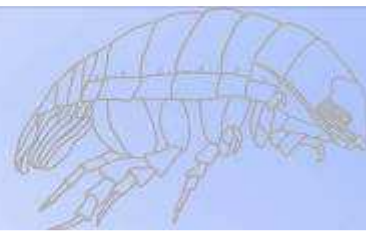


SAM e-Rapport

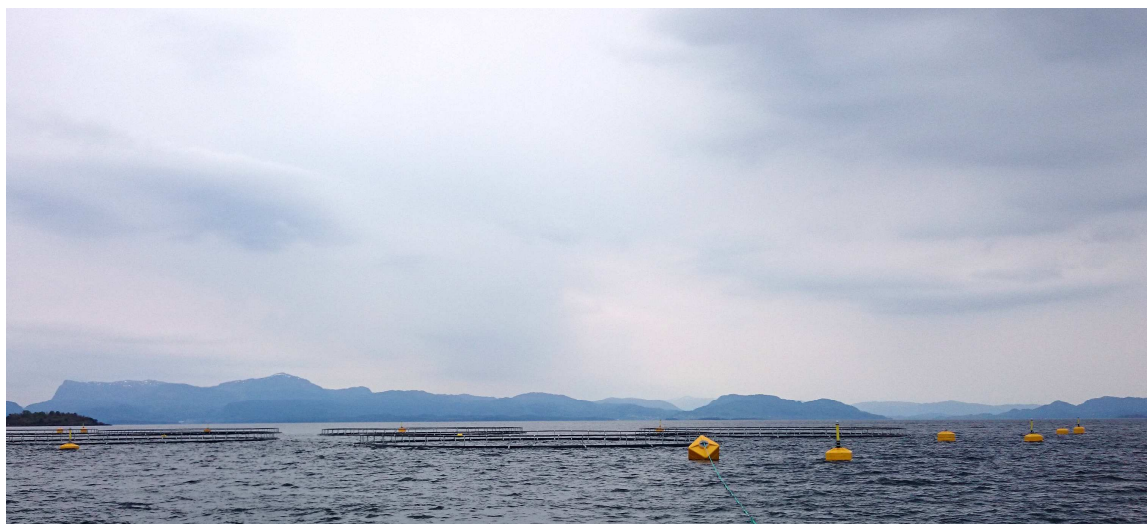
Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Research Miljø



e-rapport nr: 45 – 2014

MOM C-undersøkelse fra lokalitet Skåtholmen i Fusa kommune, 2014

Einar Bye-Ingebrigtsen





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 Skåtholmen i Fusa kommune, 2014	Dato: 01.10.2014
	Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): Einar Bye-Ingebrigtsen	Prosjektleder: Torben Lode
	Prosjektnummer: 808409
Oppdragsgiver: Quatro Laks AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Skåtholmen on its surrounding environment. All parameters indicate very good conditions at the three stations investigated.

Keywords: Marine, environment, survey, MOM C, recipient	Emneord: Marin, MOM C, undersøkelse, miljø, resipient	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 45-2014
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	01.10.2014	
Prosjektet / undersøkelsen:	01.10.2014	

ID: 10723 Versjonsnr: 004

Uni Miljø - Sam Marin

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

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: Einar Bye-Ingebrigtsen, Torben Lode

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ingrida Petrauskaite, Hanna Molden, Linda Jensen, Lise Rikstad, Maria Knoph, Tonje Marie Solsvik.

Identifikasjon av marin fauna utført av: Lenka Nealova og Per Johannessen

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per Johannessen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Båt fra Quatro Laks AS

Kjemiske analyser utført av: Eurofins AS akkrediteringsnummer TEST 003

Akkreditert: Fosfor, TOC, kobber, sink

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS akkrediteringsnummer TEST 032

Akkreditert: Kornfordeling, TOM

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkellesområdet	6
2.2 Hydrografiske målinger	8
2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser	9
2.4 Produksjonsdata fra anlegget	14
2.5 Avvik	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment	16
3.3 Kjemi	17
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 Skåtholmen (lokalitetsnr. 34117) i Fusafjorden, Fusa kommune. Innsamlingene ble gjennomført 6. mai 2014.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Nye Skåtavågen. 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 Miljødirektoratet tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (SFT 1997, SFT 2008), Direktoratsgruppa Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-standard (NS 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Uni Research Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra Quatro Laks 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 utført MOM C-undersøkelse på denne lokaliteten. Strømforhold i området er beskrevet fra undersøkelse utført i januar 2013 (Furset & Brekke, 2013). Rapporten konkluderer med at lokaliteten har sterk strøm på 5 meter (8,5 cm/s) og 15 meters (4,8 cm/s) dyp, mens strømhastigheten er svakere på 70 meter (2,5 cm/s) og 110 meters (1,8 cm/s) dyp.

Pga. nytt navn til lokaliteten («Skåtholmen», tidligere «Nye Skåtavågen») ved utdeling av konsesjon, så er stasjonsnavnene i rapporten endret slik at de harmoniserer med lokalitetsnavnet. Stasjonene notert som Nys-1, Nys-2, Nys-3 i vedleggene (analysebevis o.l.) omtales i rapporten som hhv. Skå-1, Skå-2 og Skå-3.

2 MATERIALE OG METODER

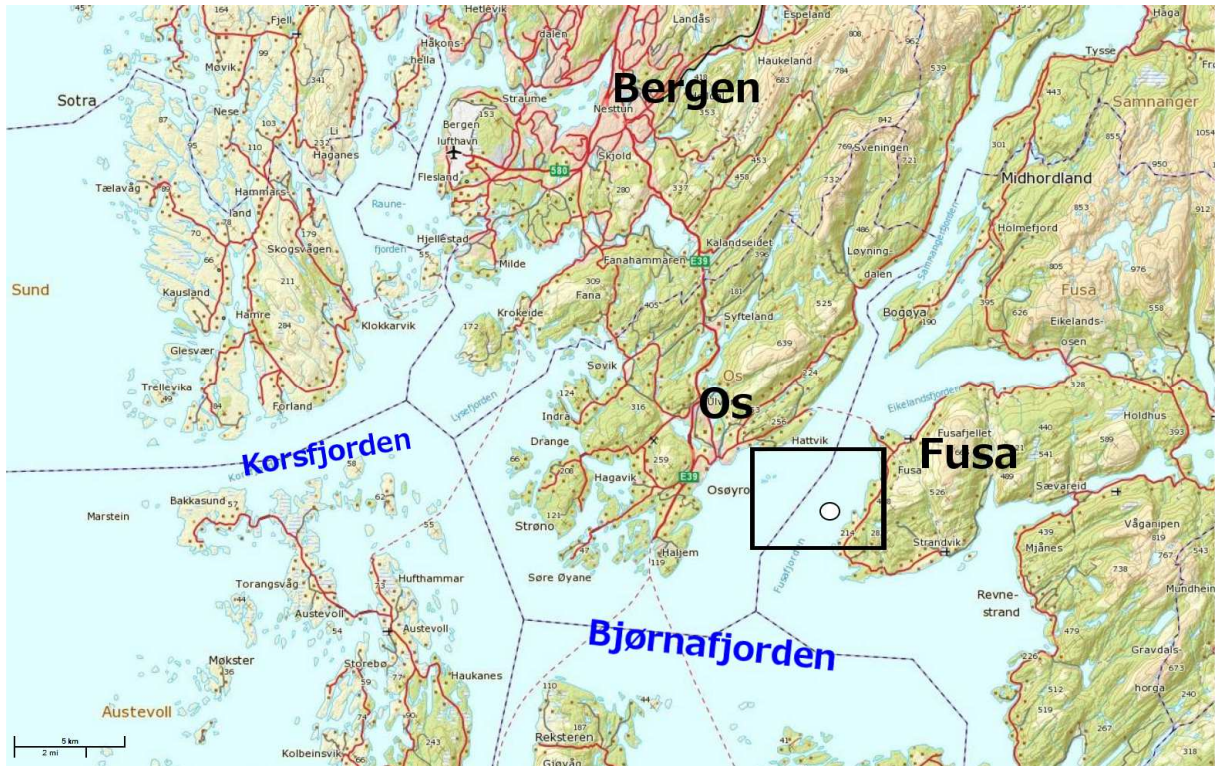
2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger nordvest for Skotholmen, i Fusafjorden, i Fusa kommune, på ca. 108 meters dyp (Figur 2.1 og 2.2). Bunnen under anlegget skråner vestover ned mot 320 meter dypde i bunnen av Fusafjorden.

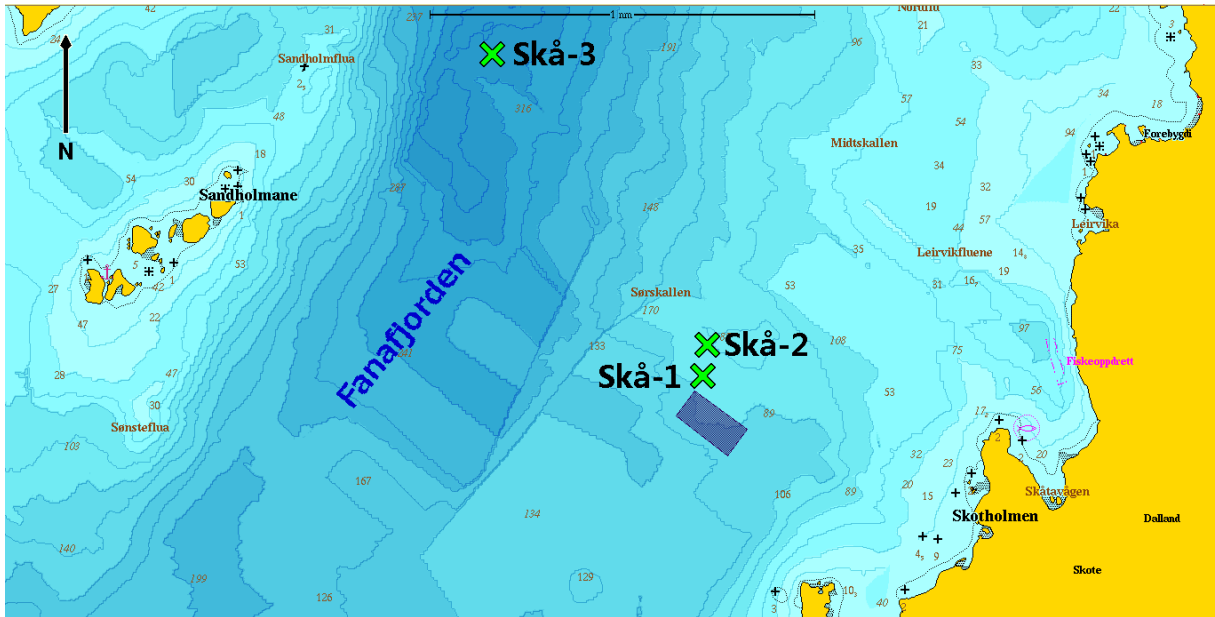
Prøveinnsamlingene ble gjort 6. mai, 2014. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Innsamlingen ble gjennomført av Torben Lode og Einar Bye-Ingebrigtsen fra SAM-Marin. Toktfartøy tilhørende Quatro Laks AS ble benyttet med båtfører Kenneth Eide, og mannskap bestående av Edvardas Motuzis og Egidius Gedrimois, samtlige fra Quatro Laks AS.

Nøyaktig posisjon til de ulike stasjonene er viktig for referanse og for at undersøkelsene skal være reproduerbare i fremtiden. Plasseringen til de ulike prøvestasjonene blir registrert med GPS tilkoblet Olex. Plasseringen til stasjonene er oppgitt med kartkoordinater (WGS84, Tabell 2.1). Stasjonen i nærsonen ble flyttet litt lengre ut i retning overgangssonen enn først planlagt, pga. at det var vanskelig å få samlet inn bunnprøver inne ved anlegget. Prøver er tatt fra de undersøkte stasjonene med minimum 20 meters presisjon, i henhold til kravspesifikasjonen (NS-EN ISO 16665:2013).

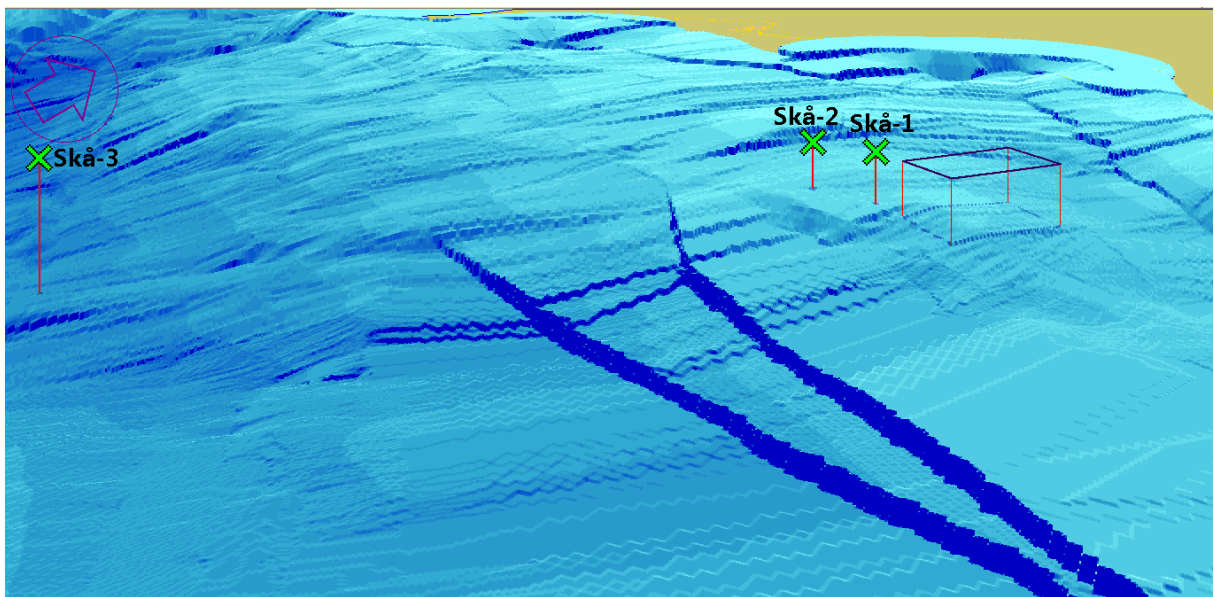
Det ble tatt vannprøver for hydrografiske målinger og bløtbunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske analyser. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over fjordbassengene sør for Bergen. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Skåtholmen. Kart kilde: Fiskeridirektoratet.



Figur 2.2: Utsnitt av Skåtholmen med referansestasjon i dypet og stasjoner ved anlegget. Prøvestasjoner er markert med et kryss. Skravert området markerer anleggets utstrekning. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



Figur 2.3: Bunntopografisk skisse av området ved lokalitet Skåtholmen. Prøvestasjoner er markert med kryss. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Fusafjorden, Skåtholmen. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder er målt med toktfartøyets ekkolodd. Det er benyttet en van Veen kombigrabb («Duo») hvor det ene kammeret utgjør 0,1 m² og brukes til biologiprøver (Kombi nr. IX, volum 21 liter, maks 22 cm bitedybde), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver. MOM B-parametere registrert på hver stasjon. CTD-målinger er utført ved fjernsonen.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve- volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone Skå-1 6.5.2014	60° 10.414 N 05° 33.752 Ø	108	1 2	11 9	Biologi, geologi, kjemi, MOM B (kombi IX) Biologi (kombi IX) Lyst, grått og fast sediment bestående av leire og silt. Ingen lukt.
Overgangs- sone Skå-2 6.5.2014	60° 10.495 N 05° 33.774 Ø	100	1 2	6 7	Biologi, geologi, kjemi, MOM B (kombi IX) Biologi (kombi IX) Lyst, grått og fast sediment bestående av sand og silt. Ingen lukt.
Fjernsone Skå-3 6.5.2014	60° 11.250 N 05° 32.651 Ø	320	1 2	19 20	Biologi, geologi, kjemi, MOM B (kombi IX) Biologi (kombi IX) CTD Lyst, grått og mykt sediment bestående av leire og silt. Ingen lukt.

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 NS-EN ISO 5667-19:2004 *Veileder i sedimentprøvetaking i marine områder*.

Bunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen grabb med justerbare vekter. Det ble brukt 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 (kombi-grabb, 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 kjemiprøver.

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 bitedybde kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene. Grabbhugg 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 kjemi analyser er uforstyrret (NS-EN ISO 5667-19:2004).

I tilfeller der det ikke kan tas prøver som er godkjente i henhold til gjeldende standarder er markert i tabell i resultat-delen og nevnt under kapittel 2.5 «Avvik».

For hver stasjon (nærsoner, overgangssoner og fjernsoner) i det undersøkte området ble det tatt 2 grabb-hugg til biologi- og kjemi- prøver hvorav ett av disse huggene i tillegg samlet prøver til geologi og kjemi. Totalt blei det samlet inn 6 huggprøver fra 3 stasjoner (se Tabell 2.1).

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

Sediment (geologi)**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

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 over.

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 råtten lukt av hydrogensulfid (H₂S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen.

Det er samlet sedimentprøver fra hver stasjon i det undersøkte området. Prøvetakingen og analyse er utført etter gjeldende standarder NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS 4764:1980. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstillende NS-EN ISO/IEC 17025:2005 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 %.

Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/Eh)

Det er tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-19:2004. 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" (SFT 2008, 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 17294-2:2004. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) er utført etter NS-EN 13137:2001 og beregning av normalisert TOC i henhold til gjeldende veileder (SFT 1997, TA 1467/1997). 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 14346:2006. Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets veiledere (TA 1467/1997 og TA 2229/2007) (Tabell 2.4).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) i marint sediment kan si noe grad av anoksiske forhold i bunnvann og sediment. Anoksiske forhold har negativ effekt på makrofauna og viktige nedbryterorgansimer som børstemark. I sterkt anoksiske sedimenter vil det derfor kunne dannes surt miljø og hydrogensulfid (H_2S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensialet i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/ E_h 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).

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 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. 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 bunnprøver er det brukt van Veen grabb (som beskrevet innledningsvis i dette kapitlet). Grabbinnholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 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. Bunndyrsmaterialet oppbevares i SAM-Marin sine lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 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 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.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt de gjeldende SFT veilederne (SFT 1997; SFT 2008). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI_{2012} og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. 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. Klassegrenser for nEQR er vist i Tabell 2.3. Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Tabell 2.4. 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 til Direktoratgruppa Vanndirektivet sin 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 1997 (TA 1467/1997), SFT 2008 (TA 2229/2007) og Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013 (Veileder 02:2013). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
				Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	TA 1467	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	TA 1467	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	NQ1	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	TA 1467	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 Norsk Standard 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 Skåtholmen er helt ny, og var ikke tatt i bruk ved undersøkelsestidspunktet. Det ble satt ut fisk for første gang 30. mai 2014. Planlagt brakkleggingsperiode vil være i perioden august 2015 til april 2016.

2.5 Avvik

- Oksygenresultatene fra STD/CTD-målingen i fjernsonen er ikke pålitelige, sannsynligvis forårsaket av skadet membran på oksygenmåleren. Resultatene fra målingen er derfor utelatt fra denne rapporten.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

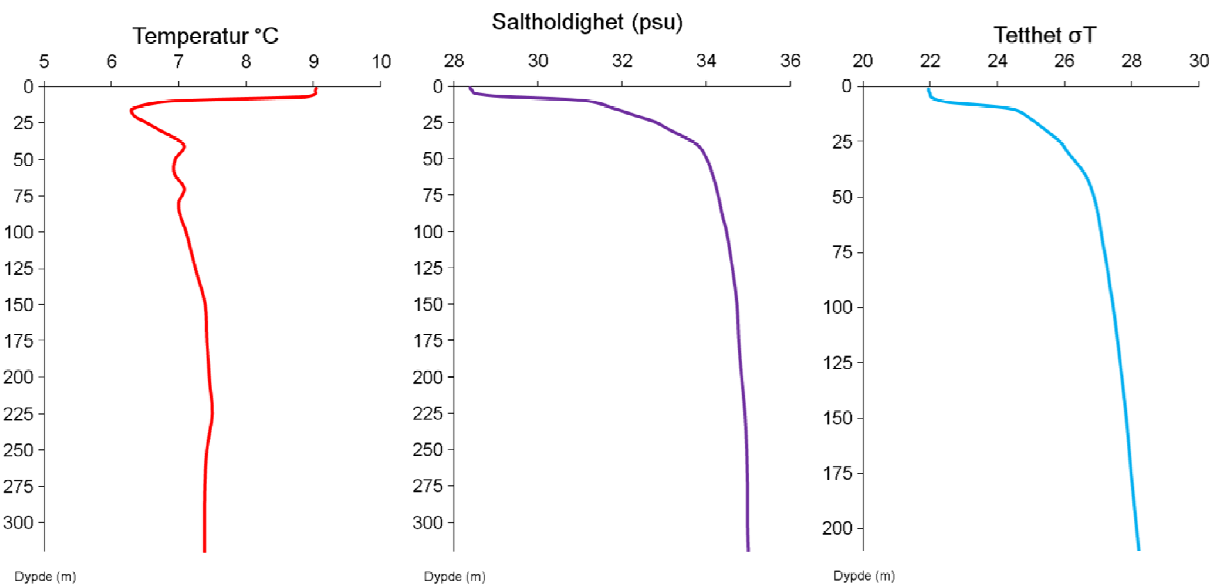
3.1 Hydrografi

Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Skå-3 (fjernsone), 6. mai 2014.

Det er et sprangsjikt (pyknoklin) på 3-10 meters dyp som skiller overflatevannet (brakkvann med høyere temperatur) fra de underliggende vannmassene (saltvann med lavere temperatur) 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 ved fjernsonen 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. Fra ca. 50 meters dyp og nedover ligger både saliniteten (34 - 35 psu) og temperaturen (7 - 7,5 °C) relativt stabilt.

Pga. upålitelige oksygenmålinger, sannsynligvis forårsaket av skade på membranen til oksygenmåleren, så er oksygenresultatene utelatt fra rapporten. Men andre parametere som pH/Eh og spesielt bunnfauna kan sammen med de sensoriske parameterne fra B1-skjema kan gi gode indikasjoner på oksygenforholdene i bunnvannet.

Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



Figur 3.1: Hydrografi ved lokaliteten Skåtholmen. Profilmålinger av temperatur, saltholdighet, og tetthet på fjernsonestasjonen Nys-3. Målinger utført 6. mai 2014 med bruk av STD/CTD-sonde.

3.2 Sediment

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

Nærsonen (Skå-1) domineres av finpartikulært sediment hovedsakelig bestående av silt og leire (62,2 % av alt sediment), men også en del sand (37,5 %). Den resterende andelen består av grus (0,3 %).

Overgangssonen (Skå-1) har en ganske annerledes sediment-sammensetning, hvor hele 60,2 % av alt sediment ved denne stasjonen er utgjort av sand. De resterende prosentene er i stor grad preget av leire og silt (39,1 %) og en liten andel grus (0,7 %).

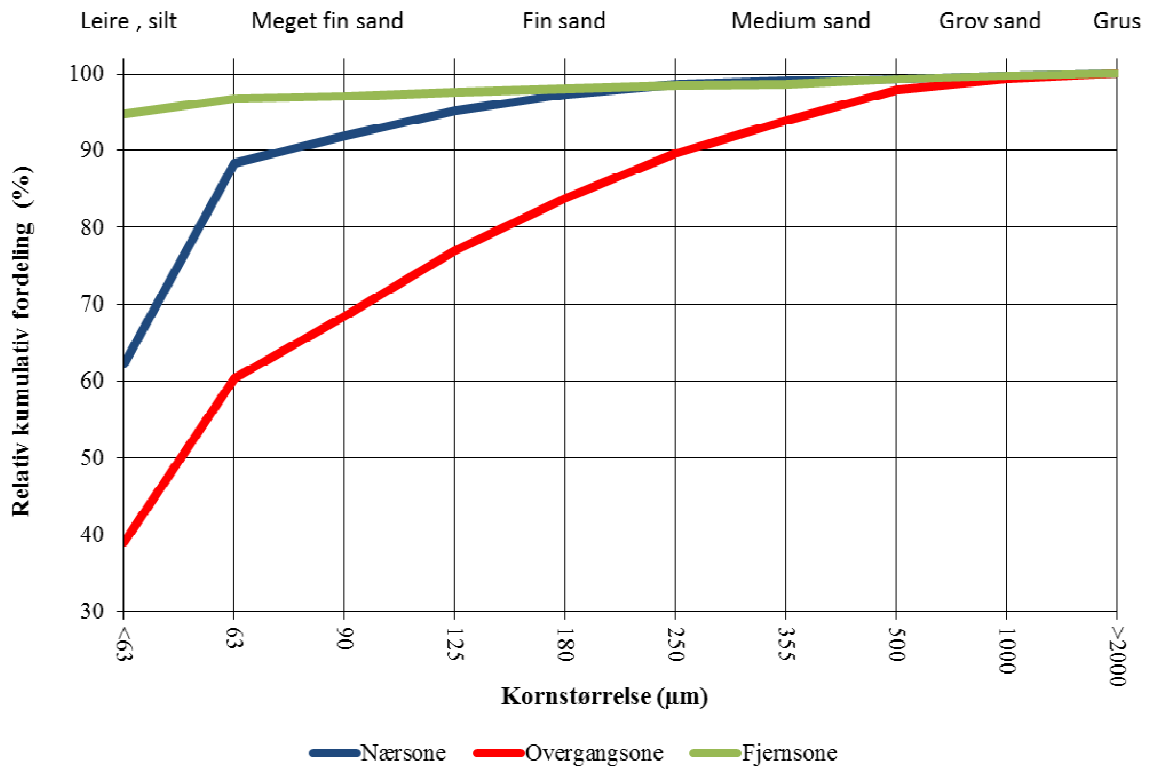
I fjernsonen (Skå-3) består sedimentet av hele 94,8 % leire og silt. Den resterende andelen av sediment i fjernsonen er består av sand (4,9 %) og grus (0,3 %).

Ut fra kornstørrelsesfordelingen ved undersøkelsestidspunktet ved de 3 stasjonene kan det virke som om det er bedre bunnstrømforhold i overgangssonen (Skå-2) sammenlignet med de to andre stasjonene (Skå-1 og Skå-3), hvor spesielt kornfordelingen i fjernsonen (Skå-3) tyder på dårligere bunnstrømforhold. 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). Glødetapsverdien for samtlige stasjoner er innenfor det som anses som normalt.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Skå-1, Nærsonen	108	2,06	62,2	37,5	0,3
Skå-2, Overgangssone	100	2,43	39,1	60,2	0,7
Skå-3, Fjernsone	320	7,57	94,8	4,9	0,3



Figur 3.2: Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Skåtholmen, mai 2014: Nærsonen, Skå-1; Overgangssone, Skå-2; Fjernsone, Skå-3. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (ISO 16665:2014): leire / silt (< 63 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).

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Alle de 3 undersøkte stasjonene har fosforverdier innenfor det som betraktes som normalt (Tabell 3.2).

Nærsonen (Skå-1) og overgangssonen (Skå-2) har begge lave verdier for normalisert TOC og begge stasjonene får Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god). Fjernsonen (Skå-3) viser litt høyere verdier for normalisert TOC og får Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God). TOC-verdiene for stasjonene samlet tyder på svært liten 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 gjeldende veileder (TA 1467/1997) 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 (TA 1883/2002). Det påpekes også i Direktoratgruppa Vanddirektivet sin 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 de tre undersøkte stasjonene. Samtlige stasjoner viser svært gode verdier (tilstandsklasse I - Bakgrunnsnivå) for begge måleparameterne (Tabell 3.2).

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved Skåtholmen, mai 2014. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering for sink, kobber (TA 2229/2007) og normalisert TOC (TA1467/1997).

Stasjon	Totalt organisk karbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor		Sink		Kobber		Tørrstoff (TS) %
				TK	TS	TK	TS	TK	TS	
Skå-1, Nærsone	9	15,8	I	930	38	I	7	I	65,8	
Skå-2, Overgangssone	9	19,9	I	810	42	I	8	I	71,5	
Skå-3, Fjernsone	24	24,9	II	860	120	I	27	I	38,9	

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

Resultatene fra måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM B-undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Resultat av de kjemiske målingene er oppsummert i tabell 3.3.

Kjemiske målinger (pH og E_h) viste meget gode pH- og E_h -verdier (tilstandsklasse 1) i bunnprøvene fra samtlige stasjoner. De sensoriske parameterne viste at sedimentet fra disse stasjonene var lys i fargen og uten lukt. I nærsonen (Skå-1) og overgangssonen (Skå-2) var sedimentet fast, mens det var mykt i fjernsonen (Skå-3). Samlet vurdering gir tilstandsklasse 1 (meget god) for alle de tre undersøkte stasjonene.

Tabell 3.3: Målte surhetsgrad (pH) og redoks-verdier (E_h) i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved Skåtholmen, mai 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	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
Skå-1, Nærsone	7,49	109	0	1
Skå-2, Overgangssone	7,60	147	0	1
Skå-3, Fjernsone	7,42	189	0	1

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 lokaliteten Skåtholmen i mai 2014. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende standarder og veiledere. Makrofauna i fjernsonen skal vurderes ut fra grenseverdier basert på beregnede indekser i hht. Direktoratgruppa Vanndirektivets Veileder 02:2013 (se Tabell 2.4). I følge MOM-standard (NS 9410:2007) er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Vurdering av bunndyrsamfunnet i nærsjonen og overgangssonen blir derfor basert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (se Tabell 2.5). Ettersom dette er en ny lokalitet inkluderer vi en vurdering i henhold til Veileder 02:2013 for alle stasjonene, ettersom det ikke har vært drift ved lokaliteten. Miljøtilstanden vil være referansetilstand for fremtidige MOM C-undersøkelser, men tilstandsverdien (i hht. Veileder 02:2013) basert på de ulike indeksene vil gi et mer presist bilde av hvordan situasjonen er på stasjonene ved undersøkelsestidspunktet.

Stasjon Skå-1 (dybde 108 m) ligger så tett opp til anlegget som det var mulig for å få grabbprøver og representerer nærsjonen. Totalt ble det samlet 71 arter med til sammen 850 individer på denne stasjonen. Blant de ti mest tallrike artene finner man 7 børstemark, 2 skjell og en sjømus, ingen av artene er typiske opportunist, og indikerer derfor ikke på organisk belastning. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte- indekser gir en tilstandsverdi på 0,73 og plasserer stasjonen midt i Direktoratgruppens tilstandsklasse II (God). Basert på artsantall og -sammensetning får nærsjonestasjonen Skå-1 miljøtilstand 1 (Meget god) i henhold til NS 9410:2007.

I overgangssonen, på stasjon Skå-2 (dybde 100 m), ble det samlet totalt 94 arter med til sammen 901 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man skjellet *Mendicula ferrugiosa* (12,7 %), og børstemarkartene *Amythasides macroglossus* (9,2 %), samt skjellet *Spiophanes wigley* (6,1 %), hverken de tre nevnte eller noen av de andre mest tallrike artene indikerer på organisk belastning. Dette resultatet tilsvarer miljøtilstand 1 (meget god) for stasjon Skå-2 i henhold til NS 9410:2007. Klassifisering av miljøtilstanden er også vurdert i henhold til Veileder 02:2013. Det samlede resultatet av diversitets-, individtetthets-, ømfintlighets- og sammensatte- indekser gir en tilstandsverdi på 0,76 og plasserer stasjonen i øvre del av Direktoratgruppens tilstandsklasse II (God).

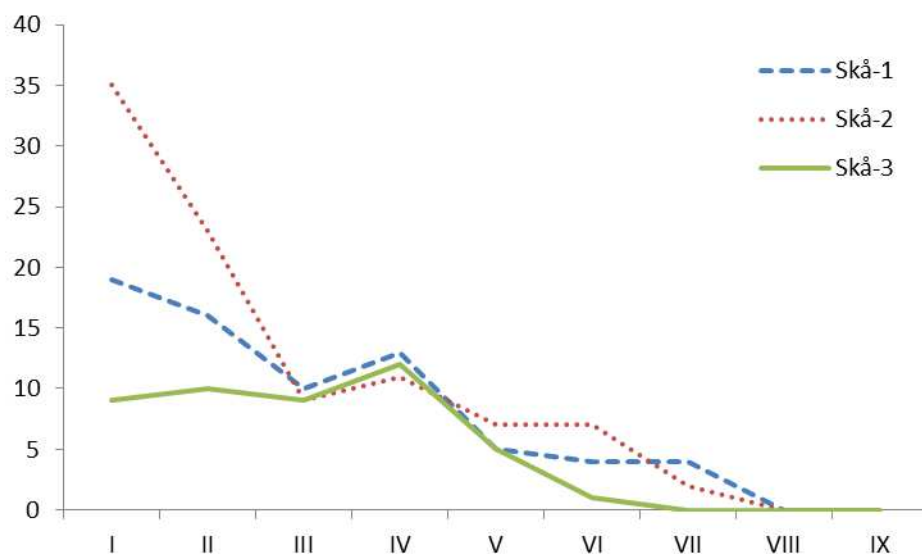
Fjernstasjonen Skå-3 ligger i dypområdet på 320 meters dyp, 2 km nordvest for anlegget. På denne stasjonen ble det samlet totalt 46 arter med til sammen 354 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man pølseormen *Onchnesoma steenstrupi* (15,3 %), børstemarken *Monticellina sp.* (8,5 %), samt skjellet *Thyasira equalis* (4,8 %), ingen av de tre nevnte eller noen av de andre mest tallrike artene indikerer på organisk belastning. Beregnet tilstandsverdi på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,81 som tilsvarer tilstandsklasse I – svært god. MOM-standard klassifiseringssystemet er ikke gjeldende for fjernsonen.

De multivariate analysene viser først og fremst likhet mellom hugg innad på stasjonene (Figur 3.4 og 3.5). Det er videre en tydelig større forskjell mellom stasjonene, der særlig fjernsonen (Skå-3) skiller seg ut fra de andre stasjonene. Sammenligning av overgangssone (Skå-1) og nærsone (Skå-3) viser mindre forskjeller. Det er naturlig å forvente at Skå-1 og Skå-2 vil være likere hverandre i forhold til Skå-3 grunnet den store dybdeforskjellen.

De gode bunndyrsforholdene i fjernsonen indikerer på gode oksygenforhold i bunnvannet.

Tabell 3.4: Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Skåtholmen, mai 2014. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². 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					
Nærsone																
Skå-1	1	62	526	0,75	4,79	33,38	10,32	25,69	0,67							
6.5.2014	2	47	324	0,74	4,54	30,26	9,70	25,67	0,46							
	Sum	71	850	0,75	4,83	32,74	10,16	25,68	0,58		1					
	Snitt	54,5	425	0,74	4,67	31,82	10,01	25,68	0,58							
	Stasjon_{nEQR}			0,73	0,81	0,79	0,83	0,82	0,43	0,73						
	Grabb_{nEQR}			0,72	0,79	0,77	0,82	0,82	0,43	0,73						
Overgangssone																
Skå-2	1	73	430	0,79	5,13	37,53	10,27	26,76	0,58							
6.5.2014	2	70	471	0,78	4,91	34,15	10,82	26,93	0,62							
	Sum	94	901	0,79	5,14	36,27	10,30	26,85	0,60		1					
	Snitt	71,5	450,5	0,79	5,02	35,84	10,55	26,85	0,60							
	Stasjon_{nEQR}			0,77	0,88	0,83	0,84	0,86	0,40	0,76						
	Grabb_{nEQR}			0,76	0,85	0,82	0,86	0,86	0,40	0,76						
Fjernsone																
Skå-3	1	36	182	0,77	4,52	30,07	10,64	25,32	0,21							
6.5.2014	2	38	172	0,79	4,72	32,86	10,28	25,27	0,19							
	Sum	46	354	0,78	4,80	32,36	10,55	25,30	0,20		-					
	Snitt	37	177	0,78	4,62	31,47	10,46	25,30	0,20							
	Stasjon_{nEQR}			0,76	0,80	0,78	0,86	0,81	0,87	0,81						
	Grabb_{nEQR}			0,76	0,78	0,77	0,85	0,81	0,87	0,81						
<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="background-color: #00FFFF;">I – Svært god</td> <td style="background-color: #90EE90;">II - God</td> <td style="background-color: #FFFF00;">III – Moderat</td> <td style="background-color: #FFD700;">IV – Dårlig</td> <td style="background-color: #FF0000;">V – Svært dårlig</td> </tr> </table>												I – Svært god	II - God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig
I – Svært god	II - God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig												



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

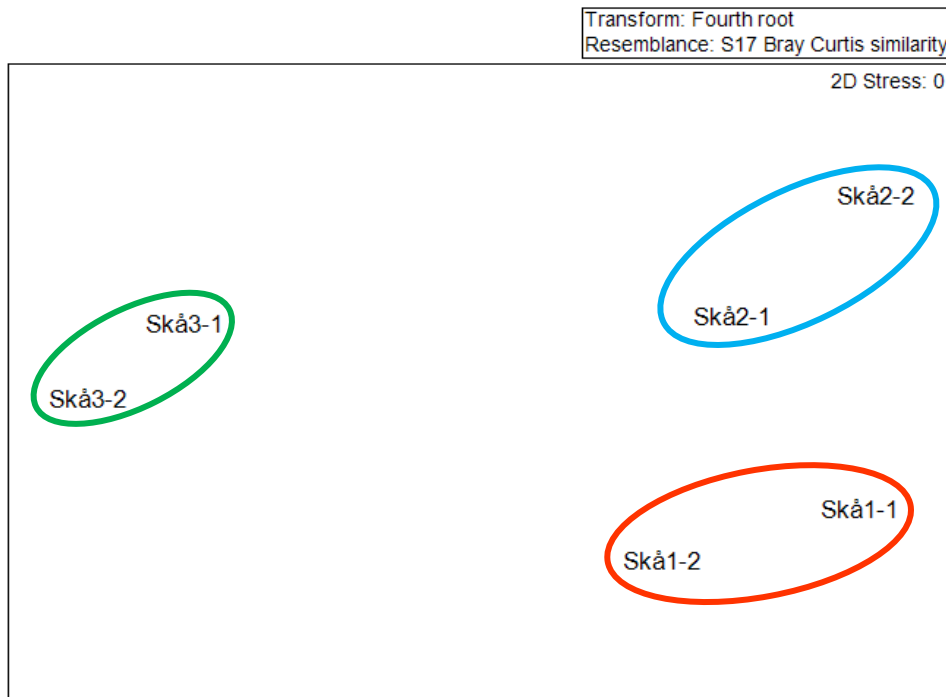
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Skåtholmen, mai 2014. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m².

Skå-1	Antall individer	%	Kum. %
Paramphinome jeffreysii	107	12,6	12,6
Prionospio fallax	93	10,9	23,5
Amythasides macroglossus	75	8,8	32,4
Mendicula ferruginosa	74	8,7	41,1
Thyasira equalis	44	5,2	46,2
Lumbrineridae indet.	41	4,8	51,1
Levinsenia gracilis	35	4,1	55,2
Tharyx killariensis	34	4,0	59,2
Eclysippe vanelli	28	3,3	62,5
Echinocardium flavescens	19	2,2	64,7

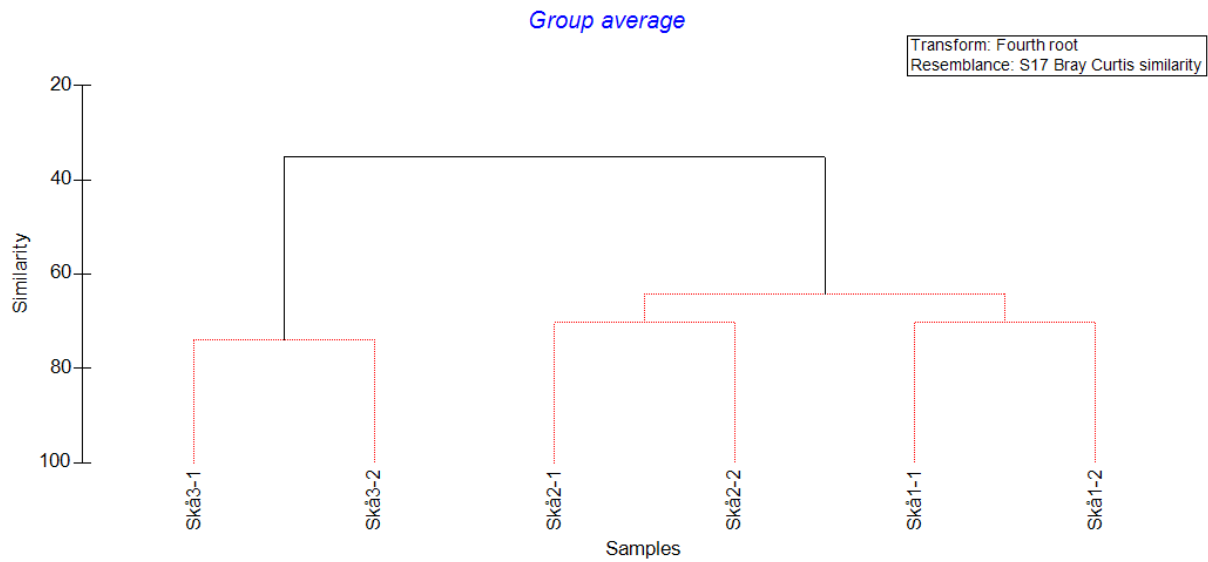
Skå-2	Antall individer	%	Kum. %
Mendicula ferruginosa	114	12,7	12,7
Amythasides macroglossus	83	9,2	21,9
Spiophanes wigley	55	6,1	28,0
Notomastus latericeus	52	5,8	33,7
Aphelochaeta sp.	42	4,7	38,4
Lumbrineridae indet.	39	4,3	42,7
Eclysippe vanelli	39	4,3	47,1
Paramphinome jeffreysii	37	4,1	51,2
Thyasira equalis	33	3,7	54,8
Thyasira obsoleta	30	3,3	58,2

Skå-3	Antall individer	%	Kum. %
Onchnesoma steenstrupi	54	15,3	15,3
Monticellina sp.	30	8,5	23,7
Thyasira equalis	17	4,8	28,5
Prionospio dubia	17	4,8	33,3
Amphilepis norvegica	17	4,8	38,1
Heteromastus filiformis	16	4,5	42,7
Lumbrineridae indet.	15	4,2	46,9
Sipuncula indet.	15	4,2	51,1
Eriopisa elongata	12	3,4	54,5
Aphelochaeta sp.	11	3,1	57,6
Levinsenia gracilis	11	3,1	60,7

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



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



Figur 3.4: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt ved Skåtholmen, mai 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 Skåtholmen i Fusafjorden, Fusa kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser innsamlet 6. mai 2014. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner: en ved anlegget (nærsonen), en i overgangssonen og i dypet av fjorden (fjernsonen).

Den undersøkte stasjonen ved nærsonen består ved undersøkelsestidspunktet av et finpartikulært sediment dominert av silt og leire, og en vesentlig andel sand. Den resterende andelen består av grus. Overgangssonen består hovedsakelig av mer grovpartikulært sediment i form av sand, men inneholder også en betydelig del leire og silt, og noe grus. I fjernsonen dominerer finpartikulært sediment i form av silt og leire. Den resterende andelen består av sand og grus. Sediment-forholdene tyder på bedre og kraftigere bunnstrømforhold ved overgangssonen og nærsonen enn ved fjernsonen.

Det er ikke mulig å tilegne Miljødirektoratets tilstandsklasser for oksygeninnhold i bunnvannet ved undersøkelsestidspunktet, pga. skade på oksygensensoren som ble benyttet. Men bunndyrsforholdene sammen med pH- og Eh-målingene tyder på gode oksygenforhold.

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Alle de undersøkte stasjonene har ved undersøkelsestidspunktet lave verdier for glødetap, godt innenfor normale verdier for norske fjorder som typisk er på under 10 %.

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler sedimentets totale innhold av karbon. Nærsonen og overgangssonen har ved undersøkelsestidspunktet gode TOC-verdier og får Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god). Prøver fra fjernsonen viser noe høyere verdier 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 ved samtlige undersøkte stasjoner innenfor det som er normalt i vestlandsfjorder (<1000 mg/kg TS). Måling av pH og Eh viser svært gode forhold både i nærsonen, overgangssonen og fjernsonen.

Kobber og sink viser gode til svært gode verdier (tilstandsklasse I) for samtlige undersøkte stasjoner.

Bunnfaunaen ved nærsonen vitner om meget gode miljøforhold ved undersøkelsestidspunktet. I prøvene ble det funnet totalt 71 ulike arter og 850 individer, hvorav ingen av artene utgjør mer enn 12,6 % av det totale individ antallet. Av de mest framtrædende artene i nærsonen er det ingen typiske opportunister som kjennetegner områder med høy organisk belastning. Nærsonen får en tilstandsverdi på 0,73 tilsvarende tilstandsklasse II (God) i henhold til Veileder 02:2013. I henhold til MOM-standarden som er gjeldende for områder nærliggende anlegg får nærsonen miljøtilstand 1 (Meget god).

Bunnfaunaen ved overgangssonen vitner også om gode miljøforhold, med en tilstandsverdi på 0,76 som gir tilstandsklasse II (God) og en arts mangfold som gir miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standarden. Med en tilstandsverdi på 0,81 får fjernsonen beste tilstandsklasse (I – Svært god) i henhold til Veileder 02:2013.

Resultatene fra MOM C-undersøkelsen ved Skåtholmen, mai 2014, viser generelt svært gode forhold på lokaliteten ved undersøkelsestidspunktet.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Torben Lode og Einar Bye-Ingebrigtsen fra SAM- Marin, samt Kenneth Eide, Edvardas Motuzis og Egidius Gedrimois fra Quatro Laks AS. Bunnprøvene ble sortert av Ingrida Petrauskaite, Hanna Molden, Linda Jensen, Lise Rikstad, Maria Knoph, Tonje Marie Solsvik. Bunndyrene ble identifisert av 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.
- Furset T. T., Brekke E. 2013. Straummåling og botngransking ved Skåtvågen i Fusa kommune, vinteren 2013. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 1708. 48 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS 9410. 2007. Miljøovervåkning 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*.
- SFT. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s. TA 1467/1997.
- SFT. 2008. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Statlig program for forurensningsovervåking. 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Rapport 848/02. TA-1883/2002. 138s.

7 Vedlegg

<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	27
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere</i>	36
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	38
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	42
<i>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis</i>	43
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data</i>	46

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.

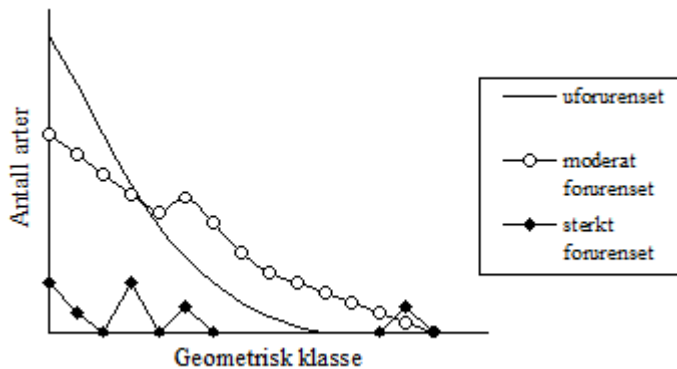
Geometriske klasser

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 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 (TA-1467/1997 og Veileder 02:2013).

Diversitet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (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:

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

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 ISI₂₀₁₂ (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

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 NQ11 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQ11 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQ11.

NQ11 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQ11 = \left[0,5 * \left(\frac{(1 - AMBI)}{7} \right) + 0,5 * \left(\frac{\left(\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right)}{2,7} \right) * \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

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 individantallet, 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 ulike 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:

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

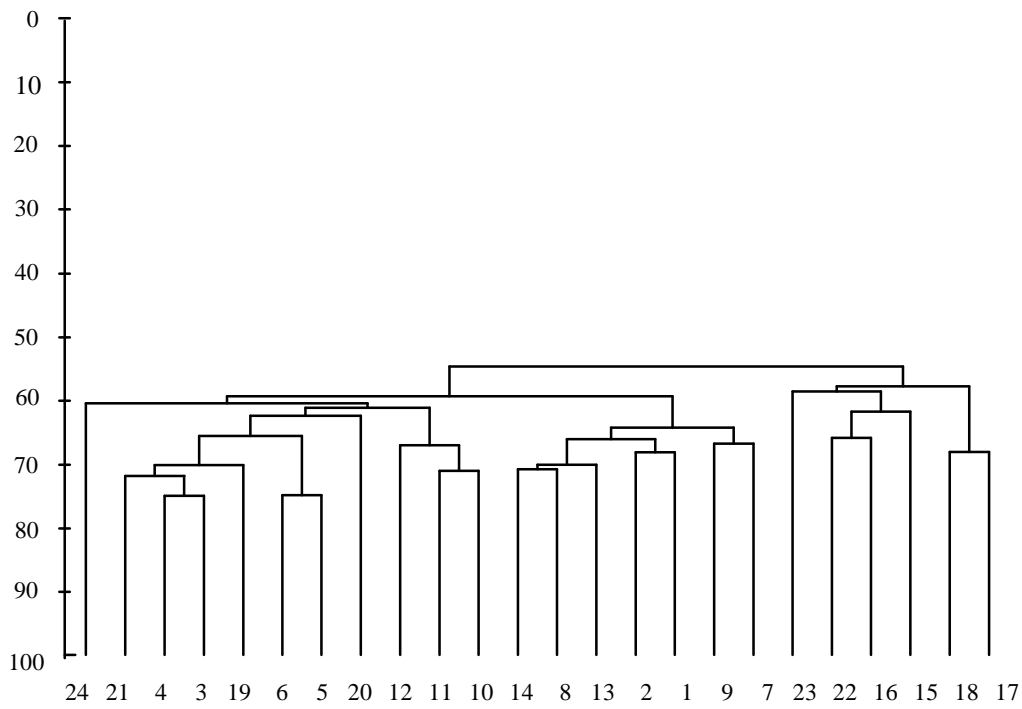
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

Dataprogrammer

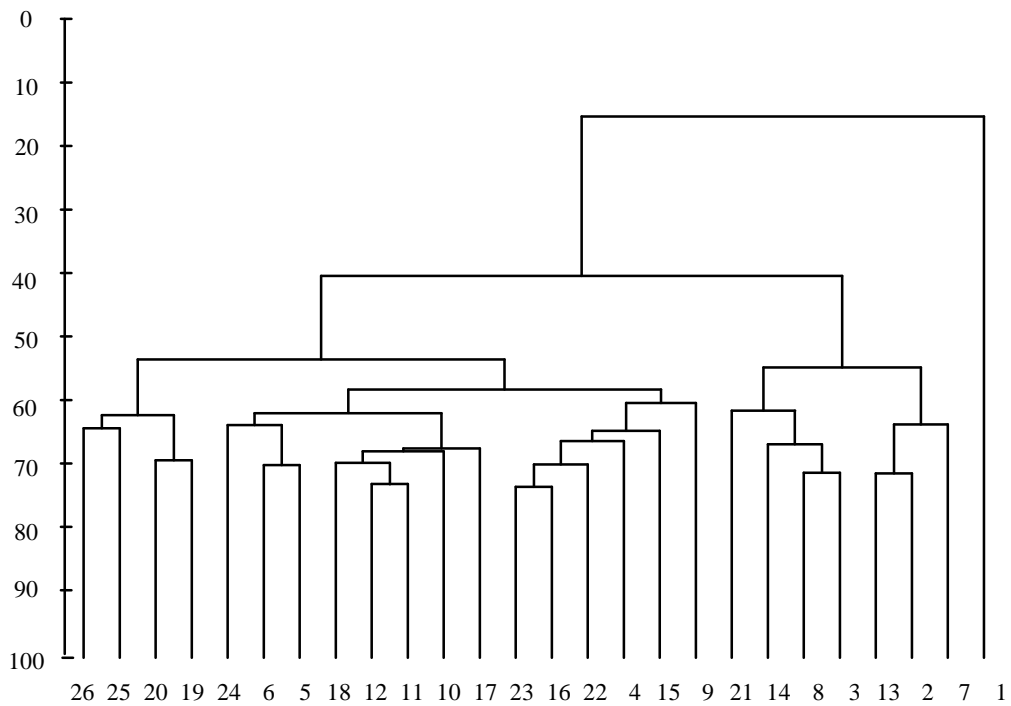
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi»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

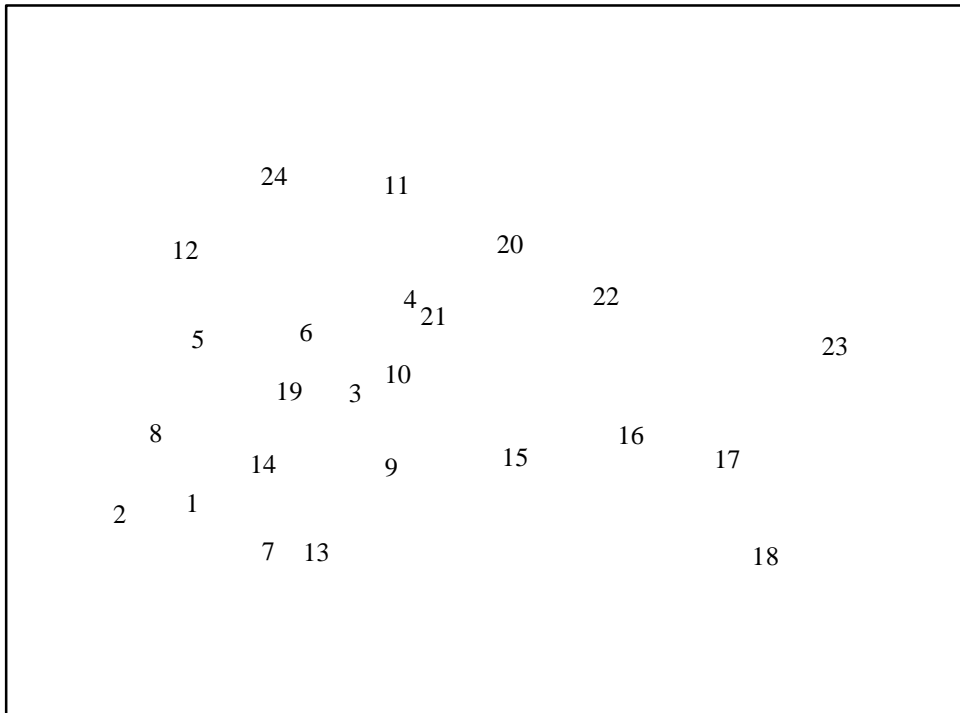


FAUNAFORSKJELL

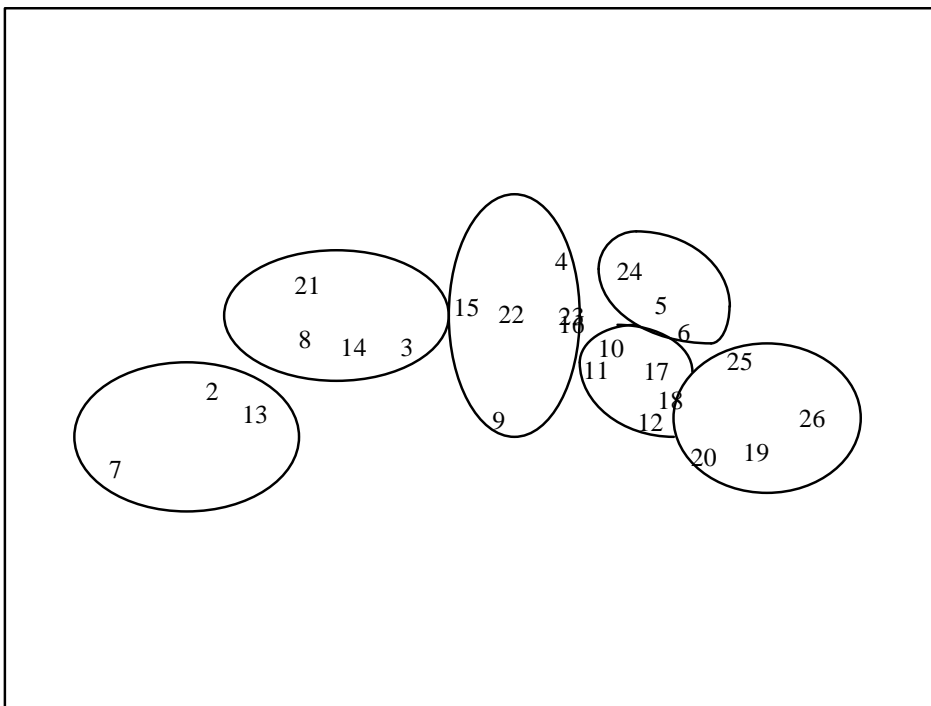


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

- 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.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratets gruppa, 263 s.
- 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.
- 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., 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, 46 s.
- SFT. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - SFT-veiledning nr. 93:02. 20 s.
- SFT. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s. TA 1467/1997.
- SFT. 2008. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- 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: Quatro Laks AS
 Lokalitet: Nye Skåtavågen
 Lokalitetstype: Matfisk

Dato: 06.05.2014
 Lokalitetsnr: 12066

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks		
			Nys-1	Nys-2	Nys-3							
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0							0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A									
II	pH	verdi	7,49	7,60	7,42							
	E _h (mv)	verdi	-111	-73	-31							
		+ ref. verdi	109	147	189							
	pH/E _h	fra figur	0	0	0							0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1							
	Tilstand, gruppe II		1									
	Buffer temp:		8,11		Temp sjø:	9,6 °C		Temp sediment:	8,2 °C			
	pH sjø:		8,11		Eh sjø:	498		Ref. elektrode:	220			
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		05.05.2014 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	0	0								
		Myk = 2			2							
		Løs = 4										
	Grab- volum	v < 1/4 = 0										
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1	1	1								
		v ≥ 3/4 = 2			2							
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0							
2 - 8 cm = 1												
t ≥ 8 cm = 2												
	SUM		1	1	4							
	Korrigeret sum (*0,22)		0,22	0,22	0,88							0,4
	Tilstand prøve		1	1	1							
	Tilstand gruppe III		1									
	Middelverdi gruppe II og III		0,11	0,11	0,44							0,2
	Tilstand gruppe II og III		1									
pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand		Tilstand				Lokalitetstilstand					
			Gruppe I		Gruppe II og III							
			A		1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4					
			4		1, 2, 3		1, 2, 3					
			4		4		4					
		< 1,1		1								
		1,1 - < 2,1		2								
		2,1 - < 3,1		3								
		≥ 3,1		4								
LOKALITETSTILSTAND										1		

Korrekturlest: 26.08.2014
 dato

EBI
 Sign.

TL
 Sign.

Uni Research Miljø, SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Quatro Laks AS
Lokalitet: Nye Skåtavågen
Lokalitetstype: Matfisk

Dato: 06.05.2014
Lokalitetsnr: 12066

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr								Indeks					
			Nys-1	Nys-2	Nys-3											
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0										0,0	
I	Tilstand (Gruppe I)		A													
II	pH	verdi	7,49	7,60	7,42											
	E _h (mv)	verdi	-111	-73	-31											
		+ ref. verdi	109	147	189											
	pH/E _h	fra figur	0	0	0										0,0	
	Tilstand, prøve		1	1	1											
	Tilstand, gruppe II		1													
	Buffer temp:		pH sjø:		8,11	Temp sjø:	9,6 °C	Eh sjø:	498	Temp sediment:	8,2 °C	Ref. elektrode:	220			
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		05.05.2014 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	0	0												
		Myk = 2			2											
		Løs = 4														
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0														
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1	1	1												
v ≥ 3/4 = 2				2												
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0												
	2 - 8 cm = 1															
	t ≥ 8 cm = 2															
	SUM		1	1	4											
	Korrigert sum (*0,22)		0,22	0,22	0,88										0,4	
	Tilstand prøve		1	1	1											
	Tilstand gruppe III		1													
	Middelverdi gruppe II og III		0,11	0,11	0,44										0,2	
	Tilstand gruppe II og III		1													
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand								Lokalitetstilstand					
			Gruppe I				Gruppe II og III									
			A				1, 2, 3, 4				1, 2, 3, 4					
			4				1, 2, 3				1, 2, 3					
			4				4				4					
	LOKALITETSTILSTAND												1			

Korrekturlest: 26.08.2014
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): Quatro Laks AS, 5640 Eikelandsosen****Prosjekt nr.: 808409****Prøvetakingssted (område): Skåtholmen, Fusa kommune****Dato for prøvetaking: 6. mai 2014****Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research Miljø, SAM-Marin****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Nei****Artene er identifisert av: 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 godkjenning fra SAM.

P.-O. Johannessen

Signatur:.....
 Godkjent taksonom

Uni Research Miljø, SAM-Marin

s 1/3	Stasjonsnavn Dato Dyp Hugg	Skå-1	Skå-1	Skå-2	Skå-2	Skå-3	Skå-3
		06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014
		108 m	108 m	100 m	100 m	290 m	290 m
		1	2	1	2	1	2
*	Porifera indet.				+		
*	Nemertea indet.	8	10	6	9	3	5
*	Nematoda indet.	4	3	12	15	3	1
	POLYCHAETA						
	Amaeana trilobata	1		1	1		
	Amythasides macroglossus	33	42	42	41	3	5
	Anobothrus sp.						2
	Aphelochaeta sp.	4/3	10/1	13/5	15/9	8	3
	Aricidea catharinae	10	5	5	1	1	1
	Aricidea simonae			1	0/2		
	Brada incrustata			1			
	Caulleriella serrata	1					
	Ceratocephale loveni						4
	Chaetoparia nilssoni				1		
	Chaetozone jubata					2/2	
	Chaetozone sp.	4	5	7	4	4	3
	Chirimia biceps		+	2/1	0/1		
	Diplocirrus glaucus	3	2	5	1	1	1
	Dodecaceria concharum	2/1		2	5/1		
	Drilonereis sp.	2			1		
	Eclysippe vanelli	12	16	10/9	15/5		
	Euchone sp.	1	1	1	1/2		
	Eunereis elitoralis						1
	Exogone sp.	2	2	2		1	2
	Galathowenia oculata	10	6	10	10		
	Glycera lapidum	3	0/1	0/6	0/3		
	Glycera unicornis		1				
	Glyphohesionia klatti	2		1	1		
	Goniada maculata	2	0/2				
	Heteromastus filiformis	1		1		8	8
	Lanassa venusta			2	1		
	Lanice conchilega			1/1			
	Levinsenia gracilis	16	19	14	4	8	3
	Lumbriclymene sp.	1/1		0/1			
	Lumbrineridae indet.	22	19	16	23	7	8
	Lysippides fragilis			2	1		
	Malacoceros fuliginosus			1			
	Maldanidae indet.			1	1	3	3
	Melinna albicincta			0/1	1		
	Monticellina sp.					10	20
	Mugga wahrbergi			1			
	Neoamphitrite sp.				1		
	Neoleanira tetragona	1/1					1
	Nephtys hystericis	1					
	Nephtys incisa					0/1	3
	Nereimyra cf. Woodsholea				1		
	Notomastus latericeus	5	9	25	27		
	Ophelina norvegica					1	2

Uni Research Miljø, SAM-Marin

s 2/3	Stasjonsnavn	Skå-1	Skå-1	Skå-2	Skå-2	Skå-3	Skå-3	
		Dato	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014
		Dyp	108 m	108 m	100 m	100 m	290 m	290 m
		Hugg	1	2	1	2	1	2
	Orbinia sp.		1		2			
	Owenia borealis			2	1			
	Owenia sp.	1						
	Oxydromus flexuosus						1	
	Paradiopatra fiordica					7	1/2	
	Paradiopatra quadricuspis						1/1	
	Paradoneis sp.	8	2	3	2			
	Paramphnime jeffreysii	63	44	19	18	6	4	
	Paranaitis uschakovi			1				
	Pectinaria auricomma	0/1			0/2			
	Pectinaria belgica	2	1					
	Pectinaria koreni		0/1					
	Pholoe pallida	2	2	1		2		
	Phylo norvegicus	1/1					2	
	Pilargis papillata			1	1			
	Pista sp.			0/1				
	Podarkeopsis helgolandica					2		
	Polycirrus arcticus			1	1/1			
	Polycirrus latidens			1				
	Polycirrus norvegicus			2	0/2			
	Polycirrus plumosus	6	4	12	11			
	Polydora sp.		1		2			
	Praxillella affinis	7	10	0/3	2/4			
	Prionospio cirrifera	8	4	3	5			
	Prionospio dubia				1	13	4	
	Prionospio fallax	61	32	16	13	2		
	Protodorvillea kefersteini				1	1		
	Pseudomystides limbata	5	2		1			
	Sabellidae indet	2	7	4	7			
	Samytha sexcirrata	0/1						
	Scalibregma inflatum			1				
	Schistomeringos eliasoni	1	1					
	Scolecopsis korsuni	1	2	1	1			
	Siboglinum fjordicum				1			
	Sige fusigera				1/2			
	Sosanopsis wireni			1	6			
	Spiochaetopterus bergensis						1	
	Spiophanes kroeyeri		1/1	3/5	0/3	2/1	1	
	Spiophanes wigley	1/1		9/3	32/11	2/1	0/2	
	Terebellides stroemi		2	2		6	3	
	Tharyx killariensis	25	9	17	7			
	SIPUNCULA							
	Onchnesoma squamatum				1	1		
	Onchnesoma steenstrupi	6	2/2	1		34	20	
	Sipuncula indet.		1	1		1	14	
	CRUSTACEA							
*	Amphipoda indet.	4	5	4	2	1		
*	Calanus finmarchicus				1	1	3	
*	Decapoda larve	3		1			1	
	Diastylis cornuta	13	2	3	12			
	Eriopisa elongata					4	8	

Uni Research Miljø, SAM-Marin



s 3/3	Stasjonsnavn	Skå-1	Skå-1	Skå-2	Skå-2	Skå-3	Skå-3	
		Dato	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014	06.05.2014
		Dyp	108 m	108 m	100 m	100 m	290 m	290 m
		Hugg	1	2	1	2	1	2
	Eudorella truncatula	2			1			
*	EUPHAUSIACEA indet.					1		
*	Gnathia sp.				1			
	Hemilamprops roseus	1		1	1			
	Macrocypris minna	1		1	1			
*	Metridia longa					1		
	Sarsinebalia typhlops				1			
*	Tanaidacea indet.					1		
	MOLLUSCA							
	Abra nitida	3/2	1	1/1	0/1			
	Adontorhina similis			1				
	Axinulus croulinensis	8/3	2/1	9	10/1			
	Cardiomya costellata	1						
	Caudofoveata indet.	4	4	8	1	4	6	
	Cuspidaria cuspidata				0/1			
	Cylichnina umbilicata		1					
	Delectopecten vitreus			0/1				
	Euspira montagui			0/1				
	Kelliella abyssicola					3/1	3/2	
	Kurtiella bidentata				1			
	Mendicula ferruginosa	51/16	7	44/7	58/5	2/2	4/1	
	Nucula tumidula					0/1		
	Parvicardium minimum			0/1			1	
	Philine quadrata	1						
	Solenogastres indet.					1		
	Tellimya ferruginosa	0/1		2				
	Thyasira equalis	15/6	18/5	10/1	17/5	10/2	5	
	Thyasira obsoleta	3	2	16	11/3	2	3	
	Thyasira sarsii	1/1			0/1			
	Tropidomya abbreviata		2					
	BRACHIOPODA							
	Macandrevia cranium				0/1			
	ECHINODERMATA							
	Amphilepis norvegica					6/3	7/1	
	Amphiura chiajei	3/5	2/1	1/5	0/3			
	Amphiura filiformis	0/4						
	Brissopsis lyrifera			1				
	Echinocardium flavescens	1/17	0/1	0/3	0/1			
	Gracilechinus acutus				0/4			
	Labidoplax buskii	1		1				
	Mesothuria intestinalis				1			
	Ophiura albida	0/9	0/2	0/3	0/8			
	Ophiura carnea	2/2		0/2				
	Ophiura sarsii						0/4	
	Ophiuridae indet.			1				
	CHORDATA							
*	PISCES							
*	Fiske egg.	1						
*	VARIA	+		+		+	+	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Skå-1	Skå-2	Skå-3
I	19	35	9
II	16	23	10
III	10	9	9
IV	13	11	12
V	5	7	5
VI	4	7	1
VII	4	2	0
VIII	0	0	0
IX	0	0	0

Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis

		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: Torben Lade Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		RAPPORT Sedimentanalyser			
		Ordre nr.:	54620	Antall sider + bilag:	2
		Rapport referanse:	KR-18828	Dato:	17.06.2014
Rev. nr.:	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:	Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur:	Eli Ellingsen
0	808409 / 22/14				

Prøver mottatt dato: 20.05.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Nys - 1	Nys - 2	Nys - 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000531	KG-000532	KG-000533		
TOM (550 °C)	%	12.06.14	2,06	2,43	7,57		

Kornfordeling

Analysedato: 03.06.2014

Nys - 1		KG-000531		Diameter(µm)		F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)		
2000	-1	0,04	0,3	0,3	MdΦ					Silt og leire	62,2
1000	0	0,04	0,3	0,7		4,78				Sand	37,5
500	1	0,04	0,3	1,0						Grus	0,3
355	1,5	0,05	0,4	1,4	SdΦ						
250	2	0,16	1,3	2,7		1,63					
180	2,5	0,26	2,1	4,8							
125	3	0,39	3,2	8,0	SkΦ						
90	3,5	0,44	3,6	11,6		0,21					
63	4	3,21	26,2	37,8							
<63	8	7,60	62,2	100,0	KΦ						
		12,23	100,0			0,80					

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.



Nys - 2		KG-000532							
Diameter(μm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,10	0,7	0,7	MdΦ	Silt og leire		39,1	
1000	0	0,18	1,3	2,1	3,74	Sand		60,2	
500	1	0,54	4,0	6,0		Grus		0,7	
355	1,5	0,58	4,3	10,3	SdΦ				
250	2	0,79	5,8	16,1	2,12				
180	2,5	0,93	6,9	23,0					
125	3	1,15	8,5	31,5	SkΦ				
90	3,5	1,11	8,2	39,6	0,15				
63	4	2,89	21,3	60,9					
<63	8	5,30	39,1	100,0	KΦ				
		13,57	100,0		0,98				

Nys - 3		KG-000533							
Diameter(μm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,02	0,3	0,3	MdΦ	Silt og leire		94,8	
1000	0	0,03	0,4	0,7	5,89	Sand		4,9	
500	1	0,05	0,7	1,4		Grus		0,3	
355	1,5	0,01	0,1	1,6	SdΦ				
250	2	0,03	0,4	2,0	1,30				
180	2,5	0,03	0,4	2,5					
125	3	0,03	0,4	2,9	SkΦ				
90	3,5	0,02	0,3	3,2	-0,01				
63	4	0,14	2,0	5,2					
<63	8	6,55	94,8	100,0	KΦ				
		6,91	100,0		0,75				

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 produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.



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-001546-02



EUNOBE-00010372

Prøvemottak: 08.05.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 08.05.2014-22.05.2014
Referanse: 808409 / ref: 40/14

ANALYSERAPPORT

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

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 930	mg/kg tv	a) 810	mg/kg tv	a) 860	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 7	mg/kg tv	a) 8	mg/kg tv	a) 27	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 38	mg/kg tv	a) 42	mg/kg tv	a) 120	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 9	mg/g tv	a) 9	mg/g tv	a) 24	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 65.8	% (w/w)	a) 71.5	% (w/w)	a) 38.9	% (w/w)	EN 14346	0.1

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 16.09.2014

Kristine Fiare Johnson

Kristine Fiare Johnson

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 1 av 1

Vedleggstabell 5. CTD Data

Resultater fra hydrografimålingene ved Skå-3 med parametere salinitet (S), temperatur (T), fluorescens (F) og tetthet (σT).

Dyp (m)	S (psu)	T (°C)	F ($\mu\text{g/l}$)	σT
1	28,40	9,05	0,66	21,96
2	28,41	9,04	0,67	21,96
3	28,45	9,03	0,70	22,00
5	28,51	9,03	0,83	22,06
7	29,05	8,88	0,63	22,51
10	31,11	6,86	0,46	24,42
15	31,78	6,32	0,65	25,04
20	32,30	6,35	6,94	25,47
25	32,82	6,54	0,44	25,88
30	33,13	6,72	0,10	26,12
40	33,78	7,08	0,27	26,63
50	34,02	6,95	0,05	26,88
60	34,15	6,94	0,06	27,03
70	34,25	7,09	0,03	27,14
80	34,33	7,00	0,03	27,26
90	34,40	7,04	0,03	27,35
100	34,49	7,11	0,11	27,46
125	34,63	7,25	0,03	27,66
150	34,74	7,40	0,03	27,85
175	34,78	7,42	0,03	27,99
200	34,85	7,46	0,03	28,15
225	34,93	7,50	0,03	28,32
250	34,97	7,42	0,03	28,48
275	34,99	7,39	0,03	28,61
300	34,99	7,39	0,03	28,72
320	35,01	7,39	0,04	28,84