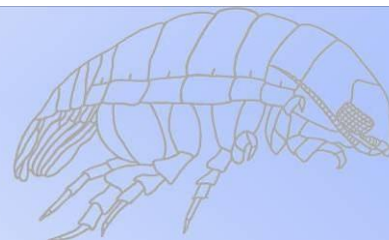


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Research





e-Rapport nr.: 40-2012

## *MOM C undersøkelse ved Nye Lekafjorden i 2012*

**Vidar Strøm**  
**Fredrik R Staven**  
**Silje Hadler-Jacobsen**  
**Per-Otto Johansen**



	<b>SAM-Marin</b>	
SAM-Marin Thornøhlensgt. 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

Rapportens tittel: MOMC-undersøkelse ved Nye Lekafjorden i 2012	Dato: Felt: 08.03.12 Rapport: 23.10.12
	Antall sider og bilag: 41
Forfatter(e): Vidar Strøm, Fredrik R. Staven, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vidar Strøm
	Prosjektnummer: 806537

Oppdragsgiver: Emilsen Fisk AS	Tilgjengelighet: Åpen
--------------------------------	-----------------------

<p><b>Abstract:</b>          Abstract: On assignment from Emilsen Fisk AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the marine area by the fish farm Nye Lekafjorden, which is located in Leka, Nord-Trøndelag. 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; Lek1, which is located in the near zone of the fish farm, Lek2, which is located approximately 250 meters south of the fish farm, and Anh3, which lies in the remote zone, approximately 2.5 km further south of the fish farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority. The results show that the levels of phosphorus, copper and zinc were low (class I, very good). The total organic carbon (TOC) was low on Lek1 and Lek2, while it was somewhat higher at Lek3. The organic content expressed as % volatile total solids showed low organic content on all stations. The sediment analysis showed that the sediment from the investigated areas consisted mostly of sand, while a lesser proportion consisted of a mixture of silt and clay. The soft bottom macro fauna investigation showed good conditions at Lek 1 and Lek3.</p>
--

<b>Keywords:</b> Fish farm Recipient Benthos Sediment	<b>Emneord:</b> Mattfiskoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	<b>ISSN NR.: 1890-5153</b> SAM e-Rapport nr. 40-2012
---	---	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	23.10.12	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	23.10.12	<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:**

Prøvetaking til - analyser, samlet av: -

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-Marin

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

Rapportering utført av: SAM-Marin og Aqua Kompetanse

**Ikke akkreditert:**

Geologiske analyser utført av: SAM-Marin

**LEVERANDORER**

Toktfartøy: Oppdrettsbåten til Emilsen Fisk AS

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse AS akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Torrstoff, kobber, sink og fosfor

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

## INNHOOLD

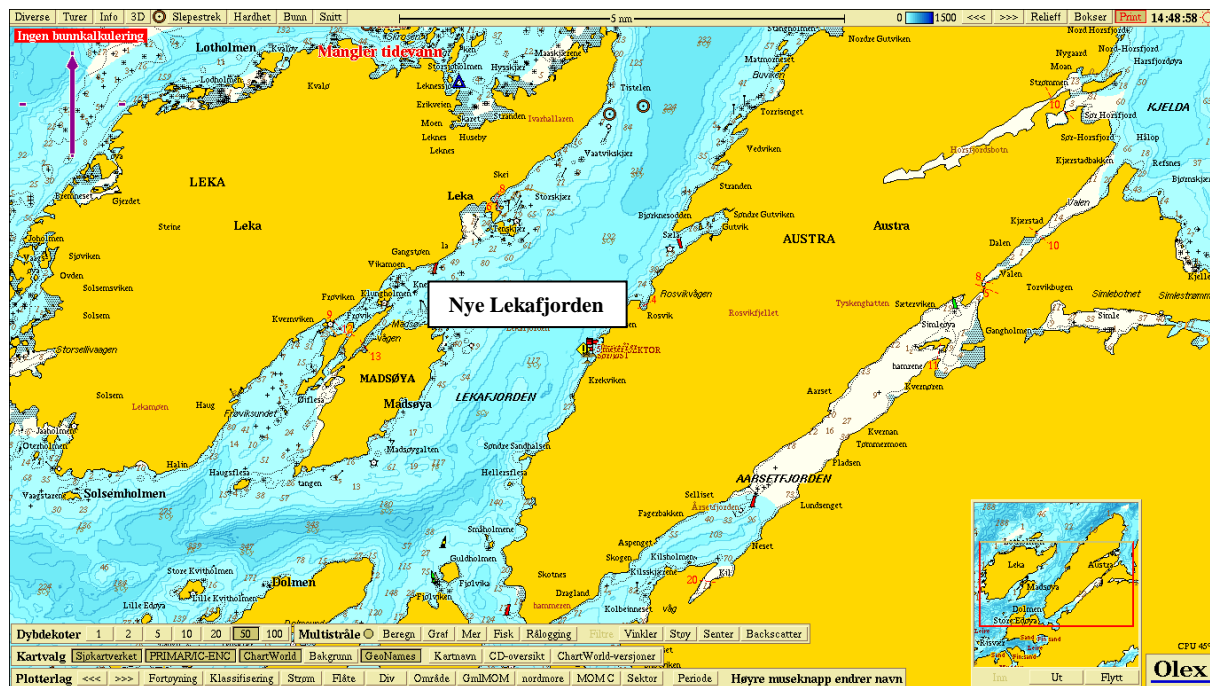
<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Hydrografi .....	7
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser .....	9
2.2.4 Bunndyr.....	9
<b>2.3 Produksjon.....</b>	<b>12</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Sediment.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Kjemi.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Bunndyr .....</b>	<b>17</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>22</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>23</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>24</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>25</b>
<b>GENERELL VEDLEGGSDDEL .....</b>	<b>25</b>
<b>Vedleggstabell 1. Artsliste .....</b>	<b>34</b>
<b>Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....</b>	<b>40</b>

## 1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har SAM-Marin sortert bunnprøver fra tre stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS ved oppdrettlokaliteten Nye Lekafjorden, Nord-Trøndelag, den 8. mars, 2012. Anleggslokaliteten tilhører Emilsen Fisk AS. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i sedimentprøver fra hver stasjon.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet ved lokaliteten til det framtidige oppdrettsanlegget. Med resipient menes her et sjøområde som kan motta utslipp fra oppdrettsanlegg. Resipientundersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og avdekke eventuelle forandringer 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 Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 97 og Bakke et al. 2007), og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Kartkilde: Olex.

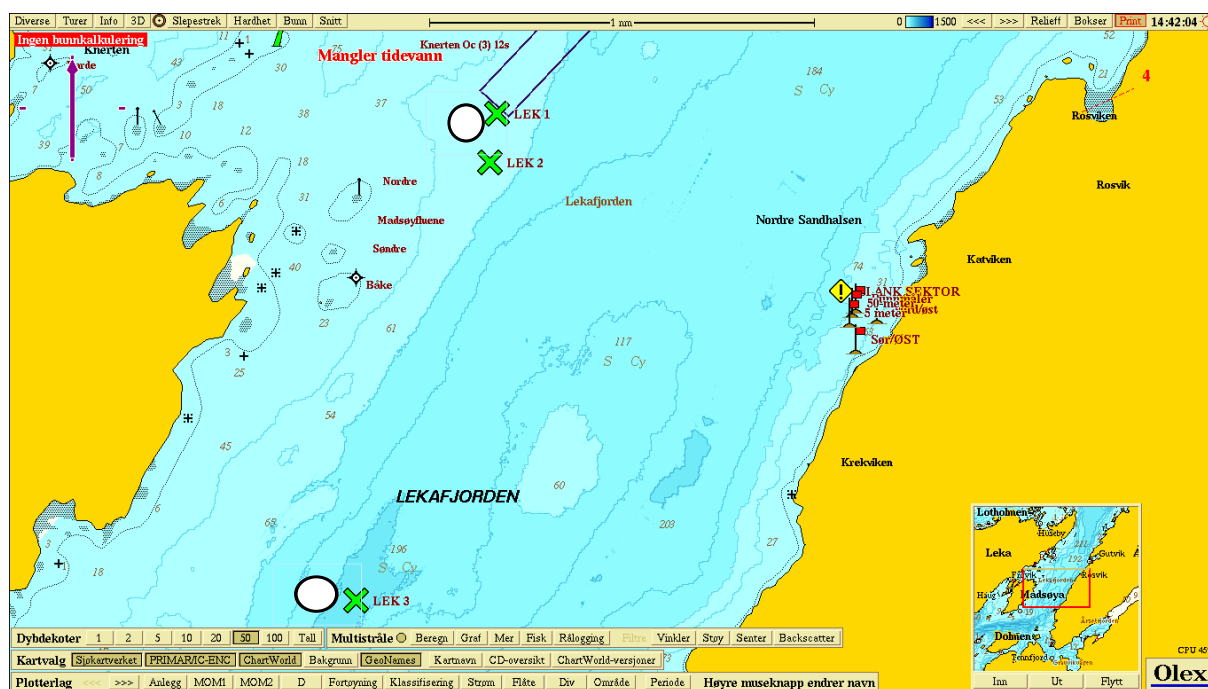
## **2 MATERIALE OG METODER**

### **2.1 Undersøkelsesområdet**

Undersøkelsesområdet ligger ved en lokalitet hvor det planlegges et nytt matfiskanlegg i Lekafjorden i Nord-trøndelag (Figur 2.1). Prøvetakingsstasjonene i denne undersøkelsen ble lagt i nærsonen i sørvestlig ende av det planlagte oppdrettsanlegget, i overgangssonen cirka 250 meter sør for lokaliteten, og i fjernsonen cirka 2,5 km sør for lokaliteten. Disse tre stasjonene kalles henholdsvis Lek 1, Lek 2, og Lek 3. (Se figur 2.2). De tre prøvetakingsstasjonene er plassert med tanke på å kunne overvåke påvirkningssoner fra det planlagte oppdrettsanlegget. Alle tre stasjoner er lagt sør for lokaliteten, da en strømmåling fra september-oktober 2011 viser at hovedretningen på spredningsstrømmen ved denne lokaliteten er sørover (Marin konsulent, 2011). Fjernsonestasjonen, Lek 3, er plassert i det dypeste området i en avstand av 2,5 km sør for lokaliteten i Lekafjorden.

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

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Emilsen Fisk AS den 8. mars, 2012. Det ble tatt bunnprøver på tre stasjoner og utført CTD registreringer på to stasjoner. Prøven fra overgangssonen (Lek 2) er ikke opparbeidet med tanke på bunndyr, da forholdene var gode både i nærsonen og i fjernsonen. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



**Figur 2.2.** Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt. Kartkilde: Olex.

## 2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid ( $H_2S$ ), som er giftig, kan dannes og dyrelivet 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 %.. Oksygeninnhold blir rapportert i ml/l og blir beregnet fra  $mgO_2/l$  med en omregningskoeffisient på 1,42. Bunnvann klassifiseres i henhold til Veiledning 97:03.

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på to stasjoner (figur 3.1 til 3.4). Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS. Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land og de registrerte data ble

bearbeidet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 08.03.12.

**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet den 8. mars 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Lek 1 08.03.12	Lekafjorden 65°04.228 N 11°44.367 Ø	58	1	2,7	Skjellsand, silt og grus. Lys grå farge, ingen lukt. Slangestjerne, skjell og sjøpung i prøven. Uttak av faunaprøver.
			2	2,7	Skjellsand. Lys grå farge, ingen lukt. Skjell og børstemark i prøven. Uttak av faunaprøver.
			3		Silt og skjellsand. Lys grå farge, ingen lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. Lek 2 08.03.12	Lekafjorden 65°04.102 N 11°44.327 Ø	85	1	4,5	Skjellsand og silt. Lys grå farge, ingen lukt. Slangestjerne og børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			2	4,5	Silt, litt skjellsand. Lys grå farge, ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. Lek 3 08.03.12	Lekafjorden 65°02.964 N 11°43.499 Ø	209	1	7,4	Silt, litt skjellsand. Grå farge, ingen lukt. Børstemark og reke i prøven. Uttak til faunaprøver.
			2	7,4	Silt, litt skjellsand. Grå farge, ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.

## 2.2.2 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra tre stasjoner. 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 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 timer) (Norsk Standard 4764).

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 sedimentoverflaten, og lukte råttent (H<sub>2</sub>S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

### **2.2.3 Kjemiske analyser**

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346.

### **2.2.4 Bunndyr**

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et

uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrprøver fra u-forurensete 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 det finnes få eller ingen levende arter 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 på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). 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 vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne 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 indeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. 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).

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

\*Omregningsfaktoren til 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 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 Produksjon

Denne undersøkelsen ble tatt som en forundersøkelse til oppdrettslokaliteten 'Nye Lekafjorden'. Det har av den grunn ikke vært produksjon ved denne lokaliteten i tiden før denne MOM C-undersøkelsen ble tatt. Det nærmeste naboanlegget er 'Lekafjorden' som også eies av Emilsen Fisk AS og har vært nyttet til matfiskoppdrett i flere år. Dette anlegget ligger en snau km vest for området hvor anlegget på Nye Lekafjorden er planlagt lagt.

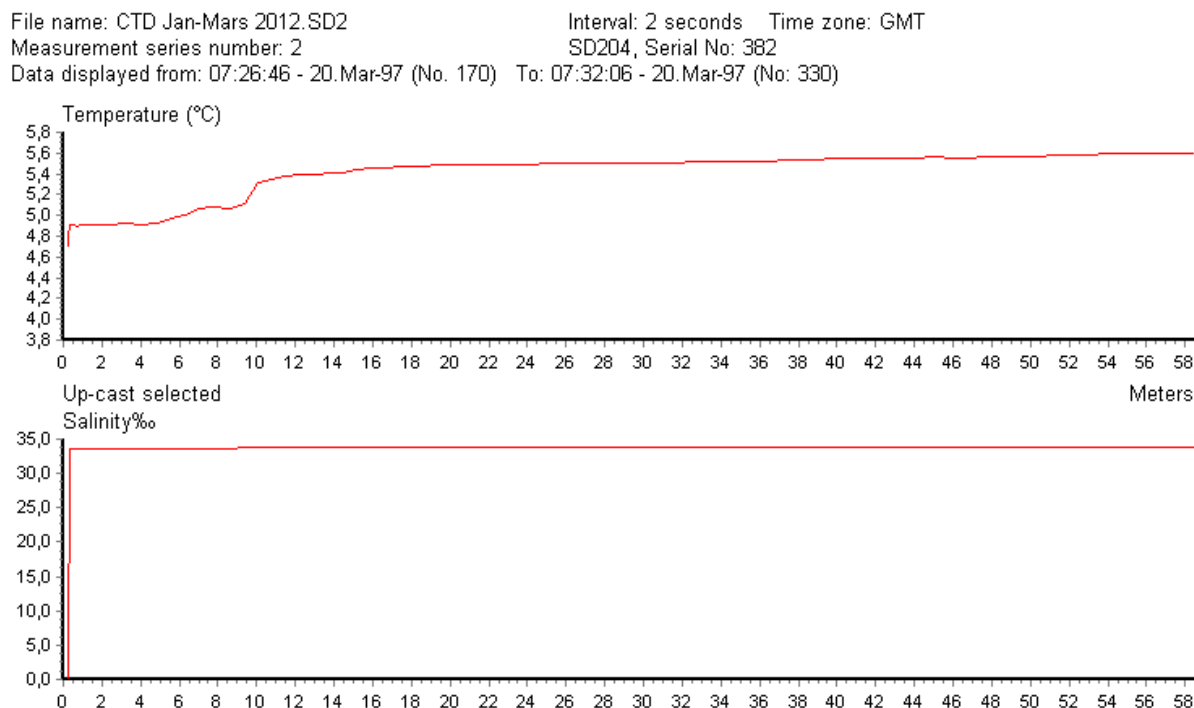
### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

De hydrografiske dataene er oppsummert i figurene 3.1-3.4. Ved stasjon Lek 1 stiger sjøtemperaturen noe nedover i vannsøylen, fra 4,9 °C i overflaten, til 5,6 °C ved bunnen. Saliniteten ligger stabil rundt 33,7 ‰ gjennom hele vannsøylen. Oksygenkonsentrasjonen ligger jevnt rundt 6,62 ml/l (9,4 mg/l), mens oksygenmetningen er i overkant av 90 %.

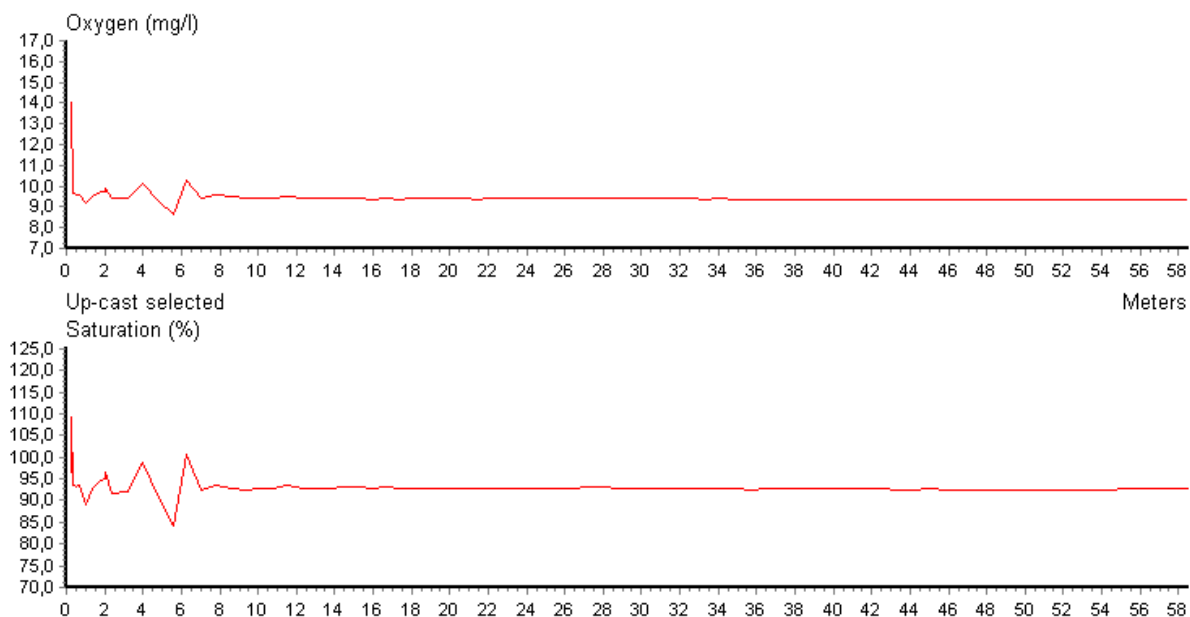
Ved fjernsonestasjonen Lek 3 stiger sjøtemperaturen brått i de øverste 10-15 meterne av vannsøylen, fra 4,4 til 5,4 °C. Deretter flater den ut og holder seg jevnt rundt 5,5 °C nedover i dypet. Saliniteten ligger i overkant av 33,5 ‰ nedigjennom hele vannsøylen.

Oksygenkonsentrasjonen er 6,69 ml/l (9,5 mg/l) i overflatevannet, og synker så gradvis nedover i dypet. Ved bunnen på 210 meters dyp er oksygenkonsentrasjonen 6,13 ml/l (8,7 mg/l) (tilstandsklasse I –meget god). Metningen avtar også gradvis nedover i dypet, fra over 90 % i overflatevannet, til 86 % i bunnvannet.



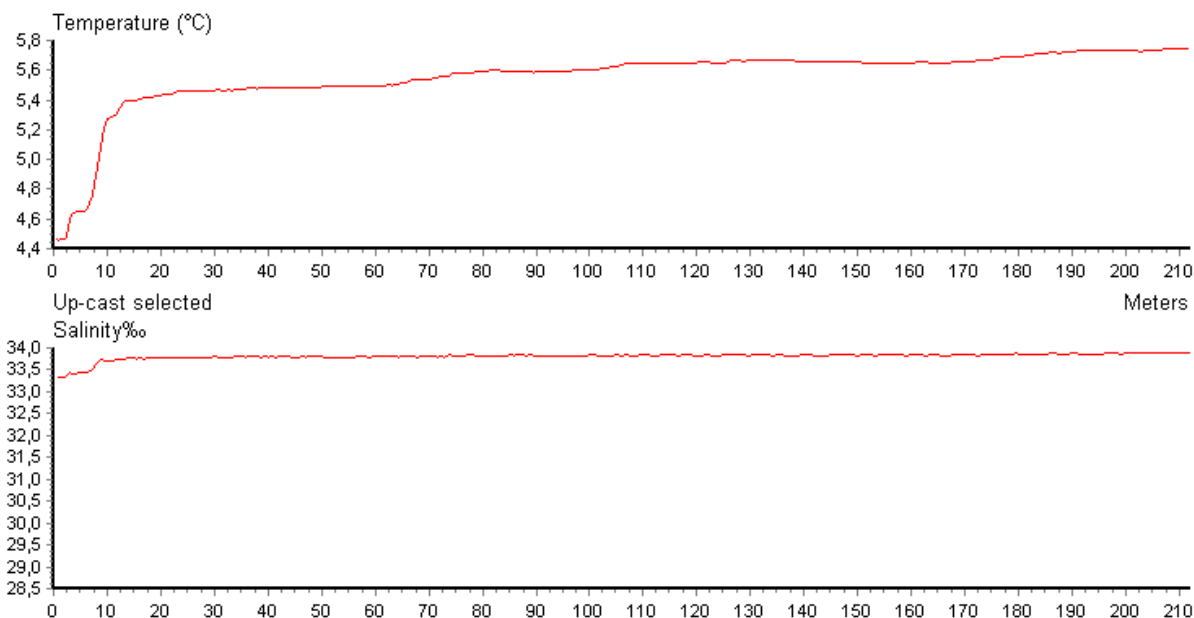
**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 58 meters dyp på stasjon Lek 1 den 8. mars 2012.

File name: CTD Jan-Mars 2012.SD2 Interval: 2 seconds Time zone: GMT  
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 07:26:46 - 20.Mar-97 (No. 170) To: 07:32:06 - 20.Mar-97 (No: 330)



**Figur 3.2.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 58 meters dyp på stasjon Lek 1 den 8. mars 2012.

File name: CTD Jan-Mars 2012.SD2 Interval: 2 seconds Time zone: GMT  
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 10:09:53 - 20.Mar-97 (No. 492) To: 10:22:07 - 20.Mar-97 (No: 859)



**Figur 3.3.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 210 meters dyp på stasjon Lek 3 den 8. mars 2012.

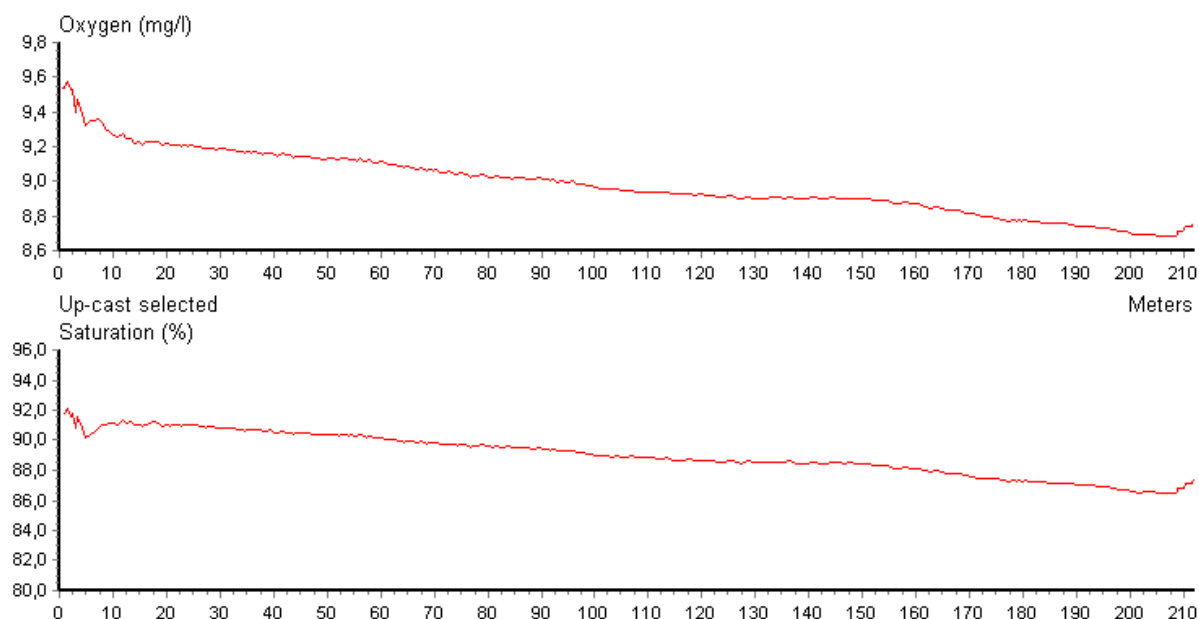
File name: CTD Jan-Mars 2012.SD2

Interval: 2 seconds Time zone: GMT

Measurement series number: 3

SD204, Serial No: 382

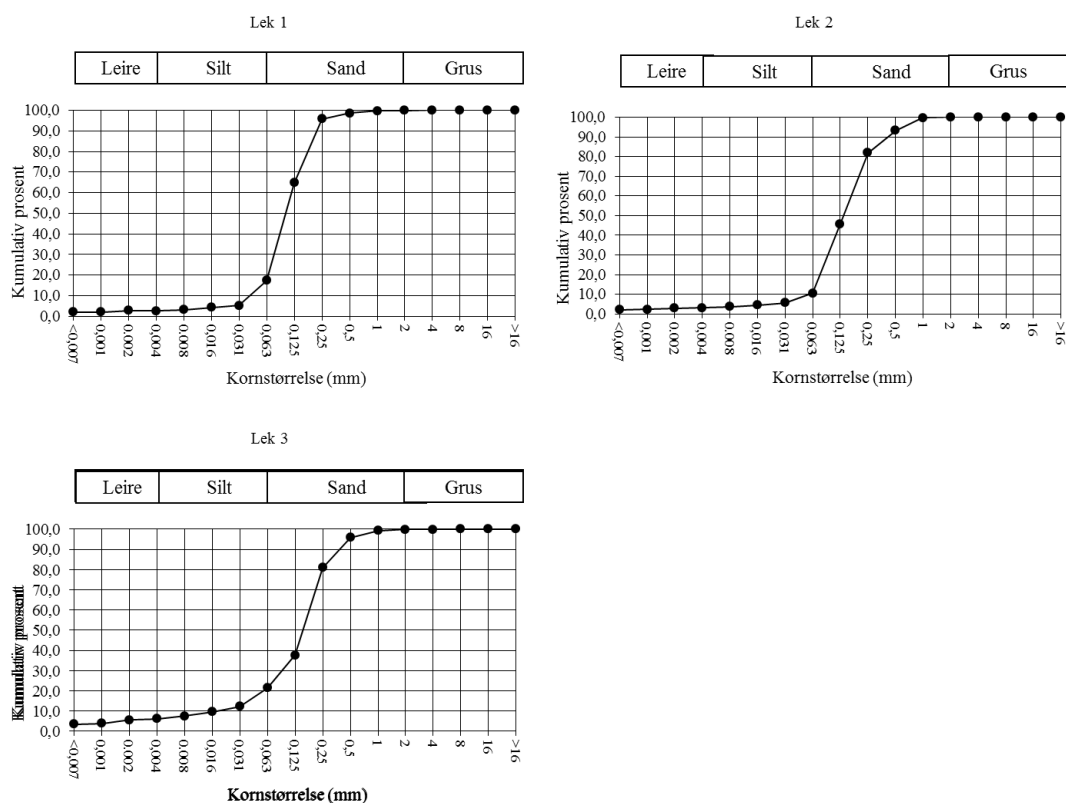
Data displayed from: 10:09:53 - 20.Mar-97 (No. 492) To: 10:22:07 - 20.Mar-97 (No. 859)



**Figur 3.4.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 210 meters dyp på stasjon Lek 3 den 8. mars 2012.

### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.5 og Tabell 3.1. Alle de tre prøvetakingsstasjonene hadde sediment som hovedsakelig besto av kornstørrelser fra den grovere enden av skalaen. Sedimentet fra nærsone-stasjonen Lek 1 besto av 3 % leire, 15 % silt, 83 % sand. Ved Lek 2 besto sedimentet av 3 % leire, 7 % silt, og 89 % sand. Ved fjernsonestasjonen Lek 3 besto sedimentet av 6 % leire, 15 % silt, og 78 % sand.



**Figur 3.5.** Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Nye Lekafjorden i 2012.

**Tabell 3.1.** Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Nye Lekafjorden i 2012.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Lek 1</b>	75 m	2.8	3	15	17	83	0
<b>Lek 2</b>	85 m	2.3	3	7	11	89	0
<b>Lek 3</b>	209 m	3.2	6	15	21	78	0

### 3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Valøyen er vist i Tabell 3.2 og Vedleggstabell 2. 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).

Glødetapet var lavt på samtlige tre stasjoner. Det totale innholdet av organisk karbon (TOC) var noe forhøyet på Lek 3 (TK III, 'moderat'), mens det var lavere på Lek 1 og Lek 2 (TK II, 'god'). Nivået av fosfor, sink, og kobber var lavt på alle tre stasjonene.



**Tabell 3.2.** Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Nye Lekafjorden i 2012. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt organisk karbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrestoff (TS) %
Lek 1	10.0	24.9	II	0.54	29	I	6	I	76.5
Lek 2	9.4	25.5	II	0.44	28	I	5	I	73.0
Lek 3	14.0	28.1	III	0.56	42	I	9	I	76.2

### 3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.6-3.7 og Vedleggstabell 1. Resultatene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mars 2012 sammen med miljøforholdene i dypet av Lekafjorden (Lek 1 og Lek 3).

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 fiskeekskremitter) 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 hydrogensulfid. 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 materiale.

I nærsone, ca. 27 meter sør for anlegget Nye Lekafjorden ligger Lek 1 på 75 m dyp. Her ble det funnet 937 individer og fordelt på 113 arter. Dette ga en høy diversitet ( $H'$ ) på 5,22 og en jevnhet på 0,77. Disse indeksene viser at man her har et meget artsrikt samfunn med en jevn fordeling av artene. De tre mest tallrike artene var alle børstemark. Den mest individrike arten var *Galathowenia fragilis*, fulgt av arter i slekten *Paraonis* og *Owenia borealis*. Av de resterende syv artene fant man ytterligere fire arter av børstemark i tillegg til en art av skjell, slangestjerne og sjøpølse. Indeksene NQI1 og NQI2 som baseres på artenes ømfintlighet og artsmangfold, klassifiserer begge tilstanden som svært god. I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anleggene. Det er istedenfor

utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved oppdrettsanlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (Meget God). De geometriske klassene viser en god fordeling av artene på stasjonen.

I fjernsonen, 1.33 nm sørvest for anlegget, ligger stasjonen Lek 3 på 209 m dyp. Her ble det funnet 109 arter med til sammen 1452 individer. Diversiteten var dermed også her høy (4,96) og dette gav en KLIF-tilstand på I ”Svært god”. Den mest individrike arten var børstemarken *Amythasides macroglossus*, som utgjorde ca. 13 % av det totale individtallet. Av de ti mest tallrike artene var det åtte børstemarkarter og to arter av skjell. Indeksene NQI1 og NQI2 gir begge stasjonene tilstand I ”Svært god”. Figuren med geometriske klasser viser også at stasjonen hadde en jevn fordeling av arter.

De multivariate analysene viser at det er stor forskjell mellom stasjonene mht. hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art. Dette forklares i av stasjonenes beliggenhet, der vi har en stasjon på grunt vann og en stasjon som ligger dypere. Huggene tatt på samme stasjon er derimot relativt like, der huggene på Lek 3 var likest hverandre. Man ser noe større variasjon mellom de to huggene på Lek 1.

**Tabell 3.3.** Antall individer og arter, diversitet og jevnhet for hver enkelt prøve fra Lekafjorden i 2012.. Klassifisering av miljøtilstanden tilstand er basert på flere diversitetsmål: Shannon-Wiener diversitet (H'), NQI1, NQI2 og AMBI som angitt i Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann (se generelt vedlegg for nærmere forklaringer), samt MOM tilstand fra NS 9410.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	KLIF tilstand	MOM tilstand	Jevnhet (J)	AMBI	NQI1	NQI2
Lek 1	1	589	87	4,97			0,77	2,10	0,79	0,76
	2	312	78	5,48			0,87	2,02	0,81	0,81
	Sum	937	113	5,23	-	1	0,77	-	-	-
	Snitt	450,5	82,5	5,22			0,82	2,06	0,81	0,79
Lek 3	1	670	95	5,09			0,78	1,90	0,81	0,79
	2	755	72	4,83			0,78	1,40	0,82	0,80
	Sum	1452	109	4,88	Svært god	-	0,72	-	-	-
	Snitt	712,5	83,5	4,96	Svært god		0,78	1,65	0,82	0,79

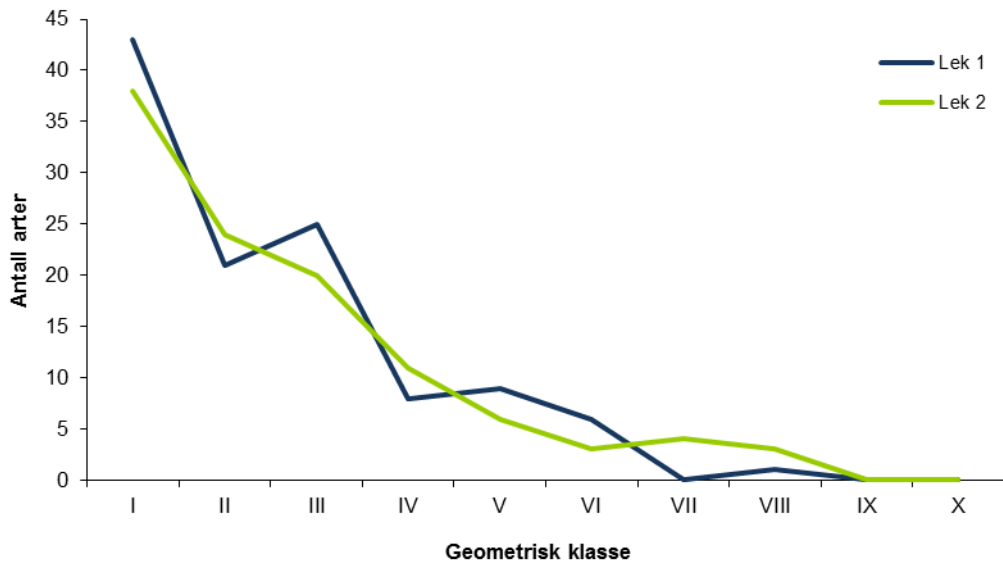
KLIF, NQI 1 og NQI2 tilstand	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
MOM tilstand	1 Meget god	2 God	3 Dårlig	4 Meget dårlig	

**Tabell 3.4.** De mest tallrike artene/gruppene fra Nye Lekafjorden i mars 2012.

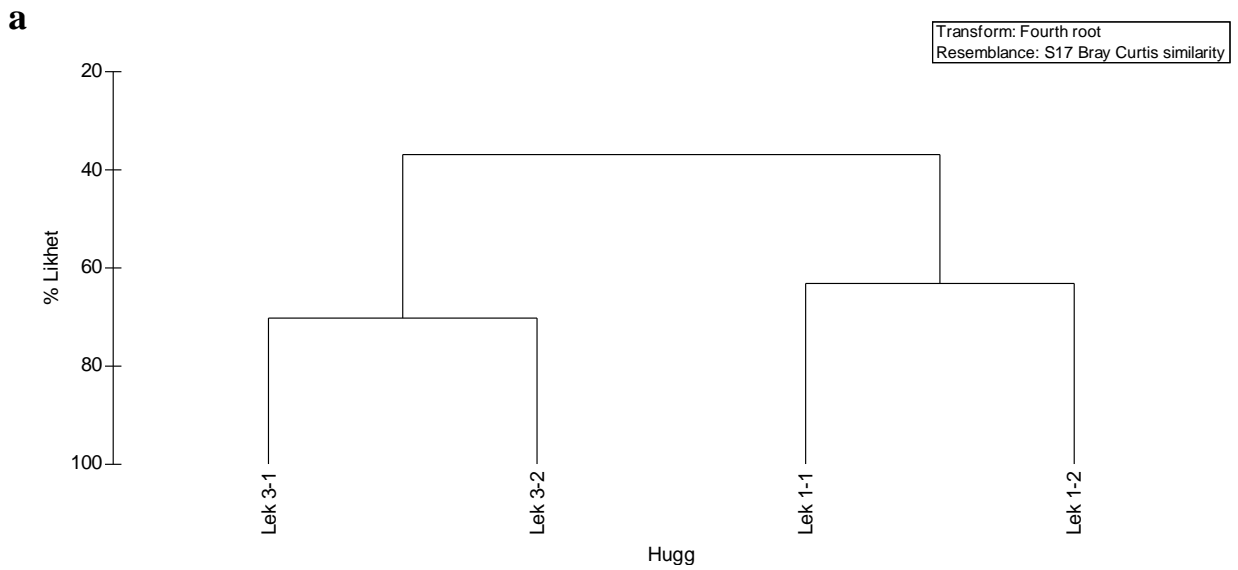
<b>Lek 1</b>	<b>Ant.</b>		<b>Kum.</b>	<b>Lek 3</b>	<b>Ant.</b>		<b>Kum.</b>
<b>Arter:</b>	<b>Ind.</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>Arter:</b>	<b>Ind.</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<i>Galathowenia fragilis</i>	213	22,73	22,73	<i>Amythasides macroglossus</i>	189	13,02	13,02
<i>Paraonis sp.</i>	45	4,80	27,53	<i>Eclysippe vanelli</i>	141	9,71	22,73
<i>Owenia borealis</i>	43	4,59	32,12	<i>Melinna albicincta</i>	135	9,30	32,02
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	42	4,48	36,61	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	125	8,61	40,63
<i>Amythasides macroglossus</i>	34	3,63	40,23	<i>Spiophanes kroyeri</i>	124	8,54	49,17
<i>Ophiura sarsi</i>	34	3,63	43,86	<i>Sabellidae indet.</i>	86	5,92	55,10
<i>Melinna elisabethae</i>	33	3,52	47,39	<i>Thyasira obsoleta</i>	75	5,17	60,26
<i>Lumbrineridae indet.</i>	26	2,77	50,16	<i>Mendicula feruginosa</i>	44	3,03	63,29
<i>Sabellidae indet.</i>	23	2,45	52,61	<i>Streblosoma intestinale</i>	44	3,03	66,32
<i>Synaptidae indet.</i>	23	2,45	55,07	<i>Anobothrus sp.</i>	39	2,69	69,01

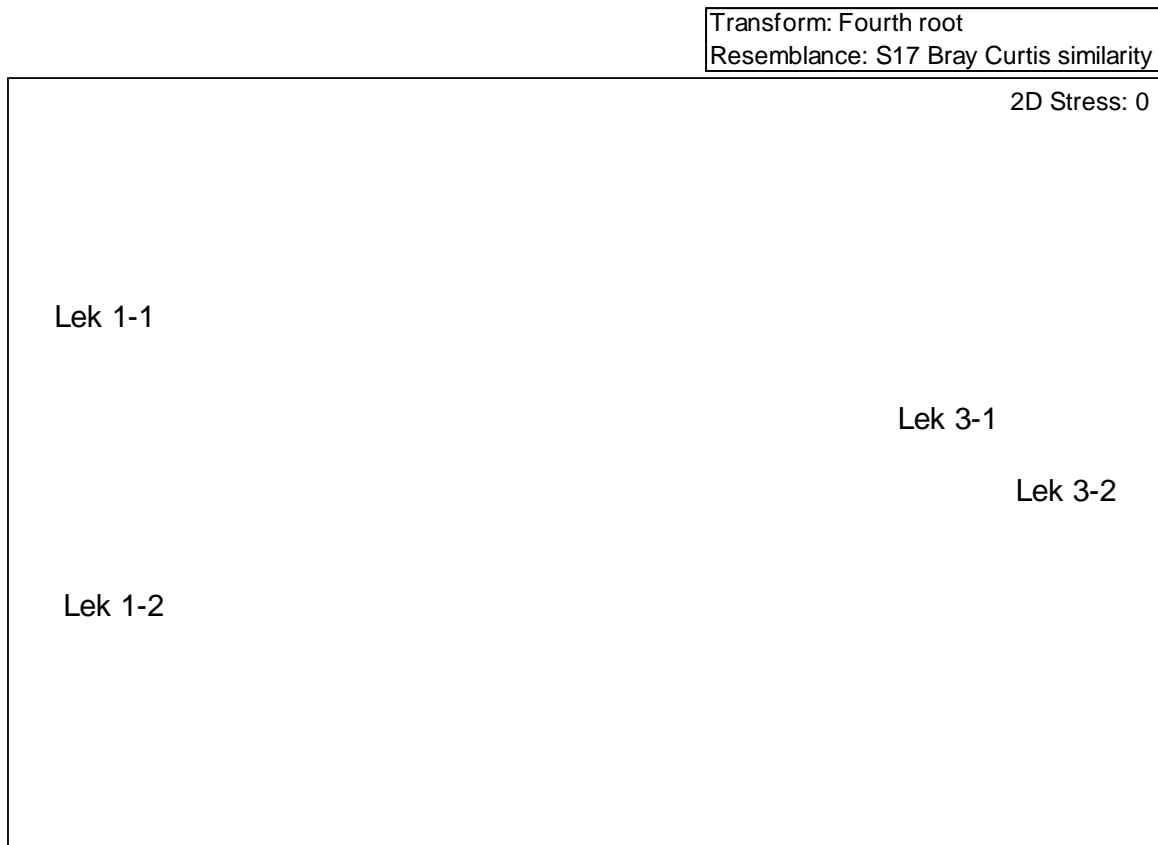
**Tabell 3.5.** Geometriske klasser Nye Lekafjorden i mars 2012.

<b>Geometriske klasser</b>	<b>Lek 1</b>	<b>Lek 2</b>
<b>I</b>	43	38
<b>II</b>	21	24
<b>III</b>	25	20
<b>IV</b>	8	11
<b>V</b>	9	6
<b>VI</b>	6	3
<b>VII</b>	0	4
<b>VIII</b>	1	3
<b>IX</b>	0	0
<b>X</b>	0	0



**Figur 3.6.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Nye Lekafjorden i 2012.



**b**

**Figur 3.7.** Dendrogram fra clusteranalyse (a) og MDS-plott (b) av bunnfaunaresultatene fra Nye Lekafjorden i mars 2012. Lek 1-2 angir stasjon Lek 1, 2. hugg osv. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m<sup>2</sup>. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved ett planlagt oppdrettsanlegg i Lekafjorden i Leka kommune, tilhørende firmaet Emilsen Fisk AS. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 8. mars 2012. Det ble tatt bunnprøver på tre stasjoner og registrert hydrografiske data av vannsøylen på to stasjoner. Overgangssonestasjonen Lek 2 er ikke opparbeidet med tanke på bunndyr, da forholdene ved nærsone-stasjonen og fjernsone-stasjonen var gode.

Den hydrografiske undersøkelsen viste normale verdier av de undersøkte parameterne. Både sjøtemperaturen, saliniteten og oksygenmengden var jevn nedover vannsøylen, noe som tyder på at det er god omrøring i søylen. Oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet ved Lek 1 og Lek 3 tilsvarer tilstandsklassen 'meget god' etter klassifiseringen for oksygen i bunnvann i Molvær et al. 97. Sedimentundersøkelsen viste at sedimentet fra alle tre prøvetakingsstasjonene var grovkornet, med en stor andel av sedimentet bestående av sandkorn (80-90 %), og en mindre andel bestående av korn i kategoriene leire og silt (10-20 %). Et såpass grovkornet bunnsediment tyder på at det er god bunnstrøm i undersøkelsesområdet. Den kjemiske undersøkelsen viste lave verdier av kobber, sink, og fosfor i sedimentet. Når et gjelder TOC, var denne parameteren noe forhøyet på fjernsone-stasjonen Lek 3. Man har også tidligere funnet dårlige tilstander for TOC i områder som skal være upåvirket av oppdrett eller annen virksomhet (se Sandnes, 2004). Dette gjør at TOC ikke kan brukes som en sikker parameter alene for å undersøke organisk påvirkning fra oppdrett, men heller en støtteparameter som må tolkes sammen med flere parametre.

Bunndyrunderøkelsen viste gode forhold i nærsonen og i fjernsone til lokaliteten. Diversiteten var høy på begge stasjonene. Grafen over geometriske klasser (se figur 3.6) indikerer en jevn fordeling mellom artene på disse stasjonene. Lek 1 får tilstand I 'meget god' etter MOM-standarden, mens Lek 3 får tilstand 'I' 'svært god' etter KLIFs klassifisering.

Som helhet ser det marine miljøet ved lokaliteten Nye Lekafjorden ut til å være i godt hold. Alle de undersøkte parameterne i denne MOM C-undersøkelsen indikerer en frisk og levedyktig havbunn i området. Dette var heller ikke uventet, da dette er en forundersøkelse tatt i et område hvor det ikke har vært drevet matfiskoppdrett tidligere. Denne undersøkelsen

vil derfor fungere som en referanse for å kunne identifisere eventuelle fremtidige endringer i det marine miljøet.

**Tabell 4.1.** Oppsummering av resultatene.

<b>Stasjon</b>	<b>Dyp (m)</b>	<b>Fauna KLIF's T.kl.</b>	<b>Fauna MOM tilstand</b>	<b>T.kl. sink</b>	<b>T.kl. kobber</b>	<b>T.kl. TOC</b>
Lek 1	75	-	Meget god	I	I	II
Lek 2	85	-	-	I	I	II
Lek 3	209	I	-	I	I	III

## **5 TAKK**

Vi takker Steinar Borgan fra Emilsen Fisk AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på hans båt. På toktet deltok Vidar Strøm og Fredrik R Staven fra Aquakompetanse AS.

Sedimentanalysene ble utført av Kristine Fiane Johnsson. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad.

## 6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eel E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kysfarvann. 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.
- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 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 kysfarvann. *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*.
- Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (Aqua Kompetanse AS rapp.) 60 s.
- Marin Konsulent. (2011) Rapport fra strømmåling i Lekafjorden 8. september - 8. oktober, 2011.



## 7 VEDLEGG

### GENERELL VEDLEGGSEDEL

#### Analyse av bunndyrsdata

##### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

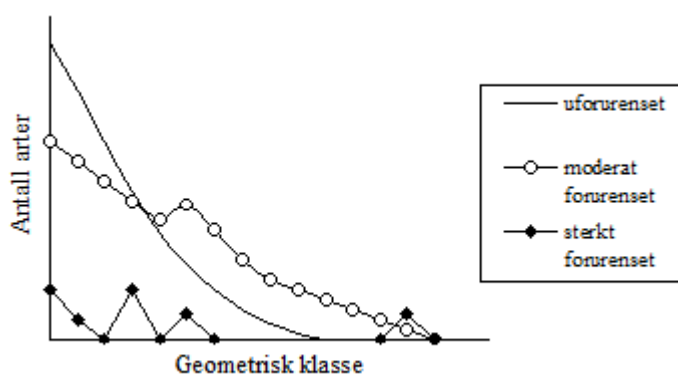
##### Geometriske klasser

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

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er 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 uforurensset, moderat forurensset og for et sterkt forurensset 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 uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max}$  ( $= \log_2 S$ ), er det mulig å uttrykke jevnheten ( $J$ ) i prøven på følgende måte:

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

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

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

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

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

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

**Diversitetsindekse SN** er beskrevet som:

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

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

### Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertter. 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 nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

## Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten ( $H'$ ) og NQII 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 sammen-ligning 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 vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

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

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

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

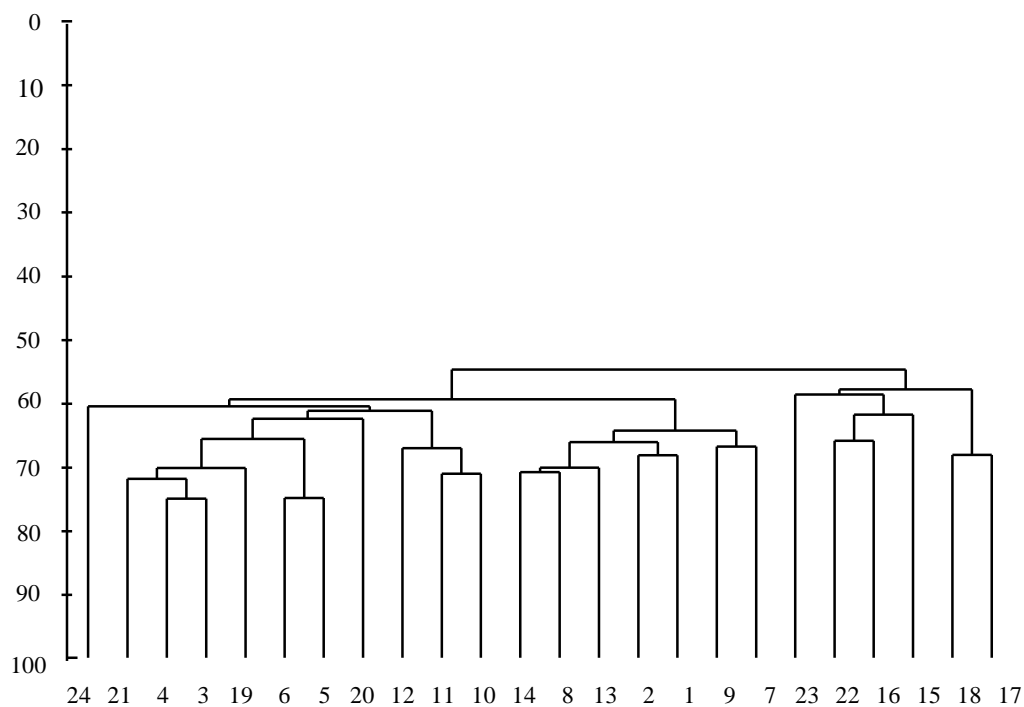
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

### **Dataprogrammer**

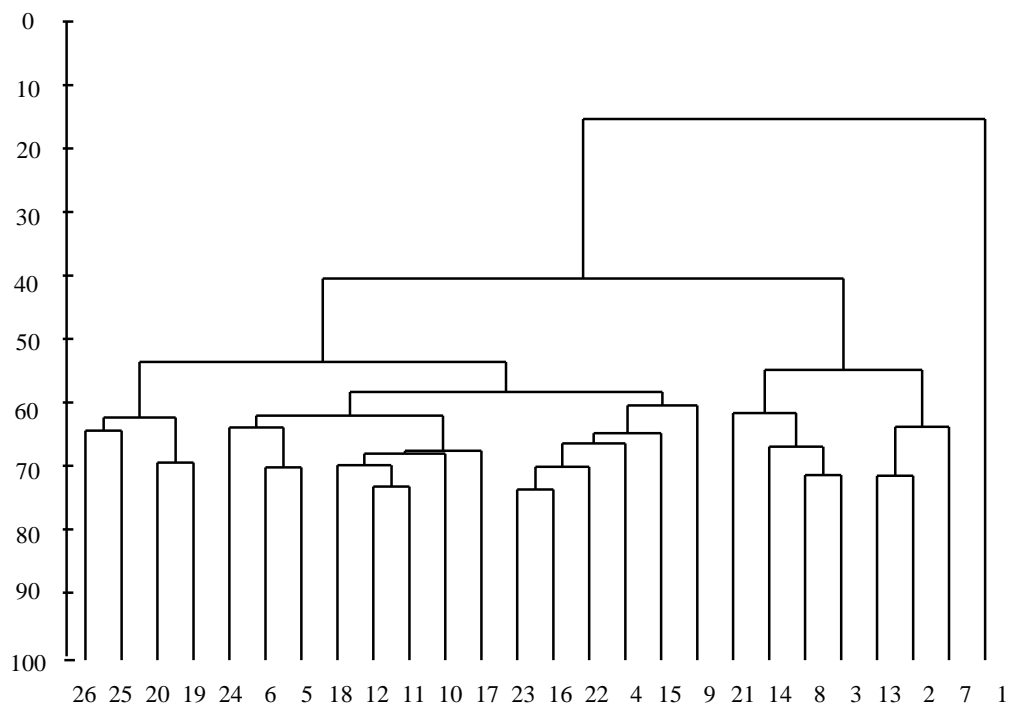
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

FAUNALIKHET

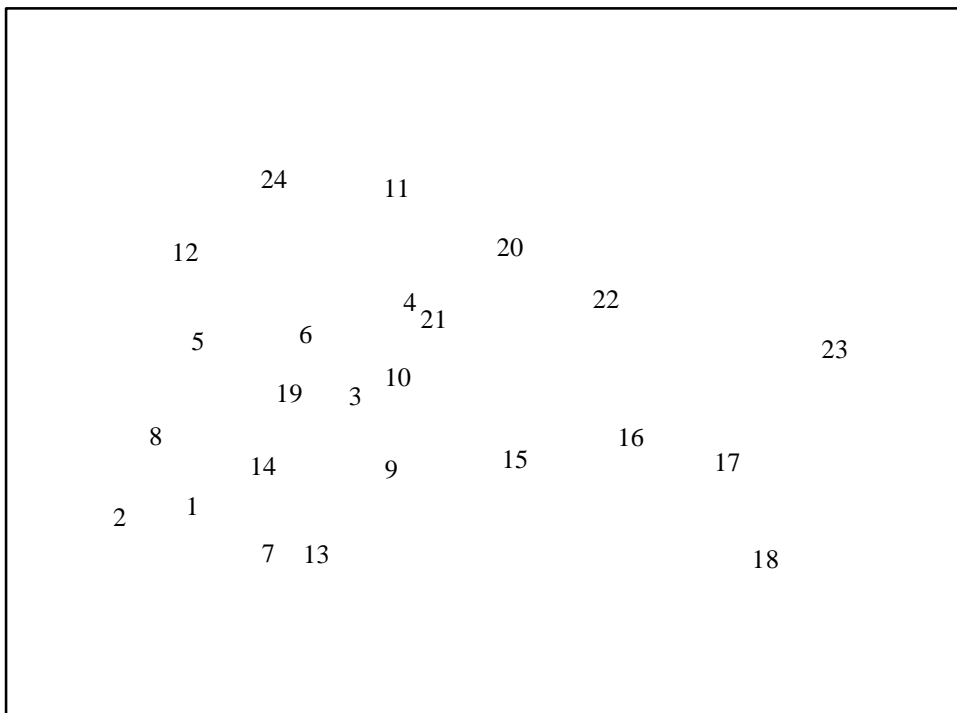


FAUNAFORSKJELL

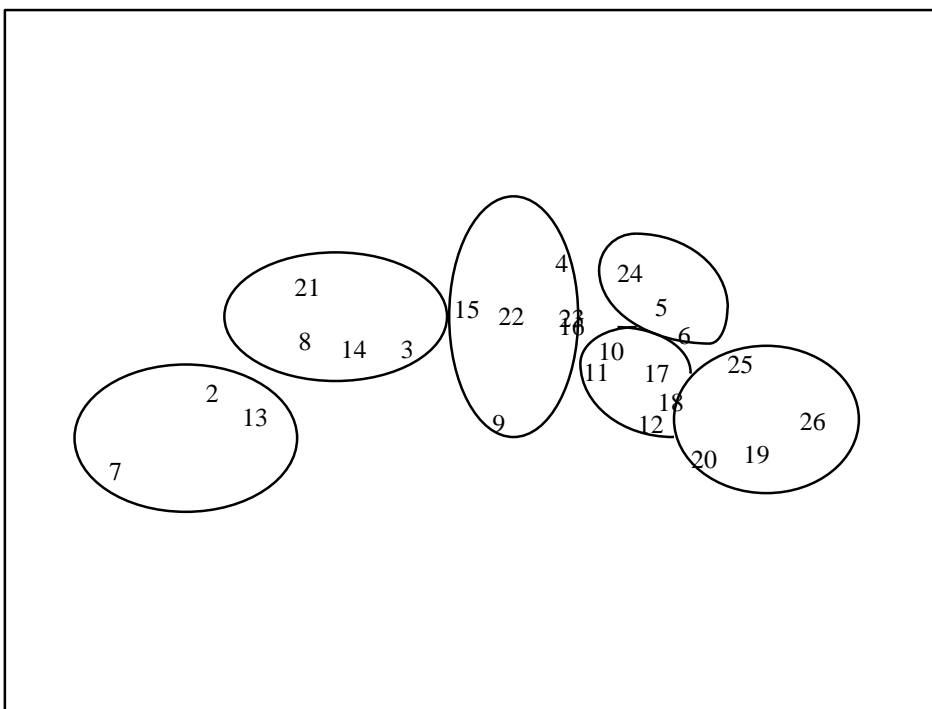


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. 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 AS, 7770 Flatanger**  
**Prosjekt nr.: 806537**  
**Prøvetakingssted (område): Nye Lekafjorden**  
**Dato for prøvetaking: 08/03-2012**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -**  
**Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input 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:5 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 1/5	Stasjon Lekafjorden 8. mars 2012	Lek 1	Lek 1	Lek 3	Lek 3
	Arter huggnr:	1	2	1	2
*	PORIFERA indet.	+		+	+
*	HYDROZOA				
*	Hydrozoa indet.	+			
*	ANTHOZOA				
	Edwardsia sp.	1			
*	PLATYHELMINTES indet.		1		
*	NEMERTINI indet.	2	6	6	4
*	NEMATODA indet.	ca. 30	15	ca. 30	ca. 30
	PRIAPULIDA				
	POLYCHAETA				
	Paramphinome jeffreysii	19	23	74	51
	Euphrosine cirrata	1			
	Aphrodita aculeata			0/2	
	Laetmonice filicornis	0/1		0/1	
*	Siboglinum fiordicum	+		+	
	Polynoidae indet.	2	3	1	
	Pholoe baltica	8	5	2	5
	Sthenelais limicola			1	
	Phyllodocidae indet.			1	
	Paranaitis wahlbergi				1
	Phyllodoce groenlandica	2/1	0/2		
	Eumida sanguinea	1			
	Eulalia mustela		0/1		
	Eulalia sp.			1	
	Protomystides exigua			0/2	
	Eteone longa		1		
	Nereimyra punctata	2/1	1		
	Syllidae indet.	3	2	1	
	Exogone sp.		1	12	8
	Nephtys paradoxa				1
	Nephtys pente	1/2	0/4		
	Sphaerodoropsis philippi			1	
	Sphaerodorum flavum		1	2	
	Glycera alba	0/1	1		
	Glycera lapidum	1/1		0/2	0/3
	Goniada maculata		1/1	1/2	1
	Nothria conchylega	55/19	29/6	2/2	0/1
	Paradiopatra fiordica			1	
	Paradiopatra quadricuspis			5	0/2
	Eunice pennata	4/4	1/2		
	Lumbrineridae indet.	18	8	14	12
	Protodorvillea kefersteini				1
	Scoloplos armiger	0/1			
	Aonides paucibranchiata		1		
	Polydora sp.	4		5	12
	Prionospio cirrifera		1	4	1
	Prionospio dubia			0/1	1/1
	Spio sp.	1			
	Spiophanes kroyeri	3/1	1	6/56	2/60
	Apistobranchnus tenuis			1	
	Spiophanes wigleyi			1	

## SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s 2/5		Lek 1	Lek 1	Lek 3	Lek 3
Arter	huggnr:	1	2	1	2
Aricidea catherinae		2	2	3	3
Levinsenia gracilis				2	1
Paraonis sp.		28	17		
Aphelochaeta sp.		13	5	24	16
Chaetozone sp.		8	7	13	11
Cirratulus cirratus		3/2	1/2		
Diplocirrus glaucus			1		
Pherusa flabellata				3/1	2/2
Scalibregma inflatum		0/1	0/2	0/4	0/7
Heteromastus filiformis				12	2
Mediomastus fragilis		3	2		
Notomastus latericeus		8/4	5/1	3/8	18
Lumbriclymene cylindrica data				1	1
Lumbriclymene minor				1	1
Asychis biceps				2/7	3/9
Petaloproctus sp.		1	2		
Maldanidae indet.		2	3	6	4
Myriochele danielsseni				1	1
Owenia borealis		5/29	1/8		
Galathowenia fragilis		113	100	4	3
Galathowenia oculata		10	3		
Pectinaria auricoma			2	1	1
Petta pusilla		1			
Ampharete falcata				1	3
Ampharete lindstroemi		0/2			
Sabellides octocirrata		1/1		1	
Sosane sulcata			1		
Anobothrus gracilis		0/1			
Anobothrus sp.				21	18
Amphicteis gunneri			0/1	0/1	1
Amythasides macroglossus		21	13	100	89
Eclysippe vanelli				36/20	58/27
Sosanopsis wireni				1	
Samytha sexcirrata		2	0/1		
Glyphanostomum pallescens		1		0/1	0/1
Melinna albicincta				28/45	18/44
Melinna elisabethae		2/14	5/12		
Terebellidae indet.		6	2	3	5
Eupolymnia nesidensis		2/1			
Pista cristata				1	
Pista lornensis		1/2		1	2
Zatsepinia rittichae				0/1	0/3
Thelepus cincinnatus		1			
Streblosoma intestinale				4/18	8/14
Polycirrus latidens					1
Polycirrus medusa				1/1	0/1
Polycirrus norvegicus		5/6	1/10		
Polycirrus plumosus			1		
Polycirrus sp.				1	
Trichobranchus roseus			0/2	1	
Terebellides stroemi		2/1	0/4	0/4	2/4
Sabellidae indet.		14	9	41	45

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s 3/5	Arter	huggnr:	Lek 1 1	Lek 1 2	Lek 3 1	Lek 3 2
	Jasmineira sp.		11	8		
	Hauchiella tribullata		0/2			
	Euchone sp.		1	1	2	11
	Hydroides norvegica		4	2	1	
	Placostegus tridentatus			1		
	Spirorbidae indet			2		
	OLIGOCHAETA indet.				2	
	ECHIURA					
	SIPUNCULA					
	Sipuncula indet.		2	3		4
	Aspidosiphon muelleri		1			
	Phascolion strombus		4	1		
	Onchnesoma steenstrupi				2/2	4/2
	Onchnesoma squamatum					2
	CRUSTACEA					
*	Calanus finmarchicus				1	
*	Verruca stroemi				3	
*	Philomedes lilljeborgi				1	
*	Hemilamprops uniplicata				1	1
*	Leucon nasica		1			
*	Diastylis cornuta		1		0/1	1
*	Cyclaspis longicaudata					1
*	Campylaspis rubicunda			1		
*	Campylaspis sulcata					2
*	Campylaspis horrida				1	
*	Tanaidacea indet.		2		2	1
*	Apseudes spinosus		2/1	1/1		
*	Gnathia sp.					2
*	Echonozone coronata			2		
*	Amphipoda indet.		56	18	5	10
	Eriopisa elongata				2/1	
*	PYCNOGONIDA indet.				1	1
	MOLLUSCA					
	Caudofoveata indet.			1	7	13
	Leptochiton asellus		0/1	3/1		
	Stenosemus albus		2	3		
	Acanthochitona facicularis		0/1			
	Anatoma crispata		0/1		1	
	Puncturella noachina		1		1	
	Iothia fulva		0/2	1/3		
	Alvania cimicoides				0/1	
	Trichotropis borealis			1		
	Capulus ungaricus				1	
	Velutina velutina				1	
	Euspira montagui		1/1		0/1	
	Eulima bilineata			1		
	Raphitoma aequalis			1		
	Thesbia nana			0/1		
	Philine quadrata					2
	Philine scabra		0/1		0/1	1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s4/5	Lek 1	Lek 1	Lek 3	Lek 3
Arter	1	2	1	2
Scaphander lignarius		1		
Nucula nucleus	1			
Nucula tumidula			2	2
Ennucula corticata	3	2	1	
Nuculana minuta	1			
Yoldiella lucida	1		1/2	3/1
Yoldiella nana			1/2	1/1
Dacrydium ockelmanni				3/2
Crenella decussata		1/1		
Modiolula phaseolina	0/1			
Bathyarca pectunculoides				1
Notolimea crassa	1			
Similipecten similis	4			
Thyasira flexuosa	6/2	6/4		
Thyasira obsoleta	1		27/9	27/12
Thyasira sarsii	4/2	2		
Thyasira equalis			10/1	8/2
Axinulus croulinensis		1/1	5/3	
Mendicula feruginosa	5	7	18/2	22/2
Adontorhina similis			4	
Astarte sulcata	2/1	0/2		
Parvicardium minimum			6/1	
Abra nitida				0/1
Kelliella abyssicola				1/2
Hiatella sp.			1	
Lyonsia norwegica	1			
Cuspidaria lamellosa			2	6/1
Cuspidaria rostrata			2/4	6/2
BRACHIOPODA indet.				
Novocrania anomala			1/1	
Macandrevia cranium			1/2	
* PHORONIDA indet.	2			
* BRYOZOA				
* Bryozoa skorpeformet	+			
* Bryozoa grenet	+			
ECHINODERMATA				
OPHIUROIDEA indet.			0/4	
Ophiactis balli	0/1		1	
Ophiopholis aculeata	0/1	1/2		
Amphipholis squamata	1/4	1/1	1/2	1/4
Amphiura chiajei	0/1			
Amphiura filiformis	1/1	2/1		
Ophiocten affinis	2/1	1/1	0/1	5/3
Ophiura albida		1/1		0/1
Ophiura carnea			4/2	6/2
Ophiura robusta		1/1		
Ophiura sarsi	1/26	0/7	0/2	0/2
Gracilechinus acutus		0/1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s5/5	Lek 1	Lek 1	Lek 3	Lek 3
Arter	1	2	1	2
HOLOTUROIDEA				
Thyone fusus				0/1
Thyonidium drummondi	0/1			
Parastichopus tremulus				1
Synaptidae indet.	10	13	1	
ENTEROPNEUSTA indet.	2	1		
* CHAETOGNATHA indet.				
* Pterobranchia indet.	+			
CHORDATA				
ASCIDIACEA				
Ascidiacea indet.	5			
Polycarpa fibrosa			1/1	1
* VARIA	+			+

## Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



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

AR-12-MX-001074-01



EUNOBE-00002927

Prøvemottak: 16.04.2012  
Temperatur:  
Analyseperiode: 17.04.2012-30.04.2012  
Referanse: 806537 ref. 24/12

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2012-0417-009	Prøvetaksdato:	08.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	LEK 1, 75m 8/3-12 Hugg 3	Analysedato:	17.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Fosfor (Cu)</b>					
Totalt fosfor (P)	540	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	6	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	29	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	10	mg/g tv	EN 13137		0.1
<b>a) Totalt tørrstoff</b>					
Total tørrstoff	78.5	% (v/v)	EN 14346		0.1

Prøvenr.:	441-2012-0417-010	Prøvetaksdato:	08.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	LEK 2, 85m 8/3-12 Hugg 3	Analysedato:	17.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Fosfor (Cu)</b>					
Totalt fosfor (P)	440	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	5	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	28	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	9.4	mg/g tv	EN 13137		0.1
<b>a) Totalt tørrstoff</b>					
Total tørrstoff	73	% (v/v)	EN 14346		0.1

## 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 1 av 2



AR-12-MX-001074-01



EUNOBE-00002927



Prøvenr.:	<b>441-2012-0417-011</b>	Prøvetakingsdato:	08.03.2012	
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	LEK 3, 209m 8/3-12 Hugg 3	Analysestartdato:	17.04.2012	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Fosfor (Cu)</b>				
Totalt fosfor (P)	560	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	9	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	42	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	14	mg/g tv	EN 13137	0.1
<b>a) Totalt tørrstoff</b>				
Total tørrstoff	76.2	% (v/v)	EN 14346	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-09833, Halsbrücke

**Bergen 30.04.2012**

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingenier

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