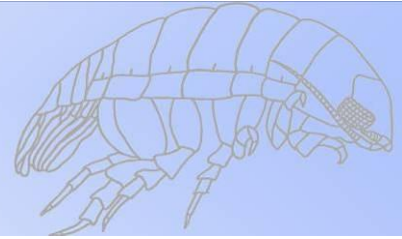


SAM e-Rapport

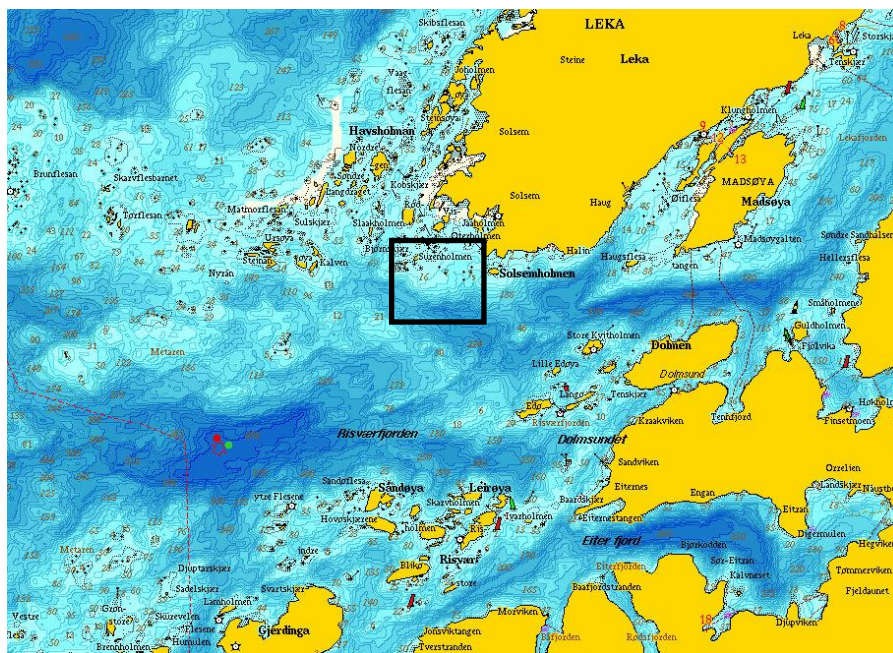
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research



e-Rapport nr. 32-2013



MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokalitet Slokkholmen Øst, desember 2012

Vidar Strøm
Linda Hagen
Silje Hadler-Jacobsen
Per- Otto Johansen
Thomas Dahlgren



Kartet viser Risværfjorden sør for Leka, hvor denne undersøkelsen ble foretatt. Kilde: Olex.




	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormohlensgt. 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 oppdrettslokalitet Slokkholmen Øst, desember 2012.	Dato: 15.8.2013
	Antall sider og bilag: 42
Forfatter(e): V. Strøm, L. Hagen, S. Hadler-Jacobsen, P-O. Johansen, T. Dahlgren	Prosjektleder: S. Hadler-Jacobsen
	Prosjektnummer: 807282
Oppdragsgiver: Marine Harvest, Region nord.	Tilgjengelighet: Åpen
<p>Abstract: Abstract: On assignment from Marine Harvest Norway AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the marine area by the fish farm Slokkholmen øst, which is located close to Leka in Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Slokk2-12, which is located in the near zone by the fish farm, Slokk1-12, which is located in the transition zone south of the fish farm, and Slokk3-12, which lies in the remote zone further southeast. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Environmental Agency (previously KLIF). The results show that the levels of phosphorus, zinc and cobber were low, while the total organic carbon (TOC) was high. The amount of sediment sampled from Slokk1-12 was considerably smaller than a full grab, and contained only a small amount of sand and gravel. The sediment from Slokk2-12 consisted mainly of sand, but also a relatively small percentage of silt and clay. The sediment from Slokk3-12 consisted of a mixture of silt and clay. The investigations of the soft bottom macrofauna showed an affected area with low species diversity in the zones close to the fish production. In the remote zone the condition is good, with good species diversity. In total the results imply a marine area in the near zone affected negatively by the fish production, but with a remote zone in good condition.</p>	

Keywords: Aquaculture Recipient Benthos MOM C Environmental monitoring Slokkholmen	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr MOM C Miljøovervåkning Slokkholmen
---	--

ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 32-2013
--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	30.7.13	
Prosjektet / undersøkelsen:	13.8.2013	Vidar Strøm

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 MOM C analyser, samlet av: Aqua Kompetanse

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: N. Korableva, N. Islam og I. Petrauskaite

Identifikasjon av marin fauna utført av: T. Alvestad og F. Lygre

Rapportering utført av: V. Strøm, L. Hagen, S. Hadler-Jacobsen, P-O. Johansen, T. Dahlgren

Glødetapsanalyser utført av: H. Grønning

Kornfordelingsanalyser utført av: H. Grønning

Ikke akkreditert:

Prøvetaking på stasjon Slokk 1-12

LEVERANDØRER

Toktfartøy:

Kjemiske analyser utført av: Eurofins AS akkrediteringsnummer Test 003


Akkreditert: P, Cu, Zn, TOC, TS

Ikke akkreditert: -

Andre: -

MOM-C undersøkelse ved oppdrettslokalitet Slokkholmen Øst, desember 2012

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	'MOM-C undersøkelse ved Slokkholmen Øst, desember 2012'		
Rapport-nummer:	87-12-12C	Lokalitetens navn:	Slokkholmen Øst
Lokalitetsnummer:	12712	GPS, senter i anlegg:	65°02.456N 11°29.087Ø
Fylke:	Nord-Trøndelag	Kommune:	Leka
MTB-tillatelse:	5460 tonn	Driftsleder:	Tor Arne Pettersen
Dato undersøkelse:	20. desember, 2012	Dato rapport:	11.07.13
Oppdragsgiver:	Anders Laugsand, Marine Harvest region Nord		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007):				
Stasjoner		Stasjon 2	Stasjon 1	Stasjon 3
Parametere		(nærsonne)	(overgangssone)	(fjernsone)
GPS (prøvestasjoner):		65°02.295N 11°29.000Ø	65°02.587N 11°29.341Ø	65°01.508N 11°31.005Ø
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	16	14	93
	Antall individer:	2390	73	1285
	Jevnhet (0-1):	0,15	0,66	0,78
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		Ingen prøve Ingen prøve	4,80 I (meget god)
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:		Ingen prøve Ingen prøve	33,57 I
	MOM-tilstand:	Miljøtilstand 3		
Normal. TOC	TOC (mg/g):	36,2	Ingen prøve	50,4
	TOC, tilst.klasse:	IV (dårlig)	Ingen prøve	V (svært dårlig)
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg):	62	Ingen prøve	98
	Zn, tilst.klasse:	I (meget god)	Ingen prøve	I (meget god)
	P (g/kg):	1,1	Ingen prøve	0,8
	P, kommentar:	Lav	Ingen prøve	Lav
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	21 I (meget god)	Ingen prøve Ingen prøve	25 I (meget god)
Oksygen	Målt verdi (%):	120 % i bunnvann	124 % i bunnvann	95 % i bunnvann
	O ₂ , tilst.klasse:	I (meget god)	I (meget god)	I (meget god)
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		Sand og silt. Grå og mørk sedimentoverflate, noe unormal lukt	Strø av sand og grus. Lys grå farge, normal lukt.	Silt og leire. Lys grå farge, normal lukt.
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

INNHOOLD

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.....	19
3.3 Kjemi.....	20
3.4 Bunndyr	21
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	27
5 TAKK	28
6 LITTERATUR	28
7 VEDLEGG	29
Generell vedleggsdel	29
Vedleggstabell 1. Artsliste	37
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	42

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Slokkholmen Øst, i Risværfjorden i Leka kommune. Lokaliteten eies av Marine Harvest Norway AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 20. desember 2012.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokalitet Slokkholmen Øst. 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 KLIFs tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007), Vanndirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanndirektivet 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 Marine Harvest AS, region nord. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS, og har foretatt miljøundersøkelser siden 1970. 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

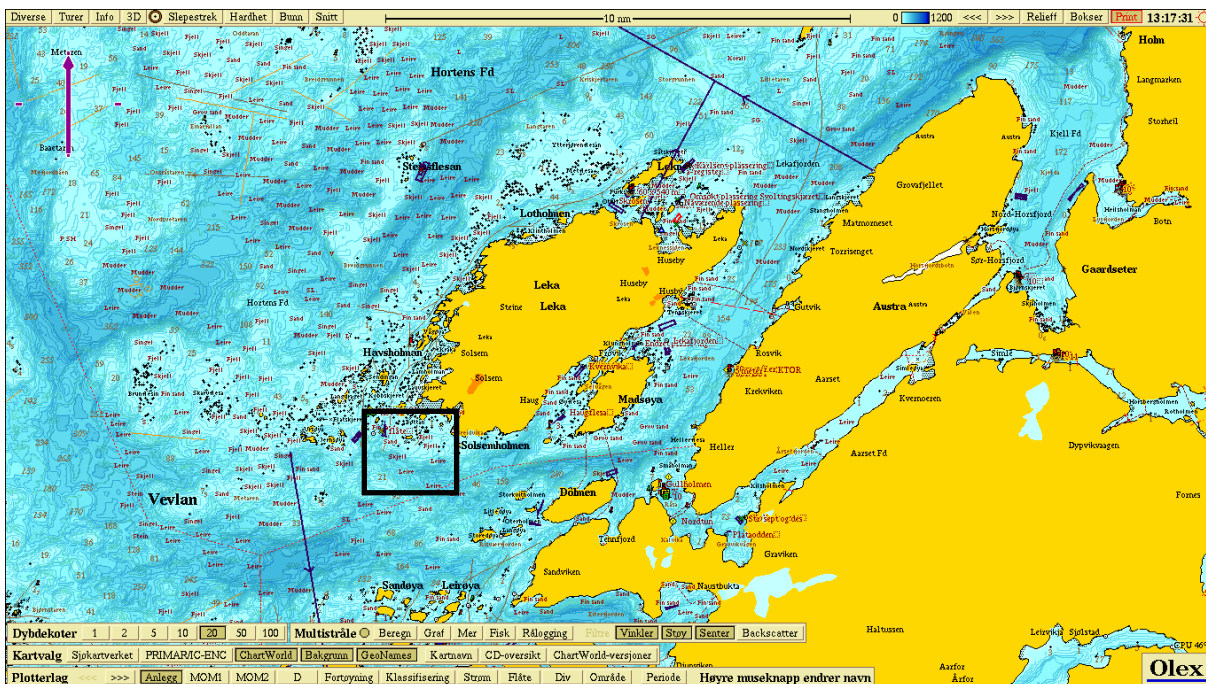
Undersøkellesområdet ligger på nordsida av Risværffjorden, like sør av øya Leka i Nord-Trøndelag fylke (fig 2.1 og fig 2.2). Bunntopografien viser at havbunnen er svakt kupert i dette området, og lokaliteten drenerer sørover rett ut i Risværffjorden som har uhindret kontakt med havet utenfor. Anlegget ligger ikke innenfor noen definert terskel. Havdybden ved selve lokaliteten varierer fra ca. 70-100 meters dybde, med økende dybde fra nord mot sør. Prøvetakingsstasjonene ble plassert både nord- og sørøst for lokaliteten.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

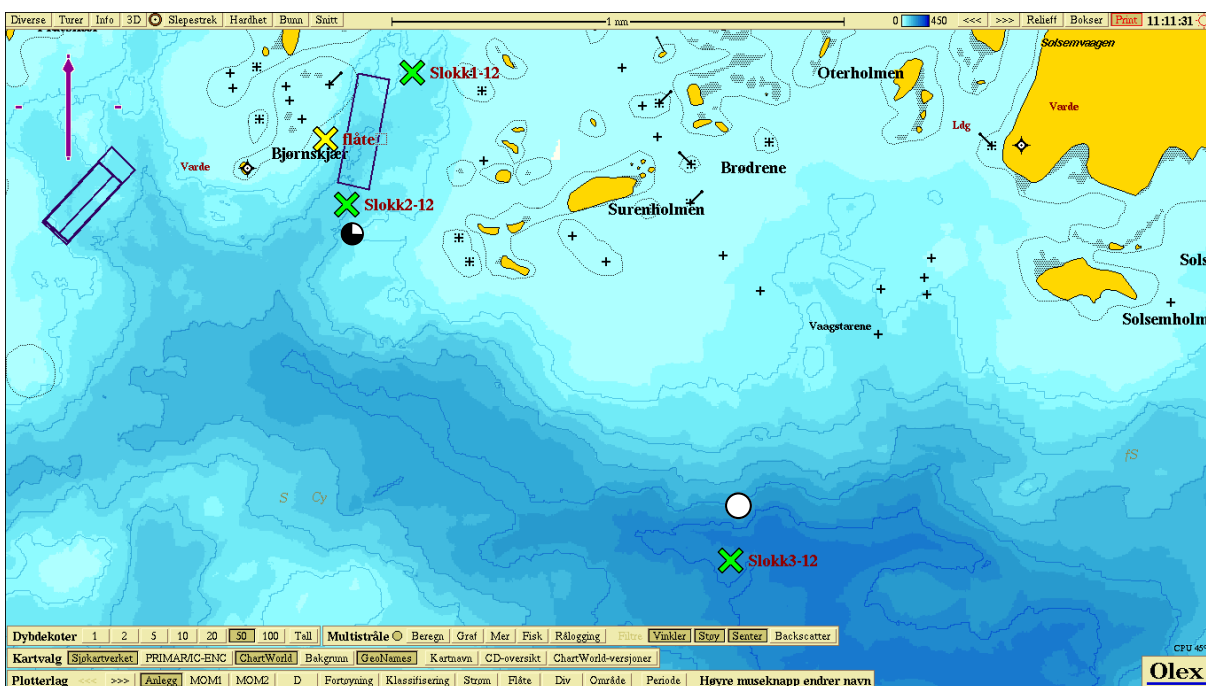
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest AS den 20. desember, 2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon i nærsone like sør for anlegget, en i overgangssone ca. 150 meter nordøst for anlegget, og en stasjon cirka 3 km sørøst for anlegget, i dypet av fjorden (fjernsone). Prøvetakingen ved nærsonestasjonen og overgangssonestasjonen er tatt ved samme punkt som henholdsvis Bjørnskjæret 3 og Bjørnskjæret 4 i undersøkelsen fra 2011 (SAM e-Rapport nr. 3-2012), mens det var hensiktsmessig å ta fjernsonestasjonen ved et nytt punkt. Det foreligger ikke kjemisk- og geologisk prøve fra overgangssonestasjonen, kun faunaprøver. Dette etter utilstrekkelig prøvemateriale ved flere hugg på stasjonspunktet og rundt stasjonen, og man konkluderte med at overgangssonen var en hardbunnstasjon. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved hver stasjon på feltdagen 20. desember 2012. 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. Alle data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1. Oversiktskart over Risværfjorden med undersøkelsesområdet avmerket med svart firkant. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Detaljskisse 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 i desember 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 16,3 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Slokk 1-12 20.12.12	Slokkholmen 65°02.587 N 11°29.341 Ø	70	1	Kun litt strø	Strø av sand og grus, lys grå sedimentfarge. Ingen unormal lukt. Uttak til faunaprøver.
			2	Kun litt strø	Strø av sand, lys grå sedimentfarge. Ingen unormal lukt. Uttak til faunaprøver.
			3		Ingen uttak til kjemisk/geologisk analyse pga for lite sediment.
St. Slokk 2-12 20.12.12	Slokkholmen 65°02.295 N 11°29.000 Ø	102	1	6,4	Sand og silt, grå sedimentfarge. Noe unormal lukt. Uttak til faunaprøver.
			2	8,4	Sand og silt, mørk farge på sedimentoverflaten. Noe unormal lukt. Uttak til faunaprøver.
			3		Sand og silt, mørk farge på sedimentoverflaten. Noe unormal lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. Slokk 3-12 20.12.12	Slokkholmen 65°01.508 N 11°31.005 Ø	260	1	16,3	Silt og leire, lys grå sedimentfarge. Ingen unormal lukt. Uttak til faunaprøve.
			2	16,3	Silt og leire, lys grå sedimentfarge. Ingen unormal lukt. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting 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 vannutskifting, 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 (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan, 1984). 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.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 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.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS, akkrediteringsnummer Test 003, (Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg,) akkrediteringsnummer D-PL-14081-01-00). 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 KLIF's manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

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 tilsetting 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 vanddirektivet 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 KLIF's 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 veilederene. 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, Direktorats-gruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Meget 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	<0,20
Sediment	Shannon-Wiener ind. (H')	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	97:03		>4	3-4	2-3	1-2	<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
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

*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 overgangssone 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

På lokalitet Slokkholmen Øst startet produksjonen i 1998. Anlegget har ligget i nåværende posisjon i ca 6 år. Anlegget er 500 meter langt, 150 m bredt og består av merder. Det er produksjon i hele anlegget. På undersøkelsestidpunktet var anlegget brakklagt. Fisken skal settes ut i jan 2013 og utslaktes september 2013. Anlegget skal deretter brakklegges fram til april 2015.

Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år (2013)	451 tonn	ca. 400 tonn
Siste 3 år (2010-2013)	11408 tonn	ca. 10357 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

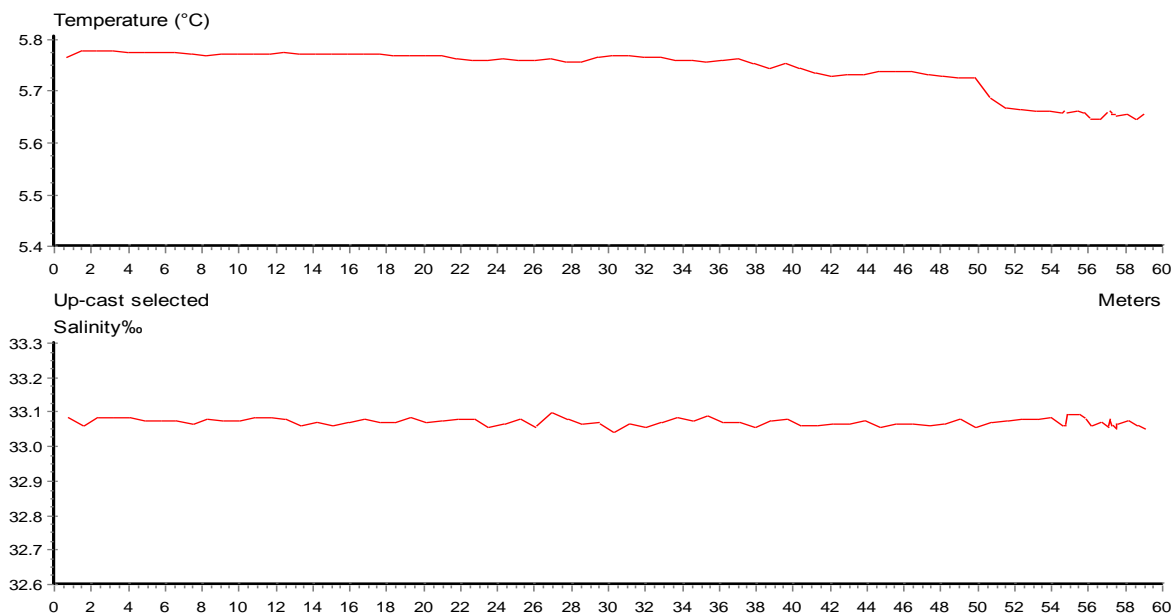
Det ble utført målinger av temperatur, salinitet og oksygennivå på alle tre stasjonene, og resultatene er oppsummert i figur 3.1-3.6. Ved prøvetakingsstasjonen Stokk1-12 holder sjøtemperatur mellom 5,6 og 5,8 °C i hele vannsøylen, fra havoverflaten og ned til bunnen (øvre felt figur 3.1). Saliniteten ligger stabilt mellom 33,0 og 33,1 ‰ ved alle måledypene i overgangssonen på denne lokaliteten (nedre felt figur 3.1). Oksygenkonsentrasjonen ved denne stasjonen, målt som mg O₂/liter sjøvann, ligger mellom 11,6 og 11,7, mens den stiger til over 12,0 nede ved bunnen (øvre felt figur 3.2). Dette er å betrakte som en meget høy (normal) konsentrasjon. Metningen følger samme mønster (nedre felt figur 3.2).

Sjøtemperaturen ved stasjonen Slokk2-13 er stabil på rundt 5,8 °C nedover vannsøylen fra overflaten og ned til 80 meters dyp, hvor det ser ut til å være et sprangsjikt med økende temperatur og saltholdighet (figur 3.3). Bunnvannet holder en temperatur på over 8 °C, mens saliniteten stiger fra 33,0 ‰ ovenfor sprangsjiktet til rundt 34 ‰ i bunnvannet. Oksygenkonsentrasjonen er høy i gjennom hele vannsøylen i nærsonen, og ligger mellom 10 og 12 mg O₂/liter sjøvann. Figur 3.4 viser at man fant høy oksygenkonsentrasjon- og metning også nede ved sjøbunnen på denne stasjonen.

Fjernsonestasjonen (Slokk3-12) har et sprangsjikt på cirka 80 meters dyp (figur 3.5), med samme karakteristikk som ved stasjon Slokk2-12. Sjøtemperaturen holder 5,9 °C fra overflaten og ned til 80 meters dyp, fra hvor temperaturen stiger til over 8 °C nedover og stabiliserer seg rundt denne verdien videre nedover i dypet. Saliniteten til vannmassene i de øverste 80 meterne ligger på 33 ‰, for så å stige til og stabilisere seg ved 34,5 ‰, som er normal salinitetsverdi for oseanisk vann.

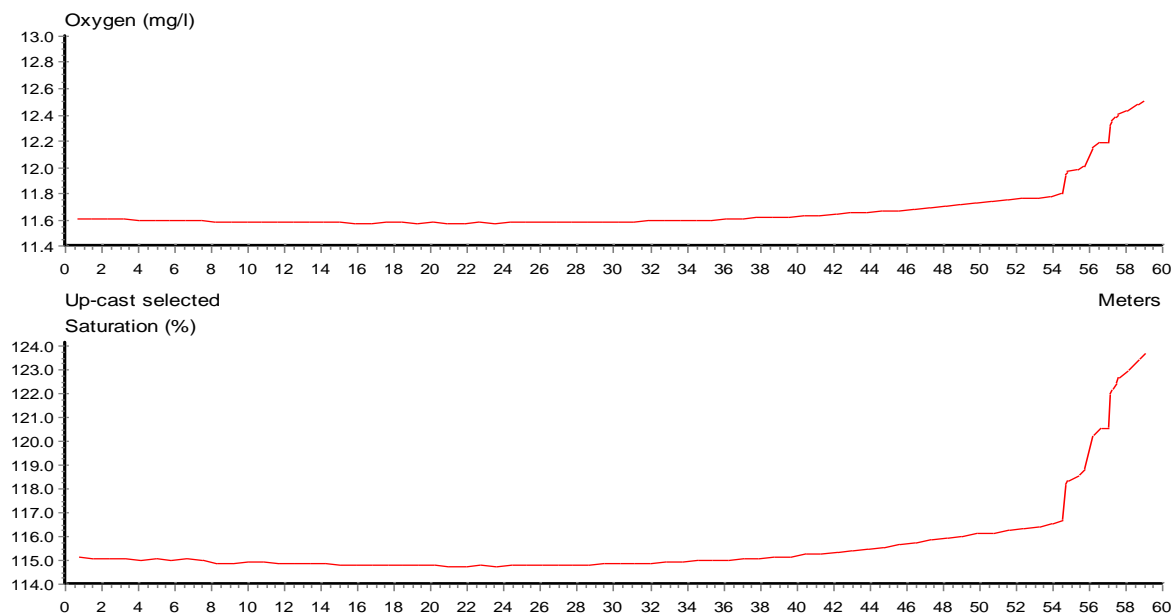
Oksygennivået er høyt i hele vannsøylen mellom havoverflaten og havbunnen ved Slokk3-12. Fra overflaten synker konsentrasjonen gradvis fra 11,5 til 9,3 mg O₂/liter sjøvann nedover mot 100 meters dyp. I bunnvannet har konsentrasjonen sunket ytterligere, og ligger rundt 9,0 mg O₂/liter sjøvann. Dette er fortsatt å betegne som en høy O₂-konsentrasjon for bunnvann. Etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al., 97 (se tabell 2.2) får denne konsentrasjonen tilstandsklassen I 'Meget god' (med en omregningsfaktor på 1,42 gir 9,0 mg O₂/liter 6,3 ml O₂/liter).

File name: Klungset og Slokkholmen2012.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 6 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 13:26:11 - 20.Dec-12 (No. 2590) To: 13:30:13 - 20.Dec-12 (No: 2711)



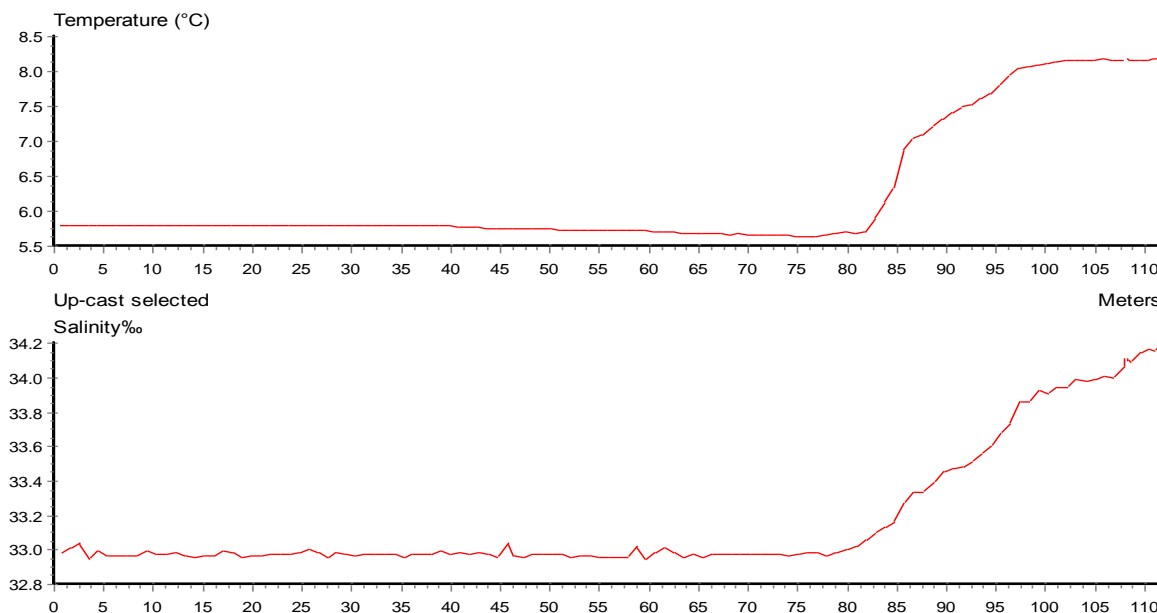
Figur 3.1 Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 60 meters dyp på stasjon Slokk1-12 den 20. desember 2012.

File name: Klungset og Slokkholmen2012.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 6 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 13:26:11 - 20.Dec-12 (No. 2590) To: 13:30:13 - 20.Dec-12 (No: 2711)



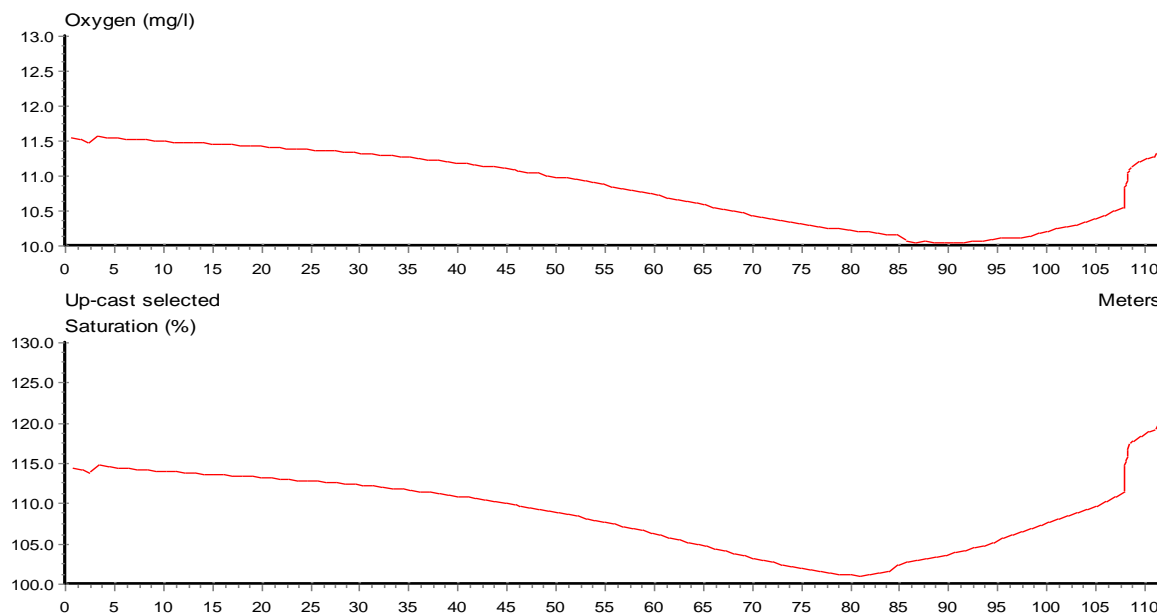
Figur 3.2 Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 60 meters dyp på stasjon Slokk1-12 den 20. desember 2012.

File name: Klungset og Slokkholmen2012.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 12:30:36 - 20.Dec-12 (No. 2283) To: 12:36:18 - 20.Dec-12 (No: 2454)



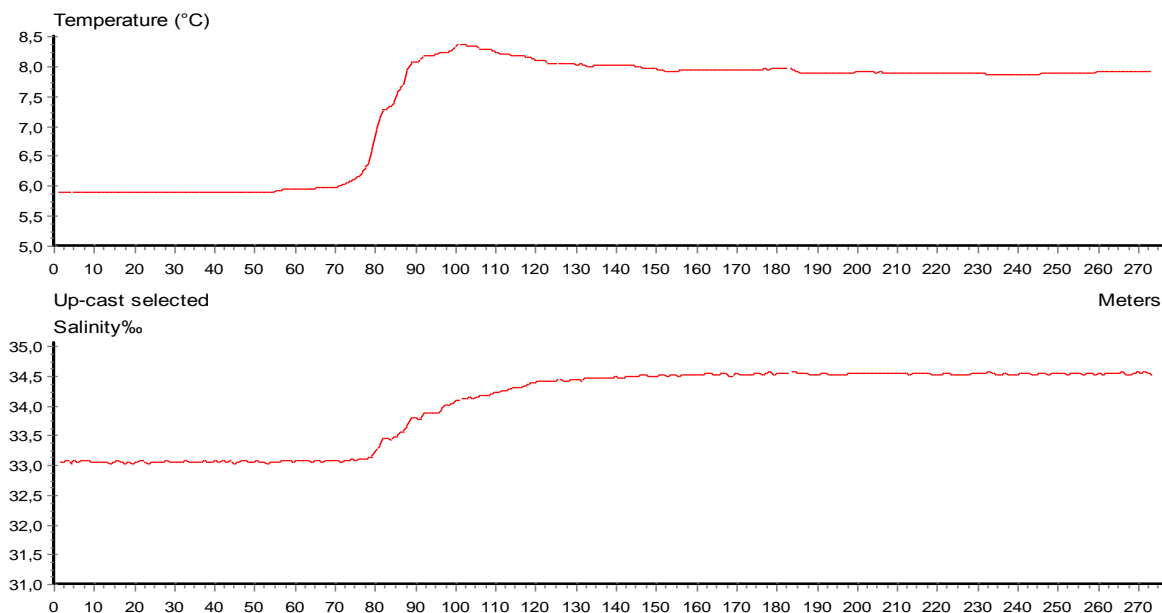
Figur 3.3. Temperatur (°C) og salinitet (‰) ved overflaten og ned til 110 meters dyp ved stasjon Slokk2-12 den 20. desember, 2012.

File name: Klungset og Slokkholmen2012.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 12:30:36 - 20.Dec-12 (No. 2283) To: 12:36:18 - 20.Dec-12 (No: 2454)



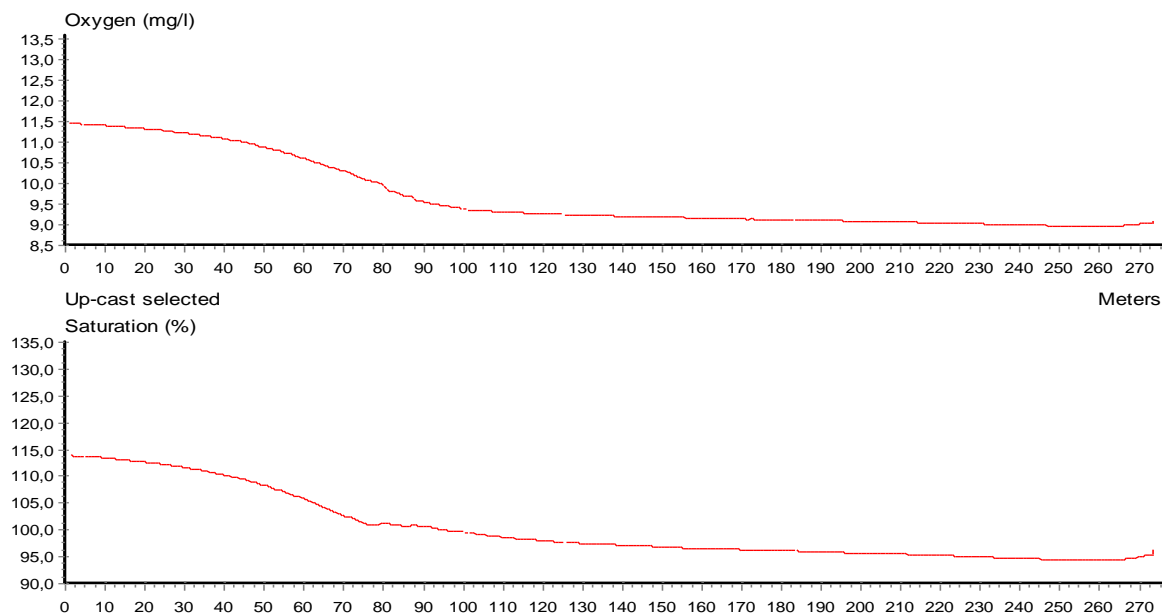
Figur 3.4. Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og metning (%) ved overflaten og ned til 110 meters dyp ved stasjon Slokk2-12 den 20. desember, 2012.

File name: Klungset og Slokkholmen2012.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 4 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 11:29:10 - 20.Dec-12 (No. 1690) To: 11:44:00 - 20.Dec-12 (No. 2135)



Figur 3.5 Temperatur (°C) og salinitet (‰) ved overflaten og ned til 270 meters dyp ved stasjon Slokk3-12 den 20. desember, 2012.

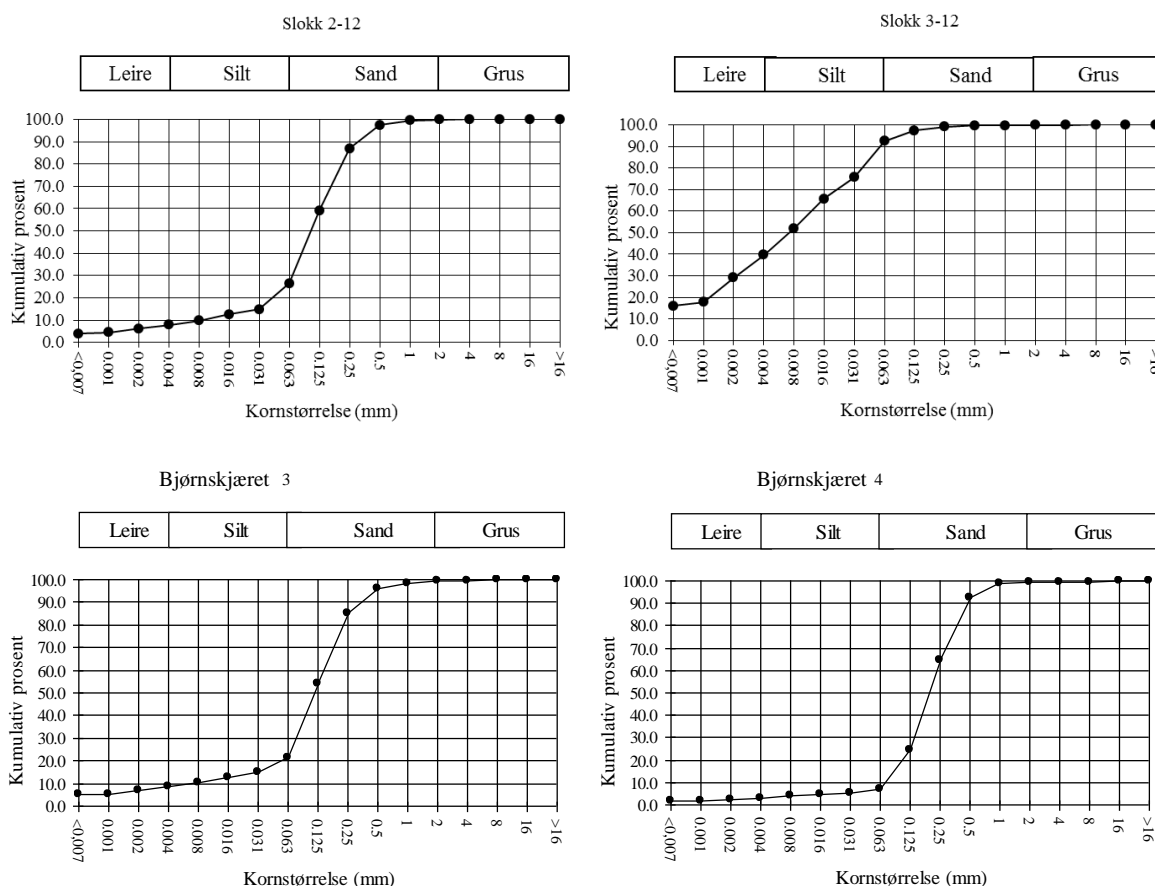
File name: Klungset og Slokkholmen2012.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 4 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 11:29:10 - 20.Dec-12 (No. 1690) To: 11:44:00 - 20.Dec-12 (No. 2135)



Figur 3.6 Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og metning (%) ved overflaten og ned til 270 meters dyp ved stasjon Slokk3-12 den 20. desember, 2012.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Slokkholmen er presentert i figur 3.7 og tabell 3.1. Glødetapet på Slokk 2 og Slokk 3 kan ikke rapporteres akkreditert da det er knyttet avvik til temperaturen på glødeovnen på analysetidspunktet. Resultatet er likevel tatt med som sammenligningsgrunnlag.



Figur 3.7. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved lokalitet Slokkholmen i 2012 og 2011.

Tabell 3.1. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Slokkholmen i 2012 og 2011.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Slokk 1	2012	Ingen prøve	-	-	-	-	-	-
Bjørn 4	2011	67	5,2	3	4	7	92	1
Slokk 2	2012	102	6,4*	8	18	26	74	0
Bjørn 3	2011	101	6,6	9	12	21	78	1
Slokk 3	2012	260	13,6*	40	53	92	7	0

*ikke akkreditert pga. avvik knyttet til analysemetoden på analysetidspunktet.

I nærsonen til oppdrettsanlegget, Slokk 2-12, dominerte sand og utgjorde 74 % av sedimentet. De resterende 26 % bestod av 8 % leire og 18 % silt. Glødetapet var 6,4 %. Sammenliknet med prøven fra 2011 er sedimentsammensetningen svært lik. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap er også likt mellom de to årene, og er å betrakte som lavt.

Fjernsonestasjonen, Slokk3-12, ute i dypet av fjorden var finkornet og besto av en blanding av leire og silt, der 53 % besto av silt og 40 % besto av leire. De resterende 7 % besto av sandpartikler. Glødetapet var 13,6, som er å betrakte som en moderat til lav mengde organisk materiale.

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Bjørnskjæret og Slokkholmen er vist i tabell 3.2 og Vedleggstabell 2.

For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. 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).

Ved nærsonestasjonen Slokk2-12 viste TOC et høyt nivå (tilstandsklassen IV, 'Dårlig'). Her er situasjonen forverret sammenliknet med prøven fra samme stasjon i 2011, da TOC fikk tilstand 'God-Moderat'. Mengden fosfor er fortsatt å betrakte som lav, selv om den er nesten det dobbelte av hva som ble funnet i prøven fra samme stasjon i april 2011. Nivået av sink og kobber er lavt og havner inn under tilstandsklasse I som svarer til en meget god tilstand. Disse metallene viste også lave verdier i prøven fra 2011.

Kjemiprøven fra fjernsonestasjonen Slokk3-12 viste også høye nivåer av TOC, noe som gav tilstandsklassen V ('Meget dårlig'). Mengden fosfor er å betrakte som lav. Nivåene av sink og kobber var også lave (tilstandsklassen I, 'Meget god').

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Bjørnskjæret og Slokkholmen i 2011. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	År	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Slokk 1	2012	ingen prøve		-	-	-	-	-	-	-
Bjørn 4	2011	<5	<19,2	I	200	7,7	I	6,1	I	57
Slokk 2	2012	23	36.2	IV	1100	62	I	21	I	57.1
Bjørn 3	2011	13	27,2	II-III	510	23	I	18	I	56
Slokk 3	2012	49	50.4	V	800	98	I	25	I	39.4

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.8-3.10 og Vedleggstabell 1.

Resultatene fra denne undersøkelsen vil bli sammenlignet stasjonene fra 2011. I årets undersøkelse ligger Slokk 1 på samme posisjon som Bjørn 4 og Slokk 2 ligger på samme posisjon som Bjørn 3. Stasjon 3 (også kalt Bjørnskjæret 3) og stasjon 4 (også kalt Bjørnskjæret 4) fra 2011 vil heretter bli omtalt som Bjørn 3 og Bjørn 4.

Slokk 1 ligger i overgangssonen like nordøst for lokaliteten Slokkholmen på 67 m dyp. Det foreligger mangelfullt biologisk materiale fra denne stasjonen grunnet hardbunn i området. Resultatene fra denne stasjonen kan dermed ikke rapporteres akkreditert. Resultatene er likevel tatt med da de gir et bilde av hvilket samfunn som lever her.

På Slokk 1 ble det funnet 14 arter med til sammen 73 individer. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 1,25 og en Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 7,5. Den mest tallrike arten var børstemarken *Capitella capitata* med 35 individer. Denne arten utgjorde ca. 48 % av individene i prøven. Den nest mest tallrike gruppen var arter i slekten *Ophryotrocha* sp. Både *Capitella capitata* og *Ophryotrocha* sp. forekommer ofte der det er organisk belastning. Sammenlignet med undersøkelsen i 2011 ser man en negativ utvikling når det kommer til diversitetsindeksene, individ og artsantall, noe som kan forklares med utfordringene under prøvetakingen på stasjonen. Artssammensetningen tyder likevel på at man har påvirkning fra anlegget. Resultatene fra undersøkelsen ved lokaliteten i 2011 viste

påvirket samfunn med økt tilførsel av organisk materiale i resipienten. Årets undersøkelse viser tilsvarende tendenser med et lavt artsantall og et bunndyrsamfunn som domineres av to arter som tåler høy organisk belastning.

Slokk 2 ligger i nærsonen like sør for lokaliteten Slokkholmen på 101 m dyp. Her ble det funnet 16 arter med til sammen 2390 individer. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 0,53 og en Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 4,91 som begge havner i tilstandsklassen «Svært dårlig». Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet gir tilstandsklassen henholdsvis «Dårlig og «Svært Dårlig» (NQI1: 0,32 og NQI2: 0,13) og AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er «Svært forstyrret». På stasjonen dominerer børstemarken *Capitella capitata* med 2232 individer. Denne arten utgjør dermed ca. 93 % av det totale individantallet. Denne arten takler dårlige bunnforhold og dominerer ofte under oppdrettsanlegg med mye organisk avfall. Den nest mest tallrike arten var børstemarken *Mediomastus fragilis*. I følge MOM-standarder er diversitets-indeksene 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 3 (Dårlig). Sammenlignet med undersøkelsen i 2011 ser man at MOM-miljøtilstanden har gått fra å ligge mellom god (2) og dårlig (3) til å være dårlig (3) grunnet det svært høye individtallet av en dominerende art. Også i 2011 dominerte *Capitella capitata* samfunnet på stasjonen og man konkluderte med at stasjonen var tydelig negativt påvirket av anlegget. Ved denne undersøkelsen ser man en ytterlig økning av individantall som viser at man også nå har negativ påvirkning fra anlegget. Individantallet har gått opp og artsmangfoldet har gått ned. Grafen med geometriske klasser viser at man har dårlige forhold på stasjonen.

Ute i dypet på Slokk 3 (260 m dyp) fant man totalt 93 arter med til sammen 1285 individer. Shannon Wieners diversitetsindeks (H') ble beregnet til 4,8 og Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 33,57 s. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,78 og 0,76. Samtlige indekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse I – Svært God. De tre mest tallrike artene var børstemarken *Heteromastus filiformis* med 161 individer (12,5 %), pølseormen *Nephasoma minutum* med 149 individer (11,6 %) og børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (142 stk, 11,1 %). Artssammensetningen indikerer gode forhold på stasjonen, noe også fordelingen av de geometriske klassene viser.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (figur 3.9). Like grabbhugg sier noe om variasjonen på bunnen på stasjonen. Unntaket er stasjon Slokk 1 der det andre hugget skiller seg ut grunnet hardbunnstasjon. MDS-plottet viser at stasjon Slokk 3 (fjernstasjon) skiller seg fra de andre stasjonene. Dette gjenspeiler resultatene fra de biologiske beregningene som viser stasjoner påvirket av anlegg og en stasjon som ikke er påvirket av anlegget (figur 3.10).

Tabell 3.3: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 01:2009, (Direktorats- gruppen Vanddirektivet 2009, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007.

Stasjon	År	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES_{100}	AMBI	TK	Jevnhet (J)	H'_{max}	MOM TK
Slokk 1	2012	1	72	14	2.51	0.45	0.34	14.00	5.12		0.66	3.81	
		2	1	1	0.00	-	0.07	1.00	6.00			0.00	
Sum			73	14	2.49			14.00			0.65	3.81	2
Snitt			36.5	7.5	1.25	0.36	0.21	7.50	5.56		0.66	1.90	
Bjørn 4	2011	2	83	13	2.23	0.49	0.38	13.00	4.30		0.60	3.70	
		3	249	15	2.06	0.45	0.33	10.28	4.73		0.53	3.91	
Sum			332	20	2.20			11.30			0.51	4.32	1
Snitt			166	14	2.15	0.47	0.36	11.64	4.51	Dårlig	0.57	3.80	
Slokk 2	2012	1	1212	8	0.45	0.28	0.12	4.39	5.86		0.15	3.00	
		2	1178	16	0.61	0.35	0.14	5.43	5.79		0.15	4.00	
Sum			2390	16	0.54			4.95		Svært	0.13	4.00	3
Snitt			1195	12	0.53	0.32	0.13	4.91	5.82	Dårlig	0.15	3.50	
Bjørn 3	2011	1	575	16	0.93	0.38	0.18	6.66	5.57		0.23	4.00	
		2	753	10	0.51	0.31	0.13	4.28	5.79		0.15	3.32	
Sum			1328	20	0.72			5.40		Svært	0.17	4.32	2-3
Snitt			664	13	0.72	0.35	0.15	5.47	5.68	Dårlig	0.19	3.66	
Slokk 3	2012	1	826	80	4.84	0.78	0.76	33.55	2.02		0.76	6.32	
		2	459	64	4.77	0.78	0.75	33.59	2.01		0.79	6.00	
Sum			1285	93	4.90			33.83		Svært	0.75	6.54	-
Snitt			642.5	72	4.80	0.78	0.76	33.57	2.02	God	0.78	6.16	

I – Meget god II - God III – Mindre god IV – Dårlig V – Meget dårlig

Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Slokkholmen i 2012 og 2011.

Slokk 1-12			
Art:	Ant, Ind,	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	35	47,9	47,9
<i>Ophryotrocha</i> sp.	15	20,5	68,5
<i>Nebalia</i> sp.	8	11	79,5
<i>Scoloplos armiger</i>	2	2,7	82,2
<i>Phyllodoce mucosa</i>	2	2,7	84,9
<i>Actiniaria</i> indet.	2	2,7	87,7
<i>Mytilus edulis</i>	2	2,7	90,4
<i>Chaetozone</i> sp.	1	1,4	91,8
<i>Eteone longa</i>	1	1,4	93,2
<i>Thyasira sarsii</i>	1	1,4	94,5
<i>Syllidae</i> indet.	1	1,4	95,9
<i>Philine scabra</i>	1	1,4	97,3
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	1	1,4	98,6
<i>Caulleriella</i> sp.	1	1,4	100

Bjørn 4-11			
Art:	Ant, Ind,	%	Kum %
<i>Chaetozone</i> sp.	140	42,2	42,2
<i>Capitella capitata</i>	124	37,3	79,5
<i>Scoloplos armiger</i>	20	6	85,5
<i>Pholoe baltica</i>	14	4,2	89,8
<i>Mediomastus fragilis</i>	7	2,1	91,9
<i>Polydora</i> sp.	6	1,8	93,7
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	0,9	94,6
<i>Eteone longa</i>	3	0,9	95,5
<i>Aricidea catherinae</i>	3	0,9	96,4
<i>Spio</i> sp.	2	0,6	97

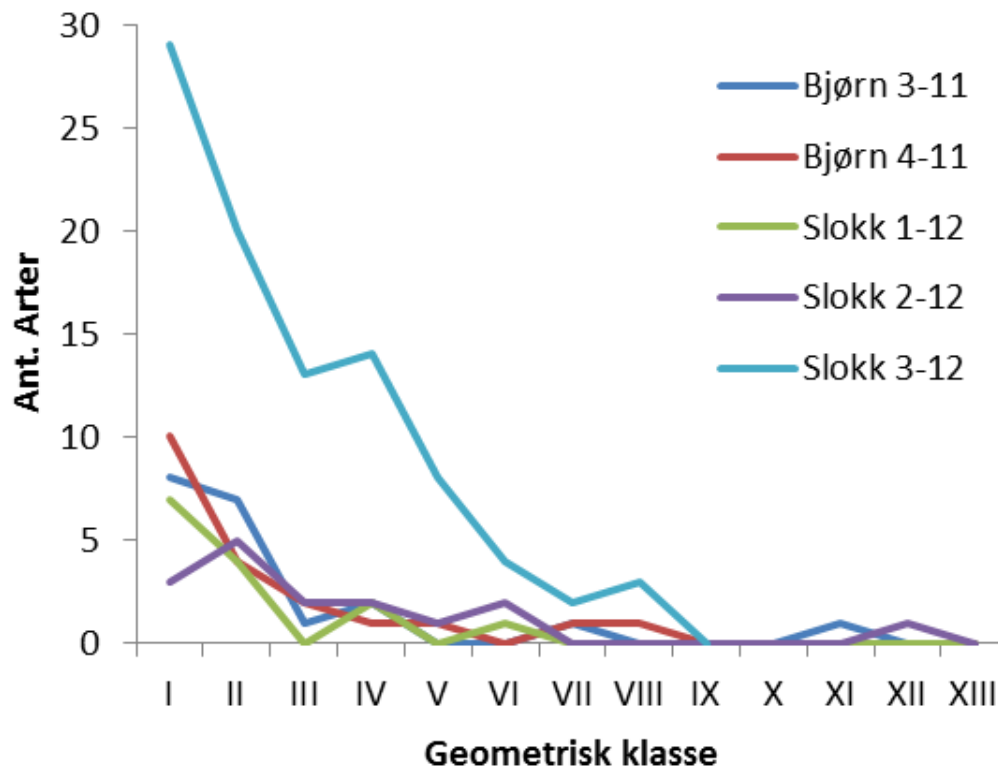
Slokk 2-12			
Art:	Ant, Ind,	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	2232	93,4	93,4
<i>Mediomastus fragilis</i>	56	2,3	95,7
<i>Mytilus edulis</i>	38	1,6	97,3
<i>Thyasira sarsii</i>	20	0,8	98,2
<i>Ophryotrocha</i> sp.	12	0,5	98,7
<i>Prionospio steenstrupii</i>	8	0,3	99
<i>Chaetozone</i> sp.	4	0,2	99,2
<i>Syllidae</i> indet.	4	0,2	99,3
<i>Exogone</i> sp.	3	0,1	99,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	0,1	99,6
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	3	0,1	99,7

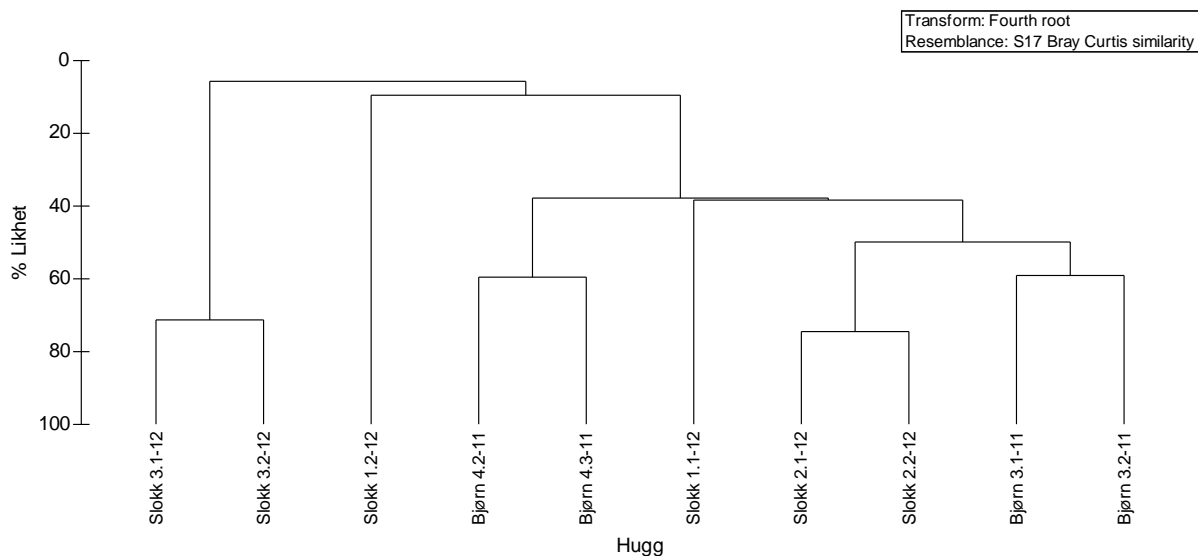
Bjørn 3-11			
Art:	Ant, Ind,	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1192	89,8	89,8
<i>Mediomastus fragilis</i>	79	5,9	95,7
<i>Exogone</i> sp.	15	1,1	96,8
<i>Chaetozone</i> sp.	13	1	97,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	5	0,4	98,2
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	3	0,2	98,4
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	0,2	98,6
<i>Phyllodoce mucosa</i>	2	0,2	98,8
<i>Nephtys paradoxa</i>	2	0,2	98,9
<i>Scoloplos armiger</i>	2	0,2	99,1
<i>Myrtea spinifera</i>	2	0,2	99,2
<i>Thyasira sarsii</i>	2	0,2	99,4

Slokk 3-13			
Art:	Ant, Ind,	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	161	12,5	12,5
<i>Nephasoma cf minutum</i>	149	11,6	24,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	142	11,1	35,2
<i>Prionospio cirrifera</i>	108	8,4	43,6
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	65	5,1	48,6
<i>Thyasira equalis</i>	60	4,7	53,3
<i>Spiophanes kroyeri</i>	54	4,2	57,5
<i>Thyasira obsoleta</i>	41	3,2	60,7
<i>Amythasides macroglossus</i>	34	2,6	63,3
<i>Maldanidae</i> indet.	30	2,3	65,7

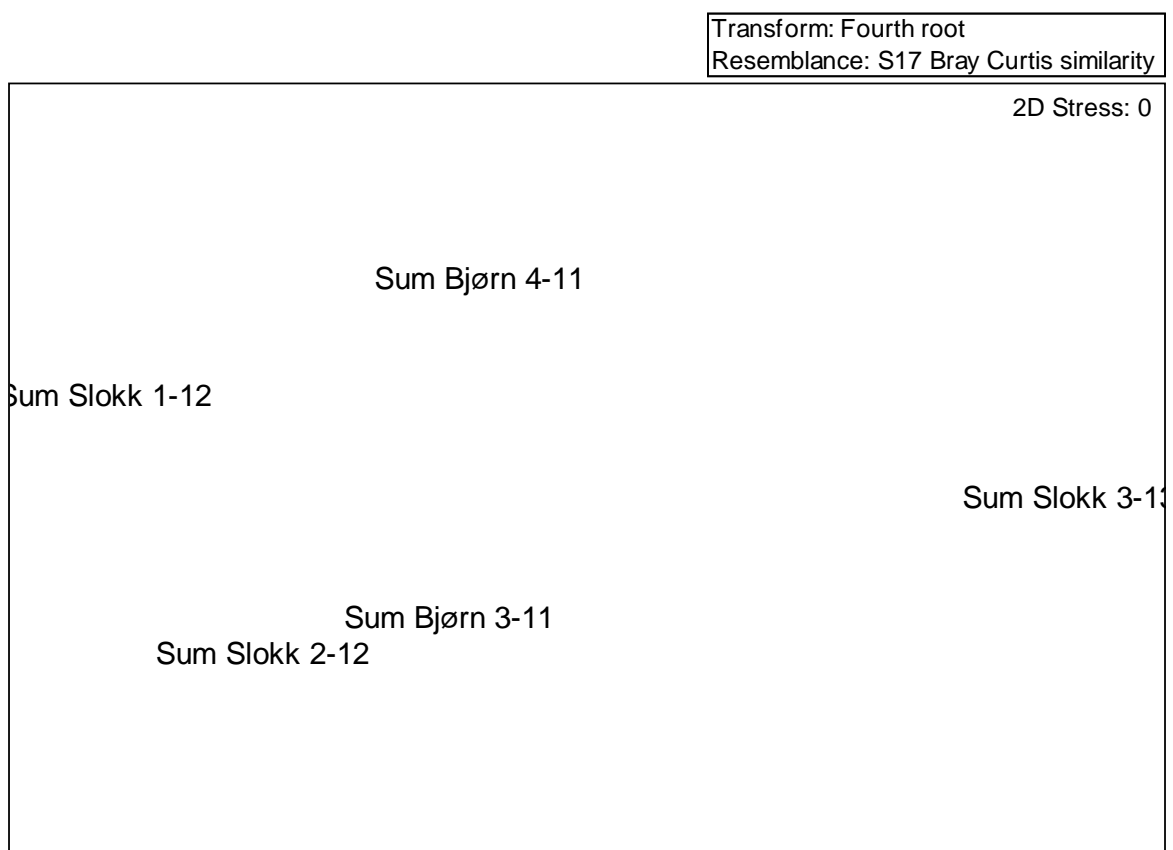
Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Slokkholmen i 2012 og 2011.

Geometrisk klasse	Bjørn 3-11	Bjørn 4-11	Slokk 1-12	Slokk 2-12	Slokk 3-12
I	8	10	7	3	29
II	7	4	4	5	20
III	1	2	0	2	13
IV	2	1	2	2	14
V	0	1	0	1	8
VI	0	0	1	2	4
VII	1	1	0	0	2
VIII	0	1	0	0	3
IX	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0
XI	1	0	0	0	0
XII	0	0	0	1	0
XIII	0	0	0	0	0

**Figur 3.8.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Slokkholmen i 2012 og 2011.



Figur 3.9. Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Slokkholmen i 2012 og 2011. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata.



Figur 3.10. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Bjørnshjæret og Slokkholmen i 2011. Analysene er utført på stasjonsnivå og hver stasjon utgjør 0,2 m² prøvemateriale. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Slokkholmen Øst, i Risværfjorden i Leka kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 20. desember 2012. Det ble registrert hydrografi og samlet bunnprøver ved tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen og én i dypet av Risværfjorden.

De hydrografiske målingene avdekte en relativt homogen situasjon i de øverste 80 meterne i vannmassene rundt denne oppdrettslokaliteten. Mellom 80 og 110-120 meters dyp befinner det seg et sprangsjikt, hvor temperaturen og saltholdigheten øker, før tilstanden stabiliserer seg videre nedover dypet. Oksygenkonsentrasjonen og oksygenmetningen er relativt stabil på hhv 11.6 mg/l og 115 % i de øverste 55 meterne ved overgangssonen, for så å øke de siste meterne ned mot bunnen. I nærsonen og fjernsonen avtar både oksygenkonsentrasjonen og oksygenmetningen med økende dyp, bortsett fra de dypeste 30 meterne i nærsonen hvor begge verdiene øker. Det er høy konsentrasjon og metning av oksygen på alle målte dyp ved de tre prøvetakingsstasjonene, og oksygensituasjonen får etter miljødirektoratets (tidligere KLIF) klassifisering (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) tilstandsklassen 'Meget god'.

Den geologiske undersøkelsen av bunnsedimentet viste en blanding av sand, silt og leire ved nærsonestasjonen og fjernsonestasjonen. Den kjemiske analysen viste lave nivåer av sink og kobber (begge med tilstandsklassene 'meget god'), samt fosfor. TOC-parameteren (total organisk karbon) var høy og hadde, etter Miljødirektoratets klassifisering, tilstandsklassene 'dårlig' i nærsonen og 'svært dårlig' i fjernsonen. Bunndyrsundersøkelsen viser at ved nærsonestasjonen har individantallet gått opp og artsmangfoldet ned, og stasjonen er fortsatt tydelig negativt påvirket av anlegget. Mangelfullt biologisk materiale ved overgangssonestasjonen gjør at resultatene ikke kan rapporteres akkreditert her, men artssammensetningen tyder på at man har påvirkning fra anlegget. Fjernsonestasjonen har derimot svært gode diversitetsindekser, og artssammensetningen indikerer gode forhold på stasjonen.

På bakgrunn av denne undersøkelsen kan man konkludere med at de bentiske miljøforholdene i nærsonen til Slokkholmen Øst er negativt påvirket av anlegget og at situasjonen trolig har

forverret seg siden forrige undersøkelse. Ved fjernsonestasjonen har man svært gode forhold i bunnfaunaen. TOC-parameteren indikerer et høyt organisk innhold i sedimentet på denne stasjonen, men det er ikke noe som tyder på at dette har negativ innvirkning på dyremangfoldet på havbunnen. Hvorvidt den dårlige TOC-tilstanden er en naturtilstand eller en årsak av påvirkning fra oppdrettsanlegget, er det vanskelig å konkludere noe sikkert om. Tidligere MOM C-undersøkelser har vist at parameteren TOC kan klassifisere til dårlig tilstand selv i upåvirkede marine områder (Sandnes, 2004).

5 TAKK

Vi takker røkterne fra Marine Harvest AS for god hjelp og et hyggelig tokt. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aqua Kompetanse AS. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Nargis Islam, Natalia Korboleva og Ingrida Petrauskaite. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad ved Seksjon for anvendt miljøforskning, Bergen.

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.
- 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.
- 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 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet.
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (AquaKompetanse AS rapp.) 60 s

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.

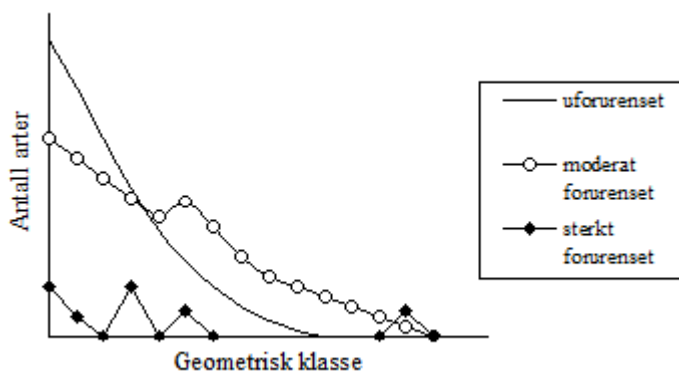
Geometriske klasser

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 flattere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små toppe og nullverdier (Figur v1)

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.

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 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.

Diversitetsindekse 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:

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

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

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 sammen-ligning 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 vann typer. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vann typer.

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	>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:

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

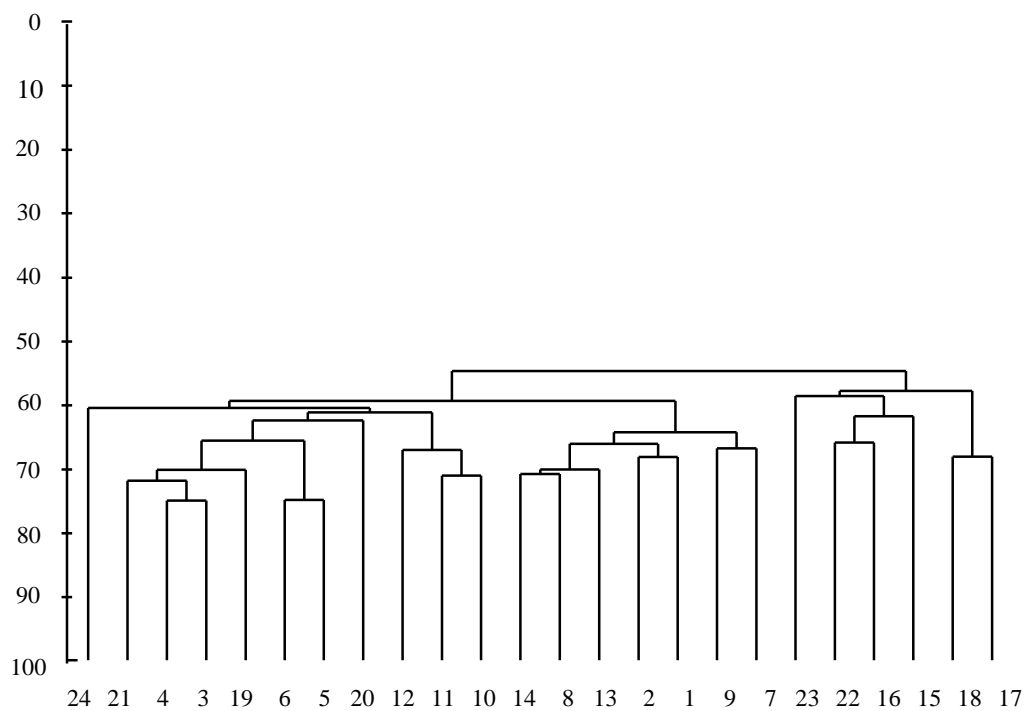
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

Dataprogrammer

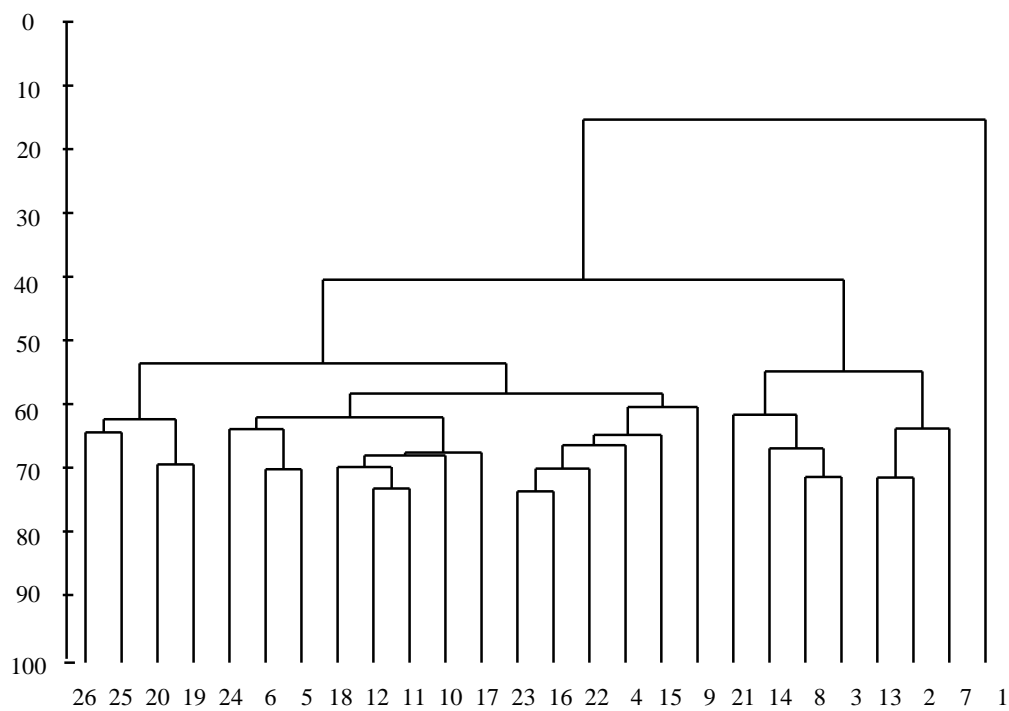
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “Diversi”. Dataprogram og makro er laget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

FAUNALIKHET

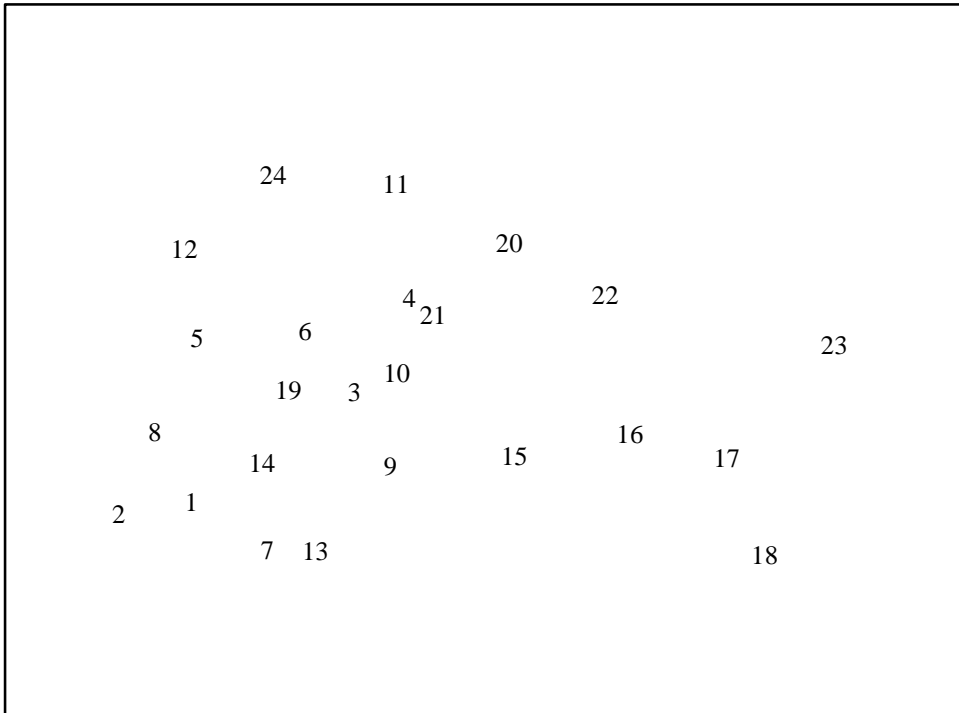


FAUNAFORSKJELL

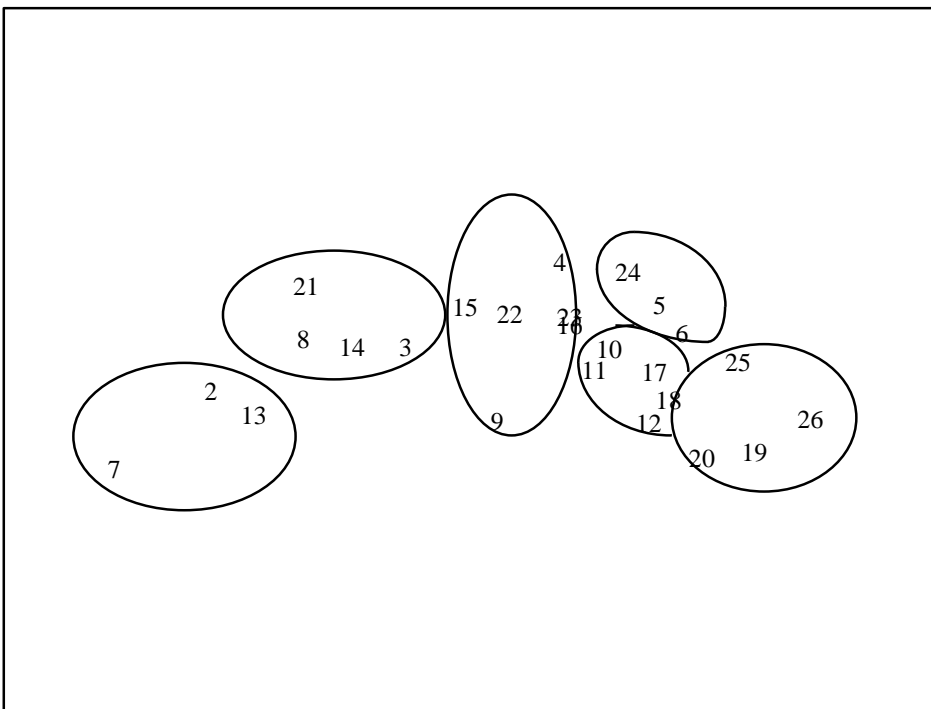


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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*.
- 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*

Vedleggstabell 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): Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger

Prosjekt nr.: 807282

Prøvetakingssted (område): Slokkholman Øst

Dato for prøvetaking: 20.12.12

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: På stasjon Slokk 1-12 var det hardbunn. Faunaprøven var derfor mangelfull.

Artene er identifisert av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input checked="" 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: *Frøydis Lygre*
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

1/4	Stasjon:	Slokk 1-12*	Slokk 1-12*	Slokk 2-12	Slokk 2-12	Slokk 3-12	Slokk 3-12
	Dato:	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012
	Dyp:	70m	70m	102m	102m	260m	260m
	Hugg	1	2	1	2	1	2
Arter							
* PORIFERA indet.		+					
* HYDROZOA							
* <i>Hydrozoa</i> indet.		+					+
* ANTHOZOA							
<i>Actiniaria</i> indet.		2					
* PLATYHELMINTES indet.						1	
* NEMERTINI indet.						10	13
* NEMATODA indet.		8		ca 100	ca 150	9	6
PRIAPULIDA							
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>					3	99	43
* <i>Siboglinum fiordicum</i>						+	+
* <i>Siboglinum ekmanni</i>							+
<i>Polymoidae</i> indet.						1	
<i>Pholoe baltica</i>						8	3
<i>Pholoe pallida</i>						2	
<i>Phyllodoce mucosa</i>		2					
<i>Protomystides exigua</i>						1	1
<i>Eteone longa</i>		1			2		
<i>Syllidae</i> indet.		1		3	1		
<i>Exogone</i> sp.					3	9	3
<i>Ceratocephale loveni</i>						0/1	1/1
<i>Nephtys hystrix</i>						1/1	1
<i>Nephtys longosetosa</i>					1		
<i>Sphaerodorum flavum</i>						1	
<i>Glycera lapidum</i>							0/1
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>						3/6	1/8
<i>Lumbrineridae</i> indet.						17	6
<i>Ophryotrocha lobifera</i>				2	1		
<i>Ophryotrocha</i> sp.		15		9	3		
<i>Phylo norvegica</i>						1/1	2
<i>Scoloplos armiger</i>		1/1			1		
<i>Laonice sarsi</i>							2
<i>Malacoceros fuliginosus</i>		0/1			1		
<i>Polydora</i> sp.						3	5
<i>Prionospio steenstrupii</i>				4	4		
<i>Prionospio cirrifera</i>						58	50
<i>Prionospio dubia</i>						1/1	3/3
<i>Spiophanes kroeyeri</i>						10/26	3/15
<i>Apistobanchus tullbergi</i>							5
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>						1	1
<i>Aricidea catherinae</i>						12	10
<i>Levinsenia gracilis</i>						7	5
<i>Aphelochaeta</i> sp.						2	1
<i>Caulleriella killariensis</i>						1	
<i>Caulleriella</i> sp.		1					
<i>Chaetozone</i> sp.		1			4	2	
<i>Diplocirrus glaucus</i>						0/6	2/3
<i>Pherusa flabellata</i>						1	
<i>Ophelina</i> sp.						1	2

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

2/4	Stasjon:	Slokk 1-12*	Slokk 1-12*	Slokk 2-12	Slokk 2-12	Slokk 3-12	Slokk 3-12
	Dato:	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012
	Dyp:	70m	70m	102m	102m	260m	260m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Scalibregma inflatum</i>							0/1
<i>Capitella capitata</i>		34	1	1144	1088	2	
<i>Heteromastus filiformis</i>					2	117	44
<i>Mediomastus fragilis</i>				20	36		
<i>Notomastus latericeus</i>						1	
<i>Chirimia biceps</i>							0/1
<i>Rhodine loveni</i>							3
<i>Maldanidae</i> indet.						18	12
<i>Myriochele damielsseni</i>							1
<i>Galathowenia fragilis</i>						2	5
<i>Galathowenia oculata</i>						2	2
<i>Pectinaria auricoma</i>						1	
<i>Sabellides octocirrata</i>						1/2	1
<i>Anobothrus</i> sp.						5	3
<i>Amythasides macroglossus</i>						30	4
<i>Echysippe vanelli</i>						8/1	5
<i>Glyphanostomum pallescens</i>						1	
<i>Melinna cristata</i>						2/1	1
<i>Melinna albicincta</i>						1	
<i>Paramphitrite birulai</i>						1/1	
<i>Pista cristata</i>						4	1/1
<i>Streblosoma intestinale</i>						0/3	
<i>Terebellides stroemi</i>						3/2	0/2
<i>Sabellidae</i> indet.						7	
<i>Euchone</i> sp.						1	2
SIPUNCULA							
<i>Sipuncula</i> indet.						5	5
<i>Phascolion strombus</i>						2/5	0/2
<i>Onchmesoma steenstrupi</i>						44	21
<i>Nephasoma cf. minutum</i>						84	65
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>						17	15
* <i>Metridia longa</i>							2
<i>Nebalia</i> sp.		8					
<i>Leucon</i> sp.						1	
<i>Eudorella emarginata</i>						2	
<i>Diastylis cornuta</i>						1	
<i>Campylaspis rubicunda</i>							1
* <i>Tanaidacea</i> indet.						2	2
<i>Idotea</i> sp.						1	
* <i>Amphipoda</i> indet.		1				4	1
* <i>Hyperiidae</i> indet.							1
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata</i> indet.						8/4	12/2
<i>Solenogastres</i> indet.						1	
<i>Euspira montagui</i>						0/1	
<i>Diaphana globosa</i>						1	
<i>Philine quadrata</i>							0/1
<i>Philine scabra</i>		0/1					
<i>Cylichmina umbilicata</i>						2	
<i>Roxania utriculus</i>							0/1
<i>Nucula tumidula</i>						9/2	4/2

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

3/4	Stasjon: Dato: Dyp: Arter	Slokk 1-12*	Slokk 1-12*	Slokk 2-12	Slokk 2-12	Slokk 3-12	Slokk 3-12
		20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012	20/12/2012
	Hugg	70m	70m	102m	102m	260m	260m
		1	2	1	2	1	2
	<i>Ennucula corticata</i>					7	1
	<i>Yoldiella lucida</i>					10/3	4/5
	<i>Yoldiella nana</i>					4/1	0/2
	<i>Mytilus edulis</i>	0/2		19/3	16		
	<i>Bathyarca pectunculoides</i>					1	
	<i>Delectopecten vitreus</i>					0/1	
	<i>Thyasira obsoleta</i>					25/3	9/4
	<i>Thyasira sarsii</i>	1		2/6	10/2		0/1
	<i>Thyasira equalis</i>					21/14	22/3
	<i>Mendicula feruginosa</i>					6/1	6
	<i>Adontorhina similis</i>					10	2
	<i>Parvicardium minimum</i>					2/1	2
	<i>Abra nitida</i>					10	3/1
	<i>Kelliella abyssicola</i>					12/2	2
	<i>Cuspidaria lamellosa</i>					1	1
	<i>Tropidomya abbreviata</i>					3	1
	<i>Entalina tetragona</i>					5	1
	<i>Pulsellum lofotense</i>					1	
	* BRYOZOA						
	* Bryozoa indet skorpeformet	+					
	ECHINODERMATA						
	Asteroidea indet. juv						1
	<i>Amphilepis norvegica</i>					0/3	
	<i>Ophiacantha abyssicola</i>					0/1	
	<i>Ophiecten affinis</i>					0/1	
	<i>Ophiura carnea</i>					2	
	<i>Spatangoida</i> indet.					0/1	0/1
	HOLOTUROIDEA						
	<i>Synaptidae</i> indet.						1
	* CHAETOGNATHA indet.					1	3
	* VARIA	+			+		

	Stasjon: Dato: Dyp: Arter	Bjorn 3-11	Bjorn 3-11	Bjorn 4-11	Bjorn 4-11
		13/04/2011	13/04/2011	13/04/2011	13/04/2011
	Hug	70m	70m	102m	102m
		1	2	2	3
	* PORIFERA indet.	+	+		
	* HYDROZOA				
	* <i>Hydrozoa</i> indet.		+		
	* ANTHOZOA				
	* NEMERTINI indet.		+	1	4
	* NEMATODA indet.	8	9	4	30
	POLYCHAETA				
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	5			
	<i>Pholoe baltica</i>			2/1	6/5
	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	3			
	<i>Phyllodoce mucosa</i>	0/2			
	<i>Eumida ockelmanni</i>				1
	<i>Eteone longa</i>	1		1	1/1
	<i>Syllidae</i> indet.		1	1	
	<i>Exogone sp.</i>	9	6		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

4/4	Stasjon:	Bjørn 3-11	Bjørn 3-11	Bjørn 4-11	Bjørn 4-11
	Dato:	13/04/2011	13/04/2011	13/04/2011	13/04/2011
	Dyp:	70m	70m	102m	102m
Arter	Hug	1	2	2	3
<i>Nephtys paradoxa</i>		1	1		
<i>Goniada maculata</i>			1		0/1
<i>Dorvilleidae indet.</i>					1
<i>Scoloplos armiger</i>		2		2/5	0/13
<i>Polydora sp.</i>		1		1	5
<i>Spio sp.</i>				2	
<i>Aricidea catherinae</i>					3
<i>Paraonis sp.</i>					1
<i>Chaetozone sp.</i>		5	8	46	94
<i>Cirratulus cirratus</i>			0/1		
<i>Ophelina acuminata</i>		0/1			
<i>Capitella capitata</i>		493	699	0/15	0/109
<i>Heteromastus filiformis</i>		1			
<i>Mediomastus fragilis</i>		47	32	3	4
<i>Pectinaria auricoma</i>					0/1
<i>Sabellidae indet.</i>				1	
CRUSTACEA					
* <i>Copepoda indet.</i>					1
* <i>Paguridae indet.</i>		+			
MOLLUSCA					
<i>Caudofoveata indet.</i>				+	
<i>Philine scabra</i>				1	
<i>Myrtea spinifera</i>			2		
<i>Thyasira flexuosa</i>		0/1	2	1	0/2
<i>Thyasira sarsii</i>		2		1	
<i>Abra nitida</i>		1			
<i>Corbula gibba</i>					1
* Pisces indet.			3		
* Egg					1
* VARIA		+	+	+	+

Vedleggstabell 2. 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-13-MX-000270-01



EUNOBE-00005574

Prøvemottak: 17.01.2013
 Temperatur:
 Analyseperiode: 17.01.2013-01.02.2013
 Referanse: 807282 / 2/13

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: Prøvetaksdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerking:	441-2013-0117-032 20.12.2012 Oppdragsgiver 17.01.2013 Sedimenter Slokk2-12, 102m Hugg 3	441-2013-0117-033 20.12.2012 Oppdragsgiver 17.01.2013 Sedimenter Slokk3-12, 260m Hugg 3				
Test	Parameter	Resultat: MU	Resultat MU	Resultat MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1100 mg/kg tv	a) 800 mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 21 mg/kg tv	a) 25 mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 62 mg/kg tv	a) 98 mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 23 mg/g tv	a) 49 mg/g tv		EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 57.1 % (w/w)	a) 39.4 % (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, Gewerbestraße "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 01.02.2013

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