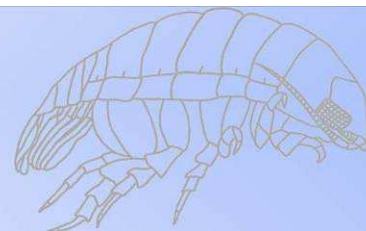


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 15 – 2013

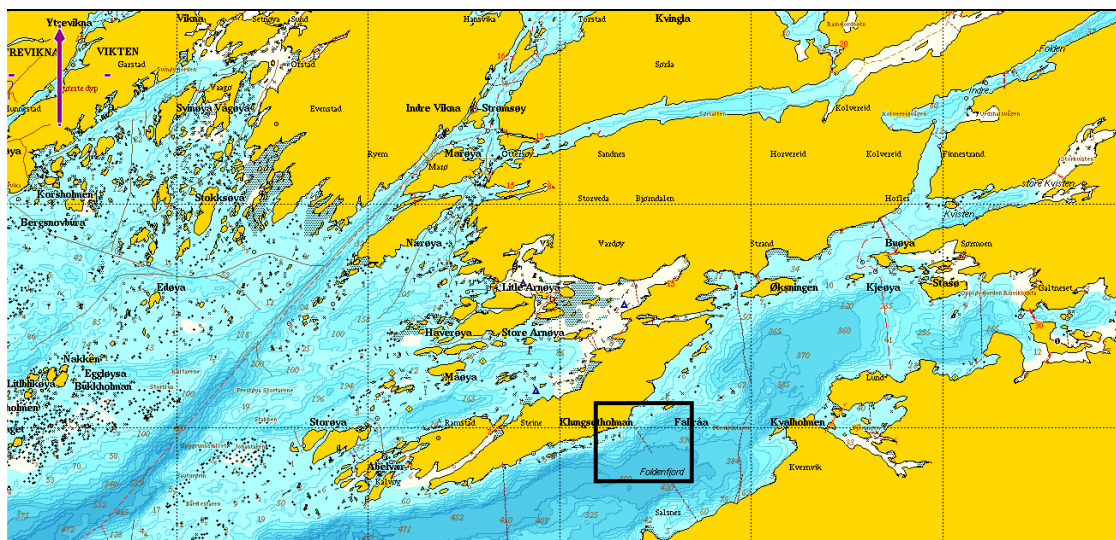
MOM-C undersøkelse fra Klungset, Nærøy kommune, i desember 2012



Vidar Strøm

Ragni Torvanger

Kristin Hatlen

Per-Otto Johansen



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

Reportens tittel: MOMC-undersøkelse fra Klungset, Nærøy kommune, i desember 2012	Dato: 25.4.2013
	Antall sider og bilag: 39
Forfatter(e): Vidar Strøm, Ragni Torvanger, Kristin Hatlen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vidar Strøm
	Prosjektnummer: 807281

Oppdragsgiver: Sinkaberg Hansen AS	Tilgjengelighet: Åpen
------------------------------------	-----------------------

Abstract : On assignment from Sinkaberg Hansen AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-marin, was hired in to investigate the marine area by the fish farm Klungset, 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; Klung1, which is located in the near zone, Klung2, which is located approximately 340 meters south of the fish farm, and Klung3, which lies approximately 1,25 km south 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 moderate levels at Klung1 and Klung3 (class III, moderate), while it showed a low level at Klung2 (class II, good). The organic content expressed as % volatile total solids showed a low organic content on all three stations. The sediments from the investigated area consisted mostly of a sand, with a lesser degree consisting of gravel, silt and clay. The hydrographical data shows that the bottom water in the investigated area had a high oxygen concentration, which gave the classification 'good' after Molvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed moderate conditions at Klung1, while it showed good conditions at Klung2 and Klung3. This survey shows that the marine environment by the fish farm Klungset is slightly influenced by organic waste products when it comes to the near zone, while the conditions are good in the outer influence zones.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 15-2013
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	25.4.2013	<i>Per-otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	24.4.2013	<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 - analyser, samlet av: -

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Per Johannessen, 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

Prøvetaking av sediment utført av Aqua Kompetanse

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:

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER.....	5
2.1 Undersøkelsesområdet.....	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	7
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Bunndyr	9
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment.....	17
3.3 Kjemi.....	18
3.4 Bunndyr	19
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	23
5 TAKK	25
6 LITTERATUR.....	25
7 VEDLEGG.....	26
Generell vedleggsdel	26
Generelt	26
Geometriske klasser	26
Univariate metoder.....	27
Ømfintlighet	28
Sammensatte indekser	28
Referansetilstand og klassegrenser.....	28
Multivariate analyser.....	29
Dataprogrammer.....	30
Litteratur til Generelt Vedlegg	33
Vedleggstabell 1. Artsliste	34
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser.....	38
Vedleggstabell 3. Analysebevis.....	39

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Klungset, i ytre Foldafjord i Nærøy kommune. Innsamlingene ble gjennomført 17. desember 2012 av Aquakompetanse AS.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokalitet Klungset. 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), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

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

2 MATERIALE OG METODER

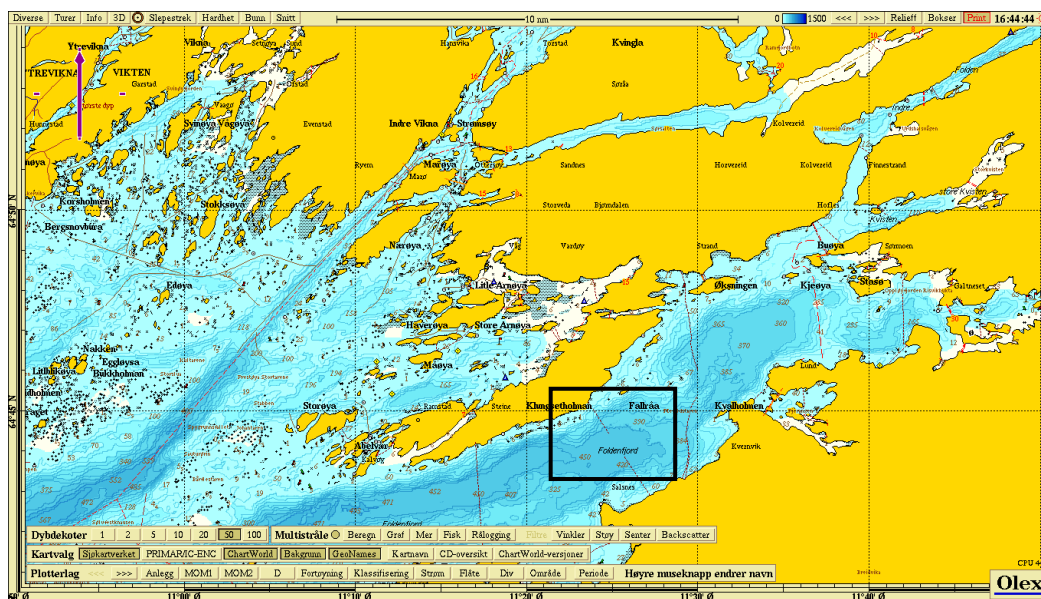
2.1 Undersøkelsesområdet

Lokaliteten ligger på nordsida av ytre Foldafjord, i Nærøy kommune (Figur 2.1 og 2.2). Havdybden ved lokaliteten varierer fra 50-110 meter. Matfiskanlegget ligger plassert over en bratt skråning. Cirka en drøy kilometer sør for anlegget flater havbunnen ut. Prøvetakingsstasjonene ble plassert nedstrøms sør for anlegget. Klung 1 ble lagt like ved anleggsramma, Klung 2 ble lagt på et flatere parti cirka 340 meter sør for anlegget, mens Klung 3 ble lagt cirka 1,25 kilometer sør for anlegget, der hvor havbunnen flater ut.

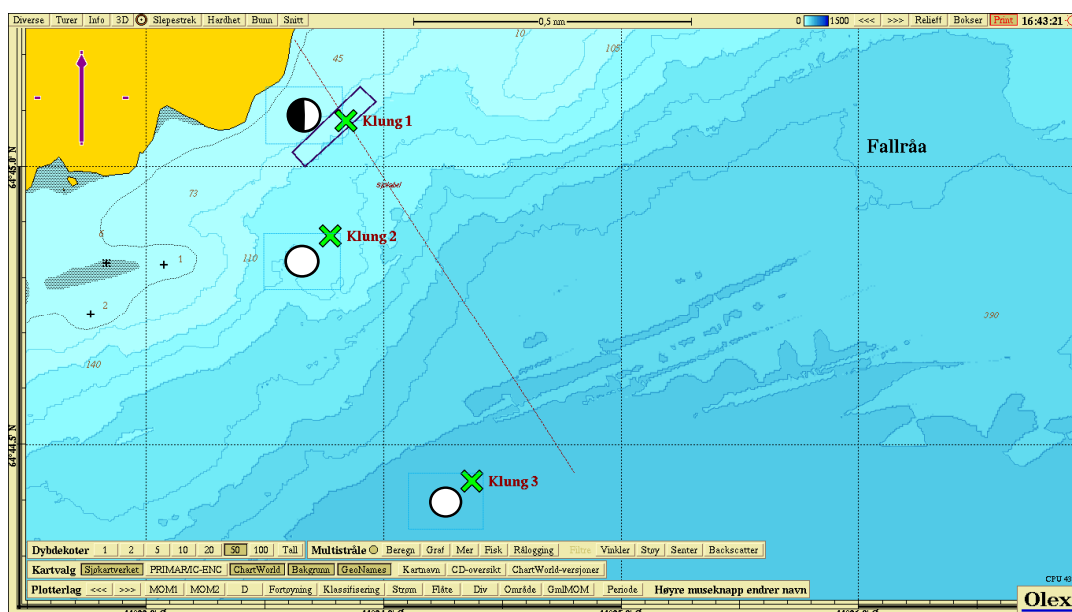
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 19. desember, 2012. Det ble tatt prøver fra én stasjon ved anlegget, én i overgangssonen og én stasjon i dypet av fjorden (fjernsonen). Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS.

Det ble også målt hydrografiske data av vannsøylen ved hver stasjon. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.13.0.146 benyttet.



Figur 2.1: Oversiktskart over undersøkelsesområdet. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Klungset. Kart kilde: Olex.



Figur 2.2: Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kart kilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i påvirkningssonene til Klungset. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb, som dekker et overflateareal på 0,1 m² (full grabb = 16,3 l). * På Klung 1 ble det tatt kun 1,3 liter sediment i hvert hugg. ** På Klung 2 ble det tatt kun ett hugg og denne prøven følger derfor ikke NS9410-standarden på dette punktet.

Stasjon	Sted	Dyp	Hugg	Prøve	Andre opplysninger
Dato	Posisjon (WGS-84)	(m)	nummer	volum (l)*	
Klung 1 17.04.13	Klungset 64° 45,081'N 11° 23,841'Ø	92	1	1,3	Skjellsand. Lysegrå farge i sedimentet, ingen misfargning. Normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			2	1,3	Skjellsand. Lysegrå farge i sedimentet, ingen misfargning. Normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Klung 2** 17.04.13	Klungset 64° 44,875'N 11° 23,775'Ø	124	1	4,0	Silt. Lysegrå farge, ingen misfargning. Normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			2	-	Tom grabb. Ingen uttak.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Klung 3 17.04.13	Klungset 64° 44,434'N 11° 24,372'Ø	415	1	4,5	Sand og silt, lysegrå farge. Ingen misfargning. Normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			2	16,3	Leire, lysegrå farge. Ingen misfargning, normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			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 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 (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 strømmen 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 hugg nr 3 fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført akkreditert av:

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

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).

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 to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetting 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 2.2). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se generell vedleggsdel. 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 veilederene. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

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

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
				Bakgrunn/ Meget 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 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	3-4	2-3	1-2	<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
	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 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 Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m².
(meget dårlig)

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Klungset startet produksjonen ved anlegget slik det ligger nå i 2006. Anlegget har ligget i nåværende posisjon ca 7 år. Anlegget var inntil nylig bestående av 8 oppdrettsringer. Det sto ikke fisk i anlegget ved undersøkelsestidspunktet (17.12.2013), da den ble slaktet ut i november 2012. Denne fisken var av 2011 årgang (vår). Anlegget skal ligge brakk fram til slutten av april 2013, da det blir satt ut ny fisk ved lokaliteten. Anlegget blir da utvidet (12 ringer med 160 meters omkrets), og blir drevet gjennom et samarbeid mellom Sinkaberg Hansen AS og Val Akva.

Tabell 2.4. Fôrforbruk og produsert mengde i tonn på lokaliteten de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste 3 år	1600 tonn	ca. 1500 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

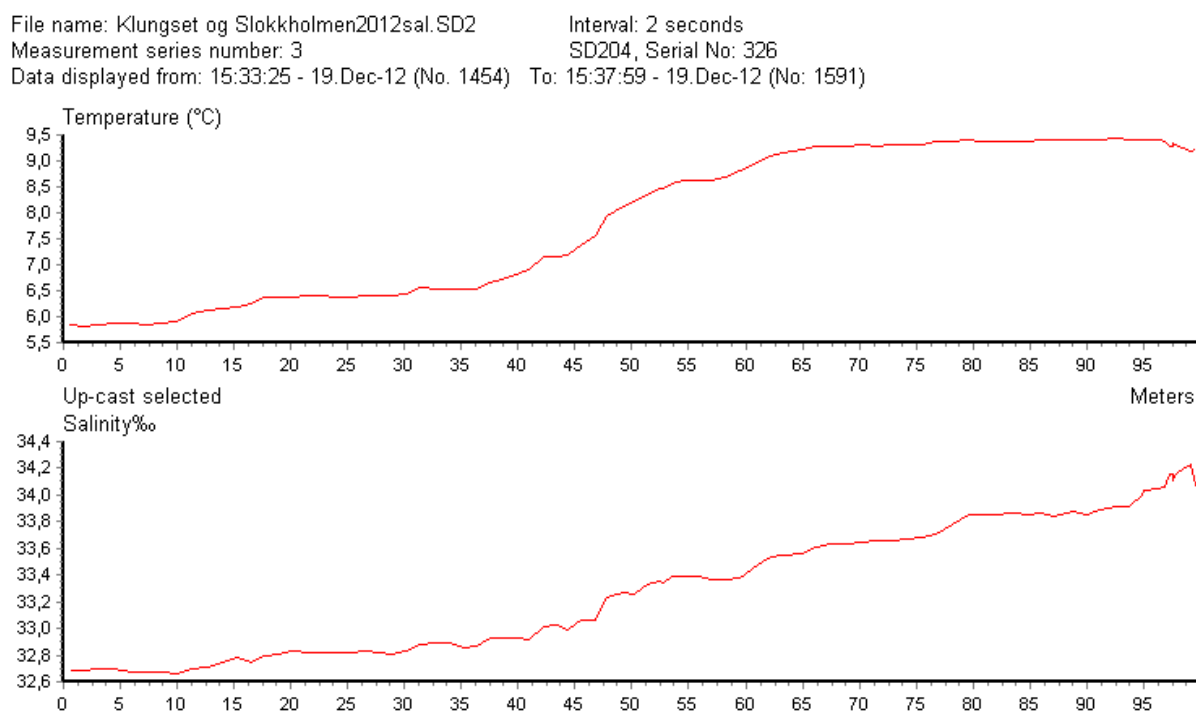
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på de tre prøvetakingsstasjonene ved Klungset den 19. desember, 2012. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1 – 3.6.

Ved nærsone-stasjonen Klung 1 er sjøtemperaturen 6,0 °C i overflatevannet. Ved cirka 45 meters dybde og videre nedover begynner den å stige, og ved 65 meters dybde holder sjøtemperaturen rundt 9,0 °C. Videre nedover mot havbunnen ligger den jevnt i overkant av 9 °C. Saliniteten er 32,7 ‰ i overflatevannet. Nedover i dypet stiger den gradvis, og i bunnvannet er saliniteten 34 ‰. Oksygenkonsentrasjonen er like over 11 mg O₂/liter sjøvann i overflatevannet. Videre nedover i vannsøylen synker den gradvis. Ved 70 meters dybde er den 9,5 mg O₂/liter. Nedover mot havbunnen stiger den igjen noe. På bunnen ved 95 meters dyp er den 9,8 mg O₂/liter. Dette svarer til 6,9 ml O₂/liter med en omregningsformel på 1,42, og gir dermed tilstandsklasse I 'God' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al, 97 (se tabell 2.2). Oksygenmetningen ligger mellom 100 og 110 % gjennom hele vannsøylen.

Ved overgangssone-stasjonen Klung 2 er sjøtemperaturen 6,0 °C i overflatevannet. Ved 35 meters dybde og videre nedover i dypet til og med 90 meters dybde, stiger sjøtemperaturen gradvis opp til 9,4 °C. Videre ned mot bunnen synker den igjen noe ned til cirka 8,5 °C. Saliniteten holder 32,7 ‰ i overflatevannet, nedover i vannsøylen stiger den gradvis. I bunnvannet er saliniteten 34,7 ‰. Konsentrasjonen av oksygen ligger over 11 mg O₂/liter i overflatevannet. Nedover vannmassene mot 80 meters dybde synker konsentrasjonen jevnt, og er 9,3 mg O₂/liter ved 80 meter. Videre nedover mot sjøbunnen er den stabil, i bunnvannet er oksygenkonsentrasjonen 9,4 mg O₂/liter. Dette tilsvarer 6,6 ml O₂/liter og gir tilstandsklasse I 'God' etter klassifiseringen i Molvær et al, 97. Metningen er over 100 % i hele vannsøylen.

Sjøtemperaturen i overflatevannet ved fjernsone-stasjonen Klung 3 er 6,0 °C. Nede på 35 meters dybde og videre nedover begynner den å stige brått. Ved 90 meters dybde er sjøtemperaturen 9,4 °C. Videre nedover i vannsøylen ligger sjøtemperaturen forholdsvis stabil, men synker noe. I bunnvannet er den 7,8 °C. Saliniteten er 32,7 ‰ i overflatevannet.

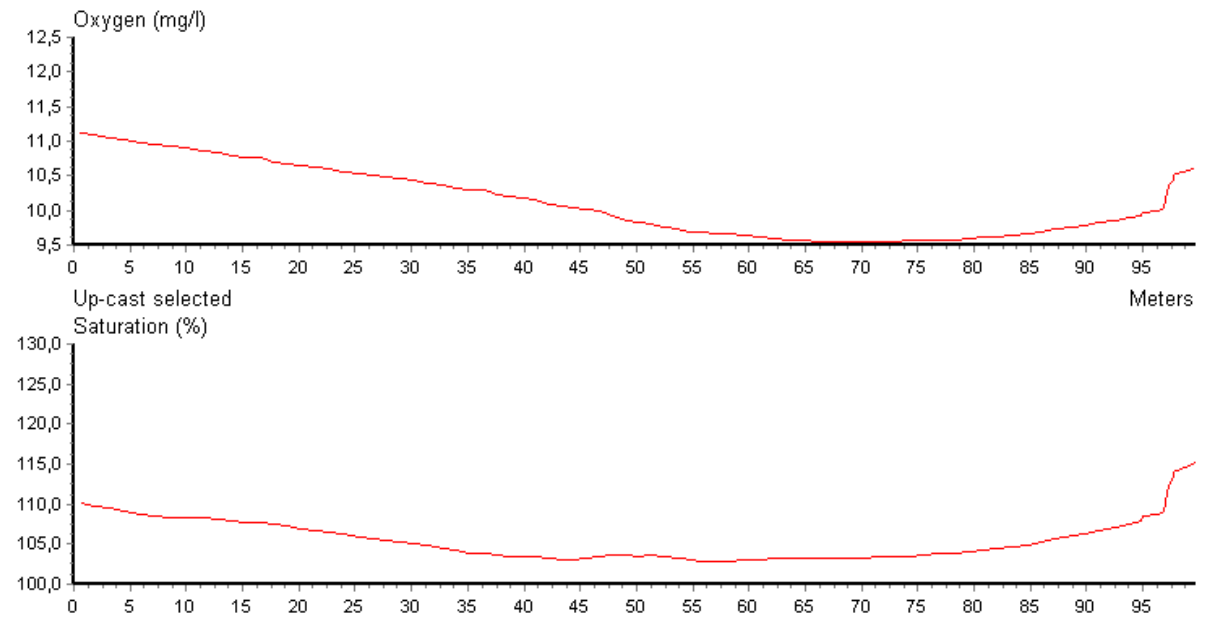
Nedover i vannmassene mot cirka 250 meters dybde stiger den opp til 35 %. Videre nedover i dypet ligger den stabil rundt dette. Oksygenkonsentrasjonen er i overkant av 11,0 mg O₂/liter i overflatevannet, videre nedover mot 80 meters dyp synker den til 9,3 mg O₂/liter. Nedigjennom resten av vannsøylen ligger konsentrasjonen stabil. I bunnvannet på 415 meters dybde er oksygenkonsentrasjonen 8,6 mg O₂/liter. Med en omregningsformel på 1,42 tilsvarer dette 6,1 ml O₂/liter. Dette gir tilstandsklasse I 'Meget god' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al, 97.



Figur 3.1 Sjøtemperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 95 meters dyp ved nærsone-stasjonen Klung 1 den 19. desember, 2012.

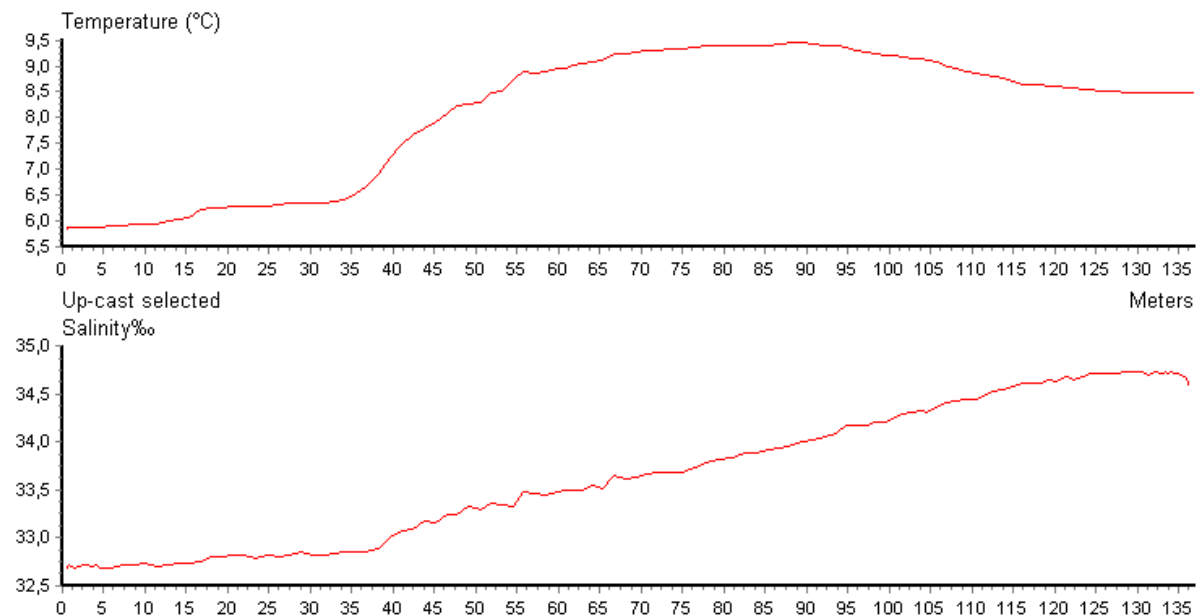
SAM-Marin

File name: Klungset og Slokkholmen2012sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 15:33:25 - 19.Dec-12 (No. 1454) To: 15:37:59 - 19.Dec-12 (No: 1591)



Figur 3.2 Oksygenkonsentrasjon (mg O₂/l) og metning (%) fra overflaten og ned til 95 meters dyp ved nærsonestasjonen Klung 1 den 19. desember, 2012.

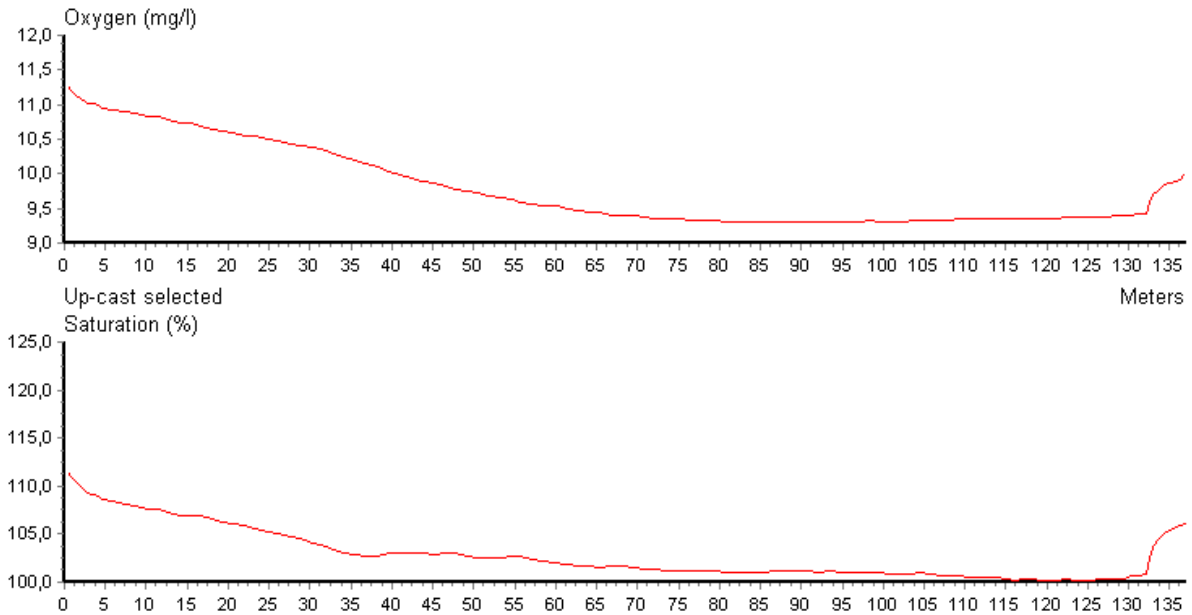
File name: Klungset og Slokkholmen2012sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 14:37:17 - 19.Dec-12 (No. 921) To: 14:43:59 - 19.Dec-12 (No: 1122)



Figur 3.3 Sjøtemperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 135 meters dyp ved overgangssonestasjonen Klung 2 den 19. desember, 2012.

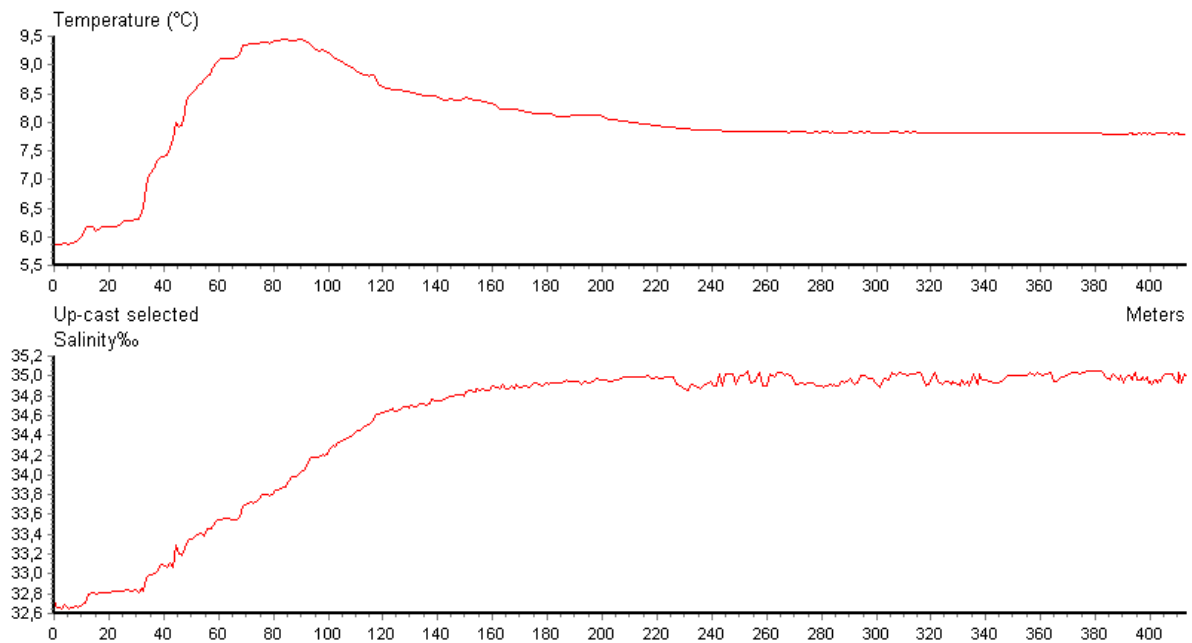
SAM-Marin

File name: Klungset og Slokkholmen2012sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 14:37:17 - 19.Dec-12 (No. 921) To: 14:43:59 - 19.Dec-12 (No: 1122)



Figur 3.4 Oksygenkonsentrasjon (mg O₂/l) og metning (%) fra overflaten og ned til 135 meters dyp ved overgangssonestasjonen Klung 2 den 19. desember, 2012.

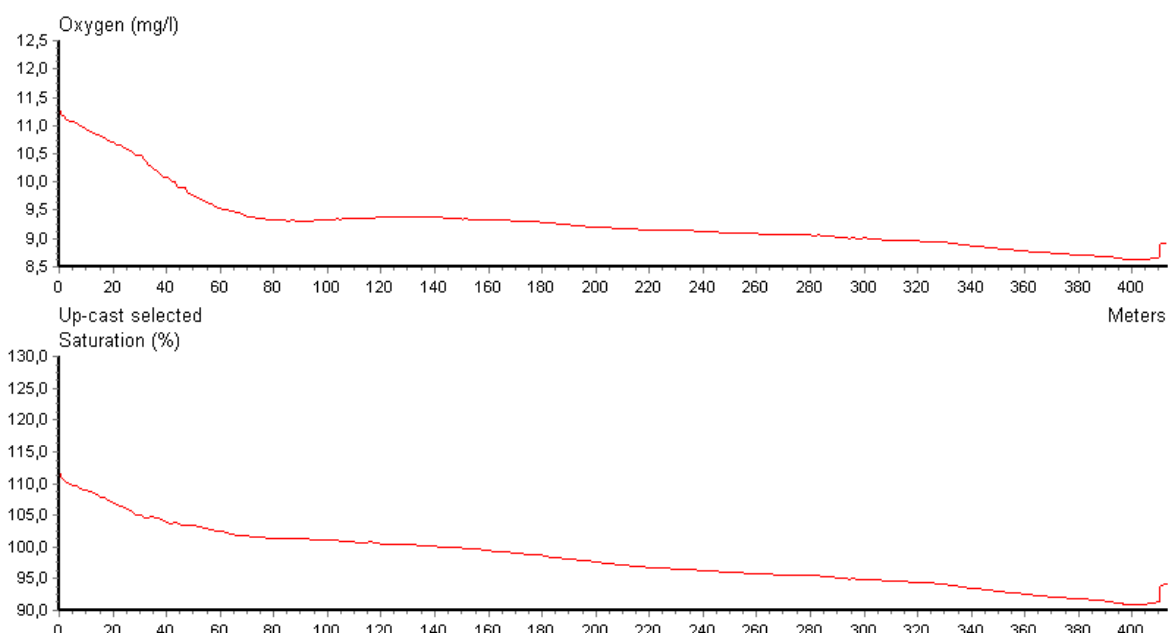
File name: Klungset og Slokkholmen2012.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 12:56:11 - 19.Dec-12 (No. 139) To: 13:17:37 - 19.Dec-12 (No: 782)



Figur 3.5 Sjøtemperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 410 meters dyp ved fjernsonestasjonen Klung 3 den 19. desember, 2012.

SAM-Marin

File name: Klungset og Slokkholmen2012.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 12:56:11 - 19.Dec-12 (No. 139) To: 13:17:37 - 19.Dec-12 (No: 782)



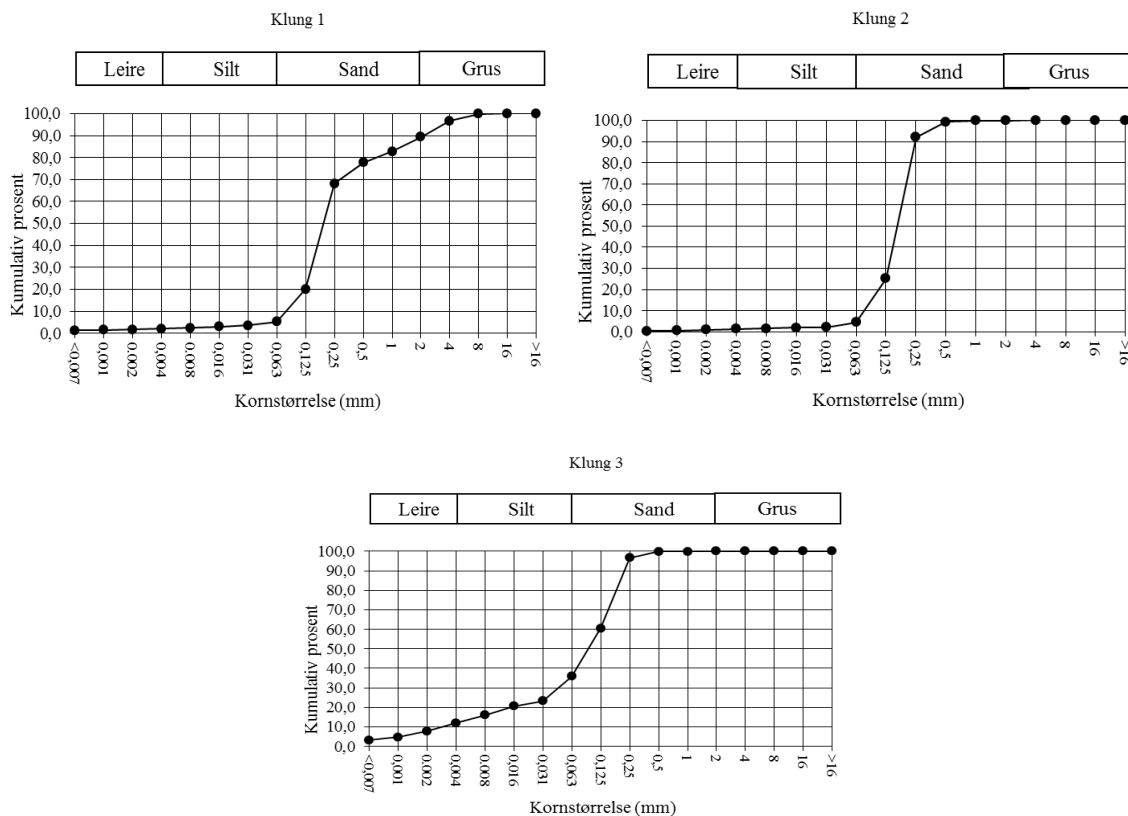
Figur 3.6 Oksygenkonsentrasjon (mg O₂/l) og metning (%) fra overflaten og ned til 410 meters dyp ved fjernsonestasjonen Klung 3 den 19. desember, 2012.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.7. Etter at analysene av prosent glødetap ble foretatt ble det registrert en feil med termometeret til glødetapsovn. Dette gjør at det er usikkerhet knyttet til reell temperatur under brenning av organisk innhold i prøvene fra SIMAS, og dermed til resultatene av prosent glødetap og verdiene er derfor oppgitt i hele prosenter.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Klungset, 19. desember 2012. . * Pga. usikkerhet med temperaturnivået til glødetapsovn i 2012, er ikke glødetapsmålingene utført akkreditert.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)*	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Klung 1	92	3	2	3	5	84	11
Klung 2	124	2	1	3	4	96	0
Klung 3	415	4	12	24	36	64	0



Figur 3.7: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: Klung 1, Overgangssonen: Klung 2 og Fjernsonen: Klung 3.

I nærsonen, Klung 1, dominerte sand og utgjorde 84 % av sedimentet. De resterende 16 % bestod av 11 % grus, og 5 % silt og leire. Glødetapet var 3 %. Det organiske innholdet var dermed å betrakte som lavt.

Overgangssonen, Klung 2, hadde et grovkornet sediment der 96 % besto av sand, mens 4 % besto av fraksjonen silt og leire. Glødetapet var 2 %, og er å betrakte som et lavt organisk innhold.

Fjernsonestasjonen, Klung 3, ute i dypet av fjorden hadde en blanding av sand (64 %), silt (24 %), og leire (12 %). Også her var det organiske innholdet lavt, da glødetapet viste 4 %.

Det relativt høye innholdet av sand indikerer at det er gode strømforhold i området.

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i undersøkelsesområdet er vist i Tabell 3.2 og i Vedleggstabell 3.

For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon.

Ved alle tre stasjoner var nivåene av fosfor, sink, og kobber lave (Tilstandsklasse I, 'Meget god'). Nivået av TOC var moderat (TK III) på nærsone-stasjonen, lavere på overgangssone-stasjonen (TK II, god'), og moderat på fjernsone-stasjonen.

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parametere 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	Totalt organisk karbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Klung 1	11	28,1	III	920	63	I	27	I	75
Klung 2	5,3	22,5	II	520	30	I	3	I	78
Klung 3	16	27,5	III	650	80	I	15	I	63,7

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3-3.4, Figur 3.8-3.10, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i desember 2012. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra Klung 1, like ved anlegget (på 92 m dyp), ble det funnet kun 7 arter med til sammen hele 1939 individer. De to grabhuggene inneholdt kun 1,3 liter sediment hver, men kan trolig likevel beskrive faunaforholdene i og med at det ble tatt til sammen 1939 individer på stasjonen. Diversiteten (snitt) ble beregnet til 1,15 som plasserer stasjonen i tilstandsklasse IV (Dårlig). I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen 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) (Tabell 2.3). Med et individantall på 990 stk *Capitella capitata* (51,1 %) og 924 stk *Prionospio Steenstrupii* (47,7 %) dominerte disse to børstemarkene totalt på denne stasjonen, og utgjorde til sammen hele 98,7 prosent av alle individene i prøven. Dette er arter 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.

I overgangs-stasjonen ligger stasjonen Klung 2 på 124 m dyp. På grunn av stein/hardbunn lyktes det etter flere forsøk kun å få opp ett vellykket grabbhugg på denne stasjonen og resultatene kan derfor ikke anses som akkreditert. Klassifiseringen for indeksene fra KLIF og

Vanndirektivet benyttes derfor heller ikke. Resultatene vil likevel gi en pekepinn på hvordan de biologiske forholdene er. I prøven ble det funnet 321 individer fordelt på 51 arter. Dette gir diversiteten 4,45. Tjue prosent av individene i prøven tilhørte børstemarken *Spiophanes wigley*, som dermed var arten med flest individer. Deretter følger børstemarkene *Galathowenia oculata* (16 %) og *G. fragilis* (8 %). Blant de ti mest individrike artene fantes det til sammen 9 børstemark-arter, og en sjøpølse-art. Basert på et redusert materiale, ser forholdene ser ut til å være gode på Klung 2.

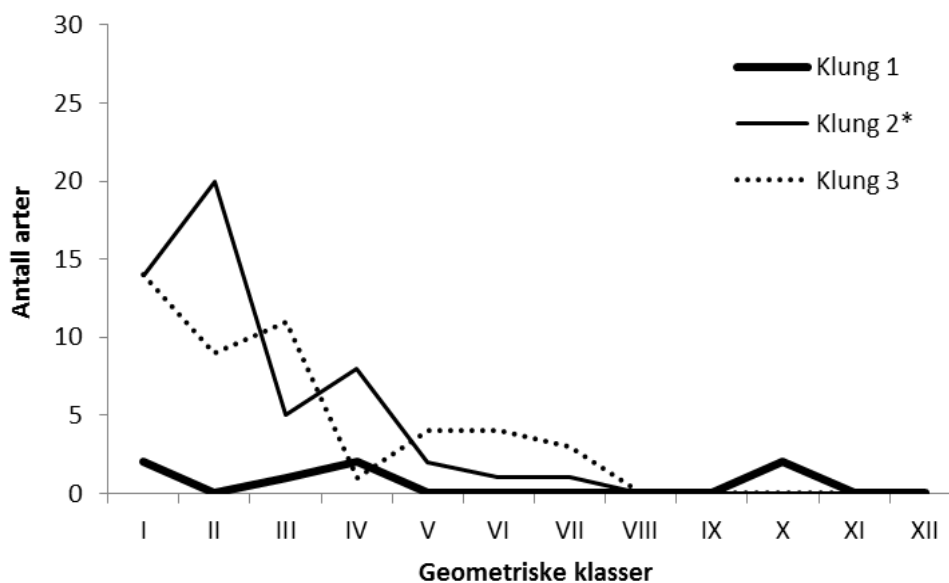
Ute i dypet på Klung 3 (på 415 m) fant man 46 arter med til sammen 749 individer. Diversiteten (snitt) ble beregnet til 3,62 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II (God). Blant de ti mest tallrike artene finner man to pølseormer, fire arter børstemark og fire arter muslinger. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter (NQI1 og NQI2) havnet i beste tilstandsklasse. Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (80 % likhet på Klung 1, og 66 % likhet på Klung 3). Klung 2 har en faunafordeling som skiller seg en del fra Klung 3 (ca 20 % likhet). Det er imidlertid ingen likhet mellom Klung 1 og de resterende stasjonene (0 % likhet) (Figur 3.9 og 3.10). Dette skyldes den sterke dominansen av opportunister ved Klung 1.

Tabell 3.3: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel). *Ved Klung 1 var kun 1,3 liter sediment i grabbhuggene.** viser til avvik med kun ett hugg på Klung 2.

Stasjon	Hugg	Antall arter	Antall individ	Diversitet H'	NQI1	NQI2	AMBI	Jevnhet J	H'-max	MOM TK	Vanndir. TK
Klung 1*	1	6	383	1,24	0,31	0,23	5,20	0,48	2,58		
	2	6	1556	1,07	0,29	0,21	5,27	0,41	2,58		
	Sum	7	1939	1,11				0,40	2,81		
	Snitt	6	970	1,15	0,30	0,22	5,24	0,45	2,58	2 - God	
Klung 2**	1	51	321	4,45	0,72	0,69	2,60	0,78	5,67		
Klung 3	1	39	403	3,98	0,77	0,72	1,53	0,75	5,29		
	2	31	346	3,25	0,75	0,67	1,47	0,66	4,95		
	Sum	46	749	3,97				0,72	5,52		
	Snitt	35	375	3,62	0,76	0,69	1,50	0,70	5,12		II - God

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

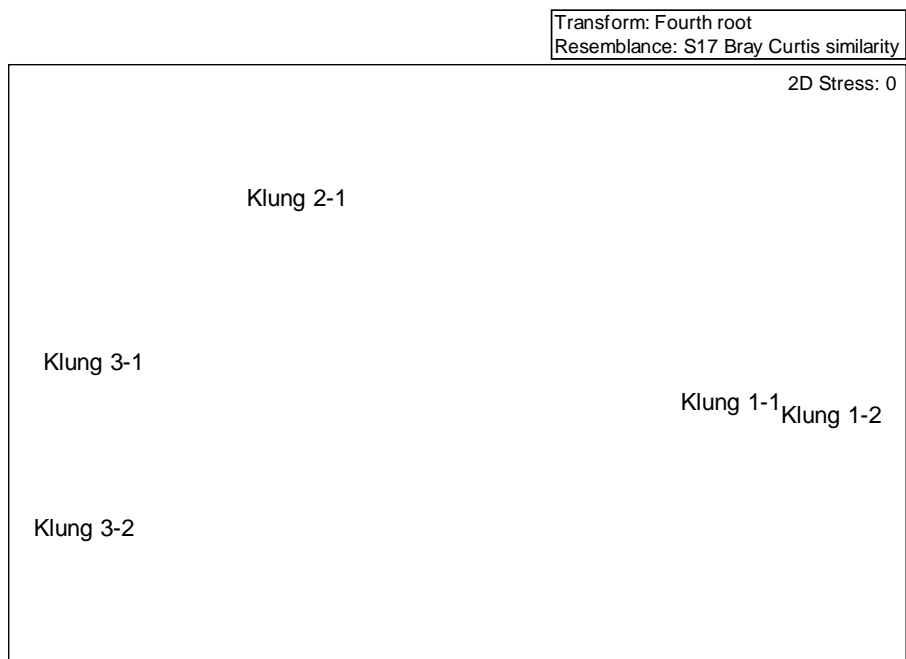


Figur 3.8: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

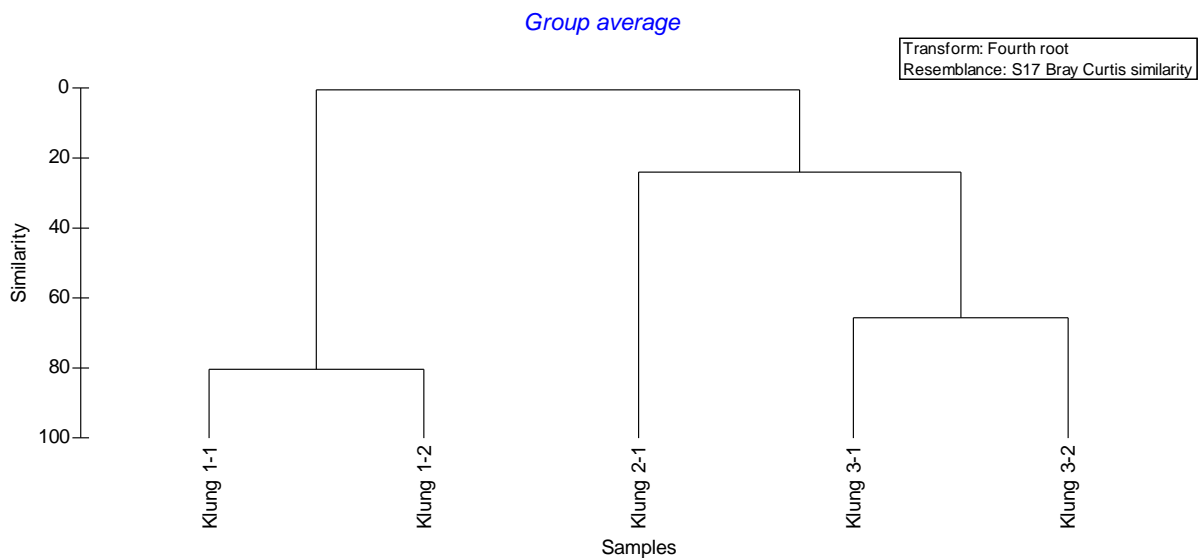
Tabell 3.4: De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene. * viser til avvik ved prøvetaking ved at det ble kun tatt ett hugg på stasjonen.

Stasjon Klung 1				Stasjon Klung 2*			
Arter	Antall individ	%	Kum %	Arter	Antall individ	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	990	51,1	51,1	<i>Spiophanes wigleyi</i>	65	20	20
<i>Prionospio steenstrupii</i>	924	47,7	98,7	<i>Galathowenia oculata</i>	50	16	36
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	11	0,6	99,3	<i>Galathowenia fragilis</i>	25	8	44
<i>Mytilus edulis</i>	8	0,4	99,7	<i>Polydora sp.</i>	19	6	50
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	4	0,2	99,9	<i>Chaetozone sp.</i>	14	4	54
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1	0,1	99,9	<i>Pholoe baltica</i>	10	3	57
<i>Goniada maculata</i>	1	0,1	100,0	<i>Diplocirrus glaucus</i>	10	3	60
				<i>Pectinaria koreni</i>	10	3	63
				<i>Mendicula ferruginosa</i>	10	3	66
				<i>Synaptidae indet.</i>	10	3	69

Stasjon Klung 3			
Arter	Antall individ	%	Kum %
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	124	16,6	16,6
<i>Abra nitida</i>	122	16,3	32,8
<i>Mendicula ferruginosa</i>	113	15,1	47,9
<i>Kelliella abyssicola</i>	63	8,4	56,3
<i>Myriochele heeri</i>	48	6,4	62,8
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	38	5,1	67,8
<i>Nucula tumidula</i>	33	4,4	72,2
<i>Thyasira equalis</i>	31	4,1	76,4
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	30	4,0	80,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	20	2,7	83,0



Figur 3.9: MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2012. 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 desember 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhuigg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Klungset tilhørende Val Alva i ytre Foldafjord, i Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 19. desember, 2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner; én ved anlegget, én i overgangssonen og én i dypet av fjorden.

Den hydrografiske undersøkelsen viste normale verdier av både salinitet og oksygen i vannmassene på undersøkelsestidspunktet. Oksygentilstanden i bunnvannet fra alle 3 prøvetakingsstasjoner var god.

Analysen av partikkelstørrelser viste at man hadde et nokså grovkornet bunn sediment i undersøkelsesområdet, der hoveddelen av partiklene var i kategorien sand ved alle stasjoner noe som indikerer gode strømforhold. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap viste lave verdier.

Den kjemiske analysen av sedimentet viste lave verdier av metallene sink og kobber (TK I), og lave nivåer av fosfor ved samtlige stasjoner. Parameteren TOC (total organisk karbon) viste et moderat nivå ved Klung 1 og Klung 3 og et lavere nivå ved Klung 2 (tilstandsklasse II 'God').

Faunaundersøkelsen viste en del påvirkning på dyresamfunnet ved nærsone stasjonen Klung 1 basert på et høyt individantall av to opportunistiske børstemarkarter som totalt dominerte prøven. Også grafen over geometriske klasser (se figur 3.8) indikerer en dårlig diversitet på denne stasjonen med et flatt og hakkete kurveforløp. Etter MOM-klassifiseringen fikk likevel stasjonen tilstand II 'God'. Ved overgangssonestasjonen Klung 2 hadde man bare ett vellykket uttak med prøvegrabben. Dette grunnet innslag av stein/hardbunn. I dette hugget var artsdiversiteten god, slik at man kan si at forholdene fremstår som gode i dette området, selv om det statistiske grunnlaget er tynt. I fjernsonen, på 415 meters dyp, gav artsdiversiteten tilstandsklasse II 'God' etter KLIFs klassifisering. Indeksene som indikerer jevnhet og fordeling av robuste og sårbare arter viste også gode forhold ved denne stasjonen, det samme gjelder for grafen over geometriske klasser.

Totalt sett tyder denne undersøkelsen på at forholdene i det marine miljøet i de forskjellige påvirkningssonene til oppdrettslokalitet Klungset varierer fra moderat i nærsonen, til gode i fjernsonen ute i dypet av fjorden. Parameteren TOC indikerer en moderat mengde organisk materiale på sjøbunnen ved Klung 1 og Klung 3. Fra tidligere av har vi gjort oss den erfaringen at parameteren TOC kan vise moderate nivåer, og til og med dårlig tilstand, i upåvirkede marine sjøområder (Sandnes, 2004). I dette tilfellet har det vært drift ved lokaliteten i bare en sesong og utfôret kun 1500 tonn. Det er dermed ikke sannsynlig at tilstanden for TOC (moderat) på stasjon Klung 3 skyldes påvirkning fra anlegget. Ut fra dette er det vanskelig å si noe sikkert om hvorvidt mengden organisk materiale i fjernsonen er en naturtilstand, eller om den er en følge av organisk påvirkning fra oppdrettsanlegget. En oppfølgende prøvetaking i fjernsonen på et senere tidspunkt etter en utvidelse av produksjonen på Klungset kan gi en pekepinn om dette området er påvirket av anlegget. I nærsonen, ved Klung 1, er det noe forhøyede nivået av TOC sannsynligvis en følge av påvirkningen fra produksjonen av anlegget.

Tabell 4.1: Oppsummering av resultatene.

Stasjon	Dyp (m)	Fauna KLIF's T.kl.	Fauna MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber	T.kl. TOC	T. kl. O ₂ i bunnvann
Klung 1	92	-	II	I	I	III	I
Klung 2	124	(I)*-	-	I	I	II	I
Klung 3	415	II	-	I	I	III	I

*) Ikke akkreditert prøve grunnet steinbunn og bare ett hugg

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt om bord på fartøyet. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS. Fra oppdragsgiveren deltok Stig Skarstad. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning, bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva og bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen, Frøydis Lygre og Tom Alvestad.

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*.
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (Aqua Kompetanse AS rapp.) 60 s.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er 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.

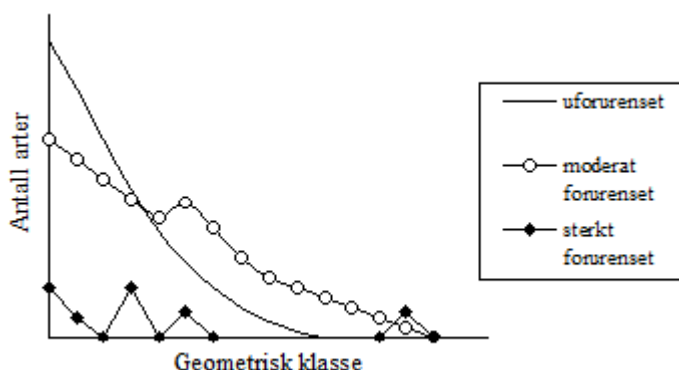
Geometriske klasser

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 toppe og nullverdier (Figur v1)

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et 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 uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

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

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:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

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

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

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
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:

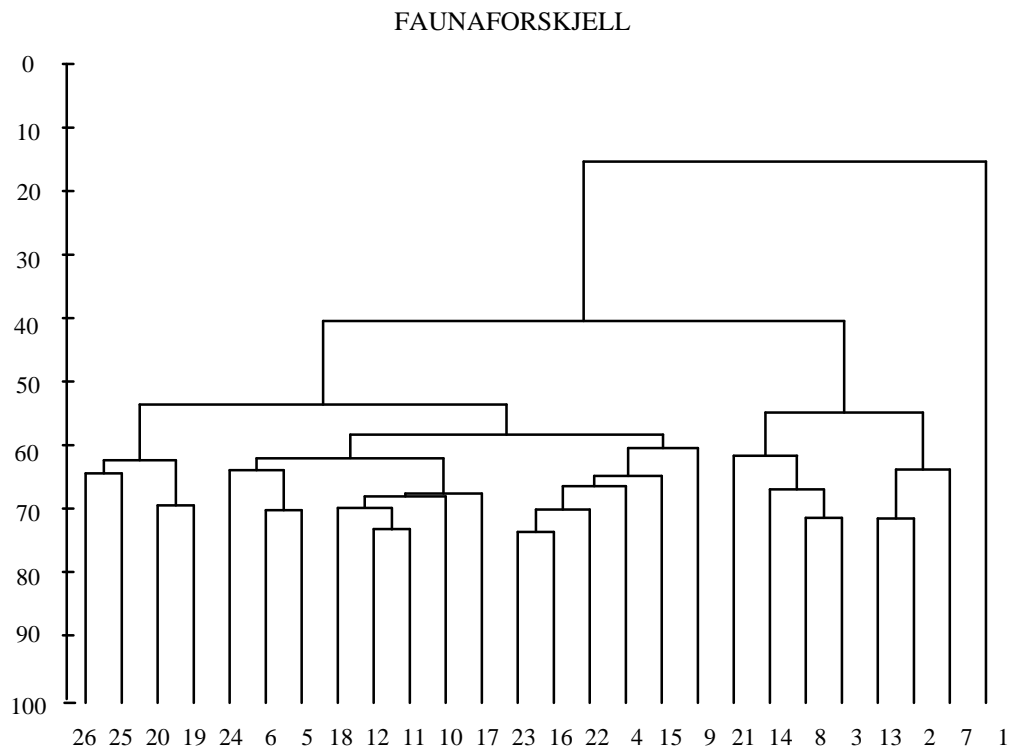
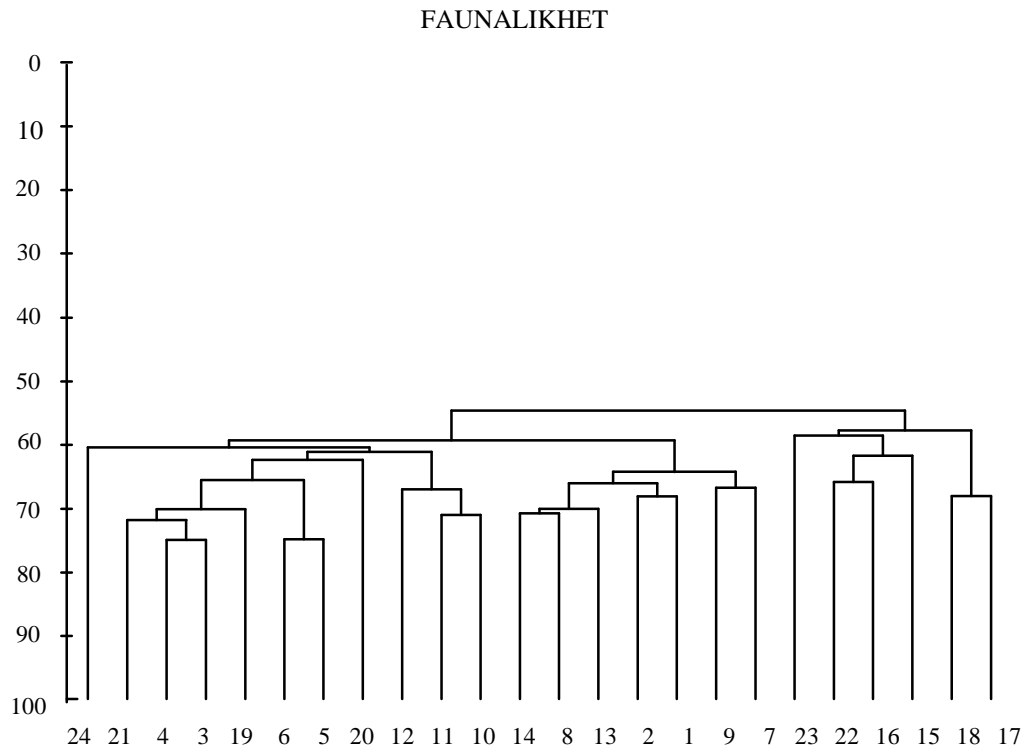
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

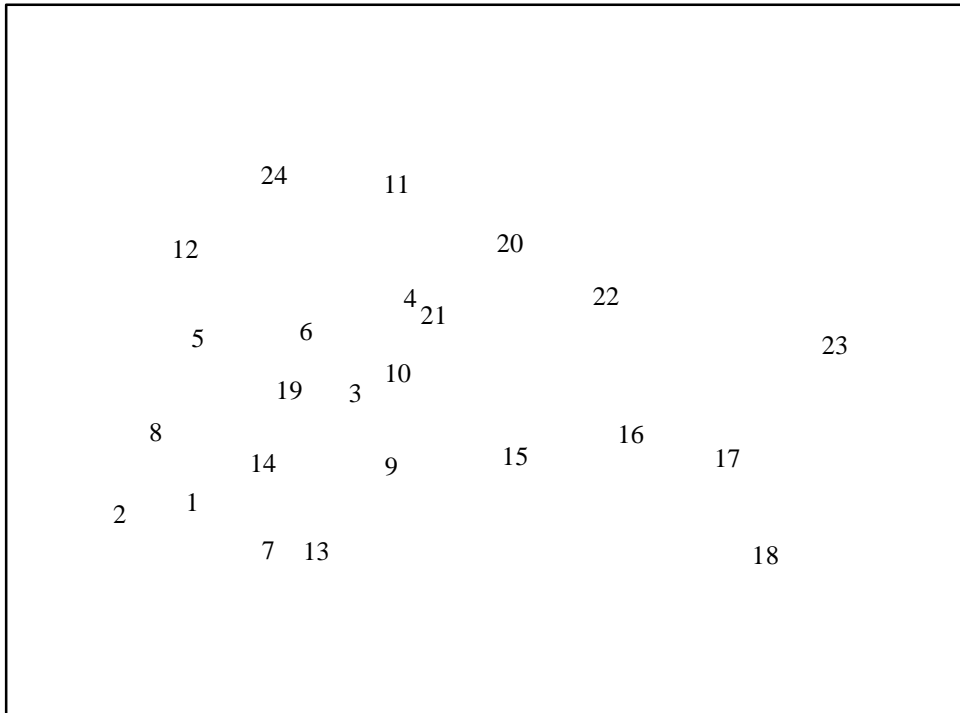
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

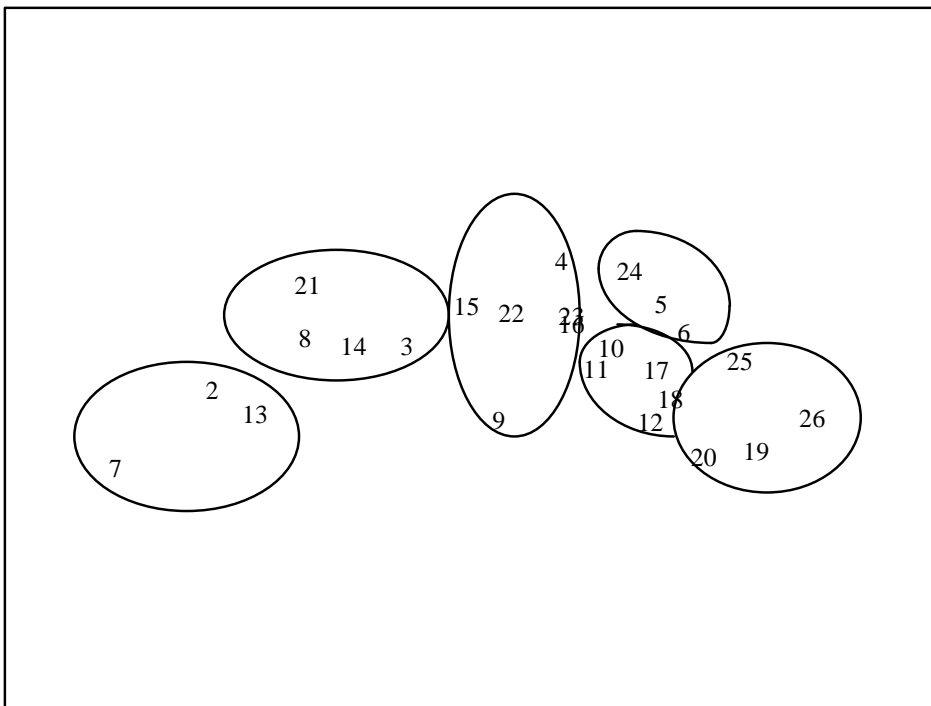


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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): Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger
Prosjekt nr.: 807281
Prøvetaksingssted (område): Klungset
Dato for prøvetaking: 19.12.12
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Kun ett vellykket hugg på stasjonen Klung 2
Artene er identifisert av: Per Johannessen, Frøydis Lygre og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input type="checkbox"/>			<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

x. 1/5 Stasjon	Klung 1	Klung 1	Klung 2	Klung 2	Klung 3	Klung 3
	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012
Dato	92 m	92 m	124 m	124 m	415 m	415 m
Dyp						
Arter	Hugg					
	1	2	1	2*	1	2
* HYDROZOA						
* Hydrozoa indet.		+	+			
* PLATYHELMINTES indet.						1
* NEMERTINI indet.			1		10	8
* NEMATODA indet.	1		3		1	
POLYCHAETA						
Paramphinome jeffreysii					2	2
* Siboglinum ekmani						+
Polynoidae indet.						2
Pholoe baltica			10			
Nereimyra cf. woodsholea			2			
Ophiodromus flexuosus		1				
Exogone sp.			2		2	
Ceratocephale loveni					0/5	2
Nephtys hystrix					1/1	
Glycera lapidum			1/4		1/5	0/1
Goniada maculata	1		2			
Lumbrineridae indet.			2		1	1
Ophryotrocha lobifera	7	4				
Phylo norvegica					1	3/1
Scoloplos armiger			1			
Aonides paucibranchiata			2			
Malacoceros fuliginosus	0/2	2				
Polydora sp.			19			
Prionospio steenstrupii	188	736				
Prionospio cimifera			2			
Prionospio dubia					3/2	0/1
Spio sp.			1			
Spiophanes kroyeri			0/4		2/3	
Spiophanes wigleyi			4/61			
Spiochaetopterus bergensis					28	2
Anicidea catherinae			9		1	
Levinsenia gracilis						2
Aphelochaeta sp.					1	
Caulerella killariensis			3			
Chaetozone jubata						1
Chaetozone sp.			14			
Diplocirrus glaucus			5/5		3/2	0/2
Ophelina norvegica						1
Capitella capitata	182	808				
Heteromastus filiformis			1		11	9
Mediomastus fragilis			2			
Notomastus latericeus			0/1			
Praxillura longissima			0/2			
Rhodine loveni					1	1
Maldanidae indet.			5		1	
Myriochele heeri					8	40
Owenia borealis			2			
Galathowenia fragilis			25			
Galathowenia oculata			50			3
Pectinaria auricoma			1			
Pectinaria koreni			4/6		1	
Pectinaria belgica					0/1	
Ampharete falcata			1			

SAM-Marin

n. 23 Stasjon	Dato	Klung 1	Klung 1	Klung 2	Klung 2	Klung 3	Klung 3
		19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012
Dyp		92 m	92 m	124 m	124 m	415 m	415 m
Arter	Hugg	1	2	1	2*	1	2
Anobothrus gracilis				2/1			
Anobothrus sp.						11	3
Amythasides macroglossus				8		1	
Melinna albicincta				0/2			
Pista cristata				0/2			
Zatsepinia rittichae				1			
Polycirrus norvegicus				1			
Amaeana trilobata							1
Trichobranchus roseus				1/1			
Terebellides stroemi						2/5	
Sabellidae indet.				1			
* HIRUDINEA indet.				1			
SIPUNCULA							
Aspidosiphon muelleri				1			
Onchnesoma steenstrupi						7	117
Nephasoma cf. minutum						37	1
CRUSTACEA							
* Conchoecia sp.							1
* Macrocypris minna						1	
* Eudorella emarginata						1	1
* Diastylis cornuta						3	
* Diastylodes biplicata				2			
* Idotea sp.	3	5					
* Amphipoda indet.				3		1	1
* Caprellidae indet.		1					
* Munida sarsi				0/1			
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.				1		1/1	3
Euspira montagui						1/2	0/1
Philine quadrata						0/1	
Nucula tumidula						22/4	7
Ennucula tenuis				5			
Yoldiella lucida						2/1	
Yoldiella philippiana						1	
Mytilus edulis	2/1	3/2					
Thyasira obsoleta				1/1		2	1
Thyasira sarsii				1/2			
Thyasira equalis				1		15/2	14
Mendicula feruginosa				9/1		69/14	27/3
Adontorhina similis				3			
Astarte sulcata				2			
Abra nitida				2		54/1	62/5
Abra prismatica				2			
Kelliella abyssicola						49	14
Antalis cf. agilis						0/1	
Antalis entalis				1			
Entalina tetragona							1
* BRYOZOA							
* Bryozoa indet grenet			+				
ECHINODERMATA							
Ctenodiscus crispatus						0/2	0/3
OPHIUROIDEA							
Amphiura filiformis				3/1			
Amphilepis norvegica						1/6	2/7

SAM-Marin

a.33 Stasjon	Klung 1	Klung 1	Klung 2	Klung 2	Klung 3	Klung 3	
Dato	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012	
Dyp	92 m	92 m	124 m	124 m	415 m	415 m	
Arter	Hugg	1	2	1	2*	1	2
Brissopsis lyrifera					0/1		
Echinocardium flavescens			1				
HOLOTUROIDEA							
Synaptidae indet.			10				
* VARIA		+				+	

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Klungset			
Geometriske klasser	Klung 1	Klung 2*	Klung 3
I	2	14	14
II	0	20	9
III	1	5	11
IV	2	8	1
V	0	2	4
VI	0	1	4
VII	0	1	3
VIII	0	0	0
IX	0	0	0
X	2	0	0
XI	0	0	0
XII	0	0	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. 065 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-000264-01



EUNOBE-00005572

Prøvemottak: 17.01.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 17.01.2013-01.02.2013
Referanse: 807281 / 3/13

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:		441-2013-0117-023	441-2013-0117-024	441-2013-0117-025					
Prøvetakingsdato:		19.12.2012	19.12.2012	19.12.2012					
Prøvetaker:		Oppdragsgiver	Oppdragsgiver	Oppdragsgiver					
Analysestartdato:		17.01.2013	17.01.2013	17.01.2013					
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter					
Prøvemerkning:		Klung 1, 92 m Hugg 3	Klung 2, 124 m Hugg 3	Klung 3, 415 m Hugg 3					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 920	mg/kg tv	a) 520	mg/kg tv	a) 650	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 27	mg/kg tv	a) 3	mg/kg tv	a) 15	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 63	mg/kg tv	a) 30	mg/kg tv	a) 80	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 11	mg/g tv	a) 5.3	mg/g tv	a) 16	mg/g tv	EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 75	% (w/w)	a) 78	% (w/w)	a) 63.7	% (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 01.02.2013

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