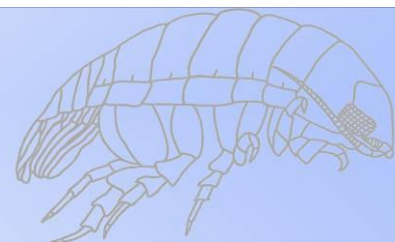


SAM e-Rapport

Uni Research
Uni Miljø, SAM-Marin





e-Rapportnr:35-2012

*MOM-C undersøkelse ved Masterholmen i Roan kommune,
desember 2011*

Rune Haugen
Per Johannessen
Stian Ervik Kvalø



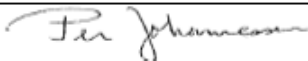

	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse ved Materholmen i Roan kommune, desember 2011	Dato: 12.07.2012 Antall sider og bilag: 44
Forfatter(e): Rune Haugen, Per Johannessen, Stian Ervik Kvalo	Prosjektleder: Erling Heggøy Prosjektnummer: 806117

Oppdragsgiver: SalMar Farming AS	Tilgjengelighet: Åpen
----------------------------------	-----------------------

Abstract: A MOM-C survey was conducted at 3 aquaculture facilities in Flesafjord in december 2011. The monitoring included geological and chemical analyses of the bottom sediment aswell as an analysis of the benthic fauna. The analyses of the benthic fauna indicated good conditions according to the MOM standard. Chemical analyses showed low amounts of Cu and and Zn placing them both in the best level.

Keywords: MOM C, Marine environmental monitoring, Benthic, Aquaculture	Emneord: MOM C, Marin miljøundersøkelse, bentisk, Akvakultur	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 35-2012
--	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	12/7-2012	
Prosjektet / undersøkelsen:	12/7-2012	

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til MOM-C analyser, samlet av: Havbruksstjenesten AS

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragni Torvanger, Øydis Alme, Nargis Islam, Ragna Tveiten, Sharat Chandra Tuma og Ruth Dyson

Identifikasjon av marin fauna utført av: T. Alvestad og P. Johannessen

Rapportering utført av: R. Haugen, P. Johannessen, S.E. Kvalø

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: H. Grønning

LEVERANDORER

Toktfartøy: Blåstål

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse AS akkrediteringsnummer Test 003

Akkreditert: Kobber, Sink, Fosfor, Total tørrstoff

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 anleggene	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment	15
3.3 Kjemi	16
3.4 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	23
5 LITTERATUR	25
6 VEDLEGG	26

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokalitetene Masterholmen I (lok nr 31037) og Masterholmen II (lok nr 22555) og Buholmen (har ikke lok nr.) i Flesfjorden, Roan kommune. Innsamlingene ble gjennomført 19. desember 2011.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokalitetene ved Masterholmen I, Masterholmen II og Buholmen. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget.

Resipientundersøkelsen skal gi tilstands-beskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Masterholmen I og II har begge vært i bruk som oppdrettslokaliteter siden henholdsvis 2005 og 2009. Buholmen er en ny lokalitet som ønskes tatt i bruk.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), Vanndirektivets indekser (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009) og mot C- delen av MOM- systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Havbrukstjenesten AS og Uni Miljø, SAM-Marin på oppdrag fra Salmar Farming AS. SAM-Marin er en seksjon ved forskningsselskapet Uni Research AS, har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blandt 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 20 år og utført miljøundersøkelser i 11 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.

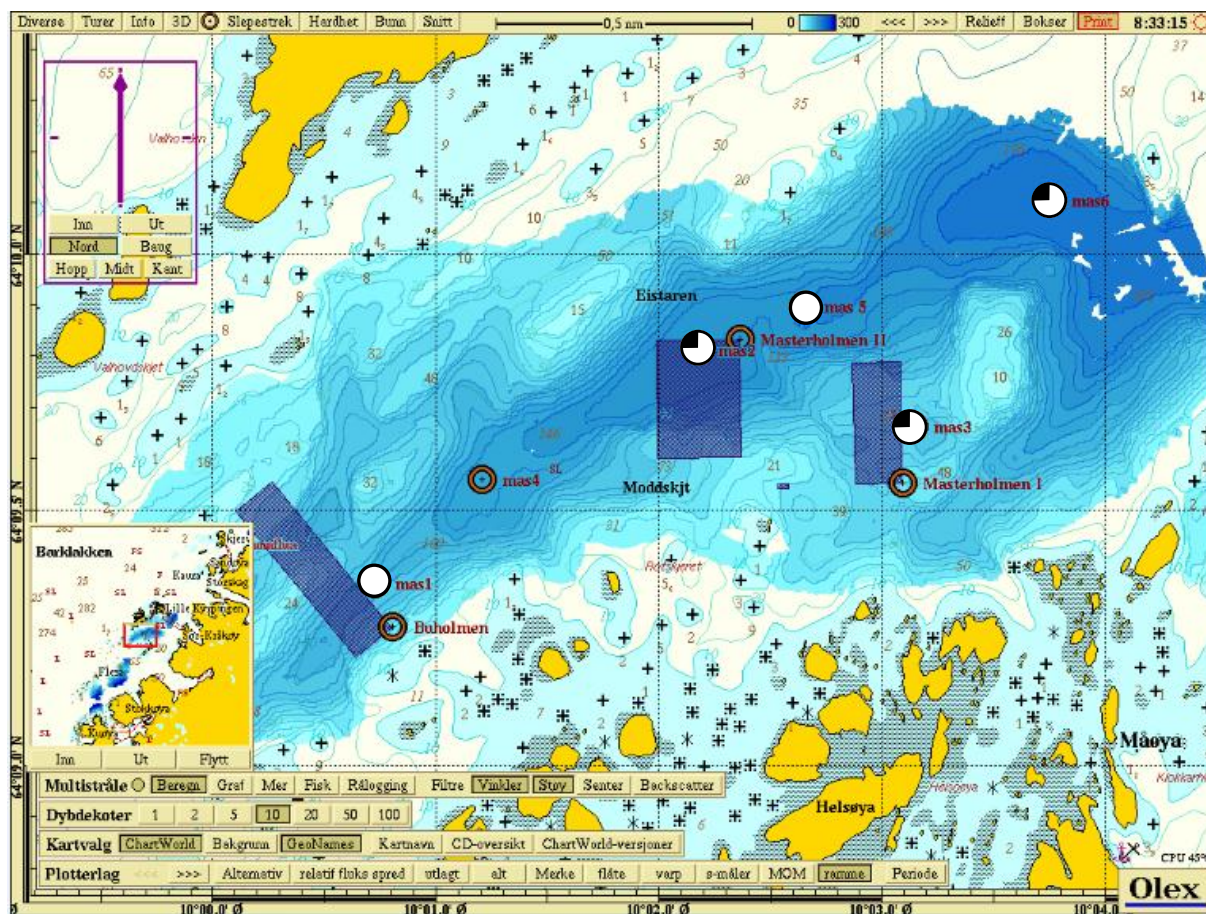
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger på nordsiden av Flesafjorden, i Roan kommune (Figur 2.1). Masterholmen II ligger over en renne som er dypere enn 150m på det dypeste, mens mot sør skråner anlegget opp til grunner rundt 50 meter. Masterholmen I ligger over et grunnere parti på omkring 75 m med dypere områder mot nord. Buholmen er tenkt lagt vest av Masterholmen II, over en renne med dypere sjø i midten.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra Havbruktjenestens egen båt "Blåstål" den 19. desember 2011 med Havbruktjenestens eget toktpersonell Rune Haugen og Arild Kjerstad. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner nær anleggene (Mas 2 & 3, og ved ny lokalitet Buholmen Mas 1), to i overgangssonene (Mas 4 & 5), samt en fjernsone (Mas 6), Mas 6 ligger i den dypeste delen av området på 186m.



Figur 2.1. Kart viser plassering av anleggene og prøvestasjonene (innfelt bilde). Vurdering av miljøforholdene er vist som kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Masterholmen, Roan i desember 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen-grabb med åpning 0,1m² til alle prøver (fullt kammer 17 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Mas 1 19/12-2011	Flesafjorden 64° 09.357 N 10° 00.727 Ø	106	1	12	Kjemi, og geologi Biologi Biologi, E_h Alle huggene bestod av en blanding av silt og sand
			2	13	
			3	9	
Mas 2 19/12-2011	Flesafjorden 64° 09.813 N 10° 02.176 Ø	155	1	17	Kjemi og geologi Biologi Biologi, E_h Alle huggene bestod av i hovedsak silt
			2	17	
			3	17	
Mas 3 19/12-2011	Flesafjorden 64° 09.669 N 10° 03.101 Ø	84	1	17	Kjemi og geologi Biologi Biologi, E_h Alle huggene bestod av i hovedsak silt
			2	17	
			3	17	
Mas 4 19/12-2011	Flesafjorden 64° 09.559 N 10° 01.205 Ø	137	1	17	Kjemi og geologi Biologi Biologi, E_h Alle huggene bestod av i hovedsak silt
			2	17	
			3	17	
Mas 5 19/12-2011	Flesafjorden 64° 09.898 N 10° 02.649 Ø	161	1	17	Kjemi og geologi Biologi Biologi, E_h Alle huggene bestod av i hovedsak silt
			2	17	
			3	17	
Mas 6 19/12-2011	Flesafjorden 64° 10.104 N 10° 03.759 Ø	186	1	17	Kjemi og geologi Biologi Biologi, E_h Alle huggene bestod av i hovedsak silt
			2	17	
			3	17	

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med

oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% 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 sedimentoverflaten, 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 huggene til analyse av kjemiske parametre. 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. Analysen av Nitrogen-Kjell Dahl i sedimentet ble utført etter Tecatro AN 300. 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) ble forsøkt målt og redokspotensialet (E_h) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. E_h ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning. pH-metret lot seg ikke kalibrere så det ble ingen reelle verdier målt for pH.

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 bløtbunnsartene 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 $0,1 \text{ m}^2$. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full $0,1 \text{ m}^2$ van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av fortynnet formalin bufret 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 ved SAM-Marins lokaler i Høyteknologisenteret i Bergen i fem år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa Vanndirektoratet 2009) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. 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). Både Shannon-Wiener indeks (H') og NQI1 er biologiske indekser som skal benyttes. Mens H' kun sier noe om diversiteten, gir NQI1 et inntrykk av mengde sårbare vs. robuste arter det finnes i sedimentet. Ved rapportering skal den verste av de to tilstandsklassene telle. Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997)

lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Direktorsgruppa Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Bakgrunn (svært/meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks ('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	Organisk karbon	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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 anleggene.

Produksjon på Masterholmen 1:

Utsett i juli 2006, utslaktet i juni 2007, med et forforbruk på 6 589 tonn.

Utsett i juni 2008, utslaktet i april 2010 med et forforbruk på 11 871 tonn.

Utsett i juni 2010, utslaktet i Juli 2011 med et forforbruk på 3 060 tonn.

Produksjon på Masterholmen II:

Utsett i juli 2010, utslaktet i jan 2011 med et forforbruk på 5648 tonn.

Utsett i august 2011 med et forforbruk pr 19 desember 2011 på 2317 tonn.

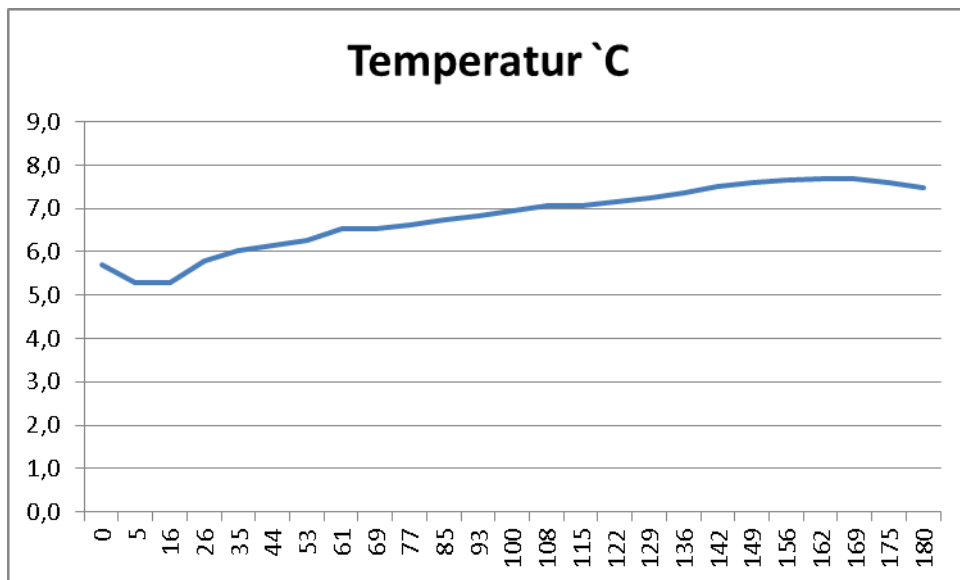
Produksjon på Buholmen:

Buholmen er en ny lokalitet som ennå ikke har vært tatt i bruk.

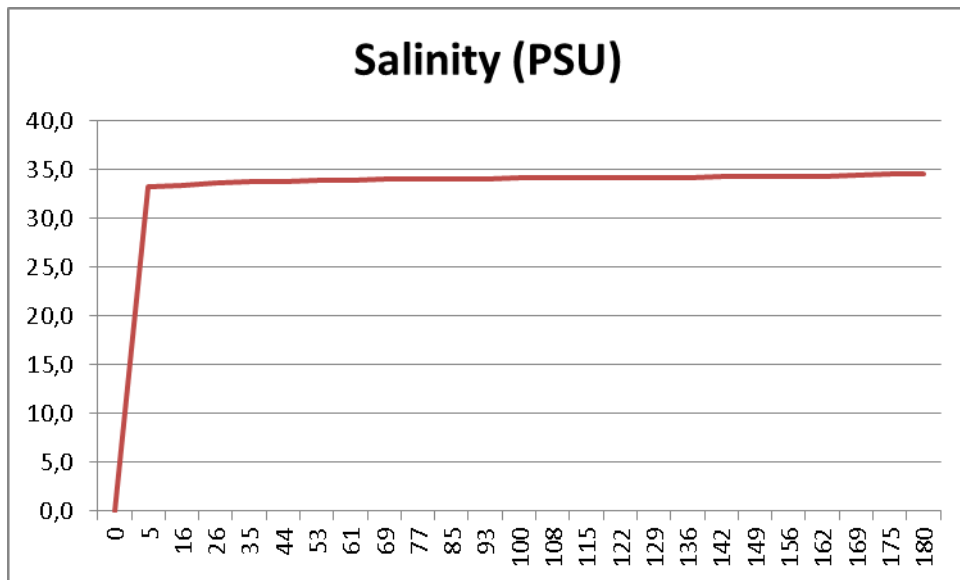
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

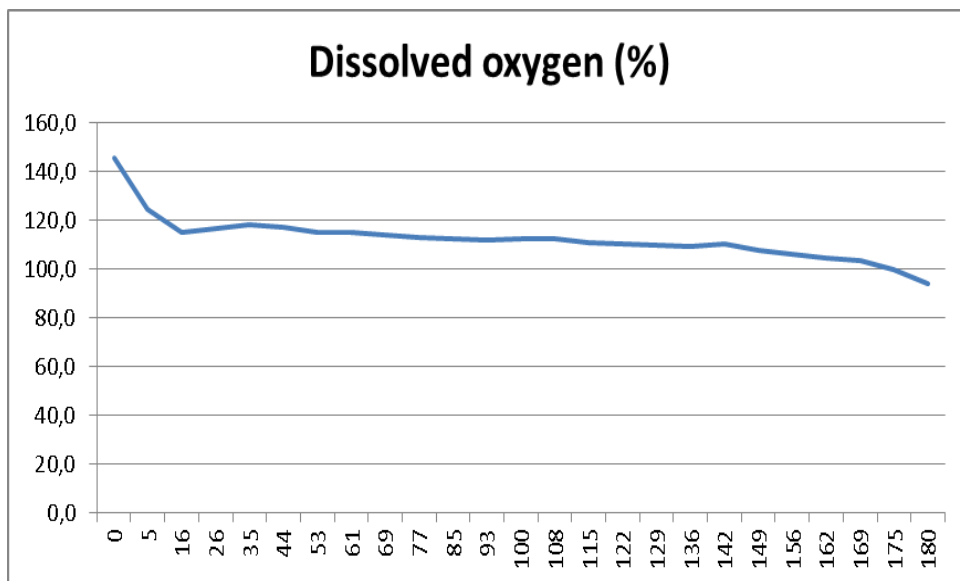
Målingene ble tatt 19.12.2012 ved hjelp av CTD. Saltholdighet, temperatur og oksygenforhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Mas 6. Resultatene er presentert i Figur 3.1.1 – 3.1.4.



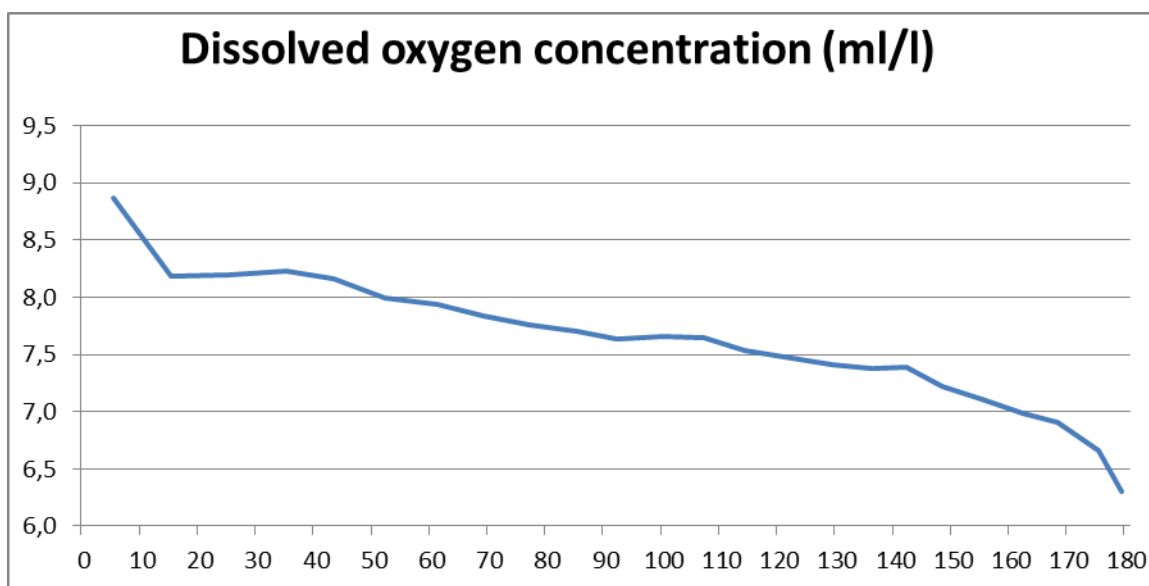
Figur 3.1.1. Temperatur fra overflaten bunn.



Figur 3.1.2. Salinitet fra overflate til bunn.



Figur 3.1.3. Oppløst oksygen fra overflate til bunn.



Figur 3.1.4. Oppløst oksygenkonsentrasjon fra overflate til bunn.

Temperaturen på stasjon Gje 3 var 5 °C i overflaten og økte til 8,6 °C grader på 180 m dyp. Saltholdigheten var tilnærmet lik i vannsøylen. Oksygeninnholdet var høyest ved overflaten og sank med økende dybde. Bunnen hadde et godt nivå av oksygen, noe som plasserer vannet i KLIF's tilstandsklasse 1 (meget god).

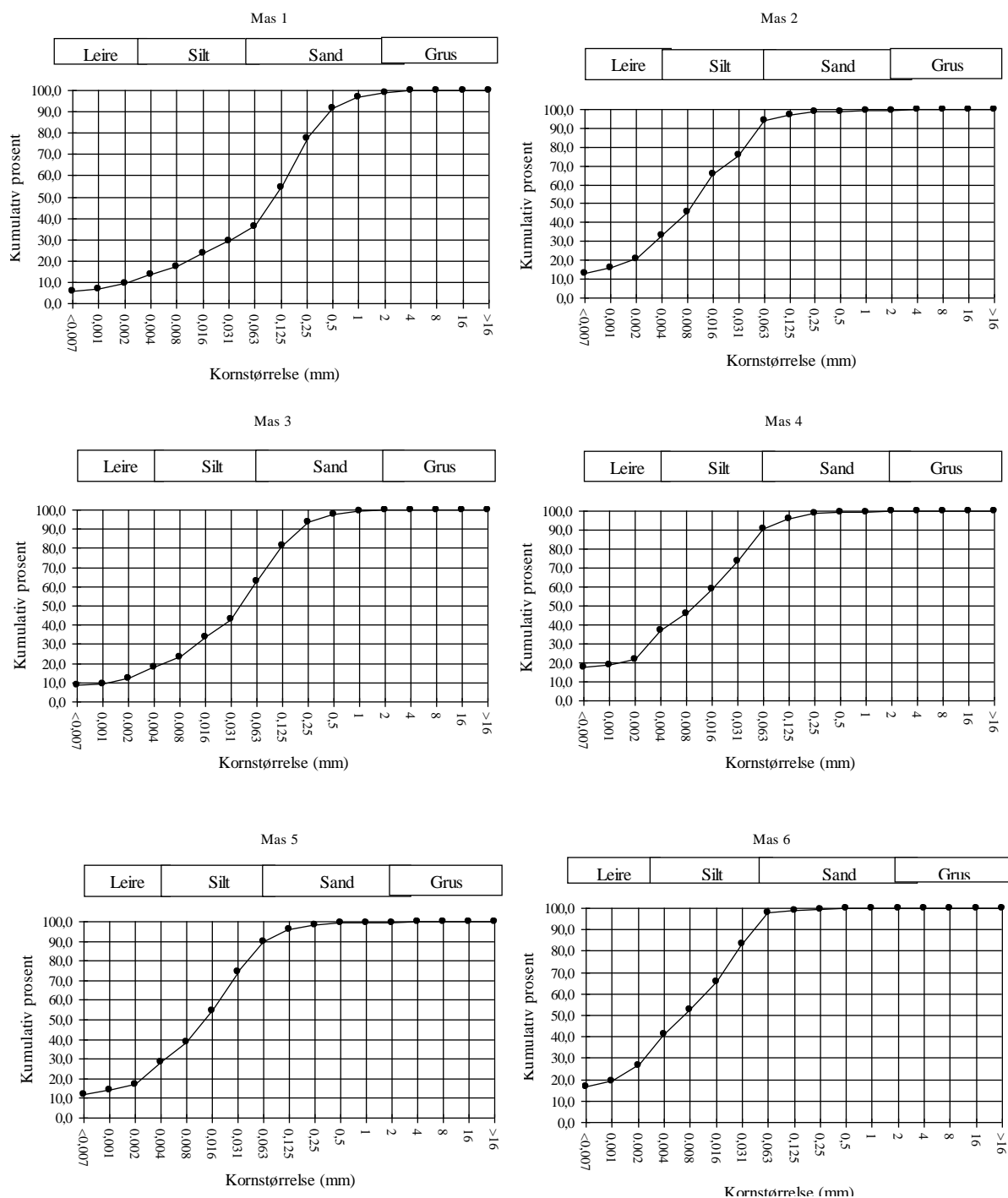
3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2011 er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.4.

Tabell 3.2. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Masterholmen I & II i 2011.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Mas 1	108	6,88	14	22	36	63	1
Mas 2	154	17,23	33	61	94	5	1
Mas 3	85	10,76	18	45	63	37	0
Mas 4	137	15,94	37	54	90	9	0
Mas 5	158	16,05	28	62	90	10	0
Mas 6	186	19,19	41	57	98	2	0

Mas 1, hadde lavt glødetap og bestod av grovt materiale, hele 63% sand, 1% grus, mens 36% var finkornet materiale i hovedsak silt. Mas 2, Mas 4 og Mas 5 var meget like både når det gjelder glødetall, som var litt høyt (rundt 16- 17%) og kornfordeling. Disse tre stasjonene var i hovedsak finkornet (fra 90 til 94%), der siltandelen dominerte. Når det gjelder sandandelen på disse tre stasjonene varierte den fra 5 til 10%. Mas 3 hadde normalt lavt glødetall og bestod av 37% sand og 63% finkornet materiale (45% silt og 18% leire). Mas 6, fjernstasjonen var meget finkornet og hadde et litt relativt høyt glødetall 19%. Hele 98% finkornet og 2% sand, av det finkornede materiale var 41% leire og 57% silt.



Figur 3.4. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene Mas 1, Mas 2, Mas 3, Mas 4, Mas 5 og Mas 6.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Innholdet av tungmetallene kobber og sink var lavt til meget lavt på alle seks stasjonene, og gir beste tilstandsklasse 1 (Tabell 3.3). Mengden organisk karbon (TOC) indikerte høy organisk belastning på alle seks stasjonene som fikk dårligste tilstandsklasse V, unntatt

stasjon Mas 3 som fikk nest dårligste tilstandsklasse IV. Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt. Glødetapet ved de fleste av stasjonene var og noe forhøyet. På Mas 3 var fosfor andelen høy, mens på de andre var den normal lav. Disse inkatorene høy TOC, og noe forhøyet glødetap, samt høyt fosfornivå på Mas 3, viser at alle stasjonene er organisk påvirket.

Tabell 3.3. 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	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	TOC (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Mas 1	108	9,9	I	40	I	33	44,49	V	620	51
Mas 2	154	23	I	93	I	52	53,05	V	1 200	34
Mas 3	85	18	I	140	I	31	37,71	IV	3 200	43
Mas 4	137	21	I	77	I	48	49,72	V	970	31
Mas 5	158	23	I	84	I	56	57,80	V	1 100	32
Mas 6	186	22	I	89	I	53	53,40	V	890	31

Måling av pH og redokspotensial (E_h)

Resultatene fra pH og E_h sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM B-undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Da pH- metret ikke lot seg kalibrere fikk vi ingen reelle pH- målinger. E_h -verdier for alle stasjonene var gode, noe som indikerer tilstand 1, beste, for alle stasjonene (se Vedleggstabell 1). Sensoriske data, som lukt og farge indikerer normale tilstander og støtter antagelsen om at tilstanden for kjemiske data ville gitt beste tilstand for pH og E_h . Unntatt stasjon Mas 3, nærstasjonen til Masterholmen 1 hvor de to første grabbhuggene hadde litt lukt. Her var og E_h noe høyere enn ved de fem andre stasjonene. Dette kan indikere at denne stasjonen har Tilstandsklasse 2 eller 3 for kjemiske data.

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 - 3.5, Figur 3.5 - 3.6, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i desember 2011. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

På stasjon Mas 1, på 108 m, ble det funnet 1062 individer fordelt på 91 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,87 og en jevnhet på 0,75. Arten med flest individer var børstemarken *Chaetozone* sp. (185 stk., 17,4 %), på andreplass børstemarken *Polydora* sp. (134stk., 12,6 %) og på tredjeplass børstemarken *Amythasides macroglossus* (83

stk., 7,8 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god), og MOM-standarden gir miljøtilstand 1 (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse svært god, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”lett forstyrret”. Forholdene er gode ved denne stasjonen, og resultatene indikerer normal, uforstyrret sjøbunn.

På stasjon Mas 2, på 154 m, ble det funnet 1735 individer fordelt på 19 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 1,19 og en jevnhet på 0,28. Arten med flest individer var børstemarken *Capitella capitata* (1298 stk., 78,4 %), på andre plass skjellet *Thyasira sarsii* (334 stk., 19,3 %) og på tredje plass skjellet *Mytilus edulis* (31 stk., 1,8 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse IV (dårlig), mens MOM-standarden gir miljøtilstand II (god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse ”dårlig”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”svært forstyrret”.

På stasjon Mas 3, på 85 m, ble det funnet 24 individer fordelt på 9 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 2,64 og en jevnhet på 0,83. Arten med flest individer var børstemarken *Capitella capitata* (10 stk., 41,7 %), på andre plass børstemarken *Polydora* sp. (3 stk., 12,5 %) og på tredje plass børstemarken *Malacoceros fuliginosus* (2 stk., 8,5 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse IV (dårlig), mens MOM-standarden gir miljøtilstand II (god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir henholdsvis tilstandsklasse ”dårlig” og ”moderat”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”moderat forstyrret”.

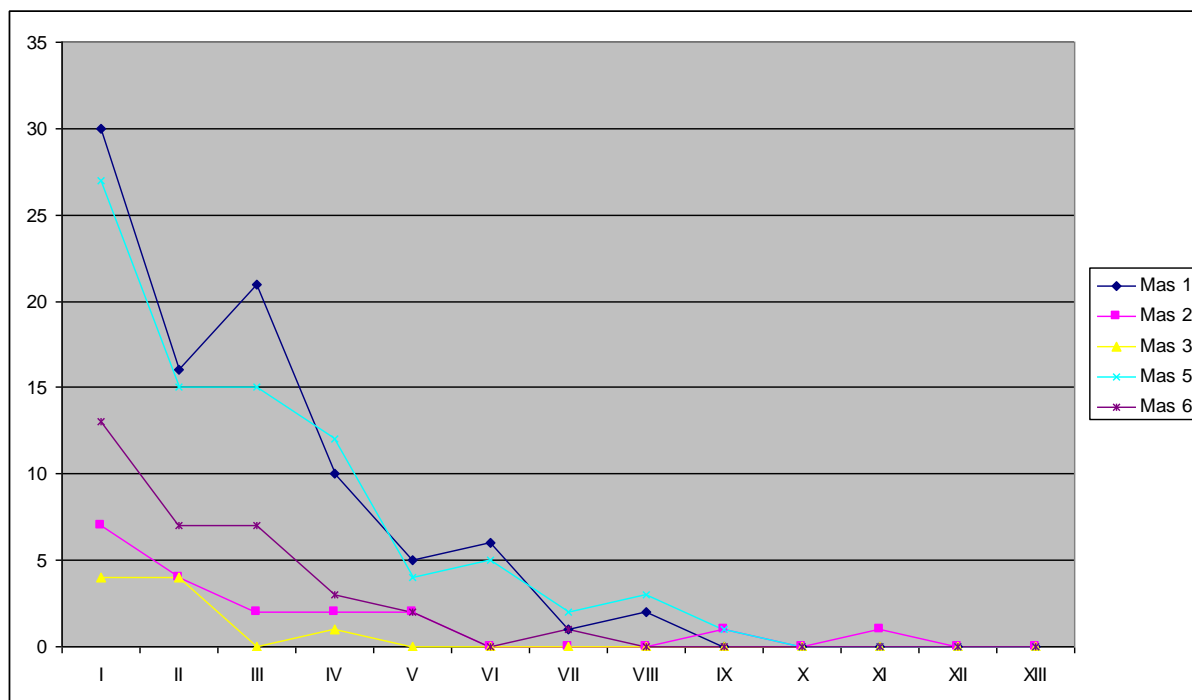
På stasjon Mas 5, på 156 m, ble det funnet 1744 individer fordelt på 84 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,22 og en jevnhet på 0,66. Arten med flest individer var børstemarken *Chaetozone* sp. (366 stk., 21,0 %), på andre plass børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (250 stk., 14,3 %) og på tredje plass børstemarken *Polydora* sp. (239 stk., 13,7 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (svært god), mens MOM-standarden gir miljøtilstand I (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse ”god”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”moderat forstyrret”.

På stasjon Mas 6, på 186 m, ble det funnet 252 individer fordelt på 33 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 3,45 og en jevnhet på 0,68. Arten med flest individer var børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (99 stk., 39,3%), på andre plass børstemarken *Heteromastus filiformis* (31 stk., 12,3 %) og på tredje plass børstemarken *Scalibregma inflatum* (28 stk., 11,1 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse II (god), mens MOM-standarden gir miljøtilstand I (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse ”god”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”lett forstyrret”.

I henhold til MOM standarden får alle stasjonene gode til meget gode resultater, dette korresponderer ikke med Klif standarden på Mas 2 og Mas 3 (de to nærstasjonene hvor det har vært oppdrettsvirksomhet over lengre tid) disse stasjonene ville blitt klassifisert som moderat til dårlig. Dette er fordi beregningene er noe annerledes mellom MOM og Klif standarden, hvor MOM standarden kun tar for seg antall arter og individer mens Klif standarden også tar for seg artssammensetning.

Tabell 3.4. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Gul: moderat/mindre god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel).

Stasjon	Hugg	Dybde	Individer	Arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'_{max}	AMBI	NQI1	NQI2	MOM TK	KLIF TK
Mas 1	2	108	500	71	4,71	0,77	6,15					
Mas 1	3		562	69	4,82	0,79	6,11					
	Sum		1062	91	4,87	0,75	6,51	2,70	0,74	0,71	I	-
Mas 2	2	154	507	9	1,31	0,41	3,17					
Mas 2	3		1228	16	1,11	0,28	4,00					
	Sum		1735	19	1,19	0,28	4,25	5,19	0,40	0,23	II	-
Mas 3	2	85	16	4	1,50	0,75	2,00					
Mas 3	3		8	7	2,75	0,98	2,81					
	Sum		24	9	2,64	0,83	3,17	4,51	0,47	0,40	II	-
Mas 5	2	85	875	65	4,01	0,67	6,02					
Mas 5	3		869	60	4,13	0,70	5,91					
	Sum		1744	84	4,22	0,66	6,39	3,45	0,66	0,60	I	I
Mas 6	2	186	148	24	3,18	0,69	4,58					
Mas 6	3		104	24	3,35	0,73	4,58					
	Sum		252	33	3,45	0,68	5,04	3,03	0,66	0,57	-	II



Figur 3.5. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

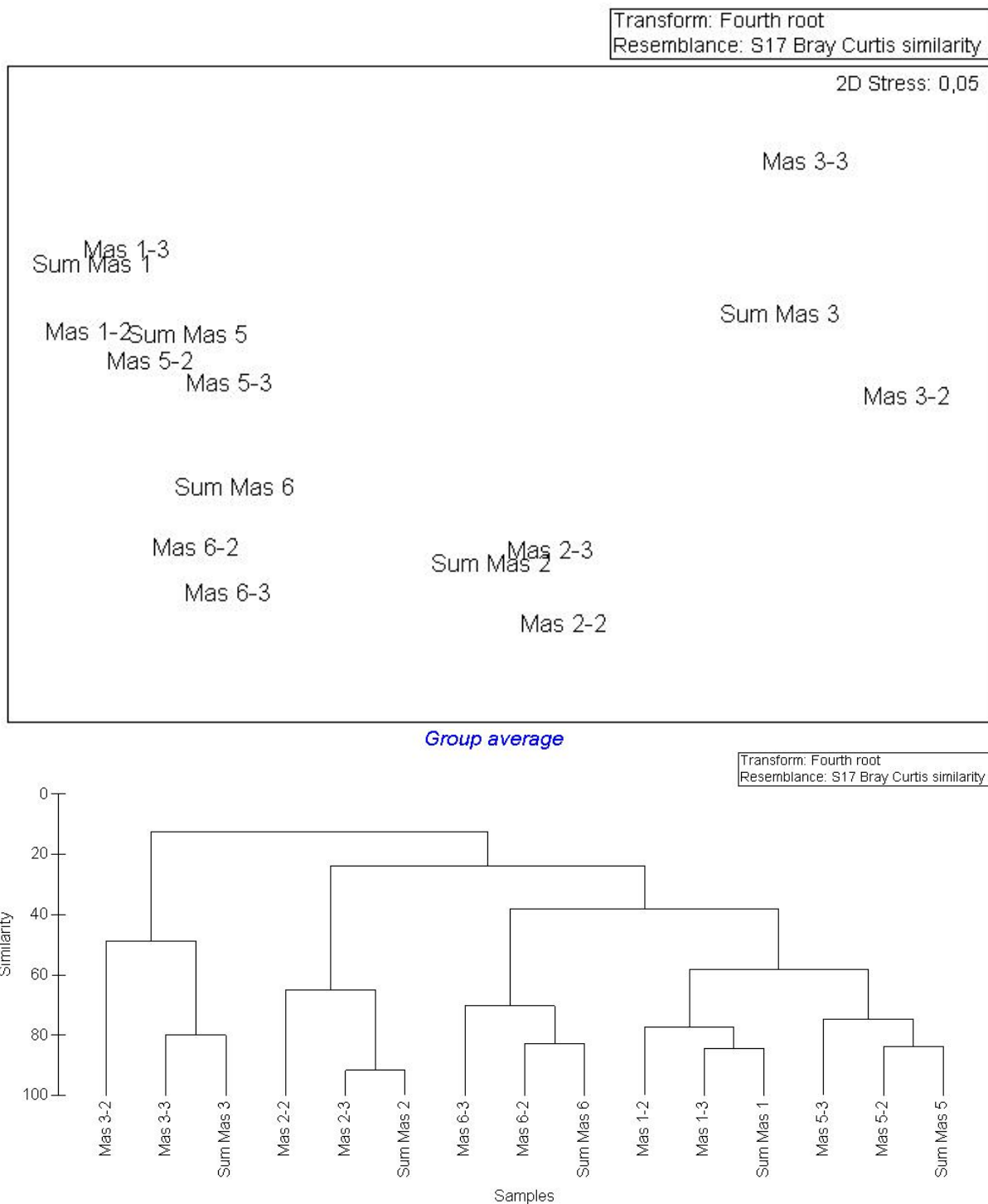
Tabell 3.5. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Mas 1	Antall Individer	%	kum %	Mas 2	Antall Individer	%	kum %
<i>Chaetozone sp.</i>	185	17,4	17,4	<i>Capitella capitata</i>	1298	74,8	74,8
<i>Polydora sp.</i>	134	12,6	30,0	<i>Thyasira sarsii</i>	334	19,3	94,1
<i>Amythasides macroglossus</i>	83	7,8	37,9	<i>Mytilus edulis</i>	31	1,8	95,9
<i>Pholoe baltica</i>	63	5,9	43,8	<i>Chaetozone sp.</i>	21	1,2	97,1
<i>Thyasira equalis</i>	62	5,8	49,6	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	15	0,9	97,9
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	40	3,8	53,4	<i>Polydora sp.</i>	11	0,6	98,6
<i>Galathowenia oculata</i>	36	3,4	56,8	<i>Scalibregma inflatum</i>	6	0,3	98,9
<i>Thyasira sarsii</i>	33	3,1	59,9	<i>Hiatella sp.</i>	4	0,2	99,1
<i>Notomastus latericeus</i>	32	3,0	62,9	<i>Pholoe baltica</i>	2	0,1	99,3
<i>Caudofoveata indet.</i>	25	2,4	65,3	<i>Lumbrineridae indet.</i>	2	0,1	99,4
				<i>Malacoceros fuliginosus</i>	2	0,1	99,5
				<i>Prionospio steenstrupii</i>	2	0,1	99,6

SAM-Marin / Havbrukstjenesten

Mas 3	Antall Individider	%	kum %	Mas 5	Antall Individider	%	kum %
<i>Capitella capitata</i>	10	41,7	41,7	<i>Chaetozone sp.</i>	366	21,0	21,0
<i>Polydora sp.</i>	3	12,5	54,2	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	250	14,3	35,3
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	2	8,3	75,0	<i>Polydora sp.</i>	239	13,7	49,0
<i>Maldanidae indet.</i>	2	8,3	83,3	<i>Thyasira sarsii</i>	156	8,9	58,0
<i>Paraonis sp.</i>	1	4,2	87,5	<i>Capitella capitata</i>	88	5,0	63,0
<i>Chaetozone sp.</i>	1	4,2	91,7	<i>Thyasira equalis</i>	87	5,0	68,0
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	4,2	95,8	<i>Diplocirrus glaucus</i>	46	2,6	70,6
<i>Philine scabra</i>	1	4,2	100,0	<i>Notomastus latericeus</i>	46	2,6	73,3
				<i>Heteromastus filiformis</i>	43	2,5	75,7
				<i>Aphelochaeta sp.</i>	42	2,4	78,2

Mas 6	Antall Individider	%	kum %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	99	39,3	39,3
<i>Heteromastus filiformis</i>	31	12,3	51,6
<i>Scalibregma inflatum</i>	28	11,1	62,7
<i>Thyasira sarsii</i>	9	3,6	66,3
<i>Polycirrus plumosus</i>	8	3,2	69,4
<i>Amaeana trilobata</i>	8	3,2	72,6
<i>Polydora sp.</i>	7	2,8	75,4
<i>Thyasira equalis</i>	7	2,8	78,2
<i>Chaetozone sp.</i>	6	2,4	80,6
<i>Rhodine loveni</i>	6	2,4	82,9



Figur 3.6. MDS- og cluster plot på huggnivå for stasjonene undersøkt i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokalitetene Masterholmen I & II, samt Buholmen, en ny lokalitet som ønskes tatt i bruk, i Roan kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført i desember 2011. Det ble samlet prøver fra seks stasjoner, tre ved anleggene, to i overgangs-sonene og én lengre ut i fjorden.

Dybden varierte mellom stasjonene fra 84 til 186 m. Sedimentet bestod hovedsakelig av en blanding av silt og leire blanding, med dominans av leire på alle stasjonene, unntatt Mas 1. Mas 1 hadde dominans av grovere materiale (sand 63%), med resterende som finere sediment. På Mas 3 var sandandelen 37%, de andre fire stasjonene hadde 90% av finere sediment eller mer. Oksygen målingen viste gode verdier i hele vannsøyla.

På Mas 3 var det en svak lukt av H₂S og en litt forhøyet E_h (redokspotensial) ellers var det ingen sensoriske eller kjemiske indikatorer (iht til MOM B – standarden) på dårlige forhold, hverken på Mas 3 eller noen av de andre fem stasjonene. De kjemiske analysene viste lave verdier som ga beste tilstand for kobber og sink. Glødetapet var litt forhøyet på de fleste stasjonene, unntatt Mas 1 & 3, og andelen fosfor var høy på Mas 3.

Diversiteten av bunnfauna var god til svært god og indikerer normal, uforstyrret fauna (iht MOM standarden) på alle de fem prøvestasjonene som ble analysert biologisk. Mas 4 ble ikke analysert på laboratorium for fauna. I forhold til KLIF standarden fikk Mas 2 og Mas 3 (de to nærstasjonen med eksisterende produksjon) tilstandsklasse IV, dårlig. Iht KLIF standarden viser de tegn på forstyrret fauna. De andre tre stasjonene fikk god tilstandsklassifisering for KLIF- standarden også.

Totalt sett er det god tilstand på fem av stasjonene, mens Mas 3 (nærstasjonen til Masterholmen 1) har dårlig tilstand. På Mas 3 er det både dårlig TOC tilstand, høye fosforverdier, lav score på KLIF- standarden for fauna og påvisning av litt lukt. I sin helhet kan en si at stasjonene både i nær-, overgangssonene og fjernsone viser litt påvirkning av oppdrettsaktiviteten. På nærstasjonen Mas 3 er det relativt sterke indikasjoner på moderat påvirkning av oppdrett.

Takk

Vi takker for god hjelp og rapportering fra Havbrukstjenesten AS. Sedimentanalysene ble utført av H. Grønning. Bunnprøvene ble sortert av: Ragni Torvanger, Øydis Alme, Nargis Islam, Ragna Tveiten, Sharat Chandra Tuma og Ruth Dyson. Bunndyrene ble artsbestemt av T. Alvestad og Per Johannessen.

5 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-91. Niva Overvåkingsrapport 510/93. SFT TA 914/1993.
- 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 Vanddirektivet 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 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

6 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	<i>27</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.</i>	<i>35</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	<i>36</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>40</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>41</i>

GENERELL VEDLEGGSEDEL**Analyse av bunndyrsdata****Generelt**

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

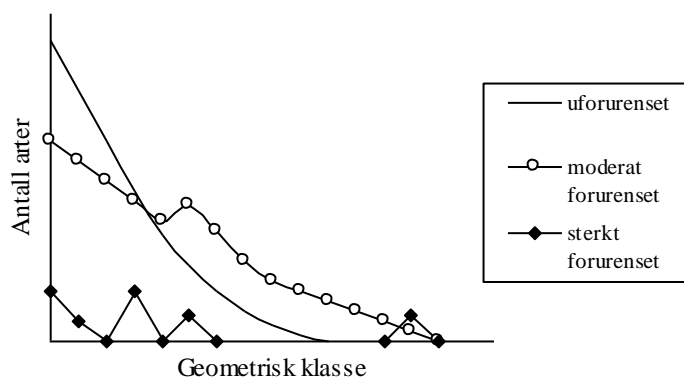
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

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

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.

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og H' diversitetsindekser, og N er antall individer i prøven.

Referansetilstand og klassegrenser

Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene*:

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.

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:

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

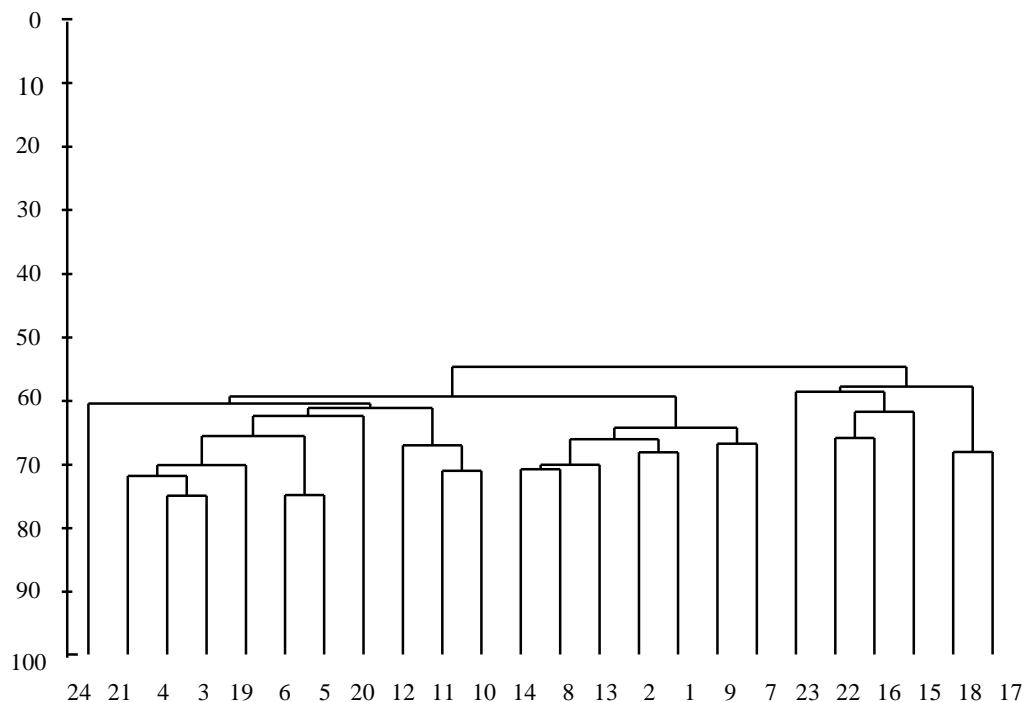
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

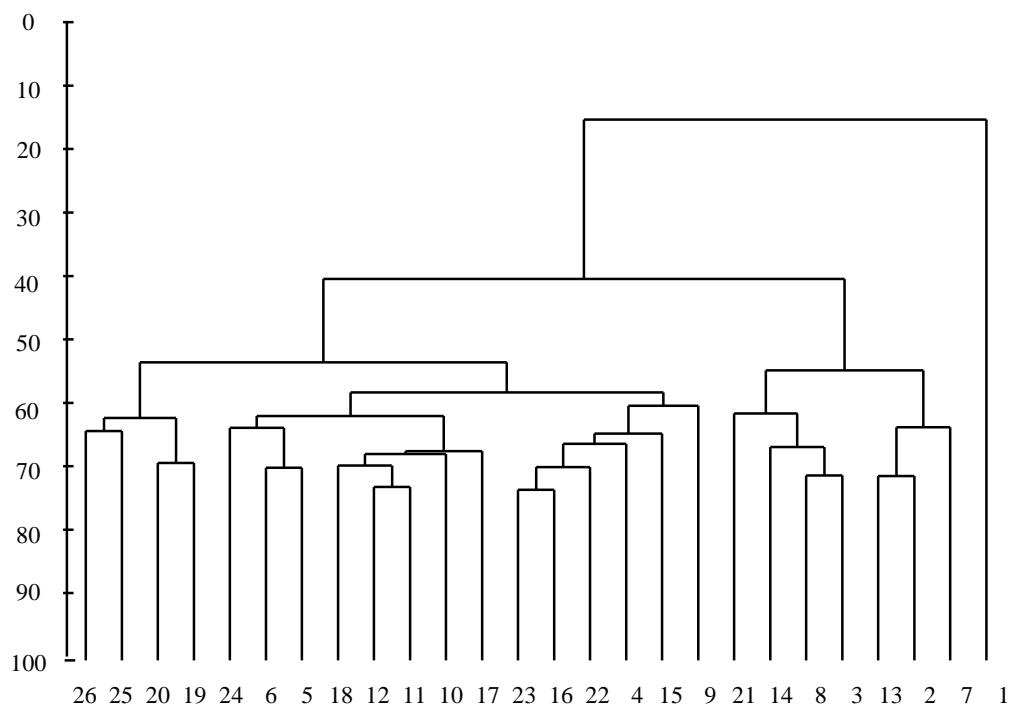
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

FAUNALIKHET

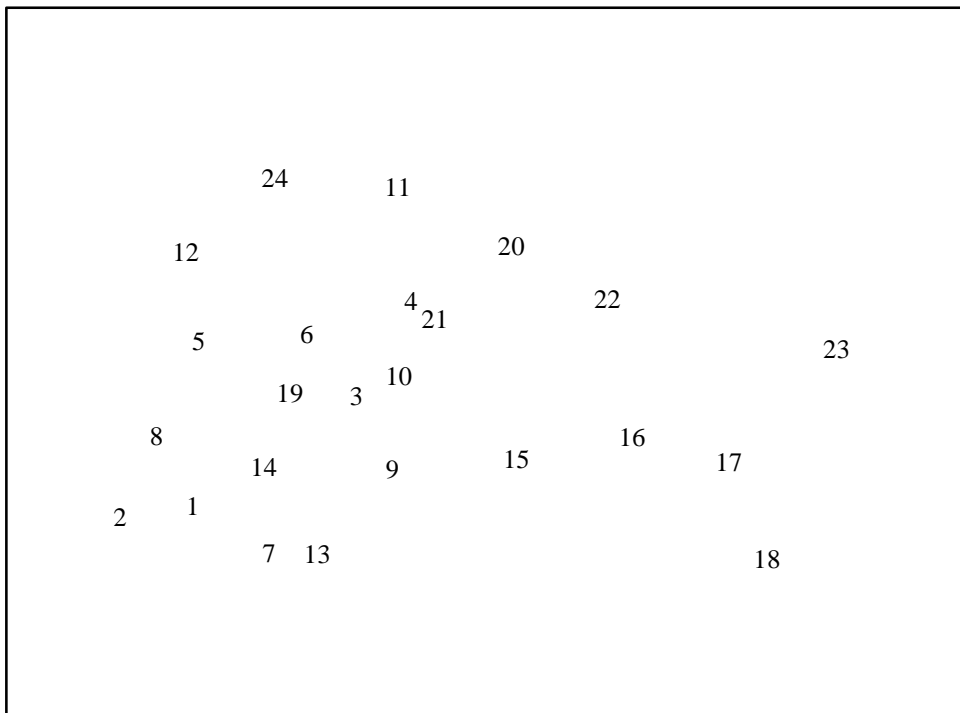


FAUNAFORSKJELL

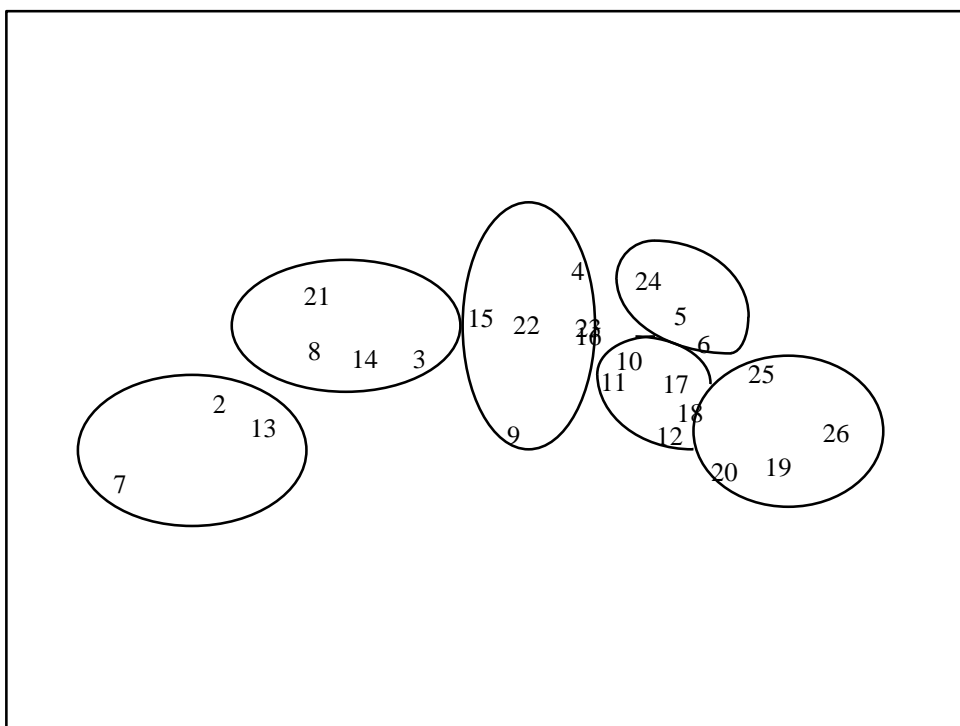


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp*.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

HAVBRUKSTJENESTEN AS										
Firma: Salmar Farming										
Lokalitet: Masterholmen I, Masterholmen II og Buholmen										
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks	
			Mas 1	Mas 2	Mas 3	Mas 4	Mas 5	Mas 6		
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0	0	0	0	0,00	
I	Tilstand (Gruppe I)		1							
	pH	Målt verdi	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
	Eh (mV)	Målt verdi	-30	-55	-135	-50	-70	-25		
II		plus ref. potensial	201	176	96	181	161	206		
	pH/Eh	Poeng (tillegg D)							n/a	
	Tilstand (prøve)									
	Tilstand (Gruppe II)									
	Gassbobler	Ja (4) / Nei (0)	0	0	0	0	0	0		
	Farge	Lys/grå (0)	0	0	0	0	0	0		
		Brun/sort (2)								
	Lukt	Ingen (0)	0	0		0	0	0		
		Noe (2)			1					
		Sterk (4)								
	Konsistens	Fast (0)								
		Myk (2)	2							
		Løs (4)		3	3	3	3	3		
	Grabbvolum (v)	$v < \frac{1}{4}$ (0)								
		$\frac{1}{4} \leq v < \frac{3}{4}$ (1)	1							
		$v \geq \frac{3}{4}$ (2)		2	2	2	2	2		
	Tykkelse på slamlag	$t < 2$ cm (0)	0	0	0	0	0	0		
		$2\text{cm} \leq t < 8\text{cm}$ (1)								
		$t \geq 8$ cm (2)								
	Sum		3	5	6	5	5	5		
	Korr. Sum (0.22)		0,66	1,10	1,32	1,10	1,10	1,10	1,06	
	Tilstand (prøve)		1	2	2	2	2	2		
	Tilstand (Gruppe III)		1							
	Middelverdi (Gruppe II & III)									
	Tilstand (prøve)									
	Tilstand (Gruppe II & III)									
	Ph/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi	Tilstand								
		<1,1	1							
		1,1 - <2,1	2							
		2,1 - <3,1	3							
		$\geq 3,1$	4							
			Tilstand							
			Tilstand							
			Gruppe 1	Gruppe II og III						
			A	1,2,3,4						
			4	1,2,3						
			4	4						
			Tilstand							

Vedleggstabell 2. 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, 7266 Kverva
Prosjekt nr.: 806117
Prøvetakingssted (område): Masterholmen i Roan kommune
Dato for prøvetaking: 19/12-2011
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbruksstjenesten AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad

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

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på 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:3 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin / Havbruktstjenesten

Stasjonsnavn	Mas 1	Mas 1	Mas 2	Mas 2	Mas 3	Mas 3	Mas 5	Mas 5	Mas 6	Mas 6
Dybde	108 m	108 m	154 m	154 m	85 m	85 m	85 m	85 m	186 m	186 m
Hugg	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
<i>*Porifera indet.</i>							+			
<i>*Hydrozoa indet.</i>							+	+		
<i>Virgularia mirabilis</i>								1		
<i>Cerianthus lloydii</i>							1			
<i>*Platyhelminthes indet.</i>	1									
<i>*Nemertini indet.</i>	1						4	9	1	2
<i>*Nematoda indet.</i>	3	8					10	3		
POLYCHAETA										
<i>Polynoidae indet.</i>	1							2		
<i>Pholoe baltica</i>	25	38		2			17	16	1	
<i>Pholoe pallida</i>	4						6	5		
<i>Nereiphylla lutea</i>							1			
<i>Paranaitis uschakovi</i>							1			
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	3	1/1					3	4/1		
<i>Phyllodoce rosea</i>								1		
<i>Sige fusigera</i>	1						1			1
<i>Protomystides exigua</i>							1			
<i>Eteone longa</i>	2	2						2		
<i>Glycera alba</i>	1	1/2		1				1/3		
<i>Glycera lapidum</i>								0/1		
<i>Goniada maculata</i>		1					1/2	0/1		
<i>Nereimyra punctata</i>		1								
<i>Ophiodromus flexuosus</i>										1
<i>Kefersteinia cirrata</i>							0/1			
<i>Syllidae indet.</i>	1	1					2	5	2	1
<i>Exogone sp.</i>		3		1			3	2		
<i>Nephtys hystricis</i>	0/1						0/1	1		
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	23	17	8	7			175	75	60	39
<i>Lumbrineridae indet.</i>	11	6	2				7	3	3	1
<i>Scoloplos armiger</i>		0/1						0/1		
<i>Aricidea catharinae</i>							1			
<i>Levinsenia gracilis</i>								1	1	
<i>Paraonis sp.</i>		3				1	1			
<i>Laonice sarsi</i>							1	1		
<i>Malacoceros fuliginosus</i>				2	1	1				
<i>Polydora sp.</i>	62	72	3	8	2	1	111	128	7	
<i>Prionospio cirrifera</i>	1	1/1								
<i>Prionospio fallax</i>								2		
<i>Prionospio steenstrupii</i>				2						
<i>Prionospio dubia</i>							1			
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	2	2					4	1		1
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1	5								
<i>Scolecopsis korsuni</i>								1		
<i>Spiochaetopterus typicus</i>										1
<i>Aphelochaeta sp.</i>	5	9					12	30	1	
<i>Chaetozone sp.</i>	99	86	5	16		1	174	192	4	2
<i>Cirratulus cirratus</i>		0/1								
<i>Macrochaeta polyonyx</i>		1								
<i>Diplocirrus glaucus</i>	4/2	6/3					6/25	7/8	1	0/1
<i>Brada villosa</i>	1						3	0/1		
<i>Ophelina acuminata</i>	2	1/1						0/1		

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

Stasjonsnavn	Mas 1	Mas 1	Mas 2	Mas 2	Mas 3	Mas 3	Mas 5	Mas 5	Mas 6	Mas 6
Dybde	108 m	108 m	154 m	154 m	85 m	85 m	85 m	85 m	186 m	186 m
Hugg	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
<i>Scalibregma inflatum</i>	0/1			4/2			5/1	16/5	16/8	2/2
<i>Capitella capitata</i>			332	966	10			88		1
<i>Dasybranchus caducus</i>	1									
<i>Heteromastus filiformis</i>	6	1					21	22	15	16
<i>Notomastus latericeus</i>	17/2	9/4					30/1	15	4	
<i>Asychis biceps</i>		2/1								
<i>Maldane sarsi</i>		1								
<i>Rhodine loveni</i>							2	5	5	1
<i>Maldanidae indet.</i>	6	6				2	9	8		2
<i>Galathowenia fragilis</i>	5	5								
<i>Galathowenia oculata</i>	15	21					2			
<i>Myriochele heeri</i>	1	3								
<i>Owenia borealis</i>	2			1			0/1			
<i>Pectinaria auricoma</i>	0/1						1			
<i>Pectinaria belgica</i>							1	0/2		
<i>Ampharete falcata</i>	1						2	2		
<i>Sabellides octocirrata</i>	2/1	2					6	8		
<i>Anobothrus gracilis</i>		1								
<i>Mugga wahrbergi</i>							2			
<i>Amythasides macroglossus</i>	34	49				1	7	1		
<i>Eclysippe vanelli</i>	2/1	3/1					1	1		
<i>Sosanopsis wireni</i>	0/1	2/1								
<i>Samytha sexcirrata</i>	2									
<i>Samythella neglecta</i>	2									
<i>Melinna cristata</i>							1	2	1/1	1
<i>Melinna elisabethae</i>	0/1	1/4						1		
<i>Terebellidae indet.</i>	8	14								
<i>Paramphitrite birulai</i>	2						1			
<i>Pista cristata</i>		1					4/1	2/3	2	1
<i>Pista lornensis</i>	1									
<i>Streblosoma intestinale</i>	0/2	1/1					3/2			
<i>Polycirrus plumosus</i>	4/2	1					3/3	5/3	3	5
<i>Polycirrus sp.</i>	5	2								
<i>Amaeana trilobata</i>	2	2/2						12	2	6
<i>Trichobranchus roseus</i>	2/2	1/4					3/3	2		
<i>Terebellides stroemi</i>	1	1/5					0/6	0/1	1	
<i>Euchone sp.</i>	4	4					5			
<i>Jasmineira sp.</i>	4	16								
<i>Sabella pavonina</i>	1									
<i>Sabellidae indet.</i>	6	5					5	15		
<i>Ditrupa arietina</i>		2								
<i>Siboglinum fjordicum</i>	+	+								
<i>Sipuncula indet.</i>							1			
CRUSTACEA										
* <i>Amphipoda indet.</i>		1				3	2	2		
* <i>Tanadidae indet.</i>		6								
* <i>Chironomidae indet.</i>				1						
MOLLUSCA										
<i>Solenogastres indet.</i>	1									
<i>Caudofoveata indet.</i>	10	15					4	8	2	1
<i>Euspira montagui</i>	1									

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

Stasjonsnavn	Mas 1	Mas 1	Mas 2	Mas 2	Mas 3	Mas 3	Mas 5	Mas 5	Mas 6	Mas 6
Dybde	108 m	108 m	154 m	154 m	85 m	85 m	85 m	85 m	186 m	186 m
Hugg	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
<i>Odostomia unidentata</i>		0/1								
<i>Diaphana globosa</i>		1								
<i>Cylichnina umbilicata</i>			1					0/1		
<i>Philine scabra</i>						1		3		
<i>Yoldiella lucida</i>							1			
<i>Yoldiella philippiana</i>	6/3	5								
<i>Modiolula phaseolina</i>								0/1		
<i>Mytilus edulis</i>			0/12	0/19						
<i>Bathyarca pectunculoides</i>	1									
<i>Limatula gwyni</i>	6/2	3					1	3		
<i>Delectopecten vitreus</i>							2/1	1/1		
<i>Myrtea spinifera</i>	0/1	3/3					0/2			
<i>Thyasira equalis</i>	24/2	34/2					56/5	22/4	2	5
<i>Thyasira flexuosa</i>		2								
<i>Thyasira sarsii</i>	14/6	7/6	93/50	119/72			65/14	60/17	2	7
<i>Axinulus croulinensis</i>	1									
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	1								
<i>Adontorhina similis</i>	1	3					2			
<i>Parvicardium minimum</i>	0/1						2/1			
<i>Abra nitida</i>				1			4	12/4		
<i>Kelliella abyssicola</i>							2			
<i>Hiatella sp.</i>				4				1		
<i>Lyonsia norwegica</i>	1									
<i>Antalis entalis</i>	1	0/1							1	
<i>Entalina tetragona</i>		2/1					3			2/2
<i>Pulsellum lofotense</i>	1	3								
ECHINODERMATA										
<i>Amphipholis squamata</i>		0/1								
<i>Amphiura chiajei</i>	3	1/4					5/1	3		
<i>Amphiura filiformis</i>	1	1						0/1		
<i>Ophiocten affinis</i>		1								
<i>Ophiura carnea</i>	1	1								
<i>Ophiura sp.</i>									0/1	
<i>Brissopsis lyrifera</i>										1
<i>Synaptidae indet.</i>	10	9	1				6	5		1
<i>Enteropneusta indet.</i>	1							5	2	
<i>Ascidacea indet.</i>							1			
VARIA						+				

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometrisk klasse	Mas 1	Mas 2	Mas 3	Mas 5	Mas 6
I	30	7	4	27	13
II	16	4	4	15	7
III	21	2	0	15	7
IV	10	2	1	12	3
V	5	2	0	4	2
VI	6	0	0	5	0
VII	1	0	0	2	1
VIII	2	0	0	3	0
IX	0	1	0	1	0
X	0	0	0	0	0
XI	0	1	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis

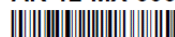


Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Bergen
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

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

AR-12-MX-000274-01



EUNOBE-00002043

Prøvemottak: 13.01.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 13.01.2012-25.01.2012
Referanse: 806117, ref: 7/12

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2012-0113-009	Prøvetakingsdato:	13.01.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Mas 1	Analysestartdato:	13.01.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	51	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	9.9	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	40	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	620	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	33.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet.					

Prøvenr.:	441-2012-0113-010	Prøvetakingsdato:	13.01.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Mas 2	Analysestartdato:	13.01.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	34	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	23	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	93	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	52.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet.					

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 3

AR-12-MX-000274-01



EUNOBE-00002043



Prøvenr.:	441-2012-0113-011	Prøvetakingsdato:	13.01.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Mas 3	Analysestartdato:	13.01.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	43	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	140	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	3200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	31.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet.					

Prøvenr.:	441-2012-0113-012	Prøvetakingsdato:	13.01.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Mas 4	Analysestartdato:	13.01.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	31	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	77	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	970	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	48.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet.					

Prøvenr.:	441-2012-0113-013	Prøvetakingsdato:	13.01.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Mas 5	Analysestartdato:	13.01.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	32	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	23	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	84	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1100	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	56.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet.					

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

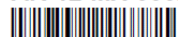
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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 2 av 3

AR-12-MX-000274-01



EUNOBE-00002043



Prøvenr.: 441-2012-0113-014	Prøvetakingsdato: 13.01.2012				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: Mas 6	Analysestartdato: 13.01.2012				
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	31	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	22	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	89	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	890	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	53.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet.					

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

Bergen 25.01.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :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 3 av 3

AR-11-MX-000245-01



EUNOBE-00000266



Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Bergen 20.09.2011

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :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 2 av 2