

# SAM-eRapport

Seksjon for anvendt miljøforskning - marin



e-Rapport nr. 15-2009

## *Marinbiologisk miljøundersøkelse i 2009 to år etter forliset av MS Server*

**Erling Heggøy**

**Per-Otto Johansen**



	<b>SAM-marin</b> Seksjon for anvendt miljøforskning – marin	Tilgjengelighet:
		Åpen
Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway ☎ 55 58 43 41 📠 55 58 45 25		

Rapportens tittel: <b>Marinbiologisk miljøundersøkelse i 2009 to år etter forliset av <i>MS Server</i></b>	Dato:
	1.12.2009
Forfatter(e): <b>Erling Heggøy og Per-Otto Johansen</b>	Antall sider og bilag:
	48
	Prosjektleder:
	Erling Heggøy
	Prosjektnummer:
	802448

Oppdragsgiver:	Evt. oppdragsgivers ref.:
Kystverket, Beredskapsavd. Pb 125 Horten	

Abstract: This report presents the results from an environmental research after the wreckage of <i>MS Server</i> in January 2007 at Fedje on the west coast of Norway. The purpose of this investigation was to assess possible influence of the oil from the shipwreck on the marine environment in the adjacent sea areas. The investigation comprises hydrographical measurements, grain size distribution and studies of littoral and benthic communities. Comparisons were made with previously collected data.  The oxygen content in the bottom water was satisfactorily high in March 2009. The changes in the littoral flora and fauna were small and are considered to be natural fluctuations. The condition of the benthic fauna was good and two years after the oil spill no influence was discovered on the benthic softbottom fauna.
---

Keywords: Recipient Benthos Sediment Hydrography Littoral Oil spill	Emneord: Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi Litoral Oljesøl
---	--

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 15

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	27/11-09	P-O. Johann
Prosjektet / undersøkelsen:	27/11-09	Erling Heggøy

Seksjon for anvendt miljøforskning  
 Høyteknologisenteret i Bergen  
 Thormøhlensgate 49  
 N-5006 Bergen

Tlf.: 55 58 43 41  
 Fax.: 55 58 45 25  
 Internet: [www.uni.no](http://www.uni.no)  
 E-post: [sam-marin@uni.no](mailto:sam-marin@uni.no)  
 Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA



## INNHold

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>4</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder</b> .....	<b>6</b>
2.2.1 Hydrografi .....	9
2.2.2 Strandundersøkelser .....	9
2.2.3 Sedimentundersøkelser .....	10
2.2.4 Bunndyrsundersøkelser .....	11
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1. Hydrografi</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2 Strandundersøkelser</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 Sedimentundersøkelser</b> .....	<b>20</b>
<b>3.4. Bunndyrsundersøkelser</b> .....	<b>21</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>26</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>29</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>29</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>30</b>

## 1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse foretatt i Nordhordaland i 2009 i etterkant av forliset av lasteskipet *MS Server* ved Hellisøy 12. januar 2007 hvor mer enn 400 tonn med tung bunkersolje antas å ha lekket ut. Det ble foretatt en undersøkelse av bunnstasjoner og strandsonestasjoner i 2007 (Heggøy et al 2007). Undersøkelsen i 2009 tar for seg noen av stasjonene hvor det ble registrert påvirkning av olje i 2007.

Undersøkelsen er igangsatt på oppdrag fra Kystverket. Undersøkelsen, som ble utført i mars og august 2009, omfatter hydrografi, undersøkelse av strandsonene og bunnsedimenter og bunndyrsfauna.

Formålet har vært å dokumentere eventuelle langtidseffekter på livet i sjøbunnen og strandsonen etter oljeutslippet fra vraket. Denne undersøkelsen er sammenlignet med tidligere undersøkelser i området, for å avdekke eventuelle endringer. Miljøtilstanden i områdene vurderes i forhold til Statens forurensningstilsyn (SFT) sine kriterier for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997).

Seksjon for anvendt Miljøforskning, som har foretatt undersøkelsen, er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

## **2 MATERIALE OG METODER**

### **2.1 Undersøkellesområdet**

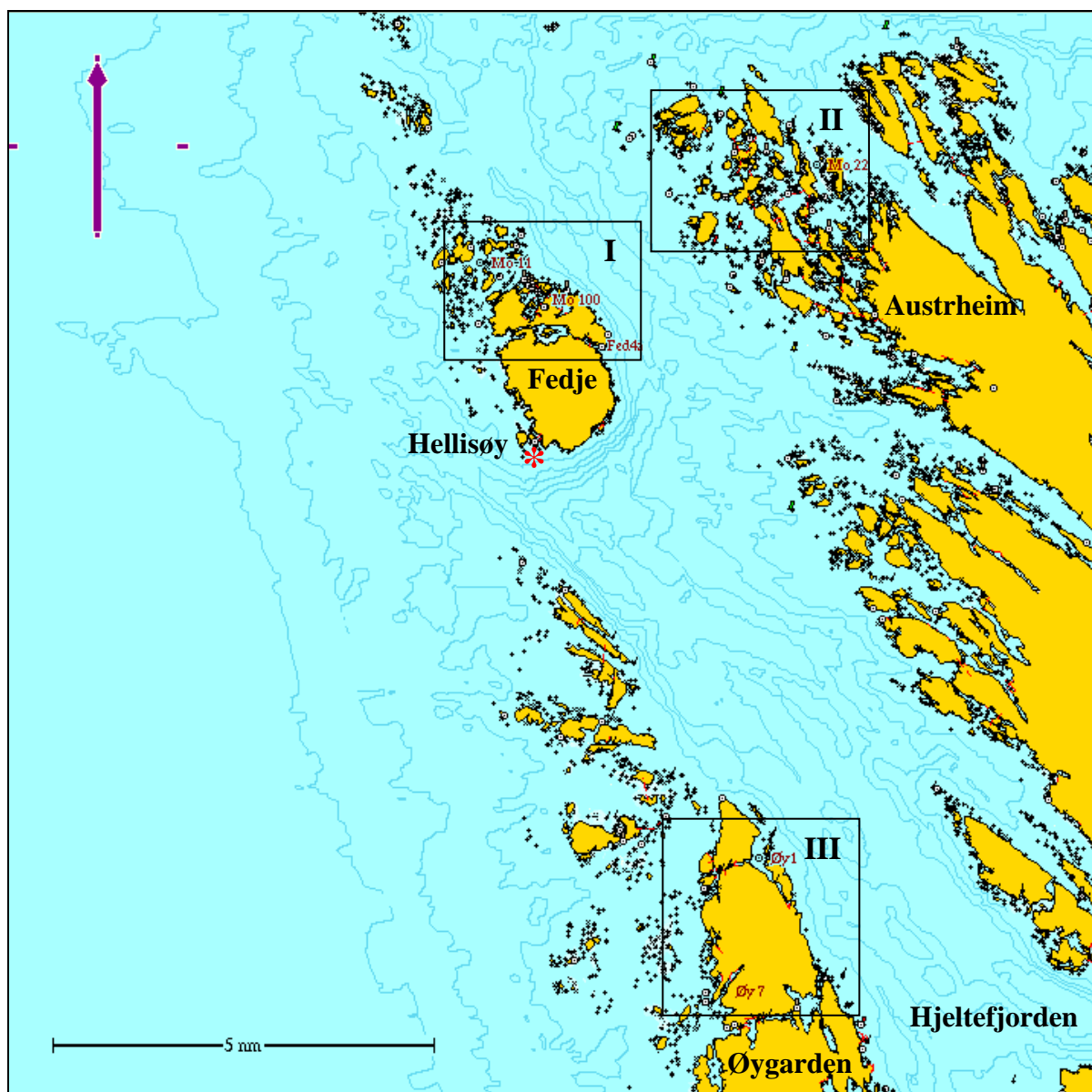
Stasjonene som ble undersøkt ligger i to områder/kommuner, Fedje og Øygarden.

I Fedje kommune ble bunnstasjonen Fed 4a, som ligger på 10 m dyp i Sildavågen, undersøkt samt strandsonestasjonene Fobo 5, Fobo 7 og Fel 1. (Figur 2.2). Stasjon Fed 4a har tidligere vært undersøkt i 1993 (Botnen et al. 1993) og i 2007 (Heggøy et al. 2007). Strandsone-stasjonene Fobo 5 og Fobo 7 har vært benyttet som referansestasjoner i forbindelse med etterkantundersøkelsene etter forliset av Mercantil Marica i 1989 (Hjohlman og Lein 1996).

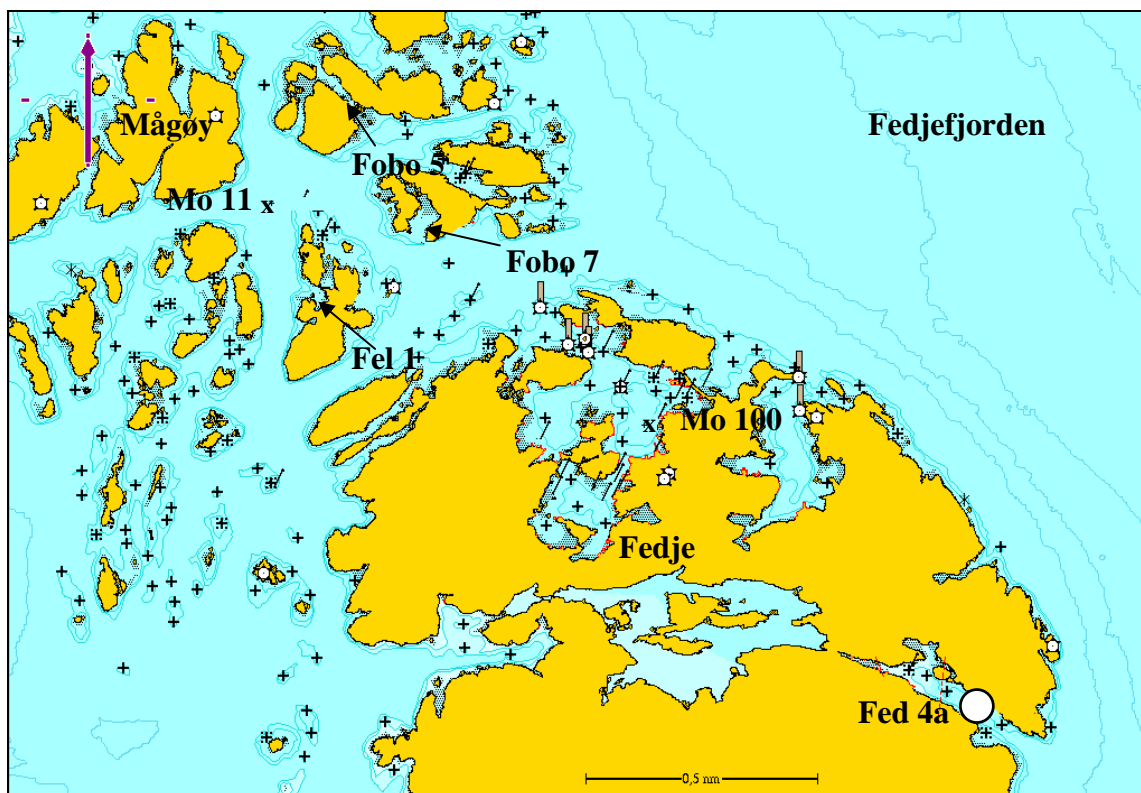
I Øygarden ble strandsonestasjonen Sel 1 undersøkt. Denne ble opprettet i 2007 i forbindelse med etterkantundersøkelsene etter Server (Heggøy et al. 2007).

## 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

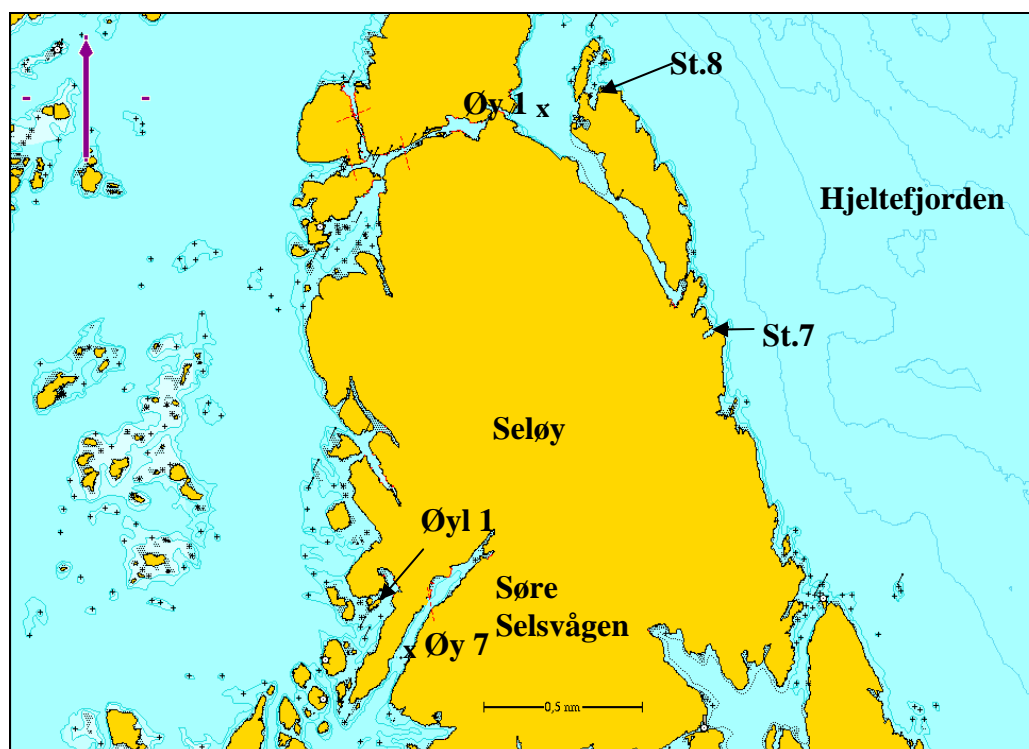
Innsamling av bunnprøver og vannprøver ble foretatt 11. mars 2009 fra M/S *Solvik*. Stasjonsopplysninger er gitt i Tabell 2.1. Posisjonene er tatt fra differensiert GPS (satellitt-navigator) med gradnett WGS-84. Dypet på stasjonene ble målt med fartøyets ekkolodd.



**Figur 2.1.** Oversiktskart over innsamlingsområdet. Rektanglene viser plasseringen av kartutsnittene for Figur 2.2: I, Figur 2.3: II og Figur 2.4: III. \*: Stedet *MS Server* gikk på land ved Hellisøy. Kartkilde Olex.



**Figur 2.2.** Kartutsnitt I fra Fedje med innsamlingsstasjonene markert. Stasjonene er markert med symboler som indikerer miljøforholdene med hensyn på en helhetlig vurdering. ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Strandstasjonene er markert med pil. Kartkilde Olex.



**Figur 2.3.** Kartutsnitt III fra Øygarden med innsamlingsstasjonene markert. Stasjonene er markert med symboler (se figurtekst 2.2). Kartkilde Olex.

**Tabell 1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i 11. mars 2009. Full grabb inneholder 17 liter sediment (0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb). Prøver til kjemisk analyse fra 1.-3. hugg, geologi (kornfordeling og glødetap) fra 1. hugg og bunndyrsundersøkelsene ble tatt fra 4.-7. hugg. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble tatt prøver fra de tre første huggene for eventuell analyse av hydrokarboner og for biologi fra de fire siste huggene.

Stasjon	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Fed 4a 11.03.09	Sildavågen 60°46,388'N 04°44,263'Ø	10	1	-	Skjellsand med svart finkornet sediment. Oljelukt.
			2	-	
			3	-	
			4	7	
			5	7	
			6	8	
			7	7	



### 2.2.1 Hydrografi

Temperatur, oksygeninnhold og saltholdighet ble målt på en bunnstasjon. Til innsamling av vannprøver til oksygen målingene ble det benyttet Nansen vannhenter. Til måling av temperatur og saltholdighet ble det benyttet en CTD (STD/CTD-sonde SD204). Dataene ble hentet ut ved hjelp av programvaren Minisoft SD200w. Oksygeninnholdet ble bestemt etter Winklers metode. Oksygenmetningen og tettheten i sjøvannet ble beregnet. Tettheten øker i sjøvann med økende saltholdighet og/eller synkende temperatur. Siktedypet ble målt med Secchi-skive (en hvit skive med 25 cm diameter).

### 2.2.2 Strandundersøkelser

Strandsonen er voksested for en rekke alger og dyr med ulike toleranse for de fysiske forholdene i fjæren, som tørrlegging, temperatur og saltholdighet. Mange av algene og dyrene finnes derfor i bestemte soner i fjæren. I tillegg er bølgepåvirkning, bunnsstrat og tilgangen på næringssalter avgjørende faktorer for mengdefordelingen mellom de ulike dyre- og algegruppene.

I forbindelse med etterkantundersøkelsene etter forliset av *MS Server*, ble det valgt ut to eksisterende stasjoner på Fedje. Dette var stasjoner som mellom annet hadde vært brukt som referansestasjoner i forbindelse med undersøkelsene etter forliset av *Mercantil Marica* i 1989 (Hjohlman og Lein 1996). I tillegg ble det opprettet en ny stasjon på Fedje og en i Øygarden. Ved undersøkelsen i 2007 ble to stasjoner, som inngår i overvåkingsprogrammet for Stureterminalen i Øygarden, benyttet som referansestasjoner. Ved denne oppfølgende undersøkelsen ble det bare fokusert på de tre stasjonene på Fedje og stasjonen i Øygarden.

Stasjon Fobo 5 er i et område hvor det var påslag av mye olje i 2007, mens det i området ved Fobo 7 bare var mindre oljeflekker i det området som ble undersøkt. Stasjonen som ble opprettet på Fedje var i en liten bukt hvor det samlet seg forholdsvis mye olje. Også den nye stasjonen i Øygarden var i et område hvor det ble tatt opp mye olje.

På hver stasjon ble det foretatt en ruteanalyse. Ruteanalyser innebærer at mengden av alle makroskopiske planter og dyr (>1mm) innenfor prøveruten blir registrert (Oug et al. 1985). Undersøkelsen utføres ved spring lavvann mens rutene er tørrlagt. Dersom en art ikke lar seg bestemme i felt blir det tatt prøve for senere identifisering i lupe eller mikroskop. Fastsittende planter og mindre dyr angis i dekningsgrad (% av rutens overflate som er dekket av arten). Den totale dekningsgraden til en rute er summen av dekningsgraden for alle artene. Bevegelige dyr og større fastsittende dyr angis i antall individer per prøverute.

Prøveruter er plassert på samtlige stasjoner. Ved undersøkelsene er det brukt faste prøveruter, dvs. at de samme rutene blir undersøkt hver gang. Størrelsen på rutene er 0,5 x 0,5 m og plasseringen av dem er markert med faste bolter i fjellet. På hver stasjon er rutene plassert i tre nivåer, med 4 eller 5 ruter i hvert nivå (Figur 2.5). Der fjæra er bratt vil to nivåer dekke det meste av tidevannssonen, mens 3 nivåer er benyttet på stasjoner med mindre helling. Dette vil si at det er 8, 12 eller 15 prøveruter per stasjon (Figur 2.5).

Alle prøverutene ble fotografert. Hvis store deler av underlaget var skjult under større tangplanter ble ruten fotografert på ny etter at plantene var brettet til side. Bildene er oppbevart ved Seksjon for anvendt miljøforskning.

Stasjon	Fobo 5	Fobo 7	Fel 1	Øyl 1	St.7	St.8
Øvre nivå	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
Midtre nivå	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	
Nedre nivå	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□

**Figur 2.5.** Fordelinga av ruter på stasjonene. På stasjon St.8 er fjæra så bratt at to nivå dekker tidevannssonen. Stasjon St.7 og St.8 ble bare undersøkt i 2007.

Tallbehandlingen av mengdedata for planter og dyr ble utført på gjennomsnittet for hvert nivå. Multivariate metoder er brukt for å gi et bilde av hvordan artssammensetningen fordeler seg mellom ulike stasjoner og / eller ulike tidspunkt. Metoden brukes til å tolke et ellers stort og uoversiktlig datamateriale. Vi har fulgt Field et al. (1982) sine anbefalinger ved å benytte Bray-Curtis indeks som similaritetsmål. Beregningene er foretatt på vinkeltransformerte dekningsgradsdata og rot-transformerte data for individantall. Se også metodebeskrivelsen i rapporten fra 1986 (Johannessen og Lein 1986).

### 2.2.3 Sedimentundersøkelser

Fra Fed 4a ble det tatt en sedimentprøve til bestemmelse av partikkelfordeling og organisk innhold. Partikkelfordelingen ble bestemt i laboratoriet ved at prøven 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 (prosent glødetap) i sedimentet ble bestemt som vekttapet mellom tørrvekt og askefri tørrvekt i samsvar med Norsk Standard 4764.

Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med gode strømforhold vil finere partikler bli ført bort og grovere partikler 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.

#### **2.2.4 Bunndyrsundersøkelser**

Fra hver bunnstasjon ble det tatt fire grabbprøver som ble undersøkt for bunndyr. Grabben er et kvantitativt redskap, som tar prøver av et fast areal av bløtbunn. I 2007 ble det brukt en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Hvor dypt grabben graver ned i bunnen er avhengig av hardheten til sedimentet. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, ble sedimentvolumet av hver grabbprøve målt. Det er ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet. Sedimentet ble deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr større enn 1 mm. Prøvene ble konservert i 4 % formalin og nøytralisert med borax. I laboratoriet ble prøvene skyllet på nytt, 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. Opplysninger om antall hugg og sedimentvolum i de enkelte hugg er gitt i Tabell 2.1. Komplette artsliste er presentert i Vedleggstabell 2. Artslisten 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 antall arter og individer i prøvene talt. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ) og  $H'_{\max}$  beregnet (univariat analyse). Faunen ble sammenliknet med historiske data ved hjelp av to multivariate metoder; clusteranalyse og MDS. De uni- og multivariate metodene er beskrevet nærmere i det Generelle Vedlegget.

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1. Hydrografi

Resultatene fra målingene er vist i Tabell 3.1. Målingene ble foretatt i overflaten og ved bunnen, og gir et øyeblikksbilde av forholdene i vannsøylen på de aktuelle stasjonene i mars 2009. De hydrografiske målingene er sammenliknet med data fra tidligere undersøkelser.

#### Fedje

På stasjonen i Sildavågen (Fed4a) hadde bunnvannet 7,96 ml/l oksygen i mars 2009 og fikk tilstandsklasse I (meget god) som i mars 2007 (7,26 ml/l). Stasjonen hadde noe lavere oksygeninnhold i oktober 1992 med 5,30 ml/l oksygen i bunnvannet, men fikk også da tilstandsklasse I (meget god).

**Tabell 3.1.** Hydrografimålinger på Fed 4a fra 1992, 2007 og 2009.

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Temp. (°C)	Salt. (psu)	Tetthet (st)	Oksygen (ml/l)	Oks.met. (%)	Sikt (m)
Fed 4a	8.10.1992	0	13,45	32,07	24,06	5,49	91,9	-
		8	13,71	32,36	24,23	5,30	89,3	
Fed 4a	22.3.2007	0	7,34	33,30	26,06	7,26	107,05	10
		9	6,63	33,43	26,26	7,26	105,33	
<b>Fed 4a</b>	<b>11.03.2009</b>	<b>0</b>	<b>5.21</b>	<b>31.29</b>	<b>24.74</b>	<b>8.35</b>	<b>115.59</b>	<b>5.5</b>
		<b>8</b>	<b>5.39</b>	<b>32.14</b>	<b>25.39</b>	<b>7.96</b>	<b>111.18</b>	

#### 3.2 Strandundersøkelser

Resultatene fra strandundersøkelsene er presentert i Figur 3.2 til 3.6 og i Vedleggstabell 1.

På stasjon Øyl 1 i Øygarden ble det registrert like mange arter i 2009 som i 2007 (Figur 3.2). I øvre nivå ble det registrert en reduksjon i utbredelsen av Sauetang, som vises som mindre brunalger i øvre nivå (Figur 3.3). Det er usikkert hva dette kommer av, men en kan ikke se noen direkte kobling til oljeutslippet, da det fortsatt var mye Sauetang i området. Figur 3.1 viser at Sauetang som ble tilgriset av olje, var vissen i 2007, og helt borte i 2009. Plantene som ikke hadde olje hadde klart seg. I midtre nivå var det en liten økning i forekomsten av brunalger. I de multivariate analysene grupperer registreringene fra de to undersøkelsene seg sammen i alle tre nivåene.

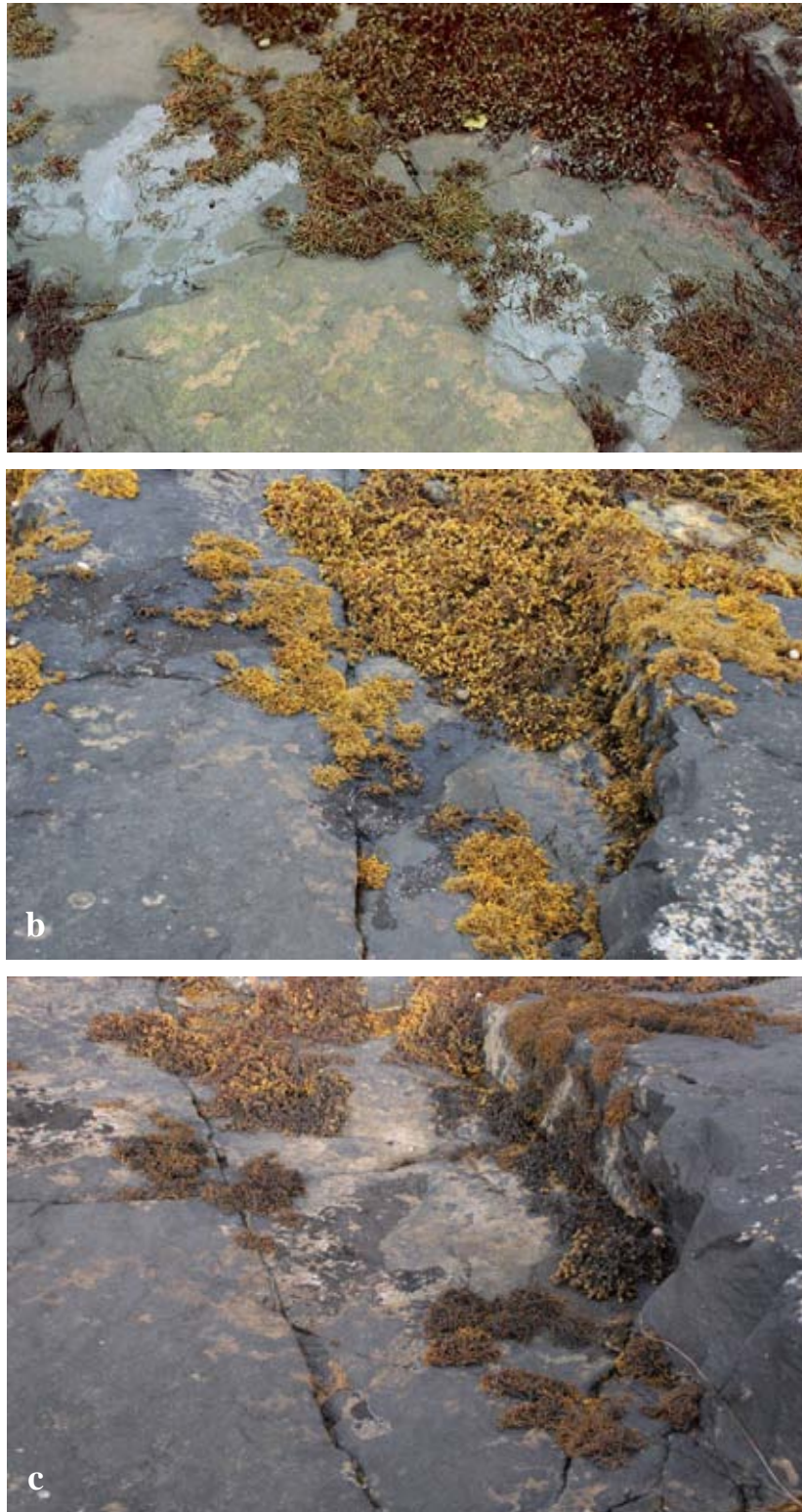
Antall arter i de tre nivåene på stasjonen Fel 1, var uendret i forhold til 2007. I øvre nivå ble det funnet litt mer Sautetang i 2008 sammenlignet med 2007. I de multivariate analysene grupperer registreringene fra de to årene seg tett sammen i alle tre nivåene. Dette viser at det har vært små endring i sammensetningen av floraen og faunaen på denne stasjonen.

Fobo 5, som har inngått i andre prosjekt tidligere, hadde litt færre arter i nedre nivå i 2007 sammenlignet med tidligere. I 2009 ble det registrert en ytterligere reduksjon i tallet på arter. Dette er den av de undersøkte stasjonene som fikk størst påslag av olje. I øvre nivå ble det registrert en reduksjon i forekomsten av brunalger, og i nedre nivå ble det funnet noe mer grønnalger. Endringene i utbredelsen av grønnalger er imidlertid ikke større enn de endringene som ble registrert på 1990 – tallet. I de multivariate analysene grupperer ikke registreringene fra 2007 og 2009 seg med registreringene fra 90-tallet. Likheten mellom de to gruppene er 58 %. Dett imidlertid på nivå med det som er funnet på St.8 tidligere, og en antar difor at det er naturlige svingninger.

Fobo 7 er også undersøkt flere ganger på 90-tallet i forbindelse med andre undersøkelser. I øvre nivå ble det funnet en liten økning i tallet på arter sammenlignet med tidligere. I midtre nivå var det ingen endringer, mens det i nedre nivå var en liten reduksjon i 2009. Brunalgene var noe mer utbredt i øvre nivå, sammenlignet med tidligere. I de multivariate analysene grupperer registreringene fra Fobo 7 seg sammen med noen og 70 % likhet.

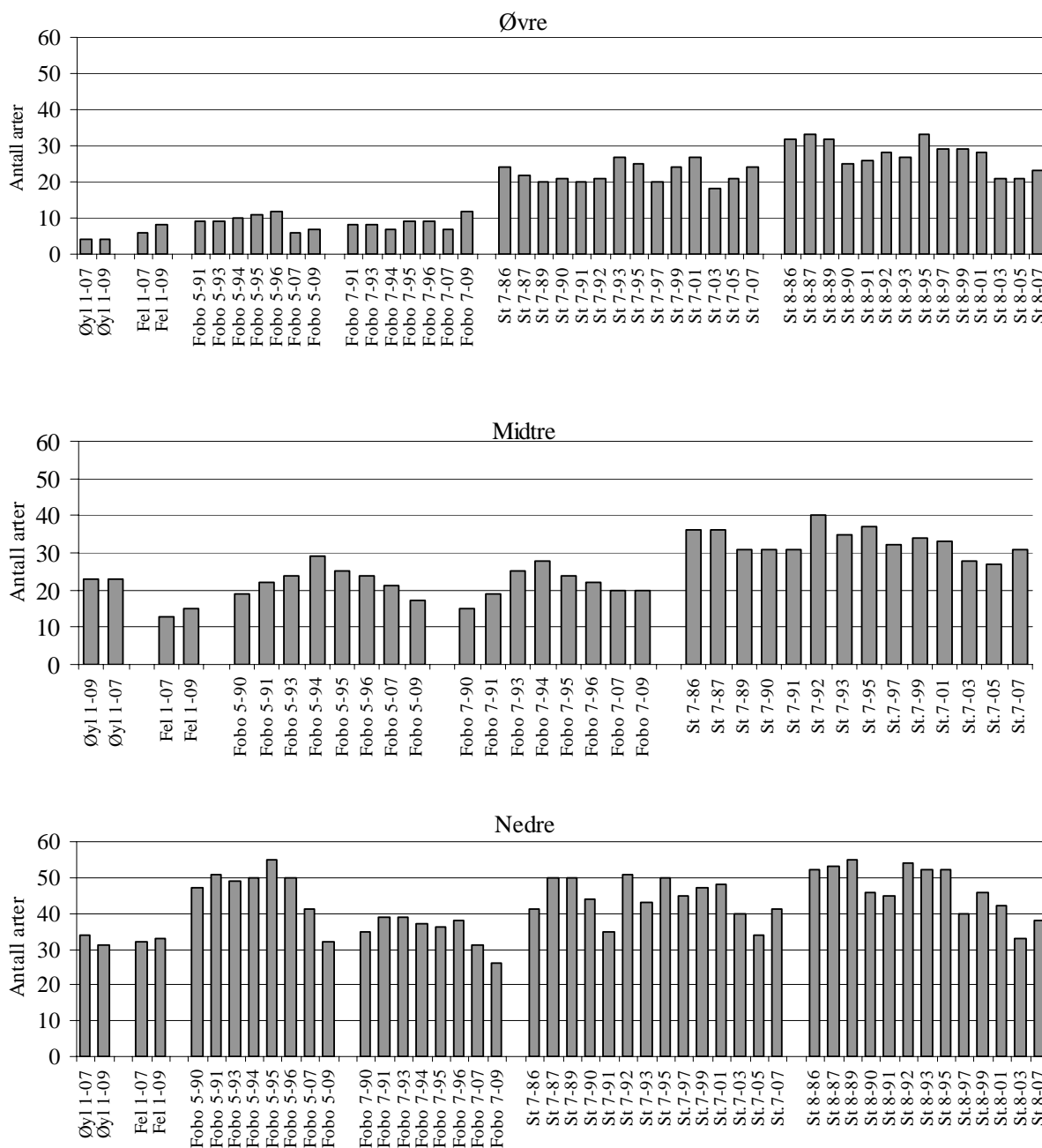
### **Konklusjon**

Undersøkelsen avdekket ikke noe som tyder på at oljeutslippe fra MS Server har påvirket floraen og faunaen i strandsonen i vesentlig grad. En del sauetang som ble vasket bort i forbindelse med opprensningen, var i august 2009 ikke kommet tilbake. Arten er imidlertid godt representert i området, slik at reetablering er forventet etter få år.

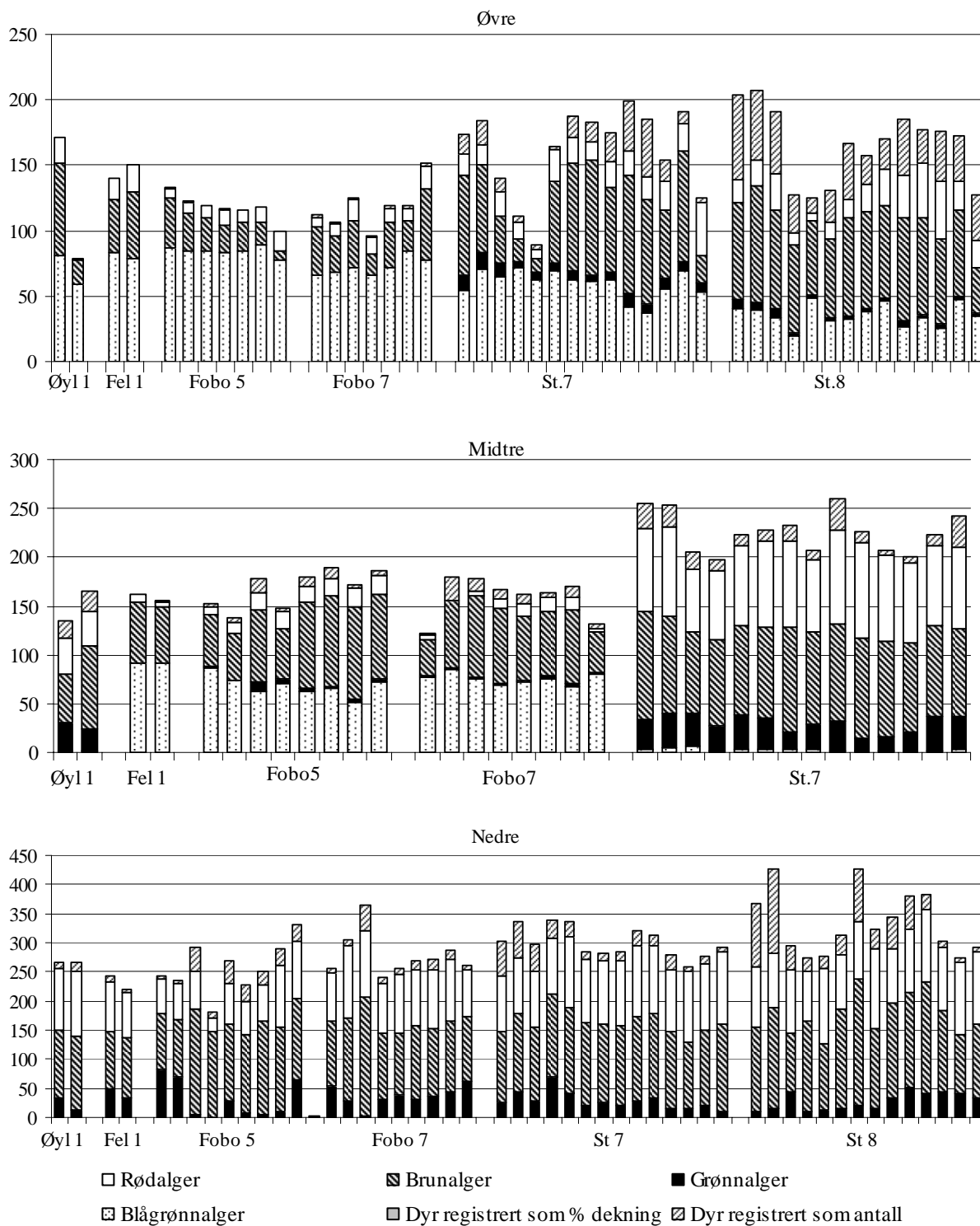


**Figur 3.1.** Sautang fra Selsvågen med påsalg av olje. a) bildet er fra 13. februar 2007. b) 1. august 2007 var noen av plantene døde. Bare plantene med olje ser ut til å ha tatt skade. c) i 2009 var litt mer av sauetangen borte. Mye av olje var også borte.

Seksjon for anvendt miljøforskning

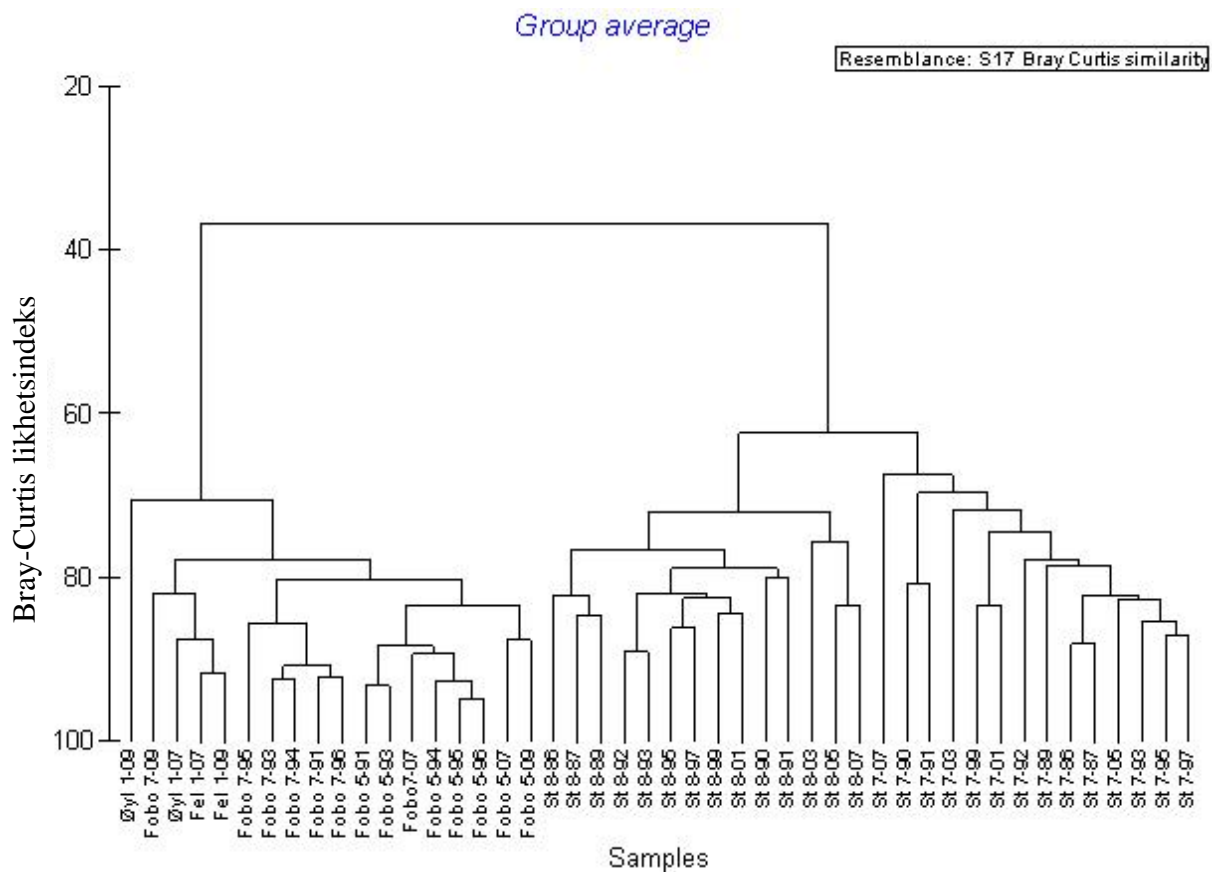


Figur 3.2. Artsantallet for de enkelte nivåene til fjærestasjonene. Hver søyle representerer en registrering i perioden 1985-2009. På stasjon St.8 er det bare to nivå.

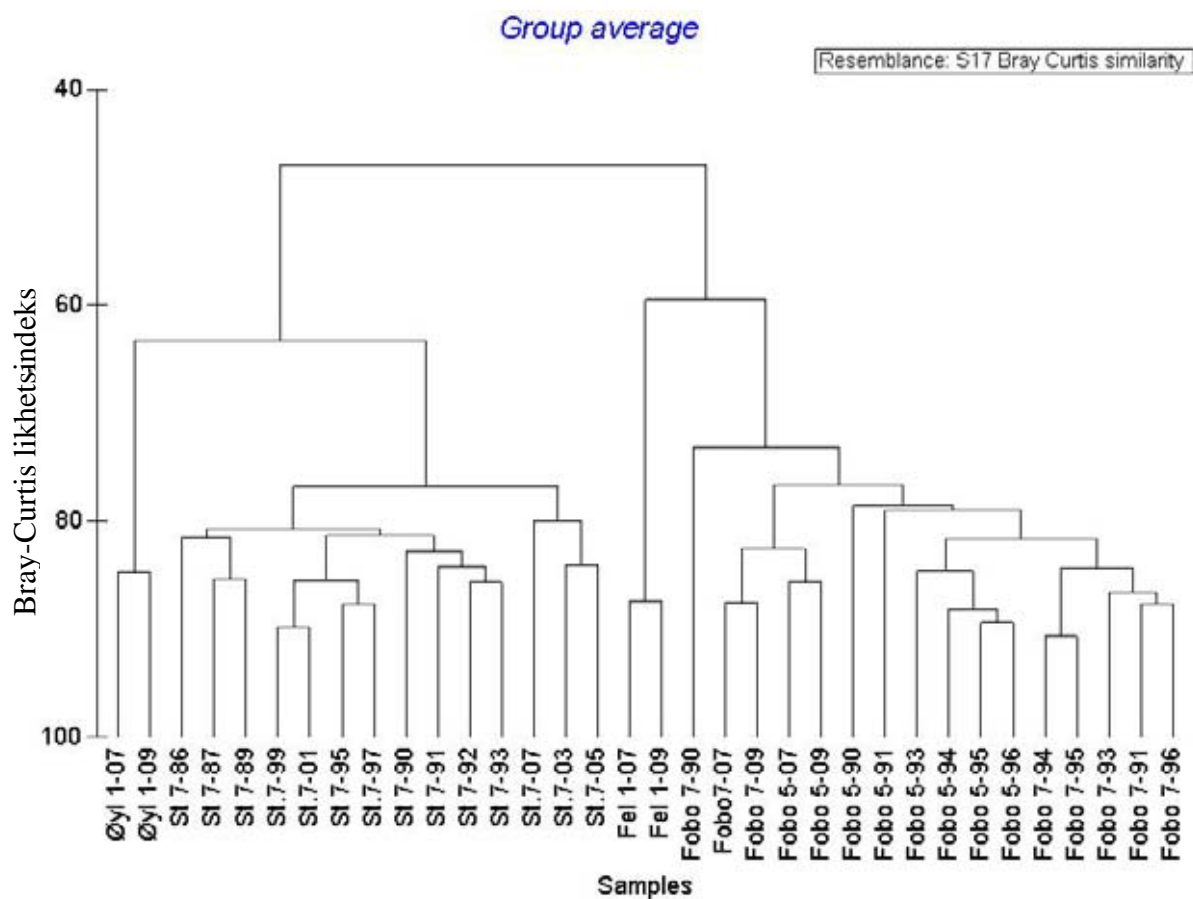


**Figur 3.3.** Den totale dekningsgraden til algene og dyr registrert i dekningsgrad. Den totale dekningsgraden overstiger 100 prosent da en finner alger og dyr i flere lag. Figuren bygger på gjennomsnitt for hvert enkelt nivå. Hver søyle representerer en registrering i perioden 1985-2009. På stasjon St.8 er det bare to nivå.

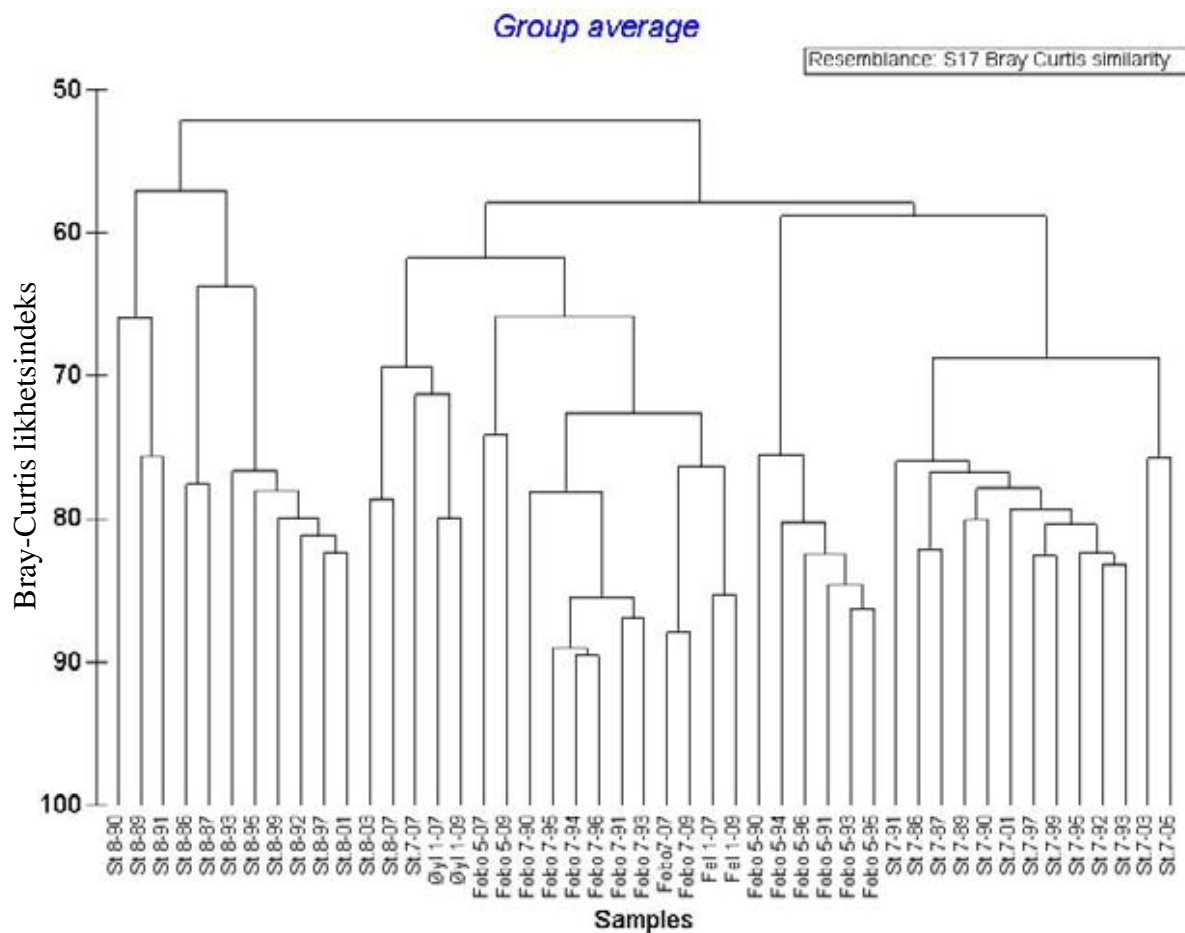




**Figur 3.4.** Dendrogram fra "clusteranalyse" av artssammensetningen i øvre nivå på litoralstasjonene undersøkt i 2009 sammenlignet med historiske data tilbake til 1985. Analysen er utført med Bray-Curtis likhetsindeks og "average sorting." Fell 1-07: Stasjon Fel 1 fra 2007 osv.



**Figur 3.5.** Dendrogram fra "clusteranalyse" av artssammensetningen i midtre nivå på litoralstasjonene undersøkt i 2009 sammenlignet med historiske data tilbake til 1985. Analysen er utført med Bray-Curtis indeks og "average sorting." Fel 1-07: Stasjon Fell 1 fra 2007 osv.



**Figur 3.6.** Dendrogram fra "clusteranalyse" av artssammensetningen i nedre nivå på litoralstasjonene undersøkt i 2009 sammenlignet med historiske data tilbake til 1985. Analysen er utført med Bray-Curtis indeks og "average sorting." Fell 1-07: Stasjon Fell 1 fra 2007 osv.

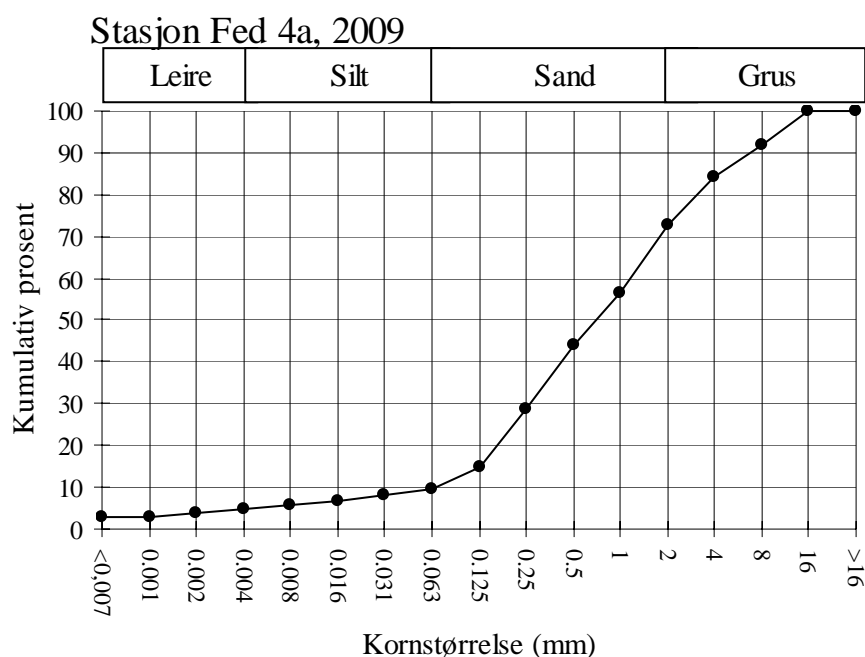
### 3.3 Sedimentundersøkelser

#### Fedje

I 1986 ble det tatt et grabbhugg på stasjon Fed 4a i den ytre delen av Sildavågen. hvor kornfordelingen ikke ble analysert, men sedimentet bestod av grov skjellsand og viste fine forhold. På stasjon Fed 4a var det til sammen 73-82 % sand og grus ved undersøkelsene i 1992 og 2007. I 2009 ble det målt 90 % sand og grus. Det organiske innholdet var lavere enn tidligere og ble i 2009 målt til 9,38 %. I 1992 og 2007 var det henholdsvis 13,6 % og 15,7 %. Det luktet det olje av sedimentet og det ble funnet oljeklumper i mars 2007. I mars 2009 inneholdt sedimentet også svarte klumper og luktet også olje.

**Tabell 3.2.** Prosentvis innhold av organisk materiale (% glødetap), leir, silt, leire+silt (finfraksjon), sand og grus i sedimentet fra de undersøkte på Fed4a i 1992, 2007 og 2009.

Stasjon/år	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Fed4a - 2009</b>	<b>10</b>	<b>9,4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>63</b>	<b>27</b>
Fed 4a - 2007	10	15,7	9	9	18	40	42
Fed 4a - 1992	10	13,6	-	-	27	54	19



**Figur 3.7.** Kornfordelingskurver fra sedimentet på stasjon Fed4a i 2009. Kornfordelingen (mm) er vist langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen.

### **3.4. Bunndyrsundersøkelser**

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene i de tre områdene er presentert i Tabellene 3.3-3.4, Figurene 3.8-3.9 og Vedleggstabellene 2 og 3. Fotografier fra to av grabbhuggene er vist i Foto nr. 3.1 og 3.2.

#### **Fedje**

I dette området ble stasjon Fed 4a (på 10 m dyp) undersøkt i mars 2009. Stasjon Fed 4a har også vært undersøkt i oktober 1992 og mars 2007. På denne stasjonen ble det registrert olje og oljelukt av sedimentet under prøvetakingen i 2007 og 2009 (Tabell 2.1).

Både arts- og individ-antallet økte fra 49 arter og 1104 individer i mars 2007 til 59 arter og 1700 på samme prøveareal (Tabell 3.3). Fåbørstemarkene, *Oligochaeta* indet. var den vanligst forekommende gruppen/arten i 2009 som i 1992 (63,9 %). Denne gruppen/arten økte i antall fra 2007 (9,0 %) til 2009 (19,0 %) (Tabell 3.7). *Oligochaeta* kan forekomme i store mengder under dårlige miljøforhold. Slangestjernen, *Amphipholis squamata* som ble redusert fra 12,0 % til 6,2 % i 2009, kan indikere en negativ utvikling. Kurven for de geometriske klassene ligger relativt lavt for 1. geometrisk klasse som både i 1992 og i 2007 og dette kan også indikere en negativ miljøpåvirkning. Fra 2007 til 2009 hadde faunaen endret seg noe. Likheten mellom 2007 og 2009 var imidlertid på over 70 % (Figur 3.9). At det ble funnet både bløtdyr og krepsdyr i 2009 som i 2007 er et godt tegn. Stasjonen som hadde artsdiversitet 4,35 med jevnhet 0,78 i 2007, fikk litt lavere artsdiversitet og jevnhet (4,28/0,73) i mars 2009. I både 2007 og 2009 fikk stasjonen i SFT's tilstandsklasse I (meget god).

#### **Konklusjon**

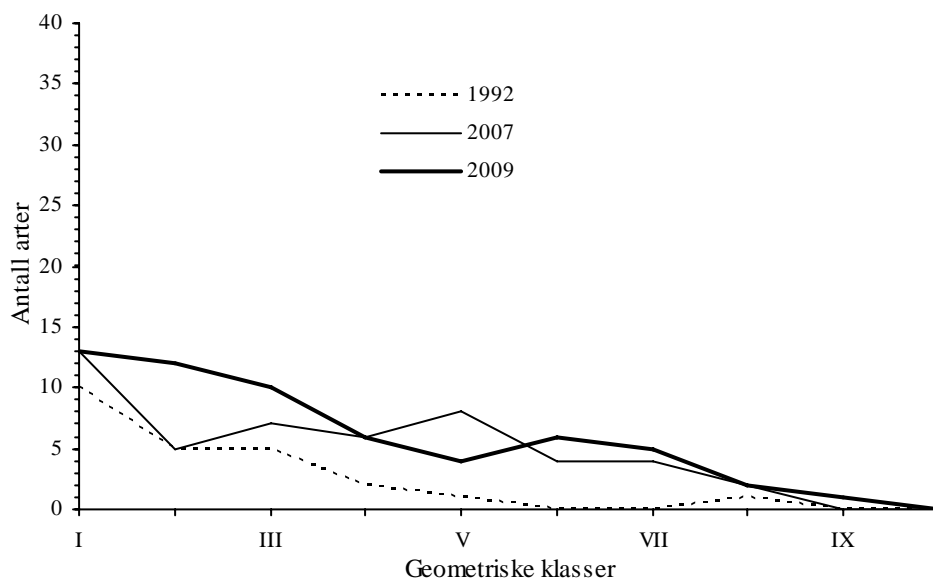
Det ble ikke observert noen vesentlige endringer i bunnfaunaen i mars 2009 på stasjonen i Sildavågen som kan tilskrives langtidseffekter fra oljeutslippet.



**Foto nr. 3.1.** Bildet viser en av grabbøvvene i en sikt med *Branchiostoma lanceolatum*.



**Foto nr. 3.2.** Bildet viser en annen av grabbøvvene med et levende skjell.



**Figur 3.8.** Antall arter (langs y-aksen) og geometriske klasser (langs x-aksen) i prøvene.

**Tabell 3.3.** Antall individer og arter, artsdiversitet, jevnhet, maksimal diversitet og SFT's tilstandsklasse for de undersøkte lokalitetene.

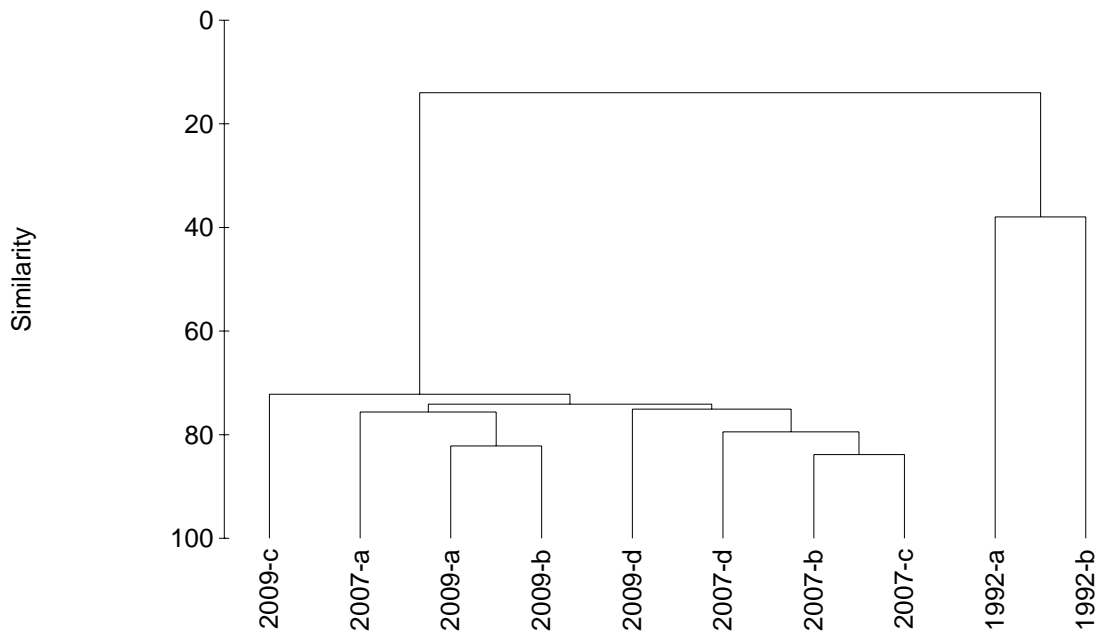
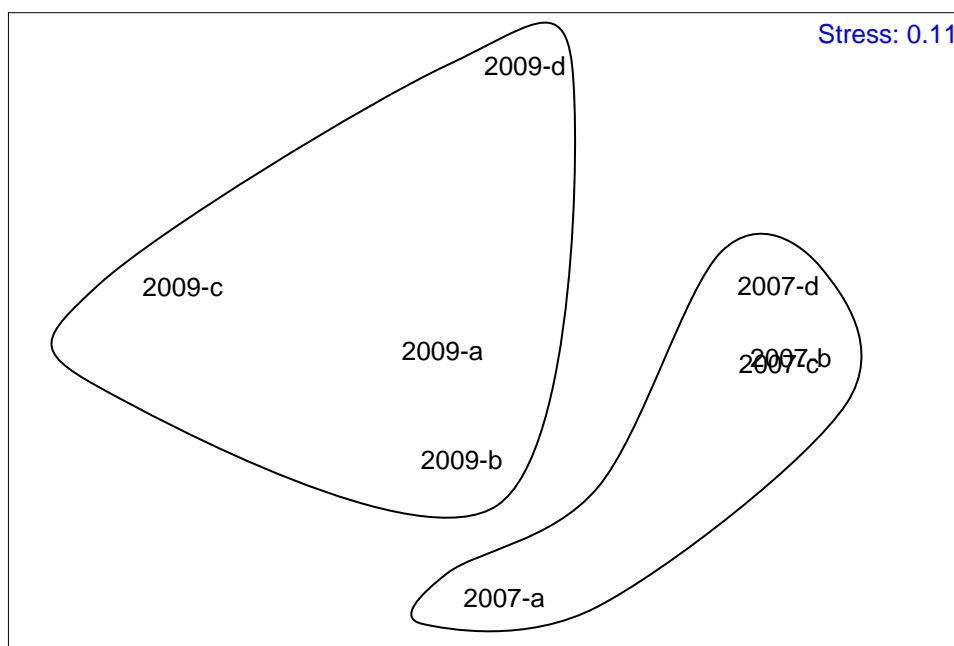
Stasjon	Dato	Hugg nr.	Areal (m <sup>2</sup> )	Antall individer	Antall arter	Diversitet H'	Jevnhet J	H'-max	SFT's tilst.kl.
<b>Fedje</b>									
Fed 4a	08.10.1992	sum	0,4	255	24	2,31	0,50	4,58	III
Fed 4a	22.03.2007	sum	0,4	1104	49	4,35	0,78	5,61	I
				<b>416</b>	<b>37</b>	<b>3.83</b>	<b>0.74</b>	<b>5.21</b>	
				<b>537</b>	<b>38</b>	<b>3.83</b>	<b>0.73</b>	<b>5.25</b>	
				<b>416</b>	<b>44</b>	<b>4.51</b>	<b>0.83</b>	<b>5.46</b>	
				<b>331</b>	<b>38</b>	<b>3.93</b>	<b>0.75</b>	<b>5.25</b>	
<b>Fed 4a</b>	<b>11.03.2009</b>	<b>sum</b>	<b>0,4</b>	<b>1700</b>	<b>59</b>	<b>4.28</b>	<b>0.73</b>	<b>5.88</b>	<b>I</b>

**Tabell 3.4.** De ti mest vanlige artene på de undersøkte stasjonene.

Fed 4a-1992				Fed 4a-2007			
Arter	0,4 m <sup>2</sup>			Arter	0,4 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	kum%		Antall	%	kum%
<i>Oligochaeta</i> indet.	163	63,9	63,9	<i>Macrochaeta clavicornis</i>	147	13,3	13,3
<i>Anaitides groenlandica</i>	18	7,1	71,0	<i>Amphipholis squamata</i>	132	12,0	25,3
<i>Scoloplos armiger</i>	14	5,5	76,5	<i>Mediomastus fragilis</i>	113	10,2	35,5
<i>Eteone longa</i>	13	5,1	81,6	<i>Oligochaeta</i> indet.	99	9,0	44,5
<i>Aphelochaeta multibranchiis</i>	7	2,7	84,3	<i>Exogone</i> sp.	82	7,4	51,9
<i>Capitella capitata</i>	5	2,0	86,3	<i>Aonides paucibranchiata</i>	77	7,0	58,9
<i>Notomastus latericeus</i>	5	2,0	88,2	<i>Scoloplos armiger</i>	55	5,0	63,9
<i>Kefersteinia cirrata</i>	4	1,6	89,8	<i>Pista lornensis</i>	41	3,7	67,6
<i>Spio filicornis</i>	4	1,6	91,4	Syllidae indet.	35	3,2	70,7
<i>Malacoceros</i> cf. <i>vulgaris</i>	3	1,2	92,5	<i>Glycera lapidum</i>	34	3,1	73,8

Fed 4a - 2009			
Arter	0,4 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	kum %
<i>Oligochaeta</i> indet.	324	19,1	19,1
<i>Mediomastus fragilis</i>	209	12,3	12,3
<i>Exogone</i> sp.	141	8,3	8,3
<i>Aonides paucibranchiata</i>	126	7,4	7,4
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	123	7,2	7,2
<i>Amphipholis squamata</i>	105	6,2	6,2
<i>Scoloplos armiger</i>	86	5,1	5,1
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	72	4,2	4,2
Sabellidae indet.	54	3,2	3,2
Syllidae indet.	49	2,9	2,9





**Figur 3.9.** Dendrogram fra clusteranalyse og Mds-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjon Fed 4a i 1992, 2007 og 2009. Analysene er utført på huggsnivå og basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte og standardiserte artsdata. I mds-plottet er huggene fra 1992 utelatt pga stor ulikhet med 2007 og 2009.

#### **4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON**

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse foretatt på utvalgte lokaliteter i kommunene Fedje og Øygarden to år etter lasteskipet *MS Server* sitt forlis ved Hellisøy 12. januar 2007. Rapporten presenterer resultatene fra sedimentprøver og hydrografiprøver tatt i mars 2009, og strandundersøkelse fra august 2009. De innsamlede dataene ble sammenlignet med tidligere referansemateriale for å undersøke om det var endringer i dyre og plantelivet som kan tilskrives langtidseffekter av oljeutslippet.

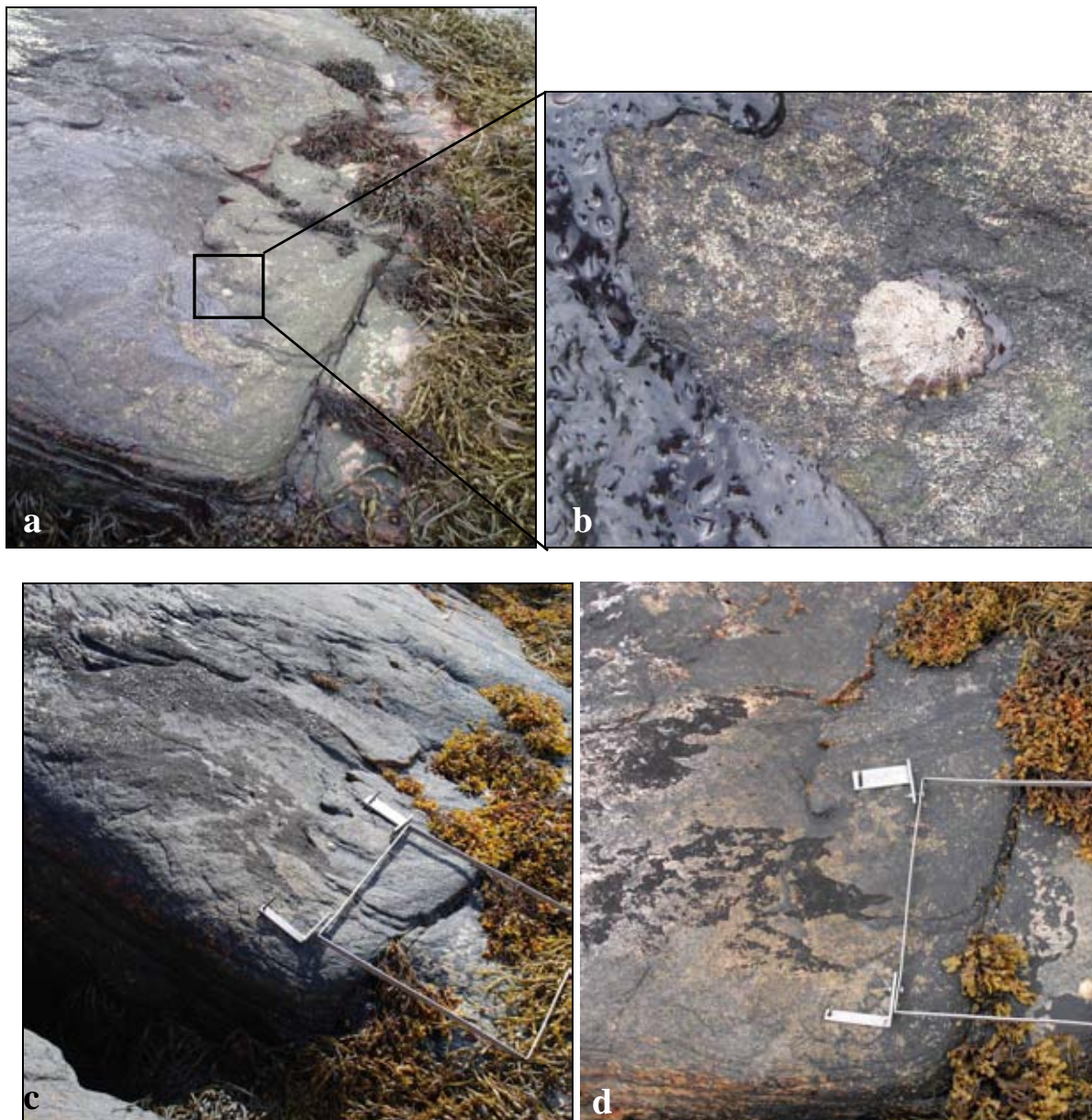
Oksygeninnholdet i bunnvannet av Sildavågen lå i tilstandsklasse I (meget godt) i mars 2009 som tidligere.

I strandsonen ble det benyttet ruteanalyse, hvor alle alger og dyr innenfor ruter på 0,5x0,5 m blir undersøkt. Hver stasjon hadde 12 til 15 ruter plassert i tre høydenivåer. Oljesølet hadde flekkvise påslag i det undersøkte området. Totalt ble fire stasjoner undersøkt i 2009. I 2007 ble to stasjoner som inngår i overvåkingsprogrammet ved Stureterminalen i Øygarden (St. 7 og St. 8) benyttet som referansestasjoner. Av de undersøkte strandstasjonene hvor det var påslag av olje, var det mest påslag på stasjonen Fobo 5 på Fedje. Det meste av oljen var borte ved undersøkelsen i 2009. Det som var igjen var tørket inn til et tynt belegg. Sautangen som ble registrert ved Fobo 5 i mars 2007, var ikke kommet tilbake i august 2009 (Figur 4.2). Rekolonisering av sauetangen forventes innen kort tid, da det bare er små avgrensede områder hvor den er borte.

Sedimentanalysene fra Sildavågen viser et grovkornet sediment med et moderat innhold av organisk materiale og indikerer gode strømforhold. Sammenlignet med tidligere sedimentundersøkelser ble det bare funnet små endringer.

Det ble i mars 2009 ikke observert noen vesentlige endringer i bunnfaunaen på stasjonen i Sildavågen som kan tilskrives langtidseffekter fra oljeutslippet.

**Undersøkelsene fra 2009 avdekket ikke noen større skade på floraen og faunaen i strandsonen eller på bløtbunnsfaunaen som kan knyttes til oljeutslippet fra *MS Server* i 2007. Der hvor tangen ble vasket bort i forbindelse med opprensingen, vil det ta noen år før en kan si at strandsonen er helt restituert.**



**Figur 4.1.** Det synlige påslaget av olje var forholdsvis høyt oppe i strandsonen. De tre bildene er tatt fra rute 9 i midtre nivå på Fobo 7. a) noe olje har griset til berget. b) albuesneglen som var tilgriset med olje i mars, c) var fortsatt i live i august 2007. d) i 2009 var det meste av oljen tørket inn.



**Figur 4.2.** Fobo 5 var en av de undersøkte stasjonene hvor påslaget av olje hadde vært størst. a) i mars 2007 var det strødd bark på oljen i strandsonen. Det var en del sauetang på steinene. b) i august 2007 var det meste av sauetangen borte. c) i august 2009 var oljerestene som ble registrert i august 2007 borte.

## 5 TAKK

Vi vil takke L. Pedersen ombord på M/S *Solvik* for et hyggelig tokt. Partikkelfordelingsanalysene og bestemmelsen av organisk innhold i sedimentet er utført av H. Grønning. Sorteringen av bunnprøvene er utført av T. Ensrud, N. Korableva og R. Tveiten. P. Johannessen har artsbestemt bunnfaunaen. T. Ensrud og G. Vassenden deltok på toktet.

## 6 LITTERATUR

- Botnen, H.B., Ø.F. Tvedten, P.J. Johannessen 1993. Marinbiologiske undersøkelser av oppdrettslokaliteter i Fedje, Fedje kommune. - *Institutt for fiskeri- og marinbiologi, Universitetet i Bergen. Rapport nr. 19, 1993. 41 pp.*
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. In: Holme, NA, McIntyre, AD, editors. *Methods for the study of marine benthos*. Oxford, Blackwell scientific publications. s. 41-65.
- Field, J.G., K.R. Clarke, R.M. Warwick 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. - *Marine Ecology Progress Series* 8:37-52.
- Heggøy E., Johansen P-O., Johannessen P.J. 2007. Marinbiologisk undersøkelse i forbindelse med forliset av MS Server i 2007. *SAM-Unifob Rapport nr.14, 2007. 64 s.*
- Hjohlmann S., Lein T.E. 1996. Skadevurdering av tilsølte strender i Sognesjøen 1996. Oppfølging av oljesølet fra "Mercantil Marica" i 1989. *IFM Rapport nr. 22, 1996. Universitetet i Bergen. 26 s*
- Hovgaard, P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Johannessen, P.J. T.E. Lein 1986. Grunnlagsundersøkelser av marinbiologiske forhold ved Sture i Øygarden. - *IMB-Rapport nr. 35, 1986. Universitetet i Bergen, Institutt for marinbiologi 44 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.*
- Norsk Standard NS 4764: 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund.*
- Oug, E., T.E. Lein, B. Holte, K. Ormerod, K. Næs 1985. Basisundersøkelse i Tromsø Sund og Nordbotn 1984. Bløtbunnsundersøkelse, Fjæreundersøkelse og Bakteriologi. Fagrapport. - *NIVA rapport 173b/84 Oslo, 166 pp.*

## 7 VEDLEGG

<b>Vedleggstabell 1. Litoral artsliste .....</b>	<b>31</b>
<b>Vedleggstabell 2. Artsliste bunndyr.....</b>	<b>37</b>
<b>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....</b>	<b>40</b>
<b>GENERELL VEDLEGGSEDEL .....</b>	<b>41</b>

## Vedleggstabell 1. Litoral artsliste



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



### LITORALARTSLISTE

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Kystverket, Beredskapasvdelingen, postboks 125, 3191 Horten.**

**Prosjekt nr.: 802448**

**Prøvetakssted (område): Fedje og Øygarden**

**Dato for prøvetaking: 19. august og 20. august 2009**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni-Miljø Sam-marin**

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

**Artene er 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 Norsk Standard NS 9424 og interne standard forskrifter.

#### **Opplysninger om merker i artslisten:**

For hver stasjon er rutenes nivå og nummer oppgitt. Under hvert rutenummer er alger og fastsittende dyr med høyt individantall angitt i % dekningsgrad. Fritt bevegelige dyr og fastsittende dyr med lavt individantall er registrert i antall individer pr. prøverute.

cf. foran et artsnavn betyr at artsbestemmelsen er usikker.

\* ved art angir arten ikke er med i eventuelle analyser.

Tall foran an art angir at den er slått sammen med andre arter før analyse.

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

#### **Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av 5 sider.

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

Signatur:.....

*Erling Heggøy*  
Signaturberettiget

Seksjon for anvendt miljøforskning

	Side 1/5	År: Stasjon: Nivå: Dato:	19.08.2009				19.08.2009				19.08.2009							
			Fel 1				Fel 1				Fel 1							
			ø	ø	ø	ø	m	m	m	m	n	n	n	n				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
	Rødalger																	
60	Polysiphonia lanosa					+				1	1	+	+					
60	Chondrus crispus									+	2	2						
60	Mastocarpus stellatus										2							
	Corallina officinalis										+	+						
	Hildenbrandia rubra	6	4	3	7		2	1	3	+	+							1
50	Phymatolithon lenormandii									20	20	18	7					
	Gelidium pusillum											1						
	Catenella caespitula											+						
	Brunalger																	
	Fucus spiralis	1			1	11	7	15	20									
26	Elachista fucicola					+												
	Ascophyllum nodosum					2				25	25	25	25					
	Fucus serratus									1		+						
	Cladostephus spongiosus									+								
	Pelvetia canaliculata	5	12	13	19				1									
57	Ralfsia verrucosa					+		+	+	+		+						
*	Fucus sp. kim	+				+	+	+										
	Grønnalger																	
	Cladophora rupestris					+				7	15	10	2					
19	Cladophora sp.									+								
	Dyr registrert som dekning																	
	Halichondria panicea										+	+						
59	Spirorbis sp.									+	+	+	+					
	Semibalanus balanoides					+												
	Electra pilosa									+	+	+						
	Flustrellidra hispida										+	+	+					
4	Alcyonidium gelatinosum									+								
11	Bryozoa indet. (kalkform)									1	1	+						
3	Coryne sp.									+	+							
24	Dynamena sp.									+	+							
3	Clava sp.									+	+	+	+					
54	Leucosolenia sp.									+	+	+						
	Dyr registrert som antall																	
	Patella vulgata				1	2	5	14	15	4		10	15					
13	Littorina obtusata				1	5	10	31	15	15	5	5	5					
	Littorina littorea	3	2	1	10	1	1	6	11		1	1	1					
	Nucella lapillus								1		2							
*	Gastropoda indet. (prosobranchia)											1	2					
	Gibbula cineraria												1					
9	Idotea granulosa											1	1					
	Carcinus maenas	1										1	1					
*	Amphipoda indet.	5	20	30	25	1	5	1	10									
6	Actinia equina							2	3	65	30	53	65					
44	Pagurus bernhardus										1	2						
*	Nucella lapillus (egg)											+						
99	Tonicella rubra																	1



Seksjon for anvendt miljøforskning

	Side 2/5	År:	19.08.2009				19.08.2009				19.08.2009			
		Stasjon:	Fel 1				Fel 1				Fel 1			
		Nivå:	ø	ø	ø	ø	m	m	m	m	n	n	n	n
		Dato:	Rute:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	Blågrønnalger													
	Calothrix sp., Verrucaria maura	15	19	19	10	25	18	8	+					
12	Verrucaria mucosa	4	2	2	8		4	15	21	1			+	
	Annet													
*	Fjærepytt		1	2	+		2		2					
*	Uten tangdekke	19	13	12	6	12	18	10	4	0	0	0	0	
*	Bart fjell	+		+	+		+		1	2	+		17	

		År:	20.08.2009					20.08.2009					20.08.2009				
		Stasjon:	FOBO 5					FOBO 5					FOBO 5				
		Nivå:	ø	ø	ø	ø	ø	m	m	m	m	m	n	n	n	n	n
		Dato:	Rute:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Rødalger																
60	Polysiphonia lanosa								+	+	+	1	1	+	1	1	
	Chondrus crispus											1	1	2	+	1	
	Bonnemaisonia hamifera											1					
8	Ceramium virgatum											+	1	+		1	
	Corallina officinalis											1				+	
	Furcellaria lumbricalis															+	
	Membranoptera alata											+					
	Hildenbrandia rubra	2	4	5	4	3	4	+	2	4	3			+	+	+	
50	Phymatolithon lenormandii								+	+	+	10	19	1	3	7	
	Gelidium pusillum											3	6	10	+	+	
	Rhodochorton purpureum													+			
8	Ceramium sp.															+	
	Catenella caespitula											+					
	Brunalger																
	Fucus spiralis		+	+	3	+				2	4						
	Fucus vesiculosus						2	5	1	10	5						
	Ascophyllum nodosum						4	3	8	4	10	25	25	21	25	25	
	Fucus serratus													+	1		
	Cladostephus spongiosus													+		+	
	Pelvetia canaliculata	+	1	1	2	1											
57	Ralfsia verrucosa						+		+	+	+						
*	Fucus sp. kim					+											
	Leathesia difformis													+			
	Grønnalger																
	Cladophora rupestris								+	+	18	6	22	24	17		
27	Ulva sp.											+					
	Ulva lactuca											+	+	+	+		
	Dyr registrert som dekning																
	Halichondria panicea											+	+			+	
5	Laomedea flexuosa															+	
59	Spirorbis sp.						+					+	+	+	+	+	
	Semibalanus balanoides		+		+												
4	Alcyonidium gelatinosum												+				
11	Bryozoa indet. (kalkform)											+	+		+		
3	Coryne sp.															+	

Seksjon for anvendt miljøforskning

	Side 3/5	År: Stasjon: Nivå: Rute:	20.08.2009					20.08.2009					20.08.2009				
			FOBO 5					FOBO 5					FOBO 5				
	Dato:		ø	ø	ø	ø	ø	m	m	m	m	m	n	n	n	n	n
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
24	Dynamena sp.												+		+	+	+
3	Clava sp.												+				
54	Leucosolenia sp.												1	+	+	+	+
	Dyr registrert som antall																
	Patella vulgata							10	4	6	4	7		2	3		
13	Littorina obtusata		1			1		3	6	8	10	10	25	25	10	10	10
	Littorina littorea			1	1	7	8		1	1			1				
	Nucella lapillus											1					
	Gastropoda indet.																
*	(prosobranchia)												1				
	Carcinus maenas									1			1	3	1		
*	Amphipoda indet.				1					10	5		1				
6	Actinia equina												1	1		4	
6	Anthozoa indet.													5	15	5	15
6	Actinidae indet.							1		1							
*	Nucella lapillus (egg)																+
*	Hydrozoa indet.							+									
	Blågrønnalger																
12	Calothrix sp., Verrucaria maura		23	19	20	15	17	10	23	10	12	9					
12	Verrucaria mucosa					2	1	1	1	10	6	10					
	Annet																
*	Olje film																+
*	Oljerester				+	1	1										
*	Uten tangdekke		25	24	24	20	24	19	17	16	9	6	0	0	4	0	0
*	Bart fjell		+	2	+	3	3	8	+	2	2	3		1	1		

		År: Stasjon: Nivå: Rute:	19.08.2009					19.08.2009					19.08.2009				
			FOBO 7					FOBO 7					FOBO 7				
	Dato:		ø	ø	ø	ø	ø	m	m	m	m	m	n	n	n	n	n
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Rødalger																
	Polysiphonia lanosa							+	+		1		+	3	2	+	+
60	Chondrus crispus												+	+	+		+
*	Mastocarpus stellatus (aglaozonia)														+		
	Hildenbrandia rubra		2	1	15	2	2	1	+	+	+	1	+	1	+	10	+
50	Phymatolithon lenormandii								+	1			23	22	21	10	6
	Lithothamnion glaciale														1		
	Rhodochorton purpureum																+
	Brunalger																
	Fucus spiralis		1	10		1	1		1	+		3					
	Fucus vesiculosus							3	+	4	5	2	1			7	1
26	Elachista fucicola											+					
	Ascophyllum nodosum							4	9	11	+	3	25	24	25	25	24
	Fucus serratus												4	1	1	1	+
	Cladostephus spongiosus													+	+		
57	Ralfsia sp.										+						
	Pelvetia canaliculata		22	11		11	11										
57	Ralfsia verrucosa																+
*	Fucus sp. kim				+			+	+		+						+

Seksjon for anvendt miljøforskning

	Side 4/5	År: Stasjon: Nivå: Rute:	19.08.2009					19.08.2009					19.08.2009				
			FOBO 7					FOBO 7					FOBO 7				
			ø	ø	ø	ø	ø	m	m	m	m	m	n	n	n	n	n
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Pelvetia canaliculata (kim)				+					+							
	Grønnalger																
19	Cladophora rupestris							1	1				23	17	14	11	1
	Cladophora sp.										+			+	1		
	Dyr registrert som dekning																
59	Spirorbis sp.												1	+	1		+
	Semibalanus balanoides		+	+	+	+	+										
40	Mytilus edulis									1							
	Flustrellidra hispida							+	+	+			+	+	1	1	+
11	Bryozoa indet. (kalkform)												+		+		
24	Dynamena sp.							+	+	+			1	+	+	+	+
3	Clava sp.												+	+	+	+	+
54	Leucosolenia sp.												1	+	1	1	+
	Dyr registrert som antall																
	Patella vulgata									2			9	11	11	14	3
90	Littorina saxatilis				40								2	3	5	3	13
13	Littorina obtusata							11	35	20	3	34	40	58	27	31	27
	Littorina littorea				14	9		1	3						1		
	Nucella lapillus							1	2								
9	Idotea granulosa														3	1	1
*	Ligia oceanica			3				1	1	2							
	Carcinus maenas		1										1	2	1	1	1
*	Amphipoda indet.	100	70		70	50		20	10	20			20	10		1	
6	Actinia equina								2					2	1	1	
*	Isopoda indet.															1	
9	Idotea sp.		1			1		3		3							
6	Actinidae indet.												2		1		
*	Nucella lapillus (egg)												+	+	+		
	Blågrønnalger																
12	Calothrix sp., Verrucaria maura	21	21	4	22	21		21	21	18	14	19					
12	Verrucaria mucosa	1	1	4	+	1		1	+	+	+	1				4	
	Annet																
*	Anurida maritima					5		5	2	10	4		3	5			
*	Uten tangdekke	3	4	25	3	13		18	15	20	19	18	0	1	0	0	0
*	Bart fjell	+	2	2	+	+		1	3	5	10	4	0	+	+	1	18

		År: Stasjon: Nivå: Rute:	20.08.2009				20.08.2009				20.08.2009						
			Sel 1				Sel 1				Sel 1						
			ø	ø	ø	ø	m	m	m	m	n	n	n	n			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
	Rødalger																
	Polysiphonia lanosa								1				3	5	4	2	
60	Mastocarpus stellatus										+		3	1	2	1	
*	Mastocarpus stellatus (aglaozonia)														1	+	
	Membranoptera alata														+		
	Hildenbrandia rubra		+	+	+	1		+	1	+	+		3	+	+	1	
50	Phymatolithon lenormandii							1	5	6	20		19	22	17	18	
	Lithothamnion glaciale												2	+	6	1	

Seksjon for anvendt miljøforskning

	Side 5/5	År: Stasjon: Nivå: Rute:	20.08.2009				20.08.2009				20.08.2009			
			Sel 1				Sel 1				Sel 1			
			ø	ø	ø	ø	m	m	m	m	n	n	n	n
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Brunalger													
26	Fucus vesiculosus					17	22	9	12					
	Elachista fucicola					+	+		1					
	Ascophyllum nodosum							12		19	24	12	23	
	Fucus serratus							1	9	15	7	19	7	
25	Pilayella littoralis												+	
	Pelvetia canaliculata	5	5	5	3									
57	Ralfsia verrucosa					+	+	+	+	+	+	+	+	
	Grønnalger													
	Cladophora rupestris					1	3	5	14	3	2	2	2	
19	Cladophora sp.										+	1	+	
27	Ulva sp.										1	+	+	
	Dyr registrert som dekning													
	Halichondria panicea											+		
59	Spirorbis sp.									1	+	+	+	
	Semibalanus balanoides					7	6	5	1	+	+			
40	Mytilus edulis										+			
	Electra pilosa									3	+	+		
	Flustrellidra hispida						+	+		2	1	1	1	
39	Membranipora membranacea										+	+	+	
11	Bryozoa indet. (kalkform)									+				
11	Bryozoa indet									1	+	+	+	
24	Dynamena sp.									1	+	+	+	
3	Clava sp.									+	+	+	+	
	Laomedea sp.						+	+	+	+	+		+	
40	Mytilus edulis (juv)					+	+	+	+					
54	Leucosolenia sp.										+	+	+	
	Dyr registrert som antall													
	Patella vulgata					9	11	10	10	3	3	3	11	
13	Littorina obtusata					18	29	27	35	6	10	5	10	
	Littorina littorea	1		2	1									
	Nucella lapillus					1	2	5	1					
35	Lacuna vincta									2				
	Carcinus maenas								2	2	2	1	1	
*	Amphipoda indet.		5	1		5	5	10	40					
6	Actinia equina					6	14	16	13	32	36	7	7	
99	Polyplacophora indet.									1	1	2	1	
9	Idotea sp.						1	1	1		1	1		
*	Nucella lapillus (egg)									+				
	Blågrønnalger													
12	Calothrix sp., Verrucaria maura	11	18	12	18									
12	Verrucaria mucosa				+				1					
	Annet													
*	Anurida maritima			2	3	1		5	10					
*	Uten tangdekke	20	20	20	22	8	3	5	5	0	0	0	0	
*	Bart fjell	13	7	13	6	17	13	14	3	1	2	+	4	

## Vedleggstabell 2. Artsliste bunndyr



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



### BENTHOS ARTSLISTE

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Kystverket, Beredskapsavdelingen, postboks 125, 3191 Horten.**

**Prosjekt nr.: 802448**

**Prøvetakingssted (område): Fedje**

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

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni-Miljø 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 Norsk Standard NS 9423 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 2 sider.

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

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

Seksjon for anvendt miljøforskning

Arter på stasjon Fed 4a mars 2009	4	5	6	7
* PORIFERA indet.	+	+		
* Hydrozoa indet.			+	+
ANTHOZOA				
Cerianthus lloydii	1			0/1
Edwardsia sp.		1	3	1
Actinidae indet.			2	3
* NEMERTINI indet.	10	1	5	6
* NEMATODA indet.	31	50	30	40
POLYCHAETA				
Harmothoe lunulata			1	
Pholoe assimilis	2/1	1/1		0/1
Pholoe baltica	3	4/1	2/1	2/1
Sige fusigera				1
Phyllodoce groenlandica				1
Eulalia viridis	0/1			
Eteone longa		2/2	1/3	2/1
Syllidae indet.	12	24	8	5
Exogone sp.	9	109	18	5
Nephtys ciliata		1	1/1	3
Glycera lapidum	3/3	7/1	15/4	3
Goniada maculata				1
Lumbrineridae indet.	6	8	17	1
Protodorvillea kefersteini	15	35/6	8/1	58
Scoloplos armiger	22	9/3	18/3	31
Aonides paucibranchiata	42	19/1	33	30/1
Aonides oxycephala			6	1
Laonice cirrata			1	
Malacoceros vulgaris	3	5	6	1
Polydora sp.	9	12	13	2
Prionospio cirrifera	12	13	10	4
Prionospio fallax	2	1		
Spio sp.	5	8	6	2
Aphelochaeta sp.	8	5	2	4
Chaetozone chriestie	9	1/1	0/1	1
Chaetozone sp.	2		3	
Macrochaeta clavicornis	11	8/1	18/2	32
Travisia forbesii				1
Scalibregma inflatum		1	2	
Capitella capitata	1	1		
Mediomastus fragilis	50/8	56/12	43/9	29/2
Notomastus latericeus	2	4	1	2
Myriochele oculata	4	10	11	4

## Seksjon for anvendt miljøforskning

Arter på stasjon Fed 4a mars 2009	4	5	6	7
Owenia borealis	1	4	1	1
Jasmineira sp.			3	
Pectinaria auricoma			2	
Pista lornensis	7/1	3	15	5
Polycirrus norvegicus	2	1/1		1
Terebellides stroemi	1	2		
Sabellidae indet.	9	14	25	6
Hydroides norvegica			0/1	
OLIGOCHAETA indet.	127	115	46	36
CRUSTACEA				
* Calanoida indet.				1
* Calanus finmarchicus		3		
* Cirripedia (larve) indet.		0/1		
* Diastylis rugosa	1	1	2/1	
* Amphipoda indet.	17	23	14	42
* Caprellidae indet.	5	5	1	
* Corophium sp.	8	12	9	5
* Upogebia stellata		0/2	0/1	
* Paguridae indet.			0/1	
MOLLUSCA				
Rissoa parva			0/1	
Euspira pulchella	1	1	1	3
Melanella monterosatoi	1		1	
Lucinoma borealis	0/1	0/1	1/1	
Thyasira flexuosa	1		2	
Mysella bidentata	1/3	1/1	1/1	
Astarte montagui			1	1
Parvicardium scabrum			0/1	
Phaxas pellucidus			2	
Timoclea ovata	0/1			
Corbula gibba		1		
* PHORONIDA indet.				3
* BRYOZOA				
* Bryozoa skorpeformet			+	
* Bryozoa grenet		+	+	++
ECHINODERMATA				
Amphipholis squamata	5/8	3/13	5/31	1/39
Leptosynapta inhaerens		1		+
HEMICHORDATA				
Branchiostoma lanceolatum		1		1
* PISCES egg.		2	3	
* VARIA	+	+	+	+

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**  
Antall arter i de ulike geometriske klassene  
på stasjon Fed4a i 1992, 2007 og 2009.

G.kl.	1992	2007	2009
I	10	13	13
II	5	5	12
III	5	7	10
IV	2	6	6
V	1	8	4
VI	0	4	6
VII	0	4	5
VIII	1	2	2
IX	0	0	1
X	0	0	0



## **GENERELL VEDLEGGSEDEL**

### **Analyse av bunndyrsdata**

#### **Generelt**

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0.1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

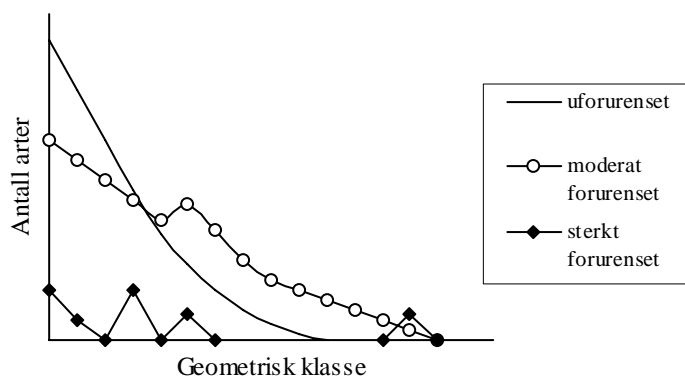
#### **Geometriske klasser**

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydning i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små toppe og nullverdier (Figur v1).

**Tabell v1.** Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2

**Figur v1.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

### Diversitet og jevnhet

Diversitet omfatter artsrikdom (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) (Shannon og Weaver 1949):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

der:  $p_i = n_i/N$ ,  $n_i$  = antall individer av art  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og  $S$  = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max} (= \log_2 S)$ , er det mulig å uttrykke jevnheten ( $J$ ) i prøven på følgende måte:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (\text{Pielou 1966}),$$

der:  $H'$  = Shannon Wiener indeks og  $H'_{\max}$  = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom  $H' = H'_{\max}$  er  $J$  maksimal og får verdien en.  $J$  har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg og Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrprøvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

**Tabell v2.** Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra artsmangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks og Hurlbert indeks (Molvær et al. 1997).

Parameter		Tilstandsklasse				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Bunndyr	Shannon-Wiener indeks ( $H'$ )	>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Hurlbert indeks ( $ES_{n=100}$ )	>26	26-18	18-11	11-6	<6

Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god "miljøstatus" i følge Molvær et al. (1997) selv om den inneholder få arter. Diversitet er også et dårlig mål på miljøstatus i prøver med mange arter hvor én art er representert med svært mange individer. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling blant individene (lav jevnhet), men mange arter viser at det er gode miljøforhold. Når vi vurderer miljøforholdene i slike tilfeller vil vi legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er tilstede, enn på diversitet.

### Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

### Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

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

Hvor:  $S_{jk}$  = likheten mellom to prøver, j og k

$y_{ij}$  = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

$y_{ik}$  = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles “group average sorting” og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en “maksimal” projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor:  $\hat{d}_{jk}$  = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten  $d_{jk}$  gitt som:

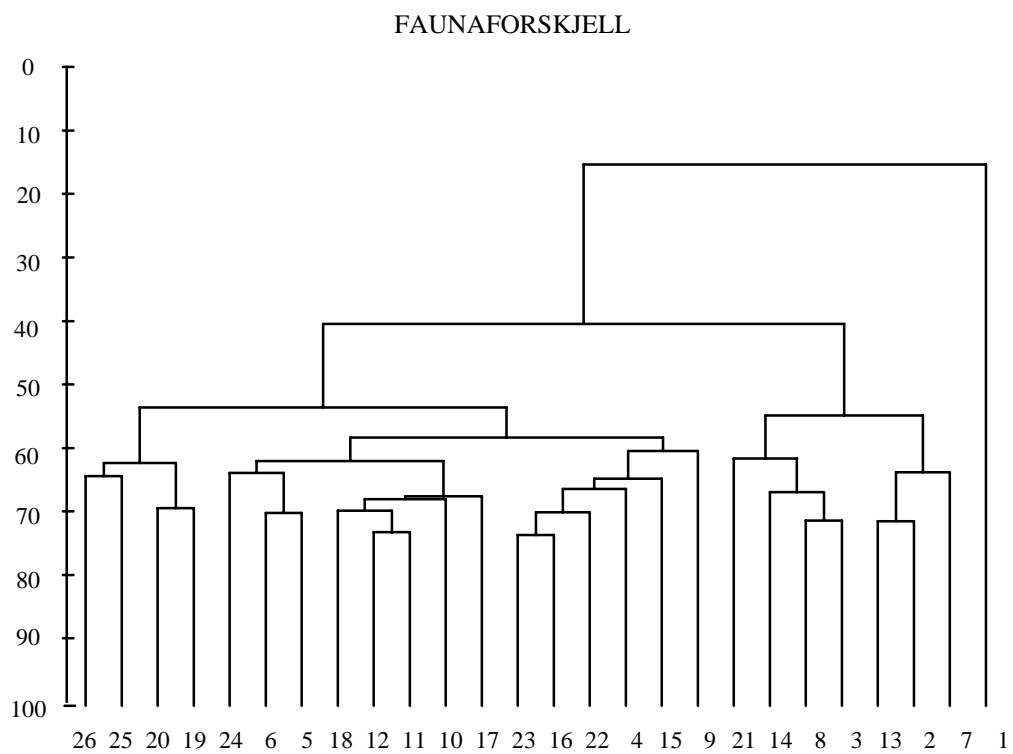
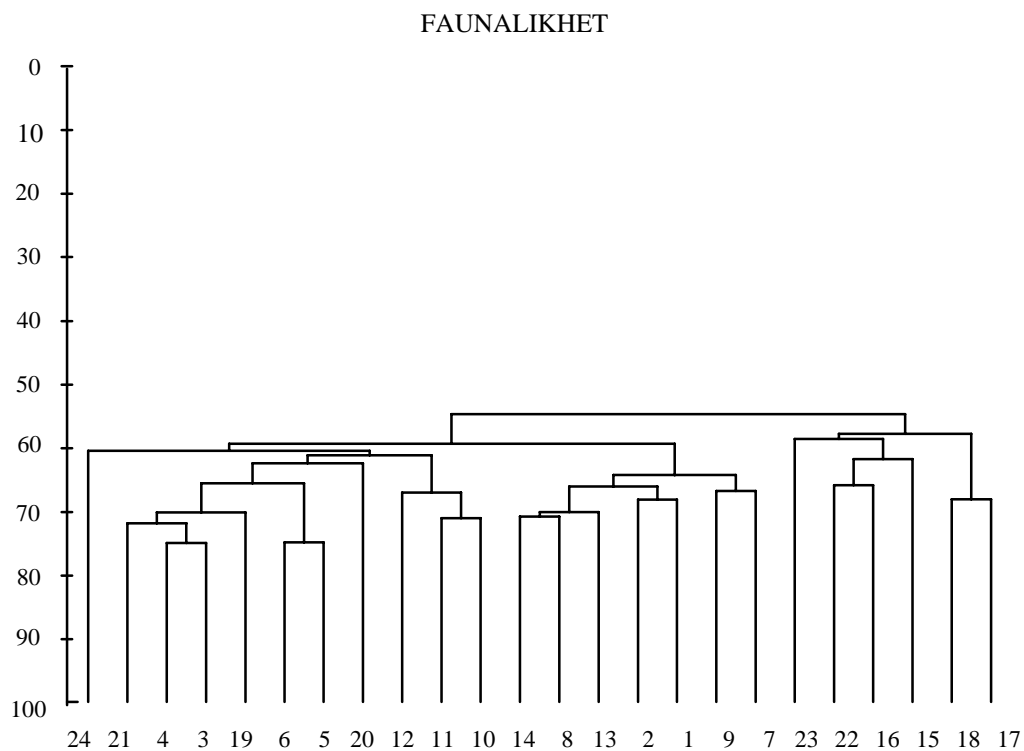
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:  $< 0,05$  = svært god presentasjon,  $< 0,1$  = god presentasjon,  $< 0,2$  = brukbar presentasjon,  $> 0,3$  plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

### Dataprogrammer

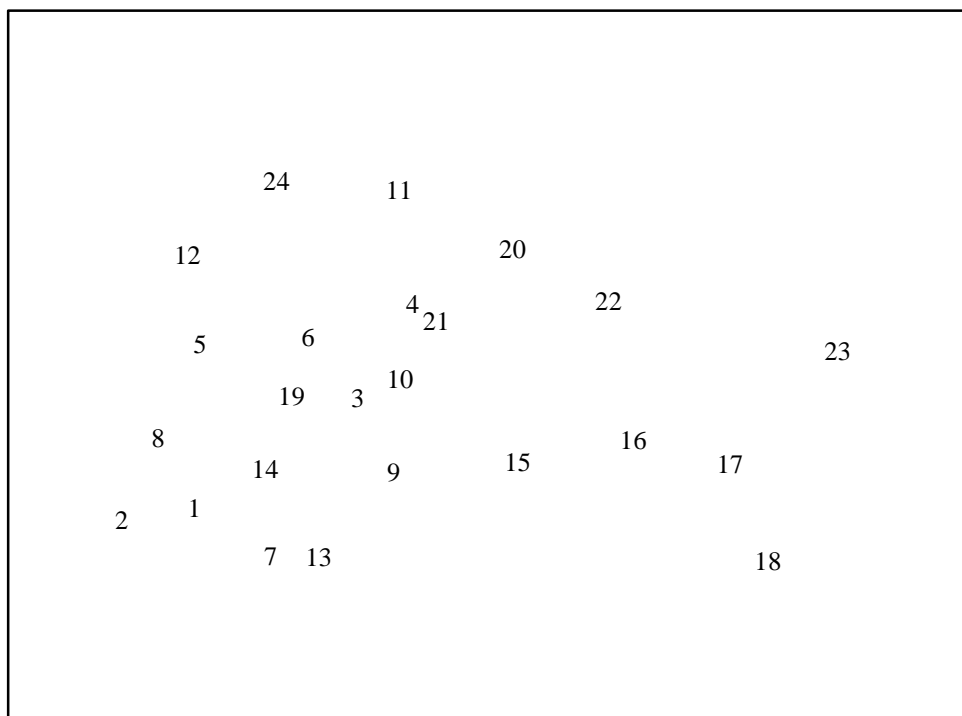
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ),  $H'$ -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet.

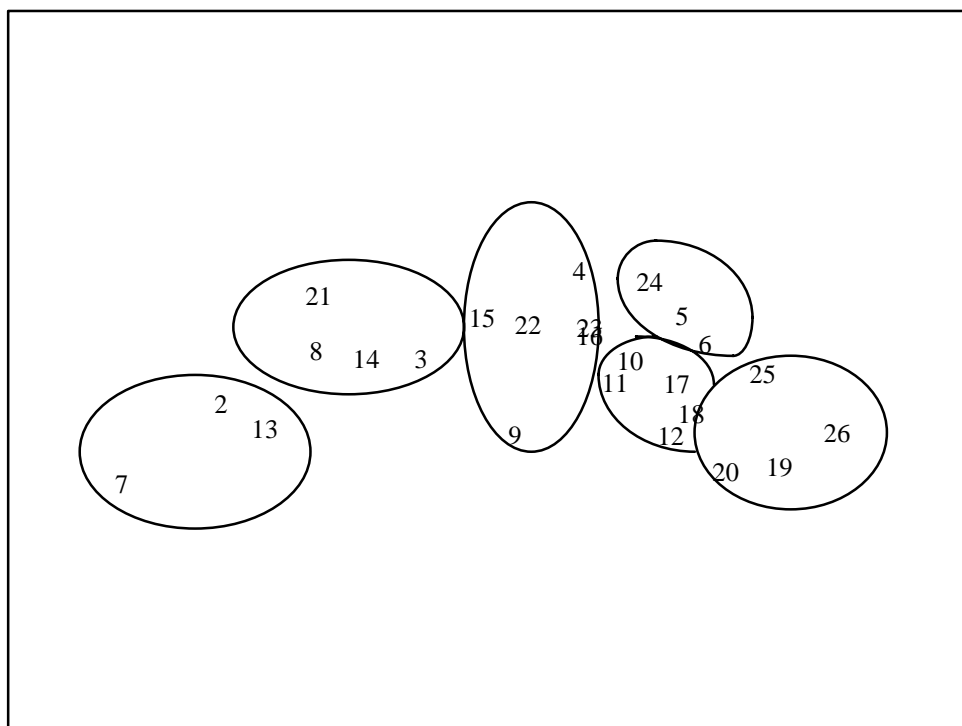


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



**Figur v3.** MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

## Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- 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.
- 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.*
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- 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.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, Thélín, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.*
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication.* - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.