

SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



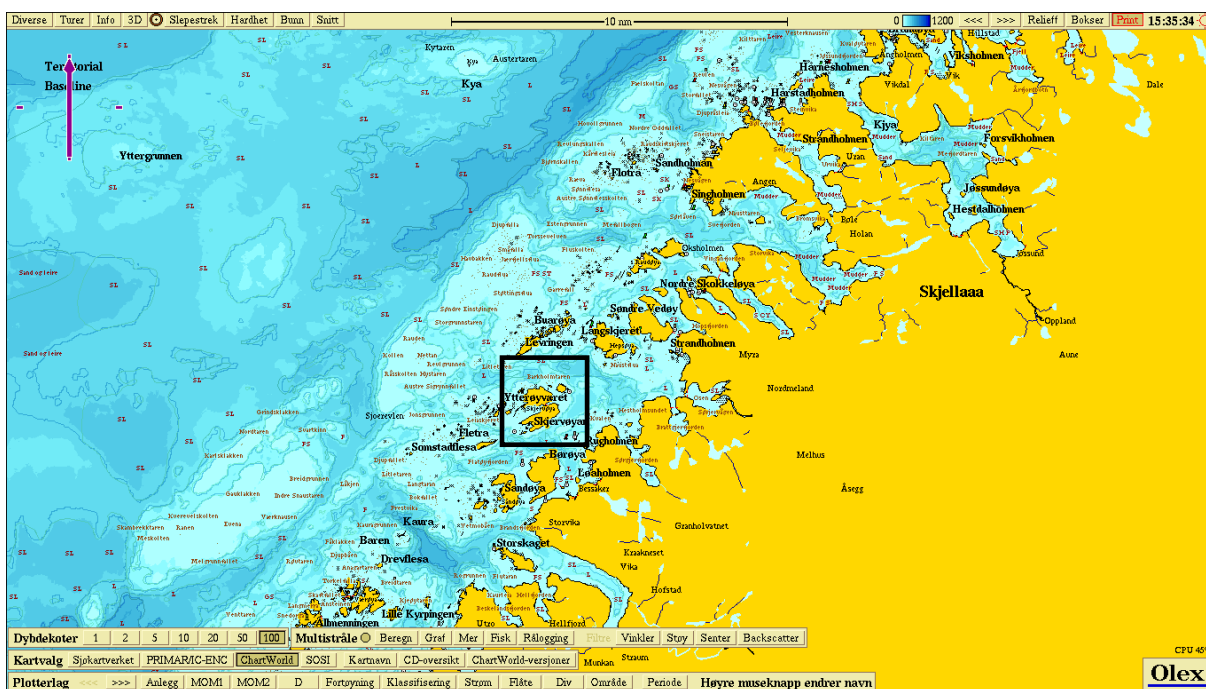
e-rapport nr: 25-2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Indre Skjervøy i Flatøyfjorden, Osen kommune, desember 2013

Vidar Strøm



Øydis Alme

Per-Otto Johansen



**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	
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 Indre Skjervøy i Flatøyfjorden, Osen kommune, desember 2013	Dato: Felt: 20.12.2013 Rapport: 24.6.2014 Antall sider og bilag: 49
Forfatter(e): Vidar Strøm, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Øydis Alme Prosjektnummer: 808241
Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from Marine Harvest AS, SAM-Marin in cooperation with Aqua Kompetanse AS, was hired to investigate the marine area by the fish farm Indre Skjervøy, located in Osen, 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: Skjærv 1, located in the near zone, Skjærv 2, located further northeast of the fish farm, and Skjærv 3, which lies approximately 2 km further northeast. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet). The results show that the level of copper and zinc was low on all stations. The level of phosphorus was also low on all stations. The total organic carbon (TOC) showed high levels at Skjærv 2 and Skjærv 3 (classification IV -Bad and V - Very Bad respectively). However, the organic content expressed as % volatile total solids indicated a low organic content on Skjærv 1 and 2, and a moderate content at Skjærv 3. The sediment from the near zone station consisted mostly of sand. The sediment from Skjærv 2 consisted of a mixture of sand and fine grained material, while the sediment from Skjærv 3 consisted mostly of fine-grained material, such as silt and clay. The hydrographical data shows that the bottom water at Skjærv 3 had a high oxygen concentration, which gave the classification 'good'. The soft bottom macro fauna investigation showed good conditions at all three stations, although some organic influence was seen at Skjærv 1 and Skjærv 2.

Keywords: Fish farm, recipient, MOM C, benthos, sediment	Emneord: Fiskeoppdrett, resipient, MOM C, bunndyr, sediment
--	---

ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 25-2014
--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	22.6.2014	<i>P-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	24.6.2014	<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, Linda B. Pedersen, Ragna Tveiten; SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Frøydis Lygre, Lenka Nealova, Per Johannessen; 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: -

MOMC-undersøkelse ved Indre Skjærvøy i 2013

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOM-C undersøkelse fra lokalitet Indre Skjærvøy Osenfjorden, Osen kommune, desember 2013.		
Rapport-nummer:	154-12-13C	Lokalitetens navn:	Indre Skjærvøy
Lokalitetsnummer:	12599	GPS, senter i anlegg:	64°17.148 N 10°18.543 Ø
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Osen
MTB:	7020 tonn	Driftsleder:	Torbjørn Skjærvø
Dato undersøkelse:	20. desember, 2013	Dato rapport:	20.12.2013
Oppdragsgiver:	Marine Harvest region midt v/ Knut Staven		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007):					
Stasjoner		Stasjon 1 (nærsonne)	Stasjon 2 (overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsonne)	
Parametere					
GPS (prøvestasjoner):		64°17.260 N 10°18.833 Ø	64°17.269 N 10°19.259 Ø	64°17.920 N 10°20.654 Ø	
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	24	126	53	
	Antall individer:	814	3275	417	
	Jevnhet (0-1):	0,49	0,67	0,83	
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		4,43 II 'God'	4,38 II 'God'	
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:		27,4 II 'God'	29,3 II 'God'	
	MOM-tilstand:	2 'God'			
Normal TOC	TOC (mg/g):	17,5	34,1	51,2	
	TOC, tilst.klasse:	I 'Svært god'	IV 'Dårlig'	V 'Svært dårlig'	
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg):	65	67	120	
	Zn, tilst.klasse:	I 'Svært god'	I 'Svært god'	I 'Svært god'	
	P (g/kg):	1,1	1,0	1,2	
	P, kommentar:	Lavt	Lavt	Lavt	
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	33 I 'Svært god'	25 I 'Svært god'	39 II 'God'	
Oksygen	Målt verdi (%):			60 %	
	O ₂ , tilst.klasse:			II 'God'	
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		Sand og skjellsand, lysegrå farge, normal lukt, børstemark.	Hovedsakelig silt, grå farge, normal lukt, børstemark.	Silt, lysegrå farge. Normal lukt. Børstemark, skjell og slangestjerner.	
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:					

INNHold

1 INNLEDNING	6
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	25
5 TAKK	27
6 LITTERATUR	28
7 VEDLEGG	29
Generell vedleggsdel	29
Vedleggstabell 1. Artsliste	38
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	44
Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi.....	45
Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi	46
Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema	48

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Indre Skjervøy i Osen kommune i Sør-Trøndelag. Lokaliteten eies av Marine Harvest Norway AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 20. desember 2013. Det ble foretatt en undersøkelse etter MOM-C-metodikken ved denne lokaliteten i 2009 (Arnkvern *et al.*, 2010) og resultatene vil sammenlignes med denne undersøkelsen.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i nærområdet til oppdrettslokaliteten. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratets tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (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 Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) i samarbeid med Aqua Kompetanse AS 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

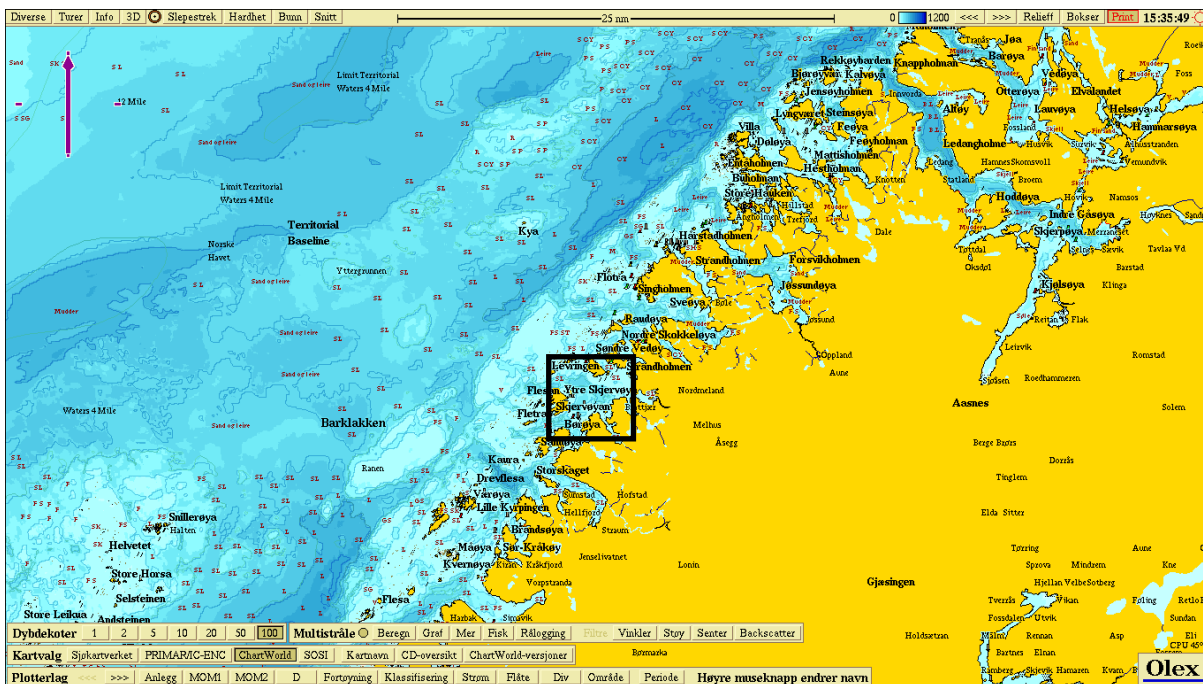
Lokaliteten Indre Skjervøy er plassert ved terskelen (130 meter) som skiller de to nordligste bassengene i Flatøyfjorden (Figur 2.1). Stasjonene ligger nedstrøms etter hovedstrømretningen. Skjærv 1 er tatt i nærsone like innenfor anleggsramma, Skjærv 2 er tatt i overgangssone cirka 400 nordøst for anlegget, mens fjernsonestasjonen Skjærv 3 er tatt 2 km nordøst for anlegget, i det dypeste punktet i dette nordligste bassenget. Skjærv 2 er tatt ved samme punkt som stasjonen fra forrige MOM-C undersøkelse (da kalt Skjervøy 2-09), og resultatene er derfor sammenlignet. Skjærv 3 er tatt ved samme koordinat som stasjonen kalt Skjervøy 1-09 i forrige MOM-C undersøkelse, og er derfor sammenliknet med denne. Nærsone stasjonen er denne gangen flyttet nærmere anlegget, og er derfor ikke sammenlignbar. Det er ingen terskel mellom anlegget og stasjonene, saldybden på terskelen mot Osenfjorden i nord er cirka 110 meter. Hovedstrømmen for området går i nordøstlig retning og munner ut i Osenfjorden. Flatøyfjorden er en delvis lukket fjord kun omgitt av øyer, holmer og skjær.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

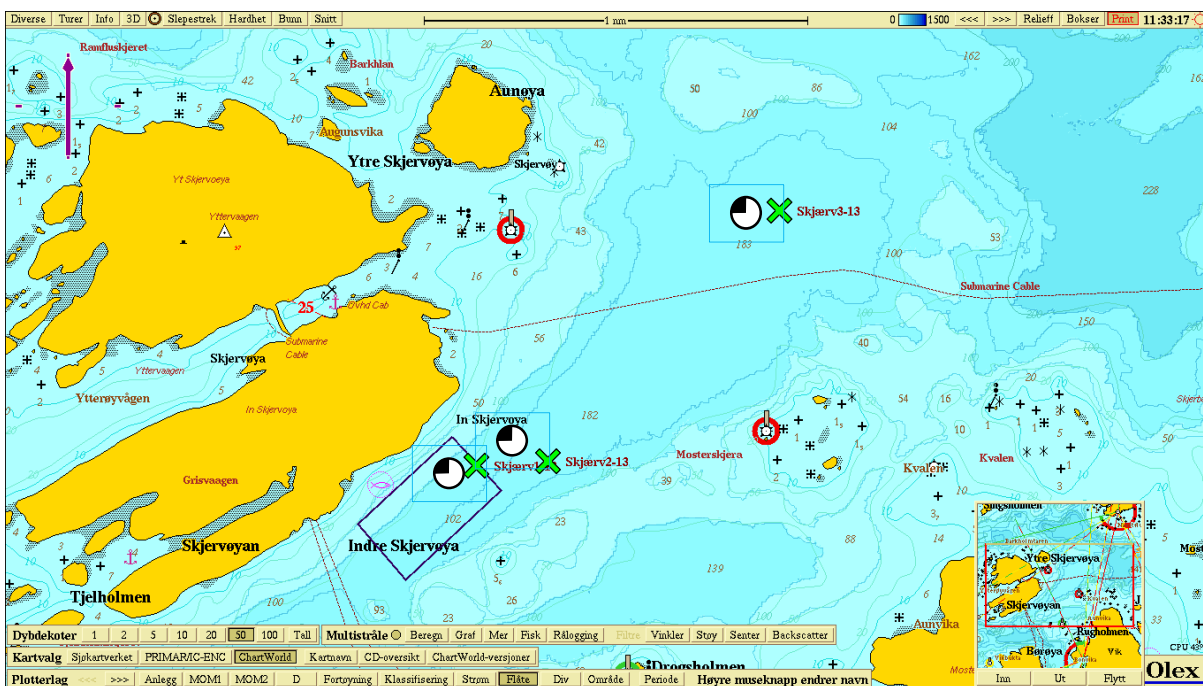
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest AS den 20. desember 2013. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Kai-Erling Staven fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved fjernstasjonen. Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. 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 ved Indre Skjervøy 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 Skjervøy i Flatøyfjorden, Osen 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 Skjærv 1 20.12.2013	Flatøyfjorden 64° 17.260'N 10° 18.833'Ø	133	1	4,5	Sand og skjellsand, lysegrå farge, normal lukt. Børstemark. Uttak til faunaprøve.
			2	2,7	Sand og skjellsand, lysegrå farge, normal lukt. Børstemark. Uttak til faunaprøve.
			3		Sand og skjellsand, lysegrå farge, normal lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Overgangs- sone Skjærv 2 20.12.2013	Flatøyfjorden 64° 17.269' N 10° 19.259'Ø	164	1	8,7	Hovedsakelig silt, litt sand. Grå farge, normal lukt. Børstemark. Uttak til faunaprøve.
			2	9,5	Silt, litt sand. Grå farge, normal lukt. Børstemark samt en slimål. Uttak til faunaprøve.
			3		Hovedsakelig silt, noe sand. Grå farge, normal lukt. Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone Skjærv 3 20.12.2013	Flatøyfjorden 64° 17.920'N 10° 20.654'Ø	180	1	16,3	Silt, lysegrå farge. Normal lukt. Børstemark, skjell, og slangestjerner. Uttak til faunaprøve.
			2	16,3	Silt, lysegrå farge. Normal lukt. Observerte børstemark og skjell. Uttak til faunaprøve.
			3	16,3	Silt, lysegrå farge, normal lukt. Børstemark og skjell. 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 strømmen og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

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 (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh) i sedimentprøvene ble målt med et 2-kanals multimeter av typen HQ40D levert av Hach Lange gjennom firmaet 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 conserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet blir oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved 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}), NQ1, 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. NQ1 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 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
	NQII	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

Produksjonen ved Indre Skjervøy startet i 1996, og anlegget har ligget i nåværende posisjon siden 2011. Anlegget består av tretten 160 m plastringer. Anlegget er cirka 700 m langt. Det var produksjon ved anlegget på prøvetakingstidspunktet.

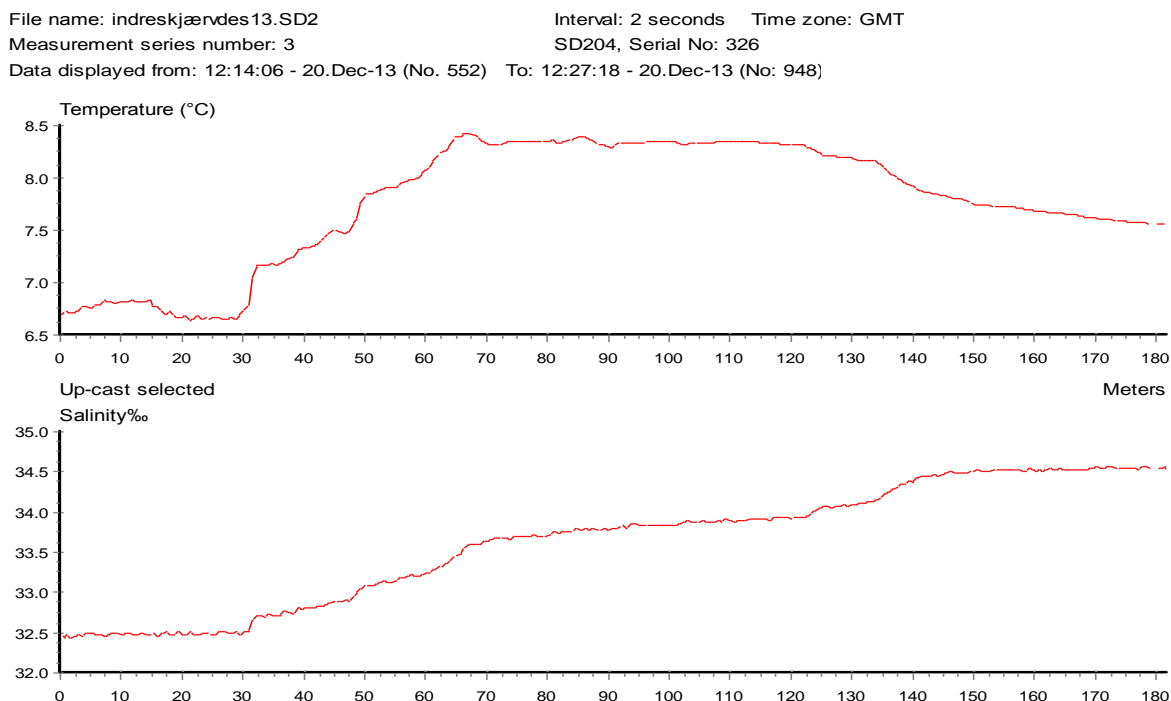
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon på Indre Skjervøy de siste 2 år forut for prøvetakingsdato (20. desember 2013):

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	2 263 000kg	2 150 000 kg
Siste 2 år	10 265 000kg	10 080 000 kg

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

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



Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 180 meters dyp ved fjernstasjonen Skjærv 3 den 20. desember 2013.

Sjøtemperaturen i de øvre vannmasser ved fjernsonestasjonen ligger rundt 6,7 °C på undersøkelsestidspunktet. Fra 30 meters dybde stiger temperaturen med økende dyp til 8,3 °C ved 70 meters dyp. Saltholdighetsgrafene følger samme mønster som temperaturgrafene ved at den ligger forholdsvis stabil rundt 32,5 ‰ fra overflaten og ned til 30 meters dyp, hvor den gradvis begynner å øke nedover i vannmassene. I bunnvannet har den steget til 34,5 ‰.

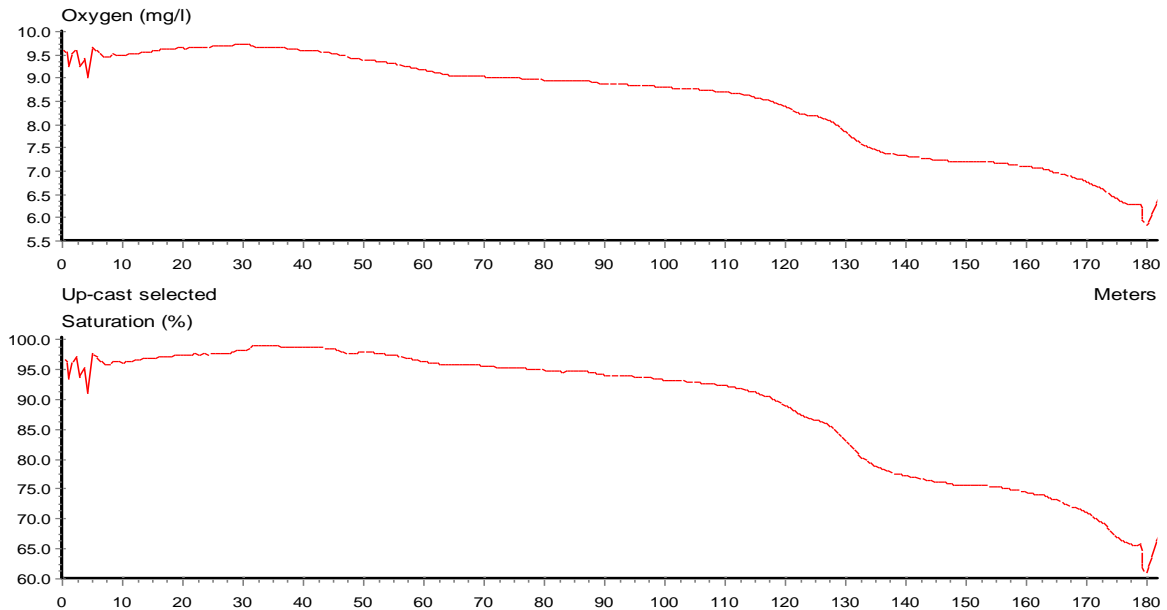
File name: indreskjærvedes13.SD2

Interval: 2 seconds Time zone: GMT

Measurement series number: 3

SD204, Serial No: 326

Data displayed from: 12:14:06 - 20.Dec-13 (No. 552) To: 12:27:18 - 20.Dec-13 (No: 948)

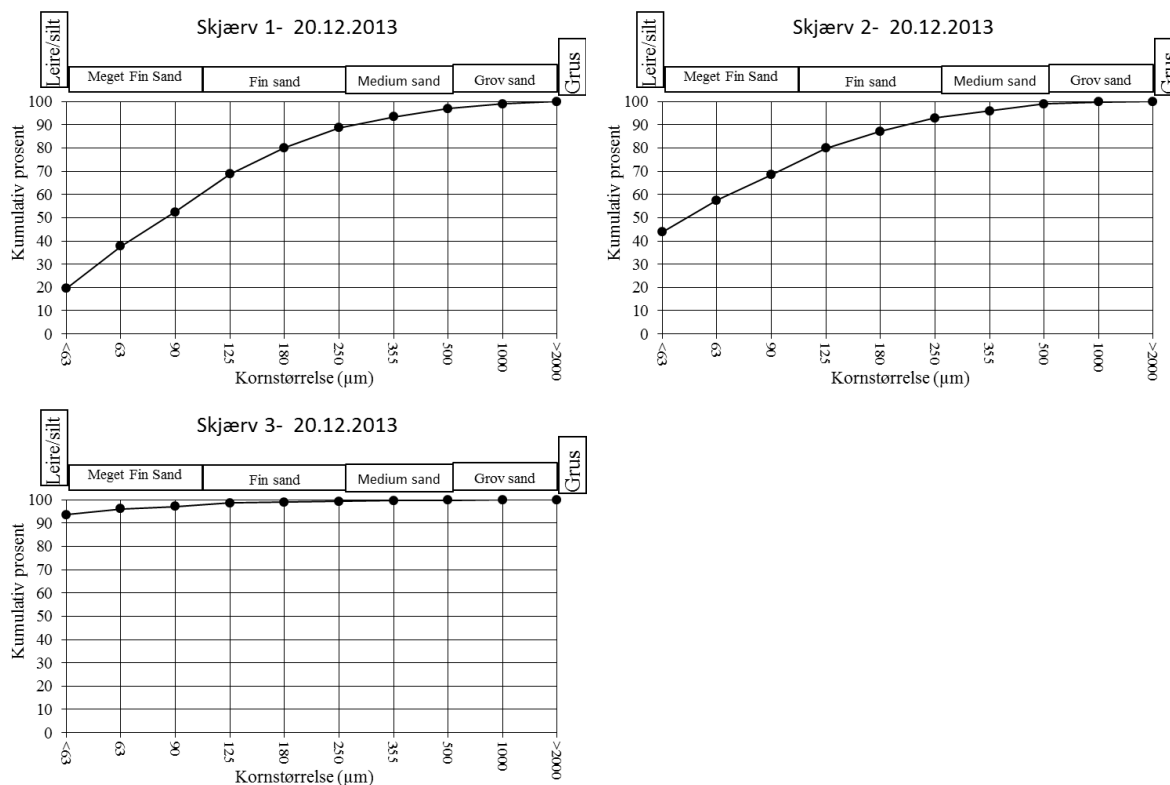


Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 180 meters dyp ved fjerntasjon Skjærv 3 den 20. desember 2013.

Vannmassene i overflaten holder ca. 9,5 mg O₂/l sjøvann, mens O₂-metningen ligger rundt 95 %. Ved 100 meters dyp er konsentrasjonen 8,8 mg O₂/l, mens metningen er 93 %. Fra 130 meters dyp og videre nedover mot bunnen synker oksygenivået raskere. I bunnvannet er konsentrasjonen 5,8 mg O₂/l, mens metningen er 60 %. Ved å legge en omregningsfaktor på 1,42 til grunn, tilsvarer konsentrasjonen i bunnvannet 4,1 ml O₂/l, noe som gir tilstandsklasse II (God) etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i tabell 2.2.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Indre Skjervøy 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 Indre Skjervøy, desember 2013.

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

Stasjon	År	Dyp	Organisk innhold (% Glødetap)	Kornstørrelsesfordeling (%)		
				Silt og leire	Sand	Grus
Skjærv 1	2013	133	5,3	19,5	79,5	1,0
Skjærv 2	2013	164	7,5	43,8	55,9	0,2
(Skjervøy 2)	2009	164	6,7	42,4	57,1	0,5
Skjærv 3	2013	180	14,9	93,5	6,5	0,0
(Skjervøy 1)	2009	178	14,9	97	3	0

På nærsonestasjonen, Skjærv 1, besto det meste av sedimentet av sand, som utgjorde 79,5 %. Fraksjonen silt og leire utgjorde 19,5 %, mens grus utgjorde 1,0 %. Det organiske innholdet målt som % glødetap var 5,3, og er å betrakte som et lavt nivå.

Overgangssonestasjonen Skjærv 2 hadde en jevn blanding av sand, og silt og leire. Sand utgjorde 55,9 %, mens silt og leire utgjorde 43,8 %. Det var også 0,2 % gruspartikler iblandet. Det organiske innholdet var her 7,5 %, og er også å betegne som et lavt nivå. Sammenlignet med undersøkelsen i 2009 er bildet, både hva gjelder sedimentsammensetning og organisk innhold, det samme.

Fjernsonestasjonen Skjærv 3 hadde et finkornet sediment med 93,5 % leire og silt, og 6,5 % sandpartikler. Det organiske innholdet var 14,9 %, og er å betegne som et litt forhøyet nivå. Sammenlignet med forrige undersøkelse i 2009 er forholdene de samme med tanke på sedimentsammensetning og organisk innhold.

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 tilstandsklasse I (Svært god). TOC-resultatene for overgangssone viser høyere nivåer og tilstandsklasse IV (Dårlig). Dette er en tilstandsklasse dårligere enn i 2009, da man hadde tilstandsklasse III (Moderat) for TOC. For fjernsone har man høye nivå og tilstandsklassen V (Svært dårlig), dette var også tilfellet i 2009.

Nivåene av sink og kobber er lave for alle tre stasjoner, og gir tilstandsklasse I (Svært god) på alle stasjoner, med unntak av kobber som ved fjernsone som får tilstandsklasse II (God). Nivåene av fosfor varierer fra 1,0 til 1,2 g/kg. Fosfor-konsentrasjoner under 1 g/kg er normalt på dypt vann i norske fjorder. Både for Skjærv 2 og Skjærv 3 ser man en markant økning i mengde fosfor fra 2009 til 2013; fra 0,42 til 1,0 g/kg ved Skjærv2, fra 0,66 til 1,2 g/kg ved Skjærv 3.

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)	Kobber (Cu)	Sink (Zn)		Tot. org. karbon (TOC)	Norm. TOC	Tørrstoff		
			mg/kg TS	mg/kg TS	TK	mg/kg TS	TK	mg/g	mg/g	TK	(TS) %
Skjærv 1	2013	133	1100	33	I	65	I	3	17,5	I	54,1
Skjærv 2	2013	164	1000	25	I	67	I	24	34,1	IV	50,9
(Skjærvøy 2)	2009	164	420	8,1	I	27	I	21	31,4	III	49,7
Skjærv 3	2013	180	1200	39	II	120	I	50	51,2	V	33,5
(Skjærvøy 1)	2009	178	660	18	I	58	I	47	47,5	V	35,0

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	7,73	233	0	1
Overgangssone	7,78	368	0	1
Fjernsone	7,90	340	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 desember 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Skjærv 1 ligger i nærsonen til lokalitet Indre Skjervøy, på 133 m dyp. Her ble det funnet totalt 24 arter med tilsammen 814 individer. På huggnivå (snitt) gav dette en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 1,97 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES₁₀₀) på 10,5. Begge havner i Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat). Tetthetsindeksen DI, som er utarbeidet

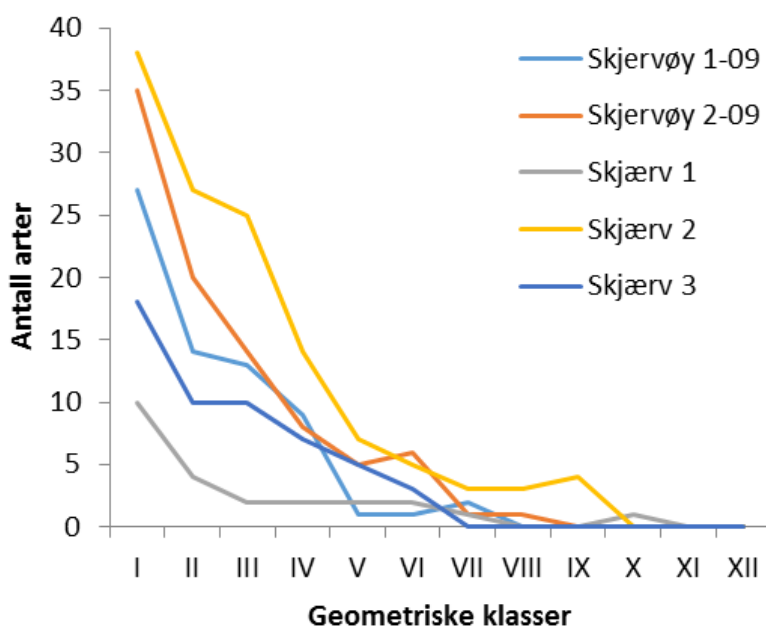
med tanke på svært få eller svært mange individer i prøven, havner også i tilstandsklasse III. Indeksen som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) ble beregnet til 0,45 og tilstandsklasse IV (Dårlig). I følge MOM-standarden er imidlertid diversitets-indeksene lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 2 (god). Faunaen på stasjonen var dominert av børstemarken *Capitella capitata*, som med 536 individer utgjorde 66 % av det totale individantallet i prøvene. Denne arten er en forurensningsindikator og trives på lokaliteter med høy organisk belastning. Flertallet av de øvrige tallrike artene regnes som enten opportuniste eller forurensningstolerante. Fordelingen på geometriske klasser, med flat kurve og flere null-verdier indikerer også miljøpåvirkning på stasjonen (Figur 3.4).

Ved overgangsstasjonen Skjærv 2 på 164 m dyp ble det funnet 3275 individer fordelt på 126 arter. På huggnivå gav dette en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 4,43 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 27,4. Den sammensatte indeksen NQI1 ble beregnet til 0,77. Samtlige indekser havner i Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God). Tetthetsindeksen DI havner imidlertid i tilstandsklasse V (Svært dårlig). Det høye individantallet tyder på at stasjonen er preget av tilførsel av organisk materiale. MOM-standarden gjelder også for overgangssonen, og etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 1 (meget god). De to mest tallrike artene på Skjærv 2 var børstemarkene *Sabellides octocirrata* (456 individer, 14 %) og *Paramphinome jeffreysii* (436 individer, 13 %). Siden forrige undersøkelse i 2009 har det vært en markant økning i individtetthet på stasjonen, samt en endring i artsdominans- og sammensetning. De biologiske indeksene har imidlertid ikke endret seg mye. Fordelingen på geometriske klasser indikerer gode forhold.

Ved fjernsonestasjonen Skjærv 3, som ligger på 180 m dyp 2 km nordøst for anlegget, ble det funnet 53 arter og 417 individer totalt. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggnivå (snitt) beregnet til 4,38 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 29,3. NQI1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet ble beregnet til 0,71. Samtlige plasserer stasjonen i tilstandsklasse II (God). Tetthetsindeksen DI havner i tilstandsklasse I (Svært god). Samlet sett havner stasjonen i tilstandsklasse II. Den mest tallrike dyregruppen var børstemark i slekten *Chaetozone*, med 61 individer og 15 % av totalen. Ellers ble det funnet

ytterligere fem arter/grupper av børstemark, to bløtdyr og to pigghuder blant de ti mest tallrike artene. Sammenlignet med forrige undersøkelse har de biologiske indeksene holdt seg stabile, og tilstandsklassen er uendret (etter nye klassegrenser). Det har imidlertid vært en del endringer i arts-sammensetning og dominans på stasjonen. Fordelingen på geometriske klasser indikerer gode forhold.

De multivariate analysene viser at det er nærstasjonen Skjærv 1 som skiller seg mest markant fra de andre med kun ca. 10 % likhet (Fig. 3.5 og 3.6). Dette gjenspeiler forskjellene i diversitet og artssammensetning. Man ser også en relativt høy likhet mellom huggene på hver enkelt stasjon. Til tross for økningen i individantall på Skjærv 2 siden 2009 ser man en viss likhet (ca 45. %) over tid på denne stasjonen. Det samme ser man for fjernsonestasjonen Skjærv 3.



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

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 (NQ11) 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. Indeksene normaliseres til en 0-1 skala (nEQR) og tilstandsklasse baseres på snittet av disse.

Stasjon	År	Hugg	Antall		Diversitet			Tetthet			H'-max	
			arter	individer	(H')	NQ11	ES100	(DI)	TK	AMBI		J
Skjærv 1 (Nærsonne)	2013	1	19	507	1,73	0,45	9,8	0,66		4,89	0,41	4,25
		2	15	307	2,22	0,46	11,1	0,44		4,58	0,57	3,91
		sum	24	814	1,96	0,47	10,5	0,56		4,78	0,43	4,58
		snitt	17	407	1,97	0,45	10,5	0,56		4,74	0,49	4,08
		nEQR			0,41	0,36	0,41	0,45				
Skjærv 2 (Overgangssone)	2013	1	97	1692	4,39	0,77	27,0	1,18		2,06	0,66	6,60
		2	96	1583	4,47	0,77	27,8	1,15		2,08	0,68	6,58
		sum	126	3275	4,49	0,78	27,6	1,16		2,07	0,64	6,98
		snitt	97	1638	4,43	0,77	27,4	1,16	0,60	2,07	0,67	6,59
		nEQR			0,76	0,75	0,72	0,15				
Skjervøy 2-09 (Overgangssone)	2009	2	69	518	4,51	0,75	32,0	0,66		2,41	0,74	6,11
		4	63	428	4,49	0,77	31,1	0,58		2,12	0,75	5,98
		sum	90	946	4,67	0,77	32,8	0,62		2,28	0,72	6,49
		snitt	66	473	4,50	0,76	31,6	0,62	0,66	2,27	0,74	6,04
		nEQR			0,77	0,74	0,77	0,38				
Skjærv 3 (Fjernsone)	2013	1	44	263	4,35	0,69	29,9	0,37		2,99	0,80	5,46
		2	35	154	4,41	0,74	28,7	0,14		2,15	0,86	5,13
		sum	53	417	4,64	0,71	30,9	0,27		2,69	0,81	5,73
		snitt	40	209	4,38	0,71	29,3	0,27		2,57	0,83	5,29
		nEQR			0,75	0,69	0,75	0,82				
Skjervøy 1-09 (Fjernsone)	2009	1	50	197	4,77	0,76	35,8	0,24		2,34	0,85	5,64
		3	51	264	4,47	0,74	33,3	0,37		2,50	0,79	5,67
		sum	67	461	4,75	0,75	34,2	0,31		2,44	0,78	6,07
		snitt	51	231	4,62	0,75	34,5	0,31	0,77	2,42	0,82	5,66
		nEQR			0,78	0,72	0,81	0,78				

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

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene/gruppene fra Indre Skjervøy i 2013 og 2009.

Skjærv 1	Antall		Kum.
	individer	%	%
<i>Capitella capitata</i>	536	65,8	65,8
<i>Thyasira sarsii</i>	94	11,5	77,4
<i>Pholoe assimilis</i>	49	6,0	83,4
<i>Exogone</i> sp.	41	5,0	88,5
<i>Ophryotrocha</i> sp.	23	2,8	91,3
<i>Prionospio steenstrupi</i>	22	2,7	94,0
<i>Pectinaria auricoma</i>	11	1,4	95,3
<i>Scoloplos armiger</i>	10	1,2	96,6
<i>Prionospio fallax</i>	5	0,6	97,2
<i>Ophelina acuminata</i>	4	0,5	97,7

Skjærv 2	Antall		Kum.
	individer	%	%
<i>Sabellides octocirrata</i>	456	13,9	13,9
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	426	13,0	26,9
<i>Chaetozone</i> sp.	421	12,9	39,8
<i>Pholoe baltica</i>	390	11,9	51,7
<i>Thyasira sarsii</i>	251	7,7	59,4
Sabellidae	153	4,7	64,0
<i>Labidoplax buskii</i>	144	4,4	68,4
<i>Diplocirrus glaucus</i>	98	3,0	71,4
<i>Thyasira equalis</i>	96	2,9	74,4
<i>Polydora</i> sp.	84	2,6	76,9

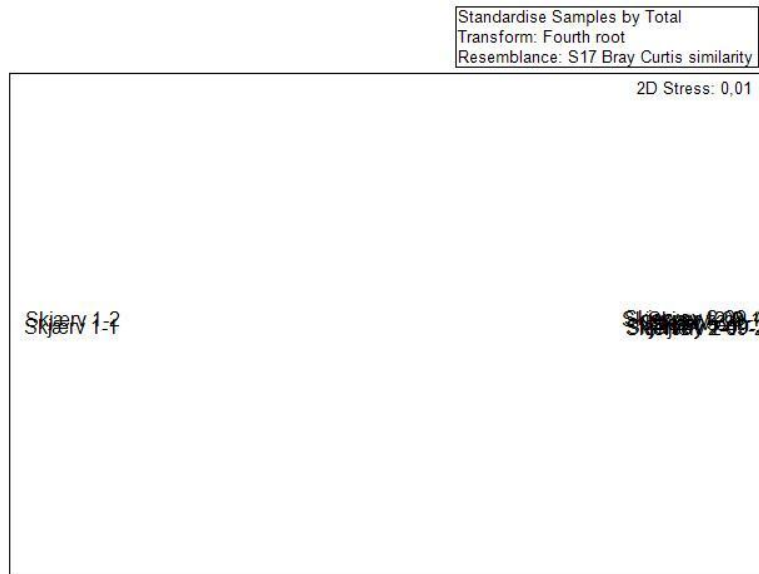
Skjervøy 2-09	Antall		Kum.
	individer	%	%
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	252	26,6	26,6
<i>Notomastus latericeus</i>	64	6,8	33,4
<i>Thyasira equalis</i>	52	5,5	38,9
<i>Polydora</i> sp.	43	4,5	43,4
<i>Aphelochaeta</i> sp.	43	4,5	48,0
Caudofoveata	43	4,5	52,5
Sipuncula	36	3,8	56,3
<i>Streblosoma intestinale</i>	32	3,4	59,7
Lumbrineridae	31	3,3	63,0
<i>Sabellides octocirrata</i>	29	3,1	66,1

Skjærv 3	Antall		Kum.
	individer	%	%
<i>Chaetozone</i> sp.	61	14,6	14,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	49	11,8	26,4
<i>Aphelochaeta</i> sp.	40	9,6	36,0
<i>Heteromastus filiformis</i>	26	6,2	42,2
<i>Diplocirrus glaucus</i>	20	4,8	47,0
Lumbrineridae	19	4,6	51,6
<i>Thyasira equalis</i>	19	4,6	56,1
Caudofoveata	18	4,3	60,4
<i>Labidoplax buskii</i>	15	3,6	64,0
<i>Amphilepis norvegica</i>	14	3,4	67,4

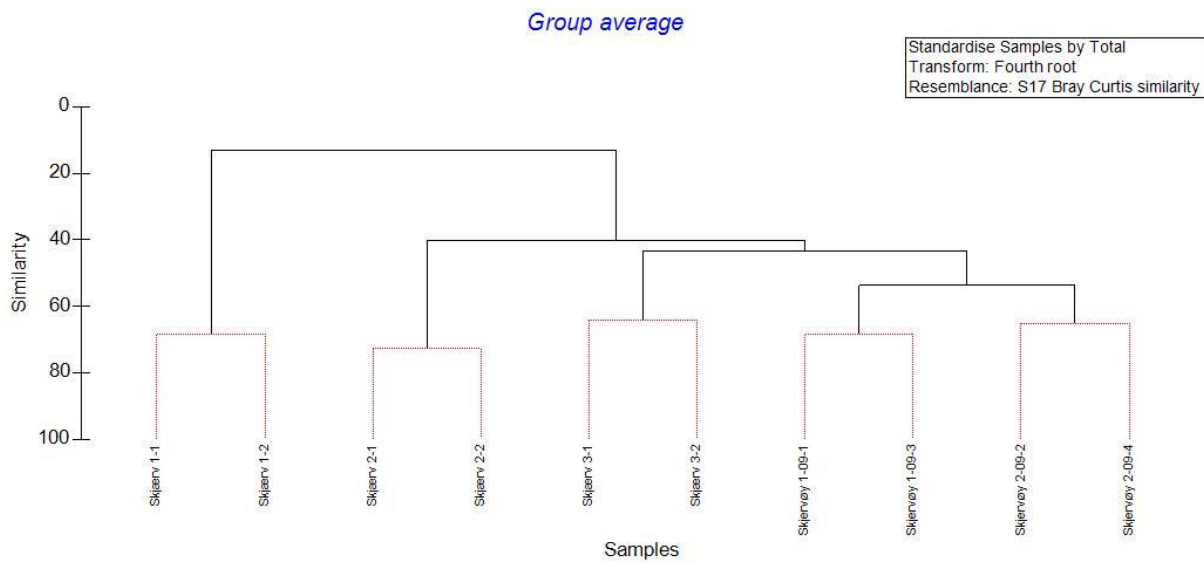
Skjervøy 1-09	Antall		Kum.
	individer	%	%
<i>Polydora</i> sp.	79	17,1	17,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	67	14,5	31,7
<i>Thyasira equalis</i>	34	7,4	39,0
Caudofoveata	30	6,5	45,6
<i>Yoldiella lucida</i>	15	3,3	48,8
<i>Thyasira sarsii</i>	14	3,0	51,8
<i>Abra nitida</i>	14	3,0	54,9
<i>Kelliella abyssicola</i>	14	3,0	57,9
<i>Amphilepis norvegica</i>	14	3,0	61,0
<i>Diplocirrus glaucus</i>	13	2,8	63,8
<i>Pista malmgreni</i>	13	2,8	66,6

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

SAM-Marin og Aqua Kompetanse



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



Figur 3.6: Cluster plot på hugg-nivå fra Indre Skjervøy i 2013 og 2009. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de undersøkte stasjonene.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av de marine miljøforholdene ved oppdrettslokaliteten Indre Skjervøy i Osen kommune, Sør-Trøndelag. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 20. desember 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 en noe redusert saltholdighet i de øvre vannmasser, noe man ofte finner i fjordområder. Nedover i dypet steg den opp mot en saltholdighet som omtales som rent oseanisk vann. Oksygennivået var høyt i de øvre vannmassene. Nedover i dypet sank nivået noe. Bunnvannet holdt 4,1 ml O₂/ liter, noe som gav tilstandsklasse II (God) etter klassifiseringen i tabell 2.2. Det er dermed ikke noe som tyder på stagnerende bunnvann og dårlige oksygenforhold i dette fjordområdet.

Kornfordelingsanalysen viste at sedimentet i nærsone var relativt grovkornet, da sandpartikler utgjorde mesteparten av sedimentet. I overgangssonen hadde man en jevn fordeling av sand-, silt-, og leirepartikler, mens man i fjernsonen hadde et finkornet sediment med nesten utelukkende leire og siltpartikler. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap indikerte et lavt nivå ved nærsone- og overgangsstasjonen, mens det indikerte et litt forhøyet nivå av organisk materiale ved fjernsonen.

Den kjemiske undersøkelsen av sedimentet viste lave nivå av sink og kobber. Fosfornivåene var også lave. Nivåene av total organisk karbon (TOC) var lave i nærsone (tilstandsklasse II - God), og høye i overgangssonen og fjernsonen, med nivåer i henholdsvis tilstandsklasse IV (Dårlig) og V (Svært Dårlig).

Bunndyrsanalysen viste at faunaen i nærsone bærer preg av organisk belastning, med få arter og dominans av forurensingsindikatoren *Capitella capitata* (66 %). MOM-klassifiseringen, som skal telle mest i nærsone og som tar høyde for noe påvirkning, gav imidlertid stasjonen miljøtilstand 2 (God). Ved overgangssonen er faunaen mer variert og

artsrik, og samtlige indekser havner i Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God) med unntak av tetthetsindeksen DI (V – Svært Dårlig). Det høye individantallet tyder på en del organisk påvirkning. MOM-klassifiseringen gir miljøtilstanden 1 (meget god). Siden 2009 har det vært en markant økning i individtetthet på stasjonen, selv om de biologiske indeksene ikke har endret seg mye. Ved fjernsonestasjonen havner diversitets- og ømfintlighetsindeksene i tilstandsklasse II (God), mens tetthetsindeksen DI havner i tilstandsklasse I (Svært god). Indeksene er relativt uforandret siden undersøkelsene i 2009, men artssammensetningen har endret seg en del.

Oppsummert tyder denne undersøkelsen på at de forskjellige påvirkningssonene mottar noe organisk tilførsel fra produksjonen ved oppdrettsanlegget. Dette understøttes av parameteren total organisk karbon og delvis av glødetapet. Påvirkningen er likevel av en slik størrelsesorden at den ikke preger bunnforholdene i særlig negativ grad. Dette understøttes av gode tilstander på faunaindeksene. Oksygenmålingen av dypvannet viser at det er tilstrekkelig oksygen til at normal nedbrytning ikke blir forhindret.

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, Linda B. Pedersen og Ragna Tveiten. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre, Lenka Nealova og Per Johannessen, 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.
- Arnkvern, G., Kristiansen, M., Hatlen, K., Johansen, P.O. 2010. Marin miljøundersøkelse ved Skjervøy i Osen kommune i 2009. SAM e-Rapport nr. 1-2010. 36 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).

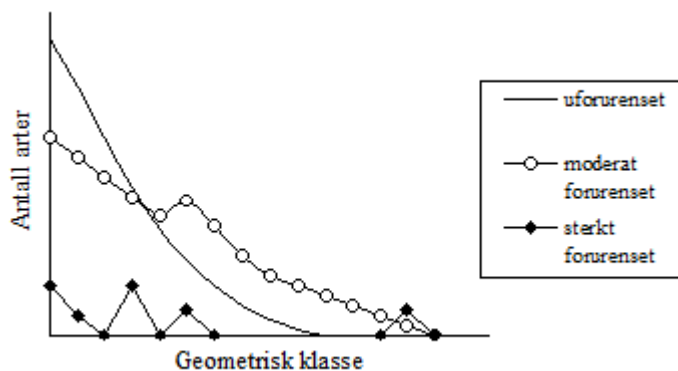
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes 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 topper og nullverdier (Figur v1)

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på de beregnede indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa Vanndirektoratet 2014, Tabell v2 og v3).

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2

**Figur v1.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Diversitet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der: $p_i = n_i/N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

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

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

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

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

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

Individtetthet

DI (Density Index) er beskrevet som:

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

Hvor abs står for absolutt tallverdi (negative verdier gjøres positive), og $N_{0,1\text{m}^2}$ 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 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 artsmangfold 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) 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
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 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 miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

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

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

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

p = totalt antall arter

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

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i

grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en “maksimal” projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

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

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

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

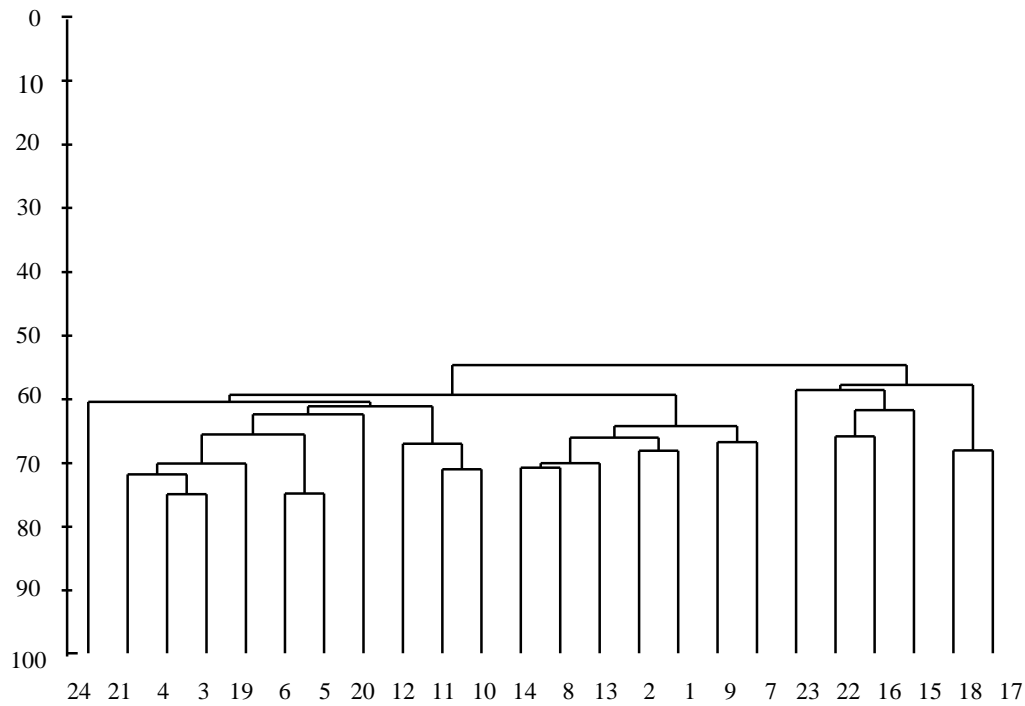
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

Dataprogrammer

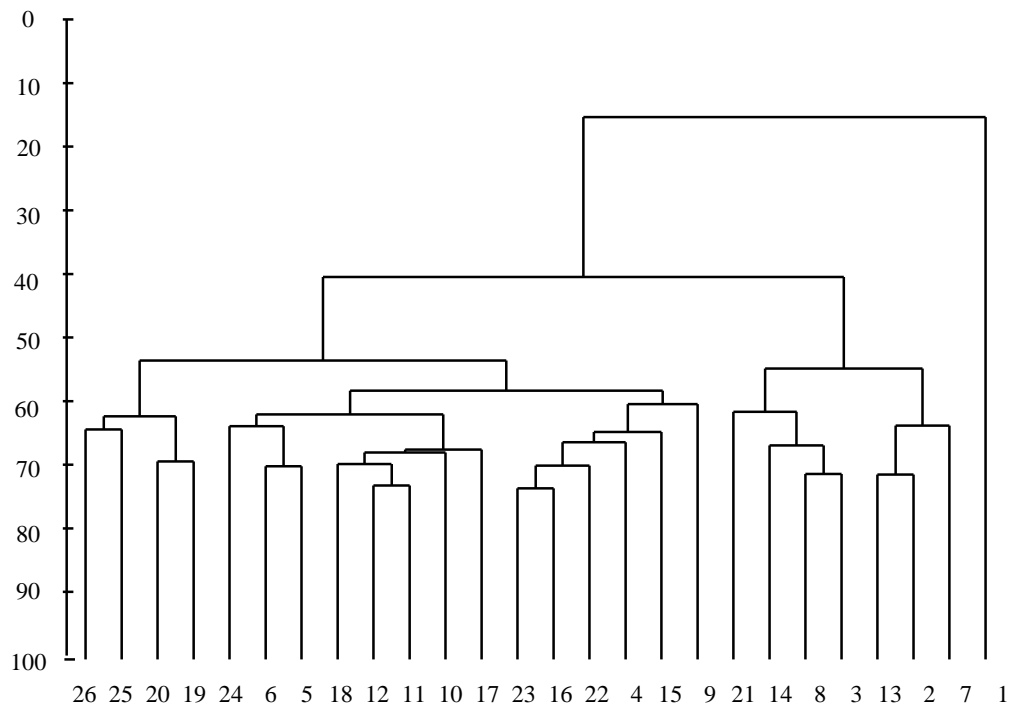
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “Diversi”. Dataprogram og makro er laget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

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

FAUNALIKHET

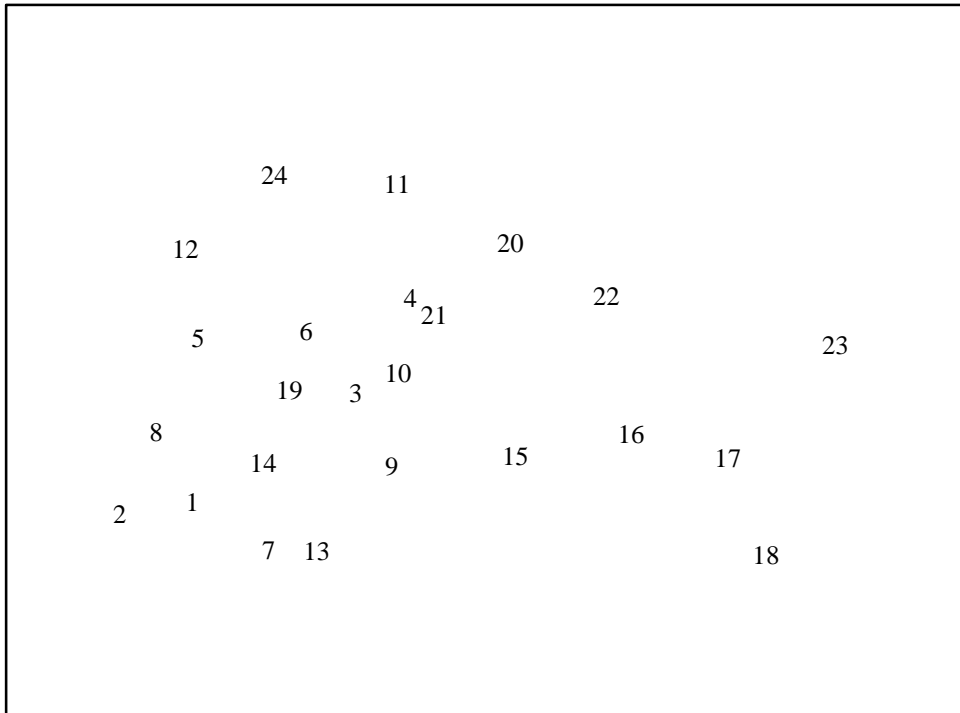


FAUNAFORSKJELL

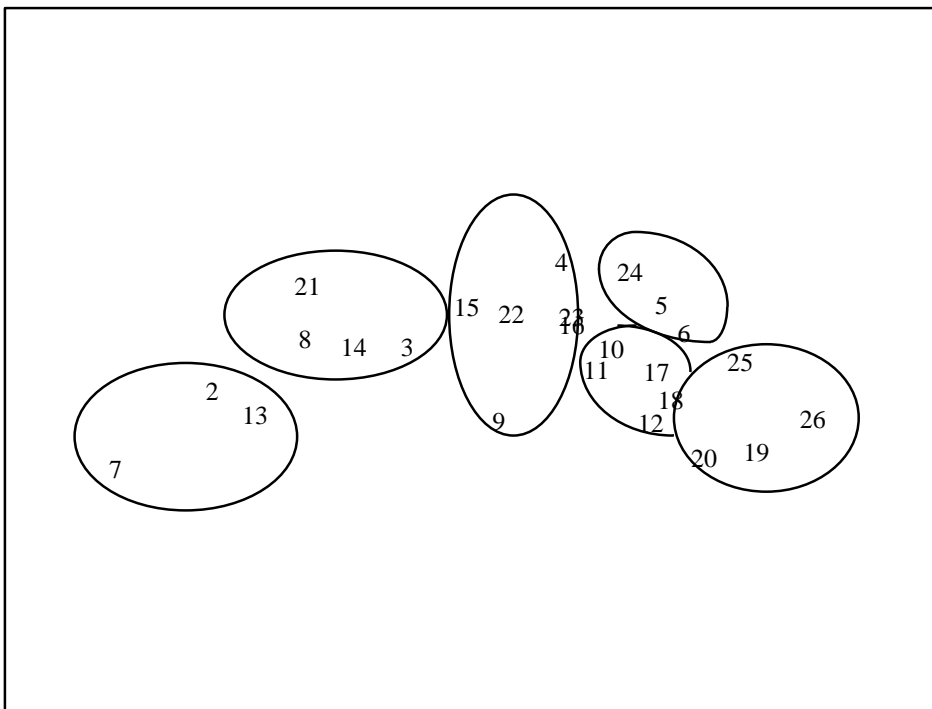


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon TA 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp*.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 003

SF505-Benthos Artsliste

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 03.06.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 03.06.2014 (Øydis Alme)



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.: 808241

Prøvetakingssted (område): Flatøyfjorden, Osen kommune, Sør-Trøndelag

Dato for prøvetaking: 20.12.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Per Johannessen, Frøydis Lygre, Lenka Nealova

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 5 sider.

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

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

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/5 Arter	Stasjon Dato Dyp Hugg	Skjærv 1	Skjærv 1	Skjærv 2	Skjærv 2	Skjærv 3	Skjærv 3
		20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13
		133 m	133 m	164 m	164 m	180 m	180 m
		1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.		+					
* ANTHOZOA							
Virgularia mirabilis						1	
Cerianthus lloydii				0/1	0/1		
Edwardsia sp.					3		
Actinidae						1	
* NEMERTEA indet.			1	9	3	5	15
* NEMATODA indet.		ca. 30	ca. 20	ca. 20	ca. 20		
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii		1		190/37	153/46	31	18
Aphrodita aculeata					1		
Polynoidae				0/1			
Eunoe nodosa						0/1	
Harmothoe glabra				1			
Pholoe assimilis		34	15				
Pholoe baltica			1	14/188	18/170	5	
Pholoe pallida				1		1	
Leanira hystricis						1	
Neoleanira tetragona				1			
Paranaitis wahlbergi					5		
Phyllodoce groenlandica				1	1/1		
Phyllodoce mucosa		2		4	0/1		
Sige fusigera					4	4	
Eteone sp.			1	7	14		1
Gyptis rosea				0/1			
Nereimyra woodsholea				2/1			
Ophiodromus flexuosus					1	1/3	1
Syllidae			1	8	4		
Exogone sp.		17	24	3	4		3
Ceratocephale loveni				1		4	7
Nephtys ciliata					2		
Nephtys hombergii				0/1			
Nephtys hystricis						1	0/1
Nephtys longosetosa		1					
Nephtys paradoxa					2	4	1
Sphaerodorum flavum				4	1		
Glycera alba				1			
Glycera lapidum					1		
Goniada maculata				4/3	4/1		1
Nothria conchylega					1		
Paradiopatra quadricuspis					6	1	1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/5	Stasjon	Skjærv 1	Skjærv 1	Skjærv 2	Skjærv 2	Skjærv 3	Skjærv 3
	Dato	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13
	Dyp	133 m	133 m	164 m	164 m	180 m	180 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
Lumbrineridae				27	24	13	6
Drilonereis filum				2		2	2
Ophryotrocha sp.		11	12				
Orbinia sp.				1	2		
Phylo kupfferi						2	2
Scoloplos armiger		4	6	2			
Laonice sarsi				2/1	2		
Malacoceros fuliginosus		1					
Polydora sp.				62	22	9	
Prionospio steenstrupi		11	11				
Prionospio cirrifer		2	1	3	3		1
Prionospio fallax			5				
Prionospio dubia				1			
Scolecopsis korsunovi		1		6	8/2		
Spiophanes kroyeri					1		2
Apistobrancheus tullbergi						1	
Spiophanes wigleyi				1	7		
Poecilochaetus serpens				1			
Spiochaetopterus bergensis							+
Aricidea catherinae					1		
Levinsenia gracilis						1	2
Paradoneis sp.		1		1			
Aphelochaeta sp.						24	16
Caulerella killariensis				26	23		
Chaetozone sp.				207	214	61	
Brada villosa				5	7		
Diplocirrus glaucus				42/13	33/10	7	13
Flabelligera cf. infundibularis					1		
Pherusa falcata					1		
Ophelina acuminata		1	3				
Lipobrancheus jeffreysii				1/2	10/1		
Scalibregma inflatum				4	2		
Capitella capitata		358	178		1		
Heteromastus filiformis		1		5	5	11	15
Notomastus latericeus				29	23		
Heteroclymene robusta				0/1	0/3		
Praxillella gracilis						2	
Praxillella praetermissa				2			
Praxillella affinis				1/1			
Lumbriclymene cylindrica				1			
Asychis biceps				1	1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 3/5 Arter	Stasjon	Skjærv 1	Skjærv 1	Skjærv 2	Skjærv 2	Skjærv 3	Skjærv 3
	Dato	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13
	Dyp	133 m	133 m	164 m	164 m	180 m	180 m
	Hugg	1	2	1	2	1	2
Rhodine gracilior					3	4	1
Maldanidae					0/2	5	6
Owenia borealis				0/4	2		
Galathowenia oculata				1	1		
Pectinaria auricoma		7	4	9	7	2	1
Lagis koreni			2	5	3	3	1
Ampharete falcata				10	8		
Sabellides octocirrata				274/2	165/15	1	
Anobothrus sp.				6	0		
Mugga wahrbergi				2	1		
Amythasides macroglossus					3		
Eclysippe vanelli					1		
Sosanopsis wireni				10/1	9		
Melinna cristata				2/2	2/4	5	
Melinna albicincta				1	1		
Melinna elisabethae					2		
Pista cristata				2	0/2	1/1	6
Streblosoma bairdi						1	
Streblosoma intestinale					0/8		
Polycirrus norvegicus				1/2	2/2		
Polycirrus plumosus				4			
Polycirrus sp.						1	
Amaeana trilobata				4	2		
Trichobranthus roseus				21	22/3	1	2
Terebellides stroemii				4	4	7	1
Sabellidae				78	75		
Euchone sp.				1			
* HIRUDINEA				1			
SIPUNCULA							
Phascolion strombus				1		1	
CRUSTACEA							
* Calanus finmarchicus						1	
* Bradyidius sp.				1			
* Cumacea				1			
Eudorella truncatula				2	1		
Diastylis cornuta					1		
Diastylodes biplicatus				1			
* Tanaidacea				4	1		1
* Gnathia sp.				2			
Munnidae				4	2		
* Amphipoda		3	4	7	14		2

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 4/5	Stasjon	Skjærv 1	Skjærv 1	Skjærv 2	Skjærv 2	Skjærv 3	Skjærv 3
		Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato
Arter	Dyp	133 m	133 m	164 m	164 m	180 m	180 m
	Hugg	1	2	1	2	1	2
* Paguridae			0/1				
* PYCNOGONIDA					1		
MOLLUSCA							
Caudofoveata				24	15	9	9
Euspira pallida				1	1		
Euspira montagui				2	1/1		0/1
Retusa umbilicata				1			
Philine quadrata				2/1	0/2		
Philine scabra		0/2		1/1	4/1		
Yoldiella lucida				1		1	
Yoldiella philippiana				1	1		
* Mytilidae		0/1					
Bathyarca pectunculoides					0/1		
Delectopecten vitreus				0/13	0/1		
Palliolum sp.				0/1	0/1		
Myrtea spinifera				1/2	0/3		
Thyasira flexuosa				2	2		
Thyasira obsoleta				4/1	10/1		
Thyasira sarsii		46/5	37/6	70/29	92/60	1/1	0/4
Thyasira equalis				33/3	56/4	7/4	5/3
Axinulus croulinensis				0/1			
Mendicula ferruginosa				8/2	5		
Adontorhina similis				12	2	2	
Tellimya ferruginosa				1	1		
Astarte sulcata					0/1		
Parvicardium minimum					1		
Abra nitida				0/2	0/1		
Antalis agilis						1	1
Antalis entalis				1	1		
Antalis occidentalis				0/1			1
* BRYOZOA							
* Bryozoa indet grenet			+				
ECHINODERMATA							
Astropecten irregularis				0/1			
Ctenodiscus crispatus					0/1		
Ophiopholis aculeata				0/1			
Amphipholis squamata				3/9	4/5		
Amphiura chiajei					2/1		
Amphiura filiformis					0/1		1
Amphilepis norvegica					3/1	4/1	6/3
Ophiura carnea				0/2	4/1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 5/5	Stasjon	Skjærv 1	Skjærv 1	Skjærv 2	Skjærv 2	Skjærv 3	Skjærv 3
	Dato	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13	20.12.13
	Dyp	133 m	133 m	164 m	164 m	180 m	180 m
	Arter	Hugg	1	2	1	2	1
Gracilechinus acutus				0/1			
Echinocardium flavescens		0/1		2	3/5		0/1
Labidoplax buskii				66	78	7	8
ENTEROPNEUSTA				5			
* VARIA		+			+		

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometrisk klasse	Skjærv 1	Skjærv 2	Skjervøy 2-09	Skjærv 3	Skjervøy 1-09
I	10	38	35	18	27
II	4	27	20	10	14
III	2	25	14	10	13
IV	2	14	8	7	9
V	2	7	5	5	1
VI	2	5	6	3	1
VII	1	3	1	0	2
VIII	0	3	1	0	0
IX	0	4	0	0	0
X	1	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0

Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi



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

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-14-MX-000240-01



EUNOBE-00009093

Prøvemottak: 16.01.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 16.01.2014-29.01.2014
Referanse: 808241/7/14

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1100	mg/kg lv	a) 1000	mg/kg lv	a) 1200	mg/kg lv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 33	mg/kg lv	a) 25	mg/kg lv	a) 39	mg/kg lv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 65	mg/kg lv	a) 67	mg/kg lv	a) 120	mg/kg lv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 3	mg/g lv	a) 24	mg/g lv	a) 50	mg/g lv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 54.1	% (w/w)	a) 50.9	% (w/w)	a) 33.5	% (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 29.01.2014

Helene L. Botnevik

Helene Lillethun Botnevik

ASM Kundesupport Bergen

Teignforklaring:

* : (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 måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 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		
Kunde: Uni Research AS Att: Øydis Alme Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		RAPPORT Sedimentanalyser		
		Ordre nr.:	Antall sider + bilag:	
		54078	2	
		Rapport referanse:	Dato:	
		KR-18713	29.04.2014	
Rev. nr.	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:	Ansvarlig signatur:	
0	808241 / 11/14	Eli Ellingsen	Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 01.04.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Skjærv 1	Skjærv 2	Skjærv 3		
Parameter	Enhet	Ana. dato	KG-000456	KG-000457	KG-000458		
TOM (550 °C)	%	15.04.14	5,27	7,53	14,90		

Kornfordeling

Analysedato: 11.04.2014

Skjærv 1	KG-000456	Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
		2000	-1	0,09	1,0	1,0	MdΦ	Silt og leire	19,5
		1000	0	0,19	2,1	3,1	3,08	Sand	79,5
		500	1	0,31	3,5	6,5		Grus	1,0
		355	1,5	0,44	4,8	11,4	SdΦ		
		250	2	0,77	8,5	19,8	1,71		
		180	2,5	1,04	11,4	31,3			
		125	3	1,48	16,3	47,6	SkΦ		
		90	3,5	1,33	14,6	62,2	0,16		
		63	4	1,66	18,3	80,5			
<63			8	1,77	19,5	100,0	KΦ		
				9,09	100,0		1,62		

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.



Skjærv 2		KG-000457							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,02	0,2	0,2	MdΦ	Silt og leire		43,8	
1000	0	0,06	0,7	1,0	3,77	Sand		55,9	
500	1	0,25	3,1	4,1		Grus		0,2	
355	1,5	0,25	3,1	7,2	SdΦ				
250	2	0,47	5,8	12,9	2,05				
180	2,5	0,59	7,2	20,2					
125	3	0,93	11,4	31,6	SkΦ				
90	3,5	0,89	10,9	42,5	0,23				
63	4	1,12	13,7	56,2					
<63	8	3,57	43,8	100,0	KΦ				
		8,16	100,0		0,87				

Skjærv 3		KG-000458							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire		93,5	
1000	0	0,01	0,2	0,2	5,86	Sand		6,5	
500	1	0,01	0,2	0,4		Grus		0,0	
355	1,5	0,02	0,3	0,8	SdΦ				
250	2	0,02	0,3	1,1	1,34				
180	2,5	0,02	0,3	1,5					
125	3	0,08	1,4	2,9	SkΦ				
90	3,5	0,06	1,0	3,9	-0,03				
63	4	0,15	2,6	6,5					
<63	8	5,37	93,5	100,0	KΦ				
		5,74	100,0		0,78				

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 Hørest Midt*
 Lokaltitet: *Indre Skjervøy*
 Lokaltitetstype: *Maralt fisk*

Dato: *20.12.13*
 Lokaltitetsnr: *12599*

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr			Indeks
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
I	Tilstand (Gruppe I)					
II	pH	verdi	<i>7.73</i>	<i>7.78</i>	<i>7.90</i>	
	E _h (mv)	verdi	<i>13</i>	<i>148</i>	<i>120</i>	
		+ ref. verdi	<i>233</i>	<i>368</i>	<i>340</i>	
	pH/E _h	fra figur	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
	Tilstand, prøve		<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	
	Tilstand, gruppe II					
	Buffer temp:	<i>6.4°C</i>	Temp sjø:	<i>6.2°C</i>	Temp sediment:	<i>6.7°C</i>
	pH sjø:	<i>8.72</i>	Eh sjø:	<i>260</i>	Ref. elektrode:	<i>220</i>
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):	<i>20.12.13 Veridian</i>				
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
	Farge	Lys/Grå = 0	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
		Brun/Sort = 2				
	Lukt	Ingen = 0	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
		Noe = 2				
		Sterk = 4				
	Konsistens	Fast = 0			<i>0</i>	
		Myk = 2	<i>2</i>	<i>2</i>		
		Løs = 4				
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0				
1/4 ≤ v < 3/4 = 1				<i>1</i>		
v ≥ 3/4 = 2		<i>2</i>	<i>2</i>			
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>		
	2 - 8 cm = 1					
	t ≥ 8 cm = 2					
	SUM		<i>4</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	
	Korrigert sum (*0,22)	<i>0.88</i>	<i>0.88</i>	<i>0.22</i>		
	Tilstand prøve		<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	
	Tilstand gruppe III					
	Middelverdi gruppe II og III					
	Tilstand gruppe II og III					
	pH/Eh		Tilstand			
	Korr. sum		Gruppe I	Gruppe II og III	Lokaltitetstilstand	
	Indeks		A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	
	Middelverdi		4	1, 2, 3	1, 2, 3	
	< 1,1	1	4	4	4	
	1,1 - < 2,1	2				
	2,1 - < 3,1	3				
	≥ 3,1	4				
			LOKALTETSTILSTAND			

Korrekturlest: *0301.14*
 dato

[Signature]
 Sign.

[Signature]
 Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest Midt
 Lokaltet: Indre Skjervøy
 Lokaltetstype: Matfisk

Dato: 20.12.13
 Lokaltetsnr: 12599

Prøvetakssteds (nr)		Stasjon 3	Stasjon 2-13	Stasjon 1-13					
Dyp (m)		180	164	133					
Antall forsøk		1	1	1					
Bobling (i prøve)									
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand			2					
	Sand		1	3					
	Mudder								
	Silt	5	4						
	Leire								
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall		None							
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall		None							
Børstemark, antall		Many	Many	Many					
Andre dyr, antall									
Malacoceros fuliginosa									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest: 03.01.14
 dato

Willy Stan
 Sign.

Alex Simm
 Sign.