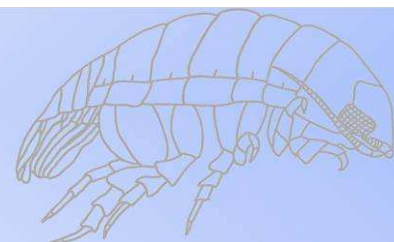


SAM e-Rapport

Uni Research
Uni Miljø, SAM-Marin





e-Rapport nr. 20-2011

MOM C-undersøkelse ved Sandøya III i Roan kommune, 2011

Rune Haugen
Jon Hestetun
Arild Kjerstad



Utforming av sammendrag SAM e-rapport


	SAM-Marin	 <small>Test 157</small>
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 Sandøya III i Roan kommune, 2011	Dato: 24.01.2012 Antall sider og bilag: 37
Forfatter(e): Rune Haugen, Jon Hestetun, Arild Kjerstad	Prosjektleder: E. Heggøy Prosjektnummer: 805938

Oppdragsgiver: Refsnes Laks AS	Tilgjengelighet: Åpen
--------------------------------	-----------------------

Abstract: A MOM C investigation was conducted in September 2011 at 3 sites near the aqua culture locality Sandøya III. The monitoring included geological and chemical analyses of the bottom sediment as well as an analyses of the composition of benthic fauna. No chemical contamination from copper or zink was detected. Phosphorous- and TOC-values were low. The faunal composition indicated good bottom conditions at all stations, lower values from station Snd 1 can mainly be attributed to difficulty of sampling. No adverse environmental condition related to aquaculture operations were found in the investigation.

Keywords: MOM C, marine environmental monitoring, Aqua culture, Sandøya III	Emneord: MOM C, marin miljøovervåking, fiskeoppdrett, Sandøya III	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 20-2011
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	24.01.2012	
Prosjektet / undersøkelsen:	24.01.2012	

**Utforming av sammendrag
SAM e-rapport**

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 MOM C analyser, samlet av: Havbruktjenesten AS

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Tveiten, Korableva, Ekrene, Ensrud og Amin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Alvestad og Johannessen

Rapportering utført av: Haugen og Hestetun

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: Grønning

Stasjon Snd 1: Det var vanskelig å ta prøver fra denne stasjonen. Biologisk prøvetaking er ikke utført akkreditert ved denne stasjonen.

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Blåstål

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

Akkreditert: Kobber, sink, fosfor, total tørrstoff

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER.....	6
2.1 Undersøkellesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser	8
2.2.4 Bunndyr	9
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	11
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	12
3.1 Sediment.....	12
3.3 Kjemi.....	13
3.4 Bunndyr	14
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	19
5 LITTERATUR.....	21
6 VEDLEGG.....	22

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Sandøya 3 utenfor Brandsfjorden, Roan kommune, lokalitetsnummer 19135.

Innsamlingene ble gjennomført den 8. september 2011.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Sandøya III. Med resipient menes her et sjøområde som vil mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Sandøya III er en lokalitet ikke er benyttet de senere år. Anlegget har ligget brakk det siste halvannet året, og var ved tidspunktet for MOM C-undersøkelsen klargjort for neste utsett, men det var enda ikke satt ut fisk eller påbegynt produksjon.

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

Undersøkelsen er utført av Havbrukstjenesten AS og Uni Miljø, SAM-Marin på oppdrag fra Refsnes Laks AS. SAM-Marin er en seksjon ved forskningsselskapet Uni Research AS, har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra bl.a. kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157. Havbrukstjenesten AS er en privat eid bedrift som har utført fiskehelsetjenester for oppdrettsnæringen i 20 år og utført miljøundersøkelser i 10 år. En del av erfaringen består i utførelsen av MOM B-undersøkelser i en årrekke. Havbrukstjenesten har et samarbeid med SAM-Marin for utførelse av akkrediterte MOM C-undersøkelser.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

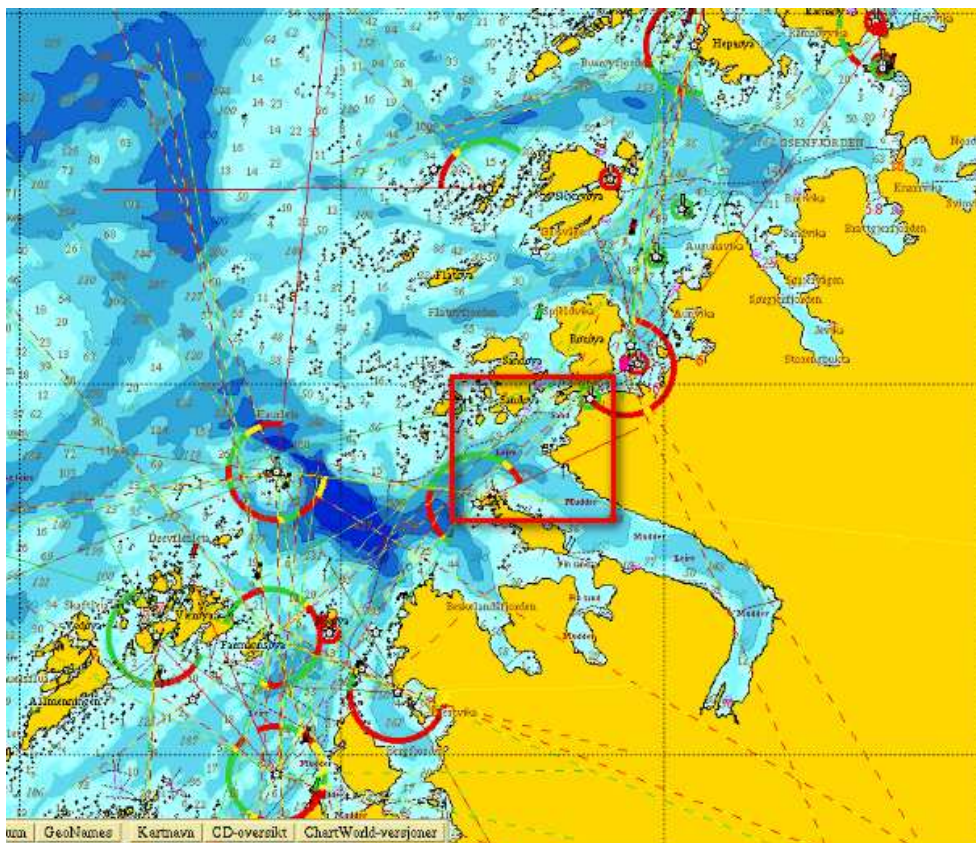
Undersøkelsesområdet ligger vest av Bessaker, i Bessakersundet (Figur 2.1 og Figur 2.2) i Roan kommune. Dybden under ramma til anlegget er fra 27 m til 112 m. Bunnen skrår nedover til over 200 m dyp mot sør, sørvest.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra Havbrukstjenestens egen båt "Blåstål" den 8. september 2011 med Havbrukstjenestens eget toktpersonell Rune Haugen og Geir Håvard Espnes. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget (Snd 1), en i overgangssonen (Snd 2), samt en fjernsone (Snd 3) i en dypere del av Bessakersundet.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Sandøya III, Roan i september 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen-grabb med åpning 0,1m² til alle prøver (fullt kammer 17 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Snd 1 8/9-2011	Bessakersundet 64° 14.567 N 10° 15.917 Ø	105	1	10	Kjemi, og geologi, pH og Eh Biologi. Lite volum. Biologi. Noe åpen grabb, stein i kjefthen. Alle huggene var tilnærmet like med mye sand og stein. Flere bomhugg grunnet åpen grabb. Og alle «godkjente» var litt åpen, unntatt hugg 2.
			2	0,5	
			3	5,5	
Snd 2 8/9-2011	Bessakersundet 64° 14.354 N 10° 15.868 Ø	176	1	17	Kjemi og geologi, pH og Eh Biologi Biologi Alle huggene bestod av i hovedsak silt
			2	16	
			3	17	
Snd 3 8/9-2011	Bessakersundet 64° 14.125 N 10° 15.591 Ø	201	1	17	Kjemi og geologi Biologi Biologi, pH og E_h Alle huggene bestod av et finkornet sediment, silt.
			2	17	
			3	17	



Figur 2.1. Oversiktskart over området. Rød firkant er kart utsnitt som vist i Figur 2.2.



Figur 2.2. Detaljkart med kvoter rundt lokaliteten Sandøya III. Rammen til anlegget vist som svart rektangel. Vurdering av miljøforholdene er vist som kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

2.2.1 Hydrografi

Det ble ikke utført hydrografiske målinger ved denne MOM C-undersøkelsen. Det ble gitt spesiell dispensasjon fra Fylkesmannen i Sør-Trøndelag for dette for denne undersøkelsen.

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 sedimentoverflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra ett av huggene til analyse av kjemiske parametre. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og

kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Analysen av Nitrogen-Kjell Dahl i sedimentet ble utført etter Tecatro AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

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

2.2.4 Bunndyr

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

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet $0,1 \text{ m}^2$. 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.

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 tilsetting av fortynnet formalin bufret 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 ved SAM-Marins lokaler i Høyteknologisenteret i Bergen i fem år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i 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.

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

Artsdiversiteten (H') og NQII beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Både Shannon-Wiener indeks (H') og NQII er biologiske indekser som skal benyttes. Mens H' kun sier noe om diversiteten, gir NQII et inntrykk av mengde sårbare vs. robuste arter det finnes i sedimentet. Ved rapportering skal den verste av de to tilstandsklassene telle. Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997)

lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Direktorsgruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse				
			I Bakgrunn (svært/meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann	Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks ('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	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

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

På lokalitet Sandøya III startet produksjonen første gang i 2002, da SalMar Farming hadde to mærer i bruk der. Deretter var det et opphold frem til 2008, da SalMar fra juli 2008 frem til februar 2009 hadde fisk under produksjon der. I denne perioden ble det ført 1.350 tonn fôr. Etter dette har lokaliteten ligget brakk.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

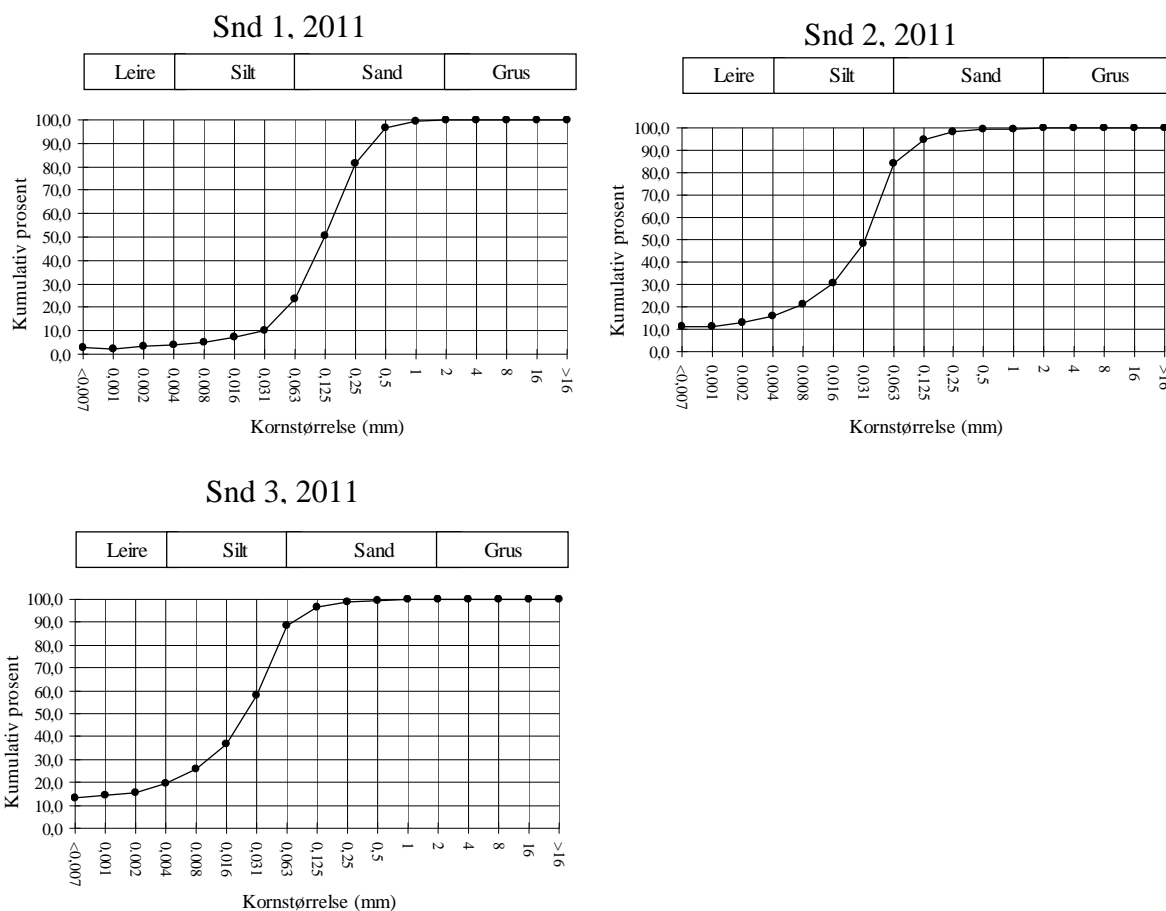
3.1 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2011 er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1.

Tabell 3.1. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Sandøya III i 2011.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Snd 1	2011	105	3,06	4	19	24	76	0
Snd 2	2011	176	7,62	16	68	84	16	0
Snd 3	2011	201	8,46	20	69	89	11	0

Tett på anlegget, på stasjon Snd 1 var sedimentet grovkornet, med en andel sand på 76 %, og 19 % silt, resterende var leire. Det var vanskelig å få prøver fra denne stasjonen, og det ble gjort mange bomhugg ved prøvetaking. Ved overgangsstasjonen Snd 2 og fjernstasjonen Snd 3 var sedimentet finkornet. Fraksjonene bestod i hovedsak av silt, og utgjorde henholdsvis 68 og 69 %. På Snd 2 var det 16 % leire og like mye sand, 16 %. Ved Snd 3 var det 20 % leire og 11 % sand. Glødetapet er jevnt over lavt til svært lavt, og indikerer ikke tilførsel av organisk materiale utover naturlige nivåer.



Figur 3.1. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene Snd 1, Snd 2 og Snd 3.

3.2 Kjemi

Sedimentanalyser

Innholdet av tungemetallene kobber og sink var meget lavt på alle tre stasjonene, og gir beste tilstandsklasse 1 (Tabell 3.2). Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt. Modellen bak klassifiseringen av TOC-verdiene viser seg ofte å gi utslag som harmonerer mindre godt med resterende parametre (jamfør Aure et al. 1993), og resultatene bør derfor vurderes opp mot andre indikatorer slik som glødetap, et annet mål på organisk innhold i sedimentet, for å vurdere hvorvidt de gir et sannsynlig resultat. Mengden organisk karbon (TOC) indikerte litt forhøyede verdier på Snd 2 og Snd 3, som begge fikk nest beste tilstandsklasse II, helt på grensen til beste tilstandsklasse, mens stasjon Snd 1 fikk beste tilstandsklasse, noe som for denne udnørskelsen harmonerer godt med resterende parametre.

Nærstasjonen Snd 1 fikk beste tilstand for TOC. Andelen fosfor var lav for alle stasjonene, og likeledes glødetapet.

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	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	TOC (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Snd 1	105	5,1	I	27	I	<5	18,7	I	0,54	69
Snd 2	176	12	I	46	I	22	24,9	II	0,67	52
Snd 3	201	12	I	44	I	21	23,0	II	0,61	50

Måling av pH og redokspotensial (E_h)

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

3.3 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3 - 3.4, Figur 3.2 - 3.3, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i september 2011. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

På nærstasjonen Snd 1, på 105 m dyp, ble det funnet 102 individer fordelt på 16 arter. Det var flest individer av børstemark i slekten *Chaetozone* (38 stk., 37,3 %), på andreplass børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (22 stk., 21,6 %) og på tredjeplass skjellet *Thyasira flexuosa* (10 stk., 9,8 %).

Stasjonen får en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 2,88 og en jevnhet på 0,72, noe som gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse III (moderat). AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "litt forstyrret", og de sammensatte indeksene som beskriver både artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse III (moderat). MOM-standarden gir denne stasjonen tilstandsklasse 2 (god).

Det ble funnet forholdsvis få individer og arter ved denne stasjonen, noe som gir utslag i indeksene. Imidlertid er faunasammensetningen ikke typisk dominert av opportunistiske arter. Prøvetakingen på denne stasjonen var krevende, med steinete grunn og mange bomhugg, og andel sediment som faktisk ble hentet opp fra stasjonen ligger noe under egentlig minstemål for akkreditering, noe som gjør at denne stasjonen ikke er utført akkreditert.

På bakgrunn av en kvalitativ vurdering av disse omstendighetene er det derfor sannsynlig at forholdene ved stasjonen er noe bedre enn det som kommer fram ved og kun vurdere indeksverdiene. På bakgrunn av tilsvarende artssammensetning ved andre undersøkelser er det grunn til å anta at forholdene er gode ved stasjonen, muligens med noe påbegynnende berikelse fra anlegg i nærheten.

På stasjon Snd 2, på 176 m dyp, ble det funnet 638 individer fordelt på 48 arter. Arten med flest individer var børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (268 stk., 42,0 %), på andre plass børstemarken i slekten *Aphelochaeta* (78 stk., 12,2 %) og på tredje plass børstemark i slekten *Chaetozone* (48 stk., 7,5 %).

Denne stasjonen hadde flest dyr blant stasjonene i undersøkelsen, men med en noe skeiv artsfordeling med et høyt antall *P. jeffreysii*. Stasjonen får dermed en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 3,56 og en jevnhet på 0,64, noe som gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse II (god). AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "litt forstyrret", og de sammensatte indeksene som beskriver både artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir tilstandsklasse II (god) og III (moderat). MOM-standarden gir denne stasjonen tilstandsklasse 1 (meget god). Forholdene er gode ved denne stasjonen, til tross en noe skeiv artsfordeling.

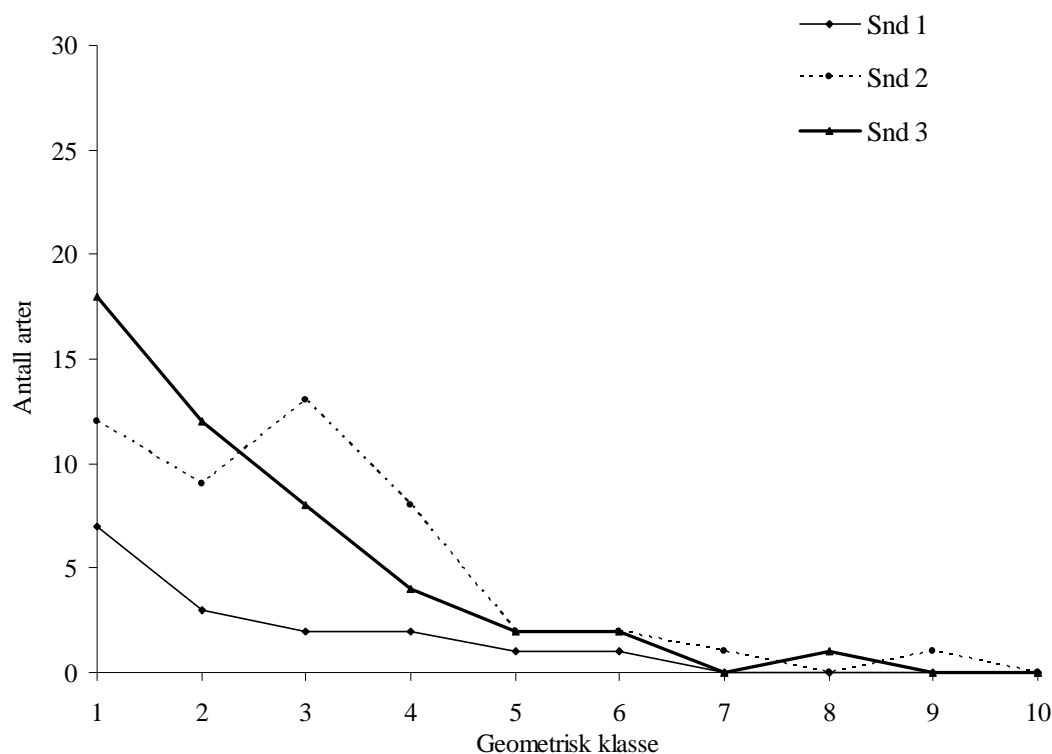
På stasjon Snd 3, på 201 m dyp, ble det funnet 416 individer fordelt på 47 arter. Arten med flest individer var børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (157 stk., 37,7 %), på andre plass børstemarken *Notomastus latericeus* (43 stk., 10,3 %) og på tredje plass børstemarken *Eclysippe vanelli* (42 stk., 10,1 %).

Stasjonen får en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 3,69 og en jevnhet på 0,66, noe som gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse II (god). AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "litt forstyrret", og de sammensatte indeksene som beskriver både artsmangfold og

ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir tilstandsklasse I (meget god) og II (god). MOM-standarden gir denne stasjonen tilstandsklasse 1 (meget god). Forholdene er gode ved denne stasjonen, men igjen trekker en noe skeiv artsfordeling ned indeksverdiene noe.

Tabell 3.3. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), 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, Gul: moderat/mindre god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel). * Stasjon Snd 1 er ikke utført akkreditert grunnet vanskelige forhold under prøvetaking.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'-max	AMBI	NQI1	NQI2	MOM TK	KLIF TK
Snd 1*	3	55	12	2,66	0,74	3,58					
	5	47	11	2,72	0,79	3,46					
	Sum	102	16	2,88	0,72	4,00	3,14	0,60	0,52	2	III
Snd 2	2	255	36	3,55	0,69	5,17					
	3	383	42	3,46	0,64	5,39					
	Sum	638	48	3,56	0,64	5,58	2,74	0,69	0,60	1	II
Snd 3	2	196	37	3,82	0,73	5,21					
	3	220	31	3,30	0,67	4,95					
	Sum	416	47	3,69	0,66	5,55	2,16	0,74	0,65	1	II

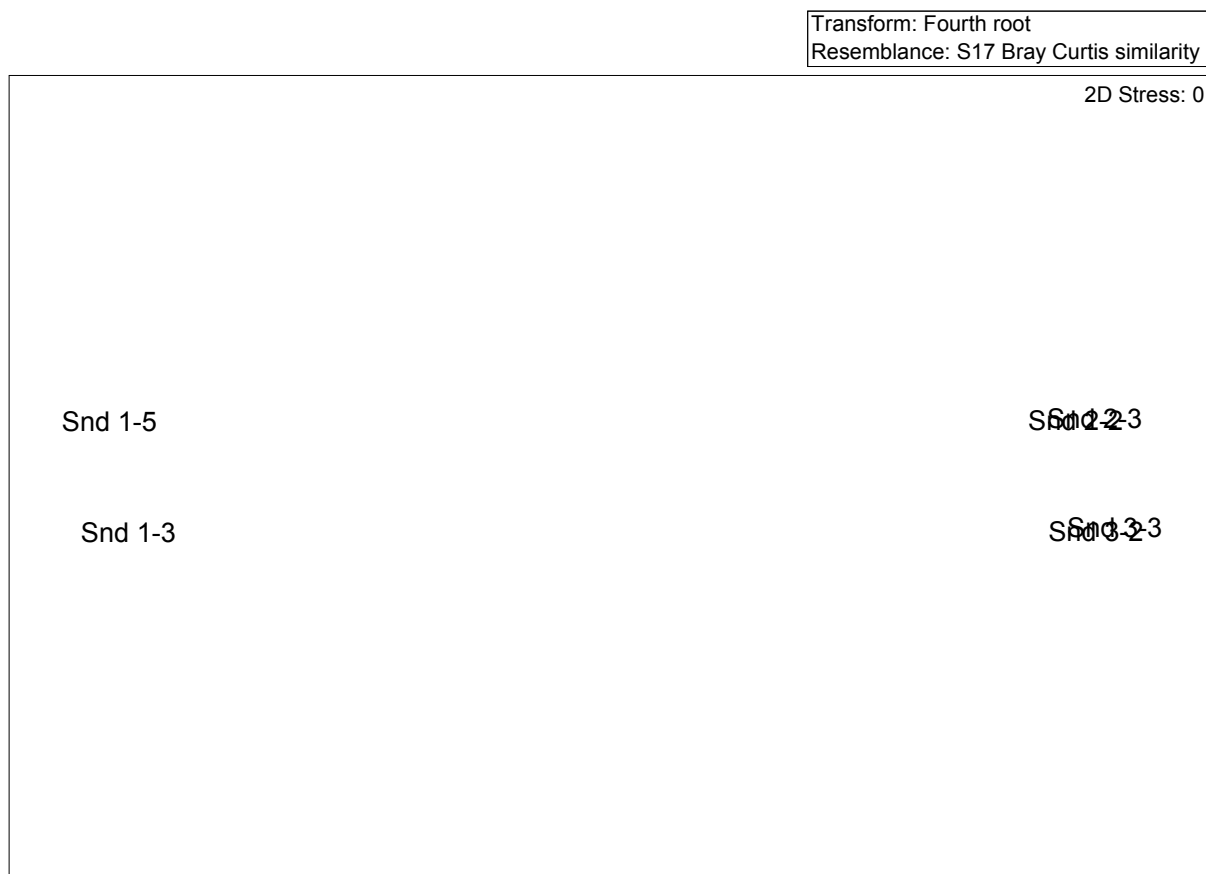


Figur 3.2. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene. *Biologisk analyse av Snd 1 er ikke utført akkreditert (se tekst).

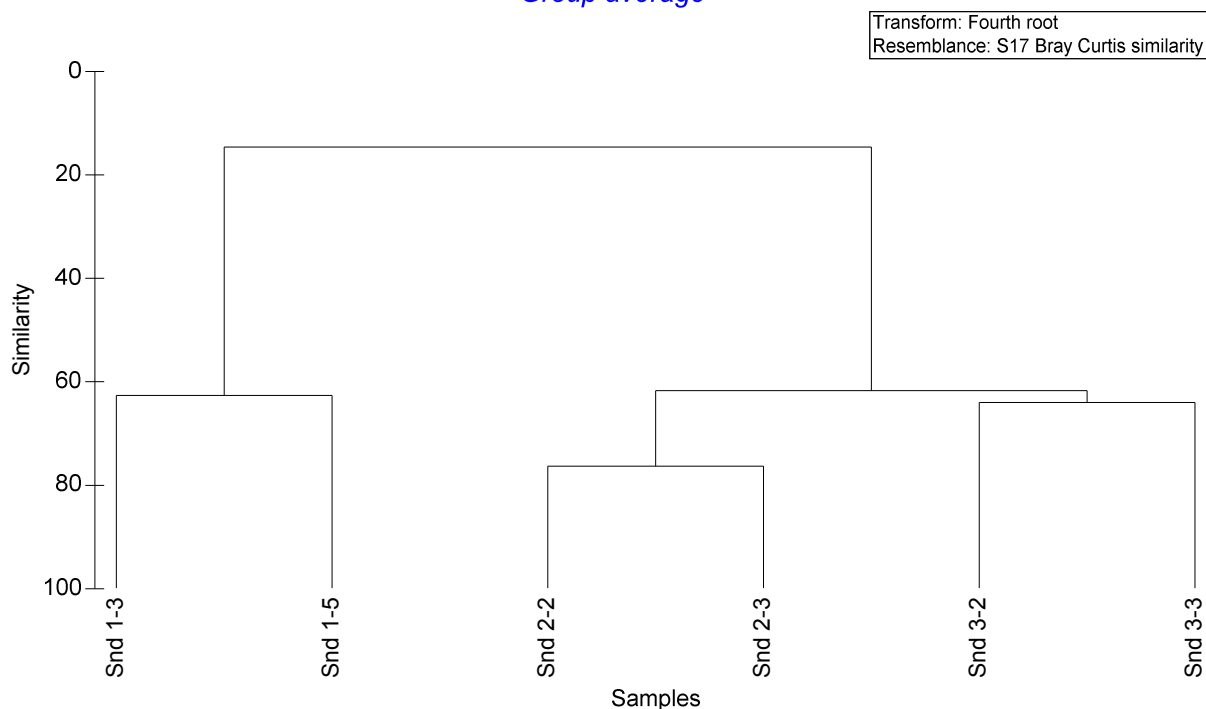
Tabell 3.4. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene. *Biologisk analyse av Snd 1 er ikke utført akkreditert (se tekst).

Snd 1*	Antall	%	Kum. %	Snd 2	Antall	%	Kum. %
<i>Chaetozone</i> sp.	38	37,3 %	37,3 %	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	268	42,0 %	42,0 %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	22	21,6 %	58,8 %	<i>Aphelochaeta</i> sp.	78	12,2 %	54,2 %
<i>Thyasira flexuosa</i>	10	9,8 %	68,6 %	<i>Chaetozone</i> sp.	48	7,5 %	61,8 %
<i>Pholoe baltica</i>	9	8,8 %	77,5 %	<i>Notomastus latericeus</i>	33	5,2 %	66,9 %
<i>Scoloplos armiger</i>	4	3,9 %	81,4 %	Lumbrineridae indet.	19	3,0 %	69,9 %
<i>Galathowenia oculata</i>	4	3,9 %	85,3 %	<i>Eclysippe vanelli</i>	16	2,5 %	72,4 %
<i>Nephtys hombergii</i>	3	2,9 %	88,2 %	<i>Amythasides macroglossus</i>	12	1,9 %	74,3 %
Amphipoda indet.	3	2,9 %	91,2 %	<i>Galathowenia oculata</i>	11	1,7 %	76,0 %
<i>Ophelina acuminata</i>	2	2,0 %	93,1 %	<i>Medicula ferruginosa</i>	11	1,7 %	77,7 %
Anthozoa indet.	1	1,0 %	94,1 %	<i>Kelliella abyssicola</i>	10	1,6 %	79,3 %

Snd 3	Antall	%	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	157	37,7 %	37,7 %
<i>Notomastus latericeus</i>	43	10,3 %	48,1 %
<i>Eclysippe vanelli</i>	42	10,1 %	58,2 %
<i>Kelliella abyssicola</i>	27	6,5 %	64,7 %
<i>Heteromastus filiformis</i>	18	4,3 %	69,0 %
<i>Medicula ferruginosa</i>	13	3,1 %	72,1 %
<i>Aphelochaeta</i> sp.	10	2,4 %	74,5 %
<i>Polycirrus plumosus</i>	10	2,4 %	76,9 %
Lumbrineridae indet.	9	2,2 %	79,1 %
Maldanidae indet.	7	1,7 %	80,8 %



Group average



Figur 3.3. MDS- og cluster plot på huggnivå for stasjonene undersøkt i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Sandøya III i Roan kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført i september 2011. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, én ved anlegget (Snd 1), én i overgangs-sonen (Snd 2) og én lengre ut i fjorden (Snd 3).

Dybden var varierte på stasjonene fra 105 m til 201 m. Sedimentet på nærstasjonen (Snd 1) var grovt, og bestod i hovedsak av sand (76 %), og mye stein da grabben ved de fleste huggene var delvis åpen med stein i åpningen. Overgangsstasjonen (Snd 2) og fjernstasjonen (Snd 3) bestod hovedsakelig av silt (68- 69 %).

Det var ingen lukt av H₂S, mørkere farge eller andre sensoriske indikatorer på organisk forurensing ved noen av stasjonene, og verdier for pH og redokspotensial påviste beste tilstand ved alle tre stasjonene. De kjemiske analysene viste lave verdier som ga beste tilstand for kobber og sink. På alle stasjonene var glødetapet og andelen fosfor lav.

Diversiteten av bunnfauna var god til svært god på Snd 2 og Snd 3 og indikerer normal, uforstyrret fauna på disse prøvestasjonene. På Snd 1, nærstasjonen var det moderat lav diversitet, den fikk tilstandsklasse III etter KLIF og tilstandsklasse god, 2 etter MOM-standarden. Ved Snd 1 var det store problemer med å få godkjente hugg, da alle bortsett fra ett hugg (og det hadde lite volum; hugg 2) enten ble forkastet eller ble godkjent selv om de hadde stein i kjeften av grabben. Dette har sannsynligvis medført at en del individer har blitt vasket ut, og redusert både artsantall og individantall. Det er med andre ord stor sannsynlighet at fauna er bedre både iht. diversitet og antall. Huggene er da heller ikke utført akkreditert på denne stasjonen.

Innholdet av organisk karbon (TOC) var lavt til svært lavt ved alle tre stasjonene, dog fikk Snd 2 og Snd 3 tilstandsklasse II, god, helt på grensen til beste tilstand. Innholdet av tungmetallene kobber og sink, samt av fosfor er meget lavt på alle tre prøvestasjonene. Glødetapet, som er et mål på organisk belastning i tillegg til TOC, var relativt lavt på både Snd 2 og Snd 3, som fikk noe utslag på TOC. Litt utslag på TOC på disse to stasjonene er

sannsynligvis av naturlige årsaker, og utslaget er så moderat at det har lite betydning i sin helhet i bedømming av organisk belastning på disse to stasjonene.

Totalt sett er det gode til svært gode og tilnærmet naturlige forhold ved alle stasjonene, og det kan ikke påvises negativ påvirkning. Unntaket er fauna på nærstasjonen, Snd 1 som fikk moderat tilstandsklasse (III) iht til KLIF, og god (2) iht til MOM. Da anlegget har ligget brakk i lengre tid, samt hatt begrenset lav produksjon tidligere, er det stor grunn til å tro at disse utslagene på fauna hovedsakelig kan tilskrives prøver tatt fra grabb med åpen kjeft grunnet stein. Derfor kan vi anta med større grad av sannsynlighet at fauna på denne stasjonen og var tilnærmet normal ved prøvetidspunktet.

5 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-91. Niva Overvåkingsrapport 510/93. SFT TA 914/1993.
- 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 Vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

6 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	<i>23</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.</i>	<i>31</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	<i>32</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>35</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>36</i>

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

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

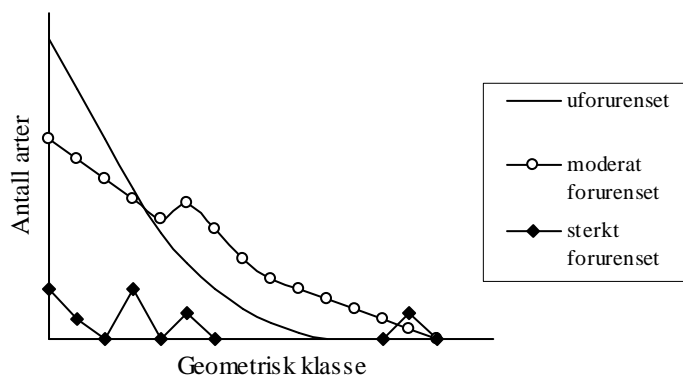
Geometriske klasser

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

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

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 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:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

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

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

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

Multivariate analyser

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

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

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgradienter. 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:

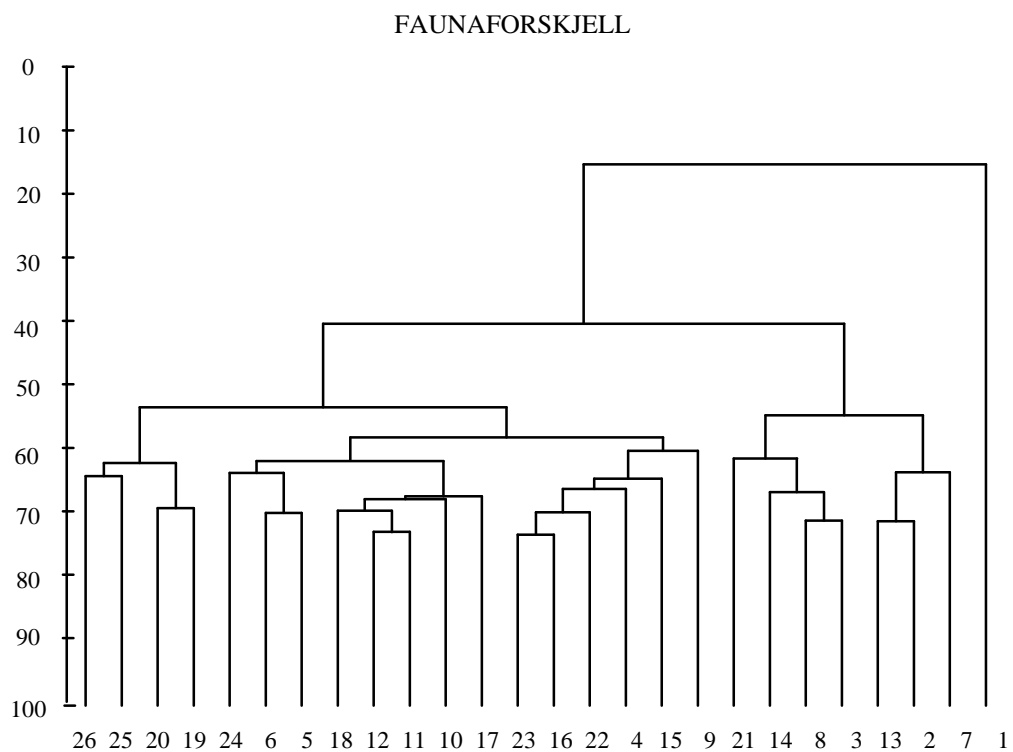
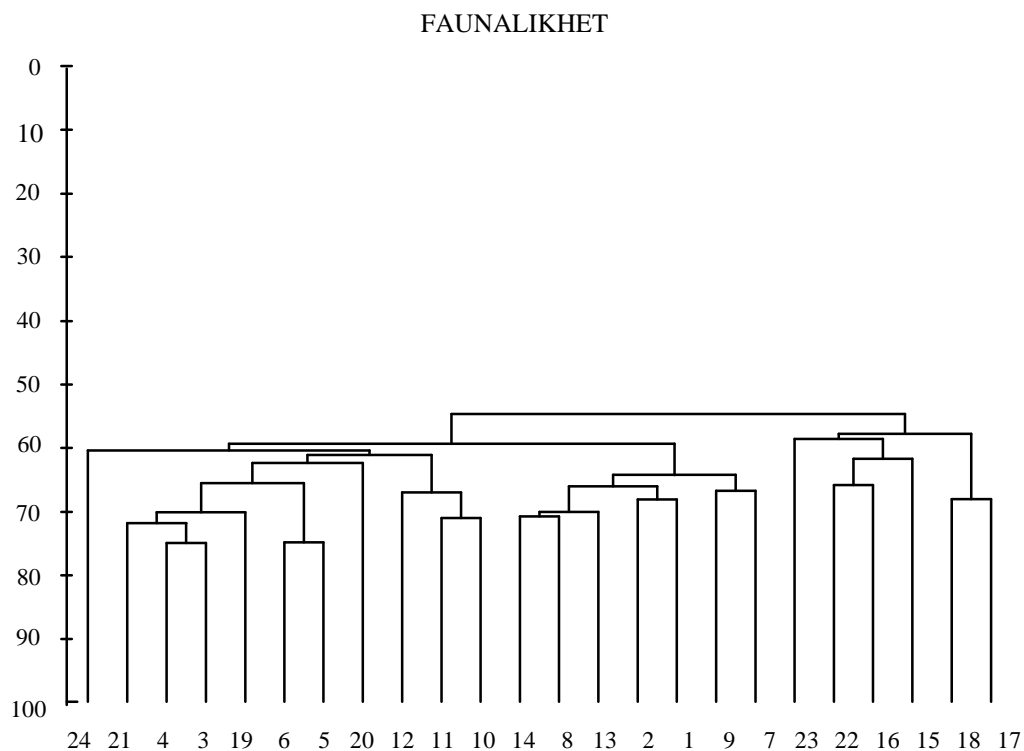
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

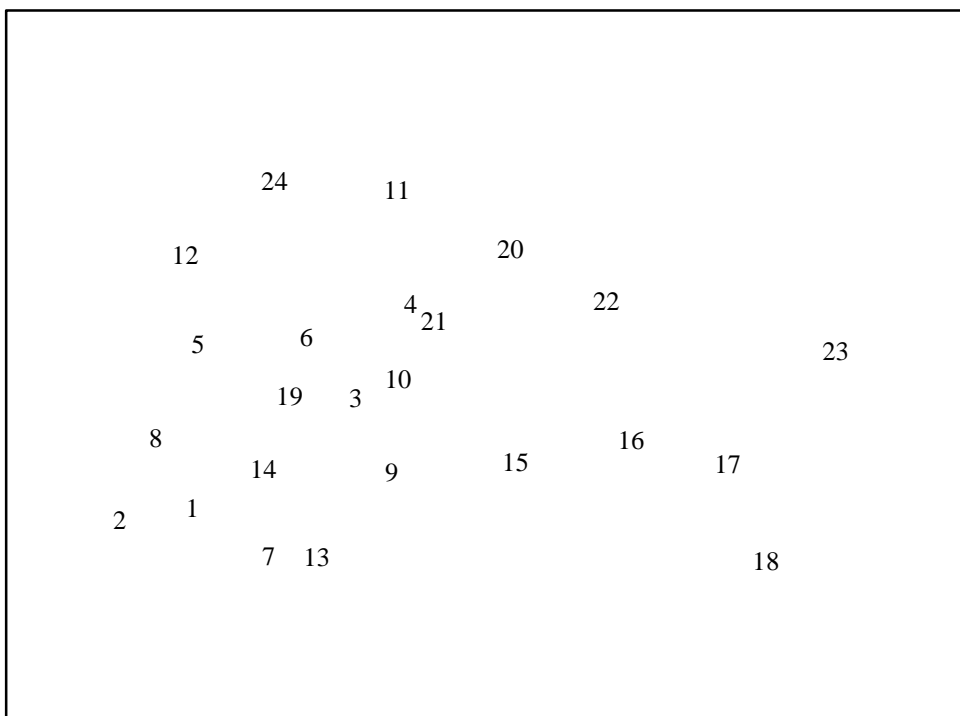
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

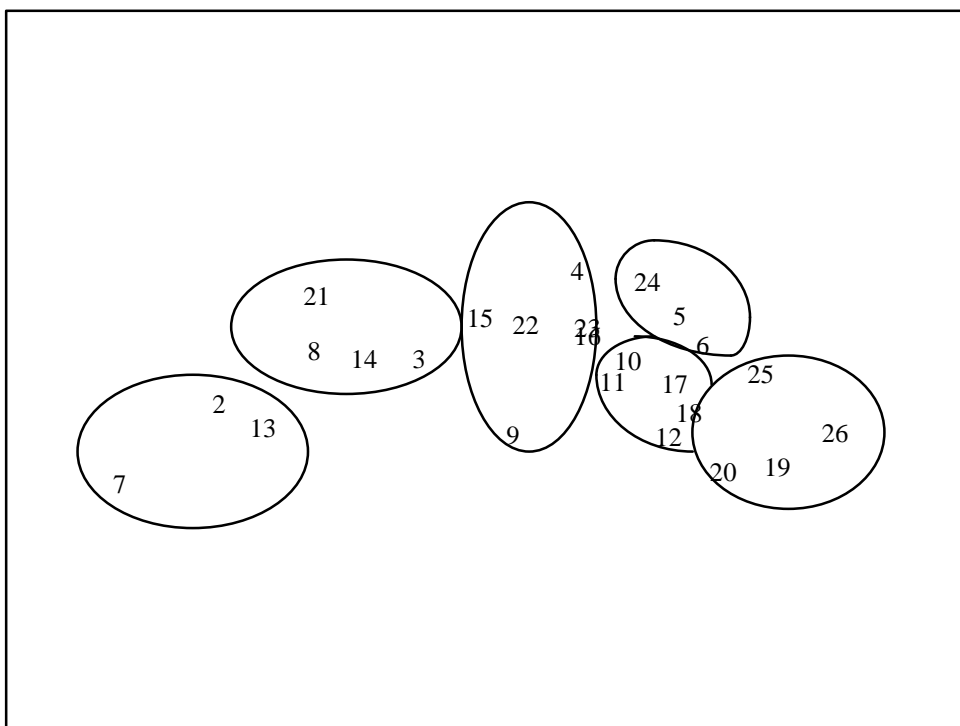


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

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

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

HAVBRUKSTJENESTEN AS									
Firma: Refsnes Laks AS									
Lokalitet: Sandøy 3									
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks
			Snd 1	Snd 2	Snd 3				
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0				0,00
I	Tilstand (Gruppe I)		1						
II	pH	Målt verdi	7,28	7,32	7,37				
	Eh (mV)	Målt verdi	-135	-35	-85				
		plus ref. potensial	96	196	146				
	pH/Eh	Poeng (tillegg D)	1	0	0				0,33
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II)		1						
III	Gassbobler	Ja (4) / Nei (0)	0	0	0				
	Farge	Lys/grå (0)	0	0	0				
		Brun/sort (2)							
	Lukt	Ingen (0)	0	0	0				
		Noe (2)							
		Sterk (4)							
	Konsistens	Fast (0)	0						
		Myk (2)							
		Løs (4)		3	3				
	Grabbvolum (v)	$v < \frac{1}{4}$ (0)							
$\frac{1}{4} \leq v < \frac{3}{4}$ (1)		1							
$v \geq \frac{3}{4}$ (2)			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		1	5	5				
	Korr. Sum (0,22)		0,22	1,10	1,10				0,81
	Tilstand (prøve)		1	2	2				
	Tilstand (Gruppe III)		1						
	Middelverdi (Gruppe II & III)		0,61	0,55	0,55				0,57
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II & III)		1						
	Ph/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi	Tilstand							
	<1,1	1							
	1,1 - <2,1	2							
	2,1 - <3,1	3							
	$\geq 3,1$	4							
	Tilstand								
	Gruppe 1		Gruppe II og						
	A		1,2,3,4						
	4		1,2,3						
	4		4						
	Tilstand		1						

Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.4

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Refsnes Laks AS
Prosjekt nr.: 805938
Prøvetakingssted (område): Sandøya III
Dato for prøvetaking: 08.09.2011
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbruksstjenesten AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Per Johannessen

Metode: Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 og interne standard forskrifter. Materialet er sortert og artsbestemt i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157.

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.

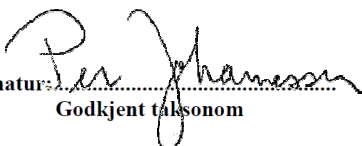
* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 2 sider.

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

Signatur: 
Godkjent taksonom

SAM-Marin / Havbruktstjenesten

08.09.2011 1/2	Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg	Sandøya III					
		Snd 1* 105 m		Snd 2 176 m		Snd 3 201 m	
		3. hugg	5.hugg	2. hugg	3.hugg	2. hugg	3.hugg
* ANTHOZOA							
Anthozoa indet.		1					
Virgularia mirabilis				0/1	1		
* NEMERTINI							
* Nemertini indet.			1	3	6		1
* NEMATODA							
* Nematoda indet.				4	2	1	
* ANNELIDA							
* Polychaeta							
Polynoidae indet.				1			
Pholoe baltica		8	1	4			
Pholoe pallida				1	3		
Phyllodoce groenlandica			1				
Sige fusigera					1		
Eteone longa		5	1				
Exogone sp				1			
Ceratocephale loveni				2/3	2		2
Nephtys hombergii			3				
Paramphinome jeffreysii		11	11	98	170	64	93
Lumbrineridae indet.				9	10	5	4
Drilonereis filum				2	2		
Scoloplos armiger		1	3				
Aricidea catharinae				2	4		3
Levinsenia gracilis				1	5	1	1
Apistobranchnus tenuis						1	
Polydora sp.							1
Prionospio dubia				1	3/1	2	4
Aphelochaeta sp				34	44	2	8
Chaetozone sp.		22	16	22	26	2	
Diplocirrus glaucus		0/1		0/1	3	2	1
Ophelina acuminata		0/1	1				
Scalibregma inflatum					0/1		1
Heteromastus filiformis				4	5	6	12
Mediomastus fragilis		1					
Notomastus latericeus				15	17/1	15/1	27
Rhodine loveni				3	1	1/1	
Maldanidae indet.				2	7	5	2
Galathowenia oculata		2	2	1	10		
Owenia borealis			1				
Pectinaria auricoma					1		1
Amythasides macroglossus				6	6		2
Eclysippe vanelli				8	8	18/2	20/2
Melinna albicincta				1			
Paramphitrite birulai					2	4	
Pista cristata				3	2	1	
Polycirrus norvegicus					1		
Polycirrus plumosus				4	3	4	6
Amaeana trilobata						2/1	1
Trichobranchnus roseus					1	1	
Euchone sp.				1	5	1	

SAM-Marin / Havbruktstjenesten

08.09.2011 2/2	Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg	Sandøya III					
		Snd 1* 105 m		Snd 2 176 m		Snd 3 201 m	
		3. hugg	5.hugg	2. hugg	3.hugg	2. hugg	3.hugg
	Jasmineira sp.				1		
	Sabellidae indet.			2		2	1
	* SIPUNCULA						
	Phascalion strombus		1				
	Onchnesoma steenstrupi					1	1
	Nephasoma cf. minutum					3	
	* ARTHROPODA						
	* Crustacea						
	* Calanus finmarchicus						3
	Amphipoda indet.	3					
	Campylaspis costata				1		
	Tanadacea indet.					1	
	* MOLLUSCA						
	Solenogastres indet.				2	2	4
	Caudofoveata indet.			2	2	2	3
	Stenosemus albus	1					
	Odostomia unidentata				1		
	Cylichnina umbilicata						1
	Philine quadrata					1	
	Philine scabra						1
	Nucula tumidula			1/3	4		
	Yoldiella nana					1	
	Thyasira flexuosa	2/1	3/4			1	
	Thyasira obsoleta			0/1	1	2	1/2
	Axinulus croulinensis						1
	Mendicula ferruginosa			2/2	7	4/3	5/1
	Adontorhina similis				2	1	1
	Kurtiella tumidula					1	
	Parvicardium minimum				2		
	Abra nitida					1	
	Kelliella abyssicola			3	7	12/11	4
	Entalina tetragona					2	
	* ECHINODERMATA						
	Amphiura chiajei			3/2	4	1	
	Amphilepis norvegica			0/1	1/1	2	0/2
	Labidoplax buskii			1	1		
	* ENTEROPNEUSTA						
	Enteropneusta indet.			1			1
	* CHORDATA						
	* Myxine glutinosa						1

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Klasse	Snd 1	Snd 2	Snd 3
I	7	12	18
II	3	9	12
III	2	13	8
IV	2	8	4
V	1	2	2
VI	1	2	2
VII	0	1	0
VIII		0	1
IX		1	0
X		0	
XI			

Vedleggstabell 4. Analysebevis



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Bergen

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

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

AR-11-MX-000823-01



EUNOBE-00000926

Prøvemottak: 07.10.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 07.10.2011-02.11.2011
Referanse: 611101, 805938 Ref
50/11

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2011-1010-043	Prøvetakingsdato:	08.09.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Prøve 1, Sandøya 3	Analysestartdato:	07.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	69	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	5.1	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	27	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	540	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-1010-044	Prøvetakingsdato:	08.09.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Prøve 2, Sandøya 3	Analysestartdato:	07.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	52	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	12	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	46	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	670	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	22.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-1010-045	Prøvetakingsdato:	08.09.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Prøve 3, Sandøya 3	Analysestartdato:	07.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	50	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	12	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	44	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	610	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	21.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2



Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Bergen 02.11.2011

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om 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 2 av 2