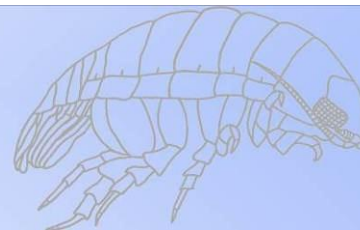


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



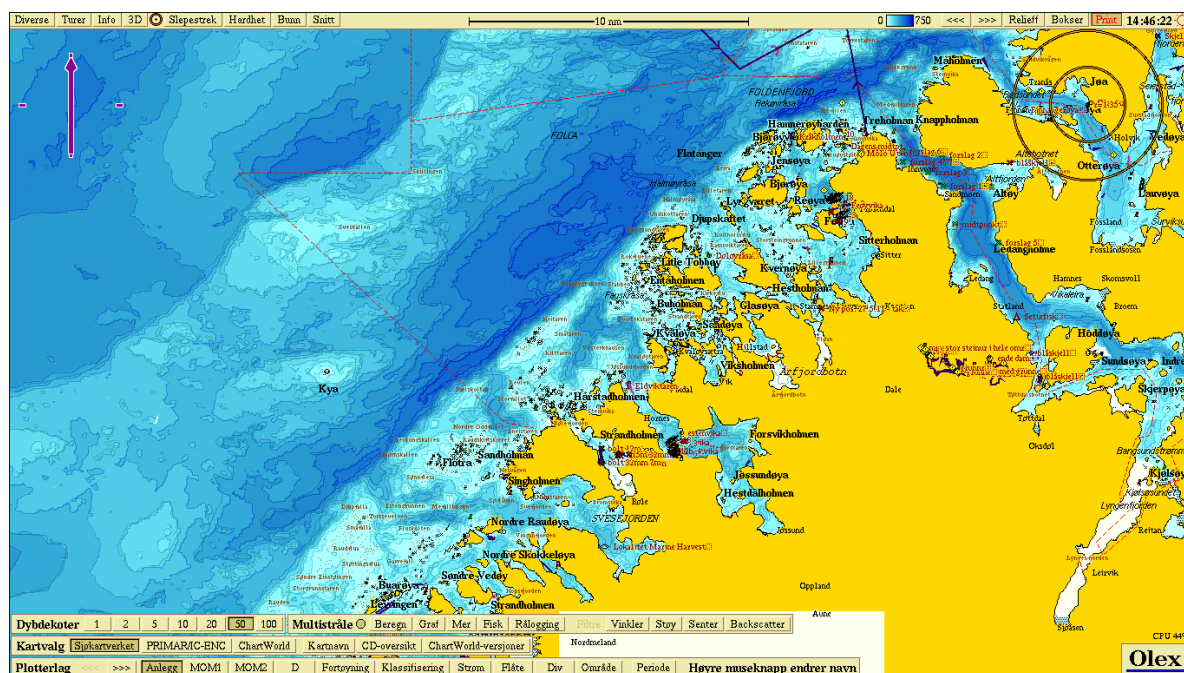
e-rapport nr: 11 – 2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Eldviktaren i Jøssundfjorden, Flatanger kommune, september 2013

Linda Hagen

Øydis Alme

Per-Otto Johansen





ID: 10723 Versjonsnr: 002

**SF506-Utforming av sammendrag
SAM e-rapport**

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 06.03.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 06.03.2014 (Øydis Alme)

	SAM-Marin	 Test 157
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOMC-undersøkelse fra lokalitet Eldviktaren i Jøssundfjorden, Flatanger kommune, september 2013	Dato: Felt: 12.9.2013
	Rapport: 12.3.2014
Forfatter(e): Linda Hagen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Antall sider og bilag: 47
	Prosjektleder: Vidar Strøm
	Prosjektnummer: 807947

Oppdragsgiver: Bjørøya Fiskeoppdrett AS	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

Abstract: The marine area around the fish farm Eldviktaren in Flatanger, Nord-Trøndelag was investigated and the environmental state of the area was described based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. Three stations were sampled; Eld1 and Eld2 northeast of the fish farm, and Hårnes, located further south and included to compare the results with older surveys.

The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet). The results show low levels of copper and zinc and phosphorous at all stations. The total organic carbon (TOC) showed low levels (classification I 'Very good') at Eld2 and Hårnes, and classification V 'Very bad' at Eld1. However, the organic content expressed as % volatile total solids indicated low or moderate organic content at all stations. The sediment from Eld1 and Hårnes consisted mostly of fine-grained material, while the sediment at Eld2 consisted of a large fraction of sand. The hydrographical measurements show that the bottom water at the stations had a high oxygen concentration (classification I and II). The soft bottom macrofauna investigation showed very good conditions at Eld1, and good conditions at Eld2 and Hårnes.

Keywords: Fish farm, MOM-C, Recipient, Benthos, Sediment, Eldviktaren	Emneord: Fiskeoppdrett, MOM-C, Resipient, Bunndyr, Sediment, Eldviktaren	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 11 - 2014
---	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	12.3.2014	<i>P-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	12.3.2014	<i>Øydis Alme</i>

ID: 10723 Versjonsnr: 002

**SF506-Utforming av sammendrag
SAM e-rapport**

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 06.03.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 06.03.2014 (Øydis Alme)

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 sediment analyser, samlet av: Vidar Strøm, Linda Hagen, Kai Erling Staven;
Aqua Kompetanse

Sortering av sediment utført av: Øydis Alme, Ragna Tveiten; SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Lenka Nealova;
SAM-Marin

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

Prøvetaking av sediment til kjemianalyse.

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Fartøy fra oppdragsgiver

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse og Eurofins Umwelt Ost GmbH.
akkrediteringsnummer Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: Cu, P, Zn, TOC og tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: MoLab AS **akkrediteringsnummer** Test 032

Akkreditert: TOM, komfordeling

Ikke akkreditert: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	18
3.3 Kjemi.....	19
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	25
5 TAKK	26
6 LITTERATUR	27
7 VEDLEGG	28
Generell vedleggsdel	28
Vedleggstabell 1. Artsliste	37
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	42
Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi.....	43
Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi	44
Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema	46

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Eldviktaren i Flatanger kommune i Nord-Trøndelag. Lokaliteten eies av Bjørøya Fiskeoppdrett AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 12. september 2013.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i nærområdet til oppdrettslokaliteten. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratets (tidligere KLIF) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

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

Februar 2014 ga Direktorsgruppa ut en ny veileder (Veileder 02:2013). Denne innebærer at det kommer inn enkelte nye indekser for beregninger av bunnfauna, samt at en gammel (NQI2) går ut. Det er ikke mulig pr. i dag å få med alle nye beregninger i henhold til Veileder 02:2013 da det må utarbeides makroer og programmer for utregning av nye indekser. Den nye veilederen er derfor tatt i bruk så langt det lar seg gjøre. Endringer er gjort i tabell 2.2, med nye grenseverdier for NQI1, H' og ES₁₀₀.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

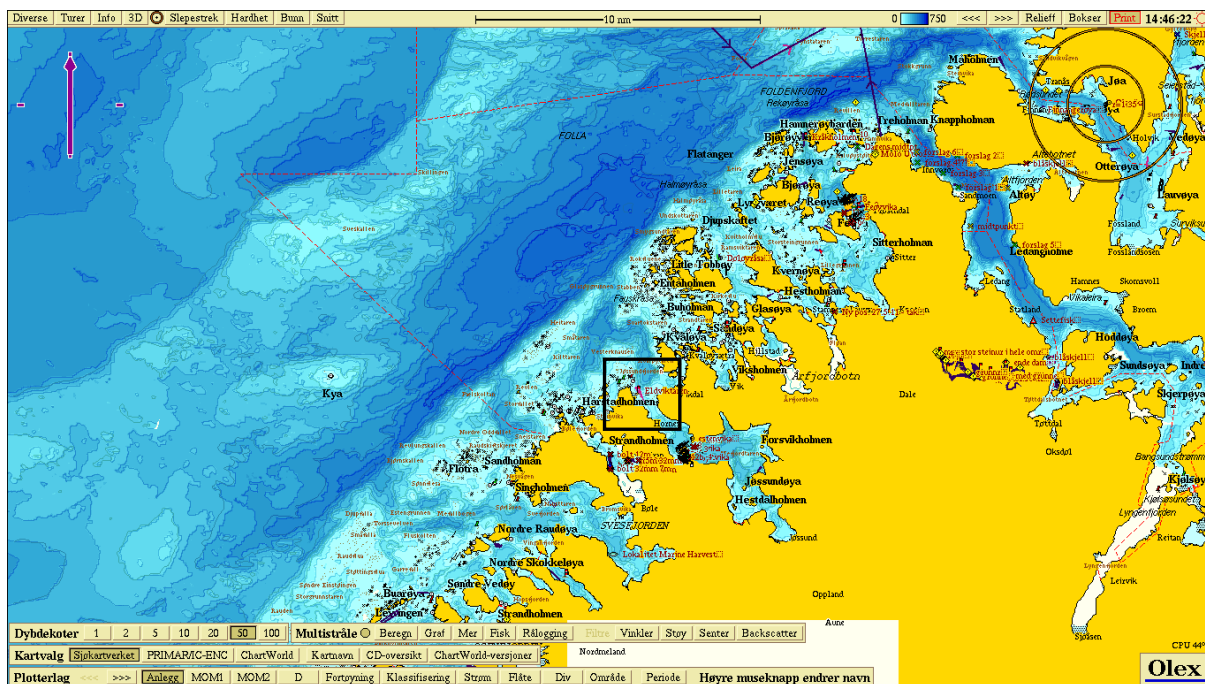
Undersøkellesområdet ligger ytterst i Jøssundfjorden (figur 2.1 og 2.2), som er en terskelfjord. Terskelens saldyp er på 53 m og selve anlegget ligger over terskelen. Fjorden strekker seg 15 km innover fra kysten og består av to bassenger, hvorav det ytterste har en dybde på ca. 150 meter og det innerste har en maksimal dybde på 245 meter. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner. Stasjon Hårnes har blitt benyttet ved en tidligere MOM C-undersøkelse (Olsen et al. 2009), og er derfor sammenlignet med den forrige undersøkelsen. Denne stasjonen ligger innenfor terskelen i Jøssundfjorden, cirka 2 km sørøst for anlegget på 147 meters dyp. Eld2 og Eld1 ligger utenfor terskelen, henholdsvis 270 meter og 900 meter unna anlegget i nordøstlig retning, og er definert som overgang- og fjernsonestasjon. Eld 2 var opprinnelig ment å være en nærsone-stasjon, men måtte flyttes utover på grunn av hardbunn i nærsonen til anlegget.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

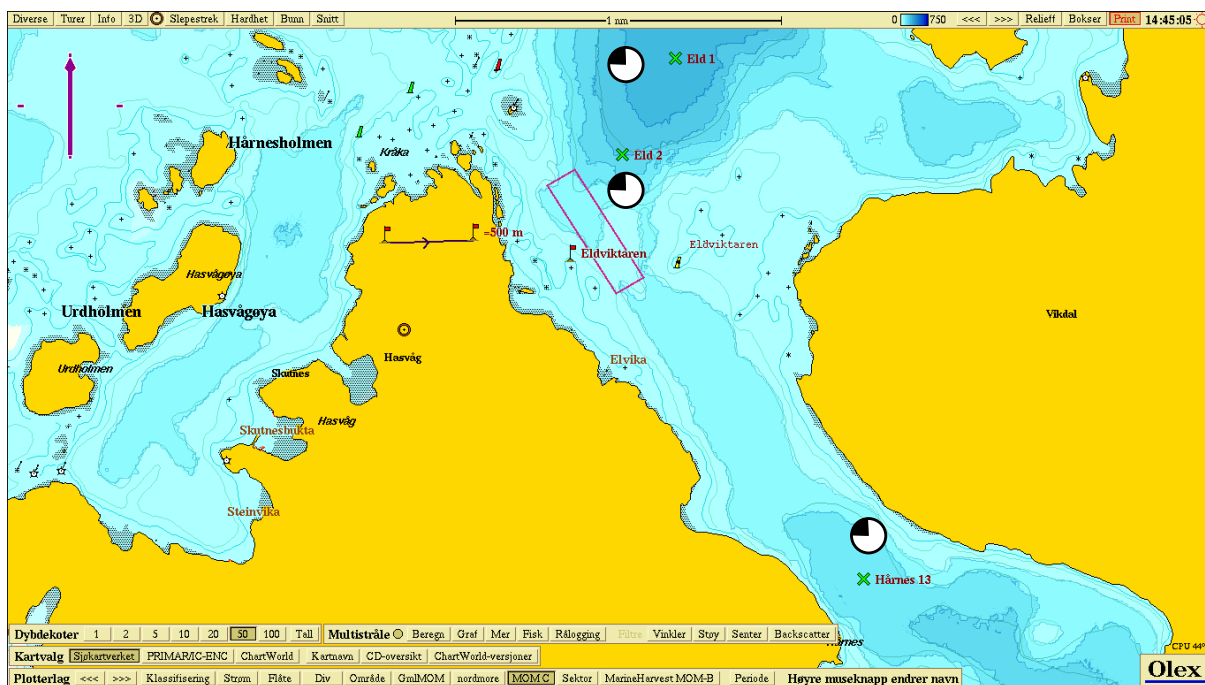
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten «Ole Martin» til Bjørøya Fiskeoppdrett, 12. september 2013. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm, Linda Hagen og Kai Erling Staven fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved hver stasjon på feltdagen 12. september 2013. Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land, og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. All data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart for kystområdet hvor undersøkelsene ble tatt. Firkanten markerer undersøkelsesområdet i Jøssundfjorden. I vest sees havområdet Folla, og Namsenfjorden ses lengst nord. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønne kryss angir stasjonsplassering, og eksakt plassering av disse 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.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Eldviktaren, Flatanger kommune. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb, med et maksimalvolum på 16,3 liter.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Hårnes 12.9.2013	Jøssundfjorden 64° 26.226'N 10° 39.752'Ø	147	1	3,6	Skjellsand. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark, slangestjerne og sjømus registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	4,5	Skjellsand. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark og slangestjerne registrert. Uttak til faunaprøver.
			3*		Skjellsand. Lysegrå farge, normal lukt. Uttak til kjemi og geologi.
Overgangs- sone Eld2 12.9.2013	Eldviktaren 64° 27.527' N 10° 38.034'Ø	210	1	11,7	Sand og skjellsand. Lys farge, normal lukt. Børstemark, slangestjerner og skjell registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	8,4	Sand og skjellsand. Lys farge, normal lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver.
			3*		Sand og skjellsand. Lys farge, normal lukt. Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone Eld1 12.9.2013	Eldviktaren 64° 27.823' N 10° 38.415'Ø	282	1	16,3	Leire, skjellsand, noe silt. Lys farge, normal lukt. Børstemark og slangestjerne registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Leire, silt og skjellsand. Lys farge, normal lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver.
			3*	16,3	Leire, silt og skjellsand. Lys farge, normal lukt. Børstemark og slangestjerner registrert. Uttak til kjemi og geologi.

*Prøver til kjemi ikke akkreditert, da de ble lagret på feil type poser.

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, da 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 (H₂S), 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 prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap/TOM) 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 (TOM), og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Analysene ble utført av MoLab AS (akkrediteringsnummer Test 032). 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 strømmen 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 tredje hugg fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. 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 Miljødirektoratets manual (Molvær *et al.*, 1997 og Bakke *et al.*, 2007) (Tabell 2.2). Da prøvene ble lagret på vanlige plastposer i stedet for spesialtilpassede Rilsanposer er kjemiprøvene ikke akkrediterte.

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med et 2-kanals multimeter av typen HQ40D levert av Hach Lange gjennom firmaet Prossess-Styring AS.

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 m². 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 m² grabb har et volum på 16,3 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 en sikt med hulldiameter 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved

tilsetning av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 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 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.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder i Veileder 02:2013 – «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver». Denne veilederen skal på sikt erstatte Miljødirektoratets veiledere 01:2009 og 97:03 (TA 1467/1997). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI og AMBI, samt indeks for individtetthet DI. 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 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 Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata (side 28). For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser brukt gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Nye indekser er foreløpig ikke tatt i bruk. Klassifisering er i

denne rapporten gitt for både sum av grabbhugg og for gjennomsnittet som beskrevet i Veileder 02:2013. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H')	02:2013		>4,8	3,0-4,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1	02:2013		>0,82	0,63-0,82	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	ES ₁₀₀	02:2013		>34	17-34	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

*Omregningsfaktoren til mgO₂ / l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰C

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

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

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Produksjonen på lokaliteten ved Eldviktaren startet cirka år 2008.

Anlegget består av 8 stk. 160m ringer og er cirka 800m langt (8 x 90m rammer).

Biomassen var 131 tonn ved prøvetakingstidspunkt, H-13 generasjon.

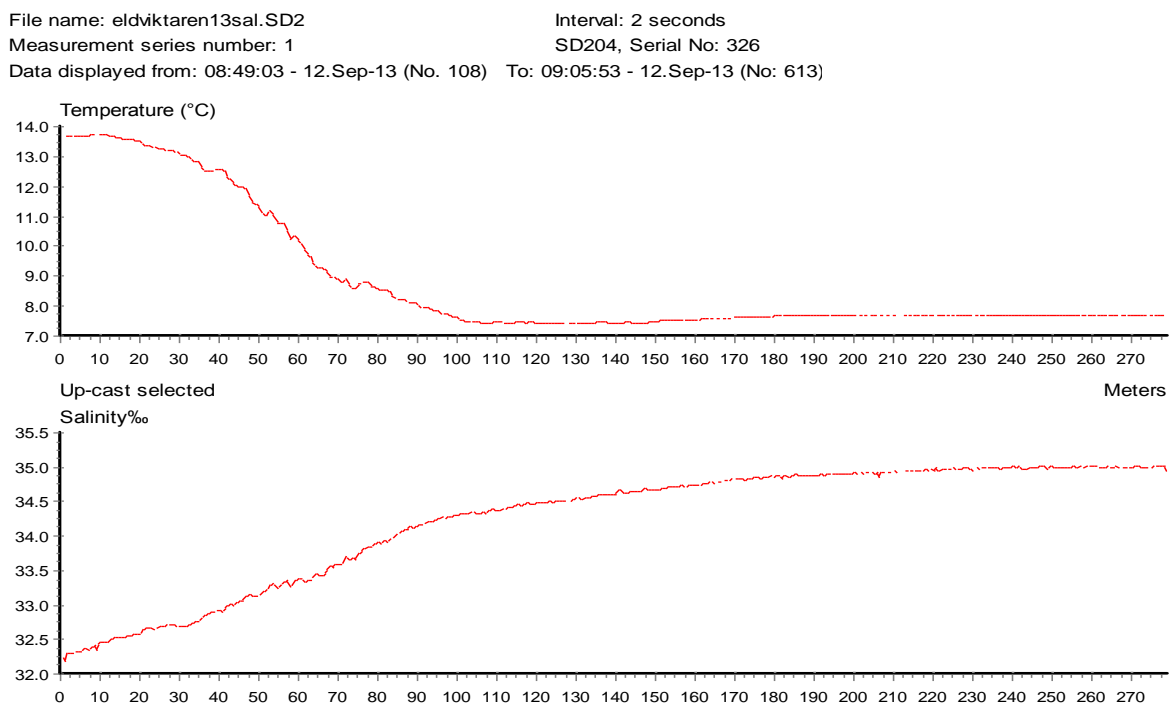
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon i tonn på Eldviktaren de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	2709 tonn	ca. 2274 tonn
Siste 3 år	6939 tonn	ca. 6277 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen ved alle tre prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1-3.6.



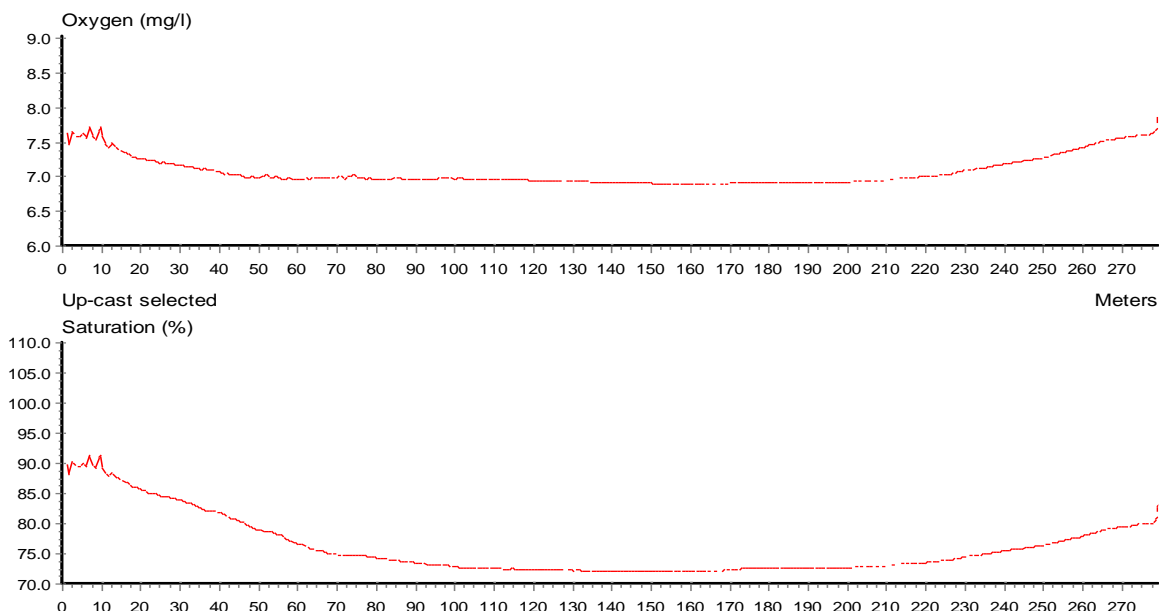
Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 270 meters dyp på stasjon Eld 1 den 12. september, 2013.

Figur 3.1 viser at de øverste 30 meterne av vannsøylen ved stasjonen Eld 1 består av et varmere vannlag som holder rundt 13-14 °C. Fra 30 meters dyp avtar sjøtemperaturen nedover i dypet, og bunnvannet holder 7-8 °C. Saltholdigheten ligger på 32,3 ‰ i overflatevannet. Vannmassene blir noe saltere nedover i dypet, og ved bunnen er saltholdigheten ca. 34,8 ‰.

Figur 3.2 viser at oksygennivået ikke varierer noe særlig nedover vannmassene. Oksygenkonsentrasjonen ligger på ca. 7,6 mg O₂/liter sjøvann i overflatevannet, og avtar til ca. 7,0 mg O₂/liter sjøvann på det laveste lengre ned i dypet. Dette tilsvarer 4,9 ml O₂/liter sjøvann med en omregningsfaktor på 1,42, og gir tilstandsklassen 'Meget god' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann beskrevet i Molvær et al., 97 (se tabell 2.2)

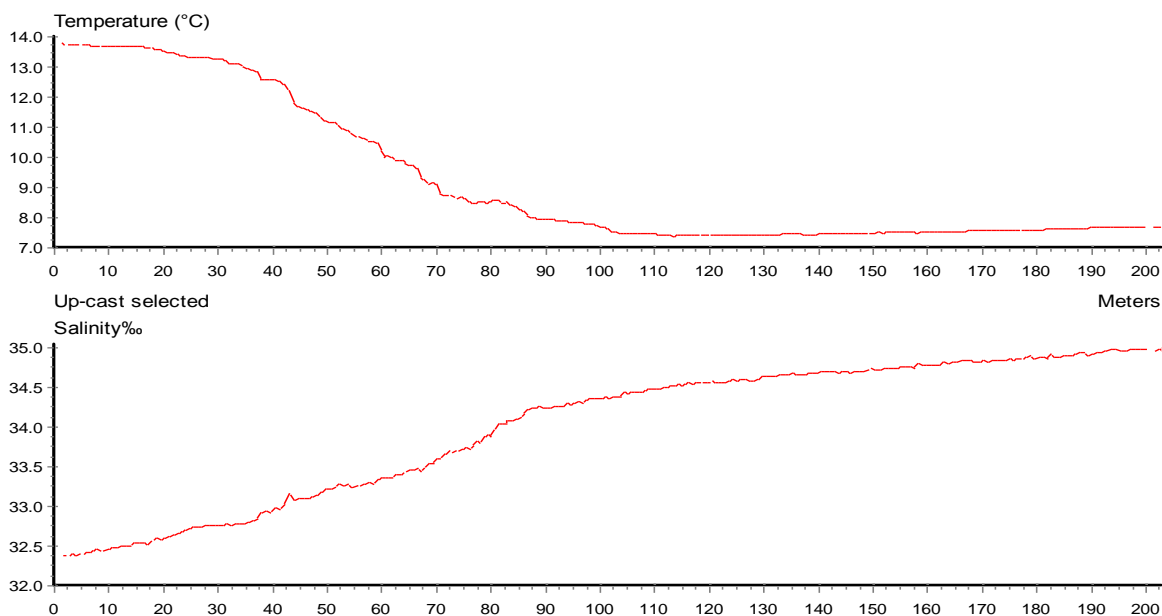
SAM-Marin og Aqua Kompetanse

File name: eldviktaren13sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 08:49:03 - 12.Sep-13 (No. 108) To: 09:05:53 - 12.Sep-13 (No: 613)



Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 280 meters dyp på stasjon Eld 1 den 12. september, 2013.

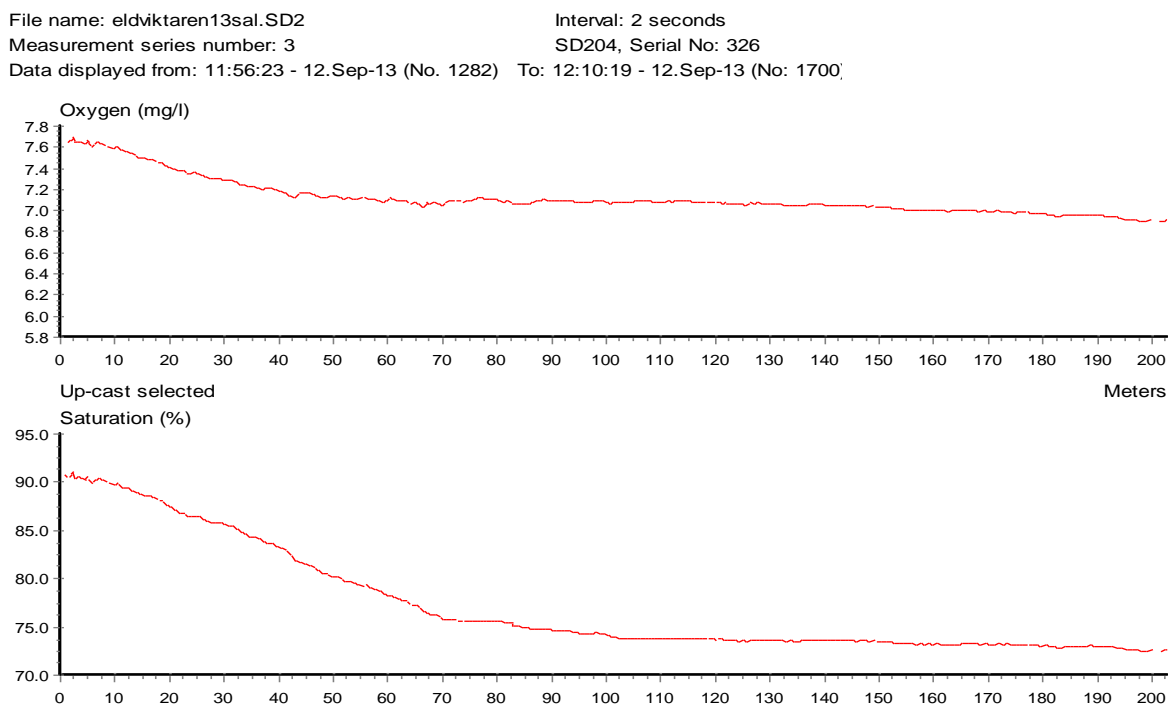
File name: eldviktaren13sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 11:56:23 - 12.Sep-13 (No. 1282) To: 12:10:19 - 12.Sep-13 (No: 1700)



Figur 3.3: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 200 meters dyp på stasjon Eld 2 den 12. september, 2013.

Vannmassene i overflaten holder også ved Eld 2 rundt 13-14 °C. Fra ca. 30 meters dyp avtar temperaturen nedover i vannsøylen. Bunnvannet holder mellom 7 og 8 °C.

Saltholdighetsmålingen viser 32,4 ‰ ved sjøoverflaten, og øker gradvis nedover i dypet. Ved bunnen er saltholdigheten 34,8 ‰.



Figur 3.4: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 200 meters dyp på stasjon Eld 2 den 12. september, 2013.

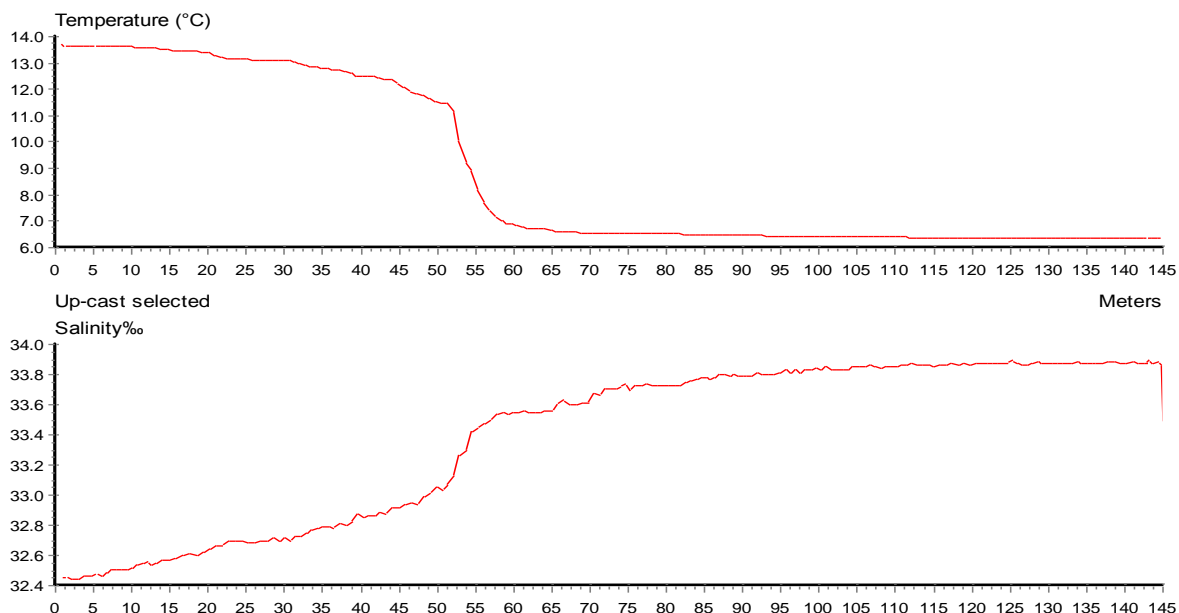
Figur 3.4 viser at de øverste vannmassene har et høyt oksygennivå, og at nivået avtar gradvis med økende dybde. Ved bunnen på 200 meters dyp er konsentrasjonen 6,8 mg O₂/liter sjøvann, og metningen ligger på 72 %. Omregnet til ml gir dette 4,8 ml O₂/liter sjøvann, og gir tilstanden 'Meget god' etter klassifiseringen i tabell 2.2.

Ved stasjon Hårnes har man også et varmere og ferskere vannlag i de øverste 40-50 meterne av vannsøylen (figur 3.5). Mellom 50 og 60 meters dyp er det et karakteristisk sprangsjikt, hvor temperaturen avtar og saltholdigheten øker. Videre nedover dypet mot bunnen stabiliserer temperaturen seg ved ca. 7,0 °C og saltholdigheten ca. 33,9 ‰.

Også ved Hårnes har man høye oksygennivåer i den øvre delen av vannsøylen. Nivået avtar med økende dybde, som det fremgår av figur 3.6. Ved bunnen på 145 meters dyp er konsentrasjonen ca. 5,8 mg O₂/liter sjøvann og metningen 58 %. Omregnet til ml gir dette 4,1 ml O₂/liter sjøvann, noe som representerer tilstand 'God' etter klassifiseringen i tabell 2.2.

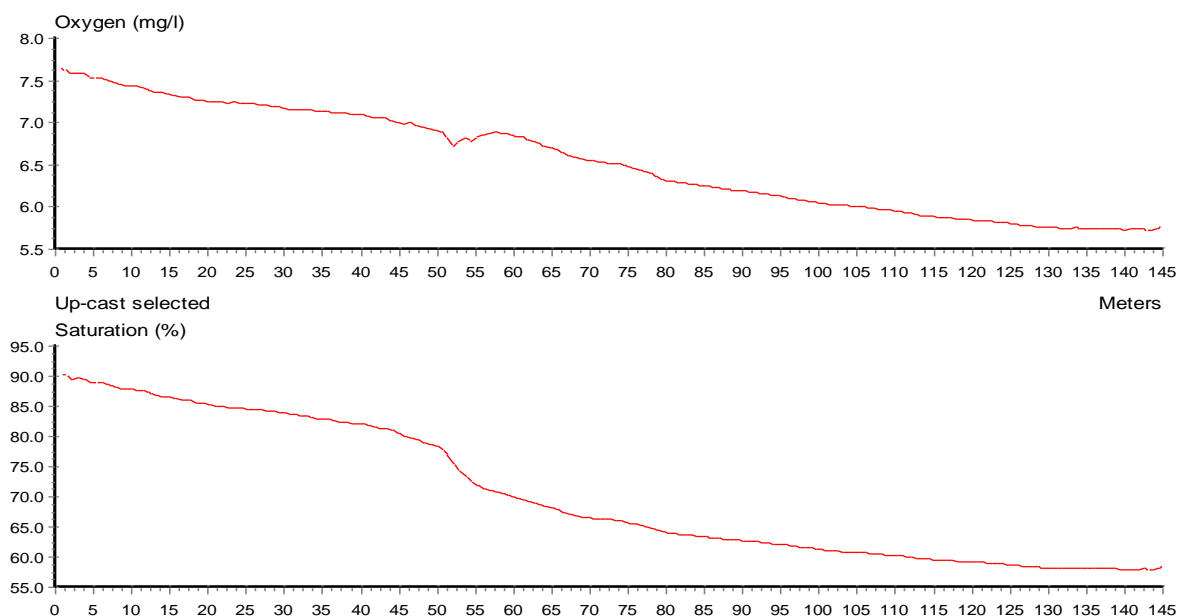
SAM-Marin og Aqua Kompetanse

File name: eldviktaren13sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 09:59:22 - 12.Sep-13 (No. 873) To: 10:08:16 - 12.Sep-13 (No: 1140)



Figur 3.5: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 145 meters dyp på stasjon Hårnes den 12. september, 2013.

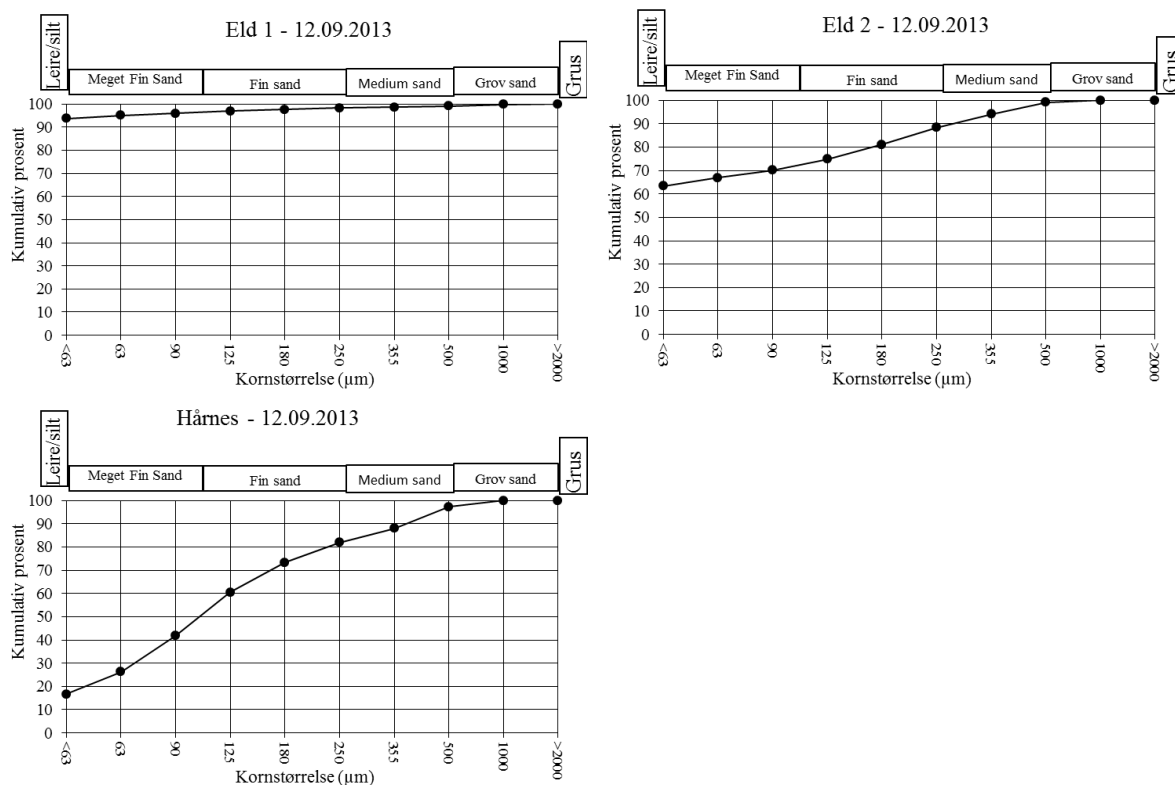
File name: eldviktaren13sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 09:59:22 - 12.Sep-13 (No. 873) To: 10:08:16 - 12.Sep-13 (No: 1140)



Figur 3.6: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 145 meters dyp på stasjon Hårnes den 12. september, 2013.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Eldviktaren er presentert i figur 3.7 og tabell 3.1.



Figur 3.7: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Eldviktaren, september 2013.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Eldviktaren i september 2013 og stasjon Hårnes i 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Eld 1	282	14,1	93,8	6,0	0,2
Eld 2	210	7,21	63,5	36,5	0,0
Hårnes 2013	147	2,30	16,6	83,3	0,1
Hårnes 2009	146	2,69	17	83	0

Ved Eld 1, dominerte silt og leire, som utgjorde 93,8 % av sedimentet. De resterende 6,2 % bestod av 6 % sand og 0,2 % grus. Glødetapet var 14,1 %. Det organiske innholdet var dermed innenfor det som er normalt for norske fjorder.

Eld 2 hadde også et relativt finkornet sediment med 63,5 % silt og leire. De resterende 36,5 % besto av sandpartikler. Her var glødetapet lavt (7,21 %) og det organiske innholdet var dermed lavt og innenfor det en karakteriserer som normalt for norske fjorder.

Sedimentet ved Hårnes var grovkornet og besto av 83,3 % sand (og 0,1 % grus). De resterende 16,6 % av sedimentet var finkornet, bestående av silt og leire. Glødetapet var kun 2,30 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og godt innenfor det som er vanlig for norske fjorder.

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Den målte verdien av totalt organisk karbon (TOC) normaliseres ved beregning med leire/silt andel. 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).

TOC-nivået for stasjonene Eld2 og Hårnes viser nivåer som havner inn under tilstandsklassen I 'Meget god'. TOC-nivået for Eld 1 viser et høyere nivå som gir tilstandsklassen V 'Meget dårlig'. Nivåene av sink og kobber er lave for alle tre stasjoner, og gir tilstandsklasse I 'Meget god'. Nivået av fosfor varierer fra 0,41-1,1 g/kg, og betegnes som et lavt nivå. Ved prøvetaking ble prøvene lagt på feil type poser (vanlige brødposer i stedet for spesialtilpassede Rilsanposer), og dette kan være en mulig feilkilde for kjemiresultatene.

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

Stasjon	Dyp (m)	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	Kobber		Tot. Org. karbon		Normalisert TOC mg/g	Tørrstoff (TS) %	
				TK	mg/kg TS	TK	mg/g			
Eld 1*	282	1100	80	I	24	I	58	59,1	V	29
Eld 2*	210	410	23	I	4	I	0,021	6,6	I	48,3
Hårnes 2013*	147	770	32	I	3	I	0,009	15,0	I	66,7
Hårnes 2009	146	550	18	I	3	I	8	22,9	II	69,0

*Prøver ikke akkrediterte da de ble lagret på feil type poser.

3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 5.

Målingen av pH og E_h ved alle tre stasjonene viste en normal pH, positivt redokspotensiale og plasserer dermed de elektrokjemiske målingene i beste tilstandsklasse, tilstand 1.

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/ E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
Eld1	7,56	264	0	1
Eld2	7,68	345,8	0	1
Hårnes	7,74	327	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i tabell 3.4-3.5, figur 3.8-3.10, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i september 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Eld 2 ligger i overgangssonen til lokalitet Eldviktaren, øst-nordøst for anlegget på 210 m dyp. Her ble det funnet totalt 81 arter med til sammen 1387 individer. På huggnivå (snitt) gav dette en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 4,23 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 28,4. Indeksen som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) ble beregnet til 0,70. Samtlige indekser gir tilstandsklasse II – God. I følge MOM-standarden er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg, som gjelder for nærsone og overgangssonen. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 1 (meget god). Den mest tallrike arten var børstemarken *Paramphinome jeffreysii*, som med 381 individer utgjorde 27,5 % av det totale individantallet på Eld 2. Bunnfaunaen var dominert av børstemark, med kun én skjellart til stede blant de ti mest tallrike artene. De geometriske klassene indikerer at stasjonen kan være noe forstyrret.

Fjernstasjonen Eld 1 ligger nordøst for anlegget på 282 m dyp. På denne stasjonen ble det funnet 786 individer fordelt på 63 arter. Shannon Wieners diversitetsindeks (H') ble på huggnivå beregnet til 4,67 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 30,8. Den sammensatte indeksen NQI1 ble beregnet til 0,77. Samtlige indekser plasserer stasjonen i

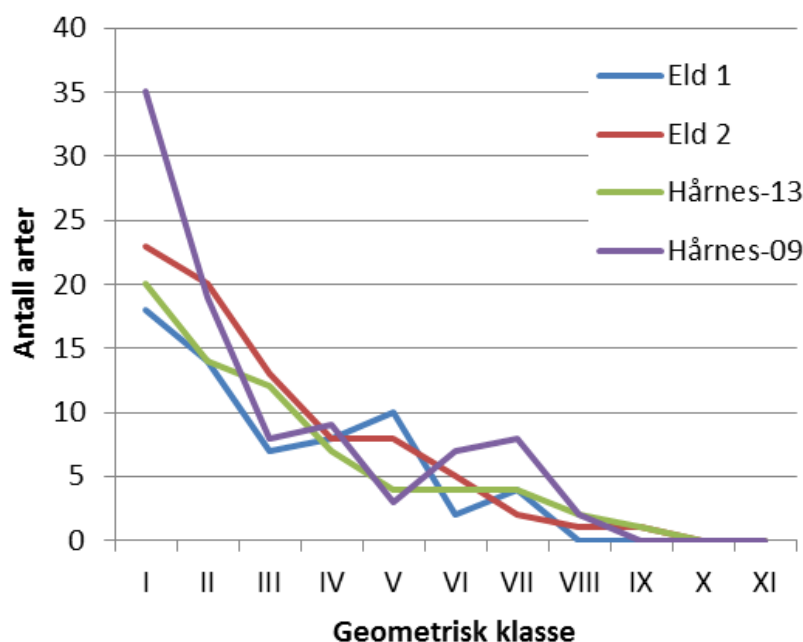
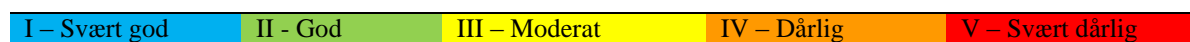
tilstandsklasse II - God. Den mest tallrike arten på stasjon Eld 1 var børstemarken *Spiochaetopterus bergensis* med 110 individer og 14 % av totalen. Blant de ti mest tallrike artene finner man også ytterlige fire arter av børstemark, fire arter av skjell og en pigghud. De geometriske klassene indikerer at stasjonen kan være noe forstyrret.

Stasjon Hårnes ligger på 147 m dyp sørøst for anlegget, innover i Jøssundfjorden. Stasjonen er tatt med for å sammenligne resultatene med tidligere undersøkelser i området. Her ble det funnet totalt 68 arter med til sammen 1508 individer. Shannon Wieners diversitetsindeks (H') ble beregnet til 3,96 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 23,5. Indeksen som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) ble beregnet til 0,65. Resultatene plasserer stasjonen i tilstandsklasse II – God. Samtlige verdier hadde gått litt ned siden undersøkelsen i 2009. Den mest tallrike gruppen på stasjonen var børstemark i slekten *Chaetozone*, som med 323 individer utgjorde 21,4 % av det totale individantallet. Faunaen var dominert av børstemark, som utgjorde ni av de ti mest tallrike artene/gruppene i tillegg til en gruppe av pigghuder. Selv om artssammensetningen og dominansen er noe endret, finner man mange av de samme artene som i 2009. De geometriske klassene indikerer at stasjonen kan være noe forstyrret.

De multivariate analysene viser at det er relativt stor likhet mellom huggene på hver enkelt stasjon, og lavere likhet mellom de ulike stasjonene. Dette er naturlig da stasjonene ligger på forskjellig dyp og i ulik avstand til anlegget (figurene 3.9-3.10). MDS-analysen viser også at det har vært en utvikling over tid på stasjon Hårnes fra 2009 til 2013. Det er også større likhet mellom prøvene tatt i 2013 og 2009 ved Hårnes enn det det er mellom denne stasjonen og noen av de andre stasjonene.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI) og den sammensatte indeksen for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 02:2013, (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2014, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007.

Stasjon	År	Hugg	Antall		Diversitet			TK	AMBI	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
			Arter	Individer	(H')	NQI1	ES100					
Eld 1	2013	1	46	329	4,64	0,77	30,48		1,75	0,84	5,52	
		2	53	457	4,70	0,77	31,17		1,83	0,82	5,73	
		Sum	63	786	4,78	0,90	31,34			0,80	5,98	
		Snitt	49,5	393	4,67	0,77	30,82	II	1,79	0,83	5,63	
Eld 2	2013	1	62	674	4,12	0,69	27,60		2,98	0,69	5,95	
		2	62	713	4,33	0,70	29,26		2,82	0,73	5,95	
		Sum	81	1387	4,31	0,91	28,82			0,68	6,34	1
		Snitt	62	693,5	4,23	0,70	28,43	II	2,90	0,71	5,95	
Hårnes	2013	1	50	595	3,95	0,64	24,31		3,44	0,70	5,64	
		2	52	913	3,96	0,66	22,68		3,02	0,70	5,70	
		Sum	68	1508	4,16	0,89	24,57			0,68	6,09	
		Snitt	51	754	3,96	0,65	23,49	II	3,23	0,70	5,67	
Hårnes	2009	1	67	722	4,94	0,71	32,68		2,86	0,81	6,07	
		2	66	833	4,64	0,72	27,76		2,64	0,77	6,04	
		Sum	91	1555	4,88	0,92	30,62			0,75	6,51	
		Snitt	66,5	777,5	4,79	0,71	30,22	II	2,75	0,79	6,06	

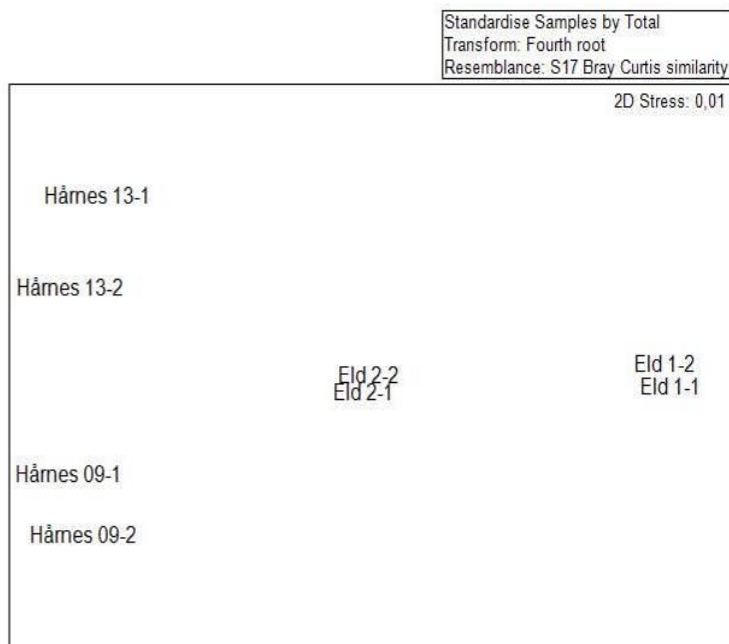


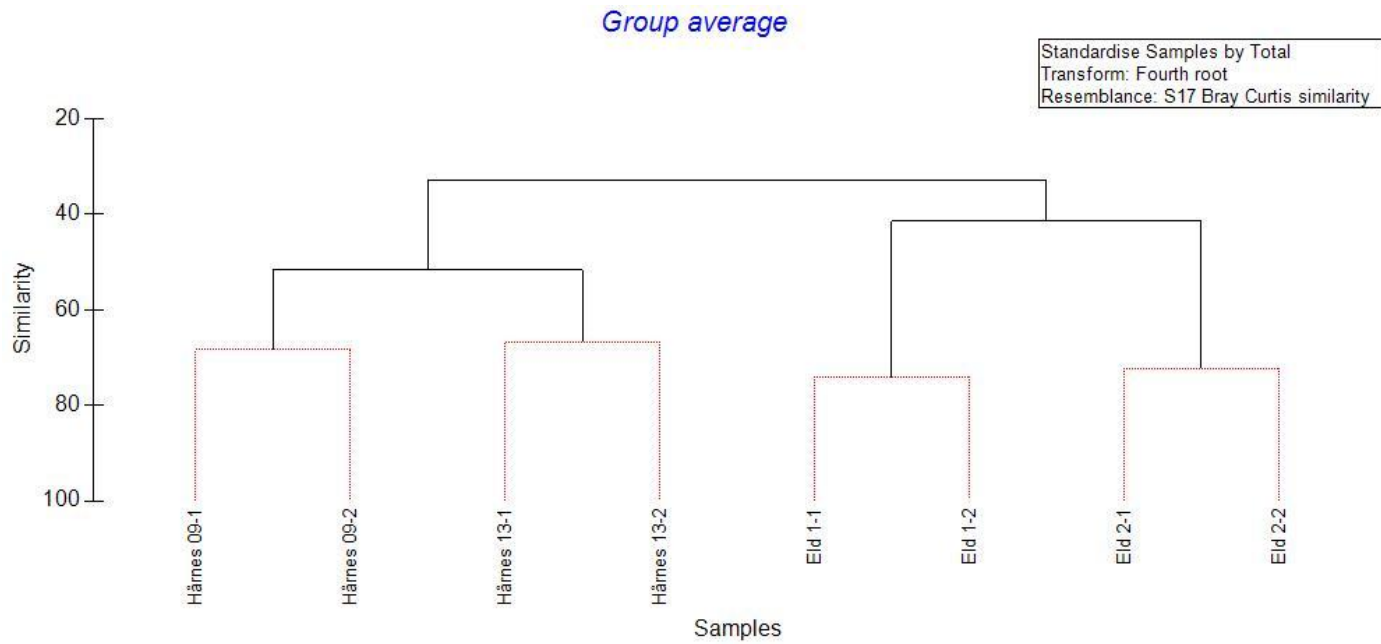
Figur 3.8: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

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

Eld 1	Antall individer	%	Kum. %	Eld 2	Antall individer	%	Kum. %
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	110	14,0	14,0	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	381	27,5	27,5
<i>Thyasira equalis</i>	69	8,8	22,8	<i>Chaetozone</i> spp.	194	14,0	41,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	68	8,7	31,4	<i>Notomastus latericeus</i>	100	7,2	48,7
<i>Aricidea catherinae</i>	64	8,1	39,6	<i>Exogone</i> sp.	84	6,1	54,7
<i>Chaetozone</i> sp.	40	5,1	44,7	<i>Paradoneis</i> sp.	60	4,3	59,0
<i>Amphilepis norvegica</i>	35	4,5	49,1	<i>Thyasira sarsi</i>	46	3,3	62,4
<i>Adontorhina similis</i>	29	3,7	52,8	<i>Lumbrineridae</i> indet.	38	2,7	65,1
<i>Lumbrineridae</i> indet.	28	3,6	56,4	<i>Polycirrus plumosus</i>	34	2,5	67,6
<i>Thyasira sarsi</i>	25	3,2	59,5	<i>Pholoe baltica</i>	32	2,3	69,9
<i>Nucula tumidula</i>	24	3,1	62,6	<i>Aphelochaeta</i> sp.	31	2,2	72,1

Hårnes 2013	Antall individer	%	Kum. %	Hårnes 2009	Antall individer	%	Kum. %
<i>Chaetozone</i> sp.	323	21,4	21,4	<i>Spiophanes kroyeri</i>	170	10,9	10,9
<i>Polydora</i> sp.	238	15,8	37,2	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	128	8,2	19,2
<i>Spiophanes kroyeri</i>	139	9,2	46,4	<i>Galathowenia oculata</i>	103	6,6	25,8
<i>Galathowenia oculata</i>	105	7,0	53,4	<i>Polydora</i> sp.	101	6,5	32,3
<i>Aricidea catherinae</i>	82	5,4	58,8	<i>Prionospio cirrifera</i>	90	5,8	38,1
<i>Nothria conchylega</i>	76	5,0	63,9	<i>Apistobanchus tullbergi</i>	88	5,7	43,7
Synaptidae indet.	75	5,0	68,8	<i>Aricidea suecia</i>	80	5,1	48,9
<i>Owenia borealis</i>	55	3,6	72,5	Synaptidae indet.	71	4,6	53,4
Sabellidae indet.	47	3,1	75,6	<i>Chaetozone</i> sp.	68	4,4	57,8
<i>Scoloplos armiger</i>	44	2,9	78,5	<i>Nothria conchylega</i>	66	4,2	62,1

**Figur 3.9:** MDS plot på hugg-nivå for Eld 1, Eld 2 og Hårnes i september 2013 samt Hårnes fra 2009. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.10: Cluster plot på hugg-nivå for Eld 1, Eld 2 og Hårnes i september 2013 og Hårnes fra 2009. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de undersøkte stasjonene.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Eldviktaren i Flatanger kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 12. september 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, to utenfor terskelen som anlegget ligger over og en innenfor terskelen lengre inn i fjorden.

Sedimentundersøkelsen viste at bunnsedimentet i overgangsstasjonen utenfor terskelen besto av en blanding av finfordelte silt og leire partikler, og grovere sandpartikler. Ved Hårnes (innenfor terskelen lengre inn i fjorden) var det en overvekt av grovere sandpartikler, og noe leire og silt. Fjernsonestasjonen Eld 1, hadde et svært finkornet sediment, med 93,8 % silt og leire, og kun 6,2 % sand/grus. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap viste lave nivåer ved alle tre stasjoner, selv om det var noe høyere ved fjernsonestasjonen, med 14,1 %. Den kjemiske undersøkelsen av sedimentet viste lave nivå av sink og kobber (TK I, 'Meget god' etter Miljødirektoratets klassifisering), samt lave nivå av fosfor. Parameteren total organisk karbon (TOC) viste veldig lave nivåer ved overgangsstasjonen og Hårnes (TK I, 'Svært god'), mens den viste et høyt nivå av organisk karbon ved fjernsonen (TK V, 'Meget dårlig'). Måling av pH og Eh ga de tre stasjonene tilstand 1 (etter MOM B-metodikk).

Den hydrografiske undersøkelsen viste gode oksygenivå i hele vannsøylen ved alle 3 prøvetakingsstasjoner. Oksygenivået sank med økende dybde, men ikke mer enn at nivået i bunnvannet utenfor og innenfor terskelen fikk henholdsvis tilstanden 'Meget god' og 'God' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Mølvær et al., 97. Dette tyder på at det er god omrøring i vannmassene i undersøkelsesområdet. Saltholdighets- og temperaturmålingen viste at det var et noe ferskere og varmere vannlag i de øverste 40-50 meterne av vannsøylen i Jøssundfjorden, mens måleparameterne henholdsvis økte og avtok gradvis med økende dybde videre nedover i vannsøylen. Saltholdigheten i bunnvannet var mellom 34,0 og 35 ‰ ved stasjonene utenfor terskelen og litt i underkant av 34,0 ‰ ved stasjonen innenfor terskelen, noe dette er normale verdier for oseanisk vann. Det er trolig at avrenning fra vassdrag inne i Jøssundfjorden kan være med å redusere saltholdigheten i overflatevannet noe.

Bunndyrsanalysen viser at overgangssonen utenfor terskelen hadde diversitets- og ømfintlighetsindekser innenfor tilstandsklassen II – God. I følge MOM-standarden klassifiseres stasjonen til å ha meget god miljøtilstand. Prøvene fra Hårnes i 2013 (innenfor terskelen) er sammenlignbare med resultatene fra undersøkelsen i 2009. Artssammensetningen og dominansen har endret seg noe, men mange av de samme artene som man fant i 2009 finner man også i 2013. Alle indekser for diversitet, artsmangfold og ømfintlighet har gått litt ned siden forrige undersøkelse, men samlet sett havner stasjonen i 2013 i tilstandsklassen II – God.

Denne undersøkelsen viser at det vi har definert som fjernsone til oppdrettsanlegget, området cirka 0,9 km nordøst for anlegget på 282 meters dyp, viser svært gode miljøforhold på både hva gjelder oksygennivå i vannsøylen, og dyrelivet på bunnen. Parameteren TOC indikerer et høyt nivå av organisk karbon i dette området. Dette samsvarer imidlertid ikke med måling av organisk innhold målt som prosent glødetap, som kun indikerer et moderat nivå. Denne problematikken har vi sett tidligere, og det er påvist at selv upåvirkede marine miljøer har fått en dårlig tilstand basert på parameteren TOC, slik at denne parameteren må tolkes med varsomhet (Sandnes, 2004).

Oppsummert kan man si at det ved siste undersøkelse var gode miljøforhold i området ved Eldviktaren, men at stasjonene kan være litt påvirket.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Vidar Strøm, Linda Hagen og Kai Erling Staven fra Aqua Kompetanse AS og Marius Olsen fra Bjørøya Fiskeoppdrett. Bunnprøvene ble sortert av Øydis Alme og Ragna Tveiten, SAM-Marin. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre, Lenka Nealova og Tom Alvestad, SAM-Marin.

6 LITTERATUR

- 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.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Olsen A, Arnkværn G, Heggøy E, Johansen P-O. Miljøundersøkelse i Jøssundfjorden 2009. SAM e-rapport nr. 5-2009. 32 s.
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (Aqua Kompetanse AS rapp.) 60 s.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

Geometriske klasser

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

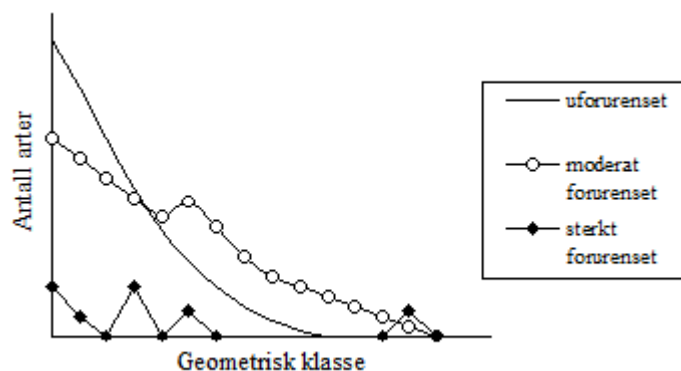
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes 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)

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. Ut fra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktorsgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

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.

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:

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

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.

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQII-indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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) samt gjennomsnitt og sum som klassifiserer stasjonen etter Veileder 02:2013. Diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen kan sammenlignes med historiske data rapportert i henhold til Molvær et al. 1997. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (svært god) til V (svært dårlig) (Tabell v2 og v3).

Tabell v2 :Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 02:2013*:

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISl ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

* 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 individtallet, 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 faunagradianter en respons på ulike typer av miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være

mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
 y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
 y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter
 p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: \hat{d}_{jk} = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

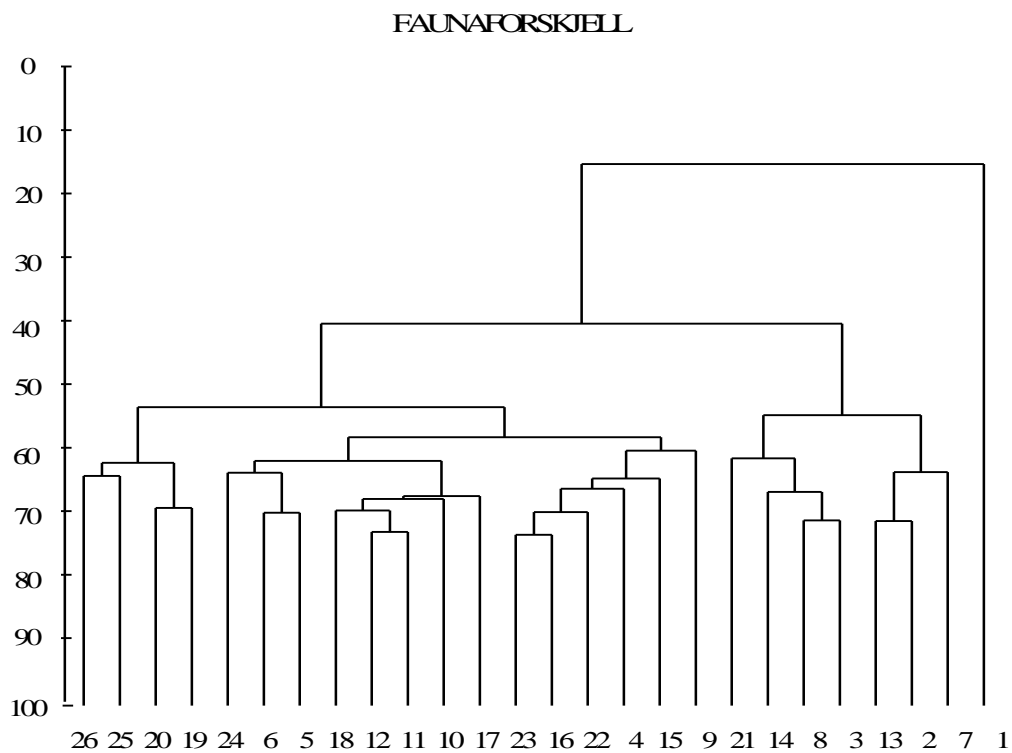
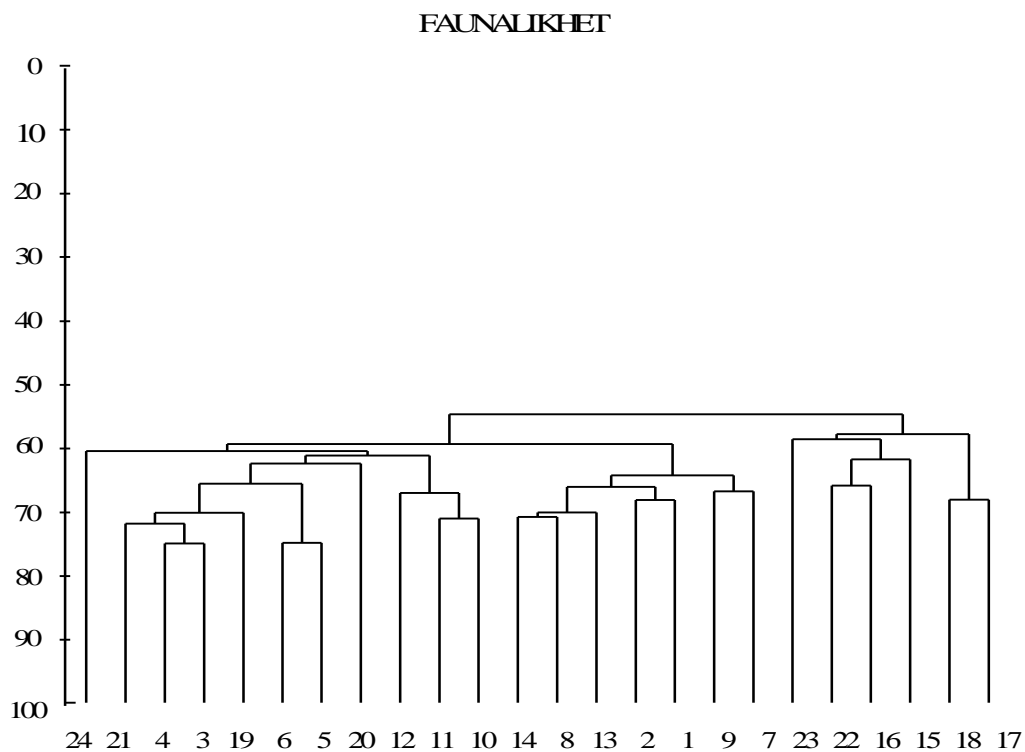
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

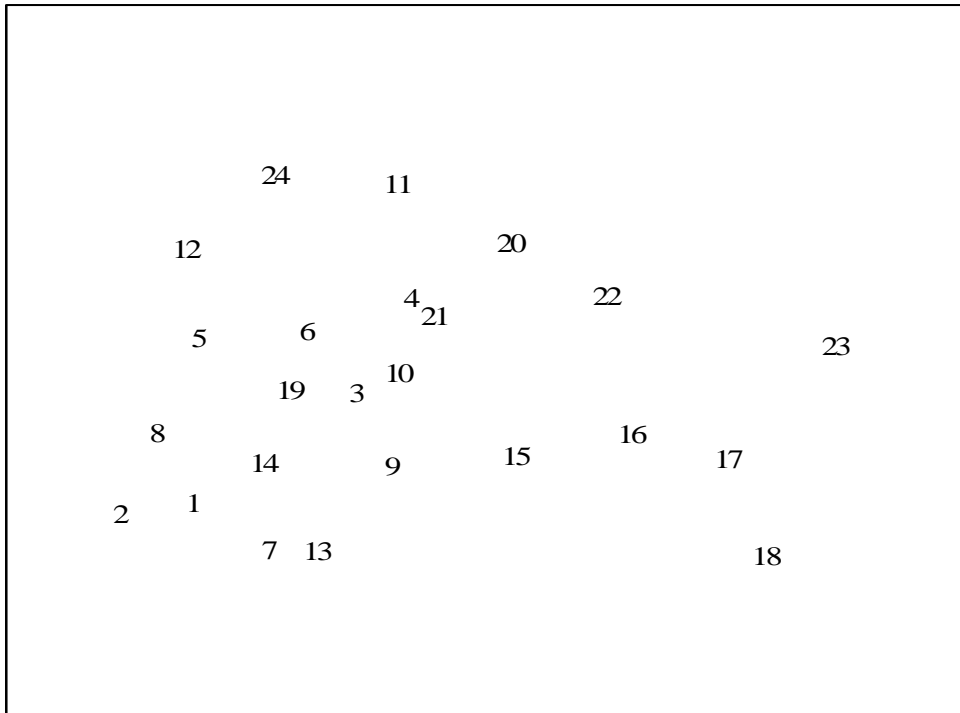
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

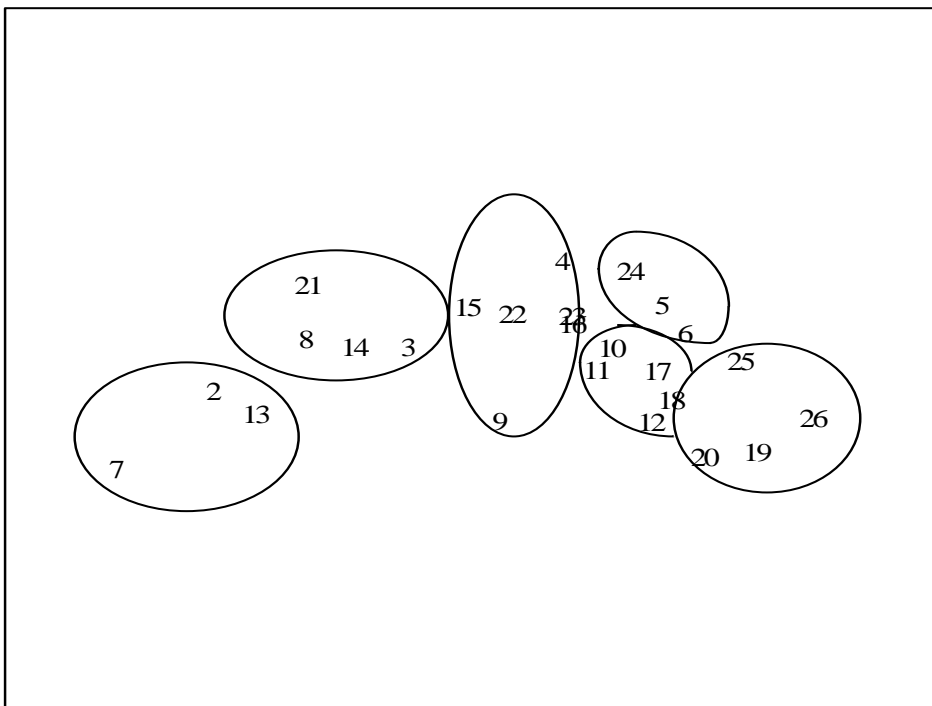


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- 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.

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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Bjørøya Fiskeoppdrett AS, Bjørøystøa, 7770 Flatanger

Prosjekt nr.: 807947

Prøvetakingssted (område): Jøssundfjorden, Flatanger kommune, Nord-Trøndelag

Dato for prøvetaking: 12.09.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Lenka Nealova

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:4 sider.

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

Signatur: 
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/4	Stasjon	Eld 1	Eld 1	Eld 2	Eld 2	Hårnes 13	Hårnes 13
		Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato
Arter	Dyp	282 m	282 m	210 m	210 m	147 m	147 m
	Hugg	1	2	1	2	1	2
* PLATYHELMINTES indet.			1				
* NEMERTINI indet.		9	10	3	4		1
* NEMATODA indet.				8	9		
POLYCHAETA							
<i>Ampharete finnarchica</i>						2	
<i>Amythasides macroglossus</i>				6	8		
<i>Anobothrus gracilis</i>							0/1
<i>Aonides paucibranchiata</i>				0/1			
<i>Aphelochaeta</i> sp.			9	25	6	2	1
<i>Apistobranchius tullbergi</i>		2		8	9		5
<i>Aricidea catherinae</i>		27	37		3	4	78
<i>Brada villosa</i>		2	1				
<i>Bylgides</i> sp.			0/1				
<i>Capitella capitata</i>				1			
<i>Ceratocephale loveni</i>			4	1			
<i>Chaetozone</i> sp.		24	16			113	210
<i>Chaetozone</i> spp.				85	109		
<i>Cossura longocirrata</i>							1
<i>Diplocirrus glaucus</i>		6	12	3	7	1	
<i>Eteone</i> sp.			1	1	2	1	1
<i>Exogone</i> sp.		4	2	40	44	6	24
<i>Galathowenia oculata</i>						35	70
<i>Gattyana cirrhosa</i>				0/1			
<i>Glycera lapidum</i>		2	1	2	5		1
<i>Goniada maculata</i>				1/1	3	0/1	3
<i>Harmothoe antilopes</i>				1			
<i>Heteromastus filiformis</i>		15	8	1	2		3
<i>Hydroides norvegicus</i>							1
<i>Laonice cirrata</i>						3	7
<i>Laonice sarsi</i>				0/5	4		
<i>Laphania boeckii</i>						1	
<i>Levinsenia gracilis</i>		5	13				7
<i>Lipobranchius jeffreysii</i>				1			
Lumbrineridae indet.		12	16	16	22	0/1	1
<i>Macrochaeta polyonyx</i>				1			
<i>Malacoceros fuliginosus</i>				1/1			
Maldanidae indet.		7	11		2		
<i>Mediomastus fragilis</i>						20	15
<i>Melinna elisabethae</i>							7
<i>Neoleanira tetragona</i>			0/1				
<i>Nephtys ciliata</i>							1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/4	Stasjon	Eld 1	Eld 1	Eld 2	Eld 2	Hårnes 13	Hårnes 13
	Dato	12.09.13	12.09.13	12.09.13	12.09.13	12.09.13	12.09.13
	Dyp	282 m	282 m	210 m	210 m	147 m	147 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Nephtys hystricis</i>			1		1		
<i>Nephtys paradoxa</i>			1/1				
<i>Nephtys pulchra</i>		1					
<i>Nereimyra punctata</i>					1		1
<i>Nothria conchylega</i>						42	34
<i>Notomastus latericeus</i>				40	60		1
<i>Ophelina acuminata</i>						4	
<i>Ophelina cylindrica</i>					1		
<i>Ophiodromus flexuosus</i>		1	1				
<i>Orbinia</i> sp.					1/1		
<i>Owenia borealis</i>						0/40	1/14
<i>Paradoneis</i> sp.				30	30		1
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>		22	46	210	171	4	24
<i>Paramphitrite birulai</i>			1	2	2		
<i>Pectinaria auricoma</i>		1	2		3	3	5
<i>Pectinaria belgica</i>		0/1					
<i>Pectinaria koreni</i>						2	1
<i>Pherusa falcata</i>				1/1			
<i>Pholoe baltica</i>		1	5	15	17	9	7
<i>Pholoe pallida</i>				2			
<i>Phyllodoce mucosa</i>			1	1	3		
<i>Phylo norvegicus</i>		1/1					
<i>Pista cristata</i>					2		
<i>Pista lornensis</i>			4	2			
<i>Polycirrus norvegicus</i>				9	16	5/1	3
<i>Polycirrus plumosus</i>		1	2	21	13		
<i>Polydora</i> sp.				1	3	148	90
Polynoidae indet.				0/1			
<i>Praxillella affinis</i>				3	5		
<i>Praxillella praetermissa</i>		7	5/2			10/6	5/6
<i>Prionospio cirrifera</i>				0/1	0/2	4	8
<i>Prionospio dubia</i>		2/1	3				
<i>Rhodine gracilior</i>		14	7				
Sabellidae indet.			1	9	19	12	35
<i>Sabellides octocirrata</i>				1		1	1
<i>Scalibregma inflatum</i>				6	1		
<i>Scolelepis korsuni</i>					4		
<i>Scoloplos armiger</i>						29	15
* <i>Siboglinum fiordicum</i>				1	3		3
<i>Sosame sulcata</i>						2/1	2/1
<i>Sosanopsis wireni</i>					1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 3/4	Stasjon	Eld 1	Eld 1	Eld 2	Eld 2	Hårnes 13	Hårnes 13
	Dato	12.09.13	12.09.13	12.09.13	12.09.13	12.09.13	12.09.13
	Dyp	282 m	282 m	210 m	210 m	147 m	147 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Sphaerodoropsis minuta</i>						1	1
<i>Spio</i> sp.						13	1
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>		49	61		1		
<i>Spiophanes bombyx</i>		1				1	
<i>Spiophanes kroyeri</i>		0/1	0/1	1/1	2	3	31/105
<i>Spiophanes wigleyi</i>				6	6/1	0/4	
<i>Sthenelais limicola</i>							1
<i>Streblosoma intestinale</i>					2		
Syllidae indet.				6	5	3	3
<i>Terebellides stroemii</i>		3		2	5	6	
<i>Trichobranchus roseus</i>		2	3	2	3/1	1	
OLIGOCHAETA indet.				5	1	1	
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.							6
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>		3	6				
CRUSTACEA							
* Amphipoda indet.		1	1	12	6	30	59
* <i>Calanus finmarchicus</i>		5	12	2	1	17	5
<i>Campylaspis rubicunda</i>						1	
* Copepoda indet.		1				1	
* <i>Cypridina norvegica</i>						3	7
* Decapoda larve				0/1			
<i>Diastylis cornuta</i>					1		1
<i>Diastylodes biplicatus</i>				2	2	6	5
<i>Eudorella emarginata</i>						4	
<i>Eudorella truncatula</i>				1		2	6
* <i>Gnathia</i> sp.				1			
<i>Hemilamprops roseus</i>						2	
* <i>Munida sarsi</i>				0/1			
* Parasellidae indet				1			
* <i>Sarsinebalia typhlops</i>			1	2	1		
* Tanaidacea indet.						3	5
MOLLUSCA							
<i>Abra nitida</i>		2	0/7		2		
<i>Adontorhina similis</i>		10	19	1	1		
Caudofoveata indet.		9	3	15	6/2		
<i>Cylichna cylindracea</i>							1
<i>Retusa umbilicata</i>			1				
<i>Entalina tetragona</i>		4	4		1		
<i>Eulima</i> sp.				1			
<i>Eulimella</i> cf. <i>ventricosa</i>				1			

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 4/4	Stasjon	Eld 1	Eld 1	Eld 2	Eld 2	Hårnes 13	Hårnes 13
	Dato	12.09.13	12.09.13	12.09.13	12.09.13	12.09.13	12.09.13
	Dyp	282 m	282 m	210 m	210 m	147 m	147 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Kelliella abyssicola</i>		7	8				
<i>Kurtiella bidentata</i>			1				
<i>Limatula gwyni</i>				1	1		
<i>Mendicula ferruginosa</i>			2	10	10		
<i>Myrtea spinifera</i>		3/1	6/2	1/1	11/1		
<i>Nucula tumidula</i>		4	13/7				
<i>Nuculana minuta</i>							0/2
<i>Parvicardium minimum</i>							2
<i>Philine scabra</i>			1/1	1		1	
<i>Scaphander lignarius</i>			0/1				
<i>Similipecten similis</i>					1		
<i>Solenogastres</i> indet.				3			
<i>Taranis moerchii</i>						1	2
<i>Thyasira equalis</i>		16/7	43/3	7	22		
<i>Thyasira flexuosa</i>			0/1	2	1	2	
<i>Thyasira obsoleta</i>		1		3	6		
<i>Thyasira sarsii</i>		8	13/4	23/1	20/2	2	0/3
<i>Tropidomya abbreviata</i>		1/1	0/1				
<i>Vitreolina</i> sp.					1		
<i>Yoldiella lucida</i>		10	9/1				
<i>Yoldiella philippiana</i>		1			1		
* BRYOZOA							
* Bryozoa indet grenet				+			
ECHINODERMATA							
<i>Amphipholis squamata</i>		1			3		
<i>Amphiura chiajei</i>		0/1		2			
<i>Amphilepis norvegica</i>		16/4	10/5				
<i>Ophiocten affinis</i>				0/3	0/1	1	1
<i>Ophiura sarsi</i>		2	1			1	
* Spatangoida indet.		0/1	0/2	0/5	0/1	0/1	
<i>Echinocardium flavescens</i>						1	
Synaptidae indet.		1	3	13	7	25	50
* CHAETOGNATHA indet.		1		1			
* VARIA		+		+	+		

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometriske klasser	Eld 1	Eld 2	Hårnes 2013	Hårnes 2009
I	18	23	20	35
II	14	20	14	19
III	7	13	12	8
IV	8	8	7	9
V	10	8	4	3
VI	2	5	4	7
VII	4	2	4	8
VIII	0	1	2	2
IX	0	1	1	0
X	0	0	0	0
XI	0	0	0	0

Vedleggstabell 3. 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-13-MX-002482-01



EUNOBE-00008081

Prøvemottak: 03.10.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 03.10.2013-14.10.2013
Referanse: 807947/116/13

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:		441-2013-1003-031	441-2013-1003-032	441-2013-1003-033					
Prøvetakingsdato:		12.09.2013	12.09.2013	12.09.2013					
Prøvetaker:		Oppdragsglver	Oppdragsglver	Oppdragsglver					
Analysestartdato:		03.10.2013	03.10.2013	03.10.2013					
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter					
Prøvemerkning:		Eld 1, 282 m, Hugg 3	Eld 2, 210 m, Hugg 3	Hårnes 13, 147 m, Hugg 3					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1100	mg/kg tv	a) 410	mg/kg tv	a) 770	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 24	mg/kg tv	a) 4	mg/kg tv	a) 3	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 80	mg/kg tv	a) 23	mg/kg tv	a) 32	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 58	mg/g tv	a) 21	mg/g tv	a) 9	mg/kg tv	EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff		a) 29	% (w/w)	a) 48.3	% (w/w)	a) 66.7	% (w/w)	EN 14346	0.1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 14.10.2013

Helene L. Botnevik

Helene Lillethun Botnevik

Kvalitesleder/avd.leder mikro

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 :Kv

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		RAPPORT Sedimentanalyser		
Kunde: Uni Research AS Att: Øydis Alme Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.:	Antall sider + bilag:	
		53223	2	
		Rapport referanse:	Dato:	
		KR-18378	19.02.2014	
Rev. nr.	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:	Ansvarlig signatur:	
0	611101/807947/03/14	Terje Kolberg	Terje Kolberg	

Prøver mottatt dato: 22.01.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Eld 1, 282m	Eld 2, 210m	Hårnes 13, 147m		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA-085621	KA-085622	KA-085623		
TOM (550 oC)	%	05.02.14	14,1	7,21	2,30		

Kornfordeling

Analysedato: 04.02.2014

Eld 1	KA-085621	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	0,01	0,2	0,2	0,2	MdΦ	Silt og leire	93,8
1000	0	0,03	0,7	0,9	0,9	5,87	Sand	6,0
500	1	0,02	0,4	1,3	1,3		Grus	0,2
355	1,5	0,02	0,4	1,8	1,8	SdΦ		
250	2	0,03	0,7	2,4	2,4	1,37		
180	2,5	0,03	0,7	3,1	3,1			
125	3	0,04	0,9	4,0	4,0	SkΦ		
90	3,5	0,04	0,9	4,9	4,9	-0,05		
63	4	0,06	1,3	6,2	6,2			
<63	8	4,24	93,8	100,0	100,0	KΦ		
		4,52	100,0			0,81		

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Eld 2		KA-085622							
Diameter(μm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire		63,5	
1000	0	0,05	0,8	0,8	4,85	Sand		36,5	
500	1	0,30	5,1	5,9		Grus		0,0	
355	1,5	0,34	5,8	11,7	Sd Φ				
250	2	0,43	7,3	19,0	2,34				
180	2,5	0,37	6,3	25,2					
125	3	0,27	4,6	29,8	Sk Φ				
90	3,5	0,19	3,2	33,0	-0,17				
63	4	0,21	3,6	36,5					
<63	8	3,75	63,5	100,0	K Φ				
		5,91	100,0						0,71

Hårnes 13		KA-085623							
Diameter(μm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,01	0,1	0,1	Md Φ	Silt og leire		16,6	
1000	0	0,42	2,6	2,7	2,78	Sand		83,3	
500	1	1,47	9,2	11,9		Grus		0,1	
355	1,5	0,97	6,1	18,0	Sd Φ				
250	2	1,37	8,6	26,6	1,70				
180	2,5	2,05	12,9	39,5					
125	3	3,00	18,8	58,3	Sk Φ				
90	3,5	2,45	15,4	73,6	0,10				
63	4	1,55	9,7	83,4					
<63	8	2,65	16,6	100,0	K Φ				
		15,94	100,0						1,61

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediteringsstatus	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjonsgrense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	Intern metode	A	20	-	%

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

ANMERKNINGER

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema

PRØVESKJEMAET, B.1
 Firma: Bjørøya
 Lokalisitet: Eldviktaren
 Lokalisitetstype: Matfisk

Dato: 12.09.13
 Lokalisitetsnr: 29537

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr					Indeks
			Eld1	Håmes13	Eld2			
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0			0,0
	Tilstand (Gruppe I)		A					
II	pH	verdi	7,56	7,74	7,68			
	E _h (mV)	verdi	54	117	135,8			
		+ ref. verdi	264	327	345,8			
	pH/E _h	fra figur	0	0	0			0,0
Tilstand, prøve			1	1	1			
Tilstand, gruppe II			1					
Buffer temp: 11°C			Temp sjø: 13,6°C		Temp sediment: 9,2°C			
pH sjø: 8,09			Eh sjø: 106 mV		Ref. elektrode: 210			
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			12.09.13 VS					
III	Gæsbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0			
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0			
		Brun/Sort = 2						
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0			
		Nse = 2						
		Sterk = 4						
	Konsistens	Fast = 0		0	0			
		Myk = 2	2					
		Løs = 4						
	Grabb-	v < 1/4 = 0						
1/4 < v < 3/4 = 1			1	1				
v ≥ 3/4 = 2		2						
Tykkelse	0 - 2 cm = 0	0	0	0				
	pÅ	2 - 8 cm = 1						
slamlag	t ≥ 8 cm = 2							
	SUM		4	1	1			
Korrigert sum (*0,22)			0,88	0,22	0,22			0,4
Tilstand prøve			1	1	1			
Tilstand gruppe III			1					
Middelverdi gruppe II og III			0,44	0,11	0,11			0,2
Tilstand gruppe II og III			1					
pH/E _h	Korr. sum	Tilstand	Tilstand			Lokalitetstilstand		
			Gruppe I	Gruppe II og III				
	Indeks		A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4		
	Middelverdi		4	1, 2, 3		1, 2, 3		
			4	4		4		
< 1,1		1						
1,1 - < 2,1		2						
2,1 - < 3,1		3						
≥ 3,1		4						
LOKALITETSTILSTAND							1	

Korrekturlest: 13.09.13 dato
 Sign. dinda Hagen
 Sign. *[Signature]*

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Bjørøya

Dato: 12.09.13

Lokalitet: Eldviktaren

Lokalitetsnr: 29537

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetakingssted (nr)	Eld 1	Håmes13	Eld 2						
Dyp (m)	282	147	210						
Antall forsøk	1	1	1						
Bobling (i prøve)									
Primaer-sediment	Grus								
	Skjellsand	1	4	2					
	Sand			3					
	Mudder								
	Silt	1	1						
	Leire	3							
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall	Flere	Flere	Flere						
Krepsdyr, antall		Noen							
Skjell, antall			Flere						
Børstemark, antall	Flere	Flere	Flere						
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer	Sjømus, slangestjerna, børstemark	Slangestjerna, børstemark	Slangestjerna, skjell, børstemark						

Korrekturlest:

13.09.13
dato

dinda Hagen
Sign.


Sign.