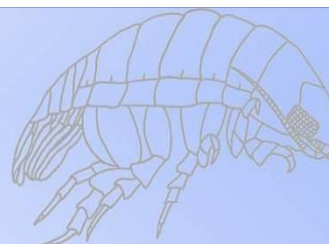


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 35 – 2013

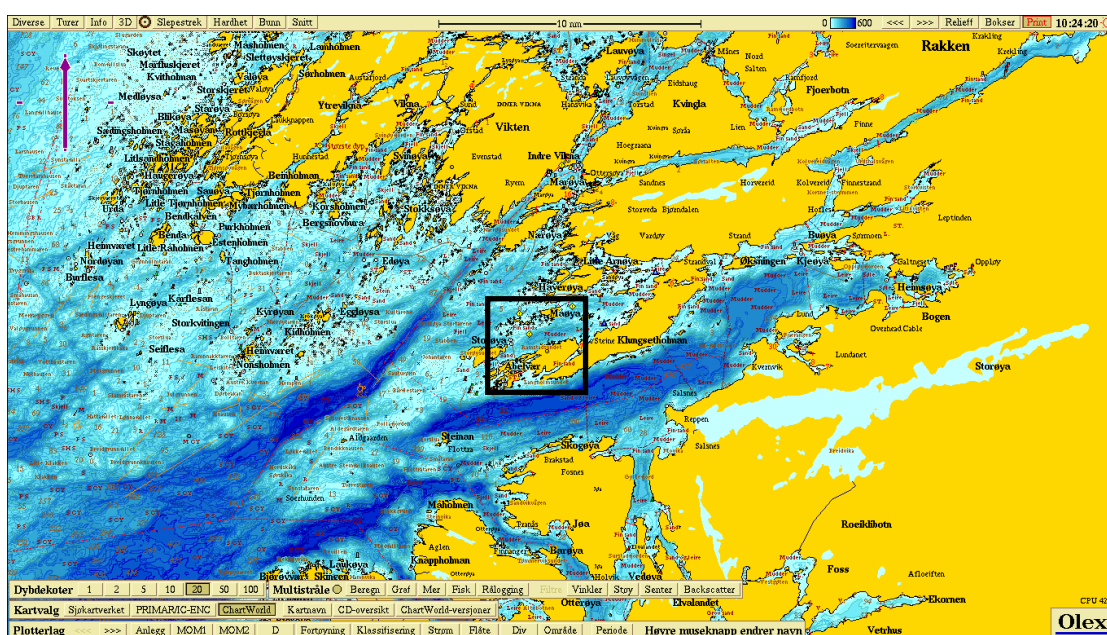
MOM C-undersøkelse fra lokalitet Geitryggen i Arnøfjorden, Nærøy kommune, mars 2013



Vidar Strøm

Otto K Sandnes

Silje Hadler-Jacobsen

Per-Otto Johansen



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

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Geitryggen i Arnøfjorden, Nærøy kommune, mars 2013	Dato: Felt: 21.03.2013
	Rapport: 30.08.2013
Forfatter(e): Vidar Strøm, Otto K Sandnes, Silje Hadler-Jacobsen, Per- Otto Johansen	Antall sider og bilag: 45
	Prosjektleder: Vidar Strøm
	Prosjektnummer: 807496

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS region Nord	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

Abstract: :On assignment from Marine Harvest AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-marin, was hired in to investigate the marine area by the fish farm Geitryggen, which is located 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: Geit1, which is located in the near zone, Geit2, which is located further northeast of the fish farm, and Geit3, which lies further northeast of the farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (KLIF). The results show that the level of copper and zinc was low on all stations. The level of phosphorus was also low on all stations. The total organic carbon (TOC) showed high levels (classification IV 'Bad' at Geit 1 and classification V 'Very bad' at Geit 2 and 3). However, the organic content expressed as % volatile total solids indicated a low organic content on all three stations. The sediment from the near zone station consisted mostly of sand, while the sediment from the deeper stations consisted mostly of fine-grained material, mainly in the silt category. The hydrographical data shows that the bottom water in the investigated area had a satisfactorily high oxygen concentration, which gave the classification 'good' at Geit 1 and 2, and the classification 'moderate to good' at Geit 3, according to Molvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed moderate conditions at all three stations. The fauna at Geit1 were dominated of the highly tolerant polychaetes *Capitella capitata*, which indicates a certain degree of influence from the fish farm.

Keywords: Fish farm, Recipient, Benthos Sediment, MOM C,	Emneord: Fiskeoppdrett, Resipient, Bunndyr Sediment, MOM C	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 35-2013
--	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	30.08.2013	<i>Per- Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	21.03.2013	<i>Vidar Strøm</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: Aqua Kompetanse

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

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

Rapportering utført av: SAM-marin

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: SAM-marin

Ikke akkreditert:

Glødetap utført av SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: -

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Umwelt Ost GmbH, Freiberg **akkrediteringsnummer**

se M&M-kapittel for nærmere opplysninger

Akkreditert: TOC, metall, tørrstoff

Ikke akkreditert: -


Andre: -



Kontoradresse: Miljøbygget, Lauvsnes
 Postadresse: Miljøbygget 7770 Flatanger
 Telefon: 74 28 84 30
 Mobil: 909 43 493
 E-post: post@aquakompetanse.no
www.aqua-kompetanse.no
 Bankgiro: 4400.07.25541
 Org. Nr.: 982 226 163

MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokalitet Geitryggen i 2013

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOMC-undersøkelse fra lokalitet Geitryggen i Arnøfjorden, Nærøy kommune, mars 2013		
Rapport-nummer:	SAM e-rapport 35-2013	Lokalitetens navn:	Geitryggen
Lokalitetsnummer:	31357	GPS, senter i anlegg:	64°45.051N 11°11.342Ø
Fylke:	Nord-Trøndelag	Kommune:	Nærøy
MTB-tillatelse:	3120 tonn	Driftsleder:	Ovid Møllevik
Dato undersøkelse:	21.03.2013	Dato rapport:	30.08.2013
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS, region Nord		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007):				
Stasjoner		Stasjon 1 (nærsonen)	Stasjon 2 (overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsonen)
Parametere				
GPS (prøvestasjoner):		64 45,046'N 11 11,528'Ø	64 45,180'N 11 12,131'Ø	64 45,425'N 11 13,100'Ø
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	33	75	34
	Antall individer:	5594	5154	1146
	Jevnhet (0-1):	0,26	0,36	0,67
	Shann.Wien. (H') SW, tilst.klasse:		2,13 III 'Mindre god'	3,12 II 'God'
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:		13,98 III 'Mindre god'	13,45 III 'Mindre god'
	MOM-tilstand:	2 'God'		
Normal. TOC	TOC (mg/g):	38,2	45,4	50,2
	TOC, tilst.klasse:	IV 'Dårlig'	V 'Meget dårlig'	V 'Meget dårlig'
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg):	71	100	150
	Zn, tilst.klasse:	I 'Meget god'	I 'Meget god'	I-II 'God til meget god'
	P (g/kg):	0,75	0,8	0,92
	P, kommentar:	Lavt	Lavt	Lavt
Oksygen	Cu (mg/kg)	19	23	29
	Cu, tilst.klasse:	I 'Meget god'	I 'Meget god'	I 'Meget god'
Oksygen	Målt verdi (%):	55 % i bunnvann	57 % i bunnvann	50 %
	O ₂ , tilst.klasse:	II 'God'	II 'God'	II-III 'Mindre god til god'
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		Mørkt overflatelag, normal lukt	Lysegrått overflatelag, normal luft	Lysegrått overflatelag, Normal lukt
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

INNHOOLD

1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER.....	7
2.1 Undersøkelsesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment.....	19
3.3 Kjemi.....	21
3.4 Bunndyr	22
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	27
5 TAKK	28
6 LITTERATUR.....	29
7 VEDLEGG.....	30
Generell vedleggsdel	30
Vedleggstabell 1. Artsliste	38
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser.....	42
Vedleggstabell 3. Analysebevis.....	43
Vedleggstabell 4. B1 og B2 skjema.....	44

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Geitryggen, Nærøy kommune. Lokalitetene eies av Marine Harvest Norway AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 21. mars 2013.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet i nærområdet til oppdrettslokaliteten Geitryggen. 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 KLIFs tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanndirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanndirektivet 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 Marine Harvest Norway 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, glødetap, kornfordeling, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

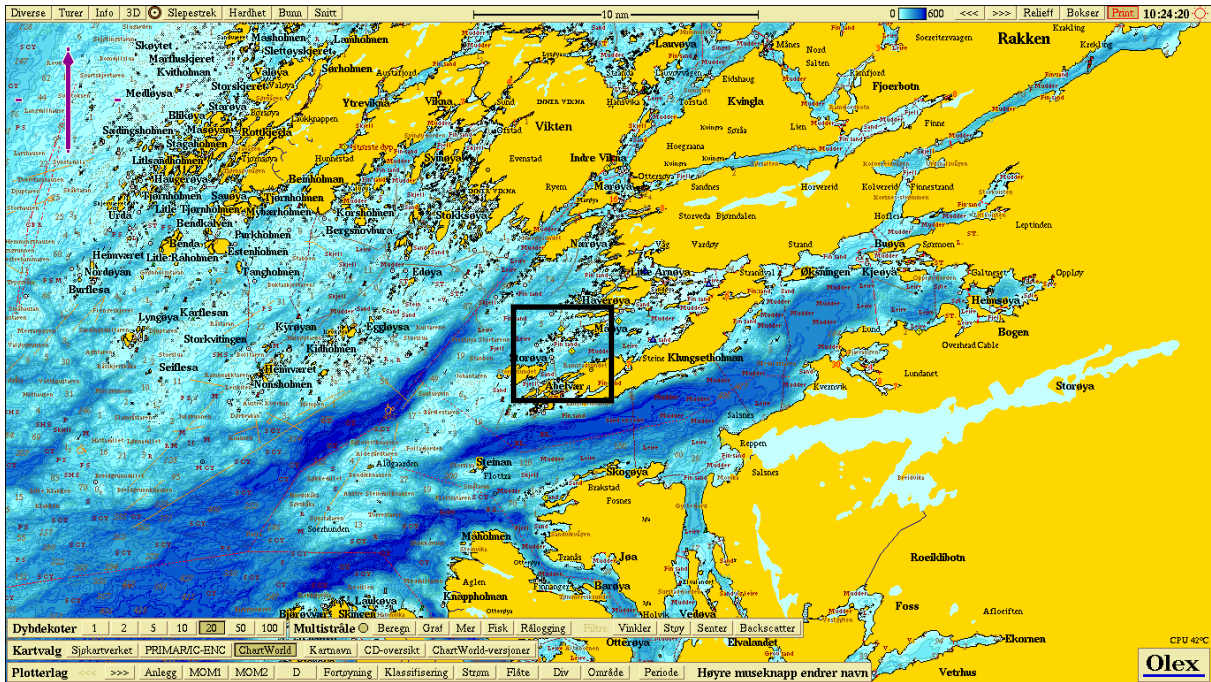
Undersøkellesområdet ligger i Arnøfjorden i Nærøy kommune i Nord-Trøndelag (se figur 2.1 og 2.2). Fjorden er avgrenset av terskler både i sørvestlig, nordlig, og østlig himmelretning. Lokaliteten som ble undersøkt kalles Geitryggen og eies og drives av Marine Harvest Norway. Det er en forholdsvis ny lokalitet som ble tatt i bruk i 2011. Oppdrettsfirmaet har også en annen lokalitet som ligger cirka 2,4 kilometer øst for Geitryggen.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

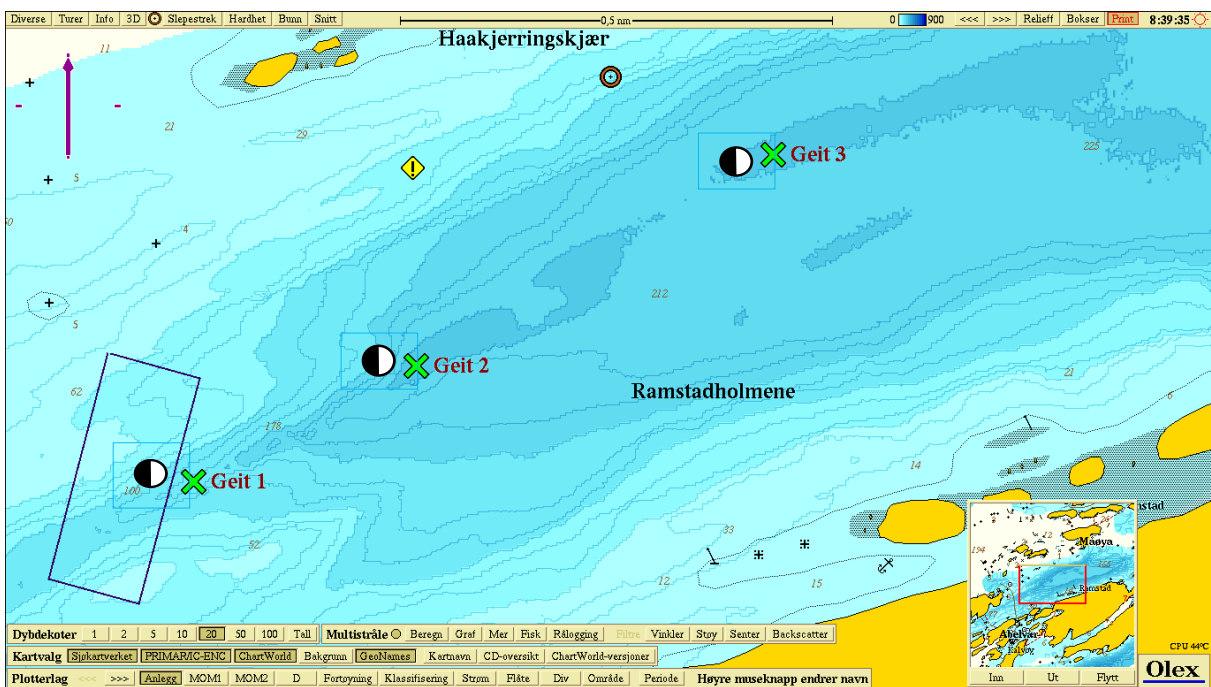
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest AS den 21. mars, 2013. Målinger av vannstrømmen i området har vist at hovedstrømretningen i Arnøfjorden er i nordøstlig himmelretning. Derfor er de tre prøvetakingsstasjonene lagt i nordøstlig retning i forhold til anlegget. Overgangssonestasjonen og fjernssonestasjonene er lagt i gryter på bunnen. Bunntopografien viser at det er to markerte gryter nordøst for anlegget. Dette medfører at overgangssonestasjonen ligger litt dypere enn fjernssonestasjonen, men det er bare snakk om få meter. Ved Geitryggen ble det tatt prøver fra en stasjon i nærsonen like øst for anlegget helt opp til anleggsramma, én i overgangssonen ca. 600 meter øst-nordøst for anlegget, og en stasjon ca. 1,5 km øst-nordøst for anlegget (fjernsonen). Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm, Nasir El Shaikh fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved hver stasjon på feltdagen 21. mars 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. Alle data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1. Oversiktskart over Folla med undersøkelsesområdet avmerket med svart firkant. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønne kryss angir stasjons plassering, 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 i Arnøfjorden i Nærøy. 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 Geit 1 21.3.2013	Arnøfjorden 64° 45,046'N 11° 11,528'Ø	172	1	9,5	Silt, sand og skjellsand. Mørkt overflatelag, normal lukt. Skjell, børstemark, og pigghuder registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	7,4	Silt, sand, og skjellsand. Mørkt overflatelag. Normal lukt. Skjell, børstemark, og pigghuder. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Overgangsone Geit 2 21.3.2013	Arnøfjorden 64° 45,180' N 11° 12,131'Ø	248	1	16,3	Silt og skjellsand. Lys grå overflatefarge, normal lukt. Børstemark, pigghuder, og skjell. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Silt og skjellsand. Lys grå overflatefarge, normal lukt. Børstemark, pigghuder, og skjell. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Fjærnsone Geit 3 21.3.2013	Arnøfjorden 64° 45,425'N 11° 13,100'Ø	242	1	16,3	Silt og leire. Grå overflatefarge, normal lukt. Børstemark og skjell registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Silt og leire. Grå overflatefarge, normal lukt. Børstemark og skjell registrert. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Uttak til kjemisk og geologisk prøve.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting 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 vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en 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 sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 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 parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med et 2-kanals multimeter av typen HQ40D levert av Hach Lange via 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 én sikt med hulldiamteter på 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 er 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 KLIF's veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg

til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to 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 Vanddirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml 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

På lokalitet Geitryggen startet produksjonen i 2011. Anlegget har ligget i nåværende posisjon ca 2 år. Anlegget er cirka 500 meter langt og består av merder. Det er produksjon i hele anlegget. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (21. mars, 2013) var ca. 2217541 kg. Fisken var av 2011 årgang (høst) og ble utslaktet 23 april 2013. Anlegget er i ettertid utleid til Salmonor i forbindelse med soneinndeling og luseforebygging i regionen.

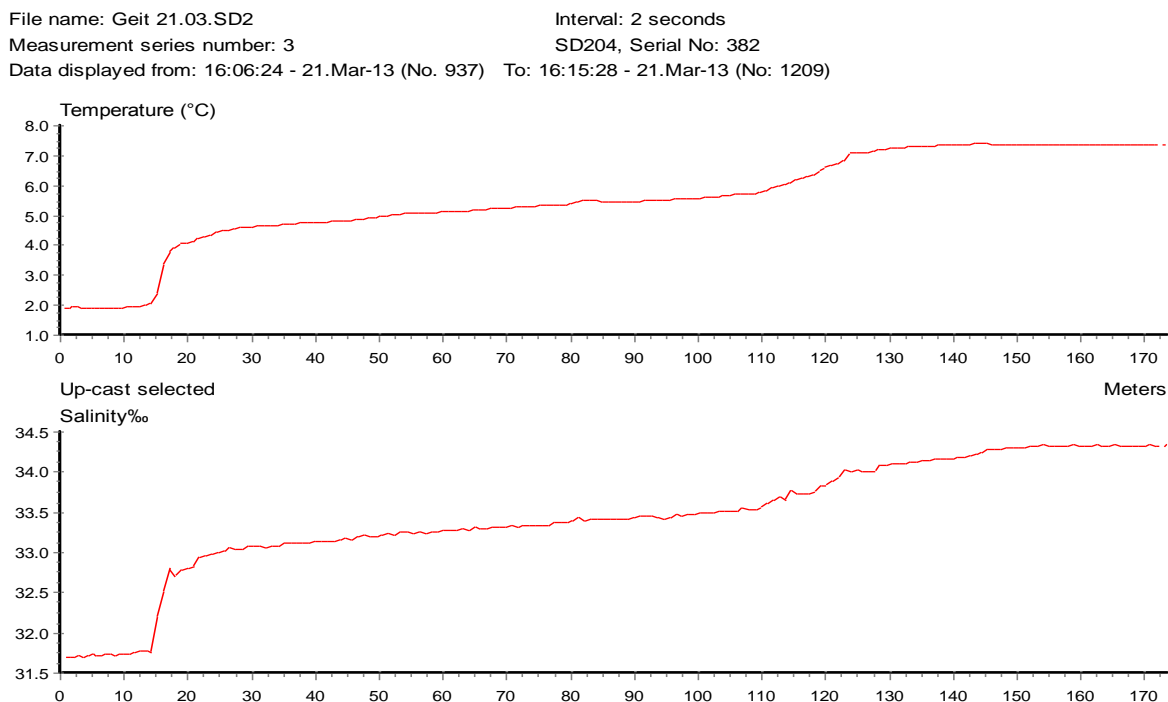
Tabell 2.4. Produksjon i tonn på Geitryggen de siste 3 år:

	Produsert mengde
Siste 3 år	ca. 2657 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved alle tre prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1-3.6.

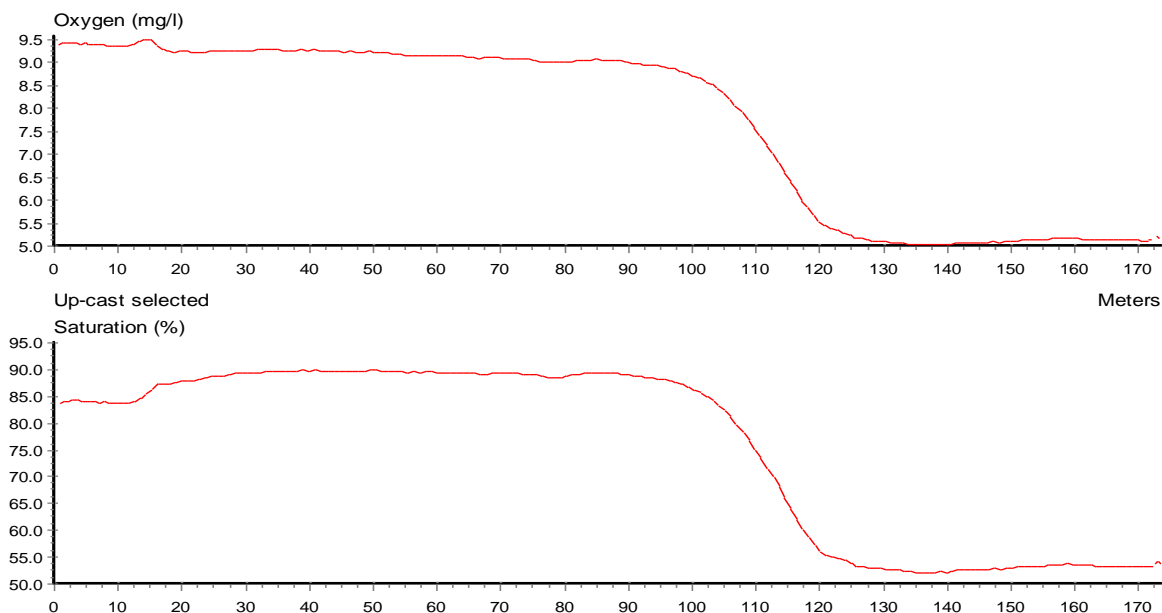


Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 175 meters dyp på stasjon Geit 1 den 21. mars 2013.

Ved nærsone stasjonen Geit 1 holder overflatevannet 2,0 °C. mens saltholdigheten ligger rundt 31,6 ‰. Ved cirka 15 meters dybde stiger sjøtemperaturen til over fire grader, og den øker ytterligere nedover i vannsøyla. Saltholdigheten øker også i dette sjiktet, og er rundt 32,6 ‰ ved 15 meters dyp. Den øker så gradvis nedover i vannsøyla. Bunnvannet holder 7,3 °C, og 34,2 ‰.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

File name: Geit 21.03.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 16:06:24 - 21.Mar-13 (No. 937) To: 16:15:28 - 21.Mar-13 (No: 1209)

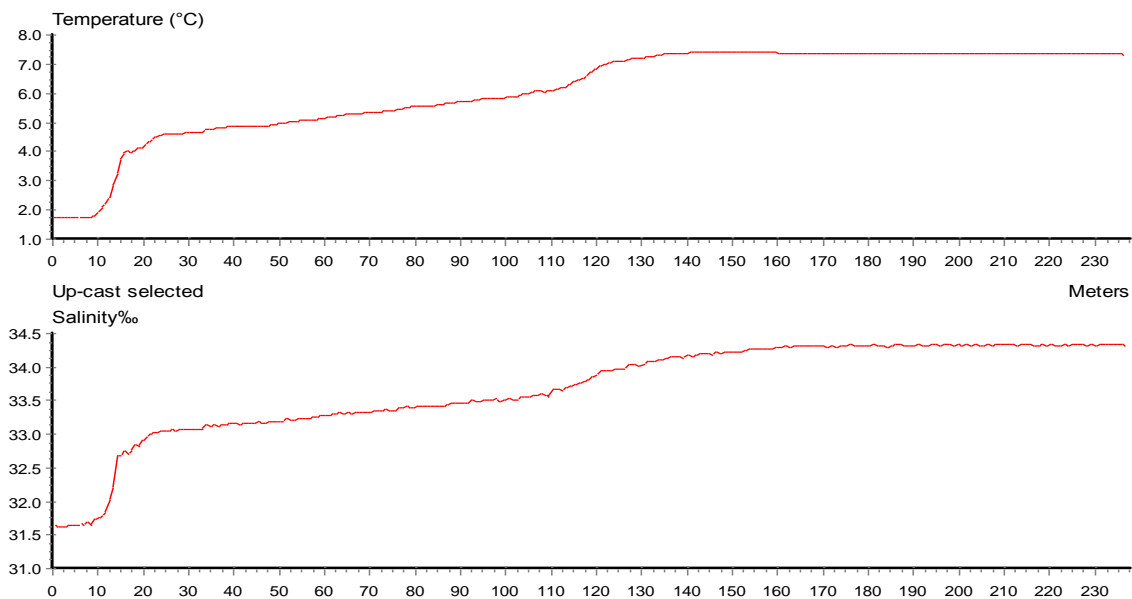


Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 175 meters dyp på stasjon Geit 1 den 21. mars 2013.

Figuren ovenfor viser at oksygenkonsentrasjonen i overflatevannet og videre nedover i dypet til rundt 100 meter, ligger i området 9,0-9,5 mg O₂/liter sjøvann. Oksygenmetningen ligger rundt 85 %. Ved cirka 110 meters dyp ser det ut til å gå et sprangsjikt, der oksygenivået synker. Ved bunnen er konsentrasjonen 5,3 mg O₂/liter sjøvann, mens metningen er 55 %. 5,3 mg O₂/liter sjøvann tilsvarer 3,73 ml O₂/liter sjøvann med en omregningsfaktor på 1,42, og gir tilstandsklassen II 'God', etter klassifiseringen i tabell 2.2.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

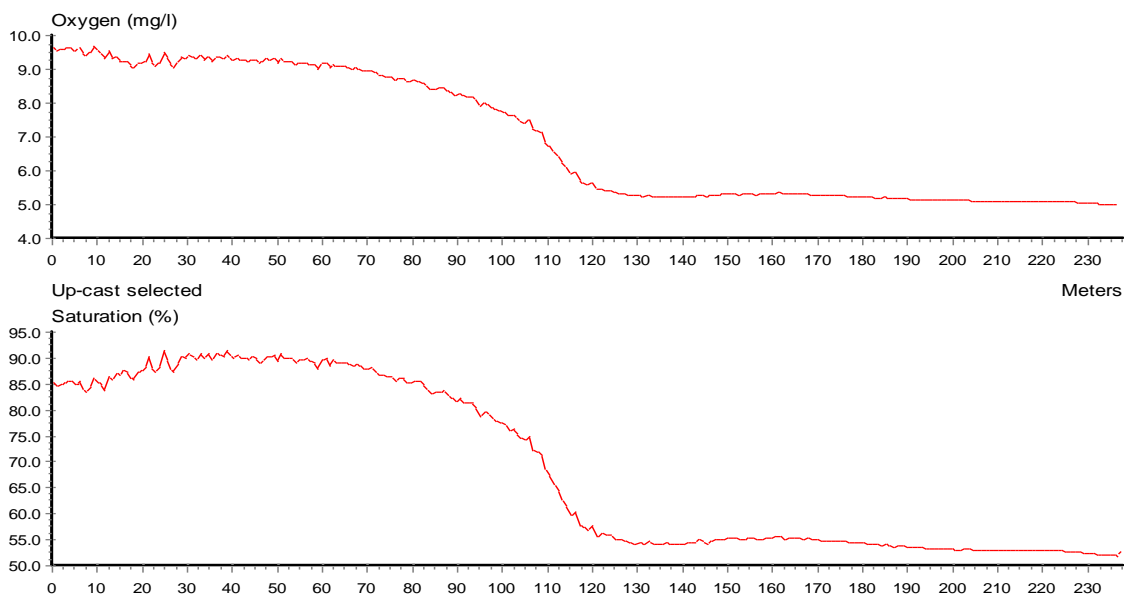
File name: Geit 21.03.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 13:27:41 - 21.Mar-13 (No. 471) To: 13:39:59 - 21.Mar-13 (No: 840)



Figur 3.3: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 230 meters dyp på stasjon Geit 2 den 21. mars 2013.

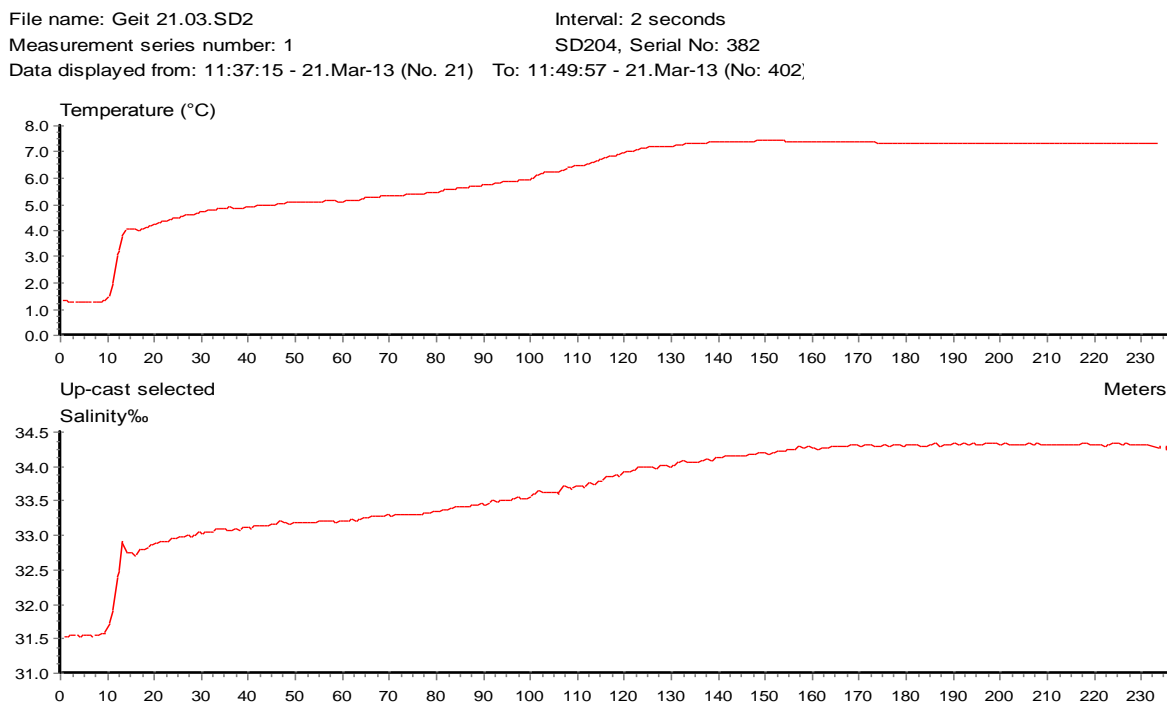
I overgangssonen holder de øverste 10 meterne av vannsøyla på undersøkelsestidspunktet 1,7 °C, mens saltholdigheten er 31,6 ‰. Ved 20 meters dyp er temperaturen steget til 4,2 °C, mens saltholdigheten er 33 ‰. Nedover i dypet øker både sjøtemperatur og saltholdighet noe. Ved bunnen er temperaturen 7 °C, mens saltholdigheten er 34,2 ‰.

File name: Geit 21.03.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 13:27:41 - 21.Mar-13 (No. 471) To: 13:39:59 - 21.Mar-13 (No: 840)



Figur 3.4: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 230 meters dyp på stasjon Geit 2 den 21. mars 2013.

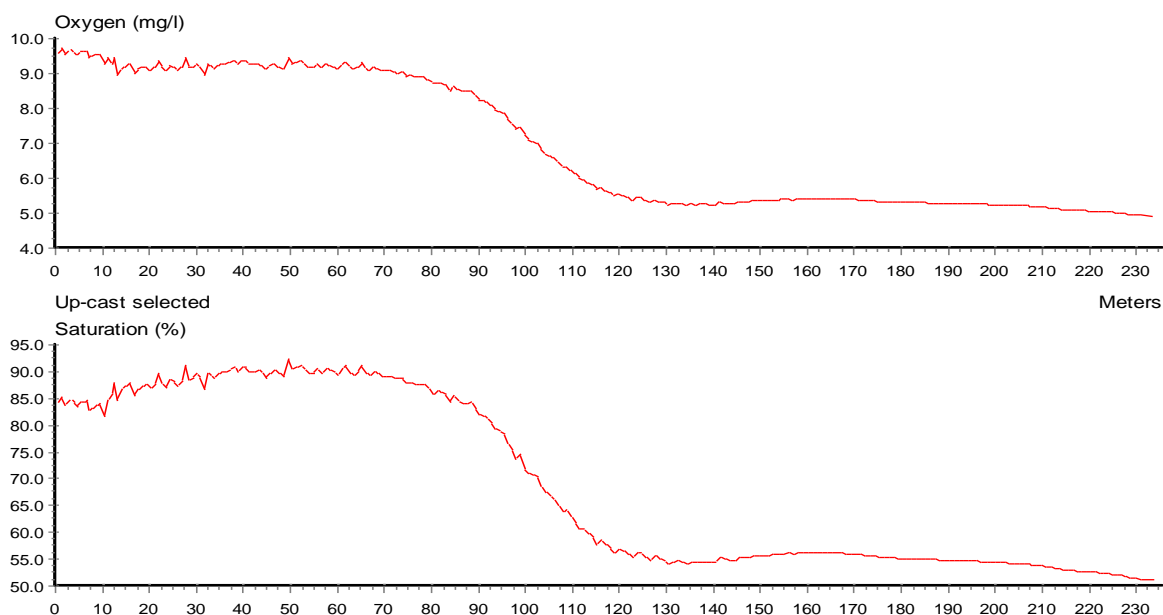
Figur 3.4 viser at oksygenkonsentrasjonen er 9,5 mg O₂/liter sjøvann ved overflaten, mens metningen er 85 %. Ved rundt 120 meters dybde er konsentrasjonen sunket ned til 5,4 mg O₂/liter sjøvann, mens metningen er 55 %. Bunnvannet holder 5,5 mg O₂/liter sjøvann, mens metningen er 57 %. Med en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 3,9 ml O₂/liter sjøvann, og gir tilstandsklassen II 'God' etter klassifiseringen i tabell 2.



Figur 3.5: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 235 meters dyp på stasjon Geit 3 den 21. mars 2013.

Sjøtemperaturen ved fjernsonestasjonen Geit 3 er 1,3 °C ved overflaten, mens saltholdigheten i dette området er 31,5 ‰. Ved 15 meters dyp er sjøtemperaturen steget til 4,0 °C, mens saltholdigheten er 32,7 ‰. Videre nedover i vannsøyla stiger både temperaturen og saltholdigheten sakte. Ved bunnen er temperaturen 7,2 °C, mens saltholdigheten er 39 ‰.

File name: Geit 21.03.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:37:15 - 21.Mar-13 (No. 21) To: 11:49:57 - 21.Mar-13 (No: 402)



Figur 3.6: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 235 meters dyp på stasjon Geit 3 den 21. mars 2013.

I fjernsonen er oksygenkonsentrasjonen på undersøkelsestidspunktet 9,6 mg O₂/liter sjøvann i overflatevannet, mens metningen er 85 %. Ved rundt 110 meters dyp har man et sprangsjikt der nivået synker til 5,4 O₂/liter sjøvann og 55 %. Bunnvannet holder 5,0 O₂/liter sjøvann og 50 %. Med en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 3,5 ml O₂/liter sjøvann. Ved å bruke klassifiseringen for oksygen i dypvann etter Molvær et al. (1997) (tabell 2.2), havner man akkurat mellom tilstandsklassene II og III som står for henholdsvis ‘God’ og ‘Moderat’.

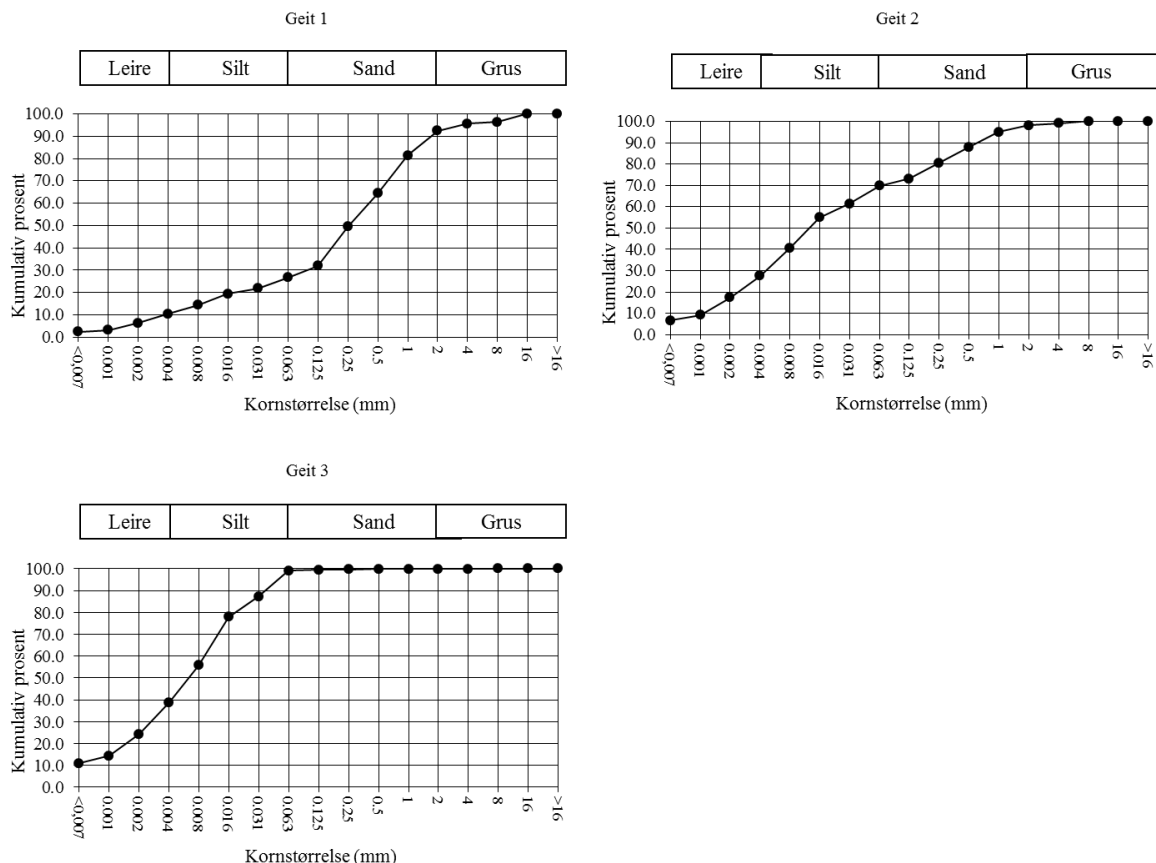
3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Selvågen er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.7.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Geit 1	172 m	6.8*	11	16	27	66	8
Geit 2	248m	10.2*	28	42	70	28	2
Geit 3	242m	13.2*	39	60	99	1	0

*ikke akkreditert pga. avvik knyttet til analysemetoden på analysetidspunktet.



Figur 3.7: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Geitryggen, mars 2013.

I nærsone, Geit 1, dominerte sand og utgjorde 66 % av sedimentet. De resterende prosentene bestod av 11 % leire, 16 % silt og 8 % grus. Glødetapet var 6,8 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og godt innenfor det som er normalt for norske fjorder.

Overgangssone, Geit 2, hadde en blanding av leire, silt, og sand med 28 % leire, 42 % silt og 28 % sand, samt 2 % grus. Her var glødetapet 10,2 % og det organiske innholdet var dermed innenfor det en karakteriserer som normalt for norske fjorder.

Fjernstasjon, Geit 3, lenger ute i fjorden hadde et finkornet sediment bestående av 39 % leire og 60 % silt mens det var kun 1 % sand og ingen grus. Glødetapet var 13,2 %. Dette er å anse som normalt for dype norske fjorder.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Den målte verdien av totalt organisk karbon (TOC) normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder (Aure *et. al.*, 1993). TOC viser høye verdier av organisk stoff på alle tre stasjoner. Stasjon Geit 1 fikk tilstandsklasse IV (Dårlig), mens Geit 2 og 3 fikk tilstandsklasse V 'Meget dårlig'. Nivåene av sink og kobber var lave, og gav tilstandsklasse I 'Meget god' på alle stasjoner, foruten Geit som hadde fått tilstandsklasse I-II på sink. Nivåene av fosfor var lave.

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	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Totalt organisk carbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Tørrstoff (TS) %
Geit 1	172m	0.75	71	I	19	I	25	38.2	IV	59.6
Geit 2	248m	0.80	100	I	23	I	40	45.4	V	38.5
Geit 3	242m	0.92	150	I-II	29	I	50	50.2	V	42.5

Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 4.

Målingen av pH og E_h på de tre stasjonene viste en høy pH og et høyt redokspotensiale og plasserer dermed 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	/			
Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsone	7,65	336	0	1
Overgangssone	7,60	230	0	1
Fjernsone	7,63	273	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.8-3.10, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mars 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Geit 1 ligger i nærsonen like øst for lokaliteten Geitryggen på 172 meters dyp. Her ble det funnet 33 arter med til sammen 5594 individer. Dette gav stasjonen en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 1,21 og en Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 7,90. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) får henholdsvis verdiene 0,39 og 0,20. AMBI-verdiene (ømfintlighet) indikerer på at faunen på Geit 1 er «Svært forstyrret». Stasjonen domineres totalt børstemarken *Capitella capitata* med 4612 individer. Arten utgjør dermed ca. 82 % av det totale individantallet. *Capitella capitata* takler dårlige bunnforhold og dominerer ofte under oppdrettsanlegg med mye organisk avfall. Den nest mest tallrike arten var børstemarken *Prionospio steenstrupii* med 256 individer og ca. 5 % av det totale individantallet. Grafen med geometriske klasser viser at man har et forstyrret artssamfunn på stasjonen. I følge MOM-standard (NS 9410) er diversitets-indekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 2 (God).

Geit 2 er lokalisert i en dyphøl i overgangssonen ca. 600 meter nordøst for lokaliteten Geitryggen på 248 m dyp. Her ble det funnet 75 arter med til sammen 5154 individer. Dette gav stasjonen en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 2,16 og en Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 14,20. AMBI-verdiene (ømfintlighet) indikerer på at faunen på Geit 1 er «Moderat forstyrret». Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,59 og 0,40. Samtlige indekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse III – Moderat. Den mest tallrike gruppen dyr var børstemark i slekten *Polydora*. Denne slekten utgjorde ca. 68 % av alle individene i prøven med et antall på 3495. Andre tallrike arter var *Spiophanes kroyeri* med 483 individ og *Galathowenia oculata* med 329 individ. Disse to artene utgjorde henholdsvis 9,4 % og 6,4 % av det totale individantallet på stasjonen. Blant de ti mest tallrike artene fantes det også en pølseorm, et skjell og fem

andre børstemarkarter. De geometriske klassene viser at man har et noe forstyrret samfunn på denne stasjonen.

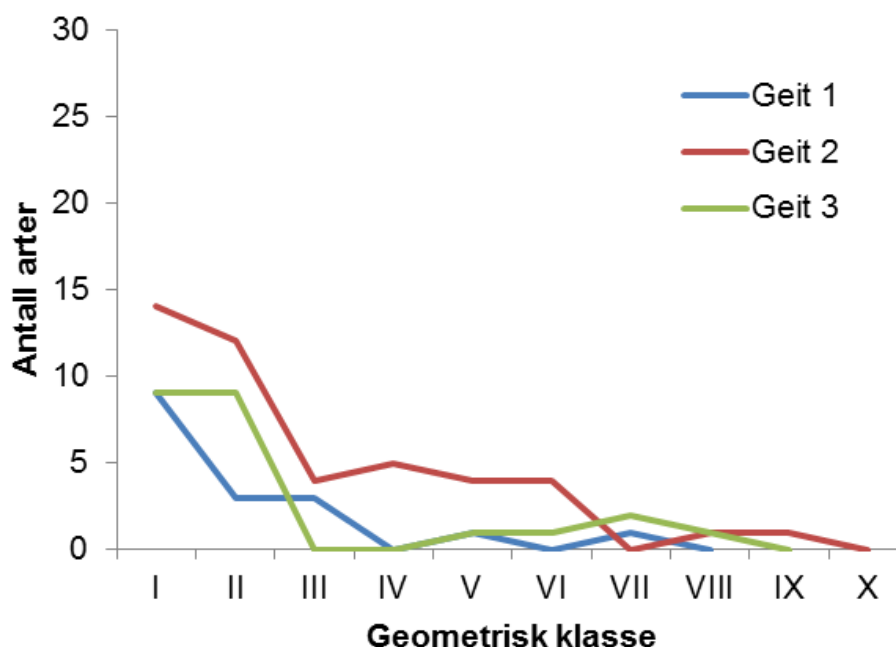
Fjernstasjonen Geit 3 er lokalisert i en dyprene i fjorden ca. 1,5 kilometer nordøst fra anlegget på 242 meters dyp. Her fant man totalt 34 arter med til sammen 1146 individer. Shannon Wieners diversitetsindeks (H') ble beregnet til 3,12 og Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 13,45. AMBI-verdiene (ømfintlighet) indikerer på at faunen på Geit 3 er «Moderat forstyrret». Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,54 og 0,48. Shannon Wieners indeks gir tilstandsklasse II (God) og de resterende indeksene havner i tilstandsklasse III (Moderat). Da indeksen NQI1 skal vektlegges får stasjonen totalt sett tilstandsklasse III-Moderat basert på bunndyrsamfunnet. De tre mest tallrike artene var alle børstemarkarter. *Heteromastus filiformis* med 261 individer (22,8 %), *Spiophanes kroyeri* 236 individer (20,6 %) og *Praxillella gracilis* (185 stk, 16,1 %).

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (figur 3.10). Like grabbhugg sier noe om variasjonen på bunnen på stasjonen. MDS-plottet viser at den grunneste stasjonen Geit 1 (nærstasjon) skiller seg fra de to dype stasjonene. Dette gjenspeiler resultatene fra de biologiske beregningene og at man har omtrent samme dybde på overgangs- og fjernstasjonen (figur 3.9).

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhugnummer) og totalt for hver stasjon.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES ₁₀₀	AMBI	TK	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
Geit 1	1	2582	26	1.34	0.40	0.22	8.23	5.53		0.28	4.70	
	2	3012	25	1.06	0.38	0.18	7.48	5.67		0.23	4.64	
	Sum	5594	33	1.21			7.90			0.24	5.04	2
Snitt		2797	25.5	1.20	0.39	0.20	7.85	5.60	-	0.26	4.67	
Geit 2	1	2770	57	2.12	0.59	0.40	13.58	3.86		0.36	5.83	
	2	2384	58	2.14	0.59	0.40	14.38	3.84		0.37	5.86	
	Sum	5154	75	2.16			14.20			0.35	6.23	2
Snitt		2577	57.5	2.13	0.59	0.40	13.98	3.85	III	0.36	5.85	
Geit 3	1	590	22	2.98	0.56	0.50	12.35	3.45		0.67	4.46	
	2	556	28	3.26	0.61	0.55	14.54	3.17		0.68	4.81	
	Sum	1146	34	3.20			13.56			0.63	5.09	-
Snitt		573	25	3.12	0.54	0.48	13.45	3.85	III	0.67	4.63	

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



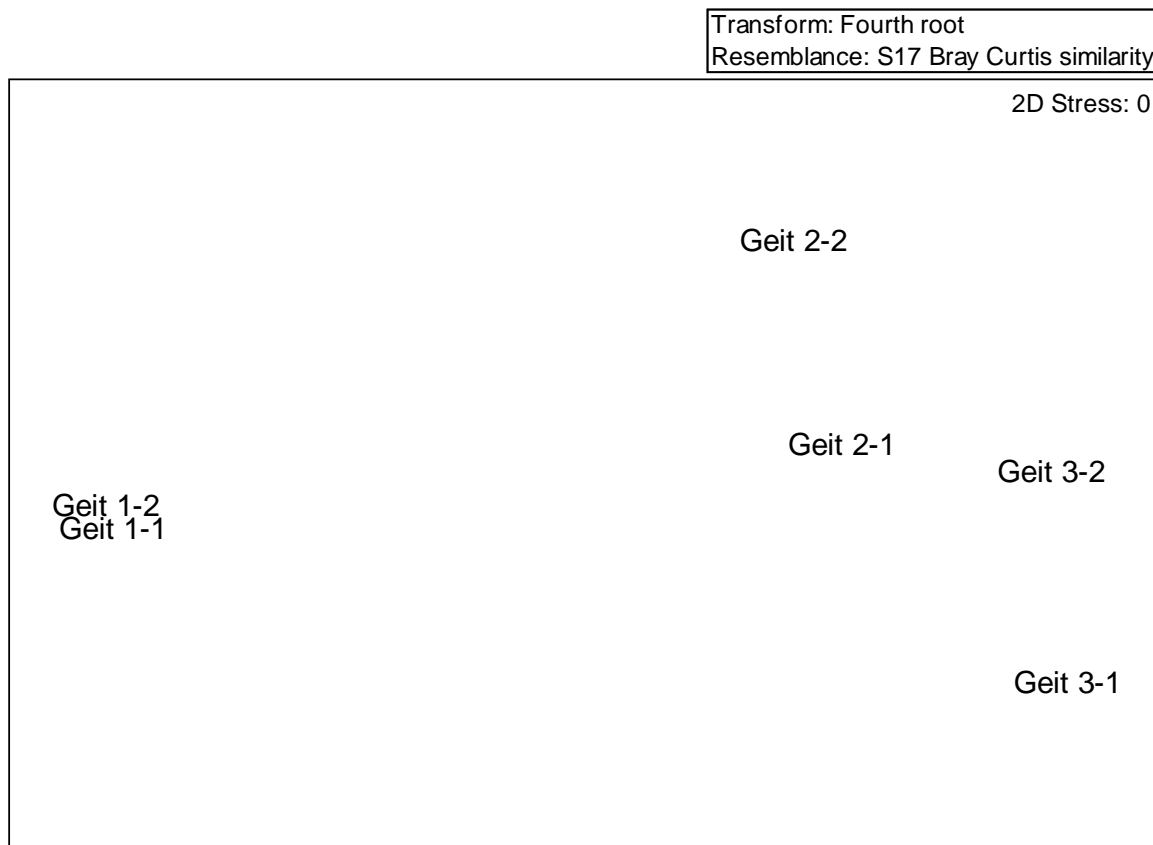
Figur 3.8: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

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

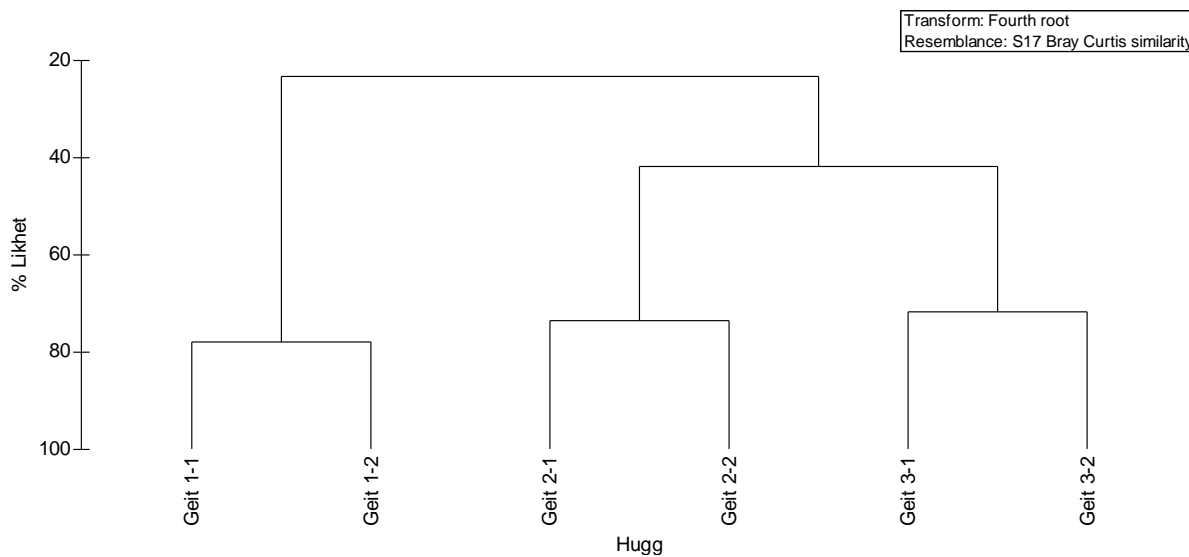
Geit 1	Antall individ	0,2 m² %	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	4612	82.4	82.4
<i>Prionospio steenstrupii</i>	256	4.6	87.0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	244	4.4	91.4
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	128	2.3	93.7
<i>Ophryotrocha</i> sp.	104	1.9	95.5
<i>Thyasira sarsii</i>	101	1.8	97.3
<i>Syllidae</i> indet.	32	0.6	97.9
<i>Pholoe baltica</i>	30	0.5	98.4
<i>Phascolion strombus</i>	16	0.3	98.7
<i>Chaetozone</i> sp.	15	0.3	99.0

Geit 2	Antall individ	0,2 m² %	Kum. %
<i>Polydora</i> sp.	3495	67.8	67.8
<i>Spiophanes kroyeri</i>	483	9.4	77.2
<i>Galathowenia oculata</i>	329	6.4	83.6
<i>Nephasoma</i> cf. <i>minutum</i>	136	2.6	86.2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	81	1.6	87.8
<i>Aphelochaeta</i> sp.	76	1.5	89.3
<i>Thyasira equalis</i>	53	1.0	90.3
<i>Exogone</i> sp.	45	0.9	91.2
<i>Terebellides stroemi</i>	40	0.8	91.9
<i>Melinna cristata</i>	34	0.7	92.6

Geit 3	Antall individ	0,2 m² %	Kum. %
<i>Heteromastus filiformis</i>	261	22.8	22.8
<i>Spiophanes kroyeri</i>	236	20.6	43.4
<i>Praxillella gracilis</i>	185	16.1	59.5
<i>Thyasira equalis</i>	124	10.8	70.3
<i>Polydora</i> sp.	86	7.5	77.8
<i>Terebellides stroemi</i>	86	7.5	85.3
<i>Melinna cristata</i>	55	4.8	90.1
<i>Chaetozone</i> sp.	31	2.7	92.8
<i>Thyasira sarsii</i>	17	1.5	94.3
<i>Ceratocephale loveni</i>	13	1.1	95.5



Figur 3.9: MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i mars 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.10: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i mars 2013. 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 Geitryggen i Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 21. mars 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en lenger ut i fjorden.

Sedimentundersøkelsen viste at bunnsedimentet ved nærsonestasjonen var relativt grovkornet og besto av omtrent to tredjedeler sand. Bunnsedimentet på de flatere partiene lenger ut i fjorden var mer finkornet, der det ved overgangssonestasjonen besto av en forholdsvis jevn blanding av leire, silt, og sand, mens det ved fjernsonestasjonen besto av nesten utelukkende leire og silt. Glødetapet indikerte lave nivå av organisk materiale ved alle tre stasjoner. Den kjemiske undersøkelsen viste lave nivå av sink og kobber, lave nivå av fosfor, mens parameteren TOC indikerte høye nivå av organisk materiale ved alle tre stasjoner. Måling av pH og Eh ga de tre stasjonene tilstand 1 (etter MOM B-metodikk).

Den hydrografiske undersøkelsen viste høye oksygenivå i vannmassene i den øverste delen av vannsøyla ved stasjonene. Ved rundt 100 meters dybde hadde man på undersøkelsestidspunktet et sprangsjikt der oksygenivået avtok nedenfor dette sjiktet ved alle 3 stasjoner. Etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al. (1997), fikk Geit 1 og 2 tilstanden 'God', mens fjernsonestasjonen Geit 3 fikk tilstanden 'God til Moderat'. Målingen av saltholdighet og sjøtemperatur viste at de øverste 10-15 meterne av vannsøyla hadde et noe ferskere og kaldere vannlag enn vannlaget under. Under dette sjiktet var både verdiene jevne både hva gjelder sjøtemperatur og saltholdighet.

Bunndyrsanalysen viste at man ved nærsonestasjonen hadde en klar artsdominans av den hardføre børstemarken *Capitella capitata*. Den utgjorde hele 82 % av individtallet. Stasjonen får tilstanden 'God' etter MOM-systemet. Ved overgangssonestasjonen var børstemarkslekten *Polydora* mest tallrik med 68 % av det totale individtallet. Samtlige indekser indikerer moderate forhold ved havbunnen på denne stasjonen. De geometriske klassene indikerer også et noe forstyrret dyresamfunn (se figur 3.8). I fjernsonen (Geit 3) fant man at børstemarkartene *Heteromastus filiformis* (22,8 %), *Spiophanes kroyeri* (20,6 %), og *Praxillella gracilis* (16,1 %) var mest tallrike. Stasjonen fikk tilstanden 'God' ut fra Shannon-

Wiener-indeksen, mens de andre indeksene indikerte moderate forhold også på denne stasjonen.

Oppsummert kan man si at denne undersøkelsen tyder på moderate forhold i det marine miljøet i de forskjellige påvirkningssonene til oppdrettslokalitet Geitryggen. Bunnfaunaen i nærsone er tydelig påvirket av virksomheten ved lokaliteten, og den er sannsynligvis også påvirket i de to andre sonene også, men i mindre grad. Dette tyder på at påvirkningen i hvert fall strekker seg halvannen kilometer i øst-nordøstlig retning, der hvor Geit 3 ligger. Det er heller ikke usannsynlig at naboanlegget til Geitryggen, som ligger lenger øst i Arnøfjorden, kan påvirke forholdene ved Geit 3. I nærsone er det ikke unormalt at man finner tydelige spor av påvirkning, og man har derfor en høyere terskel for hva man 'tåler' av påvirkning i denne sonen. Dette underbygges med at nærsonestasjonen fikk tilstanden 'God' etter MOM-klassifiseringen.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aqua Kompetanse. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning, bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Ragna Tveiten og Ingrida Petrauskaite og bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad, SAM-Marin.

6 LITTERATUR

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

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

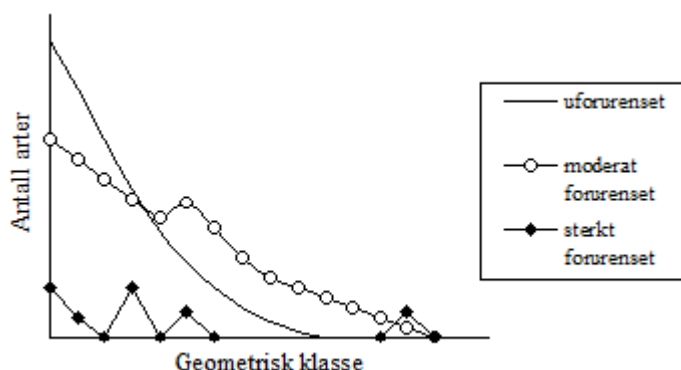
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet.

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der: $p_i = n_i/N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (\text{Pielou 1966}),$$

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)] / [N! / ((N - 100)! 100!)]$$

hvor ES100 = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og Ni individer av i-ende art.

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av 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

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

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

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

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

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

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

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

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

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

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

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

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

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

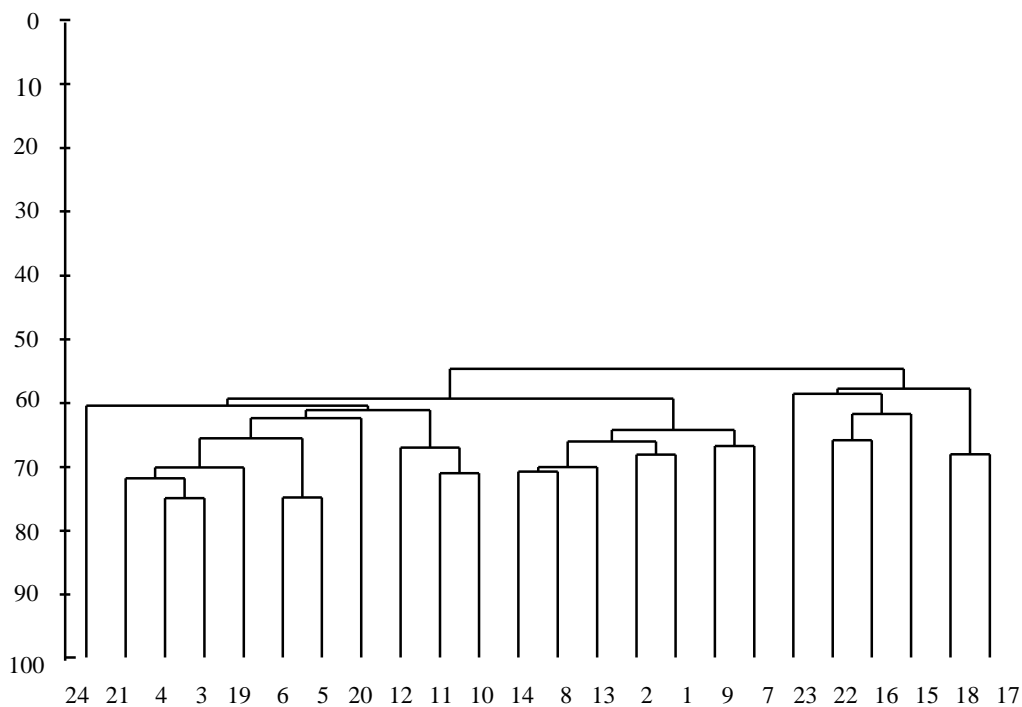
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

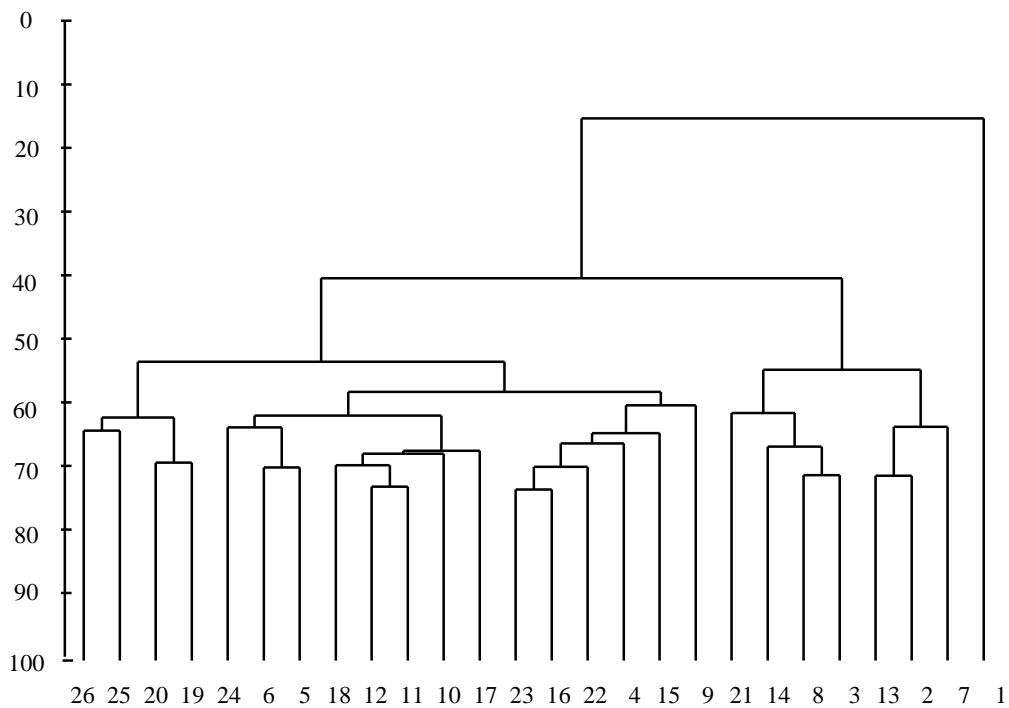
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

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

FAUNALIKHET

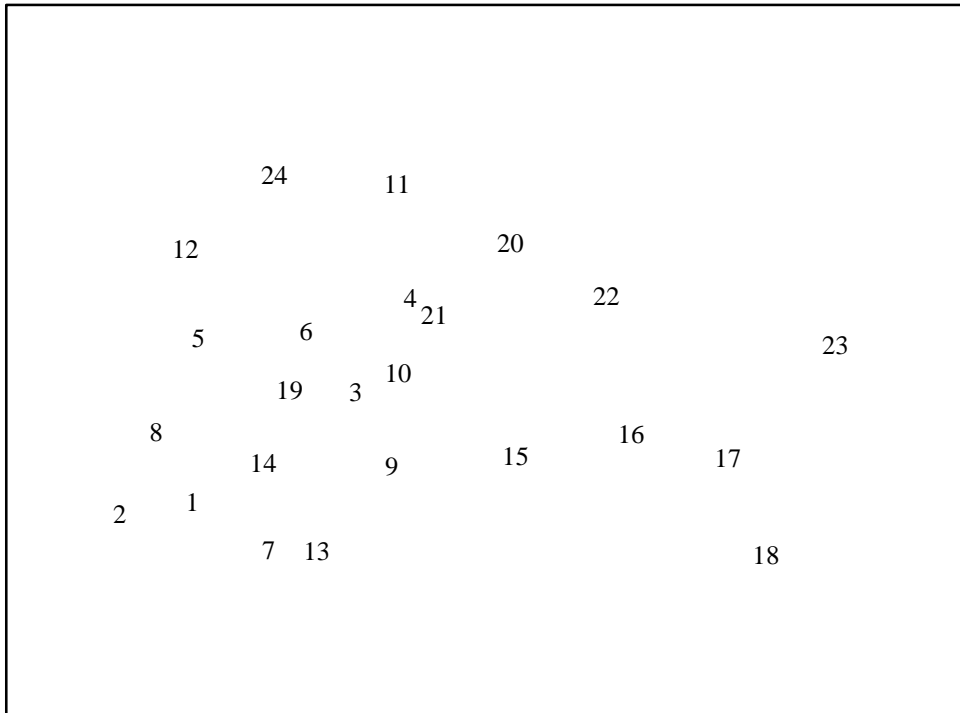


FAUNAFORSKJELL

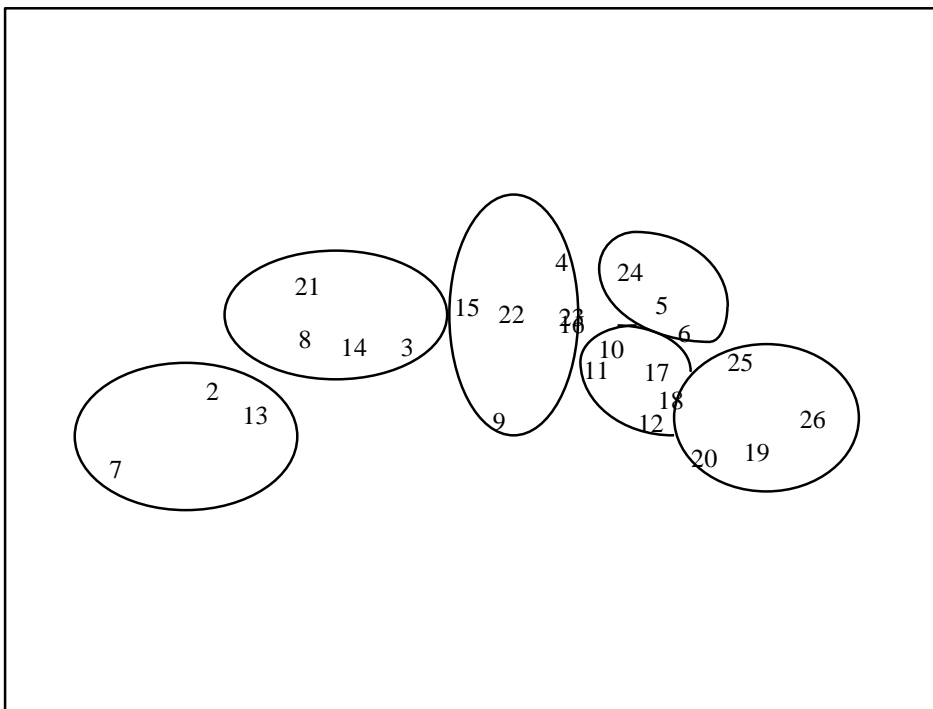


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

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

Vedleggstabell 1. 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



Oppdragsgiver (navn og adresse): Marin Harvest Norway AS, region Nord
Prosjekt nr.: 807496
Prøvetakingssted (område): Geitryggen
Dato for prøvetaking: 21.03.2013
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: nei.
Artene er identifisert av: Frøydis Lygre 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:3 sider.

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

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

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s.1/3	Stasjon:	Geit 1	Geit 1	Geit 2	Geit 2	Geit 3	Geit 3
	Dato:	21.3.13	21.3.13	21.3.13	21.3.13	21.3.2013	21.3.2013
	Dyp:	172m	172m	248m	248m	242m	242m
Arter	Hugg:	1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.		+	+	+	+		
* HYDROZOA					+		
* Hydrozoa indet.		+	+				
* ANTHOZOA							
Actiniaria indet.		3	1				
<i>Edwardsia</i> sp.					7		
* NEMERTINI indet.		1	1	19	12	1	4
* NEMATODA indet.		6	12	2	6		
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		176	68	28	53	2	4
* <i>Siboglinum ekmani</i>				+			
Polynoidae indet.					2		
<i>Harmothoe mariannae</i>				1			
<i>Pholoe baltica</i>		11	19	10	6		
<i>Vigtormiella ardabilia</i>		2	2				
<i>Chaetoparia nilssoni</i>				4	1		
<i>Sige fusigera</i>							0/1
<i>Eteone flava</i>							1
<i>Eteone longa</i>				1			
<i>Gyptis rosea</i>				2			
Syllidae indet.		22	10	2	2		
<i>Exogone</i> sp.				36	9		
<i>Ceratocephale loveni</i>				1/1	3/1	6	7
<i>Glycera alba</i>				0/1	0/1		
<i>Glycera lapidum</i>					0/1		
<i>Goniada maculata</i>					1		
<i>Nothria conchylega</i>			2	4	12		
<i>Drilonereis filum</i>				1			
<i>Ophryotrocha lobifera</i>		76	52				
<i>Protodorvillea kefersteini</i>			1				
<i>Ophryotrocha</i> sp.		44	60				
<i>Phylo norvegica</i>				4	2	0/4	1/1
<i>Malacoceros fuliginosus</i>		3	2				
<i>Polydora</i> sp.				1870	1625	51	35
<i>Prionospio steenstrupii</i>		104	152				
<i>Prionospio cirrifera</i>					2		
<i>Spiophanes kroyeri</i>				249	234	88	148
<i>Spiochaetopterus typicus</i>					1		
<i>Paraonis</i> sp.			1	2	4	3	2
<i>Aphelochaeta</i> sp.				44	32		
<i>Chaetozone</i> sp.		8	7	8	10	6	25
<i>Cirratulus cirratus</i>		1	2				
<i>Cossura longocirrata</i>							2
<i>Diplocirrus glaucus</i>				0/1	1		
<i>Pherusa falcata</i>					1		
<i>Asclerocheilus</i> sp.					1		
<i>Scalibregma inflatum</i>					1		
<i>Capitella capitata</i>		2051	2561	1			
<i>Heteromastus filiformis</i>		4	2	21	12	188	73
<i>Notomastus latericeus</i>				4	4		
<i>Heteroclymene robusta</i>		1					
<i>Praxillella gracilis</i>				8	1	85	100
<i>Chirimia biceps</i>		1	1	1/2	0/11		
<i>Maldane sarsi</i>				1	1		
<i>Rhodine loveni</i>					0/5		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s.2/3	Stasjon:	Geit 1	Geit 1	Geit 2	Geit 2	Geit 3	Geit 3
	Dato:	21.3.13	21.3.13	21.3.13	21.3.13	21.3.2013	21.3.2013
	Dyp:	172m	172m	248m	248m	242m	242m
Arter	Hugg:	1	2	1	2	1	2
Maldanidae indet.			1	25	8		
<i>Owenia borealis</i>					1		
<i>Galathowenia fragilis</i>						2	
<i>Galathowenia oculata</i>		1		204	125		
<i>Pectinaria koreni</i>		1	4	1	0/2		1/1
<i>Ampharete falcata</i>				1			0/1
Sabellides indet.				1	2		
<i>Sabellides octocirrata</i>				2			
<i>Anobothrus gracilis</i>		3			2		1
<i>Mugga wahrbergi</i>							2
<i>Glyphanostomum pallescens</i>				1	0/1		
<i>Melinna cristata</i>		2/1	2	4/10	5/15	4/26	1/24
<i>Melinna albicincta</i>		1					
<i>Melinna elisabethae</i>		4			0/3		
<i>Artacama proboscidea</i>					1	1	
<i>Eupolyommia nesidensis</i>				2			
<i>Pista</i> sp.						0/1	
<i>Proclea graffi</i>				3/1	5	1	0/2
<i>Terebellides stroemi</i>				15/12	7/6	36	50
Sabellidae indet.							1
<i>Euchone</i> sp.				1	3		3
ECHIURA							
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.					2		
<i>Phascolion strombus</i>		6	10	7/1	16/3		
<i>Nephasoma cf. minutum</i>				72	64		
CRUSTACEA							
* <i>Metridia longa</i>				1			
<i>Balanus balanus</i>			2				
* <i>Cypridina norvegica</i>				1	1		
* <i>Nebalia</i> sp.		1	1				
<i>Leptostylis longimana</i>				3			
<i>Eudorella emarginata</i>				1			
<i>Eudorella truncatula</i>							1
<i>Campylaspis costata</i>		1					
* Tanaidacea indet.				1			
* Amphipoda indet.				9	2		
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.		0/1		2/1	6/2	1	2
<i>Philine scabra</i>							0/1
<i>Emmucula tenuis</i>				0/1	1		
<i>Nuculana minuta</i>					1		
<i>Nuculana pernula</i>			1	1			
<i>Yoldiella lucida</i>				10/3	12	2/1	
* Mytilidae indet.			0/1				
<i>Batharca pectunculoides</i>				1			
<i>Delectopecten vitreus</i>				0/1			0/1
<i>Pseudamussium cf. sulcatum</i>				0/1			
<i>Thyasira sarsii</i>		44/9	45/3	0/1		0/6	0/11
<i>Thyasira equalis</i>				45	8	39/33	38/14
<i>Mendicula feruginosa</i>				1	1		
<i>Adontorhina similis</i>				3	3		
<i>Astarte montagui</i>					0/1		
<i>Astarte sulcata</i>			1	7/3	16/3		
<i>Parvicardium minimum</i>					1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s.3/3	Stasjon:	Geit 1	Geit 1	Geit 2	Geit 2	Geit 3	Geit 3
	Dato:	21.3.13	21.3.13	21.3.13	21.3.13	21.3.2013	21.3.2013
	Dyp:	172m	172m	248m	248m	242m	242m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Abra nitida</i>						1	1
<i>Kelliella abyssicola</i>				1		2	
<i>Cuspidaria obesa</i>				5	1		
<i>Antalis entalis</i>						0/1	
<i>Antalis occidentalis</i>				4/3	10		
ECHINODERMATA							
<i>Ophiocten affinis</i>				0/1			
<i>Brisaster fragilis</i>		1					
* CHAETOGNATHA indet.					1		
* VARIA		+	+		+		

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometrisk klasse	Geit 1	Geit 2	Geit 3
I	9	14	9
II	3	12	9
III	3	4	0
IV	0	5	0
V	1	4	1
VI	0	4	1
VII	1	0	2
VIII	0	1	1
IX		1	0
X		0	

Vedleggstabell 3. Analysebevis



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

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-000890-01



EUNOBE-00006265

Prøvemottak: 09.04.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 09.04.2013-22.04.2013
Referanse: 807496-23/13

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 750	mg/kg tv	a) 800	mg/kg tv	a) 920	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 19	mg/kg tv	a) 23	mg/kg tv	a) 29	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 71	mg/kg tv	a) 100	mg/kg tv	a) 150	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 25	mg/g tv	a) 40	mg/g tv	a) 50	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 59.6	% (w/w)	a) 38.5	% (w/w)	a) 42.5	% (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, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 22.04.2013

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

Vedleggstabell 4. B1 og B2 skjema

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Marine Harvest Norway Reg. Nord
 Lokalitet: Geitryggen
 Lokalitetstype: Matfisk oppdrett

Dato: 21. mars 2013
 Lokalitetsnr:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr						Indeks											
			Geit 1	Geit 2	Geit 3															
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0														0.0	
I	Tilstand (Gruppe I)		A																	
II	pH	verdi	7.65	7.6	7.63															
	E _h (mv)	verdi	126	20	63															
		+ ref. verdi	336	230	273															
	pH/E _h	fra figur	0	0	0														0.0	
	Tilstand, prøve		1	1	1															
	Tilstand, gruppe II		1																	
	Buffer temp:		8		Temp sjø:	2.3		Temp sediment:	2.3											
	pH sjø:		8.01		Eh sjø:	164		Ref. elektrode:	210											
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		21/3-13 VS																	
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0															
	Farge	Lys/Grå = 0		0	0															
		Brun/Sort = 2	2																	
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0															
		Noe = 2																		
		Sterk = 4																		
	Konsistens	Fast = 0			0															
		Myk = 2	2	2																
		Løs = 4																		
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0																		
1/4 ≤ v < 3/4 = 1		1																		
v ≥ 3/4 = 2			2	2																
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0																
	2 - 8 cm = 1																			
	t ≥ 8 cm = 2																			
	SUM		5	4	2															
	Korrigert sum (*0,22)		1.10	0.88	0.44														0.8	
	Tilstand prøve		2	1	1															
	Tilstand gruppe III		1																	
	Middelverdi gruppe II og III		0.55	0.44	0.22														0.4	
	Tilstand gruppe II og III		1																	
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand						Lokalitetstilstand											
			Gruppe I	Gruppe II og III			Lokalitetstilstand													
			A	1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4													
			4	1, 2, 3			1, 2, 3													
			4	4			4													
	LOKALITETSTILSTAND																1			

Korrekturlest: 21/08/2013
dato

Linda Hagen
Sign.

Nasir El Shaikh
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest Norway Reg. Nord

Dato: 21/03/2013

Lokalitet: Geitryggen

Lokalitetsnr:

Lokalitetstype: Matfisk oppdrett

Prøvetakssted (nr)	Geit 1	Geit 2	Geit 3						
Dyp (m)	172	248	242						
Antall forsøk	1	1	1						
Bobling (i prøve)									
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand	1	2						
	Sand	2							
	Mudder								
	Silt	2	3	5					
	Leire								
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall	noen	noen							
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall	mye	mye	mye						
Andre dyr, antall	mye	mye	mye						
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest:

21/08/2013
dato

Linda Hagen
Sign.

Nasir El Shaikh
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .