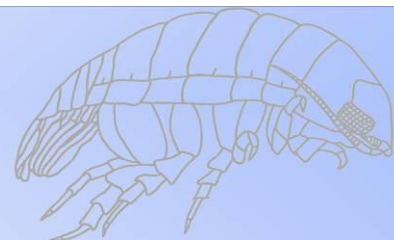


SAM e-Rapport

Uni Research
Uni Miljø, SAM-Marin





e-Rapport nr: 43-2012

*MOM C-undersøkelse ved Korsneset i Halså kommune,
mars 2012*

Rune Haugen
Tone Vassdal
Stian Ervik Kvalø



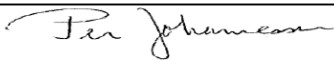

	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25	Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	

Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse ved Korsneset i Halså kommune, mars 2012	Dato: 14.11.12
	Antall sider og bilag: 39
Forfatter(e): Rune Haugen, Tone Vassdal, Stian Ervik Kvalø	Prosjektleder: Stian Ervik Kvalø
	Prosjektnummer: 806480

Oppdragsgiver: SalMar Farming AS	Tilgjengelighet: Åpen
----------------------------------	-----------------------

Abstract: A MOM-C study was performed to ascertain the environmental effects of the aquaculture facility Korsneset. In general the results displayed good conditions with regards to sediment, fauna and chemical analyses.

Keywords: MOM-C, benthic, fauna, chemistry, sediment	Emneord: MOM-C, bentisk, fauna, kjemi, sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 43-2012
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	Per Johannessen	
Prosjektet / undersøkelsen:	Stian Ervik Kvalø	

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment, fauna, kjemi analyser, samlet av: Arild Kjærstad, Christian Bøe

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ruth Dyson, Natalia Korableva, Nargis Islam

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad og Per Johannessen

Rapportering utført av: Rune Haugen, Tone Vassdal, Stian Ervik Kvalo

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: Helge Grønning

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Blåstål

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse AS **akkrediteringsnummer** Test 003

Akkreditert: Kobber, Sink, Fosfor, Total Torrstoff

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkellesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	11
3 RESULTATER OG DISKUSJON	12
3.1 Hydrografi	12
3.2 Sediment	13
3.3 Kjemi	15
3.4 Bunndyr	15
4 SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE UNDERSØKELSE	20
5 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	20
6 LITTERATUR	22
7 VEDLEGG	23

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Korsneset, Halså kommune, lokalitetsnummer 10224. Innsamlingene ble gjennomført 7. mars 2012, mens CTD måtte tas på nytt den 4. oktober. 2012 da det var feil med CTD data.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Korsneset. Med resipient menes her det sjøområdet som vil motta utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Korsneset har vært i bruk siden 1987.

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

Undersøkelsen er utført av Havbrukstjenesten AS og Uni Miljø, SAM-Marin på oppdrag fra SalMar Farming AS. SAM-Marin er en seksjon ved forskningsselskapet Uni Research AS, 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 21 år og utført miljøundersøkelser i 11 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.

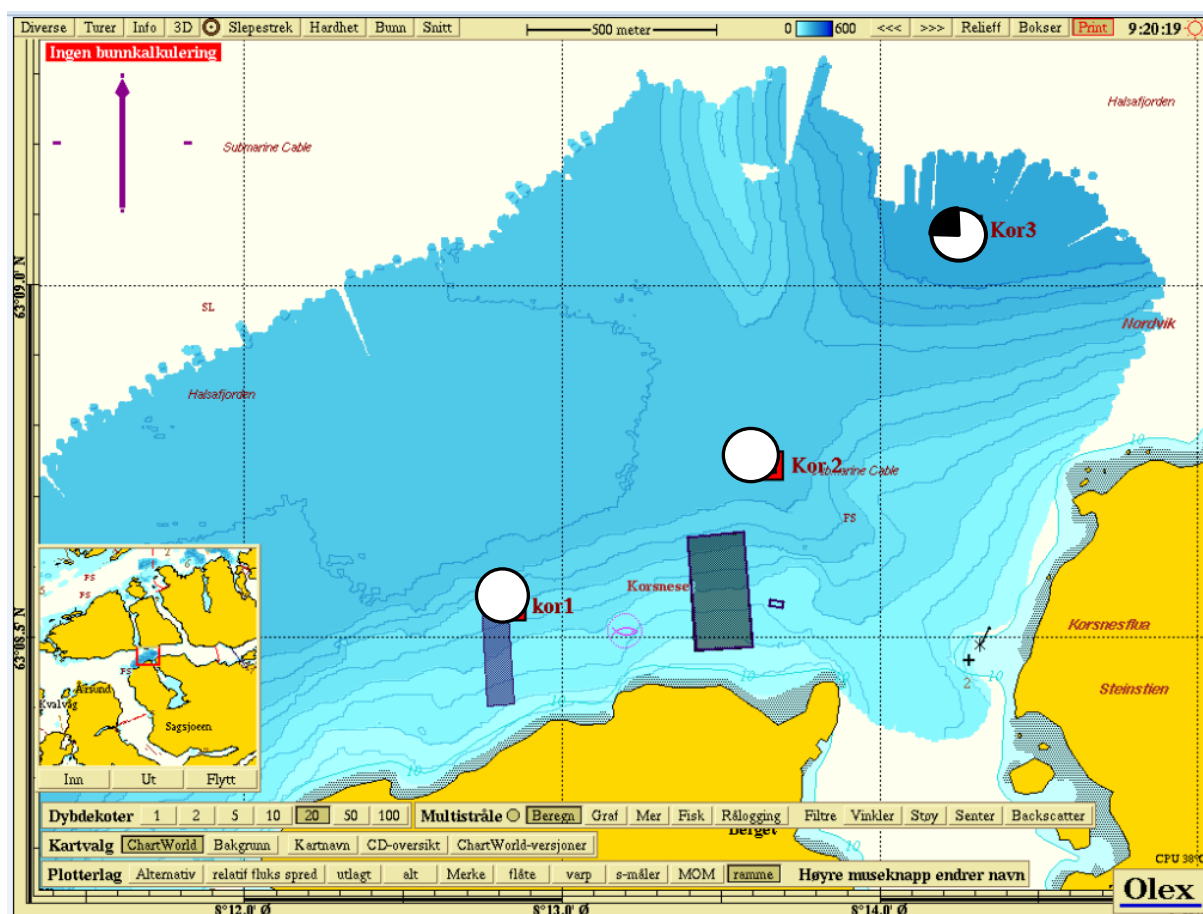
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger nord av Halsa, i Vinjefjorden (Figur 2.1). Anlegget ligger relativt åpent til i fjorden, og er moderat eksponert for strøm og bølger. Strømmåling fra lokaliteten viser at hovedstrøms retning er mot øst.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra Havbrukstjenestens egen båt "Blåstål" den 7. mars 2012 med Havbrukstjenestens eget toktpersonell Arild Kjerstad og Christian Bøe. Grunnet feil ved første CTD måling gjort i mars, ble ny CTD (som er brukt i denne rapporten) tatt opp igjen den 4. oktober 2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget (Kor 1), en i overgangssonen (Kor 2), samt en fjernsone (Kor 3). Prøvestedene ble valgt ut fra dybde og dominerende strømreretning som går mot øst- nordøst.



Figur 2.1. Oversiktskart (innfelt bilde) og mer detaljert kart ved lokaliteten Korsneset. Vurdering av miljøforholdene er vist som kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Korsneset, Vinjefjorden i mars 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen-grabb med åpning 0,1m² til alle prøver (fullt kammer 17 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Kor 1 07.03-2012	Korsneset 63° 08.544 N 08° 12.840 Ø	105	1	3	Kjemi, og geologi Biologi, pH og E_h Biologi Alle hugg bestod av i hovedsak sand og silt, og noe grus/stein. <i>Vanskelig å få akk. Prøve.</i>
			2	2	
			3	3	
Kor 2 07.03-2012	Korsneset 63° 08.743 N 08° 13.652 Ø	171	1	8,5	Kjemi, og geologi Biologi, pH og E_h Biologi Alle hugg var en blanding av sand og silt
			2	7,5	
			3	8,5	
Kor 3 07.03-2012	Korsneset 63° 09.078 N 08° 14.279 Ø	250	1	9,5	Kjemi, og geologi, pH og E_h Biologi Biologi Alle hugg var en blanding av sand og silt
			2	11	
			3	9,5	

2.2.1 Hydrografi

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

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hullet 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 sedimentoverflaten, 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 ett av huggene for hver stasjon til analyse av kjemiske parametre. 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. Analysen av Nitrogen-Kjelldahl i sedimentet ble utført etter Tecatro AN 300. 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 (E_h) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. E_h 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 bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² van Veen 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 fortynnet formalin bufret med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet blir oppbevart ved SAM-Marins lokaler i Høyteknologisenteret i Bergen i fem år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell). 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.

Klima og forurensingsdirektoratet (KLIF) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997 og Direktorsgruppa Vanndirektoratet 2009) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. 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). Både Shannon-Wiener indeks (H') og NQI1 er biologiske indekser som skal benyttes. Mens H' kun sier noe om diversiteten, gir NQI1 et inntrykk av mengde sårbare vs. robuste arter det finnes i sedimentet. Ved rapportering skal den verste av de to tilstandsklassene telle. Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor 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, Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasser					
		I	II	III	IV	V	
		Bakgrunn/ Meget god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen *	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	%	>0,65	65-50	50-35	35-20	<0,20
Sediment	Shannon-Wiener ind. (H')		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Organisk karbon	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	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 .

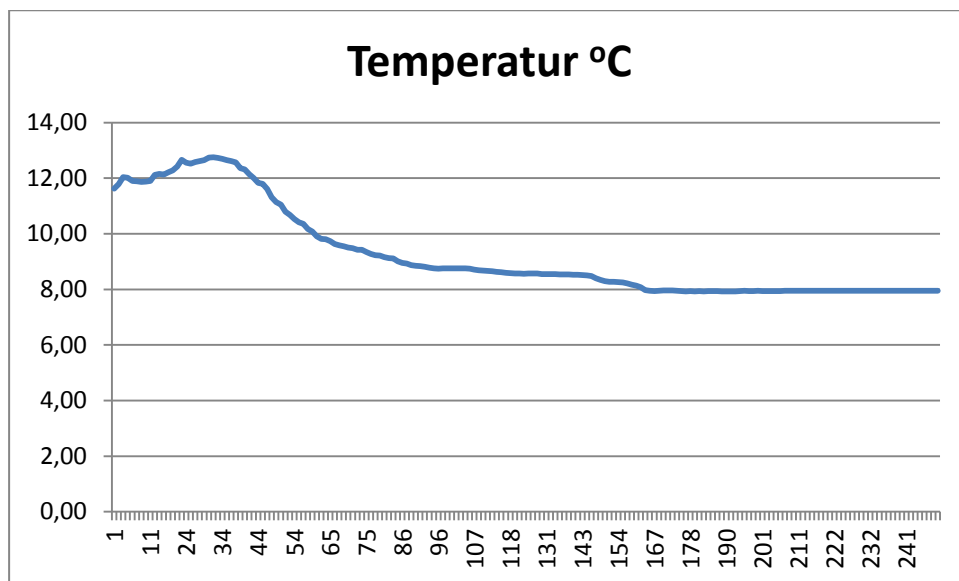
2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Lokaliteten Korsneset har vært i bruk siden 1987. Ved de siste års utsett, ble det ved 2008 generasjonen brukt 5.961 tonn med fôr, ved 2010 ble det brukt 7.068 tonn fôr.

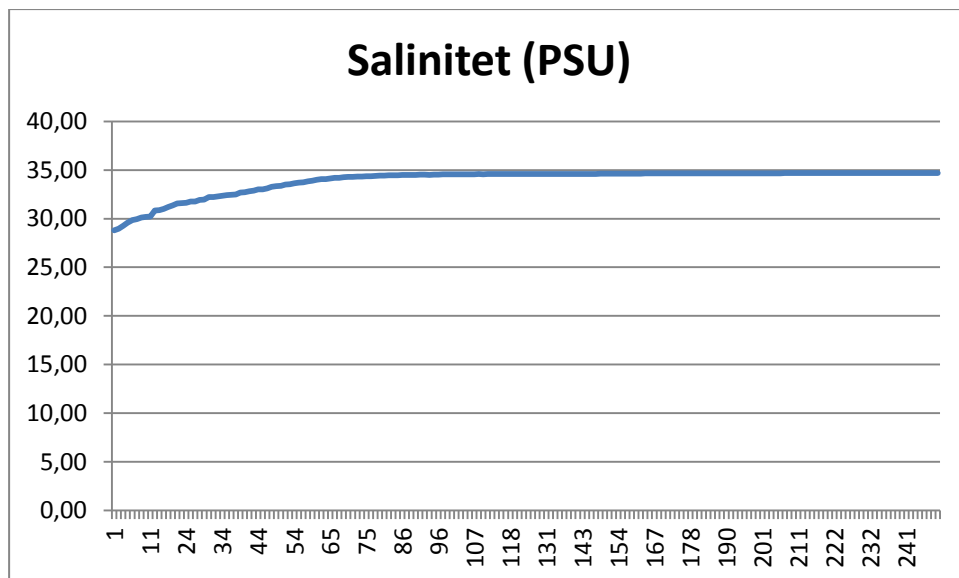
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi.

Målingene ble tatt 4.10.2012 ved hjelp av CTD. Temperatur, saltholdighet, og oksygenforhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Kor 3. Resultatene er presentert i Figur 3.1.1 – 3.1.4. Feil ved oksygensensor på CTD gjorde at data fra oksygenmålinger ikke kunne brukes.



Figur 3.1.1. Temperatur fra overflate til bunn på Kor 3.



Figur 3.1.2. Salinitet fra overflate til bunn på Kor 3.

Temperaturen på stasjon Kor 3 var 12 °C i overflaten og ned til rundt 45m. Deretter synker den jevnt ned til 9 °C grader ved omtrent 75m dyp, fra der av og ned er den tilnærmet lik helt ned til 150m, så synker den litt til, ned til 8 °C bunnen på 250 m dyp. Saltholdigheten var rundt 30,0 promille ved overflate, men stiger jevnt til 35,0 rundt 65m dyp og er deretter uendret ned til bunnen. Grunnet feil ved oksygenmålinger er ikke data for oksygen tilgjengelige, men bunnfaunaen indikerer gode oksygenforhold.

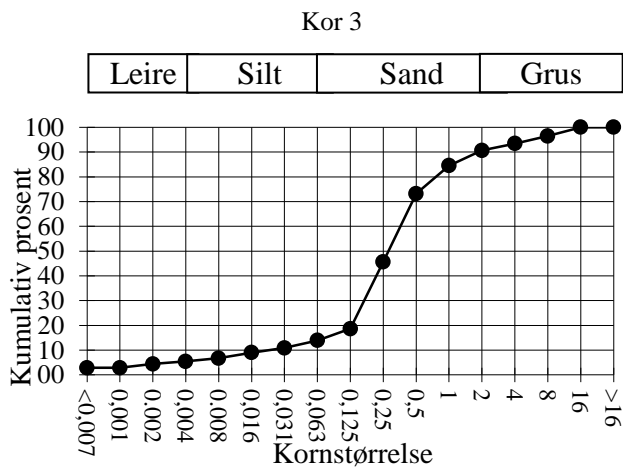
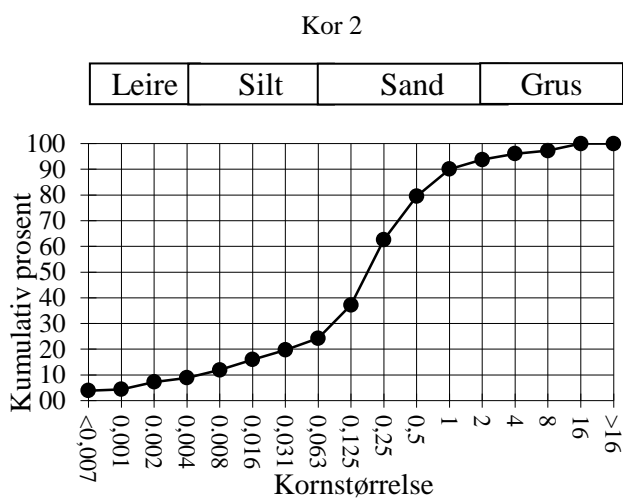
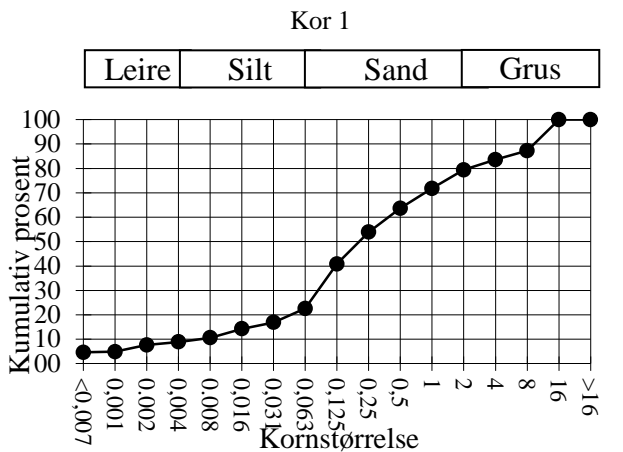
3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2012 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 Korsneset i 2012.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Kor 1	105	6	9	14	23	57	21
Kor 2	171	4	9	15	24	70	6
Kor 3	250	3	5	8	14	77	9

Sedimentet ved alle tre stasjoner er forholdsvis likt. Sedimentet ved alle stasjonene bestod for det meste av grovere materiale, sand og grus (>76 %). Kor 1, den grunneste hadde høyest andel grus på 21%, mens andelen sand var 57%. Resterende på Kor 1 var en blanding av silt og leire. Kor 2 og Kor 3 var ganske like med henholdsvis 70% sand og 6% grus (Kor 2) og 77% sand og 9% grus (Kor 3). Resterende på disse to dypeste lokalitetene var silt og leire, med en overvekt av silt. Organisk innhold i sedimentet beregnet ut fra glødetapet er lavt (mellom 3- 6 % for alle stasjonene), og som forventet ut fra sedimentsammensetningen. Glødetapet gir dermed ikke indikasjon på tilførsel av organisk materiale utover naturlige nivåer.



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene Kor 1, Kor 2 og Kor 3. Sandfraksjonen dominerer i kornfordelingen.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Innholdet av tungmetallene kobber og sink var meget lavt på alle tre stasjonene, og gir beste tilstandsklasse 1 (Tabell 3.2).

Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt. På nærstasjonen Kor 1 og Kor 2 fikk den normaliserte TOC verdien tilstandsklasse II, god, mens på Kor 3 fikk den normaliserte TOC verdien tilstandsklasse III, moderat/mindre god (Tabell 3.2). Andelen fosfor var lav på de to dypeste stasjonene, mens på Kor 1 var den litt forhøyet, men fortsatt relativt lav.

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

Stasjon	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	Kobber mg/kg TS	Tørrstoff (TS) %
Kor 1	8,2	22,1	1100	56	12	75,7
Kor 2	13	26,7	660	55	16	72,2
Kor 3	12	27,5	570	48	12	73,9

Måling av pH og redokspotensial (E_h)

Resultatene fra pH og E_h sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM B-undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Kjemiske målinger (pH og E_h) ga gode pH- og E_h -verdier for alle stasjonene, noe som ga beste tilstand 1 etter MOM, for disse stasjonene (se Vedleggstabell 1).

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3 - 3.4, Figur 3.3- 3.4, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i februar-2012. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra Kor 1 like ved anlegget, ble det på 0,2 m² av bunnen funnet til sammen 86 arter med til sammen 928 individer. Nærsonen i en MOM-C undersøkelse skal i følge NS 9410 vurderes ut fra eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg (tabell 2.3). Etter klassifiseringssystem i MOM-standard fikk stasjonen Kor 1 Miljøtilstand 1

(Meget god). Den mest tallrike gruppen dyr på stasjon Kor 1 var børstemark i slekten *Aphelochaeta sp.* som utgjorde nesten 14 % av alle individer med 129 individer. Nummer to mest vanlige art var skjellet (Bivalvia), *Thyasira sarsi*, Denne arten utgjorde nesten 10 % av alle individer med 92 stk. Den tredje mest vanlige arten på stasjonen var børstemark i familien *Oligochaeta indet.* med 83 stk og nesten 9 % av individantallet. De ti mest vanlige artene utgjorde nesten 64 % av alle registrerte individer. Det ble registrert en god artsdiversitet på stasjonen og kurven for de geometriske klasser viste også gode forhold med hensyn til bunndyrfauna på stasjonen i nærsone. Grunnet store mengder spikler fra svamp (Porifera indet.) i det ene huggen på stasjonen har det blitt inkludert dyr som er mindre enn 1mm (som ellers ville blitt vasket ut) i artsliten og beregningene. Dette vil ha en viss innvirkning på diversiteten på stasjonen.

På fjernstasjon Kor 3, på 403 meter, ble det funnet tilsammen 72 arter fordelt på 253 individer. I følge NS-9410 skal fjernsone vurderes etter Klif –standard (Tabell 2.2).

Artsdiversiteten ble beregnet til 5,58 noe som tilsvarende tilstandsklasse I-Meget god. Indeksen som beskriver artenes ømfintlighet (AMBI) kommer ut som «noe forstyrret» mens indkseen som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) begge gir artsamfunnet på stasjonen tilstandsklasse I-«meget god». Den mest tallrike arten på stasjonen skjellet (Bivalvia) *Astarte sulcata* med 8,3 % og 21 stk. Nummer to mest vanlig var børstemarken *Notomastus latericeus*, med 5,9 % og 15 registrerte individer. Skjellet (Bivalvia) *Mendicula ferruginosa* var den tredje mest vanlige arten på stasjon Kor 3. Denne utgjorde 5,5 % av individene med 14 stk. De ti mest vanlige artene utgjorde 49 % av alle registrerte individer på det undersøkte arealet på 0,2 m² av bunnen. Kurven for de geometriske klasser viste også gode forhold med hensyn til bunndyrfauna på stasjonen i fjernsone.

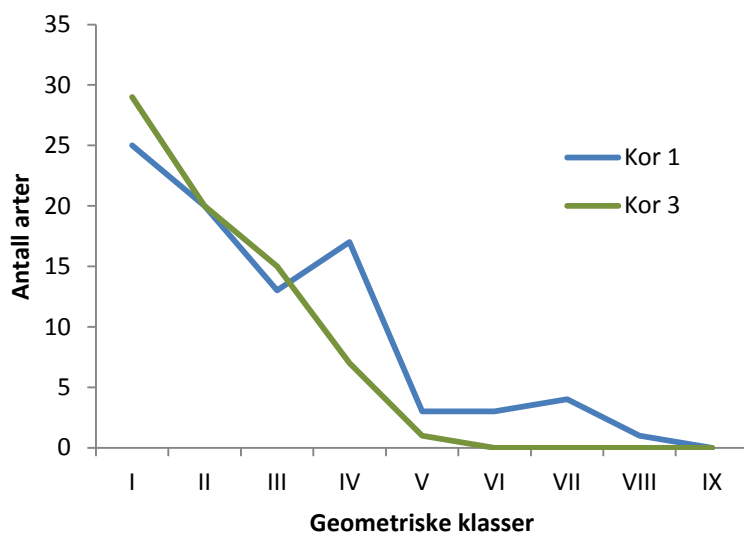
De multivariate analysene viste at det var 59,27 % likhet mellom huggene på stasjon Kor 1 og 56,52 % likhet mellom huggene på stasjon Kor 3. Det er imidlertid stor forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art (Figur 3.5 og 3.6). Dette er forventet og naturlig ettersom stasjonene ligger på forskjellige lokaliteter og dyp.

Stasjon Kor 2 (overgangssone) er utelatt fra bunndyranalyser da forholdene på nær og fjernstasjonen var gode.

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).

Stasjon/ Dyp	Hugg nr.	Ind. ant.	Arter ant.	Diversitet (H')	MOM TK	Jevnhet (J)	H'-max	AMBI	NQI1	NQI2
Kor 1	2*	709	69	4,67		0,77	6,11	2,89	0,71	0,68
105 m	3	219	59	4,80		0,82	5,88	2,20	0,78	0,74
Nærsone	Sum	928	86	4,98	1	0,78	6,43			
	Snitt	464	64	4,74		0,79	6,00	2,54	0,74	0,71
Kor 3	2	157	63	5,57		0,93	5,98	1,97	0,82	0,82
250 m	3	97	40	4,83		0,91	5,32	1,89	0,79	0,77
Fjernsone	Sum	253	72	5,58		0,90	6,17			
	Snitt	127	51,5	5,20		0,92	5,65	1,93	0,81	0,80

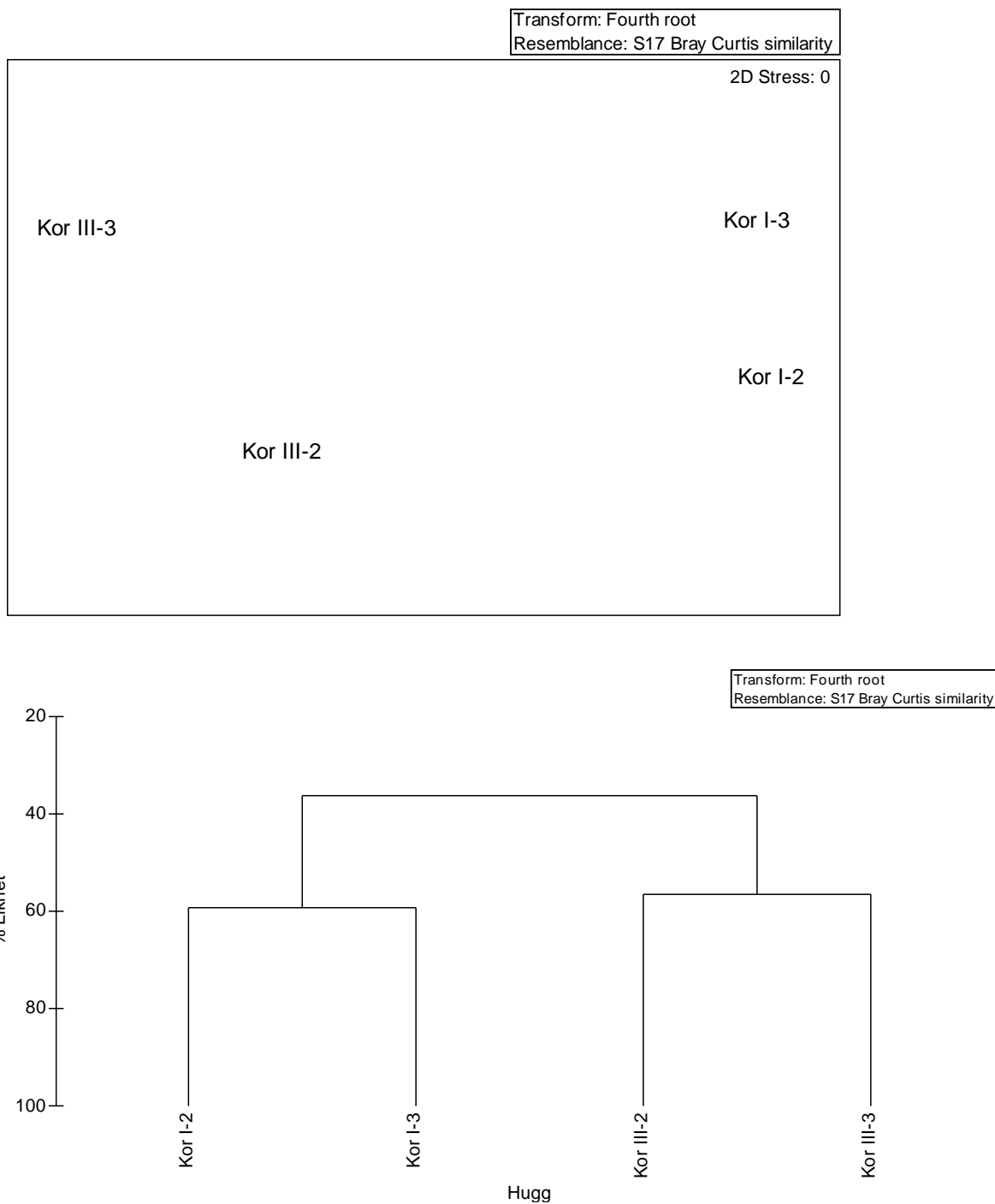
I – Meget god II – God III – Mindre god IV – Dårlig V – Meget dårlig



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

Tabell 3.4. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Stasjon: Kor 1				Stasjon: Kor 3			
0,2m2				0,2m2			
Art:	Ant. ind.	%	Kum. %	Art:	Ant. ind.	%	Kum. %
<i>Aphelochaeta sp.</i>	129	13,9	13,9	<i>Astarte sulcata</i>	21	8,3	8,3
<i>Thyasira sarsi</i>	92	9,9	23,8	<i>Notomastus latericeus</i>	15	5,9	14,2
<i>Oligochaeta indet.</i>	83	8,9	32,8	<i>Mendicula ferruginosa</i>	14	5,5	19,8
<i>Pholoe baltica</i>	74	8,0	40,7	<i>Chaetozone sp.</i>	10	4,0	23,7
<i>Paraonis sp.</i>	64	6,9	47,6	<i>Lumbrineridae indet.</i>	10	4,0	27,7
<i>Chaetozone sp.</i>	38	4,1	51,7	<i>Caudofoveata indet.</i>	9	3,6	31,2
<i>Notomastus latericeus</i>	36	3,9	55,6	<i>Anobothrus sp.</i>	9	3,6	34,8
<i>Prionospio cirrifera</i>	35	3,8	59,4	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	8	3,2	37,9
<i>Synaptidae indet.</i>	24	2,6	62,0	<i>Onchmesoma steenstrupi</i>	7	2,8	43,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	22	2,4	64,3	<i>Spiophanes wigleyi</i>	7	2,8	46,2
				<i>Asychis biceps</i>	7	2,8	49,0



Figur 3.4. MDS- og clusterplot på huggnivå for stasjonene undersøkt i 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

4 SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE UNDERSØKELSE

Det er ikke gjennomført MOM-C undersøkelser i området tidligere. Heller ikke utvidede MOM-B undersøkelser. En har da ingen data å sammenligne denne undersøkelsen mot.

5 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Korsneset i Vinjefjorden i Halså kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført i mars 2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen og én lengre ut i fjorden.

Det ble ikke registrert klare sjiktinger i vannsøylen for temperatur og saltholdighet, oksygendata fra CTD kunne ikke brukes men bunnfauna indikerer gode forhold.

Det var forskjellig dyp på de tre prøvestasjonene, fra 105 til 250 meter, men sedimentet var relativt likt på alle. På alle tre stasjonene var sedimentet grovt, med sand som dominerende komponent, fra 57 til 77 %, og grus andel fra 9 til 21%. Kor 1 hadde høyeste andel av grus. Andelen av silt/leire var dermed relativt lav for alle stasjonene, fra 14 til 24%.

Det var ingen lukt av H₂S, mørkere farge eller andre sensoriske indikatorer på organisk forurensing ved noen av stasjonene, og verdier for pH og redokspotensial påviste beste tilstand ved alle tre stasjonene. De kjemiske analysene viste lave verdier, noe som ga beste tilstand for kobber og sink. Likeledes var innholdet av fosfor og glødetapet lavt for alle stasjonene. Innholdet av organisk karbon (TOC) var relativt lavt på Kor 1 og Kor 2 (TK II, god), men noe høyere på Kor 3 (TK III, mindre god). Det må spesifiseres at SFTs klassifiseringssystem for TOC er tilpasset områder som er lite påvirket av organisk partikler fra land eller fra strender med tang og tare. I kystnære farvann vil det kunne være høyere naturlige innhold av organisk materiale i sedimentet som følge av dette. Korsneset ligger langt ute i fjorden, og kan defineres som kystnær.

Analysene av bunnfauna påviste meget gode forhold ved nærstasjonen Kor 1 og fjernstasjonen Kor 3 i henhold til alle målte indekser og kvalitativ vurdering, og indikerer normal,

uforstyrret sjøbunn. Mellomstasjonen Kor 2 ble derfor ikke analysert for bunnfauna, grunnet de gode forholdene på de to andre stasjonene.

Generelt for alle målte parametere var tilstanden god til meget god, og en kan ikke påvise noen verdier over normale gode forhold ved noen av stasjonene.

Takk

Vi takker for god hjelp til innsamling av prøver og rapportering fra Havbrukstjenesten AS. Sedimentanalysene ble utført av H. Grønning. Bunnprøvene ble sortert av: Ruth Dyson, Natalia Korableva og Nargis Islam. Bunndyrene ble artsbestemt av T. Alvestad og Per Johannessen.

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 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	<i>24</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.</i>	<i>32</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	<i>33</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>37</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>38</i>

GENERELL VEDLEGGSEDEL**Analyse av bunndyrsdata****Generelt**

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

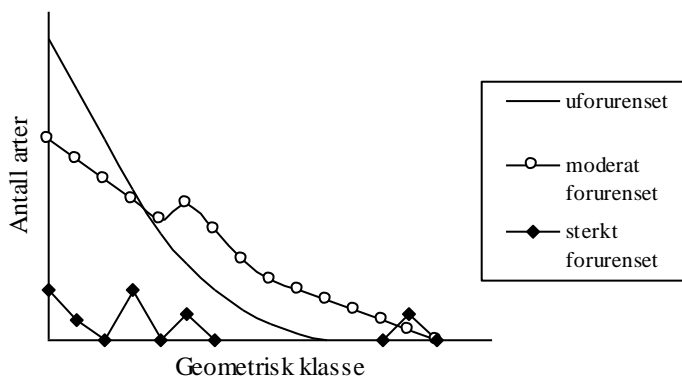
Geometriske klasser

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

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

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

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

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

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

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

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre

den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

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

p = totalt antall arter

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

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

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

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

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

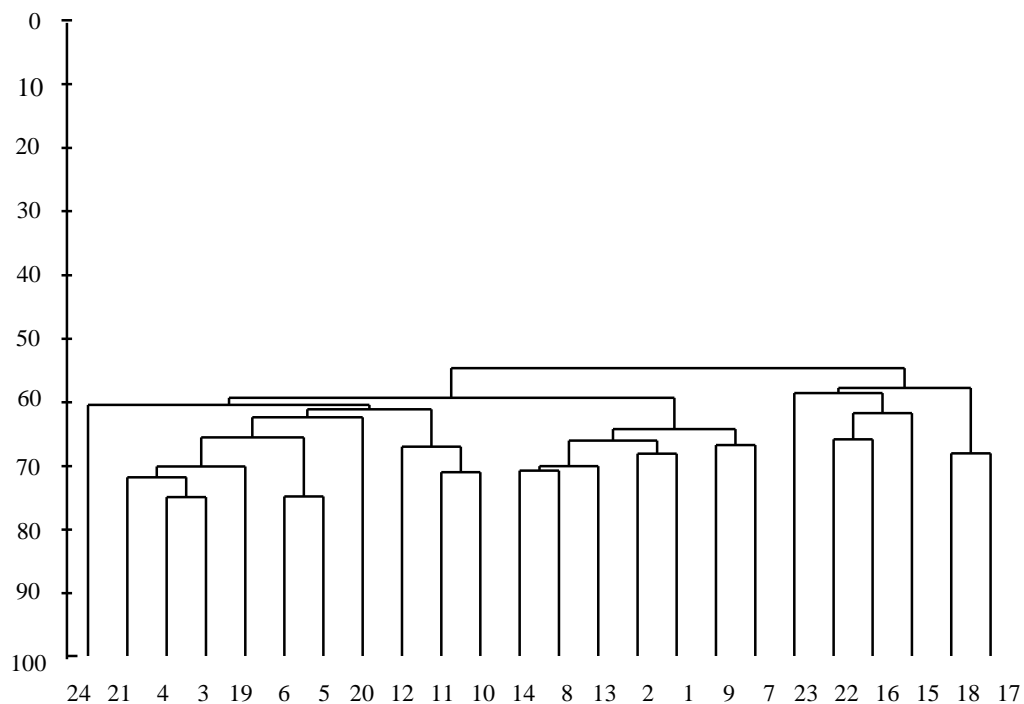
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

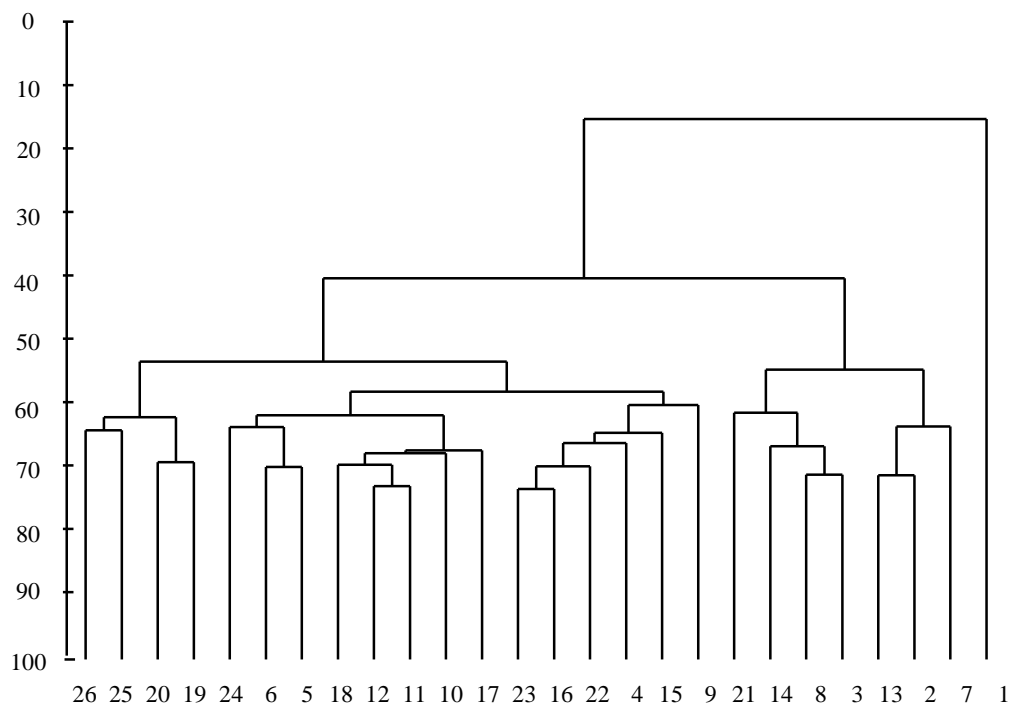
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

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

FAUNALIKHET

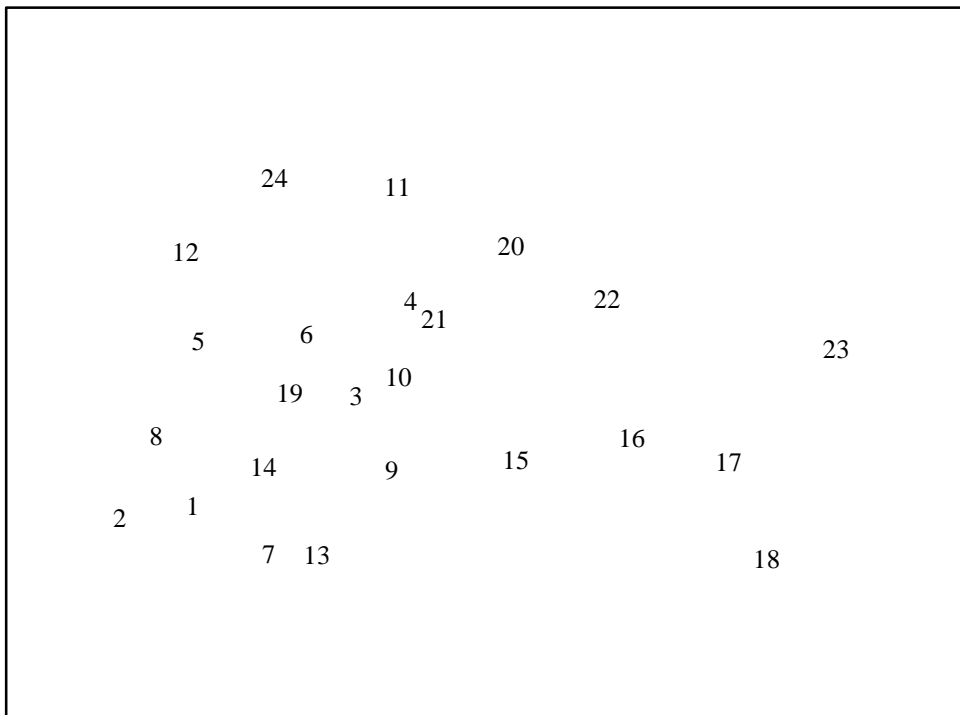


FAUNAFORSKJELL

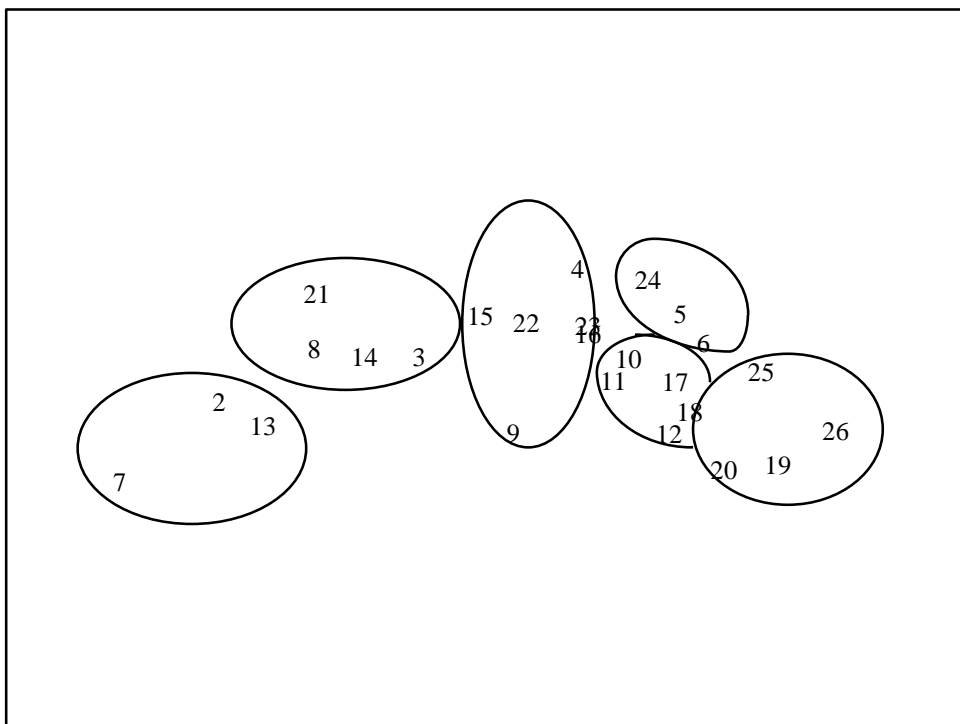


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

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

Vedleggstabell 1. MOM B-parametre

HAVBRUKSTJENESTEN AS									
Firma: SalMar Farming AS									
Lokalitet: Korsneset									
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks
			Kor 1	Kor 2	Kor 3				
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0				0,00
I	Tilstand (Gruppe I)		1						
	pH	Målt verdi	7,59	7,58	7,55				
	Eh (mV)	Målt verdi	14	14	121				
II		plus ref. potensial	245	245	352				
	pH/Eh	Poeng (tillegg D)	0	0	0				0,00
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II)		1						
	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)	0						
		$\frac{1}{4} \leq v < \frac{3}{4}$ (1)		1					
		$v \geq \frac{3}{4}$ (2)			2				
	Tykkelse på slamlag	$t < 2$ cm (0)	0	0	0				
		$2\text{cm} \leq t < 8\text{cm}$ (1)							
		$t \geq 8$ cm (2)							
	Sum		0	2	2				
	Korr. Sum (0,22)		0,00	0,44	0,44				0,29
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe III)		1						
	Middelverdi (Gruppe II & III)		0,00	0,22	0,22				0,15
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II & III)		1						
	Ph/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi								
		<1,1	1						
		1,1 - <2,1	2						
		2,1 - <3,1	3						
		$\geq 3,1$	4						
	Tilstand		1						
	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): SalMar Farming AS, 7266 Kverva
Prosjekt nr.: 806480
Prøvetakingssted (område): Korsneset i Halså kommune
Dato for prøvetaking: 7.3.12 og 4.10.12
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbrukstjenesten AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>			<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: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

s.1/3	Lokalitetsnavn: Stasjonsnavn: Dato: Dybde: Hugg:	Korsneset Kor I 3/7/2012 105 m 2*	Korsneset Kor I 3/7/2012 105 m 3	Korsneset Kor III 3/7/2012 250 m 2	Korsneset Kor III 3/7/2012 250 m 3
*	PORIFERA				
*	<i>Porifera indet.</i>	+	+	+	+
*	CNIDARIA				
*	HYDROZOA				
*	<i>Hydrozoa indet.</i>	+	+		
	ANTHOZOA				
	<i>Edwardsia sp.</i>	2	1	1	
*	NEMERTINI				
*	<i>Nemertini indet.</i>	6	1		2
*	<i>Nematoda indet.</i>	ca. 106		ca. 20	5
	POLYCHAETA				
	<i>Aphrodita aculeata</i>			0/1	
	<i>Polynoidae indet.</i>		2	1	
	<i>Pholoe baltica</i>	45	29	1	2
	<i>Neoleranira tetragona</i>				0/1
	<i>Sthenelais limicola</i>	1			
	<i>Nereiphylla lutea</i>	1			
	<i>Phyllodoce groenlandica</i>			1	
	<i>Sige fusigera</i>	1/2			
	<i>Eteone longa</i>	1			
	<i>Glycera alba</i>		1		
	<i>Glycera lapidum</i>	1/8	0/3	1/1	0/1
	<i>Goniada maculata</i>	5/4	1/2		
	<i>Nereimyra punctata</i>	1			
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>			1	
	<i>Syllidae indet.</i>	3	2		
	<i>Exogone sp.</i>	8			
	<i>Nephtys hombergii</i>		1		
	<i>Nephtys hystricis</i>	0/1		0/2	0/3
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	22		5	1
	<i>Rhamphobranchium brevibranchiatum</i>			1	
	<i>Paradiopatra quadricuspis</i>				1
	<i>Nothria conchylega</i>	2/2		2	
	<i>Eunice pennata</i>		2	4	
	<i>Lumbrineridae indet.</i>	8	3	7	3
	<i>Orbinia sp.</i>	2			
	<i>Scoloplos armiger</i>		1/1		
	<i>Aricidea catharinae</i>			2	
	<i>Aricidea simonae</i>	3			
	<i>Levinsenia gracilis</i>				1
	<i>Paraonis sp.</i>	63	1	2	1
	<i>Laonice sarsi</i>	0/1		1	
	<i>Malacoceros sp.</i>				1
	<i>Prionospio cirrifera</i>	31	4		
	<i>Prionospio dubia</i>			0/3	0/1
	<i>Spiophanes kroeyeri</i>		3	1/3	1/3
	<i>Spiophanes wigleyi</i>	1	1/2	3	1/3
	<i>Spiochaetopterus typicus</i>			0/1	1
	<i>Aphelochaeta sp.</i>	122	7	3	

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

s.2/3 Lokaltetsnavn	Korsneset	Korsneset	Korsneset	Korsneset
Stasjonsnavn	Kor I	Kor I	Kor III	Kor III
Dato	7/3/2012	7/3/2012	7/3/2012	7/3/2012
Dybde	105 m	105 m	250 m	250 m
Hugg	2*	3	2	3
<i>Chaetozone sp.</i>	37	1	3	7
<i>Cirratulus cirratus</i>	1/2	1		
<i>Raricirrus beryli</i>	1			
<i>Macrochaeta polyonyx</i>	1			
<i>Pherusa flabellata</i>		1		
<i>Diplocirrus glaucus</i>	0/5	0/1	0/1	
<i>Brada villosa</i>	1/2			
<i>Ophelina acuminata</i>	1	2		
<i>Scalibregma inflatum</i>	1	0/2	0/1	
<i>Capitella capitata</i>	6	3	4	
<i>Dasybranchus caducus</i>	1			
<i>Heteromastus filiformis</i>			2	1
<i>Mediomastus fragilis</i>	12	2		
<i>Notomastus latericeus</i>	21/8	7	4/1	7/3
<i>Asychis biceps</i>			2/3	0/2
<i>Lumbriclymene cylindrica</i>			1/3	
<i>Maldanidae indet.</i>	4	1		1
<i>Galathowenia oculata</i>	2	4		
<i>Owenia borealis</i>	1/1	3/2		
<i>Pectinaria auricoma</i>	2	2/1		1
<i>Pectinaria koreni</i>	0/2	4/4		
<i>Ampharete lindstroemi</i>				0/1
<i>Sabellides octocirrata</i>			0/1	0/2
<i>Sosane sulcata</i>		1		
<i>Anobothrus sp.</i>			7	2
<i>Lysippides fragilis</i>	1			
<i>Amythasides macroglossus</i>	7	1		
<i>Eclysippe vanelli</i>			0/1	
<i>Melinna albicincta</i>	12/5	1	0/5	0/1
<i>Pista lornensis</i>			1	1
<i>Pista sp.</i>	0/3			
<i>Lanice conchilega</i>			1	
<i>Polycirrus norvegicus</i>	1/4	1/3		
<i>Polycirrus medusa</i>			2/2	0/1
<i>Trichobranchnus roseus</i>	0/6	0/3	0/2	
<i>Terebellides stroemi</i>	1	1		
<i>Sabellidae indet.</i>	1			
<i>Serpulidae indet.</i>		1		
OLIGOCHAETA				
<i>Oligochaeta indet.</i>	83		4	
SIPUNCULA				
<i>Sipuncula indet.</i>	9		1	1
<i>Phascolion strombus</i>	6/1	3		
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	4	1	2	5
<i>Onchnesoma squamatatum</i>				3
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	2			
CRUSTACEA				
* <i>Philomedes globosus</i>	1	2		
* <i>Amphipoda indet.</i>	9	1	5	2

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

s.3/3	Lokalitetsnavn	Korsneset	Korsneset	Korsneset	Korsneset
	Stasjonsnavn	Kor I	Kor I	Kor III	Kor III
	Dato	3/7/2012	3/7/2012	3/7/2012	3/7/2012
	Dybde	105 m	105 m	250 m	250 m
	Hugg	2	3	2	3
	<i>Eriopisa elongata</i>			1	
*	<i>Campylaspis horrida</i>				2
	MOLLUSCA				
	<i>Caudofoveata indet.</i>	5	3	4	5
	<i>Stenosemus albus</i>			2	
	<i>Iothia fulva</i>		1		
	<i>Vitreolina sp.</i>		1		
	<i>Euspira montagui</i>	1		0/1	
	<i>Philine quadrata</i>	0/1			
	<i>Philine scabra</i>	1	2		
	<i>Cylichna alba</i>	1			
	<i>Cylichna cylindracea</i>		0/2		
	<i>Nucula tumidula</i>			1	
	<i>Ennucula tenuis</i>	0/1			
	<i>Yoldiella philippiana</i>		1	1	
	<i>Dacrydium ockelmanni</i>			1	
	<i>Similipecten similis</i>			1	1
	<i>Thyasira equalis</i>			0/2	2/1
	<i>Thyasira flexuosa</i>	4	1/1		
	<i>Thyasira obsoleta</i>		1		
	<i>Thyasira sarsi</i>	28/15	34/15		
	<i>Axinulus croulinensis</i>			1	1
	<i>Mendicula ferruginosa</i>	1		4/1	9
	<i>Tellimya ferruginosa</i>			1	
	<i>Astarte sulcata</i>		0/1	9/5	1/6
	<i>Antalis entalis</i>		3		
	<i>Entalina tetragona</i>			1	
	BRYOZOA				
*	<i>Bryozoa indet. grenet</i>	+		+	
	ECHINODERMATA				
	<i>Amphipholis squamata</i>	6/3	0/1		0/1
	<i>Amphiura chiajei</i>	5/2	1/1	0/2	0/1
	<i>Amphiura filiformis</i>	4		0/1	
	<i>Ophiocten affinis</i>	1/4	5/3	1/3	
	<i>Ophiura carnea</i>	0/2	0/1	1/1	0/1
	<i>Ophiura sarsi</i>			0/2	
	Echinoidea				
	<i>Brissopsis lyrifera</i>			1	
	<i>Echinocardium flavescens</i>	1	4	0/1	
	Holoturoidea				
	<i>Pseudothyone raphanus</i>		2		
	<i>Thyonidium drummondi</i>			1	
	<i>Synaptidae indet.</i>	15	9		
	ENTEROPNEUSTA				
	<i>Enteropneusta indet.</i>	1	1		
*	VARIA			+	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene for stasjonene Kor 1 og Kor 3.

Geometriske klasser:	Kor 1	Kor 3
I	25	29
II	20	20
III	13	15
IV	17	7
V	3	1
VI	3	0
VII	4	0
VIII	1	0
IX	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. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen
Tlf: +47 94 50 42 42

AR-12-MX-001076-01



EUNOBE-00002913

Prøvemottak: 16.04.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 16.04.2012-30.04.2012
Referanse: PO: 806480 23/12

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2012-0416-066	Prøvetakingsdato:	07.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kor 1, 105 m Hugg 1	Analysestartdato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	1100	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	14	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	56	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8.2	mg/g tv	EN 13137		0.1
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	75.7	% (v/v)	EN 14346		0.1

Prøvenr.:	441-2012-0416-067	Prøvetakingsdato:	07.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kor 2, 171 m Hugg 1	Analysestartdato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	660	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	16	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	55	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	13	mg/g tv	EN 13137		0.1
a) Totalt tørrstoff					
Total tørrstoff	72.2	% (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 målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-12-MX-001076-01



EUNOBE-00002913



Prøvenr.:	441-2012-0416-068	Prøvetaksdato:	07.03.2012		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kor 3, 250 m Hugg 1	Analysestartdato:	16.04.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Fosfor (Cu)					
Totalt fosfor (P)	570	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	14	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	48	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	73.9	% (v/v)		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 30.04.2012

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

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