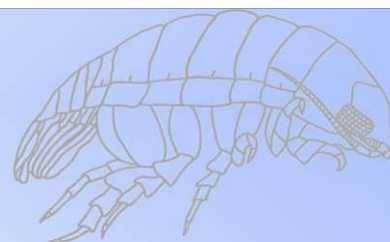


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Research





**e-Rapport nr: 45-2012**

*MOM C undersøkelse ved lokalitet Lismåsøy i Tilremfjorden*

*Brønnøy kommune 2012*

**Vidar Strøm  
Nasir El Shaikh  
Ragni Torvanger  
Per-Otto Johansen**



	<b>SAM-Marin</b>	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25	Internet: <a href="http://www.uni.no">www.uni.no</a> E-post: <a href="mailto:Sam-marin@uni.no">Sam-marin@uni.no</a> Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	

<b>Rapportens tittel:</b> MOMC-undersøkelse ved lokalitet Lismåsøy i Tilremfjorden, Brønnøy kommune i 2012.	<b>Dato:</b> Felt: 28.06.2012 Rapport: 30.11.2012 Antall sider og bilag: 39
<b>Forfatter(e):</b> Vidar Strøm, Nasir El Shaikh, Ragni Torvanger, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vidar Strøm Prosjektnummer: 806858
<b>Oppdragsgiver:</b> Sinkaberg Hansen AS	Tilgjengelighet: Åpen

**Abstract:**

On assignment from Sinkaberg Hansen AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the marine area by the fish farm Lismåsøy, which is located in Brønnøy, Nordland. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Lismås1, which is located in the near zone in close proximity to the fish farm, Lismås2, which is located in the transition zone to the fish farm, and Lismås3, which lies in the remote zone further north. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (KLIF). The results show that the level of cobber was high (class IV, bad) at Lismås1, while it was low at Lismås2 and Lismås3. The levels of phosphorus and zinc were low (class I, very good). The total organic carbon (TOC) showed high levels at every station (class V, very bad). The organic content expressed as % volatile total solids showed a moderate organic content on Lismås1, while it showed a lower content at Lismås2 and Lismås3. The sediments from all three stations consisted mainly of silt, but a significant proportion consisting of clay and sand. This indicates a somewhat low current velocity at the ocean bottom in this area. The soft bottom macrofauna investigation showed a good diversity at both Lismås1 and Lismås3.

<b>Keywords:</b> Fish farm Recipient Benthos Sediment	<b>Emneord:</b> Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 45-2012
---	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	30.11.2012	<i>P.-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	28.06.2012	<i>Vidar Strøm</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:**

Sortering av sediment utført av: SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: SAM-Marin

Geologiske analyser utført av: SAM-Marin

Rapportering utført av: SAM-Marin og Aqua Kompetanse

**Ikke akkreditert:**

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Aqua Kompetanse

**LEVERANDØRER**

Toktfartøy: Arbeidsbåten til Fjord Marin Cod AS

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse AS akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Tørrstoff, sink, kobber, fosfat.

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

## INNHold

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Hydrografi .....	8
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser .....	9
2.2.4 Bunndyr.....	10
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....</b>	<b>13</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Sediment.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Kjemi.....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Bunndyr .....</b>	<b>20</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>24</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>25</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>25</b>
<b>7 Vedlegg.....</b>	<b>26</b>
<b>Generell vedleggsdel .....</b>	<b>26</b>
Generelt .....	26
Geometriske klasser .....	26
Univariate metoder.....	27
Ømfintlighet .....	28
Sammensatte indekser .....	28
Referansetilstand og klassegrenser.....	28
Multivariate analyser.....	29
Dataprogrammer.....	30
Litteratur til Generelt Vedlegg .....	33
<b>Vedleggstabell 1. Artsliste .....</b>	<b>34</b>
<b>Vedleggstabell 2. Geometriske klasser.....</b>	<b>37</b>
<b>Vedleggstabell 3. Analysebevis.....</b>	<b>38</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Lismåsøy i Tilremfjorden, i Brønnøy kommune. Lokaliteten ble tatt i bruk for produksjon av torsk i 2008, men ble i september 2011 godkjent som en lakselokalitet. Anlegget drives i dag av oppdrettsfirmaet Sinkaberg Hansen AS, som har et utsett av laks på lokaliteten. Prøveinnsamlingen ble gjennomført av Aqua Kompetanse AS den 28. juni, 2012.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til anlegget ved Lismåsøy. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

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 (Direktorats gruppa Vanndirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Aqua Kompetanse AS etter avtale med Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Sinkaberg Hansen 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, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkellesområdet

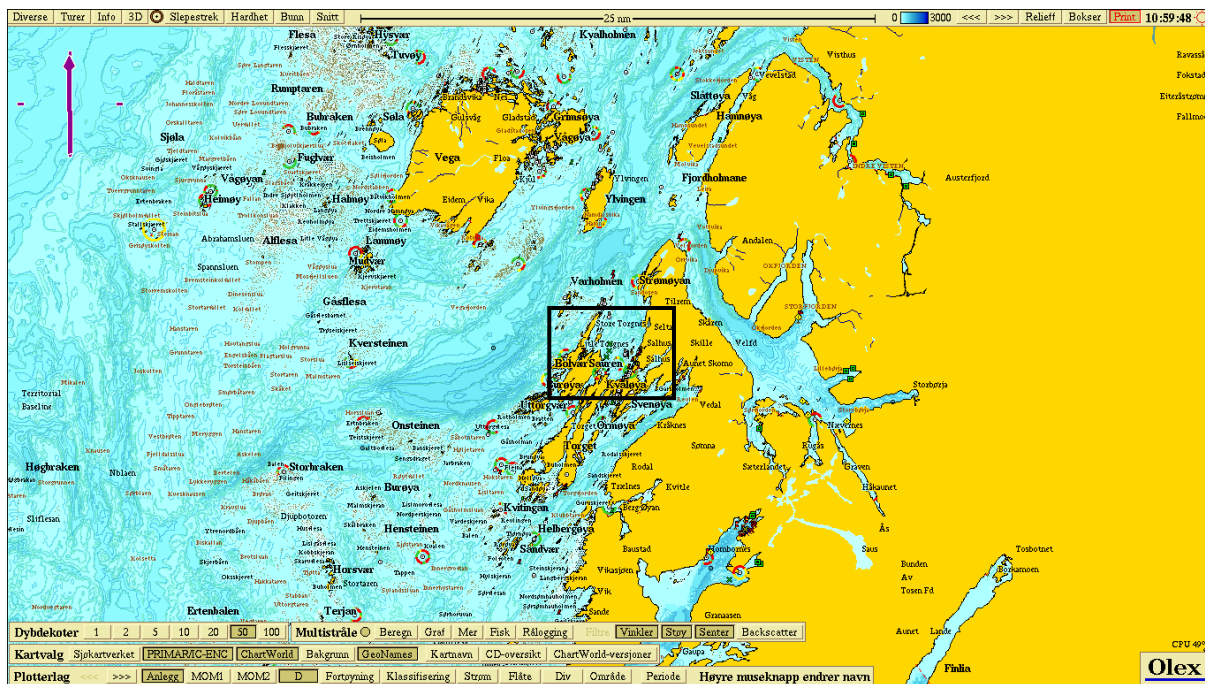
Lokaliteten ligger i Tilremfjorden i Brønnøy kommune, i øymylderet øst for Sauren og nord for Brønnøysundlandet. Dybden i undersøkellesområdet er forholdsvis jevn, og varierer fra cirka 120 meter i nærsonen og overgangssonen, til over 140 meters dybde i fjernsonen (se figur 2.1, 2.2). Dette skyldes at bunnen er relativt flat fra der hvor anlegget ligger og nordover til fjernsonestasjonen. Målinger fra området har vist at vannstrømmen i dette området hovedsakelig har en nordlig komponent (Helgeland havbruksstasjon – ‘*Strømundersøkelse Lismåsøya i Brønnøy kommune februar-mars 2012*’). Derfor ble prøvetakingsstasjonene lagt nord for anlegget, da man kan anta at mesteparten av eventuelle utslipp av organisk materiale fra anlegget vil spres i den retningen. Nærsonestasjonen ble lagt like innenfor anleggsrammen, overgangssonestasjonen ligger nesten en halv km nord for anlegget, mens fjernsonestasjonen ligger litt over 1 km nord for anlegget. Går man nærmere 3 km nord for anlegget finner man dybder på over 200 meter i Tilremfjorden. Vi vurderte det dithen at det ikke var hensiktsmessig å ta prøver så langt unna anlegget, da sjansen for å finne en eventuell organisk påvirkning fra anlegget i dette området er liten.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

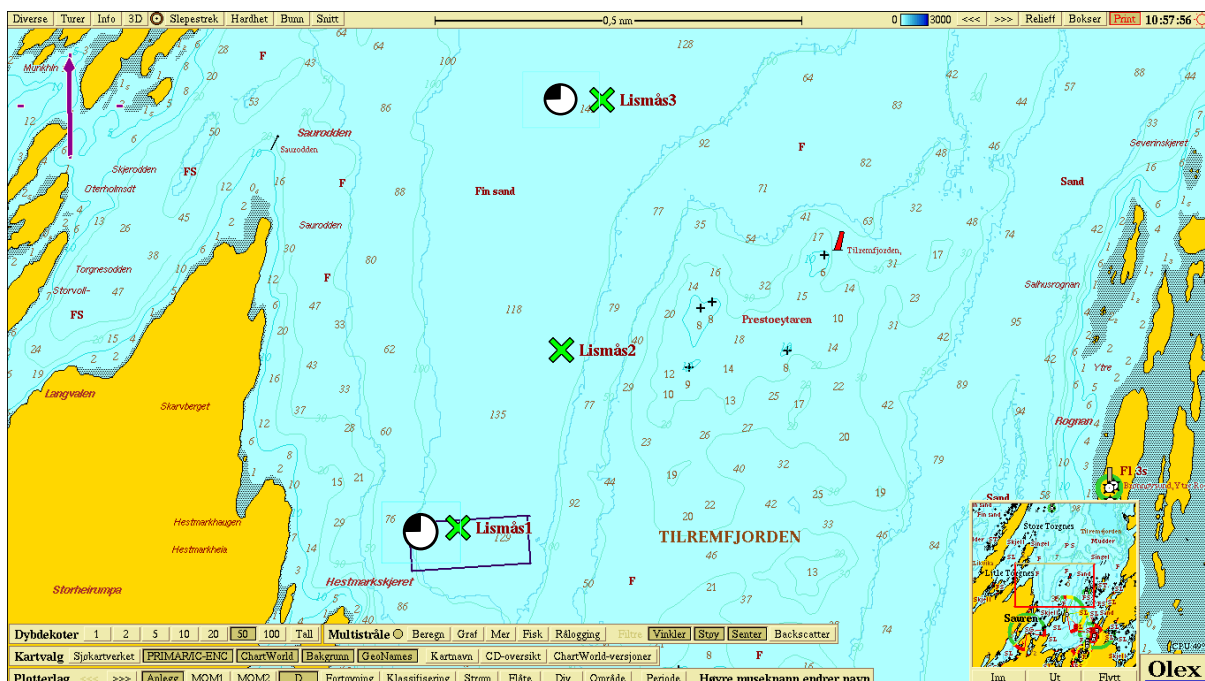
Prøveinnsamlingene ble gjort 28. juni, 2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen, og en stasjon i fjernsonen til anlegget. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aqua Kompetanse AS.

I bunndyrsundersøkelsen er materialet fra nærsonen og fjernsonen til anlegget opparbeidet, mens materialet fra overgangssonen ikke er opparbeidet. Dette på grunn av at forholdene i nærsonen og i fjernsonen var gode.

Det ble også målt hydrografiske data av vannsøylen ved hver stasjon. 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.



Figur 2.1: Oversiktskart over området. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Lismåsøy. Kartkilde: Olex



Figur 2.2: Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, = middels, ◑ = dårlige miljøforhold og ● = dødt. Kart kilde: Olex.

**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i område og navn. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en duo grabb, hvor det ene kammeret utgjør 0.1m<sup>2</sup> og brukes til biologiprøver (fullt kammer 21 l), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone 28.06.12	Tilremfjorden 65° 29.627'N 12° 10.105'Ø	121	1	16	Silt, med lys grå farge. Normal lukt. Børstemark og sjøstjerne i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	16	Silt, med lys grå farge. Normal lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			3	16	Silt, med lys grå farge. Normal lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Overgangs- sone 28.06.12	Tilremfjorden 65°29,869'N 12°10,448'Ø	124	1	16	Silt, med lys grå farge. Normal lukt. Krepssdyr og børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	16	Silt, med lys grå farge. Normal lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			3	16	Silt, med lys grå farge. Normal lukt. Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone 28.06.12	Tilremfjorden 65°30,210'N 12°10,579'Ø	142	1	16	Silt, lys grå farge. Normal lukt. Børstemark og slimål i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	16	Silt, lys grå farge. Normal lukt. Børstemark og krepssdyr i prøven. Uttak til faunaprøve.
			3	16	Silt, lys grå farge. Normal lukt. Uttak til kjemi og geologi.

### 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<sub>2</sub>S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil 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 %.



### 2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve 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.

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 sediment-overflaten, 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 prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. 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 parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

#### 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 bløtbunns-artene 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 uforurensete 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. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. 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. En full 0,1 m<sup>2</sup> grabb har et volum på 17 liter. 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.

Grabbinnholdet 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 sediment-restene 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-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen 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 til stede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. 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 veilederene. Klassegrensene for Shannon-Wiener er også forskjellige 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, Direktorats-gruppen 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	
<b>Dypvann</b>	Oksygen *	97:03	ml O <sub>2</sub> / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
<b>Sediment</b>	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	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

\*Omregningsfaktoren til mgO<sub>2</sub> / l er 1,42\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6<sup>0</sup>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 <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup> . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup>
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Lokaliteten ble tatt i bruk i 2008 av Fjord Marin Cod AS. Den ble da brukt til produksjon av torsk. Den siste torsken ble slaktet ut i februar 2011. I mai 2012 ble det satt ut cirka 1 million laksesmolt (Kilde: Trond Johnsen v/Fjord Marin Cod AS).

**Tabell 2.4.** Fôrforbruk og produksjon i tonn på Lismåsøy de siste 2 år forut for undersøkelsesdato (28.06.2012):

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste 2 år	480 tonn torskefôr og 58 tonn smoltfôr	370 tonn torsk og 45 tonn laks

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

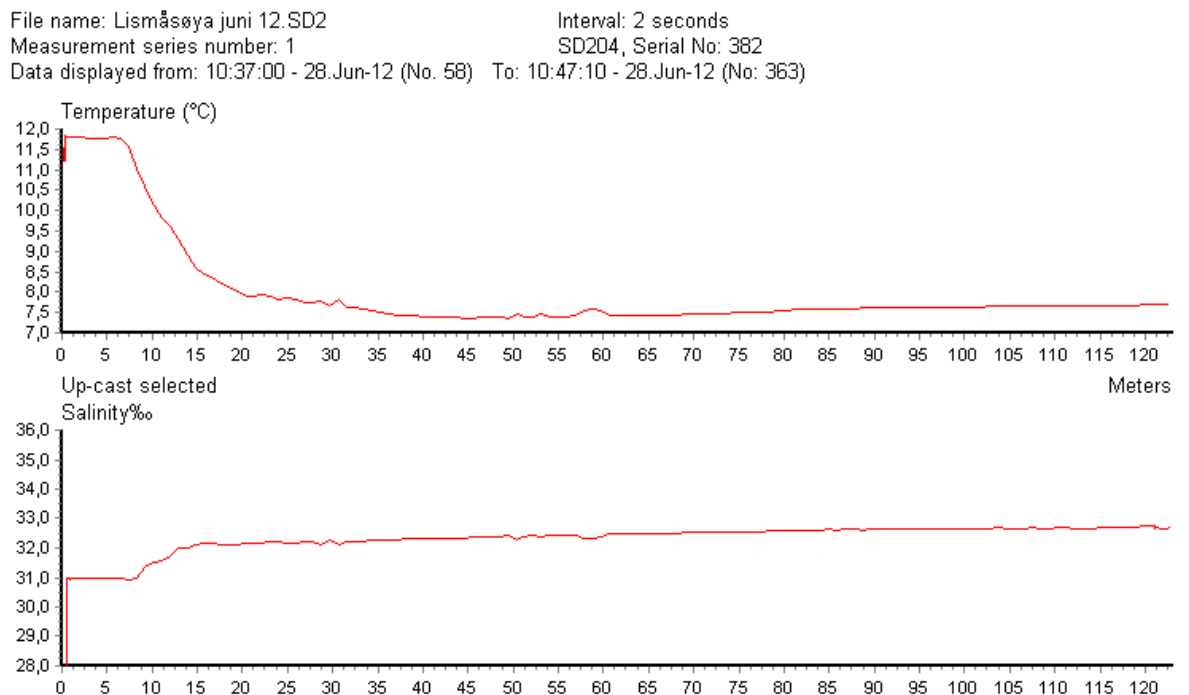
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved alle tre prøvetakingsstasjoner den 28. juni, 2012. Resultatene fra de hydrografiske målingene er presentert i figurene 3.1 til 3.6.

Ved nærsone-stasjonen Lismås1 var sjøtemperaturen 11,7 °C ved overflaten. Ved cirka 10 meters dyp er det et sprangsjikt der temperaturen synker brått, og ved 20 meters dyp har den sunket til 7,8 °C. Videre nedover i dypet ligger den stabil rundt 7,5 °C. Sjøvannets salinitet er 31 ‰ i overflatevannet. Ved sprangsjiktet på 10-15 m dybde stiger saliniteten til rundt 32 ‰. Videre nedover i vannsøylen ligger den jevnt rundt 32,5 ‰. Oksygenkonsentrasjonen ligger rundt 9,8 mg/l i overflatevannet. Ved 15 meters dyp synker den til 9,0 mg/l. Nedover mot bunnen på 121 meter synker konsentrasjonen gradvis og ender på 8,25 mg/l i bunnvannet. Omregnet til ml O<sub>2</sub>/l tilsvarer dette en oksygenkonsentrasjon på 5,81 ml/l. Dette gir tilstandsklasse I 'Meget god' etter klassifisering for oksygen i bunnvann etter Molvær et al. 97 (se tabell 2.2). Oksygenmetningen ligger på 110 % i overflatevannet og synker ned til 95 % ved 15 meters dybde. Videre nedover i dypet stabiliserer den seg rundt 85 %.

I overflatevannet ved overgangssone-stasjonen Lismås2 var sjøtemperaturen 12,0 °C. Ved 10-15 m dybde er det et sprangsjikt hvor temperaturen faller før den stabiliserer seg rundt 8,2 °C ved 20 meters dyp. Videre nedover i vannsøylen er temperaturprofilen stabil. Saliniteten er 30,7 ‰ ved overflaten, ved 10-15 meters dyp stiger den før den stabiliserer seg på 31,8 ‰. Den ligger stabil på dette nedover mot havbunnen. Grafen over oksygenkonsentrasjon viser 10,0 mg/l i overflatevannet, ved sprangsjiktet på 10-15 meters dyp synker den og viser 9,0 mg/l ved 20 meters dyp. Den synker så gradvis nedover i vannsøylen, og ved havbunnen er konsentrasjonen 8,6 mg/l. Dette tilsvarer 6,06 ml O<sub>2</sub>/l og gir tilstandsklasse I 'Meget god' etter Molvær et al. 97 (se tabell 2.2). Oksygenmetningen er 113 % i overflatevannet. Ved 20 meters dybde og videre nedover i vannsøylen flater metningsprofilen ut og ligger rundt 90 % nedover i dypet.

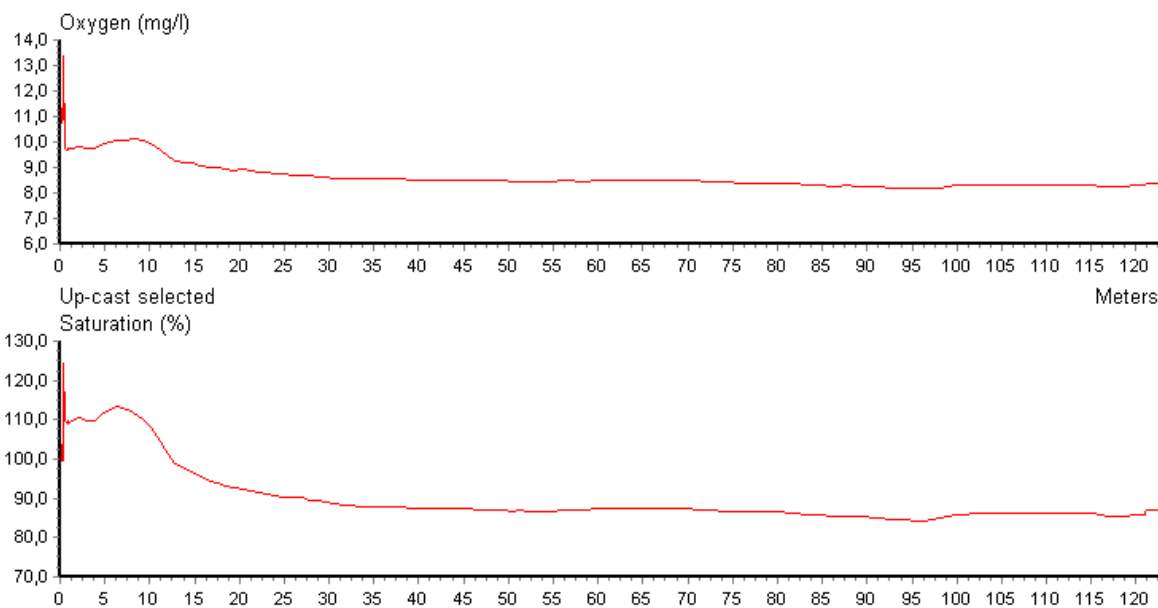
Ved fjernsone-stasjonen Lismås3 er sjøtemperaturen i overflatevannet 12,2 °C. Ved sprangsjiktet synker den ned til 8,5 °C ved 20 meters dybde. Videre nedover i vannsøylen ligger den rundt 8,0 °C. Saliniteten er i underkant av 31 ‰ i overflatevannet, ved 10-15

meters dybde stiger den til 31,8 ‰. Nedover i dypet er den stabil rundt 32 ‰. Oksygenkonsentrasjonen er i overkant av 10 mg/l ved overflaten. Fra 10 meters dybde, og videre nedover i vannsøylen synker den gradvis. Ved 20 meters dyp er den 9,24 mg/l, og videre nedover synker den til 8,5 mg/l ved havbunnen. Dette tilsvarer 5,99 ml O<sub>2</sub>/l, og gir tilstandsklasse I 'Meget god' etter klassifiseringen i Molvær et al. 97 (se tabell 2.2). Oksygenmetningen er 114 % i overflatevannet. Videre nedover i dypet ligger den rundt 90 %.



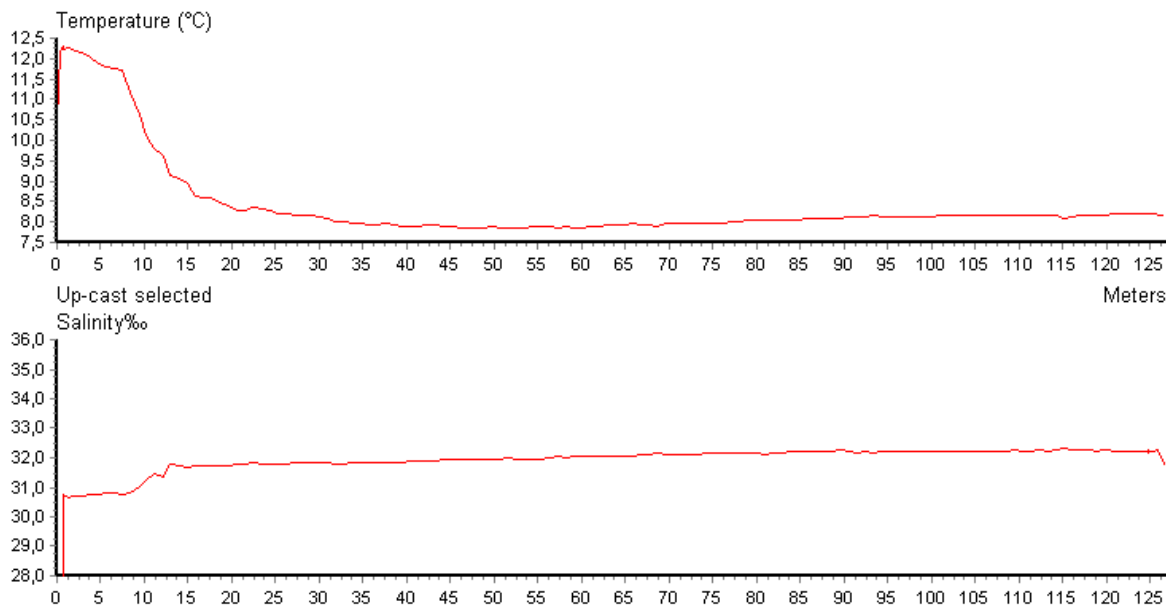
**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 120 meters dyp på stasjon Lismås 1 den 28. juni 2012.

File name: Lismåsøya juni 12.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 10:37:00 - 28.Jun-12 (No. 58) To: 10:47:10 - 28.Jun-12 (No: 363)



**Figur 3.2.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 120 meters dyp på stasjon Lismås 1 den 28. juni 2012.

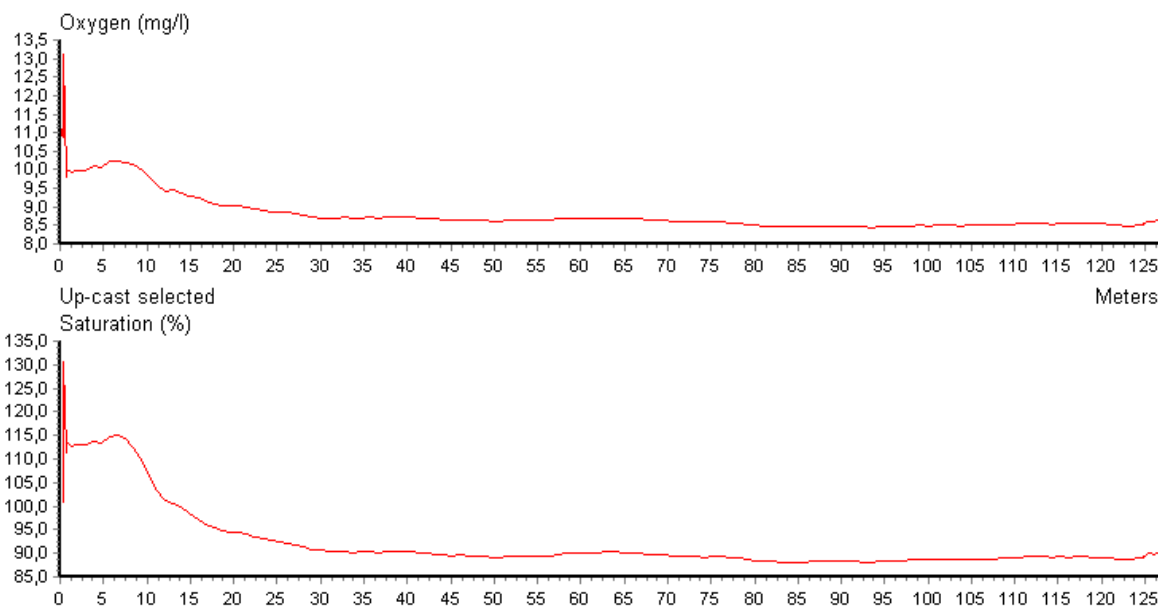
File name: Lismåsøya juni 12.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 11:34:56 - 28.Jun-12 (No. 466) To: 11:43:50 - 28.Jun-12 (No: 733)



**Figur 3.3.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 125 meters dyp på stasjon Lismås 2 den 28. juni 2012.

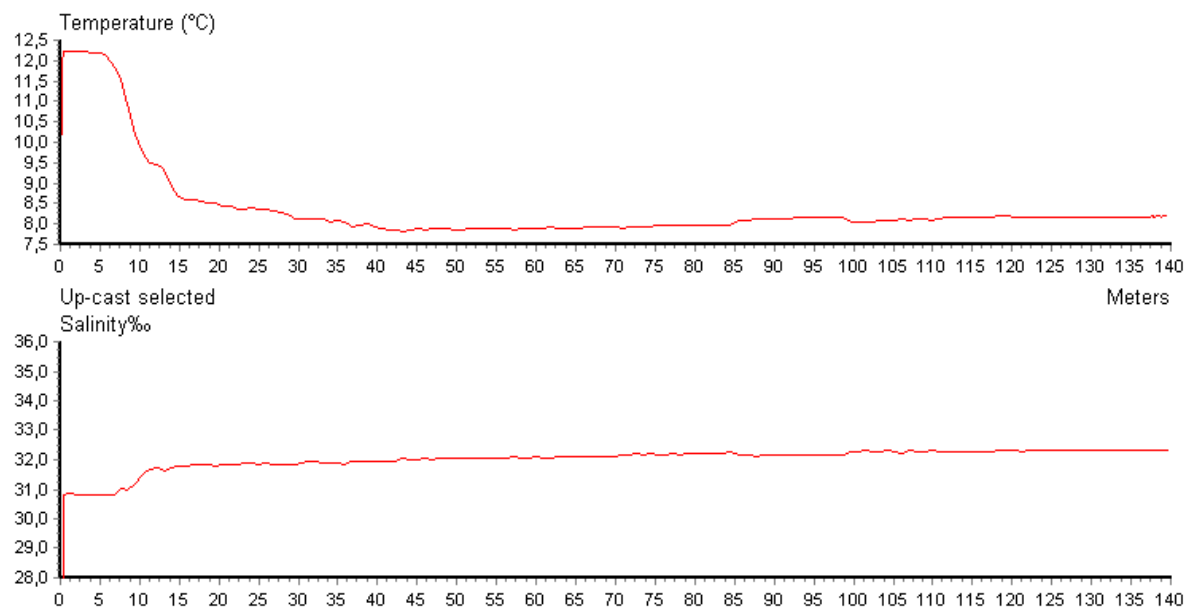


File name: Lismåsøya juni 12.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 11:34:56 - 28.Jun-12 (No. 466) To: 11:43:50 - 28.Jun-12 (No: 733)



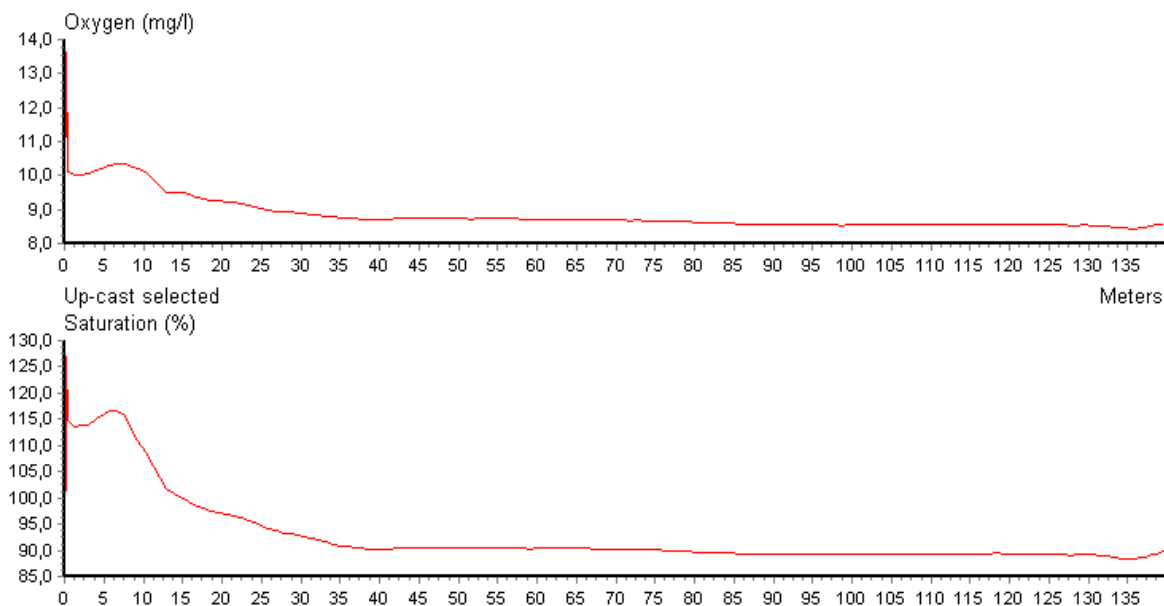
**Figur 3.4.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 125 meters dyp på stasjon Lismås 2 den 28. juni 2012.

File name: Lismåsøya juni 12.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 12:19:07 - 28.Jun-12 (No. 778) To: 12:28:31 - 28.Jun-12 (No: 1060)



**Figur 3.5.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 140 meters dyp på stasjon Lismås 3 den 28. juni 2012.

File name: Lismåsøya juni 12.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 12:19:07 - 28.Jun-12 (No. 778) To: 12:28:31 - 28.Jun-12 (No. 1060)



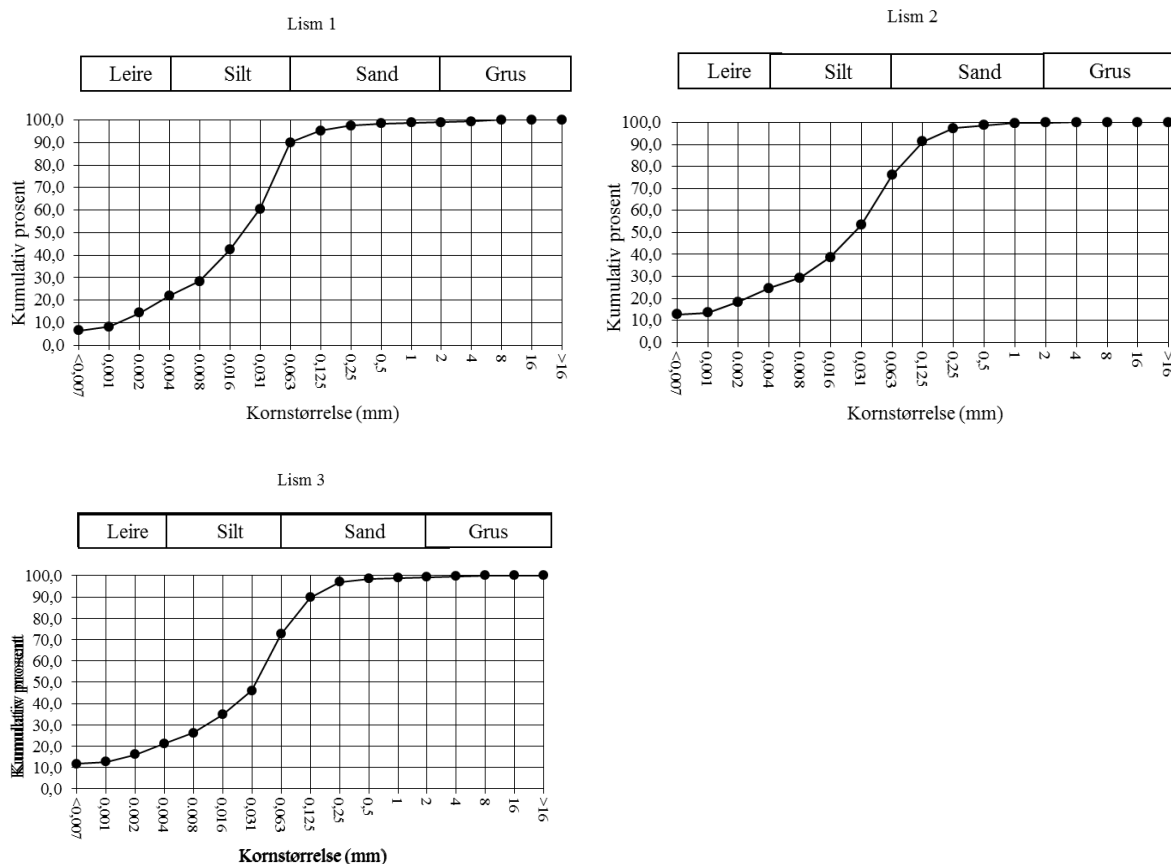
**Figur 3.6.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 140 meters dyp på stasjon Lismås 3, 28. juni 2012.

### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.7.

**Tabell 3.1:** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Lismåsøya i juni 2012.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Lismås 1	121	15,1	22,0	68,0	90,0	9,0	1,0
Lismås 2	124	12,9	24,6	51,5	76,1	23,7	0,2
Lismås 3	142	10,9	21,1	51,5	72,7	26,6	0,7



**Figur 3.7:** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: Lismås 1, Overgangssonen: Lismås 2 og Fjernsonen: Lismås 3.

I nærsonen, Lismås 1, dominerte silt og utgjorde 68 % av sedimentet. Det var også en betydelig andel leire, som utgjorde 22 %. De resterende ti prosent fordelte seg på 9 % sand og 1 % grus. Glødetapet var 15,1 %. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap var dermed på et moderat nivå.

Overgangssonestasjonen, Lismås 2, hadde også et relativt finkornet sediment der hoveddelen besto av silt som utgjorde 51,5 %. Det var også en betydelig andel leire og sand som utgjorde henholdsvis 24,6 og 23,7 %. Her var glødetapet 12,9 %, og det organiske innholdet var dermed innenfor det en karakteriserer som normalt for norske fjorder.

Fjernstasjon, Lismås 3, ute i fjorden hadde også et finkornet sediment bestående av 51,5 % silt. Det var også en betydelig andel leire og sand som utgjorde henholdsvis 21,1 og 26,6 %. Glødetapet var 10,9 %. Dette er et normalt nivå for norske fjorder.

### 3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i undersøkelsesområdet er vist i Tabell 3.2 og i Vedleggstabell 4. For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993).

Ved nærsone-stasjonen, Lismås 1, var nivået av fosfor og sink lavt, mens man her finner et forhøyet nivå av tungmetallet kobber (TK IV - Dårlig). Parameteren TOC indikerer et høyt nivå av organiske materiale (TK V - Meget dårlig).

Analysen av sedimentet ved overgangssonestasjonen Lismås 2 viste lave verdier av tungmetallene sink og kobber, og lave verdier av fosfor. Nivået av TOC var høyt og gav tilstandsklassen V, 'Meget dårlig'.

Sedimentet fra fjernsonestasjonen Lismås3 hadde lave verdier av sink, kobber, og fosfor. Parameteren TOC indikerer et høyt nivå av organisk materiale (TK V, 'Meget dårlig').

**Tabell 3.2:** Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	Totalt organisk carbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Lismås 1	56	57,80	V	1300	99	I	71	IV	42,0
Lismås 2	43	47,32	V	840	70	I	23	I	46,5
Lismås 3	38	42,86	V	800	69	I	30	I	44,8

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3-3.4, Figur 3.8-3.10, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i juni 2012. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I prøven fra stasjonen Lismås 1, på 121 m dyp like ved anlegget, ble det funnet 83 arter med til sammen hele 1241 individer. Diversiteten ble beregnet til 3,04 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II (God). I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (Meget god) (Tabell 2.3). Alle de 10 mest individrike artene på stasjonen var børstemarker. Med et individantall på 584 dominerte børstemakken *Heteromastus filiformis* på denne stasjonen, og utgjorde hele 47,1 % av alle individene i prøven. Dette er en art som gjerne trives under oksygenfattige forhold. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter, NQI1 og NQI2, havnet i tilstandsklasse III. Dette indikerer moderate forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene. AMBI-verdiene indikerer også at man har moderate forstyrrelser på faunaen på stasjonen.

I fjernsonen på 142 m dyp ligger stasjonen Lismås 3. Der fant man 83 arter med til sammen 1358 individer. Diversiteten ble beregnet til 3,30 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II (God). Alle de 10 mest individrike artene på stasjonen var børstemarker. Med et individantall på 544 dominerte børstemakken *Heteromastus filiformis* også på denne stasjonen, og utgjorde hele 40,1 % av alle individene i prøven. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter, NQI1 og NQI2, havnet henholdsvis i tilstandsklassene II og III. Dette indikerer gode til moderate forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene. AMBI-verdiene indikerer også at man har moderate forstyrrelser på faunaen på stasjonen.

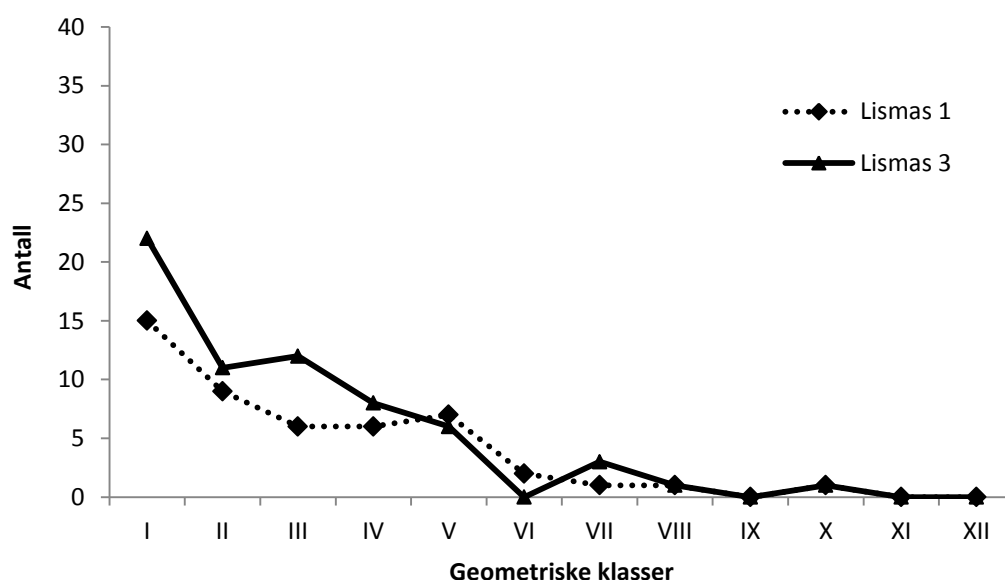
Faunaprøvene fra overgangssonen (Lismås 2) ble i henhold til NS9410 ikke opparbeidet da forholdene var gode både i nærsonen og i fjernsonen.

De multivariate analysene viser at huggene tatt på samme stasjon er relativt like. Det var 69 % likhet mellom huggene på Lismås 3 og 74 % likhet mellom huggene på Lismås 1. Det er imidlertid forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art og Lismås 1 og Lismås 3 var under 50 % lik når det kom til artssammensetning (Figur 3.9 og 3.10).

**Tabell 3.3:** Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhugnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel).

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	H'	J	H'-max	MOM TK	KLIF TK	AMBI	NQI1	NQI2
Lismås1	1	699	39	3,12	0,59	5,29			3,51	0,608	0,509
	2	542	36	2,97	0,57	5,17			3,75	0,590	0,480
Nærsonen	SUM	1241	83	3,13	0,49	6,38	1				
	SNITT	620,5	37,5	3,04	0,58	5,23			3,63	0,599	0,495
Lismås3	1	796	50	3,39	0,60	5,64			3,06	0,661	0,564
	2	562	48	3,21	0,57	5,58			3,60	0,628	0,510
Fjærnsone	SUM	1358	83	3,43	0,54	6,38					
	SNITT	679	49	3,30	0,59	5,61		II	3,33	0,644	0,537

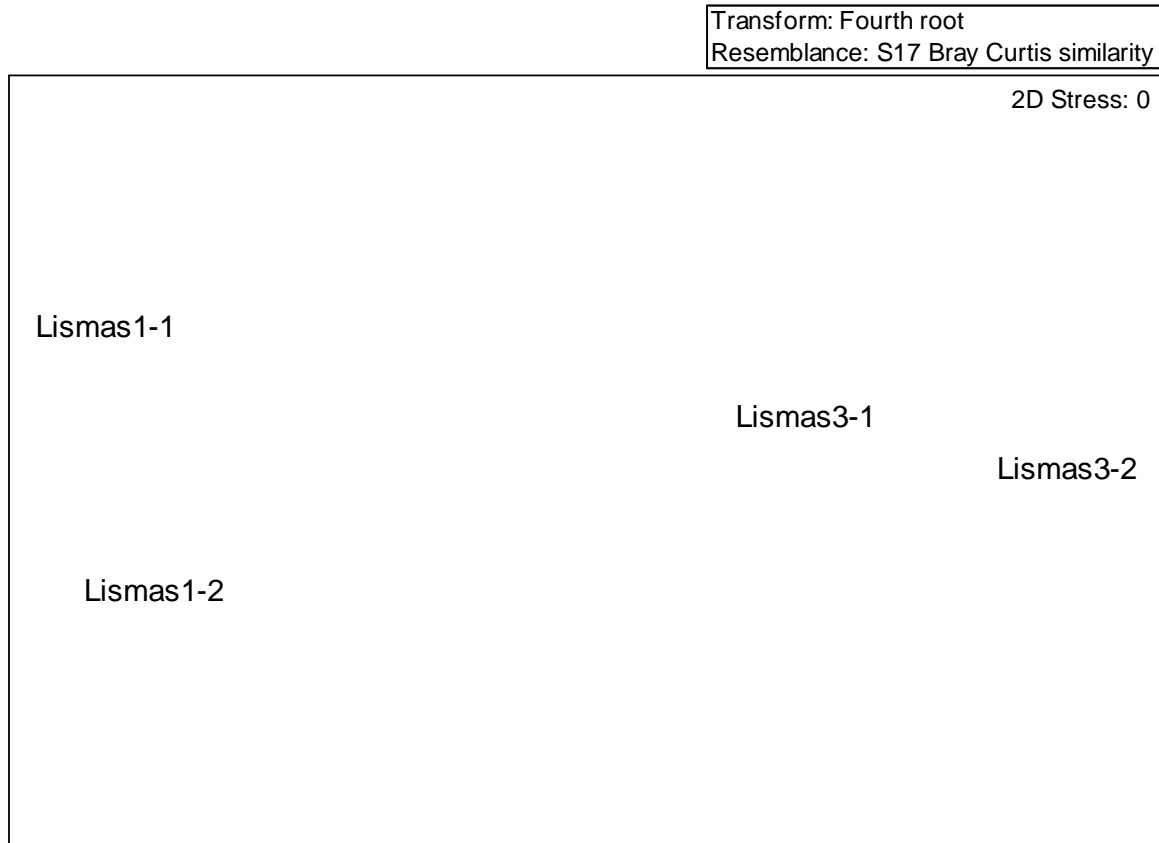
I – Meget god	II - God	III – Mindre god	IV – Dårlig	V – Meget dårlig
---------------	----------	------------------	-------------	------------------



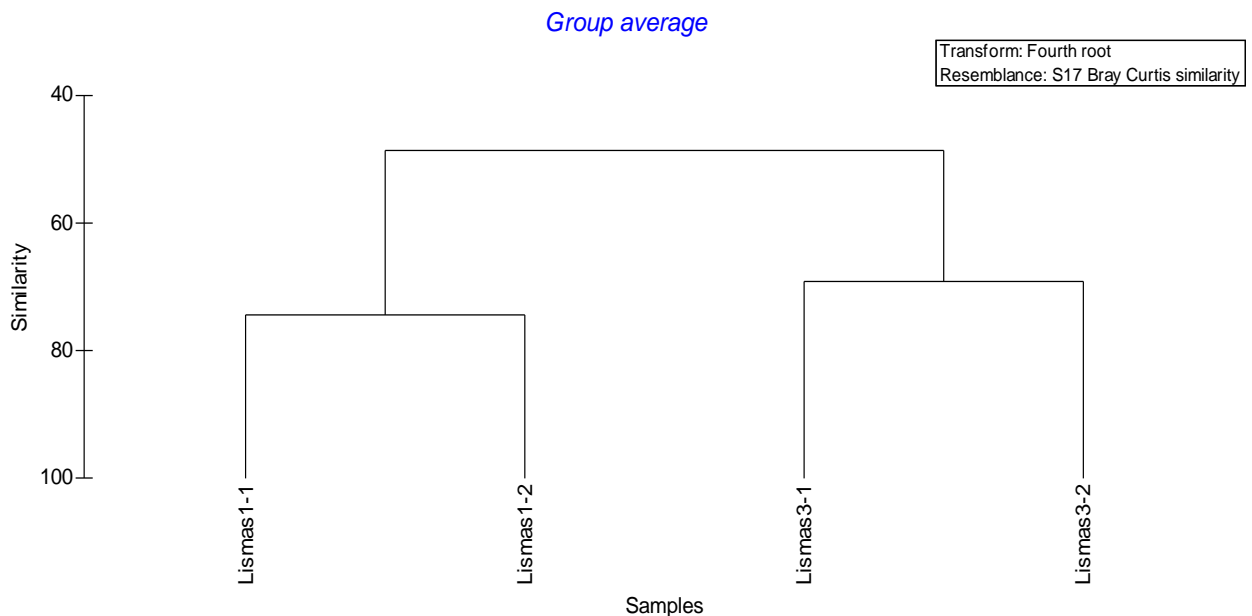
**Figur 3.8:** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

**Tabell 3.4:** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Lismås 1 - Arter	Antall	%	Kum %	Lismås 3 - Arter	Antall	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	584	47,1	47,1	<i>Heteromastus filiformis</i>	544	40,1	40,1
<i>Galathowenia oculata</i>	150	12,1	59,1	<i>Myriochele heeri</i>	197	14,5	54,6
<i>Mediomastus fragilis</i>	115	9,3	68,4	<i>Maldane sarsi</i>	119	8,8	63,3
<i>Levinsenia gracilis</i>	62	5,0	73,4	<i>Galathowenia oculata</i>	112	8,2	71,6
<i>Chaetozone sp.</i>	41	3,3	76,7	<i>Levinsenia gracilis</i>	77	5,7	77,2
<i>Maldane sarsi</i>	29	2,3	79,0	<i>Owenia borealis</i>	21	1,5	78,8
<i>Eteone longa</i>	28	2,3	81,3	<i>Prionospio cirrifera</i>	21	1,5	80,3
<i>Syllidae indet</i>	25	2,0	83,3	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	20	1,5	81,8
<i>Diplocirrus glaucus</i>	24	1,9	85,3	<i>Aricidea sp.</i>	18	1,3	83,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	22	1,8	87,0	<i>Chaetozone sp.</i>	16	1,2	84,3
				<i>Exogone sp.</i>	16	1,2	85,5



**Figur 3.9:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



**Figur 3.10:** Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Lismåsøy i Tilremfjorden, Brønnøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 28. juni, 2012. Det ble samlet prøver fra tre påvirkningssoner til anlegget Lismåsøy.

Den hydrografiske undersøkelsen viste gode forhold i vannsøylen ved alle tre stasjoner. De hydrografiske dataene viser at man hadde et sprangsjikt ved 10-15 meters dyp i undersøkelsesområdet. Vannmassene ovenfor dette sjiktet hadde høyere sjøtemperatur, lavere salinitet, og en høyere oksygenkonsentrasjon enn vannmassene nedenfor. Målingene av sjøvannets salinitet og oksygeninnhold viste gode forhold i vannsøylen ved alle tre stasjoner.

Sedimentundersøkelsen viser at havbunnen i undersøkelsesområdet hovedsakelig består av et finkornet sediment, der silt er dominerende sedimenttype. Ellers består sedimentet i området av en god del leire, og noe sand. Dette tyder videre på at bunnstrømmen i området er noe svak. Glødetapet indikerer et moderat organisk innhold ved nærsone-stasjonen, mens det organiske innholdet ved overgangssone- og fjernsone-stasjonen er som forventet på dypt vann i norske fjorder. Den kjemiske undersøkelsen viste forhøyede verdier av kobber ved nærsone-stasjonen, ellers var nivåene av tungmetallene lave ved alle tre stasjoner. Nivåene av fosfor var også lave. Parameteren TOC indikerer et høyt nivå av organisk materiale i sedimentet på havbunnen ved alle tre stasjoner. Det er viktig å være klar over at TOC har vist seg som en noe usikker parameter som kan vise forhøyede verdier av karbon selv i upåvirkede marine områder (Sandnes, 2004) De relativt høye TOC-verdiene har sammenheng med at TOC er utarbeidet med data utaskjærs hvor nivået av organisk innhold normalt er lavere enn i norske fjorder (Aure et al. 1993). Denne parameteren bør derfor sees i sammenheng med glødetapet, og eventuelt sammenligne gjentatte målinger av TOC fra samme stasjon over tid, slik at man ikke trekker konklusjoner på basis av denne målingen alene

Faunaundersøkelsen viste en noe påvirket marin fauna i nærsonen til anlegget. Indeksene AMBI, NQI1 og NQI2 indikerer moderate forstyrrelser på faunaen. Grafen over geometriske klasser (figur 3.8) viser et relativt flatt og hakkete kurveforløp, noe som også indikerer en forstyrret marin fauna. MOM-klassifiseringen karakteriserer imidlertid forholdene som meget



gode, når man tar hensyn til at havbunnen ligger i et påvirkningsområde til et oppdrettsanlegg. I fjernsonen gir diversiteten tilstanden God etter KLIF's klassifiseringssystem. Indeksene NQI1, NQI2, og AMBI indikerer moderate til gode forhold på denne stasjonen, mens grafen over geometriske klasser viser at fordelingen av arter er bedre i fjernsonen i forhold til nærsone.

Som helhet fremstår forholdene i det marine miljøet i de forskjellige påvirkningssonene til anlegget Lismåsøy, som gode.

## 5 TAKK

Vi takker driftsleder Trond Johnsen og resten av mannskapet fra Fjord Marin Cod AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på deres arbeidsbåt. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS. Sedimentanalysene ble utført av Eurofins AS i Bergen. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen.

## 6 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør Norge. Overvåkingsrapport 510/93. ta- 914/1993.
- 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, J. B. 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.
- 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*.
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (Aquakompetanse AS rapp.) 60 s

## 7 Vedlegg

### 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 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

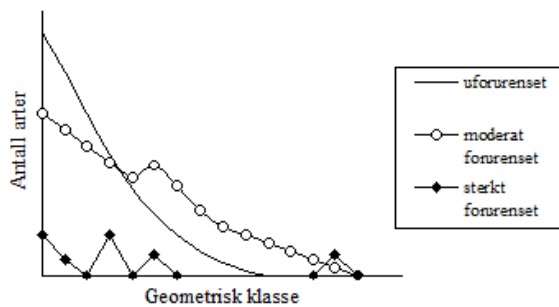
##### Geometriske klasser

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

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er 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 Direktoratetsgruppe Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

### Diversitet.

**Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ )** beskrives ved artsmangfoldet ( $S$ , 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:

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

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

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

**Hurlbert diversitetsindeks  $ES(100)$**  er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^S 1 - \left[ \frac{(N - N_i)!}{((N - N_i - 100)! \cdot 100!)} \right] / \left[ \frac{N!}{((N - 100)! \cdot 100!)} \right]$$

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 faunaeksperter. 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:

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

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

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 vann typer. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vann typer.

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 faunagradienter 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:

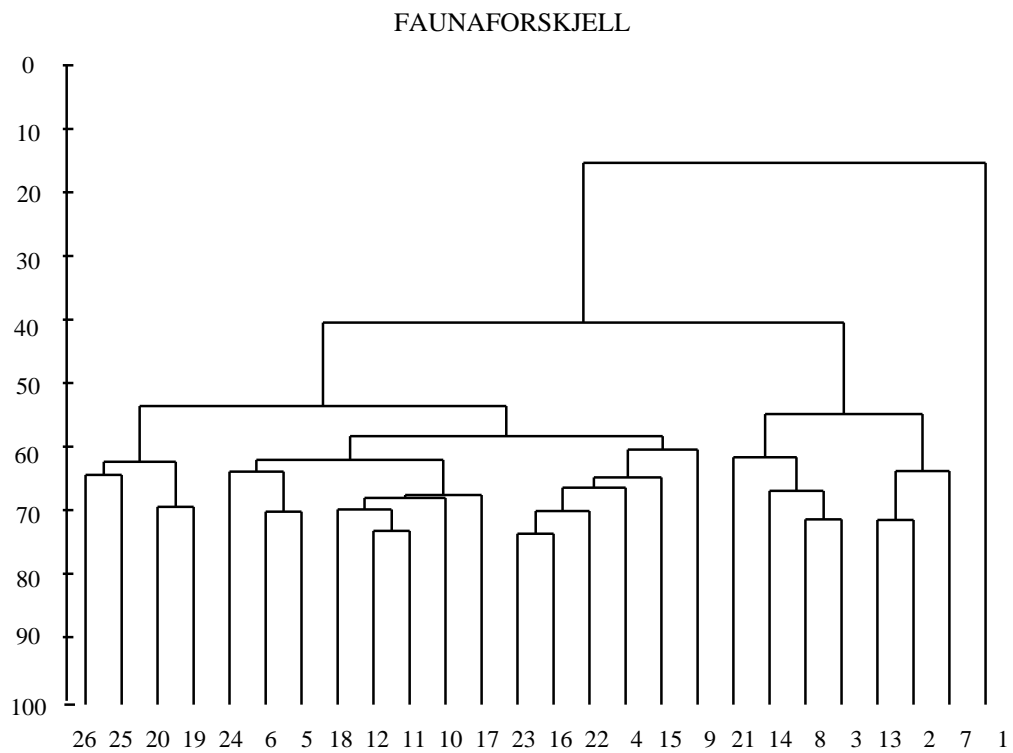
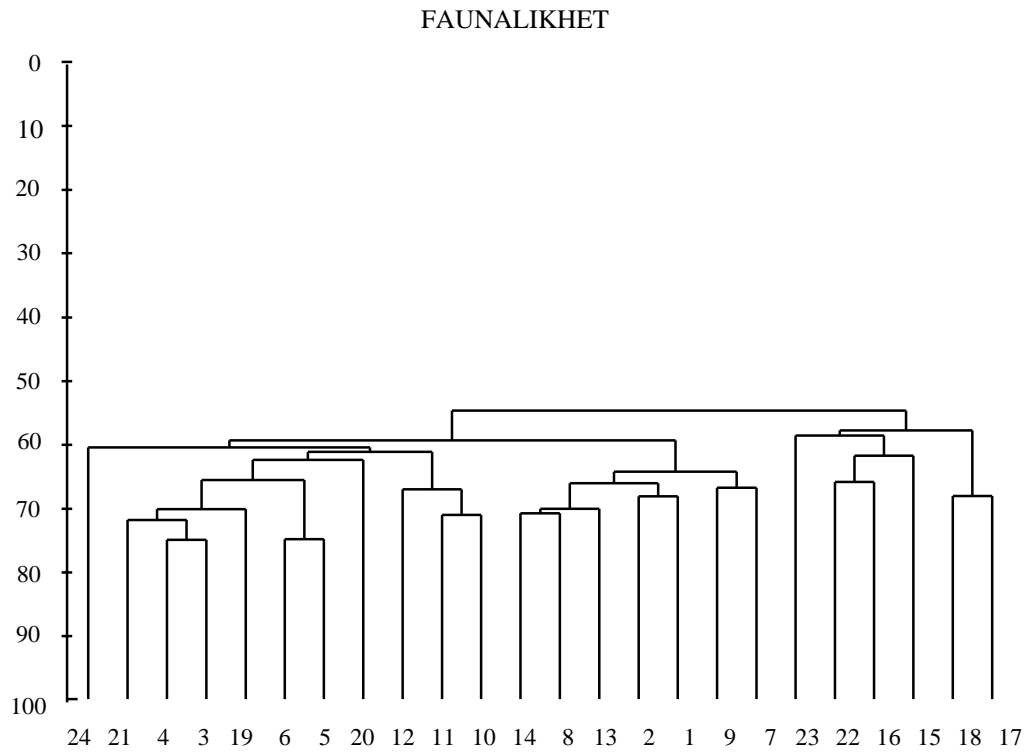
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

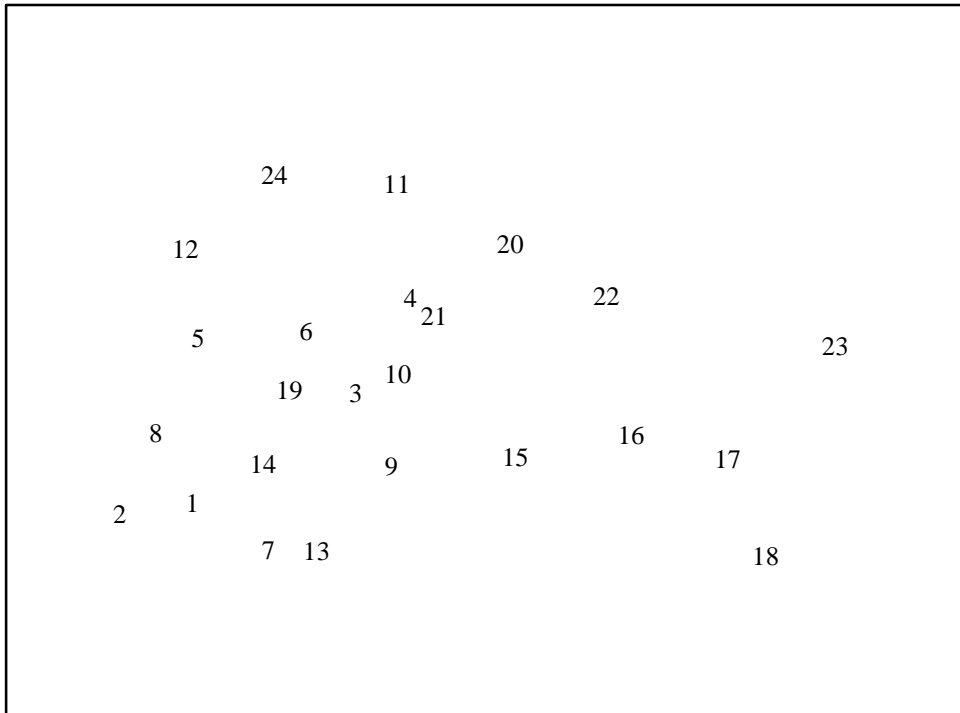
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “Diversi”. Dataprogram og makro er laget 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.

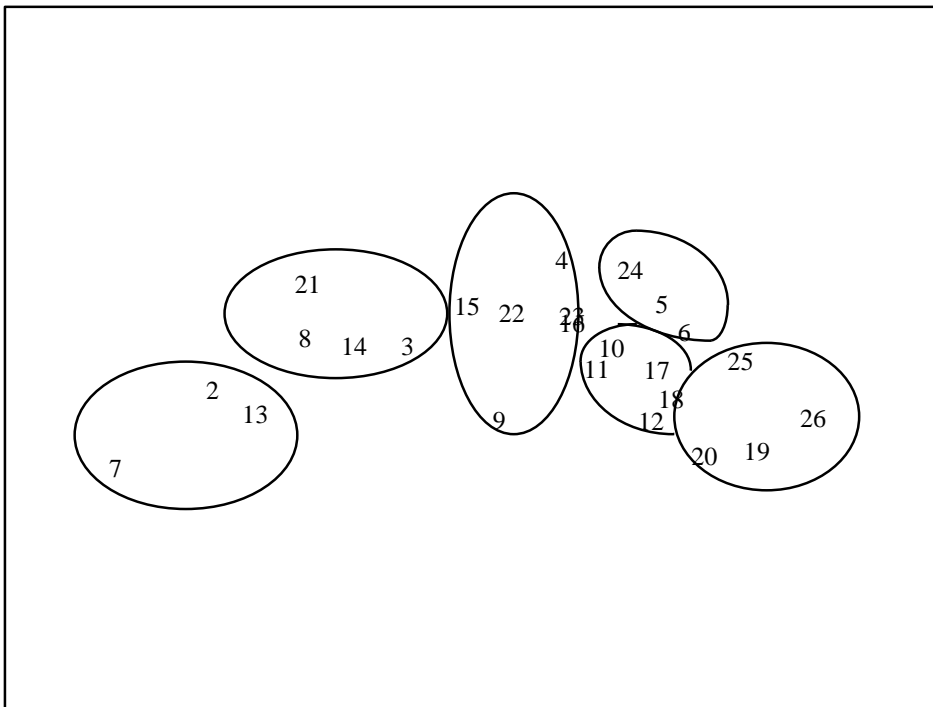


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. 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



**Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse, 7770 Flatanger**  
**Prosjekt nr.: 806858**  
**Prøvetakingssted (område): Lismåsøy**  
**Dato for prøvetaking: 28.06.2012**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:**  
**Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Per Johannessen**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input type="checkbox"/>			<input checked="" 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:2 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad  
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s.1/2	Stasjon Dato Dyp Hugg	Lismås 1 28.06.2012 121m		Lismås 3 28.06.2012 142m	
		1	2	1	2
		Art			
* Hydrozoa indet.		+			
* NEMERTINI indet.		15	9	7	7
* NEMATODA indet.			1	2	
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii		17	5	9	11
* Siboglinum fiordicum					+
Polynoidae indet.		1			
Pholoe baltica		7	8	1	
Pholoe pallida		1			
Phyllodoce groenlandica		1	1	1	0/1
Eulalia mustela				1	
Eteone longa		13	15	3	3
Nereimyra punctata		3	1		
Syllidae indet.		11	14		
Exogone sp.				5	11
Ceratocephale loveni					3
Nephtys hystericis		0/4	0/3	0/8	0/3
Nephtys pente		1			
Glycera alba			1		
Nothria conchylega					1
Lumbrineridae indet.		13	5	10	5
Ophryotrocha sp.			2		
Scoloplos armiger		5	5		
Laonice sarsi		1			
Polydora sp.			2	5	
Prionospio cirrifera		8	3	8	13
Scolecipis korsuni				2/1	
Spio sp.		2	2	1	
Spiophanes kroyeri					1
Apistobranchus sp.				1	
Trochochaeta multisetosa			1		
Aricidea sp.				7	11
Levinsenia gracilis		20	42	37	40
Paraonis sp.				14	1
Chaetozone sp.		16	25	13	3
Cossura longocirrata			6	3	1
Diplocirrus glaucus		18	6	1/1	1/3
Capitella capitata		5	3		
Heteromastus filiformis		308	276	278	266
Mediomastus fragilis		65	50		
Notomastus latericeus		2	1		
Arenicola marina		1			
Lumbriclymene sp.				1	
Maldane sarsi		17	12	113	6
Rhodine loveni				5/3	0/1
Rhodine gracilor		0/1			
Maldanidae indet.				7	5
Myriochele heeri				137	60
Owenia borealis		0/2		0/7	0/14
Galathowenia oculata		120	30	62	50
Ampharete falcata		1	1	0/1	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s.2/2	Stasjon Dato Dyp Hugg	Lismås 1 28.06.2012 121m		Lismås 3 28.06.2012 142m	
		1	2	1	2
Art					
Anobothrus gracilis					0/1
Mugga wahrbergi					2
Amythasides macroglossus				1	2
Eclysippe vanelli				1	
Samytha sexcirrata				1	
Glyphanostomum pallescens				3	1
Melinna cristata				1	1/1
Terebellidae indet.					2
Laphania boeckii			1	5/2	2
Amaeana trilobata		6	2	4	2
Trichobranchus roseus				1	
Terebellides stroemi		1		2	3/3
Sabellidae indet.				4	2
Sabella pavonina					1
Hydroides norvegica			1		
OLIGOCHAETA indet.				5	2
SIPUNCULA					
Phascolion strombus		4		1	
CRUSTACEA					
* Calanus finmarchicus		1			
* Leucon nasica		2		4	
* Diastylis rathkei		1		3	5
* Diastylodes biplicata				2	
* Campylaspis costata					1
* Campylaspis rubicunda		1		1	
* Amphipoda indet.		4		9	4
Eriopisa elongata				1	4
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.		7	1	3	5
Euspira pulchella					0/1
Nuculana minuta				0/1	
Nuculana pernula		1			
Yoldiella lucida			2		1
Mytilidae indet.		0/1	0/1		
Thyasira sarsii		4/5	6/3	1/3	
Thyasira equalis				2/1	0/1
Mendicula feruginosa				3	1
Adontorhina similis				1	1
Parvicardium minimum					2
Abra nitida		3	2	0/1	
Kelliella abyssicola					2
ECHINODERMATA					
Ctenodiscus crispatus		1			
OPHIUROIDEA indet.					
Amphiura filiformis		1			1
Ophiocten affinis				0/1	
HOLOTUROIDEA					
Labidoplax buskii				+	1
ENTEROPNEUSTA indet.			1		1
* VARIA		+		+	

**Vedleggstabell 2. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

<b>Geometriske Klasser</b>	<b>Lismas 1</b>	<b>Lismas 3</b>
I	15	22
II	9	11
III	6	12
IV	6	8
V	7	6
VI	2	0
VII	1	3
VIII	1	1
IX	0	0
X	1	1
XI	0	0
XII	0	0

## Vedleggstabell 3. 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-001855-01**



**EUNOBE-00003834**

Prøvemottak: 12.07.2012  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 12.07.2012-23.07.2012  
 Referanse: 806858 49/2

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2012-0712-084</b>	Prøvetakingsdato:	28.08.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Lismås 1, 121m, Hugg 3	Analysedato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
Totalt fosfor (P)	1300	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	71	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	99	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	56	mg/g DS		EN 13137	0,1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
Total tørrstoff	42	% (v/v)		EN 14346	0,1	

Prøvenr.:	<b>441-2012-0712-085</b>	Prøvetakingsdato:	28.08.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Lismås 1, 124m, Hugg 3	Analysedato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
Totalt fosfor (P)	840	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	23	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	70	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	43	mg/g DS		EN 13137	0,1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
Total tørrstoff	46,5	% (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 2

AR-12-MX-001855-01



EUNOBE-00003834



Prøvenr.:	441-2012-0712-086	Prøvetakingsdato:	28.06.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Lismås 1, 142m, Hugg 3	Analysestartdato:	12.07.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	800	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	30	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	69	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	38	mg/g DS		EN 13137	0,1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	44.8	% (v/v)		EN 14348	0,1	

**Utførende laboratorium/ Underleverander:**

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 23.07.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :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 2