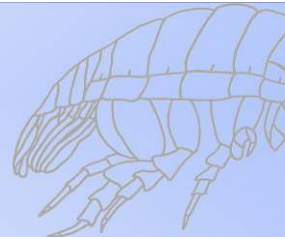


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 13-2009



Marin miljøundersøkelse i Kornstadfjorden, 2009

Anders Waldemar Olsen

Kristin Hatlen

Per-Otto Johansen



		SAM-marin Seksjon for anvendt miljøforskning	
UNIFOB - 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:	Dato:
Marin miljøundersøkelse i Kornstadjorden, 2009	13.1.2010
	Antall sider og bilag: 36
Forfatter(e):	Prosjektleder:
Anders Waldemar Olsen, Kristin Hatlen, Per-Otto Johansen	Anders W. Olsen
	Prosjektnummer: 61-6-9C

Oppdragsgiver:	Tilgjengelighet:
Marine Harvest ASA	Åpen

Abstract

This environmental monitoring report concerns the environmental conditions close to a salmon production farm in the Kornstad fjord located in the municipality of Averøy. The aim of this monitoring is to describe the environmental state of the basin in the Kornstad fjord based on chemical- and geological sediment analyzes, analyzes of soft bottom macrofauna, and oxygen and salinity measurements. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the content of zinc, cobber, nitrogen and phosphorous was low (class I) in all samples. The content of TOC however, was very high (class V). The bottom water at all three stations had high amounts of oxygen, and was thereby in class I. Analysis of soft bottom macrofauna indicates that all three stations are weakly stimulated by organic matter. In total the results show that the fish farm in the area has a slight environmental impact on the soft bottom macrofauna and the chemical- and geological conditions.

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

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 13-2009

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	20.01.10	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	13.1.2010	<i>Anders W. Olsen</i>

INNHold

1 INNLEDNING	3
2 MATERIALE OG METODER.....	4
2.1 Undersøkelsesområdet.....	4
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	4
2.2.1 Hydrografi	5
2.2.3 Sediment.....	7
2.2.4 Kjemiske analyser	7
2.2.5 Bunndyr.....	8
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.....	22
5 TAKK	23
6 LITTERATUR.....	24
7 VEDLEGG.....	25
7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....	25
Vedleggstabell 1. Artsliste	30
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	34

1 INNLEDNING

På oppdrag fra Marine Harvest AS har Aqua Kompetanse AS undersøkt miljøforholdene på tre stasjoner i Kornstadjorden, Averøy kommune. Stasjonene ble tatt i området rundt oppdrettsanlegget Kornstad, eid av Marine Harvest. Fra hver stasjon, ble det tatt en sedimentprøve og to biologiske prøver. Sedimentprøvene ble analysert for kornfordeling, glødetap og innhold av et utvalg kjemiske parametre. De biologiske prøvene ble analysert av seksjon for anvendt miljøforskning (SAM). Opparbeidingen av dette materialet ble utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene ble identifisert av Per Johannessen.. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær m.fl. 1997). Området er ikke tidligere undersøkt med tilsvarende metodikk.

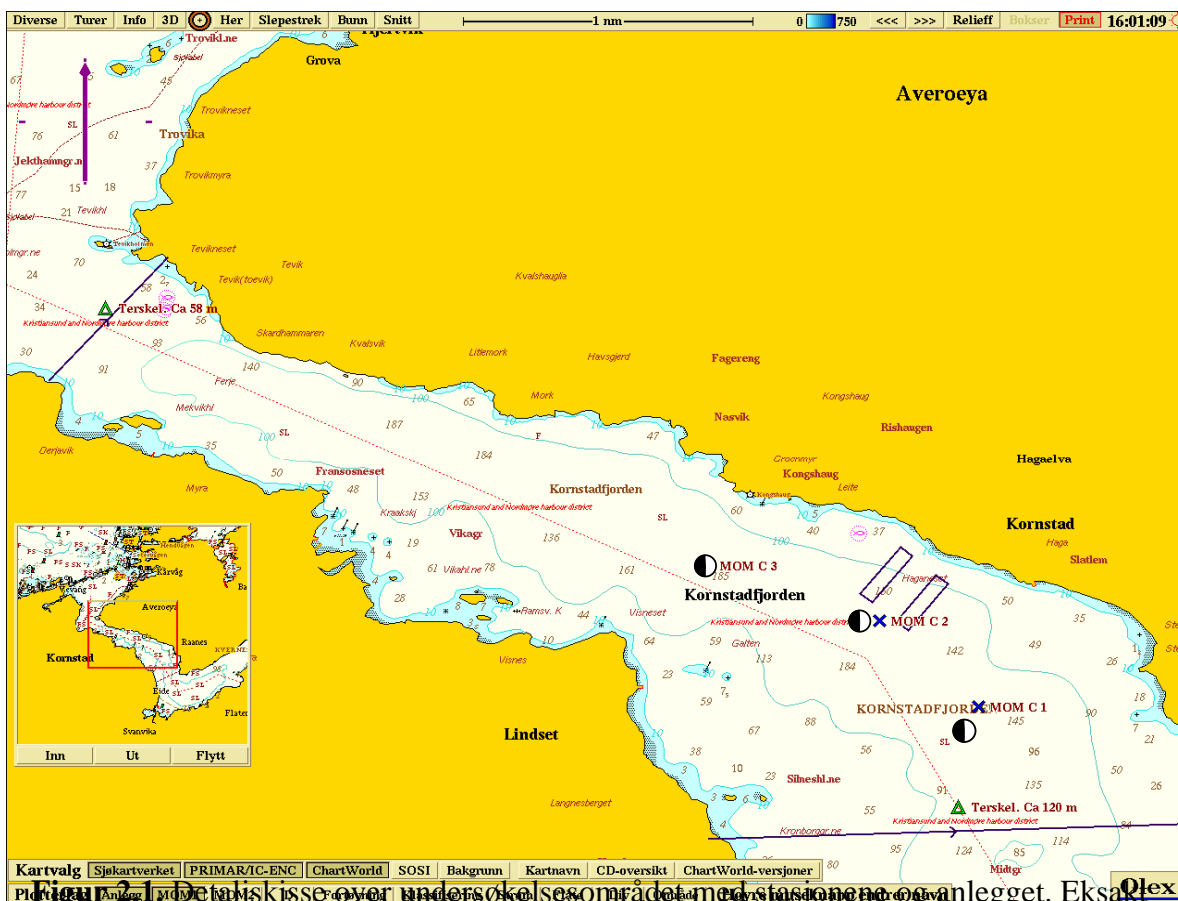
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Kornstadvfjorden ligger mellom Averøy og Eide kommune på Nordmøre i Møre og Romsdal. Fjorden er en terskelfjord, med en terskel i nord med ca 58 meters saldybde, og en terskel i sør med 120 meters saldybde. Største dyp i fjorden er 188 meter. De tre stasjonene er tatt i området rundt matfiskanlegget til Marine Harvest AS, Kornstad. Stasjonene er avmerket på kartet i figur 2.1.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Innsamlingen av prøvene ble gjort fra båten til Marine Harvest AS, den 22. juni 2009. Det ble tatt to prøver til faunaanalyse, og en prøve til kjemiske og geologiske undersøkelser fra hver av de tre stasjonene. Disse prøvene ble tatt ved bruk av en van Veen grabb med et areal på 0,1 m². I tillegg ble det tatt hydrografiske prøver ved bruk av en CTD sonde fra SAIV AS (modell SD-204). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i tabell 2.1.



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.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på alle tre stasjonene (figur 3.1 til 3.6). 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 22.6.09.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i juni 2009. 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
Kornstad 1-09	62 ⁰ 57.196N 7 ⁰ 27.572Ø	178	1	14	Silt og skjellsand. Mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. Uttak til faunaanalyse. 2 prøveglass
Kornstad 1-09	62 ⁰ 57.196N 7 ⁰ 27.572Ø	178	2	13	Silt og skjellsand. Mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. Uttak til faunaanalyse. 2 prøveglass
Kornstad 1-09	62 ⁰ 57.196N 7 ⁰ 27.572Ø	178	3	17	Silt og skjellsand. Mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og slimål. Uttak til kjemisk og geologisk analyse. 2 poser. pH= 7,15. Eh = -70
Kornstad 2-09	62 ⁰ 57.509N 7 ⁰ 26.822Ø	188	1	17	Silt. Noe mykere lag på toppen (2-3 cm). Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og slimål. Uttak til faunanalyse. 2 prøveglass
Kornstad 2-09	62 ⁰ 57.509N 7 ⁰ 26.822Ø	188	2	17	Silt. Noe mykere lag på toppen (2-3 cm). Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. Uttak til faunanalyse. 2 prøveglass
Kornstad 2-09	62 ⁰ 57.509N 7 ⁰ 26.822Ø	188	3	17	Silt. Noe mykere lag på toppen (2-3 cm). Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. Uttak til kjemisk og geologisk prøve. 2 poser.
Kornstad 3-09	62 ⁰ 57.710N 7 ⁰ 25.529Ø	186	1	13	Silt. Mykere lag på toppen (2-3 cm). Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og slangestjerne. Uttak til faunaanalyse. 1 prøveglass
Kornstad 3-09	62 ⁰ 57.710N 7 ⁰ 25.529Ø	186	2	13	Silt. Mykere lag på toppen (2-3 cm). Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. Uttak til faunaanalyse. 1 prøveglass
Kornstad 3-09	62 ⁰ 57.710N 7 ⁰ 25.529Ø	186	3	13	Silt. Mykere lag på toppen (2-3 cm). Lys brun farge. Ingen lukt. Uttak til kjemisk og geologisk analyse. 2 poser. pH = 7,26. Eh = -30.

2.2.3 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av 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 sedimentoverflaten, 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 AnalyCen 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 etter AJ 31. Nitrogen-Kjeldahl analysene av sedimentet ble utført etter NS-EN 13654-1m. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

2.2.5 Bunndyr

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

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 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.

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. 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 m.fl. (1997). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks ('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Organisk karbon	mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

Tabell 2.3 Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone 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.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Det ble målt hydrografi på alle tre stasjonene. På stasjon 1 var temperaturen $14,9^{\circ}\text{C}$ i overflaten. Den falt raskt ned til 20 meter, der den var $6,6^{\circ}\text{C}$. Temperaturen økte så gradvis til $7,4^{\circ}\text{C}$ ved bunnen. Saliniteten økte raskt fra ca 23 ‰ i overflata til 32 ‰ på 5 meters dyp. Derfra og ned til bunnen, økte saliniteten gradvis til 34,17 ‰ på 177 meters dyp.

Oksygenivået i overflaten på stasjon 1 var 10,49 mg/l med en metning på 120 %.

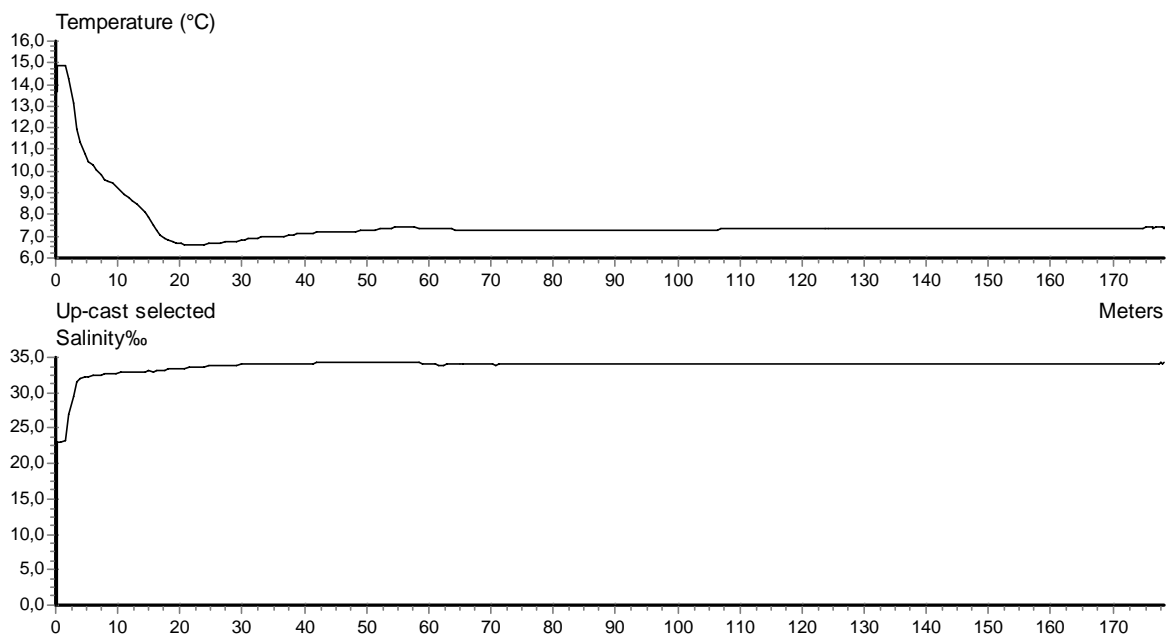
Oksygenivået falt deretter gradvis ned til 6,14 mg/l og en metning på 63,6 % på 50 meters dyp. Fra 50 meter og ned til bunnen økte innholdet av oksygen noe igjen. På 177 meter var oksygeninnholdet 7,23 mg/l. Dette tilsvarer en metning på 75,13 %. Omregnet til ml/l gir dette 5,26 ml/l oksygen i bunnvannet. Bunnvannet på stasjon 1 får altså tilstand 1 (meget god) i følge SFT's retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997).

På stasjon 2 (figur 3.3) sank temperaturen fra $14,8^{\circ}\text{C}$ i overflaten til ca $6,6^{\circ}\text{C}$ på 25 meters dyp. Ned mot bunnen steg temperaturen til $7,4^{\circ}\text{C}$. Saliniteten økte raskt fra ca 23 ‰ i overflaten til 32 ‰ på 7 meters dyp. Fra 7 meter og ned til 183 meter økte saliniteten til 34,44 ‰. Oksygenivået i overflaten på stasjon 2 var 9,29 mg/l (106,6 % metning) (figur 3.4). Ned mot 50 meter sank oksygenivået til 6,57 mg/l (67,98 % metning). Ned mot bunnen økte oksygenivået noe, til 7,19 mg/l (74,75 % metning). Dette tilsvarer 5,23 ml/l oksygen. Bunnvannet på stasjon 2 får da tilstand 1 etter SFT's klassifisering.

På stasjon 3 (figur 3.5) sank temperaturen fra $15,01^{\circ}\text{C}$ i overflata til $6,65^{\circ}\text{C}$ på 25 meters dyp. Mot bunnen var det en økning til $7,4^{\circ}\text{C}$ på 180 meters dyp. Saliniteten økte raskt fra 24,5 ‰ i overflata til 32 ‰ på 5 meters dyp. Fra 5 meter og ned til bunnen, økte saliniteten til 33,88 ‰.

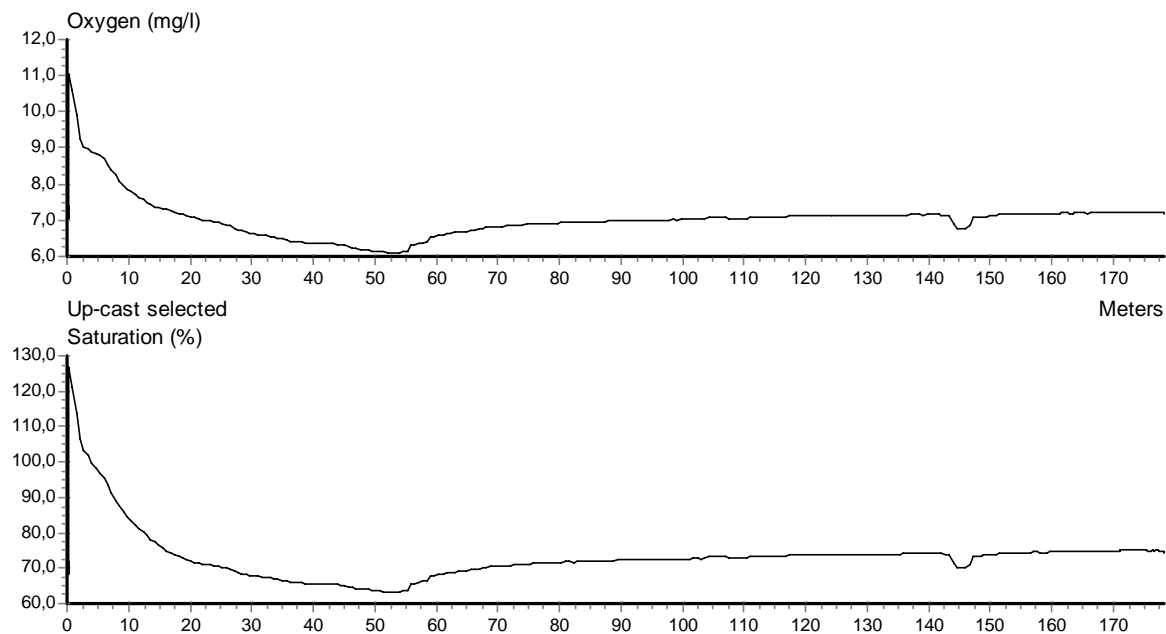
Oksygenivået i overflata var 8,99 mg/l (104,05 % metning). Ned mot 40 meters dyp sank oksygenivået til 6,53 mg/l (67,26 % metning). Ned mot 180 meters dyp var det en økning til 7,19 mg/l (74,47 % metning). Dette blir etter omregning 5,23 ml/l, og gir tilstandsklasse 1 for bunnvannet.

File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 11:08:05 - 22.Jun-09 (No. 32) To: 11:21:43 - 22.Jun-09 (No: 441)



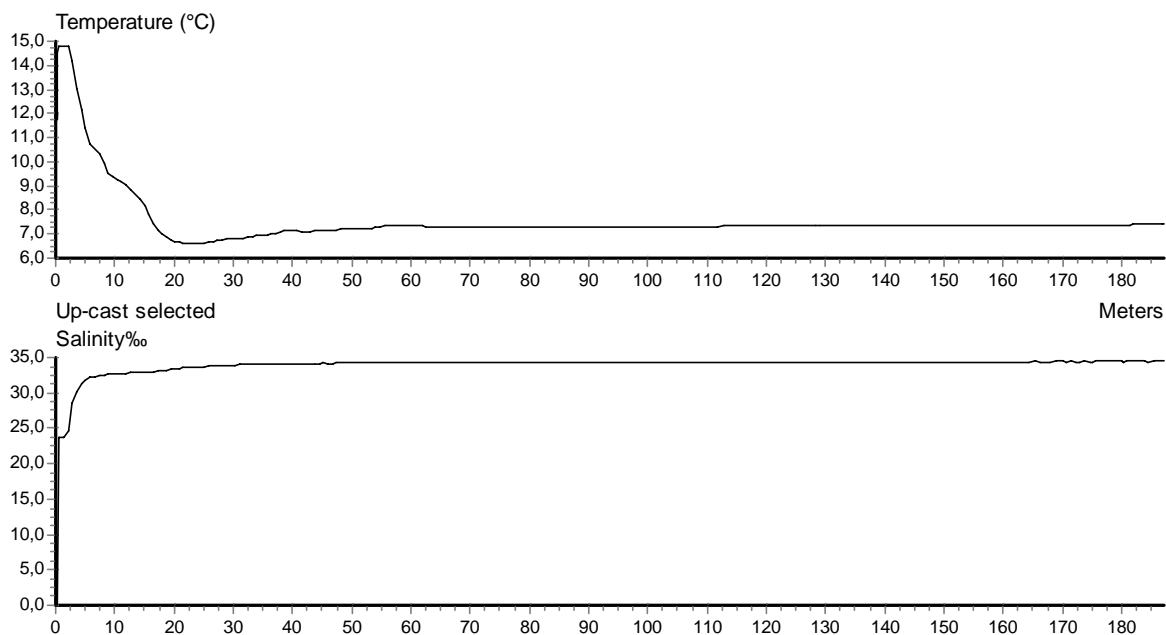
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 177 meters dyp på stasjon 1

File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 11:08:05 - 22.Jun-09 (No. 32) To: 11:21:43 - 22.Jun-09 (No: 441)



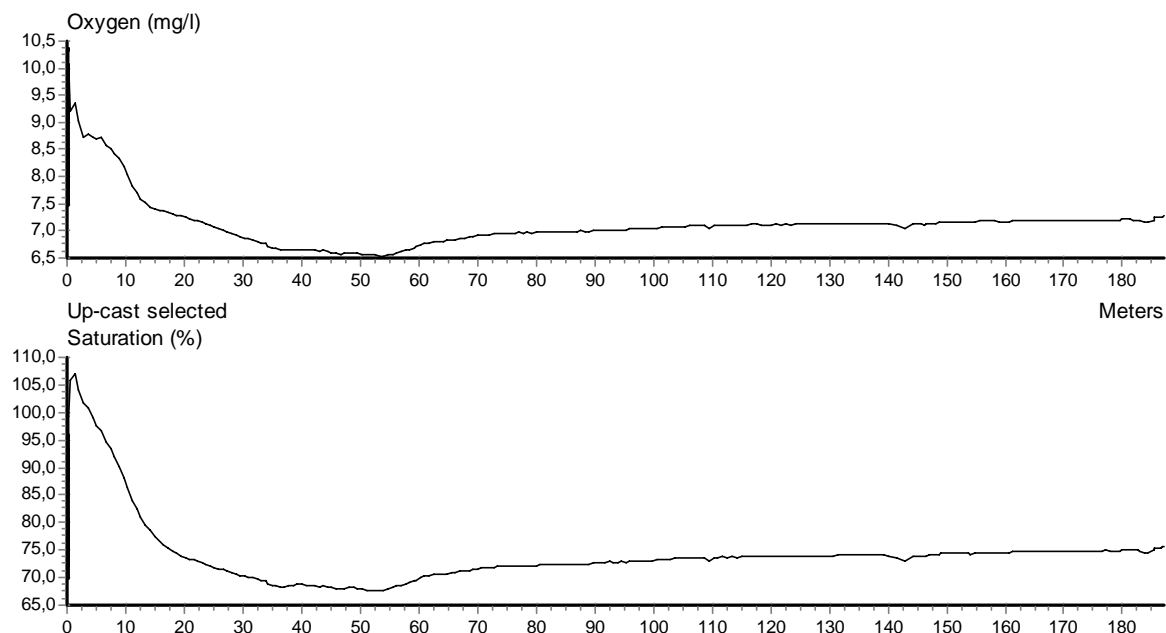
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 177 meters dyp på stasjon 1

File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 13:19:08 - 22.Jun-09 (No. 602) To: 13:36:14 - 22.Jun-09 (No: 1115)



Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 183 meters dyp på stasjon 2

File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 13:19:08 - 22.Jun-09 (No. 602) To: 13:36:14 - 22.Jun-09 (No: 1115)



Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til 183 meters dyp på stasjon 2

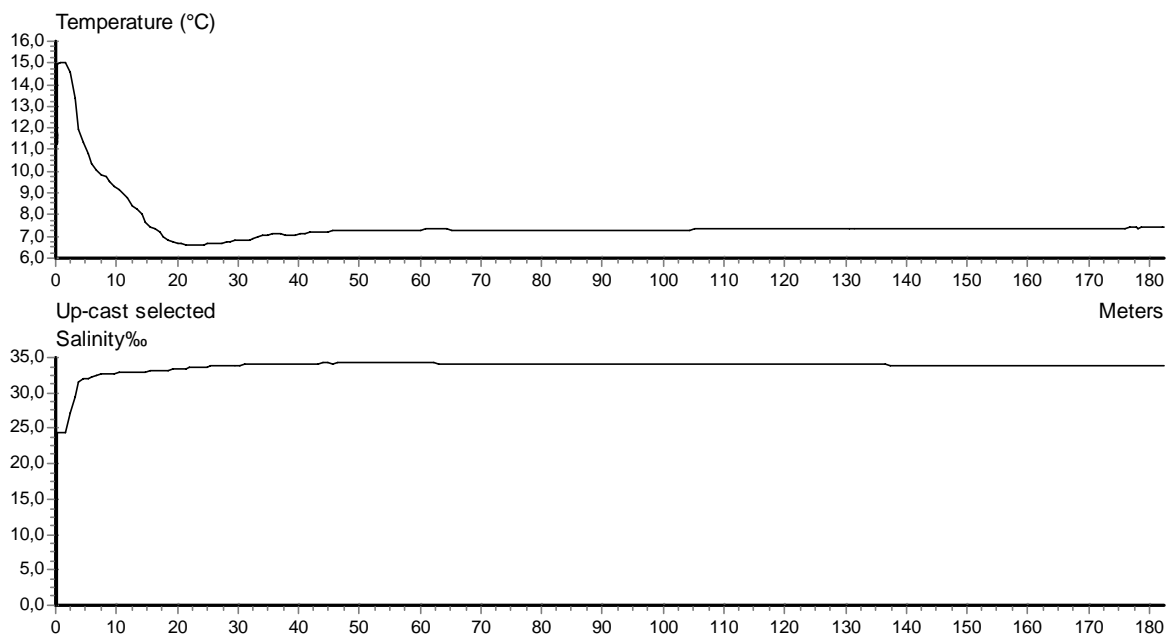
File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2

Interval: 2 seconds

Measurement series number: 4

SD204, Serial No: 382

Data displayed from: 14:49:32 - 22.Jun-09 (No. 1237) To: 15:04:24 - 22.Jun-09 (No: 1683)



Figur 3.5. Temperatur og salinitet fra overflaten og til 180 meters dyp på stasjon 3

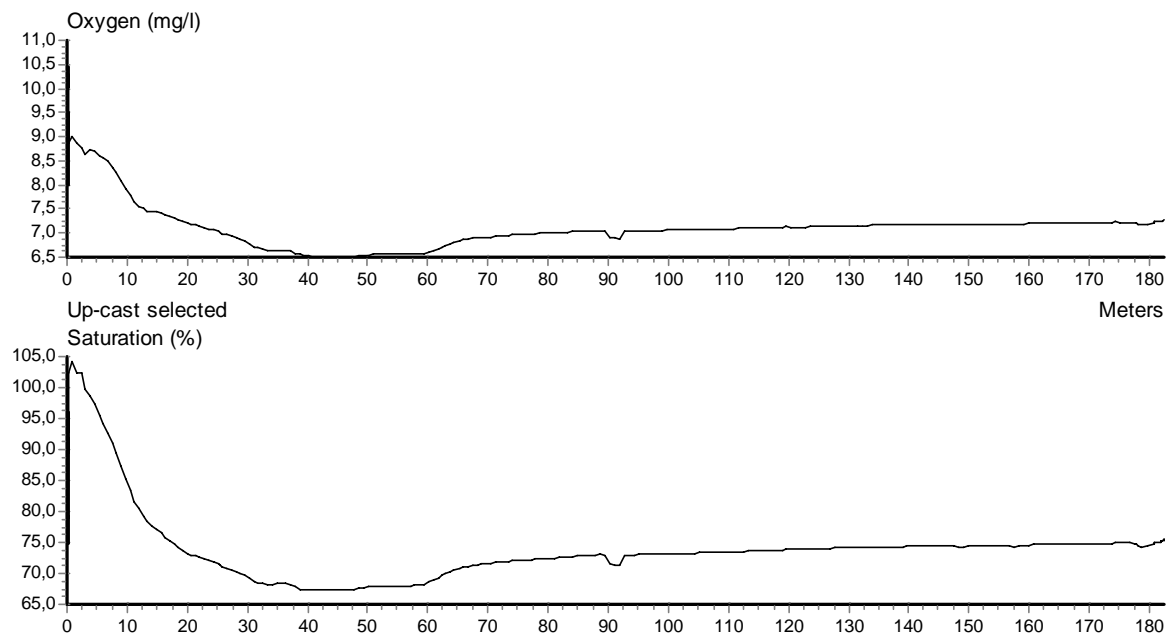
File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2

Interval: 2 seconds

Measurement series number: 4

SD204, Serial No: 382

Data displayed from: 14:49:32 - 22.Jun-09 (No. 1237) To: 15:04:24 - 22.Jun-09 (No: 1683)



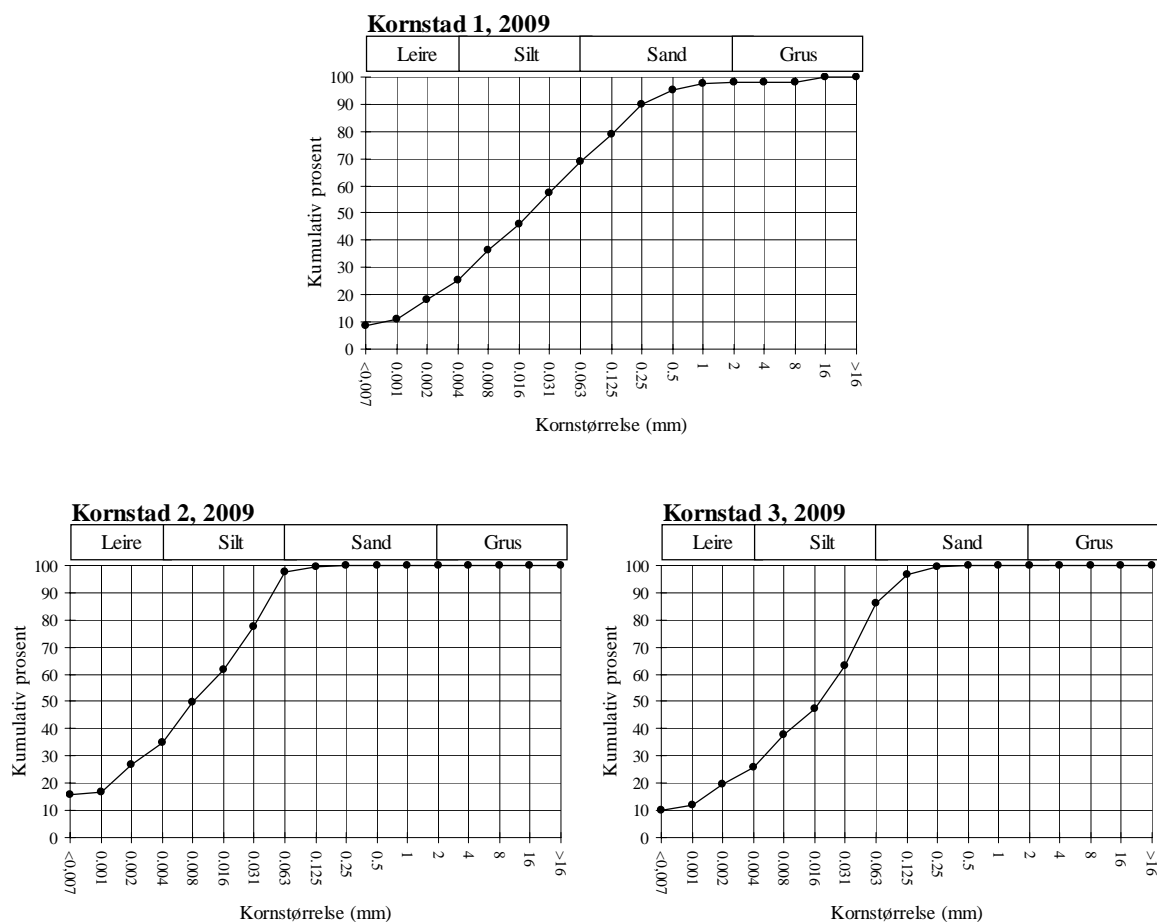
Figur 3.6. Oksygeninnhold fra overflaten og til 180 meters dyp på stasjon 3

3.3 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.7 og Tabell 3.2. Sedimentet fra Kornstad 1 hadde et organisk innhold (% glødetap) på 12,8 %. Leire + silt- andelen var totalt 69 %, 43 % silt, og 25 % leire. Resten av sedimentet bestod av 29 % sand og 2 % grus.

Sedimentet fra Kornstad 2 hadde et organisk innhold på 18,0 %. Andelen av sedimentet som var i leire + silt – fraksjonen var 97 %, herav 62 % silt og 35 % leire. Resten av sedimentet var sand (3 %).

På kornstad 3 hadde sedimentet et organisk innhold på 13,7 %. Andelen leire + silt var 86 %, med 60 % silt, og 26 % leire. Andelen sand var 14 %.



Figur 3.7. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet i Kornstadfjorden, 2009.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Kornstad 1	178	12,8	25	43	69	29	2
Kornstad 2	188	18,0	35	62	97	3	0
Kornstad 3	186	13,7	26	61	86	14	0

3.4 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentprøvene i Kornstadvfjorden er vist i tabell 3.3 og vedleggstabell 2.

Det var 3,9 g TOC/100 g i sedimentet på stasjon Kornstad 1. De målte verdiene bør normaliseres, dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs, og dette må en ha i tankene når en benytter formelen på data fra fjorder (Aure m.fl. 1993). Formelen angis som følger: normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), der F er finfraksjon (silt + leire) Ved å benytte normaliseringsformelen får sedimentet på Kornstad 1 et TOC-innhold på 44,58 mg/g. Dette gir tilstand V i følge SFT's klassifisering. Innholdet av fosfor, nitrogen (Total Kjeldahl Nitrogen), sink, kobber og tørrstoff lå innenfor tilstandsklasse I.

Sedimentet fra stasjonen Kornstad 2-09 hadde et TOC-innhold på 6,2 g/100g. Normalisert TOC-innhold ble 62,54 mg/g. Dette gir tilstandsklasse V. Sedimentet fikk tilstandsklasse I for innhold av sink, kobber, fosfor, nitrogen og tørrstoff.

Sedimentet fra stasjon Kornstad 3-09 hadde et TOC-innhold på 4,5 g/100g. Dette gir et normalisert TOC på 47,88 mg/g. Dette gir tilstandsklasse V. Innholdet av fosfor, sink, kobber, nitrogen og tørrstoff, var innenfor tilstand I.

Tabell 3.3. Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Kornstadvfjorden i 2009. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Bakke et al. 2007).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/100g)	Norm-alisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Nitrogen Kjeldahl (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
Kornstad 1-09	3.9	44,58	V	1.10	5.6	69	I	24	I	35.7
Kornstad 2-09	6.2	62,54	V	1.00	6.2	87	I	32	I	32.4
Kornstad 3-09	4.5	47,88	V	0.94	5.7	82	I	31	I	34.9

3.5 Bunndyr

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

Kornstad 1 ligger på 178 m dyp, hvor bunnen hovedsakelig består av silt, med noe leire og sand. Det ble funnet 2331 individer, fordelt på 76 arter. Både artsantallet og individantallet var høyere enn det som kan forventes på 178 m dyp. Dette gir en diversitetsindeks på 2,6 og en jevnhet på 0,4. Den vanligst forekommende arten/gruppen var børstemarken *Polydora* sp. (64,4 %) som ofte kan finnes i store mengder på steder der det er organisk stimulering. Denne stasjonen er, etter SFTs tilstandsklasser for organisk innhold i sediment, mindre god (dvs. SFT's tilstandsklasse III - mindre god). Grafen for geometriske klassene indikerer ingen vesentlig miljøpåvirkning.

Kornstad 2 ligger på 188 m. Her utgjør silt med leire 97 % av sedimentet. Dessuten hadde stasjonen et høyt organisk innhold (18 %). Denne stasjonen hadde det laveste antall individer, 964 stk, i tillegg til lavere antall arter, 53 stk. Diversitetsindeksen på stasjonen var 3,1 med en jevnhet på 0,5. Stasjonen fikk MOM-miljøtilstand 1 (meget god). Grafen over geometriske klasser viser en serie knekker som indikerer en svak miljøpåvirkning.

Kornstad 3 ligger på 186 m dyp og bunnen inneholder mest silt, med noe leire og sand. Det ble registrert 2314 individer fordelt på 73 arter. Her var også arts- og individantallet høyere enn det som kan forventes på dette dypet. Den vanligst forekommende arten/gruppen var også på denne stasjonen børstemarken *Polydora* sp. (56,2 %). Dette gir en diversitetsindex på 2,8 med en jevnhet på 0,4 og tilstandsklasse III, dvs. mindre god. Grafen over geometriske klasser viser heller ikke ved denne stasjonen noen vesentlig miljøpåvirkning.

Likheten i faunasammensetning mellom Kornstad 2 og 3 var på 65 %, mens Kornstad 1 hadde 61 % likhet med disse. Når det gjelder individ- og artsantall, var det derimot Kornstad 2 som skilte seg ut fra de andre stasjonene, med under halve individmengden og færre arter. Bunnforholdene ved all tre stasjonene, karakteriseres hovedsaklig av løse sedimenter som leire og silt, noe som er naturlig i en terskelfjord. Kornstad 2 var den stasjonen med mest finkornede sedimenter.

Konklusjon

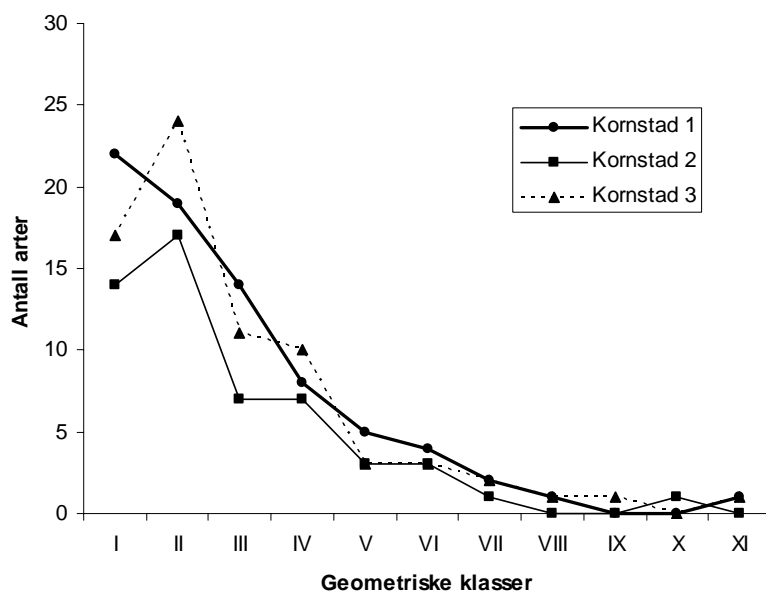
Bunnfaunaen til de to stasjonene nordvest og sørøst for anlegget indikerer en svak organisk stimulans (tilstandsklasse III). Undersøkelsen indikerer også en viss miljøpåvirkning fra matfiskanlegget, men ikke mer enn at miljøtilstanden målt etter MOM-standarden er meget god.

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

Stasjon	Hugg nr	Dyp (m)	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H' -max	SFT's TK	MOM-miljø-tilstand
Kornstad 1	1		1137	59	2.6	0.4	5.9		
	2		1194	58	2.4	0.4	5.9		
	sum	178	2331	76	2.6	0.4	6.2	III	
Kornstad 2	1		446	39	3.3	0.6	5.3		
	2		518	44	2.8	0.5	5.5		
	sum	188	964	53	3.1	0.5	5.7	-	1
Kornstad 3	1		1245	58	3.0	0.5	5.9		
	2		1069	56	2.4	0.4	5.8		
	sum	186	2314	73	2.8	0.4	6.2	III	

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Kornstadvfjorden i 2009.

Geometrisk klasse	Kornstad 1	Kornstad 2	Kornstad 3
I	22	14	17
II	19	17	24
III	14	7	11
IV	8	7	10
V	5	3	3
VI	4	3	3
VII	2	1	2
VIII	1	0	1
IX	0	0	1
X	0	1	0
XI	1	0	1

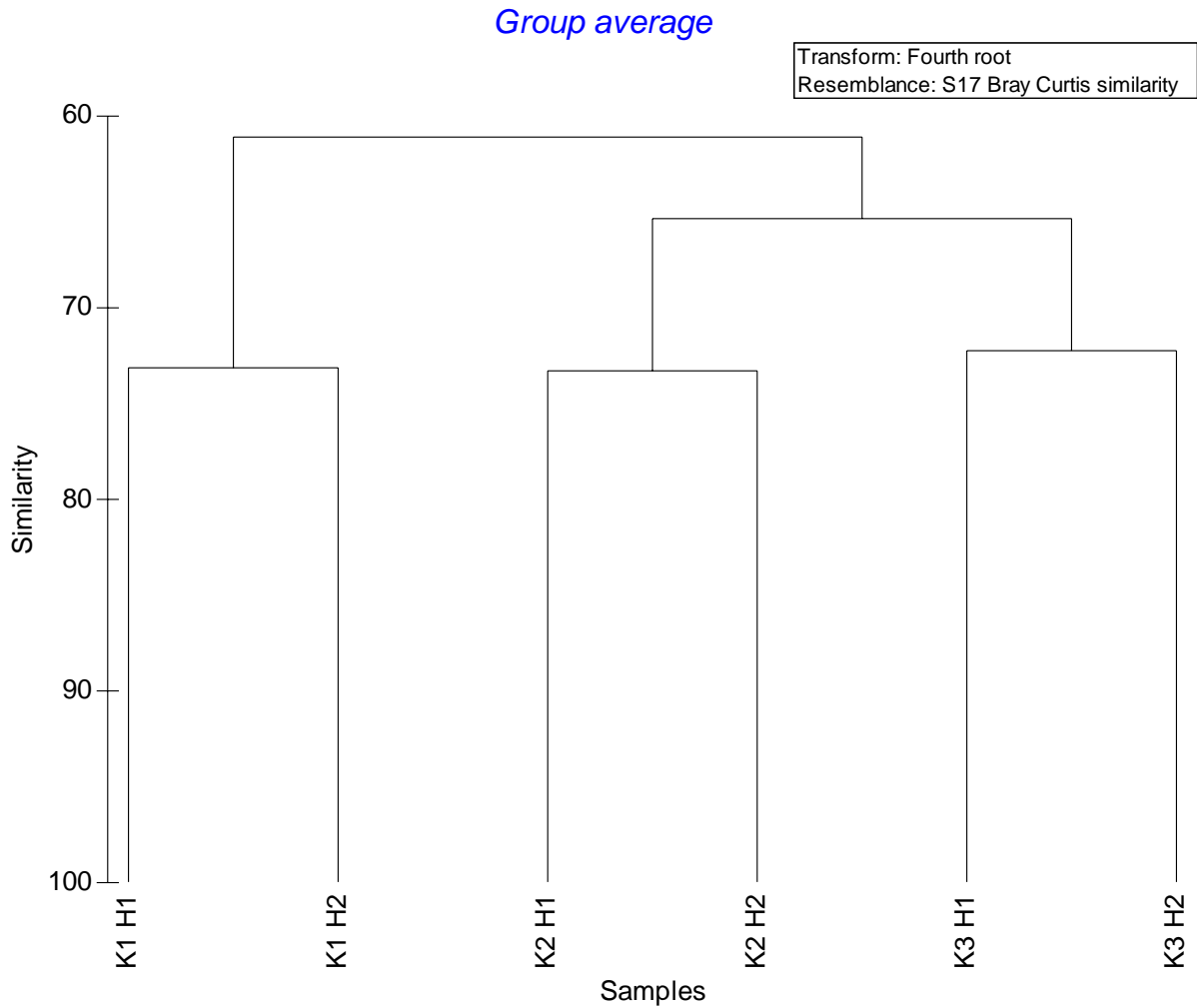


Figur 3.10. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Kornstadjorden.

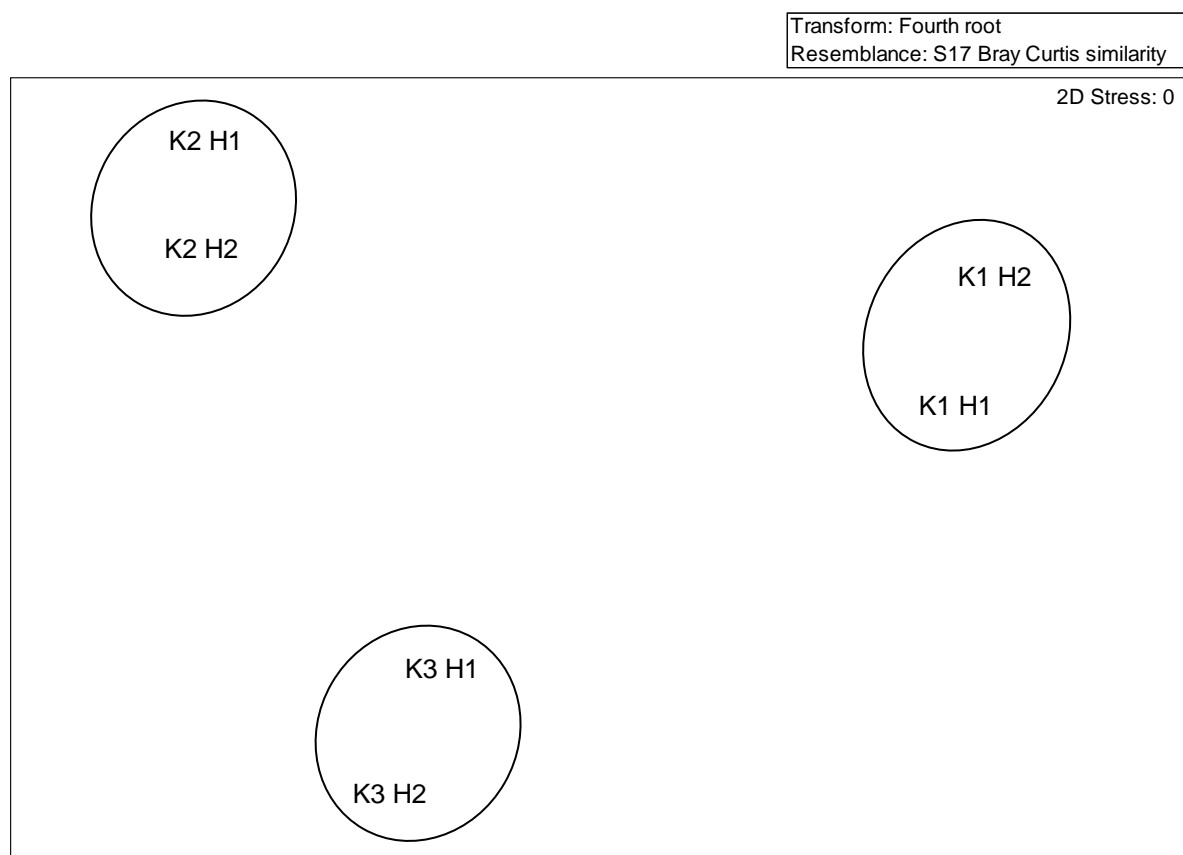
Tabell 3.6. De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert i Kornstadjorden i juni 2009

Kornstad 1 Arter	22.06.2009		0,2 m ² kum.%
	Antall	Prosent	
Polydora sp.	1500	64.4	64.4
Paramphinome jeffreysii	202	8.7	73.0
Thyasira equalis	73	3.1	76.1
Aphelochaeta sp.	68	2.9	79.1
Kelliella abyssicola	42	1.8	80.9
Mendicula feruginosa	41	1.8	82.6
Notomastus latericeus	38	1.6	84.3
Thyasira obsoleta	35	1.5	85.8
Prionospio cirrifera	31	1.3	87.1
Drilonereis filum	24	1.0	88.1

Kornstad 2 Arter	22.06.2009			Kornstad 3 Arter	22.06.2009		
	Antall	Prosent	0,2 m ² kum.%		Antall	Prosent	0,2 m ² kum.%
Polydora sp.	520	53.9	53.9	Polydora sp.	1300	56.2	56.2
Paramphinome jeffreysii	85	8.8	62.8	Paramphinome jeffreysii	320	13.8	70.0
Aphelochaeta sp.	46	4.8	67.5	Kelliella abyssicola	148	6.4	76.4
Kelliella abyssicola	35	3.6	71.2	Aphelochaeta sp.	72	3.1	79.5
Thyasira equalis	33	3.4	74.6	Thyasira equalis	67	2.9	82.4
Nephasoma cf. minutum	26	2.7	77.3	Yoldiella philippiana	38	1.6	84.1
Yoldiella lucida	19	2.0	79.3	Nephasoma minutum	34	1.5	85.5
Spiophanes kroeyeri	18	1.9	81.1	Spiophanes kroeyeri	33	1.4	86.9
Thyasira sarsii	15	1.6	82.7	Thyasira sarsii	29	1.3	88.2
Lumbrineridae indet.	14	1.5	84.1	Lumbrineridae indet.	18	0.8	89.0
Rhodine loveni	14	1.5	85.6				



Figur 3.11 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Kornstad, tatt 22. juni 2009. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen K1 H1, menes Kornstad 1, første hugg.



Figur 3.12. Mds-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene i Kornstad, tatt 22.juni 2009. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen K1 H1, menes Kornstad 1, første hugg.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en miljøundersøkelse ved oppdrettsanlegget Kornstad (Marine Harvest AS) i Kornstadfjorden, Møre og Romsdal. Formålet har vært å få beskrevet miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi og bunndyrsundersøkelser. Undersøkelsen ble gjennomført den 22.6.09. Totalt ble det tatt tre grabbprøver og registrert hydrografiske parametre på tre stasjoner. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær m.fl. 1997).

I følge kornfordelingsanalysene var sedimentet på de tre stasjonene meget fint. Kornstad 1-09 hadde en finfraksjon på 69 %, mens Kornstad 2-09 og Kornstad 3-09 hadde henholdsvis 97 og 86 % finfraksjon. Det organiske innholdet var for Kornstad 1-09 12,8 %. For Kornstad 2-09 og Kornstad 3-09 var organisk innhold henholdsvis 18,0 og 13,7 %.

Innholdet av sink, kobber, fosfor, nitrogen (Total Kjeldahl Nitrogen) samt tørrstoff var innenfor tilstandsklasse I på alle tre stasjonene. Totalt organisk karbon (normalisert TOC) var i tilstandsklasse V på alle stasjonene, noe som tydelig indikerer en organisk stimulering på disse tre stasjonene.

Bunnvannet på alle tre stasjonene inneholdt over 4,5 ml O₂/l, noe som gir bunnvannet tilstandsklasse I i følge SFT's klassifisering.

Bunndyrsundersøkelsene viste en diversitet (Shannon Wiener indeks 'H) på henholdsvis 2,6, 3,1 og 2,8 på de tre stasjonene. Kornstad 1-09 fikk i følge SFT's klassifiseringssystem tilstand III, det samme som Kornstad 3-09. Kornstad 2-09 blir vurdert etter MOM-miljøtilstand (fra NS9410), og får da tilstand I, meget god.

Totalt viser miljøtilstanden til de to stasjonene nordvest og sørøst for anlegget en svak organisk stimulans (tilstandsklasse III). Bunnundersøkelsene indikerer en viss miljøpåvirkning fra matfiskanlegget, men ikke mer enn at miljøtilstanden målt etter MOM-standarden (tilstand 1) er meget god.

Tabell 4.1. Oppsummering av resultater

Stasjon	Tilstand TOC	Tilstand dypvann	Tilstand bunndyr	Tilstand sink	Tilstand kobber	Tilstand fosfor	Tilstand nitrogen
Kornstad-1	V	I	III	I	I	I	I
Kornstad-2	V	I	I*	I	I	I	I
Kornstad -3	V	I	III	I	I	I	I

*etter MOM-standard (NS9410)

5 TAKK

Vi takker Eyvind Sørensen fra Marine Harvest ASA for god hjelp og hyggelig tokt om bord på oppdrettsselskapets båt. På toktet deltok Anders Waldemar Olsen. Sedimentanalysene ble gjennomført av Anna A. Kubberød ved AnalyCen i Moss. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannesen ved UNIFOB (SAM) i Bergen.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Eek E, Helland A, Hylland K, Kibsgaard A, Källqvist T, Oen A, Ruus A. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. *SFT-veiledning* nr. 2229/2007. 12s
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2007. 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 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

Geometriske klasser

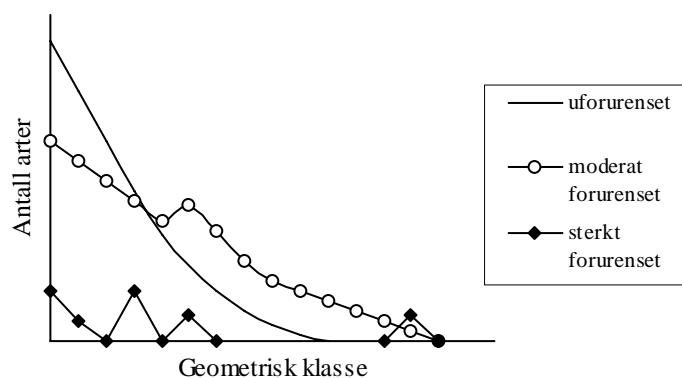
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer,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

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson & Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I

et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan

miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

Diversitet og jevnhet

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

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

der: $p_i = n_i/N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, $H'_{\max} (= \log_2 S)$, er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

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

med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

Tabell v2. Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra artsmangfold 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 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse
Prosjekt nr.: 802450
Prøvetakingssted (område): Kornstad, Averøy kommune
Dato for prøvetaking: 22.6.2009
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen
Artene er identifisert av: Per Johannessen

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

Artsliste Kornstad 2009	Kornstad 1	Kornstad 1	Kornstad 2	Kornstad 2	Kornstad 3	Kornstad 3
	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.		+			+	+
* Hydrozoa indet.			+			
* PLATYHELMINTES indet.	1					1
* NEMERTINI indet.	22	6	9	11	16	13
* NEMATODA indet.	149	89	3		2	2
ANNELIDA						
POLYCHAETA						
Paramphinome jeffreysii	111	91	41	44	245	75
Aphrodita aculeata						1
Polynoidae indet.	2	7	2	1	4	3
Pholoe baltica	3	2			3	
Pholoe pallida	1	2				
Neoleanira tetragona				1		1
Protomystides exigua	1		1			
Phyllodoce rosea			1		1	
Sige fusigera	1	4		1	2	2
Nereimyra punctata	1	2		1	9	
Synelmis klatti		1				
Syllidae indet.	2					1
Exogone sp.	3	5	5	1	1	2
Ceratocephale loveni		1	2	1	2	
Nephtys incisa	3	5	2	3	2	1
Sphaerodorum flavum		1				
Glycera lapidum	1			1	1	2
Goniada maculata				1		
Nothria conchylega		1				1
Lumbrineridae indet.	9	11	11	3	12	6
Drilonereis filum	13	11	1	1	2	1
Phylo norvegica		1				
Laonice sarsi	3	1				
Polydora sp.	ca700	ca800	ca 220	ca 300	ca 600	ca 700
Prionospio steenstrupii	1		2			
Prionospio cirrifera	22	9	4	3	4	1
Scolecopsis corsuni					1	
Spiophanes kroeyeri	4		10	8	28	5
Apistobranchus tenuis				3	2	
Spiochaetopterus typicus					1	
Aricidea catherinae		2				
Aricidea cerruti		1				
Levinsenia gracilis	3	3			2	4
Paraonis sp.		2	3			1
Aphelochaeta sp.	45	23	18	28	36	36
Chaetozone sp.				3	5	8
Cossura longocirrata						1
Diplocirrus glaucus	3	3	3	4	7	4
Ophelina norvegica						1
Scalibregma inflatum	5	6		2	5	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Kornstad 2009	Kornstad 1	Kornstad 1	Kornstad 2	Kornstad 2	Kornstad 3	Kornstad 3
	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
Dasybranchus caducus	1					
Notomastus latericeus	27	11	5	5	4	6
Clymenura borealis	4	1			1	1
Euclymene affinis					1	
Rhodine loveni	2		10	4	5	8
Maldanidae indet.	8	8	3	3		1
Myriochele oculata					1	
Owenia borealis	1					
Pectinaria auricoma	1				2	
Pectinaria belgica			1	2	2	
Sabellides octocirrata	1	2				
Eclysippe vanelli	2	2				1
Sosanopsis wireni					1	1
Melinna cristata					3	2
Melinna elisabethae	1					
Terebellidae indet.		0/1				
Pista malmgreni	5	2	1	1	2	1
Pistella lornensis	2					2
Streblosoma intestinale		1				
Polycirrus medusa					3	1
Amaeana trilobata	2	1		3	2	3
Trichobranchus roseus	1	1	4	5	9	7
Terebellides stroemi	6	6	9	4	8	2
Sabellidae indet.	5	4	2	1	5	3
* HIRUDINEA indet.					1	
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.	3					
Aspidosiphon muelleri		1				
Phascalion strombus	1	2	1/1	2	2/1	1
Onchnesoma steenstrupi	12/1	8/2				
Nephasoma minutum					29	5
Nephasoma cf. minutum			19	7		
CRUSTACEA						
* Calanus finmarchicus	3	3	23	16	29	21
* Cypridina norvegica	1	3			1	
* Macrocypris minna		1				
* Lophogaster typicus		1				
* Leptostylis villosa		1				
* Eudorella truncatula	1	1				
* Diastylis cornuta		1				
* Tanaidacea indet.	2	1	7		6	4
* Gnathia sp.			2			
* Amphipoda indet.		4			2	1
* Caprellidae indet.	1					
* Euphausiacea indet.		1			2	2
* Pandalina sp.					1	
MOLLUSCA						
Caudofoveata indet.	3	3	2	1	5	6

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Kornstad 2009	Kornstad 1	Kornstad 1	Kornstad 2	Kornstad 2	Kornstad 3	Kornstad 3
	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
Solenogastres indet.		3				
Euspira pulchella						1
Philine scabra	1/1			1		
Cylichna umbilicata					1	
Nucula tumidula	2	2				
Ennucula tenuis			1			
Yoldiella lucida	3	6	8	7/4	5	2/1
Yoldiella philippiana		1	2		4/6	12/16
Bathyarca pectunculoides	1/1		1			1/2
Palliolum sp.					0/3	
Pseudamussium septemradiatum			1			
Thyasira obsoleta	12/1	21/1			1	1
Thyasira sarsii	0/3	4/3	1/12	1/1	5/15	2/7
Thyasira equalis	37/2	32/2	7/4	20/2	34/6	27
Axinulus croulinensis	1	2				
Mendicula feruginosa	14/2	23/2				
Adontorhina similis	3	4	3	2	3	
Mysella tumidula	1			1	1	1
Parvicardium minimum				2		1/1
Abra nitida	1	2/2	1/4	2/1	4/1	6/4
Kelliella abyssicola	16/3	20/3	11/2	20/2	70/13	55/10
Cuspidaria cuspidata		1	2/1		2/1	0/1
Cuspidaria obesa				1		
Cuspidaria abbreviata	2				1	2
Dentalium agile		0/1				
Entalina tetragona	1					
Pulsellum lofotense		1/1				
ECHINODERMATA						
OPHIUROIDEA indet.						
Amphipholis squamata	1/1	1			1/1	
Amphiura chiajei						2/1
Amphiura filiformis						0/2
Amphilepis norvegica		1/4	1	1/1	3/1	1/1
Brissopsis lyrifera					1	1
HOLOTUROIDEA						
Holoturoidea indet.				1		
* Siboglinum fiordicum			+	+	+	+
* Siboglinum ekmani			+			
ENTEROPNEUSTA indet.	1		+		1	+
* CHAETOGNATHA indet.			1	1		
* PISCES egg.			1			1
* VARIA		+			+	+

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi

Analyserapport

Moss

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



Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (1)

Kundennummer	8183600-1519909	Prøvemottak	17.07.2009
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	30.07.2009
Oppdragsmerket	611101, P.nr. 802450 - Ref 13/09 Kronstad		
Sted for prøvetaking	802450		

Lab.nr.		NOV046223-09	NOV046224-09	NOV046225-09				
Tatt ut		22.06.2009	22.06.2009	22.06.2009				
Merket		Kronstad 1-09, hugg 3, 22.06.09	Kronstad 2-09, hugg 3, 22.06.09	Kronstad 3-09, hugg 3, 22.06.09				
Parameter	Enhet				Måleu.	Ref/Metode	basert på	Lab
TOC i lufttørket prøve	g/100g	3.9	6.2	4.5	±15%	AJ 31		○
Tørrestoff	%	35.7	32.4	34.9	±15%	NS 4764-1		○
*Nitrogen- Kjeldahl	g/kg TS	5.6	6.2	5.7	±10%	NS-EN 13654-1 m		○
Fosfor, P	g/kg TS	1.1	1.0	0.94	±20%	NS-EN ISO 11885		○
Sink, Zn	mg/kg TS	69	87	82	±15%	NS-EN ISO 11885		○
Kobber, Cu	mg/kg TS	24	32	31	±20%	NS-EN ISO 11885		○

Anna A Kubberød

Denne rapport er elektronisk signert!

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon (+47) 09440

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – www.analycen.no

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

Eurofins AB, Sverige – www.eurofins.se

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

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 oppfylder 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