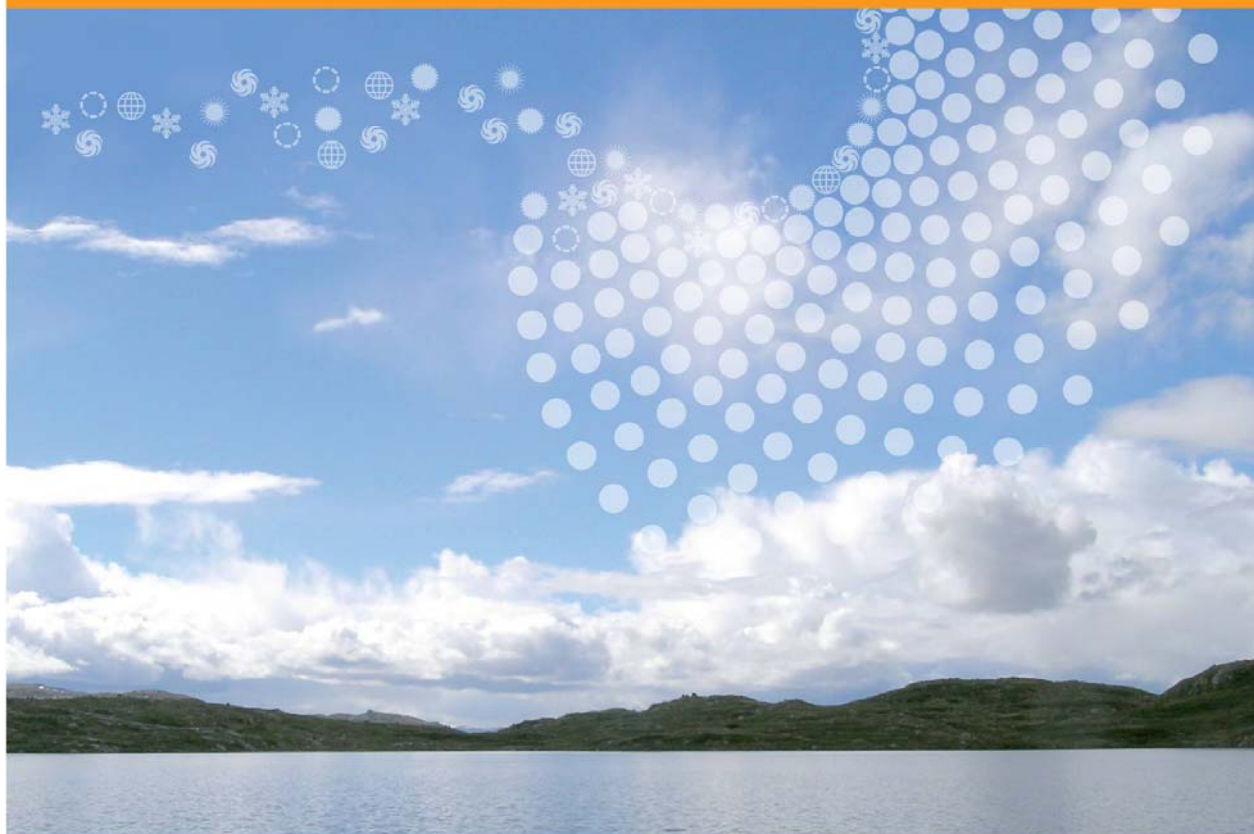


Statlig program for forurensningsovervåking

Delrapport 3. Miljøgifter i Organismer

OVERVÅKING AV MILJØFORHOLDENE I SØRFJORDEN 2006

995
2007





Statlig program for forurensningsovervåking

SPFO-rapport: 995/07
TA-2299/2007
ISBN 978-82-577-5230-9

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
Utførende institusjon: NIVA

: **Overvåking av miljøforholdene i
Sørfjorden 2006**

Rapport
995/07

Delrapport 3. Miljøgifter i organismer



Prosjektleder: Anders Ruus

Forfattere: Anders Ruus og Norman Green

Forord

Overvåkingen av miljøgifter i organismer fra Sørfjorden gjennomføres i samarbeid med Hardanger miljøsentor (Alex Stewart Environmental Services A/S), som ved Frode Høyland, Synnøve Underdal 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 Programme (JAMP)* under Oslo/Paris kommisjonen (OSPAR), 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 2006 utgis også en rapport vedrørende miljøforholdene i Sørfjorden mht. oksygen og nitrogen i vannmassene [1] og en rapport mht. metallkonsentrasjoner i vannmassene [2].

2007 er for øvrig første året av et nytt langtidsprogram for overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden (2007-2011). NIVA skal gjennomføre denne overvåkingen i samarbeid med Hardanger miljøsentor Alex Stewart Environmental Services A/S. Denne overvåkingen skal bygge på tidligere overvåkingsaktivitet, slik at nye data kan sammenlignes med de lange tidsserier av data som foreligger for Sørfjorden. Det er imidlertid noen forandringer og tilleggselementer i det nye overvåkingsprogrammet. Rapporten for 2007 skal foreligge innen 1. juni, 2008.

Analysene av miljøgifter har vært utført ved NIVAs analyselaboratorium. Opparbeidelsen av lange, brosmte og lysing 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 2007

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	37
5.3.1	PCB	37
5.3.2	DDT	40
5.4	Klororganiske stoffer i blåskjell.....	44
5.4.1	DDT	44
5.4.2	PCB	52
5.5	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell.....	54
6.	Referanser	57

1. Sammendrag

Overvåkingen av Sørfjorden 2006 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 kostholdsrad.

Resultatene av overvåkingen 2006 kan i korthet oppsummeres slik:

Metaller i fisk:

- Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk fra Sørfjorden lå i Kl. II (moderat forurenset) i SFTs klassifiseringssystem.
- 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 viste opp til moderat forurensning (Kl II).
- Analysene av kadmium og bly i blåskjell viste moderat (Kl. II) til markert (Kl. III) grad av forurensning av begge metallene

Klororganiske stoffer i fisk:

- Den gjennomsnittlige ΣPCB_7 -konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2006 Klasse I (ubetydelig/lite forurenset). Filet av torsk var også lite/ubetydelig forurenset med PCB.
- Den gjennomsnittlige ΣDDT -konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2006 Klasse II (moderat forurenset).
- Lave konsentrasjoner av klororganiske forbindelser ble funnet i fisk fra Strandebarm i 2006 (torsk var ubetydelig/lite forurenset; Kl. I), og statistiske analyser gjennomført innenfor JAMP viser en reduksjon over år i konsentrasjonene av ΣPCB_7 og ΣDDT i torskelever fra Strandebarm.

Klororganiske stoffer i blåskjell:

- Konsentrasjoner av Σ DDT i blåskjell tilsvarende Klasse V (meget sterkt forurenset) ble funnet både på stasjon B6 (Kvalnes) og ved Utne, i 2006 (blåskjell samlet 1-2 måneder senere enn tidligere år).
- Den desidert høyeste konsentrasjonen av Σ DDT i blåskjell ble funnet ved Utne, (og ikke ved st. B6, Kvalnes, som tidligere). Konsentrasjonen tilsvarte en faktor >5 høyere enn grensen for Klasse V, meget sterkt forurenset.
- Mye nedbør i tidsrommet før blåskjellinnsamlingen i 2006 kan sannsynligvis forklare de høye konsentrasjonene av Σ DDT.
- 2006 er det andre året på rad at det er observert meget høye konsentrasjoner av Σ DDT i blåskjell fra Sørfjorden og dersom en ser nærmere på dataene som foreligger for eksempel for stasjonen Kvalnes (B6/56A) kan man også se en statistisk signifikant økning over år.
- Blåskjell fra alle stasjoner i Sørfjorden var lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med Σ PCB₇ i 2006.
- Σ PCB₇-konsentrasjonen (våtvektsbasis) ved Tyssedal var den laveste som er registrert her siden 1991.

PAH i blåskjell:

- Konsentrasjoner av Σ PAH i blåskjell tilsvarte Klasse I (lite/ubetydelig forurenset) på alle stasjoner, med unntak av ved Tyssedal, hvor konsentrasjonene (så vidt) passerte grensen til moderat forurenset (Kl. II).
- Med hensyn på kun den kreftfremkallende forbindelsen benzo[a]pyren, så representerte konsentrasjonene Klasse I til II (ubetydelig/lite til moderat forurenset).

2. Summary

The Monitoring of the Sør fjord in 2006 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 2006 monitoring may in short be summarised as follows:

Metals in fish:

- Concentrations of mercury in cod from the Sør fjord corresponded to Class II (moderately polluted) in the classification system of the Norwegian Pollution Control Authority (SFT).
- 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 showed up to moderate pollution (Class II).
- Analyses of cadmium and lead in blue mussels showed moderate (Class II) to marked (Class III) pollution of both metals.

Organochlorines in fish:

- The average ΣPCB_7 -concentration in cod liver from the Sør fjord in 2006 represented Class I (insignificantly/slightly polluted). Fillet of cod was also insignificantly/slightly polluted with PCBs.
- The average ΣDDT -concentration in cod liver from the Sør fjord in 2006 represented Class II (moderately polluted).
- Low concentrations of organochlorines were found in fish from Strandebarm in 2006 (cod was insignificantly/slightly polluted; Class I), and statistical analyses performed within *JAMP* showed a temporal reduction in the concentrations of ΣPCB_7 and ΣDDT in cod liver from Strandebarm.

Organochlorines in blue mussel:

- Concentrations of Σ DDT in blue mussels corresponding to Class V (very strongly polluted) were found both at station B6 (Kvalnes) and at Utne in 2006 (blue mussels collected 1-2 months later than previous years).
- The absolutely highest concentration of Σ DDT in blue mussels was found at Utne (and not at station B6, Kvalnes, as previous years). The concentration corresponded to a factor >5 higher than the limit for Class V, very strongly polluted.
- High amounts of precipitation during the time before the sampling of blue mussels in 2006 may most likely explain the high concentrations of Σ DDT.
- 2006 is the second consecutive year when very high concentrations of Σ DDT have been observed in the Sør fjord. The data for e.g. the station B6/56A (Kvalnes) also show a statistically significant temporal increase.
- Blue mussels from all the stations in the Sør fjord were in 2006 insignificantly/slightly polluted (Class I) with Σ PCB₇.
- The Σ PCB₇-concentration (wet weight basis) at Tyssedal was the lowest concentration registered here since 1991.

PAH in blue mussel:

- Concentrations of Σ PAH in blue mussels corresponded to Class I (insignificantly/slightly polluted) at all stations, except at Tyssedal, where the concentrations (barely) exceeded the limit for Class II (moderately polluted).
- Regarding the carcinogenic compound benzo[a]pyrene, in particular, concentrations represented Class I to II (insignificantly/slightly to moderately polluted).

3. Bakgrunn og formål

Overvåkingen av Sørfjorden 2006 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 2006 er det ved en anledning også tatt vannprøver fra intermediære dyp (20-100 m) og fra bunnvannet (250-350 m dyp) i Sørfjorden. Resultatene fra disse undersøkelsene viste høye nivåer av metaller i dybdeintervallet 20-100 m i indre deler av fjorden [2].

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

Tabell 1 viser utslipp til sjø av metaller (2006 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. Tilførslene av bly til fjorden har etter dette vært dominert av bly i gipsutslippet fra Boliden Odda AS sin aluminiumfluoridfabrikk [2].

Tabell 1. Offisielle anslag over utslipp til sjø fra Boliden Odda AS (BO) og Tinfos Titan & Iron K/S (TTI) i 2006. Basert på opplysninger fra SFT og bedriftene. Tallene i parentes representerer utslipp i 2005.

Bedrift	Cu, kg/år	Pb, kg/år	Zn, kg/år	Cd, kg/år	Hg, kg/år
BO *	975 (567)	1897 (899)	7680 (5205)	101 (95)	1,3 (1,1)
TTI	3 (57)	198 (141)	6510 (9436)	2,5 (1,8)	0,57 (0,20)
Totalt	978 (624)	2095 (1040)	14190 (14641)	103,5 (96,8)	1,9 (1,3)

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

Av tabellen fremgår det at totalutslippet av kobber og bly har økt betydelig siden 2005, mens for de øvrige metallene er det mindre forandringer. Utlippet av kobber og bly domineres av gipsutslippet til sjø fra Boliden Odda AS ("Noralf"). Utlippet av sink fra Tinfos Titan & Iron K/S har gått kraftig ned fra 2005 til 2006.

4. Materiale og metoder

Innsamling av organismer

Blåskjell (*Mytilus edulis*), ble samlet inn 19 desember 2006 på stasjonene B2 (Eitrheim), B4 (Digranes) og på stasjonene Måge og Utne. Blåskjell fra stasjon B7 (Krossanes) ble samlet 3. januar (2007). Skjell fra stasjonene B1 (Byrkjenes), B3 (Tyssedal) og B6 (Kvalnes) ble skjell samlet 8. januar (2007).

På mange av stasjonene var det veldig lite blåskjell denne høsten. På stasjon B1 (Byrkjenes) ble skjellene samlet fra ulike dyp fra tau i bøye, ca. 100 m sør for det faste prøvepunktet (Tabell 2). På stasjon B2 (Eitrheim) ble skjellene samlet fra tau under den kommunale kaia. Her var få og små skjell. På stasjon B3 (Tyssedal) ble skjell samlet fra tau som hang under kai ca. 100 m syd for det vanlige prøvepunktet, altså på tilsvarende vis som i 2005. På stasjon B4 (Digranes) foregikk skjellinnsamling (som vanlig) fra trebrygge, mens på stasjon B6 (Kvalnes) ble skjellene samlet inn ca. 200 m nord for fjorårets prøvepunkt. På stasjon B7 fantes det ingen skjell på det vanlige prøvetakingsstedet. Skjellene ble derfor tatt 200m lenger nord. På stasjonen "Måge" ble skjell (som vanlig) samlet på skjær og steiner, på bade plass mellom gårder og byggefelt. På stasjonen "Utne" ble skjellene samlet (som vanlig) på neset ca. 3 km øst for Utne fergekai.

Blåskjellene ble samlet fortrinnsvis fra 1 – 1,5 meters dyp. Innenfor JAMP (Joint Assessment and Monitoring Programme) under OSPAR og SFTs INDEKS-program [13], ble blåskjell fra Byrkjenes, Eitrheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær og Vikingneset prøvetatt 11-14 september 2006 (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*) samles vanligvis fra Sørfjorden i nærheten av Tyssedal og innover (JAMP-st. 53B). I 2006 ble imidlertid kun torsk samlet (oktober 2006). Fra Strandebarm (Hardangerfjorden; JAMP-st. 67B) ble torsk og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) fanget i november 2006, mens skrubbe ble fanget i september 2006. Skrubbe og glassvar ble også samlet inn fra den tilnærmet uberørte Åkrafjorden (JAMP-st 21F) i januar, 2007.

Prøver av dypvannsfisk, nærmere bestemt hovedsaklig lange (*Molva molva*), men også et mindre antall brosme (*Brosme brosme*) og lysing (*Merluccius merluccius*) er også samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2006. Kun lange ble fanget i indre Sørfjorden (Tyssedal/Edna), mens lange, brosme og lysing ble fanget i ytre Sørfjorden (ved Hauso). Innsamlingen ble gjort i februar og mars, 2007.

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. (*ev. 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, brosme og lysing, 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 nedfrost, 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
Hg: 0,005 mg/kg

Kvikksølv analyseres ved kalddamp-AAS (AtomAbsorpsjonSpektroskopi), mens de øvrige elementene analyseres ved "Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry" (ICP-MS). Analyse kvaliteten kontrolleres mot sertifisert referansemateriale.

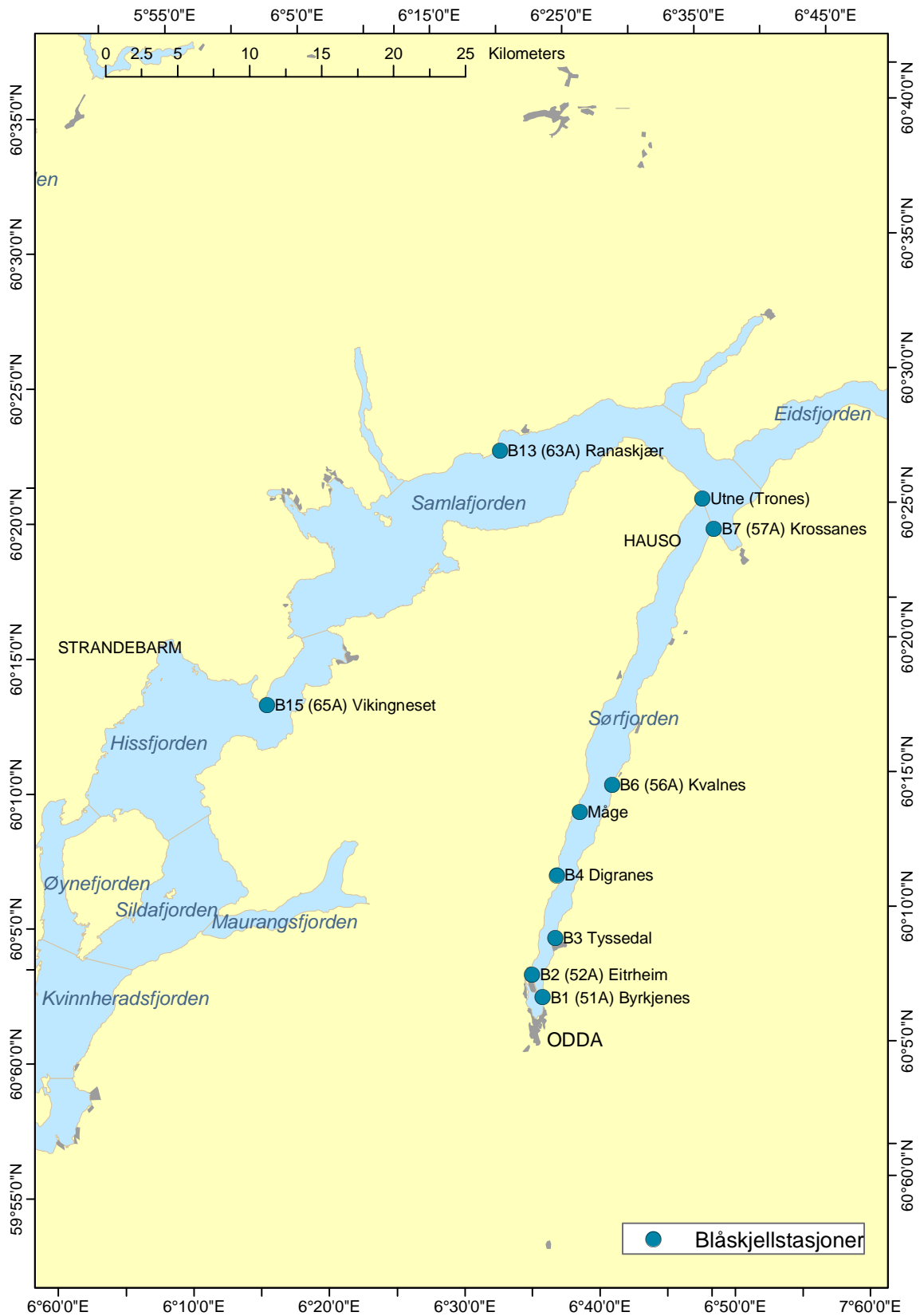
Analyseresultatene for klororganiske forbindelser kvalitetssikres ved blant annet å analysere kjente standarder for hver tiende prøve på gasskromatografen, regelmessig blindprøvetesting, samt jevnlig kontroll av hele opparbeidings- og analyseprosessen ved bruk av internasjonalt sertifisert referansemateriale (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 0,03 (HCB) – 0,2 (DDT) µg/kg våtvekt (i prøver med lavt fettinnhold).

Tabell 2. Innsamlingssteder for blåskjell i Sør fjorden og Hardangerfjorden, med angivelse av adkomst og ca. avstand fra Odda (km). (Ikke prøvetatt 2006. 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 tau i bøye, ca. 100 m syd for det faste prøvepunktet.	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 (samme sted som i 2005).	6
St. B 4	Digranes, På trebrygge.	10
Måge	Badeplass mellom gårder og byggefelt. Skjær og steiner.	15
St. B 6 (56A)	Kvalnes, ca 200 m nord for innsamlingsplassen i 2005.	18
St. B 7 (57A)	Krossanes, ca 200 m nord for den vanlige innsamlingsplassen.	37
Utne (Trones)	Nes der Sør fjorden 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
St. B 16 *	Nærnes, Bondesundet, skjær ved brygge og naust.	100

¹ Skjell samles kun innenfor JAMP.

Figur 1. Prøvesteder for blåskjell i Sør fjorden/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, 2006:

- Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk fra Sørfjorden lå i Kl. II (moderat forurenset) i SFTs klassifiseringssystem.
- 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, brosme og lysing) samlet i indre (ved Tyssedal/Edna; kun lange) 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.

Forhøyede konsentrasjoner av **kvikksølv** ble funnet i **torsk** fra **Sørfjorden**, 2006. Kvikksølvinnholdet var imidlertid **moderat** (Kl. II i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet, [15]), slik som det har vært de tre foregående årene (Tabell 4). **Skrubbe** ble, som nevnt, ikke fanget i Sørfjorden i 2006.

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 på i underkant av det dobbelte av dette (Tabell 3), altså på samme nivå som de to foregående år.

Når det gjelder **bly**, kunne heller ingen vesentlige forandringer i konsentrasjonene i **torskelever** fra **Sørfjorden** observeres, i forhold til det som er observert de siste 2-3 årene. Det samme var tilfelle for **kobber** og **sink** (Tabell 3).

Det var ikke noe spesielt å påpeke vedrørende observasjonene fra **Strandebarm** og **Åkrafjorden**, da konsentrasjonene ikke har endret seg nevneverdig siden 2005.

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.
- Bly forekommer flere år i høyere konsentrasjoner i torsk fra indre Oslofjord, enn i torsk fra Sørfjorden.
- Skrubbe (som i 2006 ikke ble fanget i Sørfjorden) viser tydelig høyere konsentrasjoner av metaller i Sørfjorden, sammenlignet med andre kystområder [17].
- Metall-konsentrasjoner i fisk fra Strandebarmligger på nivåer man kan finne andre steder langs kysten [17].

Tabell 3. Gjennomsnitt/Standardavvik for kvikksølv i filet og kadmiium, kobber, bly og sink i lever av torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) fra indre Sør fjorden (JAMP st. 53B), Strande barm i Hardangerfjorden (JAMP st. 67B) og Åkrafjorden (ref.st. 21F) i 2006, mg/kg våtvekt.

Stasjoner/Arter	Filet Hg	Lever Cd	Lever Pb	Lever Cu	Lever Zn
Indre Sør fj.					
Torsk ¹⁾	0,20/0,17	0,37/0,50	0,10/0,18	9,75/6,11	28,3/7,6
Skrubbe ²⁾	-	-	-	-	-
Strande barm					
Torsk ³⁾	0,06/0,05	0,01/0,01	≤0,04/~0,05	5,25/2,45	15,2/5,3
Skrubbe ⁴⁾	0,05/0,02	0,15/0,08	<0,02/-	12,62/2,90	50,1/4,3
Glassvar ⁵⁾	0,14/0,09	0,04/0,02	≤0,02/-	5,80/2,49	61,3/16,4
Åkrafjorden (ref.st.)					
Skrubbe ⁶⁾	0,05/0,03	0,14/0,03	0,10/0,02	15,04/4,94	38,9/8,3
Glassvar ⁷⁾	0,21/0,03	0,19/0,03	0,05/0,04	15,90/4,35	99,0/1,8

1) Individuelle analyser av 25 eks.: 415-1349 g (gjennomsnitt 772 g).

2) Ikke fanget skrubbe i Sør fjorden i 2006.

3) Individuelle analyser av 25 eks.: 418-3415 g (gjennomsnitt 1214 g).

4) 5 blandprøver à 5 eks, tilnærmet etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 543 g, 663 g, 787 g, 1226 g og 1624 g.

5) 4 blandprøver à 5 eks, middelvekter i blandprøver: 184 g, 325 g, 621 og 962 g.

6) 5 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 339 g, 359 g, 391 g, 469 g og 644 g.

7) 3 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 490 g, 770 g og 1015 g.

Tabell 4. Gjennomsnitt av kvikksølv i muskel av torsk, skrubbe og glassvar fra indre Sør fjorden (JAMP-st. 53) og Strande barm (JAMP-st. 67) 1987-2006, mg/kg våtvekt.

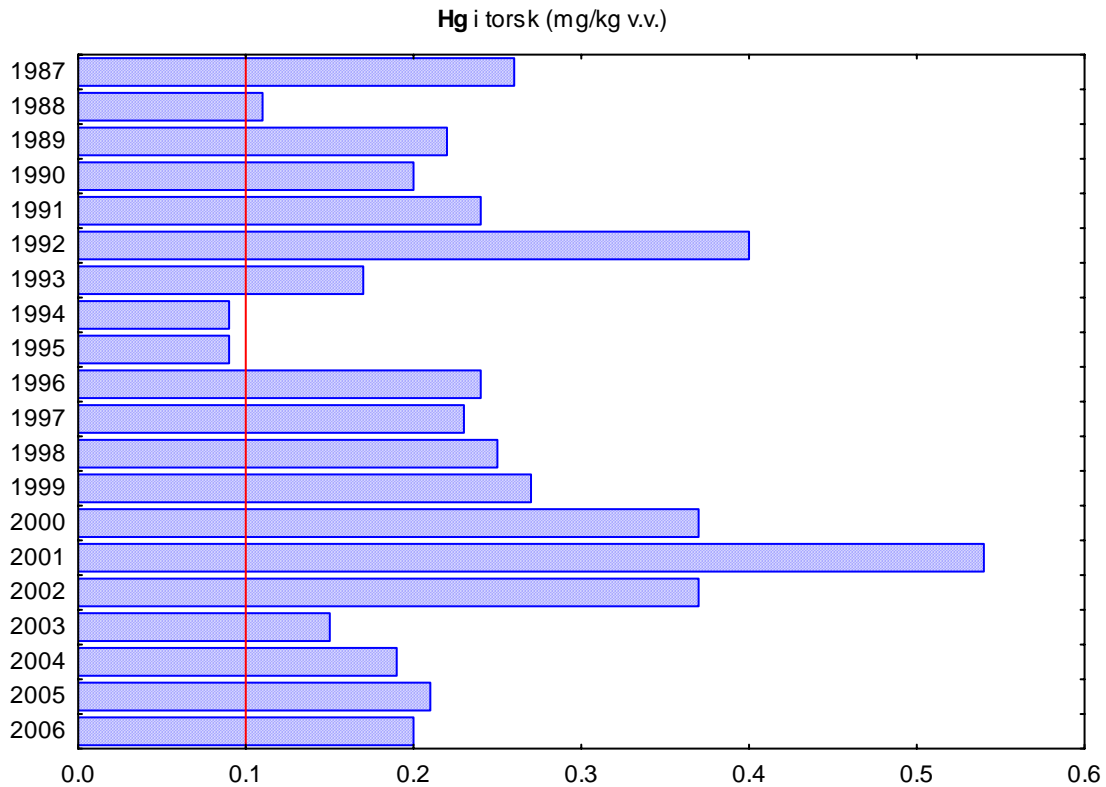
Stasjoner/ arter	-87	-88	-89	-90	-91	-92	-93	-94	-95	-96	-97	-98
Indre Sør fj.												
Torsk	0,26	0,11	0,22	0,20	0,24	0,40	0,17	0,09	0,09	0,24 ¹⁾	0,23 ¹⁾	0,25 ¹⁾
Skrubbe		0,10	0,13	0,12	0,13	0,12	0,08	0,15	0,05	0,17 ²⁾	0,19 ²⁾	0,20 ²⁾
Strande- barm												
Torsk	0,14	0,09	0,10	0,12	0,12	0,10	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	-06
Indre Sør fj.								
Torsk	0,27	0,37	0,54	0,37	0,15	0,19	0,21	0,20
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	0,06
Glassvar	0,24	0,19	0,16	0,16	0,14	0,23	0,17	0,14
Skrubbe	0,04	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05

Figur 2. Gjennomsnittsverdier av kvikksølv i muskel av torsk fra indre Sør fjorden (1987-2006), mg/kg våtvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 4. (| = øvre grense for Klasse I [lite/ubetydelig forurenset]).

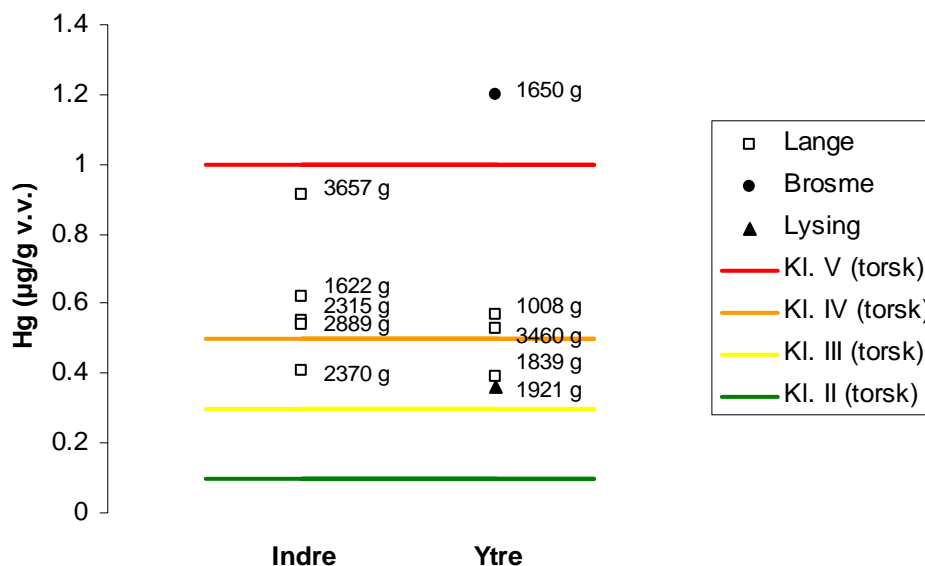


5.1.2 Kvikksølv i dypvannsfisk

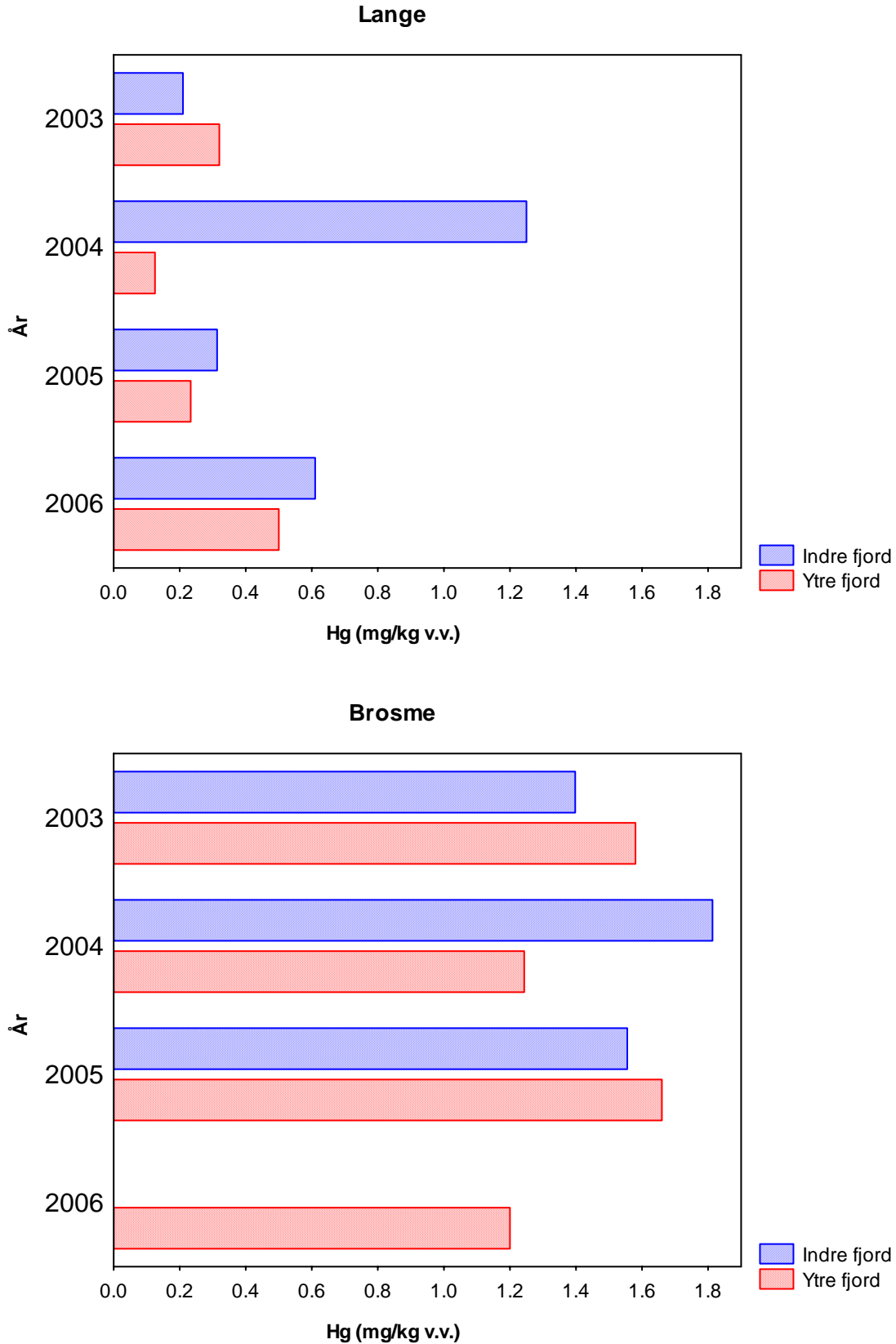
Det kan ikke vises til noen forskjell i kvikksølvkonsentrasjonene i fileten av dypvannsfisk (lange og brosme) mellom indre (Tyssedal/Edna) og ytre (Hauso) Sørffjorden, slik vi har vist tidligere (Figur 5, Figur 6). Det er tidligere vist en sammenheng mellom vekten på fisken og innhold av kvikksølv i fileten [14]. En slik sammenheng er ikke like tydelig i materialet fra 2006 (Figur 5). Den tyngste langgen som ble fanget i indre fjord, er imidlertid den med desidert høyest kvikksølvinnhold (blant langene). Den ene prøven av brosme er den med høyest kvikksølvinnhold og det er tidligere kommentert [18] at det ser ut til at brosme generelt inneholder mer kvikksølv en lange (Figur 6).

Oppsummert kan det igjen sies at innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk var meget høyt (Figur 5) og bekrefter de høye konsentrasjonene funnet tidligere [14, 18, 19]. 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. 100 g fileten fra brosmene som inngår i blandprøven med høyest konsentrasjon (Figur 5).

Figur 5. Konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i fileten av lange (Molva molva), brosme (Brosme brosme) og lysing (Merluccius merluccius) fra indre Sørffjorden (Tyssedal/Edna; kun lange) og ytre Sørffjorden (Hauso), 2006. Blandprøver av 5 individer er analysert, så langt mulig. Blandprøvene er sammensatt som ulike størrelseskategorier. Gjennomsnittlig vekt i de ulike blandprøvene er angitt. Til sammenligning er SFTs tilstandsklasser for kvikksølv i fileten 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) Sør fjorden, 2003-2006. Verdiene er basert på et ulikt antall blandprøver (av 5 individer, så langt mulig).



5.2 Metaller i blåskjell

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2006:

- Metallanalysene av blåskjell viste ingen overskridelser av Kl. I (lite/ubetydelig forurenset) for kobber og sink.
- Kvikksølvkonsentrasjonen i blåskjell viste opp til moderat forurensning (Kl. II).
- Analysene av kadmium og bly i blåskjell viste moderat (Kl. II) til markert (Kl. III) grad av forurensning av begge metallene

Resultatene fra metallanalyser av blåskjell er presentert i Tabell 6. Den tidsmessige utviklingen er fremstilt i Figurene 7-11 (i rekkefølgen kvikksølv, kadmium, bly, sink og kobber).

Metallkonsentrasjonene i blåskjell i 2006 viste generelt ingen påfallende endringer i forhold til foregående år. Dette til tross for at de rapporterte utslippene av bly er doblet siden 2005 (Tabell 1). Tidsmessige forskjeller kommer best frem av Figurene (7-11). Det gjøres oppmerksom på at blåskjellene som ble samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking ble samlet noe senere i 2006 enn de foregående årene, grunnet generelle vanskeligheter med å finne skjell denne høsten (se kap. 4). På de stasjonene hvor skjell samles og analyseres både innenfor Statlig program for forurensningsovervåking og JAMP (samlet 3 måneder tidligere) var det heller ingen vesentlige forskjeller å rapportere. Dette står i motsetning til resultatene for DDT (se kap. 5.4.1).

Kvikksølv viste opp til **moderat (Kl. II)** forurensning (stasjonene B1/51A, B3, "Måge", B6/56A, B7/57A [kun JAMP] og "Utne"). Ellers var blåskjellene **ubetydelig/lite (Kl. I)** forurenset med kvikksølv.

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

Bly viste også **moderat (Kl. II)** til **markert (Kl. III)** forurensning i blåskjellene.

Alle observasjonene av **kobber** og **sink** tilsvarte **liten/ubetydelig (Kl. I)** forurensning. Dette på tross av at analyser av vannprøver gjennom året viste en gjennomsnittlig vannkonsentrasjoner av sink tilsvarende 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 ([20] med ref.).

Det er tydelig at konsentrasjonene av de fleste metallene i blåskjell er vesentlig redusert siden midten av 1980-årene, da fjellhallene til Boliden Odda AS ble etablert (Figur 7-11). Statistiske trendanalyser som gjennomføres innenfor JAMP på de årlige medianene (1987-2006; Green et al. under utarbeidelse) viser sågar statistisk signifikante reduksjoner i særlig konsentrasjonene av kadmium og sink på de fleste stasjoner. I dataene samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking viser også særlig kadmium signifikante lineære reduksjoner i blåskjellkonsentrasjonene (Figur 8). Modellen (den rette linjen) hadde den beste

forklaringsprosenten på stasjonene B4 (Digranes) og B7 (Krossanes) (hvh. $R^2=0,79$ og $R^2=0,72$), hvor man av Figur 8 også kan se den jevneste nedgangen. Dataene kan imidlertid tilpasses enda bedre en eksponentiell reduksjon, hvor nedgangen er hhv. 13 % og 11% per år, slik det er vist i Figur 8b.

Tabell 6. Metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 2006 (11-14 september [JAMP] og 19 desember, 2006 -8 januar, 2007 [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	0,23 ¹⁾	0,36	2,4 ¹⁾	5,0	17,8 ¹⁾	35,4	i.a.	78	i.a.	5,9
B2/52A	0,14	0,18	3,4	2,6	8,7	12,7	101	113	6,6	6,3
B3		0,24		3,6		14,3		191		9,0
B4		0,17		2,1		8,3		106		6,7
Måge		0,22		3,1		10,0		99		6,0
B6/56A	0,36	0,29	8,8	5,1	30,1	24,5	141	155	7,3	6,9
B7/57A	0,22	0,18	5,9	2,2	9,8	5,0	110	87	8,2	6,9
Utne		0,21		2,9		4,8		123		6,8
B13/63A	0,18		3,9		5,0		118		7,2	
B15/65A	0,15		3,6		3,3		147		6,8	

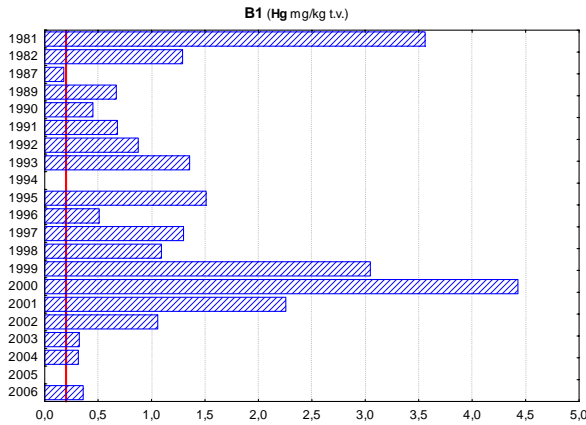
¹⁾ INDEKS-stasjon

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:

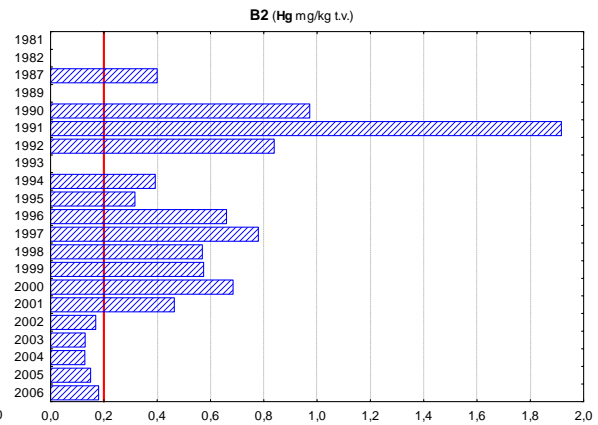
- Nivåene av kvikksølv, kadmium og bly er høyere i blåskjell fra Sørfjorden, enn andre kystområder [17].
- Det er ikke uvanlig at kvikksølv- og kadmiumkonsentrasjonene på enkelte stasjoner i Sørfjorden er en faktor >10 og bly en faktor >50 høyere enn vanlige nivåer i andre områder [17].
- Dette kommer 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 Sør fjorden 1981-2006, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = øvre grense for Klasse I [lite/ubetydelig forurenset]).

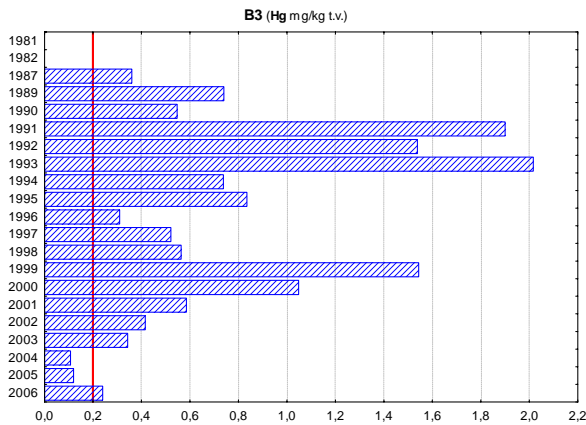
B1 (2).



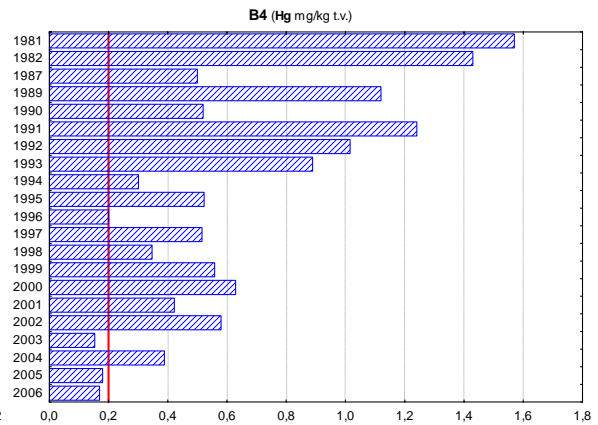
B2 (3).



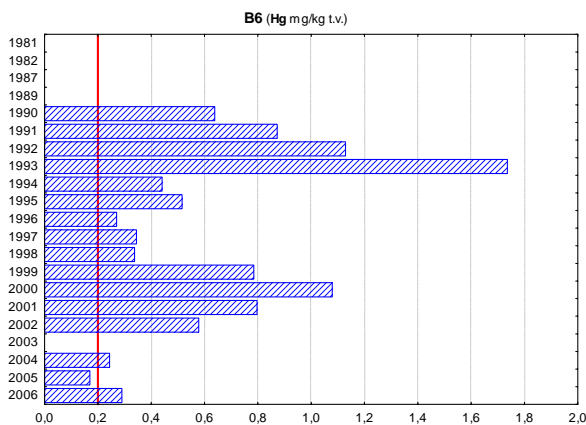
B3 (6).



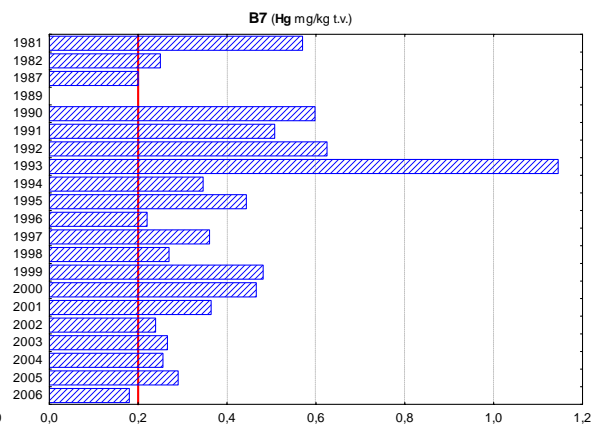
B4 (10).



B6 (18).

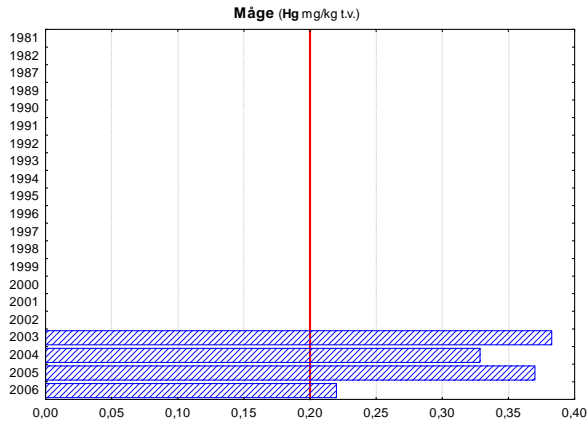


B7 (38).

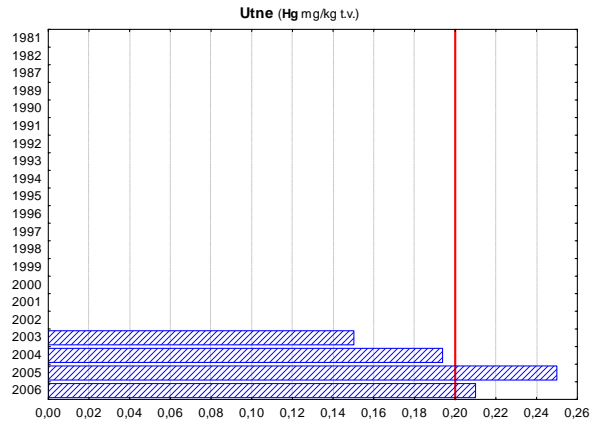


Forts. Figur 7.

Måge (15).



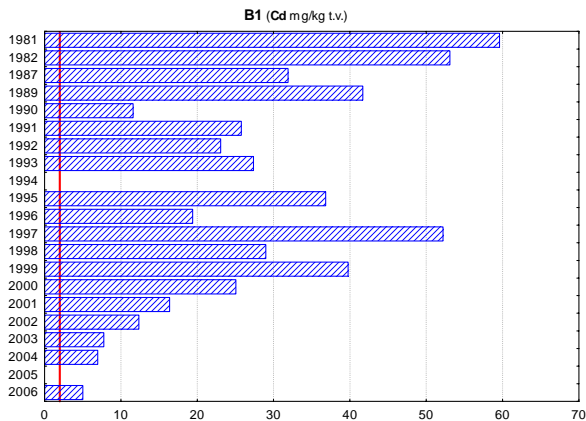
Utne (40).



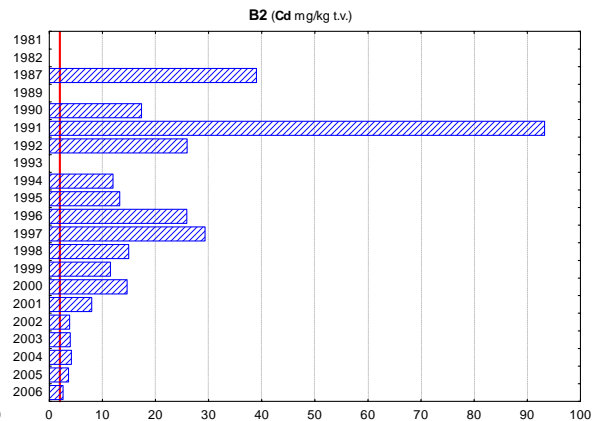
Figur 8. Kadmium i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørfjorden 1981-2006, mg/kg tørrvekt (a.; I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand [km] fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. [] = øvre grense for Klasse I (lite/ubetydelig forurenset)) og visualisering av eksponentiell reduksjon i kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell på stasjonene B4 (Digranes) og B7 (Krossanes) (b.)

a.

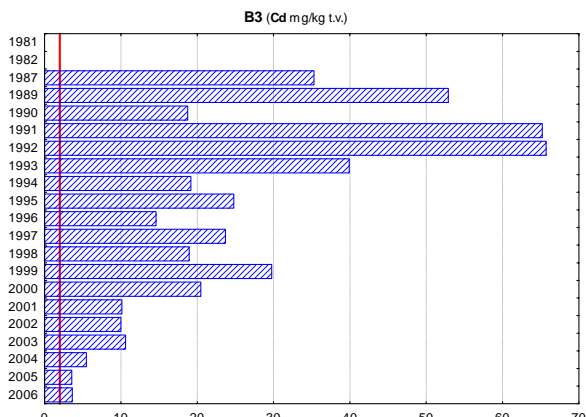
B1 (2).



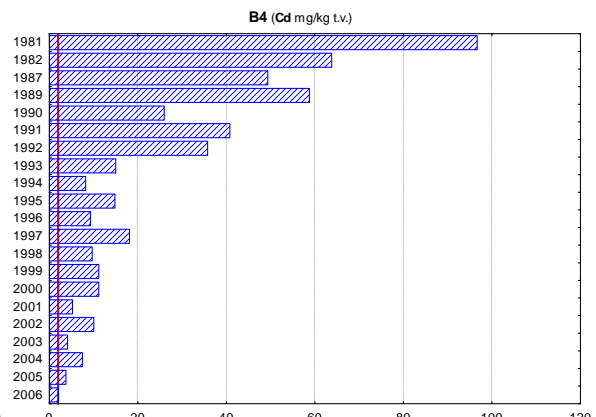
B2 (3).



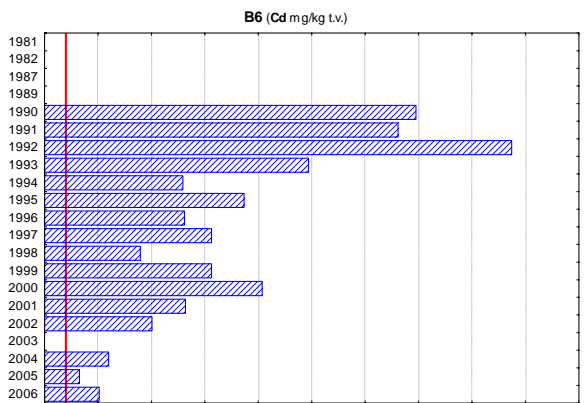
B3 (6).



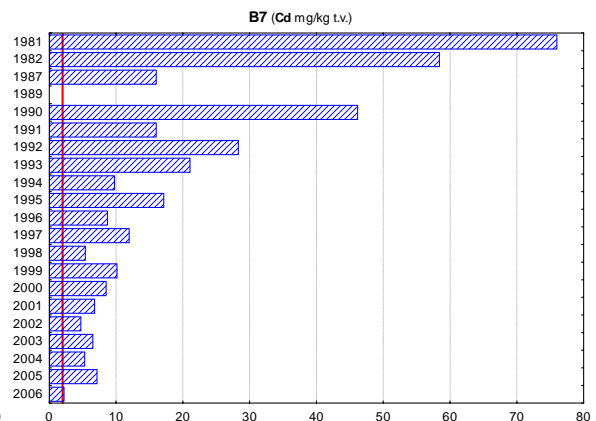
B4 (10).



B6 (18).



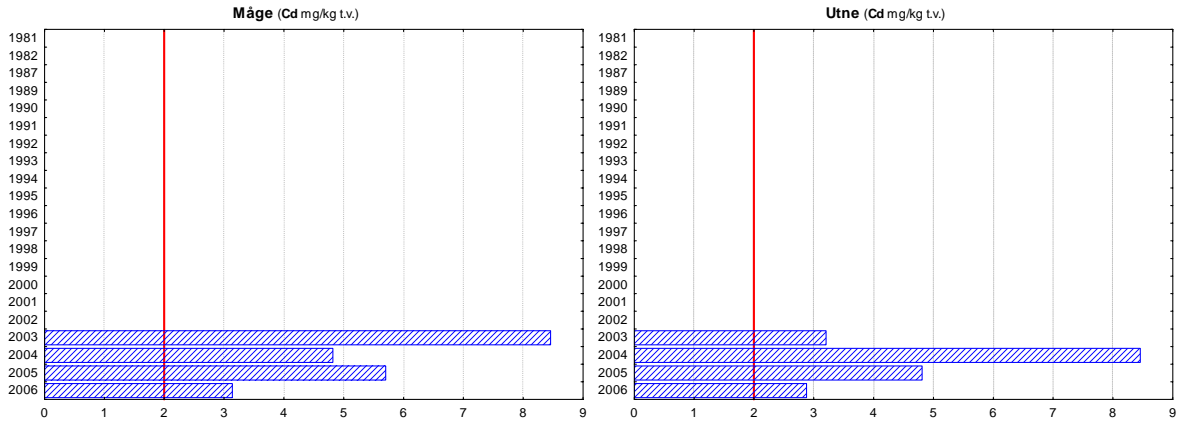
B7 (38).



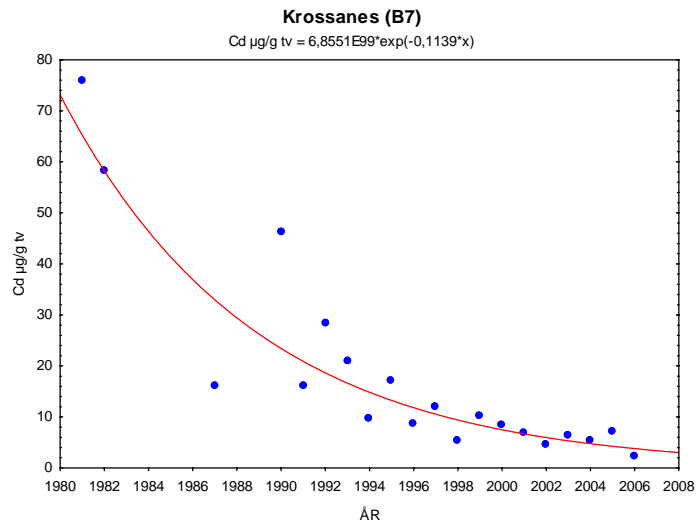
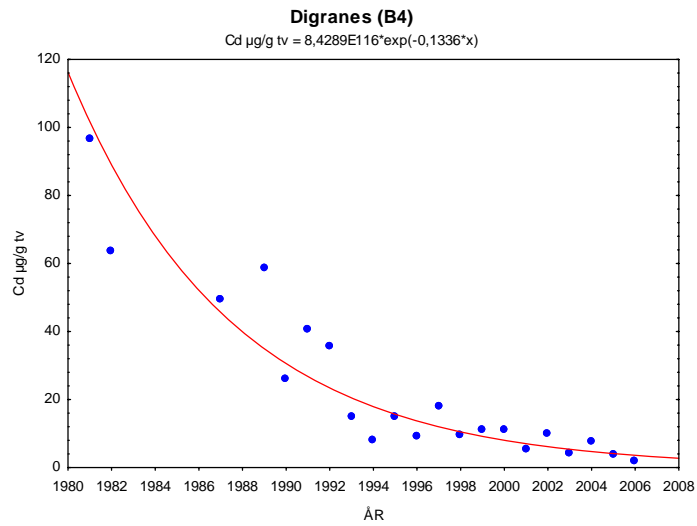
Forts. Figur 8.

Måge (15).

Utne (40).

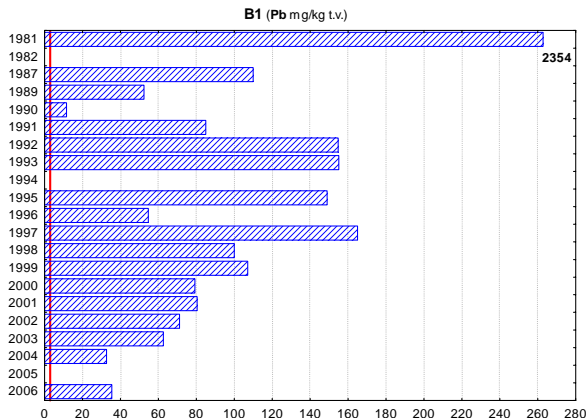


b.

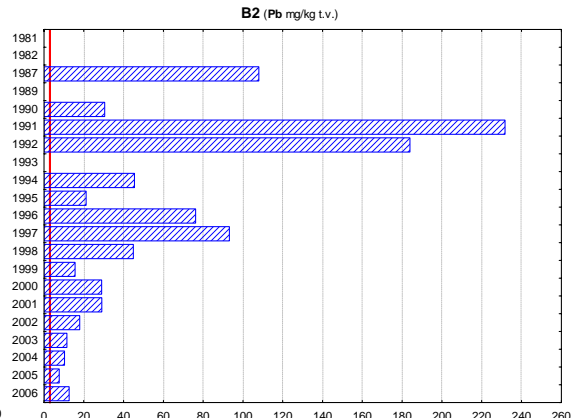


Figur 9. Bly i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørffjorden 1981-2006, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = øvre grense for Klasse I [lite/ubetydelig forurenset]). De høye verdiene registrert på stasjonene B1, B4 og B7 (hhv. 2354 mg/kg, 1030 mg/kg og 406 mg/kg) i 1982 (relativt til de andre årene) er ikke vist med søyle, men angitt med tall til høyre i figurene.

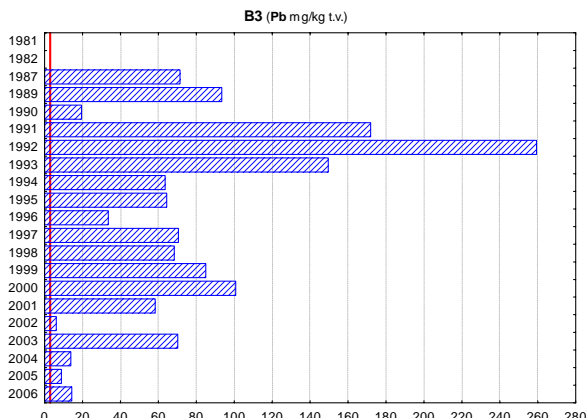
B1 (2).



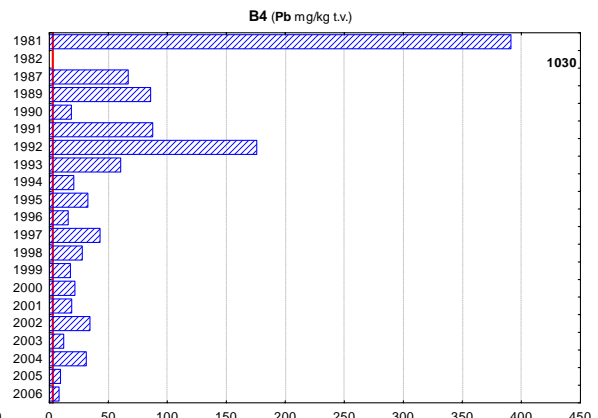
B2 (3).



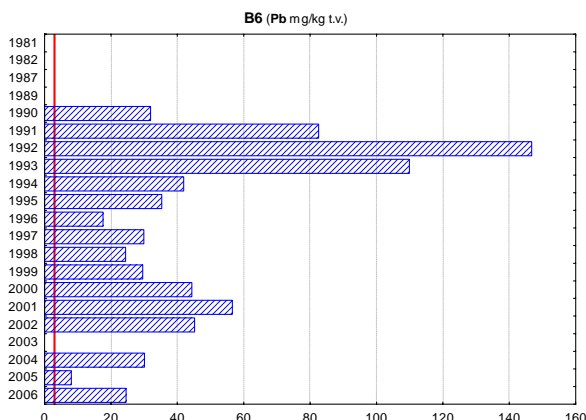
B3 (6).



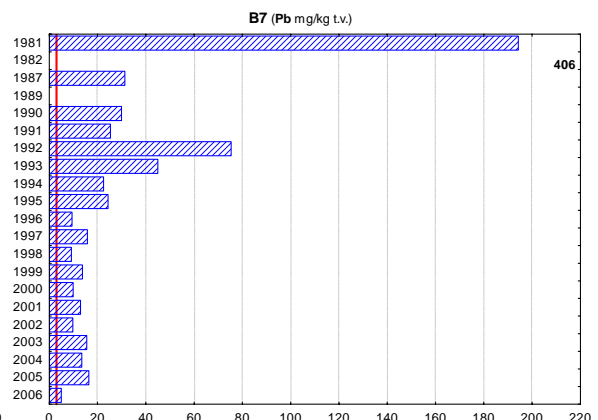
B4 (10).



B6 (18).

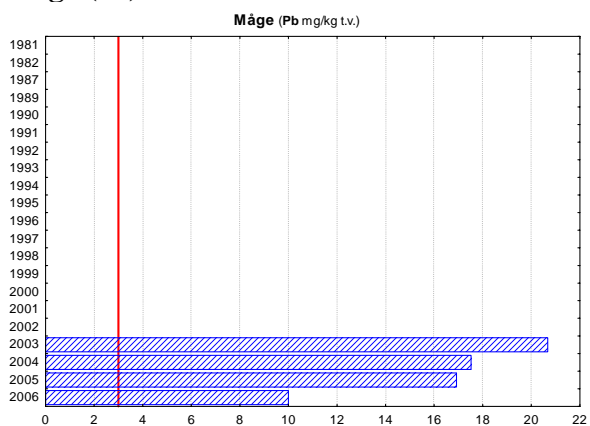


B7 (38).

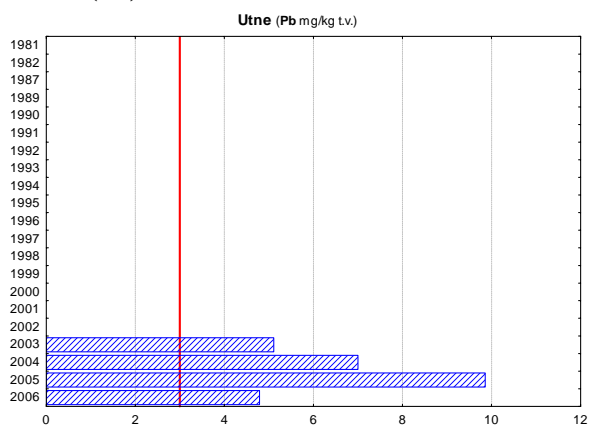


Forts. Figur 9.

Måge (15).

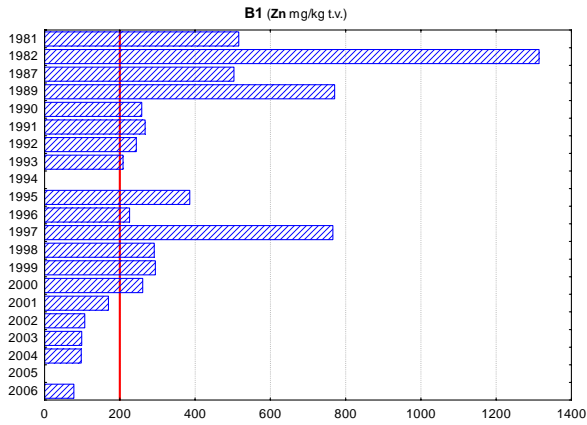


Utne (40).

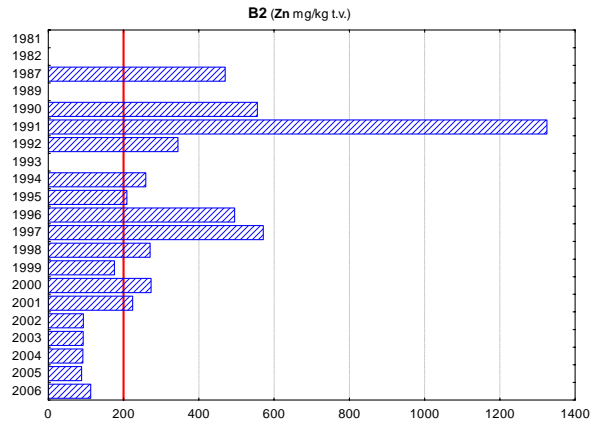


Figur 10. Sink i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørffjorden 1981-2006, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = øvre grense for Klasse I [lite/ubetydelig forurenset]).

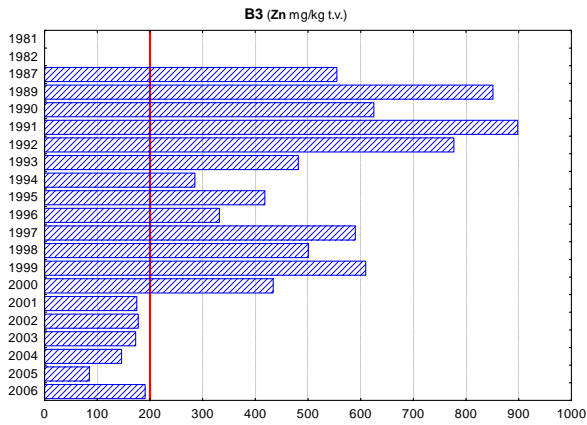
B1 (2).



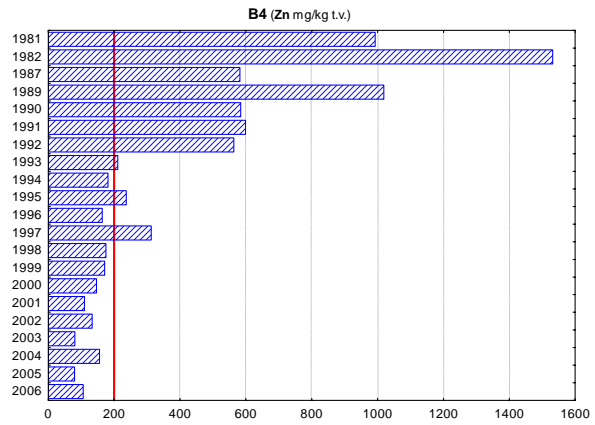
B2 (3).



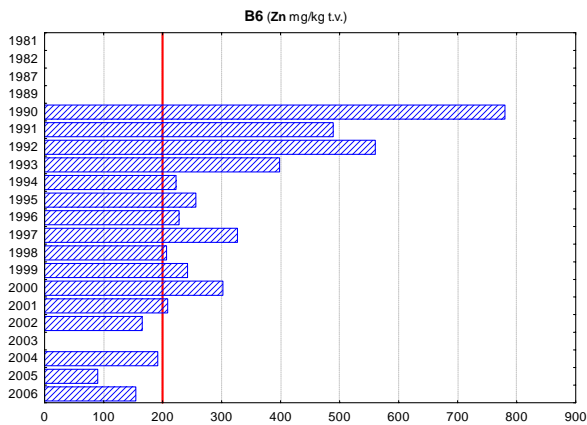
B3 (6).



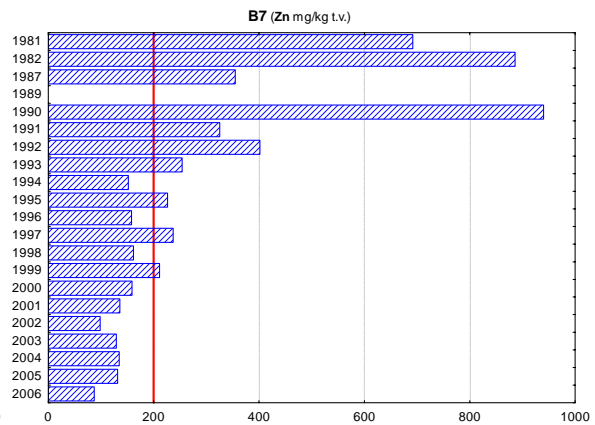
B4 (10).



B6 (18).

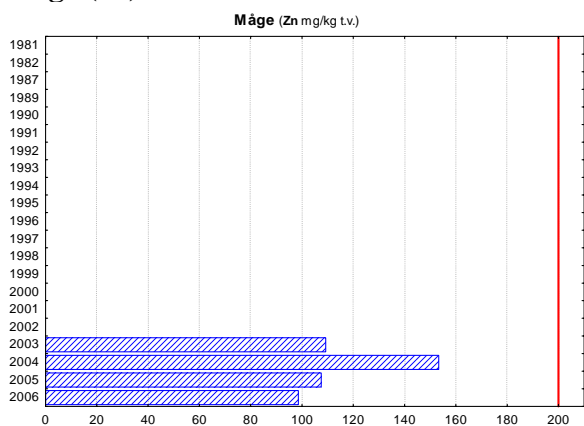


B7 (38).

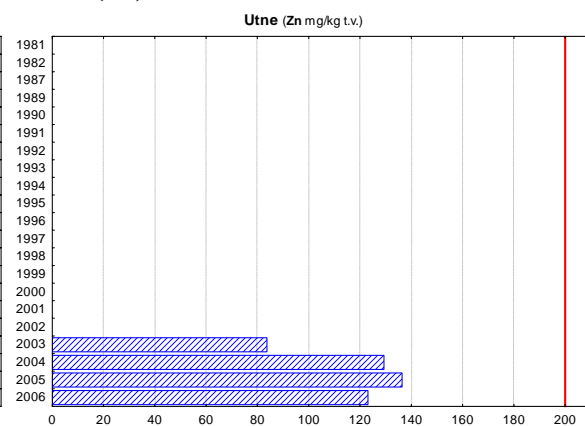


Forts. Figur 10.

Måge (15).

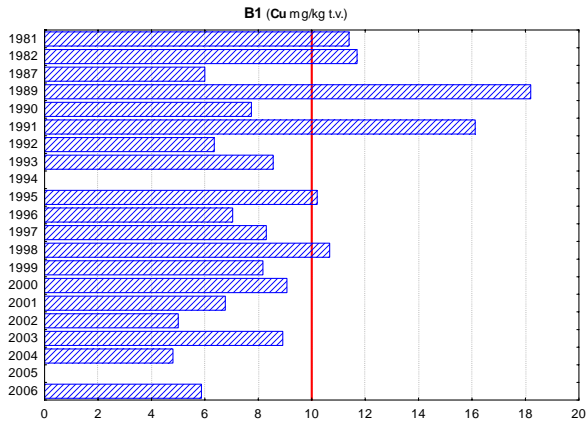


Utne (40).

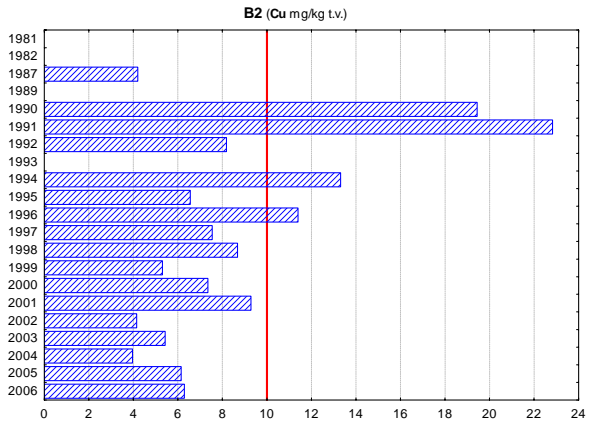


Figur 11. Kobber i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981-2006, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. (| = øvre grense for Klasse I [lite/ubetydelig forurenset]).

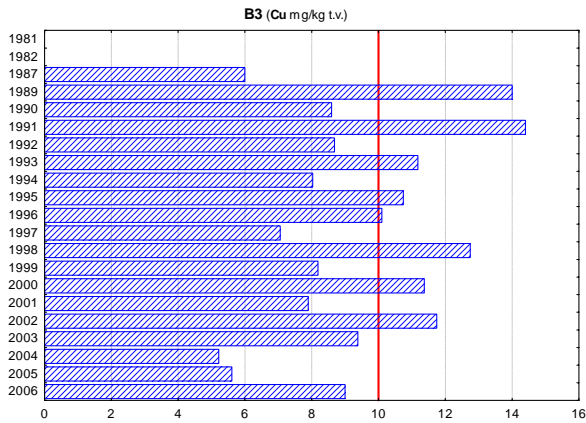
B1 (2).



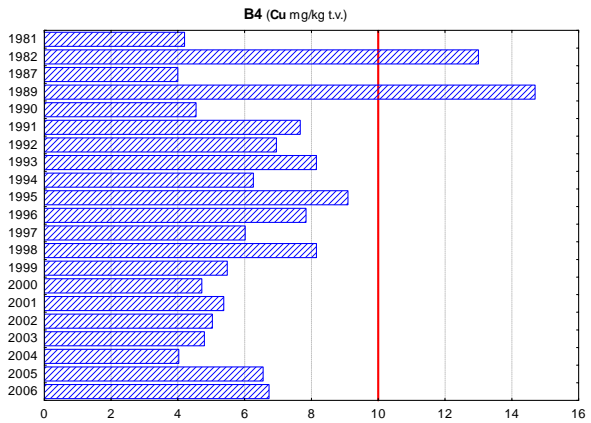
B2 (3).



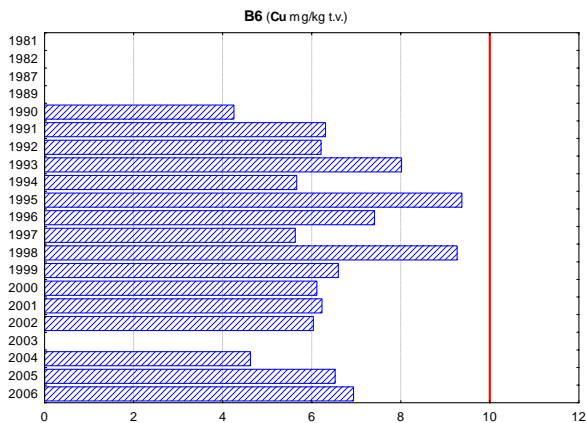
B3 (6).



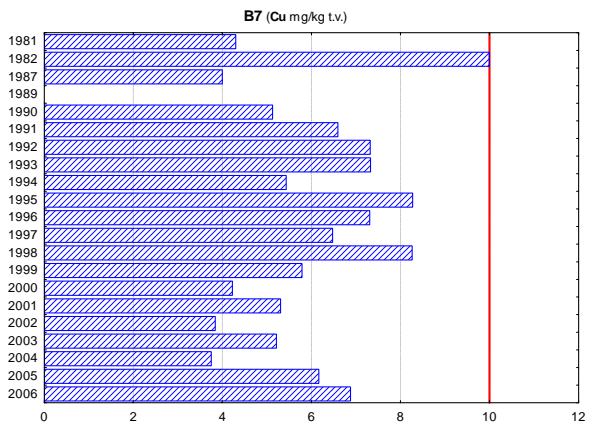
B4 (10).



B6 (18).

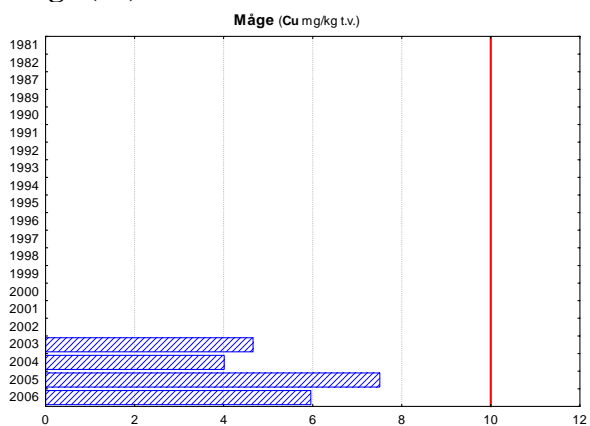


B7 (38).

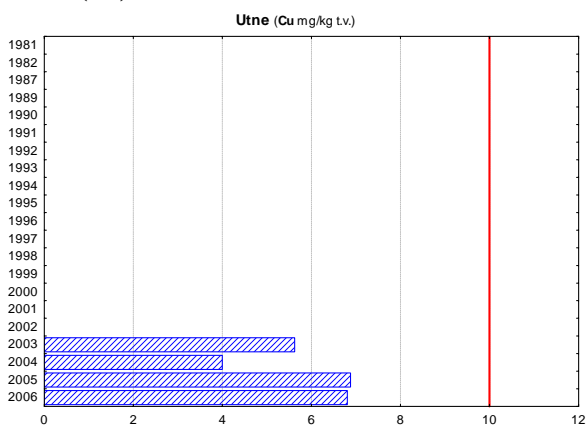


Forts. Figur 11.

Måge (15).



Utne (40).



5.3 Klororganiske stoffer i fisk

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2006:

- Den gjennomsnittlige ΣPCB_7 -konsentrasjonen i torskelever fra Sør fjorden representerte i 2006 Klasse I (ubetydelig/lite forurenset). Filet av torsk var også lite/ubetydelig forurenset med PCB.
- Den gjennomsnittlige ΣDDT -konsentrasjonen i torskelever fra Sør fjorden representerte i 2006 Klasse II (moderat forurenset).
- Lave konsentrasjoner av klororganiske forbindelser ble funnet i fisk fra Strande barm i 2006 (torsk var ubetydelig/lite forurenset; Kl. I), og statiske analyser gjennomført innenfor JAMP viser en reduksjon over år i konsentrasjonene av ΣPCB_7 og ΣDDT i torskelever fra Strande barm.

Utdrag av resultatene av fisk (samlet innenfor JAMP) analysert for klorerte organiske miljøgifter er presentert i Tabell 7. Det bemerkes igjen at skrubbe ikke ble fanget/analysert i Sør fjorden i 2006.

Tabell 7. ΣPCB_7 (sum av CB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) og DDT med nedbrytningsprodukter (gjennomsnitt/standardavvik) i fisk fra indre Sør fjorden (JAMP-st. 53) og i Hardangerfjorden ved Strande barm (JAMP-st. 67) 2006, $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt og $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett. Ikke analysert: i.a. (Om prøvenes sammensetning, se Tabell 3 *). Skrubbe ble ikke fanget i Sør fjorden (53) i 2006.

Stasjoner/arter	Våtvektsbasis				Fettbasis **		
	DDT	DDE	DDD	ΣDDT	ΣPCB_7	ΣDDT	ΣPCB_7
I. Sør fj., (53)							
Torsk, lever	69/58	252/149	36/24	357/216	384/194	872	939
Torsk, filet	<0,3/~0	0,9/0,6	<0,1/~0	<1,2/~0,9	<1/~0	<400	<333
Strande barm (67)							
Torsk, lever	12/9	56/42	11/7	79/53	75/49	150	143
Torsk, filet	<0,2/~0	0,1/0,0	<0,1/~0	<0,3/~0,1	0/0	<75	-
Skrubbe, lever	4,3/1,0	26,4/5,7	9,3/1,4	40,1/6,6	44/7	144	158
Skrubbe, filet	<0,3/~0,3	0,3/0,1	<0,1/~0	<0,7/~0,5	<1/~1	<50	<500
Glassvar, lever	28/9	73/43	10/5	111/56	58/28	481	252
Glassvar, filet	0,4/0,3	0,8/1,0	<0,2/~0,2	<1,4/~1,5	<1/~1	<233	<167

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

** Basert på gjennomsnittskonsentrasjoner og gjennomsnittlig fettinnhold

5.3.1 PCB

Den gjennomsnittlige ΣPCB_7 -konsentrasjonen i torskelever fra Sør fjorden representerte i 2006 Klasse I (ubetydelig/lite forurenset) i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet. Denne konsentrasjonen er i samme størrelse som den har vært i torskelever de foregående 3 årene (Tabell 7; [14, 18, 19]). De årlige medianverdiene viser det samme (Green et al. under utarbeidelse; [17]). Tabell 8 og Figur 12 viser dessuten samme trend. Det er altså heller ikke i 2006 funnet ekstremkonsentrasjoner av PCB i fisk, tilsvarende funnene i 2002.

Tabell 8. Gjennomsnitt av ΣPCB_7 i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sørffjorden og Hardangerfjorden ved Strandebar 1991-2006, mg/kg fett. Individuelle analyser eller blandprøver av størrelseskategorier.

Stasj./arter	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
I. Sørffj.										
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⁾ Middell av prøvene fra Tyssedal og Edna.

²⁾ Middell av de tre prøvene fra Odda, Tyssedal og Edna.

³⁾ Bare analysert i materialet fra Odda.

⁴⁾ Middell av fisk fra Odda (0,78 mg/kg) og Edna-Tyssedal (0,31 mg/kg).

Stasj./arter	2001	2002	2003	2004	2005 ⁸⁾	2006
I. Sørffj.						
Torsk l.	5,3	271,2 ⁵⁾ (7,4) ⁶⁾	2,41	2,42	2,14	0,94
Torsk f.	<0,25	234,7 ⁷⁾	2,5	1,0	0,95	<0,33
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	0,14
Torsk f.	<3,3	0,25	-	<0,5	0,22	-
Glassvar l.	0,32	0,40	0,30	0,20	0,33	0,25
Glassvar f.	<0,25	0,00	-	-	0,29	<0,17
Skrubbe l.	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13	0,16
Skrubbe f.	<0,08	0,18	0,08	-	0,14	<0,50
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 Sørffjorden 2002 er derfor lite representative.

⁸⁾ Regnet fra individuelle konsentrasjoner på fettbasis (ikke gjennomsnittskonsentrasjoner og midlere fettinnhold, som de andre årene).

Vi har bemerket hvert år siden disse funnene at det er viktig å bemerke at de lave konsentrasjonene som er observert ikke utelukker at det finnes torsk med betydelig høyere PCB-innhold i Sørfjorden, siden det av totalt 25 torsk var kun 4 som viste ekstreme konsentrasjoner i 2002. Det er imidlertid positivt av man ikke har påtruffet tilsvarende ekstreme konsentrasjoner i de 4 årene som har gått, siden 2002.

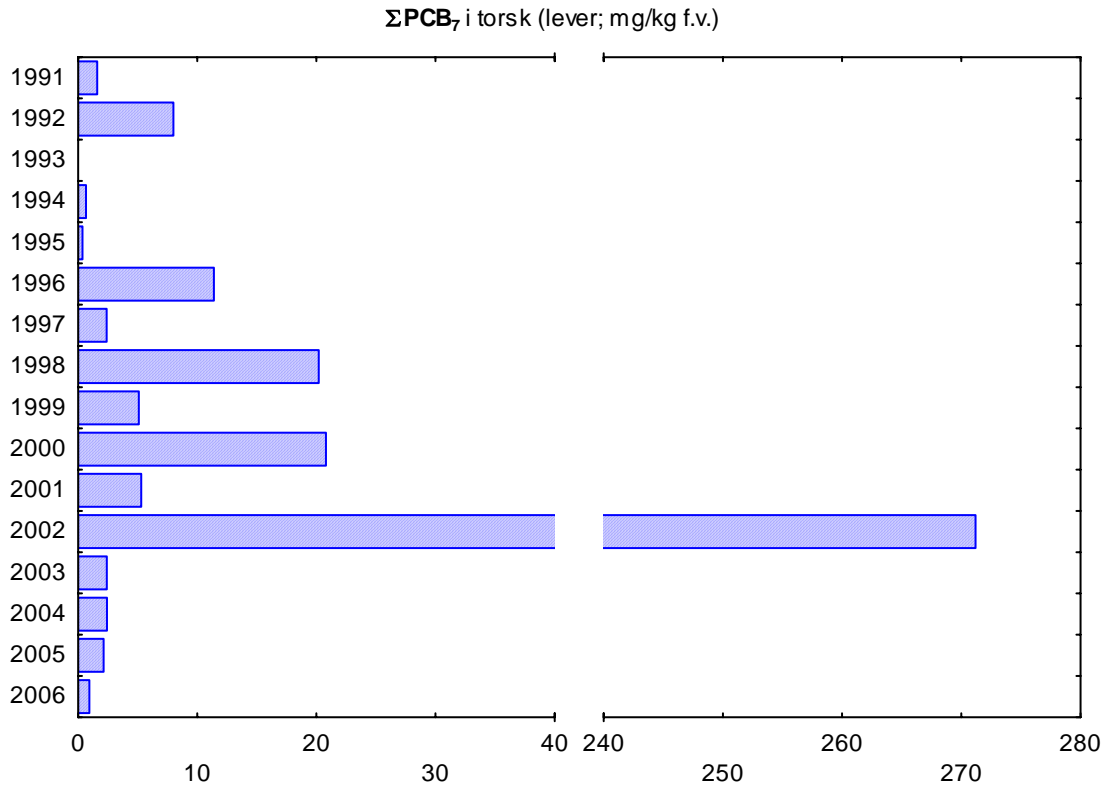
Filet av torsk fra Sørfjorden var også **lite/ubetydelig (Kl. I)** forurenset med PCB.

Av analysene i fisk fra Strandebarm ses også i 2006 lave PCB-konsentrasjoner (Tabell 7). Konsentrasjonene i torsk representerer **Klasse I (lite ubetydelig forurenset)** i henhold til SFTs tilstandsklasser. Det kan i tillegg nevnes at statistiske trendanalyser som gjennomføres innenfor JAMP på de årlige medianene (1990-2006; Green et al. under utarbeidelse; [17]) viser en reduksjon over år i PCB-innholdet i torskelever fra Strandebarm.

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 [17] og ved Bergen [21]).

Figur 12. Gjennomsnitt av ΣPCB_7 i lever av torsk fra indre Sør fjorden (1991-2006), mg/kg fettvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 8. Mrk. brudd på aksen mellom 40 og 240.



5.3.2 DDT

Den gjennomsnittlige ΣDDT -konsentrasjonen i **torskelever** fra Sør fjorden representerte i 2006 **Klasse II (moderat forurenset)** i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet (Tabell 7). Den relativt høye fettvektkonsentrasjonen, som ble observert i 2005, kunne altså ikke observeres i 2006 (Tabell 9, Figur 13).

Filet av torsk fra Sør fjorden var **lite/ubetydelig (Kl. I)** (uvisst om grensende til moderat, Kl. II; $<1,2 \mu g/kg$ v.v. og grensen til Klasse II går ved $1 \mu g/kg$) forurenset med DDT-forbindelser (Tabell 7).

Av analysene i fisk fra Strandebarm ses også i 2006 i hovedsak vanlige ΣDDT -verdier i skrubbe og glassvar (Tabell 7 og 9). Gjennomsnittskonsentrasjonen i torsk var relativt lav (Tabell 7 og 9) og det kan nevnes at statistiske trendanalyser som gjennomføres innenfor JAMP på de årlige medianene (1988-2006; Green et al. under utarbeidelse) viser en reduksjon over år i ΣDDT -innholdet i torskelever fra Strandebarm (slik som for PCB).

For sammenligning av konsentrasjonene av DDT-forbindelser i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, vises det igjen til en rapport [22] 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 Drammensfjorden, som er resipient for elver som drenerer frukt dyrkingsområder, er sammenlignbare med konsentrasjonene i torsk fra Sørfjorden.

Tabell 9. Gjennomsnitt av Σ DDT i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sør fjorden og Hardangerfjorden ved Strande barm 1991-2006, mg/kg fett. Individuelle analyser eller blandprøver av størrelseskategorier.

Stasj./arter	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
I. Sør fj.										
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	2006
I. Sør fj.						
Torsk l.	1,3	1,30	1,65	1,66	4,38	0,87
Torsk f.	0,15 ³⁾	1,17 ³⁾	1,10 ³⁾	0,70	1,13	<0,40
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	0,15
Torsk f.	1,1 ³⁾	0,13 ³⁾	<0,10 ³⁾	<0,25	0,27	<0,08
Glassvar l.	0,43	0,39	0,48	0,30	0,55	0,48
Glassvar f.	<0,15 ³⁾	0,12 ³⁾	0,18 ³⁾	0,20	0,34	<0,23
Skrubbe l.	0,13	0,15	0,16	0,12	0,13	0,14
Skrubbe f.	0,09 ³⁾	0,12 ³⁾	0,09 ³⁾	0,20	0,10	<0,05
Sandfl. l.						
Sandfl. f.						
Ål f.						

¹⁾ Middell av prøvene fra Tyssedal og Edna.

²⁾ Bare analysert i materialet fra Odda.

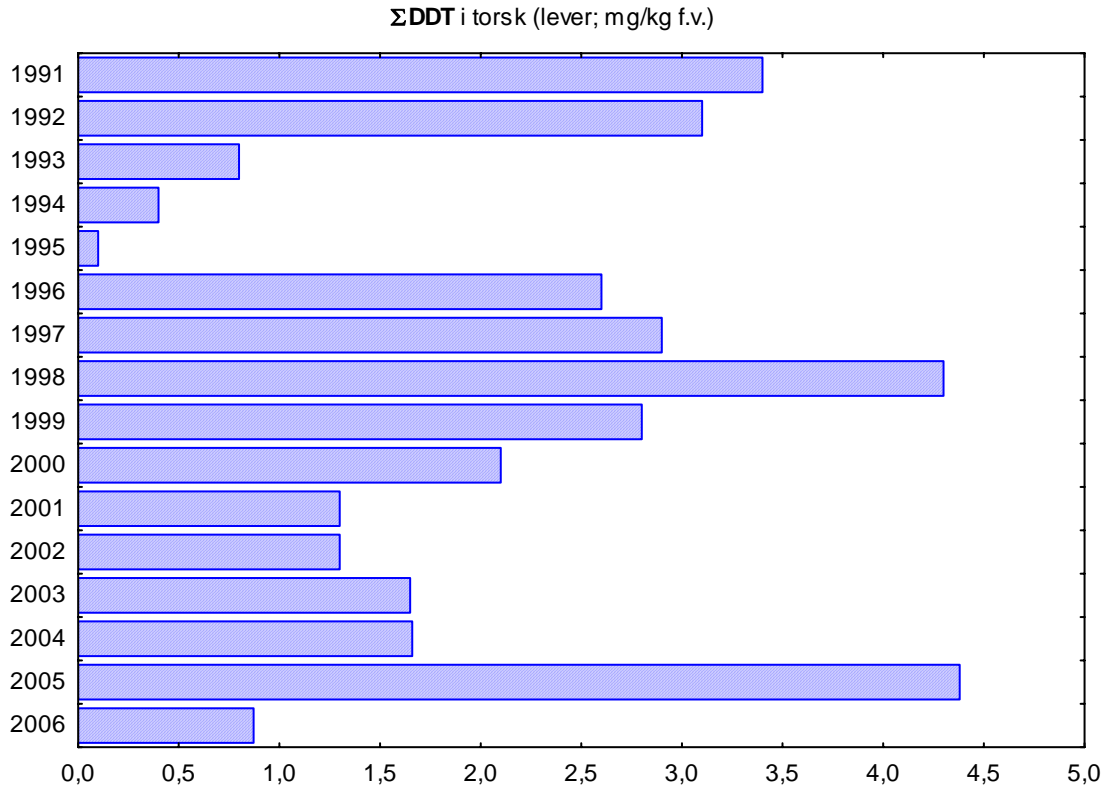
³⁾ Sum av bare DDE + DDD, avrundede verdier.

⁴⁾ Middell av de tre understasjonene Odda, Tyssedal og Edna.

⁵⁾ Bare verdier fra Edna

⁶⁾ Middell av verdier fra Odda

Figur 13. Gjennomsnitt av Σ DDT i lever av torsk fra indre Sør fjorden (1991-2006), mg/kg fettvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 9.



5.4 Klororganiske stoffer i blåskjell

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2006:

- Konsentrasjoner av Σ DDT i blåskjell tilsvarende Klasse V (meget sterkt forurenset) ble funnet både på stasjon B6 (Kvalnes) og ved Utne, i 2006 (blåskjell samlet 1-2 måneder senere enn tidligere år).
- Den desidert høyeste konsentrasjonen av Σ DDT i blåskjell ble funnet ved Utne, (og ikke ved st. B6, Kvalnes, som tidligere). Konsentrasjonen tilsvarte en faktor >5 høyere enn grensen for Klasse V, meget sterkt forurenset.
- Mye nedbør i tidsrommet før blåskjellinnsamlingen i 2006 kan sannsynligvis forklare de høye konsentrasjonene av Σ DDT.
- 2006 er det andre året på rad at det er observert meget høye konsentrasjoner av Σ DDT i blåskjell fra Sørfjorden og dersom en ser nærmere på dataene som foreligger for eksempel for stasjonen Kvalnes (B6/56A) kan man også se en statistisk signifikant lineær økning over år.
- Blåskjell fra alle stasjoner i Sørfjorden var lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med Σ PCB₇ i 2006.
- Σ PCB₇-konsentrasjonen (våttvektsbasis) 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

Σ DDT viste i 2006 opp til **meget sterk (Kl. V) forurensning** (st. B6/56A, Kvalnes; både innsamlingen innenfor Statlig program for forurensningsovervåking og JAMP, samt ved Utne) i blåskjell (Tabell 10). Innerst i Sørfjorden (men kun skjell fra JAMP-innsamling; se nedenfor) kunne konsentrasjoner tilsvarende lite/ubetydelig til moderat (Kl I-II) registreres (Tabell 10). Utenfor Sørfjorden ble liten/ubetydelig (Kl. I) DDT-forurensning registrert (JAMP-innsamling; Tabell 10). På de øvrige stasjonene var DDT-forurensningen sterk (Kl. IV, Tabell 10).

I 2006 var det blåskjell fra stasjonen "Utne", som viste de høyeste konsentrasjonene av Σ DDT (Tabell 10). Dette er desidert den høyeste konsentrasjonen av Σ DDT som er registrert i blåskjell, innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (Tabell 11). Denne konsentrasjonen er en faktor >5 høyere enn grensen for Kl V (meget sterkt forurenset), i SFTs klassifiseringssystem. Til nå har det vært vanlig å observere den høyeste Σ DDT-konsentrasjonen ved Kvalnes (st. B6/56A), hvor 2006-konsentrasjonen også er den høyeste som er registrert på denne stasjonen (Tabell 11; Figur 14). Det bemerkes at på grunn av vanskeligheter med å skaffe til veie blåskjell på denne stasjonen, måtte skjellene tas 200-300 m nord for det vanlige prøvepunktet (Tabell 2).

En annen viktig faktor er at skjellene i 2006 ble samlet senere enn vanlig, nærmere bestemt, mellom 19 desember, 2006 og 8 januar, 2007 (se Kap. 4). Vi har tidligere vist at det er 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 [18, 22]. Høsten og vinteren 2006 var en periode med veldig mye nedbør (Tabell 12). I November 2006 falt det >400 mm nedbør ved Ullensvang (Tabell 12). Bare i de 14 dagene før innsamlingen av blåskjellene fra Utne (og noen andre stasjoner; altså i perioden 5-18 desember) falt det >170 mm nedbør. Dette er mest sannsynlig også årsaken til at man i 2006 observerer store forskjeller i Σ DDT-konsentrasjoner mellom skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking og skjell samlet innenfor JAMP, 3 måneder tidligere (Tabell 10). Ved Eitheim (st. B2/52A) var for eksempel skjellene samlet innenfor JAMP lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med Σ DDT, mens skjellene samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking var sterkt forurenset (Kl. IV). Det falt vesentlig mindre nedbør ved Ullensvang i tiden før innsamling av JAMP-skjellene (48,1 mm i august og 91,1 mm i september; se Bioforsk AgroMetBase: <http://lmt.bioforsk.no/agrometbase/getweatherdata.php>).

Det er tidligere vist at tidspunkt med høye blåskjellkonsentrasjoner av Σ DDT sammenfaller med høye andeler av det insekticide virkestoffet p,p'-DDT, relativt til nedbrytningsproduktet p,p'-DDE [22]. Andelene p,p'-DDT var imidlertid ikke påfallende høye, til tross for de høye totalkonsentrasjonene (Σ DDT; Tabell 11).

Det er vanskelig å forklare den plutselige meget høye konsentrasjonen av Σ DDT ved Utne, som for øvrig ligger på den andre siden av fjorden, i forhold til plassene hvor man vanligvis observerer de høyeste konsentrasjonene i blåskjell. Dette viser imidlertid at bildet av DDT-forurensningen rundt Sørfjorden er komplekst. Skjellene ved Utne samles på en odde, akkurat der Sørfjorden begynner. Det kan være en del strøm i området, og man kan spekulere i om vann som strømmer forbi (og skjellene filtrerer) kan inneholde forurensede partikler som har entret Sørfjorden, gjennom avrenning fra land på flere steder langs den vestre siden. Det er sannsynlig at strømforholdene i Sørfjorden også er påvirket av klimatiske parametere, slik som nedbør og avrenning fra land (og dermed vannføring i Opo).

2006 er det andre året på rad at det er observert meget høye konsentrasjoner av Σ DDT i blåskjell fra Sørfjorden (Tabell 11; Figur 14). Dersom en ser nærmere på dataene som foreligger for eksempel for stasjonen Kvalnes (B6/56A) kan man også se en statistisk signifikant lineær økning over år ($P=0,0013$; Figur 14b). Modellen (den rette linjen) hadde imidlertid en determinanskoeffisient på $R^2=0,59$.

For sammenligning av konsentrasjonene av DDT-forbindelser i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, vises det igjen til rapporten [22] 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 ΣPCB_7 ¹⁾ i blåskjell fra Sørffjorden og Hardangerfjorden 2006 (19 desember, 2006-8 januar, 2007 [S. P.] og 11-14 september [JAMP], $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) (ΣDDT også i $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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).

St.nr.	DDT		DDE		DDD		ΣDDT		ΣPCB_7		ΣDDT ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett)	
	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP	S. P.	JAMP
B1/51A	6,1	0,7	3,3	1,2	0,8	0,3	10,2	2,1	2,73	1,8	598	249
B2/52A	5,1	0,3	4,5	0,8	0,9	0,2	10,5	1,3	3,04	1,7	554	98
B3	5,6		3,9		0,8		10,3		3,85		790	
B4	8,3		7,3		1,7		17,3		1,31		1442	
Måge	8,4		7,5		2,0		17,9		0,88		1827	
B6/56A	27,0	11,0	30,0	26,7	6,7	3,2	63,7	40,9	0,98	0,7	4900	4264
B7/57A	14,0	0,8	10,0	1,8	2,4	0,3	26,4	2,9	1,28	0,5	1553	251
Utne	55,0		92,0		12,0		159,0		1,12		12231	
63A		0,2		0,9		0,2		1,3		0,5		111
B15/65A		0,1		0,6		0,1		0,8		0,4		62

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

Tabell 11. DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell 1991-2000 (a) og 2001-2006 (b), $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. (I parentes % av ΣDDT). 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" (2003-2006).

(a.)					
Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	Σ DDT
St. B1 Byrkjenes	1991	0,7 (20)	2,0 (60)	0,7 (20)	3,4
	1992	< 0,2 (\approx 2)	2,3 (56)	1,7 (42)	4,9 ¹⁾
	1993	0,1 (\approx 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
St. B2 Eitrheim	1991	0,1 (4)	1,5 (62)	0,8 (34)	2,4
	1992	< 0,2 (< 2)	2,5 (51)	2,3 (47)	4,9 ¹⁾
	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
St. B3 Tyssedal	1991	0,1 (\approx 6)	1,0 (63)	0,5 (31)	1,6
	1992	0,4 (15)	1,7 (60)	0,7 (25)	2,8
	1993	< 0,1 (\approx 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
St. B4 Digranes	1991	1,4 (18)	4,1 (51)	2,5 (31)	8,0
	1992	< 0,2 (\approx 1)	4,8 (48)	5,1 (51)	10,0 ¹⁾
	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
St. B6 Kvalnes	1991	4,7 (22)	10,7 (50)	6,0 (28)	21,4
	1992	0,5 (3)	7,8 (44)	9,4 (53)	17,7
	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	
St. B7 Krossanes	1991	1,9 (20)	5,7 (61)	1,8 (19)	9,4
	1992	< 0,2 (\approx 1)	5,6 (52)	5,0 (47)	10,7 ¹⁾
	1993	0,1 (\approx 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. ΣDDT 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
	2006	6,1 (60)	3,3 (32)	0,8 (8)	10,2
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
	2006	5,1 (48)	4,5 (43)	0,9 (9)	10,5
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
	2006	5,6 (55)	3,9 (38)	0,8 (7)	10,3
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
	2006	8,3 (48)	7,3 (42)	1,7 (10)	17,3
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
	2006	27,0 (42)	30,0 (47)	6,7 (11)	63,7
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
	2006	14,0 (53)	10,0 (38)	2,4 (9)	26,4

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
	2006	8,4 (47)	7,5 (42)	2,0 (11)	17,9
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
	2006	55,0 (35)	92,0 (58)	12,0 (8)	159,0

Tabell 12. Tidspunkter for blåskjellinnsamling, samt nedbørmengder (mm) ved Ullensvang i månedene oktober og november, årene 2003-2006.

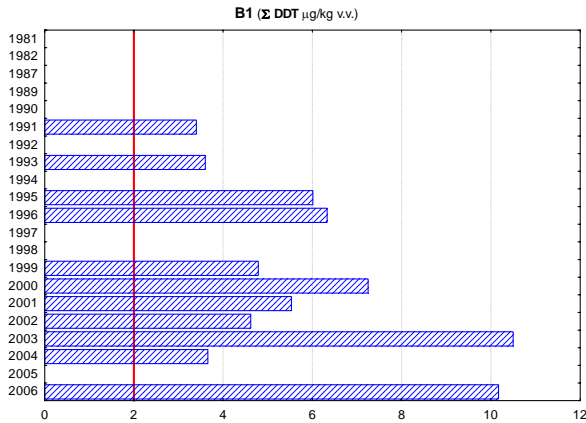
År	Tidspunkt for innsamling av blåskjell	Nedbør (mm) (Ullensvang) *	
2003	2 - 12 november	Oktober:	103,1
		November:	64,6
2004	3 - 6 november	Oktober:	76,3
		November:	169,1
2005	5- 28 november	Oktober:	108,8
		November:	223,4
2006	19 desember, 2006 – 8 januar, 2007	Oktober:	147,4
		November:	403,9
		Desember:	215,6
		Januar:	230,8

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

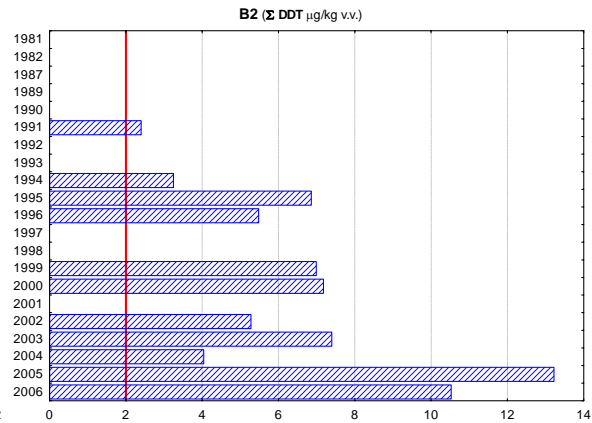
Figur 14. Σ DDT i blåskjell fra Sørkjorden 1981-2006, $\mu\text{g/kg}$ våtvekt (a.; Søyler er kun vist for de år/stasjoner hvor alle tre komponenter [DDT, DDE og DDD] er detektert i prøven. Om fordeling mellom DDT, DDE og DDD, se Tabell 9 og 10. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand fra Odda [km]. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. [] = øvre grense for Klasse I (lite/ubetydelig forurenset)) og visualisering av lineær økning i Σ DDT-konsentrasjon i blåskjell på stasjonen B6 (Kvalnes) (b.).

a.

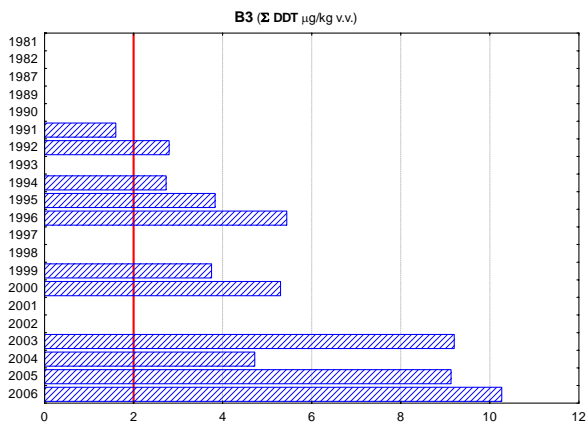
B1 (2).



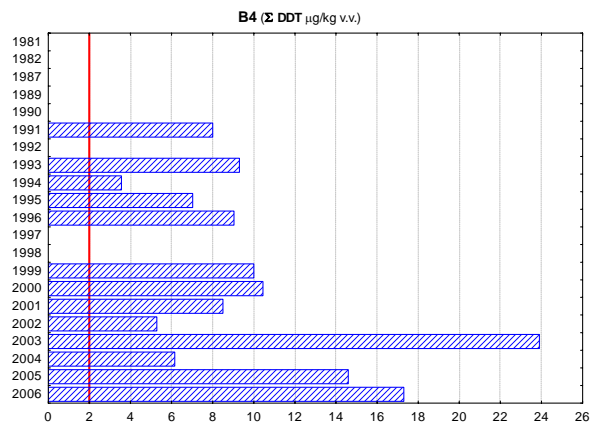
B2 (3).



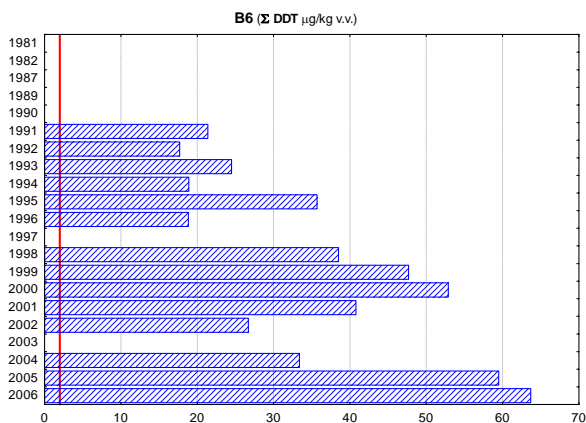
B3 (6).



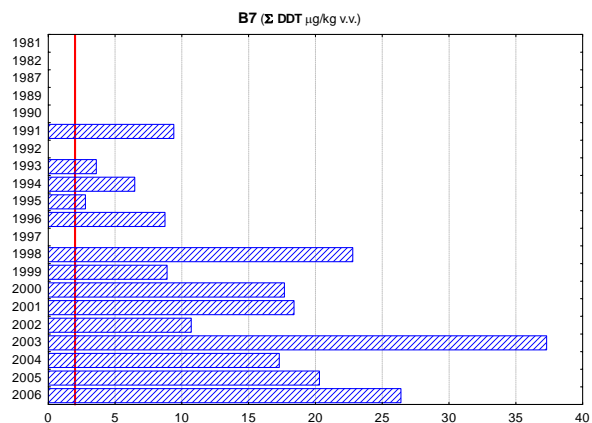
B4 (10).



B6 (18).

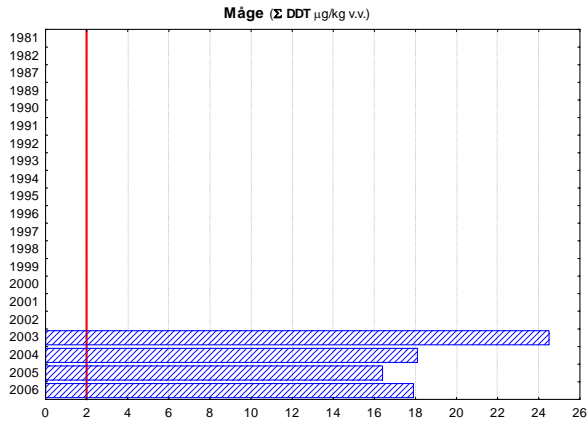


B7 (38).

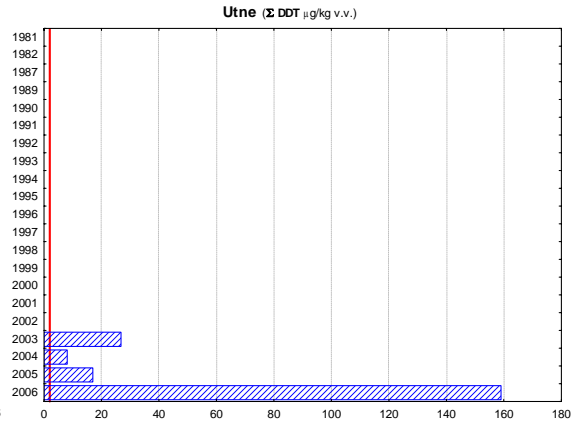


Forts. Figur 14.

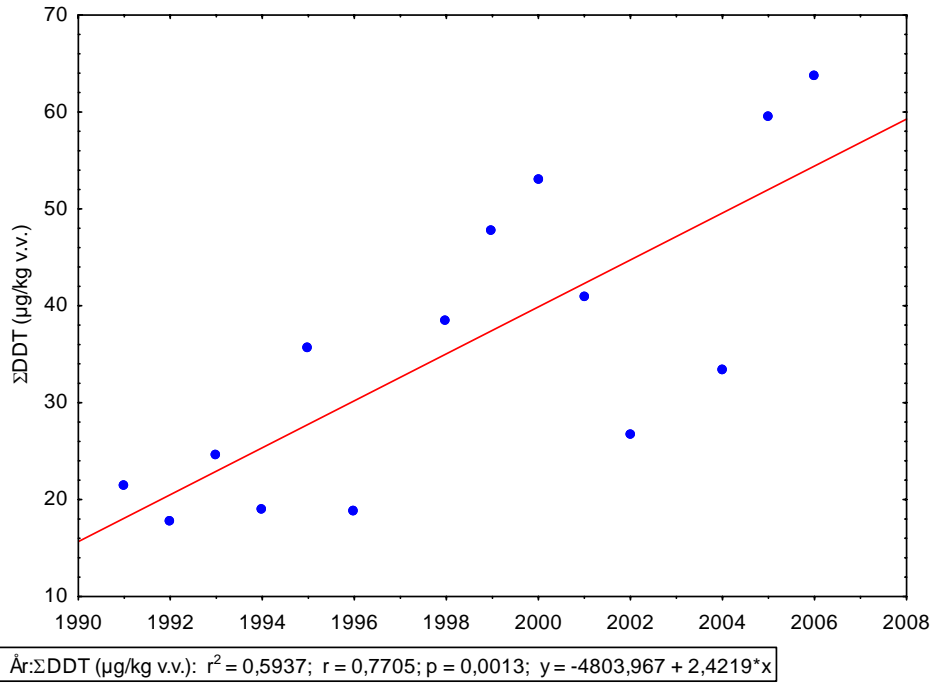
Måge (15).



Utne (40).



b.



5.4.2 PCB

Blåskjellene fra alle stasjoner i Sørfjorden var **lite/ubetydelig forurenset (Kl. I)** med ΣPCB_7 i 2006. ΣPCB_7 -konsentrasjonen (på våtvektbasis) ved Tyssedal var den laveste som er registrert her siden 1991 (Tabell 13, Figur 15) og for første gang innenfor Klasse I (lite/ubetydelig forurenset) i SFTs klassifiseringssystem.

Tabell 13. ΣPCB_7 i blåskjell fra st. B3, Tyssedal 1991-2006 (1997-materialet pga. en feil ikke analysert). $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt og $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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

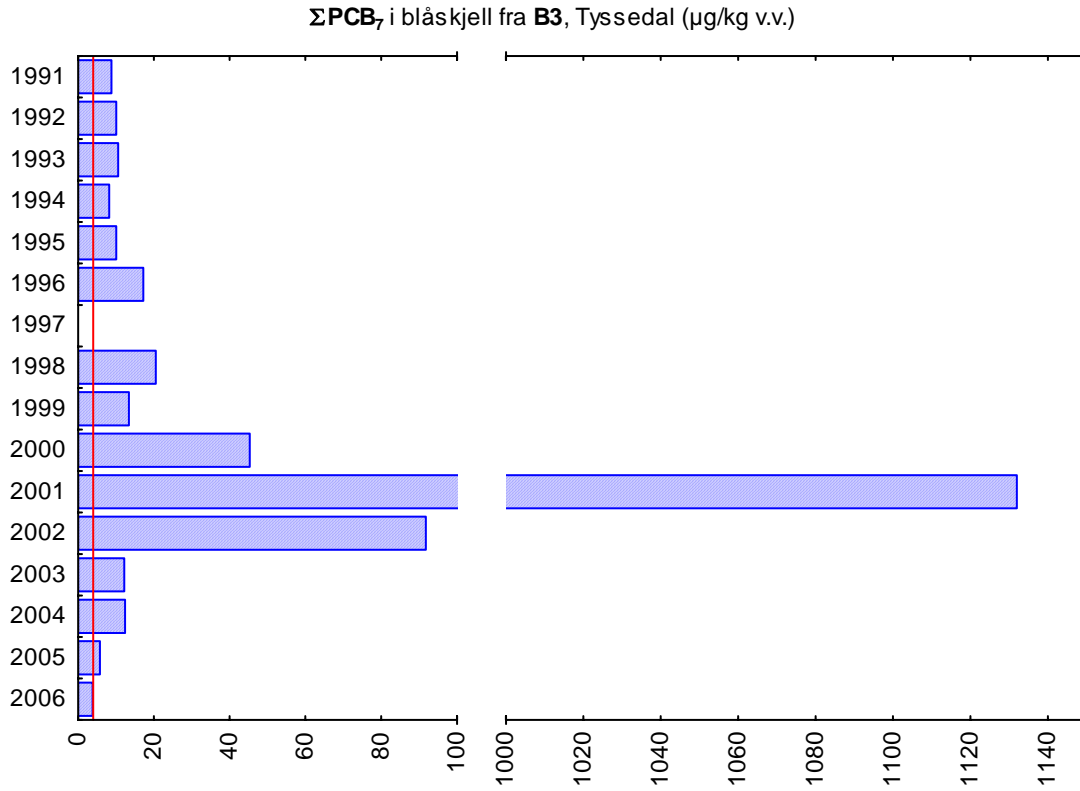
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Våtv.basis	1132	91,8	12,2	12,4	5,8	3,9
Fettbasis	59584	3825	719	592	222	296

Blåskjellkonsentrasjonene av ΣPCB_7 de siste 2-3 årene indikerer at tilførselen av PCB til nærområdet er redusert. Som tidligere nevnt, er PCB 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] og ved Bergen [21]).

Figur 15. ΣPCB_7 i blåskjell fra Tyssedal (st. B3; 1991-2006), $\mu\text{g/kg}$ våtvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 12. (| = øvre grense for Klasse I [lite/ubetydelig forurenset]). Mrk. brudd på akse mellom 100 og 1000.



5.5 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2006:

- Konsentrasjoner av Σ PAH i blåskjell tilsvarte Klasse I (lite/ubetydelig forurenset) på alle stasjoner, med unntak av ved Tyssedal, hvor konsentrasjonene (så vidt) passerte grensen til moderat forurenset (Kl. II).
- Med hensyn på kun den kreftfremkallende forbindelsen benzo[a]pyren, så representerte konsentrasjonene Klasse I til II (ubetydelig/lite til moderat forurenset).

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble analysert i blåskjell fra alle stasjoner i Sørfjorden i 2006 (Figur 16). I 2005 ble en ekstraundersøkelse gjennomført, hvor PAH ble analysert på 2 stasjoner (st. B3, Tyssedal og st. B6, Kvalnes), 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).

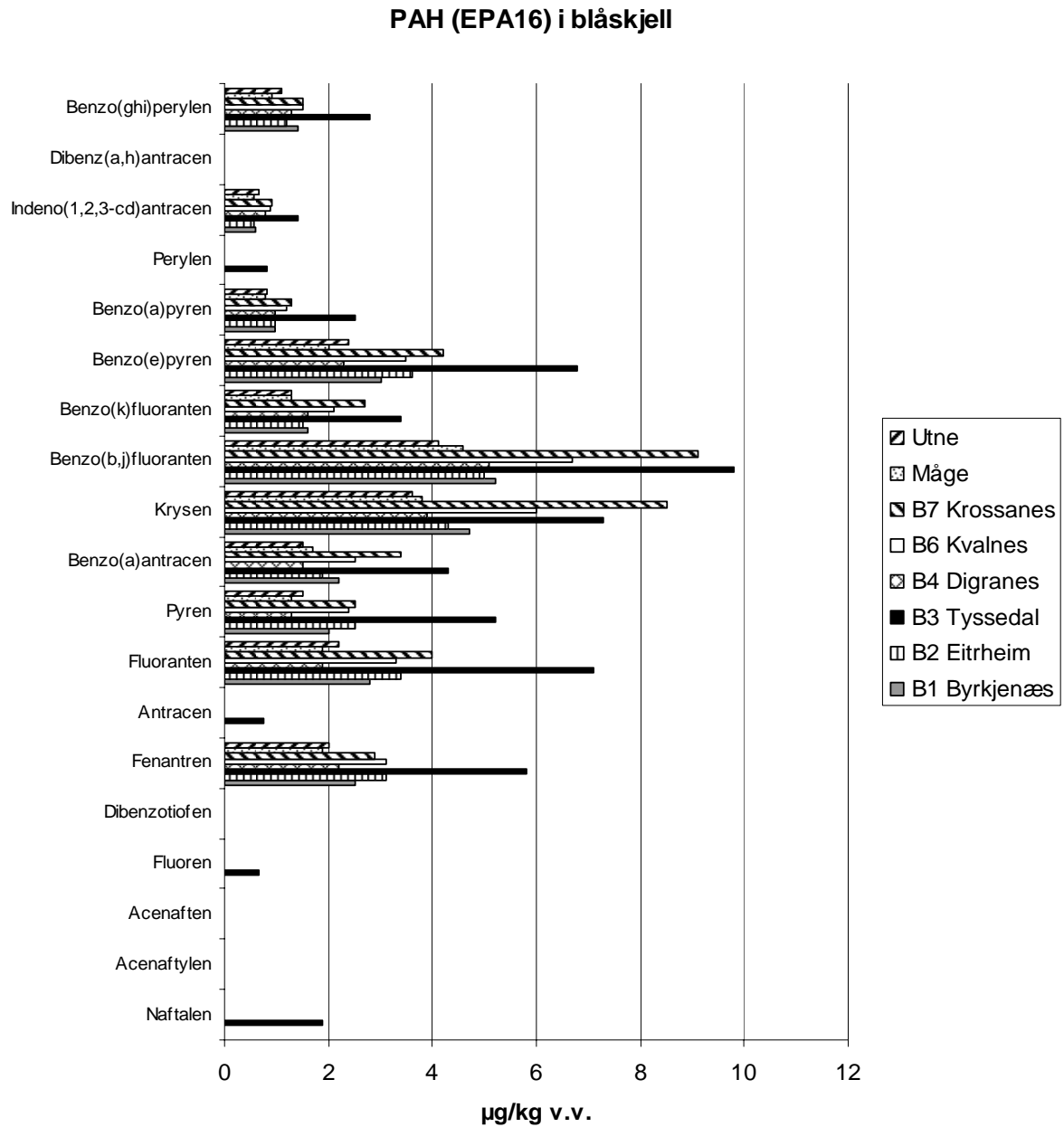
Resultatene viste konsentrasjoner av Σ PAH tilsvarende **Klasse I (ubetydelig/lite forurenset)** i skjell fra alle stasjoner, men unntak av ved **Tyssedal**, hvor konsentrasjonene (så vidt) passerte grensen til **moderat forurenset (Kl. II)**. Med hensyn på kun den kreftfremkallende forbindelsen **benzo[a]pyren**, så representerte konsentrasjonene **Klasse I (ubetydelig/lite forurenset)**; så vidt under grensen til Kl. II) på stasjonene Byrkjenes (B1), Eitrheim (B2), Digranes (B4), Måge og Utne, mens konsentrasjonene på de øvrige stasjonene representerte **Klasse II (moderat forurenset)**.

PAH-konsentrasjonene som er målt i blåskjell i 2006 er altså litt høyere enn (ved Tyssedal, st. B3, en faktor 2-3), eller samsvarer (ved Kvalnes, st. B6) med konsentrasjonene som ble observert i 2005 [18]. Dette betyr at konsentrasjonen av benzo[a]pyren ved Tyssedal fortsatt er en faktor ca. 300 lavere enn konsentrasjoner i skjell rapportert i forbindelse med ovennevnte undersøkelse for TTI i 2005. Vi viser til diskusjonen i fjorårets rapport [18] om mulige årsaker til denne uoverensstemmelsen.

Dersom en vil sammenligne konsentrasjonene av PAH i blåskjell fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, kan følgende bemerkes:

- Nivåene av PAH (sum av alle, eller om en kun ser på benzo[a]pyren) er i samme størrelsesorden som man finner mange steder langs kysten [17]. Konsentrasjonene av benzo[a]pyren ved Tyssedal er moderat forhøyet i forhold til dette [17].
- Nivåene av PAH (sum av alle, eller om en kun ser på benzo[a]pyren) i blåskjell fra Sørfjorden er betydelig lavere enn i områder med kjent PAH-belastning, slik som eksempelvis i enkelte områder nær Kristiansand [17].

Figur 16. Konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra stasjonsnettet i Sør fjorden, 2006.



6. Referanser

1. Molvær, J., 2007. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2006. Delrapport 2. Oksygen, nitrogen og fosfor i vannmassene. Rapport 997/2007 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 5487-2007, 29 s.
2. Skei, J. og M. Schøyen, 2007. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2005. Delrapport 1. Metaller i vannmassene. Rapport 984/2007 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 5424-2007, 29 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. Miljømessige 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, Å. Bakketun, J. Håvardstun, Å.G. Rogne, M. Schøyen, L. Tveiten og S. Øxnevad, 2006. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). National Comments regarding the Norwegian Data for 2005. Norwegian State Pollution Monitoring Programme Report no. 974/2006. TA-no. 2214/2006. 191 s.
18. Ruus, A. og N.W. Green, 2006. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2005. Delrapport 3. Miljøgifter i organismer. Rapport 959/2006 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 5268-2006, 58 s.
19. 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.
20. 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.
21. Knutzen, J., J. Skei, T.M. Johnsen, K. Hylland, J. Klungsøyr og M. Schlabach, 1995. Miljøgiftundersøkelser i Byfjorden/Bergen og tilliggende fjordområder. Fase 2. Observasjoner i 1994. NIVA-rapport 3351-95, 163 s.
22. 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, brosme og lysing samlet i februar og mars, 2007 (våtveksbasis).

**Metaller, klororganiske miljøgifter og PAH
i blåskjell samlet 19 desember, 2006 til 8 januar, 2007 (våtveksbasis).**

Rådata: Kvikksølv i lange, brosmes og lysing samlet i ytre Sørfjorden (Hauso) og i indre Sørfjorden (Tyssedal/Edna; kun lange), februar-mars, 2007 (våtvæktsbasis).

Rekvisisjonsnr : 2007-01316 Mottatt dato : 20070619 Godkjent av : KLR Godkjent dato: 2007
 Prosjektnr : O 26461 02
 Kunde/Stikkord : Sørfjorden biota
 Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel	Hg-B			
Enhet ==>	µg/g			
Metode ==>	E 4-3			
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	
1	20070609	Ytre Sørfj lange glass 1	bioff	0.57
2	20070609	Ytre Sørfj lange glass 2	bioff	0.39
3	20070609	Ytre Sørfj lange glass 3	bioff	0.53
4	20070609	Ytre Sørfj brosmes glass 4	bioff	1.20
5	20070609	Ytre Sørfj lysing glass 5	bioff	0.36

Rekvisisjonsnr : 2007-01317 Mottatt dato : 20070619 Godkjent av : KLR Godkjent dato: 2007
 Prosjektnr : O 26461 02
 Kunde/Stikkord : Sørfjorden biota
 Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel	Hg-B			
Enhet ==>	µg/g			
Metode ==>	E 4-3			
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	
1	20070508	Indre Sørfj lange glass 1	bioff	0.62
2	20070508	Indre Sørfj lange glass 2	bioff	0.55
3	20070508	Indre Sørfj lange glass 3	bioff	0.41
4	20070508	Indre Sørfj lange glass 4	bioff	0.54
5	20070508	Indre Sørfj lange glass 5	bioff	0.91

Rådاتا: Metaller, klororganiske miljøgifter og PAH i blåskjell samlet på ulike stasjoner i Sørkjorden 19 desember, 2006 – 8 januar, 2007 (våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : 2007-00769 Mottatt dato : 20070423 Godkjent av : KLR Godkjent dato: 20070619
 Prosjektnr : O 26461 02
 Kunde/Stikkord : Sørkjorden biota
 Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel															CB101-B
Enhet	==>												µg/kg v.v.		
Metode	==>												H 3-4		
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	TTS/%	Fett-%	Cd/MS-B	Cu/MS-B	Hg-B	Pb/MS-B	Zn/MS-B	CB28-B	CB52-B	CB101-B		
				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		
1	20070108 B1	Byrkjens	Bioxx	16	1.7	0.801	0.940	0.057	5.67	12.5	0.38	80.44	i		
2	20061219 B2	Eitrheim	Bioxx	17	1.9	0.440	1.07	0.030	2.15	19.2	0.12	0.14	0.64		
3	20070108 B3	Tysedal	Bioxx	12	1.3	0.436	1.08	0.029	1.72	22.9	0.08	0.09	i		
4	20061219 B4	Digranes	Bioxx	15	1.2	0.312	1.01	0.025	1.25	15.9	0.06	<0.05	i		
5	20070110 B6	Kvalnes	Bioxx	13	1.3	0.666	0.902	0.038	3.19	20.1	<0.05	<0.05	i		
6	20070103 B7	Krossanes	Bioxx	14	1.7	0.309	0.963	0.025	0.695	12.2	0.11	<0.05	s0.17		
7	20061219 B8	Måge	Bioxx	14	0.98	0.834	0.834	0.031	1.40	13.8	0.031	<0.05	i		
8	20061219 B9	Utne	Bioxx	13	1.3	0.374	0.885	0.027	0.623	16.0	<0.05	0.12	s0.28		

Analysevariabel															ΣPCB _A
Enhet	==>												µg/kg v.v.		
Metode	==>												Beregnet*		
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	CB118-B	CB105-B	CB153-B	CB138-B	CB180-B	CB209-B	ΣPCB	ΣPCB _A	CB52-B	CB101-B		
				H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	Beregnet*	H 3-4	H 3-4		
1	20070108 B1	Byrkjens	Bioxx	0.54	0.11	0.65	0.62	0.08	0.10	<0.05	s2.92	82.73	<0.03		
2	20061219 B2	Eitrheim	Bioxx	0.62	0.20	0.69	0.72	0.07	0.11	<0.05	3.31	3.04	<0.03		
3	20070108 B3	Tysedal	Bioxx	0.95	0.45	1.2	1.4	0.13	0.13	<0.05	4.43	3.85	<0.03		
4	20061219 B4	Digranes	Bioxx	0.27	0.07	0.46	0.46	0.05	0.06	<0.05	1.43	1.31	<0.03		
5	20070110 B6	Kvalnes	Bioxx	0.36	0.09	<0.05	0.54	0.07	0.08	<0.05	1.14	0.98	<0.03		
6	20070103 B7	Krossanes	Bioxx	0.20	0.06	0.37	0.36	0.05	0.07	<0.05	s1.39	s1.28	<0.03		
7	20061219 B8	Måge	Bioxx	0.20	0.06	0.29	0.33	0.13	0.06	<0.05	1.07	0.88	<0.03		
8	20061219 B9	Utne	Bioxx	0.16	<0.05	0.26	0.30	0.05	<0.05	<0.05	s1.17	s1.12	<0.03		

Analysevariabel															ACNE-B
Enhet	==>												µg/kg v.v.		
Metode	==>												H 2-4		
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	HCHA-B	HCB-B	HCHG-B	OCS-B	DDEPP-B	TDEPP-B	NAP-B	ACNE-B	CB52-B	CB101-B		
				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 3-4	H 3-4		
1	20070108 B1	Byrkjens	Bioxx	<0.05	<0.03	<0.05	<0.05	3.3	0.77	6.1	<1.0	<0.5	<0.5		
2	20061219 B2	Eitrheim	Bioxx	<0.05	0.04	<0.05	<0.05	4.5	0.93	5.1	<1.0	<0.5	<0.5		
3	20070108 B3	Tysedal	Bioxx	0.06	0.11	<0.05	<0.05	3.9	0.77	5.6	1.9	<0.5	<0.5		
4	20061219 B4	Digranes	Bioxx	<0.05	<0.03	<0.05	<0.05	7.3	1.7	8.3	<1.0	<0.5	<0.5		
5	20070110 B6	Kvalnes	Bioxx	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	30	6.7	27	<1.0	<0.5	<0.5		
6	20070103 B7	Krossanes	Bioxx	<0.05	0.09	<0.05	<0.05	10	2.4	14	<1.0	<0.5	<0.5		
7	20061219 B8	Måge	Bioxx	<0.05	<0.03	<0.05	<0.05	7.5	2.0	8.4	<1.0	<0.5	<0.5		
8	20061219 B9	Utne	Bioxx	<0.05	0.03	<0.05	<0.05	92	12	55	<1.0	<0.5	<0.5		

NIVA 5495-2007 (TA-2299/2007)

Rekvisisjonsnr : 2007-00769 Mottatt dato : 20070423 Godkjent av : KLR Godkjent dato: 20070619
 Prosjektnr : O 26461 02
 Kunde/Stikkord : Sørfjorden biota
 Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel	PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	FUE-B		DBTHI-B		PA-B		ANT-B		FLU-B		PYR-B		BAA-B		BKF-B		BBP-B		BAP-B	
					µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4
	1	20070108	B1 Byrkjens	Bioxx	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.5	2.5	<0.5	<0.5	2.8	2.0	2.0	2.2	1.6	1.6	3.0	3.0	0.98	0.98		
	2	20061219	B2 Eitrheim	Bioxx	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3.1	3.1	<0.5	<0.5	3.4	2.5	2.5	1.9	1.5	1.5	3.6	3.6	0.98	0.98		
	3	20070108	B3 Tyssedal	Bioxx	0.67	<0.5	<0.5	<0.5	5.8	5.8	0.76	0.76	7.1	5.2	5.2	4.3	3.4	3.4	6.8	6.8	2.5	2.5		
	4	20061219	B4 Digranes	Bioxx	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.2	2.2	<0.5	<0.5	1.9	1.3	1.3	1.5	1.6	1.6	2.3	2.3	0.97	0.97		
	5	20070110	B6 Kvalnes	Bioxx	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3.1	3.1	<0.5	<0.5	3.3	2.4	2.4	2.5	2.1	2.1	3.5	3.5	1.2	1.2		
	6	20070103	B7 Krossanes	Bioxx	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.9	2.9	<0.5	<0.5	4.0	2.5	2.5	3.4	2.7	2.7	4.2	4.2	1.3	1.3		
	7	20061219	B8 Måge	Bioxx	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.9	1.9	<0.5	<0.5	1.9	1.3	1.3	1.7	1.3	1.3	2.0	2.0	0.80	0.80		
	8	20061219	B9 Utne	Bioxx	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.0	2.0	<0.5	<0.5	2.2	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	2.4	2.4	0.82	0.82		

Analysevariabel	PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	PBR-B		ICDP-B		DBA3A-B		BGHIP-B		Sum PAH		Sum PAHI6		Sum KPAH		Sum NPD		9BBUF-B		9CHR-B		
					µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	µg/kg v.v.	H 2-4	Beregnet*	Beregnet*	µg/kg v.v.	H 2-4	Beregnet*	Beregnet*	µg/kg v.v.	H 2-4	Beregnet*	Beregnet*	µg/kg v.v.
	1	20070108	B1 Byrkjens	Bioxx	<0.5	0.61	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.4	1.4	26.99	23.99	10.59	2.5	2.5	5.2	5.2	4.7	4.7				
	2	20061219	B2 Eitrheim	Bioxx	<0.5	0.56	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	1.2	28.04	24.44	9.94	3.1	3.1	5.0	5.0	4.3	4.3				
	3	20070108	B3 Tyssedal	Bioxx	0.81	1.4	<0.5	<0.5	2.8	2.8	0.79	0.79	60.54	52.93	21.4	7.7	7.7	9.8	9.8	7.3	7.3				
	4	20061219	B4 Digranes	Bioxx	<0.5	0.79	<0.5	<0.5	1.3	1.3	0.79	0.79	22.86	20.56	9.96	2.2	2.2	5.1	5.1	3.9	3.9				
	5	20070110	B6 Kvalnes	Bioxx	<0.5	0.89	<0.5	<0.5	1.5	1.5	0.91	0.91	33.19	29.69	13.39	3.1	3.1	6.7	6.7	6.0	6.0				
	6	20070103	B7 Krossanes	Bioxx	<0.5	0.91	<0.5	<0.5	1.5	1.5	0.91	0.91	41.01	36.81	17.41	2.9	2.9	9.1	9.1	8.5	8.5				
	7	20061219	B8 Måge	Bioxx	<0.5	0.57	<0.5	<0.5	0.92	0.92	0.92	0.92	20.79	18.79	8.97	1.9	1.9	4.6	4.6	3.8	3.8				
	8	20061219	B9 Utne	Bioxx	<0.5	0.66	<0.5	<0.5	1.1	1.1	1.1	1.1	21.18	18.78	8.38	2	2	4.1	4.1	3.6	3.6				

* Analysemetoden er ikke akkreditert.

s Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.
 i Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

PrNr 1 RET: Prøvene i retur til ARU Et referansemateriale ble opparbeidet parallelt med prøvene.

PAH:Resultatene lå innenfor +/-30% av oppsatt verdi Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.

s:Komponenten kommer som en skulder av en annen topp Pcb: resultatet for pcb28 og ddt var mer enn 30% over oppsatt verdi.


Statlig program for forurensningsovervåking

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 Norsk institutt for vannforskning (NIVA)	ISBN-nummer 978-82-577-5230-9
---	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Anders Ruus	Kontaktperson SFT Bjørn A. Christensen	TA-nummer 2299/2007
---	---	------------------------

	År 2007	Sidetall 65	SFTs kontraktnummer 4006009
--	------------	----------------	--------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 5495-2007 Prosjekt nr. 26461-2	Prosjektet er finansiert av 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 2006. Miljøgifter i organismer Monitoring of environmental quality in the Sørfjord 2006. Contaminants in organisms

Sammendrag – summary Resultatene av overvåkingen 2006 kan oppsummeres som følger: Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk fra Sørfjorden lå i Kl II (moderat forurenset). Dypvannsfisk viste meget høye konsentrasjoner av kvikksølv og bekrefter tidligere observasjoner. Metallanalysene av blåskjell viste ingen overskridelser av Kl. I (lite/ubetydelig forurenset) for kobber og sink. Kvikksølv-konsentrasjonene i blåskjell viste opp til moderat forurensning (Kl. II). Blåskjell viste moderat (Kl. II) til markert (Kl. III) grad av forurensning med kadmium og bly. Σ PCB ₇ -innholdet i torskelever og filet fra Sørfjorden var lite/ubetydelig (Kl. I). Σ DDT i torskelever fra Sørfjorden representerte Kl. II (moderat forurenset). Konsentrasjoner av Σ DDT i blåskjell tilsvarende Kl. V (meget sterkt forurenset) ble funnet både ved Kvalnes og ved Utne. De desidert høyeste konsentrasjonene ble funnet ved Utne (og ikke ved Kvalnes, som tidligere). Mye nedbør i tidsrommet før blåskjellinnsamlingen i 2006 kan sannsynligvis forklare de høye konsentrasjonene av Σ DDT. 2006 er andre året på rad at det er observert meget høye konsentrasjoner av Σ DDT i blåskjell fra Sørfjorden og dersom en ser nærmere på dataene som foreligger f.eks. for stasjonen ved Kvalnes, kan man også se en statistisk signifikant lineær økning over år. Blåskjell fra alle stasjonene i Sørfjorden var lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med Σ PCB ₇ . konsentrasjonene av PAH i blåskjell tilsvarte Kl. I (ubetydelig/lite forurenset) på alle stasjoner, med unntak av ved Tysseidal, hvor forurensningen var moderat (Kl. II). M.h.p. kun den karsinogene forbindelsen benzo[a]pyren, så representerte konsentrasjonene Kl. I til II.
--

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

