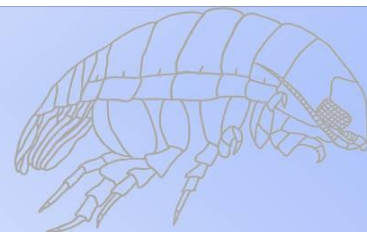


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 25– 2013

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Rundklumpen, Bjugn kommune August 2012

Rune Haugen

Ragni Torvanger

Kristin Hatlen

Stian Ervik Kvalø



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 Bunnfauna, kjemi og geologi analyser, samlet av: Rune Haugen og Christian Bøe

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Nargis Islam, Natalia Korableva.

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

Rapportering utført av: Rune Haugen, Ragni Torvanger, Kristin Hatlen og Stian Ervik Kvalø

Glødetapsanalyser utført av: Helge Grønning

Kornfordelingsanalyser utført av: Helge Grønning

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Blåstål

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiburg) **akkrediteringsnummer** Test 003, D-PL-14081-01-00

Akkreditert: kobber, sink, fosfor, TOC

Ikke akkreditert: -

Andre:

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER.....	6
3 RESULTATER OG DISKUSJON	12
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	19
5 TAKK	19
6 LITTERATUR.....	20
7 VEDLEGG.....	21
Generell vedleggsdel	22
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre	30
Vedleggstabell 2. Artsliste	31
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....	35
Vedleggstabell 4. Analysebevis.....	36

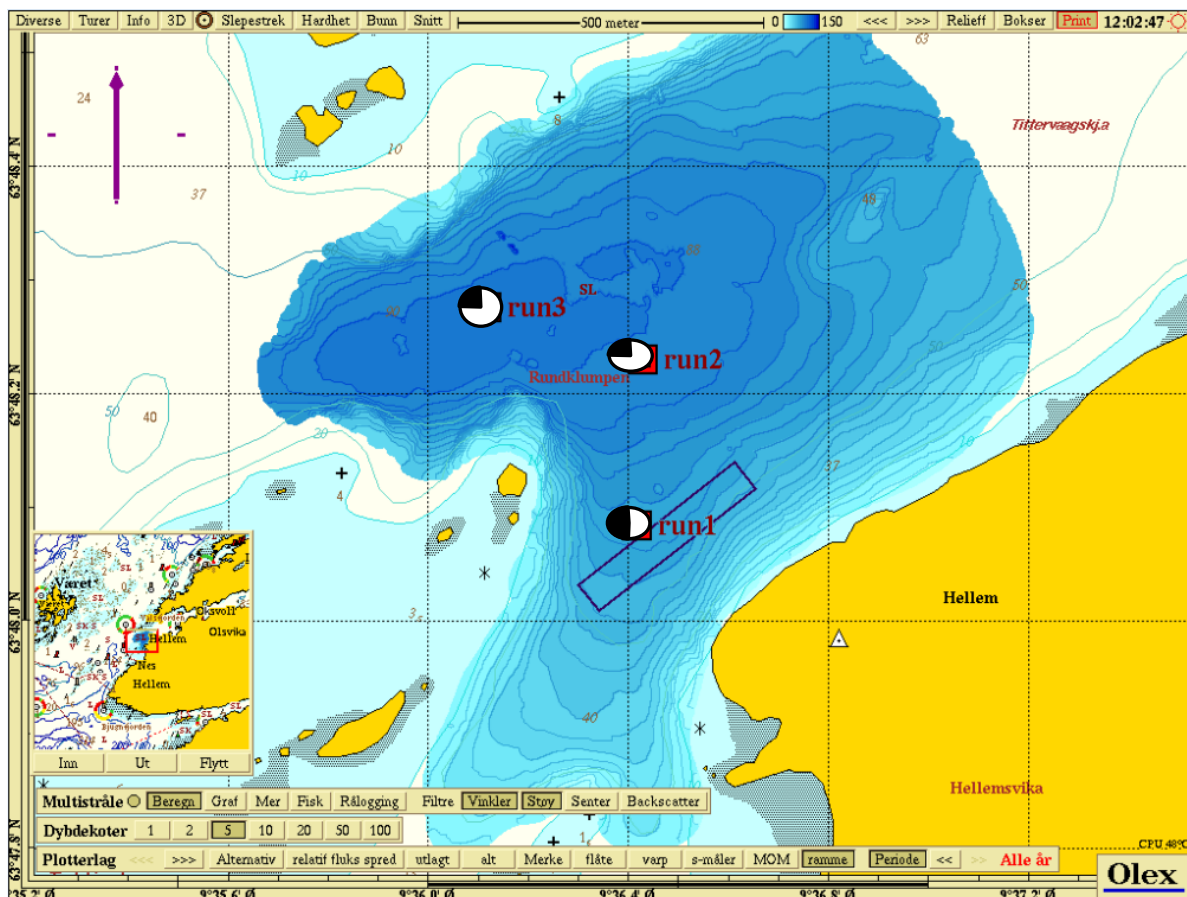
1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Rundklumpen i Valsfjorden, Bjugn kommune. Innsamlingene ble gjennomført 15. august 2012.

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

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

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra ST- Stamfisk. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach 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. Havbrukstjenesten AS er en privat eid bedrift som har utført fiskehelsetjenester for oppdrettsnæringen i 22 år og utført miljøundersøkelser i 12 år. En del av erfaringen består i utførelsen av MOM B-undersøkelser i en årrekke. Havbrukstjenesten har et samarbeid med SAM-Marin for utførelse av akkrediterte MOM C-undersøkelser.



Figur 2.2: Skisse av anleggets plassering (rektangel) med punkt for prøvestasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i område og navn. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen- grabb, som brukes til biologi-, kjemi- og geologiprøver.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Run 1	1 Område	68	1	6,5	Kjemi, geologi og pH & Eh
Nærsonen	63° 48.087 N		2	6,5	Biologi
15.08.12	09.36.410 Ø		3	6,5	Biologi Alle huggene bestod i hovedsak av sand
Run 2	Område	88	1	16,5	Kjemi, geologi og pH & Eh
Overgangssone	63° 48.230 N		2	16,5	Biologi
15.08.12	09° 36.429 Ø		3	16,5	Biologi Alle huggene relativt like med sand, silt og noe leire
Run3	Område	93	1	15,5	Kjemi, geologi og pH & Eh
Fjernsone	63° 48.276 N		2	15,5	Biologi
15.08.12	09° 36.115 Ø		3	15,5	Biologi Alle huggene bestod i hovedsak av sand og silt

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 strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis WTW pH meter type pH 3110 og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

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 van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % 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 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIF's veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i

klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to 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	%	>0,65	65-50	50-35	35-20	<0,20
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

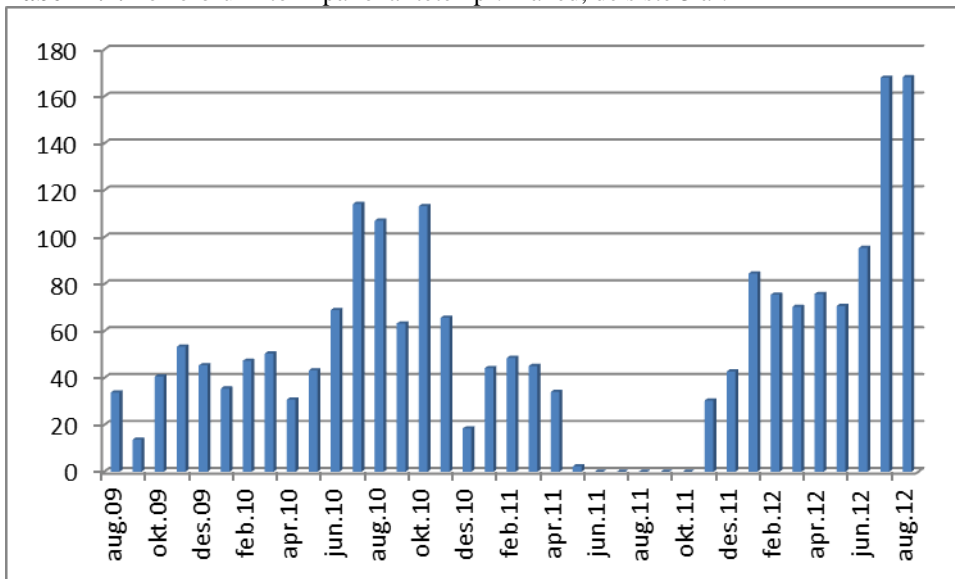
** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰C

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 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

ST- Stamfisk fikk smolt på Rundklumpen første gang i mai 2009, men lokaliteten var benyttet tidligere av matfisk. Det var mer enn 4 års opphold mellom matfisk og stamfisk. Under vises en skjematisk oversikt de iste 3 årene over fôrforbruket på Rundklumpen (Tabell 2.4).

Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten pr. måned, de siste 3 år:

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til «like over» bunnen på stasjon Run 3 og 05.04.13. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1.

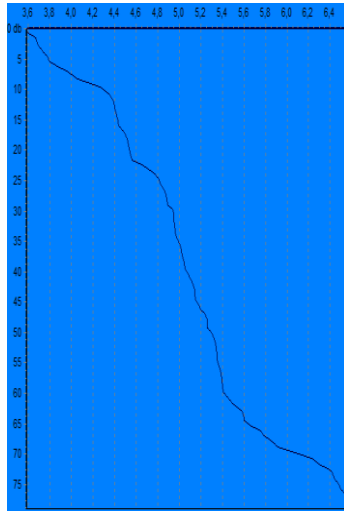


Fig. 3.1.a) Temperatur

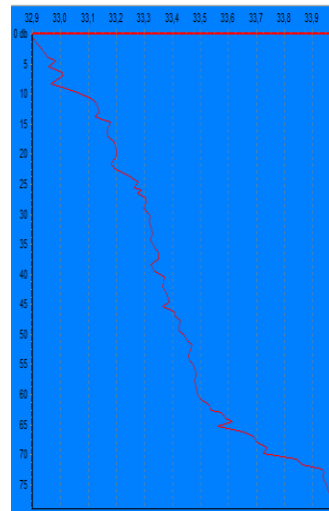


Fig. 3.1.b) Salinitet

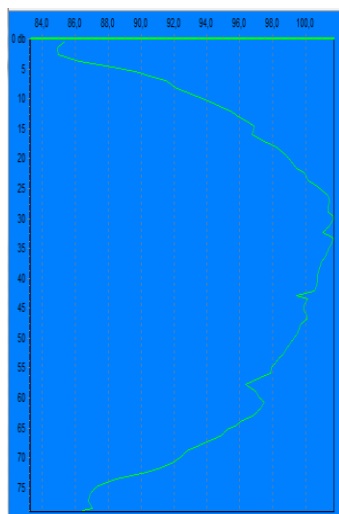


Fig. 3.1.c) Oksygenmetning i prosent

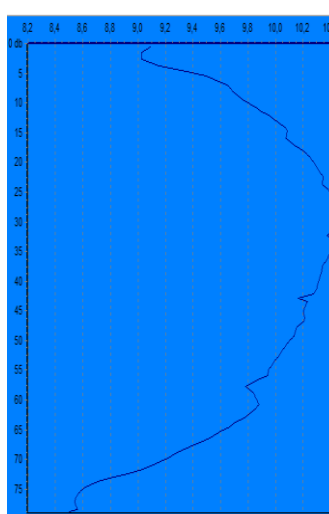


Fig. 3.1.d) Oksygen mg O₂/l

Figur 3.1: Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og mg/l på Run 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 79 meter den 05.04.13. Oksygeninnhold i ml/l blir beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen på Run 3 den 05.04.13 var 3,6 °C i overflaten. Deretter steg temperaturen jevnt ned til bunnen til 6,5 °C. Saltholdigheten varierte fra 32,9 ved overflaten til 34, 0 ved bunnen.

Oksygeninnholdet var relativt jevnt gjennom vannsøylen. I overflatelaget lå konsentrasjonen på 9,0 mg/l (6,4 ml/l). Oksygeninnholdet økte deretter jevnt ned mot 10,4 mg/l på ca. 33 meters dyp, for så synke jevnt med dypet. Ved den dypeste målingen på 79 m var oksygeninnholdet 8,4 mg/l (5,9 ml/l) som plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (meget god).

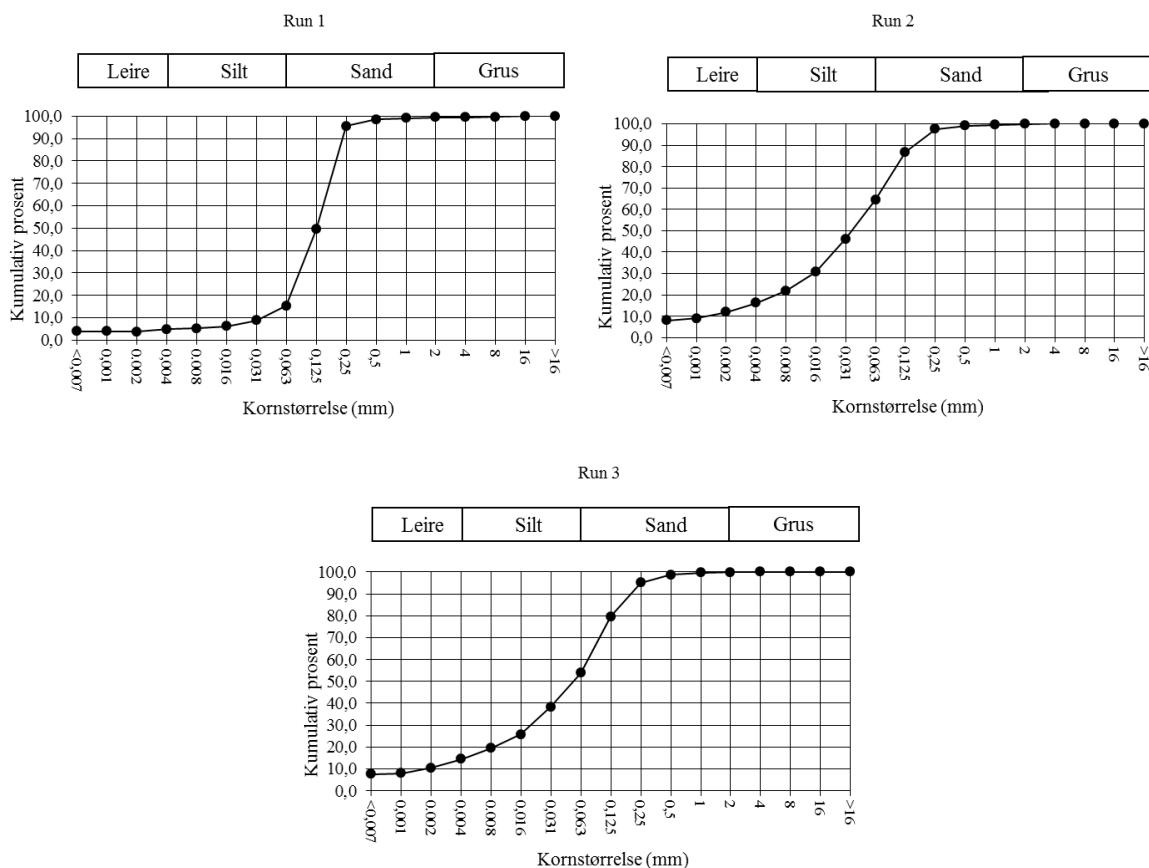
Denne målingen ble gjennomført på bunnen, noe til siden for dypeste punkt grunnet problemer med posisjonering, men gir et godt bilde av forholdene ved bunnen i området.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Rundklumpen, august 2012

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Run 1	68	4	5	11	15	84	0,6
Run 2	88	9	16	48	64	35	0,2
Run 3	93	7	14	39	54	46	0,0



Figur 3.2: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sediment prøver fra stasjonene ved Rundklumpen, august 2012.

I nærsone, Run 1, dominerte sand og utgjorde 84 % av sedimentet. De resterende 15 % bestod av 11 % silt og 5 % leire, og 0,6 % grus. Glødetapet var 4 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og godt innenfor det som er normalt for norske fjorder.

Overgangssonen, Run 2, hadde et blandet sediment med 35 % sand, 48 % silt og 16 % leire. Her var glødetapet var noe høyt (9 %) og det indikerer et visst organisk innhold.

Fjernstasjon, Run 3, ute i dypet av fjorden hadde også et blandet sediment bestående av 14 % leire, 39 % silt og 46 % sand. Glødetapet var 7 %, og relativt normalt lavt.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

På alle stasjonene var det lave verdier for tungmetallene sink og kobber, og alle fikk beste tilstandsklasse I. Likeledes var verdiene for fosfor normalt lave på Run 2 og Run 3, men noe forhøyet på nærstasjonen Run 1. Totalt organisk karbon (TOC) var forhøyet ved alle tre stasjonene, og Run 2 og Run 3 fikk tilstandsklasse IV (dårlig), mens Run 1 fikk TK III (moderat/mindre god). Det må nevnes at metoden for beregning av TOC ikke er tilpasset dette området og at glødetapet vil gi en mer riktig indikasjon på den faktiske organiske belastningen. Glødetapet var normalt for alle tre stasjonene, se Tabell 3.1.

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parametre 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 g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Run 1	12	27,2	III	1200	44	I	25	I	66,4
Run 2	30	36,4	IV	760	61	I	19	I	46,8
Run 3	27	35,3	IV	680	53	I	19	I	55

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.

Målingen av pH og E_h på nærstasjonen viste en god pH, men negativt redokspotensiale, og plasserer dermed (Run 1, nærsone) i tilstand 2. Run 2 i overgangssonen og Run 3 i fjernsonen har en god pH og et godt redokspotensial og får beste tilstand 1.

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

Stasjon	/			
Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsonen	7,57	-279	2	2
Overgangssonen	7,62	-54	0	1
Fjernsonen	7,45	38	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i august 2012. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid. Stasjon Run 2 er ikke undersøkt da forholdene på nær- og fjernstasjonen var gode.

Nærsonestasjonen Run 1, ligger på 68 m dyp like ved anlegget. Det ble funnet 21 arter med til sammen 318 individer. Diversiteten ble beregnet til 1,82 som plasserer stasjonen i KLIF's 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 223 dominerte børstemakken *Capitella capitata* totalt på denne stasjonen, og utgjorde hele 70,1 % av alle individene i prøven. Dette er en art som trives i forhold med mye tilført organisk materiale der andre arter ikke kan leve. AMBI-verdien indikerer at faunaen er svært forstyrret. De geometriske klassene indikerer også at man her har dårlige forhold på stasjonen.

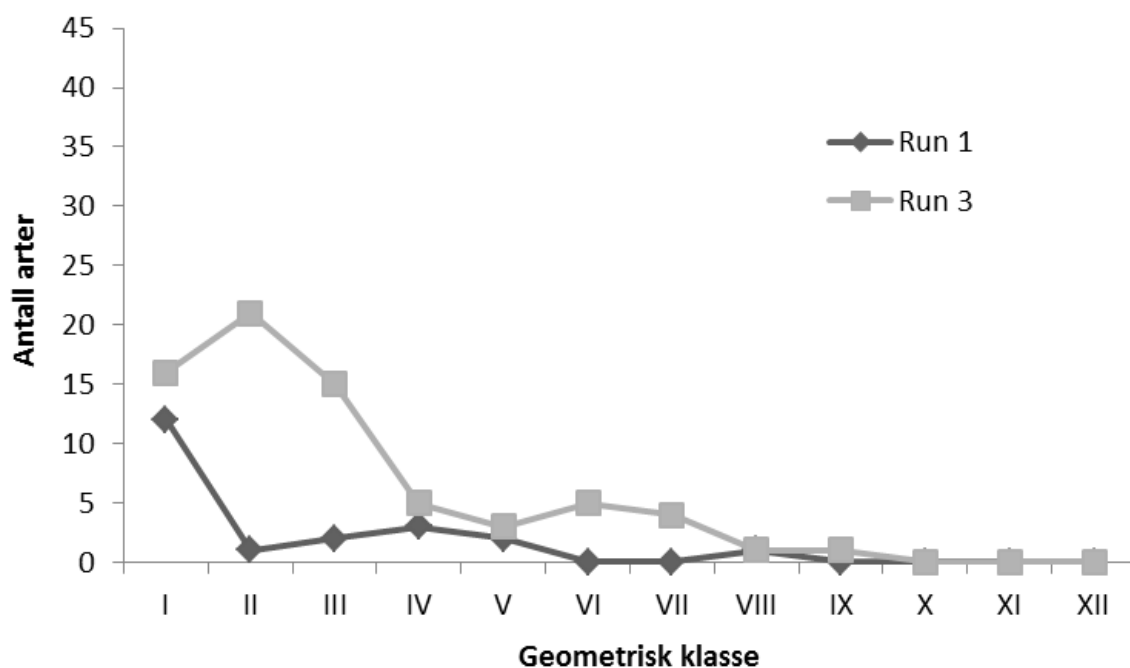
Ute i fjernsonen på Run 3 (på 93 m) fant man 71 arter med til sammen 1297 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,2 som plasserer stasjonen i KLIF's tilstandsklasse I (Svært god). Blant de ti mest tallrike artene fant man kun børstemarker og 1 art av bløtdyr. Indeksene (NQI1 og NQI2) som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter havnet begge i tilstandsklasse I (Svært god). 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. På Run 1 var der 66 % likhet mellom huggene, og på Run 3 var likheten 76 % mellom huggene. Det er imidlertid stor forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art (14 % likhet mellom stasjonene) (Figur 3.4 og 3.5). Dette er forventet og naturlig ettersom de tre stasjonene ligger på forskjellige lokaliteter og dyp.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel).

Stasjon	Hugg	Individ	Arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'-max	AMBI	NQI1	NQI2	MOM TK	KLIF TK
Run 1	2	157	12	1,42	0,40	3,58	5,52	0,38	0,22		
Nærsonne	3	161	18	2,22	0,53	4,17	5,11	0,45	0,32		
	SUM	318	21	1,90	0,43	4,39					
	SNITT	159	15	1,82	0,47	3,88	5,32	0,42	0,27	2 - God	
Run 3	2	549	60	4,35	0,74	5,91	2,18	0,75	0,71		
Fjemsone	3	748	54	4,06	0,71	5,75	1,96	0,75	0,70		
	SUM	1297	71	4,27	0,69	6,15					
	SNITT	649	57	4,20	0,72	5,83	2,07	0,75	0,70		I - Svært god

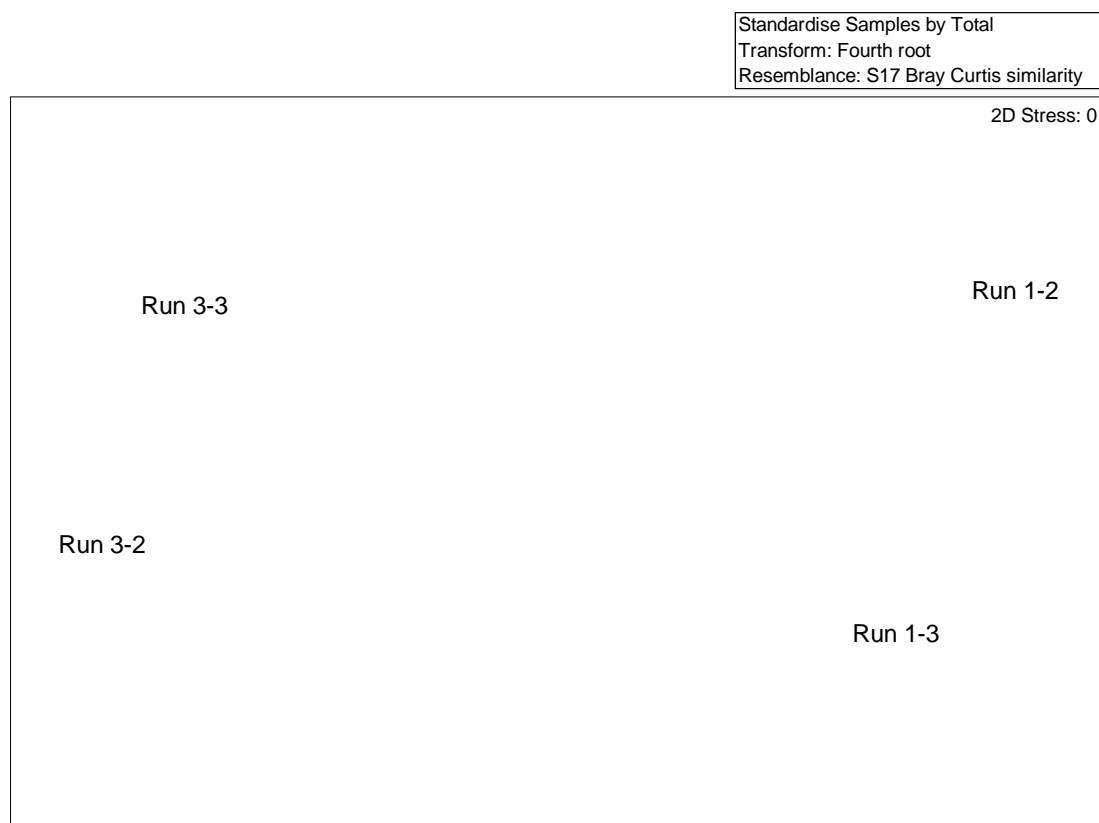
I – Meget god II - God III – Mindre god IV – Dårlig V – Meget dårlig

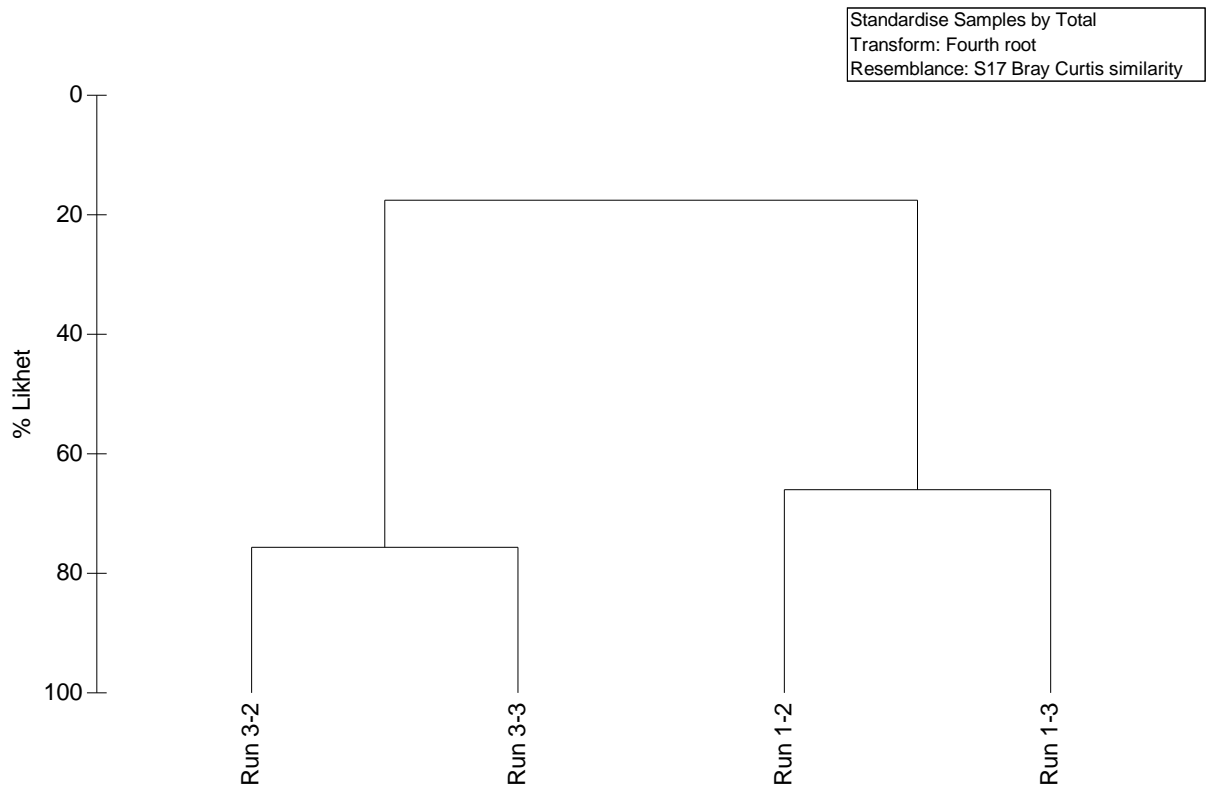


Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

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

Run 1	Antall individer	%	Kum. %	Run 3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	223	70,1	70,1	<i>Maldane sarsi</i>	289	22,3	22,3
<i>Mediomastus fragilis</i>	20	6,3	76,4	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	187	14,4	36,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	16	5,0	81,4	<i>Polydora</i> spp.	107	8,2	44,9
<i>Thyasira sarsii</i>	13	4,1	85,5	<i>Galathowenia oculata</i>	85	6,6	51,5
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	13	4,1	89,6	<i>Heteromastus filiformis</i>	72	5,6	57,1
<i>Heteromastus filiformis</i>	8	2,5	92,1	<i>Thyasira flexuosa</i>	71	5,5	62,5
<i>Mytilidae</i> indet.	6	1,9	94,0	<i>Owenia borealis</i>	55	4,2	66,8
<i>Ophryotrocha</i> sp.	5	1,6	95,6	<i>Pholoe baltica</i>	53	4,1	70,9
<i>Lucinoma borealis</i>	2	0,6	96,2	<i>Chaetozone</i> sp.	38	2,9	73,8
<i>Chaetozone</i> sp.	1	0,3	96,5	<i>Diplocirrus glaucus</i>	34	2,6	76,4
<i>Thyasira flexuosa</i>	1	0,3	96,9				
<i>Aphelochaeta</i> sp.	1	0,3	97,2				
<i>Galathowenia oculata</i>	1	0,3	97,5				
<i>Diastylis cornuta</i>	1	0,3	97,8				
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	0,3	98,1				
<i>Corbula gibba</i>	1	0,3	98,4				
<i>Virgularia mirabilis</i>	1	0,3	98,7				
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	1	0,3	99,1				
<i>Prionospio steenstrupii</i>	1	0,3	99,4				
<i>Lipobranchius jeffreysii</i> juv	1	0,3	99,7				
<i>Oligochaeta</i> indet.	1	0,3	100,0				

**Figur 3.4:** 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 3.5: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Rundklumpen i Valsfjorden, Bjugn kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 15.08.12. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

Sedimentet på stasjonen nærmest anlegget, Run 1 bestod av mye sand, 84 %, og resten silt og leire. Glødetapet var 4 %, og lavt, men TOC verdien og tilstandsklasse III, og indikerer en moderat påvirkning av organisk materiale. Likeledes var fosforverdiene litt høye og Fauna fikk TK 2 etter MOM, men var kraftig forstyrret i hht til AMBI. *Capitella capitata* dominerte stasjonen, og inndelingen i geometriske klasser viser at stasjonen er forstyrret. Verdiene for tungmetaller var normalt gode.

I overgangssonen, Run 2 var glødetapet noe forhøyet og TOC verdien ga tilstandsklasse IV (dårlig). Fosfor nivået var lavt, og det samme var verdiene for kobber og sink, som fikk beste TK, I. Sedimentet på stasjonen var dominert av silt (48 %) og sand (35 %), med noe leire. Fauna ble ikke analysert, da den generelt var god på nærstasjonen, og meget god på fjernstasjonen. De kjemiske parametrene pH og Eh fikk beste TK etter MOM.

På stasjonen i fjernsonen får bunnvannet beste karakter med tanke på oksygeninnhold (Tilstandsklasse). STD målingen med oksygen ble utført ned til bunnen på 79 m, noe til siden for dypeste punkt grunnet problemer med posisjoneringen ved CTD-målingen. Likevel gir dette sannsynligvis et godt bilde av forholdene ved bunnen i området.

Sedimentet i fjernsonen var dominert av sand og silt, med noe leire. De kjemiske parameterne ga beste TK 1, etter MOM. Fosforverdiene var normale og glødetapet var innenfor det som er normalt i norske fjorder. Det ble ikke registrert forurensing av kobber og sink, og undersøkelsene av bunnfauna viste meget gode forhold. TOC verdiene var høye og ga TK IV, dårlig.

Det må nevnes at metoden for beregning av TOC ikke er tilpasset dette området og at glødetapet vil gi en mer riktig indikasjon på den faktiske organiske belastningen. Glødetapet var normalt for alle tre stasjonene, høyest var Run 2 med 9 %.

5 TAKK

På toktet deltok Christian Bøe og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Natalia Korableva og Nargis Islam. Bunndyrene ble identifisert av 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*.

7 VEDLEGG

<u>Generell vedleggsdel</u>	22
<u>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</u>	30
<u>Vedleggstabell 2. Artsliste</u>	31
<u>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</u>	35
<u>Vedleggstabell 4. Analysebevis</u>	36

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.

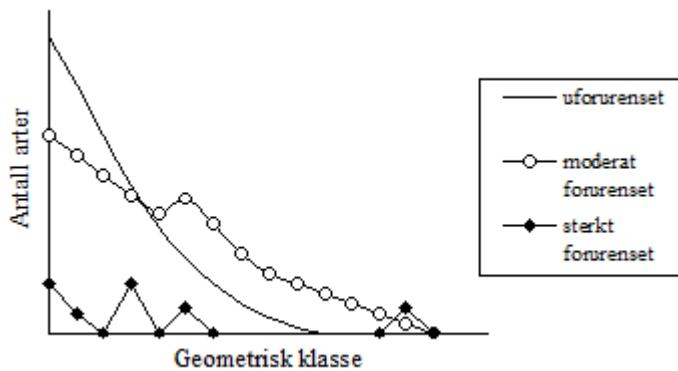
Geometriske klasser

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 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 (Molvær et al. 1997 og Direktoratsgruppa 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:

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

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

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

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

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

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

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

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

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

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

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

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

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

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

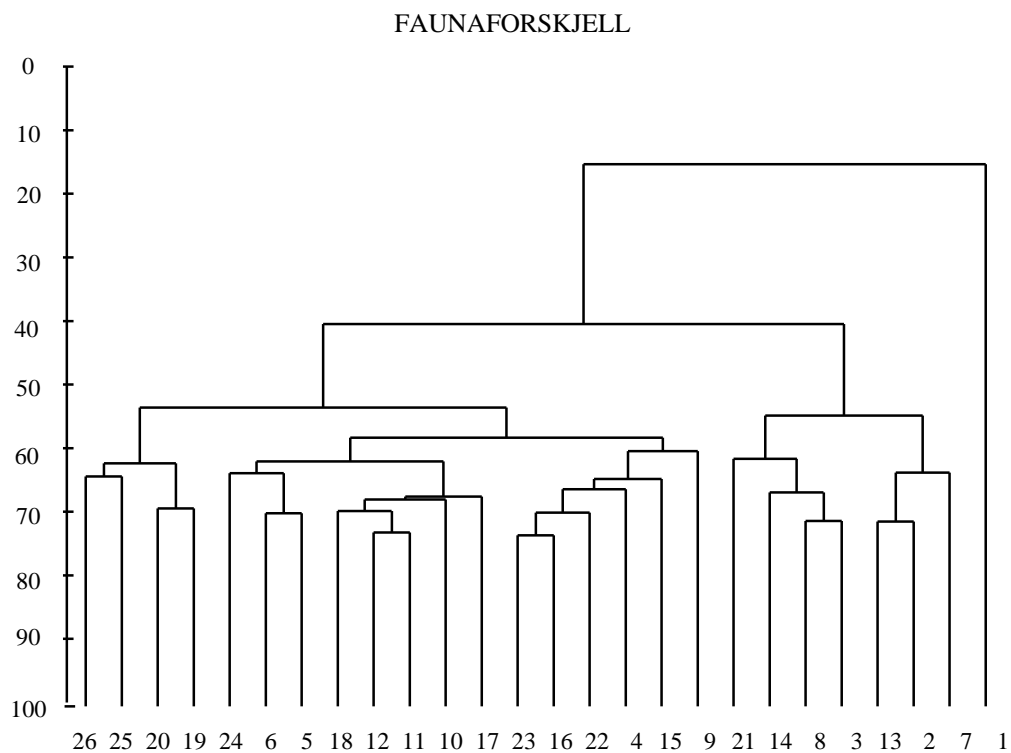
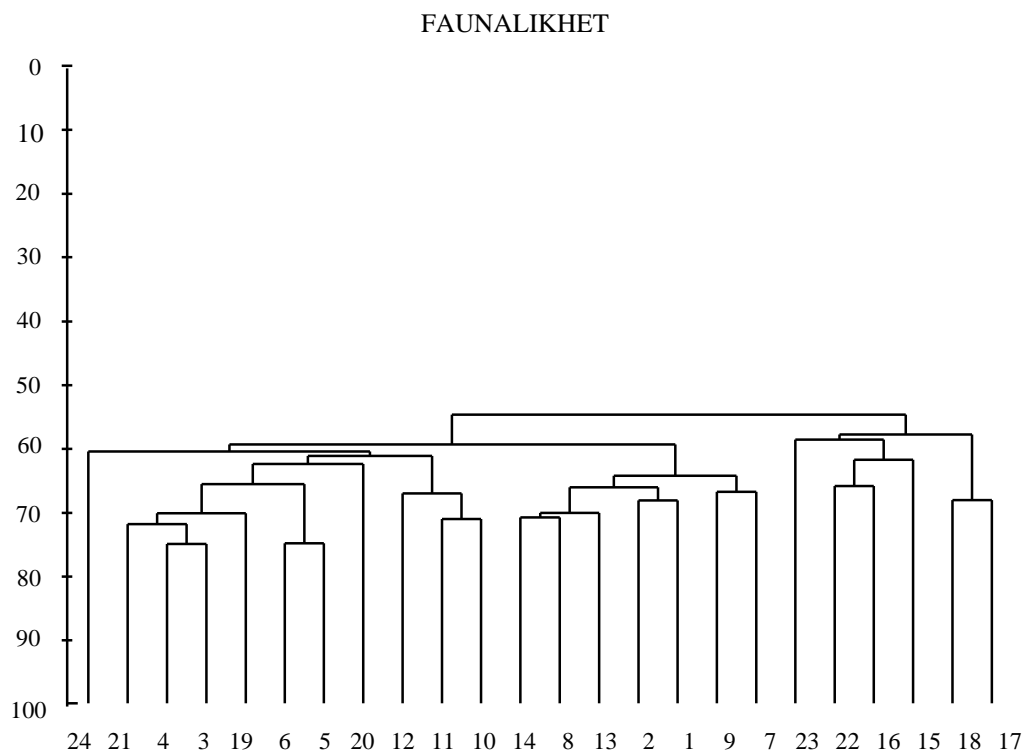
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

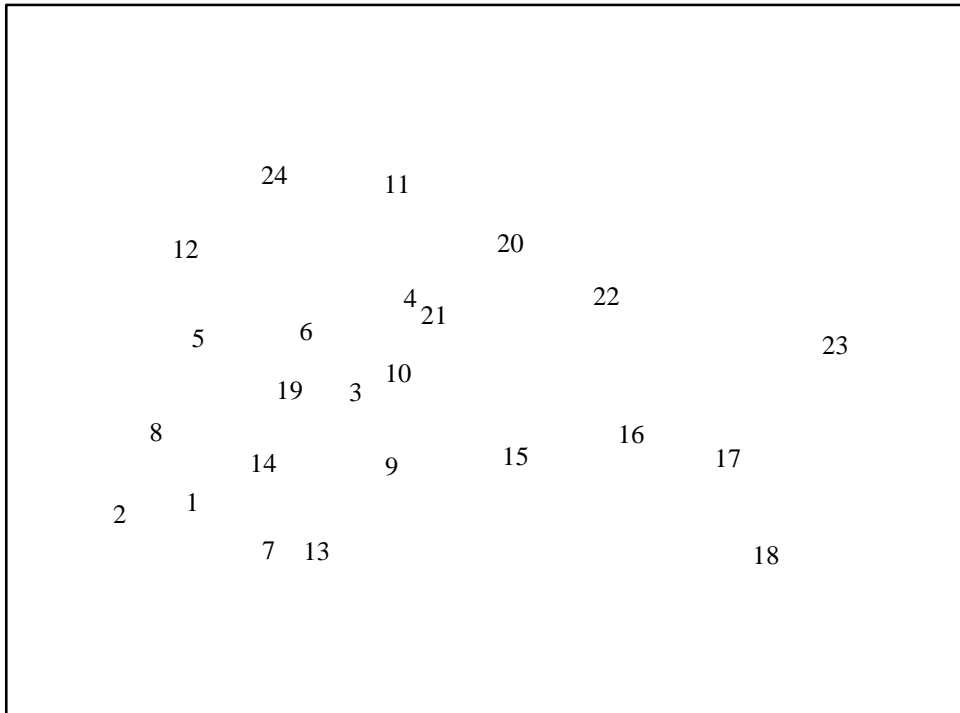
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

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

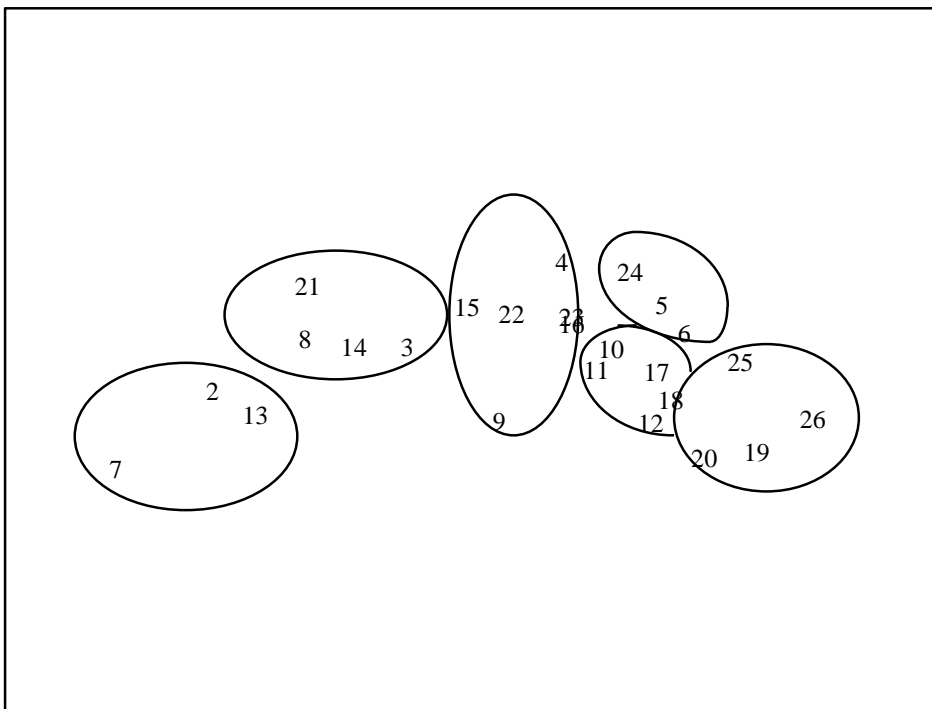


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

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

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

HAVBRUKSTJENESTEN AS									
Firma: ST- Stamfisk									
Lokalitet: Rundklumpen									
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks
			Run 1	Run 2	Run 3				
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0				0,00
I	Tilstand (Gruppe I)		1						
II	pH	Målt verdi	7,57	7,62	7,58				
	Eh (mV)	Målt verdi	-279	-54	38				
		plus ref. potensial	-48	177	269				
	pH/Eh	Poeng (tillegg D)	2	0	0				0,67
	Tilstand (prøve)		2	1	1				
	Tilstand (Gruppe II)		1						
III	Gassbobler	Ja (4) / Nei (0)	0	0	0				
	Farge	Lys/grå (0)	0	0	0				
		Brun/sort (2)							
	Lukt	Ingen (0)	0	0	0				
		Noe (2)							
		Sterk (4)							
	Konsistens	Fast (0)	0	0					
		Myk (2)			1				
		Løs (4)							
	Grabbvolum (v)	$v < \frac{1}{4}$ (0)							
$\frac{1}{4} \leq v < \frac{3}{4}$ (1)									
$v \geq \frac{3}{4}$ (2)									
Tykkelse på slamlag	$t < 2$ cm (0)								
	$2\text{cm} \leq t < 8\text{cm}$ (1)	1							
	$t \geq 8$ cm (2)		2	2					
	Sum		1	2	3				
	Korr. Sum (0,22)		0,22	0,44	0,66				0,44
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe III)		1						
	Middelverdi (Gruppe II & III)		1,11	0,22	0,33				0,55
	Tilstand (prøve)		2	1	1				
	Tilstand (Gruppe II & III)		1						
	Ph/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi	Tilstand							
			Tilstand						
			Gruppe 1	Gruppe II og					
			A	1,2,3,4					
		4	1,2,3						
		4	4						
Tilstand								1	

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): Marine Harvest Norway AS avd S-T Stamfisk
Prosjekt nr.: 806918

Prøvetakingssted (område): Rundklumpen

Dato for prøvetaking: 15.08.2012

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbrukstjenesten AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Frøydis Lygre

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

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbbyggene 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/Havbruktstjenesten

Rundklumpen	Stasjon	Run 1	Run 1	Run 3	Run 3
15.08.2012	Dyp	68	68	93	93
	Hugg	2	3	2	3
HYDROZOA					
* Hydrozoa indet.			+		
ANTHOZOA					
Virgularia mirabilis		1		+	
NEMERTINI					
* Nemertini indet.				2	7
NEMATODA					
* Nematoda indet.		11	6	5	1
ANNELIDA					
POLYCHAETA					
Polynoidae indet.				1	2
Pholoe baltica				18	35
Pholoe pallida				1	1
Phyllodoce groenlandica				5/5	12/8
Phyllodoce mucosa			1		
Goniada maculata				4/1	1/2
Sphaerodorum flavum				1/1	1
Ophiodromus flexuosus				2	
Syllidae indet.				4	1
Paramphinome jeffreysii		4	12	109	78
Lumbrineridae indet.				3	7
Protodorvillea kefersteini			1		
Ophryotrocha sp.		1	4		
Scoloplos armiger				1	3
Levinsenia gracilis				2	1
Paraonis sp.				1	
Malacoceros fuliginosus		3/5	1/4		
Polydora spp.				33	74
Prionospio steenstrupii		1			
Aphelochaeta sp.			1		2
Chaetozone sp.			1	12	26
Diplocirrus glaucus				6/7	10/11
Lipobranchius jeffreysii juv			0/1	0/2	
Capitella capitata		122	101		
Heteromastus filiformis		1	7	34	38
Mediomastus fragilis		8	12		
Notomastus latericeus				2	
Asychis biceps				3/1	1
Maldane sarsi				84	205
Rhodine gracilior				1/2	2/3
Maldanidae indet.				4	1
Galathowenia oculata			1	42	43
Myriochele heeri				1	2
Owenia borealis				3/24	2/26
Pectinaria auricoma				1	4
Pectinaria belgica					1/1
Ampharete falcata				2	
Ampharete baltica					1/1
Sabellides octocirrata				5	2
Anobothrus gracilis				1	
Melinna cristata					1

SAM-Marin/Havbruktstjenesten

Rundklumpen	Stasjon	Run 1	Run 1	Run 3	Run 3
15.08.2012	Dyp	68	68	93	93
	Hugg	2	3	2	3
Melinna elisabethae				0/2	2/1
Eupolymnia nebulosa				0/1	
Pista cristata				0/1	2/4
Streblosoma bairdi				2	
Polycirrus plumosus					2
Amaeana trilobata				1	
Trichobranchus roseus				2	2/1
Terebellides stroemi				5/5	2/3
Jasmineira sp.				1	1
Sabellidae indet.				7	7
OLIGOCHAETA					
Oligochaeta indet.			1		
CRUSTACEA					
COPEPODA					
* Calanus finmarchicus		5	7	5	20
DECAPODA					
* Decapoda juv indet larve					0/4
AMPHIPODA					
* Amphipoda indet.				3	2
CUMACEA					
Diastylis cornuta			1		
MOLLUSCA					
APLACOPHORA					
Caudofoveata indet.				1	1
GASTROPODA					
Lacuna vincta				0/1	
Euspira montagui				1	1
Odostomia sp				1	
Cylichnina umbilicata					1
Philine quadrata					0/1
Cylichna cylindracea				2/1	2
BIVALVIA					
Ennucula tenuis					1/1
Mytilidae indet.		0/3	0/3		0/1
* similipecten similis					1
Lucinoma borealis		0/1	0/1	2	
Thyasira equalis				2	2/2
Thyasira flexuosa		1		26/8	33/4
Thyasira obsoleta					1
Thyasira sarsii		6	7	8/5	9/10
Axinulus croulinensis				2	5
Mendicula ferruginosa				3	3
Adontorhina similis				4	
Parvicardium minimum				1	
Parvicardium pinnulatum				0/1	
Abra nitida				0/4	8/12
Corbula gibba			1		
Pulsellum lofotense				1	1
PHORONIDA					
Phoronida indet.				1	2
ECHINODERMATA					

SAM-Marin/Havbruktstjenesten

Rundklumpen	Stasjon	Run 1	Run 1	Run 3	Run 3
15.08.2012	Dyp	68	68	93	93
	Hugg	2	3	2	3
Asteroidea indet.					0/1
Amphiura chiajei				14/1	5/2
Ophiocten affinis				0/1	
Ophiura carnea				0/1	0/3
Pseudothyone raphanus				1	
CHAETOGNATHA					
* Chaetognatha indet.					1
* CHORDATA					
* PISCES					
* Cyclopterus lumpus					0/1
* Fiske egg			1		
* VARIA				+	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Run 1	Run 3
I	12	16
II	1	21
III	2	15
IV	3	5
V	2	3
VI	0	5
VII	0	4
VIII	1	1
IX	0	1
X	0	0
XI	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis



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

Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)
F. reg. 065 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:
bergen@eurofins.no

AR-12-MX-002847-01



EUNOBE-00004819

Prøvemottak: 19.10.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 19.10.2012-06.11.2012
Referanse: 806918 70/12

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2012-1019-016	Prøvetakingsdato:	15.08.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Stian Kvalø			
Prøvemerkning:	Run 1, 68 m Hugg 1	Analysedato:	19.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	1200	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	25	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	44	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	12	mg/g tv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	66.4	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	441-2012-1019-017	Prøvetakingsdato:	15.08.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Stian Kvalø			
Prøvemerkning:	Run 2, 88m Hugg 1	Analysedato:	19.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	780	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	19	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	61	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	30	mg/g tv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	46.8	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-12-MX-002847-01



EUNOBE-00004819



Prøvenr.:	441-2012-1019-018	Prøvetakingsdato:	15.08.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Stian Kvalø			
Prøvemerking:	Run 3, 93m Hugg 1	Analysedato:	19.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	680	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	19	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	53	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	27	mg/g tv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	55	% (v/v)		EN 14348	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 06.11.2012

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 :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2