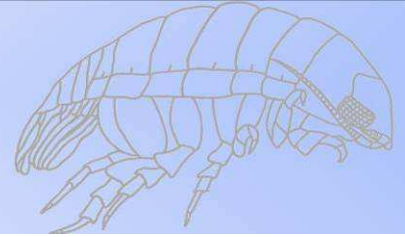


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research



e-Rapport nr. 5-2010



Marin miljøundersøkelse i Jakobsteinsvika

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 05 Fax: 55 58 45 25			Aqua Kompetanse AS 7770 Flatanger Norway 74 28 84 30		

Rapportens tittel: Marin miljøundersøkelse i Jakobsteinsvika		Dato: 27.5.2010	
		Antall sider og bilag: 33	
Forfatter(e): Anders Waldemar Olsen, Kristin Hatlen og Per-Otto Johansen		Prosjektleder: Anders W. Olsen	
		Prosjektnummer: 30-3-10C	

Oppdragsgiver: Marine Harvest Nord		Tilgjengelighet: Åpen	
---------------------------------------	--	--------------------------	--

Sammendrag:

På oppdrag fra Marine Harvest Nord, har Aqua Kompetanse AS gjennomført en resipientundersøkelse (MOMC) i Lekafjorden utenfor oppdrettsanlegget Jakobsteinsvika. UNI Research i Bergen og Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss har stått for analysene. Det ble tatt tre grabbprøver fra tre forskjellige stasjoner. Alle stasjonene ble analysert med tanke på artsdiversitet, samt kjemiske og geologiske analyser.

De to stasjonene nærmest anlegget viste tegn til stimulans fra anlegget, men ikke mer enn at stasjon Jakob 1 fikk MOM-tilstand 2 (God) og stasjon Jakob 2 fikk MOM-tilstand 1 (meget god) samt KLIF-tilstand 1 (meget god). Stasjon Jakob 3, som lå lengst unna, viste ingen tegn til stimulans fra anlegget, og fikk KLIF-tilstand 1. Ingen av stasjonene hadde høyt innhold av tungmetallene sink og kobber (tilstand 1 på begge). Mengden fosfor var også lavt i sedimentet. Totalt organisk karbon var også lavt på samtlige stasjoner. Totalt kan miljøforholdene i området karakteriseres som gode.

Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 5-2010

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	31.5.2010	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	27.5.2010	<i>Anders W. Olsen</i>

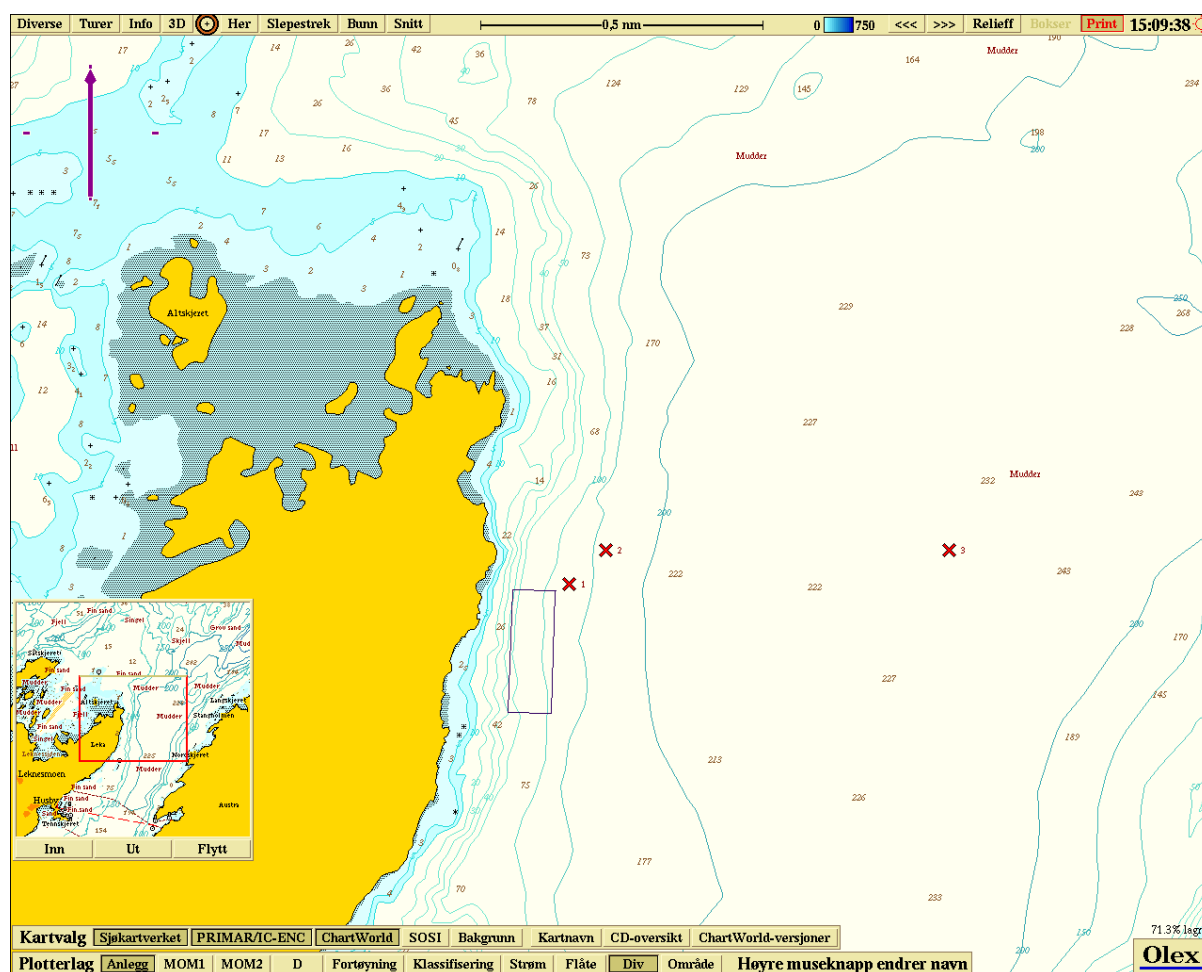
INNHOOLD

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER.....	5
2.1 Undersøkelsesområdet.....	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	5
2.2.3 Sediment.....	7
2.2.4 Kjemiske analyser	8
2.2.5 Bunndyr	8
2.3 Produksjon.....	11
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	11
3.1 Hydrografi	11
3.3 Sediment.....	15
3.4 Kjemi.....	16
3.5 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	21
5 TAKK	22
6 LITTERATUR.....	22
7 VEDLEGG.....	23
Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....	23
Vedleggstabell 1. Artsliste	28
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	32

1 INNLEDNING

I forbindelse med søknad om utvidet produksjon på lokaliteten Jakobsteinsvika, Leka kommune, har Marine Harvest bestilt en resipientundersøkelse fra området. Undersøkelsen ble gjennomført av Aqua Kompetanse AS, den 3.3.2010. Det ble tatt prøver fra totalt tre stasjoner.

UNI Research i Bergen har sortert, og analysert artene fra stasjonene ved Jakobsteinsvika. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i totalt tre prøver. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra KLIF (Klima og forurensningsdirektoratet, tidligere SFT) (Molvær m.fl. 1997). Området er ikke tidligere undersøkt med samme metodikk.



Figur 1.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Firkant representerer oppdrettsanlegget. Kartkilde: Olex.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger nord i Lekafjorden. Det største dypet her er ca 240 meter. Fjorden har ingen terskler. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner. Stasjon 1, nærmest anlegget, var på ca 130 meters dyp, stasjon 2, var på 147 meters dyp, noe lengre øst. Stasjon 3 ble tatt på det største dypet i Lekafjorden, ca 240 meter. Se for øvrig figur 2.1

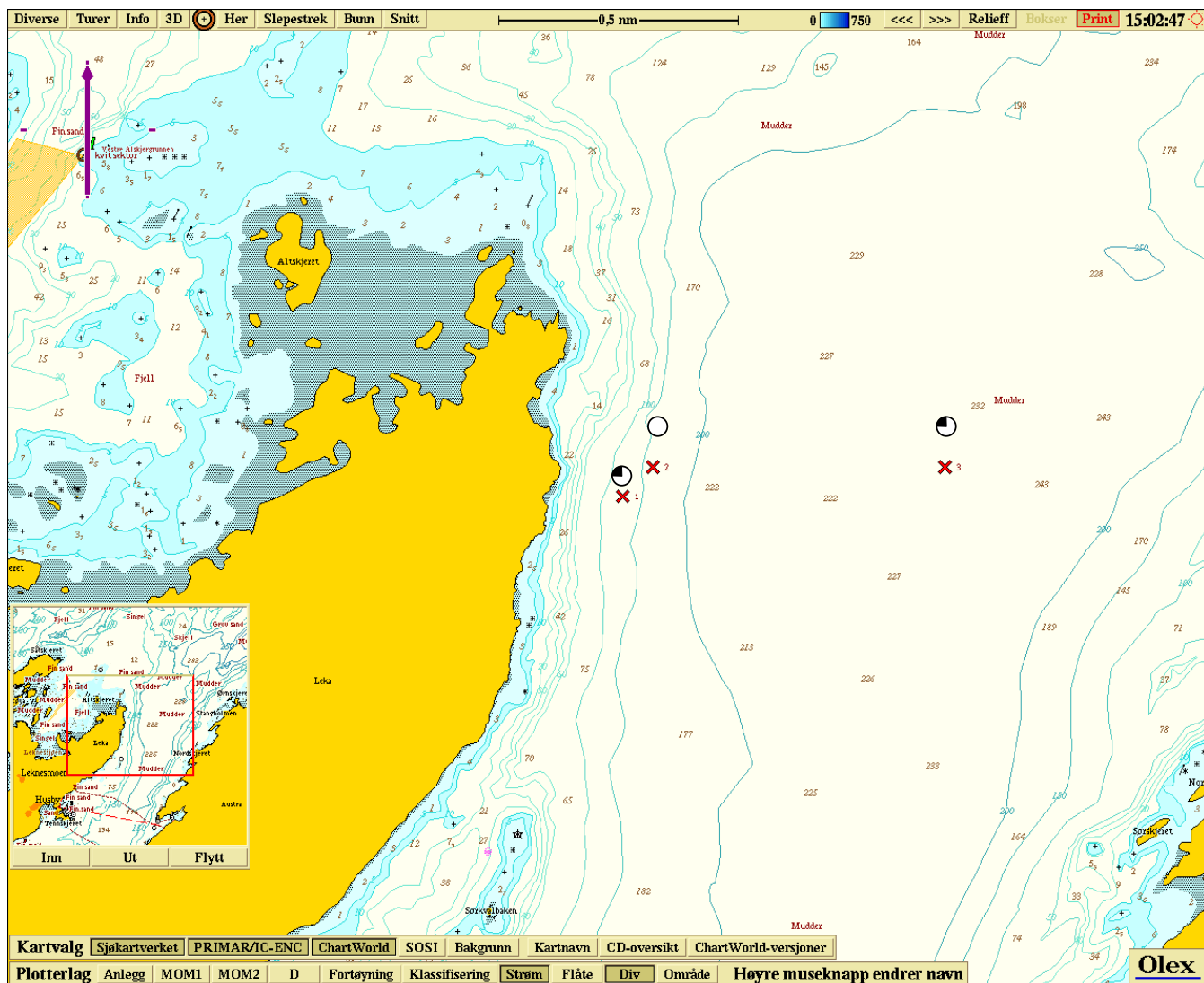
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest den 3. Mars 2010. Fra hver stasjon ble det tatt to dyrelivsgrabber og en grabb for kjemiske og geologiske analyser. Totalt ble det tatt ni grabber. Det ble også utført CTD registreringer på hver stasjon. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i tabell 2.1. Innsamlingen av prøvene er utført i henhold til NS 9410.

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 (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 %.

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på alle fire stasjoner (figur 3.1 til 3.8). Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS. Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 3.3.2010.



Figur 2.1. Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. 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. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i mars 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	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Jakob 1 3.3.10	Jakobsteinsvika 65 ⁰ 06.965N 11 ⁰ 47.693Ø	130	1	1,3	Skjellsand. Lys brun farge. Ingen lukt. Børstemark registrert. Uttak til artsanalyse
		130	2	2,7	Skjellsand. Lys brun farge. Ingen lukt. Børstemark registrert. Uttak til artsanalyse. Litt lekkasje fra grabb.
		130	3	Ikke målt	Lys brun farge. Uttak til kjemiske og geologiske analyser. pH = 7,39. Eh = 18.
St. Jakob 2 3.3.10	Jakobsteinsvika 65 ⁰ 07.025N 11 ⁰ 47.845Ø	147	1	8,5	Silt og skjellsand. Lys brun farge. Ingen lukt. Børstemark registrert. Uttak til artsanalyse.
		147	2	6,4	Silt og skjellsand. Lys brun farge. Ingen lukt. Børstemark registrert. Uttak til artsanalyse.
		147	3	Ikke målt	Silt og skjellsand. Lys brun farge. Ingen lukt. Uttak til kjemiske og geologiske analyser. pH = 7,42. Eh = 70
St. Jakob 3 3.3.10	Jakobsteinsvika 65 ⁰ 07.025N 11 ⁰ 47.289Ø	240	1	12,5	Silt. Litt leire. Lys brun farge. Ingen lukt. Børstemark registrert. Uttak til artsanalyse.
		240	2	13	Silt. Litt leire. Lys brun farge. Ingen lukt. Børstemark registrert. Uttak til artsanalyse.
		240	3	Full	Silt. Litt leire. Lys brun farge. Ingen lukt. Uttak til kjemiske og geologiske analyser. pH = 7,41. Eh = 92.

2.2.3 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av kjemiske parametre (Cu, Zn, P og TOC), organisk innhold (glødetap) og kornfordeling fra tre stasjoner. 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 sediment-overflaten, og lukte råttent (H₂S). 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 Eurofing Norsk Miljøanalyse AS. (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885m. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført i henhold til NEN-EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764.

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 bunndyrprøver 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 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 hull diameter 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 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne

artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

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). Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

I kartet over innsamlingsområdet (fig. 2.2.) 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	150-360	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

Lokaliteten har vært produsert fisk på siden 2002. Det har siden den gang vært totalt 4 utsett; 2002, 2004, 2006 og 2008. Lokaliteten ble tømt 13. Januar 2010, og har siden det stått tom.

Brakkleggingstiden mellom vært utsett har variert fra 2 til 5 måneder. Total mengde utføret siden 2002 er ca 23 000 tonn.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

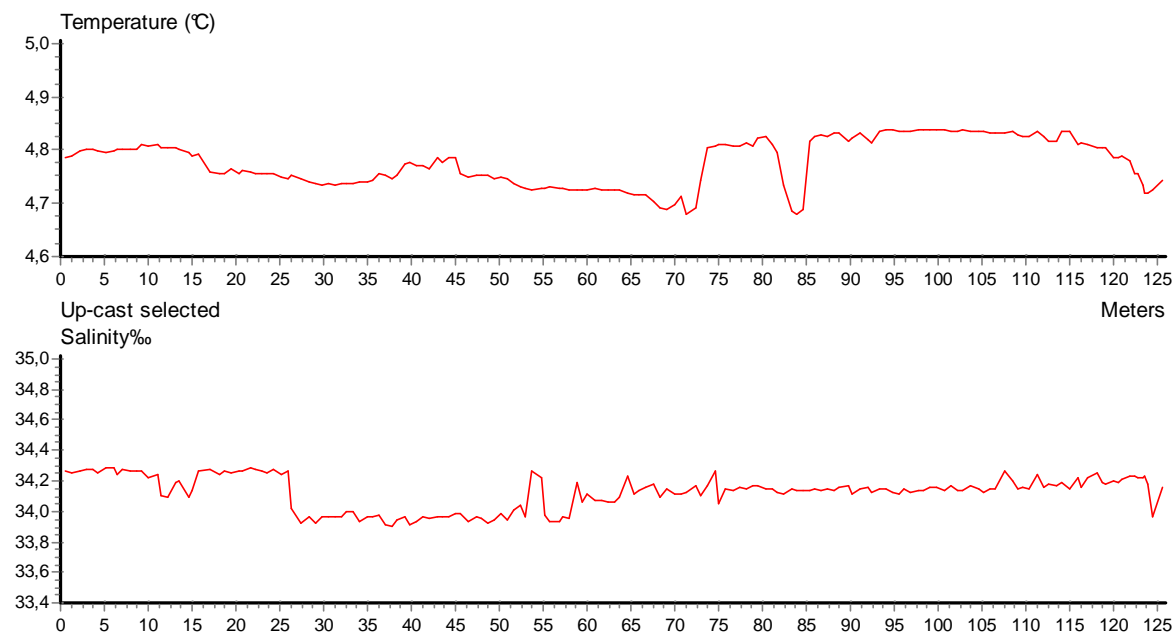
Temperaturen endret seg lite fra overflaten og ned til bunnen på alle stasjonene. Saliniteten var også jevn gjennom hele vannsøylen på alle stasjonene Se figurene 3.1, 3.3, og 3.5.

På stasjon Jakob 1 varierte oksygenmengden fra 8,36 mg/l i overflaten til 8,10 mg/l i bunnvannet. Metningen varierte fra 81,56 % til 79,39 %. Se figur 3.2. En mengde på 8,10 mgO₂/l tilsvarer 5,7 mlO₂/l (omregningsfaktor 1,42). Dette gir bunnvannet på stasjon Jakob 1, tilstand I etter SFT's klassifisering (Molvær m.fl. 1997) (se tabell 2.2).

På stasjon Jakob 2 sank også oksygeninnholdet jevnt fra 8,35 mg O₂/l i overflaten til 8,08 mg O₂/l i bunnvannet. Metningen sank fra 81,96 % til 78,71 %. Se figur 3.4. 8,08 mgO₂/l tilsvarer 5,7 mlO₂/l. Dette gir bunnvannet på stasjon Jakob 2 tilstand I etter SFT's klassifisering.

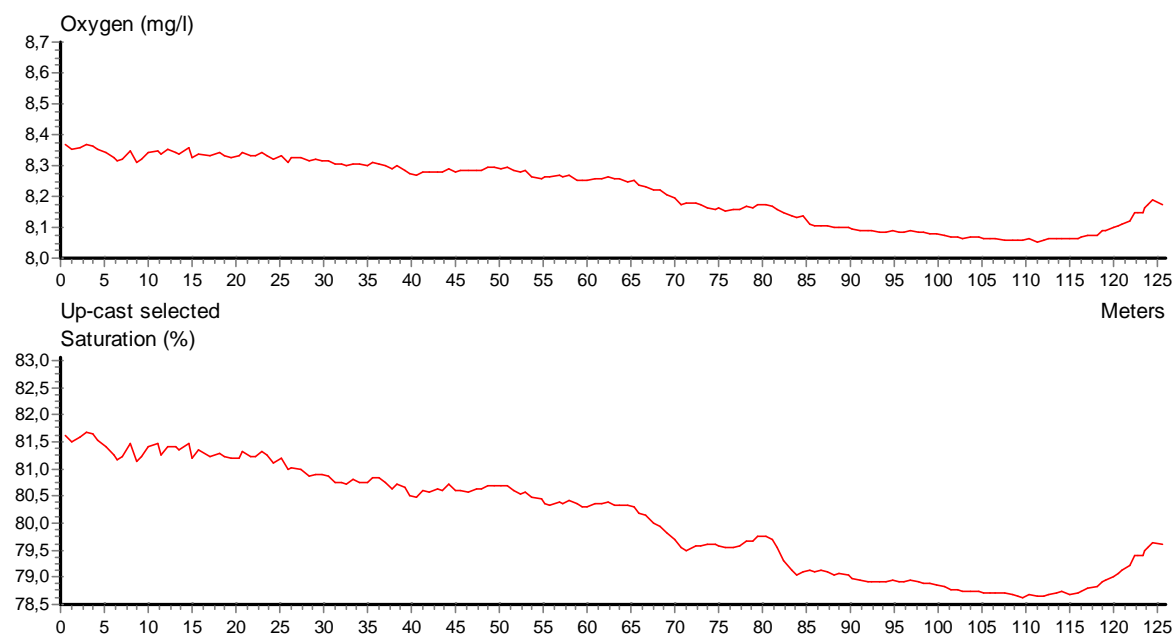
På stasjon Jakob 3 sank oksygeninnholdet fra 8,52 mgO₂/l til 8,06 mgO₂/l i bunnvannet. Metningen sank fra 82,45 % til 78,26 %. Se figur 3.6. 8,52 mgO₂/l tilsvarer 6 mlO₂/l. Dette gir tilstand I for bunnvannet på stasjon Jakob 3.

File name: jakobsteinsvika. 3.3.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 18 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 16:30:33 - 03.Mar-10 (No. 1749) To: 16:38:21 - 03.Mar-10 (No. 1983)



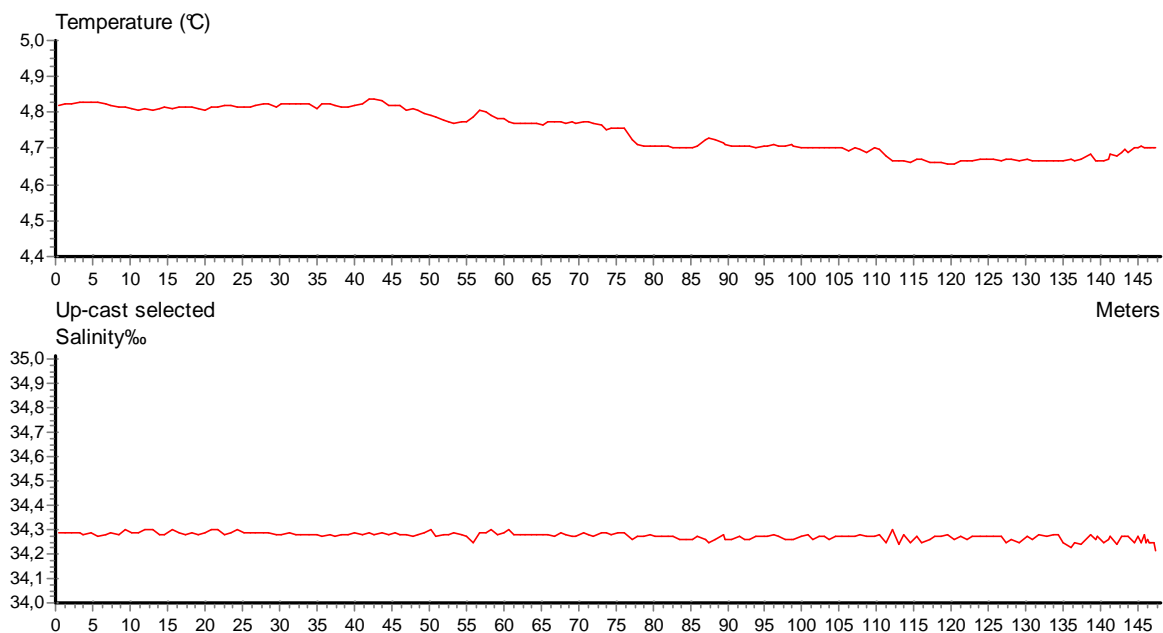
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 130 meters dyp på stasjon Jakob 1 den 3.3.2010

File name: jakobsteinsvika. 3.3.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 18 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 16:30:33 - 03.Mar-10 (No. 1749) To: 16:38:21 - 03.Mar-10 (No. 1983)



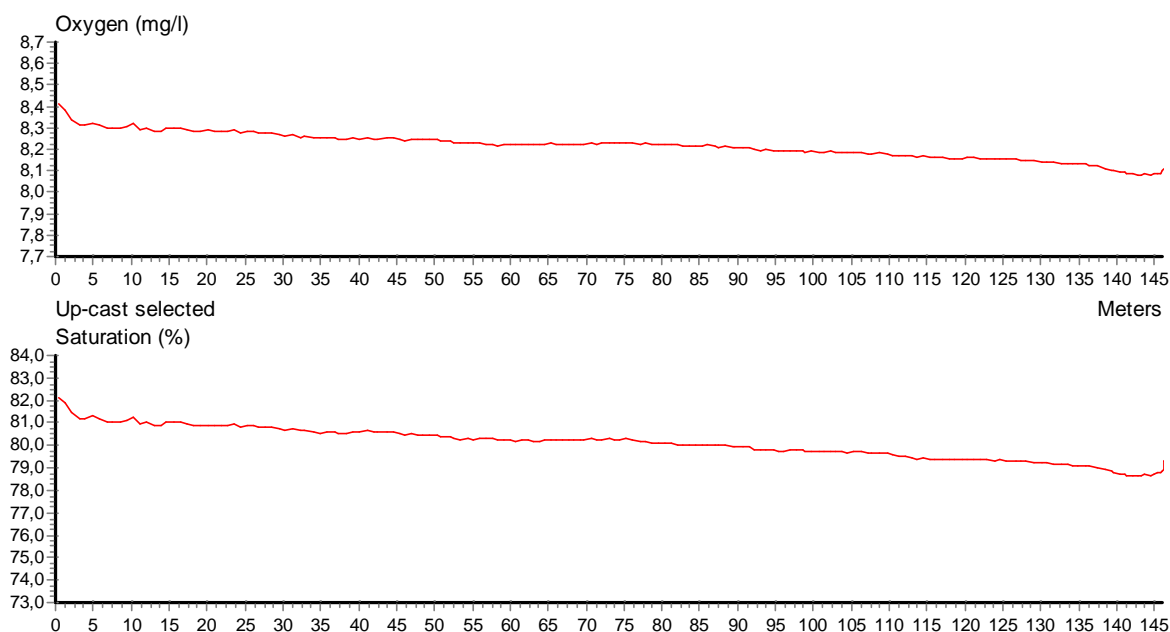
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 130 meters dyp på stasjon Jakob 1 den 3.3.2010

File name: jakobsteinsvika. 3.3.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 20 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 17:28:08 - 03.Mar-10 (No. 3472) To: 17:36:32 - 03.Mar-10 (No: 3724)



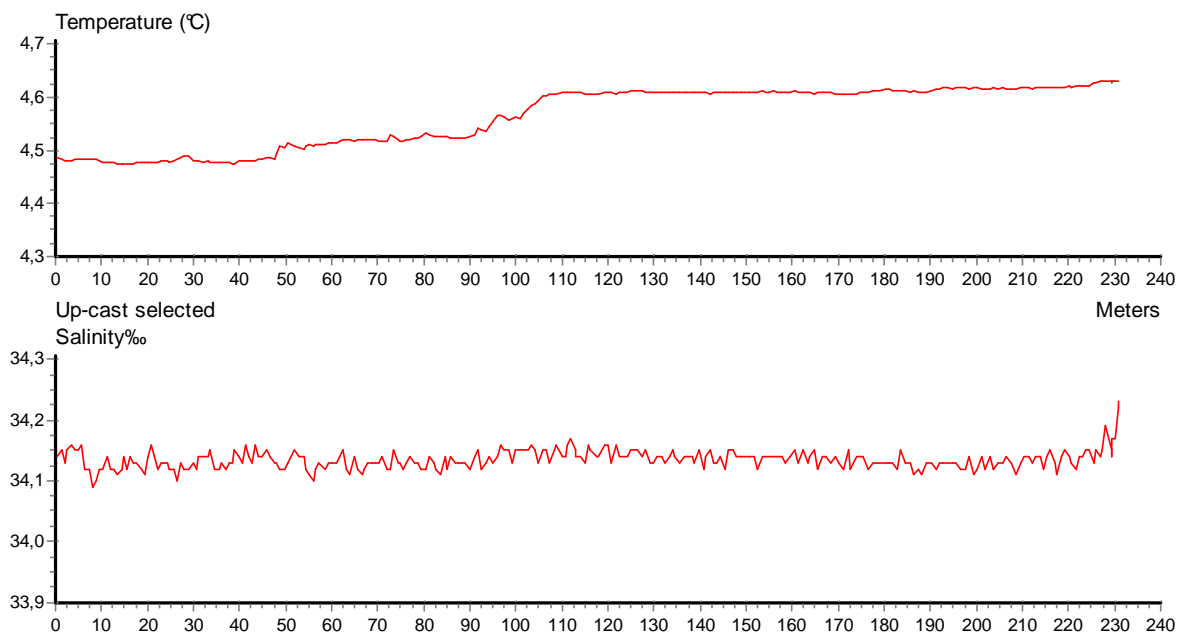
Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 147 meters dyp på stasjon Jakob 2 den 3.3.2010

File name: jakobsteinsvika. 3.3.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 20 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 17:28:08 - 03.Mar-10 (No. 3472) To: 17:36:32 - 03.Mar-10 (No: 3724)



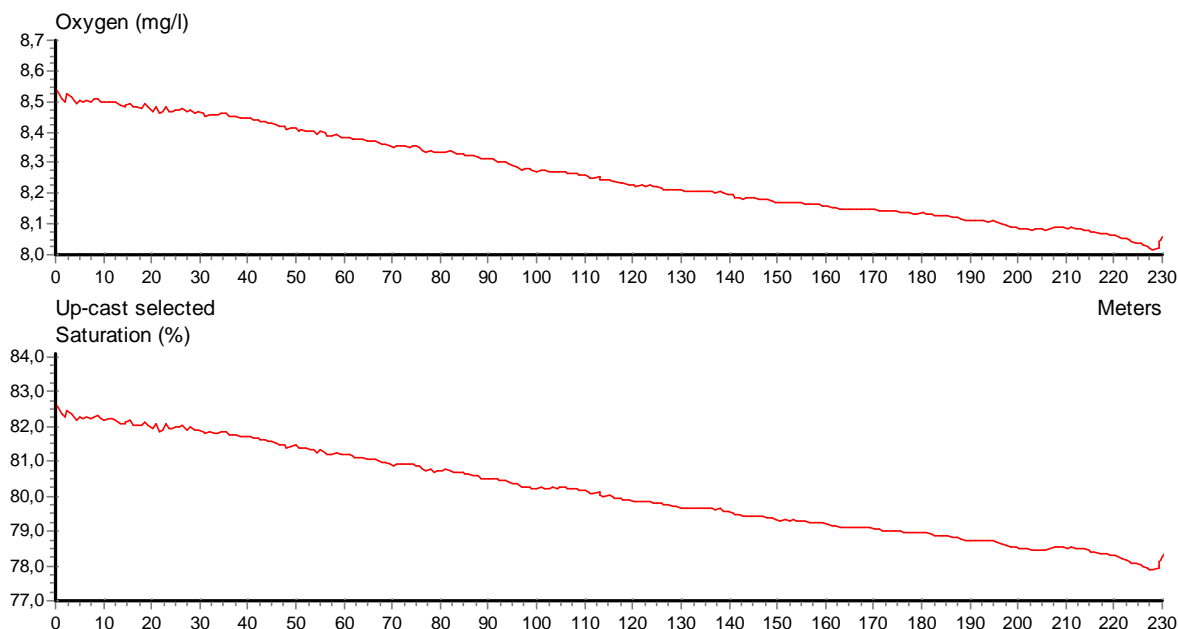
Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til 147 meters dyp på stasjon Jakob 2 den 3.3.2010

File name: jakobsteinsvika. 3.3.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 21 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 18:58:40 - 03.Mar-10 (No. 3850) To: 19:12:14 - 03.Mar-10 (No: 4257)



Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 230 meters dyp på stasjon Jakob 3 den 3.3.2010

File name: jakobsteinsvika. 3.3.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 21 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 18:58:40 - 03.Mar-10 (No. 3850) To: 19:12:14 - 03.Mar-10 (No: 4257)

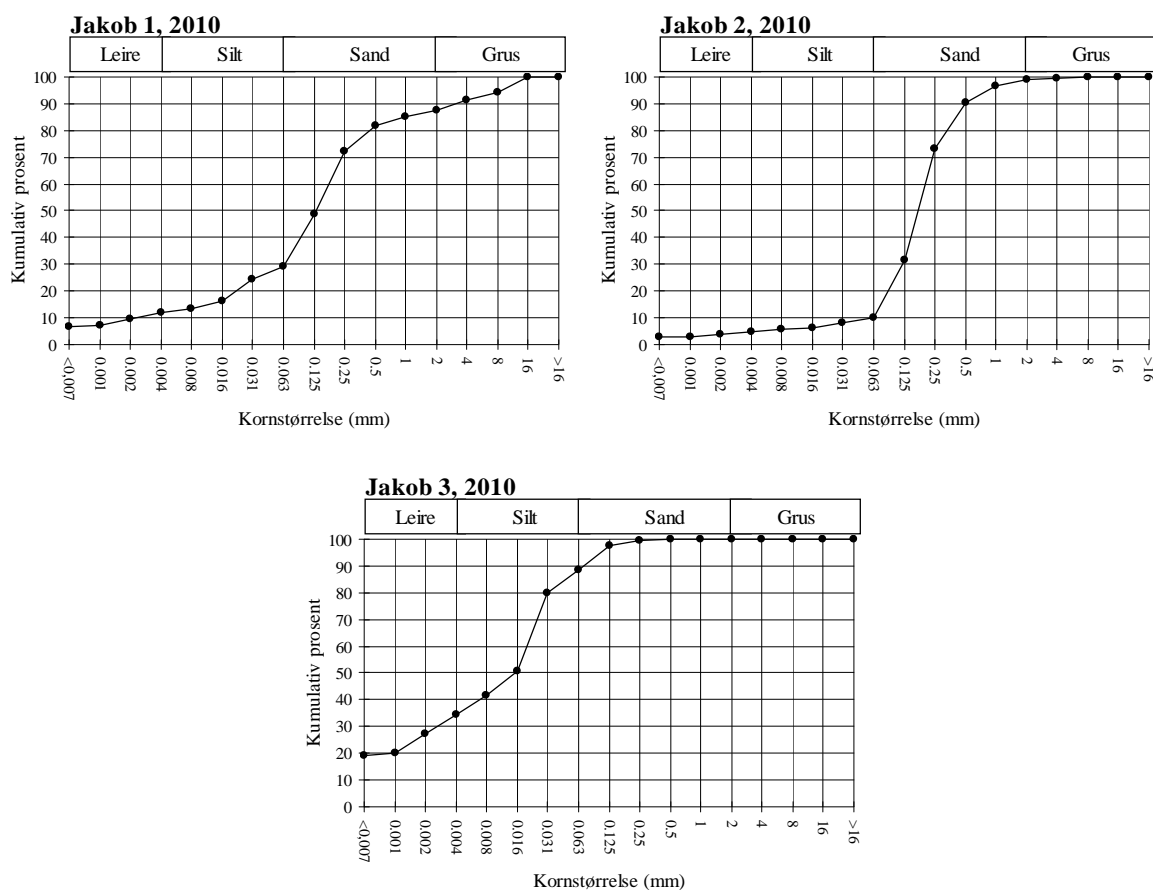


Figur 3.6. Oksygeninnhold fra overflaten og til 230 meters dyp på stasjon Jakob 3 den 3.3.2010

3.3 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.7 og Tabell 3.1.

Sedimentprøven ved Jakob 1 inneholdt en blanding av sand (59 %), leire og silt (29 %) og grus (12 %). Jakob 2 hadde et høyere innhold av sand (89 %), men et lavere innhold av leire og silt (10 %) og grus (1 %). Ved Jakob 3 var sedimentet finkornet, med 89 % leire og silt og 11 % sand. Dette tyder på at strømforholdene er gode tett inntil anlegget, noe som også gjenspeiles i lavt organisk innhold i sedimentet. Den dypeste stasjonen har det fineste sedimentinnholdet i tillegg til det høyeste organiske innholdet, noe som er typisk ettersom dype områder som oftest har lite strøm. Mengde organisk innhold er uansett også ved denne stasjonen relativt lavt.



Figur 3.7. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet i Jakobsteinsvika i 2010.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Jakob 1	130	4,44	12	17	29	59	12
Jakob 2	147	2,50	5	5	10	89	1
Jakob 3	240	8,64	34	54	89	11	0

3.4 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i Jakobsteinsvika er vist i Tabell 3.2 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 imidlertid både det organiske innholdet og de normaliserte verdiene lave. Om en benytter normaliserings-formelen får en et TOC innhold som ved samtlige stasjoner tilsvarer SFT's tilstandsklasse I (Meget god). Sink og kobber var til stede i lave konsentrasjoner på alle stasjonene og får tilstandsklasser fra I (Bakgrunnsverdier) til II (God). Konsentrasjonene av fosfor i sedimentet var også lave.

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet fra Jakobsteinsvika i 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 (TOC) (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg)	TK	Fosfor (P) (g/kg)	Sink (Zn) (mg/kg)	TK	Tørrestoff (%)
	Jakob 1	7,6	20,38	I	48	II	0,63	17	I
Jakob 2	9,4	25,60	I	14	I	0,69	34	I	68
Jakob 3	23	24,98	I	18	I	0,71	75	I	50

3.5 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.8-3.10 og Vedleggstabell 1.

På stasjon Jacob 1, som ligger inntil anlegget på 130 m dyp, ble det funnet 1017 individer fordelt på 27 arter. Diversiteten her er lav (0,98) og med jevnhet 0,21. Børstemarken *Capitella capitata* dominerte sterkt og utgjorde 88 % av alle individene. Denne arten er en opportunist som ofte indikerer dårlige miljøforhold. Påvirkningen vises også på grafen for de geometriske klassene. Blant de ti vanligste artene var det foruten flerbørstmarker også en skjellart og en pølseorm-art. Stasjonen får ut fra MOM-standardens miljøtilstand 2 (god).

Stasjon Jacob 2 ligger i overgangssonen på 147 m og her ble det funnet 2653 individer fordelt på 110 arter på 0,2 m². Blant de ti mest tallrike artene finnes det en molluskart, ellers er resten børstemark. Den mest dominerende arten var *Paramphinome jeffreysii* (8,7 %). Stasjonen viser tegn på en positiv stimulans fra anlegget. Diversiteten var høy (5,27) og stasjonen får dermed en tilstandsklasse fra KLIF på I (meget god) og en MOM-miljøtilstand på 1 (meget god).

På referansestasjonen Jakob 3 som ligger på 240 m dyp, ble det funnet 810 individer fordelt på 52 arter. Børstemarkene *Polydora* sp. (35,1 %) og *Heteromastus filiformis* (19,0 %) utgjorde til sammen 54 % av alle individer. Diversiteten var her 3,59, som gir KLIFs tilstandsklasse II (god) som regnes som normalt på slike dyp i norske fjorder.

Jakob 1 skilte seg fra de øvrige stasjonene med om lag 26 % likhet. Det var stor likhet mellom huggene innen hver enkelt stasjon, hvorav huggene ved Jacob 3 varierte mest (ca. 56 % likhet). MDS-plottet gav det samme situasjonsbildet.

Konklusjon

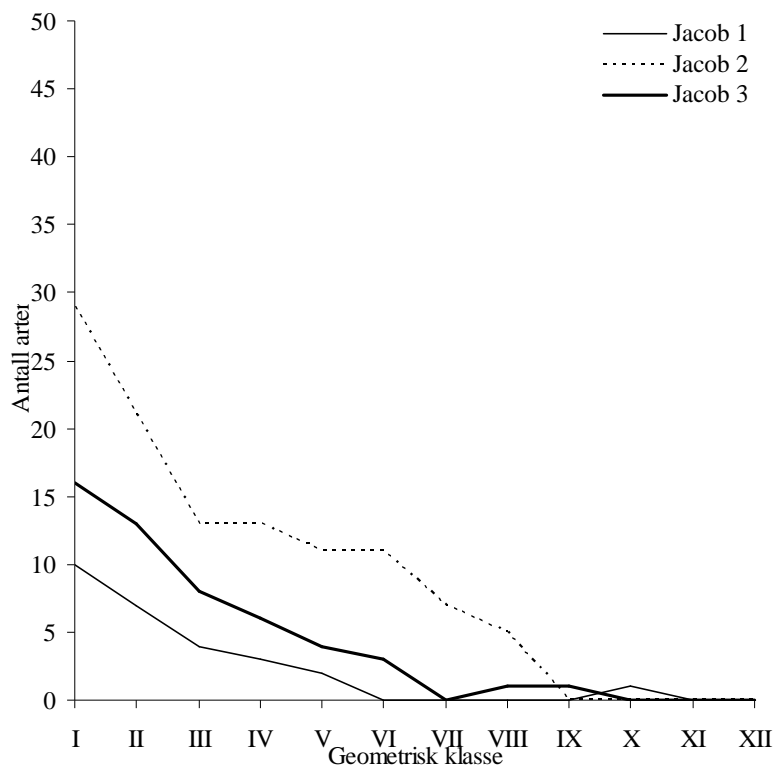
Resultatene tyder på en viss påvirkning på bunnfaunen nærmest anlegget. Det er tegn til en positiv stimulans i overgangssonen. De relativt gode forholdene som ble observert på undersøkelsestidspunktet, kan ha sammenheng med at det er relativt gode strømforhold ved anlegget. Den dypeste stasjonen på 240 m (referansestasjonen), ser ut til å være uforstyrret.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Jacobsteinsvika i 2010. Klassifisering av miljøforholdene (KLIF's tilstandsklasse og MOM-miljøtilstand) basert på artsdiversitet (H') (MOLVÆR et al. 1997) og Norsk Standard.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet H'	Jevnhet J	H' -max	KLIF's TK	MOM-miljøtilstand
Jacob 1	1	629	17	0.64	0.16	4.09		
	2	388	23	1.40	0.31	4.52		
	sum	1017	27	0.98	0.21	4.75		2
Jacob 2	1	1226	90	5.24	0.81	6.49		
	2	1426	87	5.15	0.80	6.44		
	sum	2653	110	5.26	0.78	6.78	I	1
Jacob 3	1	653	43	3.41	0.63	5.43		
	2	157	32	3.12	0.62	5.00		
	sum	810	52	3.59	0.63	5.70	II	

Tabell 3.4. Geometriske klasser ved Jacobsteinsvika i 2010.

Geometrisk klasse	Jacob 1	Jacob 2	Jacob 3
I	10	29	16
II	7	21	13
III	4	13	8
IV	3	13	6
V	2	11	4
VI	0	11	3
VII	0	7	0
VIII	0	5	1
IX	0	0	1
X	1	0	0
XI	0	0	0
XII	0	0	0

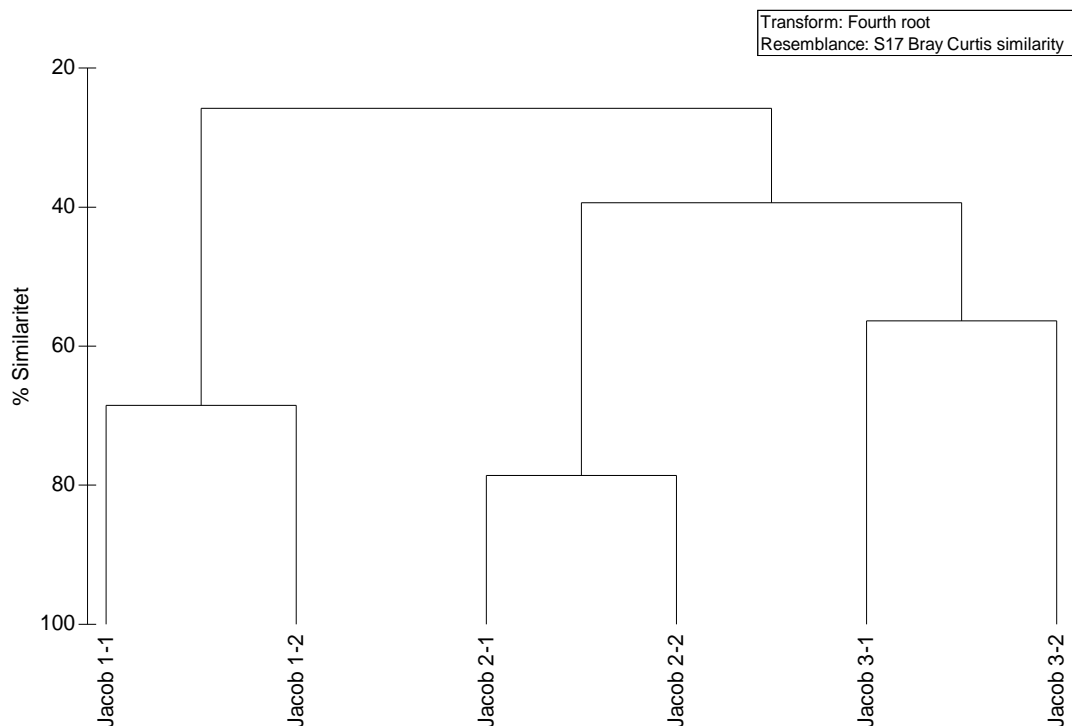


Figur 3.8. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Jacobsteinsvika.

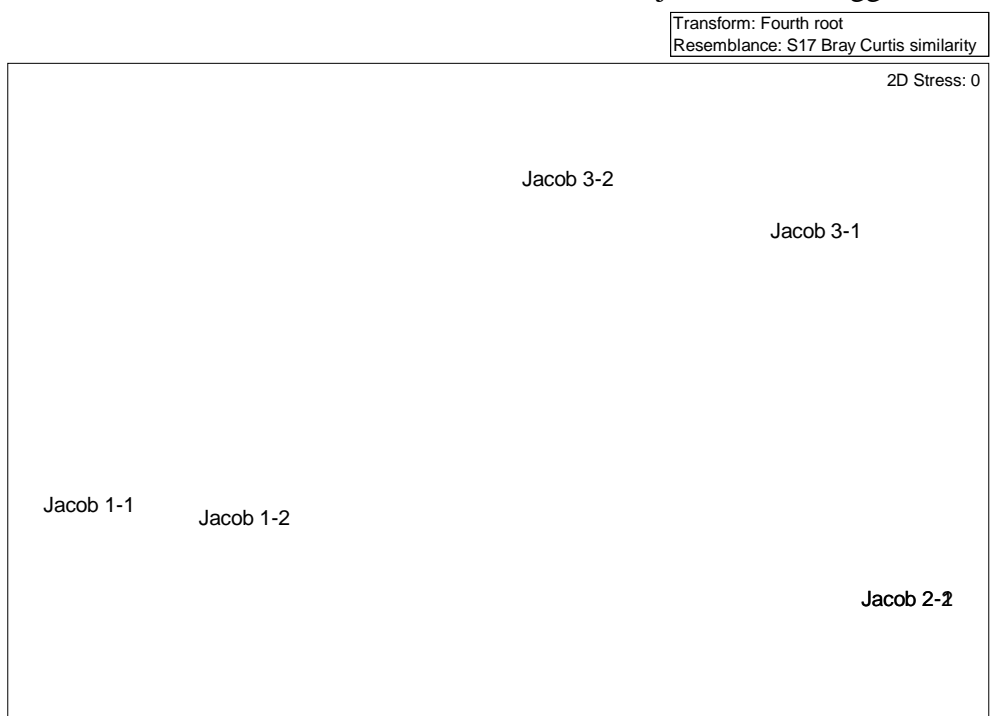
Tabell 3.5. De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert i Jacobsteinsvika i 2010.

Jacob 1	Antall individer	%	Kum. %	Jacob 2	Antall individer	%	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	896	88.1	88.1	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	232	8.7	8.7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	25	2.5	90.6	<i>Amythasides macroglossus</i>	228	8.6	17.3
<i>Chaetozone</i> sp.	21	2.1	92.6	<i>Chaetozone</i> sp.	210	7.9	25.3
<i>Heteromastus filiformis</i>	12	1.2	93.8	<i>Polydora</i> sp.	159	6.0	31.3
<i>Exogone</i> sp.	10	1.0	94.8	<i>Aphelochaeta</i> sp.	137	5.2	36.4
<i>Scoloplos armiger</i>	9	0.9	95.7	<i>Streblosoma intestinale</i>	110	4.1	40.6
<i>Pholoe baltica</i>	5	0.5	96.2	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	109	4.1	44.7
<i>Aphelochaeta</i> sp.	5	0.5	96.7	<i>Prionospio cirrifera</i>	105	4.0	48.6
<i>Thyasira sarsii</i>	5	0.5	97.1	<i>Caudofoveata</i> indet.	93	3.5	52.1
<i>Phascolion strombus</i>	4	0.4	97.5	<i>Notomastus latericeus</i>	80	3.0	55.2

Jacob 3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora</i> sp.	284	35.1	35.1
<i>Heteromastus filiformis</i>	154	19.0	54.1
<i>Sabellidae</i> indet.	52	6.4	60.5
<i>Prionospio cirrifera</i>	46	5.7	66.2
<i>Thyasira equalis</i>	44	5.4	71.6
<i>Notomastus latericeus</i>	25	3.1	74.7
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	20	2.5	77.2
<i>Thyasira sarsii</i>	19	2.3	79.5
<i>Chaetozone</i> sp.	17	2.1	81.6
<i>Aphelochaeta</i> sp.	14	1.7	83.3



Figur 3.9 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene i Jacobsteinsvika, tatt 03. mars 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. Med Jacob 3-2 menes Jacobsteinsvika stasjon 3, andre hugg.



Figur 3.10. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Kåholmen, tatt 03. mars 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. Med forkortelsen Jacob 1-2, menes Jacobsteinsvika 1, andre hugg.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en resipientundersøkelse i Lekafjorden, utenfor oppdrettsanlegget Jakobsteinsvika. Anlegget eies og drives av Marine Harvest Nord (Tidligere Fjord Seafood), som også er oppdragsgiver. Aqua Kompetanse AS har samlet inn prøver på tre stasjoner øst for anlegget. Stasjon Jakob 1 ble lagt hel opp til anlegget, stasjon Jakob 2 ble lagt i overgangssonen, og stasjon Jakob 3 ble lagt i dypeste område i Lekafjorden. Fra hver stasjon ble det tatt to grabber med dyrelivsprøver, og en grabb med sedimentprøver til kjemiske og geologiske analyser. Dyrelivsprøvene ble analysert hos UNI Research i Bergen. Sedimentprøvene ble analysert på Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss. Resultatene fra analysene er oppsummert i tabell 4.1 og 4.2. Se forøvrig tabellene 2.2 og 2.3.

Tabell 4.1. Oppsummering av resultater fra dyrelivsanalyser og kjemiske analyser.

Stasjon	MOM tilstand	KLIF tilstand	Tilstand kobber	Tilstand sink	Tilstand TOC	Tilstand bunnvann
Jakob 1	2	-	II	I	I	I
Jakob 2	1	I	I	I	I	I
Jakob 3	-	II	I	I	I	I

Tabell 4.2. Oppsummering av resultater fra geologiske analyser.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Jakob 1	130	4,44	12	17	29	59	12
Jakob 2	147	2,50	5	5	10	89	1
Jakob 3	240	8,64	34	54	89	11	0

Både kjemiske analyser, geologiske analyser og hydrografiske analyser av sediment og bunnvann indikerte gode miljøforhold. Sedimentet nærmest anlegget (Jakob 1) hadde riktignok en noe forhøyet verdi av kobber i forhold til bakgrunnsnivået. Ellers inneholdt sedimentet meget lite av metallene kobber og sink, samt fosfor. Det var mye oksygen i hele vannsøylen på alle stasjonene, og lite organisk karbon i sedimentet på alle tre stasjoner.

Dyrelivsprøvene gav MOM-tilstand 2 (god) på den nærmeste stasjonen, og tilstand 1 (meget god) på stasjonen i overgangssonen. Både stasjon Jakob 2 og Jakob 3 hadde høy diversitet, og fikk SFT-tilstand (KLIF-tilstand) I og II.

Resultatene tyder på en viss påvirkning på bunnfaunen nærmest anlegget. Det er tegn til en positiv stimulans i overgangssonen. De relativt gode forholdene som ble observert på undersøkelsestidspunktet, kan ha sammenheng med at det er relativt gode strømforhold ved anlegget. Den dypeste stasjonen på 240 m (referansestasjonen), ser ut til å være uforstyrret.

5 TAKK

Vi takker Marine Harvest for oppdraget, og for utlån av båt, samt båtfører.. Innsamlingen av prøver ble gjennomført av Anders Waldemar Olsen fra Aqua Kompetanse AS.

Sedimentanalysene ble gjennomført av Anna Anderson Kubberød ved Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per Johannesen ved UNI Research i Bergen.

6 LITTERATUR

- 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.
- 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.
- 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 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

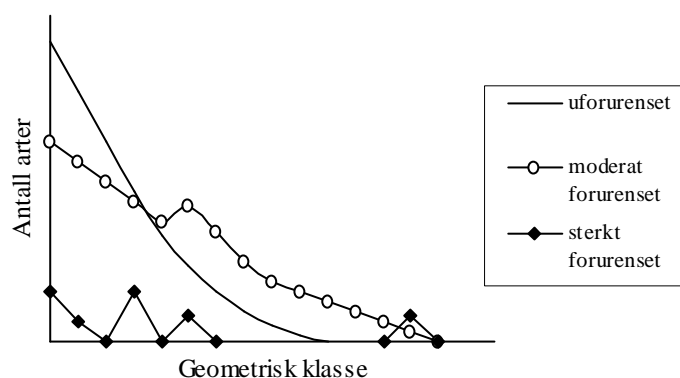
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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 & Thélín 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrsprøvene 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



Uni Research AS
**SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)**
Thormøhlensgt 49, 5006 Bergen
Telefon: 55 58 44 05 Telefaks: 55 58 45 25



BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse AS
Prosjekt nr.: 803984
Prøvetakingssted (område): Jakobsteinsvika, Lekafjorden
Dato for prøvetaking: 03. mars 2010
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen
Artene er identifisert av: Tom Alvestad og 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 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 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

Jacobsteinsvika		Jacob 1	Jacob 1	Jacob 2	Jacob 2	Jacob 3	Jacob 3
		03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010
Arter	Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* Hydrozoa indet.		+	+		+		
* PLATYHELMINTES indet.						1	
* NEMERTINI indet.		1	1	4	6	9	4
* NEMATODA indet.		6	6	4	25		
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii		3	22	133	99	8	2
Laetmonice filicornis				1	1/1		
Polynoidae indet.					1		
Harmothoe antilopes			1				
Pholoe assimilis		1/1					
Pholoe baltica		3	2	4	7		1
Paranaitis sp.				1			
Paranaitis whalbergi				1/1			
Phyllodoce groenlandica				5	4		
Eumida ockelmanni		1	1		1		
Sige fusigera					1		
Protomystides exigua				1			
Eteone longa			1	3			
Nereimyra punctata				1	2		
Syllidae indet.		1		5	4		
Exogone sp.		4	6	29	26	3	4
Ceratocephale loveni				1			
Sphaerodoropsis sp				1	2		
Glycera lapidum			2	1	2		
Goniada maculata				3			
Nothria conchylega				27	20		
Paradiopatra quadricuspis				1	3		
Lumbrineridae indet.				9	4	2	1
Dorvilleidae indet.			2				
Protodorvillea kefersteini				1			
Phylo norvegica							2
Scoloplos armiger		4	5	6		1/1	
Laonice sarsi				1			
Polydora sp.				70	89	275	9
Prionospio steenstrupii					1		
Prionospio cirrifera			1	51	54	33	13
Scolecopsis korsuni					2		
Spiophanes kroeyeri				49	60	16	4
Apistobanchus tenuis				16	47		
Aricidea catherinae				4	5		
Aricidea suecia		1	1	1			
Aricidea sp.				1			
Levinsenia gracilis				1		2	1
Paraonis sp.				4	3		
Aphelochaeta sp.		2	3	36	101	13	1
Chaetozone sp.		9	12	86	124	16	1
Cirratulus cirratus					3		
Diplocirrus glaucus				11	9	9	
Ophelina acuminata			1		1		
Ophelina sp.				0/2	0/2		0/1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Jacobsteinsvika		Jacob 1	Jacob 1	Jacob 2	Jacob 2	Jacob 3	Jacob 3
		03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010
Arter	Hugg nr	1	2	1	2	1	2
Scalibregma sp				1	5		
Capitella capitata		583	313	10	2		
Heteromastus filiformis		7	5	9	8	73	81
Notomastus latericeus			3	47	33	24	1
Clymenura borealis				15	11	2	
Asychis biceps				20	13		1
Rhodine loveni				3			1
Maldanidae indet.						6	1
Myriochele oculata			1	5	5	7	3
Owenia borealis				3	2		
Galathowenia fragilis				3	9	1	
Pectinaria auricoma		1		8	11		
Pectinaria koreni				1	5		1
Sabellides octocirrata				11	25	2	
Anobothrus gracilis					3		
Amphiteis gunneri					1	1	
Amythasides macroglossus				82	146	2	
Eclysippe vanelli				17	5	3	1
Sosanopsis wireni					1		
Samythella neglecta					1		
Melinna cristata						2	
Melinna albicincta				14	11		
Terebellidae indet.				33	32		
Paramphitrite tetrabranchia					1	2	1
Eupolymnia nesidensis				1		1	
Pista malmgreni				11	8	4	
Pistella lornensis				11	10		
Zatsepinia rittichae				8	10		
Streblosoma intestinale				55	55		
Polycirrus latidens				1		8	
Polycirrus medusa				2	3		
Trichobranchus roseus				5	3		
Octobranchus floriceps				0/1			
Terebellidae indet.						2	
Terebellides stroemi				9	5	6	
Sabellidae indet.				36	34	47	5
Euchone sp.				2	1	1	
ECHIURA							
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.				5	7		
Phascolion strombus		3	1	1	6		1
Onchnesoma steenstrupi				3	3	1	1
CRUSTACEA							
* Cypridina megalopsis				1	2		
* Philomedes lilljeborgi					1		
* Leucon nasica				1	1		1
* Eudorella truncatula							1
* Diastylis tumida				1	5	1	
* Diastylodes biplicata					1	1	1
* Campylaspis costata				1			
* Tanaidacea indet.				17	13	1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Jacobsteinsvika		Jacob 1	Jacob 1	Jacob 2	Jacob 2	Jacob 3	Jacob 3
		03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010
Arter	Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* Gnathia sp.				1	1		
* Munna sp.				1	1		
* Ilyarachninae indet					1		
* Eurycope sp.				2			
* Amphipoda indet.		1		163	77	1	
Philocheras echinulatus					1		
* Munida sarsi				1	1		
* Liocarcinus pusillus			0/1				
* PYCNOGONIDA indet.				1			
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.				47	46	5	5
Euspira montagui				1			
Typhlomangelia nivalis						1	
Oenopota tenuicostata				1			
Melanella monterosatoi				1			
Ondina divisa					1		
Diaphana minuta						1	
Cylichna cylindracea		1	1		1/1		
Nucula tumidula						2	1
Ennucula corticata				1	3		
Ennucula tenuis			0/1				
Yoldiella lucida					0/2	2	1/1
Yoldiella nana				4/4	2/11	1	
Yoldiella philippiana				1	2		
Bathyarca pectunculoides					2		
Hyalopecten similis				2	3/1		
Thyasira flexuosa					1		
Thyasira obsoleta				6/8	12/11		
Thyasira sarsii		2/1	2	22/19	11/10	2/13	0/4
Thyasira equalis				8/13	7/15	9/35	
Axinulus croulinensis				2	9		
Mendicula feruginosa				23/7	11/22		
Adontorhina similis				4	43		
Astarte sulcata					0/1		
Parvicardium minimum							1
Abra nitida				5/7	3/9	3/1	1/1
Kelliella abyssicola		1				1	
Cuspidaria lamellosa				1	1		
Cuspidaria abbreviata						1	3
Dentalium entalis				2	1/1		
Entalina tetragona				2			
ECHINODERMATA							
Asteroidea indet. juv				0/1			
* Ophiuroidea indet.					0/2		
Amphiura chiajei				1			
Amphiura filiformis				0/5	1/9		
Ophiura carnea					1/1		
Ophiura sp.							0/1
Echinocardium flavescens			0/1	0/1	0/2		
Labidoplax buskii				23	14	2	
* Siboglinum fiordicum				+	+		

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Jacobsteinsvika		Jacob 1	Jacob 1	Jacob 2	Jacob 2	Jacob 3	Jacob 3
		03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010	03.03.2010
Arter	Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* Siboglinum ekmani					+		
* Siboglinum sp.				1			
ENTEROPNEUSTA indet.				3			
* VARIA				+			

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



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

Uni Research AS
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5020 BERGEN
Attn: **Per-Otto Johansen**

AR-10-MM-004453-01



EUNOMO-00010715

Prøvemottak: 23.03.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 23.03.2010-06.04.2010
Referanse: 803984/20-3-10C fer:
5/10, 22/3-10

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2010-03230343	Prøvetakingsdato: 03.03.2010				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: Jakob1-10	Analysedato: 23.03.2010				
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
* Totalt organisk karbon (TOC)	7.6	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Total tørrstoff	69	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	630	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	48	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	17	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05

Prøvenr.: 439-2010-03230344	Prøvetakingsdato: 03.03.2010				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: Jakob2-10	Analysedato: 23.03.2010				
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
* Totalt organisk karbon (TOC)	9.4	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Total tørrstoff	68	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	690	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	14	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	34	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05

AR-10-MM-004453-01



EUNOMO-00010715



Prøvenr.: 439-2010-03230345	Prøvetakingsdato: 03.03.2010				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: Jakob3-10	Analysedato: 23.03.2010				
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
* Totalt organisk karbon (TOC)	23	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Total tørrstoff	50	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	710	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	75	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05

Moss 6. april 2010

Anna Anderson Kubberød

ASM