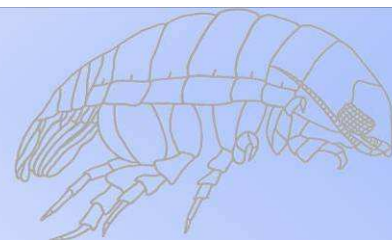


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research



e-Rapport nr. 1-2011



Marin miljøundersøkelse i Estenvika, Jøssundfjorden 2010

Anders Waldemar Olsen

Kristin Hatlen

Per-Otto Johansen



		SAM-marin Seksjon for anvendt miljøforskning			
Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway Tlf: 55 58 44 65 Fax:55 58 45 25			Aqua Kompetanse AS 7770 Flatanger Norway 74 28 84 30		

Rapportens tittel: Marin miljøundersøkelse i Estenvika		Dato: 05.01.2011	
		Antall sider og bilag: 27	
Forfatter(e): Anders Waldemar Olsen, Kristin Hatlen og Per-Otto Johansen		Prosjektleder: Anders W. Olsen	
		Prosjektnummer: 57-6-10C	

Oppdragsgiver: Marine Harvest, region midt	Tilgjengelighet: Åpen
---	--------------------------

Abstract:

This environmental monitoring report concerns the environmental conditions close to two fish farms in Jøssundfjorden located in the municipality of Flatanger. The aim of this monitoring is to describe the environmental state of the outer basin in the fjord based on chemical- and geological sediment analyzes and analyzes of soft bottom macrofauna. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (KLIF).

The results show that the content of zinc, copper and phosphorous was low (class I) both in 2010 and 2009. TOC however had slightly increased from 2009 (class I) until 2010 (class II). Analyzes of the soft bottom macrofauna showed a slightly decreasing diversity from 2009 (class II) until 2010 (class III). The decreased diversity could be due to the increasing amounts of organic matter on the bottom from 2009 until 2010.

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

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 1-2011

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	7.1.2011	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	05.01.2011	<i>Anders W. Olsen</i>

INNHOOLD

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER.....	5
2.1 Undersøkellesområdet.....	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.3 Sediment.....	7
2.2.4 Kjemiske analyser	8
2.2.5 Bunndyr	8
2.3 Produksjon.....	9
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	10
3.1 Sediment.....	10
3.4 Kjemi.....	10
3.5 Bunndyr	11
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	16
5 TAKK	16
6 LITTERATUR.....	17
7 VEDLEGG.....	18
7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....	18
Vedleggstabell 1. Artsliste	23
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	27

1 INNLEDNING

På oppdrag fra Marine Harvest, region midt, har Aqua Kompetanse AS gjennomført en resipientundersøkelse i Jøssundfjorden, Flatanger kommune. Resipientundersøkelsen er en del av en miljøovervåkning som er satt i gang grunnet en betydelig økning i oppdrettsaktiviteten i fjorden. I tillegg til Marine Harvest sine to oppdrettsanlegg i fjorden, har Bjørøya Fiskeoppdrett et anlegg noe lengre ut i fjorden. Se kart på figur 2.1. Det ble også tatt tilsvarende prøve i 2009. Denne prøven viste tilstandsklasse II på bunndyr, tilstandsklasse I på innhold av TOC og tilstandsklasse I på sink og kobber-innhold. Årets prøve er sammenlignet med prøven fra 2009.

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Uni Research, Seksjon for anvendt miljøforskning, sortert to bunnprøver fra stasjonen og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse 16.6.2010. Prøvene er tatt i henhold til metodikken beskrevet i NS9410 samt NS-EN ISO 16665. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til UNI-Miljø/SAM-Marins akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av personell hos SAM-marin. I tillegg er sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere bestemt i en prøve. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Klima og forurensningsdirektoratet, KLIF (Molvær m.fl. 1997).



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

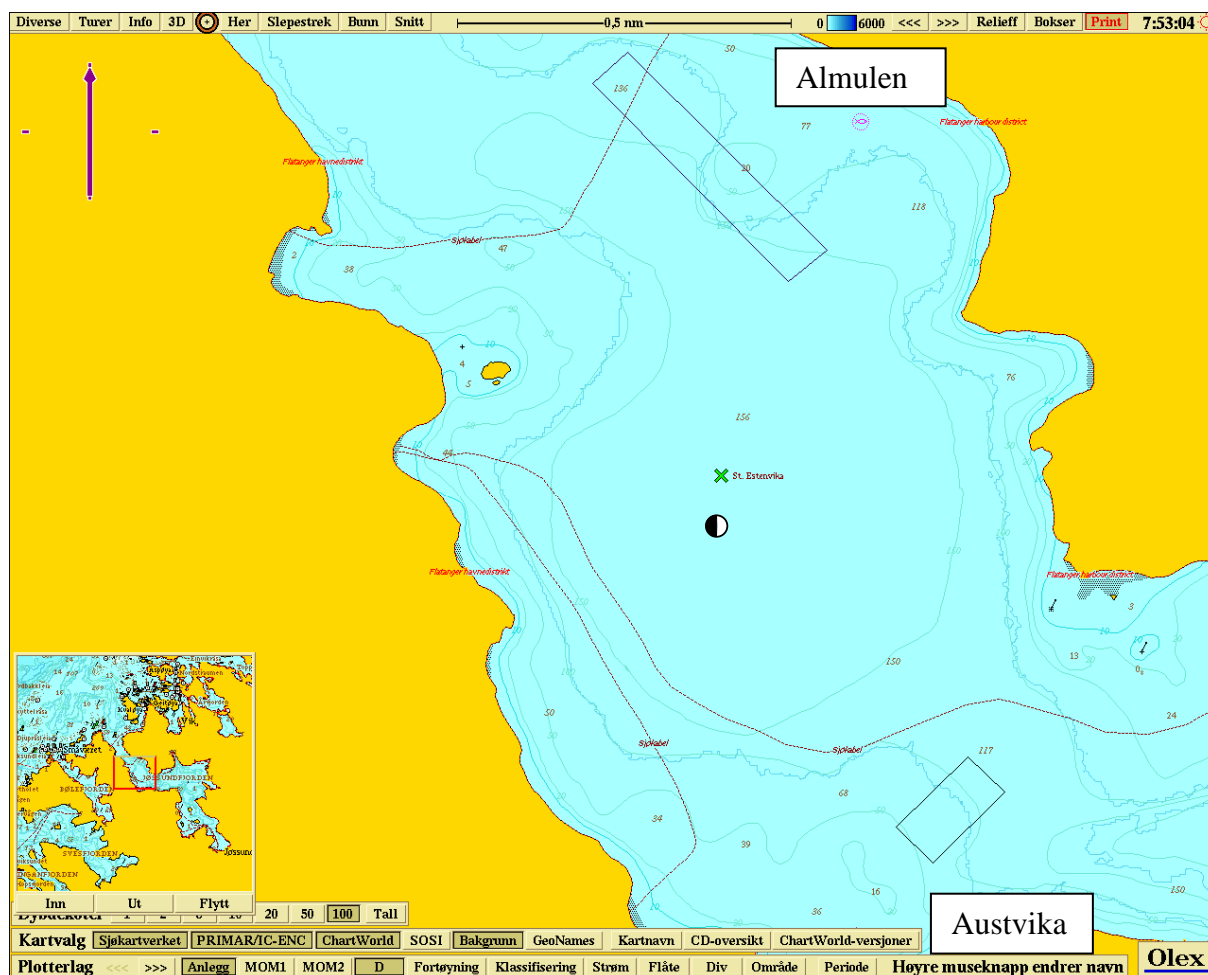
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger i Jøssundfjorden i Flatanger kommune. Jøssundfjorden strekker seg ca 15 km sørøstover inn i Flatanger kommune, og består av to bassenger. Det innerste bassenget har det største dypet, ca 245 meter. Det ytterste bassenget, der prøvene er tatt, har en maksimal dybde på ca 156 meter. Prøvene er tatt mellom to av Marine Harvest sine anlegg i fjorden, Almulen i nord, og Austvika i sør. Se kart, figur 2.1. Stasjonen ligger ca 2,2 nm innenfor terskelen, som har en saldybde på ca 67 meter. Like utenfor terskelen ligger Bjørøya fiskeoppdrett sitt matfiskanlegg, Eldviktaren.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingen ble gjort fra Marine Harvest sin båt den 16.6.2010. 2007. Det ble tatt prøver etter metodikken i NS9410 og NS-EN ISO 16665 på totalt en stasjon. Detaljerte opplysninger om stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Prøven er tatt ved bruk av en van Veen Grabb med størrelse 0,1 m².



Figur 2.2. Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonen 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.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i uhni 2010. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Andre opplysninger
Estenvika-10 16.6.2010	64 ⁰ 25.604N 10 ⁰ 40. 949Ø	156	1	Artsanalyse. Ett glass
Estenvika-10 16.6.2010	64 ⁰ 25.604N 10 ⁰ 40. 949Ø	156	2	Artsanalyse. Ett glass
Estenvika-10 16.6.2010	64 ⁰ 25.604N 10 ⁰ 40. 949Ø	156	3	Prøve til analyse av TOC, P, Zn, Cu og kornfordeling. 2 poser

2.2.3 Sediment

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

2.2.4 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS. 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 NEN-EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

2.2.5 Bunndyr

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

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet $0,1 \text{ m}^2$. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full $0,1 \text{ m}^2$ van

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær m.fl. (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	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

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

2.3 Produksjon

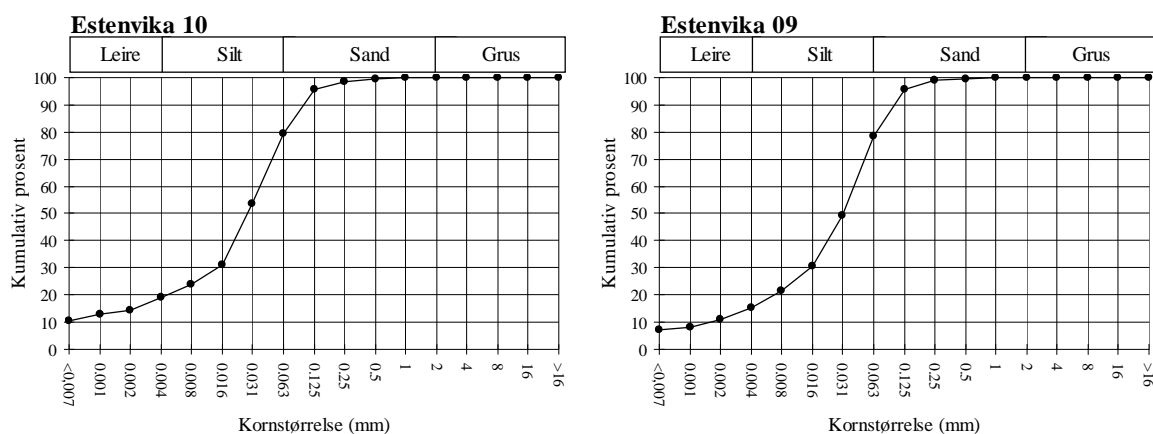
Total produksjon i indre basseng er ca 15000 tonn, fordelt på de to lokalitetene Almulen og Austvika. I tillegg har Eldviktaren på utsiden av terskelen ca 3000 tonn produksjon på innværende utsett. Før dette, har det vært lakseoppdrett i fjorden i mange år.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Sediment

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

Sedimentet på stasjon Estenvika-10 består av 78 % leire/silt og 22 % sand. I 2009 hadde prøven 80 % leire/silt og 20 % sand. Det organiske innholdet i 2010 var 8 %, mens det i 2009 var 7 %.



Figur 3.1. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet i Estenvika i 2010 og 2009.

Tabell 3.1. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene i Estenvika i 2010, samt 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Estenvika 09	157	7	15	63	78	22	0
Estenvika 10	156	8	19	61	80	20	0

3.4 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i Estenvika er vist i Tabell 3.3 og Vedleggstabell 2. For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993). I dette tilfellet var glødetapet relativt lavt og på samme nivå som i 2009, mens normalisert TOC var høyere i

2010 enn i 2009 og fører til en tilstandsklasse på II-III (God-Mindre god). Konsentrasjonene av sink og kobber var lave begge år og ga derfor tilstandsklasse I (Meget god). Nivået av fosfor var også lavt.

Tabell 3.3. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet fra Estenvika i 2009 og 2010. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/100g)	Normalisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
Estenvika 09	2,6	17,32	I	1,00	49,00	I	12,00	I	40,2
Estenvika 10	24,0	27,96	II-III	1,00	51,00	I	14,00	I	48,0

3.5 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.4-3.6, Figurene 3.10-3.12 og Vedleggstabell 1.

Stasjonen Estenvika ligger på 156-157 m dyp. I 2009 ble det registrert 1605 individer på 0,2 m². Dette tallet hadde økt til 3590 i 2010. Det var også en økning i artstall, fra 57 til 71 i henholdsvis 2009 og 2010. I 2009 var diversiteten (H') 3,02 og jevnheten (J) 0,52. Dette gir tilstandsklassen II-III (God-Mindre god). I 2010 var diversiteten (H') sunket til 2,94 og jevnheten (J) til 0,48 og fikk dermed tilstandsklasse III-II (Mindre god-God). I 2009 var børstemarken *Spiophanes kroeyeri* den mest tallrike, med 45 % av alle individer. Blant de ti mest tallrike artene fantest det da ni børstemarkarter og en sjøpølseart. I 2010 fantest det flest individ av børstemarkgruppen *Polydora* sp. (49 % av total mengde individer). Det ble funnet kun børstemark blant de ti mest tallrike individene dette året.

Cluster- og MDS-analysen tydet på at fordelingen av arter hadde endret seg noe på et år (likhet 53 %). En liten endring kan også sees i grafen for geometriske klasser. Mellom huggene var likheten større, begge år, (74 % i 2009 og 76 % i 2010).

Konklusjon

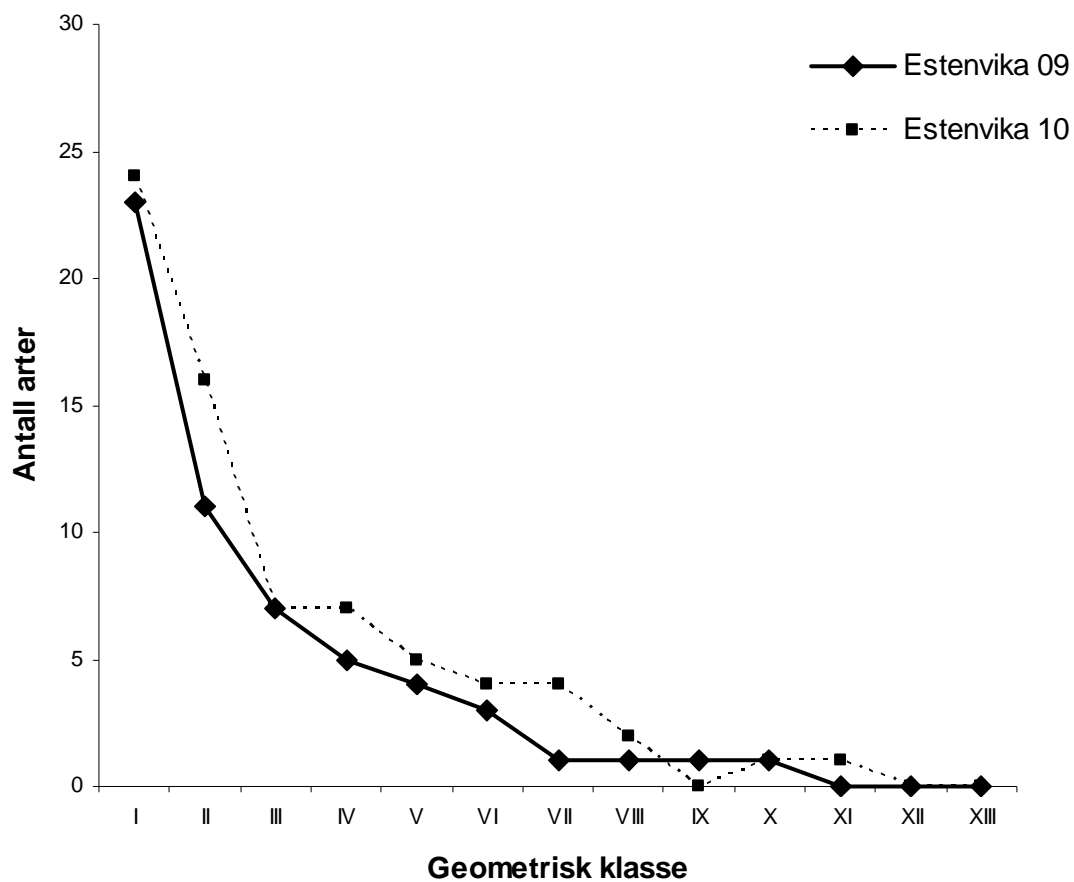
Resultatene tyder på fortsatt gode bunnforhold i Estenvika, selv om det har skjedd en svak endring siden 2009. Det økte individtallet og artstallet kan ha en sammenheng med tilførsel av organisk materiale til dypbassenget.

Tabell 3.4. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Estenvika i 2009 og 2010. Klassifisering av miljøforholdene (KLIF's tilstandsklasse og MOM-miljøtilstand) basert på artsdiversitet (H') (MOLVÆR m.fl. 1997) og Norsk Standard.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H' -max	KLIFs miljøtilstand	MOM-miljøtilstand
Estenvika 09	1	767	44	3.12	0.57	5.46		
	2	838	44	2.82	0.52	5.46		
	Sum	1605	57	3.02	0.52	5.83	II-III	
Estenvika 10	1	1917	52	2.81	0.49	5.70		
	1	1673	59	3.04	0.52	5.88		
	Sum	3590	71	2.94	0.48	6.15	III-II	

Tabell 3.5. Geometriske klasser i Estenvika i 2009 og 2010.

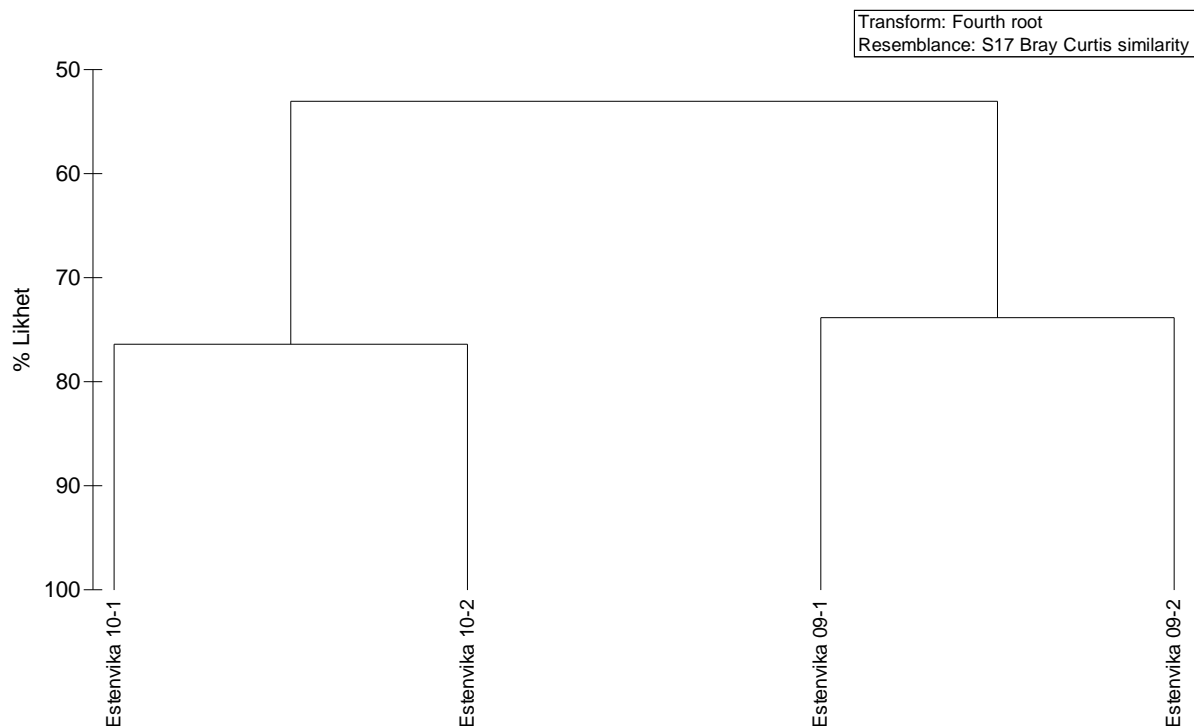
Geometriske klasser	Estenvika 09	Estenvika 10
I	23	24
II	11	16
III	7	7
IV	5	7
V	4	5
VI	3	4
VII	1	4
VIII	1	2
IX	1	0
X	1	1
XI	0	1
XII	0	0
XIII	0	0



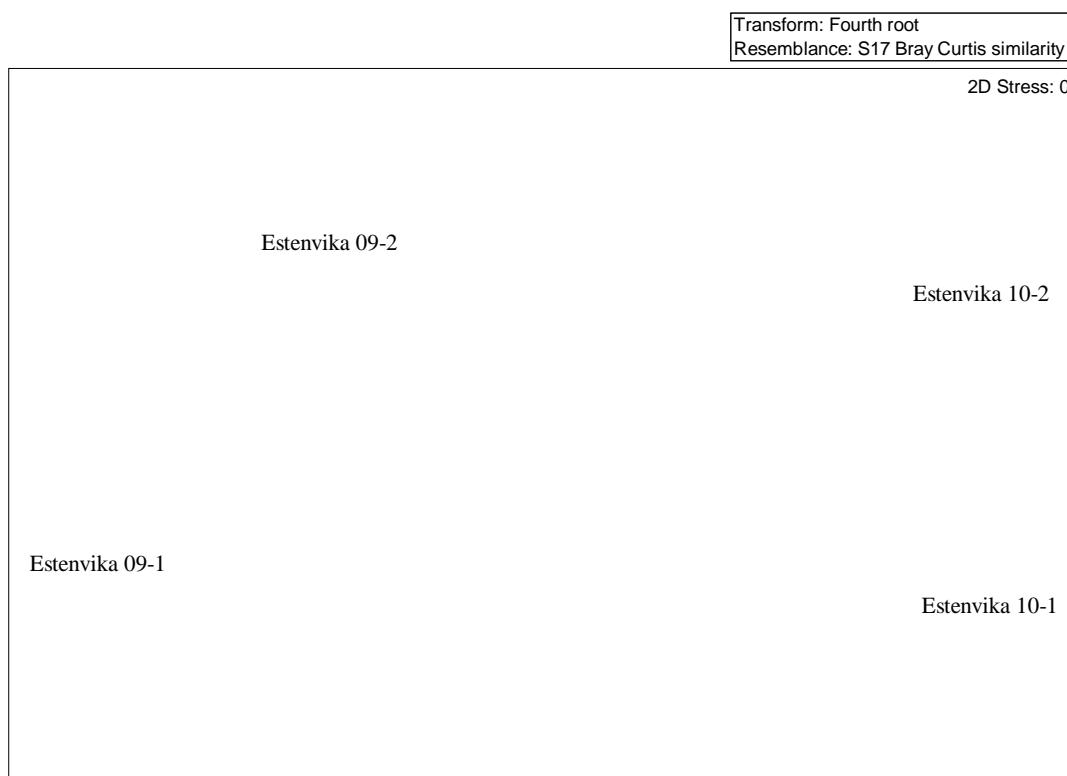
Figur 3.10. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Estenvika i 2009 og 2010.

Tabell 3.6. De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert i Estenvika i 2009 og 2010.

Estenvika 09	Antall individer	%	Kum.%	Estenvika 10	Antall individer	%	Kum.%
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	727	45.3	45.3	<i>Polydora</i> sp.	1750	48.7	48.7
<i>Myriochele oculata</i>	280	17.4	62.7	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	634	17.7	66.4
<i>Polydora</i> sp.	154	9.6	72.3	<i>Myriochele oculata</i>	200	5.6	72.0
<i>Owenia borealis</i>	68	4.2	76.6	<i>Maldane sarsi</i>	148	4.1	76.1
<i>Myriochele heeri</i>	51	3.2	79.8	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	103	2.9	79.0
<i>Heteromastus filiformis</i>	45	2.8	82.6	<i>Maldanidae</i> indet.	103	2.9	81.8
<i>Praxillella</i> cf. <i>praetermissa</i>	40	2.5	85.0	<i>Owenia borealis</i>	90	2.5	84.3
<i>Maldane sarsi</i>	30	1.9	86.9	<i>Chaetozone</i> sp.	89	2.5	86.8
<i>Synaptidae</i> indet.	25	1.6	88.5	<i>Myriochele heeri</i>	51	1.4	88.2
<i>Chaetozone chriesti</i>	22	1.4	89.8	<i>Exogone</i> sp.	48	1.3	89.6



Figur 3.11 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Estenvika, tatt 29.januar 2009 og 16. juni 2010. 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.



Figur 3.12. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Estenvika, tatt 29.januar 2009 og 16. juni 2010. 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.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene på havbunnen mellom to oppdrettsanlegg i Jøssundfjorden, Flatanger kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 16.6.2010. Det ble tatt bunnprøve fra en stasjon.

I 2009 er det gjennomført en tilsvarende undersøkelse. Årets undersøkelse inkluderer ikke hydrografiske prøver, men er ellers identisk med undersøkelsen i 2009.

Tabell 4.1 gir en oppsummering av resultatene fra 2010 og 2009.

År	KLIF tilstand	Tilstand sink	Tilstand kobber	Fosfor g/kg	Tilstand TOC	Tilstand Bunnvann
2009	II-III	I	I	1,00	I	I
2010	III-II	I	I	1,00	II-III	Ikke målt

Miljøforholdene i Estenvika er fremdeles gode, selv om det har skjedd en svak endring i tilstand fra 2009 til 2010. Det økte individtallet og artstallet har mest sannsynlig sammenheng med økt tilførsel av organisk materiale til dypbassenget. Sesongen 2009 – 2010 ble produksjonen i bassenget økt betraktelig og kom totalt opp i ca 15.000 tonn for de to lokalitetene Austvika og Almulen. Lokalitetene ligger henholdsvis 980 og 550 m fra prøvestasjonen, og strømmen fører en del av avfallet i retning prøvestasjonen. Det er således overraskende at utslaget må miljøtilstandene ikke er større.

5 TAKK

Vi takker Petter Hågensen fra Marine Harvest AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på oppdragsgivers båt. På toktet deltok Anders W. Olsen og Fredrik R. Staven.

Sedimentanalysene ble utført av Hanne-Monika Reinback ved Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Jon Hestetun ved Uni Research, Bergen.

6 LITTERATUR

- Aure m.fl. 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. sommeren 1996. *NIVA rapport LNR 3753-97*. 43s.
- 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*.
- Olsen m.fl. 2009. Miljøundersøkelse i Jøssundfjorden 2009. Rapport fra Unifob og Aqua Kompetanse. 2009. ISSN 1890-5153

7 VEDLEGG

7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden.

Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0.1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

Geometriske klasser

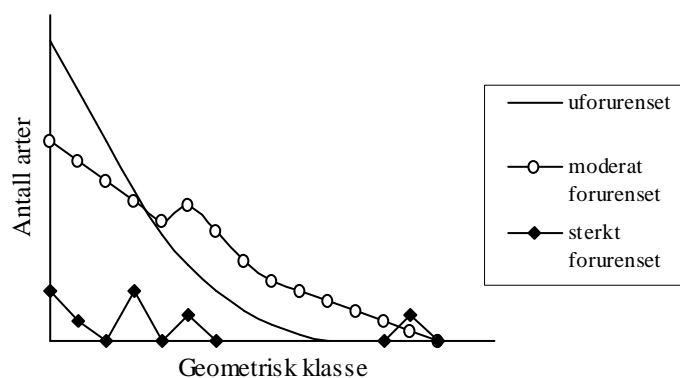
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer,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

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson & 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 uforurensede 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 et 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 arts mangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks (Molvær et al. 1997).

Parameter	Tilstandsklasse				
	I	II	III	IV	V
	“Meget god”	“God”	“Mindre god”	“Dårlig”	“Meget dårlig”
Bunndyr Shannon-Wiener indeks (H')	>4	4-3	3-2	2-1	<1

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 et 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.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- 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

Vedlegg SF-SAM-505.3

BENTHOS ARTSLISTE

Seksjon for anvendt miljøforskning



**SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)**
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse AS
Prosjekt nr.: 803984
Prøvetakingssted (område): Estenvika
Dato for prøvetaking: 29. januar 2009 og 16. juni 2010
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen
Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Jon Hestetun (og kontrollert av Per Johannessen)

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

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbluggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

+ i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.

/ i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).

cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.

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

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:3 sider.

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

Signatur:.....*P.O. Johannessen*.....
Signaturberettiget

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Estenvika	Stasjoner Dato	Estenvika 09	Estenvika 09	Estenvika 10	Estenvika 10
		29.01.2009	29.01.2009	16.06.2010	16.06.2010
Arter	Hugg nr	1	2	1	2
* PORIFERA indet.				+	
* Hydrozoa indet.			+	+	
* PLATYHELMINTES indet.				2	
* NEMERTINI indet.		1	8	6	5
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii		0/1	4/2	47	56
Eunoe nodosa		1			
Pholoe baltica			1	2	12
Phyllodoce groenlandica			1	0/3	0/1
Phyllodoce rosea					0/1
Eulalia sp.			1		
Eteone longa					0/1
Ophiodromus flexuosus				1	
Syllidae indet.				1	4
Exogone sp.		1	1	29	19
Ceratocephale loveni		2	3	9	7
Aglaophamus malmgreni			1		
Nephtys ciliata					1
Sphaerodoropsis minuta					2
Glycera lapidum		1			
Nothria conchylega		1	0/1	2	6
Lumbrineridae indet.			1		1
Drilonereis filum			1		
Laonice sarsi					0/1
Polydora sp.		90	64	950	800
Prionospio cirrifera		3	4	19	24
Spiophanes kroeyeri		262/42	313/110	354	280
Apistobranchnus tenuis				4	2
Aricidea sp.				1	1
Paraonis sp.					1
Aphelochaeta sp.		2	8	19	6
Chaetozone chriesti		12/2	6/2		
Chaetozone sp.		4	4	34	55
Brada villosa				1	
Pherusa falcata		1			
Pherusa flabellata				0/1	
Ophelina sp.					0/2
Scalibregma inflatum					1
Capitella capitata				1	1
Heteromastus filiformis		21/3	20/1	16	12
Praxillella cf. praetermissa		10/17	2/11		
Asychis biceps				9	5
Chirimia biceps		7/3	3/2		
Maldane sarsi		9	11/10	66	82
Maldanidae indet.			2		
Maldanidae indet. A				64	32
Maldanidae indet. B				6	2
Myriochele fragilis		15	1		
Myriochele heeri		29	22	21	30
Myriochele oculata		150	130	120	80
Myriochele danielsseni				8	4

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Estenvika	Stasjoner	Estenvika 09	Estenvika 09	Estenvika 10	Estenvika 10
	Dato	29.01.2009	29.01.2009	16.06.2010	16.06.2010
Arter	Hugg nr	1	2	1	2
Owenia borealis		2/17	2/47	0/48	0/42
Pectinaria auricoma		1			
Pectinaria koreni				2	1
Ampharete falcata					1
Sabellides borealis				3	1
Sabellides octocirrata		1	1	3	5
Sosanopsis wireni				1	11
Samytha sexcirrata					1
Glyphanostomum pallescens				0/1	
Amage auricula				2	1
Melinna elisabethae		1			
Neoamphitrite sp.				1	
Pista sp.		2	3		
Polycirrus medusa				2	
Terebellidae indet.					2
Terebellides stroemi		8/1	2/3	5	10
Sabellidae indet.		5	9	24	23
Jasmineira sp.		1			
Euchone sp.		1		2	
* HIRUDINEA indet.			1		
SIPUNCULA					
Sipuncula indet.		1	4	8	9
Aspidosiphon muelleri			1		
Phascolion strombus				0/1	
CRUSTACEA					
* Calanus finmarchicus				1	4
* Ostracoda indet.					2
* Cypridina norvegica		6/5	5/1		3
* Cypridina megalopsis					1
* Philomedes lilljeborgi				1	
* Nebalia sp.			1		
* Leucon sp		2			
* Eudorella emarginata		1	1		
* Tanaidacea indet.		2		5	6
* Caecognathia hirsuta		1	2		
* Gnathia sp.				2	3
* Amphipoda indet.		9	10	3	8
Eriopisa elongata		2			
* Decapoda larve					1
MOLLUSCA					
Euspira montagui			1		
Oenopota trevillianiana					1
Taranis moerchi		4			
Diaphana globosa		0/1	1		
Philine quadrata		0/1		1	1
Philine scabra				0/1	0/1
Cylichna alba				0/1	1
Cylichna umbilicata		1		1	1/1
Ennucula tenuis		0/1	1/1		1
Nuculana minuta			1		
Yoldiella lucida		1	1		0/3

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Estenvika	Stasjoner	Estenvika 09	Estenvika 09	Estenvika 10	Estenvika 10
	Dato	29.01.2009	29.01.2009	16.06.2010	16.06.2010
Arter	Hugg nr	1	2	1	2
Yoldiella philippiana			0/1	1	
Modiolula phaseolina		0/1			
Thyasira sarsii		0/4	1/1	1/3	0/2
Thyasira equalis		0/1		0/2	0/1
Mendicula feruginosa		1	0/1		
Parvicardium minimum		0/1	0/1		0/1
Abra nitida		0/1	1/1	0/1	0/3
Kelliella abyssicola					1
Hiatella sp.					1
ECHINODERMATA					
Asteroidea indet.				0/1	
Ophiopholis aculeata				0/1	
Ophiura robusta				1	
Ophiura sp.			0/1		0/3
Labidoplax buskii				10	9
Leptosynapta sp.				1	4
Synaptidae indet.		17	8		
* Siboglinum fiordicum		+	+	+	+
ENTEROPNEUSTA indet.			1		
CHORDATA					
* Lycodes vahlii					1
* PISCES egg.					2

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



Uni Research AS
SAM-marin
5006 BERGEN
Attn: Erling Heggøy

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

AR-10-MM-011512-03



EUNOMO-00016775

Prøvemottak: 07.07.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 07.07.2010-29.07.2010
Referanse: Oppdrags nr:
611101,803984, ref
13/10 Estenvika

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).
Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Prøvenr.:	439-2010-07070241	Prøvetakingsdato:	16.06.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Estenvika10	Analysedato:	07.07.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	48	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	1000	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	14	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	51	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
* Totalt organisk karbon (TOC)	24	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)
Uni Miljø (sam-marin@uni.no)

Moss 18. august 2010

Hanne-Monica Reinback

Hanne-Monica Reinback

ASM/Kjemiingeniør

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1