

# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen





e-Rapport nr. 19-2013

## *MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Lauplandsholmen i Boknafjorden, Bokn kommune i 2012*

Silje Hadler-Jacobsen  
Ragni Torvanger  
Per-Otto Johansen



	<b>SAM-Marin</b>	 <small>Test 157</small>
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	

<b>Rapportens tittel:</b> MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Lauplandsholmen i Boknafjorden, Bokn kommune i 2012	<b>Dato:</b> 08.05.2013 <b>Antall sider og bilag:</b> 48
<b>Forfatter(e):</b> Silje Hadler-Jacobsen Ragni Torvanger Per-Otto Johansen	<b>Prosjektleder:</b> Silje Hadler-Jacobsen <b>Prosjektnummer:</b> 807024

<b>Oppdragsgiver:</b> Grieg Seafood Rogaland AS	<b>Tilgjengelighet:</b> Åpen
---	------------------------------

<b>Abstract:</b>	<p>This report describes the MOM-C analyses conducted on the 17th of Oktober 2012 in order to map the environmental condition of the sea floor around the fish farm Lauplandsholmen in Bokn municipality. The results have been compared with the MOM-C of 2008 which indicated good conditions around the fish farm.</p> <p>Near the fish pen copper pollution was detected, the content of organic matter in the sediment was high and the benthic fauna was characterized by low diversity and species tolerant to stress. Some pollution of zink and phosphorus was also detected. The impact of the fish farm seemed to be local, thus the other stations investigated showed good conditions. The environmental conditions of the area around Lauplandsholmen should therefore be thoroughly monitored in the future.</p>
------------------	---

<b>Keywords:</b> MOM C, Fish farm, Recipient, Benthos, Sedimen	<b>Emneord:</b> MOM C, Fiskeoppdrett, Resipient, Bunndyr, Sediment	<b>ISSN NR.:</b> 1890-5153 <b>SAM e-Rapport nr.</b> 19-2013
--	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	08.05.2013	<i>Per Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	08.05.2013	<i>Silje Hadler-Jacobsen</i>

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

**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking til sediment analyser, samlet av:** SAM-Marin

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Lise Rikstad, Nargis Islam, Natalia Korbaleva, Ragna Tveiten og Ingrida Petrauskaite.

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Per Johannessen, Froydis Lygre og Tom Alvestad.

**Rapportering utført av:** Silje Hadler-Jacobsen, Ragni Torvanger, Per-Otto Johansen

**Glødetapsanalyser utført av:** -

**Kornfordelingsanalyser utført av:** Helge Grønning

**Ikke akkreditert:**

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Scallop, Kvitsøy Sjøtjendester

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Norsk Miljøanalyse (Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg)) **akkrediteringsnummer** 003 (D-PL-14081-01-00)

Akkreditert: Kobber, Sink, Fosfor

Ikke akkreditert: TOC

**Andre:** -

## INNHOOLD

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget</b> .....	<b>15</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 Sediment</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2 Kjemi</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3 Bunndyr</b> .....	<b>18</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>24</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>25</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>26</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>27</b>
Generell vedleggsdel .....	<b>28</b>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.</i> .....	<b>36</b>
<i>Vedleggstabell 2. Benthos Artsliste</i> .....	<b>38</b>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i> .....	<b>46</b>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis</i> .....	<b>47</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Lauplandsholmen i Boknafjorden, Bokn kommune, lokalitetsnummer 11438. Innsamlingen ble gjennomført 17. oktober 2012. Undersøkelsen er utført av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-marin) på oppdrag fra Grieg Seafood Rogaland as.

På lokalitet Lauplandsholmen har det vært drift siden 2000. Anlegget har ligget i nåværende posisjon i 5 år. Det har tidligere blitt utført en MOM C-undersøkelse (Heggøy og Johansen, 2008). Lokaliteten ble vurdert til å være påvirket (lokalitetstilstand 3), men likevel god, da det på prøvetidspunktet med høy belastning likevel ikke samlet seg slam på bunnen under anlegget. Det har også blitt utført fire MOM B undersøkelser på Lauplandsholmen, den første i 2006 (Børsheim 2006). Lokaliteten fikk da tilstand 2 ved full belastning. I 2010 fikk lokaliteten også tilstand 2 (Børsheim 2010), mens undersøkelsen i 2011 konkluderte med lokalitetstilstand 1 (Ensrud og Thommassen, 2011). Ved den siste gjennomførte MOM B undersøkelsen, i oktober 2012, fikk Lauplandsholmen lokalitetstilstand 2-god (Torvanger og Lygre, 2012). Det er gjort to strømmålinger ved anlegget i 2012. 5m og 15m i april og spredningsstrøm (69m dyp) og bunnstrøm (100m dyp) i desember. På 5 meters dyp hadde vannstrømmen en klar definert retning og en forflytting av vannmasser (relativ vannfluks), mot sør med en hastighet på 5 km pr. døgn (Vassdal og Heggøy, 2012). Gjennomsnittlig strøm var her 8,6 cm/s. På 15 meter var den relative vannfluksen i perioden i sør-sørvestlig retning, og man hadde en total forflytning på rundt 90 km i sør- sørvestlig retning. Gjennomsnittlig strøm var her 3,4 cm/s (Vassdal og Heggøy, 2012). De høyeste strømhastighetene for spredningsstrømmen ble registrert til å gå i sørvestlig og nordøstlig retning. Vanntransporten ble anslått til å ligge rundt 1,9 km i øst-nordøstlig retning. pr. dag i 69 meters dyp. Gjennomsnittlig strøm var her 2,2 cm/s (Vassdal, 2013). Bunnstrømmen ble estimert til å ha et teoretisk snitt i transport på rundt 0,2 km i nordvestlig retning pr. dag i 100 meters dyp. Gjennomsnittlig strøm var her 1,3 cm/s (Vassdal, 2013).

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdene rundt oppdrettsanlegget. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og avdekke eventuelle endringer i resipienten, 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 Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Grieg Seafood Rogaland AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research 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 Undersøkelsesområdet**

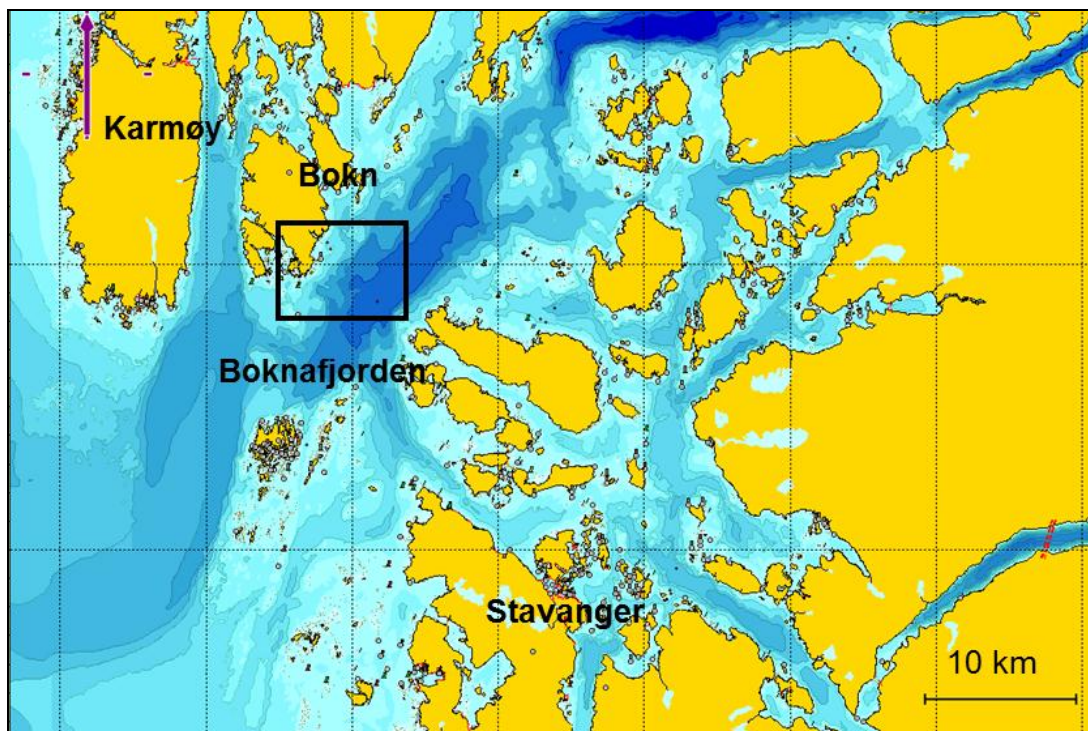
Lokaliteten ligger i Boknafjorden sør for Bokn (Figur 2.1 og 2.2). Bunnen under oppdrettsanlegget var forholdsvis flat. Dybden under anlegget ligger på rundt 100 m. Fjorden utenfor lokaliteten skrår ned mot dypet av Boknafjorden på 580m.

### **2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder**

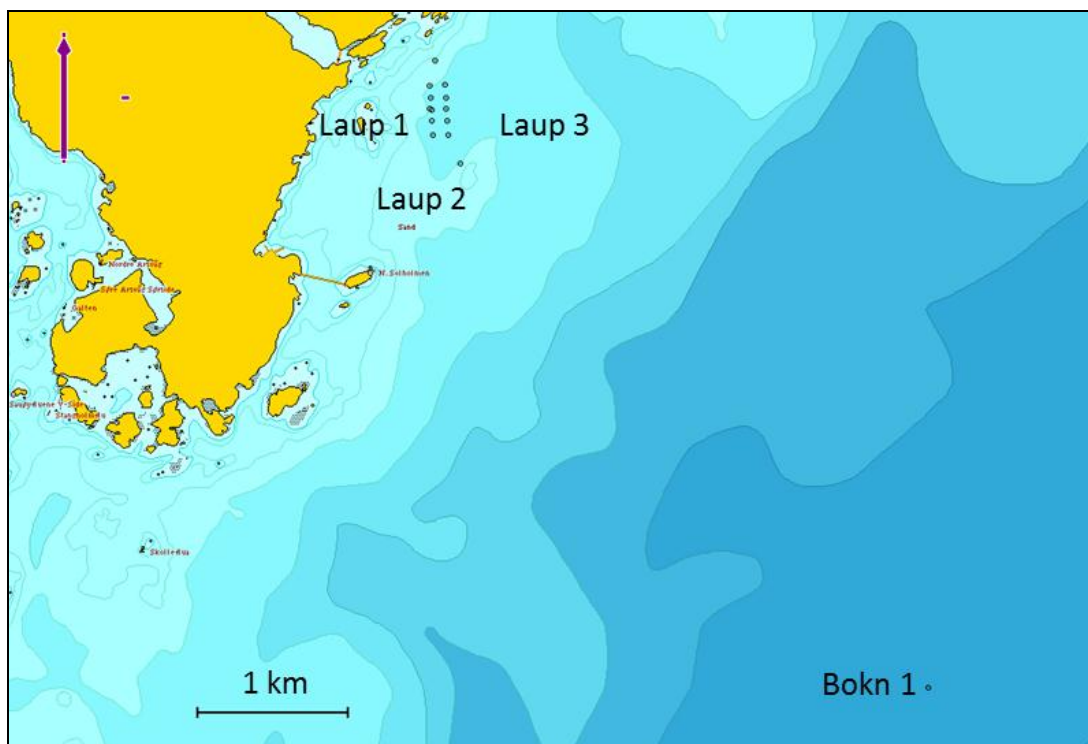
Prøveinnsamlingene ble gjort 17. og 19. oktober 2012. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner ved anlegget (Figur 2.3 og 2.4). Nærsonen er lokalisert på vestsiden av anlegget. Da de foreligger nyere data fra fjernsonen til Laupandsholmen (Hadler-Jacobsen og Johannessen 2012.), ble det i samråd med fylkesmannen i Rogaland besluttet å ta prøver fra to stasjoner i overgangssonen til anlegget. Fjernstasjonen Bokn 1 viste gode forhold 13. oktober 2011: Oksygenivået ved sjøbunnen lå i tilstandsklasse I – meget god, kobber, sink og fosfornivået var lavt og bunnfaunen på denne stasjonen ble klassifisert til tilstandsklasse I. Stasjonene i overgangssonen er Laup 2 som ligger sør for anlegget og Laup 3 lokalisert øst for anlegget (Figur 2.3 og 2.4). For Laup 1 og Laup 2 foreligger det historiske data fra en MOM C-undersøkelse utført i 2008 (Heggøy og Johansen, 2008) og årets data vil bli sammenlignet med disse. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1 Båtfører Bjarte Espevik



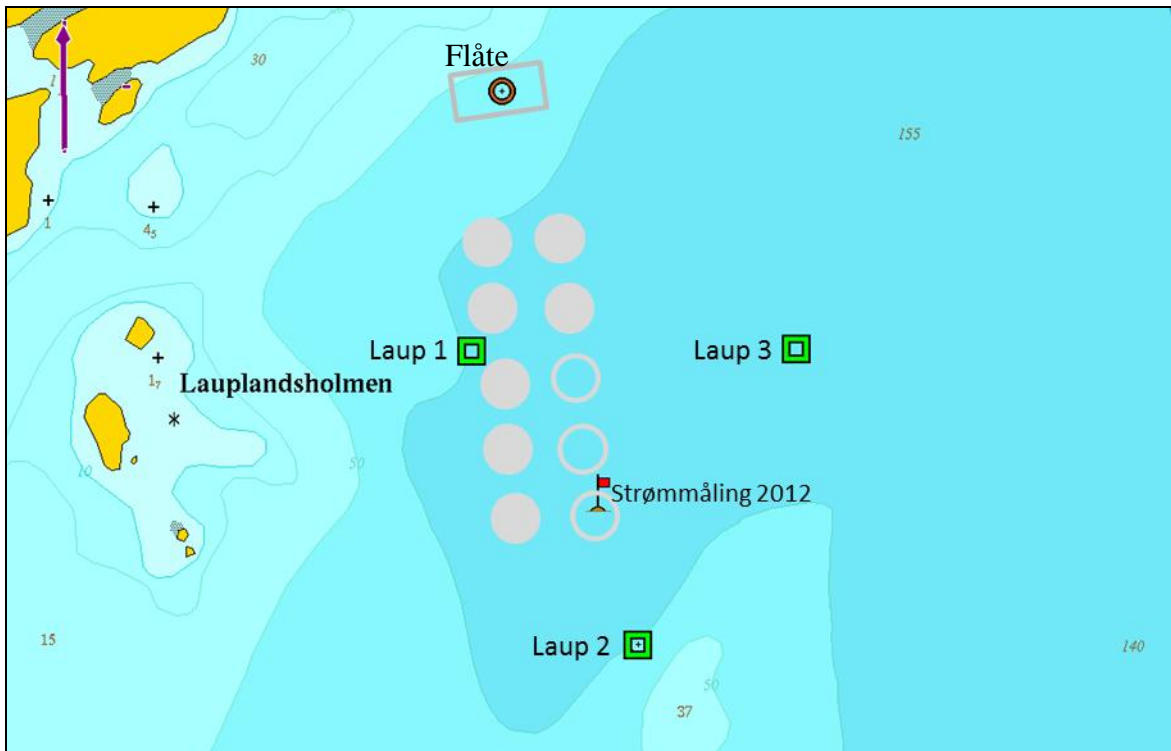
fra Kvitsøy Sjøtjenester førte båten Scallop. Prøvetakingen ble utført av Frøydis Lygre og Stian E. Kvalø fra SAM-Marin.



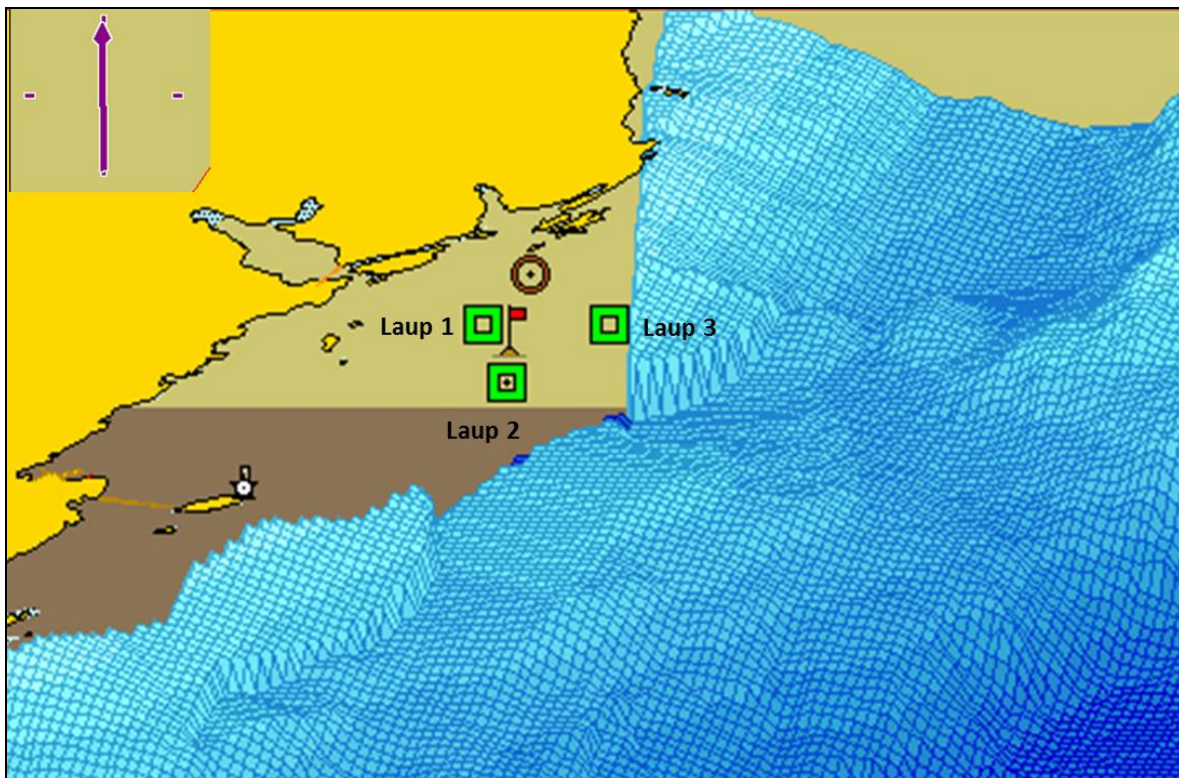
**Figur 2.1.** Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Lauplandsholmen avmerket. Firkant viser kartutsnittet for Figur 2.2. Kartkilde: Olex.



**Figur 2.2.** Utsnitt av Boknafjorden som viser referansestasjonen (Bokn 1) fra 2011 i dybde og stasjonene ved anlegget. Eksakt plassering av er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.



**Figur 2.3.** Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjonerstasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



**Figur 2.4.** Topografisk kart med prøvestasjonerstasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 17. oktober 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Laup 1 17.10.2012	Lauplandsholmen 59° 10,757'N 05° 28,281'Ø	95	1	2,0	Kjemi og geologi
			2	2,0*	Biologi
			3	2,8*	Biologi Nærsone Siktedyp: 7m Silt med småstein og skjellrester Noe lukt (svovel)
Laup 2 17.10.2012	Lauplandsholmen 59° 10,561'N 05° 28,495'Ø	104	1	8	Kjemi og geologi
			2	7	Biologi
			3	9	Biologi Siktedyp: 7m Overgangssone Grågrønn silt, mye stein
Laup 3 17.10.2012	Hestholmen 59° 10,758'N 05° 28,703'Ø	132	1	9	Kjemi og geologi
			2	6	Biologi
			3	8	Biologi Siktedyp: 8m Ny overgangssone Grågrønn silt, mye stein

\*Ikke akkreditert. Underkjent hugg (pga. < 3 liter sediment i grabben).

### 2.2.1 Sediment

Det ble tatt ut prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra 1. hugg på hver stasjon. Prøver for kjemiske analyser ble tatt fra samme hugget.

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.

### **2.2.2 Kjemiske analyser**

Det ble tatt ut prøve fra 1. hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameterne. Analysene ble utført av Eurofins AS, akkrediteringsnummer Test 003 (Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg) akkrediteringsnummer D-PL-14081-01-00). 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 KLIF's 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.

### **2.2.3 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 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. Sedimentvolumet 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> van Veen 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.

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-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.

Direktoratsgruppa 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 klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Når bunndyr brukes i klassifisering av lokaliteten benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) og Hulberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) for å beskrive artsmangfold. Ømfintlighet beregnes ved indeksene ISI og AMBI. ISI er en indeks som begrenset verdi siden den ikke tar hensyn til antallet individer. Dette betyr at en prøve med ett individ *Capitella capitata* får samme indeks som en prøve med 10.000 individer. NQI1 og NQI2 er sammensatte indekser som i tillegg til artsmangfoldet også tar hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er å tilstede i prøvene. Tabell 2.5 oppsummerer klassifiseringen ved hjelp av de ulike indeksene. For en grundigere gjennomgang, se Vedlegg 1. 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. 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 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). I generelt vedlegg presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. 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.

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

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært 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		>4,0	4-3	3-2	2-1	<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
	ES <sub>100</sub>	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	ISI	01:2009		>8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2
	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°C

**Tabell 2.3** Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minst 20 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.</li> </ul>
Miljøtilstand 2 (god)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5-19 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.</li> </ul>
Miljøtilstand 3 (dårlig)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 til 4 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup></li> </ul>
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingen makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> </ul>



### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Lauplandsholmen startet produksjonen i 2000. Anlegget har lagt i nåværende posisjon ca. 5 år og består av 6 ringer på 160 meter og 1 ring på 120 meter. Det er produksjon i anleggets vestsida samt to ringer nord-øst i anlegget, markert med grått i figur 2.3. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (17-19 oktober 2012) var ca. 3000 tonn. Lauplandsholmen lå brakk i perioden januar til mars 2012. Fisken er vår-fisk fra i år. Tabell 2.4 angir Fôrforbruk og produksjon i tonn de siste årene.

**Tabell 2.4.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Lauplandsholmen de siste 3 år:

År	Utfôret mengde	Produsert mengde
Pr 19. Okt 2012	5043 t	3320 t
2011	1564 t	1190 t
2010	4298 t	4895 t
2009	2014 t	1809 t

## 3 RESULTATER OG DISKUSJON

### 3.1 Sediment

Resultatene fra sediment-undersøkelsene fra 2012 er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

**Tabell 3.1.** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sediment prøver fra stasjonene ved Lauplandsholmen i 2012 og 2008.

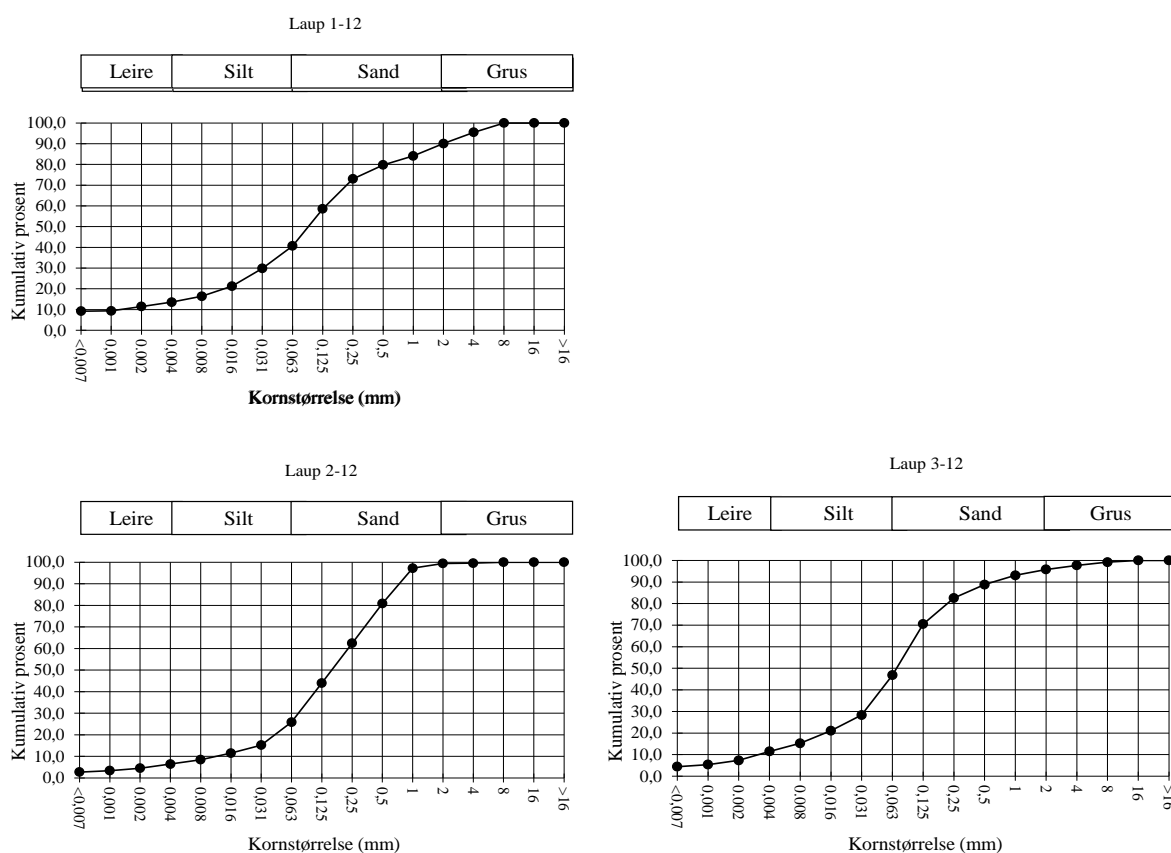
Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Laup1</b>	<b>2012</b>	<b>95</b>	<b>22,0*</b>	<b>14</b>	<b>27</b>	<b>41</b>	<b>49</b>	<b>10</b>
Laup 1	2008	99	5,93	3,2	7,7	10,9	73,1	15,9
<b>Laup 2</b>	<b>2012</b>	<b>104</b>	<b>5,9*</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>74</b>	<b>1</b>
Laup 2	2008	107	4,25	5,5	13,3	18,8	50,1	31,1
<b>Laup 3</b>	<b>2012</b>	<b>132</b>	<b>6,6*</b>	<b>11</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>49</b>	<b>4</b>

\*ikke akkreditert pga. avvik knyttet til analysemetoden på analysetidspunktet.

Sedimentet ved nærstasjonen Laup 1 inneholdt 10 % grus, 49 % sand, 27 % silt og 14 % leire. Sedimentet på Laup 3 inneholder 4 % grus, 49 % sand og 35 % leire og silt. Laup 2 i overgangssonen rundt anlegget hadde et mer grovkornet sediment med mest sand (74 %). Sammenlignet med kornfordelingsprofilen i 2008 ser man en endring med høyere andel finfraksjon (leire og silt) spesielt for Laup1. Dette kan forklares med at stasjonene ikke er tatt

på nøyaktig samme sted mellom de to årene grunnet f.eks. strøm ved prøvetaking/vanskelige prøvetakingsforhold.

På grunn av at det er knyttet avvik til analysemetoden ved analysetidspunktet kan ikke glødetapet rapporteres akkreditert, og det er dermed knyttet usikkerhet til resultatet. På nærstasjonen, Laup 1, er glødetapet høyt (22,0 %) og har økt betraktelig siden 2008 (5,9 %). Laup 2 og Laup 3 hadde et lavt organisk innhold på henholdsvis 5,9 % og 6,6 % og det organiske innholdet hadde ikke endret seg nevneverdig siden forrige undersøkelse (4,2 % i 2008 på Laup 2).



**Figur 3.2.** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene undersøkt ved Lauplandsholmen i 2012.

## 3.2 Kjemi

### Sediment analyser

Tabell 3.2 oppsummerer de kjemiske parameterne analysert ved denne MOM C undersøkelsen.

I nærsonen (Laup 1) ble det funnet svært høye verdier av kobber (1100 mg/kg, tilstandsklasse V -Svært dårlig). Kobberverdiene var høye også i 2008 (280 mg/kg, tilstandsklasse V-Svært dårlig) og kobberinnholdet har dermed steget betraktelig og årets verdi er flere ganger høyere enn grenseverdien til den dårligste tilstandsklassen. Sink verdiene (390 mg/kg) var moderate og havner i tilstand III. Fosfor inngår ikke i KLIF's og vanndirektivets veiledere, men sammenlignet med andre MOM-C undersøkelser var verdiene like ved anlegget forhøyede. Den målte verdien av TOC normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure *et. al*, 1993). TOC verdiene for denne stasjonen (76,7 mg/g) tyder på store mengder organisk materiale og ligger godt over grenseverdien for tilstandsklassen V. Dette er i samsvar med glødetapet for denne stasjonen, som også angir en høy andel organisk materiale.

Verdiene av metaller i overgangssonen sør for anlegget (Laup 2) og i overgangssonen øst for anlegget (Laup 3) var lave og får tilstandsklassen I (Meget god). Fosforverdiene var normale sammenlignet med andre MOM C undersøkelser. Verdiene for totalt organisk karbon (TOC) var normale og havner i tilstandsklassen II-god. Dette samsvarer med glødetapet for stasjonene som kan betegnes som lavt. Vi ser ingen vesentlige endringer på Laup 2 i forhold til tidligere målte verdier.

**Tabell 3.2.** Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne 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	År	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	T.kl.	Sink (mg/kg)	T.kl.	Normalisert TOC (mg/g)	T.kl.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
<b>Laup 1</b>	<b>2012</b>	<b>95</b>	<b>1 100</b>	<b>V</b>	<b>390</b>	<b>III</b>	<b>76,7</b>	<b>V</b>	<b>10</b>	<b>64,8</b>
Laup 1	2008	99	280	V	100	I	39,0	IV	5	59,8
<b>Laup 2</b>	<b>2012</b>	<b>104</b>	<b>19</b>	<b>I</b>	<b>67</b>	<b>I</b>	<b>26,3</b>	<b>II</b>	<b>1</b>	<b>69,7</b>
Laup 2	2008	107	6	I	55	I	23,2	II	0,84	70,1
<b>Laup 3</b>	<b>2012</b>	<b>132</b>	<b>20</b>	<b>I</b>	<b>88</b>	<b>I</b>	<b>26,3</b>	<b>II</b>	<b>1,2</b>	<b>61,9</b>

### Måling av pH og Redokspotensialet (E<sub>h</sub>)

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.

Målingene av pH og E<sub>h</sub> plasserte alle tre stasjonene i beste tilstand i henhold til parameterne i gruppe II i MOM-B standarden (Tabell 3.4).

**Tabell 3.3.** Målte pH og E<sub>h</sub> verdier i sedimentet fra de tre undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/E<sub>h</sub> verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon	pH	E <sub>h</sub>	pH/E <sub>h</sub> poeng	Tilstand
<b>Laup 1 2012</b>	<b>7,75</b>	<b>-93</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Laup 1 2008	7,5	87	1	1
<b>Laup 2 2012</b>	<b>7,5</b>	<b>206</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Laup 2 2008	7,3	204	1	1
<b>Laup 3 2012</b>	<b>7,67</b>	<b>182</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

### 3.3 Bunndyr

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

Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskremer) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre til at sedimentet og vannet over bunnen blir oksygenfattig, eller helt uten oksygen, og det kan dannes hydrogen sulfid. Uten oksygen kan det ikke leve dyr i bunnsedimentet. Svake bunnstrømmer i området vil være medvirkende til opphopning av organisk materiale. Gode strømforhold kan medvirke til spredning og raskere omsetning av organisk stoff.

Grabbhuggene på Laup 1 inneholdt mindre enn 3 liter sediment og kan ikke rapporteres som akkrediterte. Vår vurdering er at prøvene likevel gir et representativt bilde av samfunnet og miljøforholdene ved stasjonen. I de biologiske analysene av bunndyrsprøvene fra nærsone (Laup 1) er arten *Mytilus edulis* (blåskjell) som er en hardbunnsart, er tatt ut siden disse etter all sannsynlighet stammer fra anlegget. På Laup 1 like ved anlegget ble det funnet 4 arter med til sammen 18 individer. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 1,22 som gir tilstandsklasse «dårlig» og en Hulberts diversitetsindeks (ES<sub>100</sub>) på 3,00 som gir tilstandsklasse «svært dårlig». Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1:

0,37) og NQI2: 0,30) gir stasjonen tilstandsklasse «dårlig». AMBI-verdiene (ømfintlighet) antyder at faunen på Laup 1 er «svært forstyrret». Det resterende samfunnet bestod av kun fire arter børstemark: 9 individer av *Capitella capitata*, 7 individer av *Galathowenia oculata*, ett individ av *Phyllodoce mucosa* i tillegg til ett individ av slekten *Paraonis*. Ved årets undersøkelse finner man et svært artsfattig samfunn. Sammenlignet med resultatene fra bunndyranalysene i 2008 ser man en stor nedgang i antall av *Capitella capitata*. Dette er en art som ofte finnes i store mengder i områder som blir tilført mye organisk materiale, men når forholdene blir for dårlige vil også denne arten forsvinne.

Plottet med de geometriske klassene viser også dårlige forhold på stasjonen (Figur 3.3). MOM klassifiseringen gir stasjonen miljøtilstand 3-dårlig.

I overgangssonen sør for anlegget (Laup 2), ble det funnet hele 110 arter med til sammen 5750 individer. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) på 2,95 som gi tilstandsklasse «Moderat» og en Hulberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) på 21,53 som gir tilstandsklasse «God». Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1: 0,70) og NQI2: 0,54) gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse «God». AMBI-verdiene (ømfintlighet) antyder at faunen på Laup 2 er «Noe forstyrret». Børstemarken *Galathowenia oculata* var den mest tallrike arten med 3445 individer og dominerer med cirka 60 % av det totale individantallet. Blant de andre ti mest tallrike artene fant man også fem børstemark, tre skjell og en slangestjerne. Sammenlignet med resultatene fra 2008 så har man også i år et forholdsvis høyt både individantall og artsantall. Diversiteten har gått ned, noe som skyldes at en art dominerer samfunnet. Totalt sett har stasjonen gått fra «Svært god» til «God». De geometriske klassene angir gode forhold på Laup 2. MOM klassifiseringen gir stasjonen miljøtilstand 1-meget god.

I overgangssonen øst for anlegget (Laup 3), ble det funnet et svært høyt antall arter, hele 125 arter med til sammen 2371 individer. Dette ga en høy Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) på 5,06 og en tilsvarende høy Hulberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) på 35,93. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1: 0,80) og NQI2: 0,79) var også høye. Alle indeksene gir stasjonen beste tilstandsklasse «Svært god». De geometriske klassene støtter opp om dette. AMBI-verdiene (ømfintlighet) antyder derimot at faunen på Laup 3 er «Noe forstyrret». Børstemarken *Paramphinome jeffreysii* var den mest tallrike arten med 416 individer. Man har på denne stasjonen et relativt jevnt fordelt samfunn med tanke på individantall ( $J$ : 0,76) og *Paramphinome jeffreysii* utgjør ca. 18 % av det totale



individantallet. Blant de andre ti mest tallrike artene fant man også tre børstemarkar, fire skjell, en og en pølseorm. MOM klassifiseringen gir stasjonen miljøtilstand 1-meget god.

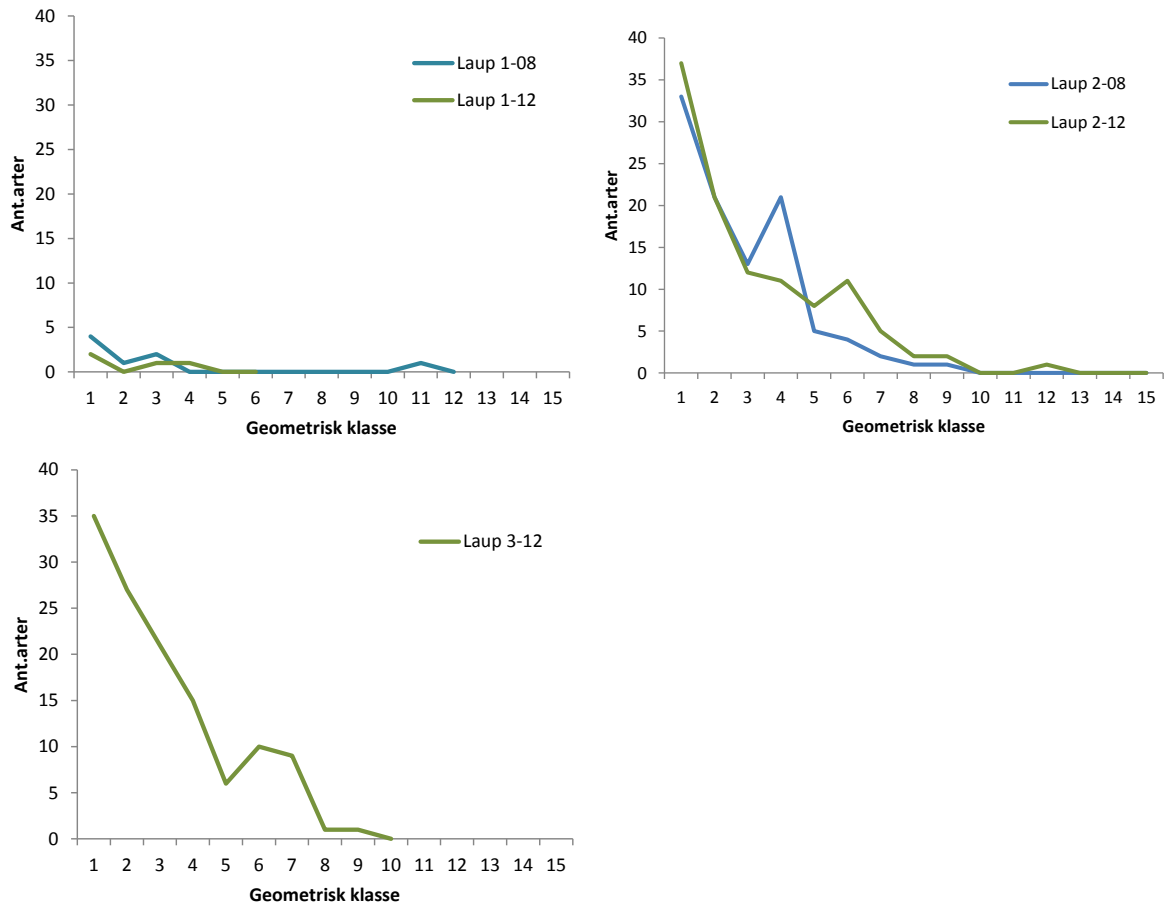
Begge stasjonene i overgangssonen har meget høyt artsantall. Dette skyldes trolig en påvirkning fra anlegget.

De multivariate analysene (Figur 3.4 og 3.5) viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon. Man ser også at overgangssonene (Laup 2 og Laup 3) er mer like hverandre enn stasjonen i nærsonen. MDS-diagrammet viser at det har vært en relativt stor endring i faunasammensetningen fra 2008 til 2012 på både Laup1 og Laup 2.

**Tabell 3.4:** Antall individer, arter, diversitet (H' og ES<sub>100</sub>), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI/ISI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt for hver stasjon og gjennomsnittet for stasjonen. KLIF tilstandsklasser: Blå: svært god, Grønn: god, Gul: Moderat, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel). MOM tilstandsklasser: 1: meget god, 2: god, 3: dårlig, 4: meget dårlig. Firkant angir tallmateriale brukt i MOM klassifisering.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES <sub>100</sub>	ISI	AMBI	KLIF TK	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
Laup 1-12	2	12	3	1,19	0,30	0,24	3,00	3,5	5,00		0,75	1,58	3
	3	6	3	1,25	0,44	0,35	3,00	2,5	3,50		0,79	1,58	
	Sum	18	4	1,49	-	-	4,00	-	-	-	0,75	2,00	
	Snitt	9	3	1,22	0,37	0,30	3,00	3,0	4,25		0,77	1,58	
Laup 1-08	1	812	7	0,14	0,26	0,09	2,301	-	5,97		0,05	2,81	3
	2	999	5	0,07	0,23	0,08	1,645	-	5,98		0,03	2,32	
	Sum	1811	8	0,11	-	-	1,946	-	-	-	0,04	3,00	
	Snitt	905,5	6	0,11	0,24	0,08	1,973	-	5,98		0,04	2,56	
Laup 2-12	2	2376	89	3,12	0,70	0,56	22,5	8,98	2,81		0,48	6,48	1
	3	3374	83	2,77	0,69	0,53	20,56	8,47	2,81		0,43	6,38	
	Sum	5750	110	2,94	-	-	21,52	-	-		0,43	6,78	
	Snitt	2875	86	2,95	0,70	0,54	21,53	8,72	2,81	God	0,46	6,43	
Laup 2-08	1	521	78	4,82	0,76	0,72	36,65	-	2,50		0,77	6,29	1
	2	903	75	4,04	0,71	0,64	28,82	-	2,81		0,65	6,23	
	Sum	1424	101	4,49	-	-	32,43	-	-	Svært	0,67	6,66	
	Snitt	712	76,5	4,43	0,74	0,68	32,73	-	2,66	god	0,71	6,26	
Laup 3-12	2	1323	101	4,96	0,81	0,79	35,37	9,65	1,68		0,75	6,66	1
	3	1048	95	5,15	0,79	0,79	36,5	9,62	2,00		0,78	6,57	
	Sum	2371	125	5,14	-	-	36,37	-	-	Svært	0,74	6,97	
	Snitt	1185,5	98	5,06	0,80	0,79	35,93	9,63	1,84	god	0,76	6,61	

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



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

**Tabell 3.5.** De ti mest tallrike artene på hver stasjon. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av totalt antall individer for bunnstasjonene.

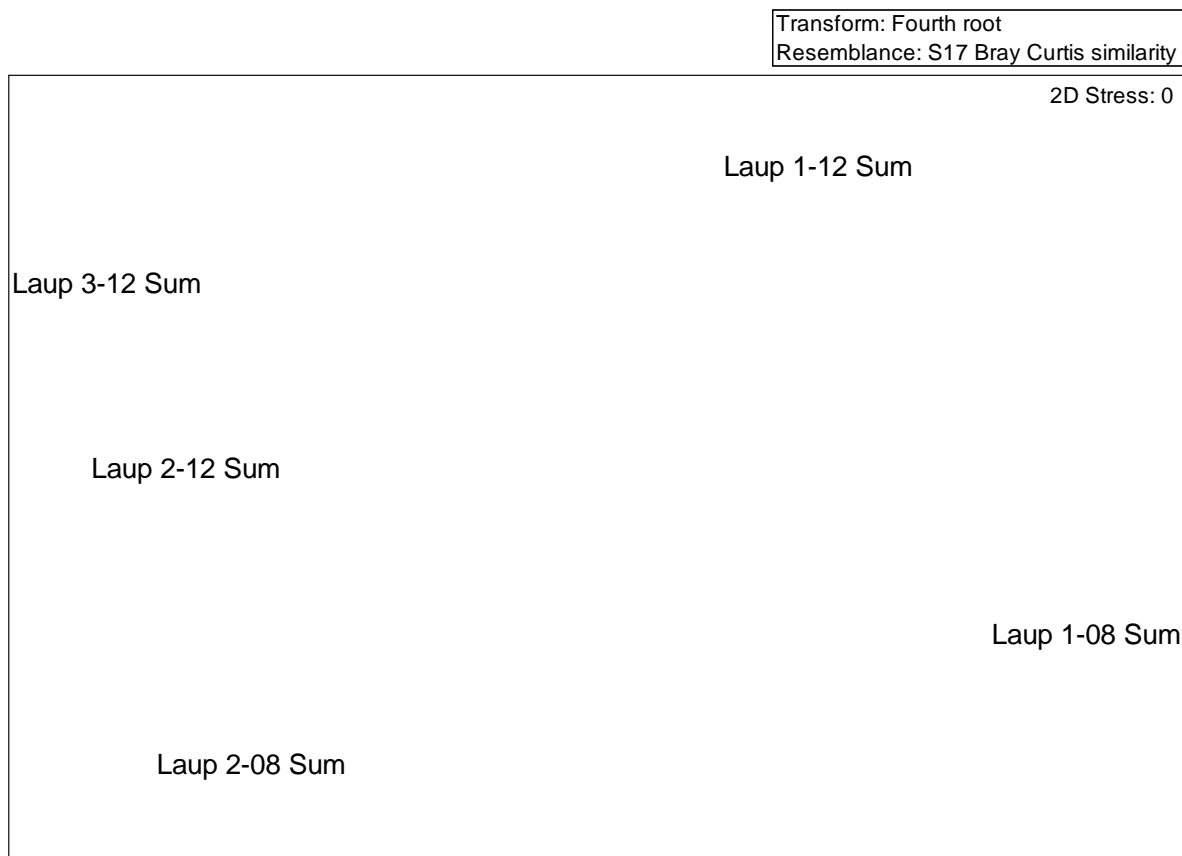
Laup 1-12	0,2 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	9	50,0	50,0
<i>Galathowenia oculata</i>	7	38,9	88,9
<i>Paraonis</i> sp.	1	5,6	94,4
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	5,6	100,0

Laup 1-08	0,2 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1792	99,1	99,1
<i>Palpiphitime lobifera</i>	7	0,4	99,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	6	0,3	99,8
<i>Exogone</i> sp.	1	0,1	99,8
<i>Malacoceros fuliginosa</i>	1	0,1	99,9
<i>Rissoa parva</i>	1	0,1	99,9
<i>Mytilus edulis</i>	1	0,1	100

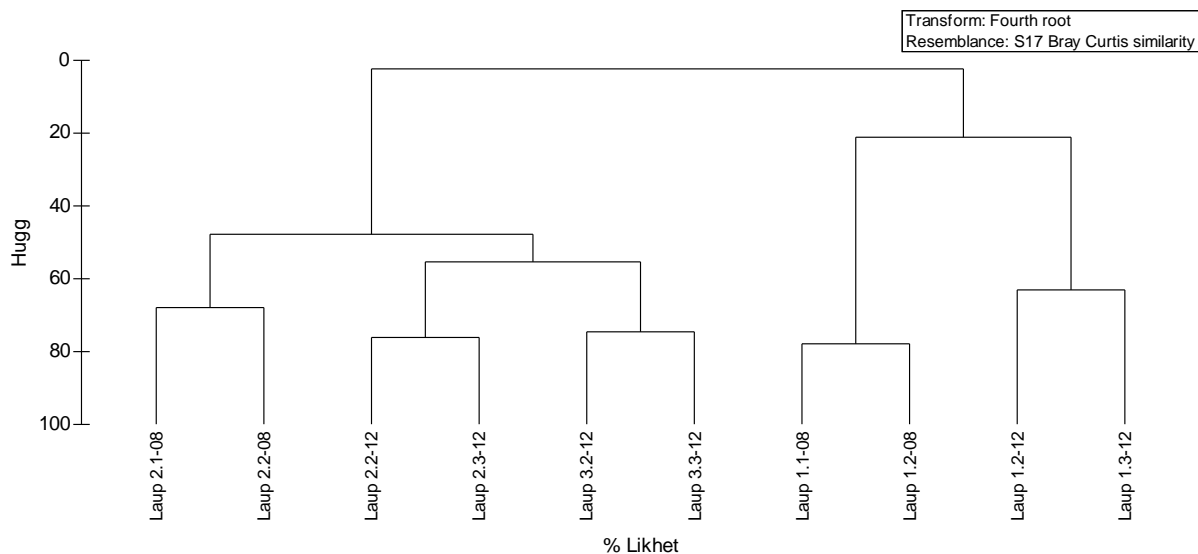
Laup 2-12	0,2 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %
<i>Galathowenia oculata</i>	3445	59,9	59,9
<i>Thyasira sarsii</i>	321	5,6	65,5
<i>Polydora</i> spp.	285	5,0	70,5
<i>Amphiura filiformis</i>	225	3,9	74,4
<i>Nucula nucleus</i>	160	2,8	77,1
<i>Maldanidae</i> indet.	86	1,5	78,6
<i>Myriochele danielsseni</i>	73	1,3	79,9
<i>Spiophanes kroyeri</i>	68	1,2	81,1
<i>Thyasira flexuosa</i>	68	1,2	82,3
<i>Lumbrineridae</i> indet.	67	1,2	83,4

Laup 2-08	0,2 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %
<i>Galathowenia oculata</i>	420	29,5	29,5
<i>Chaetozone</i> sp.	148	10,4	39,9
<i>Polydora</i> sp.	116	8,1	48,0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	105	7,4	55,4
<i>Spiophanes kroyeri</i>	47	3,3	58,7
<i>Owenia borealis</i>	41	2,9	61,6
<i>Nucula nucleus</i>	40	2,8	64,4
<i>Paramphitrite tetrabanchia</i>	32	2,2	66,6
<i>Pectinaria auricoma</i>	25	1,8	68,4
<i>Glycera lapidum</i>	22	1,5	69,9
<i>Polycirrus medusa</i>	22	1,5	71,5

Laup 3-12	0,2 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	416	17,5	17,5
<i>Nucula nucleus</i>	210	8,9	26,4
<i>Amythasides macroglossus</i>	102	4,3	30,7
<i>Aphelochaeta</i> sp.	97	4,1	34,8
<i>Abra nitida</i>	91	3,8	38,6
<i>Amphiura chiajei</i>	89	3,8	42,4
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	89	3,8	46,1
<i>Thyasira sarsii</i>	82	3,5	49,6
<i>Melinna albicincta</i>	76	3,2	52,8
<i>Yoldiella philippiana</i>	75	3,2	56,0



**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2008 og 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



**Figur 3.5:** Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i 2008 og 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 en oppdrettslokalitet ved Lauplandsholmen i Boknafjorden, Bokn kommune i oktober 2012. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført i oktober 2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget og to i overgangssonen til anlegget. På stasjon ved anlegget, var det en svak fórlukt av sedimentet. Det er tidligere utført en MOM-C undersøkelse (Heggøy og Johansen, 2008) og fire MOM B undersøkelser (Børsheim, 2006 og 2010, Hestetun og Ensrud 2011, og Torvanger og Lygre 2012) ved lokaliteten. Strømmålinger på lokaliteten viser at man har en relativt sterk sørlig strøm på 5 meters dybde og middels sterk strøm i sørvestlig retning på 15 meters dybde (Vassdal og Heggøy 2012), Spredningstrømmen er middels og dreier øst-nordøstlig retning. Bunnstrømmen er noe svak og har en nordvestlig retning (Vassdal 2013).

På begge stasjonene i overgangssonen var glødetapet lavt og de kjemiske parameterne (kobber og sink) kommer ut i beste tilstandsklasse. Fosforverdiene var lave. Sedimentet på stasjonene var dominert av sand og hadde et relativt lavt innhold av organisk materiale. Etter KLIF klassifiseringen har stasjon Laup 2 har gått fra tilstandsklasse I i 2008 til tilstandsklasse II 2012. Både Laup 2 og Laup 3 får miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standarden. Bunndyrssamfunnet var meget artsrikt og artssammensetningen viser at man har noe påvirkning (gjødsling) fra anlegget.

Innholdet av kobber var høyt like ved anlegget og fikk tilstandsklasse V (Svært dårlig). Denne stasjonen fikk også tilstandsklasse V for kobber i 2008. Siden da har kobberinnholdet har dermed steget betraktelig. Årets verdi er flere ganger høyere enn grenseverdien til den dårligste tilstandsklassen. Sinkverdiene var moderate. Fosfor inngår ikke i KLIF's og vanndirektivets veiledere, men sammenlignet med andre MOM-C undersøkelser var verdiene like ved anlegget forhøyede. Både lukt av sedimentet, TOC og glødetapet angir en høy andel organisk materiale. Artssammensetningen, diversitetsindeksene og geometriske klassifisering viser at det var dårlig forhold på stasjonen i nærsone. MOM klassifiseringen gir stasjonen miljøtilstand 3-dårlig. Ved årets undersøkelse finner man en svært individ- og artsfattig bunnfauna. Sammenlignet med resultatene fra bunndyranalysene i 2008 ser man en stor nedgang i antall av *Capitella capitata* (9 individer i 2012 mot 1792 individer i 2008). Dette er



en art som normalt trives i områder som blir tilført mye organisk materiale. Når man finner så få dyr som på denne stasjonen, så kan det tyde på dårlige miljøforhold.

I 2008 ble lokaliteten vurdert til å være en god lokalitet da slam ikke så ut til å akkumuleres på havbunnen under anlegget til tross for at stasjonen fikk en dårlig tilstandsklasse.

Årets undersøkelse viser at man nå ser at driften påvirker miljøforholdene på bunnen. Dette vises spesielt ved de forhøyede kobberverdiene, høyt organisk innhold og et svært artsfattig bunndyrssamfunn. Den negative påvirkningen synes imidlertid å være lokal, da overgangssonene viser gode miljøforhold.

Vår anmodning er at bunnforholdene ved Lauplandshomen bør overvåkes nøye i framtiden.

## **5 TAKK**

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt med speedsjarken «Scallop» og båtfører Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester. På toktet deltok Frøydis Lygre og Stian E. Kvalø fra SAM-Marin. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Lise Rikstad, Nargis Islam, Natalia Korbaleva, Ragna Tveiten og Ingrida Petrauskaite. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre, 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*.
- Børsheim, K. 2006. *MOM-B undersøkelse på lok. Lauplandsholmen i Bokn kommune august 2006*. Rapport 2006-71. Fiskehelse og Miljø AS (FoMAS)
- Børsheim, K. 2010. *Miljøundersøkelse (MOMB) ved lokaliteten Lauplandsholmen i Bokn kommune*. November 2010. Fiskehelse og Miljø AS (FoMAS). 16 s.
- Hadler-Jacobsen S. og Johannessen P. 2012. *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Hestholmen, Kvitsøy Kommune 2012*. SAM e-rapport nr. 20-2012. 50 s.
- Heggøy E og Johansen, P.O. 2008. *MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Lauplandsholmen i Boknafjorden, Bokn Kommune i 2008*. SAM e-Rapport 12-2008. 43 s.
- Hestetun, J. T. og Ensrud, T. M. 2011. *MOM B-undersøkelse ved Lauplandsholmen i Bokn kommune, oktober 2011*. SAM Notat 28 - 2011. 11 s.
- 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 4764. 1980. *Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter*. Norges Standardiseringsforbund.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. *Miljøovervåking av marine matfiskanlegg*. Norges Standardiseringsforbund.
- Torvanger R. og Lygre F. 2012. *MOM-B undersøkelse ved Lauplandsholmen i Bokn Kommune, oktober 2012*. SAM Notat 40-2012. 13 s.
- Vassdal, T og Heggøy, E. 2012 *Strømmåling ved lokalitet Lauplandsholmen, Grieg Seafood Rogaland AS, Bokn kommune 10.04-2012* SAM Notat 12-2012. 22 s.
- Vassdal, T. 2013 *Strømmåling ved lokalitet Lauplandsholmen, Grieg Seafood Rogaland AS, Bokn kommune Desember-2012* SAM Notat 03 – 2013. 23 s.

## 7 VEDLEGG

<b>Generell vedleggsdel.....</b>	<b>28</b>
<b><i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere. ....</i></b>	<b>36</b>
<b><i>Vedleggstabell 2. Benthos Artsliste.....</i></b>	<b>38</b>
<b><i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i></b>	<b>46</b>
<b><i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i></b>	<b>47</b>

## 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.

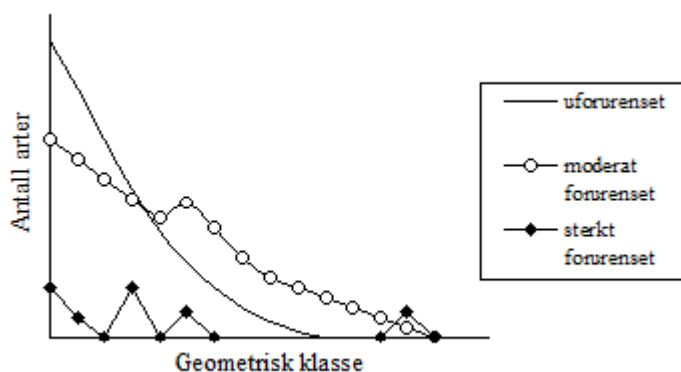
#### Geometriske klasser

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 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 toppe og nullverdier (Figur v1)

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

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



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

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. 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:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - \frac{(N - N_i)!}{((N - N_i - 100)! \cdot 100!)} \cdot \frac{N!}{((N - 100)! \cdot 100!)}$$

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 faunaekspert. 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 <sub>100</sub>	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 bløtubunnsfauna. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

	Tilstandsklasser				
	I	II	III	IV	V

Parametre		Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Svært dårlig
<b>Artsmangfold</b>	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
<b>bløtbunnsfauna</b>	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:

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

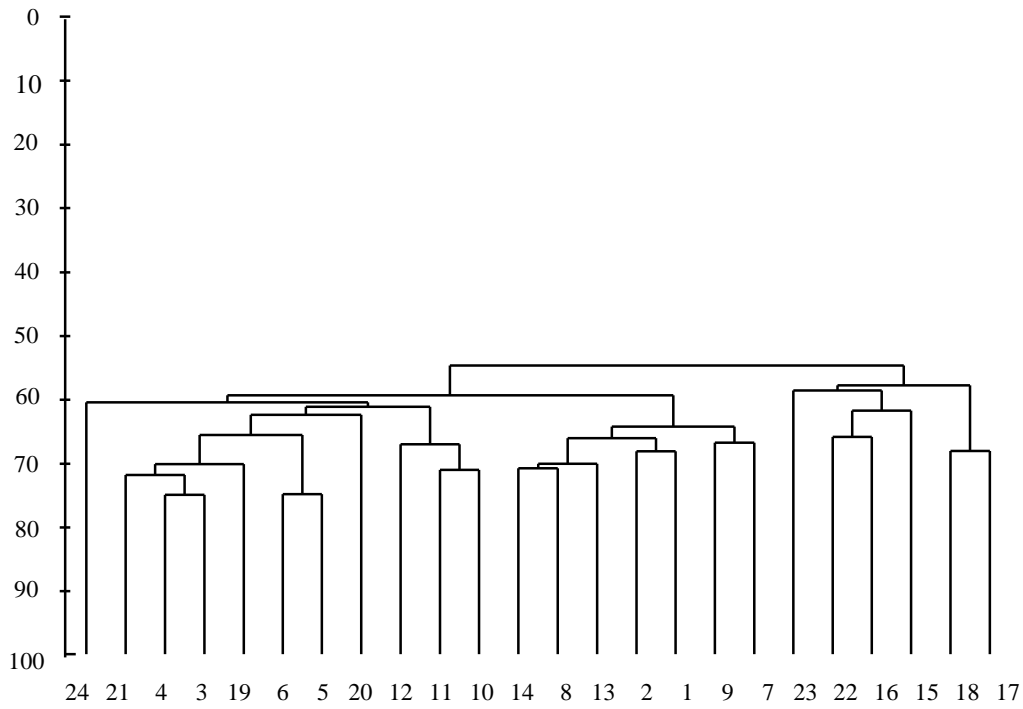
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:  $< 0,05$  = svært god presentasjon,  $< 0,1$  = god presentasjon,  $< 0,2$  = brukbar presentasjon,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

### Dataprogrammer

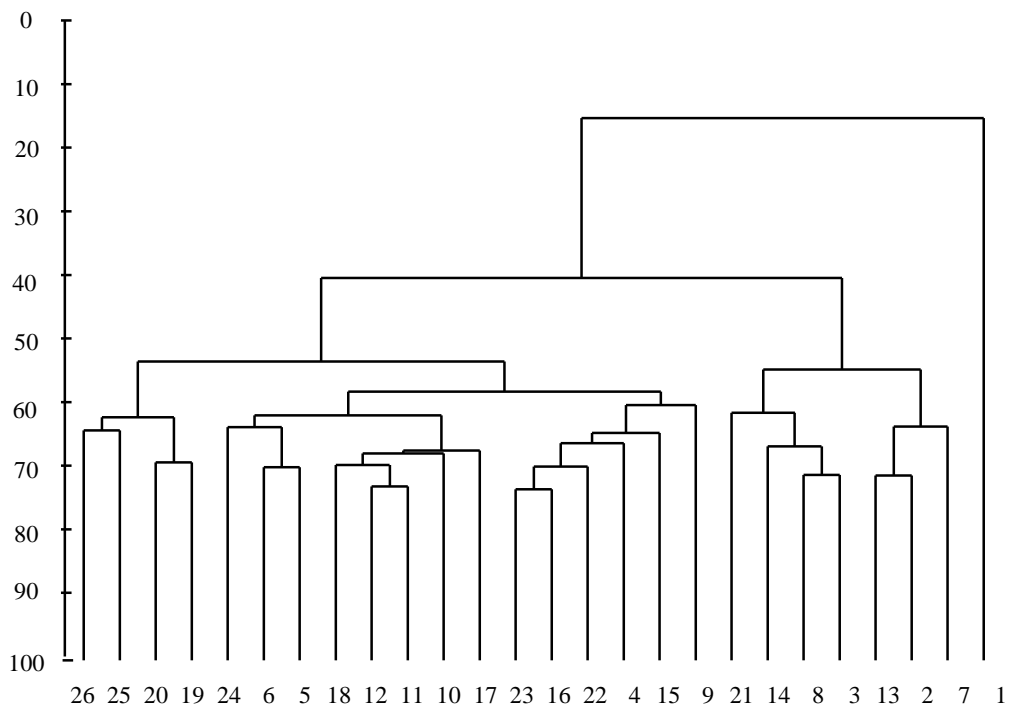
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ),  $H'$ -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro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

FAUNALIKHET

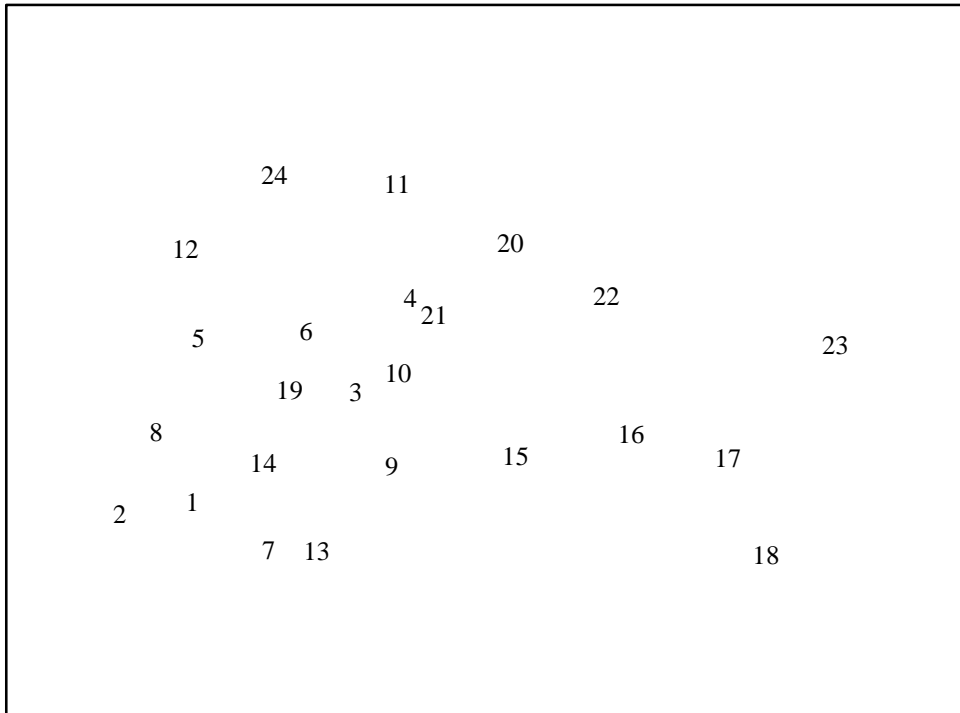


FAUNAFORSKJELL

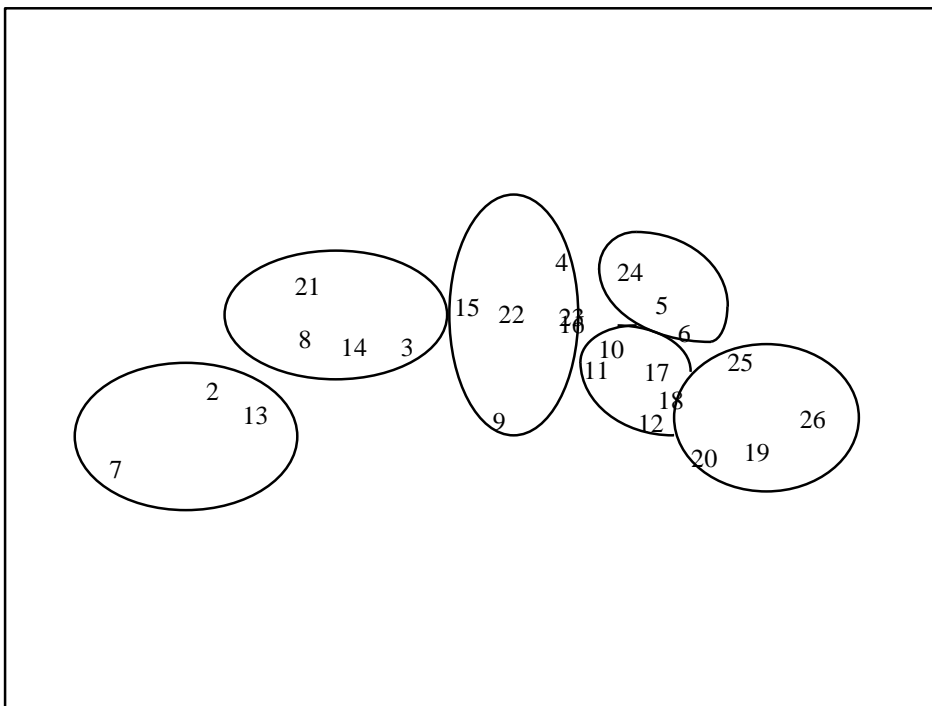


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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 parametere.**

Vedlegg SF-SAM-830.04

B1a

SAM-Marin

**PRØVESKJEMAET, B.1**

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS  
 Lokalitet: Lauplandsholmen  
 Lokalitetstype:

Dato: 17.10.2012  
 Konsesjonsnr: 11438

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr			Indeks
			Laup 1	Laup 2	Laup 3	
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A			
II	pH	verdi	7,75	7,50	7,67	
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	-304,00	-5,00	-29,00	
		+ ref. verdi	-93	206	182	
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	1	0	1	0,7
	Tilstand, prøve		1	1	1	
	Tilstand, gruppe II		1			
			Buffer temp: 11,8	Temp sjø: 12	Temp sediment: 11	
			pH sjø: 8,08	Eh sjø: 199	Ref. elektrode: 211	
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):						
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	
	Farge	Lys/Grå = 0		0	0	
		Brun/Sort = 2	2			
	Lukt	Ingen = 0		0	0	
		Nos = 2	2			
		Sterk = 4				
	Konsistens	Fast = 0		0	0	
		Myk = 2	2			
		Løs = 4				
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0				
1/4 ≤ v < 3/4 = 1		1				
v ≥ 3/4 = 2			2	2		
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0		
	2 - 8 cm = 1					
	! ≥ 8 cm = 2					
SUM			7	2	2	
Korrigert sum (*0,22)			1,54	0,44	0,44	0,8
Tilstand prøve			2	1	1	
Tilstand gruppe III			1			
Middelverdi gruppe II og III			1,27	0,22	0,72	0,7
Tilstand gruppe II og III			1			
pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	< 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

Korrekturlest: 28/1-13  
 dato

PTO  
 Sign.

RS  
 Sign.



**SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2**

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS

Dato: 17.10.2012

Lokalitet: Lauplandsholmen

Konsesjonsnr: 11438

**Lokalitetstype:**

Prøvetakingssted (nr)	Laup 1	Laup 2	Laup 3						
Dyp (m)	95	104	132						
Antall forsøk	9	6	3						
Bobling (l prøve)	N	N	N						
Primær-sediment	Grus	25 %	50 %						
	Skjellsand	25 %							
	Sand		80 %						
	Mudder								
	Silt	50 %	20 %	50 %					
	Leire								
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest: 28/1-13 dato      RT Sign.      RS Sign.

## Vedleggstabell 2. Benthos 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): Grieg Seafood Rogaland AS,  
Helgøy, N-4174 Helgøysund**  
**Prosjekt nr.: 804024**  
**Prøvetakingssted (område): Lauplandsholmen i Rogaland**  
**Dato for prøvetaking: 17/10-2012**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Krav til grabbvolum ikke overholdt.**  
**Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO 5667-19	Test 157	<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:7 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad  
Godkjent taksonom

SAM-Marin

s.1/7	Stasjon:	Laup 1-08	Laup 1-08	Laup 1-12	Laup 1-12	Laup 2-08	Laup 2-08
Artsliste	Hugg:	1. Hugg	2.Hugg	2.hugg*	3.hugg*	1. hugg	2. hugg
* PORIFERA indet.		+					+
* Hydrozoa indet.		+	+	+		+	+
<i>Penmatula phosphorea</i>							0/1
<i>Cerianthus lloydii</i>						0/4	0/4
<i>Edwardsia sp.</i>							5
* NEMERTINI indet.						3	7
* NEMATODA indet.		26	21	ca. 110	ca. 20	20	20
<i>Paramphinome jeffreysii</i>						60/6	34/5
Polynoidae indet.						3	
<i>Pholoe baltica</i>						5/4	2/2
<i>Chaetoparia nilssoni</i>							1
<i>Phyllodoce mucosa</i>				1			
<i>Eteone longa</i>							4
<i>Sige fusigera</i>							4
<i>Kefersteinia cirrata</i>						0/1	
Syllidae indet.						2	2
<i>Ehlersia cornuta</i>						1	
<i>Exogone sp.</i>		1				1	2
<i>Glycera alba</i>						2	
<i>Glycera lapidum</i>						3/6	8/5
<i>Goniada maculata</i>						1	
Lumbrineridae indet.						5	6
<i>Drilonereis filum</i>						1	
<i>Ophryotrocha lobifera</i>		3	4				
<i>Orbinia sertulata</i>							1
<i>Phylo norvegica</i>						0/2	
<i>Malacoceros fuliginosa</i>		1					
<i>Polydora sp.</i>						19	97
<i>Prionospio cirrifera</i>						4	4
<i>Prionospio fallax</i>						3	1
<i>Spiophanes kroyeri</i>						12/3	28/4
<i>Aricidea suecia</i>						2	1
<i>Paraonis sp.</i>					1	3	5
<i>Aphelochaeta sp.</i>						7	5
<i>Chaetozone cf. chriestie</i>							1
<i>Chaetozone sp.</i>						71	77
<i>Cirratulus cirratus</i>							1
<i>Diplocirrus glaucus</i>						2/2	4/1
<i>Ophelina acuminata</i>						1	
<i>Scalibregma inflatum</i>						3	
<i>Capitella capitata</i>		736/64	896/96	8	1		
<i>Heteromastus filiformis</i>		5	1			3	5/3
<i>Notomastus latericeus</i>						3/2	8/2
<i>Praxillella affinis</i>						3/2	13/1
Maldanidae indet.							1
<i>Galathowenia fragilis</i>							2
<i>Galathowenia oculata</i>				3	4	90	330
<i>Owenia borealis</i>						3/3	29/6

## SAM-Marin

s.2/7	Stasjon:	Laup 1-08	Laup 1-08	Laup 1-12	Laup 1-12	Laup 2-08	Laup 2-08
Artsliste	Hugg:	1. Hugg	2.Hugg	2.hugg*	3.hugg*	1. hugg	2. hugg
<i>Pectinaria auricoma</i>						3/1	16/5
<i>Ampharete lindstroemi</i>						1	
<i>Sabellides indet.</i>						1	7
<i>Sabellides octocirrata</i>							1/2
<i>Sosane sulcata</i>							1
<i>Amphicteis gunneri</i>						1/1	4/2
<i>Amythasides macroglossus</i>						6	4
<i>Eclysippe vanelli</i>						1	
<i>Samytha sexcirrata</i>						1	
<i>Amage auricula</i>						1/1	4/3
<i>Melinna elisabethae</i>						4/2	4
<i>Neoamphitrite affinis</i>						3	2
<i>Paramphitrite tetrabranchia</i>						11/3	6/12
<i>Eupolymnia nesidensis</i>						1/1	2/1
<i>Pista cristata</i>						2/1	1/2
<i>Lanice conchilega</i>							1
<i>Thelepus cincinnatus</i>						1	
<i>Streblosoma bairdi</i>						1	1/1
<i>Polycirrus medusa</i>						6/2	11/3
<i>Polycirrus norvegicus</i>						5/3	10/2
<i>Trichobranchus roseus</i>						1/4	4/1
<i>Terebellides stroemi</i>						1	1
<i>Hydroides norvegica</i>							1
<i>Sipuncula indet.</i>						1	1
* <i>Calanus finmarchicus</i>				2			
* <i>Philomedes globosus</i>							1
* <i>Eudorella truncatula</i>						1	2
* <i>Gnathia sp.</i>							1
* <i>Janira maculosa</i>						1	
* <i>Amphipoda indet.</i>						4	2
* <i>Caprellidae indet.</i>				1			
<i>Eriopisa elongata</i>							3
* PYCNOGONIDA indet.							1
<i>Caudofoveata indet.</i>						1	
<i>Leptochiton alveolus</i>						2	
<i>Leptochiton asellus</i>						3/2	1
<i>Ischnochiton albus</i>						6/2	2
<i>Iothia fulva</i>						0/1	
<i>Rissoa parva</i>			1				
<i>Euspira montagui</i>						2	1
<i>Epitonium trevelyanum</i>							1
<i>Polygireulima monterosatoi</i>							1
<i>Trophon barvicensis</i>						1	
<i>Acteon tornatilis</i>							2
<i>Cylichna umbilicata</i>						1	1
<i>Philine scabra</i>						2	
<i>Cylichna cylindracea</i>							1
<i>Nucula nucleus</i>						24/5	6/5

SAM-Marin

s.3/7	Stasjon:	Laup 1-08	Laup 1-08	Laup 1-12	Laup 1-12	Laup 2-08	Laup 2-08
Artsliste	Hugg:	1. Hugg	2.Hugg	2.hugg*	3.hugg*	1. hugg	2. hugg
<i>Ennucula tenuis</i>						1/2	0/1
<i>Nuculana minuta</i>						0/1	
<i>Yoldiella philippiana</i>						0/1	5
* <i>Mytilus edulis</i>		0/1		13/67	1/3		
<i>Bathyarca pectunculoides</i>						1	
<i>Thyasira flexuosa</i>						5/4	2/1
<i>Thyasira sarsii</i>						1/1	1/2
<i>Thyasira equalis</i>						2	
<i>Mendicula ferruginosa</i>							1
<i>Tellimya ferruginosa</i>						1	
<i>Mysella bidentata</i>							0/1
<i>Abra nitida</i>							0/2
<i>Cuspidaria cuspidata</i>							1
<i>Tropidomya abbreviata</i>							
PHORONIDA indet.							
* <i>Bryozoa skorpeformet</i>		+	+	+	+		
* <i>Bryozoa grenet</i>				++	+		
<i>Astropecten irregularis</i>						0/3	
<i>Amphipholis squamata</i>						8/3	2/2
<i>Amphiura chiajei</i>						1/3	3/3
<i>Amphiura filiformis</i>						0/1	3/8
<i>Ophiura albida</i>						0/1	
<i>Echinocardium flavescens</i>						2/1	0/1
<i>Pseudothyone raphanus</i>						1	
<i>Trionidium drummondi</i>						1/1	1
<i>Ocnus lacteus</i>		1	1				
<i>Synaptidae indet.</i>						3	8
* <i>Siboglinum fiordicum</i>						+	+
ENTEROPNEUSTA indet.						1	
* VARIA				+		+	

SAM-Marin

s. 4/7 Artsliste	Laup 2-12	Laup 2-12	Laup 3-12	Laup 3-12
	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg
* PORIFERA indet.	+	+		
* Hydrozoa indet.	+	+	+	+
<i>Edwardsia sp.</i>	6			
Actinidae indet.			1	
* PLATYHELMINTES indet.	1	1		
* NEMERTINI indet.	18	23	7	5
* NEMATODA indet.	1	4	ca.30	ca.30
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	7	39	254	162
<i>Laetmonice filicornis</i>	1	0/1		
<i>Polynoidae indet.</i>	1	1	2	1
<i>Harmothoe mariannae</i>			1/1	2
<i>Malmgreniella mcintoshii</i>				0/1
<i>Pholoe baltica</i>	20	42	16	15
<i>Pholoe pallida</i>			1	1
<i>Neoleanira tetragona</i>			1	
<i>Sthenelais limicola</i>			2	
<i>Nereiphylla lutea</i>		1		1
<i>Chaetoparia nilssoni</i>			2	1
<i>Paranaitis uschakovi</i>		1		
<i>Paranaitis whalbergi</i>	1			
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	1/1	2		1/1
<i>Eulalia sp.</i>			2	0/1
<i>Eteone longa</i>	0/1	2		1
<i>Sige fusigera</i>	2/4	3/3	3/3	4
<i>Nereimyra cf. woodsholea</i>			2	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1	1/1		
<i>Syllidae indet.</i>	5	7	1	
<i>Ehlersia cornuta</i>	1			
<i>Exogone sp.</i>	15	30	7	8
<i>Ceratocephale loveni</i>				1
<i>Nephtys hombergi</i>	1			
<i>Nephtys sp.</i>		0/1		
<i>Sphaerodoropsis philippi</i>	1			
<i>Sphaerodorum flavum</i>		2	2	
<i>Glycera alba</i>		0/1		
<i>Glycera lapidum</i>	0/3	0/9	1/2	1/2
<i>Goniada maculata</i>	0/1	3/4		
<i>Nothria conchylega</i>			2	2
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>				0/1
<i>Lumbrineridae indet.</i>	37	30	22	24
<i>Ophryotrocha sp.</i>	1			
<i>Orbinia sp.</i>	4	1	1	
<i>Scoloplos armiger</i>		2		
<i>Laonice sp.</i>			0/1	
<i>Laonice bahusiensis</i>	2	0/2		
<i>Polydora sp.</i>			14	42
<i>Polydora spp.</i>	151	134		
<i>Prionospio cirrifera</i>	15	30	3	1

SAM-Marin

s. 5/7 Artsliste	Laup 2-12		Laup 3-12	
	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg
<i>Prionospio fallax</i>	4	10	2	
<i>Prionospio dubia</i>			1	
<i>Spiophanes kroyeri</i>	13/19	13/23	10/25	1/25
<i>Spiophanes wigleyi</i>				1
<i>Aricidea catherinae</i>	1			
<i>Paraonis sp.</i>	16	17	6	3
<i>Aphelochaeta sp.</i>	23	29	23	74
<i>Caulleriella killariensis</i>	2	1		
<i>Caulleriella zetlandica</i>	1	1		
<i>Chaetozone sp.</i>	35	15	26	28
<i>Brada villosa</i>	1		2	
<i>Diplocirrus glaucus</i>	5/5	7/7	12/11	23/6
<i>Pherusa plumosa</i>	1			
<i>Pherusa falcata</i>				1
<i>Pherusa flabellata</i>			2/2	2
<i>Ophelina acuminata</i>		1		
<i>Lipobranchus jeffreysii</i>		1	6/1	
<i>Scalibregma inflatum</i>			2/4	0/2
<i>Capitella capitata</i>		1		
<i>Mediomastus fragilis</i>	6	11		
<i>Notomastus latericeus</i>	18/2	27	24	28/3
<i>Rhodine gracilor</i>			1	
<i>Maldanidae indet.</i>	35	51	12	21
<i>Myriochele danielsseni</i>	35	38	2	3
<i>Myriochele heeri</i>				2
<i>Galathowenia oculata</i>	1332	2113	5	11
<i>Owenia borealis</i>	13/1	6/2	2/3	12/1
<i>Pectinaria auricoma</i>	2	1	2	
<i>Pectinaria koreni</i>	0/2	0/3	0/1	0/2
<i>Ampharete falcata</i>			2	3
<i>Ampharete lindstroemi</i>	1/1	1/2	1/4	2/1
<i>Sabellides octocirrata</i>	4	1	7	14
<i>Lysippides fragilis</i>		0/1	1	2/1
<i>Zatsepinia rittichae</i>			2	2
<i>Amphicteis gunneri</i>			1	1
<i>Mugga wahrbergi</i>		1	1	
<i>Amythasides macroglossus</i>	11	7	51	51
<i>Eclysippe vanelli</i>	2	4/1	9/3	20/8
<i>Sosanopsis wireni</i>			2/6	3
<i>Samytha sexcirrata</i>	1	0/3		
<i>Melinna albicincta</i>	1	1	20/21	13/22
<i>Melinna elisabethae</i>		1		
<i>Paramphitrite birulai</i>	0/2	2/1		
<i>Pista cristata</i>	0/1		5/1	5/2
<i>Pista lornensis</i>	1			
<i>Thelepus cincinnatus</i>	0/2			
<i>Streblosoma bairdi</i>	1			
<i>Polycirrus norvegicus</i>		2	1	0/1



## SAM-Marin

s. 6/7 Artsliste	Laup 2-12	Laup 2-12	Laup 3-12	Laup 3-12
	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg
<i>Polycirrus plumosus</i>	3	10	2	1/1
<i>Polycirrus sp.</i>		1		
<i>Amaeana trilobata</i>				1
<i>Trichobranchus roseus</i>	5	4	3/1	2
<i>Terebellidae indet.</i>				0/2
<i>Terebellides stroemi</i>		1	1/4	5/2
<i>Sabellidae indet.</i>	9	9	8	2
<i>Euchone sp.</i>	1	2	3	2
<i>Jasmineira sp.</i>	1		2	
OLIGOCHAETA indet.			1	
Sipuncula indet.	1		4	1
<i>Phascolion strombus</i>			3	
<i>Nephasoma cf. minutum</i>			55	34
* <i>Calanus finmarchicus</i>		1		
* <i>Centropages typicus</i>		1	1	
<i>Cylindroleberis mariae</i>	1			1
* <i>Sarsinebalia typhlops</i>	1	1	3	3
* <i>Hemilamprops roseus</i>			1	
* <i>Eudorella truncatula</i>	4	12	1	
* <i>Diastylis cornuta</i>	1/1	1	5	2
* <i>Diastylodes biplicata</i>	2	7	9	2
* <i>Campylaspis rubicunda</i>				1
* <i>Tanaidacea indet.</i>			2	
* <i>Gnathia sp.</i>	1	1	1	
* <i>Janira maculosa</i>				1
* <i>Munna sp.</i>				1
* <i>Amphipoda indet.</i>	5	12	8	4
<i>Eriopisa elongata</i>		1	2/1	1
* PYCNOGONIDA indet.		1		
<i>Caudofoveata indet.</i>			1	1
<i>Leptochiton alveolus</i>			3/3	3/1
<i>Leptochiton asellus</i>				0/1
<i>Iothia fulva</i>				0/2
<i>Cingula sp.</i>			1	
<i>Euspira montagui</i>	1			0/1
<i>Epitonium trevelyanum</i>	1			
<i>Vitreolina sp.</i>		1		
<i>Cylichnina umbilicata</i>	1			0/1
<i>Philine scabra</i>	1/10	0/10	1	1/1
<i>Cylichna cylindracea</i>	4	5		
<i>Roxania utriculus</i>	0/1			
<i>Nucula nucleus</i>	59/16	78/7	134/15	52/9
<i>Nucula tumidula</i>			1/1	0/3
<i>Ennucula tenuis</i>	28/3	17/3	6/2	9/3
<i>Nuculana minuta</i>	1/1	1/1	3	4/1
<i>Yoldiella philippiana</i>	10	6/1	31/11	25/8
<i>Mytilus edulis</i>			0/1	
<i>Batharca pectunculoides</i>			1/2	



SAM-Marin

s. 7/7 Artsliste	Laup 2-12	Laup 2-12	Laup 3-12	Laup 3-12
	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg
<i>Limatula gwyni</i>				0/2
<i>Pseudamussium peslutrae</i>				0/1
<i>Similipecten similis</i>			3/1	
<i>Myrtea spinifera</i>	1/2			
<i>Thyasira flexuosa</i>	37	28/3	1	1
<i>Thyasira obsoleta</i>			1	1
<i>Thyasira sarsii</i>	139/9	152/21	33/17	21/11
<i>Thyasira equalis</i>	1	5/2	19/5	31/4
<i>Axinulus croulinensis</i>				2
<i>Mendicula ferruginosa</i>			22	16/1
<i>Adontorhina similis</i>	1	1		1
<i>Tellimya ferruginosa</i>	1	1	1	
<i>Kurtiella bidentata</i>	3/1			1/1
<i>Astarte sulcata</i>			4/6	0/9
<i>Parvicardium minimum</i>	0/1		6/2	2/1
<i>Abra alba</i>			0/1	
<i>Abra nitida</i>	3/11	5/32	22/39	16/14
<i>Abra prismatica</i>		0/1		0/1
<i>Thracia convexa</i>		0/1		
<i>Tropidomya abbreviata</i>				
<i>Antalis entalis</i>		1	1	
<i>Pulsellum lofotense</i>	2		8	2
PHORONIDA indet.	2			
<i>Astropecten irregularis</i>				0/1
<i>Ophiactis balli</i>				0/1
<i>Amphipholis squamata</i>	1/2		43/9	12/6
<i>Amphiura chiajei</i>	0/13	2/14	30/41	12/6
<i>Amphiura filiformis</i>	6/72	11/136	2/3	2/3
<i>Ophiocten affinis</i>	0/2	1/7	2/4	0/1
<i>Ophiura albida</i>		0/2		
<i>Ophiura carnea</i>			2/3	0/1
<i>Ophiura robusta</i>			0/1	
<i>Ophiura sarsi</i>			0/3	0/3
<i>Echinocardium cordatum</i>		1		
<i>Echinocardium flavescens</i>	0/5	0/9	0/2	0/6
<i>Pseudothyone raphanus</i>	1			
<i>Cucumaria hyndmani</i>			1	
<i>Thyonidium drummondi</i>			1	
Synaptidae indet.	18	21	1	
ENTEROPNEUSTA indet.	1	1	4	
* VARIA	+	+	+	+

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Laup 1-08	Laup 1-12	Laup 2-08	Laup 2-12	Laup 3-12
I	4	2	33	37	35
II	1	0	21	21	27
III	2	1	13	12	21
IV	0	1	21	11	15
V	0	0	5	8	6
VI	0		4	11	10
VII	0		2	5	9
VIII	0		1	2	1
IX	0		1	2	1
X	0		0	0	0
XI	1			0	
XII	0			1	
XIII				0	

## Vedleggstabell 4. 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:

**AR-12-MX-002893-04**



**EUNOBE-00004850**

Prøvemottak: 23.10.2012  
Temperatur:  
Analyseperiode: 23.10.2012-12.11.2012  
Referanse: 807024/74/12

## ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).  
Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Prøvenr.: <b>441-2012-1023-098</b>	Prøvetakingsdato: 17.10.2012					
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver					
Prøvemerkning: Laup 1, 95 m Hugg 1	Analysestartdato: 23.10.2012					
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	10000	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	1100	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	390	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	66	mg/g tv		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	64.8	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.: <b>441-2012-1023-099</b>	Prøvetakingsdato: 17.10.2012					
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver					
Prøvemerkning: Laup 2, 104 m Hugg 3	Analysestartdato: 23.10.2012					
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	1000	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	19	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	67	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	13	mg/g tv		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	69.7	% (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 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 1 av 2

AR-12-MX-002893-04



EUNOBE-00004850



Prøvenr.:	<b>441-2012-1023-100</b>	Prøvetakingsdato:	17.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Laup 3, 132 m Hugg 1	Analysedato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	1200	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	20	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	88	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	26	mg/g tv		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	61.9	% (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 18.02.2013**

-----  
Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingenier

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :lindre 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 2