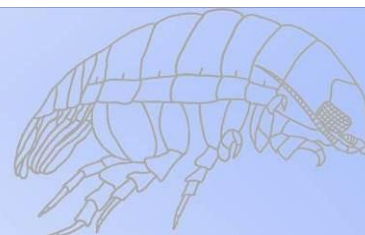


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 20-2013

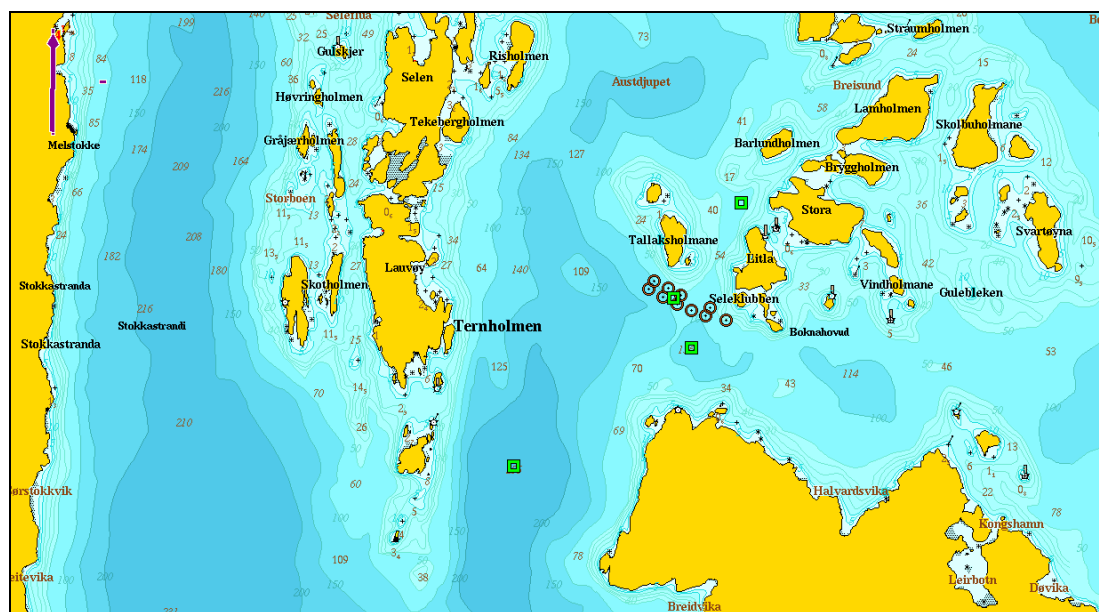
*MOM-C undersøkelse fra lokalitet Tallaksholmen i Bokn kommune ,
Oktober -2012*



Tone Vassdal

Ragni Torvanger

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 fra lokalitet Tallaksholmen i Bokn kommune, Oktober -2012	Dato: 13.05.2013 Antall sider og bilag: 47
Forfatter(e): Tone Vassdal Ragni Torvanger Silje Hadler – Jacobsen Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Silje Hadler-Jacobsen Prosjektnummer: 807024

Oppdragsgiver: Grieg Seafood Rogaland AS	Tilgjengelighet: Åpen
--	-----------------------

<p>Abstract:</p> <p>This report describes the MOM-C analyses conducted on the 16th of Oktober 2012 in order to map the environmental condition of the sea floor around the fish farm Tallaksholmen in Bokn municipality.</p> <p>Near the fish pen copper, zinc and phosphorus pollution was detected. The content of organic matter in the sediment was high and the benthic fauna was characterized by low diversity and species tolerant to stress. Some impact from fish farm was seen in the other investigated stations.</p> <p>The environmental conditions of the area around Lauplandshomen should therefore be thoroughly monitored in the future.</p>

Keywords: MOM C, Fish farm, Recipient, Benthos, Sedimen	Emneord: MOM C, Fiskeoppdrett, Resipient, Bunn dyr, Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 20-2013
---	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	13.05.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	13.05.2013	<i>Silje Hadler-Jacobsen</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: SAM-Marin

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ingrida Petrauskaite, Nargis Islam, Natalia Korableva og Ragna Tveiten

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen.

Rapportering utført av: Tone Vassdal, Ragni Torvanger, Silje Hadler – Jacobsen og Per-Otto Johansen

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: Helge Grønning

Ikke akkreditert:

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Scallop, Kvitsoy Sjøtjendester

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse (Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg)) **akkrediteringsnummer** 003 (D-PL-14081-01-00)

Akkreditert: Kobber, Sink, Fosfor

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment.....	16
3.3 Kjemi.....	17
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	25
5 TAKK	27
6 LITTERATUR	27
7 VEDLEGG	28
Generell vedleggsdel	29
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i>	37
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	38
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	44
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis</i>	45
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data</i>	47

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Tallaksholmen ved Karmsundet i Rogaland i Bokn kommune. Innsamlingene ble foretatt 16.10- 2012.

I 2011 ble det gjennomført en MOM- B undersøkelse ved Tallaksholmen av SAM-Marin ved maks. produksjon. Undersøkelsen viste opphopning av nedfall fra anlegget ved et par av de midtre stasjonene under anlegget, der bunnen ikke i like stor grad skråner dypere sørover. De vestligste stasjonene hadde bedre utskiftningsevne, og forholdene her er svært gode, mens resultatene ved de østligste stasjonene var noe blandet. Kjemiske målinger av pH og Eh påviste i 2011 dårlige poengverdier for området midt under anlegget.

Resultatene fra undersøkelsen i oktober 2011 ga Lokalitetstilstand 1 – Meget god, ut fra vurderingskriteriene i NS 9410:2007. Det var også utført en MOM-B undersøkelse ved Tallaksholmen i 2009 som samlet viste Lokalitetstilstand 1-Meget god.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdene i nærområdet, overgangssonen og fjernsonene til oppdrettslokaliteten Tallaksholmen. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil også 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), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Grieg Seafood Rogaland 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, geologiske analyser og faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten Tallaksholmen ligger sør for Austdjupet og øst for Karmsundet, ved nordspissen av øya Vestre Bokn, i Bokn kommune i Rogaland. Dybdene under anlegget ligger på mellom 60 -120 meter. I området rundt Tallaksholmene og øst og nordøst for anlegget er det mange holmer og skjær og relativt skjermet, med varierende dybder. I området ved Austdypet nord for lokaliteten er det dypeste området på rundt 175 meter. Sørvest for anlegget er det dypeste området rundt 255 meter. Fjernstasjon Tall 3 er tatt på 245 meter sørvest for anlegget (Fig. 2.1, 2.2, 2.3 og 2.4).

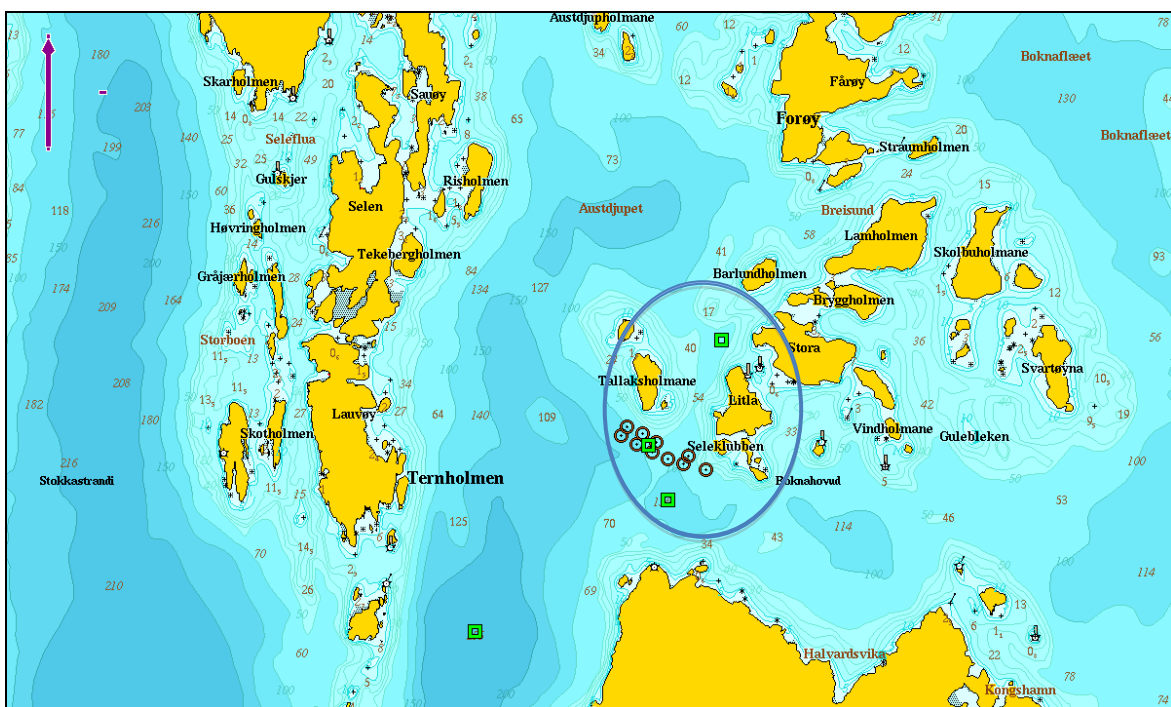
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 16. oktober 2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, to stasjoner i overgangssonen og en stasjon i det dypeste området sørvest for anlegget. Undersøkelsen ble gjennomført av Stian Kvalø og Frøydis Lygre fra SAM-Marin.

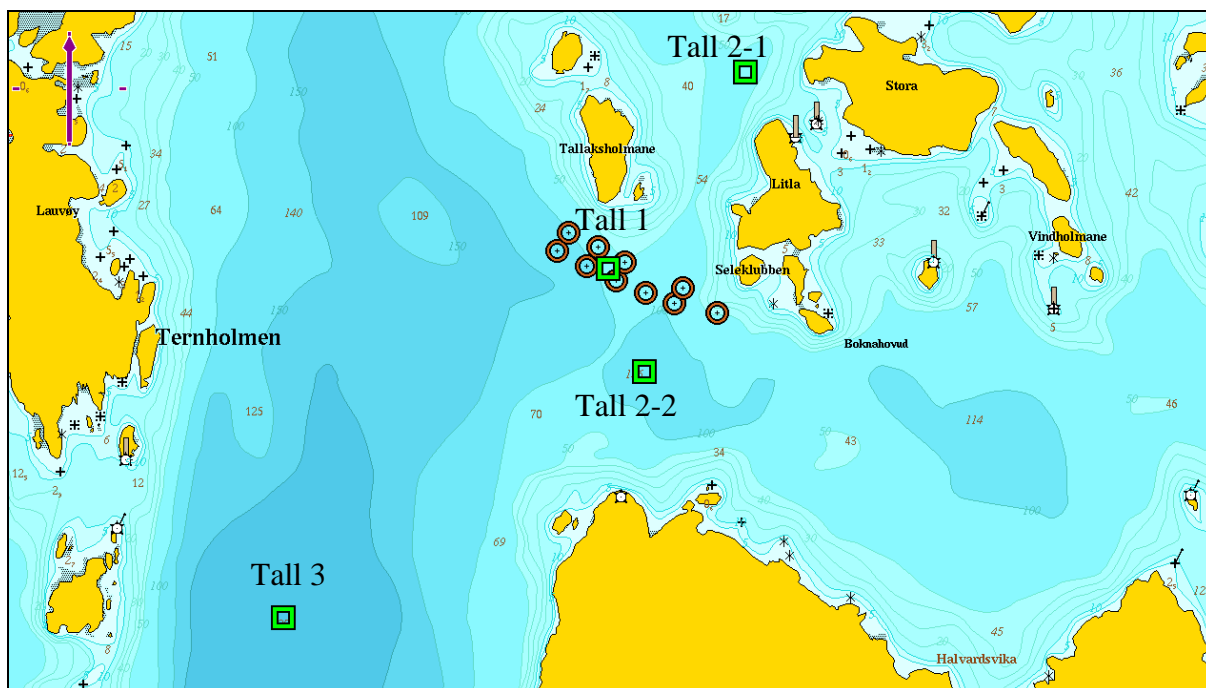
Det ble også tatt målinger av hydrografi fra stasjonen i det dypeste området, stasjon Tall 3. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



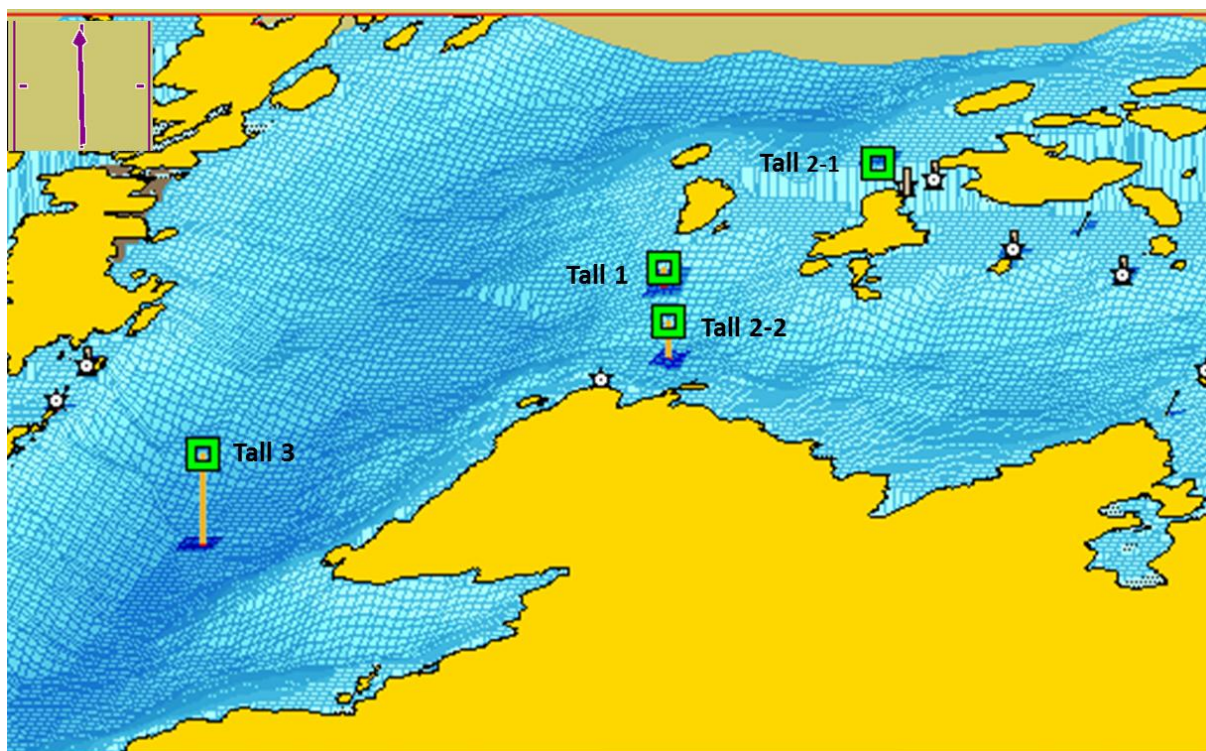
Figur 2.1: Oversiktskart over Karmsundet sør for Haugesund med lokalitet Tallaksholmen markert med grønn rundning i firkant.



Figur 2.2: Utsnitt av området ved Tallaksholmen som viser plasseringen av de undersøkte stasjonene markert med grønne firkanter. Nøyaktige posisjoner for stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



Figur 2.3: Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjonerstasjoner tegnet inn. Nøyaktig plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



Figur 2.4: Topografisk bunnkart med punkt for prøvestasjonerstasjoner tegnet inn. Nøyaktig plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i 16. oktober 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en 0,1 m² van Veen Duograbb og en 0,1 m² van Veen grabb ("danskegrabb"). Full grabb inneholder henholdsvis 21 og 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone	Tallaksholmen	86	1	21	Biologi. (duograbb)
St. Tall 1	59° 15,139'N		2	21	Biologi, (duograbb)
16.10.2012	05° 23,348'Ø		3	21	Kjemi og geologi, (duograbb) Siktedyp: 8m
Overg.sone mot nord	Tallaksholmen	63	1	8	Biologi, kjemi og geologi (duo)
St. Tall 2-1	59° 15,431'N		2	6	Biologi. (duo)
16.10.2012	05° 23,745'Ø				Finkornet sand Siktedyp: 7m
Overg.sone mot sør	Tallaksholmen	132	1	7	Biologi, kjemi og geologi (duo)
St. Tall 2-2	59° 14,987'N		2	7	Biologi. (duo)
16.10.2012	05° 23,454'Ø				Sand, stein Siktedyp: 7m Overgangssone
Fjernsone	Tallaksholmen	245	1	14	Biologi, kjemi og geologi (duo)
St. Tall 3	59° 14,622'N		2	17	Biologi. (danskegrabb)
16.10.2012	05° 22,406'Ø				Silt, leire Siktedyp: 6 CTD

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 %. Hydrografimålingene er ikke utført akkreditert.

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 ett av grabbhuggene fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameter. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS

4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametere som inngår i KLIFs manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

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. I denne undersøkelsen ble det brukt både en duograb som tar 21 liter og en annen van Veen grabb med volum 17 liter. I duograbben er det et eget kammer for uttak av kjemi- og geologiprøver på samme hugg som biologiprøvene. 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 hull diameter 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 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene 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-Marin sine lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). 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. Når bunndyr brukes i klassifisering av lokaliteten benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) for å beskrive artsmangfold. Ømfintlighet beregnes ved indeksene ISI og AMBI. NQI1 og NQI2 er sammensatte indekser som i tillegg til artsmangfoldet også tar hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. Tabell 2.5 oppsummerer klassifiseringen ved hjelp av de ulike indeksene. For en grundigere gjennomgang, se Vedlegg 1. 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. 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). I generelt vedlegg presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. 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.

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-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 O2/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 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		>4,0	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
	ISI	01:2009		>8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2
	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 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

På lokalitet Tallaksholmen startet produksjonen i ca. 2003. Anlegget har lagt i nåværende posisjon ca. 3 år. Anlegget er 500 meter langt og består av 6 ringer på 160 m . Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (16.10- 12) var ca. 42 tonn. Fisken er av høst-2012 og skal utslaktes vår/ sommer 2014. Anlegget var brakklagt fra 20 juli-10 oktober 2012.

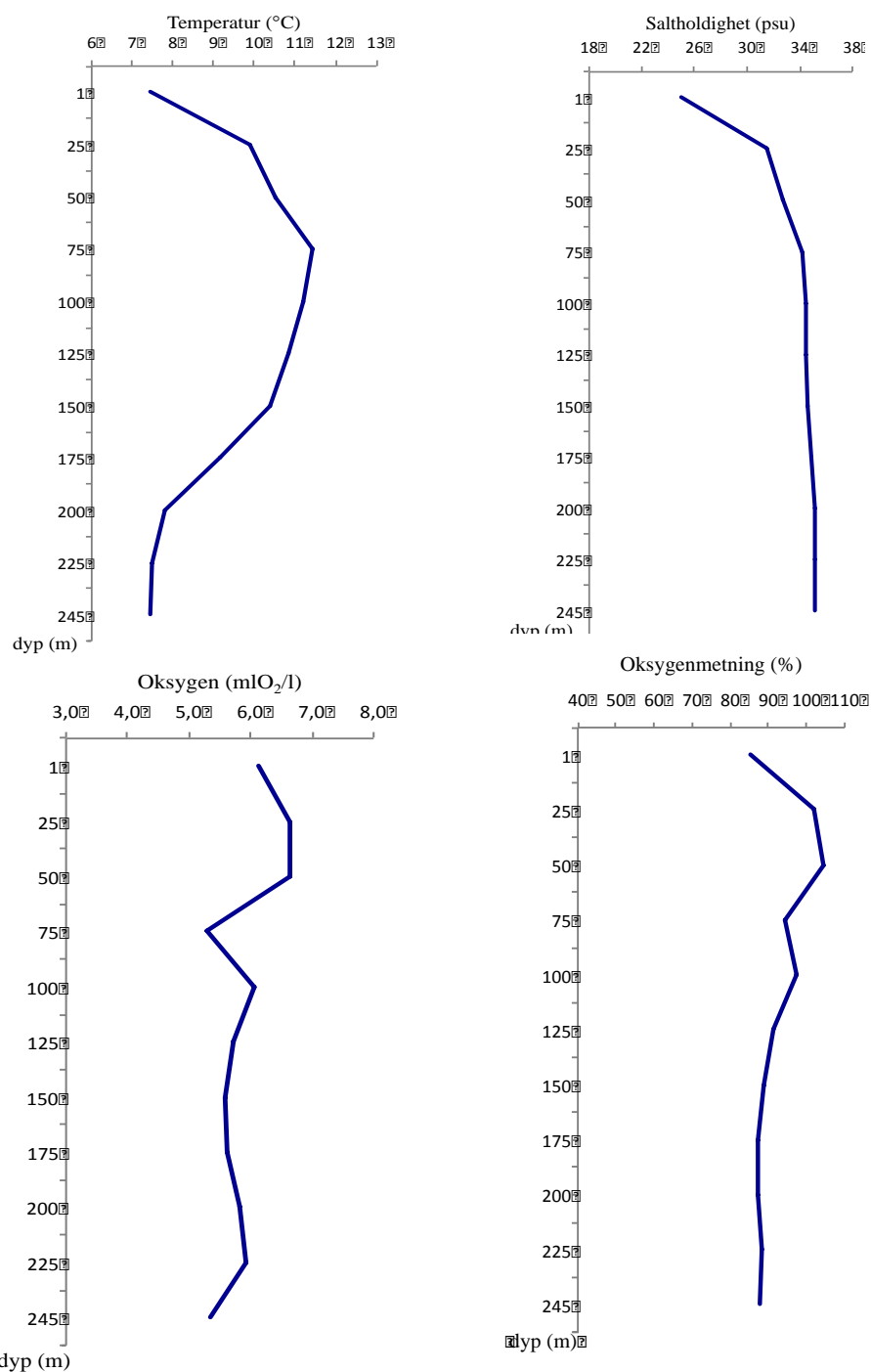
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon i tonn på lokaliteten Tallaksholmen de siste 3 år:

	2009	2010	2011	Pr. 1.10. 2012
Fôrforbruk, tonn	4194	167	3889	2387
Produsert, tonn	3429	155	3227	2630

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen i fjernsonen Tall 3, 16.10-2012. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



Figur 3.1. Temperatur, saltholdighet, oksygen i % metning og ml/l på Tall 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 245 meter den 16.10-2012. Oksygeninnhold i ml/l er omregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen på stasjon Tall 3, 16.10-12 var 7,4 ° C i overflatelaget og steg jevnt nedover i vannmassene til 11,5 ° C på 80 meters dyp. Fra 80 meter og videre nedover meter minket temperaturen til 7,4 grader på 245 meters dyp ved bunnen.

I overflatelaget og ned til 2 meter var saltholdigheten 25-26 psu. Fra 2 meter og videre nedover i vannsøylen økte saltholdigheten jevnt til 34,4 psu på 80 meter. Videre nedover fra 80 meter økte saltholdigheten sakte til 35,2 psu ved bunnen på 245 meter.

I overflatelaget var oksygeninnholdet på 6,1 ml/l, og tilsvarte 85 % metning. Fra overflaten og ned til rundt 40 meter økte oksygeninnholdet til 6,7 ml/l. Oksygeninnholdet sank deretter litt ned mot 70 meter til 5,9 ml/l for så å øke litt ned til 90 meter til 6,1 ml/l igjen. Fra 90-100 meter minket oksygennivået nedover mot bunnen til rundt 5,4 ml/ på 245 meter dyp. Dette tilsvarer en oksygenmetning på 87,9 % i bunnvannet. Oksygenmålingene ved bunnen plasserer stasjon Tall 3 i KLIFs tilstandsklasse I (Svært god) både for oksygen i ml/l og prosent metning.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Etter at analysene av prosent glødetap ble foretatt ble det registrert en feil med termometer til glødetapsovnen. Dette gjør at det er usikkerhet knyttet til reell temperatur under brenning av organisk innhold i prøvene fra Tallaksholmen, og dermed til resultatene av prosent glødetap.

I nærsonen, Tall 1, dominerte leire og silt utgjorde 87 % av sedimentet. De resterende bestod av 11 % sand og 2 % grus. Glødetapet var 50,5 %, noe som viser at det organiske innholdet på denne stasjonen var svært høyt. Dette kan relateres til organiske rester av for og fekalier fra anlegget.

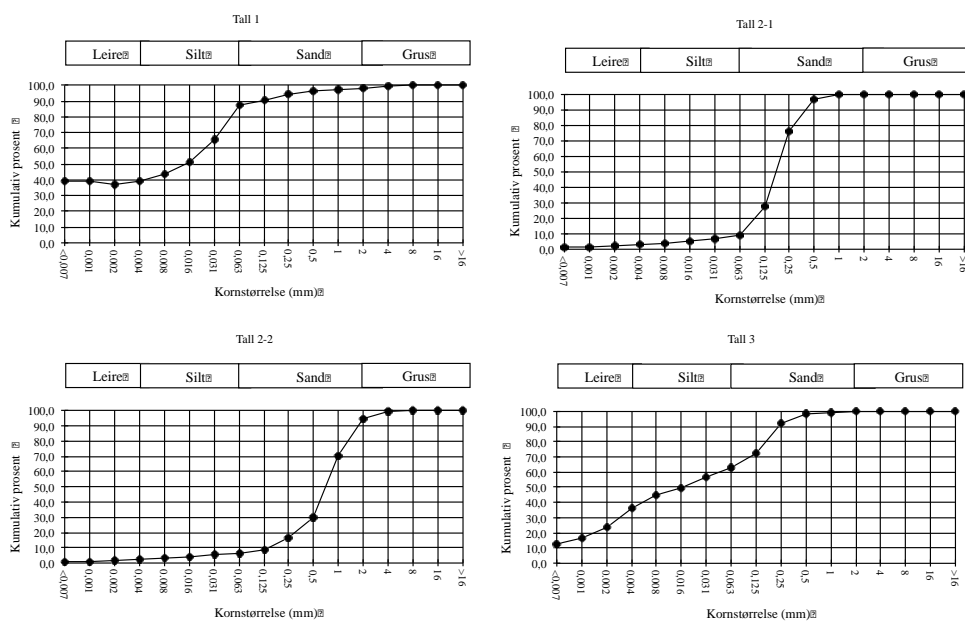
Overgangssonene Tall 2-1 og Tall 2-2 hadde begge et grovkornet sediment der sand dominerte med 88 % (Tall 2-2) og 91 % (Tall 2-1). Stasjon Tall 2-2 hadde i tillegg 5 % grus i sedimentprøven. Den relativt høye andelen sand i sedimentet indikerer at det er gode

strømforhold på disse to stasjonene. Resten bestod av 6 % leire og silt på stasjon Tall 2-2. På stasjon Tall 2-1 ble det registrert 9 % leire og silt. Her var glødetapet lavt (3,5 % og 3,8 %).

Fjernstasjon, Tall 3, i det dypeste området hadde et relativt finkornet sediment med 63 % leire og silt og 37 % sand. Glødetapet var 10,5 %, noe som er vanlig for norske fjorder.

Tabell 3.1. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Tallaksholmen 16.10-12. * Pga. usikkerhet med temperaturnivået til glødetapsovnene på analysetidspunktet, er ikke glødetaps-målingene utført akkreditert.

Stasjon	År	Dyp (m)	Org. innhold (% glødetap)*	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Tall 1	2012	86	50,5	39	48	87	11	2
Tall 2-1	2012	63	3,5	3	6	9	91	0
Tall 2-2	2012	132	3,8	3	4	6	88	5
Tall 3	2012	245	10,5	36	27	63	37	0



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: Tall 1, Overgangssonen Tall 2-1 og 2-2, og Fjernsonen Tall 3.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser:

Ved Tall 1 i nærsonen ble det funnet svært forhøyede verdier av fosfor (19 000 mg/kg TS) (Tabell 3.2). Forhøyede verdier av fosfor i et område ut over det som naturen tilfører kan skyldes tilførsel fra akvakultur, befolkning (kloakk), jordbruk og/eller industri. På den undersøkte stasjonen vil høge verdier av fosfor i nærsonen til lokalitet Tallaksholmen knyttes

til utslipp av organisk materiale fra oppdrettslokaliteten. Dette kan være organiske rester som fôrspill og ekskrementer fra fisk.

Den målte verdien av TOC normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure *et. al*, 1993). Den normaliserte TOC-verdien for denne stasjonen (242 mg/g) tyder på svært store mengder organisk materiale, og får tilstandsklasse V- Svært dårlig. Dette samsvarer også med det høye glødetapet for denne stasjonen (50,5 %) som indikerer et svært høyt organisk innhold i sedimentprøven. Tørrstoffinnholdet i sedimentprøven var på 8,5 %. Kobberverdien på Tall 1 ligger på 230 mg Cu /kg og gir tilstandsklasse V- Svært dårlig. Målte verdier for sink (1000 mg/kg) er også høye og tilsvarer tilstandsklasse IV- Dårlig.

På stasjonene i overgangssonene Tall 2-1 og Tall 2-2 lå verdiene av fosfor på 1500 og 430 mg/kg For stasjon Tall 2-1 nord for anlegget viser dette noe forhøyede verdier, mens det for Tall 2-2 sør for anlegget ikke er forhøyede verdier av fosfor.

Normalisert TOC viste 24,3 mg/g på Tall 2-1 noe som tilsvarer tilstandsklasse II-God. På stasjon Tall 2-2 viste resultatene 30,9 mg/g og dette tilsvarer tilstand III-Mindre god. For analysene av % glødetap hadde begge stasjonene lave verdier med 3,5 og 3,8 % som tilsvarer et lavt organisk innhold. Verdiene av metaller i overgangssonene Tall 2-1 og Tall 2-2 var lave for begge stasjoner og får tilstandsklasse I- Bakgrunn/ Meget god.

På den dypeste stasjonen, Tall 3 viste verdiene av fosfor 730 mg/kg noe som er innenfor det som regnes som normalt for området. TOC verdiene for stasjon i fjernsonen viste 37,7 mg TOC/g og får tilstandsklasse IV- Dårlig. Prosent glødetap viste 10,5 % og indikerer at det organiske innholdet på den undersøkte stasjonen er litt forhøyet. Resultatene av metaller i bunnsedimentet viste lave verdier for både kobber (21mg/kg) og sink (86 mg/kg) og får tilstandsklasse I - Meget god for begge.

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske verdiene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIFs klassifisering (Bakke *et. al*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC (Molvær *et al* 1997).

Stasjon	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	T.kl.	Sink (mg/kg)	T.kl.	Normalisert TOC (mg/g)	T.kl.	Fosfor (mg/kg)	Tørrstoff (%)
TALL 1 nærsone	86	230	V	1 000	IV	242,3	V	19000	8,5
TALL 2-1 Overgangssone	63	16	I	45	I	24,3	II	1500	75,4
TALL 2-2 Overgangssone	132	7	I	46	I	30,9	III	430	69,9
TALL 3 fjernsone	245	21	I	86	I	37,7	IV	730	49,3

Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Målingen av pH og Eh på nærstasjonen viste en relativ lav pH og redokspotensialet og plasserer Tall 1 i tilstand 3 for gruppe II parameter etter MOM-B standard. Begge overgangssonene, Tall 2-1 og Tall 2-2, samt fjernsone Tall 3 hadde høg pH og Eh, og disse tre stasjonene fikk alle beste tilstand (1) for gruppe II –parameter.

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	År	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Tall 1 nærsone	2012	7,05	48	3	3
Tall 2-1 overgangssone	2012	7,86	248	0	1
Tall 2-2 overgangssone	2012	7,88	341	0	1
Tall 3 fjernsone	2012	7,59	306	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 -3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Se også generell vedleggsdel for analyser og vurdering av bunndyr. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i oktober 2012. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra Tall 1, like ved anlegget, ble det funnet 14 arter med til sammen 85 individer på 0,2m². Diversiteten ble beregnet til 2,5 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse III (Mindre god). I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen 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 2 (God) basert på antall registrerte arter på Tall 1. (Tabell 2.3). Med et individantall på 22 var børstemakken *Capitella capitata* den mest vanlige arten og utgjorde 26 % av alle individene i prøven. Også arten på andre plass for de mest vanlige, *Malacoseros fuliginosa*, ble registrert med 18 individer. Dette er begge arter som trives under forhold med mye organisk materiale der mange andre arter ikke trives eller kan leve. De geometriske klassene viser en flat og hakkete kurve og indikerer også at bunndyrsamfunnet på nærstasjon Tall 1 er ubalanse, og med få arter.

På Tall 2-1 i overgangssonen på 63 meter, ble det funnet 51 arter med til sammen 1006 individer på et areal på 0,2m². Diversiteten ble beregnet til 3,92 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I (Svært god). Følsomhetsindeksene viste tilstand I eller II. Også for stasjoner i overgangssonen bedømmes bunnfaunaen i henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden. Etter dette systemet ble Tall 2-1 klassifisert til Miljøtilstand 1- (Meget god). Av de ti mest individrike artene var skjallet (Bivalvia) *Tellina fabula* mest vanlig med 25 % av alle registrerte individ. Børstemarken *Mediomastus fragilis* var nummer to mest vanlig med 15 % av alle individene. Blant de ti mest tallrike artene var 7 arter børstemark, og i tillegg en art skjell, slangestjerne (pigghud) og fåbørstemark (oligochaeta). Som beskrevet tidligere var sedimentet på denne stasjonen hovedsakelig sand, og faunasammensetningen er tilpasset en hardere bunn. Kurven for de geometriske klassene viser at artssammensetningen er bedre på denne stasjonen i overgangssonen enn det var på nærstasjonen.

Prøver fra overgangssonen på stasjon Tall 2-2 på 132 meter hadde 90 arter på 0,2m², og totalt 1440 individer. Bunnfauna på denne stasjonen sør for anlegget har svært mange arter noe som er positivt, men indikerer også på en viss stimulans av bunnfaunaen i området.

Diversiteten ble beregnet til 4,85 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I (Svært god). Også for stasjoner i overgangssonen bedømmes bunnfaunaen i henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden. Etter dette systemet ble Tall 2-2 klassifisert til Miljøtilstand 1- (Meget god). Ingen arter var dominerende, og børstemarken *Prinospio cirrifera* som var mest vanlig hadde 10,1 % av det totale individantallet. Til sammen utgjorde de ti mest vanlig artene 65 % av det totale antall dyr i prøvene. Av de ti mest individrike artene var 7 børstemark, to pigghuder og en art var skjell.

Fra kurven over de geometriske klasser viser at denne stasjonen har mange arter og fin fordeling av artene i mange geometriske klasser. Bunndyrene indikerer gode miljøforhold på stasjon Tall-2-2.

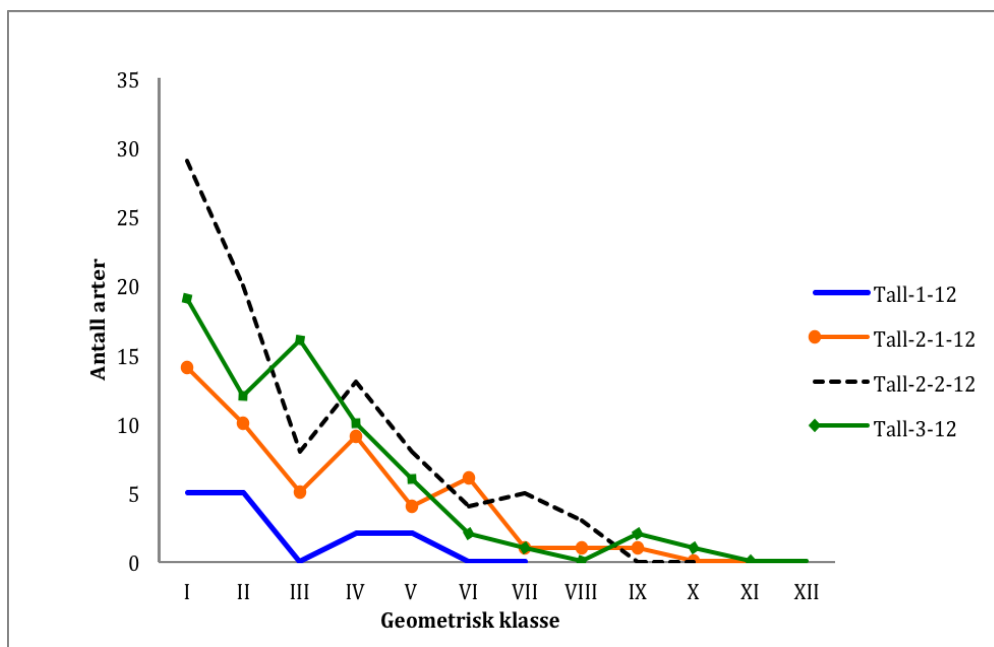
På stasjon Tall 3 i fjernsonen, på 245 meter, ble det funnet 69 arter og tilsammen 1658 individer på 0,2m². Diversiteten ble beregnet til 3,5 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II (God). Blant de ti mest tallrike artene finner vi seks arter børstemark og fire arter skjell. Den mest vanlige arten var *Heteromastus filiformis* som utgjorde 33,5 % av alle individene på stasjonen. Fjernsonen skal klassifiseres etter indekser og klassegrenser i gjeldende veiledere. Indekser som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter, NQI1, NQI2, og ES₁₀₀ gir alle tilstandsklasse II-God. Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene på Tall 3.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon. Det er imidlertid stor forskjell mellom stasjonene og hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art (Figur 3.4 og 3.5). Stasjon i nærsone var mest forskjellig fra de andre stasjonene med kun et par prosent likhet. De to stasjonene i overgangssonen hadde en likhet på rundt 45 %. Det var kun rundt 20 % likhet mellom stasjonene i overgangssone og fjernsonen.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet, NQI1, NQI2, ES 100 og ISI for hver enkelt prøve (grabbhugg) og totalt for hver stasjon.

Stasjon	Hugg	Ind.	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES ₁₀₀	ISI	AMBI	Klif TK	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
Tall 1-12	2	36	8	2,37	0,37	0,31	8	2,46	5,5		0,79	3	
86 m	3	49	11	2,7	0,47	0,39	11	5,69	4,62		0,78	3,46	2
Sum		85	14	2,93	-	-	14	-	-		0,77	3,81	(god)
Snitt		42,5	9,5	2,54	0,42	0,35	9,5	4,07	5,06		0,79	3,23	
Tall 2-1-12	1	690	42	3,67	0,73	0,67	22,31	7,33	1,958		0,68	5,39	
63 m	2	316	38	4,16	0,64	0,61	24,26	6,92	3,314		0,79	5,25	1
Sum		1006	51	4,05	-	-	24,17	-	-	I/	0,71	5,67	(meget god)
Snitt		503	40	3,92	0,68	0,64	23,29	7,12	2,636	II	0,74	5,32	
Tall 2-2-12	1	720	65	4,7	0,72	0,7	30,15	7,16	2,653		0,78	6,02	
132 m	2	720	72	5	0,73	0,73	34,3	8,55	2,567		0,81	6,17	1
Sum		1440	90	4,93	-	-	32,65	-	-	I	0,76	6,49	(meget god)
Snitt		720	68,5	4,85	0,73	0,72	32,23	7,86	2,61		0,8	6,1	
Tall 3-12	1	998	63	3,66	0,66	0,57	23,66	9,66	3,272		0,61	5,98	
245 m	2	660	50	3,33	0,64	0,54	20,28	10,05	3,387		0,59	5,64	
Sum		1658	69	3,58	-	-	22,57	-	-		0,59	6,11	
Snitt		829	56,5	3,5	0,65	0,55	21,97	9,86	3,329	II	0,6	5,81	

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



Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

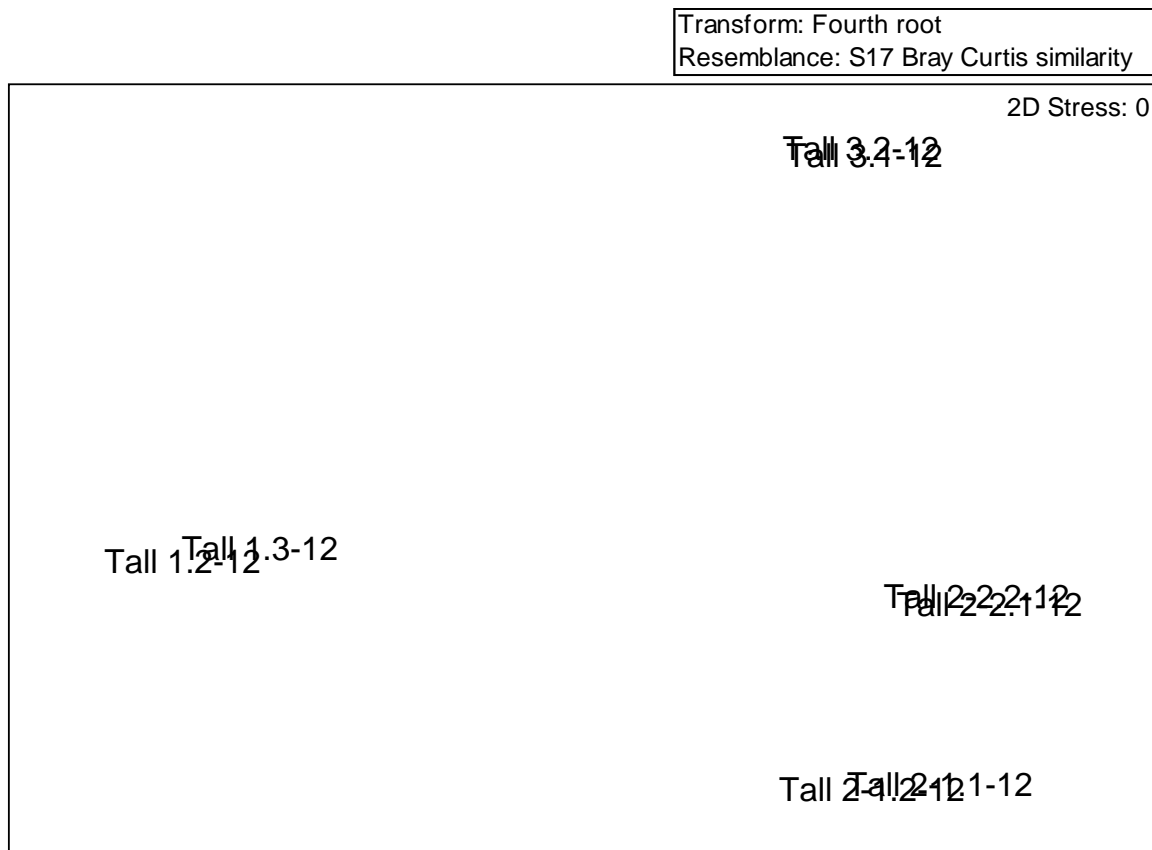
Tabell 3.5. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Tall-1-12	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	22	25,9	25,9
<i>Malacoceros fuliginosa</i>	18	21,2	47,1
<i>Polyplacophora</i> indet.	15	17,6	64,7
<i>Ophriotrocha lobifera</i>	13	15,3	80,0
<i>Gastropoda</i> indet.	3	3,5	83,5
<i>Bivalvia</i> indet.	3	3,5	87,1
<i>Modiolula phaseolina</i>	2	2,4	89,4
<i>Pyura tessellata</i>	2	2,4	91,8
<i>Hiatella</i> sp.	2	2,4	94,1
<i>Philine scabra</i>	1	1,2	95,3
<i>Nudibranchiata</i> indet.	1	1,2	96,5
<i>Lumbrineridae</i> indet.	1	1,2	97,6
<i>Hydroides norvegica</i>	1	1,2	98,8
<i>Asterias rubens</i>	1	1,2	100,0

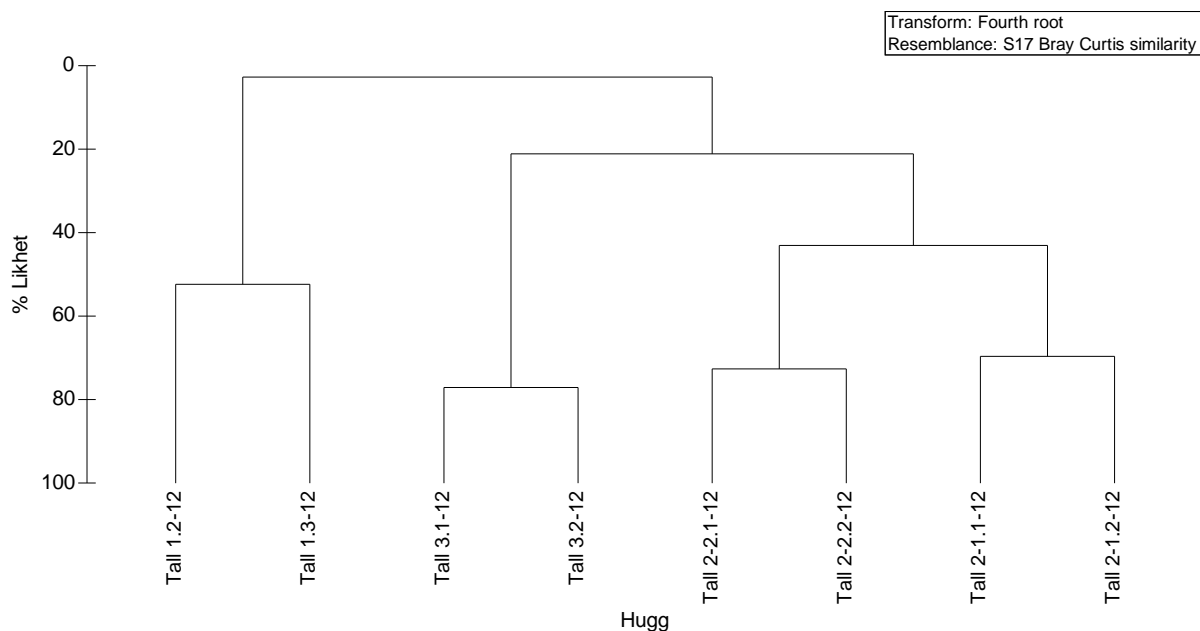
Tall-2-1-12	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Tellina fabula</i>	256	25,4	25,4
<i>Mediomastus fragilis</i>	154	15,3	40,8
<i>Caulleriella zetlandica</i>	71	7,1	47,8
<i>Chaetozone</i> sp.	63	6,3	54,1
OLIGOCHAETA indet.	57	5,7	59,7
<i>Prionospio cirrifera</i>	41	4,1	63,8
<i>Pectinaria</i> spp.	41	4,1	67,9
<i>Galathowenia oculata</i>	36	3,6	71,5
<i>Ophiocten affinis</i>	32	3,2	74,7
<i>Jasmineira</i> sp.	28	2,8	77,4

Tall-2-2-12	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Prionospio cirrifera</i>	145	10,1	10,1
<i>Pholoe baltica</i>	135	9,4	19,4
<i>Polydora</i> sp.	135	9,4	28,8
<i>Thyasira sarsii</i>	103	7,2	36,0
<i>Echinocardium flavescens</i>	91	6,3	42,3
<i>Ophiocten affinis</i>	82	5,7	48,0
<i>Glycera lapidum</i>	70	4,9	52,8
<i>Chaetozone</i> sp.	69	4,8	57,6
<i>Galathowenia oculata</i>	53	3,7	61,3
<i>Scalibregma inflatum</i>	51	3,5	64,9

Tall-3-12	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	556	33,5	33,5
<i>Aphelochaeta</i> sp.	281	16,9	50,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	273	16,5	66,9
<i>Abra nitida</i>	79	4,8	71,7
<i>Thyasira equalis</i>	49	3,0	74,7
<i>Kelliella abyssicola</i>	44	2,7	77,3
<i>Lumbrineridae</i> indet.	31	1,9	79,2
<i>Nucula tumidula</i>	24	1,4	80,6
<i>Spiophanes kroyeri</i>	21	1,3	81,9
<i>Ceratocephale loveni</i>	21	1,3	83,2



Figur 3.4. MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved Tallaksholmen i 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.5. Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt ved Tallaksholmen i 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Tallaksholmen ved Karmsundet i Bokn kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 16.10-2012. Det ble samlet prøver fra fire stasjoner, en ved anlegget, to ulike overgangssoner, en nord og en sør for anlegget og en stasjon i fjernsonen i det dypeste området.

Sedimentet på stasjon i nærsonen til anlegget, Tall 1 på 86 meter, bestod av et finkornet sediment der leire og silt dominerte og utgjorde 87 %. De resterende 13 % bestod av 11 % sand og 2 % grus. Glødetapet var 50,5 % og de normaliserte TOC verdiene viste 242 mg/g noe som gir tilstandsklasse V- Svært dårlig. Det organiske innholdet var dermed svært høyt og sedimentet var sterkt påvirket av organisk tilførsel. I nærsonen til anlegget ble det også funnet høye verdier av fosfor, kobber og sink. For kobber tilsvarte verdiene tilstandsklasse V- Svært dårlig, og for sink tilsvarte verdiene tilstand IV-Dårlig.

Måling av pH og Eh ga stasjonen tilstand 3. For bunndyr ble det funnet 14 arter og 85 individer på et areal på 0,2 m² av sjøbunnen. Den mest vanlige børstemarken var *Capitella capitata*, med 26 prosent av det totale individtallet, og nummer to mest vanlig var *Malacoseros fuliginosa*. Dette er begge arter som kan leve der man har økt tilførsel av organisk materiale, og disse var dominerende på stasjonen. Bunnfaunaen under anlegget viser at man har et miljø påvirket av stor tilførsel av organisk materiale (fôrrester og fekalier). I henhold til MOM-standard fikk stasjonen Tall 1 i nærsonen tilstand 2- God, på grunnlag av artsantall og artsammensetningen.

Overgangssonen på stasjon Tall 2-1 på 63 meter, i sundet nord for anlegget, hadde et grovkornet sediment med 91 % sand, og 9 % leire og silt, noe som indikerer god bunnstrøm. Glødetapet var lavt (3,5 %), og normalisert TOC viste 24 mg/g noe som ga tilstandsklasse II-God. Fosforverdiene var litt forhøyet. Analyse av kobber og sink viste lave verdier og ga tilstandsklasse I-Bakgrunn for begge to. Måling av pH og Eh ga stasjonen tilstand 1. Av bunndyr ble det funnet 51 arter og 1006 individer på et areal på 0,2 m² av bunnen, noe som gir tilstandsklasse I for artsdiversitet. Ømfintlighetsindeksene gir tilstandsklasse I og II. Den mest vanlige arten var skjellet *Tellina fabula* som utgjorde 25,4 % av individantallet. Stasjon

Tall 2-1 får miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standard med hensyn til bunnfauna.

Overgangssonen på stasjon Tall 2-2 på 132 meter sør for anlegget hadde et grovkornet sediment med 88 % sand, og i tillegg var det 5 % leire/ silt og 6 % grus. Glødetapet var lavt også på denne stasjonen med 3,8 %. TOC verdiene viste 31 mg TOC/g noe som tilsvarer tilstandsklasse III– Mindre god. Verdiene for fosfor var lave. Kobber- og sink verdiene viste tilstandsklasse I-Bakgrunn. Måling av pH og Eh ga stasjonen tilstand 1. Av bunndyr ble det funnet 90 arter og 1440 individer på et areal på 0,2 m² av bunnen. Den mest vanlige arten var børstemarken *Prinospio cirrifera* som utgjorde 10,1 % av det totale individantallet. Det var ingen dominerende arter på denne stasjonen og bunndyrsammfunnet var arts- og individrikt med tilstandsklasse I- Svært god i forhold til Klifs klassegrenser. Tall 2-2 får også miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standard når det gjelder fauna.

På stasjonen i fjernsonen, Tall 3 ble det foretatt en CTD undersøkelse av de hydrografiske forholdene i vannsøylen og ned til bunnen på 245 meter. Resultatene for oksygen (ml/l og prosent metning) i bunnvann ga tilstandsklasse I- Svært god. På Tall 3 var sedimentet relativt finkornet med 63 % leire og silt, samt 37 % sand. Glødetapet på 10,5 % var som forventet på dette dypet, og TOC verdien viste 37,7 % noe som ga tilstand IV-Dårlig. Fosforverdiene var lave. Resultatene fra analyse av kobber og sink viste lave verdier og tilsvarer tilstandsklasse I- Meget god. Bunndyrsfaunaen viste 69 arter og 1658 individer og analyser av indekser for ømfintlige arter ga stasjon Tall 3 tilstandsklasse II – God, etter Klif –grenseverdier.

Prøvene tatt ved anlegget viser at driften ved anlegget påvirker bunnfaunaen lokalt med økt tilførsel av organisk materiale. Vi finner forhøyede verdier av organisk innhold, fosfor, kobber og sink i sedimentet på nærsone ved anlegget. Resultatene indikerer opphoping av organisk materiale, og bunnfaunaen er preget av dette med relativt få arter og individer i nærsone. Artsdiversiteten her tilsvarer tilstandsklasse III- Mindre god. Prøvene viste at det er mindre påvirkning i artssammensetningen i de to undersøkte overgangssonene. På stasjon i fjernsonen var det litt økt organisk påvirkning og en bunnfauna med mange arter og individer. Stasjonene i overgangssonen og fjernsonen får alle tilstandsklasse I eller II. Ved fremtidig drift bør bunnforholdene under anlegget følges nøye for å unngå en overbelastning der bunnfaunaen dør og man får opphopning av fekalier og fôrrester som kan ha negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet.

5 TAKK

Vi takker Bjarte Espevik fra Kvitsøy sjøtjenester for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Stian Kvalø og Frøydis Lygre fra SAM- Marin. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ingrida Petrauskaite, Nargis Islam, Natalia Korableva og Ragna Tveiten. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Ensrud T, Hestetun J, 2011. MOM B -undersøkelse ved Tallaksholmen i Bokn kommune oktober 2011. SAM-notat 30-2011. 11s
- 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.....	Feil! Bokmerke er ikke definert.
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i>	<i>37</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	<i>39</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>44</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>45</i>
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data.....</i>	<i>47</i>

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.

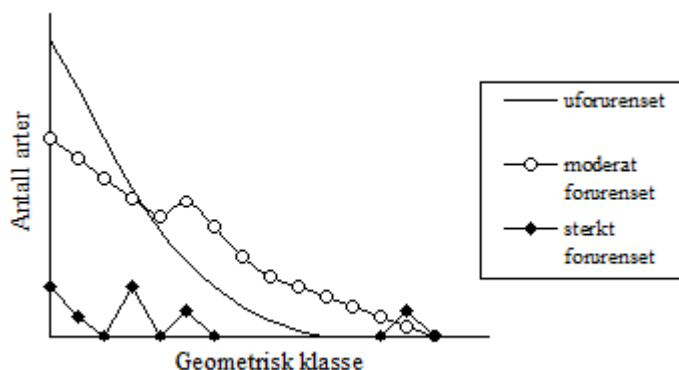
Geometriske klasser

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 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 Direktoratetsgruppe Vanddirektoratet 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.

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 Mølvær 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.

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

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagradienter 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:

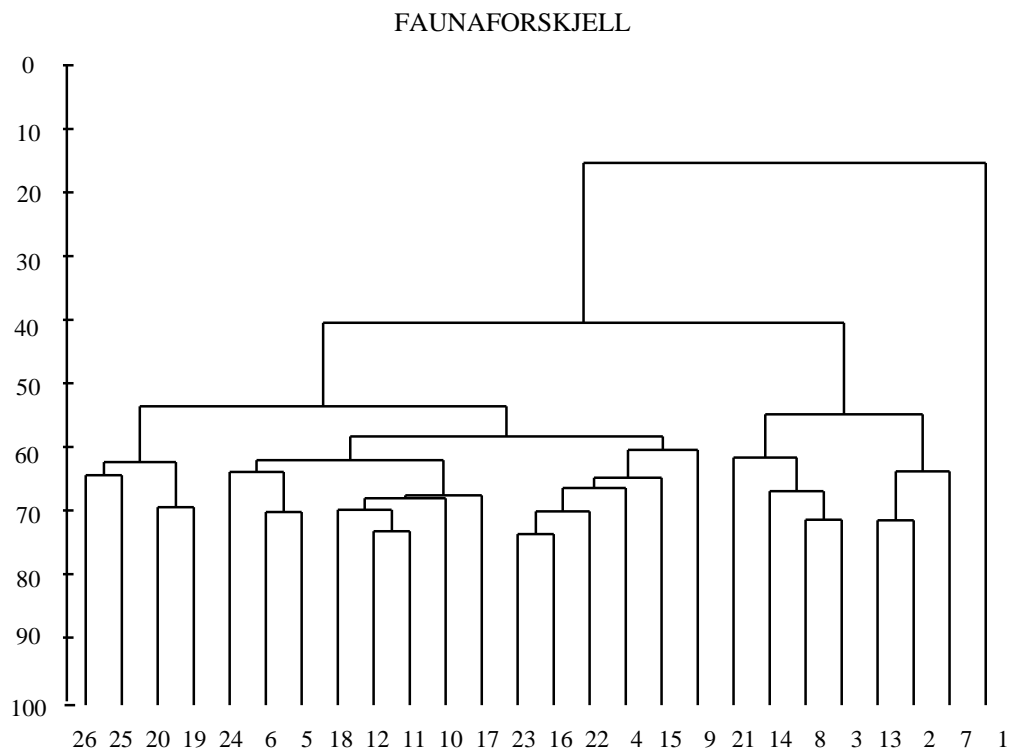
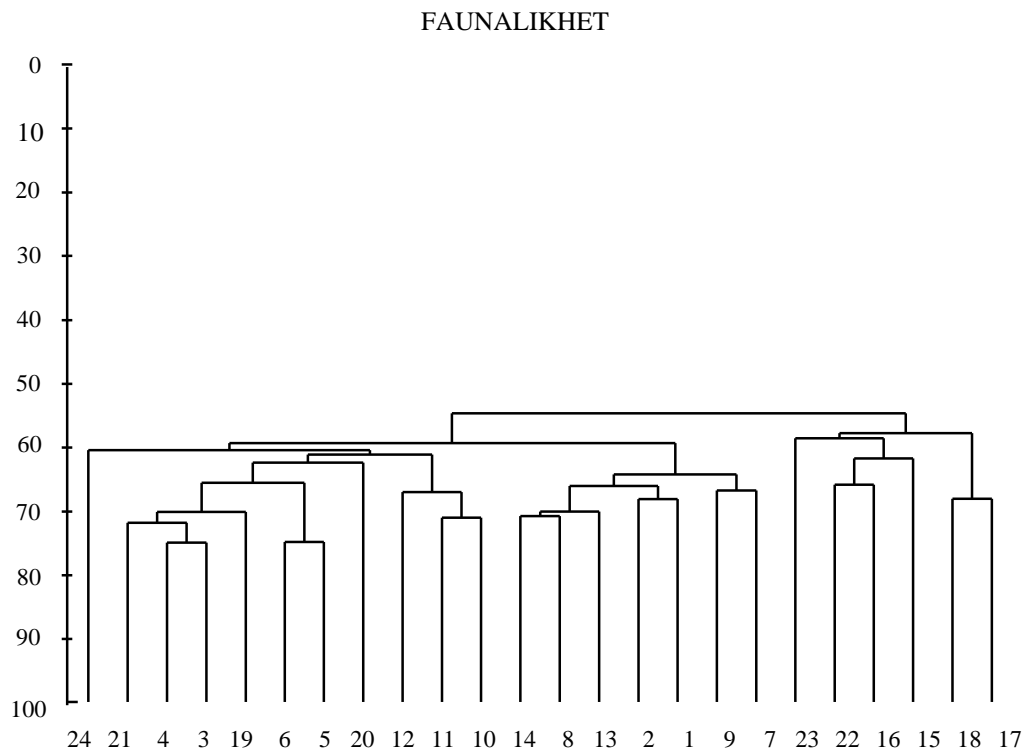
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

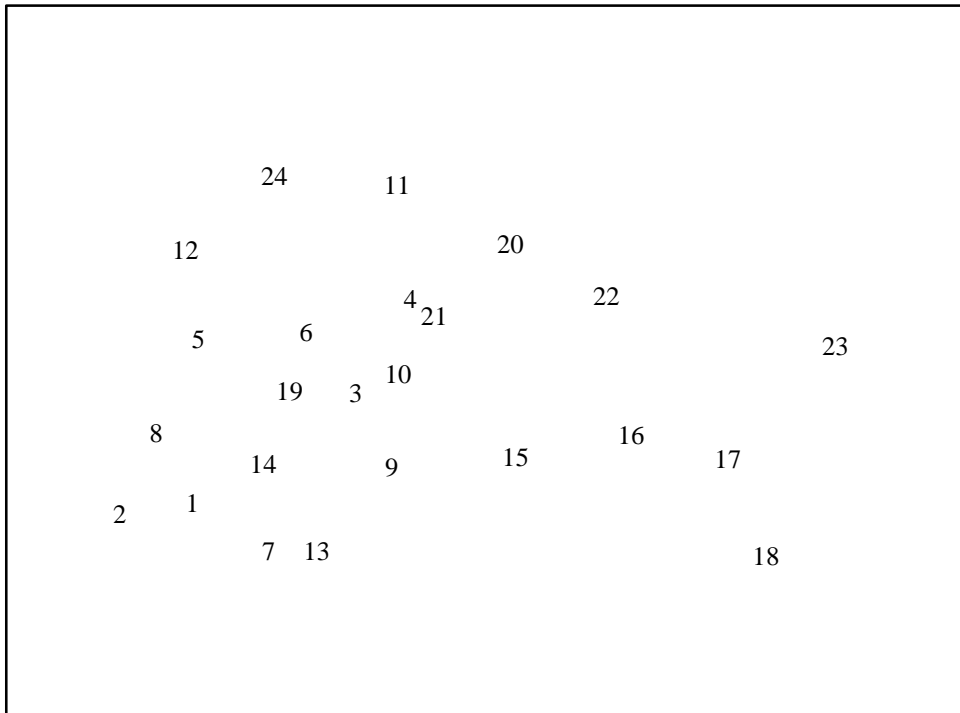
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “Diversi”. Dataprogram og makro er laget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

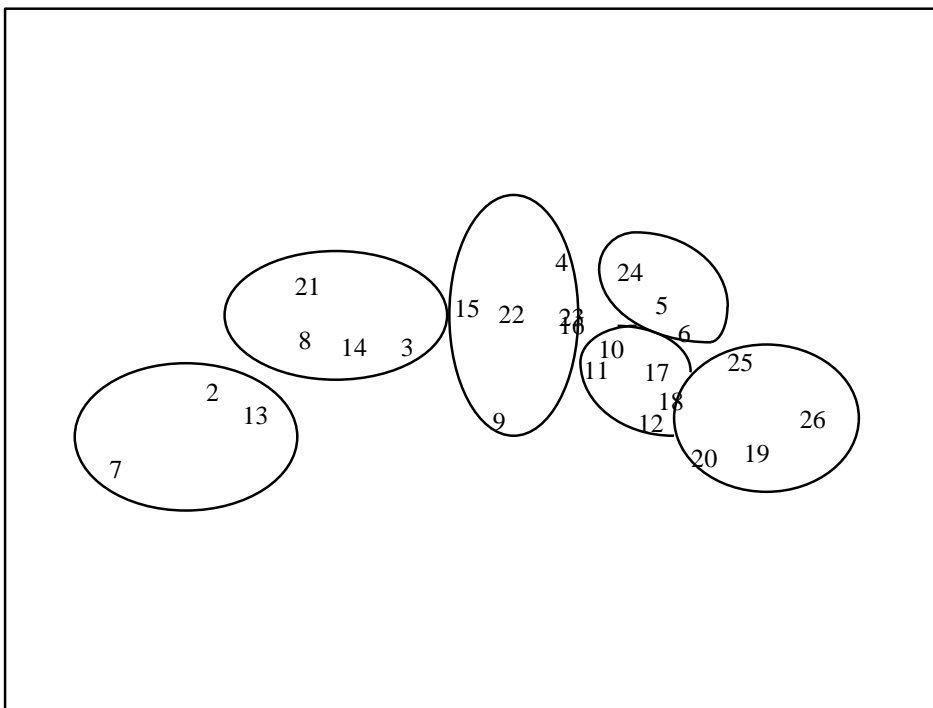


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.04

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS
 Lokaltet: Tollaksholmen

Dato: 16.10.2012
 Lokaltetsnr: 17575

Lokalitetstype:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr				Indeks	
			Tall 1	Tall 2-1	Tall 2-2	Tall 3		
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0,0	
	Tilstand (Gruppe I)		A					
II	pH	verdi	7,05	7,86	7,88	7,59	0,8	
	E _h (mv)	verdi	-169,00	25,00	124,00	89,00		
		+ ref. verdi	43	237	336	301		
	pH/E _h	fra figur	3	0	0	0		
		Tilstand, prøve	3	1	1	1		
	Tilstand, gruppe II		1					
			Buffer temp: 9,5		Temp sjø: 10,7	Temp sediment: 10		
			pH sjø: 8,112		Eh sjø: 167	Ref. elektrode: 212		
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):								
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0,8	
	Farge	Lys/Grå = 0		0	0	0		
		Brun/Sort = 2	2					
	Lukt	Ingen = 0		0	0	0		
		Noe = 2						
		Sterk = 4	4					
	Konsistens	Fast = 0		0	0	0		
		Myk = 2	2					
		Løs = 4						
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0						
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1		1	1			
		v ≥ 3/4 = 2	2			2		
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0		
2 - 8 cm = 1								
t ≥ 8 cm = 2								
	SUM		10	1	1	2		
	Korrigert sum (*0,22)		2,20	0,22	0,22	0,44		
	Tilstand prøve		3	1	1	1		
	Tilstand gruppe III		1					
	Middelverdi gruppe II og III		2,6	0,11	0,11	0,22		
	Tilstand gruppe II og III		1					
	pH/Eh		Tilstand				Lokalitetstilstand	
	Korr. sum		Gruppe I	Gruppe II og III				
	Indeks	Tilstand	A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4		
	Middelverdi		4	1, 2, 3		1, 2, 3		
	< 1,1	1	4	4		4		
	1,1 - < 2,1	2						
	2,1 - < 3,1	3						
	≥ 3,1	4						
						LOKALITETSTILSTAND	1	

Korrekturlest: 28/1-13
 dato

RFO
 Sign.

RS
 Sign.

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.04

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS

Dato: 16/10/12

Lokalitet: Tollaksholmen

Lokalitetsnr: 17575

Lokalitetstype:

Prøvetakingssted (nr)	Tall 1	Tall 2-1	Tall 2-2	Tall 3					
Dyp (m)	86	63	132	245					
Antall forsøk	6	4	3	3					
Bobling (i prøve)	N	N	N	N					
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand								
	Sand	50 %	100 %	100 %					
	Mudder								
	Silt	50 %			50 %				
	Leire				50 %				
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier	Ja								
Kommentarer	sterk lukt	finkornet sand	sand						

Korrekturlest:

28/1-13
dato

RTO
Sign.

R
Sign.

Godkjent av: SHJ

Gyldig fra: 19.10.2012

Side av .

Vedleggstabell 2. Artsliste



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



**Oppdragsgiver (navn og adresse): Grieg Seafood Rogaland AS,
Helgøy, N-4174 Helgøysund**
Prosjekt nr.: 804024
Prøvetakingssted (område): Tallaksholmen i Rogaland
Dato for prøvetaking: 16/10-2012
Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen

	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 grabbaggene 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:.....
Godkjent taksonom

SAM-Marin

S1/4	Stasjon Dyp Dato Hugg nr.	Tall 1 86m 16.10.2012		Tall 2-1 63 m 16.10.2012		Tall 2-2 132 m 16.10.2012		Tall 3 245 m 16.10.12	
		2	3	1	2	1	2	1	2
		Type beskrivelse							
*	PORIFERA indet.					+			
	CNIDARIA								
*	HYDROZOA								
*	Hydrozoa indet.	+	++			+		+++	+++
*	ANTHOZOA								
	Virgularia mirabilis							0/1	
	Cerianthus lloydii			0/1		1/8	0/11		
	Edwardsia sp.					11	11		
	Actinidae indet.				1				
*	PLATYHELMINTES indet.					1			
*	NEMERTINI indet.			5	5	5	13	4	1
*	NEMATODA indet.		1	ca. 20	ca. 50	14	7	7	5
	ANNELIDA								
	POLYCHAETA								
	Paramphinome jeffreysii					2	9	158	115
	Polynoidae indet.				1	1	2	5	
	Harmothoe mariannae						2		
	Harmothoe antilopes						1		
	Pholoe baltica			4	4	71	64	2	3
	Phyllodoceidae indet.			0/1					
	Chaetoparia nilssoni							1	1/1
	Phyllodoce groenlandica					0/1	1	0/1	
	Phyllodoce mucosa					2			
	Phyllodoce rosea					0/1			
	Eteone lactea			0/1	0/1				
	Eumida bahusiensis					1			
	Eteone longa					2/1	0/1		
	Sige fusigera			0/1	0/1				
	Nereimyra punctata					1	2		
	Nereimyra cf. woodsholea								1
	Ophiodromus flexuosus							0/1	
	Syllidae indet.			1		9	11		
	Exogone sp.					1	3	13	1
	Ceratocephale loveni							6/7	4/4
	Nephtys sp.							0/1	
	Sphaerodorum flavum						1		
	Glycera alba			4/3	3/5	3/2	4/10		
	Glycera lapidum					10/32	6/22	0/3	0/3
	Goniada maculata			5/17	1/1	2/4	3/5		
	Paradiopatra quadricuspis							1/3	
	Lumbrineridae indet.		1	1	1		3	17	14
	Drilonereis filum							2/8	1/3
	Ophriotrocha lobifera	6	7						
	Schistomeringos sp.					1			
	Orbinia sp.				1				
	Phylo norvegica							0/3	0/1
	Scoloplos armiger			14/3	1/2	10/9	7/12		
	Aonides paucibranchiata					2			
	Laonice bahusiensis			0/2	0/1		1		
	Malacoceros fuliginosa	16	2						
	Malacoceros vulgaris					2			

SAM-Marin

S2/4	Stasjon Dyp Dato Hugg nr.	Tall 1 86m 16.10.2012		Tall 2-1 63 m 16.10.2012		Tall 2-2 132 m 16.10.2012		Tall 3 245 m 16.10.12	
		2	3	1	2	1	2	1	2
		Type beskrivelse							
						66	69	1	
				12	29	79	66	1	
				1	6	1	3		
							1		
						1/1	1/2	4/13	0/4
								3	3
						4	4		
						5	8	167	114
						5	9		
				12/10	31/18	4/3	0/1		
				37	26	36	33	15	1
						1			
				1		1	2/2	1	1
							0/1		
							3		
				1	0/2	4			
								1	
				1/4		1/16	1/33	1/1	0/4
		5	17		0/13				
								324	232
				104	50	11	5		
				1/2	0/1	1	0/1	1	1
								0/2	1/1
			+					5	2
						1		1	
				31	5	30	23	2	1
				0/2		9/9	9/2	1	
						1	2		1
						1/16	3/11	1	0/1
				0/25	0/16				
					2				
							1		
				5	3			0/3	
				0/1					
						2			
								4	
								6	1
								2/3	2
								0/3	0/1
				0/4		0/1	0/1		
							0/1	1	1
					0/1	0/1	1/1		
						1/6	1/7		
							0/1	1	
							1	5/2	3/2
							1		
								0/1	1/2
								1	1
				12	16	1			
		0/1							

SAM-Marin

S3/4	Stasjon Dyp Dato Hugg nr.	Tall 1 86m 16.10.2012		Tall 2-1 63 m 16.10.2012		Tall 2-2 132 m 16.10.2012		Tall 3 245 m 16.10.12	
		2	3	1	2	1	2	1	2
		Type beskrivelse							
				37	20	3			1
							1		
				0/1		5/1	3	1/1	0/1
								8	3/1
								11	
*				4		8	6	1	5
*						1			
*				1					
*			13		1				
							2		
*		10/1							
*						1			
*								1	3
*								1	
*				3		1			
*						1	2		
*								1	
*						1			
*				7	12	22	9		
*			1						
								4/3	2/3
*		1			4				
								3	3
		3	12						
			3						
					0/1		1		
							1		
				1	1				
			1	2/1	5/5	3/4	1/5		
						1			
			1						
		3							
						2	14	3	
								6/7	7/4
						3	3	1	1
							3		
								6/1	4
						4	5		
			0/2						
						0/1			
				0/2	0/1				
				7/2		1			
								12/3	2
				15/3	3/1	41/16	33/13		
								29	20

SAM-Marin

S4/4	Stasjon Dyp Dato Type beskrivelse Hugg nr.	Tall 1 86m 16.10.2012		Tall 2-1 63 m 16.10.2012		Tall 2-2 132 m 16.10.2012		Tall 3 245 m 16.10.12	
		2	3	1	2	1	2	1	2
		Mendicula ferruginea							3/1
Adontorhina similis								1	
Kurtiella bidentata						0/3	0/1		
Kurtiella tumidula								1	
Parvicardium minimum								0/1	
Phaxas pellucidus				1					
Macoma calcarea							1		
Tellina fabula				235/6	13/2				
Abra alba				6/1	1/3	12/2	18/1		
Abra nitida					1	2/2	4	34/11	
Abra prismatica						2		23/11	
Arctica islandica				0/2					
Kelliella abyssicola							1	23/1	
Corbula gibba				9	2			18/2	
Hiatella sp.	0/1	0/1							
Cuspidaria obesa								0/1	
Tropidomya abbreviata								3	
Antalis entalis							1		
Antalis occidentalis								1	
Entalina tetragona								5	
5								5	
* BRYOZOA									
* Bryozoa skorpeformet	++	++							
* Bryozoa grenet	++	++		+		+			
ECHINODERMATA									
Astropecten irregularis							0/1		
Asterias rubens	0/1							0/2	
Ophiopholis aculeata								0/1	
Amphipholis squamata				0/1		0/1	2/10	0/1	
Amphiura chiajei								0/2	
Amphilepis norvegica								0/1	
Ophiocten affinis				6/14	1/11	10/40	7/25	3/3	
Ophiura sarsi								1/2	
Echinocyamus pusillus								0/2	
Echinocardium flavescens				1/10	0/1	0/47	0/44	0/1	
Synaptidae indet.				4		3	10		
ENTEROPNEUSTA indet.						1			
ASCIDIACEA									
Pyura tessellata								2	
CHORDATA									
* PISCES egg.	7	66							
* VARIA	+	+		+				+	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometrisk klasse	Nærsone Tall-1-12	Overg.sone Tall-2-1-12	Overg.sone Tall-2-2-12	Fjernsone Tall-3-12
I	5	14	29	19
II	5	10	20	12
III	0	5	8	16
IV	2	9	13	10
V	2	4	8	6
VI	0	6	4	2
VII	0	1	5	1
VIII	0	1	3	0
IX	0	1	0	2
X	0	0	0	1
XI	0	0	0	0
XII	0	0	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis



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
 Fax:

AR-12-MX-002893-02



EUNOBE-00004850

Prøvemottak: 23.10.2012
 Temperatur:
 Analyseperiode: 23.10.2012-12.11.2012
 Referanse: 807024/74/12

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).
 Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Prøvenr.: 441-2012-1023-091	Prøvetakingsdato: 16.10.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkina: TALL 1, 86 m Hugg 1	Analysestartdato: 23.10.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
a) Fosfor (P)	
a) Totalt fosfor (P)	19000 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 10
a) Kobber (Cu)	230 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Sink (Zn)	1000 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	240 mg/g tv EN 13137 0.1
a) Totalt tørrstoff	
a) Total tørrstoff	8.5 % (v/v) EN 14346 0.1

Prøvenr.: 441-2012-1023-092	Prøvetakingsdato: 16.10.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkina: TALL 2-1, 63 m Hugg 1	Analysestartdato: 23.10.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ: Grenseverdi
a) Fosfor (P)	
a) Totalt fosfor (P)	1500 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 10
a) Kobber (Cu)	16 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Sink (Zn)	45 mg/kg tv NS EN ISO 17294-2 1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8 mg/g tv EN 13137 0.1
a) Totalt tørrstoff	
a) Total tørrstoff	75.4 % (v/v) EN 14346 0.1

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 :Kvantifiseringsgrense

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 2

AR-12-MX-002893-02



EUNOBE-00004850



Prøvenr.:	441-2012-1023-093	Prøvetakingsdato:	16.10.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	TALL 2-2, 132 m Hugg 1	Analysedato:	23.10.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)					
a) Totalt fosfor (P)	430	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	7	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	46	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	14	mg/g tv	EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff					
a) Total tørrstoff	69.9	% (v/v)	EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	441-2012-1023-094	Prøvetakingsdato:	16.10.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	TALL 3, 245 m Hugg 1	Analysedato:	23.10.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)					
a) Totalt fosfor (P)	730	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	21	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	86	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	31	mg/g tv	EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff					
a) Total tørrstoff	49.3	% (v/v)	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 18.02.2013

Kristine Fiare Johnson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :lindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2

Vedleggstabell 5. CTD Data

Resultater fra hydrografimålingene på stasjon Tall 3

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur °C	Oksygen			Fluorescens (µg/l)	Tetthet
			metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l		
1	25,0	7,4	85,3	8,7	6,1	0,4	19,5
2	25,8	7,9	85,7	8,6	6,1	0,3	20,1
3	27,2	8,2	86,4	8,5	6,0	0,3	21,1
5	28,7	8,5	87,4	8,5	6,0	0,3	22,3
7	29,0	8,6	88,9	8,6	6,1	0,3	22,5
10	29,3	8,8	91,5	8,8	6,2	0,3	22,7
15	29,9	9,1	96,1	9,1	6,4	0,2	23,2
20	30,9	9,5	99,6	9,3	6,6	0,2	23,9
25	31,5	9,9	102,0	9,4	6,6	0,2	24,3
30	31,8	10,1	103,0	9,5	6,7	0,2	24,6
40	32,2	10,2	104,8	9,6	6,7	0,2	24,9
50	32,8	10,5	104,4	9,4	6,6	0,1	25,3
60	33,2	10,8	101,0	9,0	6,4	0,1	25,7
70	34,0	11,4	95,7	8,4	5,9	0,1	26,3
80	34,4	11,5	96,5	8,5	6,0	0,1	26,5
90	34,4	11,3	98,4	8,7	6,1	0,1	26,7
100	34,5	11,2	97,6	8,6	6,1	0,1	26,8
125	34,5	10,9	91,5	8,1	5,7	0,1	27,0
150	34,6	10,4	88,5	7,9	5,6	0,0	27,2
175	34,9	9,2	87,0	8,0	5,6	0,1	27,8
200	35,1	7,8	87,4	8,3	5,8	0,0	28,3
225	35,2	7,5	88,1	8,4	5,9	0,0	28,5
245	35,2	7,4	87,9	7,6	5,4	0,0	28,6