

Overvåking av Vefsnfjorden i 2009

Vannmasser, sediment og organismer



Hovedkontor

Gaustadalleen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 54 63 87

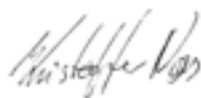
Tittel Overvåking av Vefsnfjorden i 2009. Vannmasser, sediment og organismer.	Løpenr. (for bestilling) 5940-2010	Dato 3.3.2010
	Prosjektnr. O-29321	Sider 74
Forfatter(e) Kristoffer Næs Ian Allan Jarle Molvær Merete Schøyen	Fagområde Miljøgifter i marint miljø	Distribusjon Fri
	Geografisk område Nordland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Alcoa Mosjøen	Oppdragsreferanse Helge Nes
-----------------------------------	--------------------------------

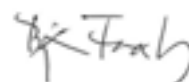
Sammendrag:

Vefsnfjorden har i de senere årene vært i en utvikling mot bedre miljøtilstand med hensyn på PAH. Dette var også tilfelle for 2009. De øvre vannmassene i fjordsystemet, representert med skjellprøver fra Finnvika til Korsnes, fremsto som *ubetydelig forurenset* til *moderat forurenset* av PAH. Metallverdiene i blåskjell tilsvarte *bakgrunn* mens o-skjell som lever mer nede i sedimentet, hadde konsentrasjoner opp til *markert forurenset* av metaller. Sedimentene både i hovedfjorden og i det havnenære området ved Mosjøen klassifiseres av miljøtilstand tilsvarende *bakgrunnsnivå* eller nær det med hensyn på konsentrasjoner av metaller og klororganiske forbindelser. Miljøtilstanden var imidlertid fremdeles karakterisert som *moderat* til *svært dårlig* av PAH. Konsentrasjonene av PAH i sedimentene i Vefsnfjorden viste en nedgang over tid. Dioksininnholdet i lever og filet av torsk fanget i Mosjøen havneområde i Vikedalsbukta var lavt. Imidlertid, toksisitetsinnholdet knyttet til PCB var en størrelsesorden høyere enn det fra dioksiner. Det medfører at hvis man sammenligner det totale toksisitetsinnhold med Klifs klassifisering av dioksin, vil filet og lever av torsk karakteriseres som *moderat forurenset* bortsett fra torskelever fra Mosjøen havn som havner i klasse III – *markert forurenset*. Innholdet av PAH-metabolitter i galle av torsk var lavt og tyder på liten eksponering.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Vefsnfjorden	1. Vefsnfjord
2. PAH	2. PAHs
3. Metaller	3. Metals
4. Klororganiske forbindelser	4. Chlorinated compounds



Kristoffer Næs
Prosjektleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Overvåking av Vefsnfjorden i 2009

Vannmasser, sediment og organismer

Forord

Denne undersøkelsen er gjennomført på oppdrag av Alcoa Mosjøen på grunnlag av tilbud av 26.06.09 utarbeidet av NIVA ved Kristoffer Næs. Kontaktperson ved Alcoa Mosjøen har vært Helge Nes.

Under feltarbeidet i Vefsnfjorden ble fartøyet "Hjelmen" med skipper Frank Grebstad benyttet. Feltarbeidet ble gjennomført 8. til 10.09.2009 av Merete Schøyen, Ian Allan og Kristoffer Næs. Passive prøvetakere ble tatt opp av bedriften ved Asbjørn Kjønnås.

Opparbeidelse av prøver av blåskjell, o-skjell og torsk er blitt gjort av Merete Schøyen, Lise Tveiten og Mette Cecilie Lie.

Analysene er i hovedsak foretatt ved NIVAs laboratorium. Analyser av dioksiner og non-orto PCB er gjort av Umeå Universitet ved Per Liljelind. Jarle Håvardstun har laget kartene. Kristoffer Næs har vært prosjektleder.

Alle takkes for innsatsen.

Grimstad, 3. mars 2010

Kristoffer Næs

Innhold

Sammendrag	6
Summary	8
1. Innledning	9
1.1 Bakgrunn og formål	9
1.2 Resultater fra tidligere undersøkelser i Vefsnfjorden	10
1.3 Vannsirkulasjon i Vefsnfjorden	11
1.4 Tidligere sedimentundersøkelser fra det havnenære området	14
2. Materiale og metoder	16
2.1 Måleprogram og omfang	16
2.2 Innsamling av prøver	16
2.2.1 Passive prøvetakere (SPMD)	16
2.2.2 Blåskjell og o-skjell	17
2.2.3 Krabber	18
2.2.4 Torsk	18
2.2.5 Sedimenter	18
2.3 Analysemetoder	23
2.4 Bedømming av miljøtilstand	24
2.4.1 Klifs klassifiseringssystem	24
3. Resultater	26
3.1 Blåskjell og o-skjell	26
3.1.1 PAH	26
3.1.2 Metaller	28
3.2 PAH i passive prøvetakere (SPMD)	28
3.3 Torsk	30
3.3.1 PAH-metabolitter i galle	30
3.3.2 PCB og dioksin	31
3.4 Sedimenter	32
3.4.1 Visuell beskrivelse, kornfordeling og innhold av organisk karbon	32
3.4.2 PAH	33
3.4.3 PCB	35
3.4.4 Metaller og TBT	35
4. Konklusjon	39
5. Referanser	40
6. Vedlegg	42
6.1 Analyseresultater for PAH, klororganiske forbindelser og metaller i sedimenter fra Vefsnfjorden 2009	42
6.2 Analyseresultater for tinnorganiske forbindelser i sedimenter fra Vefsnfjorden 2009	51

6.3 Analyseresultater for PAH og metaller i blåskjell og o-skjell fra Vefsnfjorden 2009	52
6.4 Analyseresultater for dioksiner og PCB i filet og lever fra torsk i Vefsnfjorden 2009	55
6.5 Analyseresultater for PAH-metabolitter i galle fra torsk i Vefsnfjorden 2009	71
6.6 Beregning av vannkonsentrasjon av PAH ut fra SPMD	72
6.7 Analyseresultater for SPMD og DGT fra Vefsnfjorden 2009	74

Sammendrag

Vefsnfjorden har mottatt forurenset avløpsvann særlig fra smelteverksproduksjonen ved Alcoa Mosjøen (tidligere Elkem Aluminium Mosjøen) over mange år. Hovedproblemet i denne sammenheng har vært betydelige tilførsler av tjærestoffer (PAH). Imidlertid, som følge av rens tiltak og innføring av ny teknologi, er utslippene blitt sterkt redusert i de senere år, særlig etter at bedriften i 2002 faset ut produksjonen basert på Søderbergteknologi og gikk over til 100 % Prebake. Nedgang i forurensningene i fjorden førte til at kostholdsrådet for Vefsnfjorden ble opphevet i april 2005.

Foreliggende undersøkelse inngår som ledd i en generell overvåking av fjorden hvor hovedmålet er å gi en oppdatert status for forurensningene i fjorden. Undersøkelsen har hovedvekt på PAH, men belyser også konsentrasjoner av metaller og klororganiske forbindelser.

Undersøkelsene har omfattet målinger av forurensningsnivået i blåskjell, o-skjell, torsk, passive prøvetakere og bunnsedimenter. Blåskjellene og o-skjellene avspeiler situasjonen i de øvre vannlag, mens bunnsedimentene gir tilstanden i de dypere delene av fjorden. Resultatene for forurensningskomponenter har blitt vurdert i henhold til Klifs (tidligere SFT) system for klassifisering av miljøkvalitet.

Hovedkonklusjoner:

Vefsnfjorden har i de senere årene vært i en utvikling mot bedre miljøtilstand med hensyn på PAH. Dette er også tilfelle for 2009. De øvre vannmassene i fjordsystemet, representert med skjellprøver fra Finnvika til Korsnes, fremstår som *ubetydelig forurenset* til *moderat forurenset* av PAH og metaller.

Sedimentene både i hovedfjorden og i det havnenære området ved Mosjøen klassifiseres av miljøtilstand tilsvarende *bakgrunnsnivå* eller nær det med hensyn på metaller og klororganiske forbindelser. Miljøtilstanden var imidlertid fremdeles karakterisert som *moderat* til *svært dårlig* av PAH. Konsentrasjonene av PAH i sedimentene i Vefsnfjorden viser en nedgang over tid.

Dioksininnholdet i lever og filet av torsk fanget i Mosjøen havneområde i Vikedalsbukta var lavt. Imidlertid, toksisitetinnholdet knyttet til PCB var en størrelsesorden høyere enn det fra dioksiner. Det medfører at hvis man sammenligner det totale toksisitetinnhold med Klifs klassifisering av dioksin, vil filet og lever av torsk karakteriseres som *moderat forurenset* bortsett fra torskelever fra Mosjøen havn som havner i klasse III – *markert forurenset*.

Delkonklusjoner:

Blåskjell og o-skjell kan karakteriseres som *ubetydelig forurenset* (klasse I) med hensyn på PAH₁₆ på alle stasjoner bortsett fra blåskjell ved Korsneset og o-skjell ved Finnvika som så vidt tilsa en klassifisering tilsvarende *moderat forurenset* i henhold til Klifs kriterier for miljøkvalitet. Konsentrasjonene i blåskjell tilsvarer målinger i 2006.

Innhold av tungmetallene kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg) og bly (Pb) i blåskjell og o-skjell var *ubetydelig* (klasse I) i blåskjell og *moderat* (klasse II) til *markert forurenset* (klasse III) i o-skjell som lever mer ned i sedimentet sammenlignet med blåskjell. Merk at det ikke er egne klassegrenser for o-skjell, men grenseverdiene for blåskjell er anvendt.

Passive prøvetakere (SPMD) viste en avstandsgradient med fallende verdier fra Finnvika til Alterneset, men med tilsvarende verdier for Alterneset og Korsneset. Beregninger indikerer at PAH-konsentrasjonene faller under Vanddirektivets miljøkvalitetsstandarder (EQS) bortsett fra summen av indeno[1,2,3-cd]pyren and benzo[ghi]perylene ved Finnvika.

Torskelever og torskefilet hadde lave konsentrasjoner av dioksin. Toksisitetsinnholdet knyttet til PCB var imidlertid en størrelsesorden høyere enn det fra dioksiner. Det medfører at hvis man sammenligner det totale toksisitetsinnhold med Klifs klassifisering av dioksin, vil filet og lever av torsk karakteriseres som *moderat forurenset* bortsett fra torskelever fra Mosjøen havn som var i klasse III – *markert forurenset*.

I undersøkelser fra 1989-1991 påpekte Knutzen (1991) overkonsentrasjoner av dioksiner i blåskjell og torskelever fra Vefsnfjorden/Sørfjorden. Konsentrasjonen av dioksin i lever av torsk fanget mellom Alterneset og Utnes var 26 pg/g friskvekt regnet som toksisitetsekvivalenter. Denne konsentrasjonen er høyere enn det som ble målt i 2009. Man skal dog være litt varsom med sammenligningen på grunn av analyseteknisk utvikling over 20 år og at Knutzen rapporterer høyere fettinnhold i leveren enn det som var tilfelle for 2009-prøvene.

Fisk blir også eksponert for PAH i hovedsak gjennom inntak av PAH-forurenset føde, som i stor grad er sedimentlevende organismer. Imidlertid har fisk et enzymesystem som bryter ned PAH slik at disse forbindelsene er vanskelig målbare i filet. I nedbrytningen av PAH gjøres PAH-forbindelsene mer løselige for så å kunne skilles ut gjennom gallen. Forekomst av PAH-metabolitter i galle gir dermed informasjon om fisken har vært eksponert for disse forbindelsene. Konsentrasjoner av PAH-metabolitter i galle av torsk var lav og tyder dermed på lav eksponering.

I **bunnsedimentene** er det en nedgang i konsentrasjonene av PAH over tid. Konsentrasjonene på to overvåkingsstasjoner i Vefsnfjorden tilsvarer nå at sedimentet var *moderat* forurenset (klasse III). I det havnenære området ved Mosjøen var miljøtilstanden *god* til *svært dårlig* (klasse II til V) med hensyn på PAH.

Innholdet av tungmetaller i bunnsedimentene (kadmium, krom, kobber, kvikksølv, bly, sink) var lavt med en miljøtilstand tilsvarende *bakgrunn* (klasse I). For TBT tilsvarte konsentrasjonene *god* til *svært dårlig* miljøtilstand i sedimentene i havneområdet.

Summary

Title: Monitoring the Vefsnfjord in 2009. Water masses, sediments and organisms.

Year: 2010.

Author: Kristoffer Næs, Ian Allan, Jarle Molvær and Merete Schøyen.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5675-8.

The Vefsnfjord in northern Norway has received contaminated discharges, in particular from Alcoa Mosjøen (former Elkem Aluminium Mosjøen), for many years. The main environmental issue has been the effluent's content of PAHs. Due to installation of cleaning devices and change in technology from partly Soderberg to fully Prebake, the contaminant discharges have been strongly reduced over the last years. This report gives an updated description of the environmental status for the fjord. It focuses on PAH concentration in blue mussels (*Mytilus edulis*), horse mussels (*Modiolus modiolus*), cod (*Gadus morhua*), passive samplers and bottom sediments. Blue mussels and horse mussels represent the quality status in the upper part of the water column, while the bottom sediments represent the situation in the deeper part of the fjord. In addition to PAHs, metals and chlororganic compounds were analysed in selected samples.

In general there is a trend to improvement over time for PAHs in environmental samples. This was also the case for the 2009 survey. Based on concentrations in blue mussels and horse mussels the water masses in the Vefsnfjord are characterized as uncontaminated to moderately contaminated for these compounds.

The sediments in the Vefsnfjord proper and in the harbour-near area had low concentrations of metals, but are moderately to strongly contaminated with PAHs.

The dioxin concentration in liver and filet of cod caught in the Mosjøen harbour area and in Vikedalsbukta in the Vefsnfjord proper was low. However, the toxicity contribution from dioxin-like PCBs was an order of magnitude higher. As a result, according the Norwegian environmental classification system, the liver and filet of cod are assessed as moderately to markedly contaminated for these compounds.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Alcoa Mosjøen (tidligere Elkem Aluminium Mosjøen) (**Figur 1**) har utslipp av avløpsvann til sjø. Avløpsvannet består dels av sjøvann som benyttes i forbindelse med rensing av avgasser, og dels av avrenningsvann fra ulike deler av produksjonen. Avløpsvannet er forurenset av tjærestoffer, polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og fluorid, og kan også inneholde andre komponenter slik som metaller. Utslippene av PAH var tidligere høye, men er i de senere årene blitt betydelig redusert ved rensetiltak og innføring av nye produksjonsprosesser. Reduksjonene har i hovedsak funnet sted over de siste 10-15 år. PAH har lang oppholdstid i miljøet og fjordene er fortsatt betydelig forurenset som følge av de tidligere utslippene.

Forurensningene i Vefsnfjorden har vært undersøkt flere ganger tidligere. Imidlertid, på bakgrunn av at utslippene av PAH er endret og nytt produksjonsanlegg for forbakte anoder er satt i drift, har Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) stilt krav om at bedriften skal gjennomføre en resipientundersøkelse i Vefsnfjorden. Denne undersøkelsen er derfor et ledd i en generell overvåking av fjordsystemene. Undersøkelsen i Vefsnfjorden har hatt som mål å:

- Gi en oppdatert beskrivelse av miljøsituasjonen i de øvre vannlag i fjorden.
- Gi en oppdatert beskrivelse av miljøsituasjonen i de dypere liggende vannlag i fjorden.
- Inngå i den generelle overvåkingen av fjorden som en oppdatert statusbeskrivelse i forhold til undersøkelsene i 2000 og 2006.

I tillegg har Klif bedt om at en beskrivelse av strøm- og spredningsforhold inkluderes.



Figur 1. Oversiktskart over undersøkelsesområdet.

1.2 Resultater fra tidligere undersøkelser i Vefsnfjorden

Vefsnfjorden har mottatt betydelige tilførsler av PAH fra Alcoa Mosjøen (tidligere Elkem Aluminium Mosjøen) knyttet til bruken av "Søderberg-anoder" i produksjonen. For å følge med på dette, har bedriften i mange år overvåket miljøkvaliteten, og da med hovedvekt på PAH i de øvre vannlag i Vefsnfjorden gjennom analyser av blåskjell (Haugen og medarbeidere 1981, Helland og Skei 1991, Knutzen 1987, 1991, Knutzen og Skei 1986, Næs og medarbeidere 2001, Næs 2004a, Næs 2005, Næs og medarbeidere 2007). Resultatene fra disse målingene førte til at kostholdsrådet for området ble revidert i 2002. Rådet ble da formulert som følger: "Konsum av skjell fanget i Vefsnfjorden avgrenset av en linje mellom Kvalneset og Hammerneset i sør og av en linje mellom Fornesodden og Leirfjord i nord frarådes". Siste større undersøkelse av miljøforholdene i fjorden var i 2006 (Næs og medarbeidere 2007).

I forbindelse med utfasing av Søderbergproduksjonen i 2002 og omlegging av produksjonsprosessen til 100 % Prebake som nå er gjennomført ved Alcoa Mosjøen, har man overvåket effekten som omleggingen hadde på PAH-konsentrasjonene i vannmassene i det bedriftsnære området ved bruk av såkalte semipermeable membraner (SPMD). Overvåkingen startet i mai 2001 og ble avsluttet i oktober 2003. Utfasing av Søderbergcellene startet i 2001 og ble fullført i oktober 2002. Resultatene har vist en dramatisk nedgang i PAH-konsentrasjonene i fjordsystemet (Næs 2004a).

Målingene i vannmassene ble også fulgt opp av analyser av blåskjell fra fjorden ved flere anledninger i 2003 og 2004. Disse målingene bekreftet de store endringene i PAH-konsentrasjonen i vannmassene som ble påvist med SPMDene. Blåskjellene hadde konsentrasjoner i hovedsak i klasse I (*ubetydelig forurenset*) i henhold til Klifs klassifiseringssystem (Molvær og medarbeidere 1997 og Næs 2004a).

Ytterligere undersøkelser av blåskjell ble gjennomført i 2004 (Næs 2005). Da ble PAH-innholdet i både dyrkede og viltvoksende skjell fra Vefsn- og Leirfjordområdet målt. Resultatene viste at PAH-innholdet i skjell fra hele undersøkelsesområdet var lavt og i hovedsak tilsvarende *ubetydelig forurenset* (klasse I) til *moderat forurenset* (klasse II) i henhold til Klifs kriterier for miljøtilstand. De lave PAH-konsentrasjonene i skjellene fra Vefsnfjorden, som raskt ble observert etter de store utslippsreduksjonene ved Alcoa Mosjøen, vedvarer over tid. På bakgrunn av forbedringen og det lave innholdet av PAH i blåskjellene opphevet Mattilsynet kostholdsrådet for Vefsnfjorden, Sundet og indre Leirfjorden i april 2005.

Undersøkelsen i 2006 (Næs og medarbeidere 2007) viste at de øvre vannmassene i fjordsystemet, representert med blåskjellprøver fra Alterneset til Furunes, fremstod som *ubetydelig forurenset* eller nær det med hensyn på PAH, metaller og klororganiske forbindelser. Sedimentene var *ubetydelig forurenset* eller nær det med hensyn på metaller og klororganiske forbindelser. De var imidlertid fremdeles *moderat* til *markert forurenset* av PAH, men dette var en forbedring i forhold til tidligere. De biologiske forholdene representert ved sammensetningen av bløtbunnsfauna og aktivitet i sedimentet tilsa at det normalt var gode forhold i de dypere liggende delene av fjorden. I indre områder var det tegn til påvirkning fra organiske tilførsler. Det kunne ikke påvises biologiske effekter på samfunnsnivå fra forurensningen av PAH i bunnsedimentene.

1.3 Vannsirkulasjon i Vefsnfjorden

I Klifs pålegg til Alcoa Mosjøen om gjennomføring av en resipientundersøkelse, ønsket de at en beskrivelse av topografi, vannmasser og strømforhold i fjordens indre del var inkludert. Vi har funnet det hensiktsmessig at dette ble oppsummert som en egen rapport (Molvær 2010). Rapporten er i stor grad en sammenfatning av eksisterende data og hovedkonklusjonene er gitt nedenfor.

Vefsnfjorden defineres som fjordstrekningen fra indre del ved Mosjøen til Sørnes, og er ca. 20 km lang og vel 4 km på det bredeste. Regnet fra Vefsnas munning øker dypet til 100 m ved en avstand på ca. 400 m og derifra til 200 m dyp i en avstand på 1400-1500 m. Ca. 7 km fra Mosjøen er bunndypet 400 m. Fjordens største dyp på 485 m ligger ca. 6 km innenfor Sørnes, rett sør for Korsneshamran. Ved Sørnes blir fjorden smalere – ca. 1 km bred – og deler seg i nordøstlig og sørvestlig retning samtidig som dypet avtar. Mot sørvest er terskeldypet 100 m. Mot nordøst går Vefsnfjorden over i sundet som har en nordlig terskel på ca. 50 m dyp mellom Dagsvik og Sundhammeren. Overflatearealet innenfor Sørnes er 51 km². Denne rapporten omhandler i alt vesentlig fjordområdet fra Vefsnas munning og nordover til Alterneset hvor fjordoverflaten er ca. 7 km².

Utenfor kaiområdene ved Mosjøen øker dypet til 20-50 m ved en avstand på 50-150 meter fra kaiene. Det betyr at arealet som skipstrafikken vil kunne påvirke med propelloppvirvling er begrenset og neppe vil ha særlig innvirkning på dagens miljösituasjon i Vefsnfjorden som sådan, men eventuelt ha en lokal effekt i det havnenære området.

Vannmasser

Ved utløp til fjorden har Vefсна en gjennomsnittlig vannføring på 170-175 m³/s, med 1800 m³/s som maksimum. Dette ferskvannet blander seg i varierende grad med underliggende sjøvann og danner et overflatelag (brakkvannslag) som strømmer ut fjorden. Tykkelsen varierer med ferskvannstilførselen, men er typisk 2-5 m. Under overflatelaget ligger sjøvannet og de to vannmassene er skilt av et skarpt overgangslag (sprangsjikt).

Saltholdigheten i overflatelaget avtar med økende ferskvannstilførsel og ved vannføringer over ca. 130 m³/s er saltholdigheten 0-5* i fjordens indre del. I Vefsnas munningsområde ligger ofte en kile med sjøvann langs bunnen, men ved vannføringer over ca. 200 m³/s blir denne presset ut av munningen som dermed blir helt fylt av ferskvann.

Strømforhold og vannutskiftning

Strømforholdene i fjordens indre del styres i hovedsak av tre faktorer: ferskvannstilførsel, tidevann og meteorologiske faktorer (vind, lufttrykk). Variasjoner i tetthetsfeltet (vannmassenes egenvekt) utenfor fjorden vil også ha betydning, og topografien har selvfølgelig betydning for bl.a. strømmens retning.

Ferskvannstilførselen fra Vefсна danner et to-veis strømsystem:

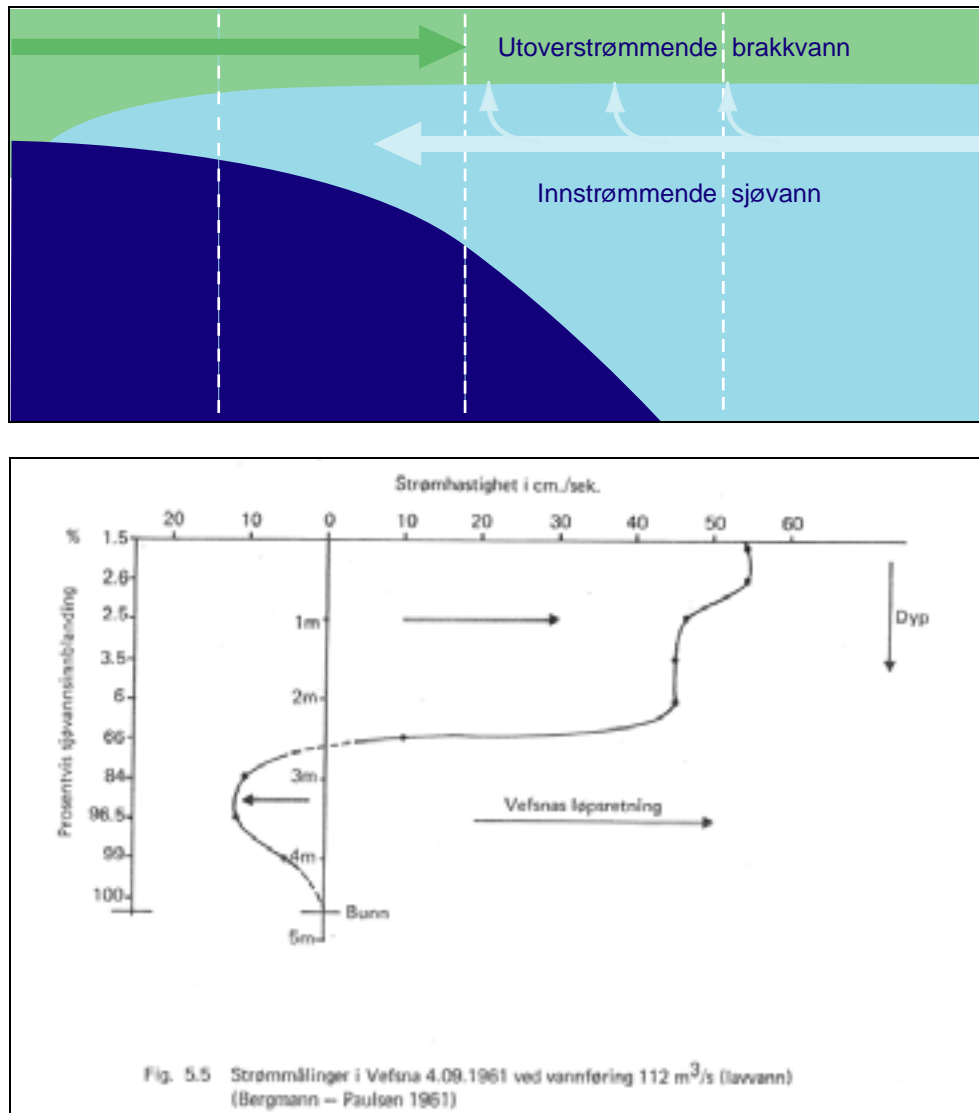
- Elvevannet river med seg sjøvann og danner et 2-5 m tykt brakkvannslag som relativt raskt strømmer ut fjorden. Hastigheten ut fjorden varierer, men kan ofte ligge i intervallet 0,1-0,3 m/s. Dette tilsvarer oppholdstider i intervallet 6-24 timer for brakkvannslaget i selve Vefsnfjorden. Dette er enkle og usikre overslag og mer sannsynlig ligger oppholdstiden oftest i intervallet 6 timer-2 døgn.
- Sjøvannet som dermed transporteres ut fjorden erstattes ved en inngående sjøvannsstrøm av langt mindre omfang enn det utstrømmende brakkvannslaget. Hoveddelen av denne strømmen ligger øverst i sjøvannslaget, og den kan strekke seg helt opp i sjøvannskilen i elvemunningen.

* tidligere enhet ‰

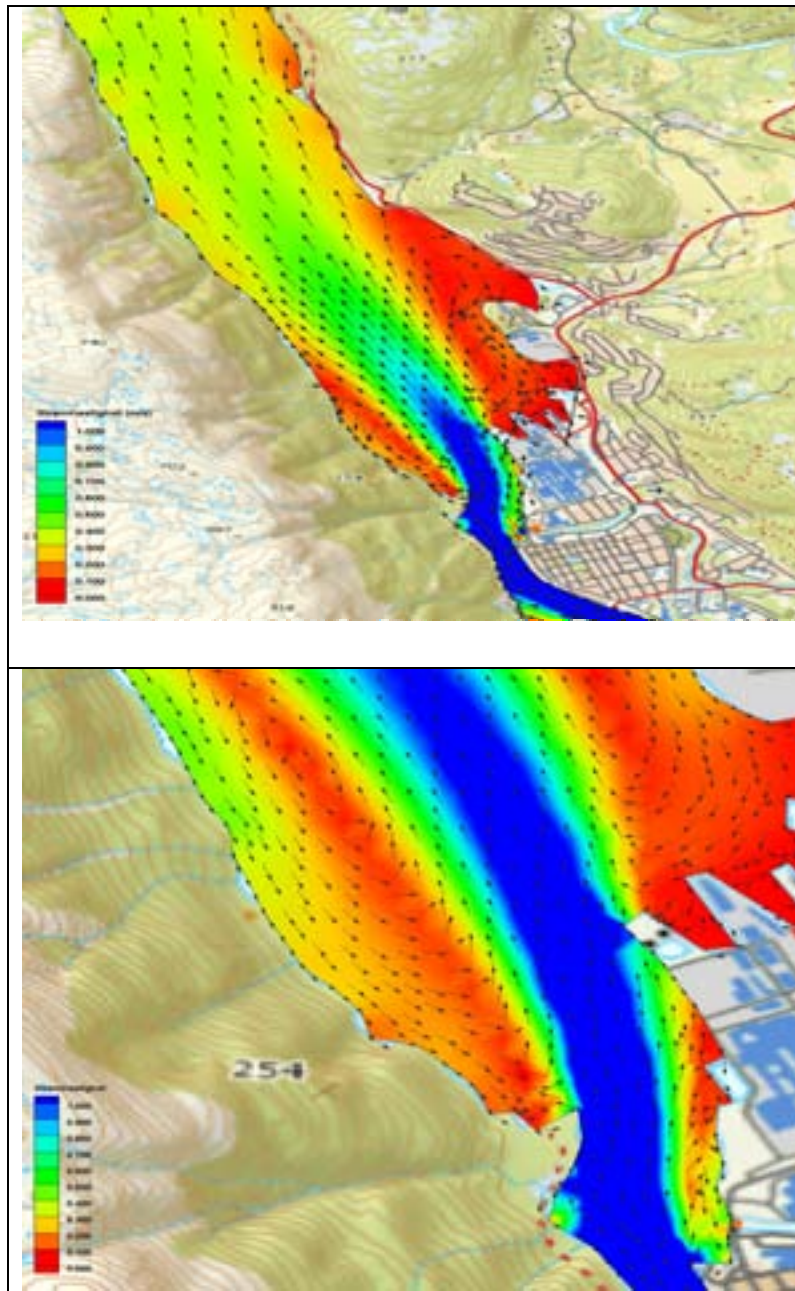
Strømmålinger på 10 m dyp og 5 m over bunnen utenfor havneområdet (over 26 dager i august-september 2003) viste små hastigheter, der ca. 90 % av målingene var < 2 cm/s og høyeste verdi i begge dyp var 7 cm/s.

Oppholdstiden for vannmassen i ca. 5-30 m dyp er beregnet for hele Vefsnfjorden og lå i intervallet 25-60 døgn, med ca. 34 døgn som gjennomsnittsverdi.

En illustrasjon av strømhastigheter og strømforhold er vist i **Figur 2** og **Figur 3**.



Figur 2. Beskrivelse av det tolags strømsystem som dannes av utstrømming av ellevann (estuarin sirkulasjon). Øvre figur: prinsippskisse. Nedre figur: Strømmålinger i Vefsnas munning 4.9.1961 ved vannføring på 112 m³/s og lavvann (fra Bergmann-Paulsen 1961).



Figur 3. Simulering av sirkulasjonen i brakkvannslaget. Vannføring i Vefsna: $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Øvre figur: Fra Vefsnas munning til Alterneset. Nedre figur: Havneområdet.

1.4 Tidligere sedimentundersøkelser fra det havnenære området

Havneområdet ved Mosjøen har svært begrenset areal, men kan i denne sammenheng særlig defineres som Mosjøen havn og Alcoa-havna (**Figur 4**). Her er det, sammen med Vefsna's munningsområde nær aluminiumsverket, gjennomført sedimentundersøkelser som har hatt fokus på miljøgiftproblematikken.



Figur 4. Kart over Mosjøen havneområde.

I Mosjøen havn ble det gjennomført sedimentprøvetaking i 2003 (Uriansrud 2003) og 2005 (Uriansrud 2005). Dette var grunnlagsundersøkelser for mudring. Hovedkonklusjonene fra undersøkelsene i 2005 før mudring var:

- Sedimentene i havneområdet besto hovedsakelig av sand med lavt innhold av organisk stoff.
- Overflatesedimentene i Mosjøen havn var *sterkt* til *meget sterkt forurenset* med hensyn på PAH og TBT.
- Fra ca. 10 cm sedimentdyp var sedimentene *moderat* til *ubetydelig forurenset*.

Upubliserte data etter at mudringsarbeidet ble gjennomført viste lave konsentrasjoner.

I 2007 prøvetok Alcoa Mosjøen sedimentene i Alcoa-havna på 8 lokaliteter (upubl.). Konsentrasjonene av metaller var lave, mens konsentrasjonene av PAH på alle stasjonene bortsett fra stasjon 1, var svært høye. TBT-verdiene var også høye, tilsvarende *sterkt* til *meget sterkt forurenset* i henhold til Klifs kriterier for klassifisering av miljøtilstand. Sedimentene var også påvirket av PCB hvor verdiene tilsvarer *markert* til *sterkt forurenset* på flere av stasjonene (**Tabell 1**).

Tabell 1. Konsentrasjoner på 8 stasjoner i Alcoa-havna i 2007.

Analysevariabel, enhet	Enhet, tørrvekt	Min.-maks.
Kornfordeling <63µm	%	36-94
Karbon, org. Total	µg/mg	4,5-332
Kadmium	µg/g	<0,2
Kobber	µg/g	13-57
Kvikksølv	µg/g	<0,005-0,07
Bly	µg/g	3,7-26
Sink	µg/g	31-99
Tributyltinn	µg/g	<5-150
Sum PCB7	µg/g	<1-36
Sum PAH16	µg/g	407-1644170

I 2004 ble sedimenter på 24 lokaliteter i Vefsnas munningsområde prøvetatt (Næs 2004b). Stasjonene strakte seg både syd og nord for det gamle settlebassenget for utløp fra gassvaskerne fra aluminiumsverket. Seks av sedimentprøvene ble analysert for innhold av miljøgifter. Resultatene viste at sedimentene var grovkornige og besto av sand, grus og stein. Innholdet av både metaller og organiske miljøgifter var lavt. Kjerneboring ned til ca. 2 meters sedimentdyp tilsa at sedimentene var homogene i alle fall ned til denne dybden.

2. Materiale og metoder

2.1 Måleprogram og omfang

Miljøtilstanden i de øvre vannlag er vurdert på grunnlag av analyser av blåskjell, o-skjell og passive prøvetakere (SPMD), mens situasjonen i de dypere vannlagene er vurdert på grunnlag av miljøgifter i sedimenter. I tillegg er det gjort analyser av torsk.

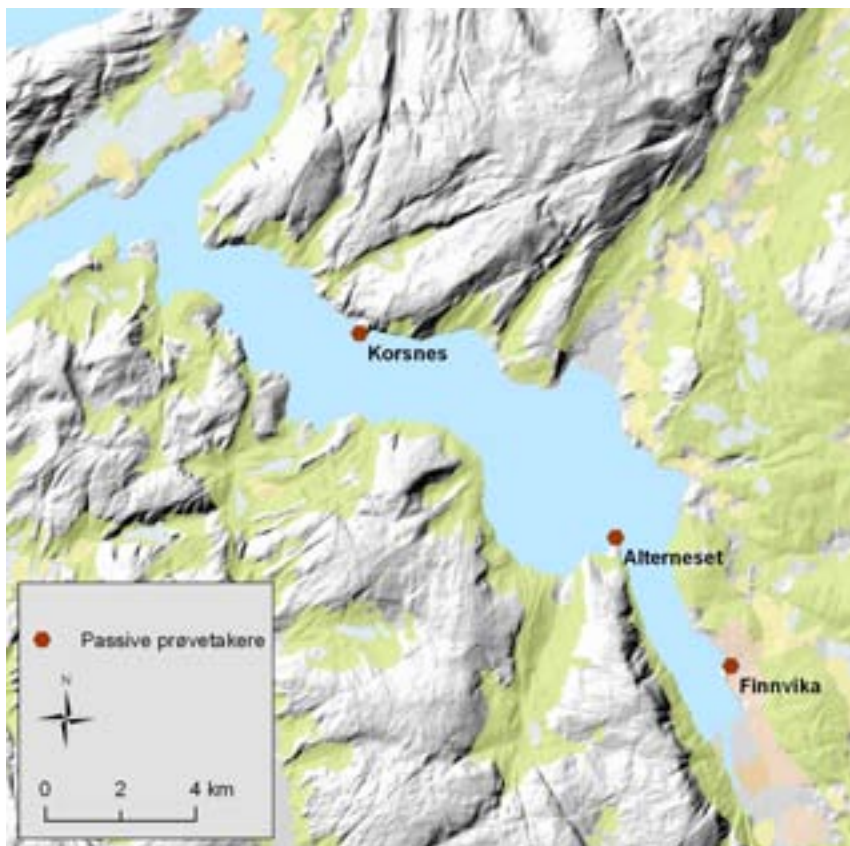
Hovedproblemet for situasjonen i Vefsnfjorden har vært knyttet til utslipp av PAH. De kjemiske undersøkelsene av blåskjell, o-skjell, torsk og sedimenter har derfor hovedvekt på disse forbindelsene, men ytterligere analyser av andre variable er gjennomført på utvalgte prøver for å gi en oppdatert status for fjorden (**Tabell 3**).

Feltarbeidet ble utført 8. til 10.9.2009 fra fartøyet "Hjelmen" (tidligere "F/F Harry Borthen"). Stasjonsvalget for blåskjell og sedimenter inkluderte stasjoner fra undersøkelsene i 2000 (Næs og medarbeidere 2001), 2004 (Næs 2005) og 2006 (Næs og medarbeidere 2007).

2.2 Innsamling av prøver

2.2.1 Passive prøvetakere (SPMD)

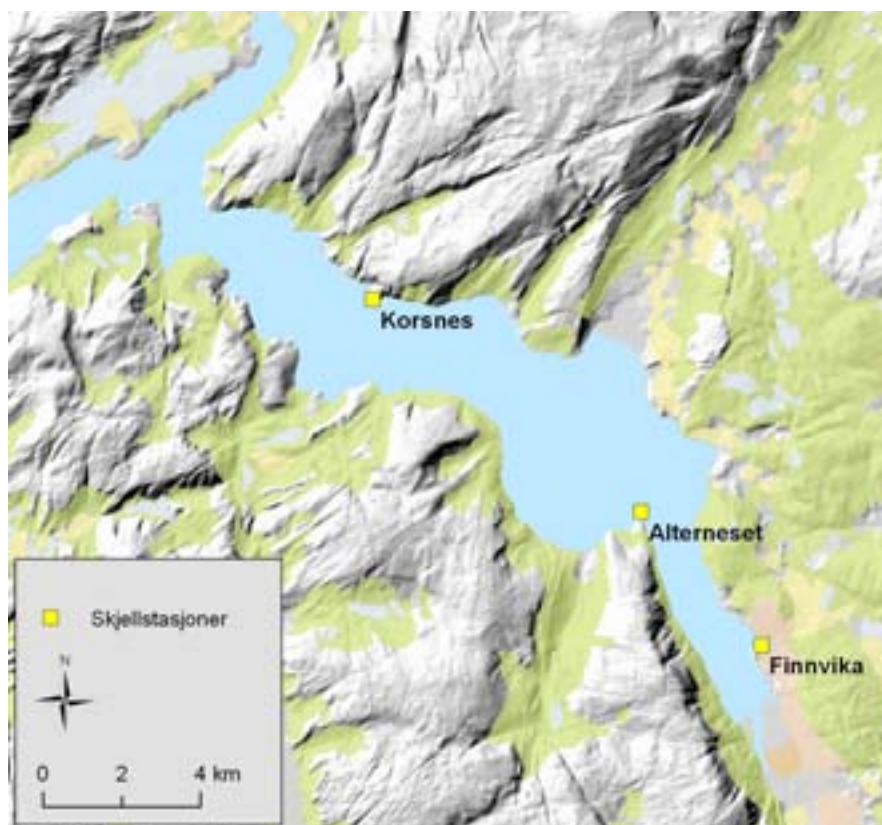
Passive prøvetakere (SPMD) ble benyttet for å belyse konsentrasjonen av PAH i overflatelaget i fjorden og ble utplassert på de tre stasjonene Korsnes, Alterneset og Finnvika (**Figur 5**).



Figur 5. Kart over de tre stasjonene for passive prøvetakere (SPMD).

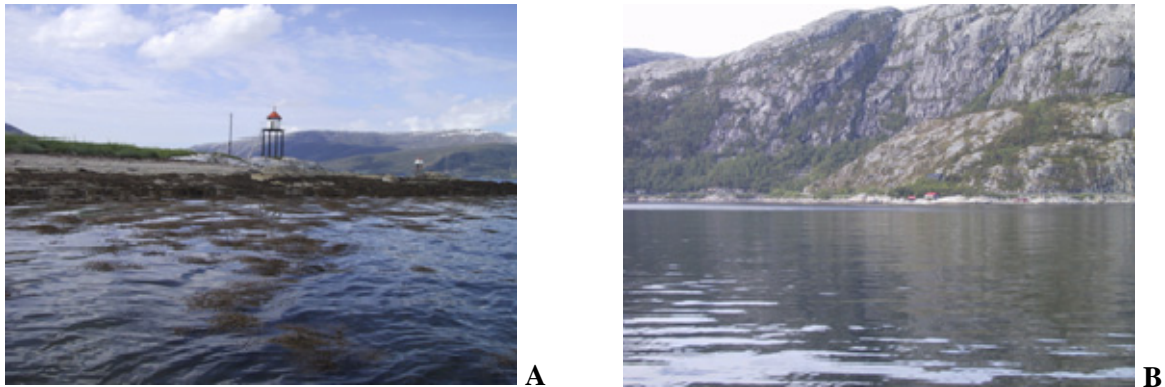
2.2.2 Blåskjell og o-skjell

Det ble innsamlet blåskjell ved de to stasjonene Korsnes og Alterneset i strand- og fjæresonen (**Figur 6**). Det ble innsamlet o-skjell ved de tre stasjonene Korsnes, Alterneset og Finnvika ved hjelp av dykking.



Figur 6. Kart over de tre stasjonene Korsneset, Alterneset og Finnvika for innsamling av skjell.

Bilder fra to av blåskjellstasjonene, Korsnes og Alterneset, er vist i **Figur 7**.



Figur 7. Stasjoner for innsamling av blåskjell 9.9.2009. A: Blåskjellstasjon B2 (VF 09-13), Alterneset. B: Blåskjellstasjon B5 (VF 09-18), Korsneset.

Blåskjellene og o-skjellene ble analysert for metallene kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), bly (Pb) og sink (Zn) samt polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Det ble innsamlet minimum 60 blåskjell innenfor størrelsesintervallet 3 til 6 cm i skallengde ved de to blåskjellstasjonene. Prøvene ble fryst ned og senere opparbeidet på laboratoriet i henhold til gjeldene retningslinjer (modifisert CEMP-prosedyre hvor skjellengde og vekt av bløtdelene er målt, mens tarminnholdet ikke er tømt). Det ble laget én blandprøve fra hver stasjon. Ved Korsneset ble det laget én blandprøve av 6 o-skjell mellom 11 og 15 cm skallengde, ved Alterneset ble det laget én blandprøve av 4 o-skjell mellom 12 og 14 cm skallengde og ved Finnvika ble det laget én blandprøve av 5 o-skjell med skallengde mellom 10 og 15 cm.

2.2.3 Krabber

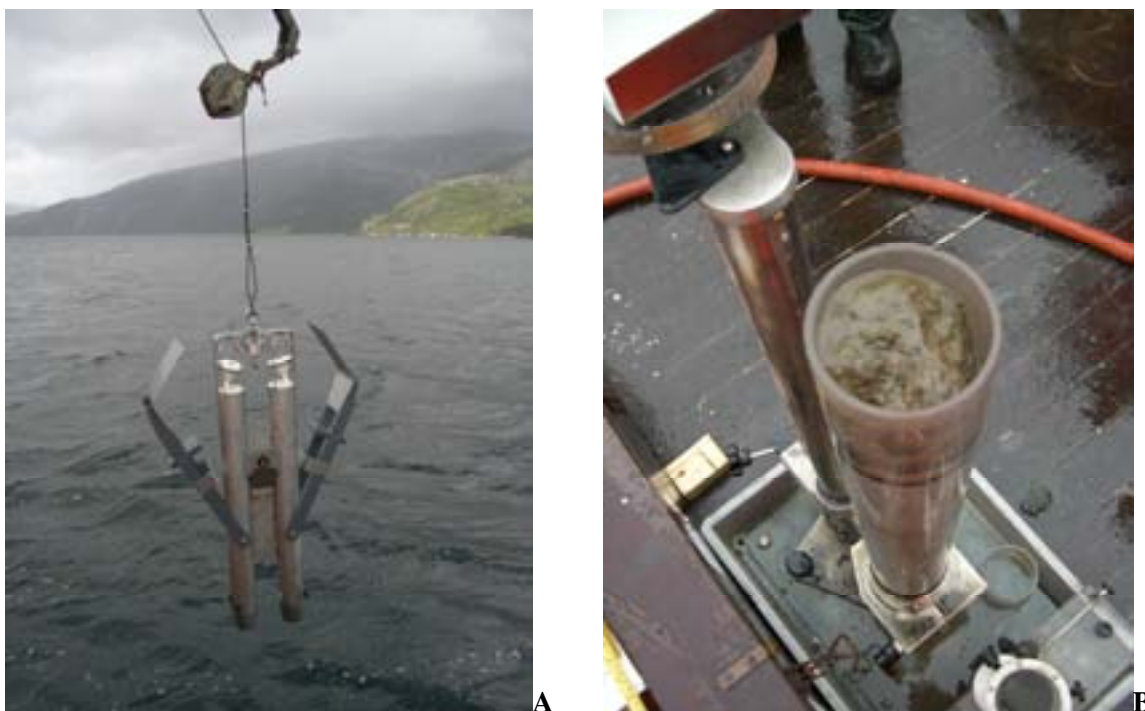
Det ble gjort en betydelig lokal innsats for å fange krabber fra Mosjøen havn og fra Vikedalsbukta. Det viste seg imidlertid at krabber ikke var tilgjengelig.

2.2.4 Torsk

Det ble innsamlet 20 torsk ved hver av de to stasjonene Mosjøen havn og Vikedalsbukta. Det ble tatt enkeltprøver av både lever og galle. Leveren ble analysert for metallene kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), bly (Pb), sink (Zn) og PAH ved Mosjøen havn. Leveren ble analysert for metallene kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), bly (Pb), sink (Zn), PAH, dioksin, n.o.-PCB, mono-orto-PCB og PCB7 ved Vikedalsbukta. Alle galleprøvene ble analysert for PAH-metabolitter.

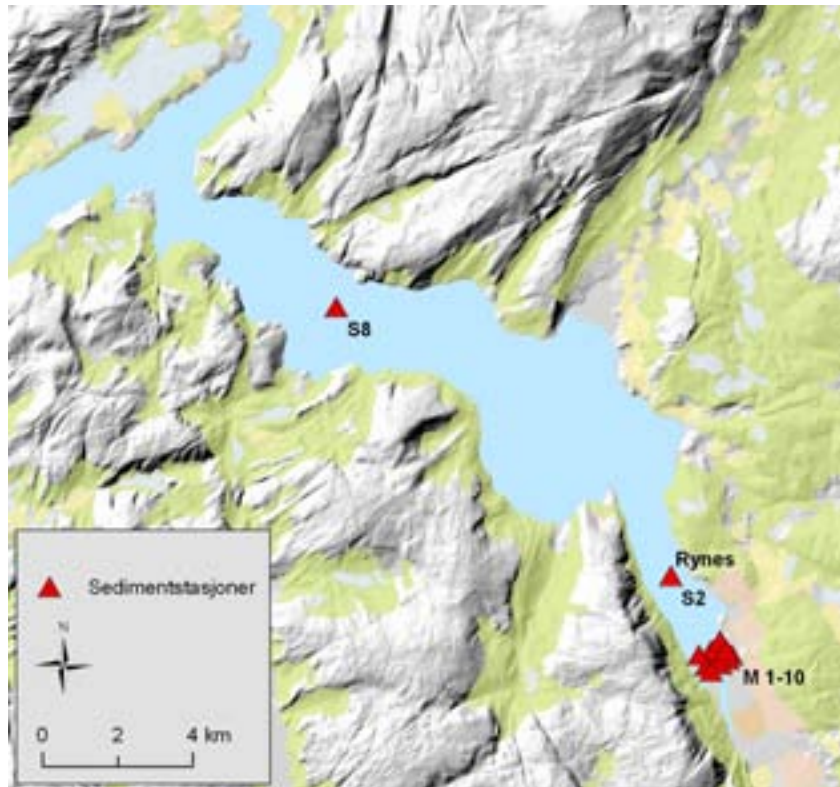
2.2.5 Sedimenter

Det ble innsamlet sedimenter fra to stasjoner (S2 og S8) i Vefsnfjorden. Disse ble supplert med 10 stasjoner fra havneområdet (M1 til M10) i indre del av Vefsnfjorden. Prøvene ble innsamlet med en dobbel Gemini kjerneprøvetaker med en indre diameter på 10 cm (**Figur 8**) og med en 0,1 m² van Veen grabb der det var vanskelig å få gode prøver med kjerneprøvetakeren (havneområdet).

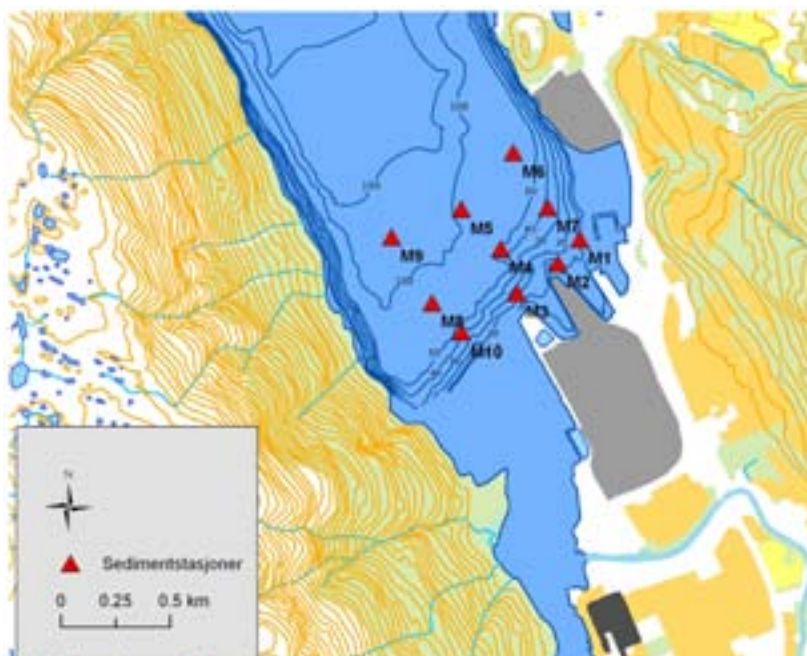


Figur 8. Innsamling av sedimenter. A: Dobbel Gemini kjerneprøvetaker. B: Kjerneprøven.

Overflatesedimentet mellom 0 og 2 cm ble snittet av. Prøveuttak ble gjennomført via inspeksjonsluker på toppen av grabben. Det ble tatt 3 paralleller fra sedimentstasjonene S2 og S8 og 1 parallell på sedimentstasjonene Mosjøen havn M1 til M10. Stasjonsplasseringene er vist på kart i **Figur 9** og **Figur 10**.



Figur 9. Oversikt over stasjoner for sedimentprøvetaking.



Figur 10. Stasjoner for prøvetaking av sedimenter i havneområdet, M1 til M10.

Sedimentene ble analysert for metallene kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), bly (Pb) og sink (Zn) samt PAH, PCB, TBT, TOC og kornfordelingsstørrelse.

En oppsummering av innsamlingen av sediment, blåskjell, o-skjell og passive prøvetakere er gitt i **Tabell 2** og analysene er gitt i **Tabell 3**.

Tabell 2. Oversikt over feltinnsamling av sediment, blåskjell, o-skjell og passive prøvetakere (SPMD).

Stasjon	Stasjonsnavn for kart	Posisjon	Dyp (m)	Sediment	Blåskjell	O-skjell	SPMD
Korsnes	Korsnes	65 56,887 012 59,08	3		X	X	X
S8	S8	65 56,58 012 58,33	485	3 paralleller, corer			
Alterneset	Alterneset	65 53,765 013 07,575	3		X	X	X
S2	S2	65 52,42 013 08,50	272	3 paralleller, corer			
Finnvika	Finnvika	65 51,439 013 10,520	3			X	X 2 paralleller
Mosjøen Havn-1	M1	65 51,227 013 11,334	11	1 prøve, grabb			
Mosjøen Havn-2	M2	65 51,171 013 11,191	12	1 prøve, grabb			
Mosjøen Havn-3	M3	65 51,105 013 10,934	17	1 prøve, grabb			
Mosjøen Havn-4	M4	65 51,216 013 10,854	46	1 prøve, grabb			
Mosjøen Havn-5	M5	65 51,319 013 10,634	90	1 prøve, grabb			
Mosjøen Havn-6	M6	65 51,450 013 10,968	66	1 prøve, grabb			
Mosjøen Havn-7	M7	65 51,309 013 11,153	34	1 prøve, grabb			
Mosjøen Havn-8	M8	65 51,095 013 10,419	76	1 prøve, grabb			
Mosjøen Havn-9	M9	65 51,263 013 10,203	130	1 prøve, grabb			
Mosjøen Havn-10	M10	65 51,018 013 10,584	37	1 prøve, grabb			

Tabell 3. Oversikt over kjemiske analyser.

Type	Stasjon	Vanndyp (m)	Analysevariable
Sediment	S2 (I, II og III)	272	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	S8 (I, II og III)	485	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-1	11	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-2	12	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-3	17	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-4	46	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-5	90	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-6	66	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-7	34	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-8	76	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-9	130	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
	Mosjøen havn-10	37	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, PCB, TBT, TOC, <63um
Passive prøvetakere SPMD	Alterneset	3	PAH
	Korsnes	3	PAH
	Finnvika	3	PAH
Blåskjell	Alterneset (B2)		Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, fett
	Korsneset (B5)		Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, fett
O-skjell	Alterneset		Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, fett
	Korsnes		Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, fett
	Finnvika		Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, fett
Torsk	Mosjøen Havn		Lever: Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, fett Galle: PAH-metabolitter
	Vikedalsbukt		Lever: Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PAH, fett, dioksin, n.o.-PCB, mono-orto-PCB, PCB7 Galle: PAH-metabolitter

2.3 Analysemetoder

NIVAs laboratorium gjennomførte analysene av PAH, PCB, innhold av finstoff (dvs. vektprosent partikler med kornstørrelse $<63\mu\text{m}$), organisk karbon (TOC) og metaller i sedimenter. Bestemmelse av prosentandel $<63\mu\text{m}$ er gjort ved våtsikting. Analyser av TOC er gjort med en CHN-analysator etter at karbonater er fjernet i syredamp. Metallene er bestemt ved at prøven oppsluttes ved autoklaving med salpetersyre og analyseres med hjelp av atomabsorpsjon og grafittovn, bortsett fra kvikksølv som bestemmes med gullfelle og kalddamp atomabsorpsjon.

Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser (TBT) gjøres ved at prøvene tilsettes en indre standard og oppsluttes med alkoholisk lut. Etter pH-justering og direkte derivatisering ekstraheres de tinnorganiske forbindelsene med organiske løsningsmidler og prøvene renses ved hjelp av gel-permeasjons kromatografi og oppkonsentreres. Prøvene analyseres ved bruk av gaskromatografi og atomemisjons-deteksjon, GC-AED. De ulike forbindelsene identifiseres ved hjelp av retensjonstidene som oppnås, og selve kvantifiseringen utføres med den indre standarden.

Ved bestemmelse av PAH tilsettes prøvene deutererte indre standarder og ekstraheres i Soxhlet med diklormetan. Etter opprensing og oppkonsentrering kvantifiseres PAH-forbindelsene ved hjelp av interne standarder og GC med MS-detektor. Måleusikkerheten er generelt $<10-20\%$, dog kan den være høyere for enkelte forbindelser. Betegnelsen sum PAH senere i rapporten inkluderer summen av tetra- til heksasykliske forbindelser.

PCB (og andre klororganiske forbindelser som rutinemessig kvantifiseres samtidig) bestemmes ved at prøvene tilsettes indre standard og ekstraheres med en blanding av sykloheksan/acetone ved hjelp av ultralydkanon. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gaskromatograf utstyrt med elektroninnfangingsdetektor, GC/ECD. De klororganiske forbindelsene identifiseres ut fra retensjonstider på en HP-5 kolonne. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard. Måleusikkerheten er generelt $10-20\%$, dog kan den være høyere for enkelte forbindelser.

NIVAs laboratorium analyserte også PAH og metaller i skjell. Metodene for PAH er tilsvarende den for sedimenter, bortsett fra at for PCB forsåpes prøvene i metanol og kaliumhydroksid og ekstraheres med pentan. Metallene bestemmes på samme måte som for sedimenter.

Analyser av polyklorerte dibenzofuraner/-dioksiner (PCDF/-D) inklusive non-orto og mono-orto PCB, ble gjennomført av Umeå Universitet, Kemiska institutionen, Miljökemiska Laboratoriet ved Per Liljelind og Sture Bergek. De anvendte opparbeidingsmetodene er validert gjennom flere internasjonale interkalibreringer og GC-MS-analysene er utført etter svensk standard SS-EN 1948:1-3. Analysene oppfylder kvalitetskravene for analyse av dioksiner og dioksinlignende PCB i henhold til EU-direktiv 2002/69/EC. Nærmere beskrivelse av metodene er gitt i vedlegg.

2.4 Bedømming av miljøtilstand

2.4.1 Klifs klassifiseringssystem

Klif har utviklet kriterier for klassifisering av miljøkvalitet basert på innhold av forurensete forbindelser i blant annet blåskjell og torsk som vist i **Tabell 4**. Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra *ubetydelig* til *meget sterkt forurenset* for innhold av forurensete stoffer i blåskjell og torsk.

Tabell 4. Klifs klassifisering av miljøtilstand ut fra innhold av metaller og klororganiske forbindelser (utvalgte forbindelser) i blåskjell og torsk (Molvær og medarbeidere 1997). Det er ikke utviklet kriterier for o-skjell med hensyn på organiske forbindelser, men i praksis anvendes verdiene for blåskjell.

Arter/ vev	Parametere	Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		<i>Ubetydelig – Lite forurenset</i>	<i>Moderat forurenset</i>	<i>Markert forurenset</i>	<i>Sterkt forurenset</i>	<i>Meget sterkt forurenset</i>
Blåskjell (tørrvekt)	Bly (mg Pb/kg)	< 3	3 – 15	15 – 40	40 – 100	> 100
	Kadmium (mg Cd/kg)	< 2	2 – 5	5 – 20	20 – 40	> 40
	Kobber (mg Cu/kg)	< 10	10 – 30	30 – 100	100 – 200	> 200
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	< 0,2	0,2 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 4	> 4
	Krom (mg Cr/kg)	< 3	3-10	10-30	30-60	>60
	Sink (mg Zn/kg)	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
Blåskjell (friskvekt)	Σ PAH (µg/kg)	< 50	50 – 200	200 – 2000	2000 – 5000	> 5000
	ΣKPAH (µg/kg)	<10	10-30	30-100	100-300	>300
	B[a]P (µg/kg)	<1	1-3	3-10	10-30	>30
Torsk Lever (friskvekt)	ΣPCB7 (µg/kg)	<500	500-1500	1500-4000	4000-10000	>10000
	TE _{PCDF/D} (ng/kg)	<15	15-40	40-100	100-300	>300

Klifs reviderte klassifiseringssystem (Bakke og medarbeidere 2007) er for sedimenter endret slik at det nå er basert på effekter, dvs. at en høyere klasse medfører en forventet økende grad av skade på organismesamfunn. Fargekoder for klasser og grenseverdier er angitt som vist i **Tabell 5**. Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra *bakgrunn* til *svært dårlig* tilstand når sedimentene bedømmes.

Tabell 5. Klifs klassifisering av miljøtilstand ut fra innhold av metaller og organiske forbindelser i sedimenter (Bakke og medarbeidere 2007).

	Parametere	Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		<i>Bakgrunn</i>	<i>God</i>	<i>Moderat</i>	<i>Dårlig</i>	<i>Svært dårlig</i>
Metaller	Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
	Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
	Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
	Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
	Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>4500
PAH	Naftalen (µg/kg)	<2	2 - 290	290 - 1000	1000 - 2000	>2000
	Acenaftylene (µg/kg)	<1,6	1,6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
	Acenaften (µg/kg)	<4,8	4,8 - 160	160 - 360	360 - 3600	>3600
	Fluorene (µg/kg)	<6,8	6,8 - 260	260 - 510	510 - 5100	>5100
	Fenantrene (µg/kg)	<6,8	6,8 - 500	500 - 1200	1200 - 2300	>2300
	Antracene (µg/kg)	<1,2	1,2 - 31	31 - 100	100 - 1000	>1000
	Fluoranten (µg/kg)	<8	8 - 170	170 - 1300	1300 - 2600	>2600
	Pyren (µg/kg)	<5,2	5,2 - 280	280 - 2800	2800 - 5600	>5600
	Benzo[a]antracene (µg/kg)	<3,6	3,6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
	Chrysen (µg/kg)	<4,4	4,4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
	Benzo[b]fluoranten (µg/kg)	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4900	>4900
	Benzo[k]fluoranten (µg/kg)		<210	210 - 480	480 - 4800	>4800
	Benzo(a)pyren (µg/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200
	Indeno[123cd]pyren (µg/kg)	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
	Dibenzo[ah]antracene (µg/kg)	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
Benzo[ghi]perylene (µg/kg)	<18	18 - 21	21 - 31	31 - 310	>310	
PAH16¹⁾ (µg/kg)	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000	
PCB	PCB7²⁾ (µg/kg)	<5	5-17	17 - 190	190 - 1900	>1900
TBT	TBT³⁾ (µg/kg) - effektbasert	<1	<0,002	0,002-0,016	0,016-0,032	>0,032
	TBT³⁾ (µg/kg) - forvaltningsmessig	<1	1-5	5 - 20	20 - 100	>100

¹⁾ PAH: Polysykliske aromatiske hydrokarboner

²⁾ PCB: Polyklorete bifenyler

³⁾ TBT: Tributyltinn

3. Resultater

3.1 Blåskjell og o-skjell

Blåskjellene ble innsamlet ved Alterneset og Korsnes, mens o-skjell ble hentet inn fra Alterneset, Korsnes og Finnvika. Det ble ikke funnet blåskjell i Finnvika.

Det er ikke utarbeidet klassifiseringssystem for o-skjell, men grenseverdiene for blåskjell anvendes ofte for formålet. Blåskjell lever i de øvre vannmasser, mens o-skjell finnes dypere ned i vannmassene, gjerne på 10-20 m dyp, og er da mer assosiert til sedimenter. Det fører til at o-skjell kan ha noe høye konsentrasjoner og mer dominans av PAH-forbindelser med høyere molekylvekt enn blåskjell (Næs og medarbeidere 1998).

3.1.1 PAH

Konsentrasjonene av PAH₁₆ og benzo(a)pyren (B(a)P) i blåskjell og o-skjell fra Vefsnfjorden er vist i **Tabell 6** og **Figur 11**.

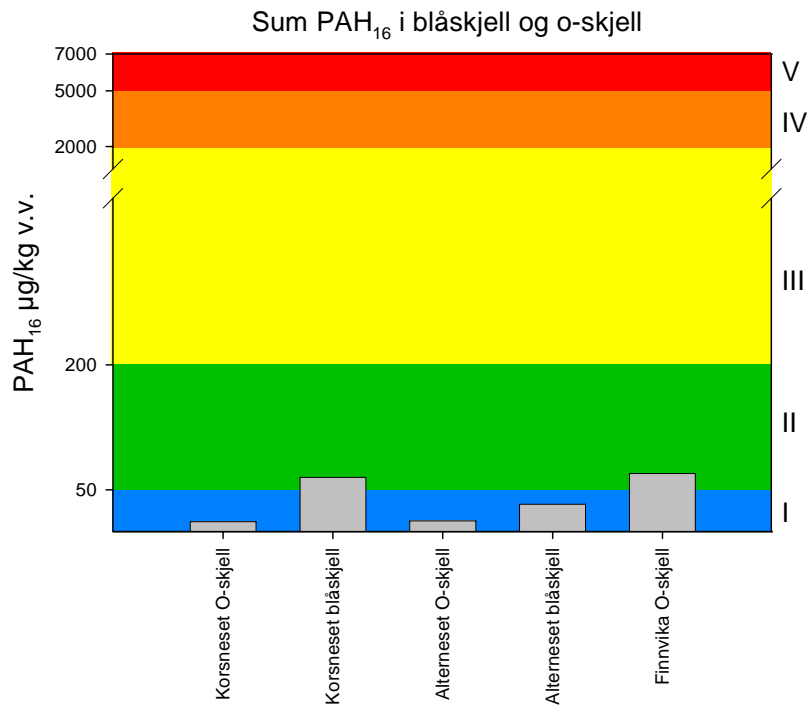
Øvre grense for tilstandsklasse I (*ubetydelig forurenset*) for blåskjell i Klifs klassifiseringssystem er 50 og 1 for henholdsvis PAH₁₆ og B(a)P. Blåskjell ved stasjon Korsnes og o-skjell ved Finnvika var over denne grenseverdien for PAH₁₆ og kan betegnes som *moderat forurenset* (klasse II). De øvrige var *ubetydelig forurenset* (klasse I). Resultatene fra 2009 bekrefter de lave konsentrasjonene som også ble målt tidligere etter omlegging av teknologien ved Alcoa Mosjøen til 100 % Prebake.

Det er ikke utviklet tilstandsklasser for o-skjell, men man benytter ofte grenseverdiene for blåskjell. På grunn av at o-skjell lever dypere i vannmassene og mer assosiert med sediment, observeres ofte noe høyere PAH-konsentrasjoner og en PAH-profil noe mer dominert av høymolekylære forbindelser enn i blåskjell. Skjellene ved stasjon Alterneset og Finnvika tilsvarte da *markert forurenset* (klasse III) av B(a)P. Konsentrasjonen av B(a)P var under EUs grenseverdi for skjell på 10 µg/kg friskvekt for både blåskjell og o-skjell i alle prøvene.

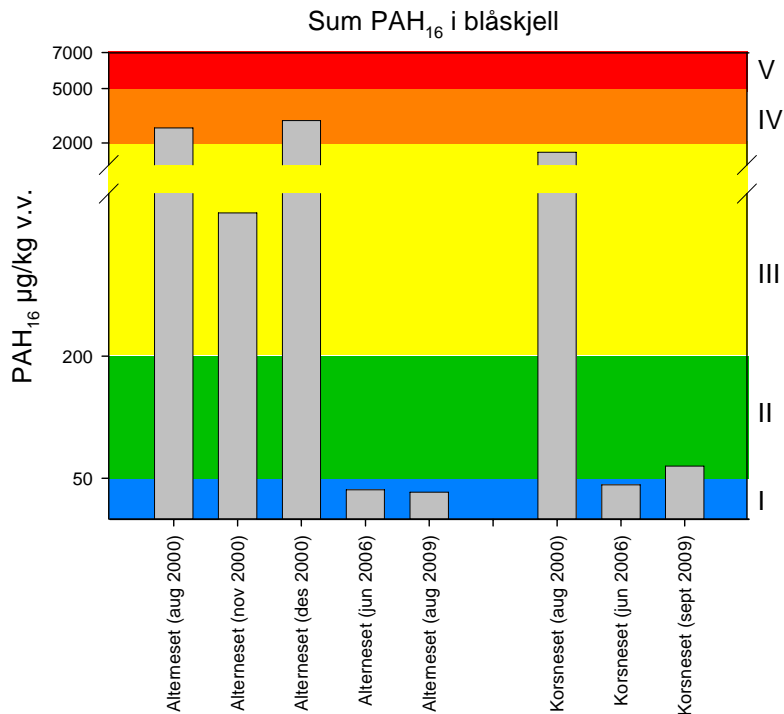
Konsentrasjonene av potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) var noe lavere i 2009 enn i 2006 for blåskjellene ved Alterneset og Korsnes, begge var *moderat forurenset* (klasse II). Blåskjellene ved Alterneset var så vidt over øvre grense for *ubetydelig forurenset* (klasse I). O-skjellene ved Korsnes og Alterneset var *ubetydelig forurenset* (klasse I), mens o-skjellene ved Finnvika var *markert forurenset* (klasse III).

Tabell 6. Konsentrasjoner i µg/kg friskvekt/våtvekt av ΣPAH₁₆, potensielt kreftfremkallende PAH (ΣKPAH) og benzo(a)pyren i blåskjell og o-skjell fra Vefsnfjorden 8. og 9.9.2009.

Stasjoner	Skjell	ΣPAH ₁₆	ΣKPAH	B(a)P	% fett
VF 09-13 Alterneset (B2)	blåskjell	36,06	12,47	<0,5	1,94
VF 09-14 Korsnes (B5)	blåskjell	67,84	19,98	0,68	2,69
VF 09-18 Korsnes	o-skjell	16,3	6,2	<0,5	1,92
VF 09-19 Alterneset	o-skjell	17,34	9,94	4	1,3
VF 09-20 Finnvika	o-skjell	71,46	52,2	3,6	1,33
Øvre grense blåskjell Klif klasse I – <i>ubetydelig forurenset</i>	blåskjell	<50	<10	<1	



Figur 11. Konsentrasjoner av sum PAH₁₆ i blåskjell og o-skjell fra Vefsnfjorden i 2009. Bakgrunnsfargen viser tilstandsklasse i henhold til Klifs klassifiseringssystem for blåskjell. Det finnes ikke klassegrenser for o-skjell, men i figuren er grensene for blåskjell anvendt.



Figur 12. Konsentrasjoner av sum PAH₁₆ i blåskjell fra Vefsnfjorden i 2000, 2006 og 2009. Bakgrunnsfargen viser tilstandsklasse i henhold til Klifs klassifiseringssystem for blåskjell.

3.1.2 Metaller

Innhold av tungmetallene kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg) og bly (Pb) i blåskjell var *ubetydelig forurenset* (tilstandsklasse I) mens o-skjell var *ubetydelig til markert forurenset* (klasse III) (**Tabell 7**). Krom- og kvikksølvnivået var *ubetydelig forurenset* ved samtlige o-skjellstasjoner. Kobber- og blyinnholdet ved de tre o-skjellstasjonene viste at skjellene var *moderat forurenset* (klasse II). Kadmium og sink i o-skjell ved alle de tre stasjonene var *markert forurenset* (klasse III).

Tabell 7. Innhold av metaller ($\mu\text{g/g} = \text{mg/kg}$) i blåskjell og o-skjell fra Vefsnfjorden 8. og 9.9.2009 omregnet til tørrvekt for å sammenliknes med Klifs klassifisering.

Stasjoner	Skjell	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
VF 09-13 Alterneset (B2)	blåskjell	0,940	1,92	5,50	0,113	0,93	66,9
VF 09-14 Korsnes (B5)	blåskjell	1,281	1,6	5,94	0,124	0,81	58,9
VF 09-18 Korsnes	o-skjell	15,44	0,67	17,77	0,197	4,30	329
VF 09-19 Alterneset	o-skjell	12,29	0,62	17,98	0,153	3,89	425,7
VF 09-20 Finnvika	o-skjell	13,03	0,55	18,69	0,159	11,79	779,3
Øvre grense Klif klasse I- <i>ubetydelig forurenset</i>	blåskjell	<2	<3	<10	<0,2	<3	<200

3.2 PAH i passive prøvetakere (SPMD)

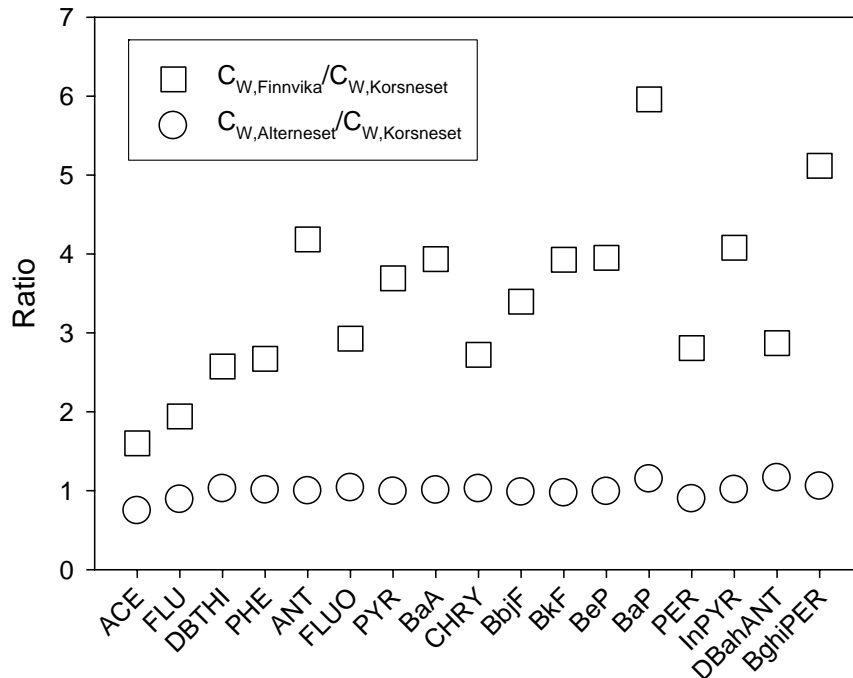
Metode for beregning av konsentrasjon av løst PAH i vannmassene er gitt i Vedlegg 5.6.

Løste konsentrasjoner av PAH i vannmassene beregnet ut fra konsentrasjonene i de passive prøvetakerne er vist i **Tabell 8**. Alle PAHene hadde detekterbare konsentrasjoner. Ved Korsnes ble replikate SPMDer analysert. Forskjellene mellom replikatene var generelt mindre enn 10 % hvilket er normalt for SPMDer.

Tabell 8. Løste konsentrasjoner av PAH beregnet ut fra SPMDer fra Finnvika, Alterneset og Korsnes.

	Løste PAH-konsentrasjoner i vann (ng L^{-1})			
	Finnvika	Alterneset	Korsnes	
ACNLE	<0.07	<0.071	<0.071	<0.071
ACNE	1.5	0.7	0.9	1.0
FLE	2.7	1.2	1.3	1.4
DBTHI	2.9	1.2	1.1	1.2
PA	23.3	8.8	8.4	9.1
ANT	0.9	0.2	0.2	0.2
FLU	5.4	1.9	1.9	1.8
PYR	2.9	0.8	0.8	0.8
BAA	0.44	0.11	0.12	0.10
CHR	0.60	0.22	0.22	0.22
BBJF	0.70	0.20	0.22	0.19
BKF	0.17	0.04	0.05	0.04
BEP	0.392	0.098	0.104	0.094
BAP	0.129	0.025	0.023	0.021
PER	0.062	0.020	0.022	0.022
ICDP	0.118	0.029	0.026	0.032
DBA3A	0.045	<0.018	<0.015	<0.016
BGHIP	0.105	0.022	0.019	0.022

Konsentrasjonene av PAH beregnet ved Alterneset and Korsnes var temmelige like, mens konsentrasjonene ved Finnvika var 2-6 ganger høyere (**Figur 13**).



Figur 13. Forhold mellom beregnede vannkonsentrasjoner av løst PAH ved Finnvika og Alterneset i forhold til de ved Korsnes.

Det hadde vært interessant å sammenligne disse verdiene fra Vefsnfjorden med Environmental Quality Standards (EQS) i EUs Vanddirektiv. Det er imidlertid ikke helt enkelt idet de passive prøvetakerne kun måler den fritt løste fraksjonen mens verdiene i Vanddirektivet refererer seg til totalkonsentrasjon i vannmassene ("whole water"). Imidlertid, på grunnlag av enkle empiriske sammenhenger mellom $\log K_{OC}$ - $\log K_{OW}$ (Karickhoff, 1981) kan "screening-verdier" av "total"-PAH ("whole water") estimeres hvis TOC/DOC-innholdet i vannmassene er kjent. Det forutsetter likevekt mellom PAH i løst fase og PAH bundet til suspendert og løst organisk karbon. Dette er gjort i **Tabell 9** hvor en konsentrasjon i vannmassene av total organisk karbon på 1-3 mg/L er anvendt.

De fleste estimatene av totalkonsentrasjonene faller under Vanddirektivets EQS-verdier bortsett fra summen av indeno[1,2,3-cd]pyren and benzo[ghi]perylene fra Finnvika.

Tabell 9. Modellberegnete (fra SPMDer) konsentrasjoner av "total"PAH (C_{total}) i vannmassene ved Finnvika (stasjonen med høyest konsentrasjon) sammenlignet med "Annual average" EQS i Vanndirektivet (VD) for PAH i vannmasser. (TOC på 3 mg L⁻¹ er anvendt).

Analytt	WFD AA-EQS (ng/L)	C_{total} Finnvika (ng/L)*
ANT	100	0.91
FLUO	100	6.5
Σ B[b]F & B[k]F	30	1.6
B[a]P	50	0.29
Σ In[1,2,3-cd]P & B[ghi]P	2	1.04**
*for TOC = 3 mg/L		
**Estimatet for summen av totalkonsentrasjonen er rimelig nær til Vanndirektivets EQS		

3.3 Torsk

Torsk ble fanget fra Mosjøen havn og Vikedalsbukta.

3.3.1 PAH-metabolitter i galle

Fisk blir eksponert for PAH i hovedsak gjennom inntak av PAH-forurenset føde, i stor grad sedimentlevende organismer. Imidlertid har fisk et enzymesystem som bryter ned PAH slik at disse forbindelsene er vanskelig målbare i filet. I nedbrytningen av PAH gjøres PAH-forbindelsene mer løselige for så å kunne skilles ut gjennom galle. Forekomst av PAH-metabolitter i galle gir dermed informasjon om fisken har vært eksponert for disse forbindelsene. Konsentrasjoner av PAH-metabolitter i galle av torsk sammenlignet med fisk fra andre lokaliteter er vist i **Tabell 10** og **Tabell 11** (Næs og medarbeidere 2009, Bakke og medarbeidere 2007b, Green og medarbeidere 2010). Verdiene var lave.

Tabell 10. Metabolitter av benzo(a)pyren og naftalen i galle av torsk (µg/kg f.v.).

Stasjon		3-OH-BAP	2-OH-NAP
Mosjøen havn	Antall prøver analysert	20	20
	Gjennomsnitt	2	<500
Vikedalsbukta	Antall prøver analysert	20	20
	Gjennomsnitt	2	<500
Sunndalsfjorden 2 stasjoner	Antall prøver analysert	8	8
	Gjennomsnitt	Ikke identifisert (<2)	Ikke identifisert (<500)
Karmsundet, 3 stasjoner	Antall prøver analysert	8-25	8-25
	Gjennomsnitt	3,4-8,2	Ikke identifisert (<500)
Sauda 2007	Gjennomsnitt indre fjordbasseng	0,36	Ikke identifisert (<500)
CEMP 2008	Gjennomsnitt indre Sørfjorden	2	Ikke identifisert (<500)
	Gjennomsnitt Brandasund	<2	Ikke identifisert (<500)
	Gjennomsnitt Oslofjorden	2,16	Ikke identifisert (<500)

Tabell 11. Metabolitter av fenantren og pyren i galle av torsk ($\mu\text{g}/\text{kg}$ f.v.).

Stasjon		1-OH -PA	1-OH -PYR
Mosjøen havn	Antall prøver analysert	20	20
	Gjennomsnitt	2	64
Vikedalsbukta	Antall prøver analysert	20	20
	Gjennomsnitt	2	51
Sunndalsfjorden 2 stasjoner	Antall prøver analysert	8	8
	Gjennomsnitt	6	5
Karmsundet, 3 stasjoner	Antall prøver analysert	8-25	8-25
	Gjennomsnitt	39-215	461-3994
Sauda 2007	Gjennomsnitt indre fjordbasseng	2,6	8
CEMP 2008	Gjennomsnitt indre Sørfjorden	19	117
	Gjennomsnitt Brandasund	13	42
	Gjennomsnitt Oslofjorden	5,3	283

3.3.2 PCB og dioksin

Torskelever og torskefilet ble analysert for innhold av dioksiner og PCB med dioksinlignende virkning. Resultatene er oppsummert i **Tabell 12**, **Tabell 13** og **Tabell 14**. Klif har utviklet tilstandsklasser for toksisitetsekvivalenter av dioksiner, men ikke for toksisitetsekvivalenter av PCB. Konsentrasjonene var lave og tilsvarende Klifs tilstandsklasse I – *ubetydelig forurenset*.

Toksisitetsinnholdet knyttet til PCB var en størrelsesorden høyere enn det fra dioksiner. Det medfører at hvis man sammenligner det totale toksisitetsinnhold med Klifs klassifisering av dioksin, vil filet og lever av torsk karakteriseres som *moderat forurenset* bortsett fra torskelever fra Mosjøen havn som havner i klasse III – *markert forurenset*.

Det er nylig gjennomført tilsvarende analyser av torskelever fra Sunndalsfjorden (Nes og medarbeidere 2010). Det samlede toksisitetsinnholdet i torskelever fra Sunndalsfjorden var i underkant av 10 pg/g friskvekt, altså lavere enn fisken fra Vefsnfjorden. Det er vanskelig å peke på grunnene til toksisitetsbidraget fra PCB i Vefsnfjorden. Eksempelvis var PCB-innholdet i sedimentene gitt i denne rapporten lavt, og tidligere undersøkelser har ikke vist dioksinpåvirkning av sedimentene (Næs og medarbeidere 2007).

I undersøkelser fra 1989-1991 påpekte Knutzen (1991) overkonsentrasjoner av dioksiner i blåskjell og torskelever fra Vefsnfjorden/Sørfjorden. Konsentrasjonen av dioksin i lever av torsk fanget mellom Altneset og Utnes var 26 pg/g friskvekt regnet som toksisitetsekvivalenter. Denne konsentrasjonen er høyere enn det som ble målt i 2009. Man skal dog være litt varsom med sammenligningen på grunn av analyseteknisk utvikling over 20 år og at Knutzen rapporterer høyere fettinnhold i leveren enn det som var tilfelle for 2009-prøvene. Det anbefales at dioksinproblematikken følges opp for å mulig klarlegge grunnen til funnene.

Tabell 12. Innhold av dioksiner i torsk (PCDD/F etter WHO-TEQ₂₀₀₅). Klifs tilstandsklasser i parentes.

pg TEQ/g	Mosjøen havn	Vikedalsbukta	Mosjøen havn	Vikedalsbukta
	Torsk filet	Torsk filet	Torsk lever	Torsk lever
Friskvekt	0,035 (I)	0,029 (I)	5,1 (I)	4,2 (I)
Fettvekt	9,3	8,2	11,6	9,4

Tabell 13. Innhold av non-orto og mono-orto PCB i torsk (PCB etter WHO-TEQ₂₀₀₅).

pg TEQ/g	Mosjøen havn	Vikedalsbukta	Mosjøen havn	Vikedalsbukta
	Torsk filet	Torsk filet	Torsk lever	Torsk lever
Friskvekt	0,14	0,11	46	31
Fettvekt	37	30	104	70

Tabell 14. Oppsummering av totalt innhold (dioksiner og PCB) av toksisitetsekvivalenter i torsk (WHO-TEQ₂₀₀₅). Klifs tilstandsklasser for dioksin i parentes.

pg TEQ/g	Mosjøen havn	Vikedalsbukta	Mosjøen havn	Vikedalsbukta
	Torsk filet	Torsk filet	Torsk lever	Torsk lever
Friskvekt	0,17* (II)	0,14* (II)	51(III)	36 (II)
Fettvekt	46	38	116	80

*EUs grenseverdi for dioksiner og dioksinlignende PCB i muskelkjøtt av fisk er 8,0 pg/g friskvekt

3.4 Sedimenter

Sedimenter ble innsamlet fra 2 overvåkingsstasjoner og 10 supplerende stasjoner i indre fjordområde (havneområdet). Stasjonsplasseringen er vist i **Tabell 2** og **Figur 9**.

3.4.1 Visuell beskrivelse, kornfordeling og innhold av organisk karbon

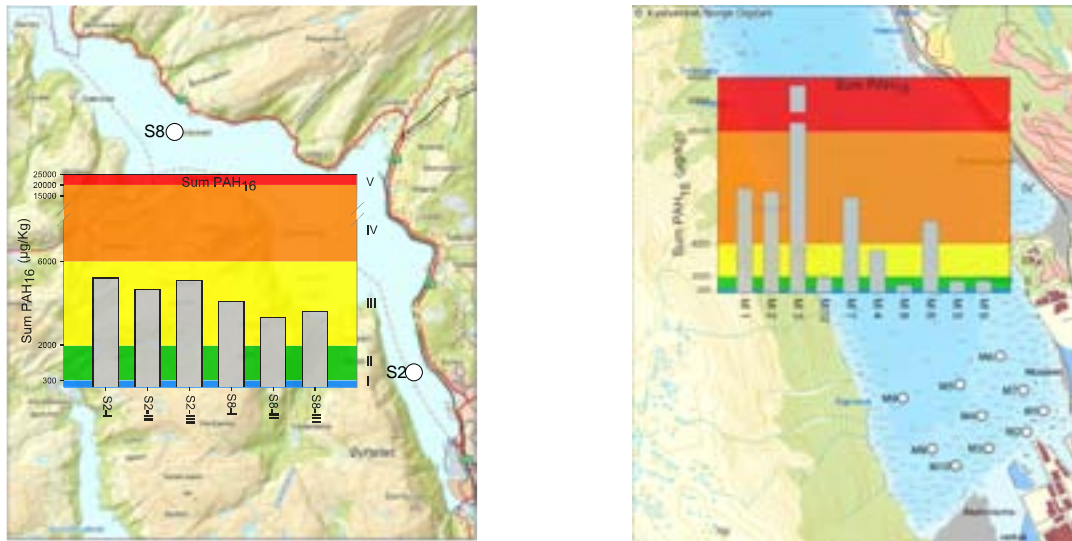
Sedimentene i Vefsnfjorden var, som beskrevet i 2000 og 2006, hovedsakelig finkornet med høyt innhold av silt og leire (**Tabell 15**).

Tabell 15. Visuell beskrivelse av bunnsedimenter i Vefsnfjorden 8. til 10.9.2009 samt innhold av finstoff ($\% < 63\mu\text{m}$) og totalt organisk karbon (TOC, $\mu\text{g}/\text{mg}$).

Stasjon	Snitt cm	Finstoff $\% < 63\mu\text{m}$	TOC $\mu\text{g}/\text{mg}$	Visuell beskrivelse
S2-I	0-2	76	16,8	S2-I: brun sedimentoverflate, flere børstemark på overflaten, leirholdig, sort mot bunnen, 20 cm lang, supplerte fra corer nr 2
S2-II	0-2	74	16,3	S2-II: olivenfarget topplag, leiraktig grå under, børstemark i hele øverste 0-2 cm topplag, noen oransje børstemarkrør, 11 cm lang S2-II: 8 cm lang, litt skjev prøve
S2-III	0-2	77	16,8	S8-III: brunt overflatelag med børstemarkrør, ellers som forrige, 13 cm lang
S8-I	0-2	88	15,2	S8-I: brun sedimentoverflate, rørbyggende mark, leiraktig grått lag under, 1/3 full grabb
S8-II	0-2	83	16,0	S8-II: som forrige, 2/3 full grabb
S8-III	0-2	89	15,8	S8-III: som forrige, 90 % full grabb
Mosjøen havn-1	0-2	73	12,8	Gråaktig finkornet leire, siltig topplag, jevn farge, uforstyrret overflate, rørbyggende mark, sjømus, ingen lukt
Mosjøen havn-2	0-2	44	15,1	Gråaktig siltig leire, grå jevn farge, rørbyggende mark i overflaten, små skjellrester, sjømus, rester av trebiter, ingen lukt
Mosjøen havn-3	0-2	35	23,4	Rett utenfor asfaltverket, lukter svakt asfalt, ganske lik forrige prøve
Mosjøen havn-4	0-2	37	13,5	Litt mer brunaktig i overflaten, ganske sortaktig under, rørbyggende mark i overflaten, litt mer leiraktig, litt mer finkornet enn forrige, ingen lukt
Mosjøen havn-5	0-2	43	15,9	Mer olivenfarget brun-grønn overflate, mørkere under enn forrige, rørbyggende mark i overflaten, ingen lukt
Mosjøen havn-6	0-2	71	16,4	Rett utenfor Nes-bruket, store trebiter i grabbkjeften, ganske lik forrige men litt bløtere, mye trebiter (noen ganske store), stor spiker i prøven, ingen lukt
Mosjøen havn-7	0-2	78	16,0	Olivenbrun overflate, pelikanfotsnegl, sjømus, børstemark uten hus, mørkere grått underflatelag, svak H_2S -lukt
Mosjøen havn-8	0-2	29	15,0	Litt mer siltig enn forrige, ellers lik forrige, ingen lukt
Mosjøen havn-9	0-2	53	15,6	Olivenbrun overflate, grå-sort underlag, flere store børstemarkhus, ellers som forrige, ingen lukt
Mosjøen havn-10	0-2	21	18,8	Mye plantemateriale fra elva, småkvister, sandig, litt grovere, litt mørkere overflate enn forrige, ellers som forrige, ingen lukt

3.4.2 PAH

Innholdet av PAH i sedimentene i ytre Vefsnfjorden og i indre havneområde er vist i **Figur 14**. På de to overvåkingsstasjonene i Vefsnfjorden som sådan, tilsvarte konsentrasjonene *moderat* miljøtilstand i sedimentene. I det havnenære området varierte konsentrasjonene mer. Flere av stasjonene hadde et lavt PAH-innhold tilvarende *god* miljøtilstand, på andre lokaliteter var miljøtilstanden *dårlig* med hensyn på PAH, og på en stasjon var miljøforholdene *svært dårlige*. Sistnevnte lå relativt nær utløpet av Alcoa-havna.



Figur 14. Konsentrasjon av PAH i ytre Vefsnesfjord og i indre havneområde.

En tidsutvikling i forurensningen av PAH i Vefsnesfjorden kan belyses ved å sammenligne konsentrasjonene på stasjoner som ble prøvetatt både i 2000, 2006 og 2009. Et problem er at konsentrasjonene kan variere betydelig over små geografiske avstander. I overvåkingen i 2006 og 2009 er derfor parallelle prøver fra de to overvåkingsstasjonene S2 og S8 analysert. Tidsutviklingen for stasjon S2 er vist i (**Tabell 16**), mens utviklingen på stasjon S8 er vist i **Tabell 17**.

Tabell 16. Oppsummerende statistikk over konsentrasjoner av PAH₁₆ (ng/g) i overflatesediment på stasjon S2.

	2000	2006	2009
Antall prøver	1	3	3
Minimum		6527	4656
Maksimum		6899	5205
Gjennomsnitt	19232	6657	4981
Standardavvik		209	288

Tabell 17. Oppsummerende statistikk over konsentrasjoner av PAH₁₆ (ng/g) i overflatesediment på stasjon S8.

	2000	2006	2009
Antall prøver	1	3	3
Minimum		3954	3313
Maksimum		4344	4082
Gjennomsnitt	6423	4175	3662
Standardavvik		200	389

Resultatene viser at det er en positiv trend mot lavere konsentrasjoner av PAH i sedimentet etter at utslippene fra aluminiumsverket er redusert.

3.4.3 PCB

Innholdet av PCB i sedimentprøver fra Vefsnfjorden er vist i **Tabell 18**. PCB-innholdet var lavt. Miljøtilstanden til sedimentene klassifiseres dermed som *bakgrunn* (tilstandsklasse I) med hensyn på disse forbindelsene.

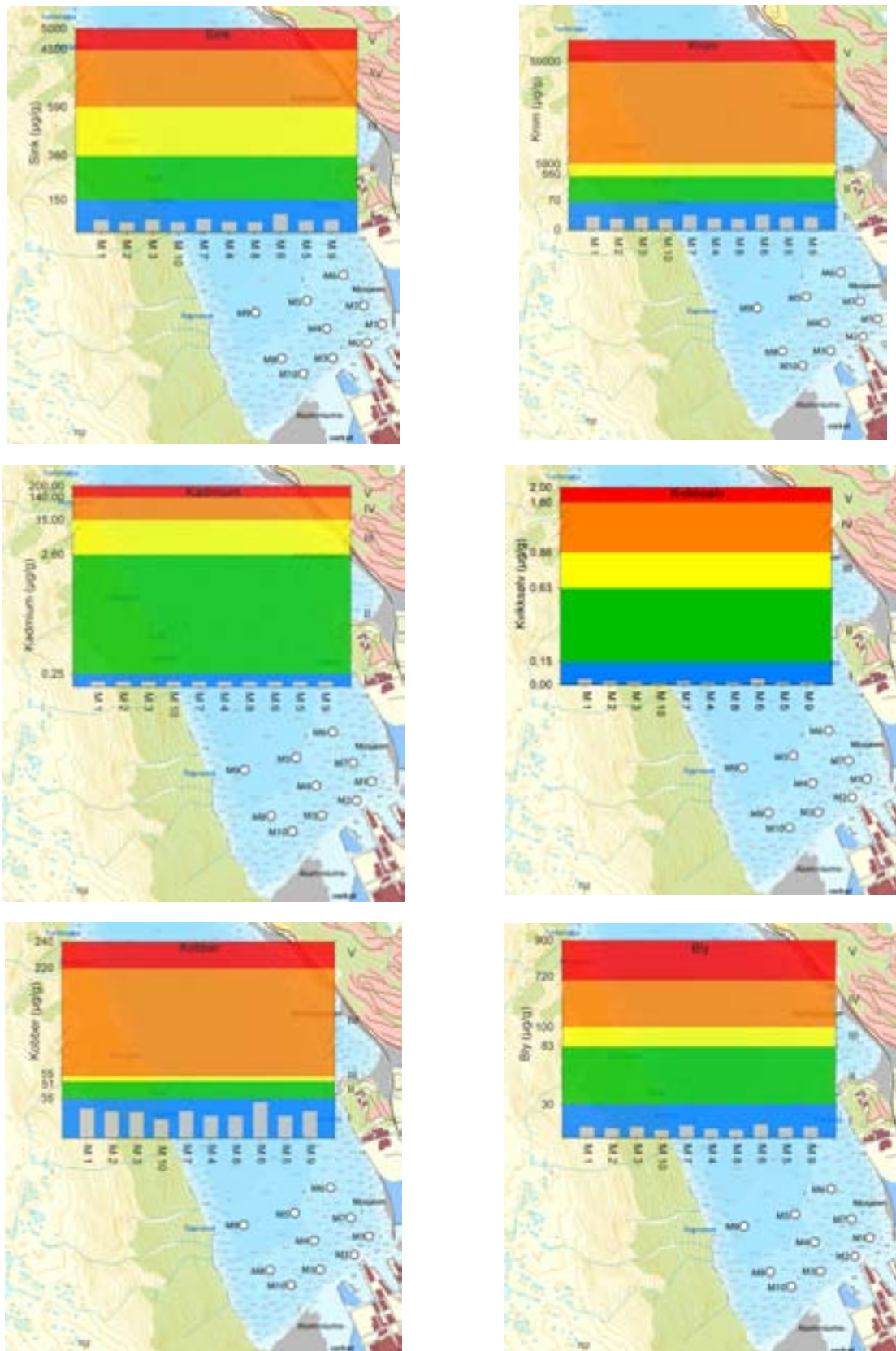
Tabell 18. Innhold av PCB (Σ PCB₇ nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Vefsnfjorden, $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt. Symbolet 'mindre enn' (<) markerer at innholdet er lavere enn metodens deteksjonsgrense.

Stasjon	Σ PCB ₇ *
S2-I	<4,3
S2-II	<5,1
S2-III	<5
S8-I	<4,5
S8-II	<5,1
S8-III	<5,3
Mosjøen havn-1	<5,1
Mosjøen havn-2	<6,09
Mosjøen havn-3	<4,6
Mosjøen havn-4	<7,2
Mosjøen havn-5	<3,5
Mosjøen havn-6	<4
Mosjøen havn-7	<3,8
Mosjøen havn-8	<4,5
Mosjøen havn-9	<4
Mosjøen havn-10	<4
Øvre grense Klif klasse I - <i>bakgrunn</i>	<5

* Deteksjonsgrensen er 0,5 for enkeltkongenerne.

3.4.4 Metaller og TBT

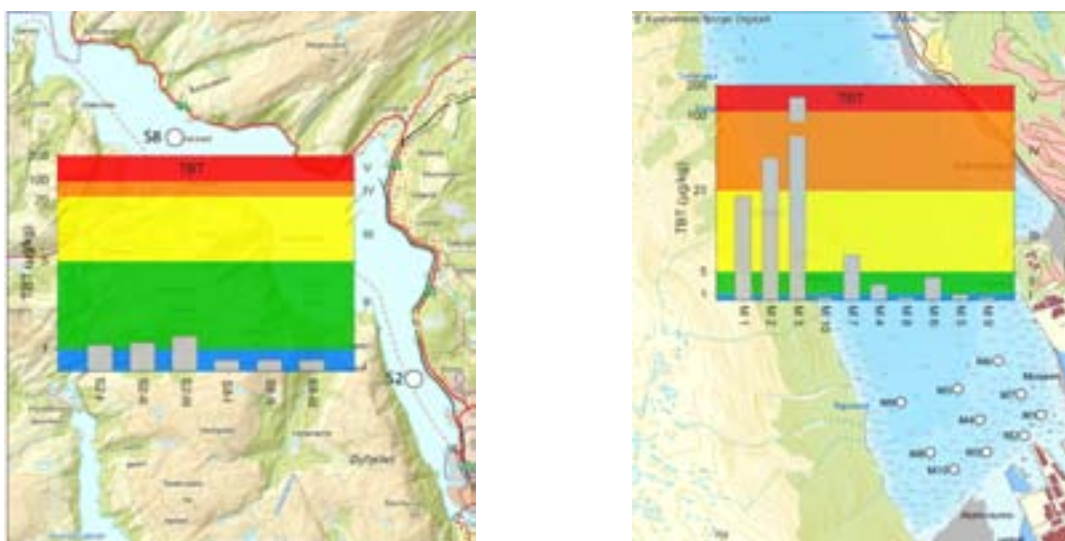
Metallinnhold i sedimenter i indre Vefsnfjord så vel som på de to overvåkingsstasjonene i ytre fjordområde var lave (**Figur 15** og **Tabell 19**).



Figur 15. Metaller i sedimenter i indre Vefsnesfjorden. Romertall tilsvarer tilstandsklasse i henhold til Klifs klassifisering (Bakke og medarbeidere 2007).

Metallkonsentrasjonene i Mosjøen havn faller alle i tilstandsklasse I i henhold til Klifs klassifiseringssystem og sedimentene karakteriseres dermed som *bakgrunnsverdier* med hensyn på disse metallene. Metallkonsentrasjonene i de tre prøvene fra stasjon S2 og S8 var også i tilstandsklasse I, bortsett fra stasjon 8-II hvor kadmium og kvikksølv var klassifisert som *god* (klasse II).

På stasjonene S8 (I, II og III) og Mosjøen havn (8, 9 og 10) var TBT-konsentrasjonene lavest og i tilstandsklasse I og karakteriseres som *bakgrunnsverdier* (**Figur 16** og **Tabell 19**). På stasjonene S2 (I, II og III) og Mosjøen havn (4, 5 og 6) kan TBT-konsentrasjonene karakteriseres som *gode* i tilstandsklasse II. På stasjonene Mosjøen havn 1 og 7 var sedimentene *moderat forurenset* (klasse III). TBT-konsentrasjonene var høyest nærmest bedriften ved stasjonene Mosjøen havn 2 og 3 og karakteriseres som *dårlig* (klasse IV) og *svært dårlig* (klasse V).



Figur 16. Konsentrasjon av TBT i ytre del av Vefsnesfjorden og i indre havneområde. Romertall tilsvarer tilstandsklasse i henhold til Klifs klassifisering (Bakke og medarbeidere 2007).

Tabell 19. Innhold av metaller i overflatesedimentet (0-2 cm) i Vefsnfjorden i mg/kg tørrvekt bortsett fra for TBT som er i µg/kg (tributyltinnkation).

Stasjon	Snitt (cm)	Kadmium (Cd)	Krom (Cr)	Kobber (Cu)	Kvikksølv (Hg)	Bly (Pb)	Sink (Zn)	TBT
S2-I	0-2	<0,2	40,2	29,6	0,027	15	69,9	1,2
S2-II	0-2	<0,2	38,9	28,7	0,027	14	66,9	1,3
S2-III	0-2	<0,2	38,0	28,3	0,031	16	66,2	1,6
S8-I	0-2	<0,2	59,1	32,0	0,037	25	100	<1,0
S8-II	0-2	<0,3	59,7	32,7	0,40	25	102	<1,0
S8-III	0-2	<0,2	57,7	30,8	0,038	25	103	<1,0
Mosjøen havn-1	0-2	<0,2	30,8	26,2	0,037	9,6	54,3	19
Mosjøen havn-2	0-2	<0,2	25,7	24,0	0,022	8,2	44,3	26
Mosjøen havn-3	0-2	<0,2	30,0	23,3	0,019	9,7	56,5	160
Mosjøen havn-4	0-2	<0,2	26,5	19,8	0,015	7,9	47,3	2,6
Mosjøen havn-5	0-2	<0,2	29,1	19,9	0,016	9,2	52,0	<2,0
Mosjøen havn-6	0-2	<0,2	34,4	32,1	0,038	12	83,1	3,9
Mosjøen havn-7	0-2	<0,2	33,6	24,2	0,023	11	60,8	8,1
Mosjøen havn-8	0-2	<0,2	25,3	19,8	0,016	7,3	45,6	<1,0
Mosjøen havn-9	0-2	<0,2	30,1	24,0	0,017	9,7	55,9	<1,0
Mosjøen havn-10	0-2	<0,2	24,8	16,6	0,010	6,9	45,4	<1,0
Øvre grense Klif klasse I - bakgrunn		<0,25	<70	<35	<0,15	<30	<150	<1

4. Konklusjon

Vefsnfjorden har i de senere årene vært i en utvikling mot bedre miljøtilstand med hensyn på PAH. Dette var også tilfelle for 2009. De øvre vannmassene i fjordsystemet, representert med skjellprøver fra Finnvika til Korsnes, fremstod som *ubetydelig forurenset* til *moderat forurenset* av PAH. Metallverdiene i blåskjell tilsvarte *bakgrunn* mens o-skjell som lever mer ned i sedimentet, hadde konsentrasjoner opp til *markert forurenset* av metaller. Sedimentene både i hovedfjorden og i det havnenære området ved Mosjøen klassifiseres av miljøtilstand tilsvarende *bakgrunnsnivå* eller nær det med hensyn på konsentrasjoner av metaller og klororganiske forbindelser. Miljøtilstanden var imidlertid fremdeles karakterisert som *moderat* til *svært dårlig* av PAH. Konsentrasjonene av PAH i sedimentene i Vefsnfjorden viste en nedgang over tid. Dioksininnholdet i lever og filet av torsk fanget i Mosjøen havneområde i Vikedalsbukta var lavt. Imidlertid, toksisitetsinnholdet knyttet til PCB var en størrelsesorden høyere enn det fra dioksiner. Det medfører at hvis man sammenligner det totale toksisitetsinnhold med Klifs klassifisering av dioksin, vil filet og lever av torsk karakteriseres som *moderat forurenset* bortsett fra torskelever fra Mosjøen havn som havner i klasse III – *markert forurenset*. Innholdet av PAH-metabolitter i galle av torsk var lavt og tyder på liten eksponering.

5. Referanser

- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007a. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT TA 2229/2007. Statens forurensningstilsyn, Oslo. 12s.
- Bakke, T., Nilsson, H. C., Skei, J., Sundfjord, A. 2007b. Risiko – og tiltaksvurdering av forurenset sediment i Saudafjorden. NIVA Rapport l.nr. 5481.
- Bergmann-Paulsen, B., 1961. Undersøkelse av Vefsnas nedre løp som resipient for industrielt avfallsvann. Rapport O-313. NIVA, Oslo. 32 sider.
- Green, N. W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Berge, J. A., Høgåsen, T., Håvardstun, J., Rogne, Å., G. and Tveiten, L., 2010. Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP). Levels, trends and effects of hazardous substances in fjords and costal waters – 2008. (Norwegian State Pollution Monitoring Programme. Report no. 5867/2010. TA-no 2566/2010), SPFO-report 1062/2010. NIVA Rapport l.nr. 5894.
- Haugen, I., L. Kirkerud, J. Knutzen, K. Kvalvågnæs, J. Magnusson, B. Rygg og J. Skei, 1981. Vefsnfjorden som resipient for avfall fra Mosjøen Aluminiumverk. Rapport 1. Undersøkelser 1978-1980. NIVA Rapport l.nr. 1330.
- Helland, A., og J. Skei, 1991. Overvåking i Vefsnfjorden for Mosjøen Aluminiumsverk 1989. Delrapport 1: Sedimenter. NIVA Rapport l.nr. 2521.
- Karickhoff, S.W. 1981. Semiempirical estimation of sorption of hydrophobic pollutants on natural sediments and soils. *Chemosphere* 10, 833-846.
- Knutzen, J., 1987. Overvåking i Vefsnfjorden for Mosjøen Aluminiumverk 1985. NIVA Rapport l.nr. 2008.
- Knutzen, J., 1991. Overvåking i Vefsnfjorden for Mosjøen Aluminiumsverk 1989. Delrapport 2: Miljøgifter i organismer. NIVA Rapport l.nr. 2622.
- Knutzen, J. og J. Skei, 1986. Overvåking i Vefsnfjorden for Mosjøen Aluminiumverk 1984. NIVA Rapport l.nr. 1876.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning 97:03.
- Molvær, J., 2010. Vefsnfjorden. Beskrivelse av hydrofysiske forhold i fjordens indre del. NIVA Rapport l.nr. 5939.
- Næs, K., 2004a. Overvåking av PAH i sjøområdet utenfor Elkem Aluminium Mosjøen i forbindelse med utvidelse og omlegging til Prebake-teknologi. NIVA Rapport l.nr. 4906.
- Næs, K. 2004b. Kartlegging av miljøgifter i mudringsmasser fra utløpet av Vefsna, Mosjøen. NIVA Rapport l.nr. 4850.

Næs, K. 2005. PAH-innhold i dyrkede og viltvoksende blåskjell fra Vefsn- og Leirfjordområdet 2004. NIVA Rapport l.nr. 5100.

Næs, K., E. Oug and J. Knutzen, 1998. Source- and species-dependent accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in littoral indicator organisms from Norwegian smelter-affected marine waters. *Mar. Environ. Res.*, 48: 193-207.

Næs, K., J. Knutsen, E. Oug, B. Rygg, J. Håvardstun, L. Tveiten og M.C. Lie, 2001. Overvåking av Vefsnfjorden, Sunndalsfjorden og Årdalsfjorden 2000. PAH, klorerte forbindelser og metaller i organismer og sedimenter, sammensetning av bløtbunnsfauna. NIVA Rapport l.nr. 4440.

Næs, K., Nilsson, H. C., Oug, E., Schøyen, M., Kroglund, T., Lie, M.C, 2007. Overvåking av Vefsnfjorden 2006. PAH, metaller og klororganiske forbindelser i organismer og sedimenter, bunnfauna i sedimenter. NIVA Rapport l.nr. 5329.

Næs, K., Fjeld, E., Håvardstun, J., Allan, I. 2009. Forurensingssituasjonen i Karmsundet i 2008 med vekt på påvirkning fra Hydro Aluminium Karmøy. Metaller, PAH og klorerte forbindelser i vannmasser, blåskjell, torsk, krabbe og sedimenter. NIVA Rapport l.nr. 5881.

Næs, K, I. Allen, E. Oug, H.C. Nilsson og J. Håvardstun, 2010. Oppdatering av miljøstatus i Sunndalsfjorden i 2008. Vannmasser, sediment og organismer. NIVA Rapport l.nr. 5941.

Uriansrud, F., 2003. Undersøkelse av miljøtilstanden i mudringsområde, Mosjøen havn. NIVA-notat O-23231, 1. august 2003.

Uriansrud, F., 2005. Undersøkelse av miljøtilstanden i mudringsområde, Mosjøen havn juni og august 2005. NIVA-notat O-25223, 12. oktober 2005.

6. Vedlegg

6.1 Analyseresultater for PAH, klororganiske forbindelser og metaller i sedimenter fra Vefsnfjorden 2009

Side nr.42/75

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn **Vefsn 09**
Adresse

Deres referanse:
MSC,IAL

Vår referanse:
Rekv.nr. 2009-2122
O.nr. O 29321

Dato
09.04.2010

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakingsdato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	S2-I	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.27
2	S2-II	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
3	S2-III	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
4	S8-I	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
5	S8-II	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
6	S8-III	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
7	Mosjøen 1	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
	Kornfordeling <63µm Intern*	% t.v.	76	74	77	88	83	89	73
	Karbon, org. total	µg C/mg TS G	16,8	16,3	16,8	15,2	16,0	15,8	12,8
	Kadmium	µg/g E	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,2	<0,2
	Krom	µg/g E	40,2	38,9	38,0	59,1	59,7	57,7	30,8
	Kobber	µg/g E	29,6	28,7	28,3	32,0	32,7	30,8	26,2
	Kvikksølv	µg/g E	0,027	0,027	0,031	0,037	0,040	0,038	0,037
	Bly	µg/g E	15	14	16	25	25	25	9,6

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
9-5	Sink	µg/g E	69,9	66,9	66,2	100	102	103	54,3
9-5	PCB-28	µg/kg t.v. H	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
3-3	PCB-52	µg/kg t.v. H	1,30	<1,5	<0,8	<0,5	<1,2	<1	0,50
3-3	PCB-101	µg/kg t.v. H	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
3-3	PCB-118	µg/kg t.v. H	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
3-3	PCB-153	µg/kg t.v. H	<0,5	<0,6	<0,6	<0,8	<0,9	<1,3	<0,6
3-3	PCB-138	µg/kg t.v. H	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
3-3	PCB-180	µg/kg t.v. H	<0,5	<1	<1,6	<1,2	<1	<1	<2
	Sum PCB	µg/kg t.v.	<4,3	<5,1	<5	<4,5	<5,1	<5,3	<5,1
	Beregnet								
	Seven Dutch	µg/kg t.v.	<4,3	<5,1	<5	<4,5	<5,1	<5,3	<5,1
	Beregnet								
	Naftalen i sediment	µg/kg t.v. H	8,8	8,2	12	15	12	680	89
2-3	Acenaftylen	µg/kg t.v. H	<2	<2	<2	<2	2,1	7,6	3,4
2-3	Acenaften	µg/kg t.v. H	26	24	28	39	28	880	200
2-3	Fluoren	µg/kg t.v. H	16	15	18	22	17	440	120
2-3	Dibenzotiofen	µg/kg t.v. H	9,9	9,4	11	14	10	260	66
2-3	Fenantren	µg/kg t.v. H	160	150	170	210	160	2800s	900
2-3	Antracen	µg/kg t.v. H	42	37	42	44	34	1000	210
2-3	Fluoranten	µg/kg t.v. H	410	370	420	390	310	4200s	1600
2-3	Pyren	µg/kg t.v. H	330	300	340	340	260	4100s	1400
2-3	Benz(a)antracen	µg/kg t.v. H	320	270	290	240	190	2400s	950
2-3	Chrysen	µg/kg t.v. H	500	430	450	290	230	2000s	1000
2-3	Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg t.v. H	1100	1000	1100	760	610	3400s	1900
2-3	Benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v. H	340	310	320	250	200	1400	690

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

- 1 Analyser SnOrg sendes ALS-Scandinavia
Fakturaen belastes lab'n 3/11/09
Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.
PCB= Det var noe bakgrunn i deler av kromatogrammene av prøvene. Det resulterte i noe høyere rapporteringsgrenser for enkelte av komponentene.
- 6 PAH: S= nivåene ligger over kalibreringskurven, men ikke mer enn at usikkerheten antas å være som normalt.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-2122

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	S2-I	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.27
2	S2-II	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
3	S2-III	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
4	S8-I	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
5	S8-II	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
6	S8-III	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
7	Mosjøen 1	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23

Prøvenr	1	2	3	4	5	6	7
Analysevariabel							
Enhet							
Metode							
Benzo(e)pyren µg/kg t.v. H 2-3	730	690	700	480	390	2000s	1200
Benzo(a)pyren µg/kg t.v. H 2-3	410	380	410	330	260	3100s	1300
Perylen µg/kg t.v. H 2-3	120	100	110	89	74	930	420
Indeno(1,2,3cd)pyren µg/kg t.v. H 2-3	620	550	600	480	420	2600s	1100
Dibenz(ac+ah)antrac. µg/kg t.v. H 2-3	200	170	190	130	120	540	310
Benzo(ghi)perylene µg/kg t.v. H 2-3	720	640	690	540	460	2500s	1100
Sum PAH µg/kg t.v. Beregnet	<6064,7	<5455,6	<5903	<4665	3787,1	s35237,6	14558,4
Sum PAH16 µg/kg t.v. Beregnet	<5204,8	<4656,2	<5082	<4082	3313,1	s32047,6	12872,4
Sum KPAH µg/kg t.v. Beregnet	3498,8	3118,2	3372	2495	2042	s16120	7339
Tinnorg.forb. i sed µg/kg tv Ekstern	u	u	u	u	u	u	u

u : Analyseresultat er vedlagt i egen analyserapport.

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-2122

(fortsettelse av tabellen):

<i>Prøvenr</i>	<i>Prøve merket</i>	<i>Prøvetakings- dato</i>	<i>Mottatt NIVA</i>	<i>Analyseperiode</i>
8	Mosjøen 2	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
9	Mosjøen 3	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
10	Mosjøen 4	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
11	Mosjøen 5	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
12	Mosjøen 6	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
13	Mosjøen 7	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
14	Mosjøen 8	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23

<i>Prøvenr</i>	<i>Analysevariabel</i>	<i>Enhet</i>	8	9	10	11	12	13	14
	<i>Metode</i>								
	Kornfordeling <63µm	% t.v.	44	35	37	43	71	78	29
	Intern*								
	Karbon, org. total	µg C/mg TS G	15,1	23,4	13,5	15,9	16,4	16,0	15,0
	6								
	Kadmium	µg/g E	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	9-5								
	Krom	µg/g E	25,7	30,0	26,5	29,1	34,4	33,6	25,3
	9-5								
	Kobber	µg/g E	24,0	23,3	19,8	19,9	32,1	24,2	19,8
	9-5								
	Kvikksølv	µg/g E	0,022	0,019	0,015	0,016	0,038	0,023	0,016
	4-3								
	Bly	µg/g E	8,2	9,7	7,9	9,2	12	11	7,3
	9-5								
	Sink	µg/g E	44,3	56,5	47,3	52,0	83,1	60,8	45,6
	9-5								
	PCB-28	µg/kg t.v. H	0,73	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	3-3								
	PCB-52	µg/kg t.v. H	<1,1	<0,5	<0,7	<0,5	<0,5	<0,8	<0,6
	3-3								
	PCB-101	µg/kg t.v. H	0,81	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	3-3								
	PCB-118	µg/kg t.v. H	0,82	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	3-3								
	PCB-153	µg/kg t.v. H	0,84	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	3-3								
	PCB-138	µg/kg t.v. H	0,79	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	3-3								

Prøvenr		8	9	10	11	12	13	14
Analysevariabel	Enhet							
Metode								
PCB-180 3-3	µg/kg t.v. H	<1	<1,5	<4	<0,5	<1	<0,5	<1,4
Sum PCB Beregnet	µg/kg t.v.	<6,09	<4,6	<7,2	<3,5	<4	<3,8	<4,5
Seven Dutch Beregnet	µg/kg t.v.	<6,09	<4,6	<7,2	<3,5	<4	<3,8	<4,5
Naftalen i sediment 2-3	µg/kg t.v. H	88	210	14	<2	21	64	<2
Acenaftylen 2-3	µg/kg t.v. H	10	5,7	<2	<2	2,9	4,6	<2
Acenaften 2-3	µg/kg t.v. H	220	540	41	9,0	59	150	8,6
Fluoren 2-3	µg/kg t.v. H	120	320	24	6,0	34	85	5,1
Dibenzotiofen 2-3	µg/kg t.v. H	70	180	14	3,5	21	48	2,8
Fenantren 2-3	µg/kg t.v. H	920	2300s	210	55	320	690	47
Antracen 2-3	µg/kg t.v. H	220	580	51	12	84	160	9,9
Fluoranten 2-3	µg/kg t.v. H	1900	4600s	700	160	930	1400	110
Pyren 2-3	µg/kg t.v. H	1600	3900s	520	120	810	1100	87
Benz(a)antracen 2-3	µg/kg t.v. H	1000	3100s	400	100	630	860	68
Chrysen 2-3	µg/kg t.v. H	980	3100s	380	130	790	1000	71
Benzo(b+j)fluoranten 2-3	µg/kg t.v. H	1600	5300s	880	260	1700	1900	150
Benzo(k)fluoranten 2-3	µg/kg t.v. H	600	2000s	300	89	560	650	53

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

9 PAH: S= nivåene ligger over kalibreringskurven, men ikke mer enn at usikkerheten antas å være som normalt.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-2122

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	Mosjøen 2	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
9	Mosjøen 3	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
10	Mosjøen 4	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
11	Mosjøen 5	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
12	Mosjøen 6	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
13	Mosjøen 7	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
14	Mosjøen 8	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23

Prøvenr	8	9	10	11	12	13	14
Analysevariabel							
Enhet							
Metode							
Benzo(e)pyren µg/kg t.v. H 2-3	980	3200s	600	170	1200	1300	100
Benzo(a)pyren µg/kg t.v. H 2-3	1200	3900s	550	140	840	1200	90
Perylen µg/kg t.v. H 2-3	460	1100	160	46	240	360	28
Indeno(1,2,3cd)pyren µg/kg t.v. H 2-3	900	2900s	460	140	870	1100	79
Dibenz(ac+ah)antrac. µg/kg t.v. H 2-3	240	810	130	41	250	300	22
Benzo(ghi)perylene µg/kg t.v. H 2-3	900	2800	480	150	910	1100	87
Sum PAH µg/kg t.v. Beregnet	14008	s40845,7	<5916	<1635,5	10271,9	13471,6	<1022,4
Sum PAH16 µg/kg t.v. Beregnet	12498	s36365,7	<5142	<1416	8810,9	11763,6	<891,6
Sum KPAH µg/kg t.v. Beregnet	6608	s21320	3114	<902	5661	7074	<535
Tinnorg.forb. i sed µg/kg tv Ekstern	u	u	u	u	u	u	u

u : Analyseresultat er vedlagt i egen analyserapport.

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-2122

(fortsettelse av tabellen):

<i>Prøvenr</i>	<i>Prøve merket</i>	<i>Prøvetakings- dato</i>	<i>Mottatt NIVA</i>	<i>Analyseperiode</i>
15	Mosjøen 9	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
16	Mosjøen 10	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23

<i>Analysevariabel</i>	<i>Enhet</i>	<i>Prøvenr Metode</i>	15	16
Kornfordeling <63µm	% t.v.	Intern*	53	21
Karbon, org. total	µg C/mg TS	G 6	15,6	18,8
Kadmium	µg/g	E 9-5	<0,2	<0,2
Krom	µg/g	E 9-5	30,1	24,8
Kobber	µg/g	E 9-5	24,0	16,6
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	0,017	0,010
Bly	µg/g	E 9-5	9,7	6,9
Sink	µg/g	E 9-5	55,9	45,4
PCB-28	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5	<0,5
PCB-52	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5	<0,5
PCB-101	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5	<0,5
PCB-118	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5	<0,5
PCB-153	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5	<0,5
PCB-138	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5	<0,5
PCB-180	µg/kg t.v.	H 3-3	<1	<1
Sum PCB	µg/kg t.v.	Beregnet	<4	<4
Seven Dutch	µg/kg t.v.	Beregnet	<4	<4
Naftalen i sediment	µg/kg t.v.	H 2-3	2,6	3,9
Acenaftylen	µg/kg t.v.	H 2-3	<2	<2
Acenaften	µg/kg t.v.	H 2-3	10	19
Fluoren	µg/kg t.v.	H 2-3	6,2	12
Dibenzotiofen	µg/kg t.v.	H 2-3	4,0	6,5
Fenantren	µg/kg t.v.	H 2-3	65	110
Antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	13	29
Fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	150	310
Pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	120	240
Benz(a)antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	92	150
Chrysen	µg/kg t.v.	H 2-3	130	170
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	270	250
Benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	92	91

*: Metoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-2122

(fortsettelse av tabellen):

<i>Prøvenr</i>	<i>Prøve merket</i>	<i>Prøvetakings- dato</i>	<i>Mottatt NIVA</i>	<i>Analyseperiode</i>
15	Mosjøen 9	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23
16	Mosjøen 10	2009.09.08	2009.09.25	2009.10.23-2009.11.23

<i>Analysevariabel</i>	<i>Enhet</i>	<i>Prøvenr Metode</i>	15	16
<i>Benzo(e)pyren</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	t.v. H 2-3	190	160
<i>Benzo(a)pyren</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	t.v. H 2-3	130	160
<i>Perylen</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	t.v. H 2-3	42	51
<i>Indeno(1,2,3cd)pyren</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	t.v. H 2-3	140	140
<i>Dibenz(ac+ah)antrac.</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	t.v. H 2-3	41	36
<i>Benzo(ghi)perylene</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	t.v. H 2-3	150	130
<i>Sum PAH</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	t.v. Beregnet	<1649,8	<2070,4
<i>Sum PAH16</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	t.v. Beregnet	<1413,8	<1852,9
<i>Sum KPAH</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	t.v. Beregnet	897,6	1000,9
<i>Tinnorg.forb. i sed</i>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	tv Ekstern	u	u

u : Analyseresultat er vedlagt i egen analyserapport.

Norsk institutt for vannforskning

Kristoffer Næs

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-2122

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

SUM PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

SUM PAH16 omfatter flg forbindelser: naftalen, acenaftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antracenen, fluoranten, pyren, benz(a)antracenen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracenen, benzo(ghi)perylene.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracenen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracenen, chrysen og naftalen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper i mennesker i flg International Agency for Research on Cancer, IARC (1987, Chrysen og naftalen fra 2007). De tilhører IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig carcinogene). Chrysen og naftalen ble inkludert i våre rapporter f.o.m. 18.09.2008.

SUM PAH er summen av alle PAH-forbindelser som inngår i denne rapporten.

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

6.2 Analyseresultater for tinnorganiske forbindelser i sedimenter fra Vefsnfjorden 2009

From: ALS Scandinavia NUF, Drammensveien 173, N-0277 Oslo. Tlf. +47 2213 1800.

Faks. +47 2252 5177. Email: info.on@alsglobal.com

To: NIVA * Ref: Bente Lauritzen [bente.lauritzen@niva.no]

Program: JORD

Ordernumber: N0906647 (;)

Report created: 2009-10-22 by morten.sandell

ELEMENT	SAMPLE	S2-I	S2-II	S2-III	S8-I	S8-II	S8-III
Tørrstoff (G)	%	49,9	63,3	48,5	45,5	39,7	50,5
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	1,2	1	1,8	1,1	1,1	<1.0
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Tributyltinnkation	µg/kg TS	1,2	1,3	1,6	<1.0	<1.0	<1.0
Tetrabutyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Monooktyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Dioktyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	4,8	2,1	<1.0	<1.0	<1.0
Trisykloheksyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Monofenyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Difenyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Trifenyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

ELEMENT	SAMPLE	Mosjøen Havn-1	Mosjøen Havn-2	Mosjøen Havn-3	Mosjøen Havn-4	Mosjøen Havn-5
Tørrstoff (G)	%	61,1	69,8	55,9	60,2	54,9
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	4,6	2,8	8,6	1,2	<1.0
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	8,1	4,5	16	1,6	<1.0
Tributyltinnkation	µg/kg TS	19	26	160	2,6	<2.0
Tetrabutyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	19	<1.0	<1.0
Monooktyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Dioktyltinnkation	µg/kg TS	1,8	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Trisykloheksyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Monofenyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Difenyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Trifenyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

ELEMENT	SAMPLE	Mosjøen Havn-6	Mosjøen Havn-7	Mosjøen Havn-8	Mosjøen Havn-9	Mosjøen Havn-10
Tørrstoff (G)	%	58,5	63,3	66,5	56,8	57,3
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	2,9	3,9	<1.0	1,2	<1.0
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	6	4,9	<1.0	8,1	<1.0
Tributyltinnkation	µg/kg TS	3,9	8,1	<1.0	<1.0	<1.0
Tetrabutyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Monooktyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Dioktyltinnkation	µg/kg TS	2,8	1,5	<1.0	<1.0	<1.0
Trisykloheksyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Monofenyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Difenyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Trifenyltinnkation	µg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

6.3 Analyseresultater for PAH og metaller i blåskjell og o-skjell fra Vefsnfjorden 2009

Side nr.52/75

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

Gaustadalléen 21
 0349 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn **Vefsn 09**
 Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2009-2152	09.04.2010
	O.nr. O 29321	

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Korsnes VF09-18	2009.09.30	2009.09.30	2009.10.09-2009.12.02
2	Alterneset VF09-19	2009.09.30	2009.09.30	2009.10.09-2009.12.02
3	Finnvika VF09-20	2009.09.30	2009.09.30	2009.10.09-2009.12.02
4	VF09-13	2009.09.30	2009.09.30	2009.10.09-2009.12.02
5	VF09-14	2009.09.30	2009.09.30	2009.10.09-2009.12.02

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Tørrstoff	%	B 3	19,3	14,4	14,5	15,1	18,5
Fett	% pr.v.v.	H 3-4	1,92	1,30	1,33	1,94	2,69
Kadmium	µg/g	E 8-3	2,98	1,77	1,89	0,142	0,237
Krom	µg/g	E 9-5	0,13	0,09	0,08	0,29	0,30
Kobber	µg/g	E 8-3	3,43	2,59	2,71	0,83	1,10
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	0,038	0,022	0,023	0,017	0,023
Bly	µg/g	E 8-3	0,83	0,56	1,71	0,14	0,15
Sink	µg/g	E 8-3	63,5	61,3	113	10,1	10,9
Naftalen	µg/kg v.v.	H 2-4	<1	<1	<1	<1	<1
Acenaftalen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acenaften	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fluoren	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	0,72	0,81	1,5
Dibenzotiofen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	2,5
Fenantren	µg/kg v.v.	H 2-4	1,0	1,1	1,9	11	24
Antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	1,5	<0,5	<0,5
Fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	5,4	2,8	6,4	7,5	15
Pyren	µg/kg v.v.	H 2-4	<0,5	<0,5	0,84	2,1	4,9
Benz(a)antracen	µg/kg v.v.	H 2-4	0,54	<0,5	3,0	3,8	7,2
Chrysen	µg/kg v.v.	H 2-4	0,59	0,64	2,7	3,0	4,8
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	1,0	1,0	19	2,5	4,1
Benzo(k)fluoranten	µg/kg v.v.	H 2-4	1,1	1,3	13	0,64	1,0

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5
Benzo(e)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	6,0	4,1	18	1,6	3,2
Benzo(a)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	<0,5	4,0	3,6	<0,5	0,68
Perylen	µg/kg	v.v. H 2-4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg	v.v. H 2-4	0,97	1,0	6,7	0,53	0,70
Dibenz(ac+ah)antrac.	µg/kg	v.v. H 2-4	<0,5	<0,5	3,2	<0,5	<0,5
Benzo(ghi)perylene	µg/kg	v.v. H 2-4	1,2	1,0	6,9	0,68	0,96
Sum PAH	µg/kg	v.v. Beregnet	<23,3	<22,44	<90,46	<39,16	<74,04
Sum PAH16	µg/kg	v.v. Beregnet	<16,3	<17,34	<71,46	<36,06	<67,84
Sum KPAH	µg/kg	v.v. Beregnet	<6,2	<9,94	<52,2	<12,47	<19,98

Kommentarer

- 1 *RET: Prøvene i retur til MSC.
Metallresultatene er oppgitt på våtvekt.*

Norsk institutt for vannforskning

Kristoffer Næs

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2009-2152

(fortsettelse av tabellen):

VEDLEGG

SUM PAH16 omfatter flg forbindelser: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, chrysen og naftalen². Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper i mennesker i flg International Agency for Research on Cancer, IARC (1987, Chrysen og naftalen fra 2007). De tilhører IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig carcinogene). Chrysen og naftalen ble inkludert i våre rapporter f.o.m. 18.09.2008.

SUM PAH er summen av alle PAH-forbindelser som inngår i denne rapporten.

² Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

6.4 Analyseresultater for dioksiner og PCB i filet og lever fra torsk i Vefsnfjorden 2009



Umeå 2010-01-18

Mpr 3381a
Sida 1(17)

UMEÅ UNIVERSITET
Kemiska institutionen,
Miljökemiska Laboratoriet
Per Liljelind
Sture Bergek
Tel: 090-786 6665



Norwegian Institute for Water Research - NIVA
Branch Office South
Kristoffer Næs
Televeien 3
N4879 Grimstad, Norway

Resultat från analys av polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner, polyklorerade dibensofuraner (PCDD/F) och polyklorerade bifenyler (WHO-PCB, I-PCB) i biologiska prov (Torsk)

Laboratorier ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Den ackrediterade verksamheten vid laboratorierna uppfyller kraven i SS-EN ISO/IEC 17 025 (2005).

Förkortningar och definitioner i analysrapporten

TrC-	Triklor (3 klor)	-DD	Dibenso- <i>p</i> -dioxin(er)
TeC-	Tetraklor (4 klor)	-DF	Dibensofuran(er)
PeC-	Pentaklor (5 klor)	-B	Bifenyl(er)
HxC-	Hexaklor (6 klor)		
HpC-	Heptaklor (7 klor)		
OC-	Oktaklor (8 klor)		
ng	nanogram (10^{-9} gram)		
pg	pikogram (10^{-12} gram)		
fg	femtogram (10^{-15} gram)		
IS	Internstandard		
fw	Färskvikt (fresh weight)		
lw	Fettvikt (lipid weight)		
ND	Icke-detekterad (Not Detected)		
LOD	Detektionsgräns (Limit-of-Detection)		
TEF	Toxisk ekvivalentfaktor (Toxic Equivalency Factor)		
TEQ	Total koncentration i TCDD-ekvivalenter (TCDD toxic equivalent concentration)		
Σ PCDD	Summa homologer från tetra- till oktaklor-PCDD		
Σ PCDF	Summa homologer från tetra- till oktaklor-PCDF		
kvot D/F	Kvoten mellan Σ PCDD och Σ PCDF		

Metodbeskrivning

Använda uppberedningsmetoder är väl validerade genom ett flertal internationella inter-kalibreringar och GC-MS analyserna utförs enligt Svensk standard SS-EN 1948:1-3. De genomförda analyserna uppfyller även kvalitetskraven för analys av dioxiner och dioxinlika PCB, EU-direktiv 2002/69/EC, som publicerades i EUs officiella tidskrift (Official journal of the European Communities) den 30 juli 2002. En sammanfattning av analysmetoderna följer nedan.

Extraktion och fettviktsbestämning

Före extraktionen tillsattes internstandard bestående av ^{13}C -anrikade isotoper av merparten av de ämnen (kongener) som skall bestämmas. Proven extraherades med organiska lösningsmedel. Lösningssmedlet avlägsnades genom indunstning och mängden fett bestämdes genom vägning.

Upprening

Uppreningen av polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD), polyklorerade dibensofuraner (PCDF) och polyklorerade bifenyler (PCB) utfördes med två vätskekromatografikolonner: en flerskiktsskolonn bestående av kiselgel, svavelsyra- och kaliumhydroxidimpregnerad kiselgel samt en kolonn med aktivt kol. På den sistnämnda separeras provet i tre fraktioner innehållande 1) merparten av PCB, 2) mono-orto PCB och 3) PCDD/F och plana PCB. Innan den slutliga analysen tillsattes ytterligare ^{13}C -kongener, sk. återfinningsstandarder.

Analys

Isomerspecifik analys har skett med gaskromatografi (GC) kopplat till masspektrometri (MS). Separationen av ämnena sker på GC:n och detektionen med masspektrometern. Vid MS-analysen detekterades ämnen med olika massstal selektivt vilket möjliggjorde utnyttjandet av syntetiska ^{13}C -isotopanrikade ämnen (^{13}C -kongener) vilka användes som interna standarder med så kallad isotoputspädningsmetodik. Härvidlag jämfördes responskvoten mellan naturliga kongener och ^{13}C -kongener i provet med motsvarande kvot i en kvantifieringsstandard innehållande kända mängder av naturliga och tillsatta ^{13}C -kongener. Detta förfarande medförde att resultaten automatiskt blev kompenserade för uppberedningsförluster. En MS (Waters Autospec Ultima) med hög massupplösning (~ 10000) har använts. Den använde elektronstötjonisering (EI) där sedan utvalda joner registrerades (SIR). Koncentrationsbestämningen har utförts enligt ovan nämnda norm, SS-EN 1948:3 och återfinningsgraden av de internstandarder (IS) som tillsatts proven beräknas och uttrycks i procent av ursprunglig mängd.

När en kongen ej kan detekteras räknas detektionsgränsen ut (LOD – limit of detection). Den motsvarar en signal från analysinstrumentet som är tre gånger högre än brusnivån och anges som ett mindre än-värde. LOD beror av ett antal faktorer och varierar därför något från prov till prov, mellan olika kongener och från ett

UMEÅ UNIVERSITET
Kemiska institutionen
Miljökemiska Laboratoriet

Umeå 2010-01-18
Mpr 3381a
Sida 4(17)

analystillfälle till ett annat. Ackrediterade resultat kan endast fås ner till kvantifieringsgränsen (LOQ – limit of quantification) som definieras av signaler som överstiger tio gånger brusnivån. Det framgår av analysrapporten för vilka kongener detta kriterium inte är uppfyllt. I området mellan tre och tio gånger brusnivån är mätosäkerheten förhöjd men ger ändå ett värdefullt bidrag till resultaten och TEQ-beräkningen.

Laboratorieblankens koncentration har redovisats separat, ingen subtraktion har gjorts från de verkliga provens koncentrationer. Normalisering har gjorts till samma enhet som för proven med medelvärdet av de provmängder som använts till dessa.

Beräkning av TCDD-ekvivalenter (TEQ)

Utifrån de enskilda kongenernas koncentration har s.k. TCDD-ekvivalenter (TEQ) beräknats. TCDD-ekvivalenterna relaterar de toxiska kongenerna till den mest toxiska, 2,3,7,8-TeCDD.

TEQ = koncentration x TEF

Det finns ett antal olika TEF-skalar som använts genom åren. Idag är WHO-TEF-skalan den vedertagna men resultaten kan omräknas enligt den skala som önskas (tabell 1, sid. 5).

När en kongen ej kan detekteras räknas detektionsgränsen ut. Den motsvarar en signal från analysinstrumentet som är tre gånger högre än brusnivån. Detektionsgränsen beror av ett antal faktorer och varierar därför något från prov till prov, mellan olika kongener och från ett analystillfälle till ett annat.

TEQ beräknas på tre nivåer. En nedre koncentrationsgräns där koncentrationerna av icke detekterade ämnen satts till noll, en övre koncentrationsgräns där koncentrationerna av icke detekterade ämnen ersatts med detektionsgränsen samt en medelkoncentration (medelvärdet av de båda).


En sammanfattning av analysrapporten finns på sidan 6 med WHO-TEQ-värden för samtliga prov och ev kommentarer.

Umeå som ovan,

Sture Bergesk,
Forskningsingenjör

Per
Liljelind

Per Liljelind,
Laboratoriefchef

 Digitally signed by Per Liljelind
DN: cn=Per Liljelind, c=SE, o=Umea
Universitet, ou=Kemiska Institutionen,
email=per.liljelind@chem.umu.se
Reason: I attest to the accuracy and
integrity of this document
Date: 2010.01.18 11:57:12 +0100

Tabell 1. Skalor för beräkning av toxiska ekvivalenter (TEQ):

Kongen	TEF			
	WHO ₂₀₀₅	WHO ₁₉₉₈	Internationella	Nordic
2378-TeCDD	1	1	1	1
12378-PeCDD	1	1	0,5	0,5
123478-HxCDD	0,1	0,1	0,1	0,1
123678-HxCDD	0,1	0,1	0,1	0,1
123789-HxCDD	0,1	0,1	0,1	0,1
1234678-HpCDD	0,01	0,01	0,01	0,01
OCDD	0,0003	0,0001	0,001	0,001
2378-TeCDF	0,1	0,1	0,1	0,1
12378-PeCDF	0,03	0,05	0,05	0,01
23478-PeCDF	0,3	0,5	0,5	0,5
123478-HxCDF	0,1	0,1	0,1	0,1
123678-HxCDF	0,1	0,1	0,1	0,1
123789-HxCDF	0,1	0,1	0,1	0,1
234678-HxCDF	0,1	0,1	0,1	0,1
1234678-HpCDF	0,01	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,01	0,01	0,01	0,01
OCDF	0,0003	0,0001	0,001	0,001
344'5'-TeCB (81 [†])*	0,0003	0,0001		
33'44'-TeCB (77)	0,0001	0,0001		
33'44'5'-PeCB (126)	0,1	0,1		
33'44'55'-HxCB (169)	0,03	0,01		
233'44'-PeCB (105)	0,00003	0,0001		
2344'5'-PeCB (114)	0,00003	0,0005		
23'44'5'-PeCB (118)	0,00003	0,0001		
2'344'5'-PeCB (123)	0,00003	0,0001		
233'44'5'-HxCB (156)	0,00003	0,0005		
233'44'5'5'-HxCB (157)	0,00003	0,0005		
23'44'55'-HxCB (167)	0,00003	0,00001		
233'44'55'-HpCB (189)	0,00003	0,0001		

[†] Numrering enligt IUPAC.

Resultatsammanställning

PCDD/F enligt WHO-TEQ₂₀₀₅

pg TEQ/g prov	MPR	MPR	MPR	MPR
Färskvikt	3381:1	3381:2	3381:3	3381:4
Nedre koncentration	0.034	0.029	5.1	4.2
Medelkoncentration	0.035	0.030	5.1	4.2
Övre koncentration	0.035	0.030	5.1	4.2

pg TEQ/g prov	MPR	MPR	MPR	MPR
Fettvikt	3381:1	3381:2	3381:3	3381:4
Övre koncentration	9.1	8.1	11.6	9.4
Medelkoncentration	9.3	8.2	11.6	9.4
Nedre koncentration	9.4	8.3	11.6	9.4

PCB enligt WHO-TEQ₂₀₀₅

pg TEQ/g prov	MPR	MPR	MPR	MPR
Färskvikt	3381:1	3381:2	3381:3	3381:4
Övre koncentration	0.14	0.11	46	31
Nedre koncentration	0.14	0.11	46	31
Medelvärde	0.14	0.11	46	31

pg TEQ/g prov	MPR	MPR	MPR	MPR
Fettvikt	3381:1	3381:2	3381:3	3381:4
Övre koncentration	37	30	104	70
Nedre koncentration	37	30	104	70
Medelvärde	37	30	104	70

Summering av den totala halten WHO-TEQ₂₀₀₅

pg TEQ/g prov, färskvikt	MPR	MPR	MPR	MPR
Vår provbeteckning	3381:1	3381:2	3381:3	3381:4
Er provbeteckning	Torsk Filet, Mosjøen Havn	Torsk Filet, Mosjøen Vikedalsbukta	Torsk Lever, Mosjøen Havn	Torsk Lever, Mosjøen Vikedalsbukta
Övre koncentration	0.17	0.14	51	36
Nedre koncentration	0.17	0.14	51	36
Medelvärde	0.17	0.14	51	36
pg TEQ/g prov, fettvikt				
Övre koncentration	46	38	116	80
Nedre koncentration	46	38	116	80
Medelvärde	46	39	116	80

Kommentar:

PCB#118 räknas både till I-PCB och WHO-PCB och redovisas därför på två ställen.

Analysrapport klorerade dioxiner och furaner

Vår provmärkning : MPR 3381:1
 Er provmärkning : Torsk Filet, Mosjøen Havn
 Provtyp : Biota
 Mängd analyserat prov (g) : 102,0
 Fettvikt (g) : 0,38
 Provsort : pg/g
 Mätosäkerhet : ± 26 % (95% konfidensintervall)

Kongen	Konc. (pg/g färskvikt)	Konc. (pg/g fettvikt)	Återfunnen ¹³ C IS (%)
2378 TeCDD	0.0086	2.3	103
12378 PeCDD	0.0082	2.2	99
123478 HxCDD	ND(0.0048)	ND(1.3)	95
123678 HxCDD	0.015	4.0	98
123789 HxCDD	ND(0.0039)	ND(1.1)	97
1234678 HpCDD	0.015	3.9	96
OCDD	0.038	10	97
2378 TeCDF	0.029	7.8	100
12378 PeCDF	0.024	6.5	103
23478 PeCDF ^a	0.013	3.4	98
123478 HxCDF	0.011	2.9	97
123678 HxCDF	0.014	3.7	98
234678 HxCDF	0.013	3.4	95
123789 HxCDF ^b	0.014	3.9	95
1234678 HpCDF	0.0068	1.8	98
1234789 HpCDF	ND(0.0050)	ND(1.3)	101
OCDF	ND(0.011)	ND(2.8)	100
Sum	Nedre konc.	0.034	9.1
WHO-	Medelkonc.	0.035	9.3
TEQ₂₀₀₅	Övre konc.	0.035	9.4

Koncentrationer angivna med *kursiv stil* ligger mellan LOD och LOQ med större mätosäkerhet (38%).

^a Sameluerar med 12489-PeCDF

^b Sameluerar med 123489-HxCDF

2009-11-06	Typ av GC-kolonn:	DB-5
Frys	Person ansvarig för	
2009-11-09	Upparbetning:	Sture Bergesk
2009-12-08	Analys:	Per Liljelind

Analysrapport klorerade dioxiner och furaner

Vår provmärkning : MPR 3381:2
 Er provmärkning : Torsk Filet, Mosjøen Vikedalsbukta
 Provtyp : Biota
 Mängd analyserat prov (g) : 102,5
 Fettvikt (g) : 0,37
 Provsort : pg/g
 Mätosäkerhet : ± 26 % (95% konfidensintervall)

Kongen	Konc. (pg/g färskvikt)	Konc. (pg/g fettvikt)	Återfunnen ¹³ C IS (%)
2378 TeCDD	<i>0.0073</i>	2.0	100
12378 PeCDD	<i>0.0070</i>	1.9	99
123478 HxCDD	ND(0.0054)	ND(1.5)	91
123678 HxCDD	0.013	3.6	99
123789 HxCDD	<i>0.0056</i>	1.5	99
1234678 HpCDD	0.011	3.0	96
OCDD	0.033	9.0	93
2378 TeCDF	0.052	14	99
12378 PeCDF	0.023	6.4	103
23478 PeCDF ^a	<i>0.0045</i>	1.2	96
123478 HxCDF	<i>0.0078</i>	2.2	94
123678 HxCDF	<i>0.0093</i>	2.6	99
234678 HxCDF	0.012	3.5	95
123789 HxCDF ^b	0.013	3.7	98
1234678 HpCDF	<i>0.0064</i>	1.8	98
1234789 HpCDF	ND(0.0052)	ND(1.5)	103
OCDF	ND(0.012)	ND(3.3)	95
Sum	Nedre konc.	0.029	8.1
WHO- TEQ₂₀₀₅	Medelkonc	0.030	8.2
	Övre konc.	0.030	8.3

Koncentrationer angivna med *kursiv stil* ligger mellan LOD och LOQ med större mätosäkerhet (38%).

^a Sameluerar med 12489-PeCDF

^b Sameluerar med 123489-HxCDF

Provet ankom:	2009-11-06	Typ av GC-kolonn:	DB-5
Lagringsbetingelser :	Frys	Person ansvarig för	
Startdatum för upparbetning:	2009-11-09	Upparbetning:	Sture Bergek
Startdatum för analys:	2009-12-08	Analys:	Per Liljelind

Analysrapport klorerade dioxiner och furaner

Vår provmärkning : MPR 3381:3
 Er provmärkning : Torsk Lever, Mosjøen Havn
 Provtyp : Biota
 Mängd analyserat prov (g) : 12,23
 Fettvikt (g) : 5,41
 Provsort : pg/g
 Mätosäkerhet : ± 26 % (95% konfidensintervall)

Kongen	Konc. (pg/g färskvikt)	Konc. (pg/g fettvikt)	Återfunnen ¹³ C IS (%)
2378 TeCDD	2.2	4.9	101
12378 PeCDD	0.38	0.86	101
123478 HxCDD	ND(0.041)	ND(0.09)	93
123678 HxCDD	2.8	6.2	96
123789 HxCDD	0.69	1.6	97
1234678 HpCDD	1.1	2.4	93
OCDD	6.6	15	93
2378 TeCDF	8.4	19	100
12378 PeCDF	4.1	9.2	97
23478 PeCDF ^a	1.3	3.0	98
123478 HxCDF	1.4	3.1	94
123678 HxCDF	2.2	4.9	95
234678 HxCDF	1.5	3.4	95
123789 HxCDF ^b	0.17	0.38	99
1234678 HpCDF	0.32	0.73	93
1234789 HpCDF	0.084	0.19	105
OCDF	ND(0.074)	ND(0.17)	118
Sum	Nedre konc.	5.1	11.6
WHO-	Medelkonc.	5.1	11.6
TEQ₂₀₀₅	Övre konc.	5.1	11.6

Koncentrationer angivna med *kursiv stil* ligger mellan LOD och LOQ med större mätosäkerhet (38%).

^a Sameluerar med 12489-PeCDF

^b Sameluerar med 123489-HxCDF

Provet ankom:	2009-11-06	Typ av GC-kolonn:	DB-5
Lagringsbetingelser :	Frys	Person ansvarig för	
Startdatum för upparbetning:	2009-11-09	Upparbetning:	Sture Bergek
Startdatum för analys:	2009-12-08	Analys:	Per Liljelind

Analysrapport klorerade dioxiner och furaner

Vår provmärkning : MPR 3381:4
 Er provmärkning : Torsk Lever, Mosjøen Vikedalsbukta
 Provtyp : Biota
 Mängd analyserat prov (g) : 12,59
 Fettvikt (g) : 5,63
 Provsort : pg/g
 Mätosäkerhet : ± 26 % (95% konfidensintervall)

Kongen	Konc. (pg/g färskvikt)	Konc. (pg/g fettvikt)	Återfunnen ¹³ C IS (%)
2378 TeCDD	1.5	3.3	99
12378 PeCDD	0.23	0.52	106
123478 HxCDD	ND(0.040)	ND(0.09)	93
123678 HxCDD	2.1	4.7	100
123789 HxCDD	0.55	1.2	97
1234678 HpCDD	0.90	2.0	90
OCDD	4.7	11	89
2378 TeCDF	13	28	100
12378 PeCDF	3.3	7.3	98
23478 PeCDF ^a	0.81	1.8	101
123478 HxCDF	1.1	2.6	95
123678 HxCDF	1.4	3.2	97
234678 HxCDF	1.4	3.1	94
123789 HxCDF ^b	0.11	0.24	97
1234678 HpCDF	0.36	0.80	89
1234789 HpCDF	0.063	0.14	100
OCDF	ND(0.075)	ND(0.17)	104
Sum	Nedre konc.	4.2	9.4
WHO-	Medelkonc.	4.2	9.4
TEQ₂₀₀₅	Övre konc.	4.2	9.4

Koncentrationer angivna med *kursiv stil* ligger mellan LOD och LOQ med större mätosäkerhet (38%).

^a Sameluerar med 12489-PeCDF

^b Sameluerar med 123489-HxCDF

Provet ankom:	2009-11-06	Typ av GC-kolonn:	DB-5
Lagringsbetingelser :	Frys	Person ansvarig för	
Startdatum för upparbetning:	2009-11-09	Upparbetning:	Sture Bergek
Startdatum för analys:	2009-12-08	Analys:	Per Liljelind

Analysrapport klorerade dioxiner och furaner

Vår provmärkning : MPR B3357
Er provmärkning :
Provtyp : Laboratorieblank
Mängd analyserat prov (g) : "100"
Fettvikt (g) : "0,4"
Provsort : pg/g
Mätosäkerhet : ± 26 % (95% konfidensintervall)

Kongen	Konc. (pg/g färskvikt)	Konc. (pg/g fettvikt)	Återfunnen ¹³ C IS (%)
2378 TeCDD	ND(0.0035)	ND(0.87)	97
12378 PeCDD	ND(0.0040)	ND(0.99)	96
123478 HxCDD	ND(0.0057)	ND(1.4)	89
123678 HxCDD	ND(0.0043)	ND(1.1)	96
123789 HxCDD	ND(0.0044)	ND(1.1)	95
1234678 HpCDD	ND(0.0047)	ND(1.2)	95
OCDD	ND(0.0063)	ND(1.6)	86
2378 TeCDF	0.0026	0.64	97
12378 PeCDF	ND(0.0026)	ND(0.65)	101
23478 PeCDF ^a	ND(0.0029)	ND(0.73)	95
123478 HxCDF	ND(0.0035)	ND(0.88)	100
123678 HxCDF	ND(0.0030)	ND(0.75)	99
234678 HxCDF	ND(0.0033)	ND(0.83)	97
123789 HxCDF ^b	0.011	2.7	96
1234678 HpCDF	ND(0.0032)	ND(0.81)	97
1234789 HpCDF	ND(0.0057)	ND(1.4)	94
OCDF	ND(0.014)	ND(3.4)	83
Sum	Nedre konc.	0.0013	0.33
WHO-	Medelkonc.	0.0071	1.8
TEQ₂₀₀₅	Övre konc.	0.013	3.2

Koncentrationer angivna med *kursiv stil* ligger mellan LOD och LOQ med större mätosäkerhet (38%),

^a Sameluerar med 12489-PeCDF

^b Sameluerar med 123489-HxCDF

Provet ankom:	2009-11-06	Typ av GC-kolonn:	DB-5
Lagringsbetingelser :	Frys	Person ansvarig för	
Startdatum för uppabetning:	2009-11-09	Upparbetning:	Sture Bergek
Startdatum för analys:	2009-12-08	Analys:	Per Liljelind

Analysrapport PCB

Vår provmärkning : MPR 3381:1
Er provmärkning : Torsk Filet, Mosjøen Havn
Provtyp : biota
Mängd analyserat prov (g) : 102,0
Fettvikt (g) : 0,38
Provsort : pg/g
Mätosäkerhet : ± 26 % (95% konfidensintervall)

Kongen	Konc, (pg/g färskvikt)	Konc, (pg/g fettvikt)	Återfunnen ¹³ C IS (%)
Indikator-PCB			
#28 TriCB ^a	16	4300	80
#52 TeCB ^b	38	10000	85
#101 PeCB ^c	110	29000	101
#118 PeCB ^d	160	44000	86
#138 HxCB ^e	300	79000	89
#153 HxCB	330	88000	90
#180 HpCB	140	38000	95
Σ I-PCB	930	250000	
WHO-PCB			
#77 TeCB	0.58	160	101
#81 TeCB	0.037	9.9	102
#126 PeCB	0.92	250	100
#169 HxCB	0.33	89	101
#105 PeCB ^f	70	19000	85
#114 PeCB	3.4	920	86
#118 PeCB ^d	160	44000	86
#123 PeCB	4.8	1300	86
#156 HxCB	25	6700	89
#157 HxCB	6.0	1600	88
#167 HxCB	13	3500	88
#189 HpCB	2.8	760	87
Sum	0.14	37	
WHO-TEQ	0.14	37	
	0.14	37	

Koncentrationer angivna med *kursiv stil* ligger mellan LOD och LOQ med större mätosäkerhet (38%),

- ^a Sameluerar med #31 ^d Sameluerar med # 106
^b Sameluerar med #73 ^e Sameluerar med #163 och 164
^c Sameluerar med #89 och #90 ^f Sameluerar med #127

Provet ankom:	2009-11-06	Typ av GC-kolonn:	DB-5
Lagringsbetingelser :	Frys	Person ansvarig för	
Startdatum för upparbetning:	2009-11-09	Upparbetning:	Sture Bergek
Startdatum för analys:	2009-12-08	Analys:	Per Liljelind

Analysrapport PCB

Vår provmärkning : MPR 3381:2
Er provmärkning : Torsk Filet, Mosjøen Vikedalsbukta
Provtyp : Biota
Mängd analyserat prov (g) : 102,5
Fettvikt (g) : 0,37
Provsort : pg/g
Mätosäkerhet : $\pm 26\%$ (95% konfidensintervall)

Kongen	Konc, (pg/g färskvikt)	Konc, (pg/g fettvikt)	Återfunnen ¹³ C IS (%)
Indikator-PCB			
#28 TriCB ^a	13	3700	66
#52 TeCB ^b	29	8100	76
#101 PeCB ^c	65	18000	96
#118 PeCB ^d	90	25000	83
#138 HxCB ^e	170	48000	85
#153 HxCB	170	48000	87
#180 HpCB	53	15000	93
Σ I-PCB	510	140000	
WHO-PCB			
#77 TeCB	0.86	240	99
#81 TeCB	0.038	11	100
#126 PeCB	0.84	230	97
#169 HxCB	0.26	73	100
#105 PeCB ^f	41	11000	81
#114 PeCB	1.8	500	81
#118 PeCB ^d	90	25000	83
#123 PeCB	3.4	940	83
#156 HxCB	12	3300	83
#157 HxCB	3.7	1000	84
#167 HxCB	9.6	2700	84
#189 HpCB	1.3	350	87
Sum WHO-TEQ	Nedre konc.	0.11	30
	Medelkonc	0.11	30
	Övre konc.	0.11	30

Koncentrationer angivna med *kursiv stil* ligger mellan LOD och LOQ med större mätosäkerhet (38%),

^a Sameluerar med #31

^d Sameluerar med #106

^b Sameluerar med #73

^e Sameluerar med #163 och 164

^c Sameluerar med #89 och #90

^f Sameluerar med #127

Provet ankom:	2009-11-06	Typ av GC-kolonn:	DB-5
Lagringsbetingelser :	Frys	Person ansvarig för	
Startdatum för upparbetning:	2009-11-09	Upparbetning:	Sture Bergek
Startdatum för analys:	2009-12-08	Analys:	Per Liljelind

Analysrapport PCB

Vår provmärkning : MPR 3381:4
 Er provmärkning : Torsk Lever, Mosjøen Vikedalsbukta
 Provtyp : Biota
 Mängd analyserat prov (g) : 12,59
 Fettvikt (g) : 5,63
 Provsort : pg/g
 Mätosäkerhet : ± 26 % (95% konfidensintervall)

Kongen	Konc, (pg/g färskvikt)	Konc, (pg/g fettvikt)	Återfunnen ¹³ C IS (%)
Indikator-PCB			
#28 TriCB ^a	3700	8400	36
#52 TeCB ^b	6400	14000	37
#101 PeCB ^c	13000	29000	97
#118 PeCB ^d	27000	61000	62
#138 HxCB ^e	45000	100000	59
#153 HxCB	50000	110000	60
#180 HpCB	14000	30000	96
Σ I-PCB	130000	290000	
WHO-PCB			
#77 TeCB	200	440	96
#81 TeCB	11	25	100
#126 PeCB	240	550	99
#169 HxCB	90	200	104
#105 PeCB ^f	11000	24000	60
#114 PeCB	550	1200	60
#118 PeCB ^d	27000	61000	62
#123 PeCB	790	1800	65
#156 HxCB	2800	6200	71
#157 HxCB	990	2200	62
#167 HxCB	2700	5900	57
#189 HpCB	360	800	114
Sum WHO-TEQ	Nedre konc.	31	70
	Medelkonc	31	70
	Övre konc.	31	70

Koncentrationer angivna med *kursiv stil* ligger mellan LOD och LOQ med större mätosäkerhet (38%),

- ^a Sameluerar med #31 ^d Sameluerar med #106
^b Sameluerar med #73 ^e Sameluerar med #163 och 164
^c Sameluerar med #89 och #90 ^f Sameluerar med #127

Provet ankom:	2009-11-06	Typ av GC-kolonn:	DB-5
Lagringsbetingelser :	Frys	Person ansvarig för	
Startdatum för upparbetning:	2009-11-09	Upparbetning:	Sture Bergek
Startdatum för analys:	2009-12-08	Analys:	Per Liljelind

6.5 Analyseresultater for PAH-metabolitter i galle fra torsk i Vefsnfjorden 2009

Analysevariabel				BAP-3-OH	NAP-2-OH	PA-1-OH	PYR-1-OH	
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	
Metode ==>				TESTNO	Intern*	Intern*	Intern*	
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype					
1		Mosjøen Vikedalsb. G1b	bioxx	2009-02453	5.0	<500	<2	79
2		Mosjøen Vikedalsb. G2b	bioxx	2009-02453	<2	<500	4.7	23
3		Mosjøen Vikedalsb. G3b	bioxx	2009-02453	<2	<500	<2	9.0
4		Mosjøen Vikedalsb. G4b	bioxx	2009-02453	<2	<500	<2	3.8
5		Mosjøen Vikedalsb. G5	bioxx	2009-02453	<2	<500	<2	5.0
6		Mosjøen Vikedalsb. G6	bioxx	2009-02453	<2	<500	<2	7.2
7		Mosjøen Vikedalsb. G7	bioxx	2009-02453	3.0	<500	3.2	16
8		Mosjøen Vikedalsb. G8	bioxx	2009-02453	<2	<500	<2	8
9		Mosjøen Vikedalsb. G9	bioxx	2009-02453	2.2	<500	<2	34
10		Mosjøen Vikedalsb. G10	bioxx	2009-02453	<2	<500	<2	34
11		Mosjøen Vikedalsb. G11	bioxx	2009-02453	5.7	<500	<2	35
12		Mosjøen Vikedalsb. G12	bioxx	2009-02453	4.2	<500	<2	28
13		Mosjøen Vikedalsb. G13	bioxx	2009-02453	6.7	<500	3.1	34
14		Mosjøen Vikedalsb. G14	bioxx	2009-02453	4.1	<500	2.1	19
15		Mosjøen Vikedalsb. G15	bioxx	2009-02453	<2	<500	<2	2.5
16		Mosjøen Vikedalsb. G16	bioxx	2009-02453	<2	<500	<2	18
17		Mosjøen Vikedalsb. G17	bioxx	2009-02453	<2	<500	3.2	27
18		Mosjøen Vikedalsb. G18	bioxx	2009-02453	<2	<500	5.9	20
19		Mosjøen Vikedalsb. G19	bioxx	2009-02453	<2	<500	<2	12
20		Mosjøen Vikedalsb. G20	bioxx	2009-02453	6.2	<500	<2	32

Analysevariabel				BAP-3-OH	NAP-2-OH	PA-1-OH	PYR-1-OH	
Enhet ==>				µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	µg/kg v.v.	
Metode ==>				TESTNO	Intern*	Intern*	Intern*	
PrNr	PrDato	Merking	Prøvetype					
1	20090901	Mosjøen Havn G1	bioxx	2009-02452	13	<500	3.1	220
2	20090901	Mosjøen Havn G2	bioxx	2009-02452	4.4	<500	<2	120
3	20090901	Mosjøen Havn G3	bioxx	2009-02452	8.0	<500	13	200
4	20090901	Mosjøen Havn G4	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	61
5	20090901	Mosjøen Havn G5	bioxx	2009-02452	2.6	<500	2.6	60
6	20090901	Mosjøen Havn G6	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	22
7	20090901	Mosjøen Havn G7	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	8.3
8	20090901	Mosjøen Havn G8	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	66
9	20090901	Mosjøen Havn G9	bioxx	2009-02452	3.3	<500	<2	61
10	20090901	Mosjøen Havn G10	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	11
11	20090901	Mosjøen Havn G11	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	5.0
12	20090901	Mosjøen Havn G12	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	7.9
13	20090901	Mosjøen Havn G13	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	74
14	20090901	Mosjøen Havn G14	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	4.7
15	20090901	Mosjøen Havn G16	bioxx	2009-02452	12	<500	20	110
16	20090901	Mosjøen Havn G17	bioxx	2009-02452	2.5	<500	<2	100
17	20090901	Mosjøen Havn G18	bioxx	2009-02452	2.5	<500	2.4	81
18	20090901	Mosjøen Havn G19	bioxx	2009-02452	<2	<500	3.1	33
19	20090901	Mosjøen Havn G20	bioxx	2009-02452	<2	<500	2.0	14
20	20090901	Mosjøen Havn G21	bioxx	2009-02452	<2	<500	<2	21

6.6 Beregning av vannkonsentrasjon av PAH ut fra SPMD

Estimation of dissolved contaminant concentrations in water using SPMDs

Time-weighted average concentrations were calculated using the following equation:

$$C_{TWA} = \frac{m}{K_{SW} V_S (1 - e^{-\frac{R_S}{K_{SW} V_S} t})} \quad (1)$$

where m is the mass of contaminant accumulated in SPMDs (ng), K_{SW} the sampler-water partition coefficient ($L L^{-1}$), V_S the volume of the sampler (L), t the exposure time (h) and R_S the uptake rate ($L h^{-1}$).

The determination of in-situ uptake rates for each site was undertaken using performance reference compounds (PRCs), deuterated analogues of PAHs. Since mass transfer in/out of the sampler is an isotropic phenomenon, first-order offload rates, k_e of deuterated PAHs spiked into the samplers prior to exposure can be used to estimate uptake rates for PRC:

$$R_S = K_{SW} V_S k_e \quad (2)$$

An empirical $\log K_{OW}$ - R_S relationship is then used to extrapolate uptakes rates for all other contaminants of interest. R_S values for compounds with $\log K_{OW}$ in the range 3-8 can then be calculated:

$$R_{S,i} = R_{S,PRC} \frac{\alpha_i}{\alpha_{PRC}} \quad (3)$$

where α can be obtained with the following empirical relationship:

$$\log \alpha = 0.013 \log^3 K_{OW} - 0.3173 \log^2 K_{OW} + 2.244 \log K_{OW} \quad (4)$$

The α value for the analyte of interest and for the PRC may be calculated using equation (4) to allow the estimation of $R_{S,i}$ with equation (3). Once the uptake rate is known, equation (1) is used to calculate TWA concentrations.

Estimation of R_S using PRC data

As shown in **Tabell 20**, the dissipation of many of the PRCs was well above 90 %, rendering the use of this data difficult. Dissipation of chrysene- d_{12} benzo[*e*]pyrene- d_{10} is too low. However data from phenanthrene- d_{10} and fluorene- d_{10} are consistent and can be used to estimate uptake rates for PAHs of interest. No major differences in uptake rates can be seen between exposures at the different sites. The variability of replicate exposures at Korsnes is adequate and in line with expected variability for such deployment of SPMDs.

Tabell 20. PRC dissipation data and equivalent uptake rates for SPMD exposures at Finnvika, Alterneset and Korsnes.

	Log K_{ow}	PRC remaining in the sampler after exposure (%)				Sampling rates ($L d^{-1}$)			
		Finnvika	Alterneset	Korsnes		Finnvika	Alterneset	Korsnes	
ACE- d_{10}	3.92	<i>1.2</i>	<i>1.3</i>	<i>0.6</i>	<i>0.8</i>				
FLU- d_{10}	4.18	1.7	1.6	0.6	0.9	9.7	9.9	12.4	11.3
PHE- d_{10}	4.57	13.2	12.2	7.6	10.1	10.9	11.3	13.9	12.3
CHRY- d_{12}	5.86	<i>87.1</i>	<i>90.8</i>	<i>108.9</i>	<i>90.2</i>				
BeP- d_{10}	6	<i>95.8</i>	<i>100.7</i>	<i>128.0</i>	<i>103.7</i>				

6.7 Analyseresultater for SPMD og DGT fra Vefsnfjorden 2009

Analyseresultater for SPMD:

Analysevariabel				NAP-SPMD	ACNLE-SPMD	ACNE-SPMD	FLE-SPMD	DBTHI-SPMD	PA-SPMD
Enhhet ==>				ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD
Metode ==>				TESTNO	H 2-2*	H 2-2*	H 2-2	H 2-2*	H 2-2*
PrNr	PrDato	Merking							
1	!	Prip Control 1	2009-02798	140	<5	9.0	13	<5	36
2		Finnvika 1	2009-02798	<12	<5	75	240	400	4200
3		Korsneset 1	2009-02798	<10	<5	46	120	150	1600
4		Korsneset 2	2009-02798	<10	<5	48	130	170	1700
5		Alterneset 1	2009-02798	<10	<5	35	110	160	1600

Analysevariabel				ANT-SPMD	FLU-SPMD	PYR-SPMD	BAA-SPMD	CHR-SPMD	BBJF-SPMD
Enhhet ==>				ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD
Metode ==>				TESTNO	H 2-2*	H 2-2*	H 2-2*	H 2-2*	H 2-2*
PrNr	PrDato	Merking							
1	!	Prip Control 1	2009-02798	<5	<5	<5	<5	<5	<5
2		Finnvika 1	2009-02798	150	1800	950	160	220	260
3		Korsneset 1	2009-02798	37	730	310	53	100	100
4		Korsneset 2	2009-02798	38	660	270	43	90	80
5		Alterneset 1	2009-02798	36	650	260	42	85	77

Analysevariabel				BKF-SPMD	BEP-SPMD	BAP-SPMD	PER-SPMD	ICDP-SPMD	DBA3A-SPMD
Enhhet ==>				ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD
Metode ==>				TESTNO	H 2-2*	H 2-2*	H 2-2*	H 2-2*	H 2-2*
PrNr	PrDato	Merking							
1	!	Prip Control 1	2009-02798	<5	<5	<5	<5	<5	<5
2		Finnvika 1	2009-02798	63	140	46	21	36	12
3		Korsneset 1	2009-02798	21	46	10	9.3	10	<5
4		Korsneset 2	2009-02798	17	38	8.3	8.5	11	<5
5		Alterneset 1	2009-02798	16	36	9.1	6.9	9.2	<5

Analysevariabel				BGHIP-SPMD	Sum PAH	Sum PAH16	Sum KPAH	0ACNED10	1FLED10
Enhhet ==>				ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD
Metode ==>				TESTNO	H 2-2*	Beregnet	Beregnet	Beregnet	H-2-2*
PrNr	PrDato	Merking							
1	!	Prip Control 1	2009-02798	<5	<273	<258	<175	5856	5226
2		Finnvika 1	2009-02798	32	<8822	<8261	<809	72	91
3		Korsneset 1	2009-02798	7.3	<3369.6	<3164.3	<309	36	29
4		Korsneset 2	2009-02798	7.6	<3339.4	<3122.9	<264.3	49	46
5		Alterneset 1	2009-02798	6.8	<3159	<2956.1	<253.3	75	83

Analysevariabel				3PAD10	4CHRD12	9BEPD10
Enhhet ==>				ng/SPMD	ng/SPMD	ng/SPMD
Metode ==>				TESTNO	H 2-2*	H 2-2*
PrNr	PrDato	Merking				
1	!	Prip Control 1	2009-02798	6052	1147	1727
2		Finnvika 1	2009-02798	800	999	1654
3		Korsneset 1	2009-02798	461	1249	2211
4		Korsneset 2	2009-02798	613	1035	1791
5		Alterneset 1	2009-02798	738	1041	1739

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no