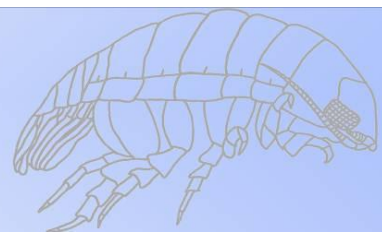


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 30 – 2013

MOM C undersøkelse ved lokaliteten Tranøya ved Vallersund, Bjugn kommune i 2012



Rune Haugen

Ragni Torvanger

Stian Ervik Kvalø

Thomas Dahlgren



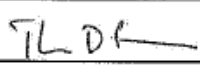

	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25	Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	

Rapportens tittel: MOM C undersøkelse ved lokaliteten Tranøya ved Vallersund, Bjugn kommune i 2012	Dato: 10.7.2013 Antall sider og bilag: 37
Forfatter(e): Rune Haugen, Ragni Torvanger, Stian Ervik Kvalø, Thomas Dahlgren	Prosjektleder: Stian Kvalø Prosjektnummer: 806649

Oppdragsgiver: Marine Harvest, avd. ST-Stamfisk	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

Abstract: This report presents the results from a marin environmental monitoring conducted at the aquaculture location Tranøya in Bjugn 25th of April 2012. Sediment samples were collected from 3 stations, in close proximity to the aquaculture pens, in the transition zone and at the deepest point in the area. The biological community, hydrographical and geological conditions and chemical levels were determined through measurements and analyses. All methods were according to current valid norwegian standards. Stones in the sediment of the station nearest the pens prevented sampling, hence no results are presented. At the stations in the transition zone and deep part of the area, sediments were fine grained and levels of copper, zink and phosphorous low. Biological analyses indicated a healthy community.

Keywords: Aquaculture, MOM C, Marine environmental monitoring, benthic.	Emneord: Akvakultur, MOM C, Marin miljøovervåking, bentisk.	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 30-2013
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	4.7.2013	
Prosjektet / undersøkelsen:	22.7.13	

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til MOM C analyser, samlet av: Rune Haugen og Christian Bøe
(Havbruksstjenesten AS)

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten, Nargis Islam og Ragni Torvanger (SAM-Marin)

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

Rapportering utført av: Rune Haugen (Havbruksstjenesten), Ragni Torvanger, Stian Ervik Kvalø og Thomas Dahlgren (SAM-Marin)

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: Helge Grønning

Ikke akkreditert:

Glødetapsanalyser (Helge Grønning)

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Blåstål

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse AS med underleverandør

Eurofins Umwelt GmbH **akkrediteringsnummer** Test 003

Akkreditert: Kobber, Zink, Fosfor, Total tørrstoff

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

INNHOOLD

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

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Tranøya nordøst av Vallersund, Bjugn kommune. Innsamlingene ble gjennomført 25. april 2012.

Tranøya er en ny lokalitet som ikke er brukt tidligere. Lokaliteten Valsøya, en lokalitet som tidligere var i drift ligger ikke langt unna (400m i SV- retning) og kan ha påvirket området. Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Tranøya. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

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

Undersøkelsen er utført av Havbrukstjenesten AS og Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-Marin) på oppdrag fra ST-Stamfisk. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, analyse av kornfordeling, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157. SAM-Marin har også gjennomført glødetapsanalysen, men denne er ikke utført akkreditert. 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

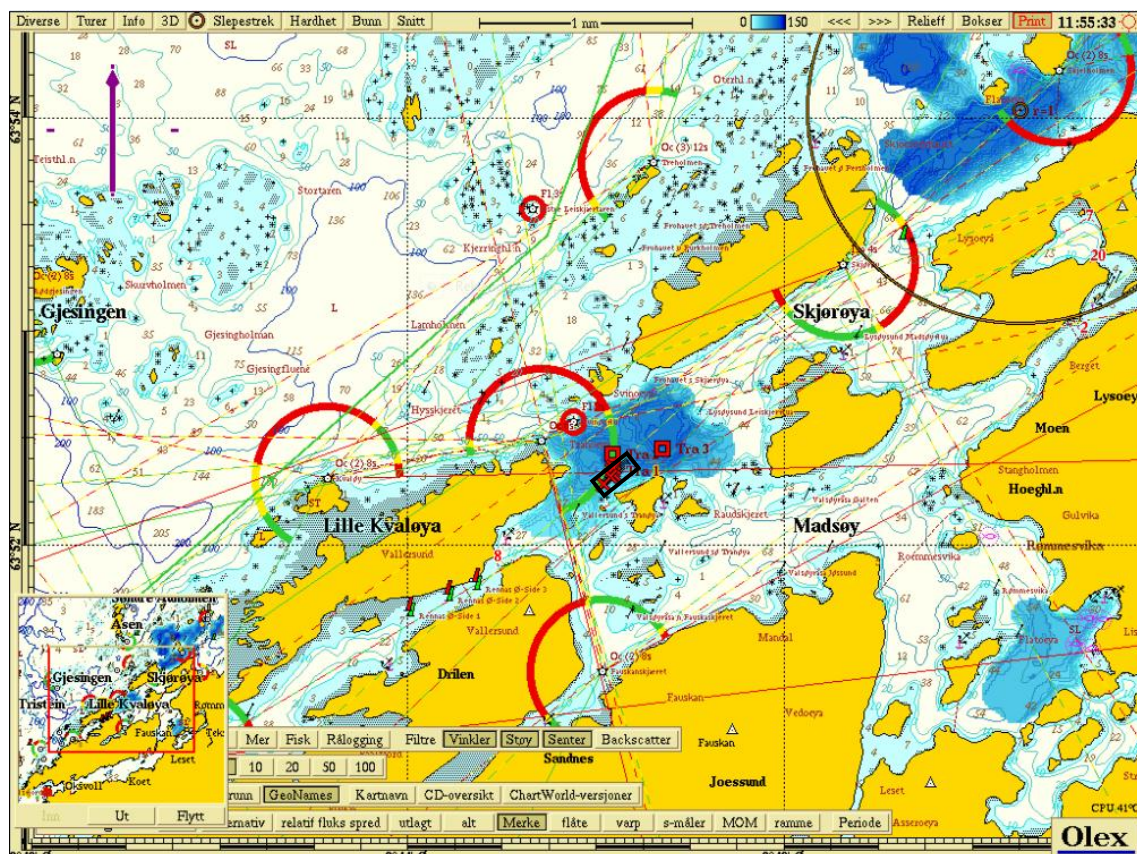
2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger nordøst for Vallersund i Bjugn kommune, på ca 50-60 meters dyp. (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). I indre del (Øst) er dybden 35-40 m, mens det skråner jevnt dypere i både NV og NØ-lig retning, dypest er det i NØ (77 m). Området ligger utenfor det mindre fjordsystemet Rømesvika i mellom øyer og holmer. I SV for anlegget er det grunnere, mens i NØ er det jevnt dyp på 50 m og mer, og ingen dominerende terskel, se Figur 2.1.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

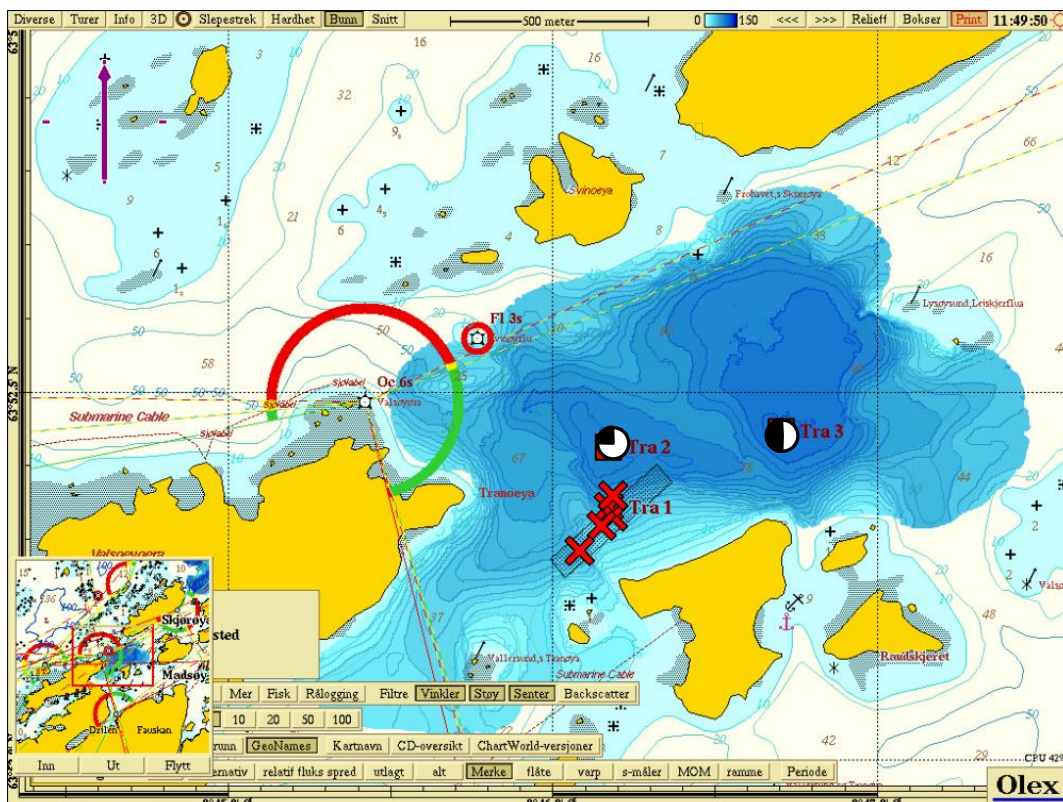
Prøveinnsamlingene ble gjort den 25. april 2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Rune Haugen og Christian Bøe fra Havbruksstjenesten AS.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av området (Tra 3). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD 204, tatt i juni 2013.

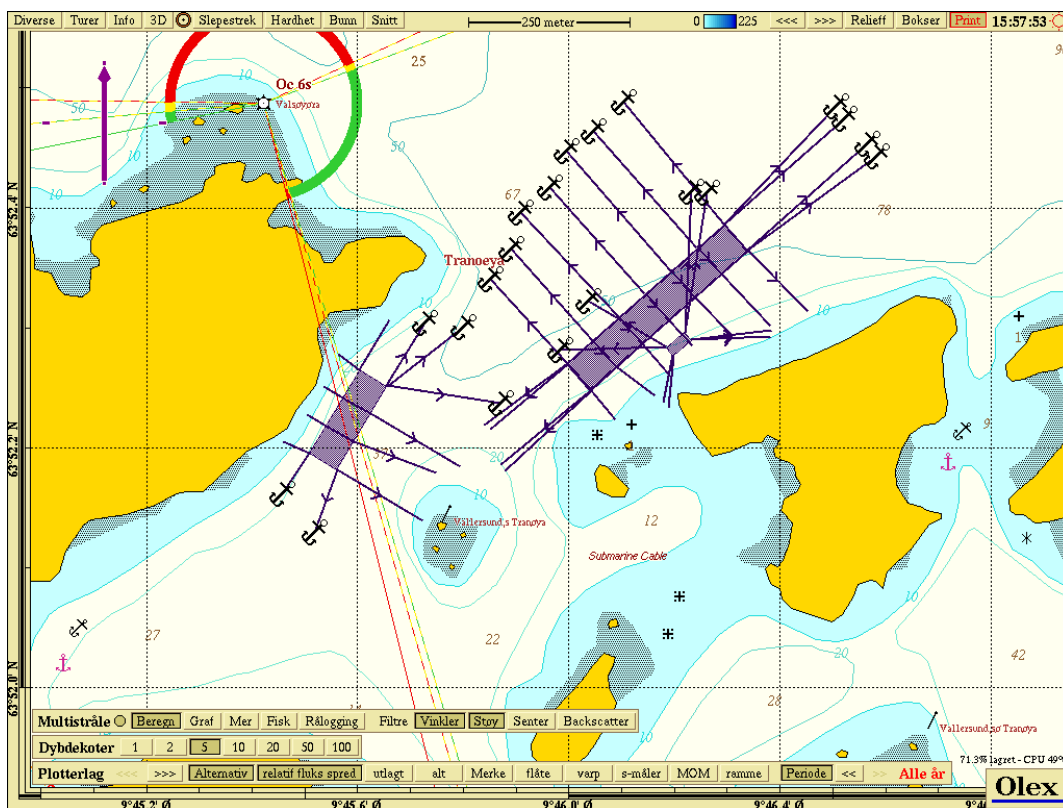


Figur 2.1. Oversiktskart over Tranøya, nordøst for Vallersund. Svart ramme midt i bildet viser anleggets plassering.

SAM-Marin/Havbruksstjenesten



Figur 2.2. Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjoner tegnet inn. Røde kryss angir stedene det ble prøvd å få akkrediterte hugg på Tra 1. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.



Figur 2.3. Skisse av det nåværende anleggets plassering (lengst øst) sammen med det tidligere anlegget Valsøya (lengst vest). Kartkilde: Olex.

SAM-Marin/Havbruksstjenesten

Tabell 2.1 Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Tranøya. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen grabb, som utspent utgjør 0.1 m².

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Tra 1 25.04.12	Område Ulike steder Røde kryss	45- 70m	6 x	n/a	Ingen akkrediterte hugg, 6 forsøk.
Tra 2 25.04.12	Område 63° 52.425' N 09° 46.170' Ø	87	1 2 3	7 8,5 8,5	Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Huggene var like og bestod av skjellsand og silt
Tra 3 25.04.12	Område 63° 52.446' N 09° 46.704' Ø	97	1 2 3	15,5 15,5 15,5	Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Huggene bestod i hovedsak av silt

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (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 hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere

partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

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

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

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet $0,1 \text{ m}^2$. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full $0,1 \text{ m}^2$ grabb har et volum på 17 (van Veen) liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i

sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell). 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.

Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veileder 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. Metode for beregning av 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 veiledere. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellig 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).

SAM-Marin/Havbrukstjenesten

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	Veileder	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')	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		>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 mg O₂ /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

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 .

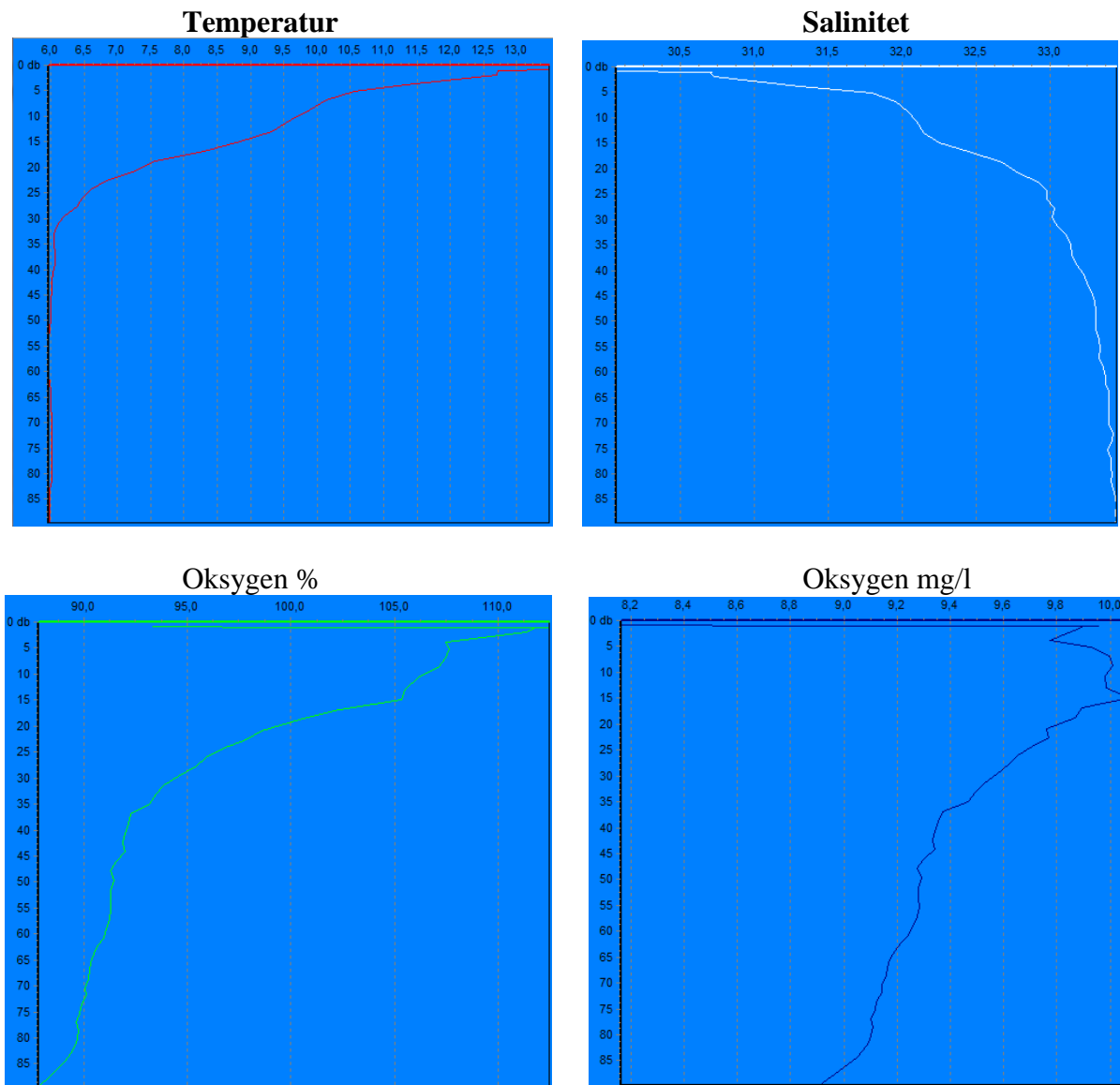
2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Lokalitet Tranøya har ikke vært brukt tidligere til oppdrett, og det var ikke satt ut fisk på anlegget ved prøvetakingstidspunktet. Et tidligere anlegg Valsøya lå 400 m lengre vest mot Vallersund (figur 2.3), med posisjon 63.52.222 N og 09.45.576 Ø.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Tra 3 den 19. juni 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1.



Figur 3.1. Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og mg/l på Tra 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 90 meter den 19.06.13.

Temperaturen på Tra 3 den 19.juni 2013 var rundt 12°C i overflatelaget og sank deretter jevnt ned mot 30 m. Fra 30 m og helt ned til bunnen var temperaturen lik, 6 °C. Temperaturen er dermed homogen i store deler av vannsøylen.

I overflatelaget var saliniteten ca. 31,0 promille. Fra de øvre meterne og ned til rundt 25 m dyp steg saltholdigheten til nærmere 33,0 promille. Fra rundt 25 m og ned til bunnen (nedre måling på 90 m), steg den litt til 33,5.

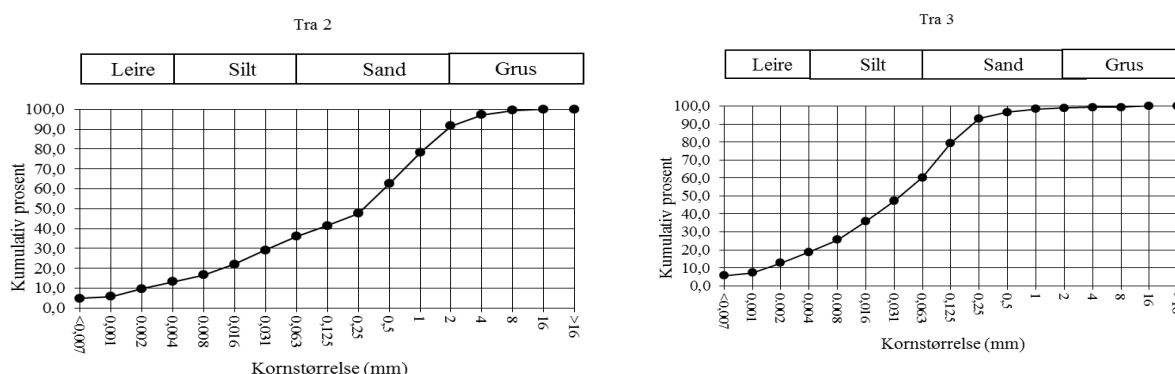
Oksygeninnholdet var relativt jevnt gjennom vannsøylen. I overflatelaget ned til 17 m dyp lå konsentrasjonen på nærmere 10,0 mg/l. Oksygeninnholdet sank deretter jevnt ned mot bunnen til 8,85 mg/l (ved 90 m dyp), som tilsvarer 6,2 ml/l O₂ som plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (meget god).

3.2 Sediment

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

Tabell 3.1. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Tranøya, april 2012.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Tra 1	-	-	-	-	-	-	-
Tra 2	87	8,5	13,0	23,0	36,0	56,0	8,0
Tra 3	97	9,8	19,0	42,0	60,0	39,0	1,0



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Overgangssonen: Tra 2 og Fjernssonen: Tra 3.

I Overgangssonen, Tra 2, var sand dominerende og utgjorde 56 % av sedimentet, også grovere sediment som grus var vesentlig til stede (8 %). De resterende % bestod av 23 % silt og 13 % leire. Glødetapet var 8,5 %. Det var ingen lukt ved noen av huggene, mens ved et hugg var det litt mørkere farge, ellers normale sensoriske data etter MOM B.

Fjernstasjonen, Tra 3, ute i dypet av fjorden hadde et sediment bestående av 60 % leire og silt, 39 % sand og 1 % grus. Glødetapet var 9,8 %. Normale sensoriske data etter parameterne for MOM B, med unntak av svak lukt ved første hugg, som ikke vektlegges mye i denne undersøkelsen.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Ved både Tra 2 og Tra 3 ble det funnet normale lave verdier av fosfor (Tabell 3.2).

SAM-Marin/Havbruksstjenesten

Den målte verdien av TOC normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder (Aure *et. al.*, 1993). TOC verdiene for begge stasjonene Tra 2 og Tra 3 var høye (44,2 og 46,5 mg/g) tyder på store mengder organisk materiale. Dette er ikke helt i samsvar med glødetapet for denne stasjonen, som angir en normal mengde organisk materiale. Verdiene for tungmetallene sink og kobber var lave og ga beste tilstandsklasse I, for både Tra 2 og Tra 3. Fosforverdiene for disse to stasjonene er også normalt lave.

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	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Tra 2	35	46,52	V	490	47	I	13	I	50,3
Tra 3	37	44,2	V	770	76	I	22	I	46,4

Måling av pH og Redokspotensiale (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensiale sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Målingen av pH og E_h i overgangssonen, Tra 2 og fjernssonen, Tra 3 viste gode verdier og får beste tilstand, 1.

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

Stasjon	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsonen	n/a	n/a	n/a	n/a
Overgangssone	7,51	-88	0	1
Fjernsone	7,43	-117	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 - 3.5, Figur 3.1 - 3.3, og i Vedleggstabellene 2 - 3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i april 2012. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

SAM-Marin/Havbruksstjenesten

Ved stasjon Tra 2 i overgangssonen, ble det funnet 98 arter med til sammen 731 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,53 som plasserer stasjonen i KLIF's tilstandsklasse I - svært god. Blant de ti mest individ-rike artene fant man 9 arter av børstemark og 1 bløtdyr. De tre mest tallrike artene var børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* med 101 stk (13.8 %), *Pholoe baltica* med 74 stk (10.1 %) og *Galathowenia oculata* med 72 stk (9.7 %). De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene på stasjon Tra 2 (ca 70 %). Ved stasjoner i overgangssonen bedømmes bunnfaunaen i henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden. Tra 2 ble klassifisert til Miljøtilstand 1 - meget god. Dette støttes opp av faunasammensetningen og fordelingen av de geometriske klassene, som indikerer gode forhold på stasjonen.

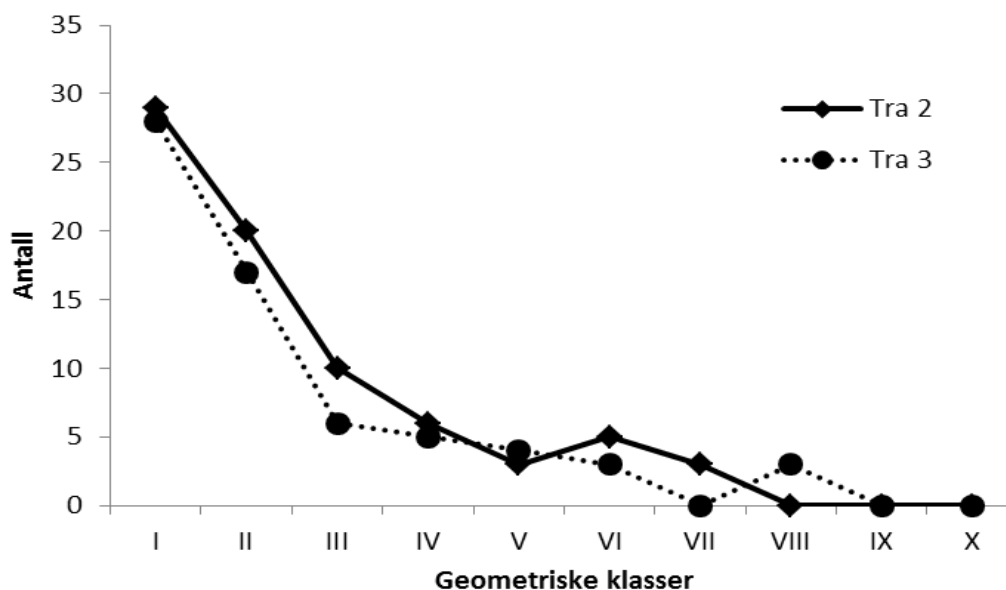
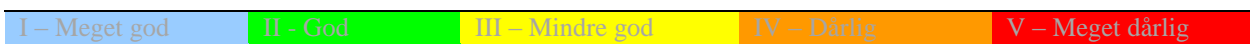
Ved stasjon Tra 3 i fjærnsone, fant man 98 arter med til sammen 892 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man 8 arter av børstemark og 2 arter av bløtdyr. De tre mest individrike artene var børstemarken *Paramphinome jeffreysii* med 201 stk (22,5 %), børstemarken *Maldane sarsi* med 178 stk (20 %) og bløtdyret *Thyasira sarsii* med 133 stk (14,9 %). De multivariate analysene viser at det var forholdsvis stor ulikhet mellom huggene på stasjon Tra 3. Diversiteten ble beregnet til 3,47 som plasserer stasjonen i KLIF's tilstandsklasse II - God. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir tilstandsklasse II – god, medan AMBI-verdiene (ømfintligheit) antyder at faunaen er lett forstyrret. Resultatene indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av faunasammensetningen og fordelingen av de geometriske klassene.

Forholdene ved stasjonene indikerer normal, uforstyrret sjøbunn.

SAM-Marin/Havbruksstjenesten

Tabell 3.4: 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	Hugg	Individer	Arter	H'	J	H'-max	AMBI	NQI1	NQI2	MOM TK	KLIF TK
Tra 2	2	336	58	4,53	0,77	5,86	2,12	0,77	0,73		
	3	395	56	4,52	0,78	5,81	1,76	0,79	0,75		
	<i>Sum</i>	731	98	4,66	0,70					I	
	<i>Snitt</i>	366	57	4,53	0,78	5,83	1,94	0,78	0,74		-
Tra 3	2	627	54	3,68	0,64	5,75	1,83	0,76	0,68		
	3	265	34	3,25	0,64	5,09	2,85	0,67	0,57		
	<i>Sum</i>	892	98	3,89	0,59					-	
	<i>Snitt</i>	446	44	3,47	0,64	5,42	2,34	0,72	0,62		II

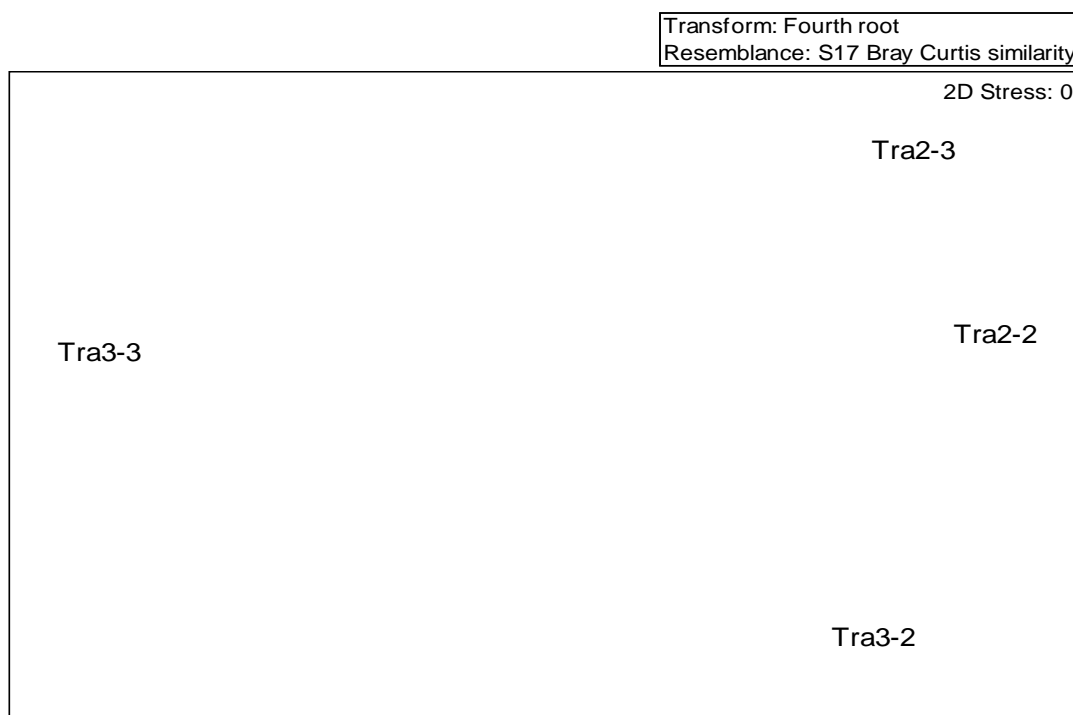


Figur 3.1: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

SAM-Marin/Havbrukstjenesten

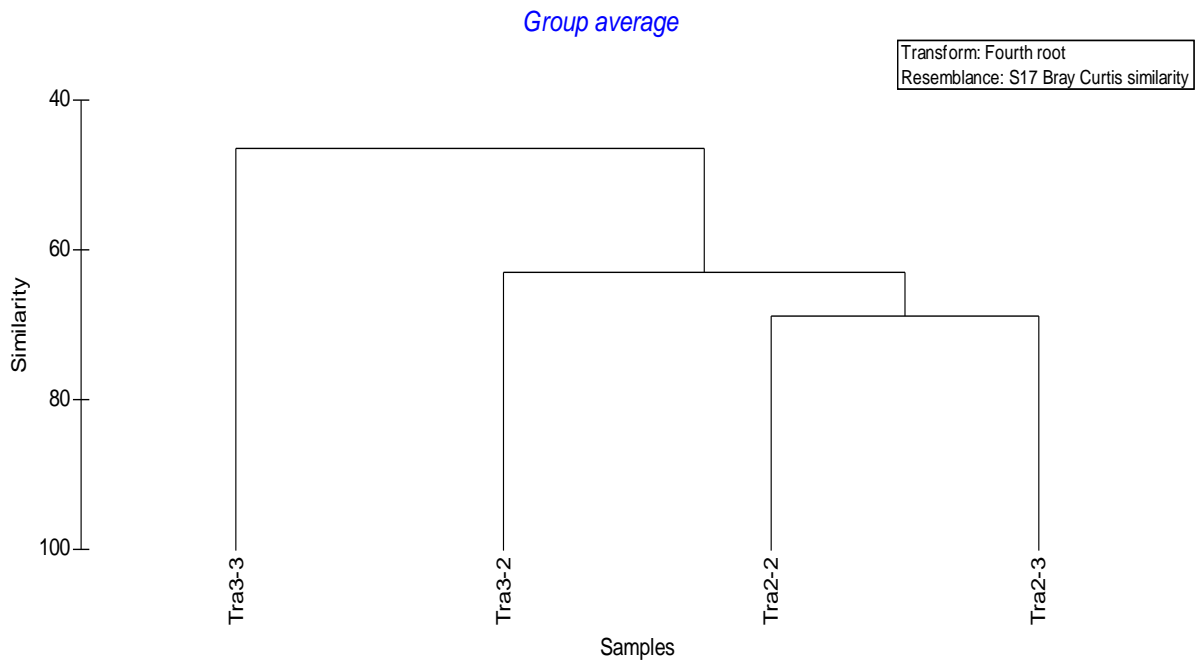
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene på stasjonene Tra 2 og Tra 3 ved Tranøya. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Tra 2	Art	Antall	%	Kum %	Tra 3	Art	Antall	%	Kum %
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	101	13,8	13,8		<i>Paramphinome jeffreysii</i>	201	22,5	22,5
	<i>Pholoe baltica</i>	74	10,1	23,9		<i>Maldane sarsi</i>	178	20,0	42,5
	<i>Galathowenia oculata</i>	71	9,7	33,7		<i>Thyasira sarsii</i>	133	14,9	57,4
	<i>Melinna elisabethae</i>	62	8,5	42,1		<i>Galathowenia oculata</i>	52	5,8	63,2
	<i>Thyasira equalis</i>	62	8,5	50,6		<i>Heteromastus filiformis</i>	46	5,2	68,4
	<i>Owenia borealis</i>	44	6,0	56,6		<i>Thyasira equalis</i>	35	3,9	72,3
	<i>Maldane sarsi</i>	38	5,2	61,8		<i>Owenia borealis</i>	29	3,3	75,6
	<i>Diplocirrus glaucus</i>	33	4,5	66,3		<i>Diplocirrus glaucus</i>	27	3,0	78,6
	<i>Terebellides stroemi</i>	23	3,1	69,5		<i>Rhodine gracilior</i>	21	2,4	80,9
	<i>Rhodine gracilior</i>	20	2,7	72,2		<i>Terebellides stroemi</i>	18	2,0	83,0



Figur 3.2: MDS-plot på huggnivå for stasjonene undersøkt i 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata, basert på Bray-Curtis indeks.

SAM-Marin/Havbrukstjenesten



Figur 3.3: Cluster-plot på huggnivå av stasjonene undersøkt i 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata, basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Tranøya, nordøst for Vallersund i Bjugn kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 25. april 2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

Sedimentet på stasjonen nærmest anlegget, Tranøya, nærsone Tra 1 bestod av et grovkornet sediment med mye stein. Dette medførte at vi ikke fikk noen akkrediterte hugg, da alle huggene vi tok endte med åpen grabb grunnet stein i kjeften. Derfor har vi ingen kjemi, geologi eller biologi- resultat som er behandlet etter MOM C standarden i denne rapporten. Havbruksstjenesten har fra før av tatt en MOM B i området, og var derfor godt kjent med at bunnen under der anlegget skal ligge inneholder mye stein. MOM B undersøkelsen indikerte for øvrig gode forhold.

I overgangssonen, Tra 2 var glødetapet lavt og de kjemiske parameterne fikk beste tilstandsklasse. Tungemetallnivåene av kobber og sink var lave, og fikk beste tilstandsklasse, 1. Fosfor nivået var også lavt. TOC verdiene fikk dårligste tilstand, men de står i kontrast til normalt lavt glødetap. Høy TOC verdi indikerer mye organisk materiale i sedimentet. Sedimentet på stasjonen var dominert av sand. Stasjonen får miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standard. Det biologiske samfunnet var artsrikt, med god artssammensetningen og viser normale uforstyrrede forhold.

På Tra 3 i fjernsonen får bunnvannet beste karakter med tanke på oksygeninnhold (Tilstandsklasse 1). Her var sedimentet dominert av leire og silt. Verdiene for TOC ga dårligste tilstand V, og indikerer mye organisk materiale i sedimentet, men også her var glødetapet normalt lavt. Fosforverdiene var normale og glødetapet var innenfor det som er normalt. Det ble ikke registrert forurensing av kobber og sink, og undersøkelsene av bunnfauna viste gode uforstyrrede forhold.

Generelt viser prøvene tatt ved Tranøya normale forhold i henhold til MOM og KLIF standarden, da med forbehold om forholdene ved nærstasjonen, Tra 1. Denne stasjonen fikk ikke akkrediterte hugg grunnet steinholdig bunn. Tidligere MOM B undersøkelse viser gode forhold i området rundt Tra 1, etter MOM B standarden. Videre viser både Tra 2 og Tra 3 høye TOC verdier, men de spriker mye i forhold til de lave verdiene for glødetap. Derfor er heller ikke disse verdiene for TOC vektlagt stor betydning i denne undersøkelsen. Totalt sett viser oksygeninnhold ved bunn, kjemi og biologi i sedimentet meget gode og upåvirkede forhold ved Tra 2 og Tra 3. Denne MOM C undersøkelsen er en "nullprøve" tatt før Tranøya ble tatt i bruk første gang og vil være grunnlaget for fremtidige undersøkelser, som vil vise om området fremover vil kunne vise påvirkning fra oppdrettsvirksomhet ved anlegget. Tidligere drift ved Valsøya har ikke gitt noen utslag i denne undersøkelsen.

5 TAKK

På toktet deltok Rune Haugen og Christian Bøe fra Havbrukstjenesten. Sediment analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Ragni Torvanger og Nargis Islam. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per J. 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 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

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

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

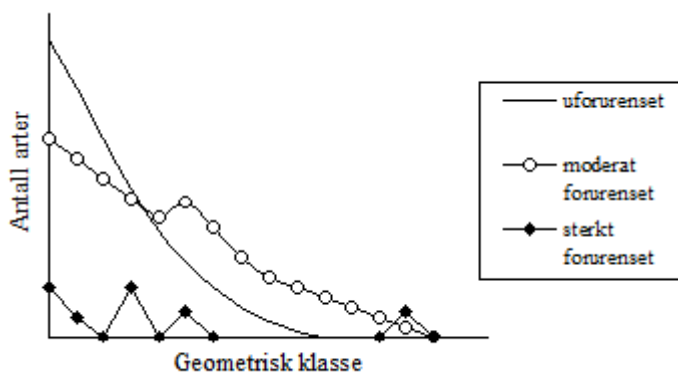
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratsgruppa Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet.

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

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

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

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks $ES(100)$ er beskrevet som:

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

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

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

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

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

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

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

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

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

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

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

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

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

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

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

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

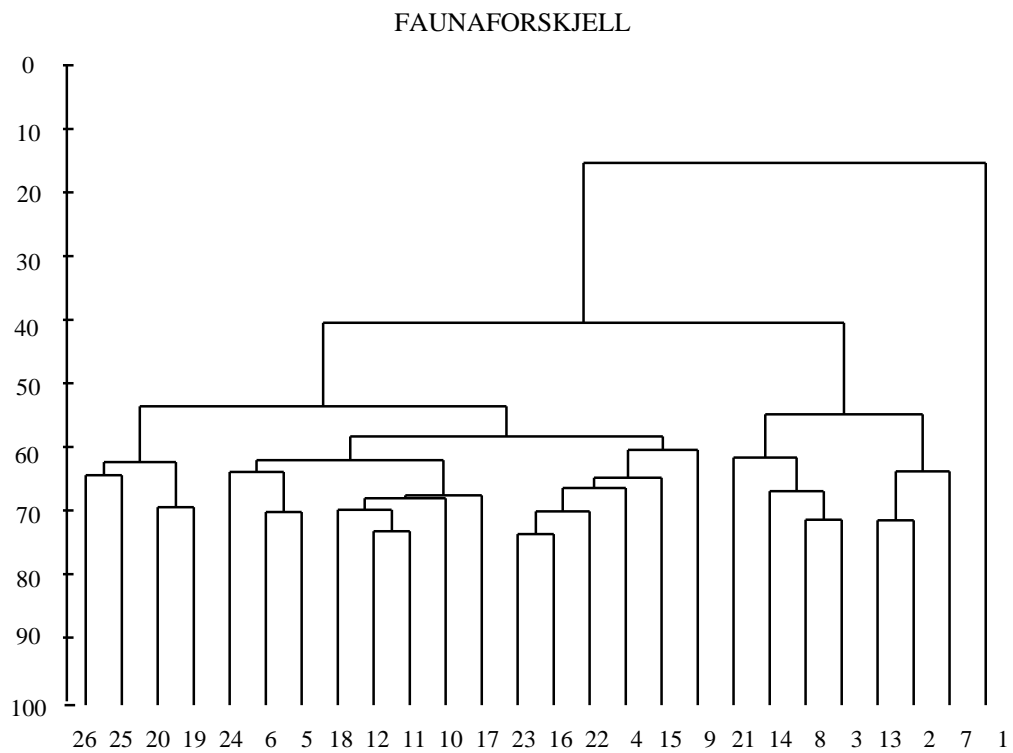
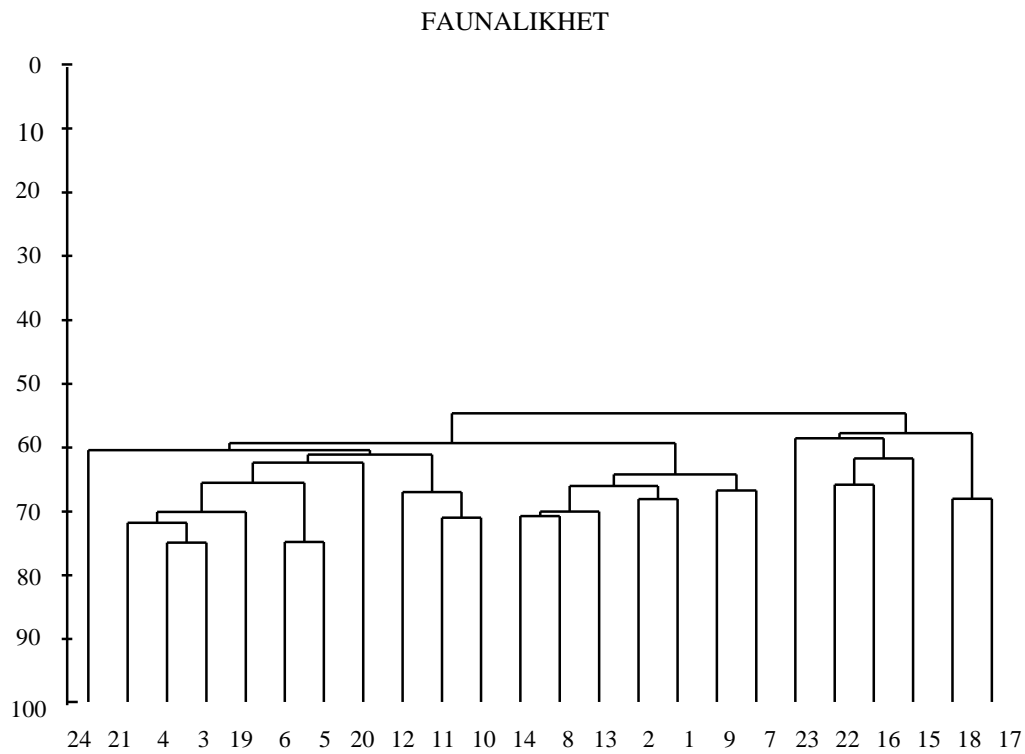
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

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

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

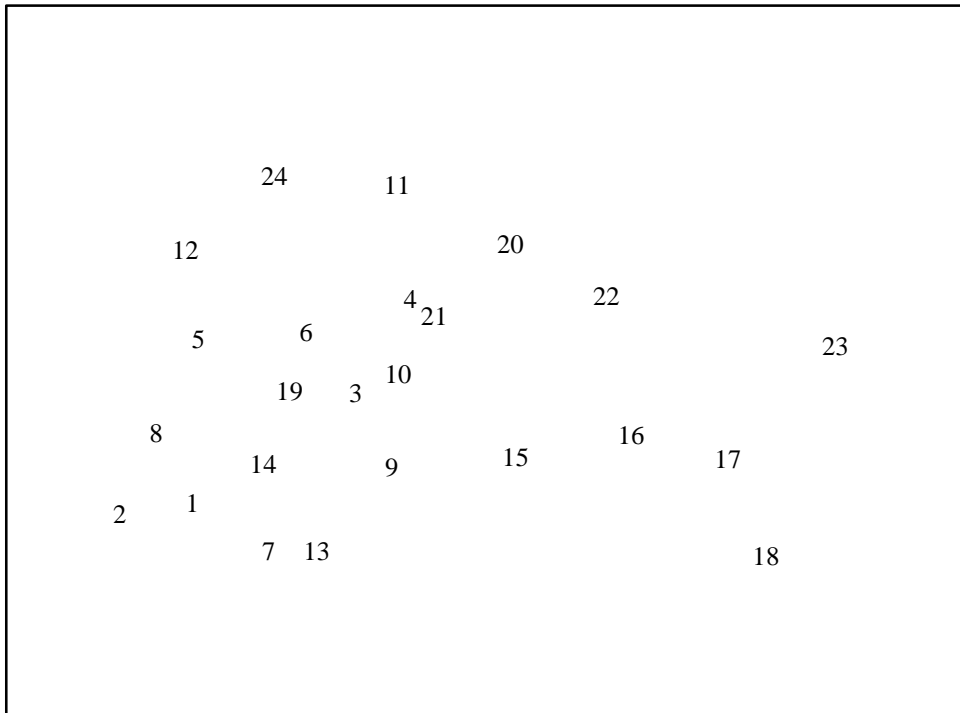
SAM-Marin/Havbruksstjenesten



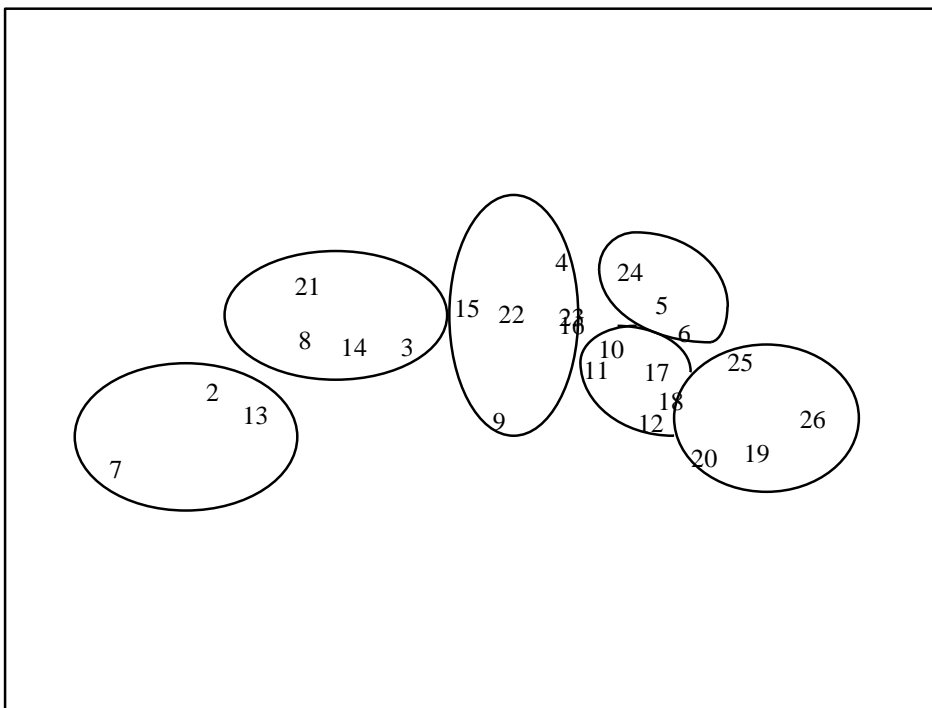
Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

SAM-Marin/Havbruksstjenesten

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: <i>ST- Stamfisk</i>									
Lokalitet: <i>Tranøya</i>									
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks
			Tra 1	Tra 2	Tra 3				
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0				0,00
I	Tilstand (Gruppe I)		1						
	pH	Målt verdi	n/a	7,51	7,43				
	Eh (mV)	Målt verdi	n/a	-88	-117				
II		plus ref. potensial	n/a	143	114				
	pH/Eh	Poeng (tillegg D)		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					
		Noe (2)			1				
		Sterk (4)							
III	Konsistens	Fast (0)	0						
		Myk (2)			2				
		Løs (4)		3					
	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	4	5				
	Korr. Sum (0,22)		0,00	0,88	1,10				0,66
	Tilstand (prøve)		1	1	2				
	Tilstand (Gruppe III)		1						
	Middelverdi (Gruppe II & III)		0,00	0,44	0,55				0,33
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II & III)		1						
	Ph/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi								
	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



Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest, avd ST Stamfisk

Prosjekt nr.: 806649

Prøvetakingssted (område): Tranøya

Dato for prøvetaking: 25.04.2012

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbruksstjenesten 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"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på 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:.....

Godkjent taksonom

SAM-Marin/Havbruksstjenesten

Arter	Stasjon	Tra 2	Tra 2	Tra 3	Tra 3
	Dato	25.04.12	25.04.12	25.04.12	25.04.12
	Hugg nr	2	3	2	3
* Porifera indet.					+
* Hydrozoa indet.					+
<i>Cerianthus lloydii</i>		1			
<i>Edwardsia</i> sp.			1		
* Nemertini indet.		1	1	3	3
* Nematoda indet.		3	1	1	
<i>Harmothoe antilopes</i>				1	
<i>Gattyana cirrosa</i>		0/1	0/2		
<i>Pholoe baltica</i>		32	42	9	4
<i>Pholoe pallida</i>			1	3	
<i>Phyllodoce groenlandica</i>		1		1	
* <i>Eteone longa</i>					0/1
<i>Glycera alba</i>		1		1	
<i>Glycera lapidum</i>					1
<i>Glycera rouxii</i>		1			
<i>Goniada maculata</i>		0/1	1/1		
<i>Nereimyra punctata</i>					1
<i>Ophiodromus flexuosus</i>			1	1	
<i>Glyphohesionia klatti</i>				1	
<i>Syllidae</i> indet.		6	2	6	3
<i>Exogone</i> sp.			1		
<i>Ceratocephale loveni</i>			1		
<i>Nephtys hombergii</i>					0/1
<i>Nephtys hystricis</i>		0/2	0/2		0/1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		59	42	159	42
<i>Nothria conchylega</i>		3		0/1	
<i>Lumbrineridae</i> indet.		7	6	2	1
<i>Ophryotrocha</i> sp.					4
<i>Scoloplos armiger</i>				0/1	3
<i>Polydora</i> sp.				3	
<i>Prionospio cirrifera</i>					1
<i>Spiophanes kroeyeri</i>		4			
<i>Spiochaetopterus typicus</i>		1	2	4	
<i>Aphelochaeta</i> sp.		2		1	
<i>Chaetozone</i> sp.		4	4	3	4
<i>Diplocirrus glaucus</i>		10/4	14/5	14/1	11/1
<i>Brada villosa</i>			1	0/1	
<i>Scalibregma inflatum</i>				1	
<i>Heteromastus filiformis</i>		2	2	20	26
<i>Notomastus latericeus</i>		1	1	1	
<i>Asychis biceps</i>		+	1		
<i>Maldane sarsi</i>		1	37	173	5

SAM-Marin/Havbruksstjenesten

Arter	Stasjon	Tra 2	Tra 2	Tra 3	Tra 3
	Dato	25.04.12	25.04.12	25.04.12	25.04.12
Hugg nr		2	3	2	3
<i>Praxillella gracilis</i>		1			
<i>Rhodine gracilior</i>		9/1	9/1	5/15	0/1
<i>Maldanidae</i> indet.		4	4	10	3
<i>Galathowenia oculata</i>		31	40	42	10
<i>Myriochele heeri</i>		1	2		
<i>Owenia borealis</i>		1/18	9/16	5/8	3/13
<i>Pectinaria auricoma</i>			2		
<i>Pectinaria koreni</i>		1			2
<i>Ampharete falcata</i>				1	
<i>Anobothrus gracilis</i>		1/1	1	1	1
<i>Melinna cristata</i>		1	1/1	1	
<i>Melinna elisabethae</i>		24/11	16/11	1	1
<i>Pista cristata</i>		1/1	1	2/1	
<i>Laphania boeckii</i>		1	1		
<i>Proclea graffi</i>			1		
<i>Thelepus cincinnatus</i>		1			
<i>Polycirrus medusa</i>					1
<i>Polycirrus plumosus</i>				5	0/1
<i>Amaeana trilobata</i>		2/1	1	1	
<i>Hauchiella tribullata</i>		1			
<i>Trichobranchus roseus</i>		1	2/1	3	
<i>Terebellides stroemi</i>		1/5	4/13	7/11	
<i>Euchone</i> sp.				2	
<i>Sabellidae</i> indet.					1
* <i>Philomedes globosus</i>					1
<i>Nebalia</i> sp.				1	
<i>Amphipoda</i> indet.		1	2		
<i>Diastylis cornuta</i>					1
<i>Eudorella emarginata</i>				1	2
* <i>Gnathia</i> sp.		2			
<i>Caudofoveata</i> indet.		1	1	2	
<i>Euspira montagui</i>				1	1
<i>Cylichnina umbilicata</i>			0/1		
<i>Cylichna cylindracea</i>		1		1	
<i>Cylichnina umbilicata</i>				1	
<i>Ennucula tenuis</i>		0/1		1	
<i>Nuculana minuta</i>			1		
<i>Yoldiella philippiana</i>		1			
<i>Crenella decussata</i>		3/1	2/1	2	1
<i>Limatula gwyni</i>		3	2/1		
<i>Lucinoma borealis</i>		1		0/1	
<i>Myrtea spinifera</i>				1	
<i>Thyasira equalis</i>		26	35/1	35	

SAM-Marin/Havbruksstjenesten

Arter	Stasjon Dato Hugg nr	Tra 2	Tra 2	Tra 3	Tra 3
		25.04.12	25.04.12	25.04.12	25.04.12
		2	3	2	3
<i>Thyasira flexuosa</i>		7/1	5	9	
<i>Thyasira sarsii</i>		2/3	9/2	13/13	93/14
<i>Mendicula ferruginosa</i>		1			
<i>Adontorhina similis</i>			1		
<i>Astarte montagui</i>			1/1		
<i>Astarte sulcata</i>		0/2	0/3		
<i>Parvicardium minimum</i>		2			
<i>Abra nitida</i>			2	3	1
<i>Corbula gibba</i>			2	2	
<i>Thracia convexa</i>			1		
* <i>Bryozoa</i> indet. grenet					+
<i>Amphipholis squamata</i>					1
<i>Amphiura chiajei</i>		1/5	2/2	0/3	
<i>Amphiura filiformis</i>		1	4/1	4/1	3
<i>Ophiura albida</i>		1	2		1/1
<i>Ophiura carnea</i>		1			
<i>Ophiura robusta</i>			1		
<i>Ophiura sarsii</i>		3	0/1		
<i>Echinocardium</i> sp.		0/1			
Synaptidae indet.		2		3	
Enteropneusta indet.			1		
* Fiske egg					1

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved Stasjonene Tra 2 og Tra 3, Tranøya 2012.

Geometriske klasser	Tra 2	Tra 3
I	29	28
II	20	17
III	10	6
IV	6	5
V	3	4
VI	5	3
VII	3	0
VIII	0	3
IX	0	0
X	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis



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

Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)

F. reg. 065 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

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

AR-12-MX-001461-01



EUNOBE-00003438

Prøvemottak: 06.06.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 06.06.2012-14.06.2012
Referanse: P.nr: 806649 / ref: 38/12.
Tranøya

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2012-0606-107	Prøvetakingsdato:	25.04.2012	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Stian Kvale	
Prøvemerking:	TRA2 87m Hugg 1	Analysestartdato:	06.06.2012	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
a) Fosfor (P)				
Totalt fosfor (P)	490	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	13	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	47	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	35	mg/g DS	EN 13137	0,1
a) Totalt tørrstoff				
Total tørrstoff	50.3	% (v/v)	EN 14348	0,1

Prøvenr.:	441-2012-0606-108	Prøvetakingsdato:	25.04.2012	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Stian Kvale	
Prøvemerking:	TRA3 97m Hugg 1	Analysestartdato:	06.06.2012	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
a) Fosfor (P)				
Totalt fosfor (P)	770	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	22	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	76	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	37	mg/g DS	EN 13137	0,1
a) Totalt tørrstoff				
Total tørrstoff	46.4	% (v/v)	EN 14348	0,1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

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-001461-01



EUNOBE-00003438



Bergen 14.06.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter