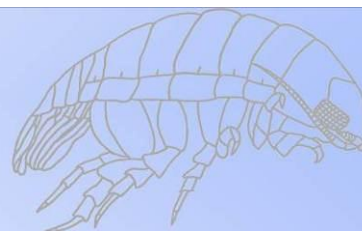


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



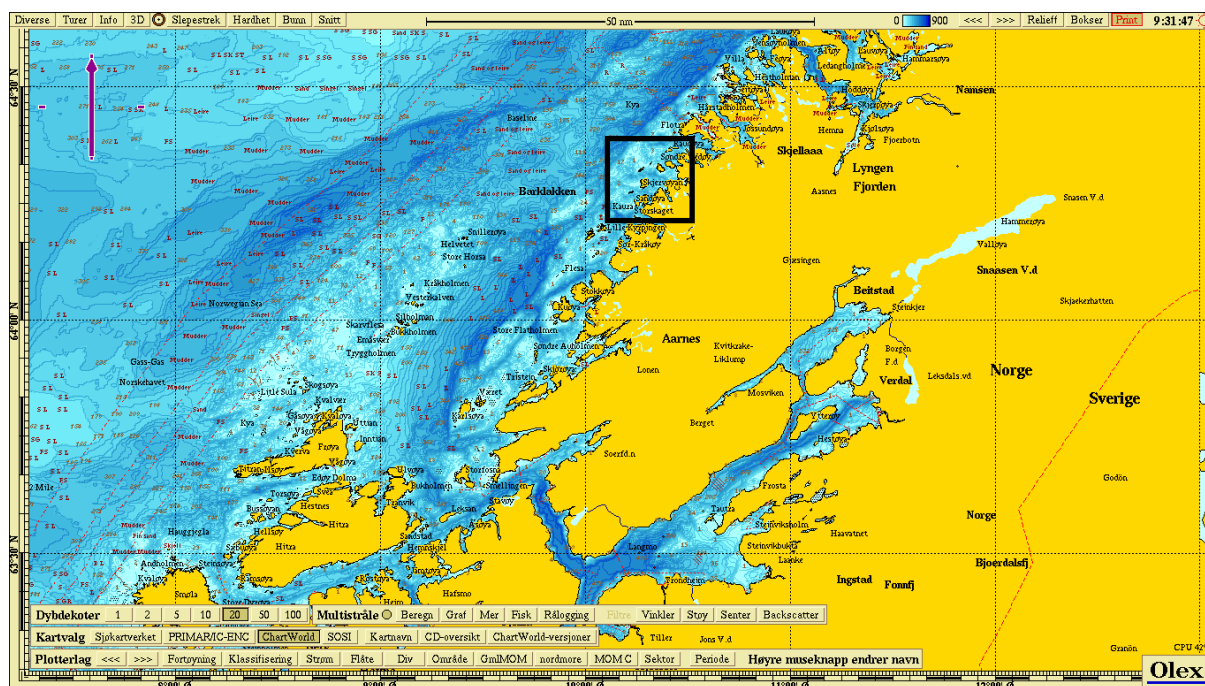
e-rapport nr: 19 – 2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Bessaker Settefisk i Osenfjorden, Roan kommune, november 2013

Vidar Strøm



Øydis Alme

Per-Otto Johansen



**SF506-Utforming av sammendrag
SAM e-rapport****Uni Miljø - Sam Marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 19.05.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 19.05.2014 (Øydis Alme)

	SAM-Marin	
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 Bessaker Settefisk i Osenfjorden, Roan kommune, november 2013	Dato: Felt: 21.11.2013 Rapport: 6.6.2014
	Antall sider og bilag: 44
Forfatter(e): Vidar Strøm, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vidar Strøm
	Prosjektnummer: 808101
Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from Marine Harvest AS, SAM-Marin in cooperation with Aqua Kompetanse AS, was hired in to investigate the marine area at the smolt production farm Bessaker Settefisk, located in Roan, Sør-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Bess1, which is located near the discharge area from the farm, Bess2, which is located further north of the discharge area, and Bess3, which lies even further northwest of the discharge area. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet).

The results show low levels of copper, zinc and phosphorous at all stations. Organic content measured as total organic carbon (TOC) showed low levels (classification II 'Good' at Bess 1 and 2, and classification I 'Very good' at Bess3). The organic content expressed as percent volatile total solids also indicated a low organic content at all three stations. The sediment from Bess1 and 2 consisted mostly of sand, while the sediment from the deeper station (Bess 3) consisted mainly of fine-grained material. The hydrographical data shows that the bottom water at Bess3 had a high oxygen concentration, which gave the classification 'Very good', according to Molvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed bad conditions at Bess1, with very low species diversity, while conditions were good at Bess2 and good to moderate at Bess3.

Keywords: Fish farm, recipient, MOM C, benthos, sediment	Emneord: Fiskeoppdrett, resipient, MOM C, bunndyr, sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 19-2014
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	2.6.2014	<i>P.-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	5.6.2014	<i>Øydis Alme</i>

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

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 19.05.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 19.05.2014 (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 sedimentanalyser, samlet av: Vidar Strøm, Kai-Erling Staven; Aqua Kompetanse.

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Nargis Islam, Natalia Korableva, Ingrida Petrauskaite; 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; SAM-Marin

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: -

INNHOOLD

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.....	16
3.3 Kjemi.....	17
3.4 Bunndyr	18
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	23
5 TAKK.....	24
6 LITTERATUR	25
7 VEDLEGG	26
Generell vedleggsdel	26
Vedleggstabell 1. Artsliste	35
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	39
Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi.....	40
Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi.....	41
Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema.....	43

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved settefiskanlegget Bessaker i Roan kommune i Sør-Trøndelag. Lokaliteten eies av Marine Harvest Norway AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 21. november 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 tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007), Vanddirektivets 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 Marine Harvest Norway 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, og den nye tetthetsindeksen DI er tatt inn.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

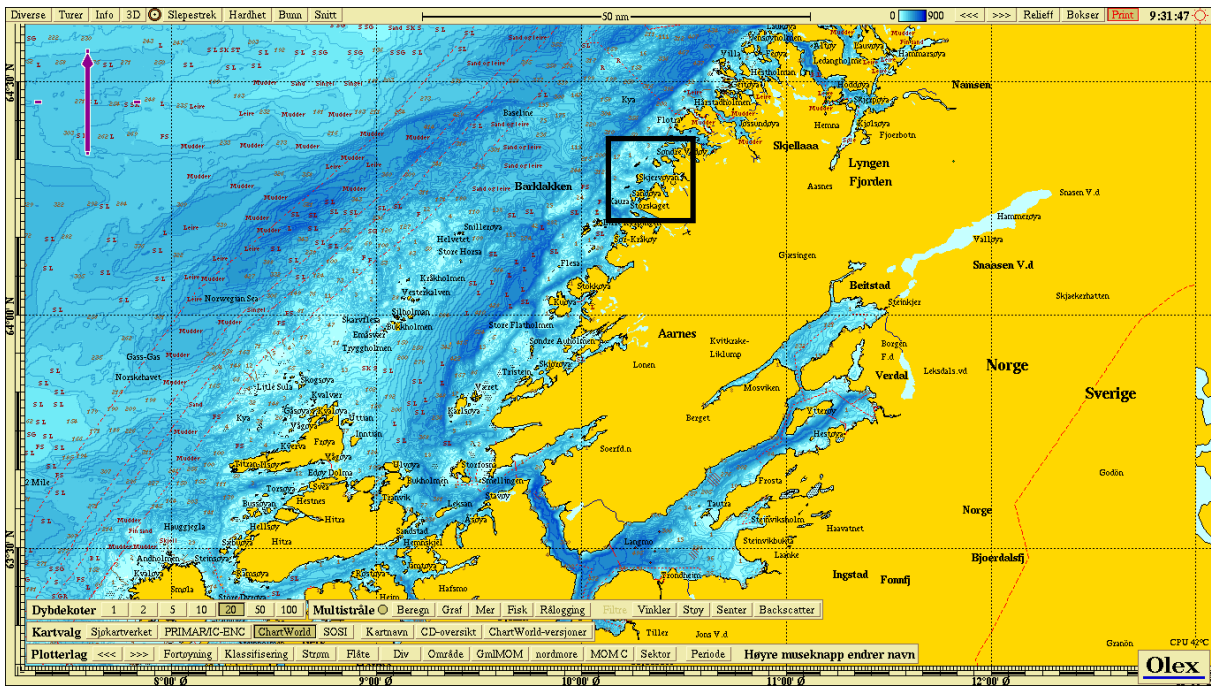
Undersøkellesområdet ligger nord i Osenfjorden (figur 2.1 og 2.2). Det største dypet i undersøkellesområdet er 172 meter. Utslippsområdet ligger ikke innenfor noen definert terskel i det området som ble undersøkt. Lenger utover i fjorden har man en terskel med saldybde på 110 meter, innenfor denne terskelen har man også et matfiskanlegg, og det ble derfor ikke vurdert som hensiktsmessig å ta prøver så langt ut i fjordområdet. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner. Stasjon Bess 1 ligger ved utslippsområdet til anlegget. Overgangsstasjon Bess 2 ligger knappe 500 meter nord for anlegget på 26 meters dyp, mens fjernstasjon Bess 3 ligger på 172 meter dyp, cirka 1,4 kilometer nordvest for anlegget.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

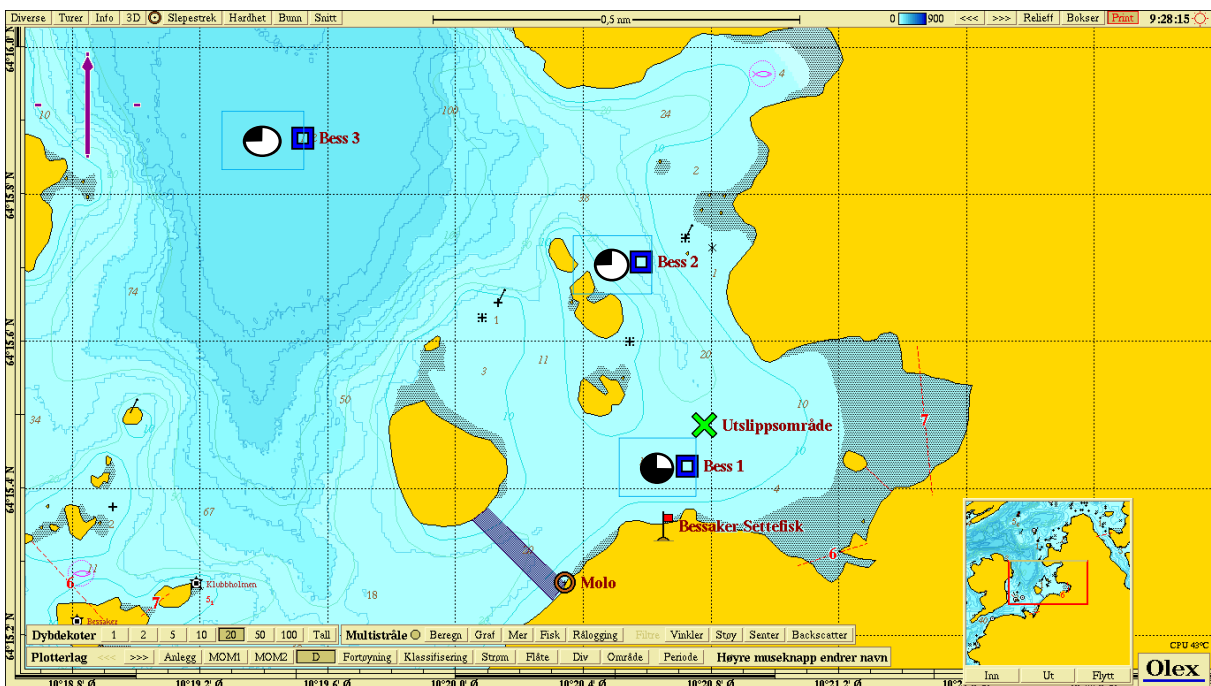
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest AS den 21. november 2013. Undersøkelsen ble gjennomført av Kai-Erling Staven og Vidar Strøm fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved fjernstasjon på feltdagen. 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 over deler av trøndelagskysten, med Namsenfjorden i nord og Trondheimsfjorden i sør. I sørvestlig retning sees øyene Hitra og Frøya. Undersøkelsesområdet i Bessaker er avmerket med svart firkant. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med stasjonen, utslippsområdet, og settefiskanleggets plassering. Blå firkanter 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 resipienten til Bessaker Settefisk, Roan 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
Nærsone Bess 1 21.11.2013	Bessaker 64° 15,538'N 10° 20,859'Ø	17	1	2,75	Hovedsakelig silt. Normal lukt, grå sedimentoverflate. Uttak til faunaprøver.
			2	2,75	Hovedsakelig silt. Normal lukt, grå sedimentoverflate. Uttak til faunaprøver.
			3		Hovedsakelig silt. Normal, grå sedimentfarge. Uttak til kjemi og geologi.
Overgangs-sone Bess 2 21.11.2013	Bessaker 64°15,707' N 10° 20.583'Ø	26	1	2,0	Sand og stein, noe skjellsand. Normal lukt. Observert skjell. Uttak til faunaprøver.
			4	2,0	Sand og stein, noe skjellsand. Normal lukt. Uttak til faunaprøver.
			5		Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone Bess 3 21.11.2013	Bessaker 64° 15.876'N 10° 19.523'Ø	172	1	12,9	Hovedsakelig leire, normal lukt. Lysegrå sedimentfarge. Skjell og børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			2	11,7	Hovedsakelig leire, normal lukt. Lysegrå sedimentfarge. Skjell og børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			3	-	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_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (glødetap/TOM) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser. Analysene ble gjennomført av MoLab AS.

Analysene av kornfordelingen i sedimentet ble utført etter NS-9423. 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 (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.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve 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 EN 13137. Innholdet av tørrstoff

ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets manual (Veileder 02:2013, Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med et 2-kanals multimeter av typen HQ40D levert av Hach Lange gjennom firmaet Prosess-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 blir oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret 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 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. 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, med unntak av tetthetsindeksen DI. 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 Vanddirektivet 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	
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
	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 mgO₂ /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

Tabell 2.3: Vurdering av miljøtilstanden i nærsone 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

Driften ved Bessaker startet i 1980. Anlegget har en konsesjon på 5 millioner smolt.

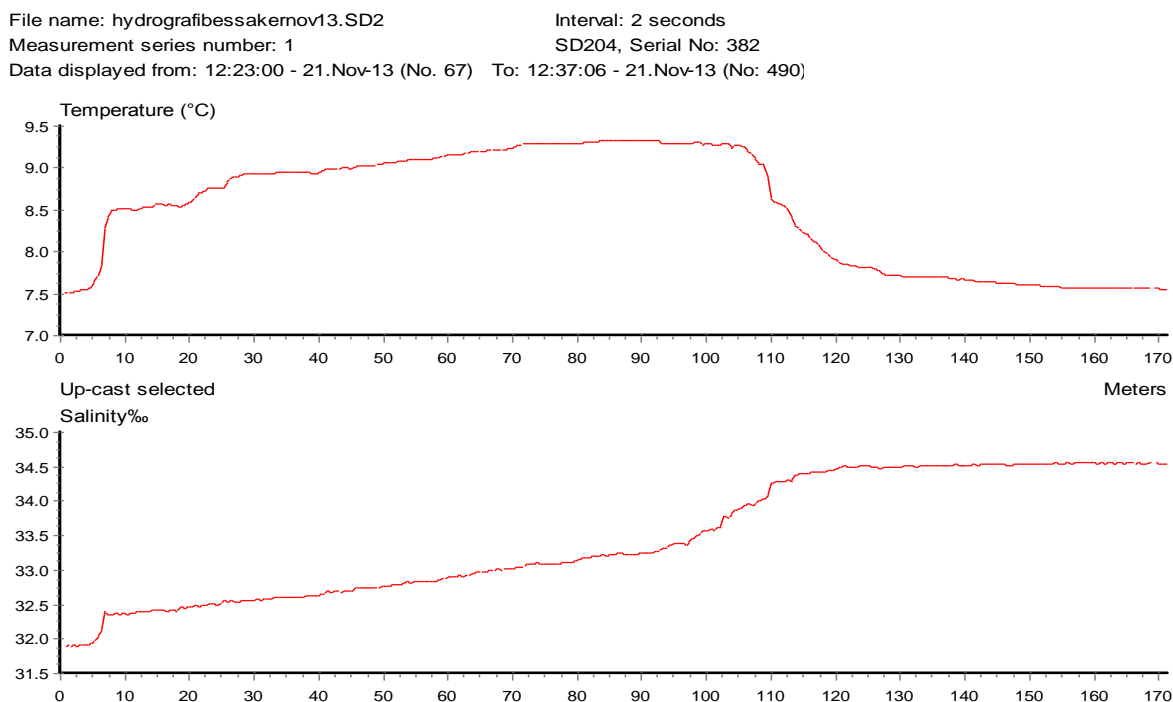
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon i tonn på Bessaker settefisk de siste 2 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	878 tonn	ca. 884 tonn
Siste 2 år	1594 tonn	ca. 1598 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

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



Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 170 meters dyp ved fjernstasjonen Bess 3 den 21. november 2013.

Temperaturmålingen viser at sjøvannet ved overflaten holdt 7,5 °C. Av saltholdighetsgrafene ser man at dette vannlaget i overflaten er noe ferskere (31,9 ‰) enn vannlaget under. Ned på 5 meters dyp stiger både saltholdigheten og temperaturen med økende dyp. På 10 meters dyp har temperaturen steget med én grad, til 8,5 °C, men saltholdigheten har steget til 32,4 ‰. Videre nedover i dypet stiger både temperaturen og saltholdigheten sakte, ved 100 meters dyp har man nådd en sjøtemperatur på 9,3 °C, men saltholdigheten har steget til 33,5 ‰. Under dette dypet avtar temperaturen ned til 7,6 °C, mens saltholdigheten stiger til 34,5 ‰. Dette holder seg forholdsvis stabilt nedover til bunnen.

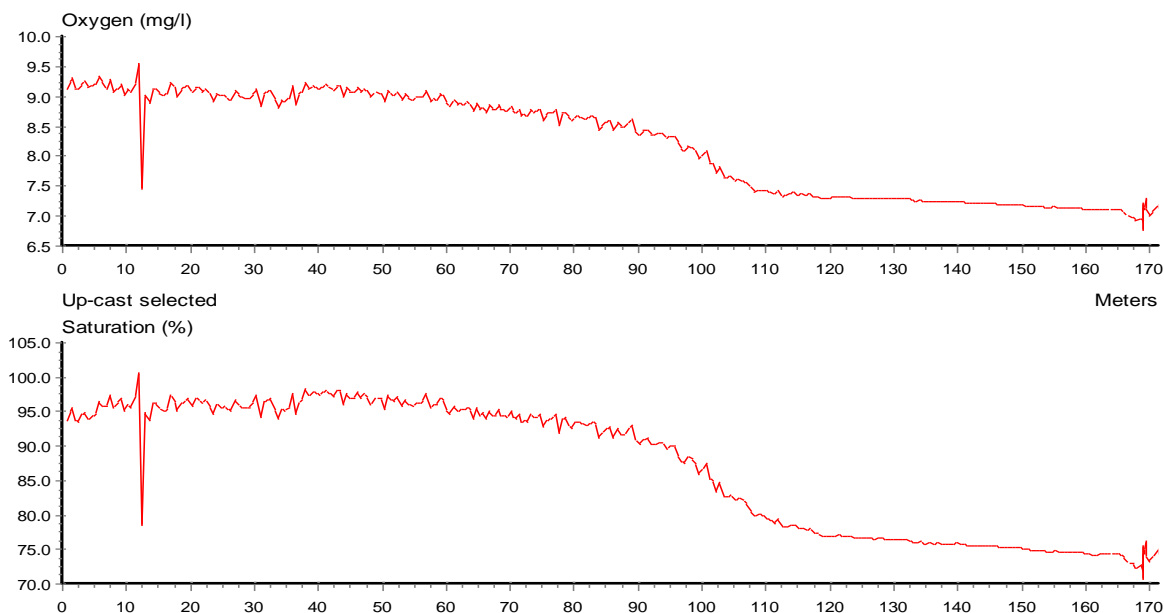
File name: hydrografibessakernov13.SD2

Interval: 2 seconds

Measurement series number: 1

SD204, Serial No: 382

Data displayed from: 12:23:00 - 21.Nov-13 (No. 67) To: 12:37:06 - 21.Nov-13 (No: 490)

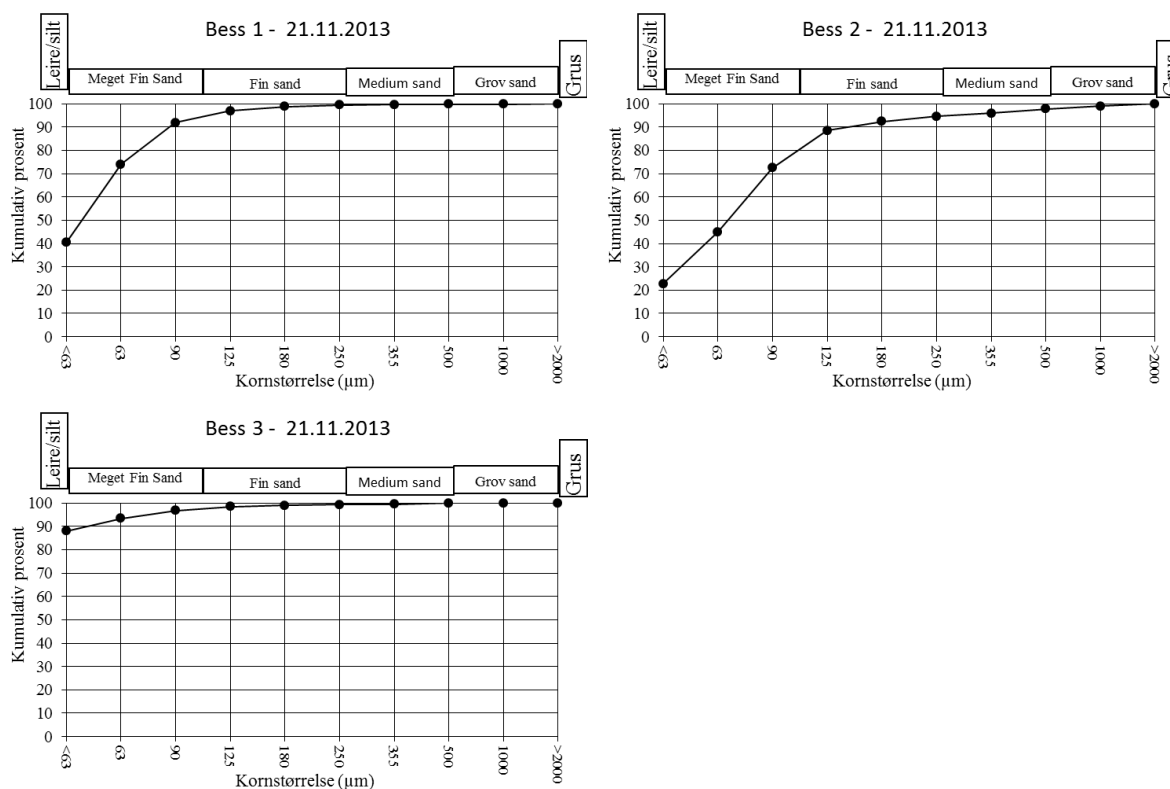


Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 135 meters dyp ved fjerntasjon Bess 3 den 21. november, 2013.

Oksygenrafen viser at vannmassene i overflaten holdt cirka 9,2 mg O₂/liter, mens metningen var rundt 94 %. Det ser ut til å være tynt lag med lavere oksygeninnhold rett under sprangsjiktet. Ellers ligger oksygenivået forholdsvis stabilt nedover i dypet, til man kommer på over 100 meters dybde. Da avtar nivået med økende dybde før det igjen stabiliserer seg på 7,3 mg O₂/liter på 120 meters dyp. Metningen ligger her på 77 %. Videre nedover mot sjøbunnen avtar oksygenivået sakte, og i bunnvannet har man en konsentrasjon på 6,9 mg O₂/liter sjøvann. Bruker man omregningsfaktoren i tabell 2.2 og regner om til milliliter (ml), får man 4,9 ml O₂/liter, en konsentrasjon som svarer til tilstandsklasse I (Svært god) etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i tabell 2.2.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Bessaker Settefisk er presentert i figur 3.3 og tabell 3.1.



Figur 3.3: Kornfordeling (μm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Bessaker Settefisk, november 2013.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Bessaker Settefisk i 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% Glødetap)	Klassifisering	Kornstørrelsesfordeling (%)		
				Silt og leire	Sand	Grus
Bess 1	13	3,19	Veldig fin sand	40,4	59,5	0,1
Bess 2	26	1,99	Veldig fin sand	22,7	76,3	1,0
Bess 3	172	5,16	Silt og leire	88,0	12,0	0,0

På nærsone-stasjonen, Bess 1, besto det meste av sedimentet av sandpartikler som utgjorde 59,5 % av sedimentet. De resterende 40,5 % bestod hovedsakelig av silt og leire, med kun 0,1 % grus. Glødetapet var 3,19 % og det organiske innholdet var dermed innenfor det som er å forvente for norske fjorder.

Overgangsstasjonen, Bess 2, hadde et grovkornet sediment bestående av 76,3 % sand, mens det var 22,7 % silt og leire, og 1,0 % grus. Glødetapet var kun 1,99 %, og må betegnes som svært lavt.

Fjernstasjonen, Bess 3, hadde et finkornet sediment med 88 % silt og leire. De resterende 12 % besto av sandpartikler. Her var glødetapet 5,16 %, og det organiske innholdet var dermed innenfor det en karakteriserer som vanlig for dypt vann i 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-resultatene for nærsone og overgangssone viser nivåer som havner inn under tilstandsklasse II (God), mens fjernsone klassifiseres til tilstand I (Svært god). Nivåene av sink og kobber er lave for alle tre stasjoner, og gir tilstandsklasse I (Svært god). Nivået av fosfor var 0,68 og 0,77 g/kg for henholdsvis overgangs- og fjernsone og dette kan betegnes som et lavt nivå. For nærsone var konsentrasjonen litt forhøyet med 2,1 g/kg.

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	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tot. Org. Karbon mg/g tv	Norm. TOC	TK	Tørrstoff (TS) %
Bess 1	13	2100	50	I	8	I	11	21,7	II	72,9
Bess 2	26	680	28	I	4	I	7	20,9	II	74
Bess 3	172	770	82	I	29	I	17	19,2	I	58,6

3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (E_h)

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 / Parameter	pH	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
Nærsonen	7,68	197	0	1
Overgangssonen	7,75	406	0	1
Fjernsonen	7,59	112	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 november 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Bess 1 ligger på 13 m dyp i nærsonen til utslippet fra Bessaker Settefisk. Her ble det funnet totalt 9 arter med til sammen 5034 individer. På huggnivå (snitt) gav dette en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 0,29 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 2,91. Indeksen NQI1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet, ble beregnet til 0,27, og tetthetsindeksen DI, som er utarbeidet med tanke på svært høye eller lave individantall, ble beregnet til 1,35. Samtlige indekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse V – Svært Dårlig i henhold til Veileder 02:2013. I følge MOM-standarden er imidlertid diversitets-indekser 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). Bunnfaunaen var totalt dominert av børstemarken *Capitella capitata* som med 4849 individer utgjorde hele 96 % av det totale antallet individer i prøven. Dette er en art som trives i områder med mye tilført organisk materiale der andre arter ikke kan leve. Flere av de andre artene som ble funnet ved stasjonen er også indikatorarter for organisk belastning.

Stasjon Bess 2 er plassert i overgangssonen på 26 m dyp. Da området var dominert av hardbunn var det vanskelig å få opp tilstrekkelig sediment i grabben. Prøvene er ikke godkjent i henhold til gjeldende standard, men inneholder likevel tilstrekkelig materiale til å gi en vurdering av miljøforholdene. Her ble det funnet totalt 452 individer fordelt på 52

arter. Dette gav på huggnivå en Shannon-Wiener (H') diversitetsindeks på 4,60 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 30,2. Den sammensatte indeksen NQI1 ble beregnet til 0,74. Samtlige indekser havner i tilstandsklasse II – God. MOM-standarder gjelder også for overgangssonen, og etter dette klassifiseringssystemet får stasjonen miljøtilstand 1 (meget god). Den mest tallrike arten var børstemarken *Rhodine gracilior* (44 stk, 9,7 %), etterfulgt av børstemarken *Spiophanes kroyeri* (39 stk, 8,6 %) og skjellet *Thyasira flexuosa* (37 stk, 8,2 %). Fordelingen på de geometriske klassene viser en noe hakkete graf (Figur 3.4), som indikerer at stasjonen bærer noe preg av noe miljøpåvirkning.

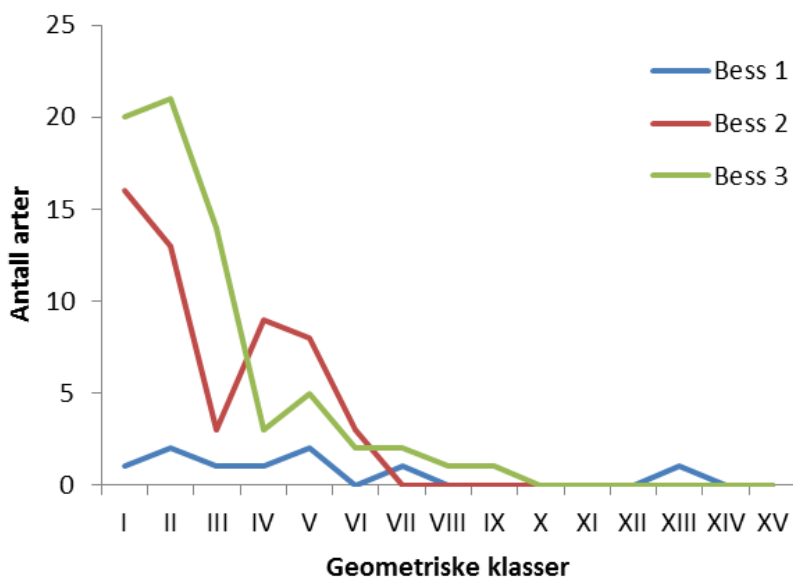
Ved stasjon Bess 3, som lå på 172 m dyp og lengst fra utslippet, ble det funnet 69 arter og 1147 individer totalt. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggnivå beregnet til 3,62 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 23,5. Indeksen som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) ble beregnet til 0,63. Samtlige plasserer stasjonen i tilstandsklasse II – God. Tetthetsindeksen DI havner imidlertid i tilstandsklasse IV- Dårlig, og dette trekker den samlede tilstandsklassen ned til III – Moderat. Det høye individantallet kan tyde på noe organisk belastning. Den mest tallrike dyregruppen var børstemark i slekten *Aphelochaeta*, som med 402 individer utgjorde 35 % av totalen. Ellers ble det funnet ytterligere fem arter/grupper av børstemark, tre skjell og sjøpølser i familien Synaptidae blant de ti mest tallrike artene.

De multivariate analysene (Figur 3.5 og 3.6) gjenspeiler resultatene fra de biologiske beregningene og viser at stasjonene skiller seg tydelig fra hverandre. Særlig nærsjonstasjonen skiller seg fra de øvrige. Også Bess 2 og 3 er svært ulike, noe som er naturlig da de ligger på ulikt dyp med sediment dominert av henholdsvis sand og silt/leire. Dendrogrammet (Figur 3.6) viser stor likhet mellom parallellene fra hver stasjon, med en likhet på mellom ca. 69 og 90 %.

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 O2:2013, (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2014, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007.

Stasjon	Hugg	Antall		Diversitet				Jevnhet		H'-	MOM
		arter	Individer	(H')	NQI1	ES_{100}	DI	TK	AMBI	(J)	max
Bess 1	1	8	2296	0,40	0,26	3,33	1,31	5,96	0,13	3,00	
	2	9	2738	0,17	0,27	2,48	1,39	5,99	0,06	3,17	
	Sum	9	5034	0,29	0,26	3,12	1,35	5,97	0,09	3,17	3
	Snitt	8,5	2517	0,29	0,27	2,91	1,35	V	5,97	0,09	3,08
Bess 2	1	42	245	4,56	0,74	30,06	0,34	2,22	0,85	5,39	
	2	40	207	4,64	0,74	30,34	0,27	2,27	0,87	5,32	
	Sum	52	452	4,79	0,74	30,82	0,30	2,24	0,84	5,70	1
	Snitt	41	226	4,60	0,74	30,20	0,30	II	2,24	0,86	5,36
Bess 3	1	53	474	3,92	0,65	25,11	0,63	3,45	0,68	5,73	
	2	48	673	3,32	0,62	21,84	0,78	3,68	0,59	5,58	
	Sum	69	1147	3,70	0,64	23,49	0,71	3,58	0,61	6,11	
	Snitt	50,5	573,5	3,62	0,63	23,48	0,71	III	3,56	0,64	5,66

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



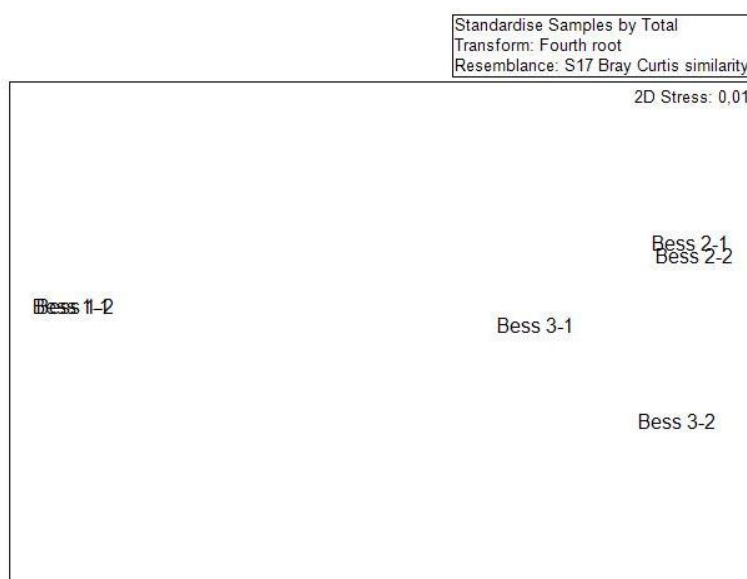
Figur 3.4: Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Bessaker Settefisk i 2013.

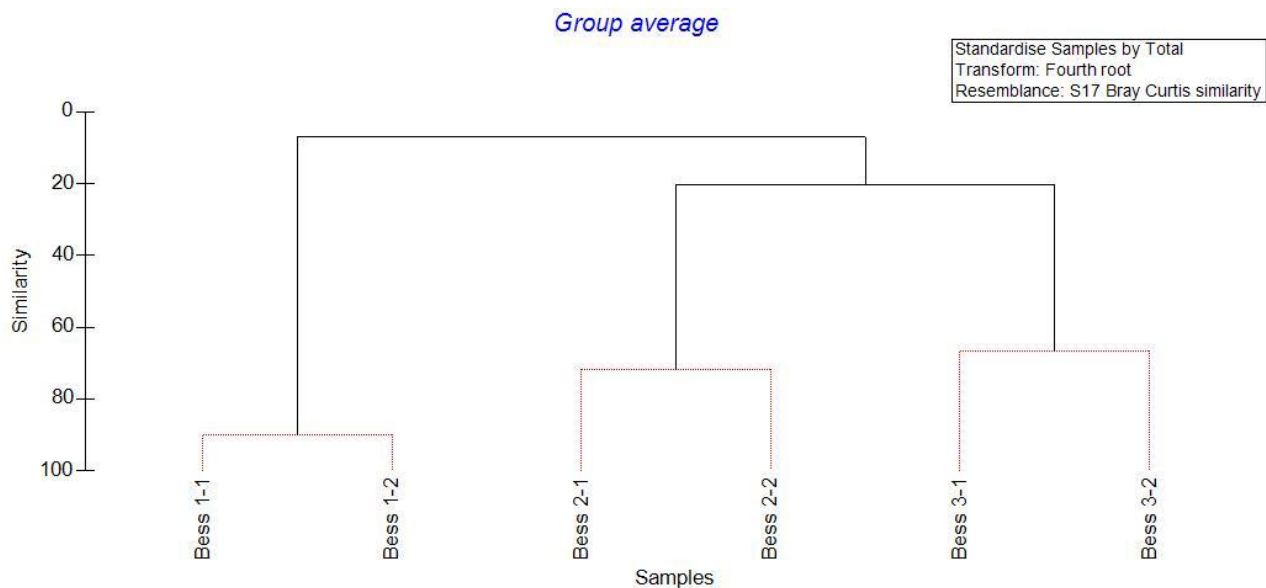
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene/gruppene fra Bessaker Settefisk i 2013.

Bess 1	Antall individer	%	Kum. %	Bess 2	Antall individer	%	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	4849	96,3	96,3	<i>Rhodine gracilior</i>	44	9,7	9,7
Oligochaeta	109	2,2	98,5	<i>Spiophanes kroyeri</i>	39	8,6	18,4
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	31	0,6	99,1	<i>Thyasira flexuosa</i>	37	8,2	26,5
<i>Mediomastus fragilis</i>	26	0,5	99,6	<i>Myriochele heeri</i>	31	6,9	33,4
<i>Eteone foliosa</i>	10	0,2	99,8	<i>Pectinaria auricoma</i>	29	6,4	39,8
<i>Scoloplos armiger</i>	4	0,1	99,9	Synaptidae indet.	22	4,9	44,7
<i>Chaetozone</i> sp.	2	0,04	99,9	<i>Scoloplos armiger</i>	20	4,4	49,1
<i>Thyasira sarsii</i>	2	0,04	100	<i>Prionospio cirrifera</i>	20	4,4	53,5
Lumbrineridae indet.	1	0,02	100	<i>Chaetozone</i> sp.	18	4,0	57,5
				<i>Prionospio fallax</i>	18	4,0	61,5

Bess 3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Aphelochaeta</i> sp.	402	35,0	35,0
<i>Chaetozone</i> sp.	209	18,2	53,3
<i>Thyasira equalis</i>	74	6,5	59,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	71	6,2	65,9
<i>Abra nitida</i>	49	4,3	70,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	44	3,8	74,0
<i>Notomastus latericeus</i>	31	2,7	76,7
Synaptidae indet.	23	2,0	78,7
<i>Diplocirrus glaucus</i>	22	1,9	80,6
<i>Thyasira sarsii</i>	21	1,8	82,5

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

**Figur 3.5:** MDS plot på hugg-nivå fra Bessaker Settefisk i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.6: Cluster plot på hugg-nivå fra Bessaker Settefisk i 2013. 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 Bessaker settefisk i Roan kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 21. november 2013. Det ble samlet bunnprøver ved tre stasjoner; én ved utslippet, én i overgangssonen og én lengre ut i fjernsonen til resipienten, hvor det ved sistnevnte stasjon også ble utført en hydrografisk måling av vannsøyla.

Den hydrografiske undersøkelsen viste et høyt oksygenivå i hele vannsøyla ved stasjon Bess 3. Ved 100 meters dyp sank oksygenivået noe. Sammenholdt med temperaturgrafene, ser det ut som at man hadde et sprangsjikt på dette dyppet, da sjøtemperaturen avtar med nesten to grader under dette sjiktet. Bunnvannet får tilstandsklasse I 'Svært god' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i tabell 2.2. Saltholdighetsmålingen viser en noe redusert saltholdighet i overflatemassene, sannsynligvis grunnet en del ferskvannsavrenning i fjorden. Kommer man under 100 meters dyp og nedover mot bunnen har man en saltholdighet som tilsvarer rent oseanisk vann.

Sedimentundersøkelsen viste at bunnsedimentet i nærsone og overgangssonen var noe grovkornet, der sand utgjorde den største andelen av partiklene. Ved fjernsonen fant man et mer finkornet sediment, der hoveddelen besto av silt- og leirpartikler. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap viste lave nivåer ved alle tre stasjoner. Den kjemiske undersøkelsen av sedimentet viste lave nivåer av sink og kobber (TK I - Svært god), samt lave nivåer av fosfor med unntak av nærsone der det var litt forhøyet. Parameteren total organisk karbon (TOC) viste lave nivåer, og dette gav tilstandsklassen II – God, for nær- og overgangssonestasjonen, og I - Svært god, for fjernsonestasjonen. Måling av pH og Eh ga de tre stasjonene tilstand 1 (etter MOM B-metodikk).

Bunndyrsanalysen viser dårlige forhold ved nærsone stasjonen Bess 1, som får tilstandsklasse V 'Svært dårlig' etter samtlige diversitetsindekser. MOM-klassifiseringen, som er utviklet spesielt for nærsoneområder til utslipp, gir stasjonen miljøtilstand 3 - Dårlig. Bunndyrsfunnet var totalt dominert av forurensingstolerante børstemarkarter. Ved Bess

2 fant man gode tilstander (TK II - God) basert på samtlige diversitetsindekser. Det samme gjelder for fjernsonestasjonen Bess 3, med unntak av tetthetsindeksen DI som havner i tilstandsklasse IV - Dårlig. Det høye individantallet ved Bess 3 indikerer noe organisk påvirkning, selv om helhetsinntrykket for denne stasjonen er bra.

Oppsummert kan man si at denne undersøkelsen viser gode miljøforhold i overgangssonen og i fjernsonen til utslippet. Ved selve utslippet finner man imidlertid dårlige miljøforhold, der hardføre børstemarkarter dominerer bunnsamfunnet, mens andre arter har trukket seg vekk. Dette tyder på en del organisk påvirkning fra utslippet i dette området. Det er verdt å merke seg at man ikke finner forhøyede verdier av organisk materiale i dette området, noe som tyder på at organisk nedfall effektivt omsettes av bunnfauna.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og et hyggelig tokt. På toktet deltok Vidar Strøm og Kai-Erling Staven fra Aqua Kompetanse AS. Bunnprøvene ble sortert av Nargis Islam, Natalia Korableva og Ingrida Petrauskaite. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre, Tom Alvestad og Lenka Nealova, 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. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er 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 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).

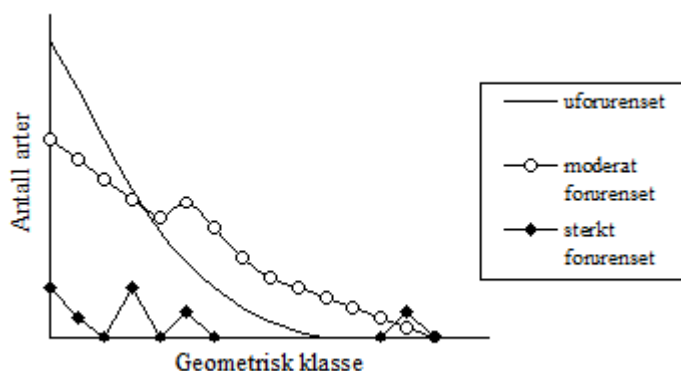
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes 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 toppe 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. Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa 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 uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

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

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 faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

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

NQI1-indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 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
ISI 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 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

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 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 ulike prøvearealer. 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:

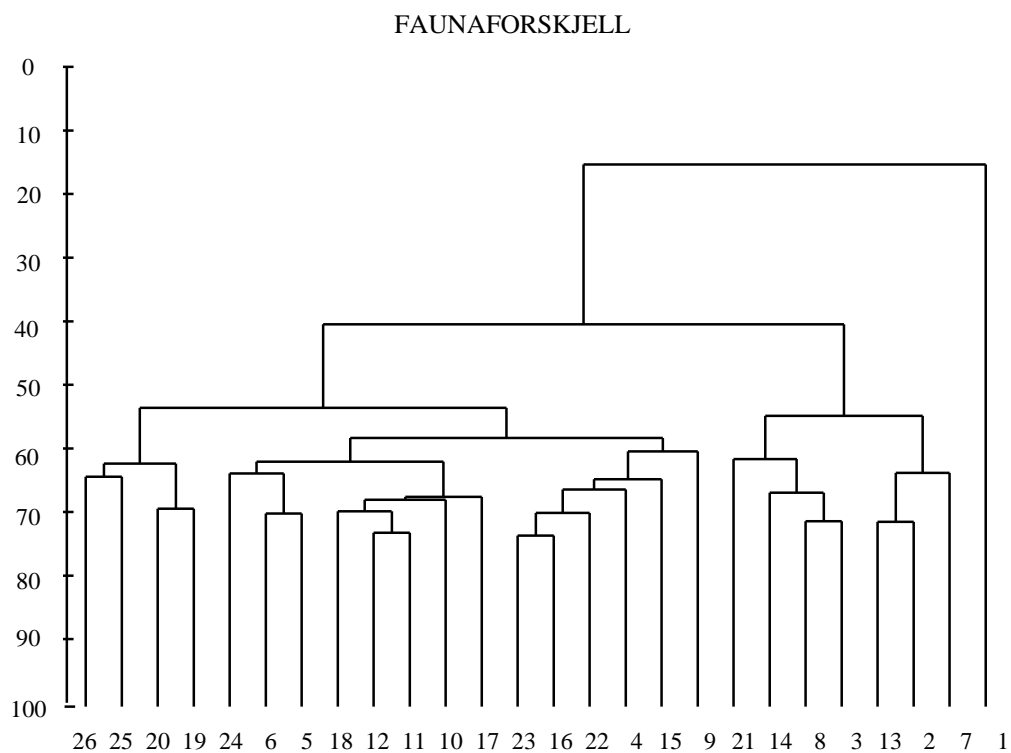
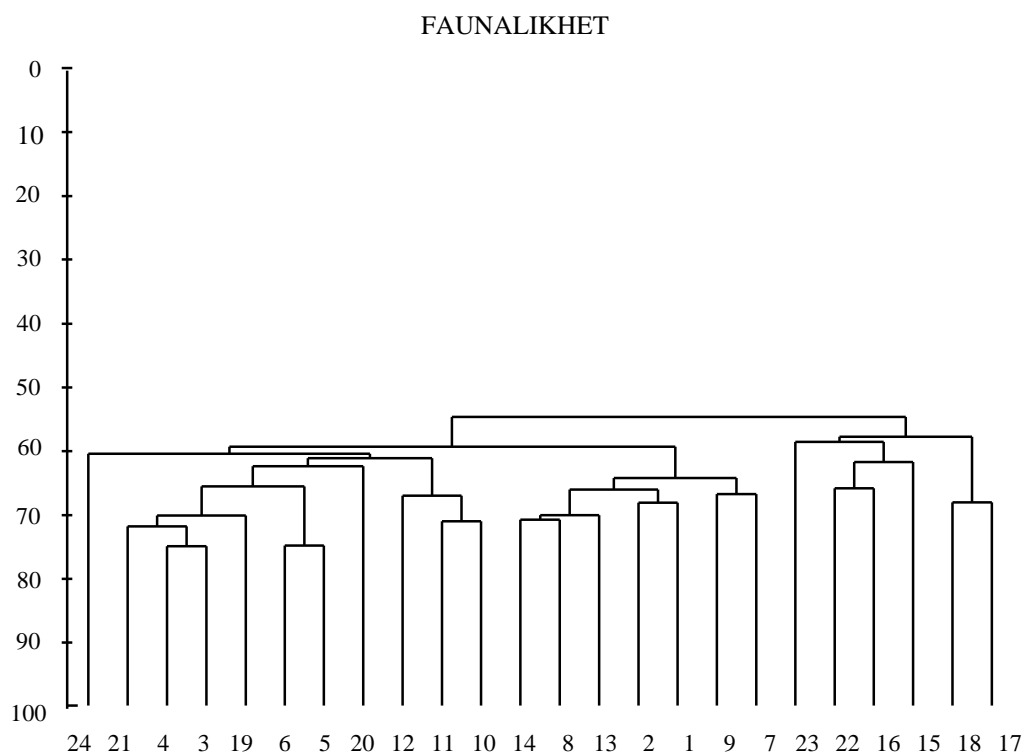
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

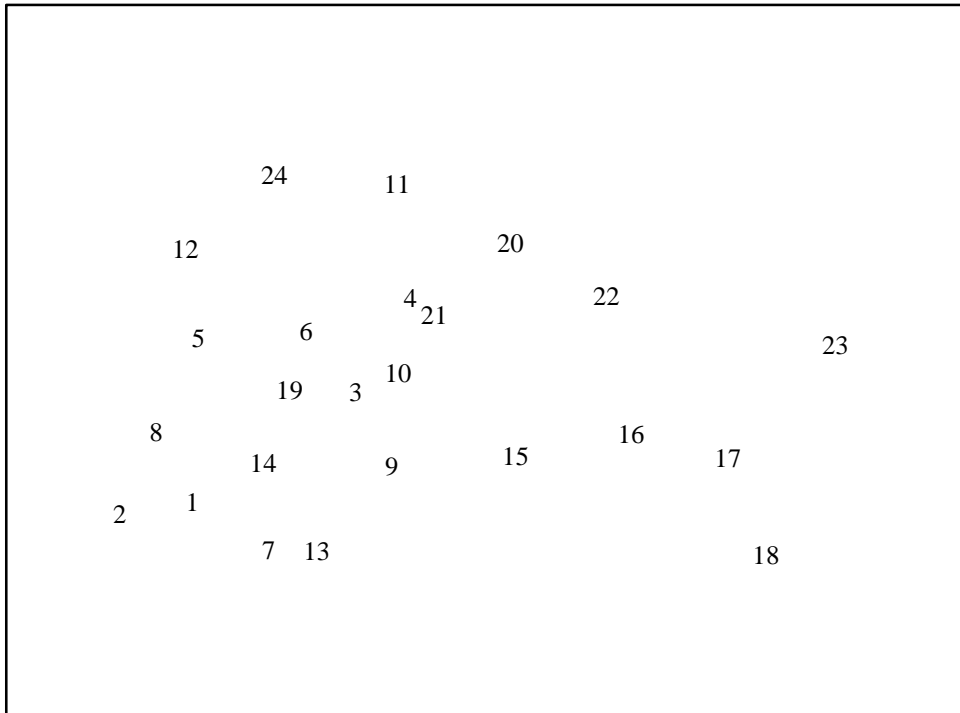
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

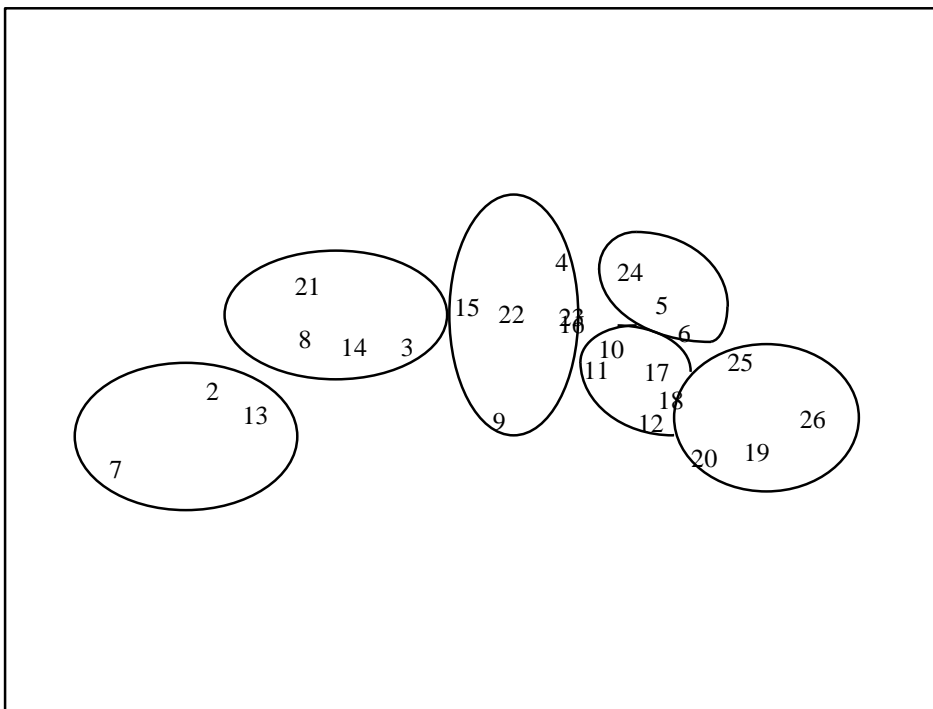


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

ID: 10728 Versjonsnr: 002

SF505-Benthos Artsliste**Uni Miljø - Sam Marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 07.03.2014 (Kristin Hatlen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 07.03.2014 (Kristin Hatlen)



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest Norway AS, Pb 4102 Sandviken, 5035 Bergen

Prosjekt nr.: 808101

Prøvetakingssted (område): Osenfjorden, Sør-Trøndelag

Dato for prøvetaking: 21.11.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Lenka Nealova; SAM-Marin

	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: 3 sider.

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

Signatur: *Tom Alvestad*
 Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/3	Stasjon	Bess 1	Bess 1	Bess 2	Bess 2	Bess 3	Bess 3
		21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013
	Dato	13 m	13 m	26 m	26 m	172 m	172 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.						+	
ANTHOZOA							
<i>Edwardsia</i> sp.				1	2		
* NEMERTEA indet.			1	1	4	4	6
* NEMATODA indet.		ca. 5000	ca. 5000			7	1
POLYCHAETA							
<i>Amaeana trilobata</i>							2
<i>Ampharete lindstroemi</i>				2	1/5		
<i>Anobothrus gracilis</i>				1			
<i>Aphelochaeta</i> sp.						101	301
<i>Apistobranchus tullbergi</i>				11			
<i>Aricidea catherinae</i>				1	3		
<i>Asychis biceps</i>						4	
<i>Capitella capitata</i>		2162	2687				
<i>Cauterella killariensis</i>				5	4		
<i>Chaetozone</i> sp.		1	1	5	13	108	101
<i>Cirratulus cirratus</i>					2		
<i>Diplocirrus glaucus</i>				7	7	6	16
<i>Drilonereis</i> sp.						1	2
<i>Eteone foliosa</i>		7	3			1	
<i>Eteone</i> sp.				1	2	1	2
<i>Euchone</i> sp.					1		
<i>Eunereis elittoralis</i>						0/2	1/2
<i>Exogone</i> sp.						3	2
<i>Galathowenia oculata</i>		+	+	3	4	+	2
<i>Glycera alba</i>					1		
<i>Glycera lapidum</i>						2	2
<i>Glycera unicornis</i>						1	
<i>Goniada maculata</i>				0/4	5/2		
<i>Heteromastus filiformis</i>						22	22
<i>Hydroides norvegicus</i>				1			
<i>Laonice sarsi</i>							1
<i>Levinsenia gracilis</i>						1	
<i>Lipobranchius jeffreysii</i>						1	
Lumbrineridae indet.			1			4	14
<i>Malacoceros fuliginosus</i>		9	22				
<i>Maldane sarsi</i>							1
Maldanidae indet.						1	1
<i>Mediomastus fragilis</i>		19	7			2	
<i>Melinna cristata</i>						1	1
<i>Melinna elisabethae</i>				11	3/3		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/3	Stasjon	Bess 1		Bess 2		Bess 3	
		21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013
	Dato	13 m	13 m	26 m	26 m	172 m	172 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Myriochele heeri</i>				10	21		
<i>Nephtys paradoxa</i>						2	
<i>Nereimyra cf. woodsholea</i>						1	
<i>Notomastus latericeus</i>					1	17	14
<i>Orbinia</i> sp.							2
<i>Owenia borealis</i>					1		1
<i>Paradoneis</i> sp.				8	1		
<i>Paramphinome jeffreysii</i>						54	17
<i>Paramphitrite birulai</i>						2	4
<i>Paranaitis wahlbergi</i>						1	
<i>Pectinaria auricoma</i>				0/7	3/19	1	2
<i>Pholoe baltica</i>				7	4		2
<i>Phyllodoce groenlandica</i>				0/2	0/1		
<i>Phyllodoce mucosa</i>				0/1			
<i>Pista cristata</i>						2	4/1
<i>Polycirrus norvegicus</i>							1
<i>Polydora</i> sp.				8	2		
<i>Praxillella affinis</i>				1			
<i>Praxillella gracilis</i>						1	1
<i>Prionospio cirrifera</i>				6	14	2	3
<i>Prionospio fallax</i>				11	7		
<i>Rhodine gracilior</i>				30	14	2	
Sabellidae indet.							4
<i>Sabellides octocirrata</i>				2			
<i>Scalibregma inflatum</i>						3	3
<i>Scoloplos armiger</i>		2	2	8	12		1
<i>Sige fusigera</i>						1	
<i>Sosane sulcata</i>				2	1		
<i>Spio</i> sp.				1	3		
<i>Spiophanes kroyeri</i>				33	6	0/1	
Syllidae indet.						3	4
<i>Terebellides stroemii</i>						5	6/2
<i>Trichobranchus roseus</i>				2			3
OLIGOCHAETA		95	14	1	1		
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.						2	
CRUSTACEA							
* Amphipoda indet.				2	1	1	
* <i>Calanus finmarchicus</i>					1		2
* Caprellidae indet.				1			
<i>Diastylodes biplicatus</i>							1
<i>Eudorella truncatula</i>						3	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 3/3	Stasjon	Bess 1	Bess 1	Bess 2	Bess 2	Bess 3	Bess 3
		21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013
	Dato	13 m	13 m	26 m	26 m	172 m	172 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
MOLLUSCA							
<i>Abra nitida</i>						13/3	29/4
Caudofoveata indet.						10	2
<i>Cochlodesma praetenua</i>					1		
<i>Corbula gibba</i>				1			
<i>Cylichna cylindracea</i>				3			
<i>Devonia perrieri</i>				2	1		
<i>Diaphana minuta</i>							2
<i>Ennucula tenuis</i>						0/1	
<i>Euspira montagui</i>						1	
Galeommatoidea indet.						1	
<i>Kelliella abyssicola</i>				1		2	5
<i>Kurtiella bidentata</i>					1/1		
<i>Lacuna</i> sp.						0/1	
<i>Mendicula ferruginosa</i>						0/1	2
<i>Parvicardium minimum</i>						0/3	0/4
<i>Phaxas pellucidus</i>				1	1		
<i>Philine quadrata</i>							0/2
<i>Philine scabra</i>				1/3	4/3	1	
<i>Similipecten similis</i>						0/3	0/1
<i>Tellimya ferruginosa</i>					1		
<i>Tellina fabula</i>				0/1	0/1		
<i>Thracia convexa</i>				1			
<i>Thyasira equalis</i>						31/7	12/24
<i>Thyasira flexuosa</i>				22/3	8/4		
<i>Thyasira sarsii</i>		0/1	1			0/12	2/7
<i>Tropidomya abbreviata</i>						0/2	
<i>Yoldiella lucida</i>						6	8/1
<i>Yoldiella philippiana</i>							0/2
* PHORONIDA indet.					1		
ECHINODERMATA							
<i>Astropecten irregularis</i>					1		
<i>Amphiura chiajei</i>							0/1
<i>Amphiura filiformis</i>					1		
<i>Ophiocten affinis</i>				1		1/3	
* Ophiuroidea indet.				0/1			
* Spatangoida indet.				0/2	0/4		
Synaptidae indet.				12	10	7	16
* VARIA			+				

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometrisk klasse	Bess 1	Bess 2	Bess 3
I	1	16	20
II	2	13	21
III	1	3	14
IV	1	9	3
V	2	8	5
VI	0	3	2
VII	1	0	2
VIII	0	0	1
IX	0	0	1
X	0	0	0
XI	0	0	0
XII	0	0	0
XIII	1	0	0
XIV	0	0	0
XV	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-000120-01



EUNOBE-00009017

Prøvemottak: 09.01.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 09.01.2014-20.01.2014
Referanse: 808101/1/14

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:		441-2014-0109-011	441-2014-0109-012	441-2014-0109-013					
Prøvetakingsdato:		21.11.2013	21.11.2013	21.11.2013					
Prøvetaker:		Oppdragegiver	Oppdragegiver	Oppdragegiver					
Analysestartdato:		09.01.2014	09.01.2014	09.01.2014					
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter					
Prøvemerkning:		Bess 1, 13 m Hugg 3	Bess 2, 26 m Hugg 5	Bess 3, 172 m Hugg 3					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 2100	mg/kg tv	a) 680	mg/kg tv	a) 770	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 8	mg/kg tv	a) 4	mg/kg tv	a) 29	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Slink (Zn)		a) 50	mg/kg tv	a) 28	mg/kg tv	a) 82	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 11	mg/g tv	a) 7	mg/g tv	a) 17	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 72.9	% (w/w)	a) 74	% (w/w)	a) 58.6	% (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 20.01.2014

Helene L. Botnevik

Helene Lillethun Botnevik

ASM Kundesupport Bergen

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.: 53226	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-18384	Dato: 19.02.2014	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 611101/808101/02/14	Utført: Terje Kolberg	Ansvarlig signatur:  Terje Kolberg	

Prøver mottatt dato: 22.01.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Bess 1, 13m	Bess 2, 26m	Bess 3, 172m		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA-085630	KA-085631	KA-085632		
TOM (550 oC)	%	07.02.14	3,19	1,99	5,16		

Kornfordeling

Analysedato: 05.02.2014

Bess 1	KA-085630	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	0,01	0,1	0,1	0,1	MdΦ	Silt og leire	40,4
1000	0	0,01	0,1	0,1	0,2	3,86	Sand	59,5
500	1	0,01	0,1	0,1	0,3		Grus	0,1
355	1,5	0,03	0,3	0,3	0,6	SdΦ		
250	2	0,07	0,7	0,7	1,3	1,53		
180	2,5	0,18	1,7	1,7	3,0			
125	3	0,54	5,2	5,2	8,2	SkΦ		
90	3,5	1,85	17,8	17,8	26,0	0,56		
63	4	3,50	33,7	33,7	59,6			
<63	8	4,20	40,4	40,4	100,0	KΦ		
		10,40	100,0	100,0		0,96		

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 for disse betingelser.

Bess 2		KA-085631							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,15	1,0	1,0	Md Φ	Silt og leire		22,7	
1000	0	0,17	1,1	2,1	3,41	Sand		76,3	
500	1	0,29	1,9	4,1		Grus		1,0	
355	1,5	0,20	1,3	5,4	Sd Φ				
250	2	0,31	2,1	7,5	1,51				
180	2,5	0,58	3,9	11,4					
125	3	2,39	16,0	27,5	Sk Φ				
90	3,5	4,09	27,5	54,9	0,34				
63	4	3,33	22,4	77,3					
<63	8	3,38	22,7	100,0	K Φ				
		14,89	100,0						2,31

Bess 3		KA-085632							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire		88,0	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,73	Sand		12,0	
500	1	0,04	0,4	0,4		Grus		0,0	
355	1,5	0,02	0,2	0,7	Sd Φ				
250	2	0,03	0,3	1,0	1,46				
180	2,5	0,05	0,5	1,5					
125	3	0,15	1,6	3,2	Sk Φ				
90	3,5	0,32	3,5	6,6	-0,05				
63	4	0,49	5,3	12,0					
<63	8	8,07	88,0	100,0	K Φ				
		9,17	100,0						0,81

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

Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Marine Havnent ved Bessaker Settefisk

Dato: 27. nov. 2013

Lokalitet: Utvippdområde

Lokalitetsnr: 12596

Lokalitetstype: Utvippdområde

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr			Indeks
			Bes1	Bes2	Bes3	
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	
	Tilstand (Gruppe I)					
II	pH	verdi	7.68	7.75	7.59	
	E _n (mv)	verdi	-70	-89	-105	
		+ ref. verdi	197	106	112	
	pH/E _n	fra figur	9	9	9	
Tilstand, prøve						
Tilstand, gruppe II						
			Buffer temp: 9.5°C	Temp sjø: 5.3°C	Temp sediment: 6.4°C	
			pH sjø: 8.01	Eh sjø: 109 mV	Ref. elektrode: 217 mV	
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			27. nov. 13 VS			
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0	
		Brun/Sort = 2				
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	
		Noe = 2				
		Sterk = 4				
	Konsistens	Fast = 0		0		
		Myk = 2	2		2	
		Løs = 4				
	Grab- volum	v < 1/4 = 0		0	0	
1/4 ≤ v < 3/4 = 1						
v ≥ 3/4 = 2		2				
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0		
	2 - 8 cm = 1					
	≥ 8 cm = 2					
SUM			4	0	2	
Korrigeret sum (*0,22)			0.88	0	0.44	
Tilstand prøve			1	1	1	
Tilstand gruppe III						
Middelverdi gruppe II og III						
Tilstand gruppe II og III						
pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand					
	< 1,1	1				
	1,1 - < 2,1	2				
	2,1 - < 3,1	3				
	≥ 3,1	4				
			Tilstand		Lokalitetstilstand	
			Gruppe I	Gruppe II og III		
			A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	
			4	1, 2, 3	1, 2, 3	
			4	4	4	
LOKALITETSTILSTAND						

Korrekturløst: 17.12.13
dato

dina Hagen
Sign.

[Signature]
Sign.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: *Morsue Harvest and Bessaker Settefisk*

Dato: *27. nov, 2013*

Lokalitet: *Utslippområdet*

Lokalitetsnr: *72596*

Lokalitetstype: *Utslipp*

Prøvetakingssted (nr)	<i>Bess 3</i>	<i>Bess 2</i>	<i>Bess 1</i>					
Dyp (m)	<i>172</i>	<i>25</i>	<i>13</i>					
Antall forsøk	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>					
Bobling (i prøve)								
Primær-sediment	Grus							
	Skjellsand		<i>1</i>					
	Sand		<i>2</i>	<i>1</i>				
	Mudder							
	Silt			<i>4</i>				
	Leire	<i>5</i>						
Fjellbunn								
Steinbunn		<i>2</i>						
Pigghuder, antall								
Krepsdyr, antall								
Skjell, antall	<i>Manje</i>	<i>Manje</i>						
Børstemark, antall	<i>Manje</i>		<i>Manje</i>					
Andre dyr, antall								
<i>Malacoceros fuliginosa</i>								
Beggiatoa								
Fôr								
Fekalier								
Kommentarer								

Korrekturlest: *17.12.13*
dato

Linda Hagen
Sign.

Christine
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .