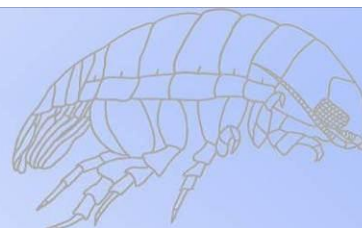


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø



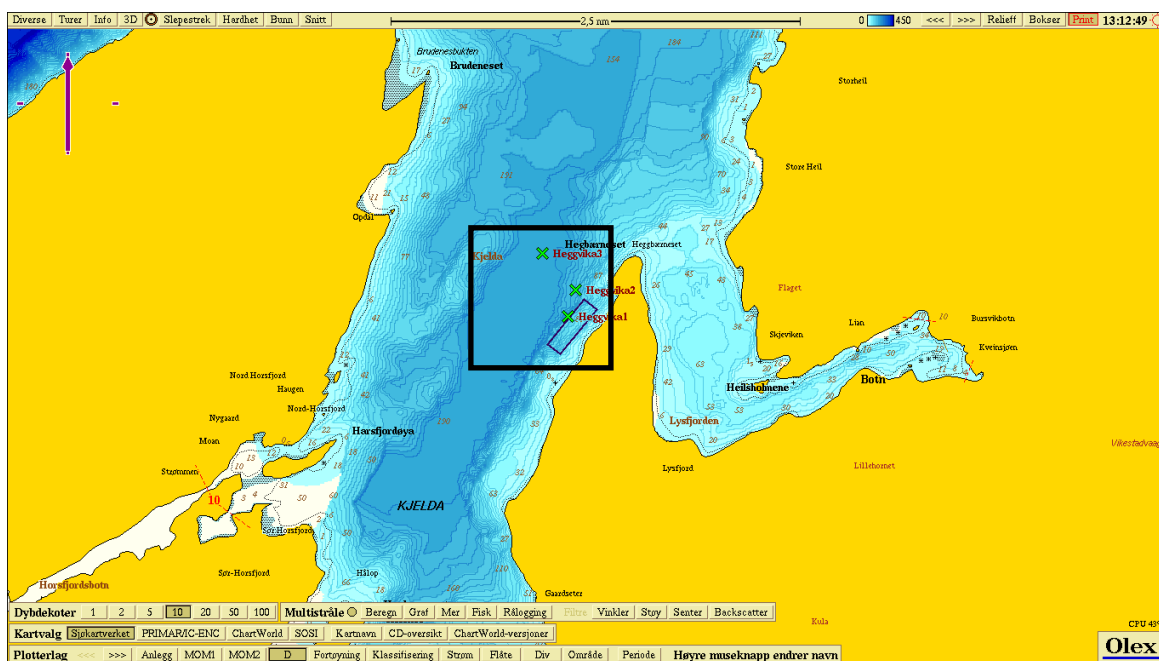
e-rapport nr: 44 – 2014

## ***MOM-C undersøkelse fra lokalitet Heggvika i Kjellafjorden, Bindal kommune, mars 2014***

Linda Hagen

Øydis Alme



Per-Otto Johansen



ID: 10723 Versjonsnr: 004

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av sammendrag SAM e-rapport****Uni Miljø - Sam Marin**

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 04.07.2014 ( Øydis Alme )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 04.07.2014 ( Øydis Alme )

	<b>SAM-Marin</b>	
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: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Heggvika i Kjellafjorden, Bindal kommune, mars 2014	Dato: 30.9.2014
Forfatter(e): Linda Hagen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Antall sider og bilag: 47
Oppdragsgiver: SinkabergHansen AS	Prosjektleder: Øydis Alme
	Prosjektnummer: 808390
	Tilgjengelighet: Åpen

**Abstract:** On assignment from SinkabergHansen AS, SAM-Marin in cooperation with Aqua Kompetanse AS, was hired to investigate the marine area by the fish farm Heggvika, located in Kjellafjorden, Bindal, Nordland. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Hegg 1, located in the near zone, Hegg 2, in the transition zone north of the fish farm, and Hegg 3, which lies further northwest, 700 m away from the fish farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet). The results show that the level of copper and zinc was low on all stations. The level of phosphorus was also low to slightly elevated. The total organic carbon (TOC) showed low levels at Hegg 1 and 2 (classification II - Good) and moderately elevated levels (classification III) at Hegg 3. However, the organic content expressed as % volatile total solids indicated a low organic content at all three stations. The sediment from the Hegg 1 consisted of a mixture of sand (40 %) and fine grained material, silt and clay (60 %), while the sediment from Hegg 2 consisted mostly of silt and clay (78 %). Hegg 3 had the most fine grained sediment, with 95 % silt and clay. The hydrographical data shows that the bottom water at Hegg 3 had a high oxygen concentration, which gave the classification I - Very good. The soft bottom macro fauna investigation showed bad conditions at Hegg 1, and good and moderate conditions at Hegg 2 and Hegg 3 respectively.

Keywords: MOM C, recipient, fish farm, benthos, sediment	Emneord: MOM C, resipient, fiskeoppdrett, bunndyr, sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 44-2014
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	30.9.2014	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	30.9.2014	<i>Øydis Alme</i>

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av  
sammendrag SAM e-rapport**

---

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 04.07.2014 ( Øydis Alme )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 04.07.2014 ( 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:** Kai-Erling Staven, Nasir El Shaik

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Linda Jensen, Hanna Molden, Ingrida Petrauskaite, Tonje M. Solsvik

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Øydis Alme (under opplæring).

**Faglige vurderinger og fortolkninger utført av:** Per-Otto Johansen

**Ikke akkreditert:**

-

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Fartøy fra oppdragsgiver

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Environment Testing Norway AS og Eurofins Umwelt Ost GmbH **akkrediteringsnummer** Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: P, Cu, Zn, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

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

Akkreditert: Kornfordeling, glødetap (TOM)

Ikke akkreditert: -

**Andre:** -

# INNHold

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER .....</b>	<b>6</b>
2.1 Undersøkelsesområdet .....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....	6
2.3 Produksjonsdata fra anlegget.....	13
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>	<b>14</b>
3.1 Hydrografi .....	14
3.2 Sediment.....	15
3.3 Kjemi.....	17
3.4 Bunndyr .....	18
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON .....</b>	<b>24</b>
<b>5 TAKK.....</b>	<b>25</b>
<b>6 LITTERATUR .....</b>	<b>26</b>
<b>7 VEDLEGG .....</b>	<b>27</b>
Generell vedleggsdel .....	27
Vedleggstabell 1. Artsliste .....	38
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 Heggvika i Kjellafjorden, Bindal kommune i Nordland. Lokaliteten eies av SinkabergHansen AS, og prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 19. mars 2014. Det ble foretatt en undersøkelse etter MOM-C-metodikken ved denne lokaliteten i 2010 (Olsen *et al.*, 2010) og resultatene fra overgangsstasjonen og fjernstasjonen vil sammenlignes med denne undersøkelsen.

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 tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Veileder 02:2013, Molvær *et al.*, 1997 og Bakke *et al.*, 2007) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) i samarbeid med Aqua Kompetanse AS på oppdrag fra SinkabergHansen 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.

## **2 MATERIALE OG METODER**

### **2.1 Undersøkelsesområdet**

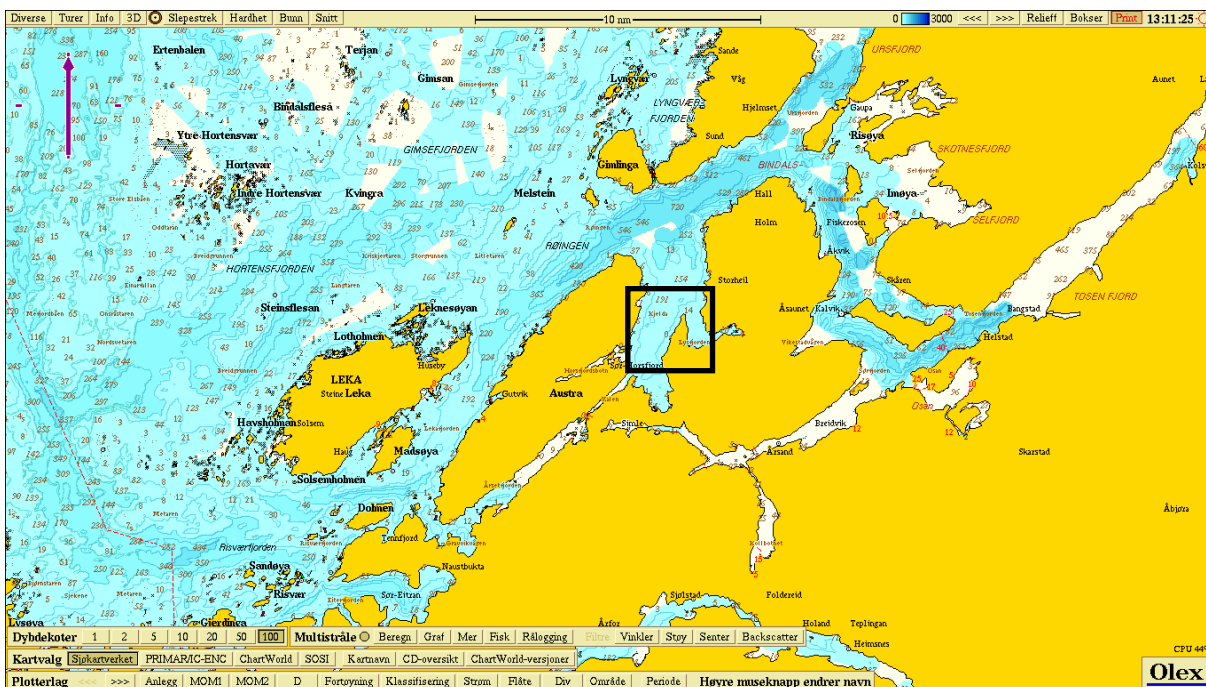
Undersøkelsesområdet ligger vest for Heggbærneset i Kjellafjorden (figur 2.1 og 2.2), i Bindal kommune, Nordland. Det største dypet i Kjellafjorden er 200 m. Fjorden har ingen definert terskel. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner. Nærstasjonen Hegg 1 på 117 meters dyp ble denne gangen flyttet opp til anleggsramma, og er derfor ikke direkte sammenlignbar med den fra 2010. Overgangsstasjonen Hegg 2 ligger ca. 150 meter nord for anlegget på 150 meters dyp, mens fjernstasjonen Hegg 3 ligger på 200 meters dyp, ca. 700 meter nordvest for anlegget ute i dypet av Kjella. Overgangsstasjonen og fjernstasjonen ble tatt ved samme punkt som i SAM e-Rapport nr. 3-2010 (Olsen *et al.*, 2010), og resultatene fra disse stasjonene er derfor sammenlignet med de fra 2010.

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

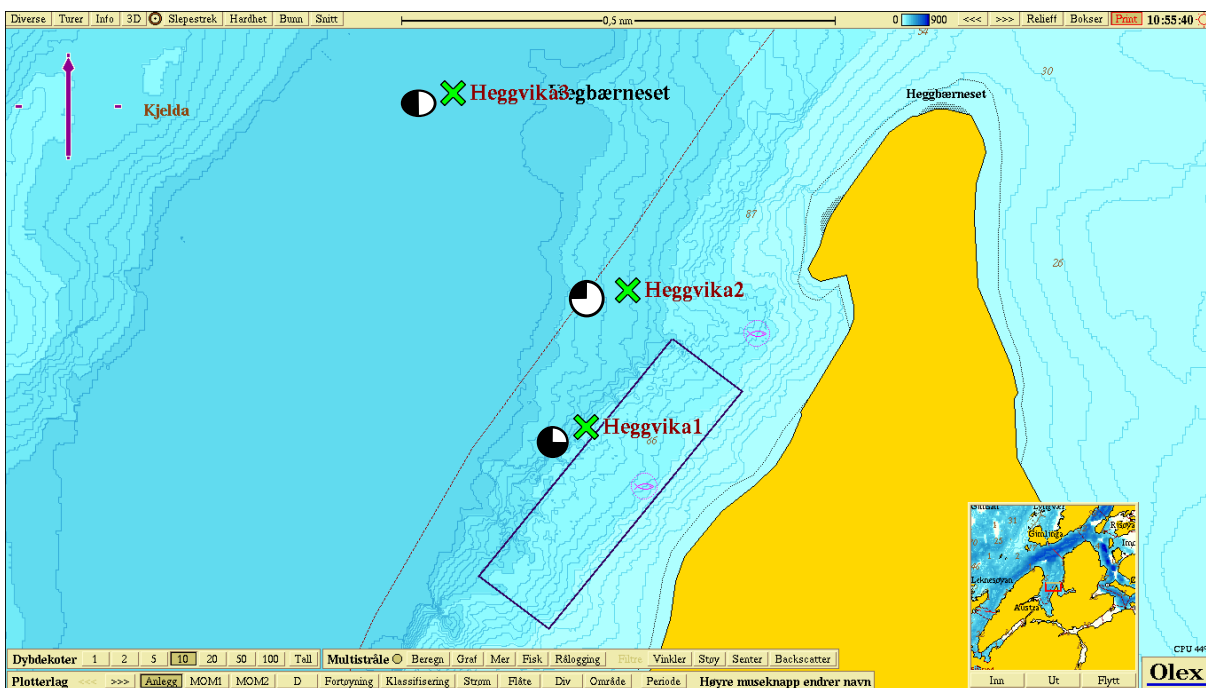
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til SinkabergHansen AS den 19. mars 2014. Undersøkelsen ble gjennomført av Nasir El Shaikh og Kai-Erling Staven fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved fjernstasjonen. 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. Grunnet defekt instrument ved tidspunkt for prøvetaking, ble det tatt ny CTD-profil den 21. mai 2014. 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 over deler av trøndelagskysten og Helgelandskysten, med undersøkelsesområdet i Heggvika innrammet. I vest ses Leka. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Detaljskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønne kryss angir stasjons plassering, 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 Heggvika i Kjellafjorden, Bindal 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
Nærsonne Hegg 1 19.3.2014	Kjellafjorden 65° 07.636'N 12° 04.153'Ø	117	1	6,4	Silt og grus. Mørk grå farge, noe lukt. Skjell registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	9,5	Silt og grus. Mørk grå farge, noe lukt. Uttak til faunaprøver.
			3	7,4	Silt og grus. Mørk grå farge, noe lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Overgangs- sone Hegg 2 19.3.2014	Kjellafjorden 65° 07.793' N 12° 04.265'Ø	150	1	11,7	Leire og silt. Lysegrå farge, normal lukt. Uttak til faunaprøver.
			2	11,7	Silt og leire. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark, sjømus, slangestjerne registrert. Uttak til faunaprøver.
			3	9,5	Leire og silt. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark og sjømus registrert. Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone Hegg 3 19.3.2014	Kjellafjorden 65° 08.020'N 12° 03.787'Ø	200	1	12,9	Leire og silt, lysegrå farge. Normal lukt. Observerte børstemark. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Leire og silt, lysegrå farge. Normal lukt. Observerte børstemark. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Lysegrå farge, normal lukt. Observerte børstemark. Uttak til kjemi og geologi.

### 2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt, 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 (H<sub>2</sub>S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %.



Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

### 2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut prøve til analyse av organisk innhold (% TOM) og kornfordeling fra det samme hullet hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser. Prøvetakingen er utført i henhold til NS-EN-ISO 17294-2. Analysene ble gjennomført av MoLab AS, som er akkreditert for analyse av totalt organisk innhold (TOM) og kornfordeling med akkrediteringsnummer Test 032.

Det ble utført analyser av kornfordeling og organisk innhold i sedimentet ble i henhold til NS EN ISO 16665:2013. Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap (totalt organisk innhold, TOM), og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med NS 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.

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen ( $\mu m$ ) 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.

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøver fra det tredje hugget 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 NS-EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS-EN 14346. Tilstandsklasse vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (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 m<sup>2</sup>. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m<sup>2</sup> grabb har et volum på 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 conserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet blir oppbevart i SAM-Marins lokaler ved Høytteknologisenteret i Bergen i 3 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 vanndirektivet 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 til stede i prøvene. For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser brukt gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Klassifisering er i denne rapporten gitt for både sum av grabbhugg og for gjennomsnittet som beskrevet i Veileder 02:2013. Indeksverdiene normaliseres til en 0-1 skala (nEQR) for enklere sammenlikning, og tilstandsklassen bestemmes av gjennomsnittet av de normaliserte indeksverdiene. For en grundigere gjennomgang av indeksene og beregning av tilstandsklasse, se Generell vedleggsdel. 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 Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig	
<b>Dypvann</b>	Oksygen*	97:03	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
<b>Sediment</b>	Shannon-Wiener indeks. (H')	02:2013		5,7-4,8	3,0-4,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,63-0,82	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	ES <sub>100</sub>	02:2013		50-34	17-34	10-17	5-10	<5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
	ISI <sub>2012</sub>	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,2-4,5	4,5-0
	DI	02:2013		0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	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 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 nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard NS 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

Produksjonen ved Heggvika startet i 1998, og anlegget har ligget i nåværende posisjon siden 2011. Anlegget består per i dag av ti 160 m plastringer og er cirka 450 m langt. Det var maksimal produksjon ved anlegget på prøvetakingstidspunktet.

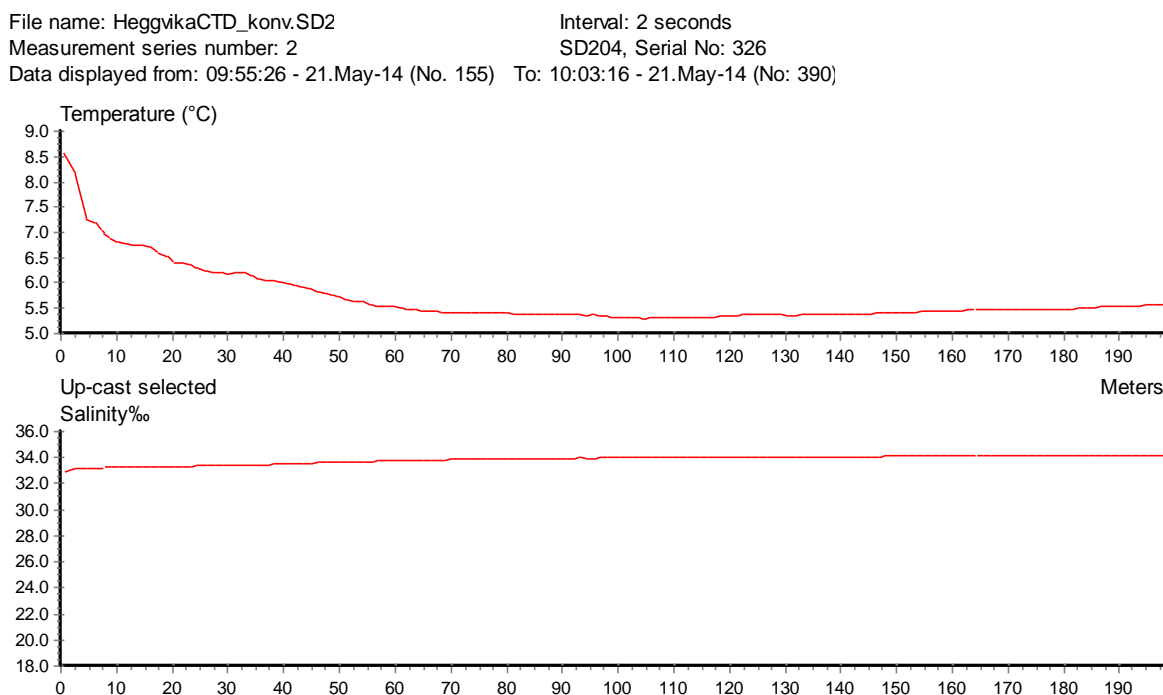
**Tabell 2.4.** Fôrforbruk og produksjon på Heggvika de siste 3 år forut for prøvetakingsdato (19. mars 2014):

	Utføret mengde	Produsert mengde
Siste år	6 064 374 kg	5 500 000 kg
Siste 3 år	13 026 057 kg	12 050 000 kg

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

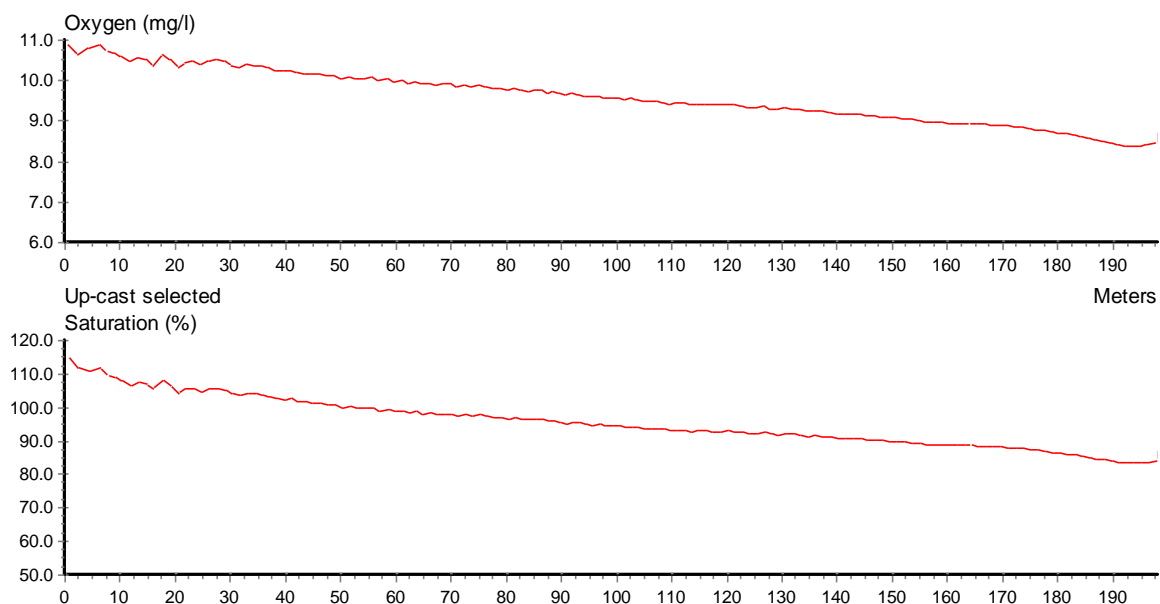
Saltholdighet, temperatur, og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen ved fjernstasjonen Hegg 3. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1-3.2.



**Figur 3.1:** Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 200 meters dyp ved fjernstasjonen Hegg 3 den 21. mai, 2014.

Sjøtemperaturen i de øvre vannmasser ved fjernsonestasjonen var ca. 8,5 °C på måletidspunktet, og avtagende med dypet. Ved ca. 70 meters dyp stabiliserer temperaturen seg rundt 5,5 °C, og videre nedover i dypet ligger sjøtemperaturen stabilt rundt denne verdien. Saliniteten lå på ca. 33 ‰ i overflatevannet, og øker gradvis til ca. 34 ‰ ned mot bunnvannet på 200 meters dyp.

File name: HeggvikaCTD\_konv.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326  
 Data displayed from: 09:55:26 - 21.May-14 (No. 155) To: 10:03:16 - 21.May-14 (No: 390)



**Figur 3.2:** Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 200 meters dyp ved fjerntasjon Hegg 3 den 21. mai, 2014.

Vannmassene i overflaten holder ca. 11 mg O<sub>2</sub>/l sjøvann, mens O<sub>2</sub>-metningen ligger like oppunder 115 %. Nedover i dypet avtar oksygenverdiene gradvis. Bunnvannet på 200 meters dyp holder 8,4 mg/l, og en metning på 83 %. Ved en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 5,9 ml O<sub>2</sub>/liter, og gir tilstandsklasse I (Svært god) etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i tabell 2.2.

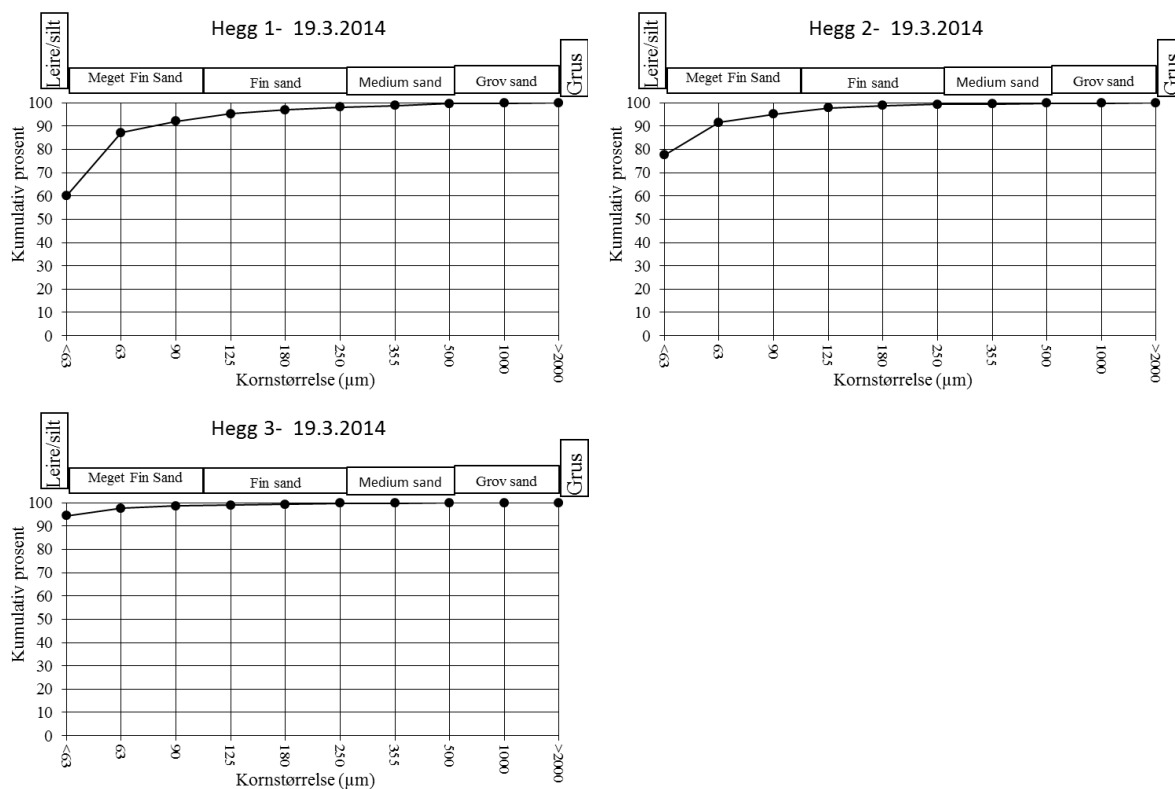
### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Heggvika i Kjellafjorden er presentert i figur 3.3 og tabell 3.1.

**Tabell 3.1:** Oversikt over dyp, organisk innhold (% TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Heggvika i 2014 og tidligere undersøkelser.

Stasjon	År	Dyp (m)	TOM (%)	Kornstørrelsesfordeling (%)		
				Silt og leire	Sand	Grus
Hegg 1	2014	117	4,51	60,0	39,8	0,2
Hegg 2	2014	150	4,20	77,6	22,3	0,1
	2010	150	4,59	79	21	0
Hegg 3	2014	200	6,73	94,5	5,5	0,0
	2010	200	7,54	96	4	0





**Figur 3.3:** Kornfordeling ( $\mu\text{m}$ ) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Heggvika, mars 2014.

På nærsone-stasjonen, Hegg 1, besto det meste av sedimentet av silt og leire, som utgjorde 60,0 %. Sand utgjorde 39,8 % og grus utgjorde 0,2 % av sedimentet. Det organiske innholdet målt som % glødetap var 4,51 og er å betrakte som lavt.

Overgangssonestasjonen Hegg 2 hadde et mer finkornet sediment bestående av 77,6 % silt og leire, og 22,3 % sand. Fraksjonen grus var kun 0,1 %. Det organiske innholdet var lavt, og lå på 4,20 %. Både kornfordelingen og det organiske innholdet hadde relativt like verdier med det som ble målt i undersøkelsen fra 2010.

Fjernsonestasjonen Hegg 3 hadde et veldig finkornet sediment med 94,5 % silt og leire. De resterende 5,5 % besto av sand. Det organiske innholdet ble målt til 6,73, og er å betrakte som et lavt nivå. Også ved denne stasjonen var det liten endring i kornfordeling og glødetap fra 2010 til 2014.

### 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-resultatene for nærsone og overgangssone viser nivåer som havner inn under tilstandsklasse II (God). TOC for fjernsone viser høyere nivåer og tilstandsklasse III (Moderat). Overgangssone og fjernsone viser en økning fra 2010, da man den gang hadde nivå som havnet inn under tilstandsklasse I (Svært god). Nivåene av sink og kobber er lave for alle tre stasjoner, og gir tilstandsklasse I. Nivået av fosfor varierte fra 1,0 til 1,7 g/kg. I uberørte norske fjorder vil en kunne forvente fosfor-konsentrasjoner under 1 g/kg. Konsentrasjonen av fosfor på nærstasjonen var litt forhøyet.

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

Stasjon	År	Dyp (m)	Fosfor (P) mg/kg TS	Kobber (Cu) mg/kg TS	Sink (Zn)		Tot. org. karbon (TOC) mg/kg TS	Norm. TOC mg/g TS	Tørrstoff		
					TK	mg/kg TS			TK	TS (%)	
Hegg 1	2014	117	1700	17	I	95	I	19	26,2	II	60,8
Hegg 2	2014	150	1100	13	I	58	I	16	20,0	II	56,4
	2010	150	1000	12	I	51	I	12	15,8	I	57
Hegg 3	2014	200	1000	22	I	94	I	27	28,0	III	46
	2010	200	860	15	I	78	I	18	18,7	I	47

#### 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  $E_h$  på nær-, overgangs- og fjernstasjonen viste normal pH, positivt redokspotensiale og plasserer dermed alle tre stasjonene i 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	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsone	7,43	86	1	1
Overgangssone	7,56	348	0	1
Fjernsone	7,77	428	0	1

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.4-3.6, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mars 2014. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

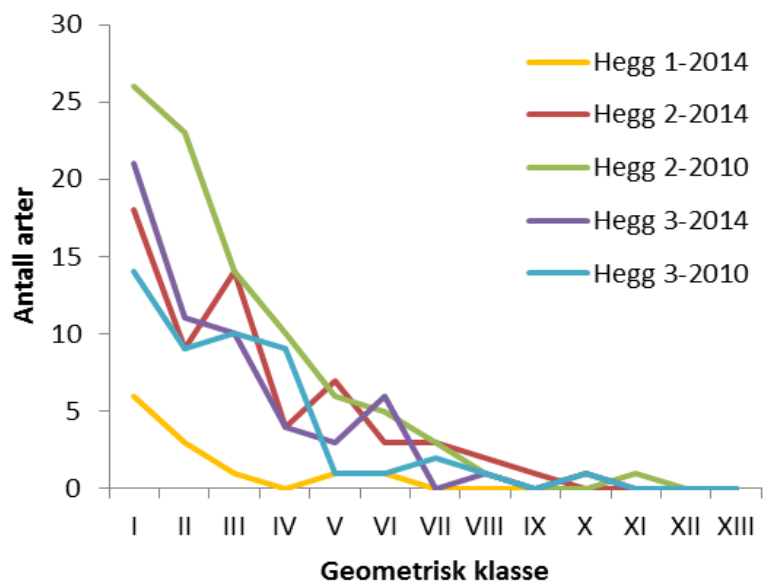
Nærsonestasjonen Hegg 1 ligger på 117 m dyp nær opptil anleggsrammen langs nordvestsiden anlegget. Her ble det funnet 13 arter med til sammen 853 individer. Diversiteten ( $H'$ ) ble på huggnivå (snitt) beregnet til 0,8 som gir tilstandsklasse V (Svært dårlig) i henhold til Miljødirektoratets Veileder 02:2013. Flertallet av de øvrige biologiske indeksene får også tilstandsklasse V. Dette viser at det er en skjev fordeling av arter på stasjonen, med høy forekomst av forurensningstolerante arter. Ser man på artslistene (Tabell 3.5) så er faunaen på stasjonen dominert av børstemarken *Capitella capitata*, som med 777 individer utgjorde hele 90 % av det totale individantallet i prøvene. Dette er en art som trives på lokaliteter med høy organisk belastning. Den nest mest tallrike arten, *Ophryotrocha lobifera* (39 individer, 4,5 %), finnes gjerne beitende på bakteriematter. I følge MOM-standarden er imidlertid diversitets-indeksene lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 3 (dårlig). Fordelingen på geometriske klasser, med en flat kurve og flere nullverdier, indikerer også miljøpåvirkning på stasjonen (Figur 3.4).

Ved overgangsstationen Hegg 2, som ligger på 150 m dyp ca. 150 m nord for anlegget, ble det funnet 61 arter og 1240 individer totalt. Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) ble

beregnet til 4,1 og NQI1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet, ble beregnet til 0,65. Begge havner i tilstandsklasse II (God). Ømfintlighetsindeksen NSI ble beregnet til 18,9 og havner i tilstandsklasse III (Moderat). Tetthetsindeksen DI, som er utarbeidet med tanke på svært høye eller lave individantall, havner i tilstandsklasse IV (Dårlig). Det forhøyede individantallet kan være en indikasjon på en viss organisk belastning på stasjonen. MOM-klassifiseringen gjelder imidlertid også for overgangssonen, og etter dette systemet får Hegg 2 miljøtilstand 1 (meget god). Den mest tallrike arten på stasjonen var børstemarken *Heteromastus filiformis*, med 290 individer og 24 % av totalen, etterfulgt av børstemarken *Capitella capitata* (146 individer, 12 %) og skjellet *Thyasira sarsii* (131 individer, 11 %). Dette er arter som trives i områder med en del organisk belastning. Sett ut fra indeksene ser det ut til å ha vært en liten forbedring i tilstanden på Hegg 2 fra 2010 til 2014. Grafen for de geometriske klassene tyder imidlertid på noe mer miljøpåvirkning i 2014 enn i 2010.

Fjernstasjonen Hegg 3 ligger på 200 m dyp 700 m nordvest for anlegget. Her ble det funnet 1321 individer fordelt på 57 arter. Diversiteten ( $H'$ ) ble beregnet til 2,8 som gir tilstandsklasse III (Moderat). Ømfintlighetsindeksen NSI og den sammensatte indeksen NQI1 havner også i tilstandsklasse III, mens ES100 og ISI får tilstandsklasse II (God). Disse resultatene tyder på en skjev fordeling av arter på stasjonen, med relativt høye forekomster av forurensningstolerante arter. Tetthetsindeksen DI havner i tilstandsklasse IV (Dårlig), og det høye individantallet tyder på en viss organisk belastning på stasjonen. Samlet sett havner Hegg 3 i tilstandsklasse III (Moderat). Faunaen på stasjonen var dominert av børstemarken *Heteromastus filiformis*, som med 694 individer utgjorde 53 % av det totale individantallet. Blant de ti vanligste artene økte imidlertid antallet bløtdyrarter fra 3 arter i 2010 til 6 arter i 2014.

De multivariate analysene viser en relativt høy likhet mellom huggene på hver enkelt stasjon og at nærstasjonen skiller seg klart fra de øvrige med kun 10 % likhet (Fig. 3.5 og 3.6). Stasjon Hegg 2 og Hegg 3 er mer like hverandre med ca. 45 % likhet. Det har vært noe endring i faunasammensetningen på disse stasjonene fra 2010 til 2014.



**Figur 3.4:** Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Heggvika i 2014 og fra tidligere undersøkelser.

**Tabell 3.4:** Antall individer, arter, diversitet ( $H'$  og  $ES_{100}$ ), ømfintlighet (AMBI, NSI,  $ISI_{2012}$ ), den sammensatte indeksen for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) og tetthetsindeksen DI for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 02:2013, (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007. Tilstandsklasse baseres på snitt av normaliserte indeksverdier (nEQR).

	År		Antall		Diversitet					Tetthet		MOM
			Arter	Individer	( $H'$ )	$ES_{100}$	NQI1	NSI	$ISI_{2012}$	(DI)	TK	
<b>Hegg 1</b>	2014	1	11	737	0,51	4,5	0,32	7,25	4,00	0,82		
		2	5	126	1,10	4,6	0,29	7,51	4,12	0,05		
		Sum	<b>13</b>	863	0,68	4,9	0,33	7,28	4,40	0,58		<b>3</b>
		Snitt	8	432	0,80	4,6	0,31	7,38	4,06	0,58		
		nEQR sum			0,15	0,19	0,23	0,15	0,20	0,42		
	nEQR snitt			0,18	0,18	0,20	0,15	0,18	0,42			
<b>Hegg 2</b>	2014	1	49	456	4,35	27,0	0,69	20,0	8,51	0,61		
		2	50	784	3,85	23,1	0,62	17,8	9,04	0,84		
		Sum	<b>61</b>	1240	4,15	25,0	0,65	18,6	9,18	0,74		
		Snitt	50	620	4,10	25,1	0,65	18,9	8,77	0,74		<b>1</b>
		nEQR sum			0,73	0,69	0,62	0,54	0,76	0,29		
	nEQR snitt			0,72	0,69	0,62	0,56	0,72	0,29			
(Heggvika 2)	2010	1	71	1328	3,44	24,4	0,64	18,2	9,37	1,07		
		2	56	877	3,16	21,6	0,63	18,2	9,72	0,89		
		Sum	<b>89</b>	2205	3,42	24,1	0,65	18,3	9,46	0,99		<b>1</b>
		Snitt	64	1103	3,30	23,0	0,63	18,2	9,54	0,99		
		nEQR sum			0,65	0,68	0,62	0,53	0,79	0,18		
	nEQR snitt			0,63	0,67	0,60	0,53	0,79	0,18			
<b>Hegg 3</b>	2014	1	55	871	3,16	20,4	0,64	19,5	9,96	0,89		
		2	29	450	2,44	15,0	0,58	18,9	9,18	0,60		
		Sum	57	1321	3,00	19,0	0,62	19,3	9,88	0,77		
		Snitt	42	661	2,80	17,7	0,61	19,2	9,57	0,77		
		nEQR sum			0,60	0,62	0,59	0,57	0,82	0,26	0,58 (II)	
	nEQR snitt			0,56	0,61	0,57	0,57	0,80	0,26	0,56 (II)		
(Heggvika 3)	2010	1	38	661	2,88	17,1	0,59	17,8	9,18	0,77		
		2	38	611	2,77	16,7	0,59	17,5	9,50	0,74		
		Sum	48	1272	2,87	17,1	0,60	17,7	9,48	0,75		
		Snitt	38	636	2,83	16,9	0,59	17,7	9,34	0,75		
		nEQR sum			0,58	0,60	0,55	0,51	0,79	0,28	0,55 (II)	
	nEQR snitt			0,57	0,60	0,55	0,51	0,78	0,28	0,55 (II)		

I – Svært god    II - God    III – Moderat    IV – Dårlig    V – Svært dårlig

**Tabell 3.5:** De ti mest tallrike artene/gruppene fra Heggvika i 2014 og fra tidligere undersøkelser.

Hegg 1 - 2014	Antall individer	%	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	777	90,0	90,0
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	39	4,5	94,6
<i>Thyasira sarsii</i>	29	3,4	97,9
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	0,6	98,5
<i>Mediomastus fragilis</i>	3	0,3	98,8
<i>Prionospio plumosa</i>	2	0,2	99,1
<i>Heteranomia squamula</i>	2	0,2	99,3
<i>Pholoe baltica</i>	1	0,1	99,4
<i>Paradoneis</i> sp.	1	0,1	99,5
<i>Galathowenia oculata</i>	1	0,1	99,7
<i>Pomatoceros triqueter</i>	1	0,1	99,8
<i>Verruca stroemi</i>	1	0,1	99,9
<i>Mytilus edulis</i>	1	0,1	100

Hegg 2 - 2014	Antall individer	%	Kum. %
<i>Heteromastus filiformis</i>	298	24,0	24,0
<i>Capitella capitata</i>	146	11,8	35,8
<i>Thyasira sarsii</i>	131	10,6	46,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	100	8,1	54,4
<i>Chaetozone</i> sp.	66	5,3	59,8
<i>Pholoe baltica</i>	64	5,2	64,9
<i>Abra nitida</i>	53	4,3	69,2
<i>Thyasira equalis</i>	44	3,5	72,7
<i>Mendicula ferruginosa</i>	33	2,7	75,4
<i>Streblosoma intestinale</i>	26	2,1	77,5
Caudofoveata	26	2,1	79,6

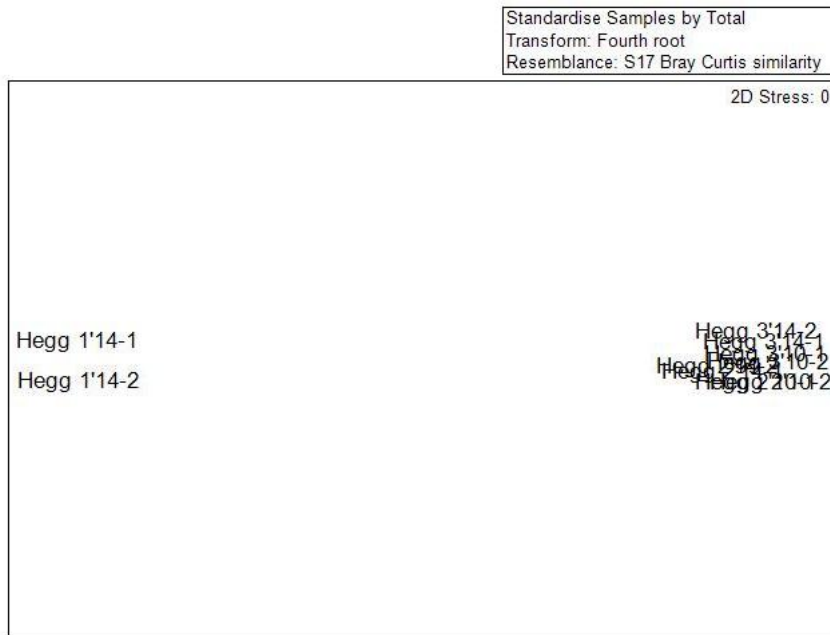
Hegg 3 - 2014	Antall individer	%	Kum. %
<i>Heteromastus filiformis</i>	694	52,5	52,5
<i>Polydora</i> sp.	144	10,9	63,4
<i>Kelliella abyssicola</i>	63	4,8	68,2
<i>Thyasira sarsii</i>	61	4,6	72,8
<i>Abra nitida</i>	50	3,8	76,6
<i>Parvicardium minimum</i>	45	3,4	80,0
<i>Spiophanes kroyeri</i>	37	2,8	82,8
<i>Prionospio cirrifera</i>	35	2,6	85,5
<i>Yoldiella nana</i>	20	1,5	87,0
Maldanidae	16	1,2	88,2
<i>Yoldiella lucida</i>	16	1,2	89,4

Hegg 2 - 2010	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora</i> sp.	1120	50,8	50,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	133	6,0	56,8
<i>Prionospio cirrifera</i>	121	5,5	62,3
<i>Heteromastus filiformis</i>	116	5,3	67,6
<i>Spiophanes kroyeri</i>	78	3,5	71,1
<i>Thyasira equalis</i>	59	2,7	73,8
<i>Mendicula ferruginosa</i>	45	2,0	75,8
<i>Chaetozone</i> sp.	43	2,0	77,8
<i>Pectinaria auricoma</i>	35	1,6	79,4
Maldanidae	33	1,5	80,9

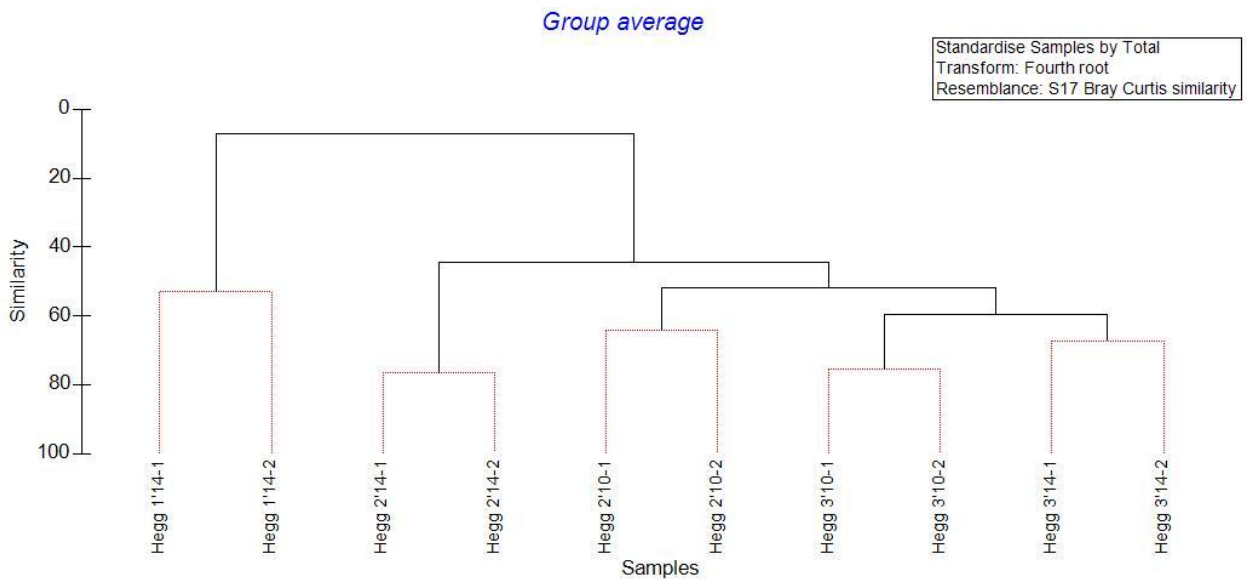
Hegg 3 - 2010	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora</i> sp.	625	49,1	49,1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	196	15,4	64,5
<i>Heteromastus filiformis</i>	102	8,0	72,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	99	7,8	80,3
<i>Thyasira equalis</i>	39	3,1	83,4
Maldanidae	30	2,4	85,8
<i>Prionospio cirrifera</i>	15	1,2	86,9
<i>Adontorhina similis</i>	14	1,1	88,1
Caudofoveata	12	0,9	89,0
<i>Phylo norvegicus</i>	11	0,9	89,9

Annelida/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
---------------------	----------	---------------	-----------	-------





**Figur 3.5:** MDS plot på hugg-nivå fra Heggvika. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



**Figur 3.6:** Cluster plot på hugg-nivå fra Heggvika. 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 de marine miljøforholdene ved oppdrettslokaliteten Heggvika i Bindal kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 19. mars 2014. Det ble samlet bunnprøver ved tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen og én i fjernsonen lengre ut fjorden. Ved sistnevnte ble det også utført en hydrografisk måling.

Den hydrografiske undersøkelsen viste en avtagende temperatur og en økende saltholdighet fra sjøoverflaten og nedover mot havbunn i fjernsonestasjonen. Oksygenmålingen viste høye verdier i hele vannsøyla. Verdiene sank noe ned mot bunnen, men oksygenkonsentrasjonen havnet fortsatt inn under tilstandsklasse I (Svært god) etter Miljødirektoratets klassifisering. Det er dermed ikke noe som tyder på stagnerende bunnvann og dårlige oksygenforhold i dette fjordområdet.

Kornfordelingsanalysen for nærsjonen og overgangssonen viste et relativt finkornet sediment der finfraksjonen silt og leire utgjorde 60 % ved Hegg 1, og over 77 % ved Hegg 2. Analysen av bunnsedimentet ved fjernsonen viste et veldig finkornet sediment med 94,5 % leire og silt. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap viste et lavt nivå ved alle tre stasjoner.

Den kjemiske undersøkelsen av sedimentet viste lave nivå av sink og kobber (tilstandsklasse I - Svært god etter Miljødirektoratets klassifisering), samt lave til moderate nivå av fosfor. Parameteren totalt organisk karbon (TOC) viste lave nivå ved stasjonene Hegg 1 og Hegg 2 (tilstandsklasse II - God), og et noe høyere nivå ved Heggvika3 (tilstandsklasse III – Moderat). Overgangssonen og fjernsonen viser en økning i TOC fra 2010, da man den gang hadde nivå som havnet inn under tilstandsklasse I. TOC-klassifiseringen er imidlertid ikke tilpasset forholdene i norske fjorder (Aure *et al*, 1993), og en må ha dette i bakhodet når man tolker denne parameteren. Måling av pH og Eh ga de tre stasjonene tilstand 1 (etter MOM B-metodikk).

Bunndyrsanalysen viste dårlige forhold ved nærsone-stasjonen Hegg 1, som får miljøtilstand 3 (Dårlig) etter MOM-klassifiseringen, og tilstandsklasse V (Svært dårlig) etter Miljødirektoratets veileder. Stasjonen var dominert av flerbørstemarken *Capitella capitata* som utgjorde ca. 90 % av alle individene. I overgangssonen (Hegg 2) viste bunndyrsanalysen gode forhold basert på de fleste indeksene, men høye individantall tyder på en viss gjødslingseffekt fra anlegget, og det forekommer en del forurensningstolerante arter. Stasjonen får miljøtilstand 1 (Meget god) og forholdene har blitt noe bedre siden 2010. I fjernsonen (Hegg 3) viser analysene en relativt lav diversitet, med skjev fordeling av arter og relativt høy forekomst av forurensningstolerante arter. Faunaen var dominert av børstemarken *Heteromastus filiformis*, som utgjorde over halvparten av individene i prøvene. Samlet havner stasjonen i tilstandsklasse III (Moderat). Forholdene har holdt seg relativt stabile siden forrige undersøkelse i 2010.

Oppsummert kan man si at denne undersøkelsen viser meget påvirkede miljøforhold i nærområdet til oppdrettsanlegget i Heggvika. Sammenlikningen med tidligere undersøkelser viser at forholdene har holdt seg stabile i området.

## 5 TAKK

Vi takker for god hjelp og et hyggelig tokt. På toktet deltok Kai-Erling Staven og Nasir El Shaik fra Aqua Kompetanse AS. Bunnprøvene ble sortert av Linda Jensen, Hanna Molden, Ingrida Petrauskaite og Tonje M. Solsvik. Bunndyrene ble identifisert av Øydis Alme, Tom Alvestad og Frøydis Lygre, SAM-Marin.

## 6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlingsrapport 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-EN 14346. 2006. *Karakterisering av avfall - Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold*. Norges Standardiseringsforbund.
- Norsk Standard NS-EN ISO 17294. 2003. *Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of 62 elements*. Norges Standardiseringsforbund.
- Norsk Standard NS-EN 13137. 2001. *Karakterisering av avfall - Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter*. Norges Standardiseringsforbund.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. *Miljøovervåking av marine matfiskanlegg*. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. *Vannundersøkelse - Tørrstoff og gløderest i vann, slam og sedimenter*. Norges Standardiseringsforbund.
- Olsen, A.W., Kristiansen, M., Hatlen, K., Johansen, P.-O. 2010. *Marin miljøundersøkelse i Heggvika i Bindal kommune*. SAM e-Rapport 3-2010. 37 s.

## 7 VEDLEGG

### Generell vedleggsdel

#### Analyse av bunndyrsdata

##### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårige 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).

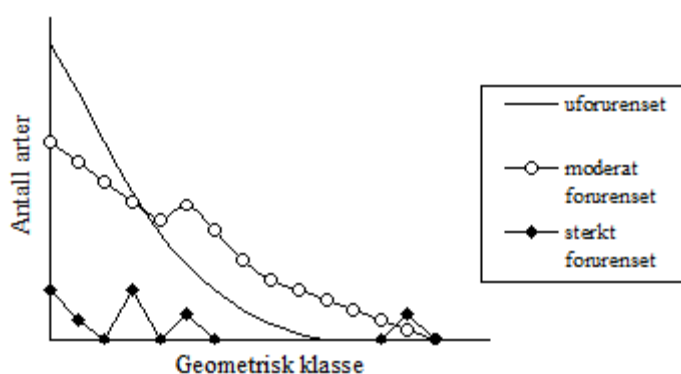
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes 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. 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. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på de beregnede indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa Vanndirektoratet 2014, 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 uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset 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:

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

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.

**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  $ISI$ ,  $AMBI$  og  $NSI$ .

**ISI** er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte  $ISI$  betegnes  $ISI_{2012}$  (Rygg og Norling, 2013). Beregning av  $ISI$  er beskrevet med utføres med følgende formel:

$$ISI = \sum_i^s \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor  $ISI_i$  er verdi for arten  $i$  og  $S_{ISI}$  er antall arter tilordnet sensitivetsverdier

**AMBI (Azti Marin Biotic Index)** tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaeksperter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

**NSI** er en ny sensitivetsindeks og ligner  $AMBI$ , men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves  $NSI$ -verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan  $NSI$  beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013). Formelen som benyttes er:



$$NSI = \sum_i^S \left[ \frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor  $N_i$  er antall individer og  $NSI_i$  verdi for arten  $i$ ,  $N_{NSI}$  er antall individer tilordnet sensitivitetsverdier.

### Sammensatte indekser

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

NQI1-indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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

### Individtetthet

**DI (Density Index)** er beskrevet som:

$$DI = abs [\log_{10}(N_{0,1m^2}) - 2.05]$$

Hvor *abs* står for absolutt tallverdi (negative verdier gjøres positive), og  $N_{0,1m^2}$  er antall individer per 0,1 m<sup>2</sup>.

### 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 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 <sub>100</sub>	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI <sub>2012</sub>	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 bløtbunnsfauna. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold bløtbunnsfauna	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

### Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi klasse I	=	0,8
Basisverdi klasse II	=	0,6
Basisverdi klasse III	=	0,4
Basisverdi klasse IV	=	0,2
Basisverdi klasse V	=	0,0

nEQR gir et tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

## 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

prosentvis 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:

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

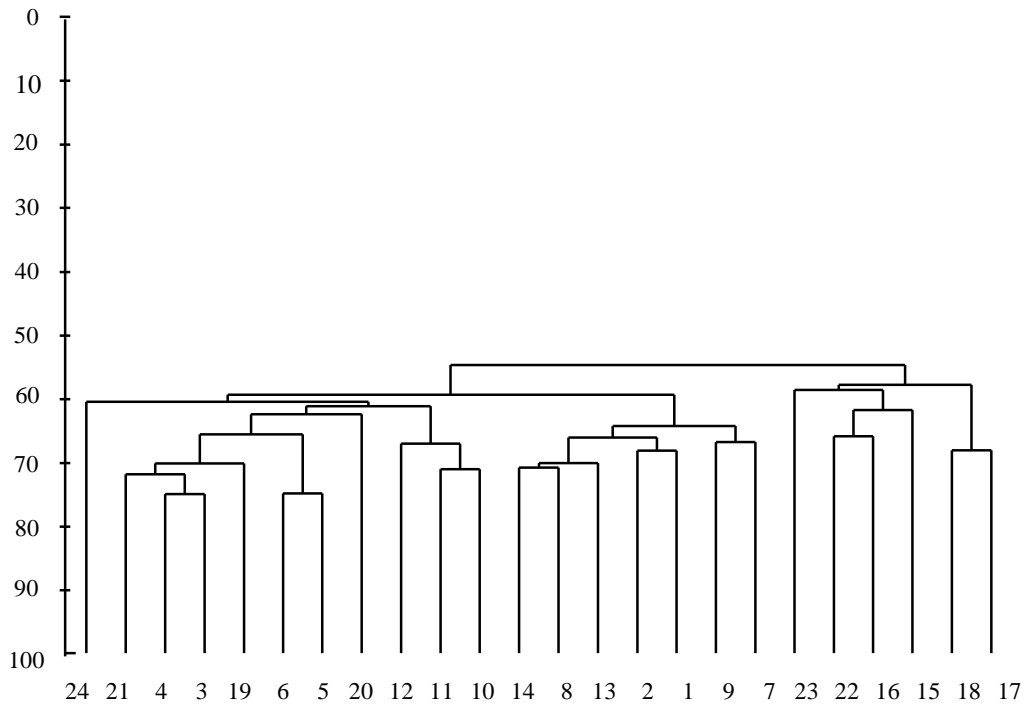
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

## Dataprogrammer

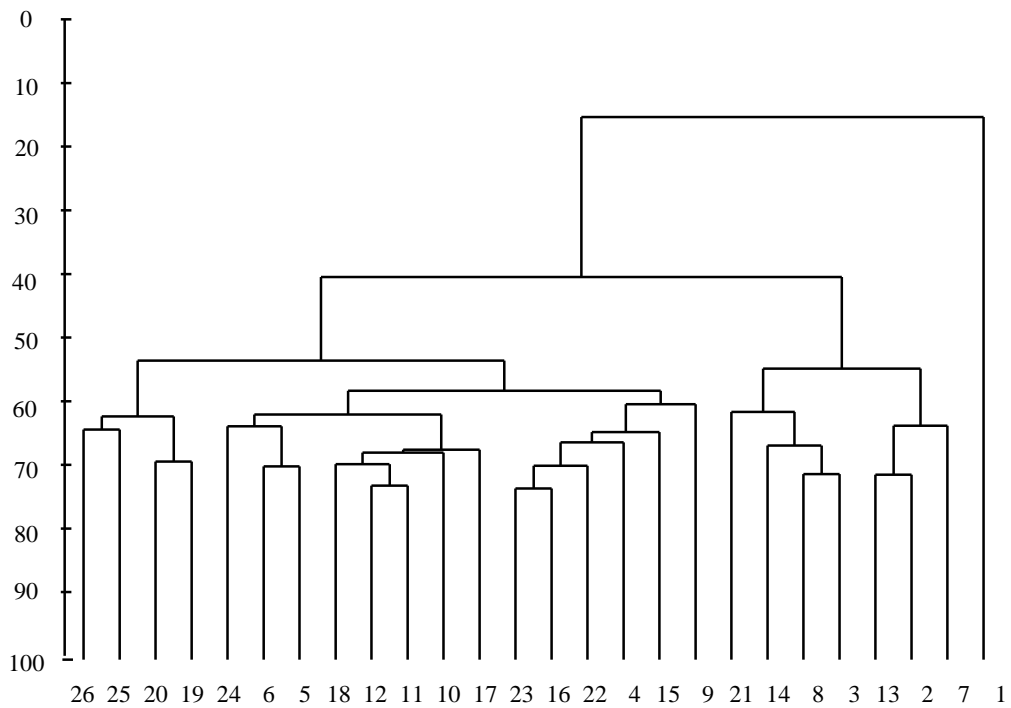
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ),  $H'$ -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro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

FAUNALIKHET

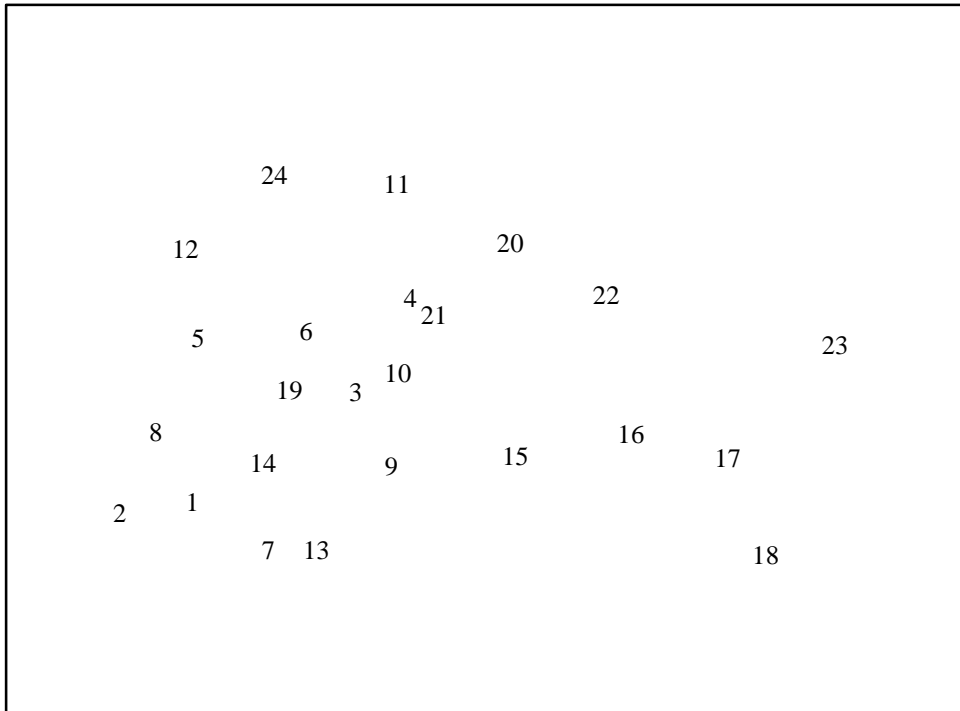


FAUNAFORSKJELL

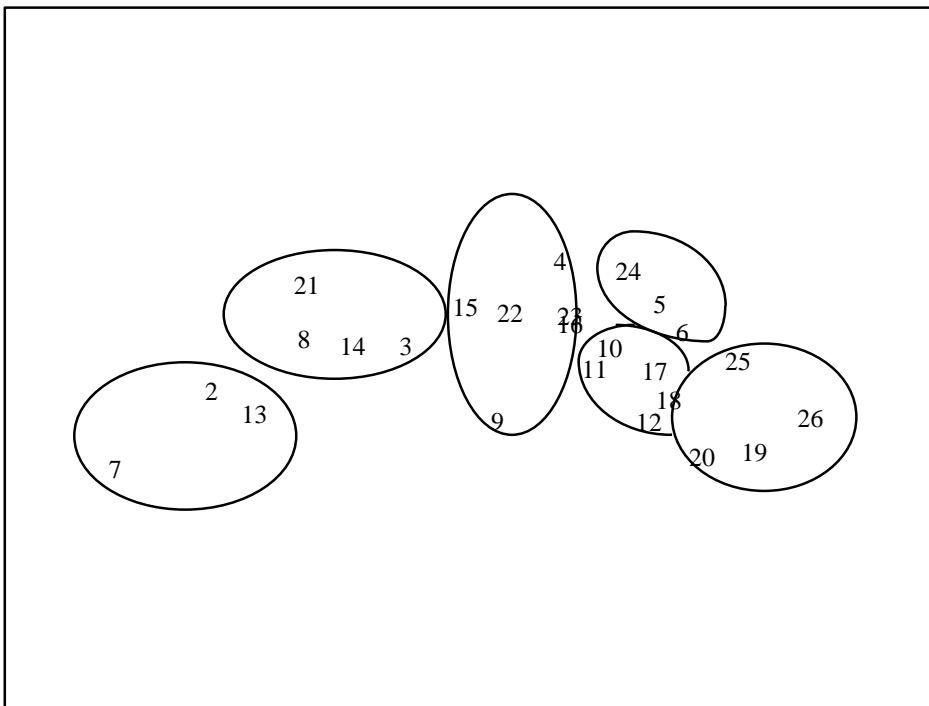


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

**Litteratur til Generelt Vedlegg**

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon TA 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- 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*.
- Rygg B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548 – 2002*. 32 s.



- Rygg B., Norling K., 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). *NIVA-rapport 6475-2013*. 46 s
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

**Vedleggstabell 1. Artsliste**

ID: 10728 Versjonsnr: 003

**Vedlegg SF-SAM-505 Benthos  
Artsliste****Uni Miljø - Sam Marin**

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 27.06.2014 ( Øydis Alme )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 27.06.2014 ( Øydis Alme )



**SAM-Marin**  
 Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
 Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



**Oppdragsgiver (navn og adresse): SinkabergHansen AS, Marøy, 7900 Rørvik**  
**Prosjekt nr.: 808390**

**Prøvetakingssted (område): Kjella, Bindal kommune, Nordland**

**Dato for prøvetaking: 19.3.2014**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin**

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

**Artene er identifisert av: Øydis Alme, Tom Alvestad, Frøydis Lygre**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	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: 3 sider.

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

Signatur: *Tom Alvestad*  
 Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/3	Stasjon	Hegg 1	Hegg 1	Hegg 2	Hegg 2	Hegg 3	Hegg 3
		Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato
Arter	Dyp	19.3.2014	19.3.2014	19.3.2014	19.3.2014	19.3.2014	19.3.2014
	Hugg	117 m	117 m	150 m	150 m	200 m	200 m
		1	2	1	2	1	2
* HYDROZOA indet.			+	+	+		
* NEMERTEA indet.				3	18	11	4
* NEMATODA indet.		15			2	2	
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>				40	60	9	1
* <i>Siboglinum ekmani</i>						2	
<i>Harmothoe mariannae</i>				1	1		
<i>Pholoe baltica</i>			1	19	45		
<i>Pholoe pallida</i>				1	4		
<i>Eteone</i> sp.				3	5		
Syllidae				1	2		
<i>Exogone</i> sp.						7	
<i>Ceratocephale loveni</i>				1			
<i>Nephtys ciliata</i>				1/1	5/1	1	
<i>Nephtys hystricis</i>						0/1	
<i>Sphaerodoropsis philippi</i>					1		
<i>Nothria conchylega</i>					0/1		
Lumbrineridae						2	2
<i>Drilonereis filum</i>						1	
<i>Ophryotrocha lobifera</i>		7	32		2		
<i>Phylo norvegicus</i>						1/1	0/1
<i>Laonice sarsi</i>						0/1	1
<i>Malacoceros fuliginosus</i>		5					
<i>Polydora</i> sp.				9	13	111	33
<i>Prionospio plumosa</i>		2					
<i>Prionospio cirrifera</i>				2	5	29	6
<i>Spiophanes kroyeri</i>				4	1/2	14/15	3/5
<i>Poecilochaetus serpens</i>						1	
<i>Aricidea</i> sp.				1			
<i>Levinsenia gracilis</i>					1	6	2
<i>Paradoneis</i> sp.		1				2	
<i>Aphelochaeta</i> sp.						1	
<i>Chaetozone</i> sp.				25	41	12	3
<i>Diplocirrus glaucus</i>				11	11	2	2
<i>Lipobranchius jeffreysii</i>				1			
<i>Capitella capitata</i>		688	89	19	127		
<i>Heteromastus filiformis</i>				75	223	425	269
<i>Mediomastus fragilis</i>		3					
<i>Notomastus latericeus</i>						2	1
<i>Clymenura borealis</i>						1	
<i>Praxillella gracilis</i>						1	
<i>Chirimia biceps</i>				1/1	0/2	1	
<i>Maldane sarsi</i>						1/1	1/2
<i>Petaloproctus</i> sp.					9		
Maldanidae				3	2	15	1
<i>Galathowenia oculata</i>			1	2	5		
<i>Pectinaria auricoma</i>				0/1	0/4		
<i>Lagis koreni</i>				6/1	1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/3	Stasjon	Hegg 1	Hegg 1	Hegg 2	Hegg 2	Hegg 3	Hegg 3
Arter	Dato Dyp Hugg	19.3.2014 117 m 1	19.3.2014 117 m 2	19.3.2014 150 m 1	19.3.2014 150 m 2	19.3.2014 200 m 1	19.3.2014 200 m 2
<i>Pectinaria belgica</i>					1		
<i>Ampharete falcata</i>						1	
<i>Ampharete borealis</i>				1	2/1		
<i>Amphicteis gunneri</i>						1	
<i>Eclysippe vanelli</i>						6/1	
<i>Melinna cristata</i>					2/1	2	1
<i>Artacama proboscidea</i>						2	
<i>Streblosoma bairdi</i>						1	
<i>Streblosoma intestinale</i>				21	5		
<i>Polycirrus latidens</i>						2	
<i>Amaeana trilobata</i>				1			
<i>Trichobranchus roseus</i>					0/1		
<i>Terebellides stroemii</i>				1		6	
Sabellidae				1	2	3	1
<i>Sabella pavonina</i>				3	3		
<i>Pomatoceros triqueter</i>		1					
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.				2			
<i>Phascolion strombus</i>				2	1/1		
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>			1				
<i>Verruca stroemi</i>		1					
* <i>Macrocypris minna</i>				1	1		
<i>Leucon</i> sp.				1		2	
<i>Eudorella emarginata</i>						1	1
<i>Eudorella truncatula</i>				1		5	2
<i>Diastylis</i> sp.				1			
<i>Diastylodes biplicatus</i>							1
* <i>Gnathia</i> sp.					1		
* Amphipoda				1	1	16	8
<i>Eriopisa elongata</i>						1	
MOLLUSCA							
Caudofoveata				16	10	0/1	
<i>Euspira pulchella</i>						1	
<i>Euspira montagui</i>				1			
<i>Taranis moerchii</i>						0/1	
<i>Retusa umbilicata</i>				4	1		
<i>Philine aperta</i>					0/1		
<i>Philine scabra</i>				4/1	2		
<i>Ennucula tenuis</i>				0/2	0/2		1
<i>Yoldiella lucida</i>						4/2	8/2
<i>Yoldiella nana</i>				0/1		9/2	9
<i>Mytilus edulis</i>		0/1					
<i>Delectopecten vitreus</i>						0/1	
<i>Pseudamussium peslutrae</i>						0/1	
<i>Heteranomia squamula</i>		2					
<i>Thyasira obsoleta</i>				1/1	3/1	0/1	
<i>Thyasira sarsii</i>		26	3	64/12	47/8	5/13	12/31

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 3/3	Stasjon	Hegg 1	Hegg 1	Hegg 2	Hegg 2	Hegg 3	Hegg 3
	Dato	19.3.2014	19.3.2014	19.3.2014	19.3.2014	19.3.2014	19.3.2014
	Dyp	117 m	117 m	150 m	150 m	200 m	200 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Thyasira equalis</i>				1/10	15/18	5/3	
<i>Axinulus croulinensis</i>				1	1		
<i>Mendicula ferruginosa</i>				17/2	13/1	3	0/1
<i>Adontorhina similis</i>				12	10/2	2	2
<i>Astarte sulcata</i>				1/1	0/1	0/1	
<i>Parvicardium minimum</i>						26/5	12/2
<i>Abra nitida</i>				19/2	24/8	1/26	2/21
<i>Kelliella abyssicola</i>						56	7
<i>Cuspidaria obesa</i>						1	1
<i>Antalis occidentalis</i>					1		
ECHINODERMATA							
* Ophiuroidea					0/2	0/1	
<i>Ophiopholis aculeata</i>					0/1		
<i>Amphiura filiformis</i>				6/1	10		
<i>Echinocardium flavescens</i>					2		
Synaptidae				11	8	3	
* VARIA			+		+	+	

**Vedleggstabell 2. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometriske klasser	Hegg 1-2014	Hegg 2-2014	Hegg 2-2010	Hegg 3-2014	Hegg 3-2010
I	6	18	26	21	14
II	3	9	23	11	9
III	1	14	14	10	10
IV	0	4	10	4	9
V	1	7	6	3	1
VI	1	3	5	6	1
VII	0	3	3	0	2
VIII	0	2	1	1	1
IX	0	1	0	0	0
X	1	0	0	1	1
XI	0	0	1	0	0
XII	0	0	0	0	0
XIII	0	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-14-MX-001561-01



EUNOBE-00010376

Prøvemottak: 08.05.2014  
Temperatur:  
Analyseperiode: 08.05.2014-22.05.2014  
Referanse: 808390 / ref: 38/14

## ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1700	mg/kg tv	a) 1100	mg/kg tv	a) 1000	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 17	mg/kg tv	a) 13	mg/kg tv	a) 22	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 95	mg/kg tv	a) 58	mg/kg tv	a) 94	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 19	mg/g lv	a) 16	mg/g lv	a) 27	mg/g lv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 60.8	% (w/w)	a) 56.4	% (w/w)	a) 46	% (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 22.05.2014

*Kristine Fiare Johnson*

Kristine Fiare Johnson

Laboratorieingeniør

**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

		<b>Molab as, 8607 Mo i Rana</b> 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		
Kunde: Uni Research AS Att: Øydis Alme Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		<b>RAPPORT</b>  <b>Sedimentanalyser</b>		
		Ordre nr.:	Antall sider + bilag:	
		54623	2	
		Rapport referanse:	Dato:	
		KR-18831	18.06.2014	
Rev. nr.	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:	Ansvarlig signatur:	
0	808390 / 25/14	Eli Ellingsen	Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 20.05.2014

## RESULTATER

Prøve merket:			Hegg 1	Hegg 2	Hegg 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000540	KG-000541	KG-000542		
TOM (550 °C)	%	12.06.14	4,51	4,20	6,73		

## Kornfordeling

Analysedato: 04.06.2014

Hegg 1	KG-000540	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,02	0,2	0,2	0,2	MdΦ	Silt og leire	60,0
1000	0	0,03	0,2	0,4	0,4	4,67	Sand	39,8
500	1	0,09	0,7	1,1	1,1		Grus	0,2
355	1,5	0,08	0,6	1,8	1,8	SdΦ		
250	2	0,16	1,3	3,1	3,1	1,62		
180	2,5	0,21	1,7	4,7	4,7			
125	3	0,40	3,2	8,0	8,0	SkΦ		
90	3,5	0,60	4,8	12,8	12,8	0,26		
63	4	3,38	27,2	40,0	40,0			
<63	8	7,45	60,0	100,0	100,0	KΦ		
		12,42	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](http://www.molab.no) for disse betingelser.



Hegg 2		KG-000541							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,01	0,1	0,1	Md $\Phi$	Silt og leire		77,6	
1000	0	0,00	0,0	0,1	5,42	Sand		22,3	
500	1	0,04	0,4	0,5		Grus		0,1	
355	1,5	0,02	0,2	0,7	Sd $\Phi$				
250	2	0,05	0,5	1,1	1,57				
180	2,5	0,12	1,1	2,3					
125	3	0,27	2,5	4,8	Sk $\Phi$				
90	3,5	0,38	3,6	8,4	0,01				
63	4	1,48	14,0	22,4					
<63	8	8,23	77,6	100,0	K $\Phi$				
		10,60	100,0		0,75				

Hegg 3		KG-000542							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md $\Phi$	Silt og leire		94,5	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,88	Sand		5,5	
500	1	0,01	0,1	0,1		Grus		0,0	
355	1,5	0,01	0,1	0,2	Sd $\Phi$				
250	2	0,03	0,4	0,6	1,31				
180	2,5	0,03	0,4	1,0					
125	3	0,03	0,4	1,3	Sk $\Phi$				
90	3,5	0,09	1,1	2,4	-0,01				
63	4	0,26	3,1	5,5					
<63	8	7,89	94,5	100,0	K $\Phi$				
		8,35	100,0		0,75				

## ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	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 produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se [www.molab.no](http://www.molab.no) for disse betingelser.

**Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema**

**PRØVESKJEMAET, B.1**

Firma: Sinkaberg Hansen AS  
 Lokalitet: Heggvika  
 Lokalitetstyp: Matfisk

Dato: 19.3.14  
 Lokalitetsnr: 10425

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr						Indeks	
			Hegg3		Hegg2		Hegg1			
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0		0		0			
I	Tilstand (Gruppe I)									
II	pH	verdi	7,77		7,56		7,43			
	E <sub>n</sub> (mv)	verdi	211		131		-131			
		+ ref. verdi	428		348		86			
	pH/E <sub>n</sub>	fra figur	0		0		1		0,3	
	Tilstand, prøve		1		1		1			
	Tilstand, gruppe II									
Buffer temp:			3,5 °C		Temp sjø:	4,6 °C	Temp sediment:	4,8 °C		
pH sjø:			8,1		Eh sjø:	272	Ref. elektrode:	217		
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			19/3/14, <i>[Signature]</i>							
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0		0		0			
	Farge	Lys/Grå = 0	0		0		0			
		Brun/Sort = 2								
	Lukt	Ingen = 0	0		0					
		Noe = 2					2			
		Sterk = 4								
	Konsistens	Fast = 0	0		0		0			
		Myk = 2								
		Løs = 4								
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0								
1/4 ≤ v < 3/4 = 1				1		1				
v ≥ 3/4 = 2		2								
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0		0		0				
	2 - 8 cm = 1									
	t ≥ 8 cm = 2									
	SUM		2		1		3			
	Korrigert sum (*0,22)		0,44		0,22		0,66		0,4	
	Tilstand prøve									
	Tilstand gruppe III									
	Middelverdi gruppe II og III		0,22		0,11		0,83		0,4	
	Tilstand gruppe II og III									
	pH/Eh		Tilstand							
	Korr. sum		Gruppe I			Gruppe II og III			Lokalitetstilstand	
	Indeks	Tilstand	A			1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4	
	Middelverdi		4			1, 2, 3			1, 2, 3	
	< 1,1	1	4			4			4	
	1,1 - < 2,1	2								
	2,1 - < 3,1	3								
	≥ 3,1	4								
	LOKALITETSTILSTAND									

Korrekturlest: 27.3.14  
 dato

*[Signature]*  
 Sign.

*[Signature]*  
 Sign.

## SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Sinkaberg Hansen AS

Dato: 19.3.14

Lokalitet: Heggvika

Lokalitetsnr: 10425

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetakingssted (nr)	Hegg 3	Hegg 2	Hegg 1						
Dyp (m)	200	150	117						
Antall forsøk	1	1	1						
Bobling (i prøve)									
Primær- sediment	Grus			2					
	Skjellsand								
	Sand								
	Mudder			1					
	Silt	2	2	2					
	Leire	3	3						
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall	Fl arter	Fl arter	Fl arter						
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest:

27.3.14  
datoVidar Strøm  
Sign.Linda Hagen  
Sign.