



RAPPORT LNR 5329-2007

Overvåking av Vefsnfjorden 2006

PAH, metaller og klororganiske
forbindelser i organismer og
sedimenter, bunnfauna i
sedimenter



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) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86
Telefax (47) 54 63 87

Tittel Overvåking av Vefsnfjorden 2006 PAH, metaller og klororganiske forbindelser i organismer og sedimenter, bunnfauna i sedimenter	Løpenr. (for bestilling) 5329-2007	Dato 10.01.2007
	Prosjektnr. Undernr. O-26257	Sider Pris 57
Forfatter(e) Kristoffer Næs Hans Christer Nilsson Eivind Oug Merete Schøyen Tone Kroglund Mette C. Lie	Fagområde Miljøgifter i marint miljø	Distribusjon
	Geografisk område Nordland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Elkem Aluminium Mosjøen	Oppdragsreferanse Helge Nes
---	--------------------------------

Sammendrag : Vefsnfjorden har mottatt forurenset avløpsvann særlig knyttet til aluminiumproduksjonen ved Elkem Aluminium Mosjøen over mange år. Hovedproblemet i den sammenheng har vært betydelige tilførsler av tjærestoffer (PAH). Imidlertid, som følge av rensetiltak og innføring av ny teknologi, er utslippene blitt sterkt redusert i senere år, særlig etter at bedriften i 2002 faset ut produksjonen basert på Søderbergteknologi og gikk over til 100% Prebake. Foreliggende undersøkelse inngår som ledd i en generell overvåking av fjorden hvor hovedmålet er å gi en oppdatert status for forurensningene i fjordsystemet. Hovedkonklusjonene er: Vefsnfjorden er blitt betydelig renere med hensyn på forurensning av PAH siden forrige undersøkelse i 2000. Innholdet av metaller og klororganiske forbindelser i fjordsystemet er som tidligere lavt. De øvre vannmassene i fjordsystemet, representert med blåskjellprøver fra Alterneset til Furunes, fremstår som uforurenset eller nær det med hensyn på PAH, metaller og klororganiske forbindelser. Sedimentene er uforurenset eller nær det med hensyn på metaller og klororganiske forbindelser. De er imidlertid fremdeles moderat til markert forurenset av PAH, men dette er en forbedring i forhold til tidligere. De biologiske forholdene representert ved sammensetning og aktivitet av bløtbunnsfauna tilsier at det er normalt gode forhold i de dypere liggende deler av fjorden. I indre områder er det tegn til påvirkning fra organiske tilførsler. Det kan ikke påvises biologiske effekter på samfunnsnivå fra forurensningen av PAH i bunnsedimentene.

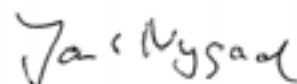
Fire norske emneord 1. Overvåking av PAH 2. Metaller 3. Klororganiske forbindelser 4. Bløtbunnsfauna	Fire engelske emneord 1. Monitoring of PAH 2. Metals 3. Chlorinated compounds 4. Soft bottom fauna
--	--



Kristoffer Næs
Prosjektleder



Kristoffer Næs
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Overvåking av Vefsnfjorden 2006

PAH, metaller og klororganiske forbindelser i
organismer og sedimenter, bunnfauna i sedimenter

Forord

Denne undersøkelsen er gjennomført på oppdrag av Elkem Aluminium Mosjøen på grunnlag av program av 9. mai 2006 utarbeidet av NIVA Sørlandsavdelingen ved Kristoffer Næs.

Kontaktperson ved Elkem Aluminium Mosjøen har vært Helge Nes.

Under feltarbeidet i Vefsnfjorden ble fartøyet "Fangst" benyttet.

Feltarbeidet ble gjennomført av Hans Christer Nilsson, Merete Schøyen og Kristoffer Næs samt student Kyari Yates, Fisheries Research Services, UK.

Opparbeidelse av prøver er blitt gjort av Merete Schøyen, Brage Rygg og Eivind Oug.

Analysene er i hovedsak foretatt ved NIVAs laboratorium. Analyser av dioksiner og non-orto PCB er gjort av NILU ved Martin Schlabach.

Rapporteringen knyttet til beskrivelse av feltarbeid og prøvetyper er gjort av Merete Schøyen, rapporteringen av sedimentprofilbilder er gjort av Hans Christer Nilsson, blåskjell og sedimentkjemi av Kristoffer Næs og bløtbunnsfauna av Eivind Oug.

Tone Kroglund har sammen med Mette C. Lie redigert rapporten.

Alle takkes for innsatsen.

Grimstad, 10. januar 2007

Kristoffer Næs

Innhold

Sammendrag	6
Summary	8
1. Innledning	9
1.1 Bakgrunn og formål	9
1.2 Resultater fra tidligere undersøkelser	10
2. Materiale og metoder	11
2.1 Måleprogram og omfang	11
2.2 Innsamling av prøver	11
2.2.1 Blåskjell	11
2.2.2 Sedimenter	13
2.2.3 Bløtbunnsfauna	13
2.2.4 Sedimentprofilkamera (Sediment Profile Imaging; SPI)	14
2.3 Analysemetoder	18
2.4 Bedømming av miljøtilstand	19
2.4.1 SFTs klassifiseringssystem	19
2.4.2 Klassifisering av sedimentprofilbilder	20
3. Resultater	21
3.1 Blåskjell	21
3.1.1 PAH i blåskjell	21
3.1.2 Klororganiske forbindelser i blåskjell	24
3.1.3 Metaller i blåskjell	24
3.2 Sedimenter	25
3.2.1 Visuell beskrivelse, kornfordeling og innhold av organisk karbon	25
3.2.2 PAH i sedimenter	26
3.2.3 Klororganiske forbindelser i sedimenter	29
3.2.4 Metaller i sedimenter	30
3.3 Sedimentprofilkamera	31
3.4 Bløtbunnsfauna	33
3.4.1 Bunnmateriale	33
3.4.2 Fauna	34
3.4.3 Sammenligning med tidligere prøvetaking	36
4. Referanser	38
5. Vedlegg	40
5.1 Koordinater, prøvedyp og analyse av SPI-bilder for prøvetakingsstasjonene i Vefsnfjorden 2006	40
5.2 Analyseresultater for PAH, klororganiske forbindelser og metaller i sedimenter fra Vefsnfjorden 2006	41
5.3 Analyseresultater for PAH, klororganiske forbindelser og metaller i blåskjell fra Vefsnfjorden 2006	42

5.4 Analyseresultater for dioksiner (PCDD/PCDF) og non-orto PCB i sedimenter og blåskjell fra Vefsnfjorden 2006	44
5.5 Fullstendige resultater for prøver av bunnfauna i Vefsnfjorden 2006	56

Sammendrag

Vefsnfjorden har mottatt forurenset avløpsvann særlig fra smelteverksproduksjonen ved Elkem Aluminium Mosjøen over mange år. Hovedproblemet i den sammenheng har vært betydelige tilførsler av tjærestoffer (PAH). Imidlertid, som følge av rensetiltak og innføring av ny teknologi, er utslippene blitt sterkt redusert i 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 og bunnsedimenter. Blåskjellene avspeiler situasjonen i de øvre vannlag, mens bunnsedimentene gir tilstanden i de dypere delene av fjorden. I tillegg er det foretatt undersøkelser av bløtbunnsfauna og biologisk aktivitet i sedimentene for å avgjøre om sedimentforurensningen gir biologiske effekter. Bløtbunnsfauna er analysert på tradisjonell måte ved å innhente bunnprøver for analyse av artssammensetning. Biologisk aktivitet er vurdert ved bruk av sedimentprofilkamera (SPI), som er en forholdsvis ny teknikk for enkel karakterisering av bunnmiljø fra "på-stedet"-fotografier av bunnen. SPI er rask i bruk og gir muligheter for god arealmessig dekning ved at mange lokaliteter kan besøkes. Resultatene for forurensningskomponenter og bunnfauna har blitt vurdert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet.

Hovedkonklusjoner:

Vefsnfjorden er blitt betydelig renere med hensyn på forurensning av PAH siden forrige undersøkelse i 2000. Innholdet av metaller og klororganiske forbindelser i fjordsystemet er som tidligere lavt.

De øvre vannmassene i fjordsystemet, representert med blåskjellprøver fra Alterneset til Furunes, fremstår som uforurenset eller nær det med hensyn på PAH, metaller og klororganiske forbindelser.

Sedimentene er uforurenset eller nær det med hensyn på metaller og klororganiske forbindelser. De er imidlertid fremdeles moderat til markert forurenset av PAH, men dette er en forbedring i forhold til tidligere.

De biologiske forholdene representert ved sammensetningen av bløtbunnsfauna og aktivitet i sedimentet tilsier at det er normalt gode forhold i de dypere delene av fjorden. I indre områder er det tegn til påvirkning fra organiske tilførsler. Det kan ikke påvises biologiske effekter på samfunnsnivå fra forurensningen av PAH i bunnsedimentene.

Delkonklusjoner:

Blåskjell i strandsonen ble karakterisert som *ubetydelig forurenset* (klasse I) med hensyn på PAH på alle stasjoner bortsett ved den ved Lindset (stasjon B3) hvor konsentrasjonene så vidt tilsa en klassifisering tilsvarende *moderat forurenset* i henhold til SFTs kriterier for miljøkvalitet. Dette er betydelig lavere enn i 2000, og bekrefter målinger gjennomført i 2004.

Blåskjellene i strandsonen hadde lavt innhold av **klororganiske forbindelser** (dioksin, PCB, DDT, HCB, lindan). Konsentrasjonene var lavere enn øvre grense for det som klassifiseres som *lite* eller *ubetydelig forurenset* (klasse I).

I **bunnsedimentene** varierte konsentrasjonene av **PAH** fra *moderat* til *markert forurenset* (klasse II til III). En sammenligning med resultatene fra undersøkelsene i 2000 viser at gjennomsnitt/median, maksverdi og minimumsverdi er lavere i 2006. Det viser at det nå også er en bedring i sedimentenes innhold av PAH. På grunn var relativt betydelige forskjeller i konsentrasjon mellom stasjoner, er imidlertid ikke forskjellen mellom 2000 og 2006 statistisk signifikant.

Innholdet av **tungmetaller** i bunnsedimentene (kadmium, krom, kobber, kvikksølv, bly, sink) var lavt. Sedimentene klassifiseres som *ubetydelig forurenset* (klasse I) etter SFTs miljøkvalitetskriterier.

Innholdet av **klororganiske forbindelser** (dioksin, PCB, DDT, HCB, lindan) i sedimentene var svært lavt og under deteksjonsnivå for analysene på alle stasjoner for mange av forbindelsene.

Bløtbunnsfaunaen på dypere vann i hele fjordområdet var normalt til moderat artsrik, men preget av høye individtettheter. Artsmangfoldet var normalt til litt nedsatt tilsvarende tilstandsklasse II til III (god/mindre god tilstand) i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier for bunnfauna. Faunaen var dominert av små arter av flerbørstemark og små muslinger som er vanlig forekommende i nordnorske fjorder. Tilsvarende nedsatt arts mangfold er påvist i andre dype fjorder og er trolig normalt. Artssammensetningen indikerte allikevel at de indre områdene av fjorden var noe påvirket av organiske tilførsler. I bunnfaunaen var det et vesentlig innslag av forurensningsømfintlige arter, vist ved høye verdier for en artsindeks AI, noe som tolkes som tegn på normalt god tilstand. Sammenlignet med tidligere undersøkelser i 2000 og 1978 var det i hovedsak de samme artene som dominerte, men arts mangfoldet var noe lavere. Tilstanden synes derfor å være stabil i fjorden, men nedgangen i arts mangfold kan være et signal om en utvikling mot mindre god tilstand. Ikke på noen av de undersøkte lokalitetene kunne det påvises effekter på samfunnsnivå som kan tilskrives forurensningen av PAH i sedimentene.

Biologisk aktivitet i sedimentene undersøkt med sedimentprofilkamera (SPI) indikerte at miljøtilstanden var god til meget god i det meste av fjorden. Best tilstand ble observert ved omkring 200 m dyp i indre fjord hvor bunnsedimentene var dypt biologisk omrørt (bioturbert) og det var rike forekomster av rørbyggende flerbørstemark. Helt innerst i fjorden ved 70-140 m ble det observert reduserte forhold og sverting av sedimentet 1-3 cm under overflaten, noe som tyder på høy organisk belastning eventuelt tidligere tilførsler av sot.

Summary

Title: Monitoring the Vefsn fjord 2006

Year: 2007

Author: Kristoffer Næs, Hans Christer Nilsson, Eivind Oug, Merete Schøyen, Tone Kroglund, Mette C. Lie

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5063-8

The Vefsn fjord in northern Norway has received contaminated discharges, in particular from 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 has 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*) and in bottom sediments. Blue 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. Analyses of soft bottom fauna communities were included as a measure of biological effects from contaminants.

The results show that the PAH concentrations in the Vefsn fjord have improved considerably since 2000, while the concentration of metals and chlororganic compounds has remained at the same low level.

According to Norwegian environmental classification, blue mussels from the fjord can be characterised as *uncontaminated* or nearly so with regard to PAHs, metals and chlororganic compounds.

The sediments are *uncontaminated* or nearly so with regard to metals and chlororganic compounds, but are still *moderately to markedly* contaminated with PAHs. This is, however, an improvement compared to results from the 2000 sampling.

The soft bottom fauna communities are healthy in the deeper parts of the fjord, but there are sign of organic enrichment affecting the community structure in the inner part of the fjord. Community effects can not be correlated to PAHs in bottom sediments in any part of the fjord.

1. Innledning

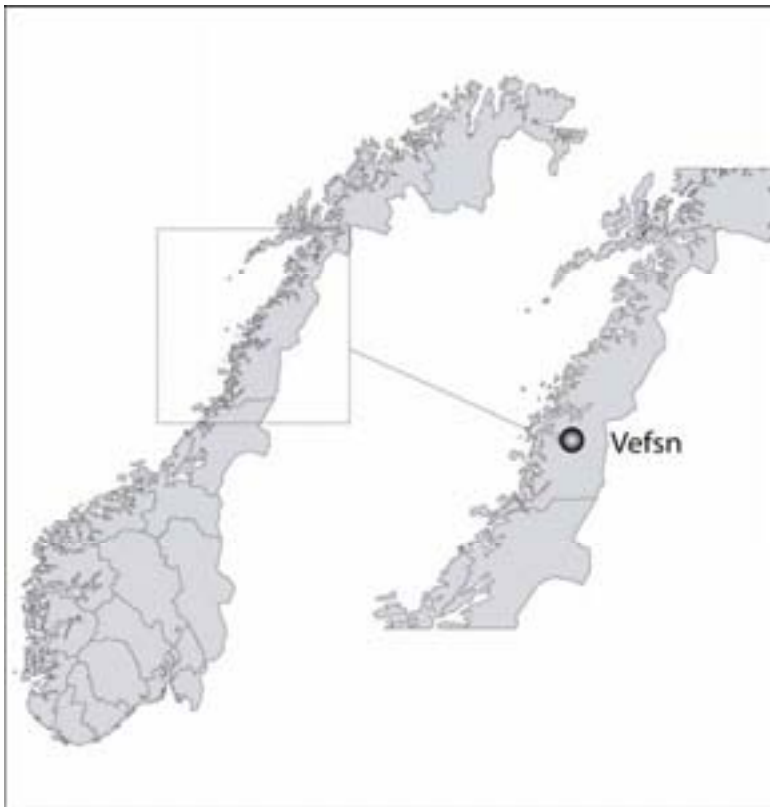
1.1 Bakgrunn og formål

Elkem Aluminium Mosjøen 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, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og fluorid, og kan også inneholde andre komponenter. 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 er sterkest nær verket og avtar utover fjorden. Hvordan spredning utover foregår, hvor store områder som blir influert og hvor sterke forurensningsgradientene er, avhenger av forhold som topografi, vannutskiftning og biologiske prosesser som vekselvis kan binde opp eller frigjøre forurensninger.

Forurensningene i Vefsnfjorden har vært undersøkt flere ganger tidligere. 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.



Figur 1. Oversiktskart over undersøkelsesområdet.

1.2 Resultater fra tidligere undersøkelser

Vefsnfjorden har mottatt betydelige tilførsler av PAH fra 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 medarb. 1981, Helland og Skei 1991, Knutzen 1987, 1991, Knutzen og Skei 1986). Siste større undersøkelse av miljøforholdene i fjorden var i 2000 (Næs og medarbeidere 2001). 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".

I forbindelse med utfasing av Søderbergproduksjonen i 2002 og omlegging av produksjonsprosessen til 100 % Prebake som nå er gjennomført ved Elkem Aluminium 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 2004).

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 SFTs klassifiseringssystem (Molvær og medarb. 1997), (Næs 2004).

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 svarende til *uforurenset* (klasse I) til *moderat forurenset* (klasse II) i henhold til SFTs kriterier for miljøtilstand. De lave PAH-konsentrasjonene i skjellene fra Vefsnfjorden, som raskt ble observert etter de store utslippsreduksjonene ved Elkem Aluminium 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.

2. Materiale og metoder

2.1 Måleprogram og omfang

Miljøtilstanden i de øvre vannlag er vurdert på grunnlag av analyser av blåskjell, mens situasjonen i de dypere vannlagene er vurdert på grunnlag av miljøgifter i sedimenter og sammensetningen av bløtbunnsamfunnene. Til undersøkelsen av bløtbunnsamfunn ble det anvendt et sedimentprofilkamera (SPI) i tillegg til tradisjonelle analyser av grabbmateriale. Dette gir en kostnadseffektiv dekking av et stort område.

Hovedproblemet for situasjonen i Vefsnfjorden har vært knyttet til utslipp av PAH. De kjemiske undersøkelsene av blåskjell 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 1**). Disse analysene inkluderer metaller, PCB, dioksin, DDT og TBT. Det ekstra analyseomfanget er også i henhold til undersøkelsene i 2000 (Næs og medarb. 2001), dog utvidet med TBT. Analyseparametrene samstemmer med de som inngår i det landsdekkende JAMP-programmet (OSPAR). Det ble valgt å analysere tre parallelle prøver på 1 stasjon for blåskjell og på 2 stasjoner for sedimenter for å gi informasjon om varians.

Feltarbeidet ble utført 20. til 22. juni 2006 fra fartøyet "Fangst". Stasjonsvalget for blåskjell og sedimenter fulgte i hovedsak undersøkelsene i 2000 (Næs og medarb. 2001) og 2004 (Næs 2005).

2.2 Innsamling av prøver

2.2.1 Blåskjell

Det ble innsamlet blåskjell ved 7 stasjoner i strand-/fjæresonen. Bilder fra stasjonene er vist i **Figur 2** og stasjonsplasseringen er vist på kart i **Figur 6**. Stasjonsnettet omfattet i 2001 en stasjon ved Høynesskjær (stasjon B8), men det ble ikke funnet blåskjell ved denne stasjonen i 2006. Det ble innsamlet minimum 60 individer innenfor størrelsesintervallet 3 til 5 cm skallengde ved hver stasjon. Prøvene ble fryst ned og senere opparbeidet på laboratoriet i hht. gjeldene retningslinjer (modifisert JAMP-prosedyre hvor skjellengde og vekt av bløtdelene er målt, mens tarminnholdet ikke er tømt). Minimum 30 individer inngår i en blandprøve fra hver stasjon. Det ble senere (16.8.06) innsamlet ekstra blåskjell ved Dagsvik (stasjon B7).



Blåskjellstasjon B2, Alternes.



Blåskjellstasjon B3, Lindset.



Blåskjellstasjon B4, Høynesdalen.



Blåskjellstasjon B5, Korsnes.



Blåskjellstasjon B6, Sørnes.



Blåskjellstasjon B7, Dagsvik.



Blåskjellstasjon B9, Furunes.

Figur 2. Stasjoner for innsamling av blåskjell 20-22. juni 2006. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 6.**

2.2.2 Sedimenter

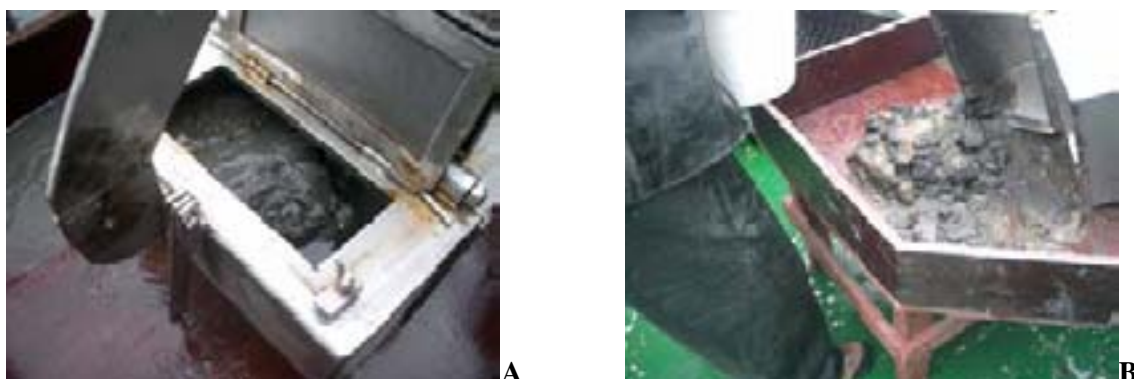
Det ble innsamlet sedimenter fra 7 stasjoner med en dobbel Gemini kjerneprøvetaker med en indre diameter på 10 cm (**Figur 3**). Overflatesedimentet mellom 0 og 2 cm ble snittet av. Det ble tatt 3 paralleller fra stasjonene S2 og S8. Stasjonsplasseringen er vist på kart i **Figur 6**.



Figur 3. Innsamling av sedimenter. A: Dobbelt Gemini kjerneprøvetaker. B: Kjerneprøven.

2.2.3 Bløtbunnsfauna

Undersøkelsene av bløtbunnsfauna omfattet til sammen tre stasjoner i indre, midtre og ytre del av fjorden. Stasjonsplasseringen er vist på kart i **Figur 6**. Alle stasjonene ble også undersøkt i 2000. Prøvene ble innsamlet med en 0,1 m² van Veen grabb og sedimentene ble siktet gjennom 5 mm og 1 mm sikter for å fjerne finmaterialet (**Figur 4**). Sikterestene ble konservert i ca 10 % nøytralisert formalin (4 % formaldehydløsning) og brakt til laboratoriet for videre sortering og artsbestemmelser. Prøvetaking og opparbeidelse ble utført som ved forrige undersøkelse (fire parallelle prøver på hver stasjon) for å få best mulig grunnlag for sammenligning med tidligere prøvetaking. Dette gir grunnlag for å beskrive eventuelle endringer i tilstanden i fjorden. I indre fjord omfattet prøvetakingen stasjon F2 (2000), hvor det også var et godt sammenligningsgrunnlag til undersøkelsen i 1978 (Haugen og medarb. 1981).



Figur 4. Innsamling av bløtbunnsfauna med van Veen grabb. A: Sedimentoverflaten i grabbprøve. B: Grabbprøve på spylebordet.

2.2.4 Sedimentprofilkamera (Sediment Profile Imaging; SPI)

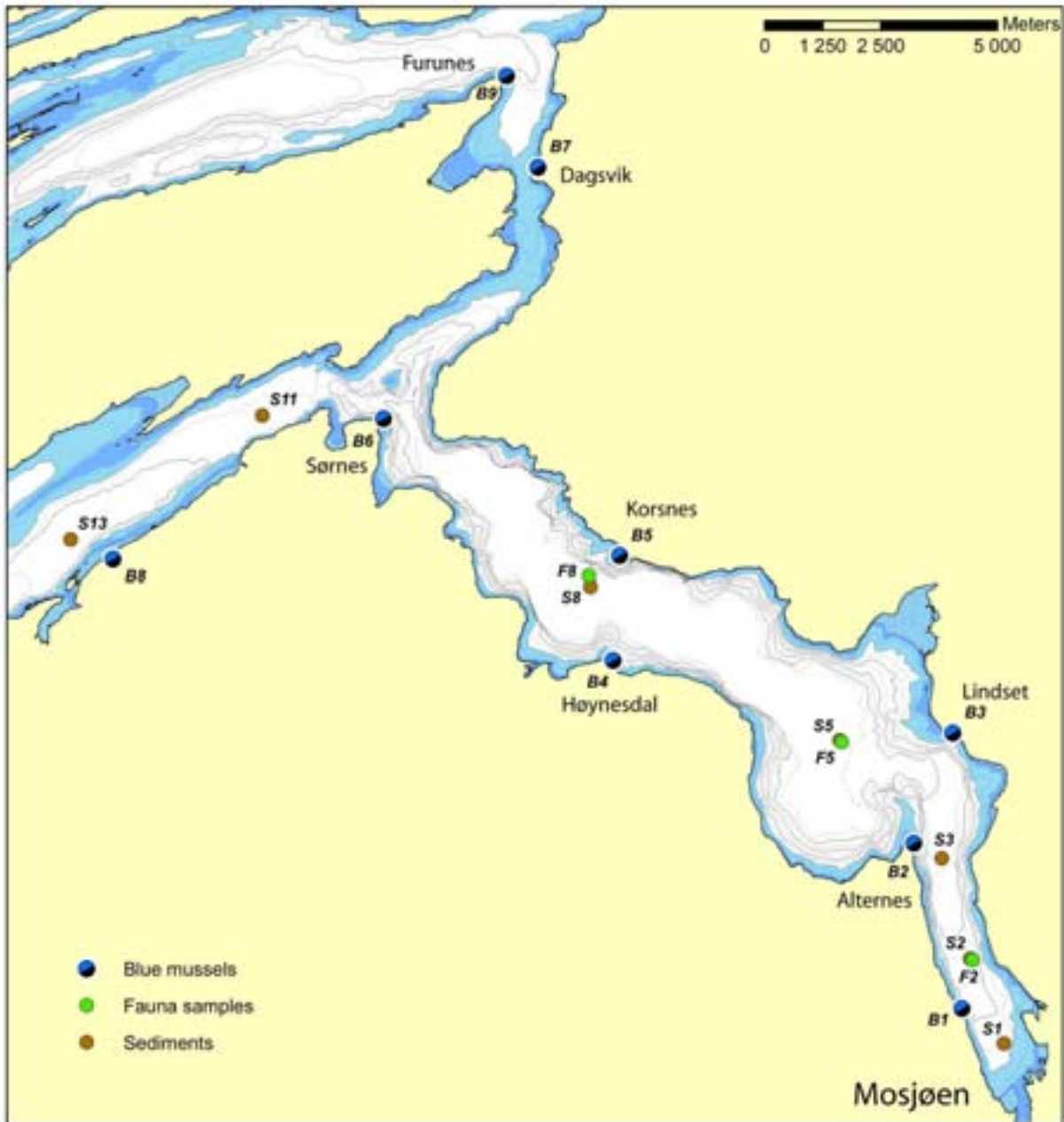
I fjorden innenfor Alterneset ble undersøkelsene av sedimenter og bunnfauna supplert med bunnfotografier med sedimentprofilkamera (SPI) (**Figur 5**). Dette er en ny metode for kartlegging og klassifisering av marin bløtbunn.

Med denne teknikken tas fotografier av vertikale snitt i bunnsedimentet ned til ca. 20 cm under sedimentoverflaten uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Bildene gir informasjon om oksideringstilstand i sedimentet, sedimentsjikt og aktivitet fra bunnorganismer som kan tolkes med hensyn til miljøtilstanden. Fra bildene beregnes det en enkel indeks for miljøkvalitet.

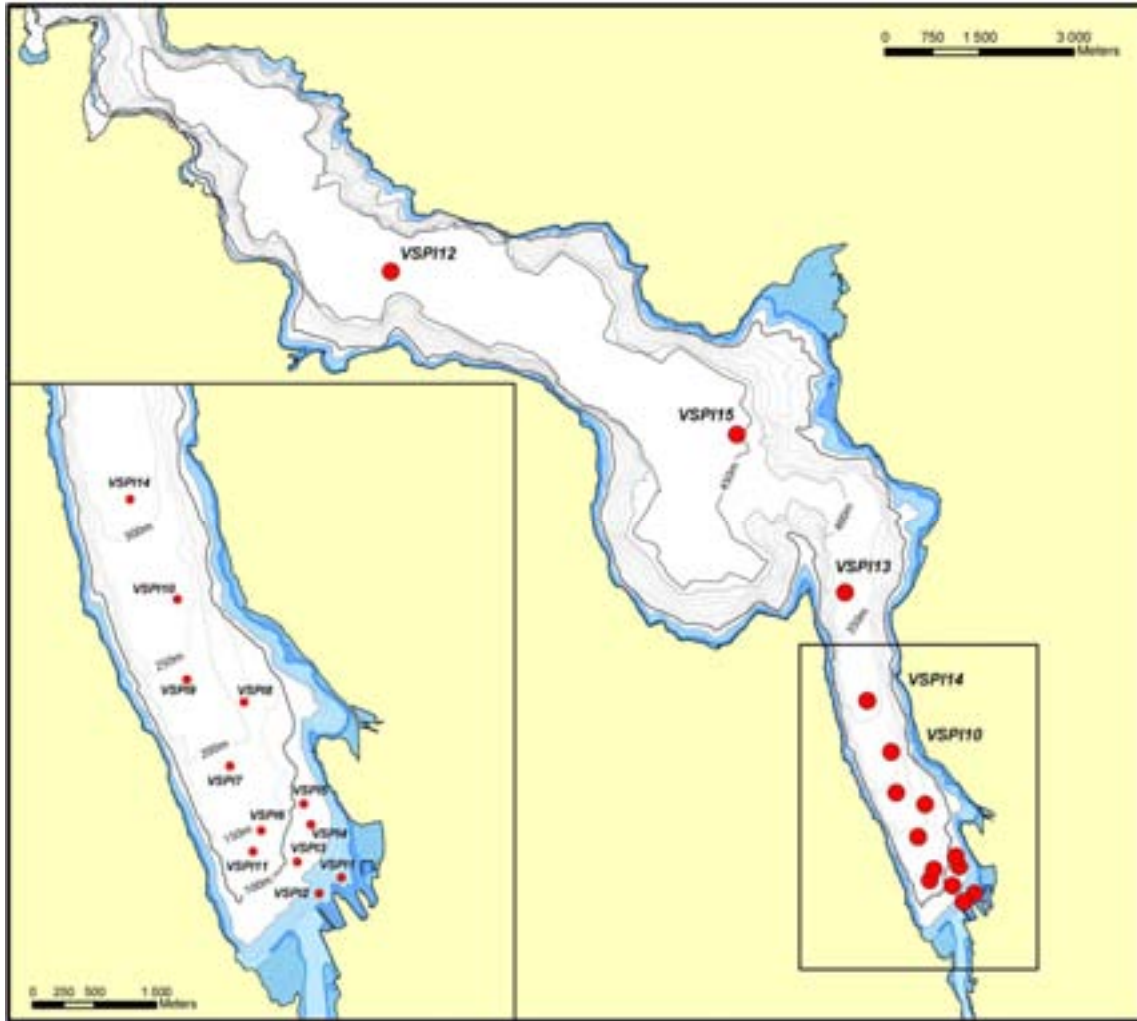
Innsamling av sedimentprofilbilde (SPI) ble gjennomført på til sammen 15 stasjoner, hvorav tre stasjoner (VSPI10, VSPI12 og VSPI15) også ble prøvetatt for sedimenter og bunnfauna. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 7**.



Figur 5. Prøvetaking med sedimentprofilkamera (SPI).



Figur 6. Kart over stasjoner for innsamling av blåskjell, sedimenter og bløtbunnsfauna i Vefsnfjorden. Stasjonsplasseringen og stasjonsnummereringen er den samme som i tidligere undersøkelser fra 1989-2004 (Knutzen 1991, Helland og Skei 1991, Næs og medarb. 2001, Næs 2005). Ikke alle viste stasjoner ble prøvetatt i 2006. På blåskjellstasjon B8 ble det ikke funnet blåskjell i 2006 og det ble heller ikke samlet blåskjell fra stasjon B1 i 2000 eller 2006. Sedimentstasjonene S4, S6 og S12 ble ikke prøvetatt i 2006, og stasjonene S12 og S13 var nye i 2000. Bløtbunnsfauna følger stasjonsplasseringen til sedimentprøvetakingen. Kun stasjonene F2, F5 og F8 ble prøvetatt i 2006.



Figur 7. Stasjonsplassering for sedimentprofilbilder (SPI) i 2006.

Tabell 1. Prøveoversikt med analysevariable.

Type	Stasjon	Vanddybm	Geografisk navn	Analysevariable
Sediment	S1	147		PAH, TOC, TN, % 63 µm, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PCB, dioksin inkl. non-orto PCB, DDT, TBT
	S2*	272		PAH, TOC, TN, % 63 µm
	S3	356		PAH, TOC, TN, % 63 µm
	S5	456		PAH, TOC, TN, % 63 µm, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PCB, dioksin inkl. non-orto PCB, DDT, TBT
	S8*	484		PAH, TOC, TN, % 63 µm, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, PCB, dioksin inkl. non-orto PCB, DDT, TBT
	S11	181		PAH, TOC, TN, % 63 µm
	S13	240		PAH, TOC, TN, % 63 µm
Bløtbunn	F2	272		Bunnfauna
	F5	456		Bunnfauna
	F8	484		Bunnfauna
SPI	1	147		Vertikalfoto sediment
	2	272		Vertikalfoto sediment
	3	356		Vertikalfoto sediment
	ca. 10 nye	10-350	Fra Alternes og innover	Vertikalfoto sediment
Blåskjell	B2*		Alternes	PAH, fett, tørrstoff, PCB, dioksin inkl. non-orto PCB, DDT, TBT, Cd, Hg, Pb
	B3		Lindset	PAH, fett, tørrstoff
	B4		Høynesdalen	PAH, fett, tørrstoff
	B5		Korsnes	PAH, fett, tørrstoff, PCB, dioksin inkl. non-orto PCB, DDT, TBT, Cd, Hg, Pb
	B6		Sørnes	PAH, fett, tørrstoff
	B7		Dagsvik	PAH, fett, tørrstoff, PCB, dioksin inkl. non-orto PCB, DDT, TBT, Cd, Hg, Pb
	B9		Furunes	PAH, fett, tørrstoff

* Tre paralleller for PAH, TOC, TN, % 63 µm, fett, tørrstoff (de to siste kun for blåskjell)

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), totalt nitrogen (TN), og metaller i sedimenter. Bestemmelse av prosentandel $<63\mu\text{m}$ er gjort ved våtsikting. Analyser av TOC/TN 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.

Ved bestemmelse av PAH tilsettes prøvene deuterte 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 $<10\text{-}20\%$, 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 gasskromatograf 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 $10\text{-}20\%$, dog kan den være høyere for enkelte forbindelser.

NIVAs laboratorium analyserte også PAH i skjell, snegl og reker, samt PCB i skjell. Metodene er tilsvarende den for sedimenter, bortsett fra at for PCB forsøpes prøvene i metanol og kaliumhydroksid og ekstraheres med pentan.

Analyser av polyklorerte dibenzofuraner/-dioksiner (PCDF/-D) inklusive non-orto PCB ble gjennomført av NILU etter metodikk beskrevet av Oehme et al. (1994). NILU oppgir en måleusikkerhet på ca. 25% for PCDF/PCDD og non-orto PCB.

Alle prøvene av bunnfauna ble opparbeidet ved NIVAs laboratorium. Siktematerialet i prøvene ble håndsortert under $4\text{-}6\times$ forstørrelse og alle dyr plukket ut. I noen prøver med mye siktemateriale ble deler av prøven splittet (subsamplet) før sortering. Alle dyr ble identifisert og telt, og materialet ble overført til etanol for oppbevaring. Bunnfaunaen karakteriseres ved totalt antall arter, totalt antall individer for artene, artsmangfold (=diversitet) og artssammensetning. Artsmangfoldet er gitt ved Shannon-Wieners indeks (H') og Hurlberts indeks $E(S_{100})$ som beregnes på grunnlag av antall arter og de enkelte artenes individtall i prøvene. Det ble også beregnet en indeks (AI) som uttrykker innslaget av forurensningsømfintlige arter i bunnfaunaen.

2.4 Bedømming av miljøtilstand

2.4.1 SFTs klassifiseringssystem

SFT har utviklet kriterier for klassifisering av miljøkvalitet basert på innhold av forurensete forbindelser (i sedimenter, skjell og snegl) eller på grunnlag av artsmangfold for bløtbunnsfauna (Molvær og medarb. 1997). Klassifiseringssystemet er anvendt i denne rapporten. Systemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra *ubetydelig* til *sterkt forurenset* for innhold av forurensete stoffer og fra *meget god* til *meget dårlig* tilstand når bløtbunnsfaunaen bedømmes (**Tabell 2, Tabell 3**).

Tabell 2. SFTs klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og klororganiske forbindelser (utvalgte forbindelser) i sedimenter og blåskjell (Molvær og medarb. 1997). Det er ikke utviklet kriterier for strandsnegl og oskjell med hensyn på organiske forbindelser, men i praksis anvendes verdiene for blåskjell.

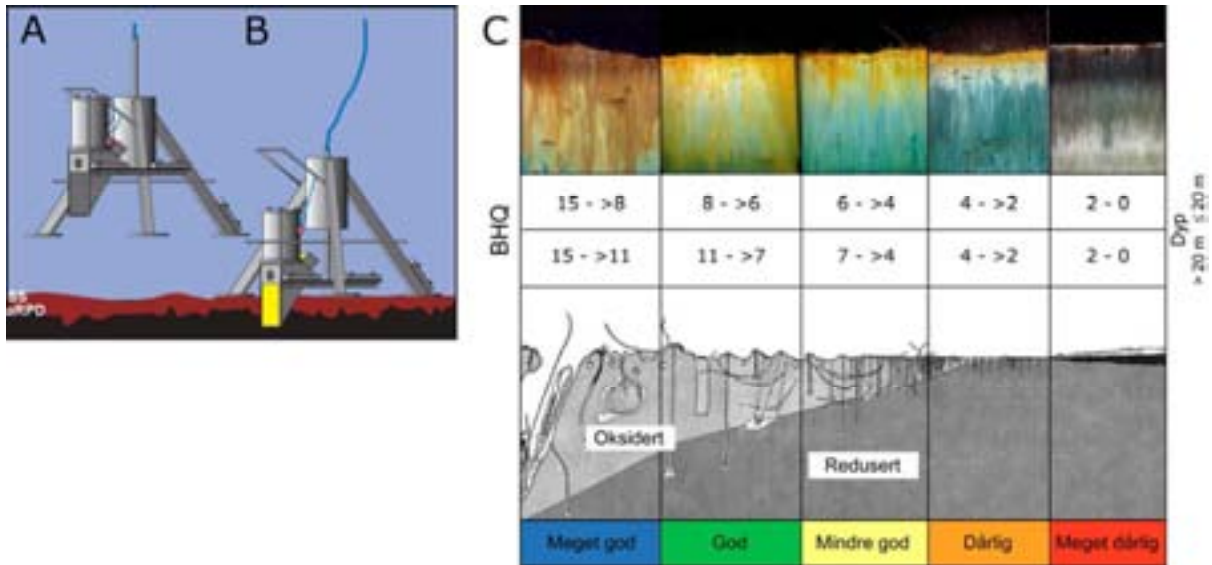
		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig – Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Sedimenter (tørrvekt)	Sink (mg Zn/kg)	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
	Krom (mg Cr/kg)	<70	70-300	300-1500	1500-5000	>5000
	Bly (mg Pb/kg)	< 30	30 – 120	120 – 600	600 – 1500	> 1500
	Kadmium (mg Cd/kg)	< 0,25	0,25 – 1	1 – 5	5 – 10	> 10
	Kobber (mg Cu/kg)	< 35	35 – 150	150 – 700	700 – 1500	> 1500
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 – 0,6	0,6-3	3-5	> 5
	TBT (µg TBT/kg)	<1	1-5	5-20	20-100	>100
	Σ PAH (µg/kg)	< 300	300 – 2000	2000 – 6000	6000 – 20000	> 20000
	Σ PCB ₇ (µg/kg)	< 5	5 – 25	25 – 100	100 – 300	>300
	TE _{PCDF/D} (ng/kg)	<10	10-30	30-100	100-500	>500
	HCB µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
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
	TBT (mg TBT/kg)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5	>5
Blåskjell (friskvekt)	Σ PAH (µg/kg)	< 50	50 – 200	200 – 2000	2000 – 5000	> 5000
	Σ PCB ₇ (µg/kg)	< 4	4 – 15	15 – 40	40 – 100	>100
	TE _{PCDF/D} (ng/kg)	0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-3	>3

Tabell 3. SFTs klassifisering av miljøtilstand for bløtbunnsfauna (Molvær og medarb. 1997).

		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Artsmangfold for bløtbunnsfauna	Hurlberts indeks (Esn=100)	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks (H)	>4	4-3	3-2	2-1	<1

2.4.2 Klassifisering av sedimentprofilbilder

Fra bildene tatt med sedimentprofilkamera (SPI) kan en beregne en egen miljøindeks (Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks) ut fra strukturer i sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegrop og ekskrementhaug) og strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte tomrom i sedimentet) samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen varierer på en skala mellom 0 og 15. Denne indeksen kan siden sammenlignes med Pearson og Rosenbergs klassiske modell for endringer i bunnfauna langs en gradient fra meget god til meget dårlig tilstand. Fra denne modellen klassifiseres bunnmiljøet i henhold til retningslinjer i EUs vannrammedirektiv (Rosenberg og medarb. 2004).



Figur 8. Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Kamera og rigg over bunnen (SS = sedimentoverflate og aRPD = grense mellom oksidert biologisk omrørt sedimentlag og redusert sediment [apparent redox potential discontinuity]). (B) Kamera og rigg på bunnen med prismet trent ned i sedimentet hvor bildet eksponeres. (C) Figur som illustrerer endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dypt gravende fauna (Meget god tilstand) til en grunt levende, fattig fauna i påvirkede områder (Dårlig tilstand) og ingen fauna (Meget dårlig tilstand). Sedimentprofilbilder er vist øverst i figuren, der brunfarget sediment indikerer oksidert omrørt sediment og sort sediment indikerer reduserte forhold. BHQ-indeks for vanddyb ≤ 20 meter og > 20 m er i henhold til EUs vanddirektiv for marine sedimenter (Pearson og Rosenberg 1978, Nilsson og Rosenberg 1997, Rosenberg og medarb. 2004, Nilsson og Rosenberg 2006).

3. Resultater

3.1 Blåskjell

Blåskjellene ble innsamlet ved de syv stasjonene Alterneset, Lindset, Høynesdalen, Korsnes, Sørneset, Dagsvik og Furunes. Det ble ikke funnet blåskjell på Høynesskjær (B8).

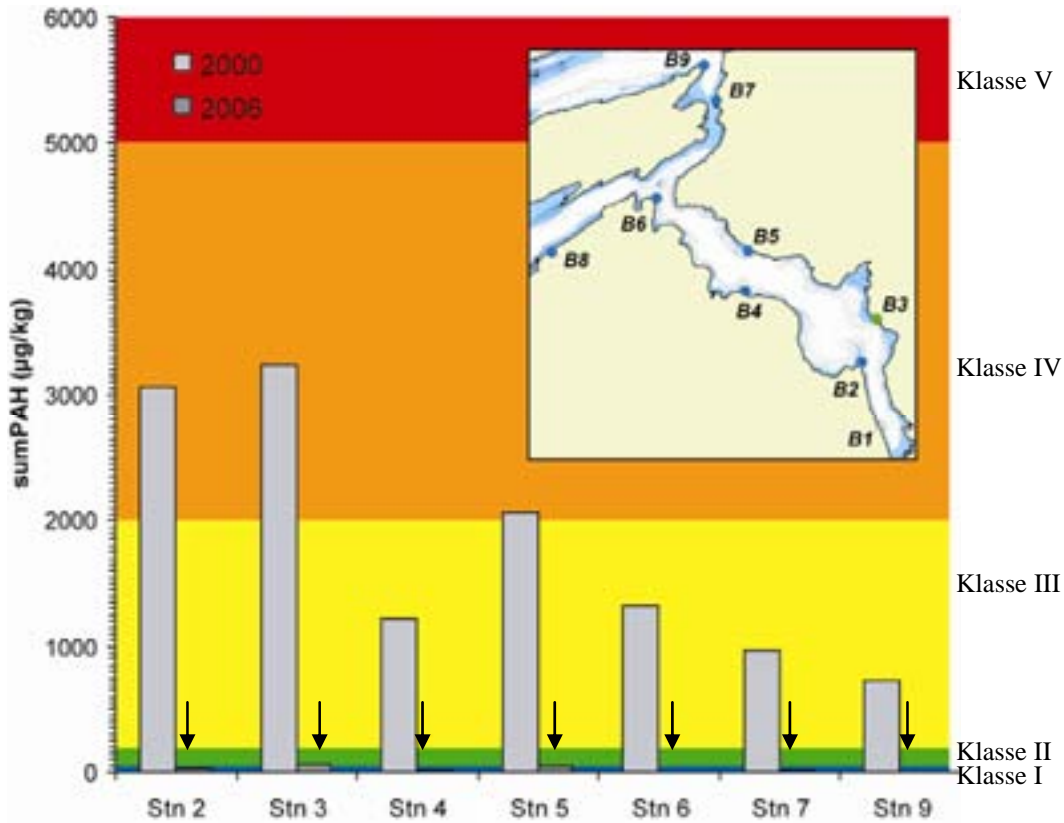
3.1.1 PAH i blåskjell

Konsentrasjonene av PAH₁₆ og benzo(a)pyren i blåskjell fra Vefsnfjorden var lave på alle stasjoner, **Tabell 4, Figur 9, Figur 10, Figur 11**. Øvre grense for tilstandsklasse I (*ubetydelig forurenset*) i SFTs klassifiseringssystem er 50 og 1 for henholdsvis PAH₁₆ og B(a)P. Kun stasjonen ved Lindset (stasjon B3) var svakt over denne grenseverdien. Det har dermed skjedd en dramatisk reduksjon i innholdet av PAH i de øvre vannlag i fjorden, representert med konsentrasjoner i blåskjell, siden 2000. Analysene i 2006 bekrefter de lave verdiene som også ble funnet tidligere (Næs 2005).

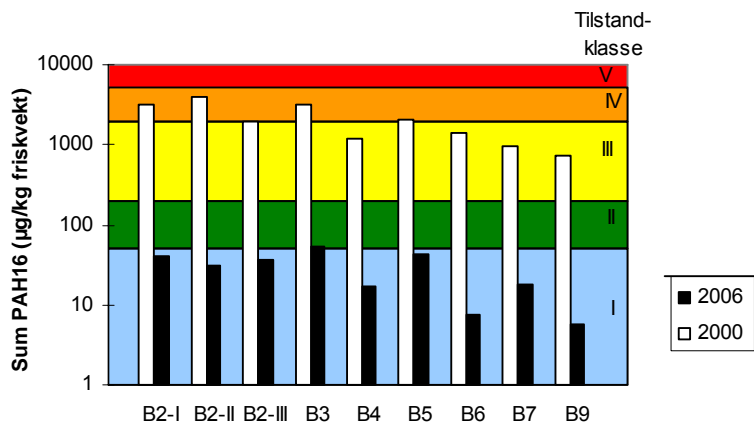
Konsentrasjonene av potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) var noe høyere, svarende i hovedsak til *ubetydelig* til *moderat forurenset*, bortsett fra for skjell fra Lindset (stasjon B3) som må karakteriseres som *markert forurenset* (**Tabell 4**). Øvre grense for *moderat forurenset* (klasse II) er 30 µg/kg friskvekt. Ved Lindset munner en bekk ut som drenerer et gammelt deponi for katodeavfall. Det er mulig at dette påvirker noe. Også i undersøkelsene fra 2000 og fra 2004 varierte, ofte usystematisk, KPAH-innholdet en del. Variasjonen skyldes i hovedsak innholdet av benzo(a)antrasen.

Tabell 4. Konsentrasjoner i µg/kg frisk vekt av PAH₁₆, potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) og benzo(a)pyren i blåskjell fra Vefsnfjorden 20.-22. juni 2006. For Alterneset ble 3 parallelle prøver samlet innen en radius på 200 m analysert separat.

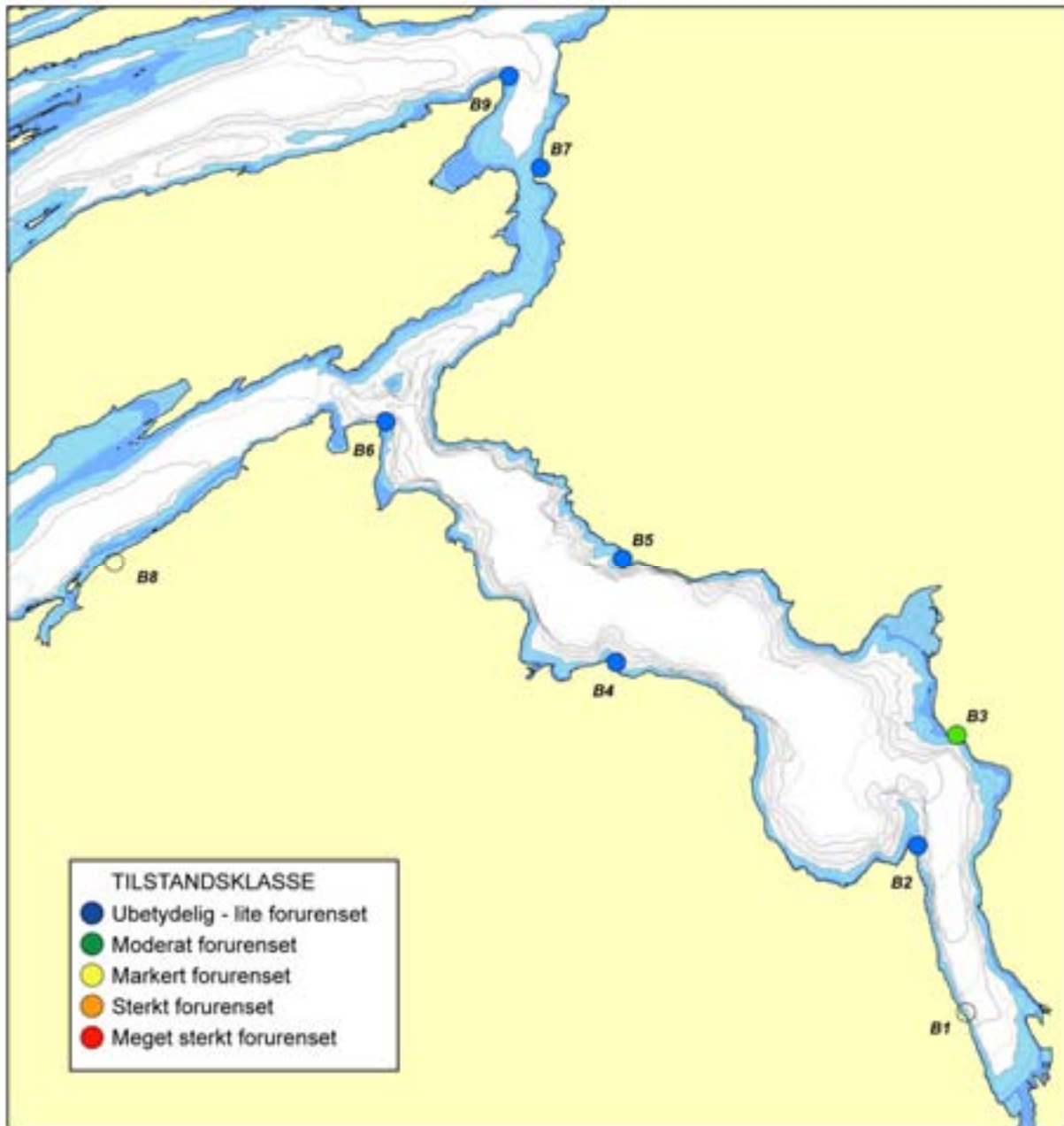
Stasjoner	PAH ₁₆	ΣKPAH	B(a)P	% fett
B2 Alterneset	40/32/37	28/21/26	0,88/0,67/0,69	1,7/2,5/2,4
B3 Lindset	53	35	1,1	2,6
B4 Høynesdalen	17	8,2	<0,5	2,2
B5 Korsneset	42	29,4	0,55	2,2
B6 Sørneset	7,3	1,8	<0,5	2,2
B7 Dagsvik	18	9,39	<0,5	2,1
B9 Furunes	5,6	1,8	<0,5	2,1



Figur 9. Konsentrasjoner av sum PAH₁₆ i blåskjell fra Vefsnfjorden i 2000 og 2006. Konsentrasjonene i 2006 var svært lave i forhold til 2000, og forsvinner nærmest i x-aksen på denne figuren (se piler). Bakgrunnsfargen viser tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.



Figur 10. Konsentrasjoner av sum PAH₁₆ i blåskjell fra Vefsnfjorden i 2000 og 2006, vist på logaritmisk skala for å få frem tallene fra 2006. Bakgrunnsfargen viser tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.



Figur 11. Tilstandsklasser for PAH i blåskjell i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

3.1.2 Klororganiske forbindelser i blåskjell

Innholdet av klororganiske forbindelser var lavt og generelt under grenseverdien for SFTs tilstandsklasse I. Det vil si at blåskjellene kan karakteriseres som *uforurenset* med hensyn på de klororganiske forbindelsene bortsett fra for PCB₇ i prøven fra Alterneset. Den var svakt over grenseverdien (**Tabell 5**).

Verdiene er i det samme størrelsesområdet som i 2000, bortsett fra at konsentrasjonen ved Alterneset da var en tier-potens lavere. Det er foreløpig ikke grunnlag for å knytte dette til endret belastning, men kan skyldes tilfeldige variasjoner. Også for de andre klororganiske forbindelsene var det variasjoner i konsentrasjonene selv om alle var under grenseverdien for *ubetydelig forurensing* (klasse I).

Tabell 5. Klororganiske stoffer i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra Vefsnfjorden 20.-22. juni 2006. Verdiene er i µg/kg friskvekt bortsett fra for dioksiner og non-orto PCB hvor verdiene er i ng/kg friskvekt. Analyseverdier markert som 'mindre enn' (<) er lavere enn metodens deteksjonsgrense.

Stasjoner	ΣPCB ₇ ¹⁾	ΣDDT	HCB	γ+α-HCH	ΣTE-dioksin	ΣTE-n.o. PCB
B2 Alterneset	5,1	0,5	0,1	<0,1	0,20	0,08
B5 Korsneset	0,9	0,2	0,1	<0,1	0,21	0,07
B7 Dagsvik	0,7	0,2	0,1	<0,1	0,12	0,11
Øver grense SFT Klasse I	4	2	0,1	1	0,2	Ingen grenseverdi

¹⁾ Sum av de 7 forbindelsene CB28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.

3.1.3 Metaller i blåskjell

Innhold av tungmetallene kadmium, kvikksølv, bly samt tributyltinn (TBT) i blåskjell var lavt på alle stasjoner, **Tabell 6**. Alle verdiene var under grenseverdien for SFTs tilstandsklasse I, *ubetydelig forurenset*.

Tabell 6. Innhold av metaller i mg/kg tørrvekt i blåskjell fra Vefsnfjorden 20.-22. juni 2006.

Stasjoner	Kadmium	Kvikksølv	Bly	TBT
B2 Alterneset	0,1	0,2	0,9	0,02
B5 Korsneset	0,8	0,2	1,2	0,008
B7 Dagsvik	1,7	0,2	1,0	0,01
Øver grense SFT klasse I	2	0,2	3	0,1

3.2 Sedimenter

Sedimenter ble innsamlet fra ni stasjoner som dekker området fra innerst i Vefsnfjorden til nær Høynesskjær i fjordsystemet utenfor. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 6** og **Figur 13**.

3.2.1 Visuell beskrivelse, kornfordeling og innhold av organisk karbon

Sedimentene i Vefsnfjorden var, som beskrevet i 2000, hovedsakelig finkornet med høyt innhold av silt og leire, **Tabell 7**. På stasjon S1 og S11 var de imidlertid noe mer sandige. Mange av prøvene hadde innslag av mindre stein som trolig er transportert med is fra Vefsna. Konsentrasjonen av organisk karbon var normalt. Forholdstallet mellom karbon og nitrogen var forholdsvis høyt på de indre stasjonene og falt utover fjorden til den ytterste stasjonen (S13). Organisk materiale som tilføres fra land har relativt høyt innhold av karbon i forhold til nitrogen. Verdier over 15 viser betydelig innslag av materiale fra land, mens verdier lavere enn 10 viser hovedsakelig marint produsert organisk materiale. Gradienten i Vefsnfjorden er normal for en ferskvannspåvirket fjord.

Tabell 7. Bunnsedimenter i Vefsnfjorden 20.-22. juni 2006: Visuell beskrivelse samt innhold av finstoff ($\% < 63\mu\text{m}$), totalt organisk karbon (TOC, $\mu\text{g}/\text{mg}$) og totalt nitrogen (TN, $\mu\text{g}/\text{mg}$). Forholdstallet mellom organisk karbon og nitrogen (C/N-forholdet) er også beregnet.

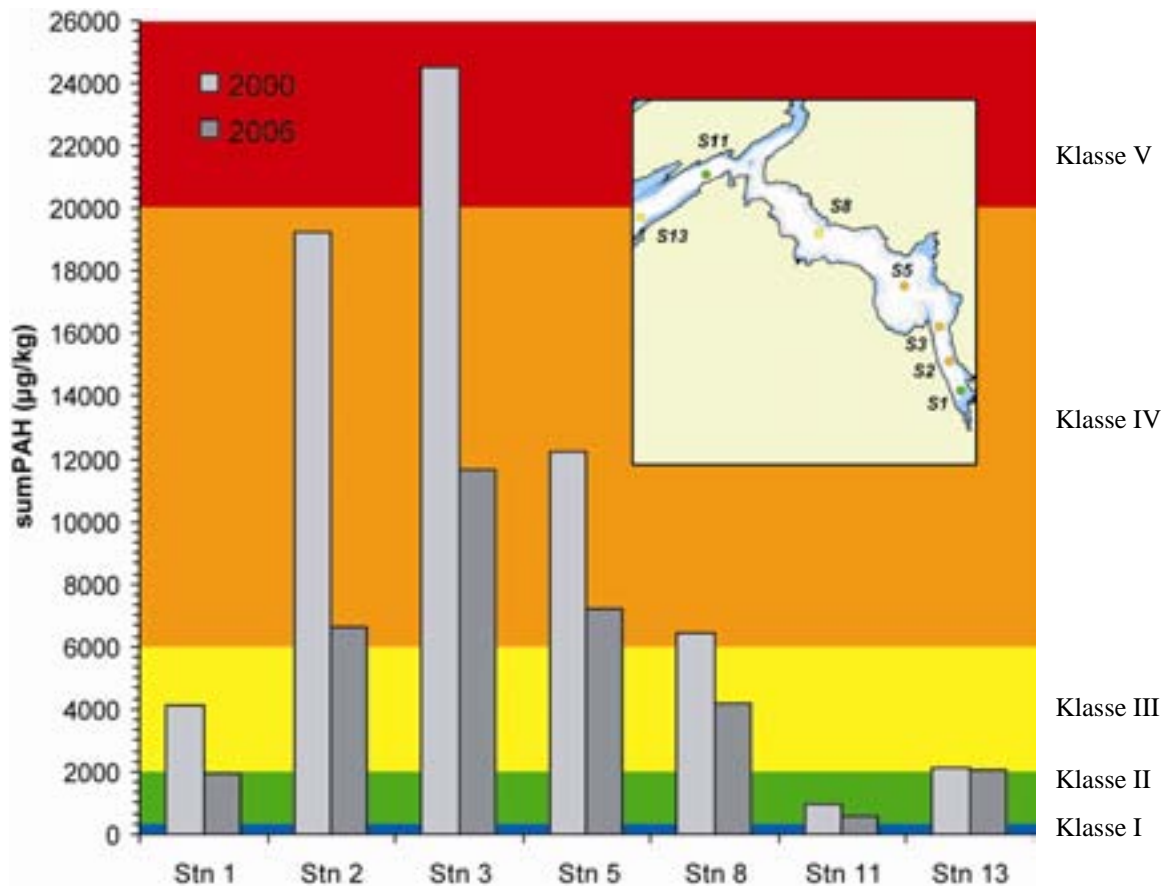
Stasjon	Snitt cm	Finstoff $\% < 63\mu\text{m}$	TOC $\mu\text{g}/\text{mg}$	TN $\mu\text{g}/\text{mg}$	C/N	Visuell beskrivelse
S1	0-2	56	18,5	<1,0	>18,5	Brun siltig leire, mørkere bunn, ingen lukt
S2, I	0-2	72	16,1	<1,0	>16,1	Olivenfarget siltig topplag med mange børstemarkrør, grå leire under, lettspylt materiale
S2, II	0-2	77	15,3	<1,0	>15,3	Olivenfarget siltig topplag med mange børstemarkrør, grå leire under, lettspylt materiale
S2, III	0-2	79	16,6	<1,0	>16,6	Olivenfarget siltig topplag med mange børstemarkrør, grå leire under, lettspylt materiale
S3	0-2	80	19,9	1,2	16,6	Brunt siltig topplag med mange børstemarkrør, siltig – sandig leire nedover
S5	0-2	83	15,8	1,1	14,4	Brunt topplag med børstemarkrør, grå leire under, lettspylt
S8, I	0-2	89	17,5	1,5	11,7	Brunt topplag, fin leire under, mye stein
S8, II	0-2	88	18,7	6,2*	-	Brunt topplag, fin leire under, mye stein
S8, III	0-2	92	18,3	2,2	8,3	Brunt topplag, fin leire under, mye stein
S11	0-2	57	9,3	<1,0	>9,3	Lys, grå leire
S13	0-2	94	22,0	3,3	6,7	Lys, grå leire

*avvikende verdi, sannsynlig feilmåling

3.2.2 PAH i sedimenter

Innholdet av PAH i sedimentene er vist i **Figur 12**. På de seks stasjonene i selve Vefsnfjorden tilsvarte konsentrasjonene tilstandsklasse III (*markert forurenset*) i henhold til SFTs klassifiseringssystem, bortsett fra stasjon 1 i den innerste delen av fjorden hvor konsentrasjonen av PAH akkurat var innenfor klasse II (*moderat forurenset*). Denne stasjonen var mer grovkornig med et større innslag av sand hvilket virker naturlig fortynning på PAH-konsentrasjonen.

I fjordområdet utenfor selve Vefsnfjorden var konsentrasjonene lavere. Stasjonen nær Sørneset (S11) i fjorden utenfor Vefsnfjorden tilsvarte PAH-konsentrasjonen tilstandsklasse II (*moderat forurenset*), mens stasjonen ved Høynesskjær (S13) var litt høyere og akkurat inn i tilstandsklasse III (*markert forurenset*). Forskjellen mellom disse to stasjonene avspeiler ikke reelle forskjeller i belastning, men heller at stasjonen nær Sørneset (S11) hadde større innslag av sand.



Figur 12. PAH₁₆ i overflatesedimenter fra Vefsn i 2000 og 2006. Bakgrunnsfargen viser tilstandsklasse i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

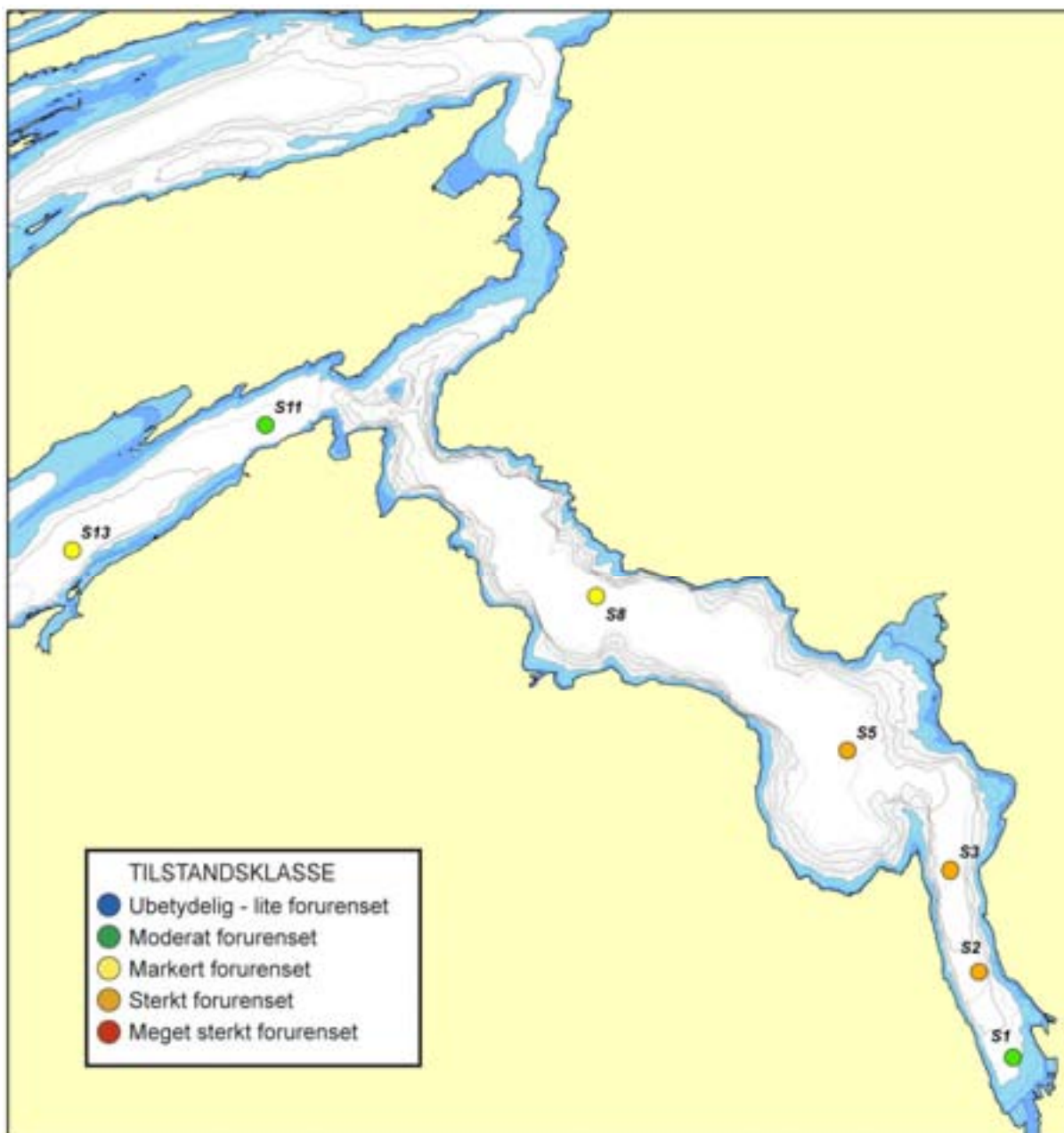
En mulig tidsutvikling i forurensningen av PAH kan belyses ved å sammenligne konsentrasjonene på stasjoner som ble prøvetatt både i 1989, 2000 og 2006. Et problem er imidlertid at konsentrasjonene kan variere betydelig over små geografiske avstander slik at presisjonen i verdiene kan være lav. Det innebærer at forskjeller som registreres på en stasjon, kan skyldes variasjoner på stedet og ikke nødvendigvis skyldes endringer i tilførsler. For å øke presisjonen i tilfeller hvor tidsutvikling er viktig

å belyse, må flere parallelle prøver fra utvalgte stasjoner analyseres slik at den naturlige variabiliteten kan bestemmes. For allikevel å sammenligne resultatene fra 1989 med de fra 2000, er det foretatt en oppsummering av hovedresultatene fra stasjonene S1, S2, S3, S4, S5 og S8 (**Tabell 8**). Disse stasjonene ble prøvetatt alle årene, bortsett fra stasjon 4 som ikke ble prøvetatt i 2006.

Tabell 8. Oppsummerende statistikk over konsentrasjoner av PAH₁₆ (ng/g) i overflatesediment på stasjonene S1, S2, S3, S4, S5 og S8 som ble prøvetatt både i 1989, 2000 og 2006. Data for 1989 fra Helland & Skei (1991), mens data for 2000 er fra Næs og medarb. (2001). Stasjon S4 ble ikke analysert i 2006.

	1989	2000	2006
Antall prøver	6	6	5
Minimum	5600	4140	1934
Maksimum	33840	24547	11675
Gjennomsnitt	16700	13500	6330
Standardavvik	12380	7680	3654

Tabellen viser at alle parametrene var lavere i 2006 enn i 2000 og 1989. På grunn av den relativt store variasjonen mellom stasjonene er ikke forskjellen mellom 2000 og 2006 statistisk signifikant. Imidlertid, det er sannsynlig å konkludere med at endringen skyldes reduserte tilførsler fra Elkem Aluminium Mosjøen. Slik sett ser det nå ut som om den gledelige utviklingen man ser i forurensningsnivået i vannmassene representert ved konsentrasjonene i blåskjell, også gjør seg gjeldende i sedimentene i fjorden.



Figur 13. Tilstandsklasser for PAH i sedimenter i henhold til SFT's klassifiseringssystem

3.2.3 Klororganiske forbindelser i sedimenter

Innholdet av klororganiske forbindelser i sedimentprøver fra Vefsnfjorden er vist i **Tabell 9** og **Tabell 10**. For PCB og pestisider var konsentrasjonene svært lave og under deteksjonsnivå for analysene på alle stasjonene (**Tabell 9**). Sedimentet klassifiseres dermed som *ubetydelig forurenset* (tilstandsklasse I) med hensyn på disse forbindelsene.

Tabell 9. Innhold av PCB (Σ PCB₇: no. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), heksaklorbenzen (HCB), sum DDT (DDT+DDE+DDD) og lindan i overflatesedimentene (0-1 cm) i Vefsnfjorden 21-23. august 2000, μ g/kg. Symbolet 'mindre enn' (<) markerer at innholdet er lavere enn metodens deteksjonsgrense.

Stasjon	Σ PCB ₇ *	HCB	Σ DDT**	γ -HCH (lindan)
S1	<0,35	<0,3	<3,5	<0,5
S5	<0,35	<0,5	<3,5	<0,5
S8, I	0,54	<0,5	<3,5	<0,5
S8, II	<0,35	<0,5	<3,5	<0,5
S8, III	<0,35	<0,5	<3,5	<0,5
Øvre grense SFT kl.I	5	0,5	0,5	ingen grenseverdi

* Deteksjonsgrensen er 0,5 for enkeltkongenerene. Deteksjonsgrense for summen blir da 0,35.

** Deteksjonsgrensen er 2,0 of rDDT, 1,0 for DDE og 0,5 for DDD. Deteksjonsgrense for summen blir da 3,5.

Også konsentrasjonene av dioksiner og non-orto PCB var lave (**Tabell 10**). Sedimentet klassifiseres som *uforurenset* (tilstandsklasse I) også med hensyn på dioksiner.

Tabell 10. Innhold av polyklorerte dibenzodioksiner (PCDD), polyklorerte dibenzofuraner (PCDF) og non-orto PCB (no. 77, 126, 169) regnet som toksisitetsekvivalenter i overflatesedimentene (0-2 cm) i Vefsnfjorden, ng/kg.

Stasjon	Σ TE(WHO) PCDD/F	Σ TE(WHO) n.o. PCB
S1	0,47	0,02
S2	1,82	0,09
S8, I	2,26	0,10
S8, II	2,38	0,11
S8, III	3,67	0,16
Øvre grense SFT kl.I	10	ingen grenseverdi

3.2.4 Metaller i sedimenter

Innhold av tungmetaller på utvalgte stasjoner er vist i **Tabell 11**. Konsentrasjonene var lave og alle faller i hovedsak i tilstandsklasse I i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Sedimentene karakteriseres dermed i hovedsak som *ubetydelig forurenset* med hensyn på disse metallene. På stasjon 1 var sedimentene *moderat forurenset* av TBT.

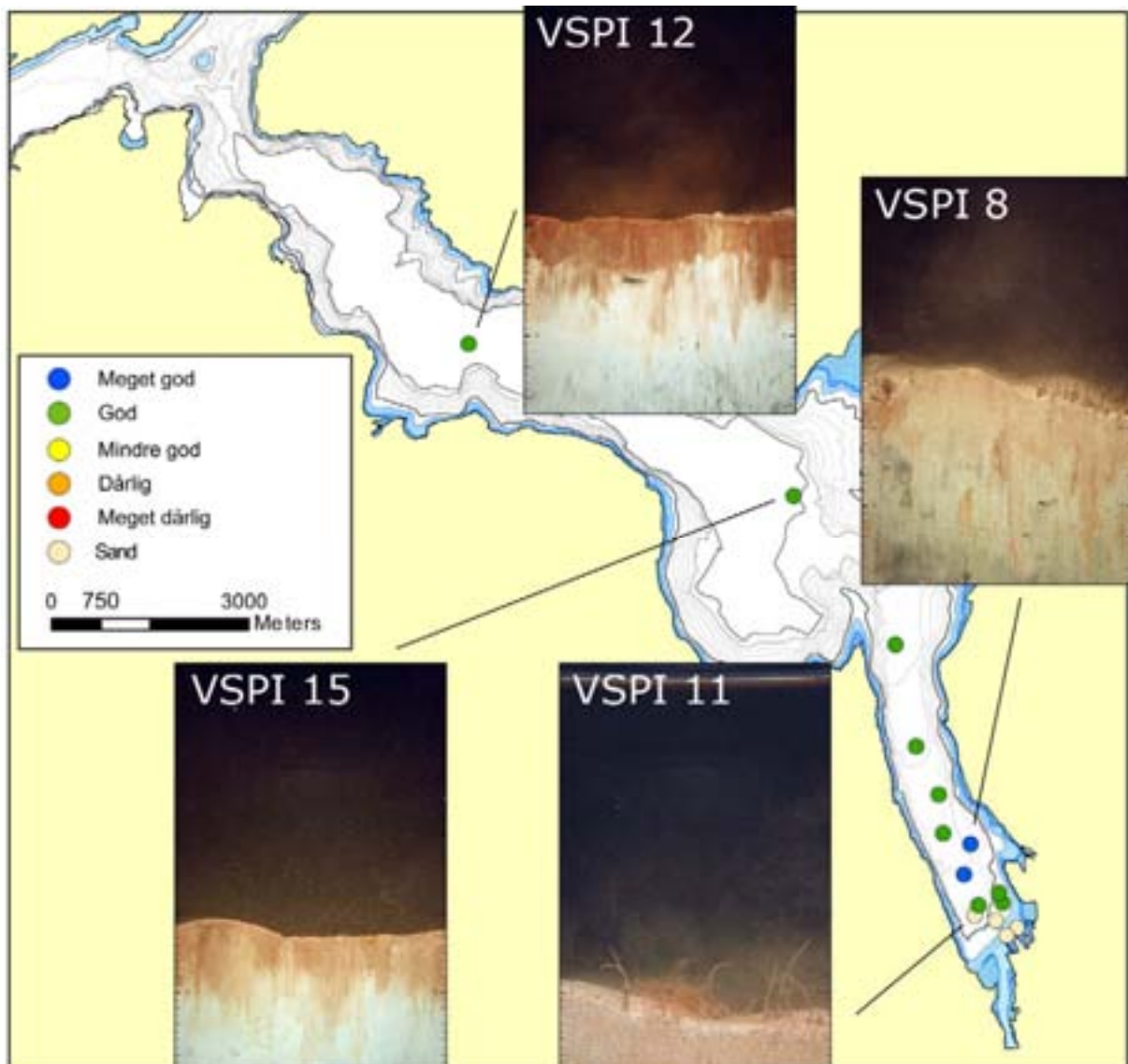
Tabell 11. Innhold av utvalgte metaller i overflatesedimentet (0-2 cm) i Vefsnfjorden (mg/kg tørrvekt bortsett fra for TBT som er i µg/kg).

Stasjon	Snitt C _m	Kadmum (Cd)	Krom (Cr)	Kobber (Cu)	Kvikksølv (Hg)	Bly (Pb)	Sink (Zn)	TBT
S1	0-2	<0,2	34	26	0,03	11	63	2,8
S5	0-2	<0,2	54	31	0,04	23	93	<2
S8, I	0-2	<0,3	61	30	0,05	27	11	<2
S8, II	0-2	<0,3	60	29	0,05	26	106	<2
S8, III	0-2	<0,3	62	31	0,05	28	114	<2
Øvre grense SFT kl.I		0,25	51	32	0,15	26	150	1

3.3 Sedimentprofilkamera

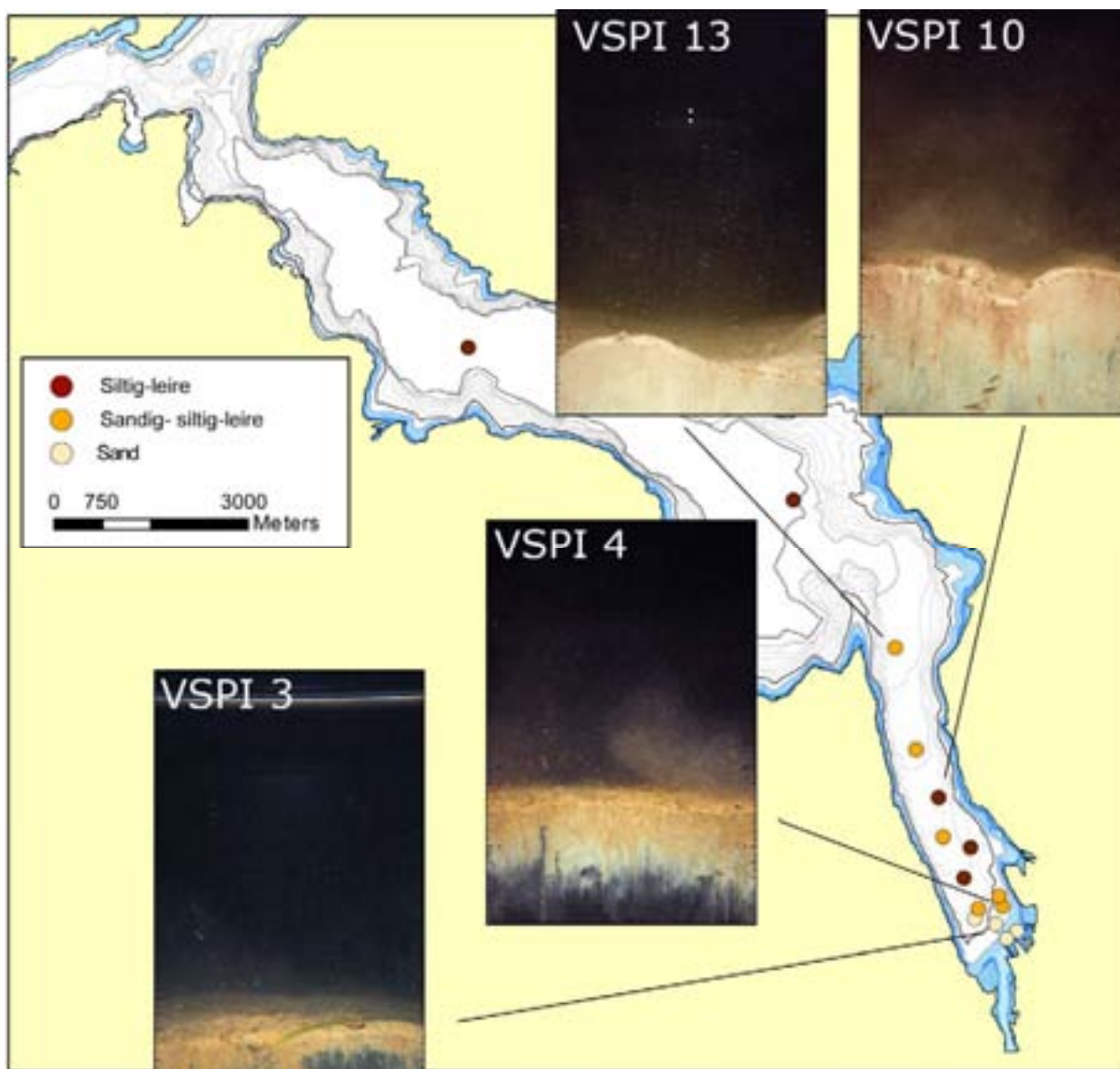
Innsamling av sedimentprofilbilder (SPI) ble gjennomført på 15 stasjoner i Vefsnfjorden i 2006. Posisjoner, vanddyb og analyse av SPI-bilder for alle stasjoner i denne undersøkelsen er gitt i Vedlegg 5.1.

Ved totalt 11 av 15 stasjoner ble sedimentprofilbildene analysert for BHQ-indeks (**Figur 14**). Bunnforholdene i undersøkelsesområdet varierte mellom god og meget god ved disse 11 stasjonene. Ved de øvrige stasjonene var sedimentene for sandige for analyse av BHQ-indeksen. Ved stasjonene VSPI 7 og VSPI 8 på ca. 200 m dyp, ble de beste bunnforholdene observert med rike forekomster av rør til børstemark og dypt biologisk omrørt (bioturbert) sediment. Lengre inn i fjorden, ved stasjonene VSPI 3, 4, 5 og 6, var det mer reduserte forhold noen cm ned i sedimentene, hvilket tyder på høy organisk belastning (**Figur 15**).



Figur 14. Tilstandsklasser av bløtbunnsfauna i henhold til BHQ-indeksen (Rosenberg og medarb. 2004) og eksempel på SPI-bilder fra utvalgte stasjoner.

Figur 15 viser forskjell i substrat mellom stasjonene. Substratklassifisering bygger på hvor langt ned i sedimentet SPI-kameraet kan presses. I den indre, sandige og grunne (< 100 m) delen av fjorden var det svært reduserte forhold ved 1 til 3 cm dybde (sort sediment: **Figur 15**, VSPI 3 og VSPI 4). Dette er unormalt for sandige sedimenter og er sannsynligvis en effekt av høy organisk belastning og/eller tidligere tilførsler av sot til området. Avløpsledningen fra det tidligere Dorr-anlegget endte i det samme området. Utslippet herfra inneholdt sot fra Søderbergovnene før elektrofilter ble installert.



Figur 15. Substratklassifisering etter SPI-kameraets penetrasjon av sedimentene.

Oppsummert er sedimentforholdene gode i området. De innerste områdene var noe påvirket av høy organisk belastning. De beste bunnforholdene ble observert mellom det innerste området og de dypere delene av fjorden, og kan tyde på en "positiv" organisk anriking av bløtbunnsfaunaen.

3.4 Bløtbunnsfauna

Innsamling av bunnfauna ble foretatt på tre stasjoner i Vefsnfjorden i 2006 (**Figur 6**). Under prøvetakingen var det pent vær, stille og gode arbeidsforhold. Alle prøvene var gode, og på de fleste stasjonene var det godt samsvar mellom resultatene for parallellprøvene fra stasjonene. Fullstendige resultater er gitt i Vedlegg 5.4.

3.4.1 Bunnmateriale

På alle stasjonene besto bunnsedimentet av grå leire med et lysere topplag (**Tabell 12**). I bunnsedimentet var det forholdsvis mye planterester, spesielt på stasjonene F2 og F5. Dette var dels dødt plantemateriale fra land i form av rester av blad, barnåler og mose, og dels treflis og bark fra sagbruk eller annen treindustri. En av parallellprøvene på stasjon F5 (replikat IV) inneholdt svært mye treflis, men også mye plantemateriale fra land. I bunnsedimentet var det også litt grus og stein, noen kullbiter og litt finfordelt slagg som stammer fra gammel skipsfart. Ved undersøkelsen i 2000 ble det også påvist høyt innhold av planterester og flis i sedimentene i Vefsnfjorden.

Analysene av organisk karbon og nitrogen i sedimentet viste at det organiske innholdet var normalt (**Tabell 7**). Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var høyere enn 15 på stasjon F2 og falt til 8-11 på st F8. C/N-forholdet kan indikere noe om materialets art. I sedimenter hvor det organiske materialet i hovedsak stammer fra naturlig produksjon i sjøen vil forholdstallet være 6-8, mens det i sedimenter som tilføres plantemateriale fra land, vil være høyere enn 10. De forholdsvis høye verdiene på de indre stasjonene gjenspeiler betydningen av planterester og treflis i sedimentene, men viser også at påvirkningen avtar utover i fjorden.

Tabell 12. Prøvetaking av bunnfauna i Vefsn 21. juni 2006. Lokalteter, dyp, antall prøver og visuelle observasjoner av bunnforhold og sedimenter.

Stasjon	Dyp m	Antall prøver	Visuelle observasjoner	Sikterest (materiale > 1 mm)
F2	270- 271	4	Lettvasket grå leire med olivenfarget topplag. Mange rør av flerbørstemark stikker opp av sedimentoverflaten. Fulle grabbprøver.	Volum 2-5 dl per grabbhugg. Planterester: fibre, mose, biter av blad og stengler. Litt trebiter og sagflis. Mye mudderrør av børstemark (<i>Spiophanes</i>). Litt småstein.
F5	457- 459	4	Ganske lettvasket grå leire med brunt topplag. Rør av flerbørstemark stikker opp av sedimentoverflaten. Fulle grabbprøver. Ganske mye siktemateriale i replikat III og svært mye i replikat IV.	Volum 2-4 dl (hugg I-III), > 2 liter (hugg IV). Finfordelt bark og treflis. Noen større trebiter og trepinner. Rester av mose, blad og barnåler. Litt grus og mineralsand.
F8	483- 485	4	Løs ganske lettvasket leire med brunt topplag. En del småstein i replikat I. Fulle grabbprøver.	Volum 2-3 dl pr. grabbhugg. Mest rester av mose, blad og barnåler, noe finfordelt bark og treflis. Litt mineralgrus med skjellrester. Noen kullbiter, litt finfordelt slagg. En del stein (sprengstein) i replikat I.

3.4.2 Fauna

Bunnfaunaen på den innerste stasjonen F2 (innenfor Alterneset) var normalt artsrik, men var preget av nokså høy individtetthet (**Tabell 13**). Artsmangfoldet var litt nedsatt. I henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet faller stasjonen på grensen mellom klasse II 'god tilstand' og klasse III 'mindre god tilstand'. Faunaen var sterkt dominert av små børstemark, spesielt var det høye tettheter av *Spiophanes kroeyeri* som er en rørbyggende form (**Tabell 14**). Alle de dominerende artene er vanlige former på bløtbunn i fjorder. Flere av artene, som *Spiophanes* og *Chaetozone*, ernærer seg på organisk materiale i sedimentene og øker ofte i områder som påvirkes av organiske tilførsler.

Tabell 13. Sammenfattende data for faunaen på stasjonene i Vefsn 21. juni 2006. Indekser for arts mangfold: H' = Shannon-Wiener indeks (\log_2), $E(S_{100})$ = Hurlberts indeks (artstall pr. 100 individer). AI = artsindeks for følsomhet for forurensning. Tilstandsklasser i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er vist: I 'meget god', II 'god', III 'mindre god', IV 'dårlig', V 'meget dårlig' (Molvær m. fl. 1997). For AI foreligger et forslag til klassifisering med AI > 7,5 'god' og AI > 8,75 'meget god' (Rygg 2002).

Stasjon	Areal	Artstall	Ind.	Ind/m ²	H'	E(S ₁₀₀)	AI	Klasse
F2	0,4	54	2137	5343	2,9	18,1	8,2	II/III
repl I		31	494					
repl II		23	363					
repl III		38	673					
repl IV*		25	607					
F5	0,4	38	2010	5025	2,5	16,9	9,2	III
repl I		26	372					
repl II		27	490					
repl III		22	701					
repl IV*		20	447					
F8	0,4	41	1096	2740	2,3	16,0	9,6	III
repl I		21	284					
repl II		25	252					
repl III		26	319					
repl IV		26	241					

* det ble foretatt subsampling ved opparbeiding av prøvematerialet

Artssammensetningen på stasjon F2 bar preg av at lokaliteten påvirkes noe av organiske tilførsler. I noen grad er det nok tale om tilførsler av plantemateriale fra land, men andre organiske tilførsler kan også være aktuelle. Artsindeksen AI fikk imidlertid forholdsvis høy verdi og indikerer 'god tilstand', noe som tilsier at det var et vesentlig innslag av forurensningsømfintlige arter på stasjonen. Det kan ikke vises til noen påvirkning av faunaen fra utslipp fra verket.

På stasjon F5 ble det funnet et moderat antall arter, men svært høy individtetthet. Faunaen var sterkt dominert av en art, børstemarken *Heteromastus filiformis*, som er en gravende form som ernærer seg på organisk materiale i sedimentene. På grunn av dominansen av *Heteromastus* var arts mangfoldet nedsatt, og lokaliteten faller i klasse III 'mindre god tilstand' etter SFTs klassifikasjonssystem (**Tabell 13**). Det er trolig at også denne stasjonen var noe organisk påvirket. Artsindeksen AI fikk imidlertid høy verdi som indikerer at det var mange forurensningsømfintlige arter tilstede på lokaliteten.

På stasjon F8 var det et moderat antall arter og normal individtetthet. Også denne stasjonen var dominert av børstemarken *Heteromastus filiformis*. Artsmangfoldet var nedsatt og stasjonen faller i klasse III etter SFTs system. Også denne stasjonen fikk høy verdi for artsindeksen AI som indikerer en variert artssammensetning med vesentlige innslag av forurensningsomfintlige arter.

Tabell 14. De ti dominerende artene på stasjonene i Vefsn 21. juni 2006. Grupper: fb = flerbørstemark, k = krepsdyr, m = musling, bm = båndmark.

Stasjon F2			Stasjon F5			Stasjon F8		
Art	Gr	Ind/m ²	Art	Gr	Ind/m ²	Art	Gr	Ind/m ²
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	fb	2863	<i>Heteromastus filiformis</i>	fb	3125	<i>Heteromastus filiformis</i>	fb	1853
<i>Chaetozone setosa</i>	fb	440	<i>Thyasira</i> sp.	m	243	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	fb	113
<i>Prionospio cirrifera</i>	fb	363	<i>Ceratocephale loveni</i>	fb	220	<i>Paradoneis eliasoni</i>	fb	113
<i>Heteromastus filiformis</i>	fb	363	Nemertinea indet	bm	183	<i>Thyasira</i> sp.	m	98
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	fb	200	<i>Prionospio cirrifera</i>	fb	160	Nemertinea indet	bm	75
<i>Myriochele oculata</i>	fb	155	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	fb	148	<i>Ceratocephale loveni</i>	fb	70
<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	fb	100	<i>Myriochele oculata</i>	fb	140	<i>Eriopisa elongata</i>	k	65
<i>Paradoneis eliasoni</i>	fb	98	<i>Harpinia</i> sp.	k	110	<i>Myriochele heeri</i>	fb	53
<i>Praxillella gracilis</i>	fb	88	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	fb	80	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	fb	45
Nemertinea indet	bm	80	<i>Paradoneis eliasoni</i>	fb	78	<i>Prionospio cirrifera</i>	fb	35

Stasjonene F5 og F8 hadde lavest arts mangfold og får derfor dårligst karakteristikk etter SFTs klassifikasjonssystem. Det er imidlertid et vanlig fenomen at arts mangfoldet avtar i fjorder. I en oppsummering for nordnorske fjorder viste Larsen (1997) at verdier omkring 3 eller lavere var normalt i fjordbassengene, mens verdiene var 4-6 i kystområdene utenfor. SFTs system må derfor brukes med varsomhet. For å få en sikker karakteristikk av tilstanden, må andre aspekter ved faunaen slik som artsrikhet, artssammensetning og innslag av følsomme arter også tillegges vekt. Svært mange av artene på de to ytterste stasjonene i denne undersøkelsen (st. F5 og F8) er også vanlige i andre nordnorske fjorder. Det gjelder f.eks. børstemarkene *Heteromastus*, *Chaetozone*, *Lumbrineris*, *Prionospio*, *Myriochele* og muslingen *Thyasira* (se f.eks. Larsen 1997). Artssammensetningen på disse stasjonene indikerer derfor at det var normale forhold i fjorden. Artsindeksen AI, som uttrykker et forhold mellom forurensningsomfintlige og tolerante arter, indikerte også at det var normalt gode forhold på stasjonene.

Sedimentprofilbildene fra de tre stasjonene indikerte at det var gode forhold på alle stasjonene (st. F2 = VSPI10, st. F5 = VSPI15, st. F8 = VSPI12). BHQ-indeksen som beregnes fra fotografiene, tok verdier 8,8-10,8 som alle tilsvarer klassen 'God' ved klassifisering av indeksen (**Figur 14**, Vedlegg 5.1). Klassifisering av tilstanden basert på sedimentprofilbildene er derved bedre enn etter arts mangfoldet i SFTs system, men er i godt samsvar med vurderingene basert på artsammensetning og innslag av følsomme arter.

Tabell 15. Fauna på stasjonene sammenlignet med resultater fra prøvetakingen i 1978 og 2000 på samme og nærliggende stasjoner.

Stasjon	Dyp	Areal	Antall arter	Ind/m ²	Artsmangf. H'	Viktigste arter
F2	270	0.4	54	5343	2.9	<i>Spiophanes kroeyeri</i> , <i>Chaetozone setosa</i> , <i>Prionospio cirrifera</i> , <i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Paramphinome jeffreysi</i>
2 (2000)	270	0.4	60	7720	3.2	<i>Spiophanes kroeyeri</i> , <i>Prionospio cirrifera</i> , <i>Thyasira</i> sp., <i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Paramphinome jeffreysi</i>
V2 (1978)	320	0.5	57	8160	3.8	<i>Thyasira</i> sp., <i>Prionospio cirrifera</i> , <i>Chaetozone setosa</i> , <i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Tharyx marioni</i> (trolig = <i>Aphelochaeta</i> sp.)
V2b (1978)	280	0.1	40	6600	3.4	<i>Prionospio cirrifera</i> , <i>Chaetozone setosa</i> , <i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Thyasira</i> sp., <i>Owenia fusiformis</i>
F5	457	0.4	38	5025	2.5	<i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Thyasira</i> sp., <i>Ceratocephale loveni</i> , <i>Nemertinea</i> ind., <i>Prionospio cirrifera</i> , <i>Spiophanes kroeyeri</i>
5 (2000)	457	0.4	62	7070	2.7	<i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Spiophanes kroeyeri</i> , <i>Eriopisa elongata</i> , <i>Thyasira</i> sp., <i>Euclymeninae</i> ind.
V4 (1978)	450	0.5	49	4354	3.2	<i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Thyasira</i> sp., <i>Paraonis lyra</i> (trolig = <i>Paradoneis eliasoni</i>), <i>Prionospio cirrifera</i> , <i>Spiophanes kroeyeri</i>
F8	486	0.4	41	2740	2.3	<i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Spiophanes kroeyeri</i> , <i>Paradoneis eliasoni</i> , <i>Thyasira</i> sp., <i>Nemertinea</i> ind., <i>Ceratocephale loveni</i>
8 (2000)	473	0.4	46	3240	2.5	<i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Eriopisa elongata</i> , <i>Thyasira</i> sp., <i>Euclymeninae</i> ind., <i>Nemertinea</i> ind.
V5 (1978)	472	0.4	48	3605	2.8	<i>Heteromastus filiformis</i> , <i>Cossura longocirrata</i> , <i>Paramphinome jeffreysi</i> , <i>Thyasira</i> sp., <i>Maldanidae</i> ind.

3.4.3 Sammenligning med tidligere prøvetaking

I **Tabell 15** er resultatene sammenlignet med undersøkelsene i 1978 (Haugen m.fl. 1981) og 2000 (Næs m.fl. 2001). Plasseringen av stasjonene i 1978 var litt forskjellig fra de to siste undersøkelsene. Sammenligningene er her foretatt til de nærmest liggende stasjonene.

Stasjon F2 hadde med noen unntak de samme dominerende artene i 2006 som i 2000. Antall arter, individtetthet og arts mangfold var litt lavere enn i 2000, men innenfor rammene for naturlig variasjon. For 1978 er det sammenlignet med lokalitetene V2 og V2b som lå i samme fjordområde, men var litt dypere. Disse stasjonene hadde høyere individtettheter, men også høyere arts mangfold. Børstemarken *Spiophanes kroeyeri*, som dominerte sterkt i 2000 og 2006, hadde lav forekomst i 1978. Det kan ikke

konkluderes med noen vesentlige endringer i tilstanden siden 1978, men nedgangen i arts mangfold og dominansen av små børstemark i 2006 kan være et signal om en utvikling mot mindre god tilstand.

Stasjonene F5 og F8 hadde også i hovedsak de samme dominerende artene i 2006 som i 2000. Antall arter, individtetthet og arts mangfold var lavere enn i 2000. For 1978 er det sammenlignet med stasjonene V4 og V5. Stasjon V4 var lokalisert nær F5, mens V5 var lokalisert omtrent midt mellom F5 og F8. Alle stasjonene var sterkt dominert av børstemarken *Heteromastus filiformis*. Arts mangfoldet var høyere i 1978 enn i 2000 og 2006. Det var ingen store endringer i artssammensetningen, selv om rangrekkefølgen blant de mest dominerende artene varierte en del mellom årene. Tilstanden synes derfor å ha vært stabil over hele perioden siden 1978, men nedgangen i arts mangfold kan muligens tolkes som et signal om en svak endring.

I 2000 ble det også tatt faunaprøver på en stasjon (st. 1) innenfor stasjon F2 i fjorden. Stasjonen hadde normalt arts mangfold, men var preget av en viss organisk belastning (Næs m.fl. 2001). Sedimentprofilbildene fra innerst i fjorden indikerte at dette området er preget av organiske tilførsler (se for eksempel VSPI3, VSPI4; **Figur 14**). Begge undersøkelsene har derfor kunnet vise til noe effekter av organiske tilførsler innerst i fjorden.

4. Referanser

- 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.
- Knutzen, J., 1987. Overvåking i Vefsfjorden 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.
- Larsen, L.-H. 1997. Soft-bottom macro invertebrate fauna of north Norwegian coastal waters with particular reference to sill-basins. Part one: Bottom topography and species diversity. *Hydrobiologia* 355: 101-113.
- 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.
- Nilsson, H.C. and R. Rosenberg, 1997. Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *J. Mar. Systems*. 11, 249-264.
- Nilsson, H.C. and R. Rosenberg, 2006. Collection and interpretation of Sediment Profile Images (SPI) using the Benthic Habitat Quality (BHQ) index and successional models. NIVA Report No. 5200.
- Næs, K., 2004. 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. 2005. PAH-innhold i dyrkede og viltvoksende blåskjell fra Vefsn- og Leirfjordområdet 2004. NIVA Rapport l.nr. 5100.
- 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 bløtunnfauna. NIVA Rapport l.nr. 4440.
- Oehme, M., J. Klungsøyr, Aa. Biseth and M. Schlabach, 1994. Quantitative determination of ppq-ppt levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofurans in sediments from the Arctic (Barents Sea) and the North Sea. *Anal. Meth. Instr.* 1: 153-163.
- Pearson, T.H. and R. Rosenberg, 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16:229-311.
- Rosenberg R., M. Blomqvist, H.C. Nilsson, H. Cederwall and A. Dimming. 2004. Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull* 49, 728-739.

Rygg, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA Report No. 4548.

5. Vedlegg

5.1 Koordinater, prøvedyp og analyse av SPI-bilder for prøvetakingsstasjonene i Vefsnfjorden 2006

	Stasjon	Vannndyp m	Koordinater: Nordlig bredde	Koordinater: Østlig lengde	Prøvetak	RPD cm	BHQ- indeks	TK SPI	Substrat	Note
Sedimenter	1	147	65°51,444'N	13°10,418'E						
	2	272	65°52,416'N	13°09,393'E						
	3	356	65°53,567'N	13°08,504'E						
	5	456	65°53,531'N	13°08,245'E						
	8	484	65°56,584'N	12°58,330'E						
	11	181	65°58,431'N	12°48,865'E						
	13	240	65°56,914'N	12°43,557'E						
Bløtbunns- fauna	2	272	65°52,416'N	13°09,393'E						
	5	456	65°53,531'N	13°08,245'E						
	8	484	65°56,584'N	12°58,330'E						
SPI	VSPI1	20	65°51,215'N	13°11,235'E	5,6 kg				Sand	
	VSPI2	29	65°51,141'N	13°11,003'E	5,6 kg				Sand	
	VSPI3	72	65°51,276'N	13°10,759'E	5,6 kg				Sand	
	VSPI4	70	65°51,441'N	13°10,892'E	16,8 kg	2,1	7,8	2	Sandig, siltig leire	
	VSPI5	85	65°51,529'N	13°10,811'E	16,8 kg	1,5	7,6	2	Sandig, siltig leire	Trål spor
	VSPI6	140	65°51,408'N	13°10,366'E	16,8 kg	2,5	8,8	2	Sandig, siltig leire	
	VSPI7	187	65°51,685'N	13°10,016'E	16,8 kg	3	11,4	1	Siltig leire	
	VSPI8	183	65°51,966'N	13°10,145'E	16,8 kg	4,3	12,7	1	Siltig leire	
	VSPI9	242	65°52,056'N	13°09,531'E	16,8 kg	2,9	9	2	Sandig, siltig leire	
	VSPI10	272	65°52,405'N	13°09,404'E	16,8 kg	3,8	10,8	2	Siltig leire	
	VSPI11	139	65°51,316'N	13°10,287'E	16,8 kg				Sand	
	VSPI12	484	65°56,388'N	12°58,614'E	16,8 kg	4,5	10	2	Siltig leire	
	VSPI13	360	65°53,76'N	13°08,339'E	16,8 kg	2,9	8	2	Sandig, siltig leire	
	VSPI14	310	65°52,837'N	13°08,869'E	16,8 kg	3,3	10	2	Sandig, siltig leire	
	VSPI15	460	65°55,089'N	13°05,976'E	16,8 kg	3,2	8,8	2	Siltig leire	

5.2 Analyseresultater for PAH, klororganiske forbindelser og metaller i sedimenter fra Vefsnfjorden 2006

Analysevariabel	Stasjon Enhet	St. 1	St. 2 I	St. 2 II	St. 2 III	St. 3	St. 5	St. 8 I	St. 8 II	St. 8 III	St. 11	St. 13
		0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm
Tørrstoff	%	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Kornfordeling <63µm	% t.v.	56	72	77	79	80	83	89	88	92	57	94
Nitrogen, total	µg/mg N TS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,2	1,1	1,5	6,5	2,2	<1,0	3,3
Karbon, org. Total	µg/mg C TS	18,5	16,1	15,3	16,6	19,9	15,8	17,5	18,7	18,3	9,3	22
Kadmium (Cd)	µg/g	<0,2					<0,2	<0,3	<0,3	<0,3		
Krom (Cr)	µg/g	34,4					53,7	61	59,8	62,4		
Kobber (Cu)	µg/g	26,4					31,4	30	29,1	31,1		
Kvikksølv (Hg)	µg/g	0,026					0,041	0,049	0,046	0,052		
Bly (Pb)	µg/g	11					23	27	26	28		
Sink (Zn)	µg/g	62,6					92,8	110	106	114		
PCB 28	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
PCB 52	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
PCB 101	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
PCB 118	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
PCB 105	µg/kg t.v.	0,62					<0,5	0,54	<0,5	<0,5	m	m
PCB 153	µg/kg t.v.	i					i	i	i	i	m	m
PCB 138	µg/kg t.v.	0,74					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
PCB 156	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
PCB 180	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	0,54	<0,5	<0,5	m	m
PCB 209	µg/kg t.v.	<0,5					0,68	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
Sum PCB (beregnet)*	µg/kg t.v.	1,36					0,68	1,08	0	0	0	0
Seven Dutch (beregnet)*	µg/kg t.v.	0,74					0	0,54	0	0	0	0
Pentaklorbenzen	µg/kg t.v.	<0,3					<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	m	m
Alfa-HCH	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
Hexaklorbenzen	µg/kg t.v.	<0,3					0,82	<0,3	<0,3	<0,3	m	m
Gamma-HCH	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
Oktaklorstyren	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
4,4-DDE	µg/kg t.v.	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	m	m
4,4-DDD	µg/kg t.v.	<1					<1	<1	<1	<1	m	m
4,4-DDT	µg/kg t.v.	<2,0					<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		
Naftalen	µg/kg t.v.	7,5	12	14	12	20	25	21	22	19	5,4	26
Acenaftalen	µg/kg t.v.	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Acenaften	µg/kg t.v.	14	24	22	21	32	39	34	35	32	<5	25
Fluoren	µg/kg t.v.	8,9	14	13	13	22	23	19	20	17	<5	17
Dibenzotiofen	µg/kg t.v.	<5	8,4	8,3	7,7	13	15	11	11	10	<5	9
Fenantren	µg/kg t.v.	82	150	150	140	240	230	180	200	170	27	130
Antracen	µg/kg t.v.	17	37	37	33	61	43	34	37	32	6,3	32
Fluoranten	µg/kg t.v.	190	470	410	420	810	490	330	350	310	47	200
Pyren	µg/kg t.v.	150	380	320	330	640	450	300	330	290	43	170
Benzo[a]antracen	µg/kg t.v.	120	340	360	370	720	370	220	230	200	28	120
Benzo[k]fluoranten	µg/kg t.v.	170	540	550	560	840	550	300	320	290	47	150
Benzo[e]pyren	µg/kg t.v.	270	1000	1100	1200	1800	1100	530	570	520	79	230
Benzo[a]pyren	µg/kg t.v.	160	480	500	520	780	570	330	340	300	44	170
Perylen	µg/kg t.v.	47	110	110	120	190	130	86	77	72	13	46
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg t.v.	170	740	790	870	1300	940	600	570	550	93	250
Dibenz[a,c/a,h]antracen	µg/kg t.v.	35	170	190	210	310	210	120	110	94	13	38
Benzo[ghi]perylen	µg/kg t.v.	180	800	850	890	1200	970	600	570	550	84	230
Sum PAH (beregnet)*	µg/kg t.v.	2251,4	7645,4	7764	8226,7	13678	8455	4855	5002	4556	687,7	2353
Sum PAH16 (beregnet)*	µg/kg t.v.	1934,4	6527	6546	6899	11675	7210	4228	4344	3954	595,7	2068
Sum KPAH (beregnet)*	µg/kg t.v.	655	2270	2390	2530	3950	2640	1570	1570	1434	225	728
Sum NPd (beregnet)*	µg/kg t.v.	89,5	170,4	172,3	159,7	273	270	212	233	199	32,4	165
Monobutyltinn*	µg MBT/kg	<2					i	i	<2	i		
Dibutyltinn*	µg/kg t.v.	<2					i	<2	<2	<2		
Tributyltinn*	µg/kg t.v.	2,8					<2	<2	<2	<2		
Monophenyltinn*	µg/kg t.v.	<2					<2	<2	<2	<2		
Diphenyltinn*	µg/kg t.v.	<2					<2	<2	<2	<2		
Triphenyltinn*	µg/kg t.v.	<2					<2	<2	<2	<2		
Benzo[b+]jfluoranten	µg/kg t.v.	400	1600	1600	1800	2900	1700	820	860	790	120	360
Chrysen	µg/kg t.v.	230	770	740	710	1800	600	320	350	310	38	150

*: Metoden er ikke akkreditert

i: Forbindelsen er dekket av interferens i kromatogrammet

m: Analyseresultat mangler

5.3 Analyseresultater for PAH, klororganiske forbindelser og metaller i blåskjell fra Vefsnfjorden 2006

Analysevariabel	Enhet	Alterneset	Alterneset	Alterneset	Lindset	Høynesdaler	Korsnes	Sørneset	Dagsvik	Furunes
		St. 2 I	St. 2 II	St. 2 III	St. 3	St. 4	st. 5	St. 6	St. 7	St. 9
Tørrstoff	%	13	14	14	13	12	15,5	15	15,4	14
Fett	% pr.v.v.	1,7	2,5	2,4	2,6	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1
Kadmium (Cd)	µg/g	0,127					0,129		0,26	
Kvikksølv (Hg)	µg/g	0,024					0,027		0,027	
Bly (Pb)	µg/g	0,11					0,19		0,15	
PCB 28	µg/kg v.v.	0,12					0,05		<0,05	
PCB 52	µg/kg v.v.	0,37					i		i	
PCB 101	µg/kg v.v.	0,65					0,13		0,13	
PCB 118	µg/kg v.v.	0,86					0,22		0,19	
PCB 105	µg/kg v.v.	0,3					<0,05		<0,05	
PCB 153	µg/kg v.v.	1,4					0,2		0,19	
PCB 138	µg/kg v.v.	1,2					0,16		0,16	
PCB 156	µg/kg v.v.	0,08					0,09		0,05	
PCB 180	µg/kg v.v.	0,14					<0,05		<0,05	
PCB 209	µg/kg v.v.	<0,05					<0,05		<0,05	
Sum PCB (beregnet)*	µg/kg v.v.	5,12					0,85		0,72	
Seven Dutch (beregnet)*	µg/kg v.v.	4,74					0,76		0,67	
Pentaklorbenzen	µg/kg v.v.	<0,03					<0,03		<0,03	
Alfa-HCH	µg/kg v.v.	<0,05					<0,05		<0,05	
Hexaklorbenzen	µg/kg v.v.	0,08					0,12		0,13	
Gamma-HCH	µg/kg v.v.	<0,05					<0,05		<0,05	
oktaklorstyren	µg/kg v.v.	<0,05					<0,05		<0,05	
4,4-DDE	µg/kg v.v.	0,31					0,17		0,18	
4,4-DDD	µg/kg v.v.	0,17					<0,1		<0,1	
4,4-DDT	µg/kg v.v.	<0,2					<0,2		<0,2	
Naftalen	µg/kg v.v.	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<2	<0,6	<0,6	0,73	<0,6
Acenaftalen	µg/kg v.v.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acenaften	µg/kg v.v.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fluoren	µg/kg v.v.	0,81	0,88	<0,5	0,52	0,83	<0,5	0,72	<0,5	<0,5
Dibenzotiofen	µg/kg v.v.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fenantren	µg/kg v.v.	2,6	2,2	2,4	3,4	2,5	3,4	2	3,1	2,1
Antracen	µg/kg v.v.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fluoranten	µg/kg v.v.	3,4	2,7	2,8	5,4	2,2	3,7	1,4	2,2	0,94
Pyren	µg/kg v.v.	1,5	1,3	1,4	2,9	1,1	1,5	0,53	0,86	<0,5
Benzo[a]antracen	µg/kg v.v.	24	19	23	31	6,8	27	1,8	8,6	1,8
Benzo[k]fluoranten	µg/kg v.v.	0,52	<0,5	0,55	0,73	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo[e]pyren	µg/kg v.v.	3,2	2,8	2,9	3,8	2,3	2,3	0,7	1,7	0,54
Benzo[a]pyren	µg/kg v.v.	0,88	0,67	0,69	1,1	<0,5	0,55	<0,5	<0,5	<0,5
Perylen	µg/kg v.v.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg v.v.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dibenz[a,c/a,h]antracen	µg/kg v.v.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo[ghi]perylene	µg/kg v.v.	<0,5	<0,5	0,54	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sum PAH (beregnet)*	µg/kg v.v.	43,11	34,55	39,98	56,95	19,03	44,55	8,02	20,08	6,16
Sum PAH16 (beregnet)*	µg/kg v.v.	39,91	31,75	37,08	53,15	16,73	42,25	7,32	18,38	5,62
Sum KPAH (beregnet)*	µg/kg v.v.	27,7	21,47	26,34	35,33	8,2	29,45	1,8	9,39	1,8
Sum NPD (beregnet)*	µg/kg v.v.	2,6	2,2	2,4	3,4	2,5	3,4	2	3,83	2,1
Monobyttinn*	µg/kg v.v.	<1					<1		<1	
Dibutyltinn*	µg/kg v.v.	1,4					<1		<1	
Tributyltinn*	µg/kg v.v.	3,1					1,3		1,8	
Monophenyltinn*	µg/kg v.v.	<1					<1		<1	
Diphenyltinn*	µg/kg v.v.	<1					<1		<1	
Triphenyltinn*	µg/kg v.v.	<1					<1		<1	
Benzo[b+]fluoranten	µg/kg v.v.	2,3	1,8	2,1	2,5	1,4	1,9	<0,5	0,79	<0,5
Chrysen	µg/kg v.v.	3,9	3,2	3,6	4,9	1,9	4,2	0,87	2,1	0,78

*: Metoden er ikke akkreditert

i: Forbindelsen er dettet av interferens i kromatogrammet

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, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen+trifenylen, benzo(b)fluoranten, benzo(j,k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3cd)pyren, dibenz(a,c/a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

SUM NPD er summen av naftalen, fenantren, dibenzotiofen, C₁-C₃-naftalener, -fenantrener og -dibenzotiofener.

SUM KPAH er summen av Benz(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

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

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

5.4 Analyseresultater for dioksiner (PCDD/PCDF) og non-orto PCB i sedimenter og blåskjell fra Vefsnfjorden 2006

Norsk institutt for luftforskning
Norwegian Institute for Air Research



NA

Norsk Institutt for vannforskning
v/Kristoffer Næs
Postboks 173, Kjelsås
0411 OSLO

1531/06
26257
6-10

Deres ref./Your ref.:

Vår ref./Our ref.:
MSC/zeb/O-105027

Kjeller,
September 29th 2006

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analyses

We are referring to the receipt of samples on July 18th 2006.

Our measuring report O-4072 is enclosed.

Our method NILU-O-1, accredited after ISO/IEC-17025, is used.

Regards

Ole-Anders Braathen

Ole-Anders Braathen
Dept. director, Environmental Chemistry

Martin Schlöbner
Martin Schlöbner
Senior Scientist

Enclosure: Measuring report O-4072

Et institutt i Miljøalliansen/An institute in the Environmental Research Alliance of Norway

NILU
P.O. Box 100
Instituttveien 18
NO-2027 KJELLER, Norway
Phone: +47 63 89 80 00/Fax: +47 63 89 80 50

NILU Tromsø
Polarmiljøsentret/ The Polar Environmental Centre
Hjalmar Johansens gt. 14
NO-9296 TROMSØ, Norway
Phone: +47 77 75 03 75/Fax: +47 77 75 03 76

e-mail: nilu@nilu.no
nilu-tromso@nilu.no
Internet: www.nilu.no
Bank: 5102.05.19030
Føretaksnr./Enterprise no. 941705561

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.



Accreditation according to ISO/IEC-17025

Norwegian Institute for Air Research

P.O. Box 100, N-2027 Kjeller



Measuring report No. O-4072

Customer: Norsk Institutt for vannforskning
v/Kristoffer Næs
Postboks 173, Kjelsås
0411 OSLO

Project No.: O-105027

Sampling:

Location:

Responsibility: Customer

Comments:

Sample information:

NILU Sample ID	Customer's Sample ID	Sample type	Sample received	Sample analysed
06/870	1618-1 St. 1, 0 - 2 cm, Vefsnfjorden	Sediment	18.07.06	18.07 - 29.08.06
06/871	1618-6 St. 2, 0 - 2 cm, Vefsnfjorden	"	"	"
06/872	1618-7 St. 8 I, 0 - 2 cm, Vefsnfjorden	"	"	"
06/873	1618-8 St. 8 II, 0-2 cm, Vefsnfjorden	"	"	"
06/874	1618-9 St. 8 III, 0 - 2 cm, Vefsnfjorden	"	"	"
06/875	1683-1	Blåskjell	"	"
06/876	1683-6	"	"	"
06/877	1683-8	"	"	"

Analyses:

Performed by: Norwegian Institute for Air Research
P.O. Box 100
N-2027 KJELLER

Method: NILU-O-1: ("Determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans")

Comments:



Accreditation according to ISO/IEC-17025 Norwegian Institute for Air Research
P.O. Box 100, N-2027 Kjeller



Accepted: Kjeller, September 29th 2006

Ole-Anders Braathen

Ole-Anders Braathen
Dept. director, Environmental Chemistry

Enclosures: Results of nine PCDD/PCDF and nonortho-PCB analyses: 9 pages
Measuring report and enclosures cover 11 pages in all

Measuring results represent only the samples analysed. This report shall not be reproduced
except in full, without the written approval of the measuring laboratory.

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-4072

NILU sample number: 06/870

Customer: NIVA /K.Næs

Customers sample ID: 1618-1

: St. 1, 0 - 2 cm, Vefsnfjorden

Sample type: Sediment

Sample amount: 29,8

Total sample amount: 29,84 g

Concentration units:

Data files: VB119_B_0908.06

Compound	Concentration	Recovery %	TE(nordic)	i-TE	TE (WHO)
Dioxins					
2378-TCDD	0,03	56	0,03	0,03	0,03
12378-PeCDD	0,13	65	0,06	0,06	0,13
123478-HxCDD	0,29	63	0,03	0,03	0,03
123678-HxCDD	0,26	62	0,03	0,03	0,03
123789-HxCDD	0,34		0,03	0,03	0,03
1234678-HpCDD	4,51	59	0,05	0,05	0,05
OCDD	63,8	60	0,06	0,06	0,01
SUM PCDD			0,29	0,29	0,30
Furanes					
2378-TCDF	0,11	59	0,01	0,01	0,01
12378/12348-PeCDF	0,19	12 *	0,00	0,01	0,01
23478-PeCDF	0,15	62	0,08	0,08	0,08
123478/123479-HxCDF	0,34	60	0,03	0,03	0,03
123678-HxCDF	0,15	61	0,02	0,02	0,02
123789-HxCDF	<	0,02 *	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,14	56	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	1,05	62	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,14	62 *	0,00	0,00	0,00
OCDF	1,37	99	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,17	0,17	0,17
SUM PCDD/PCDF			0,46	0,46	0,47
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	1,30	56			0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,05				0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	0,20	60			0,02
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,16	59			0,00
SUM TE-PCB					0,02

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

i-TE: 2378-TCDD toxicity equivalents according to the international model (Nato/CCMS, 1989)

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

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

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

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

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-4072

NILU sample number: 06/871B

Customer: NIVA v/K.Næs

Customers sample ID: 1618-6

:

Sample type: Sediment

Sample amount: 15,7 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: VB138_28-09-2006_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	i-TE pg/g	TE (WHO) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,10	56	0,10	0,10	0,10
12378-PeCDD	0,41	64	0,21	0,21	0,41
123478-HxCDD	0,87	63	0,09	0,09	0,09
123678-HxCDD	0,89	58	0,09	0,09	0,09
123789-HxCDD	1,08		0,11	0,11	0,11
1234678-HpCDD	15,2	59	0,15	0,15	0,15
OCDD	206	58	0,21	0,21	0,02
SUM PCDD			0,95	0,95	0,97
Furanes					
2378-TCDF	0,55	60	0,05	0,05	0,05
12378/12348-PeCDF	0,76	*	0,01	0,04	0,04
23478-PeCDF	0,73	60	0,37	0,37	0,37
123478/123479-HxCDF	1,55	62	0,16	0,16	0,16
123678-HxCDF	0,75	60	0,07	0,07	0,07
123789-HxCDF	0,09	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,90	54	0,09	0,09	0,09
1234678-HpCDF	5,74	55	0,06	0,06	0,06
1234789-HpCDF	0,67	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	7,87	60	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF			0,83	0,86	0,85
SUM PCDD/PCDF			1,78	1,81	1,82
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	4,21	53			0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,19				0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	0,87	60			0,09
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,40	44			0,00
SUM TE-PCB					0,09

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

i-TE : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the international model (Nato/CCMS, 1989)

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

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

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

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

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

* : Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-4072

NILU sample number: 06/872

Customer: NIVA v/K.Næs

Customers sample ID: 1618-7

: St. 8i, 0-2 cm, Vefsnfjorden

Sample type: Sediment

Sample amount: 17,6

Total sample amount: 17,55 g

Concentration units:

Data files: VB118_B_0908.06

Compound	Concentration	Recovery %	TE(nordic)	i-TE	TE (WHO)
Dioxins					
2378-TCDD	0,09	70	0,09	0,09	0,09
12378-PeCDD	0,49	72	0,25	0,25	0,49
123478-HxCDD	1,24	74	0,12	0,12	0,12
123678-HxCDD	1,18	72	0,12	0,12	0,12
123789-HxCDD	1,27		0,13	0,13	0,13
1234678-HpCDD	18,6	62	0,19	0,19	0,19
OCDD	228	41	0,23	0,23	0,02
SUM PCDD			1,11	1,11	1,15
Furanes					
2378-TCDF	0,57	71	0,06	0,06	0,06
12378/12348-PeCDF	0,84	*	0,01	0,04	0,04
23478-PeCDF	1,02	76	0,51	0,51	0,51
123478/123479-HxCDF	1,84	57	0,18	0,18	0,18
123678-HxCDF	0,90	63	0,09	0,09	0,09
123789-HxCDF	<	0,04	*	0,00	0,00
234678-HxCDF	1,40	60	0,14	0,14	0,14
1234678-HpCDF	7,46	16	0,07	0,07	0,07
1234789-HpCDF	<	0,33	*	0,00	0,00
OCDF	<	0,86	37	0,00	0,00
SUM PCDF			1,07	1,11	1,11
SUM PCDD/PCDF			2,19	2,22	2,26
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	3,64	65			0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,13 i				0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	0,95	71			0,10
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,43	76			0,00
SUM TE-PCB					0,10

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

i-TE: 2378-TCDD toxicity equivalents according to the international model (Nato/CCMS, 1989)

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

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

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

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

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-4072

NILU sample number: 06/873B

Customer: NIVA v/K.Næs

Customers sample ID: 1618-8

:

Sample type: Sediment

Sample amount: 12,3 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: VB138_28-09-2006_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	i-TE pg/g	TE (WHO) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,11	74	0,11	0,11	0,11
12378-PeCDD	0,50	85	0,25	0,25	0,50
123478-HxCDD	1,27	89	0,13	0,13	0,13
123678-HxCDD	1,13	87	0,11	0,11	0,11
123789-HxCDD	1,32		0,13	0,13	0,13
1234678-HpCDD	19,1	90	0,19	0,19	0,19
OCDD	255	92	0,25	0,25	0,03
SUM PCDD			1,17	1,17	1,19
Furanes					
2378-TCDF	0,90	81	0,09	0,09	0,09
12378/12348-PeCDF	0,75	*	0,01	0,04	0,04
23478-PeCDF	1,05	86	0,53	0,53	0,53
123478/123479-HxCDF	2,00	88	0,20	0,20	0,20
123678-HxCDF	0,93	83	0,09	0,09	0,09
123789-HxCDF	0,10	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	1,42	80	0,14	0,14	0,14
1234678-HpCDF	8,37	84	0,08	0,08	0,08
1234789-HpCDF	0,92	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	11,3	105	0,01	0,01	0,00
SUM PCDF			1,17	1,20	1,19
SUM PCDD/PCDF			2,35	2,38	2,38
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	5,16	70			0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,24				0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	1,02	77			0,10
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,45	53			0,00
SUM TE-PCB					0,11

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

i-TE: 2378-TCDD toxicity equivalents according to the international model (Nato/CCMS, 1989)

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

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

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

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

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-4054

NILU sample number: 06/874

Customer: NIVA v/K. Næs

Customers sample ID: 1618-9

: St. 8 III, 0-2 cm, Vefsnfjorden, 21.06.06

Sample type: Sediment

Sample amount: 15,4 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: M_03-08-06_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	i-TE pg/g	TE (WHO) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,14	68	0,14	0,14	0,14
12378-PeCDD	0,76	68	0,38	0,38	0,76
123478-HxCDD	1,86	69	0,19	0,19	0,19
123678-HxCDD	1,73	68	0,17	0,17	0,17
123789-HxCDD	1,99		0,20	0,20	0,20
1234678-HpCDD	29,7	69	0,30	0,30	0,30
OCDD	390	72	0,39	0,39	0,04
SUM PCDD			1,77	1,77	1,80
Furanes					
2378-TCDF	0,97	65	0,10	0,10	0,10
12378/12348-PeCDF	1,53	*	0,02	0,08	0,08
23478-PeCDF	1,73	67	0,86	0,86	0,86
123478/123479-HxCDF	3,11	67	0,31	0,31	0,31
123678-HxCDF	1,59	65	0,16	0,16	0,16
123789-HxCDF	0,16	*	0,02	0,02	0,02
234678-HxCDF	2,10	63	0,21	0,21	0,21
1234678-HpCDF	12,7	64	0,13	0,13	0,13
1234789-HpCDF	1,40	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	16,1	70	0,02	0,02	0,00
SUM PCDF			1,83	1,89	1,88
SUM PCDD/PCDF			3,60	3,66	3,67
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	6,46	63			0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,26				0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	1,48	62			0,15
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,68	49			0,01
SUM TE-PCB					0,16

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

i-TE : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the international model (Nato/CCMS, 1989)

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

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

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

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

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

* : Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-4054

NILU sample number: 06/875

Customer: NIVA v/K. Næs

Customers sample ID: 1683-1

:

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: M_31-07-06A_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	i-TE pg/g	TE (WHO) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,03	94	0,03	0,03	0,03
12378-PeCDD	0,07	107	0,04	0,04	0,07
123478-HxCDD	0,05	107	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDD	0,06	109	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,05		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,24	101	0,00	0,00	0,00
OCDD	1,13	101	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,08	0,08	0,12
Furanes					
2378-TCDF	0,27	95	0,03	0,03	0,03
12378/12348-PeCDF	0,09	*	0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF	0,08	105	0,04	0,04	0,04
123478/123479-HxCDF	0,05	104	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF	0,03	106	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,01	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,03	106	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF	0,06	102	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,09	102	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,08	0,08	0,08
SUM PCDD/PCDF			0,17	0,17	0,20
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	4,16	83			0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,27				0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	0,72	94			0,07
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,25	100			0,00
SUM TE-PCB					0,08

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

i-TE: 2378-TCDD toxicity equivalents according to the international model (Nato/CCMS, 1989)

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

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

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

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

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-4054

NILU sample number: 06/876

Customer: NIVA v/K. Næs

Customers sample ID: 1683-6

:

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: M_31-07-06_diox

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	i-TE pg/g	TE (WHO) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,04	91	0,04	0,04	0,04
12378-PeCDD	0,06	106	0,03	0,03	0,06
123478-HxCDD	0,06	101	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDD	0,06	104	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,06		0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDD	0,26	104	0,00	0,00	0,00
OCDD	1,21	111	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,09	0,09	0,13
Furanes					
2378-TCDF	0,23	94	0,02	0,02	0,02
12378/12348-PeCDF	0,07	*	0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF	0,08	105	0,04	0,04	0,04
123478/123479-HxCDF	0,05	101	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF	0,03	104	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	0,03	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,04	103	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF	0,05	97	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,03	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,12	105	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,08	0,08	0,08
SUM PCDD/PCDF			0,17	0,18	0,21
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	3,22	83			0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,22				0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	0,66	93			0,07
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,28	99			0,00
SUM TE-PCB					0,07

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

i-TE: 2378-TCDD toxicity equivalents according to the international model (Nato/CCMS, 1989)

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

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

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

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

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-4054

NILU sample number: 06/877B

Customer: NIVA v/K. Næs

Customers sample ID: 1683-8

:

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: VB132_13-09-2006_diox

Compound	Concentration		Recovery	TE(nordic)	i-TE	TE (WHO)
	pg/g					
Dioxins						
2378-TCDD	<	0,02	66	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD		0,04	94	0,02	0,02	0,04
123478-HxCDD		0,02	96	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD		0,03	95	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	<	0,01		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD		0,12	98	0,00	0,00	0,00
OCDD		0,59	94	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD				0,04	0,04	0,06
Furanes						
2378-TCDF		0,21	83	0,02	0,02	0,02
12378/12348-PeCDF		0,07	*	0,00	0,00	0,00
23478-PeCDF		0,05	92	0,02	0,02	0,02
123478/123479-HxCDF		0,03 i	103	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDF	<	0,01 i	142 g	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDF	<	0,01	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF		0,01	91	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF		0,07	94	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF		0,02 i	*	0,00	0,00	0,00
OCDF		0,15 i	145 g	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF				0,05	0,06	0,06
SUM PCDD/PCDF				0,09	0,10	0,12
nonortho - PCB						
33'44'-TeCB (PCB-77)		8,77	69			0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)		0,43				0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)		1,06	85			0,11
33'44'55'-HxCB (PCB-169)		0,41	60			0,00
SUM TE-PCB						0,11

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

i-TE: 2378-TCDD toxicity equivalents according to the international model (Nato/CCMS, 1989)

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

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

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

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

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

5.5 Fullstendige resultater for prøver av bunnfauna i Vefsnfjorden 2006

		Stasjon - replikat	F2-I	F2-II	F2-III	F2-IV	F5-I	F5-II	F5-III	F5-IV	F8-I	F8-II	F8-III	F8-IV
ANTHOZOA	Edwardsia cf. danica		4	1	2									
	Edwardsia longicornis		2		6	4			3					
	Paraedwardsia arenaria		4	1		4								
NEMERTINEA	Nemertinea indet		11	7	10	4	18	26	24	5	8	10	8	4
POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii		26	6	24	24	7	23	2		5		7	6
	Neoleanira tetragona		1			4								1
	Pholoe assimilis				3									
	Pholoe baltica		1			4								
	Eteone cf. longa		3	3	1									
	Eulalia sp				1									
	Nereimyra punctata		2											
	Ophiodromus flexuosus					4								
	Synelmis klatti					4		1			2	1		3
	Exogone verugera										1			
	Typosyllis sp		7	2	3					11				
	Ceratocephale loveni		6	3	7	8	24	11	31	22	4	11	10	3
	Nephtys sp		1											
	Sphaerodoropsis philippi				1									
	Glycera lapidum				1	8	1				1			
	Lumbrineris mixochaeta		11	6	11	12	7	7	3	1	2	1	1	
	Drilonereis sp				1					1		1	1	1
	Phylo norvegica					4		2	2		2	1	1	1
	Aricidea quadrilobata						1		2		1			
	Levinsenia gracilis		3		4									
	Paradoneis eliasoni		9	11	19		12	3	16		16	6	16	7
	Prionospio cirrifera		37	42	54	12	9	7	39	9	4	5	2	3
	Spiophanes kroeyeri		268	181	324	372	30	8	17	4	8	4	15	18
	Spiochaetopterus typicus						11	3				1		
	Apelochaeta sp			2	12	8	2	4	5	2	2	1	4	2
	Chaetozone setosa		32	28	76	40	1	12	3	12				
	Cossura longocirrata		1	3	3		2	2	3		7	1	4	
	Diplocirrus glaucus			1	1									
	Ophelina minima												1	
	Ophelina modesta		1				2	1	3	24	1			
	Heteromastus filiformis		33	42	42	28	195	303	526	226	199	192	223	127
	Chirimia biceps			1			1	1					1	1
	Euclymeninae indet		4	4	4	4	2	2	2	2	5	1	1	
	Maldane sarsi		2	2	2		1		3	9				1
	Praxillella gracilis		9	7	3	16	1	1		4				1
	Myriochele heeri							3		17	4	1		16
Myriochele oculata		3	3	40	16	14	26	6	10					
Pectinaria hyperborea				1										
Amphicteis gunneri													1	
Melinna elizabethae				1										
Mugga wahrbergi											1			
Terebellides stroemi		1						2						
PROSOBRANCHIA	Natica sp			1										
	Melanella sp											1		
CAUDOFOVEATA	Scutopus ventrolineatus			1		1						1	2	
BIVALVIA	Bivalvia indet											1	1	
	Nucula nitidosa					1								
	Nucula tumidula										2	1		
	Yoldiella fraterna												2	
	Yoldiella lenticula											1	1	
	Yoldiella lucida				2									
	Yoldiella sp											1		
	Yoldiella tomlini						1							
	Thyasira sp		5	6	5	8	22	27	5	43	3	1	7	28
	Abra nitida							1						
Cuspidaria obesa									1					

Fullstendige resultater for bunnfauna 2006; forts.

		Stasjon - replikat	F2-I	F2-II	F2-III	F2-IV	F5-I	F5-II	F5-III	F5-IV	F8-I	F8-II	F8-III	F8-IV
OSTRACODA	<i>Philomedes globosus</i>				1									
CUMACEA	<i>Eudorella emarginata</i>												1	2
ISOPODA	<i>Eurycope cornuta</i>			1										
AMPHIPODA	<i>Eriopisa elongata</i>						5	2	3	12	8	5	7	6
	<i>Bathymedon saussurei</i>			1	8									
	<i>Synchelidium haplocheles</i>	1												
	<i>Harpinia</i> sp	3					1	9	2	32		1	1	1
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	1						1						
SIPUNCULIDA	<i>Golfingia</i> cf. <i>minuta</i>			1				1				1	1	2
ASTEROIDEA	<i>Ctenodiscus crispatus</i>								2		1	1	1	2
OPHIUROIDEA	<i>Ophiura</i> sp			1	4									1
ECHINOIDEA	<i>Brisaster fragilis</i>	2	2	2	3									
HOLOTHUROIDEA	<i>Labidoplax buski</i>		1											
HEMICHORDATA	Hemichordata indet				4									