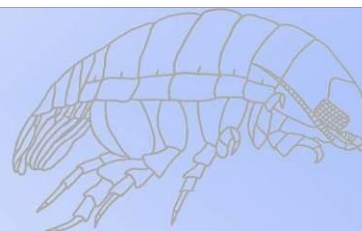


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



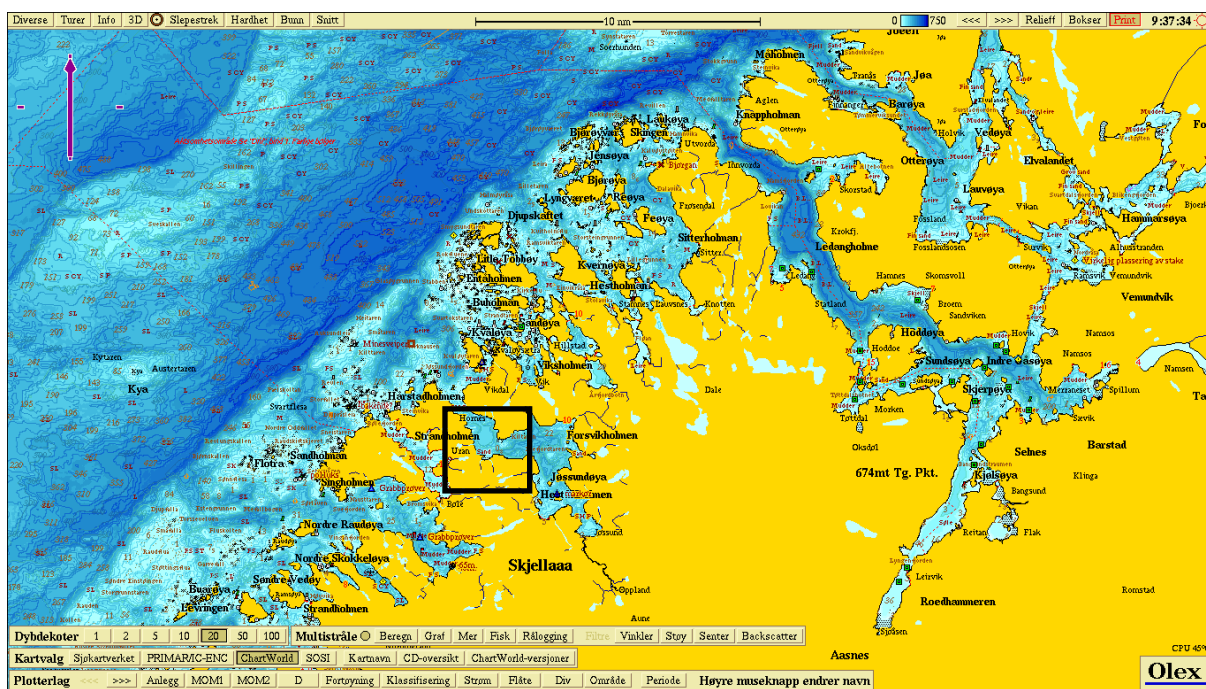
e-rapport nr: 18-2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Austvika i Jøssundfjorden, Flatanger kommune, november 2013

Vidar Strøm

Øydis Alme

Per-Otto Johansen



Bildet viser undersøkelsesområdet i Jøssundfjorden innrammet. Kartkilde: Olex AS.






ID: 10723 Versjonsnr: 003

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

Rapportens tittel: MOMC-undersøkelse fra lokalitet Austvika i Jøssundfjorden, Flatanger kommune, november 2013	Dato: Felt: 7.11.2013
	Rapport: 5.6.2014
Forfatter(e): Vidar Strøm, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Antall sider og bilag: 45
	Prosjektleder: Vidar Strøm
Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	Prosjektnummer: 807911
	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from Marine Harvest AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-Marin, was hired in to investigate the marine area by the fish farm Austvika, which is located in Flatanger, Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Aus1, which is located in the near zone, Aus2, which is located further northwest of the fish farm, and Aus3, which lies east of the farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet).

The results show low levels of copper and zinc and phosphorous at all three stations. The total organic carbon (TOC) showed high levels at Aus 2 and 3 (classification IV 'Bad'), and a lower level at Aus 1 (classification II 'Good'). However, the organic content expressed as percent volatile total solids indicated low organic content on all three stations. The sediment from the near zone station consisted mostly of sand, while the sediment from the deeper stations consisted mostly of fine-grained material, silt and clay. The hydrographical data shows that the bottom water at Aus 3 had a high oxygen concentration, which gave the classification 'good'. The soft bottom macrofauna investigation showed very good conditions at Aus 1 and Aus 2 according to the MOM-classification. Aus 3 showed good conditions, classification II according to Miljødirektoratet.

Keywords: Fish farm, recipient, MOM C, benthos, sediment	Emneord: Fiskeoppdrett, resipient, MOM C, bunndyr, sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 18-2014
--	---	--

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: Alexander S. Lindseth, Nasir El Shaikh, Linda Hagen, Kai-Erling Staven; Aqua Kompetanse, Frøydis Lygre; SAM-Marin.

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten, 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: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	7
2.1 Undersøkelsesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment.....	17
3.3 Kjemi.....	18
3.4 Bunndyr	19
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	24
5 TAKK	25
6 LITTERATUR	26
7 VEDLEGG	27
Generell vedleggsdel	27
Vedleggstabell 1. Artsliste	36
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	40
Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi.....	41
Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi	42
Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema	44

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Austvika i Flatanger kommune i Nord-Trøndelag. Lokaliteten eies av Marine Harvest Norway AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 7. november 2013. Det er ikke tidligere foretatt noen undersøkelse etter MOM-C-metodikken ved denne lokaliteten, men det har vært gjort to MOM-C undersøkelser ved det nærliggende anlegget Estenvika (Olsen *et al.* 2009 og Olsen *et al.* 2011). Overgangsstasjonen Aus 2 som er undersøkt i 2009 og 2010 under navnet Estenvika, er felles for de to lokalitetene. Resultatene fra denne stasjonen vil bli sammenlignet med resultatene fra undersøkelsene i 2009 og 2010. Fjernsonestasjonen Aus 3, som er undersøkt i 2008 under navnet Jøssundfjorden, (Olsen *et al.* 2008), og er derfor sammenlignet med denne.

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

Undersøkelsen er utført av Aqua Kompetanse AS og Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra 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 innebefatter 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 Undersøkelsesområdet

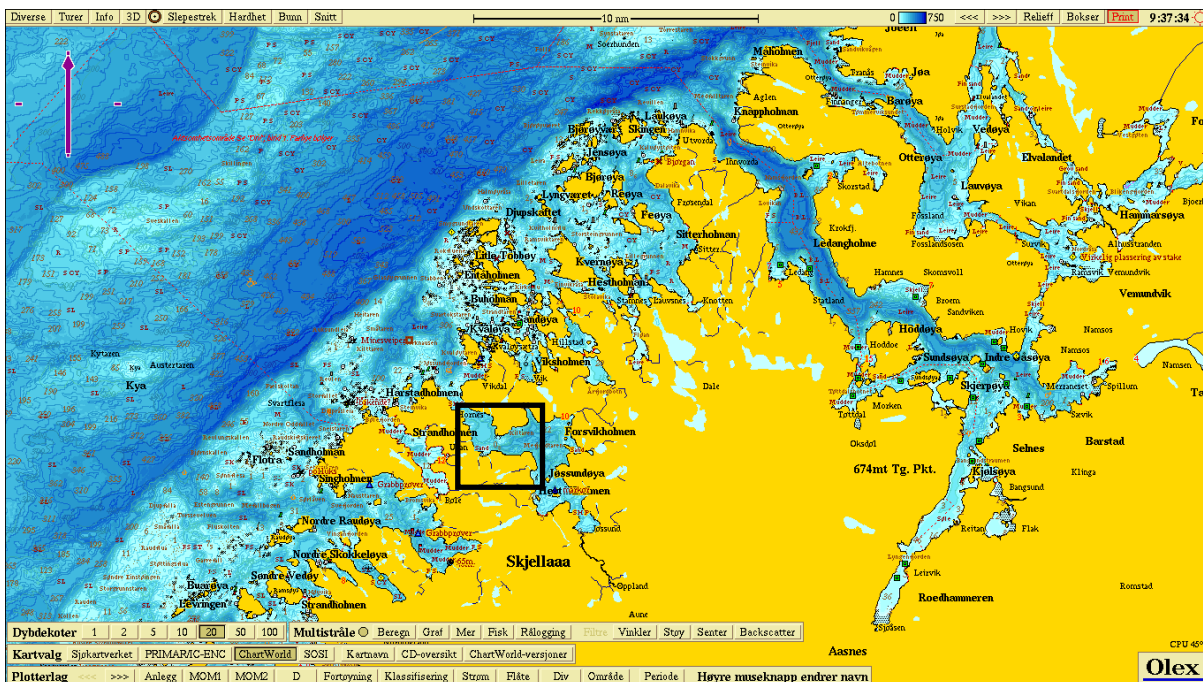
Undersøkelsesområdet ligger nord i Jøssundfjorden (figur 2.1 og 2.2), i Flatanger kommune, Nord-Trøndelag. Det største dypet i Jøssundfjorden er 245 m. Fjorden har en innløpsterskel på cirka 50 meters dyp. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner. Stasjon Aus 1 ble tatt ved anleggsramma som ligger på en undervannsrygg med basseng både øst og vest for denne. Overgangsstasjon Aus 2 ligger cirka en kilometer nordvest for anlegget på 157 meters dyp, mens fjernstasjon Aus 3 ligger på 244 meter dyp, nesten 2,2 kilometer øst for anlegget hvor det er sammenlignet med prøver tatt på denne stasjonen i 2008 (Olsen *et al.* 2008). Overgangssonestasjonen Aus 2 ble tatt ved samme punkt som stasjon Estenvika i SAM-rapport nr 5-2009 (Olsen *et al.* 2009) og i SAM-rapport nr 1-2011 (Olsen *et al.* 2011). Resultatene fra denne stasjonen er derfor sammenlignet med de fra 2009 og 2010.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

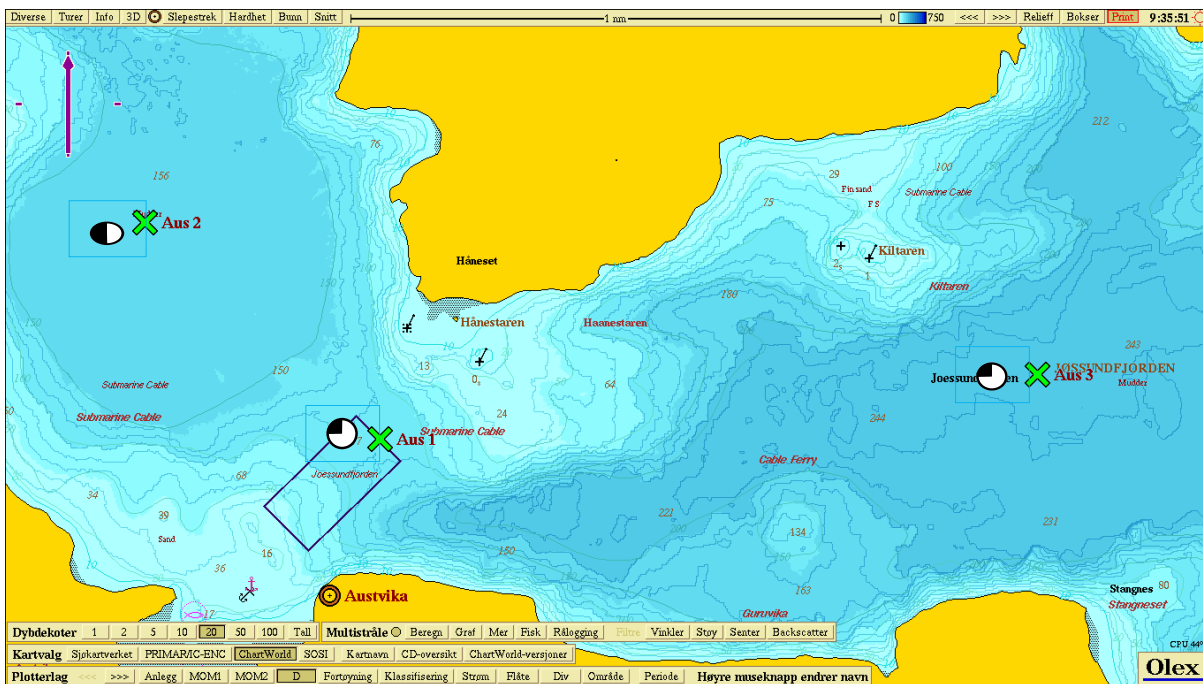
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest AS den 7. november 2013. Undersøkelsen ble gjennomført av Nasir El Shaikh, Linda Hagen, Kai-Erling Staven, og Alexander Lindseth fra Aqua Kompetanse AS.

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. 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 undersøkelsesområdet i Austvika innrammet. Lenger nord ses Namsenfjorden. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønne kryss angir stasjonsplassering, og eksakt plassering av disse er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

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

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone Aus 1 7.11.2013	Jøssundfjorden 64° 25.196'N 10° 41.977'Ø	115	1	7,4	Silt og mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark og sjøstjerner registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	5,4	Silt, sand og mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver.
			3	5,9	Silt, sand og mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøver.
Overgangs- sone Aus 2 7.11.2013	Jøssundfjorden 64° 25.604' N 10° 40.949'Ø	157	1	13,6	Mudder og silt. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	12,9	Silt, litt leire og mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark og sjøstjerne registrert. Uttak til faunaprøver.
			3	14,0	Leire, silt og mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone Aus 3 7.11.2013	Jøssundfjorden 64° 25.318'N 10° 44.842'Ø	244	1	16,3	Leire og silt, lysegrå farge. Normal lukt. Observerte børstemark. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Leire og silt, lysegrå farge. Normal lukt. Observerte børstemark og skjell. 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 (H₂S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% 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 parametrene som inngår i Miljødirektoratets (KLIF) manual (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 Prossess-Styring AS.

2.2.4 Bunndyr

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

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² grabb har et volum på 16,3 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinnholdet 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

preserveringsmiddel 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 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

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 til stede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Generell vedleggsdel. For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser brukt gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Med unntak av DI er nye indekser foreløpig ikke tatt i bruk. Klassifisering er i denne rapporten gitt for både sum av grabbhugg og for gjennomsnittet som beskrevet i Veileder 02:2013. Helt opp

til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.3).

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

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H')	02:2013		>4,8	3,0-4,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1	02:2013		>0,82	0,63-0,82	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	ES ₁₀₀	02:2013		>34	17-34	10-17	5-10	<5
	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 6⁰C

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

Produksjonen ved Austvika startet i 2009, og anlegget har ligget i nåværende posisjon siden 2011. Anlegget består av åtte 160 m plastringer og per i dag én 120 m ring. Det vil komme én 160 m til i løpet av året. Anlegget er cirka 450 m langt. Det var produksjon ved anlegget på prøvetakingstidspunktet.

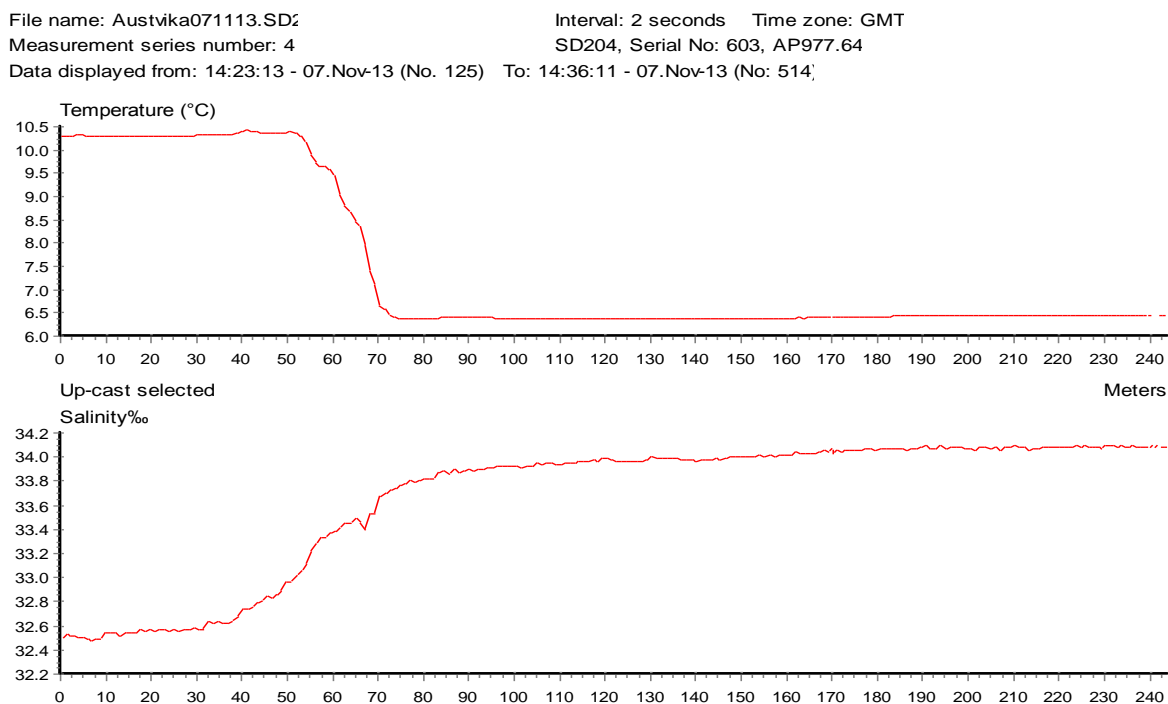
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon på Austvika de siste 2 år forut for prøvetakingsdato (7. november 2013):

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	527095,3kg	510435 kg
Siste 2 år	1752389,3kg	1772588 kg

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

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



Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 243 meters dyp ved fjernstasjonen Aus 3 den 7. november, 2013.

Sjøtemperaturen i de øvre vannmasser ved fjernsonestasjonen var 10,3 °C på undersøkelsestidspunktet. Saliniteten lå på 32,5 ‰ fra overflaten og ned til cirka 30 meters dyp, hvor den gradvis begynner å øke nedover i dypet. Innenfor 55-75 meters dyp har man et sprangsjikt der temperaturen synker fra 10,3 til 6,4 °C samtidig som at saliniteten øker til 33,8 ‰. Videre nedover i dypet ligger både sjøtemperaturen og saliniteten stabil rundt disse verdiene.

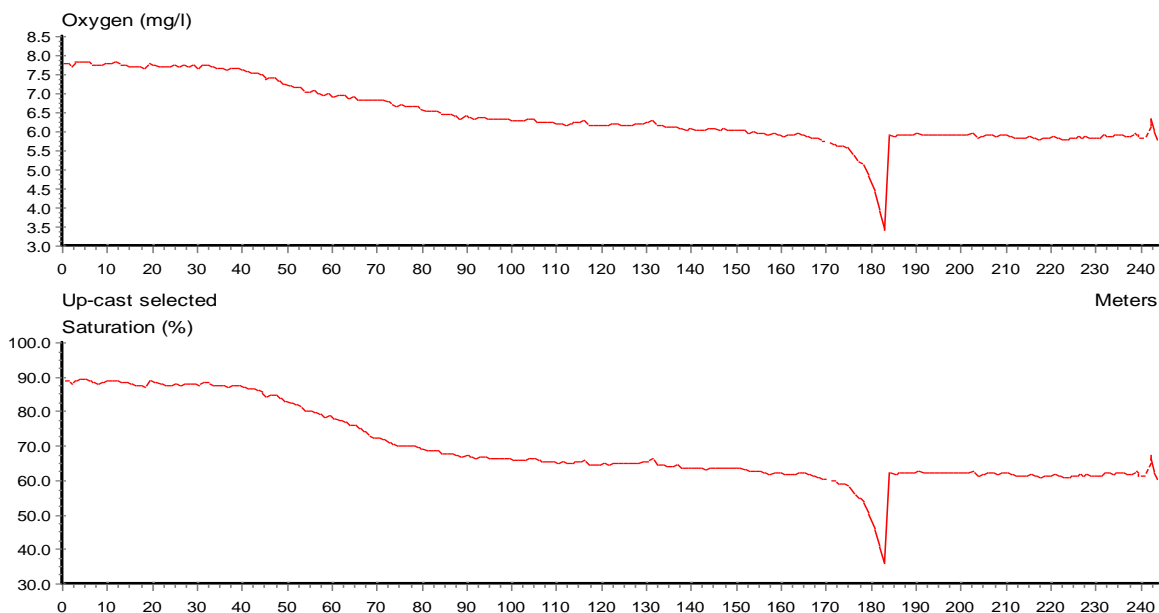
File name: Austvika071113.SD2

Interval: 2 seconds Time zone: GMT

Measurement series number: 4

SD204, Serial No: 603, AP977.64

Data displayed from: 14:23:13 - 07.Nov-13 (No. 125) To: 14:36:11 - 07.Nov-13 (No. 514)

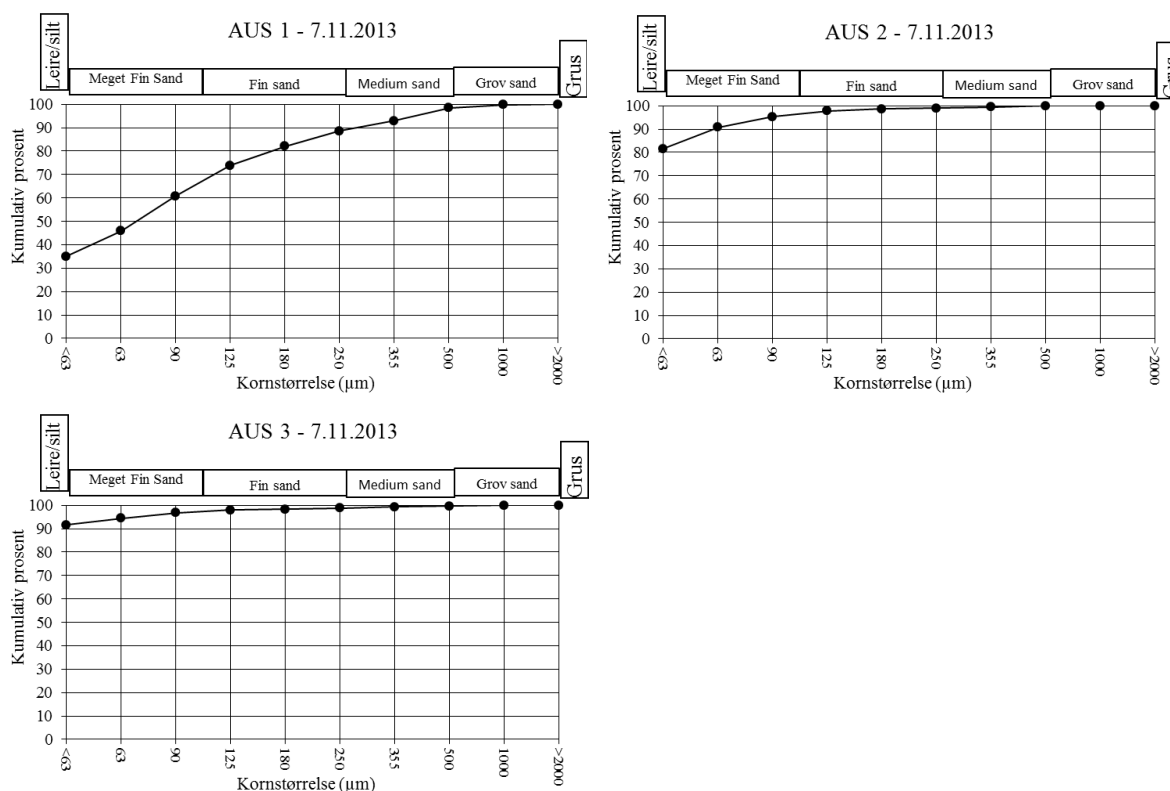


Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 243 meters dyp ved fjerntasjon Aus 3 den 7. november, 2013.

Vannmassene i overflaten holder ca. 8,0 mg O₂/l sjøvann, mens O₂-metningen ligger like oppunder 90 %. Nedover i dypet avtar oksygenverdiene gradvis. På 100 meters dyp er konsentrasjonen 6,5 mg O₂/l, mens metningen er 66 %. Ved 180-183 meters dyp får man et kjapt dropp i oksygenverdiene, noe som sannsynligvis er en feilmåling fra instrumentets side. Dette begrunnes med at konsentrasjonen stiger brått opp til 6,0 mg O₂/l på 184 meters dyp, og et slik smalt dropp anses dermed ikke som reelt. Bunnvannet på over 240 meters dyp holder 5,8 mg/l, og en metning på 59 %. Ved en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 4,08 ml O₂/liter, og gir tilstandsklasse God etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i tabell 2.2.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Austvika 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 Austvika, november 2013.

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

Stasjon	År	Dyp	Organisk innhold		Kornstørrelsesfordeling (%)	
			(% Glødetap)	Silt og leire	Sand	Grus
AUS 1	2013	115	3,86	35,0	64,9	0,1
AUS 2	2013	157	6,44	81,6	18,4	0
Estenvika (AUS 2)	2010	157	8	80	20	0
Estenvika (AUS 2)	2009	157	6,93	78	22	0
AUS 3	2013	244	9,44	91,7	8,3	0
Jøssundfjorden (AUS 3)	2008	244	10,6	100	0	0

På nærsone-stasjonen, Aus 1, besto det meste av sedimentet av sand, som utgjorde 64,9 %. Grus utgjorde 0,1 % av sedimentet. Fraksjonen silt og leire utgjorde 35 %. Det organiske innholdet målt som % glødetap var 3,86, og er å betrakte som lavt.

Overgangssonestasjonen Aus 2 hadde et mer finkornet sediment bestående av 81,6 % silt og leire, og 18,4 % sand. Det organiske innholdet var lavt, og lå på 6,93 %. Både kornfordelingen og det organiske innholdet hadde relativt lik størrelsesfordeling og like verdier med det som ble målt i undersøkelsen fra 2009.

Fjernsonestasjonen Aus 3 hadde også et finkornet sediment med 91,7 % innen fraksjonen silt og leire. De resterende 8,3 % besto av sand. Det organiske innholdet ble målt til 9,44, og er å betrakte som et normalt nivå.

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 viser nivåer som havner inn under tilstandsklassen II (God). TOC for overgangssone og fjernsone viser høyere nivåer og tilstandsklassen IV (Dårlig). For overgangssone har man en økning fra årene 2009 og 2010, da man den gang hadde nivå som havnet inn under tilstandsklasse III (Moderat).

Nivåene av sink og kobber er lave for alle tre stasjoner, og gir tilstandsklassen I (Svært god).

Nivået av fosfor varierer fra 0,12 til 0,79 g/kg og dette betegnes som et lavt nivå.

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)	Sink (Zn)	Kobber (Cu)		Tot. Org. karbon (TOC)		Normalisert TOC mg/g	Tørrstoff (TS) %	
			mg/kg TS	mg/kg TS	TK	TK	mg/g	TK			
AUS 1	2013	115	720	49	I	8	I	11	22,7	II	71,2
AUS 2	2013	157	120	77	I	19	I	33	36,3	IV	35,9
Estenvika (AUS 2)	2010	157	1000	51	I	14	I	24	27,6	III	48,0
Estenvika (AUS 2)	2009	157	1000	49	I	12	I	26	30,0	III	40,2
AUS 3	2013	244	790	120	I	26	I	39	40,5	IV	36,8
Jøssundfj. (AUS 3)	2008	244	1000	100	I	20	I	36	36	IV	40,7

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	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
Nærsone	7,83	474	0	1
Overgangssone	7,83	495	0	1
Fjernsone	8,06	-	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.

Aus 1 ligger i nærsonen til lokalitet Austvika, på 115 m dyp. Her ble det funnet totalt 77 arter med til sammen 1392 individer. På huggnivå (snitt) gav dette en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 3,89 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES₁₀₀) på 24,6. Indeksen som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) ble beregnet til 0,70. Alle indeksene plasserer stasjonen i tilstandsklasse II (God). Tetthetsindeksen DI, som havner i tilstandsklasse IV (Dårlig), er utviklet med tanke på svært få eller svært mange individer i prøven. 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 1 (meget god). Den mest tallrike arten var børstemarken *Spiophanes kroyeri*, som med 429 individer utgjorde nærmere 31 % av det totale antallet individer i prøven. Ellers ble det kun funnet børstemark blant de ti mest tallrike artene, med unntak av en familie av sjøpølser. Sammen med det høye totale individantallet kan dette tyde på en viss gjødslingseffekt fra oppdrettsanlegget.

Ved stasjon Aus 2, plassert i overgangssonen på 157 m dyp, ble det funnet 2320 individer fordelt på 58 arter. Diversitetsindeksene H' og ES_{100} ble beregnet til henholdsvis 3,11 og 17,2 og den sammensatte indeksen NQ_{II} ble beregnet til 0,63. Samtlige indekser havner i tilstandsklasse II (God), på grensen til tilstandsklasse III (Moderat). På grunn av det høye individantallet, som indikerer organisk påvirkning, havner stasjonen samlet sett i tilstandsklasse III. Etter MOM-klassifiseringen får stasjonen miljøtilstand 1 (meget god). Faunaen på stasjonen var dominert av børstemark av arten *Spiophanes kroyeri* (740 individer, 32 %) og familien *Polydora* (664 individer, 29 %). Diversiteten og faunasammensetningen har holdt seg stabil siden undersøkelsene i 2009 og 2010. Knekkene i grafen for de geometriske klassene tyder på en viss påvirkning ved stasjonen.

Ved stasjon Aus 3, som lå på ca. 244 m dyp i anleggets fjernsone, ble det funnet 25 arter og 232 individer totalt. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggsnivå (snitt) beregnet til 3,0 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 16,3. Indeksene havner i henholdsvis tilstandsklasse II (God) og III (Moderat). NQ_{II} , som beskriver artsmangfold og ømfintlighet ble beregnet til 0,61 som også plasserer stasjonen i tilstandsklasse III. Tetthetsindeksen DI havner i tilstandsklasse I (Svært god). Dette trekker tilstandsklassen opp, til tross for at faunasammensetningen indikerer moderate forhold. Faunaen var dominert av børstemarken *Spiophanes kroyeri*, som med 92 individer utgjorde 39,7 % av det totale individantallet. Den nest mest tallrike arten var børstemarken *Heteromastus filiformis* (33 individer, 14,2 %). De geometriske klassene, med et flatt kurveforløp, tyder på at stasjonen er noe påvirket av forurensning. Forholdene har holdt seg stabile siden forrige undersøkelse i 2008.

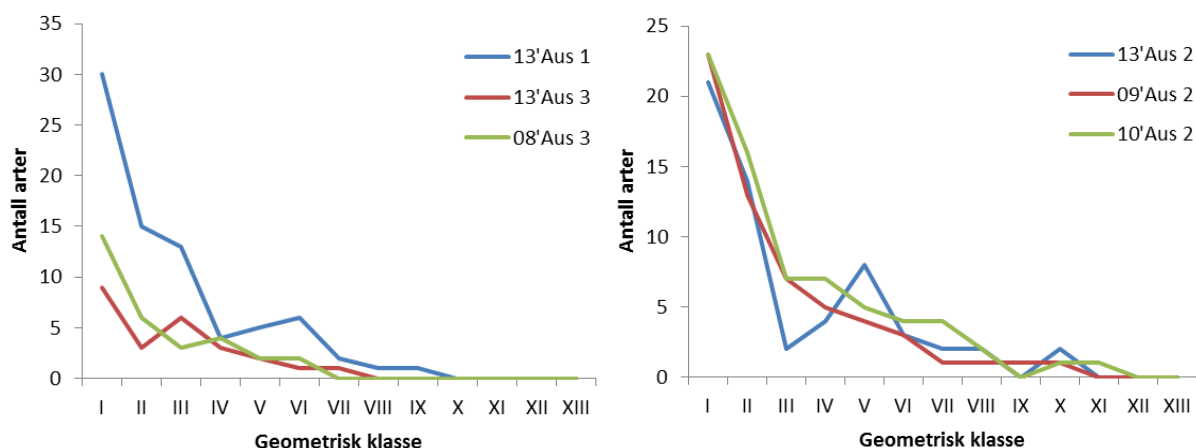
De multivariate analysene viser at de tre stasjonene skiller seg fra hverandre, noe som er forventet da de ligger på ulikt dyp med ulik sediment-sammensetning (Fig. 3.5 og 3.6). Man kan også se en likhet over tid, særlig på stasjon Aus 2. Prøvene fra Aus 3 er mer variable fra 2008 til 2013, men viser samme trend i forhold til de øvrige stasjonene.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI), 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	Hugg	Antall		Diversitet		Tetthet			AMBI	J	H'-max	MOM TK
			Arter	Individer	(H')	NQI1	(DI)	ES100	TK				
AUS 1	2013	1	53	534	4,02	0,70	0,68	26,3	2,79	0,70	5,73		
		2	58	858	3,76	0,70	0,88	22,9	2,72	0,64	5,86		
	sum	77	1392	3,97	0,71	0,79	24,7	2,75	0,63	6,27	1		
	snitt	56	696	3,89	0,70	0,79	24,6	2,75	0,67	5,79			
	nEQR			0,70	0,67	0,25	0,69	II-III					
AUS 2 (Estenvika)	2009	sum	59	1609	3,04	0,67		17,8	2,94	0,52	5,88		
		snitt	46	805	2,99	0,66		17,5	2,95	0,54	5,51		
	2010	sum	70	3590	2,94	0,62		17,5	3,51	0,48	6,13		
		snitt	55	1795	2,92	0,62		17,4	3,50	0,51	5,78		
	2013	1	43	1315	3,07	0,63	1,07	16,8	3,07	0,57	5,43		
		2	45	1005	3,16	0,63	0,95	17,6	3,24	0,58	5,49		
	sum	58	2320	3,15	0,64	1,01	17,2	3,14	0,54	5,86	1		
snitt	44	1160	3,11	0,63	1,01	17,2	3,15	0,57	5,46				
nEQR			0,61	0,60	0,17	0,60	III						
AUS 3 (Jøssundfjorden)	2008	sum	31	234	3,65	0,65		21,3	2,97	0,74	4,95		
		snitt	22	117	3,43	0,64		20,3	2,90	0,77	4,45		
	2013	1	22	172	2,98	0,60	0,19	17,6	3,33	0,67	4,46		
		2	15	60	3,02	0,63	0,27	15,0	2,85	0,77	3,91		
	sum	25	232	3,22	0,62	0,01	18,6	3,20	0,69	4,64			
	snitt	19	116	3,00	0,61	0,01	16,3	3,09	0,72	4,18			
nEQR			0,60	0,57	0,99	0,58	II						

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



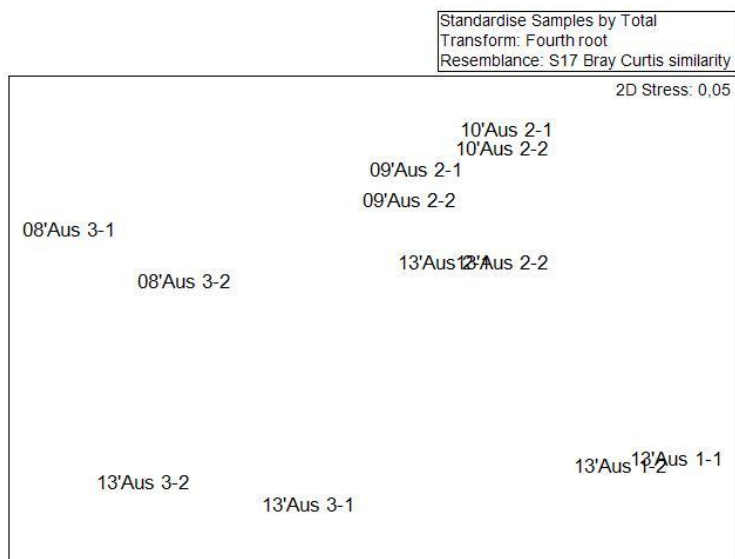
Figur 3.4: Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Austvika i 2013 og fra tidligere undersøkelser.

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

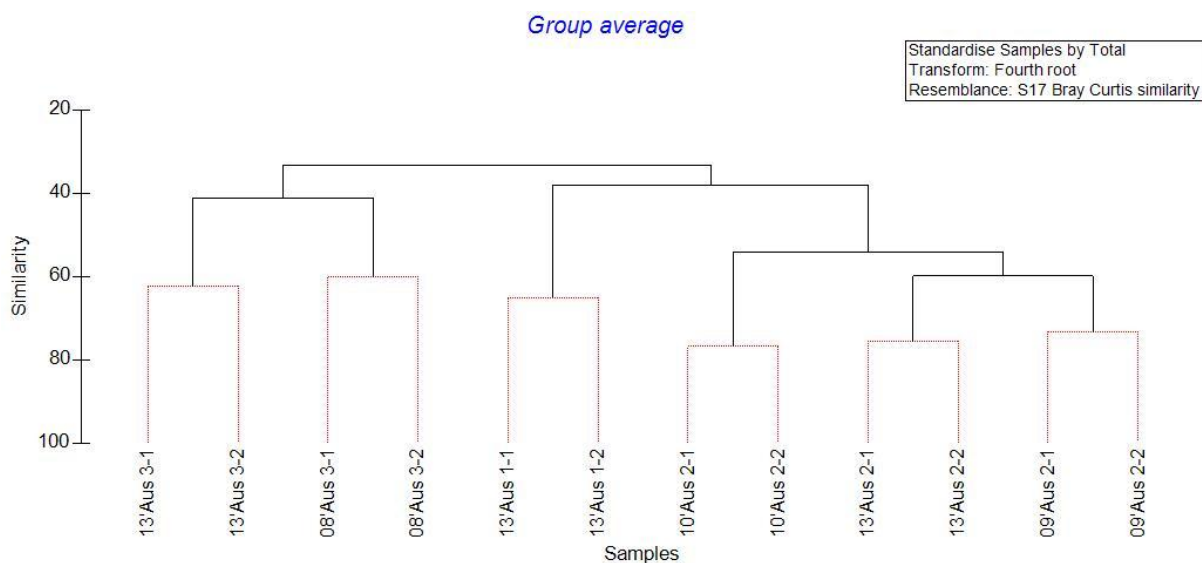
Aus 1	Antall individer	%	Kum. %	Aus 2	Antall individer	%	Kum. %
<i>Spiophanes kroyeri</i>	429	30,8	30,8	<i>Spiophanes kroyeri</i>	740	31,9	31,9
<i>Chaetozone</i> sp.	228	16,4	47,2	<i>Polydora</i> sp.	664	28,6	60,5
<i>Nothria conchylega</i>	77	5,5	52,7	<i>Galathowenia oculata</i>	202	8,7	69,2
Syllidae indet.	75	5,4	58,1	<i>Maldane sarsi</i>	160	6,9	76,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	52	3,7	61,9	<i>Chaetozone</i> sp.	100	4,3	80,4
Sabellidae indet.	52	3,7	65,6	<i>Praxillella praetermissa</i>	64	2,8	83,2
Synaptidae indet.	49	3,5	69,1	<i>Heteromastus filiformis</i>	46	2,0	85,2
<i>Caulleriella killariensis</i>	48	3,4	72,6	<i>Myriochele heeri</i>	42	1,8	87,0
<i>Aricidea catherinae</i>	47	3,4	75,9	<i>Owenia borealis</i>	35	1,5	88,5
<i>Praxillella praetermissa</i>	46	3,3	79,2	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	29	1,3	89,7

Aus 3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Spiophanes kroyeri</i>	92	39,7	39,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	33	14,2	53,9
<i>Chaetozone</i> sp.	21	9,1	62,9
<i>Abra nitida</i>	17	7,3	70,3
Syllidae indet.	10	4,3	74,6
<i>Cossura longocirrata</i>	8	3,4	78,0
<i>Ceratocephale loveni</i>	8	3,4	81,5
<i>Praxillella praetermissa</i>	5	2,2	83,6
<i>Yoldiella lenticula</i>	5	2,2	85,8
<i>Yoldiella lucida</i>	4	1,7	87,5
<i>Praxillella gracilis</i>	4	1,7	89,2
<i>Terebellides stroemii</i>	4	1,7	90,9
<i>Prionospio cirrifera</i>	4	1,7	92,7

Anneldia/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
---------------------	----------	---------------	-----------	-------



Figur 3.5: MDS plot på hugg-nivå fra Austvika i 2013 og tidligere undersøkelser i 2009 og 2010. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.6: Cluster plot på hugg-nivå fra Austvika i 2008, 2009, 2010, og 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 oppdrettslokaliteten Austvika i Flatanger kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 7. november 2013. 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 et sprangsjikt på 55-75 meters dyp ved fjernsonestasjonen på tidspunktet for undersøkelsen. Under dette sjiktet var saliniteten noe høyere, og temperaturen sank med nesten 4 °C. Oksygenmålingen viste høye verdier i hele vannsøyla. Verdiene sank noe ned mot bunnen, men oksygenkonsentrasjonen havnet fortsatt inn under tilstandsklassen 'God' etter klassifiseringen beskrevet i tabell 2.2. Det er dermed ikke noe som tyder på stagnerende bunnvann og dårlige oksygenforhold i dette fjordområdet.

Kornfordelingsanalysen viste at bunnsedimentet i nærsoneen var relativt grovkornet med 65 % sand. Analysen av sedimentet fra overgang- og fjernsonen viste et mer finkornet sediment der finfraksjonen silt og leire utgjorde over 80 % ved Aus 2, og over 90 % ved Aus 3. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap viste et normalt nivå ved alle tre stasjoner.

Den kjemiske undersøkelsen av sedimentet viste lave nivå av sink og kobber (TK I, 'Meget god' etter Miljødirektoratets klassifisering), samt lave nivå av fosfor. Parameteren totalt organisk karbon (TOC) viste høye nivå ved stasjonene Aus 2 og Aus 3 (TK IV 'Dårlig'), og et lavere nivå ved Aus 1 (TK II 'God'). 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 gode forhold ved nærsonestasjonen Aus 1, som får miljøtilstand 1 (meget god) etter MOM-klassifiseringen. Høye individantall kan imidlertid tyde på en viss gjødslingseffekt fra anlegget.

Ved overgangssonestasjonen viste bunndyrsanalysen gode forhold basert på de fleste indeksene, men svært høye individantall tyder på en gjødslingseffekt fra anlegget. Stasjonen havner samlet sett i tilstandsklasse III (Moderat). Faunaen på stasjonen var dominert av børstemarken *Spiophanes kroyeri*. Diversiteten og faunasammensetningen har holdt seg stabil siden undersøkelsene i 2009 og 2010.

Ved fjernsonestasjonen viste bunndyrsanalysen moderate til gode forhold basert på resultatene fra ulike indekser. Stasjonen havner samlet sett i tilstandsklasse II (God). Faunaen var også her dominert av børstemarken *Spiophanes kroyeri*, som med 92 individer utgjorde 39,7 % av det totale individtallet. Forholdene har holdt seg stabile siden forrige undersøkelse i 2008.

Oppsummert kan man si at denne undersøkelsen viser moderate til gode forhold i undersøkelsesområdet til oppdrettsanlegget i Austvika. 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 Alexander S Lindseth, Nasir El Shaikh, Kai-Erling Staven, og Linda Hagen fra Aqua Kompetanse AS, Frøydis Lygre fra SAM-Marin, og Per Strand fra Marine Harvest Norway AS. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten 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*.
- Olsen, A.W., Hatlen, K., Johansen, P.-O. 2011. Marin miljøundersøkelse i Estenvika, Jøssundfjorden 2010. SAM e-Rapport nr. 1-2011. 27 s.
- Olsen, A.W., Arnkværn, G., Salmer, M.P., Sandnes, O.K., Vassenden, G. 2008. Resipientundersøkelse i indre basseng av Jøssundfjorden, Flatanger kommune i februar 2008. SAM e-Rapport nr. 19-2008. 30 s.
- Olsen, A.W., Arnkværn, G., Heggøy, E., Johansen, P.-O. 2009. Miljøundersøkelse i Jøssundfjorden 2009. SAM e-Rapport nr. 5-2009. 32 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 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

Geometriske klasser

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

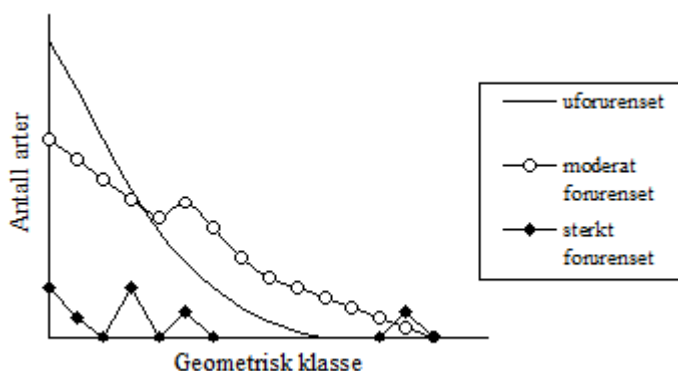
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1)

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. 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 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

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 $0,1 \text{ m}^2$.

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQII-indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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) 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 ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISl ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

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

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

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som

finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

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

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

projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

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

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

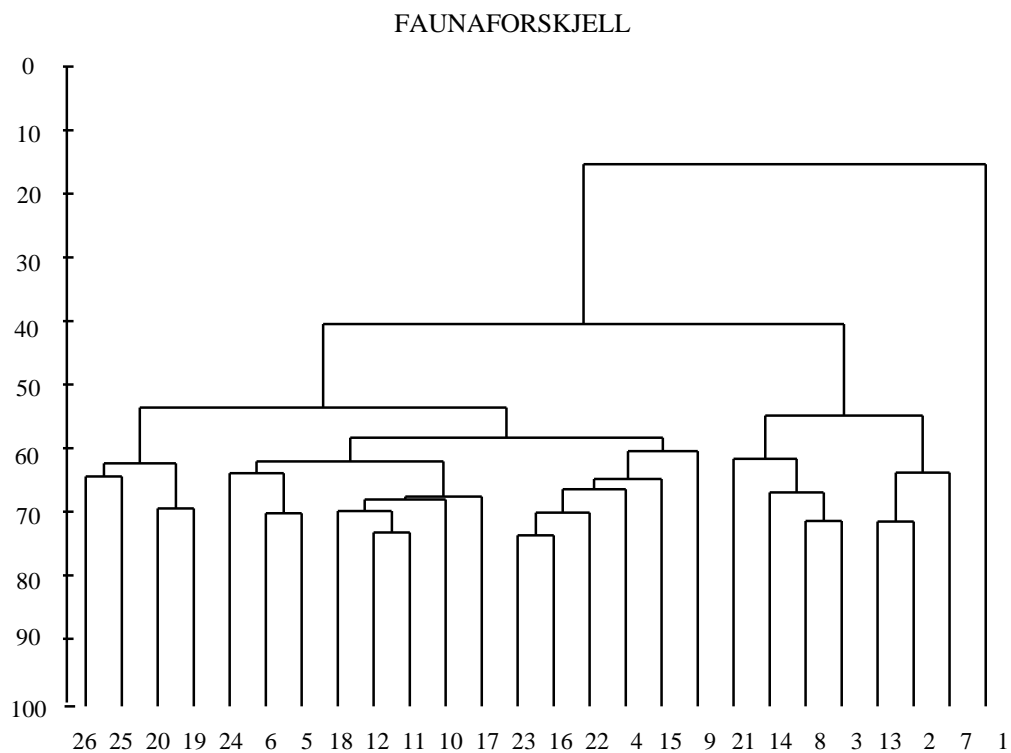
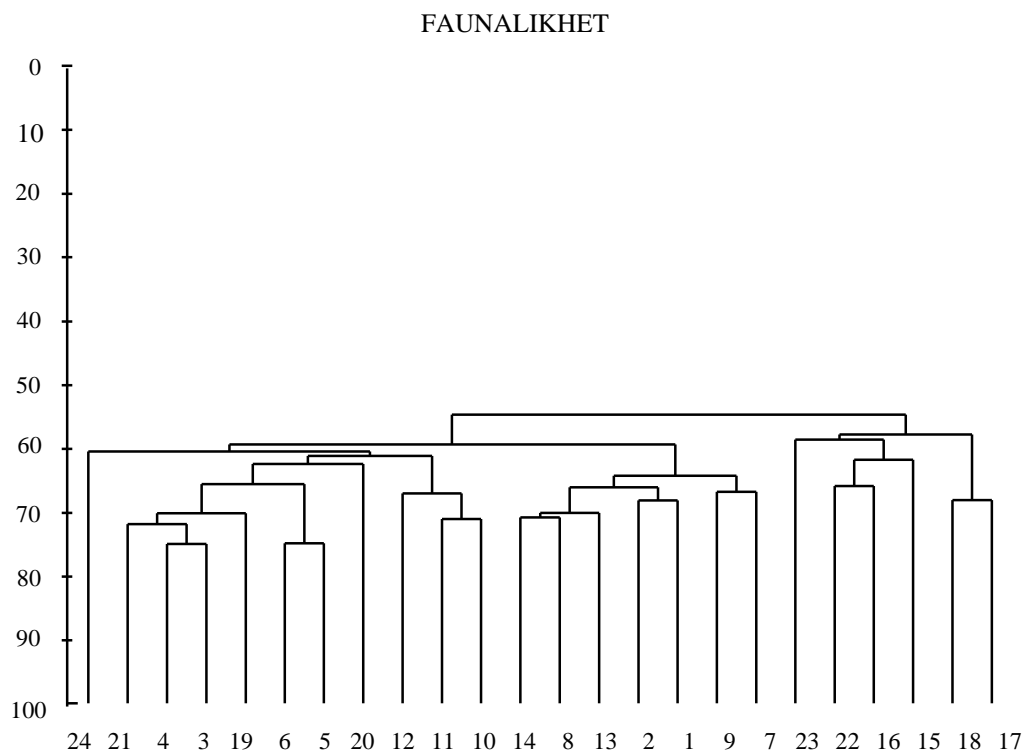
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

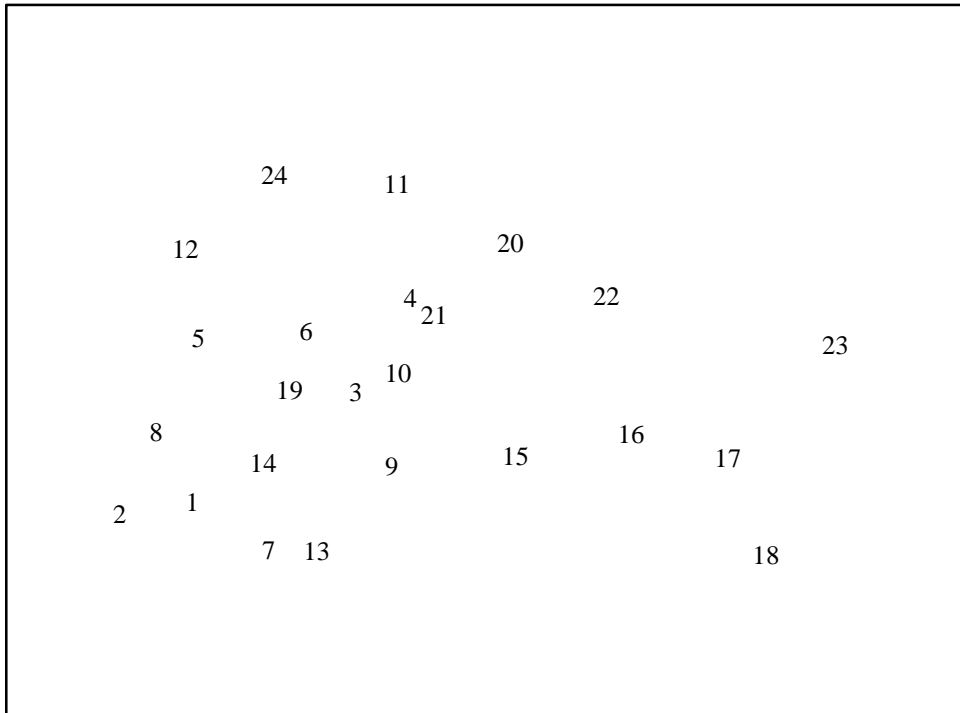
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

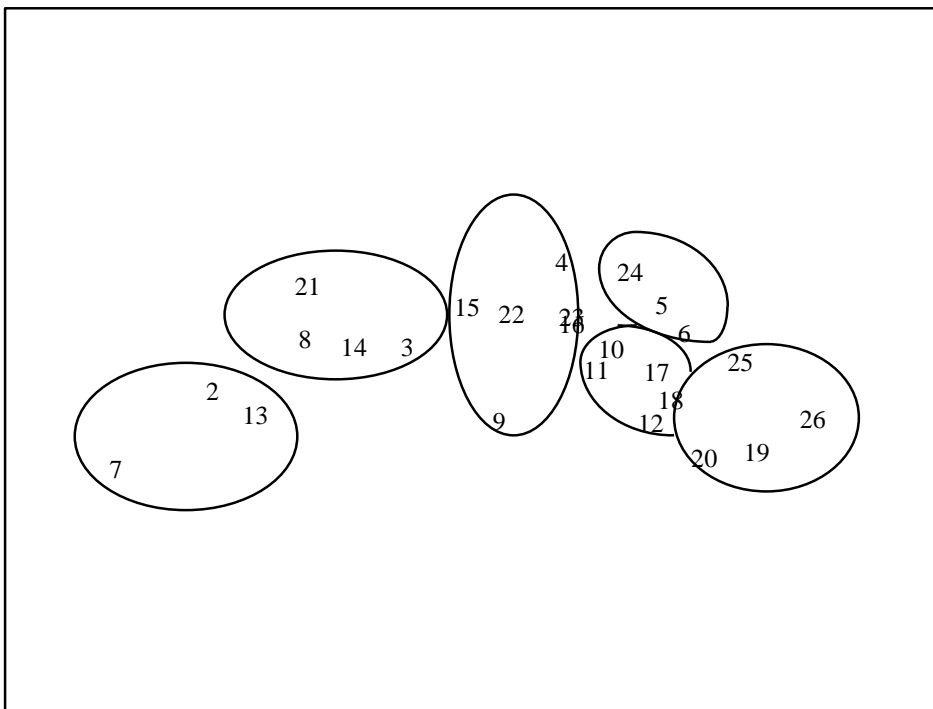


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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, Region Midt, 7242 Knarrlagsund

Prosjekt nr.: 807911

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

Dato for prøvetaking: 7.11.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): AquaKompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

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

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:3 sider.

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

Signatur:.....*Frøydis Lygre*.....
 Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/3	Stasjon	Aus 1	Aus 1	Aus 2	Aus 2	Aus 3	Aus 3
		07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013
Arter	Dato	115 m	115 m	157 m	157 m	244 m	244 m
	Dyp	1	2	1	2	1	2
Arter	Hugg						
* HYDROZOA indet.						+	
ANTHOZOA							
<i>Epizoanthus</i> sp.		+	+				
* NEMERTEA indet.		4	1	2	1	4	
* NEMATODA indet.		3	5			9	
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		34	18	16	13	1	
* <i>Siboglinum fiordicum</i>				4	2		
<i>Bylgides elegans</i>					1		
<i>Bylgides</i> sp.						0/2	0/1
<i>Eunoe nodosa</i>					0/1		
<i>Harmothoe fragilis</i>		1/1					
<i>Pholoe baltica</i>		4	6	1	3		
<i>Phyllodoce groenlandica</i>				2	1		
<i>Eulalia</i> sp.		2		1			
Syllidae indet.		25	50	1	1	10	
<i>Exogone</i> sp.				8	11		
<i>Ceratocephale loveni</i>			1	13	8	6/1	1
<i>Nephtys ciliata</i>		1					
<i>Sphaerodoropsis minuta</i>			1				
<i>Sphaerodorum flavum</i>			1				
<i>Glycera alba</i>			1				
<i>Glycera lapidum</i>			1				
<i>Goniada maculata</i>		1	1		1		
<i>Nothria conchylega</i>		6/3	68	1			
Lumbrineridae indet.				1	1	2	1
<i>Laonice cirrata</i>			1				
<i>Polydora</i> sp.				306	358	1	
<i>Prionospio cirrifera</i>		1		2		1	3
<i>Prionospio fallax</i>				1			
<i>Spiophanes kroyeri</i>		139	290	496	244	73	19
<i>Apistobranthus tullbergi</i>		1	4		1		
<i>Aricidea catherinae</i>		26	21	1	2		
<i>Levinsenia gracilis</i>		11	4			1	
<i>Paradoneis</i> sp.		4	6		3	1	
<i>Aphelochaeta</i> sp.			2	6	5		
<i>Caulleriella killariensis</i>		15	33				
<i>Chaetozone</i> sp.		106	122	53	47	16	5
<i>Cossura longocirrata</i>		1	4		1	8	
<i>Diplocirrus glaucus</i>		4	1				
<i>Pherusa plumosa</i>		2/1					
<i>Polyphysia crassa</i>					1		
<i>Heteromastus filiformis</i>		3	2	25	21	29	4
<i>Notomastus latericeus</i>			2				
<i>Praxillella gracilis</i>			4	4	4	3	1
<i>Praxillella praetermissa</i>		8/16	19/3	38	26	0/5	
<i>Praxillella affinis</i>		1	1				
<i>Chirimia biceps</i>				4/4	6/3		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/3	Stasjon Dato Dyp Hugg	Aus 1	Aus 1	Aus 2	Aus 2	Aus 3	Aus 3
		07.11.2013 115 m 1	07.11.2013 115 m 2	07.11.2013 157 m 1	07.11.2013 157 m 2	07.11.2013 244 m 1	07.11.2013 244 m 2
<i>Maldane sarsi</i>		3	24	92	68		
<i>Myriochele heeri</i>				22	20		
<i>Owenia borealis</i>				0/20	0/15		
<i>Galathowenia oculata</i>		1		115	87		
<i>Pectinaria auricoma</i>			2		0/1		
<i>Lagis koreni</i>						2	
<i>Ampharete finmarchica</i>		1					
<i>Sabellides octocirrata</i>		2					
<i>Mugga wahrbergi</i>				1			
<i>Samytha sexcirrata</i>		1/1	0/1				
<i>Glyphanostomum pallescens</i>		1		1			
<i>Melinna elisabethae</i>		9	8				
<i>Neoamphitrite grayi</i>			1				
<i>Lanice conchilega</i>			1				
<i>Laphania boeckii</i>				2			
<i>Phisidia aurea</i>				6	2		
<i>Terebellides stroemii</i>		2	2	15	2	3	1
Sabellidae indet.		17	35	19	7		
<i>Euchone</i> sp.		12	13	1			
<i>Hydroides norvegicus</i>			1				
OLIGOCHAETA		1					
SIPUNCULA							
<i>Sipuncula</i> indet.		12	12	9	11		
<i>Phascolion strombus</i>		4	1	1	1		
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>						1	5
* <i>Calanus hyperboreus</i>		1					
* <i>Metridia longa</i>				1	2	1	3
* <i>Cypridina norvegica</i>		4	2	20	12		
* <i>Philomedes globosus</i>		15	4				
<i>Leucon</i> sp.				1	1	1	
<i>Eudorella truncatula</i>			6				
<i>Diastylis tumida</i>			1				
<i>Campylaspis costata</i>				1			
<i>Campylaspis sulcata</i>		2					
<i>Campylaspis verrucosa</i>					1		
* Tanaidacea indet.			6	3	22	1	
<i>Apseudes spinosus</i>		2	1				
* <i>Gnathia</i> sp.					3		
* Parasellidae indet.		3	1	3	1		
<i>Pleurogonium inerme</i>					2		
<i>Pleurogonium spinosissimum</i>			2				
* Amphipoda indet.		31	38	7	9		2
* Hyperiididae indet.							1
* Caprellidae indet.			1				
<i>Eriopisa elongata</i>			1				
* Euphausiacea indet.		1					
* <i>Pontophilus norvegicus</i>					1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 3/3	Stasjon Dato Dyp Hugg	Aus 1	Aus 1	Aus 2	Aus 2	Aus 3	Aus 3
		07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013
		115 m	115 m	157 m	157 m	244 m	244 m
Arter	1	2	1	2	1	2	
* PYCNOGONIDA indet.		2	1				
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.		1					
<i>Puncturella noachina</i>		1					
<i>Euspira pulchella</i>		1					
<i>Euspira montagui</i>			1				
<i>Curtitoma trevelliana</i>			1/2	1			1
<i>Propebela turricula</i>					1		
<i>Eulima</i> sp.			1				
<i>Vitreolina</i> sp.			1				
<i>Diaphana minuta</i>							1
<i>Philine quadrata</i>			0/1				
<i>Scaphander punctostriatus</i>					1		
<i>Ennucula tenuis</i>				1/1			
<i>Nuculana minuta</i>		1	2/1				
<i>Nuculana pernula</i>				1	1		
<i>Yoldiella lucida</i>		2	2/2	10	7/1	1	1/2
<i>Yoldiella lenticula</i>						1/1	3
<i>Yoldiella philippiana</i>					2		
* Mytilidae indet.		5	3				
<i>Thyasira flexuosa</i>					1		
<i>Thyasira sarsii</i>			0/1	0/1			0/1
<i>Thyasira equalis</i>			0/1	2			
<i>Tellimya ferruginosa</i>		1					
<i>Parvicardium minimum</i>		0/1	1				
<i>Abra nitida</i>						0/2	0/15
<i>Antalis entalis</i>		1					
ECHINODERMATA							
<i>Ophiopholis aculeata</i>		2/3					
<i>Amphipholis squamata</i>		6/2	4/3		1		
<i>Ophiocten affinis</i>		4/2	12	0/2	1/1	0/1	
<i>Ophiura carnea</i>		1/2	0/3				
* Spatangoida indet.							0/1
<i>Brisaster fragilis</i>		0/3	1				
<i>Echinocardium flavescens</i>		1					
<i>Thyonidium drummondii</i>		1					
Synaptidae indet.		10	39	6	7		
* CHAETOGNATHA indet.							3
* Fiske Egg		1					
* VARIA		+	+				

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometriske klasser	Aus 1	Aus 2	Aus 3
I	30	21	9
II	15	14	3
III	13	2	6
IV	4	4	3
V	5	8	2
VI	6	3	1
VII	2	2	1
VIII	1	2	0
IX	1	0	0
X	0	2	0
XI	0	0	0
XII	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-000121-01



EUNOBE-00009018

Prøvemottak: 09.01.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 09.01.2014-20.01.2014
Referanse: 807911/3/14

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerking:		441-2014-0109-014 07.11.2013 Oppdragsglver 09.01.2014 Sedimenter AUS 1, 115 m Hugg 3	441-2014-0109-015 07.11.2013 Oppdragsglver 09.01.2014 Sedimenter AUS 2, 157 m Hugg 3	441-2014-0109-016 07.11.2013 Oppdragsglver 09.01.2014 Sedimenter AUS 3, 244 m Hugg 3					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 720	mg/kg tv	a) 120	mg/kg tv	a) 790	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 8	mg/kg tv	a) 19	mg/kg tv	a) 26	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 49	mg/kg tv	a) 77	mg/kg tv	a) 120	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 11	mg/g tv	a) 33	mg/g tv	a) 39	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 71.2	% (w/w)	a) 35.9	% (w/w)	a) 36.8	% (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 (Freiburg), 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: Kristin Hatlen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 53222	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-18376	Dato: 19.02.2014	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 611101/807911/01/14	Utført: Terje Kolberg	Ansvarlig signatur: 	

Prøver mottatt dato: 22.01.2014

RESULTATER

Prøve merket:			AUS 1, 115m	AUS 2, 157m	AUS 3, 244m		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA-085618	KA-085619	KA-085620		
TOM (550 oC)	%	05.02.14	3,86	6,44	9,44		

Kornfordeling

Analysedato: 04.02.2014

AUS 1	KA-085618	Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
		>2000	-1	0,01	0,1	0,1	MdΦ	Silt og leire	35,0
		1000	0	0,14	1,5	1,6	3,36	Sand	64,9
		500	1	0,52	5,4	7,0		Grus	0,1
		355	1,5	0,42	4,4	11,4	SdΦ		
		250	2	0,62	6,5	17,9	2,11		
		180	2,5	0,79	8,3	26,2			
		125	3	1,25	13,1	39,2	SkΦ		
		90	3,5	1,42	14,9	54,1	0,25		
		63	4	1,04	10,9	65,0			
		<63	8	3,35	35,0	100,0	KΦ		
				9,56	100,0		1,03		

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

AUS 2		KA-085619						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	81,6	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,55	Sand	18,4	
500	1	0,04	0,5	0,5		Grus	0,0	
355	1,5	0,03	0,4	1,0	Sd Φ			
250	2	0,03	0,4	1,4	1,55			
180	2,5	0,06	0,8	2,2				
125	3	0,19	2,6	4,8	Sk Φ			
90	3,5	0,33	4,5	9,2	-0,04			
63	4	0,67	9,1	18,4				
<63	8	6,00	81,6	100,0	K Φ			
		7,35	100,0		0,79			

AUS 3		KA-085620						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	91,7	
1000	0	0,02	0,3	0,3	5,82	Sand	8,3	
500	1	0,02	0,3	0,7		Grus	0,0	
355	1,5	0,03	0,5	1,2	Sd Φ			
250	2	0,03	0,5	1,7	1,41			
180	2,5	0,02	0,3	2,0				
125	3	0,07	1,2	3,2	Sk Φ			
90	3,5	0,13	2,2	5,5	-0,05			
63	4	0,17	2,9	8,3				
<63	8	5,38	91,7	100,0	K Φ			
		5,87	100,0		0,82			

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 produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema

PRØVESKJEMAET, B.1
 Firma: Marine Harvest AS Dato: 07.11.13
 Lokallitet: Austvika Lokallitetsnr: 26795
 Lokallitetstype: Matfisk anlegg

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr								Indeks	
			AUS1		AUS2		AUS3					
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0		0		0					0,0
	Tilstand (Gruppe I)											
II	pH	verdi	7,83		7,83		8,06					
	E _s (mv)	verdi	274		296		N/A					
		+ ref. verdi	474	200	496	200	####	200	200	200	200	
	pH/E _s	fra figur										#DIV/0!
Tilstand, prøve												
Tilstand, gruppe II												
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign)			Buffer temp: 3,3C pH sjø: 8,13 Temp sjø: 8,6 Eh sjø: 308mv Temp sediment: 8C Ref. elektrode: 200									
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0		0		0					
	Farge	Lys/Grå = 0	0		0		0					
		Brun/Sort = 2										
	Lukt	lagen = 0	0		0		0					
		Nose = 2										
		Stærk = 4										
	Konsistens	Fest = 0	0		0		0					
		Myt = 2										
	Grabb-	volum	v = 1/4 = 0	0								
			1/4 < v < 3/4 = 1									
Tykkelse	på	0 - 2 cm = 0	0		0		0					
	slamlag	2 - 8 cm = 1										
		8 > 8 cm = 2										
SUM			0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
Korrigeret sum (*0,22)			0,00	0,00	0,44	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1
Tilstand prøve												
Tilstand gruppe III												
Middelevdi gruppe II og III			0	0	0,22	0	0,22	0	0	0	0	0,0
Tilstand gruppe II og III												
pH/Eh Korr. sum Indeks Middelevdi	Tilstand	Tilstand		Tilstand		Tilstand		Tilstand		Tilstand		
		Gruppe I		Gruppe II og III		Lokalitetstilstand		Gruppe I		Gruppe II og III		
		A		1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4		A		1, 2, 3, 4		
		4		1, 2, 3		1, 2, 3		4		1, 2, 3		
4		4		4		4		4		4		
LOKALITETSTILSTAND			0									

Korrekturføst: 21/11-13 dato
 Sign: *Linda Heggen*
 Sign: *O.K. J.*

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest AS

Dato: 07.11.13

Lokalitet: Austvika

Lokalitetsnr: 2679!

Lokalitetst Matfisk anlegg

Prøvetakingssted (nr)	AUS1		AUS2		AUS3				
Dyp (m)	115		157		244				
Antall forsøk	1		1		1				
Bobling (i prøve)									
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand								
	Sand								
	Mudder	1		1					
	Silt	4		4		3			
	Leire					2			
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall	Noen								
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall					Noen				
Berstemark, antall	Noen		Noen		Noen				
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggjatos									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest:

21/11-13

Linda Hagen

O.K. J.