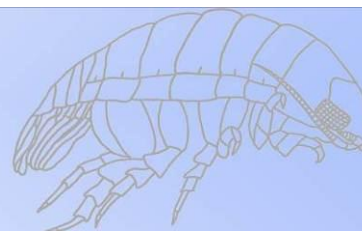


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



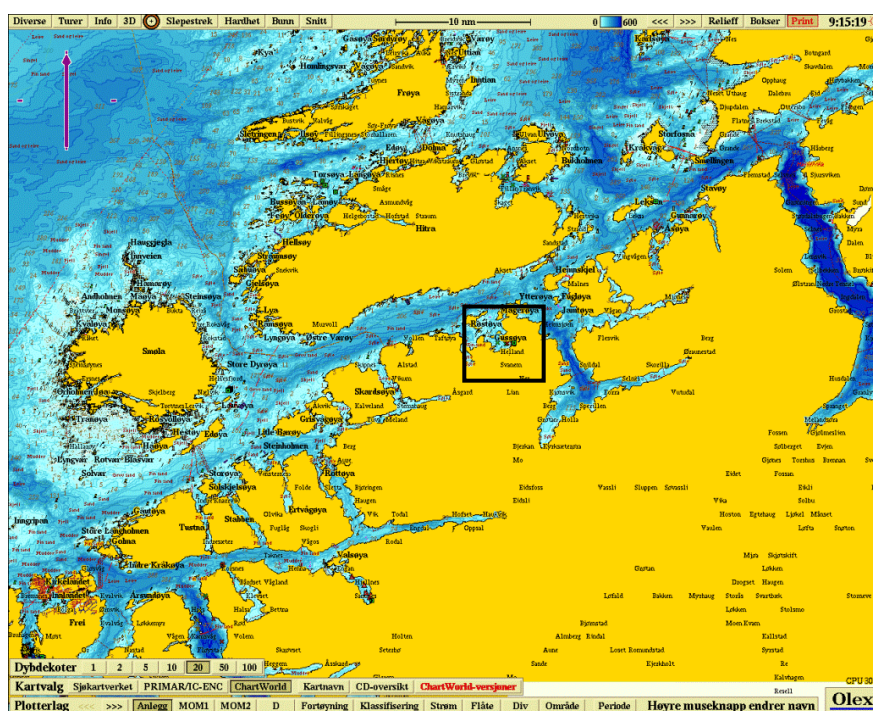
e-rapport nr: 45 – 2013



MOM-C undersøkelse ved Belsvik Settefiskanlegg i Belsvikfjorden, Hemne kommune, mai 2013

Vidar Strøm

Silje Hadler-Jacobsen

Per-Otto Johansen



	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 ved Belsvik Settefiskanlegg i Belsvikfjorden, Hemne kommune, mai 2013	Dato: Feltdato: 07.05.2013 Rapport: 11.12.13
	Antall sider og bilag: 43
Forfatter(e): Vidar Strøm, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vidar Strøm Prosjektnummer: 807536

Oppdragsgiver: Leroy Midnor AS	Tilgjengelighet: Åpen
--------------------------------	-----------------------

<p>Abstract:</p> <p>On assignment from Leroy Midnor AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-Marin, was hired to investigate the marine recipient by the fish farm Belsvik Settefisk, located in Hemne, 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; Belsvik 1, which is located in the remote zone, Belsvik 3, which is located in the transition zone, and Belsvik 2, which lies in the near zone of the farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution Control Authority (KLIF). The results show that the levels of copper and zinc were low at all stations. The phosphorus levels were also low at all stations. The total organic carbon (TOC) showed high levels (classification V 'Very bad') at Belsvik1-13 and 3-13, and classification II 'Moderate' at Belsvik 2. However, the organic content expressed as % volatile total solids indicated a low organic content at all three stations. The sample of sediment from the near zone station consisted mostly of particles in the sand category, while the sample of sediment from Belsvik 3 and 1 consisted mainly of particles in the silt and clay category. The hydrographical measurements show that the bottom water at Belsvik 1 had a very low oxygen concentration, which gave the classification V 'Very bad', according to Molvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed good conditions at Belsvik 2 and 3, while the conditions at Belsvik 1 were bad.</p>
--

Keywords: Fish farm Recipient MOM-C Benthos Sediment Belsvik	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient MOM-C Bunndyr Sediment Belsvik	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 45-2013
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	9.10.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	07.05.2013	<i>Vidar Strøm</i>

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, gløderest, korfordeling, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Aqua Kompetanse; Nasir El Shaikh og Vidar Strøm

Sortering av sediment utført av: Ingrida Petaruskaite, Ragna Tveiten og Øydis Alme, SAM-Marin.

Identifikasjon av marin fauna utført av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad; SAM-Marin

Rapportering utført av: Vidar Strøm, Silje Hadler-Jacobsen og Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Belsvik Settefisks anleggsbåt

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse og Eurofins Umwelt Ost GmbH.

Freiberg akkrediteringsnummer Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: Cu, P, Zn, TOC og tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS akkrediteringsnummer Test 032

Akkreditert: TOM og kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Bunndyr	9
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment	14
3.3 Kjemi	16
3.4 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	22
5 TAKK	23
6 LITTERATUR	24
7 VEDLEGG	25
Generell vedleggsdel	25
Generelt	25
Geometriske klasser	25
Univariate metoder	26
Ømfintlighet	27
Sammensatte indekser	27
Referansetilstand og klassegrenser.....	27
Multivariate analyser.....	28
Dataprogrammer.....	29
Litteratur til Generelt Vedlegg	32
Vedlegg 1. Artsliste	33
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	38
Vedleggstabell 3. Analysebevis	39
Kjemi: Eurofins Norsk Miljøanalyse	39
Geologi og TOM: MoLab AS	40
Vedlegg 4. MOMB-parametre	42

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved resipienten til Belsvik settefisk, Hemne kommune. Anlegget eies av Lerøy Midnor AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 7. mai 2013.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i resipienten til settefiskanlegget. 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 (KLIF) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet 2009) 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 Lerøy Midnor AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

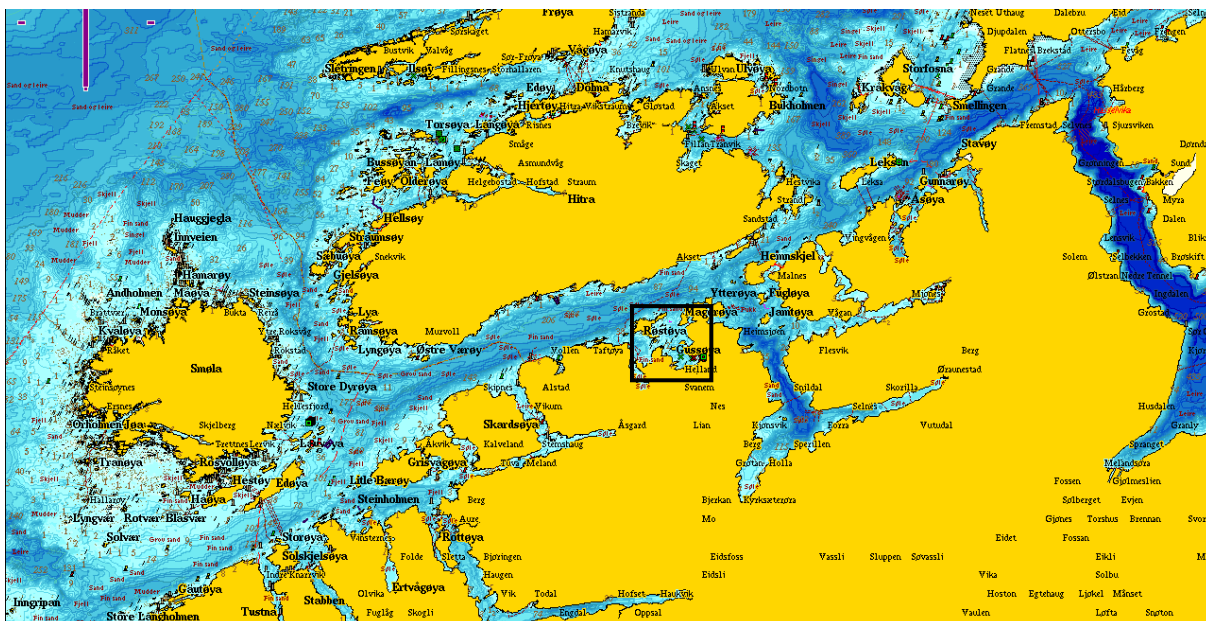
Undersøkellesområdet ligger innerst i Belsvikfjorden i Hemne kommune i Sør-Trøndelag (se figur 2.1 og 2.2). Området ligger innenfor en terskel med saltdyp på 36 meters dybde. Bassenget innenfor terskelen kalles Røstkvervet og er 84 meter på det dypeste. Innenfor dette bassenget ligger utslippet til settefiskanlegget. Dette området kalles Belsvikleiret. Settefiskanlegget ble utbygd og utvidet i årene 2012-2013, og i forbindelse med dette ble det lagt ny utslippsledning som går lenger ut i bukta enn den gamle utslippsledningen gjorde. I figur 2.2 er både det gamle og det nye utslippet vist på kartet. Det nye utslippet var ikke tatt i bruk da denne undersøkelsen fant sted. Både Røstkvervet og Belsvikleiret ble undersøkt etter MOM C-metodikken også i 2008.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

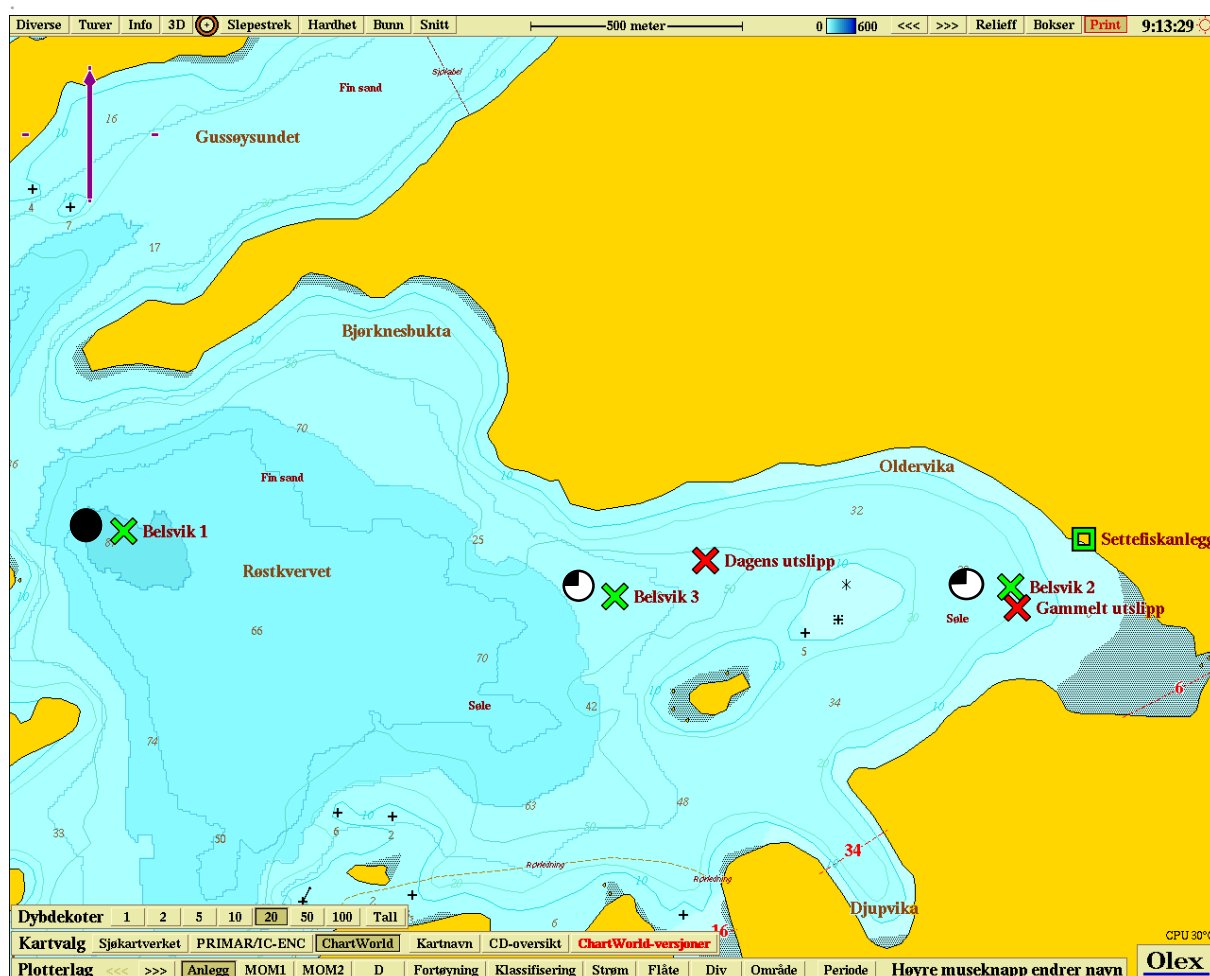
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til Belsvik Settefisk AS den 7. mai 2013. Den dypeste stasjonen, Belsvik 1, ble tatt på samme kartkoordinat som ved forrige undersøkelse i 2008. Denne stasjonen ligger på det dypeste punktet i bassenget innenfor terskelen, og er definert som fjernsone. Dette bassenget kalles Røstkvervet. Nærsonestasjonen Belsvik 2 ligger nærmest anlegget, på Belsvikleiret. Denne stasjonen ble opprinnelig lagt her i 2008, ved det gamle utslippspunktet. Da det på undersøkelsestidspunktet akkurat var startet opp drift på anlegget, og det nye utslippet knapt var tatt i bruk, valgte vi å videreføre denne plasseringen for å kunne sammenlikne med prøvene fra 2008. Denne stasjonen måtte imidlertid flyttes litt i forhold til 2008 for å gå klar av noen bryggefortøyninger som har kommet til. Belsvik 3 er tatt mellom Belsvik 1 og 2, og er en ny overgangssonestasjon.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved den dypeste stasjonen i Røstkvervet på feltdagen 7. mai 2013. Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land, og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. All data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart for undersøkelsesområdet ved Belsvik. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Belsvik Settefisk. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Detaljsskisse over undersøkelsesområdet ved 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 i Belsvikfjorden. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en 0,1 m² Van Veen-grabb (full grabb 16,3 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Belsvik 1 7. mai, 2013	Belsvikfjorden 63° 24,947'N 08° 58,349'Ø	84	1	9,5	Silt og skjellsand, mørk overflatefarge. Noe lukt. Uttak til faunaprøver.
			2	14,0	Silt og skjellsand, mørk overflatefarge. Noe lukt. Uttak til faunaprøver.
			3	-	Silt og skjellsand, mørk overflatefarge. Noe lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Belsvik 2 7. mai, 2013	Belsvikfjorden 63° 24,877'N 09° 00,872'Ø	24	1	16,3	Leire, lysegrå farge. Normal lukt. Slangestjerner, børstemark, skjell, sjømus. Uttak til kjemi og geologi.
			2	5,4	Leire, lysegrå farge. Normal lukt. Børstemark, skjell, pigghuder. Uttak til faunaprøver.
			3	5,4	Leire, noen store steiner. Lysegrå farge. Normal lukt. Skjell og sjømus. Uttak til faunaprøve.
Belsvik 3 7. mai, 2013	Belsvikfjorden 63° 24,864'N 08° 59,747'Ø	29	1	16,3	Silt, litt mudder. Lysegrå farge. Normal lukt. Børstemark, pigghuder, og skjell. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Silt, lysegrå farge. Normal lukt. Børstemark og pigghud. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Silt, lysegrå farge. Normal lukt. 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 fordi 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 (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra ett av huggene ved hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse 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 parametere som inngår i KLIF's 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.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i 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 vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i

henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte Miljødirektoratets (KLIF) veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.2). 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 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktorat-gruppen Vanddirektivet 2009. 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'), snitt	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H'), sum	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500	

*Omregningsfaktoren til mgO₂/l er 1,42

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

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

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

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Det har vært drevet settefiskproduksjon ved Belsvik tidligere, men produksjonen ved nåværende Belsvik Settefisk startet i 2013. Anlegget er nybygd, og har per i dag en konsesjon på 1120 tonn eller 14 mill smolt ved 80 gram settefisk. Anlegget er et fullstendig resirkuleringsanlegg, med rensing på avløpsvann. Anlegget har ett utslippspunkt til Belsvikfjorden (figur 2.2).

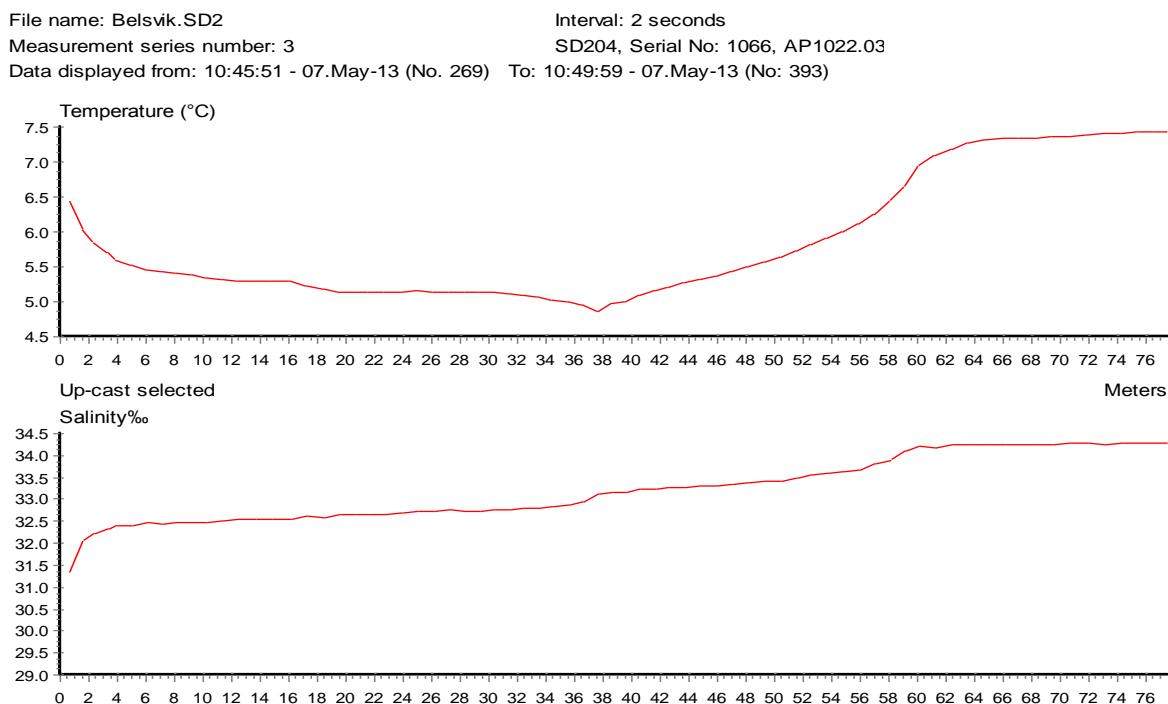
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon i tonn på anlegget det siste året:

	<i>Utfôret mengde</i>	<i>Produisert mengde</i>
Siste år	Ca 98 tonn	Ca 126 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

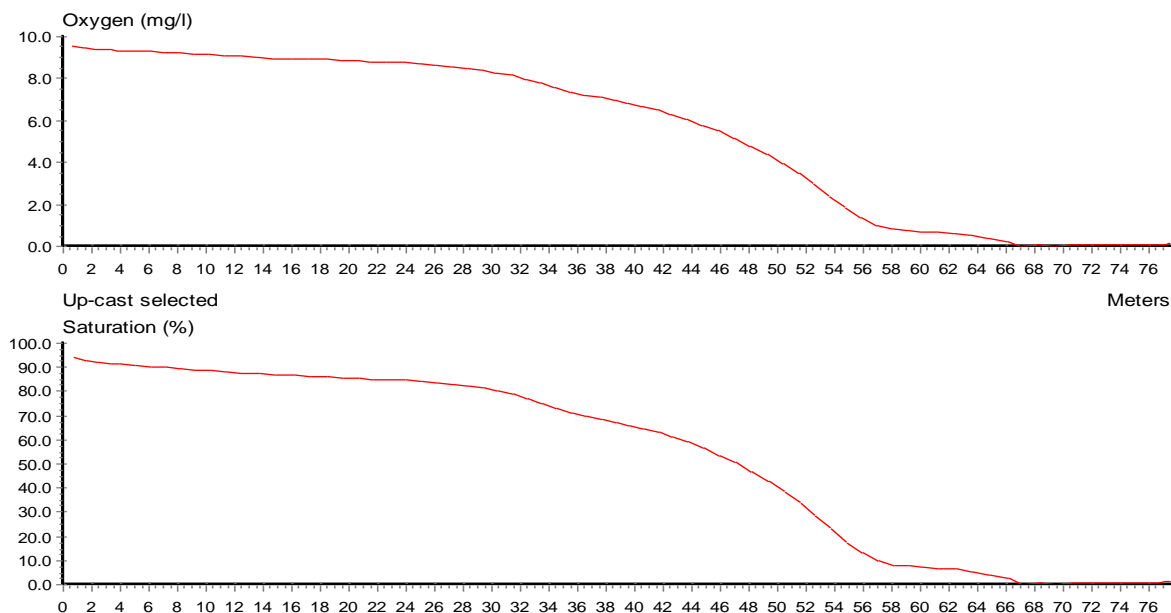
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen ved den dypeste stasjonen (Belsvik 1). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1-3.2.



Figur 3.1: Sjøtemperatur (°C) og saltholdighet (‰) fra overflaten og ned til 77 meters dyp på stasjon Belsvik 1 den 7. mai 2013.

Sjøtemperaturen ved stasjon Belsvik 1 var på undersøkelsestidspunktet tett oppunder 6,5 °C ved overflaten. Saltholdigheten var 32,0 ‰ helt i overflaten, men på 5 meters dybde er den steget til 32,5 ‰ mens sjøvannet her holder 5,5 °C. Videre nedover i dypet avtar temperaturen gradvis, mens saltholdigheten øker gradvis. Ved 38 meters dyp når sjøtemperaturen sitt minimum på 4,8 °C, deretter øker den med økende dybde. På 60 meters dyp flater temperaturen ut på 7,0 °C, men øker noe mer til 7,4 °C i bunnvannet. Saltholdigheten er 34,3 ‰ i bunnvannet, noe som er en normal saltholdighet for oseanisk vann.

File name: Belsvik.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 1066, AP1022.03
 Data displayed from: 10:45:51 - 07.May-13 (No. 269) To: 10:49:59 - 07.May-13 (No: 393)



Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 77 meters dyp på stasjon Belsvik 1 den 7. mai 2013.

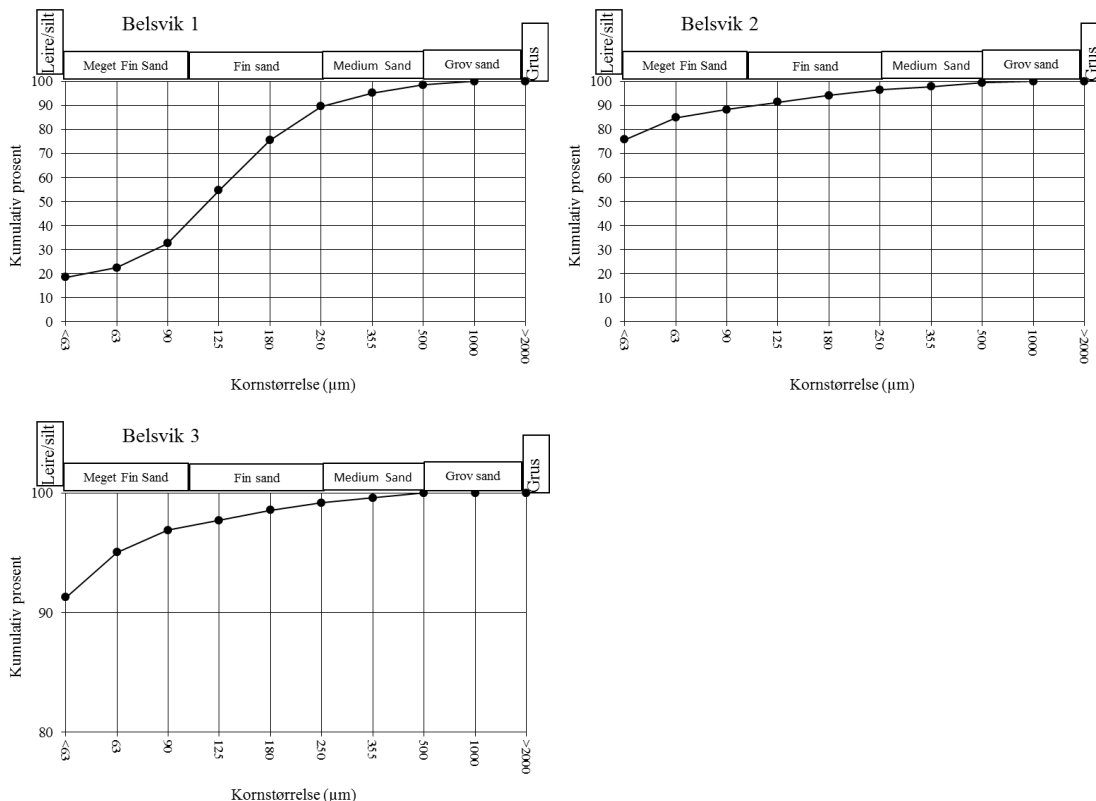
Oksygenivået er høyt i øvre del av vannsøylen. Ved overflaten er konsentrasjonen av oksygen 9,45 mg O₂/liter sjøvann, mens metningen er 92 %. Nivået holder seg høyt ned til cirka 50 meters dybde, hvor oksygenet begynner å avta raskere med økende dybde. Ved 58 meters dyp er konsentrasjonen helt ned på 1,0 mg O₂/liter, mens metningen er 8 %. Videre nedover i dypet mot bunnen, har man tilnærmet total oksygen svikt da konsentrasjonen er ned på 0,1 mg/liter. Omregnet til ml/liter, gir denne konsentrasjonen 0,07 ml/liter, og svarer til tilstanden V 'Meget dårlig' etter klassifiseringen i Molvær et al., 97. Sammenliknet med undersøkelsen fra september i år 2008 ved samme stasjon (se SAM-rapport nr 2-2009), hadde man også den gang svært lave oksygenivåer i bunnvannet. Bunnvannet hadde i mai 2013 likevel et litt lavere nivå enn det hadde i september 2008.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Belsvik er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.3.

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

Stasjon	Dyp (m)	Org. innhold (% TOM)	Median diam. MDΦ	Klassifisering	Kornstørrelsesfordeling (%)			Standardavvik SDΦ	Skjevhet SkΦ	Kurtose KΦ
					Silt og leire	Sand	Grus			
Belsvik 1	84	11.7	2.61	Fin sand	18.5	81.5	0.0	1.61	0.41	1.77
Belsvik 2	24	5.7	5.36	Silt og leire	75.8	24.2	0.0	1.80	-0.10	0.92
Belsvik 3	29	15.1	5.81	Silt og leire	91.3	8.7	0.0	1.39	-0.04	0.80



Figur 3.3: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Belsvik, mai 2013.

Ved fjernsonestasjonen Belsvik 1, dominerte sand og utgjorde 81,5 % av sedimentet. De resterende 18,5 % bestod av silt og leire. Det organiske innholdet, målt som % TOM, var på 11,7 % og innenfor det en karakteriserer som normalt for norske fjorder.

Ved overgangssonestasjonen Belsvik 3 hadde man et finkornet sediment der fraksjonen silt og leire utgjorde 91,3 %. Det resterende 8,7 % besto av sand. Det organiske innholdet var på 15,1 %. Dette er å betrakte som en moderat mengde organisk innhold.

Ved nærsone stasjonen Belsvik 2- dominerte kategorien silt og leire, og utgjorde 75,8 %. Her var det organiske innholdet lavt (5,7 %).

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Den målte verdien av TOC normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs, slik at for data fra lokaliteter som ligger inne i fjorder, må man ha dette i tankene (Aure *et. al*, 1993).

Nivået av sink og kobber var lavt ved alle tre stasjonene og gav tilstandsklasse I 'Meget god' for begge parametere, med unntak av Belsvik 3 som fikk tilstand II 'God' på kobber. Nivået av fosfor var lavt ved alle tre undersøkte stasjoner. Det organiske innholdet, målt som total organisk karbon, var høyt ved stasjonene Belsvik 1 og 3 (TK V 'Svært dårlig') og moderat ved Belsvik 2 (TK III, 'Moderat').

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

Stasjon	Dyp	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TK TS	Kobber TK mg/kg TS	Totalt organisk karbon mg/kg	Normalisert TK TOC mg/g	Tørrstoff (TS) %			
Belsvik 1	84 m	840	75	I	22	I	37	51.7	V	36.4
Belsvik 2	24 m	1100	130	I	19	I	25	29.3	III	56.0
Belsvik 3	29 m	1400	120	I	44	II	72	73.6	V	25.8

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 4.

Måling av pH og E_h viste en noe redusert pH-verdi i bunnsedimentet ved Belsvik 1, også redokspotensialet var lavt på denne stasjonen. Stasjonen fikk likevel tilstand 2 (God). Ved stasjonene Belsvik 2 og 3 viste undersøkelsen normal pH i bunnsedimentet, og redoksverdiene var positive etter at referanseverdien var lagt til. Dette gav disse stasjonene elektrokjemisk tilstand 1 (Meget god).

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
Nærsonene	7,47	320	0	1
Overgangssone	7,54	202	0	1
Fjernsone	7,10	-46	2	2

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.4-3.6, og i Vedleggstabeller 1-2.

Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mai 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Nærsonestasjonen Belsvik 2-13 ligger på 24 meters dyp i det indre bassengets dypeste punkt, ca. 50 meter nord for utslippspunktet. Her ble funnet totalt 46 arter med til sammen 660 individer på 0,2 m². Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 3,14 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 20,4. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) får henholdsvis verdiene 0,62 og 0,52. I følge MOM-standarden er diversitets-indekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (meget god). Artene på denne stasjonen hadde en jevn fordeling noe også den geometriske fordelingen viser. Den mest tallrike arten på stasjonen er børstemarken *Prionospio fallax* som utgjorde ca. 48 % av det totale individtallet med 314 individer. Den nest mest tallrike gruppen var sjøpølser i gruppen *Synaptidae indet.* med 73 individer og ca. 11 % av det totale individtallet. Blant de ti mest tallrike artene finner man ytterligere fem arter/grupper av børstemark, to skjell og en slangestjerne. Ved årets undersøkelse er nærsonestasjonen tatt på et annet prøvepunkt enn ved undersøkelsen gjort i 2008, og resultatene kan derfor ikke sammenlignes direkte. Vi ser

likevel at man har ikke har en betydelig forandring i samfunnet i nærsone, og at det ved begge tilfeller er gode miljøforhold rundt utslippspunktet til anlegget.

Stasjonen i overgangssonen til anlegget, Belsvik 3-13, ligger på 29 meters dyp, vestover i fjorden. Her ble funnet totalt 28 arter med til sammen 194 individer på 0,2 m². Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 3,13 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 20,1. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) får henholdsvis verdiene 0,71 og 0,62 og en klassifisering II-God. I følge MOM-standarden er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (meget god). Den mest tallrike arten på stasjonen er børstemarken *Maldane sarsi* som utgjorde ca. 38 % av det totale individtallet med 74 individer. Den nest mest tallrike arten var en børstemark, *Pectinaria koreni* med 35 individer og ca. 18 % av det totale individtallet. Blant de ti mest tallrike artene finner man ytterligere fem arter børstemark og tre arter av skjell. Dette er en nyopprettet stasjon og det foreligger derfor ikke sammenlignbart historisk materiale.

Anleggets fjernstasjon, Belsvik 1-13, ligger på 84 meters dyp 1,13 nautiske mil vestover fra utslippet, rett innenfor fjordarmens terskel på 36 meters dyp. Her ble det funnet minimalt med dyr i sedimentet, i alt tre individer fordelt på tre arter, mens det i 2008 ble funnet 75 individer fordelt på 4 arter. Diversiteten var dermed svært lav, Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ligger på 0,50 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble 1,5. Dette gir stasjonen tilstand V- Svært dårlig. Det var ikke tilstrekkelig tallmateriale på stasjonen til å regne ut den sammensatte indeksen NQI1. NQI2 ble beregnet til 0,38 som plasserer stasjonen i tilstand III, (Moderat), men forholdene på denne stasjonen hører til i dårligste tilstandsklasse V. Bunnvannet på denne stasjonen hadde meget lave oksygenverdier som gjør forholdene ulevelige for bunndyrsfaunaen. Det samme var tilfellet under forrige undersøkelse. Da stasjonen ble undersøkt i 2008 ble det konkludert med at resipienten har dårlig kapasitet, og at den dårlige tilstanden i dypet kunne skyldes utilstrekkelig utskifting av bunnvannet på grunn av relativt grunne terskler i forhold til innenforliggende bassengdybde. Forholdene var fortsatt dårlige i 2013, som i 2008.

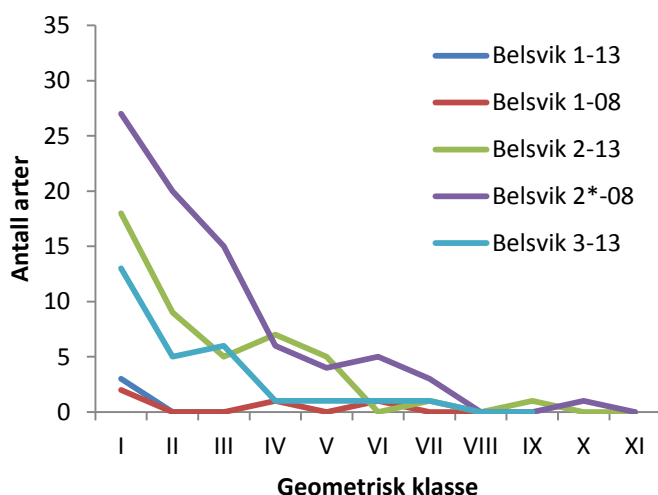
De multivariate analysene viser at det var stor ulikhet mellom fjernstasjonen og de to stasjonene i nærheten av utslippet. Likheten på grabbhugg sier noe om variasjonen på bunnen

på stasjonen (Figur 3.5). Dendrogrammet viser (med unntak av Belsvik 1) at grabbhuggene huggene er like (>60 %) og dermed representative (Figur 3.6).

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. MOM-tilstanden baseres på summen av to grabbhugg, mens de resterende indeksene baseres på gjennomsnitt. Firkant angir tallmateriale brukt i MOM klassifisering. * Belsvik 2 hadde en annen plassering i 2008 og er derfor ikke direkte sammenliknbar med 2013.

Stasjon	År	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES ₁₀₀	AMBI	TK	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK	
Belsvik 1	2013	1	2	2	1.00	-	0.48	2.0	1.50		1.00	1.00		
		2	1	1	0.00	-	0.29	1.0	3.00			0.00		
		Sum	3	3	1.58			3.0				1.00	1.58	-
		Snitt	1.5	1.5	0.50	-	0.38	1.5	2.25	V	1.00	0.50		
Belsvik 1	2008	1	17	1	0.00	0.18	0.18	1.0	4.50			0.00		
		2	26	3	0.47	0.33	0.22	3.0	4.44		0.30	1.58		
		6	28	3	1.18	0.32	0.28	3.0	4.50		0.74	1.58		
		7	4	2	0.81		0.25	2.0	4.50		0.81	1.00		
		Sum	75	4	0.89			4.0			0.45	2.00		
		Snitt	18.75	2.25	0.61	0.29	0.23	2.3	4.49	V	0.62	1.04		
Belsvik 2	2013	2	398	39	3.26	0.64	0.54	22.1	3.31		0.62	5.29		
		3	262	25	3.01	0.60	0.51	18.6	3.38		0.65	4.64		
		Sum	660	46	3.29			21.8			0.60	5.52	1	
		Snitt	330	32	3.14	0.62	0.52	20.4	3.34	-	0.63	4.96		
Belsvik 2*	2008	1	308	54	3.91	0.68	0.59	30.2	3.35		0.68	5.75		
		3	341	42	3.68	0.64	0.56	25.1	3.50		0.68	5.39		
		4	363	46	3.69	0.63	0.54	25.4	3.70		0.67	5.52		
		5	336	41	3.33	0.63	0.52	22.2	3.63		0.62	5.36		
		Sum	1348	81	3.80			25.8			0.60	6.34	1	
		Snitt	337	45.75	3.65	0.64	0.55	25.7	3.55	-	0.66	5.51		
Belsvik 3	2013	1	86	21	3.08	0.73	0.63	21.0	1.82		0.70	4.39		
		2	108	20	3.18	0.69	0.61	19.3	2.19		0.74	4.32		
		Sum	194	28	3.26			20.4			0.68	4.81	1	
		Snitt	97	20.5	3.13	0.71	0.62	20.1	2.00	II	0.72	4.36		

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



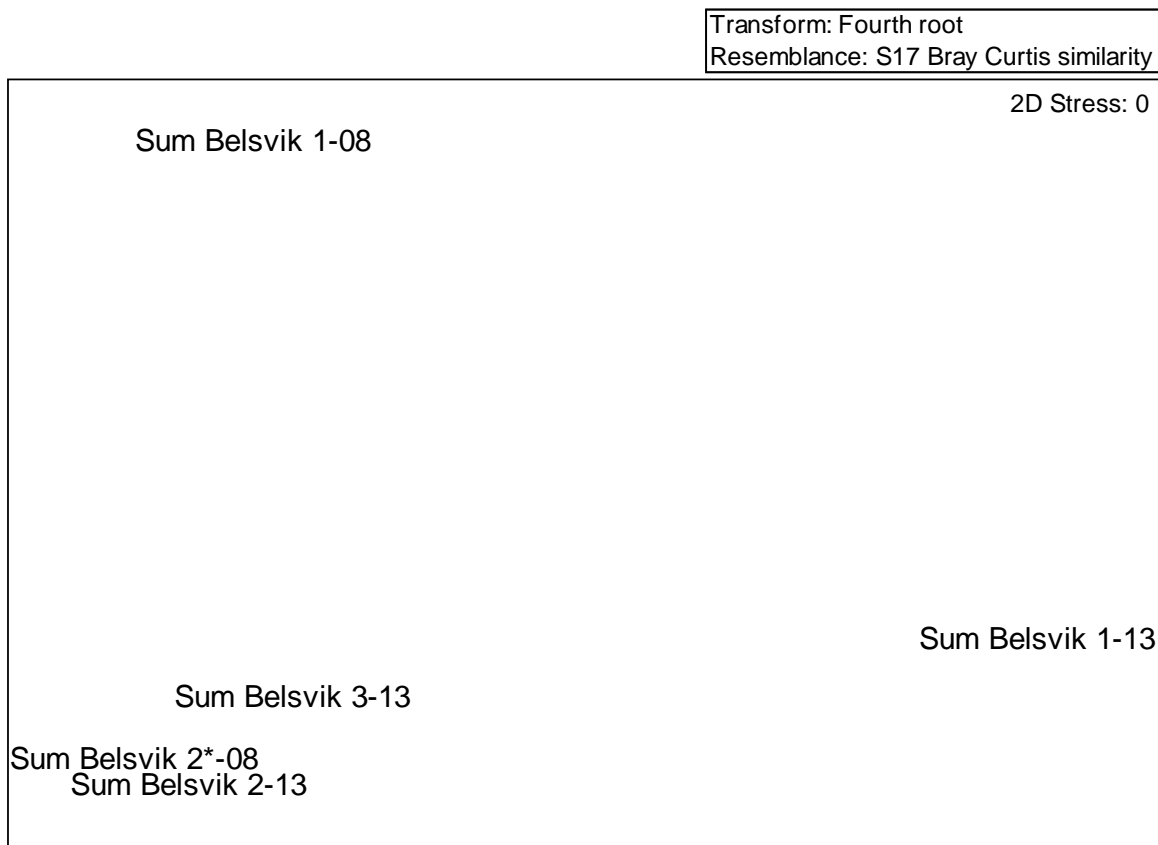
Figur 3.4: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene. * Belsvik 2 hadde en annen plassering i 2008 og er derfor ikke direkte sammenliknbar med 2013.

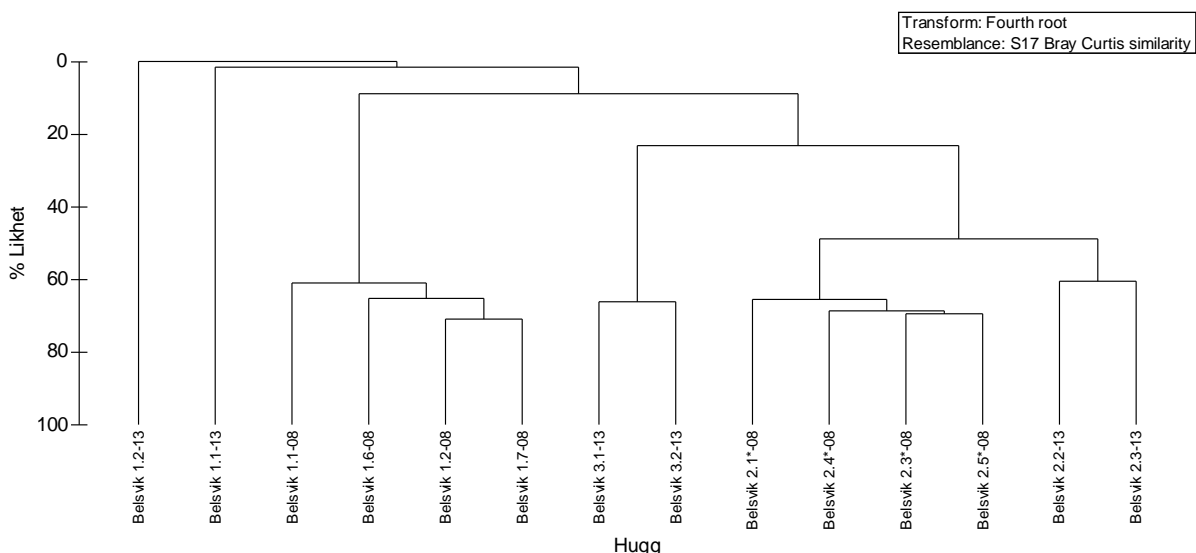
Belsvik 1-13	Antall individ	0,2 m² %	Kum. %	Belsvik 1-08	Antall individ	0,4 m² %	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	1	33.3	33.3	<i>Polydora</i> sp.	59	78.7	78.7
<i>Cerianthus lloydii</i>	1	33.3	66.7	<i>Pectinaria koreni</i>	14	18.7	97.3
<i>Spiophanes bombyx</i>	1	33.3	100.0	<i>Prionospio cirrifera</i>	1	1.3	98.7
				<i>Myriochele oculata</i>	1	1.3	100.0

Belsvik 2-13	Antall individ	0,2 m² %	Kum. %	Belsvik 2*-08	Antall individ	0,2 m² %	Kum. %
<i>Prionospio fallax</i>	314	47.6	47.6	<i>Prionospio fallax</i>	566	42.0	42.0
<i>Synaptidae</i> indet.	73	11.1	58.6	<i>Thyasira flexuosa</i>	105	7.8	49.8
<i>Rhodine gracilor</i>	31	4.7	63.3	<i>Polydora</i> sp.	66	4.9	54.7
<i>Thyasira flexuosa</i>	27	4.1	67.4	<i>Prionospio cirrifera</i>	66	4.9	59.6
<i>Goniada maculata</i>	22	3.3	70.8	<i>Scalibregma inflatum</i>	60	4.5	64.0
<i>Galathowenia oculata</i>	19	2.9	73.6	<i>Synaptidae</i> indet.	58	4.3	68.3
<i>Polydora</i> sp.	18	2.7	76.4	<i>Amphiura filiformis</i>	55	4.1	72.4
<i>Glycera alba</i>	15	2.3	78.6	<i>Myriochele oculata</i>	35	2.6	75.0
<i>Amphiura filiformis</i>	13	2.0	80.6	<i>Polycirrus medusa</i>	33	2.4	77.4
<i>Philine scabra</i>	13	2.0	82.6	<i>Rhodine gracilor</i>	26	1.9	79.4

Belsvik 3-13	Antall individ	0,2 m² %	Kum. %
<i>Maldane sarsi</i>	74	38.1	38.1
<i>Pectinaria koreni</i>	35	18.0	56.2
<i>Melinna cristata</i>	18	9.3	65.5
<i>Gyptis rosea</i>	8	4.1	69.6
<i>Prionospio fallax</i>	7	3.6	73.2
<i>Abra nitida</i>	7	3.6	76.8
<i>Corbula gibba</i>	7	3.6	80.4
<i>Pholoe baltica</i>	5	2.6	83.0
<i>Thyasira equalis</i>	5	2.6	85.6
<i>Mediomastus fragilis</i>	5	2.6	88.1



Figur 3.5: MDS plot på stasjons-nivå for stasjonene undersøkt i mai 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. * Belsvik 2 hadde en annen plassering i 2008 og er derfor ikke direkte sammenliknbar med 2013.



Figur 3.6: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i mai 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom Belsvik 1-08, Belsvik 1-13, Belsvik 2-08, Belsvik 2-13 og Belsvik 3-13. * Belsvik 2 hadde en annen plassering i 2008 og er derfor ikke direkte sammenliknbar med 2013.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved utslippsområdet til Lerøy Midnor avdeling Belsvik Settefisk ved Belsvikleiret, Hemne kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 7. mai, 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

Sedimentundersøkelsen viste at bunnsedimentet i fjernsonen besto hovedsakelig av sand, mens finfordelte partikler som leire og silt utgjorde hovedvekten av partiklene i bunnsedimentet ved nær- og overgangssonen. Det organiske innholdet målt som totalt organisk materiale (% TOM) var lavt på Belsvik 1 og 2, og moderat ved Belsvik 3. Den kjemiske undersøkelsen viste lav nivå av sink og kobber, lave nivå av fosfor, men nivåene av total organisk karbon var høye. Dette gav tilstanden 'Svært dårlig' for Belsvik 1 og 3, og 'Moderat' for Belsvik 2. Belsvik 1 ble tatt på samme punkt i 2008, og den kjemiske undersøkelsen den gang viste også lavt nivå av sink og kobber, mens nivået av total organisk karbon den gang var noe lavere enn i 2013, og gav tilstand 'Moderat'. Måling av pH og Eh gav fjernsonestasjonen Belsvik 1 tilstand 2, mens Belsvik 2 og 3 fikk beste tilstandskategori (tilstand 1, 'Meget god').

Den hydrografiske undersøkelsen viste et høyt oksygenivå i de øvre vannmassene ved den dypeste stasjonen Belsvik 1 ved Røstkvervet. På rundt 50 meters dybde på denne stasjonen begynte oksygenivået å avta ganske raskt, og på 67 m dybde var oksygenkonsentrasjonen nede på 0,1 mg O₂/l sjøvann. Videre nedover mot bunnen var det tilnærmet total oksygensvikt, og bunnvannet fikk følgelig tilstanden 'Meget dårlig' etter klassifiseringen i Molvær et al., 97. Saltholdighetsprofilen viste en noe dempet saltholdighet i overflatevannet i forhold til oseanisk vann, men det er ingen stor reduksjon vi snakker om her. Det er vanlig at overflatevann i norske fjorder har et lavere saltinnhold grunnet avrenning fra vassdrag. Overflatetemperaturen lå på 6,5 °C. Den var ned på 4,8 °C cirka midt i vannsøylen, og økte til 7,4 °C i bunnvannet. I bunnvannet var saltholdigheten 34,3 ‰, noe som tilsvarer saltinnholdet til oseanisk vann.

Bunndyranalysen viste at man ved nærsone stasjonen Belsvik 2-13 hadde en jevn fordeling av arter, noe også den geometriske fordelingen viser, og dette gav beste tilstandsklasse etter MOM-klassifiseringen. Den mest tallrike arten var børstemarken *Prionospio fallax*, som

utgjorde 48 % av individtallet. Nærsonestasjonen ble denne gangen flyttet litt i forhold til plasseringen i 2008, men man ser likevel at det ikke er en betydelig forandring i bunnsamfunnet i nærsonen. Overgangssonestasjonen Belsvik 3-13 fikk tilstanden 'God' etter indeksene NQI1 og NQI2, og 'Meget god' etter MOM-systemet. Den mest tallrike arten var *Maldane sarsi* med 38 % av det totale individtallet. Dette var en ny stasjon, og det foreligger derfor ikke sammenliknbart historisk materiale. Ved fjernsonestasjonen Belsvik 1-13 fant man kun 3 individer fordelt på 3 arter. Dette er en nedgang i forhold til prøven fra samme sted i 2008 der man fant 75 individer fordelt på 4 arter. Dette gav svært lav diversitet, og gjør at Belsvik 1-13 havner i tilstandsklasse V 'Svært dårlig'.

Oppsummert kan man si at denne undersøkelsen viser at det i 2013, som i 2008, var svært lave oksygenverdier i bunnvannet ved det dypeste punktet i Røstkvrevet innenfor den innerste terskelen i fjorden, og artsmangfoldet viser at det nesten er helt dødt på sjøbunnen. Det betyr at dette bassenget har begrenset kapasitet som resipient. Det er viktig å påpeke at slike terskelfjorder kan ha oksygenfrie forhold i djuphølen også fra naturens side, slik at man skal vokte seg vel for å tilskrive anlegget disse forholdene alene. Slike terskelfjorder kan ha årvisse, eller sjeldnere, utskiftninger av bunnvannet. Dette medfører at oksygenet forholdsvis fort blir brukt opp av nedbryterne etter en vannutskifting. Vi sitter imidlertid ikke på måledata for denne fjorden før settefiskanlegget kom i drift, så nøyaktig hva som er naturtilstanden kan vi ikke si sikkert. Parameterne total organisk karbon (TOC) og TOM indikerer at det blir sedimentert en del organisk materiale i undersøkelsesområdet. Bunnforholdene ved nærsonen og ved overgangssonen var gode med hensyn til fauna.

5 TAKK

Vi takker de ansatte ved Belsvik Settefisk for god hjelp og hyggelig tokt om bord på deres båt. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aqua Kompetanse AS. Bunnprøvene ble sortert av Ingrida Petaruskaite, Ragna Tveiten og Øydis Alme, SAM-Marin. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Frøydis Lygre, 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.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

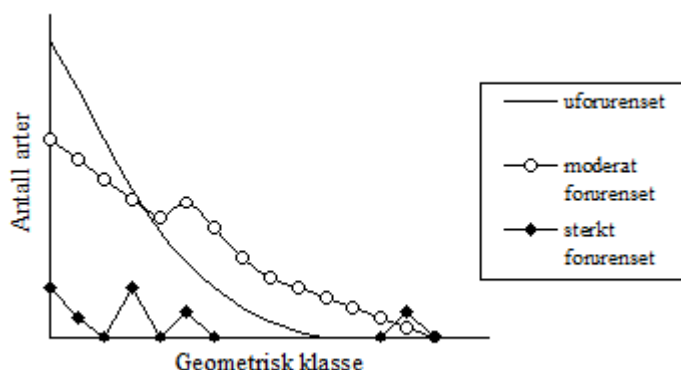
Geometriske klasser

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

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område 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)

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurensset, moderat forurensset og for et sterkt forurensset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

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 ES100 = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og Ni individer av i-ende art.

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 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 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formlene:

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

$$\text{NQI2 (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5*(1-\text{AMBI}/7) + 0.5*(H'/6)]$$

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 01:2009*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES ₁₀₀	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

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

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

Parametre			Tilstandsklasser				
			I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold 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 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:

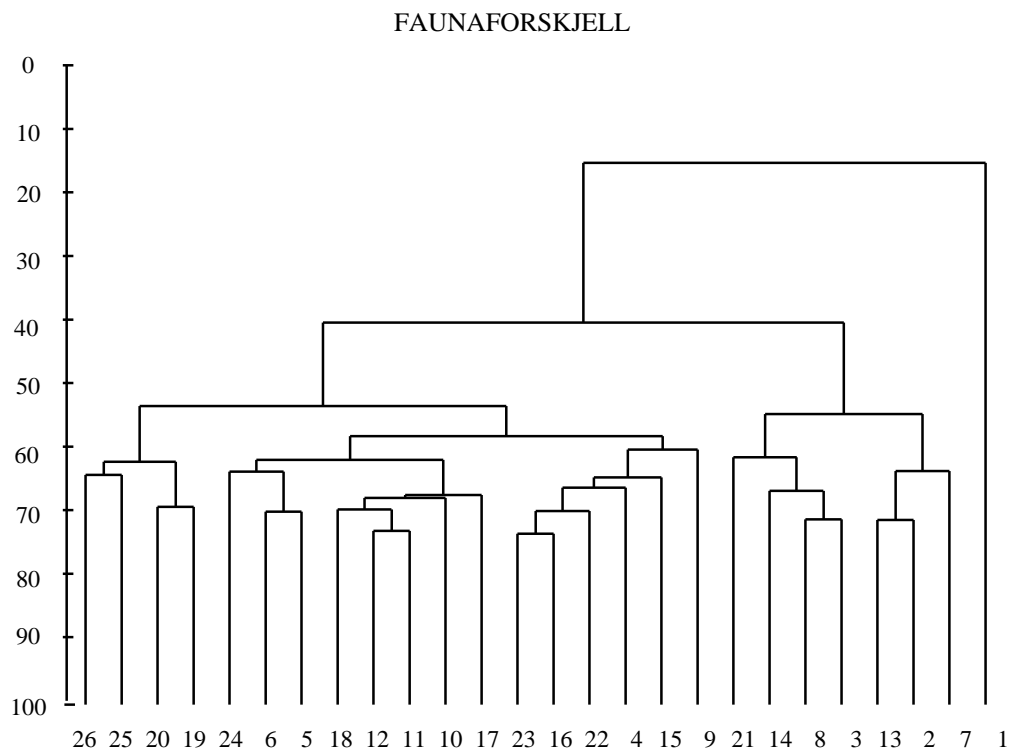
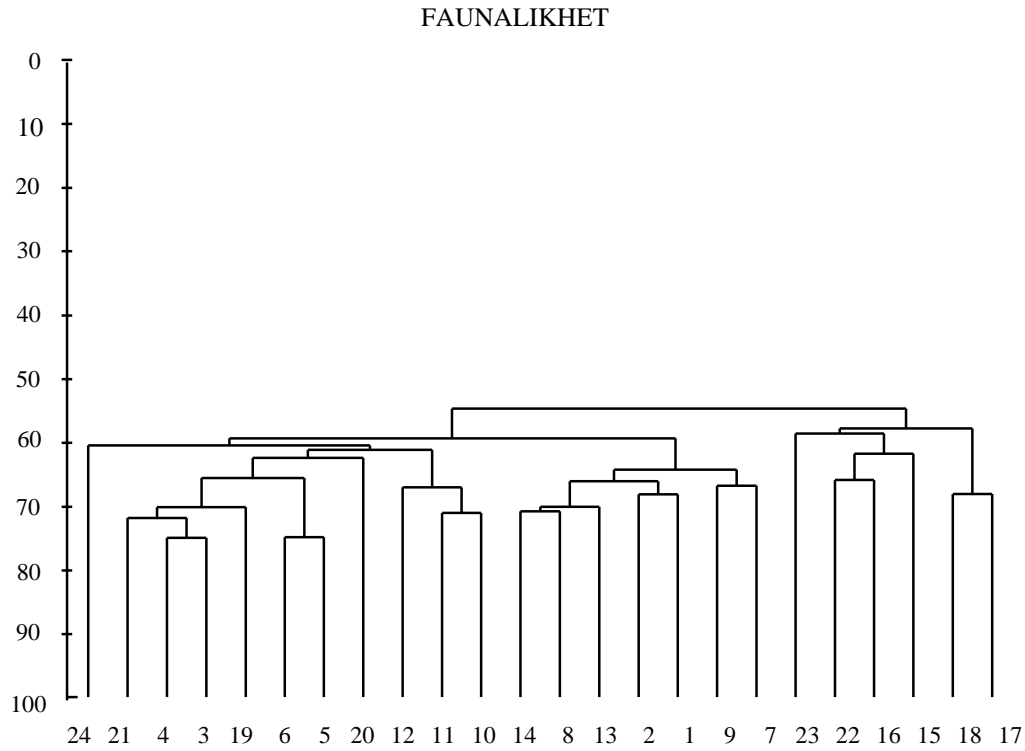
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

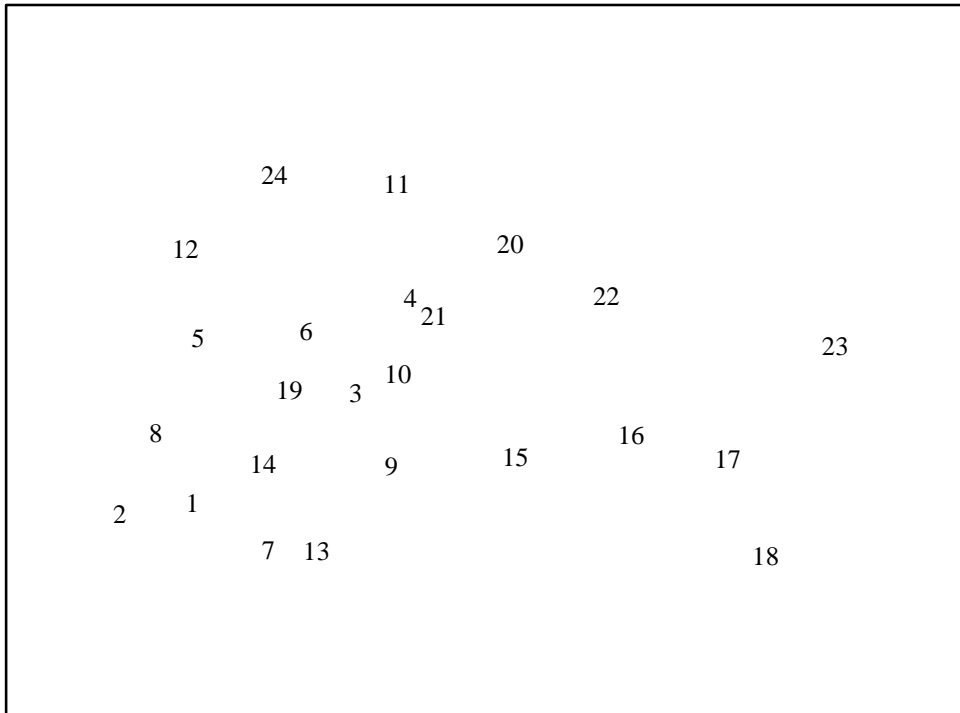
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

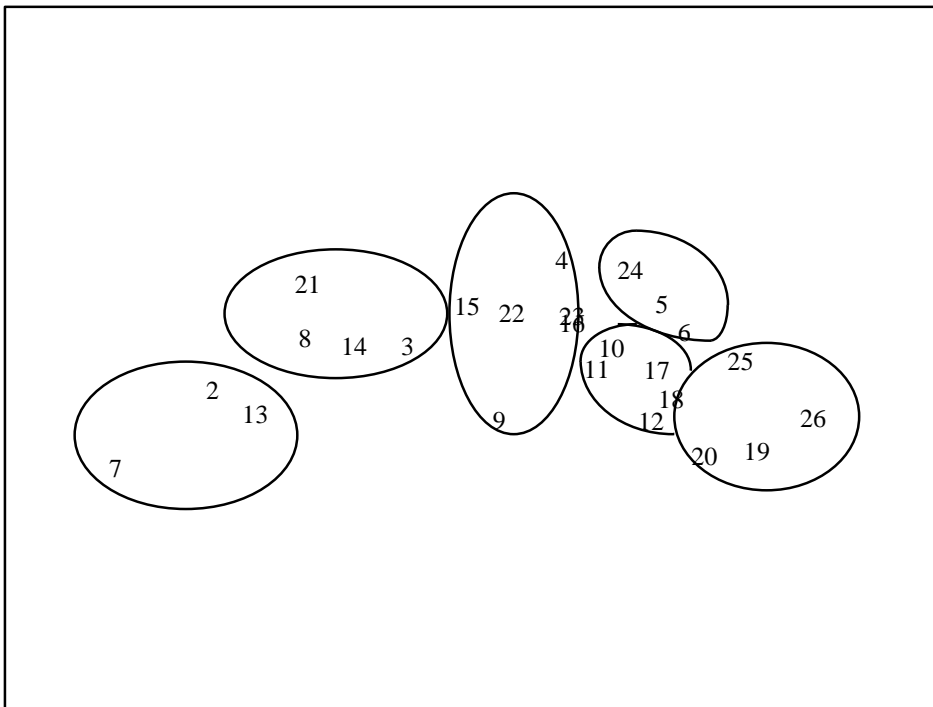


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- 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.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedlegg 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Lerøy Midnor AS, 7247 Hestvika

Prosjekt nr.: 807536

Prøvetakingssted (område): Belsvik

Dato for prøvetaking: 7.5.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: nei.

Artene er identifisert av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

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

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

Signatur: *Tom Alvestad*
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s.1/4	Stasjon:	Belsvik 1	Belsvik 1	Belsvik 2	Belsvik 2	Belsvik 3	Belsvik 3
	Dato:	07/05/2013	07/05/2013	07/05/2013	07/05/2013	07/05/2013	07/05/2013
	Dyp:	84 m	84 m	24 m	24 m	29 m	29 m
	Hugg:	1	2	2	3	1	2
Arter							
* HYDROZOA							
* ANTHOZOA							
<i>Cerianthus lloydii</i>		0/1		5/1	1		
<i>Edwardsia</i> sp.				5	3		
* NEMERTINI indet.				1	6	5	9
* NEMATODA indet.				12	36		
PRIAPULIDA							
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		1				1	
<i>Aphrodita aculeata</i>				1/1			
* <i>Siboglinum fiordicum</i>				+	+		
<i>Pholoe baltica</i>				3	8	2	3
<i>Gyptis rosea</i>						4	4
<i>Syllidae</i> indet.				3			
<i>Ceratocephale loveni</i>						2	
<i>Platynereis dumerilii</i>						1	
<i>Glycera alba</i>				1/6	2/6	1	0/1
<i>Goniada maculata</i>				6/5	10/1		
<i>Scoloplos armiger</i>					7		
<i>Polydora</i> sp.				7	11	1	
<i>Prionospio cirrifera</i>				8	3		
<i>Prionospio fallax</i>				190	124	1	6
<i>Scoelepis korsunii</i>				1			
<i>Spiophanes bombyx</i>			0/1				
<i>Spiophanes kroyeri</i>							1
<i>Magelona</i> sp.				1			
<i>Paraonis</i> sp.				1			
<i>Aphelochaeta</i> sp.				3			
<i>Chaetozone</i> sp.					1		
<i>Cossura longocirrata</i>							1
<i>Diplocirrus glaucus</i>					1/1	1	
<i>Scalibregma inflatum</i>					1	1	
<i>Heteromastus filiformis</i>						1	1
<i>Mediomastus fragilis</i>						2	3
<i>Maldane sarsi</i>						36	38
<i>Rhodine gracilor</i>				26	5		
<i>Maldanidae</i> indet.				1			1
<i>Galathowenia oculata</i>				10	9		1
<i>Pectinaria auricoma</i>				1	4/1		
<i>Pectinaria koreni</i>						13	22
<i>Anobothrus gracilis</i>					0/1		
<i>Mugga wahrbergi</i>							1
<i>Melinna cristata</i>				0/2		10	6/2
<i>Streblosoma intestinale</i>				0/1			
<i>Polycirrus plumosus</i>				0/1		2	
<i>Trichobranchus roseus</i>					0/1		
<i>Euchone</i> sp.							1
ECHIURA							
SIPUNCULA							
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>		8	17			14	31
* <i>Philomedes globosus</i>						1	
<i>Diastylis</i> sp.							1
* <i>Amphipoda</i> indet.				2			
* Decapoda larve			1	1			

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s.2/4	Stasjon:	Belsvik 1	Belsvik 1	Belsvik 2	Belsvik 2	Belsvik 3	Belsvik 3
	Dato:	07/05/2013	07/05/2013	07/05/2013	07/05/2013	07/05/2013	07/05/2013
	Dyp:	84 m	84 m	24 m	24 m	29 m	29 m
	Hugg:	1	2	2	3	1	2
Arter							
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata</i> indet.				1		1	
<i>Philine aperta</i>					1		
<i>Philine scabra</i>				10	3		
<i>Cylichna cylindracea</i>				2	1		
<i>Ennucula tenuis</i>				1			
<i>Thyasira flexuosa</i>				23/4			
<i>Thyasira sarsii</i>				1		1	1
<i>Thyasira equalis</i>				1		1/1	3
<i>Acanthocardia echinata</i>				2			
<i>Parvicardium minimum</i>				3/1	3		
<i>Abra nitida</i>						1	6
<i>Arctica islandica</i>				1/1			
<i>Corbula gibba</i>				1/2		1/1	5
<i>Thracia convexa</i>				0/1			
* BRACHIOPODA indet.							
* PHORONIDA indet.				2	5		
* BRYOZOA							
ECHINODERMATA							
<i>Amphiura chiajei</i>				2/2	1/1		
<i>Amphiura filiformis</i>				7	6		
<i>Echinocardium cordatum</i>				1			
HOLOTUROIDEA							
<i>Leptopentacta elongata</i>				5	7		
<i>Synaptidae</i> indet.				35	38		
ENTEROPNEUSTA indet.				1			
* CHAETOGNATHA indet.							
CHORDATA							
ASCIDIACEA							
* Pisces indet.							3
* Egg (fra diverse arter)				1		2	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s.3/4	Stasjon: Belsvik 1	Belsvik 1	Belsvik 1	Belsvik 1	Belsvik 2	Belsvik 2	Belsvik 2	Belsvik 2
Dato: 25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08
Arter	Hugg: 1	2	6	7	1	3	4	5
* PORIFERA indet.		+	+	+	+	+		
* HYDROZOA					+			
* ANTHOZOA								
<i>Virgularia mirabilis</i>					0/1			
<i>Cerianthus lloydii</i>					1			
<i>Edwardsia</i> sp.						2	2	1
<i>Paraedwardsia</i> cf. <i>arenaria</i>					1			
<i>Actinidae</i> indet.							1	
* PLATYHELMINTES indet.							1	
* NEMERTINI indet.					5	6	15	5
* NEMATODA indet.	1				1	2	3	3
PRIAPULIDA								
<i>Priapulus caudatus</i>							0/1	
POLYCHAETA								
<i>Aphrodita aculeata</i>							1	
* <i>Siboglinum fiordicum</i>					++	++	++	+
<i>Pholoe baltica</i>					2/2	2/3	1/1	1/3
<i>Phyllodoce groenlandica</i>					0/1		1	
<i>Sige fusigera</i>						1		
<i>Eulalia</i> sp.					0/2	0/2	0/4	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>								1
<i>Exogone</i> sp.					1			
<i>Nephtys hombergi</i>					1			
<i>Glycera alba</i>					2/1	1	3	
<i>Goniada maculata</i>					0/1	4/1	2/1	1
<i>Lumbrineridae</i> indet.							2	1
<i>Polydora</i> sp.	17	24	15	3	10	13	27	16
<i>Prionospio cirrifera</i>			1		20	17	18	11
<i>Prionospio fallax</i>					125	139	148	154
<i>Scoelepis korsuni</i>					3/1	5	6/1	5
<i>Spio</i> sp.					2	3		
<i>Spiophanes kroyeri</i>					2	1		1
<i>Chaetopterus sarsi</i>						1		
<i>Spiochaetopterus typicus</i>					0/1	0/1		
<i>Magelona filiformis</i>					1	3		1
<i>Aphelochaeta</i> sp.					3	6	4	5
<i>Chaetozone</i> sp.					1		1	2
<i>Diplocirrus glaucus</i>					1/1			0/1
<i>Scalibregma inflatum</i>					3/3	4/7	12/10	9/12
<i>Heteromastus filiformis</i>								1
<i>Notomastus latericeus</i>					1	1/1	2	1
<i>Praxillella affinis</i>							0/1	
<i>Chirimia biceps</i>						1	2	
<i>Maldane sarsi</i>					0/1			
<i>Rhodine gracilor</i>					1/4	1/9	1/2	0/8
<i>Myriochele oculata</i>		1			5	10	12	8
<i>Pectinaria auricoma</i>					1/1			
<i>Pectinaria koreni</i>		0/1	11/1	0/1	1/2	2	0/1	
<i>Ampharete lindstroemi</i>								1
<i>Sabellides octocirrata</i>						1		1
<i>Mugga wahrbergi</i>					3		2	1
<i>Melinna cristata</i>						1	0/2	
<i>Streblosoma intestinale</i>					1			
<i>Polycirrus medusa</i>					3	6/3	7/5	6/3
<i>Amaeana trilobata</i>					1			0/1
<i>Lysilla loveni</i>						1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

s.4/4	Stasjon:	Belsvik 1	Belsvik 1	Belsvik 1	Belsvik 1	Belsvik 2	Belsvik 2	Belsvik 2	Belsvik 2
	Dato:	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08	25/09/08
Arter	Hugg:	1	2	6	7	1	3	4	5
<i>Trichobranchus roseus</i>									1
<i>Terebellides stroemi</i>						0/3	1	0/1	0/1
<i>Sabellidae</i> indet.						4	4	3	5
<i>Jasmineira</i> sp.								1	
<i>Euchone</i> sp.									1
SIPUNCULA									
<i>Phascolion strombus</i>						0/1			
CRUSTACEA									
* <i>Calanus finmarchicus</i>								1	1
* <i>Amphipoda</i> indet.							3	1	1
* <i>Caprellidae</i> indet.								1	
* Decapoda indet.					0/1				
* Decapoda larve			1						
MOLLUSCA									
<i>Caudofoveata</i> indet.						1		1	1
<i>Solenogastres</i> indet.						1			
<i>Euspira pulchella</i>						0/1			
<i>Philine scabra</i>							1		1
<i>Cylichna cylindracea</i>						1		1/1	1/1
<i>Ennucula tenuis</i>							0/3		
<i>Lucinoma borealis</i>						1	1	1	
<i>Thyasira flexuosa</i>						19/2	15/14	17/3	25/10
<i>Thyasira sarsii</i>								0/1	
<i>Thyasira equalis</i>							1		1
<i>Axinulus croulinensis</i>						1			
<i>Tellinmya ferruginosa</i>						3/1			
<i>Mysella bidentata</i>						1		1	1
<i>Abra nitida</i>						0/2	1/5	1/1	0/1
<i>Arctica islandica</i>								2	
<i>Chamelea striatula</i>							0/1		1
<i>Mysis undata</i>						1			
<i>Corbula gibba</i>							1	2/1	1
<i>Hiatella</i> sp.								0/1	
<i>Thracia convexa</i>						1	1	1/1	
* PHORONIDA indet.						1		1	1
ECHINODERMATA									
<i>Amphiura chiajei</i>						3/2	2/3	2	1/2
<i>Amphiura filiformis</i>						12/5	11/3	10/3	8/3
<i>Ophiura affinis</i>							1/1		
<i>Echinocardium cordatum</i>						3			
HOLOTUROIDEA									
<i>Leptopentacta elongata</i>						2/2		1/3	2/1
<i>Synaptidae</i> indet.						14	17	16	11
ENTEROPNEUSTA indet.						1		1	
* CHAETOGNATHA indet.									
CHORDATA									
ASCIDIACEA									
<i>Pelonaia corrugata</i>						2	1	2	
* Egg								2	
* VARIA			+					+	

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometrisk klasse	Belsvik 1-13	Belsvik 1-08	Belsvik 2-13	Belsvik 2*-08	Belsvik 3-13
I	3	2	18	27	13
II	0	0	9	20	5
III	0	0	5	15	6
IV		1	7	6	1
V		0	5	4	1
VI		1	0	5	1
VII		0	1	3	1
VIII		0	0	0	0
IX			1	0	0
X			0	1	
XI			0	0	

Vedleggstabell 3. Analysebevis

Kjemi: Eurofins Norsk Miljøanalyse



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

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

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

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-001283-01



EUNOBE-00006665

Prøvemottak: 23.05.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 23.05.2013-05.06.2013
Referanse: 807536 ref 34/13

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 840	mg/kg tv	a) 1100	mg/kg tv	a) 1400	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 22	mg/kg tv	a) 19	mg/kg tv	a) 44	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 75	mg/kg tv	a) 130	mg/kg tv	a) 120	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 37	mg/kg tv	a) 25	mg/kg tv	a) 72	mg/kg tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 36.4	% (w/w)	a) 56	% (w/w)	a) 25.8	% (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 (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 05.06.2013

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

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 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

Geologi og TOM: Molab AS

		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 Sedimentprøver SAM-Marin		
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Sentralt fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 51311	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-17473	Dato: 28.08.2013	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr. / ref.: 611101	Utført: Terje Kolberg / Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: 	

Prøver mottatt dato: 28.06.2013

RESULTATER

Prøve merket:			807536/ 48/13 pr Belsvik 1	807536/ 48/13 pr Belsvik 2	807536/ 48/13 pr Belsvik 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081271	KA- 081272	KA- 081273		
TOM (550 oC)	%	30.07.13	11,7	5,68	15,1		

 Kornfordeling
 Analysedato: 25.07.13

Belsvik 1	KA- 081271	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	18,5
1000	0	0,07	1,5	1,5	2,61		Sand	81,5
500	1	0,16	3,3	4,8			Grus	0,0
355	1,5	0,27	5,6	10,4		SdΦ		
250	2	0,68	14,1	24,5	1,61			
180	2,5	1,00	20,8	45,3				
125	3	1,06	22,0	67,3		SkΦ		
90	3,5	0,49	10,2	77,5	0,41			
63	4	0,19	3,9	81,5				
<63	8	0,89	18,5	100,0		KΦ		
		4,81	100,0		1,77			

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.

Belsvik 2		KA-081272							
Diameter(μm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire		75,8	
1000	0	0,06	0,6	0,6	5,36	Sand		24,2	
500	1	0,15	1,6	2,2		Grus		0,0	
355	1,5	0,12	1,3	3,5	Sd Φ				
250	2	0,22	2,3	5,8	1,80				
180	2,5	0,27	2,9	8,7					
125	3	0,29	3,1	11,8	Sk Φ				
90	3,5	0,31	3,3	15,1	-0,10				
63	4	0,86	9,1	24,2					
<63	8	7,15	75,8	100,0	K Φ				
		9,43	100,0		0,92				

Belsvik 3		KA-081273							
Diameter(μm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire		91,3	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,81	Sand		8,7	
500	1	0,02	0,4	0,4		Grus		0,0	
355	1,5	0,02	0,4	0,8	Sd Φ				
250	2	0,03	0,6	1,5	1,39				
180	2,5	0,04	0,8	2,3					
125	3	0,04	0,8	3,1	Sk Φ				
90	3,5	0,09	1,9	5,0	-0,04				
63	4	0,18	3,7	8,7					
<63	8	4,40	91,3	100,0	K Φ				
		4,82	100,0		0,80				

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	NS-9423	A	10	-	%

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

ANMERKNINGER

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

Vedlegg 4. MOMB-parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Belsvik Settefisk

Dato: 7. mai 2013

Lokalitet: Belsvik

Lokalitetsnr: 13964

Lokalitetstype: Utslippsområde

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr						Indeks	
			Belsvik 1	Belsvik 2	Belsvik 3					
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	1	0	0					0.3
I	Tilstand (Gruppe I)		A							
II	pH	verdi	7.1	7.47	7.54					
	E _h (mv)	verdi	-311	55	-63					
		+ ref. verdi	-46	320	202					
	pH/E _h	fra figur	2	0	0					0.7
	Tilstand, prøve		2	1	1					
	Tilstand, gruppe II		1							
	Buffer temp:		8.2		Temp sjø:	6.2		Temp sediment:	6.4	
	pH sjø:		7.74		Eh sjø:	137		Ref. elektrode:	265	
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):									
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0					
	Farge	Lys/Grå = 0		0	0					
		Brun/Sort = 2	2							
	Lukt	Ingen = 0		0	0					
		Noe = 2	2							
		Sterk = 4								
	Konsistens	Fast = 0								
		Myk = 2	2	2	2					
		Løs = 4								
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0								
1/4 ≤ v < 3/4 = 1			1							
v ≥ 3/4 = 2		2		2						
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0						
	2 - 8 cm = 1									
	t ≥ 8 cm = 2									
	SUM		8	3	4					
	Korrigert sum (*0,22)		1.76	0.66	0.88					1.1
	Tilstand prøve		2	1	1					
	Tilstand gruppe III		2							
	Middelverdi gruppe II og III		1.88	0.33	0.44					0.9
	Tilstand gruppe II og III		1							
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand								
	< 1,1	1								
	1,1 - < 2,1	2								
	2,1 - < 3,1	3								
	≥ 3,1	4								
			Tilstand		Lokalitetstilstand					
			Gruppe I	Gruppe II og III						
			A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4				
			4	1, 2, 3		1, 2, 3				
			4	4		4				
			LOKALITETSTILSTAND						1	

Korrekturlest: 21/6-13

dato

SHJ

Sign.

[Signature]

Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Belsvik Settefisk

Dato: 7. mai 2013

Lokalitet: Belsvik

Lokalitetsnr: 13964

Lokalitetstype: Utslippsområde

Prøvetakingssted (nr)		Belsvik 1	Belsvik 2	Belsvik 3						
Dyp (m)		84	24	29						
Antall forsøk		1	1	1						
Bobling (i prøve)										
Primær-sediment	Grus									
	Skjellsand	3	vs							
	Sand									
	Mudder			1						
	Silt			4						
	Leire	2	5							
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall			MA	MA						
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall			MA	MA						
Børstemark, antall			MA	MA						
Andre dyr, antall										
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
Fôr										
Fekalier										
Kommentarer										

Korrekturlest: 21/6-13
dato

SHJ
Sign.

HEJ
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .