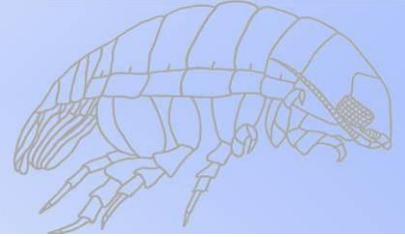


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research



e-Rapport nr. 42-2012

MOM-C undersøkelse ved stamfiskanlegget Havsundet i 2012

Vidar Strøm



Nasir El Shaikh

Ragni Torvanger

Silje Hadler-Jacobsen

Per-Otto Johansen



	SAM-Marin	
SAM-Marin Thornøhlensgt. 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: MOMC-undersøkelse ved stamfiskanlegget Havsundet i 2012	Dato: Felt: 24.05.2012 Rapport: 12.11.12
	Antall sider og bilag: 43
Forfatter(e): Vidar Strøm, Nasir El Shaikh, Ragni Torvanger, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vidar Strøm Prosjektnummer: 806811
Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS, region midt	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract:

On assignment from Marine Harvest Norway AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the marine area by the fish farm Havsundet, which is located in Bjugn, Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Tarva1-12, which is located in the transition zone by the fish farm, Tarva2-12, which is located in the near zone in close proximity to the fish farm, and Tarva3-12, which lies in the remote zone further south. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (KLIF). Due to a lack of sediment in the sample from Tarva1-12, this station wasn't measured for chemical parameters or analyzed for particle size. The results show that the levels of phosphorus, zinc, and cobber were low. The total organic carbon (TOC) showed high levels at Tarva2-12 (class V, very bad), while it showed moderate levels at Tarva3-12. The organic content expressed as % volatile total solids showed a low organic content on both stations. The sediments from both stations consisted mostly of sand (82-87%), with a lesser proportion consisting of silt and clay. The soft bottom macrofauna investigation showed some disturbance in the species diversity in the near zone, while the diversity was normal in the remote zone.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 42-2012
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	12/11-2012	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	12/11-2012	<i>Vidar Strøm</i>

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 - analyser, samlet av: -

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-Marin

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

Rapportering utført av: SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Geologiske analyser utført av: SAM-Marin

Ikke akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Aqua Kompetanse

LEVERANDORER

Toktfartøy: oppdrettsbåten til Marine Harvest AS

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse AS


Akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Torrstoff, sink, kobber, fosfat.

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	"MOMC-undersøkelse ved stamfiskanlegget Havsundet i 2012"		
Rapport-nummer:	33-5-12C	Lokalitetens navn:	Havsundet
Lokalitetsnummer:	30 897	GPS, senter i anlegg:	N63°47.972/Ø09°26.440
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Bjugn
MTB-tillatelse:	780 tonn	Driftsleder:	Martin Harsvik
Dato undersøkelse:	24.05.2012	Dato rapport:	12.november, 2012
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
Stasjoner		Tarva 2-12 (nærsonen)	Tarva 1-12 (overgangssone)	Tarva 3-12 (fjernsone)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):		N 63°47.984 Ø 09°26.493	N 63°48.220 Ø 09°26.438	N 63°47.330 N Ø 09°25.831
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	13	14	65
	Antall individer:	2698	36	327
	Jevnhet (0-1):	0,21		0,8
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:			4,84 I 'Meget god'
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:			
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:	Miljøtilstand II		
	Normal. TOC	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	76 V (Dårlig)	Ikke målt
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse:	67 I (Meget god)	Ikke målt	30 I (Meget god)
	P (mg/kg): P, kommentar:	190 Lavt	Ikke målt	350 Lavt
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	50 II (God)	Ikke målt	6,0 I (Meget god)
	Oksygen	Målt verdi (%): O ₂ , tilst.klasse:	90 % ved bunnen I (meget god)	90 % ved bunnen I (meget god)
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		Hardbunn, stein og litt strø. Ingen lukt.	Sand, skjellsand & silt, delvis litt lukt.	Silt & skjellsand, ingen lukt.
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

INNHold

1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER.....	7
2.1 Undersøkelsesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr.....	11
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	18
3.3 Kjemi.....	19
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	25
5 TAKK	26
6 LITTERATUR.....	27
7 VEDLEGG.....	28
GENERELL VEDLEGGSDDEL	28
Vedleggstabell 1. Artsliste	35
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	42

1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert bunnprøver fra tre stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS ved oppdrettslokaliteten Havsundet, Bjugn kommune i Sør-Trøndelag 24. mai 2012. Anlegget er eid av Marine Harvest Norway AS. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt ut fra sedimentprøver fra hver stasjon.

Havsundet er undersøkt etter MOM C-metodikken tidligere. I september 2009 ble det tatt grabbprøver på tre forskjellige stasjoner av Aquakompetanse AS. Vi fant det hensiktsmessig å flytte to av prøvetakingsstasjonene denne gangen, slik at to av stasjonene, nærsonestasjonen Tarva 2-12 og fjernsonestasjonen Tarva 3-12, ikke er direkte sammenliknbare med de tilsvarende stasjonene fra 2009. Overgangssonestasjonen Tarva 1-12 er tatt ved samme posisjon som i 2009.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet rundt oppdrettslokaliteten. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og avdekke eventuelle forandringer i resipienten, 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 KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 97 og Bakke et al. 2007), og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

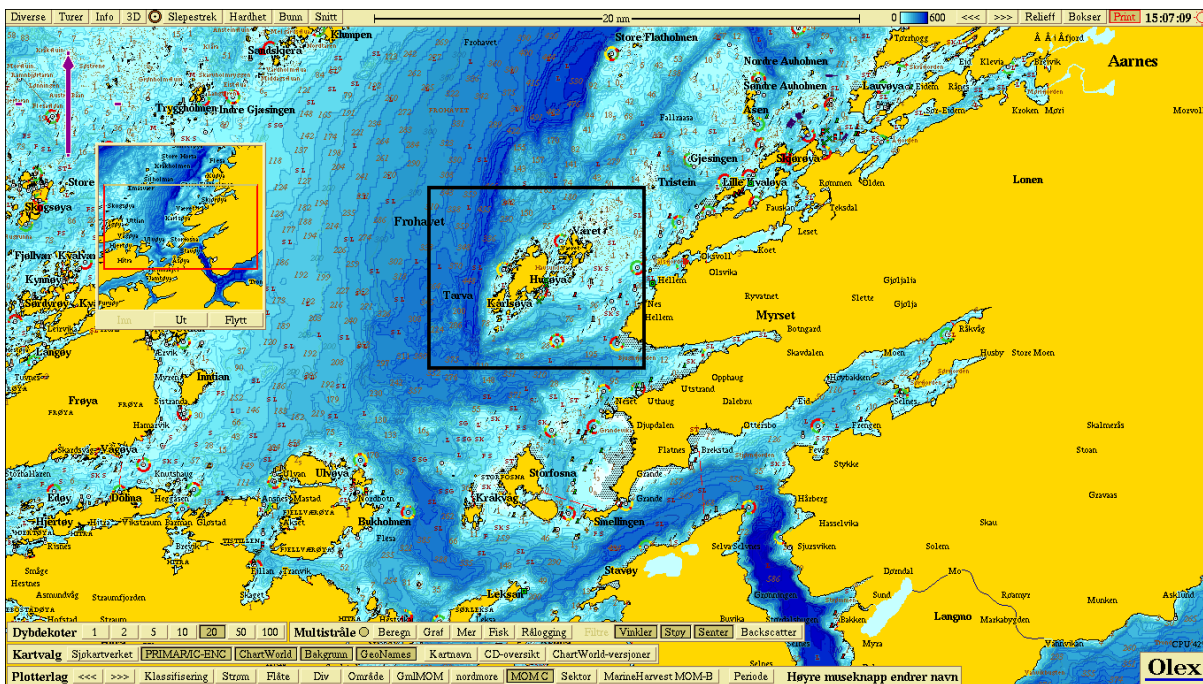
Undersøkellesområdet er Havsundet øst for Husøya like nord for Tarvafjorden, og har utløpet mot Tarvafjorden i Bjugn kommune, Sør-Trøndelag. Det dypeste punktet i Havsundet ligger ved overgangen til Tarvafjorden og er omtrent 50 meter dypt.

I 2009, da Aquakompetanse AS undersøkte området etter MOM C-metodikken første gang, fant man det hensiktsmessig å legge overgangssonestasjonen nord for anlegget, da vannstrømmen i sundet går både i nordlig- og i sørlig retning. Dermed har man mulighet til å overvåke både området nord og sør for lokaliteten. Denne plasseringen valgte vi også å bruke i denne undersøkelsen. Tarva 1-12 ligger derfor 300 meter nord for anlegget.

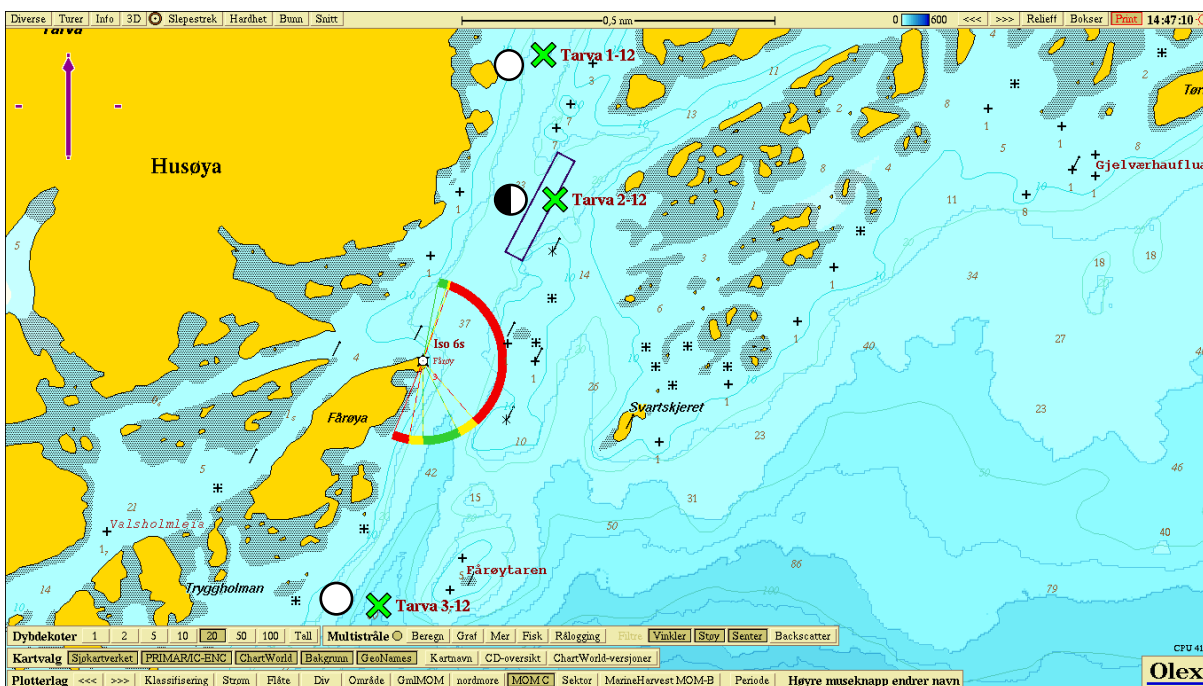
Nærsonestasjonen Tarva 2-12 er denne gangen flyttet så nært anlegget som det var praktisk mulig å komme, for å bedre tilfredsstille kravene i NS-9410. Den tredje stasjonen, Tarva 3-12, ligger i fjernsonen 1,1 km sørvest for anlegget, i området hvor Havsundet munner ut i Tarvafjorden (Figur 2.2). Vi fant det ikke hensiktsmessig å legge fjernsonestasjonen helt ut på dypeste punkt i Tarvafjorden over 6 km fra anlegget, da vi anser sannsynligheten får og kunne fange opp eventuell påvirkning fra anlegget i dette området som liten. Grunnen til at fjernsonestasjonen ble lagt sør for anlegget, er som nevnt for å ha overvåkningsstasjoner både nord- og sør for lokaliteten, da strømmen sprer nedfall i begge retninger.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest AS den 24. mai 2012. Det ble tatt prøver og utført CTD registreringer fra tre stasjoner. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1. Oversiktskartet viser undersøkelsesområdet markert med svart firkant. Sør for dette området har man munningen av Trondheimsfjorden, mens vestover ser man øyene Hitra og Frøya. Kartkilde: Olex



Figur 2.2. Detaljskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

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 en sedimentprøve til analyse av organisk innhold (% glødetap).

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063mm sikt. Partikler større enn 0,063mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063mm 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 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking ($105^{\circ} C$ i ca. 20 timer) og brenning ($550^{\circ} C$ i 2 time, Norsk Standard 4764).

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 (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet den 24. mai, 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Tarva1-12 24.05.12	Havsundet 63°48.220 N 09°26.438 Ø	24,5	1	0	Stein i grabben, ingen unormal lukt. Hardbunn. Uttak til faunaprøve.
			2	0	Kun litt strø i grabben, lys grå farge, ingen unormal lukt. Uttak til faunaprøve.
			3		Litt strø i grabben, lys grå farge, ingen lukt. Uttak til faunaprøve.
St. Tarva2-12 24.05.12	Havsundet 63°47.984 N 09°26.493 Ø	29,0	1	5,4	Sand og skjellsand, ingen unormal lukt. Lys grå farge. Børstemark. Uttak til faunaprøver.
			2	5,4	Sand og skjellsand, ingen unormal lukt. Lys grå farge. Børstemark og skjell. Uttak til faunaprøve.
			3	6,4	Mest silt, litt lukt. Grå farge. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. Tarva3-12 24.05.12	Havsundet 63°47.330 N 09°25.831 Ø	79,0	1	4,5	Silt & skjellsand, ingen unormal lukt. Lys grå farge. Pigghud. Uttak til faunaprøve.
			2	4,5	Silt & skjellsand, ingen unormal lukt. Uttak til faunaprøve.
			3	1,3	Uttak til kjemisk og geologisk prøve.

2.2.3 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (Akkreditering Test 043). Analysene av bly (Pb), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007, og Veileder 01:2009, Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009 (Tabell 2.2).

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste 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 det finnes få eller ingen levende arter 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 $0,1 \text{ m}^2$. 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 $0,1 \text{ m}^2$ 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. Grabbinnholdet ble vasket gjennom en sikt med hulldiameter 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. Prøvene ble samlet inn av Aqua Kompetanse AS, og sendt til UNI-Miljø/SAM-Marin sitt laboratorium i Bergen for videre opparbeiding. 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 er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet 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 KLIFs veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon-Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3)

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen 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 6°C

Tabell 2.3 Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1	<ul style="list-style-type: none"> - Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2	<ul style="list-style-type: none"> - 5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3	<ul style="list-style-type: none"> - 1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m²
Miljøtilstand 4 (uakseptabelt)	<ul style="list-style-type: none"> - Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m².

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Resultatene fra de hydrografiske målingene er grafisk oppsummert i figurene 3.1 til 3.6.

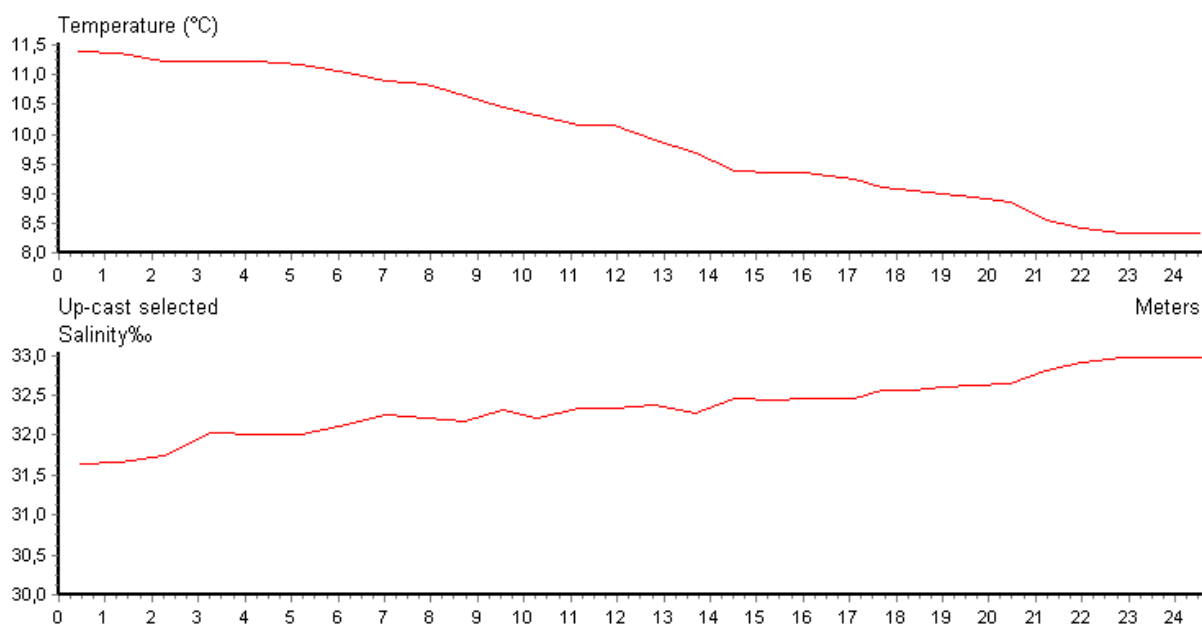
Ved overgangssonestasjonen Tarva 1-12 er sjøtemperaturen 11,3 °C ved overflaten, og synker så gradvis nedover i vannsøylen til 8,3 °C ved havbunnen. Saliniteten er jevn nedgjennom hele vannsøylen, og ligger på rundt 32 ‰. Oksygenkonsentrasjonen ligger i underkant av 10 mg/l i overflatevannet, og avtar så gradvis ned til 8,5 mg/l ved 20 meters dybde. Ned mot havbunnen øker konsentrasjonen til 9,3 mg/l. Oksygenmetningen ligger over 90 % i hele vannsøylen.

Ved nærsonestasjonen Tarva 2-12 er sjøtemperaturen rundt 10,5 °C ved overflaten, og avtar så gradvis ned til rundt 8,0 °C ved bunnen. Saliniteten er 32 ‰ i overflatevannet, og øker gradvis til 33,3 ‰ ved bunnen. Oksygenkonsentrasjonen er 9,8 mg/l i overflatevannet, og avtar ned til 8,7 mg/l ved 24 meters dybde. De siste meterne ned mot bunnen øker oksygenkonsentrasjonen til 9,6 mg/l. Oksygenmetningen ligger over 100 % i overflatevannet, og avtar ned mot 90 % ved havbunnen.

På fjernsonestasjonen Tarva 3-12 er sjøtemperaturen 10,5 °C i overflatevannet, og avtar ned til 8,3 °C ved 20 meters dybde. Videre nedover i vannsøylen er sjøtemperaturen jevn og ligger på rundt 8,0 °C. Saliniteten er jevn og ligger rundt 33 ‰ gjennom hele vannsøylen.

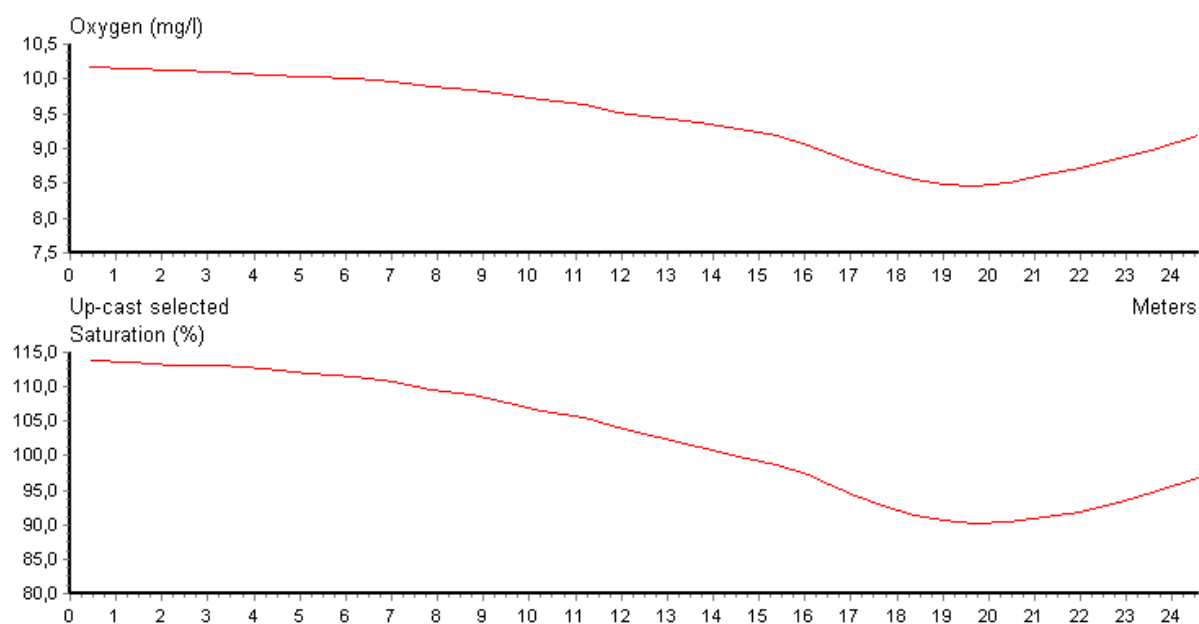
Oksygenkonsentrasjonen varierer fra 9,7 mg/l i overflatevannet til 8,1 mg/l ved 30 meters dybde, og nedover til 7,60 mg/l ved havbunnen på 80 meters dybde. Konsentrasjonen 7,60 mg O₂/l tilsvarer 5,35 ml O₂/l og gir tilstand I «Meget god» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al. 97. Oksygenmetningen er over 100 % i overflatevannet, den avtar så noe, og flater ut på rundt 82 % nedover i vannsøylen mot havbunnen. Metningen i bunnvannet ved denne stasjonen tilsvarer tilstand I «Meget god» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al. 97.

File name: Tarva 12.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 13:42:06 - 24.May-12 (No. 553) To: 13:43:32 - 24.May-12 (No: 596)



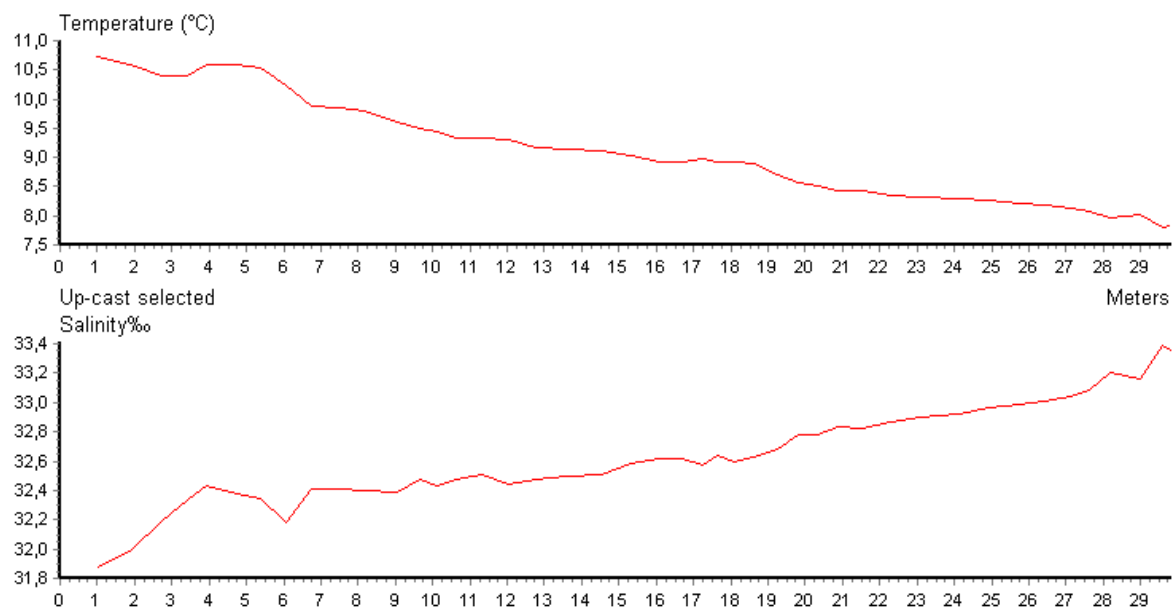
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 24 meters dyp på stasjon Tarva 1-12 den 24. mai 2012.

File name: Tarva 12.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 13:42:06 - 24.May-12 (No. 553) To: 13:43:32 - 24.May-12 (No: 596)



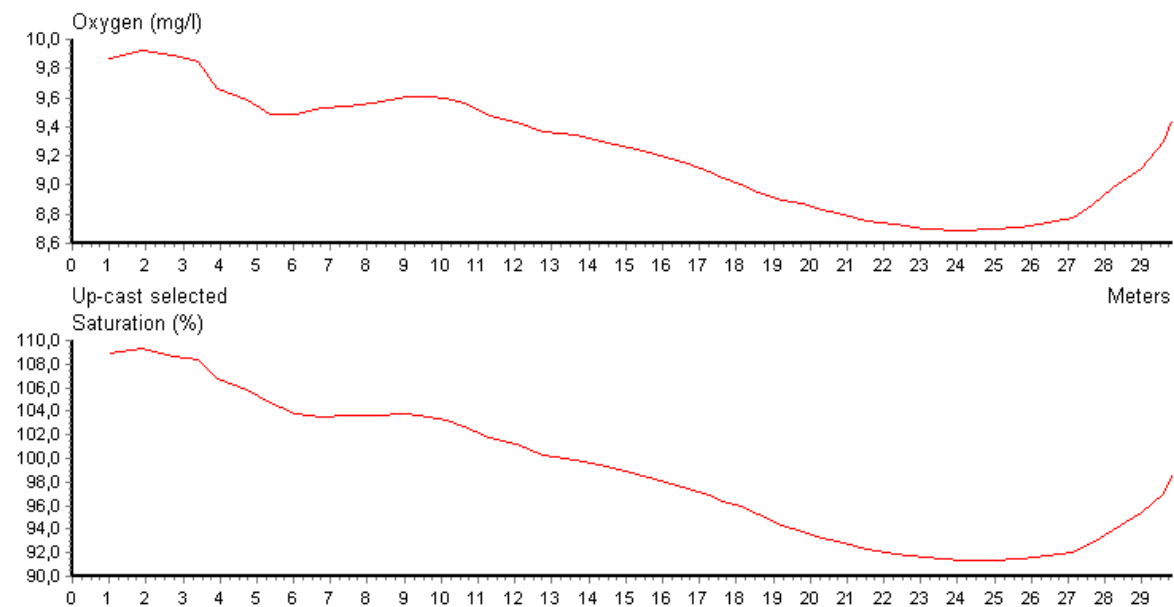
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 24 meters dyp på stasjon Tarva 1-12 den 24. mai 2012.

File name: Tarva 12.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:31:45 - 24.May-12 (No. 68) To: 10:33:45 - 24.May-12 (No: 128)



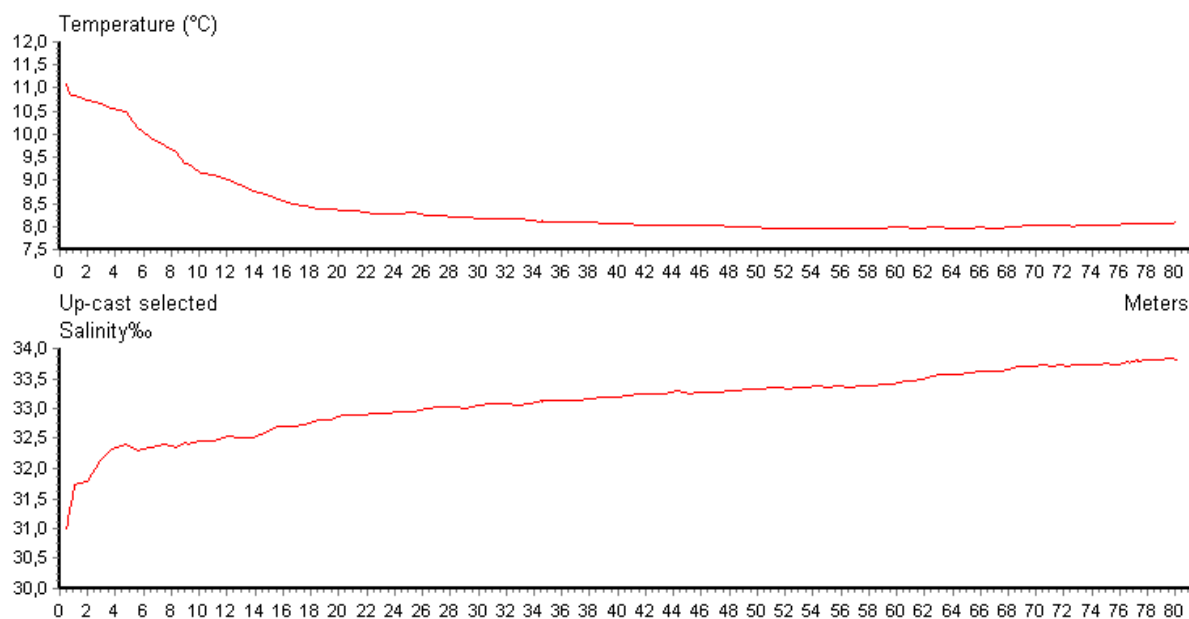
Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 29 meters dyp på stasjon Tarva 2-12 den 24. mai 2012.

File name: Tarva 12.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:31:45 - 24.May-12 (No. 68) To: 10:33:45 - 24.May-12 (No: 128)



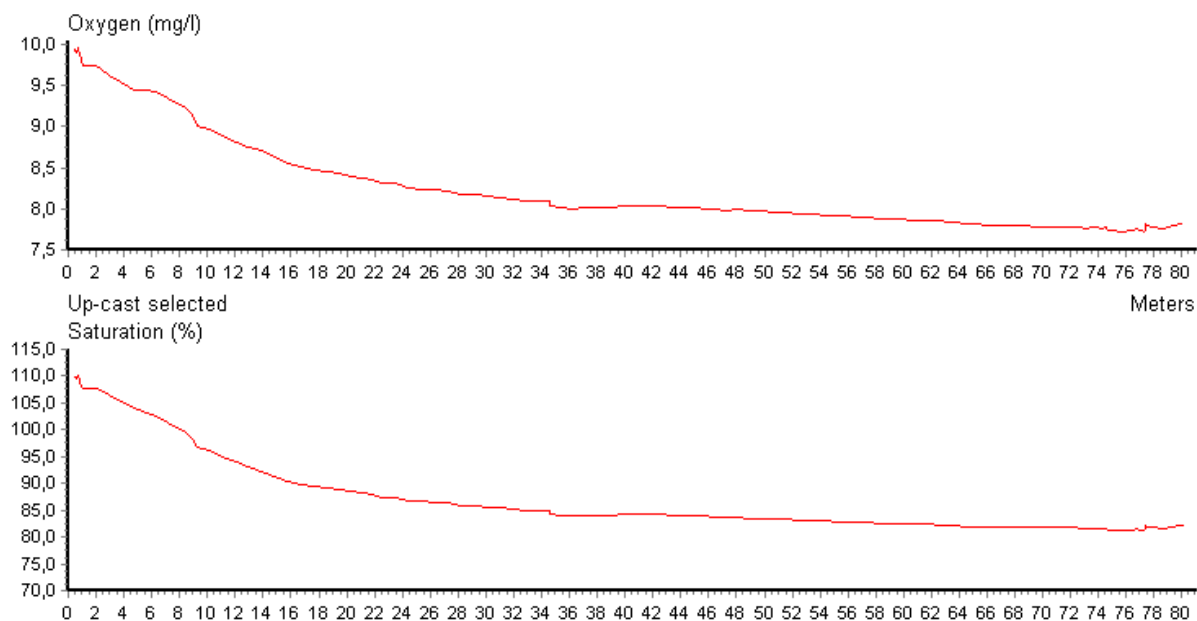
Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til 29 meters dyp på stasjon Tarva 2-12 den 24. mai 2012.

File name: Tarva 12.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:44:35 - 24.May-12 (No. 213) To: 11:51:07 - 24.May-12 (No. 409)



Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 80 meters dyp på stasjon Tarva 3-12 den 24. mai 2012.

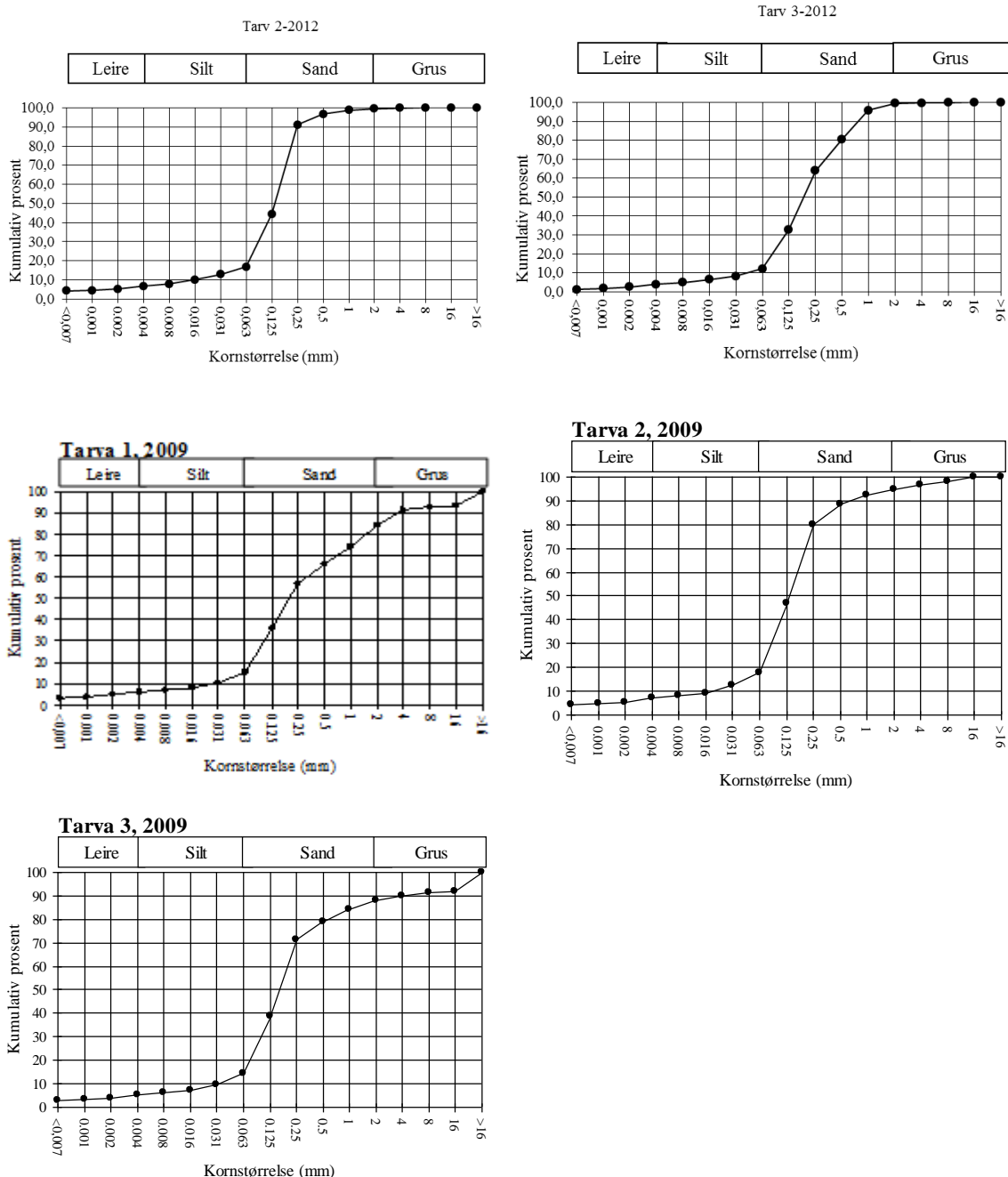
File name: Tarva 12.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:44:35 - 24.May-12 (No. 213) To: 11:51:07 - 24.May-12 (No. 409)



Figur 3.6. Oksygeninnhold fra overflaten og til 80 meters dyp på stasjon Tarva 3-12 den 24. mai 2012.

3.2 Sediment

Sedimentet fra Tarva 2 hadde 6,1 % organisk innhold. Andel sand var 82,7 %, andel grus var 0,5 %, og andel leire og silt var totalt 16,8 %. Sedimentet fra Tarva 3 hadde 4,4 % organisk innhold. Andel sand var 87,5 %, andel grus var 0,5 %, og andel leire og silt var 12 %. Se figur 3.7 og tabell 3.1 for detaljer.



Figur 3.7. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Tarva i 2012 og 2009.

Tabell 3.1. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Tarva, i 2012 og 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Tarv 1-2009	24	3,92	6	9	15	69	16
Tarv 2-2009	33	5,95	7	11	18	77	5
Tarv 2-2012	29	6,10	6,8	10	16,8	82,7	0,5
Tarv 3-2009	35	5,65	5	9	15	73	12
Tarv 3-2012	79	4,40	3,9	8,2	12	87,5	0,5

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i undersøkelsesområdet er vist i Tabell 3.2 og i Vedleggstabell 2. For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993).

Nivået av fosfor var lavt på alle prøvetakingsstasjoner. TOC fikk tilstandsklasse III «Moderat» på fjernsonestasjonen Tarva 3-12, mens TOC fikk tilstandsklasse V «Meget dårlig» på nærsonestasjonen Tarva 2-12. Nivået av sink og kobber var lavt i sedimentprøvene fra både nærsone- og fjernsonestasjonen, men nivået av kobber var noe forhøyet ved nærsonestasjonen og gav tilstandsklasse II «God».

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Tarva i 2012 og 2009. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har KLIF's tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke *et al.* 2007 og Molvær, 1997).

Stasjon	Totalt organisk carbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Tarv 1-2009	25	40,1	IV	0,33	19	I	6,0	I	66,2
Tarv 2-2009	19	33,8	III	0,48	23	I	7,2	I	58,4
Tarv 2-2012	61	76,0	V	0,19	67	I	50,0	II	64,8
Tarv 3-2009	23	38,5	IV	0,34	16	I	5,7	I	64,9
Tarv 3-2012	14	29,8	III	0,35	30	I	6,0	I	68,5

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.8-3.10 og Vedleggstabell 1.

Nærsonestasjonen Tarva 2-12, ligger på 29 meters dyp, 10 meter øst for anlegget. Her ble det funnet 2698 individer fordelt på 13 arter på 0,2m². Stasjonen har det høyeste individantallet, men også det laveste antallet arter blant de tre prøvestasjonene og dette gir en diversitetsindeks H' på 0,78 og en jevnhet J på 0,21. Børstemarken *Capitella capitata* (2333 stk, og utgjør 86,5 %) var mest tallrik ved Tarva 2, med børstemark-gruppen *Malacoceros fuliginosus* (220 stk, og utgjør 8,2 %) på andre plass. Indeksene NQI1 og NQI2, som baseres på artenes ømfintlighet og artsmangfold, klassifiserer tilstanden som «Svært dårlig» (tilstand V). I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anleggene. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved oppdrettsanlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen tilstandsklasse II - god. Flere punkt indikerer likevel at man her har dårlig miljøtilstand. For eksempel finner man her et høyt antall individer av børstemarken *Capitella capitata*. Dette er en art som ofte dominerer i sediment som blir tilført mye organisk materiale, og er et tegn på belastning av miljøet. Den høye AMBI-verdien bekrefter dette, og beskriver stasjonen som «kraftig forstyrret». De geometriske klassene antyder også dårlige forhold på stasjonen. Man ser her at artene hadde en relativt ujevn fordeling.

Overgangssonestasjonen Tarva1-12 ligger 306 meter nord for anlegget på 24,5 m dyp. På grunn av problemer med å få tilstrekkelige mengder sediment i grabben under prøvetakingen (hardbunnstasjon), ble prøvematerialet mangelfullt. Det ble funnet 36 individer fordelt på 14 arter. Den mest tallrike arten var børstemarken *Pomatoceros triqueter* (14 stk, 37,8 %), deretter *Hydroides norvegica* (4 stk, 10,8 %) og *Ophiopholis aculeata* (4 stk, 10,8 %) og på tredjeplass *Ehlersia cornuta* (3 stk, 8,1 %). Siden mengden materiale ikke var tilstrekkelig og standarden *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg (NS 9410:2007)* er definert for bløtbunnstasjoner, kunne ikke materialet fra denne stasjonen sammenlignes med de andre stasjonene og det ble derfor ikke gjort videre analyser av det biologiske materiale på stasjonen.

Fjernsonestasjonen Tarva 3-12 ligger på 79 meters dyp, ca. 1,1 km sør for anlegget. På 0,2m² ble det funnet 327 individer fordelt på 65 arter. Dette gir en diversitetsindeks H' på 4,84 og en

jevnhet (J) på 0,8. Ifølge KLIFs klassifisering basert på diversitet, får stasjonen dermed tilstandsklasse I (meget god). Børstemarkgruppen *Synaptidae indet* (71 stk, og utgjør 21,7 %), børstemarkene *Pholoe baltica* (28 stk, og utgjør 8,6 %) og *Galathowenia oculata* (25 stk, og utgjør 7,7 %) var mest vanlige ved Tarva 3. Indeksene NQI1 og NQI2, som baseres på artenes ømfintlighet og artsmangfold, klassifiserer tilstanden som «meget god» (tilstandsklasse I). De geometriske klassene viser også gode forhold på stasjonen da man ser at artene hadde en relativt jevn fordeling. Ambi-verdien beskriver stasjonen som «noe forstyrret».

De multivariate analysene viser at det var større likhet mellom stasjonene i 2009 enn i 2012. Det var i 2012 stor forskjell mellom stasjonene på hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art. Noe av dette kan forklares ved stasjonenes beliggenhet. Tarva2-12 er en nærsonestasjon, og Tarva 3-12 fjernsonestasjon og ligger litt dypere enn Tarva 2-12.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Tarva i 2009 og 2012. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet (H') (Molvær *et al.* 1997).

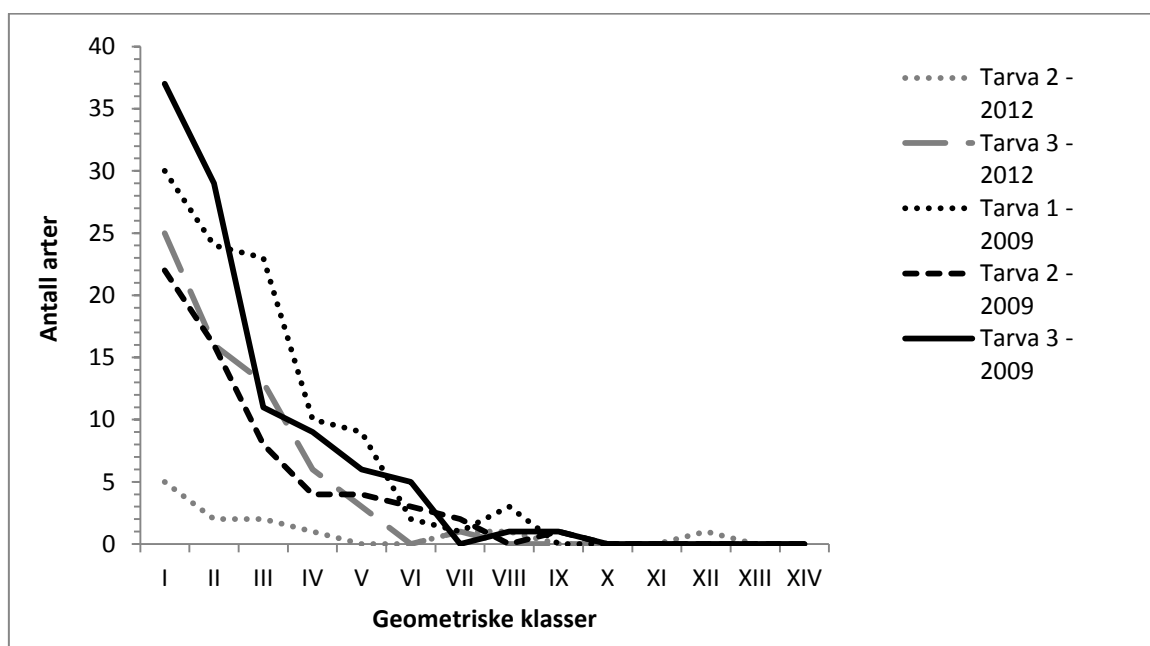
Stasjon	Hugg	Individer(N)	Arter(S)	Diversitet (H')	MOM TK	Jevnhet (J)	H'-max	AMBI	NQI1	NQI2
Tarv1-09	1	697	82	4,76		0,75	6,36	2,75	0,73	0,7
Overgangs- sone	2	522	77	4,82		0,77	6,27	3,04	0,72	0,68
	Sum	1219	103	4,9		0,73	6,69			
	Snitt	609,5	79,5	4,79	1	0,76	6,31	2,9	0,73	0,69
Tarv2-09	1	142	25	3,22		0,69	4,64	2,67	0,67	0,58
Nærsone	2	685	52	3,6		0,63	5,7	3,01	0,67	0,59
	Sum	827	61	3,75		0,63	5,93			
	Snitt	413,5	38,5	3,41	1	0,66	5,17	2,84	0,67	0,58
Tarv2-12	1	1472	12	0,58		0,16	3,58	5,95	0,31	0,12
Nærsone	2	1226	8	0,94		0,31	3	5,85	0,28	0,16
	Sum	2698	13	0,78		0,21	3,7			
	Snitt	1349	10	0,76	2	0,24	3,29	5,9	0,29	0,14
Tarv3-09	1	406	69	4,5		0,74	6,11	2,31	0,77	0,71
Fjernsone	2	690	77	4,3		0,69	6,27	2,63	0,74	0,67
	Sum	1096	100	4,49		0,68	6,64			
	Snitt	548	73	4,4		0,71	6,19	2,47	0,75	0,69
Tarv3-12	1	110	41	4,47		0,83	5,36	2,15	0,77	0,72
Fjernsone	2	217	51	4,66		0,82	5,67	1,84	0,79	0,76
	Sum	327	65	4,84		0,8	6,02			
	Snitt	163,5	46	4,56		0,83	5,51	1,99	0,78	0,74

Forklaring til Tabell 3.3

KLIF, NQI 1 og NQI2 tilstand	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
MOM tilstand	1 Meget god	2 God	3 Dårlig	4 Meget dårlig	

Tabell 3.4. Geometriske klasser ved Tarva i 2009 og 2012

Geometriske klasser	Tarva 2 - 2012	Tarva 3 - 2012	Tarva 1 - 2009	Tarva 2 - 2009	Tarva 3 - 2009
I	5	25	30	22	37
II	2	16	24	16	29
III	2	13	23	8	11
IV	1	6	10	4	9
V	0	3	9	4	6
VI	0	0	2	3	5
VII	1	1	1	2	0
VIII	1	0	3	0	1
IX	0	0	0	1	1
X	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0
XII	1	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
XIV	0	0	0	0	0

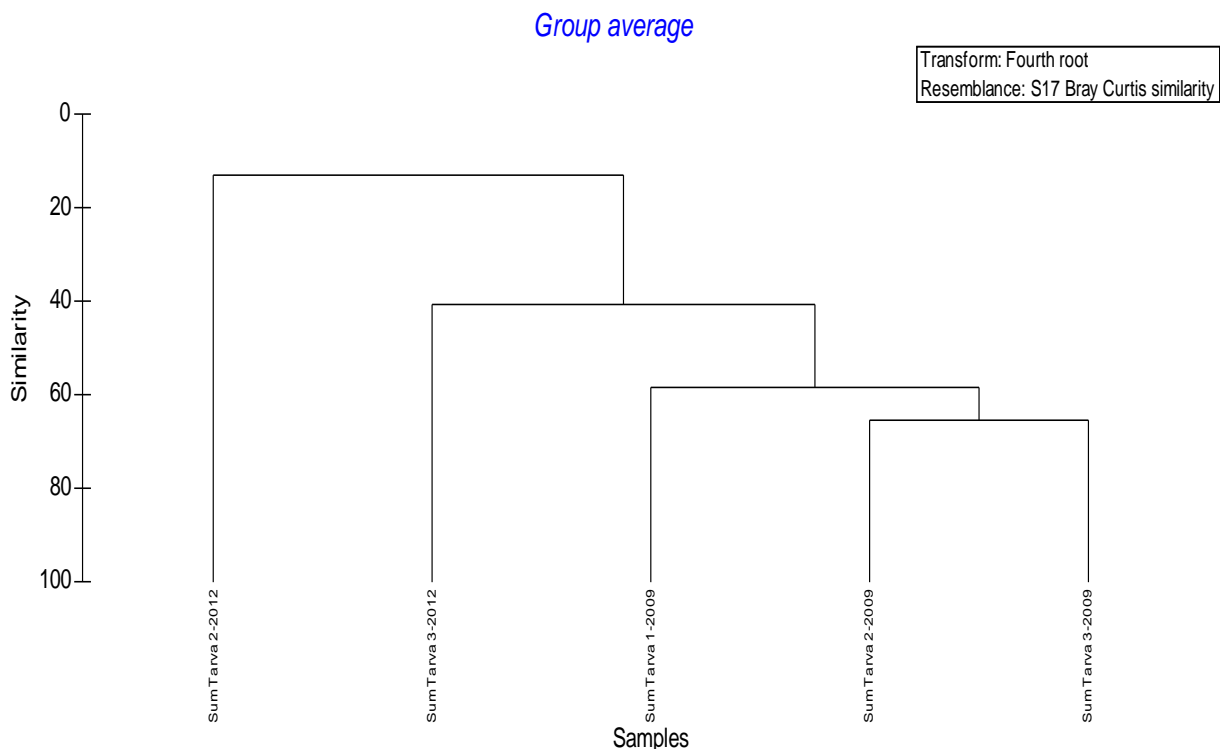
**Figur 3.8.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Tarva i 2012

Tabell 3.5. De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert ved Tarva i 2012 og 2009

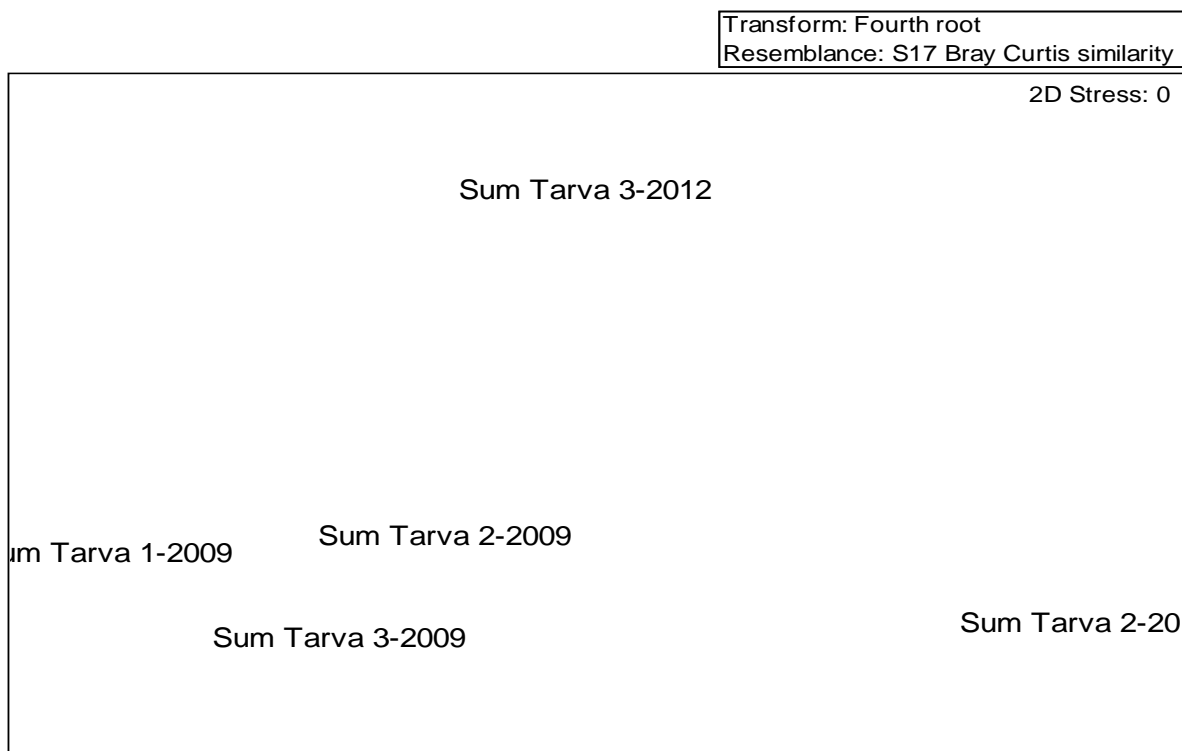
Tarva 1 - 2012 Arter	Antall	%	Kum. %	Tarva 1 -2009 Arter	Antall	%	Kum. %
<i>Pomatoceros triqueter</i>	14	37,84	37,84	<i>Polydora sp.</i>	195	16,0	16,0
<i>Hydroides norvegica</i>	4	10,81	48,65	<i>Myriochele oculata</i>	154	12,6	28,6
<i>Ophiopholis aculeata</i>	4	10,81	59,46	<i>Melinna elisabethae</i>	148	12,1	40,8
<i>Ehlersia cornuta</i>	3	8,11	67,57	<i>Prionospio cirrifera</i>	95	7,8	48,6
<i>Dodecaceria concharum</i>	2	5,41	72,97	<i>Thyasira flexuosa</i>	42	3,4	52,0
<i>Polynoidae indet.</i>	1	2,70	75,68	<i>Pholoe baltica</i>	32	2,6	54,6
<i>Nereimyra punctata</i>	1	2,70	78,38	<i>Paraonidae indet.</i>	32	2,6	57,3
<i>Sphaerodorum flavum</i>	1	2,70	81,08	<i>Polynoidae indet.</i>	28	2,3	59,6
<i>Pherusa plumosa</i>	1	2,70	83,78	<i>Sabellidae indet.</i>	28	2,3	61,9
<i>Leptochiton asellus</i>	1	2,70	86,49	<i>Aphelochaeta sp.</i>	27	2,2	64,1
<i>Tectura virginea</i>	1	2,70	89,19	<i>Labidoplax buskii</i>	27	2,2	66,3
<i>Iothia fulva</i>	1	2,70	91,89				
<i>Heteranomia squamula</i>	1	2,70	94,59				
<i>Hiatella sp.</i>	1	2,70	97,30				
<i>Ophiocomina nigra</i>	1	2,70	100,00				

Tarva 2 - 2012	Antall	%	Kum. %	Tarva 2 - 2009 Arter	Antall	%	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	2333	86,47	86,47	<i>Myriochele oculata</i>	290	23,8	23,8
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	220	8,15	94,63	<i>Polydora sp.</i>	110	9,0	32,8
<i>Ophryotrocha sp.</i>	111	4,11	98,74	<i>Thyasira flexuosa</i>	58	4,8	37,6
<i>Mediomastus fragilis</i>	15	0,56	99,30	<i>Prionospio cirrifera</i>	56	4,6	42,2
<i>Exogone sp.</i>	5	0,19	99,48	<i>Thyasira sarsii</i>	37	3,0	45,2
<i>Oligochaeta indet.</i>	4	0,15	99,63	<i>Phyllodoce mucosa</i>	34	2,8	48,0
<i>Chaetozone sp.</i>	3	0,11	99,74	<i>Owenia borealis</i>	33	2,7	50,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	2	0,07	99,81	<i>Pholoe baltica</i>	22	1,8	52,5
<i>Pholoe inornata</i>	1	0,04	99,85	<i>Diplocirrus glaucus</i>	20	1,6	54,1
<i>Eteone longa</i>	1	0,04	99,89	<i>Paraonidae indet.</i>	17	1,4	55,5
<i>Cirratulus cirratus</i>	1	0,04	99,93				
<i>Lucinoma borealis</i>	1	0,04	99,96				
<i>Thyasira sarsii</i>	1	0,04	100,00				

Tarva 3 - 2012	Antall	%	Kum. %	Tarva 3 - 2009 Arter	Antall	%	Kum. %
<i>Synaptidae indet.</i>	71	21,71	21,71	<i>Myriochele oculata</i>	301	24,7	24,7
<i>Pholoe baltica</i>	28	8,56	30,28	<i>Thyasira flexuosa</i>	158	13,0	37,7
<i>Galathowenia oculata</i>	25	7,65	37,92	<i>Polydora sp.</i>	63	5,2	42,8
<i>Thyasira flexuosa</i>	17	5,20	43,12	<i>Prionospio cirrifera</i>	54	4,4	47,3
<i>Prionospio cirrifera</i>	13	3,98	47,09	<i>Diplocirrus glaucus</i>	46	3,8	51,0
<i>Owenia borealis</i>	11	3,36	50,46	<i>Pholoe baltica</i>	42	3,4	54,5
<i>Amythasides macroglossus</i>	10	3,06	53,52	<i>Labidoplax buskii</i>	34	2,8	57,3
<i>Polydora spp.</i>	9	2,75	56,27	<i>Owenia borealis</i>	30	2,5	59,7
<i>Mugga wahrbergi</i>	8	2,45	58,72	<i>Melinna elisabethae</i>	30	2,5	62,2
<i>Thyasira sarsii</i>	8	2,45	61,16	<i>Thyasira sarsii</i>	25	2,1	64,2



Figur 3.9 Dendrogram fra cluster-analyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Tarva i 2009 og 2012. Analysene er utført på stasjonsnivå. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med Sum Tarva 2-2012 menes Tarva stasjon 2, sum alle hugg.



Figur 3.10. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Tarva i 2009 og 2012. Analysene er utført på stasjonsnivå. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen Sum Tarva 3-2012, menes Tarva stasjon tre, sum alle hugg.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i påvirkningssoner i sjøen ved oppdrettslokaliteten Havsundet tilhørende Marine Harvest Norway AS i Bjugn kommune, Sør-Trøndelag. Lokaliteten består av et stamfiskanlegg for laks. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 24. mai 2012. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på tre stasjoner. To av de tre stasjonene (Tarva2-12 og Tarva3-12) er denne gangen flyttet i forhold til posisjonene de ble tatt på i 2009. Dette fordi at vi anså dette som mest hensiktsmessig.

Den hydrografiske undersøkelsen viste gode forhold i vannsøylen ved alle tre prøvetakingsstasjoner både når det gjaldt salinitet, oksygenkonsentrasjon – og metning. Kornfordelingsanalysen viste at mesteparten av sedimentet fra både fra Tarva2-12 og Tarva3-12 besto av sand. Organisk innhold målt som % glødetap viste lave verdier. Den kjemiske analysen viser forhøyede verdier av karbon målt som TOC, dette gav tilstand III (Moderat) ved fjernsonestasjonen, og tilstand V (Meget dårlig) ved nærsone-stasjonen. Ved forrige MOM C-undersøkelse utført i 2009 viste også TOC forhøyede verdier i dette området. Det er viktig å være klar over at TOC har vist seg som en noe usikker parameter som kan vise dårlige miljøforhold selv i upåvirkede marine områder. Denne parameteren bør derfor sammenholdes med andre parametre, slik at man ikke trekker konklusjoner på basis av denne alene (se Sandnes, 2004).

Bunndyrsanalysen viste et høyt antall individer fordelt på relativt få antall arter ved nærsonen til anlegget. De to mest individrike artene var opportunistiske børstemarkere, noe som tyder på at dette området mottar mye organisk materiale fra anlegget. Denne stasjonen fikk likevel tilstand II «God» etter MOM-systemet, som er tilpasset påvirkningssoner til oppdrettsanlegg. De andre artsindeksene peker likevel i retning av at denne stasjonen er noe belastet med organisk materiale. Sammenligner man Tarva2-12 med Tarva2-09 finner man at artsdiversiteten for denne stasjonen er betydelig dårligere enn det den var i 2009. Disse kan likevel ikke sammenlignes direkte, da Tarva2-12 er flyttet nærmere anlegget. Overgangssonestasjonen er en hardbunnsstasjon og analyse materialet var der mangelfullt, og er derfor ikke sammenliknbar med de andre stasjonene. Grabbhugg nr 1 indikerer likevel en god diversitet på denne stasjonen. I fjernsonen viser analysen gode forhold i bunnfaunaen.

Som helhet fremstår det marine miljøet i nærsonen til oppdrettsanlegget som noe påvirket av produksjonen ved anlegget. Det er dog ikke unormalt at man finner en påvirket marin fauna i denne sonen. Sammenholder man nåværende resultater med de fra 2009 ser det ut til at situasjonen er noe forverret, men som nevnt er nærsonestasjonen flyttet, og sammenligningsgrunnlaget er derfor tynt. I fjernsonen, 1,1 km sørvest for anlegget, finner man gode forhold på havbunnen.

Tabell 4.1. Sammendrag av resultatene

Stasjon	Dyp (m)	Fauna KLIF's T.kl.	Fauna MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber	T.kl. TOC
Tarva1-12*	24,5	-	II	-	-	-
Tarva2-12	29,0	-	II	I	II	V
Tarva3-12	79,0	I	-	I	I	III

* Hardbunnsprøve, og dermed ikke direkte sammenliknbar med de andre stasjonene

5 TAKK

Vi takker mannskapet fra Marine Harvest AS for god hjelp og hyggelig tokt ombord på deres båt. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS i Flatanger, samt personell fra Marine Harvest Norway AS. Sedimentanalysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Bergen. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen ved Uni Research, Bergen.

6 LITTERATUR

- Bakke T., Breedveld G., Källqvist T., Oen A., Eek E., Ruus A., Kibsgaard A., Helland A. og Hylland K. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensningstilsyn 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.
- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlingsrapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- 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 9410:2007. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (Aqua Kompetanse AS rapp.) 60 s.
- Vannportalen.no. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

7 VEDLEGG

GENERELL VEDLEGGSEDEL

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

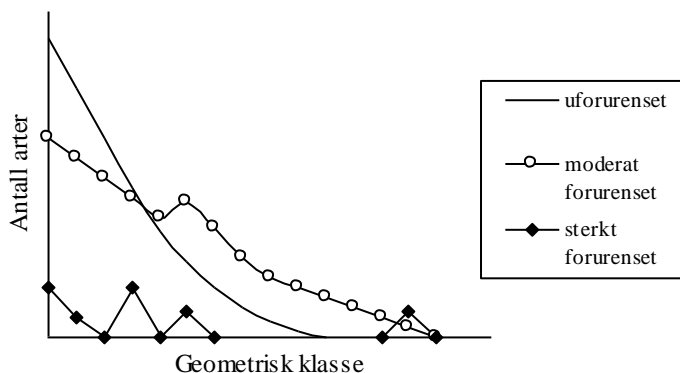
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

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

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:

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

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.

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 faunaekspertter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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:

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

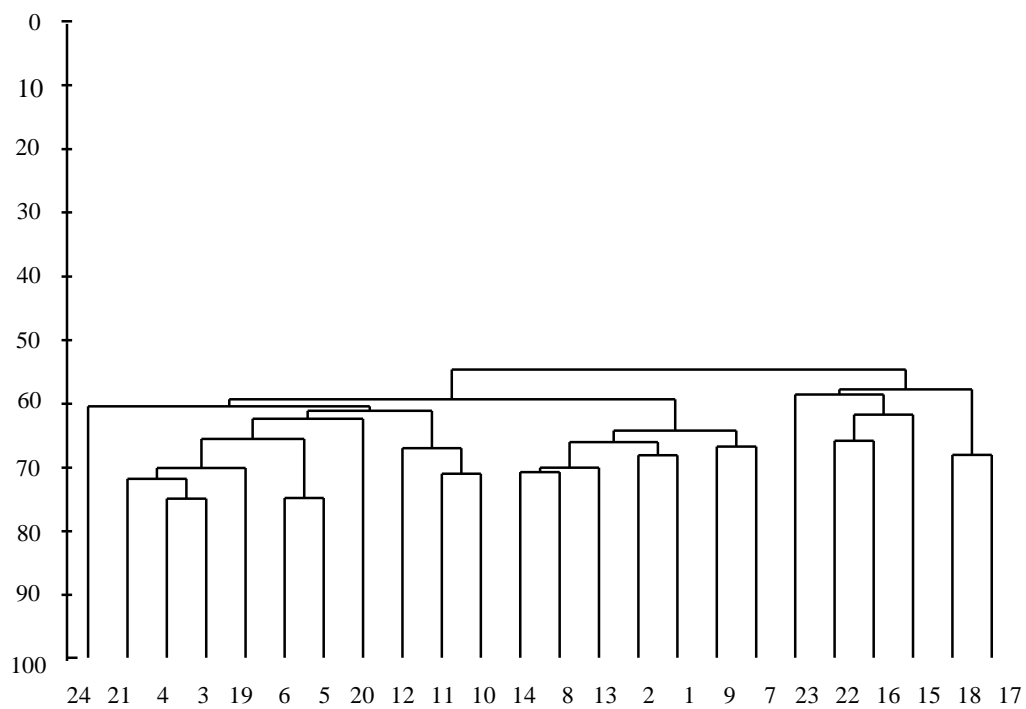
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

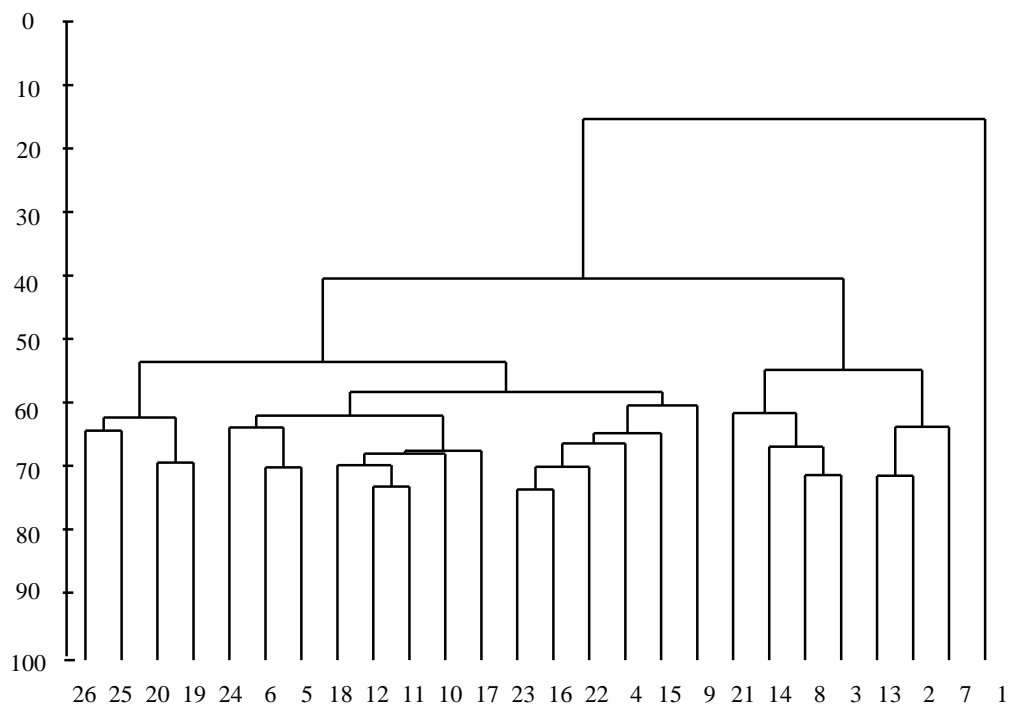
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

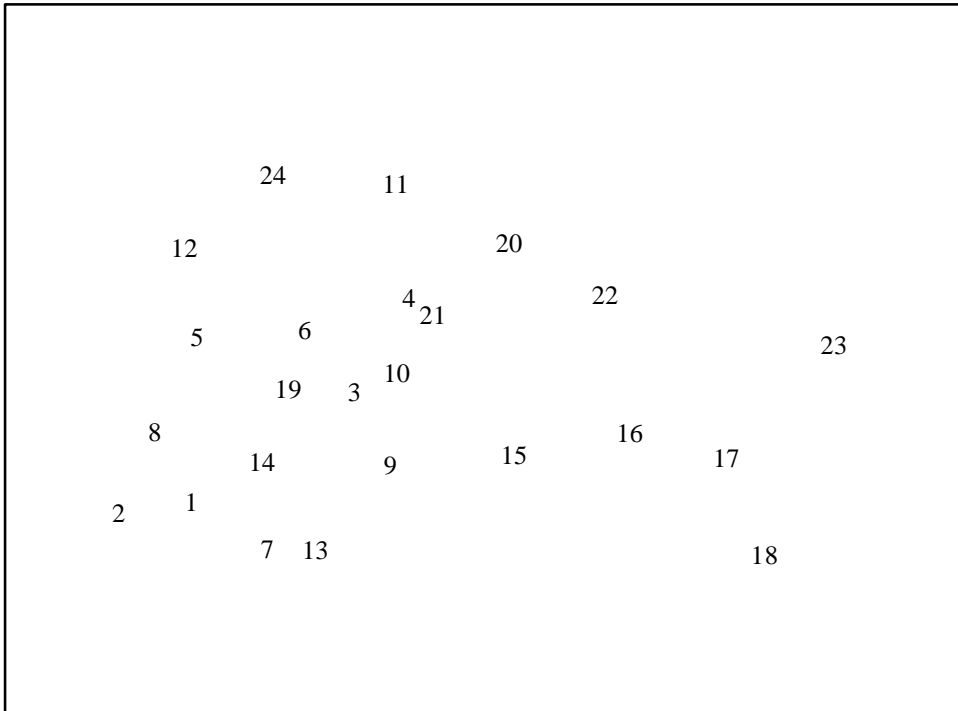


FAUNAFORSKJELL

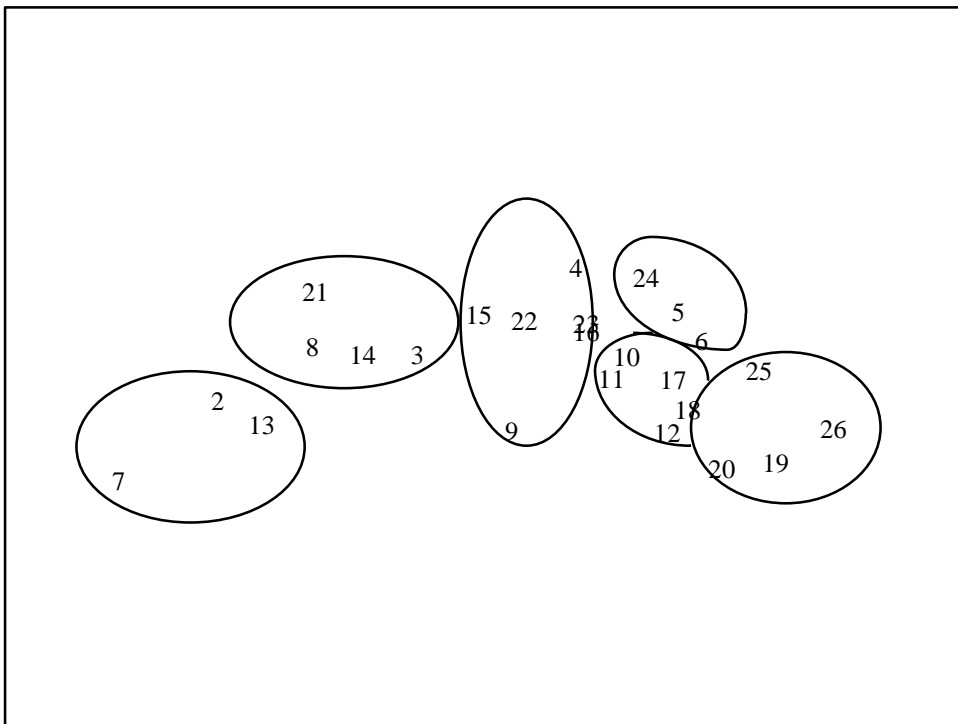


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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, Théliin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.*
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. – University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger

Prosjekt nr.: 806811

Prøvetakingssted (område): Havsundet

Dato for prøvetaking: 24/05-2012

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Stasjonen Tarva 1-12 var en hardbunnstasjon, og det var derfor vanskelig å få tilstrekkelig sediment i grabben.

Materialet ble derfor mangelfullt og ikke tilstrekkelig til biologiske analyser.

Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input 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: 6 sider.

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

Tom Alvestad

Signatur:

Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

S.1/6	Stasjon Dato Hugg	Tarva 1*	Tarva 1*	Tarva 1*	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
		24.05.12	24.05.12	24.05.12	24.05.12	24.05.12	24.05.12	24.05.12
		1	2	3	1	2	1	2
* Hydrozoa indet.					++	+++		
Actinidae indet.							2	
* NEMERTINI indet.		+				2	2	
* NEMATODA indet.					ca 30	ca 20		
Paramphinome jeffreysii					2		2	4
Polynoidae indet.		1						
Malmgreniella mcintoshii							0/2	
Pholoe baltica							8	20
Pholoe inornata					1			
Eumida ockelmanni							1	
Mystides caeca								1
Eteone longa					1		1	
Nereimyra punctata		1						
Syllidae indet.							1	1
Ehlersia cornuta		3						
Exogone sp.					2	3	1	1
Nephtys hombergi							0/2	0/2
Nephtys hystricis							0/1	
Sphaerodorum flavum		1						
Glycera lapidum							0/1	0/4
Goniada maculata							1/1	1
Lumbrineridae indet.								2
Ophryotrocha sp.					9	102		
Scoloplos armiger								0/1
Malacoceros fuliginosus					25/75	55/65		
Polydora spp.								9
Prionospio cirrifer							11	2
Prionospio fallax							1	4
Spiophanes kroyeri								1
Aricidea catherinae							2	2
Paraonis sp.							3	3
Aphelochaeta sp.								1
Chaetozone sp.					2	1	1	1
Cirratulus cirratus					1		1	2
Dodecaceria concharum		0/2						
Macrochaeta clavicornis								1
Pherusa plumosa		0/1						
Ophelina cylindricaudata							0/1	0/3
Capitella capitata					1338	995	1	4
Heteromastus filiformis								2
Mediomastus fragilis					12	3	1	1
Notomastus latericeus							1	
Maldanidae indet.								1
Owenia borealis							2/3	3/3
Galathowenia oculata							10	15
Pectinaria auricoma							0/1	2/4
Sabellides octocirrata								0/1
Anobothrus gracilis							1	0/4
Mugga wahrbergi								8
Amythasides macroglossus							1	9
Samytha sexcirrata							1	
Melinna sp.								0/1
Terebellidae indet.							1	
Polycirrus norvegicus							1/2	1/1
Polycirrus plumosus								1
Trichobranchus roseus							1	2

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

S.2/6	Stasjon Dato Hugg	Tarva 1*	Tarva 1*	Tarva 1*	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
		24.05.12	24.05.12	24.05.12	24.05.12	24.05.12	24.05.12	24.05.12
		1	2	3	1	2	1	2
Terebellides stroemi								1/1
Hydroides norvegica		1/3						
Pomatoceros triqueter		10/4						
OLIGOCHAETA indet.					3	1		
Sipuncula indet.							2	
* Calanus finmarchicus					2	1	1	1
* Verruca stroemi		1						
* Philomedes globosus				1				
* Nebalia sp.					0/1			
* Idotea sp.					2/1	1		
* Amphipoda indet.					3		4	7
* PYCNOGONIDA indet.					3	2		
Caudofoveata								1
Leptochiton asellus		1					1/1	
Tectura virginea		1						
Iothia fulva		0/1						
Vitreolina sp.								1
Philine scabra								1/1
Cylichna cylindracea							0/1	
Yoldiella philippiana								4
Crenella decussata							1	
Modiolula phaseolina								0/1
Limatula subauriculata								0/1
Heteranomia squamula		1						
Lucinoma borealis						1		
Thyasira flexuosa							2	13/2
Thyasira sarsii					1		1/1	3/3
Astarte sulcata							0/1	
Hiatella sp.		1						
Cardiomya costellata								1
Antalis entalis							1/1	3/1
* Bryozoa skorpeformet					+		+	
Ophiopholis aculeata		3/1						
Amphiura filiformis							1	
Ophiocomina nigra				1				
Ophiura albida								0/2
Echinocardium flavescens								0/1
Synaptidae indet.							25	46
Asciacea indet.								1
* Egg			1		1	2		
* VARIA		+			+	+		+

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

S.3/6	Stasjon Dato Hugg	Tarva 1	Tarva 1	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
		03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09
		1	2	1	2	1	2
* Cliona sp.		+			+		
* Hydrozoa indet.		+	+			+	
Cerianthus lloydii		2				1	
Edwardsia sp.		2	2	1	1	1	2
Actinidae indet.			2				
* PLATYHELMINTES indet.						1	
* NEMERTINI indet.		13	8	2	13	10	7
* NEMATODA indet.		8	7	5	4	4	4
Priapulid caudatus					2	1	
Paramphino jeffreysii				1			
* Siboglinum fiordicum		+		+	+		+
Polynoidae indet.		17	11	1		2	2
Pholoe assimilis					2		4
Pholoe baltica		20	10	9	13	12	26
Sthenelais limicola		1					
Phyllodocidae indet.			2		1		
Nereiphylla lutea						1	
Phyllococe groenlandica		0/2	2		3	4/1	7/1
Phyllococe mucosa				7/23	1/3		0/1
Eteone sp.							1
Eteone longa		2	3	5	6	1	1/1
Kefersteinia cirrata		3	2				
Nereimyra punctata		1					
Ophiodromus flexuosus				1			
Syllidae indet.		2		1	2		1
Ehlersia cornuta							
Exogone sp.		2	12		4		1
Nereis pelagica						1	
Nephtys hombergi		1	0/2	1/1	3	0/1	4/4
Nephtys paradoxa						0/1	
Sphaerodoropsis philippi							2
Sphaerodoropsis sp		3	1				
Glycera alba		3	0/1				0/2
Glycera lapidum		0/4	0/6				
Goniada maculata		1	2		1	6	1
Goniada norvegica			1				
Nothria conchylega		1				1	
Lumbrineridae indet.		8	3		1	1	
Dorvilleidae indet.				1			
Protodorvillea kefersteini		1					
Orbinia sp		1/2					
Scoloplos armiger			2/3		3/3	3	5/1
Aonides paucibranchiata		1	1				
Laonice bahusiensis			0/2		1/1		
Polydora sp.		85	110		110	8	55
Prionospio cirrifera		54	41		54	16	37
Prionospio fallax					2		1
Spio sp.		1			3		1
Spiophanes kroyeri						1	
Paraonidae indet.		15	17	4	13	3	9
Aricidea sp.		14	3		1		1
Aphelochaeta sp.		11	16		4	1	3
Chaetozone sp.		8	6	2	2	2	2
Cirratulus cirratus					3	1/1	
Macrochaeta clavicornis		2	3				1
Brada villosa					1	2	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

S.4/6	Stasjon Dato Hugg	Tarva 1	Tarva 1	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
		03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09
		1	2	1	2	1	2
Diplocirrus glaucus		2/1	1	1	19	20/2	24
Pherusa plumosa						1	
Ophelina acuminata			1		1		
Ophelina cylindricaudata		0/1	3				
Lipobranchus jeffreysii		0/1					0/1
Scalibregma inflatum			1				
Capitella capitata					1		1
Mediomastus fragilis				3	12	1	
Notomastus latericeus		6/3	14/3			3	1/1
Praxillella affinis		1					
Maldanidae indet.			2	2	8	3	17
Myriochele oculata		102	52	50	240	100	201
Owenia borealis		8/11	3/2		5/28	9/7	8/6
Galathowenia oculata							
Pectinaria auricoma		8	4		1	1	2
Pectinaria koreni							0/1
Ampharete falcata							0/1
Ampharete lindstroemi		10/4	7		6	6/1	8
Sabellides borealis					1		
Sabellides octocirrata		6	5			3	4
Sosane sulcata		4/1	1/2		2	2	0/1
Anobothrus gracilis			2		2	3	
Amphicteis gunneri					1		4
Amythasides macroglossus		3					
Eclysippe vanelli		0/4	0/3				
Samytha sexcirrata		1	1			1/1	0/1
Melinna elisabethae		107	41	3	8/3	13	17
Amphitrite cirrata		2					
Eupolymnia nesidensis		2/4				1	2/1
Pista lornensis		0/2	1				
Streblosoma intestinale		1/2	0/1	1		3/2	2/1
Polycirrus latidens						1	
Polycirrus norvegicus		7	4		2	1	
Polycirrus plumosus							
Trichobranchus roseus		8	7		3/2	3	5
Terebellides stroemi		2/1	1/1		2	2	1
Sabellidae indet.		16	12		1	2	18
Euchone sp.			2				
Hydroides norvegica			3/1				
Sipuncula indet.		2	4			1	1
Phascolion strombus		1				1	2
* Calanus finmarchicus		2	15				
* Philomedes globosus						4	1
* Nebalia sp.							1
* Cumella pygmaea			1				
* Eudorella truncatula			2				4
* Diastylis cornuta				1			2
* Natatolana borealis			1				
* Idotea sp.							
* Amphipoda indet.		11	21	2	7	12	20
* Caprellidae indet.				1		1	
* Decapoda larve						0/1	
Brachyura indet		0/1					
* Anapagurus laevis		1					

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

S.5/6	Stasjon Dato Hugg	Tarva 1	Tarva 1	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
		03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09
		1	2	1	2	1	2
* Philocheras bispinosus		1					
* Galathea intermedia							0/1
Caudofoveata indet.		3	3		3	9	4
Leptochiton asellus		1/2	0/1				2
Lacuna vincta			1				
Turitella communis		3/1				1	
Aporrhais pespelecani		1					
Euspira pulchella		1			1		1
Euspira montagui		1				1	
Oenopota sp		1					
Ondina divisa							1
Diaphana minuta							2
Philine cf. Aperta			0/1				
Philine scabra		1/4	1/3		1/1	4	4/1
Cylichna cylindracea		1	0/2	0/1	3/2	6/2	7/2
Cylichna umbilicata						1	2
Nudibranchiata indet.		0/2					
Nuculana minuta							1/1
Yoldiella philippiana							
Mytilidae indet.						0/3	
Crenella decussata						1	2
Modiolus modiolus		0/1	0/1				
Limatula subauriculata							
Similipecten similis		1				1	0/1
Palliolum sp.		0/1	2				
Lucinoma borealis		0/2	0/1	0/1			1
Thyasira flexuosa		15/6	6/11	10/4	50/16	45/22	67/24
Thyasira obsoleta		1				1	
Thyasira sarsii		0/2	0/3	4/1	6/5	5/5	6/9
Devonia perrieri			1				
Mysella bidentata						1	
Parvicardium minimum			1		1		2
Parvicardium ovale		3	2			2	2
Phaxas pellucidus						1/1	
Macoma calcarea							1
Gari fervensis			0/1				1/1
Dosinia lincta							0/3
Tapes rhomboides			0/1				
Timoclea ovata		1				2	0/1
Mya truncata				0/1			
Corbula gibba					1		1
Hiatella sp.		1	1				
Thracia convexa		0/1	0/1				0/2
Cochlodesma praetenuae						1	0/1
Lyonsia norwegica			0/1			2	0/1
* PHORONIDA indet.			+	2	1		2
* Bryozoa skorpeformet		+					
Asteroidea indet.			0/1				
* Ophiuroidea indet.					+		
Ophiopholis aculeata			0/1				
Amphiura chiajei				0/1		2/1	0/1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

S.6/6	Stasjon	Tarva 1	Tarva 1	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
	Dato	03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09	03.09.09
	Hugg	1	2	1	2	1	2
Amphiura filiformis							2
Ophiura affinis		1/2	0/2				1
Pseudothyone raphanus			3			0/1	
Leptopentacta elongata		0/1					
Ocnus lacteus			0				
Synaptidae indet.		17	14		3	15	19
ENTEROPNEUSTA indet.		3	2				
* CHAETOGNATHA indet.			3			+	
Asciacea indet.		10	3	1		2	3
* VARIA		+	+		+	+	

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



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
Fax:
bergen@eurofins.no

AR-12-MX-001742-01



EUNOBE-00003709

Prøvemottak: 27.08.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 27.08.2012-09.07.2012
Referanse: 811101, p nr: 806811,
ref: 47/12

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2012-0628-002	Prøvetakingsdato:	24.05.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvermerking:	Tarva2, 29m, 24/5-12 Hugg 3	Analysestartdato:	27.06.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	1900	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	50	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	67	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	61	% (v/v) dv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	64.8	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	441-2012-0628-003	Prøvetakingsdato:	24.05.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvermerking:	Tarva3, 79m, 24/5-12 Hugg 3	Analysestartdato:	27.06.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	350	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	6	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	30	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	14	% (v/v) dv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	68.5	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Tegnforklaring:

* (ikke omfattet av akkrediteringen)

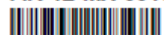
< :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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-001742-01



EUNOBE-00003709



Bergen 09.07.2012

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