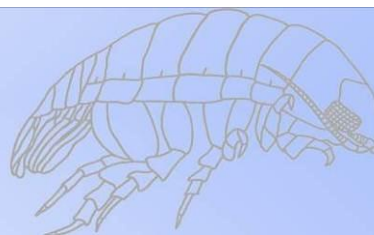


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 41 – 2013



MOM-C undersøkelse fra lokalitet Krabbholmen II i Åfjord kommune, april 2013

Rune Haugen

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 Krabbholmen II i Åfjord kommune april 2013	Dato: 21.11.13 Antall sider og bilag: 42
Forfatter(e): Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen, Rune Haugen	Prosjektleder: Stian Ervik Kvalø Prosjektnummer: 807447

Oppdragsgiver: Salmar Farming AS	Tilgjengelighet: Åpen
----------------------------------	-----------------------

Abstract: A recipient survey was conducted to assess the environmental impact of the aquaculture facility Krabbholmen II on its surroundings. The aquaculture facility of Krabbholmen II is a new facility and was not yet in use as the recipient survey was conducted. The facility is however in close proximity to Krabbholmen I and shares transition and remote stations with the existing Krabbholmen I. In general the conditions of the recipient were good with regards to the parameters surveyed.

Keywords: Environment, marine, MOM-C	Emneord: Marin miljøundersøkelse, MOM-C	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 41-2013
--------------------------------------	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	22.11.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	22.11.2013	<i>Stian E. Kvalø</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: Rune Haugen, Geir Schriwer

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Natalia Korableva, Nargis Islam, Øydis Alme

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre

Rapportering utført av: Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen, Rune Haugen

Glødetapsanalyser ved SAM-Marin utført av: -

Kornfordelingsanalyser ved SAM-Marin utført av: Helge Grønning

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Fartøy fra oppdragsgiver

Kjemiske analyser utført av: Eurofins norsk miljøanalyse AS med deres underleverandør

Eurofins Umwelt GMBH **akkrediteringsnummer** test 003

Akkreditert: Sink, Fosfor, kobber, TOC totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS **akkrediteringsnummer** 032

Akkreditert: TOM

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	15
3.3 Kjemi.....	17
3.4 Måling av pH og Redokspotensial (Eh).....	17
3.5 Bunndyr	18
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	22
5 TAKK	23
6 LITTERATUR	24
7 VEDLEGG	25
Generell vedleggsdel	26
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre	34
Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste	36
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	40
Vedleggstabell 4. Analysebevis.....	41

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Krabbholmen II sør i Linesfjorden, Åfjord kommune. Innsamlingene ble gjennomført 5.april 2013.

Krabbholmen II er en ny lokalitet og ble tatt i bruk 7 uker etter denne MOM C undersøkelsen, mens Krabbholmen I har vært i bruk siden våren 2011.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Krabbholmen II. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Siden Krabbholmen I ligger rett ved siden av, gir denne undersøkelsen og et bilde av miljøforholdene etter MOM C- standarden for denne lokaliteten også, når det gjelder overgangs- (mellom) og fjernstasjonen.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratets (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 Salmar Farming AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

Havbrukstjenesten AS er en privat eid bedrift som har utført fiskehelsetjenester for oppdrettsnæringen i 22 år og utført miljøundersøkelser i 12 år. En del av erfaringen består i utførelsen av MOM B-undersøkelser i en årrekke. Havbrukstjenesten har et samarbeid med SAM-Marin for utførelse av akkrediterte MOM C-undersøkelser.

2 MATERIALE OG METODER

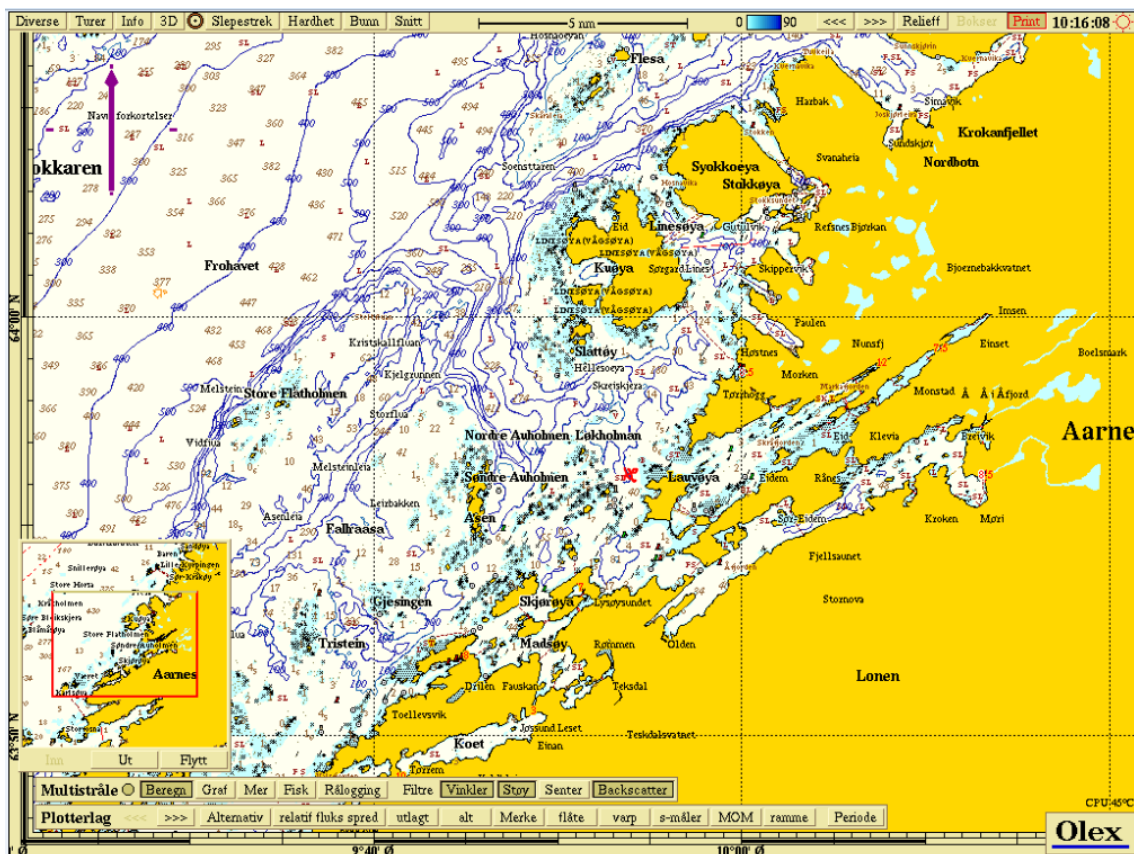
2.1 Undersøkelsesområdet

Lokaliteten ligger sør i Linesfjorden, i Åfjord kommune (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). Anlegget ligger over skrånende terreng fra omtrent 50 m innerst til rundt 120 m dyp under anleggets dypeste del i nordøst. Skråningen fortsetter og mellomstasjonen, Krab 2 ligger lengre ut i denne skråningen, mens fjernstasjonene, Krab 3 ligger i områdets dypeste del på 200 m. Sørover er «fjordarmen» mye grunnere med øyer og holmer. I vest og nord ligger noen holmer og skjær, med relativt grunne sund, mens den i nordøst skrånner bunnen ut i Linesfjorden. Vest for Linesfjorden fortsetter dypet ut mot mer åpent hav.

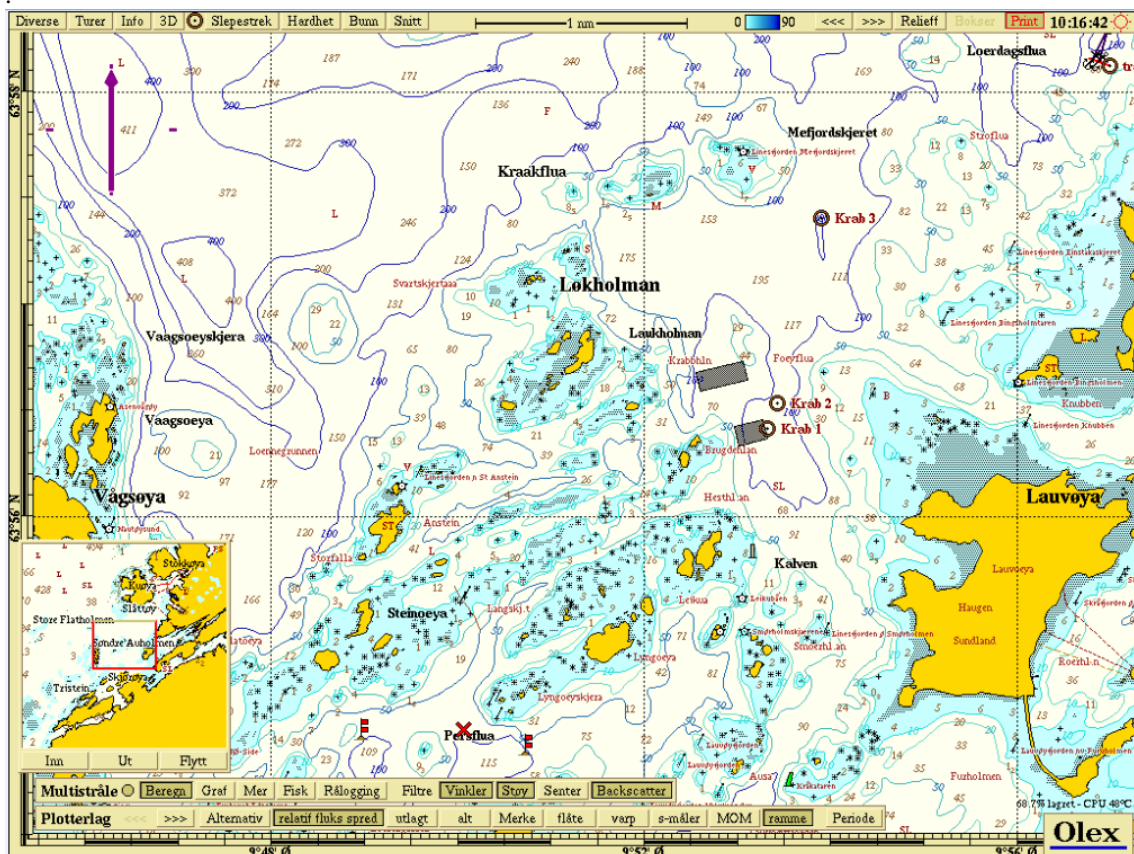
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 5.april 2013. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Rune Haugen og Geir Schriwer fra Havbrukstjenesten AS.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden (Krab 3). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. 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.



Figur 2.1: Oversiktskart over Krabbholmen II, sør i Linesfjorden. Kart viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet i Linesfjorden, og rødt kryss markerer plassering av Krabbholmen II. Kartkilde; OLEX.



Figur 2.2: Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjoner tegnet inn. Krabbholmen II er lengst sør, mens Krabbholmen I er i nord av de to anleggene. Eksakt plassering, kartkilde; OLEX.



Figur 2.3: Kart over de to anleggene Krabbholmen II og I, med prøvestasjonene tegnet inn. Eksakt plassering av prøvestasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex. ○ Meget gode forhold. ● Gode forhold, litt påvirket

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i område og navn. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble brukt en van Veen grabb og brukes til kjemi-, geologi- og biologiprøver (fullt kammer 17 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone	Område	120	1	17	Kjemi og geologi
Krab 1	63° 56.411 N		2	17	Biologi
05.04.13	09° 53.319 Ø		3	15,5	Biologi
					Alle hugg like med silt
Overgangs-sone	Område	125	1	17	Kjemi og geologi
Krab 2	63° 56.532 N		2	17	Biologi
05.04.13	09° 53.423 Ø		3	13	Biologi
					Alle hugg like med silt og sand
Fjernsone	Område	200	1	17	Kjemi og geologi
Krab 3	63° 57.402 N		2	17	Biologi
05.04.13	09° 53.901 Ø		3	17	Biologi
					Alle hugg like med silt/leire og sand.

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 (H_2S), 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 geologi 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 under sediment-overflaten, og lukte råttent (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra 1 hugg fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. 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 parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med 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. En full 0,1 m² grabb har et volum på 17 liter (van Veen). 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 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-Marins 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.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIFs

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 2.5). 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, Direktoratets-gruppen Vanndirektivet 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 indeks. (H'), snitt	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H'), sum	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

*Omregningsfaktoren til mgO2 /l er 1,42

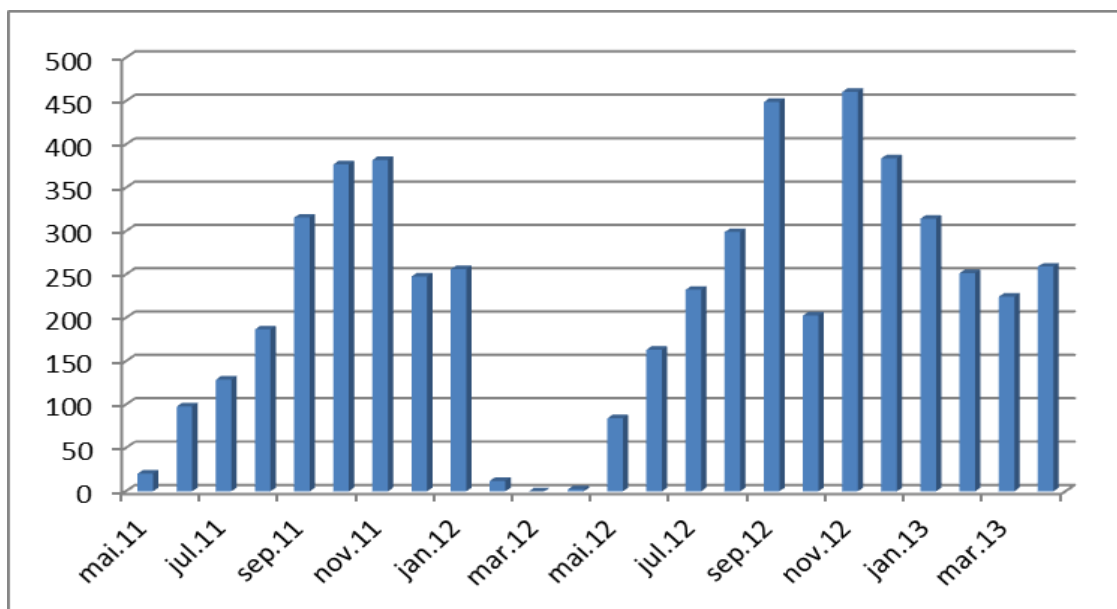
** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

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

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

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Krabbholmen II ble tatt i bruk som oppdrettslokalitet i mai 2013, og dermed var det ikke fôret noe på lokaliteten ved prøvetakingstidspunktet. Krabbholmen I ligger like ved og har vært i bruk siden mai 2011. Fôrdata for Krabbholmen I er presentert i figur 2.4.

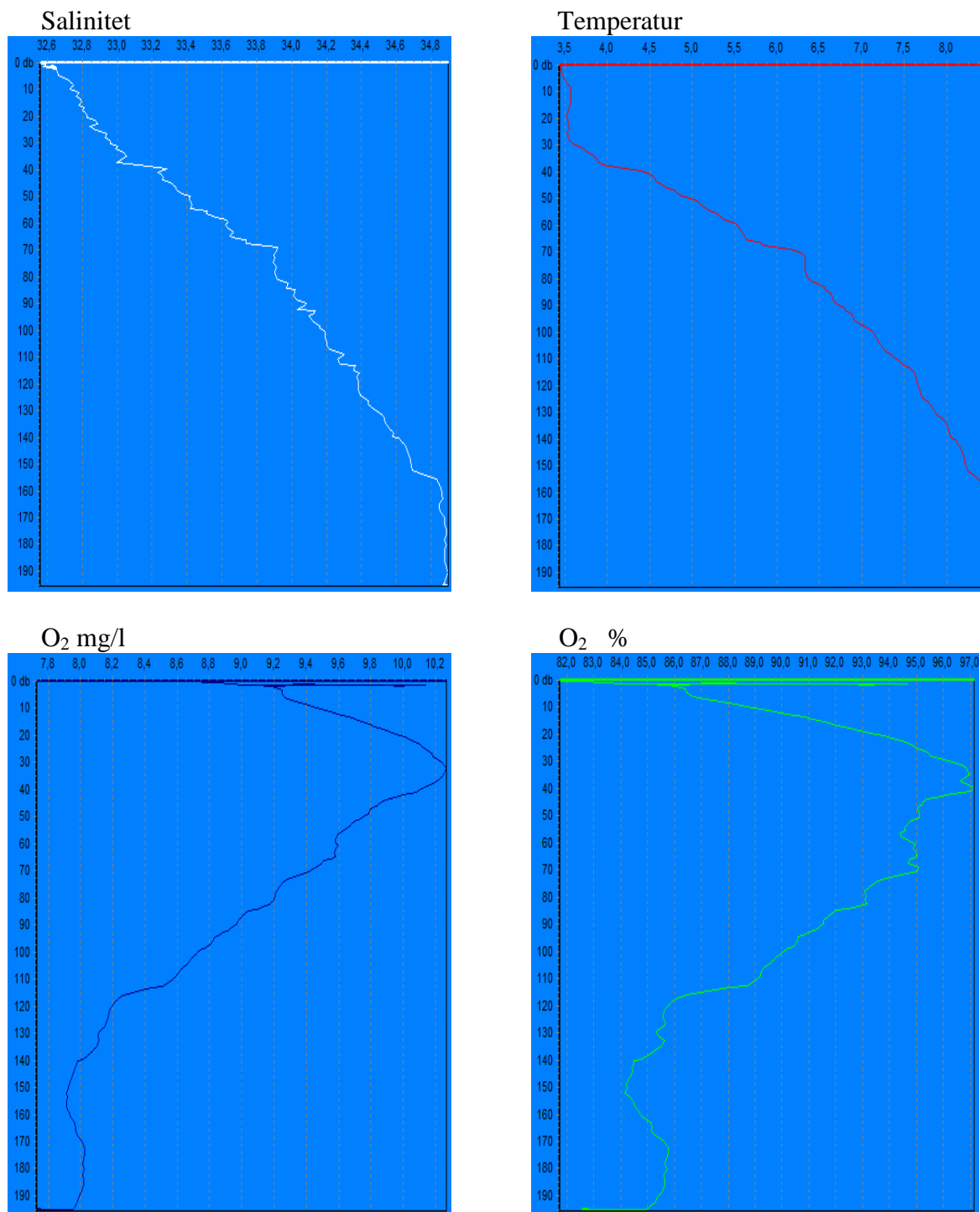


Figur 2.4. Fôring på Krabbholmen I siden oppstart i 2011, og frem til MOM C- undersøkelsen i april 2013, målt i tonn fôr pr måned. Krabbholmen II var ikke tatt i bruk ved undersøkelsestidspunktet.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Krab 3 den 5. april 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1.



Figur 3.1: Saltholdighet, temperatur, Oksygen i mg/l og i % metning på Krab 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 196 meter den 5. april 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen på Krab 3 den 5. april 2013, var 3,5 °C i overflatelaget og ned til 27 m dyp. Fra 27 m dyp steg den jevnt ned til 160 m dyp, til rundt 8,4° C. Fra 160 m og ned til bunnen ved 200 m var temperaturen stabil på 8,4° C.

I overflatelaget var saltholdigheten rundt 32,7 promille. Deretter steg den jevnt uten noen gradient ned til 160 m, hvor den var den var 34,85 promille. Fra 160 m og ned til bunnen, var saliniteten stabil rundt 34,9 promille.

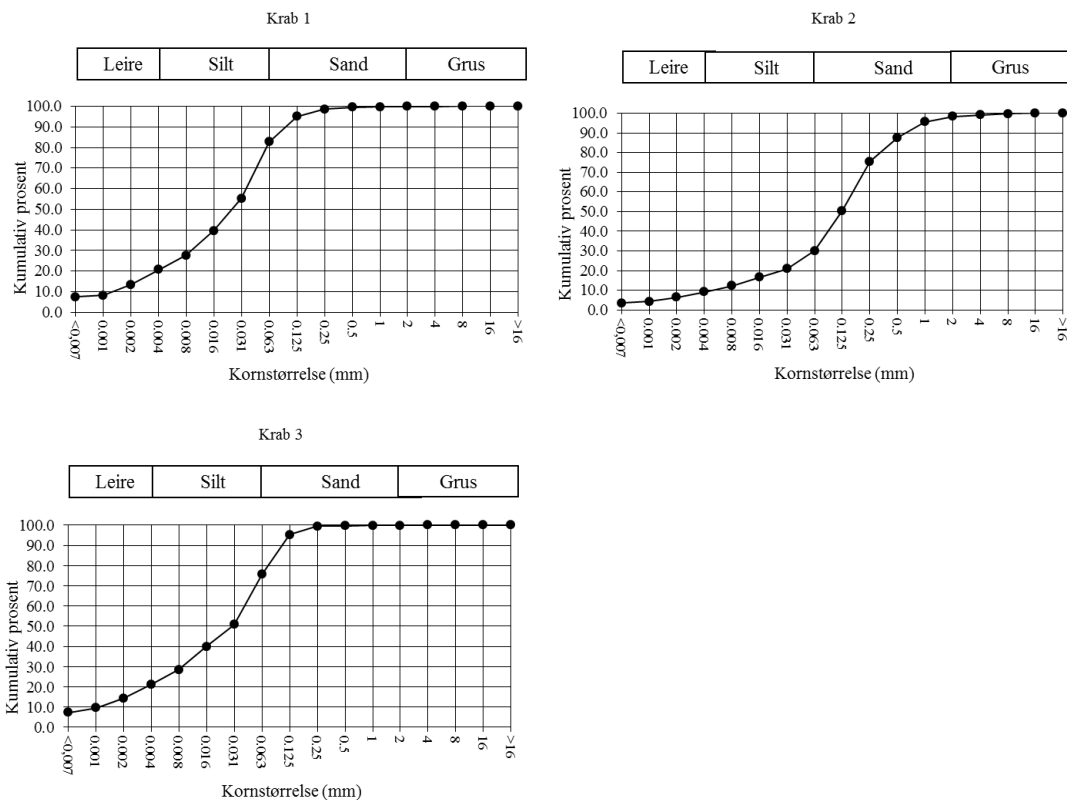
Oksygeninnholdet var rundt 9,2 mg/l i overflatelaget. Deretter steg det jevnt ned til 31 m dyp til 10,3 mg/l. Fra 31 m dyp sank oksygeninnholdet jevnt ned til 150 m dyp til 7,9 mg/. Fra 150 m og ned var nivået av oksygen jevnt rundt 7,8 til 8,0 mg/l. Nede ved bunnen (200 m) ble oksygennivået målt til 7,77 mg/l målt ved 196 m, hvilket tilsvarer 5,47 ml/l. Denne målingen bunnen plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (svært god).

3.2 Sediment

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

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Krabbholmen, 5 april 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold TOM (%)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Krab 1	120 m	10.5	21	62	83	17	0
Krab 2	125 m	5.05	9	21	30	68	2
Krab 3	200 m	8.56	21	54	76	24	0



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

I nærsonen, Krab 1, dominerte finere sediment, og da spesielt silt med 62 %, mens leire utgjorde 21 %. De resterende 17 % bestod av sand. Glødetapet var 10,5 %. Det organiske innholdet var dermed litt forhøyet, og litt høyere enn det som er vanlig på dette dypet. Dette indikerer at bunnen ved denne stasjonen har noe tilførsel av organisk materiale.

Overgangssonen, Krab 2, var dominert av grovere sediment, med 68 % sand, og 2 % grus. Leire/silt fraksjonen utgjorde de siste 30 %, med mest silt. På denne stasjonen var det organiske innholdet målt som glødetap, lavt (5,05 %).

Krab 3, i fjernsonen var mye lik Krab 1, med en dominans av finere sediment på 76 %. Av dette utgjorde silt 54 % og leire 21 %. De siste 24 % av sedimentet bestod av sand. Glødetapet som var på 8,56 %, lå innenfor det som kan forventes på dette dypet.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Verdien for TOC var forhøyet på alle tre stasjonene. På Krab 1 var den 45,1 mg TOC/g og dette gir tilstandsklasse V (svært dårlig). Overganssonen Krab 2 fikk tilstandsklasse III (mindre god) og Krab 3 fikk tilstandsklasse IV (dårlig) for TOC. Metoden for normalisering av TOC er dog ikke tilpasset kystområder (Aure et al. 1993) og her vil glødetapet være en bedre indikasjon på innhold av organisk materiale. Det organiske innholdet var lavt på Krab 2 og Krab 3, og litt forhøyet ved nærsjonen Krab 1. Totalt viser glødetapet her en sammenheng med TOC- analysen, men med mindre utslag og mer normale verdier enn det metoden for TOC analyse indikerer.

Verdiene av tungmetallene, kobber og sink var lave på alle tre stasjonene, og får tilstandsklasse I (Meget god). Verdiene for fosfor var også lave på alle tre stasjonene.

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

Stasjon	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TV	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Krab 1	42.0	45.1	V	820	77	I	20	I	47.7
Krab 2	17.0	29.6	III	630	50	I	10	I	62.7
Krab 3	34.0	38.4	IV	780	77	I	18	I	48.3

3.4 Måling av pH og Redokspotensial (E_h)

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

Målingen av pH og E_h på alle tre stasjonene ga beste tilstandsklasse, tilstand 1. På hugg 3 ved nærstasjonen Krab 1, var det litt lukt. Ellers ble det ikke observert sensoriske faktorer som indikerer påvirkning, da det var ingen lukt, gass, slam eller farge på de to andre huggene ved denne stasjonen. Ved Krab 2 og Krab 3 var det ingen indikasjon på organisk påvirkning iht. til de samme sensoriske faktorene.

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Krab 1	7,50	154	0	1
Krab 2	7,51	-60	0	1
Krab 3	7,45	-19	0	1

3.5 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i april 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra stasjonen i nærheten, Krab 1, fant man totalt 78 arter med til sammen 1867 individer på 0,2 m². Diversiteten ble beregnet til 2,47 (Shannon-Wiener) som plasserer stasjonen i tilstandsklasse III (Moderat). Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter, NQI1 og NQI2, havnet også i tilstandsklasse III. 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) (Tabell 2.3). Slekten, *Polydora* sp., dominerte på denne stasjonen, og utgjorde ca. 68 % av individene i prøven. Dette kan tyde på at stasjonen har god tilgang på organisk materiale som fører til økt arts og individantall. Blant de ti mest individrike artene finner vi i tillegg seks børstemarkarter, to skjell og en slangestjerne. Selv om man har dominans av en slekt, viser artssammensetningen gode forhold på stasjonen, som viser at samfunnet på dette tidspunktet gjør god nytte av økt organisk tilførsel. Dette gjenspeiles også av fordelingen av de geometriske klassene.

Ute i dypet på Krab 3 fant man totalt 56 arter med til sammen 391 individer på 0,2 m². Dette gav en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 4,37 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES₁₀₀) på 31,1. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) får henholdsvis verdiene 0,75 og 0,71. Samtlige indekser gir beste tilstandsklasse (I-Meget god). Dette viser at det er gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene. Den mest tallrike arten på stasjonen var slangestjernen *Paramphinome*

jeffreysii som utgjorde ca. 20 % av det totale individtallet. Den nestmest tallrike arten var skjellet *Thyasira equalis* med 10,5 % av det totale individtallet. Blant de ti mest tallrike artene finner man også seks arter/slekter børstemark, en pølseorm og en slangestjerne.

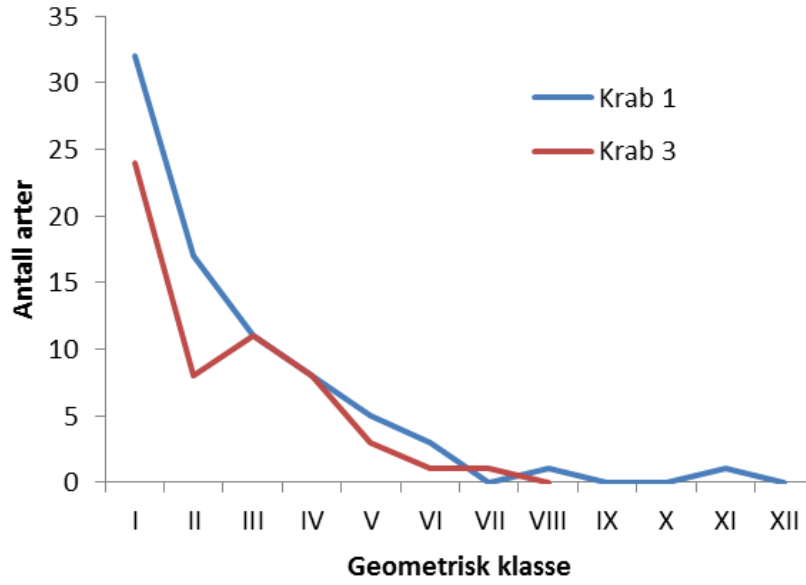
Grunnet de gode resultatene fra Krab 1 og Krab 3 var det ikke behov for å analysere Krab 2.

De multivariate analysene viser at det var 63 % likhet mellom huggene på stasjon Krab 1 og 68 % likhet mellom huggene på stasjon Krab 3. Det er imidlertid større forskjell mellom stasjonene, der det var ca. 50 % likhet (Figur 3.4 og 3.5). Dette er forventet og naturlig ettersom stasjonene ligger på forskjellige lokaliteter og dyp.

Tabell 3.4: 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	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES_{100}	AMBI	TK	Jevnhet (J)	H'_{max}	MOM TK
Krab 1	2	1259	61	1.92	0.60	0.37	15.8	4.04		0.32	5.93	
	3	608	52	3.03	0.64	0.50	20.1	3.54		0.53	5.70	
Sum		1867	78	2.40			18.2			0.38	6.29	2
Snitt		933.5	56.5	2.47	0.62	0.44	18.0	3.79	-	0.43	5.82	
Krab 3	2	249	49	4.53	0.77	0.74	31.7	1.99		0.81	5.61	
	3	142	36	4.22	0.73	0.68	30.6	2.36		0.82	5.17	
Sum		391	56	4.54			31.1			0.78	5.81	-
Snitt		195.5	42.5	4.37	0.75	0.71	31.1	2.18	I	0.81	5.39	

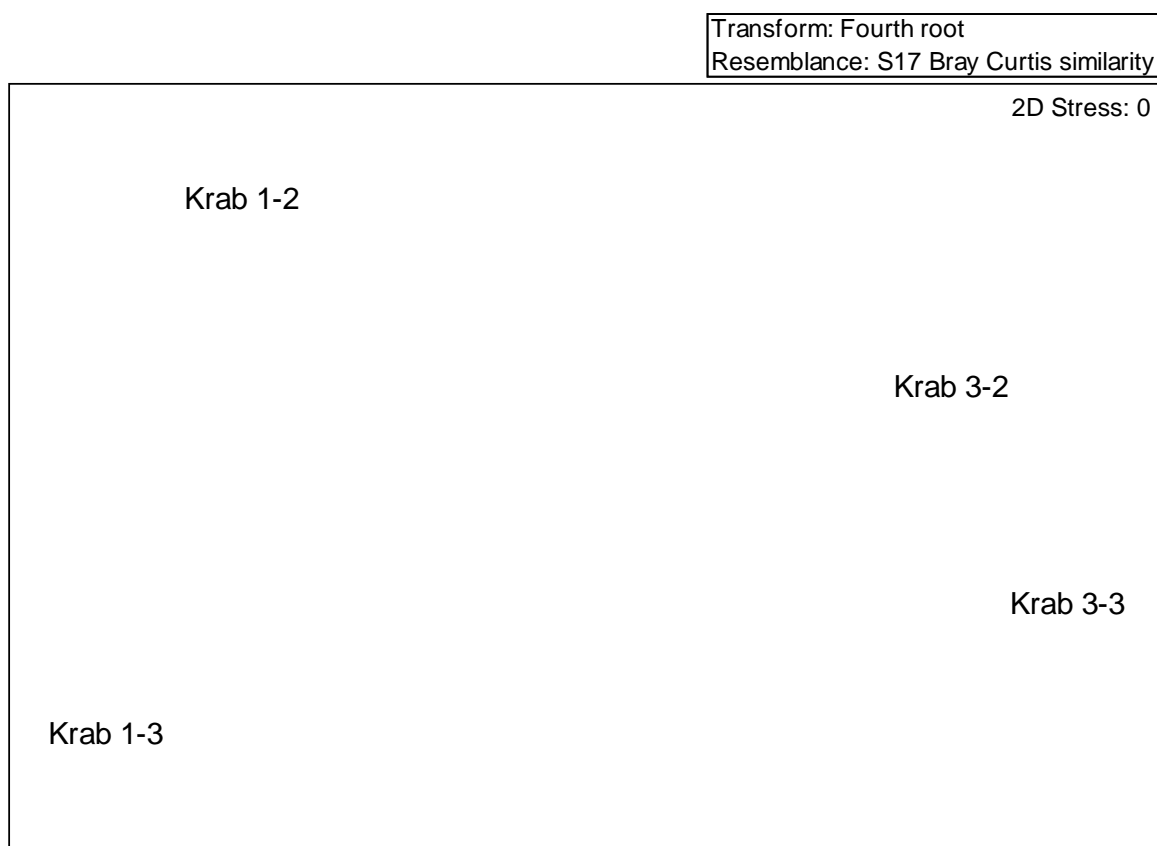
I – Meget god	II - God	III – Mindre god	IV – Dårlig	V – Meget dårlig
---------------	----------	------------------	-------------	------------------

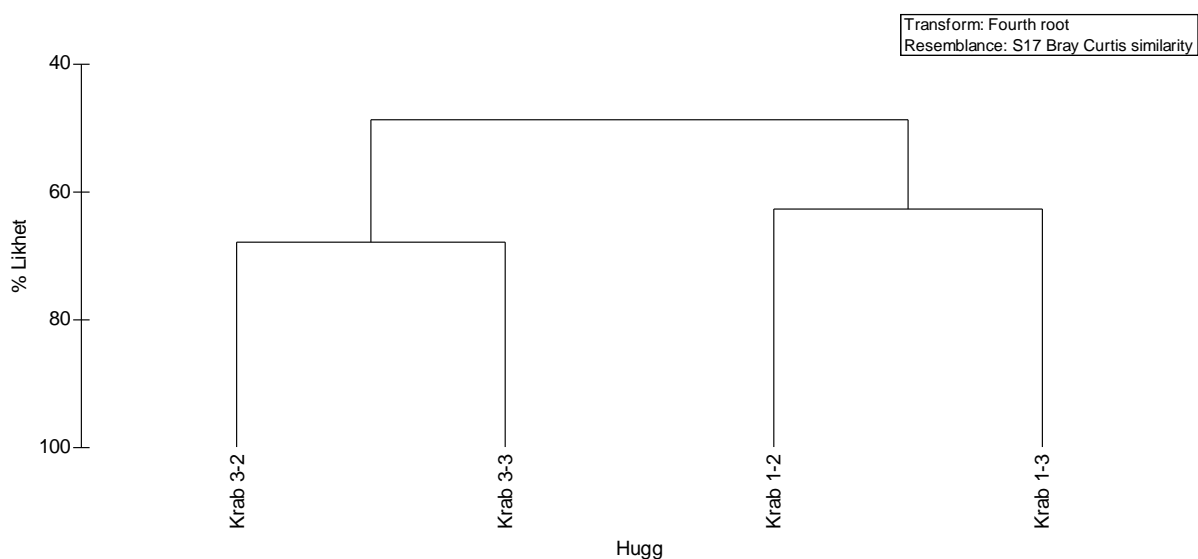


Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene på stasjonene Hos1 og Hos 3. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prosent av antall individer og kumulativ prosent av antall individer for stasjonene.

Krab 1	Antall individ	0,2 m² %	Kum. %	Krab 3	Antall individ	0,2 m² %	Kum. %
<i>Polydora</i> sp.	1272	68.1	68.1	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	81	20.7	20.7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	133	7.1	75.3	<i>Thyasira equalis</i>	41	10.5	31.2
<i>Thyasira equalis</i>	55	2.9	78.2	<i>Aphelochaeta</i> sp.	30	7.7	38.9
<i>Thyasira sarsii</i>	54	2.9	81.1	<i>Nephasoma</i> cf. <i>minutum</i>	30	7.7	46.5
<i>Diplocirrus glaucus</i>	33	1.8	82.9	<i>Amphilepis norvegica</i>	17	4.3	50.9
<i>Notomastus latericeus</i>	30	1.6	84.5	<i>Diplocirrus glaucus</i>	15	3.8	54.7
<i>Chaetozone</i> sp.	24	1.3	85.8	<i>Mendicula ferruginosa</i>	15	3.8	58.6
<i>Pista cristata</i>	17	0.9	86.7	<i>Levinsenia gracilis</i>	14	3.6	62.1
<i>Amphiura chiajei</i>	17	0.9	87.6	<i>Rhodine loveni</i>	13	3.3	65.5
<i>Heteromastus filiformis</i>	16	0.9	88.4	<i>Maldanidae</i> indet.	12	3.1	68.5

**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved Krabbholmen i april 2013. 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 Krabbholmen i april 2013. 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 ved oppdrettslokaliteten Krabbholmen II sør i Linesfjorden, Åfjord kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført dato. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden. Krabbholmen II ble tatt i bruk i mai 2013, etter MOM C undersøkelsen, mens Krabbholmen I, som ligger like ved, har vært i bruk siden våren 2011. Overgangssonen Krab 2 og fjernssonen Krab 3 er representative stasjoner for begge de to lokalitetene. En kan også anta at nærsonen for Krabbholmen II kan gi eller gir analysesvar som har årsakssammenheng med driften av Krabbholmen I.

Bunnen var dominert av finkornet silt/leire-sediment på Krab 1 og Krab 3, med henholdsvis 83 % (Krab 1) og 76 % (Krab 3). På Krab 2 var sedimentet dominert av sand (68 %, samt litt grus), mens silt/leire utgjorde 30 %.

Oksygenforholdet målt ved bunnen ved Krab 3 ga 5,47 ml/l og ga beste tilstandsklasse, I (svært god).

Analysen av tungmetallene ga beste verdier for både sink og kobber for alle tre stasjonene. Likeledes var fosforverdiene lave for alle stasjonene. TOC verdiene var meget høye på Krab 1, tilstandsklasse (TK) V. På de to andre stasjonene var TOC også forhøyet (Krab 2, TK III, Krab 3 TK IV). Glødetapet var derimot lavt på både Krab 2 og Krab 3 og viste at man har lite organisk stoff i sedimentet. På Krab 1 var glødetapet svakt forhøyet og viser litt mer organisk stoff i sedimentet enn det som normalt kan forventes på dette dypet. Måling av pH og Eh ga alle stasjonene beste tilstand 1.

Analysene av bunnfauna ga nest beste tilstand etter MOM for nærstasjonen Krab 1 og beste tilstand etter Miljødirektoratet (KLIF) sin klassifisering for fjernstasjonen Krab 3. Indeksene for diversitet viste meget gode forhold på fjernstasjonen Krab 3. På Krab 1 dominerte slekten, *Polydora* sp., og utgjorde ca. 68 % av individene i prøven. Dette kan tyde på at stasjonen har god tilgang på organisk materiale som fører til økt arts og individantall. Artssammensetningen på Krab 1 indikerer gode forhold på stasjonen, som viser at samfunnet på dette tidspunktet gjør god nytte av økt organisk tilførsel. Grunnet de gode forholdene for fauna på både Krab 1 og Krab 3, ble ikke mellomstasjonen, Krab 2 analysert.

Krabbholmen II ikke var tatt i bruk ved tidspunktet for undersøkelsen og det er ikke gjort tidligere tilsvarende undersøkelser i dette området. Da Krabbholmen I ligger like ved er det stor grunn til å tro at Krab 2 og Krab 3 gir en indikasjon på hvordan miljøet blir påvirket av driften av dette anlegget som har vært i drift i to år. Denne MOM C-undersøkelsen indikerer gode miljøforhold på både Krab 2 og Krab 3. På nærstasjonen Krab I, for Krabbholmen II, ser en et litt forhøyet glødetap og en artssammensetning som indikerer god tilgang på organisk materiale. Dette indikerer at stasjonen får tilførsel av organisk materiale fra Krabbholmen I, men i en slik grad at faunaen klarer å utnytte tilførselen så langt. Fremtidige undersøkelser vil vise om stasjonene vil endre karakter iht. til standarden for MOM C.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Rune Haugen og Geir Schriwer fra Havbrukstjenesten AS. Kornfordelingen ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Nargis Islam og Øydis Alme. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Frøydis Lygre.

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel.....	26
Generelt	26
Geometriske klasser	26
Univariate metoder	27
Ømfintlighet	28
Sammensatte indekser	28
Referansetilstand og klassegrenser.....	28
Multivariate analyser.....	29
Dataprogrammer.....	30
Litteratur til Generelt Vedlegg	33
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre	34
Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste	36
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	40
Vedleggstabell 4. Analysebevis.....	41
Eurofins Environment Testing Norway AS	41
MoLab AS	42

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

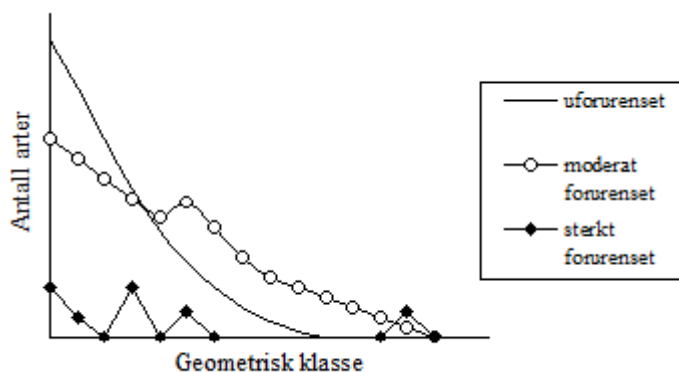
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

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

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

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

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 sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

Tabell v2 : Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009*:

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

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

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

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

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
 y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
 y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter
 p = totalt antall arter

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

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

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

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

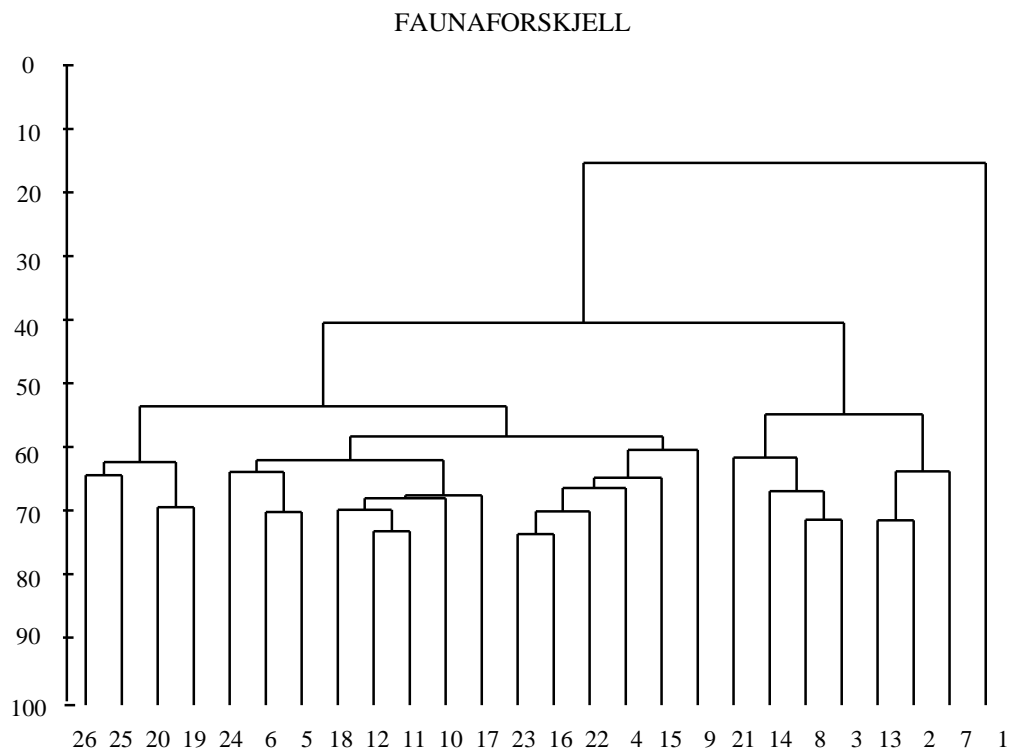
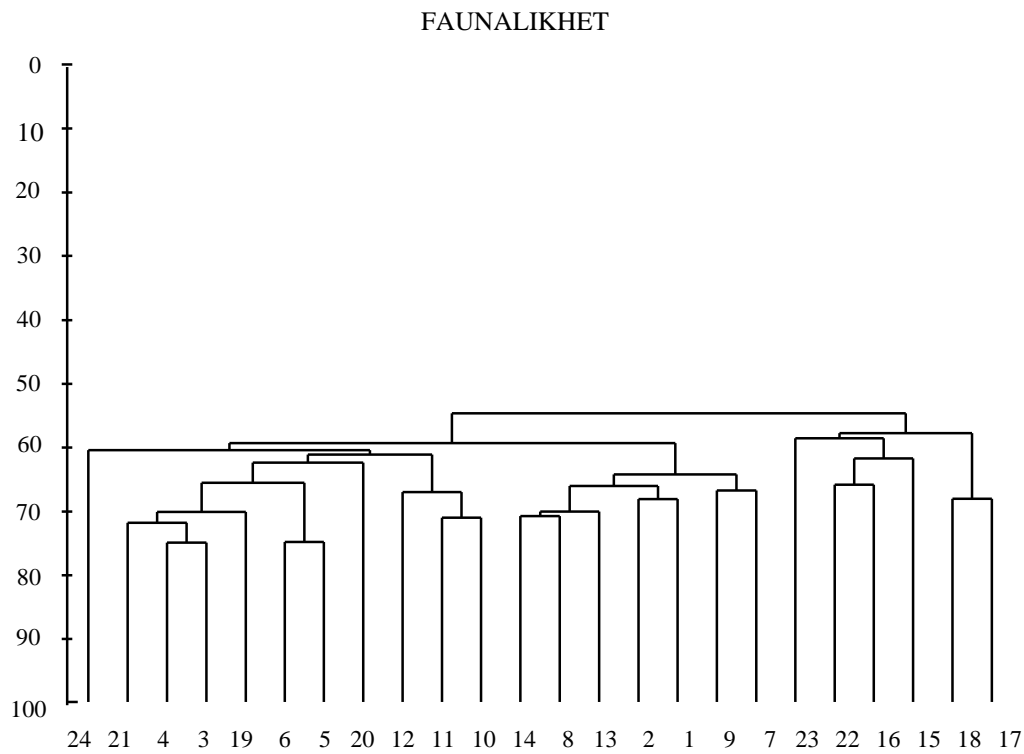
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

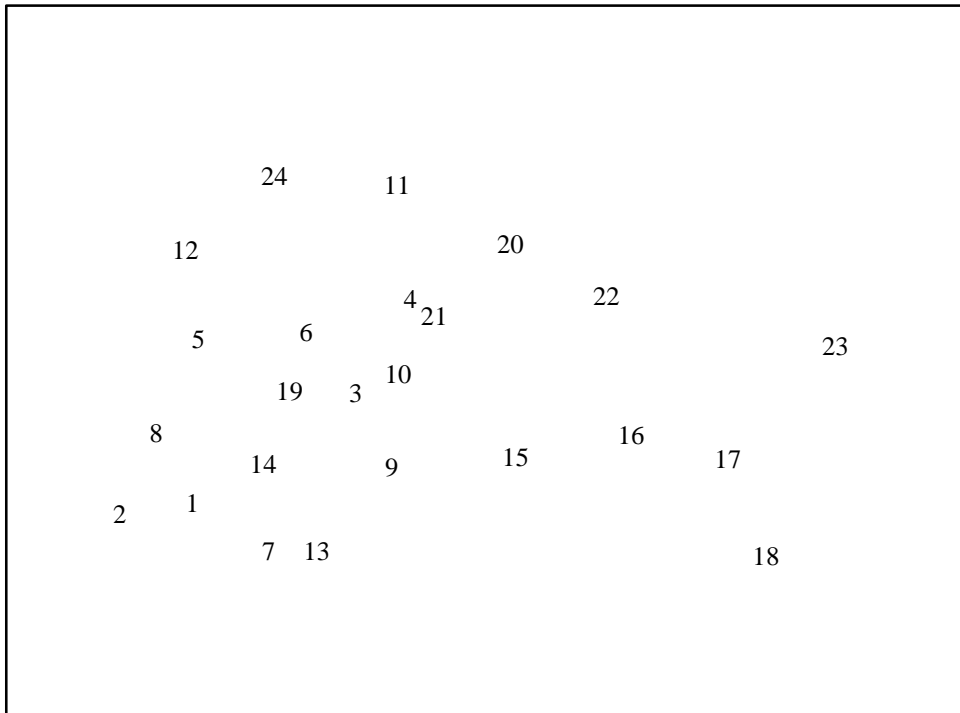
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

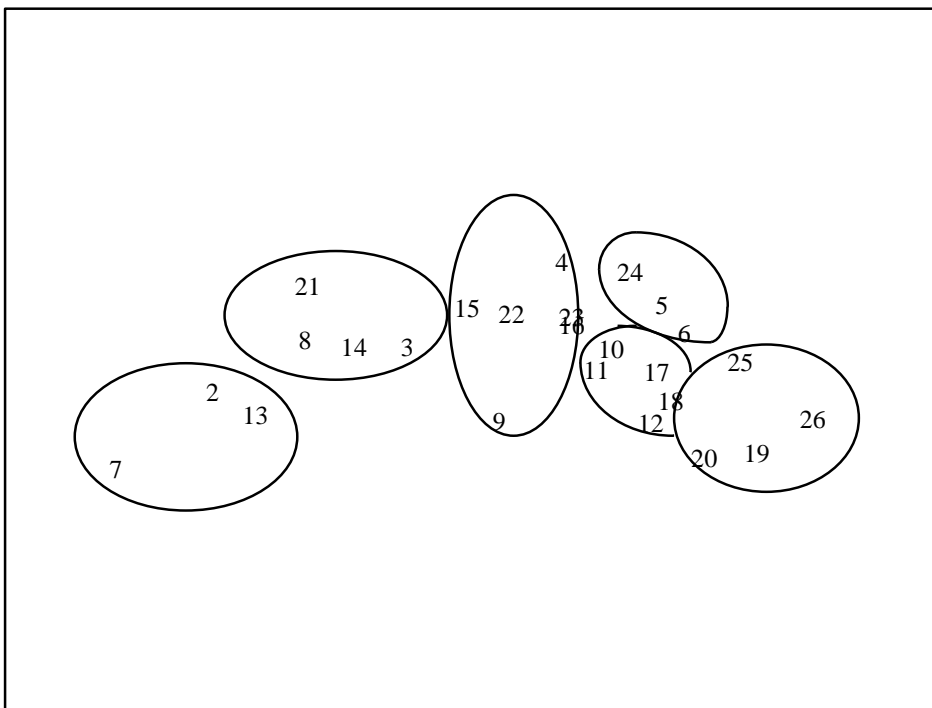


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: SalMar Farming AS
 Lokalitet: Krabbholmen II
 Lokalitetstype: Sjøanlegg

Dato: 05/04/2013
 Lokalitetsnr:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr									Indeks	
			Krab 1	Krab 1	Krab 1	Krab 2	Krab 2	Krab 2	Krab 3	Krab 3	Krab 3		
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
I	Tilstand (Gruppe I)		A										
II	pH	verdi	7.5			7.51			7.45				
	E _h (mv)	verdi	154			-60			-19				
		+ ref. verdi	371			157			198				
	pH/E _h	fra figur	0			0			0			0.0	
	Tilstand, prøve		1			1			1				
	Tilstand, gruppe II		1										
	Buffer temp:		6			Temp sjø:			Temp sediment:				
	pH sjø:		7.89			Eh sjø:			-23			Ref. elektrode:	217
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		5/4-2013 Rune Haugen										
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Brun/Sort = 2											
	Lukt	Ingen = 0	0	0		0	0	0	0	0	0		
		Noe = 2			1								
		Sterk = 4											
	Konsistens	Fast = 0				0							
		Myk = 2					1	1	2	2	2		
		Løs = 4	3	3	3								
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0											
1/4 ≤ v < 3/4 = 1													
v ≥ 3/4 = 2		2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	2 - 8 cm = 1												
	t ≥ 8 cm = 2												
	SUM		5	5	6	2	3	3	4	4	4		
	Korrigert sum (*0,22)		1.10	1.10	1.32	0.44	0.66	0.66	0.88	0.88	0.88	0.9	
	Tilstand prøve		2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	Tilstand gruppe III		1										
	Middelverdi gruppe II og III		0.55	0.55	0.66	0.22	0.33	0.33	0.44	0.44	0.44	0.4	
	Tilstand gruppe II og III		1										
	pH/Eh												
	Korr. sum												
	Indeks												
	Middelverdi												
	< 1,1	1											
	1,1 - < 2,1	2											
	2,1 - < 3,1	3											
	≥ 3,1	4											
	Tilstand												
			Gruppe I			Gruppe II og III			Lokalitetstilstand				
			A			1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4				
			4			1, 2, 3			1, 2, 3				
			4			4			4				
	LOKALITETSTILSTAND										1		

Korrekturlest:

19/4-13
datoSHJ
Sign.RH
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

Sam-Marin/Havbruksstjenesten

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: SalMar Farming AS

Dato: 05/04/2013

Lokalitet: Krabbholmen II

Lokalitetsnr:

Lokalitetstype: Sjøanlegg

Prøvetaksingssted (nr)	Krab 1	Krab 1	Krab 1	Krab 2	Krab 2	Krab 2	Krab 3	Krab 3	Krab 3	
Dyp (m)	120	120	120	125	125	125	200	200	200	
Antall forsøk	1	2	1	1	1	1	1	1	1	
Bobling (i prøve)	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	
Primær-sediment	Grus									
	Skjellsand									
	Sand									
	Mudder									
	Silt	1	1	1	1	1		1	1	1
	Leire								2	2
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall										
Børstemark, antall										
Andre dyr, antall	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
Fôr										
Fekalier										
Kommentarer										

Korrekturlest:

19/9-13
dato

SHJ
Sign.

SHJ
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

Vedleggstabell 2. Prøverapport 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): SalMar Farming AS
Prosjekt nr.: 807447
Prøvetaksingssted (område): Krabbholmen
Dato for prøvetaking: 5/4-2013
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbruksstjenesten AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: nei
Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Frøydis Lygre

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

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

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

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

Sam-Marin/Havbruksstjenesten

s. 1/3	Lokalitetsnavn: Krabbholman	Krabbholman	Krabbholman	Krabbholman
	Stasjonsnavn: Krab 1	Krab 1	Krab 3	Krab 3
	Dato: 5.4.2013	5.4.2013	5.4.2013	5.4.2013
	Dybde: 120m	120m	200 m	200 m
Arter:	Hugg: 2	3	2	3
* PLATYHELMINTES				
* Platyhelminthes indet.		1		
* NEMERTINI				
* Nemertini indet.	4	5	2	3
* NEMATODA				
* Nematoda indet.	7	2		1
* POLYCHAETA				
<i>Pholoe baltica</i>	6	3	1	
<i>Pholoe pallida</i>	8	4	2	2
<i>Phyllodoce rosea</i>		1		
<i>Protomystides exigua</i>		1		
<i>Eteone longa</i>	2	1		
<i>Glycera alba</i>	3	0/1		
<i>Goniada maculata</i>	1	1		
<i>Sphaerodoropsis minuta</i>	1			
<i>Nereimyra cf. woodsholea</i>	1			
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1			
Pilargidae indet.	1			
Syllidae indet.	1	1		
<i>Ceratocephale loveni</i>	1/1		2/1	1
<i>Nephtys paradoxa</i>				0/1
<i>Nephtys pulchra</i>				0/1
<i>Nephtys sp.</i>		0/2		
<i>Paramphimome jeffreysii</i>	58	75	46	35
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>	1		0/1	1/3
Lumbrineridae indet.	6	8	5	4
<i>Drilonereis filum</i>		1	1	
<i>Levinsenia gracilis</i>	4	2	6	8
<i>Paraonis sp.</i>			1	
<i>Laonice sarsi</i>	0/1	0/1		
<i>Polydora sp.</i>	962	310	4	
<i>Prionospio cirrifera</i>	1			
<i>Prionospio fallax</i>		1		1
<i>Prionospio dubia</i>	4	2	7	
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	1		
<i>Scolecopsis korsuni</i>	1	1	1	
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>			1	1
<i>Aphelochaeta sp.</i>	2		19	11
<i>Chaetozone jubata</i>				1
<i>Chaetozone sp.</i>	19	5		
<i>Diplocirrus glaucus</i>	6	27	13	2
<i>Brada villosa</i>	1		0/1	
<i>Ophelina sp.</i>			0/1	
<i>Scalibregma inflatum</i>	2	5	3	1
<i>Heteromastus filiformis</i>	7	9	3	7
<i>Notomastus latericeus</i>	9	21	1	2
<i>Maldane sarsi</i>	3			
<i>Rhodine loveni</i>	5		7	6
Maldanidae indet.	2	1	8	4
<i>Galathowenia oculata</i>	6	3		
<i>Myriochele heeri</i>	1			
<i>Owenia borealis</i>	0/1			
<i>Pectinaria auricoma</i>		0/1	1/1	
<i>Pectinaria belgica</i>				1

Sam-Marin/Havbruksstjenesten

s. 2/3	Lokalitetsnavn:	Krabbholman	Krabbholman	Krabbholman	Krabbholman
	Stasjonsnavn:	Krab 1	Krab 1	Krab 3	Krab 3
	Dato:	5.4.2013	5.4.2013	5.4.2013	5.4.2013
	Dybde:	120m	120m	200 m	200 m
Arter:	Hugg:	2	3	2	3
<i>Pectinaria koreni</i>		2/2	1/7	0/2	0/1
<i>Ampharete falcata</i>		2	2		
<i>Sabellides octocirrata</i>		7			
<i>Amythasides macroglossus</i>		2			
<i>Glyphanostomum pallescens</i>		1			
<i>Melima cristata</i>				1	
<i>Pista cristata</i>		12/1	2/2	4	2
<i>Polycirrus norvegicus</i>			1		
<i>Polycirrus plumosus</i>				1	
<i>Amaeana trilobata</i>		1			
<i>Trichobranchus roseus</i>			1		
<i>Terebellides stroemi</i>		1	0/5	1	
Sabellidae indet.		1	2		
<i>Siboglimum fjordicum</i>		+	+		
* SIPUNCULA					
<i>Onchmesoma steenstrupii</i>				1	1
<i>Nephasoma cf. minutum</i>				21	9
* CRUSTACEA					
* COPEPODA					
<i>Calanus finmarchicus</i>			3	1	1
* AMPHIPODA					
<i>Amphipoda indet.</i>		2			
<i>Eriopisa elongata</i>				1	1
CUMACEA					
<i>Brachydiastylis resima</i>		2			
<i>Eudorella emarginata</i>		1		1	
* MOLLUSCA					
* APLACOPHORA					
<i>Caudofoveata indet.</i>		8/2	2	3	2
* GASTROPODA					
<i>Haliella stenostoma</i>			1		
<i>Euspira montagui</i>		1/2			1
<i>Odostomia s.p</i>		1			
<i>Philine aperta</i>		0/1			
<i>Philine quadrata</i>				0/1	
<i>Philine scabra</i>			0/1		
* BIVALVIA					
<i>Nucula nucleus</i>					1
<i>Nucula tumidula</i>			0/2		
<i>Ennucula tenuis</i>				0/1	
<i>Yoldiella lucida</i>				0/3	1
<i>Bathyarca pectunculoides</i>			1		
<i>Lucinoma borealis</i>			1		
<i>Myrtea spinifera</i>			0/1		
<i>Thyasira equalis</i>		35/3	5/12	22/4	12/3
<i>Thyasira obsoleta</i>		1	1	1	1
<i>Thyasira sarsii</i>		3/3	24/24		
<i>Mendicula ferruginosa</i>		6/1	3	11/1	1/2
<i>Adontorhina similis</i>		1			
<i>Parvicardium minimum</i>				0/1	
<i>Abra nitida</i>		0/2	6/2	2/3	1/2
<i>Kelliella abyssicola</i>				4	2
<i>Tropidomya abbreviata</i>				0/1	
<i>Antalis occidentalis</i>		1			

Sam-Marin/Havbruksstjenesten

s. 3/3	Lokalitetsnavn:	Krabbholman	Krabbholman	Krabbholman	Krabbholman
	Stasjonsnavn:	Krab 1	Krab 1	Krab 3	Krab 3
	Dato:	5.4.2013	5.4.2013	5.4.2013	5.4.2013
	Dybde:	120m	120m	200 m	200 m
Arter:	Hugg:	2	3	2	3
<i>Entalina tetragona</i>			1	3	1
* ECHINODERMATA					
<i>Amphiura chiajei</i>		7/5	4/1	1	1/1
<i>Amphiura filiformis</i>		1			
<i>Amphilepis norvegica</i>		3	0/1	6/8	2/1
<i>Ophiocten affinis</i>			0/1		
<i>Ophiura carnea</i>				1	
<i>Ophiura</i> sp.			0/1		
Synaptidae indet.		2		1	
ENTEROPNEUSTA					
Enteropneusta indet.		3	1	1	
* CHORDATA					
* PISCES					
* Fiskeegg		1	1		
* VARIA		+	+	+	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Geometrisk klasse	Krab 1	Krab 3
I	32	24
II	17	8
III	11	11
IV	8	8
V	5	3
VI	3	1
VII	0	1
VIII	1	0
IX	0	
X	0	
XI	1	
XII	0	

Vedleggstabell 4. Analysebevis

Eurofins Environment Testing Norway AS



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-001023-02



EUNOBE-00006376

Prøvemottak: 19.04.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 19.04.2013-08.05.2013
Referanse: 807447 / 25/13

ANALYSERAPPORT

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

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 820	mg/kg tv	a) 630	mg/kg tv	a) 780	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 20	mg/kg tv	a) 10	mg/kg tv	a) 18	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 77	mg/kg tv	a) 50	mg/kg tv	a) 77	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 42	g/kg tv	a) 17	g/kg tv	a) 34	g/kg tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 47.7	% (w/w)	a) 62.7	% (w/w)	a) 48.3	% (w/w)	EN 14346	0.1

441-2013-0419-070 Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet
441-2013-0419-071 Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet
441-2013-0419-072 Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet

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 14.05.2013

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

MoLab AS

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Sentralt fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		RAPPORT Sedimentprøver SAM-Marin		
		Ordre nr.: 51311	Antall sider + bilag: 1	
		Rapport referanse: KR-17466	Dato: 27.08.2013	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 611101	Utført: Terje Kolberg / Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Terje Kolberg 	

Prøver mottatt dato: 28.06.2013

RESULTATER

Prøve merket:			807447/ 58/13 pr St Krab 1	807447/ 58/13 pr St Krab 2	807447/ 58/13 pr St Krab 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081256	KA- 081257	KA- 081258		
TOM (550 oC)	%	25.07.13	10,5	5,05	8,56		

ANALYSEINFORMASJON

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

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

ANMERKNINGER

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