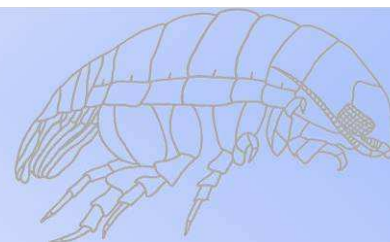


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 7-2009

MOM-C undersøkelse med strandsonebefaring, fra lokalitetene Bjelkavik og Finnvik i Vindafjorden, i 2009


Erling Heggøy



UNI FOB

UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN
UNIFOB AS

UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning

Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway 55 58 43 41  55 58 45 25

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse med strandsonbefaring, fra lokalitetene Bjelkavik og Finnvik i Vindafjorden, i 2009.	Dato: 9.9.2009
	Antall sider og bilag: 49
Forfatter(e): Erling Heggøy	Prosjektleder: Erling Heggøy
	Prosjektnummer: 802743

Oppdragsgiver: Rogaland Fjordbruk AS	Tilgjengelighet: Åpen
--	---------------------------------

Abstract:

The aim of this investigation was to describe the environmental conditions at a fish farm in Vindafjorden based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, oxygen and salinity. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority and NS9410.

The contains of cupper was high close to the fish farm. The other measured chemical components in the sediment were low. The oxygen content in the deepest part of Vindafjorden was high. The bottom fauna was classified as good close to the fish farm, in the transition zone and in the deepest part of the fjord in 2009.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment Hydrography	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
--	--

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 7-2009

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	23/9-09	<i>P.O. Schaner</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	23/9-09	<i>Erling Heggøy</i>

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER.....	5
2.1 Undersøkelsesområdet.....	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Bunndyr	10
2.2.5 Strandsone	12
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	16
3.3 Kjemi.....	17
3.4 Bunndyr	18
3.5 Strandsone	24
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	29
5 TAKK	31
6 LITTERATUR.....	31
7 VEDLEGG.....	32

1 INNLEDNING

Etter pålegg fra Fylkesmannen i Rogaland datert 31. 10. 2008, blir det stilt krav til en utvidet MOM-C undersøkelse med strandsonebefaring i forbindelse med søknad om utvidelse av MTB til 3600 tonn for lokalitetene Bjelkavik og Finnvik i Vindafjorden. Denne rapporten presenterer resultatene fra bunnprøvene innsamlingen 24. mars 2009, og befaring av strandsonen 19. juni 2009.

Lokaliteten Bjelkavik har vært i drift siden juni 2001, og har i dag en konsesjon på 2340 MTB. Lokaliteten ved Finnvik er i dag ikke i bruk, men har et konsesjonsvolum på 780 MTB. Innsamlingene av Undersøkelsen er utført av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-marin) på oppdrag fra Rogaland Fjordbruk AS.

SAM-marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdene rundt oppdrettsanleggene. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og avdekke eventuelle forandringer i resipienten, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Resultatene fra årets undersøkelse ble sett i sammenheng med data samlet inn i 2007 og 2008 i forbindelse med MOM-C undersøkelser ved lokalitetene Lindvik og Herøy.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot SFT's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), og mot C- delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410). Det er ikke foretatt MOM-C undersøkelser ved lokalitetene tidligere. Det ble i tillegg utført en befaring i strandsonen for å se etter endringer som kunne knyttes opp til økt næringstilførsel til fjorden.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger i Vindafjorden i Suldal kommune (Figur 2.1 – 2.3). Under anlegget i Bjelkavik skrår bunnen fra om lag 50 m ned til 150 m dyp. Ved lokaliteten i Finnvik skrår bunnen ned fra om lag 100 m til 250 m. Det dypeste punktet utenfor de to lokalitetene er ved stasjon Vind 5 på 625 m dyp. Fra Vind 5, og utover i fjorden, skrår bunnen slakt videre nedover til ca 712 m ved Vind 1. Innoverer i fjorden skrår bunnen ned til ca 700 m.

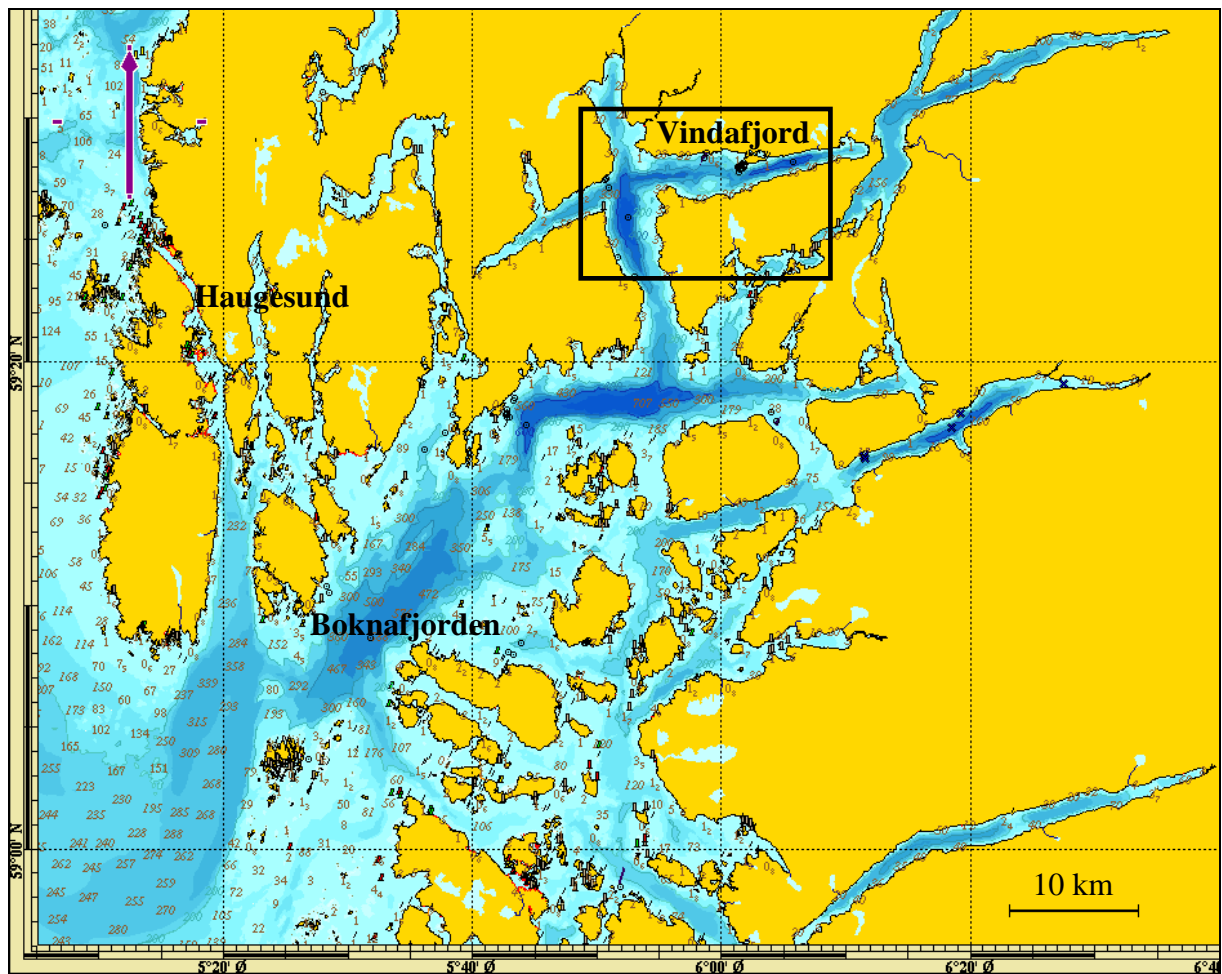
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten Borgund den 24. mars 2009. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anleggene, en i overgangssonen og en i dypet av Vindafjorden. Ved lokaliteten i Finnvik ble det tatt en prøve der anlegget er planlagt plassert ut.

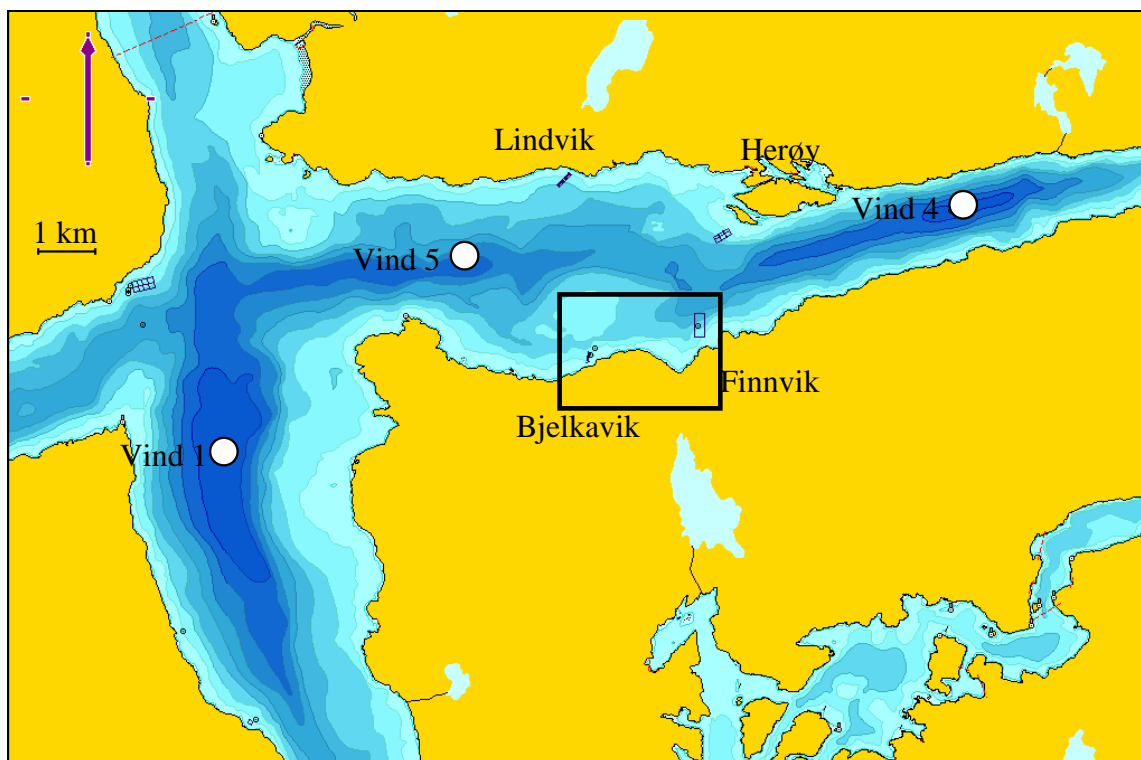
Det ble også foretatt hydrografimålinger fra den dypeste stasjonen. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

Hydrografimålingene ble foretatt ved hjelp av en CTD-sonde (STD/CTD-sonde SD204). Dataene ble hentet ut og er illustrert ved hjelp av programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126.

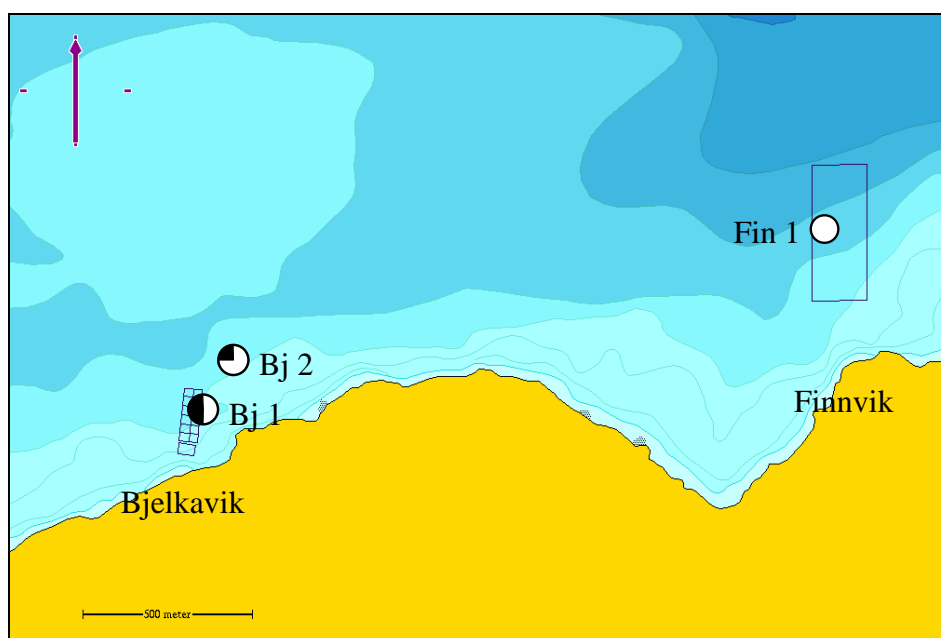
Befaringe i strandsonen ble foretatt 19. juni 2009 av Erling Heggøy (UNIFOB). Med fra Rogaland Fjordbruk var Ove Gjerde, Kristian Johannessen og Ivar-André Naustvik. Rogaland Fjordbruk stilte med båt. På sørsiden av Vindafjorden ble strandsonen fra Husvika og inn til Vikaneset undersøkt. På nordsiden av fjorden ble strandsonen i områdene rundt lokalitetene Herøy og Lindvik undersøkt. På utvalgte steder ble de mest dominerende artene registrert. Det ble tatt fotografier for dokumentasjon. Fotografiene blir oppbevart hos UNIFOB SAM-marin.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet i Vindafjorden. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Oversikt over de undersøkte lokalitetene ved Bjelkavik og Finnvik, og referansestasjonene i dypet av fjordene. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Firkantene indikerer plasseringen av kartutsnittene i Figur 2.3. Kartkilde: Olex.



Figur 2.3. Detallskisse over lokaliteten ved Bjelkavik med stasjonen i nærheten og overgangssonen. Det er også en enkel skisse av anlegget og flåten. Ved Finnvik er den planlagte plasseringen av anlegget teint inn. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonen er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 24. mars 2009. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb inneholder 21 liter (på Vind 5 og 1 hugg på Bj 1) og 17 liter sediment (resten av prøvene).

Stasjon Dato	Lokalitet Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Vind 5 24.03.09	Vindafjord 59°27,734' N 05° 56,753' Ø	625	1 2	21 21	Grå leire med brunt lag øverst. Hydrografi med CTD-sonde. 1 bomhugg
Bj 1 24.03.09	Bjelkavik 59°26,869' N 05° 59,144' Ø	97	1 2	5 17	Mørkegrått til svart sediment. Bobling ved prøvetaking. 2 bomhugg.
Bj 2 24.03.09	Bjelkavik 59°26,934' N 05° 59,215' Ø	110	1 2	3 1	Stein, silt og sand 3 bomhugg, vanskelige prøvetakingsforhold.
Fin 1 24.03.09	Finnvik 59°27,142' N 06° 01,104' Ø	206	1 2	2 17	Grått finkornet sediment 3 bomhugg.

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.

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). Korn-

fordelingen 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 til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av AnalyCen AS (akkrediteringsnummer Test 043). 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 SFT'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 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. Ved denne undersøkelsen ble det benyttet to ulike van Veen grabber, begge på $0,1 \text{ m}^2$. Den ene hadde et volum på 17 liter og den andre 21 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. I henhold til NS-EN ISO 16665, skal grabben ha $\geq 60 \%$ perforering i toppen. Dette for å forhindre at det blir dannet en trykkbølge foran grabben som presse vekk dyrene på overflaten. Ved denne undersøkelsen hadde grabben $< 60 \%$ perforering. For å hindre at det ble dannet en trykkbølge foran grabben, ble farten på grabben redusert før den nådde bunnen.

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 sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har

latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). 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.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Når 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).

I kartet over innsamlingsområdet er stasjonene markert med symboler (○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt) for å illustrere vår oppfatning av miljøforholdene. Symbolene blir gitt på grunnlag av alle resultatene i undersøkelsen, både fra feltarbeidet og alle de ferdige analysene. Symbolene oppsummerer vårt helhetsinntrykk og bygger også på vår erfaring med slike undersøkelser.

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

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Bakgrunn (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
	Organisk karbon	mg/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 nærsone og overgangssone 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 .

2.2.5 Strandsone

Strandsone er voksested for en rekke alger og dyr. De mest iøynefallende artene er blant annet de store tangplantene og ruren. Ved tilførsel av næringssalter kan forholdet mellom de ulike artene endres, ved at hurtigvoksende brun og grøninalger tar over. De kan dekke til tangplantene og med tiden fortrenge de fra området. Dette er arter som også gjør berget sleipt og de klitrer seg gjerne til huden om en skulle komme borti dem. De hurtigvoksende artene kan også ha økt forekomst i områder med ferskvann, da de tolerer lavere saltholdighet enn andre arter. Videre er det de første artene som koloniserer nytt substrat i strandsone, men de blir da erstattet av tangplantene etter noen år.

Ved en befaring blir det sett etter om en finner de mest vanlige artene, som en forventer å finne i området. Videre ser en på om mengde forholdet mellom de ulike artene er som

forventet for det området en undersøker. De mest dominerende artene blir notert og det blir tatt fotografi for å dokumentere tilstanden.

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Lokaliteten ble tatt i bruk juni 2001 (Tabell 2.4).

Tabell 2.4. Fórforbruk i kg for de tre siste årene ved Bjelkavik.

	Tilvekst (bto), kg	Utfóring,
2006	2 103 763	2 588 253
2007	1 021 514	1 294 967
2008	12 314 068	1 616 627
2009 (tom20.09.)	985 380	824 242

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Vind 5. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1.

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene i Vindafjorden den 24. mars 2009.

Dyp (m)	Saltholdighet (Psu)	Temperatur (°C)	Oks. met. (%)	Oksygen (ml/l)	Oksygen (mg/l)	Tetthet (δ_t)
0,5	25,05	4,00	99,23	7,80	11,08	19,88
1	25,89	4,38	100,18	7,75	11,01	20,52
2	27,77	4,65	100,26	7,61	10,81	21,99
3	29,14	4,49	100,24	7,58	10,76	23,10
4	29,82	4,35	99,56	7,51	10,67	23,65
5	29,95	4,35	99,82	7,53	10,69	23,76
10	31,31	5,16	97,61	7,15	10,16	24,78
15	31,93	5,98	96,60	6,91	9,81	25,20
20	32,68	6,96	93,82	6,52	9,26	25,69
30	34,51	8,52	85,09	5,63	8,00	26,95
40	34,73	8,28	83,07	5,53	7,85	27,20
50	34,86	8,08	83,23	5,56	7,89	27,38
60	34,94	7,97	81,91	5,48	7,78	27,51
70	34,99	7,79	80,83	5,43	7,71	27,62
80	35,01	7,73	81,65	5,49	7,80	27,69
90	35,04	7,69	81,30	5,47	7,77	27,76
100	35,03	7,65	81,08	5,46	7,76	27,81
150	35,06	7,62	79,48	5,36	7,61	28,06
200	35,09	7,61	79,88	5,39	7,65	28,32
250	35,09	7,62	80,07	5,39	7,66	28,54
300	35,09	7,61	79,67	5,37	7,63	28,77
350	35,11	7,61	79,45	5,35	7,60	29,01
400	35,09	7,62	80,07	5,39	7,66	29,22
450	35,10	7,59	77,88	5,25	7,46	29,46
500	35,10	7,57	76,56	5,17	7,34	29,69
550	35,11	7,55	74,24	5,01	7,12	29,93
590	35,10	7,52	72,07	4,87	6,91	30,10
599	35,10	7,50	71,79	4,85	6,88	30,17

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

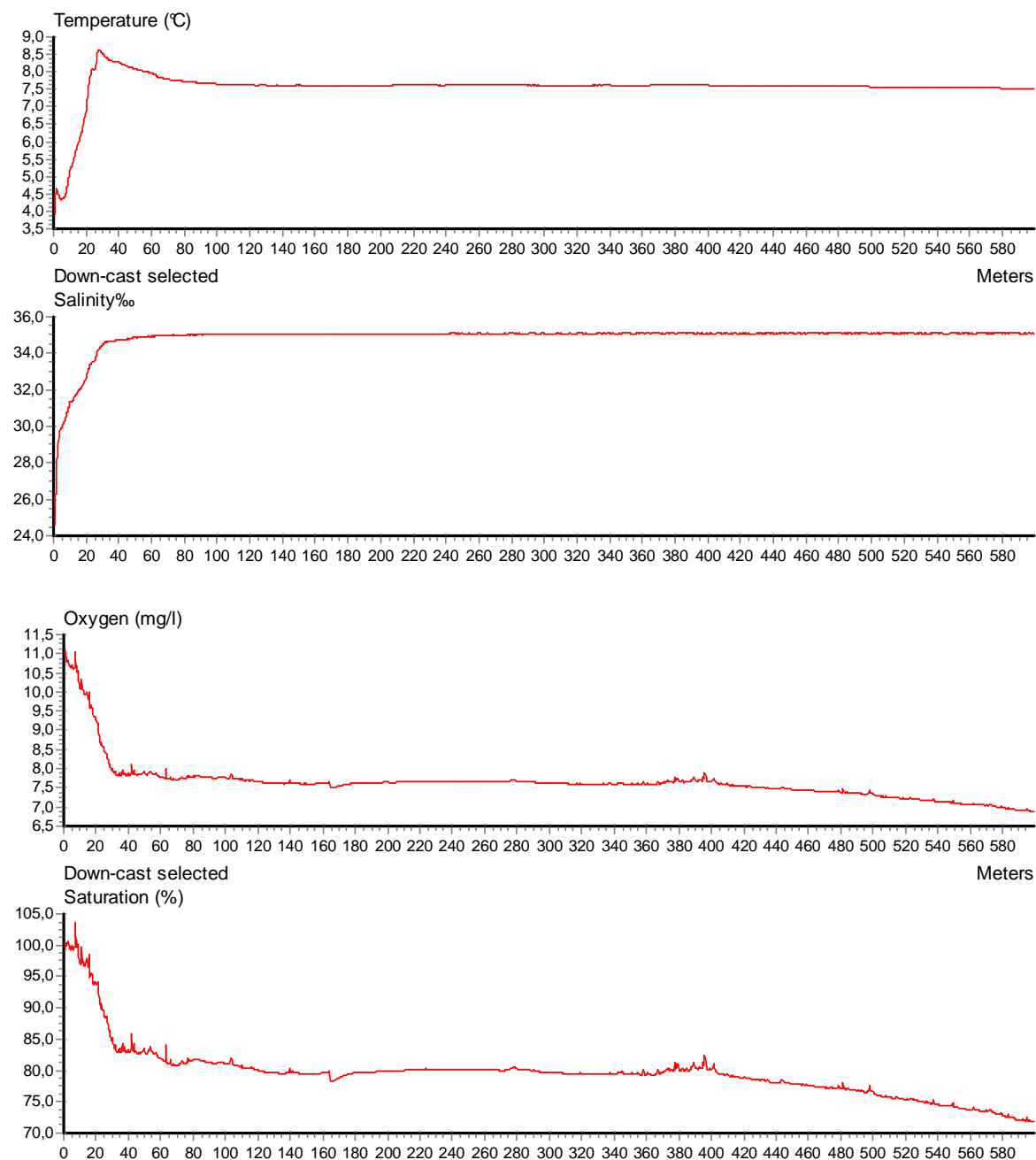
File name: ctd.SD2

Interval: 1 seconds

Measurement series number: 4

SD204, Serial No: 714, AP1018,16

Data displayed from: 11:15:09 - 24.Mar-09 (No. 249) To: 11:40:15 - 24.Mar-09 (No: 1755)



Figur 3.1. Temperatur (°C), saltholdighet (psu) og oksygeninnhold (mg/l) målt med CTD-sonde fra overflaten og til 600 meter dyp på stasjon Vind 5 den 24. mars 2009.

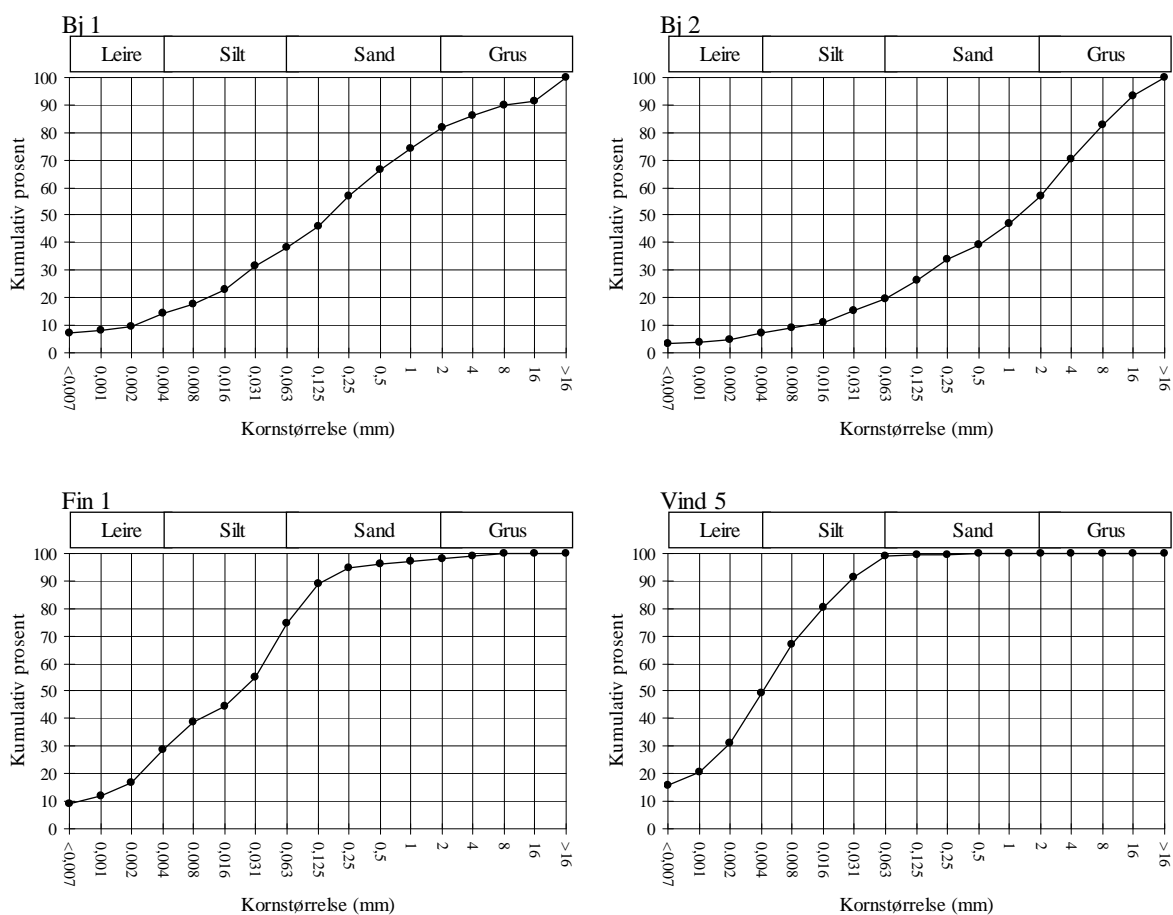
Temperaturen var 4,0 °C i overflaten, og steg til 8,5 °C på 30 m dyp før den sank ned mot bunnen til 7,5 °C på 600 m dyp (Tabell 3.1). Saltholdighetsmålingene viser et overflatelag med lavere saltholdighet (25,0) enn dypere nede. Ved bunnen var saltholdigheten 35,1. Oksygeninnholdet var høyest i overflaten med 7,8 ml/l, og sank til 4,8 ml/l på 600 m dyp. Dette plasserer bunnvannet i SFT's tilstandsklasse I (meget god).

3.2 Sediment

Resultatene fra sediment-undersøkelsene fra 2009 er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.2.

Tabell 3.2. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Bjelkavik og Finnvik i 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Bj 1	97	13,3	14	24	38	43	18
Bj 2	110	4,6	7	13	20	37	43
Fin 1	206	5,1	29	46	75	23	2
Vind 5	625	9,9	49	50	99	1	0



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Bjelkavik og Finnvik i 2009.

De to stasjonene ved lokaliteten Bjelkavik hadde et grovkornet sediment (Tabell 3.2) med 18 % og 43 % grus på henholdsvis Bj 1 og Bj 2. Prøvene fra stasjonen like ved anlegget (Bj 1) hadde et mørkegrått til svart sediment. Ved prøvetaking boblet det fra sediment i det ene

grabbhugget. Det organiske innholdet var 13,3 % og 4,6 på henholdsvis Bj 1 og Bj 2. Et ”normalt” organisk innhold ligger rundt 10 %. Innholdet er ut fra dette litt høyt på Bj 1, og lavt på Bj 2.

Ved lokaliteten i Finnvik, var det et forholdsvis finkornet sediment med 75 % Leire og silt. Det organiske innholdet var lavt (5,1 %).

Ute i dypet av Vindafjorden var det et finkornet sediment med 99 % leire og silt. Det organiske innholdet var 9,9 %, noe som kan betegnes som ”normalt”.

3.3 Kjemi

Sediment analyser

Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene er vist i Tabell 3.3 og Vedleggstabell 3.

Innholdet av kobber ble målt til 220 mg/kg på Bj 1, som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse IV (Dårlig). Innholdet av sink ble målt til 290 mg/kg som gir stasjonen tilstandsklasse II (God). På de andre stasjonene var innholdet av sink og kobber i SFT's tilstandsklasse I (Bakgrunn).

Innholdet av TOC/100 g sediment varierte fra 1,5 på Fin 1 til 9,6 på Bj1. For å benytte SFT's tilstandsklasse på TOC, må de målte verdiene standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993). Ved å benytte formelen gitt i SFT's manual fikk Vind 5 ute i dypet av fjorden en normalisert TOC verdi på 36,2, som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse IV (Dårlig). De to stasjonene ved anlegget i Bjelkavik fikk normaliserte TOC verdier på 110,4 mg/g og 21,5 mg/g som gir tilstandsklasse V (Meget dårlig) og II (God). Stasjonen ved den planlagte lokaliteten i Finnvik fikk en normalisert TOC verdi på 15,2 som plasserer den i SFT's tilstandsklasse I (Meget god).

Tabell 3.3. Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (T.kl.) er oppgitt etter SFT' klassifisering (Molvær et al. 1997; Bakke et al. 2007)

	Kobber		Sink		TOC g/100g	Normalisert TOC (mg/g)		Fosfor	Tørrstoff %
	mg/kg TS	T.Kl.	mg/kg TS	T.Kl.		T.Kl.	g/kg TS		
Vind 5	19	I	110	I	2,5	36,2	IV	0,79	31,8
Bj 1	220	IV	290	II	9,6	110,4	V	14	30,2
Bj 2	13	I	55	I	1,7	21,5	II	1,2	62,4
Fin 1	11	I	63	I	1,5	15,2	I	0,59	35,4

Måling av pH og Redokspotensial

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

Målingene av pH og E_h plasserte stasjonen nærmest anlegget i Bjelkavik i tilstand 3, mens de andre stasjonene fikk tilstand 1 i henhold til parametrene i gruppe II i MOM-B standarden (Tabell 3.4).

Tabell 3.4. Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de tre undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/ E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
Vind 5	7,3	106	0	1
Bj1	6,9	-320	3	3
Bj2	7,4	-8	1	1
Fin1	7,5	20	1	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.5, Tabell 3.6, Figur 3.3, Figur 3.4 og i Vedleggstabellene 2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mars 2009. Resultatene er sammenlignet med to stasjoner fra de dypere delen av Vindafjorden samlet i 2008. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskremitter) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre til at sedimentet og vannet over bunnen blir oksygenfattig, eller helt uten oksygen, og det kan dannes hydrogensulfid. Uten oksygen kan det ikke leve dyr i

bunnsedimentet. Svake bunnstrømmer i området vil være medvirkende til opphopning av organisk materiale. Gode strømforhold kan medvirke til spredning og raskere omsetning av organisk stoff.

Ute i dypet i Vindafjorden på stasjon Vind 5 ble det funnet 41 arter med til sammen 507 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,1 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse I (Meget god). Den mest tallrike artene var skjellet *Kelliella abyssicola* med 119 individer, som sto for 23 % av alle individene i prøven. Antall arter og individer er høyere enn hva som ble målt på Vind 1 i 2007 og Vind 4 i 2008. Dette kan være en indikasjon på at det er en stimulans av bunnfaunen på stasjonen. Fordelingen av arter i de ulike geometriske klassene har en topp i geometrisk klasse nummer V. En topp i tilstandsklasse IV og V har erfaringsmessig vist seg å kunne være starten på en negativ utvikling.

I bunndyrprøvene fra Bj 1 like ved anlegget, ble det funnet 6 arter med til sammen 2071 individer. Diversiteten ble beregnet til 1,5 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse IV (Dårlig). I følge MOM standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anleggene. Det er istedenfor utarbeidet etter eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved oppdrettsanlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk Bj1 Miljøtilstand 2 (god) (Tabell 2.4). Det ble bare funnet børstemarkar i prøvene fra denne stasjonen. De fire mest tallrike var arter som opptrer i sedimentet hvor det er stor tilførsel av organisk materiale.

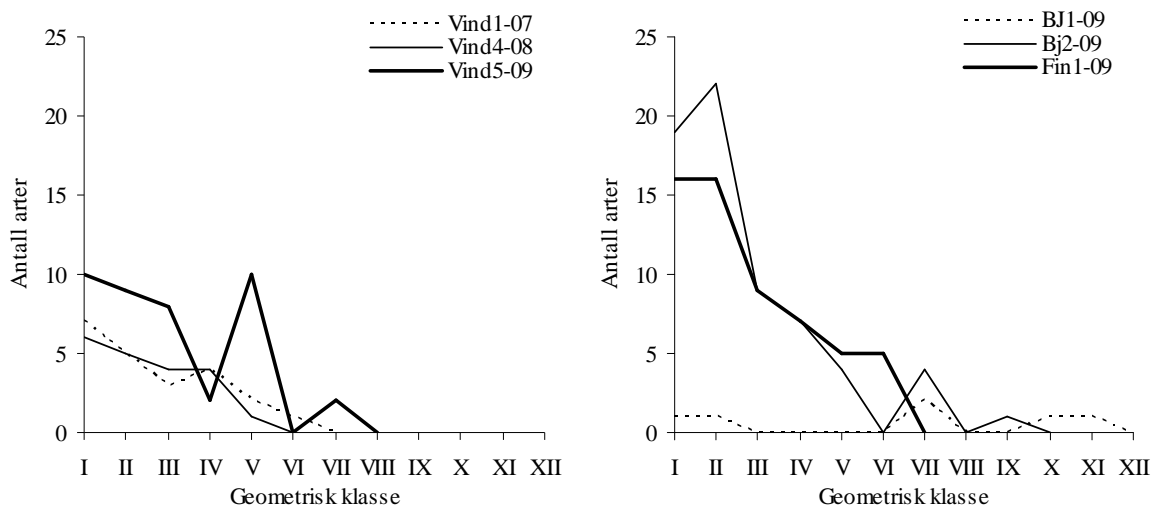
Stasjonen Bj 2 i overgangssonen utenfor anlegget i Bjelkavik hadde 66 arter med til sammen 1133 individer. Arts og individantallet indikerer at det er en stimulans av bunnfaunaen. Diversiteten ble beregnet til 3,6. Dette plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse II (God). I henhold til MOM standarden fikk stasjonen miljøtilstand 1 (meget god). Fordelingen av arter i de ulike geometriske klassene samt de ti mest tallrike artene, støtter også opp under at forholdene på stasjonen var gode.

Stasjon Fin 1 ved lokaliteten i Finnvik, hadde 58 arter med til sammen 499 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,8 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse I (Meget god). I henhold til MOM standarden som vil bli den stasjonen blir vurdert opp mot etter at det er plassert ut et anlegg, fikk stasjonen beste tilstand. Fordelingen av arter i de geometriske klassene og de ti mest tallrike artene støtter opp under tilstandsklassene.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom de to huggene fra samme stasjon (Figur 3.4). Det er imidlertid stor forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som er funnet og hvor mange individer det var av hver art. De to huggene fra stasjonen like ved anlegget (Bj 1) har bare 2,4 % likhet med faunaen på de andre stasjonene. Videre skiller stasjonen BJ 2 i overgangsonen, seg fra de andre stasjonene. Vind 5 ute i dypet grupperer seg sammen med Fin 1, og ikke de to andre stasjonene Vind 1 og Vind 4 fra dypet av fjorden.

Tabell 3.5. Antall individer, arter, diversitet (H') og jevnhet (J) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. For summen av de huggene er også MOM tilstandsklassen tatt med for stasjonene ved anlegget, mens SFT's tilstands er benyttet på de andre stasjonene.

Stasjon og År	Hugg nr.	Dato	Dyp (m)	Antall arter	Antall individer	Diversitet (H)	Jevnhet (J)	MOM T.KL	SFT T.KI
BJ1	1			6	1885	1,4	0,5		
	2			4	186	0,9	0,4		
	Sum	Mars-09	97	6	2071	1,5	0,6	2	
Bj2	1			49	783	3,4	0,6		
	2			45	350	3,8	0,7		
	Sum	Mars-09	110	66	1133	3,6	0,6	1	
Vind5	1			32	205	4,1	0,8		
	2			35	302	4,0	0,8		
	Sum	Mars-09	625	41	507	4,1	0,8		I
Fin1	1			48	207	4,8	0,9		
	2			43	292	4,6	0,8		
	Sum	Mars-09	206	58	499	4,8	0,8		I
Vind1-08	1			18	73	3,7	0,9		
	2			16	90	3,3	0,8		
	Sum	Des.-07	710	22	163	3,6	0,8		II
Vind4-08	1			16	75	3,3	0,8		
	2			12	23	3,2	0,9		
	Sum	Feb.-08	703	20	98	3,6	0,8		II



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

Tabell 3.6. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Vind1-2007	0,2m ²		Kum %
	Antall	%	
<i>Melythasides laubieri</i>	33	20,2	20,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	26	16,0	36,2
<i>Montacuta ferruginosa</i>	21	12,9	49,1
<i>Amphilepis norvegica</i>	14	8,6	57,7
<i>Thyasira equalis</i>	12	7,4	65,0
<i>Brissopsis lyrifera</i>	12	7,4	72,4
<i>Kelliella abyssicola</i>	10	6,1	78,5
<i>Cerianthus lloydii</i>	7	4,3	82,8
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	5	3,1	85,9
<i>Nucula tumidula</i>	5	3,1	89,0

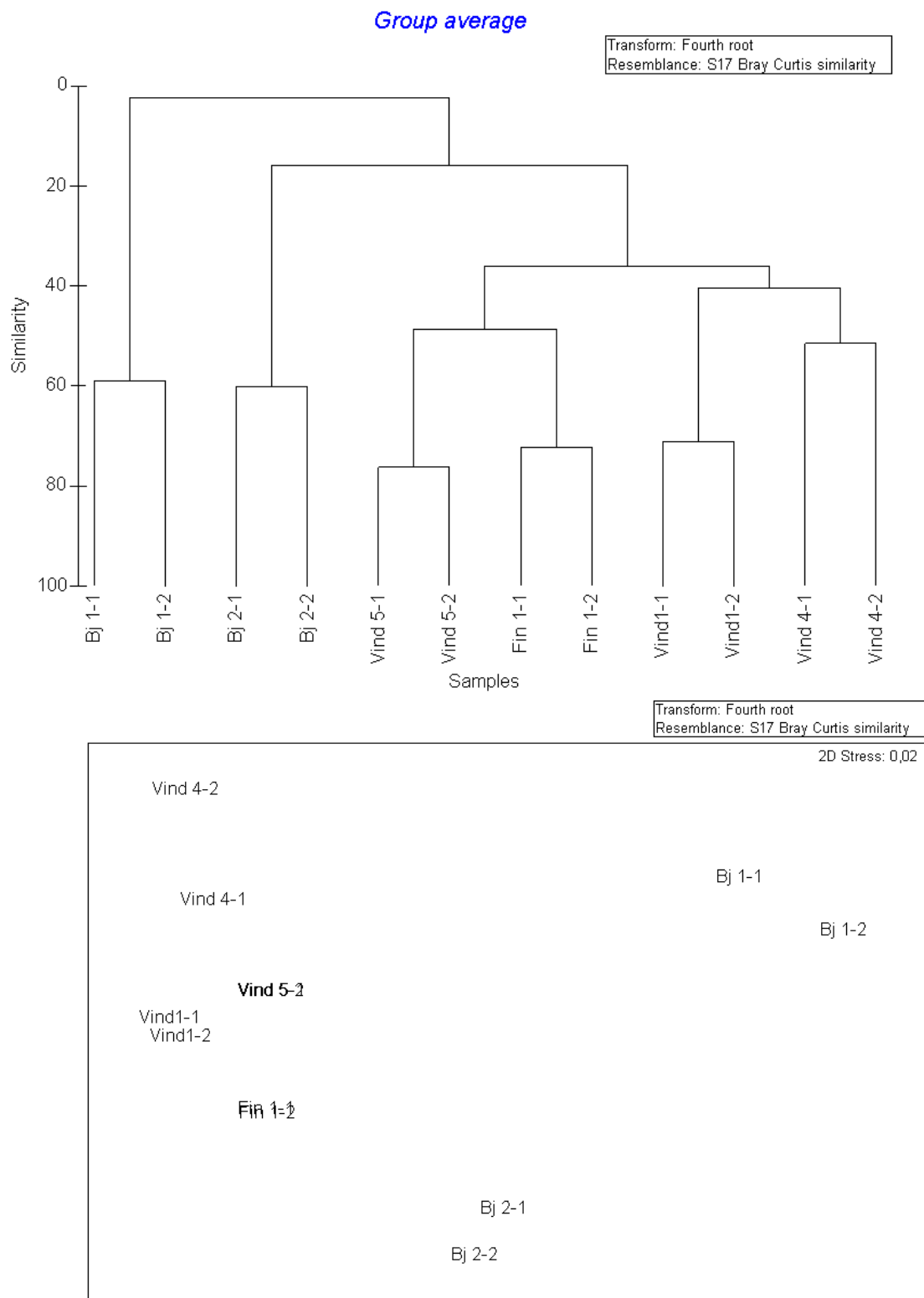
Vind4-2008	0,2m ²		Kum %
	Antall	%	
<i>Thyasira equalis</i>	24	24,5	24,5
<i>Kelliella abyssicola</i>	12	12,2	36,7
<i>Amphilepis norvegica</i>	10	10,2	46,9
<i>Melythasides laubieri</i>	9	9,2	56,1
Cerianthidae indet.	8	8,2	64,3
<i>Terebellides stroemi</i>	6	6,1	70,4
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	4	4,1	74,5
<i>Neoleanira tetragona</i>	4	4,1	78,6
<i>Paradiopatra fiordica</i>	4	4,1	82,7
<i>Nephtys longosetosa</i>	3	3,1	85,7

Vind5-2009	0,2m ²		Kum %
	Antall	%	
<i>Kelliella abyssicola</i>	119	23,5	23,5
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	77	15,2	38,7
Lumbrineridae indet.	31	6,1	44,8
<i>Terebellides stroemi</i>	27	5,3	50,1
<i>Amphilepis norvegica</i>	23	4,5	54,6
<i>Heteromastus filiformis</i>	22	4,3	59,0
<i>Amythasides macroglossus</i>	22	4,3	63,3
<i>Thyasira obsoleta</i>	20	3,9	67,3
<i>Aphelochaeta sp.</i>	19	3,7	71,0
<i>Yoldiella lucida</i>	17	3,4	74,4

BJ1-2009	0,2m ²		Kum %
	Antall	%	
<i>Prionospio steenstrupii</i>	1116	53,9	53,9
<i>Palpiphitime lobifera</i>	718	34,7	88,6
<i>Vigtorniella ardabilia</i>	121	5,8	94,4
<i>Capitella capitata</i>	112	5,4	99,8
<i>Dodecaceria concharum</i>	3	0,1	100,0
<i>Terebellides stroemi</i>	1	0,0	100,0

Bj2-2009	0,2m ²		Kum %
	Antall	%	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	417	36,8	36,8
<i>Abra nitida</i>	124	10,9	47,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	108	9,5	57,3
<i>Chaetozone sp.</i>	104	9,2	66,5
<i>Thyasira sarsii</i>	77	6,8	73,3
<i>Aphelochaeta sp.</i>	31	2,7	76,0
<i>Lipobranchus jeffreysii</i>	29	2,6	78,6
<i>Polycirrus norvegicus</i>	27	2,4	80,9
<i>Brissopsis lyrifera</i>	18	1,6	82,5
<i>Exogone sp.</i>	15	1,3	83,8

Fin1-2009	0,2m ²		Kum %
	Antall	%	
<i>Heteromastus filiformis</i>	47	9,4	9,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	44	8,8	18,2
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	41	8,2	26,5
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	40	8,0	34,5
<i>Amphilepis norvegica</i>	35	7,0	41,5
<i>Caudofoveata indet.</i>	26	5,2	46,7
<i>Amythasides macroglossus</i>	23	4,6	51,3
<i>Nucula tumidula</i>	23	4,6	55,9
<i>Kelliella abyssicola</i>	22	4,4	60,3
<i>Thyasira equalis</i>	20	4,0	64,3



Figur 3.4. De multivariate analysene viste at faunasammensetningen var forholdsvis lik for de to huggene fra hver stasjon, men at det var en del forskjell mellom stasjonene. Det er også et tydelig skille mellom de stasjonene som er ved anlegget og de ute i fjorden. A) Cluster og B) MDS-plott. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Analysene er basert på Bray-Curtis similaritets-indeks.

3.5 Strandsone

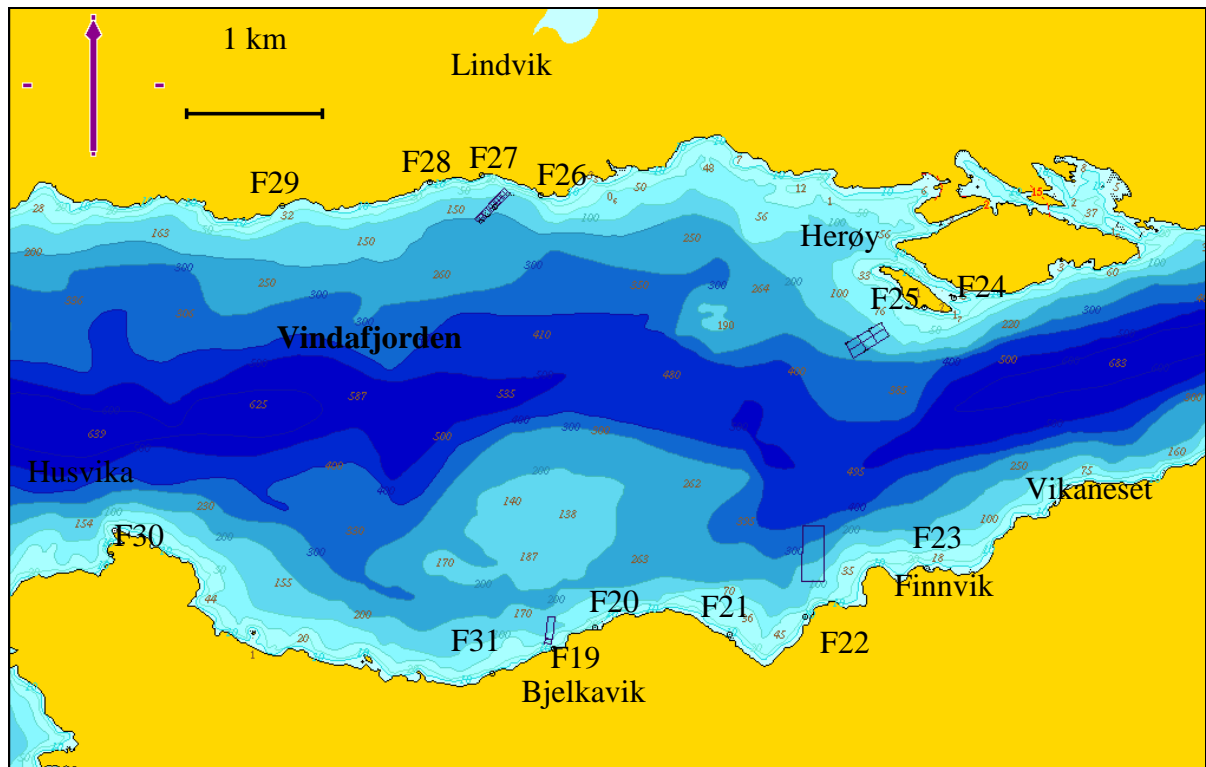
Oversikt over fotolokalitetene er vist i Figur 3.5.

Strandsonen var som forventet for denne fjord typen. Rur (*Semibalanus balanoides*) og rødalgen vorteflik (*Mastocarpus stellatus*) dominerte i de bratteste og mest bølgeutsatte delene av strandsonen (Figur 3.6). Her ble det også registrert en del trådformende rødalger. I de områdene med steinstrand og hvor fjellet ikke var så bratt var beltet av tang bedre utviklet (Figur 3.6). Tangbeltet besto av blæretang (*Fucus vesiculosus*), grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og sagtang (*Fucus serratus*).

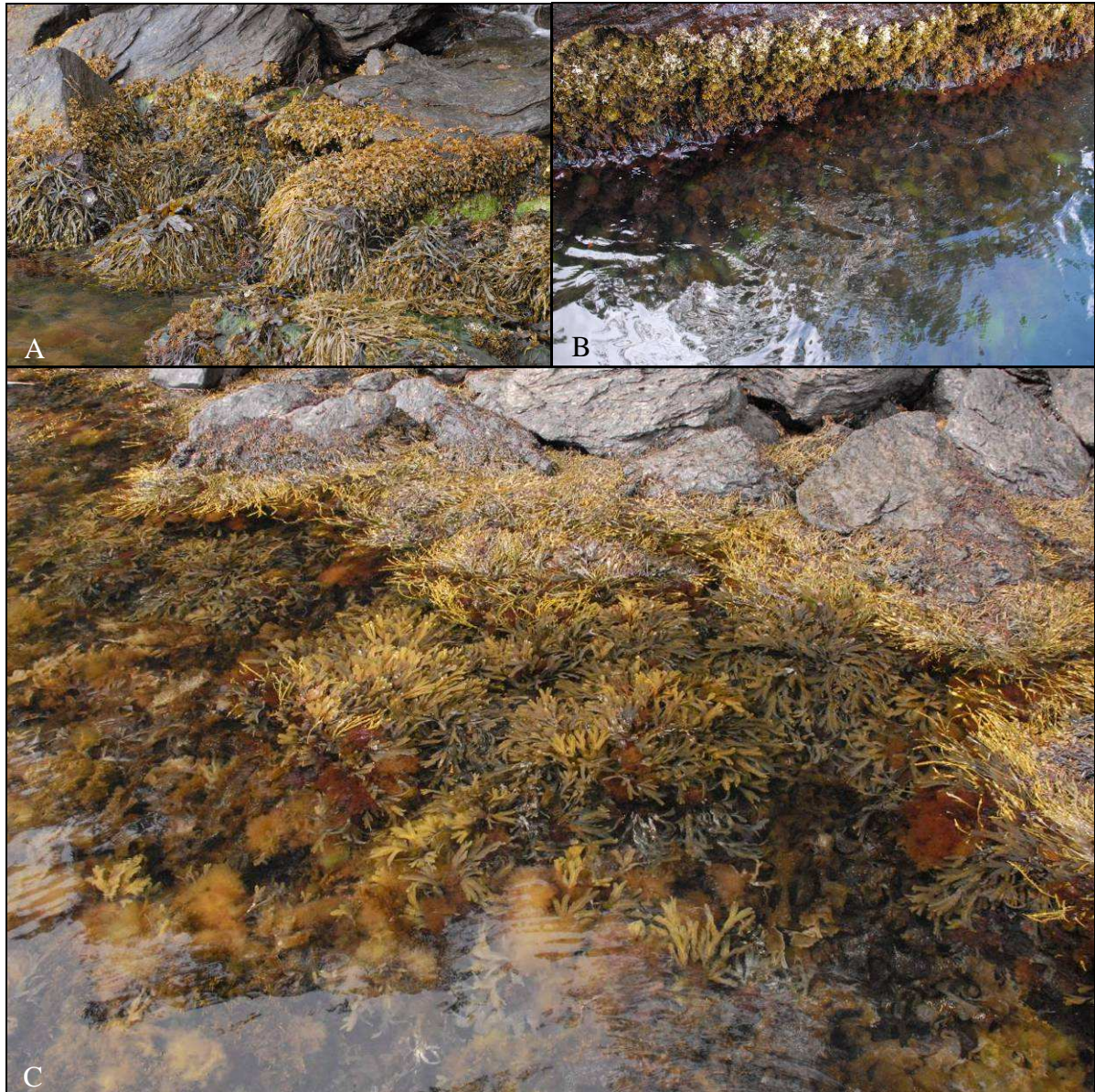
I enkelte bukter var det et tett dekke med grisetang. Nedenfor strandsonen var det fingertare (*Laminaria digitata*), skolmetang (*Halidrys siliquosa*) og martaum (*Chorda filum*) de mest dominerende av de større brunalgene. I enkelte bukter hvor det var litt langgrunt, var det også godt utviklet sukkertare (*Saccharina latissima*) (Figur 3.7). Det var også forholdsvis lite påvekst av andre alger og dyr på sukkertaren.

Det ble bare registrert mindre forekomster av hurtigvoksende ettårige brun- og grønnalger i strandsonen. Disse var stort sett avgrenset til områder hvor det var tilsig av ferskvann. Ett unntak var innenfor anlegget til Marine Harvest i Lindvik på nordsiden av fjorden, hvor det var en stripe med grønnalger (*Ulva* sp) (Figur 3.8). I enkelte av de langgrunne strendene var det et tett dekke av trådformende alger hvor grønnalger fra slekten *Cladophora* sp. ofte var de mest dominerende (Figur 3.8).

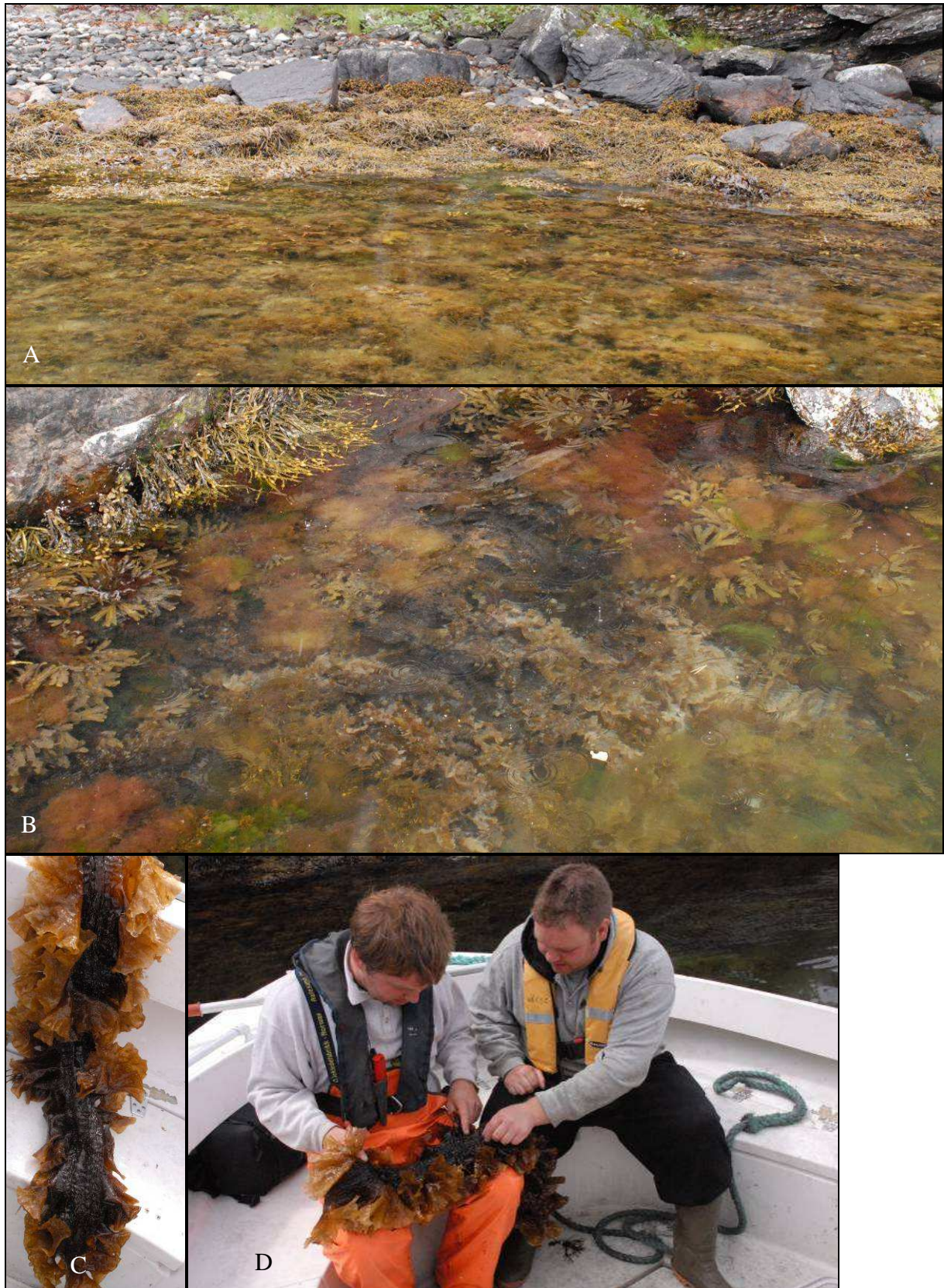
Forekomsten av grønnalgen *Cladophora* sp. er en slekt som kan danne tette bestander om sommeren. Forekomsten kan øke om tilgangen på næringssalter er god. Forekomsten i Vindafjorden var imidlertid ikke så høy at en kan si det var et resultat av økt tilførsel av næringssalter. Det var heller ingen gradient ut fra oppdrettsanleggene i området. Denne arten er også registrert i større mengder andre steder langs kysten i løpet av 2009, både inne i Hardangerfjorden og ute på Fedje (Husa pers medd). Det kan tyde på at denne arten har hatt gode vekstbetingelser i 2009, uten at dette kan knyttes til økt tilførsel av næringssalter.



Figur 3.5. Oversikt over fotolokalitetene. De fire lokalitetene Bjelkavik og Finnvik (Alsaker Fjordbruk) og Lindvik og Herøy (Marine Harvest), er markert med firkanter.



Figur 3.6. Det meste av strandsonen hadde et godt utviklet tangbelte med lite hurtigvoksende ettårige alger. Deler av strandsonen hadde et tett belte med rødalgen vorteflik. A) foto lokalitet 19, B) fotolokalitet 19. C) fotolokalitet 29.



Figur 3.7. I de bølgebeskytta buktene var det godt utviklet tangbelte bestående av blæretang, grisetang og sagtang. I enkelte bukter var det også en del sukkertare. A) fotolokalitet 21, B) fotolokalitet 28. Sukkertare fra lokalitet 21 C) som blir studert av Ivar-André Naustvik og Kristian Johannessen fra Rogaland Fjordbruk D).



Figur 3.8. I strandsonen innenfor anlegget til Marine Harvest i Lindvik på nordsiden av fjorden, var det et avgrenset område hvor det var en del grønnalger i strandsonen A). Den vanligste forekomsten av hurtigvoksende grønnalger var fra ca 0,5 m dyp og et stykke nedover B). A) fotolokalitet 26. B) fotolokalitet 28.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

I denne rapporten presenteres resultatene fra en utvidet MOM-C undersøkelse, etter pålegg fra fylkesmannen i Rogaland datert 31.10 2008, i forbindelse med utviding av MTB til 3600 tonn, for lokalitetene Bjelkavik og Finnvik.

Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 24. mars 2009. Det ble samlet prøver fra fire stasjoner, en ved anlegget og en i overgangssonen til anlegget i Bjelkavik, en ved den planlagte plasseringen av anlegget i Finnvik og en i dypet av Vindafjorden. Det er tidligere utført MOM-B undersøkelser ved lokaliteten i Bjelkavik men ikke MOM-C.

Hydrografimålingene viste at det var gode oksygenforhold i dypet av fjorden.

Stasjonene like ved anlegget og i overgangssonen hadde et grovkornet sediment bestående av mest sand og grus, noe som indikerer gode strømforhold. I dypet av fjorden var det et finkornet sediment. Innholdet av organisk materiale var også relativt lavt på alle stasjonene. Høyeste var innholdet på stasjonen nærmest anlegget i Bjelkavik.

Innholdet av kobber var i SFT's tilstandsklasse IV (Dårlig) og sink i tilstandsklasse II (God) på stasjonen nærmest anlegget i Bjelkavik. På de andre stasjonene var innholdet av de to metallene i tilstandsklasse I (Bakgrunn). Innholdet av TOC var meget høyt på stasjon Bj1 like ved anlegget i Bjelkavik. Målingene av det organiske innholdet viste imidlertid ikke noen unormalt høye verdier. De høye verdiene kan være et resultat av at normaliseringen av TOC verdiene ikke er tilpasset denne typen sediment.

Innholdet av pH og E_h målingene indikerte gode forhold på alle stasjonene, med unntak av stasjonen like ved anlegget i Bjelkavik, hvor stasjonen fikk tilstand 3 på en skala som går til 4.

På stasjonen like ved anlegget ble det funnet 6 arter med til sammen 2071 individer. Stasjonen fikk miljøtilstand 2, som er nest beste karakter etter MOM-standarden. Stasjonen i overgangssonen til anlegget i Bjelkavik fikk Miljøtilstand 1. Stasjonen ved lokaliteten i

Finnvik og stasjonen ute i dypet av fjorden, ble vurdert opp mot SFT's klassifiseringsystem. Begge fikk tilstandsklasse I (Meget god).

Ved befaringen i strandsonen ble det ikke gjort funn som tyder på at driften av anleggene påvirker livet i strandsonen. Forekomsten av hurtigvoksende alger, som kan forekomme i områder med tilførsel av næringssalter, var innefor det som er normalt for denne typen strandsoner. Det ble i enkelte bukter også registrert sukkertare.

Når en vurderer resultatene fra bunndyrs prøvene opp mot de kriteriene som er gitt i MOM-standardene, finner en at anlegget har liten negativ påvirkning på bunnfaunen. MOM-B undersøkelsen fra mai 2008 viser også at selve lokaliteten ikke er overbelastet (Haveland 2008b). Prøvene tatt i overgangssonen og ute i dypet av fjorden gir imidlertid signal om at det er en liten stimulans av bunnfaunaen. Ved en eventuell utviding av konsesjonene bør resipienten overvåkes.

5 TAKK

Vi takker Ivar-André Naustvik, på Borgund for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Gisle Vassenden, Amir Ebrahim Yazdanpanah Amin og Tor Ensrud. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Erling Heggøy sto for befaringen i strandsonen, og vil og takke Ove Gjerde, Kristian Johannessen og Ivar-André Naustvik for en hyggelig prøveinnsamling. Bunnprøvene ble sortert av Ensrud, K, R. Tveiten og N. Korableva. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- 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*.
- Haveland F. 2008a. Resipientgranskning B-undersøkelse Lokalitet Finnvik Suldal kommune. Resipientgranskning Rapport nr. 128-2008. 18s.
- Haveland F. 2008b. Resipientgranskning B-undersøkelse Lokalitet Bjelkavik Suldal kommune. Resipientgranskning Rapport nr. 165-2008. 18s.

7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	33
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere</i>	40
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	42
<i>Vedleggstabell 3. Analysebevis</i>	48

Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

Analyse av bunndyrdata

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 bunndyr-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 bunndyrprøver 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.

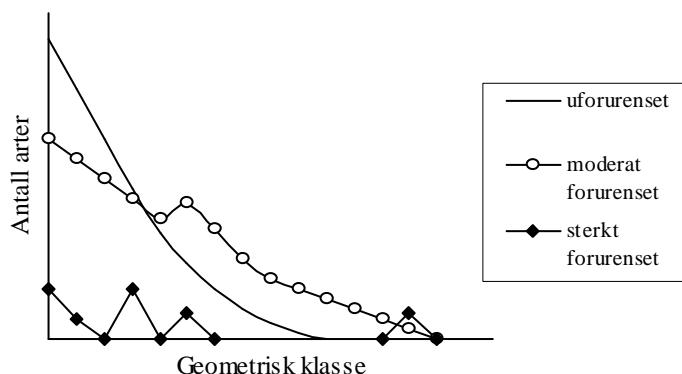
Geometriske klasser

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 & Mirza (1979) og Pearson & 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 & Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et 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. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

Diversitet og jevnhet

Diversitet omfatter artsrikdom (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1949):

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

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:

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

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.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær & al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrprøvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å

sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

Tabell v2. Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra artsmangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks og Hurlbert indeks (Molvær & al. 1997).

Parameter	Tilstandsklasse					
	I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"	
Bunndyr	Shannon-Wiener indeks (H')	>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Hurlbert indeks (ES _{n=100})	>26	26-18	18-11	11-6	<6

Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god "miljøstatus" i følge Molvær & al. (1997) selv om den inneholder få arter. Diversitet er også et dårlig mål på miljøstatus i prøver med mange arter hvor én art er representert med svært mange individer. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling blant individene (lav jevnhet), men mange arter viser at det er gode miljøforhold. Når vi vurderer miljøforholdene i slike tilfeller vil vi legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er tilstede, enn på diversitet.

Flervariabel/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. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray & 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:

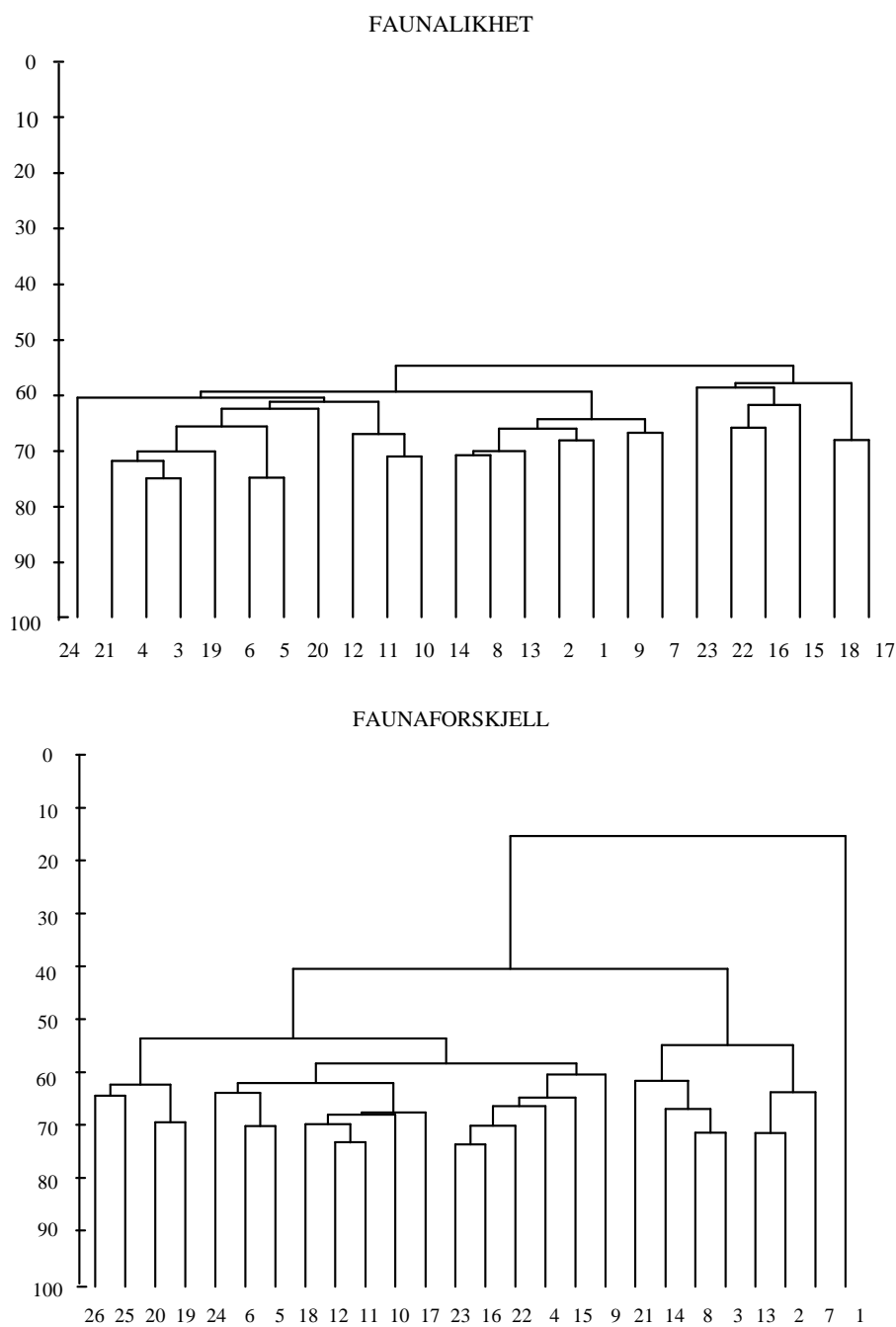
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

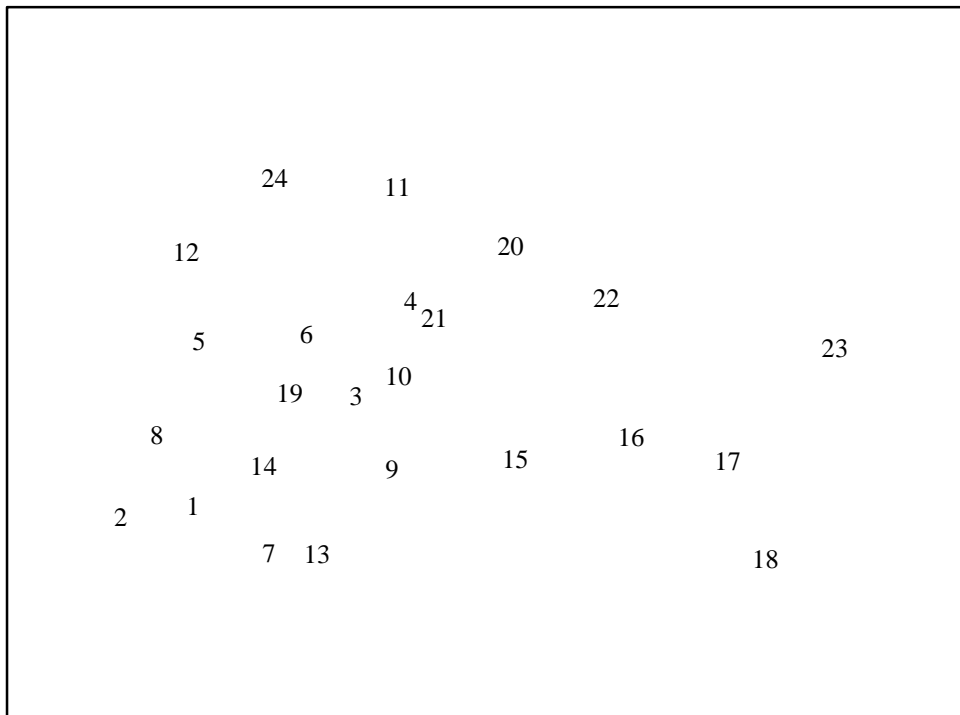
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

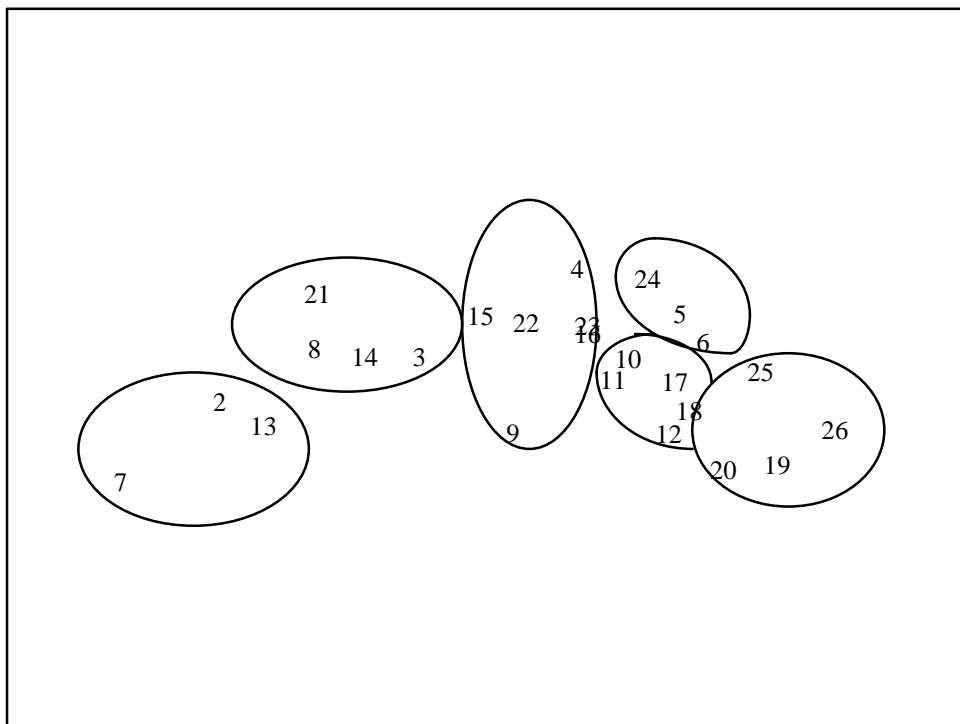


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

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.

Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Rogaland Fjordbruk

Dato: 24.03.2009

Lokalitet: Bjelkavik (Lok nr. 11930), Suldal kommune

Konsesjonsnr:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr								Indeks	
			Vind 5	Bj1	Bj2	Fin1						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0						
I	Tilstand (Gruppe I)											
II	pH	verdi	7,3	6,9	7,4	7,5						
	E _h (mv)	verdi	106	-320	-8	20						
		+ ref. verdi	323	-103	209	237						
	pH/E _h	fra figur	0	3	1	1						
	Tilstand, prøve		1	3	1	1						
	Tilstand, gruppe II											
			Buffer temp: 14,0				Sjøvannstemp: 4,2		Sedimenttemp: 7,5			
			pH sjø: 7.7				E _h sjø: 151		Referanseelektrode: 263			
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	4	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0			0	0						
		Brun/Sort = 2	2	2								
	Lukt	Ingen = 0	0		0	0						
		Noe = 2		2								
		Sterk = 4										
	Konsistens	Fast = 0										
		Myk = 2	2		2	2						
		Løs = 4		4								
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0										
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1			1							
		v ≥ 3/4 = 2	2	2		2						
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0						
2 - 8 cm = 1												
t ≥ 8 cm = 2												
	SUM		6	14	3	4						
	Korrigert sum (*0,22)		1,32	3,08	0,66	0,88						
	Tilstand prøve		2	3	1	1						
	Tilstand gruppe III											
Middelverdi gruppe II og III			0,66	3,04	0,83	0,94						
Tilstand gruppe II og III												
pH/E _h Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand		Lokalitetstilstand								
		Gruppe I	Gruppe II og III									
		A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
		4	1, 2, 3	1, 2, 3								
		4	4	4								
< 1,1	1											
1,1 - < 2,1	2											
2,1 - < 3,1	3											
≥ 3,1	4											
LOKALITETSTILSTAND												

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Rogaland Fjordbruk

Dato: 24.03.2009

Lokalitet: Bjelkavik (Lok nr. 11930), Suldal kommune

Konsesjonsnr:

Prøvetaksingssted (nr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dyp (m)	625	97	110	206						
Antall forsøk	1	3	4	3						
Bobling (i prøve)	nei	nei	nei	nei						
Primær-sediment	Grus			10 %						
	Skjellsand									
	Sand		50 %							
	Mudder									
	Silt				80 %					
	Leire	100 %	50 %		10 %					
Fjellbunn	-									
Steinbunn	-									
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall										
Børstemark, antall										
Andre dyr, antall										
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
Fôr										
Fekalier										
Kommentarer		Bobling i prøve 2								

Vedleggstabell 2. Artsliste



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS
SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)

Høyteknologisenteret i Bergen, 5006 Bergen
Telefon: 55 58 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver (navn og adresse): Rogaland Fjordbruk AS

Prosjekt nr.: 802743

Prøvetakingssted (område): Lokalitet Bjelkarvik og Finnvik, Vindafjord Suldal kommune

Dato for prøvetaking: 24. mars 2009

Ansvarlig for prøvetaking (firma): UNIFBOB AS SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen

Artene er identifisert av: Per Johannessen (SAM).

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger Norsk Standard NS 9423 og interne standard forskrifter.

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 tilstede 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 5 sider.

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

Signatur:.....

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 1/5	Stasjon	Bj 1	Bj 1	Bj 2	Bj 2
	Dato	24.3.09	24.3.09	24.3.09	24.3.09
Art	Hugg nr.	1. hugg	2.hugg	1. hugg	2.hugg
* PORIFERA indet.		+	+	+	+
* HYDROZOA					
* Hydrozoa indet.		+	+		
* PLATYHELMINTES indet.					
* NEMERTINI indet.				32	57
* NEMATODA indet.		416	ca.20	ca.60	ca.20
Priapulus caudatus				1	1
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii				229/112	63/13
Pholoe assimilis					1
Pholoe baltica				2	0/1
Eteone longa					1
Sige fusigera				3/1	1
Kefersteinia cirrata					2/1
Nereimyra punctata					1
Ophiodromus flexuosus				5/2	4/1
Syllidae indet.					1
Exogone sp.				13	2
Glycera lapidum				2	1
Paradiopatra quadricuspis				2	
Lumbrineridae indet.				6	2
Palpiphitime lobifera		578	140	1/1	
Schistomeringos sp.				1	
Orbinia sertulata				1	
Prionospio steenstrupii		1115	1	1/2	
Prionospio cirrifera				1	1
Prionospio fallax				4	
Spiophanes kroeyeri				2	
Vigtorniella ardabilia		120	1		
Paraonis sp.					2
Aphelochaeta sp.				19	12
Tharyx killariensis				1	
Caulleriella sp				2	
Chaetozone christi					2
Chaetozone sp.				75	29
Dodecaceria concharum		3		1/3	3/3
Brada villosa				5	
Diplocirrus glaucus				2/1	1/3
Ophelina acuminata				2/4	0/1
Lipobranchus jeffreysii				24	5
Capitella capitata		52/16	32/12	2/10	2
Heteromastus filiformis				19/7	80/2
Notomastus latericeus				5/4	3/1
Euclymene droebachiensis				1	
Praxillella affinis					1
Myriochele oculata				2	
Owenia borealis				4	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 2/5 Art	Stasjon Dato Hugg nr.	Bj 1	Bj 1	Bj 2	Bj 2
		24.3.09 1. hugg	24.3.09 2.hugg	24.3.09 1. hugg	24.3.09 2.hugg
Pectinaria auricoma				2	
Pectinaria koreni					1
Amphicteis gunneri					0/1
Melinna albicincta				2	1
Neoamphitrite affinis				1	
Pista cristata				4	4
Thelepus cincinnatus				1	1
Streblosoma intestinale					3
Polycirrus medusa				1/1	
Polycirrus norvegicus				6/2	16/3
Terebellides stroemi		0/1			
CRUSTACEA					
* Calanus finmarchicus		4		1	
* Euchaeta norvegica		1			
* Metridia longa		7			
* Heterorhabdus norvegicus		1			
* Candacia armata		1			
* Cypridina norvegica				1	
Balanus sp.					1
* Nebalia sp.		1	1	2	
* Mysidacea indet.					1
* Diastylis cornuta				3/3	
* Diastylodes biplicata				2	
* Diastylodes serrata				1	
* Amphipoda indet.				1	
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.				3	1
Euspira montagui				3	
Philine scabra				1/1	
Thyasira flexuosa					1
Thyasira sarsii				41/16	14/6
Montacuta ferruginosa				3	1/1
Astarte sulcata					2
Macoma calcarea				0/2	
Abra nitida				28/58	15/23
ECHINODERMATA					
Amphipholis squamata					1
Amphiura filiformis				3/1	2/1
Amphilepis norvegica				1	
Ophiura sarsi					1
Brisaster fragilis					1
Brissopsis lyrifera				16	2
Mesothuria intestinalis				1	
HEMICHORDATA					
Pterobranchia indet.		+			
ASCIDIACEA					
* PISCES egg.		23			
* VARIA		+		+	+

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 3/5	Stasjon	Vind 5	Vind 5	Fin 1	Fin 1
	Dato	24.3.09	24.3.09	24.3.09	24.3.09
Art	Hugg nr.	1. hugg	2.hugg	1. hugg	2.hugg
* PORIFERA indet.				+	
* HYDROZOA					
* Hydrozoa indet.				+	
* ANTHOZOA					
Cerianthus lloydii				3	1
* PLATYHELMINTES indet.					
* NEMERTINI indet.		3	1	18	12
* NEMATODA indet.		2	2	7	3
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii				13/6	13/12
Aphrodita aculeata					0/1
Pholoe baltica				1/1	0/1
Neoleanira tetragona		1	1	1	
Gyptis rosea			3	2	
Kefersteinia cirrata					2
Ophiodromus flexuosus				1	
Pilargis sp.				1	
Exogone sp.				2	7
Ceratocephale loveni				0/3	1/1
Aglaophamus malmgreni		1		2	0/1
Nephtys longosetosa				1	
Glycera lapidum		0/2	2/1		1/1
Paradiopatra fiordica		4/2	7/3	1	1
Paradiopatra quadricuspis		1/2	1		2/1
Lumbrineridae indet.		22	9	3	4
Phylo norvegica		2	0/1		1
Prionospio dubia				1/2	2/1
Spiochaetopterus bergensis		1	5		
Aricidea catherinae			1		
Aricidea suecia			3		
Levinsenia gracilis		2	3	3	5/1
Paraonis sp.				2	
Aphelochaeta sp.		5	14	2	6
Chaetozone sp.		1			
Brada villosa				1	
Diplocirrus glaucus				0/1	
Pherusa falcata				3/2	
Heteromastus filiformis		7	15	15/1	30/1
Rhodine gracilor				2	5
Maldanidae indet.					1
Myriochele heeri		5			2
Myriochele oculata		2	2		
Pectinaria belgica				1	
Amythasides macroglossus		4	18	4	17/2
Sosanopsis wireni				4	7
Amage auricula			2	4/1	4/3
Melythasides laubieri		7	8		
Pista cristata				0/1	
Terebellides stroemi		9/6	9/3	0/1	1/2

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 4/5	Stasjon	Vind 5	Vind 5	Fin 1	Fin 1
	Dato	24.3.09	24.3.09	24.3.09	24.3.09
Art	Hugg nr.	1. hugg	2.hugg	1. hugg	2.hugg
Sabellidae indet.		2	1		
OLIGOCHAETA indet.				2	
SIPUNCULA					
Sipuncula indet.			1		
Onchnesoma steenstrupi		1	2/2	18/2	19/1
Nephasoma cf. minutum		20	57	7	34
CRUSTACEA					
* Calanus finmarchicus		1			4
* Calanus hyperboreus		11	18		6
* Chiridius armatus		5	1		
* Bradyidius sp.					1
* Euchaeta norvegica		2		2	2
* Metridia longa				1	
* Heterorhabdus norvegicus		4	1	4	
* Philomedes lilljeborgi					1
* Mysidacea indet.			1		
* Diastylodes serrata		1			
* Eurycope sp.		1	1		
* Amphipoda indet.		1		1	1
Eriopisa elongata			3	1	5/1
* Euphausiacea indet.		1			
* Decapoda larve				1	
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.		4	2	11	15
Cylichnina umbilicata				1	1
Nucula tumidula		0/1	1/1	10/1	10/2
Yoldiella lucida		4/1	7/5		
Yoldiella philippiana				1	0/1
Delectopecten vitreus		1	1		
Hyalopecten similis					1
Thyasira obsoleta		12	7/1	1/1	1
Thyasira sarsii		0/1			
Thyasira equalis		6/1	5/4	8/3	9
Thyasira granulosa			1		
Adontorhina similis				1	1
Axinulus croulinensis		3/1	4/1		
Mendicula ferruginea		1		5/1	9
Montacuta ferruginosa					2
Abra nitida			1	1	1
Kelliella abyssicola		34/15	63/7	4/1	13/4
Cuspidaria rostrata			1		
Dentalium occidentale				0/1	
Entalina tetragona				6/2	3/1
ECHINODERMATA					
Amphiura chiajei				1	
Amphilepis norvegica		5/5	5/8	6/15	2/12
Ophiura sarsi				0/1	
Brissopsis lyrifera				1/2	2
* POGONOPHORA indet.					
* Siboglinum fiordicum		+	+		

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 5/5	Stasjon	Vind 5	Vind 5	Fin 1	Fin 1
	Dato	24.3.09	24.3.09	24.3.09	24.3.09
Art	Hugg nr.	1. hugg	2.hugg	1. hugg	2.hugg
ENTEROPNEUSTA indet.					1
* CHAETOGNATHA indet.		3	4		3
ASCIDIACEA					
Bentosema glaciale		0/1			
* PISCES egg.		10	2	3	2
* VARIA		+	+	+	+

Vedleggstabell 3. Analysebevis

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen



Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (2)

Kundenummer	8183600-1464252	Provemottak	03.04.2009
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	22.04.2009
Oppdragsmerket	Stedskode 611101, P. nr. 802743- ref 7/09. Att. Gisle Vassenden.		
Sted for prøvetaking	Hugg 1		

Lab.nr.	NOV020432-09	NOV020433-09	NOV020434-09	NOV020435-09
Tatt ut	24.03.2009	24.03.2009	24.03.2009	24.03.2009
Merket	Vind 5, 24.03.09	Bj 1, 24.03.09	Bj 2, 24.03.09	Fin 1, 24.03.09

Parameter	Enhet				
TOC i lufttørket prøve	g/100g	2.5	9.6	1.7	1.5
Tørrestoff	%	31.8	30.2	62.4	35.4
Fosfor, P	g/kg TS	0.79	14	1.2	0.59
Sink, Zn	mg/kg TS	110	290	55	63
Kobber, Cu	mg/kg TS	19	220	13	11

Marianne Isebakke

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen



Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 2 (2)

Kundenummer	8183600-1464252	Provemottak	03.04.2009
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	22.04.2009
Oppdragsmerket	Stedskode 611101, P. nr. 802743- ref 7/09. Att. Gisle Vassenden.		
Sted for prøvetaking	Hugg 1		

Parameter	Enhet	Måleu.	Ref/Metode	
			basert på	Lab
TOC i lufttørket prøve	g/100g	±15%	AJ 31	As
Tørrestoff	%	±15%	NS 4764-1	○
Fosfor, P	g/kg TS	±20%	NS-EN ISO 11885	○
Sink, Zn	mg/kg TS	±15%	NS-EN ISO 11885	○
Kobber, Cu	mg/kg TS	±20%	NS-EN ISO 11885	○

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – www.analycen.no

O	Postboks 3055, 1506 Moss, Norge	Tlf.: +47 69 27 98 00
Y	Bakteriologisk avdeling, Postboks 3055, 1506 Moss, Norge	Tlf.: +47 69 27 98 20

Eurofins AB, Sverige – www.eurofins.se

K	Box 9024, 291 09 Kristianstad, Sverige	Tlf.: +46 44 28 11 00
L	Box 737, 531 17 Lidköping, Sverige	Tlf.: +46 51 08 87 00
U	Pegasus lab, Box 97, 751 03 Uppsala, Sverige	Tlf.: +46 18 68 10 80

Målesikkerhet

Utvidet relativ målesikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet (95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i.

For flere av analysene varierer målesikkerheten innen måleområdet og angis med den verdien som er relevant for det aktuelle resultatet.

For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet.

Metodeoversikt og målesikkerhet fås ved henvendelse til AnalyCen.

Øvrige forklaringer

- * Ikke akkreditert av AnalyCen AS
- m Knyttet til metode/ref. Angir at metoden det henvises til har enkelte modifikasjoner. Detaljer fås ved henvendelse til laboratoriet.

Akkreditering

Laboratoriene i Norge er akkreditert av Norsk Akkreditering.

Virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i NS-EN ISO 17025.

Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt.

Rapporten skal ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

Hovedadministrasjon for AnalyCen AS, Norge; Moss. Foretaksnr.: NO 973 191 896
MVA