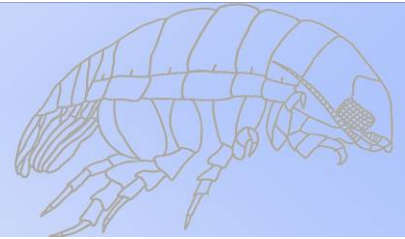


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 5-2009

Miljøundersøkelse i Jøssundfjorden 2009

Anders Waldemar Olsen

Gyda Arnkværn

Erling Heggøy

Per-Otto Johansen






SAM-marin

Seksjon for anvendt miljøforskning



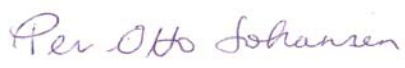

UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning
Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen,
Norway 55 58 44 64  55 58 45 25

Aqua Kompetanse AS
7770 Flatanger, Norway
74 28 84 30 90 94 34 93

Rapportens tittel: Miljøundersøkelse i Jøssundfjorden 2008	Dato: 15.09.09
	Antall sider og bilag: 32
Forfatter(e): Anders Waldemar Olsen, Gyda Arnkværn, Erling Heggøy og Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Gyda Arnkværn
	Prosjektnummer: 11-1-9 C

Oppdragsgiver: Bjørøya Fiskeoppdrett AS og Marine Harvest Norway AS	Tilgjengelighet: Åpen
--	--------------------------

Abstract: <p>On assignment from Bjørøya Fiskeoppdrett AS and Marine Harvest Norway as Aqua Kompetanse AS has conducted an environment investigation in the outer basin of the Jøssundfjorden, in Flatanger, Nord-Trøndelag. The aim of this monitoring is to describe the environmental state of the outer basin in the Jøssundfjord 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.</p> <p>The results show that the content of zinc, copper and phosphorous was low (class I), which also was the state for organic content in the sediment. The fauna experiment investigations shows that there was a slight environmental impact, but not much (class I for Hårnes and class II for Estenvika) and the oxygen levels at the bottom were good, class I. In total the result show that the outer basin of the Jøssundfjord is slightly influenced, however this is relatively natural in sill fjords like the Jøssundfjord.</p>	
Keywords: Recipient Benthos Sediment Hydrography	Emneord: Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
ISSN 1890-5153	
SAM e-Rapport nr. 5-2009	

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	17.09.2009	
Prosjektet / undersøkelsen:	15.09.09	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER	4
2.1 Undersøkelsesområdet	4
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	4
2.2.1 Hydrografi	5
2.2.2 Sediment	6
2.2.3 Kjemiske analyser	8
2.2.4 Bunndyr	8
3 RESULTATER OG DISKUSJON	11
3.1 Hydrografi	11
3.2 Sediment	14
3.3 Kjemi	14
3.4 Bunndyr	15
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	19
5 TAKK	20
6 LITTERATUR	20
7 VEDLEGG	21
Vedleggstabell 1. Artsliste	28
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi	32

1 INNLEDNING

På oppdrag fra Marine Harvest AS og Bjørøya Fiskeoppdrett AS har Aqua Kompetanse gjennomført en resipientundersøkelse i ytterste basseng av Jøssundfjorden, Flatanger Kommune, Nord-Trøndelag. Stasjonen har ikke tidligere vært undersøkt med gjeldende metodikk, men er planlagt overvåket med jevne mellomrom i tiden fremover. Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert fire bunnprøver fra stasjonene og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse 29.1.09. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i en prøve. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær et al. 1997).

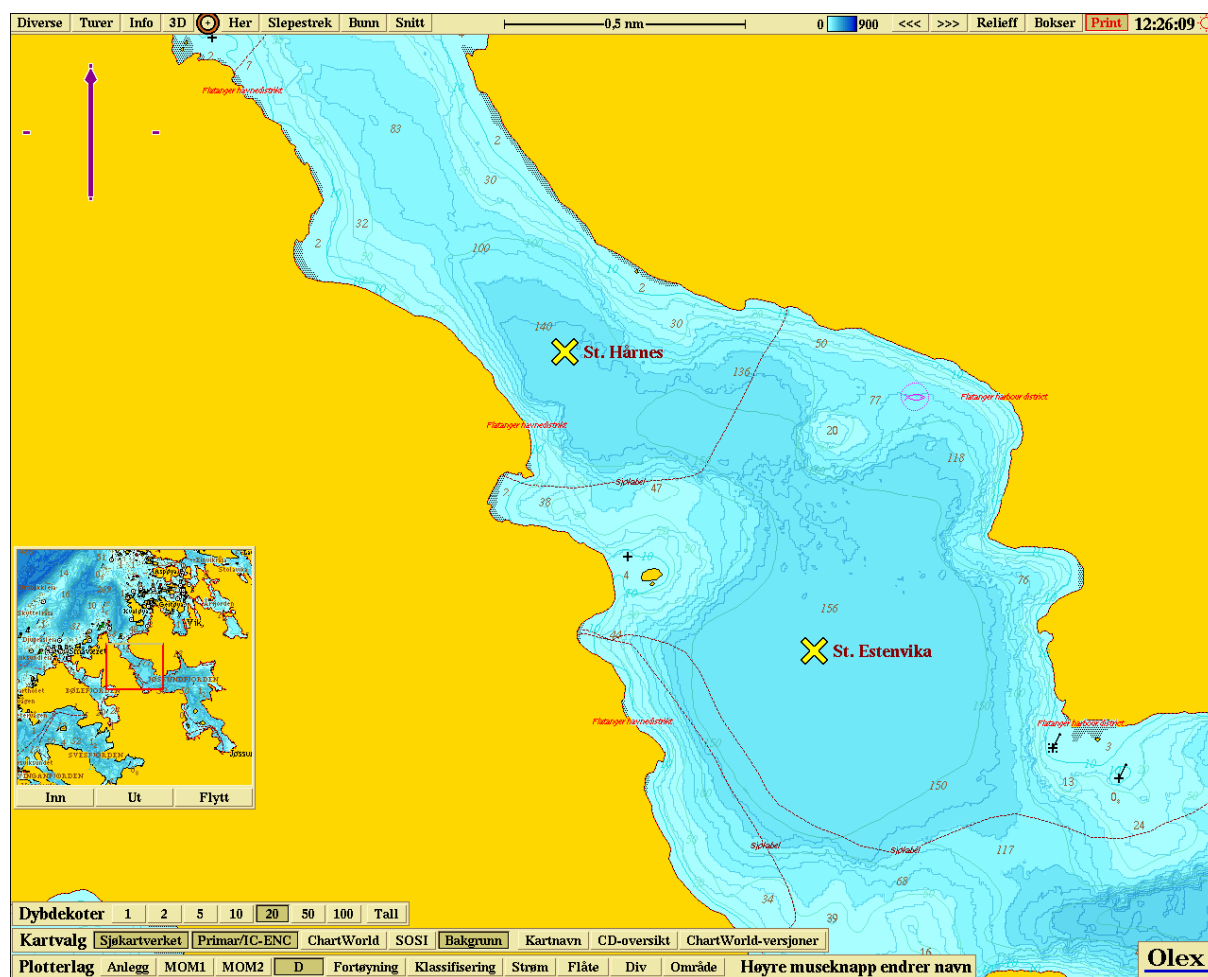
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Jøssundfjorden strekker seg fra kysten og 15 km sørøstover inn i Flatanger kommune. Fjorden består av to bassenger. Det ytterste bassenget har en dybde på ca 150 meter, mens det innerste er 245 meter dypt. Fjorden er fra 1 – 3,5 km bred. Innløpsterskelen er ca 50 meter dyp. Undersøkelsesområdet ligger i det ytterste bassenget. Det har vært drevet fiskeoppdrett i fjorden i mange år, og i dag ligger det tre anlegg der.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

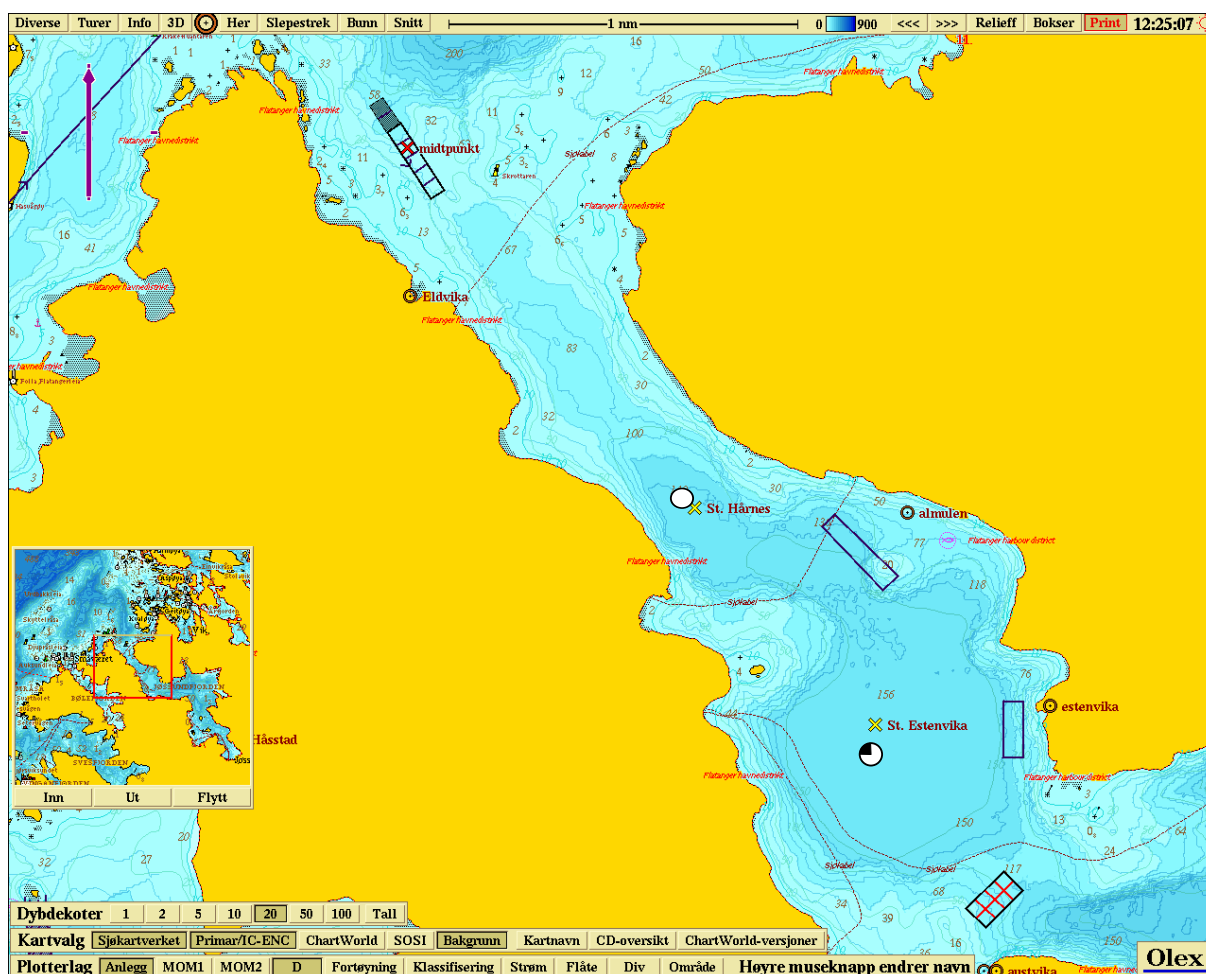
Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten til Bjørøya Fiskeoppdrett den 29.1.09. Det ble tatt prøver til fauna- og sedimentanalyse samt prøver til geologiske og kjemiske analyser fra to stasjoner i det ytterste Bassenget. Det ble også tatt hydrografiske prøver. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Kartkilde: Olex.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting 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 vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.



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

2.2.2 Sediment

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

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063mm sikt. Partikler større enn 0,063mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 25. oktober 2007. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Hårnes 09	64 ⁰ 26. 226N 10 ⁰ 39. 752Ø	146	1	3,2	Skjellsand, mudder, blandet. Grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve
Hårnes 09	64 ⁰ 26. 226N 10 ⁰ 39. 752Ø	146	2	3,2	Skjellsand, mudder, blandet. Grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve
Hårnes 09	64 ⁰ 26. 226N 10 ⁰ 39. 752Ø	146	3	3,2	Skjellsand, mudder, blandet. Grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Kjemisk/Geologisk analyse
Estenvika 09	64 ⁰ 25.604N 10 ⁰ 40. 949Ø	157	1	11,8	Silt. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve
Estenvika 09	64 ⁰ 25.604N 10 ⁰ 40. 949Ø	157	2	11,8	Silt. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Kjemisk/Geologisk prøve
Estenvika 09	64 ⁰ 25.604N 10 ⁰ 40. 949Ø	157	3	11,8	Silt. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve

Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 time, Norsk Standard 4764).

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764.

Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (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

De kjemiske analysene ble utført av AnlyCen AS (Akkreditering 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. Analysene av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter Tecator AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

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 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom en sikt med hulldiameter 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. Prøvene ble samlet inn av Aqua Kompetanse AS, og sendt til SAM-Marin sitt laboratorium i Bergen for videre opparbeiding. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

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

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

I tabell 2.2. er opplistet Statens forurensningstilsyns (SFT) retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et. al. 1997). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forureningsgrad.

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).

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). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

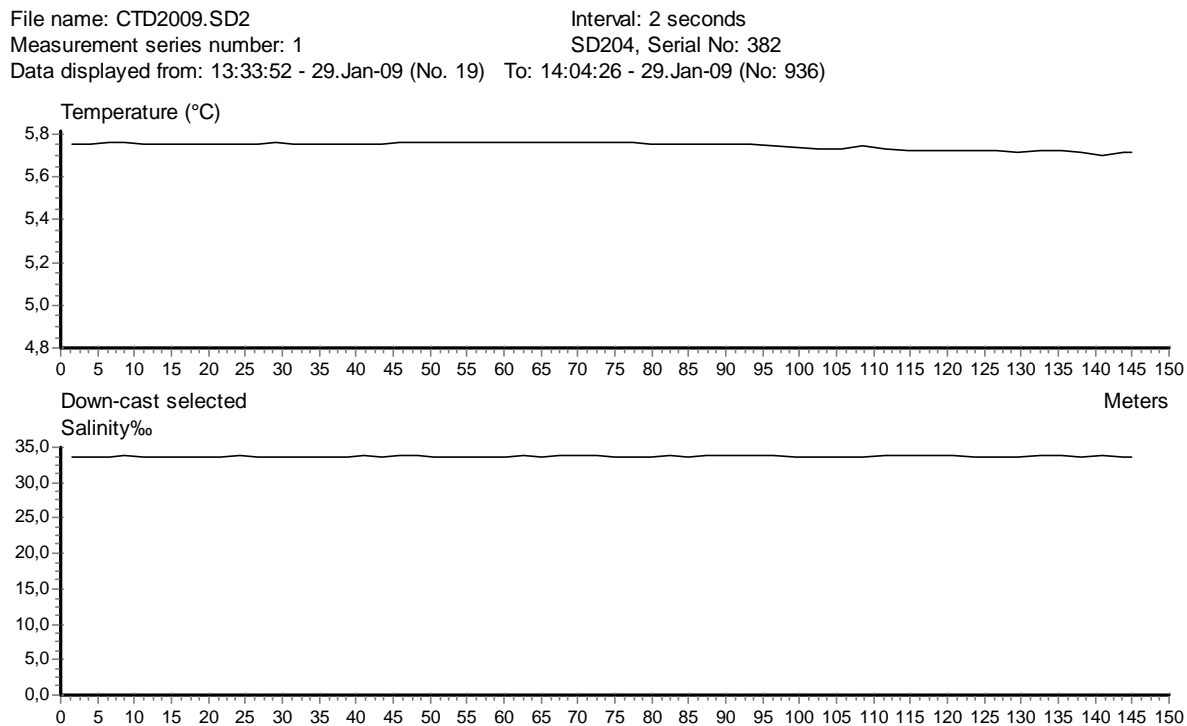
Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks ('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Organisk karbon	mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500

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 .

3 RESULTATER OG DISKUSJON

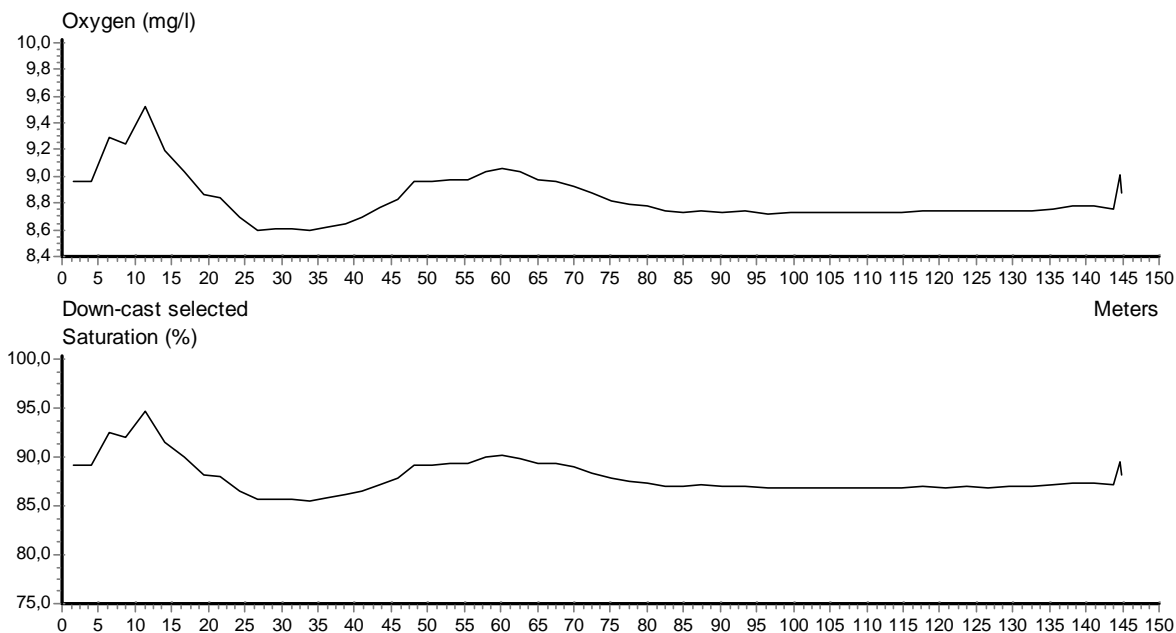
3.1 Hydrografi



Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 150 meters dyp på stasjon Hårnes-09 den 29. januar 2009.

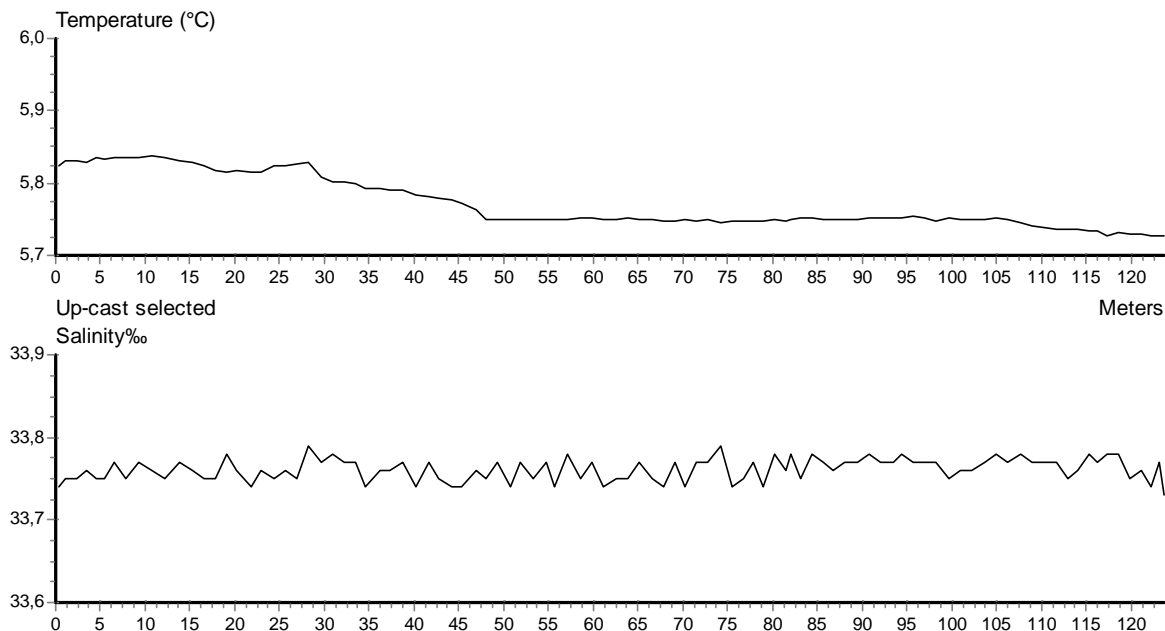
Figur 3.1 viser at temperaturen gjennom hele vannsøylen var meget jevn, og lå rundt 5,7 °C hele veien. Saliniteten var også meget jevn nedover i vannsøyla (34 ‰). Fra figur 3.2 ser vi at oksygeninnholdet øker fra ca 8,9 mg/l til 9,39 mg/l på 10 meters dyp, der nivået er høyest. Deretter synker innholdet til 8,61 mg/l på 30 meters dyp. På 60 meters dyp har mengden oksygen økt til 9,05 mg/l, for deretter å avta mot bunnen. Ved bunnen er innholdet 8,73 mg/l. Omregnet til ml/l gir dette en konsentrasjon i bunnvannet lik 6,35 ml/l. Dette gir SFT's tilstand I for bunnvannet.

File name: CTD2009.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 13:33:52 - 29.Jan-09 (No. 19) To: 14:04:26 - 29.Jan-09 (No: 936)



Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 150 meters dyp på stasjon Hårnes-09 den 29. januar 2009.

File name: CTD2009.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 15:23:34 - 29.Jan-09 (No. 943) To: 15:31:30 - 29.Jan-09 (No: 1181)

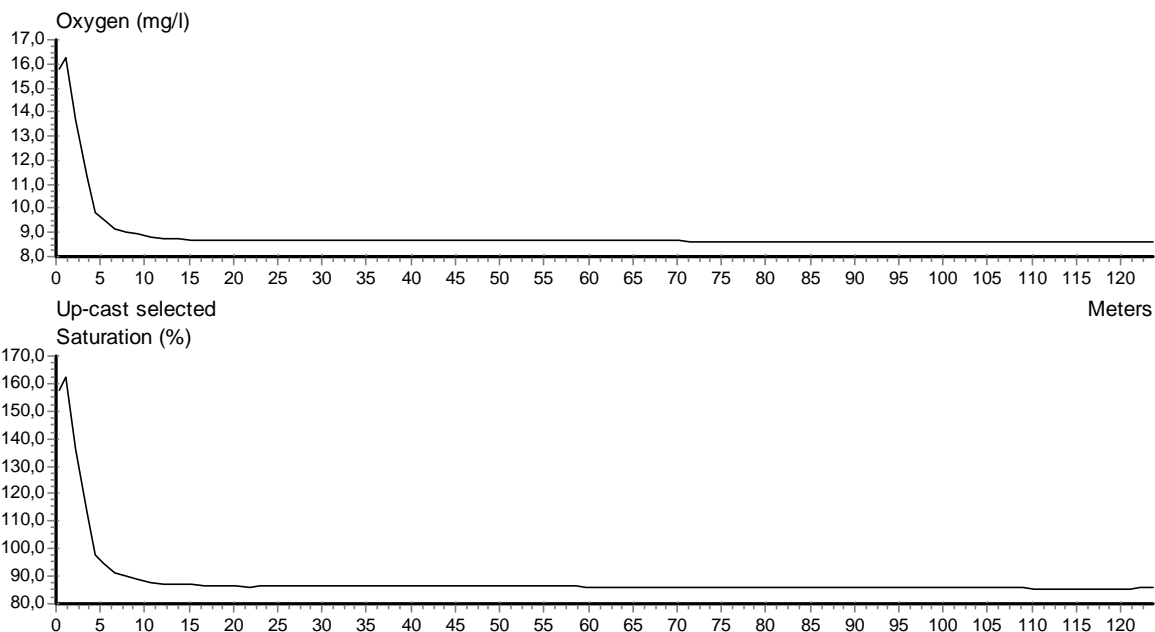


Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til ca 120 meters dyp på stasjon Estenvika-09 den 29. januar 2009.

Figur 3.3 viser at temperaturen avtar jevnt fra 5,83 °C på 1 meters dyp til 5,79 °C på 40 meters dyp. Deretter avtar temperaturen noe raskere ned til 47 meters dyp (ca 5,75 °C). Fra 47 meter og ned avtar temperaturen veldig lite. På bunnen er den 5,73 °C. Saliniteten er jevn gjennom hele vannsøyla.

Figur 3.4 viser en oksygenmengde lik 16 mg/l på 1 meters dyp. Oksygenmengden avtar deretter raskt ned til 9,65 mg/l på 5 meters dyp. Fra 5 meter og ned avtar oksygenmengden jevnt ned til 8,6 mg/l på 120 meter. Dette gir en oksygenkonsentrasjon på 6,27 ml/l, noe som betyr at bunnvannet har SFT's tilstand I.

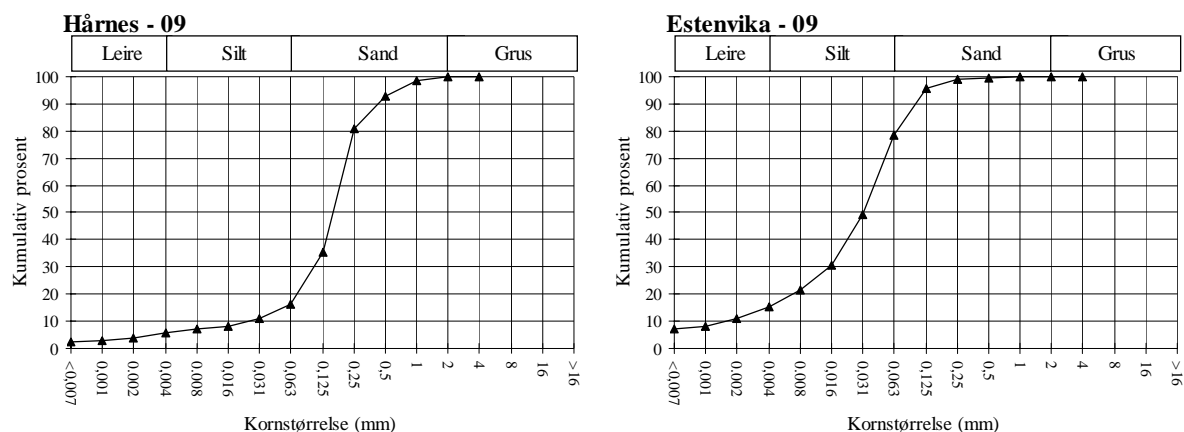
File name: CTD2009.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 15:23:34 - 29.Jan-09 (No. 943) To: 15:31:30 - 29.Jan-09 (No: 1181)



Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til ca 120 meters dyp på stasjon Estenvika-09 den 29. Januar 2009.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.9 og Tabell 3.2. Sedimentet på stasjon Hårnes-09 var grovkornet og inneholdt 83 % sand, og 17 % leire/silt. Det organiske innholdet var 2,69 %. Sedimentet på stasjon Estenvika-09 var mye mer finkornet, og inneholdt 78 % leire/silt, og 22 % sand. Det organiske innholdet her var 6,93 %.



Figur 3.5. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet i Jøssundfjorden i 2009.

Tabell 3.2. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene i Jøssundfjorden i 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Hårnes-09	146	2,69	6	11	16	83	0
Estenvika-09	157	6,93	15	63	78	22	0

3.3 Kjemi

Fra begge stasjonene ble det tatt kjemiske analyser. Resultatene er vist i tabell 3.3 og i vedleggstabell 2. Det var 0,8 gram TOC/100g i sedimentet fra stasjon Hårnes-09. Fra stasjon Estenvika-09 var det 2,6 gram TOC/100g. For å benytte SFT's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993). Om en benytter normaliserings-formelen får en et TOC innhold på 7,86 mg/g og

17,32 mg/g som tilsvarer SFT's tilstandsklasse II og III. Innhold av metallene sink, fosfor og kobber var innenfor tilstand I (meget god) på begge stasjonene.

Tabell 3.3. Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Jøssundfjorden i 2009. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/100g)	Norm- alisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
Hårnes-09	0,8	23,1	II	0,55	18	I	3,0	I	69,0
Estenvika-09	2,6	30,0	III	1,0	49	I	12	I	40,2

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.4-3.6, Figurene 3.6-3.8 og Vedleggstabell 1.

På stasjonen ved Hårnes ble det funnet 89 arter/1551 individer på 0,2 m². Artsantallet var høyt på denne stasjonen og diversiteten ble beregnet til 4,87 med jevnhet 0,75. Dette plasserer stasjonen i tilstandsklasse I (meget god). Individ og artsantallet var høyere enn forventet på denne type lokalitet noe som indikerer at faunaen er stimulert. Grafen for de geometriske klassene hadde en knekk som indikerer en viss miljøpåvirkning. Ingen av artene var dominerende, noe en ofte finner i forurensede områder. Den mest tallrike arten var børstemarken *Spiophanes kroeyeri* (11,0 %).

I prøvene fra stasjonen i Estenvika ble det funnet 57 arter/1605 individer. Diversiteten og jevnheten ble beregnet til henholdsvis 3,02 og 0,52. Diversiteten plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse II (God). Grafen for de geometriske klassene har en fin avtagende kurve, men strekker seg litt langt ut på x-aksen. Den mest tallrike arten var børstemarken *Spiophanes kroeyeri* som utgjorde 45,3 % av alle individene i prøven. De tre mest tallrike artene utgjorde hele 72 % av alle individene i prøvene. Dominansen av tre arter og et høyt artsantall indikerer at stasjonen er stimulert av organisk materiale.

Faunasammensetningen var relativt lik mellom huggene på hver stasjon og lå på ca 77 % for Estenvika og 73 % for Hårnes. Likheten mellom de to stasjonene var 46 %.

Konklusjon

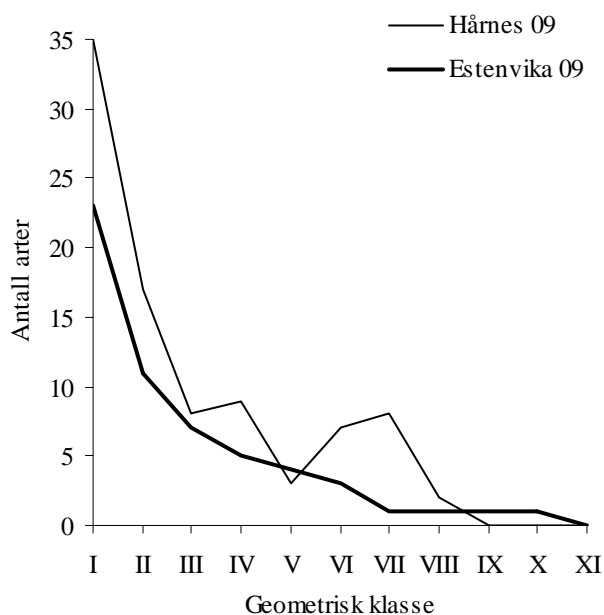
Tilstanden til bunnfaunen var meget god (tilstandsklasse I) på stasjonen ved Hårnes og i tilstandsklasse II (God) i Estenvika ved undersøkelsen 29. januar 2009. Det høye individ og artsantallet indikerer likevel at det er en viss positiv stimulans av bunnfaunaen. Forholdene bør følges opp slik at eventuell negativ utvikling blir fanget opp på et tidlig stadium.

Tabell 3.4. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Jøssundfjorden i 2009. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet (H') (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Prøve nr.	Dyp (m)	Antall individer	Antall arter	Jevnhet (J)	H' -max	Diversitet (H')	SFT's Tilstandskl
Hårnes 09	1		720	65	0,82	6,02	4,92	I
	2		831	64	0,77	6,00	4,62	
	Sum	146	1551	89	0,75	6,48	4,87	
Estenvika 09	1		767	44	0,57	5,46	3,12	II
	2		838	44	0,52	5,46	2,82	
	Sum	157	1605	57	0,52	5,83	3,02	

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Jøssundfjorden i 2009.

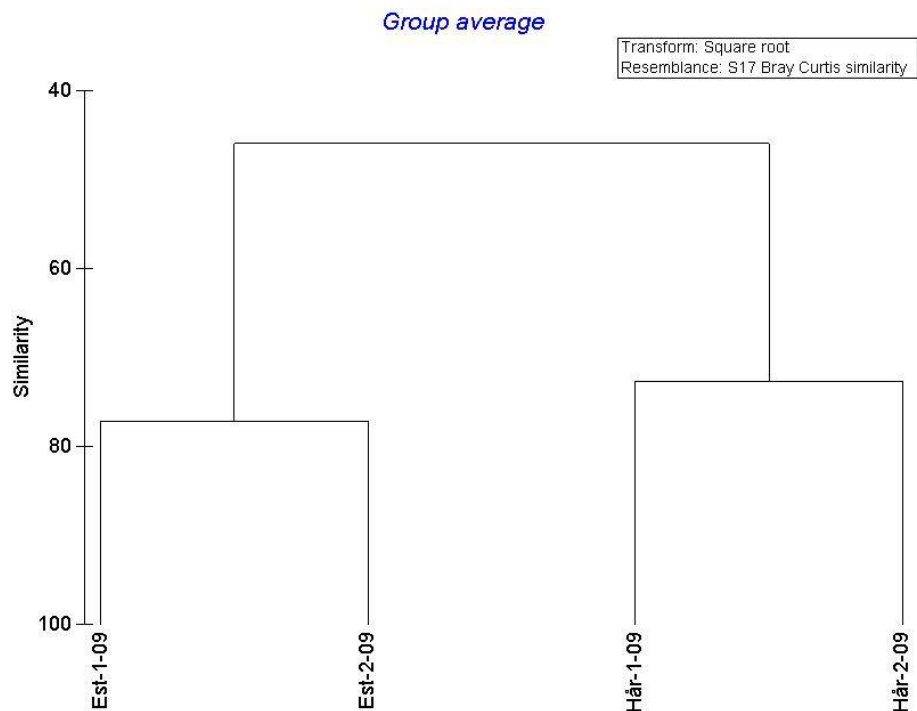
Geometrisk klasse	Hårnes 09	Estenvika 09
I	35	23
II	17	11
III	8	7
IV	9	5
V	3	4
VI	7	3
VII	8	1
VIII	2	1
IX	0	1
X	0	1
XI	0	0



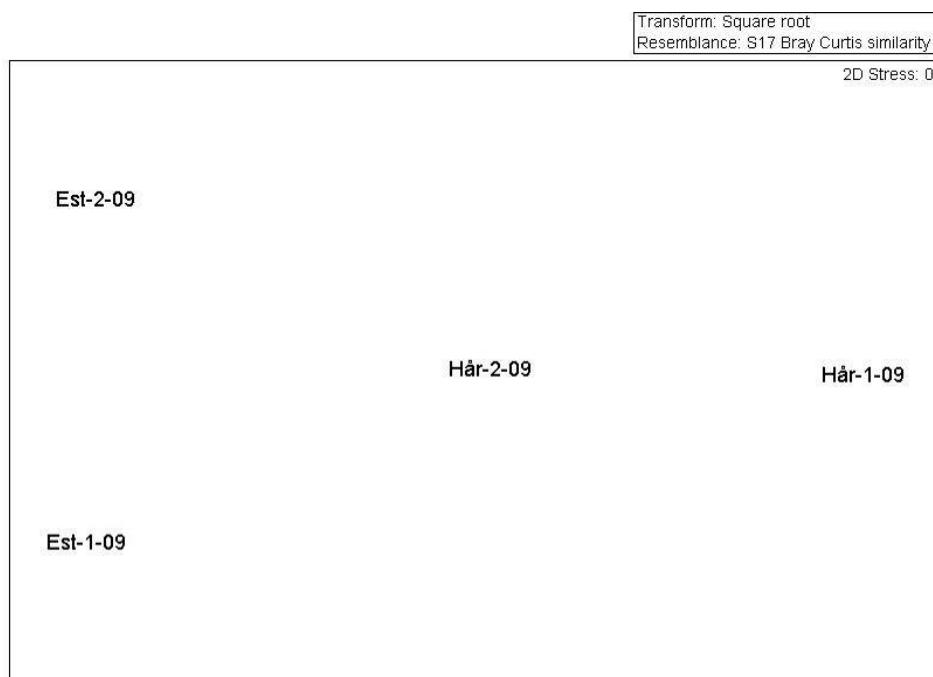
Figur 3.6. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Jøssundfjorden.

Tabell 3.6. De mest tallrike artene som ble identifisert i Jøssundfjorden i 2009.

Hårnes 09	146 m	0,2 m ²	Kum %	Estenvika 09	157 m	0,2 m ²	Kum %
Arter	Antall	%		Arter	Antall	%	
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	170	11,0	11,0	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	727	45,3	45,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	128	8,3	19,2	<i>Myriochele oculata</i>	280	17,4	62,7
<i>Myriochele oculata</i>	103	6,6	25,9	<i>Polydora</i> sp.	154	9,6	72,3
<i>Polydora</i> sp.	101	6,5	32,4	<i>Owenia borealis</i>	68	4,2	76,6
<i>Prionospio cirrifera</i>	90	5,8	38,2	<i>Myriochele heeri</i>	51	3,2	79,8
<i>Apistobranchus tullbergi</i>	88	5,7	43,8	<i>Heteromastus filiformis</i>	45	2,8	82,6
<i>Aricidea suecia</i>	80	5,2	49,0	<i>Praxillella cf. praetermissa</i>	40	2,5	85,0
<i>Synaptidae</i> indet.	71	4,6	53,6	<i>Maldane sarsi</i>	30	1,9	86,9
<i>Chaetozone</i> sp.	68	4,4	58,0	<i>Synaptidae</i> indet.	25	1,6	88,5
<i>Nothria conchylega</i>	66	4,3	62,2	<i>Chaetozone chriesti</i>	22	1,4	89,8



Figur 3.7 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Hårnes og Estenvika i 2009. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen Est-1-09 menes første hugg fra stasjon Estenvika i 2009.



Figur 3.8. Mds-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene i Estenvika og Hårnes i 2009. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen Est-1-09 menes første hugg fra stasjon Estenvika i 2009.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene på to stasjoner i Jøssundfjorden i Flatanger kommune. Undersøkelsen er utført på oppdrag fra oppdrettsselskapene Marine Harvest AS og Bjørøya Fiskeoppdrett AS. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 29. januar 2009. Det ble tatt bunnprøver etter MOMC-metodikken (NS 9423) og registrert hydrografi på to stasjoner. På begge stasjonene ble det gjennomført kornfordelingsanalyse.

Det har ikke tidligere vært gjort denne type undersøkelse på de aktuelle stedene i Jøssundfjorden, men Aqua Kompetanse AS har med jevne mellomrom overvåket en stasjon lenger inn i fjorden, på 245 meters dyp. Her har det tidligere vært tatt prøver i 2000, 2004 og 2008. Resultatene har variert fra tilstand II i 2000, til tilstand I i 2004 og tilstand II igjen i 2008.

Sedimentet på begge stasjonene inneholdt ikke mer organisk materiale enn det som er vanlig i norske fjorder. Innholdet av fosfor, kobber og sink var innenfor tilstandsklasse I i begge prøvene. Sedimentet på stasjon Hårnes-09 var vesentlig mye grovere enn sedimentet fra Estenvika-09.

Tabell 4.1. Sammendrag av resultatene

Stasjon	Dyp	Tilstand bunndyr	Tilstand dypvann	Tilstand sink	Tilstand kobber	Tilstand TOC
Hårnes	146	I	I	I	I	II
Estenvika	157	II	I	I	I	III

De hydrografiske undersøkelsene viser at det er gode oksygenforhold på bunnen. En konsentrasjon på henholdsvis 6,35 og 6,27 mlO₂/l gir SFT's tilstandsklasse I (meget god). I tillegg til en jevn temperatur hele vannsøyla igjennom, tyder dette på at bunnvannet blir utskiftet i fjordbassenget.

Bunnfaunasundersøkelsen gav stasjon Hårnes-09 en diversitet lik 4,87, og en jevnhet på 0,75. Dette gir tilstandsklasse I, meget god, i følge SFT's klassifisering. Stasjon Estenvika-09 hadde en diversitet lik 3,02 og en jevnhet lik 0,52, noe som gir tilstandsklasse II, god. Begge

stasjonene er innenfor det resultat en kan forvente av resipienter inne i terskelfjorder. Høyt individ- og artsantall indikerer likevel at det er noe stimulans av bunnfaunaen.

5 TAKK

Vi takker båtfører Raymond Johansen fra Bjørøya Fiskeoppdrett for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Anders W. Olsen og Gyda Arnkværn. Sedimentanalysene ble utført av Marianne Isebakke ved AnalyCen i Moss. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke T, Bredvold G, Kallquist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. *SFT-veiledning* nr. 2229/2007. 12 s.
- 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*.

7 VEDLEGG

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.

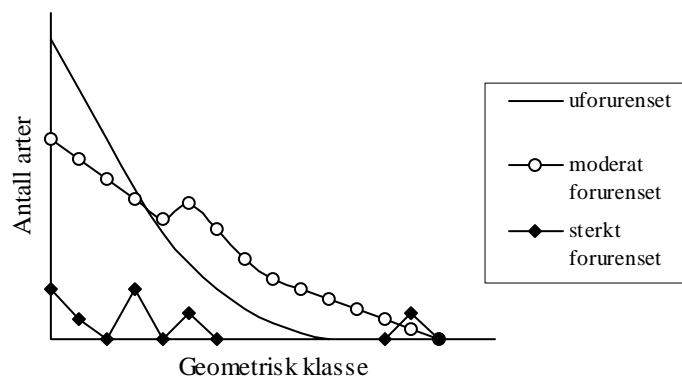
Geometriske klasser

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 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. 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:

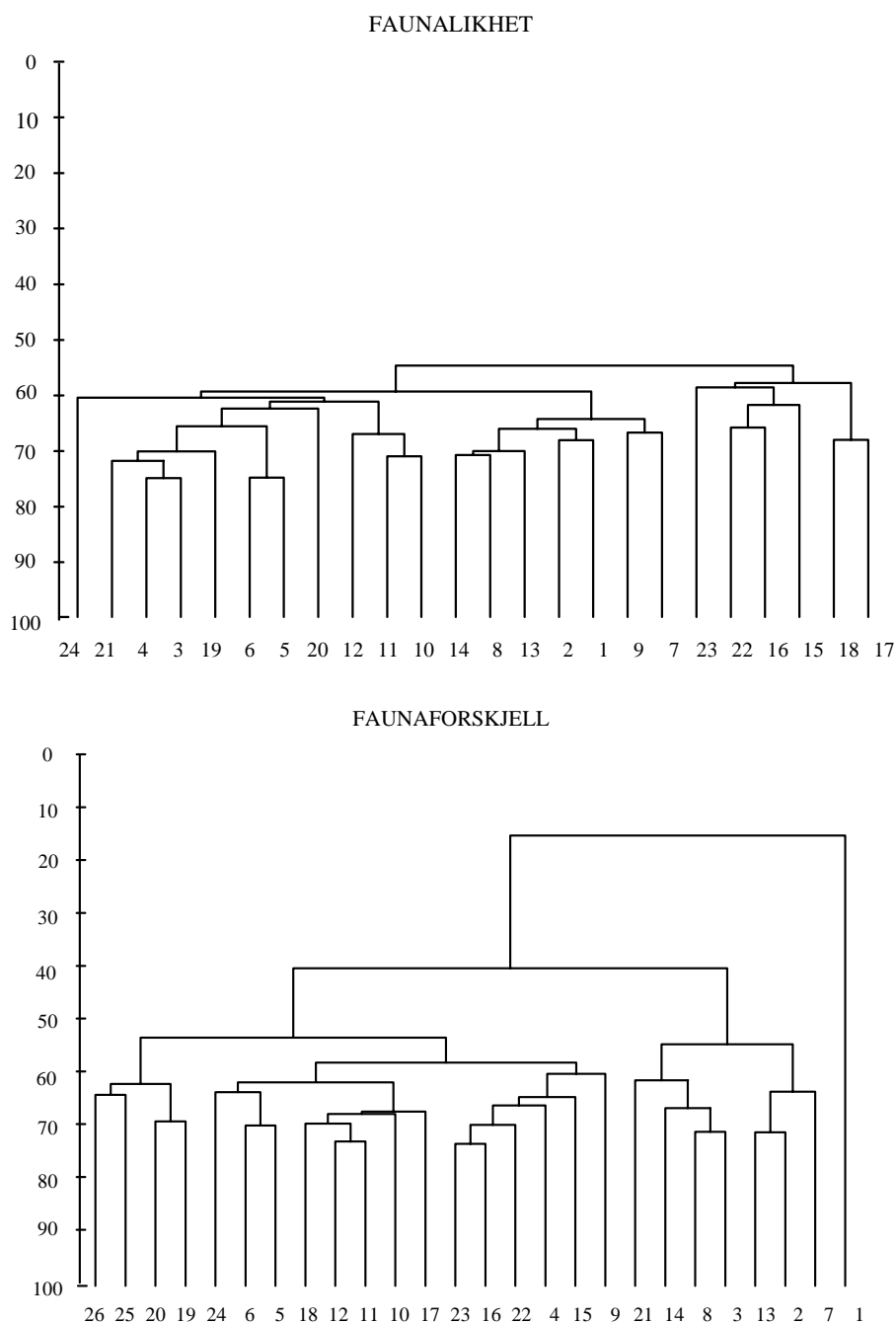
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

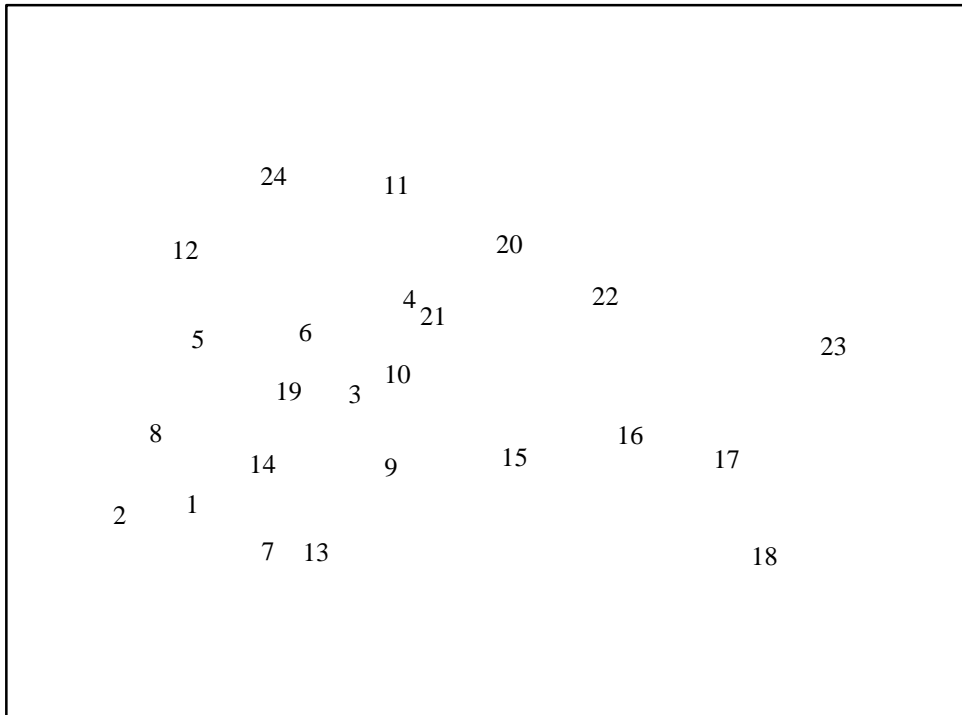
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

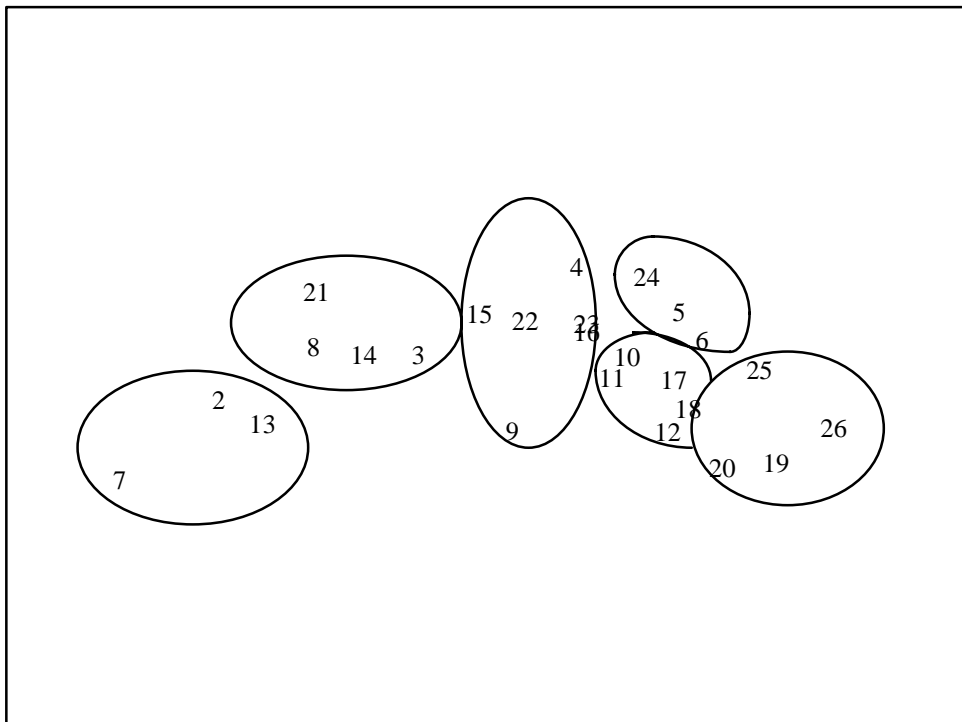


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. 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): Aqua Kompetanse

Prosjekt nr.: 802450

Prøvetakingssted (område): Jøssundfjorden, Flatanger kommune

Dato for prøvetaking: 29.1.2009

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen

Artene er identifisert av: Per Johannessen

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 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.

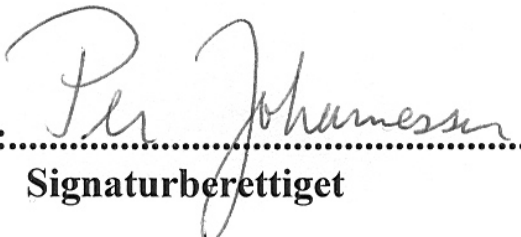
* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 3 sider.

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

Signatur:.....
Signaturberettiget

Side 1/3	Stasjon: Hårnes 09	Hårnes 09	Estenvika 09	Estenvika 09	
	Dato: 29.01.2009	29.01.2009	29.01.2009	29.01.2009	
Art	Hugg nr.:	1	2	1	2
* PORIFERA indet.			+		
* HYDROZOA					
* Hydrozoa indet.			+		+
* ANTHOZOA					
Edwardsia sp.			1		
Paraedwardsia cf. arenaria			1		
Actinidae indet.			1		
* NEMERTINI indet.	2	2	1		8
* NEMATODA indet.		1			
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii	48/20	40/20	0/1		4/2
Eunoe nodosa			1		
Harmothoe antilopes		1			
Pholoe baltica	4/5	0/3			1
Phyllodoce groenlandica	0/1	2			1
Phyllodoce rosea		1			
Eulalia sp.					1
Eteone longa	4/1	1			
Kefersteinia cirrata		1/1			
Ophiodromus flexuosus		1			
Syllidae indet.	7	2			
Exogone sp.	12	30	1		1
Ceratocephale loveni			2		3
Aglaophamus malmgreni					1
Nephtys longosetosa	0/2				
Sphaerodorum flavum	0/1				
Sphaerodoridium fauchaldi	2	1			
Glycera alba		1			
Glycera lapidum	3	1	1		
Goniada maculata	2				
Nothria conchylega	24/1	36/5	1		0/1
Lumbrineridae indet.					1
Drilonereis filum					1
Protodorvillea kefersteini		1			
Scoloplos armiger	5/1	1/1			
Aonides paucibranchiata	1/6	1/2			
Laonice cirrata	1	2/1			
Polydora sp.	62	39	90		64
Prionospio cirrifera	41	34/15	3		4
Prionospio fallax	1				
Scolelepis foliosa	3/2				
Spio sp.	11	2			
Spiophanes kroeyeri	30/24	80/36	262/42		313/110
Apistobranchus tullbergi	16/6	40/26			
Aricidea catherinae	6/1	10/1			
Aricidea suecia	34/3	31/12			
Levinsenia gracilis	1				
Paraonis sp.		1			
Aphelochaeta sp.	21	39	2		8
Chaetozone chriesti	4/1	2/4	12/2		6/2

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Side 2/3	Stasjon: Hårnes 09	Hårnes 09	Estenvika 09	Estenvika 09	
	Dato: 29.01.2009		29.01.2009	29.01.2009	
Art	Hugg nr.:	1	2	1	2
Chaetozone sp.		38	30	4	4
Cirratulus cirratus			2		
Diplocirrus glaucus			1		
Pherusa falcata				1	
Scalibregma inflatum		2			
Heteromastus filiformis		21/4	18/6	21/3	20/1
Notomastus latericeus		2	1		
Praxillella cf. praetermissa		1/6	1/2	10/17	2/11
Chirimia biceps				7/3	3/2
Maldane sarsi				9	11/10
Rhodine gracilor			0/1		
Maldanidae indet.		0/3	0/4		2
Myriochele fragilis		29	26	15	1
Myriochele heeri			20	29	22
Myriochele oculata		45	58	150	130
Owenia borealis		5/8	7/12	2/17	2/47
Pectinaria auricoma		6	4	1	
Pectinaria koreni		0/1			
Ampharete falcata		1			
Sabellides octocirrata		2	2	1	1
Anobothrus gracilis		2			
Mugga wahrbergi		3			
Samytha sexcirrata		6/1	6/1		
Melinna cristata			1		
Melinna elisabethae				1	
Paramphitrite sp.		14	20		
Pista sp.				2	3
Streblosoma intestinale			0/1		
Polycirrus norvegicus		6/7	4/7		
Trichobranchus roseus		2			
Terebellides stroemi		1		8/1	2/3
Sabellidae indet.		25	14	5	9
Jasmineira sp.				1	
Sabella pavonina			3/1		
Euchone sp.				1	
Hydroides norvegica		1			
OLIGOCHAETA indet.		1			
* HIRUDINEA indet.					1
SIPUNCULA					
Sipuncula indet.			1	1	4
Aspidosiphon muelleri		1			1
CRUSTACEA					
* Cypridina norvegica		12/3	3/5	6/5	5/1
* Nebalia sp.					1
* Hemilamprops roseus		1	1		
* Leucon sp				2	
* Eudorella emarginata				1	1
* Diastylis cornuta		1	1		
* Diastylodes biplicata			1		
* Campylaspis costata			1		

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Side 3/3	Stasjon: Hårnes 09	Hårnes 09	Estenvika 09	Estenvika 09	
	Dato: 29.01.2009		29.01.2009	29.01.2009	
Art	Hugg nr.:	1	2	1	2
* Tanaidacea indet.		22	5	2	
* Caecognathia hirsuta				1	2
* Amphipoda indet.		18	19	9	10
* Caprellidae indet.		1			
Eriopisa elongata				2	
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.			1		
Solenogastres indet.			1		
Euspira montagui					1
Oenopota trevelliana		1			
Taranis moerchi				4	
Diaphana globosa			1	0/1	1
Philine quadrata				0/1	
Philine scabra		0/1	0/1		
Cylichna alba		0/1			
Cylichna umbilicata				1	
Ennucula tenuis		2/1		0/1	1/1
Nuculana minuta		0/3			1
Yoldiella lucida				1	1
Yoldiella philippiana		1/1			0/1
Mytilidae indet.			0/1		
Modiolula phaseolina		0/1		0/1	
Thyasira sarsii		0/2	1	0/4	1/1
Thyasira equalis				0/1	
Mendicula feruginosa				1	0/1
Parvicardium minimum		3/1	1	0/1	0/1
Abra nitida			0/1	0/1	1/1
Timoclea ovata		1/1	1		
* BRYOZOA					
* Bryozoa indet.		+	+		
ECHINODERMATA					
Asteroidea indet. juv			0/1		
OPHIUROIDEA indet.					
* Ophiuroidea indet.			+		
Ophiopholis aculeata		0/1			
Ophiura sarsi		1			
Ophiura sp.					0/1
HOLOTUROIDEA					
Synaptidae indet.		35	36	17	8
* POGONOPHORA indet.					
* Siboglinum fiordicum		+	+	+	+
ENTEROPNEUSTA indet.		1			1
* CHAETOGNATHA indet.					
* Pterobranchia indet.		+			
* VARIA		+	+		

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



Analyserapport

Moss

Analycen

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

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (1)

Kundenummer	8183600-1448944	Prøvemottak	06.03.2009
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	15.04.2009
Oppdragsmerket	Stedskode: 611101. Sedimentprøver.		
Sted for prøvetaking	P.nr 802405		

Lab.nr.		NOV013101-09	NOV013102-09			
Tatt ut		06.03.2009	06.03.2009			
Markert		Hårnes-09, hugg 3	Estenvika-09, 2 hugg			
Parameter	Enhet			Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
TOC i lufttørket prøve	g/100g	0.8	2.6	±15%	AJ 31	As
Tørrestoff	%	69.0	40.2	±15%	NS 4764-1	O
*Nitrogen- Kjeldahl	g/kg TS	<1.4	2.5	±10%	NS-EN 13654-1 m	L
Kobber, Cu	mg/kg TS	3.0	12	±20%	NS-EN ISO 11885	O
Sink, Zn	mg/kg TS	18	49	±15%	NS-EN ISO 11885	O
Fosfor, P	g/kg TS	0.55	1.0	±20%	NS-EN ISO 11885	O

Marianne Isebakke

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

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten
Forklaring til forkortelsene og *, se baksiden.