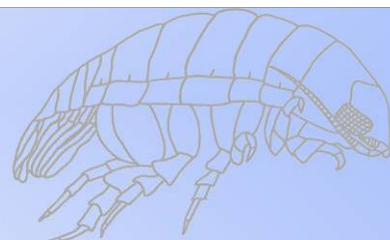


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin



e-Rapport nr. 12-2009

## *Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoils produksjonsanlegg på Mongstad i 2009*

Per-Otto Johansen  
Erling Heggøy



**UNI FOB**  
UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN  
UNIFOB AS

Seksjon for anvendt miljøforskning  
Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway  
Tlf: 55 58 4779 Fax 55 58 45 25  
Internet: www.sammarin.unifob.uib.no/  
E-post: fornavn.etternavn@bio.uib.no  
Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA



Test 157

Rapportens tittel: <b>Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoils produksjonsanlegg på Mongstad i 2009</b>	Dato: 8.12.2009 Antall sider og bilag: 106
Forfatter(e): <b>Per-Otto Johansen og Erling Heggøy</b>	Prosjektleder: <b>Erling Heggøy</b>
	Prosjektnummer: 802570

Oppdragsgiver: <b>Statoil Petroleum AS, Mongstad</b>	Tilgjengelighet: <b>Åpen</b>
---	---------------------------------

**Abstract**

This report presents the results from an environmental investigation of the recipient in Fensfjorden near Statoil's oil refinery at Mongstad in Lindås, Norway in March and June 2009. The purpose of this investigation was to assess possible influence of the refinery on the marine environment in the adjacent marine areas.

The monitoring program comprises studies of benthic and littoral communities and oil hydrocarbon content in the sediment. The heavy metals and oil hydrocarbons have also been measured in mussels (*Mytilus edulis*) in the vicinity of the refinery. Comparisons were made with previously collected data.

The environmental conditions of the fauna at the sea bottom were still good and only minor changes were observed on the flora and fauna in sea bottom and in the littoral. The concentrations of heavy metals in mussels were low except for arsen. The concentrations of oil hydrocarbons in the sediment and mussels were low and had been reduced since 2006.

Keywords	Emneord
Oil refinery	Oljeraffineri
Marine recipient	Marin resipient
Blue mussels	Blåskjell
Oil hydrocarbons	Oljehydrokarboner
Heavy metals	Tungmetall
Sediment	Sediment
Littoral	Litoral

<b>ISSN NR.: 1890-5153</b>
<b>SAM e-Rapport nr. 12-2009</b>

<b>Ansvarlig for:</b>	<b>Dato</b>	<b>Signatur</b>
Faglige vurderinger og fortolkninger:	18.01.2010	<i>P. O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	18.01.2010	<i>Erling Heggøy</i>

## INNHOOLD

<b>SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>5</b>
<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>7</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER .....</b>	<b>11</b>
2.1 Bunn og hydrografiundersøkelser .....	11
2.2 Fjæreundersøkelser .....	13
2.3 Oljehydrokarboner .....	13
2.4 Tungmetaller.....	13
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>	<b>14</b>
3.1 BUNN- OG HYDROGRAFIUNDERSØKELSER .....	14
3.1.1 Hydrografi.....	14
3.1.2 Sedimentundersøkelser .....	16
3.1.3 Bunndyrsundersøkelser .....	18
3.1.4 Sammendrag .....	25
3.2 FJÆREUNDERSØKELSER.....	26
3.2.1 Miljøet i fjæren .....	26
3.2.2 Sammendrag .....	33
3.3 OLJEHYDROKARBONER.....	34
3.3.1 Sediment .....	34
3.3.2 Blåskjell.....	38
3.3.3 Sammendrag .....	49
3.4 TUNGMETALL.....	50
3.4.1 Blåskjell.....	50
3.4.2 Sammendrag .....	56
<b>4 VEDLEGG: MATERIALE OG METODER .....</b>	<b>57</b>
4.1 BUNN- OG HYDROGRAFIUNDERSØKELSER .....	57
4.1.1 Hydrografi.....	57
4.1.2 Sedimentundersøkelser .....	57
4.1.3 Bunndyrsundersøkelser .....	59
4.2 FJÆREUNDERSØKELSER.....	64
4.2.1 Stasjonsutvalg.....	64
4.2.2 Ruteanalyser.....	65
4.2.3 Beregninger .....	65
4.3 OLJEHYDROKARBONER.....	67
4.3.1 Metode for bestemmelse av THC og NPD.....	68

4.4 TUNGMETALLANALYSER I BLÅSKJELL .....	69
4.4.1 <i>Behandling av blåskjellprøver</i> .....	69
4.4.2 <i>Analyse av tungmetallinnhold i blåskjell</i> .....	69
<b>5 LITTERATUR .....</b>	<b>70</b>
<b>6 VEDLEGGTABELLER OG VEDLEGGFIGURER .....</b>	<b>73</b>
<b>BENTHOS ARTSLISTE .....</b>	<b>74</b>
<b>ARTSLISTE FOR SEMIKVANTITATIV LITORALUNDERSØKELSE .....</b>	<b>88</b>

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten presenterer resultatene fra de marinbiologiske og kjemiske undersøkelsene i 2009 som er foretatt i sjøområdet omkring produksjonsanlegget på Mongstad (oljeterminal, raffineri og gassbehandlingsanlegg) som drives av Statoil på Mongstad. Undersøkelsene er utført som en miljøovervåking, der hensikten har vært å påvise eventuelle konsekvenser som driften av anleggene kan ha for de nærliggende sjøområdene. Grunnlagsundersøkelser ble utført i 1985 og 1987. Overvåkingsundersøkelser har pågått regelmessig siden 1990. Overvåkingsundersøkelsene har omfattet bløtbunnsundersøkelser, fjæreundersøkelser og bestemmelse av oljehydrokarboninnholdet i sediment og blåskjell, samt tungmetaller i blåskjell. Undersøkelsene er egnet til å beskrive miljøforholdene i sjøen, og resultatene er vurdert i forhold til miljøkvalitetskriterier som miljøvernmyndighetene i Norge har utarbeidet. Konklusjonene fra undersøkelsen i 2009 er:

- Bløtbunnsfauna og sedimentanalyse. Denne delen av undersøkelsen omfattet måling av organisk innhold og bestemmelse av partikkelstørrelse i bunnsediment og beskrivelse av bunnfauna, samt hydrografiske målinger. Bunnfaunaen var i mars 2009 svært artsrik som tidligere og faunasammensetningen var relativt lik den som tidligere er påvist i området. I forhold til SFT's klassifisering av miljøkvalitet tilsvarte artsdiversiteten tilstandsklasse I (meget god) på tre av bunnstasjonene og tilstandsklasse II (god) den dypeste stasjonen. En viss miljøstimulans kunne imidlertid observeres i faunaen på spesielt stasjon Mo 55 (Figur 1.2). Kornfordeling og glødetap var også stabilt i forhold til tidligere undersøkelser. De hydrografiske undersøkelsene viste at det fortsatt var rikelig med oksygen (tilstandsklasse I- meget god) i vannsøylen i Fensfjorden.
- Fjæreundersøkelser. Seks stasjoner i fjæren ble undersøkt med ruteanalyse i juni 2009. Det ble registrert en reduksjon i tallet på arter i midtre nivå på 16R, utover dette var det ingen større endringer i tallet på arter på fjærestasjonene. Reduksjonen i utbredelsen av grisetangen i midtre nivå på M 6.2, var i 2009 erstattet av blæretang. Det forventes at grisetangen reetablerer seg om noen år. Det ble ikke registrert noen endringer som kan tilskrives driften ved Mongstad, og livet i strandsonen i Mongstadvågen anses for å være restituert etter oljeutslippet i 1997.

- Oljehydrokarboner i sediment. Innholdet av de utvalgte aromatiske hydrokarbonene i sedimentet var generelt lavt i 2009. THC verdiene var på nivå med de som var målt i 2003 og 2006 og lavere enn i 1997 og 2000. Konsentrasjonene av C2- og C3-homologene av fenantren og dibenzotiofen på stasjon Mo 55 viser imidlertid en svakt økende tendens fra 1997 fram til 2009.
- Oljehydrokarboner i blåskjell. Økningen i konsentrasjonene av enkelte oljehydrokarboner i blåskjell som ble registrert i mars 2006 ved stasjonene 3R og 6R, hadde i mars 2009 sunket betydelig og til omtrent samme nivå som i 2000. Det var heller ingen forhøyede konsentrasjoner på de andre undersøkte stasjonene.
- Tungmetallinnholdet i blåskjell. Metallkonsentrasjonene i blåskjell var generelt lave i mars 2009 på alle stasjonene med noen unntak. Konsentrasjonene av arsen hadde økt på alle stasjonene fra mars 2006 til mars 2009. Den ene av parallellene fra kobberanalysen var forhøyet og skyldes trolig partikulær forurensning, men ikke olje eller kobberholdig væske.

#### Hovedkonklusjon :

Det er ikke registrert noen vesentlige endringer i dyre- og plantelivet ved Mongstad som kan tilskrives driften av anleggene. Miljøet på bunnstasjonene vurderes som fortsatt godt. Konsentrasjonene av oljehydrokarboner i sedimentet var lave. Økningen i konsentrasjonene av oljehydrokarboner som ble registrert i mars 2006, hadde normalisert seg og sunket til samme nivå som i 2000. Innholdet av de fleste aromatiske hydrokarbonene var også som tidligere generelt lave i sedimentet. Konsentrasjonene av tungmetaller i blåskjell var generelt lave, med unntak av arsenkonsentrasjonene som hadde økt noe.

## 1 INNLEDNING

Denne rapporten omhandler resultatene fra den marine miljøovervåkingsundersøkelsen ved anleggene på Mongstad og er utført på oppdrag fra Statoil Petroleum as. Hensikten med undersøkelsen har vært å gi en beskrivelse av miljøforholdene ved anleggenes nære sjøområde, undersøke om virksomheten påvirker det marine miljøet, og å samle referansemateriale. Årets undersøkelse har omfattet bløtbunns- og hardbunnsundersøkelser samt undersøkelser av oljehydrokarboner og tungmetaller. Resultatene gir et øyeblikksbilde av miljøforholdene ved anleggenes omkringliggende sjøområde på dette tidspunktet, både med hensyn på levende organismer og oljehydrokarboner og sammen med tidligere materiale gir det et bilde av miljøforholdene i området over tid.

Produksjonsanlegget på Mongstad har en kapasitet på omlag 10 millioner tonn råolje i året. Anleggene Statoil driver på Mongstad består av en olje terminal, et raffineri og et gassbehandlingsanlegg, Vestprosess. Et kraftvarmeverk er nå under uttesting. Produksjonsanlegget har stor lagringskapasitet (bl.a. store lagringshaller) og mottar råolje fra skip, bøyelastere, via rør fra Troll B og Troll C og kondensat fra Vestprosessrøret fra Kollsnes/Sture. I 1997 var det noen tilfeller med utslipp med til sammen 60-70 m<sup>3</sup> råolje. 12. juli 2004 lekket kerosin ut i grunnen inne på produksjonsanleggs-området ved Mongstad, og dagen etter ble det observert kerosin på sjøen nedenfor. 16. juli 2004 ble det observert skade på dyrelivet innenfor lensen. Ved en oppfølgende undersøkelse 5. mai 2005, ble det ikke funnet albuesnegl i strandsonen innenfor lensen. Det ble også registrert at rur hadde tatt skade av utslippet. En økning i forekomsten av ettårige alger i området innenfor lensen, sammenlignet med utenfor, ble sett på som en konsekvens av frigivelse av substrat av de døde rur og redusert beitepress fra albuesnegl. Forøvrig har det bare vært mindre uhellsutslipp av olje til sjø i den perioden undersøkelsene dekker.

Organismene som benyttes i denne undersøkelsen er stasjonære dyr og planter i fjæra, og dyr som lever på eller nedgravd i sjøbunnen. Et fellestrekk ved stasjonære organismer er at de har ingen eller små muligheter til å forflytte seg etter at de først har etablert seg i sjøbunnen. Dette medfører at artene eksponeres for miljøforholdene på samme sted over tid, og at arts-sammensetningen i området blir bestemt av miljøforholdene i omgivelsene. Artsrikheten og faunasammensetningen gir gode mål på hvordan miljøet i leveområdet er og har vært i gjennom organismenes livsløp.

Ved årets undersøkelser i fjæra ble seks stasjoner undersøkt (Figur 1.2). Alle er tidligere undersøkt i forbindelse med miljøovervåkingen av området. Resultatene fra årets undersøkelse vil bli sammenlignet med tidligere innsamlede data for å se om det har skjedd en endring i fjæresamfunnet.

Tungmetaller finnes vanligvis i små mengder i naturen og i råolje. Noen metaller er essensielle i biologiske prosesser, mens noen er miljøgifter som kan føre til alvorlige helseskader. I årets undersøkelse er det foretatt måling av tungmetallinnhold i blåskjell som har vært utplassert i bur i fjæra. På grunn av høyt beitepress og sterk eksponering finnes det ingen naturlig bestand av voksne blåskjell på fjærestasjonene. Blåskjell må derfor settes ut i bur på de stedene en ønsker å måle tungmetall- og oljehydrokarbonopptak hos skjell for å få et mål på vannkvaliteten i området.

Området som er undersøkt og prøveinnsamlingsstedene (stasjonene) er vist i Figur 1. 2. Overvåkingsprogrammet som startet i 1990, har tidligere benyttet de samme stasjonene (Johannessen et al. 1991a; Johannessen et al. 1992a; Johannessen et al. 1992b; Botnen et al. 1993a, Botnen et al. 1994a, Botnen et al. 1995 og Botnen et al. 1996, Botnen et al. 1998, Johansen et al. 2000, Johansen et al. 2003, Johansen et al. 2006). Dette gir mulighet til å følge både naturlige og menneskeskapte forandring i området over tid. I tillegg ble det etter oppdrag fra Statoil, gjennomført omfattende undersøkelser i 1985 og 1987 av marinbiologiske forhold i fjordområdene rundt Mongstad (Johannessen & Høisæter 1986; Johannessen et al. 1988). Resultatene fra disse undersøkelsene blir brukt som et sammenligningsgrunnlag. I de tidligere undersøkelsene har det ikke blitt påvist varige endringer i miljøforholdene i sjøområdene ved Mongstad, som kan skyldes driften ved anleggene.

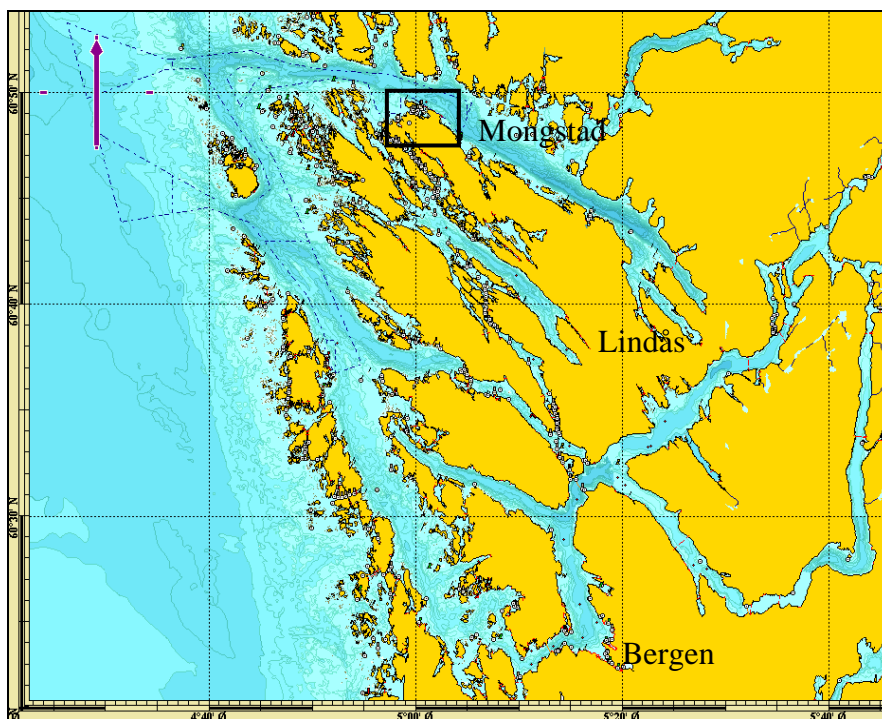
SAM-marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåking på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

Bunnprøveinnsamlingen ble foretatt 11. og 12. mars 2009 der P. J. Johannessen, G. Vassenden og T. Ensrud deltok. Undersøkelsene i fjæra ble utført 22.-23. juni 2009 av E. Heggøy og G. Vassenden. Blåskjellene ble høstet fra burene 25. mars 2009 av G. Vassenden

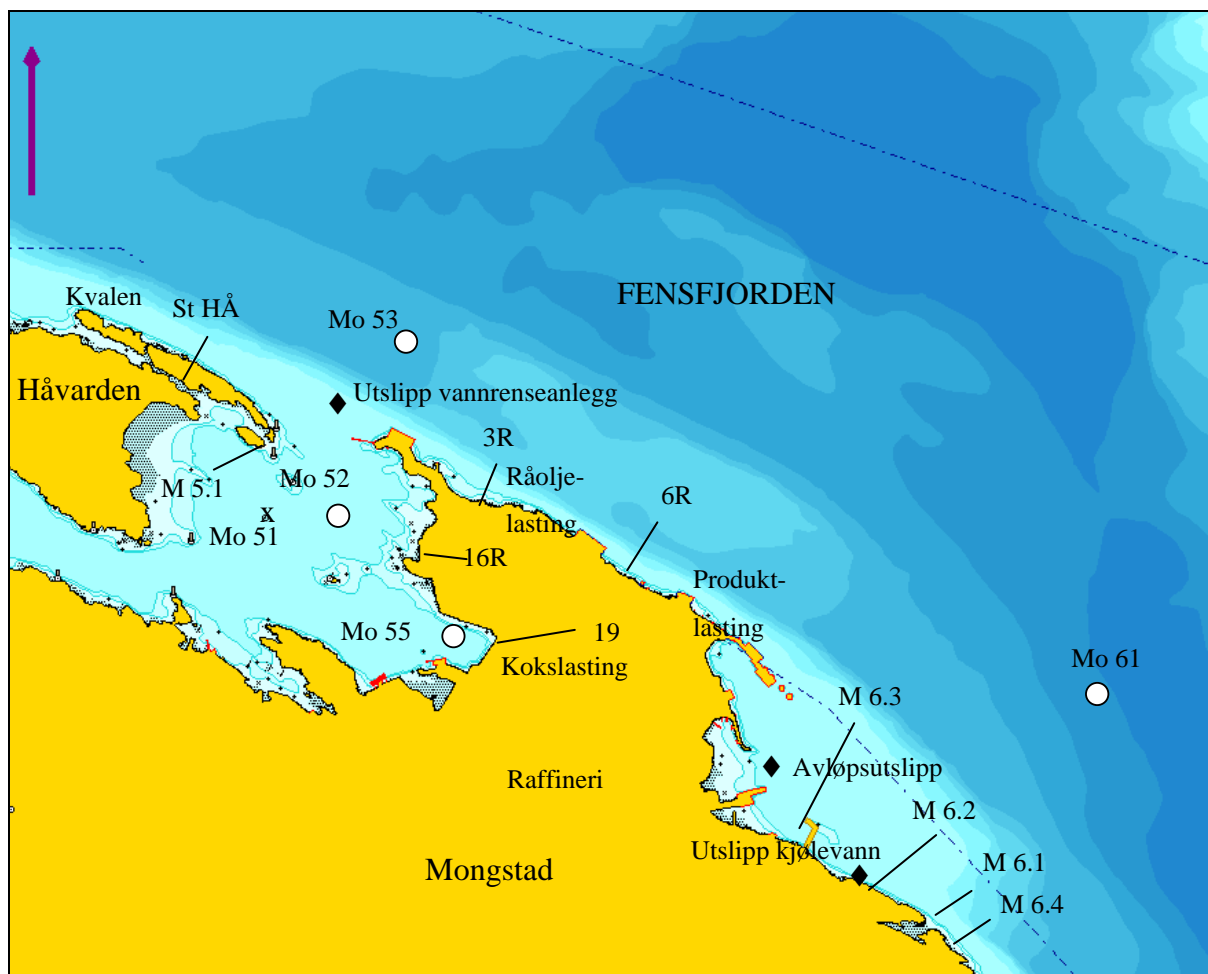


og H. Botnen. Sorteringen av bunnprøvene har G. Nilsen, T. Ensrud, K. Stensland, A. Amin og N. Korableva utført. H. Grønning har foretatt glødetaps- og kornfordelingsanalysene. P.J. Johannessen artsbestemte bunnfaunaen. Analysene av tungmetallinnholdet i blåskjell er utført ved Eurofins as (Akkrediteringsnummer Test 043). Analysene av NPD og deres C<sub>1-3</sub> homologer i sediment og blåskjell og THC i sediment ble utført ved Kjemilaboratoriet i Bergen, Havforskningsinstituttet (Akkrediteringsnummer P166).

Vi takker Leon Pedersen ombord på M/S *Solvik* for et hyggelig tokt. Statoil Mongstad takkes for å ha stilt båt og mannskap til disposisjon for fjæreundersøkelsen, og for godt samarbeid under oppdraget.



**Figur 1. 1.** Oversiktskart. Rammen indikerer utsnitt for Figur 1. 2. Kartkilde: Olex.



**Figur 1. 2.** Skisse som gir en oversikt over undersøkelsesområdet omkring Mongstad. Bløtbunn- og hardbunnstasjonene er inntegnet. Utslippspunktene er angitt med  $\blacklozenge$ . Etter en vurdering av miljøforholdene på bløtbunnstasjonene er dette markert med ringer, der  $\circ$  = svært bra,  $\odot$  = bra,  $\bullet$  = middels,  $\ominus$  = dårlige miljøforhold og  $\bullet$  = dødt. Plasseringen av stasjon Mo 51 som ikke ble undersøkt i 2009 er vist med X. Kartkilde: Olex.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Bunn og hydrografiundersøkelser

For mer detaljerte opplysninger om materiale og metoder henvises til Vedleggskapittel 4.

Tabell 2.1 gir en oversikt over bunnprøvestasjonene som ble undersøkt i 2009.

Temperatur, oksygeninnhold og saltholdighet ble målt i Fensfjorden på stasjon Mo 61 som er en stasjon som har vært benyttet til innsamling av vannprøver ved alle undersøkelsene som er foretatt ved Mongstad. Mo 61 er den stasjonen som ligger nærmest kjølevannsutslippet.

Hydrografiprøvene gir opplysninger om endringer i og utskiftning av vannmassene i området.

Fra hver stasjon ble det tatt prøve til bestemmelse av partikkelfordeling og organisk innhold (glødetap) i sedimentet. Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med sterk strøm vil de finere partiklene bli ført bort mens de grovere partiklene vil bli liggende igjen. I et område med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avleires i sedimentet.

Bunnprøvene ble tatt med en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Artslisten (Vedleggstabell 1) omfatter hele arts materialet, også planktonorganismer som er fanget av den åpne grabben på vei ned. Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, og i analysene er det bare tatt med dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet. For å avgjøre eventuell påvirkning av faunaen i undersøkelsesområdet ble diversitet (H'), jevnhet (J) og H'<sub>max</sub> beregnet (univariate analyser). For å sammenligne bunnfaunaen mellom de enkelte stasjonene og mellom de tidligere undersøkelsene ble det utført multivariate analyser som kan gjøre det lettere å følge miljøendringer på prøvelokalitetene over tid.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten beregnes for hvert område (prøve). Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig).

I kartet bruker vi å markere stasjonene i innsamlingsområdet (Figur 1. 2) med symboler (○ = svært bra, ⊙ = bra, ● = middels, ● = dårlige miljøforhold og ● = dødt) for å illustrere vår samlede oppfatning av miljøforholdene. Symbolene blir gitt på grunnlag av alle resultatene i

undersøkelsen, både fra feltarbeidet og alle de ferdige analysene. Symbolene oppsummerer vårt helhetsinntrykk og bygger også på vår erfaring med slike undersøkelser.

**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i mars 2009. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb som tar 17 liter sediment på de to grunne stasjonene. På de to dype stasjonene ble det brukt en dobbel 2 x 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb med mulighet for å ta kjemiprøver og biologiprøver i samme hugg. Denne grabben inneholder 21 liter sediment når den er full.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Mo52 12.03.09	Mongstad 60° 49,170'N 05° 00,800'Ø	41	1	-	Sand med stein. Mye stein i 5. hugg
			2	-	
			3	-	
			4	3	
			5	2	
			6	3	
			7	2	
			8	4	
St. Mo53 11.03.09	Mongstad 60° 49,523'N 05° 01,081'Ø	330	1	21	Finkornet grått sediment.  Grabb med ekstra kjemikammer ble brukt.
			2	21	
			3	21	
			4	21	
			5	21	
St. Mo55 12.03.09	Mongstad 60° 48,914'N 05° 01,283'Ø	24	1	-	Mørkt grått finkornet sediment med kuskjell.
			2	-	
			3	-	
			4	4	
			5	4	
			6	8	
			7	4	
			8	7	
St. Mo61 11.03.09	Mongstad 60° 48,784'N 05° 04,033'Ø	470	1	21	Finkornet grått sediment.  Grabb med ekstra kjemikammer ble brukt.
			2	21	
			3	21	
			4	21	
			5	21	

**Tabell 2.2.** Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997). Tilstandsklassene for sikten er beregnet for perioden juni til august.

Parameter	Måle-enhet	Tilstandsklasse				
		I Bakgrunn (meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig
<b>Dypvann</b> Oksygen	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
<b>Overflaten</b> Sikt (saltholdiget >20)	m	7,5	7,6-60	60,-4,5	4,5-2,5	<2,5
<b>Sediment</b> Shannon-Wiener indeks('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1

## 2.2 Fjæreundersøkelser

Eventuelle utslipp av olje vil kunne fanges opp ved undersøkelser av sammensetningen av og antallet arter i fjæra. Fjæresonen ble undersøkt på seks stasjoner fra 22. - 23. juni 2009. På hver av fjærestasjonene ble det foretatt ruteanalyse i femten faste prøveruter à 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m).

## 2.3 Oljehydrokarboner

Konsentrasjonene av oljehydrokarboner ble undersøkt i sedimentet fra bunnstasjonene og i blåskjell fra fjærestasjonene. Ingen av fjærestasjonene har naturlige bestander av blåskjell som er tilstrekkelig store for bestemmelse av mengde hydrokarboner og tungmetaller. Blåskjell ble derfor samlet inn fra referenslokaliteten (stasjon Håvarden) som ligger i sundet mellom Håvarden og Kvalen, og plassert i fastmonterte bur 17. september 2009. Ved røkting ble nye skjell tilført burene, døde skjell fjernet og burene ble rensset for synlige rovdyr. Burene beskytter skjellene mot voksne sjøstjerner og purpursnegl som spiser blåskjell og holder samtidig skjellene på plass. Dersom det skulle være tilsig av olje, vil dette først kunne fanges opp ved analysene av blåskjell.

## 2.4 Tungmetaller

Tungmetaller i blåskjell har blitt analysert siden overvåkningsundersøkelsen i 1994 på Mongstad. Tungmetallene kvikksølv (Hg), vanadium (V), krom (Cr), kobolt (Co), nikkel (Ni), kobber (Cu), sink (Zn), arsen (As), kadmium (Cd) og bly (Pb) ble analysert i 2009.

Tungmetaller forekommer i naturen og i råolje i små mengder. Forhøyede konsentrasjoner av Vanadium (V), nikkel (Ni) og kobolt (Co) kan skyldes katalysatorer og kan ledes til sjø via sjøvannsvaskeanleggene for røykgass. Nitrogen (N), kobber (Cu), bly (Pb) og sink (Zn) kan

stamme fra legeringer og korrosjon av anlegget og vil ledes til sjø fra dreneringer via vannrenseanlegget.

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 BUNN- OG HYDROGRAFIUNDERSØKELSER

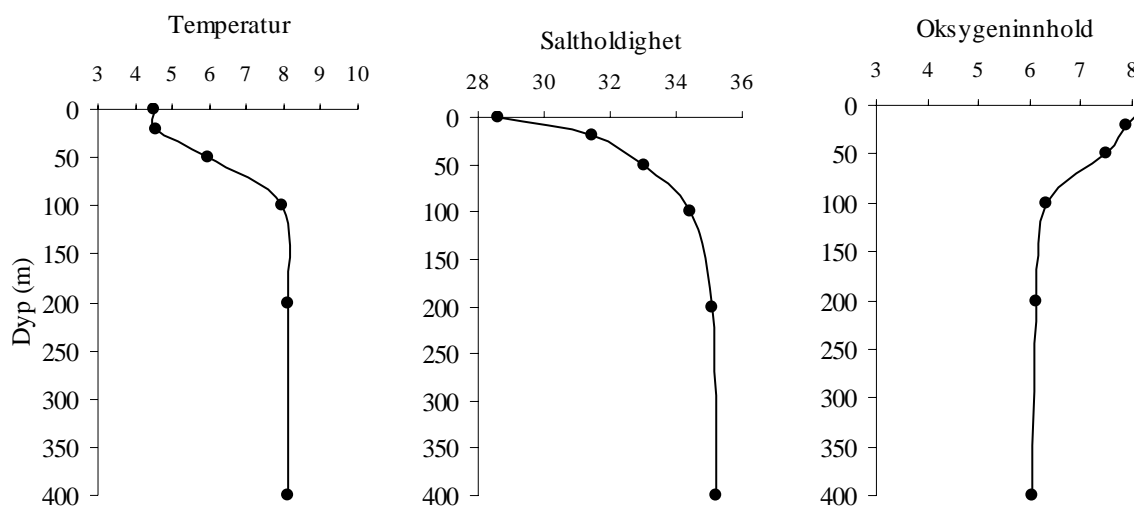
##### 3.1.1 Hydrografi

Resultatene fra de hydrografiske målingene er vist i Tabell 3.1 og Figurene 3.1–3.2.

Plasseringen av referansestasjonene er vist i Figur 1. 2.

**Tabell 3.1.** Hydrografidata fra stasjon Mo 61 i Fensfjorden den 11. mars 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Temperatur (°C)	Saltholdighet (psu)	Tetthet ( $\sigma_t$ )	Oksygen (ml/l)	Oksygen metning (%)	Sikt
Mo 61	0	4,50	28,59	22,68	8,31	110,98	14 m
	20	4,56	31,47	24,95	7,89	107,53	
	50	5,98	33,00	26,00	7,48	106,64	
	100	7,94	34,41	26,84	6,31	95,09	
	200	8,14	35,10	27,35	6,14	93,27	
	400	8,11	35,19	27,43	6,06	92,05	

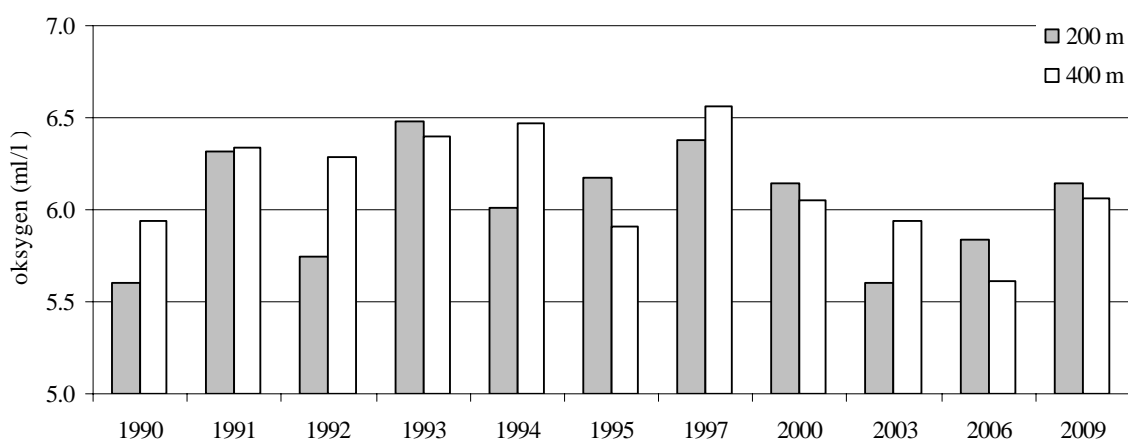


**Figur 3. 1.** Temperatur (°C), saltholdighet (psu) og oksygeninnhold (ml/l) på stasjon Mo 61 i mars 2009.

Overflatetemperaturen i Fensfjorden var 4,5 ° C den 11. mars 2009 og på 400 m dyp var temperaturen 8,1 ° C. Temperaturen var 8,8° C på 400 m dyp i mars 2006. Saltholdigheten i overflatelaget var på 28,6 den 11. mars 2009. På 400 m dyp ble det i mars 2009 målt et saltinnhold på 35,19. Dette er noe lavere enn i mars 2006 da det ble målt 35,26.

Fornyelse av dypvannet i norske fjorder fornyes ved innstrømming av vannmasser med høyere tetthet. Fensfjorden har en relativt åpen dypvannsforbindelse ut mot kysten med en terskel på om lag 270 m dyp. Tettheten til dypvannet var litt høyere i mars 2009 (27,43) enn i mars 2006 (27,37).

Oksygenmetningen var på 111 % i overflaten og 92 % på 400 m dyp den 11. mars 2009. Oksygeninnholdet i alle de målte dypene i mars 2006 var høyt med oksygeninnhold over 6,1 ml/l noe som gir oksygeninnholdet i dypvannet SFT's tilstandsklasse I (meget god) (Molvær et al. 1997). Dette er en økning i forhold til i mars 2006 (5,62 ml/l) og viser at det har vært fornyelse av bunnvannet siden forrige undersøkelse. Innholdet av oksygen på 400 m dyp sank i perioden 1997-2006 og skyldtes trolig redusert innstrømning av kystvannet i denne perioden. Innstrømning av tyngre kystvann til Fensfjorden skjer spesielt i perioder med vedvarende nordavind lang kysten når overflatevannet langs kysten siger vekk fra kystlinja og dypvannet med saltere kystvann vil stige over terskelen og inn i fjordene på vestlandet.



**Figur 3. 2.** Oksygeninnholdet på 200 m og 400 m dyp stasjon Mo 61 i perioden 1990-2009

I mars 2009 ble sikten målt til til 14 m, mens den var 6 m i mars 2006. I tidligere undersøkelser tilbake til 1990-tallet, har sikten variert fra 6-17 m. Variasjonen i siktedypet fra år til år indikerer forskjellig tidspunkt og intensitet til den årlige våroppblomstringen.

### **Konklusjon**

***Oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet var høyere i 2009 i forhold til i 2006 og lå i SFT's tilstandsklasse I (meget god). Relativt hyppig utskiftning av bunnvann har gitt relativt høyt oksygeninnhold helt ned til bunnen på 400 m dyp i Fensfjorden.***

### 3.1.2 Sedimentundersøkelser

Fra hver stasjon ble det tatt en sedimentprøve til bestemmelse av kornfordeling og glødetap. Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.2 og i Figur 3.3. Tabell 2.1 inneholder også informasjon om sedimentet.

**Tabell 3.2.** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver på stasjonene Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61 fra 11.-12. mars 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Mo 52	41	1,69	3	8	10	88	1
Mo 53	330	9,98	30	48	77	22	1
Mo 55	24	4,19	4	20	25	72	3
Mo 61	470	12,91	40	57	97	3	0

Kornfordelingen i sedimentet sier noe om strømforholdene i vannet like over bunnen. I områder med sterk strøm vil kun de tyngste partiklene (sand og grus) bli liggende, mens det i områder med lav strømhastighet vil være finkornete partikler (leire og silt) som dominerer sedimentet. Kornfordelingen har også betydning for hvilke arter som kan leve i sjøbunnen. Glødetap, angitt i prosent, brukes som et mål på innholdet av organisk materiale i sedimentet. Det kan være vanskelig å si hva som er "normalt" organisk innhold. Organisk innhold er ofte korrelert med kornstørrelsen i sedimentet, hvor finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. Organisk materiale akkumuleres i områder som mottar mer organisk materiale enn det som omsettes.

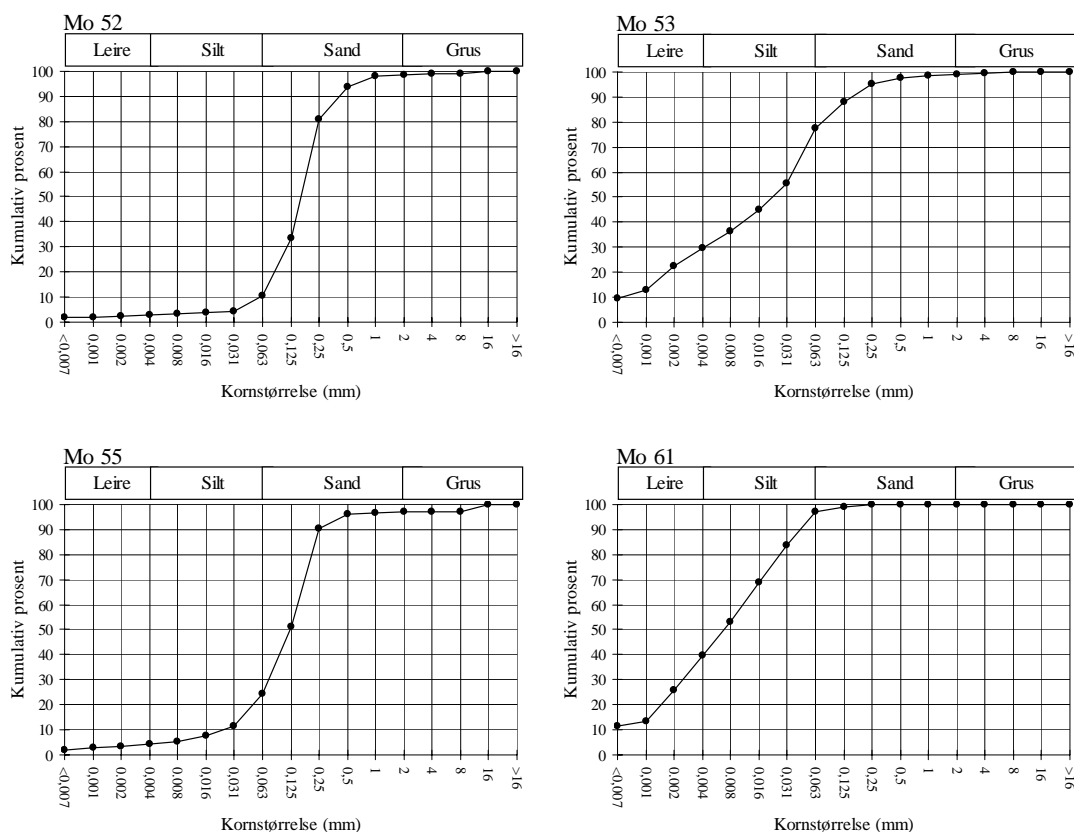
Sjøbunnen på stasjon Mo 52 bestod hovedsakelig av finkornet sand iblandet litt grus. Andelen av leire/silt var 10 % i 2009 som i 2003 og 2006. Leir/silt andelen har tidligere vist store variasjoner på denne stasjonen. Det organiske innholdet i sedimentet på Mo 52 var lavt og ble målt til 1,7 % i 2009, 1,8 % i 2006 og 1,5 % i 2003. Ved tidligere undersøkelser har det organiske innholdet variert mellom 1,1 % og 2,7 %. Denne variasjonen kan ha sammenheng med at på denne stasjonen er det vanskelig å ta "gode" bunnprøver.



Sjøbunnen på stasjon Mo 53 bestod av grått finkornet sediment. Leir/silt andelen ble målt til 77 % i 2009, 75 % i 2006 og 82 % i 2003. Det organiske innholdet i sedimentet ble målt til 10,0 % i 2009, 10,5 % i 2006 og 10,1 % i 2003.

Stasjon Mo 55 hadde et relativt hardt finkornet mørkegrått sediment med kuskjells skall. Leir/silt innholdet ble målt til 25 % i 2009, 21 % i 2006 og 19 % i 2003. Sand innholdet var 72 % i 2009. Det organiske innholdet ble målt til 4,2 i 2009, 4,1 % i 2006 og 2,8 % i 2003. Ved de tidligere undersøkelsene har det organiske innholdet ligget mellom 2,4 % og 3,5 %.

Stasjon Mo 61 hadde finkornet grått sediment. Andelen av leire/silt ble målt til 97 % i 2009 som i 2006, mens den i 2003 var på 96 %. Dette er omlag som ved de tidligere undersøkelsene. Det organiske innholdet i sedimentet hadde heller ikke endret seg mye og ble målt til 12,9 % i 2009, 13,4 % i 2006 og 11,8 % i 2003.



**Figur 3. 3.** Kornfordelingen i sedimentet i mars 2009.

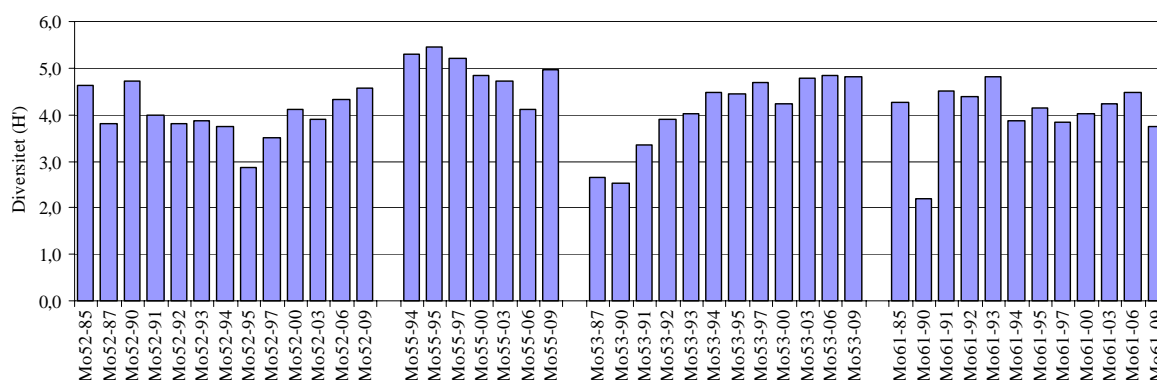
### Konklusjon

*Karakteriseringen av bunnsedimentet viser at det som tidligere er stasjon Mo 61 og dernest stasjon Mo 53, som har minst strøm og mest sedimentering av finstoff og organisk*

*materiale. Innholdet av organisk materiale på de dype stasjonene er ikke mer enn det som kan forventes på slike dyp i norske fjorder. Det groveste sedimentet finner en på de to grunne stasjonene mellom anleggene og Håvarden (Mo 52 og Mo 55).*

### 3.1.3 Bunnundersøkelser

Resultatene fra bunnundersøkelsene er vist i Tabell 3.3 og Figurene 3.4-3.9 og Vedleggstabellene 1-2.



**Figur 3. 4.** Artsdiversiteten (H') på stasjonene Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61 i perioden fra 1985 til 2009.

I mars 2009 ble bunnprøver fra stasjonene Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61 undersøkt. Fra hver stasjon ble det tatt 5 bunnprøver med en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. De undersøkte stasjonene har en artsrik bunnfauna.

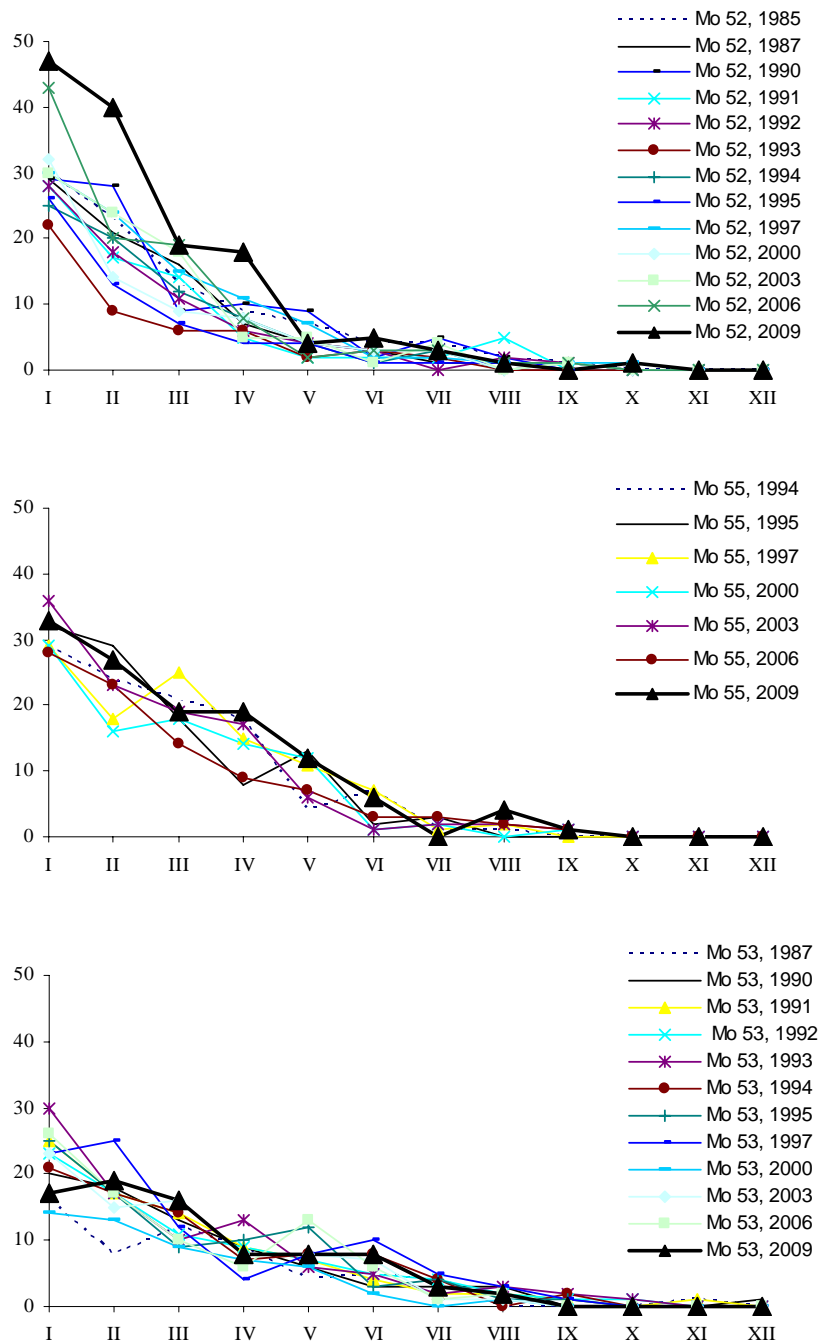
Stasjon Mo 52 ligger på 41 m dyp. På denne stasjonen var artsantallet svært høyt og hadde økt fra 100 arter i 2006 til 138 arter i 2009. Ved tidligere undersøkelser har antallet arter variert mellom 50 og 100 på denne stasjonen. Individantallet på 0,5 m<sup>2</sup> økte også fra 1178 individer i 2006 til 1784 individer i 2009. Artsdiversiteten (H') økte fra 4,3 med jevnhet (J) 0,7 i 2006 til henholdsvis 4,6 og 0,64 i 2009. Artsdiversiteten har hatt en økende tendens siden 1995 (Figur 3.4 og 3.5).

Grafen for de geometriske klassene ligger godt over de tidligere grafene for geometrisk klasse I med 47 arter i 2009, noe som indikerer en positiv stimulans av bunnfaunaen på denne stasjonen. Børstemarken *Owenia borealis* var fortsatt den vanligste arten, med 28,9 % av alle individene mot 28,0 % i 2006. Den nestvanligste arten, børstemarken *Myriochele oculata* hadde økt fra 4 % i 2006 til 14,2 % av individene i 2009. Faunasammensetningen viste kun små endringer i 2009 i forhold til de tre siste undersøkelsene. Faunaen ble klassifisert til SFT's tilstandsklasse I (meget god) i 2009.

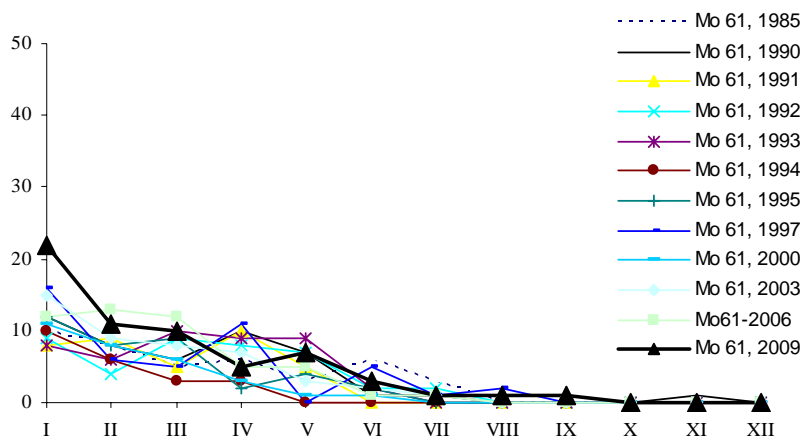
**Tabell 3. 3.** Antall individer, antall arter, diversitet, jevnhet,  $H'_{\max}$  og SFT's tilstandsklasse for summen av prøvene fra hver stasjon i perioden 1985–2009.

Stasjon/år	Areal (m <sup>2</sup> )	Individer	Arter	H'	J	H'-max	Tilstandsklasse
Mo52-85	1,0	1482	93	4,6	0,7	6,5	I
Mo52-87	1,0	1166	83	3,8	0,6	6,4	II
Mo52-90	1,0	1415	94	4,7	0,7	6,6	I
Mo52-91	1,0	1441	75	4,0	0,6	6,2	I
Mo52-92	1,0	1124	73	3,8	0,6	6,2	II
Mo52-93	1,0	550	50	3,9	0,7	5,6	II
Mo52-94	1,0	1064	74	3,7	0,6	6,2	II
Mo52-95	1,0	1096	58	2,9	0,5	5,9	III
Mo52-97	1,0	2125	94	3,5	0,5	6,6	II
Mo52-00	0,5	986	75	4,1	0,7	6,2	I
Mo52-03	0,5	1284	88	3,9	0,6	6,5	II
Mo52-06	0,5	1178	100	4,3	0,7	6,6	I
<b>Mo 52-09</b>	<b>0,5</b>	<b>1784</b>	<b>138</b>	<b>4,57</b>	<b>0,64</b>	<b>7,11</b>	<b>I</b>
Mo53-87	1,0	2232	59	2,7	0,5	5,9	III
Mo53-90	1,0	3596	76	2,5	0,4	6,2	III
Mo53-91	1,0	2518	82	3,3	0,5	6,4	II
Mo53-92	1,0	2447	80	3,9	0,6	6,3	II
Mo53-93	1,0	2543	89	4,0	0,6	6,5	I
Mo53-94	1,0	1799	81	4,5	0,7	6,3	I
Mo53-95	1,0	1672	82	4,4	0,7	6,4	I
Mo53-97	1,0	2265	91	4,7	0,7	6,5	I
Mo53-00	0,5	569	52	4,2	0,7	5,7	I
Mo53-03	0,5	1060	79	4,8	0,8	6,3	I
Mo53-06	0,5	1106	81	4,8	0,8	6,3	I
<b>Mo53-09</b>	<b>0,5</b>	<b>1478</b>	<b>81</b>	<b>4,80</b>	<b>0,76</b>	<b>6,34</b>	<b>I</b>
Mo55-94	1,0	1015	105	5,3	0,8	6,7	I
Mo55-95	1,0	889	105	5,4	0,8	6,7	I
Mo55-97	1,0	1367	108	5,2	0,8	6,8	I
Mo55-00	0,5	1068	93	4,8	0,7	6,5	I
Mo55-03	0,5	1339	107	4,7	0,7	6,7	I
Mo55-06	0,5	1745	90	4,1	0,6	6,5	I
<b>Mo55-09</b>	<b>0,5</b>	<b>1966</b>	<b>121</b>	<b>4,96</b>	<b>0,72</b>	<b>6,92</b>	<b>I</b>
Mo61-85	1,0	680	41	4,3	0,8	5,4	I
Mo61-90	1,0	1622	46	2,2	0,4	5,5	III
Mo61-91	1,0	297	37	4,5	0,9	5,2	I
Mo61-92	1,0	551	41	4,4	0,8	5,4	I
Mo61-93	1,0	452	44	4,8	0,9	5,5	I
Mo61-94	0,4	71	22	3,9	0,9	4,5	II
Mo61-95	0,4	296	37	4,1	0,8	5,2	I
Mo61-97	1,0	807	46	3,8	0,7	5,5	II
Mo61-00	0,5	138	30	4,0	0,8	4,9	I
Mo61-03	0,5	381	45	4,2	0,8	5,5	I
Mo61-06	0,5	409	49	4,5	0,8	5,6	I
<b>Mo61-09</b>	<b>0,5</b>	<b>1067</b>	<b>61</b>	<b>3,75</b>	<b>0,63</b>	<b>5,93</b>	<b>II</b>

Stasjon Mo 55 ligger på 24 m dyp i det samme bassenget som Mo 52. Også på Mo 55 økte artsantallet. Det ble det funnet 121 arter i 2009 og 90 arter i 2006. Ved tidligere undersøkelser har tallet på arter variert fra 93 til 108. Individantallet på 0,5 m<sup>2</sup> økte også fra 1745 individer i 2006 til 1966 individer i 2009.



**Figur 3. 5.** Geometriske klasser for stasjonene Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61 i perioden 2000-2009



**Figur 3.5.** fortsetter.

Diversiteten og jevnheten som var henholdsvis 4,1 og 0,6 i 2006 økte til 5,0 og 0,72 på stasjon Mo 55 i 2009. Diversiteten økte igjen fra å ha vist en synkende tendens i perioden 1995 til 2006 (Figur 3.4). Grafen for geometriske klassene som hadde 33 arter i klasse I, plasserte seg i overkant av grafene for de tidligere undersøkelsene på denne stasjonen. Denne stasjonen viser også tegn til stimulans. Børstemarken *Myriochele oculata* som var mest tallrik i prøvene i 2009, sank fra 27 % i 2006 til 16 % i 2009. Børstemarken *Polydora* sp. som var den nest vanligst forekommende arten med 14 % i 2006 sank til 8,3 % i 2009. Denne slekten finnes ofte på steder med en miljømessig påvirkning. Faunasammensetningen på stasjon Mo 55 i 2009 viste bare mindre endringer og hadde omlag 70 % likhet med 2006. Faunaen var imidlertid svært rik og hadde SFT's tilstandsklasse I (meget god).

Stasjon Mo 53 ligger på 330 m dyp i Fensfjorden og hadde 81 arter i 2009 som i 2006. Ved de tidligere undersøkelsene har artsantallet variert mellom 52 og 91 på denne stasjonen.

Individantallet på 0,5 m<sup>2</sup> økte fra 1106 individer i 2006 til 1478 individer i 2009.

Artsdiversiteten og jevnheten var henholdsvis 4,8 og 0,8 i 2009, det samme som i 2003 og 2006. Faunasammensetningen viste bare små endringer i forhold til 2006 og hadde ca 70 % likhet. Pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* var mest tallrik i prøvene i 2009 med 15,9 %, som i 2006, 2003 og 2000 da den utgjorde henholdsvis 14 %, 21,1 % og 29,5 %. Den nestvanligste arten i 2009 som var skjellet *Kelliella abyssicola*, hadde økt fra 3 % i 2006 til 11,6 % i 2009. Faunasammensetningen viste over 70 % likhet mellom 2006 og 2009.

Dypvannsfaunaen på denne stasjonen var rik og lå i SFT's tilstandsklasse I (meget god).

Stasjon Mo 61 ligger på 470 m dyp i Fensfjorden. Artsantallet økte fra 49 arter i 2006 til 61 arter i 2009 arter. Dette er et høyt artsantall på et såpass stort dyp. I 2009 ble det på 0,5 m<sup>2</sup> funnet 1067 individer mot 409 individer i 2006 på samme areal. Både arts- og individsantallet har vist en økende tendens siden 2000 på denne stasjonen. Den mest tallrike arten som var skjullet *Kelliella abyssicola* med 35,9 % av individene i 2009, hadde økt fra 7 % i 2006. Den nestmest tallrike arten ved denne undersøkelsen var børstemarken *Heteromastus filiformis* som sank fra 20 % i 2006 til 14 % 2009. Diversiteteten og jevnheten sank fra henholdsvis 4,5 og 0,8 i 2006 til 3,75 og 0,63 i 2009. Nedgangen i beregnet diversitet skyldes økningen i antall individer av skjullet *Kelliella abyssicola*. Denne nedgangen i beregnet diversitet er nok ikke reell fordi økningen i antall individer av dette skjullet er et positivt tegn. Alt i alt var det gode miljøforhold på denne dypvanns-stasjonen ved undersøkelsen i 2009. Faunaen ble klassifisert til SFT's tilstandsklasse II (god).

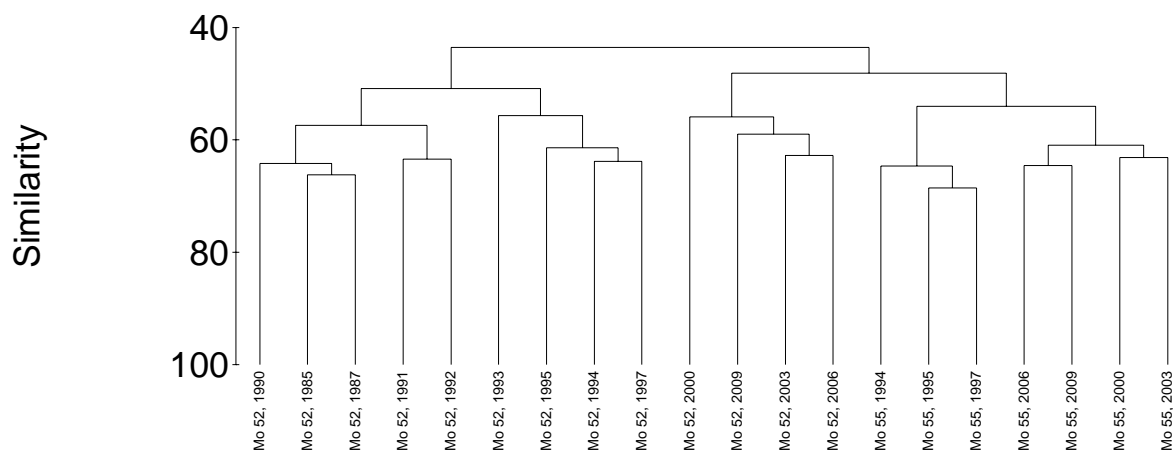
Cluster og MDS-diagrammene for faunasammensetningen på de grunne stasjonene (Mo 52 og Mo 55) og de to dype stasjonene (Mo 55 og Mo 61) er vist i Figurene 3.6-3.9. Likheten mellom faunaen på grunt og dypt vann som var kun på 12.7%, er derfor skilt ut i to figurer. Alle stasjonene viser kun mindre endringer fra de tidligere undersøkelsene og kan foruten en svak positiv stimulans også skyldes naturlige svingninger i faunasammensetningen.

### **Konklusjon**

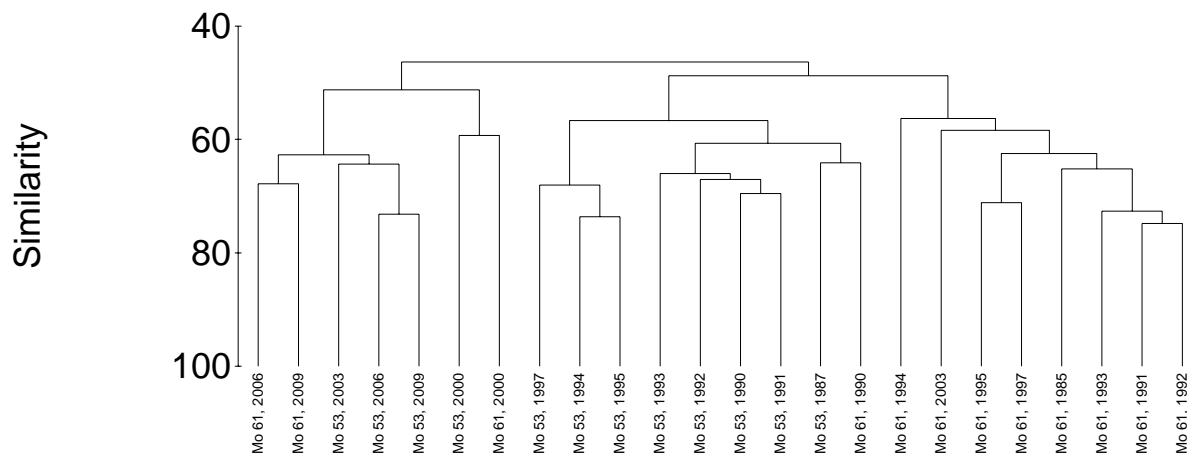
***Bunnfaunaen indikerte at bunnforholdene på alle stasjonene var fortsatt meget gode i 2009 som ved de tidligere undersøkelsene. Artsantallet er høyt på både de grunne og de dype stasjonene og det har vært en tendens til økende arts- og individantall på alle stasjonene i perioden 2000-2009 noe som trolig skyldes en positiv stimulans av bunnfaunaen. Hvorvidt dette vil stabilisere seg eller snu vil framtidige undersøkelser vise.***



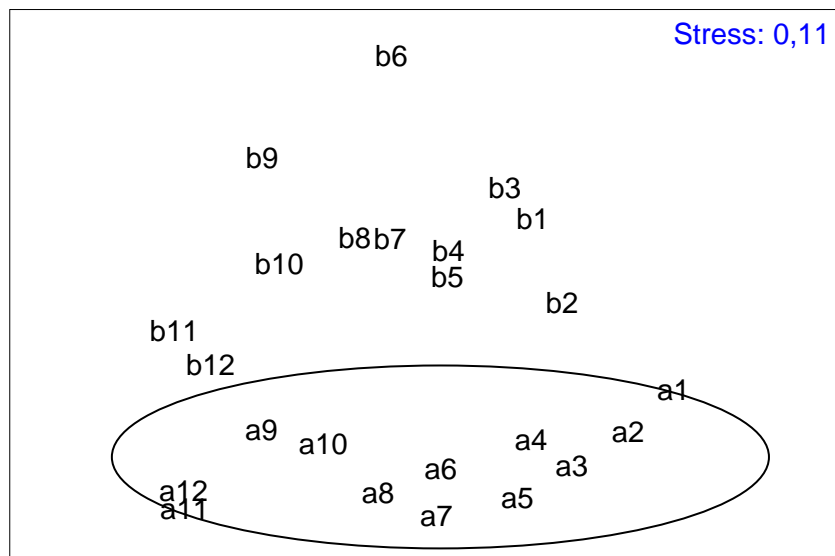
**Foto nr 1.** Børstemarker i sikten fra bunngrabbinga



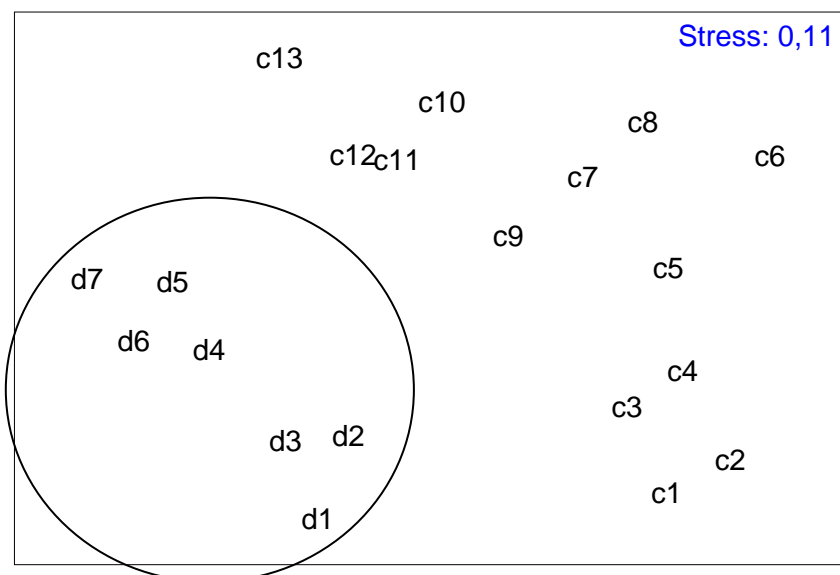
**Figur 3.6.** Dendrogram som viser faunalikheten mellom de to grunne stasjonene (Mo 52 og Mo 55) i perioden 1985 til 2009. Basert på Bray-Curtis indeks. Artsdataene er standardiserte og fjerderot transformerte. Det ble benyttet 0,2 m<sup>2</sup> grabb fram til og med 1997 og 0,1 m<sup>2</sup> ved de seinere undersøkelsene.



**Figur 3.7.** Dendrogram som viser faunalikheten mellom de to dype stasjonene (Mo 53 og Mo 61) i perioden 1985 til 2009. Basert på Bray-Curtis indeks. Det er samlet 5 prøver fra hver stasjon hvert år unntatt på stasjon Mo 61 i 1994 og 1995 da det ble tatt to hugg. Artsdataene er standardiserte og fjerderot transformerte. Det ble benyttet 0,2 m<sup>2</sup> grabb fram til og med 1997 og 0,1 m<sup>2</sup> grabb ved de seinere undersøkelsene.



**Figur 3.8.** To-dimensjonalt MDS-plott av standardiserte bunnfaunaresultater fra de dype stasjonene. Tegnforklaringer: a1- a12 er stasjon Mo 53 fra 1987 til 2009, b1–b12 er stasjon Mo 61 fra 1985 til 2009. Plottet er basert på Bray-Curtis indeks og angir de relative retningene for faunaendringer. Artsdataene er standardiserte og fjerderot transformerte. Det ble benyttet 0,2 m<sup>2</sup> grabb fram tom. 1997 og 0,1 m<sup>2</sup> grabb siden 2000. Teststressfaktor: 0,11.



**Figur 3.9.** To-dimensjonalt MDS-plott av standardiserte bunnfaunaresultater fra de grunne stasjonene. Tegnforklaringer: c1- c13 er stasjon Mo 52 fra 1985 til 2009, d1–d7 er stasjon Mo 55 fra 1994 til 2009. Plottet er basert på Bray-Curtis indeks og angir de relative retningene for faunaendringer. Artsdataene er standardiserte og fjerderot transformerte. Det ble benyttet 0,2 m<sup>2</sup> grabb fram tom. 1997 og 0,1 m<sup>2</sup> grabb siden 2000. Teststressfaktor: 0,11.



### **3.1.4 Sammendrag**

#### *Hydrografi*

Oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet var høyere i 2009 i forhold til i 2006 og lå i SFT's tilstandsklasse I (meget god). Relativt hyppig utskifting av bunnvann har gitt relativt høyt oksygeninnhold helt ned til bunnen på 400 m dyp i Fensfjorden.

#### *Sediment*

Kornfordelingen i mars 2009 var omtrent som ved de tidligere undersøkelsene og indikerte gode strømforhold på bunnstasjonene, med mest strøm på de grunne stasjonene (Mo 52 og Mo 55). Karakteriseringen av bunnsedimentet viser at det er de dypeste stasjonene (Mo 53 og Mo 61) som har minst strøm og mest sedimentering av finstoff og organisk materiale. Mengden med organisk materiale i sedimentet har variert lite siden grunnlagsundersøkelsene ble foretatt i 1985.

#### *Fauna*

Bunnfaunaen ble i mars 2009 undersøkt på de fire stasjonene Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61 og resultatene ble sammenlignet med prøver fra tidligere innsamlinger. Bunnfaunaundersøkelsene viste at bunnforholdene på alle stasjonene var fortsatt meget gode i 2009. Artsantallet var høyt på både de grunne og de dype stasjonene og det har vært en tendens til økende arts- og individantall på alle stasjonene i perioden 2000-2009. Dette kan skyldes en svak positiv stimulering av bunnfaunaen og hvorvidt dette vil stabilisere seg eller snu vil framtidige undersøkelser vise.

## 3.2 FJÆREUNDERSØKELSER

### 3.2.1 Miljøet i fjæren

Plasseringen av fjærestasjonene er vist i Figur 1.2. Fullstendig artsliste fra ruteanalysene på de seks stasjonene i fjæren, er presentert i Vedleggstabell 3. Oversikt over antall arter for de enkelte stasjonene er vist i og 3.11.

På 16R ble det registrert en reduksjon i forekomsten av tangen i midtre nivå, og dette nivået var i 2009 dominert av rur (Figur 3.10). Mange av artene som lever i fjæresonen er avhengig av tilstedeværelse av tang. Reduksjonen i antall arter i midtre nivå fra 2006 til 2009, skyldes reduksjon i forekomsten av tang. Hvorfor tangen er blitt borte er vet vi ikke, men vi ser ikke noen sammenheng med aktivitetene på Mongstad.

Stasjon M 5.1 som ligger på Håvarden har også hatt en reduksjon i forekomsten av tang og økt forekomst av rur i midtre nivå siden undersøkelsene tok til i 1997. I 2009 var det ikke så store endringer i forekomsten av tang i forhold til 2006, men utbredelsen av rur hadde økt litt i midtre og nedre nivå. Som for 16 R ser en på tilbakegangen av tang som naturlige variasjoner.

På stasjon M 6.2, hvor det i 2006 ble funnet en del døde tangplanter i midtre nivå, ble det funnet nye friske planter av blæretang (*Fucus vesiculosus*). Dette nivået var i 2003 dekket av grisetang (*Ascophyllum nodosum*). Dette er imidlertid en art som trenger flere år på å reetablere seg, og en forventer at det blir registrert små planter av den ved neste overvåkringsrunde. Det er registrert reduksjon i utbredelsen av denne arten flere steder langs kysten i 2006, og reduksjonen settes ikke i sammenheng med driften på Mongstad.

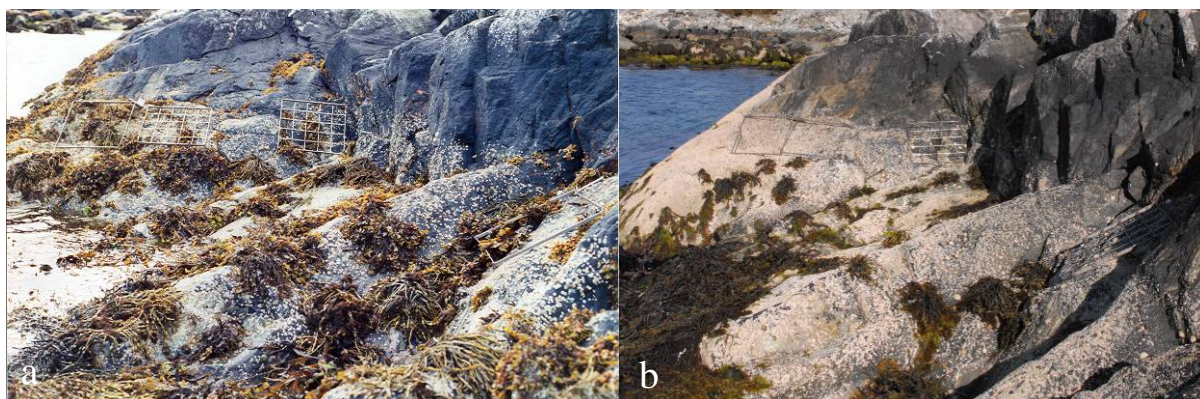
Stasjon 19 som ble opprettet i forbindelse med et råoljeutslipp i 1997 (Hjohlman 1997) hadde små endringer i forhold til det som er funnet ved de siste undersøkelsene. I de multivariate analysene blir resultatene fra 2009 gruppert sammen med undersøkelsen fra 2006 i nedre nivå. I midtre nivå danner alle registreringene med unntak av den første fra 1998 en gruppe. I øvre nivå danner de tre siste undersøkelsene av stasjonen en gruppe. Dette indikerer at det har tatt ulik tid for de ulike nivåene i strandsonen å restituere seg.

På stasjon 3R, som ligger eksponert til mellom kaiene, ble det ikke registrert noen større endringer i øvre nivå. I midtre nivå ble det ikke registrert noen blågrønnalger og utbredelse av brunalger var litt redusert, samtidig som forekomsten av rur gikk litt opp. Nedre nivå hadde like mange grønnalger som før, men med en mindre utbredelse. Dette er ettårige arter hvor forekomsten varierer fra år til år.

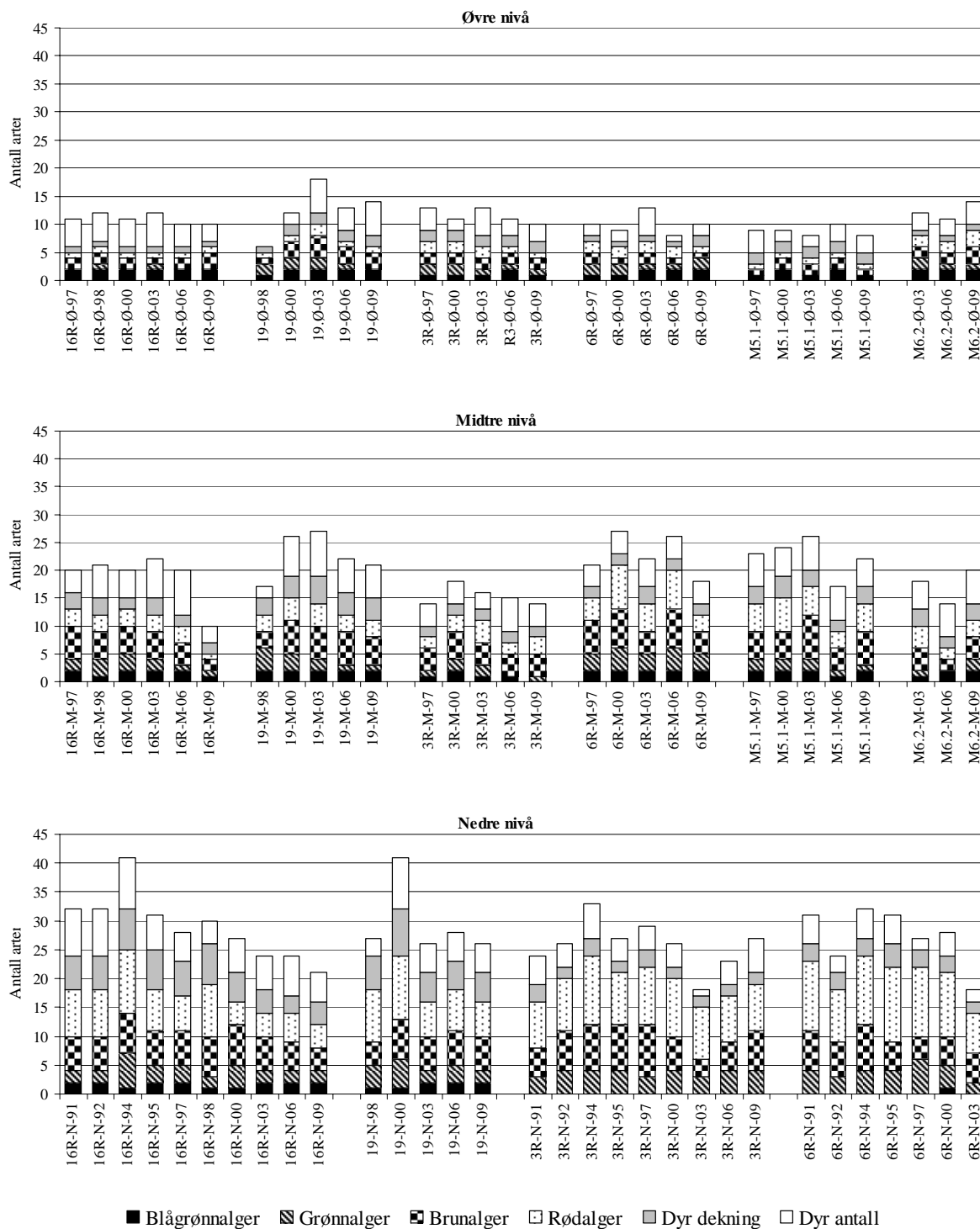
Stasjon 6R som er den andre av stasjonene som ligger eksponert til, ble det ikke funnet noen større endringer. I nedre nivå var det en reduksjon i utbredelsen av brunalger, samtidig med at antall brunalger hadde gått litt opp. I de multivariate analysene danner registreringene fra de to eksponerte egne grupper som skiller seg fra de andre stasjonene. På grunn av at stasjonene ligger mer eksponert til, får de en annen flora og fauna.

### **Konklusjon**

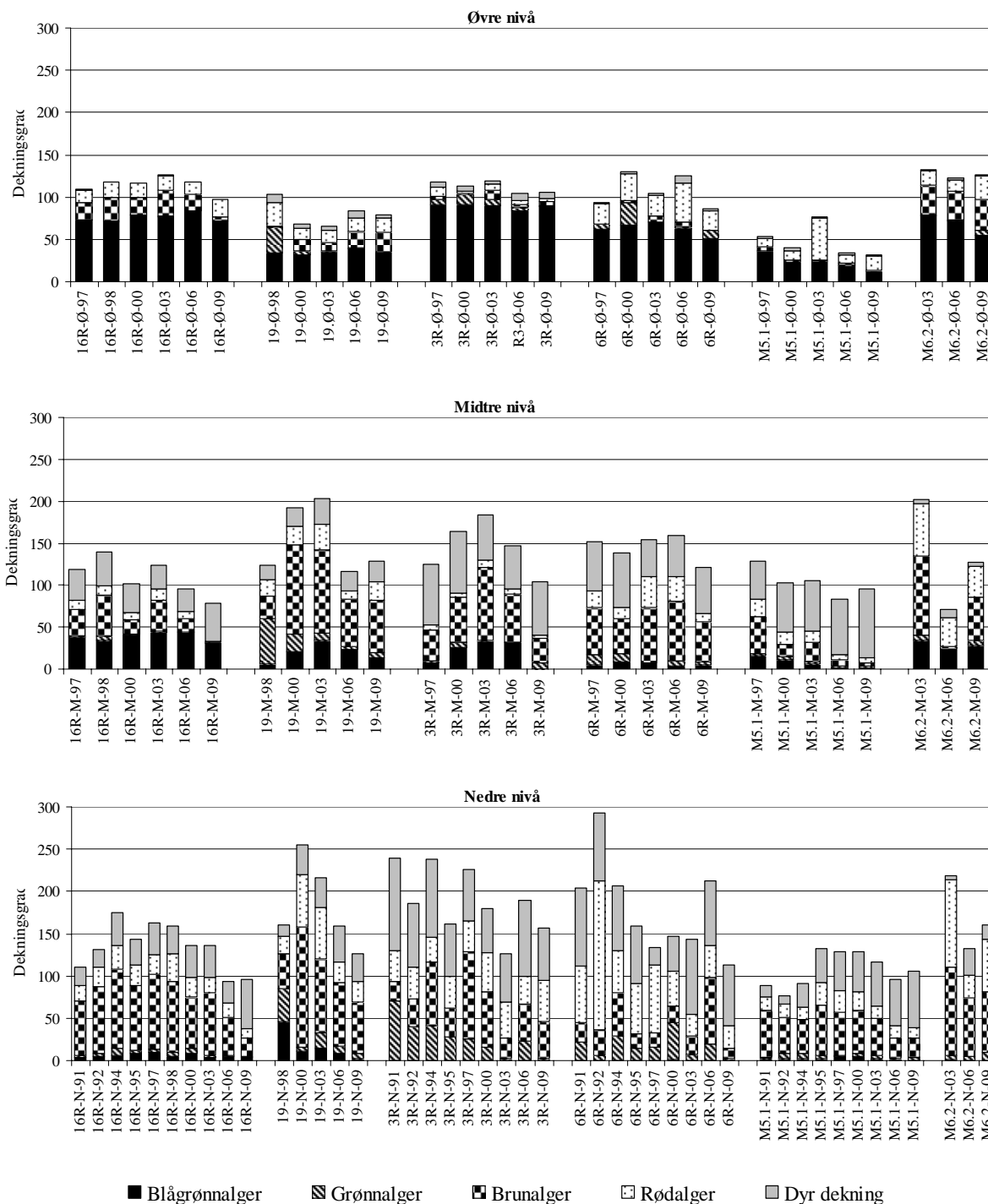
***Det ble registrert noe færre arter i midtre nivå på stasjon 16R. Dette henger trolig sammen med at tangen var nesten helt borte fra dette nivået og erstattet med rur. I midtre nivå på M6.2, hvor det ble funnet mye død tang i 2006, ble det i 2009 funnet nye friske planter av blæretang. Det vil ta noen år før grisetangen, som var den dominerende arten i midtre nivå, kommer tilbake. I Mongstadvågen anser en fjæresamfunnet for å være restituert etter oljeutslippet i 1997.***



**Figur 3.10.** I 2003 a) var det en del tang i midtre nivå på stasjon 16 R, som i 2009 nesten var helt borte, og erstattet av rur b).



**Figur 3. 11.** Antall arter av rød-, brun-, og grønnalger, blågrønnalger, fastsittende dyr (dekning) og bevegelige dyr (antall), i nedre nivå presentert som gjennomsnitt for fem ruter. Dataene er fra undersøkelsene fra 1991 til 2009.



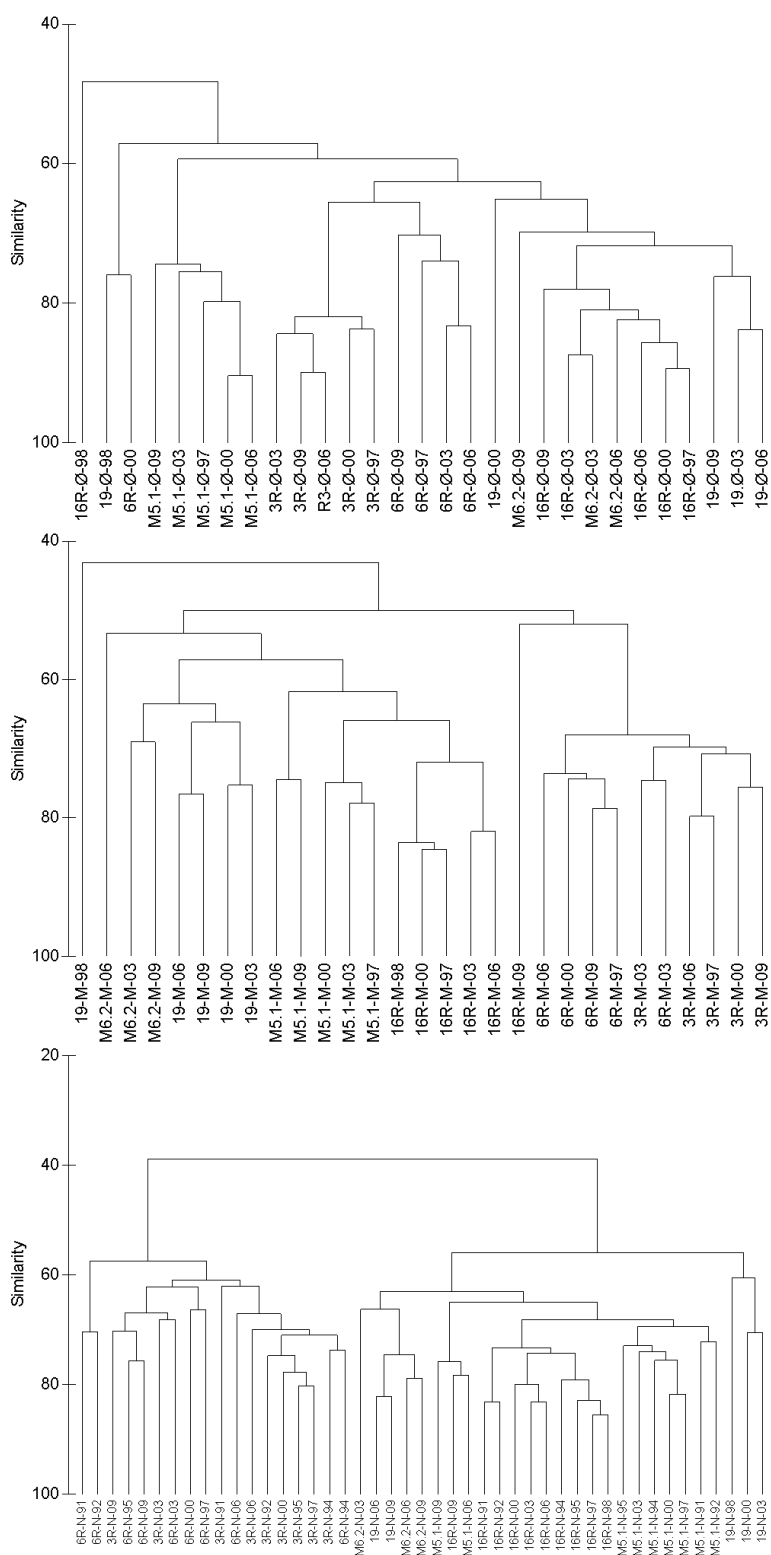
**Figur 3. 12.** Sommert dekningsgrad til rød-, brun- og grønnalgene, blågrønnalgene og fastsittende dyr registrert som dekning fra de tre nivåene.





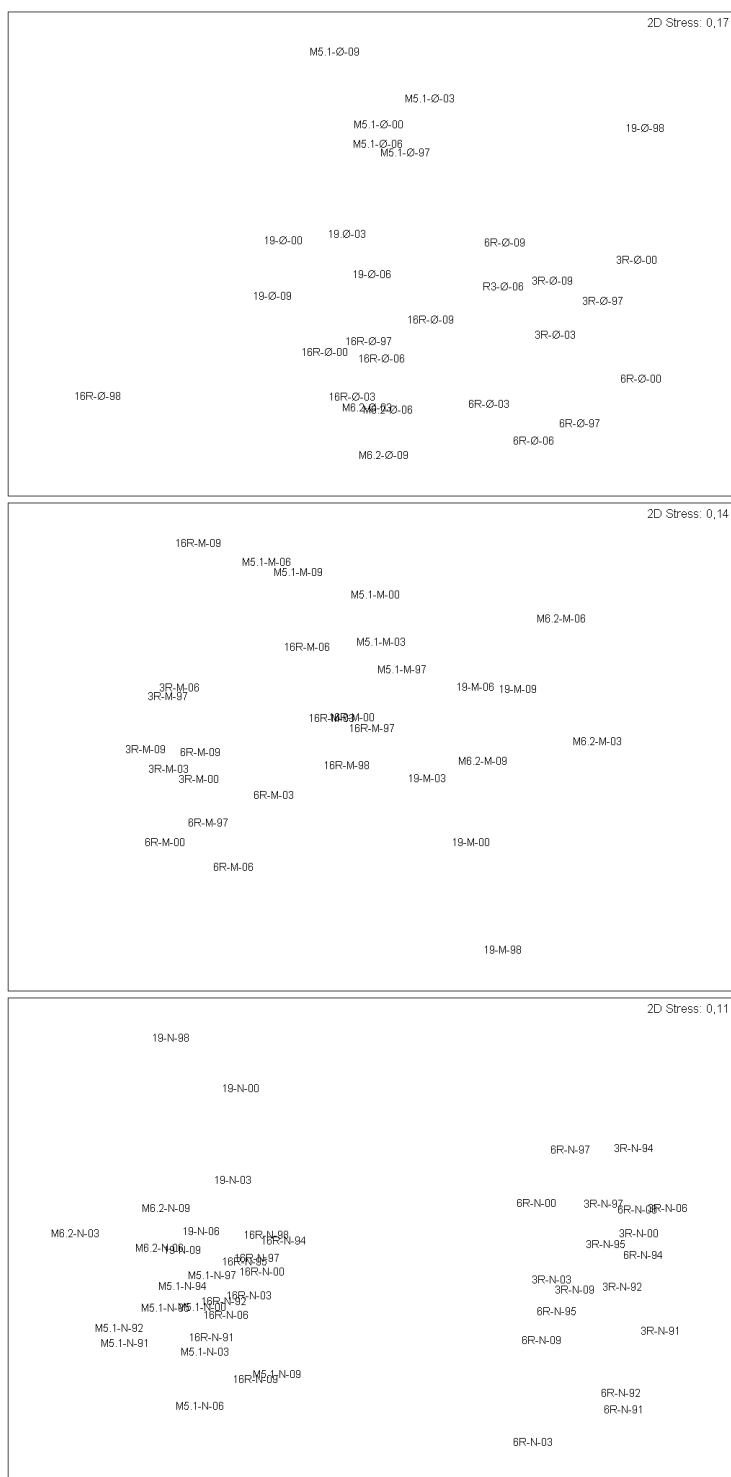
**Figur 3. 13.** Stasjon M6.2 rute nr. 6 med (til høyre) og uten tangdekke (til venstre) fra 2003 (øverst), 2006 i midten og 2009 (nederst).

### Seksjon for Anvendt Miljøforskning



**Figur 3. 14.** Dendrogram fra clusteranalyse fra hver av de tre nivåene fra stasjonene undersøkt i 2009. Øvre og midtre nivå har tidserier tilbake til 1997, mens nedre nivå er undersøkt siden 1991. Analysene er gjort på gjennomsnittsverdiene for de fem rutene i hvert nivå. Analysene er utført med Bray-Curtis indeks. Alger og dyr registrert som dekningsgrad er vinkel-transformert med dataene fra dyr registrert i antall er rot-transformert. Artsutvalget vist i Vedleggstabell 3. Nivå og årstall for registreringen er tatt med etter stasjonsbenevnelsen.

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning



**Figur 3. 15.** MDS plott for hvert av de tre nivåene på stasjonene undersøkt i 2009 sammenlignet med de historiske dataene. I nedre nivå grupperer stasjonene med og uten grisetang i to grupper, da fjæresamfunnene er så ulike. For øvre og midtre nivå er det data tilbake til 1997 mens det for nedre nivå er data tilbake til 1991. Beregningene er gjort på et gjennomsnitt av 5 prøveruter fra hvert av nivåene fra hver stasjon. Analysene er utført med Bray-Curtis indeks. Alger og dyr registrert som dekningsgrad er vinkel-transformert med dataene fra dyr registrert i antall er rot-transformert. Artsutvalget vist i Vedleggstabell 3. Nivå og årstall for registreringen er tatt med etter stasjonsbenevnelsen.



### 3.2.2 Sammendrag

Seks stasjoner i fjæren ble undersøkt med ruteanalyse i juni 2009. Fire av disse er overvåkingsstasjoner som er undersøkt ti ganger siden 1991. En stasjon ble opprettet i 1998 i forbindelse med overvåking av konsekvensene av et råoljeutslipp, og er undersøkt fem ganger. I 2003 ble det opprettet en ny overvåkingsstasjon (M 6.2) som erstatning for en av de gamle stasjonene som forsvant i forbindelse med utbygging av kaianlegg. Resultatene ble sammenlignet med tidligere undersøkelser fra og med 1991.

Det ble registrert en reduksjon i tallet på arter i midtre nivå på 16R, utover dette var det ingen større endringer i tallet på arter på fjærestasjonene. Reduksjonen i utbredelsen av grisetangen i midtre nivå på M 6.2, var i 2009 erstattet av blæretang. Grisetangen forventes å reetablere seg om noen år. Det ble ikke registrert noen endringer i fjæresonen som tilskrives driften ved Mongstad. Livet i strandsonen i Mongstadvågen anses for å være restituert etter oljeutslippet i 1997.

### 3.3 OLJEHYDROKARBONER

#### 3.3.1 Sediment

De aromatiske hydrokarbonene, spesielt naftalen, fenantren, dibenzotiofen (NPD) og deres C<sub>1-3</sub> alkylerte homologer finnes ikke naturlig i sedimentet, og er typiske for olje og oljeprodukter. Konsentrasjonen av THC (totale hydrokarbonkonsentrasjon) kan brukes for å overvåke havbunnsområder ved store og vedvarende utslipp. En liten økning i THC vil være vanskelig å forklare som resultat av oljeutslipp dersom ikke også innholdet av aromater (NPD) som er spesifikke for olje, har økt. Konsentrasjonene av de aromatisk hydrokarbonene (NPD målt som µg/kg tørt sediment) i 2009 er sammenliknet med prøver fra 1997, 2000, 2003 og 2006. Oljehydrokarbon-konsentrasjoner målt i forhold til tørt sediment er mer sammenliknbare enn målt i forhold til vått sediment fordi de beregnede konsentrasjonene vil være uavhengig av om vanninnholdet varierer mye mellom prøvene. Konsentrasjonene av oljehydrokarboner i tørt sediment er vist i Tabell 3.4. og Figur 3.16. Analysebevis er vist i Vedleggstabell 5.

Konsentrasjonene av C<sub>3</sub>-naftalen i mars 2009 viste en svak økning i forhold til 2006 på de fleste av stasjonene, men var fortsatt lavere enn i 2003. C-2 og C-3 homologene av fenantren viser en økende tendens på stasjon Mo 55. Det samme gjelder for D-2 og D-3 homologene av dibenzotiofen. For øvrig lå konsentrasjonene i sedimentet omtrent på samme nivå som tidligere.

Gjennomsnittsverdiene av THC konsentrasjonene i sedimentet på stasjonene Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61 var i 2009 omtrent som i 2003 og 2006, men lavere enn i 1997 og 2000.

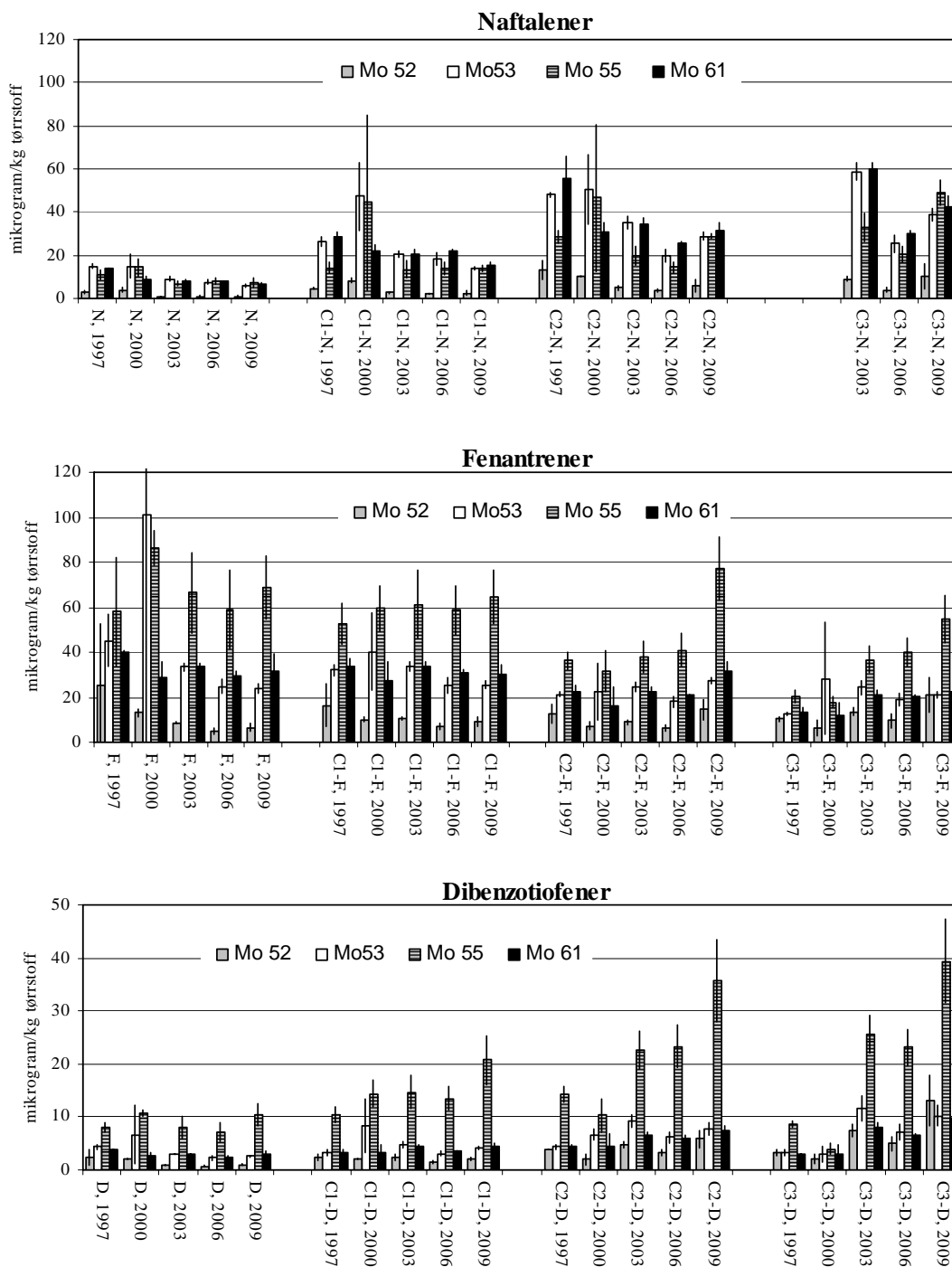
Fluoranten og pyren er typisk for forbrent olje. Summen av fluoranten og pyren var i 2009 på stasjonene Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61 omtrent på samme nivå som i 2003-2006 og noe lavere enn 1997-2000.

#### ***Konklusjon – oljehydrokarboner i sediment***

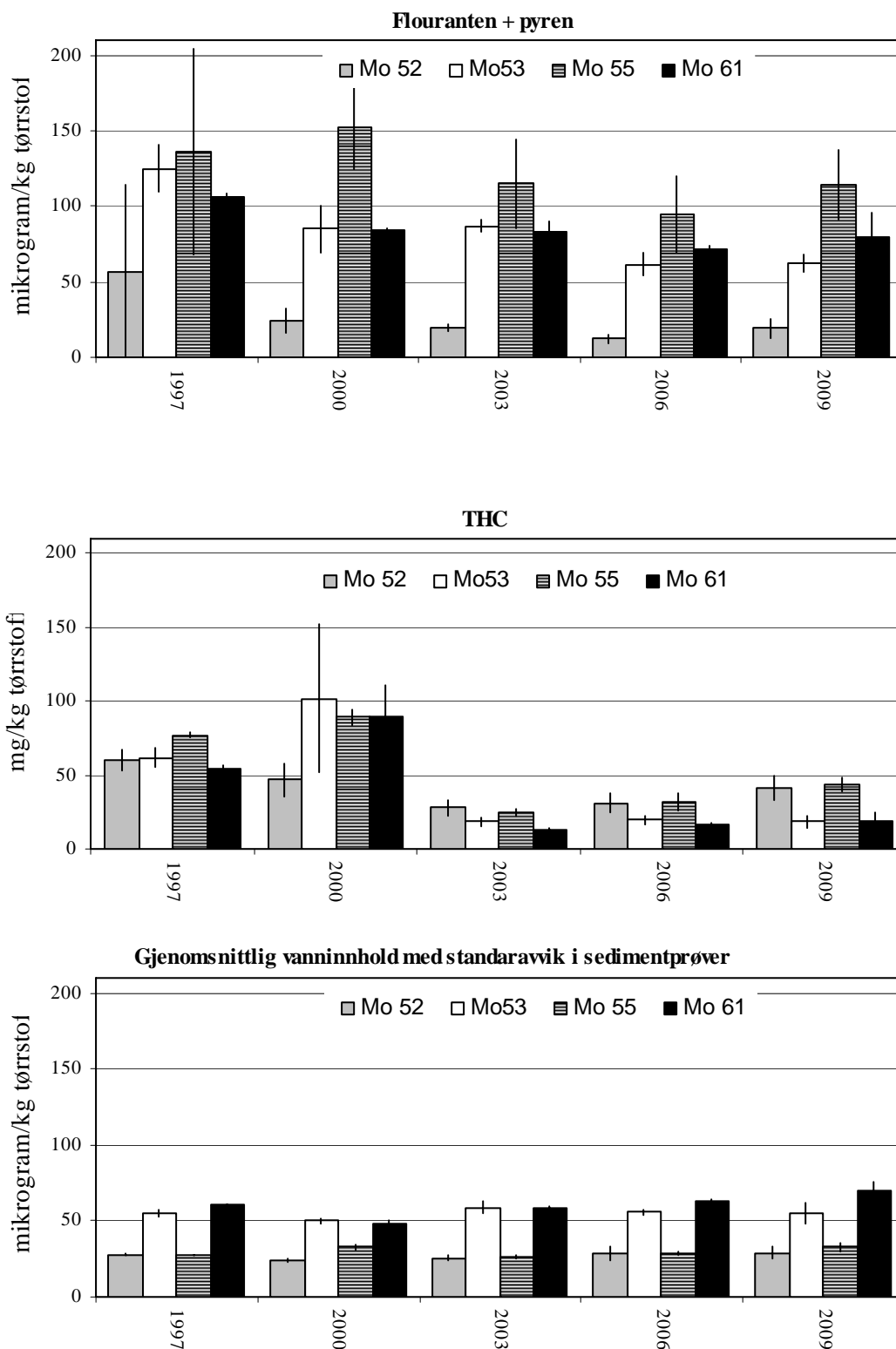
***Konsentrasjonene av de aromatiske hydrokarbonene i sedimentet var generelt lave i 2009 og omtrent som i 2006 på de fleste stasjonene. Konsentrasjonene av C2- og C3-homologene av fenantren og dibenzotiofen på stasjon Mo 55 viser imidlertid en økende tendens fra 1997 fram til 2009.***

**Tabell 3.4.** Konsentrasjoner av de antropogene, alkylerte aromatiske hydrokarbonene i µg/kg tørt sediment: **N**=naftalen, **C<sub>1</sub>-N**=C<sub>1</sub>-naftalen, **C<sub>2</sub>-N**= C<sub>2</sub>-naftalen, **F**=fenantren, **C<sub>1</sub>-F**=C<sub>1</sub>- fenantren, **C<sub>2</sub>-F**=C<sub>2</sub>- fenantren, og **C<sub>3</sub>-F**=C<sub>3</sub>-fenantren, **D**=dibenzotiofen, **C<sub>1</sub>-D**=C<sub>1</sub>- dibenzotiofen, **C<sub>2</sub>-D**=C<sub>2</sub>- dibenzotiofen, **C<sub>3</sub>-D**=C<sub>3</sub>- dibenzotiofen, **FL+PY**=fluoranten og pyren og **TS %**=prosent tørrstoff fra tre parallelle prøver i 2009. **THC** = de totale hydrokarbonkonsentrasjonene og er oppgitt som mg/kg tørt sediment.

Stasjon/hugg	N	C1-N	C2-N	C3-N	F	C1-F	C2-F	C3-F	D	C1-D	C2-D	C3-D	F	P	Fl+Py	THC	TS %
st.Mo 52	0.86	1.92	3.83	5.07	4.71	6.78	9.21	13.56	0.89	1.80	4.22	8.75	5.88	5.98	11.86	35.0	73.6
st.Mo 52	0.94	1.98	4.49	9.66	6.61	8.75	17.93	28.51	0.94	2.15	7.30	18.31	11.94	12.53	24.47	50.0	72.9
st.Mo 52	1.43	3.51	9.19	16.44	8.02	11.16	16.06	21.19	1.22	2.51	6.06	12.24	10.52	10.68	21.21	39.0	66.7
Gj.snitt	3.23	7.41	17.51	31.18	19.34	26.69	43.19	63.25	3.06	6.46	17.57	39.30	28.35	29.20	57.54	124.0	213.2
st.Mo 53	5.33	14.08	29.56	40.31	23.57	24.68	26.62	20.55	2.48	3.86	6.57	8.11	32.69	28.57	61.27	14.0	52.3
st.Mo 53	6.40	14.52	30.01	40.47	25.92	27.49	28.75	22.55	2.82	4.44	7.94	10.61	37.48	31.62	69.10	22.0	42.9
st.Mo 53	5.44	12.79	26.78	35.13	21.95	24.45	26.90	20.17	2.43	4.47	8.72	11.92	31.27	26.40	57.67	19.0	39.1
Gj.snitt	17.18	41.39	86.34	115.91	71.44	76.63	82.27	63.26	7.73	12.76	23.23	30.64	101.45	86.59	188.04	55.0	134.3
st.Mo 55	9.72	15.34	28.28	43.48	81.61	70.91	83.26	54.80	11.95	22.84	39.41	42.22	65.81	71.67	137.49	45.0	64.2
st.Mo 55	7.66	14.52	29.97	47.82	70.51	72.14	86.99	65.30	11.49	23.90	40.92	45.33	53.87	60.25	114.12	47.0	66.8
st.Mo 55	5.31	12.43	27.71	55.26	54.21	50.80	61.36	44.52	8.00	15.33	26.79	30.39	44.37	47.06	91.43	39.0	69.8
Gj.snitt	22.70	42.30	85.96	146.56	206.34	193.84	231.61	164.63	31.43	62.07	107.12	117.95	164.05	178.98	343.04	131.0	200.8
st.Mo 61	5.36	12.86	27.49	37.51	24.07	25.13	26.45	19.83	2.38	3.79	6.63	8.63	36.29	29.08	65.37	16.0	31.5
st.Mo 61	6.33	16.33	33.19	44.07	30.27	31.53	31.87	24.54	3.09	4.54	7.65	9.93	41.63	36.35	77.98	16.0	34.1
st.Mo 61	7.14	16.02	34.50	46.36	39.47	33.60	35.40	23.99	3.58	4.97	8.20	10.54	54.38	42.63	97.02	26.0	23.4
Gj.snitt	18.83	45.20	95.18	127.94	93.82	90.26	93.71	68.35	9.05	13.31	22.48	29.10	132.30	108.06	240.36	58.0	89.0



**Figur 3.16.** Konsentrasjoner av NPD, THC og vanninnhold i tørt sediment på stasjonene Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61 i 1997, 2000, 2003, 2006 og 2009. Standardaviket som indikerer variasjonen mellom 3 parallelle prøver er vist som en vertikal linje.



Figur 3.16. forts.

### 3.3.2 Blåskjell

Dyr som lever i vann og spesielt arter som filtrerer store vannmengder, kan akkumulere organiske forbindelser som er fremmede for organismen. Utskilling av slike organiske forbindelser kan foregå gjennom tarmen som er vanlig for pattedyr. Utskilling kan også foregå over membraner (f.eks. gjeller), med økende betydning på lavere nivåer i næringskjeden. Aktiviteten til flere enzymer hjelper dyret til å kvitte seg med slike organiske forbindelser og denne aktiviteten er dårligere hos dyrearter på lavere nivå i næringskjeden. Blåskjell (*Mytilus edulis*) har generell lav enzymaktivitet (Solé et al. 1995). Organiske forbindelser blir således hos blåskjell raskt tatt opp og akkumulert i vevet til nivåer som er mye høyere enn i sjøvannet som omgir dem. Disse fastsittende organismene blir derfor benyttet til å overvåke mengdene av utvalgte organiske forbindelser i kystnære farvann. Det er imidlertid viktig å være klar over at enzymmengden avtar med økende temperatur i vannet og økende kjønnsmodning. Disse faktorene har en tatt hensyn til ved utplassering og ved at innsamlingen av skjellene skjer før de skal gyte.

Konsentrasjonene av NPD og deres alkylerte homologer i blåskjell i mars 2009 er vist i Tabell 3.5. Hydrokarbon-konsentrasjonene fra tidligere målinger sammenliknet med målingene fra 2009 er vist i Figurene 3.17-3.20. Analysebevisene fra mars 2009 er vist i Vedleggstabell 5.

Stasjon M6.1 og M6.4 som begge gikk tapt i forbindelse med anleggsarbeid i området, ble erstattet av to nye bur (M6.2 og M6.3). I sammenlikningen mellom dataene, må det tas hensyn til at dette er forskjellige stasjoner. Blåskjell fra den naturlige populasjonen på referansestasjonen mellom Håvarden og Kvalen ble 17. september 2008 satt ut i bur på stasjonene 3R, 6R, 16R, M5.1 og i de nye burene på stasjonene M6.2 og M6.3. Samtidig ble nettingburet på stasjon 16R erstattet av et bur med perforerte stålplater.

Referansestasjonen Håvarden som ligger i sundet mellom Kvalen og Håvarden, ligger relativt nær anleggene og blåskjellene ble påvirket av utslippet i 2003-2004 pga. spesielle

strøm og vindforhold. Blåskjellene på referansstasjonen var imidlertid ikke påvirket i mars 2009.

I mars 2009 hadde konsentrasjonene i blåskjell på stasjonene 3R, 6R, 16R, M5.1, M6.2, M6.3 og referansestasjonen Hå av naftalener, fenantrener, dibenzotiofener og deres alkylerte homologer sunket betydelig i forhold til 2006. Reduksjonen var større på stasjon 3R enn på stasjon 6R. Konsentrasjonene av flouranten og pyren var også lave på disse stasjonene i mars 2009.

Konsentrasjonene av oljehydrokarboner som ble målt på M6.2 og M6.3 i 2009 var alle lave og stort sett på samme nivå som på M6.1 og M6.4 i perioden 1994-2000.

***Konklusjon – oljehydrokarboner i blåskjell***

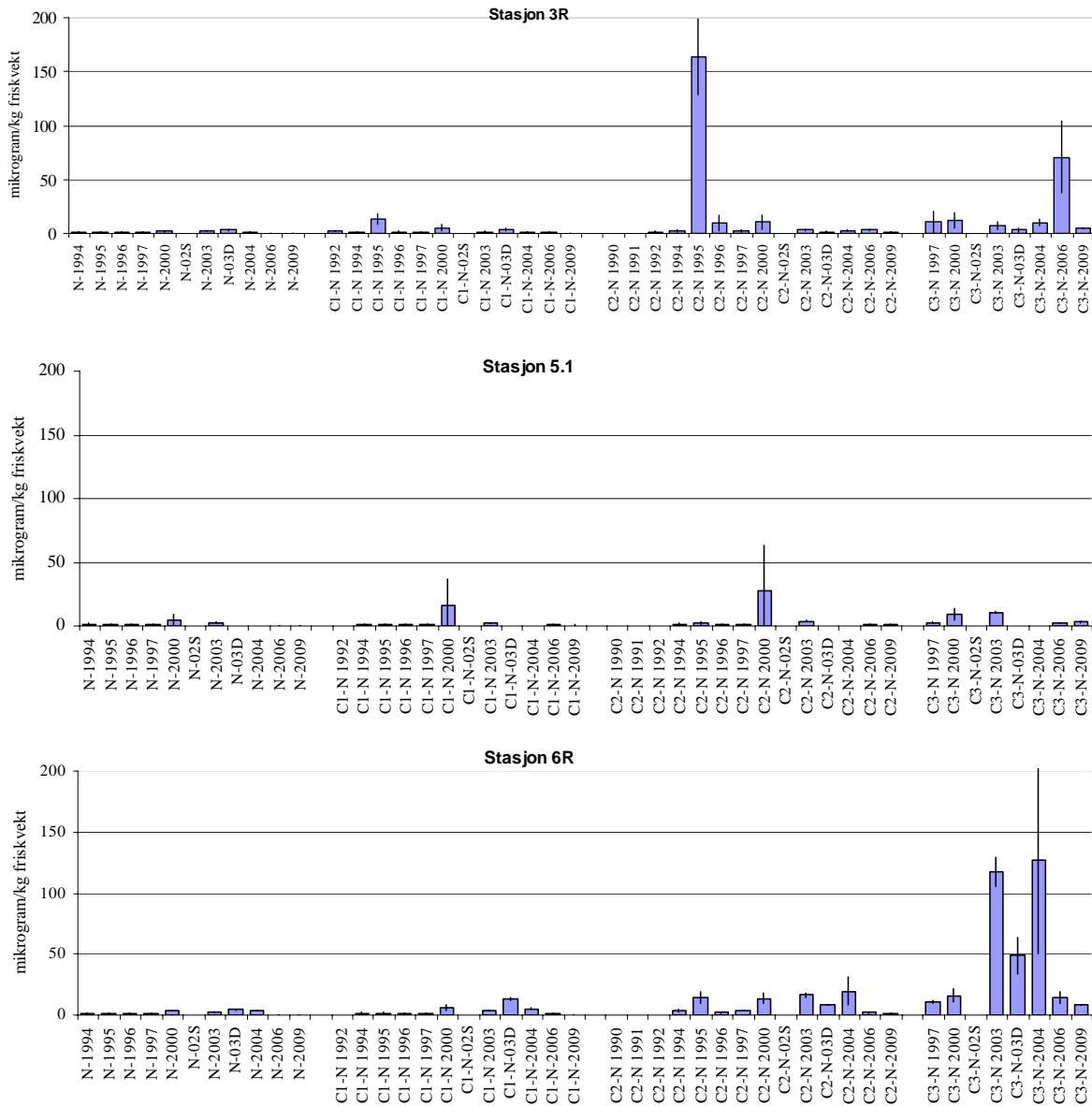
***Økningen av oljehydrokarboner i blåskjell som ble registrert i mars 2006 ved stasjonene 3R og 6R, hadde i mars 2009 sunket betydelig og til omtrent samme nivå som i 2000. Det var heller ingen forhøyede konsentrasjoner på de andre undersøkte stasjonene.***

**Tabell 3.5.** Konsentrasjoner av de antropogene, alkylerte aromatiske hydrokarbonene: naftalener (N, C1-N, C2-N, C3-N), fenantrener (F, C1-F, C2-F, C3-F), dibenzotiofener (D, C1-D, C2-D, C3-D), fluoranten og pyren (Fl + Py) i µg/kg vått vev av blåskjell fra hardbunnstasjonene M5.1, 6R, 6.4, 16R, 3R samt referansestasjonen (Håvarden) fra mars 2009. Prosent tørrstoff er oppgitt som TS %.

Stasjon/hugg	N	C1-N	C2-N	C3-N	F	C1-F	C2-F	C3-F	D	C1-D	C2-D	C3-D	F	P	Fl+Py	Fett %	TS %
st.M5.1	<0,2	0.1	1.1	4.1	2.1	4.8	16.0	23.1	<0,2	0.8	5.4	13.6	3.4	2.2	5.5	0.8	11.6
st.M5.1	<0,2	0.1	0.8	3.1	1.6	4.3	14.6	22.0	<0,2	0.7	4.5	11.3	3.5	2.2	5.7	0.8	10.6
st.M5.1	<0,2	1.3	1.2	3.1	1.8	5.1	15.9	21.8	<0,2	0.8	4.6	11.5	3.9	2.2	6.1	0.7	12.5
Gj.snitt	<0,2	0.5	1.0	3.4	1.8	4.7	15.5	22.3	<0,2	0.8	4.8	12.2	3.6	2.2	5.8	0.8	11.6
st.M6.2	<0,2	0.2	0.9	3.2	2.1	3.6	9.8	11.6	<0,2	0.4	2.7	6.5	4.6	2.3	6.9	0.9	12.2
st.M6.2	<0,2	0.1	1.0	4.4	2.1	4.7	12.9	15.8	<0,2	0.7	4.1	10.1	6.1	3.7	9.8	1.1	12.3
st.M6.2	<0,2	0.1	0.9	3.7	1.8	4.0	11.2	13.4	<0,2	0.6	3.4	8.0	4.8	2.8	7.6	0.8	11.9
Gj.snitt	<0,2	0.1	0.9	3.7	2.0	4.1	11.3	13.6	<0,2	0.6	3.4	8.2	5.1	2.9	8.1	0.9	12.1
st.M6.3	<0,2	0.3	1.3	4.6	2.1	5.3	13.9	17.6	<0,2	0.7	4.1	10.4	5.8	3.1	8.9	1.1	13.7
st.M6.3	<0,2	0.5	2.0	7.1	2.4	5.9	17.7	21.1	<0,2	0.8	5.1	11.9	6.8	3.6	10.3	1.2	14.4
st.M6.3	<0,2	0.3	1.4	5.9	2.3	5.8	17.1	21.7	<0,2	0.8	5.2	13.0	6.8	3.7	10.5	1.2	12.9
Gj.snitt	<0,2	0.4	1.6	5.9	2.3	5.6	16.2	20.1	<0,2	0.8	4.8	11.8	6.4	3.5	9.9	1.2	13.7
st.3R	<0,2	0.3	1.1	5.0	1.5	4.8	14.2	16.9	<0,2	0.7	4.6	10.5	4.4	2.6	7.0	0.8	11.1
st.3R	<0,2	0.3	1.2	4.9	1.7	5.2	15.4	19.4	<0,2	0.9	5.9	12.5	4.6	2.7	7.3	0.9	11.5
st.3R	<0,2	0.3	1.1	5.3	1.7	5.2	15.3	18.8	<0,2	0.8	5.4	11.5	4.8	2.9	7.7	0.9	10.9
Gj.snitt	<0,2	0.3	1.1	5.1	1.7	5.1	14.9	18.4	<0,2	0.8	5.3	11.5	4.6	2.7	7.3	0.8	11.2
st.6R	<0,2	0.3	1.7	8.8	1.8	10.8	38.9	43.7	<0,2	1.7	14.6	34.6	6.2	4.6	10.8	0.8	10.6
st.6R	<0,2	0.5	1.7	8.5	2.0	10.4	38.4	46.7	<0,2	1.6	13.5	34.6	6.1	4.2	10.3	1.0	14.4
st.6R	<0,2	0.4	1.8	8.6	1.8	9.8	37.6	45.4	<0,2	1.5	12.7	32.0	5.6	3.9	9.4	0.7	10.8
Gj.snitt	<0,2	0.4	1.7	8.6	1.8	10.3	38.3	45.3	<0,2	1.6	13.6	33.7	6.0	4.2	10.2	0.8	11.9
st.16R	<0,2	0.2	1.1	4.4	1.5	4.2	10.1	14.1	<0,2	0.7	3.4	8.2	3.0	1.9	4.9	0.7	10.6
st.16R	<0,2	0.3	1.8	6.9	1.9	5.8	14.3	20.8	<0,2	1.0	4.8	12.0	3.9	2.7	6.6	0.7	11.1
st.16R	<0,2	0.4	1.8	6.8	1.9	5.5	14.4	19.5	<0,2	1.0	5.0	12.1	4.2	2.7	6.8	0.8	10.8
Gj.snitt	<0,2	0.3	1.6	6.0	1.8	5.2	12.9	18.1	<0,2	0.9	4.4	10.8	3.7	2.4	6.1	0.8	10.9
st.Håvarden	<0,2	0.3	1.3	4.1	3.3	8.5	19.5	24.1	0.32	1.8	7.6	15.5	5.7	4.5	10.2	1.2	14.1
st.Håvarden	<0,2	0.3	1.5	5.2	3.6	9.1	21.7	26.6	0.38	2.0	8.0	16.3	5.9	4.7	10.6	1.3	13.8
st.Håvarden	<0,2	0.5	1.7	5.3	3.8	9.5	23.9	28.9	0.40	2.1	8.9	18.3	6.2	4.7	10.9	1.4	14.5
Gj.snitt	<0,2	0.4	1.5	4.9	3.6	9.1	21.7	26.5	0.37	1.9	8.2	16.7	6.0	4.6	10.6	1.3	14.1

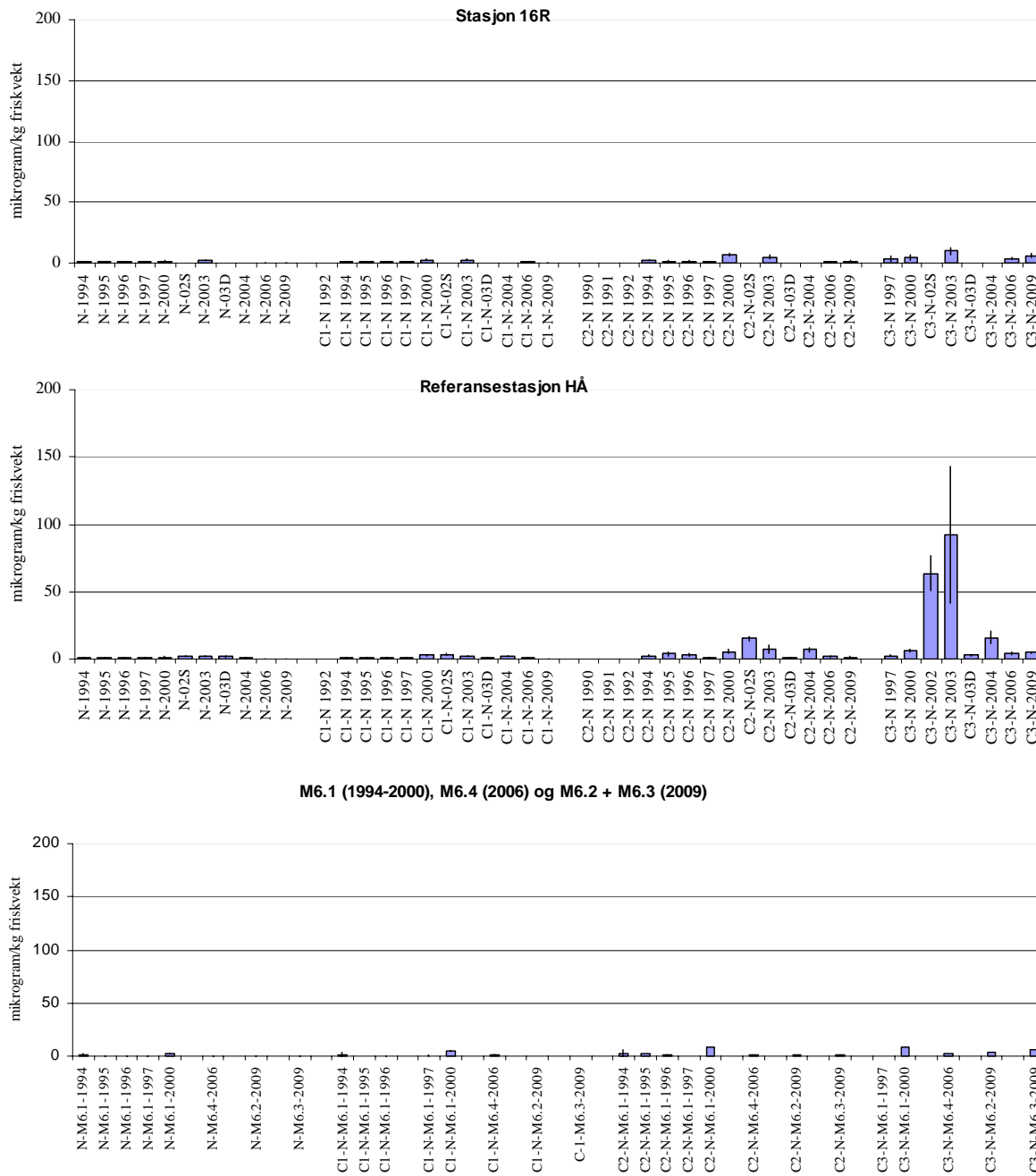


Seksjon for Anvendt Miljøforskning



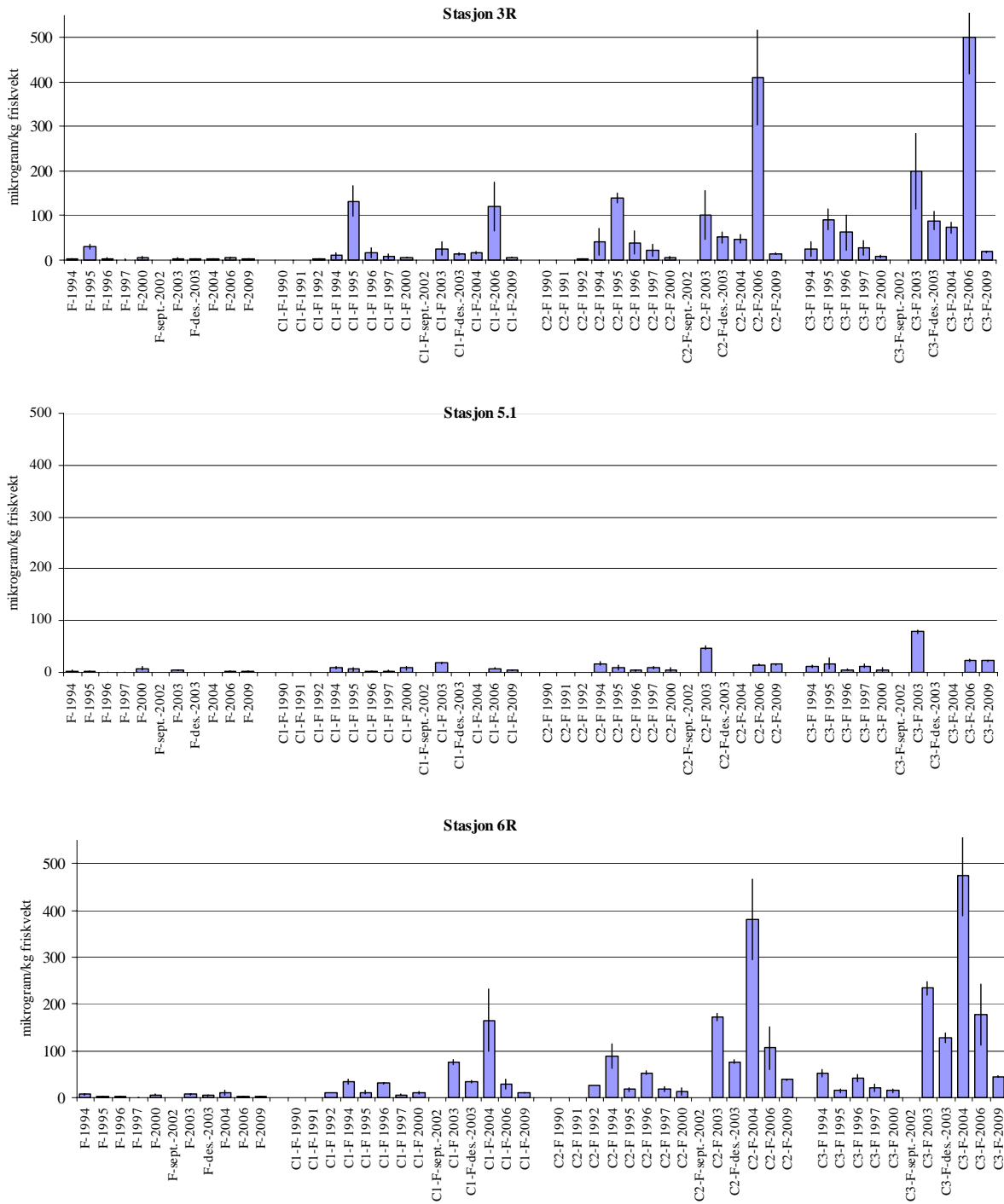
**Figur 3.17.** Gjennomsnittlige konsentrasjoner med standardavvik av naftalen og dens alkylerte C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>-homologer i blåskjell i perioden 1990-2009. De analyserte prøvene ble i 2004 tatt i september, i 2003 i desember. De de øvrige prøvene ble tatt i mars. -02S: Innsamlingen i september 2002, -03D: innsamling i desember 2003. Standardaviket som indikerer variasjonen mellom 3 parallelle prøver er vist som en vertikal linje.

Seksjon for Anvendt Miljøforskning



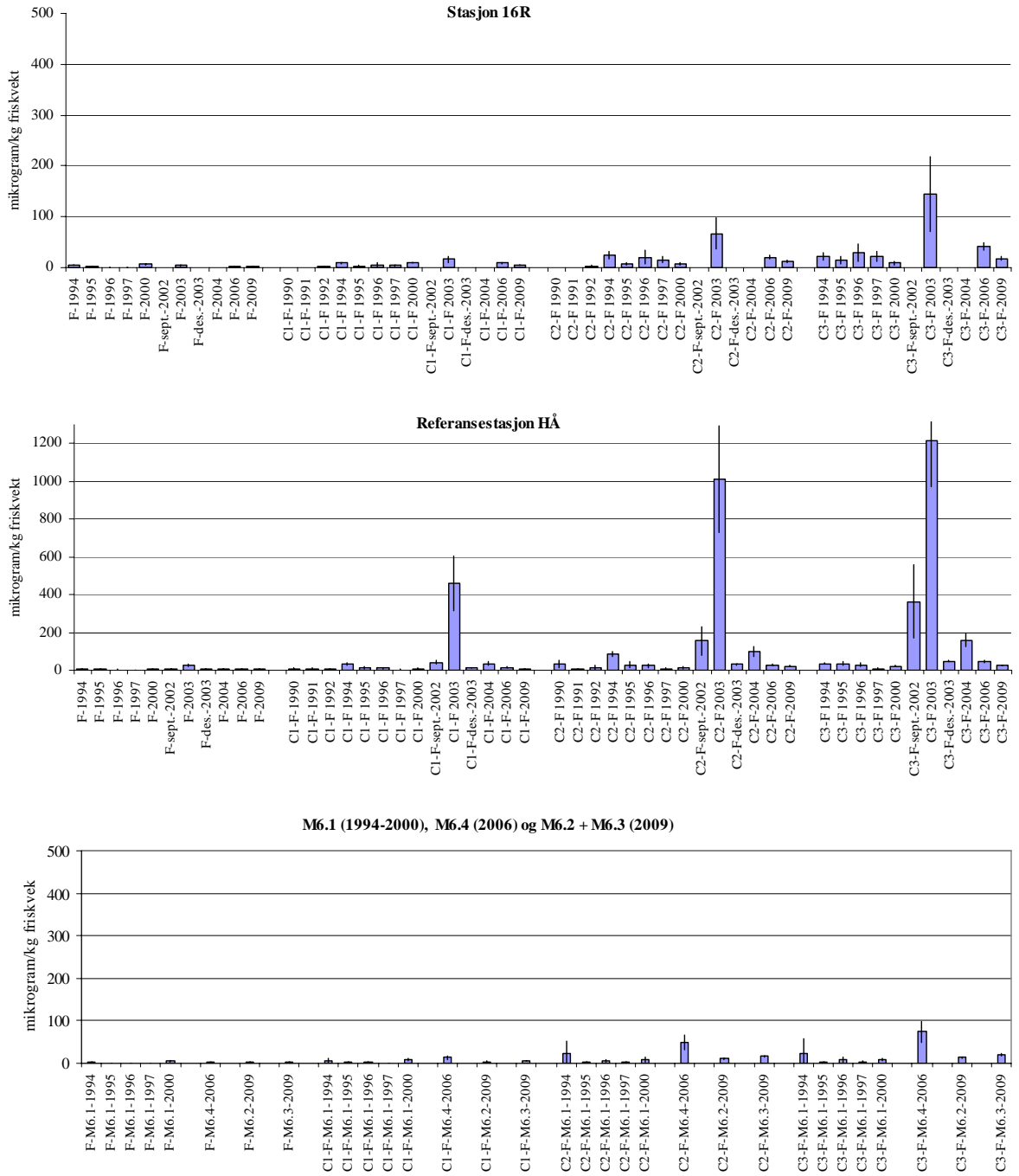
Figur. 3.17. forts.

Seksjon for Anvendt Miljøforskning



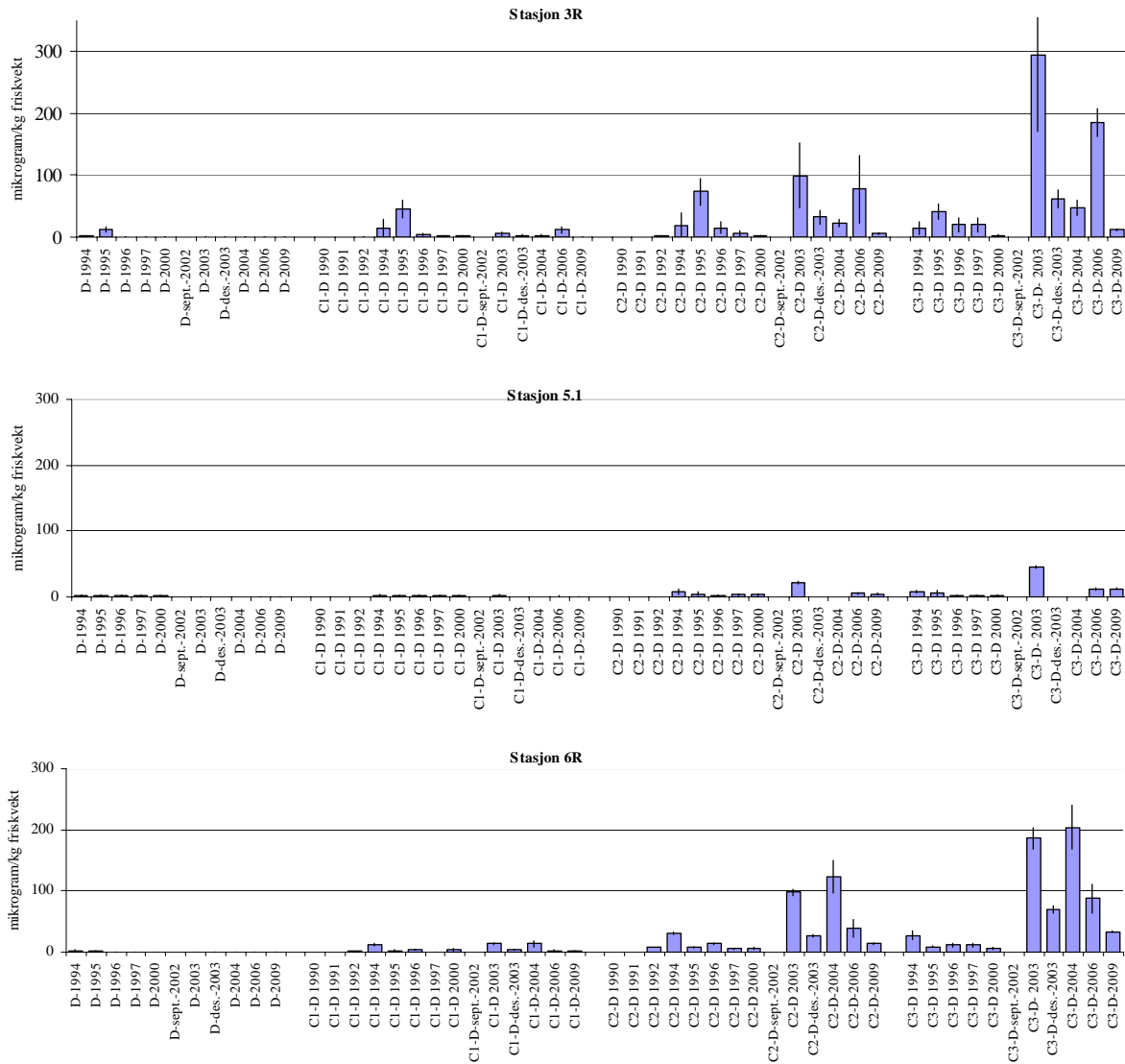
**Figur 3.18.** Gjennomsnittlige konsentrasjoner med standardavvik av fenantren og dens alkylerte C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>-homologer i blåskjell i perioden 1990-2009. De analyserte prøvene ble i 2004 tatt i september, i 2003 i desember og i de øvrige år i mars. Standardaviket som indikerer variasjonen mellom 3 parallelle prøver er vist som en vertikal linje.

Seksjon for Anvendt Miljøforskning



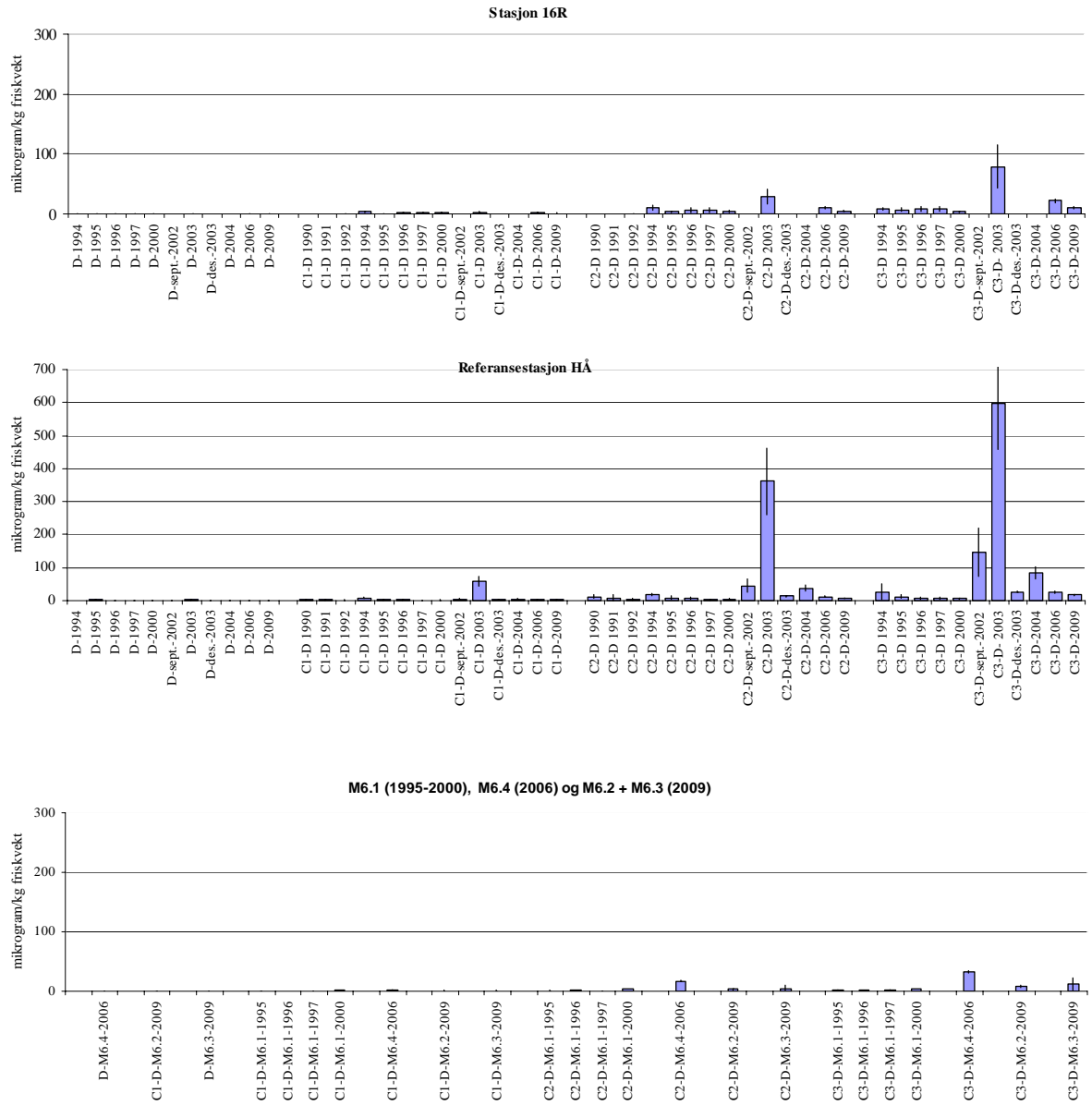
Figur 3.18 forts.

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning



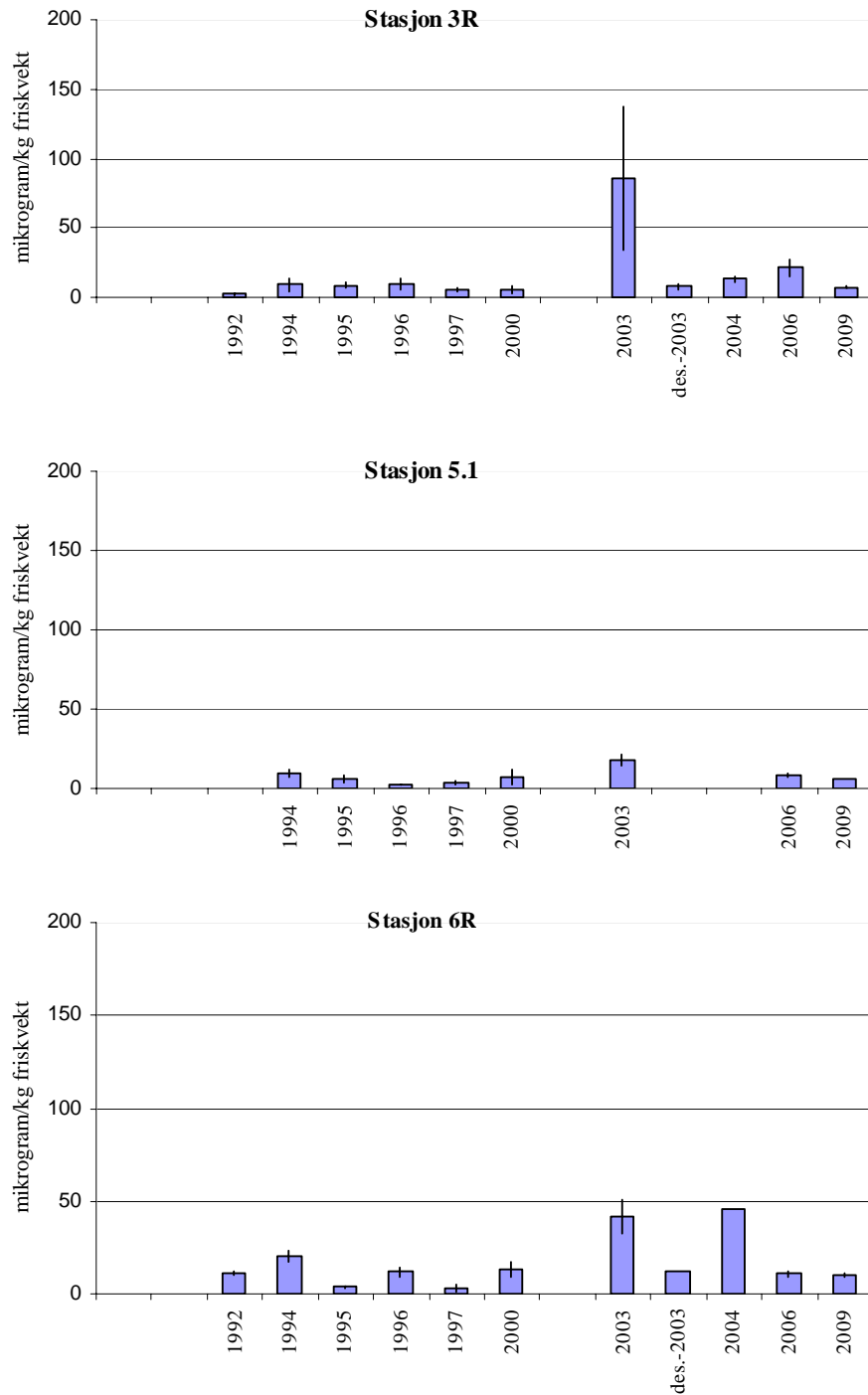
**Figur 3.19.** Gjennomsnittlige konsentrasjoner med standardavvik av dibenzotiofen og dens alkylerte C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>-homologer i blåskjell i perioden 1990-2009. De analyserte prøvene ble i 2004 tatt i september, i 2003 i desember og i de øvrige år i mars. Standardaviket som indikerer variasjonen mellom 3 parallelle prøver er vist som en vertikal linje.

# Seksjon for Anvendt Miljøforskning



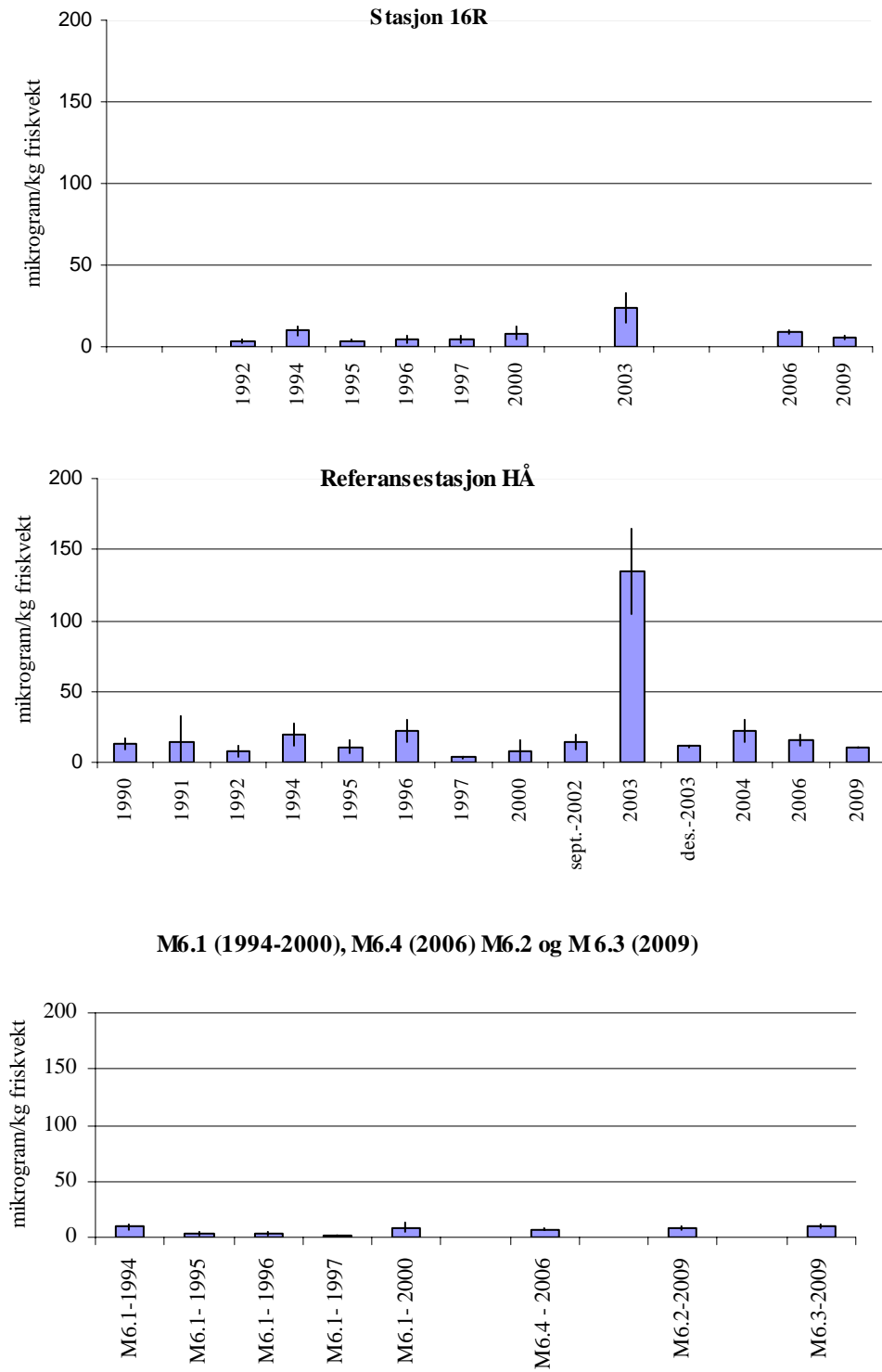
Figur 3.19. forts.

Seksjon for Anvendt Miljøforskning



**Figur 3.20.** Gjennomsnittlige konsentrasjoner av summen av fluoranten og pyren med standardavvik i blåskjell 1990-2009. De analyserte prøvene ble i 2004 tatt i september, i 2003 i desember og i de øvrige år i mars. Standardaviket som indikerer variasjonen mellom 3 parallelle prøver er vist som en vertikal linje.

Seksjon for Anvendt Miljøforskning



Figur 3.20. forts.



### 3.3.3 Sammendrag

Utvalgte aromatiske hydrokarboner (NPD og deres C<sub>1-3</sub> alkylerte homologer) ble analysert i det øverste sedimentlaget på fire bunnstasjoner (Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61) og analysert i blåskjell fra bur på fem fjærestasjoner (3R, 6R, 16R, M5.1, M6.2, M6.3 og Håvarden) ved anleggene på Mongstad i 2009. Oljehydrokarbonene ble sammenliknet med tidligere målinger fra samme sted. Aromatene finnes ikke naturlig i sediment eller sjøvann, og kan indikere oljelekkasjer.

#### *Sediment – oljehydrokarboner*

Konsentrasjonene av oljehydrokarboner i sedimentet ble beregnet i forhold til tørrstoff i sedimentet fordi varierende vanninnhold kan gjøre prøvene usammenliknbare. Konsentrasjonene av THC i sedimentet lå i 2009 på omtrent samme nivå som i 2006 og 2003. Konsentrasjonene av de aromatiske hydrokarbonene i sedimentet var generelt lave i 2009 på de fleste stasjonene. Konsentrasjonene av C2- og C3-homologene av fenantren og dibenzotiofen på stasjon Mo 55 viser imidlertid en svakt økende tendens fra 1997 fram til 2009.

#### *Blåskjell - oljehydrokarboner*

Blåskjellburene ble ettersatt og fylt opp i september 2008 og prøver av blåskjell fra burene ble samlet inn i mars 2009 for kjemisk analyse. Økningen av oljehydrokarboner i blåskjell som ble registrert i mars 2006 ved stasjonene 3R og 6R, hadde i mars 2009 sunket betydelig og til omtrent samme nivå som i 2000. Det ble heller ikke observert noen forhøyede konsentrasjoner på de andre undersøkte stasjonene.

## 3.4 TUNGMETALL

### 3.4.1 Blåskjell

Tungmetaller forekommer naturlig og i råolje i små mengder. Forhøyede konsentrasjoner i sjøvann kan skyldes menneskeskapte utslipp. Vann som kan inneholde metaller fra vannrenseanlegg og kjølevann/scrubbere slippes ut i nærheten av både stasjon Mo 53 og Mo 61. I perioden 1990-1993 ble tungmetallinnholdet i sjøbunnen ved Mongstad området målt i flere undersøkelser og resultatene har alltid vist at sjøbunnen har hatt lave konsentrasjoner. Fra 1994 har tungmetallinnholdet blitt undersøkt i blåskjell (*Mytilus edulis*) ved anlegget i forbindelse med overvåkingsundersøkelsene. De naturlige forekomstene av blåskjell i området er små. Derfor har det vært nødvendig å omplassere skjell fra de naturlige forekomstene mellom Håvarden og Kvalen til bur i fjæra inne på området og på utvalgte lokaliteter utenfor anleggene. Prøveinnsamlingen av blåskjell til analyse for metaller ble foretatt i forbindelse med miljøovervåkingsundersøkelsen i mars 2009 og resultatene er vist i Tabellene 3.6-3.7 og Figur 3.21 og Vedleggstabell 4. Målingene fra skjell som er tatt fra området mellom Kvalen og Håvarden skal vise bakgrunnskonsentrasjonene i området. Stasjonene inne på området regnes som utsatte dersom det skulle finne sted utslipp og en eventuell lekkasje vil bli først oppdaget ved disse stasjonene. Buret på de tidligere stasjonene M6.1 og M6.4 forsvant under anleggsarbeidet og ble erstattet av en nytt bur på stasjon M6.2. I sammenlikningene må det taes hensyn til at stasjon M6.2 ligger litt nord for de tidligere burstasjonene M6.1 og M6.4.

Gjennomsnittskonsentrasjonene av krom, sink, kadmium og kvikksølv lå alle i tilstandsklasse I (ubetydelig-lite forurenset) på stasjon 6R, 16R, M6.2 og referansestasjonen Håvarden i 2006 (Tabell 3.6). En av parallellene på kobber var 6-7 ganger høyere enn de øvrige parallellene på referansestasjonen noe som ville gitt tilstandsklasse III (markert forurenset). Dette skyldes sannsynligvis en partikulær forurensning som f.eks et kobberholdig malingsflak. Olje eller et flytende kobberholdig stoff ville trolig ha forurenset alle skjellene i de tre parallelle prøvene. Om en ser bort fra denne ene parallellen vil stasjonen få tilstandsklasse II (moderat forurenset). På de andre stasjonene lå kobberkonsentrasjonene i tilstandsklasse I (ubetydelig-lite forurenset). Arsenkonsentrasjonen lå i tilstandsklasse III på alle de undersøkte stasjonene i 2009 og var litt høyere enn i 2006 da alle stasjonene lå i tilstandsklasse II. Konsentrasjonen av bly lå i

tilstandsklasse II på stasjon 16R og M6.2. Konsentrasjonen av nikkel lå i tilstandsklasse I-II på Håvarden.

**Tabell 3.6.** Gjennomsnittlig innhold av tungmetallene fra tre paralleller (mg/kg tørrvekt) arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), sink (Zn), kobolt (Co) og vanadium (V) i blåskjell på stasjonene 6R, 16R, M6.2 og referansestasjonen Håvarden. Tørrstoffet er oppgitt i prosent (% TS). SFT's tilstandsklasser (T.kl.) er oppgitt for alle metallene unntatt vanadium og kobolt som ikke er angitt i SFT's klassifikasjonssystem (Molvær al. 1997). Alle metallanalysene i blåskjell er utført akkreditert.

Stasjon	Prøve	% TS	As	T.kl	Pb	T.kl	Cd	T.kl	Cu	T.kl	Cr	T.kl	Hg	T.kl	Ni	T.kl	Zn	T.kl	Co	V
Håvarden	1	11.1	34.2	III	2.1	I	1.0	I	(65.8)	(III)	1.1	I	<0.2	I	11.7	II	288.3	II	0.5	1.0
	2	9.5	40.0	III	3.2	I	1.2	I	10.5	II	1.0	I	<0.2	I	0.9	I	136.8	I	0.4	1.0
	3	10.7	33.6	III	2.7	I	1.2	I	14.0	II	1.1	I	<0.2	I	1.2	I	130.8	I	0.4	0.9
	snitt	10.4	35.8	III	2.6	I	1.1	I	12.3	II	1.1	I	<0.2	I	4.9	I-II	188.5	I	0.4	1.0
M6.2	1	7.8	38.5	III	7.8	II	1.7	I	7.4	I	1.4	I	<0.2	I	1.7	I	166.7	I	0.6	1.7
	2	8.7	40.2	III	5.9	II	1.8	I	8.6	I	1.6	I	<0.2	I	2.4	I	183.9	I	0.7	2.5
	3	8.7	39.1	III	5.9	II	1.7	I	7.1	I	1.6	I	<0.2	I	1.8	I	110.3	I	0.6	1.8
	snitt	8.4	39.3	III	6.5	II	1.7	I	7.7	I	1.5	I	<0.2	I	2.0	I	153.2	I	0.6	2.0
6R	1	8.2	29.3	II	3.9	I	1.8	I	6.5	I	1.6	I	<0.2	I	1.7	I	146.3	I	0.5	1.3
	2	8.3	30.1	III	3.4	I	1.6	I	8.0	I	1.8	I	<0.2	I	1.6	I	168.7	I	0.5	1.4
	3	7.2	31.9	III	5.0	II	1.8	I	9.3	I	1.8	I	<0.2	I	1.9	I	250.0	II	0.6	1.8
	snitt	7.9	30.4	III	4.1	I	1.7	I	7.8	I	1.7	I	<0.2	I	1.7	I	185.7	I	0.5	1.5
16R	1	9.0	37.8	III	5.7	II	1.8	I	7.7	I	1.9	I	<0.2	I	1.3	I	177.8	I	0.5	1.2
	2	10.3	35.9	III	5.9	II	1.3	I	6.8	I	1.7	I	<0.2	I	1.5	I	145.6	I	0.5	1.2
	3	10.9	30.3	III	3.9	I	1.2	I	7.5	I	1.4	I	<0.2	I	1.4	I	183.5	I	0.5	1.1
	snitt	10.1	34.4	III	5.1	II	1.4	I	7.3	I	1.6	I	<0.2	I	1.4	I	168.9	I	0.5	1.2

Konsentrasjonene av arsen økte på alle stasjonene fra tilstandsklasse II i 2006 til III i 2009 (Tabell 3.7). På stasjon Håvarden økte kobberkonsentrasjonen fra tilstandsklasse I i 2006 til II i 2009 og nikkelkonsentrasjonen fra tilstandsklasse I i 2006 til tilstandsklasse I-II i 2009. Blykonsentrasjonen på stasjon 6R sank fra tilstandsklasse II i 2006 til tilstandsklasse I i 2009. Kobberkonsentrasjonen på stasjon M6.2 lå i tilstandsklasse I i 2009, mens den lå i tilstandsklasse II på stasjon M6.4 i 2006. Forøvrig lå metallkonsentrasjonene i samme tilstandsklasse i mars 2009 som i mars 2006.

**Tabell 3.7.** Miljøtilstandsklasse for blåskjell fra stasjonene 16R, Håvarden, 6R og M6.2 (som erstatter stasjon M6.1 og M6.4) i perioden 1994-2009. Vanadium og kobolt inngår ikke i SFT's klassifikasjonssystem der tilstandsklasse I er best (Molvær & al. 1997).

Stasjon/år	Hg	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
St. 16R 1994	I	--	I	--	I	I	I	II	I	II
St. 16R 1995	II	--	II	--	I	I	II	II	I	II
St. 16R 1996	II	--	II	--	I	I	II	II	I	II
St. 16R 1997	II	--	I	--	I	I	II	II	I	II
St. 16R 2000	I	--	I	--	II	I	I	II	I	II
St. 16R 2003	I	--	I	--	II	I	I	II	I	II
St. 16R 2006	I	--	I	--	I	I	I	II	I	II
<b>St. 16R 2009</b>	<b>I</b>	<b>--</b>	<b>I</b>	<b>--</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
Håvarden 1995	II	--	I	--	I	I	I	II	I	II
Håvarden 1996	I	--	II	--	I	I	I	II	I	II
Håvarden 1997	I	--	I	--	I	I	I	II	I	II
Håvarden 2000	I	--	I	--	II	I	I	II	I	II
Håvarden 2003	I	--	I	--	II	I	I	II	I	I
Håvarden 2006	I	--	I	--	I	I	I	II	I	I
<b>Håvarden 2009</b>	<b>I</b>	<b>--</b>	<b>I</b>	<b>--</b>	<b>I-II</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>I</b>
St. 6R 1997	II	--	I	--	I	I	II	II	I	II
St. 6R 2000	I	--	I	--	II	I	II	II	I	II
St. 6R 2003	I	--	I	--	II	I	II	II	I	II
St. 6R 2006	I	--	I	--	I	I	I	II	I	II
<b>St. 6R 2009</b>	<b>I</b>	<b>--</b>	<b>I</b>	<b>--</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>I</b>
M6.1 1996	II	--	I	--	I	I	I	II	I	II
M6.1 1997	II	--	I	--	I	I	I	II	I	II
M6.1 2000	II	--	I	--	II	I	II	II	I	II
Stasjon M6.1 og M6.4 ble erstattet av stasjon M6.2										
M 6.4 2006	I	--	I	--	I	II	I	II	I	II
<b>M6.2 2009</b>	<b>I</b>	<b>--</b>	<b>I</b>	<b>--</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>II</b>

Kvikksølvkonsentrasjonene i blåskjellene var lavere eller på samme nivå i 2009 som i 2006 (Figur 3.21). Konsentrasjonen av vandium økte noe i forhold til i 2006 og var høyest på den nye stasjonen M6.2. Innholdet av krom sank på stasjon 6R og lå ellers på samme nivå i 2009 som i 2006. Koboltkonsentrasjonen lå på omtrent samme nivå på alle stasjonene i 2009 som i 2006, men var høyere på stasjon M6.2 i 2009 enn M6.4 i 2006. Konsentrasjonene av nikkel sank på stasjon 16R og steg på Håvarden i 2009 i forhold til 2006 og lå på samme nivå på de to øvrige stasjonene. Den ene analyseparallellen av kobber på stasjon Håvarden var 6-7 ganger høyere enn de to andre parallellene. I følge analyselaboratoriet var den forhøyede verdien korrekt. Det kan skyldes at noen av blåskjellene i denne ene prøven har vært eksponert for kobberholdig partikulært materiale. Flytende kobberholdig væske ville trolig ha forurenset alle parallellene. Dersom denne forhøyede verdien utelukkes blir snittet på 13,3 mg/kg. Kobberkonsentrasjonene på de andre stasjonene lå på omtrent samme nivå som tidligere. Det gjennomsnittlige sinkinnholdet viste en svak økning på Håvarden i 2009 i forhold til 2006 og var omtrent som ved forrige undersøkelse på de øvrige stasjonene. Arsenkonsentrasjonene økte på alle stasjonene fra 2006 til 2009. Kadmiumkonsentrasjonen økte på stasjon 6R, sank på stasjon 16R og var omtrent som tidligere på Håvarden. På den nye stasjonen M6.2 var konsentrasjonen kadmium og bly i 2009 noe høyere enn på M6.4 i 2006.

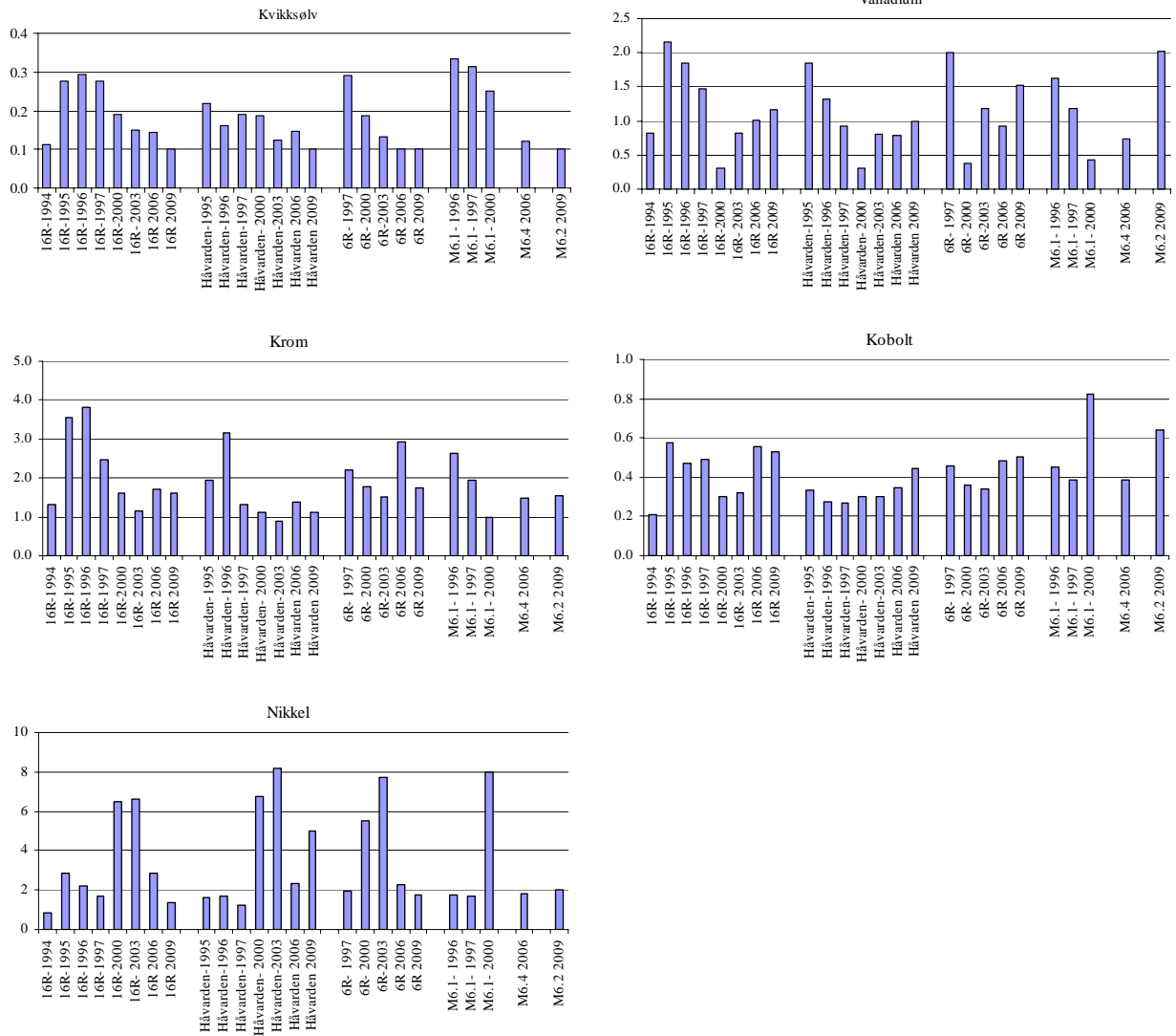
På de øvrige stasjonene var konsentrasjonene av bly omtrent som i 2009.

Årsaken til endringer metallinnhold kan skyldes naturlige svingninger i tillegg til påvirkning fra anleggene og skipstrafikken i området. Med økende lengde på tidsserien, vil en få bedre innblikk i variasjonen av tungmetallinnholdet i blåskjell ved Mongstad.

### ***Konklusjon – metaller i blåskjell***

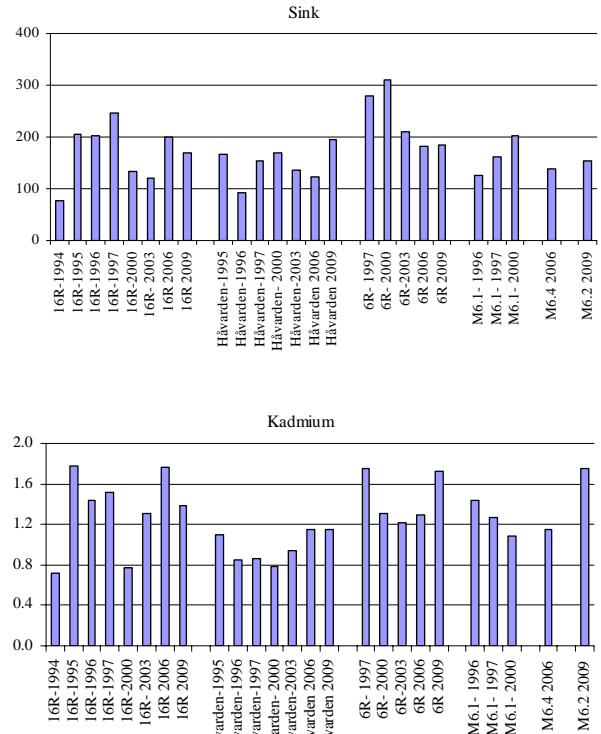
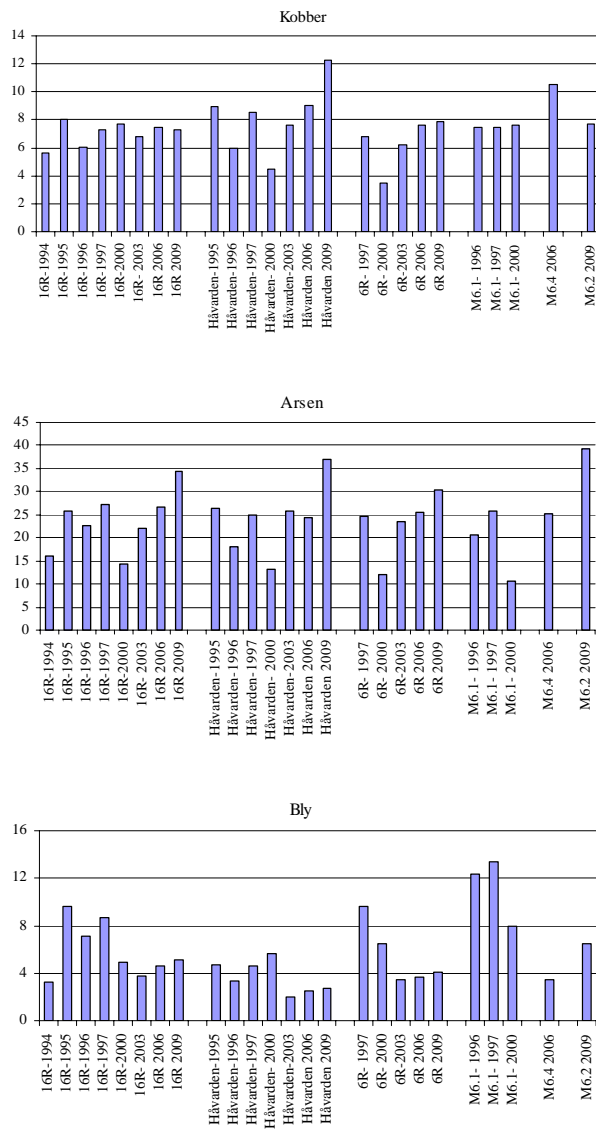
***Metallkonsentrasjonene i blåskjell var generelt lave og viste kun små endringer i den undersøkte perioden fra 1994 til 2009 med noen unntak. Konsentrasjonene av arsen hadde økt på alle stasjonene fra mars 2006 til mars 2009. Den ene av kobber-parallellene kan ha vært eksponert for et kobberholdig partikulært materiale, mens de to andre parallellene lå på nivå med det som var målt tidligere på Håvarden. Forøvrig skilte konsentrasjonen av metaller på stasjonene 6R, 16R og M6.2 ikke nevneverdig fra konsentrasjonene på referansestasjonen.***

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning



**Figur 3.21.** Tungmetaller på stasjonene 16R, 6R, M6.2 (M6.1 og M6.4) og Håvarden fra 1994 til 2009.

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning



Figur 3.21. forts.

### **3.4.2 Sammendrag**

#### *Blåskjell - metaller*

Tungmetaller forekommer naturlig og i råolje i små mengder. Forhøyede konsentrasjoner kan skyldes menneskeskapte utslipp og kan føre til helseskade. Tungmetallinnholdet i blåskjell ble målt på stasjonene 6R, 16R, M6.2 og Håvarden i prøver samlet i mars 2009. Konsentrasjonene av arsen i blåskjell hadde økt på alle stasjonene fra SFT's tilstandsklasse II i mars 2006 til tilstandsklasse III i mars 2009. Den ene av parallellene fra kobberanalysen ved referansestasjonen var mye høyere enn de to øvrige parallellene og skyldes trolig forurensning av partikulært materiale, men ikke olje eller kobberholdig væske. Forøvrig ble metallkonsentrasjonene klassifisert til SFT's tilstandsklasse I-II og hadde bare mindre endringer i forhold til i 2006.



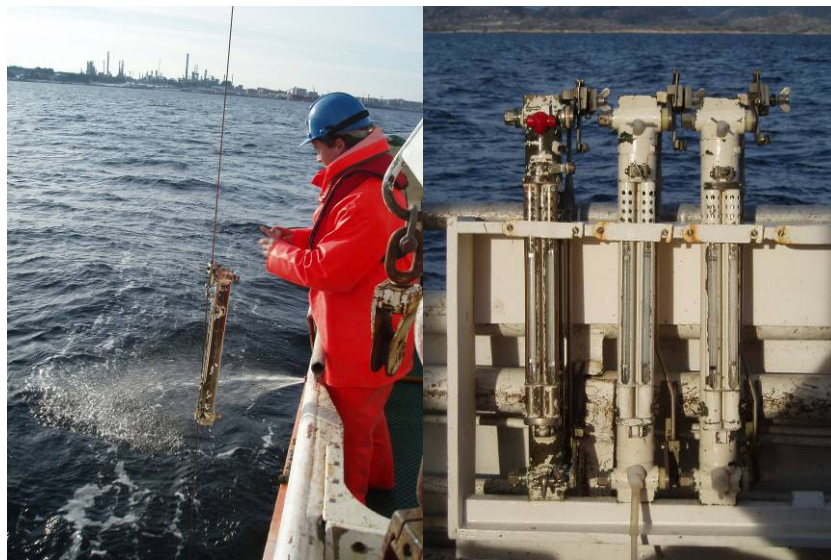
## 4 VEDLEGG: MATERIALE OG METODER

### 4.1 BUNN- OG HYDROGRAFIUNDERSØKELSER

Bunnprøvene og hydrografiprøvene ble samlet inn i 11. og 12. mars 2009 fra M/S *Solvik*.

#### 4.1.1 Hydrografi

Temperatur, oksygeninnhold og saltholdighet ble målt i Fensfjorden på stasjon Mo 61. Dette er en stasjon som har vært benyttet til innsamling av vannprøver i alle undersøkelsene som er foretatt ved Mongstad. I årets undersøkelse ble det benyttet Nansen-vannhentere til prøvetaking for av temperatur og saltholdighet (Figur 4.1). Saltholdighet ble målt ved hjelp av et salinometer av typen Autolab, modell MK III. Siktedypet måles med Secchi-skive og oksygeninnholdet ble bestemt etter Winklers metode. Tetthet og oksygenmetning er beregnet.



**Figur 4. 1.** Vannprøvene ble tatt med Nansen vannhentere.

#### 4.1.2 Sedimentundersøkelser

Fra hver stasjon ble det tatt prøve til bestemmelse av partikkelfordeling og organisk innhold i sedimentet (Figur 4.2). Prøvene ble tatt med skje fra sedimentoverflaten gjennom en luke i grabben. Partikkelfordelingen ble bestemt ved at prøven, i laboratoriet, ble løst i vann og siktet gjennom en 0,063 mm sikt. Partiklene som var større enn 0,063 mm ble tørket og tørrsiktet slik at de kunne grupperes i størrelsesgrupper. Partikler mindre enn 0,063 mm ble gruppert i

størrelsesgrupper ved hjelp av pipetteanalyse (Buchanan 1984). Det organiske innholdet i sedimentet ble målt som glødetap (%), som beregnes som differensen mellom tørrvekt og askefri tørrvekt i samsvar med Norsk Standard NS 4764.

Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med sterk strøm vil de finere partiklene bli ført bort mens de grovere partiklene vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingen, som da vil vise at mesteparten av partiklene i sedimentet ligger i den grovere del av størrelsesspekteret. I et område med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avleires i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt fraksjonen dvs. mindre enn 0,063 mm.



**Figur 4. 2.** a) Til sedimentprøvetakingen ble det benyttet en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. b) Sedimentet blir deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm. c) Prøvene blir deretter samlet i et glass tilsatt borax. d) Fiksert med 4 % formalinløsning.

### 4.1.3 Bunndyrsundersøkelser

Fra hver stasjon ble det tatt fem grabbprøver til bunndyrsundersøkelser. Prøvene ble tatt med en van Veen grabb (Figur 4.2). Grabben er et kvantitativt redskap som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. En full 0,1 m<sup>2</sup> grabb inneholder 17 liter sediment. Hvor dypt grabben graver ned i bunnen avhenger av hardheten til sedimentet. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, blir sedimentvolumet av hver grabbprøve målt. Det er ønskelig at en prøve tatt fra sandbunn inneholder minst 5 l sediment, og prøver fra bunn med leire inneholder minst 10 l. Sedimentet blir deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr større enn 1 mm. Prøvene ble konservert i 4 % nøytralisert formalin. I laboratoriet ble dyrene sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring og artsbestemmelse. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art av Per Johannessen. Opplysninger om antall hugg og sedimentvolum i de enkelte hugg er gitt i Tabell 2.1. Komplette artsliste er presentert i Vedleggstabell 1. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum ved Universitetet i Bergen.

Artslisten (Vedleggstabell 1) omfatter hele artsmaterialet, også planktonorganismer som er fanget av den åpne grabben på vei ned. Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, og i analysene er det bare tatt med dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet.

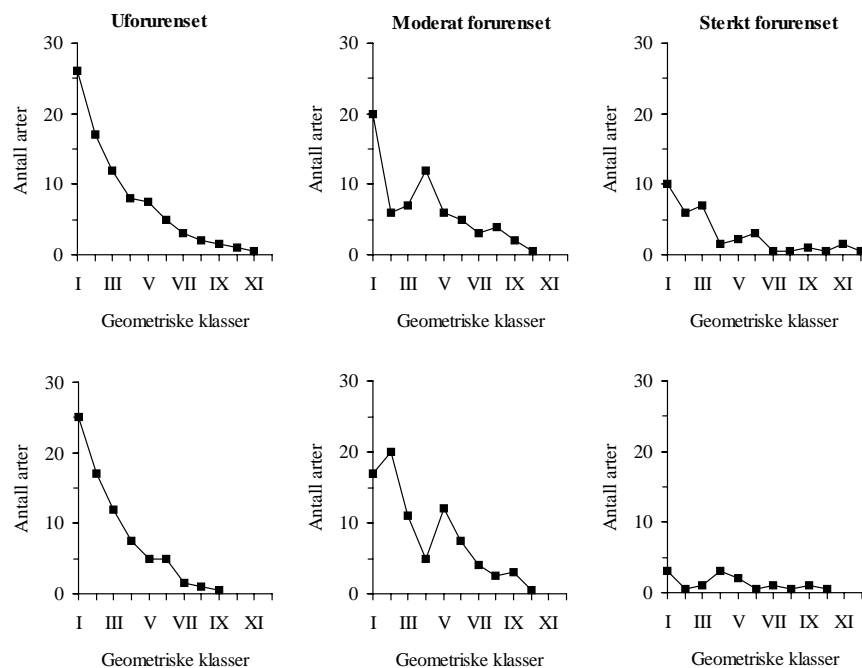
For å avgjøre eventuell påvirkning av faunaen i undersøkelsesområdet ble diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ) og  $H'_{\max}$  beregnet. For å sammenligne faunaen mellom de enkelte stasjonene og mellom de tidligere undersøkelsene ble det utført multivariate analyser. En beskrivelse av de fleste anvendte analysemetodene er tidligere gitt av Johannessen & Høisæter (1986). En kort beskrivelse av metoden for geometriske klasser og cluster analyse er likevel gjengitt under.

Fordeling av arter i geometriske klasser er en grafisk metode som er artsuavhengig. Metoden brukes for å fastslå stressnivået til et samfunn (Clarke & Warwick 1994). Artene i bunnprøvene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som forekommer med ett individ, to til tre individer, fire til syv,

og så videre. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, og så videre (Tabell 4.1). For ytterligere opplysninger henvises til Gray & Mirza (1979), Ugland & Gray (1982) og Pearson et al. (1983).

**Tabell 4.1.** Antall individer per art i ulike geometriske klasser.

Geometriske klasser	Antall individer per art
I	1
II	2 - 3
III	4 - 7
IV	8 - 15
V	16 - 31
VI	32 - 63
VII	64 - 127
VIII	128 - 255
IX	256 - 511



**Figur 4. 3.** Antall arter plottet mot geometriske klasser for et uforurenset, moderat forurenset og sterkt forurenset område (modifisert etter Ugland & Gray 1982).

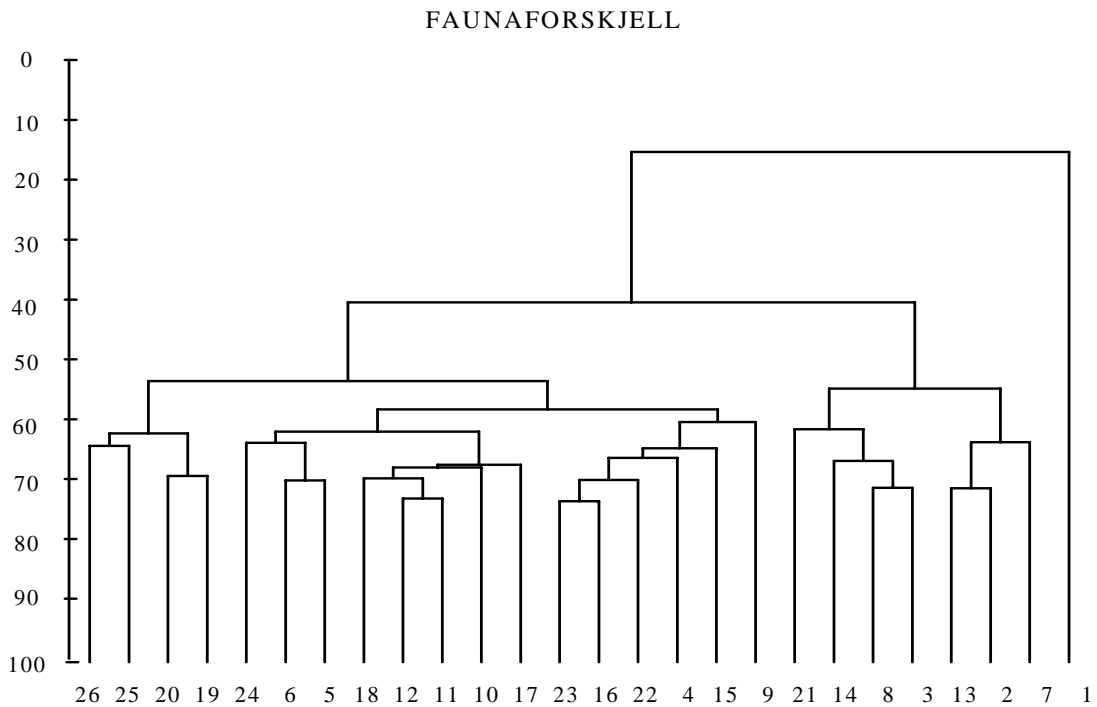
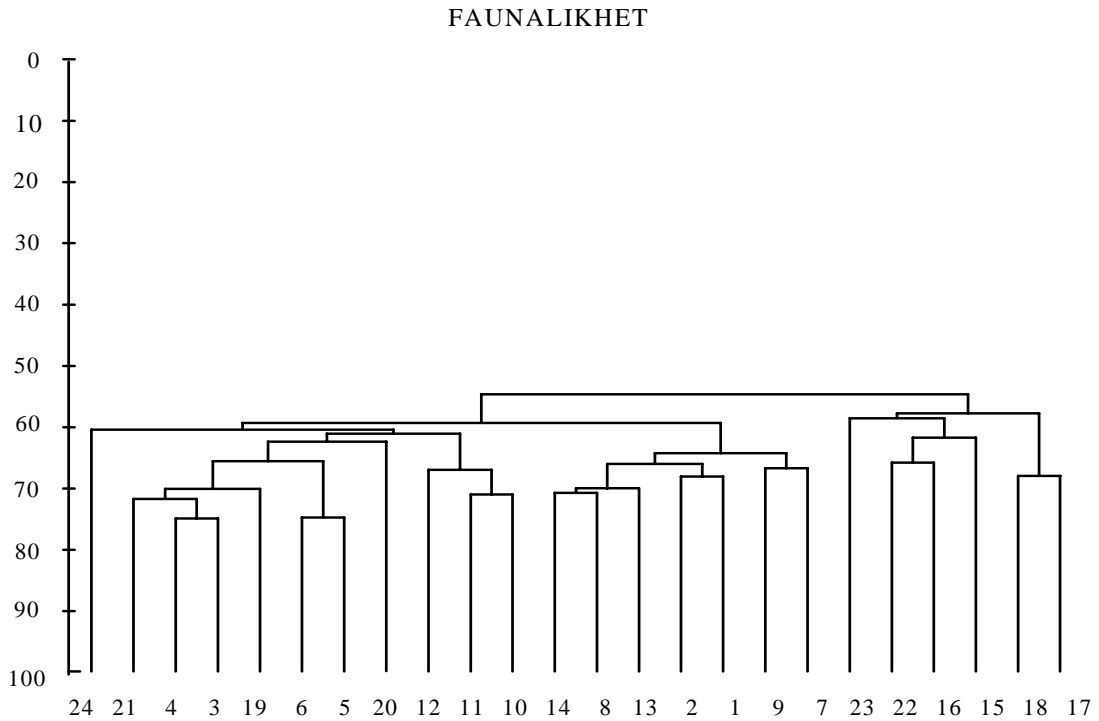
Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen (Figur 4.3). Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I uforurensete områder starter kurven høyt på y-aksen og faller bratt med økende geometrisk klasse. Dette er fordi samfunnet består av mange arter, med få individer av hver art. I et moderat forurenset

område vil kurven starte lavere på y-aksen og falle langsommere mot x-aksen. Det er her færre sjeldne arter, og de dominerende artene øker i individantall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, vanligvis med små topper og nullverdier.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversiteten beregnes for hvert område (prøve). Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig).

I kartet bruker vi å markere stasjonene i innsamlingsområdet (Figur 1) med symboler (○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt) for å illustrere vår oppfatning av miljøforholdene. Symbolene blir gitt på grunnlag av alle resultatene i undersøkelsen, både fra feltarbeidet og alle de ferdige analysene. Symbolene oppsummerer vårt helhetsinntrykk og bygger også på vår erfaring med slike undersøkelser.

Metodene kan ikke brukes ukritisk for undersøkelse av forurensningsinduserte forandringer. Forandringer i et samfunn kan være et resultat av naturlige variasjoner som stormer eller periodisk lave oksygenforhold. En av de viktigste ulempene ved grafiske metoder, som ved univariate metoder (som artsdiversitet), er at de ikke skiller mellom samfunn med totalt forskjellig artssammensetning. Plotting av arter i geometriske klasser gir imidlertid raskt en oversikt over hvordan antall individer fordeler seg mellom artene, det vil si samfunnsstrukturen.



**Figur 4. 4.** Dendrogram fra clusteranalyse. Bray-Curtis similaritet er gitt som prosent langs y-aksen mot grabbhuggnummer (prøver)/stasjon langs x-aksen. Dendrogrammene viser henholdsvis stor og liten faunalikhet mellom prøver/stasjoner.

Klassifikasjon (Figur 4.4) brukes for å gruppere prøver etter likheter i faunasammensetningen (Field et al. 1982). Data ble fjerderotstransformert før analysene. Transformasjonen fører til at individrike (ofte opportunistiske) arter blir mindre vektlagt og flere og mer sjeldne arter blir mer vektlagt. Likheten (similariteten) i faunastrukturen mellom prøvepar fremstilles ved Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray & Curtis 1957). Indeksen tar hensyn til hvilke arter som er felles i to prøver, og er ikke påvirket av om begge prøvene mangler samme art. Bray-Curtis similaritetsindeks er definert som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\},$$

der:  $S_{jk}$  = likheten mellom prøve j og k summert over alle artene,

$p$  = totalt antall arter,

$y_{ij}$  = antall individer av art  $i$  i prøve j

$y_{ik}$  = antall individer av art  $i$  i prøve k.

Indeksen er null dersom to prøver ikke har felles arter (er helt ulike) og en dersom prøvene er helt like. Similaritetsindeksene mellom alle prøvepar settes opp i en similaritetsmatrise. En grafisk fremstilling av matrisen ved klassifikasjon eller ordinasjon gir en bedre oversikt over materialet.

Klassifikasjonsmetoden hierarkisk agglomerativ clustering, med sorteringsteknikken "group average sorting" ble benyttet. De to mest like prøvene blir bundet sammen, og en ny gjennomsnittlig similaritet blir regnet ut. Prosessen fortsetter med en gradvis senkning av similaritetsverdien ved sammenslåingen. Til slutt blir alle prøvene bundet sammen i et dendrogram, der likheten mellom prøvene presenteres. Similariteten er gitt i prosent (%). Figur 4.4 viser et dendrogram der prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram der prøvene har liten faunalikhet.

I dendrogrammet vises den gjennomsnittlige similariteten mellom gruppene, ikke rekkefølgen de adskilte gruppene kommer i, fordi sekvensen av prøver i et dendrogram er tilfeldig. To "naboprøver" er dermed ikke nødvendigvis de mest like. For bedre å få frem rekkefølgen til prøvene benyttes multidimensional scaling. I materialet fra Mongstad området er imidlertid de naturlige forskjellene mellom dypvanns- og gruntvannsprøve av en slik størrelse at den metoden ikke kan benyttes dersom hele materialet skal vurderes under ett.

## 4.2 FJÆREUNDERSØKELSER

Undersøkelsen i fjæresonen ble foretatt i tidsrommet 22.-23. juni 2009 av Erling Heggøy og Gisle Vassenden (Figur 4.5).

### 4.2.1 Stasjonsutvalg

Det ble registrert seks faste stasjoner i 2009: stasjonene 3R, 6R, 16R, 19 og M6.1 inne på området, og stasjonene M5.1 utenfor området (Figur 1.2). Stasjon M6.2 ble opprettet i 2003, som erstatning for M6.1 som ble fylt igjen i forbindelse med utbyggingen av kai 14. Stasjon M6.2 er plassert i en liten bukt på nordsiden av det nordre lensehuset til kai 14. Stasjon 19 ble opprettet i 1998, i forbindelse med en etterundersøkelse etter et oljeutslipp. Øvrige stasjoner har inngått i miljøovervåkingen i en årrekke.

Stasjonen M6.1 var i likhet med stasjonene 16R, 19, M5.1 og M6.2 i områder med grisetangvegetasjon, som egner seg spesielt godt til denne typen miljøovervåking. Stasjonene 3R og 6R er plassert i den delen av området som er åpen mot Fensfjorden (dvs. mellom kai 7 og kai 9, Figur 1.2). Her finnes ikke grisetang pga. at bølgepåvirkningen er for stor. Disse to stasjonene har flere andre trekk som er typisk for lokaliteter med sterkere bølgepåvirkning, bl.a. en høy andel ettårige alger, samt tilstedeværelse av busket havpyrd (*Aglaothamnion sepositum*), pigget rekeklo (*Ceramium shuttleworthianum*), penseldokke (*Polysiphonia brodiaei*), grønneddott (*Spongomorpha* spp.) og tanglusen *Idotea pelagica*. De store naturlige forskjellene i fjæresamfunnet mellom stasjoner med og uten grisetang, gjør at en har valgt å kjøre to samfunnsanalyser. Dette er gjort for at ikke forskjellene i bølgepåvirkning skal skjule mindre forskjeller mellom stasjonene med sammenlignbar strand, som kan skyles miljøovervåking.



#### **4.2.2 Ruteanalyser**

På hver av de seks stasjonene ble det foretatt ruteanalyse i femten faste prøveruter à 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m). Rutene er fordelt på tre nivå i fjæra: øvre (sauetangnivå), midtre (blæretangnivå) og nedre (grisetangnivå). På de stasjonene hvor det ikke finnes ikke sauetang, ble rutene plassert i tilsvarende høyde i forhold til rurbeltet. Innen hvert nivå ble prøverutene for det meste plassert ved siden av hverandre, men av og til med avstand imellom for å unngå dype fjellsprekker, fjæreplytter og bratte partier. Rutenes plassering er markert med bolter i fjellet. Alger og fastsittende dyr registreres i prosent dekning (etter en 25-delt skala: 0, 4, 8, ..., 100%), bevegelige dyr telles. Det ble tatt prøver av enkelte arter for senere identifisering under mikroskop eller stereolupe. Prøvene ble konserverte på 4 % formalin.

Resultatene fra ruteanalysene er sammenlignet med tilsvarende data fra 1997, 1998, 2000, 2003 og 2006. I 1991, 1992, 1994 og 1995 ble ruteanalysene bare foretatt i nedre nivå (5 ruter pr. stasjon). Det er gjort sammenligninger med data fra denne perioden også, men da er bare nedre nivå tatt med.

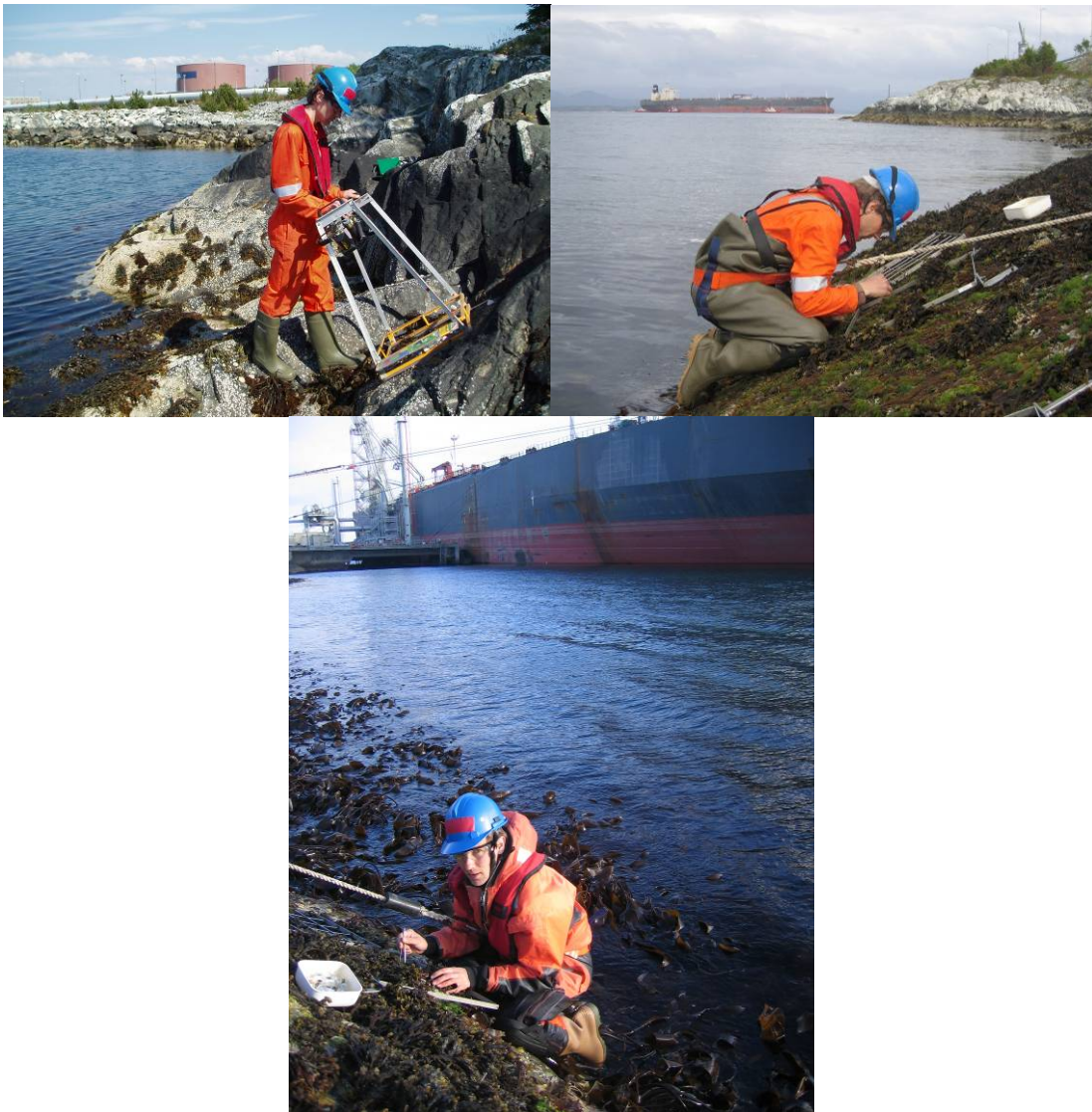
Det ble foretatt artsutvalg før materialet ble analysert. Enkelte bevegelige dyr, hvis forekomst i fjæra er av mer tilfeldig karakter eller som lett blir oversett ble utelatt fra analysene. Større taksonomiske grupperinger ble utelatt fra samfunnsanalysene om de ikke var karakteristiske grupper med stor utbredelse. I hver analyse ble det foretatt en felles artsutvelgelse for alle årene som analysen omfattet. Artsutvalg for beregning av artsantall, summering av dekningsgrad og for samfunnsanalyser er gitt i Vedleggstabell 3. Alle prøveruter ble fotografert. Hvis store deler av undervegetasjonen var skjult under tangdekket, ble ruten fotografert på ny etter at tangdekket var brettet til side. Billedmaterialet er oppbevart ved Seksjon for anvendt miljøforskning.

#### **4.2.3 Beregninger**

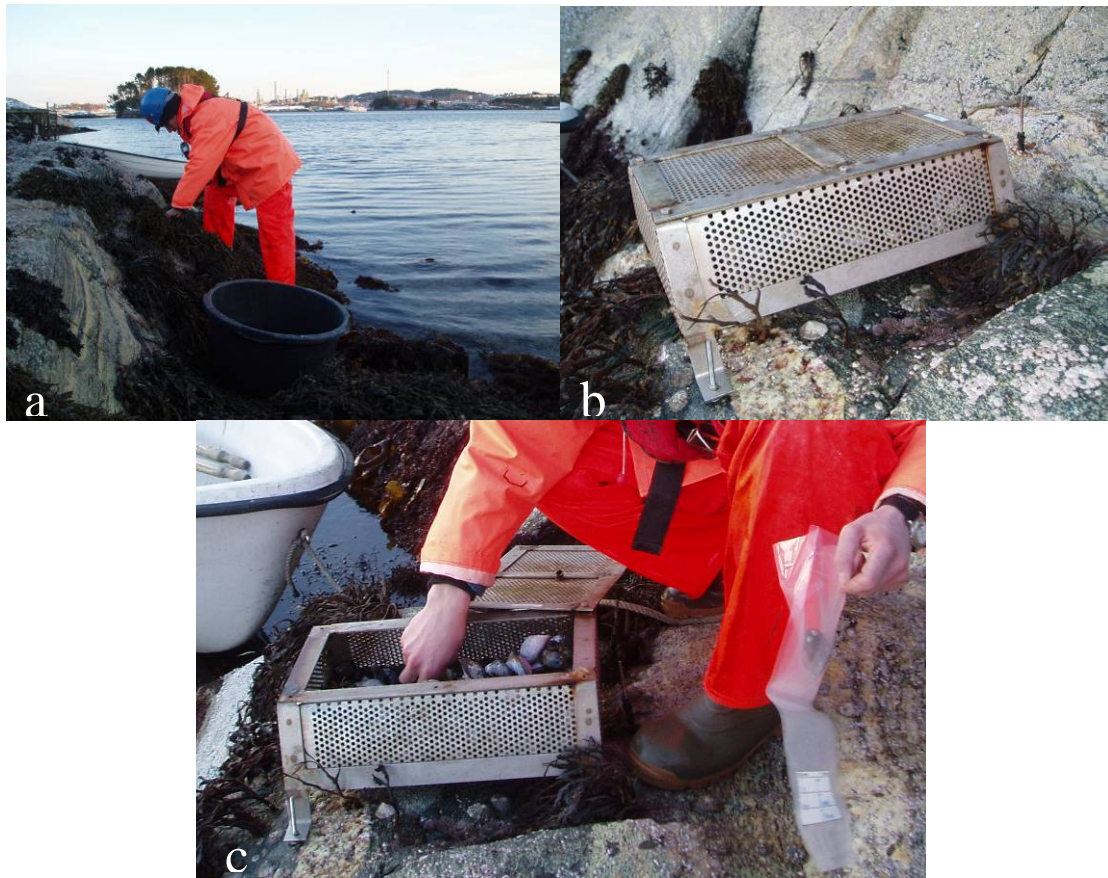
Tallbehandling av mengdedata for planter og dyr ble utført på gjennomsnittet (avrundet til nærmeste heltall) for de femten - alternativt fem - prøverutene på hver av stasjonene. Før samfunnsanalyser ble mengdedata for alger og fastsittende dyr vinkeltransformert

$(\arcsin\left(\sqrt{\frac{d}{100}}\right) * 180/\pi)$ , der d er prosent dekning), og mengdedata for bevegelige dyr ble

tredjerot-transformert ( $3\sqrt{n}$ ), der n er antall individer pr. prøverute. Det er brukt to metoder for samfunnsanalyse: MDS og clusteranalyse, som beskrevet i Hjøhlman & Risheim (1992).



**Figur 4. 5.** Fjæreundersøkelse.



**Figur 4. 6.** a) Innsamling av blåskjell på Håvarden til analyse, og b) utsetting i bur. c) Skjellene som skal undersøkes for oljehydrokarboner blir pakket i Rilsanposer.

### 4.3 OLJEHYDROKARBONER

På ingen av litoral-stasjonene finnes naturlige bestander av blåskjell som er tilstrekkelig store for bestemmelse av mengde hydrokarboner og tungmetaller. Blåskjell ble derfor samlet inn fra referenslokaliteten i sundet mellom Håvarden og Kvalen den 17. september 2008 og plassert i de fastmonterte burene av syrefast stål ved stasjonene M5.1, M6.2, M6.3, 3R, 6R og 16R (Figur 4.6). I forbindelse med røktinga ble nettingburet på 16R erstattet med et bur laget av perforerte stålplater. Burene holder skjellene på plass og beskytter samtidig skjellene mot rovdyr som spiser blåskjell. Ved røkting ble burene rensed for predatorerene korstroll (*Asterias rubens*) og purpursnegl (*Nucella lapillus*) og døde skjell ble fjernet. Samtidig ble nye skjell tilført burene.

Blåskjell fra stasjonene 3R, 6R, 16R, M5.1, M6.2, M6.3 og referensstasjonen Håvarden samt sediment fra bunnstasjonene Mo 52, Mo 53, Mo 55 og Mo 61 ble samlet 11-12. mars 2009 for analyse av oljehydrokarboner. Analyseprøvene ble pakket i Rilsan miljøposer, og lagret ved -20°C

inntil de kjemiske analysene ble foretatt. Fra hver stasjon ble det plukket ut tre parallelle blandprøver til analyse. Hver parallell bestod av 15 skjell. Innholdet av oljehydrokarboner i kroppsvevet til blåskjellene og i sedimentet ble analysert av Kjemilaboratoriet i Bergen, Havforskningsinstituttet.

#### 4.3.1 Metode for bestemmelser av THC og NPD

Kjemilaboratoriet i Bergen, Havforskningsinstituttet er et prøvingslaboratorium som er akkreditert av Norsk Akkreditering til kjemisk prøving under registreringsnummer P166, standard EN-45001 og ISO/IEC Guide 25.

**Tabell v1.** Utstyr og analysebetingelser for GC/MS analyser

GC/MS System	: Micromass Autospec Ultima med HP-6890 gasskromatograf
Kolonne	: HP5MS, 30 m, 0,25 mm ID, df=0,25 µm
Bæregass	: Helium 1,5 ml/min, konstant flow
Injektor temp.	: 280 °C
Injeksjon	: Autoinjeksjon , 1 µl splittløs i 60 s
Temp. program	: 60 °C (1 min) – 15 °C/min – 100 °C – 6 °C/min - 280 °C (15 min)
Ionisering	: EI+, temp. ionekilde 150 °C
Oppløsning	: 1000

#### Sediment

Akkreditert metode O2 og O4 ble benyttet i opparbeiding og analyse av henholdsvis PAH/NPD og THC i sediment. Ekstraksjonsmetoden baseres på forsåpning av sedimentet i 100 ml metanolisk kalilut ( 0,5 N) og væske/væske-ekstraksjon med 2x30 ml heksan. Svovel fjernes med aktiv kobber, deretter renses ekstraktene på silica bond-elut kolonne. Ekstraktene analyseres på GC (FID) for bestemmelse av THC, og på GC/MS (SIR) for bestemmelse av PAH/NPD. Analysebetingelsene på GC/MS er vist i tabell v1. Tabell v2 viser analysebetingelsene på GC (FID). THC-signalet integreres i vinduet C<sub>12</sub>-C<sub>35</sub>. Baseoljen HDF-200 benyttes som ekstern standard i kalibreringen av GC.

**Tabell v2.** Analysebetingelser GC

GC (FID)	: HP-5890 serie 2
Kolonne	: HP-5 crosslinked 5% phenyl methyl siloxane, 30 m, 0,25 mm ID, df=0,25 µm
Bæregass	: Helium 1,4 ml/min, konstant flow
Injektor temp.	: 290 °C
Injeksjon	: Autoinjeksjon , 1 µl splittløs i 60 s
Temp. program	: 60 °C (1 min) – 20 °C/min – 290 °C (24 min)
Detektor temp.	: 300 °C
	:

## **Kvalitetskontroll**

Linearitetsområdet på GC/MS instrumentet ble kontrollert ved å injisere en fortyningsserie av autentiske standarder av aromatiske hydrokarboner. Standardene brukes til etablering av kalibreringskurver/responsfaktorer under analysene av prøveseriene.

For hver femte prøve ble det opparbeidet og analysert en prosedyreblank. Resultatene fra analysene av blankprøver ble brukt til å beregne deteksjonsgrense og målegrense for komponentene som inngår i måleprogrammet. Deteksjonsgrensen (LOD) er definert som den gjennomsnittlige hydrokarbonmengden fra tre blindverdier + 3 x SD (standard avvik) og målegrensen (LOQ) er definert som den gjennomsnittlige hydrokarbonmengden fra tre blindverdier + 10 x SD.

Reproduserbarheten i metodene ble kontrollert ved å opparbeide og analysere et internt referansemateriale (sediment, blåskjell) som føres i kontrollskjema.

## **4.4 TUNGMETALLANALYSER I BLÅSKJELL**

### **4.4.1 Behandling av blåskjellprøver**

Samtlige blåskjell i hver prøve ble fordelt i tre replikate prøver fra populasjonen der sammensetningen av skjellene (antall og størrelse) var mest mulig likt. Tungmetallanalysene omfattet kvikksølv (Hg), vanadium (V), krom (Cr), kobolt (Co), nikkel (Ni), kobber (Cu), sink (Zn), arsen (As), kadmium (Cd) og bly (Pb). Analysene av tungmetallinnholdet i blåskjell er utført ved Eurofins as som er akkreditert for disse analysene (Akkrediteringsnummer Test043). Sammenlikning av konsentrasjonene av tungmetaller i blåskjell ble foretatt etter SFT's klassifisering av metaller (Molvær et al 1997). Klassifiseringen er inndelt fra tilstandsklasse I (ubetydelig-lite forurenset) til tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset).

### **4.4.2 Analyse av tungmetallinnhold i blåskjell**

0,5 gram veies inn og tilsettes 8 ml konsentrert salpetersyre (HNO<sub>3</sub>) og 2 ml konsentrert hydrogenperoksid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Siden blir prøven oppsluttet i mikrobølgeovn ved 190° C. Analysene blir utført på ICP-AES og/eller ICP-MS avhengig av element og konsentrasjon.



## 5 LITTERATUR

- Botnen HB, Tvedten ØF, Johannessen PJ. 1991. A benthic survey before and after the deployment of a seawater scrubber outlet. *IFM-rapport* nr. 7, 1991. 22 s.
- Botnen HB, Johannessen PJ, Tvedten ØF. 1992. Monitoring the effect of a seawater scrubber outlet on the benthic community of the marine recipient. *IFM-rapport* nr. 1, 1992. 21 s.
- Botnen HB, Tvedten ØF, Grahl-Nielsen O, Johannessen PJ. 1993a. Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoil's raffineri på Mongstad i 1993a. *IFM-rapport* nr. 39, 1993. 45 s.
- Botnen HB, Johannessen PJ, Tvedten ØF. 1993b. Monitoring the effect of a seawater scrubber outlet on the marine recipient. *IFM-rapport* nr. 14, 1993. 24 s.
- Botnen HB, Årrestad K, Grahl-Nielsen O, Johannessen PJ, Hjøhlman S, Tvedten ØF. 1994a. Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoil's raffineri på Mongstad i 1994. *IFM-rapport* nr. 40, 1994. 138 s.
- Botnen HB, Johannessen PJ, Tvedten ØF. 1994b. Monitoring the marine recipient of a seawater scrubber outlet. *IFM-rapport* nr. 24, 1994. 23 s.
- Botnen HB, Årrestad K, Grahl-Nielsen O, Mjaavatten O, Johannessen PJ, Hjøhlman S, Tvedten ØF. 1995. Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoil's raffineri på Mongstad i 1995. *IFM-rapport* nr. 15, 1995. 108 s.
- Botnen HB, Grahl-Nielsen O, Mjaavatten O, Tvedten ØF, Johannessen PJ. 1996. Tungmetall og oljehydrokarboner i blåskjell fra Mongstadorrådet i 1996. *IFM-rapport* nr. 20, 1996. 48 s.
- Botnen HB, Hjøhlman S, Mjaavatten O, Grahl-Nielsen O, Johannessen PJ. 1998. Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoils raffineri på Mongstad i 1997. *IFM-rapport* nr. 2, 1998. 121 s.
- Brattegard T, Høisæter T. 1972. *Undersøkelse av Fensfjordens dype bløtbunners dyreliv*. - Rapport fra Biologisk Stasjon, Universitetet i Bergen. Bestilling Nr.T. 66401/NH/Mo. 88 s.
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. In: Holme, NA, McIntyre, AD, editors. *Methods for the study of marine benthos*. Oxford, Blackwell scientific publications. p. 41-65.
- Clarke KR, Warwick RM. 1994. *Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. - National Environmental Research Council, United Kingdom. 144 pp.
- Field JG, Clarke KR, & Warwick RM. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series* 8:37-52.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Hjøhlman, S. 1999. Undersøkelse av strandsonen i Mongstadvågen 1999. Etterkantundersøkelse etter oljeutslippet av Heidrun råolje i august 1997. IFM, UiB. Rapport nr. 1, 1999. 31 pp.
- Hjøhlman S, Risheim I. 1992a. Undersøkelser på hardbunn i fjæra og på grunt vann. S. 23-47 i: Johannessen PJ, Botnen HB, Hjøhlman S, Risheim I, Grahl-Nielsen O (eds.). Overvåkning

- av marinbiologiske forhold ved Statoil's raffineri på Mongstad 1991. *IFM-rapport* nr. 4, 1992. 133 s.
- Hjohlman S, Risheim I. 1992b. Undersøkelser i fjæra ved Statoil's oljeraffineri på Mongstad 1992. S. 21-38 i: Johannessen PJ, Botnen HB, Hjohlman S, Grahl-Nielsen O, Risheim I (eds.). Overvåkning av marinbiologiske forhold ved Statoil's raffineri på Mongstad 1992. *IFM-rapport* nr. 26, 1992. 117 s.
- Hjohlman S, Lein TE, Küfner R, Futsæter G. 1991. Skadevurdering av tilsølte strender i Sognesjøen. Årsrapport 1991. *IFM-Rapport* nr. 37, 1991. Universitetet i Bergen. 34 s.
- Hjohlman S, Lein TE. 1996. Skadevurdering av tilsølte strender i Sognesjøen 1996. Oppsummering av oljesølet fra "Mercantil Marica" i 1989. *IFM-Rapport* nr. 22, 1996. Universitetet i Bergen. 26 p.
- Hovgaard P, 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53 : 15-18.
- Johannessen PJ, Høisæter T. 1986. *Marine Baseline study*. Final report Mongstad agreement No. M30110. Den norske stats oljeselskap a.s. og Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen. 179 pp.
- Johannessen PJ, Høisæter T, Grahl-Nielsen O. 1988. *Additional marine baseline study*. Final report, Mongstad agreement no: M30110, Variation order no: 001, 1987. Den norske stats oljeselskap a.s. og Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen. 136 pp.
- Johannessen, PJ, Risheim I, Botnen HB, Grahl-Nielsen O. 1991a. Overvåkning av marinbiologiske forhold ved Statoils' raffineri på Mongstad 1990. *IFM-rapport* nr. 29, 1991. 77 s.
- Johannessen PJ, Tvedten Ø, Botnen HB, 1991b. A benthic survey around an outlet from a seawater scrubber. *IFM-rapport* nr. 8, 1991. 21 s.
- Johannessen PJ, Botnen HB, Hjohlman S, Risheim I, Grahl-Nielsen O. 1992a. Overvåkning av marinbiologiske forhold ved Statoil's raffineri på Mongstad 1991. *IFM-rapport* nr. 4, 1992. 133 s.
- Johannessen PJ, Botnen HB, Hjohlman S, Grahl-Nielsen O, Risheim I. 1992b. Overvåkning av marinbiologiske forhold ved Statoil's raffineri på Mongstad i 1992. *IFM-rapport* nr. 26, 1992. 117 s.
- Johansen P-O, Hjohlman S, Botnen H, Johannessen P. 2000. Overvåkning av Statoils raffineri på Mongstad i 2000. *IFM-rapport* nr. 9, 2000. 108 s.
- Johansen P-O, Heggøy E, Johannessen P. 2003. Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoils raffineri på Mongsad i 2003. *IFM-rapport* nr. 13, 2003. 141 s.
- Johansen, P-O og Johannessen P. 2004. Oljehydrokarboner i blåskjell ved Mongstad i mars 2004. Notat fra UNIFOB - SAM-marin. 10 s.
- Johansen P-O, Heggøy E, Johannessen P. 2006. Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoils raffineri på Mongstad i 2006. *VestBio* nr. 9, 2006. 107 s.
- Norsk Standard 4764. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Magurran AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. - London , Croom Helm Limited. 179 pp.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. *Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.

- Myers AA, Southgate T, Cross TF. 1980. Distinguishing the effects of oil pollution from natural cyclical phenomena on the biota of Bantry Bay, Ireland. *Marine Pollution Bulletin* 11:204-207.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Rygg B, Thélin I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Solé M, Porte C, Albaigés J. 1995. Seasonal variation in the mixed-function oxygenase system and antioxidant enzymes of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14(1): 157-164
- Ugland KI, Gray JS. 1982. Lognormal distributions and the concept of community equilibrium. *Oikos* 39:171-178.



## **6 VEDLEGGTABELLER OG VEDLEGGFIGURER**

<b>VEDLEGGSTABELL 1. BENTHOS ARTSLISTE.....</b>	<b>74</b>
<b>VEDLEGGSTABELL 2. DE TI MEST TALLRIKE BUNNDYRSARTENE I 2009. ....</b>	<b>87</b>
<b>VEDLEGGSTABELL 3. ARTSLISTE LITORAL.....</b>	<b>88</b>
<b>VEDLEGGSTABELL 4. ANALYSEBEVIS FOR METALLER I BLÅSKJELL .....</b>	<b>97</b>
<b>VEDLEGGSTABELL 5. ANALYSEBEVIS FOR NPD I BLÅSKJELL OG SEDIMENT.....</b>	<b>102</b>

**Vedleggstabell 1. Benthos artsliste**



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS  
**SEKSJON FOR ANVENDT  
MILJØFORSKNING (SAM)**  
Høyteknologisenteret i Bergen, 5006 Bergen  
Telefon: 55 58 44 65 Telefaks: 55 58 45 25



**BENTHOS ARTSLISTE**

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Statoil Hydro, Mongstad**

**Prosjekt nr.: 802570**

**Prøvetakingssted (område): Mongstad, Fensfjorden**

**Dato for prøvetaking: 11-12. mars 2009**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Unifob as, SAM-marin**

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen**

**Artene er identifisert av: Per Johannessen**

**Metode:** Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 og interne standard forskrifter.

**Opplysninger om merker i artslisten:**

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

+ i tabellen angir at det var dyr tilstede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.

/ i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).

cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.

\* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

\* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av 12 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur:.....*P.O. Johannessen*.....  
**Signaturberettiget**

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 1/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 52, 2009					Mo 53, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
PORIFERA indet.						+			+	+	+		
Cliona sp.				+	+		+						
Sycon sp.													
SCYPHOZOA													
Periphylla periphylla													
HYDROZOA indet.					+	+	+	+	+			+	+
ANTHOZOA													
Kophobelemnon stelliferum											1		
Cerianthus lloydii				4/1	1		1/2	4					
Edwardsia sp.				12	1	9	2	12					
Paraedwardsia cf. arenaria				2				1					
Actinidae indet.						2							
NEMERTINI indet.				2	2	3		2	3	13	10	10	14
NEMATODA indet.					1	1			8	20	20	20	21
POLYCHAETA													
Paramphinome jeffreysii									9/1	19/6	9/2	3/4	3/3
Aphrodita aculeata				1									
Laetmonice filicornis										0/2			
Polynoidae indet.					2					1			
Eunoe nodosa					1								
Pholoe baltica				2			2	1/2					
Pholoe pallida									1/2	5/6	5	2/1	3/2
Neoleanira tetragona									1/1			1	1
Sthenelais limicola				1		2		4					
Sige fusigera					1								
Notophyllum foliosum					1								
Protomystides exigua											1		
Eumida bahusiensis					2								
Eumida ockelmanni					1								
Eumida sanguinea					1								
Eulalia viridis					3								
Eulalia sp.				1									
Eteone longa				1/1				2/2					
Tomopteris sp.													
Gyptis rosea							1			2/1			2
Kefersteinia cirrata													
Nereimyra punctata						1							
Ophiodromus flexuosus						1							
Pilargis sp.													
Syllidae indet.				1	1	1		2					
Ehlersia cornuta													
Exogone sp.										1	1	2	
Ceratocephale loveni									2	5/1	1	3/1	1/1
Nereis pelagica					1/1								
Nereis diversicolor													
Platynereis dumerilii					1								
Aglaophamus malmgreni										1	2	2	
Nephtys hombergi				2		2/1	0/1	3					
Nephtys hystricis						0/1		1				1	1
Nephtys longosetosa											1	0/1	
Sphaerodoridium fauchaldi												1	
Sphaerodorum flavum													

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 2/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 52, 2009					Mo 53, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Glycera alba							0/1						
Glycera lapidum				1		1/3	1	2/1		3/3	1/1	0/3	1/2
Goniada maculata				0/2		1/3	1/1	2/1					
Hyalinoecia tubicola						1							
Paradiopatra fiordica									7	1/1	4	1	6
Paradiopatra quadricuspis									1	1	6	2/1	2/1
Marphysa bellii												0/1	
Lumbrineridae indet.					2				3	10	15	18	12
Dorvilleidae indet.													
Protodorvillea kefersteini											1	1	1
Orbinia sertulata								1					
Phylo norvegica				0/2		0/1	0/1	1/1	1	1			
Scoloplos armiger													
Aonides paucibranchiata						0/1		0/1					
Laonice cirrata								1					
Malacoceros vulgaris								1					
Polydora sp.						1		2					
Prionospio cirrifera				0/1	3/8	19/22	10/10	18/10					
Prionospio fallax													
Prionospio dubia										2			3
Spio sp.													
Spiophanes bombyx								1			1		
Apistobranchus tullbergi													
Spiophanes kroeyeri				3				1	0/1	3/1	12/1	10/2	5/3
Spiochaetopterus bergensis						1							
Spiochaetopterus typicus													
Magelona filiformis													
Aricidea suecica											1		
Aricidea catherinae									2				3
Aricidea wassi				1				1					
Levinsenia gracilis									1	6/3	10/1	3/2	8
Paraonis sp.				2				1		1	2		
Aphelochaeta sp.				1	1	2		5		5	6	3	8
Chaetozone christi						1	1				1		
Chaetozone setosa				5/1	6/1	9/3	6/1	14/1					
Chaetozone jubata											1	1	
Cirratulus cirratus				1	6	2	2/2	1					
Dodecaceria concharum													
Macrochaeta clavicornis				1	6	2	8	2					
Brada villosa						1	0/1	1					
Diplocirrus glaucus				3/6	1	4/7	5/4	6/3	2	1/3	0/1	5/2	1/2
Pherusa falcata												1	0/1
Ophelina acuminata											1	2/2	1
Ophelina cylindricaudata					1	1		1					
Ophelina norvegica									1/1				
Scalibregma inflatum					1			1					
Heteromastus filiformis									8	19	20	22/4	28/2
Mediomastus fragilis					1	1							
Notomastus latericeus					1					1/2	3/5	2/12	0/2
Clymenura borealis											1	0/1	0/1
Clymenura sp.													
Praxillella affinis				2/1	1	2/2	0/3	1/2		1		1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 3/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 52, 2009					Mo 53, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Praxillella praetermissa								1					
Praxillura longissima		0/2											
Chirimia biceps									1				
Nicomache sp.				2				1					
Petaloproctus tenuis													
Rhodine loveni									2	1		3/1	1
Rhodine gracilor			0/1					1					
Myriochele danielsseni										1			
Myriochele fragilis			1									3	1
Myriochele heeri		2		1				1	26	14	4	30	37
Myriochele oculata		85	40	41	37	50							
Owenia borealis		119/28	54/11	110	47/48	79/19							
Pectinaria auricoma		1/1		0/1				2					
Pectinaria belgica									3	3		2	3
Ampharete falcata		1			1	2							
Ampharete finmarchica		1		2	1/2	2							
Sabellides octocirrata		2/11	3/5	2/10	3/9	8/13							
Anobothrus gracilis				1/1									
Amphicteis gunneri		0/1	1	0/1		1/1							
Amythasides macroglossus										2	1	2	1
Eclysippe vanelli											3		
Sosanopsis wireni		3		2/1	0/1	3							
Samytha sexcirrata						1							
Melinna elisabethae		4	1		1								
Amphitrite cirrata		1/3		1/1	0/1	1							
Paramphitrite tetrabanchia			0/1	1									
Eupolytmia nesidensis			1		2								
Pista cristata											3		1
Pista lomensis		0/1	1	0/1									
Lanassa venusta													
Thelepus cinnamatus				1									
Streblosoma bairdi												1/1	
Streblosoma intestinale		3/2	0/1	5/27	1/1	8/2						1	
Polycirrus medusa			1			2					1		
Polycirrus norvegicus		2	0/1	0/1	0/1								
Amacana trilobata										1			
Trichobranthus roseus		0/2	1	6/1	0/1	4/2							
Terebellides stroemi				1				1			1	0/1	2
Sabellidae indet.		1	6			2							
Sabella pavonina													
Euchone papillosa		2	2										
Euchone rubrocincta						1							
Jasmineira sp		1	4	2	1	2							
Hydroides norvegica		2	7/1		1	1/1							
Pomatoceros triqueter													
Spirorbis sp.													
ECHIURA indet.		0/1		1	1								
SIPUNCULA indet.													
Phascolion strombus									1		1	0/1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 4/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 52, 2009					Mo 53, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>									63/7	35/3	15/2	37/6	53/14
<i>Onchnesoma squamatum</i>									1	1	3/1	1/1	2
<i>Nephasoma cf. minutum</i>									1	11		14	23
CRUSTACEA													
<i>Calanus finmarchicus</i>						1	2		12	22	52	9	11
<i>Calanus hyperboreus</i>									1				
<i>Chiridius armatus</i>									9	9	13	1	5
<i>Euchaeta norvegica</i>									1	1	1		
<i>Metridia lucens</i>											1		
<i>Metridia longa</i>										1			
<i>Verruca stroemi</i>					3								
<i>Philomedes lilljeborgi</i>											2	1	
<i>Nebalia sp.</i>	1						3						
Mysidacea indet.													
<i>Eudorella truncatula</i>													
<i>Eudorella hirsuta</i>													
<i>Diastylis sp.</i>													
<i>Diastylis cornuta</i>						1							
<i>Diastylis rugosa</i>													
<i>Diastylis serrata</i>													
<i>Campylaspis costata</i>													
Tanaidacea indet.										1	5	1	
<i>Apeudes spinosus</i>												1	
<i>Gnathia sp.</i>													
<i>Ilyarachna longicornis</i>												1	
Amphipoda indet.	9	4	12	4	8						1		1
Hyperiididae indet.													
Caprellidae indet.	1												
<i>Eriopisa elongata</i>									0/2	3	8/1	2/1	
Euphausiacea indet.													
Decapoda indet.													
Decapoda larve													
<i>Eualus occultus</i>													
<i>Pandalina cf. brevisrostris</i>													
<i>Calocarides coronatus</i>										1	1/1		1
<i>Calocaris macandreae</i>													
<i>Galathea intermedia</i>													
<i>Munida sarsi</i>													
<i>Pagurus cf. cuanensis</i>						0/1							
Paguridae indet.	0/1												
<i>Ebalia cranchi</i>													
<i>Inachus phalangium</i>													
PYCNOGONIDA indet.	2	1	2										
MOLLUSCA													
<i>Caudofoveata indet.</i>	2		1		2			1	5	9	6	7	
<i>Solenogastres indet.</i>			1		1				1				1
<i>Leptochiton asellus</i>	0/2	5/9		1/1									
<i>Tonicella rubra</i>													
<i>Ischnochiton albus</i>		1											

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 5/12	Dato 11-12.3-2009	Stasjon	Mo 52, 2009					Mo 53, 2009				
Arter / Hugg nr.			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Emarginula fissura												
Puncturella noachina			1									
Tectura virginea												
Skenea rugulosa									1			
Euspira pulchella					0/1							
Haliella stenostoma												
Melanella polita					1							
Vitreolina philippi			1									
Taranis moerchi												
Acteon tornatilis	1											
Diaphana minuta							3					
Philina scabra				1/1	1							
Cylichna cylindracea	4		4/2	1/1	5							
Roxania utriculus			1									
Nudibranchiata indet.							1					
Nucula tumidula							6/1	5	3/2	3/4	14/3	
Ennucula tenuis		1				1						
Yoldiella lucida									1			1
Yoldiella nana							1					
Yoldiella philippiana			1									
Modiolarca subpicta												
Modiolula phaseolina						0/1						
Batharca pectunculoides							1	1/1	2			1
Palliolium sp			0/2	0/1	0/1							
Hyalopecten similis				1/1								
Heteranomia squamula												
Lucinoma borealis	1											
Myrtea spinifera	1/2	1/1	1/1			2/2						
Thyasira flexuosa	5/8	1/12	4/3	0/2	15/12							
Thyasira obsoleta							2	1	2/1	1	1	
Thyasira sarsii	0/1		1/2									
Thyasira equalis							13/3	10/2	11/7	11/5	4/3	
Mendicula ferruginia							14/1	3	14/1	10	10	
Adontorhina similis						1	1	1	2/1	0/1		
Devonia perrieri												
Montacuta ferruginosa	1/1					1						
Mysella bidentata	1		1			2/1						
Astarte montagui												
Astarte sulcata				0/1								
Parvicardium minimum				1	3	1						
Parvicardium scabrum		0/2										
Tellina fabula						1						
Fabulina fabula						1						
Gari fervensis			0/1									
Abra longicallus									1	1		
Abra nitida							3/1	1	1	0/1		
Arctica islandica												
Kelliella abyssicola							19/8	26/8	27/7	17/2	51/7	
Dosinia lincta	1		1									

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 6/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 52, 2009					Mo 53, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Corbula gibba							0/3						
Hiatella sp.					0/1	1							
Thracia convexa					0/1								
Cochlodesma praetenu		1/2			0/1	0/4		1/1					
Lyonsia norwegica								1					
Cuspidaria obesa									2/1				1/1
Cuspidaria rostrata													0/2
Cuspidaria abbreviata										1	1/2	0/2	4/3
Dentalium agile											1		0/1
Dentalium entalis		3/1				4		2/1					
Entalina tetragona									3	5/3	2/6	5/1	4
Pulsellum lofotense													
BRACHIOPODA													
Neocrania anomala						0/3							
PHORONIDA indet.		5	2	1	+								
BRYOZOA skorpeformet							+	+					
BRYOZOA grenet			+	+	+	+							
ECHINODERMATA													
Astropecten irregularis							0/1						
Asterias rubens													
Ophiuroidea indet.													
Ophiopholis aculeata													
Amphipholis squamata													
Amphiura chiajei		0/1											
Amphiura filiformis													
Amphilepis norvegica									2/4	3/7	3/1	2/4	2/7
Ophiura affinis						1							
Ophiura albida													
Ophiura sarsi													
Echinus acutus									0/1				
Strongylocentrotus droebachiensis													
Echinocyamus pusillus							2						
Brissopsis lyrifera													
Echinocardium cordatum													
Echinocardium flavescens		4	1	3	0/2	1/4							
Pseudothyone raphanus						1		1					
Ocnus lacteus		1		1		0/1							
Thyonidium drummondi								1					
Synaptidae indet.		25	12	30	20	25							
POGONOPHORA indet.										+	+	+	+
Siboglinum fiordicum		+	+	+	+	+							
Siboglinum ekmani													
ENTEROPNEUSTA indet.									1				
CHAETOGNATHA indet.										1			
ASCIDIACEA indet.					2	3							
Aplidium sp.													
Styela sp													
Pyura tessellata													
PISCES egg.										2	3	4	4
VARIA			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 7/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 55, 2009					Mo 61, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
* PORIFERA indet.				+									
* Cliona sp.				+			+	+					
* Sycon sp.					2								
* SCYPHOZOA													
* Periphylla periphylla												0/1	
* HYDROZOA indet.				+					+	+	+		
ANTHOZOA													
Kophobelemnon stelliferum													
Cerianthus lloydii				5/2	3	5/2	6/1	2/1					
Edwardsia sp.				2	3	5	2	3					
Paraedwardsia cf. arenaria													
Actinidae indet.													
* NEMERTINI indet.				8	2	3	4	3	5	6	5	3	
* NEMATODA indet.				3		3	2			2			1
POLYCHAETA													
Paramphinome jeffreysii						1			2	1/2	3/2	1/2	1/3
Aphrodita aculeata									1				
Laetmonice filicornis													
Polynoidae indet.					1								
Eunoe nodosa													
Pholoe baltica				3/1		0/2	2	1					
Pholoe pallida									2	3	0/1	1/1	1
Neoleanira tetragona										1		1	1
Sthenelais limicola													
Sige fusigera													
Notophyllum foliosum													
Protomystides exigua										1			
Eumida bahusensis							1						
Eumida ockelmanni													
Eumida sanguinea						1/1	1						
Eulalia viridis						1							
Eulalia sp.													
Eteone longa													
* Tomopteris sp.										1			
Gyptis rosea									1			4	
Kefersteinia cirrata				1	1	1/1							
Nereimyra punctata				1/1	4/2	2	2/1						
Ophiodromus flexuosus													
Pilargis sp.									1				
Syllidae indet.				2		3	2	1		1			
Ehlersia cornuta				2			2						
Exogone sp.				2	4	5	3	3	1				
Ceratocephale loveni									4	1/1	1	2	1/1
Nereis pelagica													
Nereis diversicolor				2			2						
Platynereis dumerilii				1									
Aglaophamus malmgreni									2			3	1/1
Nephtys hombergi													
Nephtys hystericis													
Nephtys longosetosa								0/1		0/1	1		
Sphaerodoridium fauchaldi													
Sphaerodoridium flavum					1								

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 8/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 55, 2009					Mo 61, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Glycera alba		3/1		2		1							
Glycera lapidum		1				2/2	2/1	2				1	0/1
Goniada maculata		1		3/1		1	1	3					
Hyalinoecia tubicola													
Paradiopatra fiordica											0/2		
Paradiopatra quadricuspis											0/2	0/1	0/4
Marphysa bellii													
Lumbrineridae indet.		2		3		4	1	1	4	5	4	3	5
Dorvilleidae indet.		1					2						
Protodorvillea kefersteini													
Orbinia sertulata													
Phylo norvegica							1		1	1			1
Scoloplos armiger		1		3/1		3	2	2					
Aonides paucibranchiata													
Laonice cirrata													
Malacoceros vulgaris													
Polydora sp.		39		39		24	41	20					
Prionospio cirrifera		55/4		19		27	40	23					
Prionospio fallax		66		36		86	30	37					
Prionospio dubia										1			
Spio sp.		1					1	1					
Spiophanes bombyx						0/1							
Apistobranchus tullbergi							1						
Spiophanes kroeyeri						2			7	5/1	3/2	3	7/2
Spiochaetopterus bergensis													
Spiochaetopterus typicus									0/1	2			
Magelona filiformis						1							
Aricidea suecica		10				16	9	1					
Aricidea catherinae													
Aricidea wassi													
Levinsenia gracilis									3	3	3/1		5/3
Paraonis sp.		11		2		10	2	3				1	
Aphelochaeta sp.		5		1			1	2					
Chaetozone christi		1		3									
Chaetozone setosa		1		5		5	4	2					
Chaetozone jubata									0/1				
Cirratulus cirratus		2/2		0/1		0/3	4/1						
Dodecaceria concharum		4					1	1					
Macrochaeta clavicornis		4				4							
Brada villosa										1			
Diplocirrus glaucus		4		1			4	2		1		2	1
Pherusa falcata													
Ophelina acuminata													
Ophelina cylindricauda		1					0/1			1			
Ophelina norvegica									1	1		2	4/2
Scalibregma inflatum						1							
Heteromastus filiformis									18	21/5	21/6	21/5	45/7
Mediomastus fragilis		9/3		3/1		5	9/2	2					
Notomastus latericeus				4		3	2	2					
Clymenura borealis									2	2	6/2	4/1	1/1
Clymenura sp.							1						
Praxillella affinis							1	2					

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 9/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 55, 2009					Mo 61, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Praxillella praetermissa		5/8		2/2		2	5/7	1					
Praxillura longissima		3					1	0/2					
Chirimia biceps													
Nicomache sp.				1				2					
Petaloproctus tenuis		5/1		6			2/1						
Rhodine loveni											1		
Rhodine gracilor		5/6				1/2	5	2					
Myriochele danielsseni													
Myriochele fragilis									11	3	1	5	2
Myriochele heeri													
Myriochele oculata		81		66		90	42	35					
Owenia borealis		5/1		1/3		1/3	1	0/3					
Pectinaria auricoma		4				1							
Pectinaria belgica										0/1		2	1
Ampharete falcata		1						1					
Ampharete finmarchica													
Sabellides octocirrata		3/4				2	4	3					
Anobothrus gracilis		1				1							
Amphiteis gunneri													
Amythasides macroglossus									1	2			1
Eelysippe vanelli													
Sosanopsis wireni		1		7		6	4						
Samytha sexcirrata													
Melinna elisabethae		1				1							
Amphitrite cirrata													
Paramphitrite tetrabanchia													
Eupolymnia nesidensis		1				1	1	1					
Pista cristata						1							
Pista lornensis													
Lanassa venusta				1									
Thelepus cincinnatus													
Streblosoma bairdi													
Streblosoma intestinale		3/1		3/1		3	3	1/1					
Polycirrus medusa		4		1		2	3	4					
Polycirrus norvegicus		8/5		0/1		9/2	1/1						
Amaeana trilobata													
Trichobranchus roseus		4/1		1		1/1	2	3					
Terebellides stroemi		2				2	1		1				1/2
Sabellidae indet.		15		4		28	11	3					
Sabella pavonina						1/1		0/1					
Euchone papillosa				1		2							
Euchone rubrocincta													
Jasmineira sp		22		2		6	11	2					
Hydroides norvegica		11		6		3	2/1	3/2					
Pomatoceros triqueter		2/1		2/1			1	0/1					
Spirorbis sp.		6											
ECHIURA indet.													
SIPUNCULA indet.		2		2				2					
Phascolion strombus		1				1	0/1						

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 10/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 55, 2009					Mo 61, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Onchnesoma steenstrupi									15	13	11/3	13/4	14/1
Onchnesoma squamatum													0/1
Nephasoma cf. minutum									4		6	2	2
CRUSTACEA													
* Calanus finmarchicus						2	1	1	3	50	23	24	21
* Calanus hyperboreus											1		
* Chiridius armatus									1	5	9	7	5
* Euchaeta norvegica										1		1	3
* Metridia lucens													
* Metridia longa									1			1	
* Verruca stroemi			1					1					
* Philomedes lilljeborgi									2				2
* Nebalia sp.													
* Mysidacea indet.												1	
* Eudorella truncatula			3				1	2					
* Eudorella hirsuta										1		3	1
* Diastylis sp.											1		
* Diastylis cornuta													
* Diastylis rugosa			1										
* Diastylis serrata												2	
* Campylaspis costata										1			
* Tanaidacea indet.													1
* Apeudes spinosus													
* Gnathia sp.			1										
* Ilyarachna longicornis													
* Amphipoda indet.			8	4			2	5	1	1		1	
* Hyperiididae indet.										1			
* Caprellidae indet.						1							
Eriopisa elongata									3/2	5/1	3	17/3	3
* Euphausiacea indet.												1	1
* Decapoda indet.								0/1					
* Decapoda larve													1
* Eualus occultus			1										
* Pandalina cf. brevistris							1	1					
Calocarides coronatus												1	
Calocarides macandreae											0/1		
* Galathea intermedia			3	3/1			0/5	0/2					
* Munida sarsi												0/1	
* Pagurus cf. cuanensis													
* Paguridae indet.													
* Ebalia cranchi						0/1							
* Inachus phalangium								1					
* PYCNOGONIDA indet.			1	1	3								
MOLLUSCA													
Caudofoveata indet.							1		4		1	1	4
Solenogastres indet.					1								
Leptochiton asellus			1	1			5/1	2/3					
Tonicella rubra				0/1			1						
Ischnochiton albus			1										

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 11/12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 55, 2009					Mo 61, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Emarginula fissura				1	1/2								
Puncturella noachina													
Tectura virginea					1		2						
Skenea rugulosa													
Euspira pulchella				1/1		1		0/1					
Haliella stenostoma										1/1	1/1		
Melanella polita				1			1						
Vitreolina philippi				1			1						
Taranis moerchi												1	
Acteon tornatilis													
Diaphana minuta													
Philine scabra													
Cylichna cylindracea								1					
Roxania utriculus													
Nudibranchiata indet.													
Nucula tumidula									3/4	7/3	2/1	3/3	3/1
Ennucula tenuis													
Yoldiella lucida									2				1
Yoldiella nana													
Yoldiella philippiana													
Modiolarca subpicta				1									
Modiolula phaseolina				1			0/1						
Bathyarca pectunculoides										1			1
Palliolium sp				0/3	0/1			0/1					
Hyalopecten similis													
Heteranomia squamula				0/1	1								
Lucinoma borealis						1							
Myrtea spinifera							0/1						
Thyasira flexuosa				26/3	28/4	34/1	24/5	19/5					
Thyasira obsoleta													
Thyasira sarsii													
Thyasira equalis									13/2	15/1	10/1	5/1	9/1
Mendicula ferruginia										1			
Adontorhina similis									1	0/1		2	3
Devonia perrieri					1								
Montacuta ferruginosa						1					2		
Mysella bidentata								2					
Astarte montagui						0/1							
Astarte sulcata													
Parvicardium minimum					1								
Parvicardium scabrum					0/2			0/1					
Tellina fabula													
Fabulina fabula													
Gari fervensis													
Abra longicallus												1	
Abra nitida									2	1			
Arctica islandica				1									
Kelliella abyssicola									60/8	93/10	50/9	51/6	89/7
Dosinia lineta													

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 12/ 12	Dato	11-12.3-2009	Stasjon	Mo 55, 2009					Mo 61, 2009				
Arter / Hugg nr.				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Corbula gibba					1		0/1						
Hiatella sp.			1/1				1	1					
Thracia convexa													
Cochlodesma praetenue													
Lyonsia norvegica													
Cuspidaria obesa									1			1	1/1
Cuspidaria rostrata													1
Cuspidaria abbreviata													
Dentalium agile													
Dentalium entalis			1			1							
Entalina tetragona												1	
Pulsellum lofotense													1
BRACHIOPODA													
Neocrania anomala													
PHORONIDA indet.			1			2	1						
* BRYOZOA skorpeformet						+	+	+					
* BRYOZOA grenet			+			+	+	+					
ECHINODERMATA													
Astropecten irregularis													
Asterias rubens					0/1								
* Ophiuroidea indet.			+										
Ophiopholis aculeata					1	0/1							
Amphipholis squamata						1/2	1/1						
Amphiura chiajei								1					
Amphiura filiformis						1		2					
Amphilepis norvegica									0/1	1/5	3/5	2/17	4/18
Ophiura affinis													
Ophiura albida					1/2								
Ophiura sarsi										0/1	0/1		
Echinus acutus													
Strongylocentrotus droebachiensis					0/1								
Echinocyamus pusillus													
Brissopsis lyrifera											1		
Echinocardium cordatum						1							
Echinocardium flavescens					2	1		1					
Pseudothyone raphanus													
Ocnus lacteus													
Thyonidium drummondi													
Synaptidae indet.			13	14	18	2	7						
* POGONOPHORA indet.													
* Siboglinum fiordicum			+		++	+	+						
* Siboglinum ekmani											+	+	+
ENTEROPNEUSTA indet.			2	3	9	3	2						1
* CHAETOGNATHA indet.									2	4	1	2	1
ASCIDIACEA indet.			3	2	2	3	1						
Aplidium sp.			1										
Styela sp.						1							
Pyura tessellata			1/1	1									
* PISCES egg.									1	3	1	6	10
* VARIA			+										

**Vedleggstabell 2.** De ti mest tallrike bunndyrsartene i 2009.

Mo52, 2009				Mo 53, 2009			
Arter	Antall	0,5 m <sup>2</sup> %	Kum %	Arter	Antall	0,5 m <sup>2</sup> %	Kum %
Owenia borealis	515	28,9	28,9	Onchnesoma steenstrupi	235	15,9	15,9
Myriochele oculata	253	14,2	43,0	Kelliella abyssicola	172	11,6	27,5
Synaptidae indet.	112	6,3	49,3	Myriochele heeri	111	7,5	35,0
Prionospio cirrifera	101	5,7	55,0	Heteromastus filiformis	103	7,0	42,0
Sabellides octocirrata	66	3,7	58,7	Thyasira equalis	69	4,7	46,7
Thyasira flexuosa	62	3,5	62,2	Paramphinome jeffreysii	59	4,0	50,7
Streblosoma intestinale	50	2,8	65,0	Lumbrineridae indet.	58	3,9	54,6
Chaetozone setosa	47	2,6	67,6	Mendicula ferruginia	53	3,6	58,2
Diplocirrus glaucus	39	2,2	69,8	Nephasoma cf. minutum	49	3,3	61,5
Edwardsia sp.	36	2,0	71,8	Nucula tumidula	41	2,8	64,3

Mo 55, 2009				Mo 61, 2009			
Arter	Antall	0,5 m <sup>2</sup> %	Kum %	Arter	Antall	0,5 m <sup>2</sup> %	Kum %
Myriochele oculata	314	16,0	16,0	Kelliella abyssicola	383	35,9	35,9
Prionospio fallax	255	13,0	28,9	Heteromastus filiformis	149	14,0	49,9
Prionospio cirrifera	168	8,5	37,5	Onchnesoma steenstrupi	74	6,9	56,8
Polydora sp.	163	8,3	45,8	Thyasira equalis	58	5,4	62,2
Thyasira flexuosa	149	7,6	53,4	Amphilepis norvegica	56	5,2	67,5
Sabellidae indet.	61	3,1	56,5	Eriopisa elongata	37	3,5	70,9
Synaptidae indet.	54	2,7	59,2	Spiophanes kroeyeri	30	2,8	73,8
Jasmineira sp	43	2,2	61,4	Nucula tumidula	30	2,8	76,6
Aricidea suecica	36	1,8	63,2	Myriochele fragilis	22	2,1	78,6
Mediomastus fragilis	34	1,7	65,0	Lumbrineridae indet.	21	2,0	80,6

**Vedleggstabell 3. Artsliste litoral**



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS  
**SEKSJON FOR ANVENDT  
MILJØFORSKNING (SAM)**  
Høyteknologisenteret i Bergen,  
Thormøhlensgate 49, 5006 Bergen  
Telefon: 55 58 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



**ARTSLISTE FOR SEMIKVANTITATIV LITORALUNDERSØKELSE**

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Statoil Hydro Mongstad**

**Prosjekt nr.: 802570**

**Prøvetakingssted (område): Mongstad**

**Dato for prøvetaking: 22-23. juni 2009**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): UNI-Miljø SAM-Marin**

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen**

**Artene identifisert av: Erling Heggøy**

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger NS-EN ISO 19493:2007 og interne standard forskrifter.

**Opplysninger om merker i artslisten:**

På hver stasjon er 8 meter strandlinje målt opp. Mengden av hver art blir gitt ut fra det nivå i fjæresonen hvor den har størst utbredelse.


cf foran et artsnavn betyr at artsbestemmelsen er usikker.

\* ved art angir at det er knyttet avvik til prøven.

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av 8 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur:   
Signaturberettiget



Seksjon for Anvendt Miljøforskning

1/8	År	22.06.2009															
		Stasjon	Øvre					3R Midtre					Nedre				
			Nivå	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Artsant	Rute nr.																
	Rødalger																
	Aglaothamnion sp., Callithamnion sp.											+	1	+			
	Ceramium shuttleworthianum							+				+	+	+	+		
	Corallina officinalis											1	5	1	5	2	
	Dumontia contorta											2	+	1	3	+	
	Hildenbrandia rubra	1	+	+	3	1	+	+	1	3							
	Osmundea truncata											+	+				
	Mastocarpus stellatus														+		
	Phymatolithon lenormandii							+				6	5	6	7	3	
1	Polysiphonia stricta														3	1	
1	Polysiphonia brodiaei											2	1	+	3	+	
*	Porphyra sp.	+	+		1	+	+	+	+		+						
*	Palmaria palmata (død)														+	1	
	Brunalger																
	Elachista fucicola						+	1	4	2	1	1	3	5	1	+	
	Fucus spiralis	3		+	1	1	2	1	+								
	Fucus vesiculosus						2	3	8	7	4	8	7	8	2	9	
	Leathesia difformis											+	+		+	+	
	Pelvetia canaliculata	+															
2	Pilayella littoralis												+		+	+	
	Scytosiphon lomentaria											+	+				
2	Spongonema tomentosum											2		1	2	1	
	Ralfsia verrucosa							+			+	+	+	+	+	+	
	Alaria esculenta (kim)														+		
	Grønnalger																
3	Blidingia minima								+	+	+						
	Cladophora rupestris													+			
*	Cladophora sp.													+	3	+	
	Acrosiphonia arcta											1		+	+		
	Ulva lactuca											+					
3	Ulva sp.	1	+	+	+	+	6	2	+		+	1	+		+	+	
	Dyr registrert som prosent dekning																
	Mytilus edulis	+			1	1	+	2	1	2	+	4	3	3	4	3	
	Semibalanus balanoides	+	+	1	3	2	18	16	18	9	14	12	12	12	11	13	
*	Bryozoa indet. (grenet)											+	+	+	+		
	Dyr registrert som antall individer																
	Actinia equina								1		1						
	Amphipoda indet.						15	5	30	2		1	1			1	
	Littorina littorea				3												
	Littorina obtusata													1			
	Littorina saxatilis	5	6	9	7	4	30	6	32	10	15			1			
	Patella vulgata	2	1	2	6	16	13	24	30	24	22	15	25	32	14	22	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

2/8	År Stasjon Nivå	22.06.2009														
		Øvre					Midtre					Nedre				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Artsant	Rute nr.															
	Dyr registrert som antall individer															
	Ansates pellucida														1	
*	Idotea sp.											10			10	2
	Actinaria indet.															2
	Blågrønnalger															
	Calothrix sp., Verrucaria maura	23	25	24	18	20										
*	Blågrønalger					+										
	Annet															
*	Uten tangdekke	22	25	25	24	24	21	21	17	18	21	17	18	17	23	16
*	Fjærepytt				3											
*	Bart fjell	+			+	1	6	6	4	10	10	3	5	4	3	6

	År Stasjon Nivå	22.06.2009														
		Øvre					Midtre					Nedre				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Rødealger															
	Aglaothamnion sepositum											+	+	+	+	+
	Aglaothamnion sp., Callithamnion sp.												+			+
	Ceramium virgatum											+	+			1
	Corallina officinalis											5	+	2	1	5
	Dumontia contorta													+		+
	Hildenbrandia rubra	5	5	7	9	3	3	5	+	+	1	+		+		
	Mastocarpus stellatus											+	+	1		+
	Membranoptera alata									+		+				
	Palmaria palmata											+		+		
	Phymatolithon lenormandii								+	+	2	2	+	1	1	4
1	Polysiphonia stricta											+				1
1	Polysiphonia brodiaei											1	+	1	+	+
*	Porphyra sp.		+	+	+		+		+							
	Porphyra umbilicalis													+	+	+
*	Polysiphonia cf. fucoides											2		+	+	+
	Brunalger															
	Asperococcus fistulosus											+				
	Elachista fucicola								3	5	3	+	1		+	+
	Fucus spiralis				+											
	Fucus vesiculosus						4	6	11	14	12	+	4	+	1	+
	Scytosiphon lomentaria												+		+	+
2	Spongonema tomentosum						+	+		+		1	+	1	+	2

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning

3/8	År Stasjon Nivå	22.06.2009															
		Øvre					6R Midtre					Nedre					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Artsant	Rute nr.															
		Brunalger															
*		Fucus sp. (kimplanter)	+	+													
		Ralfsia verrucosa								+	+	+	+	+	+	+	+
		Laminaria digitata (kim)												+	+	+	+
		Grønnalger															
3		Blidingia minima		+	1	3	7	1	1	+	+	+			+	+	+
		Cladophora rupestris										+	+	+	+	+	+
		Spongomorpha aeruginosa			+												
		Acrosiphonia arcta						1	1								
		Ulva lactuca											+				
3		Ulva sp.												+	+	+	+
		Dyr registrert som prosent dekning															
*		Bryozoa indet. (kalkform)											+				
		Mytilus edulis			+	+		+	+	2	3	2	2	2	1	1	1
		Semibalanus balanoides	+	+	1	1	+	12	8	15	15	12	15	20	18	17	12
*		Bryozoa indet. (grenet)									+		+	+	+		+
		Dyr registrert som antall individer															
		Amphipoda indet.								2	9	8					
		Littorina saxatilis	3		2	8	4	4	5	10	10	12				6	4
		Patella vulgata	1	2	7	11	4	30	48	25	26	33	50	29	32	38	33
*		Anurida maritima	1	3	3	5	4	5	10								
*		Patellacea indet. (juv.)										2					
		Idotea sp.										1	2	1	2		3
*		Actiniaria indet.											10		1		1
		Gastropoda indet.														2	3
		Blågrønnalger															
		Calothrix sp., Verrucaria maura	12	9	12	14	17	2	3								
		Verrucaria mucosa	+	+				+				+					
		Annet															
*		Uten tangdekke	25	25	25	25	25	21	19	14	11	13	24	21	25	24	25
*		Fjærepytt			2												
*		Bart fjell	8	11	4	1	4	5	5	6	6	8	2	2	3	4	6



## Seksjon for Anvendt Miljøforskning

5/8	År Stasjon Nivå	23.06.2009														
		Øvre					M 5.1 Midtre					Nedre				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Rute nr.															
	Rødalger															
	Dumontia contorta											+	+			
	Hildenbrandia rubra	+	5	4	6	6	+	+	+	2	+	1	+		1	+
	Phymatolithon lenormandii						3					1		5	+	+
	Polysiphonia lanosa						+	+				2		2	+	1
1	Polysiphonia stricta						+					+				
	Rhodomela confervoides						+									
	Brunalger															
	Ascophyllum nodosum						2	1				6		6	2	8
	Asperococcus fistulosus						+									
	Elachista fucicola									+		+				
	Fucus vesiculosus									1		1	2			
	Pelvetia canaliculata				+	1										
2	Pilayella littoralis						+					1	1			
*	Fucus sp. (kimplanter)							+								
	Ralfsia verrucosa						+					+	+	+	+	+
	Grønnalger															
	Cladophora rupestris						3					1		3	+	
*	Cladophora sp.						3					+		3	+	+
3	Ulva sp.												+			
	Dyr registrert som prosent dekning															
*	Bryozoa indet. (kalkform)														+	
	Flustrellidra hispida												+			
4	Laomedea flexuosa												+	+		
	Mytilus edulis	+	+				+	+	+	+		+		+	+	+
	Semibalanus balanoides	+	1		+	+	18	21	21	22	20	22	22	16	16	5
4	Hydroida indet.						+									
*	Bryozoa indet. (grenet)											+				
*	Hydrozoa indet.												+	+		
	Dyr registrert som antall individer															
	Amphipoda indet.											15		10	3	1
	Carcinus maenas						1									
	Littorina littorea	5	8		10	25	4	1	1	3	5		5	5	3	
	Littorina obtusata						1		1			3	3			
	Littorina saxatilis				3	3		3	3	5	3					
	Nucella lapillus													2		
	Patella vulgata	3					12	13	8	5	4	15	3	18	4	4
	Blågrønnalger															
	Calothrix sp., Verrucaria maura	+	2	3	4	6		+	+	+	+		+		+	+
	Verrucaria mucosa						+									
	Annet															
*	Uten tangdekke	25	25	25	25	24	23	24	24	25	25	18	23	19	23	17
*	Fjæreplytt						3									
*	Bart fjell	24	17	18	5	13	3	3	3	1	5	2	2	3	8	20

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

6/8	År	23.06.2009																
		Stasjon		Øvre					Midtre					Nedre				
		Nivå																
Artsant	Rute nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Rødalger																	
	Chondrus crispus															+		
	Dumontia contorta					+										+		
	Hildenbrandia rubra	5	10	5	5	9	10	9	7	8	9	6	5	9	10	7		
	Phymatolithon lenormandii						1	+	+			1			5	2		
	Polysiphonia lanosa										+	+	4	6	5	11	6	
	Porphyra umbilicalis	+	+	+														
	Brunalger																	
	Ascophyllum nodosum						+	+	1	1	3	5	12	13	21	17		
	Fucus serratus															1		
	Fucus spiralis	3	5	5	3	16	7	25	13	+								
	Fucus vesiculosus						12				2	10	3	4		2		
	Pelvetia canaliculata	3	7	2		1												
2	Pilayella littoralis											+	+	+		+		
*	Fucus sp. (kimplanter)										+							
	Ralfsia verrucosa				+	+					+	+	+	+	+	+		
	Grønnalger																	
	Cladophora rupestris						5	2				1		+	4	1		
*	Cladophora sp.					+						4		+		+		
3	Ulva sp.	2	1	5						+	+	2	1	+	2	+		
	Dyr registrert som prosent dekning																	
*	Alcyonidium gelatinosum						+	+				+				+		
	Mytilus edulis							+								+		
	Semibalanus balanoides	+			+	1	+	1	+	1	1	2	5	5	4	4	3	
	Spirorbis spp.									+	+							
*	Bryozoa indet. (grenet)											+	+	+	+	+		
	Dyr registrert som antall individer																	
	Actinia equina						20	11	3			31	8	32	22	18		
	Amphipoda indet.	3	10	10	2	5	10	15	10			3		2				
	Carcinus maenas							1	1							1		
	Littorina littorea					2	1	2										
	Littorina obtusata						6						2	3	1			
	Littorina saxatilis	10	3		2													
	Nucella lapillus																	
	Patella vulgata			3	4	3	3	7	4		3	8	6	3	2	4		
*	Anurida maritima	20	8	12	15	2	5	8	1		4							
	Blågrønnalger																	
	Calothrix sp., Verrucaria maura	18	7	14	9	9				4	7	5						
	Verrucaria mucosa	1	3	1	1	5	4	10	5									
	Annet																	
*	Uten tangdekke	19	13	18	22	8	6	0	12	22	22	8	10	8	4	8		
*	Fjærepytt					+	1	2	+	2								
*	Bart fjell	+	5	5	9	1	9	5	8	9	9	13	15	12	6	13		



Seksjon for Anvendt Miljøforskning

8/8	År Stasjon Nivå	23.06.2009														
		Øvre					Midtre					Nedre				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Rute nr.															
	Blågrønnalger															
	Calothrix sp., Verrucaria maura	7	12	7	4	5	5			1	+				+	+
	Verrucaria mucosa	4	1	+	+	3		3	1	3	3	2				
	Annet															
*	Uten tangdekke	16	19	21	19	21	25	10	2	10	8	10	4	13	23	3
*	Bart fjell	6	6	15	17	13	10	13	11	10	14	8	17	19	7	10



**Vedleggstabell 4.** Analysebevis for metaller i blåskjell fra i mars 2009.

# Analyserapport

Moss

UNIFOB AS  
Gisle Vassenden  
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
Høyteknologisenteret  
5020 Bergen



Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1464451	Prøvemottak	03.04.2009	Side 1 (4)
Prøvetype	Miljøprøve	Analysereport klar	24.04.2009	
Oppdragsmarking	Stedkode: 611101, 802570 ref 06/09			

Lab.nr.	NOV020655-09	NOV020656-09	NOV020657-09	NOV020658-09
Sted for prøvetaking	Håvarden	Håvarden	Håvarden	M6.2
Tatt ut	06.04.2009	06.04.2009	06.04.2009	06.04.2009
Merket	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 1

Parameter	Enhet				
TS	%	11.1	9.5	10.7	7.8
Vanadin V	mg/kg	0.11	0.091	0.10	0.13
Kobolt Co	mg/kg	0.059	0.036	0.040	0.045
Krom Cr	mg/kg	0.12	0.097	0.12	0.11
Koppar Cu	mg/kg	7.3	1.0	1.5	0.58
Zink Zn	mg/kg	32	13	14	13
Arsenik As	mg/kg	3.8	3.8	3.6	3.0
Kadmium Cd	mg/kg	0.11	0.11	0.13	0.13
* Kvikksolv Hg	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Bly Pb	mg/kg	0.23	0.30	0.29	0.61
Nickel Ni	mg/kg	1.3			
Nickel Ni	mg/kg		0.090	0.13	0.13

Kommentar:

NOV020657-09 Denne rapporten erstatter tidligere tilsendt rapport. Korrigert verdi på tørrstoff.

Grethe Arnestad

Cand.Mag

*Denne rapport er elektronisk signert!*

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon (+47) 09440

# Analysereport

Moss

UNIFOB AS  
Gisle Vassenden  
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
Høyteknologisenteret  
5020 Bergen



Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1464451	Prøvemottak	03.04.2009	Side 2 (4)
Prøvetype	Miljøprøve	Analysereport klar	24.04.2009	
Oppdragsmarking	Stedkode: 611101, 802570 ref 06/09			

Lab.nr.	NOV020659-09	NOV020660-09	NOV020661-09	NOV020662-09
Sted for prøvetaking	M6.2	M6.2	6R	6R
Tatt ut	06.04.2009	06.04.2009	06.04.2009	06.04.2009
Merket	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 1	Prøve 2

Parameter	Enhet				
TS	%	8.7	8.7	8.2	8.3
Vanadin V	mg/kg	0.22	0.16	0.11	0.12
Kobolt Co	mg/kg	0.065	0.052	0.038	0.040
Krom Cr	mg/kg	0.14	0.14	0.13	0.15
Koppar Cu	mg/kg	0.75	0.62	0.53	0.66
Zink Zn	mg/kg	16	9.6	12	14
Arsenik As	mg/kg	3.5	3.4	2.4	2.5
Kadmium Cd	mg/kg	0.16	0.15	0.15	0.13
* Kvikksølv Hg	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Bly Pb	mg/kg	0.51	0.51	0.32	0.28
Nickel Ni	mg/kg				
Nickel Ni	mg/kg	0.21	0.16	0.14	0.13

# Analyserapport

Moss

UNIFOB AS  
Gisle Vassenden  
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
Høyteknologisenteret  
5020 Bergen



Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1464451	Prøvemottak	03.04.2009	Side 3 (4)	
Prøvetype	Miljøprøve	Analysereport klar	24.04.2009		
Oppdragsmarking	Stedkode: 611101, 802570 ref 06/09				
Lab.nr.	NOV020663-09	NOV020664-09	NOV020665-09	NOV020666-09	
Sted for prøvetaking	6R	16R	16R	16R	
Tatt ut	06.04.2009	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	
Merket	Prøve 3				
Parameter	Enhet				
TS	%	7.2	9.0	10.3	10.9
Vanadin V	mg/kg	0.13	0.11	0.12	0.12
Kobolt Co	mg/kg	0.042	0.049	0.056	0.054
Krom Cr	mg/kg	0.13	0.17	0.17	0.15
Koppar Cu	mg/kg	0.67	0.69	0.70	0.82
Zink Zn	mg/kg	18	16	15	20
Arsenik As	mg/kg	2.3	3.4	3.7	3.3
Kadmium Cd	mg/kg	0.13	0.16	0.13	0.13
* Kvikksølv Hg	mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Bly Pb	mg/kg	0.36	0.51	0.61	0.43
Nickel Ni	mg/kg				
Nickel Ni	mg/kg	0.14	0.12	0.15	0.15



# Analyserapport

Moss

UNIFOB AS  
Gisle Vassenden  
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
Høyteknologisenteret  
5020 Bergen

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium  
Report issued by  
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1464451	Prøvemottak	03.04.2009	Side 4 (4)
Prøvetype	Miljøprøve	Analysereport klar	24.04.2009	
Oppdragsmarking	Stedkode: 611101, 802570 ref 06/09			

Lab.nr.

Sted for prøvetaking

Tatt ut

Merket

Parameter	Enhet	Måleu.	Ref/Metode	
			basert på	Lab
TS	%			L
Vanadin V	mg/kg	±20%	NMKL161 mod.; I	L
Kobolt Co	mg/kg	±15%	NMKL161 mod.; I	L
Krom Cr	mg/kg	±20-30%	NMKL161 mod.; I	L
Koppar Cu	mg/kg	±15-25%	NMKL161 mod.; I	L
Zink Zn	mg/kg	±15%	NMKL161 mod.; I	L
Arsenik As	mg/kg	±15-35%	NMKL161 mod.; I	L
Kadmium Cd	mg/kg	±20%	NMKL161 mod.; I	L
* Kvikksølv Hg	mg/kg	±25%B	ALC808mod; AFS	L
Bly Pb	mg/kg	±15%	NMKL161 mod.; I	L
Nickel Ni	mg/kg	±25-40%	NMKL161 mod.; I	O
Nickel Ni	mg/kg	±25-40%	NMKL161 mod.; I	L

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning

### Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – [www.analycen.no](http://www.analycen.no)

O	Postboks 3055, 1506 Moss, Norge	Tlf: +47 69 27 98 00
Y	Bakteriologisk avdeling, Postboks 3055, 1506 Moss, Norge	Tlf: +47 69 27 98 20

Eurofins AB, Sverige – [www.eurofins.se](http://www.eurofins.se)

K	Box 9024, 291 09 Kristianstad, Sverige	Tlf: +46 44 28 11 00
L	Box 737, 531 17 Lidköping, Sverige	Tlf: +46 51 08 87 00
U	Pegasus lab, Box 97, 751 03 Uppsala, Sverige	Tlf: +46 18 68 10 80

### Målesikkerhet

Utvidet relativ målesikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet (95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i. For flere av analysene varierer målesikkerheten innen måleområdet og angis med den verdien som er relevant for det aktuelle resultatet. For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet. Metodeoversikt og målesikkerhet fås ved henvendelse til AnalyCen.

### Øvrige forklaringer

- \* Ikke akkreditert av AnalyCen AS
- m Knyttet til metode/ref. Angir at metoden det henvises til har enkelte modifikasjoner. Detaljer fås ved henvendelse til laboratoriet.

### Akkreditering

Laboratoriene i Norge er akkreditert av Norsk Akkreditering. Virksomheten ved laboratoriene oppfylder kravene i NS-EN ISO 17025. Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt. Rapporten skal ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

Hovedadministrasjon for AnalyCen AS, Norge, Moss. Foretaksnr.: NO 973 191 896  
MVA

**Vedleggstabell 5.** Analysebevis for NPD i blåskjell og sediment i mars 2009.



**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
**KJEMILABORATORIET**



**ANALYSEBEVIS**

Nr.O- 3/2009

Utstedelsesdato:03.07.09

**Navn oppdragsgiver:** Unifob AS, SAM-marin,  
**Adresse oppdragsgiver:** Thormø lensgt. 49, 5006 Bergen  
v/ Helge Botnen

**Prosjektnr.:** 802570 ref 05/09

**Journalnr.:** 1070

**Mottatt dato:** 260309

**Prøvemateriale:** Blåskjell, sediment  
**Antall prøver:** 21, 12

**Prøvemerkning:** Stasjonsnr

**Emballasjetype:** Plastposer, (blåskjell uåpnede )

**Analysemetode:** O1, O2, O4

**Analysedato:** 4.5.- 29.5.09

**Analytiker:** Grethe Tveit, Kjell Westrheim

**Teknisk ansvarlig:** Kjell Westrheim

*Resultatene gjelder kun de analyserte prøver.  
Analysebeviset kan ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig tillatelse fra Havforskningsinstituttet.*

---

<b>Postadresse:</b> Postboks 1870 Nordnes 5817 BERGEN	<b>Besøksadresse:</b> Nordnesgaten 50	<b>Telefon:</b> 55 23 85 00	<b>Telefaks:</b> 55 23 85 31
---	--	--------------------------------	---------------------------------



Resultater: Se vedlegg 1

Metode: O1 Bestemmelse av PAH i biologisk materiale ved forsåpning og GC/MS.  
Metode : O2 Bestemmelse av PAH og NPD i sedimenter ved forsåpning og GC/MS.  
Metode : O4 Bestemmelse av THC(total hydrokarboner) i sedimenter ved forsåpning og GC/FID.

**Kommentarer:**

Ikke-akkrediterte komponenter er angitt med stjerne \*  
Blåskjellprøvene er korrigert for blankverdier.  
Opplysninger om måleusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet

Vurderingene/fortolkningene uttrykt i denne rapporten er utenfor denne organisasjonens akkreditering

Laboratoriet krever at oppdragsgivere/kunder som henviser til bruken av Kjemilaboratoriet som akkreditert laboratorium skal benytte følgende setning:

*«Prøving utført av Havforskningsinstituttet, Kjemilaboratoriet som er akkreditert av Norsk Akkreditering til kjemisk prøving (P12) og ioniserende stråling og radioaktivitet (P22) under registreringsnummer Test166».*

---

Kjell Westrheim  
Signatur teknisk ansvarlig

*Resultatene gjelder kun de analyserte prøver.  
Analysebeviset kan ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig tillatelse fra Havforskningsinstituttet.*

---

<b>Postadresse:</b> Postboks 1870 Nordnes 5817 BERGEN	<b>Besøksadresse:</b> Nordnesgaten 50	<b>Telefon:</b> 55 23 85 00	<b>Telefaks:</b> 55 23 85 31
---	--	--------------------------------	---------------------------------

Analysebevis nr.O-03 / 2009

vedlegg1

**Resultater: NPD, fluorantene, pyrene, %fett, % tørrstoff**

NPD blåskjell ng/g v.v.	st.M5.1	st.M5.1	st.M5.1	st.M6.2	st.M6.2	st.M6.2
	A	B	C	A	B	C
Naphtalene*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
C1-naphtalenes*	<0,2	<0,2	1,30	0,20	<0,2	<0,2
C2-naphtalenes*	1,09	0,79	1,24	0,88	0,96	0,91
C3-naphtalene*	4,07	3,11	3,07	3,18	4,40	3,66
Phenanthrene	2,05	1,63	1,84	2,07	2,14	1,79
C1-phenanthrene*	4,80	4,28	5,08	3,61	4,73	3,96
C2-phenanthrene*	16,0	14,6	15,9	9,8	12,9	11,2
C3-phenanthrene*	23,1	22,0	21,8	11,6	15,8	13,4
Dibenzothiophene*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
C1-dibenzothiophene*	0,82	0,65	0,83	0,44	0,68	0,59
C2-dibenzothiophene*	5,40	4,52	4,59	2,68	4,07	3,42
C3-dibenzothiophene*	13,6	11,3	11,5	6,5	10,1	7,97
Fluoranthene	3,37	3,53	3,91	4,58	6,07	4,80
Pyrene	2,15	2,17	2,19	2,34	3,72	2,78
% fett*	0,81	0,78	0,71	0,92	1,09	0,83
% tørrstoff*	11,6	10,6	12,5	12,2	12,3	11,9

NPD blåskjell ng/g v.v.	st.M6.3	st.M6.3	st.M6.3	st.3R	st.3R	st.3R
	A	B	C	A	B	C
Naphtalene*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
C1-naphtalenes*	0,26	0,45	0,34	0,30	0,34	0,31
C2-naphtalenes*	1,31	2,04	1,42	1,14	1,16	1,10
C3-naphtalene*	4,63	7,13	5,91	5,05	4,93	5,35
Phenanthrene	2,11	2,42	2,26	1,53	1,72	1,72
C1-phenanthrene*	5,26	5,87	5,78	4,79	5,22	5,20
C2-phenanthrene*	13,9	17,7	17,1	14,2	15,4	15,3
C3-phenanthrene*	17,6	21,1	21,7	16,9	19,4	18,8
Dibenzothiophene*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
C1-dibenzothiophene*	0,68	0,78	0,81	0,70	0,94	0,82
C2-dibenzothiophene*	4,11	5,05	5,19	4,63	5,86	5,42
C3-dibenzothiophene*	10,4	11,9	13,0	10,5	12,5	11,5
Fluoranthene	5,78	6,79	6,76	4,40	4,57	4,83
Pyrene	3,13	3,56	3,70	2,59	2,69	2,87
% fett*	1,13	1,21	1,20	0,76	0,90	0,86
% tørrstoff*	13,7	14,4	12,9	11,1	11,5	10,9



Analysebevis nr.O-03 / 2009

Vedlegg 1

**Resultater: NPD, fluorantene, pyrene, %fett, % tørrstoff**

NPD blåskjell ng/g v.v.	st.6R	st.6R	st.6R	st.16R	st.16R	st.16R
	A	B	C	A	B	C
Naphtalene*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
C1-naphtalenes*	0,25	0,46	0,43	0,24	0,33	0,39
C2-naphtalenes*	1,68	1,71	1,76	1,14	1,81	1,81
C3-naphtalene*	8,82	8,46	8,62	4,38	6,89	6,78
Phenanthrene	1,77	1,97	1,79	1,51	1,88	1,94
C1-phenanthrene*	10,8	10,4	9,78	4,20	5,84	5,52
C2-phenanthrene*	38,9	38,4	37,6	10,1	14,3	14,4
C3-phenanthrene*	43,7	46,7	45,4	14,1	20,8	19,5
Dibenzothiophene*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
C1-dibenzothiophene*	1,72	1,62	1,52	0,68	0,95	0,98
C2-dibenzothiophene*	14,6	13,5	12,7	3,36	4,78	4,97
C3-dibenzothiophene*	34,6	34,6	32,0	8,17	12,0	12,1
Fluoranthene	6,24	6,11	5,55	2,97	3,94	4,17
Pyrene	4,58	4,22	3,86	1,89	2,70	2,66
% fett*	0,78	1,03	0,72	0,71	0,73	0,82
% tørrstoff*	10,6	14,4	10,8	10,6	11,1	10,8

NPD blåskjell ng/g v.v.	st.Håvarden	st.Håvarden	st.Håvarden
	A	B	C
Naphtalene*	<0,2	<0,2	<0,2
C1-naphtalenes*	0,34	0,31	0,46
C2-naphtalenes*	1,25	1,51	1,67
C3-naphtalene*	4,10	5,17	5,30
Phenanthrene	3,26	3,58	3,83
C1-phenanthrene*	8,54	9,12	9,55
C2-phenanthrene*	19,5	21,7	23,9
C3-phenanthrene*	24,1	26,6	28,9
Dibenzothiophene*	0,32	0,38	0,40
C1-dibenzothiophene*	1,77	1,99	2,06
C2-dibenzothiophene*	7,62	8,05	8,88
C3-dibenzothiophene*	15,5	16,3	18,3
Fluoranthene	5,69	5,93	6,23
Pyrene	4,53	4,65	4,70
% fett*	1,23	1,29	1,45
% tørrstoff*	14,1	13,8	14,5

Analysebevis nr.O-03 / 2009

vedlegg 1

**Resultater: NPD, fluorantene, pyrene, THC, % tørrstoff**

NPD sedimenter ng/g t.v.	st.Mo 52 hugg 1	st.Mo 52 hugg 2	st.Mo 52 hugg 3	st.Mo 53 hugg 1	st.Mo 53 hugg 2	st.Mo 53 hugg 3
Naphtalene	0,86	0,94	1,43	5,33	6,40	5,44
C1-naphtalenes	1,92	1,98	3,51	14,1	14,5	12,8
C2-naphtalenes	3,83	4,49	9,19	29,6	30,0	26,8
C3-naphtalene	5,07	9,66	16,4	40,3	40,5	35,1
Phenanthrene	4,71	6,61	8,02	23,6	25,9	22,0
C1-phenanthrene	6,78	8,75	11,2	24,7	27,5	24,4
C2-phenanthrene	9,21	17,9	16,1	26,6	28,7	26,9
C3-phenanthrene	13,6	28,5	21,2	20,5	22,5	20,2
Dibenzothiophene	0,89	0,94	1,22	2,48	2,82	2,43
C1-dibenzothiophene	1,80	2,15	2,51	3,86	4,44	4,47
C2-dibenzothiophene	4,22	7,30	6,06	6,57	7,94	8,72
C3-dibenzothiophene	8,75	18,3	12,2	8,11	10,6	11,9
Fluoranthene	5,88	11,9	10,5	32,7	37,5	31,3
Pyrene	5,98	12,5	10,7	28,6	31,6	26,4
THC ug/g t.v	35	50	39	14	22	19
% tørrstoff*	73,6	72,9	66,7	52,3	42,9	39,1

NPD sedimenter ng/g t.v.	st.Mo 55 hugg 1	st.Mo 55 hugg 2	st.Mo 55 hugg 3	st.Mo 61 hugg 1	st.Mo 61 hugg 2	st.Mo 61 hugg 3
Naphtalene	9,72	7,66	5,31	5,36	6,33	7,14
C1-naphtalenes	15,3	14,5	12,4	12,9	16,3	16,0
C2-naphtalenes	28,3	30,0	27,7	27,5	33,2	34,5
C3-naphtalene	43,5	47,8	55,3	37,5	44,1	46,4
Phenanthrene	81,6	70,5	54,2	24,1	30,3	39,5
C1-phenanthrene	70,9	72,1	50,8	25,1	31,5	33,6
C2-phenanthrene	83,3	87,0	61,4	26,4	31,9	35,4
C3-phenanthrene	54,8	65,3	44,5	19,8	24,5	24,0
Dibenzothiophene	11,9	11,5	8,00	2,38	3,09	3,58
C1-dibenzothiophene	22,8	23,9	15,3	3,79	4,54	4,97
C2-dibenzothiophene	39,4	40,9	26,8	6,63	7,65	8,20
C3-dibenzothiophene	42,2	45,3	30,4	8,63	9,93	10,5
Fluoranthene	65,8	53,9	44,4	36,3	41,6	54,4
Pyrene	71,7	60,2	47,1	29,1	36,3	42,6
THC ug/g t.v	45	47	39	16	16	26
% tørrstoff*	64,2	66,8	69,8	31,5	34,1	23,4