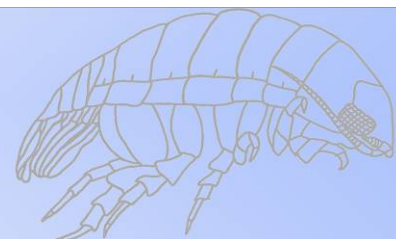


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 37– 2012



MOM-C undersøkelse for Osland Havbruk AS fra lokalitetene Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnsjøneset, Oslandsura og Sørevik i Sognefjorden, Høyanger kommune

Silje Hadler-Jacobsen

Per-Otto Johansen

Tone Vassdal



	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse for Osland Havbruk AS fra lokalitetene Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnspjotneset, Oslandsura og Sørevik i Sognefjorden, Høyanger kommune	Dato: 24/9/2012 Antall sider og bilag: 75
Forfatter(e): Silje Hadler-Jacobsen Per-Otto Johansen Tone Vassdal (under opplæring)	Prosjektleder: Silje Hadler-Jacobsen Prosjektnummer: 806475

Oppdragsgiver: Osland Havbruk AS	Tilgjengelighet: Åpen
----------------------------------	-----------------------

<p>Abstract: A MOM-C investigation was conducted in March 2012 at 5 aquaculture sea sites in Sognefjorden; Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnspjotneset, Oslandsura and Sørevik. The monitoring included geological and chemical analyses of the bottom sediment as well as analyses of the composition of benthic fauna.</p> <p>Measurements of oxygen concentration indicated good conditions near the bottom.</p> <p>This survey showed that three of the investigated aquaculture sites (Eidesberget, Oslandsura and Sørevik) influenced the environment. The faunal composition indicated that these sites near the fishfarms were influenced by the aquaculture activity. At Oslandsura there were chemical pollution of phosphorus, copper and sink and accumulation of organic matter. At Sørevik there was chemical pollution of phosphorus and copper as well as accumulation of organic matter. It is therefore advised to thoroughly monitor these sites in the future. However, the negative influence seemed to be situated locally to each fishfarming sites.</p>
--

Keywords: MOM-C, marine environmental monitoring, Aquaculture, Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnspjotneset, Oslandsura, Sørevik	Emneord: MOM-C, marin miljøovervåking, Sognefjorden, fiskeoppdrett, Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnspjotneset, Oslandsura, Sørevik	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 37-2012
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	24/9/2012	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	24/9/2012	<i>Silje Hadler-Jacobsen</i>

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til MOM-C analyser, samlet av: SAM-Marin

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten, Nargis Islam, Øydis Alme, Natalia Korableva og Sharat Chanera.

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad og Per Johannesen

Rapportering utført av: Per-Otto Johansen, Silje Hadler-Jacobsen og Tone Vassdal (under opplæring)

Geologiske analyser utført av: Helge Grønning

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: MS Solvik

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse AS **akkrediteringsnummer**
Test 003

Akkreditert: Kobber, sink, fosfor, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.1.1 Lokalitet Mjølsvik	7
2.1.2 Lokalitetene Eidesberget, Bjønnsjøtneset og Oslandsura	8
2.1.3 Lokalitet Sørevik	11
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	13
2.2.1 Hydrografi	13
2.2.2 Sediment	13
2.2.3 Kjemiske analyser.....	14
2.2.4 Bunndyr	14
2.3 Produksjonsdata fra anleggene	17
3 RESULTATER OG DISKUSJON	18
3.1 Hydrografi	18
3.2 Sediment	20
3.2.1 Mjølsvik.....	20
3.2.2 Eidesberget	20
3.2.3 Bjønnsjøtneset	20
3.2.4 Oslandsura	20
3.2.5 Sørevik.....	20
3.2.6 Sogn 4, fjernstasjon	20
3.3 Kjemiske analyser	23
3.3.1 Mjølsvik.....	24
3.3.2 Eidesberget	24
3.3.3 Bjønnsjøtneset	24
3.3.4 Oslandsura	24
3.3.5 Sørevik.....	24
3.3.6 Sogn 4, fjernsone	25
3.3.7 Måling av pH og Redokspotensialet (Eh).....	26
3.4 Bunndyr	26
3.4.1 Mjølsvik.....	26
3.4.2 Eidesberget	27
3.4.3 Bjønnsjøtneset	27
3.4.4 Oslandsura	27
3.4.5 Sørevik.....	28
3.4.6 Sogn 4, fjernsone	28
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	35
5 TAKK	39
6 LITTERATUR	40
7 VEDLEGG	41

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokalitetene Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnsjøneset, Oslandsura og Sørevik i Sognefjorden i Høyanger kommune. Innsamlingene ble gjennomført 26.-28. mars 2012. Målet med en MOM-C undersøkelse er å få kunnskap om miljøtilstanden i fjern-, og overgangssonen og inn mot nærsone til de undersøkte akvakulturanlegg. Formålet med denne resipientundersøkelsen var derfor å studere miljøforholdene i sjøområdet som er tilknyttet de undersøkte oppdrettslokalitetene. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Dypstasjon Sogn 4 er fjernsone til alle lokalitetene og ble tidligere undersøkt i 2006. Under resultatdelen er det gjort sammenligninger fra resultatene som ble funnet på Sogn 4 i 2012 og i 2006.

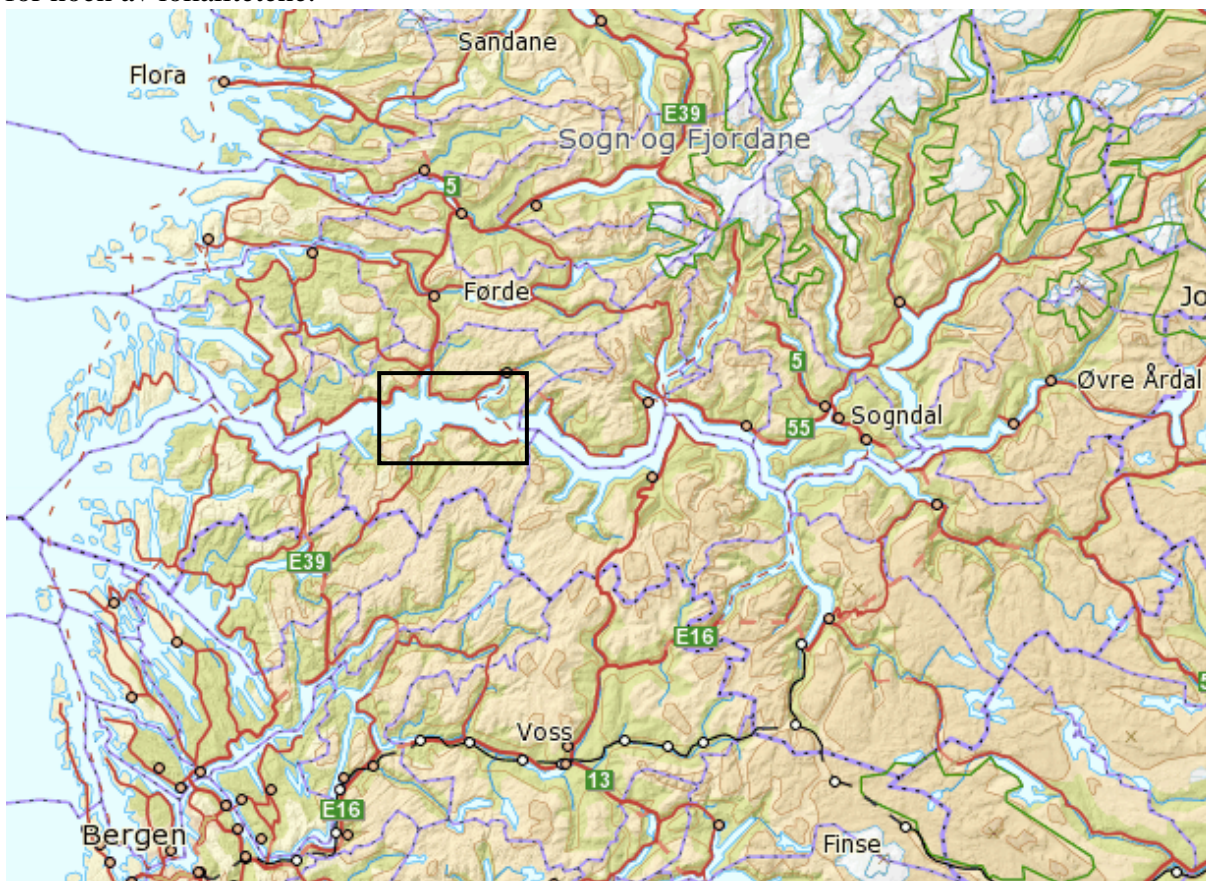
De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIFs tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), Vanndirektivets indekser (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009) og mot C- delen av MOM- systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-Marin) på oppdrag fra Osland Havbruk AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, geologiske analyser, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Lokalitetene ligger på sørsiden av Sognefjorden i Høyanger kommune, med varierende dybder på de ulike lokaliteter og dyp fra 47 meter og ned til 1270 meter på referansestasjonen. Lokalitet Mjølsvik og Sørevik ligger begge i to store bukter i tilknytning til Sognefjorden, med bratt skrånende terreng fra lokalitetene og nedover mot 1000 meters dyp. Lokaliteten Eidesberget, Bjønnsplotneset og Oslandsura ligger alle tre i en fjordarm til Sognefjorden, Fuglsetfjorden. Her er maksdybden i fjorden på rundt 300 meter. Oslandsura ligger innerst i Fuglsetfjorden og har dybder på mellom 40-100 meter under lokaliteten. Det er ingen terskler for noen av lokalitetene.

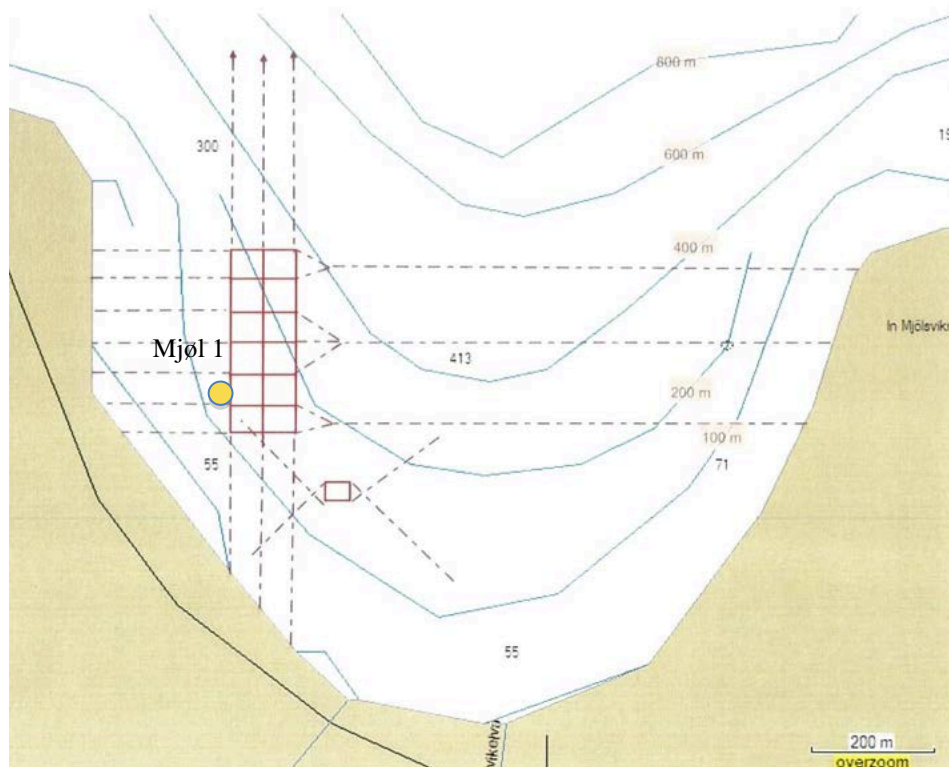


Figur 2.1. Oversiktskart over Sognefjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved de undersøkte lokalitetene. Kartkilde, Fiskeridirektoratet.



Figur 2.2. Kartutsnitt med navn på undersøkte lokaliteter samt referansestasjonen i dypet (Sogn 4). Nøyaktig plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde, Fiskeridirektoratet

2.1.1 Lokalitet Mjølsvik

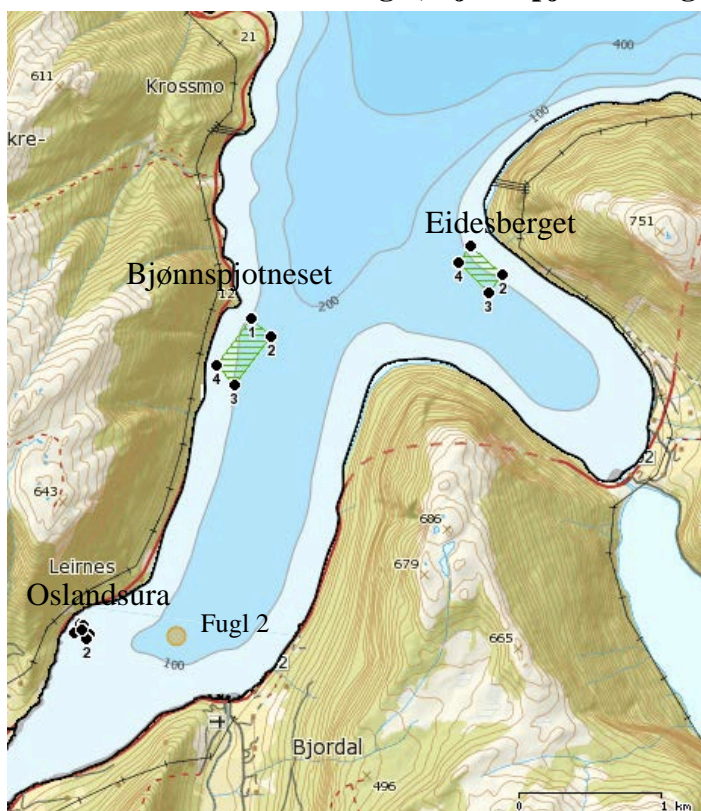


Figur 2.3. Skisse av anleggsplassering til lokalitet Mjølsvik, utslakta våren 2012. Gul sirkel viser plassering av prøvestasjon i nærheten Mjøl 1. Målestokk nederst til høyre. Kartkilde Osland Havbruk AS.



Figur 2.4. Plassering med punkt for prøvestasjonerstasjoner. Røde kryss viser stasjoner med fjell. Nøyaktige posisjoner for plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex

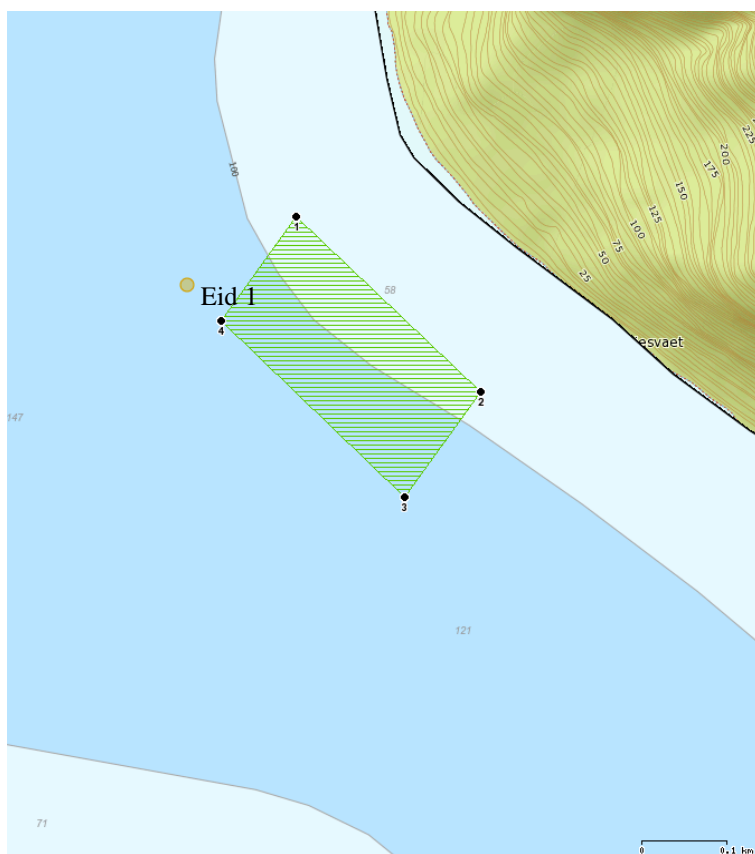
2.1.2 Lokaltetene Eidesberget, Bjønnsjøtneset og Oslandsura



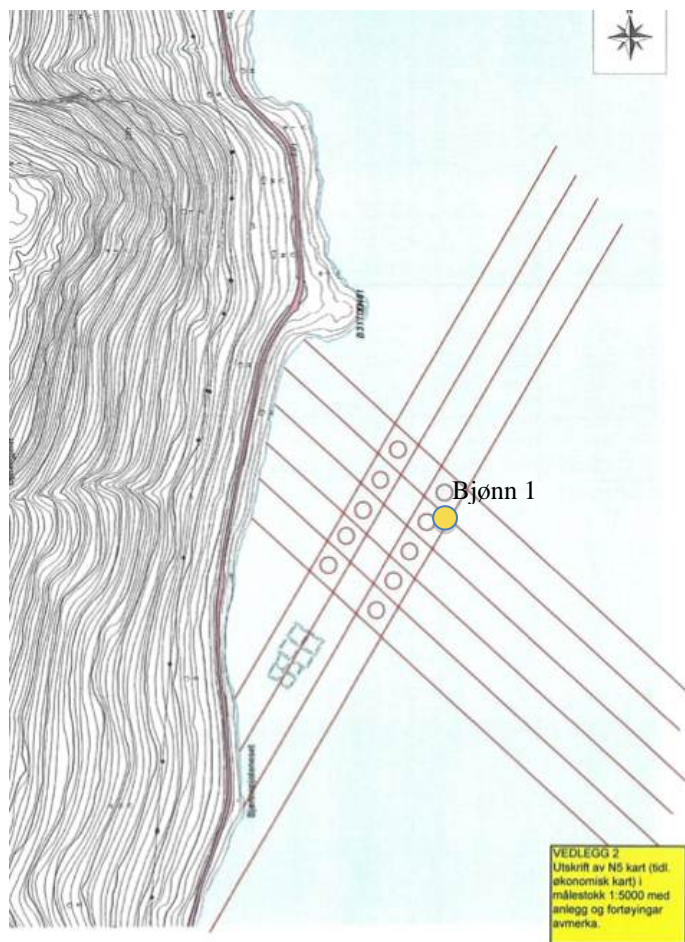
Figur 2.5. Skisse av godkjente lokaliteter med ytterpunkt og areal til anleggene Eidesberget, Bjønnsjøtneset og Oslandsura. Gul sirkel viser plassering av stasjon i overgangssone Fugl 2. Kartkilde Fiskeridirektoratet.



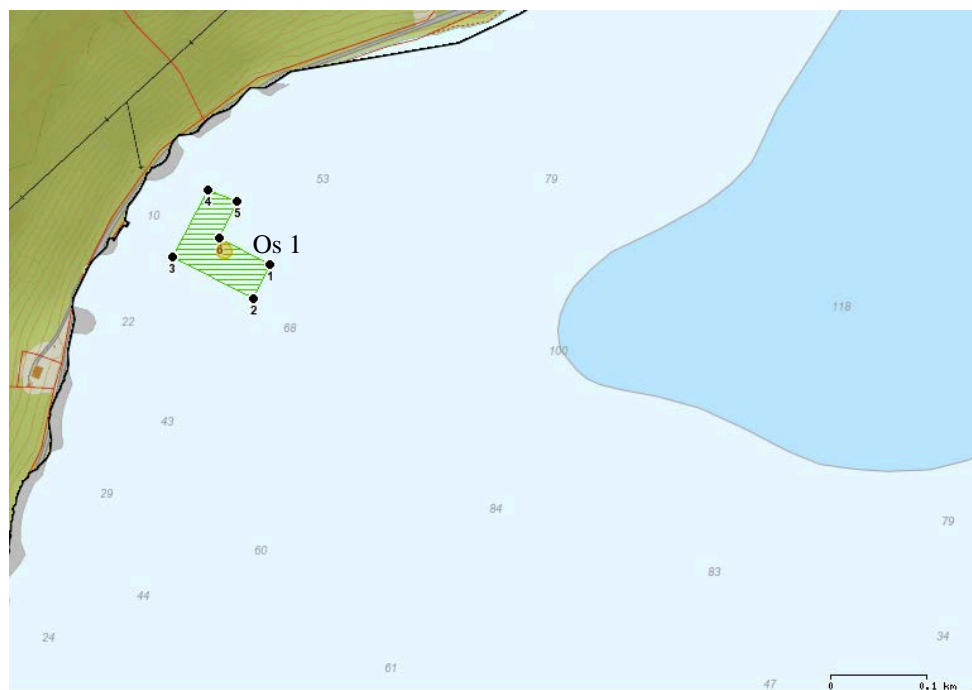
Figur 2.6. Plassering med punkt for prøvestasjoner på lokalitetene Eidesberget (Eid 1), Bjønnsjøneset (Bjønn 1), Oslandsura (Os 1) samt Overgangssone Fugl 1. Kryss viser stasjoner med fjell. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



Figur 2.7. Skisse av godkjente ytterpunkter og areal til lokalitet Eidesberget. Gul sirkel viser plassering av prøvestasjon i nærsonen, Eid 1. Målestokk nederst til høyre. Kartkilde Fiskeridirektoratet.

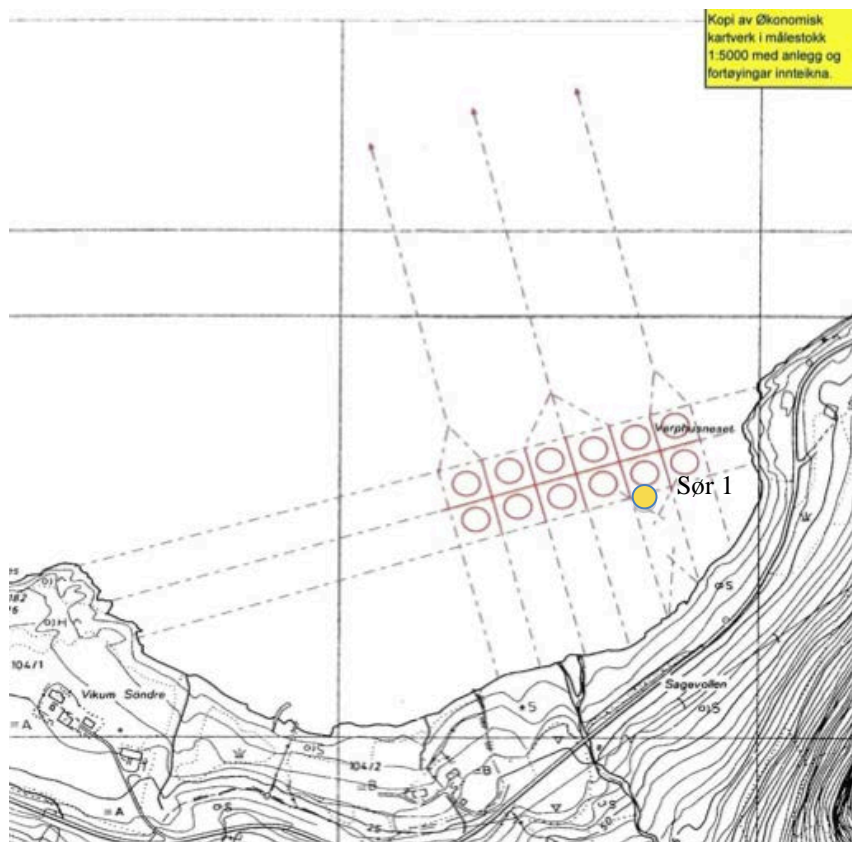


Figur 2.8. Skisse anlegg ved lokalitet Bjønnspjotneset. Gul sirkel viser plassering av prøvestasjon i nærheten Bjønn 1. Kartkilde Osland Havbruk.

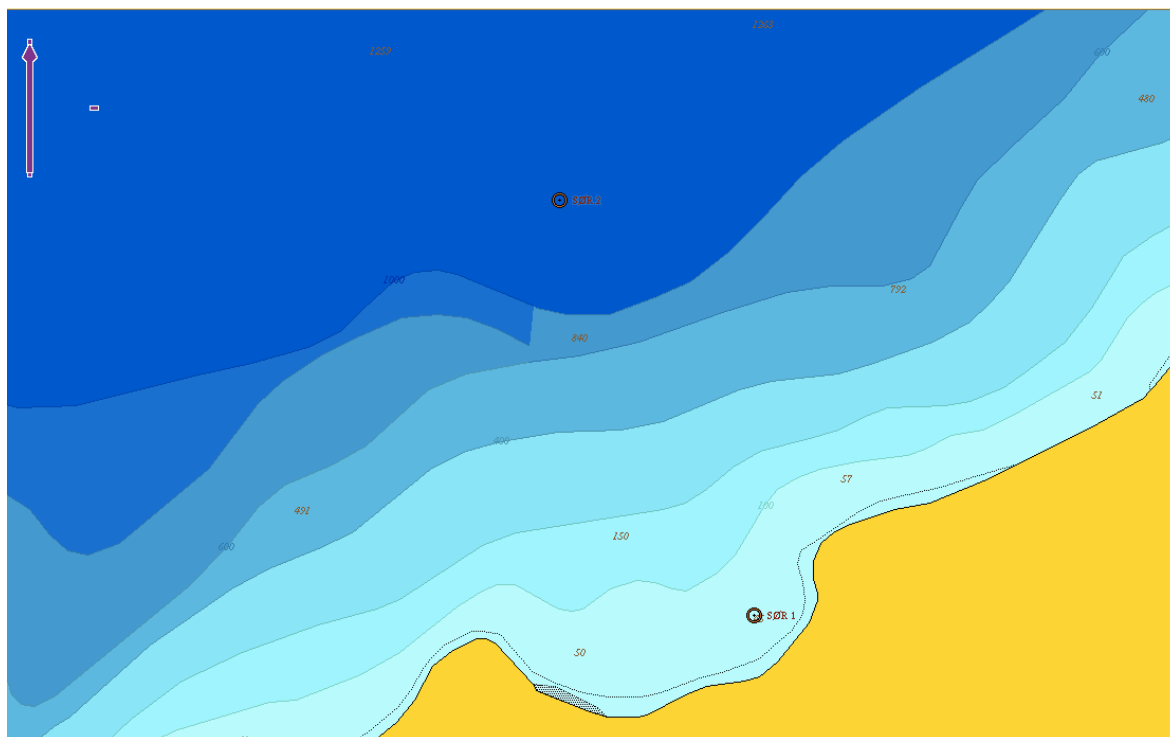


Figur 2.9. Skisse av godkjente ytterpunkter og areal til lokalitet Oslandsura. Gul sirkel viser plassering av prøvestasjon i nærheten Os 1. Målestokk nederst til høyre. Kartkilde Fiskeridirektoratet.

2.1.3 Lokalitet Sørøvik



Figur 2.10. Skisse av anlegg ved lokalitet Sørøvik. Gul sirkel viser plassering av prøvestasjon i nærsonen Sør 1. Kartkilde Osland Havbruk.



Figur 2.11. Plassering med punkt for prøvestasjonerstasjoner. Nøyaktige posisjoner fra stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex

Tabell 2.1 Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i område og navn. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en duograbb, på de fleste stasjoner, hvor det ene kammeret utgjør 0,1m² og brukes til biologiprøver (fullt kammer 21 l), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver. På Mjølsvik ble det benyttet en van veen grabb som tar 16,5 liter

Lokalitet	Stasjon	WGS84		Dyp	Hugg	Vol.	Andre opplysninger
Dato	navn	N	Ø	(m)	nr.	liter	
Mjølsvik	Mjøøl 1, pos 1	61°06.621'	06°02.301'	220	1-2	0	fjell
27.03.12	Mjøøl 1, pos 2	61°06.627'	06°02.153'	115	1-2	0	fjell
Nærsone	Mjøøl 1, pos 3	61°06.627'	06°02.153'	170	1-2	litt	fjell, litt sediment, kjemi, geo
	Mjøøl 1, pos 4	61°06.627'	06°02.153'	290	1	litt	fjell, litt leire
Mjølsvik	Mjøøl 2	61°06.621'	06°02.564'	286	1	5	hugg 1 og 3: bio, hugg 2: kjemi, geo
27.03.12					2	2	grabb nr 4 (danskegrabb)
Overgangssone					3	10	grov morenesand, mye dyr
Eidesberget	Eid 1, pos 1	61°06.350'	05°51.322'	88	1-2	0	fjell
27.03.12	Eid 1, pos 2	61°06.320'	05°51.147'	135	1-2	0	fjell
Nærsone	Eid 1, pos 3	61°06.369'	05°51.039'	135	1	11	hugg 1: bio, kjemi, geo, hugg 2: bio,
					2	8	grus, sand, leire, litt lukt, duograbb
Eidesberget /Bjønnsjøt-neset	Fugl 1	61°06.509'	05°50.328'	266	1	18	hugg 1: bio, kjemi, geo, hugg 2: bio,
27.03.12					2	14	grå leire , ingen lukt, duograbb
Overgangssone							
Bjønnsjøt-neset	Bjønn 1	61°05.950'	05°49.693'	172	1	8	hugg 1: bio, kjemi, geo, hugg 2: bio,
27.03.12					2	8	lys grå sand, leire, litt lukt i 1.hugg
Nærsone							1 slimål i hugg 2, duograbb
Oslandsura	Os 1	61°04.774'	05°48.596'	47	1	8	hugg 1: bio, hugg 2: bio, kjemi, geo,
28.03.12					2	11,5	sort sediment, sterk H ₂ S-lukt,
Nærsone							duograbb
Oslandsura	Fugl 2	61°04.810'	05°49.320'	118	1	7	hugg 1: bio, kjemi, geo, hugg 2: bio,
28.03.12					2	9	lys grå leire, duograbb
Overgangssone							
Sørevik	Sør 1	61°05.986'	05°43.996'	97	1	3,3	hugg 1: bio,
28.03.12					2	3,3	hugg 2: bio, kjemi, geo., duograbb
Nærsone							
Sørevik	Sør 2	61°06.541'	05°43.458'	1220	1	15	hugg 1: bio, kjemi, geo, hugg 2: bio,
28.03.12					2	15	leire med brunt sediment på toppen
Overgangssone							
Sognefjorden	Sogn 4	61°08.716'	05°48.802'	1270	1	18	hugg 1: bio, kjemi, geo, hugg 2: bio,
26.03.12					2	14,5	lys grå leire, duograbb
Fjernsone							Hydrografi, salt, temp og oksygen

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort den 26-28.03-2012. Fra alle lokalitetene ble det tatt prøver fra en stasjon ved anlegget og en i overgangssonen. En stasjon i dypet av Sognefjorden var felles fjernstasjonen. Ved lokalitet Mjølsvik ble det forsøkt å ta grabbprøver fra fire ulike posisjoner, men det ble ikke nok sediment til å analysere bunndyr i sedimentet på denne stasjonen. Lokalitetene Eidesberget og Bjønnsplotneset har felles stasjon for overgangssone (Fugl 1). Feltarbeid ble gjennomført av Tor Ensrud, Stian Ervik Kvalø og Tone Vassdal fra SAM-Marin.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Det ble tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden, Sogn 4 . Det ble på samme stasjon også tatt oksygenmålinger fra enkeltdyp etter Winkler-metode (mg/l) og regnet ut for % metning. Dette ble gjort for å sammenligne med resultatene av oksygen fra CTD- målinger. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut prøver til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen. På store dyp vil en naturlig finne et finkornet sediment.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøver fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameter. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i KLIFs manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra lite forurensede områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb av to ulike typer. Den ene var en såkalt danskegrabb (grabb nr 4) med ett kammer, og den andre grabben var en duograb (grabb nr. 8) med avdeling i to kammer. Med en duograb vil en kunne ta prøver til kjemi og geologi fra det ene kammeret, og bunndyr fra det andre. I begge tilfeller tok grabbene et fast areal av bunnen som var $0,1 \text{ m}^2$ for hvert hugg for undersøkelse av bunndyr. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet). Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble 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 som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marin sine lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Komplett artsliste er presentert i Vedleggstabell 2. Artslisten omfatter hele materialet, også planktoniske arter som er fanget av den åpne grabben på vei ned. Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, slik at analysene kun omfatter dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet. Eksempelvis er krepsdyr som lever fritt på bunnen ikke tatt med.

Artssammensetningen i prøvene gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er og har vært det siste året. I Vedlegg 1 er det gitt en kort omtale av de metodene som kan anvendes til beregninger og analyser av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Prøveinnsamling og artsbestemmelse ble utført i henhold til akkreditert metode (akkrediteringsnummer TEST 157).

Følgende grupper er tatt med i denne analysen: bløte koralldyr (Anthozoa), børstemark (Polychaeta og Oligochaeta), pølseormer (Sipuncula), krepsdyrene *Verruca stroemi*, *Balanus* sp., *Eriopisa elongata*, *Calocaris macandreae* og *Calocarides coronatus*, bløtdyr (Mollusca), phoroniden *Phoronis* sp., pigghuder (Echinodermata), krageormer (Enteropneusta), armføttinger (Brachiopoda) og sekkedyr (Ascidiacea).

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veileder skal på sikt erstatte Klifs veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Metode for beregning av Shannon- Wiener diversitetsindeks, er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon –Wiener er også forskjellig i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
			Bakgrunn/ Meget god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	%	>0,65	65-50	50-35	35-20	<0,20
Sediment	Shannon-Wiener ind. (H')	01:2009	>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	97:03	>4	3-4	2-3	1-2	<1
	NQI1		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Organisk karbon	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

*Omregningsfaktoren til mgO₂ / l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

Tabell 2.3 Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.3 Produksjonsdata fra anleggene

I vedlagte tabell under er det presentert produksjon fra de fem undersøkte lokaliteter fra de tre siste år, og for siste år fram til undersøkelsesdato 26.03-2012.

Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten i siste 3 år

Lokalitet	Forforbruk i tonn				Biomasse i tonn pr. 26.03.12	Fiskeårgang vår /høst
	2009	2010	2011	2012 pr. 26.03		
Mjølsvik	2310	1860	2280	0	0	brakklagt
Eidesberget	1730	580	3530	100	75	høst-10
Bjønnspjotneset	1020	2790	560	520	830	høst-11
Oslandsura	13	20	50	0	0	brakklagt
Sørevik	1510	1860	2420	1350	2350	vår-11

Lokalitet Eidesberget ble brakklagt fra 1.04 -2012. Lokalitet Oslandsura var brakklagt på undersøkelsestidspunktet. Lokalitet Sørevik hadde topp produksjon på det undersøkte tidspunkt. Det opplyses fra Osland Havbruk at disse tre anleggene har i ettertid av denne miljøundersøkelsen endret plassering på lokaliteten, med bakgrunn i forbedring av miljøforholdene på lokaliteten.

Lokalitet Mjølsvik var utslaktet på undersøkelsestidspunkt.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Sogn 4 den 26 mars 2012. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD- data finnes i Vedleggstabell 5.

Temperaturen på stasjonen var stabil fra overflaten og ned til 10 meter med 6 °C. Deretter får vi en økning i vanntemperaturen til et varmere vannlag på rundt 9 grader fra 30-80 meters dyp. Fra 80 meter og ned til 500 meter har vi en jevn nedgang i temperaturen til 7,5 grader. Fra 500 meter og ned til bunnen på 1270 meter er temperaturen stabil på rundt 7,5 °C. Resultatene fra hydrografimålinger på samme stasjon i september-2006 viste en stabil temperatur fra 800 meter og nedover mot bunn på 7,2 °C.

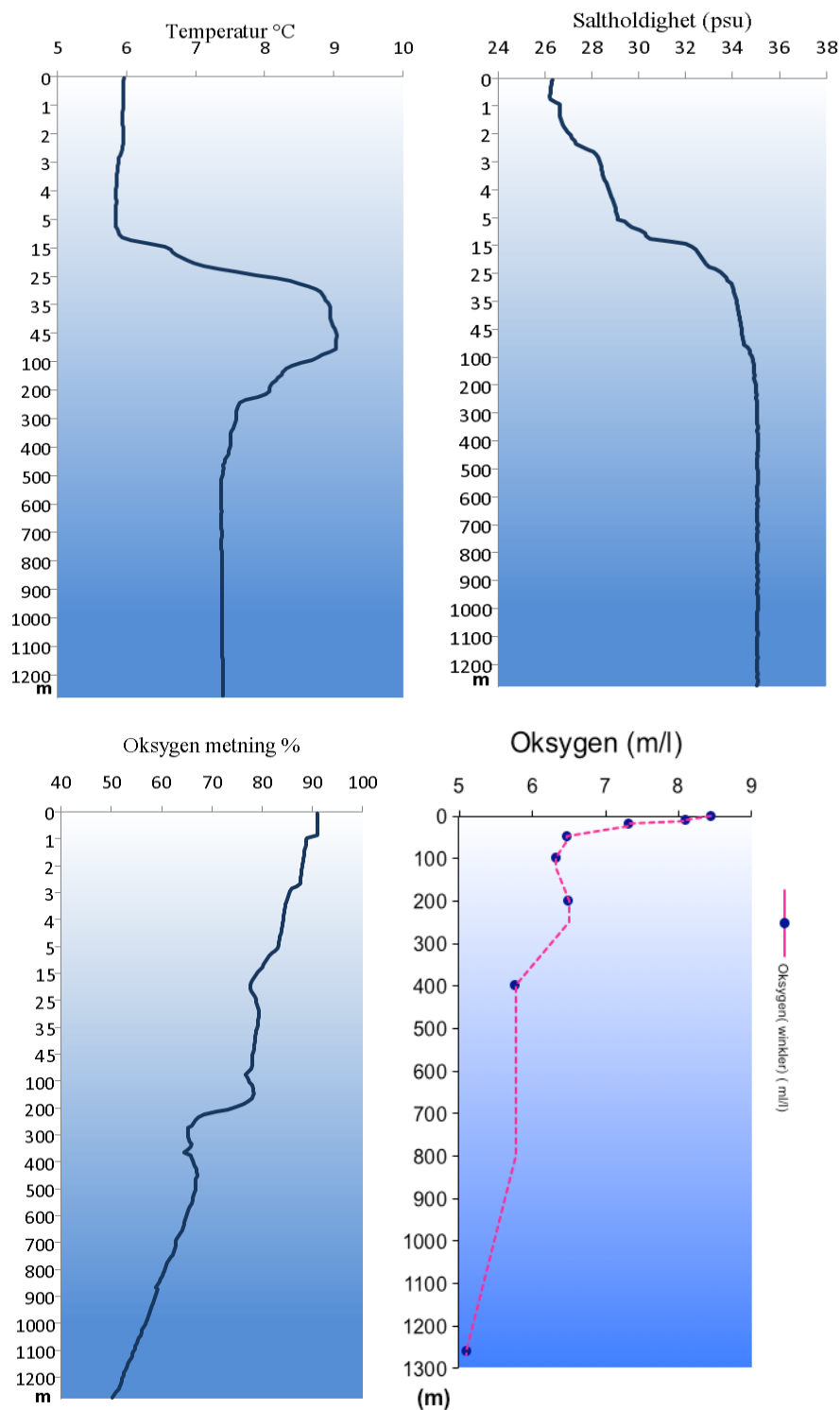
Saltholdighetene i overflaten på Sogn 4 i Sognefjorden var 26,6 psu og viser at vannet i Sognefjorden er påvirket av ferskvannstilgang fra nedslagsfeltene rundt. Fra overflaten var det en jevn økning i saltholdighet ned til 100 meter dyp. Fra 100 meter og ned til bunnen var saltholdigheten stabil på rundt 35 psu.

Målinger fra 2006 viste tilsvarende verdier for saltholdighet på lokaliteten, med et ferskvannslag ved overflaten med saltholdighet på 26,5 til rundt 30 psu på 10 meter og full saltholdighet med 35 psu fra 100 meter og ned mot bunnen.

Resultatene fra oksygeninnhold på stasjonen i 2012 er vist i vedleggstabell 5 og oppgitt i mg/l, ml/l (omregnet fra CTD), % -metning og ml/l målt etter Winkler metode.

Winkler metode er vanligvis en mer nøyaktig måte å måle oksygen på. Resultatene fra Winkler-målinger ligger 1-2 ml/l høyere enn målingene fra CTD måler på Sogn 4. Etter KLIFs standard er det satt grenseverdier til oksygeninnhold i dypvann. For oksygen i ml/l er verdier over 4,5 ml/l i bunnvann regnet som beste tilstandsklasse (Tabell 2.2.). Fra målinger ved fjernstasjon Sogn 4, viser bunnvann 5,1 ml/l (Winkler), se vedleggstabell 5. Oksygen i bunnvann på Sogn 4 tilsvarer da tilstandsklasse I-Meget god.

Oksygenmetning ved bunnen viste 66,8 % noe som også tilsvarer tilstandsklasse I-Meget god. I 2006 var oksygenmetningen på 1000 meter 71,5 %.



Figur 3.1. Temperatur, saltholdighet, oksygen i % metning og ml/l på Sogn 4. Målinger er gjort med CTD-sonde fra overflaten og ned til 1270 meter den 26 mars 2012. Oksygeninnhold i ml/l er oppgitt ut fra punktmålinger med Winkler metode. Skala er på dybdeakse er ikke lineær.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1. og Figur 3.2. som viser kornfordeling fra alle stasjonene.

Resultatene er presentert for hver av de undersøkte lokalitetene, samt for felles fjernsone Sogn 4 til slutt.

3.2.1. Mjølsvik

I nærsonen til lokalitet Mjølsvik, Mjøl 1, på 170 meter var det 47 % sand, 31 % silt, samt 13 % leire og 9 % grus. Glødetapet var 4,6 %, og viser at det organiske innholdet var lavt og innenfor det som er normalt for norske fjorder.

Overgangssonen, Mjøl 2 på 286 meter hadde et grovere sediment med grus, 60 %, og sand, 37%. Det ble kun funnet 3 % leire og silt til sammen. På Mjøl 2 viste glødetap 2,3 % noe som indikerer et lavt organisk innhold på stasjonen.

3.2.2. Eidesberget

I nærsonen, Eid 1, på 135 meter dominerte sand med 52 % av sedimentet. Innhold av silt viste 33% , grus 8 % og leire 7%. Prosent glødetap viste 9,6, noe som er litt høyere enn det vi fant på lokalitet Mjølsvik, og tyder på litt forhøyet organisk innhold.

Overgangssonen, Fugl 1 på 266 meter hadde et mer finkornet sediment enn nærstasjon med 63 % silt og 25 % leire. Andelen sand på stasjonen var 11%. På Fugl 1 var glødetap på 16,8 % noe som indikerer et forhøyet organisk innhold på stasjonen. Dette var også det høyeste av de målte verdiene av de undersøkte prøvestasjonene.

3.2.3. Bjønnsjøneset

Resultater fra nærsonen, Bjønn 1, på 172 meter viste at sand dominerte med 80 %. De resterende 20 % bestod av 13 % silt, 6 % leire og 1 % grus. Glødetapet var 9,9 % noe som er kun litt forhøyet.

Overgangssonen Fugl 1 er felles med lokalitet Eidesberget og beskrevet over.

3.2.4. Oslandsura

I nærsonen på stasjon Os 1 på 47 meter var det høyest andel sand med 45 %. Grus utgjorde 24 %, silt 17 % og leire 14 %. Glødetapet var 2,6 % og det organiske innholdet var dermed lavt.

Overgangssonen, Fugl 2, på 118 meter, hadde et sediment med 58 % sand. Innhold av silt var 33 % , leire 7 % og grus 2 %. På Fugl 2 var glødetapet på 2,2 % og det organiske innholdet var dermed lavt.

3.2.5. Sørevik

I nærsonen ved Sørevik, Sør 1, på 97 meter dominerte innhold av sand med 76 % av sedimentet. Resten bestod av 10 % silt, 8 % leire og 6 % grus. Glødetapet var 14,9 %. Det organiske innholdet var dermed noe forhøyet i nærsonen ved Sørevik.

Overgangssonen, Sør 2, på 1220 meters dyp hadde et finkornet sediment med 49 % silt og 40 % leire. Sandfraksjonen utgjorde 9 % og 1% grus. Det er forventet å finne et finkornet sediment på så store dyp. Glødetapet var 10,2 % og det organiske innholdet var dermed litt forhøyet.

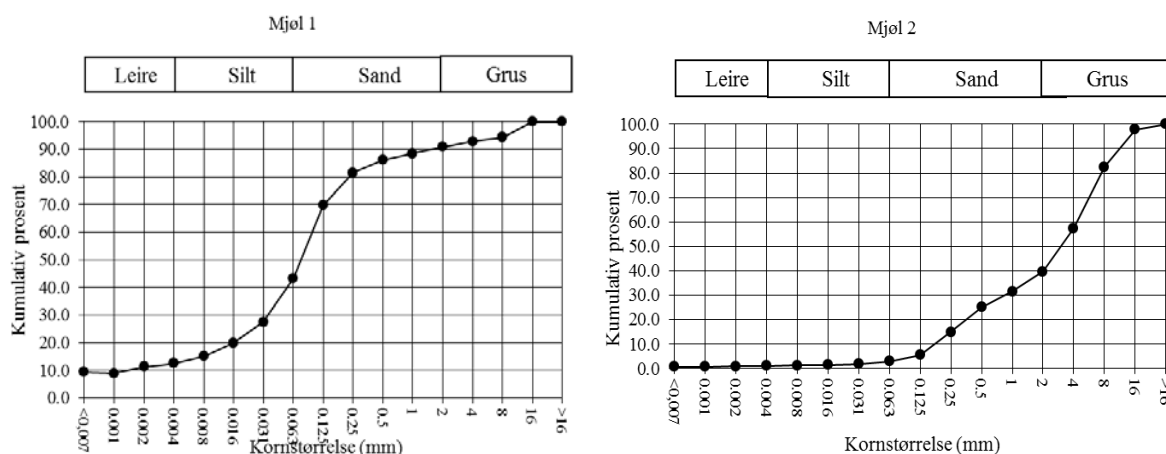
3.2.6. Sogn 4, fjernstasjon

Fjernstasjon Sogn 4 representerer fjernsone for alle de undersøkte oppdrettslokalitetene. Sedimentet fra 1270 meters dyp var finkornet med 51% silt, 46 % leire og 3 % sand. Kornfordeling var tilsvarende det som ble funnet på stasjonen i 2006.

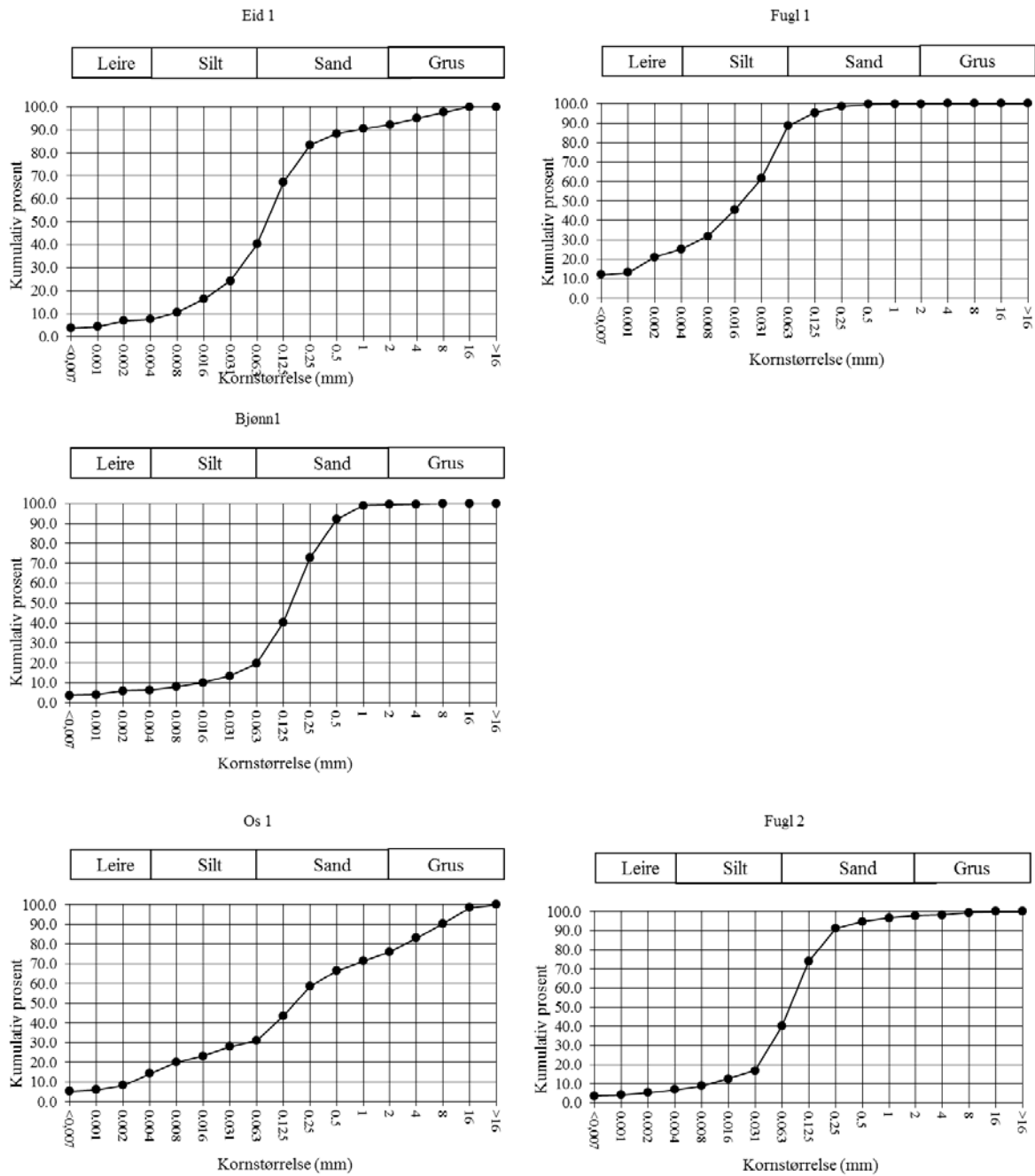
% glødetap i mars 2012 var 2,8 %, mot 8,5 % i september 2006. Forskjeller i organisk innhold kan være variasjoner i prøvestasjon da det er vanskelig at grabben treffer på nøyaktig samme punkt på bunnen. Resultatene indikerer at det ikke er noen økning i organisk innhold siden prøvetaking i 2006. Resultatene viser at det var et lavt organisk innhold i sedimentet i 2012, og som forventet for dype norske fjorder.

Tabell 3.1. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Lokalitetsnavn og dato.

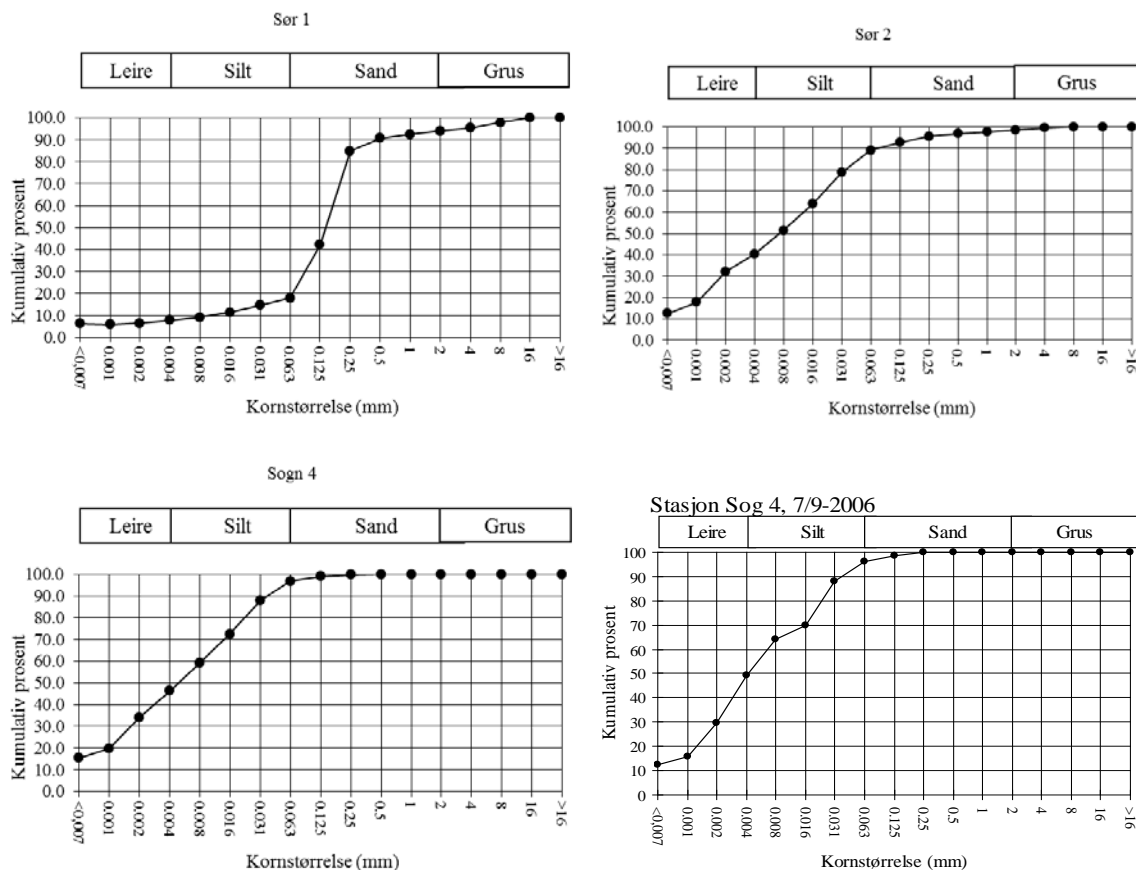
Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire +Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Mjøøl 1	170 m	4,6	13	31	43	47	9
Mjøøl 2	286 m	2,3	1	2	3	37	60
Eid 1	135 m	9,6	7	33	40	52	8
Fugl 1	266 m	16,8	25	63	89	11	0
Bjønn1	172 m	9,9	6	13	20	80	1
Os 1	47 m	2,6	14	17	31	45	24
Fugl 2	118 m	2,2	7	33	40	58	2
Sør 1	97 m	14,9	8	10	18	76	6
Sør 2	1220 m	10,6	40	49	89	9	1
Sogn 4-12	1270 m	2,8	46	51	97	3	0
<i>Sogn 4-06</i>	<i>1270m</i>	<i>8,5</i>	<i>49</i>	<i>47</i>	<i>96</i>	<i>4</i>	<i>0</i>



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonene: Mjøøl 1, Eid 1, Bjønn 1, Os 1 og Sør 1. Overgangssonene: Mjøøl 2, Fugl 1, Fugl 2 og Sør 2. Fjernsonen: Sogn 4, samt historisk stasjon Sogn 4 fra 2006.



Figur 3.2. Forts. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonene: Mjøøl 1, Eid 1, Bjønn 1, Os 1 og Sør 1. Overgangssonene: Mjøøl 2, Fugl 1, Fugl 2 og Sør 2. Fjernsonen: Sogn 4, samt historisk stasjon Sogn 4 fra 2006.



Figur 3.2. Forts. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonene: Mjøl 1, Eid 1, Bjønn 1, Os 1 og Sør 1. Overgangssonene: Mjøl 2, Fugl 1, Fugl 2 og Sør 2. Fjernsonen: Sogn 4, samt historisk stasjon Sogn 4 fra 2006.

3.3 Kjemiske analyser

Den målte verdien av TOC normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke godt tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993), noe som bør tas med i vurderingen av resultatene. Ofte er det ikke samsvar mellom resultatene av % glødetap og normalisert total organisk karbon. Dette ser vi også i analysene på stasjon Os 1 og Fugl 1. Fra analysene av glødetap ved Os1 fant vi kun 2,6 % glødetap noe som tilsvarer et lavt organisk innhold. Resultatene fra normalisert TOC viste 36,4 mg /g og tilstandsklasse IV-Dårlig. For Fugl 1 var det organiske innhold forhøyet med 16,8 % glødetap, men normalisert TOC viste 14 mg/g og ga tilstandsklasse I- Meget god.

For fosfor er det ikke satt grenseverdier for tilstandsklasser i bunnsediment. Resultatene fra de undersøkte stasjoner varierte fra rundt 500 mg P/kg tørrstoff (Mjøl 2) til 27000 mg P /kg (Os 1). Forhøyede verdier av fosfor i et område ut over det som naturen tilfører kan skyldes tilførsel fra akvakultur, befolkning (kloakk), jordbruk og industri. På de undersøkte stasjoner vil høye verdier av fosfor i nærsonene til Oslandsura og Søreвик knyttes til utslipp av organisk materiale fra oppdrettslokalitetene. Dette kan være fôrspill og ekskrementer fra fisk.

”På landsbasis er fiskeoppdrett den klart største kilden til utslipp av fosfor. I 2009 var utslippene av fosfor fra fiskeoppdrett på landsbasis ca. 10 200 tonn” , kilde www.miljøstatus.no.

For hver av lokalitetene er det gitt en oppsummering av resultatene fra stasjonen i nærsonen ved anleggene, samt overgangssone et stykke fra anlegget. Alle de undersøkte lokaliteter har felles stasjon for fjernsone i dypområdet av Sognefjorden, Sogn 4, som er presentert til slutt. Resultatene fra analysene er oppgitt i tabell 3.2.

3.3.1. Mjølsvik

Ved nærstasjon til lokalitet Mjølsvik, Mjø1, var det ikke tilstrekkelig prøvemateriale til å foreta analyse av normalisert TOC og metaller.

Overgangssonen til Mjølsvik, Mjø2, viste lave verdier av normalisert TOC, med 21,8 mg /g. Tørrstoffinnhold fra prøven viste 83 %. Analyseresultatene for fosfor, sink og kobber kom ut med de laveste verdiene av de undersøkte stasjonene i denne undersøkelsen. Resultatene fra overgangssonen, Mjø2, tilsvarte tilstandsklasse II (God) for TOC, og tilstandsklasse I (Bakgrunn) for både sink og kobber.

3.3.2. Eidesberget

Stasjon nær anlegget ved Eidesberget, Eid 1, hadde en TOC- verdi på 23,8 mg/g, og tilsvarte tilstandsklasse II (God). Tørrstoffinnhold viste 71%. Analyser av metaller viste tilstandsklasse I, (Bakgrunn) for sink og tilstandsklasse II (God) for kobber.

Overgangssonen ved lokalitet Eidesberget, Fugl 1, hadde den laveste normalisert TOC-verdi av de undersøkte stasjoner med 14 mg/g, noe som gir tilstandsklasse I.

Prosent tørrstoffinnhold fra overgangssonen viste 52. Fosfornivået på Fugl 1 hadde en verdi på 1200 mg P/kg tørrstoff, noe som viser en økt tilførsel av fosfor fra anleggene rundt.

Analyser av metaller viste lave verdier tilsvarende tilstandsklasse I-Bakgrunn, for både sink og kobber.

3.3.3. Bjønnsjøneset

Stasjon Bjønn 1 viser forholdene i nærsone til anlegget. Normalisert TOC viste 28,5 mg/g og ga tilstandsklasse III (Mindre god). Tørrstoffinnhold fra stasjonen viste 70%. Fosformengden var 1100 mg P/kg tørrstoff.

Innhold av sink og kobber fra nærsone ved lokaliteten viste lave verdier og tilsvarte tilstandsklasse I, Bakgrunn, for sink og kobber.

Bjønnsjøneset og Eidesberget har felles overgangssone, stasjon Fugl 1.

Overgangssonen, Fugl 1, hadde den laveste normalisert TOC-verdi av de undersøkte stasjoner med 14 mg/g, noe som gir tilstandsklasse I.

Prosent tørrstoffinnhold fra overgangssonen viste 52. Fosfornivået på Fugl 1 hadde en verdi på 1200 mgP/kg tørrstoff noe som viser en økt tilførsel av fosfor fra anleggene rundt.

Analyser av metaller viste lave verdier tilsvarende tilstandsklasse I-Bakgrunn, for både sink og kobber.

3.3.4. Oslandsura

Stasjon i nærsone ved anlegget, Os 1, viste forhøyede verdier av både organisk karbon, fosfor, sink og kobber. Resultatene fra normalisert totalt organisk karbon viste 36,4 mg /g, noe som tilsvarer tilstandsklasse IV-Dårlig.

Tørrstoffinnholdet var 53%. Fosfornivå i nærsone viste 27000 mg P/kg tørrstoff, og det høyeste av de undersøkte stasjonene. Dette tyder på en opphoping av organisk materiale på stasjonen med høge verdier og akkumulering av organisk karbon og fosfor. Nivå av Sink viste 1300 mg/kg, tilsvarende tilstandsklasse IV, Dårlig. For kobber viste analysene 390 mg/kg, noe som er svært høyt og tilsvarer tilstandsklasse V, Svært dårlig.

I overgangssonen til Oslandsura, Fugl 2, ble det ikke registrert forhøyede nivå av TOC, sink eller kobber. Resultatene viste TOC på 18,5 mg/g som gir tilstandsklasse I, Meget god.

Fosfornivå var 1100 mg P/kg tørrstoff. Innhold av metaller i prøvene fra stasjon Fugl 2 viste lave verdier både for sink og kobber og ga beste tilstandsklasse, I-Bakgrunn.

3.3.5. Søreвик

I nærsone til lokalitet Søreвик, stasjon Sør 1, viste analysene forhøyet innhold av organisk karbon. Resultat av TOC ga 75,8 mg /g, noe som tilsvarer tilstandsklasse V-Svært dårlig.

Analysene av glødetap viste et resultat på 15 %, som også er forhøyet (Tabell 3.1). Resultatene tyder på økt tilførsel av næringsstoffer fra anlegget, og akkumulering av organisk materiale i nærsone. Tørrstoffinnhold i prøven viste 50 %. Fosfornivå viste 7100 mg P/kg og var også forhøyet. Sink hadde en verdi på 300 mg/kg, og dette ga tilstandsklasse II-God. For kobber viste resultatene forhøyede verdier med 100 mg/kg tørrstoff som ga tilstandsklasse IV-Dårlig.

Resultatene fra overgangssone, Sør 2, viste et forhøyet innhold av TOC, med 36 mg/g og tilstandsklasse IV-Dårlig. Tørrstoffinnhold på stasjonen var 29 %, og fosforinnhold 900 mg P/kg. Sink hadde lave verdier som ga tilstandsklasse I, Bakgrunn, og kobber hadde verdier tilsvarende tilstandsklasse II, God.

3.3.6. Sogn 4, fjernsone

Alle de fem undersøkte lokalitetene hadde felles fjernstasjon på 1270 meter dyp i Sognefjorden.

Fjernsonen, Sogn 4, viste resultater for normalisert totalt organisk karbon på 27,5 mg TOC /g. Dette tilsvarer tilstandsklasse III (Mindre god). Organisk innhold fra glødetapsanalysen viste lave verdier. Fosfornivået fra dypstasjon viste 1000 mg/kg tørrstoff. Tørrstoffinnholdet viste 43%.

For sink og kobber viste analyseresultatene verdier på henholdsvis 160 mg Zn/kg og 41 mg Cu/kg som tilsvarer tilstandsklasse II (God) for begge metaller.

Analysen som ble gjort på Sogn 4 i 2006 viste et tørrstoffinnhold på 40%. Analyseresultatene for sink og kobber viste verdier på 107 mg Zn/kg tørrstoff og 26 mgCu/kg tørrstoff. Dette tilsvarer tilstandsklasse I (Bakgrunn) for begge undersøkte metaller.

Analysene viser at det kan være en økning i innhold av sink og kobber for dypstasjon, Sogn 4, fra 2006 til 2012, men det kan også være en variasjon i prøvetakingsområdet. Tilstandsklasse for både sink og kobber i 2012 var tilstand II (God).

Tabell 3.2. Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser er vist som farger og oppgitt etter KLIFs klassifisering (Bakke et al. 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	Kobber mg/kg TS	Tørrstoff (TS) %
Mjøøl 1	-	-	-	-	-	-
Mjøøl 2	4,3	21,8	510	48	9	83,2
Eid 1	13	23,8	1 800	110	38,0	70,7
Fugl 1	12	14,0	1 200	110	26	51,8
Bjønn 1	14	28,5	1 100	59	18	70,2
Os 1	24	36,4	27 000	1 300	390	51,9
Fugl 2	7,7	18,5	1 100	57	14	70,4
Sør 1	61	75,8	7 100	300,0	100	49,4
Sør 2	34	36,0	900	140	36,0	28,6
Sogn 4-12	27	27,5	1 000	160,0	41,0	42,6
<i>Sogn 4 -06</i>				107	26	39,5

KLIFs tilstandsklassifisering:

I – Bakgrunn/ Meget god	II - God	III – Moderat/ Mindre god	IV – Dårlig	V – Svært dårlig
----------------------------	----------	------------------------------	-------------	------------------

3.3.7. Måling av pH og Redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Målingen av pH og E_h viste at alle de undersøkte stasjonene hadde en høy pH-verdi og et positivt redokspotensial og alle stasjonene plasseres dermed i beste tilstandsklasse, tilstand 1 (Tab 3.3)

Tabell 3.3. Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte nærstasjonene stasjonene på Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnsplotneset, Oslandsura, Søreвик, overgangssonene Fugl 1 og Fugl 2 i tillegg til fjernsonen Sogn 4. Den beregnede pH/ E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsonen, Sør 1	7,6	192	0	1
Overgangssone, Sør 2	7,6	349	0	1
Nærsonen, Os 1	7,8	292	0	1
Overgangssone, Fugl 2	7,6	279	0	1
Nærsonen, Bjønn 1	7,54	143	0	1
Overgangssone, Fugl 1	7,42	251	0	1
Nærsonen, Eid 1	7,53	143	0	1
Nærsonen, Mjøl 1	7,65	156	0	1
Overgangssone, Mjøl 2	7,82	313	0	1
Fjernsonen, Sogn 4	7,5	251	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 - 3.5, Figur 3.3- 3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mars -2012. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I følge NS 9410 er det ikke nødvendig å analysere prøvene i overgangssonen hvis analyse av begge de andre prøvene (nærsonen og fjernsonen) viser tilstanden "God", eller bedre for de undersøkte parameterne. For stasjonene Eidesberget og Bjønnsplotneset er det derfor ikke foretatt bunndyrsanalyser av den felles stasjonen i overgangssonen, Fugl 1. Analyser av geologi og kjemi er foretatt på Fugl 1.

For vurdering av resultatene av analysene av bunndyr skal det for fjernsonen brukes gjeldene standard etter KLIFs klassifisering av miljøkvalitet (Tabell 2.2). Som grenseverdier i nærsonen og overgangssonen benyttes MOM-standard sin klassifisering (Tabell 2.3). Overgangssonen er også markert med farge i henhold KLIFs klassifisering av tilstandsklasse for artsdiversitet i Tabell 3.4. For hver av lokalitetene er det gitt en oppsummering av resultatene fra stasjon i nærsonen ved anlegget, samt overgangssone et stykke fra anlegget. Alle de undersøkte lokaliteter har felles stasjon for fjernsonen i dypområdet av Sognefjorden, Sogn 4, som er presentert til slutt.

3.4.1. Mjølsvik

Ved nærstasjon til lokalitet Mjølsvik, Mjøl1, fikk vi ikke opp tilstrekkelig prøvemateriale til å foreta analyse av bunndyr.

I bunndyrsprøvene fra stasjon Mjøl 2 (286 m), i overgangssonen, ble det funnet 63 arter med til sammen 611 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,1 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I -Meget god. Etter klassifiseringssystemet i MOM-standard (Tabell 2.3) får stasjon Mjøl 2 også miljøtilstand 1 (Meget god). Den mest tallrike arten på stasjonen var børstemarken *Paramphinome jeffreysii*, med 30 % av det totale individantallet på stasjonen. Nummer to var børstemarken *Chaetozone* sp. og som nummer tre mest vanlig var

børstemarken *Spiophanes wigleyi*. De tre mest vanlige artene utgjorde 50 % av alle individer i prøvene. Kurve for geometriske klasser viser en jevn og fin kurve (Figur 3.3) som indikerer et variert bunndyrsamfunn. Clusteranalyse på huggnivå viser en faunalikhet på rundt 60 % mellom de to grabbhuggene på Mjøøl 2.

3.4.2. Eidesberget

Stasjon, Eid 1 (135 m) ligger i nærsonen ved lokalitet Eidesberget. Det ble funnet 27 arter og 3663 individer. Etter klassifisering i MOM-standard gir resultatene miljøtilstand 2, God. Børstemarken *Capitella capitata* dominerte og utgjorde 83 prosent av alle individene i prøven. Dette er en art som ofte kan dominere i bunnforhold med mye organisk materiale. Børstemark nummer to og tre var *Prionospio steenstrupii* og *Paramphinome jeffreysii*. Kurven for de geometriske klassene viser et bunnsamfunn som er mer påvirket enn ved nærstasjon Bjønn 1, ved lokalitet Bjønnsjøtneset.

Det var rundt 70% likhet i fauna mellom de to grabbhuggene på stasjon Eid 1.

Overgangssonen til Eidesberget, Fugl 1, ble ikke analysert for bunndyr, da både nærstasjon og fjernstasjon viste tilstandsklasse "God" eller bedre.

3.4.3. Bjønnsjøtneset

Nærstasjon ved lokaliteten, Bjønn 1, ligger på 172 meters dyp. Stasjonen hadde 107 arter og 3272 individer på et areal med 0,2 m² av bunnen. Etter MOM-C klassifisering gir dette miljøtilstand 1, Meget god. Børstemarken *Capitella capitata* var mest vanlig også på denne stasjonen, og utgjorde 41% av alle individer på denne stasjonen. Nummer to mest vanlig var skjellet (bivalvia) *Abra nitida* som utgjorde 5,5 % av alle individene. Den tredje mest vanlig arten var skjellet (bivalvia) *Mendicula ferruginosa* med 3,5 % av det totale antallet individer. De tre mest vanlige artene hadde til sammen 50 % av det totale individantallet på nærstasjon, Bjønn 1.

Kurven for geometriske klasser og artsdiversitet viste en variert fauna på nærstasjonen ved Bjønnsjøtneset. Det var rundt 72 % likhet mellom de to grabbhuggene på stasjonen.

Overgangssonen for Bjønnsjøtneset ble ikke analysert for bunndyr da både nærsone og fjernsone viste en miljøtilstand som tilsvarte "God" eller bedre.

3.4.4. Oslandsura

Stasjon i nærsonen, Os 1, var på 47 meters dyp og den grunneste stasjonen i undersøkelsen. I bunndyrsprøvene ble det funnet 20 arter og 1450 individer. Dette tilsvarte tilstandsklasse 3, "Dårlig," på MOM-C sin klassifisering av miljøtilstand. Børstemarken *Capitella capitata* dominerte og utgjorde nesten 95 % av det totale individantallet på stasjonen. Nummer to mest vanlig var *Scoloplos armiger* med 1% av individantallet. Den tredje mest vanlige arten var *Xylodiscula planata* med 1% av alle individer. *X. Planata* er beskrevet av T. Høisæter og P. Johannessen i 2001 basert på materiale fra Hardangerfjorden, Sotra og Sognefjorden på mellom 30-60 meter dyp, og alltid i nærheten av fiskeoppdrett. Etter beskrivelsen i 2001 er dette det første kjente funn. Tidligere er arten også funnet på lokaliteter sammen med *Capitella capitata* som den mest vanlige arten. Antall individer i prøvene fra Oslandsura var 16, og tidligere er det kun registrert 9 eksemplarer totalt!

Faunasammensetningen på stasjonen viser at det er påvirkning fra anlegget, det vil også være forventet da Os 1 ligger i et relativt grunt område innerst i en bukt.

De geometriske klassene på nærstasjonen indikerer også at man har et bunndyrsammfunn i ubalanse siden kurven er hakkete og mangler flere geometriske klasser.

Det er rundt 70 % faunalikhet mellom grabbhuggene på Os 1.

Overgangssonen til Oslandsura stasjon Fugl 2 hadde 66 arter og 713 individer. Dette ga stasjonen miljøtilstand 1. Også artsdiversiteten viste gode forhold. De mest vanlige artene på Fugl 2 var alle børstemark. Den mest vanlige var *Amythasides macroglossus*, med 14,3 % av

alle individene, nummer to var *Spiophanes wigleyi* med 14% og nummer tre *Terebellidae indet* med 7 % av det totale individantallet.

Kurven for de geometriske klassene indikerer også en bedre faunasammensetning i overgangssonen, Fugl 2, enn i nærsonen Os 1.

Clusteranalysen viste en faunalikhet på 75 % mellom grabbhuggene på Fugl 2.

3.4.5. Sørevisk

Nærstasjonen til lokalitet Sørevisk, Sør 1, var på 97 meters dyp.

Fra den undersøkte stasjonen i nærsonen ble det funnet kun 8 arter og 3745 individer. Sør 1 ble klassifisert til miljøtilstand 2 -God, etter MOM klassifisering. Den mest tallrike arten var børstemarken *Capitella capitata* med 87 % av alle individene. Den andre mest vanlige børstemarken var *Palpiphitima lobifera* med 10 %, og nummer tre var børstemarken *Prionospio steenstrupii* med 2,5 % av alle individer.

Resultatene fra analysen av de geometriske klasser viser en flat kurve og tyder på at bunnfauna på Sør 1 er sterkt påvirket av rester fra oppdrettsanlegget.

Det var stor faunalikhet, 80 %, mellom grabbhuggene på Sør 1.

Stasjonen i overgangssonen, Sør 2 låg i bunnen av en bratt skråning nord for anlegget på 1220 meters dyp. Dette er nesten like dypt som stasjonen i fjernsonen, Sogn 4. Resultatene fra Sør 2 hadde 34 arter og 218 individer noe som var tilsvarende det vi fant på stasjon Sogn 4.

Resultatene ga stasjonen miljøtilstand 1 i klassifiseringssystemet i MOM-standard. Også med hensyn til artsdiversitet (KLIFs klassifisering) fikk Sør 2 beste tilstandsklasse.

Den mest tallrike arten var skjellet (bivalvia) *Axinulus eumyarius* med 25% av alle individene.

Nummer to var børstemarken *Heteromastus filiformis* med 12 % av individantallet på stasjonen. Den tredje mest vanlige arten var børstemarken *Apelochaeta* sp. med 10 % av alle individer. Tatt i betraktning dypet på stasjonen fant vi relativt mange arter, og geometriske klasser viser en fin kurve, noe som indikerer et lite påvirket bunndyrsamfunn på stasjon Sør 2. Likhet mellom grabbhuggene var kun rundt 50 %. Det ene grabbhugget på stasjon Sør 2 hadde nesten 70% faunalikhet med grabbhuggene på referansestasjon Sogn 4.

3.4.6. Sogn 4, fjernsone

Stasjon i Sognefjorden, Sogn 4, representerer fjernsone for lokalitetene Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnsjøneset, Oslandsura og Sørevisk.

Stasjonen er på 1270 meters dyp og ble også undersøkt i 2006. Det ble tatt to parallelle grabbhugg i 2012 og 5 grabbhugg i 2006. I 2012 ble det funnet 29 arter og 212 individer på stasjonen. I 2006 ble det funnet 37 arter og 588 individer. Snitt antall arter i hver grabb var 22 begge år. Det er forventet å finne flere arter ved å undersøke et areal på 0,5m² (2006) i forhold til et areal på 0,2m² i (2012). Artsdiversitet på stasjonen kommer ut med tilstandsklasse II, God, begge år. Ømfintlighetsindeks NQI1 tilsvarte tilstandsklasse IV, Dårlig, begge år. Denne indeksen er trolig dårlig tilpasset et bunndyrsamfunn på så store dyp, da man trolig finner mer robuste arter på så store dyp. Dyp på over 1200 meter er svært dyp i forhold til de artene som skal leve her. Ømfintlighetsindeks NQI2 kom ut med tilstand II, God begge år for snittverdier.

Den mest vanlige arten i 2012 var skjellet (bivalvia) *Axinulus eumyarius*, som utgjorde 28 % av alle individene på stasjonen. I 2006 var det samme arten som var mest tallrik og utgjorde den gang 35,5 % av individantallet. Som nummer to mest vanlig ble det i 2012 funnet børstemarken *Aphelochaeta* sp. med 18 % av alle individer. Denne børstemarken var tredje mest vanlig i 2006.

Som tredje mest vanlige art kom skjellet (bivalvia) *Mendicula ferruginosa* med 7,5 % av alle individ. Den samme arten kom på sjette plass av de ti mest tallrike i 2006.

Det var 68 % likhet mellom de to grabbhuggene i 2012, og rundt 55 % likhet mellom alle grabbhugg i 2012 og 2006.

Det var kun små forskjeller i bunndyrfaunaen fra 2006 til 2012, og analysen av bunndyrene var i hovedsak relativ lik for begge år. Det ble funnet flere arter totalt i 2006, men dette skyldes trolig at det ble tatt tre grabbhugg mer enn i 2012.

Clusteranalysen viste rundt 50 % faunalikhet mellom de tre prøvestasjonene, Sogn 4-2012, Sogn 4-2006 og Sør 2.

Tabell 3.4. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Se tabell 2.2 for tilstandsklasser og grenseverdier.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	MOM TK	Jevnhet (J)	H'-max	AMBI	NQI1	NQI2
Mjøøl 2 <i>Overgangs-</i> <i>sone</i>	1	279	39	3,86		0,73	5,29	3,17	0,27	0,60
	3	332	50	4,09		0,73	5,64	2,87	0,30	0,64
	Sum	611	63	4,12	1	0,54	7,58			
	Snitt	306	45	3,98		0,73	5,46	3,02	0,28	0,62
Eid 1 <i>Nær-</i> <i>sone</i>	1	1976	18	1,03		0,25	4,17	5,62	0,10	0,18
	2	1687	19	0,92		0,22	4,25	5,71	0,09	0,17
	Sum	3663	27	1,00	2	0,13	7,58			
	Snitt	1832	19	0,98		0,23	4,21	5,67	0,10	0,18
Bjønn 1 <i>Nær-</i> <i>sone</i>	1	1599	72	3,03		0,49	6,17	4,59	0,17	0,43
	2	1673	93	4,38		0,67	6,54	3,74	0,23	0,60
	Sum	3272	107	3,83	1	0,51	7,58			
	Snitt	1636	83	3,71		0,58	6,35	4,16	0,20	0,51
Os 1 <i>Nær-</i> <i>sone</i>	1	605	15	0,55		0,14	3,91	5,88	0,08	0,13
	2	845	14	0,40		0,11	3,81	5,89	0,08	0,11
	Sum	1450	20	0,48	3	0,06	7,58			
	Snitt	725	15	0,47		0,12	3,86	5,89	0,08	0,12
Fugl 2 <i>Overgangs-</i> <i>sone</i>	1	363	54	4,75		0,83	5,75	1,79	0,78	0,77
	2	350	53	4,65		0,81	5,73	1,79	0,78	0,76
	Sum	713	66	4,82	1	0,80	6,04			
	Snitt	357	54	4,70		0,82	5,74	1,79	0,78	0,76
Sør 1 <i>Nær-</i> <i>sone</i>	1	1872	6	0,80		0,31	2,58	5,95	0,07	0,14
	2	1873	6	0,54		0,21	2,58	5,95	0,07	0,12
	Sum	3745	8	0,70	2	0,09	7,58			
	Snitt	1873	6	0,67		0,26	2,58	5,95	0,07	0,13
Sør 2 <i>Overgangs-</i> <i>sone</i>	1	87	24	3,96		0,86	4,58	2,60	0,31	0,64
	2	131	23	3,53		0,78	4,52	2,24	0,34	0,63
	Sum	218	34	3,92	1	0,52	7,58			
	Snitt	109	24	3,74		0,82	4,55	2,42	0,33	0,64
Sogn 4-12 <i>Fjern-</i> <i>sone</i>	1	104	22	3,73		0,84	4,46	2,46	0,32	0,64
	2	108	22	3,45		0,77	4,46	2,15	0,35	0,63
	Sum	212	29	3,76	-	0,50	7,58			
	Snitt	106	22	3,59		0,81	4,46	2,30	0,34	0,63
Sogn 4-06 <i>Fjern-</i> <i>sone</i>	1	137	20	3,00		0,69	4,32	1,87	0,37	0,62
	2	123	24	3,36		0,73	4,58	1,61	0,39	0,67
	3	92	22	3,20		0,72	4,46	1,70	0,38	0,65
	4	130	20	3,11		0,72	4,32	1,70	0,38	0,64
	5	106	24	3,70		0,81	4,58	2,20	0,34	0,65
	Sum	588	37	3,51	-	0,46	7,58			
Snitt	118	22	3,27		0,73	4,45	1,82	0,37	0,64	

KLIFs tilstandsklassifisering:

I – Meget god II - God III – Mindre god IV – Dårlig V – Meget dårlig

Tabell 3.5. De ti mest tallrike artene fra hver stasjon i 2012 , samt historisk stasjon Sogn 4 fra 2006. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal for stasjonen i 2012 var 0,2m², og prøveareal i 2006 var 0,5m².

Art:	Mjøøl		Kum.
	2	%	%
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	184	30,1	30,1
<i>Chaetozone</i> sp.	64	10,5	40,6
<i>Spiophanes wigleyi</i>	57	9,3	49,9
<i>Aphelochaeta</i> sp.	38	6,2	56,1
<i>Glycera lapidum</i>	31	5,1	61,2
<i>Thyasira sarsii</i>	25	4,1	65,3
<i>Ophiura sarsi</i>	21	3,4	68,7
<i>Polycirrus norvegicus</i>	18	2,9	71,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	18	2,9	74,6
<i>Notomastus latericeus</i>	13	2,1	76,8

Art:	Eid 1		Kum.
		%	%
<i>Capitella capitata</i>	3039	83,0	83,0
<i>Prionospio steenstrupii</i>	378	10,3	93,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	100	2,7	96,0
<i>Thyasira sarsii</i>	54	1,5	97,5
<i>Chaetozone</i> sp.	47	1,3	98,8
<i>Paraonis</i> sp.	14	0,4	99,2
<i>Nereimyra punctata</i>	4	0,1	99,3
<i>Pholoe baltica</i>	4	0,1	99,4
<i>Polycirrus norvegicus</i>	3	0,1	99,5
<i>Glycera alba</i>	2	0,1	99,5
<i>Nephtys hystricis</i>	2	0,1	99,6

Art:	Bjønn1		Kum.
		%	%
<i>Capitella capitata</i>	1486	40,6	40,6
<i>Abra nitida</i>	202	5,5	46,1
<i>Mendicula ferruginosa</i>	129	3,5	49,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	117	3,2	52,8
<i>Aphelochaeta</i> sp.	101	2,8	55,6
<i>Chaetozone</i> sp.	91	2,5	58,0
<i>Paraonis</i> sp.	77	2,1	60,1
<i>Notomastus latericeus</i>	73	2,0	62,1
<i>Amythasides macroglossus</i>	67	1,8	64,0
<i>Prionospio steenstrupii</i>	65	1,8	65,7

Art:	Os 1		Kum.
		%	%
<i>Capitella capitata</i>	1375	94,8	94,8
<i>Scoloplos armiger</i>	16	1,1	95,9
<i>Xylodiscula planata</i>	16	1,1	97,0
<i>Prionospio steenstrupii</i>	7	0,5	97,5
<i>Glycera alba</i>	6	0,4	97,9
<i>Nassarius incrassata</i>	5	0,3	98,3
<i>Nereimyra punctata</i>	4	0,3	98,6
<i>Nereis pelagica</i>	4	0,3	98,8
<i>Polycirrus norvegicus</i>	3	0,2	99,0
<i>Gattyana cirrosa</i>	2	0,1	99,2
<i>Pholoe inornata</i>	2	0,1	99,3
<i>Phyllodoce mucosa</i>	2	0,1	99,4

Art:	Fugl 2		Kum.
		%	%
<i>Amythasides macroglossus</i>	102	14,3	14,3
<i>Spiophanes wigleyi</i>	100	14,0	28,3
<i>Terebellidae indet.</i>	51	7,2	35,5
<i>Mendicula ferruginosa</i>	37	5,2	40,7
<i>Aphelochaeta</i> sp.	35	4,9	45,6
<i>Sosanopsis wireni</i>	30	4,2	49,8
<i>Maldanidae indet</i>	23	3,2	53,0
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	20	2,8	55,8
<i>Paraonis</i> sp.	20	2,8	58,6
<i>Yoldiella philippiana</i>	19	2,7	61,3

SAM-Marin

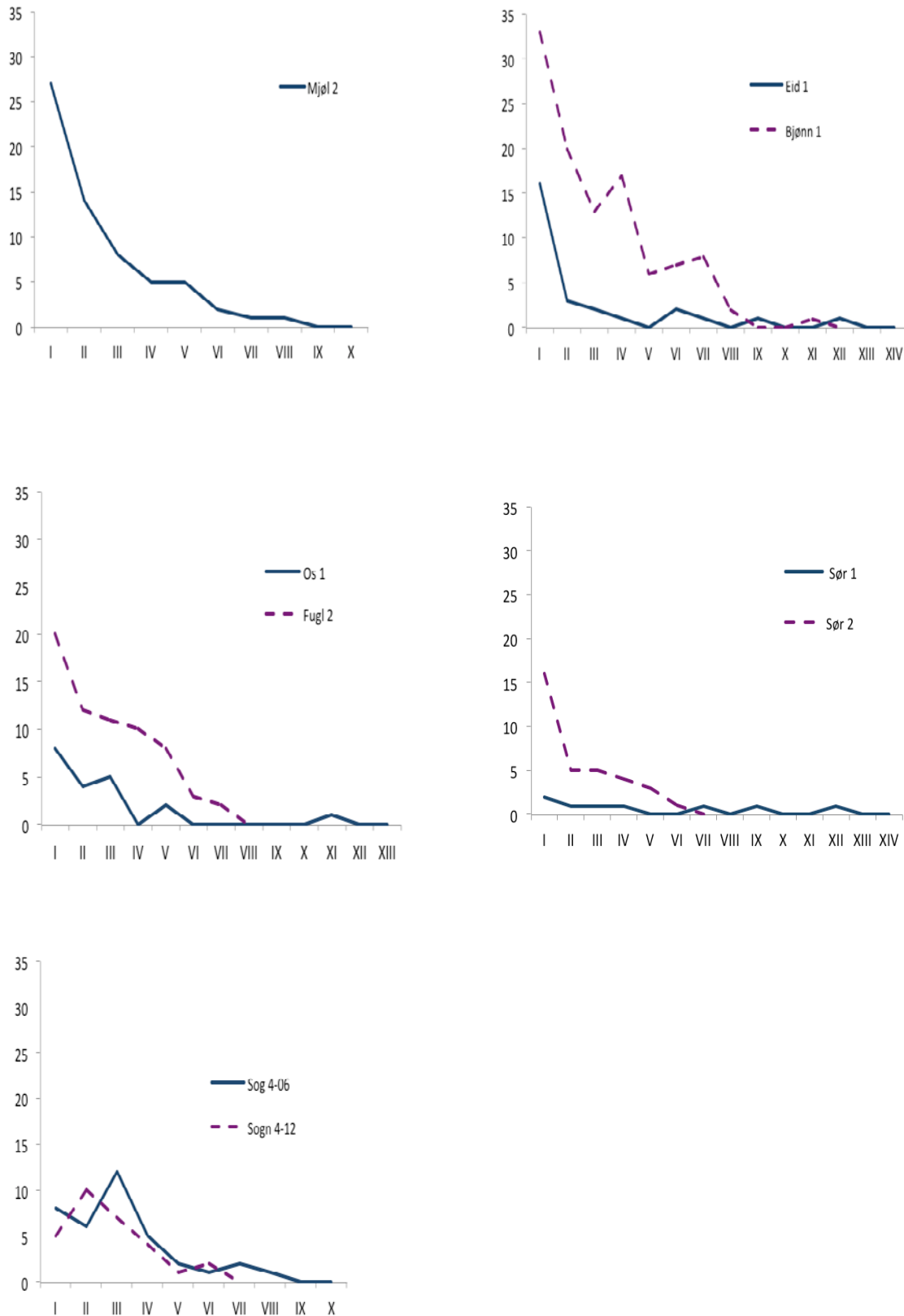
Tabell 3.5. Forts. De ti mest tallrike artene fra hver stasjon i 2012 , samt historisk stasjon Sogn 4 fra 2006. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal for stasjonen i 2012 var 0,2m², og prøveareal i 2006 var 0,5m².

Art:	Sør 1			Art:	Sør 2		
		%	Kum. %			%	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	3250	86,8	86,8	<i>Axinulus eumyarius</i>	55	25,2	25,2
<i>Palpiphitime lobifera</i>	382	10,2	97,0	<i>Heteromastus filiformis</i>	26	11,9	37,2
<i>Prionospio steenstrupii</i>	93	2,5	99,5	<i>Aphelochaeta</i> sp.	22	10,1	47,2
<i>Vigtorniella ardabilia</i>	11	0,3	99,8	<i>Nephasoma cf. minutum</i>	20	9,2	56,4
<i>Ophryotrocha</i> sp.	5	0,1	99,9	<i>Levinsenia gracilis</i>	13	6,0	62,4
<i>Mytilus edulis</i>	2	0,1	99,9	<i>Anobothrus</i> sp.	10	4,6	67,0
<i>Galathowenia oculata</i>	1	0,0	100,0	<i>Lumbrineridae</i> indet.	10	4,6	71,6
<i>Thyasira sarsii</i>	1	0,0	100,0	<i>Phylo norvegicus</i>	8	3,7	75,2
				<i>Mendicula ferruginosa</i>	6	2,8	78,0
				<i>Chaetozone</i> sp.	5	2,3	80,3
				<i>Spiophanes kroeyeri</i>	5	2,3	82,6

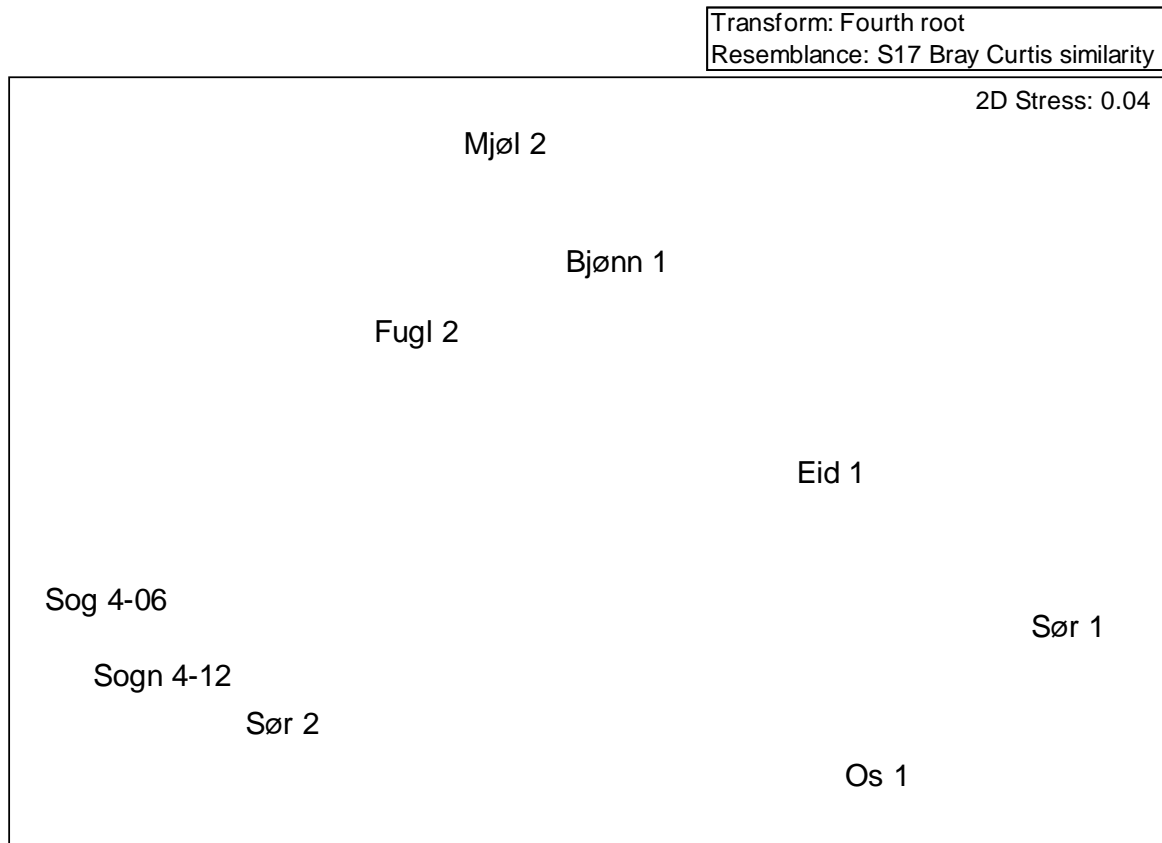
Art:	Sogn4		
	2012	%	Kum. %
<i>Axinulus eumyarius</i>	59	27,8	27,8
<i>Aphelochaeta</i> sp.	39	18,4	46,2
<i>Mendicula ferruginosa</i>	16	7,5	7,5
<i>Levinsenia gracilis</i>	12	5,7	13,2
<i>Thyasira granulosa</i>	9	4,2	4,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	9	4,2	8,5
<i>Terebellides stroemi</i>	8	3,8	3,8
<i>Phylo norvegicus</i>	6	2,8	6,6
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	5	2,4	2,4
<i>Anobothrus</i> sp.	5	2,4	4,7

Art:	Sogn4		
	2006	%	Kum. %
<i>Axinulus eumyarius</i>	209	35,5	35,5
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	79	13,4	49,0
<i>Aphelochaeta</i> sp.	69	11,7	60,7
<i>Levinsenia gracilis</i>	45	7,7	68,4
<i>Capitellidae</i> indet.	25	4,3	72,6
<i>Mendicula ferruginosa</i>	22	3,7	76,4
<i>Nucula tumidula</i>	12	2,0	78,4
<i>Thyasira equalis</i>	12	2,0	80,4
<i>Kelliella abyssicola</i>	10	1,7	82,1
<i>Thyasira granulosa</i>	10	1,7	83,8

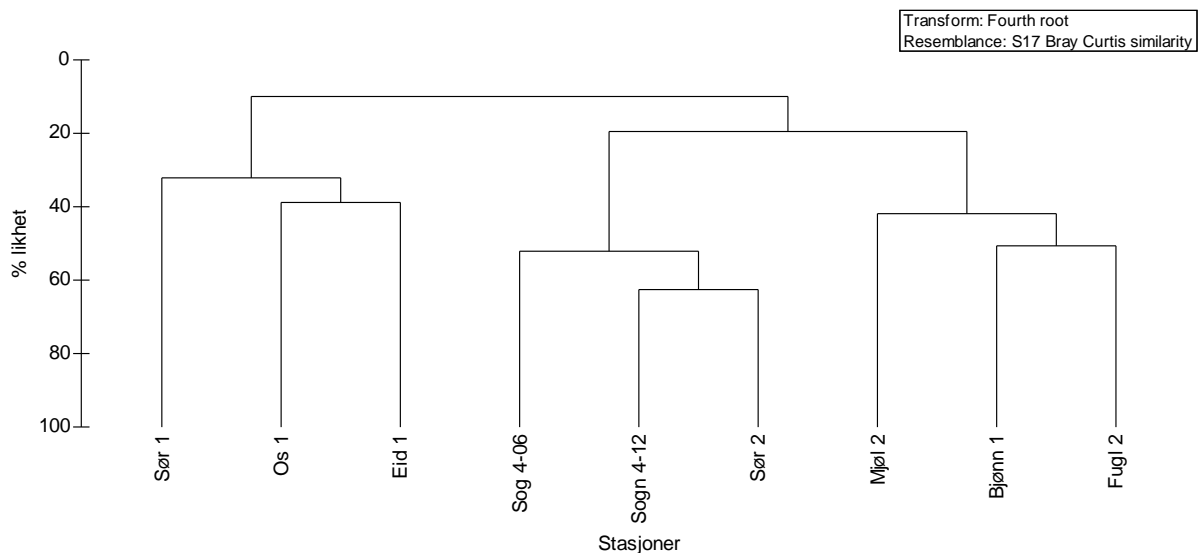
SAM-Marin



Figur 3.3. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

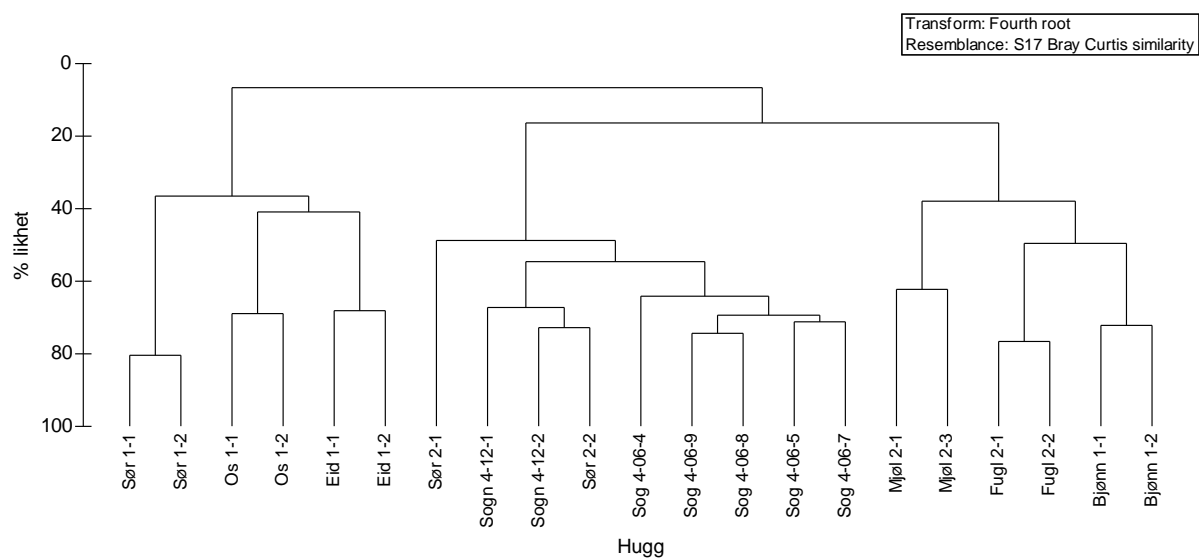


Figur 3.4. MDS plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i 2012, samt stasjon Sogn 4-06 fra 2006. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.5. Cluster plot på stasjonsnivå av stasjonene undersøkt i 2012, samt Sogn 4 fra 2006. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike prøvestasjoner. De dype stasjonene Sogn 4-06, Sogn 4-12 og Sør 2 grupperer seg sammen. Stasjonene, Sør 1, Os 1 og Eid 1, grupperer seg sammen. Stasjonene Mjøøl 2, Bjønn1 og Fugl 2 grupperer seg sammen.

SAM-Marin



Figur 3.6. Cluster plot på huggnivå av stasjonene undersøkt i 2012, samt Sogn 4 fra 2006. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet på huggnivå mellom de ulike prøvestasjonene.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved fem ulike oppdrettslokaliteter, Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnsjøneset, Oslandsura og Søreвик, samt fjernstasjon Sogn 4. Alle lokalitetene ligger i Sognefjorden og Fuglsetfjorden i Høyanger kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 26-28.03-2012.

Det ble samlet prøver fra stasjoner ved anleggene, i overgangssonen og i dypet av Sognefjorden. På nærstasjon ved lokalitet Mjølsvik greide vi ikke å få opp nok sediment til å undersøke bunndyr. For lokalitetene Eidesberget og Bjønnsjøneset som hadde felles stasjon for overgangssone (Fugl 1) ble ikke bunndyr fra stasjonen analysert eller artsbestemt. Dette i henhold til Norsk Standard 9410, dersom analysene fra både nærsone og fjernsone viser tilstanden "God" eller bedre.

Stasjonene for nærsone til anleggene var: Mjøl 1, Eid 1, Bjønn 1, Os 1, og Sør 1.

Stasjonene i overgangssonene var : Mjøl 2, Fugl 1, Fugl 2 og Sør 2.

Lokalitetene hadde felles stasjon for fjernsone, Sogn 4. Denne stasjonen ble også undersøkt i 2006 og resultatene fra 2012 er sammenlignet med historiske resultater.

Mjølsvik:

Lokaliteten ligger lengst vest i Sognefjorden, i en stor vid og dyp bukt. Innerst i bukta har Mjølsvikelva utløp. Avhengig av vanntilførsel kan elva påvirke saltholdighet, grad av sedimentering og andre miljøforhold lokalt i området. Ferskvannstilførselen kan trolig også virke positivt i forhold til redusert lakselus i perioder.

Det er bratt ett skånende terreng på alle sider av bukta, og også sjøbunnen skrår bratt nedover mot dypet. Dybdene på nærstasjon var 170 meter og bunnen bestod stein- og fjellbunn. Det ble derfor ikke funnet nok bunnprøve til å foreta en bunndyrsanalyse på Mjøl 1, og det ble kun analysert kornfordeling og prosent glødetap. Resultatene viste at sedimentet utenom stein bestod av sand og silt. Det organiske innholdet var lavt med et glødetap på 4,6 %.

Overgangssonen til Mjølsvik, Mjøl 2, på 286 meter var dominert av et grovt sediment med grus og sand. Prosent glødetap viste lave verdier og normalisert TOC kom ut med tilstandsklassen II-God. Fosfornivå var lavt, og lavest av de undersøkte stasjoner. Sink og kobber på Mjøl 2 viste begge lave verdier og fikk tilstandsklassen I- Bakgrunn.

Det ble funnet 63 ulike bunndyrsarter og artdiversitet var god. De geometriske klassene viste en fin kurve og tyder på en variert faunasammensetning. Fra klassifisering i MOM-standard får vurdering av resultatene på Mjøl 2 miljøtilstand 1-Meget god.

Eidesberget:

Lokaliteten ligger i ytre del, og på østsiden av Fuglsetfjorden. Sør for lokaliteten ligger en bukt med tilknytning til Øystrebøvatnet.

Dybdene ved lokaliteten varierte fra 100 til 150 meter og det ble funnet stein /fjellbunn i nærsone. Den undersøkte nærsone, Eid 1, var på 135 meter og sedimentet her var hovedsakelig sand og silt. Total organisk karbon ga tilstandsklassen II-God. Fosfor viste litt forhøyet nivå. Undersøkelse av sink viste lave verdier og fikk tilstandsklassen I- Bakgrunn. Kobber analysene ga tilstandsklassen II-God.

I nærsone ble det funnet 27 arter, med én dominerende art (*Capitella capitata*). Denne arten utgjorde 83 % av alle registrerte individer på stasjon Eid 1. Kurven for geometriske klasser er hakkete og indikerer en ubalanse i bunndyrsfaunaen. Dette betyr at nærsone ved lokalitet

Eidesberget er påvirket av utslipp fra anlegget. Etter klassifisering i MOM-standard får stasjonen miljøtilstand 2 -God.

Overgangssonen for Eidesberget, Fugl 1, ligger lengre ut i fjorden på 266 meter dyp. Sedimentet var finkornet og dominert av leire og silt. Prosent glødetap viste forhøyede verdier av organisk innhold, og også fosfornivå var noe forhøyet. Klassifisering i forhold til normalisert TOC ga likevel Fugl 1 beste tilstandsklasse, tilstand I-Meget god. Resultater fra sink og kobber viste lave verdier for begge og ga tilstand I-Bakgrunn. Bunndyr ble i henhold til forutsetninger i NS-9410 ikke analysert.

Bjønnsplotneset:

Lokaliteten ligger som Eidesberget i ytre del av Fuglsetfjorden. Bjønnsplotneset ligger på vestsiden av fjorden der denne deler seg og går ut mot Sognefjorden. Bjønnsplotneset og Eidesberget har derfor felles overgangssone.

Nærstasjon Bjønn 1 ligger på 172 meter dyp og hadde et sediment som var dominert med sand, 80%. Prosent glødetap viste et lavere organisk innhold enn ved nærstasjon på Eidesberget. Etter TOC-analysen viste resultatene tilstand III-Mindre god på Bjønn 1.

De målte verdiene av sink og kobber var lave og fikk tilstand I-Bakgrunn.

Det ble funnet 107 arter bunndyr, noe som er flest arter av de undersøkte stasjoner. Det var én dominerende art (*Capitella capitata*) som utgjorde nesten 41 % av alle individer i prøvene.

Det ble funnet en god artsdiversitet på Bjønn 1, selv om noen av artene er tolerante for områder med organisk påvirkning. Etter klassifisering i MOM-standard får resultatene i nærsonen miljøtilstand 1-Meget god.

Overgangssonen til Bjønnsplotneset, Fugl 1, ligger lengre ut i fjorden på 266 meter dyp. Sedimentet var finkornet og dominert av leire og silt. Prosent glødetap viste forhøyede verdier av organisk innhold, og også fosfornivå var noe forhøyet. Klassifisering i forhold til normalisert TOC ga likevel Fugl 1 beste tilstandsklasse, tilstand I-Meget god.

Resultater fra sink og kobber viste lave verdier for begge og ga tilstand I-Bakgrunn.

Bunndyr ble i henhold til forutsetninger i NS-9410 ikke analysert.

Oslandsura:

Lokalitet Oslandsura ligger innerst i Fuglsetfjorden, en fjordarm med begrenset vannutskiftning fra selve Sognefjorden. Stasjonen ligger på kun 47 meter, og det er kort avstand fra bunnen av oppdrettsnøtene og ned til sjøbunnen, noe som kan ha betydning for resultatene i bunnsedimentet. Bunnsedimentet bestod av sand og grus. Resultatene fra undersøkelsen tyder på at det i området blir akkumulering av utslipp fra anlegget, både organiske rester og metaller. På nærstasjon Os 1 ble det funnet forhøyede verdier av TOC, fosfor, sink og kobber. Normalisert TOC og sink fikk begge tilstandsklasse IV-Dårlig.

Det var ikke samsvar mellom analysen av TOC og % glødetap på nærstasjonen, da glødetap viste lave verdier for organisk innhold. Kobbernivå tilsvarte tilstand V-Svært dårlig.

Av bunndyr var det én art som dominerte, (*Capitella capitata*), med nesten 95% av alle individer i prøvene. Det ble totalt funnet 20 arter, og kurven for de geometriske klasser viser en hakkete kurve der mange geometriske klasser mangler. Dette viser at det er en tydelig påvirkning av bunndyr i sedimentet på nærstasjonen, og arter som er tolerante for forurensning dominerer. Analysen av bunndyr etter klassifisering i MOM-standard ga Os 1 Miljøtilstand 3-Dårlig.

Overgangssonen til Oslandsura, Fugl 2, låg lengre ut i fjorden på 118 meter. Her ble det ikke funnet den samme påvirkningen som på nærstasjonen. Bunnsedimentet bestod av sand og silt. Det ble funnet lave verdier av organisk innhold, både % glødetap og normalisert TOC, tilsvarende tilstandsklasse I-Meget god.

For analysert sink og kobber kom resultatene for begge ut med beste tilstandsklasse I-Bakgrunn.

Bunndyrsamfunnet i overgangssonen var variert med 66 arter og god artsdiversitet. Kurven for geometriske klasser er jevn og viser en fin fordeling av de ulike klasser. Fra klassifisering i MOM-standard får vurdering av bunndyr på Fugl 2 miljøtilstand 1-Meget god.

Resultatene viser at det er en lokal påvirkning fra anlegget i nærsonen. Det vil være viktig å tilpasse produksjonen ved lokaliteten til de lokale miljøforholdene. Overgangssonen lengre ut i Fuglsetfjorden viser liten påvirket av driften fra anlegget og får beste miljøtilstand for de undersøkte variablene.

Sørevik.

Oppdrettslokaliteten Sørevik ligger lengst vest av de undersøkte lokalitetene. Lokaliteten ligger i en bred bukt og området har bratt skrånende terreng både over og under vann. Lokaliteten ligger på et platå med dybder mellom 50 -100 meter og nærstasjon Sør 1 var på 97 meter. Bunnsedimentet var dominert av sand. Prosent glødetap viste noe forhøyet organisk innhold, og normalisert TOC kom ut med dårligste tilstandsklasse V- Svært dårlig. Også analyser av fosfor viste forhøyede verdier på nærstasjonen. Resultater fra målinger av sink i sedimentet ga tilstandsklasse II- God . Resultater fra kobber ga tilstandsklasse IV- Dårlig. Av bunndyr på Sør 1 ble det kun funnet 8 arter, noe som er lavest av de undersøkte stasjonene. Av disse dominerte børstemarken *Capitella capitata*, med nesten 87 % av alle individene på stasjonen. Det tre mest vanlige børstemarkene på stasjonen utgjorde til sammen 99,5 % av alle individene. Også kuven for de geometriske klasser viser at bunndyrsfaunaen på Sør 1 er i ubalanse og sterkt påvirket av utslipp fra oppdrettsanlegget. Produksjon på lokalitet Sørevik var på maksimum på det undersøkte tidspunkt. Klassifisering etter MOM-standard ga stasjon Sør 1 miljøtilstand 2- God.

Overgangssonen til lokalitet Sørevik, Sør 2, ble tatt i bunnen av den bratte skråningen nord for anlegget på 1220 meters dyp. Sedimentet var finkornet og dominert av leire og silt. Analysen av organisk innhold viste noe forhøyede verdier og normalisert TOC ga tilstandsklasse IV-Dårlig. Analysert sink ga tilstandsklasse I-Bakgrunn. Analysert kobber ga tilstandsklasse II-God.

Resultatene fra bunndyrsfauna viste at det ble funnet 34 arter med en god artsdiversitet. Kurve for geometriske klasser viser en variert og lite påvirket bunnfauna. Det var 70 % faunalikhet mellom ett av grabbhuggene i overgangssonen Sør 2 og fjernsone Sogn 4-12. I clusteranalysen ble de to dypstasjonene, Sogn 4 og Sør 2 gruppert i lag, med rundt 50 % likhet (Figur 3.5.) Etter klassifisering i MOM-standard fikk stasjon Sør 2 miljøtilstand I-Meget god.

Dette tyder på at påvirkning fra anlegget i Sørevik hovedsakelig finnes lokalt i nærsonen. Det vil være viktig å følge opp lokaliteten og tilpasse produksjonen til miljøforholdene i nærsonen. I overgangssonen finnes det forhøyede verdier av TOC, men ellers gode miljøforhold. Ved fremtidig drift bør bunnforholdene under anlegget følges opp for å unngå en overbelastning der bunnfaunaen dør og man får opphopning av fekalier og fôrrester som har negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet lokalt.

Sogn 4.

Sogn 4 representerer fjernsonen til lokalitetene Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnsjøneset, Oslandsura og Sørevik .

Sogn 4 er en dypstasjon i Sognefjorden på 1270 meter. Det dypeste området vil være det stedet man kan registrere endringer av miljøpåvirkning over tid, og der akkumulering av stoffer skjer over en lengre tidsperiode. Siden Sogn 4 også har vært analysert seks år tidligere vil denne stasjonen kunne gi en pekepinn på om det har skjedd endringer i fjernsonen til lokalitetene og dermed miljøpåvirkning fra anleggene i et større område.

De hydrografiske undersøkelsene 26.03-12 viste at oksygenforholdene ved dypstasjon Sogn 4, var 5,1 ml O₂/l (Winkler) og 67 % metning ved bunnen. Dette tilsvarer tilstandsklasse I, Meget god både for oksygeninnhold i ml og i %-metning.

Analyse av kornfordeling viste at sedimentet var finkornet med 97 % innhold av leire og silt. Analyse av glødetap viste 2,8 % i 2012, og dette var litt lavere enn ved undersøkelsen i 2006, som den gang viste 8,5 %.

Resultatene fra glødetap indikerer et lavt innhold av organisk materiale. Resultatene fra normalisert TOC ga tilstandsklasse III- Mindre god, og det var derfor ikke samsvar mellom disse to analysene. Det ble ikke foretatt analyse av normalisert TOC i 2006.

Både sink og kobber i bunnsedimentet viste høyere nivå i 2012 enn i 2006. Begge de undersøkte metaller har gått fra tilstandsklasse I- Bakgrunn i 2006, til tilstandsklasse II- God i 2012.

Undersøkelsen av bunndyr på stasjon Sogn 4 viste tilsvarende forhold begge år, det var 55% faunalikhet mellom de to årene. Artsdiversiteten får tilstandsklasse II-God, begge år.

Ømfintlighetsindeks NQI1 ga tilstandsklasse IV-Dårlig i begge undersøkelsene.

Dette kan ha sammenheng med at stasjonens dyp ikke passer inn i vurderingen av denne indeksen. Ømfintlighetsindeks NQI2 ga tilstandsklasse II for snittverdien.

Totalt vurderes miljøforholdene i fjernsonen som gode både i forhold til oksygen og bunndyr. Bortsett fra en økning av innhold av kobber og sink i sedimentet kan vi ikke observere noen negative endringer fra 2006 til 2012.

Oppsummert:

Driften ved anleggene Eidesberget, Oslandsura og Sørevik påvirker bunnfaunaen i nærsone. Børstemarken (*Capitella capitata*) som er tolerant for forurensing og organisk påvirkning dominerte med mellom 85 og 95 % av alle individene på hver av de tre nærstasjonene. I clusteranalyse (Figur 3.5) ble disse tre stasjonene gruppert i forhold til faunalikhet med 40 % likhet. I tillegg har Eidesberget og Sørevik forhøyede fosforverdier og glødetap som viser at man har opphopning av organisk materiale. Ved Oslandsura ser man forhøyede verdier av metallene sink og kobber. Ved fremtidig drift bør også bunnforholdene under anleggene følges nøye for å unngå en overbelastning der bunnfaunaen dør og man får opphopning av fekalier og fôrrester som har negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet lokalt.

Overgangssonene for alle de undersøkte lokalitetene viste kun mindre påvirkning fra anleggsdriften. Alle analyserte stasjoner i overgangssonene hadde en bunndyrfauna som ga miljøtilstand 1 (meget god) etter klassifisering i MOM-standard. Også artsdiversitet etter KLIFs standard viste beste tilstand for alle stasjonene i overgangssonene. Kurvene for de geometriske klassene indikerer gode miljøforhold i bunnsedimentet, og som forventet utfra

type bunnsediment og dybder. I clusteranalyse (Fig 3.5) ble stasjonene Mjøøl 2, Bjønn 1 og Fugl 2 gruppert i lag med en faunalikhet på 40 %.

Bunndyrfaunaen i fjernsonen viste tilstand "God" etter KLIFs klassifisering og tilsvarende forhold som ble funnet i 2006. Det ble registrert et noe høyere innhold av sink og kobber i sedimentet på Sogn 4-12, enn Sogn 4-06, og verdiene tilsvarte tilstandsklasse II-God i 2012.

5 TAKK

Vi takker Leon Pedersen på "M/S Solvik" for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Tor Ensrud, Stian Ervik Kvalø og Tone Vassdal fra SAM-Marin. Sedimentanalysene ble utført av H. Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Nargis Islam, Øydis Alme, Natalia Korableva og Sharat Chanera. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Høisæter T & Johannesen P J. *Xylodiscula planata* sp.nov., a "lower" heterobranch gastropod from Norwegian waters. *Sarsia* vol 86, 325-332, 2001
- Johansen P.O, Heggøy E, Johannessen P. 2007. Marinbiologisk undersøkelse av Sognefjorden i 2006, Unifob rapport nr. 7-2007, 80 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel.....	42
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre	50
Vedleggstabell 2. Artsliste.....	60
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	70
Vedleggstabell 4. Analysebevis.....	71
Vedleggstabell 5. Data fra CTD og Winkler	75

Generell vedleggsdel

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 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

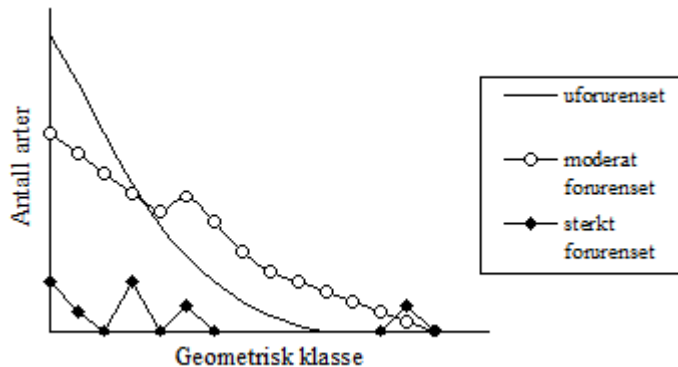
Geometriske klasser

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 antydnet 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 topper 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. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet.

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved arts mangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

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

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 uforurensete 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:

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

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.

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)] / [N! / ((N - 100)! 100!)]$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

hvor S er antallet arter, og N er antallet individer i prøven

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertes. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (\text{SN}/2.7) * (N/(N+5))]$$

$$\text{NQI2 (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (H'/6)]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og H' diversitetsindekser, og N er antall individer i prøven.

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

Tabell v2 : Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES_{100}	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Tabell v3 Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna.
Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold bløtbunnsfauna	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

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:

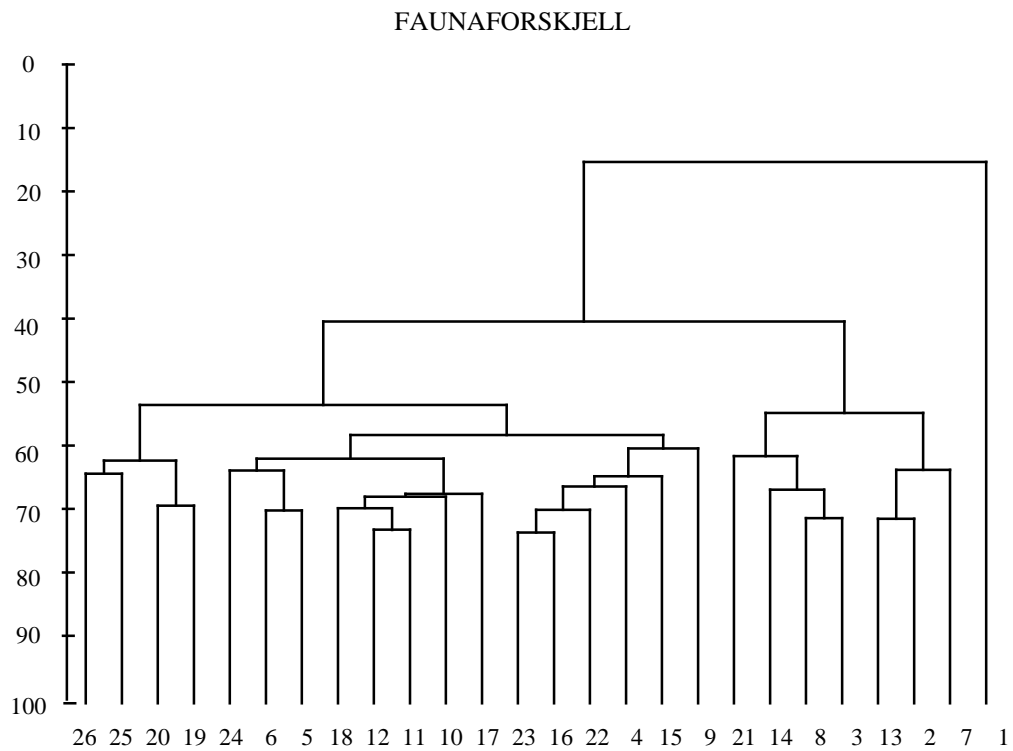
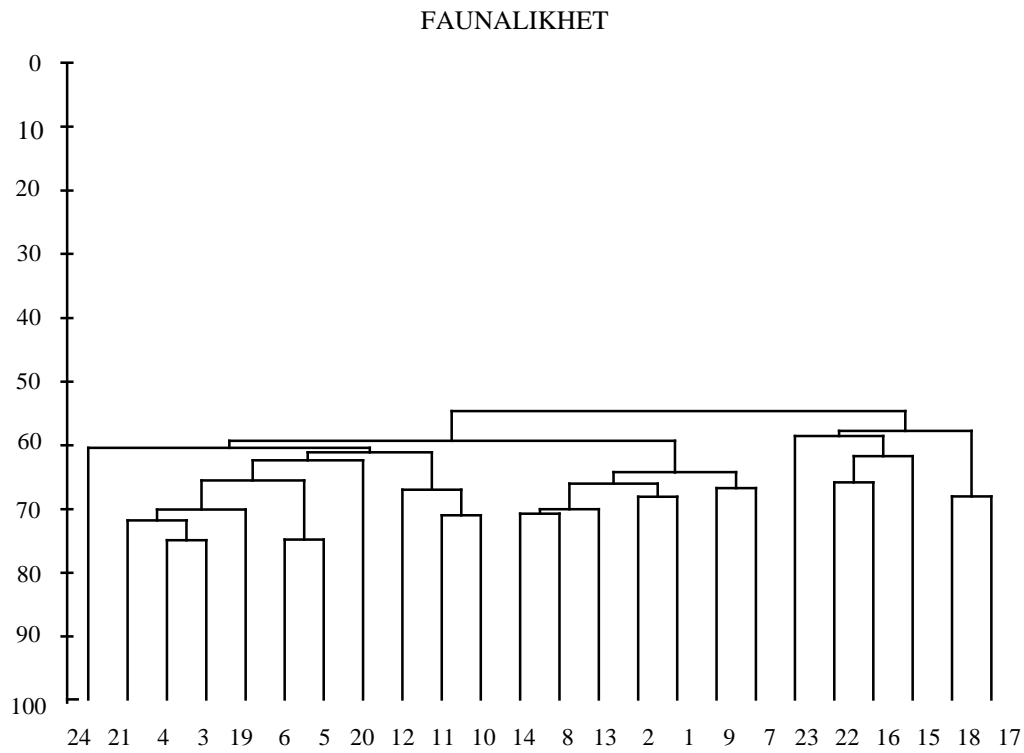
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

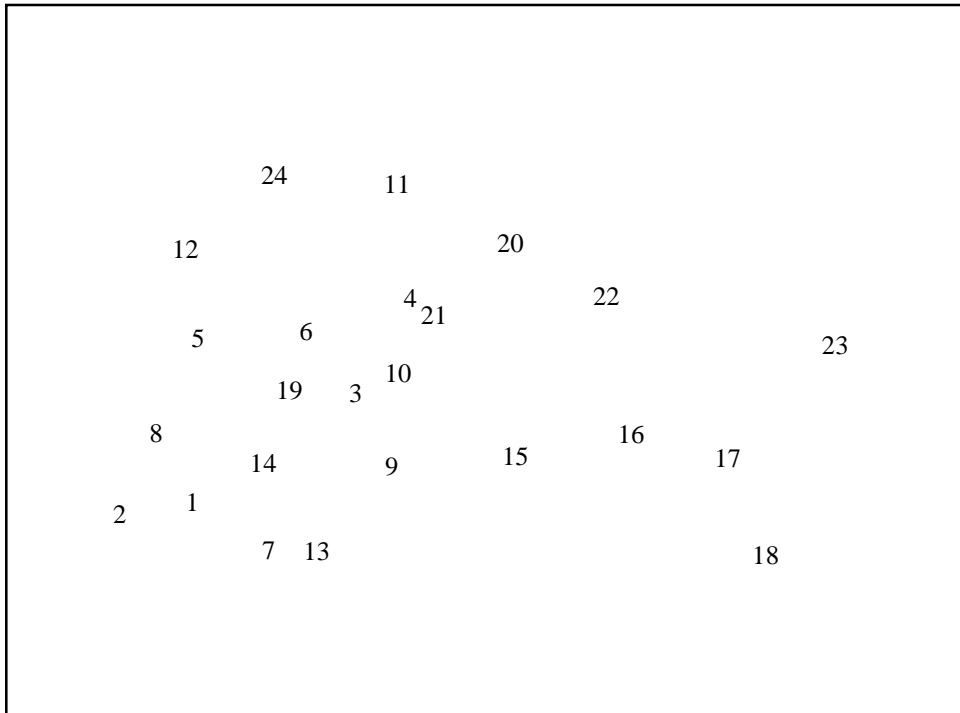
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “Diversi”. Dataprogram og makro er laget 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. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

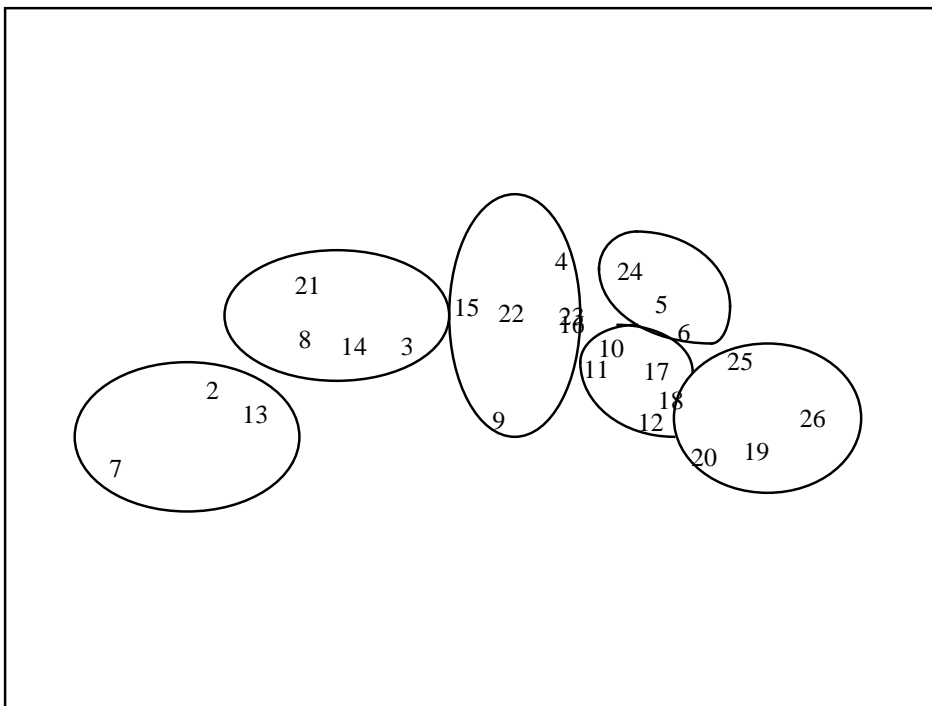


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- 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, Thélin, 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.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.03 PRØVESKJEMAET, B.1		B 1a			SAM-Marin					
Firma: Osland Havbruk		Dato: 26.03- 27.03-2012								
Lokalitet: Sognefjorden og Mjølsvik		Konsesjonsnr:								
Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks
			Sogn 4	Mjøl 1	Mjøl 2					
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0					0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A							
II	pH	verdi	7,50	7,55	7,82					
	E _h (mv)	verdi	-28,00	-123,00	34,00					
		+ ref. verdi	189	94,00	251,00					
	pH/E _h	fra figur	0	0	0					0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1					
	Tilstand, gruppe II		1							
						Buffer ter 7,9	Temp sjø: 6,5	Temp sediment: 7,4/8,1		
						pH sjø: 8,14	Eh sjø: 65	Ref. elektrode: 217		
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		Stian og Tone , ok							
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0					
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0					
		Brun/Sort = 2								
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0					
		Noe = 2								
		Sterk = 4								
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0					
		Myk = 2								
		Løs = 4								
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0		0						
1/4 ≤ v < 3/4 = 1				1						
v ≥ 3/4 = 2		2								
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0						
	2 - 8 cm = 1									
	t ≥ 8 cm = 2									
	SUM		2	0	1					
	Korrigert sum (*0,22)		0,44	0,00	0,22					0,2
	Tilstand prøve		1	1	1					
	Tilstand gruppe III		1							
	Middelverdi gruppe II og III		0,22	0	0,11					0,1
	Tilstand gruppe II og III		1							
pH/Eh	Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand		Lokalitetstilstand					
			Gruppe I	Gruppe II og III						
			A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4					
			4	1, 2, 3	1, 2, 3					
			4	4	4					
			LOKALITETSTILSTAND							1

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.03.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Osland Havbruk

Dato: 26.03- 27.03-2012

Lokalitet: Sognefjorden og Mjølsvik

Konsesjonsnr:

Prøvetaksingssted (nr)	Sogn 4	Mjøl 1	Mjøl 2						
Dyp (m)	1270	170	288						
Antall forsøk	1	5	1						
Bobling (i prøve)	N	N	N						
Primær-sediment	Grus		40%						
	Skjellsand								
	Sand		50%	60%					
	Mudder								
	Silt								
	Leire	100%	50%						
Fjellbunn		x							
Steinbunn									
Pigghuder, antall	x		x						
Krepsdyr, antall			x						
Skjell, antall	x		x						
Børstemark, antall	x		x						
Andre dyr, antall	x		x						
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr	N	N	N						
Fekalier	N	N	N						
Kommentarer	Lys leire, tynt brunt lag øverst	Kun litt sediment i grabben	Sand/grus, mye dyr, fine forhold						

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.3.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03
PRØVESKJEMAET, B.1

B 1a

SAM-Marin

Firma: Osland Havbruk

Dato: 26.03-27.03-2012

Lokalitet: Sognefjorden og Mjølsvik

Konsesjonsnr:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks	
			Sogn 4	Fugl 1	Bjønn 1						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0						0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A								
II	pH	verdi	7,50	7,42	7,54						
	E _h (mv)	verdi	-28,00	34,00	-74,00						
		+ ref. verdi	189	251	143						
	pH/E _h	fra figur	0	0	0						0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
	Buffer C 10		Temp sjø 6,4		Temp sediment: 8,5						
	ph Sjø 8,2		Eh sjø: 106		Ref. elektrode: 217						
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		S.K. 28/03/12								
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0						
		Brun/Sort = 2									
	Lukt	Ingen = 0	0	0							
		Noe = 2			1						
		Sterk = 4									
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0						
		Myk = 2									
		Løs = 4									
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0									
1/4 ≤ v < 3/4 = 1											
v ≥ 3/4 = 2		2	2	2							
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0							
	2 - 8 cm = 1										
	t ≥ 8 cm = 2										
	SUM		2	2	3						
	Korrigeret sum (*0,22)		0,44	0,44	0,66						0,5
	Tilstand prøve		1	1	1						
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelverdi gruppe II og III		0,22	0,22	0,33						0,3
	Tilstand gruppe II og III		1								
pH/Eh	Korr. sum										
	Indeks	Tilstand									
	Middelverdi										
	< 1,1	1									
	1,1 - < 2,1	2									
2,1 - < 3,1	3										
≥ 3,1	4										
		Tilstand		Lokalitetstilstand							
		Gruppe I	Gruppe II og III								
		A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4						
		4	1, 2, 3		1, 2, 3						
		4	4		4						
		LOKALITETSTILSTAND								1	

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.03.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Osland Havbruk

Dato: 26.03-27.03-2012

Lokalitet: Sognefjorden og Mjølsvik

Konsesjonsnr:

Prøvetakingssted (nr)	Sogn 4	Fugl 1	Bjønn 1						
Dyp (m)	1270	280	172						
Antall forsøk	1	2	2						
Bobling (i prøve)	N								
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand								
	Sand			50%					
	Mudder								
	Silt								
	Leire	100%	100%	50%					
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall	x	x	x						
Krepsdyr, antall			x						
Skjell, antall	x								
Børstemark, antall	x	x	x						
Andre dyr, antall	x	x	x						
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr	N								
Fekalier	N								
Kommentarer	Lys leire, tynt brunt lag øverst	3 cm grabbvolum	Slimål, tatt ut.						

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.3.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03
PRØVESKJEMAET, B.1

B 1a

SAM-Marin

Firma: Osland Havbruk
Lokalitet: Sognefjorden og Mjølsvik

Dato: 26.03-27.03-2012
Konsesjonsnr:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks	
			Sogn 4	Fugl 1	Eid 1						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0						0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A								
II	pH	verdi	7,50	7,42	7,53						
	E _n (mv)	verdi	-28,00	34,00	-74,00						
		+ ref. verdi	189	251	143						
	pH/E _n	fra figur	0	0	0						0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
	Buffer C 10		Temp sjø 8,4		Temp sediment: 8,5						
	ph Sjø 8,2		Eh sjø: 106		Ref. elektrode: 217						
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		S.K. 28/03/12								
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0						
		Brun/Sort = 2									
	Lukt	Ingen = 0	0	0							
		Noe = 2			2						
		Sterk = 4									
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0						
		Myk = 2									
		Løs = 4									
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0									
1/4 ≤ v < 3/4 = 1											
v ≥ 3/4 = 2		2	2	2							
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0							
	2 - 8 cm = 1										
	t ≥ 8 cm = 2										
	SUM		2	2	4						
	Korrigert sum (*0,22)		0,44	0,44	0,88						0,6
	Tilstand prøve		1,00	1	1						
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelverdi gruppe II og III		0,22	0,22	0,44						0,3
	Tilstand gruppe II og III		1								
pH/Eh	Korr. sum		Tilstand		Lokalitetstilstand						
	Indeks		Gruppe I	Gruppe II og III							
	Middelverdi		A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4						
	< 1,1	1	4	1, 2, 3	1, 2, 3						
	1,1 - < 2,1	2	4	4	4						
2,1 - < 3,1	3										
≥ 3,1	4										
	LOKALITETSTILSTAND							1			

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.03.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Osland Havbruk

Dato: 26.03- 27.03-2012

Lokalitet: Sognefjorden og Mjølsvik

Konsesjonsnr:

Prøvetakingssted (nr)	Sogn 4	Fugl 1	Eid 1							
Dyp (m)	1270	280	185							
Antall forsøk	1	2	2							
Bobling (i prøve)	N									
Primær-sediment	Grus			30%						
	Skjellsand									
	Sand			30%						
	Mudder									
	Silt									
Leire	100%	100%	40%							
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall	x	x	x							
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall	x		x							
Børstemark, antall	x	x	x							
Andre dyr, antall	x	x	x							
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
Fôr	N									
Fekalier	N									
Kommentarer	Lys leire, tynt brunt lag øverst	3 cm grabbvolum	Grabbvolum 10 cm							

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.3.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03
PRØVESKJEMAET, B.1

B 1a

SAM-Marin

Firma: Osland Havbruk

Dato: 26.03-27.03-2012

Lokalitet: Sognefjorden og Mjølsvik

Konsesjonsnr:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks	
			Sogn 4	Os 1	Ful 2						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	1	0						0,3
I	Tilstand (Gruppe I)		A								
II	pH	verdi	7,50	7,80	7,60						
	E _h (mv)	verdi	-28,00	75,00	62,00						
		+ ref. verdi	189	292	279						
	pH/E _h	fra figur	0	0	0						0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
			Buffer C 10		Temp sjø 6,4		Temp sediment: 8,5				
			ph Sjø 8,2		Eh sjø: 106		Ref. elektrode: 217				
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		S.K. 28/03/12								
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0								
		Brun/Sort = 2									
	Lukt	Ingen = 0	0		0						
		Noe = 2									
		Sterk = 4			4						
	Konsistens	Fast = 0	0		0						
		Myk = 2									
		Løs = 4			3						
	Grabb-volum	v < 1/4 = 0									
1/4 ≤ v < 3/4 = 1				1	1						
v ≥ 3/4 = 2		2									
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0							
	2 - 8 cm = 1										
	t ≥ 8 cm = 2										
	SUM		2	8	1						
	Korrigert sum (*0,22)		0,44	1,76	0,22						0,8
	Tilstand prøve		1,00	2	1						
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelværdi gruppe II og III		0,22	0,88	0,11						0,4
	Tilstand gruppe II og III		1								
	pH/Eh		Tilstand				Lokalitetstilstand				
	Korr. sum		Gruppe I	Gruppe II og III							
	Indeks	Tilstand	A	1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4				
	Middelværdi		4	1, 2, 3			1, 2, 3				
	< 1,1	1	4	4			4				
	1,1 - < 2,1	2									
	2,1 - < 3,1	3									
	≥ 3,1	4									
	LOKALITETSTILSTAND									1	

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.03.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Osland Havbruk

Dato: 26.03- 27.03-2012

Lokalitet: Sognefjorden og Mjølsvik

Konsesjonsnr:

Prøvetakssted (nr)	Sogn 4	Os 1	Fugl 2							
Dyp (m)	1270									
Antall forsøk	1	2	2							
Bobling (i prøve)	N									
Primær-sediment	Grus									
	Skjellsand									
	Sand			10%						
	Mudder									
	Silt		50%	45%						
	Leire	100%	50%	45%						
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall	x	1								
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall	x									
Børstemark, antall	x	x	x							
Andre dyr, antall	x		x							
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
Fôr	N									
Fekalier	N									
Kommentarer	Lys leire. tynt brunt lag øverst	Sjøstjerne tatt ut	Nemertini							

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.3.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03
PRØVESKJEMAET, B.1

B 1a

SAM-Marin

Firma: Osland Havbruk
Lokalitet: Sognefjorden og Mjølsvik

Dato: 26.03-27.03-2012
Konsesjonsnr:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks	
			Sogn 4	Sør 1	Sør 2						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0						0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A								
II	pH	verdi	7,50	7,60	7,60						
	E _h (mv)	verdi	-28,00	-25,00	129,00						
		+ ref. verdi	189	192	346						
	pH/E _h	fra figur	0	0	0						0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
			Buffer C 10		Temp sje 6,4		Temp sediment: 8,5				
			ph Sje 8,2		Eh sje: 106		Ref. elektrode: 217				
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		S.K. 28/03/12								
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0								
		Brun/Sort = 2		2	2						
	Lukt	Ingen = 0	0								
		Noe = 2		2	1						
		Sterk = 4									
	Konsistens	Fast = 0	0								
		Myk = 2									
		Løs = 4		4	2						
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0		0							
1/4 ≤ v < 3/4 = 1											
v ≥ 3/4 = 2		2		2							
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0								
	2 - 8 cm = 1			1							
	t ≥ 8 cm = 2										
	SUM		2	8	8						
	Korrigeret sum (*0,22)		0,44	1,76	1,76						1,3
	Tilstand prøve		1,00	2	2						
	Tilstand gruppe III		2								
	Middelværdi gruppe II og III		0,22	0,88	0,88						0,7
	Tilstand gruppe II og III		1								
pH/Eh	Korr. sum Indeks Middelværdi	Tilstand	Tilstand				Lokalitetstilstand				
			Gruppe I		Gruppe II og III						
			A		1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4				
			4		1, 2, 3		1, 2, 3				
			4		4		4				
		LOKALITETSTILSTAND							1		

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.03.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Osland Havbruk

Dato: 26.03-27.03-2012

Lokalitet: Sognefjorden og Sørevik

Konsesjonsnr:

Prøvetaksingssted (nr)	Sogn 4	Sør 1	Sør 2							
Dyp (m)	1270		1220							
Antall forsøk	1	2								
Bobling (i prøve)	N									
Primær-sediment	Grus									
	Skjellsand									
	Sand									
	Mudder		90%	20%						
	Silt									
	Leire	100%		80%						
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall	x									
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall	x									
Børstemark, antall	x	x	x							
Andre dyr, antall	x		x							
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
Fôr	N									
Fekalier	N									
Kommentarer	Lys leire, tynt brunt lag øverst		Brunt lag øverst. Sekkedyr							

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.3.2012

Side av .

Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



SAM-Marin
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Osland Havbruk AS, 5962 Bjordal
Prosjekt nr.: 806475
Prøvetakingssted (område): Mjølsvik, Eidesberget, Bjønnsjøtneset, Oslandsura, Sørevik
Dato for prøvetaking: 26-28 mars 2012
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>

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 til stede 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:9 sider.

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

Signatur: 
Godkjent faksanom

SAM-Marin

s 1/9 Stasjon:	Mjøøl 2		Eid 1		Bjønn 1		Fugl 2		Os 1	
Dato:	27/3-2012		27/3-2012		27/3-2012		28/3-2012		28/3-2012	
Dyp:	230		135		172		118		47	
Hugg nummer:	1	3	1	2	1	2	1	2	1	2
* PORIFERA										
* Porifera indet.										
CNIDARIA										
Epizoanthus sp.						1				
Edwardsia sp.		2								
Paraedwardsia cf. arenaria										
* PLATYHELMINTES										
* NEMERTINI										
* Nemertini indet.	1	1	33	12	3	6	4	1		
* NEMATODA										
* Nematoda indet.			1	ca. 20	ca.40	ca.30	ca.20	ca.20	ca. 50	ca. 110
PRIAPULIDA										
POLYCHAETA										
Paramphinome jeffreysii	87	97	88	12	22	95	16	2		
Polynoidae indet.		2								
Gattyana cirrosa									2	
Pholoe baltica	2			4	3	4				
Pholoe inornata									2	
Pholoe pallida						1				
Neoleanira tetragona		1								
Sthenelais limicola	1									
Sige fusigera		0/1	1		4	7	1			
Paranaitis whalbergi								1		
Phyllodoce mucosa										2
Eulalia cf. Tjalfiensis		1								
Eteone longa						1		1		
Kefersteinia cirrata						1				
Nereimyra punctata			1	2/1		6/2			2	2
Pilargiidae indet.					1					
Glyphohesionia klatti								1		
Syllidae indet.			1			2				
Exogone sp.				1	28	19	1	1		1
Nereis pelagica				1		1/2			1/1	0/2
Aglaothamus malmgreni										
Nephtys hystricis			1	0/1			1/4	3/4		
Sphaerodorum gracilis						0/1				
Glycera alba			0/1	1					2/1	3
Glycera rouxii								2		
Glycera lapidum	0/10	1/20		1	3/5	0/5	0/3	0/2		
Goniada maculata		1			1					
Paradiopatra fiordica						1				
Lumbrineridae indet.					1	9	7	7		
Lumbrineris scopa										

SAM-Marin

s 2/9 Stasjon:	Mjøøl 2	Eid 1	Bjønn 1	Fugl 2	Os 1
Dato:	27/3-2012	27/3-2012	27/3-2012	28/3-2012	28/3-2012
Dyp:	230	135	172	118	47
Hugg nummer:	1 3	1 2	1 2	1 2	1 2
Drilonereis cf. Brattstroemi					
Protodorvillea kefersteini	2/3		2		
Ophryotrocha sp.			1 4		
Schistomeringos sp.		1			
Phylo norvegicus					
Scoloplos armiger		1	1		3/2 10/1
Aonides paucibranchiata	2 4				
Laonice appelloefi					
Laonice norgensis					
Laonice sarsi			1 1	1	
Polydora sp.			3 35		
Palpiphitime lobifera					
Prionospio steenstrupii		216 162	5/44 0/16		4 1/2
Prionospio cirrifera	5 1		5 4		
Prionospio fallax	1 1		1	5 4	1
Leiochrides norvegicus					
Prionospio dubia				3/5 1/1	
Spiophanes wigleyi	21 36		22 42	38 59/3	
Apistobranchnus tenuis				1	
Spiophanes kroeyeri		1	1/2 0/1	6/4 7/3	
Spiochaetopterus bergensis					
Spiochaetopterus typicus		0/1			
Aricidea catherinae			1	5 2	
Aricidea sp.					
Levinsenia gracilis			3 3	2 5	
Paraonis sp.	1	5 9	46 31	8 12	
Cirratulidae indet.					
Aphelochaeta sp.	26 12		36 65	23 12	1
Chaetozone sp.	30 34	20 27	36 55	9 3	
Cirratulus cirratus	3/3 1/2		5		
Cirratulus caudatus					
Cirriformia tentaculata		0/1			
Dodecaceria sp.					
Raricirrus beryli	2 3		1		
Brada villosa			7/3		
Diplocirrus glaucus			14 30	2/2 2/3	
Pherusa flabellata			1/1 0/1		
Ophelina cylindricaudata				0/1	
Ophelina sp.			0/3		
Lipobranchnus jeffreysii	2 2/3		0/2 6/11		
Scalibregma inflatum		0/1		1/1	
Capitellidae indet.					
Capitella capitata	1	1608 1431	940 546	2	567 808

SAM-Marin

s 3/9 Stasjon:	Mjøøl 2	Eid 1	Bjønn 1	Fugl 2	Os 1
Dato:	27/3-2012	27/3-2012	27/3-2012	28/3-2012	28/3-2012
Dyp:	230	135	172	118	47
Hugg nummer:	1 3	1 2	1 2	1 2	1 2
Dasybranchus caducus			1		
Heteromastus filiformis	8 10		3		
Notomastus latericeus	9 4		18 55	6 7	
Clymenura borealis					
Heteroclymene robusta			1		
Microclymene acirrata					
Lumbriclymene cylindrica data			2/1 3/1	0/1	
Maldanidae indet	1	1	3 9	11 12	
Galathowenia fragilis			2 2		
Galathowenia oculata	3 2		1 3	3 2	
Owenia borealis			0/1 0/1	0/1	
Pectinaria auricomma			2/2 3/3		
Pectinaria koreni	1 1	1	0/1		
Ampharetidae indet.					
Ampharete lindstroemi				1/1 0/1	
Sabellides octocirrata	1		0/1 1		
Sosane sulcata			1		
Anobothrus gracilis	0/2				
Anobothrus sp.					
Lysippides fragilis				1 2/1	
Amphicteis gunneri		0/1			
Mugga wahrbergi			2	1	
Amythasides macroglossus			35 32	64 38	
Eclysippe vanelli			1	1 1	
Sosanopsis wireni			2/2 1/3	16/1 11/2	
Samytha sexcirrata			1 1	2 0/1	
Melinna albicincta			0/1 1/2		
Amphitrite cirrata			2		
Neoamphitrite sp.			0/1		
Eupolymnia nesidensis					0/1
Pista lornensis	1/4 0/4		3/1 5/3	5/4 2/2	
Pista cristata			6/1 10/7	1/1 3	
Nicolea zostericola					
Thelepus cincinnatus					0/1
Streblosoma intestinale	1		5/5 4/5		
Polycirrus latidens				2/2 1	
Polycirrus medusa	1				
Polycirrus norvegicus	5/3 1/9	2 1	14 43		2 1
Polycirrus plumosus	1 1/1	1	1	0/2 0/1	
Polycirrus sp.			1		
Amaeana trilobata			0/1		
Hauciella tribullata	3/3 4/1				
Trichobranchus roseus	1 1		3/2 2/6	0/1	

SAM-Marin

s 4/9 Stasjon:	Mjøøl 2	Eid 1	Bjønn 1	Fugl 2	Os 1
Dato:	27/3-2012	27/3-2012	27/3-2012	28/3-2012	28/3-2012
Dyp:	230	135	172	118	47
Hugg nummer:	1 3	1 2	1 2	1 2	1 2
Terebellidae indet.			4 5	22 29	
Terebellides stroemi	1 1/1		0/1	3/2	
Sabellidae indet.	2		1	3 3	
Euchone sp.			2		
Euchone spp.				5 6	
Hydroides norvegica			7		
Pomatoceros triqueter			0/1		
Vigtorniella ardabilia					
Oligochaeta indet.	1		3 3		
ECHIURA					
Echiurus echiurus					
SIPUNCULA					
Sipuncula indet.	1		4 5		
Sipunculus norvegicus					
Phascolion strombus			0/1		
Onchnesoma steenstrupi			19/4 24/1		1
Nephasoma cf. minutum					
CRUSTACEA					
* Calanus finmarchicus		1		1	2
* Euchaeta norvegica				1 1	
* Metridia longa					
* Philomedes lilljeborgi					
* Macrocypris minna				2 1	
* Nebalia sp.	1	0/3 1	10/11 17/47	1	1/5 9/9
* Eudorella hirsuta					
* Diastylis cornuta		0/1		1	
* Tanaidacea indet.				1	
* Gnathia sp.			4	2/2	
* Idotea sp.			2		
* Ilyarachna longicornis					
* Ilyarachna sp.					
* Amphipoda indet.	8 5	1	1 5	1	1 2
* Caprellidae indet.			1		
Eriopisa elongata				1	
* Decapoda indet.					
* Decapoda indet. larvae					
* Eualus pusiolus					1
* Munida tenuimana			0/1		
* Munida sp.				0/1	
* PYCNOGONIDA					

SAM-Marin

s 5/9 Stasjon:	Mjøøl 2	Eid 1	Bjønn 1	Fugl 2	Os 1
Dato:	27/3-2012	27/3-2012	27/3-2012	28/3-2012	28/3-2012
Dyp:	230	135	172	118	47
Hugg nummer:	1 3	1 2	1 2	1 2	1 2
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.			6 8	1 1	
Iothia fulva			1		
Haliella stenostoma					
Vitreolina sp.	1				
Buccinum undatum	0/1				
Nassarius incrassata					1 3/1
Cylichnina umbilicata			5 4		
Xylodiscula planata					9/2 3/2
Adontorhina similis	1		3 1	2	
Nucula tumidula					
Yoldiella lucida					
Yoldiella nana					
Yoldiella philippiana	1		6/2 11/2	2/3 13/1	
Pseudomalletia obtusa					
Modiolula phaseolina			2/2		
Mytilus edulis			20/4		
Bathyarca pectunculoides				1	
Limopsis minuta					
Limopsis sp.					
Delectopecten vitreus					
Similipecten similis				1 1	
Thyasira flexuosa				1	
Thyasira obsoleta			7 8/2	1 4	
Thyasira sarsii	15/1 7/2	26 27/1	16/7 25/11		
Thyasira equalis	1		14/5 35/4	11/2 5	
Thyasira granulosa					
Axinulus croulinensis			4/2 7/1	2/1 9/5	
Axinulus eumyarius					
Mendicula ferruginosa	0/1 1		38/5 76/10	9/4 18/6	
Tellimya ferruginosa	2				
Kurtiella bidentata	1		0/1 0/1		
Astarte sulcata				0/2	
Parvicardium minimum				1	
Parvicardium scabrum			0/1		
Macoma calcarea			0/2 0/1		
Abra longicallus					
Abra nitida	0/2 3		59/17 69/57	1/5 6/2	
Kelliella abyssicola			1	1/1 1/1	
Hiatella sp.					
Cardiomya costellata				1	
Antalis entalis	1	0/1			
Entalina tetragona				1	

SAM-Marin

s 6/9 Stasjon:	Mjø1 2	Eid 1	Bjønn 1	Fugl 2	Os 1
Dato:	27/3-2012	27/3-2012	27/3-2012	28/3-2012	28/3-2012
Dyp:	230	135	172	118	47
Hugg nummer:	1 3	1 2	1 2	1 2	1 2
BRACHIOPODA					
PHORONIDA					
* BRYOZOA					
* Bryozoa skorpeformet			+		
* Bryozoa grenet					+
ECHINODERMATA					
Ophiopholis aculeata					0/1
Amphipholis squamata	1		1		
Amphiura chiajei				0/1	
Amphilepis norvegica					
Ophiocten affinis			0/1		
Ophiura albida		9/1	0/1	0/1	
Ophiura carnea			2	1/1	0/1
Ophiura sarsi	5	11/5			
Echinus esculentus			0/1		
Echinus acutus		0/1			
Psammechinus miliaris					1
Brisaster fragilis	1		1		
Brissopsis lyrifera		1			
Echinocardium flavescens	2/2	0/1	0/2	0/6	0/1
Synaptidae indet.			1	1	
* POGONOPHORA					
* Siboglinum ekmani					
ENTEROPNEUSTA					
Enteropneusta indet.		1	1	2	1
* CHAETOGNATHA					
* Chaetognatha indet.					
ASCIDIACEA					
Ascidiacea indet.					
* PISCES					
* Pisces indet. (juv)					
* Fiske egg.			1	2	
* VARIA	+		+		

SAM-Marin

S7/9 Stasjon:	Sogn 4					Sogn 4		Sør 1		Sør 2						
	Dato:					26/3-2012		28/3-2012		28/3-2012						
	Dyp:					1270		97		1220						
	Hugg nummer:					4	5	6	7	8	1	2	1	2		
* ANTHOZOA																
<i>Paraedwardsia cf. arenaria</i>																
* NEMERTINI																
* <i>Nemertini indet.</i>						1	1			3						
* NEMATODA																
* <i>Nematoda indet.</i>							1	7	4	5						
POLYCHAETA																
<i>Paramphinome jeffreysii</i>																
<i>Polynoidae indet.</i>																
<i>Glyphohesione klatti</i>																
<i>Aglaophamus malmgreni</i>																
<i>Lumbrineridae indet.</i>	1	1	1		1	2	2			5	5					
<i>Lumbrineris scopa</i>	2	2	2	1												
<i>Drilonereis cf. Brattstroemi</i>																
<i>Ophryotrocha sp.</i>																
<i>Phylo norvegicus</i>						0/3	2/1	2	3	4	2/2					
<i>Laonice appelloefi</i>																
<i>Laonice norgensis</i>						1										
<i>Palpiphitime lobifera</i>																
<i>Prionospio steenstrupii</i>																
<i>Leiochrides norvegicus</i>	1									1						
<i>Spiophanes kroeyeri</i>							3			0/5						
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>							1									
<i>Aricidea sp.</i>																
<i>Levinsenia gracilis</i>	12	6	8	5	14	5	7			6	7					
<i>Cirratulidae indet.</i>																
<i>Aphelochaeta sp.</i>	15	14	7	22	11	17	22			13	9					
<i>Chaetozone sp.</i>	3					2	4			5						
<i>Cirratulus caudatus</i>	2	2	1		2											
<i>Dodecaceria sp.</i>																
<i>Capitellidae indet.</i>	4	6	1	8	6											
<i>Capitella capitata</i>																
<i>Heteromastus filiformis</i>						2	1	1	2	8	1	1537	1713	3	10	16

SAM-Marin

S8/9 Stasjon: Dato: Dyp: Hugg nummer:	Sogn 4 6/9-2006					Sogn 4 26/3-2012		Sør 1 28/3-2012		Sør 2 28/3-2012	
	1270					1270		97		1220	
	4	5	6	7	8	1	2	1	2	1	2
<i>Clymenura borealis</i>	1										
<i>Microclymene acirrata</i>			2	1	3						
<i>Maldanidae indet</i>						2	1				1
<i>Galathowenia oculata</i>								1			
<i>Ampharetidae indet.</i>					1						
<i>Anobothrus sp.</i>						3	2			3	7
<i>Samytha sexcirrata</i>	1										
<i>Terebellides stroemi</i>	3	1	1	0/1	1	5	3			1	3
<i>Vigtorniella ardabilia</i>									11		
ECHIURA											
<i>Echiurus echiurus</i>										1	
SIPUNCULA											
<i>Sipuncula indet.</i>	1		3		3	2					
<i>Sipunculus norvegicus</i>											1
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>										1	
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	21	24	4	26	4		5			9	11
CRUSTACEA											
* <i>Calanus finmarchicus</i>	1				5		1	1		1	1
* <i>Euchaeta norvegica</i>	1				1						
* <i>Metridia longa</i>								1			
* <i>Philomedes lilljeborgi</i>			1	1	1						
* <i>Nebalia sp.</i>								10	5		
* <i>Eudorella hirsuta</i>	1										
* <i>Ilyarachna longicornis</i>	1			1	2						
* <i>Ilyarachna sp.</i>											1
* <i>Amphipoda indet.</i>									1		
* <i>Caprellidae indet.</i>								168	155		
<i>Eriopisa elongata</i>										1	
* <i>Decapoda indet.</i>						0/2	0/1				
* <i>Decapoda indet. larvae</i>									1		
MOLLUSCA											
<i>Caudofoveata indet.</i>	2	1				1	3				2
<i>Haliella stenostoma</i>		1/2		1							
<i>Nucula tumidula</i>	0/1	1	3/1	2/1	2/1	1/1				1	1/1
<i>Yoldiella lucida</i>		1	0/1								
<i>Yoldiella nana</i>				1		1/1					
<i>Pseudomalletia obtusa</i>		1/1	1		1	1/1					
<i>Mytilus edulis</i>								0/2		0/1	
<i>Limopsis minuta</i>				1	0/1						
<i>Limopsis sp.</i>										1	

SAM-Marin

S 9/9	Stasjon:					Sogn 4		Sogn 4		Sør 1		Sør 2		
	Dato:					6/9-2006		26/3-2012		28/3-2012		28/3-2012		
	Dyp:					1270		1270		97		1220		
	Hugg nummer:					4	5	6	7	8	1	2	1	2
	<i>Delectopecten vitreus</i>										1			
	<i>Thyasira obsoleta</i>						2	1	1/1					
	<i>Thyasira sarsii</i>											1		
	<i>Thyasira equalis</i>					2	3/2	0/1	2/2				1	
	<i>Thyasira granulosa</i>					1/1		4	1	2/1	1/3	3/2	2	1
	<i>Axinulus eumyrius</i>					53/3	34/6	38/3	38/3	27/4	10/16	22/11	11/1	38/5
	<i>Mendicula ferruginosa</i>					6	2	3	5	5/1	7/2	6/1	1	4/1
	<i>Tellimya ferruginosa</i>								1					
	<i>Kurtiella bidentata</i>										2			
	<i>Abra longicallus</i>					1		1			0/1	1		
	<i>Kelliella abyssicola</i>						1	3	3	3	1	3		
	<i>Hiatella sp.</i>										0/1			
	ECHINODERMATA													
	<i>Amphilepis norvegica</i>											1/2		
	<i>Brissopsis lyrifera</i>						0/1							
*	POGONOPHORA													
*	<i>Siboglinum ekmani</i>					+	+	+	+	+	+	+	+	
*	CHAETOGNATHA													
*	<i>Chaetognatha indet.</i>					1	3			2			1	
	ASCIDIACEA													
	<i>Asciaceae indet.</i>												1	3
	CHORDATA													
*	PISCES													
*	Pisces indet. (juv)							0/1						
*	Fiske egg.											4	1	
*	VARIA											+		

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometrisk klasse	Mjø1 2	Eid 1	Bjønn 1	Os 1	Fugl 2	Sør 1	Sør 2	Sogn 4-12	Sogn 4-06
I	27	16	33	8	20	2	16	5	8
II	14	3	20	4	12	1	5	10	6
III	8	2	13	5	11	1	5	7	12
IV	5	1	17	0	10	1	4	4	5
V	5	0	6	2	8	0	3	1	2
VI	2	2	7	0	3	0	1	2	1
VII	1	1	8	0	2	1	0	0	2
VIII	1	0	2	0	0	0	0		1
IX	0	1	0	0	0	1	0		0
X	0	0	0	0	0	0	0		
XI	0	0	1	1	0	0	0		
XII	0	1	0	0	0	1	0		
XIII	0	0	0	0	0	0	0		

Vedleggstabell4.Analysebevis



Uni Research AS
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø

Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:
bergen@eurofins.no

AR-12-MX-001104-01



EUNOBE-00002921

Prøvemottak: 16.04.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 16.04.2012-03.05.2012
Referanse: PO: 806475 28/12

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 441-2012-0416-083	Prøvetaksdato: 27.03.2012
Prøvetype: Saltvannssedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: Mjø 1, 286 m	Analysestartdato: 16.04.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
a) Fosfor (Cu)	
Totalt fosfor (P)	510 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 10
a) Kobber (Cu)	9 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Sink (Zn)	48 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	4.3 mg/g tv EN 13137 0.1
a) Totalt tørrstoff	
Total tørrstoff	83.2 % (v/v) EN 14346 0.1

Prøvenr.: 441-2012-0416-084	Prøvetaksdato: 27.03.2012
Prøvetype: Saltvannssedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: Fugl 1, 266 m	Analysestartdato: 16.04.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
a) Fosfor (Cu)	
Totalt fosfor (P)	1200 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 10
a) Kobber (Cu)	26 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Sink (Zn)	110 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	12 mg/g tv EN 13137 0.1
a) Totalt tørrstoff	
Total tørrstoff	51.8 % (v/v) EN 14346 0.1

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

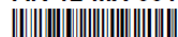
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 4

AR-12-MX-001104-01



EUNOBE-00002921



Prøvenr.:	441-2012-0416-085	Prøvetakingsdato:	27.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Fugl 2, 118 m	Analysedato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	1100	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	14	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	57	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	7.7	mg/g tv		EN 13137	0.1
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	70.4	% (v/v)		EN 14346	0.1

Prøvenr.:	441-2012-0416-086	Prøvetakingsdato:	27.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Eid 1, x35 m	Analysedato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	1800	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	38	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	110	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	13	mg/g tv		EN 13137	0.1
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	70.7	% (v/v)		EN 14346	0.1

Prøvenr.:	441-2012-0416-088	Prøvetakingsdato:	27.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Bjørn 1, 172 m	Analysedato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	1100	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	18	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	59	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	14	mg/g tv		EN 13137	0.1
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	70.2	% (v/v)		EN 14346	0.1

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

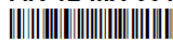
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 4

AR-12-MX-001104-01



EUNOBE-00002921



Prøvenr.:	441-2012-0416-089	Prøvetakingsdato:	27.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	Sogn 4, 1270 m	Analysestartdato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	1000	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	41	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	160	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	27	mg/g tv		EN 13137	0.1
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	42.6	% (v/v)		EN 14346	0.1

Prøvenr.:	441-2012-0416-090	Prøvetakingsdato:	27.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	Os 1, x47x m	Analysestartdato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	27000	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	390	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	1300	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	24	mg/g tv		EN 13137	0.1
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	51.9	% (v/v)		EN 14346	0.1

Prøvenr.:	441-2012-0416-091	Prøvetakingsdato:	27.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	Sør 1, x97 m	Analysestartdato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	7100	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	100	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	300	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	61	mg/g tv		EN 13137	0.1
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	49.4	% (v/v)		EN 14346	0.1

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 3 av 4



AR-12-MX-001104-01



EUNOBE-00002921

Provenr.:	441-2012-0416-092	Prøvetakingsdato:	27.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Provemerking:	Ser 2, 1220 m	Analysestartdato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	900	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10
a) Kopper (Cu)	36	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	140	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	34	mg/g tv		EN 13137	0.1
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	28.6	% (v/v)		EN 14346	0.1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 03.05.2012

Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 4 av 4

Vedleggstabell 5. Data fra CTD og Winkler

Resultater fra hydrografimålingene fra fjernstasjon Sogn 4 i 2012.

Dybde (m)	Salthold. (psu)	Temp (°C)	Tetthet	Oksygen			Winkler ml/l
				mg/l	ml/l	%	
1	26,6	6,0	20,9	8,7	6,2	88,8	8,4
2	27,1	6,0	21,3	8,6	6,1	88,0	
3	28,4	5,9	22,3	8,3	5,9	85,3	
5	29,1	5,8	22,9	8,1	5,7	83,1	
7	29,5	5,8	23,3	7,9	5,6	82,0	
10	30,3	5,9	23,9	7,8	5,5	80,7	8,1
15	32,3	6,6	25,4	7,4	5,2	78,8	
20	32,8	7,0	25,8	7,2	5,0	77,7	7,3
25	33,6	8,2	26,3	7,0	5,0	78,9	
30	34,0	8,8	26,5	7,0	4,9	79,4	
40	34,3	9,0	26,8	6,9	4,8	78,6	
50	34,5	9,0	26,9	6,8	4,8	77,9	6,5
60	34,6	9,0	27,1	6,7	4,7	77,3	
70	34,7	8,8	27,2	6,7	4,7	76,8	
80	34,8	8,8	27,3	6,7	4,7	77,1	
90	34,8	8,7	27,4	6,8	4,8	77,3	
100	34,9	8,5	27,5	6,8	4,8	77,5	6,3
125	34,9	8,3	27,7	6,9	4,9	78,2	
150	34,9	8,2	27,9	6,9	4,9	78,3	
175	34,9	8,1	28,0	6,8	4,8	76,8	
200	35,0	8,1	28,2	6,5	4,6	73,3	6,5
225	35,0	7,8	28,3	6,1	4,3	67,8	
250	35,0	7,6	28,5	5,9	4,2	66,3	
275	35,1	7,6	28,6	5,8	4,1	65,3	
300	35,1	7,6	28,8	5,9	4,1	65,4	
400	35,1	7,6	28,9	5,9	4,2	66,0	5,8
500	35,1	7,5	29,0	5,9	4,1	65,3	
600	35,1	7,5	29,1	5,9	4,2	66,0	
700	35,1	7,5	29,2	6,0	4,2	66,4	
800	35,1	7,5	29,3	6,0	4,2	67,0	5,6
900	35,1	7,4	29,5	6,0	4,2	67,1	
1000	35,1	7,4	29,6	6,0	4,2	66,7	5,5
1270	35,1	7,4	29,7	6,0	4,2	66,8	5,1