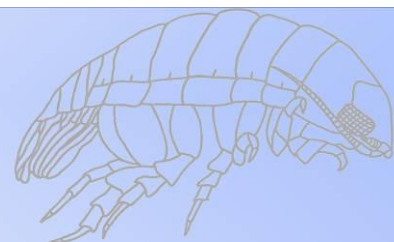


SAM e-Rapport

Uni Research
Uni Miljø, SAM-Marin





SAM e-Rapportnr: 47-2012

MOM-C undersøkelse ved Hogsneset i Averøy kommune, februar 2012

Rune Haugen
Frøydis Lygre
Stian Ervik Kvalø



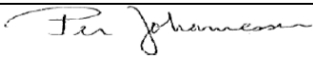

	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25	Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	

Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse ved Hogsneset i Averøy kommune, februar 2012	Dato: 4.12.12
	Antall sider og bilag: 39
Forfatter(e): Rune Haugen, Frøydis Lygre og Stian Ervik Kvalø	Prosjektleder: Stian Ervik Kvalø
	Prosjektnummer: 806320

Oppdragsgiver: Lerøy Hydrotech	Tilgjengelighet: Åpen
--------------------------------	-----------------------

Abstract: A survey was undertaken to ascertain whether the fish farm at Hogsneset has any negative environmental effects. The station closest to the fish farm showed some signs of pollution from the fish farm with regards to the benthic fauna, other than that conditions were generally good.

Keywords: benthic, chemical, MOM C, environment, fauna	Emneord: bentisk, fauna, kjemi, miljø, MOM C	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 47-2012
--	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	4.12.12	
Prosjektet / undersøkelsen:	4.12.12	

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, Ruth Dyson, Nargis Islam, Sharat Chandra Tuma og Ragna Tveiten

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad og Per Johannessen

Rapportering utført av: Rune Haugen, Frøydis Lygre, Stian Ervik Kvalo

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: Helge Grønning

LEVERANDØRER

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.....	11
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	12
3.1 Hydrografi	12
3.2 Sediment.....	13
3.3 Kjemi.....	14
3.4 Bunndyr	15
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	19
5 LITTERATUR.....	21
6 VEDLEGG.....	22

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Hogsneset (lok nr 12871 (H. sør) 30377 (H. nord) Bremsnesfjorden, Averøy kommune. Innsamlingene ble gjennomført 29. februar 2012. CTD ble tatt den 4.oktober samme år.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Hogsneset. 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. Hogsneset Sør ble tatt i bruk første gang i 1993, mens Hogsneset nord ble tatt i bruk i 2009. Hogsneset Sør var ikke i bruk mellom 2003 og 2008.

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.

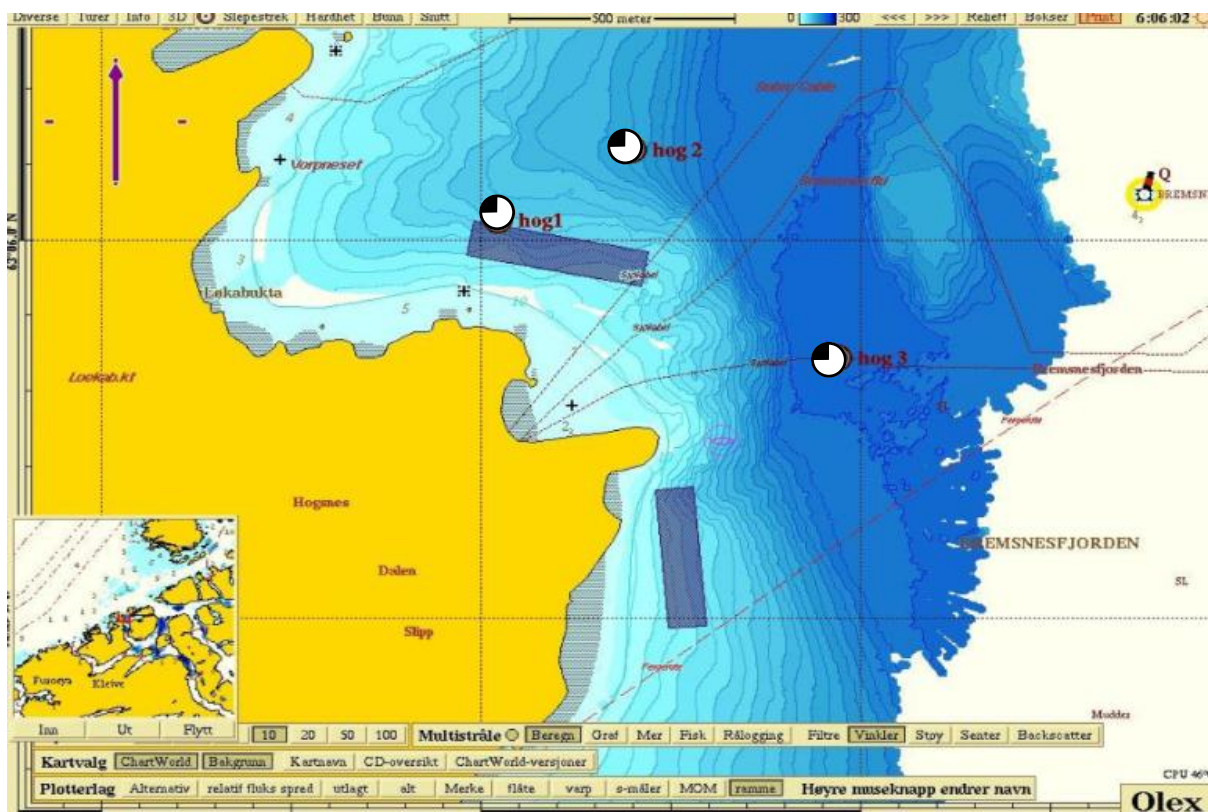
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Undersøkellesområdet ligger på vestsiden av Bremsnesfjorden, i Averøy kommune (Figur 2.1). Hogsneset ligger over et grunnere parti på omkring 60 m med dypere områder mot øst.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra Havbruksstjenestens egen båt "Blåstål" den 29. februar 2012 med Havbruksstjenestens eget toktpersonell Christian Bøe og Arild Kjerstad. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner nær anlegget (Hog 1) en i overgangssone (Hog 2), samt en fjernsone (Hog 3), Hog 3 ligger i den dypeste delen av området på 202m, øst- sørøst av anlegget.



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 Hogsneset, Averøy i februar 2012. 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
Hog 1 31/2-2012	Hogsneset 63° 06.026 N 07° 40.041 Ø	76	1	5,5	Kjemi, og geologi, pH og E_h Biologi Biologi Alle hugg bestod av i hovedsak sand/skjellsand
			2	5,5	
			3	6,5	
Hog 2 31/2-2012	Hogsneset 63° 06.119 N 07° 40.395 Ø	131	1	14	Kjemi, og geologi, pH og E_h Biologi Biologi Alle hugg var en blanding av sand og silt
			2	9,5	
			3	8,5	
Hog 3 31/2-2012	Hogsneset 63° 05.843 N 07° 40.937 Ø	202	1	11	Kjemi, og geologi, pH og E_h Biologi Biologi Alle hugg var en blanding av sand og silt
			2	9,5	
			3	11	

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 strømmer 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-Kjelldahl 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 m². 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 m² 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 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.

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

Artsdiversiteten (H') og NQII 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 NQII er biologiske indekser som skal benyttes. Mens H' kun sier noe om diversiteten, gir NQII 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 Direktoratgruppen 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 anlegget.

Produksjon på Hogsneset:

Produksjonsdata for Hogsneset Sør før 2008 er utelatt, da det var 5 års brakklegging på lokaliteten mellom 2003 og 2008. Føringdata for utsettene fra 2008 og frem er fresmtilt i Tabell 2.4.

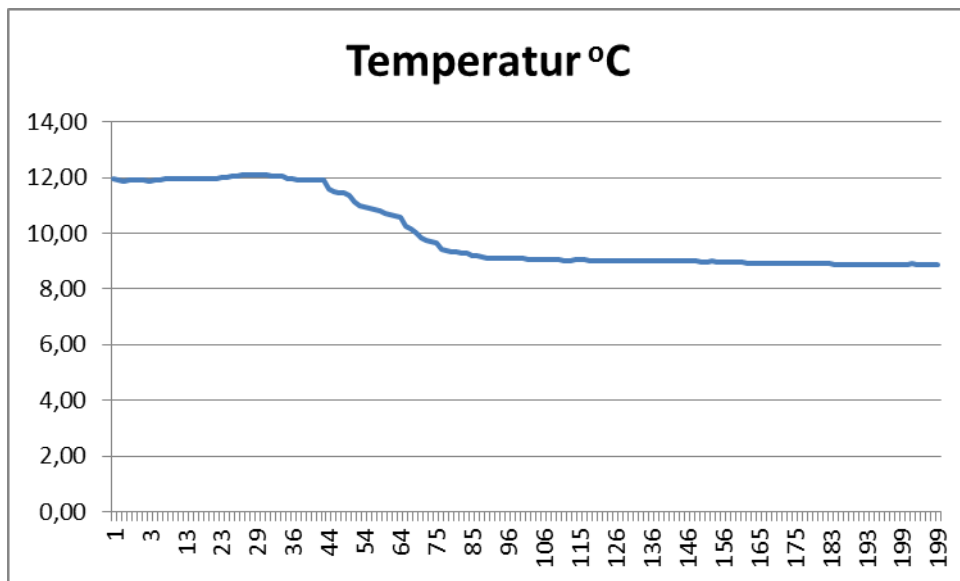
Tabell 2.4. Føringdata målt i tonn for Hogsneset Sør og Nord de siste 5 år.

Lokalitet	Generasjon H- 2008	Generasjon H- 2010
Hogsneset Sør	2.888	3.922
Hogsneset Nord	4.152	3.519

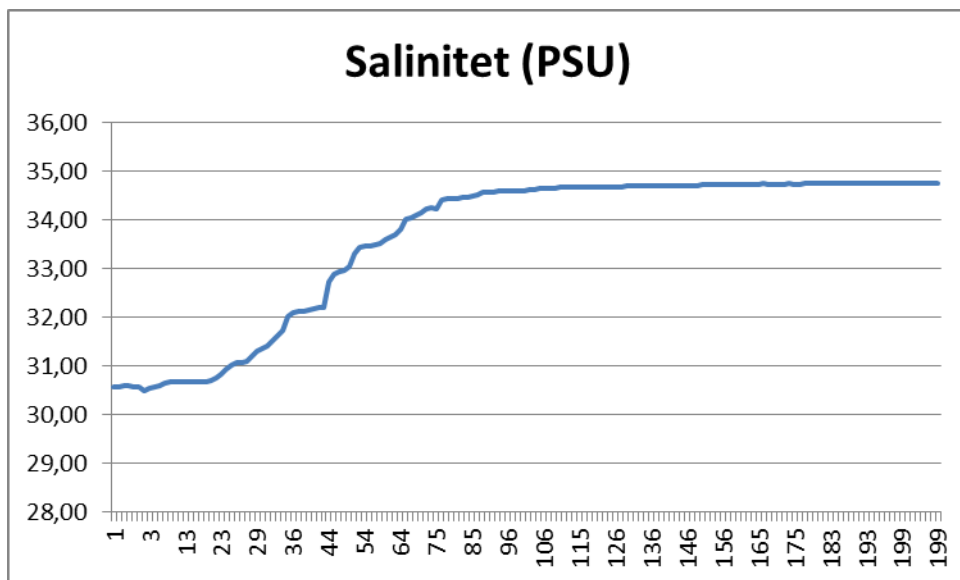
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Målingene ble tatt 4.10.2012 ved hjelp av CTD. Saltholdighet, temperatur og oksygenforhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Hog 3. Feil ved oksygensensor på CTD gjorde at data fra oksygenmålinger ikke kunne brukes. Resultatene er presentert i Figur 3.1.1 – 3.1.2.



Figur 3.1.1. Temperatur fra overflate til bunn på Hog 3.



Figur 3.1.2. Salinitet fra overflate til bunn på Hog 3.

Temperaturen på stasjon Hog 3 var 12 °C i overflaten og ned til rundt 40m. Deretter synker den jevnt ned til 9 °C grader ved omtrent 75m dyp, fra der av og ned er den tilnærmet lik helt ned til bunnen på 200 m dyp. Saltholdigheten var rundt 30,5 promille ved overflate, men fra 20m og ned stiger den jevnt opp til 34,5. Grunnet feil ved oksygenmålinger er ikke data for oksygen tilgjengelige, men bunnfaunaen indikerer gode oksygenforhold.

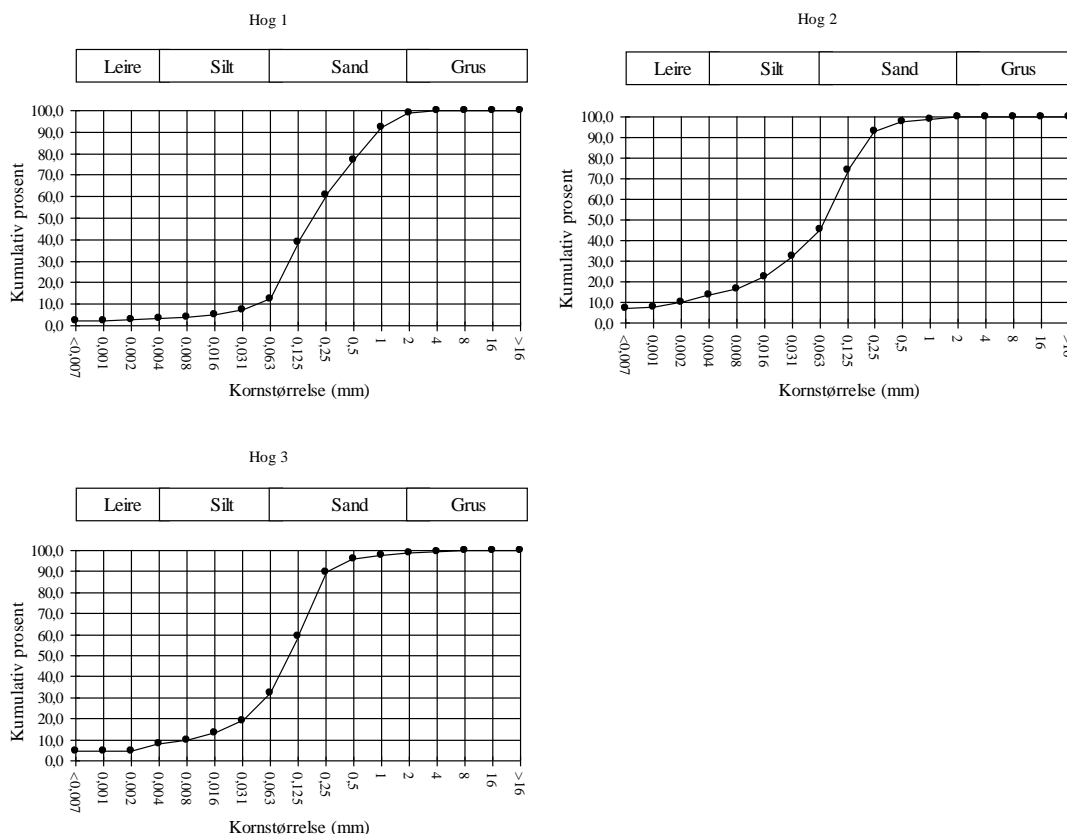
3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2012 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 Hogsneset 2012.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Hog 1	76 m	4	3	9	13	86	1
Hog 2	131 m	6	14	32	45	55	0
Hog 3	202 m	5	8	24	32	67	1

På alle stasjonene var andelen av grovere sediment, sand, høyere, fra 55% på Hog 2 til 86% på Hog 1, den grunneste stasjonen. Andelen av finere sediment var følgende høyest på Hog 2, med 45% leire og silt, hvorav 32% var silt. På Hog 1, var det kun 13% leire og sand, mens på dyp stasjonen Hog 3 var andelen 32%, hvorav 24% var silt. Alle stasjonene hadde lavt glødetall, altså liten indikasjon på organisk innhold i sedimentet.



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene Hog 1, Hog 2 og Hog 3.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Innholdet av tungemetallene kobber og sink var lavt på alle tre stasjonene, og gir beste tilstandsklasse 1 (Tabell 3.2). Likeledes var andelen fosfor normalt lav. Mengden organisk karbon (TOC) indikerte litt til noe (moderat) organisk belastning på alle tre stasjonene. Hog 2 fikk tilstandsklasse II, god, mens Hog 2 og Hog 3 fikk Tilstandsklasse III (moderat/mindre god). Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt. Totalt er alle tre stasjonene lite til noe påvirket av organisk påvirkning når en ser glødetap, TOC og fosforinnhold i sammenheng, med indikasjon på at Hog 2 og Hog 3 er noe påvirket.

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	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	TOC (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Hog 1	76	18	I	23	I	5,1	20,8	II	0,54	70,1
Hog 2	131	17	I	43	I	21	30,9	III	0,78	61,7
Hog 3	202	14	I	39	I	18	30,2	III	0,72	63,1

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. Kjemiske målinger (pH og E_h) ga gode pH- og E_h -verdier for alle stasjonene, noe som ga tilstand 1, beste, for disse stasjonene (se Vedleggstabell 1). Det var ingen negative sensoriske observasjoner, som gass, lukt eller farge på sedimentet på noen av stasjonene.

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3 - 3.4, Figur 3.3 - 3.6, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i februar 2012. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

På stasjon Hog 1, på 76 m, ble det funnet 1788 individer fordelt på 31 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,95 og en jevnhet på 0,88. Arten med flest individer var børstemarken *Capitella capitata* (1592 stk., 89,04 %), på andre plass børstemarken *Mediomastus fragilis* (51 stk., 2,85 %) og på tredje plass børstemarken *Scoloplos armiger* (47 stk., 2,63 %). MOM-standarden gir miljøtilstand 2 (god), mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er svært forstyrret.

På stasjon Hog 2, på 131 m, ble det funnet 1357 individer fordelt på 114 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,85 og en jevnhet på 0,71. Arten med flest individer var børstemarken *Paramphinoe jeffreysii* (298 stk., 21,96 %), på andre plass børstemarken *Chaetozone* sp. (149 stk., 10,98 %) og på tredje plass børstemarken *Amythasides macroglossus* (86 stk., 6,34 %). MOM-standarden gir miljøtilstand 1 (meget god), mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er lett forstyrret.

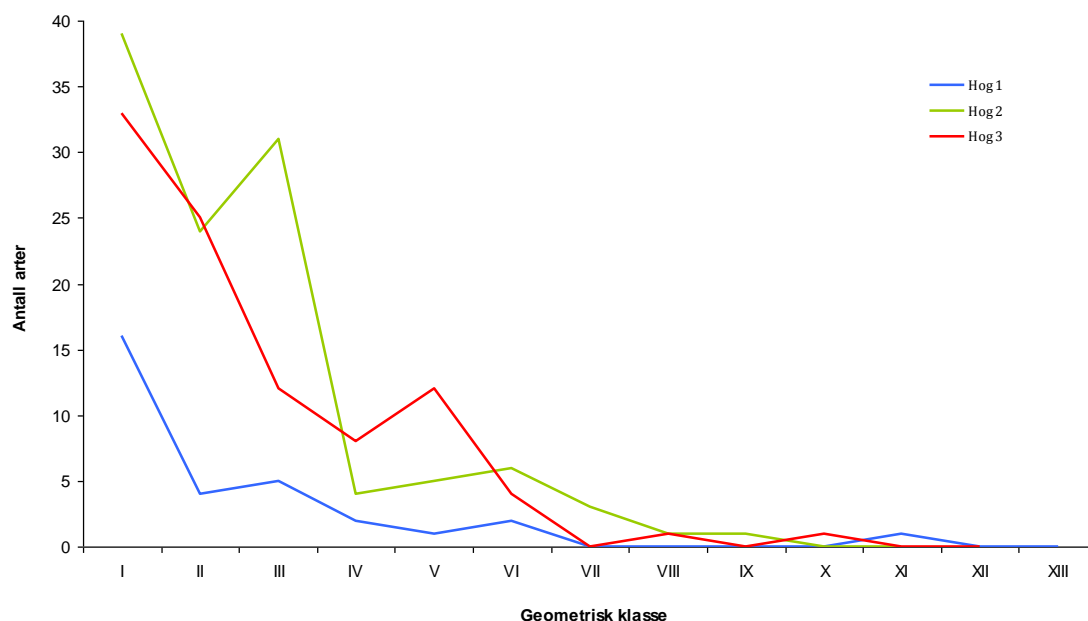
På stasjon Hog 3, på 202 m, ble det funnet 1342 individer fordelt på 96 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,17 og en jevnhet på 0,73. Børstemarkene dominerte bunnfaunaen og slekten med flest individer var *Polydora* spp. (517 stk., 38,52 %), etterfulgt av børstemarken *Aphelocheata* sp. (137 stk., 10,21 %) og børstemarken i familien Sabellidae indet (56 stk 4,17 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (svært god).

Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir også tilstandsklasse ”svært god”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er lett forstyrret.

Tabell 3.3. 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 (grabbhugnummer) og totalt for hver stasjon. Under tabell: skala for KLIF tilstandsklasser.

Stasjon	Hugg	Dybde	Individer	Arter	Diversitet		H'-max	AMBI	NQI1	NQI2	MOM tilstand	KLIF tilstand
					(H')	(J)						
Hog 1	2	76	869	21	0,97	0,22	4,39	5,63	0,39	0,18		
Hog 1	3		937	25	0,90	0,19	4,64	5,67	0,40	0,17		
	Sum		1788	31	0,88	0,18	4,95	5,65	0,41	0,17	2	-
	Snitt		903	23	0,94	0,21	4,52	5,65	0,40	0,17		
Hog 2	2	131	660	94	4,67	0,71	6,55	2,26	0,79	0,73		
Hog 2	3		625	87	4,93	0,77	6,44	1,86	0,81	0,78		
	Sum		1357	114	4,85	0,71	6,83	2,06	0,80	0,76	1	-
	Snitt		643	91	4,80	0,74	6,50	2,06	0,80	0,75		
Hog 3	2	202	771	74	4,10	0,66	6,21	2,23	0,76	0,68		
Hog 3	3		823	71	4,00	0,65	6,15	2,67	0,72	0,64		
	Sum		1342	96	4,17	0,63	6,58	2,45	0,75	0,67	-	I
	Snitt		797	73	4,05	0,66	6,18	2,45	0,74	0,66		I

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



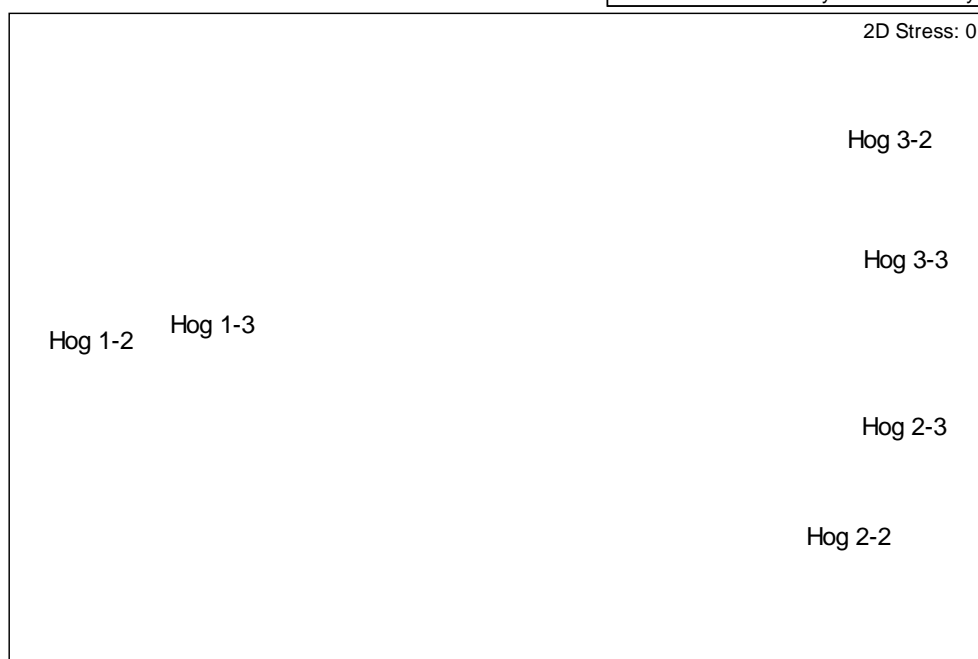
Figur 3.3. Antall arter (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

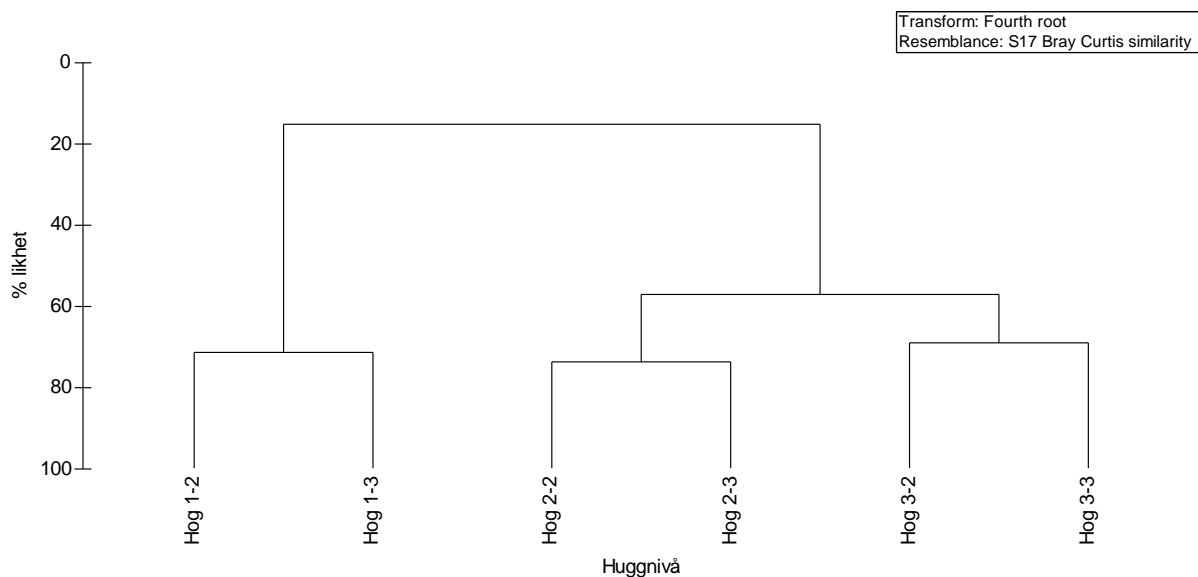
Tabell 3.4. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunntasjonene.

Hog 1	Antall individer	%	kum %	Hog 2	Antall individer	%	kum. %
<i>Capitella capitata</i>	1592	89,04	89,04	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	298	21,96	21,96
<i>Mediomastus fragilis</i>	51	2,85	91,89	<i>Chaetozone</i> sp.	149	10,98	32,94
<i>Scoloplos armiger</i>	47	2,63	94,52	<i>Amythasides macroglossus</i>	86	6,34	39,28
<i>Thyasira flexuosa</i>	24	1,34	95,86	<i>Thyasira equalis</i>	79	5,82	45,10
<i>Ophryotrocha</i> sp.	14	0,78	96,64	<i>Aphelochaeta</i> sp.	65	4,79	49,89
<i>Paraonis</i> sp.	9	0,50	97,15	<i>Amphiura chiajei</i>	63	4,64	54,53
<i>Chaetozone</i> sp.	7	0,39	97,54	<i>Diplocirrus glaucus</i>	56	4,13	58,66
<i>Exogone</i> sp.	6	0,34	97,87	Lumbrineridae indet.	39	2,87	61,53
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	0,28	98,15	Maldanidae indet.	39	2,87	64,41
<i>Thyasira sarsi</i>	5	0,28	98,43	<i>Pholoe baltica</i>	37	2,73	67,13
<i>Prionospio steenstrupii</i>	4	0,22	98,66	<i>Pholoe pallida</i>	32	2,36	69,49

Hog 3	Antall individer	%	kum. %
<i>Polydora</i> spp.	517	38,52	38,52
<i>Aphelochaeta</i> sp.	137	10,21	48,73
<i>Sabellidae</i> indet.	56	4,17	52,91
<i>Chaetozone</i> sp.	48	3,58	56,48
<i>Thyasira equalis</i>	36	2,68	59,17
Maldanidae indet.	32	2,38	61,55
<i>Notomastus latericeus</i>	31	2,31	63,86
<i>Mendicula ferruginosa</i>	31	2,31	66,17
<i>Thyasira obsoleta</i>	27	2,01	68,18
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	25	1,86	70,04
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	24	1,79	71,83
<i>Euchone</i> spp.	24	1,79	73,62

Transform: Fourth root
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity





Figur 3.4. MDS- og cluster plot på huggnivå for stasjonene Hog 1, Hog 2 og Hog 3. 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 oppdrettslokaliteten Hogsneset i Averøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført i februar 2012. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og én lengre ut i fjorden.

Dybden varierte mellom stasjonene fra 76 til 202 m. Sedimentet bestod hovedsakelig av en blanding av sand og silt blanding, med dominans av sand på alle stasjonene. Hog 1 hadde størst dominans av grovere materiale (sand 86%, og litt grus 1%). Hog 2, mellomstasjonen på 131m hadde størst andel av finere sediment, 32% silt, med denne var og dominert av sand 55%. Oksygen målingene viste gode verdier i hele vannsøylen, og gir tilstandsklasse II for dypvannet.

Ingen av de tre stasjonene hadde gass, lukt eller mørkere farge i sedimentet, og de kjemiske parameterne pH og redokspotensial ga beste tilstand, 1 for alle tre. De kjemiske analysene viste lave verdier som ga beste tilstand for kobber og sink, samt relativt lave verdier for fosfor. Glødetapet var også lavt på alle stasjonene, mens TOC verdiene for Hog 2 og Hog 3 var mindre god (moderat, Tilstandsklasse III). På Hog I var den god (TK II).

MOM-standarden ga miljøtilstand 2 (god), mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er svært forstyrret på Hog 1. På Hog 2 og Hog 3 var diversiteten av bunnfauna god til svært god og indikerer lettere forstyrret fauna (iht AMBI- verdiene for ømfintlighet). Hog 3 fikk Tilstandsklasse I etter KLIF- standarden, mens Hog 2 fikk Tilstandsklasse I etter MOM. Dette indikerer at disse to stasjonene er lite påvirket, mens Hog 1 har en sterkt forstyrret fauna.

Totalt sett er det god tilstand på alle tre stasjonene, men alle kan vise tegn til organisk påvirkning etter ulike parametre totalt. Parametrene for tungmetaller, fosfor, glødetap osv. viste normale gode tilstander og indikerer lite og ingen forurensning.

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

- 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 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>	23
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere</i>	31
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	32
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	37
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis</i>	37

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.

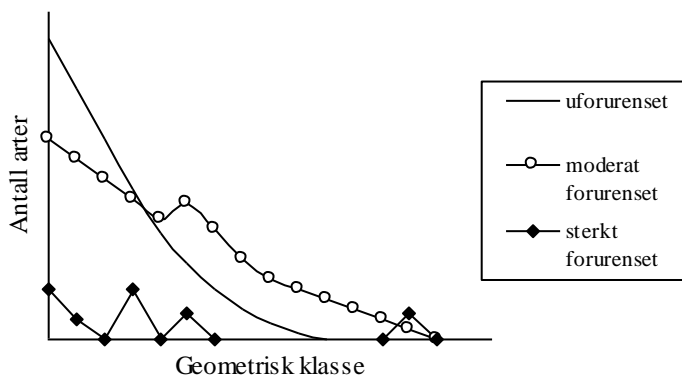
Geometriske klasser

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

* 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 miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

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

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

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

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

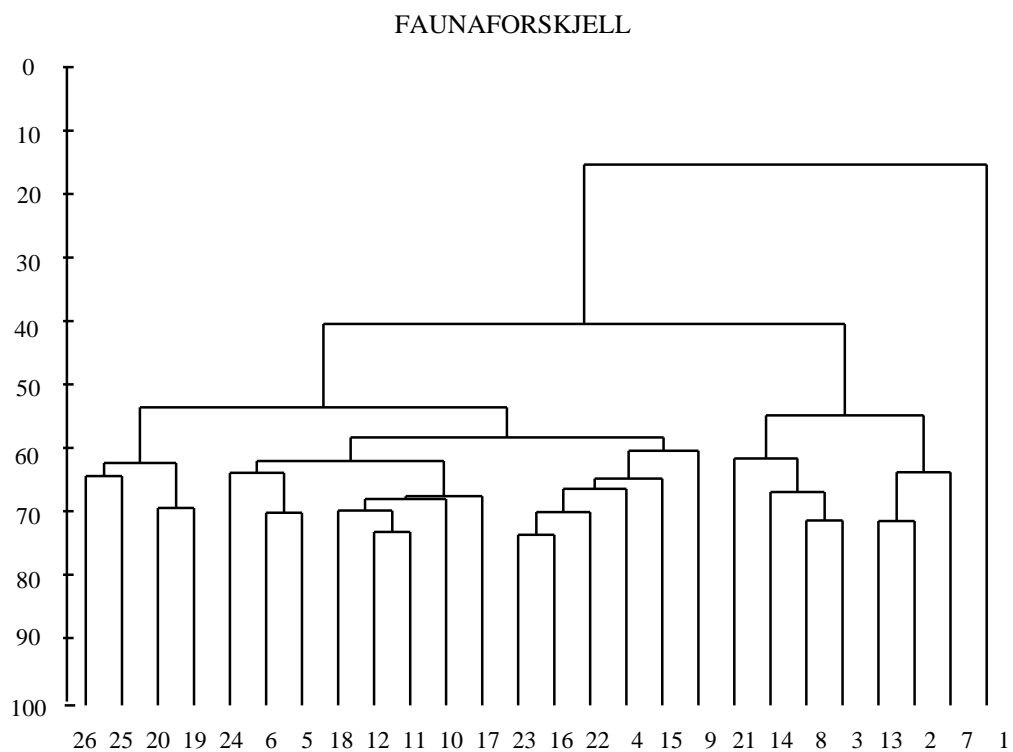
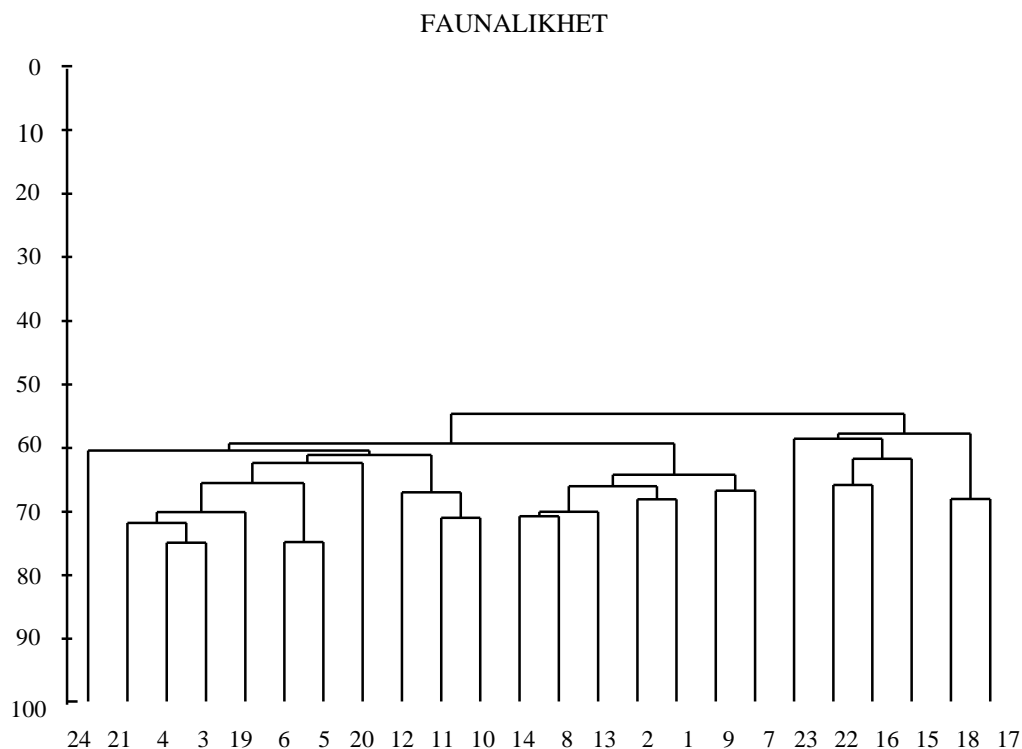
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

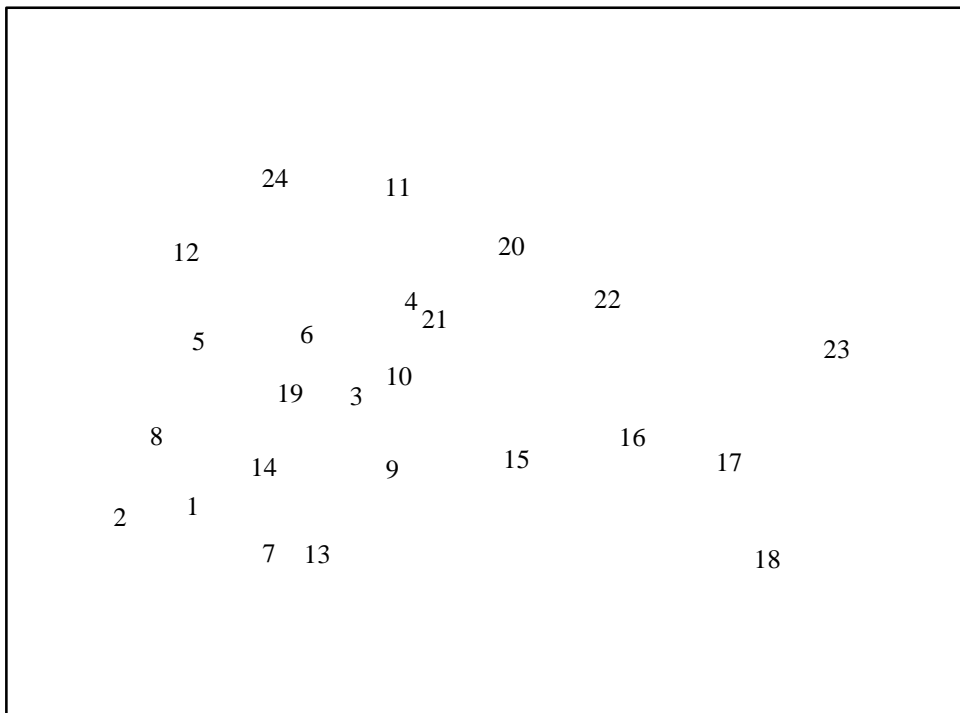
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

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

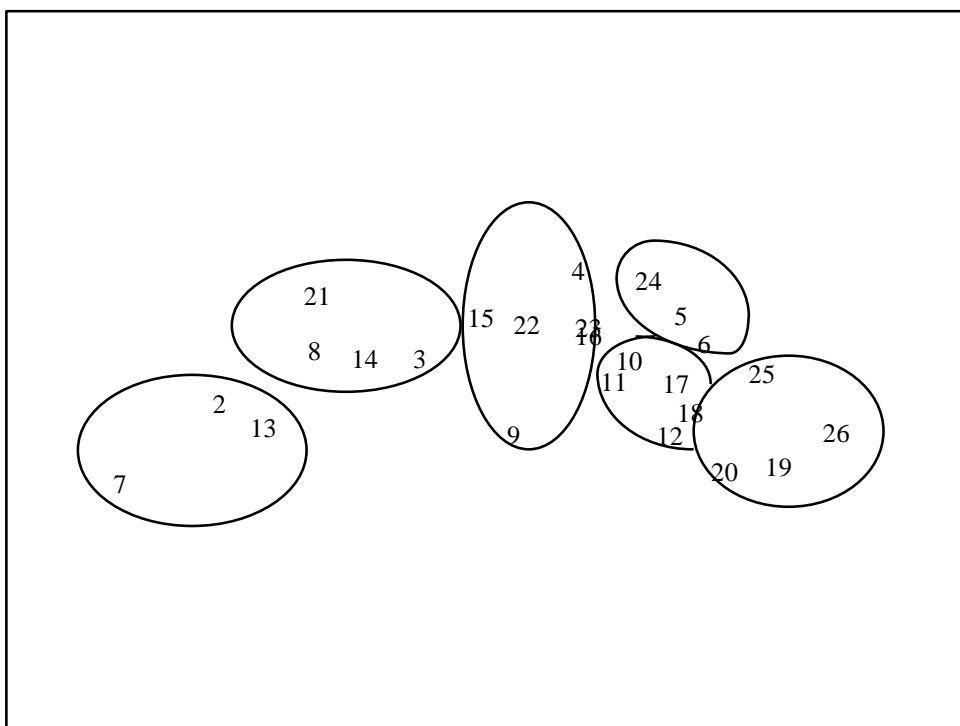


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

HAVBRUKSTJENESTEN AS										
Firma: Lerøy Hydrotech										
Lokalitet: Hogsneset										
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks	
			Hog 1	Hog 2	Hog 3					
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0				0,00	
I	Tilstand (Gruppe I)		1							
	pH	Målt verdi	7,46	7,35	7,65					
	Eh (mV)	Målt verdi	-45	25	108					
II		plus ref. potensial	186	256	339					
	pH/Eh	Poeng (tillegg D)	0	0	0				0,00	
	Tilstand (prøve)		1	1	1					
	Tilstand (Gruppe II)		1							
	Gassbobler	Ja (4) / Nei (0)	0	0	0					
	Farge	Lys/grå (0)	0	0	0					
		Brun/sort (2)								
	Lukt	Ingen (0)	0	0	0					
		Noe (2)								
		Sterk (4)								
III	Konsistens	Fast (0)	0							
		Myk (2)								
		Løs (4)		3	3					
	Grabbvolum (v)	$v < \frac{1}{4}$ (0)								
		$\frac{1}{4} \leq v < \frac{3}{4}$ (1)	1	1	1					
		$v \geq \frac{3}{4}$ (2)								
	Tykkelse på slamlag	$t < 2$ cm (0)	0	0	0					
		$2\text{cm} \leq t < 8\text{cm}$ (1)								
		$t \geq 8$ cm (2)								
	Sum		1	4	4					
	Korr. Sum (0.22)		0,22	0,88	0,88				0,66	
	Tilstand (prøve)		1	1	1					
	Tilstand (Gruppe III)		1							
	Middelverdi (Gruppe II & III)									
	Tilstand (prøve)									
	Tilstand (Gruppe II & III)									
	Ph/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi	Tilstand								
			Tilstand							
			Gruppe 1	Gruppe II og						
			A	1,2,3,4						
			4	1,2,3						
		4	4							
		<1,1	1							
		1,1 - <2,1	2							
		2,1 - <3,1	3							
		$\geq 3,1$	4							
	Tilstand		1							

Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-503.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Oppdragsgiver (navn og adresse): Lerøy Hydrotec AS
Prosjekt nr.: 806320
Prøvetakingssted (område): Hogsneset,
Dato for prøvetaking: 29.02.2012
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:

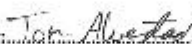
For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 4 sider.

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

Signatur: 
Godkjent taksonom

SAM-Marin / Havbrukstjenesten

1/4 Stasjon Hogsneset 29 feb 2012	Hog 1	Hog 1	Hog 2	Hog 2	Hog 3	Hog 3	
Dybde	76 m	76 m	131 m	131 m	202 m	202 m	
Arter:	Huggnr:	2	3	2	3	2	3
PORIFERA							
* Porifera indet.	+	+			+		
HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.		+	+				
<i>Edwardsia</i> sp.		1					
NEMERTINI							
* Nemertini indet.		5	4	2	10	6	
NEMATODA							
* Nematoda indet.	ca. 20	10	2	1	5	4	
POLYCHAETA							
<i>Laetmonice filicornis</i>			0/1	0/2			0/1
<i>Pholoe baltica</i>	1	1	25	12	9	9	
<i>Pholoe pallida</i>			18	14	4	5	
<i>Nereiphylla lutea</i>			1	1			
<i>Paranaitis whalbergi</i>							3
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	4					
<i>Sige fusigera</i>				1			
<i>Eulalia mustela</i>					0/1		0/1
<i>Protomystides exigua</i>							0/1
<i>Eteone foliosa</i>				1			
<i>Eteone longa</i>	3	4	3				1
<i>Glycera alba</i>		1					0/1
<i>Glycera lapidum</i>	0/1		0/2	0/3	0/9		0/5
<i>Goniada maculata</i>		0/2	1	2			0/1
<i>Sphaerodorium flavum</i>			1/3	0/2			
<i>Ophiodromus flexuosus</i>			1				
<i>Kefersteinia cirrata</i>					0/1		
Syllidae indet.	1	1	1	1			
<i>Exogone</i> sp.	4	2			3		
<i>Ceratocephale loveni</i>			1				
<i>Nephtys hombergii</i>			0/1				
<i>Nephtys hystricis</i>			3	3/1	3/1	3/1	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	6	4	165	133	91	159	
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>			1		1		
Lumbrineridae indet.		1	22	17	10	8	
<i>Drilonereis filum</i>				1	3	1	
<i>Ophryotrocha</i> sp.	8	6					
<i>Schistomeringos</i> sp.					1		
<i>Phylo norvegicus</i>					0/1		
<i>Scoloplos armiger</i>	12/12	14/9					
<i>Aricidea catharinae</i>			1		1	1	
<i>Levinsenia gracilis</i>			4	3	1	2	
<i>Paraonis</i> sp.	5	4	5	2	7	2	
<i>Laonice bahusiensis</i>				1			
<i>Laonice sarsi</i>				1	0/2	1/3	
<i>Polydora</i> sp.					1		
<i>Polydora</i> spp.					273	244	
<i>Prionospio cirrifera</i>		1	1				
<i>Prionospio fallax</i>			1	2	2		
<i>Prionospio steenstrupii</i>	1	3					
<i>Prionospio dubia</i>			1/1				2/5

SAM-Marin / Havbruksstjeneren

2/4 Stasjon Hogsneset 29 feb 2012	Hog 1	Hog 1	Hog 2	Hog 2	Hog 3	Hog 3	
Dybde	76 m	76 m	131 m	131 m	202 m	202 m	
Arter:	Huggnr:	2	3	2	3	2	3
<i>Spiophanes kroeyeri</i>			2/1	2/1	0/3	4/4	
<i>Spiophanes wigleyi</i>			1				
<i>Scolecopsis korsuni</i>					4	2	
<i>Spiochaetopterus typicus</i>						0/1	
<i>Aphelochaeta</i> sp.			24	41	51	86	
<i>Chaetozone</i> sp.	4	3	79	70	17	31	
<i>Pherusa flabellata</i>			1				
<i>Diplocirrus glaucus</i>			10/17	11/18	4/4	9/4	
<i>Brada villosa</i>			2/1	3/1		0/1	
<i>Scalibregma inflatum</i>					0/1		
<i>Capitella capitata</i>	758	834	1			1	
<i>Mediomastus fragilis</i>	28	23					
<i>Notomastus latericeus</i>			17	11/1	9/4	14/4	
<i>Lumbriclymene cylindrica</i>					2/1		
<i>Lumbriclymene</i> sp.			1	1			
<i>Rhodine</i> sp.			4	2			
Maldanidae indet.			18	21	17	15	
<i>Galathowenia oculata</i>			2	5			
<i>Myriochele heeri</i>				1	2		
<i>Owenia borealis</i>		0/1	3	4	2	0/1	
<i>Pectinaria auricoma</i>				1	0/2	1/2	
<i>Pectinaria koreni</i>	1						
<i>Ampharete falcata</i>			1	1			
<i>Ampharete lindstroemi</i>				1			
<i>Sabellides octocirrata</i>			2	2/1	14/1	2	
<i>Sosane sulcata</i>				1			
<i>Anobothrus</i> sp.			1	2			
<i>Amythasides macroglossus</i>			41	45	1	1	
<i>Eclysippe vanelli</i>			11	7		8	
<i>Samytha sexcirrata</i>				1			
<i>Amage auricula</i>			1		1		
<i>Melinna albicincta</i>			1	0/1	1	3	
<i>Paramphitrite birulai</i>			1	2	2		
<i>Pista cristata</i>			1		1	1	
<i>Pista lornensis</i>			2	1/2			
<i>Lanice conchilega</i>						1	
<i>Streblosoma intestinale</i>			0/1	1/2	9/9	3	
<i>Polycirrus norvegicus</i>			0/1				
<i>Polycirrus plumosus</i>				0/1	0/1	1/1	
<i>Polycirrus</i> sp.			2	2	1		
<i>Amaeana trilobata</i>			3				
<i>Trichobranchus roseus</i>			2/8	4/4	2	1/1	
<i>Terebellides stroemi</i>			0/4	2/3	1/4		
<i>Euchone</i> sp.			3	8			
<i>Euchone</i> spp.					11	13	
Sabellidae indet.				1	34	22	
<i>Hydroides norvegica</i>						1	
<i>Siboglinum fjordicum</i>				+	+	+	
OLIGOCHAETA							
Oligochaeta indet.			1	1		1	
Hirudinea indet.				1			

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

3/4 Stasjon Hogsneset 29 feb 2012	Hog 1	Hog 1	Hog 2	Hog 2	Hog 3	Hog 3	
Dybde	76 m	76 m	131 m	131 m	202 m	202 m	
Arter:	Huggnr:	2	3	2	3	2	3
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.		1			4	1	
<i>Phascolion strombus</i>			2/1	2/1	2	0/1	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>				3	8	16	
<i>Nephasoma cf. minutum</i>			1	2	1		
CRUSTACEA							
* <i>Macrocypris minna</i>			1				
* <i>Hyas coarctatus</i>	1						
* Amphipoda indet.		1	4	2	8	12	
* Caprellidae indet.					5	7	
<i>Eriopisa elongata</i>			2	8/1			
* <i>Diastylis cornuta</i>						1	
* <i>Diastylodes biplicatus</i>			1				
* <i>Hemilamprops roseus</i>				1		1	
* <i>Eudorella hirsuta</i>					1		
* <i>Campylaspis costata</i>						1	
* Tanaidacea indet.					2		
* <i>Natatolana borealis</i>					2	1	
* <i>Gnathia</i> sp.			2				
* <i>Idothea</i> sp.	1	9					
* Pycnogonida indet.				1			
MOLLUSCA							
Solenogastres indet.			1	3			
Caudofoveata indet.			6	11	5	14	
<i>Euspira pulchella</i>	1						
<i>Curtitoma trevelliiana</i>	1						
<i>Odostomia unidentata</i>			1				
<i>Philine quadrata</i>					1		
<i>Philine scabra</i>			4/1	0/1		0/1	
<i>Scaphander lignarius</i>					1		
<i>Nucula tumidula</i>			1/1	1/1	1/1		
<i>Ennucula tenuis</i>			1				
<i>Yoldiella philippiana</i>			2	2/1			
<i>Delectopecten vitreus</i>				0/1			
<i>Pseudamussium peslutrae</i>						0/1	
<i>Lucinoma borealis</i>	0/1						
<i>Myrtea spinifera</i>		2	1/2	3/3	1	1	
<i>Thyasira biplicata</i>				1			
<i>Thyasira equalis</i>			35/1	31/12	19/6	9/2	
<i>Thyasira flexuosa</i>	16/2	6	4	1			
<i>Thyasira obsoleta</i>			2	1/4	16/3	6/2	
<i>Thyasira sarsi</i>	1/2	0/2	4/1		2		
<i>Axinulus croulinensis</i>				1/1	0/1	5/1	
<i>Mendicula ferruginosa</i>			15/3	16/6	21/1	8/1	
<i>Adontorhina similis</i>			3	3			
<i>Tellimya ferruginosa</i>			1				
<i>Kurtiella bidentata</i>				2			
<i>Parvicardium minimum</i>			1	1/2	0/1		
<i>Abra nitida</i>			4	2	2	1	
<i>Kelliella abyssicola</i>			1	1			
<i>Corbula gibba</i>	1						

SAM-Marin / Havbruktstjenesten

4/4 Stasjon Hogsneset 29 feb 2012	Hog 1	Hog 1	Hog 2	Hog 2	Hog 3	Hog 3	
Dybde	76 m	76 m	131 m	131 m	202 m	202 m	
Arter:	Huggnr:	2	3	2	3	2	3
<i>Cardiomya costellata</i>			1				
<i>Cuspidaria rostrata</i>			0/1	1			
<i>Tropidomya abbreviata</i>			0/1	0/3			
<i>Antalis entalis</i>			1				
<i>Entalina tetragona</i>			8/2	8/3	1/1	1	
<i>Pulsellum lofotense</i>			1				
BRYOZOA							
* Bryozoa skorpeformet						+	
* Bryozoa grenet			+				
ECHINODERMATA							
Asteroidea indet.					0/1		
<i>Astropecten irregularis</i>			0/1				
<i>Amphipholis squamata</i>				1/1	0/1		
<i>Amphiura chiajei</i>			20/10	13/20	3/1	7/2	
<i>Amphiura filiformis</i>			2/1	3/1	1	2	
<i>Amphilepis norvegica</i>			2/1	3/1		1/1	
<i>Ophiocten affinis</i>			1/1	0/1		0/1	
<i>Ophiura carnea</i>			1/1				
<i>Ophiura robusta</i>		1					
<i>Echinus acutus</i>			0/1				
<i>Brissopsis lyrifera</i>			1				
<i>Echinocardium flavescens</i>			0/2	0/1		0/4	
<i>Pseudothyone raphanus</i>			0/1		0/1		
<i>Labidoplax buskii</i>			1	1	12	8	
ENTEROPNEUSTA							
Enteropneusta indet.			4	1	2	3	
Ascidacea							
<i>Polycarpa fibrosa</i>				0/1		1	
* VARIA						+	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Hog 1	Hog 2	Hog 3
I	16	39	33
II	4	24	25
III	5	31	12
IV	2	4	8
V	1	5	12
VI	2	6	4
VII	0	3	0
VIII	0	1	1
IX	0	1	0
X	0	0	1
XI	1	0	0
XII	0		0
XIII	0		

Vedleggstabell 4. Analysebevis



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

Eurofins Environment Testing Norway AS
 (Bergen)
 F. reg. 985 141 618 MVA
 Box 75
 NO-5841 Bergen
 Tlf: +47 94 50 42 42

AR-12-MX-001078-01



EUNOBE-00002915

Prøvemottak: 16.04.2012
 Temperatur:
 Analyseperiode: 16.04.2012-30.04.2012
 Referanse: PO: 806320 21/12

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2012-0416-072	Prøvetakingsdato:	29.02.2012	
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	Hog 1, 76 m Hugg 1	Analysestartdato:	16.04.2012	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)				
Totalt fosfor (P)	540	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	18	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	23	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	5.1	mg/g tv	EN 13137	0.1
a) Totalt tørrstoff				
Total tørrstoff	70.1	% (v/v)	EN 14346	0.1

Prøvenr.:	441-2012-0416-073	Prøvetakingsdato:	29.02.2012	
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	Hog 2, 131 m Hugg 1	Analysestartdato:	16.04.2012	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)				
Totalt fosfor (P)	780	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	17	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	43	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	21	mg/g tv	EN 13137	0.1
a) Totalt tørrstoff				
Total tørrstoff	61.7	% (v/v)	EN 14346	0.1

Teknisk forklaring:

» (ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-12-MX-001078-01



EUNOBE-00002915



Prøvenr.:	441-2012-0416-074	Prøvetakingsdato:	29.02.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Hog 3, 202 m Hugg 1	Analysedato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	720	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	14	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	39	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	18	mg/g tv	EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	63.1	% (w/v)	EN 14346	0.1	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 30.04.2012

Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingenier

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