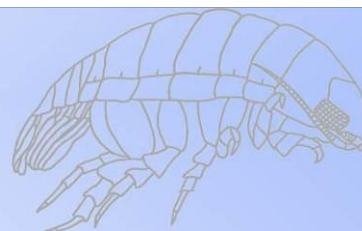


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



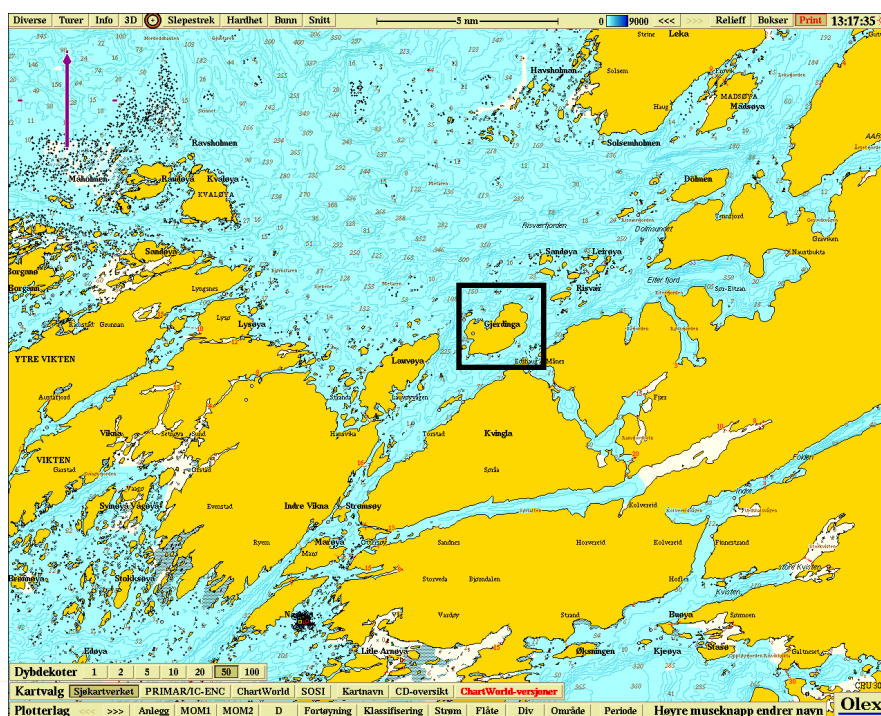
e-rapport nr: 2 – 2014



MOM-C undersøkelse fra lokalitet Gjerdinga i Nærøysundet nord, Nærøy kommune, august 2013

Linda Hagen

Øydis Alme

Per-Otto Johansen



	SAM-Marin	 MFSK AVOPEDTEFING Test 157
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25	Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Gjerdinga i Nærøysundet nord, Nærøy kommune, august 2013	Dato: Felt: 08.08.13 Rapport: 14.01.14
	Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): Linda Hagen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Nasir El Shaikh
	Prosjektnummer: 807866
Oppdragsgiver: Sinkaberg-Hansen AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from Sinkaberg Hansen AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the marine environment in the area by the fish farm Gjerdinga, located north of Nærøysundet, in Nærøy, Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling. The station Gjer1 is located in the near zone of the fish farm, Gjer2 in the transition zone east of the fish farm, and Gjer3 in the remote zone northeast of the fish farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet).

The results show that the levels of phosphorus, zinc and cobber were low, while the total organic carbon (TOC) was high. The sediment analysis showed that the sediment in the area of investigation consisted mainly of a mixture of fine-grained particles such as silt and clay, but also a small amount of sand. The fauna investigation showed good conditions at every station. This was also the case in 2011, but there has been a reduction in the diversity indices since then. All in all, this environmental investigation indicates that the marine area surrounding Gjerdinga is in a good state, even though the area might be slightly negatively affected by the fish production.

Keywords: Fish farm, MOM-C, Recipient, Benthos, Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett, MOM-C, Resipient, Bunndyr, Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 2-2014
--	---	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	15.1.2014	<i>P-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	18.12.13	<i>Linda Hagen</i>

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Nasir El Shaikh, Linda Hagen; Aqua
Kompetanse

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ingrida Petaruskaite, Ragna Tveiten; SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Froydis Lygre; SAM-Marin

Rapportering utført av: Linda Hagen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen

Glødetapsanalyser ved SAM-Marin utført av: -

Kornfordelingsanalyser ved SAM-Marin utført av: -

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Fartøy fra oppdragsgiver

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Environment Testing Norway AS og Eurofins

Umwelt Ost GmbH akkrediteringsnummer Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: P, Cu, Zn, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: MoLab AS akkrediteringsnummer Test 032

Akkreditert: Kornfordeling, glødetap (TOM)

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkellesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	15
3.3 Kjemi.....	16
3.4 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	24
5 TAKK	25
6 LITTERATUR	26
7 VEDLEGG	27
Generell vedleggsdel	27
Vedleggstabell 1. Artsliste	36
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	41
Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi.....	42
Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi	43
Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema	45

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Gjerdinga i Nærøy kommune i Nord-Trøndelag. Lokaliteten eies av Sinkaberg-Hansen AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 8. august 2013.

Det ble i mai 2011 foretatt en MOM-C undersøkelse ved denne lokaliteten, og resultatet fra 2013 vil bli sammenlignet med historiske data. Nærstasjonen har blitt flyttet siden forrige undersøkelse og er dermed ikke direkte sammenlignbar.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i nærområdet til oppdrettslokaliteten. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratets (tidligere KLIF) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et al*, 1997 og Bakke *et al*, 2007), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Aqua Kompetanse AS og Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Sinkaberg-Hansen AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

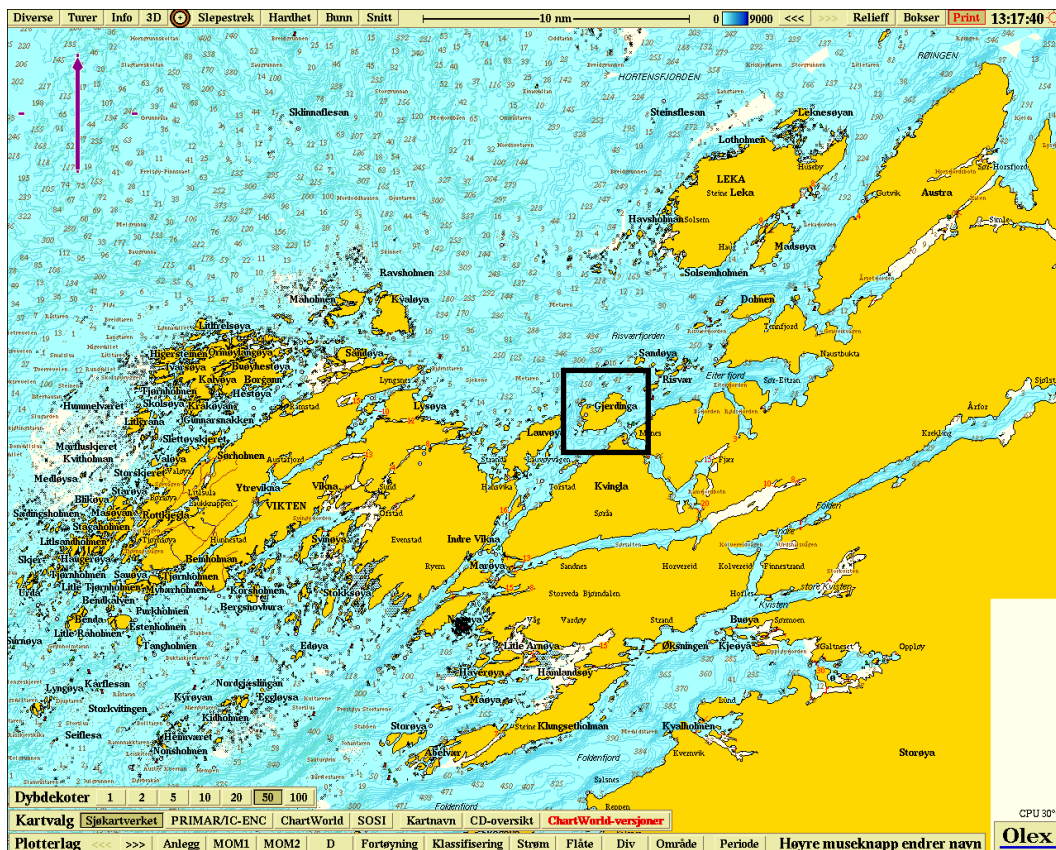
Undersøkellesområdet ligger nord i Nærøysundet (figur 2.1 og 2.2), øst for øya Gjerdinga. Det største dypet i undersøkellesområdet er 238 m og anlegget ligger ikke innenfor noen definert terskel. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner. Stasjon Gjerd 1 ligger cirka 42 meter sørøst for anlegget. Overgangsstasjon Gjerd 2 ligger cirka 273 meter øst for anlegget på 162 meters dyp, mens fjernstasjon Gjerd 3 ligger på 135 meter dyp, cirka 875 meter nordøst for anlegget. For å undersøke miljøutviklingen over tid i det potensielt påvirkede området, ble stasjonsplasseringen valgt slik og prøvene sammenlignet med resultatene fra 2011. Se figur 2.2.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

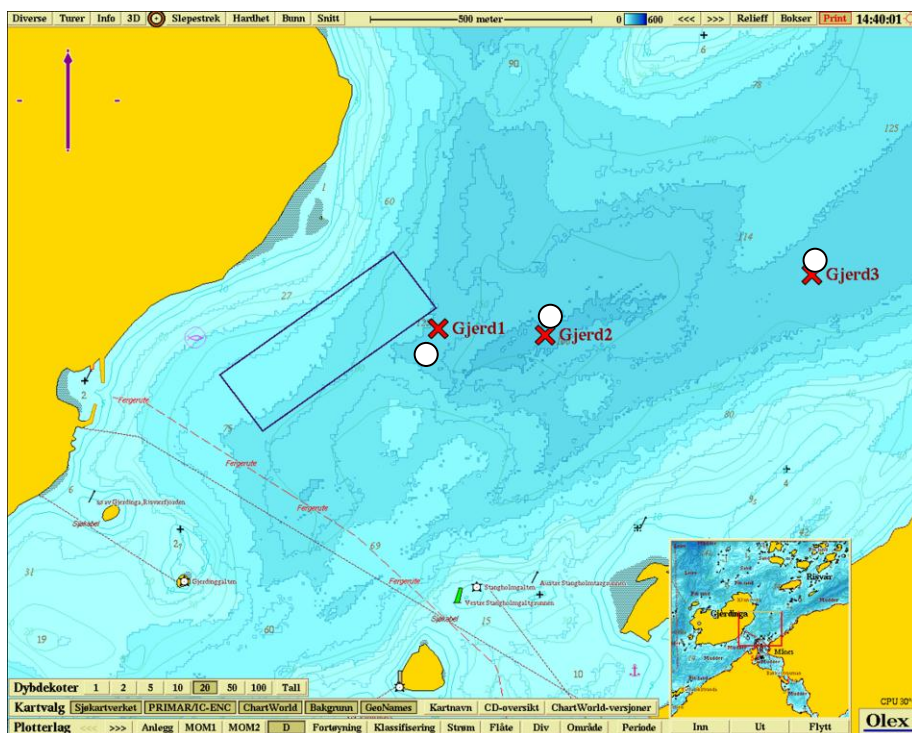
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til Sinkaberg-Hansen AS den 8. august 2013. Prøvetakingen ved overgangsstasjonen og fjernstasjonen er tatt ved samme punkt som henholdsvis Gjer 2 og Gjer 3 i undersøkelsen fra 2011 (Olsen *et al*, 2012), mens det var hensiktsmessig å ta nærstasjonen ved et nytt punkt for å ligge nedstrøms for anlegget etter dominerende strømrretning. Undersøkelsen ble gjennomført av Nasir El Shaikh og Linda Hagen fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved fjernstasjon på feltdagen 8. august 2013. Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land, og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. All data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over Vikna i vest og Nærøy i øst, med Gjerdinga nord i Nærøysundet mellom Vikna og Nærøy. Undersøkelsesområdet er avmerket med svart firkant. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Røde kryss angir stasjonsplassering, og eksakt plassering av disse er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Gjerdinga i Nærøysundet, Nærøy kommune. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb, med et maksimalvolum på 16,3 liter.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsonsone Gjerd 1 8.8.2013	Nærøysundet 64° 56,788'N 11° 28,015'Ø	128	1	16,3	Silt og leire. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark og skjell registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Silt og leire. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Silt og leire. Lysegrå farge, normal lukt. Uttak til kjemi og geologi.
Overgangs- sone Gjerd 2 8.8.2013	Nærøysundet 64° 56,780' N 11° 28,322'Ø	162	1	16,3	Leire og silt, litt mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark og sjømus registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Leire, silt og mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark og slangestjerne registrert. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Leire, silt og mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone Gjerd 3 8.8.2013	Nærøysundet 64° 56,854'N 11° 29,088'Ø	135	1	16,3	Leire og sand, litt mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark, pigghuder og krepsdyr registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Leire og sand, litt mudder. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark, sjømus, pigghuder. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Uttak til kjemi og geologi.

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, da 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 (% TOM) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser. Analysene ble gjennomført av MoLab AS.

Analysene av kornfordelingen i sedimentet ble utført etter NS-9423. Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap (totalt organisk innhold, TOM), og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med NS 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 sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

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.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det tredje hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med et 2-kanals multimeter av typen HQ40D levert av Hach Lange gjennom firmaet Prossess-Styring AS.

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² grabb har et volum på 16,3 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom en sikt med hulldiameter 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene

bestemt til art. Bunndyrsmaterialet blir oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte Miljødirektoratets veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.2). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H'), snitt	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H'), sum	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰C

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

Produksjonen ved Gjerdinga startet i 2001, og anlegget har ligget i nåværende posisjon siden 2011. Anlegget består av 10 stk. 160m plastringer og er cirka 400 m langt. Lokalteten var brakklagt ved prøvetakingstidspunkt. Høst-2011 generasjon ble slaktet og lokaliteten brakklagt 22. juni 2013. Lokalteten lå også brakk fra april 2010 til august 2011. Det er usikkert når lokaliteten skal anvendes igjen da dette er avhengig av bruk av sonene.

Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon i tonn på Gjerdinga for siste generasjon i tidsrommet 18.8.2011 til 22.6.2013.

	Utføret mengde	Produsert mengde
2013 (januar-juli)	1229 tonn	ca. 1127 tonn
Siste generasjon (18.8.11 – 22.6.13)	6603 tonn	ca. 5670 tonn

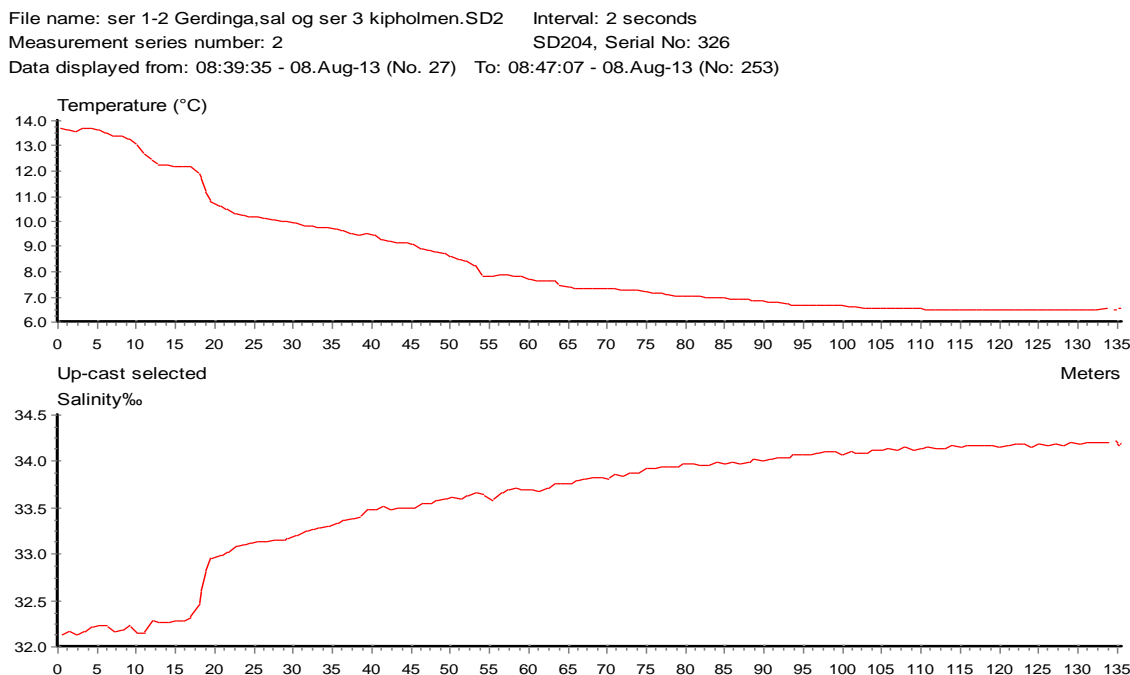
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen ved fjernstasjonen Gjerd 3. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1-3.2.

Figur 3.1 viser at de øverste 20 meterne av vannsøylen ved fjernstasjonen består av et varmere vannlag som holder 11-14 °C. Fra 20 meters dyp avtar temperaturen gradvis nedover i dypet. Bunnvannet holder 6,5 °C. Saltholdigheten ligger på 32,1 ‰ i overflatevannet. Vannmassene blir noe saltere nedover i dypet, og ved bunnen er saltholdigheten 34,2 ‰.

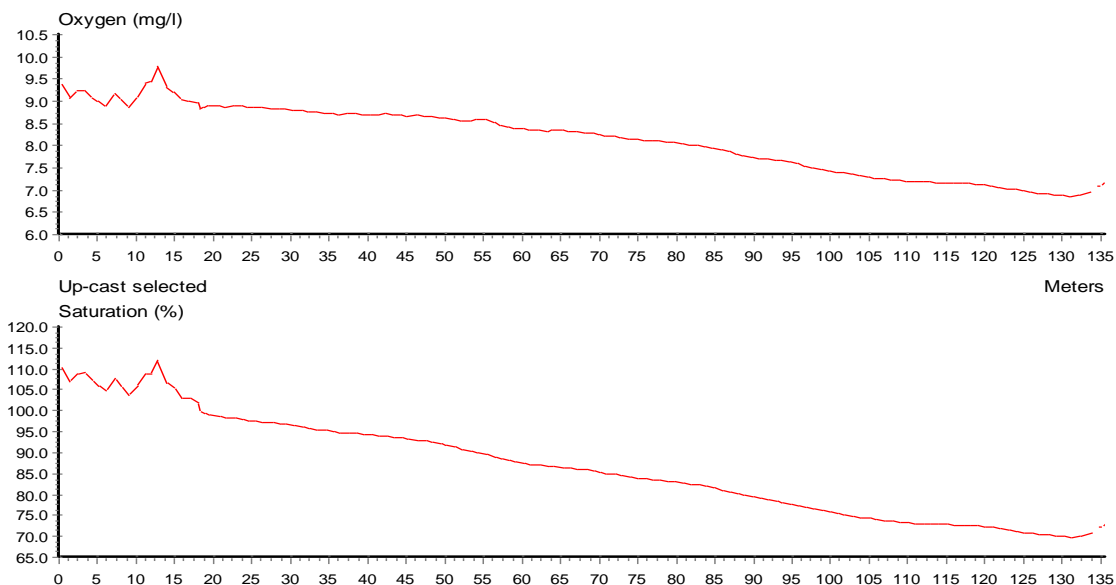
Oksygennivået er høyt i de øvre vannmassene (se figur 3.2). Det avtar noe nedover i dypet. Noen meter over havbunnen er konsentrasjonen 6,9 mg O₂/liter sjøvann på det laveste, og metningen ligger på 70 %. Dette tilsvarer 4,86 ml O₂/liter sjøvann med en omregningsfaktor på 1,42, og gir tilstandsklasse I - Svært god etter klassifiseringen for oksygen i dypvann beskrevet i Molvær *et al.*, 97 (se tabell 2.2).



Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 135 meters dyp ved fjernstasjonen Gjerd 3 den 08. august 2013.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

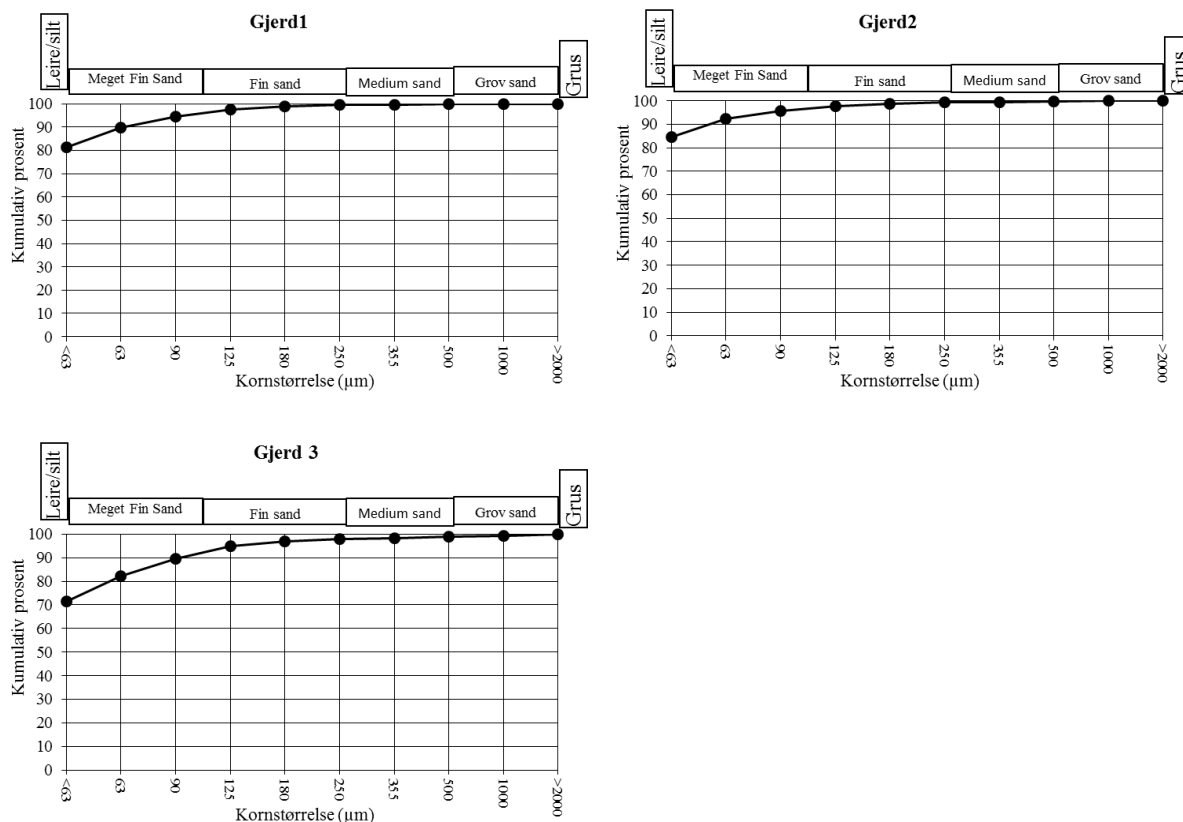
File name: ser 1-2 Gerdinga,sal og ser 3 kipholmen.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 08:39:35 - 08.Aug-13 (No. 27) To: 08:47:07 - 08.Aug-13 (No: 253)



Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 135 meters dyp ved fjerstasjon Gjerd 3 den 08. august 2013.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Gjerdinga er presentert i figur 3.3 og tabell 3.1.



Figur 3.3: Kornfordeling (μm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Gjerdinga, august 2013.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Gjerdinga i 2013 og 2011.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% Glødetap)	Kornstørrelsefordeling (%)		
				Silt og leire	Sand	Grus
Gjerd 1	2013	128	11,3	81,2	18,8	0,0
Gjer 1	2011	117	7,6	49,0	51,0	0,0
Gjerd 2	2013	162	11,3	84,6	15,4	0,0
Gjer 2	2011	162	12,6	86,0	14,0	0,0
Gjerd 3	2013	135	9,5	71,5	27,7	0,8
Gjer 3	2011	135	10,1	66,0	34,0	0,0

På nærsone-stasjonen, Gjerd 1, dominerte silt og leire som utgjorde 81,2 % av sedimentet. De resterende 18,8 % bestod av sand. Glødetapet var 11,3 %. Det organiske innholdet var dermed innenfor det som er å forvente for norske fjorder. Denne stasjonen var flyttet og resultatene fra 2013 er derfor ikke direkte sammenliknbare med de fra 2011.

Overgangs-stasjonen, Gjerd 2, hadde et meget finkornet sediment bestående av 84,6 % leire og silt, mens det var kun 15,4 % sand og ingen grus. Også her var glødetapet 11,3 %. Dette er normalt for dype norske fjorder, og er en nedgang på 1,3 % siden prøvetaking i 2011.

Fjernstasjonen, Gjerd 3, hadde også et relativt finkornet sediment med 71,5 % silt og leire. De resterende 28,5 % besto av 27,7 % sandpartikler og 0,8 % grus. Her var glødetapet 9,5 %, og det organiske innholdet var dermed innenfor det en karakteriserer som vanlig for norske fjorder. Også ved denne stasjonen har det vært en nedgang i organisk innhold siden forrige undersøkelse.

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Den målte verdien av totalt organisk karbon (TOC) normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure *et al.*, 1993).

TOC-resultatene for nærsonen og overgangssonen viser nivåer som havner inn under tilstandsklassen V - Svært dårlig, mens fjernsonen klassifiseres til tilstanden IV - Dårlig (Tabell 3.2). Nivåene av sink og kobber er lave for alle tre stasjoner, og gir tilstandsklasse I - Svært god. Nivået av fosfor varierer fra 0,78 - 0,91 g/kg og dette betegnes som et lavt nivå.

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

Stasjon	År	Dyp (m)	Fosfor	Sink	TK	Kobber	TK	Tot. Org.	Normalisert TOC mg/g	TK	Tørrstoff
			mg/kg TS	mg/kg TS		mg/kg TS		mg/kg			(TS) %
Gjerd 1	2013	128	880	84,0	I	24,0	I	44,0	47,4	V	40,5
Gjer 1	2011	117	750	47,0	I	19,0	I	14,0	23,1	II	56,0
Gjerd 2	2013	162	780	70,0	I	20,0	I	42,0	44,8	V	42,2
Gjer 2	2011	162	750	78,0	I	20,0	I	37,0	39,6	IV	44,0
Gjerd 3	2013	135	910	70,0	I	20,0	I	33,0	38,1	IV	44,0
Gjer 3	2011	135	750	60,0	I	17,0	I	74,0	80,2	V	51,0

3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (E_h)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 5.

Målingen av pH og E_h på nær-, overgangs- og fjernstasjonen viste normal pH, positivt redokspotensiale og plasserer dermed alle tre stasjonene i tilstand 1.

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

Stasjon	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
Nærsonen	7,52	181	0	1
Overgangssonen	7,45	137	0	1
Fjernsonen	7,56	589	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.4-3.6, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i april 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Gjerd 1 ligger i nærsonen til lokalitet Gjerdinga, på 128 m dyp. Denne stasjonen ble flyttet i 2013 og er derfor ikke direkte sammenliknbar med stasjonen fra 2011 som lå på 117 m dyp. På Gjerd 1 ble det i 2013 funnet totalt 75 arter med til sammen 2022 individer. På

stasjonsnivå gav dette en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 3,79 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 21,7. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 1,18 og 0,65. Dette plasserer stasjonen i tilstandsklasse I - Svært god og tilstandsklasse II – God. I følge MOM-standarden er imidlertid diversitets-indeksene lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 1 (meget god). Den mest tallrike arten var muslingen *Thyasira sarsi*, som med 483 individer utgjorde nærmere 24 % av det totale antallet individer i prøven. Ellers ble det kun funnet børstemark blant de ti mest tallrike artene. *Thyasira sarsi* trives i sediment med en del organisk materiale. Sammen med det høye totale individantallet kan dette tyde på en viss gjødslingseffekt fra oppdrettsanlegget. Det ble funnet langt flere arter (107) ved den gamle nærsonestasjonen i 2011, noe som gjenspeiles i de høyere verdiene på diversitetsindeksene. Forholdene på nærsonestasjonen var noe dårligere ved undersøkelsen i 2013 enn i 2011, men siden nærsonestasjonen var flyttet så lå den også litt dypere i 2013 enn i 2011.

Ved Gjerd 2, som lå 273 m øst for anlegget og var den dypeste stasjonen i undersøkelsen (ca. 162 m dyp), ble det funnet 74 arter og 1571 individer til sammen. Dette gav en Shannon-Wiener (H') diversitetsindeks på 3,96 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 25,5. Begge indeksene havner i tilstandsklasse I – Svært God. NQI1 og NQI2 ble beregnet til henholdsvis 1,11 og 0,63, som havner i tilstandsklasse I- Svært God og II – God. Samlet sett vurderes Gjerd 2 til tilstandsklasse I – Svært God. Etter MOM-standarden, som også benyttes for overgangssonen, får stasjonen miljøtilstand 1 (meget god). Børstemark i slekten *Polydora* utgjorde den mest tallrike gruppen, med 454 individer og nesten 29 % av totalen. Ellers fantes det syv andre arter/grupper av børstemark og to skjellarter blant de ti mest tallrike artene. Shannon-Wiener-, Hurlbert- og NQI1-indeksene fikk samme tilstandsklasse som i 2011, mens NQI2 gikk i 2011 fra tilstand I til tilstand II i 2013.

Ved stasjon Gjerd 3, som lå på ca. 135 m dyp og lengst fra anlegget (ca. 875 m øst for anlegget) ble det funnet 79 arter og 1815 individer totalt. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på stasjonsnivå beregnet til 3,74 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 23,2. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 1,22 og 0,70. Begge plasserer stasjonen i tilstandsklasse I – Svært God, mens diversitetsindeksene (H' og ES_{100}), havner i tilstandsklasse II – God. I henhold til Veileder

1:2009 skal NQI1-verdien legges mest vekt på, så totalt får stasjonen tilstandsklasse I – Svært God. De to mest tallrike artene var børstemarkene *Myriochele heeri* med 428 individer (23,6 %) og *Maldane sarsi* med 407 individer (22,4 %). Resten av de ti mest tallrike artene/gruppene bestod utelukkende av børstemark. Shannon-Wiener diversiteten har gått en del ned siden 2011, mens NQI1- og NQI2-verdiene er relativt uforandret. Resultatene kan tyde på at forholdene kan ha blitt noe dårligere siden 2011 ved denne stasjonen,

De multivariate analysene viser at det er stasjon Gjerd 1-13 som skiller seg mest markant ut fra resten og at det var en tydelig forskjell mellom årene. Dendrogrammet (Figur 3.6) viser at parallellene fra hver stasjon er relativt like, med en likhet på mellom ca. 65 og 70 %. Figur 3.5 viser tidsutviklingen og at nærsonestasjonen har blitt mer ulik de to øvrige stasjonene i løpet av perioden 2011-2013.

Både artsindeksene, de geometriske klassene og de multivariate analysene kan indikere en svak negativ utvikling fra 2011 til 2013.

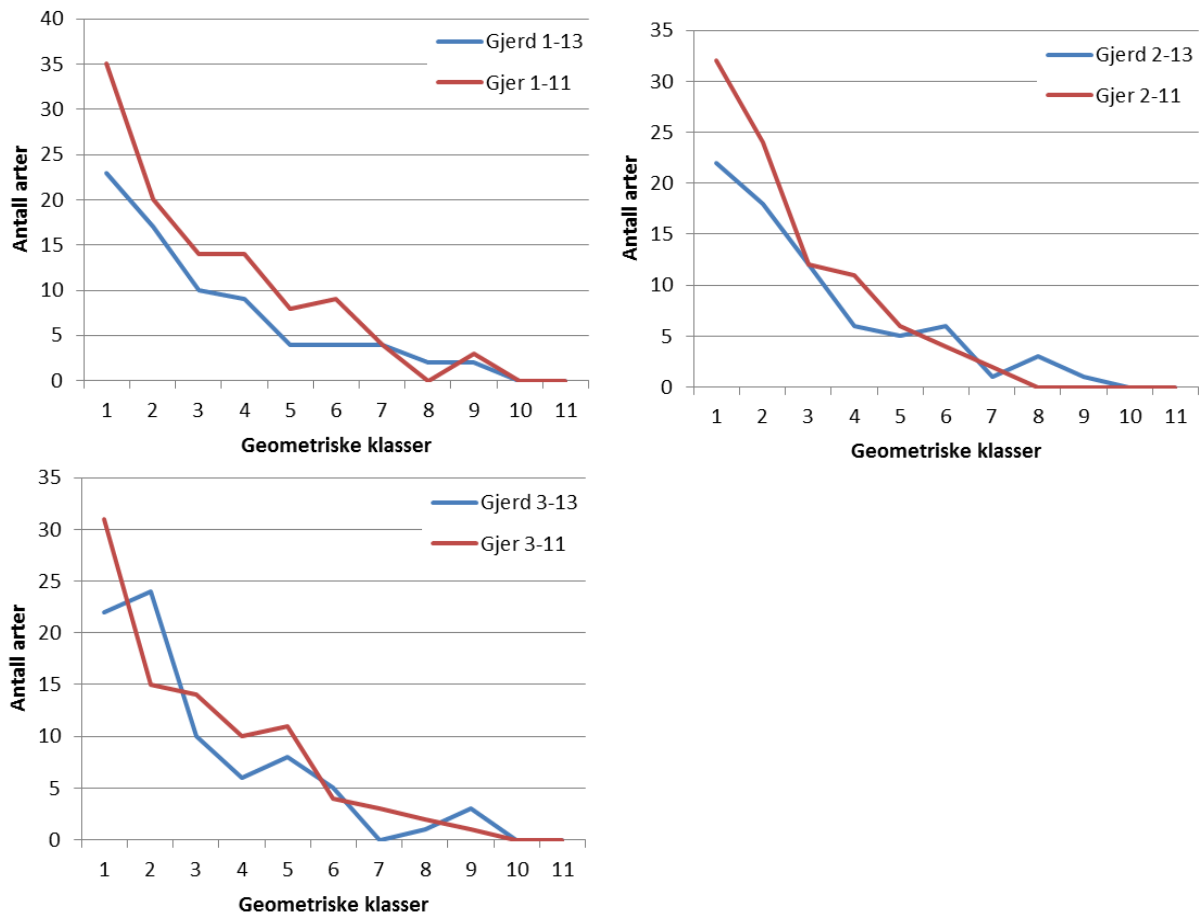
SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES₁₀₀), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 01:2009, (Direktorats- gruppen Vanddirektivet 2009, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007.

Stasjon	År	Hugg	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES ₁₀₀	TK	AMBI	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
Gjerd 1	2013	1	983	46	3,35	1,18	0,60	17,59		2,55	0,61	5,52	
		2	1039	63	4,23	1,19	0,71	25,78		2,03	0,71	5,98	
Sum			2022	75	3,98			23,04			0,64	6,23	1
Snitt			1011	54,5	3,79	1,18	0,65	21,68		2,29	0,66	5,75	
Gjer 1	2011	1	851	78	4,74	1,17	0,77	33,07		1,73	0,75	6,29	
		2	1368	85	4,52	1,22	0,75	30,18		1,82	0,71	6,41	
Sum			2219	107	4,69			31,90			0,70	6,74	1
Snitt			1109,5	81,5	4,63	1,20	0,76	31,62		1,78	0,73	6,35	
Gjerd 2	2013	1	534	58	4,29	1,11	0,70	27,65		2,21	0,73	5,86	
		2	1037	58	3,63	1,11	0,57	23,39		3,31	0,62	5,86	
Sum			1571	74	4,08			25,45			0,66	6,21	1
Snitt			785,5	58	3,96	1,11	0,63	25,52	I	2,76	0,68	5,86	
Gjer 2	2011	1	422	67	4,85	1,07	0,75	35,10		2,13	0,80	6,07	
		2	366	71	4,99	1,05	0,76	37,29		2,13	0,81	6,15	
Sum			788	91	5,04			36,60			0,77	6,51	1
Snitt			394	69	4,92	1,06	0,76	36,20	I	2,13	0,81	6,11	
Gjerd 3	2013	1	881	60	3,77	1,21	0,70	23,27		1,63	0,64	5,91	
		2	934	58	3,70	1,23	0,71	23,06		1,37	0,63	5,86	
Sum			1815	79	3,80			23,36			0,60	6,30	
Snitt			907,5	59	3,74	1,22	0,70	23,17	I	1,50	0,63	5,88	
Gjer 3	2011	1	394	59	4,63	1,05	0,71	32,36		2,51	0,79	5,88	
		2	1187	79	4,32	1,23	0,76	28,63		1,46	0,69	6,30	
Sum			1581	91	4,67			31,38			0,72	6,51	
Snitt			790,5	69	4,48	1,16	0,73	30,49	I	1,99	0,74	6,09	

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

SAM-Marin og Aqua Kompetanse



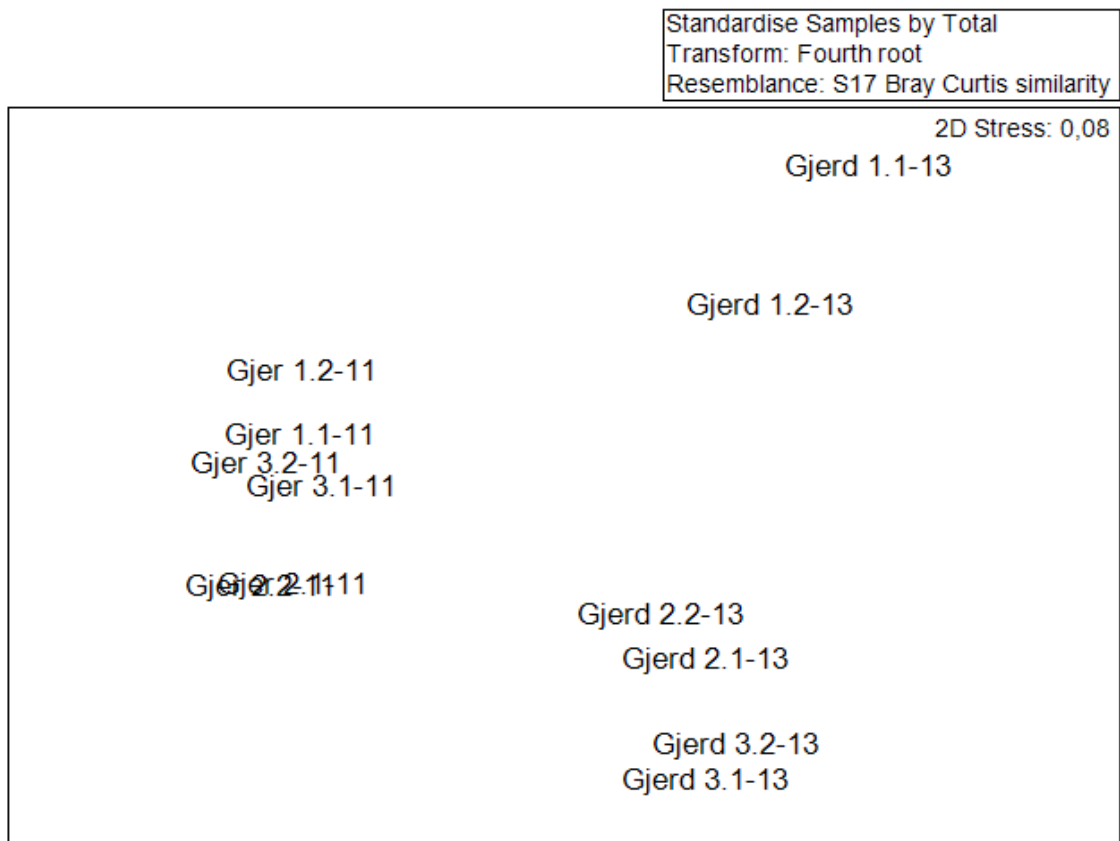
Figur 3.4: Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Gjerdinga i 2013 og 2011. Gjerd 1-13 kan ikke sammenlignes direkte med Gjer 1-11, da denne stasjonen har blitt flyttet.

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene/gruppene fra Gjerdinga i 2013 og 2011.

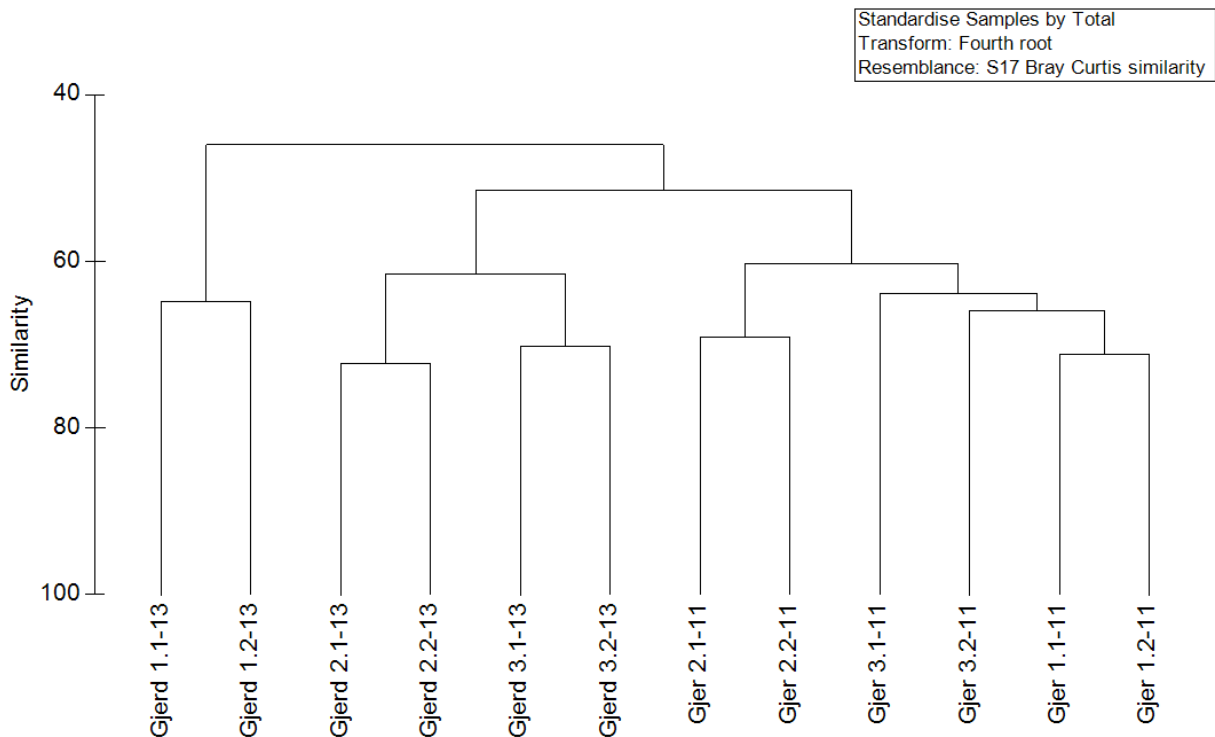
Gjerd 1 - 2013	Antall		Kumulativ		Gjer 1 - 2011	Antall		Kum.
	individer	%	%	individer		%	%	
<i>Thyasira sarsi</i>	483	23,9	23,9		<i>Myriochele heeri</i>	418	18,8	18,8
<i>Sabellides borealis</i>	293	14,5	38,4		<i>Maldane sarsi</i>	286	12,9	31,7
<i>Maldane sarsi</i>	250	12,4	50,8		<i>Owenia borealis</i>	271	12,2	43,9
<i>Owenia</i> sp.	178	8,8	59,6		<i>Thyasira sarsi</i>	108	4,9	48,8
<i>Chaetozone</i> sp.	123	6,1	65,6		<i>Galathowenia oculata</i>	102	4,6	53,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	105	5,2	70,8		Maldanidae indet.	79	3,6	57,0
<i>Galathowenia oculata</i>	78	3,9	74,7		<i>Chaetozone</i> sp.	69	3,1	60,1
<i>Capitella capitata</i>	64	3,2	77,9		<i>Diplocirrus glaucus</i>	61	2,7	62,8
Sabellidae indet.	41	2,0	79,9		<i>Paramphinome jeffreysii</i>	61	2,7	65,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	36	1,8	81,7		<i>Pista cristata</i>	56	2,5	68,1

Gjerd 2 - 2013	Antall		Kumulativ		Gjer 2 - 2011	Antall		Kum.
	individer	%	%	individer		%	%	
<i>Polydora</i> sp.	454	28,9	28,9		<i>Heteromastus filiformis</i>	112	14,2	14,2
<i>Maldane sarsi</i>	159	10,1	39,0		<i>Maldane sarsi</i>	101	12,8	27,0
<i>Heteromastus filiformis</i>	154	9,8	48,8		<i>Paramphinome jeffreysii</i>	54	6,9	33,9
<i>Galathowenia oculata</i>	151	9,6	58,4		<i>Galathowenia oculata</i>	49	6,2	40,1
<i>Abra nitida</i>	75	4,8	63,2		<i>Pista cristata</i>	37	4,7	44,8
<i>Pista cristata</i>	60	3,8	67,0		Maldanidae indet.	33	4,2	49,0
<i>Myriochele heeri</i>	54	3,4	70,5		<i>Myriochele heeri</i>	27	3,4	52,4
<i>Thyasira sarsi</i>	42	2,7	73,1		<i>Adontorhina similis</i>	26	3,3	55,7
<i>Chaetozone</i> sp.	36	2,3	75,4		<i>Thyasira sarsi</i>	24	3,0	58,8
<i>Melinna cristata</i>	34	2,2	77,6		<i>Diplocirrus glaucus</i>	23	2,9	61,7

Gjerd 3 - 2013	Antall		Kumulativ		Gjer 3 - 2011	Antall		Kum.
	individer	%	%	individer		%	%	
<i>Myriochele heeri</i>	428	23,6	23,6		<i>Maldane sarsi</i>	290	18,3	18,3
<i>Maldane sarsi</i>	407	22,4	46,0		<i>Myriochele heeri</i>	184	11,6	30,0
<i>Owenia</i> sp.	276	15,2	61,2		<i>Owenia borealis</i>	131	8,3	38,3
<i>Galathowenia oculata</i>	142	7,8	69,1		<i>Leaena ebranchiata</i>	126	8,0	46,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	46	2,5	71,6		<i>Heteromastus filiformis</i>	103	6,5	52,8
Sabellidae indet.	43	2,4	74,0		<i>Galathowenia oculata</i>	98	6,2	59,0
<i>Lanassa venusta</i>	40	2,2	76,2		Sabellides indet.	47	3,0	61,9
<i>Amythasides macroglossus</i>	34	1,9	78,0		Maldanidae indet.	43	2,7	64,6
<i>Chirimia biceps</i>	32	1,8	79,8		<i>Polydora</i> sp.	38	2,4	67,0
<i>Streblosoma intestinale</i>	29	1,6	81,4		<i>Galathowenia fragilis</i>	32	2,0	69,1



Figur 3.5: MDS plot på hugg-nivå fra Gjerdinga i 2013 og 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.6: Cluster plot på hugg-nivå fra Gjerdinga i 2013 og 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de undersøkte stasjonene.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av de marine miljøforholdene ved oppdrettslokaliteten Gjerdinga i Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 8. august 2013. Det ble samlet bunnprøver ved tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen og én lengre ut i fjernsonen til fjorden, hvor det ved sistnevnte også ble utført en hydrografisk måling.

Den hydrografiske undersøkelsen viste et høyt oksygenivå i hele vannsøyla ved fjernsonen til prøvetakingsområdet. Oksygenivået sank med økende dybde, men ikke mer enn at nivået i bunnvannet fikk tilstanden I - Meget god etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær *et al.*, 97. Dette tyder på at det er god omrøring i vannmassene i undersøkelsesområdet. Saltholdighets- og temperaturmålingen viste at det var et noe varmere og ferskere vannlag i de øverste 20 meterne av vannsøyla, mens begge måleparameterne avtok gradvis med økende dybde videre nedover i søyla. Ved bunnen var saltholdigheten over 34,0 ‰, noe som er en normal verdi for oseanisk vann. Det er trolig at avrenning fra vassdrag i området kan være med å redusere saltholdigheten i overflatevannet noe.

Sedimentundersøkelsen viste at bunnsedimentet i nærsone og overgangssonen var svært finkornet, med over 80 % av sedimentet bestående av en blanding av silt og leire. Også ved fjernstasjonen var det en overvekt av finfordelt silt- og leirpartikler (over 70 %). Det resterende sedimentet besto av grovere sandpartikler ved alle tre stasjonene, samt en liten andel grus i fjernsonen. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap viste normale nivåer ved alle tre stasjoner. Den kjemiske undersøkelsen av sedimentet viste lave nivåer av sink og kobber (TK I - Meget god etter Miljødirektoratets klassifisering), samt lave nivåer av fosfor. Parameteren total organisk karbon (TOC) var høy og hadde etter Miljødirektoratets klassifisering tilstandsklassene IV - Dårlig i fjernsonen og V - Svært dårlig i nær- og overgangssonen. TOC-klassifiseringen er imidlertid ikke tilpasset forholdene i norske fjorder (Aure *et al.*, 1993). Måling av pH og Eh ga de tre stasjonene tilstand 1 (etter MOM B-metodikk).

Bunndyrsanalysen viser gode forhold ved nærsonestasjonen Gjerd 1, som får miljøtilstand 1 (meget god) etter MOM-standarden. Relativt høye forekomster av skjellet *Thyasira sarsi* (29

%) samt høyt totalt individantall kan imidlertid tyde på en viss gjødslingseffekt fra anlegget. Ved Gjerd 3 og Gjerd 2 fant man gode forhold i dyresamfunnet på havbunnen og begge havnet i Miljødirektoratets tilstandsklasse I – Svært god. Også ved disse stasjonene var det, som ved nærsonestasjonen, høye totale individantall. Alle tre stasjonene havnet i samme tilstandsklasse som i 2011, selv om de fleste indeksene har gått litt ned siden forrige undersøkelse.

Oppsummert kan man si at denne undersøkelsen viser gode miljøforhold i prøvetakingsområdet ved Gjerdinga, både hva gjelder dyrelivet på bunnen og oksygenivå i vannsøyla. Parameteren TOC indikerer et høyt nivå av organisk karbon i området. Dette samsvarer imidlertid ikke med måling av organisk innhold målt som prosent glødetap, som indikerer et normalt nivå. Denne problematikken har vi sett tidligere, og det er påvist at selv upåvirkede marine miljøer har fått en dårlig tilstand basert på parameteren TOC, slik at denne parameteren må tolkes med varsomhet (Sandnes, 2004).

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og et hyggelig tokt. På toktet deltok Nasir El Shaikh og Linda Hagen fra Aqua Kompetanse AS. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten og Ingrida Petruskaite. Bunnedyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad, SAM-Marin.

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan, JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard, P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Olsen, A.W., Strøm, V., Hatlen, K., Johansen, P-O. 2012. MOM C-undersøkelse ved Gjerdinga i 2011. SAM e-rapport nr. 11-2012. 37 s.
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (Aqua Kompetanse AS rapp.) 60 s.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårige 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).

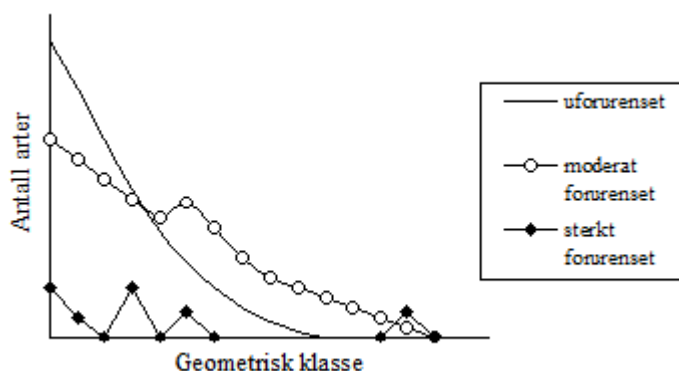
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes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

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. Ut fra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

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.

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:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

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

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQ11	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQ12	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES ₁₀₀	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

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

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

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

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av 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:

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

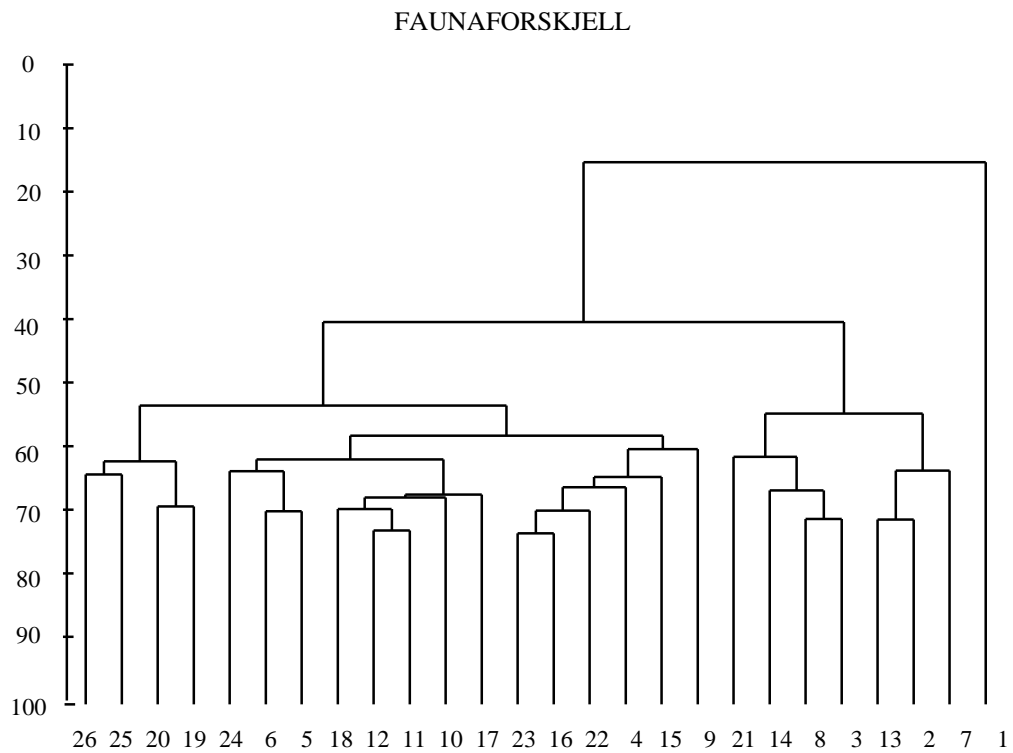
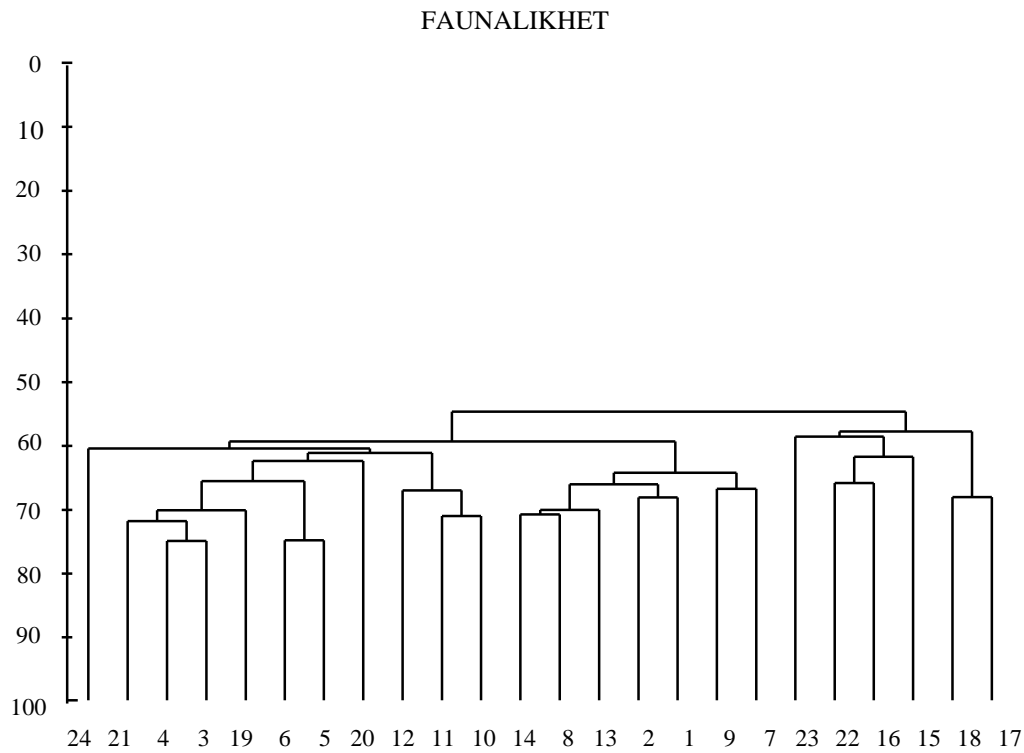
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på

stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon, $> 0,3$ plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

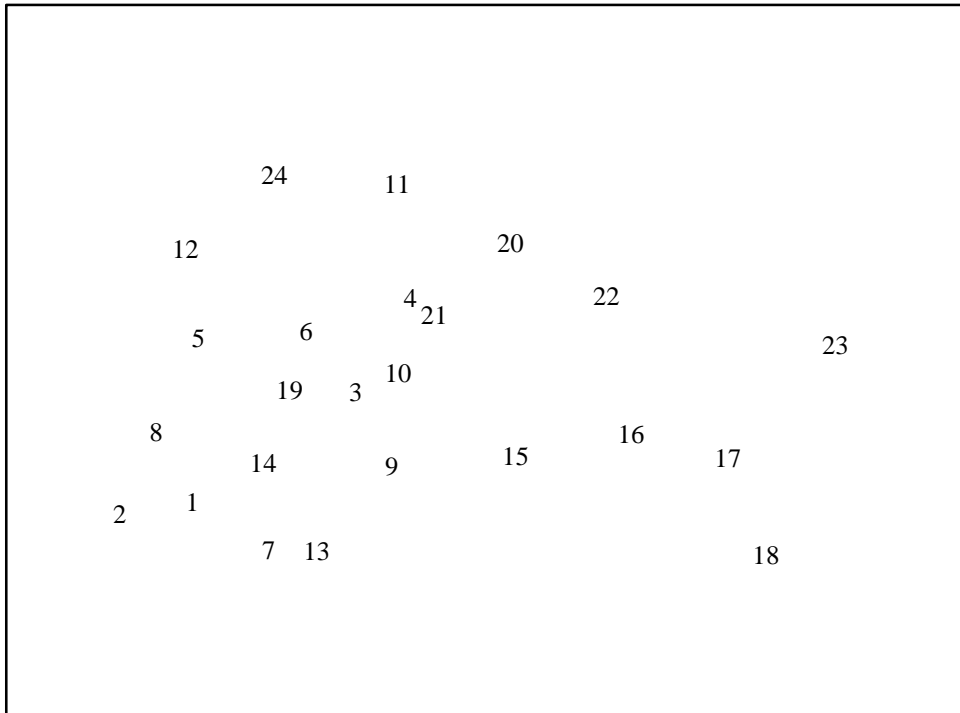
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

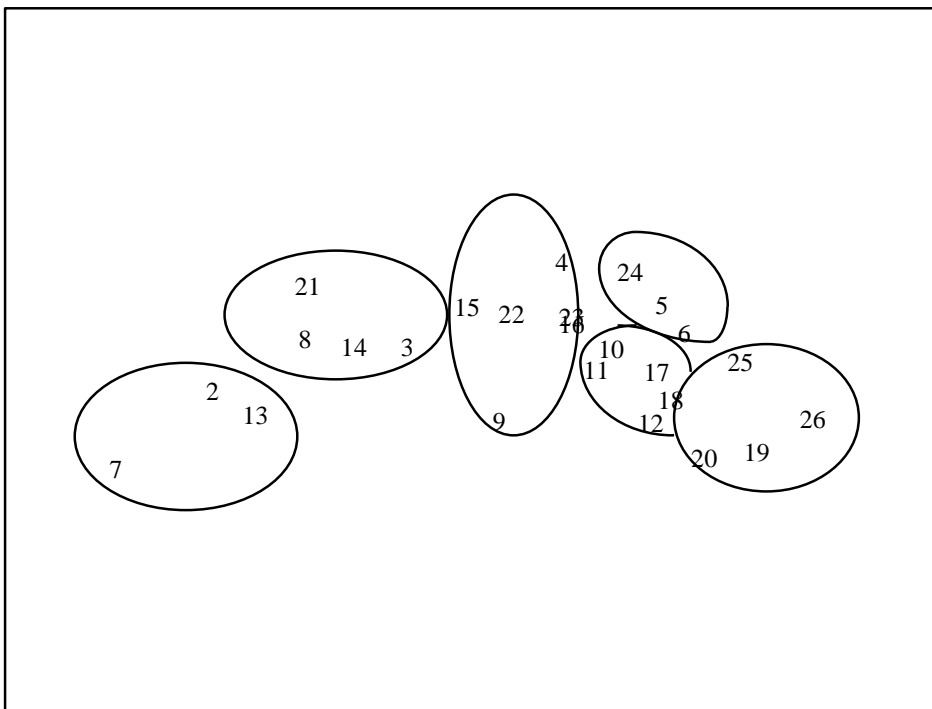


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. 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): SinkabergHansen AS, Marøy, 7900 Rørвик
Prosjekt nr.: 807866
Prøvetakingssted (område): Gjerdinga, Nærøy kommune
Dato for prøvetaking: 08.08.2013
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Polychaeta dårlig fiksert på Gjerd 2 og Gjerd 3
Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Frøydis Lygre

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:4 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/4	Stasjon	Gjerd 1	Gjerd 1	Gjerd 2	Gjerd 2	Gjerd 3	Gjerd 3
	Dato	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013
	Dyp	128 m	128 m	162 m	162 m	135 m	135 m
	Arter	1	2	1+	2+	1+	2+
	Hugg						
*	PORIFERA indet.		+				
*	HYDROZOA						
*	Hydrozoa indet.	+					
*	ANTHOZOA						
	<i>Cerianthus lloydii</i>		1				
*	NEMERTINI indet.	4	6	10	14	5	4
	ANNELIDA						
	POLYCHAETA						
	<i>Amaeana trilobata</i>						1
	<i>Amage auricula</i>			1			1
	<i>Ampharete falcata</i>	4	6	1	2		
	<i>Amphicteis gunneri</i>	0/1	0/1				
	<i>Amythasides macroglossus</i>		4	13	19	13	21
	<i>Anobothrus gracilis</i>		2				1
	<i>Anobothrus</i> sp.					1	
	<i>Aonides paucibranchiata</i>		1				
	<i>Aphelochaeta</i> sp.		1		1		
	<i>Brada granulosa</i>		1				
	<i>Brada villosa</i>				1		
	<i>Capitella capitata</i>	62	2				
	<i>Ceratocephale loveni</i>				1		
	<i>Chaetozone</i> sp.	62	61	13	23	10	14
	<i>Chirimia biceps</i>			8/5		5/10	5/12
	<i>Cirratulus cirratus</i>					2	1
	<i>Diplocirrus glaucus</i>		2/1	1	6/3	0/2	
	<i>Dipolydora socialis</i>	2					
	<i>Eclysippe vanelli</i>			3	3	5	3
	<i>Eteone</i> sp.	3	3		1	1	1
	<i>Euchone</i> sp.	2	6	2	4		2
	<i>Eulalia</i> sp.		2	1		1	1
	<i>Eupolymnia nesidensis</i>			1			
	<i>Exogone</i> sp.	2	3				
	<i>Galathowenia oculata</i>	26	52	70	81	84	58
	<i>Glyphanostomum pallescens</i>			1	1	1	
	<i>Harmothoe imbricata</i>	1					
	<i>Heteromastus filiformis</i>	60	45	82	72	26	20
	<i>Lanassa venusta</i>					18	22
	<i>Laonice sarsi</i>			1			
	<i>Laphania boeckii</i>	1	8/1	3	2	7	5
	<i>Levinsenia gracilis</i>						1
	<i>Lumbrichymene</i> sp.		2				
	Lumbrineridae indet.		2	4	3		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/4	Stasjon	Gjerd 1	Gjerd 1	Gjerd 2	Gjerd 2	Gjerd 3	Gjerd 3
	Dato	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013
Arter	Dyp Hugg	128 m 1	128 m 2	162 m 1*	162 m 2*	135 m 1*	135 m 2*
<i>Maldane sarsi</i>		101	149	99	60	156	251
Maldanidae indet.		6	21	9	16	7	13
<i>Melinna albicincta</i>							1
<i>Melinna cristata</i>			2	20/5	8/1	1/2	0/1
<i>Melinna elisabethae</i>		1	4/17	6	3/11		3/1
<i>Monticellina</i> sp.						1	
<i>Myriochele danielsseni</i>			1			4	8
<i>Myriochele heeri</i>			9	19	35	231	197
<i>Neoamphitrite affinis</i>							1
<i>Nephtys ciliata</i>		4/1	5	1	1		0/2
<i>Nephtys hystricis</i>						2	
<i>Nereimyra</i> cf. <i>woodsholea</i>					3		
<i>Nereimyra punctata</i>		1					
<i>Nothria conchylega</i>						5	8
<i>Notomastus latericeus</i>					2	1	1
<i>Ophelina acuminata</i>		12	20				
<i>Owenia</i> sp.		32	146	4	5	136	140
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		9	27	2	17	3	12
<i>Paramphitrite birulai</i>					1	1	1
<i>Pectinaria belgica</i>				1			
<i>Pectinaria koreni</i>		2	2/1	1/1			
<i>Petaloproctus</i> sp.			1			1	
<i>Pholoe baltica</i>		19	15		3	5	
<i>Pholoe pallida</i>					1		
<i>Phyllodoce groenlandica</i>		0/1	0/3	0/7	0/14	1/2	
<i>Phyllodoce mucosa</i>		1					
<i>Phylo norvegicus</i>							1
<i>Pista cristata</i>			9	25/7	20/8	10	9
<i>Pista lornensis</i>						1/1	
<i>Platynereis dumerilii</i>			1				
<i>Polycirrus norvegicus</i>			3				
<i>Polydora</i> sp.		6	25	20	434	8	10
Polynoidae indet.		0/2	0/5	1	2		
<i>Prionospio cirrifera</i>		5	5			1	
<i>Prionospio steenstrupi</i>		2					
<i>Rhodine loveni</i>		+	+			2	
Sabellidae indet.		9	32	6	7	25	18
<i>Sabellides borealis</i>		229	64	4	27	1	2
<i>Sabellides octocirrata</i>			4/6	2/3	3/3	1	7/3
<i>Scalibregma inflatum</i>		0/4	0/8				1
<i>Scoloplos armiger</i>			1				
* <i>Siboglinum ekmani</i>					3		1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 3/4	Stasjon	Gjerd 1	Gjerd 1	Gjerd 2	Gjerd 2	Gjerd 3	Gjerd 3
	Dato	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013
	Dyp	128 m	128 m	162 m	162 m	135 m	135 m
Arter	Hugg	1	2	1+	2+	1+	2+
* <i>Siboglimum fiordicum</i>				2	1		
* <i>Siboglimum</i> sp.			1			1	
<i>Spio</i> sp.		2	2				
<i>Spiochaetopterus typicus</i>					0/1		
<i>Spiophanes bombyx</i>				0/1			
<i>Spiophanes kroyeri</i>		0/1	5/1	0/2	0/11	2/15	0/10
<i>Streblosoma intestinale</i>			2	1		16/2	8/3
Syllidae indet.		4	3		1	1	1
<i>Terebellides stroemii</i>				2	4	9	12
<i>Trichobranchus roseus</i>			3	1	0/1		1
OLIGOCHAETA indet.		2	1				
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.				3		5	
<i>Phascolion strombus</i>		1	2	5/1	1	1	3/1
CRUSTACEA							
* Amphipoda indet.		13	17	15	12	9	12
<i>Balamus balamus</i>		0/2					
* <i>Calanus finmarchicus</i>					1		
* <i>Cypridina norvegica</i>			1	10	5	7	18
* Decapoda larve			0/1	0/2		0/1	
<i>Diastylis cornuta</i>			1				
<i>Diastylis scorpioides</i>							1
<i>Eudorella emarginata</i>			1			1	2
<i>Eudorella truncatula</i>				1	1	2	
* Euphausiacea indet.		2		1	2	1	
* <i>Gnathia</i> sp.				1	3	1	2
* <i>Hyas coarctatus</i>						1	
<i>Leptostylis longimana</i>				1	1		
<i>Leptostylis</i> sp.							1
<i>Leucon</i> sp.				1	2	2	2
* <i>Munida sarsi</i>						1	
<i>Munna</i> sp.			1				
* <i>Nebalia</i> sp.				1			
<i>Pleurogonium spinosissimum</i>						2	
* Tanaidacea indet.				1	1	8	1
* PYCNOGONIDA indet.							1
MOLLUSCA							
<i>Abra alba</i>		0/1	1				
<i>Abra nitida</i>		3	3/16	1/28	2/44	2/4	0/10
<i>Adontorhina similis</i>				3	2	4	
<i>Aporrhais pespelecani</i>		1					
<i>Bathyarca pectunculoides</i>					2	1/1	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 4/4	Stasjon	Gjerd 1	Gjerd 1	Gjerd 2	Gjerd 2	Gjerd 3	Gjerd 3
	Dato	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013	08.08.2013
	Dyp	128 m	128 m	162 m	162 m	135 m	135 m
Arter	Hugg	1	2	1*	2*	1*	2*
<i>Caudofoveata</i> indet.					4	1	3
<i>Crenella decussata</i>				1			
<i>Eulima</i> sp.			1				
<i>Euspira montagui</i>			0/1	2			2
<i>Hiatella</i> sp.		1					
<i>Kelliella abyssicola</i>				1			1
<i>Macoma calcarea</i>			0/1				
<i>Mendicula ferruginosa</i>			4	3	3/1	1	4
* Mytilidae indet.						0/1	
<i>Nucula tumidula</i>					1		
<i>Nuculana minuta</i>			0/1		0/1	0/1	
<i>Nuculana permula</i>		1					
<i>Oenopota trevelliana</i>					1		
<i>Puncturella noachina</i>						1	
<i>Thyasira equalis</i>		2		0/1	0/3	0/3	
<i>Thyasira obsoleta</i>				1			
<i>Thyasira sarsi</i>		86/201	50/146	1/9	4/28		
<i>Trichotropis borealis</i>						2	
<i>Yoldiella lucida</i>		0/1		4	2	0/2	0/1
<i>Yoldiella nana</i>				2			
* BRYOZOA							
* Bryozoa indet grenet		+					
ECHINODERMATA							
<i>Amphilepis norvegica</i>				1	1/1		1
<i>Amphipholis squamata</i>				1		1/1	1/1
<i>Amphinura chiajei</i>							1
<i>Ophiuroides sarsii</i>				0/1	1	0/2	1
Echinoidea indet.		0/1					
Synaptidae indet.				2	5		3
* CHAETOGNATHA indet.		1	1				
* Fiske Egg							1
* VARIA		+	+	+			

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Geometrisk klasse	Gjerd 1-13	Gjerd 2-13	Gjerd 3-13	Gjer 1-11	Gjer 2-11	Gjer 3-11
I	23	22	22	35	32	31
II	17	18	24	20	24	15
III	10	12	10	14	12	14
IV	9	6	6	14	11	10
V	4	5	8	8	6	11
VI	4	6	5	9	4	4
VII	4	1	0	4	2	3
VIII	2	3	1	0	0	2
IX	2	1	3	3	0	1
X	0	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi



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

Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-002135-02



EUNOBE-00007600

Prøvemottak: 27.08.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 27.08.2013-09.09.2013
Referanse: 807866 / 98/13

ANALYSERAPPORT

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

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 880	mg/kg tv	a) 780	mg/kg tv	a) 910	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 24	mg/kg tv	a) 20	mg/kg tv	a) 20	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 84	mg/kg tv	a) 70	mg/kg tv	a) 70	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 4.4	% TS	a) 4.2	% TS	a) 3.3	% TS	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 40.5	% (w/w)	a) 42.2	% (w/w)	a) 44	% (w/w)	EN 14346	0.1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 07.10.2013

Helene L. Botnevik

Helene Lillethun Botnevik

Kvalitetsleder/avd.leder mikro

Tegnforklaring:

*: (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		RAPPORT Sedimentprøver SAM-MARIN		
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Sentralt fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 51694	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-17582	Dato: 17.09.2013	
Rev. nr.: 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 611101	Utført: Terje Kolberg	Ansvarlig signatur: 	

Prøver mottatt dato: 05.09.2013

RESULTATER

Prøve merket:			807866/ 2/13 Gjerd 1	807866/ 2/13 Gjerd 2	807866/ 2/13 Gjerd 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 082598	KA- 082599	KA- 082600		
TOM (550 oC)	%	13.09.13	11,3	11,3	9,46		

Kornfordeling

Analysedato: 09.09.13

Gjerd 1		KA- 082598							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	81,2		
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,54	Sand	18,8		
500	1	0,02	0,4	0,4		Grus	0,0		
355	1,5	0,01	0,2	0,6	SdΦ				
250	2	0,03	0,6	1,1	1,57				
180	2,5	0,08	1,5	2,6					
125	3	0,15	2,8	5,4	SkΦ				
90	3,5	0,25	4,7	10,1	-0,04				
63	4	0,47	8,8	18,8					
<63	8	4,36	81,2	100,0	KΦ				
		5,37	100,0		0,80				

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

Gjerd 2		KA-082599							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ		Silt og leire		84,6
1000	0	0,01	0,2	0,2		5,64	Sand		15,4
500	1	0,02	0,3	0,5			Grus		0,0
355	1,5	0,02	0,3	0,8	Sd Φ				
250	2	0,03	0,5	1,3		1,51			
180	2,5	0,06	0,9	2,2					
125	3	0,13	2,0	4,2	Sk Φ				
90	3,5	0,22	3,5	7,7		-0,04			
63	4	0,49	7,7	15,4					
<63	8	5,39	84,6	100,0	K Φ				
		6,37	100,0			0,81			

Gjerd 3		KA-082600							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,07	0,8	0,8	Md Φ		Silt og leire		71,5
1000	0	0,03	0,4	1,2		5,20	Sand		27,7
500	1	0,05	0,6	1,8			Grus		0,8
355	1,5	0,02	0,2	2,0	Sd Φ				
250	2	0,08	0,9	2,9		1,73			
180	2,5	0,19	2,2	5,2					
125	3	0,45	5,3	10,4	Sk Φ				
90	3,5	0,64	7,5	17,9		-0,01			
63	4	0,90	10,6	28,5					
<63	8	6,10	71,5	100,0	K Φ				
		8,53	100,0			0,78			

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	NS-9423	A	10	-	%

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

ANMERKNINGER

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

Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Sinkenberg-Hansen AS
 Lokaltitet: Gjerdinga
 Lokaltitetstype: Matfisk

Dato: 8/8-13
 Lokaltetsnr: 12714

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks		
			Gjed3	Gjed2	Gjed1										
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0										#DIV/0!
I	Tilstand (Gruppe I)														
II	pH	verdi	7,56	7,45	7,52										
	E _n (mv)	verdi	372	-80	-36										
		+ ref. verdi	589	137	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	pH/E _n	fra figur	0	0	0										#DIV/0!
	Tilstand, prøve		1	1	1										
	Tilstand, gruppe II														
			Buffer temp: 15,6°C Temp sjø: 13,7°C Temp sediment: 9,5°C pH sjø: 8,21 Eh sjø: 327 mV Ref. elektrode: 217												
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			8/8-13 dirda Hagen												
III	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													
	Konsistens	Fast = 0													
		Myk = 2	2	2	2										
		Løs = 4													
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0													
1/4 ≤ v < 3/4 = 1															
v ≥ 3/4 = 2		2	2	2											
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0											
	2 - 8 cm = 1														
	t ≥ 8 cm = 2														
	SUM		4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,88	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Tilstand prøve		1	1	1										
	Tilstand gruppe III														
	Middelverdi gruppe II og III		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	Tilstand gruppe II og III														
pH/Eh	Korr. sum														
	Indeks	Tilstand													
	Middelverdi														
	< 1,1	1													
	1,1 - < 2,1	2													
2,1 - < 3,1	3														
≥ 3,1	4														
Tilstand													Lokalitetstilstand		
Gruppe I			Gruppe II og III												
A			1, 2, 3, 4									1, 2, 3, 4			
4			1, 2, 3									1, 2, 3			
4			4									4			
LOKALITETSTILSTAND													0		

Korrekturlest: 13.8.13 dato

NES Sign.

Viktor Sign.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Sinkaberg-Hansen

Dato: 8/8-13

Lokalitet: Gjerdinga

Lokalitetsnr:

12714

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetaksingssted (nr)	Gjed 3	Gjed2	Gjed1																
Dyp (m)	135	162	128																
Antall forsøk	1	1	1																
Bobling (i prøve)																			
Primær-sediment	Grus																		
	Skjellsand																		
	Sand	1		1															
	Mudder		1																
	Silt		3																
Leire	4	1	4																
Fjellbunn																			
Steinbunn																			
Pigghuder, antall	Flere																		
Krepsdyr, antall	Flere																		
Skjell, antall				Flere															
Børstemark, antall	Flere	Flere	Flere																
Andre dyr, antall	Se Kommentar	Se Kommentar																	
Malacoceros fuliginosa																			
Beggiatoa																			
Fôr																			
Fekalier																			
Kommentarer	D y n t e r b o b l i n g	G r u s s i	G r u s s i	S i l t s i l t s i l t															

Korrekturlest: 13.8.13
dato

UES
Sign.

Stine Jensen
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .