



KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET

Statlig program for forurensningsovervåking
Rapportnr. 1076/2010

OVERVÅKING AV MILJØFORHOLDENE I SØRFJORDEN 2009

TA
2679
2010

Utført av:

NIVA
Norsk institutt for vannforskning





Statlig program for forurensningsovervåking

SPFO-rapport: 1076/2010

TA-2679/2010

ISBN 978-82-577-5753-3

Oppdragsgiver: Klima- og forurensningsdirektoratet

Utførende institusjon: NIVA

: **Overvåking av miljøforholdene i
Sørfjorden 2009**

Rapport
1076/2010

Metaller i vannmassene
Miljøgifter i organismer



Prosjektleder: Anders Ruus

Forfattere: Anders Ruus, Jens Skei, Norman Green, Merete Schøyen

Forord

Overvåkingen av miljøtilstanden i Sørfjorden foretas innen rammen av Statlig program for forurensningsovervåking, administrert av Klima- og forurensningsdirektoratet. Foruten ved Klima- og forurensningsdirektoratet finansieres overvåkingen av Boliden Odda AS, Eramet Titanium & Iron (tidligere Tinfos Titan & Iron), Tyssefaldene A/S og kommunene Odda og Ullensvang, etter følgende fordeling:

Boliden Odda AS: 28 %
Klima- og forurensningsdirektoratet: 52 %.
Eramet Titanium & Iron: 7 %
AS Tyssefaldene: 2 %
Odda kommune: 9 %
Ullensvang herad: 2 %

Undersøkelsen er et ledd i et langsiktig overvåkingsprogram for vann, sedimenter og organismer. Det statlige overvåkingsprogrammet i Sørfjorden startet i 1979.

Den foreliggende rapporten presenterer resultater fra overvåkingen av metaller i vannmassene og miljøgifter i organismer i 2009.

2009 er tredje året av et langtidsprogram for overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden (2007-2011). NIVA gjennomfører denne overvåkingen i samarbeid med Hardanger miljøsentre. 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.

Analysene av miljøgifter har vært utført ved NIVAs analyselaboratorium, med unntak av dioksiner og dioksinlignende PCB (i lever av brosm), som ble analysert av Norsk institutt for Luftforskning (NILU). Blåskjellprøvene er opparbeidet av Merete Schøyen, som også har hatt ansvaret for tilrettelegging av de vannkjemiske dataene. Jens Skei har ledet den vannkjemiske overvåkingen.

Undersøkelsene gjennomføres i samarbeid med Hardanger miljøsentre (Alex Stewart Environmental Services A/S), som ved Gunnvor Dagestad, Arild Moe og Frode Høyland har vært ansvarlig for innsamling av vannprøver og blåskjell, samt deler av analysene. Elise Børtveit assisterte ved innsamling av blåskjell.

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

Rapporten inkluderer data fra *Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP)*, tidligere *Joint Assessment and Monitoring Programme, JAMP*) under Oslo/Paris kommisjonen (OSPAR), utført av NIVA under kontrakt fra Klima- og forurensningsdirektoratet.

Oslo, juli 2010

Anders Ruus

Innhold:

1.	Sammendrag	9
2.	Summary	11
3.	Innledning	13
3.1	Topografi.....	13
3.2	Bakgrunn og formål	14
4.	Materiale og metoder	17
4.1	Vannprøvetaking og analyser (metaller).....	17
4.2	Innsamling og analyser av organismer.....	17
5.	Resultater og diskusjon	22
5.1	Vannkjemi	22
5.1.1	Saltholdighet	22
5.1.2	Siktedyp	23
5.1.3	Metaller	23
5.2	Sammenfattende vurderinger av metaller i vannmassene	30
5.2.1	Kilder og konsekvenser.....	30
5.3	Miljøgifter i organismer	31
5.3.1	Metaller i fisk	31
5.3.2	Metaller i blåskjell	37
5.3.3	Halogenerte stoffer i fisk.....	50
5.3.4	Klororganiske stoffer i blåskjell.....	60
5.3.5	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell.....	69
6.	Referanser	72

1. Sammendrag

Overvåkingen av Sjørfjorden i 2009 representerer tredje året i et nytt langtidsprogram (2007-2011), men er samtidig en videreføring av tidligere overvåking. Den har som mål å fastslå dagens forurensningssituasjon og vurdere denne i forhold til de tiltak som er gjort. Videre skal overvåkingen fange opp eventuelle irregulære tilførsler og behov for nye tiltak. Overvåkingen bidrar også med et faglig underlag for Mattilsynet, som trenger miljøgiftdata for å vurdere/revurdere kostholdsrad.

Foreliggende rapport gir en beskrivelse av metaller i vannmassene og miljøgifter i blåskjell og fisk.

Overvåkingen av Sjørfjorden har vist betydelig bedring i forurensningssituasjonen på flere områder gjennom årenes løp, men at fjorden fortsatt er belastet med flere typer forurensning.

Resultatene av overvåkingen i 2009 kan i korthet oppsummeres slik:

Metaller i vannmassene:

- Gjennomsnittsverdiene for metaller i overflatevannet var nokså lik verdiene for 2008, til tross for betydelige reduksjoner i utslippene fra industrien i Odda i 2009.
- Nivåene av sink tilsvarte tilstandsklasse III (moderat miljøtilstand) ved munningsområdet av Sjørfjorden og tilstandsklasse IV (dårlig miljøtilstand) i Eitrheimsvågen.
- Nivåene av kadmium, kobber og bly var i tilstandsklasse II (god miljøtilstand) i overflatevannet i hele fjorden.
- Det ble registrert to tilfeller med høye kvikksølvkonsentrasjoner i overflatevannet (Børve og Tyssedal). Analysefeil er utelukket (reanalyse). Bortsett fra dette tilsvarende kvikksølvnivåene tilstandsklasse II (god miljøtilstand) i Sjørfjorden i 2009.
- Ved midlere vandyp og i dypvannet var det periodevis betydelig høyere nivåer av metaller enn i overflatevannet.

Miljøgifter i organismer:

Metaller i fisk

- Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i torsk fra Sjørfjorden i 2009 tilsvarte Kl. II (moderat forurenset) i Klifs klassifiseringssystem.
- Innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk var høyt og bekrefter tidligere funn.

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 i blåskjell viste ubetydelig/lite (Kl. I) til markert (Kl. III) grad av forurensning (markert forurensning, Kl. III, i skjell samlet innenfor CEMP på stasjon B6/56A).
- Analysene av bly i blåskjell viste ubetydelig/lite (Kl. I; kun stasjon Utne) til markert (Kl. III) grad av forurensning.

Halogenerte stoffer i fisk

- Den gjennomsnittlige ΣPCB_7 -konsentrasjonen i torskelever fra Sjørfjorden representerte i 2009 Klasse II (moderat forurenset). Filet av torsk var også moderat (Kl. II) forurenset med PCB.
- Den gjennomsnittlige ΣDDT -konsentrasjonen i torskelever fra Sjørfjorden representerte i 2009 Klasse II (moderat forurenset). Filet av torsk var også moderat (Kl. II) forurenset med ΣDDT .
- Vanlige, lave konsentrasjoner av klororganiske forbindelser ble funnet i fisk fra Strandebarv i 2009 (torsk var ubetydelig/lite forurenset; Kl. I).
- Brosme (lever) viste moderate til høye konsentrasjoner av klororganiske forbindelser.

Klororganiske stoffer i blåskjell

- Konsentrasjoner av ΣDDT i blåskjell viste opp til meget sterkt forurensning (Kl. V; st. "Utne" og "Måge", innenfor Statlig program for forurensningsovervåking). På de øvrige stasjoner ble konsentrasjoner tilsvarende Klasse I (lite/ubetydelig forurenset) til Klasse IV (sterkt forurenset) observert.
- Blåskjell fra alle stasjoner i Sjørfjorden var lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med ΣPCB_7 i 2009.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner i blåskjell

- Konsentrasjoner av ΣPAH i blåskjell tilsvarte Klasse I (lite/ubetydelig forurenset) på alle stasjoner.
- Med hensyn på kun den kreftfremkallende forbindelsen benzo[a]pyren, så representerte konsentrasjonene også Klasse I (lite/ubetydelig forurenset) på alle stasjoner.

2. Summary

The Monitoring of the Sjørfjord in 2009 represent the third year in a new long-term program (2007-2011), but is at the same time a continuance of the previous monitoring. This monitoring has the objective of demonstrating the present environmental status and assessing 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 present report gives a description of water quality and the content of contaminants in blue mussels and fish.

The monitoring of the Sjørfjord has shown considerable improvement in the pollution situation on several areas through the years, but that the fjord still is influenced by several forms of pollution.

The results of the 2009 monitoring may in short be summarised as follows:

Metals in water:

- The average values of metals in the surface water were comparable with the levels measured in 2008, despite of considerable reductions in discharges from the local industry in 2009.
- The levels of zinc corresponded to water quality class III (moderate environmental condition) at the mouth of the fjord and quality class IV (bad) in Eitheimsvågen.
- The levels of cadmium, copper and lead corresponded to water quality class II (good environmental condition) in the surface water of the entire fjord.
- At two occasions high levels of mercury was registered in the surface water (Børve and Tyssedal). Analytical errors have been ruled out (re-analyses of samples). Except for these two anomalies the mercury level of the surface water corresponds to water quality class II (good environmental condition) in Sjørfjorden 2009.
- At intermediate depths and in the deep water of Sjørfjorden periodically higher levels of metals were detected compared with the surface water.

Contaminants in organisms:

Metals in fish

- The average concentration of mercury in cod from the Sjørfjord corresponded to Class II (moderately polluted) in the classification system of the Climate and pollution Agency (Klif).
- The content of mercury in deep water fish was high and confirmed earlier findings.

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 in blue mussels showed insignificant/slight (Class I) pollution to marked (Class III) degree of pollution (marked pollution, Class III, in mussels at Kvalnes collected within the overlapping monitoring programme *CEMP*).
- Analyses of lead in blue mussels showed insignificant/slight (Class I; only at Utne) to marked (Class III) degree of pollution.

Halogenated compounds in fish

- The average ΣPCB_7 -concentration in cod liver from the Sjørfjord represented Class II (moderately polluted). Fillet of cod was also moderately (Class II) polluted with PCBs.
- The average ΣDDT -concentration in cod liver from the Sjørfjord represented Class II (moderately polluted). Fillet of cod was also moderately (Class II) polluted with ΣDDT .
- Usual low concentrations of organochlorines were found in fish from Strandebarm (cod was insignificantly/slightly polluted; Class I).
- Liver of tusk showed moderate to high concentrations of organochlorine compounds.

Organochlorines in blue mussel

- Concentrations of ΣDDT in blue mussels showed up to Class V (very strongly polluted) at Utne and at Måge. At the other stations, concentrations corresponding to Class I (insignificantly/slightly polluted) to Class IV (strongly polluted) were observed.
- Blue mussels from all stations were insignificantly/slightly polluted (Class I) with ΣPCB_7 in 2009.

Polycyclic aromatic hydrocarbons in blue mussel

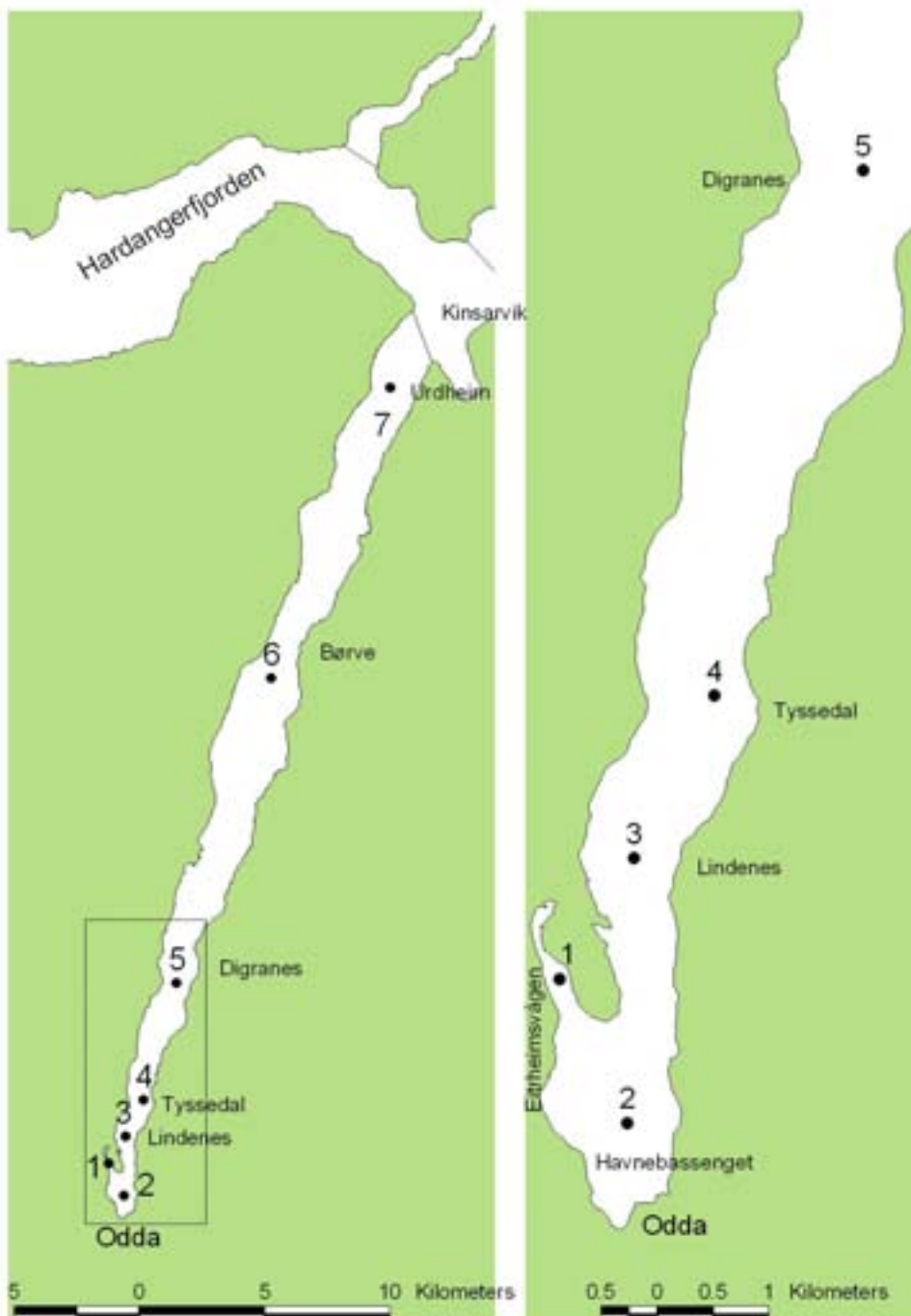
- Concentrations of ΣPAH in blue mussels corresponded to Class I (insignificantly/slightly polluted) at all stations.
- Regarding the carcinogenic compound benzo[a]pyrene, in particular, the concentrations also corresponded to Class I (insignificantly/slightly polluted) at all stations.

3. Innledning

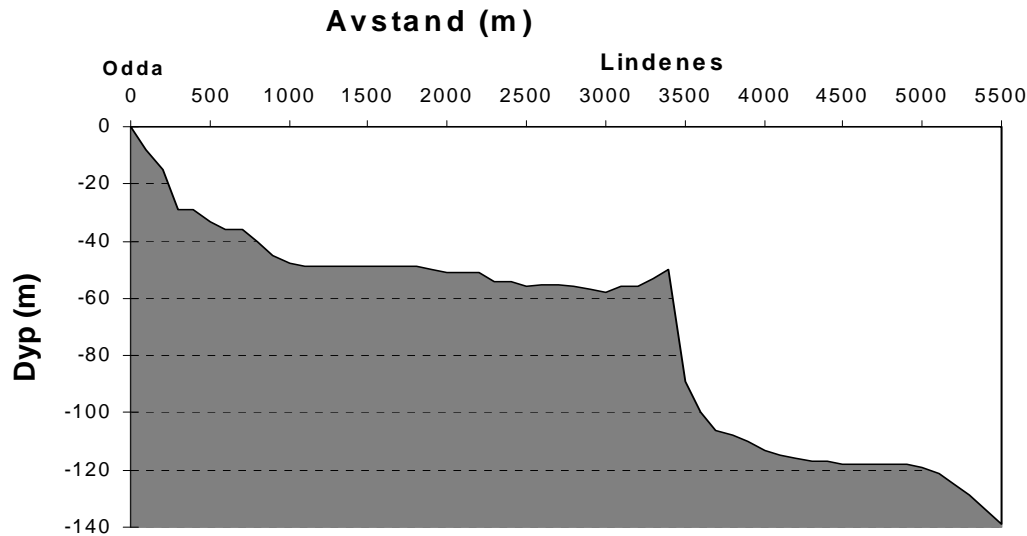
3.1 Topografi

Sørfjorden er ca. 38 km lang, rett og relativt smal (Figur 1) Innenfor Lindenes er fjorden relativt grunn, med omkring 40-45 m dyp i havnebassenget og økende til omkring 60 m dyp ved Lindenes. Videre utover øker dypet raskt og når 200 m litt nord for Tyssedal (Figur 2) og 300 m dyp litt nord for Digraneset. Mellom Digraneset og Børve er et langstrakt område der fjorden har sitt største dyp på 385-387 m.

Figur 1. Stasjoner for vannkjemisk prøvetaking i 2009.



Figur 2. Langsgående bunnprofil fra Odda til Tyssedal. Indre del av Sør fjorden har ingen terskel av betydning som kan hindre vannutskiftingen.



3.2 Bakgrunn og formål

Overvåkingen av Sør fjorden 2009 representerer tredje året av et nytt langtidsprogram (2007-2011), men er samtidig en videreføring av tidligere overvåking. Den 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.

Sør fjorden har en forurensningshistorie som strekker seg tilbake til begynnelsen av det 20nde århundret da tungindustri ble etablert i Odda-området. Først ble Odda smelteverk anlagt i Odda sentrum i 1908, deretter D.N.N. Aluminium i Tyssedal i 1916 og til slutt Det norske Zinkkompani på Eitrheimsneset i 1929. Utslippene til fjorden økte med økende produksjon og sinkverket hadde sine største utslipp til fjorden i 1985, året før jarositt-avfallet ble ført til fjellhaller. Dette året ble det sluppet ut nesten 1 tonn kvikksølv, 1835 tonn sink, 773 tonn bly og nesten 24 tonn kadmium [1]. I tillegg var det tidvis store utslipp av tjærestoffer (PAH) fra aluminiumsfabrikken i Tyssedal før den ble nedlagt i 1982, og fra Odda smelteverk (nedlagt i 2002).

Overvåkingen har i tidligere år vist vedvarende høye konsentrasjoner av metaller i fjordens overflatevannlag. Vinteren 1999-2000 hadde Boliden Odda AS dessuten et uhellsutslipp av kvikksølv, som også ble reflektert i kvikksølvkonsentrasjoner i organismer [2-5].

Overvåkingen av vannkvaliteten i Sørfjorden har foregått jevnlig siden 1979. Gjennom årene er det gjort flere tiltak for å redusere forurensningstilførslene til fjorden. En målefrekvens på 8 ganger pr. år gir ikke grunnlag for å fange opp alle episodiske hendelser. Omtrent hvert år har det vært en eller annen hendelse som har påvirket vannkvaliteten, men tendensen har vært at det blir lengre mellom hver gang det skjer hendelser som har vidtrekkende konsekvenser. I mai 2007 var det et uhellsutslipp ved Bolidens sentrale renseanlegg som førte til utslipp av store mengder sink og svovelsyre til fjorden. Dette utslippet skjedde på 30 m dyp og ble derfor ikke fanget opp av overvåkingen av overflatevannet. Overvåking av dypere vannlag ble gjennomført i mars og november. Boliden bygget nytt vannrenseanlegg som kom i drift i slutten av 2007 og dette har gitt lavere utslipp.

I forbindelse med innspuntingen av det gamle industriavfallet som ligger på land innerst i Eitrheimsvågen er det behov for å ta hånd om vann som samles opp bak spuntveggen. Dette vannet må tidvis pumpes ut i Eitrheimsvågen (når det ikke er kapasitet på renseanlegget).

Av diffuse utslipp som hittil er lite kvantifisert kan nevnes spill av konsentrat som kan skje ved lossing av skip ved Bolidens kaianlegg. Årlig transporteres opp til 300.000 tonn konsentrat som inneholder ca. 55 % sink og opp til 300 mg/kg kvikksølv [6].

Utslippet av oksygenforbrukende nitrogenforbindelse fra Odda smelteverk, da dette var i drift, førte til ekstremt dårlige oksygenforhold i Sørfjordens indre del. Nedleggelsen av smelteverket høsten 2002 medførte at primærutslippene av oksygenforbrukende stoffer stoppet. Det gjenstår å se hvordan oksygenforholdene bedrer seg og i hvilken grad utlekking av dicyandiamid fra massene som er lagret på bunnen i havnebassenget fortsatt influerer på oksygenforbruket i dypvannet. Odda kommune er inne i en prosess hvor ulike grader av rensing for utslippet ved Holmen vurderes. Oksygenforholdene analyseres annethvert år innenfor overvåkingsprogrammet (neste gang i 2010).

Gjennom årene med overvåking har det vært vekslende grad av forurensning med PCB i organismer. Observasjonene av de høyeste PCB-konsentrasjonene sammenfalt med rehabiliteringen av kraftstasjonen til Tyssefaldene A/S, som ble utpekt som nasjonalminnesmerke i 2000. Forhøyede konsentrasjoner av DDT og dets nedbrytningsprodukter er også observert i blåskjell de seneste årene. Det er sannsynlig at dette er forbundet med mye nedbør og utvasking av forurensede jordpartikler fra gamle kilder (jordsmonn) på land, samt høyere pH i nedbør (reduert sulfatdeposisjon/sur nedbør) og derfor mer løst organisk karbon i overflatevann, som kan transportere DDT ut av jorda [7-9]. Metallet kadmium har vist en tidsmessig reduksjon i blåskjell fra Sørfjorden.

Forurensningssituasjonen i Sørfjorden har ført til at Mattilsynet har satt kostholdsråd for området (første gang i 1973; [10]). Gjeldende kostholdsråd er satt på bakgrunn av forurensningen med kadmium, bly, kvikksølv og PCB og ble sist vurdert i 2005.

Kostholdsrådet lyder som følger:

- *Gravide og ammende bør ikke spise fisk og skalldyr fanget i Sør fjorden innenfor en linje mellom Grimo og Krossanes.*
- *Konsum av skjell og dypvannsfisk, som brosme og lange, fanget i Sør fjorden 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 Sør fjorden innenfor Måge frarådes.*

Utslipp til sjø av metaller fra Boliden Odda AS og Eramet Titanium & Iron (ETI) rapportert til Klif er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Offisielle anslag over utslipp til sjø fra Boliden Odda AS og Eramet Titanium & Iron (ETI) i 2009. Basert på opplysninger fra Klif og bedriftene. Tallene i parentes representerer utslipp i 2008.

Bedrift	Cu, kg/år	Pb, kg/år	Zn, kg/år	Cd, kg/år	Hg, kg/år
Boliden Odda AS*	103 (1231)	518 (641)	2019 (4887)	36 (38)	1,5 (2,1)
ETI	6 (38)	229 (162)	4548 (5475)	1,1 (2,1)	0,5 ** (1,3)
Totalt	109 (1269)	747 (803)	6567 (10362)	37 (50)	2,0 (3,4)

* totalt utslipp fra sinkverket (sentralt vannrenseanlegg, renseanlegg for kvikksølv og utpumping av vann til Eitrheimsvågen) og "Noralf" (gipsutslippet)

** i tillegg til utslipp til sjø ble det i 2009 sluppet ut 2 kg kvikksølv til luft (i 2008 4,1 kg).

Av tabellen fremgår det at det totale utslippet av alle metaller er betydelig redusert siden 2008. Størst er reduksjonen for kopper (ca.92 %), som skyldes redusert innhold i anhydritt til sjø fra Bolidens aluminiumfluoridfabrikk, som igjen skyldes lavere kopper- innhold i råvarene. Ellers er det også en kraftig reduksjon i utslippene av sink fra Boliden og det totale sinkutslippet fra Boliden er nå under halvparten av sinkutslippet fra ETI.

I september 2003 startet Boliden sitt moderniserte renseanlegg for fjerning av metaller fra avløpsvann til sjøen. Dette består av 4 reaktorer med et volum på 200 m³.

4. Materiale og metoder

4.1 Vannprøvetaking og analyser (metaller)

Vannprøver til analyse av metaller ble samlet inn 17. februar, 18. mars, 13. mai, 9. juni, 11. august, 17. september, 15. oktober og 33. november 2009 av Hardanger Miljøsender på stasjonene vist i Figur 1.

Det ble tatt prøver direkte fra overflatevannet (0-0,5 m) i fjorden på spesialvaskede flasker; glassflasker for kvikksølvanalyser og plastflasker for øvrige metaller.

I tillegg til prøvetaking av overflatevannet er det ved prøveinnsamlingen i mars og oktober tatt vannprøver fra bunnvann og midlere dyp på samtlige stasjoner for å registrere nivåer av tungmetaller. Dette er primært gjort for å kunne vurdere om vannkvaliteten under overflatelaget kan ha noen innvirkning på nivåene av tungmetaller i fisk og i hvilken grad det kan sannsynliggjøres at bunnsedimentene påvirker nivåene av metaller i bunnvannet.

Alle prøver (ufiltrert) ble analysert for kvikksølv, kadmium, sink, kobber og bly. Tungmetallene (bly, sink, kobber og kadmium) ble analysert ved NIVA etter Freon-ekstraksjon og atomabsorpsjon [11]. Kvikksølv ble analysert ved NIVA etter salpetersyreoppløsning ved kalddampeteknikk og gullfelle [12]. Saltholdighet og temperatur ble målt med salinoterm i forbindelse med prøvetakingen. I tillegg ble det gjort siktedypsmålinger på alle toktene (bruk av secchi-skive).

4.2 Innsamling og analyser av organismer

Innsamling av organismer

Siden oppstart av det nye langtidsprogrammet (2007-2011) er det samlet skjell til prøver i triplikat på 2 stasjoner. I 2009 er skjell til triplikate prøver samlet inn på stasjonene Tyssedal (B3) og Utne. Replikate prøver er ment å gi et innblikk i naturlig variasjon. Dette er informasjon som gjør en i stand til bedre å kunne uttale seg om tilsynelatende endringer mellom år er reelle, eller et element av naturlig variasjon innenfor år.

Muslinger er og har vært en foretrukket organsimegruppe innenfor flere overvåkingsprogrammer (se for eksempel [13]), siden muslinger finnes i de fleste, hvis ikke alle, kystområder. De er dessuten enkle å samle inn og har vært studert i noe detalj i forbindelse med flere kjemikalier. Muslinger gir et mål akkumulering av forurensning integrert over et begrenset tidsrom (uker) og kan akkumulere forurensninger fra fødepartikler, sediment og vann. De er dessuten fastsittende og gir derfor stedsspesifikk informasjon [13].

Blåskjell (*Mytilus edulis*), ble samlet inn 21 oktober 2009 på stasjonene B1 (Byrkjenes), B2 (Eitrheim), B3 (Tyssedal; 3 prøver), B4 (Digranes), B6 (Kvalnes), B7 (Krossanes), Måge og Utne (3 prøver).

På stasjon B6 (Kvalnes) ble skjell samlet inn 200 m syd for det vanlige prøvepunktet (på grunn av lite skjell). På stasjon B7 (Krossanes) var det heller ingen skjell på det vanlige prøvepunktet, så skjell ble samlet 100-200 meter lenger nord. På stasjon Måge var det også

tomt for blåskjell på det vanlige prøvepunktet. Skjell ble derfor samlet inn ca. 100 meter lenger syd, fra bryggefundament (ved gård). Ellers foregikk skjellinnsamlingen som normalt (Tabell 2).

Blåskjellene ble samlet fortrinnsvis fra 1 – 1,5 meters dyp. Innenfor CEMP (Coordinated Environmental Monitoring Programme) under OSPAR og Klifs INDEKS-program [14], ble blåskjell fra Byrkjenes, Eitrheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær og Vikingneset prøvetatt 7-10 september 2009 (Tabell 2, Figur 3). Blåskjellene er analysert for klorerte organiske miljøgifter og metaller.

Materialet samlet inn innenfor CEMP omfatter også fisk, som analyseres for klorerte organiske miljøgifter og metaller. Torsk (*Gadus morhua*) og skrubbe (*Platichthys flesus*) ble samlet inn fra Sørfjorden i nærheten av Tyssedal og innover (CEMP-st. 53B), oktober 2009. Fra Strandebarm (Hardangerfjorden; CEMP-st. 67B) ble torsk, skrubbe og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) også fanget i oktober 2009. Glassvar ble også samlet inn fra den tilnærmet uberørte Åkrafjorden (CEMP-st 21F) i oktober, 2009. Skrubbe ble ikke fanget ved denne lokaliteten i 2009.

Prøver av dypvannsfisk, nærmere bestemt brosme (*Brosme brosme*), lange (*Molva molva*) og blålange (*Molva dipterygia*) er også samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2009. Disse ble samlet i indre og ytre (fra Digraneset og utover) fjord, henholdsvis i november og oktober 2009.

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 CEMP samles rutinemessig 50 stk. (eventuelt 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 CEMP 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. Polybromerte difenyletere (PBDE) og perfluorerte alkylstoffer (PFAS) blir kun analysert i lever av torsk fra indre Sørfjorden.

Det fanges fortrinnsvis 25 individer av dypvannsfisk ved hver av lokalitetene *indre* og *ytre* fjord. I 2009 ble det i indre fjord fanget 17 brosme, 1 lange og 7 blålange, mens det i ytre fjord ble fanget 19 brosme, 2 lange og 1 blålange. Filetprøver ble tatt av alle fiskene til individuelle analyser av kvikksølv (Hg). Blandprøver av lever ble forberedt fra fortrinnsvis 5 og 5 fisk av samme art til analyse av klororganiske forbindelser (se spesifisering i Vedlegg).

Tre av ovennevnte blandprøver av brosmelever ble også tatt av til analyse av polyklorerte dibenzo-*p*-dioksiner og dibenzofuraner (PCDD/F), samt non-*ortho*-substituerte PCB-forbindelser (dioksinlignende PCB; se spesifisering i Vedlegg). Tidligere er disse forbindelsene analysert i filet av torsk (2008) og lever av torsk (2007). Disse analysene ble utført ved NILU (se nedenfor).

Prøver ble 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; [15]). 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.

Analyser av dioksiner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB i torskelever ble utført ved NILU ved hjelp av gasskromatografi og høyopløsende massespektrometer (GC/MS), i henhold til metoder beskrevet av Schlabach et al. [16, 17] og Oehme et al. [18].

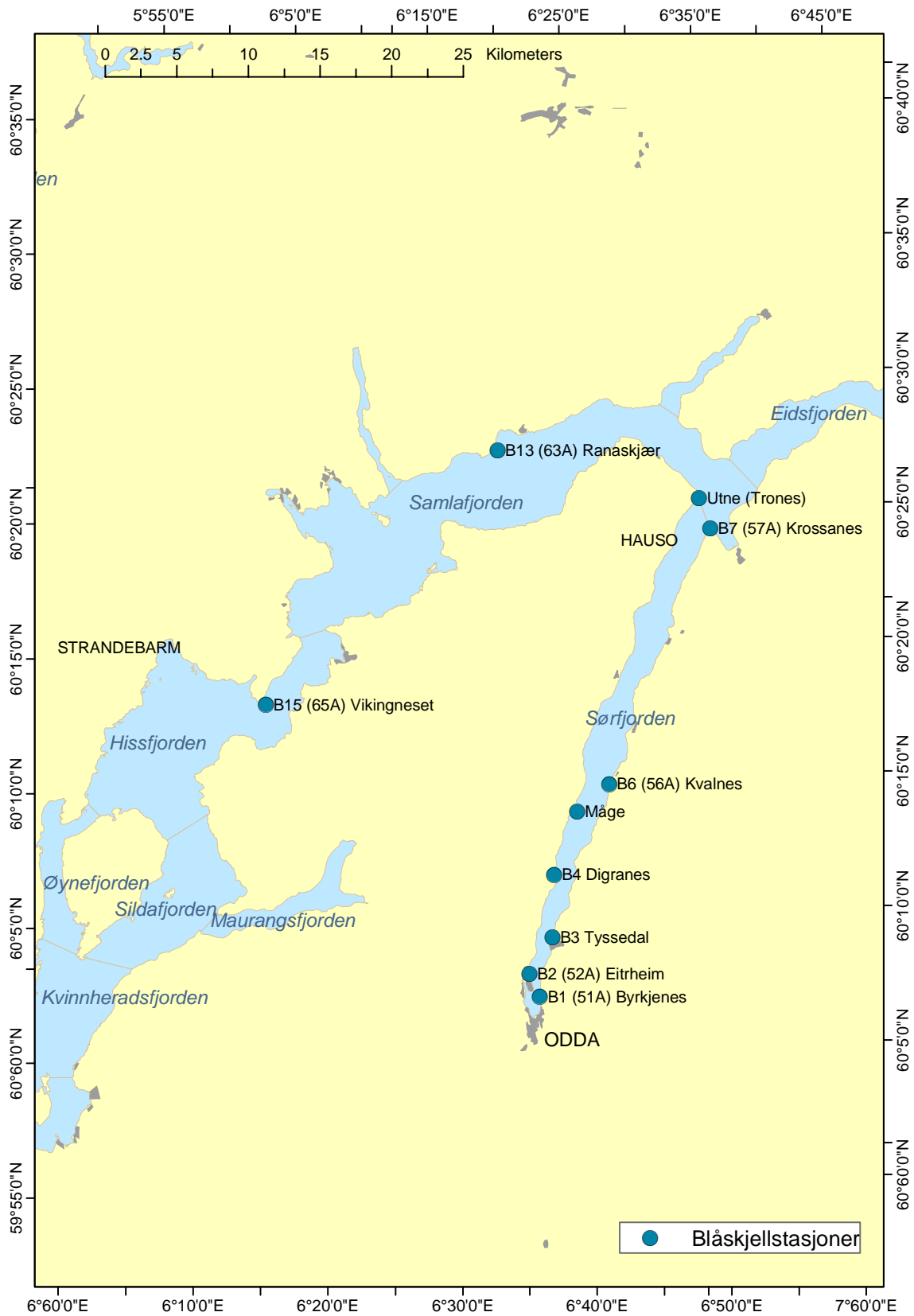
Analyseresultatene for klororganiske forbindelser (NIVA) kvalitetssikres ved blant annet å analysere kjente standarder for hver tiende prøve på gasskromatografen, regelmessig blindprøvetesting, samt jevnlig kontroll av hele opparbeidings- og analyseprosessen ved bruk av internasjonalt sertifisert referansemateriale 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 2009. 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. Ved pir på badestrand.	2
St. B 2 (52A)	Eitrheim. Under kommunal kai.	3
St. B 3 [*]	Tyssedal. Tau og kjetting på brygge	6
St. B 4	Digranes. Tau under trebrygge.	10
Måge	På kaifundament ved gård, ca. 100m syd for fast prøvepunkt.	15
St. B 6 (56A)	Kvalnes. 200 m syd for fast prøvepunkt.	18
St. B 7 (57A)	Krossanes, 100-200 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 CEMP.

Figur 3. 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 Vannkjemi

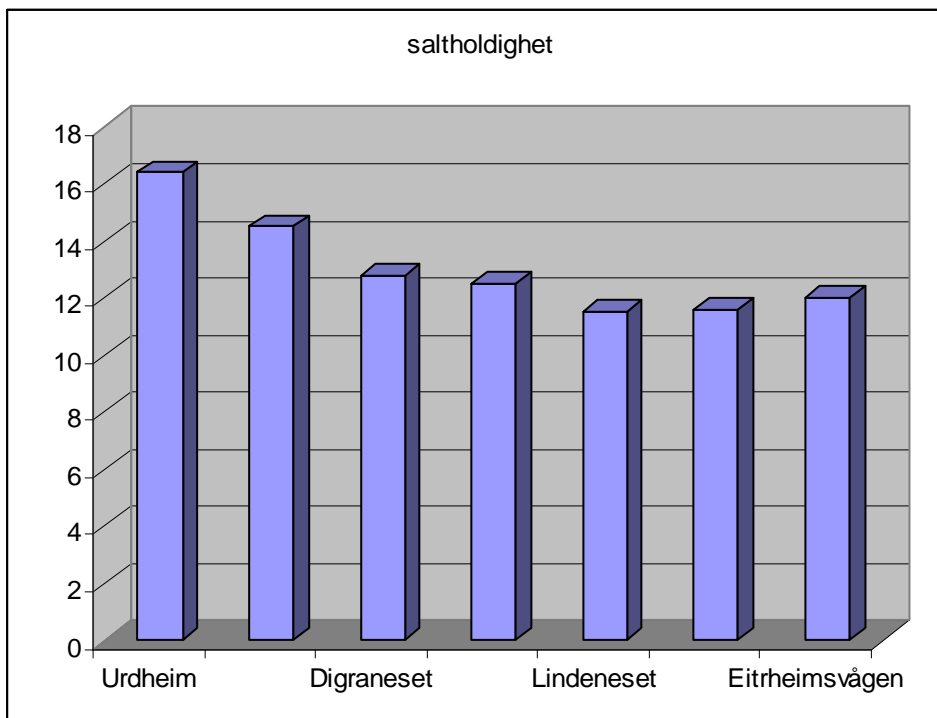
Alle rådata befinner seg i Vedlegget

5.1.1 Saltholdighet

Saltholdigheten måles for å kunne anslå hvor mye ferskvann som befinner seg i overflatevannet. Saltholdigheten avtar jo mer elvevann som er innblandet og en episodisk økning i saltholdighet kan ofte skyldes en oppstrømming av saltene bunnvann som følge av vind som fører overflatevannet bort.

Variasjonene i saltholdighet i overflatelaget er hovedsakelig styrt av nedbør og elvetilførsler. Det er relativt små variasjoner i gjennomsnittlig saltholdighet i fjorden (midlet over året) (Figur 4).

Figur 4. Saltholdighet (årsmiddel) i overflatevannet i Sør fjorden i 2009 (Urdheim er ytterst i Sør fjorden og Eitrheimsvågen innerst).



Figuren viser at saltholdigheten i overflatevannet er lavest innerst i fjorden hvor tilførsler fra Opo (og i noen grad Tyssø) styrer saltholdigheten.

Variasjonene over året er store (3-21 i Eitrheimsvågen og 10-26 ved Urdheim). Det er mest ferskvann i overflatelaget i sommermånedene i indre del av fjorden, når vannføringen i Opo er stor. Lavest saltholdighet i overflatevannet ble målt på sensommeren og høsten ytterst i

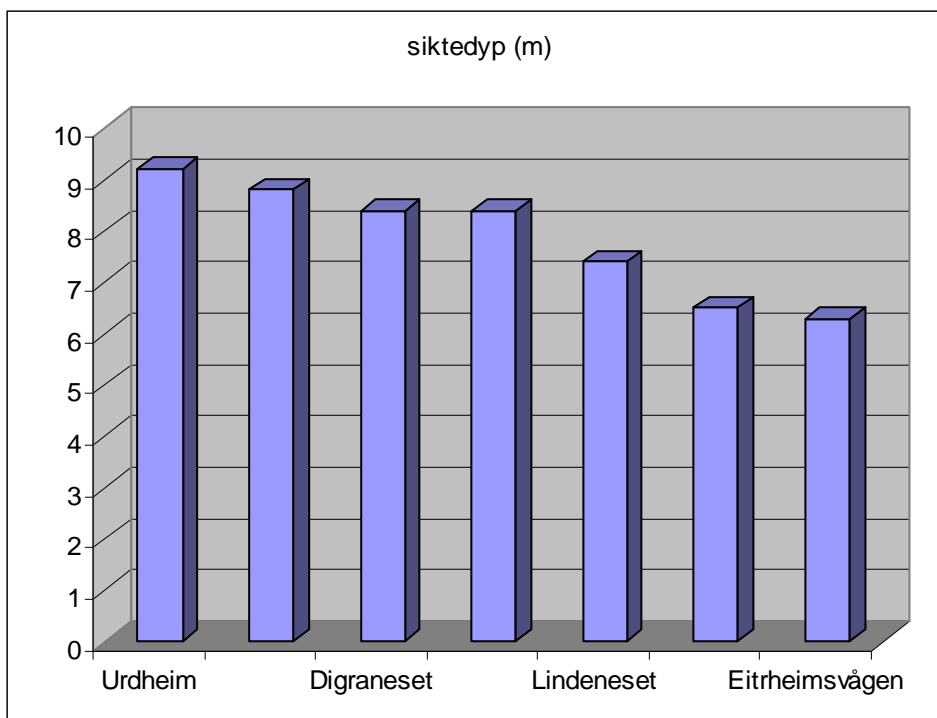
fjorden og i perioden juni - august innerst i fjorden. Dette må ha sammenheng med perioder med store nedbørsmengder og snøsmelting.

5.1.2 Siktedyp

Siktedyp er et indirekte mål for turbiditeten i vannmassen. Nedsatt siktedyp kan skyldes stor planktonmengde, stor transport av sedimenter (leire og silt) som følge av elvetilførsler eller partikler knyttet til forurensning.

Siktedypet var gjennomgående høyt i hele Sjørfjorden i 2009 (klart vann) og siktedypet var tilnærmet likt 2008. Gjennomsnittlig siktedyp (årsmiddel) varierte mellom 6,3 og 9,2 m (Figur 5). Det er ikke noe som tyder på at det var uvanlige tilførsler av partikler til vågen i 2009. Det laveste siktedypet ble målt i sommermånedene i hele fjorden og kan ha sammenheng med planktonoppblomstring og tilførsler av partikkelholdig brevann. Da varierte siktedypet mellom 5 og 6 m.

Figur 5. Gjennomsnittlig siktedyp (m) i Sjørfjorden i 2009 (Urdheim er ytterst i Sjørfjorden og Eitrheimsvågen innerst).



5.1.3 Metaller

Sjøvann har et naturlig innhold av spormetaller. Konsentrasjonene er ofte noe lavere enn i elvevann, slik at overflatevann i fjorder som er påvirket av ferskvann har naturlig noe høyere nivåer av metaller enn dypvannet. For å kunne klassifisere sjøvann med hensyn til innhold av metaller så har Klif utarbeidet et klassifiseringssystem for miljøkvalitet (systemet ble revidert i 2007). Systemet baserer seg på 5 tilstandsklasser fra bakgrunnsnivå (Kl. I) til svært dårlig (Kl. V). I motsetning til det tidligere klassifiseringssystemet så er dette systemet effektbasert.

Skillet mellom Klasse II og Klasse III går ved beregnet nedre grense for økologiske effekter ved langtidseksponering.

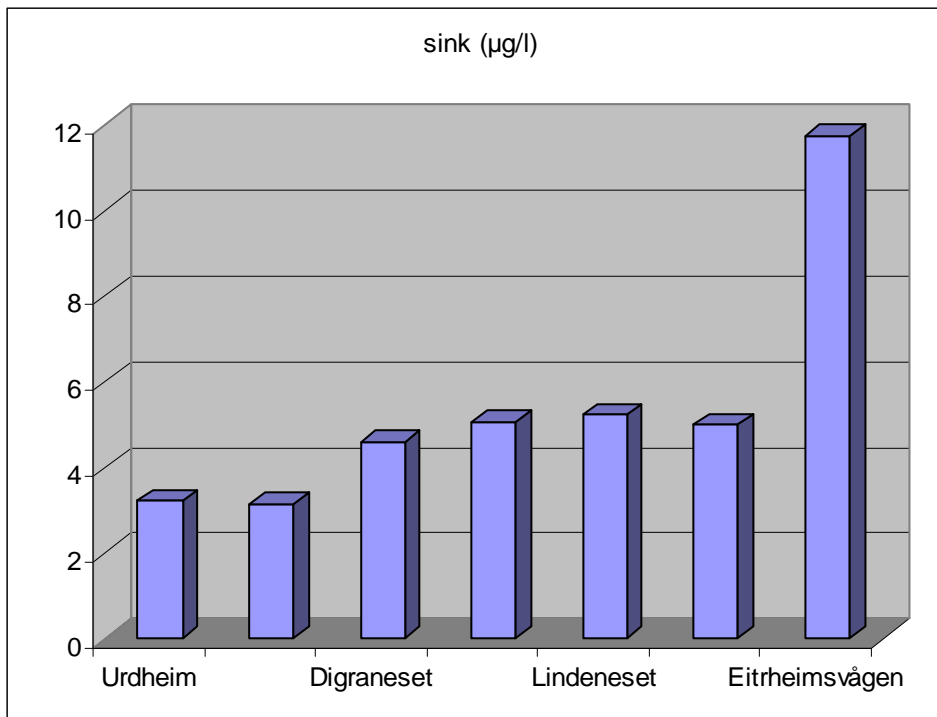
Metallnivået i overflatevann i Sørfjorden har vært overvåket mer eller mindre kontinuerlig siden 1979 og representerer de lengste måleseriene av metaller i fjordvann som finnes i Norge. Materialet er derfor verdifullt både i overvåkningssammenheng og i forskningssammenheng. Overflateverdiene gjenspeiler diffuse tilførsler fra land (avrenning fra forurenset grunn), tilførsler fra sedimenter på grunt vann, direkte utslipp til overflatevannet, atmosfæriske tilførsler og elvetilførsler. Vannkvaliteten i overflatelaget påvirker i første rekke opptak av metaller i blåskjell, men vil også påvirke opptak i fisk.

Sink (Zn) i overflatevannet

Innholdet av Zn i overflatevann var i gjennomsnitt over året 3,2 µg/l (3,5 µg/l i 2008) ved munningen av fjorden (Urdheim) og 11,8 µg/l (16,8 µg/l i 2008) innerst i fjorden (Eitrhemsvågen) (Figur 6). Dette tilsvarer tilstandsklasse III (moderat) i munningsområdet og tilstandsklasse IV (dårlig) i Klifs reviderte miljøklassifiseringssystem innerst i fjorden. Som vanlig var det til dels store variasjoner i sink-konsentrasjoner i overflatevannet i Eitrhemsvågen (4-30 µg/l). Spesielt høy var konsentrasjonen i februar da det ble målt 30,7 µg/l i vågen.

Nivåene av sink økte gradvis innover fjorden (Figur 6).

Figur 6. Årsgjennomsnittet av sink ($\mu\text{g/l}$) i overflatevann fra innerst (høyre) til ytterst (venstre) i Sjørfjorden 2009.



Sammenlignet med 2008 så var gjennomsnittsnivåene av sink i overflatevannet i Sjørfjorden og avstandsgradienten i 2009 nokså lik situasjonen i 2008. Med unntak av vågen var overflatevannet moderat (kl III) forurensset av sink.

Kadmium (Cd) i overflatevannet

Innholdet av Cd i overflatevann var i gjennomsnitt over året $0,05 \mu\text{g/l}$ ($0,03 \mu\text{g/l}$ i 2008) ved munningen av fjorden (Urdheim) og $0,12 \mu\text{g/l}$ ($0,12 \mu\text{g/l}$ i 2008) innerst i fjorden (Eitrheimsvågen). Dette tilsvarer tilstandsklasse II (god vannkvalitet) både i munningsområdet og innerst i Eitrheimsvågen i henhold til Klifs miljøklassifiseringssystem.

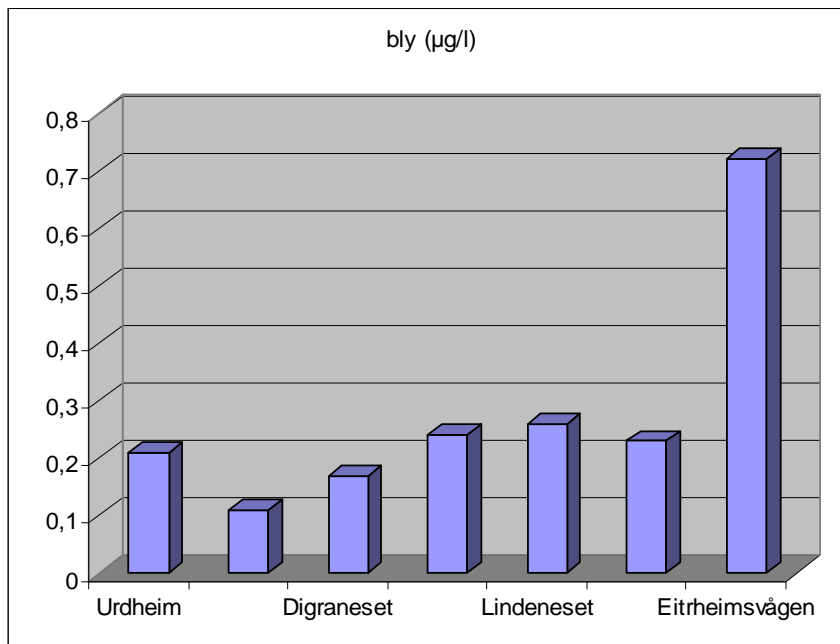
Kobber (Cu) i overflatevannet

Innholdet av Cu i overflatevann var i gjennomsnitt over året $0,65 \mu\text{g/l}$ ($0,55 \mu\text{g/l}$ i 2008) ved munningen av fjorden (Urdheim) og $0,62 \mu\text{g/l}$ ($0,65 \mu\text{g/l}$ i 2008) innerst i fjorden (Eitrheimsvågen). Det er således ingen endringer i forhold til 2008. Vannkvaliteten i henhold til klassifiseringen er i grenseområdet god - moderat (kl II-III).

Bly (Pb) i overflatevannet

Innholdet av Pb i overflatevann var i gjennomsnitt over året 0,21 µg/l (0,10 µg/l i 2008) ved munningen av fjorden (Urdheim) og 0,72 µg/l (0,62 µg/l i 2008) innerst i fjorden (Eitrheimsvågen) (Figur 7). Dette tilsvarer tilstandsklasse II i munningsområdet og i vågen. Det er små forskjeller i forhold til 2008. Mesteparten av bly-tilførselen til fjorden skyldes utslippet fra Bolidens aluminiumfluoridfabrikk og deponering av gips. Mye tyder på at bly som følger gipsutslippet (som er et dypvannsutslipp) har liten innvirkning på bly-innholdet i overflatevannet. Sannsynligvis vil store deler av gipsen sedimentere i havnebassenget.

Figur 7. Konsentrasjonen av bly (µg/l) i overflatevann fra innerst (høyre) til ytterst (venstre) i Sjørfjorden i 2009 (årgjennomsnitt).

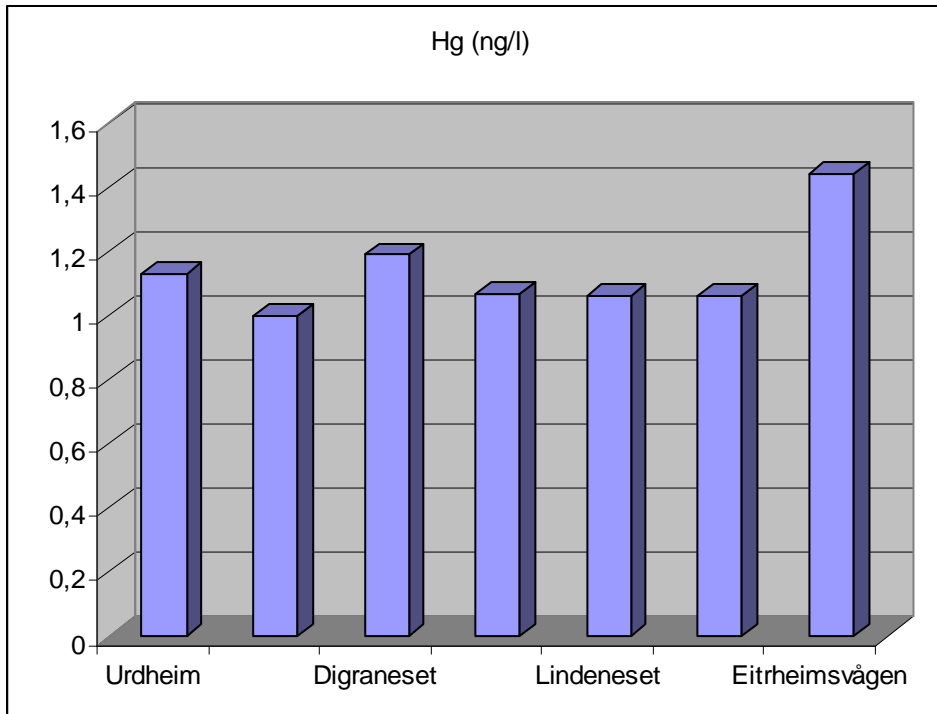


Kvikksølv (Hg) i overflatevannet

Ved to anledninger ble det i 2009 målt uvanlig høye kvikksølvnivåer i overflatevannet i Sjørfjorden. Det ene tilfellet var i mai da det ble målt 83,5 ng/l kvikksølv ved Børve. Prøven er reanalysert og det er konstatert at det ikke er en analysefeil. Det andre tilfellet var i september da det ble målt 47,5 ng/l kvikksølv ved Tyssedal. Prøven er reanalysert 4 ganger, slik at analysefeil er utelukket. I perioden 2000-2008 er det kun i år 2000 at det ved Tyssedal er målt høyere verdier av kvikksølv i overflatevann, enn i 2009. Det fant sted et stort uhellsutslipp av kvikksølv ved sinkverket dette året, og det kan være en mulig årsak.

Ved beregning av gjennomsnittsverdier for kvikksølv er de to anomaliene som er nevnt ovenfor tatt ut. Innholdet av kvikksølv i overflatevann var i gjennomsnitt over året < 1,1 ng/l (<1,4 ng/l i 2008) ved munningen av fjorden (Urdheim) og 1,4 ng/l (2,9 ng/l i 2008) innerst i fjorden (Eitrheimsvågen). Dette tilsvarer tilstandsklasse II (god vannkvalitet) i hele fjorden. Som det fremgår av Figur 8 er det lite forskjeller i konsentrasjoner i Sjørfjorden fra Odda til Urdheim.

Figur 8. Konsentrasjonen av kvikksølv (ng/l) i overflatevann fra innerst (høyre) til ytterst (venstre) i Sør fjorden i 2009 (årgjennomsnitt). To ekstremverdier er utelatt (se omtale i teksten). Verdier < 1 ng/l (deteksjonsgrensen) er satt som 1 ng/l i beregning av gjennomsnitt.



Metaller i bunnvann og intermediære dyp

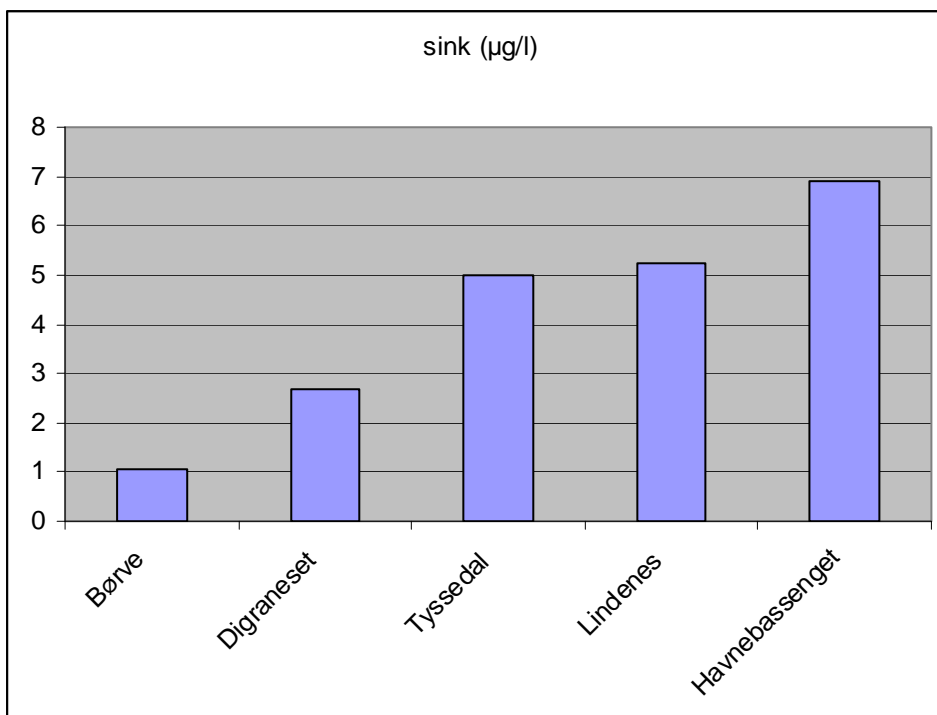
Det finnes data tilbake fra 70-årene for metaller i dypvann og midlere dyp. Den gang var målsettingen å spore effekten av det store utslippet av jarositt (fra Norzink, nå Boliden), som var et dypvannsutslipp og som kunne spores som et maksimumsnivå mellom 25 og 100 m i hele fjorden. Dette dypvannsutslippet opphørte i 1986 da jarositten ble overført til fjellhaller. Siden den gang har det vært lite fokus på vannkvaliteten på større dyp, men det bør påpekes at utslippet fra Bolidens vannrenseanlegg går ut på 30 m dyp på østsiden av Eitrheimsvågen. Utslippet fra aluminiumfluoridfabrikken på Eitrheimsneset er også dypvannsutslipp (30 m dyp).

Når overvåkingen av dypvannet er tatt opp igjen er det fordi man ønsker å få et bilde av vannkvaliteten i hele vannmassen. I 2009 ble det således gjennomført prøvetaking på to av de ordinære toktene (mars og september).

Sink (Zn) i dypvannet

Nivået av sink i 40 m dyp varierte mellom 6,91 $\mu\text{g/l}$ i havnebassenget til 1,04 ved Børve i november (Figur 9).

Figur 9. Sink ($\mu\text{g/l}$) i 40 m dyp fra Børve (ytterst) til havnebassenget (innerst) i Sørffjorden, 23.november 2009.



Det er verdt å merke seg at nivåene på 40 m dyp i indre del av Sørffjorden er jevnt over høyere enn i overflatevannet og at det er en klar gradient med økende nivåer innover i fjorden. I henhold til vannkvalitetskriteriene er vannkvaliteten moderat (Kl. II) ved Tysse dal og

Lindeneset, og dårlig (Kl. IV) i havnebassenget. Vannkvaliteten ved midlere vandyp og i dypvannet kan påvirkes av lengre oppholdstid av disse vannmassene i fjorden, enn overflatevannet. I tillegg er det fortsatt dypvannsutslipp fra både ETI og Boliden. Bunnsedimentene i Eitrheimsvågen og i havnebassenget (dvs. sedimenter som ligger på 10 - 50 m dyp; se også Figur 2) er sterkt forurenset og dette kan også påvirke vannkvaliteten ved midlere vandyp, spesielt i havnebassenget.

I tillegg til å analysere sink i 40 m vandyp ble det også tatt vannprøver i dypbassengene i fjorden (på 250 og 350 m dyp). Nivåene av sink var ikke påfallende høye i 2009.

Kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu) og kvikksølv (Hg) i dypvannet.

Prøve tatt på 40 m dyp i havnebassenget i mars viste svært høye nivåer av alle metaller. Prøven inneholdt betydelige mengder partikler og vannhenteren har åpenbart berørt sjøbunnen under prøvetaking. Derfor er det ikke grunnlag for å vurdere disse verdiene videre.

På 350 m dyp ved Børve ble det målt 20,5 ng/l kvikksølv i mars, mens i november var konsentrasjonen redusert til <1 ng/l (på 320 m dyp). Det ser derfor ut til at vannutskifting av dypvannet kan spille en vesentlig rolle for metallkonsentrasjonene i de bunnære vannlag. Det bør påpekes at metallanalysene skjer på ufiltrede prøver, så det er uvisst hvor mye partikler det kan være i prøvene.

5.2 Sammenfattende vurderinger av metaller i vannmassene

5.2.1 Kilder og konsekvenser

Etter at Odda smelteverk ble nedlagt i 2002 er det følgende kilder (registrerte og potensielle) for metaller til Sørfjorden:

- Regulære utslipp fra sinkverket ved Boliden (sentralt vannrenseanlegget, dypvannsutslipp (30 m) på østsiden av Eitrheimsneset, utpumping av forurenset vann bak spuntvegg til Eitrheimsvågen, utslipp fra kvikksølvrenseanlegget til Eitrheimsvågen) (kvantifisert)
- Utslipp fra aluminiumfluoridfabrikken til Boliden (kvantifisert)
- Regulære utslipp fra Eramet Titanium & Iron (ETI) i Tyssedal (dypvannsutslipp på 35 – 40 m) (kvantifisert)
- Diffuse tilførsler fra bunnsedimenter, spesielt fra Eitrheimsvågen, men ellers fra området Tyssedal – Odda havnebasseng (ikke kvantifisert, men anslått til å være betydningsfullt)
- Diffuse utslipp fra kaiområdet på Eitrheimsneset (ikke kvantifisert)
- Diffuse tilførsler fra industriområdet til Odda smelteverk (ikke kvantifisert)
- Potensiell avrenning fra industriområdet i Tyssedal (ikke kvantifisert)

I dag er det to registrerte utslipp fra Boliden; fra kvikksølvrenseanlegget og utpumping av forurenset vann bak spuntvegg til Eitrheimsvågen. Utslipet fra kvikksølvrenseanlegget er vurdert som ubetydelig (ca. 1 % av det totale utslippet). I følge Boliden utgjorde utpumping av forurenset vann ca. 35 % av det totale utslippet av sink til Sørfjorden fra bedriften i 2008 (det må antas at dette vannet også inneholder de andre metallene som er assosiert med sink). Utslipet til vågen skjer nær overflaten og kan bidra til de store variasjonene i metallinnhold som måles i overflatevannet i vågen og på målestasjoner i havnebassenget, Lindeneset, Tyssedal og noen ganger lenger ute i fjorden (avhenger av mengde forurenset vann som er pumpet ut, forureningsgrad og hydrografiske forhold). Det må også antas at dette utslippet sammen med tidligere uhellsutslipp og tidligere forurensning fra Boliden er årsaken til den omfattende forurensingen av dekkmassene på sjøbunnen i vågen siden 1992. Ut-pumping av vann til vågen skjer i betydelig mindre grad i dag enn tidligere fordi en større andel av oppsamlet vann pumpes til sentralrenseanlegget.

Som det framgår av denne oversikten er de fleste tilførslene forsøkt kvantifisert, men det er en rekke kilder som kan være vesentlig og som ikke er med i tilførselsberegningene. Dette bidrar til at det er vanskelig å se en klar sammenheng mellom utslippsberegninger og målte konsentrasjoner av metaller i overflatevannet. Dette henger også delvis sammen med at en del kilder også tilføres bunnvannet og ikke overflatevannet (f.eks. bunnsedimentenes bidrag, deponering av gips fra aluminiumfluoridfabrikken, utslipp fra Bolidens vannrenseanlegg og utslipp fra ETI etc.). Dette kan bety at overvåkingen av vannkvaliteten i Sørfjorden ved overflateprøver ikke gir et helt riktig bilde av forurensningstilstanden i fjorden. En bedring av vannkvaliteten i 0,5 m dyp i fjorden vil imidlertid kunne reflektere en reduksjon i diffuse landtilførsler til fjorden, og da spesielt tiltak som er gjort på Eitrheimsneset for å redusere overflateavrenning. Likeså vil reduksjon i antall episoder med uhellsutslipp ha positive effekter på kvaliteten av overflatevannet.

Når de landbaserte tilførslene avtar, og det nærmer seg kildekontroll, vil betydningen av de forurensete sedimentene, spesielt i indre deler av fjorden, øke.

5.3 Miljøgifter i organismer

5.3.1 Metaller i fisk

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2009:

- Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i torsk fra Sørfjorden i 2009 tilsvarte Kl. II (moderat forurenset) i Klifs klassifiseringssystem.
- Innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk var høyt og bekrefter tidligere funn.

I det følgende redegjøres det for resultatene fra den årlige overvåkingen av fisk innenfor CEMP. I tillegg er dypvannsfisk (brosme, lange og blålange) samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking.

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 CEMP, 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**, 2009. Gjennomsnittlig kvikksølv-innhold tilsvarte **moderat** (Kl. II) i Klifs klassifiseringssystem for miljøkvalitet [19]. Dette er på samme nivå som observasjonene i perioden 2004-2008, med unntak av 2007, da konsentrasjonene var noe høyere (Tabell 4 og Figur 10). I **Skrubbe** tilsvarte kvikksølvkonsentrasjonene Kl. I, **lite/ubetydelig** forurenset (sammenlignet med tilstandsklassene for torsk). Denne gjennomsnittskonsentrasjonen er tilsynelatende litt lavere enn hva som er observert de siste årene (Tabell 4; Merk at bare 2 blandprøver er analysert).

Med unntak av kvikksølv, er metaller i fisk så langt ikke inkludert i Klifs klassifiseringssystem, men i henhold til data fra JAMP referansestasjoner 1990-1998 [20] bør ikke innholdet av kadmium i torskelever være over 0,20-0,25 mg/kg. Gjennomsnittskonsentrasjonen av **kadmium** i **torsk** fra **Sørfjorden** lå i 2009 på nedre grense av dette intervallet (Tabell 3).

Gjennomsnittskonsentrasjonen av **bly** i **torsk** fra **Sørfjorden** lå litt høyere i 2009 enn det man har observert de siste årene, mens konsentrasjonene av **kobber** og **sink** lå på samme nivå som tidligere (Tabell 3).

Når det gjelder observasjonene fra **Strandebram** og **Åkrafjorden**, så har ikke konsentrasjonene endret seg nevneverdig de siste årene.

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

- Nivåene av kvikksølv, kadmium og bly er høyere i torsk fra Sør fjorden, enn andre kystområder [21].
- I indre Oslofjord kan imidlertid nivåene av kvikksølv i fisk være tilnærmet like konsentrasjonene i fisk fra Sør fjorden, enkelte år [21].
- Bly forekommer flere år i høyere konsentrasjoner i torsk fra indre Oslofjord, enn i torsk fra Sør fjorden [21].
- Skrubbe viser tydelig høyere konsentrasjoner av metaller i Sør fjorden, sammenlignet med andre kystområder [21].
- Metall-konsentrasjoner i fisk fra Strandebarmligger på nivåer man kan finne andre steder langs kysten [21].

Dypvannsfisk

Gjennomsnittskonsentrasjoner av **kvikksølv** i filet av **dypvannsfisk** (lange, blålange og brosme) fra Sør fjorden er vist i Figur 11. Innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk var høyt og bekrefter tidligere funn [22]. Bekymringene knyttet til dette kommer også til syne i gjeldende kostholdsråd (sist vurdert i 2005; se Kap. 3.2). Med hensyn på antall prøver foreligger det beste materialet for brosme og i 2009 ble det observert signifikant høyere konsentrasjoner i brosme fra ytre fjord, sammenlignet med indre fjord (Figur 11). Det kommer også frem at konsentrasjonene av kvikksølv i muskel øker med lengde på fisken (Figur 12). Dersom man skulle sammenligne gjennomsnittskonsentrasjonene av kvikksølv i dypvannsfisk med Klifs tilstandsklasser for kvikksølv i filet av **torsk**, ville disse tilsvare meget sterkt forurensset (Kl. V; Figur 11). Det bør bemerkes at tilstandsklassene er spesifikke for torsk og at konsentrasjoner i dypvannsfisk som brosme (og lange) normalt overstiger konsentrasjoner i torsk. Dette er sannsynligvis knyttet til at brosmen lever på dypet i fjorder, som fungerer som "sink" for ulike forurensninger. Her livnærer den seg av bunnassosierte organismer som reker, krabber, børstemark, muslinger og mindre bunnfisker [23]. Konsentrasjonene av kvikksølv i brosme fanget i 2009 er sammenstilt med tidligere analyser av brosme samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, i Tabell 5. Konsentrasjonene observert i brosme fra ytre fjord er de høyeste som hittil er observert.

For ytterligere sammenligning vises det til brosme og lange fanget i Høyanger-området (Sognefjorden; kjent Hg-forurensning), innenfor *CEMP* i 2008. Mediankonsentrasjonene var (for begge arter) ~0,2 mg/kg (våtvekt) [21], altså noe lavere enn foreliggende resultater fra Sør fjorden. Median konsentrasjon av kvikksølv i lange fra Sør fjorden i 2008 (også *CEMP*) var for øvrig 0,48 mg/kg (våtvekt) [21]. Videre vises det til konsentrasjoner av kvikksølv målt i filet brosme fanget i Nordfjord, 1998 [24]. Gjennomsnittskonsentrasjonen var her 0,812 mg/kg (våtvekt), en faktor 5,3 høyere enn konsentrasjonene observert i filet av brosme fanget utenfor kysten (62° 35' N, 4° 35' Ø) [24].

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 2009, mg/kg våtvekt.

Stasjoner/Arter	Filet Hg	Lever Cd	Lever Pb	Lever Cu	Lever Zn
Indre Sør fj.					
Torsk ¹⁾	0,21/0,12	0,19/0,13	0,37/0,61	10,03/7,31	29,2/9,9
Skrubbe ²⁾	0,08/0,03	0,16/0,06	0,05/0,01	11,88/3,43	38,7/9,1
Strande barm					
Torsk ³⁾	0,09/0,09	0,03/0,04	≤0,03/~0,03	7,27/4,07	22,8/6,6
Skrubbe ⁴⁾	0,07/0,02	0,14/0,04	<0,02/~0,01	11,46/1,94	43,8/10,1
Glassvar ⁵⁾	0,11/0,05	0,02/0,01	≤0,02/~0	8,25/3,32	42,9/19,1
Åkrafjorden (ref.st.)					
Skrubbe ⁶⁾	-	-	-	-	-
Glassvar ⁷⁾	0,15/0,08	0,15/0,12	≤0,02/~0,00	11,12/2,33	86,1/19,0

1) Individuelle analyser av 19 eks.: 165-2124 g (gjennomsnitt 967 g).

2) 2 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 319 g og 613 g.

3) Individuelle analyser av 25 eks.: 342-3850 g (gjennomsnitt 1236 g).

4) 5 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 591 g, 906 g, 1614 g, 1908 g og 2417 g.

5) 5 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 181 g, 256 g, 306 g, 326 g og 710 g.

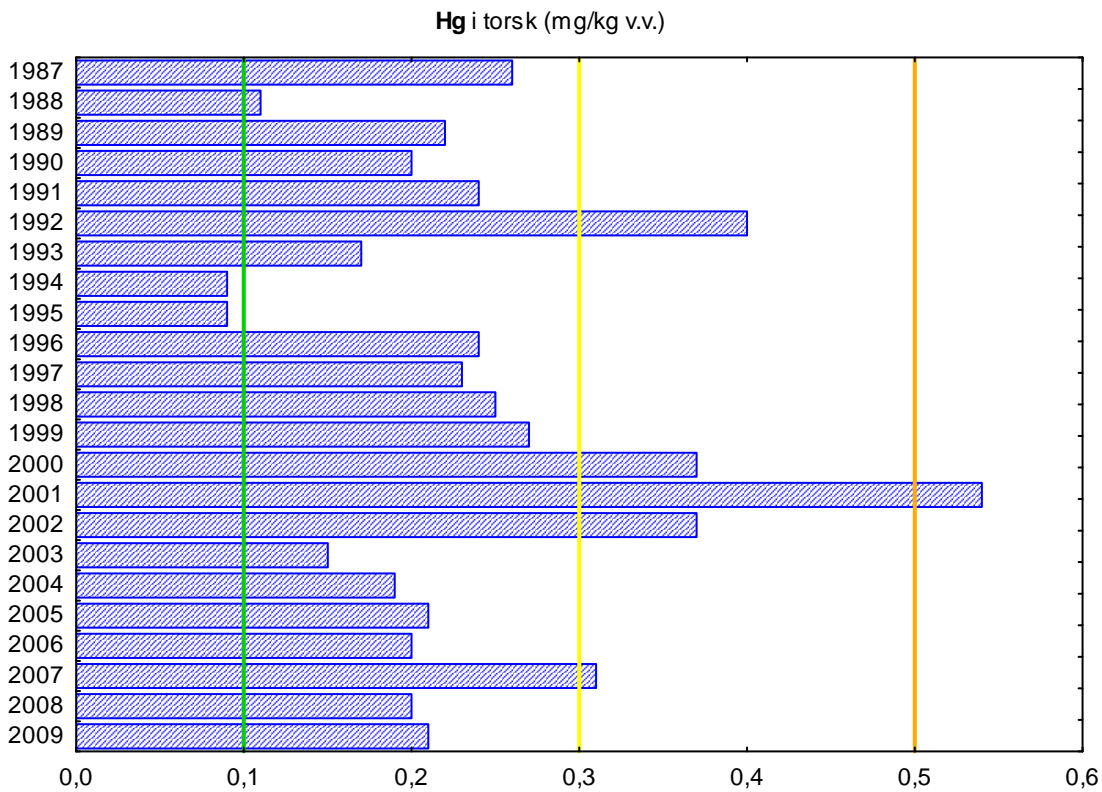
6) Det ble ikke fanget skrubbe i Åkrafjorden i 2009.

7) 5 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 261 g, 413 g, 608 g, 719 g og 756 g.

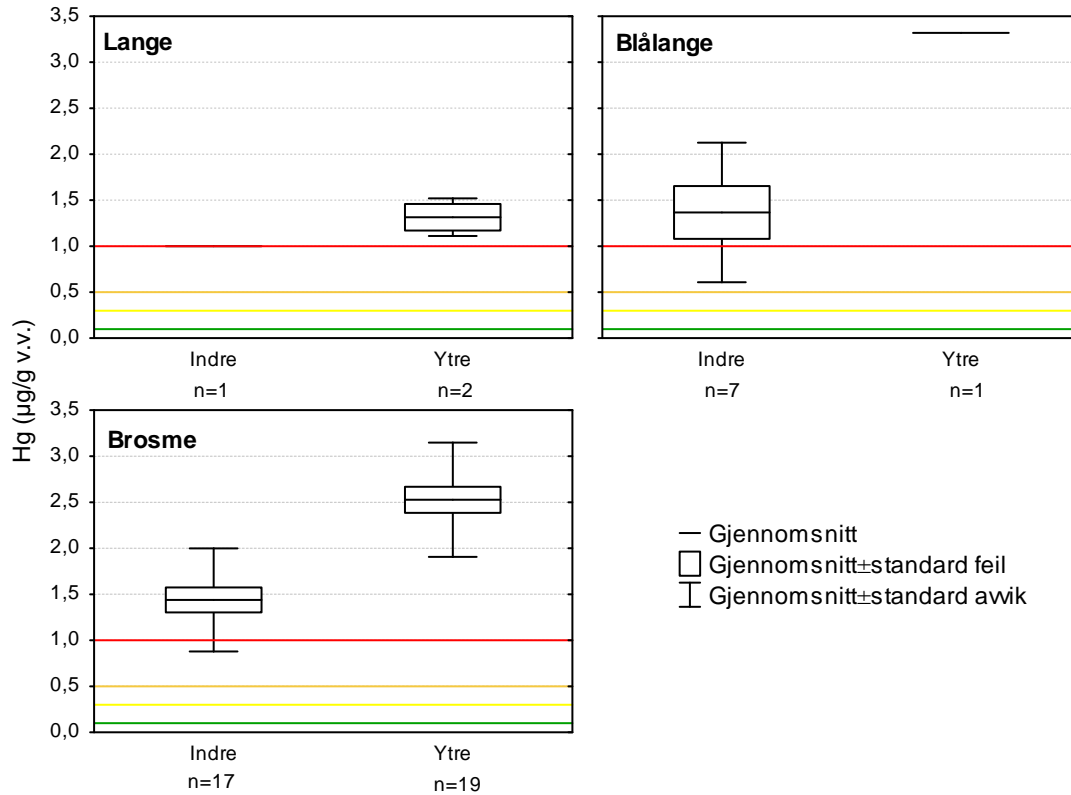
Tabell 4. Gjennomsnitt av kvikksølv i muskel av torsk, skrubbe og glassvar fra indre Sør fjorden (JAMP-st. 53) og Strande barm (JAMP-st. 67) 1987-2009, mg/kg våtvekt.

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	-07	-08	-09	
Indre Sør fj.												
Torsk	0,27	0,37	0,54	0,37	0,15	0,19	0,21	0,20	0,31	0,20	0,21	
Skrubbe	0,19	0,26	0,37	0,57	0,53	0,32	0,83	-	0,23	0,22	0,08	
Strande- barm												
Torsk	0,07	0,11	0,08	0,08	0,05	0,04	0,06	0,06	0,07	0,06	0,09	
Glassvar	0,24	0,19	0,16	0,16	0,14	0,23	0,17	0,14	0,17	0,14	0,07	
Skrubbe	0,04	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,11	

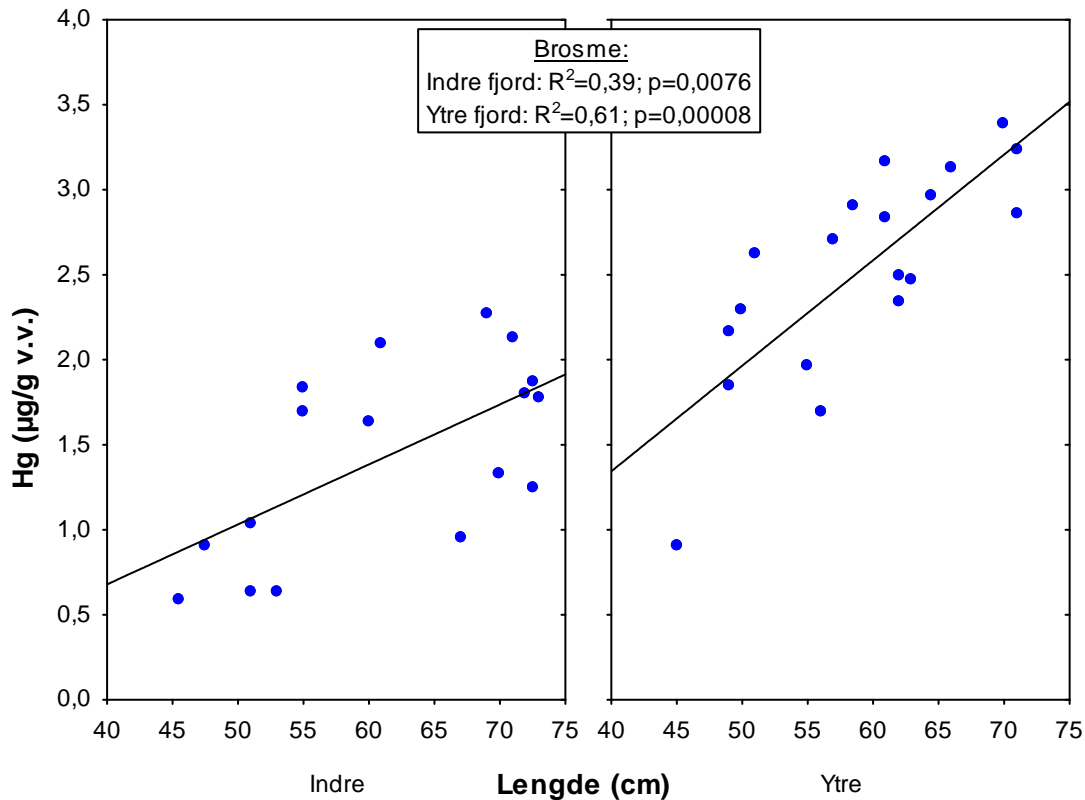
Figur 10. Gjennomsnittsverdier av kvikksølv i muskel av torsk fra indre Sør fjorden (1987-2009), mg/kg våtvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 4. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset).



Figur 11. Konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i dypvannsfisk (lange, *Molva molva*; blålange, *Molva dipterygia*; brosme, *Brosme brosme*) fra Sør fjorden (indre og ytre fjord; antall analyserte prøver angitt) i 2009. Til sammenligning er nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for kvikksølv i filet av torsk også angitt (grønn: Kl. II; gul: Kl. III; oransje: Kl. IV; rød: Kl. V).



Figur 12. Lengde (cm) versus konsentrasjon (mg/kg våtvekt) av kvikksølv i brosme fra Sør fjorden (indre og ytre fjord), 2009.



Tabell 5. Gjennomsnittskonsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av kvikksølv i brosme (Brosme brosme) samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (alle år). I årene 2003-2006 er verdiene basert på et ulikt antall blandprøver (av 5 individer, så langt mulig; se [15, 22, 25, 26] for detaljer). Individuelle fisk er analysert i 2009 (indre fjord, $n=17$; ytre fjord, $n=19$).

	2003	2004	2005	2006	2009
Indre	1,40	1,81	1,56	-	1,44
Ytre	1,58	1,24	1,66	1,20	2,53

5.3.2 Metaller i blåskjell

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2009:

- 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 i blåskjell viste ubetydelig/lite (Kl. I) til markert (Kl. III) grad av forurensning (markert forurensning, Kl. III, i skjell samlet innenfor CEMP på stasjon B6/56A).
- Analysene av bly i blåskjell viste ubetydelig/lite (Kl. I; kun stasjon Utne) til markert (Kl. III) grad av forurensning.

Resultatene fra metallanalysene av blåskjell er presentert i Tabell 6. Den tidsmessige utviklingen er fremstilt i Figur 13-Figur 17 (i rekkefølgen kvikksølv, kadmium, bly, sink og kobber).

Metallkonsentrasjonene i blåskjell i 2009 viste generelt ingen påfallende endringer i forhold til de siste årene med overvåking (Tabell 6, Figur 13-Figur 17). Det bemerkes igjen at det er noe naturlig variasjon i metallkonsentrasjonene i blåskjell. Dette kommer til uttrykk i at det enkelte år tilsynelatende er noen forskjeller mellom skjell samlet innenfor CEMP og skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (en måned senere; Tabell 6), der hvor innsamlingsstasjonene er overlappende. Det må imidlertid også bemerkes at det var veldig like konsentrasjoner i skjell samlet innenfor de to overvåkingsprogrammene i 2009 (Tabell 6). Det er også analysert replikate prøver fra to stasjoner innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2009 (stasjonene Tyssedal , B3 og Utne; Tabell 7). Det var ingen større forskjeller i metallkonsentrasjoner mellom replikater (Tabell 7).

Kvikksølv viste opp til **moderat (Kl. II)** forurensning (stasjon B1/51A, B3 og B6/56A). Ellers var blåskjellene **ubetydelig/lite (Kl. I)** forurenset med kvikksølv.

Kadmium viste **ubetydelig/lite (Kl. I)** til **markert (Kl. III)**; så vidt over grensen) forurensning i blåskjellene (markert forurensning, Kl. III, i skjell samlet innenfor CEMP på stasjon B6/56A).

Bly viste **ubetydelig/lite (Kl. I)** (kun stasjon Utne) til **markert (Kl. III)** (stasjon B1/51A [kun Statlig program for forurensningsovervåking] og B6/56A [kun CEMP]) forurensning i blåskjellene.

Alle observasjonene av **kobber** og **sink** tilsvarte **liten/ubetydelig (Kl. I)** forurensning, slik de har gjort de siste årene. Dette igjen på tross av at vannprøver gjennom året viste relativt høye vannkonsentrasjoner av sink innerst i Sørfjorden (Figur 6). Det må imidlertid igjen påpekes at blåskjell har en evne til å regulere opptak/utskillelse av dette metallet ([27] med ref.).

Det kan bemerkes igjen at 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 13-Figur 17). Statistiske trendanalyser som gjennomføres innenfor CEMP på de årlige medianene (1987-2009; Green et al. under utarbeidelse) viser sågar statistisk signifikante reduksjoner i særlig konsentrasjonene av kadmium, sink og bly på de fleste stasjoner (og kvikksølv på noen stasjoner). I dataene samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking viser også særlig kadmium signifikante lineære reduksjoner i blåskjellkonsentrasjonene (Figur 14). Blant stasjonene hvor de lengste tidsseriene foreligger hadde modellen (den rette linjen) den beste forklaringsprosenten på stasjonene B4 (Digranes), B6 (Kvalnes) og B7 (Krossanes) (hvh. $R^2=0,77$, $R^2=0,73$ og $R^2=0,70$), hvor man av Figur 14 også kan observere den jevneste nedgangen. Dataene kan imidlertid tilpasses enda bedre en eksponentiell reduksjon, hvor nedgangen er hhv. 15%, 14 % og 12% per år, slik det er vist i Figur 14b.

Tabell 6. Metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørffjorden og Hardangerfjorden 2009 (7-10 september, 2009 [CEMP] og 21 oktober 2009 [Statlig program; S. P.], mg/kg tørrvekt). (Fra CEMP gjennomsnitt av 3 størrelseskategorier; fra INDEKS-programmet gjennomsnitt 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	
	CEMP	S. P.	CEMP	S. P.	CEMP	S. P.	CEMP	S. P.	CEMP	S. P.
B1/51A	0,27 ¹⁾	0,27	2,4 ¹⁾	2,5	20,7 ¹⁾	24,9	i.a.	78	i.a.	4,6
B2/52A	0,14	0,13	2,4	1,6	6,7	7,8	90	75	7,1	5,7
B3		0,21 ²⁾		1,7 ²⁾		14,2 ²⁾		105 ²⁾		6,1 ²⁾
B4		0,11		1,2		5,4		86		4,4
Måge		0,17		1,6		8,9		87		4,6
B6/56A	0,33	0,20	5,1	1,9	18,3	13,1	106	78	6,8	5,0
B7/57A	0,14	0,17	1,7	2,2	3,8	4,5	71	73	4,7	5,3
Utne		0,09 ³⁾		0,8 ³⁾		1,6 ³⁾		80 ³⁾		5,7 ³⁾
B13/63A	0,15		2,1		3,1		85		5,8	
B15/65A	0,12		1,6		3,3		102		5,3	

¹⁾ INDEKS-stasjon

²⁾ Median av 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09)

³⁾ Median av 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09)

Tabell 7. Median-, minimums- og maksimumskonsentrasjon (mg/kg tørrvekt) i triplikate analyser (m.a.o. alle 3 observasjoner) av blåskjell fra stasjon B3 (Tyssedal) og stasjon Utne, 2009.

St.	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu
B3¹⁾	0,21 (0,18-0,23)	1,7 (1,7-2,1)	14,2 (13,5-18,1)	105 (95-124)	6,1 (5,5-6,2)
Utne²⁾	0,9 (0,8-0,9)	0,8 (0,8-0,9)	1,6 (1,5-1,7)	80 (72-82)	5,7 (5,7-6,2)

¹⁾ 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09)

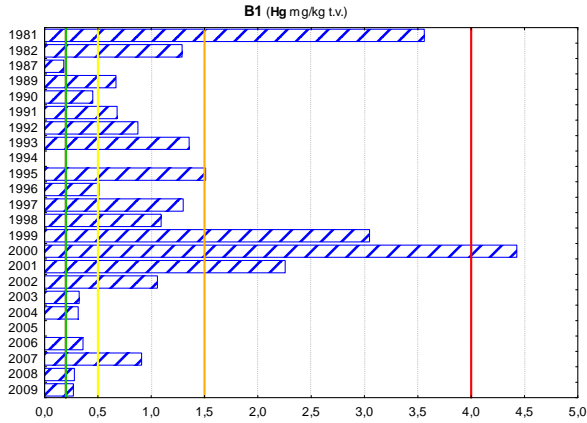
²⁾ 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09)

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:

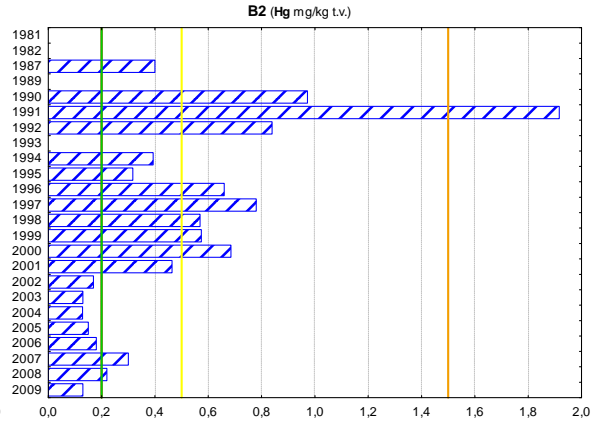
- Nivåene av kvikksølv, kadmium og bly er høyere i blåskjell fra Sørfjorden, enn andre kystområder [21].
- Det er ikke uvanlig at kvikksølv- og kadmiumkonsentrasjonene på enkelte stasjoner i Sørfjorden er en faktor >10 og bly en faktor >50 høyere enn vanlige nivåer i andre områder [21].
- Dette kommer også til uttrykk i blåskjell fra stasjoner i fjordsystemet utenfor Sørfjorden, ved at disse ofte også er noe forhøyet [21].

Figur 13. Kvikksølv i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørffjorden 1981-2009, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset).

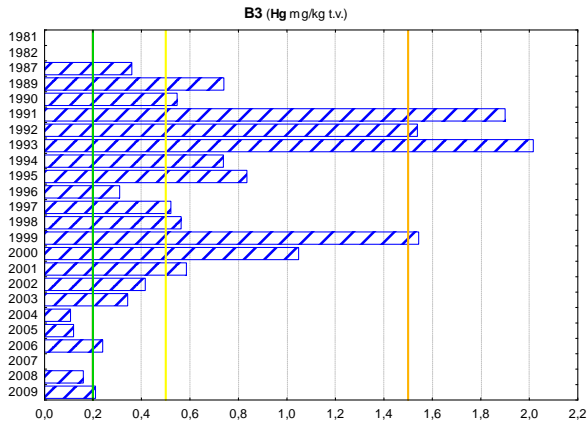
B1 (2).



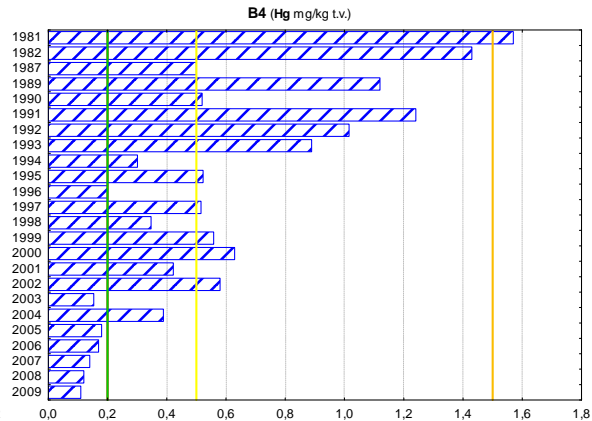
B2 (3).



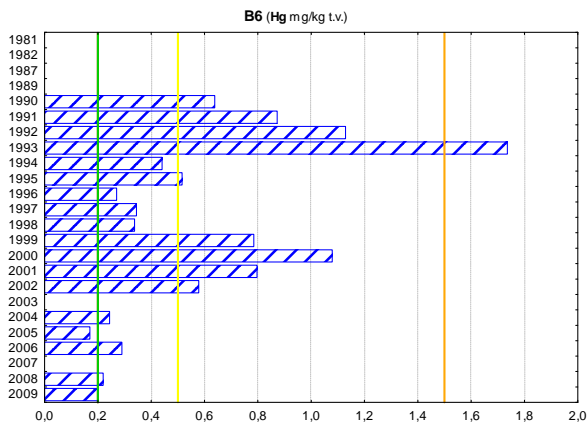
B3 (6).



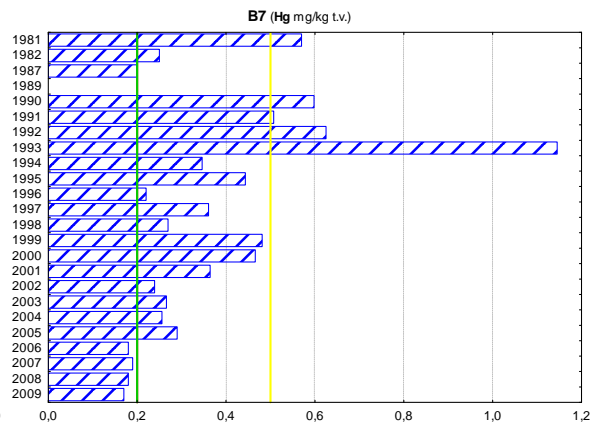
B4 (10).



B6 (18).

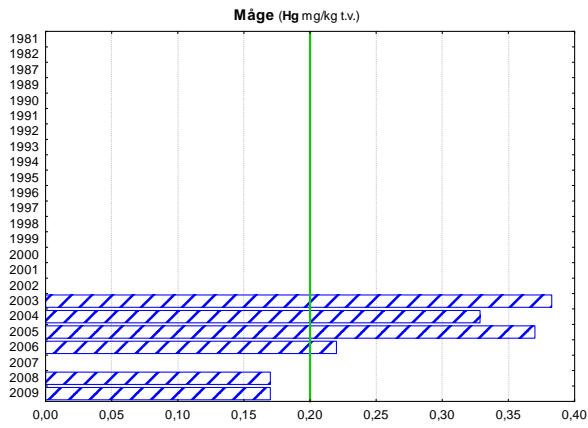


B7 (38).

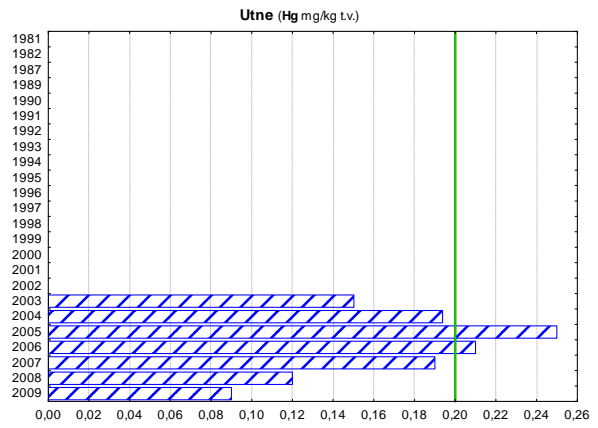


Forts. Figur 13.

Måge (15).



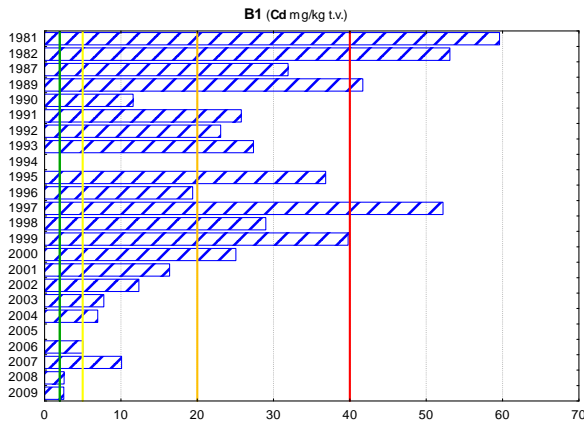
Utne (40).



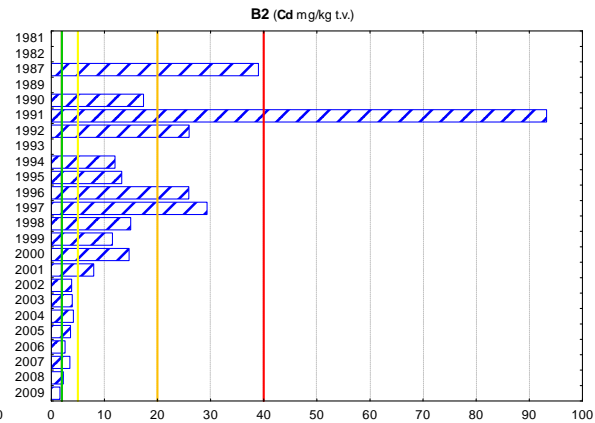
Figur 14. Kadmium i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981-2009, mg/kg tørrvekt (a.; I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand [km] fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifis tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II [moderat forurenset]; gul: Kl. III [markert forurenset]; oransje: Kl. IV [sterkt forurenset]; rød: Kl. V [meget sterkt forurenset]) og visualisering av eksponentiell reduksjon i kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell på stasjonene B4 (Digranes), B6 (Kvalnes) og B7 (Krossanes) (b.)

a.

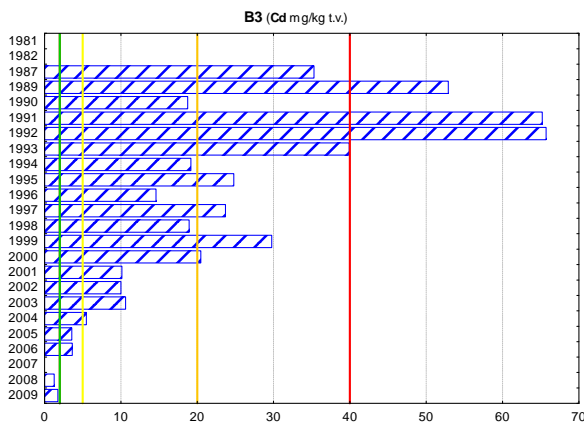
B1 (2).



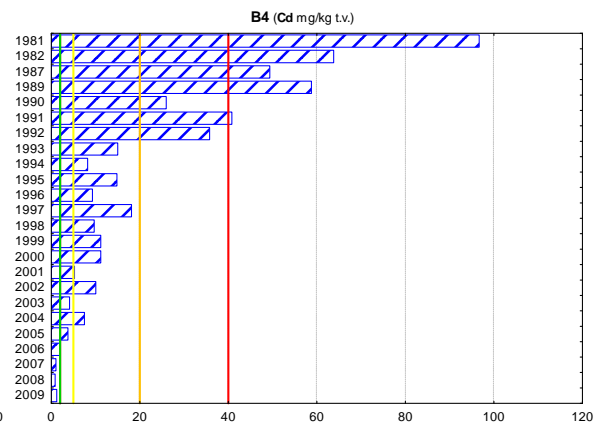
B2 (3).



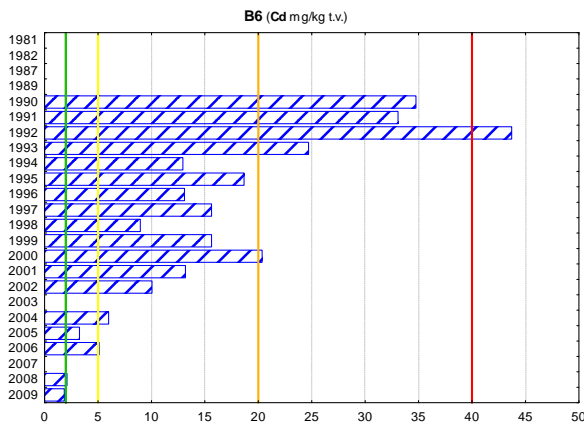
B3 (6).



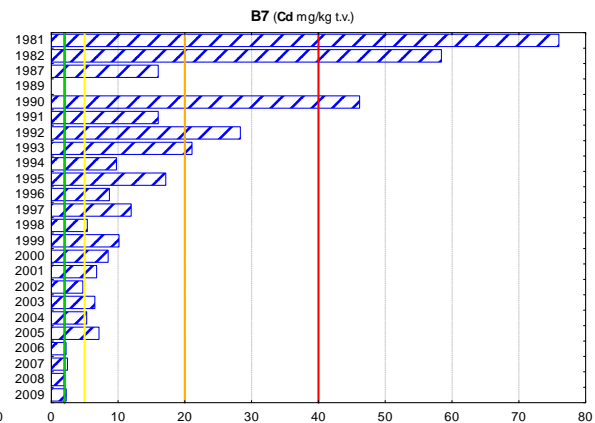
B4 (10).



B6 (18).

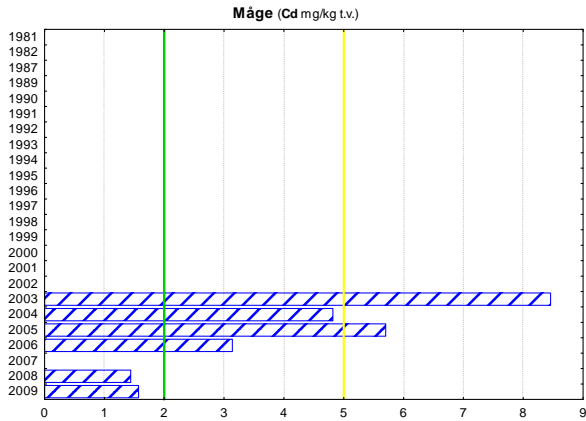


B7 (38).

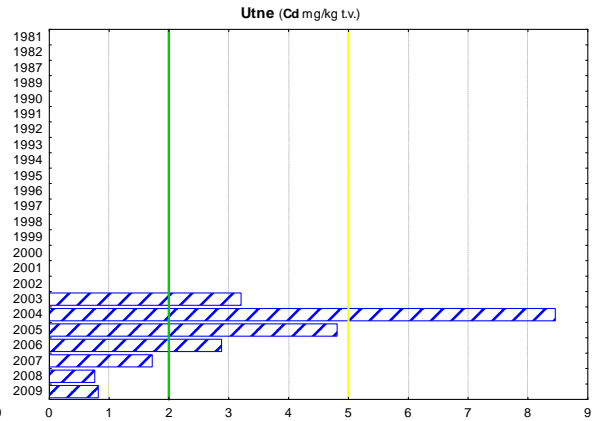


Forts. Figur 14.

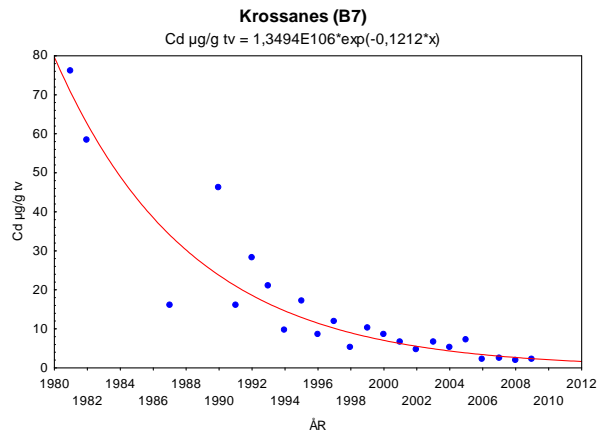
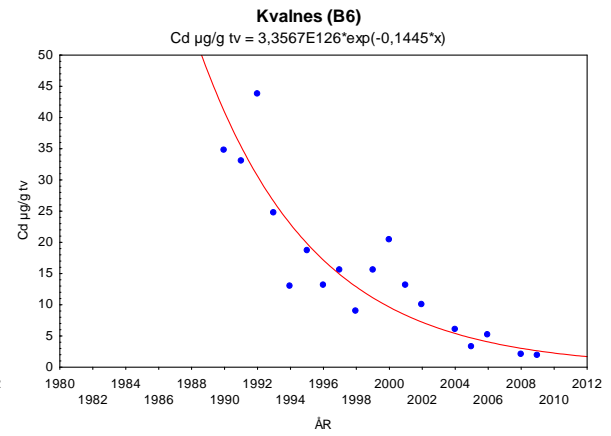
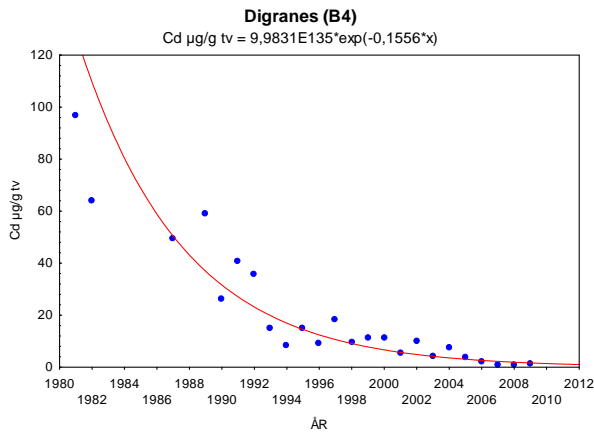
Måge (15).



Utne (40).

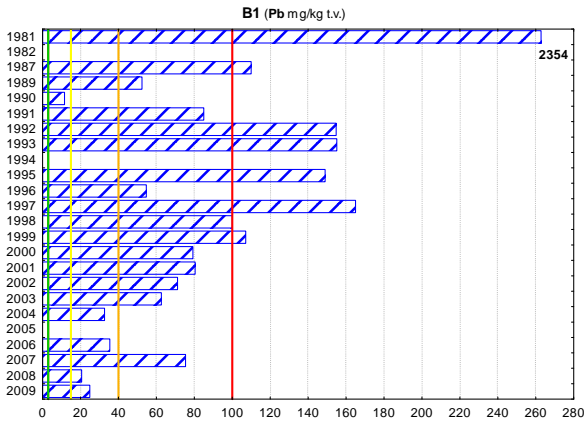


b.

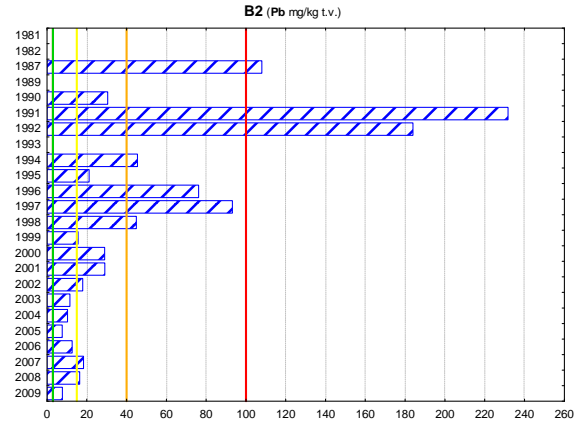


Figur 15. Bly i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981-2009, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt 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.

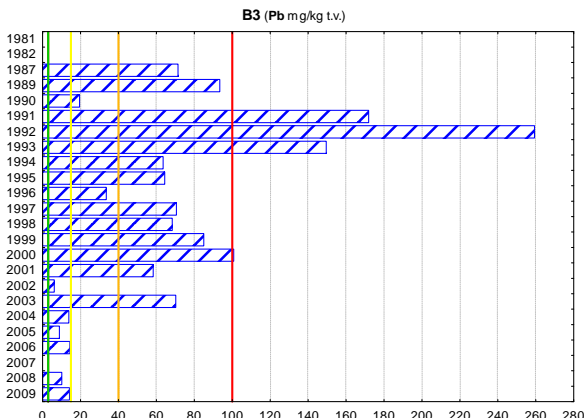
B1 (2).



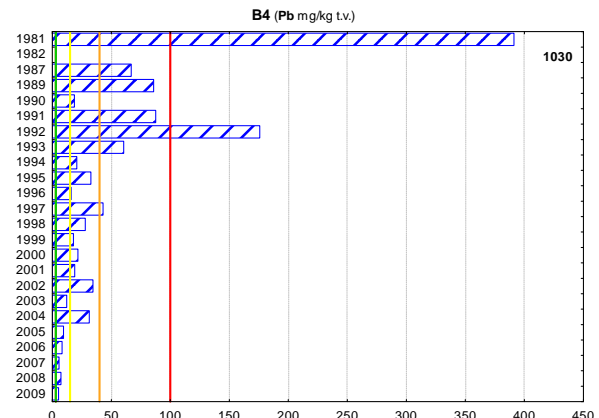
B2 (3).



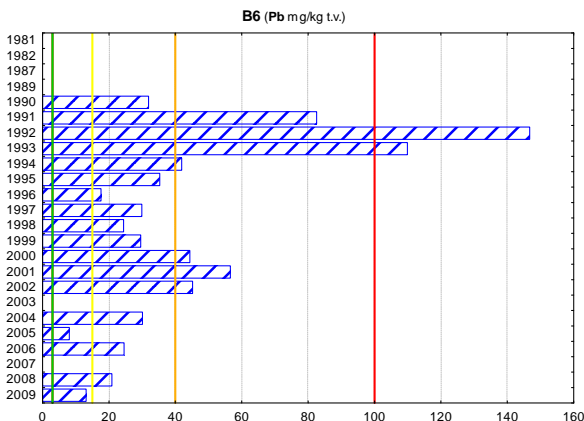
B3 (6).



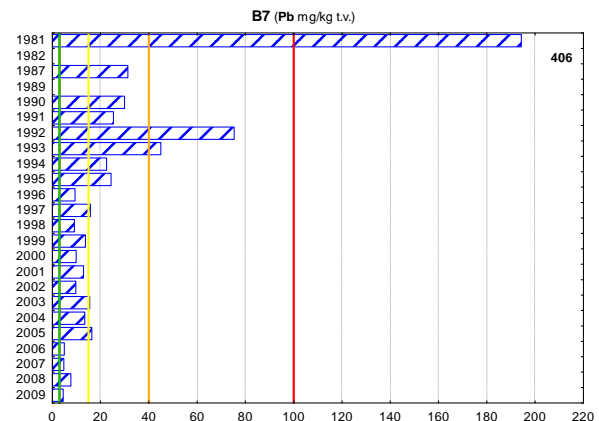
B4 (10).



B6 (18).

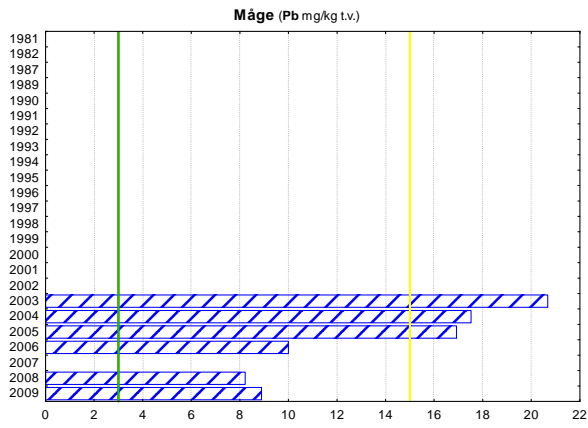


B7 (38).

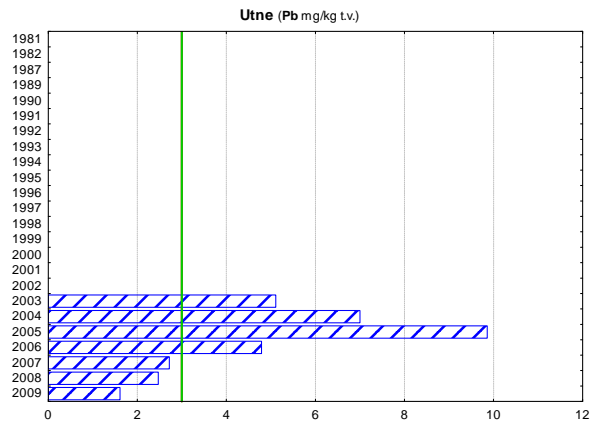


Forts. Figur 15

Måge (15).

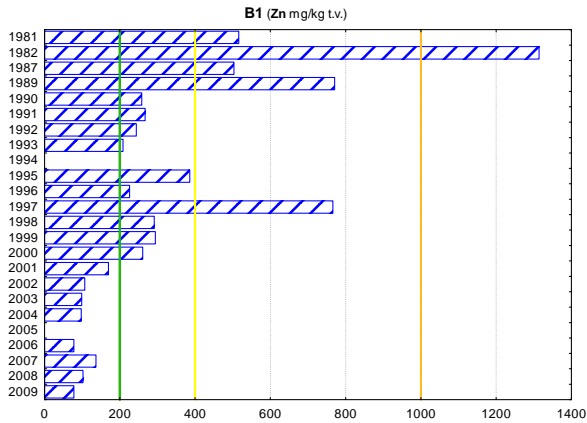


Utne (40).

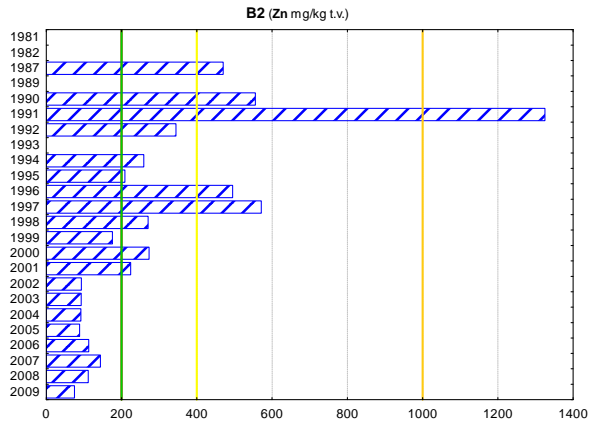


Figur 16. Sink i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørffjorden 1981-2009, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset).

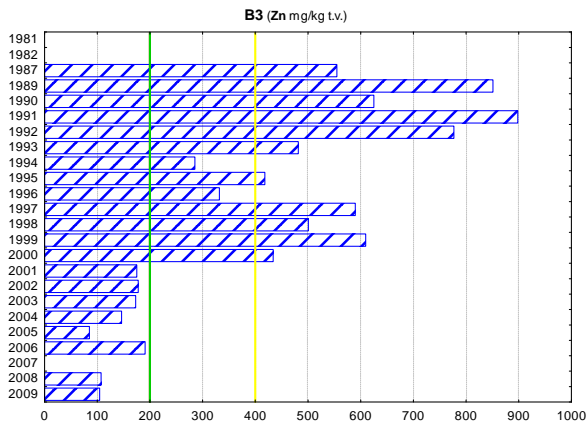
B1 (2).



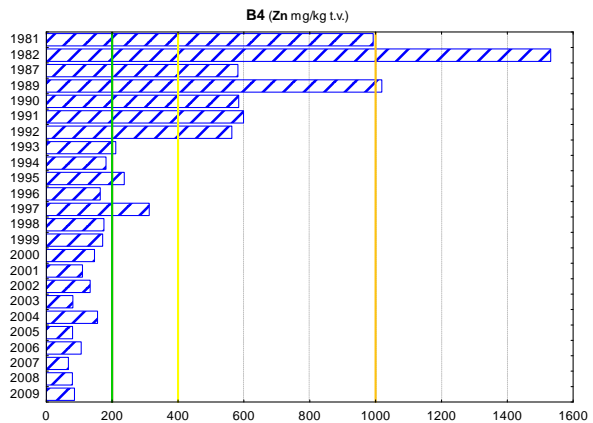
B2 (3).



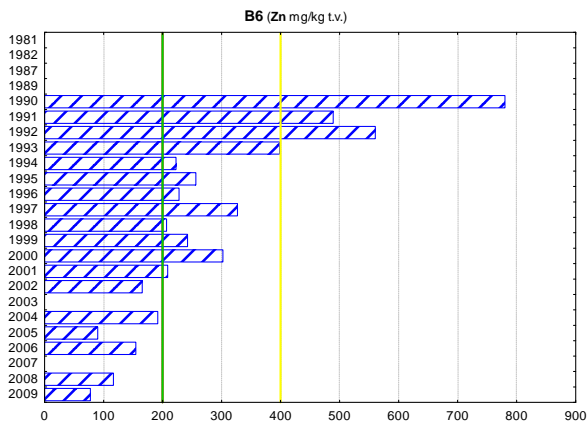
B3 (6).



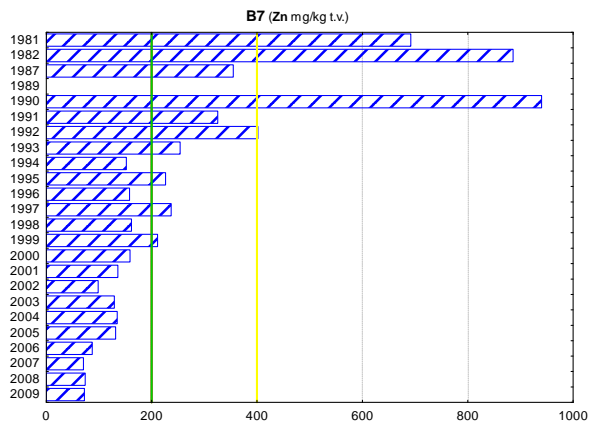
B4 (10).



B6 (18).

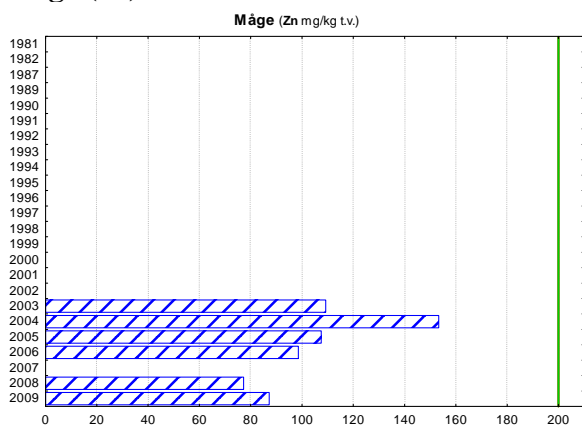


B7 (38).

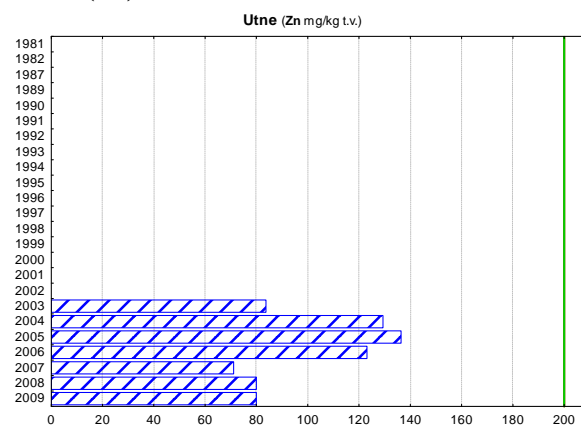


Forts. Figur 16.

Måge (15).

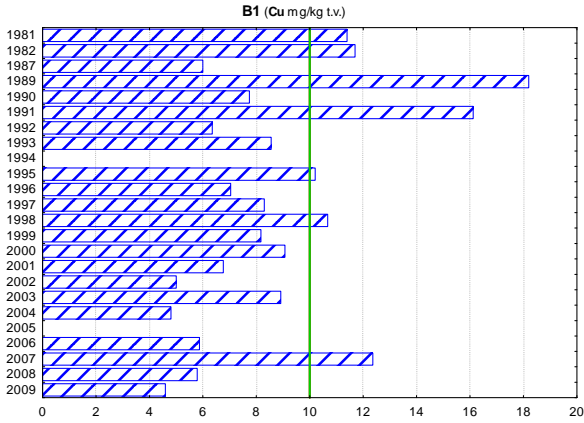


Utne (40).

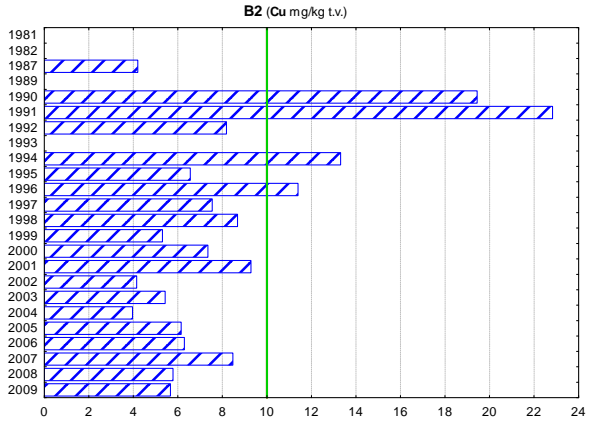


Figur 17. Kobber i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981-2009, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset).

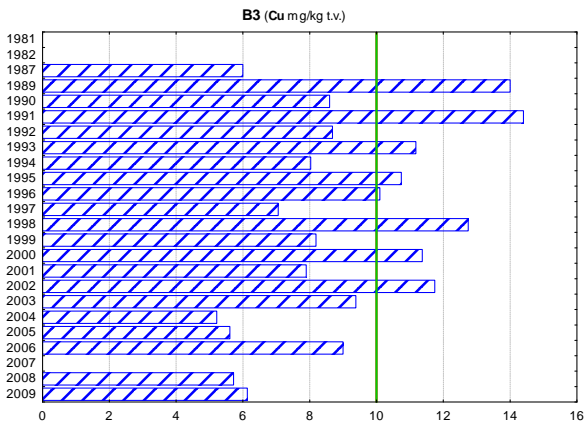
B1 (2).



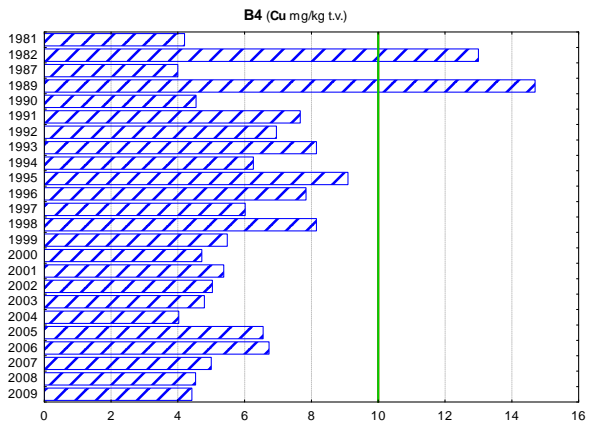
B2 (3).



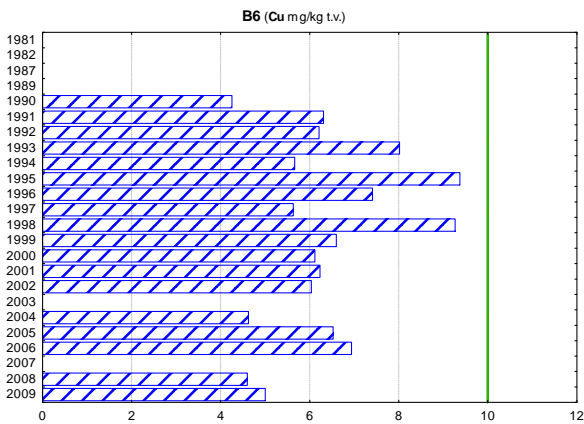
B3 (6).



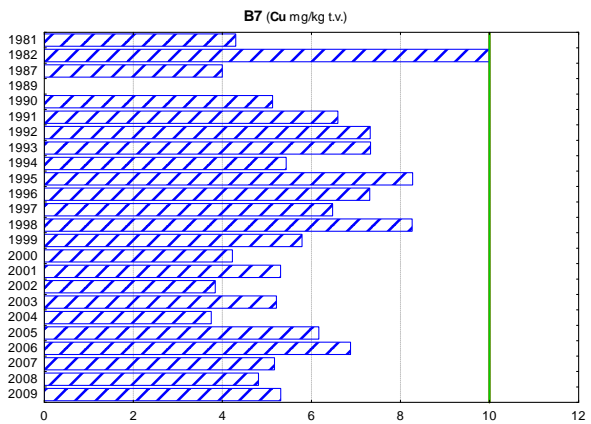
B4 (10).



B6 (18).

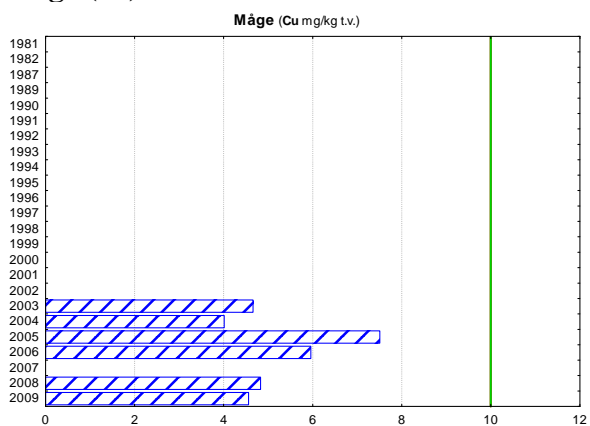


B7 (38).

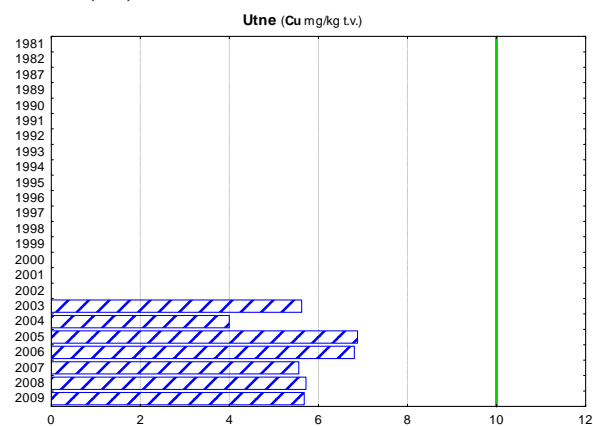


Forts. Figur 17.

Måge (15).



Utne (40).



5.3.3 Halogenerte stoffer i fisk

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2009:

- Den gjennomsnittlige ΣPCB_7 -konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2009 Klasse II (moderat forurenset). Filet av torsk var også moderat (Kl. II) forurenset med PCB.
- Den gjennomsnittlige ΣDDT -konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2009 Klasse II (moderat forurenset). Filet av torsk var også moderat (Kl. II) forurenset med ΣDDT .
- Vanlige, lave konsentrasjoner av klororganiske forbindelser ble funnet i fisk fra Strandebarne i 2009 (torsk var ubetydelig/lite forurenset; Kl. I).
- Brosme (lever) viste moderate til høye konsentrasjoner av klororganiske forbindelser.

Utdrag av resultatene av fisk (samlet innenfor JAMP) analysert for klorerte organiske miljøgifter er presentert i Tabell 8. I tillegg er, som nevnt, dypvannsfisk (brosme, lange og blålange) samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking.

Tabell 8. ΣPCB_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 Strandebarne (JAMP-st. 67) 2009, $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt og $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett. Ikke analysert: i.a. (Om prøvenes sammensetning, se Tabell 3*).

Stasjoner/arter	Våtvektsbasis				Fettbasis **		
	DDT	DDE	DDD	ΣDDT	ΣPCB_7	ΣDDT	ΣPCB_7
I. Sørfj., (53)							
Torsk, lever	54/35	312/221	43/23	410/276	702/728	1191	2041
Torsk, filet	0,3/~0,1	1,3/0,5	<0,1/~0	1,6/0,6	6/4	533	2000
Skrubbe, lever	<3/-	15,2/16,8	<4,3/~3,3	<21,5/~20	26/23	194	234
Skrubbe, filet	<0,2/~0,0	0,4/0,4	<0,1/~0,0	<0,7/~0,5	<1/~1	<117	<167
Strandebarne (67)							
Torsk, lever	16/16	163/140	19/12	198/160	128/129	433	281
Torsk, filet	<0,2/~0	0,6/0,5	<0,1/~0	<0,8/~0,5	<1/~1	<200	<250
Skrubbe, lever	<3,6/~0,9	21,0/4,7	5,2/2,4	<29,8/~7,1	26/7	<127	111
Skrubbe, filet	<0,2/-	0,8/0,3	0,2/0,1	<1,2/~0,3	<1/~0	<109	<91
Glassvar, lever	12,4/2,3	46,4/6,2	3,0/1,4	61,8/8,6	34/17	359	198
Glassvar, filet	<0,2/-	0,8/0,4	<0,2/-	<1,0/~0,4	<1/~1	<333	<333

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

** Basert på gjennomsnittskonsentrasjoner og gjennomsnittlig fettinnhold

PCB

Den gjennomsnittlige ΣPCB_7 -konsentrasjonen i **torskelever** fra Sørfjorden representerte i 2009 **Klasse II (moderat forurenset)** i Klifs klassifiseringssystem for miljøkvalitet. Det må imidlertid bemerkes at den individuelle variasjonen var stor (dog ikke like stor som i 2008 [28]), som gjenspeiles av det høye standard avviket (standard avviket var høyere enn gjennomsnittskonsentrasjonen; Tabell 8). Det var en faktor >18 forskjell på laveste og høyeste konsentrasjon og variasjons-koeffisienten var på 104%.

Fettnormaliserte PCB-konsentrasjoner i torsk er presentert i Tabell 9 og Figur 18, hvor de kan sammenlignes med tidligere år. Gjennomsnittskonsentrasjonen for 2009 er ikke vesentlig forskjellig fra årene etter de veldig høye konsentrasjonene som ble observert i 2002.

Tabell 9. Gjennomsnitt av ΣPCB_7 i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sør fjorden og Hardangerfjorden ved Strande barm 1991-2009, 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.	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
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

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.

Stasj./arter	2001	2002	2003	2004	2005 ⁷⁾	2006	2007
I. Sør fj.							
Torsk l.	5,3	271,2 ⁴⁾ (7,4) ⁵⁾	2,41	2,42	2,14	0,94	5,37 ⁸⁾
Torsk f.	<0,25	234,7 ⁶⁾	2,5	1,0	0,95	<0,33	2,0
Skrubbe l.	0,62	0,81	1,60	0,90	2,06		0,58
Skrubbe f.	<0,6	0,40	<0,2	0,75	1,60		<0,4
Strandeb.							
Torsk l.	0,75	0,35	0,20	0,33	0,51	0,14	0,27
Torsk f.	<3,3	0,25	-	<0,5	0,22	-	-
Glassvar l.	0,32	0,40	0,30	0,20	0,33	0,25	0,17
Glassvar f.	<0,25	0,00	-	-	0,29	<0,17	-
Skrubbe l.	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13	0,16	0,20
Skrubbe f.	<0,08	0,18	0,08	-	0,14	<0,50	<0,14

⁴⁾ Ekstreme konsentrasjoner i fire (av 25) individer (gjennomsnittlig 296,0 mg/kg våttvekt ± standard avvik: 118,7) trekker gjennomsnittet opp til denne høye verdien. I parentes:

⁵⁾ Gjennomsnittet (av 21 fisk) uten disse fire individene (se fotnote ⁴⁾).

⁶⁾ Gjennomsnitt av 5 blandprøver på hhv 0,009, 0,008, 0,002, 3,242 og 0,002 mg/kg våttvekt. Det er tydelig at de fire torskene med ekstreme PCB-konsentrasjoner (nevnt i fotnote ⁴⁾ og ⁵⁾) Har blitt ujevnt fordelt på disse fem blandprøvene. PCB-verdiene i filet av torsk fra Sør fjorden 2002 er derfor lite representative.

⁷⁾ Regnet fra individuelle konsentrasjoner på fettbasis (ikke gjennomsnittskonsentrasjoner og midlere fettinnhold, som de andre årene).

⁸⁾ Gjennomsnitt trukket opp av ett individ som hadde spesielt høy konsentrasjon (36).

Forts. Tabell 9

Stasj./arter	2008	2009
I. Sørfj.		
Torsk l.	3,86	2,04
Torsk f.	4,0	2,0
Skrubbe l.	0,69	0,23
Skrubbe f.	<0,4	<0,17
Strandeb.		
Torsk l.	0,30	0,28
Torsk f.	<0,33	<0,25
Glassvar l.	0,28	0,20
Glassvar f.	<0,33	<0,33
Skrubbe l.	0,17	0,11
Skrubbe f.	<0,15	<0,09

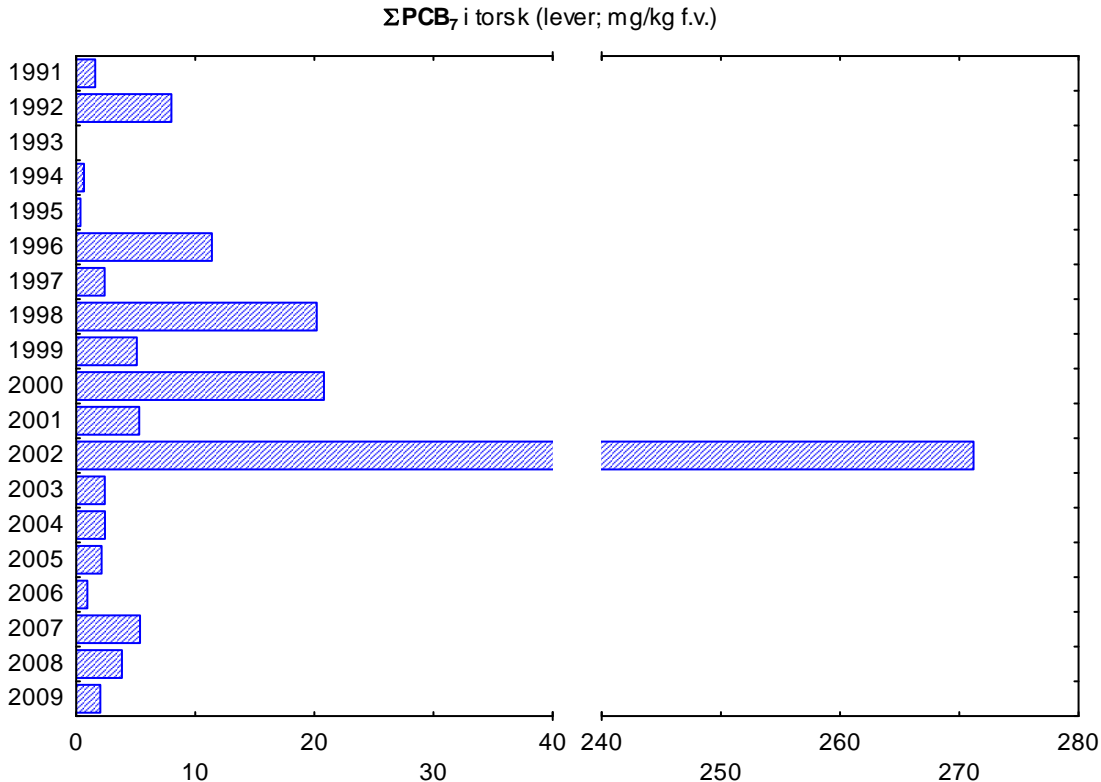
Filet av torsk fra Sørfjorden var også **moderat (Kl. II)** forurenset med PCB.

Av analysene i fisk fra Strandebarm ses også i 2009 lave PCB-konsentrasjoner (Tabell 8). Konsentrasjonene i torsk representerer **Klasse I (lite/ubetydelig forurenset)** i henhold til Klifs 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) lavere enn i fisk fra havneområder og i nærheten av byer (eksempelvis indre Oslofjord [21] og ved Bergen [29]).

Enkelte PCB-konger som er mono-*ortho* substituert er tildelt toksiske ekvivalens-faktorer (et relativt mål på dioksinliknende egenskaper; se diskusjon vedrørende dioksiner i brosmen [nedenfor] for ytterligere forklaring og sammenligningsgrunnlag). Av disse er PCB-105, -118 (som f.ø. også inngår i ΣPCB_7) og PCB-156 analysert i torsk fra Sørfjorden. Gjennomsnittlig konsentrasjon (\pm standard avvik) (våtvekt) av disse var i torskelever h.h.v. 57,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (\pm 103,0), 100,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (\pm 119,1) og 30,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (\pm 52,1), og variasjonen var forholdsvis stor. I toksiske ekvivalenter (TE) tilsvarer disse konsentrasjonene h.h.v. 5,8 pg/g, 10,0 pg/g og 15,2 pg/g (altså totalt 31,0 pg/g). I filet av torsk var gjennomsnittlig konsentrasjon (\pm standard avvik) (våtvekt) av disse kongenerene h.h.v. 0,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (\pm 0,3), 1,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (\pm 1,1) og 0,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (\pm 0,2). I toksiske ekvivalenter (TE) tilsvarer disse konsentrasjonene h.h.v. 0,04 pg/g, 0,11 pg/g og 0,10 pg/g (altså totalt 0,25 pg/g).

Figur 18. Gjennomsnitt av ΣPCB_7 i lever av torsk fra indre Sørfjorden (1991-2009), mg/kg fettvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 9. Mrk. brudd på akse mellom 40 og 240.



DDT

Den gjennomsnittlige ΣDDT -konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2009 **Klasse II (moderat forurenset)** i Klifs klassifiseringssystem for miljøkvalitet (Tabell 8, Figur 19). Ved strandebarm representerte ΣDDT -konsentrasjonen **Klasse I (lite/ubetydelig forurenset)**.

Filet av torsk fra Sørfjorden var også **moderat (Kl. II) forurenset** med DDT-forbindelser, mens fileten av torsk fra Strandebarm var **lite/ubetydelig forurenset (Kl. I)** (Tabell 8).

Av analysene i fisk fra Strandebarm ses også i 2009 for øvrig i hovedsak vanlige ΣDDT -verdier i skrubbe og glassvar (Tabell 8, Tabell 10).

For sammenligning av konsentrasjonene av DDT-forbindelser i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, vises det igjen til en rapport [9] 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 fruktproduktionsområder, er sammenlignbare med konsentrasjonene i torsk fra Sørfjorden.

Tabell 10. Gjennomsnitt av Σ DDT i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sør fjorden og Hardangerfjorden ved Strandebar 1991-2009, 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⁾	-	-	-
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	-	-

Stasj./arter	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
I. Sør fj.									
Torsk l.	1,3	1,30	1,65	1,66	4,38	0,87	1,79	1,22	1,19
Torsk f.	0,15 ³⁾	1,17 ³⁾	1,10 ³⁾	0,70	1,13	<0,40	0,80	0,97	0,53
Skrubbe l.	0,33	0,41	0,54	0,33	0,40		0,32	0,28	0,19
Skrubbe f.	<0,22 ³⁾	0,18 ³⁾	0,20 ³⁾	0,20	0,37		<0,22	<0,2	<0,17
Strandeb.									
Torsk l.	0,49	0,38	0,24	0,30	0,56	0,15	0,39	0,64	0,43
Torsk f.	1,1 ³⁾	0,13 ³⁾	<0,10 ³⁾	<0,25	0,27	<0,08	<0,20	<0,33	<0,20
Glassvar l.	0,43	0,39	0,48	0,30	0,55	0,48	0,26	0,57	0,36
Glassvar f.	<0,15 ³⁾	0,12 ³⁾	0,18 ³⁾	0,20	0,34	<0,23	<0,02	<0,43	<0,33
Skrubbe l.	0,13	0,15	0,16	0,12	0,13	0,14	0,17	0,19	<0,13
Skrubbe f.	0,09 ³⁾	0,12 ³⁾	0,09 ³⁾	0,20	0,10	<0,05	<0,16	<0,15	<0,11

1) Middell av prøvene fra Tyssedal og Edna.

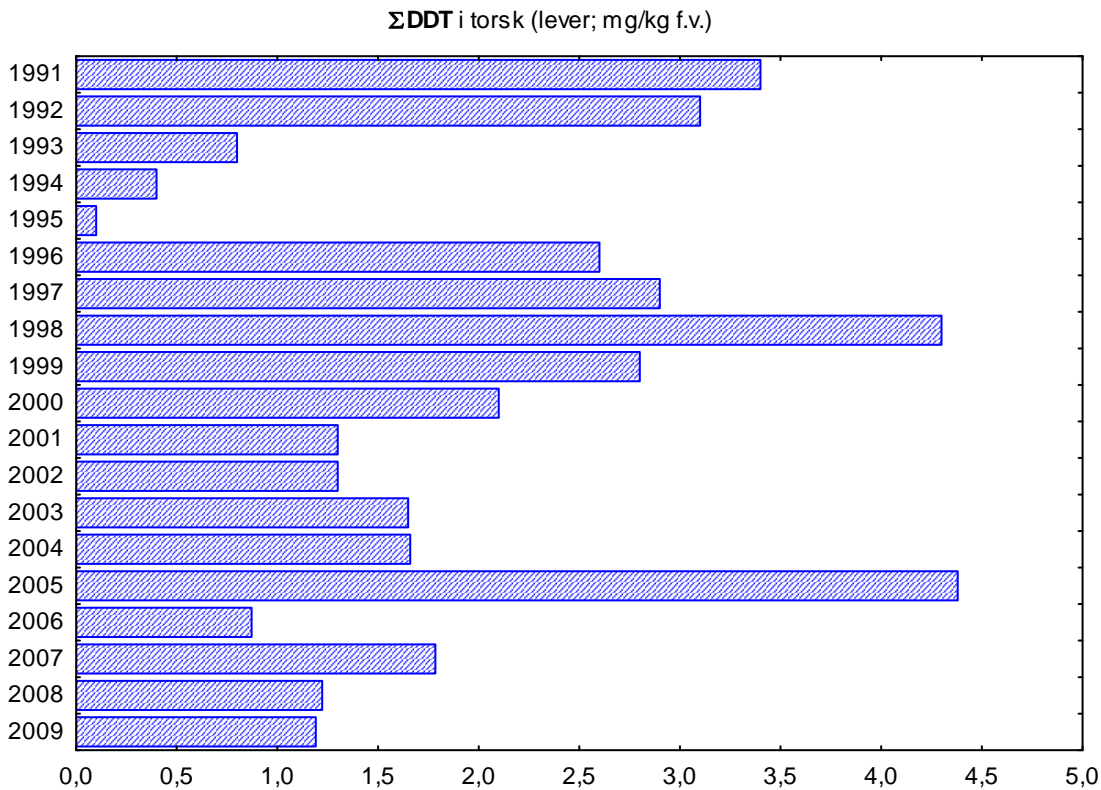
2) Bare analysert i materialet fra Odda.

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

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

5) Bare verdier fra Edna

Figur 19. Gjennomsnitt av Σ DDT i lever av torsk fra indre Sør fjorden (1991-2009), mg/kg fettvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 10.



Polybromerte difenyletere

Polybromerte difenyletere (bromerte flammehemmere) ble analysert i lever av torsk fra Sør fjorden i 2008. Følgende kongener ble analysert: BDE-28, -47, -49, -66, -71, -77, -85, -99, -100, -138, -153, -154, -183, -196, -205 og 209. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av summen av polybromerte difenyletere (Σ PBDE) 34,5 μ g/kg våtvekt. Mange av forbindelsene kunne ikke detekteres (under deteksjonsgrensen) i flere prøver. Det var BDE-47 (2,2',4,4'-tetrabromdifenyleter), som utgjorde den desidert største andelen (gjennomsnittskonsentrasjon: 25,6 μ g/kg våtvekt).

Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum Σ PBDE i 2009 (34,5 μ g/kg våtvekt) var tilnærmet lik den i 2008 (35,36 μ g/kg våtvekt) og imellom gjennomsnittskonsentrasjonene i 2007 (69,28 μ g/kg våtvekt) og 2006 (24,43 μ g/kg våtvekt).

PBDE er tidligere analysert i torskelever fra ulike lokaliteter i Norge [30]. Vanligst forekommende konsentrasjoner lå i området 10-95 μ g/kg våtvekt [30]. De høyeste konsentrasjonene (ca. 110 μ g/kg) ble funnet i torsk fra indre Oslofjord [30]. Etter normalisering til fettvekt, viste det seg at torsk fra Ulsteinvik hadde omtrent tilsvarende konsentrasjoner som torsk fra indre Oslofjord. Det er vanlig at BDE-47 forekommer i høyere konsentrasjoner enn de andre kongenerne [30].

Perfluorerte alkylforbindelser

Det ble analysert for perfluorerte alkylforbindelser (PFAS) i lever av torsk fra Sørfjorden i 2009. PFAS er en gruppe forbindelser som inneholder en fullstendig fluorert alkylkjede og en gruppe som gjør at forbindelsene har en viss vannløselighet. Forbindelsene er verken lipofile eller hydrofile, men binder seg gjerne til partikkeloverflater. Forbindelsene brukes hovedsaklig på grunn av deres gode overflateegenskaper og deres vann- og fettavvisende egenskaper. Produkter som inneholder forbindelsene er f. eks. gulvvoks, maling, rengjøringsmidler og brannslukkingsmidler.

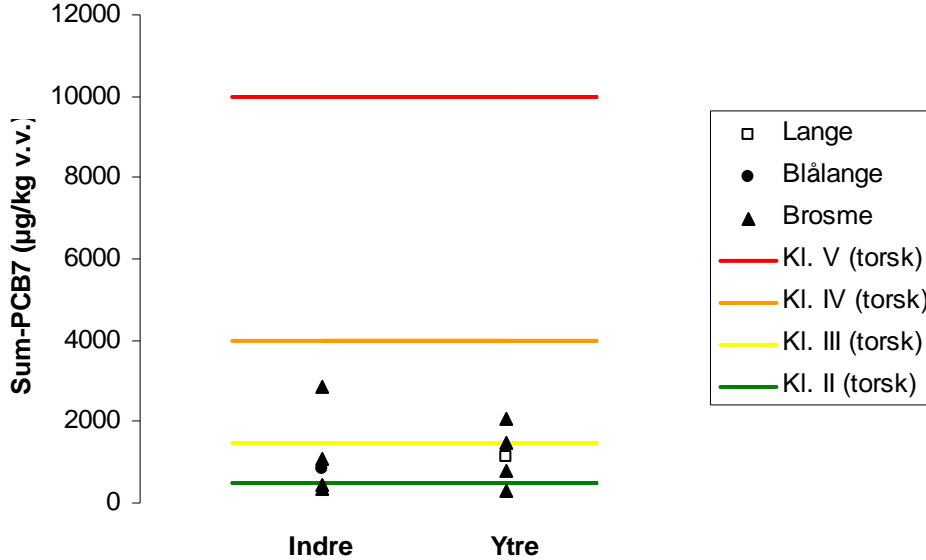
Forbindelsene som ble analysert var perfluorbutansulfonat (PFBS), perfluorheptansyre (PFHpA), perfluorheksansyre (PFHxA), perfluornonansyre (PFNA), perfluoroktansyre (PFOA), perfluoroktansulfonat (PFOS) og perfluoroktansulfonamid (PFOSA). De fleste av forbindelsene kunne ikke detekteres i samtlige prøver (deteksjonsgrenser spenner fra <1 til <6 µg/kg). Kun PFOS kunne detekteres i 9 (av 19) prøver (gjennomsnittlig konsentrasjon blant disse: 9,7 µg/kg våtvekt).

PFAS er tidligere analysert i torskelever fra ulike lokaliteter i Norge [30]. Vanlig forekommende konsentrasjoner var i området 1-4,5 µg/kg våtvekt, og den høyeste konsentrasjonen ble observert i torsk fra indre Oslofjord [30]. Perfluoroktansulfonat (PFOS) var den dominerende forbindelsen [30].

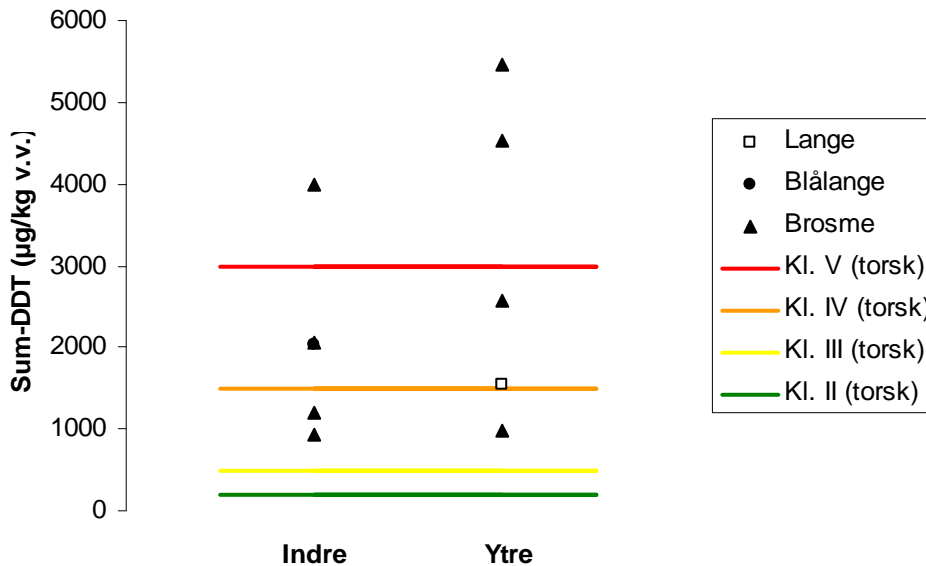
Klororganiske stoffer i dypvannsfisk

Klororganiske stoffer er tidligere ikke analysert i dypvannsfisk innenfor Statlig program for forurensningsovervåking. Foregående år ble imidlertid klororganiske stoffer analysert i lange, innenfor CEMP, presentert [28]. Dersom en skulle sammenligne konsentrasjonene med Klifs tilstandsklasser for ΣDDT i lever av torsk ville gjennomsnittskonsentrasjonen da tilsvare markert forurenset (Kl. III), mens gjennomsnittskonsentrasjonen av ΣPCB vil tilsvare moderat forurenset (Kl. II; [19]). I 2009 ble kun én blandprøve av lange analysert for klororganiske forbindelser og denne viste sammenlignbare konsentrasjoner (Figur 20, Figur 21). Det var imidlertid i 2009 et større materiale av brosme og disse prøvene viste konsentrasjoner som tilsvarte fra Kl. II (moderat) til Kl. III (markert) forurensning med ΣPCB₇, og fra Kl. III (markert) til Kl. V (meget sterk) forurensning med ΣDDT, sammenlignet med Klifs tilstandsklasser for lever av torsk (Figur 20, Figur 21). Det bemerkes igjen at tilstandsklassene er spesifikke for torsk og at disse nevnes kun som et referansegrunnlag.

Figur 20. Konsentrasjoner av ΣPCB_7 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) i lever av dypvannsfisk (lange, *Molva molva*; blålange, *Molva dipterygia*; brosme, *Brosme brosme*) fra Sør fjorden (indre og ytre fjord) i 2009. Til sammenligning er nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for ΣPCB_7 i lever av torsk angitt. For blandprøvenes sammensetning se Vedlegg.



Figur 21. Konsentrasjoner av ΣDDT ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) i lever av dypvannsfisk (lange, *Molva molva*; blålange, *Molva dipterygia*; brosme, *Brosme brosme*) fra Sør fjorden (indre og ytre fjord) i 2009. Til sammenligning er nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for ΣDDT i lever av torsk angitt. For blandprøvenes sammensetning se Vedlegg.



Dioksiner og non-ortho PCB

Dioksiner (polyklorerte dibenzo-*p*-dioksiner og furaner), samt dioksinliknende PCB (non-*ortho* substituerte) ble analysert i 3 blandprøver av brosmelever fra indre Sjøfjorden i 2009. I 2007 ble lever av torsk analysert for disse forbindelsene, mens filet av torsk ble analysert for disse forbindelsene i 2008. De siste par år har det ikke vært tilstrekkelig materiale av torskelever til å analysere disse for dioksiner og non-*ortho* PCB.

Resultatene er presentert i Tabell 11. Tabellen gir konsentrasjoner (pg/g) av de ulike analyserte kongenerene, samt toksiske ekvivalenter (TE) av sum dioksiner, sum furaner og sum non-*ortho* PCB.

Siden disse stoffene uttrykker giftighet gjennom den samme mekanismen, er såkalte toksiske ekvivalens-faktorer (TEF) utviklet som et verktøy i risikovurdering. Disse faktorene angir størrelsesorden-estimerer på giftighet av forbindelser i forhold til 2,3,7,8-tetraklordibenzo-*p*-dioksin (TCDD), som er den mest giftige/potente av dioksinene og er tildelt TEF-verdien 1. TEF-verdier i kombinasjon med konsentrasjoner av aktuelle forbindelser brukes til å kalkulere toksiske ekvivalens-konsentrasjoner (TE).

Summen av toksiske ekvivalenter for dioksiner og furaner (median; ikke non-*ortho* PCB), TE_{PCDF/D}, ville tilsvare **Klasse II (moderat forurenset)**, sammenlignet med tilstandsklassene for torskelever, i Klifs klassifiseringssystem for miljøtilstand.

Det vises dessuten at konsentrasjonene av non-*ortho* PCB er vesentlig høyere enn for dioksiner og furaner, og ettersom PCB-126 har TEF=0,1 så er det denne forbindelsen som utgjør den største andelen toksiske ekvivalenter (TE).

Til sammenligning er grenseverdiene som anvendes for fiskekjøtt og fiskerivarer 4 pg TE/g våtvekt (dioksiner). Felles grenseverdi for dioksiner og dioksinliknende PCB er 8 pg TE/g våtvekt [10]. Bakgrunnen for disse er EU regulativ 2375/2001 og oppdateringen fra 2006 (regulativ 1881/2006). Det gjøres oppmerksom på at disse ikke gjelder lever av fisk, men at det arbeides med grenser for dette. Det foreligger allerede kostholdsråd for fiskelever (samt dypvannsfisk, generelt) fra Sjøfjorden.

Det opereres for øvrig med et tolerabelt ukentlig inntak (TWI) på 14 pg/kg kroppsvekt per uke for disse stoffene (bakgrunn i arbeid fra EUs Scientific Committee on Food; SCF).

Det må bemerkes at dette er første gang dioksiner og dioksinliknende PCB er rapportert i lever av brosme fra Sjøfjorden og det foreligger således ingen tidsserie.

Enkelte PCB-kongener som er mono-*ortho* substituert er også tildelte toksiske ekvivalens-faktorer. Av disse er PCB-105, -118 (som f.ø. også inngår i ΣPCB₇) og PCB-156 analysert i lever av brosme fra (indre og ytre) Sjøfjorden. Gjennomsnittlig konsentrasjon (± standard avvik) (våtvekt) av disse kongenerene var i indre fjord h.h.v. 46,8 µg/kg (± 44,6), 142,8 µg/kg (± 143,9) og 32,3 µg/kg (± 33,8), og variasjonen var forholdsvis stor. I toksiske ekvivalenter (TE) tilsvare disse konsentrasjonene h.h.v. 4,7 pg/g, 14,3 pg/g og 16,1 pg/g (altså totalt 35,1 pg/g). I ytre fjord var gjennomsnittlig konsentrasjon (± standard avvik) (våtvekt) av disse kongenerene h.h.v. 30,4 µg/kg (± 17,5), 39,3 µg/kg (± 53,9) og 23,4 µg/kg (± 15,4). I toksiske

ekvivalenter (TE) tilsvarer disse konsentrasjonene h.h.v. 3,0 pg/g, 9,3 pg/g og 11,7 pg/g (altså totalt 24,0 pg/g).

Tabell 11. Konsentrasjoner (pg/g; våtvekt) av dioksiner, furaner og non-ortho PCB, samt toksiske ekvivalenter (TE; pg/g) av sum dioksiner, sum furaner og sum non-ortho PCB i brosme (lever) fra Sørffjorden, 2009.

	Blandprøve 1 ¹⁾	Blandprøve 2 ²⁾	Blandprøve 3 ³⁾
2378-TCDD	8,60	15,8	13,4
12378-PeCDD	5,84	9,21	7,52
123478-HxCDD	2,58	3,11	0,85
123678-HxCDD	1,87	2,42	3,09
123789-HxCDD	<0,32	<0,63	<0,74
1234678-Hp-CDD	<0,28	<0,68	<0,54
OCDD	<0,44	3,03	<0,69
1378-TCDF	52,6	65,4	32,9
12378/12348-PeCDF	14,0	19,1	11,6
23478-PeCDF	28,3	40,5	29,4
123478/123479-HxCDF	2,69	3,55	3,91
123678-HxCDF	2,55	4,50	5,32
123789-HxCDF	<0,24	<0,68	<0,56
234678-HxCDF	1,34	<0,45	1,48
1234678-HpCDF	0,47	1,42	0,87
1234789-HpCDF	<0,16	<0,44	<0,42
OCDF	<0,45	<0,91	<0,81
PCB-77	207	232	111
PCB-81	46,9	70,4	47,9
PCB-126	524	924	1838
PCB-169	114	220	481
TE (WHO) PCDD	14,9	25,7	21,4
TE (WHO) PCDF	14,9	20,2	13,6
TE (WHO) n.o.-PCB	55,9	99,0	198

¹⁾ Blandprøve av 5 individer med gjennomsnittsvikt 1403 g

²⁾ Blandprøve av 5 individer med gjennomsnittsvikt 2853 g

³⁾ Blandprøve av 5 individer med gjennomsnittsvikt 4033 g

5.3.4 Klororganiske stoffer i blåskjell

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2009:

- Konsentrasjoner av Σ DDT i blåskjell viste opp til meget sterkt forurensning (Kl. V; st. "Utne" og "Måge", innenfor Statlig program for forurensningsovervåking). På de øvrige stasjoner ble konsentrasjoner tilsvarende Klasse I (lite/ubetydelig forurenset) til Klasse IV (sterkt forurenset) observert.
- Blåskjell fra alle stasjoner i Sørfjorden var lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med Σ PCB₇ i 2009.

Resultatene fra analysene av klorerte organiske miljøgifter i blåskjell er presentert i Tabell 13. Resultater fra replikate blåskjellanalyser på stasjon B3 (Tyssedal) og Utne er presentert i Tabell 12.

Tabell 12. Median-, minimums- og maksimumskonsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) i triplikate analyser (m.a.o. alle 3 observasjoner) av blåskjell fra stasjon B3 (Tyssedal) og stasjon Utne, 2009.

St.	DDT	DDE	DDD	Σ DDT	Σ PCB ₇
B3 ¹⁾	1,0 (0,9-1,1)	1,5 (1,5-1,7)	0,4 (0,3-0,4)	2,8 (2,8-3,2)	3,6 (3,6-4,4)
Utne ²⁾	22 (16-27)	87 (77-97)	11 (10-11)	120 (103-135)	1,1 (0,9-1,1)

¹⁾ 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09)

²⁾ 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09)

Variasjonen mellom triplikater var liten (som for metaller). Variasjonen var tilsynelatende i samme størrelse som forskjeller i konsentrasjoner mellom skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking og skjell samlet innefor CEMP en måned tidligere (på de stasjoner hvor det er overlappende innsamling). De høyeste konsentrasjonene av Σ DDT som er registrert i blåskjell fra Sørfjorden siden måleserien startet i 1991, ble observert ved stasjon Utne i 2006 og 2007 (Tabell 13, Tabell 14, Figur 22, [22, 31]). Konsentrasjonen observert på denne stasjonen i 2009 var i samme størrelse (Tabell 13, Figur 22). Det er tidligere bemerket at det er tydelig at blåskjellene på stasjonen blir påvirket av DDT-forbindelser, og det er varierende grad avhengig av lokale forhold [28]. Vi har tidligere vist at det er meget sannsynlig at perioder med eksempelvis 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 [9, 22, 26].

DDT

ΣDDT viste i 2009 opp til **meget sterk (Kl. V) forurensning** (st. ”Utne” og ”Måge”, innenfor Statlig program for forurensningsovervåking). 2009-resultatene viser altså vedvarende høy konsentrasjon på stasjon Utne (Tabell 13, Tabell 14, Figur 22, [22, 31]). På stasjonene B6/56A og B7/57A (kun Statlig program for forurensningsovervåking) tilsvarte konsentrasjonene av ΣDDT i blåskjell **sterkt (Kl. IV) forurenset**. På de øvrige stasjonene tilsvarte konsentrasjonene **lite/ubetydelig (Kl. I) til markert (Kl. III) forurenset**.

Det er tidligere vist at tidspunkt med høye blåskjellkonsentrasjoner av ΣDDT har sammenfalt med høye andeler av det insekticide virkestoffet p,p'-DDT, relativt til nedbrytningsproduktet p,p'-DDE [9]. Andelen p,p'-DDT var imidlertid ikke påfallende høy på noen stasjoner i 2009 (Tabell 14).

For sammenligning av konsentrasjonene av DDT-forbindelser i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, vises det igjen til rapporten [9] 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 13. DDT med nedbrytningsprodukter og ΣPCB₇¹⁾ i blåskjell fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 2009 (21 oktober 2009 [S. P.] og 7-10 september [CEMP], µg/kg våtvekt) (ΣDDT også i µg/kg fett). (Fra CEMP middel av 3 størrelseskategorier). Data fra det opprinnelige stasjonsnettet (st. B1 osv.) i kolonner merket ”S. P.”; fra CEMP/INDEX (st. 51A osv.) i kolonner merket ”CEMP”. Jfr. Figur 1 vedrørende stasjonsplassering (i tabellen oppført med økende avstand fra Odda).

St.nr.	DDT		DDE		DDD		ΣDDT		ΣPCB ₇		ΣDDT (µg/kg fett)	
	S. P. ²⁾	CEMP	S. P. ²⁾	CEMP	S. P. ²⁾	CEMP	S. P. ²⁾	CEMP	S. P. ²⁾	CEMP	S. P. ²⁾	CEMP
B1/51A	0,8	0,9	1,4	1,7	0,3	0,3	2,5	2,9	1,27	1,2	132	175
B2/52A	1,4	0,4	2,4	1,2	0,6	0,3	4,4	1,9	1,36	1,2	191	112
B3	1,0		1,5		0,4		2,8		3,58		158	
B4	2,5		3,9		0,8		7,2		1,02		267	
Måge	8,8		16,0		5,9		30,7		1,36		1137	
B6/56A	3,0	0,7	6,5	6,7	1,1	1,2	10,6	8,6	1,25	0,8	424	661
B7/57A	3,3	3,0	5,6	4,9	1,3	1,0	10,2	8,9	0,75	1,0	444	414
Utne	22,0		87,0		11,0		120,0		1,06		4286	
63A		<0,2		1,2		0,3		1,5		1,1		92
B15/65A		<0,2		1,1		0,3		1,4		0,6		74

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

²⁾ Verdi (S. P.) fra stasjon B3: Median av 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09). Verdi fra stasjon Utne: Median av 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09)

Tabell 14. DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell 1991-2000 (a) og 2001-2009 (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" (2003-2009).

(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 14.

(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	
	2007	1,0 (34)	1,9 (54)	0,4 (13)	3,4	
	2008	0,8 (32)	1,5 (62)	0,2 (6)	2,4	
	2009	0,8 (33)	1,4 (56)	0,3 (11)	2,5	
	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	
2007		1,7 (31)	3,2 (57)	0,7 (12)	5,6	
2008		1,0 (32)	1,9 (61)	0,2 (7)	3,1	
2009		1,4 (32)	2,4 (55)	0,6 (14)	4,4	
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	
	2008	1,0 (35)	1,6 (58)	0,2 (7)	2,7	
	2009	1,0 (35)	1,5 (54)	0,4 (11)	2,8	
	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	
2007		2,3 (32)	4,1 (56)	0,9 (12)	7,3	
2008		1,4 (31)	2,8 (62)	0,3 (7)	4,5	
2009		2,5 (35)	3,9 (54)	0,8 (11)	7,2	
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	
	2008	6,4 (30)	13,0 (62)	1,7 (8)	21,1	
	2009	3,0 (28)	6,5 (61)	1,1 (10)	10,6	
	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	
2007		4,1 (36)	6,0 (52)	1,4 (12)	11,5	
2008		1,7 (32)	3,2 (60)	0,4 (8)	5,3	
2009		3,3 (32)	5,6 (55)	1,3 (13)	10,2	

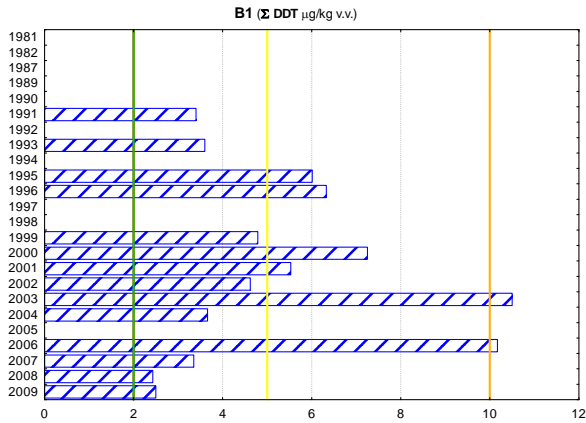
⁴⁾ Interferens i kromatogram.

*Forts. Tabell 14.**(c.)*

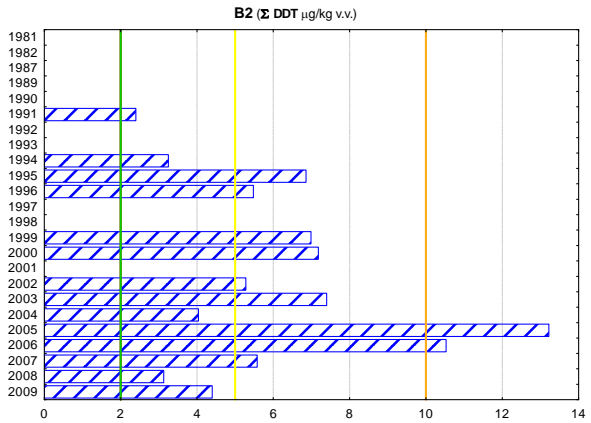
Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	Σ DDT
Måge	2003	17,0 (69)	4,6 (19)	2,9 (12)	24,5
	2004	7,8 (43)	8,9 (49)	1,4 (8)	18,1
	2005	6,9 (42)	8,3 (51)	1,2 (7)	16,4
	2006	8,4 (47)	7,5 (42)	2,0 (11)	17,9
	2008	5,6 (33)	8,0 (48)	3,2 (19)	16,8
	2009	8,8 (32)	16,0 (55)	5,9 (13)	30,7
Utne (Trones)	2003	16,0 (60)	8,1 (30)	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
	2007	25,0 (21)	85,0 (72)	8,8 (7)	118,8
	2008	6,3 (17)	28,0 (77)	2,4 (6)	36,7
	2009	22,0 (18,3)	87,0 (72,5)	11,0 (9,2)	120,0

Figur 22. Σ DDT i blåskjell fra Sør fjorden 1981-2009, $\mu\text{g/kg}$ 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. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II [moderat forurenset]; gul: Kl. III [markert forurenset]; oransje: Kl. IV [sterkt forurenset]; rød: Kl. V [meget sterkt forurenset]).

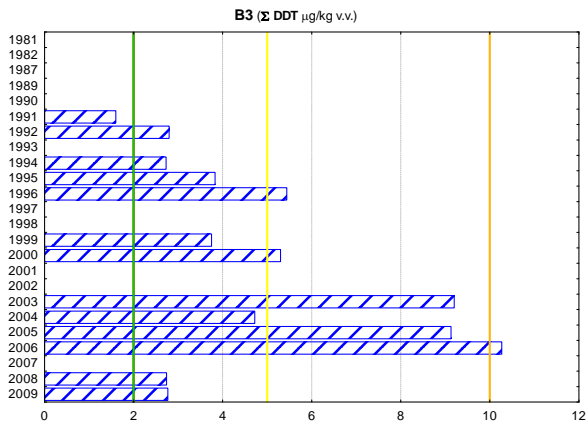
B1 (2).



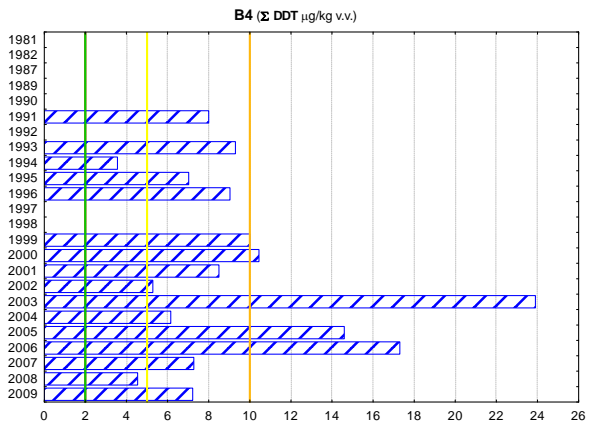
B2 (3).



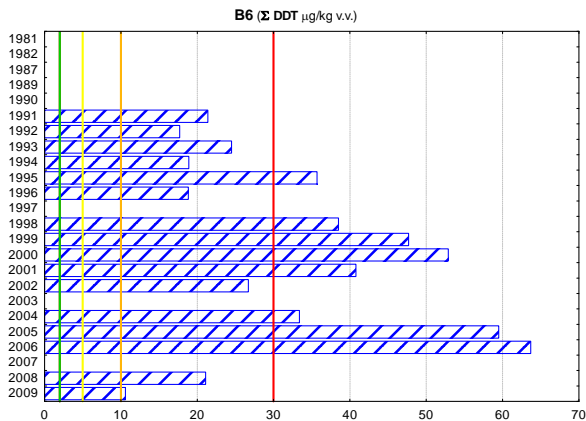
B3 (6).



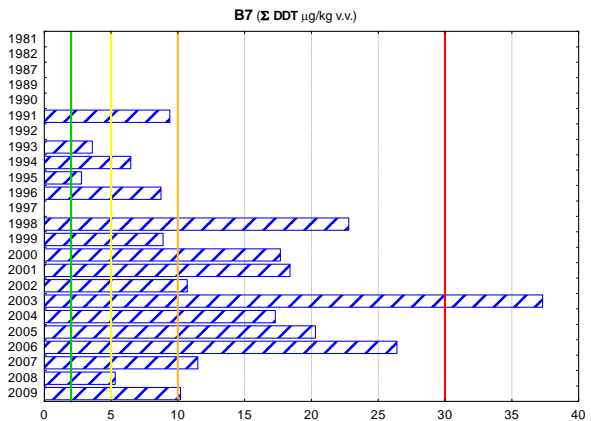
B4 (10).



B6 (18).

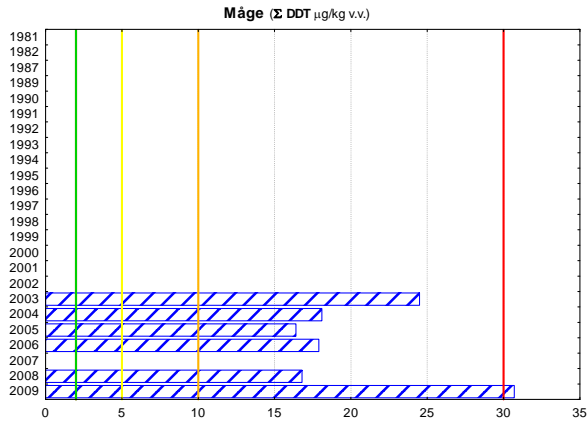


B7 (38).

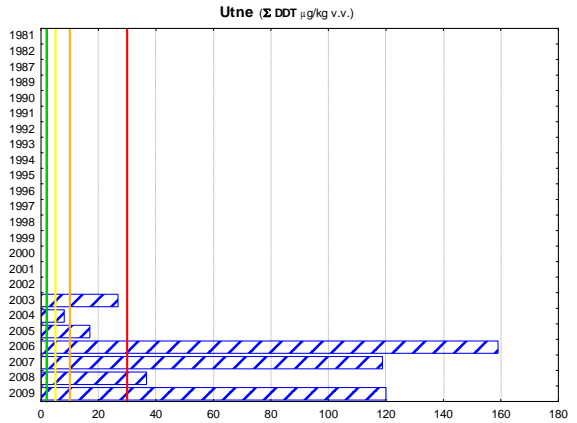


Forts. Figur 22.

Måge (15).



Utne (40).



PCB

Blåskjellene fra alle stasjoner i Sørfjorden var **lite/ubetydelig forurenset (Kl. I)** med ΣPCB_7 i 2009. (Tabell 13, Tabell 15, Figur 23).

Tabell 15. ΣPCB_7 i blåskjell fra st. B3, Tyssedal 1991-2009 (1997-materialet pga. en feil ikke analysert. Det ble ikke funnet skjell på stasjon B3, Tyssedal i 2007), $\mu\text{g/kg}$ våtvekt og $\mu\text{g/kg}$ 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	2007	2008 ¹⁾	2009 ²⁾
Våtv.basis	1132	91,8	12,2	12,4	5,8	3,9	-	6,0	3,6
Fettbasis	59584	3825	719	592	222	296	-	315	211

¹⁾ Median av 3 replikater (alle skjell samlet 20.10.08)

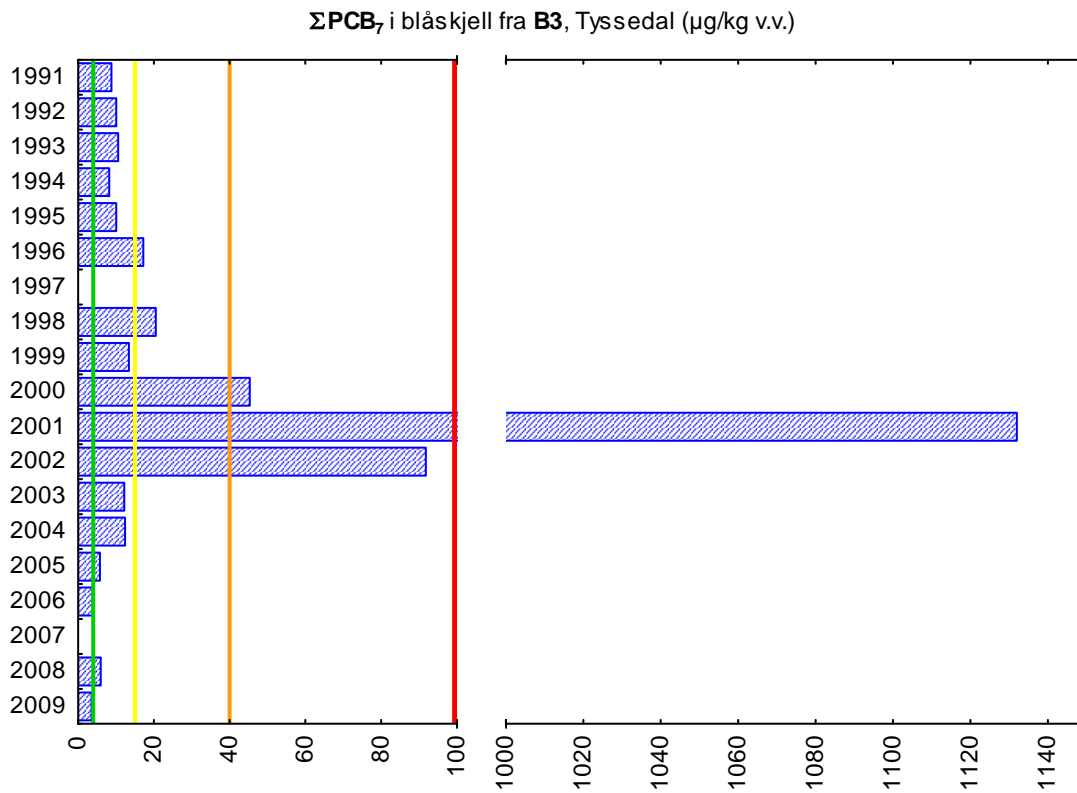
²⁾ Median av 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09)

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 [21].

PCB-nivåene har imidlertid vært lavere enn i blåskjell i nærheten av havneområder og urbane strøk (eksempelvis indre Oslofjord [21] og ved Bergen [29]).

Figur 23. ΣPCB_7 i blåskjell fra Tyssedal (st. B3; 1991-2009), $\mu\text{g/kg}$ våtvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 15. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset). Mrk. brudd på akse mellom 100 og 1000.



5.3.5 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell

Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2009:

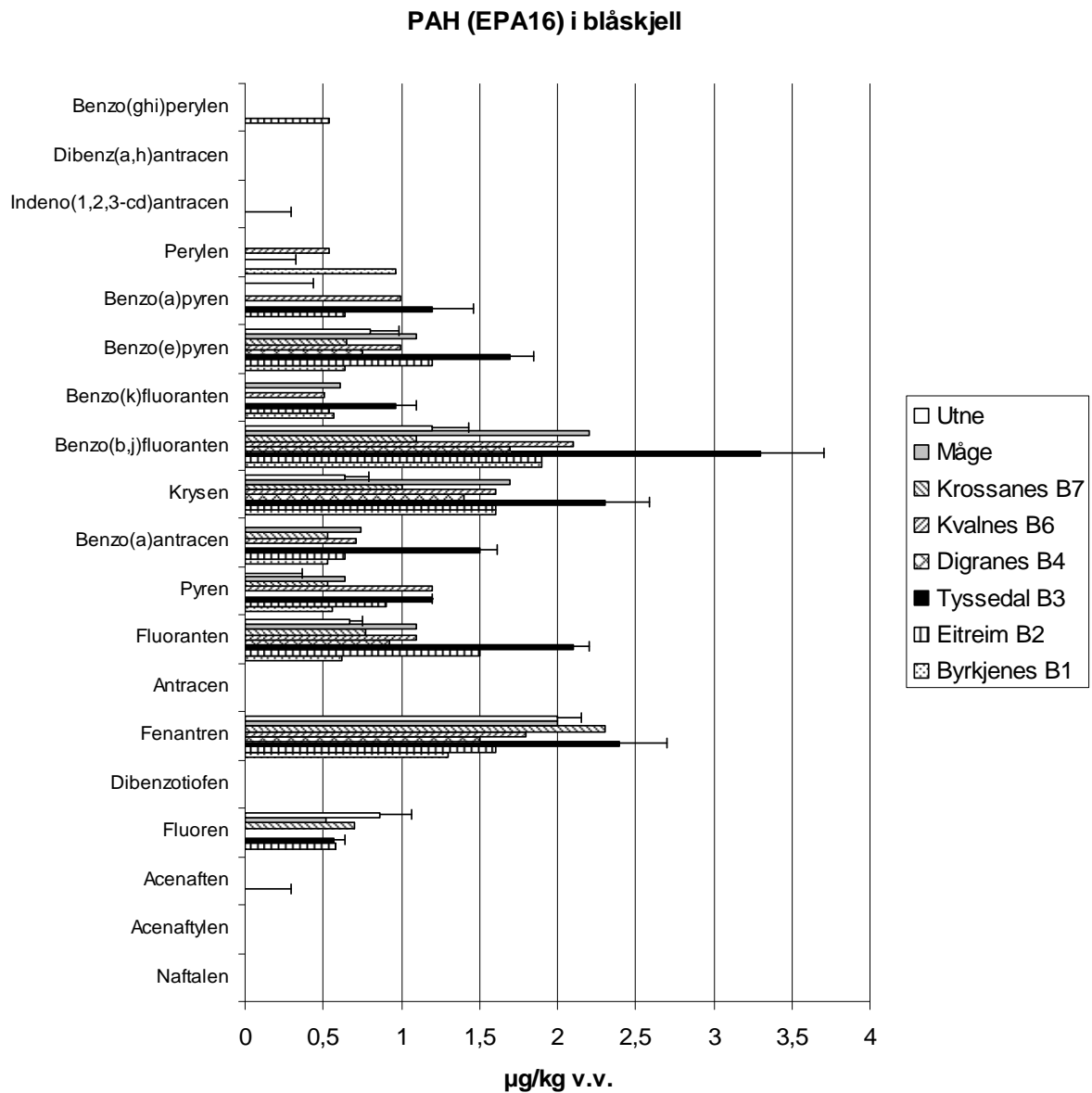
- Konsentrasjoner av Σ PAH i blåskjell tilsvarte Klasse I (lite/ubetydelig forurenset) på alle stasjoner.
- Med hensyn på kun den kreftfremkallende forbindelsen benzo[a]pyren, så representerte konsentrasjonene også Klasse I (lite/ubetydelig forurenset) på alle stasjoner.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble analysert i blåskjell fra alle stasjoner i Sørfjorden i 2009. Figur 24 viser i hvilken grad de ulike enkeltforbindelsene forekommer i prøvene. Figuren viser i hovedsak det samme bildet som tidligere [31]. På stasjon B3 (Tyssedal) og stasjon "Utne" er det analysert triplikate prøver (Standard avvik angitt; Figur 24). Konsentrasjonene av Σ PAH tilsvarte **Klasse I (ubetydelig/lite forurenset)** i skjell fra alle stasjoner. Med hensyn på kun den kreftfremkallende forbindelsen **benzo[a]pyren**, så representerte konsentrasjonene også **Klasse I (ubetydelig/lite forurenset)** på alle stasjoner.

Dersom en vil sammenligne konsentrasjonene av PAH i blåskjell fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, kan følgende igjen 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 [21].
- 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 [21].

Figur 24. Konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra stasjonsnettet i Sørffjorden, 2009. Median av 3 replikater på stasjon B3 (Tysseidal) og stasjon "Utne". Standard avvik er angitt for disse.



6. Referanser

1. Skei, J., Rygg, B., Moy, F., Molvær, J., Knutzen, J., Hylland, K., Næs, K., Green, N., og Johnsen, T. 1998. Forurensningsutviklingen i Sørfjorden/Hardangerfjorden i perioden 1980-1997. Sammenstilling av resultater fra overvåkingen av vann, sedimenter og organismer. Rapport 742/98 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 3922-98. 95 s.
2. Knutzen, J. og Green, N.W. 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.
3. 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.
4. Ruus, A. og Green, N.W. 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.
5. Skei, J. og Knutzen, J. 2000. Utslipp av kvikksølv til Sørfjorden som følge av uhell ved Norzink as vinteren 1999-2000. Miljømessige konsekvenser. NIVA-rapport 4234-2000, 12 s.
6. DNV 2009. Uavhengig vurdering av tiltaksplan for forurensede sedimenter i Sørfjorden. Rapport nr.: 2009-0848.
7. Amundsen, C.E. 2009. Kartlegging av DDT i jord ved Kvalneset, Ullensvang herad. Bioforsk-rapport Vol. 4 Nr. 123.
8. Ruus, A., Green, N.W., Maage, A., Amundsen, C.E., Schøyen, M., og Skei, J. Accepted for publication. Quondam times orcharding creates modern DDT-problems in the Sørfjord (Western Norway) - A case study. Marine Pollution Bulletin.
9. Skei, J., Ruus, A., og Måge, A. 2005. Kildekartlegging av DDT i Sørfjorden, Hordaland. Forprosjekt. NIVA-rapport 5038-2005, 44 s.
10. 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.
11. Danielsson, L.G., Magnusson, B., og Westerlund, S. 1978. An improved metal extraction procedure for the determination of trace metals in sea water by atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization. Anal. Chim. Acta. 98: s. 47-59.
12. Bloom, N.S. og Crecelius, E.A. 1983. Determination of mercury in seawater at sub-nanogram per liter levels. Mar. Chem. 14: s. 49-59.
13. National Research Council og Environmental Protection Agency 1980. The International MUSSEL WATCH. Report of a Workshop Sponsored by the Environmental Studies board, Commission on Natural Resources and the National Research Council. National Academy of Sciences, Washington D.C. Library of Congress Catalog Card Number 80-80896. International Standard Book Number 0-309-03040-4.
14. Green, N.W. og Knutzen, J. 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.
15. Ruus, A. og Green, N. 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.
 16. Schlabach, M., Biseth, A., Gundersen, H., og Knutzen, J. 1995. Congener specific determination and levels of polychlorinated naphthalenes in cod liver samples from Norway. *Organohalogen Compounds*. 24: s. 489-492.
 17. Schlabach, M., Biseth, A., Gundersen, H., og Oehme, M. 1993. On-line GPC/carbon clean up method for determination of PCDD/F in sediment and sewage sludge samples. *Organohalogen Compounds*. 11: s. 71-74.
 18. Oehme, M., Klungsøyr, J., Biseth, A., og Schlabach, M. 1994. Quantitative determination of ppq-ppt levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in sediments from the Arctic (Barents Sea) and the North Sea. *Anal. Methods Instrum.* 1: s. 153-163.
 19. Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., og Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport TA-1467/1997, 36 s.
 20. Knutzen, J. og Green, N.W. 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.
 21. Green, N.W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høgåsen, T., Håvardstun, J., Rogne, Å.G., og Tveiten, L. 2010. Hazardous substances in fjords and coastal waters - 2008. Levels, trends and effects. Long-term monitoring of environmental quality in Norwegian coastal waters. Norwegian State Pollution Monitoring Programme Report no. 1062/2010. TA-no. 2566/2010. 284 s.
 22. Ruus, A. og Green, N.W. 2007. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2006. Delrapport 3. Miljøgifter i organismer. Rapport 995/2006 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 5495-2007, 65 s.
 23. Pethon, P. 1989. *Aschehougs store fiskebok*. 2. utgave. H. Aschehoug & Co. A/S.
 24. Berg, V., Ugland, K.I., Hareide, N.R., Groenningen, D., og Skaare, J.U. 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: s. 375-377.
 25. Ruus, A. og Green, N.W. 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.
 26. Ruus, A. og Green, N.W. 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.
 27. Lobel, P.B. og Marshall, H.D. 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: s. 101-105.
 28. Ruus, A., Skei, J., Molvær, J., Green, N.W., og Schøyen, M. 2009. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2008. Metaller i vannmassene, Oksygen, nitrogen og fosfor i vannmassene, Miljøgifter i organismer. Rapport 1049/2009 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 5808-2009, 91 s.
 29. Knutzen, J., Skei, J., Johnsen, T.M., Hylland, K., Klungsøyr, J., og Schlabach, M. 1995. Miljøgiftundersøkelser i Byfjorden/Bergen og tilliggende fjordområder. Fase 2. Observasjoner i 1994. NIVA-rapport 3351-95, 163 s.

30. Fjeld, E., Schlabach, M., Berge, J.A., Eggen, T., Snilsberg, P., Vogelsang, C., Rognerud, S., Kjellberg, G., Enge, E.K., Dye, C.A., og Gundersen, H. 2005. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter 2004. Bromerte flammehemmere, perfluoralkylstoffer, irgarol, diuron, BHT og dicofol. NIVA-rapport 5011-2005, 97s+vedlegg.
31. Ruus, A., Skei, J., Green, N.W., og Schøyen, M. 2008. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2007. Metaller i vannmassene, sedimentundersøkelse, miljøgifter i organismer. Rapport 1034/2008 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 5635-2008, 107 s.

VEDLEGG (Rådata)

Metaller, saltholdighet, temperatur og siktedyp i overflatevann og dypvann 2009.

**Metaller, klororganiske forbindelser og PAH
i blåskjell samlet 21. oktober 2009 (våtvektsbasis).**

**Kvikksølv i (individuelle) dypvannsfisk samlet i indre Sørfjorden,
november 2009 (våtvektsbasis).**

**Kvikksølv i (individuelle) dypvannsfisk samlet i ytre Sørfjorden,
oktober 2009 (våtvektsbasis).**

**Klororganiske forbindelser i brosme (blandprøver) samlet i indre Sørfjorden,
november 2009 (våtvektsbasis).**

**Klororganiske forbindelser i brosme (blandprøver) samlet i ytre Sørfjorden,
oktober 2009 (våtvektsbasis).**

**PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i lever av brosme
(blandprøver), samlet i indre Sørfjorden, november 2009 (våtvektsbasis).**

**Informasjon om individuelle dypvannsfisk, samlet i Sørfjorden, oktober og november
2009, samt sammensetning av blandprøver.**

Rådata: Metaller, saltholdighet, temperatur og siktedyp i overflatevann og dypvann 2009.**Urdheim**

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal.	Temp. °C	Siktedyp m
17.02.2009	0	1,5	0,24	5,61	0,065	0,76	23,4	3,2	11,0
18.03.2009	0	1,0	0,07	2,14	0,03	0,39	26,1	5,0	13,0
18.03.2009	20	<1,0	0,04	1,46	0,02	0,31	28,6	5,8	
18.03.2009	40	1,5	0,08	1,86	0,02	0,28	30,3	8,4	
18.03.2009	100	<1,0	0,07	2,71	0,03	0,19	31,8	8,0	
18.03.2009	250	4,0	0,07	2,12	0,03	0,18	31,7	7,6	
13.05.2009	0	<1,0	0,05	1,60	0,01	0,46	14,4	11,2	7,0
09.06.2009	0	<1,0	0,08	2,25	0,02	0,47	10,2	15,1	6,5
11.08.2009	0	<1,0	0,02	1,28	0,02	0,649	13,5	17,4	12,0
17.09.2009	0	1,5	0,11	2,78	0,03	0,788	10,8	12,7	10,0
17.09.2009	20	<1,0	0,05	1,10	0,02	0,345	29,8	13,9	
17.09.2009	40	<1,0	0,05	1,37	0,02	0,312	30,3	11,9	
17.09.2009	100	<1,0	0,05	2,26	0,03	0,243	32,3	9,0	
17.09.2009	250	1,5	0,13	4,44	0,04	0,626	32,4	8,4	
15.10.2009	0	<1,0	0,88	4,87	0,06	1,04	11,4	7,1	6,0
23.11.2009	0	<1,0	0,23	5,23	0,12	0,67	21,5	8,3	8,0

Børve

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal.	Temp. °C	Siktedyp m
17.02.2009	0	<1,0	0,12	3,21	0,039	0,56	21,7	4,5	13,0
18.03.2009	0	<1,0	0,07	2,65	0,03	0,33	23,2	5,1	13,0
18.03.2009	20	<1,0	0,04	2,05	0,02	0,33	28,8	6,1	
18.03.2009	40	1,0	0,12	9,45	0,02	0,30	30,7	8,8	
18.03.2009	100	2,0	0,13	2,54	0,03	0,23	32,2	8,0	
18.03.2009	250	3,0	0,20	4,77	0,04	0,40	33,7	7,6	
18.03.2009	350	20,5	0,11	1,78	0,03	0,21	34,2	7,9	
13.05.2009	0	83,5*	0,04	1,58	0,02	0,50	15,0	11,6	7,0
09.06.2009	0	<1,0	0,12	3,63	0,05	0,38	9,1	14,7	6,0
11.08.2009	0	<1,0	0,07	1,86	0,02	0,69	10,1	18,0	9,0
17.09.2009	0	<1,0	0,11	2,39	0,03	0,74	11,1	13,0	7,5
15.10.2009	0	<1,0	0,17	4,57	0,06	0,77	10,1	6,8	6,0
23.11.2009	0	<1,0	0,19	5,35	0,09	0,61	15,7	7,2	8,5
23.11.2009	20	<1,0	0,06	1,39	0,02	0,49	27,8	9,7	
23.11.2009	40	<1,0	0,05	1,04	0,02	0,32	29,1	10,3	
23.11.2009	100	<1,0	0,09	1,70	0,03	0,36	30,1	9,4	
23.11.2009	250	<1,0	0,19	2,39	0,05	0,29	32,0	8,0	
23.11.2009	320**	<1,0	0,14	5,14	0,03	0,31	33,4	7,8	

* reanalysert med samme verdi

** vaier ikke lenger

Digranes**Dato**

	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal.	Temp. °C	Siktedyp m
17.02.2009	0	1,0	0,16	3,92	0,050	0,44	21,3	5,7	11,0
18.03.2009	0	<1,0	0,16	4,11	0,04	0,35	18,7	4,7	11,0
18.03.2009	20	1,5	0,10	2,09	0,03	0,28	28,7	6,7	
18.03.2009	40	2,0	0,63	8,24	0,08	0,44	30,1	9,1	
18.03.2009	100	1,5	0,22	3,58	0,04	0,25	31,4	8,1	
18.03.2009	250	1,5	0,19	2,52	0,03	0,25	30,2	7,7	
13.05.2009	0	2,0	0,13	3,96	0,03	0,59	10,9	9,1	7,0
13.05.2009	0,5						10,9	9,1	7,0
13.05.2009	10						25,3	9,0	
13.05.2009	20						29,7	7,3	
13.05.2009	40						31,6	9,7	
13.05.2009	60						33,0	8,8	
13.05.2009	80						33,3	8,5	
13.05.2009	100						33,4	8,3	
13.05.2009	150						33,5	8,0	
13.05.2009	200						33,1	7,9	
13.05.2009	250						34,0	8,4	
09.06.2009	0	<1,0	0,12	3,08	0,03	0,52	7,9	14,8	
11.08.2009	0	<1,0	0,23	4,03	0,03	0,49	5,2	15,6	
17.09.2009	0	<1,0	0,07	1,97	0,02	0,51	12,9	13,5	
15.10.2009	0	<1,0	0,25	7,31	0,11	0,72	11,1	9,1	
23.11.2009	0	1,5	0,22	8,26	0,11	0,56	14,2	7,6	
23.11.2009	2	<1,0	0,06	2,14	0,03	0,48	27,6	9,9	
23.11.2009	40	<1,0	0,20	2,68	0,03	0,42	28,8	10,3	
23.11.2009	100	<1,0	0,21	4,30	0,05	0,44	29,8	9,2	
23.11.2009	250	1,5	0,24	4,41	0,03	0,33	30,0	7,7	

Tyssedal**Dato**

	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal.	Temp. °C	Siktedyp m
17.02.2009	0	<1,0	0,19	4,7	0,06	0,38	21,1	5,3	12,0
18.03.2009	0	1,5	0,22	5,6	0,05	0,38	17,7	4,5	10,0
18.03.2009	20	1,5	0,16	2,4	0,04	0,32	28,5	6,8	
18.03.2009	40	3,5	1,09	10,3	0,12	0,55	30,0	9,3	
18.03.2009	100	2,5	0,25	3,78	0,05	0,27	30,9	8,0	
13.05.2009	0	1,0	0,19	4,80	0,03	0,69	10,0	9,0	7,0
09.06.2009	0	<1,0	0,18	3,46	0,03	0,46	8,5	12,6	6,5
11.08.2009	0	<1,0	0,31	3,98	0,02	0,46	6,7	16,3	8,5
17.09.2009	0	47,5***	0,30	4,07	0,04	0,61	12,8	13,6	8,0
15.10.2009	0	<1,0	0,28	8,98	0,10	0,63	10,4	9,1	6,5
23.11.2009	0	<1,0	0,23	5,91	0,08	0,71	16,6	8,3	7,0
23.11.2009	20	<1,0	0,13	1,87	0,02	0,36	29,4	10,2	
23.11.2009	40	2,0	0,30	3,18	0,05	0,44	29,7	10,5	
23.11.2009	100	3,0	0,26	5,01	0,06	0,88	29,3	9,2	

*** reanalysert
fire ganger

Lindenes

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal.	Temp. °C	Siktedyp m
17.02.2009	0	1,5	0,32	8,6	0,16	0,63	20,7	4,5	10,0
18.03.2009	0	1,0	0,28	7,56	0,07	0,43	17,5	4,8	10,0
18.03.2009	20	3,5	0,34	3,67	0,08	0,34	28,5	7,0	
18.03.2009	40	4,5	1,20	10,30	0,13	0,60	29,2	9,2	
13.05.2009	0	<1,0	0,18	4,60	0,03	0,51	8,0	9,0	7,0
09.06.2009	0	<1,0	0,21	4,09	0,04	0,38	8,0	12,2	6,5
11.08.2009	0	<1,0	0,21	2,74	0,02	0,395	4,4	14,8	6,0
17.09.2009	0	<1,0	0,23	2,80	0,03	0,69	6,3	11,8	7,0
15.10.2009	0	<1,0	0,35	6,85	0,08	0,73	10,6	10,2	6,0
23.11.2009	0	<1,0	0,29	4,59	0,07	1,80	16,2	8,0	6,5
23.11.2009	20	2,0	0,46	4,97	0,12	0,45	28,6	10,5	
23.11.2009	40	2,0	0,49	5,22	0,10	0,50	29,3	10,4	

Havnebasseng

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal.	Temp. °C	Siktedyp m
17.02.2009	0	1,5	0,31	8,9	0,12	0,54	21,2	4,5	10,0
18.03.2009	0	<1,0	0,17	5,12	0,04	0,43	14,7	4,9	9,0
18.03.2009	20	2,5	0,35	4,12	0,08	0,36	28,6	7,0	
18.03.2009	40	114****	11,50	27,00	0,19	2,25	29,0	9,0	
13.05.2009	0	<1,0	0,17	4,84	0,03	0,48	10,9	8,8	6,0
09.06.2009	0	<1,0	0,17	3,28	0,03	0,38	6,3	11,6	5,0
11.08.2009	0	<1,0	0,20	2,26	0,02	0,48	4,2	14,5	5,0
17.09.2009	0	<1,0	0,22	2,62	0,03	0,596	13,9	14,0	5,5
15.10.2009	0	<1,0	0,35	9,37	0,08	1,01	10,6	10,0	5,5
23.11.2009	0	<1,0	0,23	3,53	0,04	0,51	10,8	7,2	6,0
23.11.2009	20	2,5	0,29	4,31	0,14	0,43	26,6	10,6	
23.11.2009	40	2,5	0,75	6,91	0,18	0,53	28,9	10,1	

**** mye partikler
i prøven

Eitrheimsvågen

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal.	Temp. °C	Siktedyp m
17.02.2009	0	2,0	1,65	30,7	0,37	0,75	21,0	4,9	9,0
18.03.2009	0	1,5	0,93	14,00	0,14	0,60	15,5	5,1	8,0
18.03.2009	10	4,5	0,23	4,79	0,08	0,34	26,3	6,3	
13.05.2009	0	1,5	0,75	10,10	0,09	0,52	14,0	10,3	6,0
09.06.2009	0	<1,0	0,23	5,58	0,04	0,4	7,1	11,8	5,5
11.08.2009	0	2,0	0,28	4,11	0,02	0,456	3,10	14,2	5,0
17.09.2009	0	<1,0	0,31	4,42	0,04	0,70	14,3	14,4	6,5
15.10.2009	0	<1,0	1,38	13,80	0,13	0,86	10,0	10,5	4,5
23.11.2009	0	1,5	0,27	11,30	0,12	0,67	10,9	7,2	6,0
23.11.2009	10	30,5	5,12	25,40	0,19	1,2	27,5	10,0	

Rådata: Metaller, klororganiske forbindelser og PAH i blåskjell samlet på ulike stasjoner i Sør fjorden 21. oktober 2009 (våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : 2009-02606 Mottatt dato : 20091110 Godkjent av : KLR Godkjent dato: 20100223

Prosjektnr : O 26461 02

Kunde/Stikkord : Sør fjorden biota

Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel	Enhet	Metode	PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	TTS,%		Cd/MS-B µg/g E 8-3	Cu/MS-B µg/g E 8-3	Hg-B µg/g E 4-3	Pb/MS-B µg/g E 8-3	Zn/MS-B µg/g E 8-3	CB28-B µg/kg v.v. H 3-4	CB52-B µg/kg v.v. H 3-4
							B	% pr.v.v. H 3-4							
			1	20091021	B1 Byrkjenes	biosk	15	1.9	0.376	0.69	0.040	3.74	11.7	<0.10	<0.16
			2	20091021	B2 Eitrheim	biosk	18	2.3	0.294	1.02	0.023	1.40	13.5	<0.10	s0.15
			3	20091021	B3 Tysedal Glass:1	biosk	15	1.9	0.261	0.83	0.027	2.03	14.3	<0.10	0.14
			4	20091021	B3 Tysedal Glass:2	biosk	14	1.7	0.290	0.87	0.032	2.53	17.4	<0.10	0.17
			5	20091021	B3 Tysedal Glass:3	biosk	15	2.0	0.261	0.92	0.031	2.13	15.7	<0.10	0.16
			6	20091021	B4 Digranes	biosk	19	2.7	0.234	0.84	0.020	1.02	16.3	<0.10	<0.10
			7	20091021	B6 Kvalnes	biosk	16	2.5	0.296	0.80	0.032	2.10	12.4	<0.10	<0.10
			8	20091021	B7 Krossanes	biosk	16	2.3	0.356	0.85	0.027	0.72	11.6	<0.10	<0.10
			9	20091021	B8 Måge	biosk	18	2.7	0.283	0.82	0.031	1.60	15.7	<0.10	<0.10
			10	20091021	B9 Utne Glass:1	biosk	19	2.7	0.149	1.08	0.017	0.32	15.5	<0.10	<0.10
			11	20091021	B9 Utne Glass:2	biosk	18	2.9	0.159	1.11	0.017	0.29	14.4	<0.10	<0.10
			12	20091021	B9 Utne Glass:3	biosk	19	2.8	0.155	1.08	0.016	0.29	13.7	<0.10	<0.10

Analysevariabel	Enhet	Metode	PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype	CB101-B		CB118-B		CB105-B		CB153-B		CB138-B		CB180-B		CB209-B		ΣPCB	
							µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	Beregnet	Beregnet	Beregnet	Beregnet		
			1	20091021	B1 Byrkjenes	biosk	0.24	0.23	<0.10	0.44	0.36	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<1.93	<1.63
			2	20091021	B2 Eitrheim	biosk	0.24	0.26	<0.10	0.35	0.36	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	s<1.71	s<1.41
			3	20091021	B3 Tysedal Glass:1	biosk	0.76	0.71	0.23	0.96	1.0	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<4.2	<3.77
			4	20091021	B3 Tysedal Glass:2	biosk	0.75	0.73	0.25	0.95	0.98	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<4.23	<3.78
			5	20091021	B3 Tysedal Glass:3	biosk	0.90	0.85	0.30	1.2	1.2	0.10	0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<5.01	<4.51
			6	20091021	B4 Digranes	biosk	s0.22	0.22	<0.10	0.29	0.29	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	s<1.4	s<1.1
			7	20091021	B6 Kvalnes	biosk	0.23	0.26	<0.10	0.39	0.37	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<1.85	<1.55
			8	20091021	B7 Krossanes	biosk	0.16	0.18	<0.10	0.21	0.20	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<1.35	<1.05
			9	20091021	B8 Måge	biosk	s0.26	0.24	<0.10	0.39	0.36	<0.10	<0.10	0.11	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	s<1.6	s<1.3	
			10	20091021	B9 Utne Glass:1	biosk	s0.16	0.18	<0.10	0.30	0.29	<0.10	<0.10	0.13	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	s<1.4	s<1.07	
			11	20091021	B9 Utne Glass:2	biosk	s0.18	0.20	<0.10	0.37	0.35	<0.10	<0.10	0.15	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	s<1.57	s<1.22	
			12	20091021	B9 Utne Glass:3	biosk	s0.17	0.20	<0.10	0.36	0.33	<0.10	<0.10	0.15	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	s<1.54	s<1.19	

Rådata: Metaller, klororganiske forbindelser og PAH i blåskjell samlet på ulike stasjoner i Sør fjorden 21. oktober 2009 (våtvektsbasis).

Rekvisisjonsnr : 2009-02606 Mottatt dato : 20091110 Godkjent av : KLR Godkjent dato: 20100223

Prosjektnr : O 26461 02

Kunde/Stikkord : Sør fjorden biota

Kontaktpr./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel	PrNbato	Merking	Prøvetype	QCB-B µg/kg v.v. H 3-4	HCHA-B µg/kg v.v. H 3-4	HCB-B µg/kg v.v. H 3-4	HCHG-B µg/kg v.v. H 3-4	OCS-B µg/kg v.v. H 3-4	DDEPP-B µg/kg v.v. H 3-4	TDEPP-B µg/kg v.v. H 3-4	DDTFF-B µg/kg v.v. H 3-4	NAP-B µg/kg v.v. H 2-4	ACNIE-B µg/kg v.v. H 2-4
1	20091021	B1 Byrkjenes	biosk	<0.05	<0.10	0.09	<0.10	<0.10	1.4	0.28	0.82	<2	<0.5
2	20091021	B2 Eitrheim	biosk	<0.10	<0.10	0.10	<0.10	<0.10	2.4	0.60	1.4	<2	<0.5
3	20091021	B3 Tysedal Glass:1	biosk	0.06	<0.10	0.14	<0.10	<0.10	1.5	0.30	0.97	<2	<0.5
4	20091021	B3 Tysedal Glass:2	biosk	0.08	<0.10	0.07	<0.10	<0.10	1.5	0.36	0.91	<2	<0.5
5	20091021	B3 Tysedal Glass:3	biosk	0.06	<0.10	0.09	<0.10	<0.10	1.7	0.36	1.1	<3	<0.5
6	20091021	B4 Digranes	biosk	0.06	<0.10	0.12	0.19	<0.10	3.9	0.82	2.5	<2	<0.5
7	20091021	B6 Kvalnes	biosk	0.06	<0.10	0.12	<0.10	<0.10	6.5	1.1	3.0	<2	<0.5
8	20091021	B7 Krossanes	biosk	<0.05	<0.10	0.14	<0.10	<0.10	5.6	1.3	3.3	<2	<0.5
9	20091021	B8 Måge	biosk	<0.05	<0.10	0.13	<0.10	<0.10	16	5.9	8.8	<2	<0.5
10	20091021	B9 Utne Glass:1	biosk	<0.05	<0.10	0.18	<0.10	<0.10	77	10	16	<2	<0.5
11	20091021	B9 Utne Glass:2	biosk	<0.05	<0.10	0.23	<0.10	<0.10	97	11	27	<2	<0.5
12	20091021	B9 Utne Glass:3	biosk	<0.05	<0.10	0.21	<0.10	<0.10	87	11	22	<2	<0.5

Analysevariabel	PrNbato	Merking	Prøvetype	ACNE-B µg/kg v.v. H 2-4	FlE-B µg/kg v.v. H 2-4	DBTHI-B µg/kg v.v. H 2-4	PA-B µg/kg v.v. H 2-4	ANT-B µg/kg v.v. H 2-4	FlU-B µg/kg v.v. H 2-4	PYR-B µg/kg v.v. H 2-4	BAA-B µg/kg v.v. H 2-4	CHR-B µg/kg v.v. H 2-4	BBUF-B µg/kg v.v. H 2-4
1	20091021	B1 Byrkjenes	biosk	<0.5	<0.5	<0.5	1.3	<0.5	0.62	0.56	0.53	1.6	1.9
2	20091021	B2 Eitrheim	biosk	<0.5	0.58	<0.5	1.6	<0.5	1.5	0.90	0.64	1.6	1.9
3	20091021	B3 Tysedal Glass:1	biosk	<0.5	0.68	<0.5	2.0	<0.5	2.2	1.2	1.3	2.3	2.8
4	20091021	B3 Tysedal Glass:2	biosk	<0.5	0.55	<0.5	2.6	<0.5	2.0	1.2	1.5	2.3	3.3
5	20091021	B3 Tysedal Glass:3	biosk	0.51	0.57	<0.5	2.4	<0.5	2.1	1.2	1.5	2.8	3.6
6	20091021	B4 Digranes	biosk	<0.5	<0.5	<0.5	1.5	<0.5	0.92	<0.5	<0.5	1.4	1.7
7	20091021	B6 Kvalnes	biosk	<0.5	<0.5	<0.5	1.8	<0.5	1.1	1.2	0.71	1.6	2.1
8	20091021	B7 Krossanes	biosk	<0.5	0.70	<0.5	2.3	<0.5	0.77	0.53	0.53	1.0	1.1
9	20091021	B8 Måge	biosk	<0.5	0.52	<0.5	2.0	<0.5	1.1	0.64	0.74	1.7	2.2
10	20091021	B9 Utne Glass:1	biosk	<0.5	0.55	<0.5	1.8	<0.5	0.62	<0.5	<0.5	0.57	0.94
11	20091021	B9 Utne Glass:2	biosk	<0.5	0.86	<0.5	2.1	<0.5	0.77	0.64	<0.5	0.87	1.4
12	20091021	B9 Utne Glass:3	biosk	<0.5	0.95	<0.5	2.0	<0.5	0.67	<0.5	<0.5	0.84	1.2

Rådata: Metaller, klororganiske forbindelser og PAH i blåskjell samlet på ulike stasjoner i Sør fjorden 21. oktober 2009 (våtvektsbasis).

Revisjonsjonnr : 2009-02606 Mottatt dato : 20091110 Godkjent av : KLR Godkjent dato: 20100223

Prosjektnr : O 26461 02

Kunde/Stikkord : Sør fjorden biota

Kontaktpr./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel	Prøve	Prøvetype	BKF-B µg/kg v.v. H 2-4	BBP-B µg/kg v.v. H 2-4	BAP-B µg/kg v.v. H 2-4	PER-B µg/kg v.v. H 2-4	ICDP-B µg/kg v.v. H 2-4	DBA3A-B µg/kg v.v. H 2-4	BGHIP-B µg/kg v.v. H 2-4	Sum PAH µg/kg v.v. Beregnet	Sum PAH16 µg/kg v.v. Beregnet	Sum KPAH µg/kg v.v. Beregnet
1	20091021 B1 Byrkjenes	biosk	0.57	0.64	<0.5	0.96	<0.5	<0.5	<0.5	<15.18	<13.08	<8.1
2	20091021 B2 Eitrheim	biosk	0.54	1.2	0.64	<0.5	<0.5	<0.5	0.54	<17.14	<14.94	<8.32
3	20091021 B3 Tysedal Glass:1	biosk	0.75	1.8	1.4	0.56	<0.5	<0.5	i	<21.99	<19.13	<11.55
4	20091021 B3 Tysedal Glass:2	biosk	0.96	1.5	0.89	<0.5	0.51	<0.5	<0.5	<22.81	<20.31	<11.96
5	20091021 B3 Tysedal Glass:3	biosk	1.0	1.7	1.2	<0.5	<0.6	<0.5	i	<24.68	<21.98	<14.2
6	20091021 B4 Digraanes	biosk	<0.5	0.75	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<14.77	<13.02	<7.6
7	20091021 B6 Kvalnes	biosk	0.51	0.99	0.99	0.54	<1	<0.5	i	<17.54	<15.51	<9.41
8	20091021 B7 Krossanes	biosk	<0.5	0.65	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<14.58	<12.93	<6.63
9	20091021 B8 Måge	biosk	0.61	1.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<17.11	<15.01	<8.75
10	20091021 B9 Utne Glass:1	biosk	<0.5	0.77	0.76	<0.5	<0.8	<0.5	i	<13.31	<11.54	<6.57
11	20091021 B9 Utne Glass:2	biosk	<0.5	1.1	<0.5	<0.5	<1	<0.5	i	<15.24	<13.14	<7.27
12	20091021 B9 Utne Glass:3	biosk	<0.5	0.80	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<14.26	<12.46	<6.34

s Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

i Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

PrNr 1 Metallresultatene er oppgitt på våtvekt. PAH: Det var høy bakgrunn i siste del av kromatogrammet for enkelte prøver. PCB: Et referansemateriale ble analysert parallelt med

prøvene. Resultatet for CB28 var lavere enn nedre aksjonsgrense.

S= Forbindelsen er delvis dekket av en interferens i kromatogrammet av prøven. Det er derfor knyttet noe

større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på K:\kvalitet\Godkjente dokumenter\Akkreditering\Diversedokumenter\Y3Usikker.doc, eller kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rådata: Kvikkølvs i dypvannsfisk (individuelle) samlet i indre Sørkjorden, november 2009 (våttektsbasis).

Rekvissjonsnr : 2009-02803 Mottatt dato : 20091202 Godkjent av : EHA Godkjent dato : 20100202
 Prosjektnr : O 26461 02
 Kunde/Stikkord : Sørkjorden biota
 Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel		TESTNO	Hg-B µg/g E.4-3
Enhet ==>	Prvetype		
Metode ==>	PrDato	Merking	
1		Nr1 Lange, indre fjord	2009-02803
2		Nr2 Blålange, indre fj.	2009-02803
3		Nr3 Blålange, indre fj.	2009-02803
4		Nr4 Blålange, indre fj.	2009-02803
5		Nr5 Blålange, indre fj.	2009-02803
6		Nr6 Blålange, indre fj.	2009-02803
7		Nr7 Blålange, indre fj.	2009-02803
8		Nr8 Blålange, indre fj.	2009-02803
9		Nr9 Brosme, indre fjord	2009-02803
10		Nr10 Brosme, indre fjord	2009-02803
11		Nr11 Brosme, indre fjord	2009-02803
12		Nr12 Brosme, indre fjord	2009-02803
13		Nr13 Brosme, indre fjord	2009-02803
14		Nr14 Brosme, indre fjord	2009-02803
15		Nr15 Brosme, indre fjord	2009-02803
16		Nr16 Brosme, indre fjord	2009-02803
17		Nr17 Brosme, indre fjord	2009-02803
18		Nr18 Brosme, indre fjord	2009-02803
19		Nr19 Brosme, indre fjord	2009-02803
20		Nr20 Brosme, indre fjord	2009-02803
21		Nr21 Brosme, indre fjord	2009-02803
22		Nr22 Brosme, indre fjord	2009-02803
23		Nr23 Brosme, indre fjord	2009-02803
24		Nr24 Brosme, indre fjord	2009-02803
25		Nr25 Brosme, indre fjord	2009-02803

PrNr 1 RET: Prøvene i retur til ARU. Alle prøvene er fiskefilet.
 Metallresultatene er oppgitt på våttekt.

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på K:\Kvalitet\Godkjente_dokumenter\Akkreditering\Diversedokumenter\Y3Usikker.doc, eller kan fås v

Rådata: Kvikkølvs i dypvannsfisk (individuelle) samlet i ytre Sør fjorden, oktober 2009 (våtektsbasis).

Rekvisisjonsnr : 2009-02805 Mottatt dato : 20091202 Godkjent av : EHA Godkjent dato : 20100202
 Prosjektnr : O 26461 02
 Kunde/Stikkord : Sør fjorden biota
 Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel		Hg-B
Enhet	==>	µg/g
Metode	==>	E 4-3
PrNr	PrDato Merking	Prøvetype
1	Nr1, Brosme, ytre fjord	bioff 0.90
2	Nr2, Brosme, Ytre fjord	bioff 2.17
3	Nr3, Brosme, Ytre fjord	bioff 1.96
4	Nr4, Brosme, Ytre fjord	bioff 2.84
5	Nr5, Brosme, Ytre fjord	bioff 2.71
6	Nr6, Brosme, Ytre fjord	bioff 1.70
7	Nr7, Brosme, Ytre fjord	bioff 2.90
8	Nr8, Brosme, Ytre fjord	bioff 3.24
9	Nr9, Brosme, Ytre fjord	bioff 2.34
10	Nr10, Brosme, ytre fjord	bioff 2.96
11	Nr11, Brosme, Ytre fjord	bioff 2.47
12	Nr12, Brosme, Ytre fjord	bioff 2.30
13	Nr13, Brosme, Ytre fjord	bioff 2.62
14	Nr14, Brosme, Ytre fjord	bioff 1.85
15	Nr15, Brosme, Ytre fjord	bioff 3.39
16	Nr16, Brosme, Ytre fjord	bioff 2.86
17	Nr17, Brosme, Ytre fjord	bioff 3.13
18	Nr18, Lange, Ytre fjord	bioff 1.46
19	Nr19, Lange, Ytre fjord	bioff 1.17
20	Nr20, Brosme Ytre fjord	bioff 3.17
21	Nr21, Brosme ytre fjord	bioff 2.50
22	Nr22, Blålange, Ytre fjord	bioff 3.32

Prøver i retur til ARU

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på K:\Kvalitet\Godkjente_dokumenter\Akkreditering\Diversedokumenter\Y3Usikker.doc, eller kan fås v

Rådata: klororganiske forbindelser i brosme (blandprøver) samlet i indre Sør fjorden, november 2009 (våtvektsbasis).

Revisjonsnr : 2009-02802 Mottatt dato : 20091202 Godkjent av : KLR Godkjent dato: 20100212
 Prosjektnr : O 26461 02
 Kunde/Stikkord : Sør fjorden biota
 Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel	Enhet ==>	Metode ==>	PrNr	PrDato	Merkning	Prøvetype	TTS/%		CB28-B		CB52-B		CB101-B		CB118-B		CB105-B		CB153-B	
							% B 3	% pr. v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4		
1					Nr 2. Blålange, indre fjord	biofl	2009-02802	57	44	4.0	10	53	88	28	320					
2					Nr 4 Brosme, indre fjord	biofl	2009-02802	59	49	2.1	4.6	20	38	12	150					
3					Nr 5 Brosme, indre fjord	biofl	2009-02802	62	50	2.2	5.1	25	53	19	190					
4					Nr 6 Brosme, indre fjord	biofl	2009-02802	53	36	2.1	7.9	78	130	46	450					
5					Nr 7 Brosme, indre fjord	biofl	2009-02802	59	46	3.6	16	170	350	110	1200					

Analysevariabel	Enhet ==>	Metode ==>	PrNr	PrDato	Merkning	Prøvetype	CB156-B		CB180-B		CB209-B		ΣPCB ₇		HCHA-B		OCB-B		HCHG-B	
							µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4		
1					Nr 2. Blålange, indre fjord	biofl	19	90	2.1	814.1	765	3.2	1.0	6.1	<0.5					
2					Nr 4 Brosme, indre fjord	biofl	8.1	47	1.4	369.2	347.7	3.3	<0.5	6.5	0.62					
3					Nr 5 Brosme, indre fjord	biofl	11	54	1.5	480.8	449.3	3.0	0.51	5.9	0.72					
4					Nr 6 Brosme, indre fjord	biofl	29	130	2.2	1155.2	1078	2.1	0.97	4.8	0.48					
5					Nr 7 Brosme, indre fjord	biofl	81	320	4.9	3025.5	2829.6	3.0	2.3	6.5	<0.5					

Analysevariabel	Enhet ==>	Metode ==>	PrNr	PrDato	Merkning	Prøvetype	DDEPP-B		TDEPP-B		DDTTP-B	
							µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4	µg/kg v.v. H 3-4
1					Nr 2. Blålange, indre fjord	biofl	1600	160	270			
2					Nr 4 Brosme, indre fjord	biofl	750	74	100			
3					Nr 5 Brosme, indre fjord	biofl	860	150	190			
4					Nr 6 Brosme, indre fjord	biofl	1500	190	370			
5					Nr 7 Brosme, indre fjord	biofl	s2900	360	740			

s Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

PrNr 1 RET: Prøvene i retur til ARU. Alle prøvene er lever.

s= Konsentrasjonen av forbindelsen i ekstraktet av prøven overstiger kalibreringskurvens dekningsområde.

Et sertifisert referansmateriale ble analysert parallelt med prøvene. Resultatet for HCH-A var høyere enn øvre aksjonsgrense mens resultatet for CB118 var lavere enn nedre aksjonsgrense.

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på K:\Kvalitet\Godkjente dokumenter\Akkreditering\Diversedokumenter\Y3Usikker.doc, eller kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rådata: klororganiske forbindelser i brosmme (blandprøver) samlet i ytre Sørifjorden, oktober 2009 (våtvæktbasis).

Revisjonsnr : 2009-02804 Mottatt dato : 20091202 Godkjent av : KLR Godkjent dato: 20100212

Prosjektnr : O 26461 02

Kunde/Stikkord : Sørifjorden biota

Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel Enhet Metode ==>	TESTNO	Fett-% % pr.v.v.	CB28-B µg/kg v.v.	CB52-B µg/kg v.v.	CB101-B µg/kg v.v.	CB118-B µg/kg v.v.	CB105-B µg/kg v.v.	CB153-B µg/kg v.v.	CB138-B µg/kg v.v.			
										B	H 3-4	H 3-4
PrNr	PrDate	Merking	Prøvetype									
1		Nr1 Brosme, ytre fjord	biofl	2009-02804	36	2.1	7.9	52	77	26	340	220
2		Nr2 Brosme, ytre fjord	biofl	2009-02804	49	2.6	12	120	150	50	990	560
3		Nr3 Brosme, ytre fjord	biofl	2009-02804	56	1.7	4.9	17	26	8.6	170	77
4		Nr4 Brosme, ytre fjord	biofl	2009-02804	52	2.9	12	100	120	37	690	380
5		Nr5 Lange, ytre fjord	biofl	2009-02804	23	5.5	6.0	71	110	27	490	340

Analysevariabel Enhet Metode ==>	CB156-B µg/kg v.v.	CB180-B µg/kg v.v.	CB209-B µg/kg v.v.	ΣPCB Beregnet	ΣPCB µg/kg v.v.	QCB-B µg/kg v.v.	HCHA-B µg/kg v.v.	HCB-B µg/kg v.v.	HCHG-B µg/kg v.v.	OCS-B µg/kg v.v.		
											H 3-4	H 3-4
PrNr	PrDate	Merking	Prøvetype									
1		Nr1 Brosme, ytre fjord	biofl	17	79	2.9	823.9	778	2.0	1.1	4.3	<0.5
2		Nr2 Brosme, ytre fjord	biofl	41	220	5.9	2151.5	2054.6	2.3	1.2	5.3	0.51
3		Nr3 Brosme, ytre fjord	biofl	5.6	31	1.4	303.2	287.6	2.6	0.68	4.7	<0.5
4		Nr4 Brosme, ytre fjord	biofl	30	160	4.5	1536.4	1464.9	2.7	1.6	5.3	<0.5
5		Nr5 Lange, ytre fjord	biofl	23	130	5.0	1204.8	1149.8	0.38	0.81	2.0	<0.2

Analysevariabel Enhet Metode ==>	DDEPP-B µg/kg v.v.	TDDEPP-B µg/kg v.v.	DDTTPP-B µg/kg v.v.	
				H 3-4
PrNr	PrDate	Merking	Prøvetype	
1		Nr1 Brosme, ytre fjord	biofl	290
2		Nr2 Brosme, ytre fjord	biofl	600
3		Nr3 Brosme, ytre fjord	biofl	140
4		Nr4 Brosme, ytre fjord	biofl	440
5		Nr5 Lange, ytre fjord	biofl	93

s Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

PrNr 1 RET: Prøvene i retur til ARU. Alle prøvene er lever.

s = konsentrasjonen av forbindelsen i ekstraktet av prøven overstiger kalibreringskurvens dekningsområde.

Et sertifisert referansemateriale ble analysert parallelt med prøvene. Resultatet for HCH-A var høyere enn øvre

ksjonsgrense mens resultatet for CB118 var lavere enn nedre aksjonsgrense.

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på K:\Kvalitet\Godkjente dokumenter\Akkreditering\Diversedokumenter\Y3Usikker.doc, eller kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rådata: PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i lever av brosme (blandprøver), samlet i indre Sørfjorden, november 2009 (våtvektsbasis).

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-6700

NILU sample number: 10/41

Customer: NIVA v/A. Ruus

Customers sample ID: 2802-2 nr. 4

: Indre fjord

Sample type: Brosme lever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: M_01-02-10_diox

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic)	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g					
Dioxins						
2378-TCDD		8,60	62	8,60	8,60	8,60
12378-PeCDD		5,84	62	2,92	5,84	5,84
123478-HxCDD		2,58	67	0,26	0,26	0,26
123678-HxCDD		1,87	68	0,19	0,19	0,19
123789-HxCDD	<	0,32		0,03	0,03	0,03
1234678-HpCDD	<	0,28	56	0,00	0,00	0,00
OCDD	<	0,44	49	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				12,0	14,9	14,9
Furanes						
2378-TCDF		52,6	63	5,26	5,26	5,26
12378/12348-PeCDF		14,0	*	0,14	0,70	0,42
23478-PeCDF		28,3	67	14,2	14,2	8,49
123478/123479-HxCDF		2,69	68	0,27	0,27	0,27
123678-HxCDF		2,55	73	0,26	0,26	0,26
123789-HxCDF	<	0,24	*	0,02	0,02	0,02
234678-HxCDF		1,34	66	0,13	0,13	0,13
1234678-HpCDF		0,47	65	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	<	0,16	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	<	0,45	51	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				20,2	20,8	14,9
SUM PCDD/PCDF				32,2	35,7	29,8
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)		207	64		0,02	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)		46,9			0,00	0,01
33'44'5'-PeCB (PCB-126)		524	66		52,4	52,4
33'44'55'-HxCB (PCB-169)		114	67		1,14	3,42
SUM TE-PCB					53,6	55,9

TE(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

* : Samplingstandard NS-EN 1948

Rådata: PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i lever av brosme (blandprøver), samlet i indre Sørfjorden, november 2009 (våtvektsbasis).

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-6700

NILU sample number: 10/42

Customer: NIVA v/A. Ruus

Customers sample ID: 2802-3 nr 5

: Indre fjord

Sample type: Brosme, lever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: M_08-02-10_diox

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic)	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g			pg/g	pg/g	pg/g
Dioxins						
2378-TCDD	15,8	85		15,8	15,8	15,8
12378-PeCDD	9,21	94		4,61	9,21	9,21
123478-HxCDD	3,11	103		0,31	0,31	0,31
123678-HxCDD	2,42	108		0,24	0,24	0,24
123789-HxCDD	<	0,63		0,06	0,06	0,06
1234678-HpCDD	<	0,68	109	0,01	0,01	0,01
OCDD	3,03	84		0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				21,1	25,7	25,7
Furanes						
2378-TCDF	65,4	82		6,54	6,54	6,54
12378/12348-PeCDF	19,1	*		0,19	0,96	0,57
23478-PeCDF	40,5	89		20,2	20,2	12,1
123478/123479-HxCDF	3,55	99		0,36	0,36	0,36
123678-HxCDF	4,50	98		0,45	0,45	0,45
123789-HxCDF	<	0,68	*	0,07	0,07	0,07
234678-HxCDF	<	0,45	95	0,05	0,05	0,05
1234678-HpCDF	1,42 i	106		0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	<	0,44	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	<	0,91	86	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				27,9	28,7	20,2
SUM PCDD/PCDF				49,0	54,3	45,9
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)	232	75		0,02	0,02	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)	70,4			0,01	0,02	0,02
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	924	83		92,4	92,4	92,4
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	220	87		2,20	6,59	6,59
SUM TE-PCB				94,6	99,0	

TE(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

* : Samplingstandard NS-EN 1948

Rådata: PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i lever av brosme (blandprøver), samlet i indre Sørfjorden, november 2009 (våtvektsbasis).

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-6700

NILU sample number: 10/43

Customer: NIVA v/A. Ruus

Customers sample ID: 2802-4 nr 6

: Indre fjord

Sample type: Brosme lever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: M_08-02-10_diox

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic)	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g					
Dioxins						
2378-TCDD	13,4	79		13,4	13,4	13,4
12378-PeCDD	7,52	78		3,76	7,52	7,52
123478-HxCDD	0,85	89		0,09	0,09	0,09
123678-HxCDD	3,09	91		0,31	0,31	0,31
123789-HxCDD	<	0,74		0,07	0,07	0,07
1234678-HpCDD	<	0,54	100	0,01	0,01	0,01
OCDD	<	0,69	84	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				17,7	21,4	21,4
Furanes						
2378-TCDF	32,9	74		3,29	3,29	3,29
12378/12348-PeCDF	11,6	*		0,12	0,58	0,35
23478-PeCDF	29,4	84		14,7	14,7	8,83
123478/123479-HxCDF	3,91	87		0,39	0,39	0,39
123678-HxCDF	5,32	89		0,53	0,53	0,53
123789-HxCDF	<	0,56	*	0,06	0,06	0,06
234678-HxCDF	1,48	90		0,15	0,15	0,15
1234678-HpCDF	0,87	94		0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	<	0,42	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	<	0,81	85	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				19,3	19,7	13,6
SUM PCDD/PCDF				36,9	41,1	35,0
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)	111	63		0,01	0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	47,9			0,00	0,01	0,01
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	1 838	73		184	184	184
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	481	77		4,81	14,4	14,4
SUM TE-PCB				189	198	

TE(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

* : Samplingstandard NS-EN 1948

Rådata: Informasjon om individuelle dypvannsfisk, samlet i Sørfjorden, oktober og november 2009, samt sammensetning av blandprøver.

Prøve merket	Art	Stasjon	Sub-nr.	Lengde (cm)	vekt (g)	Kjønn	Inngår i blandprøve:	Blandprøve analysert for dioksiner og n.o.-PCB?	Fett% i blandprøve
Nr1	Lange, indre fjord	Indre	1	67	1327	M	1 (indre)	Nei	n.a.
Nr2	Blålange, indre fj.	Indre	2	68	1889	F	2 (indre)	Nei	44
Nr3	Blålange, indre fj.	Indre	3	69	1046	F	2 (indre)	Nei	44
Nr4	Blålange, indre fj.	Indre	4	70	1117	F	2 (indre)	Nei	44
Nr5	Blålange, indre fj.	Indre	5	75	1295	F	2 (indre)	Nei	44
Nr6	Blålange, indre fj.	Indre	6	79	1689	F	2 (indre)	Nei	44
Nr7	Blålange, indre fj.	Indre	7	104.5	3614	F	3 (indre)	Nei	n.a.
Nr8	Blålange, indre fj.	Indre	8	112.5	5381	F	3 (indre)	Nei	n.a.
Nr9	Brosme, indre fjord	Indre	9	45.5	1108	M	4 (indre)	Ja ("Blandprøve 1")	49
Nr10	Brosme, indre fjord	Indre	10	47.5	1217	F	4 (indre)	Ja ("Blandprøve 1")	49
Nr11	Brosme, indre fjord	Indre	11	51	1570	M	4 (indre)	Ja ("Blandprøve 1")	49
Nr12	Brosme, indre fjord	Indre	12	51	1578	F	4 (indre)	Ja ("Blandprøve 1")	49
Nr13	Brosme, indre fjord	Indre	13	53	1542	F	4 (indre)	Ja ("Blandprøve 1")	49
Nr14	Brosme, indre fjord	Indre	14	55	1870	F	5 (indre)	Ja ("Blandprøve 1")	50
Nr15	Brosme, indre fjord	Indre	15	55	1775	F	5 (indre)	Ja ("Blandprøve 2")	50
Nr16	Brosme, indre fjord	Indre	16	60	2454	F	5 (indre)	Ja ("Blandprøve 2")	50
Nr17	Brosme, indre fjord	Indre	17	61	2643	F	5 (indre)	Ja ("Blandprøve 2")	50
Nr18	Brosme, indre fjord	Indre	18	67	3463	M	5 (indre)	Ja ("Blandprøve 2")	50
Nr19	Brosme, indre fjord	Indre	19	69	3350	M	6 (indre)	Ja ("Blandprøve 3")	36
Nr20	Brosme, indre fjord	Indre	20	70	4050	M	6 (indre)	Ja ("Blandprøve 3")	36
Nr21	Brosme, indre fjord	Indre	21	71	3800	M	6 (indre)	Ja ("Blandprøve 3")	36
Nr22	Brosme, indre fjord	Indre	22	72	4000	M	6 (indre)	Ja ("Blandprøve 3")	36
Nr23	Brosme, indre fjord	Indre	23	72.5	4300	M	6 (indre)	Ja ("Blandprøve 3")	36
Nr24	Brosme, indre fjord	Indre	24	72.5	4500	M	7 (indre)	Ja ("Blandprøve 3")	36
Nr25	Brosme, indre fjord	Indre	25	73	4550	M	7 (indre)	Nei	46
Nr1	Brosme, ytre fjord	Ytre	1	45	871	M	3 (ytre)	Nei	43
Nr2	Brosme, ytre fjord	Ytre	2	49	1192	F	3 (ytre)	Nei	43
Nr3	Brosme, ytre fjord	Ytre	3	55	1938	M	1 (ytre)	Nei	36
Nr4	Brosme, ytre fjord	Ytre	4	61	1963	F	1 (ytre)	Nei	36
Nr5	Brosme, ytre fjord	Ytre	5	57	1840	F	1 (ytre)	Nei	36
Nr6	Brosme, ytre fjord	Ytre	6	56	1893	M	1 (ytre)	Nei	36
Nr7	Brosme, ytre fjord	Ytre	7	58.5	2013	F	1 (ytre)	Nei	36
Nr8	Brosme, ytre fjord	Ytre	8	71	3292	M	4 (ytre)	Nei	38
Nr9	Brosme, ytre fjord	Ytre	9	62	2338	M	2 (ytre)	Nei	34
Nr10	Brosme, ytre fjord	Ytre	10	64.5	2629	M	2 (ytre)	Nei	34
Nr11	Brosme, ytre fjord	Ytre	11	63	2535	M	2 (ytre)	Nei	34
Nr12	Brosme, ytre fjord	Ytre	12	50	1135	F	3 (ytre)	Nei	43
Nr13	Brosme, ytre fjord	Ytre	13	51	1221	F	3 (ytre)	Nei	43
Nr14	Brosme, ytre fjord	Ytre	14	49	1098	F	3 (ytre)	Nei	43
Nr15	Brosme, ytre fjord	Ytre	15	70	3756	M	4 (ytre)	Nei	38
Nr16	Brosme, ytre fjord	Ytre	16	71	3065	F	4 (ytre)	Nei	38
Nr17	Brosme, ytre fjord	Ytre	17	66	3028	M	4 (ytre)	Nei	38
Nr18	Lange, ytre fjord	Ytre	18	73	1661	M	5 (ytre)	Nei	5.5
Nr19	Lange, ytre fjord	Ytre	19	70	2262	F	5 (ytre)	Nei	5.5
Nr20	Brosme, ytre fjord	Ytre	20	61	2236	F	2 (ytre)	Nei	34
Nr21	Brosme, ytre fjord	Ytre	21	62	2545	M	2 (ytre)	Nei	34
Nr22	Blålange, ytre fjord	Ytre	22	107	4733	F	'6' (ytre)	Nei	n.a.



Klima- og forurensningsdirektoratet
 Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
 Besøksadresse: Strømsveien 96
 Telefon: 22 57 34 00
 Telefaks: 22 67 67 06
 E-post: postmottak@klif.no
 Internett: www.klif.no

Utførende institusjon Norsk institutt for vannforskning (NIVA)	ISBN-nummer 978-82-577-5753-3
---	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Anders Ruus	Kontaktperson i Klima- og forurensningsdirektoratet Henrik Gade	TA-nummer 2679
		SPFO-nummer 1076

	År 2010	Sidetall 92	Klima- og forurensningsdirektoratets kontraktnummer 4009017
--	------------	----------------	--

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 6018-2010 Prosjekt nr. 26461	Prosjektet er finansiert av Klima og forurensningsdirektoratet, Boliden Odda AS, Eramet Titanium & Iron, Tyssefaldene A/S, Odda kommune og Ullensvang herad
--	--

Forfatter(e) Anders Ruus, Jens Skei, Norman Green, Merete Schøyen
Tittel - norsk og engelsk Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2009. Metaller i vannmassene, Miljøgifter i organismer Monitoring of environmental quality in the Sørfjord 2009. Metals in the water masses, Contaminants in organisms
Sammendrag – summary Resultatene av overvåkingen i 2009 kan oppsummeres som følger: Konsentrasjonene av metaller i overflatevannet var nokså like de i 2008, til tross for betydelige reduksjoner i utslippene fra industrien. Det ble registrert to tilfeller med høye kvikksølvkonsentrasjoner. Ved midlere vanddyp og i dypvannet var det periodevis betydelig høyere nivåer av metaller, enn i overflatevannet. Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk fra Sørfjorden tilsvarte Kl. II. Innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk var høyt og bekrefter tidligere funn. Kvikksølv i blåskjell viste konsentrasjoner opp til Kl. II. Det var ingen overskridelser av Kl. I for kobber og sink i blåskjell. Kadmium og bly i blåskjell viste konsentrasjoner opp til Kl. III. Σ PCB ₇ - og Σ DDT-konsentrasjonene i torsk fra Sørfjorden tilsvarte Kl. II. Brosme (lever) viste høye konsentrasjoner av Σ DDT. TE _{PCDF/D} i brosmelever var moderat, men TE _{n.o.-PCB} var vesentlig høyere. Σ DDT i blåskjell tilsvarte opp til Kl. V og de høyeste konsentrasjonene ble observert ved Utne. Blåskjell fra Sørfjorden var lite/ubetydelig forurenset med Σ PCB ₇ (Kl. I). Konsentrasjoner av Σ PAH og benzo[a]pyren i blåskjell tilsvarte til Kl. I (lite/ubetydelig forurenset).

4 emneord Overvåking, Sørfjorden, Miljøgifter, Forurensning	4 subject words Monitoring, Sørfjord, Contaminants, Pollution
--	--



Klima- og forurensningsdirektoratet

Postboks 8100 Dep,
0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@klif.no

www.klif.no

Om Statlig program for forurensningsovervåking

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, vassdrag, fjorder og havområder. Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødsling
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Programmet skal dekke myndighetenes informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere virkningen av iverksatte tiltak for å redusere forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. Klima- og forurensningsdirektoratet er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.