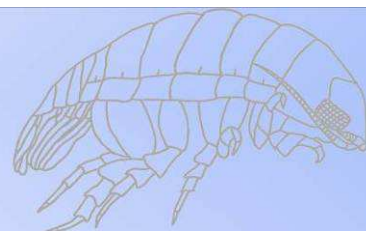


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 37 – 2014

MOM C-undersøkelse fra lokalitet Skorpo NV i Kvinnherad kommune, mars 2014

Einar Bye-Ingebrigtsen

Øydis Alme

Per Johannessen





ID: 10723 Versjonsnr: 004

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av
sammendrag SAM e-rapport**

Uni Miljø - Sam Marin

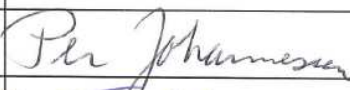

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 04.07.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 04.07.2014 (Øydis Alme)

	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse fra lokalitet Skorpo NV i Kvinnherad kommune, mars 2014	Dato: 22.09.2014
	Antall sider og bilag: 47
Forfatter(e): Einar Bye-Ingebrigtsen, Øydis Alme, Per Johannessen	Prosjektleder: Trond E. Isaksen
	Prosjektnummer: 808365
Oppdragsgiver: Sjøtroll Havbruk AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Skorpo NV on its surrounding environment. Most of the parameters investigated indicate very good conditions. However the TOC levels at the station close up to the facility and the most distal station showed were moderate elevated. In addition the station nearest the facility showed moderate phosphorus concentrations.

Keywords: Marine, environment, survey, MOM C, recipient,	Emneord: Marin, MOM C, undersøkelse, miljø, resipient	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 37-2014
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	22/9 - 2014	
Prosjektet / undersøkelsen:	22/9 - 2014	

ID: 10723 Versjonsnr: 004

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av
sammendrag SAM e-rapport**

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 04.07.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 04.07.2014 (Øydis Alme)

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Torben Lode og Einar Bye-Ingebrigtsen

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ina Birkeland, Nargis Islam, Maria Knoph, Natalia Korableva, Ingrida Petrauskaite og Ragna Tveiten

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Lenka Nealova og Per Johannessen

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per Johannessen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Smaragd (Stava Sjø AS)

Kjemiske analyser utført av: Eurofins AS akkrediteringsnummer TEST 003

Akkreditert: Fosfor, sink, kobber, TOC, tørrstoff.

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS akkrediteringsnummer TEST 032

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Hydrografiske målinger	8
2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser	9
2.4 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment	16
3.3 Kjemi	18
3.4 Bunndyr	19
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	23
5 TAKK	24
6 LITTERATUR	25
7 VEDLEGG	26

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Skorpo NV (lokalitetsnr. 12108) i Kvinnheradsfjorden, Kvinnherad kommune. Innsamlingene ble gjennomført 12. mars 2014. Toktfartøy for undersøkelsen var båten «Smaragd» båtmannskapet bestod av Trond Stava og Torfinn Johansen (Stava Sjø AS).

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Skorpo NV. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Direktoratets og Miljødirektoratets (tidligere Klif) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Veileder 02:2013, SFT 97:03 og TA 2229/2007) og mot C-delen av MOM-systemet (NS 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Uni Research Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra Sjøtroll Havbruk AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

Det har tidligere ikke vært gjennomført MOM C-undersøkelse ved lokaliteten. De siste fire MOM B-undersøkelsene ved Skorpo NV har gitt lokaliteten meget gode tilstander (Fiskeridirektoratet, 2014).

2 MATERIALE OG METODER

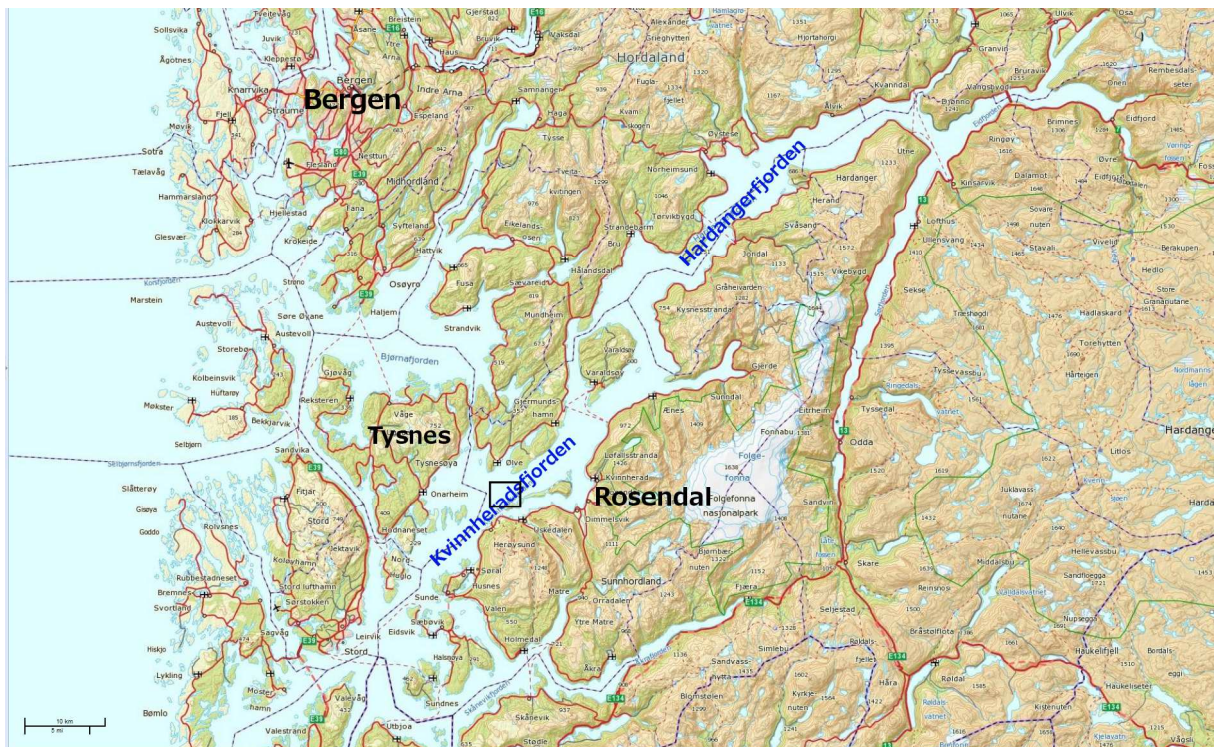
2.1 Undersøkelsesområdet

Lokaliteten ligger på nordsiden av Skorpo, i Kvinnheradsfjorden, i Kvinnherad kommune, på ca. 190 meters dyp (Figur 2.1 og 2.2). Bunnen under anlegget skråner i nordvestlig retning ned mot 458 meter dybde i bunnen av Kvinnheradsfjorden.

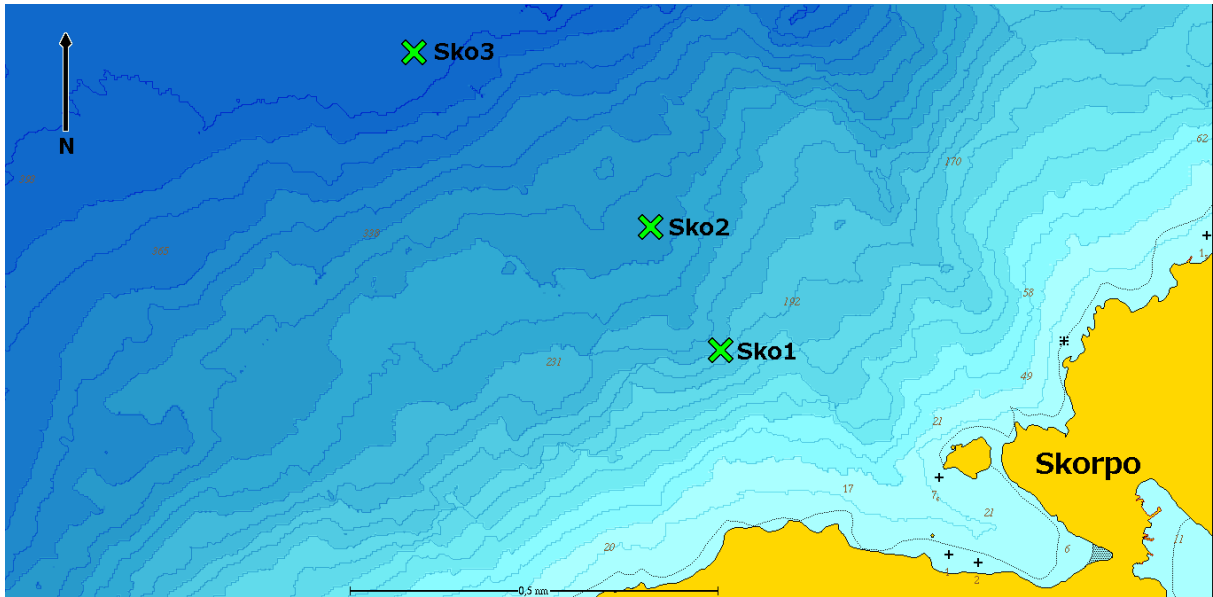
Prøveinnsamlingene ble gjort 12. mars, 2014. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Innsamlingen ble gjennomført av Torben Lode og Einar Bye-Ingebrigtsen fra SAM-Marin.

Nøyaktig posisjon til de ulike stasjonene er viktig for referanse og for at undersøkelsene skal være reproduerbare i fremtiden. Plassering til de ulike prøvestasjonene blir registrert med bruk av SAM-Marins Olex med tilkoblet GPS som monteres på feltfartøyet. Plasseringa til stasjonene blir oppgitt med koordinater (WGS84, Tabell 2.1). Koordinatene er oppgitt som fulle koordinater med nord- og østverdi i meter med minimum 20 meters presisjon i henhold til kravspesifikasjonen (NS-EN ISO 16665:2013). Dybde er målt med feltfartøyet ekkolodd.

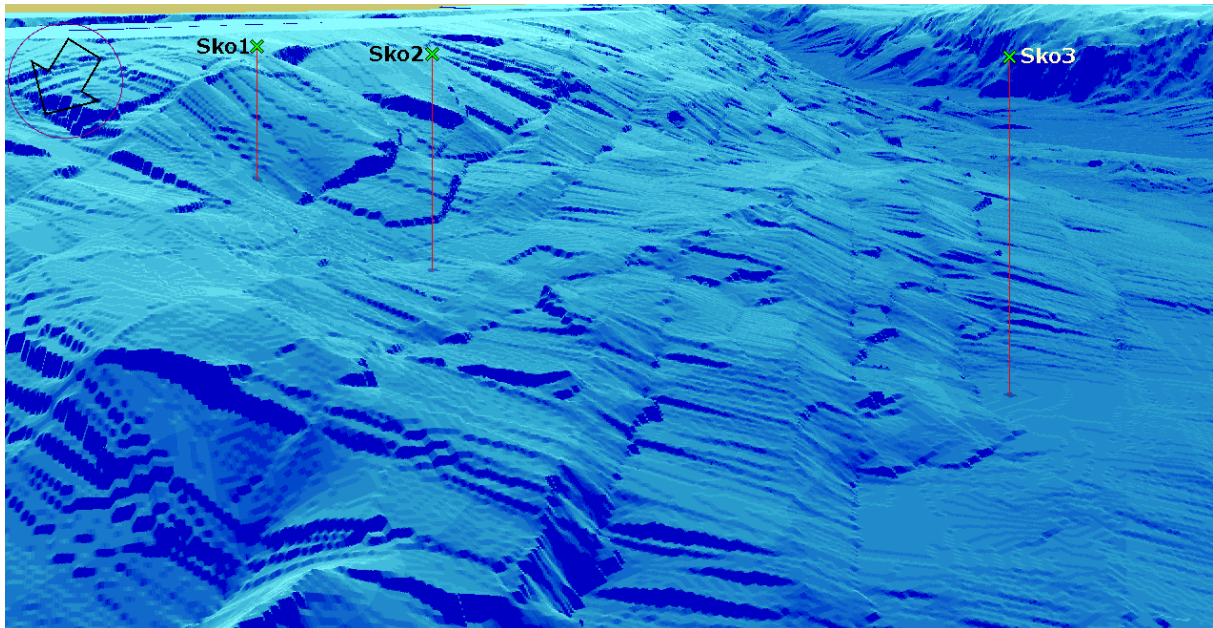
Det ble tatt vannprøver for hydrografiske målinger og bløtbunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske analyser. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over Hardanger- og Kvinnheradsfjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Skorpo NV. Kart kilde: Fiskeridirktoratet.



Figur 2.2: Utsnitt av Skorpo NV med referansestasjon i dypet og stasjoner ved anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



Figur 2.3: Bunntopografien i området rundt anlegget. Punkt for prøvestasjonerstasjoner er tegnet inn. Eksakt plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Kvinnheradsfjorden, Skorpo NV. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder innhentet vha. fartøyets ekkolodd. Det ble benyttet en van Veen grabb med grabbåpning på 0,1 m² til biologiprøver, og en to-delt van Veen «duograbb» med grabbåpning på 0,1 m² til biologiprøver (hovedkammer) og et mindre det kammer til kjemi- og geologiprøver. For kjemi- og geologiprøvetaking brukes Ekmangrabb der annet utstyr ikke klarer å hente opp uforstyrret sedimentoverflater. NS-EN ISO 16665:2013 stiller som krav ved prøvetaking av biologi et sedimentvolum på minst 5 liter ved faste sedimenter og minst 10 liter ved løse sedimenter. Ved prøvetaking av kjemiske og geologiske parametere skal iht. NS-EN ISO 5667-19:2005 sedimentets overflate være uforstyrret.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsonsone Sko 1 12.03.2014	59° 57.159 N 05° 49.603 Ø	190	1	16,5	Biologi, MOM B-parametere, van Veen Biologi, van Veen Geologi, Ekman Kjemi, van Veen Grått sediment bestående av silt, leire, grus og stein. Ingen lukt.
			2	13	
			3		
			4		
Overgangs- sone Sko 2 12.03.2014	59° 57.327 N 05° 49.414 Ø	284	1	21	Biologi, MOM B-parametere, duograbb Biologi, duograbb Geologi, Ekman Kjemi, Ekman Grått sediment bestående av silt, leire, grus og sand. Ingen lukt.
			2	21	
			3		
			4		
Fjernsone Sko 3 12.03.2014	59° 57.565 N 05° 48.770 Ø	440	1	19	Biologi, kjemi, duograbb Biologi, geologi, MOM B-parametere, duograbb CTD m/oksygenmåler Grått sediment bestående av silt, leire og sand. Ingen lukt.
			2	20	

2.2 Hydrografiske målinger

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet.

Måling av temperatur, saltholdighet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen ble utført med en STD/CTD-sonde av typen SD204 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt samtidig med innsamling av bløtbunnsprøver i henhold til NS 9410:2007.

2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser

Bløtbunnundersøkelsene omfatter sedimentprøver for analyse av geologi, kjemi og bunndyr (biologi). Prøvetakingen er utført akkreditert i samsvar med standard NS-EN ISO 16665:2013 *Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna* og ISO 5667-19:2004 *Veileder i sedimentprøvetaking i marine områder*.

Bunnprøver for geologiske, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen-grabb med justerbare vekter. To typer van Veen-grabber ble benyttet, en grabb med åpning på 0,1 m² og maks volum 16,5 liter («Danske-grabb»; KC Denmark AS mod. 12.210 modifisert med 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) og en modifisert van Veen grabb (0,15 m² åpning og 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) som tar biologi-, kjemi- og geologiprøver i same hugg («duograb», utviklet av Det Norske Veritas). Biologi-kammeret tilsvarer prøveareal på 0,1 m², mens det minste kammeret har prøveareal på 0,05 m² som er tilstrekkelig for geologi- og kjemi-prøver. I tilfeller hvor det var vanskelig å samle inn sediment uten å forstyrre overflaten, ble en Ekman-grabb (KC Denmark AS, mod. 12.002) benyttet til å samle inn sediment til geologi- og kjemianalyser.

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. Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen i et prøveareal på 0,2 m² (NS 9410:2007). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m² ble det tatt to grabbprøver på samme posisjon fra hver stasjon.

Hvor dypt grabben graver ned i sedimentet avhenger av konsistensen til sedimentet og av vekt til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sedimentnivået av hver grabbprøve målt. 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 at grabben må inneholde minst 5 liter sediment for at prøven kan godkjennes for biologiske analyser (NS-EN ISO 16665:2013). Prøver med mindre prøvolum kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Alle huggprøver er kontrollert med hensyn til sedimentmengde, sedimenttype (fast eller løs konsistens, innhold av skjellsand, stein, grus o.a.) og farge. Grabb-hugg som inneholder tilfredsstillende sedimentmengde med uforstyrret sedimentoverflate regnes som godkjente prøver for geologi, kjemi og biologi analyser i henhold til akkrediteringskravene. Det er særlig viktig at øvre sedimentlag i grabbprøver som skal brukes til geologi- og kjemianalyser er uforstyrret (ISO 5667-19:2004). I områder med særlig myk bunn (f.eks. mudder) kan det være vanskelig å få prøver med uforstyrret overflate siden grabben ofte blir fylt helt opp med sediment. I slike tilfeller kan det brukes en Ekman grabb for innsamling av prøver til geologi- og kjemi analyser.

Bearbeiding av prøver og analysering av bløtbunnsparemeterne (geologi, kjemi og biologi) er beskrevet under.

2.3.1 Sediment (geologi)

Det er samlet sedimentprøver fra hver stasjon i det undersøkte området til analyse av totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og analyse av kornfordeling.

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. Klassifisering av ulike sedimentfraksjoner basert på partikkelstørrelse som oppgitt i NS-EN ISO 16665:2013 er vist i Tabell 2.2 under.

Tabell 2.2: Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN ISO 16665:2013).

Silt / leire	Svært fin sand	Fin sand	Medium sand	Grov sand	Svært grov sand	Grus
< 63 µm	63-125 µm	125-250 µm	250-500 µm	500 µm - 1 mm	1 - 2 mm	> 2 mm

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med NS 4764-1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en råttent lukt av hydrogensulfid (H₂S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen.

Prøvetakingen og analyse er utført etter gjeldende standarder ISO 5667-19:2004 og NS 4764. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstillende NS-EN ISO-17025 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale og kornfordeling med akkrediterings nr. TEST 032.

Resultat av kornfordelingen til sedimentprøvene er presentert i kurveform, der partikkelstørrelse fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelse blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

2.3.2 Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/Eh)

Det er tatt ut prøve fra ett hugg fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-19.

Miljøgifter i sediment er hovedsakelig knyttet til finstoff (leire, silt) og organisk materiale. Det ble tatt prøver til kjemisk analyse fra alle bløtbunnstasjonene med bruk av metoder i samsvar med "Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" (TA-2229/2007). Prøvene ble sendt til Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (akkrediteringsnummer TEST 003) for kjemiske analyser.

Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) er utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) er utført etter NS-EN 13137 og beregning av normalisert TOC i henhold til SFT 97:03. For klassifisering av totalt organisk karbon i sedimentprøver, må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F) med bruk av formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt i Tabell 2.4. Innholdet av tørrstoff er analysert etter NS-EN 14346. Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets veiledere (SFT 97:03 og TA 2229/2007) (Tabell 2.4).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/Eh metere (Mettler Toledo). Redokspotensialet ble målt med Ag/AgCl-redokselektrode (InLab Redox) fylt med 3M KCl løsning. Miljøtilstand basert på disse målingene er beregnet på samme måte som i MOM B-undersøkelser i henhold til skjema B1 (NS 9410:2007).

2.3.3 Bunndyr (biologi)

Bunndyr eller bløtbunnsfauna i denne undersøkningen skal forstås som virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på- eller i overflatesediment (gravende dyr). Vanlige dyregrupper i denne sammenheng er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder.

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 bløtbunns-artene 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 bunndyrsammfunn. 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. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

Metoder som omfatter innsamling av bløtbunnsprøver, opparbeidelse av prøvene, artsbestemmelse og databehandling er utført i samsvar med standard NS-EN ISO 16665:2013. For innsamling av bunndyrsprøver er det brukt van Veen grabb (som beskrevet innledningsvis i dette kapittelet). Grabbinholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene fikseres med 20 % boraks-bufret formalin (8 % formaldehyd løsning) tilsatt bengalrosa i felt. I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrs materialet oppbevares i SAM-Marin sine lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Opparbeiding av det biologiske materialet er utført i samsvar med SAM-Marin sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene benyttet for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunndyrfaunaen 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.

Direktoratsgruppa har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt SFT 97:03 og TA 2229/2007. Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (E_{s100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQ11, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI₂₀₁₂ og AMBI (komponent i NQ11), samt indeks for individtetthet DI. Inndeling i tilstandsklasser for indeksene er gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.4). Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr).

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller evt. lavt stasjonen er plassert i denne klassen (Tabell 2.3). Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.5).

Tabell 2.3: Klassegrenser for nEQR i henhold Veileder 02:2013.

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse 1 (Svært god)	0,8
Klasse 2 (God)	0,6
Klasse 3 (Moderat)	0,4
Klasse 4 (Dårlig)	0,2
Klasse 5 (Svært dårlig)	0,0

Tabell 2.4: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i SFT 97:03, TA 2229/2007 og Veileder 02:2013. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	<0,31
	Shannon-Wiener (H')	02:2013		5,7-4,8	4,8-3,0	3,0-1,9	1,9-0,9	<0,9
	ES ₁₀₀	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	<5
	ISI ₂₀₁₂	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	<4,5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	<10
	DI	02:2013		<0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220	

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

Tabell 2.5: Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra NS 9410:2007 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.4 Produksjonsdata fra anlegget

Lokaliteten Skorpo NV er en gammel lokalitet som har vært i bruk fram til årtusenskiftet og deretter ligget brakk i noen år. Driften ved Skorpo NV startet opp igjen i 2007, men med en annen lokalisering enn tidligere. Anlegget bestod kun av forankringer ved undersøkelsestidspunktet, men hadde tillatelse for 6 ringer. Undersøkelsen er utført i brakkleggingsperioden (06.10.13 - 14.04.14). Lokaliteten hadde ved undersøkelsestidspunktet en MTB på 3120 tonn, men det var søkt om utvidelse av både anlegg (12 ringer) og MTB (5460 tonn), dette ble innvilget 07. april 2014.

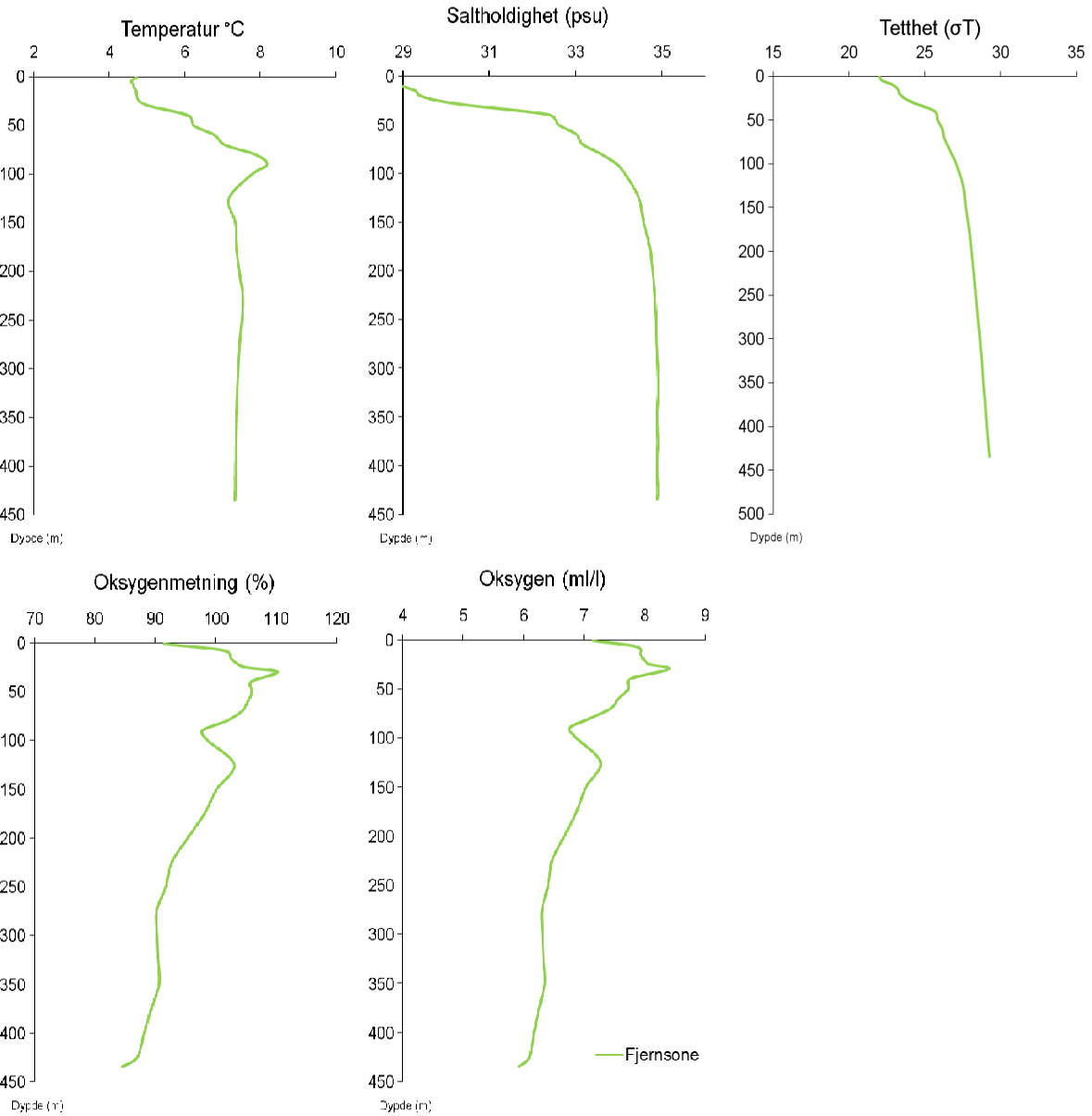
Tabell 2.5. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten de siste 3 år (hele år: 1.januar til 31.desember):

År	Utfôret mengde	Produsert mengde
2014	-	-
2013	3 706t	3 012t
2012	2 280t	1 989t
2011	1 299t	998t

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Sko 3 (fjernsone), 12. mars 2014. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



Figur 3.1: Lokaltet Skorpo NV. Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og ml/l på fjernsonestasjon (Sko3), målt med STD/CTD-sonde med påmontert oksygensensor fra overflaten og ned mot bunnen den 12. mars 2014. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO_2/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Det er et tydelig sprangsjikt (pyknoklin) på 50 meters dyp som skiller overflatevannet fra de underliggende vannmassene på undersøkelsestidspunktet. Et sprangsjikt antyder en vertikal inndeling av vannmassene ved at både temperatur og saltholdighet direkte påvirker vannets tetthet og dermed blanding av vannmassene. Sprangsjiktet hindrer effektivt vannmassene i

de øvre vannlag fra å blandes med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet vil variere med dybdefordelingen av temperatur og saltholdighet som følge av årstider og værforhold.

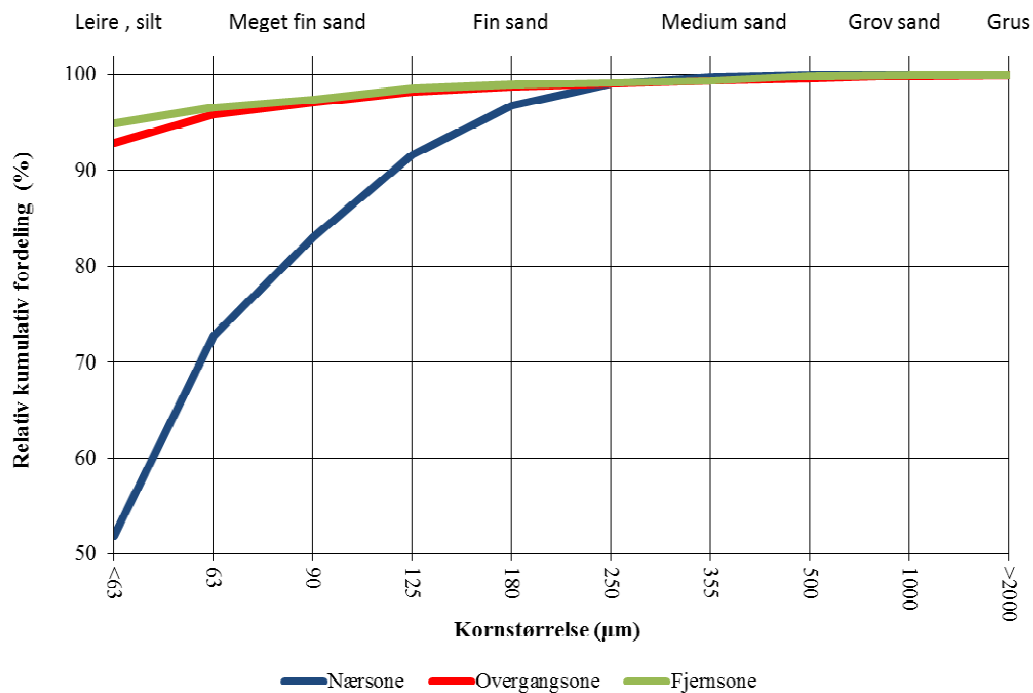
Oksygeninnhold i vannsøylen varierer (5,6 - 7,9 ml/l) ved undersøkelsestidspunktet, men er generelt høyt. Fra en topp på 30 meters dyp (8,4 ml/l) synker nivået raskt ned til 90 meters dyp (6,8 ml/l), før oksygenivået får en ny topp på 125 meters dyp (7,3 ml/l). Derfra synker oksygenivået jevnt mot bunnen på 440 meters dyp. Oksygeninnhold i bunnvann ble målt til 5,9 ml O₂/liter (metning 84,6 %), det tilsvarer Miljødirektoratets (SFT 97:03) tilstandsklasse I (Svært god).

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Skorpo NV, mars, 2014.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Sko 1, Nærsone	190	4,01	52,0	48,0	0,0
Sko 2, Overgangssone	284	6,41	92,9	7,0	0,0
Sko 3, Fjernsone	440	8,96	94,9	5,1	0,0



Figur 3.2: Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Skorpo NV: Nærsone, Sko 1; Overgangssone, Sko 2; Fjernsone, Sko 3. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (NS-EN ISO 16665:2013): leire / silt (<math>< 63</math> µm), meget fin sand (63 – 124 µm), fin sand (125 – 249 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500 – 2000 µm), grus (> 2000 µm).

Tabell 3.1 viser prosentvis fordeling av sedimentfraksjoner for de 3 undersøkte stasjonene.

Sedimentet i nærsonen (Sko 1) består av en blanding av finkornete og middels grove partikler i form av leire og silt (52 % av alt sediment) og sand (48 %). Både overgangssonen (Sko 2) og fjernsonen har en ganske annerledes sediment-sammensetning, hvor sedimentet nesten utelukkende består av leire og silt (hhv. 92,9 og 94,9 %). De resterende prosentene består av sand.

Kornstørrelsesfordelingen ved undersøkelsestidspunktet ved de 3 stasjonene tyder på at det er bedre bunnstrømforhold i nærsonen (Sko 1) sammenlignet med de mer distale stasjonene (Sko 2 og Sko 3). Bunnstrømforhold påvirker sedimenteringsrater av ulike partikkelstørrelser ved at svake bunnstrømmer tillater finere partikler å sedimentere. Slike lavstrømsområder kan påvirke områders miljøkvalitet ved at finpartikulært sediment enklere binder opp organiske og kjemiske avfallsstoffer, samtidig som disse avfallsstoffene har lettere for å sedimentere grunnet den lave strømhastigheten.

Normale verdier for glødetap i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdiene for samtlige undersøkte stasjoner er å anse som gode (Tabell 3.1).

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Nivåer mellom 1000 og 5000 mg/kg TS anses som moderate, mens verdier over 5000 mg/kg TS anses som svært mye. Nærsonen (Sko 1) har et moderat fosfornivå på 2100 mg/kg TS (Tabell 3.2). Ved overgangssonen (Sko 2) og fjernsonen (Sko 3) er fosfornivåene innenfor normalen med konsentrasjoner av fosfor på hhv. 960 og 920 mg/kg TS.

Nærsonen (Sko 1) og fjernsonen (Sko 3) har forhøyede verdier for normalisert TOC og begge stasjonene får Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat). Overgangssonen (Sko 2) viser bedre verdier for normalisert TOC og får Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God). TOC-verdiene for stasjonene samlet tyder på en moderat grad av organisk belastning i resipienten ved undersøkelsestidspunktet (Tabell 3.2).

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. I følge SFT 97:03 har dette medført at grenseverdiene mellom tilstandsklassene har blitt strengere. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten. Slike kystnære områder kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (Statlig program for forurensningsovervåking, 2002). Det påpekes også i Veileder 02:2013 at forholdet mellom normalisert TOC og glødetap er vist å variere og at de ikke er direkte sammenlignbare.

Verdiene av metallene kobber og sink er målt for samtlige undersøkte stasjoner. Stasjonene viser gode til svært gode verdier (tilstandsklasse I-II, Bakgrunnsnivå - God) for begge måleparameterne. Overgangssonen (Sko 2) skiller seg ut ved at den har beste tilstandsklasse I (Bakgrunn) for både kobber og sink (Tabell 3.2).

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved Skorpo NV, mars 2014. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering (TA 2229/2007) for sink, kobber og etter SFT 97:03 for normalisert TOC; for TK grenseverdier, se Tabell 2.4.

Stasjon	Totalt org. karbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	Fosfor		Sink		Kobber		Tørrstoff (TS) %
			TK	mg/kg TS	mg/kg TS	TK	mg/kg TS	TK	
Sko 1, Nærsonen	24	32,6	III	2100	180	II	49	II	24,0
Sko 2, Overgangssone	22	23,3	II	960	130	I	25	I	45,7
Sko 3, Fjernsonen	30	30,9	III	920	180	II	35	II	39,8

3.3.2 Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h)

Resultatene fra pH og E_h sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Tabell 3.3 viser målte verdier for pH og E_h ved undersøkte stasjoner, samt tilstandsvurdering på bakgrunn av disse parameterne.

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved Skorpo NV, mars 2014. Den beregnede pH/ E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Sko 1, Nærsonen	7,29	135	0	1
Sko 2, Overgangssonen	7,36	172	0	1
Sko 3, Fjernsonen	7,38	121	0	1

Både pH- og E_h -målingene viser svært gode verdier, og gir tilstand 1 (Svært god) for alle de tre stasjonene.

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokalitet Skorpo i mars 2013. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid

Stasjon Sko 1 ligger på 190 m dyp i nærsonen til anlegget. Her ble det funnet totalt 54 arter med til sammen 1731 individer. Flertallet av de biologiske indeksene havner i tilstandsklasse II (God) og III (Moderat). Individtettheten er høy, noe som tyder på at faunaen bærer noe preg av høy tilførsel av organisk materiale. I følge MOM-standarder er imidlertid diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg som gjelder for nærsonen. Etter dette klassifiseringssystemet får stasjonen miljøtilstand 1 (meget god). Den mest tallrike arten på stasjonen var børstemarken *Paraprionospio alata*, som med 380 individer utgjorde 22 % av det totale individantallet i prøvene. Ellers finner man ytterligere syv arter av børstemark og to skjell-arter blant de ti mest tallrike artene. Fordelingen på geometriske klasser viser en noe flat, hakkete graf som kan indikere en viss miljøpåvirkning på stasjonen (Figur 3.3).

Ved overgangsstationen Sko 2, på 284 m dyp, ble det funnet 70 arter og 746 individer totalt. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggsnivå (snitt) beregnet til 4,51 og ømfintlighetsindeksen NSI ble beregnet til 24,6. Den sammensatte indeksen NQ11, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet ble beregnet til 0,73. Samtlige plasserer stasjonen i tilstandsklasse II (God). MOM- klassifiseringen gjelder imidlertid også for overgangssonen, og etter dette systemet får Sko 2 miljøtilstand 1 (meget god). De mest tallrike dyregruppene på stasjonen var børstemark i slekten *Aphelochaeta*, som med 148 individer utgjorde 20 % av totalen, etterfulgt av skjellene *Abra nitida* (59 ind., 8 %) og *Mendicula ferruginosa* (50 ind., 7 %). Alt i alt viser resultatene en artsrik bunnfauna, med jevn fordeling av arter og en artssammensetning uten betydelige forekomster av opportunistiske eller forurensningstolerante arter.

Fjernstasjonen Sko 3 ligger i dypet av Kvinnheradsfjorden, på 440 m dyp nordvest for anlegget. Her ble det funnet 543 individer fordelt på 49 arter. Diversiteten (H') ble beregnet

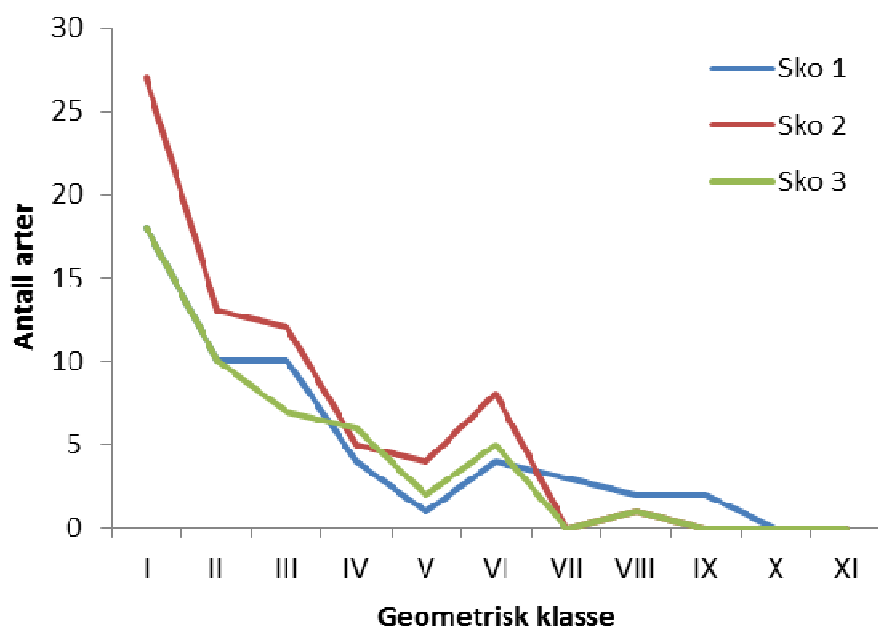
til 3,97 som gir tilstandsklasse II (God). Ømfintlighetsindeksen NSI og den sammensatte indeksen NQI1 havner også i tilstandsklasse II. Disse resultatene viser en jevn fordeling av arter på stasjonen, med en faunasammensetning uten preg av miljøpåvirkning. Samlet sett havner Sko 3 i tilstandsklasse II (God) med en tilstandsverdi på 0,74. Den mest tallrike dyregruppen var også her børstemark i slekten *Aphelochaeta*, med 147 individer og 27 % av det totale individantallet. Ellers ble det funnet ytterligere syv arter/grupper av børstemark og fire skjell-arter blant de mest tallrike artene.

De multivariate analysene viser en relativt høy likhet mellom huggene på hver enkelt stasjon (ca. 60 – 70 %) samt en høy likhet mellom overgangs- og fjernstasjonen (Fig. 3.4 og 3.5). Nærsonestasjonen Sko 1 er den som skiller seg mest fra de øvrige.

Tabell 3.4: Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Skorpo NV, mars 2014. Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Beregnede indeksverdier og nEQR er vist for alle stasjonene (nær-, overgangs- og fjernsone), men gjelder kun for vurdering av tilstanden til fjernsonen. Miljøtilstand i nær- og overgangssone er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, i henhold til NS 9410:2007. Klassifisering av tilstand i fjernsonen er gitt i henhold til Veileder 02:2013 med bruk av nEQR-verdier. Grabbverdien av nEQR er basert på grabbgjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder.

Stasjon	Grabbhugg	Antall arter	Antall individer	NQI1 verdi	H' verdi	ES ₁₀₀ verdi	ISI ₂₀₁₂ verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstands-verdi	Miljø-tilstand	
Nærsonene Sko 1 12.03.2014	1	49	1086	0,61	3,63	19,5	8,29	18,1	0,99			
	2	28	645	0,53	2,52	14,1	7,18	17,3	0,76			
	Sum	54	1731	0,59	3,67	18,4	7,91	17,9	0,89		1	
	Snitt	39	866	0,57	3,07	16,8	7,74	17,7	0,89			
	Stasjon nEQR				0,54	0,67	0,62	0,64	0,52	0,19	-	
	Grabb nEQR				0,51	0,61	0,59	0,62	0,51	0,19	-	
Overgangssone Sko 2 12.03.2014	1	51	368	0,72	4,49	29,8	11,22	24,7	0,52			
	2	52	378	0,73	4,53	29,2	10,57	24,4	0,53			
	Sum	70	746	0,73	4,63	30,2	10,92	24,6	0,52		1	
	Snitt	52	373	0,73	4,51	29,5	10,90	24,6	0,52			
	Stasjon nEQR				0,71	0,78	0,76	0,88	0,78	0,50	0,73	
	Grabb nEQR				0,70	0,77	0,75	0,88	0,78	0,50	0,73	
Fjernsone Sko 3 12.03.2014	1	38	280	0,72	4,03	24,9	11,27	24,8	0,40			
	2	36	263	0,70	3,92	24,5	10,78	24,3	0,37			
	Sum	49	543	0,72	4,08	25,2	11,13	24,5	0,38		-	
	Snitt	37	272	0,71	3,97	24,7	11,02	24,5	0,38			
	Stasjon nEQR				0,69	0,72	0,70	0,89	0,78	0,68	0,74	
	Grabb nEQR				0,69	0,71	0,69	0,88	0,78	0,68	0,74	

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
-----------	-----	---------	--------	--------------



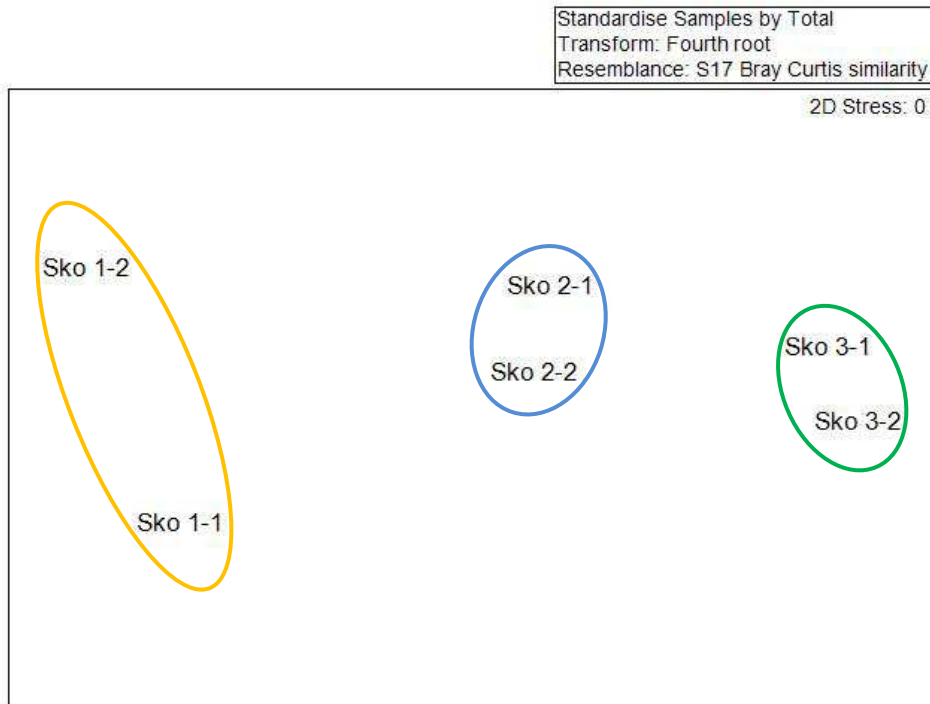
Figur 3.3: Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Skorpo, mars 2014

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Skorpo, mars 2014. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m².

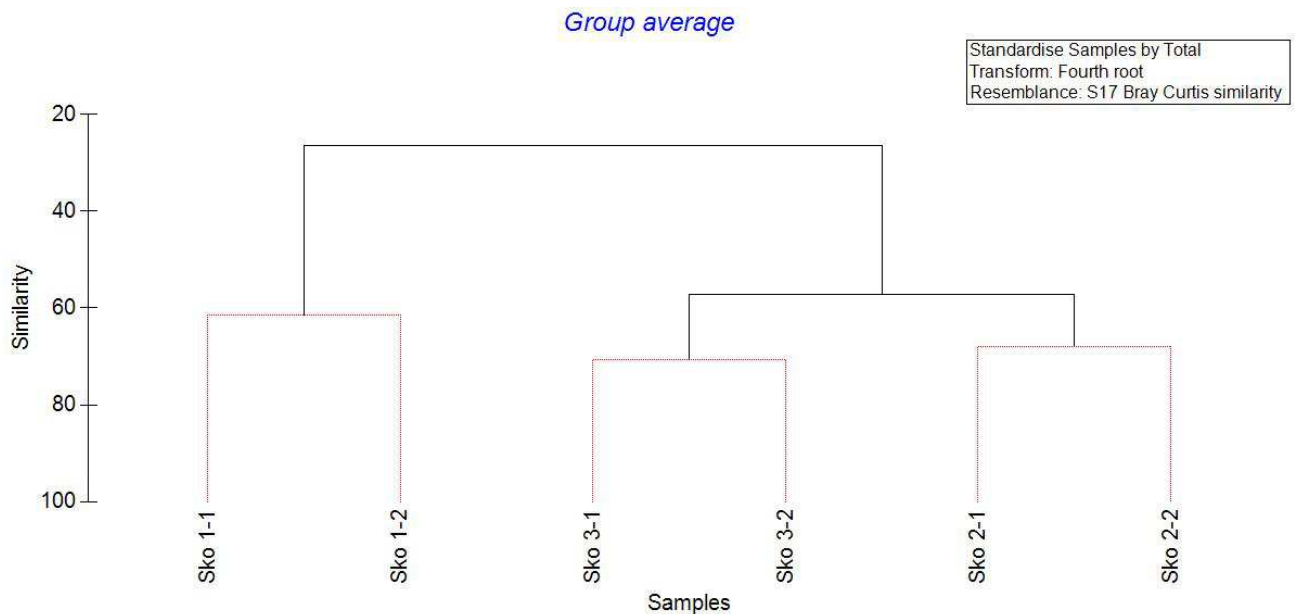
Sko 1	Antall individer	%	Kum. %	Sko 2	Antall individer	%	Kum. %
<i>Paraprionospio alata</i>	380	22,0	22,0	<i>Aphelochaeta</i> sp.	148	19,8	19,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	295	17,0	39,0	<i>Abra nitida</i>	59	7,9	27,7
<i>Capitella capitata</i>	232	13,4	52,4	<i>Mendicula ferruginosa</i>	50	6,7	34,5
<i>Abra nitida</i>	171	9,9	62,3	<i>Chaetozone jubata</i>	45	6,0	40,5
<i>Thyasira sarsi</i>	124	7,2	69,4	<i>Thyasira equalis</i>	41	5,5	46,0
<i>Chaetozone</i> sp.	100	5,8	75,2	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	36	4,8	50,8
<i>Lagis koreni</i>	92	5,3	80,5	<i>Spiophanes kroyeri</i>	35	4,7	55,5
<i>Heteromastus filiformis</i>	60	3,5	84,0	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	34	4,6	60,1
<i>Scalibregma inflatum</i>	47	2,7	86,7	<i>Heteromastus filiformis</i>	34	4,6	64,6
<i>Aphelochaeta</i> sp.	36	2,1	88,8	<i>Pectinaria auricoma</i>	28	3,8	68,4
				<i>Nucula tumidula</i>	28	3,8	72,1

Sko 3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Aphelochaeta</i> sp.	147	27,1	27,1
<i>Thyasira obsoleta</i>	54	9,9	37,0
<i>Kelliella abyssicola</i>	46	8,5	45,5
<i>Heteromastus filiformis</i>	38	7,0	52,5
<i>Nucula tumidula</i>	33	6,1	58,6
<i>Paradiopatra fiordica</i>	33	6,1	64,6
<i>Mendicula ferruginosa</i>	28	5,2	69,8
<i>Chaetozone</i> sp.	18	3,3	73,1
Lumbrineridae	14	2,6	75,7
<i>Spiophanes kroyeri</i>	11	2,0	77,7
<i>Terebellides stroemii</i>	11	2,0	79,7
<i>Myriochele heeri</i>	11	2,0	81,8

Annelida/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
---------------------	----------	---------------	-----------	-------



Figur 3.4: MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved Skorpo, mars 2014. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.5: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt ved ved Skorpo, mars 2014. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Skorpo NV i Kvinnheradsfjorden, Kvinnherad kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 12. mars 2014. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner: en ved anlegget (nærsonen), en i overgangssonen og i dypet av fjorden (fjernsonen).

De undersøkte stasjonene ved overgangssonen og fjernsonen består ved undersøkelsestidspunktet av et finfragmentert sediment i hovedsak bestående av leire og silt, men også litt sand. Sedimentet i nærsonen består av en blanding av finkornete (silt og leire) og middelsgrove partikler (fin sand). Sediment-forholdene tyder på bedre bunnstrømforhold ved nærsonen enn ved overgangssonen og fjernsonen.

Bunnvannet ved fjernsonen er oksygenrikt og har en metningsgrad på 84,6 % (5,9 ml O₂/liter) ved 440 meter, og gir Miljødirektoratets tilstandsklasse I - Svært god.

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Glødetapsverdiene for de undersøkte stasjonene er alle godt innenfor det som er ansett som normalt for norske fjorder (<10 %).

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler sedimentets totale innhold av karbon. Nærsonen og fjernsonen har ved undersøkelsestidspunktet forhøyede TOC-verdier og får Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat). Prøver fra overgangssonen viser lavere verdier av TOC og får Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God). Det må understrekes at verdier og forhold angitt av glødetap og TOC ikke nødvendigvis er sammenlignbare og TOC er ikke tilpasset forholdene i kystnære områder.

Verdier for fosfor er noe forhøyet i sedimentet ved nærsonen ved undersøkelsestidspunktet. Overgangssonen og fjernsonen viser verdier som er innenfor det som er normalt i marine sediment (<1000 mg/kg TS). Måling av pH og Eh viser generelt gode forhold både i nærsonen, overgangssonen og fjernsonen.

Kobber og sink viser gode verdier på samtlige stasjoner, med Miljødirektoratets tilstandsklasse I (bakgrunnsnivå) i overgangssonen og tilstandsklasse II (god) i nærsonen og fjernsonen for begge parameterne.

Bunnfaunaen ved nærsonen vitner om liten miljøpåvirkning ved undersøkelsestidspunktet. Det ble funnet totalt 54 ulike arter og 1731 individer i prøvene fra nærsonen. I henhold til NS 9410 som er gjeldende for områder nærliggende oppdrettsanlegg får nærsonen miljøtilstand 1 (Meget god). Bunnfaunaen ved overgangssonene vitner om gode forhold og får miljøtilstand 1 (Meget god) i henhold til NS 9410. Bunnfaunaen i fjernsonen bærer ikke preg av miljøpåvirkning, med en tilstandsverdi på 0,74 plassert midt i tilstandsklasse II (God) i henhold til Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2013).

Resultatene fra MOM C-undersøkelsen ved Skorpo NV, mars 2014, viser generelt svært gode forhold på lokaliteten ved undersøkelsestidspunktet. Resultatene fra nærsone samsvarer godt med tidligere MOM B-undersøkelser. Men et forhøyet TOC-nivå i nær- og fjernsone i tillegg til en moderat fosfor-konsentrasjon i nærsone indikerer en viss miljøpåvirkning. Kilde til fosfor og TOC kan være menneskelig påvirkning fra havbruk, landbruk og kommunale avløp. I tillegg er det naturlige variasjoner som følge av klimatiske forhold.

Det rådes alltid å følge bunnforholdene under anlegg nøye for å unngå negativ innvirkning både på driften og miljøet. Spesielt kan det være nyttig å få til bunnundersøkelser både i forbindelse med maks produksjon og fullført brakkleggingsfase, da dette gir utfyllende informasjon på driftens belastende effekt og områdets evne til innhenting. Resipientens evne til å ta seg inn igjen til sin naturlige tilstand i løpet av brakkleggingsperiodene er avgjørende for hvorvidt pågående drift er forsvarlig med tanke på områdets fremtidige miljøkvalitet.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Torben Lode og Einar Bye-Ingebrigtsen fra SAM-Marin, samt Torfinn Johansen og Trond Stava fra Stava Sjø AS. Bunnprøvene ble sortert av Ina Birkeland, Nargis Islam, Maria Knoph, Natalia Korableva, Ingrida Petrauskaite og Ragna Tveiten. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Lenka Nealova og Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet, 181 s.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratsgruppa, 263 s.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Fiskeridirektoratet. 2014. Fiskeridirektoratets kartløsning - MOM B Miljøtilstand, Skorpo NV [internett]. Tilgjengelig fra: <http://kart.fiskeridir.no> [lest 16.7.2014].
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s. TA 1467/1997.
- NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS 9410. 2007. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN 13137. 2001. Karakterisering av avfall – Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 16665. 2013. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- NS-EN ISO 17294-2. 2004. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 5667-19. 2005. Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.
- NS-EN ISO/IEC 17025. 2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN 14346. 2006. Karakterisering av avfall – Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Statlig program for forurensingsovervåking. 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Rapport 848/02. TA 1883/2002. 138s.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata	27
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre.....	36
Vedleggstabell 2. Artsliste	37
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	41
Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis.....	42
Vedleggstabell 5. CTD Data	47

Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

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 bunndyr-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

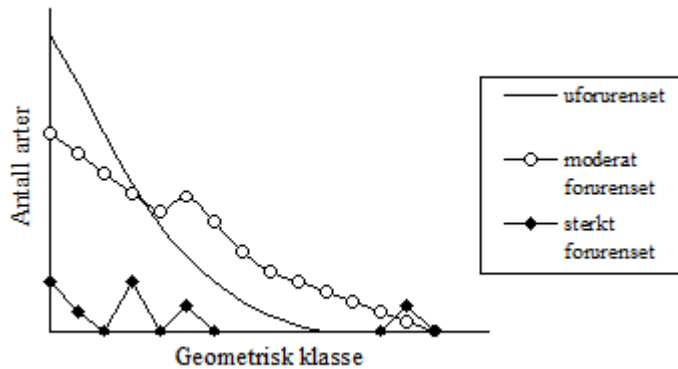
Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og 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 og 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 indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al., 1997 og Veileder 02:2013).

Diversitet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved arts mangfoldet (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

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

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.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - \frac{[(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! \cdot 100!)]}{[N! / ((N - 100)! \cdot 100!)]}$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI_{2012} (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI er beskrevet med utføres med følgende formel:

$$ISI = \sum_{i=1}^s \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right] \quad 28 / 47$$

hvor ISI_i er verdi for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaeksperter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

$$NSI = \sum_i^S \left[\frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivetsverdier

Individtetthet

DI (density index) er en ny indeks for individtetthet (Rygg og Norling, 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. DI er beskrevet av formelen:

$$DI = abs [\log_{10}(N_{0,1m^2}) - 2.05]$$

hvor *abs* står for absoluttverdi og $N_{0,1m^2}$ antall individer pr. $0,1 m^2$

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som NQI1 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[0,5 * \left(\frac{(1 - AMBI)}{7} \right) + 0,5 * \left(\frac{\left[\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) * \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2013 (Tabell v2). Samme grenseverdier brukes for grabbklassifisering (gjennomsnitt av grabbverdier) og stasjonsklassifisering (kumulerte grabbdata).

Tabell v2 :Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013*:

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

* Klassegrensene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi klasse I	=	0,8
Basisverdi klasse II	=	0,6
Basisverdi klasse III	=	0,4
Basisverdi klasse IV	=	0,2
Basisverdi klasse V	=	0,0

nEQR gir et tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individtallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver

med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
 y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
 y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter
 p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en

“maksimal” projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: \hat{d}_{jk} = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

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

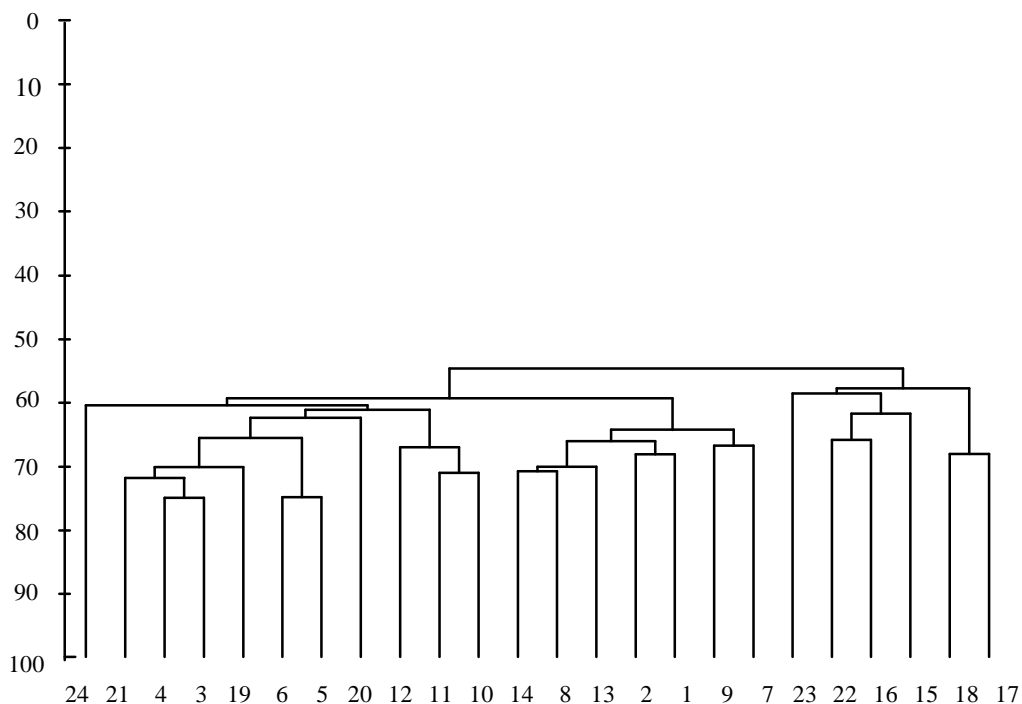
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

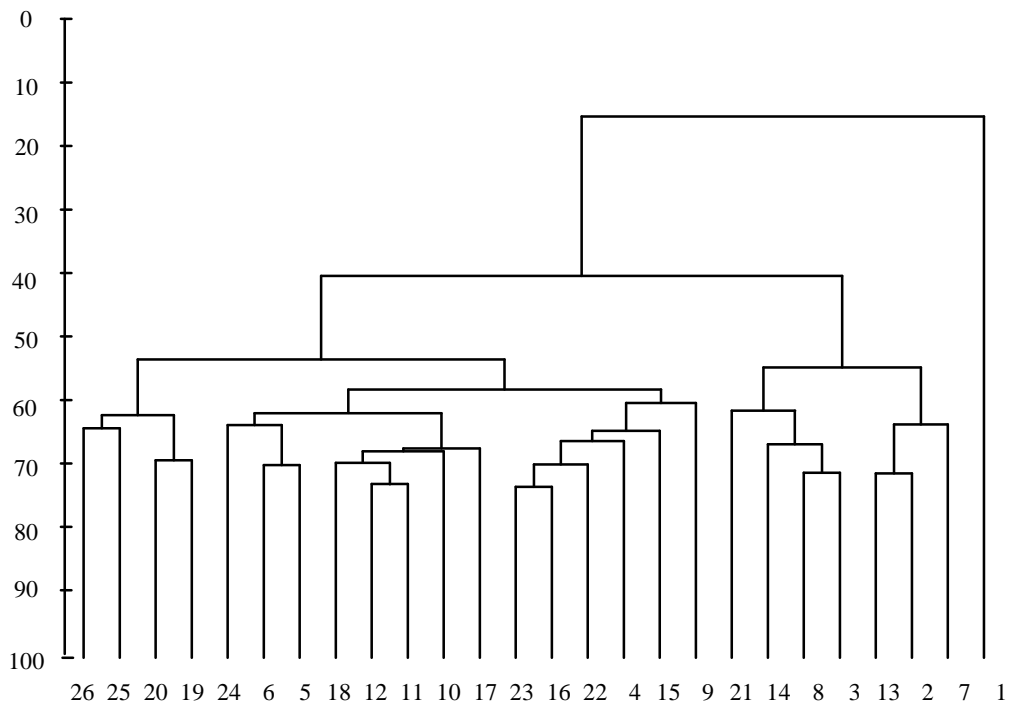
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi» er laget av Knut Årestad ved Insitutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

FAUNALIKHET

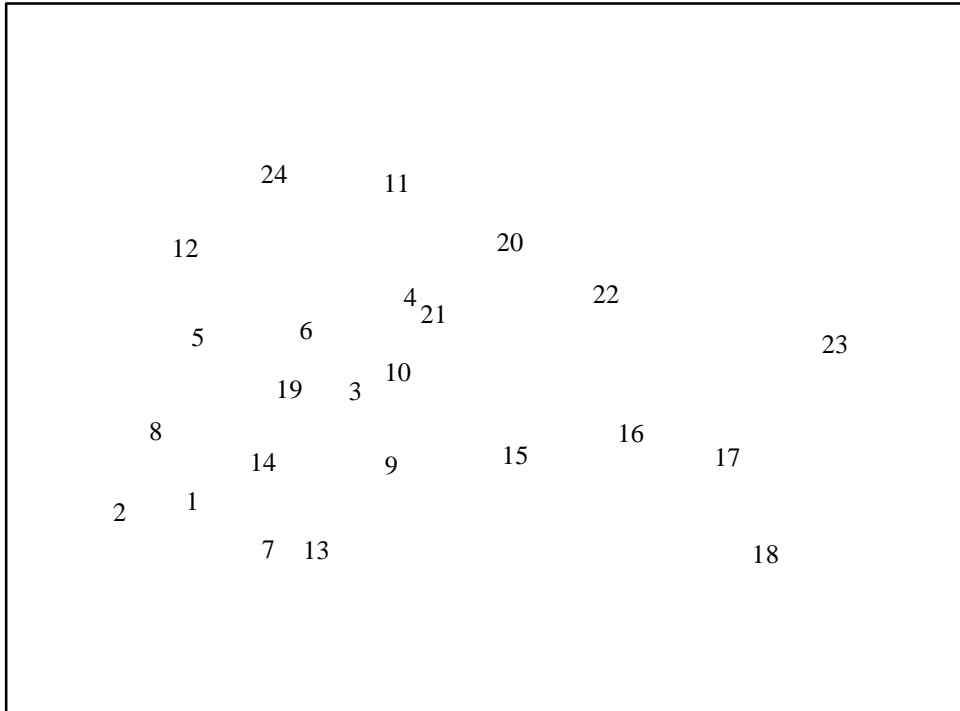


FAUNAFORSKJELL

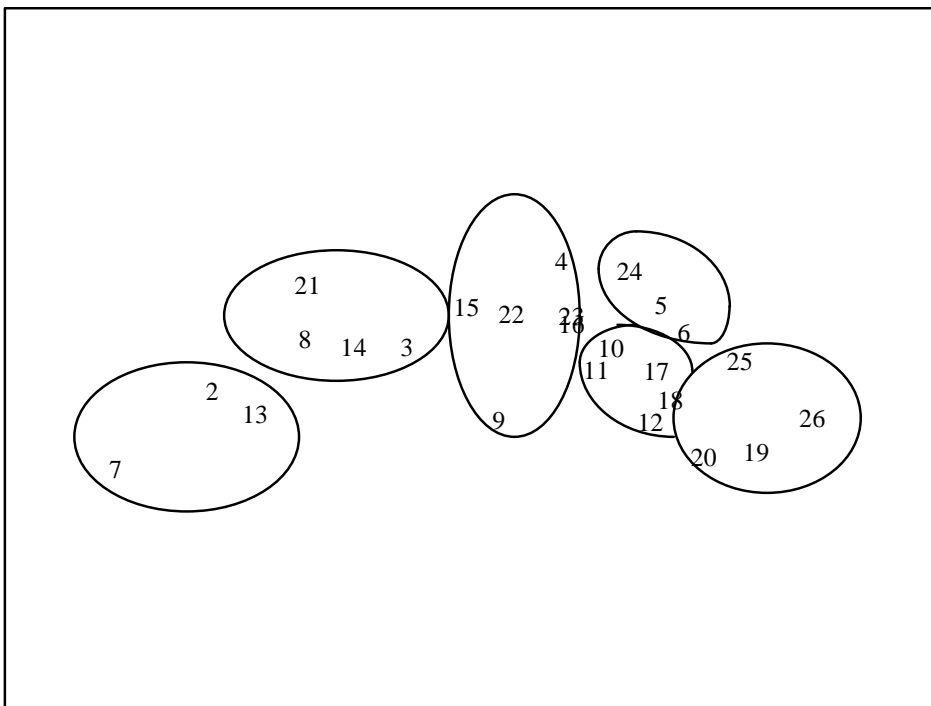


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppa, 263 s.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Rygg B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.
- Rygg B., Norling K., 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI) NIVA-rapport 6475-2013, 46s
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. MOM-B parametere

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Sjøtroll Havbruk AS

Dato: 12.03.2014

Lokalitet: Skorpo NV

Lokalitetsnr: 12108

Lokalitetstype: Matfisk

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks	
			Sko1	Sko2	Sko3						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1									
I	Tilstand (Gruppe I)										
II	pH	verdi	7,29	7,36	7,38						
	E _h (mv)	verdi	-86	-49	-100						
		+ ref. verdi	135	172	121						
	pH/E _h	fra figur	0	0	0						0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
	Buffer temp:		Temp sjø: 5,4		Temp sediment: 7,0°C						
	pH sjø:	7,96	Eh sjø: 494		Ref. elektrode: 221						
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		10.03.2014		TL						
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0						
		Brun/Sort = 2									
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0						
		Noe = 2									
		Sterk = 4									
	Konsistens	Fast = 0									
		Myk = 2	2	2	2						
		Løs = 4									
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0									
1/4 ≤ v < 3/4 = 1											
v ≥ 3/4 = 2		2	2	2							
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0							
	2 - 8 cm = 1										
	t ≥ 8 cm = 2										
	SUM		4	4	4						
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,88	0,88						0,9
	Tilstand prøve		1	1	1						
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelerverdi gruppe II og III		0,44	0,44	0,44						0,4
	Tilstand gruppe II og III		1								
	pH/E _h Korr. sum										
	Indeks	Tilstand									
	Middelerverdi										
	< 1,1	1									
	1,1 - < 2,1	2									
	2,1 - < 3,1	3									
	≥ 3,1	4									
	Tilstand										
			Gruppe I		Gruppe II og III		Lokalitetstilstand				
			A		1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4				
			4		1, 2, 3		1, 2, 3				
			4		4		4				
	LOKALITETSTILSTAND									1	

Korrekturlest: 12.06.2014
dato

EBI
Sign.

TL
Sign.

Vedleggstabell 2. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 003

Uni Miljø - Sam Marin

Vedlegg SF-SAM-505 Benthos
Artsliste

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 27.06.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 27.06.2014 (Øydis Alme)



SAM-Marin
 Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
 Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Sjøtroll Havbruk AS, 5397 Bekkjarvik

Prosjekt nr.: 808365

Prøvetakingssted (område): Skorpo, Kvinnheradsfjorden, Kvinnherad kommune

Dato for prøvetaking: 12.3.2104

Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Lenka Nealova, Per Johannessen

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>

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 til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

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

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

Signatur: 
 Godkjent taksonom

Uni Research Miljø, SAM-Marin

s. 1/3	Stasjon Dato Dyp Hugg	Sko 1	Sko 1	Sko 2	Sko 2	Sko 3	Sko 3
		12.3.2014 190 m 1	12.3.2014 190 m 2	12.3.2014 284 m 1	12.3.2014 284 m 2	12.3.2014 440 m 1	12.3.2014 440 m 2
* PORIFERA							+
* HYDROZOA		+	+	+	+		
ANTHOZOA							
<i>Edwardsia</i> sp.		6	1				
<i>Paraedwardsia</i> cf. <i>arenaria</i>		1					
* NEMERTEA		26	26	5	3	2	1
* NEMATODA		10		1		1	1
PRIAPULIDA							
<i>Priapulus caudatus</i>			1				
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		271	24	20	14	1	5
<i>Harmothoe antilopes</i>					1		
<i>Pholoe baltica</i>		5	1				
<i>Pholoe pallida</i>		4		1	4	1	
<i>Phyllodoce groenlandica</i>		1					
<i>Protomystides exigua</i>							1
<i>Eteone</i> sp.		1					
<i>Kefersteinia cirrata</i>		1					
<i>Ophiodromus flexuosus</i>			3				
Syllidae		1					
<i>Exogone</i> sp.		8	4		1		
<i>Ceratocephale loveni</i>				2	1	1	
<i>Nereis zonata</i>		1/1					
<i>Nephtys hystricis</i>					0/3		0/1
<i>Nephtys incisa</i>				1			
<i>Nephtys paradoxa</i>						1	
<i>Glycera lapidum</i>		15	2				
<i>Paradiopatra fiordica</i>				4/1	1	11/4	14/4
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>				2	2	3	2
Lumbrineridae		5	1	6	11	8	6
<i>Drilonereis filum</i>				1	1		
<i>Protodorvillea kefersteini</i>					1		
<i>Orbinia</i> sp.			1	1			
<i>Phylo norvegicus</i>					2		1
<i>Laonice sarsi</i>						3	
<i>Paraprionospio alata</i>		8/1	193/178	2			
<i>Prionospio cirrifera</i>		4		1	1		3
<i>Prionospio fallax</i>		6					
<i>Prionospio dubia</i>				3	2	1	
<i>Scolecopsis korsuni</i>				1			
<i>Spiophanes kroyeri</i>				9/8	11/7	2/4	2/3
<i>Spiophanes wigleyi</i>				2	2/1	1	
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>							1
<i>Aricidea catherinae</i>							1
<i>Levinsenia gracilis</i>						1	2
<i>Paradoneis</i> sp.		2			1		
<i>Aphelochaeta</i> sp.		20/2	14	78	68/2	70	71/6
<i>Chaetozone jubata</i>				21	23/1	2/1	2

Uni Research Miljø, SAM-Marin

s. 2/3	Stasjon	Sko 1	Sko 1	Sko 2	Sko 2	Sko 3	Sko 3
	Dato	12.3.2014	12.3.2014	12.3.2014	12.3.2014	12.3.2014	12.3.2014
	Dyp	190 m	190 m	284 m	284 m	440 m	440 m
	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Chaetozone sp.</i>		35/40	25		4	13	5
<i>Cirratulus cirratus</i>			1				
<i>Monticellina sp.</i>				1		4	2
<i>Raricirrus beryli</i>		1					
<i>Brada villosa</i>		6			0/1		
<i>Diplocirrus glaucus</i>		2	3	1			
<i>Ophelina norvegica</i>				1			
<i>Lipobranchius jeffreysii</i>		18/3	11/3				
<i>Scalibregma inflatum</i>		6/4	30/7				
<i>Capitella capitata</i>		179	53	1		1	
<i>Heteromastus filiformis</i>		38	21/1	10/9	10/5	16	22
<i>Notomastus latericeus</i>		6	3				
<i>Clymenura borealis</i>				5/2	0/1		
<i>Rhodine gracilior</i>		1		1	1		
Maldanidae					0/2	1/1	0/4
<i>Myriochele heeri</i>							11
<i>Pectinaria auricoma</i>		12/1	1	0/3	1/24		
<i>Pectinaria koreni</i>		88	4				
<i>Pectinaria belgica</i>		3		2	2		
<i>Anobothrus sp.</i>							1
<i>Amythasides macroglossus</i>				4	1		1
<i>Pista cristata</i>		1					
<i>Polycirrus norvegicus</i>		1					
<i>Polycirrus plumosus</i>		6	2		1		
<i>Amaeana trilobata</i>		1	1			1	
<i>Terebellides stroemii</i>				6/4	2/2	5/4	1/1
Hydroides						+	+
OLIGOCHAETA				1			
SIPUNCULA							
Sipuncula					1		
<i>Phascolion strombus</i>						1	
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>				17	19	2	2
<i>Onchnesoma squamatum</i>				1			
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>		4	1				12
* <i>Centropages typicus</i>					1	2	
* <i>Metridia longa</i>						2	
* <i>Philomedes lilljeborgi</i>				1			
* <i>Sarsinebalia typhlops</i>			1				
* Mysidacea		1					
* <i>Eudorella emarginata</i>				2	1		1
* <i>Eudorella hirsutus</i>				1	1		3
* Parasellidae							1
* Amphipoda		2	1			1	1
<i>Eriopisa elongata</i>		2		7			
<i>Calocarides coronatus</i>						1	1
* <i>Munida sarsi</i>		1					

Uni Research Miljø, SAM-Marin

s. 3/3	Stasjon	Sko 1	Sko 1	Sko 2	Sko 2	Sko 3	Sko 3
	Dato	12.3.2014	12.3.2014	12.3.2014	12.3.2014	12.3.2014	12.3.2014
	Dyp	190 m	190 m	284 m	284 m	440 m	440 m
	Hugg	1	2	1	2	1	2
MOLLUSCA							
Caudofoveata		6	1	3	7	4	2
<i>Euspira montagui</i>		0/1		0/1		0/1	
<i>Philine quadrata</i>				0/1			
<i>Philine scabra</i>		1/1		1/1	1/2		
<i>Retusa umbilicata</i>					3		
<i>Scaphander lignarius</i>				0/2	0/1		
<i>Nucula tumidula</i>		0/1		9/5	12/2	12/7	11/3
<i>Yoldiella lucida</i>				2/3	1/1	0/1	1
<i>Yoldiella philippiana</i>					0/1		
Mytilidae		0/1					
<i>Thyasira obsoleta</i>				6	11/1	23/10	17/4
<i>Thyasira sarsii</i>		73/9	39/3		1/1		
<i>Thyasira equalis</i>				14/3	18/6	5/1	3
<i>Axinulus croulinensis</i>				3	1	1/1	
<i>Axinulus eumyarius</i>				1		1/2	4/2
<i>Mendicula ferruginosa</i>				27/1	18/4	12/2	11/3
<i>Adontorhina similis</i>					2	2	
<i>Tellimya ferruginosa</i>		0/1					
<i>Kurtiella bidentata</i>		6/1					
<i>Kurtiella tumidula</i>					1		
<i>Parvicardium minimum</i>				0/1			
<i>Moerella pygmaea</i>		2					
<i>Abra longicallus</i>		0/1			1	2	1
<i>Abra nitida</i>		142/18	1/10	22/7	22/8		1/1
<i>Kelliella abyssicola</i>					1	22/3	16/5
<i>Cuspidaria obesa</i>				1			1
<i>Antalis occidentalis</i>				0/1			
<i>Entalina tetragona</i>				2		1	
<i>Amphipholis squamata</i>					1		
<i>Amphiura filiformis</i>		0/1	1				
<i>Amphilepis norvegica</i>				5/1	2/3	2	1
<i>Ophiura sarsii</i>				1/4	3/4		
<i>Ophiura sp.</i>			0/1				
<i>Echinocardium cordatum</i>		3					
* CHAETOGNATHA						1	
VERTEBRATA							
* <i>Myxine glutinosa</i>		1					
* VARIA				+			

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Sko 1	Sko 2	Sko 3
I	18	27	18
II	10	13	10
III	10	12	7
IV	4	5	6
V	1	4	2
VI	4	8	5
VII	3	0	0
VIII	2	1	1
IX	2	0	0
X	0	0	0
XI	0	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis



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

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-14-MX-000988-01



EUNOBE-00009737

Prøvemottak: 17.03.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 17.03.2014-03.04.2014
Referanse: 808365/22/14

ANALYSERAPPORT

Prevenr.: Prøvetaksdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2014-0317-013 11.03.2014 Trond E. Isaksen 17.03.2014 Sedimenter Dju 1 Dyp 132, Hugg 3	441-2014-0317-014 11.03.2014 Trond E. Isaksen 17.03.2014 Sedimenter Dju 2 Dyp 141, Hugg 1	441-2014-0317-015 11.03.2014 Trond E. Isaksen 17.03.2014 Sedimenter Dju 3 Dyp 655, Hugg 1					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 15000	mg/kg tv	a) 1600	mg/kg tv	a) 900	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 800	mg/kg tv	a) 45	mg/kg tv	a) 33	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 1000	mg/kg tv	a) 100	mg/kg tv	a) 180	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 180	mg/g tv	a) 11	mg/g tv	a) 20	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 36.9	% (w/w)	a) 65.7	% (w/w)	a) 43.6	% (w/w)	EN 14346	0.1

Prevenr.: Prøvetaksdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2014-0317-016 12.03.2014 Trond E. Isaksen 17.03.2014 Sedimenter Sko 1 Dyp 190, Hugg 5	441-2014-0317-017 12.03.2014 Trond E. Isaksen 17.03.2014 Sedimenter Sko 2 Dyp 284, Hugg 4	441-2014-0317-018 12.03.2014 Trond E. Isaksen 17.03.2014 Sedimenter Sko 3 Dyp 440, Hugg 1					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 2100	mg/kg tv	a) 960	mg/kg tv	a) 920	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 49	mg/kg tv	a) 25	mg/kg tv	a) 35	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 180	mg/kg tv	a) 130	mg/kg tv	a) 180	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 24	mg/g tv	a) 22	mg/g tv	a) 30	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 52.7	% (w/w)	a) 45.7	% (w/w)	a) 39.8	% (w/w)	EN 14346	0.1

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kv

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-14-MX-000988-01



EUNOBE-00009737



Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 03.04.2014

.....
Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:


* : (ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

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

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond E. Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		RAPPORT Sedimentanalyser		
Ordre nr.: 54082		Antall sider + bilag: 3		
Rapport referanse: KR-18717		Dato: 29.04.2014		
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 808365 / 15/14	Utført: Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 01.04.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Dju1	Dju2	Dju3	Sko1	Sko2
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000474	KG-000475	KG-000476	KG-000477	KG-000478
TOM (550 °C)	%	11.04.14	23,40	2,67	7,79	4,01	6,41

Prøve merket:			Sko3				
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000479				
TOM (550 °C)	%	11.04.14	8,96				

Kornfordeling

Analysedato: 09.04.2014

Dju1	KG-000474	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,04	0,8	0,8	MdΦ	Silt og leire	77,6	
1000	0	0,09	1,7	2,5	5,42	Sand	21,7	
500	1	0,13	2,5	5,0		Grus	0,8	
355	1,5	0,15	2,8	7,8	SdΦ			
250	2	0,19	3,6	11,4	2,13			
180	2,5	0,16	3,0	14,5				
125	3	0,16	3,0	17,5	SkΦ			
90	3,5	0,12	2,3	19,8	-0,26			
63	4	0,14	2,6	22,4				
<63	8	4,10	77,6	100,0	KΦ			
		5,28	100,0		1,07			

Proveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.



Dju2	KG-000475	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,01	0,1	0,1	MdΦ	Silt og leire	75,5	
1000	0	0,01	0,1	0,2	5,35	Sand	24,4	
500	1	0,00	0,0	0,2		Grus	0,1	
355	1,5	0,05	0,5	0,7	SdΦ			
250	2	0,12	1,2	1,9	1,68			
180	2,5	0,26	2,5	4,4				
125	3	0,51	5,0	9,4	SkΦ			
90	3,5	0,51	5,0	14,4	-0,04			
63	4	1,03	10,1	24,5				
<63	8	7,72	75,5	100,0	KΦ			
		10,22	100,0		0,80			

Dju3	KG-000476	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	96,3	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,92	Sand	3,7	
500	1	0,02	0,3	0,3		Grus	0,0	
355	1,5	0,02	0,3	0,6	SdΦ			
250	2	0,02	0,3	0,9	1,27			
180	2,5	0,01	0,1	1,1				
125	3	0,08	1,2	2,2	SkΦ			
90	3,5	0,02	0,3	2,5	0,00			
63	4	0,08	1,2	3,7				
<63	8	6,70	96,3	100,0	KΦ			
		6,95	100,0		0,74			

Sko1	KG-000477	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	52,0	
1000	0	0,00	0,0	0,0	4,15	Sand	48,0	
500	1	0,02	0,2	0,2		Grus	0,0	
355	1,5	0,09	0,8	1,0	SdΦ			
250	2	0,26	2,3	3,3	1,78			
180	2,5	0,58	5,1	8,3				
125	3	0,99	8,6	17,0	SkΦ			
90	3,5	1,18	10,3	27,3	0,32			
63	4	2,38	20,8	48,0				
<63	8	5,95	52,0	100,0	KΦ			
		11,46	100,0		0,83			

Proveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.



Sko2		KG-000478							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,01	0,1	0,1	MdΦ	Silt og leire		92,9	
1000	0	0,03	0,3	0,5		Sand	5,85	7,0	
500	1	0,01	0,2	0,6		Grus		0,1	
355	1,5	0,03	0,3	1,0	SdΦ				
250	2	0,03	0,3	1,3			1,36		
180	2,5	0,04	0,5	1,8					
125	3	0,10	1,2	2,9	SkΦ				
90	3,5	0,10	1,2	4,1			-0,03		
63	4	0,26	3,0	7,1					
<63	8	8,01	92,9	100,0	KΦ				
		8,62	100,0				0,79		

Sko3		KG-000479							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire		94,9	
1000	0	0,01	0,1	0,1		Sand	5,89	5,1	
500	1	0,03	0,5	0,6		Grus		0,0	
355	1,5	0,02	0,3	0,9	SdΦ				
250	2	0,01	0,1	1,0			1,30		
180	2,5	0,03	0,4	1,5					
125	3	0,08	1,1	2,6	SkΦ				
90	3,5	0,06	0,8	3,4			0,00		
63	4	0,12	1,7	5,1					
<63	8	6,74	94,9	100,0	KΦ				
		7,11	100,0				0,74		

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediteringsstatus	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjonsgrense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	Intern metode	A	20	-	%

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

ANMERKNINGER

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedleggstabell 5. CTD Data

Tabellen viser hydrografiske profilmålinger ved fjernsonen (Sko 3) med parametere salinitet (Sal.), temperatur (Temp.), oksygen (O₂), fluorescens (F) og tettet (σ T).

Dyp (m)	Sal.	Temp.	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ ml/l	F (μ g/l)	σ T
1	27,82	4,72	91,44	10,15	7,15	0,77	22,02
2	27,87	4,67	92,74	10,30	7,25	0,96	22,07
3	27,90	4,63	94,42	10,50	7,39	0,67	22,10
5	28,02	4,58	97,78	10,88	7,66	0,48	22,21
7	28,37	4,63	100,61	11,15	7,85	0,53	22,49
10	28,90	4,65	102,21	11,28	7,94	1,21	22,93
15	29,29	4,71	102,47	11,27	7,94	0,46	23,25
20	29,39	4,74	103,28	11,34	7,99	0,48	23,35
25	29,77	4,79	104,81	11,47	8,08	0,29	23,67
30	30,48	5,06	110,31	11,93	8,40	0,14	24,23
40	32,40	6,11	105,88	11,02	7,76	0,13	25,67
50	32,60	6,24	106,06	10,99	7,74	0,13	25,86
60	33,02	6,79	105,38	10,75	7,57	0,06	26,16
70	33,16	7,07	104,40	10,57	7,44	0,05	26,28
80	33,59	7,88	101,88	10,09	7,11	0,03	26,55
90	33,94	8,19	97,83	9,60	6,76	0,03	26,83
100	34,14	7,79	98,67	9,76	6,87	0,03	27,09
125	34,47	7,17	103,12	10,33	7,27	0,04	27,55
150	34,58	7,34	100,22	9,99	7,04	0,03	27,72
175	34,72	7,37	98,19	9,77	6,88	0,03	27,95
200	34,79	7,45	95,42	9,48	6,68	0,02	28,10
225	34,84	7,54	92,77	9,19	6,47	0,02	28,25
250	34,87	7,52	91,78	9,10	6,41	0,02	28,38
275	34,88	7,45	90,28	8,96	6,31	0,03	28,51
300	34,91	7,42	90,35	8,97	6,32	0,02	28,66
325	34,92	7,39	90,51	8,99	6,33	0,02	28,78
350	34,89	7,37	90,68	9,02	6,35	0,03	28,88
375	34,91	7,36	89,40	8,89	6,26	0,02	29,01
400	34,89	7,35	88,21	8,77	6,18	0,02	29,11
425	34,91	7,34	87,06	8,66	6,10	0,03	29,24
434	34,90	7,33	84,61	8,42	5,93	0,02	29,30