



KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET

Statlig program for forurensningsovervåking  
Rapportnr. 1127/2012

# Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2011

TA  
2947  
2012



Utført av:

**NIVA**  
Norsk institutt for vannforskning



## Forord

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

Boliden Odda AS: 29 %  
Klima- og forurensningsdirektoratet: 50 %.  
Eramet Titanium & Iron: 8 %  
AS Tyssefaldene: 2 %  
Odda kommune: 10 %  
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 2011 på overvåkingen av metaller i vannmassene og miljøgifter i organismer.

2011 er femte og siste året av et langtidsprogram for overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden (2007-2011). 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 foreliggende overvåkingsprogram.

Analysene av miljøgifter har vært utført ved NIVAs analyselaboratorium, med unntak av dioksiner og dioksinlignende PCB (i blåskjell), som ble analysert av Norsk institutt for luftforskning (NILU). Prøver av blåskjell og dypvannsfisk er opparbeidet av Merete Schøyen, Bjørnar Beylich, Marijana Brkljačić, Kate Hawley og Maia Røst Kile. Merete Schøyen har også hatt ansvaret for tilrettelegging av de vannkjemiske dataene. Jens Skei har ledet den vannkemiske overvåkingen i 2011.

Undersøkelsene gjennomføres i samarbeid med Hardanger miljøsender (Alex Stewart Environmental Services A/S), som ved Gunnvor Dagestad, Arild Moe, Frode Høyland og Liv Reidun Ravnøy har vært ansvarlig for innsamling av vannprøver og blåskjell, samt deler av analysene. De har også vært ansvarlig for å skaffe til veie dypvannsfisk fra Sørfjorden.

Alle involverte takkes for innsatsen. Rapporten er forfattet av Anders Ruus, Astri Jæger Sweetman Kvassnes, Norman Green og Merete Schøyen. Prosjektleder for overvåkingen i Sørfjorden er Anders Ruus.

Rapporten inkluderer data fra *Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP)* under Oslo/Paris kommisjonen (OSPAR), utført av NIVA under kontrakt fra Klif.

Oslo, august 2012  
Anders Ruus



## Innhold:

<b>1.</b>	<b>Sammendrag</b> .....	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Summary</b> .....	<b>10</b>
<b>3.</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>13</b>
3.1	Topografi .....	13
3.2	Bakgrunn og formål .....	14
<b>4.</b>	<b>Materiale og metoder</b> .....	<b>17</b>
4.1	Vannprøvetaking og analyser (metaller) .....	17
4.2	Innsamling og analyser av organismer .....	17
<b>5.</b>	<b>Resultater og diskusjon</b> .....	<b>22</b>
5.1	Vannkjemi .....	22
5.1.1	Saltholdighet og temperatur .....	22
5.1.2	Siktedyp .....	24
5.1.3	Metaller i overflatevannet .....	26
5.1.4	Metaller i bunnvann og intermediære dyp .....	29
5.2	Sammenfattende vurderinger av metaller i vannmassene .....	31
5.2.1	Kilder og konsekvenser .....	31
5.3	Miljøgifter i organismer .....	33
5.3.1	Metaller i fisk .....	33
5.3.2	Metaller i blåskjell .....	39
5.3.3	Halogenerte stoffer i fisk .....	53
5.3.4	Klororganiske stoffer i blåskjell .....	64
5.3.5	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell .....	73
<b>6.</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>75</b>



## 1. Sammendrag

Overvåkingen av Sørfjorden i 2011 representerer femte og siste året av et langtidsprogram (2007-2011). Programmet er en videreføring av tidligere overvåking og 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 Sørfjorden har vist betydelig bedring i forurensningssituasjonen på flere områder gjennom årenes løp, men fjorden er fortsatt belastet med enkelte typer forurensning.

Resultatene av overvåkingen i 2011 kan i korthet oppsummeres slik:

### Metaller i vannmassene:

- Det var noe økning av metaller i overflatevannet i Sørfjorden sammenlignet med 2010. Dette til tross for en reduksjon i utslippene til vann. Bly viser imidlertid en reduksjon og dette sammenfaller med de reduserte blyutslippene i 2011.
- I overflatevannet var sink og kobber i tilstandsklasse III (moderat) ytterst i fjorden og IV (dårlig) innerst i fjorden. Kadmium var i tilstandsklasse II (god) for gjennomsnittet av alle overflatevannsanalysene med de høyeste konsentrasjonene innerst i fjorden. Bly viste en reduksjon, men var fremdeles i tilstandsklasse II (god). Kvikksølv var også i tilstandsklasse II (god).
- I de dypere vannlagene (dypere enn overflatevann) var det generelt en økning av metallkonsentrasjonene mot bunnen av fjorden og man kunne i enkelte tilfeller observere like høye nivåer av metaller som i overflaten. Sporadisk ble det dessuten observert konsentrasjoner som var høyere enn overflatevannet, spesielt for kvikksølv. Datagrunnlaget for dypvannet er spinkelt og selv om saltholdigheten kan indikere en dypvannsfornyelse på sen vinteren så eksisterer det kunnskapsmangler vedrørende hvordan dypere vannlag i Sørfjorden påvirkes av utslipp og forurensede sedimenter.

### Miljøgifter i organismer:

Overvåkingen av Sørfjorden har vist betydelig bedring i forurensningssituasjonen på flere områder gjennom årenes løp. Dette gjenspeiles også i organismer hvor konsentrasjoner generelt er lavere nå enn for 6-9 år siden. Deretter har konsentrasjonene generelt ikke endret seg i tilsvarende grad. De observerte konsentrasjonene av kadmium i blåskjell føyer seg inn i en årlig nedgang (sett over hele overvåkingsperioden) på 12-16 %, på flere stasjoner. Konsentrasjoner av DDT i blåskjell viser imidlertid et mer uforutsigbart forløp hvor de høyeste konsentrasjonene på enkelte stasjoner er observert i de senere år. Flere detaljer om observasjonene i 2011 er som følger:

*Metaller i fisk*

- Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i torsk fra Sjørfjorden i 2011 tilsvarte klasse II (moderat forurenset) i Klifs klassifiseringssystem.
- Innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk (brosme og blålange) var høyt.
- Innholdet av kadmium og bly i torsk fra Sjørfjorden var lavt (hhv nær bakgrunn og lavere enn hva som er observert de siste par år), men innholdet av disse metallene i skrubbe var noe høyere.

*Metaller i blåskjell*

- Metallanalysene av blåskjell viste ingen overskridelser av klasse I (lite/ubetydelig forurenset) for kobber og sink, med unntak av en anomali ved Kvalnes, hvor konsentrasjonen av kobber tilsvarte klasse III (markert forurenset).
- Kvikksølvkonsentrasjonen i blåskjell viste opp til markert forurensning (klasse III; så vidt over grensen for klasse II).
- Analysene av kadmium i blåskjell viste ubetydelig/lite (klasse I) til markert (klasse III) grad av forurensning (markert forurensning, klasse III, i skjell samlet innenfor CEMP på stasjon B1/51A og B6/56A).
- Analysene av bly i blåskjell viste ubetydelig/lite (klasse I) til markert (klasse III) grad av forurensning.

*Halogenerte stoffer i fisk*

- Den gjennomsnittlige  $\Sigma\text{PCB}_7$ -konsentrasjonen i torskelever fra Sjørfjorden representerte i 2011 klasse II (moderat forurenset). Filet av torsk var ubetydelig/lite (klasse I) forurenset med PCB.
- Den gjennomsnittlige  $\Sigma\text{DDT}$ -konsentrasjonen i torskelever fra Sjørfjorden representerte i 2011 klasse III (markert forurenset). Filet av torsk var moderat (klasse II) forurenset med  $\Sigma\text{DDT}$ .
- Lave konsentrasjoner av klororganiske forbindelser ble funnet i fisk fra Strandebarm også i 2011 (torsk var ubetydelig/lite forurenset med  $\Sigma\text{PCB}_7$ ; klasse I;  $\Sigma\text{DDT}$  i torskelever representerte klasse II, moderat forurenset).
- Brosme (lever) viste moderate til høye konsentrasjoner av klororganiske forbindelser.
- Summen av toksiske ekvivalenter for dioksiner og furaner ( $\text{TE}_{\text{PCDD/F}}$ ) i torskelever fra Sjørfjorden tilsvarte i 2011 grensen mellom klasse I (ubetydelig/lite forurenset) og klasse II (moderat forurenset). Konsentrasjoner av dioksinlignende PCB-forbindelser (non-ortho), uttrykt som toksiske ekvivalenter ( $\text{TE}_{\text{n.o.-PCB}}$ ) var imidlertid høyere enn for dioksiner og furaner.

*Klororganiske stoffer i blåskjell*

- Konsentrasjoner av  $\Sigma$ DDT i blåskjell viste opp til meget sterkt forurensning (klasse V; st. B6/56A; kun skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, og st. "Utne"). På de øvrige stasjoner ble konsentrasjoner tilsvarende klasse I (lite/ubetydelig forurenset) til klasse IV (sterkt forurenset) observert.
- Blåskjellene fra alle stasjoner i Sjøfjorden var lite/ubetydelig forurenset (klasse I) med  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> i 2011.

*Polysykliske aromatiske hydrokarboner i blåskjell*

- Konsentrasjoner av  $\Sigma$ PAH i blåskjell tilsvarte klasse I (ubetydelig/lite forurenset) på alle stasjoner i 2011.
- Med hensyn på kun den kreftfremkallende forbindelsen benzo[a]pyren, så representerte konsentrasjonene også klasse I (ubetydelig/lite forurenset) på alle stasjoner.



## 2. Summary

The monitoring of the Sjørfjord in 2011 represents the fifth and last year in a long-term monitoring program (2007-2011). The program is also a continuation of the earlier monitoring, with the objective of describing 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 concentrations of metals in the water masses 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 over the years, but that the fjord still is influenced by several forms of pollution.

The results of the 2011 monitoring may in short be summarised as follows:

### Metals in water:

- Some increase in the levels of metals in the surface water of Sjørfjorden, compared to 2010. This in spite of reductions in the discharges of metals to water in 2011, compared to 2010. Lead (Pb) does, however, show a decrease in water concentrations.
- In the surface water zinc and copper are in Climate and Pollution Agency (Klif) environmental quality Class III (moderate) in the outer part of the fjord and Class IV (bad) in the inner part. Cadmium is in Class II (good; average of all surface water analyses). Lead shows a reduction, but is still in Class II (good). Mercury is also in Class II (good).
- In deeper water layers (below surface) the metal levels generally increased towards the bottom of the fjord and concentrations might be as high as those in the surface. Sporadically, concentrations were also observed in deep water that were higher than in the surface water (especially for mercury). Data gaps exist for the deep water, and even though salinity measurements may suggest a mixing of water masses late winter, little is known regarding how deeper water layers in the Sjørfjord are affected by discharges and contaminated sediments.

### Contaminants in organisms:

As mentioned, the monitoring of the Sjørfjord has shown considerable improvement in the pollution situation on several areas over the years. This is also reflected in organisms where concentrations, in general, are lower at present than 6-9 years ago, which after concentrations have shown less change. The observed concentrations of cadmium in blue mussels fall in line with an annual decrease of 12-16 % over the years of monitoring, at several stations. Concentrations of DDT in blue mussels do, however, show a less predictable pattern, where the highest concentrations at some stations have been observed in later years. A more detailed account regarding the 2011 observations is as follows:

*Metals in fish*

- The average concentration of mercury in cod from the Sjørfjord in 2011 corresponded to Class II (moderately polluted) in the environmental quality classification system.
- The content of mercury in deep water fish was high.
- The content of cadmium and lead in cod from the Sjørfjord was low (near background, and lower than observed the last couple of years, respectively). The concentrations of these elements in flounder, however, were somewhat higher.

*Metals in blue mussel*

- Metal analyses of blue mussels showed no exceedance of Class I (insignificantly/slightly polluted) for copper and zinc, except for an anomaly at station Kvalnes, where concentrations of copper corresponded to Class III (markedly polluted).
- The mercury concentration showed up to marked pollution (Class III, slightly over the limit from class II).
- Analyses of cadmium showed insignificant/slight (Class I) pollution to marked (Class III) degree of pollution (marked pollution, Class III, in mussels at stations B1/51A and B6/56A collected within the overlapping monitoring programme *CEMP*).
- Analyses of lead showed insignificant/slight (Class I) to marked (Class III) degree of pollution.

*Halogenated compounds in fish*

- The average  $\Sigma\text{PCB}_7$ -concentration in cod liver from the Sjørfjord represented in 2011 Class II moderately polluted). Fillet of cod was insignificantly/slightly (Class I) polluted with PCBs.
- The average  $\Sigma\text{DDT}$ -concentration in cod liver from the Sjørfjord represented in 2011 Class III (markedly polluted). Fillet of cod was moderately (Class II) polluted with  $\Sigma\text{DDT}$ .
- Low concentrations of organochlorines were found in fish from Strandebarm also in 2011 (cod was insignificantly/slightly polluted with  $\Sigma\text{PCB}_7$ ; Class I;  $\Sigma\text{DDT}$  represented Class II, moderately polluted).
- Tusk (liver) showed moderate to high concentrations of organochlorine compounds.
- The sum of toxic equivalents for dioxins and furans ( $\text{TE}_{\text{PCDD/F}}$ ) in cod liver from the Sjørfjord represented in 2011 the limit between insignificantly/slightly (Class I) polluted and moderately (Class II) polluted. Concentrations of dioxin-like PCB compounds (non-*ortho*), expressed as toxic equivalents ( $\text{TE}_{\text{n.o.-PCB}}$ ) were, however, higher than for dioxins and furans.

*Organochlorines in blue mussel*

- Concentrations of  $\Sigma$ DDT in blue mussels showed up to Class V (very strongly polluted; stations Kvalnes and Utne). 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  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> in 2011.

*Polycyclic aromatic hydrocarbons in blue mussel*

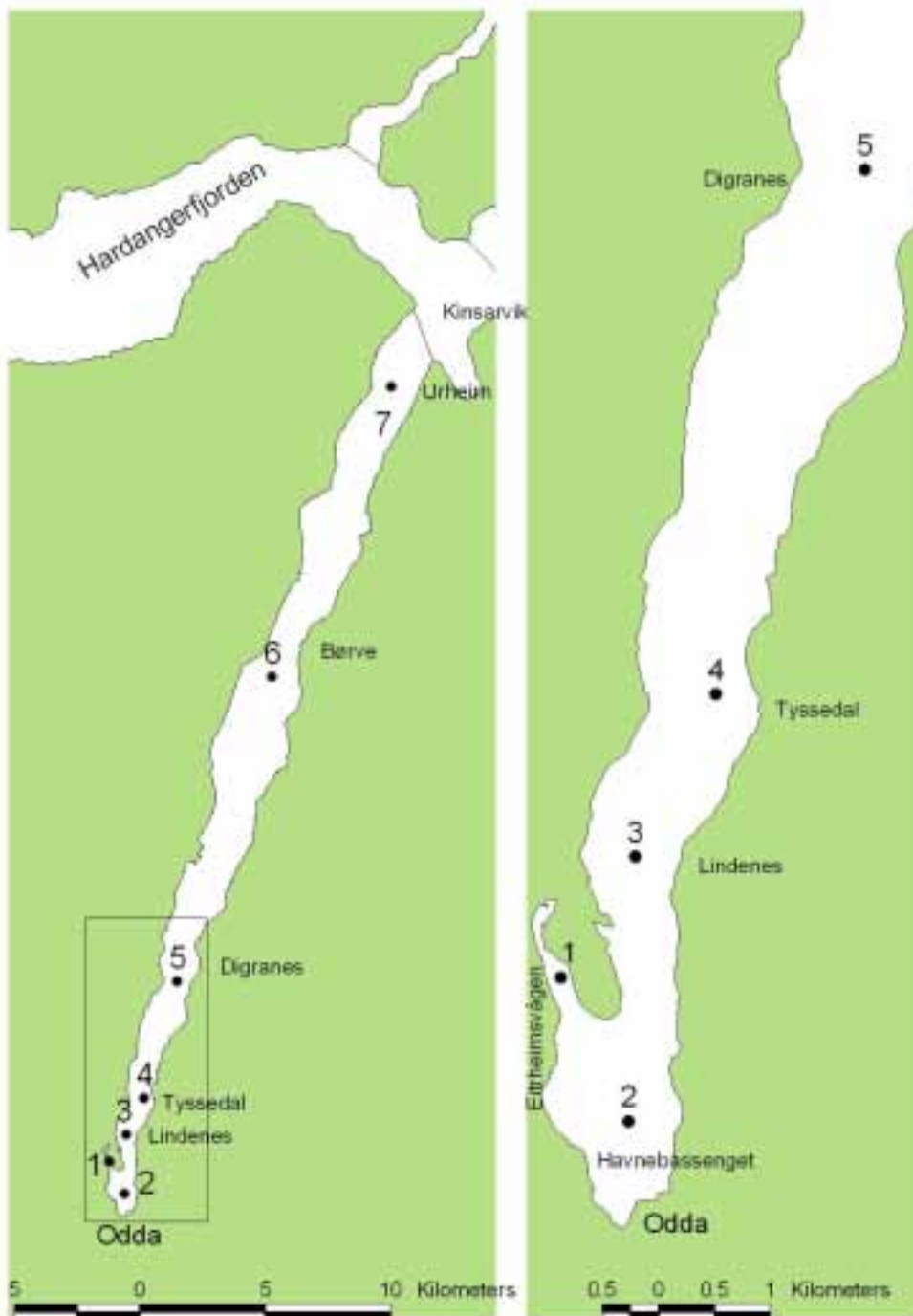
- Concentrations of  $\Sigma$ PAH in blue mussel corresponded to Class I (insignificantly/slightly polluted) at all stations in 2011.
- Concerning only the carcinogenic compound benzo[a]pyrene, the concentrations also corresponded to Class I (insignificantly/slightly polluted) at all stations.

### 3. Innledning

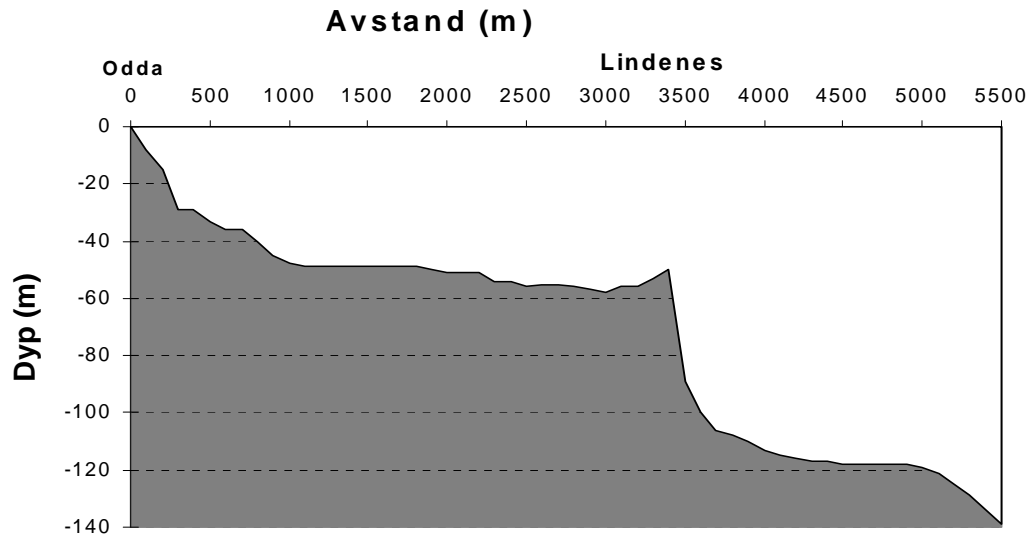
#### 3.1 Topografi

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 2011.



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



### 3.2 Bakgrunn og formål

Overvåkingen av Sjørfjorden 2011 representerer femte og siste året av et 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

Sjørfjorden 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 kadmiom [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).

Utslipet av oksygenforbrukende nitrogenforbindelser fra Odda smelteverk, da dette var i drift, førte til ekstremt dårlige oksygenforhold i Sjørfjordens indre del. Nedleggelsen av smelteverket høsten 2002 medførte at primæruitslippene av oksygenforbrukende stoffer

stoppet. Oksygenforholdene har i det senere vært analysert annethvert år innenfor overvåkingsprogrammet (neste gang i 2012).

Det er tidligere bemerket at forhøyede konsentrasjoner av DDT og dets nedbrytningsprodukter er observert i blåskjell i senere år. 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 (reduisert sulfatdeposisjon/sur nedbør) og derfor mer løst organisk karbon i overflatevann, som kan transportere DDT ut av jorda [2-4]. 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; [5]). Gjeldende kostholdsråd er satt på bakgrunn av forurensningen med kadmium, bly, kvikksølv, dioksiner og PCB og ble sist vurdert (og omformulert) i 2010.

Kostholdsrådet for Sørfjorden/Hardangerfjorden lyder som følger:

- *Ikke spis brosme og lange fisket innenfor en linje mellom Tørvikbygd og Jondal i Hardangerfjorden.*
- *Ikke spis skjell plukket i Sørfjorden innenfor en linje mellom Grimo og Krossanes.*
- *Gravide og ammende bør ikke spise krabber, hummer eller stasjonær fisk fanget i Sørfjorden innenfor en linje mellom Grimo og Krossanes.*

Nylig har Mattilsynet for øvrig advart mot å spise lever fra selvfanget fisk innenfor grunnlinjen, dvs. i kystnære områder. Torsk fra Barentshavet som i perioder er på vandring innenfor grunnlinjen er ikke en del av advarselen. Advarselen er gitt på bakgrunn av en undersøkelse i 15 havner og fjorder og at det er fastsatt grenseverdi for summen av dioksiner og dioksinliknende PCB i fiskelever. Tidligere advarsel mot å spise fiskelever fra noen havner og fjorder er altså erstattet med et generelt råd til publikum.

Utslipp til sjø av metaller (i 2011 og 2010) fra Boliden Odda AS og Eramet Titanium & Iron (ETI) rapportert til Klif er vist i Tabell 1. Tabellen indikerer en markant reduksjon i utslippet av bly fra 2010 til 2011.

*Tabell 1. Offisielle anslag over utslipp til sjø fra Boliden Odda AS og Eramet Titanium & Iron (ETI) i 2011. Basert på opplysninger fra Klif. Tallene i parentes representerer utslipp i 2010.*

<b>Bedrift</b>	<b>Cu, kg/år</b>	<b>Pb, kg/år</b>	<b>Zn, kg/år</b>	<b>Cd, kg/år</b>	<b>Hg, kg/år</b>
Boliden Odda AS*	172 (276)	683 (3662)	3569 (3217)	31 (32)	1,9 (1,9)
ETI	4 (9)	138 (306)	4082 (6537)	2,5 (4,6)	0,5 (0,8)
<b>Totalt</b>	176 (285)	822 (3968)	7651 (9754)	33 (37)	2,3 (2,7)

\* Totalt utslipp fra sinkverket og aluminiumfluoridfabrikken.

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). I tillegg går dypvannsutslippet fra ETI i Tyssedal ut på 35-40 m dyp.

I tillegg til utslippene av metaller til vann er det også utslipp til luft, hvorav en del må forventes å ende opp i Sørfjorden. I 2011 var det totale utslippet av kvikksølv til luft fra Boliden og ETI henholdsvis 7,1 kg og 3 kg.

## 4. Materiale og metoder

### 4.1 Vannprøvetaking og analyser (metaller)

Vannprøver til analyse av metaller ble samlet inn 28. februar, 17. mars, 18. mai, 9. juni, 23. august, 23. september, 14. oktober og 25. november 2011 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 september 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 fast-fase ekstraksjon og bestemmelse v.h.a. ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Kvikksølv ble analysert ved NIVA etter salpetersyreoppløsning ved kalddampeteknikk og gullfelle [6]. Saltholdighet og temperatur ble målt med salinoterm (YSI model 30) 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 langtidsprogrammet (2007-2011) er det samlet skjell til prøver i triplikat på 2 stasjoner. I 2011 er skjell til triplikate prøver samlet inn på stasjonene Eitrheimsneset (B2) og Utne. Det var ikke levende skjell å oppdrive på stasjonene Byrkjenes (B1) og Tyssedal (B3). 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. Betydningen av denne replikasjonen er analysert (statistisk) på oppdrag av Klif og resultatene er i ferd med å rapporteres (Bjerkeng, under utarbeidelse). Undersøkelsen konkluderer med at triplikate prøver per stasjon gir betraktelig høyere evne til å detektere tidsmessige trender, enn enkeltprøver.

Muslinger er og har vært en foretrukket organismegruppe innenfor flere overvåkingsprogrammer (se for eksempel [7]), 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 på 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 [7].

Blåskjell (*Mytilus edulis*), ble samlet inn i uke 43 (24-28. oktober), 2011, på stasjonene B2 (Eitheim; 3 prøver), B4 (Digranes), B6 (Kvalnes), B7 (Krossanes), Måge og Utne (3 prøver).



Det var som nevnt ikke levende skjell å oppdrive på stasjonene B1 (Byrkjenes) og B3 (Tyssedal).

På stasjon B6 (Kvalnes) ble skjell samlet inn 100 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 syd. 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 [8], ble blåskjell fra Byrkjenes, Eitrheim, Kvalnes, Krossanes, Ranaskjær og Vikingneset prøvetatt 7. august – 9. september, 2011 (Tabell 2, Figur 3).

Blåskjellene er analysert for klorerte organiske miljøgifter, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) 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/F), oktober og november 2011. Fra Strandebarm (Hardangerfjorden; CEMP-st. 67B/F) ble torsk, skrubbe og glassvar (*Lepidorhombus whiffiagonis*) også fanget i oktober 2011. Glassvar ble også samlet inn fra den tilnærmet uberørte Åkrafjorden (CEMP-st 21F) i oktober, 2011. Skrubbe ble ikke analysert/fanget i Åkrafjorden i 2011.

Prøver av dypvannsfisk, nærmere bestemt brosme (*Brosme brosme*) og blålange (*Molva dipterygia*) er også samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2011. Disse ble samlet i indre (mellom Klumpen og Skjeldvik) og ytre (mellom Kråkevik og Børvenes) Sørfjorden i november 2011.

#### *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.

Prøver av lever fra ovennevnte torsk ble også tatt ut 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 blåskjell (2010), lever av brosme (2009), filet av torsk (2008) og lever av torsk (2007). Disse analysene ble utført ved NILU (se nedenfor). Det ble forberedt 3 blandprøver, av 5 individer (se spesifisering i fotnoter under Tabell 11).

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; [9]). 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 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. [10, 11] og Oehme et al. [12].

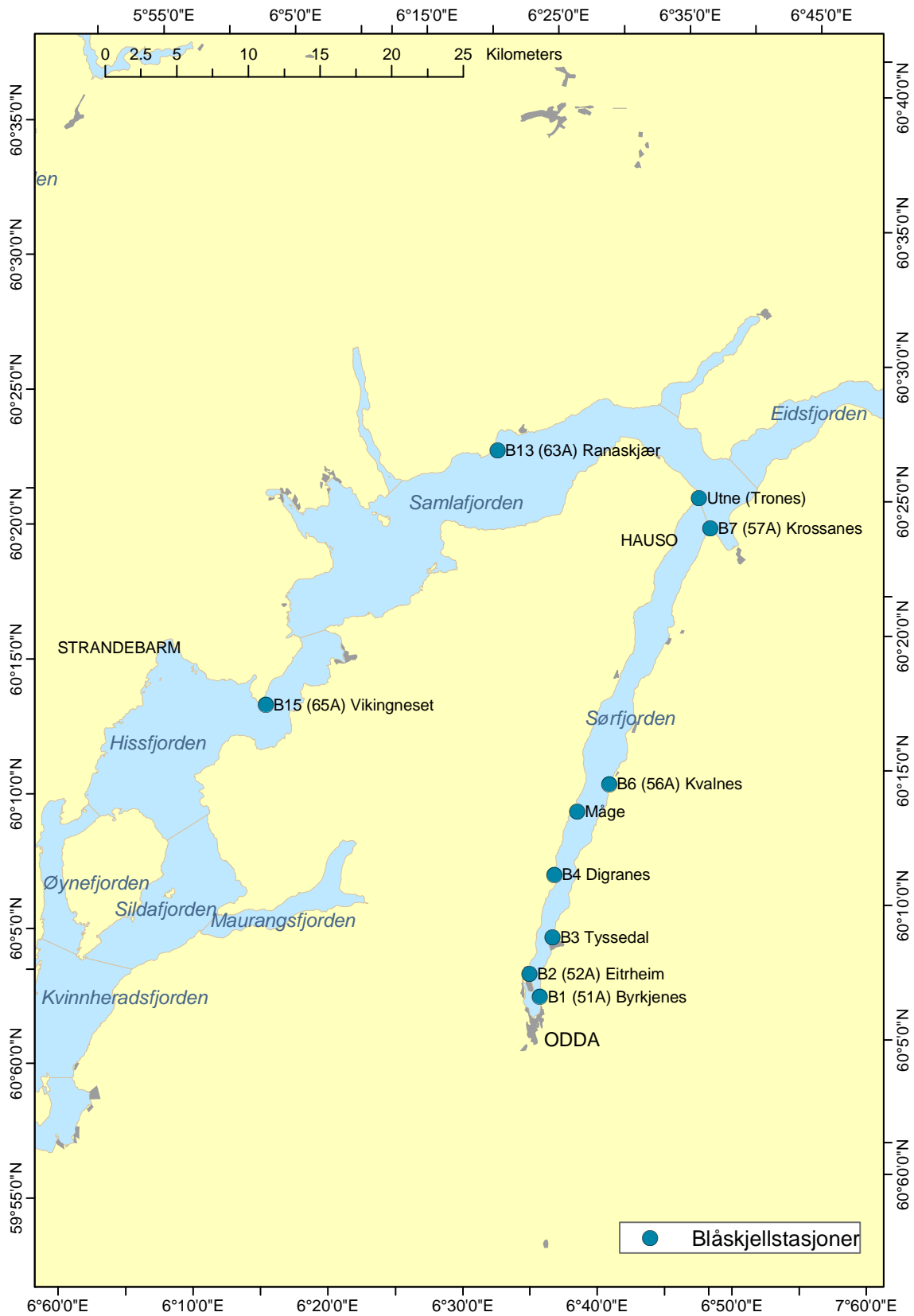
Analyseresultatene for klororganiske forbindelser (NIVA) kvalitetssikres ved blant annet å analysere kjente standarder for hver tiende prøve på gasskromatografen, regelmessig blindprøvetesting, samt jevnlig kontroll av hele opparbeidings- og analyseprosessen ved bruk av internasjonalt sertifisert referansemateriale og en husstandard (blåskjell). Standard avvik for bestemmelse av enkeltforbindelser er 10 – 20% 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 2011. Mrk. Skjell har blitt samlet på to nye stasjoner siden 2003, "Måge" og "Utne (Trones)").

STASJONER (CEMP-nr.)	ADKOMST	Ca. AVSTAND FRA ODDA (km)
St. B 1 (51A)	Byrkjenes. Ved pir på badestrand. (Merk: Kun tomme skjell å finne).	2
St. B 2 (52A)	Eitrheim. Under kommunal kai (tau).	3
St. B 3 <sup>*</sup>	Tyssedal. Tau og kjetting på brygge (ingen skjell å finne i 2011).	6
St. B 4	Digranes. Påle på kai.	10
Måge	Skjær og steiner ved badeplass (opprinnelig fast prøvepunkt).	15
St. B 6 (56A)	Kvalnes. 100 m syd for fast prøvepunkt.	18
St. B 7 (57A)	Krossanes, 100-200 m syd for nøstet på selve pynten (som er opprinnelig fast prøvepunkt).	37
Utne (Trones)	Nes der Sør fjorden begynner (flottører i liten båthavn).	40
St. B 10 *	Sengjaneset/Eidfjord, svaberg.	44
St. B 13 (63A) <sup>1</sup>	Ranaskjær, skjær med sementkum, rett overfor Bjølvefossen.	58
St. B 14 *	Rykkjaneset, m/svaberg nedenfor eng.	69
St. B 15 (65A) <sup>1</sup>	Vikingneset, ved fyrlykt.	84
St. B 16 *	Nærnes, Bondesundet, skjær ved brygge og naust.	100

<sup>1</sup>. Skjell samles kun innenfor CEMP.

Figur 3. Prøvesteder for blåskjell i Sør fjorden/Hardangerfjorden (CEMP 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

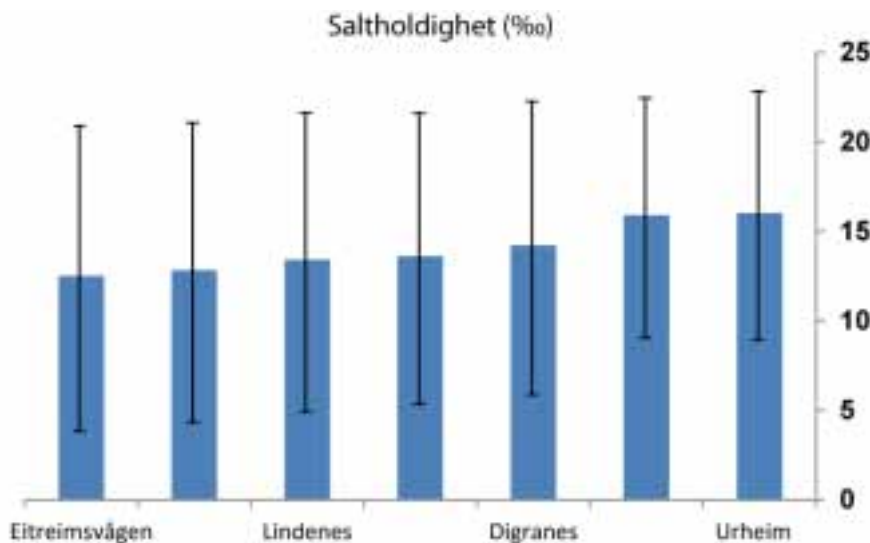
Alle rådata befinner seg i vedlegget.

#### 5.1.1 Saltholdighet og temperatur

Saltholdighet er målt slik at man kan anslå hvor mye ferskvann som befinner seg i overflatevannet. Saltholdigheten avtar jo mer elvevann som er innblandet. En episodisk økning i saltholdighet kan ofte skyldes en oppstrømning av saltere bunnvann som følge av vind som fører overflatevannet ut av fjorden, eller eventuelt som resultat av en dypvannsutskiftning.

Variasjonene i saltholdighet i overflatelaget i Sørffjorden er vist i Figur 4.

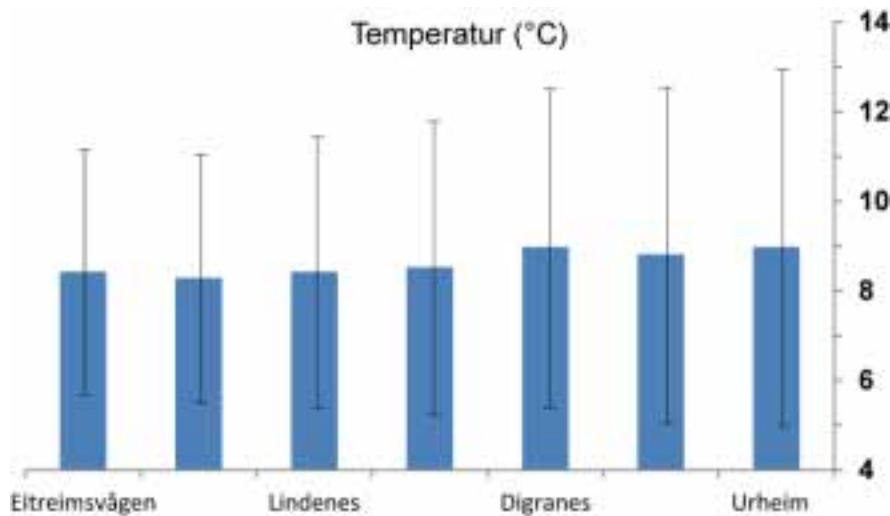
Figur 4. Saltholdighet (‰, årsmiddel og  $\pm 1$  standardavvik) i overflatevannet i Sørffjorden i 2011. Venstre er sørvest og høyre nordøst i fjorden.



Figuren viser at saltholdigheten i overflatevannet er lavest og variasjonen størst innerst i fjorden (Eitheimsvågen, Havnebassenget og Lindenes). De to ytterste stasjonene i nordvest (Børve og Urheim) er også i hovedsak like i saltholdighet og har minst variasjon og høyest saltholdighet.

Temperaturen i overflatevannet midlet over året viser størst årsvariasjon ytterst i fjorden (Figur 5).

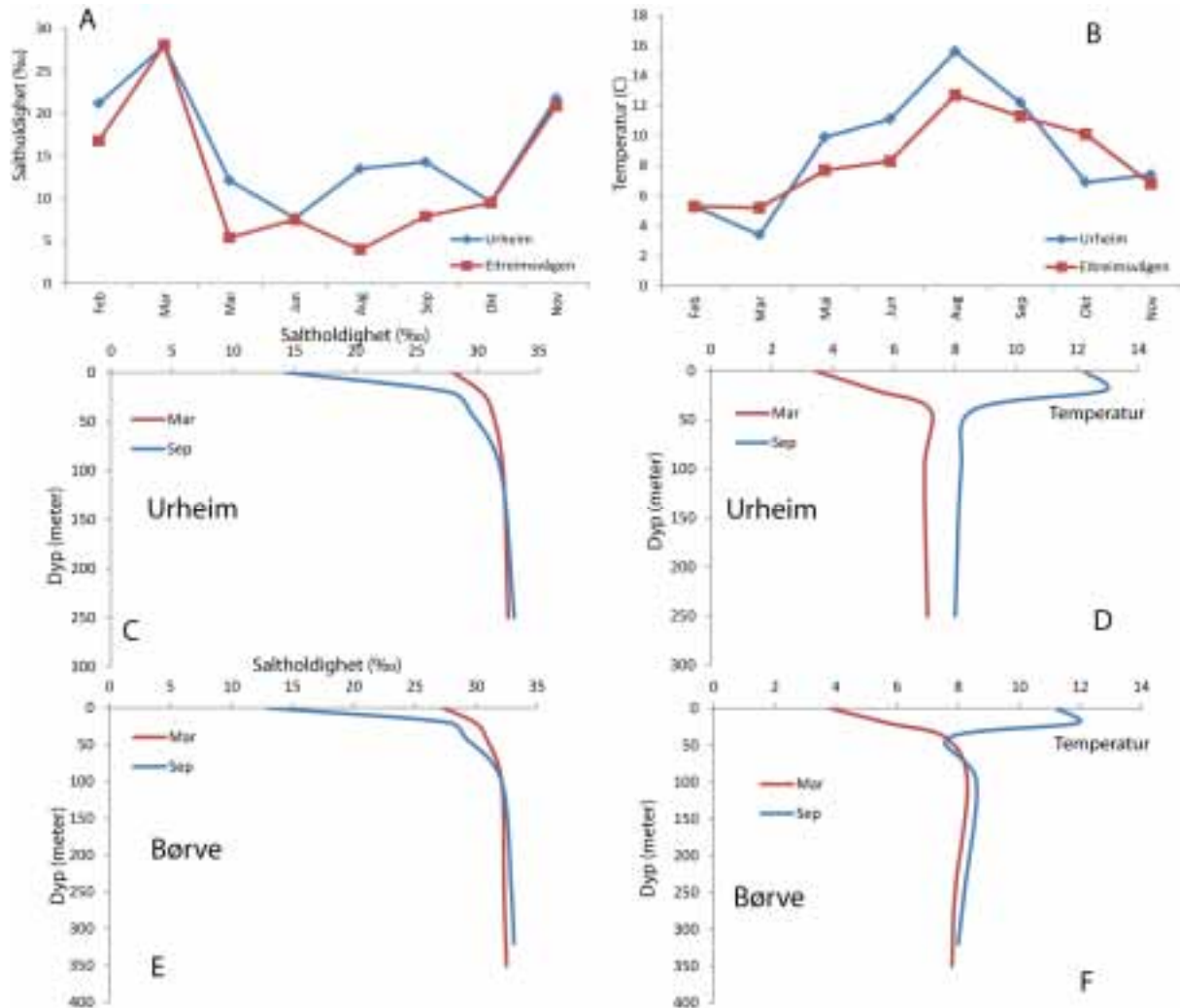
Figur 5. Temperaturvariasjon (årsmiddel og  $\pm 1$  standardavvik) i overflatelaget i Sør fjorden.



Figur 6 viser hvordan saltholdigheten og vanntemperaturen varierer igjennom året og i dypet for utvalgte stasjoner. Det er, som forventet, høyest saltholdighet og lavest overflate-temperatur i vinterhalvåret. Man kan observere lav saltholdighet i mai både innerst og ytterst i fjorden (sannsynligvis forbundet med vårflo), med en oppvarming av overflatelagene. Saltholdigheten er relativt homogen i vannsøylen under 100 meter igjennom hele året. I Havnebassenget er også fjordvannet i stor grad homogent i målingen gjort i mars 2011.

Til sammenligning ble det gjort profilmålinger i juni og september i 2010 [13], der det homogene laget ble målt fra 20 meters dyp og ned til bunnen i begge periodene. Saltholdigheten i 2010 var tilsynelatende lavere enn i 2011, noe som kan indikere at det har skjedd en innstrømming av saltet bunnvann fra den ytre fjorden vinteren 2011. Det er imidlertid vanskelig å konkludere noe vedrørende vannmassene i fjordsystemet, basert kun på to profiler per år (en målt i mars og en i september, 2011).

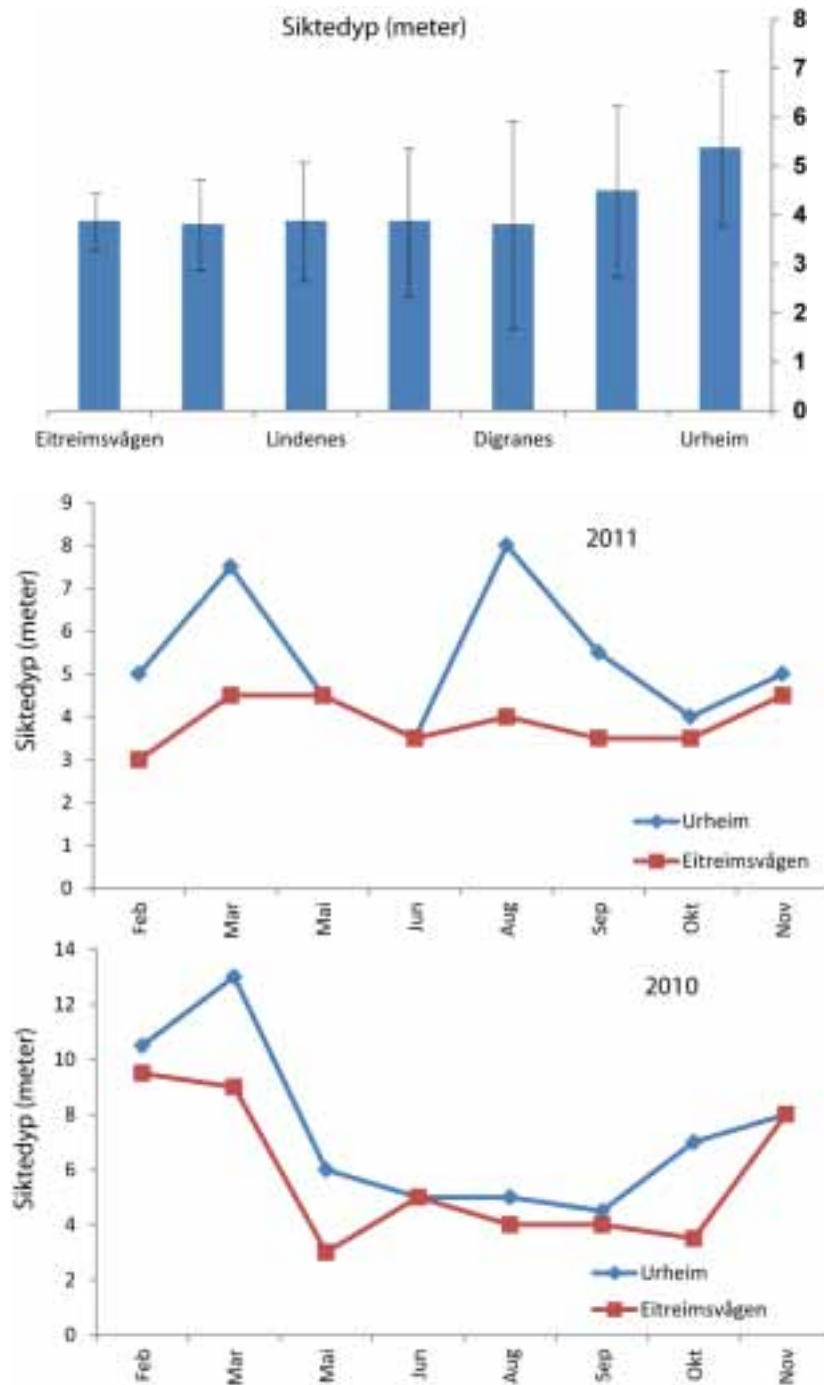
Figur 6. Saltholdighet (A) og temperatur (B) igjennom 2011 ved den innerste og ytterste stasjonen i Sør fjorden (overflaten). Dybdeprofiler for saltholdighet (C) og temperatur (D) ved ytterste (Urheim) og midtre (Børve; hhv. E og F) stasjonen i Sør fjorden. Dybdeprofilene er angitt med glattede kurver basert på 5 og 6 datapunkter per tidspunkt ved hhv. Urheim og Børve.



### 5.1.2 Siktedyp

Siktedypet er et indirekte mål for turbiditeten i vannmassene. Nedsatt siktedyp kan skyldes for eksempel stor planktonmengde, transport av sedimenter (leire og silt) fra elver eller partikler knyttet til utslipp. Siktedypet var gjennomgående lavere i 2011 enn i 2010. Gjennomsnittlig siktedyp varierte mellom 5,4 og 3,9 m (Figur 7) med størst variasjon ved Digranes. Dette avviker fra 2010, da det var siktedyp opp til 10 meter på vinteren ved de ytterste stasjonene og nært 9 meter i den innerste stasjonen. I det innerste bassenget er siktedypet mindre enn 5 meter hele året.

Figur 7. Øverst: Siktedyp (årsmiddel) ved stasjonene i Sørffjorden vist med  $\pm$  et standardavvik. Midten og nederst: siktedyp innerst og ytterst i fjorden igjennom året i henholdsvis 2011 og 2010.





### 5.1.3 Metaller i overflatevannet

Sjøvann har et naturlig innhold av spormetaller. Konsentrasjonene er oftere noe lavere enn i elvevann, slik at overflatevannet i fjorder påvirket av ferskvann naturlig har noe høyere konsentrasjoner av metaller enn dypvannet. For å kunne klassifisere sjøvann med hensyn til innhold av metaller har Klif utarbeidet et klassifiseringssystem for miljøkvalitet (TA-2229, 2007) og dette er også tatt inn i reglene for Vannforskriften (Veileder 01:2009). De kjemiske tilstandsklassene er delt i fem, der klasse I (Meget god) representerer naturlig bakgrunn, skillet mellom klasse II (God) og III (Moderat) representerer nedre grense for økologiske effekter for langtidseksponering, opp til klasse IV (Dårlig) med akutt påvirkning og V (Svært dårlig) med alvorlige akutte effekter.

Metallnivået i overflatevannet i Sjøfjorden har vært overvåket nært sammenhengende siden 1979 og representerer de lengste måleseriene av metaller i fjordvann i Norge. Materialet har derfor stor verdi både for overvåking og forskning. Overflateverdiene representerer 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.

Tabell 3. Kopi av deler av tabell fra TA-2229-2007 (Klif) for kjemiske tilstandsklasser for vann [14].

Tabell 7 a Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske stoffer i vann.

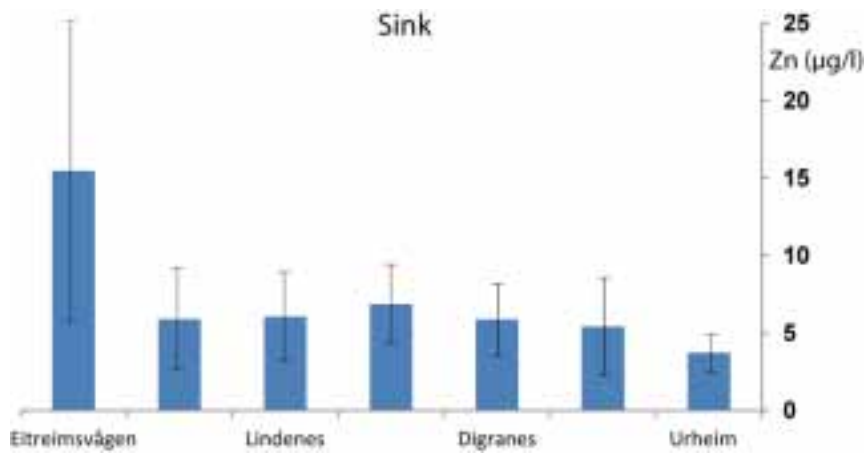
	I	II	III	IV	V
	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
<b>Metaller</b>					
Arsen ( $\mu\text{g As/L}$ )	<2	2 - 4,8	4,8 - 8,5	8,5 - 85	>85
Bly ( $\mu\text{g Pb/L}$ )	<0,05	0,05 - 2,2	2,2 - 2,9	2,9 - 28	>28
Kadmium ( $\mu\text{g Cd/L}$ )	<0,03	0,03 - 0,24	0,24 - 1,5	1,5 - 15	>15
Kobber ( $\mu\text{g Cu/L}$ )	<0,3	0,3 - 0,64	0,64 - 0,8	0,8 - 7,7	>7,7
Krom ( $\mu\text{g Cr/L}$ )	<0,2	0,2 - 3,4	3,4 - 36	36 - 360	>360
Kvikksølv ( $\mu\text{g Hg/L}$ )	<0,001	0,001 - 0,048	0,048 - 0,071	0,071 - 0,14	>0,14
Nikkel ( $\mu\text{g Ni/L}$ )	<0,5	0,5 - 2,2	2,2 - 12	12 - 120	>120
Sink ( $\mu\text{g Zn/L}$ )	<1,5	1,5 - 2,9	2,9 - 6	6 - 60	>60

#### Sink (Zn)

Gjennomsnittlig konsentrasjon av sink i overflatevannet i Sjøfjorden i 2011 var 3,7  $\mu\text{g/l}$  ved munningen av fjorden (Urheim) og 15,4  $\mu\text{g/l}$  innerst i fjorden ved Eitrheimsvågen (Figur 8). Dette tilsvarer tilstandsklasse III (Moderat) ytterst i fjorden og klasse IV (Dårlig) innerst i fjorden.

Prøvene tatt den 28.02 har alle et uventet høyt nivå av sink. Overflatekonsentrasjonene var for øvrig høye for alle metallene i februar (minst 2-3 ganger gjennomsnittet for overflatevann). Det lyktes ikke å kvantifisere sink prøven ved Urheim i februar.

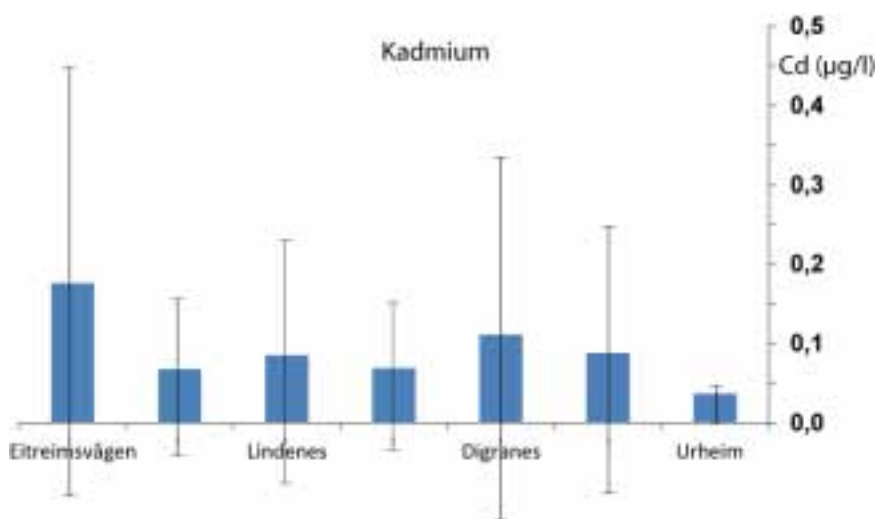
Figur 8. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av sink ( $\mu\text{g/l}$ ) vist  $\pm$  et standardavvik for overflateprøver fra Sør fjorden i 2011.



### Kadmium (Cd)

Gjennomsnitt av kadmium igjennom året var  $0,18 \mu\text{g/l}$  innerst i fjorden (Eitreimsvågen; tilstandsklasse II, god) med en klar økning tidlig på våren (mars) opp mot  $0,75 \mu\text{g/l}$  (tilstandsklasse III, Moderat). Ytterst i fjorden var innholdet lavere ( $0,035 \mu\text{g/l}$ ) men også i tilstandsklasse II (god). Dette er en økning innerst i fjorden (2010:  $0,11 \mu\text{g/l}$ , 2009:  $0,12 \mu\text{g/l}$ ) men en reduksjon ytterst i fjorden (2010:  $0,05 \mu\text{g/l}$ , 2009:  $0,05 \mu\text{g/l}$ ). Gjennomsnittsverdiene og standardavviket for overflatevannanalysene er vist i Figur 9 for året 2011.

Figur 9. Gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjoner ( $\mu\text{g/l}$ ) vist med  $\pm$  et standardavvik for overflateprøver fra Sør fjorden. På grunn av høye konsentrasjoner i februar er alle standardavvikene store.



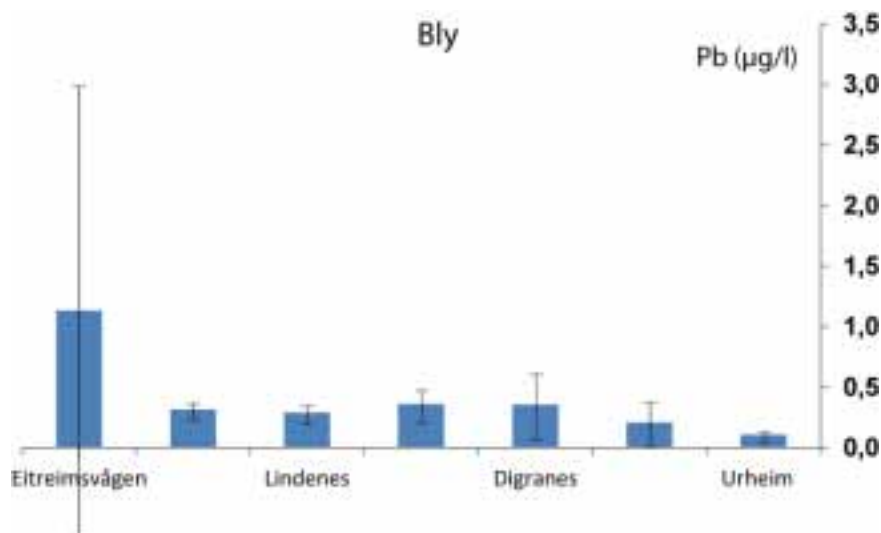
*Kobber (Cu)*

Innholdet av kobber i overflatevann var 0,84 µg/l innerst i fjorden (Eitrheimsvågen) og 0,88 µg/l ytterst, ved Urheim. Dette er en liten økning fra 2009 og 2010 (hhv 0,62 µg/l og 0,80 µg/l, og 0,65 µg/l og 0,78 µg/l). Dette gir sjøvannet en tilstandsklasse IV (Dårlig).

*Bly (Pb)*

Gjennomsnittsinholdet av bly i overflatevannet var 0,14 µg/l ved Urheim og 1,13 µg/l i Eitrheimsvågen (Figur 10). Dette representerer tilstandsklasse II (god). Ytterst i fjorden representerer dette en reduksjon på rundt 60 % og også en reduksjon for den indre fjorden, i forhold til 2010. Utslippet av bly ble redusert med over 3 tonn fra 2010 til 2011 (Tabell 1) og det er mulig at man kan observere en effekt av dette. Det må imidlertid bemerkes at reduksjonen er gjort i utslipp som kommer ut ved ca. 30 m dyp, og ikke i overflaten.

Figur 10. Gjennomsnittskonsentrasjoner av bly (µg/l) i overflatevann i Sørffjorden vist med ± et standardavvik. For Eitrheimsvågen er standardavviket større enn gjennomsnittet.

*Kvikksølv (Hg)*

Kvikksølv er det metallet som har størst forurensingspotensiale fordi uorganisk kvikksølv omdannes til organiske kvikksølvforbindelser som akkumuleres i organismer. I tillegg til bioakkumulering, har organiske kvikksølvforbindelser en tendens til å biomagnifiseres, dvs. at mengden av kvikksølv øker oppover i næringskjedene. I det marine miljøet betyr dette at kvikksølv kan akkumulere i fisk til nivåer som overskrider grenser for hva som betraktes som akseptabelt som menneskeføde. Opptak av kvikksølv i fisk kan skje både via vann og føde. Av den grunn er det viktig å overvåke nivåene av kvikksølv i vannmassene i Sørffjorden. Klif's veileder (TA-2229/2007) er basert på uorganisk kvikksølv og tar ikke hensyn til at kvikksølv kan metyleres i miljøet. God vannkvalitet er oppad begrenset til 48 ng/l Hg, dvs. ca. 50 ganger høyere enn et normalt fjord- og kystvann (ca. 1 ng/l).

I 2011 viste mange av analysene av overflatevannet konsentrasjoner under deteksjonsgrensen (1 ng/l). Det er derfor ikke regnet ut gjennomsnittskonsentrasjoner, siden disse ville være misvisende. To prøver (mars og september) hadde målbare resultater ytterst ved Urheim (3 ng/l og 2 ng/l). Kun innenfor Digraneset er det mer enn halvparten av overflateanalysene som viste detekterbare konsentrasjoner. I den indre fjorden ble det målt konsentrasjoner på 2 ng/l eller høyere i alle høst- og vinterprøvene og opptil 14,5 ng/l i september i Eitrheimsvågen. Som nevnt tilsvare kvikksølvkonsentrasjoner på mellom 1 ng/l og 48 ng/l i sjøvann tilstandsklasse II (god). Så selv om konsentrasjonene har økt noe i forhold til 2010, representerer de samme tilstandsklasse (god).

#### 5.1.4 Metaller i bunnvann og intermediære dyp

Det finnes data tilbake til 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 meter 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.

Når overvåkingen av dypvannet igjen er tatt opp er det fordi man ønsker å få et bilde av vannkvaliteten i hele vannsøylen. Det ble derfor foretatt prøver av dypvannet ved to av de ordinære toktene (mars og september) i 2011, likeledes som i 2009.

##### *Sink (Zn)*

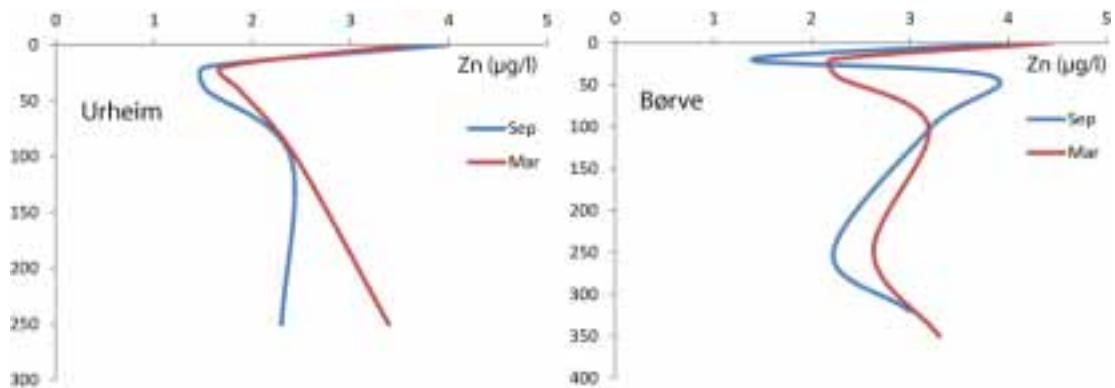
Sinkkonsentrasjonene varierer sterkt vertikalt i fjorden, med de høyeste konsentrasjonene i overflatevannet og nært bunnen. Konsentrasjonene i bunnvannet var høyere i mars enn i september (Figur 11).

Ved Urheim, ytterst i Sørfjorden, var bunnvannet i tilstandsklasse III i mars og tilstandsklasse II i september 2011. Ved Børve vises en forbedring av vannkvaliteten rundt 100 meters dyp i forhold til 2010 (tilstandsklasse III om våren og høsten 2011). Lenger inne i fjorden, ved Digraneset var det liten variasjon i mars, med gjennomsnitt på 3,7 µg/l og den høyeste konsentrasjonen var i overflaten (6 µg/l). Dette tilsvare tilstandsklasse III og representerer ingen endring i forhold til 2010. Ved Tyssedal i 2010 ble den dårligste vannkvaliteten observert i laget mellom 20 og 40 meters dyp [13]. I mars 2011 kunne dette ikke observeres og konsentrasjonene var dessuten lavere i september (10 µg/l i 2011 vs. 27 µg/l i 2010). Igjen var det overflatekonsentrasjonen som var den høyeste om våren. Ved Lindeneset var de høyeste konsentrasjonene i laget ved 40 meters dyp i september men lagdelingen hadde vært borte i mars. Det samme mønsteret ses innover fjorden, bortsett fra i Eitrheimsvågen som har de høyeste marsverdiene i overflatevannet (32µg/l; vs. bunnvann: 22 µg/l, begge i tilstandsklasse IV), og høy konsentrasjon i bunnvann ved 10 meters dyp (28 µg/l) i september.

I overflatevannet i Eitrheimsvågen var det stor variasjon i sinkinnholdet og konsentrasjonene ser ut til å ha en sammenheng med saltholdigheten i overflatevannet, der de høyeste verdiene tilsynelatende samvarierer med sinkkonsentrasjonene.

Utslipet av sink ved ETI var 4 tonn og Boliden Odda AS 3,6 tonn i 2011 (Tabell 1), en reduksjon på totalt to tonn fra 2010. Utslippene er på 30-40 meters dyp, og ingen av disse er overflateutslipp.

Figur 11. Konsentrasjon av sink i vannsøylen ( $\mu\text{g/l}$ ) i mars og september ved henholdsvis Urheim og Børve. y-aksen viser meter under havoverflaten. Glattede kurver basert på 5 og 6 datapunkter per tidspunkt for hhv. Urheim og Børve.



*Kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu) og kvikksølv (Hg)*

Det vises til vedlegget, hvor alle analyseverdier per tidspunkt og dyp er presentert.

Det ble målt 9 ng/l og 13,5 ng/l kvikksølv i bunnvannet ved Urheim hhv i mars og september. Likeledes ble det målt 23,5 ng/l kvikksølv i Eitrheimsvågen i september. Imidlertid ser det ikke ut til at det er slike forhøyete konsentrasjoner i stor grad ved de øvrige stasjonene mellom disse to, selv om bunnvannet gjennomgående har konsentrasjoner over 2 ng/l kvikksølv.

Det ser ikke ut til at de øvrige metallene samvarierer med kvikksølv nedover i vannsøylen ved Urheim. Bly og sink ser imidlertid ut til å samvarierte. I 2011 ser det ut til at man har hatt en bunnvannsutskiftning og omrøring tidlig på våren. At nivåene innerst i fjorden er gjennomgående høyest ved 20 meters dyp kan skyldes at utslippene til fjorden inneholder ferskvann som stiger i vannmassene og innlagres litt høyere oppe i vannmassene i det utslippnære området. Grunnen til at vi gjennomgående observerer høyest overflatekonsentrasjoner er uklart.

## 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 Sjøfjorden:

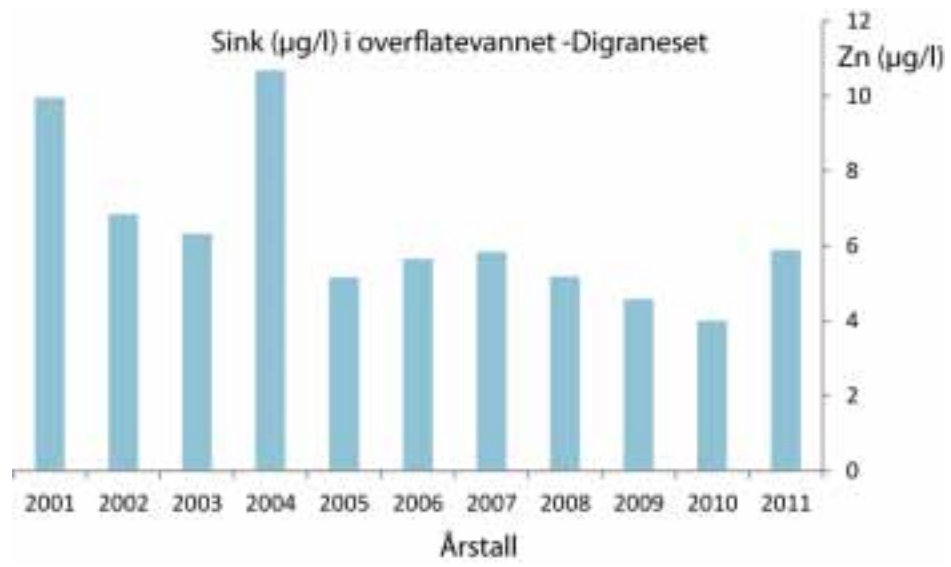
- Regulære utslipp fra sinkverket ved Boliden Odda AS (sentralt vannrenseanlegget, dypvannsutslipp (30 m) på østsiden av Eitrheimsneset, utpumping av forurenset vann bak spuntvegg til Eitrheimsvågen, utslipp fra kvikksølvrenseanlegget til Eitrheimsvågen) (kvantifisert)
- Regulære utslipp fra aluminiumfluoridfabrikken til Boliden Odda AS (kvantifisert)
- Regulære utslipp fra Eramet Titanium & Iron (ETI) i Tyssedal (dypvannsutslipp på 35 – 40 m dyp) (kvantifisert)
- Diffuse tilførsler fra bunnsedimenter, spesielt fra Eitrheimsvågen, men ellers fra området Tyssedal – Odda havnebasseng (ikke kvantifisert)
- Diffuse tilførsler fra industriområder, annen forurenset grunn og deponier (ikke kvantifisert, bortsett fra avrenning fra industriområdet på Eitrheimsneset)
- Tungmetaller som tilføres fra bekker og elver (ikke kvantifisert)
- Tilførsel fra kommunale avløpssystemer (ikke kvantifisert)
- Luftforurensning

Saltholdigheten i dypvannet indikerer at det kanskje har vært en dypvannsutskiftning i vannmassene på sen vinteren 2011, men datagrunnlaget er for spinkelt til å konkludere. Grunnen til at det ble observert høye metallkonsentrasjoner i overflatevannet sent i februar er uklart. Det har vært dårligere siktedyp i fjorden i 2011 enn i 2010.

Figur 12 viser årsgjennomsnittet for sink i overflatevann i løpet av de siste 11 år ved Digraneset som ligger ca. midt i Sjøfjorden. Det er grunn til å tro at den klare forbedringen i perioden 2000 – 2003 skyldes «Prosjekt Avløp» og reduksjonen av metalltilførsler via overflatevann på Eitrheimsneset. I løpet av denne perioden er vannkvaliteten endret fra dårlig (Kl. IV) til moderat (Kl. III). I 2004 var det igjen en topp mens det har vært reduksjon i årene etter dette. Imidlertid er prøvene fra 2011 igjen høyere enn i 2010, med en gjennomsnittskonsentrasjon på 5,9, noe som tilsvarer tilstandsklasse III. Enkelte andre metaller viste også høyere konsentrasjoner i 2011, sammenlignet med 2010.

Generelt er konsentrasjonene økende nedover i vannsøylen. Det har vært antatt at bunnsedimentene bidrar til bunnlagenes høye konsentrasjoner. I 2011 ble det imidlertid målt høyere overflatekonsentrasjoner enn bunnkonsentrasjoner i mars. I tillegg kommer industriens utslipp på 30-40 meters dyp innerst i fjorden. I dypbassengene lenger ut kan man se forhøyede metallnivåer som vil påvirkes av oppholdstiden til bunnvannet og frekvensen av dypvannsutskiftningene.

Figur 12. Årsgjennomsnitt for sink ( $\mu\text{g/l}$ ) i overflatevannet ved Digraneset.



## 5.3 Miljøgifter i organismer

### 5.3.1 Metaller i fisk

#### Oppsummering av de viktigste observasjonene i 2011:

- Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i torsk fra Sør fjorden i 2011 tilsvarte Kl. II (moderat forurenset) i Klifs klassifiseringssystem.
- Innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk var høyt.
- Innholdet av kadmium og bly i torsk fra Sør fjorden var lavt (hhv nær bakgrunn og lavere enn hva som er observert de siste par år), men innholdet av disse metallene i skrubbe var noe høyere.

I det følgende redegjøres det for resultatene fra den årlige overvåkingen av fisk innenfor CEMP.

#### *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. Analysene dekker kvikksølv i filet og øvrige metaller i lever.

Resultatene fra den rutinemessige årlige overvåkingen er oppsummert i Tabell 4.

Forhøyede konsentrasjoner av **kvikksølv** ble funnet i **torsk** fra **Sør fjorden** i 2011. Gjennomsnittlig kvikksølv-innhold tilsvarte **moderat** (Kl. II) i Klifs klassifiseringssystem for miljøkvalitet [15]. Dette er i samme område som konsentrasjonene har ligget etter 2002 (Tabell 5 og Figur 13).

I **skrubbe** fra Sør fjorden var imidlertid gjennomsnittskonsentrasjonen noe høyere enn i torsk (Tabell 4) og tilsynelatende noe høyere enn de foregående fire år (Tabell 5).

Med unntak av kvikksølv, er metaller i fisk så langt ikke inkludert i Klifs klassifiseringssystem, men i henhold til data fra CEMP referansestasjoner 1990-1998 [16] bør ikke innholdet av kadmium i torskelever være over 0,20-0,25 mg/kg. Gjennomsnittskonsentrasjonen av **kadmium** i **torsk** fra **Sør fjorden** lå i 2011 på et lavere nivå enn dette (Tabell 4). Gjennomsnittskonsentrasjonen av kadmium i **skrubbe** fra Sør fjorden var mer enn det dobbelte av den i torsk.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av **bly** i **torsk** fra **Sør fjorden** i 2011 var lavere enn hva som er observert de siste par år (og i mange tilfeller under deteksjonsgrensen for de individuelle prøver; Tabell 4). Gjennomsnittskonsentrasjonen av bly i **skrubbe** fra Sør fjorden var en størrelsesorden høyere enn den i torsk (og omtrent på samme nivå som i 2010; Tabell 4).



Konsentrasjonene av **kobber** og **sink** i fisk fra Sørfjorden lå på samme nivå som tidligere (Tabell 4).

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

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

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

### *Dypvannsfisk*

Gjennomsnittskonsentrasjoner av kvikksølv i filet av dypvannsfisk (blålange og brosme) fra Sørfjorden er vist i Figur 14. Innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk var høyt (dog tilsynelatende litt lavere enn foregående år; Tabell 6) og bekrefter igjen tidligere funn [18]. Bekymringene knyttet til dette kommer også til syne i gjeldende kostholdsrad (sist vurdert i 2010; se Kap. 3.2). Med hensyn på antall prøver foreligger det største materialet for brosme og i 2011 ble det ikke observert statistisk signifikante forskjeller i konsentrasjoner mellom brosme fra indre og ytre fjord (Figur 14), selv om gjennomsnittet i indre fjord ligger litt høyere enn i ytre. Det kommer også frem at konsentrasjonene av kvikksølv i muskel øker med lengde på fisken (Figur 15). Dersom man skulle sammenligne gjennomsnittskonsentrasjonene av kvikksølv i dypvannsfisk med Klifs tilstandsklasser for kvikksølv i filet av torsk, ville disse tilsvare meget sterkt forurenset (Kl. V) i indre fjord (Figur 14). 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"/sluk for ulike forurensninger. Her livnærer den seg av bunnassosierte organismer som reker, krabber, børstemark, muslinger og mindre bunnfisker [19]. Konsentrasjonene av kvikksølv i brosme fanget i 2011 er sammenstilt med tidligere analyser av brosme samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, i Tabell 6.

For ytterligere sammenligning vises det til en fersk rapport som omhandler miljøgifter i dypvannsfisk [20]. Det ble fanget brosme fra Åkrafjorden, Høyangsfjorden, Lofoten, Storfjorden og Sundalsfjorden. Denne rapporten konkluderer blant annet med at:

- Innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk er generelt høyt og generelt høyere enn i torsk fra samme område.
- Akkumuleringen av kvikksølv i dypvannsfisk øker med størrelsen på fisken.
- Kvikksølv-konsentrasjonene man observerer i brosme fra Sørfjorden er noe høyere enn i områdene som ble undersøkt.

Tabell 4. 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 (CEMP st. 53B/F), Strande barm i Hardangerfjorden (CEMP st. 67B/F) og Åkrafjorden (ref.st. 21F) i 2011, mg/kg våtvekt.

Stasjoner/Arter	Filet Hg	Lever Cd	Lever Pb	Lever Cu	Lever Zn
<b>Indre Sør fj.</b>					
Torsk <sup>1)</sup>	0,27/0,11	0,10/0,11	<0,05/~0,04	9,81/6,42	27,3/6,8
Skrubbe <sup>2)</sup>	0,38/-	0,29/-	0,45/-	9,75/-	41,7/-
<b>Strande barm</b>					
Torsk <sup>3)</sup>	0,08/0,06	0,02/0,01	<0,02/~0,00	6,76/0,91	17,6/0,3
Skrubbe <sup>4)</sup>	0,03/0,01	0,14/0,10	<0,03/~0,02	11,48/3,19	48,8/2,2
Glassvar <sup>5)</sup>	0,13/0,02	0,03/0,01	<0,02/~0,00	10,30/5,52	68,6/3,0
<b>Åkrafjorden (ref.st.)</b>					
Skrubbe <sup>6)</sup>	-	-	-	-	-
Glassvar <sup>7)</sup>	0,16/0,07	0,11/0,08	<0,02/~0,01	15,40/2,52	54,1/6,3

1) Individuelle analyser av 25 eks.: 598-2890 g (gjennomsnitt 1417 g).

2) 1 blandprøve à 5 eks: middelvekt i blandprøve: 812 g.

3) Individuelle analyser av 2 eks.: 2160 og 2478 g (gjennomsnitt 2319 g).

4) 3 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 399 g, 1222 g og 1651 g.

5) 2 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 443 g, og 608 g.

6) Det ble ikke fanget skrubbe i Åkrafjorden i 2011.

7) 3 blandprøver à 5 eks, så vidt mulig etter størrelse: middelvekter i blandprøver: 338 g, 434 g og 601 g.

Tabell 5. Gjennomsnitt av kvikksølv i filet av torsk, skrubbe og glassvar fra indre Sør fjorden (CEMP-st. 53B/F) og Strande barm (CEMP-st. 67B/F) 1987-2011, mg/kg våtvekt.

Stasjoner/ arter	-87	-88	-89	-90	-91	-92	-93	-94	-95	-96	-97	-98
<b>Indre Sør fj.</b>												
Torsk	0,26	0,11	0,22	0,20	0,24	0,40	0,17	0,09	0,09	0,24 <sup>1)</sup>	0,23 <sup>1)</sup>	0,25 <sup>1)</sup>
Skrubbe		0,10	0,13	0,12	0,13	0,12	0,08	0,15	0,05	0,17 <sup>2)</sup>	0,19 <sup>2)</sup>	0,20 <sup>2)</sup>
<b>Strande- barm</b>												
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

<sup>1)</sup> Middell av verdiene fra Tyssedal og Edna

<sup>2)</sup> Middell av verdiene fra Odda, Tyssedal og Edna

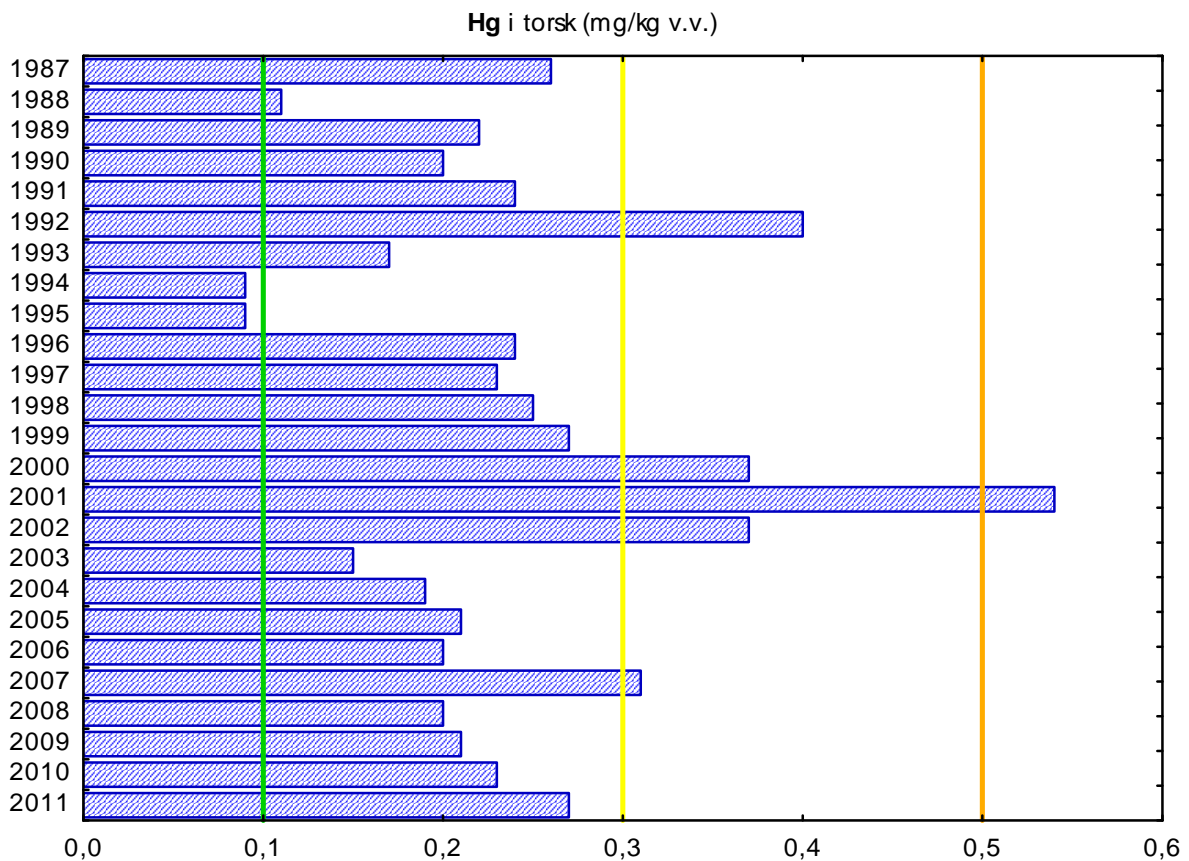
Stasjoner/ arter	-99	-00	-01	-02	-03	-04	-05	-06	-07	-08	-09	-10
<b>Indre Sør fj.</b>												
Torsk	0,27	0,37	0,54	0,37	0,15	0,19	0,21	0,20	0,31	0,20	0,21	0,23
Skrubbe	0,19	0,26	0,37	0,57	0,53	0,32	0,83	-	0,23	0,22	0,08	0,31
<b>Strande- barm</b>												
Torsk	0,07	0,11	0,08	0,08	0,05	0,04	0,06	0,06	0,07	0,06	0,09	0,11
Glassvar	0,24	0,19	0,16	0,16	0,14	0,23	0,17	0,14	0,17	0,14	0,07	0,13
Skrubbe	0,04	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,11	

Tabellen fortsetter på neste side.

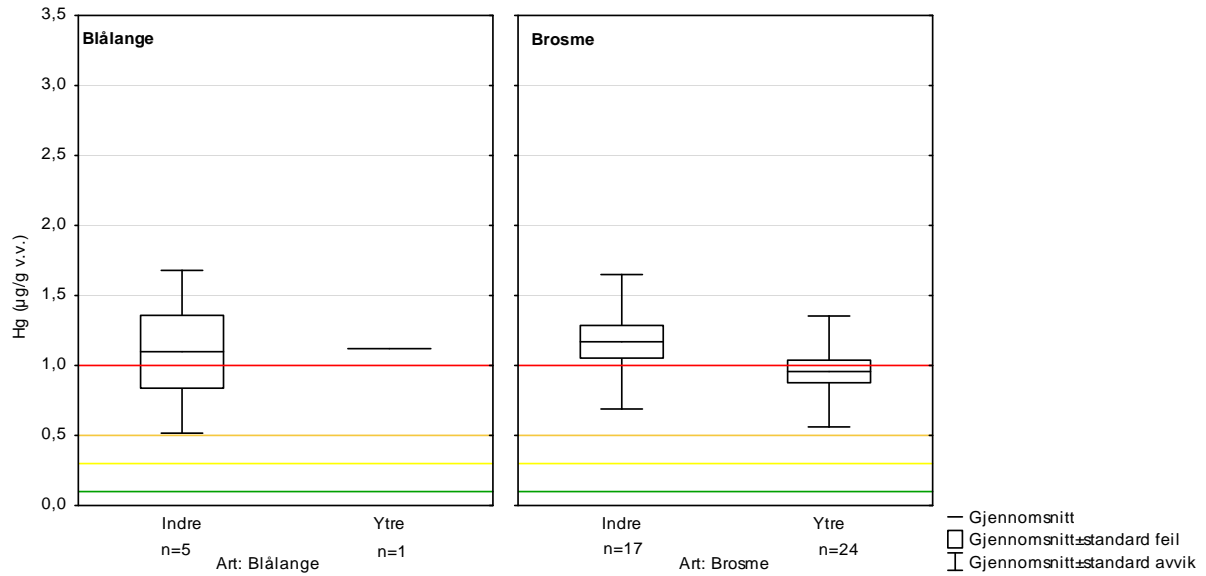
*Forts. Tabell 5.*

Stasjoner/ arter	-11
<b>Indre Sør fj.</b>	
Torsk	0,27
Skrubbe	0,38
<b>Strandebarm</b>	
Torsk	0,08
Glassvar	0,13
Skrubbe	0,03

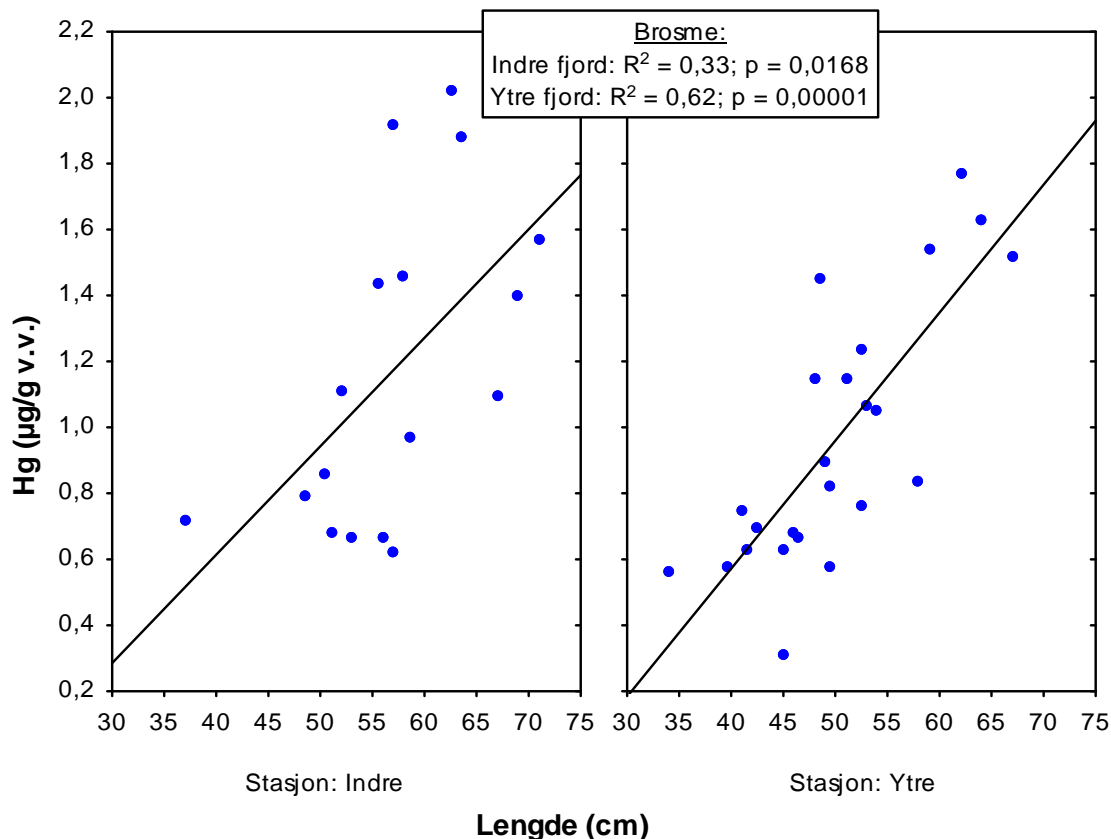
Figur 13. Gjennomsnittsverdier av kvikksølv i filet av torsk fra indre Sør fjorden (1987-2011), mg/kg våtvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 5. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset).



Figur 14. Konsentrasjoner av kvikksølv (mg/kg våtvekt) i dypvannsfisk (blålange, *Molva dipterygia*; brosme, *Brosme brosme*) fra Sørkjøya (indre og ytre fjord; antall analyserte prøver angitt) i 2011. 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 15. Lengde (cm) versus konsentrasjon (mg/kg våtvekt) av kvikksølv i brosme fra Sør fjorden (indre og ytre fjord), 2011.



Tabell 6. 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 [9, 18, 21-23] for detaljer). Individuelle fisk er analysert i 2009 og 2011.

	2003	2004	2005	2006	2009	2011
<b>Indre</b>	1,40	1,81	1,56	-	1,44	1,17
<b>Ytre</b>	1,58	1,24	1,66	1,20	2,53	0,96

### 5.3.2 Metaller i blåskjell

#### Oppsummering av de viktigste observasjonene i 2011:

- Metallanalysene av blåskjell viste ingen overskridelser av Kl. I (lite/ubetydelig forurenset) for kobber og sink, med unntak av en anomali ved Kvalnes, hvor konsentrasjonen av kobber tilsvarte Kl. III (markert forurenset).
- Kvikksølvkonsentrasjonen i blåskjell viste opp til markert forurensning (Kl. III; så vidt over grensen fra 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 B1/51A og B6/56A).
- Analysene av bly i blåskjell viste ubetydelig/lite (Kl. I) til markert (Kl. III) grad av forurensning.

Resultatene fra metallanalysene av blåskjell er presentert i Tabell 7. Den tidsmessige utviklingen er fremstilt i Figur 16-Figur 20 (i rekkefølgen kvikksølv, kadmium, bly, sink og kobber).

Metallkonsentrasjonene i blåskjell i 2011 viste generelt ingen påfallende endringer i forhold til de siste årene med overvåking (Tabell 7, Figur 16-Figur 20). Unntaket var en uvanlig høy konsentrasjon av kobber i skjell fra Kvalnes (B6/56A) i oktober (tilsvarte markert (Kl. III) forurenset). Denne observasjonen ble bekreftet ved re-analyse av prøven. Konsentrasjonen var imidlertid en faktor 6 lavere i september (samlet innenfor CEMP) og da på nivå med hva som vanligvis observeres. Siden denne observasjonen gjaldt spesielt kobber og bare kunne observeres på én stasjon er det nærliggende å anta at dette skyldes en lokal kilde. Kobber er for eksempel en bestanddel i antibegroingsmidler (bunnstoff) på fritidsbåter, hvilket kan ha hatt en innflytelse i dette tilfellet (også for eksempel i forbindelse med rengjøring av skrog ved opplag). Det er imidlertid ikke kjent at det var en båt i nærheten. Det kan for øvrig bemerkes at dersom man uttrykker denne konsentrasjonen på våtvekt, vil den være litt lavere enn konsentrasjonen som ble observert ved Utne i 2010. Imidlertid er konsentrasjonen på tørrvektbasis (hvilket Klifs tilstandsklasser er satt i forhold til) høyere, siden det var mindre tørrstoff i prøven (13 % mot 18 %).

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 (to måneder senere; Tabell 7), der hvor innsamlingsstasjonene er overlappende. Det er også analysert replikate prøver fra to stasjoner innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2011 (stasjonene Eitrheim, B2 og Utne; Tabell 8). Det var ingen større forskjeller i metallkonsentrasjoner mellom replikater (Tabell 8).

**Kvikksølv** viste opp til **markert (Kl. III)** forurensning (så vidt over grensen fra Kl. II; stasjon B1/51A; skjell samlet innenfor CEMP). Ellers var blåskjellene **ubetydelig/lite (Kl. I)** forurenset (stasjon B2/52A, B4, Utne, B13/63A og B15/65A) til **moderat (Kl. II)** forurenset (stasjon Måge, B6/56A og B7/57A) med kvikksølv.

**Kadmium** viste **ubetydelig/lite (Kl. I)** til **markert (Kl. III)** forurensning i blåskjellene (markert forurensning, Kl. III, i skjell samlet innenfor CEMP på stasjon B1/51A og B6/56A. Markert forurensning på stasjon B6/56A ble også observert i 2009 og 2010).

**Bly** viste **ubetydelig/lite (Kl. I)** til **markert (Kl. III)** (stasjon B1/51A og B6/56A) forurensning i blåskjellene.

Alle observasjonene av **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 8). Det må imidlertid igjen påpekes at blåskjell har en evne til å regulere opptak/utskillelse av dette metallet ([24] med ref.). Alle observasjonene av **kobber** tilsvarte også **liten/ubetydelig (Kl. I)** forurensning, slik de har gjort de siste årene, med unntak av i skjell fra Kvalnes (B6/56A), hvor konsentrasjonen tilsvarte **markert (Kl. III)** forurenset. Dette representerer en anomali (Figur 20) og er diskutert ovenfor.

Som nevnt tidligere år, 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 16-Figur 20). Statistiske trendanalyser som gjennomføres innenfor CEMP på de årlige medianene (1987-2011; Green et al. under utarbeidelse) viser 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 konsentrasjonsreduksjoner i blåskjell (Figur 17). Blant stasjonene hvor de lengste tidsseriene foreligger hadde modellen (den rette linjen) den beste forklaringsprosenten på stasjonene B4 (Digranes), B6 (Kvalnes) og B7 (Krossanes) (hhv.  $R^2=0,76$ ,  $R^2=0,73$  og  $R^2=0,69$ ), hvor man av Figur 17 også kan observere den jevneste nedgangen. Dataene kan imidlertid tilpasses enda bedre en eksponentiell reduksjon, hvor nedgangen er hhv. 16 %, 13 % og 12 % per år, slik det er vist i Figur 17b.

Tabell 7. Metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 2011 (7. august – 9. september, 2011 [CEMP] og 24. – 28. oktober, 2011 [Statlig program; S. P.], mg/kg tørrvekt). (Fra CEMP gjennomsnitt av 3 størrelseskategorier; fra INDEKS-programmet gjennomsnitt av 3 paralleller av samme størrelseskategori). Jfr. Figur 3 vedrørende stasjonsplassering (i tabellen oppført med økende avstand fra Odda). Det ble ikke funnet skjell på stasjonene B1 (Byrkjenes) og B3 (Tyssedal) i 2011.

St.	Hg		Cd		Pb		Zn		Cu	
	CEMP	S. P.	CEMP	S. P.	CEMP	S. P.	CEMP	S. P.	CEMP	S. P.
B1/51A	0,51 <sup>1)</sup>	-	7,3 <sup>1)</sup>	-	29,4 <sup>1)</sup>	-	87	-	6,5	-
B2/52A	0,13	0,14 <sup>2)</sup>	2,3	1,7 <sup>2)</sup>	6,1	5,9 <sup>2)</sup>	86	89 <sup>2)</sup>	5,9	5,4 <sup>2)</sup>
B3		-		-		-		-		-
B4		0,19		1,4		4,9		73		5,8
Måge		0,27		3,2		11,2		84		6,6
B6/56A	0,40	0,45	6,7	4,7	21,6	31,4	98	97	6,3	38,9
B7/57A	0,24	0,34	3,0	2,3	6,7	14,7	93	139	5,4	6,3
Utne		0,14 <sup>3)</sup>		1,1 <sup>3)</sup>		1,4 <sup>3)</sup>		69 <sup>3)</sup>		8,9 <sup>3)</sup>
B13/63A	0,12		1,3		2,0		74		3,9	
B15/65A	0,09		1,2		1,7		99		4,7	

<sup>1)</sup> INDEKS-stasjon

<sup>2)</sup> Median av 3 replikater

<sup>3)</sup> Median av 3 replikater

Tabell 8. Median-, minimums- og maksimumskonsentrasjon (mg/kg tørrvekt) i triplikate analyser (m.a.o. alle 3 observasjoner) av blåskjell fra stasjon B2 (Eitrheim) og stasjon Utne, 2011.

St.	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu
B2 <sup>1)</sup>	0,14 (0,13-0,15)	1,7 (1,7-1,9)	5,9 (5,9-6,9)	89 (83-105)	5,4 (4,9-5,4)
Utne <sup>2)</sup>	0,14 (0,14-0,16)	1,1 (1,1-1,1)	1,4 (1,2-1,5)	69 (67-75)	8,9 (8,7-9,1)

<sup>1)</sup> 3 replikater

<sup>2)</sup> 3 replikater

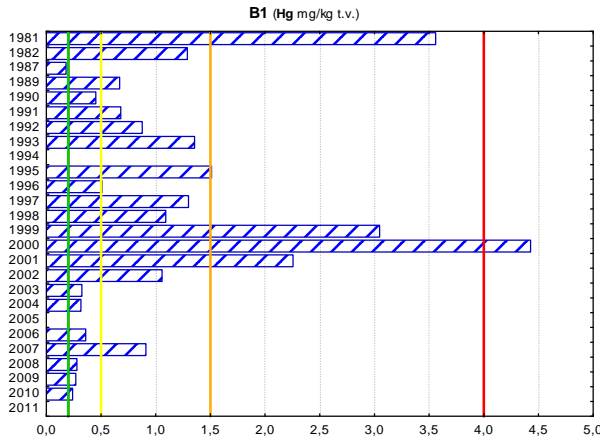
En sammenligning av metallkonsentrasjonene i blåskjell fra Sørfjorden og utenfor med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder viser følgende:

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

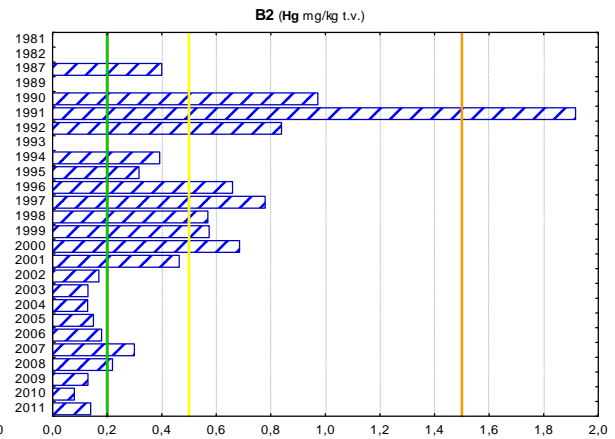


Figur 16. Kvikksølv i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981-2011, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset).

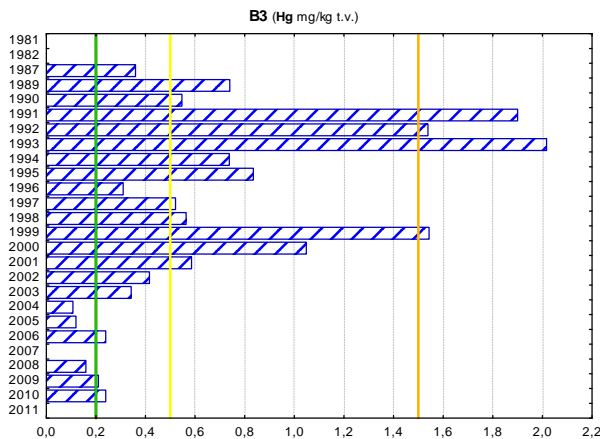
**B1 (2).**



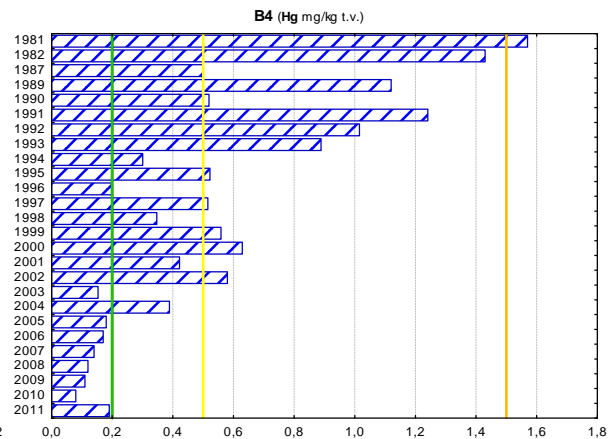
**B2 (3).**



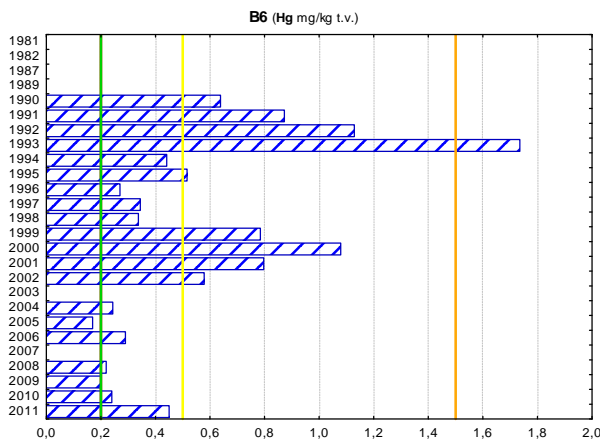
**B3 (6).**



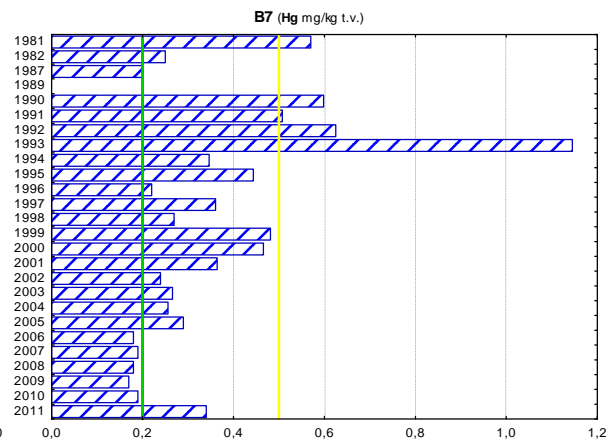
**B4 (10).**



**B6 (18).**

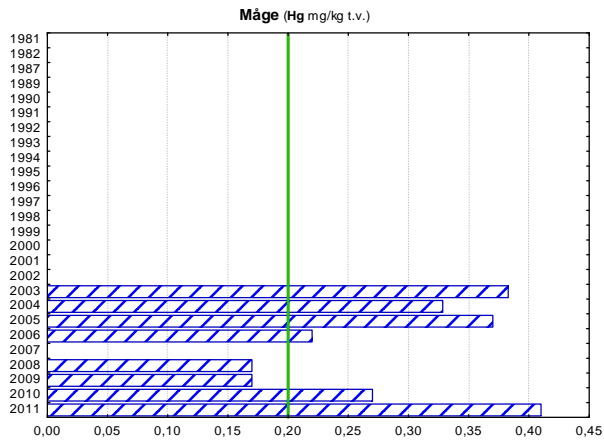


**B7 (38).**

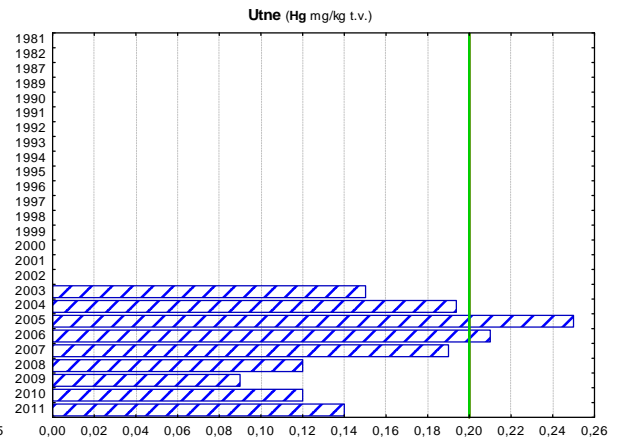


Forts. Figur 16.

**Måge (15).**



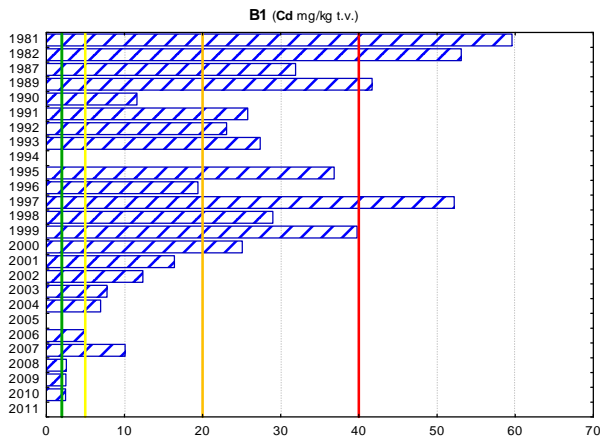
**Utne (40).**



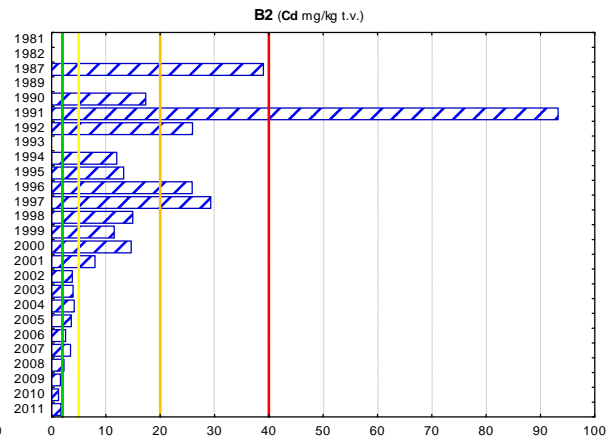
Figur 17. Kadmium i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981-2011, mg/kg tørrvekt (a.; I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand [km] fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifis tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II [moderat 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.

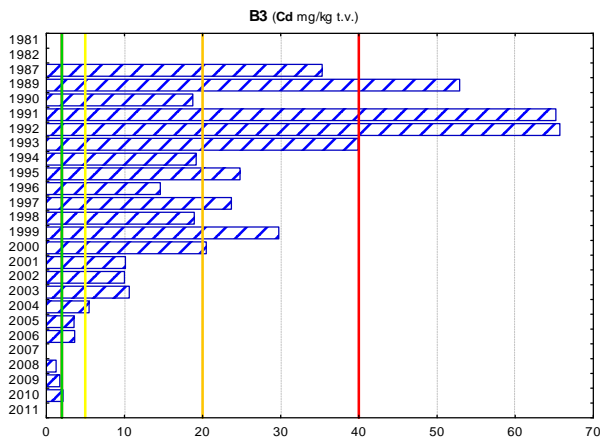
B1 (2).



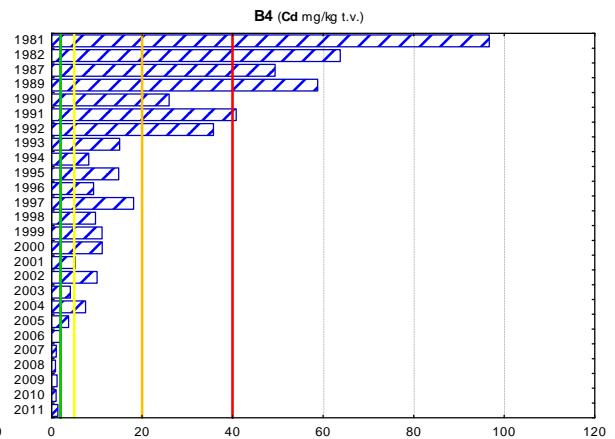
B2 (3).



B3 (6).

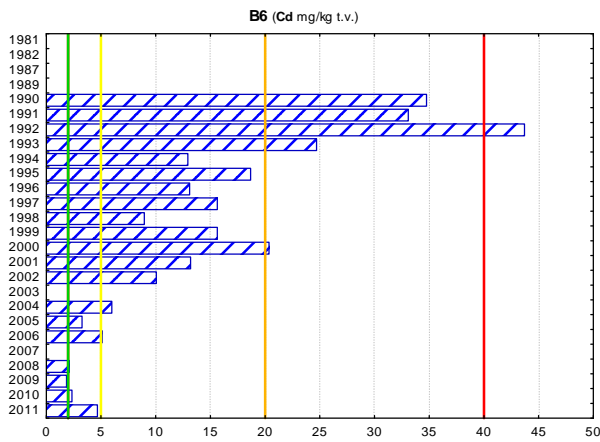


B4 (10).

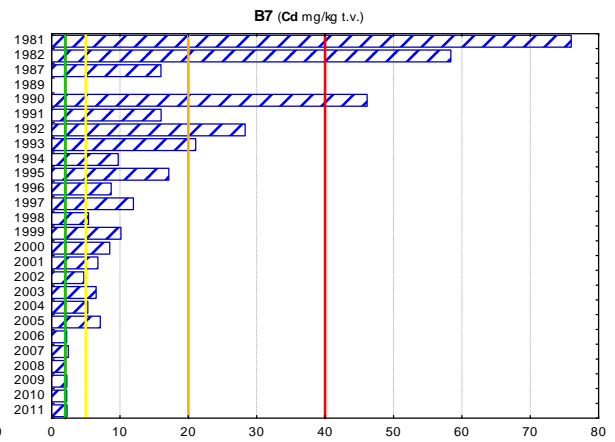


Forts. Figur 17.

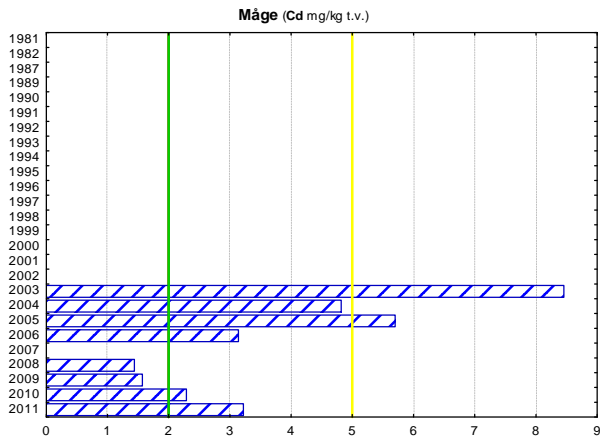
**B6 (18).**



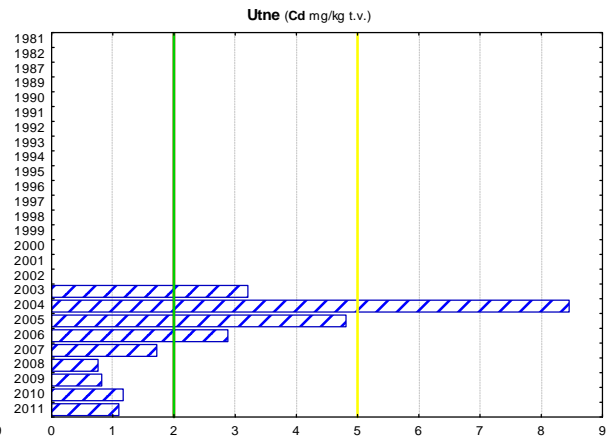
**B7 (38).**



**Måge (15).**

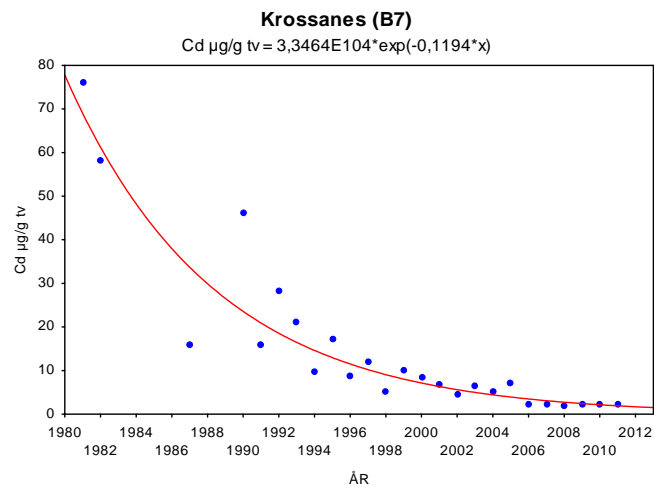
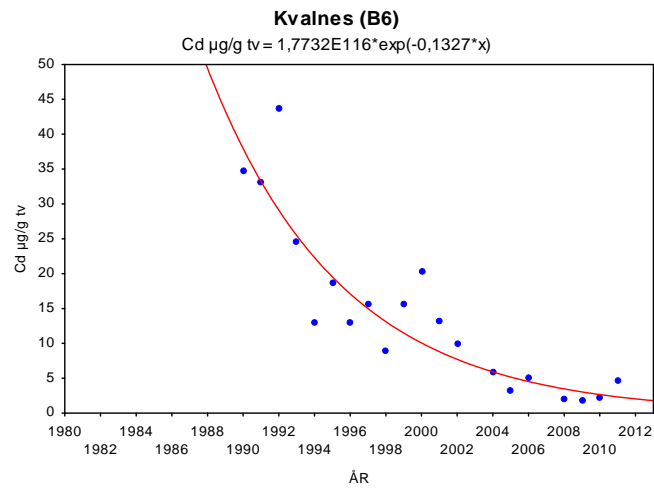
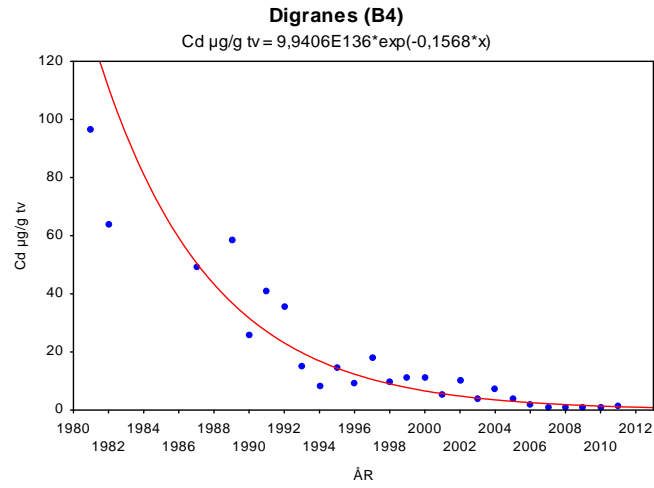


**Utne (40).**



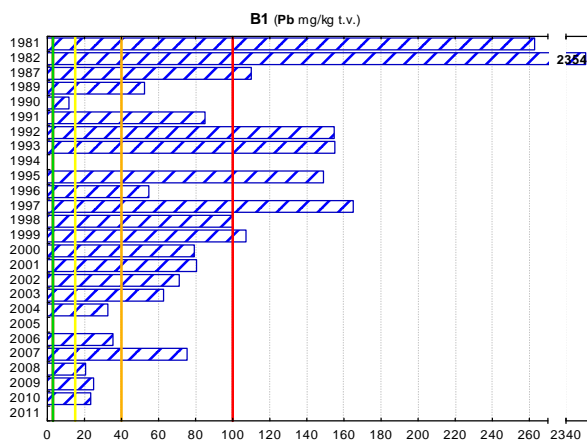
Forts. Figur 17.

**b.**

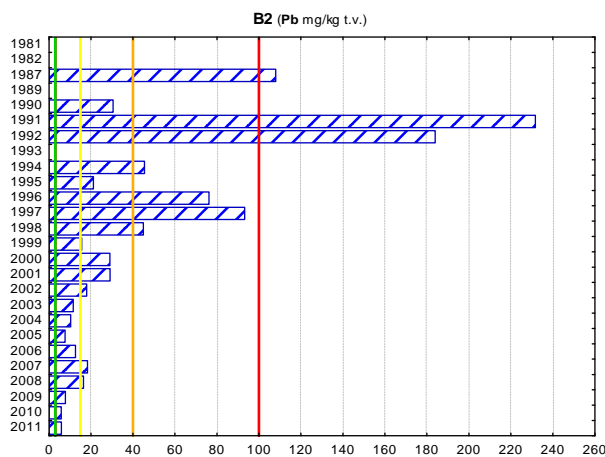


Figur 18. Bly i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørffjorden 1981-2011, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset). Merk: 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 vist med søyle på brutt skala, samt angitt med tall.

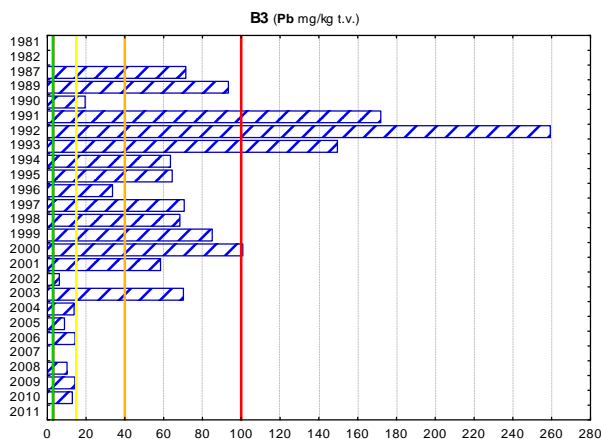
**B1 (2).**



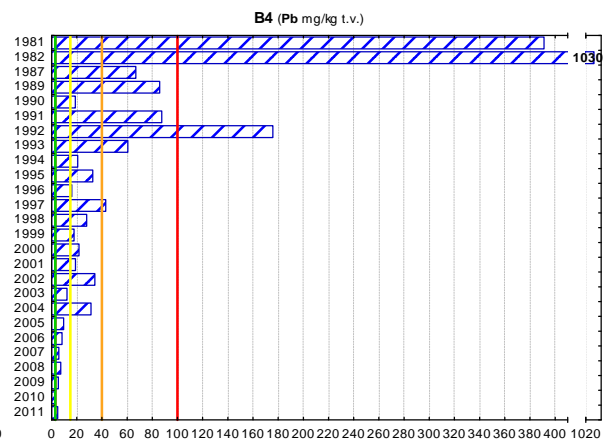
**B2 (3).**



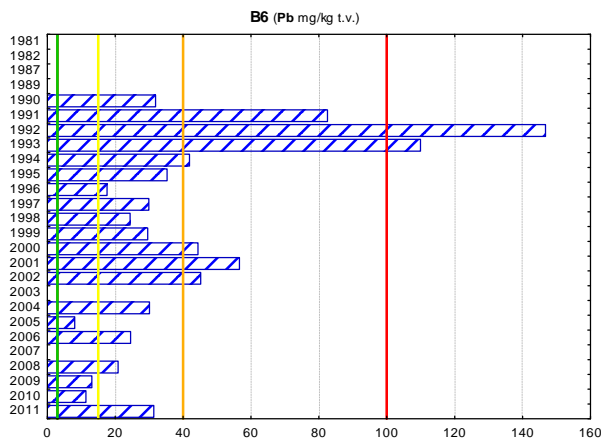
**B3 (6).**



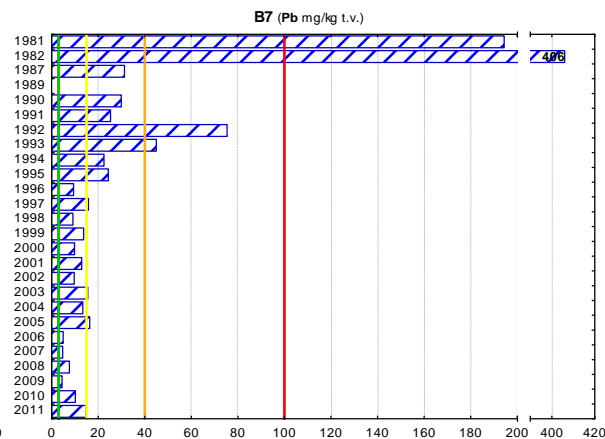
**B4 (10).**



**B6 (18).**

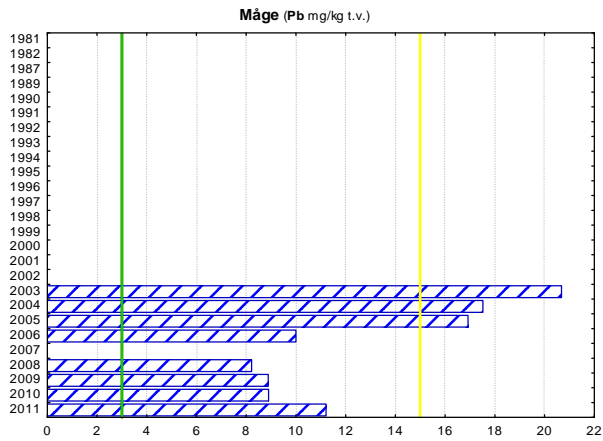


**B7 (38).**

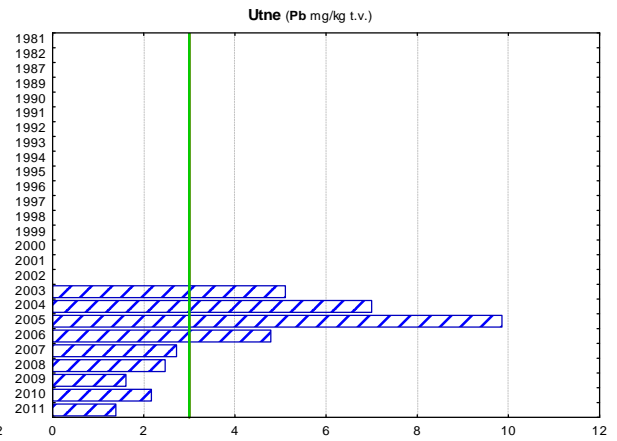


Forts. Figur 18

**Måge (15).**

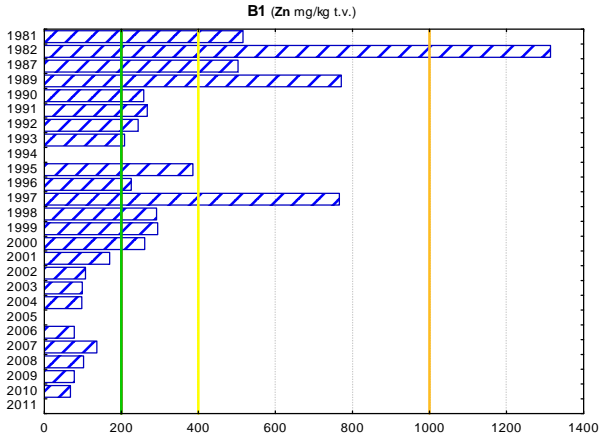


**Utne (40).**

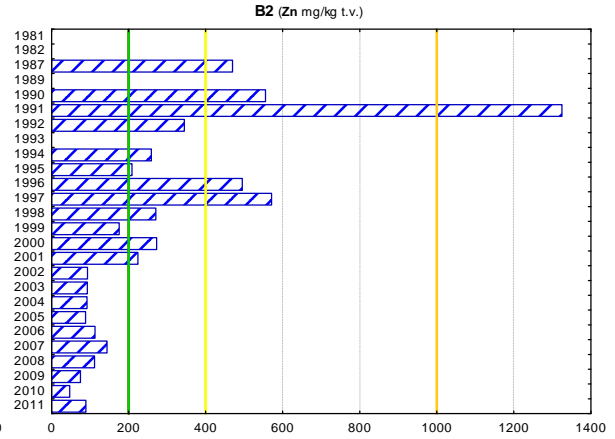


Figur 19. Sink i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sørffjorden 1981-2011, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset).

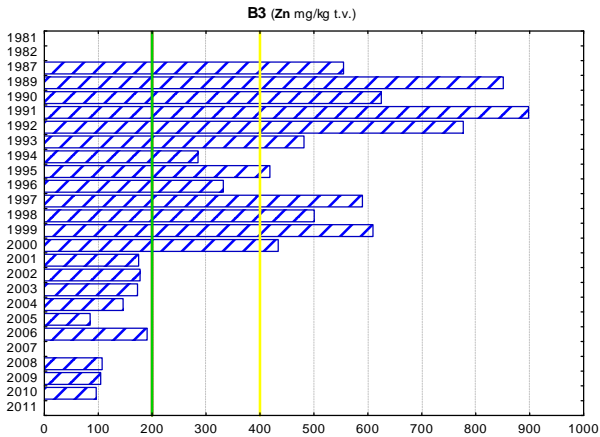
**B1 (2).**



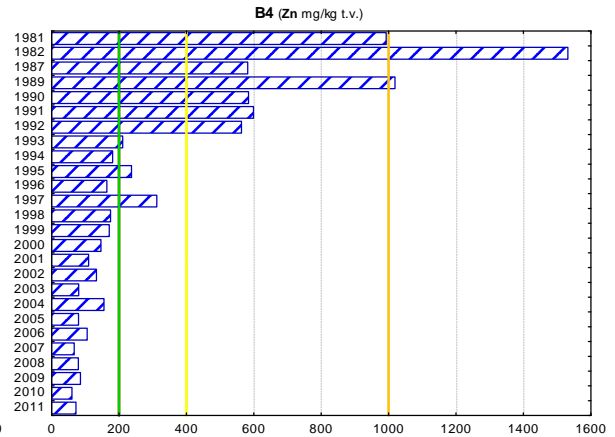
**B2 (3).**



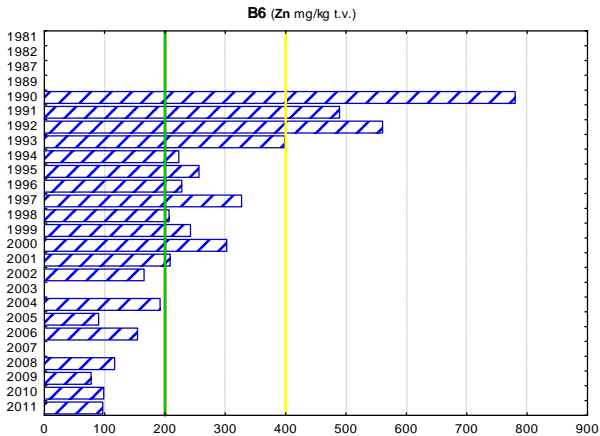
**B3 (6).**



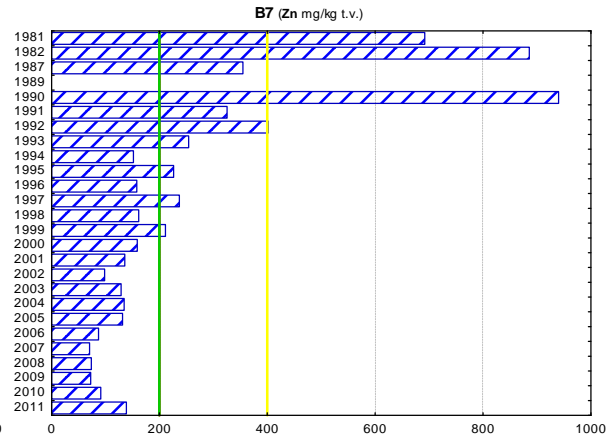
**B4 (10).**



**B6 (18).**



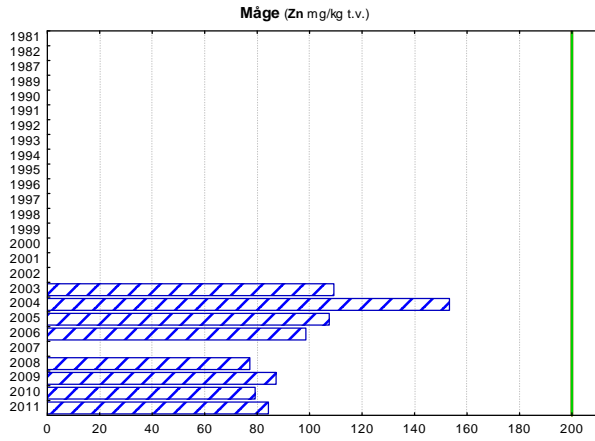
**B7 (38).**



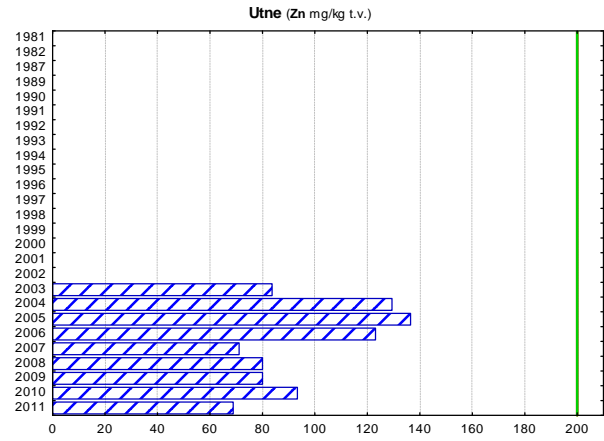


Forts. Figur 19.

**Måge (15).**

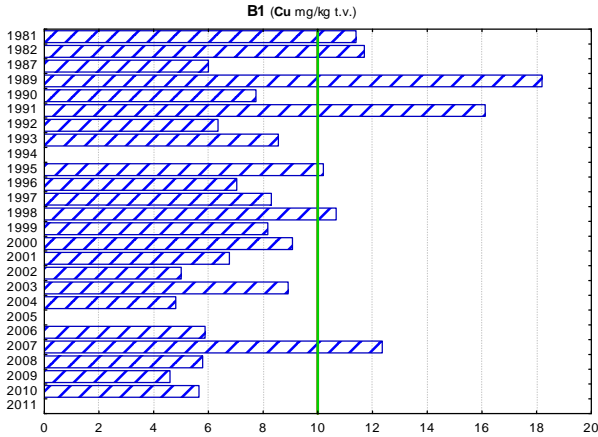


**Utne (40).**

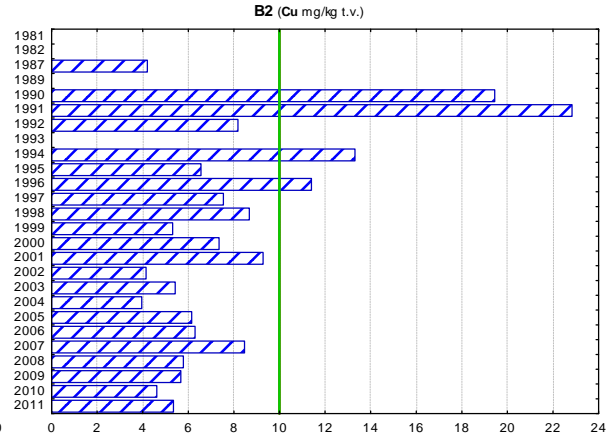


Figur 20. Kobber i blåskjell fra utvalgte stasjoner i Sør fjorden 1981-2011, mg/kg tørrvekt. I parentes ved stasjonsnr.: Ca. avstand (km) fra Odda. Merk at aksene har ulik skala for de forskjellige stasjonene. Nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for miljøkvalitet er angitt; grønn: Kl. II (moderat forurenset); gul: Kl. III (markert forurenset); oransje: Kl. IV (sterkt forurenset); rød: Kl. V (meget sterkt forurenset).

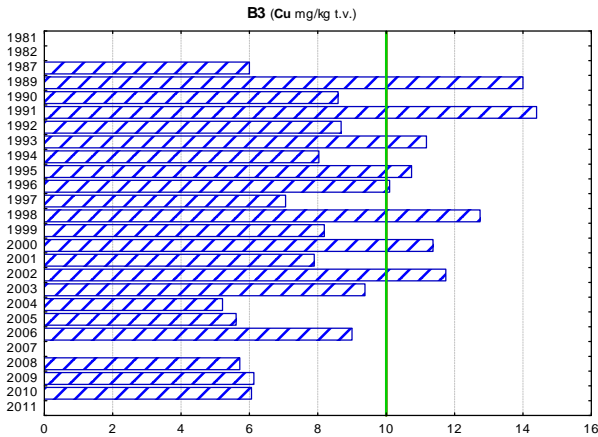
**B1 (2).**



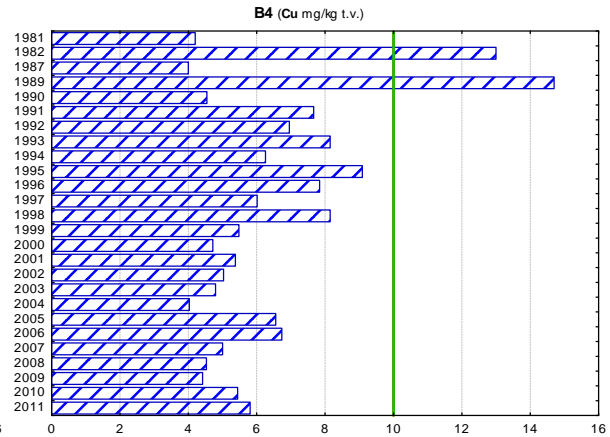
**B2 (3).**



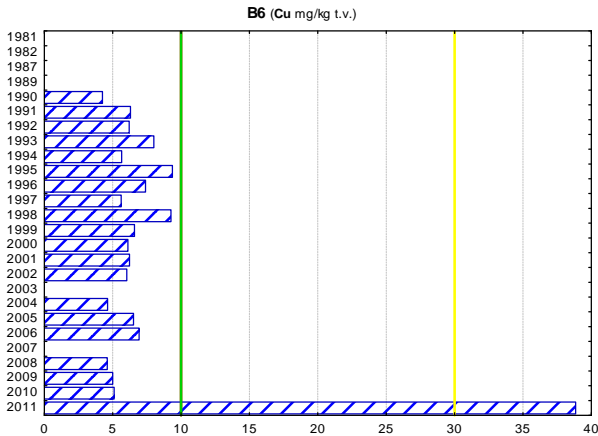
**B3 (6).**



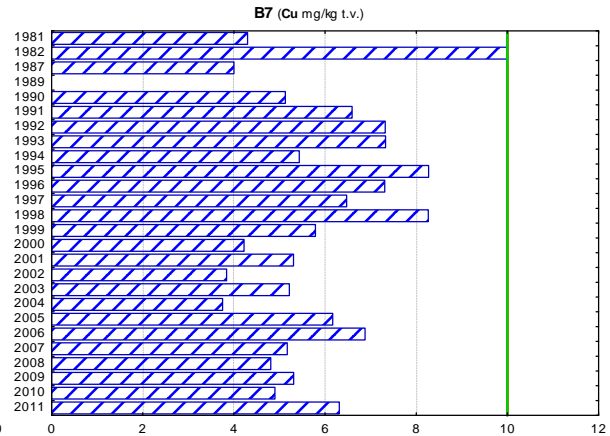
**B4 (10).**



**B6 (18).**

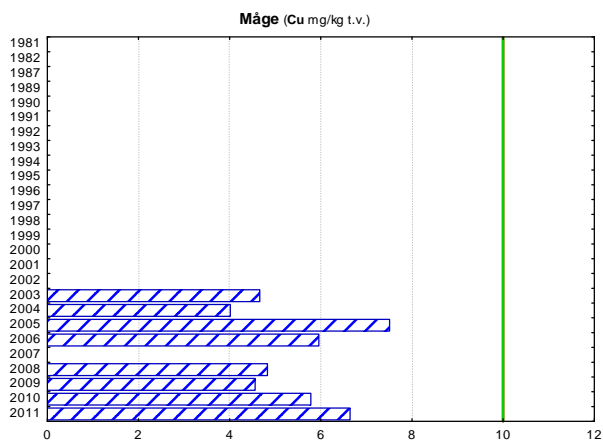


**B7 (38).**

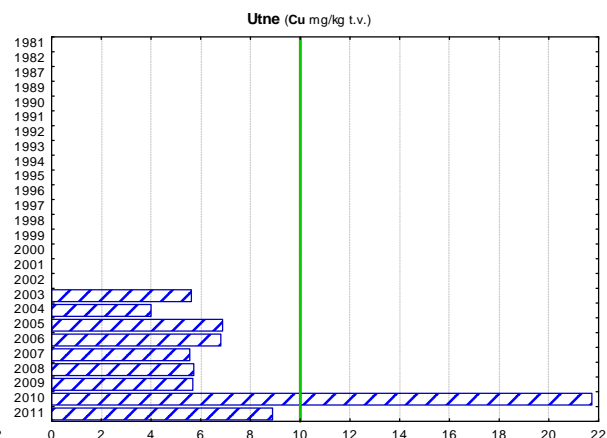


Forts. Figur 20.

**Måge (15).**



**Utne (40).**



### 5.3.3 Halogenererte stoffer i fisk

#### Oppsummering av de viktigste observasjonene i 2011:

- Den gjennomsnittlige  $\Sigma\text{PCB}_7$ -konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2011 Klasse II (moderat forurenset). Filet av torsk var ubetydelig/lite (Kl. I) forurenset med PCB.
- Den gjennomsnittlige  $\Sigma\text{DDT}$ -konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2011 Klasse III (markert forurenset). Filet av torsk var moderat (Kl. II) forurenset med  $\Sigma\text{DDT}$ .
- Lave konsentrasjoner av klororganiske forbindelser ble funnet i fisk fra Strandebarm også i 2011 (torsk var ubetydelig/lite forurenset med  $\Sigma\text{PCB}_7$ ; Kl. I;  $\Sigma\text{DDT}$  i torskelever representerte Kl. II, moderat forurenset).
- Bromse (lever) viste moderate til høye konsentrasjoner av klororganiske forbindelser.
- Summen av toksiske ekvivalenter for dioksiner og furaner ( $\text{TE}_{\text{PCDD/F}}$ ) i torskelever fra Sørfjorden tilsvarte i 2011 grensen mellom Klasse I (ubetydelig/lite forurenset) og Klasse II (moderat forurenset). Konsentrasjoner av dioksinlignende PCB-forbindelser (non-ortho), uttrykt som toksiske ekvivalenter ( $\text{TE}_{\text{n.o.-PCB}}$ ) var imidlertid høyere enn for dioksiner og furaner.

Utdrag av resultatene av fisk (samlet innenfor CEMP) analysert for klorerte organiske miljøgifter er presentert i Tabell 9.

Tabell 9.  $\Sigma\text{PCB}_7$  (sum av CB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) og DDT med nedbrytningsprodukter (gjennomsnitt/standardavvik) i fisk fra indre Sørfjorden (CEMP-st. 53) og i Hardangerfjorden ved Strandebarm (CEMP-st. 67) 2011,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt og  $\mu\text{g}/\text{kg}$  fett. Ikke analysert: i.a. (Om prøvenes sammensetning, se Tabell 4\*).

Stasjoner/arter	Våtvektsbasis				Fettbasis **		
	DDT	DDE	DDD	$\Sigma\text{DDT}$	$\Sigma\text{PCB}_7$	$\Sigma\text{DDT}$	$\Sigma\text{PCB}_7$
<b>I. Sørfj., (53)</b>							
Torsk, lever	144/82	538/270	54/23	736/369	896/1180	1604	1952
Torsk, filet	0,5/0,3	1,6/0,7	<0,1/~0,0	$\leq 2,2/\sim 1,0$	2/~1,0	$\leq 733$	754
Skrubbe, lever	8,9/-	21/-	5,4/-	35,3/-	195/-	131	722
Skrubbe, filet	0,1/-	0,2/-	<0,1/-	<0,4/-	<2/-	<80	<400
<b>Strandebarm (67)</b>							
Torsk, lever	26/5	210/14	29/5	264/14	247/11	455	426
Torsk, filet	<0,1/~0,0	0,5/0,0	<0,1/~0,0	$\leq 0,6/\sim 0,0$	<1,0/~1	$\leq 200$	<333
Skrubbe, lever	8,4/-	21,3/3,2	4,6/0,6	37,7/-	<24/~2	189	<120
Skrubbe, filet	0,4/-	1,2/0,1	0,2/0,1	1,9/-	<1/~1	158	<83
Glassvar, lever	15,5/0,7	52,0/15,6	6,2/0,8	73,7/17,0	34/3	268	124
Glassvar, filet	0,3/0,1	1,1/0,1	<0,1/~0,0	<1,5/~0,1	<1/~0	<300	<200

\* DDT og PCB analyseres i utgangspunktet i 5 blandprøver (av 5 individer) i filet av torsk. (I 2011 kun 2 individuelle torsk fra Strandebarm)

\*\* Basert på gjennomsnittskonsentrasjoner og gjennomsnittlig fettinnhold

#### PCB

Den gjennomsnittlige  $\Sigma\text{PCB}_7$ -konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2010 **Kl. II (moderat forurenset)** i Klifs klassifiseringssystem for miljøkvalitet. Det bemerkes også at den individuelle variasjonen var stor, som gjenspeiles av det høye standardavviket (standard avviket var høyere enn gjennomsnittskonsentrasjonen; Tabell 9). Det var en

faktor 35 forskjell på laveste og høyeste konsentrasjon og variasjons-koeffisienten var på 132%.

Fettnormaliserte PCB-konsentrasjoner i torsk er presentert i Tabell 10 og Figur 21, hvor de kan sammenlignes med tidligere år. Gjennomsnittskonsentrasjonen for 2011 er på nivå med konsentrasjonene i de fleste årene etter 2002, som var et år da veldig høye konsentrasjoner av PCB ble observert i torsk fra Sørkjorden.

Tabell 10. Gjennomsnitt av  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sørkjorden og Hardangerfjorden ved Strandebarm 1991-2011, mg/kg fett. Individuelle analyser eller blandprøver av størrelseskategorier.

Stasj./arter	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>I. Sørkj.</b>										
Torsk l.	1,6	8,0	<0,8	0,66	0,36	11,4 <sup>1)</sup>	2,4 <sup>1)</sup>	20,2 <sup>1)</sup>	5,1	20,8
Torsk f.	0,6	6,9	<0,6	-	0,19	8,4 <sup>2)</sup>	2,0 <sup>1)</sup>	34,6 <sup>1)</sup>	2,4	20,0
Skrubbe l.	2,8	2,6	<0,5	9,2	0,41	1,4 <sup>2)</sup>	0,77 <sup>2)</sup>	0,56 <sup>2)</sup>	0,84	0,80
Skrubbe f.	16,7	2,5	<0,6	1,96	0,33	0,74 <sup>3)</sup>	0,64 <sup>2)</sup>	0,43 <sup>2)</sup>	0,76	0,46
<b>Strandeb.</b>										
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

<sup>1)</sup> Middell av prøvene fra Tyssedal og Edna.

<sup>2)</sup> Middell av de tre prøvene fra Odda, Tyssedal og Edna.

<sup>3)</sup> Bare analysert i materialet fra Odda.

Stasj./arter	2001	2002	2003	2004	2005 <sup>7)</sup>	2006	2007
<b>I. Sørkj.</b>							
Torsk l.	5,3	271,2 <sup>4)</sup> (7,4) <sup>5)</sup>	2,41	2,42	2,14	0,94	5,37 <sup>8)</sup>
Torsk f.	<0,25	234,7 <sup>6)</sup>	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
<b>Strandeb.</b>							
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

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

<sup>5)</sup> Gjennomsnittet (av 21 fisk) uten disse fire individene (se fotnote <sup>4)</sup>).

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

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

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

Forts. Tabell 10

Stasj./arter	2008	2009	2010	2011
<b>I. Sørfj.</b>				
Torsk l.	3,86	2,04	4,94	1,95
Torsk f.	4,0	2,0	3,0	0,75
Skrubbe l.	0,69	0,23	1,34	0,72
Skrubbe f.	<0,4	<0,17	0,86	<0,4
<b>Strandeb.</b>				
Torsk l.	0,30	0,28	0,61	0,43
Torsk f.	<0,33	<0,25	≤0,13	<0,33
Glassvar l.	0,28	0,20	0,30	0,12
Glassvar f.	<0,33	<0,33	≤0,10	<0,20
Skrubbe l.	0,17	0,11		<0,12
Skrubbe f.	<0,15	<0,09		<0,08

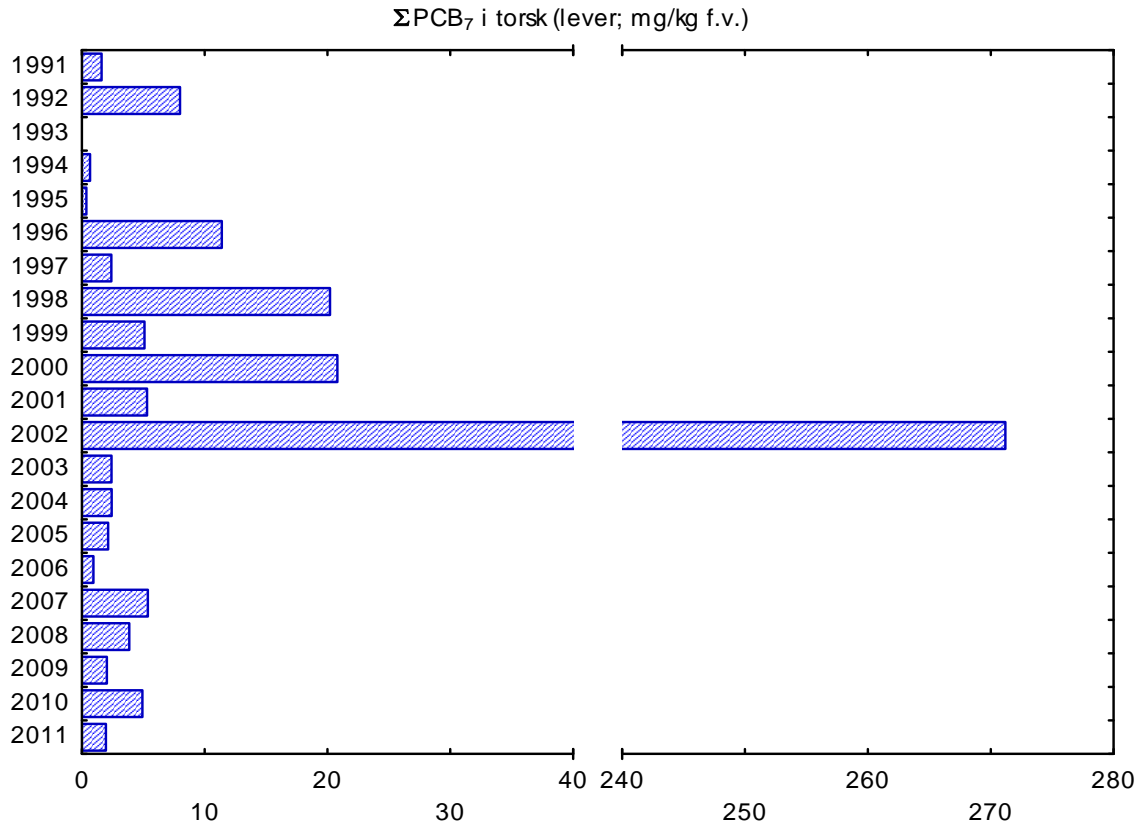
**Filet** av torsk fra Sørfjorden var **lite/ubetydelig (Kl. I)** forurenset med PCB.

Analysene viste forholdsvis lave PCB-konsentrasjoner i fisk fra Strandebarm også i 2011 (Tabell 9). Konsentrasjonene i torsk representerer **Kl. I (lite/ubetydelig forurenset)** i henhold til Klifs tilstandsklasser.

En sammenligning av konsentrasjonene av PCB i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder viser følgende:

Nivåene av PCB i fisk fra Sørfjorden er (når en ser bort fra ekstremkonsentrasjonene funnet i 2002) lavere enn i fisk fra indre Oslofjord [17].

Figur 21. Gjennomsnitt av  $\Sigma\text{PCB}_7$  i lever av torsk fra indre Sør fjorden (1991-2011), mg/kg fettvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 10. Mrk. brudd på akse mellom 40 og 240.



### Dioksiner og non-ortho PCB

Dioksiner (polyklorerte dibenzo-*p*-dioksiner og furaner), samt dioksinliknende PCB (non-*ortho* substituerte) ble analysert i 3 blandprøver av tørkelever fra Sør fjorden i 2011. I 2007 ble også lever av torsk analysert for disse forbindelsene, mens filet av torsk ble analysert for disse forbindelsene i 2008. I 2009 og 2010 var det henholdsvis lever av brosme og blåskjell som ble analysert for disse forbindelsene.

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-estimer på giftighet av forbindelsene 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) [25]. De TEF-verdier som anvendes av Verdens helseorganisasjon (WHO) fra 1998 [25] ble noe justert i 2005 [26].

Konsentrasjonene av dioksiner og furaner (PCDD/F; og deres toksiske ekvivalenser, TE) i 2011 var veldig like de som ble observert i 2007 [27]. Konsentrasjonene (og TE) av non-*ortho* PCB forbindelser var i 2011 imidlertid under halvparten av hva de var i 2007 [27].

Resultatene viser for øvrig at det er tetraklor-kongeneren av både dioksin og furan som utgjør de høyeste konsentrasjonene. TCDD er også desidert viktigst for summen av toksiske ekvivalenser for disse stoffgruppene (ettersom den også er mest potente; TEF=1). Imidlertid er konsentrasjonene av non-*ortho* PCB vesentlig høyere, og ettersom PCB-126 har TEF=0,1 så er det denne forbindelsen som utgjør den største andelen toksiske ekvivalenter (TE).

Summen av toksiske ekvivalenter for dioksiner og furaner (ikke non-*ortho* PCB), TE<sub>PCDD/F</sub>, tilsvarer grensen mellom **Klasse I (ubetydelig/lite forurenset)** og **Klasse II (moderat forurenset)** i Klifs klassifiseringssystem for miljøtilstand.

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 [5]. 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 fra Sørfjorden.

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).

Dersom man vil sammenligne konsentrasjonene av dioksin og dioksinlignende PCB i torskelever fra Sørfjorden med tilsvarende konsentrasjoner andre steder, kan det være relevant å sammenligne med Grenlandsfjordene [28]. Dette området ble i noen tiår forurenset med dioksiner fra et magnesiumverk. En slik sammenligning viser at konsentrasjonene av dioksiner er en størrelsesorden lavere i torsk fra Sørfjorden, enn i torsk fra Frierfjorden.

Enkelte PCB-kongenerer som er mono-*ortho* substituert er også tildelte toksiske ekvivalensfaktorer. Av disse er PCB-105, -118 (som f.ø. også inngår i  $\Sigma\text{PCB}_7$ ) og PCB-156 analysert i lever av torsk fra Sørfjorden. Gjennomsnittlig konsentrasjon ( $\pm$  standard avvik) (våtvekt) av disse var hhv. 41,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ( $\pm$  92,1), 120,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ( $\pm$  253,8) og 23,6  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ( $\pm$  43,8). Det var, som nevnt, store forskjeller i konsentrasjoner mellom de 25, hvilket gjenspeiles i de høye standard avvikene. I toksiske ekvivalenter (TE) tilsvarer disse konsentrasjonene hhv. 4,2 pg/g, 12,1 pg/g og 11,8 pg/g (altså totalt 28 pg/g).



Tabell 11. Konsentrasjoner (pg/g; våtvekt) av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF) og non-ortho PCB (PCB-77, -81, -126 og -169), samt toksiske ekvivalenter (TE; pg/g; uthevet skrift) av sum dioksiner, sum furaner og sum non-ortho PCB i torsk (lever) fra Sørffjorden i 2011.

	Prøve 1 <sup>1)</sup>	Prøve 2 <sup>2)</sup>	Prøve 3 <sup>3)</sup>
2378-TCDD	9,23	10,5	7,03
12378-PeCDD	<0,15	0,27	0,18
123478-HxCDD	<0,30	<0,11	<0,12
123678-HxCDD	0,83	0,65	0,57
123789-HxCDD	<0,17	0,17	0,17
1234678-HpCDD	0,63	0,47	0,29
OCDD	1,01	0,76	0,62
1378-TCDF	37,8	44,7	29,7
12378/12348-PeCDF	8,73	10,3	6,27
23478-PeCDF	1,48	2,96	1,32
123478/123479-HxCDF	1,15	1,36	0,80
123678-HxCDF	1,99	2,18	1,28
123789-HxCDF	<0,19	<0,10	<0,12
234678-HxCDF	1,55	1,45	0,96
1234678-HpCDF	0,36	0,40	0,27
1234789-HpCDF	<0,25	<0,13	<0,11
OCDF	<0,40	<0,22	<0,08
PCB-77	330	435	206
PCB-81	50,7	58,9	28,8
PCB-126	614	769	418
PCB-169	106	88,2	78,0
<b>TE (WHO 1998) sum PCDD</b>	<b>9,51</b>	<b>10,80</b>	<b>7,30</b>
<b>TE (WHO 1998) sum PCDF</b>	<b>5,45</b>	<b>6,98</b>	<b>4,27</b>
<b>TE (WHO 1998) sum n.o.-PCB</b>	<b>62,50</b>	<b>77,90</b>	<b>42,60</b>
<b>TE (WHO 2005) sum PCDD</b>	<b>9,51</b>	<b>10,80</b>	<b>7,30</b>
<b>TE (WHO 2005) sum PCDF</b>	<b>4,98</b>	<b>6,18</b>	<b>3,88</b>
<b>TE (WHO 2005) sum n.o.-PCB</b>	<b>64,60</b>	<b>79,60</b>	<b>44,10</b>

<sup>1)</sup> Blandprøve av 5 ind. (CEMP-fisk nr. 1, 2, 17, 18 og 24) med gjennomsnittsvekt 2238 g

<sup>2)</sup> Blandprøve av 5 ind. (CEMP-fisk nr. 8, 12, 21, 22 og 23) med gjennomsnittsvekt 1358 g

<sup>3)</sup> Blandprøve av 5 ind. (CEMP-fisk nr. 3, 4, 7, 15 og 20) med gjennomsnittsvekt 1396 g

#### Ordforklaringer:

TCDD:	Tetraklordibenzo- <i>p</i> -dioksin
PeCDD:	Pentaklordibenzo- <i>p</i> -dioksin
HxCDD:	Hexaklordibenzo- <i>p</i> -dioksin
HpCDD:	Heptaklordibenzo- <i>p</i> -dioksin
OCDD:	Oktaklordibenzo- <i>p</i> -dioksin
TCDF:	Tetraklordibenzofuran
PeCDF:	Pentaklordibenzofuran
HxCDF:	Hexaklordibenzofuran
HpCDF:	Heptaklordibenzofuran
OCDF:	Oktaklordibenzofuran

*DDT*

Den gjennomsnittlige  $\Sigma$ DDT-konsentrasjonen i torskelever fra Sørfjorden representerte i 2011 **Kl. III (markert forurenset)** i Klifs klassifiseringssystem (Tabell 9, Figur 22). Ved strandebarm representerte  $\Sigma$ DDT-konsentrasjonen **Kl. II (moderat forurenset)**.

**Filet** av torsk fra Sørfjorden var **moderat (Kl. II)** forurenset med DDT-forbindelser, mens filet av torsk fra Strandebarm var **lite/ubetydelig (Kl. I)** forurenset (Tabell 9).

Skrubbe og glassvar fra Strandebarm viste også i 2011 vanlige lave  $\Sigma$ DDT-konsentrasjoner (Tabell 9, Tabell 12).

For sammenligning av konsentrasjonene av DDT-forbindelser i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, vises det igjen til en rapport [4] som går i dybden på emnet. Følgende kan konkluderes:

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

Tabell 12. Gjennomsnitt av  $\Sigma$ DDT i fisk (lever (l.) og filet (f.)) fra indre Sør fjorden og Hardangerfjorden ved Strandebar 1991-2011, mg/kg fett. Individuelle analyser eller blandprøver av størrelseskategorier.

Stasj./arter	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>I. Sør fj.</b>										
Torsk l.	3,4	3,1 <sup>3)</sup>	0,8 <sup>3)</sup>	0,4 <sup>3)</sup>	0,1 <sup>3)</sup>	2,6 <sup>1)</sup>	2,9 <sup>1, 3)</sup>	4,3 <sup>5)</sup>	2,8 <sup>3)</sup>	2,1
Torsk f.	1,0	3,8 <sup>3)</sup>	0,7 <sup>3)</sup>	-	<0,1 <sup>3)</sup>	-	1,4 <sup>1, 3)</sup>	-	-	-
Skrubbe l.	0,5 <sup>3)</sup>	0,3 <sup>3)</sup>	0,2 <sup>3)</sup>	2,2 <sup>3)</sup>	0,1 <sup>3)</sup>	0,18 <sup>2)</sup>	0,9 <sup>4)</sup>	0,4 <sup>4)</sup>	0,43	0,26
Skrubbe f.	3,1 <sup>3)</sup>	0,8 <sup>3)</sup>	0,6 <sup>3)</sup>	0,7 <sup>3)</sup>	0,1 <sup>3)</sup>		0,37 <sup>4)</sup>	-	-	-
<b>Strandeb.</b>										
Torsk l.	2,0	0,8 <sup>3)</sup>	1,0 <sup>3)</sup>	1,3 <sup>3)</sup>	0,3 <sup>3)</sup>	1,5	5,8	1,2	0,89 <sup>3)</sup>	0,93
Torsk f.	1,1	0,6 <sup>3)</sup>	0,4 <sup>3)</sup>	1,5 <sup>3)</sup>	0,5 <sup>3)</sup>	-	5,6 <sup>3)</sup>	-	-	-
Glassvar l.	1,1 <sup>3)</sup>	1,5 <sup>3)</sup>	1,1 <sup>3)</sup>	1,7 <sup>3)</sup>	1,0 <sup>3)</sup>	-	1,0 <sup>3)</sup>	1,1	1,5	0,64
Glassvar f.	0,8 <sup>3)</sup>	1,2 <sup>3)</sup>	0,8 <sup>3)</sup>	1,2 <sup>3)</sup>	1,6 <sup>3)</sup>	-	0,5 <sup>3)</sup>	-	-	-
Skrubbe l.						0,17		0,55	0,21	0,17
Skrubbe f.						-		0,49	-	-

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

Stasj./arter	2009	2010	2011
<b>I. Sør fj.</b>			
Torsk l.	1,19	1,70	1,60
Torsk f.	0,53	0,93	≤0,73
Skrubbe l.	0,19	<0,19	0,13
Skrubbe f.	<0,17	<0,13	<0,08
<b>Strandeb.</b>			
Torsk l.	0,43	0,95	0,46
Torsk f.	<0,20	<0,37	≤0,20
Glassvar l.	0,36	0,37	0,27
Glassvar f.	<0,33	<0,15	<0,30
Skrubbe l.	<0,13		0,19
Skrubbe f.	<0,11		0,16

<sup>1)</sup> Middell av prøvene fra Tyssedal og Edna.

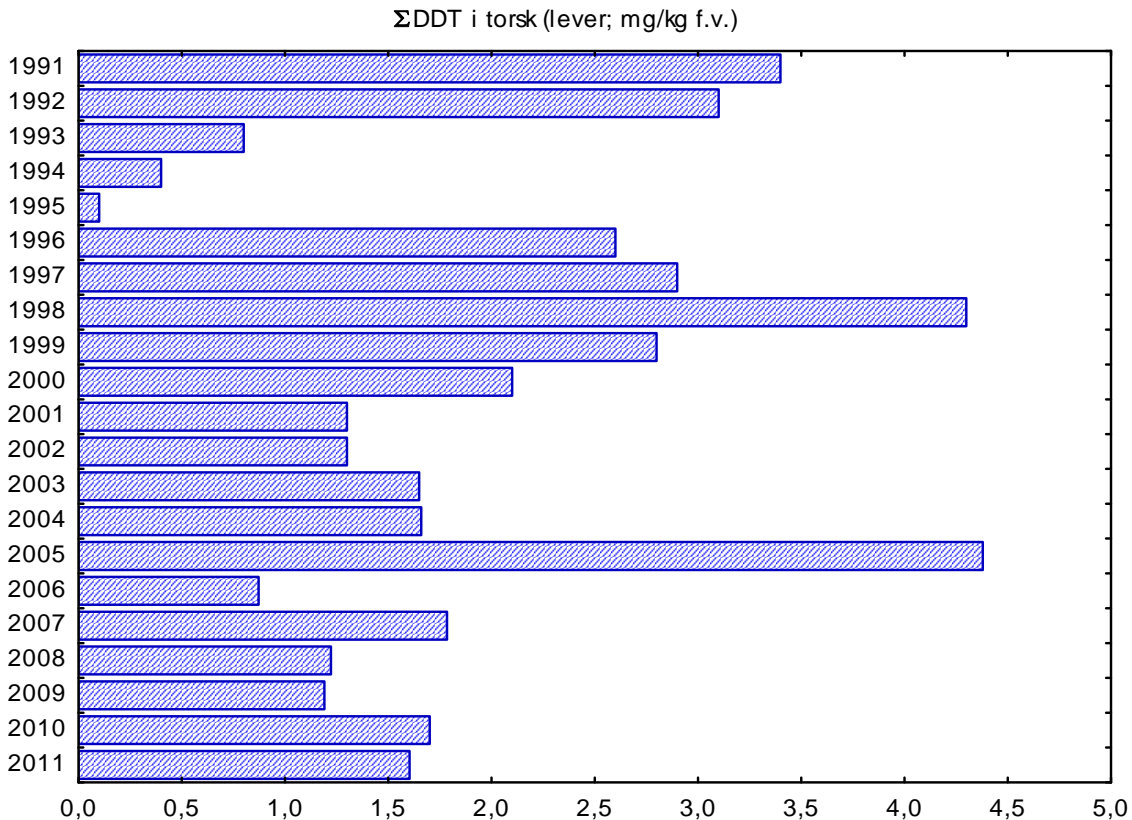
<sup>2)</sup> Bare analysert i materialet fra Odda.

<sup>3)</sup> Sum av bare DDE + DDD, avrundede verdier.

<sup>4)</sup> Middell av de tre understasjonene Odda, Tyssedal og Edna.

<sup>5)</sup> Bare verdier fra Edna.

Figur 22. Gjennomsnitt av  $\Sigma$ DDT i lever av torsk fra indre Sør fjorden (1991-2011), mg/kg fettvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 12.



### Polybromerte difenyletere

Polybromerte difenyletere (bromerte flammehemmere) ble analysert i lever av torsk fra Sør fjorden i 2011. 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 ( $\Sigma$ PBDE) var 124  $\mu$ g/kg våtvekt. Mange av forbindelsene kunne ikke detekteres (under deteksjonsgrensen) i flere prøver. Det var BDE-47 (2,2',4,4'-tetrabromdifenyler), som utgjorde den desidert største andelen (gjennomsnittskonsentrasjon: 84,7  $\mu$ g/kg våtvekt).

Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum  $\Sigma$ PBDE i 2011 var således tilsynelatende noe høyere enn de siste få år (2010: 83,9  $\mu$ g/kg våtvekt, 2009: 34,5  $\mu$ g/kg våtvekt, 2008: 35,36  $\mu$ g/kg våtvekt, 2007: 69,28  $\mu$ g/kg våtvekt, 2006: 24,43  $\mu$ g/kg våtvekt).

PBDE er tidligere analysert i torskelever fra ulike lokaliteter i Norge [29]. Vanligst forekommende konsentrasjoner lå i området 10-95  $\mu$ g/kg våtvekt [29]. De høyeste konsentrasjonene (ca. 110  $\mu$ g/kg) ble funnet i torsk fra indre Oslofjord [29]. 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 kongenerene [29].

*Perfluorerte alkylforbindelser*

Det ble analysert for perfluorerte alkylforbindelser (PFAS) i lever av torsk fra Sørfjorden i 2011. 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.

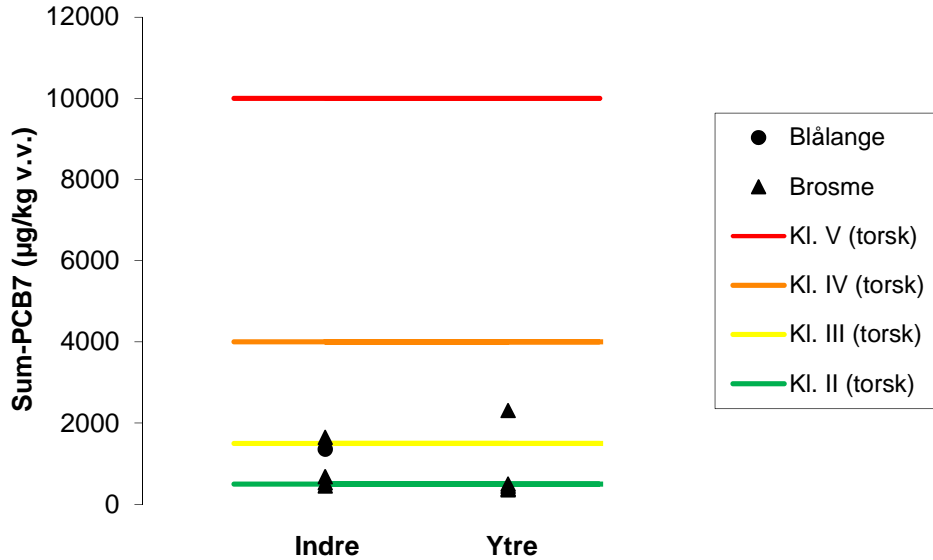
Forbindelsene som ble analysert var perfluorbutansulfonat (PFBS), perfluorheptansyre (PFHpA), perfluorheksansyre (PFHxA), perfluornonansyre (PFNA), perfluoroktansyre (PFOA), perfluoroktansulfonat (PFOS) og perfluoroktansulfonamid (PFOSA). De fleste av forbindelsene kunne ikke detekteres i noen av prøvene (deteksjonsgrenser spenner fra  $<0,2$  til  $<3$   $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). PFOS kunne detekteres i flertallet av prøvene prøver (gjennomsnittlig konsentrasjon:  $5,9$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt). I tillegg kunne PFNA detekteres i noen prøver (gjennomsnittlig konsentrasjon:  $1,2$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt). PFOSA kunne også detekteres i noen prøver (gjennomsnittlig konsentrasjon:  $2,7$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt)

PFAS er tidligere analysert i torskelever fra ulike lokaliteter i Norge [29]. Vanlig forekommende konsentrasjoner var i området  $1-4,5$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt, og den høyeste konsentrasjonen ble observert i torsk fra indre Oslofjord [29]. Perfluoroktansulfonat (PFOS) var den dominerende forbindelsen [29].

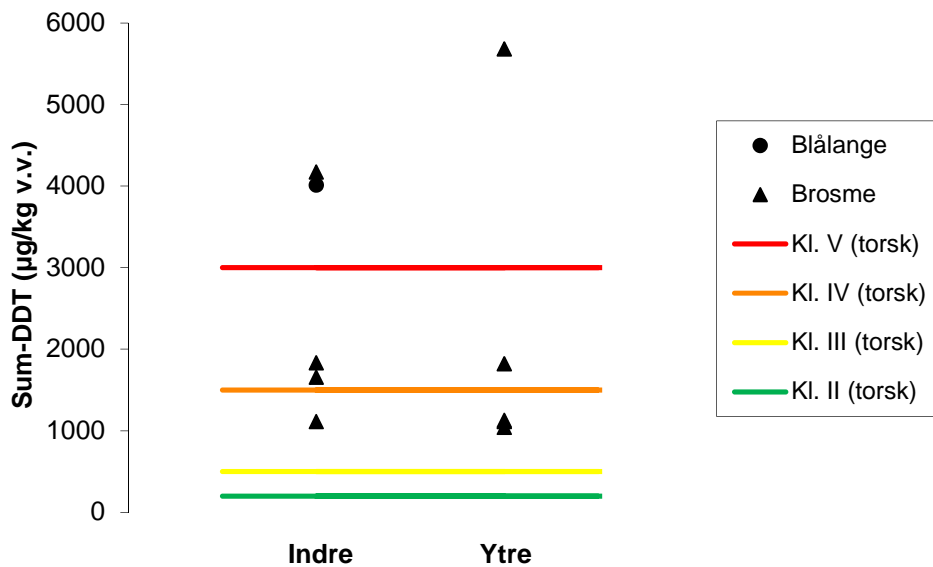
*Klororganiske stoffer i dypvannsfisk*

Klororganiske stoffer er tidligere analysert i dypvannsfisk innenfor Statlig program for forurensningsovervåking i 2009 [18] og konsentrasjonene som er observert i 2011 er sammenlignbare med disse. Dersom en skulle sammenligne konsentrasjonene i brosme i 2011 med Klifs tilstandsklasser for  $\Sigma\text{DDT}$  i lever av torsk ville gjennomsnittskonsentrasjonen da tilsvare sterkt forurenset (Kl. IV), mens gjennomsnittskonsentrasjonen av  $\Sigma\text{PCB}$  vil tilsvare moderat forurenset (Kl. II; gjelder både indre og ytre fjord; Figur 23 og Figur 24). Det bemerkes igjen at tilstandsklassene er spesifikke for torsk og at disse nevnes kun som et referansegrunnlag. Det vises for øvrig igjen til en fersk rapport som omhandler miljøgifter i dypvannsfisk [20]. Denne rapporten konkluderer blant annet med at i de områder hvor det har vært mulig å sammenligne konsentrasjonene i dypvannsfisk med konsentrasjoner i torsk fra samme område, er det generelt ikke funnet høyere verdier i dypvannsfisk. For kvikksølv gjelder imidlertid ikke dette.

Figur 23. Konsentrasjoner av  $\Sigma\text{PCB}_7$  ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt) i lever av dypvannsfisk (blålange, *Molva dipterygia*; brosme, *Brosme brosme*) fra Sør fjorden (indre og ytre fjord) i 2011. Til sammenligning er nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for  $\Sigma\text{PCB}_7$  i lever av torsk angitt. For blandprøvenes sammensetning se Vedlegg.



Figur 24. Konsentrasjoner av  $\Sigma\text{DDT}$  ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt) i lever av dypvannsfisk (blålange, *Molva dipterygia*; brosme, *Brosme brosme*) fra Sør fjorden (indre og ytre fjord) i 2011. Til sammenligning er nedre grenser for Klifs tilstandsklasser for  $\Sigma\text{DDT}$  i lever av torsk angitt. For blandprøvenes sammensetning se Vedlegg.



### 5.3.4 Klororganiske stoffer i blåskjell

#### Oppsummering av de viktigste observasjonene i 2011:

- Konsentrasjoner av  $\Sigma$ DDT i blåskjell viste opp til meget sterkt forurensning (Kl. V; st. B6/56A; kun skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, og st. "Utne"). På de øvrige stasjoner ble konsentrasjoner tilsvarende klasse I (lite/ubetydelig forurenset) til klasse IV (sterkt forurenset) observert.
- Blåskjellene fra alle stasjoner i Sørfjorden var lite/ubetydelig forurenset (Kl. I) med  $\Sigma$ PCB<sub>7</sub> i 2011.

Resultatene fra analysene av klorerte organiske miljøgifter i blåskjell er presentert i Tabell 14. Resultater fra replikate blåskjellanalyser på stasjon B2 (Eitrheim) og Utne er presentert i Tabell 13.

Tabell 13. Median-, minimums- og maksimumskonsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt) i triplikate analyser (m.a.o. alle 3 observasjoner) av blåskjell fra stasjon B2 (Eitrheim) og stasjon Utne, 2011.

St.	DDT	DDE	DDD	$\Sigma$ DDT	$\Sigma$ PCB <sub>7</sub>
<b>B2</b> <sup>1)</sup>	2,8 (2,5-3,0)	3,9 (3,6-4,5)	0,7 (0,7-0,8)	7,4 (6,7-8,3)	0,6 (0,6-0,9)
<b>Utne</b> <sup>2)</sup>	37 (37-38)	86 (78-86)	6,3 (6,1-7,2)	129 (121-131)	0,5 (0,4-0,5)

<sup>1)</sup> 3 replikater

<sup>2)</sup> 3 replikater

Variasjonen mellom replikater var liten (som for metaller). Variasjonen var tilsynelatende lavere enn forskjeller i konsentrasjoner mellom skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking og skjell samlet innefor CEMP to måneder tidligere (på de stasjoner hvor det er overlappende innsamling). De frem til nå høyeste konsentrasjonene av  $\Sigma$ DDT som er registrert i blåskjell fra Sørfjorden siden måleserien startet i 1991, ble observert ved stasjon Utne i 2006, 2007 og 2009 (Tabell 14, Tabell 15, Figur 25, [18, 23, 27]). Konsentrasjonen observert på denne stasjonen i 2011 føyer seg inn blant disse høye verdiene (Tabell 14, Figur 25). Den høyeste  $\Sigma$ DDT-konsentrasjonen ble altså igjen observert på denne stasjonen. Det er tidligere bemerket at det er tydelig at blåskjellene på stasjonen blir påvirket av DDT-forbindelser, og det i er varierende grad avhengig av lokale forhold [30]. 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 [3, 4, 22, 23].

## DDT

**ΣDDT** viste i 2011 opp til **meget sterk (Kl. V) forurensning** (st. B6/56A; kun skjell samlet innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, og st. "Utne"). 2011-resultatene viser altså vedvarende høy konsentrasjon på stasjon Utne (Tabell 14, Tabell 15, Figur 25, [18, 23, 27]). På stasjonene B4, "Måge" 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; kun stasjon B1/51A) 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 [3, 4]. Andelen p,p'-DDT var imidlertid ikke påfallende høy (ikke høyere enn tidligere observert) på noen stasjoner i 2011 (Tabell 15).

For sammenligning av konsentrasjonene av DDT-forbindelser i fisk fra Sørfjorden med typiske konsentrasjoner i andre fjordområder, vises det igjen til rapporten [4] som går i dybden på emnet. Det kan konkluderes 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 14. DDT med nedbrytningsprodukter og  $\Sigma PCB_7$ <sup>1)</sup> i blåskjell fra Sørfjorden og Hardangerfjorden 2011 (24. – 28. oktober [S. P.] og 7. august – 9. september [CEMP],  $\mu g/kg$  våtvekt) (ΣDDT også i  $\mu g/kg$  fett). (Fra CEMP gjennomsnitt av 3 størrelseskategorier). Data fra det opprinnelige stasjonsnettet (st. B1 osv.) i kolonner merket "S. P."; fra CEMP/INDEKS (st. 51A osv.) i kolonner merket "CEMP". Jfr. Figur 3 vedrørende stasjonsplassering (i tabellen oppført med økende avstand fra Odda).

St.nr.	DDT		DDE		DDD		ΣDDT		ΣPCB <sub>7</sub>		ΣDDT ( $\mu g/kg$ fett)	
	S. P. <sup>2)</sup>	CEMP	S. P. <sup>2)</sup>	CEMP	S. P. <sup>2)</sup>	CEMP	S. P. <sup>2)</sup>	CEMP	S. P. <sup>2)</sup>	CEMP	S. P. <sup>2)</sup>	CEMP
B1/51A	-	<0,4	-	1,6	-	0,3	-	1,8	-	1,6	-	160
B2/52A	2,8	1,2	3,9	2,4	0,7	0,3	7,4	4,0	0,64	1,0	320	238
B3	-		-		-		-		-		-	
B4	3,7		5,4		1,0		10,1		0,68		403	
Måge	5,2		8,2		1,2		14,6		0,58		664	
B6/56A	20,0	3,5	23,0	6,9	9,0	0,8	52,0	11,2	0,85	0,5	2600	1019
B7/57A	2,9	3,1	8,8	4,5	1,4	0,5	16,1	8,1	0,99	0,5	644	487
Utne	37,0		86,0		6,3		129,3		0,46		5622	
63A		1,7		2,8		0,4		4,9		0,7		236
B15/65A		1,1		1,8		0,3		3,2		0,5		144

<sup>1)</sup> Sum av CB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180; "n.d." betyr at ingen av disse kongenerene ble detektert i prøven.

<sup>2)</sup> Verdi (S. P.) fra stasjon B2: Median av 3 replikater. Verdi fra stasjon Utne: Median av 3 replikater.



Tabell 15. DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell 1991-2000 (a) og 2001-2011 (b),  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. (I parentes % av  $\Sigma\text{DDT}$ ). Verdiene er delvis avrundet. Ikke registrert: B1 i 1994, B2 i 1993, B3/B4 i 1997, B6 i 2003, B1 i 2005, B3/B6 i 2007, samt B1 og B3 i 2011. (c.) viser DDT og nedbrytningsprodukter i blåskjell på de nyere stasjonene "Måge" og "Utne" (2003-2011). Ikke registrert: Måge i 2007.

<b>(a.)</b>					
Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	$\Sigma$ 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 <sup>1)</sup>
	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 <sup>3)</sup>	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 <sup>1)</sup>
	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 <sup>3)</sup>	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 <sup>1)</sup>
	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 <sup>1)</sup>
	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 <sup>3)</sup>	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 <sup>1)</sup>
	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 <sup>2)</sup>	1,3 (32)	2,2 (53)	0,6 (15)	4,2
	1996	2,4 (27)	4,4 (51)	1,9 (22)	8,7
	1997 <sup>3)</sup>	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	

<sup>1)</sup> Ved summering eventuelt regnet med 1/2 deteksjonsgrense.

<sup>2)</sup> Verdier fra reanalyse.  $\Sigma\text{DDT}$  fra 1. gangs analyse: 1,9.

<sup>3)</sup> Data fra CEMP/INDEKS.

## Forts. Tabell 15.

(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	
	2010	1,7 (43)	1,9 (48)	0,4 (9)	4,0	
	St. B2 Eitrheim	2001	- <sup>4)</sup>	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	
2010		1,3 (33)	2,1 (53)	0,6 (14)	4,0	
2011		2,8 (37)	3,9 (53)	0,7 (10)	7,4	
St. B3 Tyssedal	2001	1,5 (<34)	2,9 (<66)	- <sup>4)</sup>	4,4	
	2002	- <sup>4)</sup>	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	
2010	1,4 (45)	1,5 (45)	0,4 (11)	3,2		
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	
	2010	<0,2 (-)	3,2 (84)	0,6 (16)	3,8	
	2011	3,7 (37)	5,4 (53)	1,0 (10)	10,1	
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	
	2010	5,8 (36)	8,9 (55)	1,5 (9)	16,2	
	2011	20,0 (39)	23,0 (44)	9,0 (17)	52,0	
	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	
2010		4,3 (29)	8,9 (59)	1,8 (12)	15,0	
2011		2,9 (36)	8,8 (55)	1,4 (9)	16,1	

<sup>4)</sup> Interferens i kromatogram.

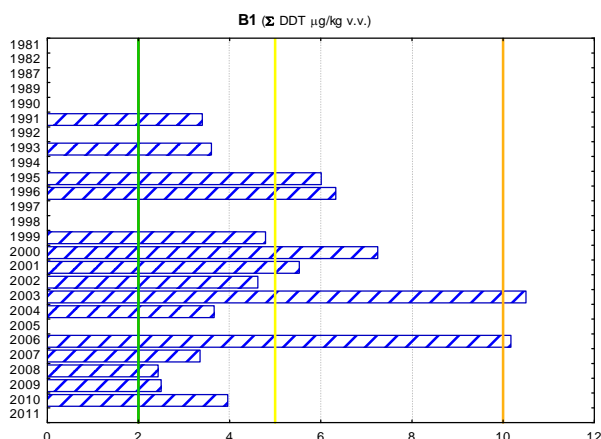
Forts. Tabell 15.

(c.)

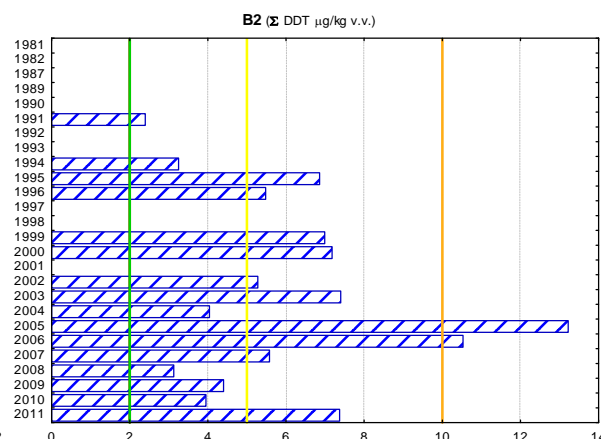
Stasjoner	År	DDT	DDE	DDD	Σ DDT	
Måge	2003	17,0 (69)	4,6 (19)	2,9 (12)	24,5	
	2004	7,8 (43)	8,9 (49)	1,4 (8)	18,1	
	2005	6,9 (42)	8,3 (51)	1,2 (7)	16,4	
	2006	8,4 (47)	7,5 (42)	2,0 (11)	17,9	
	2008	5,6 (33)	8,0 (48)	3,2 (19)	16,8	
	2009	8,8 (32)	16,0 (55)	5,9 (13)	30,7	
	2010	3,2 (40)	4,1 (51)	0,8 (10)	8,1	
	2011	5,2 (36)	8,2 (56)	1,2 (8)	14,6	
	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	
2010		23,0 (32)	44,0 (61)	4,8 (7)	71,8	
2011		37,0 (29)	86,0 (66)	6,3 (5)	129,3	

Figur 25.  $\Sigma$ DDT i blåskjell fra Sør fjorden 1981-2011,  $\mu\text{g/kg}$  våtvekt (før 2003: 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]).

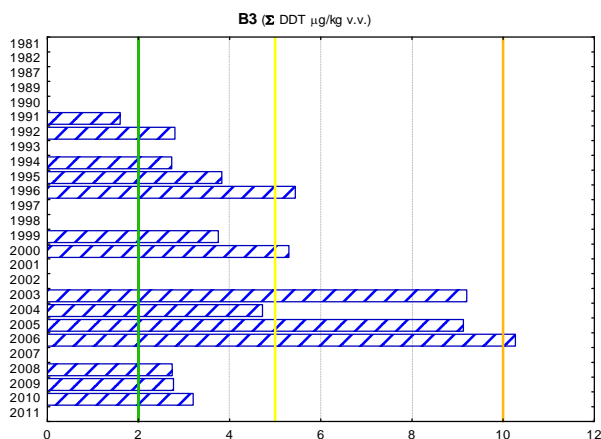
**B1 (2).**



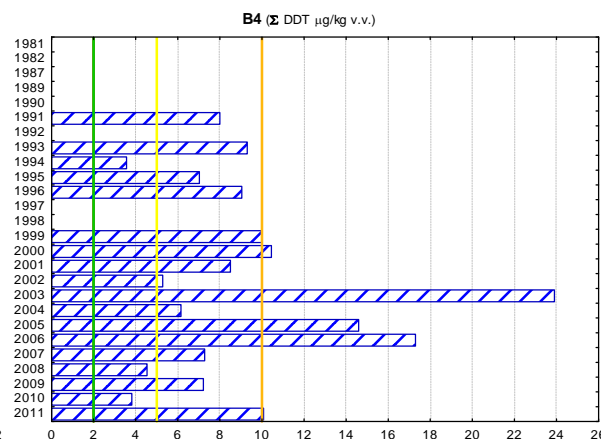
**B2 (3).**



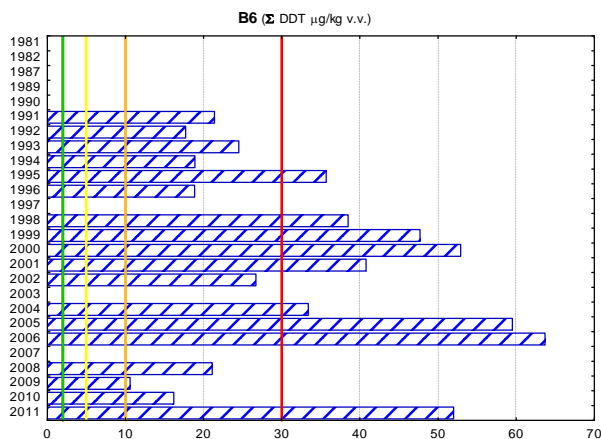
**B3 (6).**



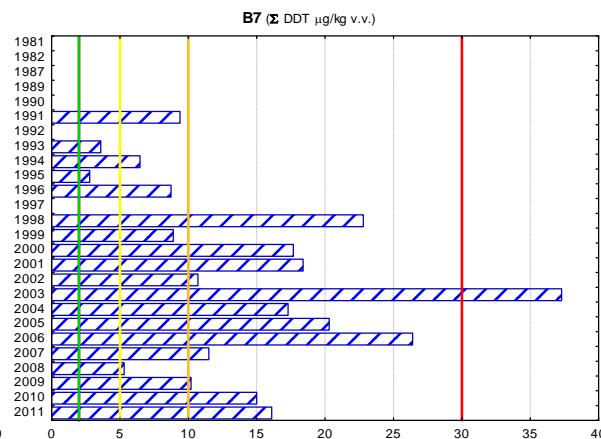
**B4 (10).**



**B6 (18).**

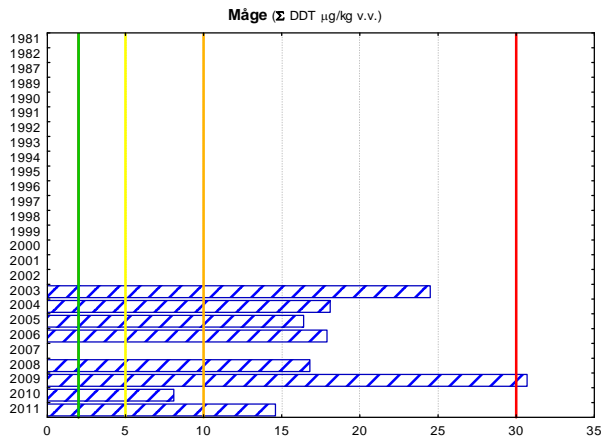


**B7 (38).**

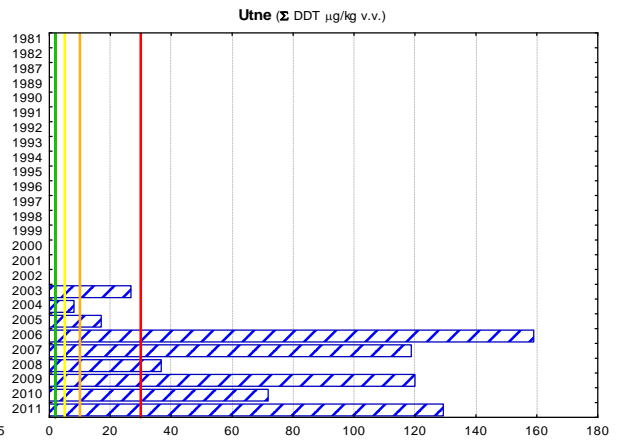


Forts. Figur 25.

**Måge (15).**



**Utne (40).**



## PCB

**Blåskjellene** fra alle stasjoner i Sørfjorden var **lite/ubetydelig forurenset (Kl. I)** med  $\Sigma\text{PCB}_7$  i 2011. Det ble ikke funnet blåskjell ved Tyssedal (st. B3), som er den lokaliteten hvor konsentrasjonen av  $\Sigma\text{PCB}_7$  ofte er noe forhøyet (Tabell 14, Tabell 16, Figur 26).

Tabell 16.  $\Sigma\text{PCB}_7$  i blåskjell fra st. B3. Tyssedal 1991-2010 (1997-materialet pga. en feil ikke analysert. Det ble ikke funnet skjell på stasjon B3, Tyssedal i 2007 og 2011),  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt og  $\mu\text{g}/\text{kg}$  fett.

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

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 <sup>1)</sup>
Våtv.basis	1132	91,8	12,2	12,4	5,8	3,9	-	6,0
Fettbasis	59584	3825	719	592	222	296	-	315

	2009 <sup>2)</sup>	2010 <sup>3)</sup>	2011
Våtv.basis	3,6	4,6	-
Fettbasis	211	231	-

<sup>1)</sup> Median av 3 replikater (alle skjell samlet 20.10.08).

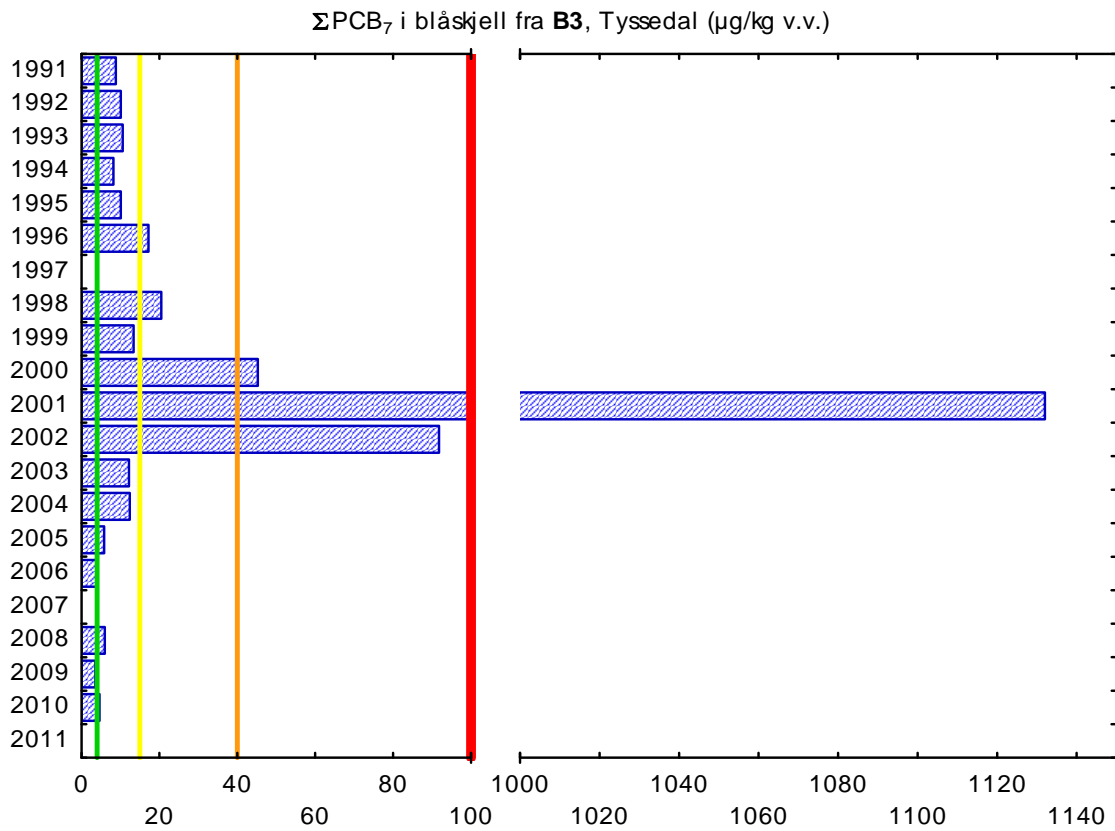
<sup>2)</sup> Median av 3 replikater (alle skjell samlet 21.10.09).

<sup>3)</sup> Median av 3 replikater (alle skjell samlet november 2010).

Ut fra en sammenligning av 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, eller omtrent på samme nivå som enkelte steder langs kysten [17].
- PCB-nivåene har imidlertid vært lavere enn i blåskjell i nærheten av havneområder og urbane strøk (eksempelvis indre Oslofjord og Kristiansand havn [17]).

Figur 26.  $\Sigma\text{PCB}_7$  i blåskjell fra Tyssedal (st. B3; 1991-2011),  $\mu\text{g/kg}$  våtvekt. Verdiene er også gjengitt i Tabell 16. 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 aksen mellom 100 og 1000.



### 5.3.5 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell

#### Oppsummering av de viktigste observasjonene, 2011:

- Konsentrasjoner av  $\Sigma$ PAH i blåskjell tilsvarte Klasse I (ubetydelig/lite forurenset) på alle stasjoner i 2011.
- Med hensyn på kun den kreftfremkallende forbindelsen benzo[a]pyren, så representerte konsentrasjonene også Klasse I (ubetydelig/lite forurenset) på alle stasjoner.

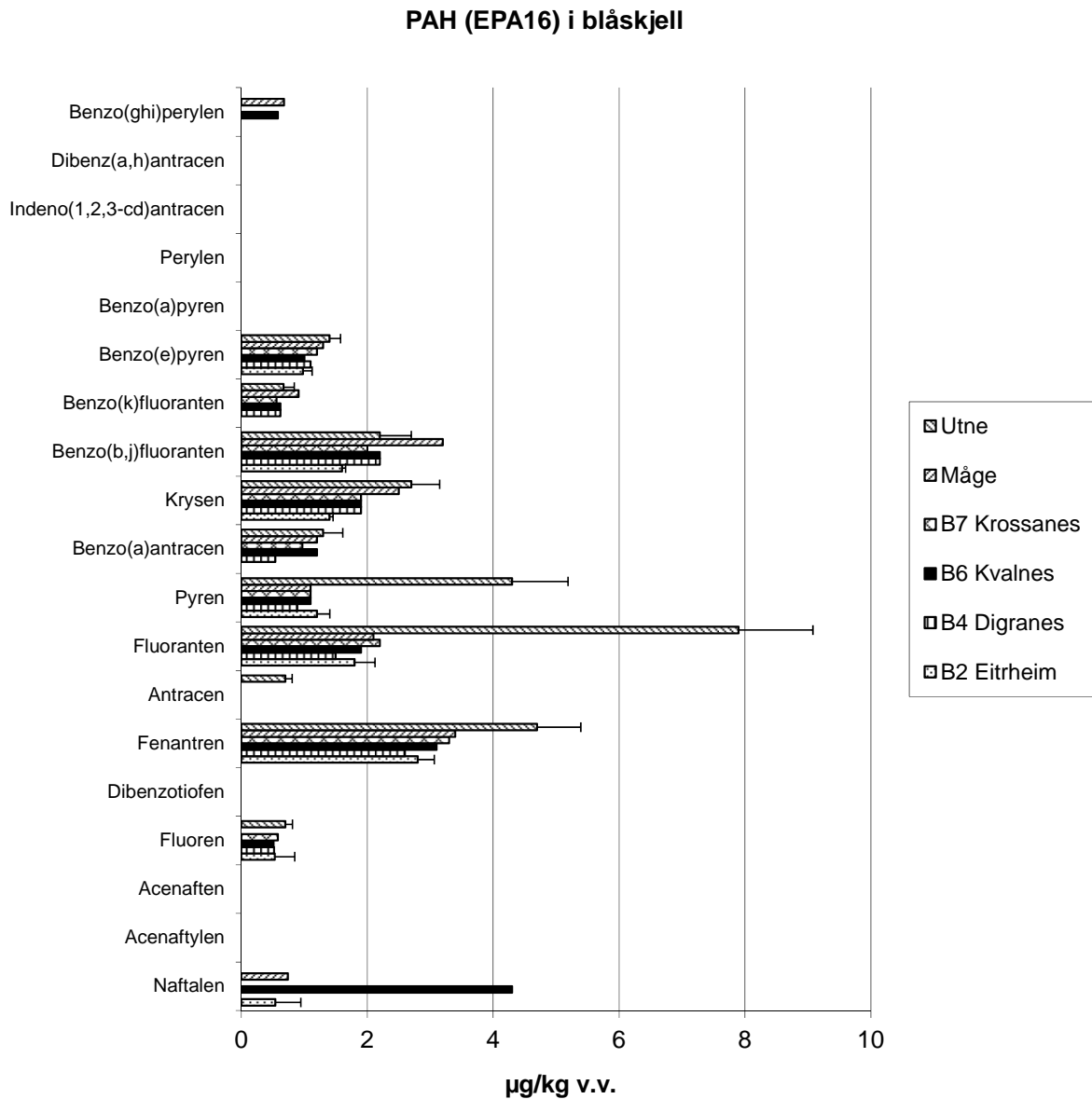
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble analysert i blåskjell fra alle stasjoner i Sørfjorden i 2011. Figur 27 viser i hvilken grad de ulike enkeltforbindelsene forekommer i prøvene. Figuren viser i hovedsak det samme bildet som tidligere [18]. På stasjon B2 (Eitrheim) og stasjon "Utne" er det analysert triplikate prøver (Standard avvik angitt; Figur 27). Konsentrasjonene av  $\Sigma$ 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 bemerkes:

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



Figur 27. Konsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt) av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra stasjonsnettet i Sørffjorden, 2011. Median av 3 replikater på stasjon B2 (Eitrheim) 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, 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] Amundsen CE. 2009. Kartlegging av DDT i jord ved Kvalneset, Ullensvang herad. Bioforsk-rapport Vol. 4 Nr. 123.
- [3] Ruus A, Green NW, Maage A, Amundsen CE, Schøyen M, Skei J. 2010. Post World War II orcharding creates present day DDT-problems in the Sørfjord (Western Norway) - A case study. *Marine Pollution Bulletin* 60:1856-1861.
- [4] Skei J, Ruus A, Måge A. 2005. Kildekartlegging av DDT i Sørfjorden, Hordaland. Forprosjekt. NIVA-rapport 5038-2005, 44 s.
- [5] 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.
- [6] Bloom NS, Crecelius EA. 1983. Determination of mercury in seawater at sub-nanogram per liter levels. *Mar Chem* 14:49-59.
- [7] National Research Council, 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.
- [8] Green NW, 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.
- [9] Ruus A, 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.
- [10] Schlabach M, Biseth A, Gundersen H, Knutzen J. 1995. Congener specific determination and levels of polychlorinated naphthalenes in cod liver samples from Norway. *Organohalogen Compounds* 24:489-492.
- [11] Schlabach M, Biseth A, Gundersen H, Oehme M. 1993. On-line GPC/carbon clean up method for determination of PCDD/F in sediment and sewage sludge samples. *Organohalogen Compounds* 11:71-74.
- [12] Oehme M, Klungsøyr J, Biseth A, 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* 1:153-163.
- [13] Ruus A, Skei J, Daae KL, Green NW, Schøyen M. 2011. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2010. Metaller i vannmassene, Oksygen, nitrogen og fosfor i vannmassene, Miljøgifter i organismer. Rapport 1103/2011 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 6199-2011, 100 s.
- [14] Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann - Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT-rapport TA-2229/2007. 12 s.

- [15] Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport TA-1467/1997, 36 s.
- [16] Knutzen J, Green NW. 2001. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). "Bakgrunnsnivåer" av miljøgifter i fisk og blåskjell basert på datamateriale fra 1990-1998. Rapport 829/01 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 4339-2001, 145 s.
- [17] Green NW, Schøyen M, Øxnevad S, Ruus A, Høgåsen T, Beylich B, Håvardstun J, Rogne ÅG, Tveiten L. 2011. Hazardous substances in fjords and coastal waters - 2010. Levels, trends and effects. Long-term monitoring of environmental quality in Norwegian coastal waters. Norwegian State Pollution Monitoring Programme Report no. 1111/2011. TA-no. 2862/2011. 252 s.
- [18] Ruus A, Skei J, Green NW, Schøyen M. 2010. Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2009. Metaller i vannmassene, Miljøgifter i organismer. Rapport 1076/2010 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 6018-2010, 92 s.
- [19] Pethon P. 1989. Aschehougs store fiskebok. 2. utgave. H. Aschehoug & Co. A/S.
- [20] Beylich B, Ruus A. 2011. Overvåking av miljøgifter i dypvannsfisk. Rapport fra Klima- og forurensningsdirektoratet, TA-no. 2872-2011. 67 s.
- [21] Ruus A, Green NW. 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.
- [22] Ruus A, Green NW. 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.
- [23] Ruus A, Green NW. 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.
- [24] Lobel PB, Marshall HD. 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* 99:101-105.
- [25] Van den Berg M, Birnbaum L, Bosveld ATC, Brunstrom B, Cook P, Feeley M, Giesy JP, Hanberg A, Hasegawa R, Kennedy SW, Kubiak T, Larsen JC, van Leeuwen FXR, Liem AKD, Nolt C, Peterson RE, Poellinger L, Safe S, Schrenk D, Tillitt D, Tysklind M, Younes M, Waern F, Zacharewski T. 1998. Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. *Environmental Health Perspectives* 106:775-792.
- [26] Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, Fiedler H, Hakansson H, Hanberg A, Haws L, Rose M, Safe S, Schrenk D, Tohyama C, Tritscher A, Tuomisto J, Tysklind M, Walker N, Peterson RE. 2006. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicological Sciences* 93:223-241.
- [27] Ruus A, Skei J, Green NW, 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.
- [28] Ruus A, Bakke T, Bjerkeng B, Knutsen H. 2011. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2010. Rapport 1104/2011 innen Statlig program for forurensningsovervåking. TA-2836/2011, 65 s.
- [29] Fjeld E, Schlabach M, Berge JA, Eggen T, Snilsberg P, Vogelsang C, Rognerud S, Kjellberg G, Enge EK, Dye CA, Gundersen H. 2005. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter 2004. Bromerte flammehemmere, perfluoralkylstoffer, irgarol, diuron, BHT og dicofol. NIVA-rapport 5011-2005, 97s+vedlegg.

[30] Ruus A, Skei J, Molvær J, Green NW, 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.



## **VEDLEGG (Rådata)**

**Metaller, saltholdighet, temperatur og siktedyp i overflatevann og dypvann i 2011.**

**Måle- og analysemetoder  
(siktedyp, temperatur og saltholdighet).**

**Metaller, klororganiske forbindelser og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra Sørfjorden samlet i uke 43 (oktober), 2011 (våtvektsbasis).**

**Kvikksølv i (individuelle) dypvannsfisk samlet i indre Sørfjorden,  
november 2011 (våtvektsbasis).**

**Kvikksølv i (individuelle) dypvannsfisk samlet i ytre Sørfjorden,  
november 2011 (våtvektsbasis).**

**Klororganiske forbindelser i brosme (blandprøver) samlet i indre Sørfjorden,  
november 2011 (våtvektsbasis).**

**Klororganiske forbindelser i brosme (blandprøver) samlet i ytre Sørfjorden,  
november 2011 (våtvektsbasis).**

**PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i torskelever  
fra Sørfjorden, 2011 (våtvektsbasis).**

**Informasjon om individuelle dypvannsfisk samlet i Sørfjorden november 2011, samt  
sammensetning av blandprøver.**

**Rådata: Metaller, saltholdighet, temperatur og siktedyp i overflatevann og dypvann 2011.****Urheim**

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	Temp. °C	Siktedyp m
28.02.2011	0	<1,0	0,17	5,60	0,080	1,14	21,2	5,3	5,0
17.03.2011	0	2,5	0,08	3,61	0,05	0,70	28,0	3,4	7,5
17.03.2011	20	2,5	0,05	1,70	0,02	0,31	30,3	5,4	
17.03.2011	40	2,5	0,07	1,87	0,02	0,32	31,2	7,2	
17.03.2011	100	1,5	0,06	2,44	0,02	0,25	32,1	7,0	
17.03.2011	250	9,0	0,08	3,39	0,02	0,22	32,5	7,1	
18.05.2011	0	<1,0	0,16	4,08	0,04	1,00	12,1	9,9	4,5
09.06.2011	0	<1,0	0,11	2,69	0,02	0,58	7,7	11,1	3,5
23.08.2011	0	<1,0	0,09	4,21	0,03	0,97	13,5	15,6	8,0
23.09.2011	0	1,5	0,08	3,99	0,02	1,28	14,3	12,2	5,5
23.09.2011	20	1,0	0,06	1,52	0,02	0,51	27,7	12,9	
23.09.2011	40	1,0	0,03	1,53	0,02	0,46	29,4	8,6	
23.09.2011	100	13,5	0,08	2,39	0,02	0,26	31,9	8,2	
23.09.2011	250	<1,0	0,07	2,30	0,02	0,15	33,0	8,0	
14.10.2011	0	<1,0	0,36	*	0,02	0,91	9,6	6,9	4,0
25.11.2011	0	<1,0	0,06	1,90	0,02	0,48	21,8	7,4	5,0

\*ingen verdi pga  
kontaminering

**Børve**

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	Temp. °C	Siktedyp m
28.02.2011	0	3,5	0,63	12,50	0,461	1,99	19,0	4,4	2,0
17.03.2011	0	<1,0	0,17	4,44	0,05	1,14	27,3	3,8	3,0
17.03.2011	20	<1,0	0,08	2,20	0,03	0,36	29,9	5,7	
17.03.2011	40	<1,0	0,15	2,26	0,03	0,34	30,8	7,6	
17.03.2011	100	1,0	0,11	3,19	0,03	0,25	32,1	8,3	
17.03.2011	250	1,0	0,14	2,63	0,02	0,19	32,3	7,9	
17.03.2011	320	1,0	0,15	3,30	0,02	0,20	32,5	7,8	
18.05.2011	0	<1,0	0,16	4,26	0,04	0,60	11,4	10,3	5,0
09.06.2011	0	<1,0	0,14	4,24	0,04	0,65	7,0	13,0	4,5
23.08.2011	0	<1,0	0,16	4,94	0,04	1,10	14,9	13,5	8,0
23.09.2011	0	<1,0	0,11	4,10	0,03	0,80	12,9	11,2	5,0
23.09.2011	20	4,0	0,13	1,39	0,01	0,47	27,8	11,9	
23.09.2011	40	<1,0	0,05	3,84	0,03	0,39	29,1	7,7	
23.09.2011	100	1,5	0,13	3,22	0,04	0,41	32,1	8,6	
23.09.2011	250	<1,0	0,08	2,22	0,02	0,17	32,9	8,2	
23.09.2011	320	<1,0	0,11	3,00	0,02	0,17	33,1	8,0	
14.10.2011	0	1,0	0,25	6,85	0,03	1,18	11,8	6,6	4,5
25.11.2011	0	1,0	0,06	2,03	0,02	0,60	22,9	7,7	4,0

**Digranes**

<b>Dato</b>	<b>Dyp meter</b>	<b>Hg ng/l</b>	<b>Pb µg/l</b>	<b>Zn µg/l</b>	<b>Cd µg/l</b>	<b>Cu µg/l</b>	<b>Sal. o/oo</b>	<b>Temp. °C</b>	<b>Siktedyp m</b>
28.02.2011	0	3,0	0,95	11,00	0,619	2,18	19,5	5,3	1,0
17.03.2011	0	1,0	0,52	6,13	0,06	1,29	26,5	4,0	1,0
17.03.2011	20	<1,0	0,13	3,16	0,05	0,29	30,1	5,9	
17.03.2011	40	1,0	0,26	3,15	0,05	0,29	31,4	8,3	
17.03.2011	100	1,0	0,17	3,55	0,04	0,35	32,2	8,0	
17.03.2011	250	<1,0	0,15	2,37	0,02	0,17	32,1	7,6	
18.05.2011	0	1,0	0,24	5,73	0,03	0,62	7,4	8,8	4,5
09.06.2011	0	<1,0	0,16	4,13	0,02	0,66	6,2	12,0	4,0
23.08.2011	0	<1,0	0,26	4,79	0,04	0,86	8,9	14,2	7,0
23.09.2011	0	1,5	0,23	4,44	0,03	0,86	13,9	12,2	3,0
23.09.2011	20	5,5	0,08	1,98	0,02	0,43	27,7	11,3	
23.09.2011	40	<1,0	0,11	7,05	0,05	0,39	29,2	7,7	
23.09.2011	100	2,5	0,15	3,97	0,05	0,34	32,3	9,0	
23.09.2011	250	<1,0	0,13	2,70	0,03	0,19	32,7	8,2	
14.10.2011	0	1,5	0,39	7,02	0,05	0,80	7,0	7,4	4,0
25.11.2011	0	1,0	0,11	3,85	0,04	0,72	24,3	7,9	6,0

**Tyssedal**

<b>Dato</b>	<b>Dyp meter</b>	<b>Hg ng/l</b>	<b>Pb µg/l</b>	<b>Zn µg/l</b>	<b>Cd µg/l</b>	<b>Cu µg/l</b>	<b>Sal. o/oo</b>	<b>Temp. °C</b>	<b>Siktedyp m</b>
28.02.2011	0	1,5	0,40	12,1	0,27	0,95	17,5	4,9	1,5
17.03.2011	0	1,5	0,63	6,7	0,07	1,08	25,8	4,1	2,0
17.03.2011	20	<1,0	0,17	3,8	0,06	0,31	29,9	6,0	
17.03.2011	40	1,0	0,29	3,4	0,06	0,31	30,9	8,3	
17.03.2011	100	1,0	0,18	3,7	0,05	0,23	32,2	7,2	
18.05.2011	0	1,0	0,27	5,5	0,04	0,61	5,5	7,5	5,0
09.06.2011	0	<1,0	0,19	4,7	0,03	0,64	6,5	9,3	4,0
23.08.2011	0	<1,0	0,38	5,4	0,03	0,77	6,9	13,4	5,5
23.09.2011	0	4,0	0,28	4,5	0,03	0,67	13,0	12,4	4,0
23.09.2011	20	2,0	0,25	6,0	0,04	0,48	27,1	10,8	
23.09.2011	40	4,5	0,18	10,1	0,06	0,44	29,3	7,5	
23.09.2011	100	3,0	0,21	4,5	0,06	0,32	32,7	8,8	
14.10.2011	0	1,0	0,42	7,6	0,05	0,86	9,2	9,4	3,5
25.11.2011	0	2,0	0,32	8,62	0,07	0,57	24,5	7,2	5,5



**Lindenes**

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	Temp. °C	Siktedyp m
28.02.2011	0	2,0	0,39	12,6	0,42	1,25	16,3	5,1	2,0
17.03.2011	0	2,0	0,26	5,58	0,07	0,82	26,9	4,3	4,0
17.03.2011	20	<1,0	0,16	3,42	0,06	0,30	30,1	5,9	
17.03.2011	40	1,0	0,37	4,41	0,08	0,36	31,4	8,1	
18.05.2011	0	1,5	0,28	5,48	0,03	0,64	5,4	7,4	5,0
09.06.2011	0	1,0	0,22	4,54	0,03	0,55	6,9	8,7	3,5
23.08.2011	0	<1,0	0,30	3,88	0,03	0,49	5,4	13,1	5,5
23.09.2011	0	1,0	0,27	3,71	0,02	0,53	10,3	11,5	3,0
23.09.2011	20	3,0	0,61	9,63	0,06	0,53	26,2	10,7	
23.09.2011	40	3,5	0,79	21,80	0,14	0,56	28,1	8,2	
14.10.2011	0	1,0	0,42	6,99	0,04	0,77	11,9	10,0	3,0
25.11.2011	0	2	0,19	5,80	0,04	0,677	24,2	7,3	5,0

**Havnebasseng**

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	Temp. °C	Siktedyp m
28.02.2011	0	2,5	0,44	13,0	0,28	1,59	18,4	5,7	2,5
17.03.2011	0	2,0	0,33	5,29	0,07	0,53	28,2	4,8	5,0
17.03.2011	20	<1,0	0,27	4,61	0,08	0,34	30,1	6,0	
17.03.2011	40	2,5	0,73	6,33	0,10	0,47	31,4	7,2	
18.05.2011	0	1,0	0,21	3,87	0,02	0,43	5,9	7,3	4,5
09.06.2011	0	<1,0	0,26	4,35	0,03	0,60	6,0	7,9	3,5
23.08.2011	0	<1,0	0,33	4,21	0,02	0,72	4,0	12,5	3,5
23.09.2011	0	1,5	0,30	3,18	0,02	0,56	9,1	11,3	3,5
23.09.2011	20	5,0	1,03	13,20	0,11	0,63	22,1	10,1	
23.09.2011	40	5,0	0,84	19,50	0,14	0,59	23,4	8,9	
14.10.2011	0	<1,0	0,33	4,86	0,03	0,74	12,2	10,3	3,0
25.11.2011	0	2	0,36	8,46	0,06	0,633	18,9	6,5	5,0

**Eitrheimsvågen**

Dato	Dyp meter	Hg ng/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Sal. o/oo	Temp. °C	Siktedyp m
28.02.2011	0	4,0	0,54	25,6	0,23	1,39	16,8	5,3	3,0
17.03.2011	0	4,0	5,74	32,10	0,75	1,31	28,1	5,2	4,5
17.03.2011	10	5,0	0,90	21,50	0,16	0,48	26,9	5,4	
18.05.2011	0	1,5	0,37	12,20	0,06	0,51	5,4	7,7	4,5
09.06.2011	0	<1,0	0,28	4,57	0,04	0,48	7,5	8,3	3,5
23.08.2011	0	<1,0	0,45	6,18	0,04	0,72	4,0	12,7	4,0
23.09.2011	0	14,5	0,43	16,60	0,08	0,64	7,9	11,3	3,5
23.09.2011	10	23,5	1,58	27,80	0,26	0,85	21,8	10,9	
14.10.2011	0	1,5	0,63	8,27	0,07	0,943	9,50	10,1	3,5
25.11.2011	0	7,5	0,63	18,10	0,15	0,71	20,9	6,8	4,5

**Måle- og analysemetoder (siktedyp, temperatur og saltholdighet).***Siktedyp:*

Siktedypet er målt som det dyp hvor en hvit skive (secchi-skive) med ca. 25 cm diameter forsvinner av syne fra overflaten. Vannkikkert er ikke brukt.

*Temperatur og saltholdighet:*

Er målt ved bruk av en YSI modell 30 sonde. Spesifikasjonen er vist nedenfor.

<b>30 salinity, conductivity &amp; temperature (System Specifications)</b>			
Range: User-selected or autoranging			
Adjustable reference temperature: 15 to 25°C			
Adjustable temperature compensation factor: 0 to 4%			
Cable lengths: 10, 25, 50, 100 feet (3, 7.6, 15.2, 30.5 meters)			
Measurement	Range	Resolution	Accuracy (meter & probe)
Conductivity	0 to 499.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$	$\pm 0.5\%$ full scale
	0 to 4999 $\mu\text{S}/\text{cm}$	1 $\mu\text{S}/\text{cm}$	$\pm 0.5\%$ full scale
	0 to 49.99 $\text{mS}/\text{cm}$	0.01 $\text{mS}/\text{cm}$	$\pm 0.5\%$ full scale
	0 to 200.0 $\text{mS}/\text{cm}$	0.1 $\text{mS}/\text{cm}$	$\pm 0.5\%$ full scale
Salinity	0 to 80 ppt	0.1 ppt	$\pm 2\%$ or $\pm 0.1$ ppt
Temperature	-5 to +95°C	0.1°C	$\pm 0.1^\circ\text{C}$ ( $\pm 1$ lsd)

**Rådata: Metaller, klororganiske forbindelser og PAH i blåskjell samlet på ulike stasjoner i Sørfjorden, oktober 2011 (våtvektsbasis).**

Rekvireringsnr : 2012-00197 Mottatt dato : 20120119 Godkjent av : KBA Godkjent dato : 20120511

Prosjektnr : O 26461 02

Kunde/Stikkord : Sørfjorden biota

Kontaktperson/Saksbeh. : ARU

Analysevariabel				TTS%	Fett%	Cd M S-B	Cu M S-B	Hg-B	Pb M S-B	Zn M S-B	CB 28-B	CB 52-B	
Enhet ==>				%	% pr.vv.	µg/g v.v.	µg/g v.v.	µg/g v.v.	µg/g v.v.	µg/g v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	
Metode ==>				TESTNO	B 3	H 3-4	E 8-3	E 8-3	E 4-3	E 8-3	E 8-3	H 3-4	H 3-4
P nr	P dato	M erking	P røvetype										
1	20111001	B 2 Eiheim P røve 1	bbsk	2012-00197	19	2.3	0.368	1.02	0.026	1.31	20.0	<0.05	0.09
2	20111001	B 2 Eiheim P røve 2	bbsk	2012-00197	20	2.7	0.329	1.07	0.029	1.18	16.6	<0.05	0.09
3	20111001	B 2 Eiheim P røve 3	bbsk	2012-00197	20	2.1	0.346	0.97	0.026	1.17	17.8	<0.05	0.06
4	20111001	B 4 D ipanes	bbsk	2012-00197	16	2.5	0.223	0.93	0.030	0.78	11.6	<0.05	0.05
5	20111001	B 6 Kvahe	bbsk	2012-00197	13	2.0	0.608	5.05	0.059	4.08	12.6	<0.05	0.39
6	20111001	B 7 Krossanes	bbsk	2012-00197	16	2.5	0.363	1.01	0.054	2.35	22.2	<0.05	0.09
7	20111001	B 8 M åge	bbsk	2012-00197	14	2.2	0.451	0.93	0.058	1.57	11.8	<0.05	<0.05
8	20111001	B 9 Utne P røve 1	bbsk	2012-00197	18	2.3	0.198	1.57	0.025	0.22	12.4	<0.05	<0.05
9	20111001	B 9 Utne P røve 2	bbsk	2012-00197	17	2.3	0.193	1.55	0.027	0.25	11.4	<0.05	<0.05
10	20111001	B 9 Utne P røve 3	bbsk	2012-00197	18	2.2	0.196	1.60	0.026	0.25	13.5	<0.05	<0.05

Analysevariabel				CB 101-B	CB 118-B	CB 105-B	CB 153-B	CB 138-B	CB 156-B	CB 180-B	CB 209-B	Σ PCB	Σ PCB <sub>7</sub>
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	Beregnet	Beregnet
P nr	P dato	M erking	P røvetype										
1	20111001	B 2 Eiheim P røve 1	bbsk	<0.16	0.20	0.08	i	0.29	<0.05	<0.05	<0.05	±1.02	±0.84
2	20111001	B 2 Eiheim P røve 2	bbsk	<0.23	0.17	0.08	0.26	0.29	<0.05	0.07	<0.05	<1.34	<1.16
3	20111001	B 2 Eiheim P røve 3	bbsk	<0.21	0.13	0.06	0.17	0.22	<0.05	0.06	<0.05	<1.06	<0.9
4	20111001	B 4 D ipanes	bbsk	<0.18	0.12	0.06	0.20	0.23	<0.05	0.08	<0.05	<1.07	<0.91
5	20111001	B 6 Kvahe	bbsk	<0.17	0.11	0.05	0.24	0.25	<0.05	0.06	<0.05	<1.22	<1.07
6	20111001	B 7 Krossanes	bbsk	<0.24	0.17	0.09	0.34	0.29	<0.05	0.10	<0.05	<1.47	<1.28
7	20111001	B 8 M åge	bbsk	<0.17	0.11	0.06	0.18	0.22	<0.05	0.07	<0.05	<1.01	<0.85
8	20111001	B 9 Utne P røve 1	bbsk	<0.14	0.1	<0.05	0.17	0.19	<0.05	<0.05	<0.05	<0.9	<0.75
9	20111001	B 9 Utne P røve 2	bbsk	<0.12	0.1	<0.05	0.18	0.19	<0.05	<0.05	<0.05	<0.89	<0.74
10	20111001	B 9 Utne P røve 3	bbsk	<0.11	0.09	<0.05	0.15	0.17	<0.05	<0.05	<0.05	<0.82	<0.67

**Rådata: Metaller, klororganiske forbindelser og PAH i blåskjell samlet på ulike stasjoner i Sørfjorden, oktober 2011 (våtvektsbasis).**

Rekvireringsnr : 2012-00197 Mottatt dato : 20120119 Godkjent av : KBA Godkjent dato : 20120511

Prosjektnr : O 26461 02

Kunde/Stikkord : Sørfjorden biota

Kontaktprosjektbeh. : ARU

Analysevariabel				QCB-B	HCHA-B	HCB-B	HCHG-B	OCS-B	DDEFP-B	TDEFP-B	DDTTP-B	NAP-B	ACNLE-B
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 2-4	H 2-4
Pnr	Pdato	Merkning	Pøvetype										
1	20111001	B 2 Einheim Pøve 1	bbsk	0.09	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	3.9	0.67	2.8	0.54	<0.5
2	20111001	B 2 Einheim Pøve 2	bbsk	0.04	<0.05	0.07	<0.05	<0.05	4.5	0.83	3.0	0.79	<0.5
3	20111001	B 2 Einheim Pøve 3	bbsk	0.03	<0.05	0.04	<0.05	<0.05	3.6	0.66	2.5	<0.5	<0.5
4	20111001	B 4 D i g n e s	bbsk	0.03	<0.05	0.09	<0.05	<0.05	5.4	0.98	3.7	<0.5	<0.5
5	20111001	B 6 K v a h e s	bbsk	<0.03	<0.05	0.09	<0.05	<0.05	23	9.0	20	4.3	<0.5
6	20111001	B 7 K r o s s a n e s	bbsk	0.03	<0.05	0.10	<0.05	<0.05	8.8	1.4	5.9	<0.5	<0.5
7	20111001	B 8 M å g e	bbsk	0.03	<0.05	0.1	<0.05	<0.05	8.2	1.2	5.2	0.74	<0.5
8	20111001	B 9 U t n e P ø v e 1	bbsk	0.03	<0.05	0.1	<0.05	<0.05	86	7.2	38	<0.5	<0.5
9	20111001	B 9 U t n e P ø v e 2	bbsk	0.03	<0.05	0.10	<0.05	<0.05	86	6.3	37	<0.5	<0.5
10	20111001	B 9 U t n e P ø v e 3	bbsk	0.03	<0.05	0.1	<0.05	<0.05	78	6.1	37	<0.5	<0.5

Analysevariabel				ACNE-B	FLE-B	DBTHB	PA-B	ANT-B	FLU-B	PYR-B	BAA-B	CHR-B	BBJF-B
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4
Pnr	Pdato	Merkning	Pøvetype										
1	20111001	B 2 Einheim Pøve 1	bbsk	<0.5	0.53	<0.5	2.8	<0.5	1.8	1.2	<0.5	1.4	1.7
2	20111001	B 2 Einheim Pøve 2	bbsk	<0.5	0.57	<0.5	2.9	<0.5	1.9	1.2	<0.5	1.4	1.6
3	20111001	B 2 Einheim Pøve 3	bbsk	<0.5	<0.5	<0.5	2.4	<0.5	1.3	0.85	<0.5	1.3	1.6
4	20111001	B 4 D i g n e s	bbsk	<0.5	0.52	<0.5	2.6	<0.5	1.5	0.89	0.54	1.9	2.2
5	20111001	B 6 K v a h e s	bbsk	<0.5	0.51	<0.5	3.1	<0.5	1.9	1.1	1.2	1.9	2.2
6	20111001	B 7 K r o s s a n e s	bbsk	<0.5	0.58	<0.5	3.3	<0.5	2.2	1.1	0.97	1.9	2.0
7	20111001	B 8 M å g e	bbsk	<0.5	<0.5	<0.5	3.4	<0.5	2.1	1.1	1.2	2.5	3.2
8	20111001	B 9 U t n e P ø v e 1	bbsk	<0.5	0.70	<0.5	4.7	0.70	8.6	5.6	1.3	2.7	2.2
9	20111001	B 9 U t n e P ø v e 2	bbsk	<0.5	0.72	<0.5	4.7	0.71	7.9	4.3	1.6	3.1	2.7
10	20111001	B 9 U t n e P ø v e 3	bbsk	<0.5	0.52	<0.5	3.5	0.52	6.3	3.9	0.98	2.2	1.7

**Rådata: Metaller, klororganiske forbindelser og PAH i blåskjell samlet på ulike stasjoner i Sørfjorden, oktober 2011 (våtvektsbasis).**

Rekvissjonsnr :2012-00197 Mottatt dato :20120119 Godkjent av :KBA Godkjent dato:20120511

Prosjektnr :O 26461 02

Kunde/Stikkord :Sørfjorden biota

Kontaktp./Saksbeh. :ARU

Analysevariabel	BKF-B	BEP-B	BAP-B	PER-B	CDP-B	DBA 3A-B	BGHP-B	Sum PAH	Sum PAH16	Sum KPAH			
Enhet ==>	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.			
Metode ==>	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	H 2-4	Beregnet	Beregnet	Beregnet			
PnNr	Pdato	Merkng	Pøvetype										
1	20111001	B 2 Eitheim Pøve 1	bbsk	<0.5	0.98	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<16.45	<14.47	<6.14
2	20111001	B 2 Eitheim Pøve 2	bbsk	<0.5	1.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<16.96	<14.86	<6.29
3	20111001	B 2 Eitheim Pøve 3	bbsk	<0.5	0.81	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<14.76	<12.95	<5.9
4	20111001	B 4 D ipanes	bbsk	0.62	1.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<16.87	<14.77	<7.26
5	20111001	B 6 Kvalnes	bbsk	0.62	1.0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.58	<22.41	<20.41	<11.72
6	20111001	B 7 Krossanes	bbsk	0.56	1.2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<18.81	<16.61	<7.43
7	20111001	B 8 M åge	bbsk	0.91	1.3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.68	<21.63	<19.33	<10.05
8	20111001	B 9 Utne Pøve 1	bbsk	0.67	1.4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<33.07	<30.67	<8.87
9	20111001	B 9 Utne Pøve 2	bbsk	0.85	1.4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<32.48	<30.08	<10.25
10	20111001	B 9 Utne Pøve 3	bbsk	0.51	1.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<25.73	<23.63	<7.39

i Forbindelsen er dekket av en interferens ikrom atogram m et.

PnNr1 M å analyseres på NIVA PAH i Pøvene er analysert sammen med en husstandard (HSD) og ett sertifisert referansemateriale (SRM). Verdene i SRM for FLU er høyere enn øvre alarmgrense. CB101: Rapporteringsgrensen er noe høyere enn normalt pga en interferens ikrom atogram m et av pøvene.

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på Kvalitet Godkjente\_dokumenter Akkreditering Versedokumenter V3Usikkerdoc, eller kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

**Rådata: Kvikksølv i dypvannsfisk (individuelle) samlet i indre Sørfjorden, november 2011 (våtvektsbasis).**

Rekvireringsnr : 2011-03128 Mottatt dato : 20111207 Godkjent av : MAR Godkjent dato : 20120319

Prosjektnr : O 26461 02

Kunde/Stikkord : Sørfjorden biota

Kontaktp./Saksbeh. : ARU

Analysevariabel				Hg-B	
Enhet ==>				µg/g v.v.	
Metode ==>	TESTNO			E 4-3	
PrNr	PrDato	Merkning	Prøvetype		
1	!	Indre Sørfj file1	bb ff	2011-03128	0.74
2		Indre Sørfj file2	bb ff	2011-03128	0.50
3		Indre Sørfj file3	bb ff	2011-03128	1.34
4		Indre Sørfj file4	bb ff	2011-03128	0.93
5		Indre Sørfj file5	bb ff	2011-03128	1.98
6		Indre Sørfj file6	bb ff	2011-03128	0.72
7		Indre Sørfj file7	bb ff	2011-03128	0.79
8		Indre Sørfj file8	bb ff	2011-03128	0.86
9		Indre Sørfj file9	bb ff	2011-03128	0.68
10		Indre Sørfj file10	bb ff	2011-03128	1.11
11		Indre Sørfj file11	bb ff	2011-03128	0.67
12		Indre Sørfj file12	bb ff	2011-03128	1.44
13		Indre Sørfj file13	bb ff	2011-03128	0.67
14		Indre Sørfj file14	bb ff	2011-03128	0.62
15		Indre Sørfj file15	bb ff	2011-03128	1.92
16		Indre Sørfj file16	bb ff	2011-03128	1.46
17		Indre Sørfj file17	bb ff	2011-03128	0.97
18		Indre Sørfj file18	bb ff	2011-03128	2.02
19		Indre Sørfj file19	bb ff	2011-03128	1.88
20		Indre Sørfj file20	bb ff	2011-03128	1.10
21		Indre Sørfj file21	bb ff	2011-03128	1.40
22		Indre Sørfj file22	bb ff	2011-03128	1.57

PrNr1 RET: prøvene i retur til kunden M å analyseres på NIVA.

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på K:\Kvalitet\Godkjente\_dokumenter\Åkkreditering\Diversedokumenter\Y3U\skkerdoc\_e\erkan fās ved henvendelse til laboratoriet.

**Rådata: Kvikksølv i dypvannsfisk (individuelle) samlet i ytre Sørfjorden, november 2011 (våtvektsbasis).**

Rekvisisjonsnr :2011-03130 Mottatt dato :20111207 Godkjent av :MAR Godkjent dato :20120330

Prosjektnr :O 26461 02

Kunde/Stikkord :Sørfjorden biota

Kontaktp./Saksbeh. :ARU

Analysevariabel				Hg-B	
Enhet ==>				µg/g v.v.	
Metode ==>	TESTNO			E 4-3	
PrNr	PrDato	Merkning	Prøvetype		
1		Ytre Sørfj. fiske1	bb ff	2011-03130	0.56
2		Ytre Sørfj. fiske2	bb ff	2011-03130	0.58
3		Ytre Sørfj. fiske3	bb ff	2011-03130	0.75
4		Ytre Sørfj. fiske4	bb ff	2011-03130	0.63
5		Ytre Sørfj. fiske5	bb ff	2011-03130	0.70
6		Ytre Sørfj. fiske6	bb ff	2011-03130	0.31
7		Ytre Sørfj. fiske7	bb ff	2011-03130	0.63
8		Ytre Sørfj. fiske8	bb ff	2011-03130	0.68
9		Ytre Sørfj. fiske9	bb ff	2011-03130	1.15
10		Ytre Sørfj. fiske10	bb ff	2011-03130	1.45
11		Ytre Sørfj. fiske11	bb ff	2011-03130	0.90
12		Ytre Sørfj. fiske12	bb ff	2011-03130	0.82
13		Ytre Sørfj. fiske13	bb ff	2011-03130	0.58
14		Ytre Sørfj. fiske14	bb ff	2011-03130	1.15
15		Ytre Sørfj. fiske15	bb ff	2011-03130	0.76
16		Ytre Sørfj. fiske16	bb ff	2011-03130	1.24
17		Ytre Sørfj. fiske17	bb ff	2011-03130	1.07
18		Ytre Sørfj. fiske18	bb ff	2011-03130	1.05
19		Ytre Sørfj. fiske19	bb ff	2011-03130	0.84
20		Ytre Sørfj. fiske20	bb ff	2011-03130	1.54
21		Ytre Sørfj. fiske21	bb ff	2011-03130	1.77
22		Ytre Sørfj. fiske22	bb ff	2011-03130	1.63
23		Ytre Sørfj. fiske23	bb ff	2011-03130	1.52
24		Ytre Sørfj. fiske24	bb ff	2011-03130	0.67
25		Ytre Sørfj. fiske25	bb ff	2011-03130	1.12

PrNr1 RET:prøvene i retur til kunden M å analyseres på NIVA

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på K:\Kvalitet\Godkjente\_dokumenter\Åkkreditering\Diversedokumenter\Y3Uskkerdoc, eller kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

**Rådata: Klororganiske forbindelser i dypvannsfisk (blandprøver) samlet i indre Sørfjorden, november 2011 (våtvektsbasis).**

Rekvireringsnr : 2011-03127 Mottatt dato : 20111207 Godkjent av : MAR Godkjent dato : 20120330

Prosjektnr : O 26461 02

Kunde/Stikkord : Sørfjorden biota

Kontaktperson/Saksbeh. : ARU

Analysvariabel		TTS-%	Fett-%	CB 28-B	CB 52-B	CB 101-B	CB 118-B	CB 105-B	CB 153-B	CB 138-B			
Enhet ==>		%	% pr.vv.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.			
Metode ==>		TESTNO	B 3	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4			
P nr	P dato	M erkng	P røvetype										
1	!	Indre Sørfjm kved sam p 1	bb fl	2011-03127	51	38	3.6	9.9	89	160	51	550	370
2		Indre Sørfjm kved sam p 2	bb fl	2011-03127	54	38	14	3.7	21	53	18	190	120
3		Indre Sørfjm kved sam p 3	bb fl	2011-03127	58	43	1.8	4.5	24	68	23	220	140
4		Indre Sørfjm kved sam p 4	bb fl	2011-03127	55	40	1.9	6.4	38	87	31	270	180
5		Indre Sørfjm kved sam p 5	bb fl	2011-03127	57	38	1.9	1.1	90	170	57	700	440

Analysvariabel		CB 156-B	CB 180-B	CB 209-B	ΣPCB	ΣPCB <sub>7</sub>	QCB-B	HCHA-B	HCB-B	HCHG-B	OCS-B		
Enhet ==>		µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.		
Metode ==>		H 3-4	H 3-4	H 3-4	Beregnet	Beregnet	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4		
P nr	P dato	M erkng	P røvetype										
1	!	Indre Sørfjm kved sam p 1	bb fl	30	170	3.7	1437.2	1352.5	s0.54	0.33	6.5	0.21	1.8
2		Indre Sørfjm kved sam p 2	bb fl	9.7	57	1.2	475	446.1	s0.47	0.27	4.6	0.18	0.65
3		Indre Sørfjm kved sam p 3	bb fl	13	69	1.6	564.9	527.3	s0.68	0.33	6.3	0.19	0.93
4		Indre Sørfjm kved sam p 4	bb fl	17	90	1.8	723.1	673.3	s0.61	0.30	5.8	0.18	1.1
5		Indre Sørfjm kved sam p 5	bb fl	43	230	3.8	1746.7	1642.9	s0.64	0.29	5.9	0.17	2.1

Analysvariabel		DDEPP-B	TDEPP-B	DDTPP-B		
Enhet ==>		µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.		
Metode ==>		H 3-4	H 3-4	H 3-4		
P nr	P dato	M erkng	P røvetype			
1	!	Indre Sørfjm kved sam p 1	bb fl	s3100	160	750
2		Indre Sørfjm kved sam p 2	bb fl	820	70	220
3		Indre Sørfjm kved sam p 3	bb fl	1200	95	360
4		Indre Sørfjm kved sam p 4	bb fl	1200	120	510
5		Indre Sørfjm kved sam p 5	bb fl	s2600	270	1300

s Deterknyttetstørrelse usikkerhet enn nom alt til kvantifisering.

P nr 1 RET: prøvene i retur til kunden M å analyseres på NIVA.

QCB: s= forbindelseens erdelvis dekket av en interferens i kjemisk atogram m et av prøvene.

Gjelder pp DDE i prøve log 5: s= konsentrasjonen av forbindelse i prøven høyere enn kalibreringskuvens

dekningsområde.

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på K:\kvantifisering\godkjente\_dokumenter\akkreditering\diversedokumenter\3U\skkerdoc\_e\lerkan\_fas ved henvendelse til laboratoriet.



**Rådata: Klororganiske forbindelser i dypvannsfisk (blandprøver) samlet i ytre Sørfjorden, november 2011 (våtvektsbasis).**

Rekvireringsnr :2011-03129 Mottatt dato :20111207 Godkjent av :KBA Godkjent dato :20120403

Prosjektnr :O 26461 02

Kunde/Stikkord :Sørfjorden biota

Kontaktperson/Saksbeh. :ARU

Analysevariabel				TTS-%	Fett-%	CB 28-B	CB 52-B	CB 101-B	CB 118-B	CB 105-B	CB 153-B	CB 138-B	
Enhet ==>				%	% prøv.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	
Metode ==>				TESTNO	B 3	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	
Pnr	Pdato	Merkning	Prøvetype										
1	!	Ytre Sørfjorden ied sam p 1	bb fl	2011-03129	41	24	0.83	2.3	16	36	12	180	99
2		Ytre Sørfjorden ied sam p 2	bb fl	2011-03129	39	24	10	2.4	21	48	17	190	120
3		Ytre Sørfjorden ied sam p 3	bb fl	2011-03129	57	40	13	3.3	14	40	12	160	88
4		Ytre Sørfjorden ied sam p 4	bb fl	2011-03129	54	40	12	4.2	26	51	16	220	140
5	!	Ytre Sørfjorden ied sam p 5	bb fl	2011-03129	46	28	12	7.7	96	130	39	1200	650

Analysevariabel				CB 156-B	CB 180-B	CB 209-B	ΣPCB	ΣPCB <sub>7</sub>	QCB-B	HCHA-B	HCB-B	HCHG-B	OCS-B
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				H 3-4	H 3-4	H 3-4	Beregnet	Beregnet	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4	H 3-4
Pnr	Pdato	Merkning	Prøvetype										
1	!	Ytre Sørfjorden ied sam p 1	bb fl	7.3	47	1.2	401.63	381.13	s0.31	0.15	2.4	0.12	0.43
2		Ytre Sørfjorden ied sam p 2	bb fl	9.8	58	1.4	468.6	440.4	s0.32	0.16	2.6	0.11	0.70
3		Ytre Sørfjorden ied sam p 3	bb fl	7.2	44	1.3	371.1	350.6	s0.47	0.27	4.0	0.19	0.44
4		Ytre Sørfjorden ied sam p 4	bb fl	10	55	1.5	524.9	497.4	s0.44	0.25	4.0	0.17	0.85
5	!	Ytre Sørfjorden ied sam p 5	bb fl	30	220	4.7	2378.6	2304.9	s0.38	0.17	3.6	0.12	1.6

Analysevariabel				DDEPP-B	TDEPP-B	DDTPP-B
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.
Metode ==>				H 3-4	H 3-4	H 3-4
Pnr	Pdato	Merkning	Prøvetype			
1	!	Ytre Sørfjorden ied sam p 1	bb fl	790	60	190
2		Ytre Sørfjorden ied sam p 2	bb fl	820	54	250
3		Ytre Sørfjorden ied sam p 3	bb fl	870	80	160
4		Ytre Sørfjorden ied sam p 4	bb fl	1300	150	370
5	!	Ytre Sørfjorden ied sam p 5	bb fl	s4100	280	1300

s Deterknyttetstørrelse usikkerhet enn normalt til kvantifisering.

Pnr1 RET: prøvene i retur til kunden M å analyseres på NIVA

QCB:s= forbindelseens erdelvis dekket av en interferens i komatogrammet av prøvene.

Pnr5 ppDDE:s= konsentrasjonen av forbindelsen i prøven er høyere enn kalibreringskurvens dekningsområde.

Informasjon om analyseusikkerhet finnes på K:\Kvalitet\Godkjente\_dokumenter\Åklædning\Uversedokumenter\30sikkerdoc eller kan fås ved henvendelse til laboratoriet.

**Rådata: PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i torskelerver fra Sørfjorden, 2011 (våttvektsbasis).**

## Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8328

NILU sample number: 12/279

Customer: NIVA

Customers sample ID: Sørfjorden

: Bl.pr. nr 1

Sample type: Lever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:  

Concentration units: pg/g

Data files: VD013

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
<b>Dioxins</b>					
2378-TCDD	9,23	43 g	9,23	9,23	9,23
12378-PeCDD	<	0,15 i	0,08	0,15	0,15
123478-HxCDD	<	0,30	0,03	0,03	0,03
123678-HxCDD		47 g	0,08	0,08	0,08
123789-HxCDD	<	0,83	0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDD		48 g	0,01	0,01	0,01
OCDD		0,17 i	0,00	0,00	0,00
<b>SUM PCDD</b>		43	<b>9,44</b>	<b>9,51</b>	<b>9,51</b>
<b>Furanes</b>					
2378-TCDF	37,8	56	3,78	3,78	3,78
12378/12348-PeCDF	8,73	x	0,09	0,44	0,26
23478-PeCDF	1,48	51	0,74	0,74	0,44
123478/123479-HxCDF	1,15	52	0,11	0,11	0,11
123678-HxCDF	1,99	49 g	0,20	0,20	0,20
123789-HxCDF	<	0,19	0,02	0,02	0,02
234678-HxCDF		47 g	0,16	0,16	0,16
1234678-HpCDF		48 g	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	<	0,25	0,00	0,00	0,00
OCDF	<	0,40	0,00	0,00	0,00
<b>SUM PCDF</b>		45 g	<b>5,10</b>	<b>5,45</b>	<b>4,98</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>			<b>14,5</b>	<b>15,0</b>	<b>14,5</b>
<b>nonortho - PCB</b>					
33'44'-TeCB (PCB-77)	330	56		0,03	0,03
344'5'-TeCB (PCB-81)	50,7			0,01	0,02
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	614	54		61,4	61,4
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	106	57		1,06	3,17
<b>SUM TE-PCB</b>				<b>62,5</b>	<b>64,6</b>

IE(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)

&lt; : 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

x : Samplingstandard NS-EN 1948

\* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

**Rådata: PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i torskelever fra Sørfjorden, 2011 (våtvektbasis).**

## Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8328

NILU sample number: 12/280

Customer: NIVA

Customers sample ID: Sørfjorden

: Bl.pr. nr. 2

Sample type: Lever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:  

Concentration units: pg/g

Data files: VD013

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
<b>Dioxins</b>					
2378-TCDD	10,5	60	10,5	10,5	10,5
12378-PeCDD	0,27 i	70	0,13	0,27	0,27
123478-HxCDD	<	71	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDD	0,65	70	0,06	0,06	0,06
123789-HxCDD	0,17		0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDD	0,47	65	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,76	65	0,00	0,00	0,00
<b>SUM PCDD</b>			<b>10,7</b>	<b>10,8</b>	<b>10,8</b>
<b>Furanes</b>					
2378-TCDF	44,7	82	4,47	4,47	4,47
12378/12348-PeCDF	10,3	x	0,10	0,51	0,31
23478-PeCDF	2,96	73	1,48	1,48	0,89
123478/123479-HxCDF	1,36	89	0,14	0,14	0,14
123678-HxCDF	2,18	75	0,22	0,22	0,22
123789-HxCDF	<	x	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	1,45	72	0,14	0,14	0,14
1234678-HpCDF	0,40	69	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	<	x	0,00	0,00	0,00
OCDF	<	68	0,00	0,00	0,00
<b>SUM PCDF</b>			<b>6,57</b>	<b>6,98</b>	<b>6,18</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>			<b>17,3</b>	<b>17,8</b>	<b>17,0</b>
<b>nonortho - PCB</b>					
33'44'-TeCB (PCB-77)	435	78		0,04	0,04
344'5-TeCB (PCB-81)	58,9			0,01	0,02
33'44'5-PeCB (PCB-126)	769	79		76,9	76,9
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	88,2	78		0,88	2,65
<b>SUM TE-PCB</b>				<b>77,9</b>	<b>79,6</b>

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)

&lt; : 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

\* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

**Rådata: PCDD, PCDF og non-ortho PCB (samt toksiske ekvivalenter av disse) i torskelerver fra Sørfjorden, 2011 (våtvektbasis).**

## Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8328

NILU sample number: 12/281

Customer: NIVA

Customers sample ID: Sørfjorden

: Bl.pr. nr. 3

Sample type: Lever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:  

Concentration units: pg/g

Data files: VD013

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
<b>Dioxins</b>					
2378-TCDD	7,03	56	7,03	7,03	7,03
12378-PeCDD	0,18 i	70	0,09	0,18	0,18
123478-HxCDD	<	74	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDD	0,57	75	0,06	0,06	0,06
123789-HxCDD	0,17		0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDD	0,29	66	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,62 i	67	0,00	0,00	0,00
<b>SUM PCDD</b>			<b>7,21</b>	<b>7,30</b>	<b>7,30</b>
<b>Furanes</b>					
2378-TCDF	29,7	69	2,97	2,97	2,97
12378/12348-PeCDF	6,27	x	0,06	0,31	0,19
23478-PeCDF	1,32	68	0,66	0,66	0,40
123478/123479-HxCDF	0,80	83	0,08	0,08	0,08
123678-HxCDF	1,28	75	0,13	0,13	0,13
123789-HxCDF	<	x	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,96	71	0,10	0,10	0,10
1234678-HpCDF	0,27	66	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	<	x	0,00	0,00	0,00
OCDF	<	65	0,00	0,00	0,00
<b>SUM PCDF</b>			<b>4,02</b>	<b>4,27</b>	<b>3,88</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>			<b>11,2</b>	<b>11,6</b>	<b>11,2</b>
<b>nonortho - PCB</b>					
33'44'-TeCB (PCB-77)	206	61		0,02	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)	28,8			0,00	0,01
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	418	65		41,8	41,8
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	78,0	72		0,78	2,34
<b>SUM TE-PCB</b>				<b>42,6</b>	<b>44,1</b>

IE(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)

&lt; : 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

\* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

**Rådata: Informasjon om individuelle dypvannsfisk samlet i Sørfjorden november 2011, samt sammensetning av blandprøver**

Prøve merket	Art	Stasjon	Sub-nr.	Lengde (cm)	vekt (g)	Kjønn	Inngår i blandprøve:	Fett% i blandprøve
Indre Sørfj. 1	Blålange	Indre	1	59	725,5	M	1	38
Indre Sørfj. 2	Blålange	Indre	2	60	722,1	M	1	38
Indre Sørfj. 3	Blålange	Indre	3	82,5	1973,3	M	1	38
Indre Sørfj. 4	Blålange	Indre	4	70	1125,3	F	1	38
Indre Sørfj. 5	Blålange	Indre	5	92	2545	F	1	38
Indre Sørfj. 6	Brosme	Indre	6	37	526,2	M	2	38
Indre Sørfj. 7	Brosme	Indre	7	48,5	1202,5	F	2	38
Indre Sørfj. 8	Brosme	Indre	8	50,5	1600	F	2	38
Indre Sørfj. 9	Brosme	Indre	9	51	1389,4	F	2	38
Indre Sørfj. 10	Brosme	Indre	10	52	1580,6	F	2	38
Indre Sørfj. 11	Brosme	Indre	11	53	1505,3	M	3	43
Indre Sørfj. 12	Brosme	Indre	12	55,5	1855	F	3	43
Indre Sørfj. 13	Brosme	Indre	13	56	2007	M	3	43
Indre Sørfj. 14	Brosme	Indre	14	57	2162,3	M	3	43
Indre Sørfj. 15	Brosme	Indre	15	57	2349,5	F	3	43
Indre Sørfj. 16	Brosme	Indre	16	58	2114,2	F	4	40
Indre Sørfj. 17	Brosme	Indre	17	58,5	2650	F	4	40
Indre Sørfj. 18	Brosme	Indre	18	62,5	2530,8	F	4	40
Indre Sørfj. 19	Brosme	Indre	19	63,5	3050	F	4	40
Indre Sørfj. 20	Brosme	Indre	20	67	3650	M	4	40
Indre Sørfj. 21	Brosme	Indre	21	69	3800	M	5	38
Indre Sørfj. 22	Brosme	Indre	22	71	3850	M	5	38
Ytre Sørfj. 1	Brosme	Ytre	1	34	472	F	1	24
Ytre Sørfj. 2	Brosme	Ytre	2	39,5	617,7	M	1	24
Ytre Sørfj. 3	Brosme	Ytre	3	41	701	M	1	24
Ytre Sørfj. 4	Brosme	Ytre	4	41,5	835	F	1	24
Ytre Sørfj. 5	Brosme	Ytre	5	42,5	822,5	M	1	24
Ytre Sørfj. 6	Brosme	Ytre	6	45	829	M	2	24
Ytre Sørfj. 7	Brosme	Ytre	7	45	1027,5	F	2	24
Ytre Sørfj. 8	Brosme	Ytre	8	46	1051,5	M	2	24
Ytre Sørfj. 9	Brosme	Ytre	9	48	1110	F	2	24
Ytre Sørfj. 10	Brosme	Ytre	10	48,5	1111,5	F	2	24
Ytre Sørfj. 11	Brosme	Ytre	11	49	1262,5	F	3	40
Ytre Sørfj. 12	Brosme	Ytre	12	49,5	1182	F	3	40
Ytre Sørfj. 13	Brosme	Ytre	13	49,5	1262,5	F	3	40
Ytre Sørfj. 14	Brosme	Ytre	14	51	1224,5	F	3	40
Ytre Sørfj. 15	Brosme	Ytre	15	52,5	1192,5	M	3	40
Ytre Sørfj. 16	Brosme	Ytre	16	52,5	1420	F	4	40
Ytre Sørfj. 17	Brosme	Ytre	17	53	1527	F	4	40
Ytre Sørfj. 18	Brosme	Ytre	18	54	1533	F	4	40
Ytre Sørfj. 19	Brosme	Ytre	19	58	2119	M	4	40
Ytre Sørfj. 20	Brosme	Ytre	20	59	1776,5	F	4	40
Ytre Sørfj. 21	Brosme	Ytre	21	62	2669	M	5	28
Ytre Sørfj. 22	Brosme	Ytre	22	64	2699	F	5	28
Ytre Sørfj. 23	Brosme	Ytre	23	67	2595,5	M	5	28
Ytre Sørfj. 24	Brosme	Ytre	24	46,5	923	M	-	
Ytre Sørfj. 25	Blålange	Ytre	25	87,5	2273	F	-	



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](mailto:postmottak@klif.no)  
 Internett: [www.klif.no](http://www.klif.no)

Utførende institusjon Norsk institutt for vannforskning (NIVA)	ISBN-nummer 978-82-577-6134-9
---	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Anders Ruus	Kontaktperson i Klima- og forurensningsdirektoratet Henrik Gade	TA-nummer 2947/2012
		SPFO-nummer 1127/2012

	År 2012	Sidetall 95	Klifs kontraktnummer 4011019
--	------------	----------------	---------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 6399-2012 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, Astri Jæger Sweetman Kvassnes, Jens Skei, Norman Green, Merete Schøyen
---

Tittel - norsk og engelsk Overvåking av miljøforholdene i Sørfjorden 2011. Metaller i vannmassene, Miljøgifter i organismer  Monitoring of environmental quality in the Sørfjord 2011. Metals in the water masses, Contaminants in organisms
---

Sammendrag – summary Resultatene av overvåkingen i 2011 kan oppsummeres som følger: Det var noe økning av metaller i overflatevannet i Sørfjorden (i fht. 2010), tross i reduserte utslipp til vann. Bly viser imidlertid reduserte konsentrasjoner. I dypere vannlag er nivåene sporadisk høyere enn i overflatevannet. I overflatevannet var sink og kobber i Kl. III (moderat) ytterst i fjorden og IV (dårlig) innerst i fjorden. Kadmium var i Kl. II (god) for gjennomsnittet av alle overflatevannanalysene, med de høyeste konsentrasjonene innerst i fjorden. Bly viser en reduksjon men er fremdeles i Kl. II (god). Kvikksølv er også i Kl. II (god). Konsentrasjonene av kvikksølv i torsk fra Sørfjorden tilsvarte Kl. II (moderat). Innholdet av kvikksølv i dypvannsfisk var høyt. Kvikksølv i blåskjell viste konsentrasjoner opp til Kl. III (markert). Det var ingen overskridelser av Kl. I (lite/ubetydelig forurenset) for kobber og sink i blåskjell, med unntak av en anomali for kobber ved Kvalnes (Kl. III). Kadmium og bly i blåskjell viste konsentrasjoner fra Kl. I og opp til Kl. III. ΣPCB <sub>7</sub> - og ΣDDT-konsentrasjonene i torsk fra Sørfjorden tilsvarte hhv. Kl. II og Kl. III i lever og Kl. I og Kl. II i filet. Dioksiner og furaner (uttrykt som TE <sub>PCDD/F</sub> ) i torskelever representerte grensen mellom Kl. I og Kl. II. ΣDDT i blåskjell tilsvarte opp til Kl. V (meget sterkt forurenset) og de høyeste konsentrasjonene ble observert ved Kvalnes og Utne. Blåskjell fra Sørfjorden var lite/ubetydelig forurenset med ΣPCB <sub>7</sub> (Kl. I). Konsentrasjoner av PAH i blåskjell tilsvarte Kl. I.
--

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](mailto:postmottak@klif.no)

[www.klif.no](http://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.

SPFO-rapport 1127/2012  
TA-2947/2012

Foto: Anders Ruus