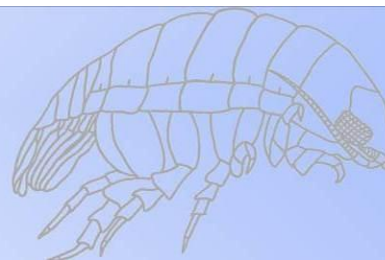


SAM e-Rapport

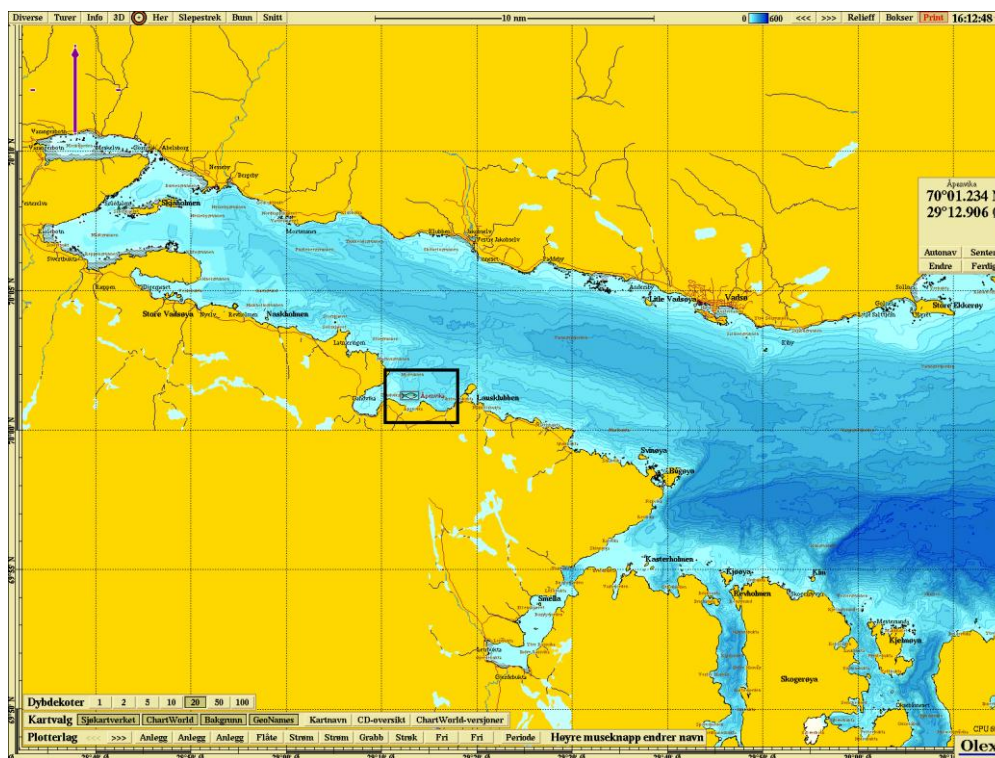
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Miljø



e-Rapport nr. 42-2013

Endringsrapport til SAM e-Rapport nr. 42-2013: MOM C- undersøkelse fra lokalitet Åpenvika i Varangerfjorden, Sør-Varanger kommune, mars 2013

Silje Hadler-Jacobsen
Øydis Alme
Per-Otto Johansen







SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 47 79 Telefaks: 55 58 45 25



ENDRINGSRAPPORT

Rapportens navn: Endring nr 1 til e-Rapport nr. 42-2013	
Prosjekt nr.: 807732	
Oppdragsgiver (navn og adresse): FiskeLiv AS, Borgundvegen 214, 6008 Ålesund	
Prøvetakingssted (område): Varangerfjorden	
Dato for prøvetaking: 20.02.2013	
Ansvarlig for prøvetaking (firma): FiskeLiv AS	
Avvik/endringer til opprinnelig rapport: Retting i e-Rapport nr. fra 42-213 til 42-2013. Rettelsen er gjort på forside og i sammendragsrapport.	
Dato: 27.11.13	Signatur <i>Per-Otto Johansen</i>

	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: Endringsrapport til SAM e-Rapport nr. 42-2013: MOM C-undersøkelse fra lokalitet Åpenvika i Varangerfjorden, Sor-Varanger kommune	Dato: Felt 20.03.2013 Rapport: 25.11.2013 Antall sider og bilag: 47
Forfatter(e): Silje Hadler-Jacobsen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vegard Langvatn; FiskeLiv AS Prosjektnummer: 807732
Oppdragsgiver: FiskeLiv AS, Borgundvegen 214, 6008 Ålesund	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from Villa Arctic AS, FiskeLiv AS collected samples to investigate the marine area by the fish farm Åpenvika, located in Varangerfjorden, Finnmark. SAM-Marin was hired to process the biological samples and report the results from the survey. 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: St. 1, which is located in the near zone, St. 2, which is located further southeast of the fish farm, and St. 3, which lies further southwest 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 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 had a higher content of fine-grained material, but were still dominated by sand. The hydrographical data shows that the bottom water in the investigated area had a high oxygen concentration, which gave the classification 'very good' according to Molvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed good conditions at both St. 2 and St. 3. At St. 1 the conditions were classified as bad, this station being dominated by the polychaete species *Capitella capitata*, which thrives in organically enriched environments. These results show that the near zone by the fish farm in Åpenvika is influenced by organic waste products, while conditions are good in the remote zone.

Keywords: Fish farm, recipient, benthos, sediment, Åpenvika	Emneord: Fiskeoppdrett, resipient, bunndyr, sediment, Åpenvika	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 42-2013
-------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	25.11.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	20.03.2013	<i>Vegard A. Langvatn</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 - analyser, samlet av: -

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten og Nargis Islam; SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad og Frøydis Lygre; SAM-Marin

Rapportering utført av: SAM-Marin

Glødetapsanalyser ved SAM-Marin utført av: -

Kornfordelingsanalyser ved SAM-Marin utført av: -

Ikke akkreditert:

Prøvetaking til sedimentanalyser, samlet av: FiskeLiv AS; Vegard Aambø Langvatn og Sondre Veberg Larsen

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Villa Arctic anleggsbåt

Kjemiske analyser utført av: Kystlab AS og ALS Laboratory Group Norway AS/ALS Czech Republic s.r.o., akkrediteringsnummer Test 070 og Test 268/L 1163

Akkreditert: Kobber, Sink

Ikke akkreditert: Totalt fosfor

Geologiske analyser utført av: Kystlab AS akkrediteringsnummer Test 070

Akkreditert: Glødetap

Ikke akkreditert: Kornfordeling

Andre:

INNHold

1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER	7
2.1 Undersøkelsesområdet	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2. Sediment	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr	10
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment	19
3.3 Kjemi	20
3.4 Bunndyr	21
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	26
5 TAKK	27
6 LITTERATUR	28
7 VEDLEGG	29

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Åpenvika i Varangerfjorden, Sør-Varanger kommune. Innsamlingene ble gjennomført i 20. mars 2013.

Tidligere MOM B undersøkelser ved anlegget har vist forhold med lokalitetstilstand 1 (Meget god) i mai 2011 og lokalitetstilstand 2 (God) i november 2009 (Langvatn, 2011). Det har ikke tidligere vært gjennomført miljøundersøkelser ved lokalitet Åpenvika etter MOM C metodikken.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Åpenvika. 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 (KLIF) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanddirektivets indekser (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2009) og mot C- delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Fiske-Liv AS på oppdrag fra Villa Arctic AS. Kjemianalysene er utført av Kystlab, avdeling Molde. Opparbeiding av bunndyrprøvene, faglige vurderinger, fortolkninger og rapportering er utført av SAM-Marin. 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 kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, geologiske analyser, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

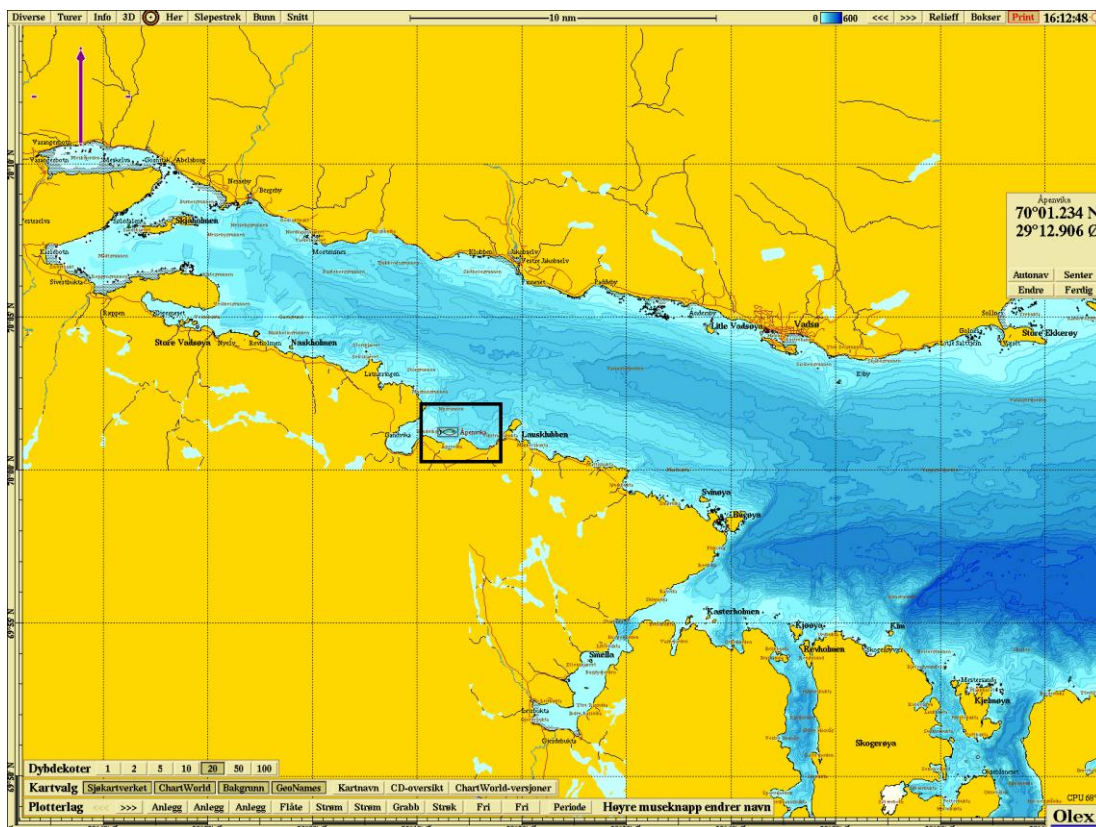
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

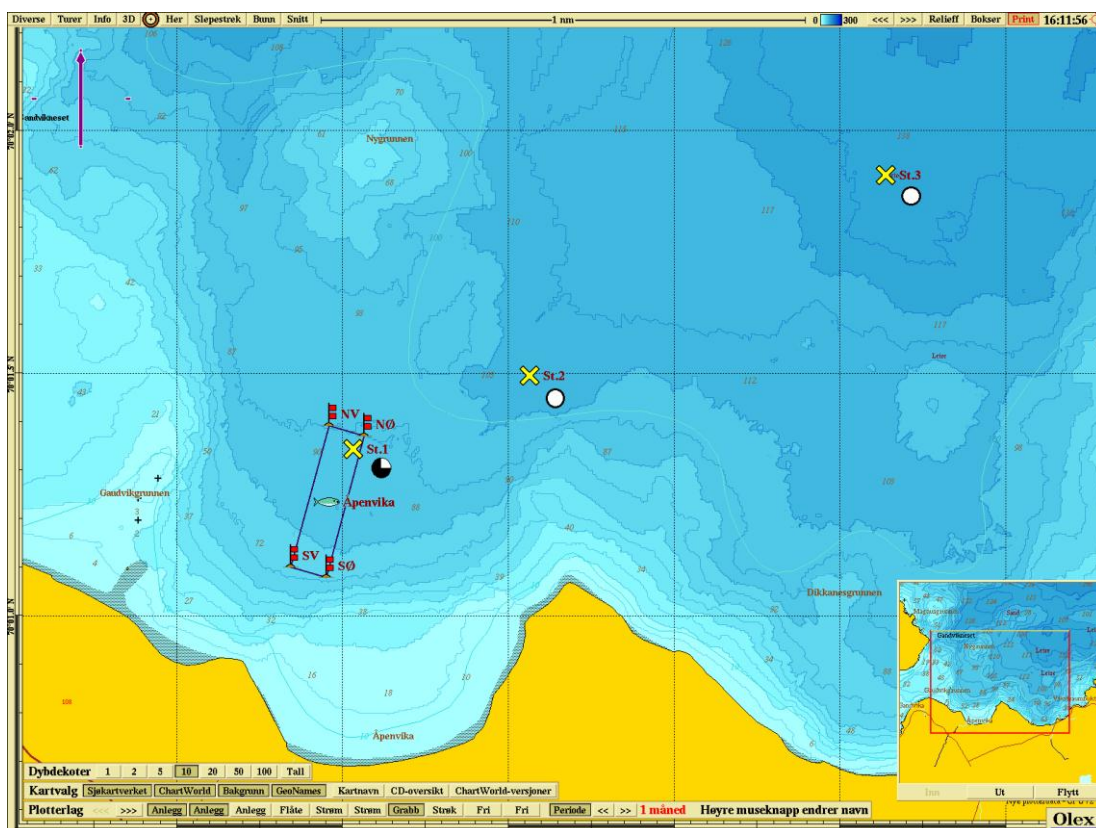
Undersøkellesområdet ligger på sørsiden av Varangerfjorden i Åpenvikbukta (Figur 2.1-Figur 2.2). Bunnen under oppdrettsanlegget skråer nordøstover fra ca. 70 m til ca. 90 m, og videre ut mot et dyphull på 138 m før det fortsetter ut mot dypet i Varangerfjorden. Fjorden er åpen ut mot Barentshavet mot øst/nord-øst, uten terskel.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 20. mars 2013. Det ble tatt prøver fra én stasjon ved anlegget, én i overgangssonen og én stasjon på dypet av Varangerfjorden. Det ble også gjort hydrografimålinger fra stasjonene. Måling av temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en STD/CTD-sonde, SAIV Model SD204 med oksygensensor av typen OxyGuard Ocean DO Probe (0-200 bar). Denne måler salinitet, temperatur og vanntrykk, måleintervallet var satt til 2 sekund. Instrumentet ble startet opp med en magnetnøkkel og deretter senket ned mot bunnen med en fart på ca. 1,5 m per sekund. Ved bunnen registrerte sonden data i ca. 30 sekunder før den ble hevet til overflaten og måleserien avsluttet. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w (Version 3.17.10.163, Morten Hammersland Programvare, 2012) benyttet. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Personell ansvarlig for prøvetakingen var Vegard Aambø Langvatn og Sondre Veberg Larsen fra Fiske-Liv AS. Fra oppdragsgiver, Villa Arctic AS, deltok Arve Buljo og Egil Andreas Hansen. Prøveinnsamlingen er ikke utført akkreditert.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Åpenvika avmerket. Firkant viser kartutsnittet for Figur 2.2. Kart utarbeidet av FiskeLiv AS, kartkilde: Olex



Figur 2.2. Kartskisse over lokaliteten med stasjonene sine omtrentlige plasseringer i 2013. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Flagget angir anleggets ankerpunkt. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kart utarbeidet av FiskeLiv AS, kartkilde: Olex

Tabell 2.1 Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 20. mars 2013. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en 0.1m² Van Veen grabb. Full grabb inneholder 15 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. 1 20.3.2013	Åpenvika 70° 01,343'N	88	G1	ca. 10-12 L	Biologi/Geologi/Kjemi
Nærsone	29° 13,065'Ø		G2	ca. 10-12 L	Biologi CTD
St. 2 20.3.2013	Åpenvika 70° 01,495'N	107	G1	ca. 15 L	Biologi/Geologi/Kjemi
Overgangssone	29° 14,130'Ø		G2	ca. 15 L	Biologi CTD
St. 3 20.3.2013	Åpenvika 70° 01,907'N	132	G1	ca. 15 L	Biologi/Geologi/Kjemi
Fjernsone	29° 16,275'Ø		G2	ca. 15 L	Biologi CTD

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut prøve fra det 1.hugget fra hver stasjon til analyse av kornfordeling i sedimentet. Analysen ble utført ved hjelp av intern metode ved Kystlab, avdeling Molde. Kornfordelingsanalysen inngår ikke under laboratoriets akkreditering. 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 (Buchanan, 1984). Kornfordelingen av sedimentprøvene 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 1. hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameterne. Analysene ble utført av Kystlab, avdeling Molde (akkrediteringsnummer Test 070). Analysene av sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter EPA200.7/200.8 ved ALS Laboratory Group Norway AS. Analysene av fosfor (P) ble utført etter CSN 720116. Glødetapet ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets (KLIF's) manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH-meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode.

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et

SAM-Marin

uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² van Veen har et volum på 15 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 den med hulldiameter på 1 mm. Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert med 4 % formalin med fosfatbuffer.

I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrs materialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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. Når bunndyr brukes i klassifisering av lokaliteten benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) for å beskrive artsmangfold. Ømfintlighet beregnes ved indeksene ISI og AMBI. ISI er en indeks som har begrenset verdi siden den ikke tar hensyn til antallet individer. Dette betyr at en prøve med ett individ *Capitella capitata* får samme indeks som en prøve med 10.000 individer. NQI1 og NQI2 er sammensatte indekser som i tillegg til artsmangfoldet også tar hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. Tabell 2.2 oppsummerer klassifiseringen ved hjelp av de ulike indeksene. For en grundigere gjennomgang, se Vedlegg 1. 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. 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).

I vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. 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.

SAM-Marin

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

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O2/ l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener ind. (H')	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	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
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

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

Tabell 2.3 Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone 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. - 5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .
Miljøtilstand 2 (god)	- 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 Åpenvika startet produksjonen i 2011. Anlegget har ligget i nåværende posisjon siden 2008. Anlegget er 1280 meter langt og består av 16 ringer. Det er produksjon i hele anlegget. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet 20.03.13 var ca. 1 879 419 kg. Det er produksjon av laks av 2011 årgang vår som skal utslaktes mai/juni 2013. Anlegget skal deretter brakk legges fram til vår 2014.

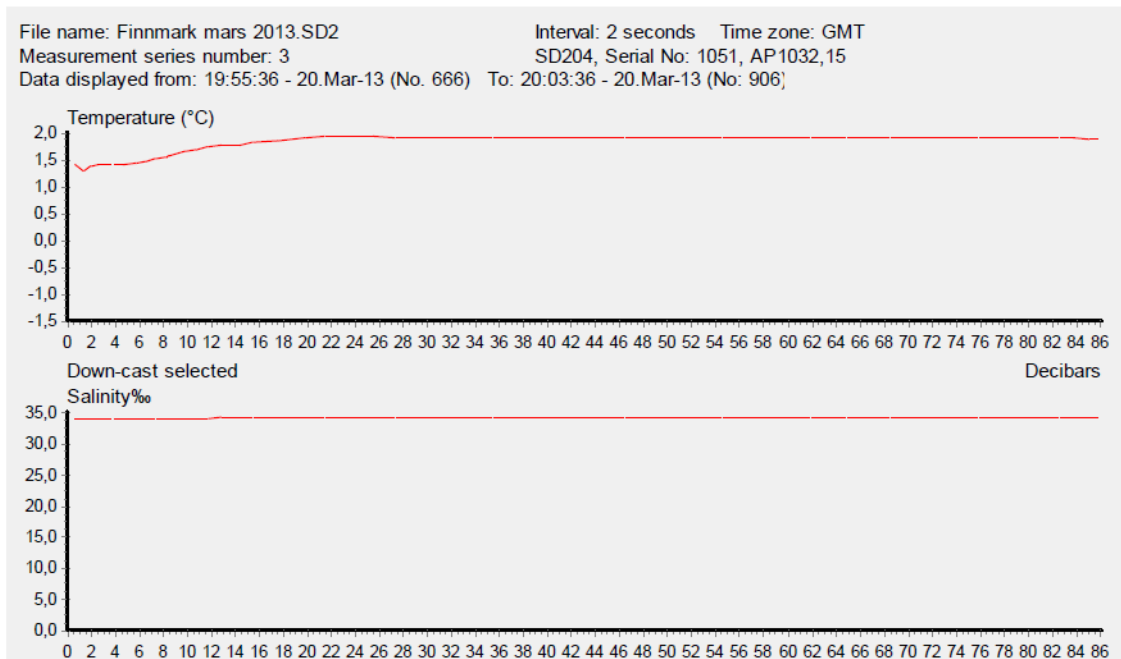
Tabell 2.4 Fôrforbruk i tonn på lokaliteten de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	5955 tonn	ca. 5003 tonn
Siste 3 år	10568 tonn	ca. 8747 tonn

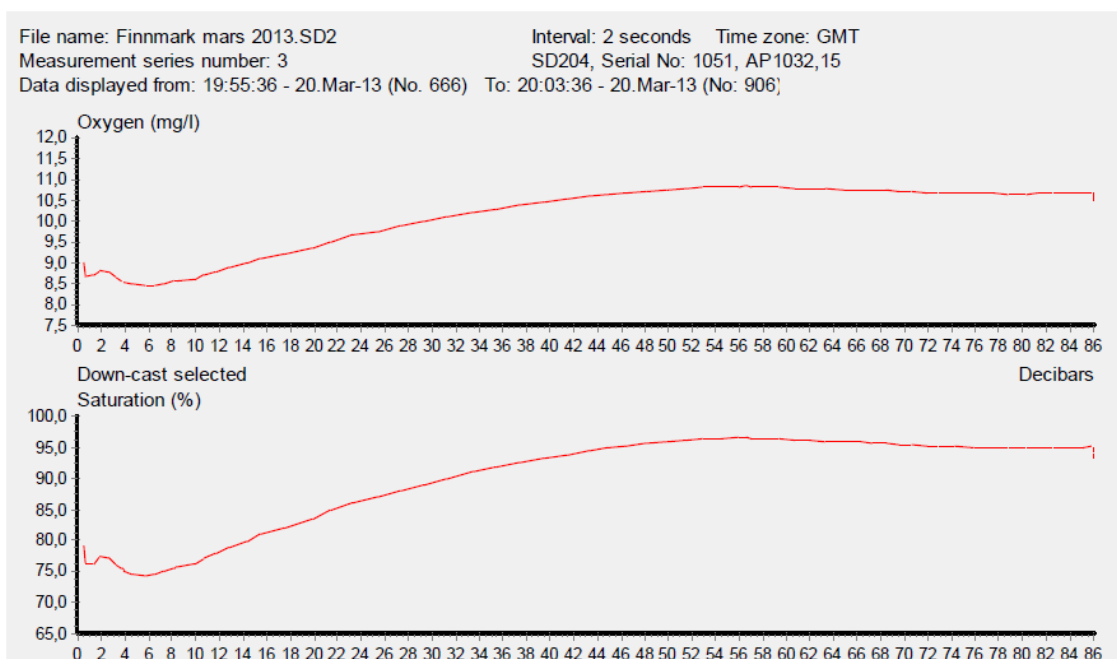
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon 1, 2 og 3 den 20. mars 2013. Resultatene er presentert i Figur 3.1 - 3.6.



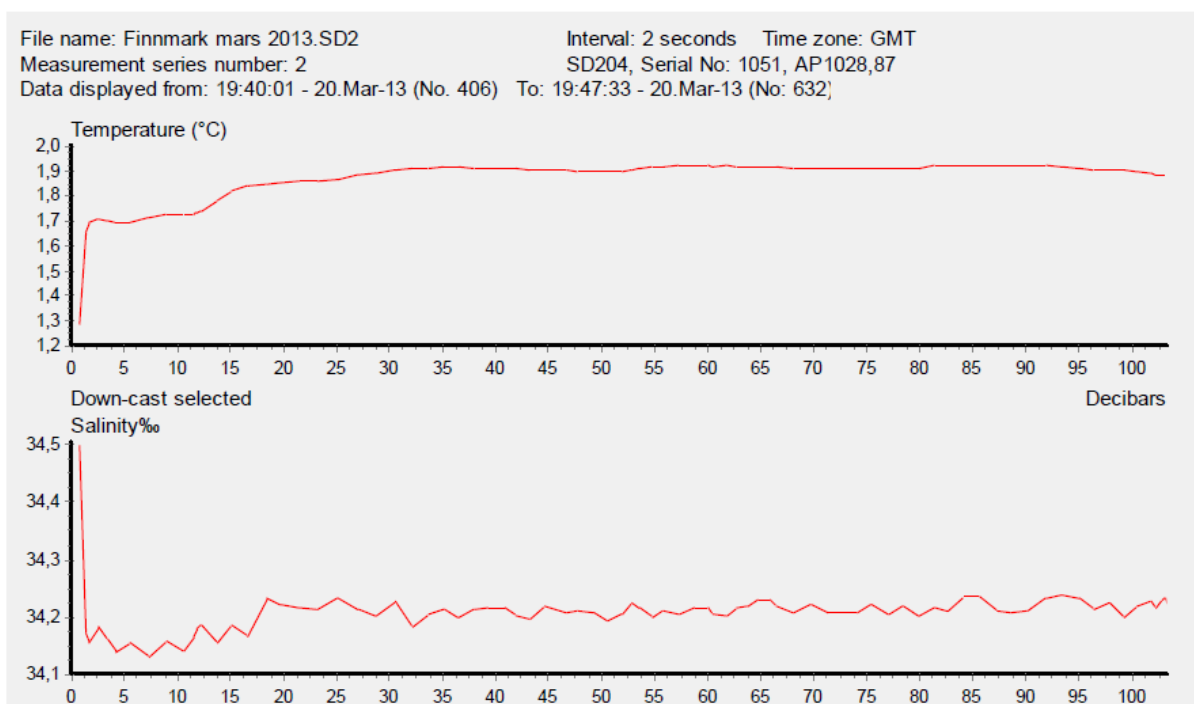
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet på St. 1, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 86 meter den 20. mars 2013.



Figur 3.2. Oksygen i % metning og mg O₂/l på St. 1, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 86 meter den 20. mars 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

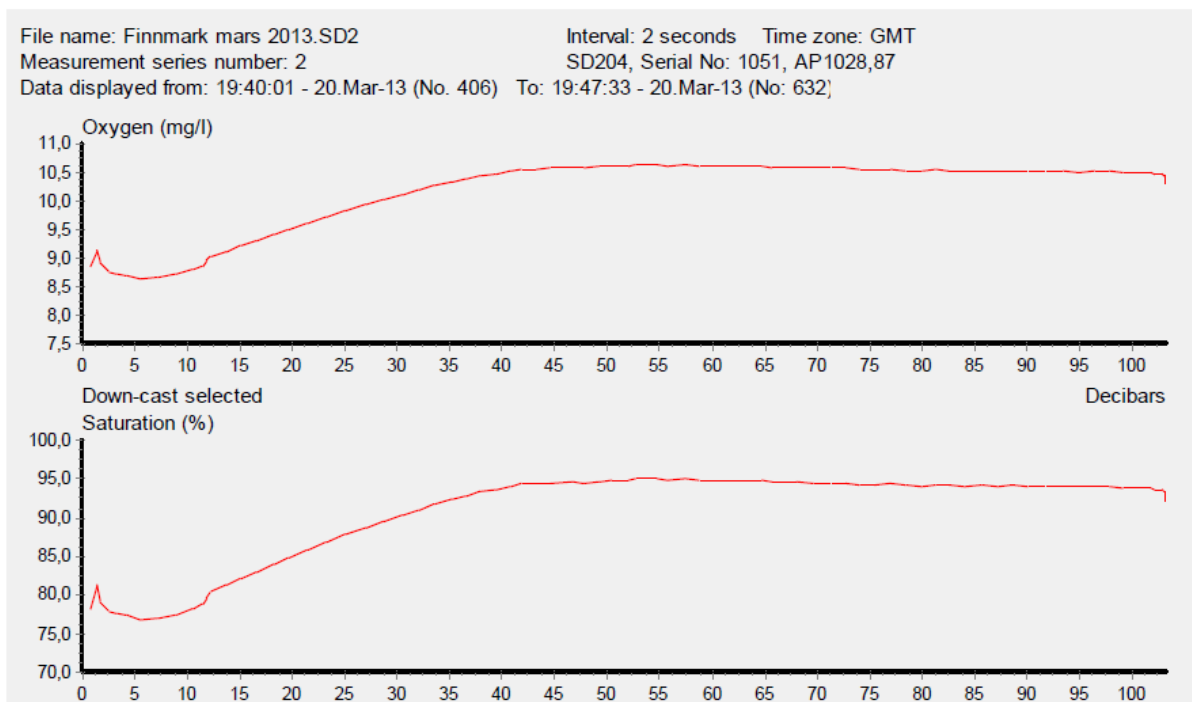
SAM-Marin

Temperaturen i nærsonen, St. 1, var 1,5 °C i overflatelaget og økte med en halv grad med mot 15 meter for så å holde seg på 2 °C ned til ca. 86 meters dyp. Saltholdigheten lå stabilt på rundt 35 psu i hele vannsøylen. Oksygeninnholdet i overflaten lå mellom 8,5 og 9 mg/l og 75-80 % metning. Fra overflaten og ned til 50 meter økte oksygeninnholdet jevnt til maksverdi på 10,8 mg/l. Deretter holdt oksygenivået seg stabilt på ca. 10,5 mg/l (7,4 ml/l) og ca. 95 % ned mot bunnen. De målte resultatene for oksygen i bunnvann på St. 1 tilsvarer tilstandsklasse I - Svært god både for ml/l og for % metning.



Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet på St. 2, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 107 meter den 20. mars 2013.

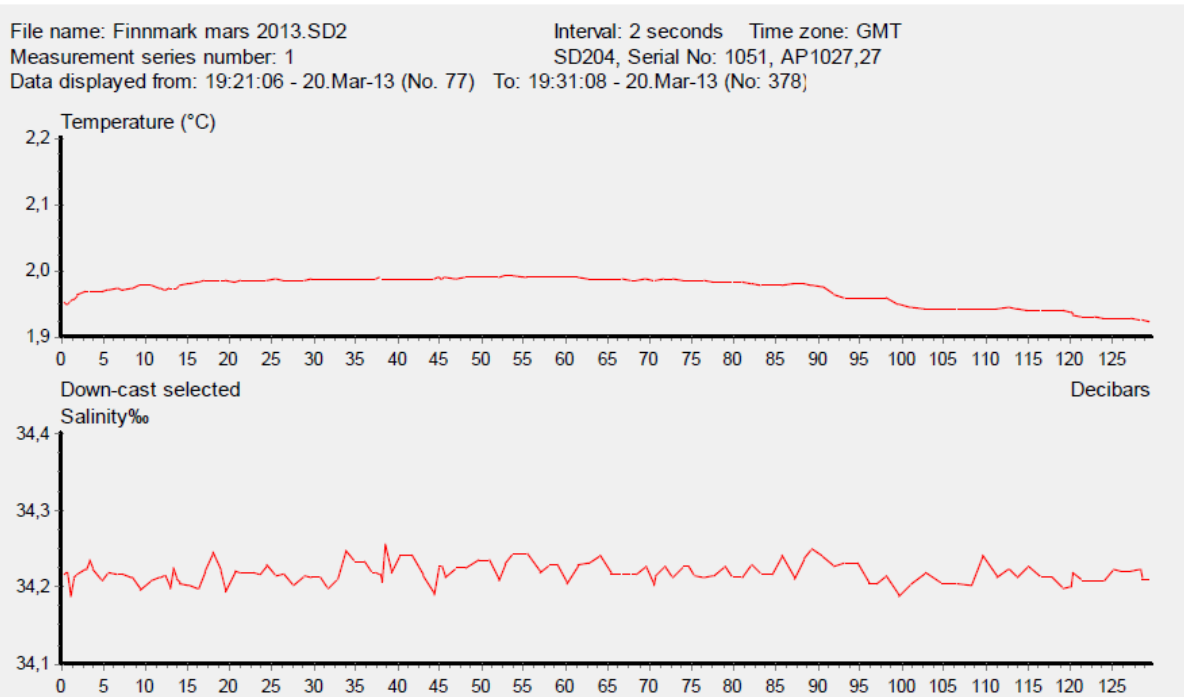
SAM-Marin



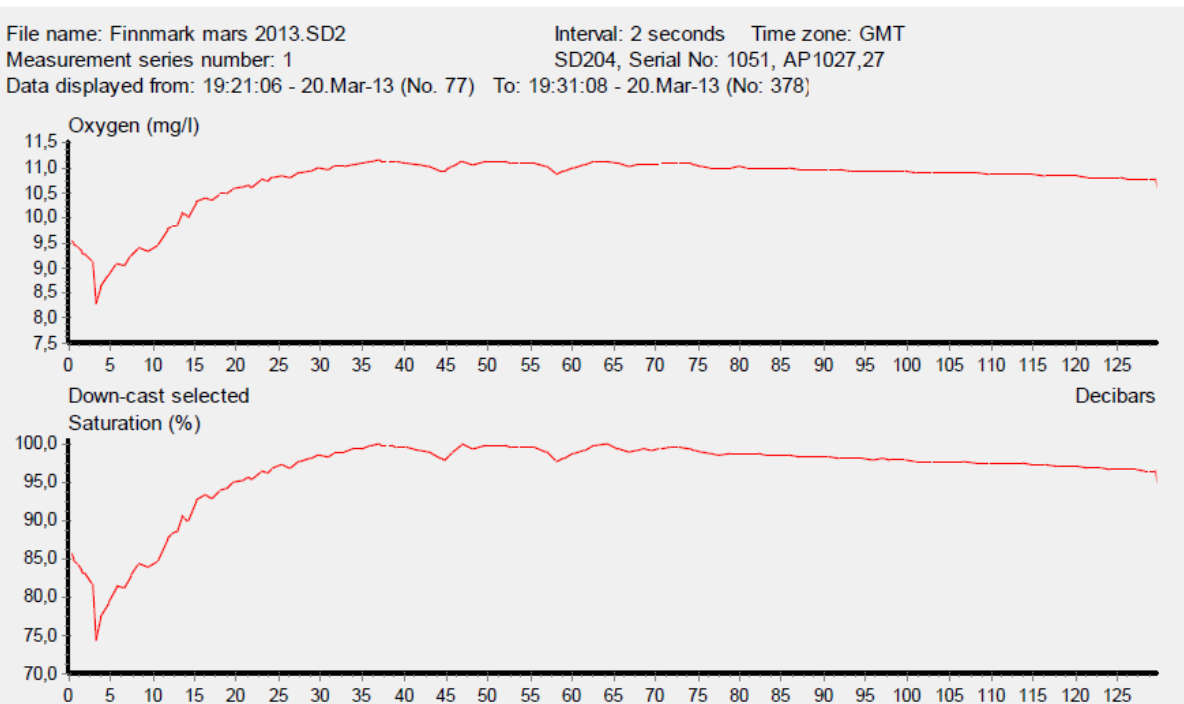
Figur 3.4. Oksygen i % metning og mg O₂/l på St. 2, målt med oksygen-sonde fra overflaten og ned til 107 meter den 20. mars 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen i overgangssonen, St. 2, var 1,3-1,7^o C i overflatelaget og økte opp til 1,9^o C på ca. 30 meters dyp. Deretter forholdt temperaturen seg stabilt på ca. 1,9^o C helt ned til bunnen på 107 meters dyp. Saltinnholdet var jevnt i hele vannsøylen. Den høyeste verdien var i overflaten med 34,5 psu, for så å variere mellom 34,1 -34,3 psu ned mot bunnen. Oksygeninnholdet i overflaten lå på ca. 9,0 mg/ l og 80 % metning. Fra overflaten og ned til 40 meter økte oksygeninnholdet sakte til maksverdi på 10,8 mg/l. Deretter holdt oksygennivået seg stabilt rundt 10,5 mg/l (7,4 ml/l) og ca. 95 % ned mot bunnen. De målte resultatene for oksygeninnholdet i bunnvannet på St. 2 tilsvarer tilstandsklasse I - Svært god både for ml/l og for % metning.

SAM-Marin



Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet på St. 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 132 meter den 20. mars 2013.



Figur 3.6. Oksygen i % metning og mg O₂/l på St. 3, målt med oksygen-sonde fra overflaten og ned til 132 meter den 20. mars 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen i fjernsonen, St. 3, var svært jevn i hele vannsøylen og lå mellom 1,9 – 2,0 °C i overflaten og helt ned til bunnvannet på 132 meter. Saltinnholdet var også jevnt og lå på ca. 34,2 psu i hele vannsøylen. Oksygeninnholdet i overflaten lå på ca. 9,5 mg/l og 85 % metning. Fra overflaten og ned til 3 meter sank oksygeninnholdet til 8,3 mg/l og 75 % for så å

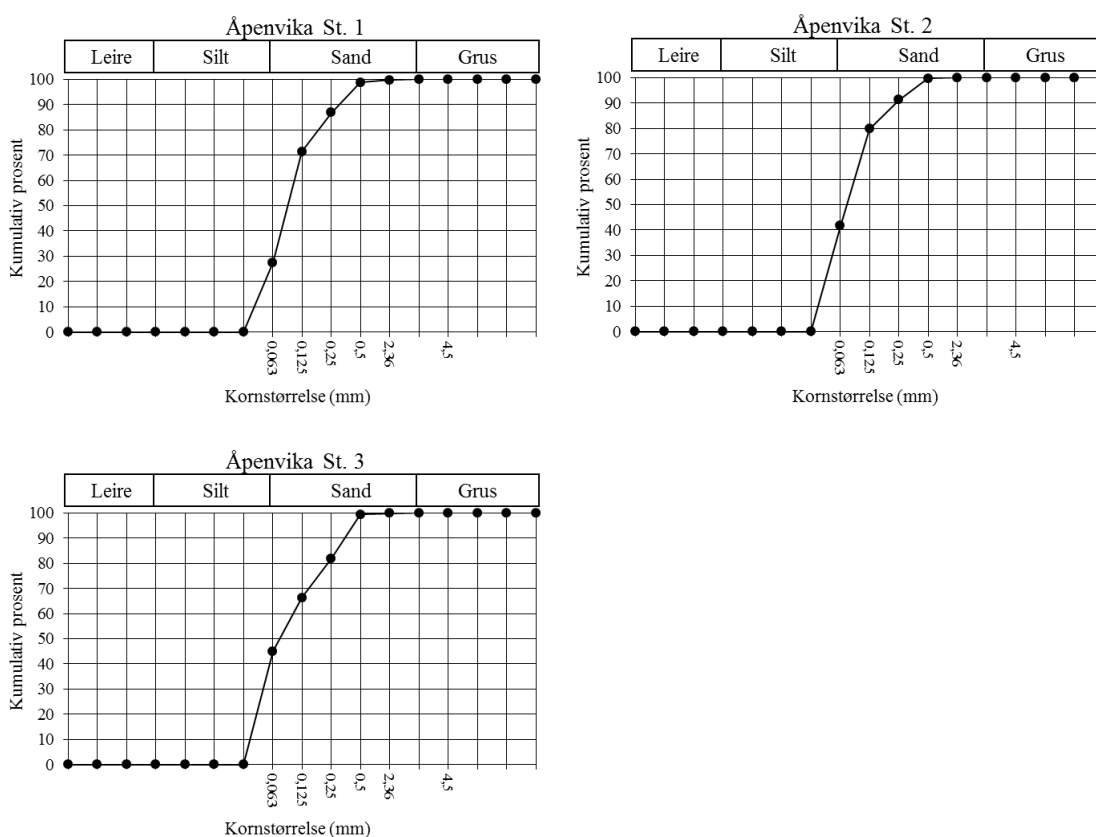
øke jevnt til maksverdi på ca. 11,0 mg/l (7,7 mg/l) og ca. 100 % på 35 meters dyp. Deretter holdt oksygenivået seg stabilt på dette nivået ned mot bunnen. De målte resultatene for oksygeninnholdet i bunnvannet på St. 3 tilsvarer tilstandsklasse I - Svært god både for ml/l og for % metning.

3.2 Sediment

Resultatene fra sediment-undersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.4.

Tabell 3.1. Oversikt over kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Åpenvika i mars 2013.

Åpenvika	Dyp (m)	Leire/Silt <63 µm	Sand 63-2360µm	Grus >2360µm	
St. 1	38	27.5	71.6	0.4	%
St. 2	107	41.4	58.1	0.0	%
St. 3	132	44.8	54.5	0.1	%



Figur 3.4. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene ved Åpenvika i mars 2013.

St. 1, like ved anlegget, var den stasjonen som hadde mest grovkornet sediment bestående av ca. 72 % sand. Leire/silt fraksjonen var ca. 28 % og det var mindre enn 1 % grus (Figur 2.3).

St. 2 i overgangssonen hadde et noe finere sediment med ca. 58 % sand og ca. 42 % leire/silt.

St. 3 ute i dypet av fjorden hadde også et noe finkornet sediment bestående av en finfraksjon på ca. 45 % og ca. 55 % sand, mens det var kun 1 % grus. Mengden sand i sedimentet på 132 m dyp indikerer gode strømforhold.

3.3 Kjemi

Sediment-analyser

Inntil anlegget, ved St. 1, ble det funnet lave verdier av sink (83,2 mg/kg) og kobber (7,96 mg/kg) (tilstandsklasse I - Bakgrunnsnivå) (Tabell 3.2), Andelen fosfor var relativt lav (2,42 g/kg). Glødetapet var på 4,9 %, noe som tilsvarer et lavt organisk innhold.

Verdiene av metaller i overgangssonen (St. 2) var lave. Sink lå på 28,3 mg/kg og kobber lå på 10,6 mg/kg som begge ligger innenfor beste tilstandsklasse (tilstandsklasse I - Bakgrunnsnivå) (Tabell 3.2). Andelen fosfor var lavt (1,23 g/kg). Det organiske innholdet var lavt, med et glødetap på 2,8 %

På den dypeste stasjonen (St. 3), ble det også kun funnet bakgrunnsnivåer av metaller (TK I). Fosfor-verdiene var lave. Glødetapet var lavt, 4,9 %, godt innenfor det som kan forventes på dette dypet i norske fjorder.

Tabell 3.2. Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007) for sink og kobber.

Stasjon	Sone	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)TS	TK.	Sink (mg/kg)TS	TK.	Fosfor (% av ts)	Glødetap (mg/g)	Glødetap (% av ts)
St. 1	Nær	88	7,96	I	83.2	I	0,242	49,0	4,9
St. 2	Overgang	107	10,6	I	28.3	I	0,123	28,0	2,8
St. 3	Fjern	132	18,4	I	44.9	I	0,104	49,0	4,9

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 1.

Målingene av pH og E_h i 2013 plasserte nærstasjonen i tilstand 2 og overgang- og fjernstasjonen 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	Sone	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
St. 1 G1	Fjern-	7,3	-112	2	2
St. 1 G2		7,2	-155	2	2
St. 2 G1	Nær-	7,5	-32	1	1
St. 2 G2		7,5	69	1	1
St. 3 G1	Overgang-	7,5	93	1	1
St. 3 G2		7,5	58	1	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 - 3.5, Figur 3.5 - 3.7, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mars 2013. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskremer) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre til at sedimentet og vannet over bunnen blir oksygenfattig, eller helt uten oksygen, og det kan dannes hydrogensulfid. Uten oksygen kan det ikke leve dyr i bunnsedimentet. Svake bunnstrømmer i området vil være medvirkende til opphopning av organisk materiale. Gode strømforhold kan medvirke til spredning og raskere omsetning av organisk materiale.

I bunndyrsprøvene fra St. 1, som ligger i anleggets nærsone på 88 meters dyp, ble det funnet totalt 856 individer fordelt på 5 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') ble beregnet til 0,28 og Hurlberts diversitetsindeks (ES₁₀₀) på 3,0, som begge plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse V - Svært dårlig. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQII

og NQI2) gir begge tilstandsklasse V - Svært dårlig, og AMBI-verdien tyder på at faunaen er «Svært forstyrret». I følge MOM-standarden er imidlertid diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anleggene, og det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved oppdrettsanlegg (Tabell 2.3). Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 3 – Dårlig. Faunaen på denne stasjonen var totalt dominert av børstemarken *Capitella capitata*, som med 826 individer utgjorde hele 96,5 % av totalen. Dette er en art som trives i forhold med mye tilført organisk materiale der andre arter ikke kan leve. De geometriske klassene indikerer også at man har dårlige forhold på stasjonen.

På St. 2 i overgangssonen ble det funnet 66 arter med til sammen 2211 individer. Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') ble beregnet til 3,92 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 24,0 som plasserer stasjonen henholdsvis i KLIFs tilstandsklasse I - Svært god og II - God. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,76 og 0,70, og gir begge tilstandsklasse I -Svært god. I henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (Meget god). De tre mest tallrike artene var børstemarkene *Galathowenia oculata* med 632 individer (28,6 %), *Owenia borealis* med 217 individer (9,8 %) og *Maldane sarsi* med 213 individer (9,6 %). Blant de ti mest tallrike artene finner man ellers fire arter av skjell i tillegg til seks arter børstemark.

St. 3 ligger i anleggets fjernsone, og her ble det funnet totalt 1891 individer fordelt på 56 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') ble beregnet til 3,56 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 18,5 som begge plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II – God. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) får henholdsvis verdiene 0,80 og 0,73 og plasserer stasjonen i tilstandsklasse I - Svært god, De tre mest tallrike artene var børstemarkene *Maldane sarsi* med 524 individer (27,7 %), *Owenia borealis* med 256 individer (13,5 %) og *Galathowenia oculata* med 229 individer (12,1 %). Blant de ti mest tallrike artene ble det funnet fire arter skjell og seks arter børstemark.

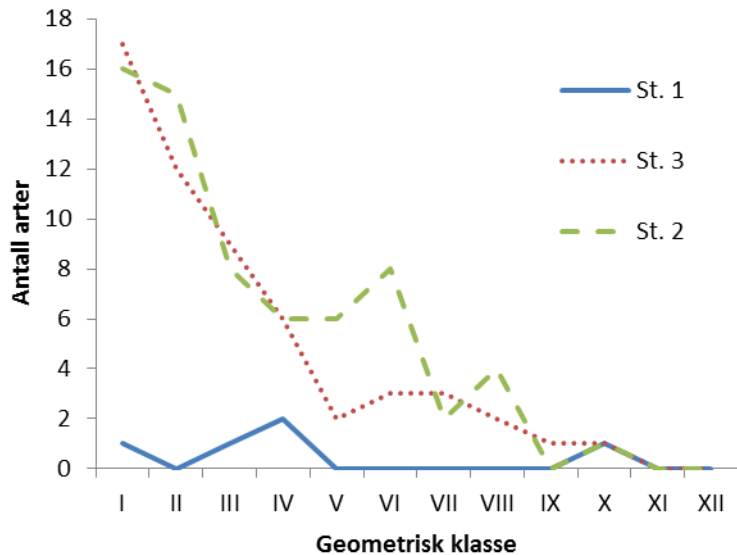
De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (Figur 3.7). Både dendrogrammet og MDS-plottet (Figur 3.6) viser at nærstasjonen skiller seg klart fra de to andre. Dette gjenspeiler at stasjonene har forskjellige dyp og plassering.

SAM-Marin

Tabell 3.4. Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI og ISI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Firkant angir grunnlag for MOM-klassifisering

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES_{100}	AMBI	TK	Jevnhet (J)	H'_{max}	MOM TK
St. 1	G1	472	4	0.14	0.22	0.09	2.2	5.93		0.07	2.00	
St. 1	G2	384	5	0.42	0.25	0.12	3.9	5.84		0.18	2.32	
	Sum	856	5	0.28			3.2			0.12	2.32	3
	Snitt	428	4.5	0.28	0.23	0.10	3.0	5.89	-	0.13	2.16	
St. 2	G1	910	59	3.89	0.75	0.68	25.2	1.97		0.66	5.88	
St. 2	G2	1301	53	3.95	0.76	0.72	22.8	1.55		0.69	5.73	
	Sum	2211	66	4.02			24.1			0.66	6.04	1
	Snitt	1105.5	56	3.92	0.76	0.70	24.0	1.76	I	0.68	5.81	
St. 3	G1	931	45	3.65	0.80	0.74	19.5	0.97		0.66	5.49	
St. 3	G2	960	45	3.48	0.80	0.72	17.6	0.96		0.63	5.49	
	Sum	1891	56	3.59			18.5			0.62	5.81	-
	Snitt	945.5	45	3.56	0.80	0.73	18.5	0.96	I	0.65	5.49	

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



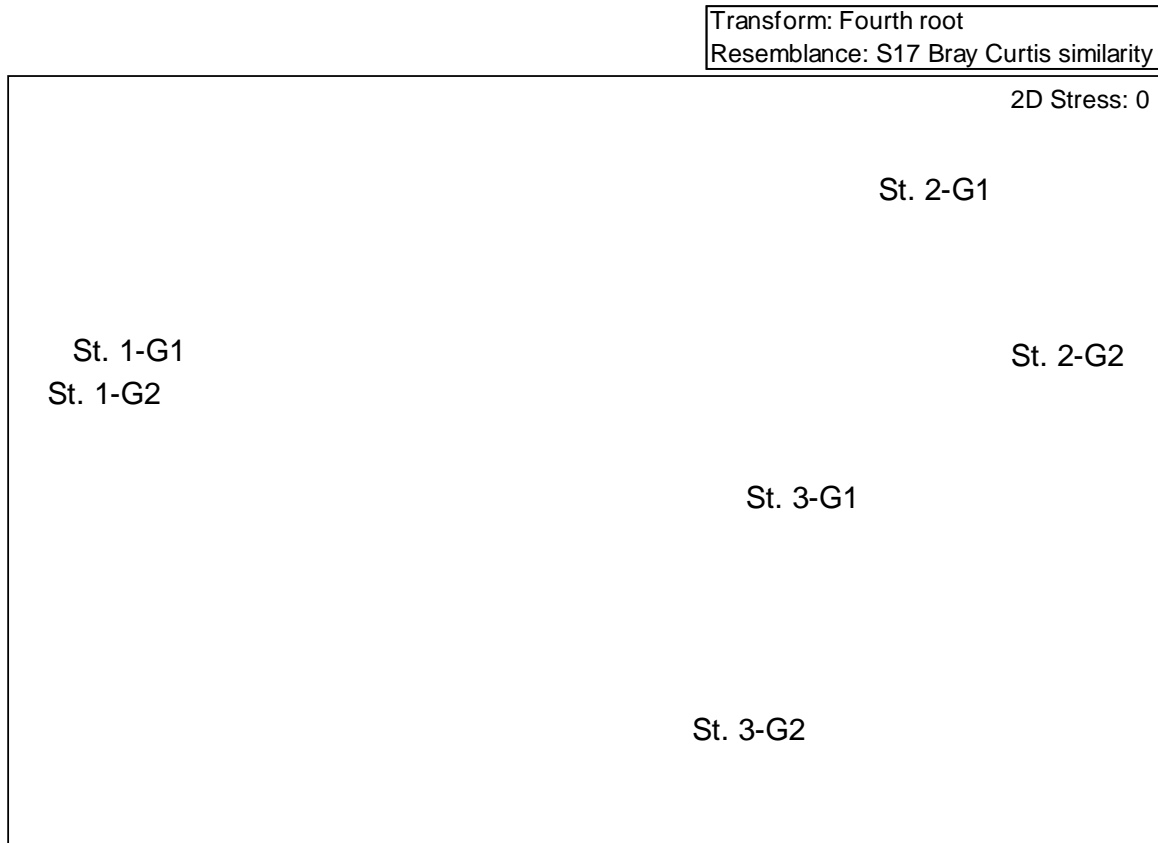
Figur 3.5. Geometriske klasser på St. 1, St. 2 og St. 3 ved Åpenvika i mars 2013. Antall arter (langs y-aksen) er plottet mot geometriske klasser (x-aksen) i prøvene.

SAM-Marin

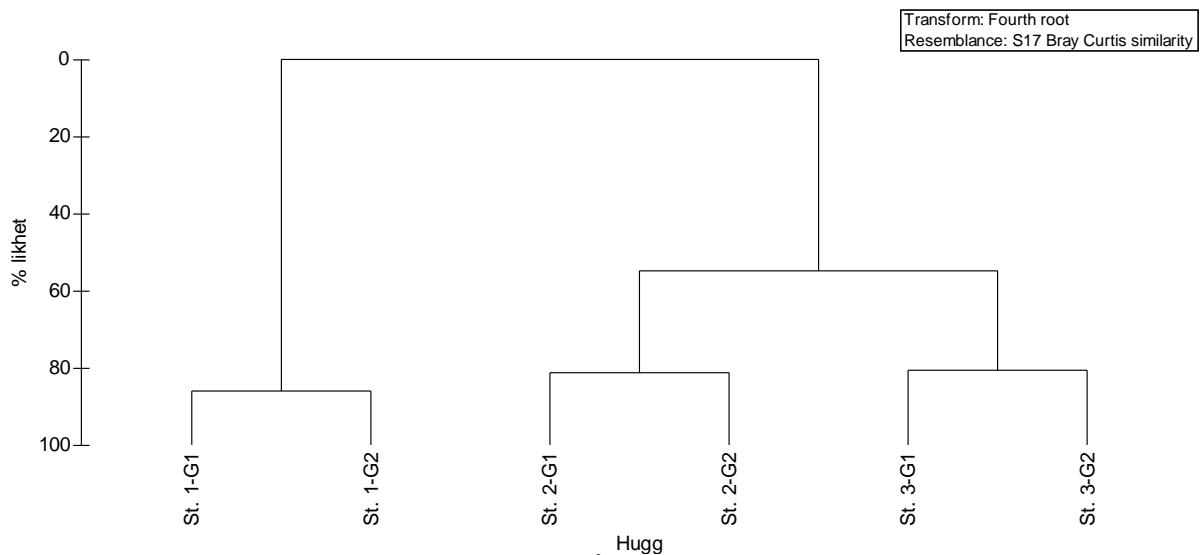
Tabell 3.5. De ti mest tallrike artene på St.1, St. 2 og St. 3 ved Åpenvika i mars 2013. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

St. 1	Antall individ	0,2 m ² %	Kum. %	St. 2	Antall individ	0,2 m ² %	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	826	96.5	96.5	<i>Galathowenia oculata</i>	632	28.6	28.6
<i>Microphthalmus</i> sp.	12	1.4	97.9	<i>Owenia borealis</i>	217	9.8	38.4
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	10	1.2	99.1	<i>Maldane sarsi</i>	213	9.6	48.0
<i>Mytilus edulis</i>	7	0.8	99.9	<i>Yoldiella</i> cf. <i>lenticula</i>	195	8.8	56.9
<i>Prionospio fallax</i>	1	0.1	100.0	<i>Myriochele heeri</i>	136	6.2	63.0
	856			<i>Yoldiella nana</i>	109	4.9	67.9
				<i>Lumbrineridae</i> indet.	67	3.0	71.0
				Mytilidae indet.	54	2.4	73.4
				<i>Chaetozone</i> sp.	52	2.4	75.8
				<i>Thyasira equalis</i>	51	2.3	78.1
					2211		
St. 3	Antall individ	0,2 m ² %	Kum. %				
<i>Maldane sarsi</i>	524	27.7	27.7				
<i>Owenia borealis</i>	256	13.5	41.2				
<i>Galathowenia oculata</i>	229	12.1	53.4				
<i>Yoldiella</i> spp.	224	11.8	65.2				
<i>Myriochele heeri</i>	125	6.6	71.8				
<i>Mendicula ferruginosa</i>	98	5.2	77.0				
<i>Thyasira</i> spp.	92	4.9	81.9				
<i>Laphania boeckii</i>	52	2.7	84.6				
<i>Lumbrineridae</i> indet.	45	2.4	87.0				
<i>Ennucula tenuis</i>	32	1.7	88.7				
	1891						

SAM-Marin



Figur 3.6. 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 3.7. Cluster plot på huggnivå av stasjonene ved Åpenvika undersøkt i mars 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. St 1-G1 er første hugg fra St. 1 osv.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Åpenvika i Varangerfjorden, Sør-Varanger Kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 20. mars 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden. Det ble foretatt en MOM-B-undersøkelse ved anlegget i 2011, og denne viste gode forhold med lokalitetstilstand I (Langvatn, 2011).

På St.1 nærmest anlegget var glødetapet lavt, og sedimentet var relativt grovkornet med 72 % sand, noe som indikerer at det er gode strømforhold på lokaliteten. Måling av pH og Eh ga stasjonen tilstand 2 noe som indikerer redusert oksygen innhold i sedimentet på nærstasjonen. Oksygenmålingene i vannmassene viste imidlertid gode nivåer nær bunnen. Nivåene av kobber, sink og fosfor var lave og gav tilstandsklasse I. Diversiteten av bunnfaunaen kom ut som svært dårlig, og den forurensnings-tolerante børstemarken *Capitella capitata* dominerte prøvene med 96,5 % av det totale individantallet. Faunaprøvene ga MOM-tilstandsklasse 3 (Dårlig) og viser at miljøet under anlegget er påvirket av økt tilførsel av organisk materiale selv om det ble målt lavt glødetap.

I overgangssonen (St. 2) besto sedimentet av bortimot 58 % sand og resten leire/silt. Nivåene av kobber, sink og fosfor var lave og glødetapet indikerer lite organisk materiale. pH- og Eh målingene viste gode forhold og ga tilstand 1, og oksygeninnholdet i bunnvannet var høyt (tilstandsklasse I). Analysene av bunnfauna tydet på gode forhold. Stasjonen får miljøtilstand 1 (Meget god) i henhold til MOM-standard og tilstandsklasse I (Svært god) i henhold til Veileder 1:2009.

På den dypeste stasjonen (St. 3) var det også gode oksygenforhold i bunnvannet og lavt glødetap. pH- og Eh-målingene viste gode forhold og ga tilstand 1. Her var sedimentet noe mindre grovkornet, men fremdeles dominert av sand (54,5 %). Fosfor-, kobber- og sinkverdiene var lave også her. Analysene av faunaprøvene tydet på et bunnsamfunn upåvirket av forurensning, med resultater i tilstandsklasse I (Svært God).

SAM-Marin

Prøvene viser at det er liten påvirkning fra anlegget i overgangssonen og fjernsonen, og bunndyrsfaunaen på disse stasjonene viste gode forhold. Prøvene tatt like ved anlegget viser derimot at driften ved anlegget påvirker bunnfaunaen, som viser svært lav artsdiversitet. Selv om det er målt gode oksygenforhold og lavt glødetap her, tyder pH- og Eh-målingene på redusert oksygeninnhold i sedimentet. Bunnforholdene under anlegget bør følges nøye for å unngå opphopning av fekalier og fôrrester som kan ha negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet.

Tabell 4.1 Oppsummering av resultatene

Stasjon	Dyp (m)	Fauna T.kl.	Fauna/ MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber
St.1	88	V	Dårlig	I	I
St.2	107	I	Meget God	I	I
St.3	132	I	Meget God	I	I

5 TAKK

Vi takker Fiske-Liv AS for utført tokt og utarbeiding av kart. På toktet deltok Vegard Aambø Langvatn og Sondre Veberg Larsen fra Fiske-Liv AS, samt Arve Buljo og Egil Andreas Hansen fra Villa Arctic AS. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten og Nargis Islam. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Frøydis Lygre.

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.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Langvatn V. A. 2011. Miljøundersøkelse (NS 9410); Åpenvika. Kystlab-rapport nr.: BR116341
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund.

7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata</i>	30
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere</i>	38
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	40
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	45
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis kjemi og geologi</i>	46

GENERELL VEDLEGGSEDEL

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

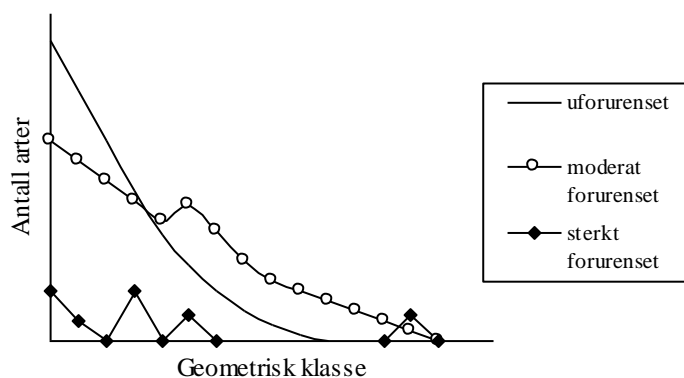
Geometriske klasser

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

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et 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 uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

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

Diversitet

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

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

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

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra 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:

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

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 faunaekspertes. 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

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

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

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

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

SAM-Marin

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

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

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

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

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

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

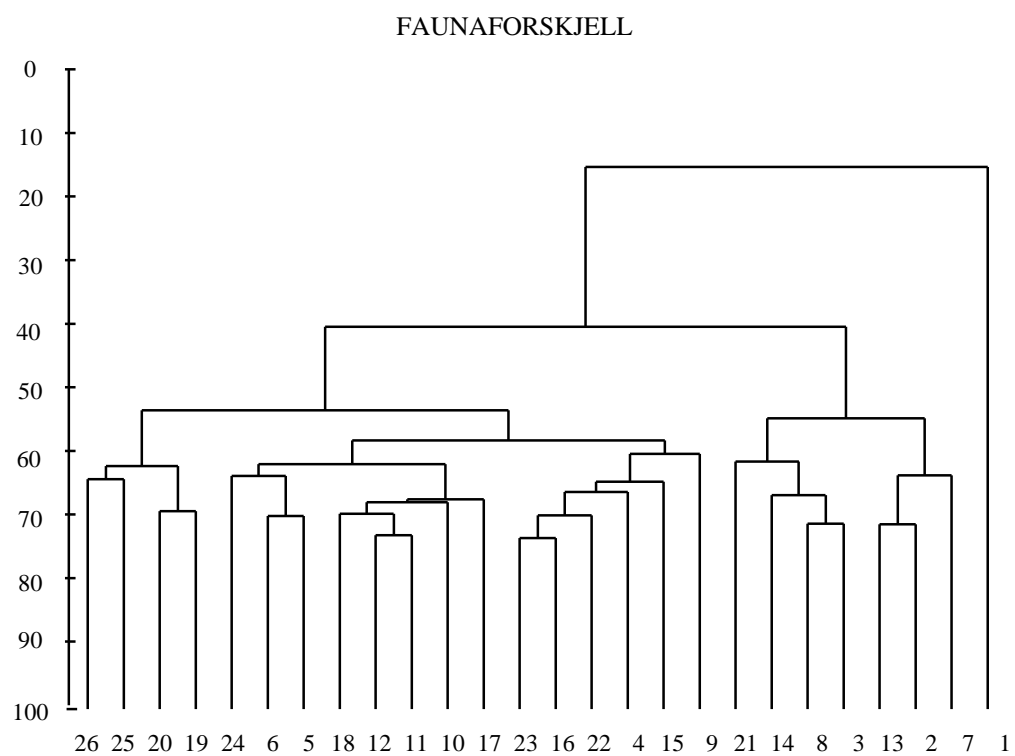
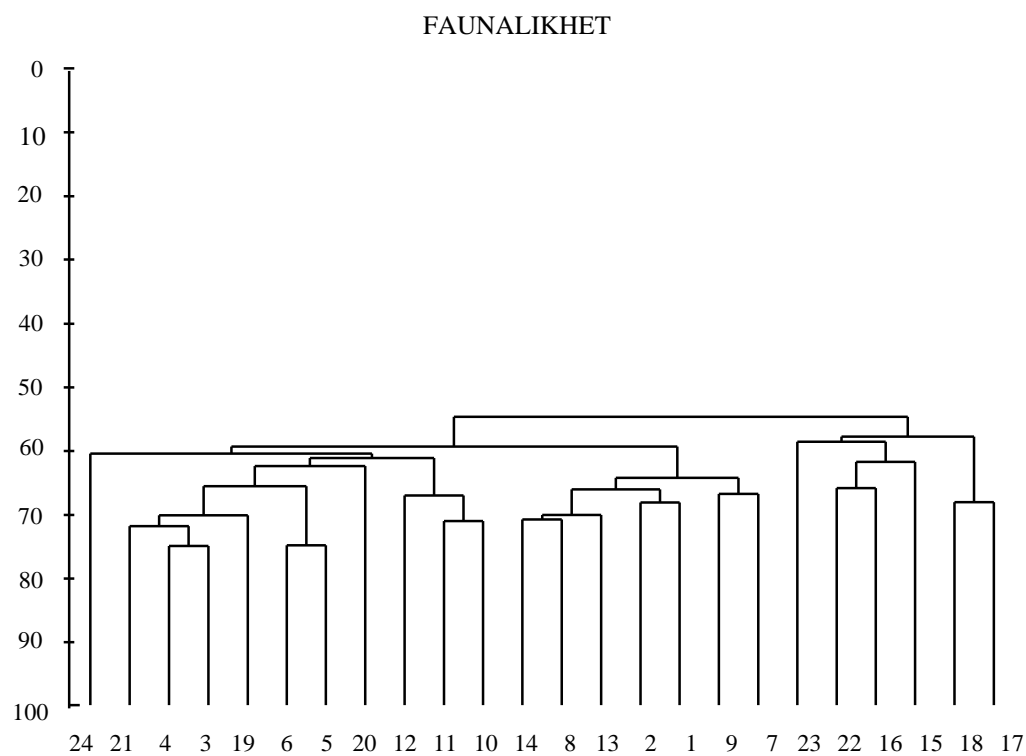
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

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

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

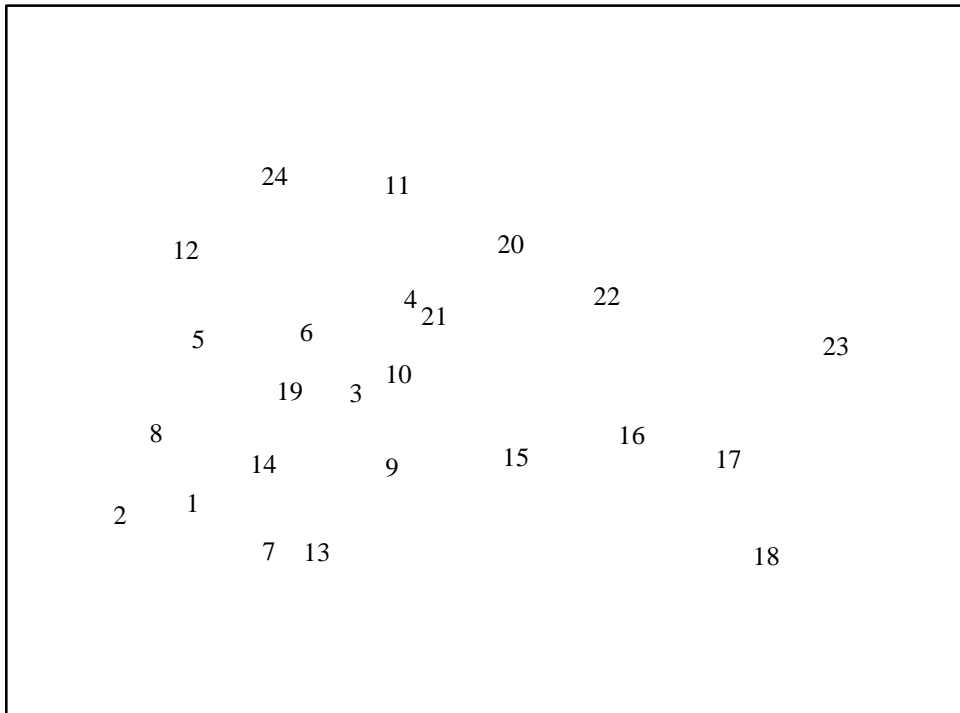
SAM-Marin



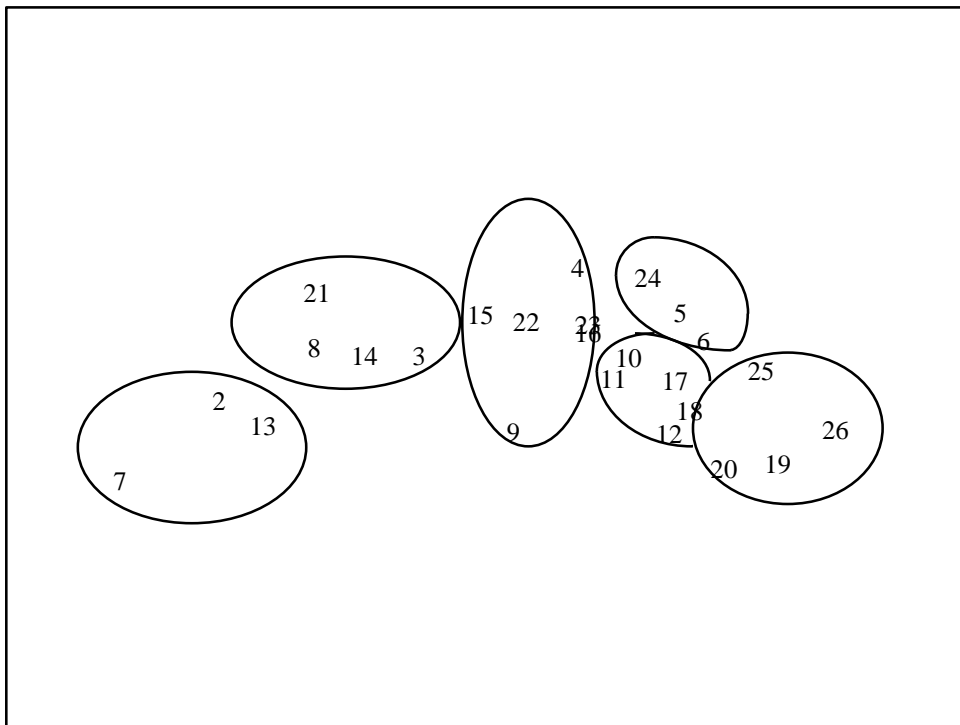
Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

SAM-Marin

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, Théliin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02*. 20 s.

Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

Prøvekjema B.1																																																					
Firma:		Villa Arctic AS					Lok.nr.:		29416																																												
Lokalitet:		Åpenvik					Dato:		20.3.13																																												
Gr.	Parameter	Poeng	St. 1		St. 2		St. 3		Indeks																																												
			G1	G2	G1	G2	G1	G2																																													
I	Dyr	Ja (0) Nei (1)	0	0	0	0	0	0	Tilstand (gr. I)																																												
II	pH	Målt verdi	7,3	7,2	7,5	7,5	7,5	7,5																																													
	Eh (mV)	Målt verdi	-112	-155	-32	69	93	58																																													
		+ ref.potens																																																			
	pH/Eh	Poeng tillegg D	2	2	1	1	1	1																																													
		Tilstand (prøve)	2	2	1	1	1	1	Tilstand (gr. II)																																												
III	Gassboble	Ja (4)																																																			
		Nei (0)	0	0	0	0	0	0																																													
	Farge	Lys/grå (0)	0	0	0	0	0	0																																													
		Brun/svart (2)																																																			
	Lukt	Ingen (0)			0	0	0	0																																													
		Noko (2)	2	2																																																	
		Sterk (4)																																																			
	Konsistens	Fast (0)	0	0	0	0	0	0																																													
		Mjuk (2)																																																			
		Laus (4)																																																			
	Grabbvolum	v < 1/4 (0)																																																			
		1/4 < v < 3/4 (1)	1	1																																																	
		v > 3/4 (2)			2	2	2	2																																													
	Slamtjukke	0 - 2 cm (0)	0	0	0	0	0	0																																													
		2 - 8 cm (1)																																																			
> 8 cm (2)																																																					
	Sum	3	3	2	2	2	2																																														
	Korr. Sum	0,66	0,66	0,44	0,44	0,44	0,44																																														
	Tilstand (prøve)	1	1	1	1	1	1	Tilstand (gr. III)																																													
II & III	Middelverdi (Gruppe II & III)	1,33	1,33	0,72	0,72	0,72	0,72																																														
III	Tilstand (prøve)	2	2	1	1	1	1	Tilstand (gr. II & III)																																													
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">pH/Eh</th> <th rowspan="2">Korr. sum</th> <th rowspan="2">Indeks</th> <th rowspan="2">Middelverdi</th> <th rowspan="2">Tilstand</th> <th colspan="2">Tilstand</th> <th rowspan="2">Lokalitetstilstand</th> </tr> <tr> <th>Gruppe I</th> <th>Gruppe II og III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><1,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>A</td> <td>1, 2, 3, 4</td> <td>1, 2, 3, 4</td> </tr> <tr> <td>1,1 - < 2,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td>4</td> <td>1, 2, 3</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> <tr> <td>2,1 - < 3,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>>3,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">LOKALITETSTILSTAND <input style="width: 100px;" type="text"/></p>												pH/Eh	Korr. sum	Indeks	Middelverdi	Tilstand	Tilstand		Lokalitetstilstand	Gruppe I	Gruppe II og III	<1,1				1	A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1,1 - < 2,1				2	4	1, 2, 3	1, 2, 3	2,1 - < 3,1				3	4	4	4	>3,1				4			
pH/Eh	Korr. sum	Indeks	Middelverdi	Tilstand	Tilstand		Lokalitetstilstand																																														
					Gruppe I	Gruppe II og III																																															
<1,1				1	A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4																																														
1,1 - < 2,1				2	4	1, 2, 3	1, 2, 3																																														
2,1 - < 3,1				3	4	4	4																																														
>3,1				4																																																	
<p>Signatur: (utdrag frå NS 9410 Miljøovervåking av marine matfiskanlegg: s. 15)</p>																																																					

SAM-Marin

Prøvetakingspunkt (nr)		1	2	3	4	5	6
Djup (m)		88	88	107	107	132	132
Antal forsøk		1	2	1	1	1	1
Bobling (i prøve)							
Primær-sediment	Grus						
	Skjelsand						
	Sand	X	X				
	Mudder						
	Silt	X	X	X	X	X	X
	Leire			X	X	X	X
Fjellbotn							
Steinbotn							
Beggiatoa							
Fôr							
Fekaliar							
Dyr frå anleggsinstallasjonen							
Lite sediment i grabb							
Grabbareal (kvm)		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Temperatur	Sjøvatn	Sediment	pH-buffer
	3,5	2,5	-
pH	7,7	Ref. elektrodens potensial (mV)	0
E _h (mV)	153		

Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): FiskeLiv AS, Borgundvegen 214, 6008 Ålesund
Prosjekt nr.: 807732

Prøvetakingssted (område): Åpenvika

Dato for prøvetaking: 20.3.13

Ansvarlig for prøvetaking (firma): FiskeLiv AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Bunnfauna dårlig fiksert, spesielt for Mollusca

Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Frøydis Lygre

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

s. 1/4	Lokalitet	Åpenvika	Åpenvika	Åpenvika	Åpenvika
	Stasjon	St. 1	St. 1	St. 2	St. 2
	Dato	20.3.13	20.3.13	41353	41353
	Dyp	88 m	88 m	107 m	107 m
Arter	Hugg	G1	G2	G1*	G2*
+ HYDROZOA					
* Hydrozoa indet.		+	+		+
+ ANTHOZOA					
<i>Edwardsia</i> sp.					1
+ NEMERTINI					
* Nemertini indet.					1
+ NEMATODA					
* Nematoda indet.		2		1	
POLYCHAETA					
<i>Bylgides</i> sp.				2	1
<i>Pholoe baltica</i>				1	1
<i>Eulalia tjalfiensis</i>				1	1
* <i>Eteone longa</i>		1		2	3
<i>Goniada maculata</i>				1	
<i>Microphthalamus</i> sp.		6	6		
<i>Syllidae</i> indet.				1	1
<i>Exogone</i> sp.				1	
<i>Nephtys ciliata</i>				2/7	2/3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>				11	3
Lumbrineridae indet.				31	36
<i>Ophryotrocha lobifera</i>		1	9		
<i>Scoloplos armiger</i>				13	11
<i>Aricidea simonae</i>				1	
<i>Aricidea suecica</i>					1
<i>Levinsenia gracilis</i>				6	7
<i>Paraonis</i> sp.				4	5
<i>Laonice cirrata</i>				1	1
<i>Prionospio fallax</i>			1		
<i>Spio</i> sp.				19	19
<i>Chaetozone</i> sp.				19	33
<i>Cirratulus cirratus</i>				2	
<i>Diplocirrus hirsutus</i>				1	1/1
<i>Diplocirrus glaucus</i>				1	
<i>Scalibregma inflatum</i>				1/1	0/4
<i>Capitella capitata</i>		464	362		
<i>Heteromastus filiformis</i>					2
<i>Chirimia biceps</i>				0/2	0/1
<i>Maldane sarsi</i>				2/82	3/126
<i>Praxillella gracilis</i>					1
<i>Praxillura longissima</i>				1	1
<i>Rhodine gracilior</i>				8/8	9/12
Maldanidae indet.				7	15
<i>Myriochele heeri</i>				28	108
<i>Galathowenia oculata</i>				322	310
<i>Owenia borealis</i>				0/20	0/197
<i>Pectinaria koreni</i>				1	
<i>Lysippides fragilis</i>				2/1	
<i>Amphicteis gunneri</i>				0/1	
<i>Glyphanostomum pallescens</i>				0/1	0/2
<i>Melinna cristata</i>					1
<i>Laphania boeckii</i>				15/2	12/6
<i>Polycirrus arcticus</i>				33	13
<i>Lysilla loveni</i>					1
<i>Terebellides stroemi</i>				1	

SAM-Marin

s. 2/4 Lokalitet	Åpenvika	Åpenvika	Åpenvika	Åpenvika
Stasjon	St. 1	St. 1	St. 2	St. 2
Dato	20.3.13	20.3.13	41353	41353
Dyp	88 m	88 m	107 m	107 m
Arter	Hugg	G1	G2	G1*
				G2*
<i>Euchone</i> sp.			6	1
SIPUNCULA				
<i>Sipuncula</i> indet.			4	1
<i>Phascolion strombus</i>			0/2	0/3
CRUSTACEA				
* Amphipoda indet.			5	18
<i>Leucon</i> sp.			2	
* <i>Gnathia</i> sp.			2	3
MOLLUSCA				
<i>Caudofoveata</i> indet.			10	5/1
<i>Cerithiella metula</i>			1	
<i>Propebela turricula</i>				1
<i>Philine aperta</i>			0/1	4
cf. <i>Roxania utriculus</i>			1	3/2
<i>Opisthobranchia</i> indet.			1	
<i>Ennucula tenuis</i>			4	8/4
<i>Nuculana permula</i>			0/1	1/1
<i>Yoldiella</i> cf. <i>lenticula</i>			60/32	89/14
<i>Yoldiella lucida</i>			2/5	15/7
<i>Yoldiella nana</i>			30/11	56/12
<i>Crenella decussata</i>			1/1	3
<i>Mytilus edulis</i>	0/1	6		
Mytilidae indet.			0/20	0/34
<i>Thyasira equalis</i>			13/4	18/16
<i>Mendicula ferruginosa</i>			21	20
<i>Astarte sulcata</i>			0/2	0/1
cf. <i>Abra alba</i>			0/2	3/4
<i>Hiatella</i> sp.			0/1	
<i>Cuspidaria</i> sp.			2/2	8/4
* BRYOZOA				
* Bryozoa skorpeformet		+		
* Bryozoa grenet	+	+		
OPHIUROIDEA				
<i>Ophiocten affinis</i>			0/3	0/2
HOLOTHUROIDEA				
Synaptidae indet.			1	8
* VARIA				+

Lokalitet	Åpenvika	Åpenvika
Stasjon	St. 3	St. 3
Dato	20.3.13	20.3.13
Dyp	132 m	132 m
Arter	Hugg	G1*
		G2*
* NEMERTINI		
* Nemertini indet.	3	
* NEMATODA		
* Nematoda indet.		1
POLYCHAETA		
Polynoidae indet.		1
<i>Phyllodoce groenlandica</i>		1
* <i>Eteone longa</i>	1	1
<i>Eteone</i> sp.		1
<i>Syllidae</i> indet.	1	

SAM-Marin

s. 3/4	Lokalitet	Åpenvika	Åpenvika
	Stasjon	St. 3	St. 3
	Dato	20.3.13	20.3.13
	Dyp	132 m	132 m
	Arter	Hugg	G1* G2*
	<i>Nephtys ciliata</i>	2/3	0/3
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	9	6
	Lumbrineridae indet.	24	21
	<i>Scoloplos armiger</i>	6	2
	<i>Levinsenia gracilis</i>	4	2
	<i>Laonice bahusiensis</i>	1	1
	<i>Polydora</i> sp.	1	
	<i>Cirratulus cirratus</i>	2	
	<i>Diplocirrus hirsutus</i>	3/2	0/1
	<i>Diplocirrus glaucus</i>		1
	<i>Ophelina cylindrica</i>		1
	<i>Lipobranchius jeffreysii</i>	0/1	
	<i>Heteromastus filiformis</i>	4	3
	<i>Chirimia biceps</i>	1/1	
	<i>Lumbriclymene cylindrica</i>	0/1	0/1
	<i>Maldane sarsi</i>	214/57	227/26
	<i>Praxillella gracilis</i>	1	1
	<i>Rhodine gracilior</i>	9	4
	Maldanidae indet.	4	3
	<i>Myriochele heeri</i>	55	70
	<i>Galathowenia oculata</i>	105	124
	<i>Owenia borealis</i>	0/103	0/153
	<i>Pectinaria koreni</i>		1
	<i>Pista cristata</i>	1	
	<i>Laphania boeckii</i>	31	21
	<i>Polycirrus medusa</i>	1	
	<i>Terebellides stroemi</i>	1	1
	Sabellidae indet.		4
	<i>Euchone</i> sp.	1	
	SIPUNCULA		
	Sipuncula indet.	16	9
	<i>Phascolion strombus</i>	2	0/3
	CRUSTACEA		
	* Amphipoda indet.	3	1
	<i>Eriopisa elongata</i>	2	
	<i>Pleurogonium spinosissimum</i>		2
	* <i>Gnathia</i> sp.	3	6
	MOLLUSCA		
	<i>Caudofoveata</i> indet.	7/1	6
	<i>Euspira</i> cf. <i>montagui</i>		0/1
	<i>Philine aperta</i>	2	1
	Gastropoda indet.	1	1
	<i>Nucula tumidula</i>	0/1	0/1
	<i>Ennucula tenuis</i>	11/5	12/4
	<i>Yoldiella</i> spp.	103	121
	<i>Crenella decussata</i>		1
	Mytilidae indet.	16	9/2
	Pectinidae indet.	0/1	
	<i>Thyasira equalis</i>	3	3
	<i>Thyasira</i> spp.	48	44
	<i>Mendicula ferruginosa</i>	52	46
	<i>Astarte</i> sp.	0/1	
	<i>Abra</i> sp.	2	3/1
	<i>Thracia convexa</i>		0/1

SAM-Marin

s. 4/4 Lokalitet	Åpenvika	Åpenvika
Stasjon	St. 3	St. 3
Dato	20.3.13	20.3.13
Dyp	132 m	132 m
Arter	Hugg	G1*
G2*		
Cuspidaridae indet.	2	3
OPHIUROIDEA		
<i>Ophiocten affinis</i>	1/4	0/5
HOLOTHUROIDEA		
Synaptidae indet.	1	1
* VARIA		+

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved St. 1, St. 2 og St. 3 ved Åpenvika i mars 2013.

Geometriske klasser	St. 1	St. 3	St. 2
I	1	17	16
II	0	12	15
III	1	9	8
IV	2	6	6
V	0	2	6
VI	0	3	8
VII	0	3	2
VIII	0	2	4
IX	0	1	0
X	1	1	1
XI	0	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis Kjemi og Geologi



Fiske-Liv AS
avd Miljø
Att: Sondre Larsen
6403 MOLDE



Dato: 07.05.2013
Prove ID: 2013-1919

ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 05.04.13 kl.

Analyseperiode: 05.04.13 - 06.05.13

Provetaker: Kunde

2013-1919-1

Sedimenter fra saltvann

Tatt ut: 20.03.13

Merket: Åpenvika St.1

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
•Fraksjon <63 µm	egen	27,45	%
•Fraksjon 63-125 µm	egen	43,58	%
•Fraksjon 125-250 µm	egen	15,29	%
•Fraksjon 250-500 µm	egen	11,80	%
•Fraksjon 500-2360 µm	egen	0,95	%
•Fraksjon 2360-4500 µm	egen	0,41	%
•Fraksjon >4500 µm	egen	0,00	%
Glødetap	NS 4764	49,0	mg/g
Glødetap	NS 4764	4,9	% av ts
Kobber	a) EPA200.7/200.8	7,96	mg/kg TS
Sink	a) EPA200.7/200.8	83,2	mg/kg TS
•Total fosfor	CSN 720116	0,242	% av ts

2013-1919-2

Sedimenter fra saltvann

Tatt ut: 20.03.13

Merket: Åpenvika St.2

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
•Fraksjon <63 µm	egen	41,42	%
•Fraksjon 63-125 µm	egen	37,93	%
•Fraksjon 125-250 µm	egen	11,46	%
•Fraksjon 250-500 µm	egen	8,36	%
•Fraksjon 500-2360 µm	egen	0,31	%
•Fraksjon 2360-4500 µm	egen	0,00	%
•Fraksjon >4500 µm	egen	0,00	%
Glødetap	NS 4764	28,0	mg/g
Glødetap	NS 4764	2,8	% av ts
Kobber	a) EPA200.7/200.8	10,6	mg/kg TS
Sink	a) EPA200.7/200.8	28,3	mg/kg TS
•Total fosfor	CSN 720116	0,123	% av ts

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvingsobjekter.

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse fra Kystlab AS.

Måleusikkerheten kan oppgis på forespørsel.

Side 1 av 2

Postadresse

Eikremsvingen 4
NO-6422 Molde

E-mail: kystlab.molde@kystlab.no
www.kystlab.no

TF

+47 92 47 95 92

Fax

+47 712 50 501

Org.nr.

NO 986 208 933 MVA

SAM-Marin

Dato: 07.05.2013
Prøve ID: 2013-1919

2013-1919-3

Sedimenter fra saltvann

Tatt ut: 20.03.13
ver 1

Merket: Åpenvika St.3

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
*Fraksjon <63 µm	egen	44,76	%
*Fraksjon 63-125 µm	egen	21,07	%
*Fraksjon 125-250 µm	egen	15,50	%
*Fraksjon 250-500 µm	egen	17,39	%
*Fraksjon 500-2360 µm	egen	0,53	%
*Fraksjon 2360-4500 µm	egen	0,11	%
*Fraksjon >4500 µm	egen	0,00	%
Glødetap	NS 4764	49,0	mg/g
Glødetap	NS 4764	4,9	% av ts
Kobber	a) EPA200.7/200.8	18,4	mg/kg TS
Sink	a) EPA200.7/200.8	44,9	mg/kg TS
*Total fosfor	CSN 720116	0,104	% av ts

- *) Analysen er kvalitetssikret, men ikke akkreditert
a) Analysen er utført av ALS Laboratory Group Norway AS

Ann Kristin H. Gule

Ann Kristin Høstmark Gule
Fagansvarlig kjemi/ laboratorieleder

Kopi til
Liv Birte Rønneberg (E-mail)

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvingsobjekter.
Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig tillatelse fra Kystlab AS.
Målesikkerheten kan oppgis på forespørsel.

Side 2 av 2

Postadresse
Eikremsvingen 4
NO-6422 Molde

E-mail: kystlab.molde@kystlab.no
www.kystlab.no

Tlf
+47 92 47 95 92

Fax
+47 712 50 501

Org.nr.
NO 986 208 933 MVA