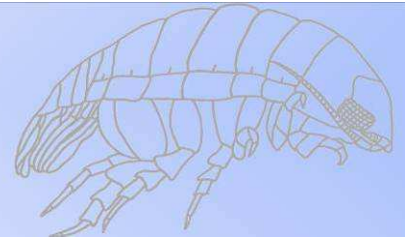


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Research



e-Rapport nr. 13-2010

## *Marin miljøundersøkelse ved Jelkrem i Kvernesfjorden, Møre og Romsdal*



**Anders Waldemar Olsen**

**Fredrik Staven**

**Kristin Hatlen**

**Per-Otto Johansen**



		<b>SAM-marin</b> 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: <b>Marin miljøundersøkelse ved Jelkrem i Kvernesfjorden i Møre og Romsdal</b>	Dato:
	11.10.2010
Forfatter(e): Anders Waldemar Olsen, Fredrik Staven Kristin Hatlen og Per-Otto Johansen	Antall sider og bilag: 37 s.
	Prosjektleder:
	Anders Waldemar Olsen
	Prosjektnummer: 64-7-10C

Oppdragsgiver:	Tilgjengelighet:
Lerøy Hydrotech	Åpen

**Sammendrag**

På oppdrag fra Lerøy Hydrotech, har Aqua Kompetanse AS samlet inn bunnprøver fra tre stasjoner ved Jelkrem i Kvernesfjorden, Møre og Romsdal. Disse bunnprøvene er analysert med tanke på var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

Resultatene viste god miljøtilstand på alle tre stasjoner. Etter MOM-systemets klassifisering fikk Jelkrem 1, tilstand 1. Jelkrem 2 og 3 fikk tilstand II etter KLIFs klassifisering. Jelkrem 2 fikk i tillegg tilstand 1 etter MOM-systemet. Nivåene av tungmetallene sink og kobber var innenfor tilstandsklasse I, mens TOC var i tilstandsklasse III på alle stasjonene.

Totalt er miljøtilstanden på alle tre stasjonene ved undersøkelsestidspunktet god.

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

<b>ISSN NR.: 1890-5153</b>
<b>SAM e-Rapport nr. 13-2010</b>

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	11.10.2010	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	8.10.2010	<i>Anders W. Olsen</i>

## INNHold

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>4</b>
2.2.1 Hydrografi .....	6
2.2.2 Sediment.....	7
2.2.3 Kjemiske analyser .....	8
2.2.4 Bunndyr .....	9
<b>2.3 Produksjon.....</b>	<b>12</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Sediment.....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 Kjemi.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Bunndyr .....</b>	<b>18</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>23</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>24</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>25</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>26</b>
<b>7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</b>	<b>26</b>
Vedleggstabell 1. Artsliste .....	31
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	35

## **1 INNLEDNING**

På oppdrag fra Lerøy Hydrotech AS har Aqua Kompetanse AS gjennomført en resipientundersøkelse ved tre ulike stasjoner i Kvernesfjorden ved Jelkrem i Møre og Romsdal. Det har ikke tidligere vært tatt slike prøver i området. Metodikken i disse undersøkelsene er etter NS9410 og NS-EN ISO 16665.

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Uni Research, Seksjon for anvendt miljøforskning, sortert seks bunnprøver fra stasjonene og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse 9.7.10. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til UNI-Miljø/SAM-Marin akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene ble identifisert av Tom Alvestad og Jon Hestun.

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).

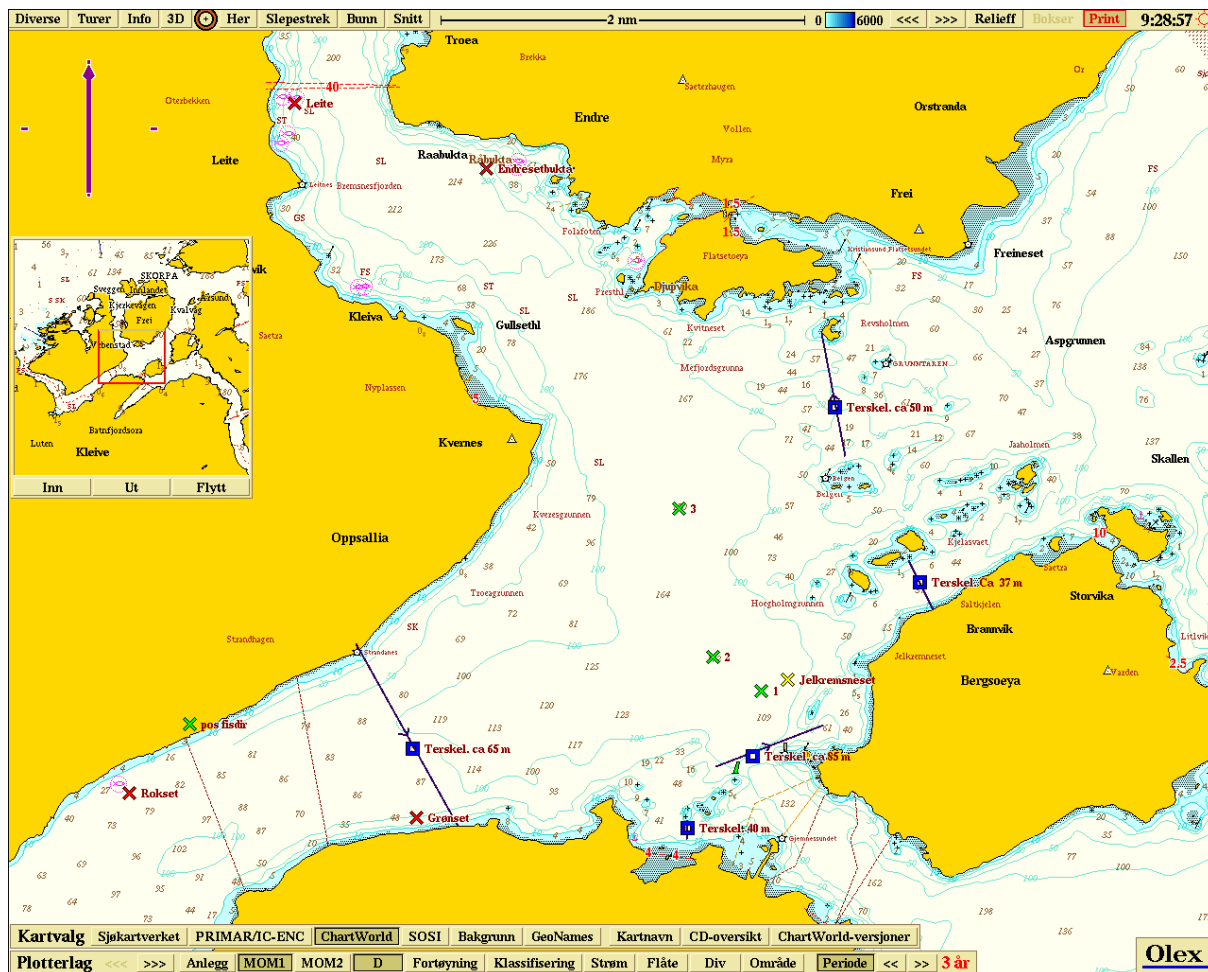
## **2 MATERIALE OG METODER**

### **2.1 Undersøkelsesområdet**

Undersøkelsesområdet Kvernesfjorden ligger sør for Averøy i Kristiansund kommune (Figur 2.1). Det dypeste punktet i Kvernesfjorden er i sundet mellom Averøya og Frei og er omtrent 226 meter dypt. Tre stasjoner i overgangs – og fjernsonen til det planlagte anlegget ble valgt for miljøundersøkelsen. Første stasjon, Jelkrem 1, ble foretatt på 143 meters dyp, 290 meter vest for midtpunktet til det planlagte anlegget. Andre stasjon, Jelkrem 2, ble foretatt på 166 meters dyp 806 meter nord-vest for anlegget. Den tredje stasjonen, Jelkrem 3, ble tatt på 164 meters dyp 1,1nm nordvest for det planlagte anlegget. Se figur 2.2.

### **2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder**

Prøveinnsamlingene ble gjort fra Abyss AS sin båt den 9.7.2010. Det ble tatt prøver til fauna- og sedimentanalyse samt prøver til geologiske og kjeiske analyser fra tre stasjoner. Det ble også tatt hydrografiske prøver. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.





**Figur 2.2.** Detalskisse 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.

### 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<sub>2</sub>S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

### 2.2.2 Sediment

Det ble tatt 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.

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<sub>2</sub>S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 3. september 2009. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Jelkrem 1	62°58.942N 07°46.299Ø	143	1	Full	Skjellsand, silt og grus. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og slangestjerne. Faunaprøve, 1 glass.
Jelkrem 1	62°58.942N 07°46.299Ø	143	2	Full	Skjellsand, silt og grus. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og slangestjerne. Faunaprøve, 1 glass.
Jelkrem 1	62°58.942N 07°46.299Ø	143	3	Ikke målt	Skjellsand, silt og grus. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven: børstemark og slangestjerne. Geologisk/kjemisk prøve, 2 poser
Jelkrem 2	62°59.127N 07°45.708Ø	166	1	Full	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Jelkrem 2	62°59.127N 07°45.708Ø	166	2	Full	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og sjømus. Faunaprøve, 1 glass.
Jelkrem 2	62°59.127N 07°45.708Ø	166	3	Ikke målt	Leire og silt. Grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: ingen observert. Geologisk/kjemisk prøve, 2 poser.
Jelkrem 3	62°59.944N 07°45.304Ø	164	1	Full	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Jelkrem 3	62°59.944N 07°45.304Ø	164	2	Full	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Jelkrem 3	62°59.944N 07°45.304Ø	164	3	Ikke målt	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven: ingen observert. Geologisk/kjemisk prøve, 2 poser

### 2.2.3 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av AnlyCen AS (Akkreditering Test 043). Analysene av bly (Pb), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført NEN-EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764.



#### 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 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 m<sup>2</sup>. 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 m<sup>2</sup> 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. Grabbinnholdet 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 UNI-Miljø/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 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.

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 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).

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 <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks ('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Organisk karbon	mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

**Tabell 2.3** Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

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

## 2.3 Produksjon

Lokaliteten Jelkremneset er ny, og det har dermed ikke vært produksjon på lokaliteten før. Men det ligger totalt fire lokaliteter i nærområdet som har hatt produksjon de siste år. For kartangivelse av disse lokalitetene, se figur 2.1. Produksjonen på disse fire lokalitetene vites ikke, men lokalitetene har følgende MTB (Oktober 2010): Rokset, 3120 tonn, Grønset, 780 tonn, Endresetbukta, 6240 tonn, og Leite, 3900 tonn. I tillegg til disse fire ligger det noen lokaliteter lengre nord i Bremsnesfjorden og i Freifjorden, samt noen lengre sør i Kornstadfjorden.

## 3 RESULTATER OG DISKUSJON

### 3.1 Hydrografi

Det ble utført hydrografiske prøver på alle tre stasjoner (Figur 3.1-3.6).

På stasjon Jelkrem 1 ble temperaturen i overflata målt til 15,6 °C. Denne sank raskt ned til ca 7,4 °C på 30 meters dyp. Ned mot 40 meters dyp sank temperaturen enda litt, for deretter å øke noe ned mot bunnen. Saliniteten i overflaten ble målt til å være 18,5 ‰. På 7 meters dyp var saliniteten ca 33 ‰. Saliniteten økte nedover i vannsøyla til ca 30 meters dyp, der den ble målt til 34 ‰. Deretter var den noenlunde stabil. For salinitet og temperatur, se figur 3.1.

Okxygenmetningen og konsentrasjonen av oksygen ble målt til henholdsvis 117,2 % og 10,36 mg/l i overflaten. Nedover i dypet var det noe variasjon i metning og mengde.

Okxygenmetningen var hele tiden over 100 %, mens konsentrasjonen alltid var over 9,5 mg/l. I bunnvannet var metningen 110 % og konsentrasjonen var 10,4 mg/l. Omregnet til ml/l gav dette en konsentrasjon i bunnvannet på 7,3 ml/l. Bunnvannet er i følge KLIFs klassifisering i tilstandsklasse I, meget god. For oksygenmetning og konsentrasjon, se figur 3.2.

På stasjon Jelkrem 2 ble temperaturen i overflaten målt til å være 14,3 °C. Denne sank raskt ned til ca 7,7 °C på 25 meter dyp. I likhet med stasjon Jelkrem 1, sank så temperaturen noe

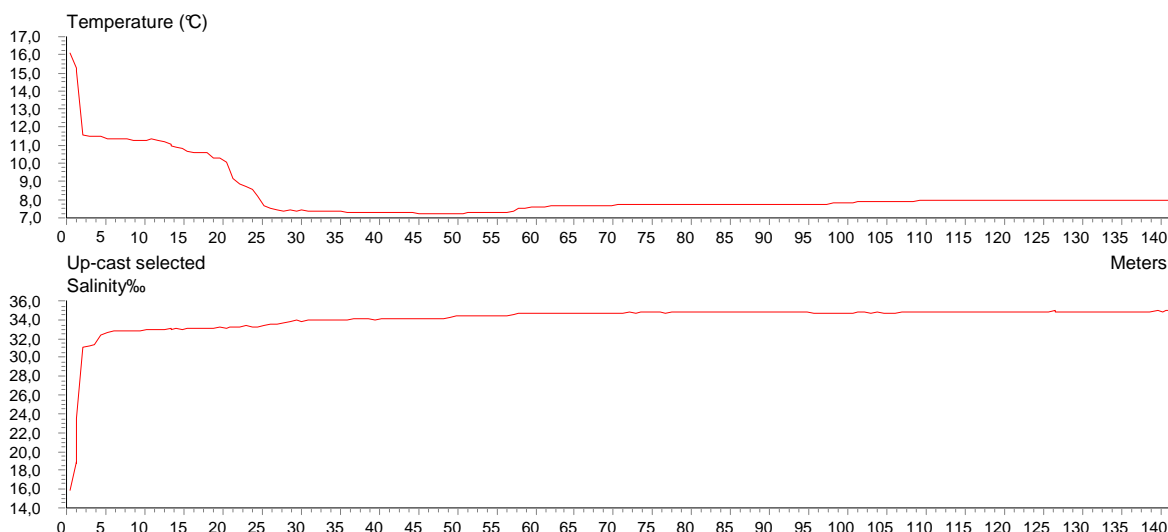
ned til 40 °C, for deretter å øke noe igjen ned mot bunnen. Saliniteten i overflaten ble målt til å være 27,2 ‰. Ned til 5 meters dyp økte saliniteten til 33 ‰. Videre ned til 40 meter økte saliniteten til 34 ‰, for deretter å være stabil ned til bunnen. Se figur 3.3 for salinitet og temperatur.

Oksygenmetningen og konsentrasjonen i overflaten var henholdsvis 122,5 % og 10,56 mg/l. På stasjon Jelkrem 2 var det i likhet med Jelkrem 1, noe variasjon i metning og mengde nedover i dypet. Også her var metningen til en hver tid over 100%, og konsentrasjonen over 100 mm/l. I bunnvannet var konsentrasjonen av oksygen 10,13 mg/l. Omregnet gir dette 7,1 ml/l som gir bunnvannet tilstand I. For oksygenmetning og konsentrasjon, se figur 3.4.

På stasjon Jelkrem 3 ble temperaturen på en meters dyp målt til ca 15,4 °C. Fra 1 meters dyp og ned til ca 25 meters dyp sank temperaturen raskt til 7,9 °C. Deretter holdt den seg noenlunde stabil. Det var en antydning til noe økning i temperaturen fra ca 40 meters dyp og ned til bunnen på 160 meters dyp. Saliniteten i overflaten (1 meters dyp) ble målt til 18 ‰. Fra overflaten og ned til ca 5 meters dyp økte saliniteten raskt til 32‰, for deretter å øke langsomt ned til 40 meters dyp der saliniteten ble målt til 34 ‰. Se figur 3.5 for salinitet og temperatur.

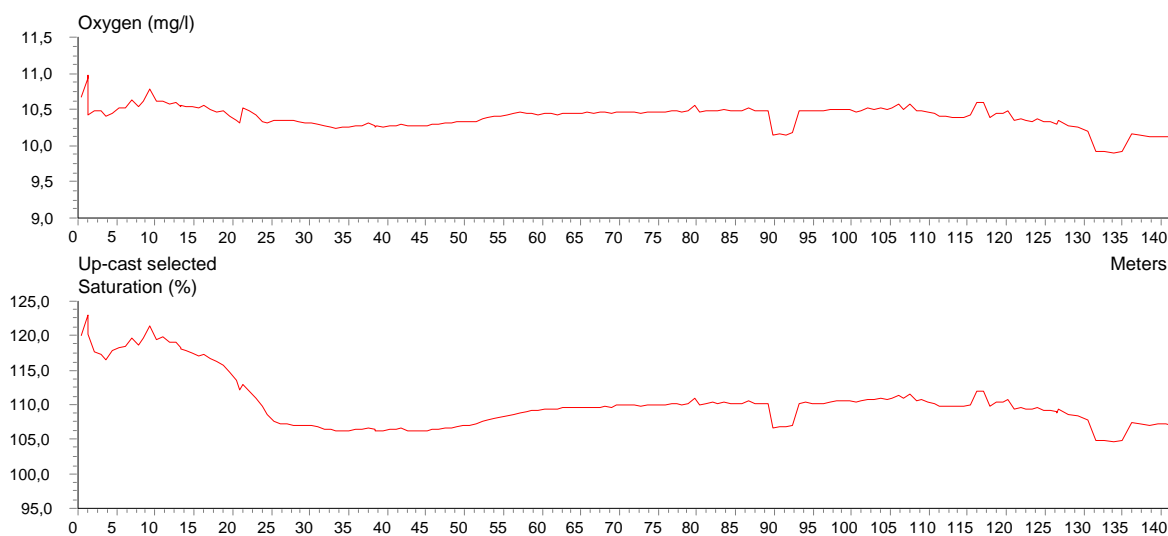
Oksygenmetningen på 1 meter dyp ble målt til å være 122 %, og konsentrasjonen av oksygen (mg/l) ble målt til å være 10,87. Oksygenmengden og konsentrasjonen varierte noe gjennom vannsøylen, men var til en hver tid over 100 % og over 10 mg/l. Konsentrasjonen i bunnvannet var 10,13 mg/l. Omregnet til ml/l utgjør dette ca 7,1 ml/l O<sub>2</sub>. Dette gir bunnvannet tilstand I, meget god, i følge klassifiseringen fra KLIF. For oksygenmengde og konsentrasjon, se figur 3.6.

File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 23 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 13:14:04 - 09.Jul-10 (No. 3309) To: 13:23:46 - 09.Jul-10 (No: 3600)



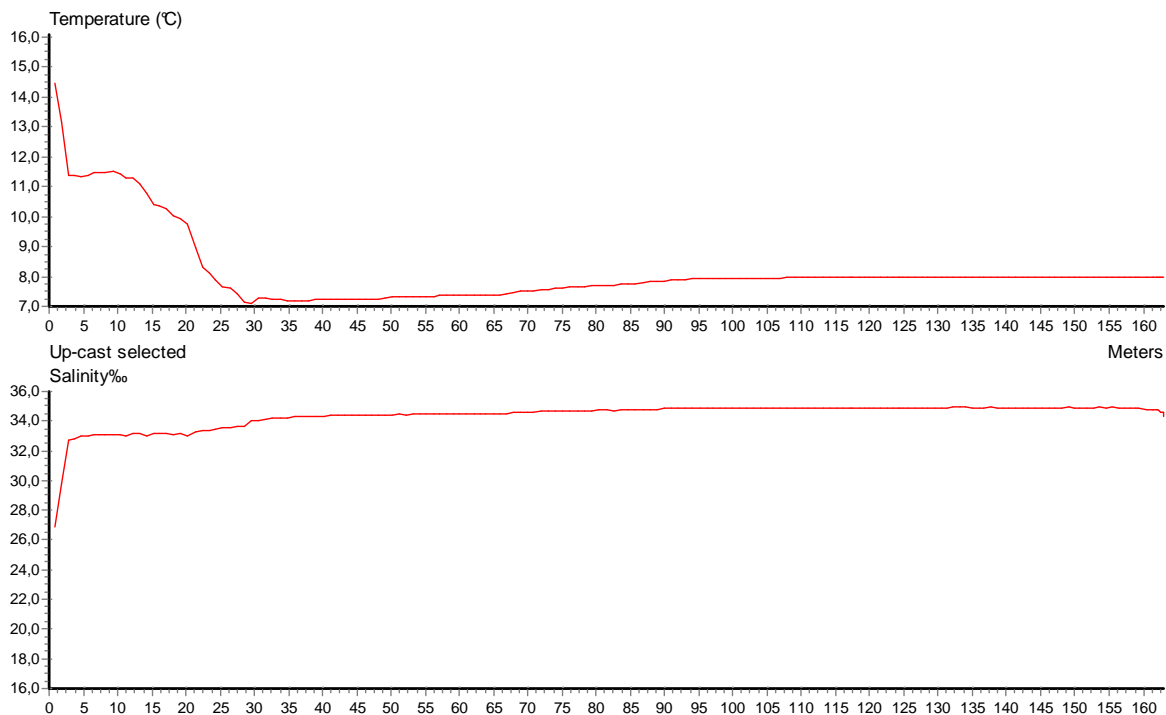
**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 140 meters dyp på stasjon Jelkrem 1 den 9. Juli 2010

File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 23 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 13:14:04 - 09.Jul-10 (No. 3309) To: 13:23:46 - 09.Jul-10 (No: 3600)



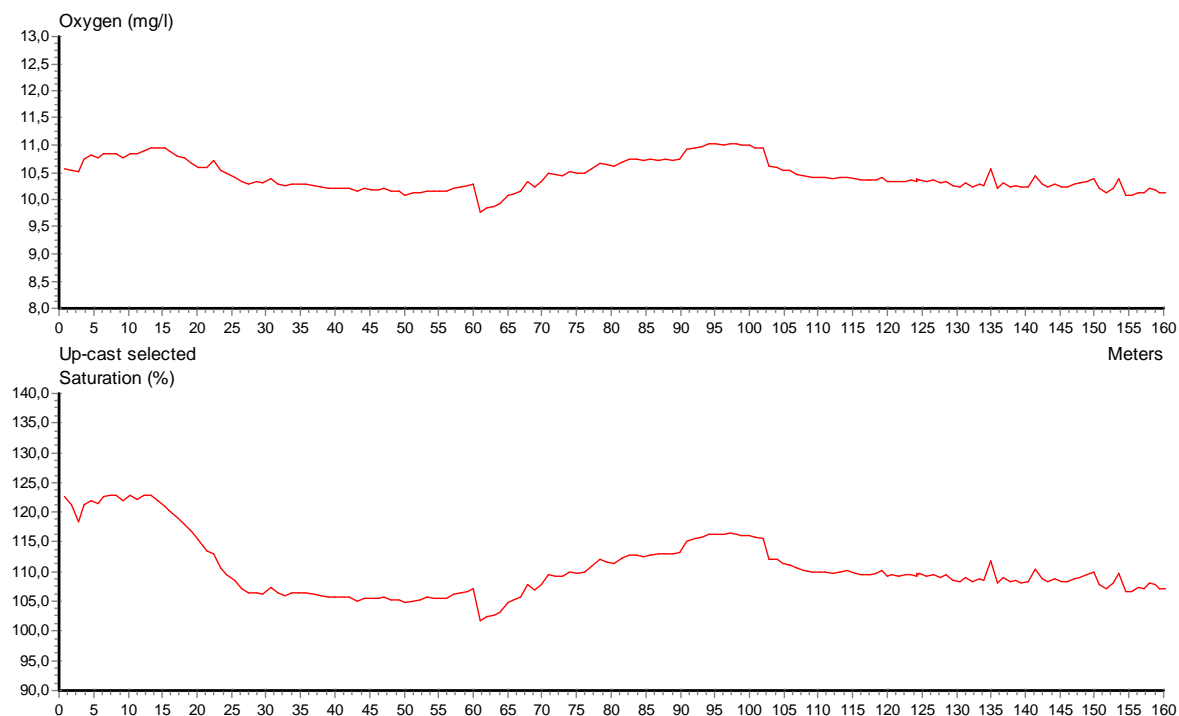
**Figur 3.2.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 140 meters dyp på stasjon Jelkrem 1 den 9. Juli 2010

File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 21 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 11:22:55 - 09.Jul-10 (No. 2528) To: 11:32:17 - 09.Jul-10 (No. 2809)



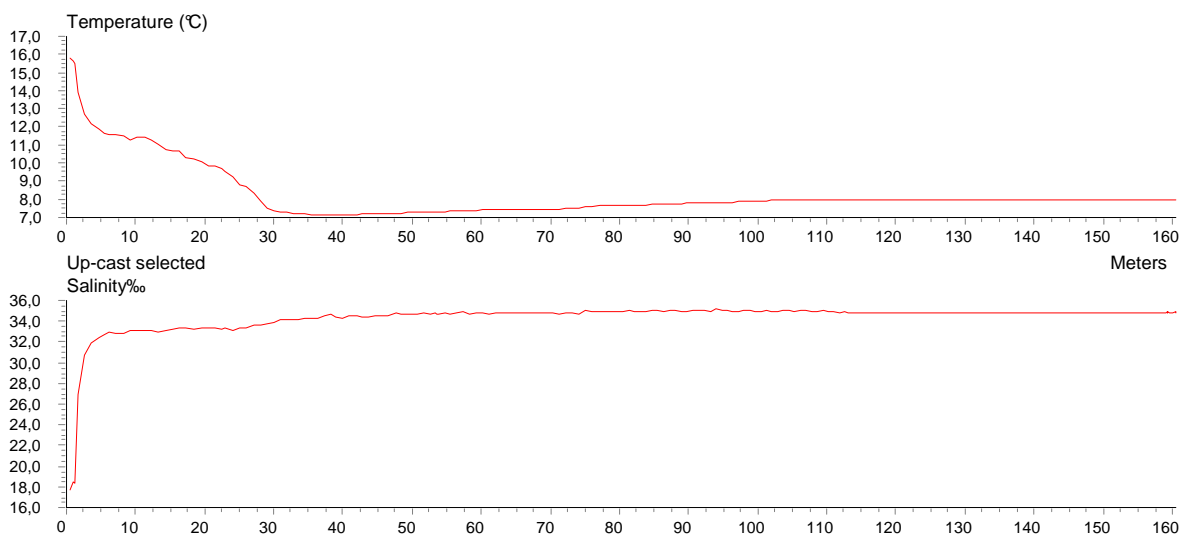
**Figur 3.3.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 162 meters dyp på stasjon Jelkrem 2 den 9. Juli 2010

File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 21 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 11:22:55 - 09.Jul-10 (No. 2528) To: 11:32:17 - 09.Jul-10 (No. 2809)



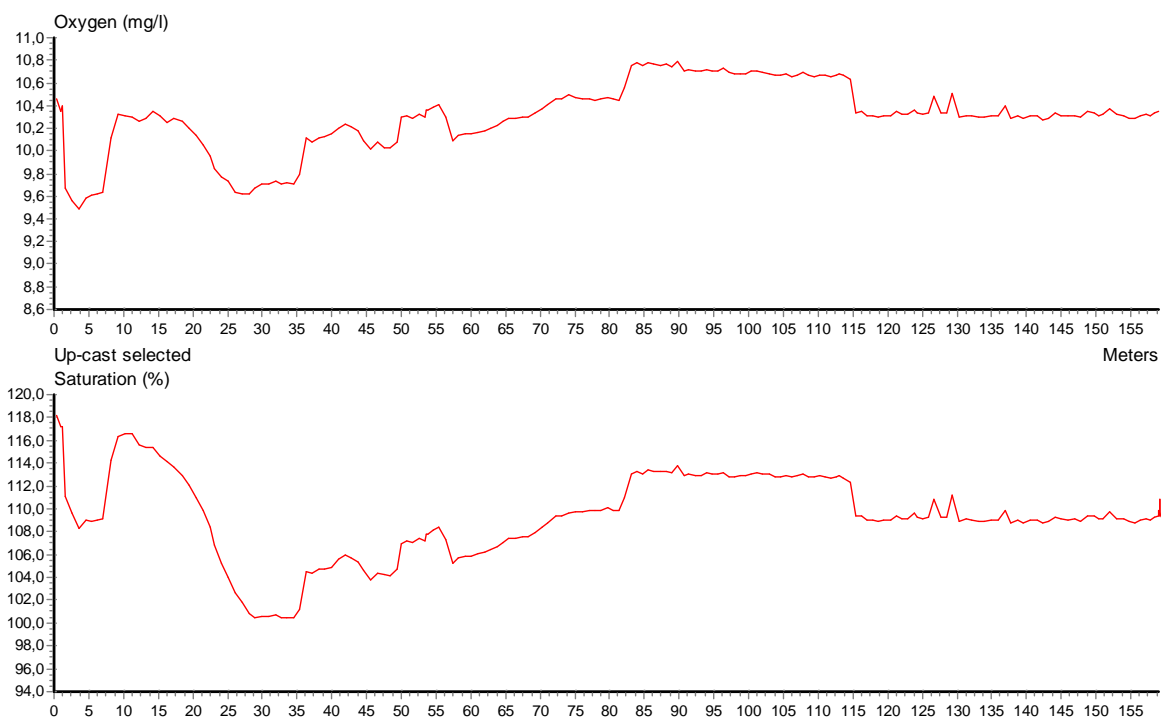
**Figur 3.4.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 160 meters dyp på stasjon Jelkrem 2 den 9. Juli 2010

File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 22 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 12:42:59 - 09.Jul-10 (No. 2956) To: 12:53:07 - 09.Jul-10 (No: 3260)



**Figur 3.5.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 160 meters dyp på stasjon Jelkrem 3 den 9. Juli 2010

File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 22 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 12:42:59 - 09.Jul-10 (No. 2956) To: 12:53:07 - 09.Jul-10 (No: 3260)



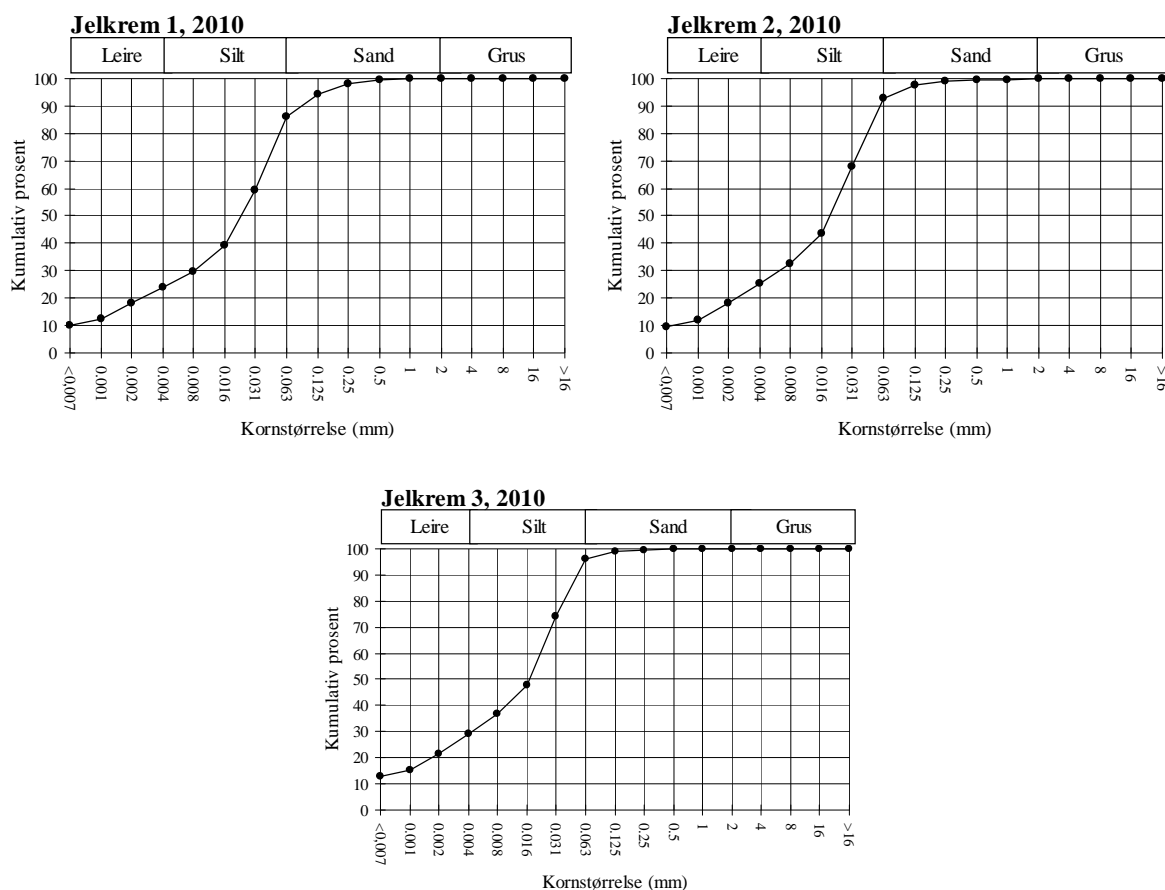
**Figur 3.6.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 160 meters dyp på stasjon Jelkrem 3 den 9. Juli 2010



### 3.3 Sediment

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

Ved Jelkrem 1, stasjonen nærmest anlegget, var sedimentet finkornet. Her ble det funnet mest leire og silt (86 %) og noe sand (14 %). Mengden organisk materiale var 9,61 %. På stasjonen i overgangssonen, Jelkrem 2, var det også mest leire og silt (93%) og 7 % sand. Det organiske innholdet var på 9,37 %. På den dypeste stasjonen, Jelkrem 3, som ligger lengst fra anlegget, ble det funnet 96 % leire og silt og 4 % sand. Det organiske innholdet, var her 10,87 %. Det høye nivået av finkornet sediment ved alle tre stasjonene, tyder på at det finnes lite strøm i området. Organiske avfall fra anlegget renner trolig ned til det dypeste punktet, noe som kan forklare at den dypeste stasjonen hadde høyest innhold av organiske materiale. Nivået var likevel ikke høyt nok til at det anses som problematisk.



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

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Jelkrem 1</b>	143	9,61	24	62	86	14	0
<b>Jelkrem 2</b>	168	9,37	25	68	93	7	0
<b>Jelkrem 3</b>	170	10,87	29	67	96	4	0

### 3.4 Kjemi

**Tabell 3.2.** Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Jelkrem i 2010. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrestoff (TS) (%)
<b>Jelkrem 1</b>	26	28,5	<b>III</b>	0,72	51	<b>I</b>	19	<b>I</b>	38
<b>Jelkrem 2</b>	29	30,3	<b>III</b>	0,79	55	<b>I</b>	21	<b>I</b>	34
<b>Jelkrem 3</b>	32	32,7	<b>III</b>	0,72	56	<b>I</b>	21	<b>I</b>	38

### 3.5 Bunndyr

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

Stasjon Jelkrem 1 ligger nær anlegget på 143 m dyp. Det ble funnet 729 individer fordelt på 66 arter på 0,2 m<sup>2</sup>. Dette gav en diversitetsindeks (H') på 4,52. Børstemarkgruppene *Paramphinome jeffreysii* og *Polydora* sp. dominerte med henholdsvis 17,4 % og 13,17 % av alle individene. Stasjonen fikk beste tilstand ifølge MOM-klassifiseringen (tilstandsklasse 1).

Jelkrem 2 ligger i overgangssonen på 168 m dyp. På 0,2 m ble det funnet 728 individer fordelt på 66 arter. Det gav en diversitetsindeks (H') på 3,75, som gir ifølge KLIF (Klima og forurensningsdirektoratet) sin klassifisering tilstandsklasse II (god) og beste tilstand etter MOM-skalaen. *Polydora* sp. Og *Paramphinome jeffreysii* dominerte med henholdsvis 42,58 % og 11,95 % av alle individene.

På 170 m dyp og lengst vekk fra anlegget ligger stasjon Jelkrem 3. Her ble det funnet 772 individer og 61 arter. Dette gir en diversitetsindeks ( $H'$ ) på 3,59 og KLIF's tilstandsklasse II (god). Også her dominerte *Polydora* sp. og *Paramphinome jeffreysii* med henholdsvis 49,39 % og 10,88 % av alle individ.

Grafene over geometriske klassene er nesten sammenfallende for alle tre stasjonene. Grafene viser at antall arter i geometrisk klasse I er relativt høyt for et så pass lite areal som 0,2 m<sup>2</sup> og dessuten er det bare små knekker på kurven for de geometriske klassene. Alt i alt indikerer grafene at miljøforholdene er relativt gode.

Artsantallet er høyt for alle stasjonene på 0,2 m<sup>2</sup> og såpass dypt vann. Stasjonen som ligger nærmest anlegget hadde de beste miljøforholdene. Børstemarkgruppen *Polydora* sp. dominerte på de to dypeste stasjonene. Denne børstemarkgruppen er robust og kan derfor opptre ofte i store mengder under dårlige miljøforhold. Men i dette tilfellet var det organiske innholdet i sedimentet ikke høyere enn det som kan forventes i norske fjorder og dessuten var fosfor og metallinnholdet lavt. De gode forholdene kan ha sammenheng med en svak gjødslingseffekt fra anlegget som bunnfaunen er i stand til å nyttiggjøre seg. Cluster- og MDS-analysene viser at faunen hadde generelt stor likhet på alle stasjonene. Likheten mellom stasjonene var høyest for de to dypeste stasjonene.

### *Konklusjon*

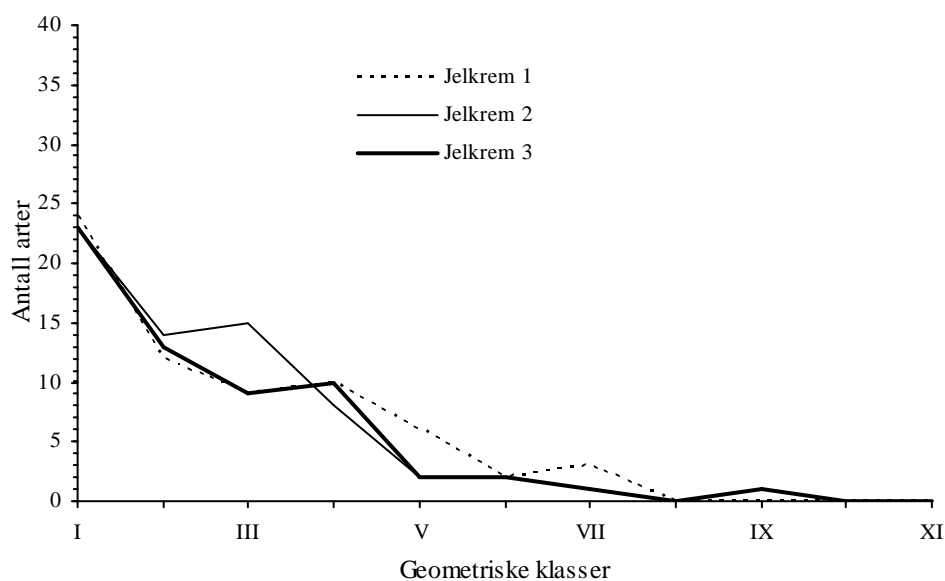
Artsantallet, diversiteten og de geometriske klassene viser at det på undersøkelsestidspunktet var gode miljøforhold på alle de tre undersøkte stasjonene.

**Tabell 3.3.** Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) ved Jelkrem i juli 2010. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet (H') (MOLVÆR et al. 1997).

Stasjon	Hugg Nr.	Antall individer	Antall arter	Diversitet H'	Jevnhet J	H'-max	KLIF's tilst.kl.	MOM miljøtilst.
Jelkrem 1	1	454	51	4,30	0,76	5,67		
	2	275	49	4,55	0,81	5,61		
	<b>sum</b>	<b>729</b>	<b>66</b>	<b>4,52</b>	<b>0,75</b>	<b>6,04</b>		<b>I</b>
Jelkrem 2	1	387	51	3,65	0,64	5,67		
	2	341	47	3,63	0,65	5,55		
	<b>sum</b>	<b>728</b>	<b>66</b>	<b>3,75</b>	<b>0,62</b>	<b>6,04</b>	<b>II</b>	<b>1</b>
Jelkrem 3	1	248	42	3,92	0,73	5,39		
	2	524	50	3,29	0,58	5,64		
	<b>sum</b>	<b>772</b>	<b>61</b>	<b>3,59</b>	<b>0,61</b>	<b>5,93</b>	<b>II</b>	

**Tabell 3.4.** Geometriske klasser ved Jelkrem i juli 2010.

Geometrisk klasse	Jelkrem 1	Jelkrem 2	Jelkrem 3
I	24	23	23
II	12	14	13
III	9	15	9
IV	10	8	10
V	6	2	2
VI	2	2	2
VII	3	1	1
VIII	0	0	0
IX	0	1	1
X	0	0	0
XI	0	0	0

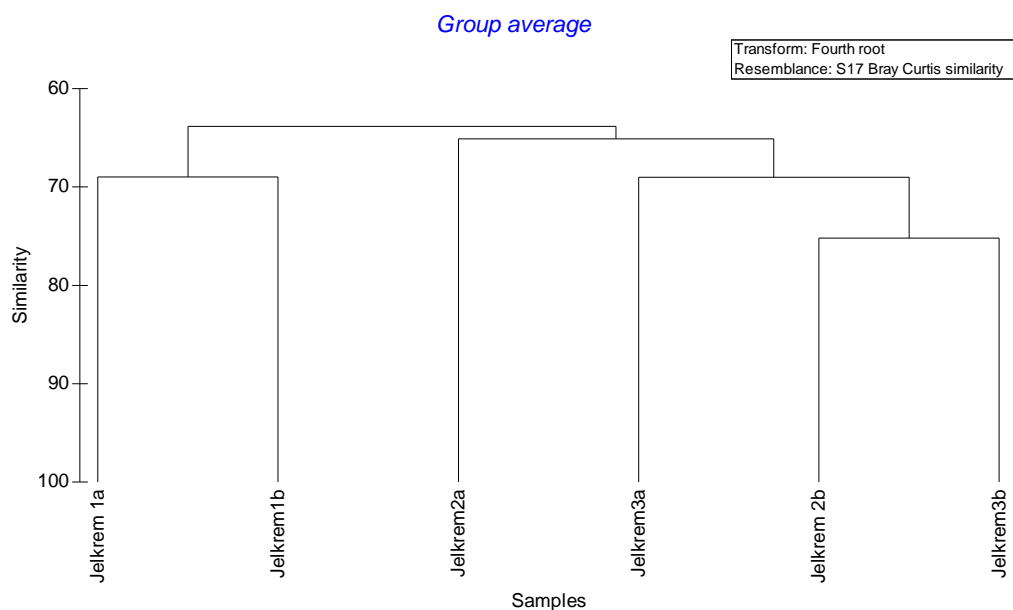


Figur 3.8. Geometrisk klasse plottet mot antall arter ved Jelkrem i 2010.

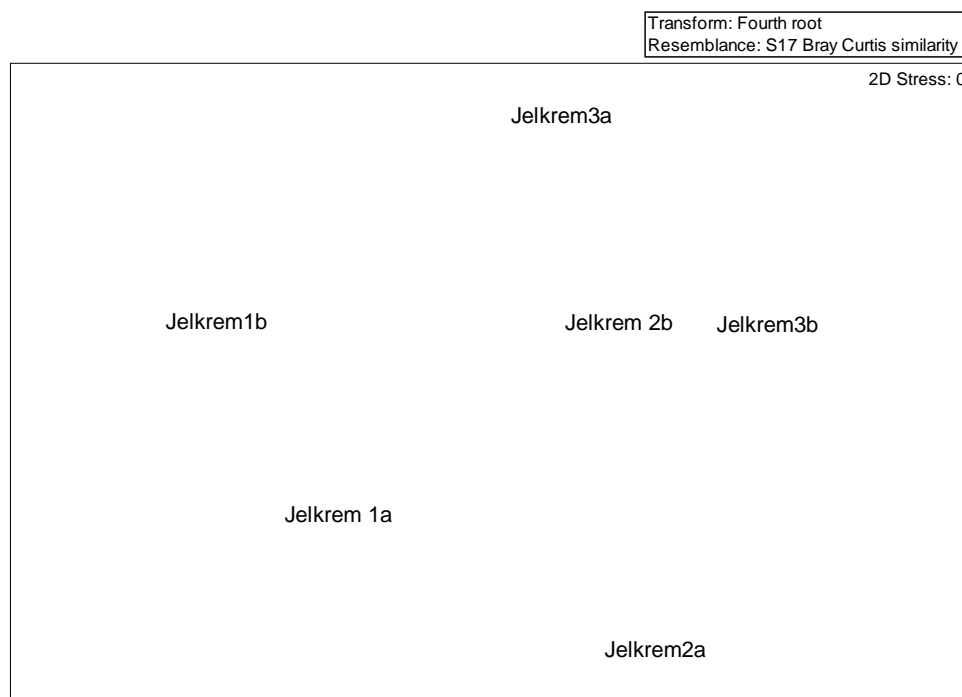
Tabell 3.5. De mest tallrike artene/gruppene ved Jelkrem i juli 2010.

Jelkrem 1				Jelkrem 2			
Arter	09.07.2010		0,2 m <sup>2</sup>	Arter	09.07.2010		0,2 m <sup>2</sup>
	antall	prosent	kum.%		Antall	prosent	kum.%
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	127	17,42	17,42	<i>Polydora</i> sp.	310	42,58	42,58
<i>Polydora</i> sp.	96	13,17	30,59	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	87	11,95	54,53
<i>Thyasira equalis</i>	75	10,29	40,88	<i>Thyasira equalis</i>	38	5,22	59,75
<i>Amphiura chiajei</i>	52	7,13	48,01	<i>Aphelochaeta</i> sp.	36	4,95	64,70
<i>Sipuncula</i> indet.	50	6,86	54,87	<i>Abra nitida</i>	20	2,75	67,45
<i>Aphelochaeta</i> sp.	29	3,98	58,85	<i>Diplocirrus glaucus</i>	18	2,47	69,92
<i>Diplocirrus glaucus</i>	28	3,84	62,69	<i>Kelliella abyssicola</i>	13	1,79	71,70
<i>Pholoe pallida</i>	23	3,16	65,84	<i>Entalina tetragona</i>	13	1,79	73,49
Lumbrineridae indet.	16	2,19	68,04	<i>Nephtys incisa</i>	12	1,65	75,14
<i>Abra nitida</i>	16	2,19	70,23	<i>Pholoe pallida</i>	11	1,51	76,65

Jelkrem 3			
Arter	09.07.2010		0,2 m <sup>2</sup>
	Antall	prosent	kum.%
<i>Polydora</i> sp.	335	43,39	43,39
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	84	10,88	54,27
<i>Thyasira equalis</i>	57	7,38	61,66
<i>Diplocirrus glaucus</i>	40	5,18	66,84
<i>Aphelochaeta</i> sp.	29	3,76	70,60
<i>Labidoplax buskii</i>	16	2,07	72,67
<i>Amphiura chiajei</i>	15	1,94	74,61
<i>Abra nitida</i>	14	1,81	76,42
<i>Entalina tetragona</i>	13	1,68	78,11
<i>Kelliella abyssicola</i>	12	1,55	79,66



**Figur 3.9** Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Jelkrem 9. juli 2010. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m<sup>2</sup>. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen "Jelkrem1a" menes første hugg på stasjon Jelkrem 1.



**Figur 3.10.** MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Jelkrem 9. juli 2010. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m<sup>2</sup>. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen "Jelkrem1b" menes andre hugg på stasjon Jelkrem 1.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler miljøforholdene i sjøen ved et planlagt matfiskanlegg ved Jelkremneset i Kvernesfjorden i Møre og Romsdal. Totalt er det tatt prøver fra tre stasjoner i Kvernesfjorden. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 9. Juli 2010. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på tre stasjoner. Det har ikke tidligere vært tatt slike prøver i området. Metodikken i disse undersøkelsene er etter NS9410 og NS-EN ISO 16665.

**Tabell 4.1** gir en oversikt over resultatene fra undersøkelsene.

Stasjon	Dyp	Tilstand bunnvann	Tilstand TOC	Tilstand sink	Tilstand kobber	Tilstand diversitet	Tilstand MOM
Jelkrem 1	143	I	III	I	I	-	1
Jelkrem 2	164	I	III	I	I	II	1
Jelkrem 3	166	I	III	I	I	II	-

Artsantallet, diversiteten og de geometriske klassene viser at det på undersøkelsestidspunktet var gode miljøforhold på alle de tre undersøkte stasjonene. I tillegg var forholdene gode med tanke på tungmetaller som kobber og sink. Mengden organisk karbon var innenfor tilstandsklasse III, mindre god. Men verdiene er ikke unormalt høye i til å være i norske fjordområder. Totalt er miljøforholdene på alle stasjonene å betrakte som gode.

## **5 TAKK**

Vi takker de tre ansatte fra Abyss AS for god hjelp under arbeidet med prøvetakingen.

Tilstede fra Aqua Kompetanse AS var Anders Waldemar Olsen og Fredrik Ribsskog Staven.

Bunndyrene er analysert av Tom Alvestad og Jon Hestun ved UNI Research/SAM Marin i

Bergen. De kjemiske/geologiske analysene er foretatt av Grethe Arnestad ved Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, Moss.



## 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. 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*.

## 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 m<sup>2</sup>), 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

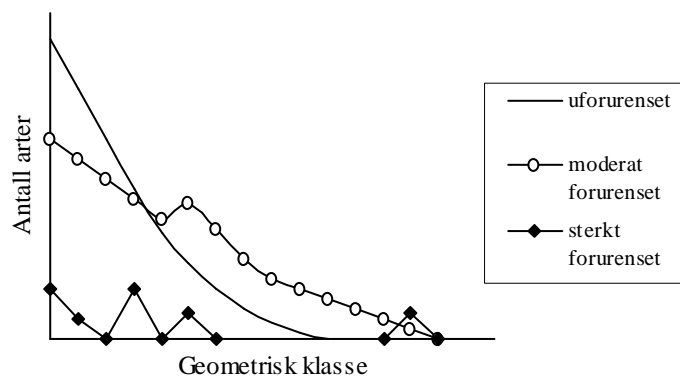
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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**



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS  
**SEKSJON FOR ANVENDT  
MILJØFORSKNING (SAM)**  
Høyteknologisenteret i Bergen, 5006 Bergen  
Telefon: 55 58 45 25 Telefaks: 55 58 45 25



**BENTHOS ARTSLISTE**

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse**

**Prosjekt nr.: 803984**

**Prøvetakingssted (område): Jelkrem, Kvernesfjorden i Møre og Romsdal**

**Dato for prøvetaking: 09. juli 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**

**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. Johansen*.....  
Signaturberettiget

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

09.07.2010	side 1/3	Jelkrem 1	Jelkrem 1	Jelkrem 2	Jelkrem 2	Jelkrem 3	Jelkrem 3
Arter/hugg		1	2	1	2	1	2
<b>Anthozoa indet.</b>		1	1				
Virgularia mirabilis		1			2		
* NEMERTINI indet.		12	5	23	12	6	6
* NEMATODA indet.		2		7			2
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii		80	47	50	37	21	63
Laetmonice filicornis				0/1			
Polynoidae indet.		3	1	1	3	2	5
Pholoe baltica		1		2			2
Pholoe pallida		11	12	5	6	2	4
Neoleanira tetragona					0/1	1	2
Nereiphylla lutea				1			
Phyllodoce sp.				0/1			
Eteone longa			2				
* Tomopteris helgolandica					1		
Ophiodromus flexuosus			1				
Syllidae indet.			1				1
Exogone sp.							1
Ceratocephale loveni		1	4		1		1
Nephtys incisa		4	8	3	9	8	2
Glycera lapidum		0/1	0/1	0/1	0/2	0/1	0/1
Goniada maculata			2	2		1	1
Lumbrineridae indet.		13	3	4	4	4	2
Drilonereis filum		7	4	2	6	2	1
Laonice sarsi							1
Polydora sp.		80	16	160	150	85	250
Prionospio cirrifera			1	3	1		
Prionospio dubia		1		1			1
Scolecopsis korsuni			1		1	1	1
Spiophanes kroeyeri				3	2		2
Aricidea cf cerruti					1		
Levinsenia gracilis		5	5	1		1	
Aphelochaeta sp.		20	9	26	10	8	21
Chaetozone sp.		6	2	4	2	4	5
Diplocirrus glaucus		12	16	12	6	13	27
Ophelina acuminata							1
Ophelina cylindricaudata							0/1
Ophelina sp.					0/1		
Scalibregma inflatum		1			1		1
Heteromastus filiformis		6	3	3	3	2	3
Notomastus latericeus		0/1	0/1		1	3	7
Clymenura borealis					2		
Rhodine loveni		1				1	



## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

09.07.2010	side 2/3	Jelkrem 1	Jelkrem 1	Jelkrem 2	Jelkrem 2	Jelkrem 3	Jelkrem 3
Arter/hugg		1	2	1	2	1	2
Maldanidae indet.		6	+	4	3	1	6
Myriochele oculata		1					
Pectinaria auricoma		1		4	1	1	4
Pectinaria koreni				2			
Sabellides octocirrata					2		4
Amythasides macroglossus		1					
Eclysippe vanelli			1				
Melinna cristata				1			
Pista malmgreni						2	
Streblosoma bairdi				1			
Polycirrus medusa			1	1	2	3	5
Terebellides stroemi		2	3	3	3	1	7
Sabellidae indet.		1		2			1
Ditrupa arietina						1	
OLIGOCHAETA indet.		1	1				
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.		30	20	3	3		1
Phascolion strombus		1	2	0/1	0/1		1
Onchnesoma steenstrupi		9	6	3			
CRUSTACEA							
* Calanus finmarchicus		1		1	8	1	2
* Macrocypris minna		1		1			
* Leucon nasica							1
* Eudorella emarginata				1			
* Diastylis cornuta		2		2			2
* Tanaidacea indet.		4	1	7	2	1	5
* Amphipoda indet.		4	2	4	3		1
* Euphausiacea indet.		1					
* Decapoda larve					2	1	1
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.		4	2	4	3	1	7
Solenogastres indet.		1	1				
Euspira montagui			0/1				
Philine scabra		1			1	1/3	0/1
Cylichna umbilicata		1					
Scaphander lignarius				1			
Scaphander punctostriatus		0/1					
Nucula sulcata		1		0/1			

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

09.07.2010	side 3/3	Jelkrem 1	Jelkrem 1	Jelkrem 2	Jelkrem 2	Jelkrem 3	Jelkrem 3
Arter/hugg		1	2	1	2	1	2
Nucula tumidula		1	3/1				
Yoldiella lucida		2/1			4	4/2	1
Yoldiella nana				1	1	1	
Bathyarca pectunculoides			1	1		0/1	2
Thyasira obsoleta				3/1	0/1		
Thyasira sarsii		3/7	0/1	3		0/1	
Thyasira equalis		25/21	19/10	10/15	9/4	9/16	13/19
Axinulus croulinensis				1			
Mendicula feruginosa		3	2			1	
Adontorhina similis		2				1	
Mysella tumidula						1	
Parvicardium minimum				1	1/1		2
Abra nitida		9/2	5	4/4	8/4	3/4	3/4
Kelliella abyssicola		6/2	1	3/1	9	6	6
Cuspidaria obesa			2	2	0/2	1	
Cuspidaria rostrata			1			2	
Cuspidaria costellata			1				
Cuspidaria abbreviata		2	2	2/1	1		
Entalina tetragona		6	8/2	1/2	7/3	3/1	7/2
ECHINODERMATA							
Ophiuroidea indet.							0/2
Amphiura chiajei		13/15	10/14	3	6	6/1	3/5
Amphiura filiformis			1	3/3			
Amphilepis norvegica		2/3	1/7		0/1		
Ophiura sp.			0/2		0/1	0/1	0/1
Brisaster fragilis					0/1		1
Echinocucumis hispida							0/1
Labidoplax buskii		7	2	4	6	9	7
POGONOPHORA							
* Siboglinum ekmani				+			+
* Siboglinum sp.		+					
ENTEROPNEUSTA indet.		4		1			
* CHAETOGNATHA indet.					1		
Ascidacea indet.							1
* PISCES egg.		1		3	1	1	

## 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  
Fak: +47 69 27 23 40

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

**AR-10-MM-012546-01**



**EUNOMO-00018774**

Prøvemottak: 10.08.2010  
Temperatur:  
Analyseperiode: 10.08.2010-18.08.2010  
Referanse: 803984, ref. 16/10.  
67-7-10C.

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>439-2010-08100073</b>	Prøvetakingsdato:	09.07.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	1 67-7-10C	Analysedato:	10.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	<b>38</b>	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	<b>720</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	<b>19</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	<b>51</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
* Totalt organisk karbon (TOC)	<b>26</b>	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	<b>439-2010-08100074</b>	Prøvetakingsdato:	09.07.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	2 67-7-10C	Analysedato:	10.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	<b>34</b>	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	<b>790</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	<b>21</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	<b>55</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
* Totalt organisk karbon (TOC)	<b>29</b>	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

## Teknisk forklaring:

\* : (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 2

AR-10-MM-012546-01



EUNOMO-00018774



Prøvenr.:	439-2010-08100075	Prøvetakingsdato:	09.07.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	3 67-7-10C	Analysedato:	10.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	38	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	720	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	56	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
* Totalt organisk karbon (TOC)	32	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

**Kopi til:**

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

**Moss 18. august 2010**-----  
Grethe Arnestad

ASM/Cand.Mag. Kjemi

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : 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 2 av 2

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

### Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – [www.analycen.no](http://www.analycen.no)

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

Eurofins AB, Sverige – [www.eurofins.se](http://www.eurofins.se)

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

### Måleusikkerhet

Utvidet relativ måleusikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet (95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i.  
For flere av analysene varierer måleusikkerheten innen måleområdet og angis med den verdien som er relevant for det aktuelle resultatet.  
For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet.  
Metodeoversikt og måleusikkerhet fås ved henvendelse til AnalyCen.

### Øvrige forklaringer

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

### Akkreditering

Laboratoriene i Norge er akkreditert av Norsk Akkreditering.  
Virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i NS-EN ISO 17025.  
Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt.  
Rapporten skal ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

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