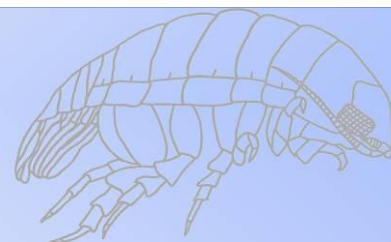


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø



e-rapport nr.: 2–2013

## *MOM-C undersøkelse fra Lauvsneselva, Flatanger kommune, juli 2012*

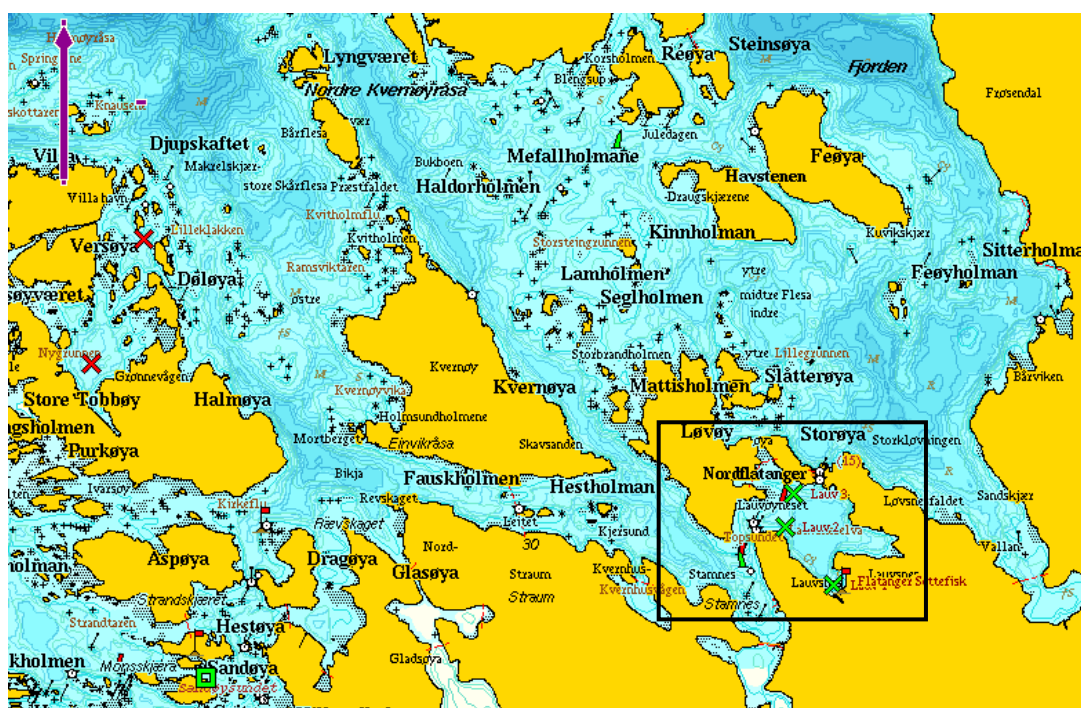
Vidar Strøm



Nasir El Shaikh

Ragni Torvanger

Silje Hadler-Jacobsen

Per Otto Johansen



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

<b>Rapportens tittel:</b> MOMC-undersøkelse fra Lauvsneselva, Flatanger kommune, juli 2012.	<b>Dato:</b> Felt: 25.07.2012 Rapport: 06.03.13
	Antall sider og bilag: 43
<b>Forfatter(e):</b> Vidar Strøm, Nasir El Shaikh, Ragni Torvanger, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen	<b>Prosjektleder:</b> Vidar Strøm
	Prosjektnummer: 806903

<b>Oppdragsgiver:</b> Flatanger Settefisk AS	<b>Tilgjengelighet:</b> Åpen
--	------------------------------

**Abstract:**

On assignment from Flatanger Settefisk AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the marine area by Lauvsneselva, which is located in Flatanger, 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 macro fauna, and hydrographical data of the sea water. In total, four different stations were chosen for sampling; Lauv1, which is located in close proximity to the discharge areas, Lauv2, which is located further northwest in the bay, and Lauv3, which lies north of Lauv2 and Lauv 4, in the deepest part of the fjord. The hydrographical data show moderate to good oxygen levels in the bottom water at Lauv 1, 2 and 3, and low oxygen levels below 60m at Lauv 4. The environmental quality is assessed according to the classification system of the The Norwegian Directorate for Nature Management . The results show that the level of copper and zinc were low on all stations. The level of phosphorus was moderate at Lauv1, while it was low on Lauv2 and Lauv3. The total organic carbon (TOC) showed high levels at every station (class V, very bad). The sediments from Lauv1 and Lauv2 consisted of a mixture of silt, clay, and sand, while the sediment from Lauv3 consisted mostly of silt and a lesser degree of clay. The soft bottom macro fauna investigation showed low diversity at Lauv1, while it showed a very good diversity at both Lauv2 and Lauv3.

<b>Keywords:</b> Fish farm Recipient Benthos Sediment	<b>Emneord:</b> Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	<b>ISSN NR.:</b> 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 2-2013
---	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	06.03.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	25.07.2012	<i>Vidar Strøm</i>

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

**Følgende er utført akkreditert:**

**Sortering av sediment utført av:** SAM-Marin

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** SAM-Marin

**Rapportering utført av:** SAM-Marin

**Kornfordelingsanalyser utført av:** SAM-Marin

**Ikke akkreditert:**

**Prøvetaking til analyser, samlet av:** Aqua Kompetanse

**Glødetapsanalyser utført av:** SAM-Marin

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Knut Skingen (båt)

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

Akkreditert: Fosfor, Sink, Kobber og TS

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 .....	9
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser .....	10
2.2.4 Bunndyr.....	10
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget</b> .....	<b>13</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 Hydrografi</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Sediment</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3 Kjemi</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4 Bunndyr</b> .....	<b>22</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>26</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>28</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>28</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>29</b>
<b>Generell vedleggsdel</b> .....	<b>29</b>
Generelt .....	29
Geometriske klasser .....	29
Univariate metoder .....	30
Ømfintlighet .....	31
Sammensatte indekser .....	31
Referansetilstand og klassegrenser.....	31
Multivariate analyser.....	32
Dataprogrammer.....	34
Litteratur til Generelt Vedlegg .....	37
<b>Vedleggstabell 1. Artsliste</b> .....	<b>38</b>
<b>Vedleggstabell 2. Geometriske klasser</b> .....	<b>41</b>
<b>Vedleggstabell 3. Analysebevis</b> .....	<b>42</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra utslippsområdet til Flatanger Settefisk AS, i Flatanger kommune. Innsamlingene ble gjennomført 25. juli 2012 og 29. januar, 2013. Settefiskanlegget ligger ved munningen av Lauvsneselva. Anlegget har en konsesjon på 7 500 000 smolt per år. Anlegget har to utslipp, ett nordøst for anlegget hvor cirka en tredjedel av avfallet føres ut og ett sørvest hvor cirka to tredjedeler av avfallet føres ut (se figur 2.3).

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

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

Undersøkelsen er utført av Aqua Kompetanse AS etter avtale med Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Flatanger Settefisk AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

## 2 MATERIALE OG METODER

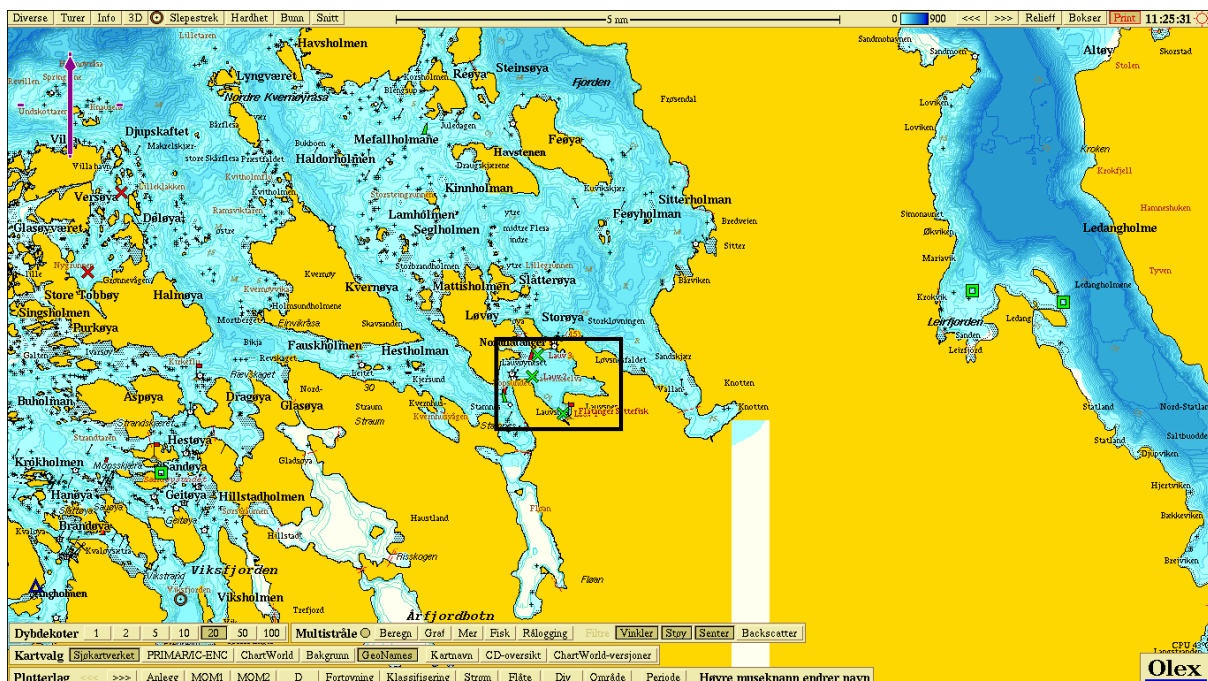
### 2.1 Undersøkellesområdet

Settefiskanlegget ligger ved utløpet til Lauvsneselva i Flatanger kommune (Figur 2.1, 2.2, 2.3). Utenfor elva er det en poll (også kalt Lauvsneselva) med to innløp, Eiasundet i nord og Toppsundet i vest (se figur 2.2). De dype områdene i pollen er forholdsvis flate, og dybden ligger rundt 70-80 meter. Fram til 1970-tallet var det betydelige utslipp av tremasse og bark til resipienten fra et tresliperi. Mye av dette ligger fortsatt igjen på bunnen. Tidligere undersøkelser har vist at bassenget er dødt på bunnen og at bassengvannet tidvis er oksygenfritt opp til ca 60 m (Sandnes 2004). Basert på disse kjensgjerninger valgte vi ikke å ta prøver til analyse av bunnfauna på største dyp i pollen. Derimot er det her tatt prøve for analyse av organisk stoff. Vi valgte å flytte prøvetakingsstasjonene opp på grunnere parti for å ta prøver der vi antok at levevilkårene for bunnfaunaen er bedre.

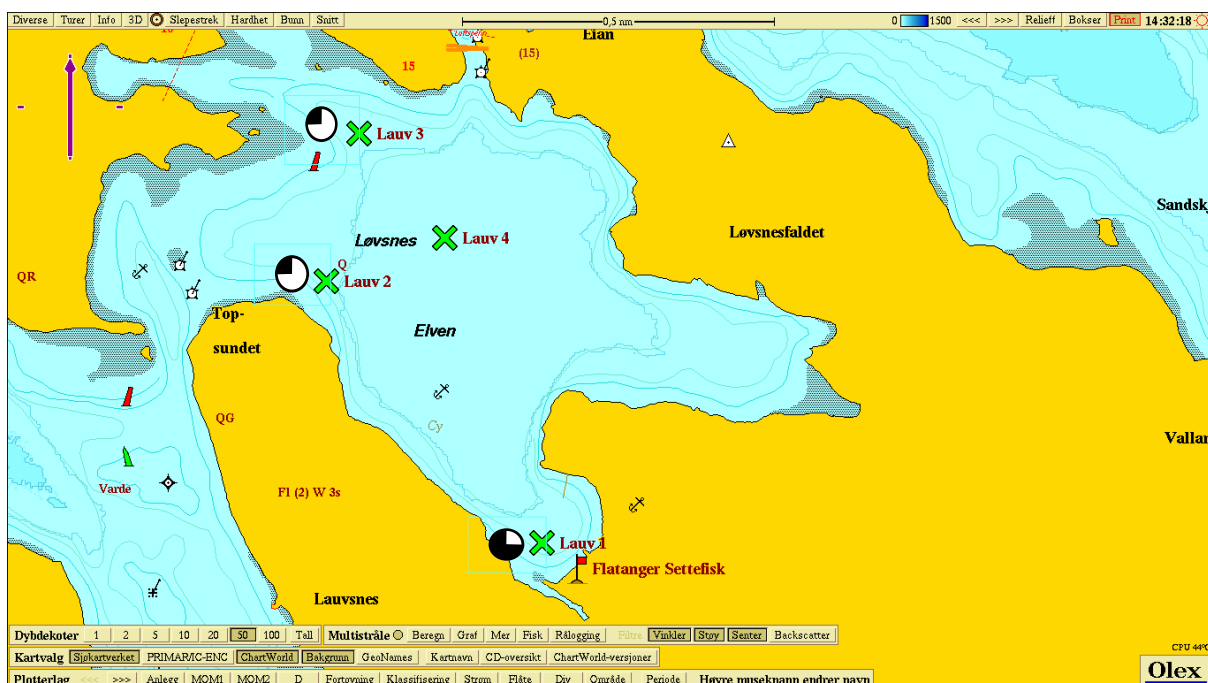
### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Innsamlingene ble gjort 25. juli, 2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon (Lauv 1) 120 meter ut fra anlegget, mellom de to utslippene til settefiskanlegget (se figur 2.3). Lauv 2 ble tatt cirka 1,1 km nordover fra anlegget (det nærmeste man kunne finne sedimentbunn utan oksygensvikt), mens Lauv 3 ble tatt cirka 1,4 km utover i bukta fra anlegget (se figur 2.2). Det ble også tatt en prøve fra største dyp i resipienten, Lauv 4, for analyse av organisk innhold. Denne prøven ble tatt 29. januar, 2013. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS etter avtale med SAM-Marin.

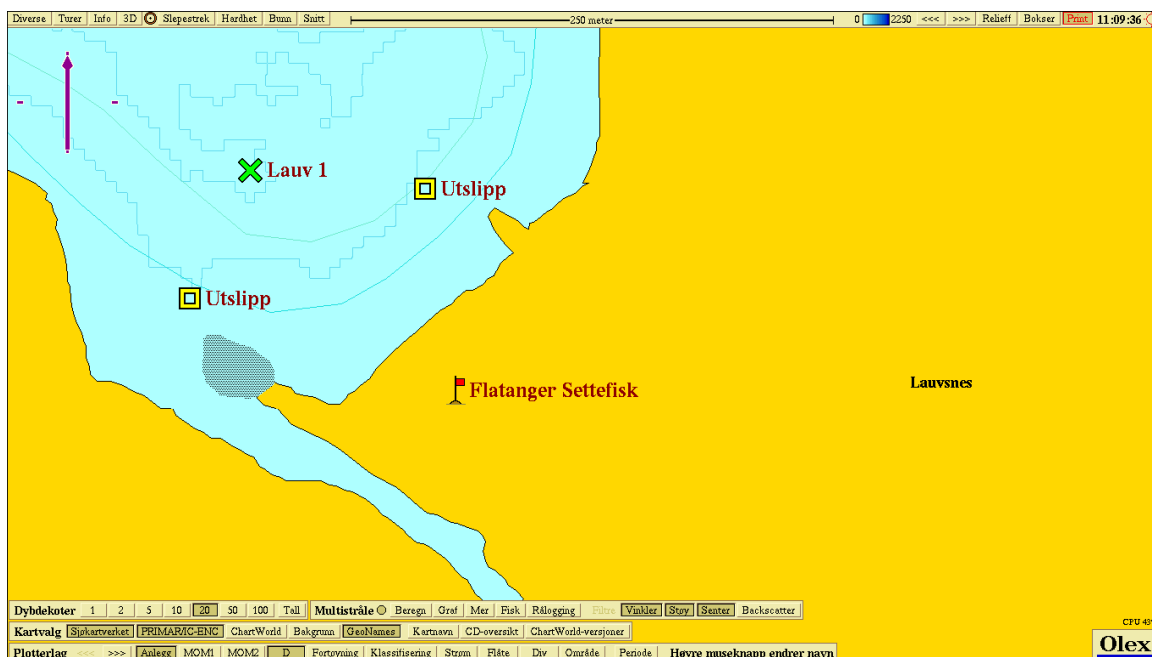
Det ble også tatt hydrografiske målinger fra hver stasjon. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.



Figur 2.1: Oversiktskart over området. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Lauvsneselva.



Figur 2.2: Utsnitt av Lauvsneselva med 4 stasjoner i bukta inntegnet. 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. Kart kilde: Olex.



Figur 2.3: Kartet viser sjøområdet like utenfor settefiskanlegget. De gule firkantene markerer de to utslippspunktene. Kart kilde: Olex.

**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Lauvsnesbukta i juli 2012 og i januar 2013. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en 0,1 m<sup>2</sup> Van Veen grabb (full grabb = 15 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Lauv 1 25.07.12	Lauvsneselva 64° 30,066'N 10° 54,582'Ø	40	1	-	Forkastet grunnet tom grabb.
			2	4,5	Silt, sort farge. Sterk lukt fra sedimentet. Uttak til faunaprøver.
			3	9,5	Silt, sort farge. Sterk lukt fra sedimentet. Uttak til faunaprøver.
			4	17,0	Silt, sort farge. Sterk lukt fra sedimentet. Uttak kjemisk og geologisk prøve.
Lauv 2 25.07.12	Lauvsneselva 64° 30,484' N 10° 53,779'Ø	56	1	-	Forkastet grunnet tom grabb.
			2	17,0	Silt, lys grå farge. Ingen lukt. Uttak til faunaprøver.
			3	17,0	Silt, lys grå farge. Ingen lukt. Uttak til faunaprøver.
			4	17,0	Silt, lys grå farge. Ingen lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Lauv 3 25.07.12	Lauvsneselva 64° 30,720'N 10° 53,903'Ø	42	1	1,30	Silt og leire, mørk farge. Ingen lukt. Børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			2	17,0	Silt, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			3	17,0	Silt, lys grå farge. Ingen lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.



Lauv 4 29.01.13	Lauvsneselva 64°30,554'N 10°54,222'Ø	80	1	Mørkt overflatelag av finfordelte partikler på cirka 1 cm. Leire under. Ingen dyr ble observert i prøven. Uttak til analyse av organisk innhold (glødetap)..
--------------------	--	----	---	--

### 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 %.

### 2.2.2 Sediment

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

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

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

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

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra tre stasjoner (Lauv1-3) til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

### 2.2.4 Bunndyr

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

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet  $0,1 \text{ m}^2$ . Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full  $0,1 \text{ m}^2$  Van

Veen grabb har et volum på 15 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 hull diameter 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 tilsetting av 8 % 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. Bunndyrs materialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. 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 bunndyrs materialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIF's veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.2). 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 *	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	%	>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	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

\*Omregningsfaktoren til mgO<sub>2</sub> /l er 1,42

\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6<sup>0</sup>C

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

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

### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Settefiskanlegget har en konsesjon på 7 500 000 stk sjødyktig smolt per år. I 2012 ble det produsert cirka 5 mill. smolt og utfôret 500 tonn. Settefiskanlegget har to utslipp (se figur 2.3), hvorav det ene utslippet som ligger nærmest elva står for cirka to tredjedeler av utslippet og er renset, mens det andre utslippet står for cirka en tredjedel og er urenset.

## 3 RESULTATER OG DISKUSJON

### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på 3 prøvetakingsstasjoner i Lauvsnesbukta den 26. juli, 2012. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1 – 3.6. Den 29. januar, 2013 ble det også målt hydrografiske data fra stasjon Lauv 4, disse dataene er presentert i figurene 3.7 – 3.8.

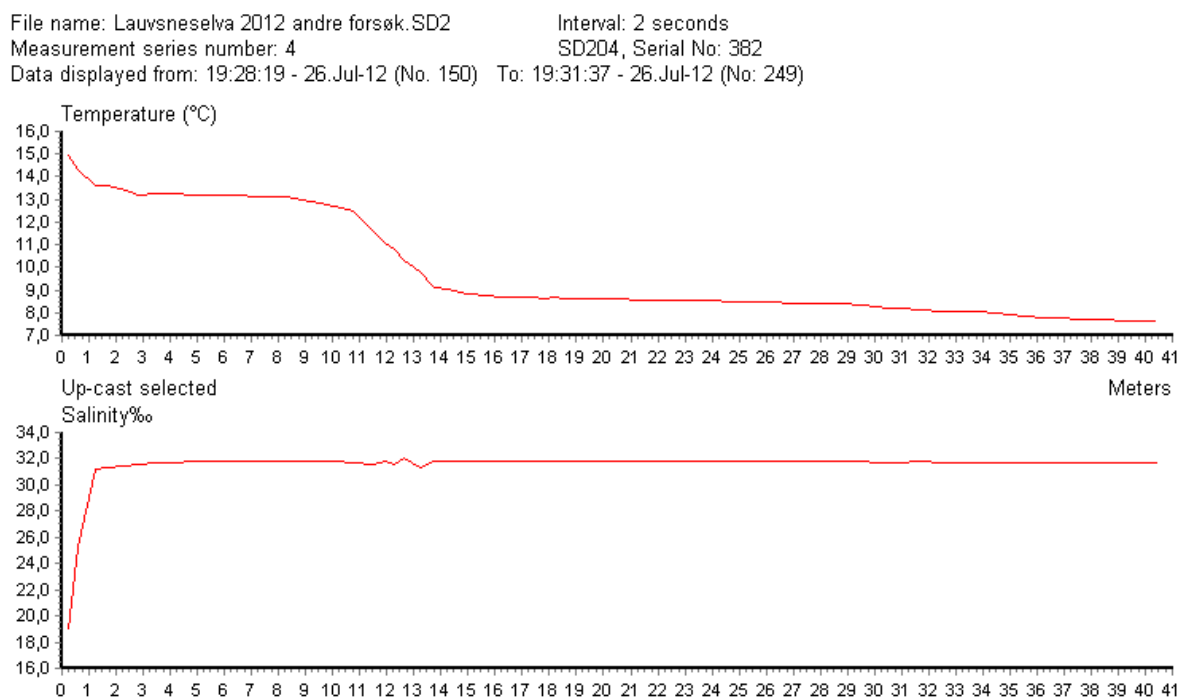
Den hydrografiske undersøkelsen viser at det på undersøkelsestidspunktet sommeren 2012 var et sprangsjikt ved cirka 11-12 meters dybde i området. Ovenfor dette sjiktet var temperaturen høyere samt at oksygeninnholdet også var høyere enn vannmassene nedenfor sjiktet.

Ved stasjon Lauv 1 viser temperaturprofilen i underkant av 14 °C i vannmassene over 12 meters dybde. Ved 15 m dyp er temperaturen 9,0 °C, og videre nedover mot sjøbunnen avtar den sakte ned mot 8,0 °C. Salinitetsmålingen viser et brakkvannslag i den øverste meteren av vannsøylen. Ved 2 m dyp og videre nedover i vannsøylen er saliniteten stabil i underkant av 32 ‰. Oksygenkonsentrasjonen er 9,0 mg O<sub>2</sub>/l i overflatevannet, ved sjiktet på 12 m dyp og videre nedover avtar konsentrasjonen gradvis. I bunnvannet er den ned mot 4,0 mg O<sub>2</sub>/l. Hvis man legger til grunn en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 2,8 ml O<sub>2</sub>/l, og gir TK III 'Moderat' etter klassifiseringen i Molvær et al. 97 (tabell 2.2). Oksygenmetningen er 100 % ved overflaten, i bunnvannet er den 40 %.

Ved stasjon Lauv 2 viser temperaturprofilen at overflatevannet holder 14 °C. Ved sjiktet på 12 m dyp og nedenfor avtar temperaturen brått ned til cirka 8,7 °C. Saliniteten ligger jevnt rundt 31,6 ‰ i hele vannsøylen, med et noe ferskere vannlag i den øverste meteren. Oksygenkonsentrasjonen er 8,7 mg O<sub>2</sub>/l i overflatevannet. Videre nedover i dypet avtar den gradvis. I bunnvannet er konsentrasjonen 5,1 mg O<sub>2</sub>/l. Dette tilsvarer 3,6 ml O<sub>2</sub>/l og gir TK II 'God', etter Molvær 97. Metningen er rundt 100 % i overflatevannet, og 55 % i bunnvannet.

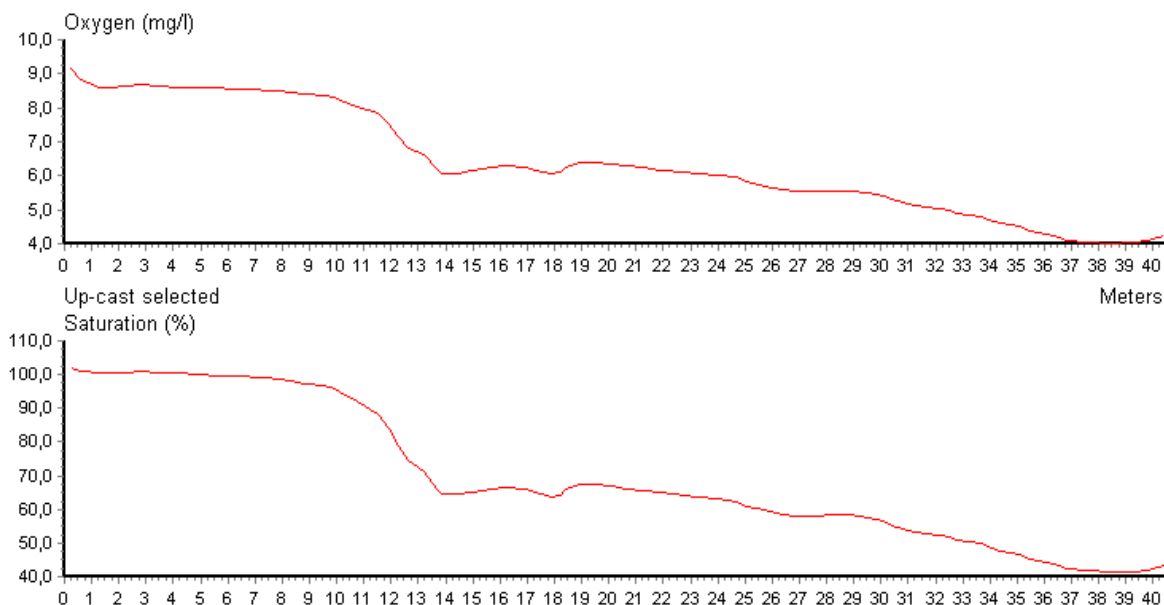
Ved Lauv 3 var sjøtemperaturen rundt 14 °C ved overflaten og under dette avtar temperaturen til 8,9 °C ved 15 m dyp. Videre nedover i søylen ligger den forholdsvis stabil rundt 8,0 °C. Saliniteten ligger jevnt på 32 ‰ i hele vannsøylen, med et noe ferskere vannlag i overflaten. Oksygenkonsentrasjonen er 8,7 mg O<sub>2</sub>/l i overflatevannet. Ved 12 m dyp avtar den nedover til 6,9 mg O<sub>2</sub>/l ved 15 m dyp. Videre nedover i vannmassene avtar konsentrasjonen gradvis, og i bunnvannet er den på 5,2 mg O<sub>2</sub>/l. Dette tilsvarer 3,7 ml O<sub>2</sub>/l, og gir TK II 'God' etter Molvær 97. Metningen er over 100 % i overflatevannet, og 53 % i bunnvannet.

Ved stasjon Lauv 4 (tatt 29. januar, 2013) var sjøtemperaturen rundt 2,5 °C i den øverste meteren av vannsøylen, her hadde man også et brakkvannslag med en salinitet på 27,5 ‰. Videre nedover i vannsøylen stiger temperaturen gradvis opp mot 5,5 °C ved 40 meters dybde. Videre nedover i dypet avtar den gradvis til cirka 4 °C ved sjøbunnen på 80 meters dyp. Ved 2 meters dybde og videre nedover ligger saliniteten på 32 ‰. Oksygenkonsentrasjonen ligger på 10 mg O<sub>2</sub>/l i overflatevannet. Ved 30 meters dybde begynner konsentrasjonen å avta, og ved 54 meters dybde er konsentrasjonen nede på 0,2 mg O<sub>2</sub>/l. Dette tilsvarer 0,14 ml O<sub>2</sub>/l, og gir TK V 'Meget dårlig' etter klassifiseringen i Molvær et al. 97. Nedover til 75 meters dybde er konsentrasjonen rundt 0,1 mg O<sub>2</sub>/l. I bunnvannet har man total oksygensvikt, der konsentrasjonen er tilnærmet 0,0 mg O<sub>2</sub>/l. Oksygenmetningen er 90 % i overflatevannet. I de nederste ti meterne av vannsøylen er metningen under 1,0 %. Disse funnene samsvarer med det som tidligere undersøkelser i dypområdet i Lauvsneselva har stadfestet. NIVA dokumenterte i 1996 at vannet under cirka 55-60 m hadde meget dårlige oksygenforhold (Molvær, 1997). Aquakompetanse AS undersøkte oksygennivået i resipienten i 2002-2003, og fant oksygensvikt fra 60 meters dybde og ned til bunnen i oktober 2002. Ved en ny undersøkelse i april 2003 fant man bedre oksygenforhold i dypet, og konkluderte men at det hadde vært en terskeloverskylling i bukta i løpet av vinteren imellom målingene (Sandnes, 2004).



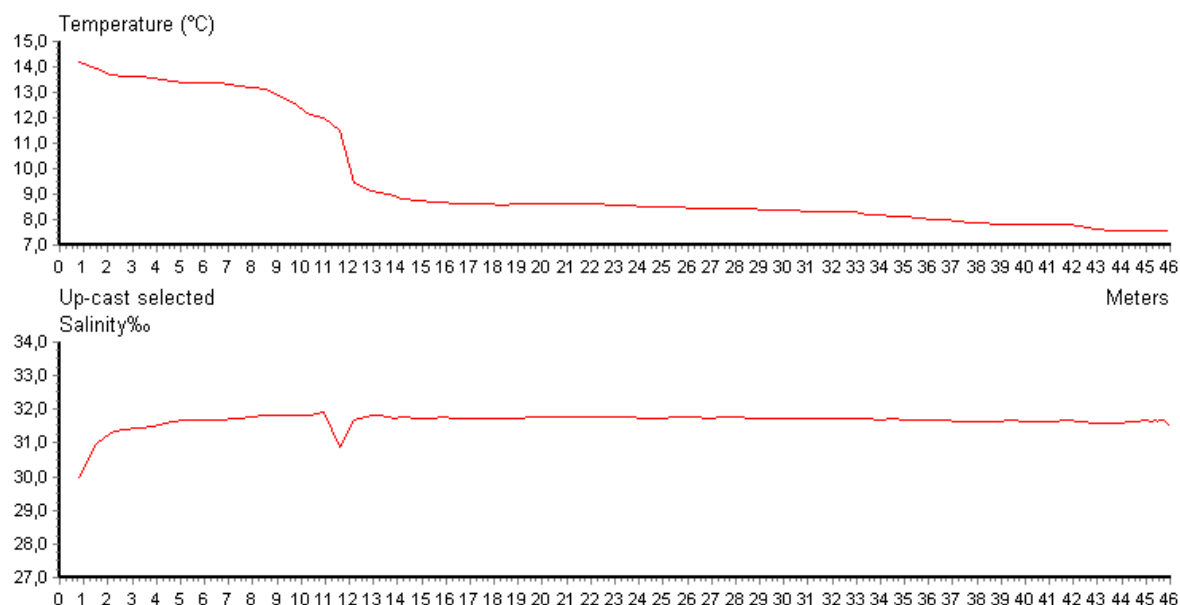
**Figur 3.1** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 40 m dyp ved stasjon Lauv 1 den 25. juli, 2012.

File name: Lauvsneselva 2012 andre forsøk.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 4 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 19:28:19 - 26.Jul-12 (No. 150) To: 19:31:37 - 26.Jul-12 (No: 249)



**Figur 3.2** Oksygeninnhold i vannsøylen fra overflaten og ned til 40 m dyp ved stasjon Lauv 1 den 25. juli, 2012.

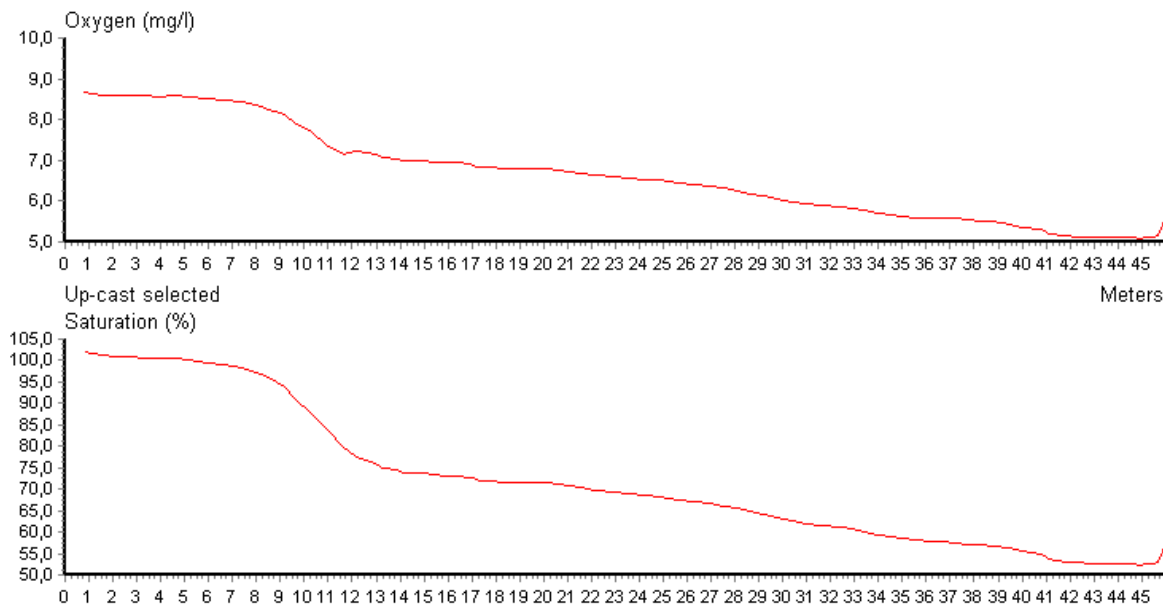
File name: Lauvsneselva 2012 andre forsøk.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 19:18:14 - 26.Jul-12 (No. 9) To: 19:22:04 - 26.Jul-12 (No: 124)



**Figur 3.3** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 46 m dyp ved stasjon Lauv 2 den 25. juli, 2012.

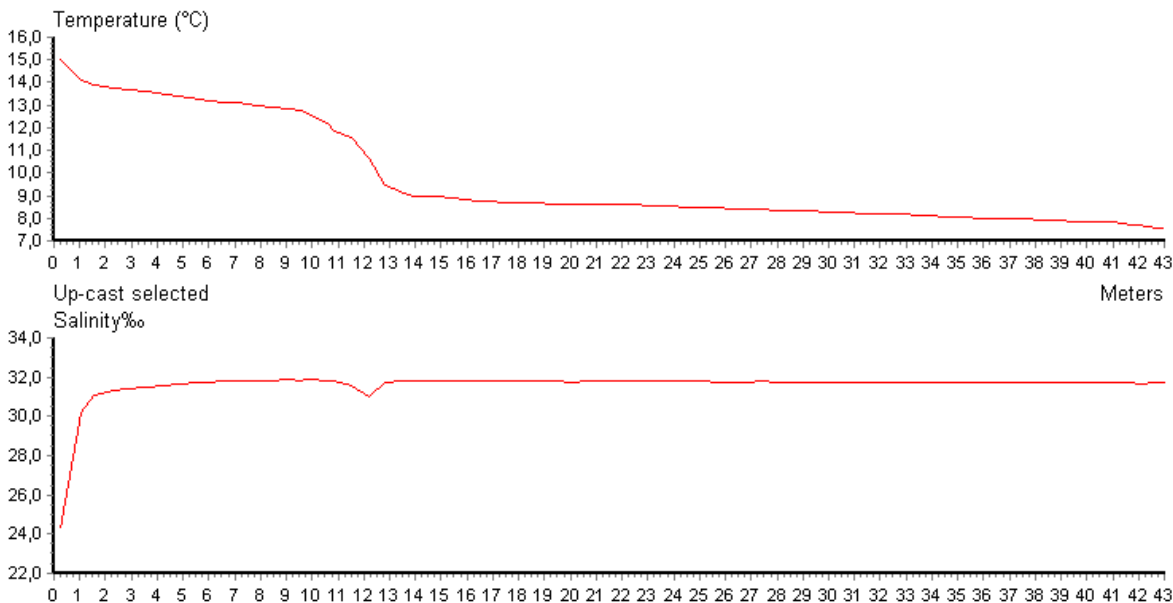


File name: Lauvneselva 2012 andre forsøk.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 19:18:14 - 26.Jul-12 (No. 9) To: 19:22:04 - 26.Jul-12 (No: 124)



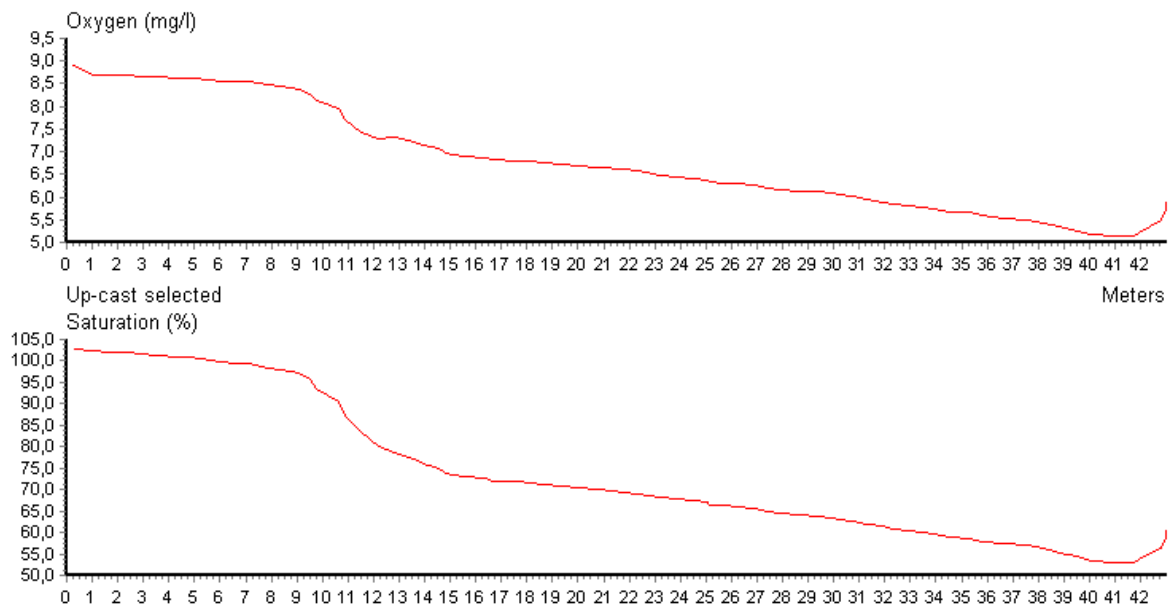
**Figur 3.4** Oksygeninnhold i vannsøylen fra overflaten og ned til 46 m dyp ved stasjon Lauv 2 den 25. juli, 2012.

File name: Lauvneselva 2012 andre forsøk.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 19:37:41 - 26.Jul-12 (No. 274) To: 19:40:59 - 26.Jul-12 (No: 373)



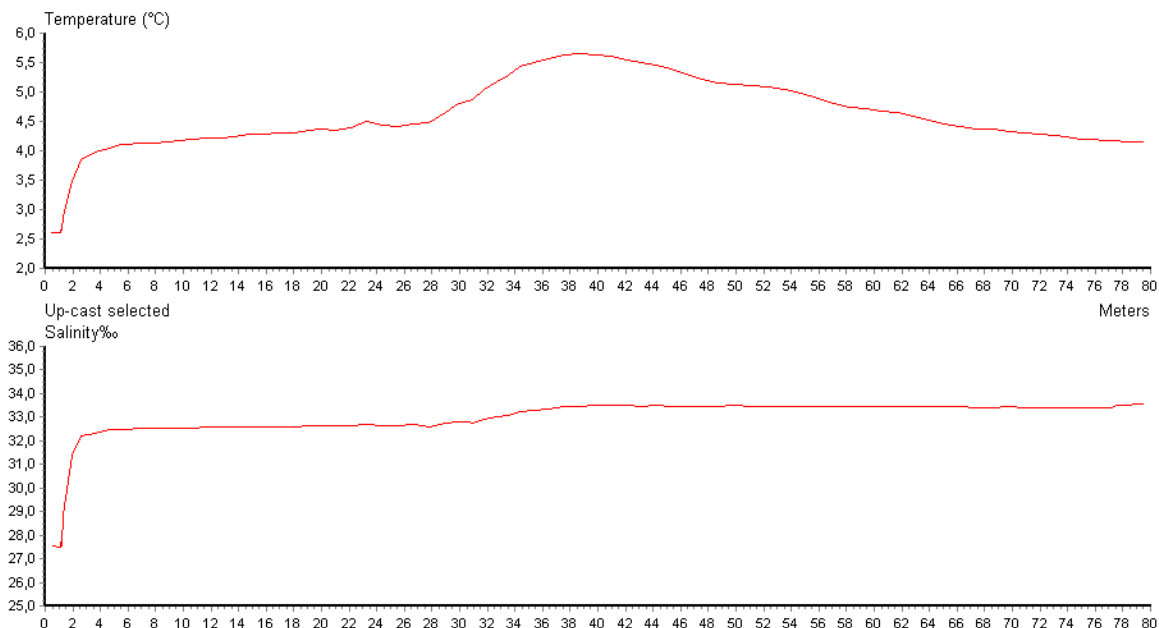
**Figur 3.5** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 42 m dyp ved stasjon Lauv 3 den 25. juli, 2012.

File name: Lauvsneselva 2012 andre forsøk.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 19:37:41 - 26.Jul-12 (No. 274) To: 19:40:59 - 26.Jul-12 (No: 373)



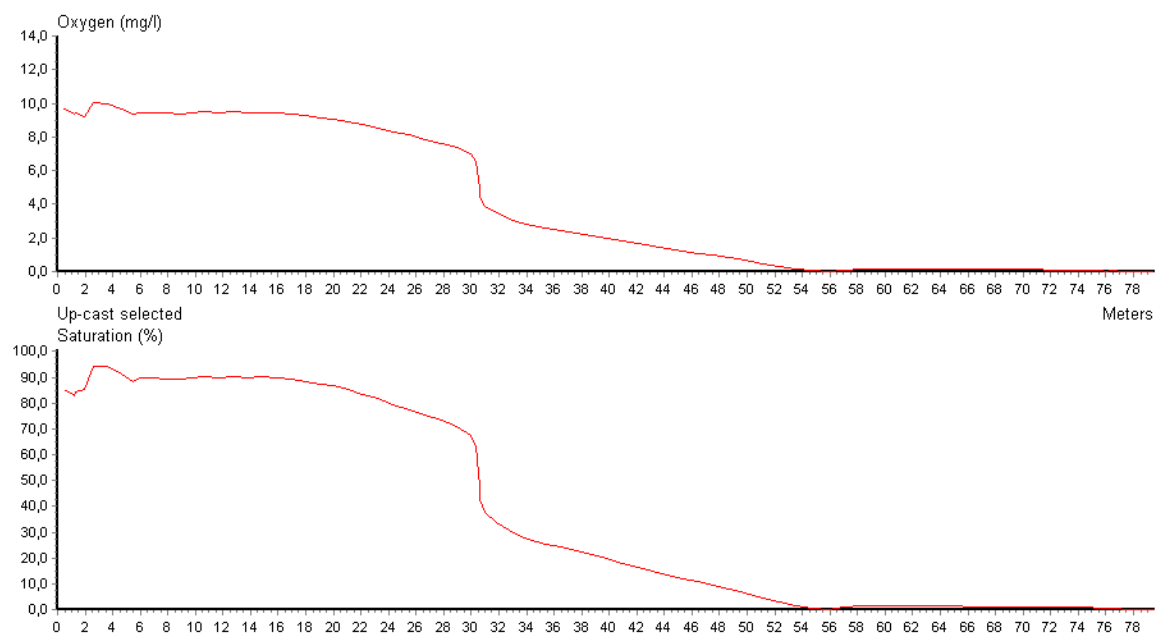
**Figur 3.6** Oksygeninnhold i vannsøylen fra overflaten og ned til 42 m dyp ved stasjon Lauv 3 den 25. juli, 2012.

File name: Lauvsneselva.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 12:12:13 - 29.Jan-13 (No. 83) To: 12:18:29 - 29.Jan-13 (No: 271)



**Figur 3.7** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 80 m dyp ved stasjon Lauv 4 den 29. januar, 2013.

File name: Lauvsneselva.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 12:12:13 - 29.Jan-13 (No. 83) To: 12:18:29 - 29.Jan-13 (No: 271)



**Figur 3.8** Oksygeninnhold i vannsøylen fra overflaten og ned til 78 m dyp ved stasjon Lauv 4 den 29. januar, 2013.

### 3.2 Sediment

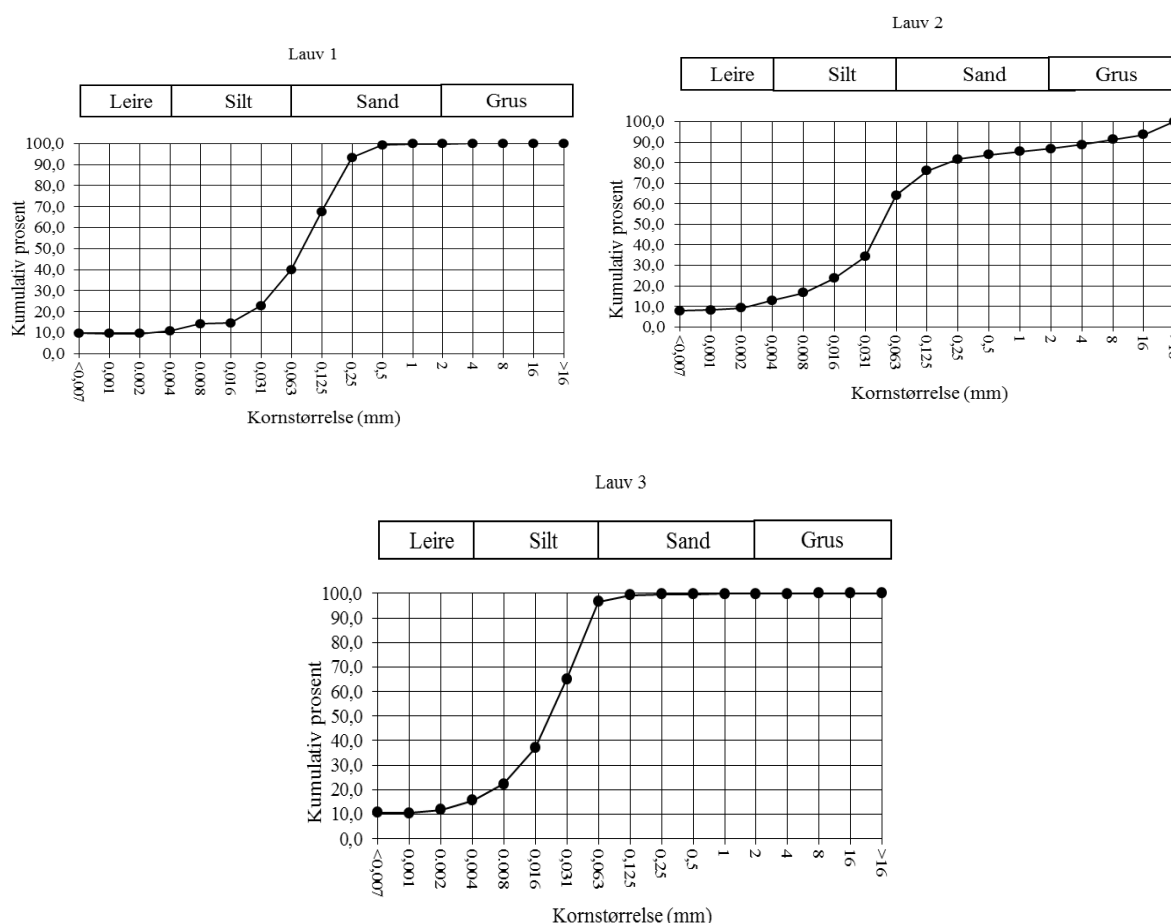
Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.9.

I perioden prøvene ble analysert hadde ikke analyselaboratoriet metoden for glødetap under kontroll. Resultatene fra glødetapsanalysen rapporteres som ikke akkreditert og bør dermed ikke vektlegges i særlig grad.

**Tabell 3.1:** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Lauvsneselva, juli 2012. Lauv 4a er glødet ved 520 grader mens de andre stasjonene er glødet ved 550 grader. Prøvene fra Lauv 4 ble tatt i januar 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Lauv 1	40	15,6*	10,8	29,2	40,0	59,9	0,1
Lauv 2	56	9,2*	12,9	51,3	64,2	22,6	13,2
Lauv 3	42	13,7*	15,6	81,0	96,5	3,3	0,1
Lauv 4 a**	80	7,3					
Lauv 4 b <sup>#</sup>	80	8,1					

\*ikke akkreditert, \*\*glødet ved 520°C, <sup>#</sup>glødet ved 550 °C.



**Figur 3.9:** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sediment prøver fra Nærsonen Lauv 1, Overgangssonen Lauv 2 og fjernsonen Lauv 3

Sedimentet fra **Lauv 1** besto av en blanding av finkornede- og mer grovkornede partikler. Nesten to tredjedeler av sedimentet bestod av sand (59,9 %), mens fraksjonen leire og silt utgjorde 40 %. Glødetapet var 15,6 % og indikerer et moderat nivå av organisk innhold i sedimentet. Ved **Lauv 2** besto hoveddelen av sedimentet av partikler i den mer finkornede enden av skalaen, der fraksjonen leire og silt utgjorde 64,2 %, mens sand og grus utgjorde henholdsvis 22,6 og 13,2 %. Glødetapet viste en normal mengde organisk materiale på 9,2 %. Sedimentet fra **Lauv 3** besto nesten utelukkende av leire og silt (96,5 %), der silt utgjorde 81,0 %, og leire 15,6 %. Det var også en fraksjon av sand som utgjorde 3,3 %. Glødetapet var 13,7 %, og indikerer en normal til moderat mengde organisk materiale.

**Lauv 4** hadde organisk innhold som lå mellom 7,3 og 8,1 prosent. Dette er å betrakte som en normal mengde organisk innhold for norske fjorder. Det er ikke tidligere gjort analyser av organisk stoff fra resipienten.

### 3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i undersøkelsesområdet er vist i Tabell 3.2 og i vedleggstabell 3. For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres. Dette betyr at det standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993).

Ved Lauv 1 var nivået av tungmetallene kobber og sink lavt, mens nivået av næringssaltet fosfor var moderat. TOC viste et meget høyt nivå av karbon i sedimentet ved denne stasjonen (TK V, meget dårlig). Ved Lauv 2 var nivået av kobber, sink, og fosfor lavt. TOC viste et høyt nivå av organisk karbon (TK V, meget dårlig). Stasjon Lauv 3 hadde lave nivå av kobber, sink, og fosfor, mens TOC viser et høyt nivå av organisk karbon (TK V, meget dårlig).

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

Stasjon	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
<b>Lauv 1</b>	90	100,8	V	5,7	170	II	25	I	40,9
<b>Lauv 2</b>	48	54,4	V	0,88	57	I	23	I	48,8
<b>Lauv 3</b>	66	66,6	V	0,97	73	I	29	I	42,4

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3-3.4, Figur 3.10-3.12, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten 25. juli 2012. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra Lauv 1 like ved anlegget, ble det funnet kun 6 arter med til sammen hele 1287 individer. Diversiteten ble beregnet til 1,42 som plasserer stasjonen i KLIF's tilstandsklasse IV (dårlig). I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 2 (god) (Tabell 2.3). Flere punkt indikerer likevel at man her har en påvirket stasjon. For eksempel finner man her et høyt antall individer av børstemarkene *Ophryotrocha lobifera* (890 individer, 69 %), *Malacoceros fuliginosus* (212 individer, 16.5 %) og *Capitella capitata* (160 individer, 12.4 %). Dette er arter som trives i forhold med mye tilført organisk materiale der andre arter ikke kan leve. De andre artene man fant på stasjonen var det fra de to børstemarkslektene *Ophryotrocha* og *Microphthalmus* og fra fåbørstemarkklassen *Oligochaeta*. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter havnet i tilstandsklasse IV (dårlig), som også støttes av AMBI-verdien (ømfintlighet) som indikerer sterkt forstyrret fauna. De geometriske klassene indikerer også at man her har påvirkning fra anlegget på stasjonen, med en relativt ujevn fordeling av artene.

På Lauv 2 i overgangssonen, ble det funnet 34 arter med til sammen 269 individer. Diversiteten ble beregnet til 3,79 som plasserer stasjonen i KLIF's tilstandsklasse II (god). Også for stasjoner i overgangssonen bedømmes bunnfaunaen i henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden. Lauv 2 ble klassifisert til Miljøtilstand 1 (meget god). Blant de ti mest tallrike artene fant vi kun børstemark med unntak av en art skjell (*Thyasira sarsii*). De vanligst forekommende artene var fra slekten *Owenia* og *Chaetozone* (børstemark). AMBI-verdien indikerer lett forstyrrelse av faunaen på stasjonen, og indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter havnet i tilstandsklasse II (god). Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene. Faunasammensetningen viser at man har påvirkning fra anlegget.

På stasjonen Lauv 3 fant man 36 arter med til sammen 454 individer. Diversiteten ble beregnet til 3,51 som plasserer stasjonen i KLIF's tilstandsklasse II (God). Blant de ti mest tallrike artene var der kun børstemarkere, og slekten *Owenia* (33,7 %) og *Chaetozone* (10,1 %) var de vanligst forekommende. AMBI-verdien indikerer lett forstyrrelse av faunaen på stasjonen, og indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter (NQI1 og NQI2) havnet i tilstandsklasse II (god). Figuren med geometriske klasser indikerer at stasjonen hadde en relativt jevn fordeling av arter. Dette indikerer gode forhold på stasjonen.

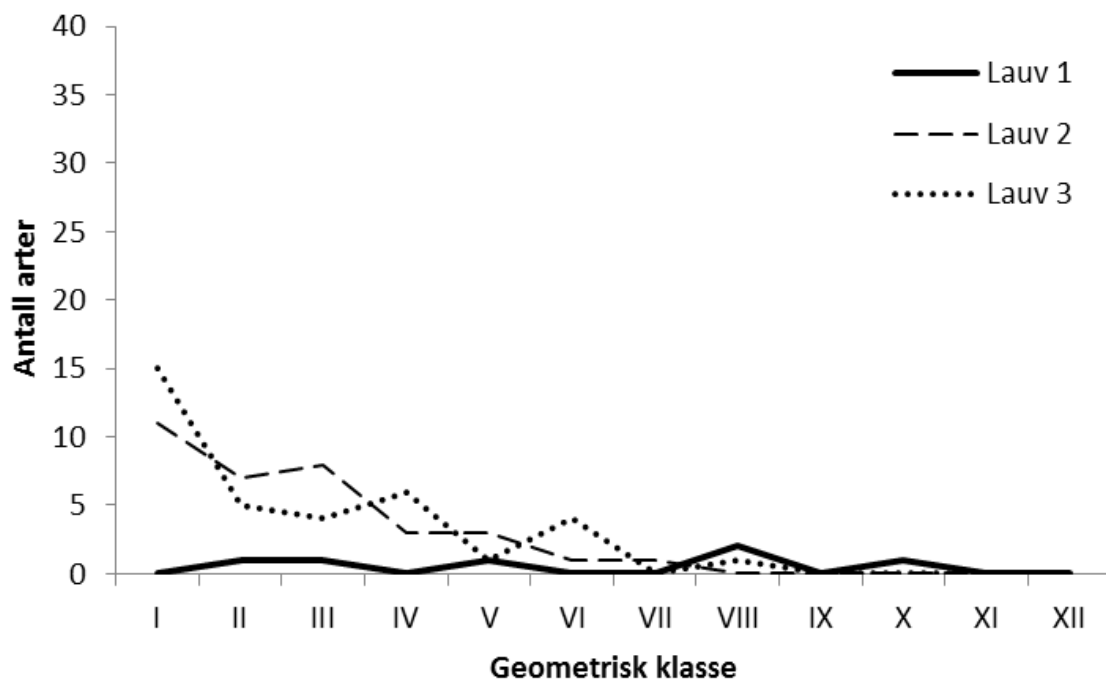
De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon. På Lauv 1 var likheten 80 %, på Lauv 2 var det 71 % likhet og på Lauv 3 var det 67 % likhet. Det er imidlertid stor forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art (Figur 3.11 og 3.12). Stasjonene Lauv 2 og Lauv 3 hadde 61 % likhet, mens Lauv 1 hadde kun 0,4 % likhet med de to andre stasjonene.

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

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet H'	Jevnhet J	H'- max	MOM TK	KLIF TK	AMBI	NQI1	NQI2
Lauv 1	2	1077	6	1,17	0,45	2,58			4,81	0,33	0,25
	3	210	5	1,66	0,72	2,32			5,34	0,29	0,26
	Sum	1287	6	1,30	0,50	2,58	2				
	Snitt	644	6	1,42	0,58	2,45			5,07	0,31	0,26
Lauv 2	2	134	25	3,91	0,84	4,64			2,65	0,67	0,64
	3	135	28	3,66	0,76	4,81			1,57	0,76	0,69
	Sum	269	34	3,97	0,78	5,09	1				
	Snitt	135	27	3,79	0,80	4,73		II	2,11	0,72	0,66
Lauv 3*	1	125	22	3,77	0,85	4,46			3,01	0,63	0,60
	2	329	32	3,25	0,65	5,00			1,65	0,74	0,65
	Sum	454	36	3,60	0,70	5,17					
	Snitt	227	27	3,51	0,75	4,73		II	2,33	0,69	0,63

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

\*Lauv 3 som kalles fjernsonen følger ikke NS9410 siden den ligger på omtrent samme dyp eller grunnere enn de øvrige stasjonene.



Figur 3.10: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

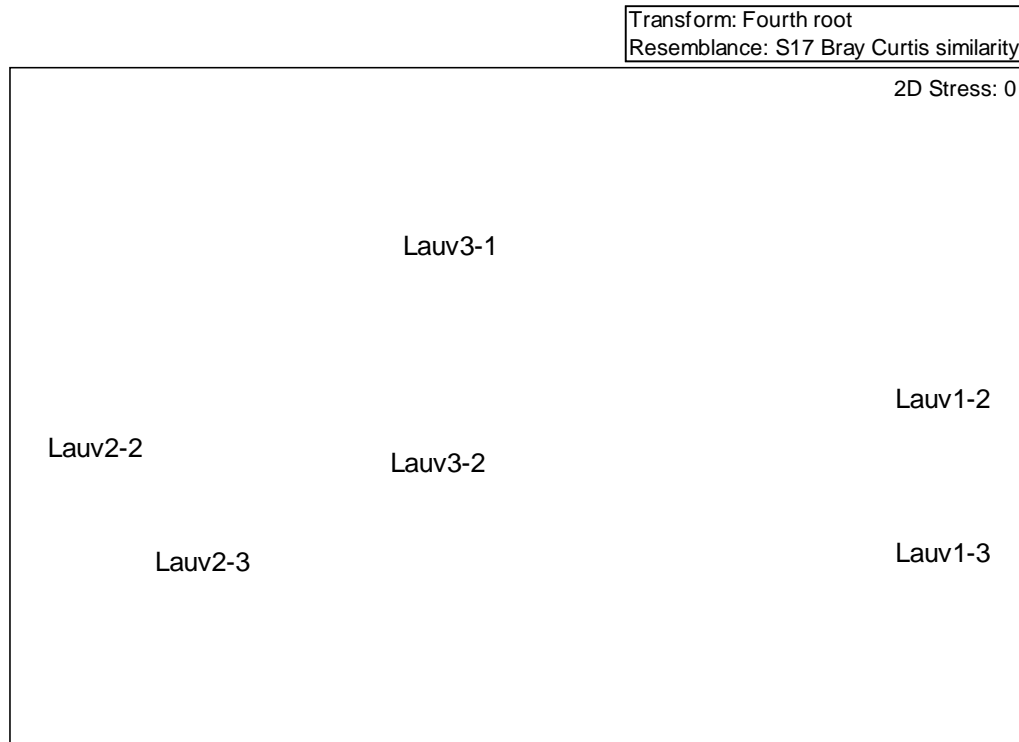
Tabell 3.4: De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Stasjon	Antall		Kum.
	individer	%	
<b>Lauv 1</b>			
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	890	69,2	69,2
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	212	16,5	85,6
<i>Capitella capitata</i>	160	12,4	98,1
<i>Microphthalmus</i> sp.	17	1,3	99,4
<i>Ophryotrocha</i> sp.	6	0,5	99,8
<i>Oligochaeta indet.</i>	2	0,2	100

Stasjon	Antall		Kum.
	individer	%	
<b>Lauv 3</b>			
<i>Owenia</i> sp.	153	33,7	33,7
<i>Chaetozone</i> sp.	46	10,1	43,8
<i>Mediomastus fragilis</i>	39	8,6	52,4
<i>Praxillella gracilis</i>	37	8,1	60,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	33	7,3	67,8
<i>Cossura longocirrata</i>	25	5,5	73,3
<i>Galathowenia oculata</i>	15	3,3	76,7
<i>Lumbrineridae indet.</i>	13	2,9	79,5
<i>Heteromastus filiformis</i>	13	2,9	82,4
<i>Sabellides borealis</i>	12	2,6	85,0

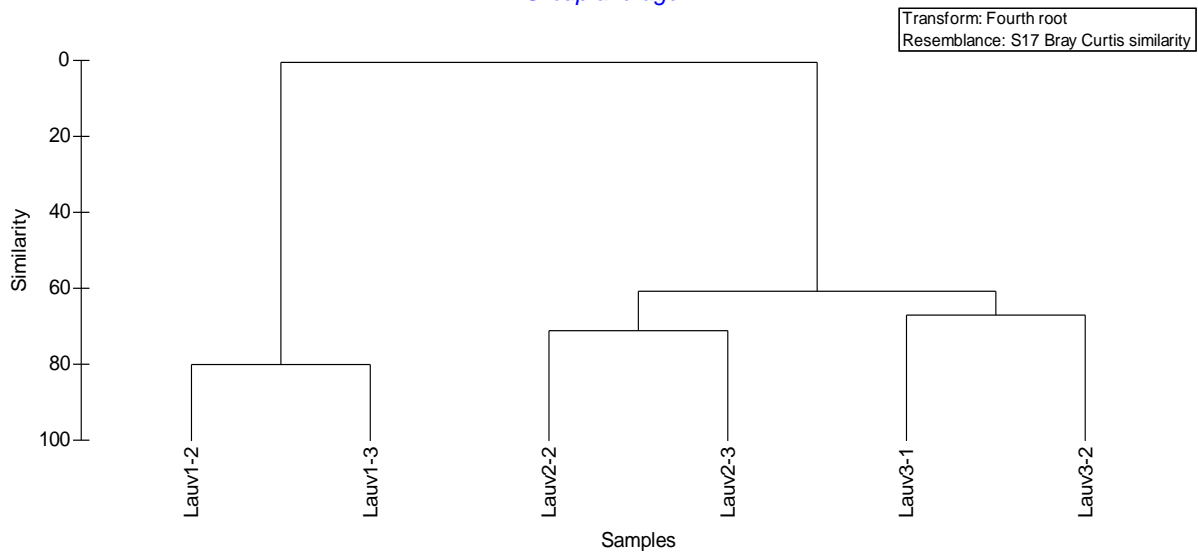
Stasjon	Antall		Kum.
	individer	%	
<b>Lauv 2</b>			
<i>Owenia</i> sp.	65	24,2	24,2
<i>Chaetozone</i> sp.	40	14,9	39,0
<i>Mediomastus fragilis</i>	26	9,7	48,7
<i>Galathowenia oculata</i>	20	7,4	56,1
<i>Thyasira sarsii</i>	16	5,9	62,1
<i>Terebellides stroemii</i>	9	3,3	65,4
<i>Lumbrineridae indet.</i>	8	3,0	68,4
<i>Sabellidae indet.</i>	8	3,0	71,4
<i>Pholoe baltica</i>	7	2,6	74,0
<i>Eteone longa</i>	7	2,6	76,6
<i>Praxillella gracilis</i>	7	2,6	79,2
<i>Melinna cristata</i>	7	2,6	81,8





**Figur 3.11:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i juli 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

*Group average*



**Figur 3.12:** Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i juli 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 i utslippsområdet til Flatanger Settefisk AS i Lauvsnesbukta, Flatanger kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 25. juli, 2012, og hydrografiske undersøkelser utført 26. juli, 2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en mellom utslippspunktene til anlegget, og to stasjoner på forskjellige punkter nordover i bukta. I tillegg ble det besluttet å ta en ekstra prøve til analyse av organisk innhold fra dypet av bukta den 29. januar, 2013, samt en hydrografisk profil fra samme område.

Den hydrografiske undersøkelsen viste et oksygenrikt vannlag i de øverste 12 meterne av vannsøylen i undersøkelsesområdet. Dette laget hadde også en høyere vanntemperatur enn vannmassene under sprangsjiktet. Helt i overflaten var det et brakkvannslag fra 0-1 meters dybde. Nedover mot bunnen sank oksygenkonsentrasjonen gradvis ved alle 3 stasjoner. I bunnvannet hadde man et moderat til godt oksygeninnhold etter klassifiseringen i Molvær et al 97.

Sedimentundersøkelsen viste at sedimentet fra undersøkelsesområdet besto av en blanding av sand, silt og leire. Organisk innhold målt ved parameteren TOC viste høye nivåer av organisk karbon ved Lauv 1 og Lauv 3. Analysen av tungmetallene viste ingen forhøyede verdier av disse. Nivået av fosfor var moderat ved Lauv 1, mens det var lavt ved Lauv 2 og Lauv 3.

Faunaundersøkelsen viste lav artsdiversitet på sjøbunnen i nærheten av utslippspunktene (Lauv 1), og gav tilstand IV (Dårlig) etter KLIFs klassifisering. Den lave diversiteten indikeres også av grafen over geometriske rekker (se figur 3.8), som viser et flatt kurveforløp. De mest individrike artene som ble funnet ved denne stasjonen var arter av børstemark som kan tåle forhold med høy organisk belastning. Ved Lauv 2 viste faunaundersøkelsen gode forhold med en diversitet som gav tilstand II (God). De geometriske rekkene indikerer også gode forhold. Stasjonen som lå lengst unna utslippspunktene, Lauv 3, hadde høy artsdiversitet (TK II, god), og en jevn fordeling av arter (se figur 3.8).

Som helhet fremstår forholdene i det marine miljøet i den undersøkte bukta som markert påvirket ved utslippene fra anlegget, mens forholdene er langt bedre når man kommer over 1 km lenger ut i bukta.

Når det gjelder bunnmiljøet dypere enn 60 m, er dette preget av periodevis oksygensvikt. Dette er en tilstand som Lauvsneselva har felles med flere andre, upåvirkede poller/terskelfjorder i området, som Gladsøyfjorden, Årfjorden og Vikfjorden. Det er således mest sannsynlig at dette er naturtilstanden for disse naturtypene i området (Sandnes, 2004).

**Tabell 4.1 Oppsummering av resultatene**

Stasjon	Dyp (m)	Fauna KLIF's T.kl.	Fauna MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber	T.kl. TOC
Lauv1	40	IV	God	II	I	V
Lauv2	56	II	Meget god	I	I	V
Lauv3	42	II	-	I	I	V

## 5 TAKK

Vi takker for Knut Skingen for god hjelp og hyggelig tokt om bord på hans båt. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad.

## 6 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Overvåkningsrapport 510/93. ta – 914/1993.
- Sandnes O.K 2004. Rapport fra resipientundersøkelser i Lauvsneselva 2002-2003. Rapp. Aqua Kompetanse AS.
- 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 Vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. Sarsia 53:15-18.
- Molvær, J., 1997. Lauvsneselven. Undersøkelse av oksygenforhold april – desember 1996. NIVA rapport lnr 3717-97.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges Standardiseringsforbund.

## 7 VEDLEGG

### Generell vedleggsdel

#### 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.

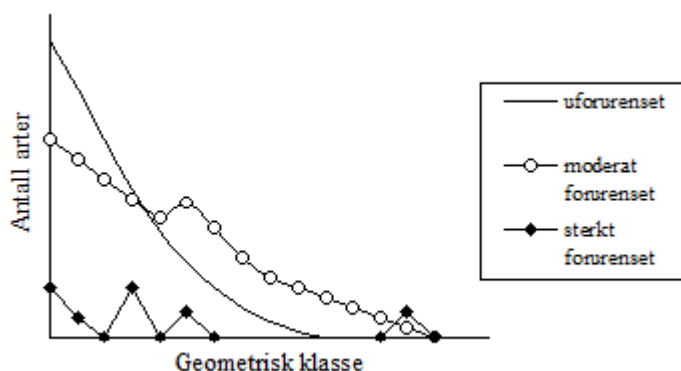
##### Geometriske klasser

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 Vanddirektoratet 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:

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

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

**Diversitetsindekse SN** er beskrevet som:

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

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

### Ømfintlighet

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

### Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

### Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten ( $H'$ ) og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes

deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

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

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES <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	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
bløtbunnsfauna	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 miljøgrader. 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:

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

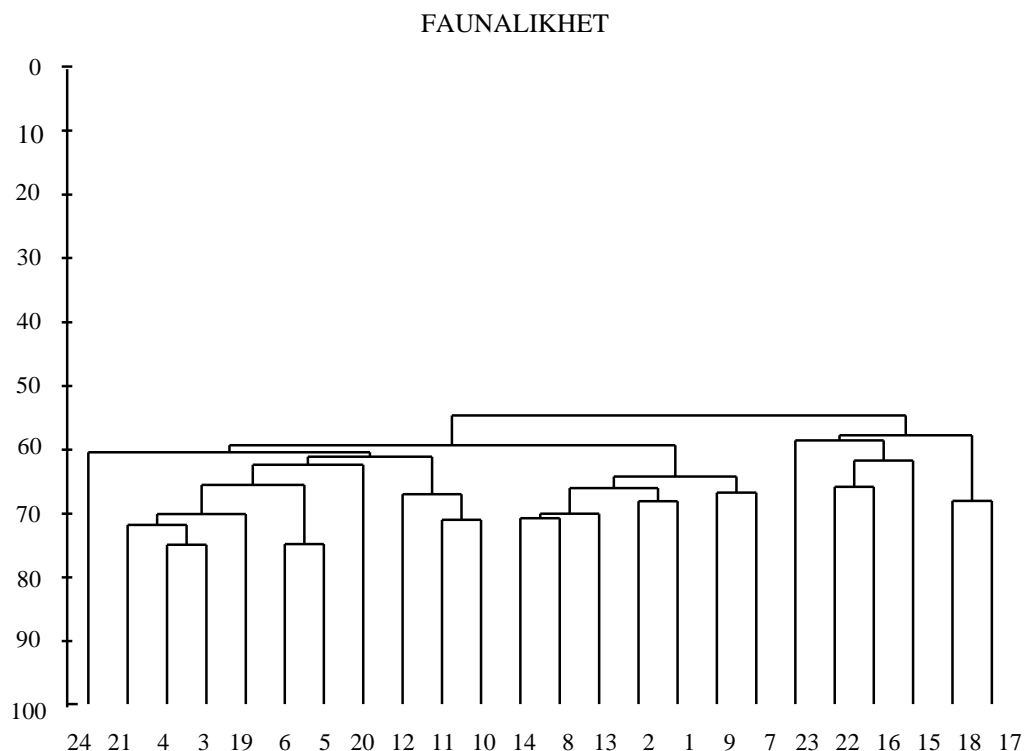
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på

stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

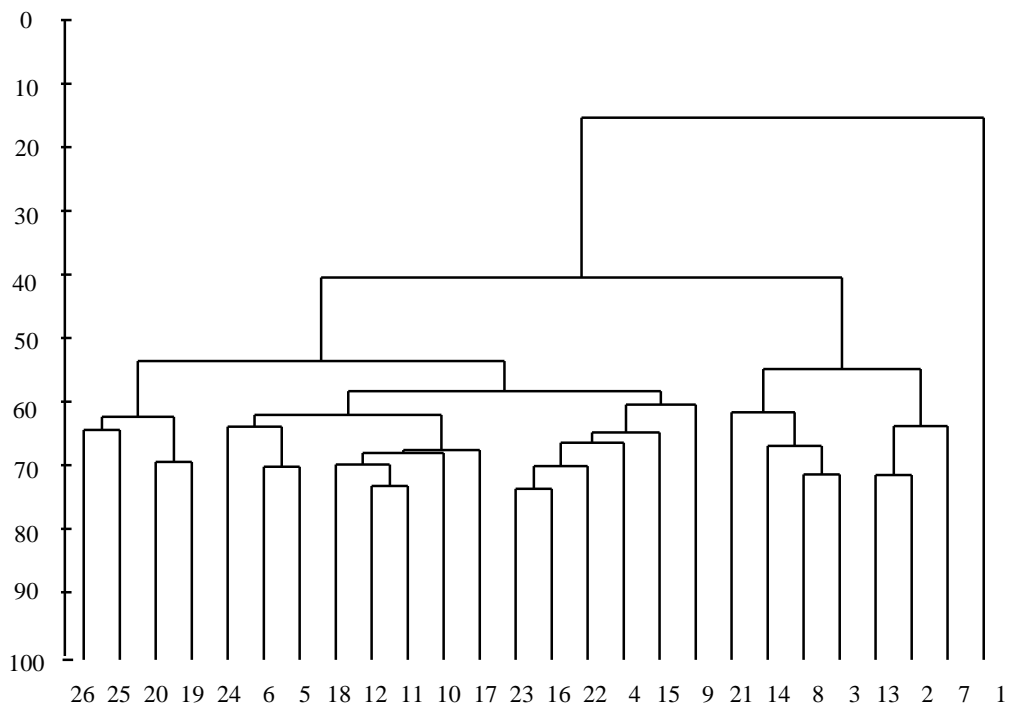
### Dataprogrammer

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.

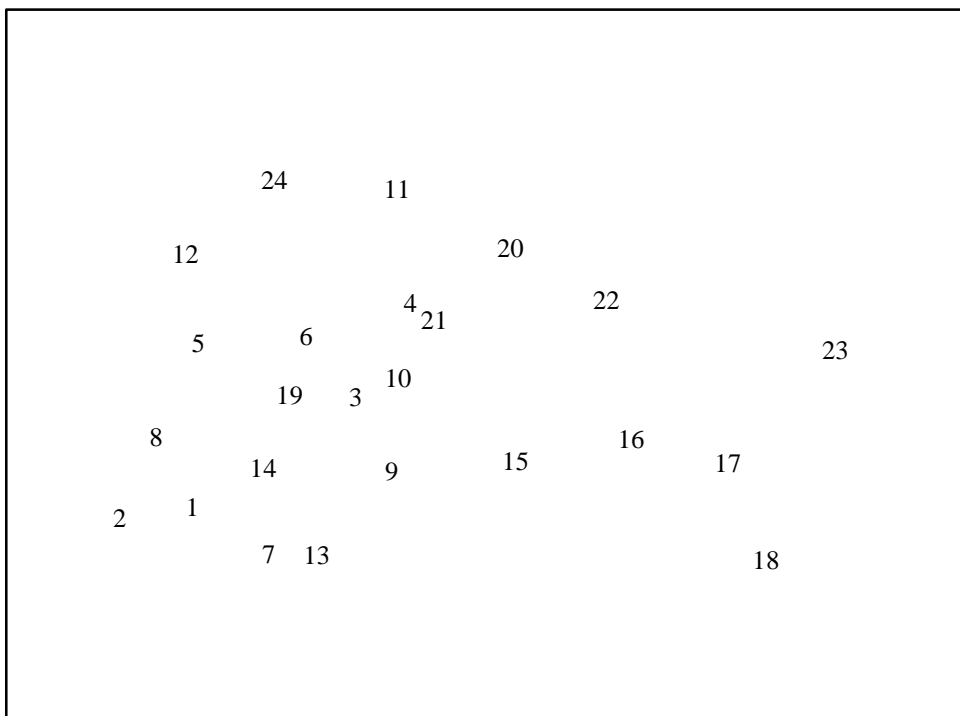


FAUNAFORSKJELL

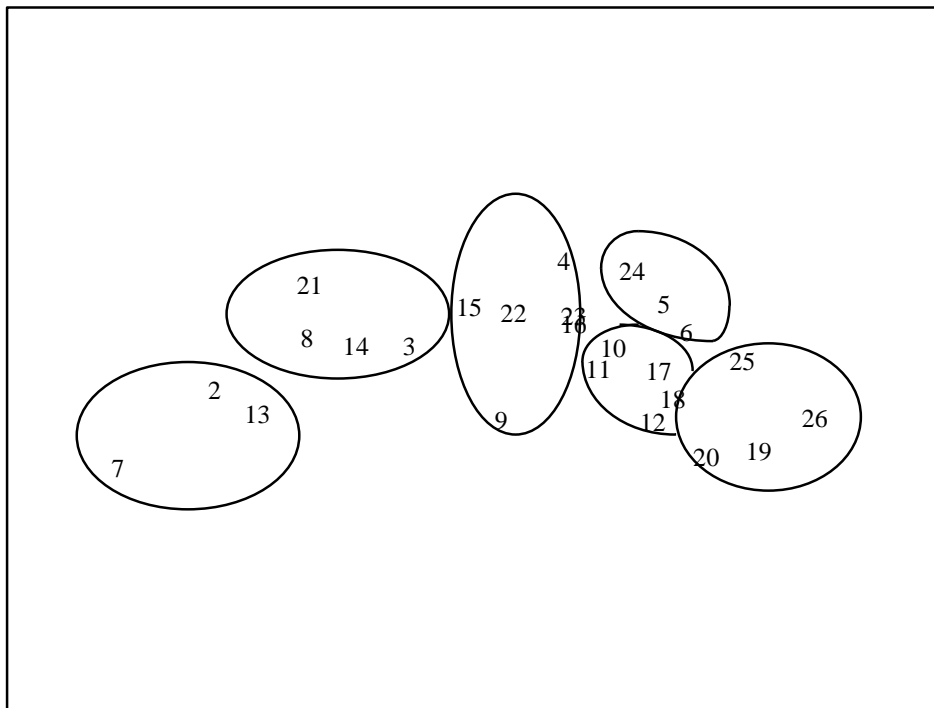


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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.: 806903**

**Prøvetakingssted (område): Lauvsneselva**

**Dato for prøvetaking: 25.07.2012**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS**

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

**Artene er identifisert av: Tøm Alvestad og Frøydis Lygre**

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

**Opplysninger om merker i artslisten:**

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- \* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- \* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av:2 sider.

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

Signatur: *Frøydis Lygre*  
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s1/2	Stasjon Dato Dyp	Lauv 1 25.07.2012 40m		Lauv 2 25.07.2012 56m		Lauv 3 25.07.2012 42m			
		Art	Hugg	2	3	2	3	1	2
*		<b>PORIFERA</b>							
*		Porifera indet.				+			
*		<b>ANTHOZOA</b>							
		Actiniaria indet.			1	1	1	1	
		<b>NEMERTINI</b>							
*		Nemertini indet.			14	2	10	7	
		<b>NEMATODA</b>							
*		Nematoda indet.	ca.50	ca.150	1				
		<b>POLYCHAETA</b>							
		<i>Paramphinome jeffreysii</i>			2	2	22	11	
		<i>Pholoe baltica</i>			3	4	2	5	
		<i>Phyllodoce groenlandica</i>			1			1	
		<i>Eteone longa</i>			1/2	2/2	1/2	2/4	
		<i>Microphthalmus sp.</i>	17					1	
		<i>Nephtys paradoxa</i>					1		
		<i>Nephtys sp.</i>			0/1				
		<i>Goniada maculata</i>				1			
		<i>Lumbrineridae indet.</i>			3	5	3	10	
		<i>Ophryotrocha lobifera</i>	800	90					
		<i>Ophryotrocha sp.</i>	3	3					
		<i>Schistomeringos sp.</i>					1	9	
		<i>Scoloplos armiger</i>			2	0/1			
		<i>Malacoceros fuliginosus</i>	144	68					
		<i>Polydora sp.</i>						1	
		<i>Prionospio cirrifera</i>			3				
		<i>Spio sp.</i>				3	2	2	
		<i>Spiophanes kroyeri</i>						1	
		<i>Chaetozone sp.</i>			28	12	13	33	
		<i>Cossura longocirrata</i>					15	10	
		<i>Diplocirrus glaucus</i>			1/1	0/1			
		<i>Ophelina acuminata</i>						1	
		<i>Capitella capitata</i>	112	48					
		<i>Heteromastus filiformis</i>				1	9	4	
		<i>Mediomastus fragilis</i>			17	9	13	26	
		<i>Arenicola marina</i>						0/1	
		<i>Praxillella gracilis</i>			6	1	10/4	9/14	
		<i>Maldanidae indet.</i>			5	1			
		<i>Oweenia sp.</i>			17	48	8	145	
		<i>Galathowenia oculata</i>			10	10	5	10	
		<i>Pectinaria koreni</i>						0/1	
		<i>Sabellides borealis</i>			1	1/2	2/3	3/4	
		<i>Melinna cristata</i>			3	3/1		2/1	
		<i>Terebellidae indet.</i>				1		1	
		<i>Laphania boeckii</i>			5	1		3	
		<i>Polycirrus norvegicus</i>					1		
		<i>Trichobranchus roseus</i>			1				
		<i>Terebellidae indet.</i>						1	
		<i>Terebellides stroemi</i>			2/2	3/2		4/1	
		<i>Sabellidae indet.</i>			3	5	2	3	
*		<b>OLIGOCHAETA</b>							
		Oligochaeta indet.	1	1					
*		<b>CRUSTACEA</b>							
*		<i>Bradyidius sp.</i>			1	1			
*		<i>Metridia longa</i>	1						

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s2/2	Stasjon	Lauv 1		Lauv 2		Lauv 3	
		Dato	40m	25.07.2012	56m	25.07.2012	42m
Art	Hugg	2	3	2	3	1	2
* <i>Nebalia sp.</i>		1	9				
* <i>Eudorella emarginata</i>				7	2	1	9
* <i>Diastylis rathkei</i>		0/1		5/3	3/1	1/2	2/1
* <i>Amphipoda indet.</i>			1	2		2	1
* <i>Decapoda larve</i>		0/1				0/1	
* MOLLUSCA							
<i>Lacuna vincta</i>							0/1
<i>Pusillina sarsii</i>						1	
<i>Akera bullata</i>						0/1	
<i>Ennucula tenuis</i>					1		
<i>Thyasira sarsii</i>				8/2	6	1	1
<i>Thyasira equalis</i>					1		
<i>Astarte montagui</i>					1/1		
<i>Astarte sulcata</i>					0/1		
<i>Macoma calcarea</i>					0/1		
<i>Mya arenaria</i>							1
* OPHIUROIDEA							
<i>Amphiura filiformis</i>				1			
<i>Ophiocten affinis</i>				1/1		0/2	0/1
* PISCES							
* Egg		5					
* VARIA		+	+	+			



## Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

<b>Geometrisk klasse</b>	<b>Lauv 1</b>	<b>Lauv 2</b>	<b>Lauv 3</b>
I	0	11	15
II	1	7	5
III	1	8	4
IV	0	3	6
V	1	3	1
VI	0	1	4
VII	0	1	0
VIII	2	0	1
IX	0	0	0
X	1	0	0
XI	0	0	0
XII	0	0	0

## Vedleggstabell 3. Analysebevis



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

Eurofins Environment Testing Norway AS  
(Bergen)  
F. reg. 065 141 618 MVA  
Box 75  
NO-5841 Bergen

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

AR-12-MX-002207-01



EUNOBE-00004192

Prøvemottak: 23.08.2012  
Temperatur:  
Analyseperiode: 23.08.2012-04.09.2012  
Referanse: 808903 / 57/12

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 441-2012-0823-039	Prøvetakingsdato: 25.07.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: SAM-marin
Prøvemerking: Lauv1, 40m Hugg 4	Analysestartdato: 23.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>	
Totalt fosfor (P)	5700 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 10
a) Kobber (Cu)	25 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Sink (Zn)	170 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	90 mg/g tv EN 13137 0.1
<b>a) Totalt tørrstoff</b>	
Total tørrstoff	40.9 % (v/v) EN 14348 0.1
<b>Merknader:</b> Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet	

Prøvenr.: 441-2012-0823-042	Prøvetakingsdato: 25.07.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: SAM-marin
Prøvemerking: Lauv2, 56m Hugg 4	Analysestartdato: 23.08.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>	
Totalt fosfor (P)	880 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 10
a) Kobber (Cu)	23 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Sink (Zn)	57 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	48 mg/g tv EN 13137 0.1
<b>a) Totalt tørrstoff</b>	
Total tørrstoff	48.8 % (v/v) EN 14348 0.1
<b>Merknader:</b> Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet	

## Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-12-MX-002207-01



EUNOBE-00004192



Prøvenr.:	<b>441-2012-0823-043</b>	Prøvetakingsdato:	25.07.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	SAM-marin			
Prøvemerkning:	Lauv3, 42m Hugg 3	Analysedato:	23.08.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	970	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	29	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	73	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	66	mg/g tv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	42.4	% (v/v)		EN 14348	0.1	
<b>Merknader:</b>						
Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet						

**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 04.09.2012

*Kristine Fiare Johnson*

Kristine Fiare Johnson

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