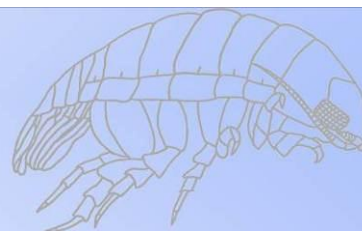


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Research Miljø



e-rapport nr: 33-2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Onarøy i Tysnes kommune, mars 2014

Einar Bye-Ingebrigtsen

Trond E. Isaksen

Øydis Alme





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 lokaliteten Onarøy i Tysnes kommune, mars 2014	Dato: 12.08.14
Forfatter(e): Einar Bye-Ingebrigtsen, Trond E. Isaksen, Øydis Alme	Antall sider og bilag: 49
Oppdragsgiver: Tysnes Fjordbruk AS	Prosjektleder: Trond E. Isaksen
	Prosjektnummer: 808386
	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Onarøy on its surrounding environment. Organic contents (measured as TOC) and slightly elevated levels of phosphorus in sediment close to the fish farm and in the transition zone indicate some impact from the fish farm. However, condition of the bottom fauna was good in these areas. No significant pollution of copper or zink could be detected in the sediment, including samples from the deepest part of the surveyed area. Overall, these results indicate some, but not severe benthic impact from the fish farm.

Keywords: Marine, environment, MOM C-survey, recipient

Emneord: Marin, miljø, MOM C-undersøkelse, resipient

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 33-2014

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	12/8-14	Per Johansson
Prosjektet / undersøkelsen:	12/8-14	Øydis Alme

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: Nargis Islam, Ina Birkeland, Natalia Korableva, Ingrida Petrauskaite, Hanna Molden
Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Per Johannessen
Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per Johannessen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Anleggets båt

Kjemiske analyser utført av: Eurofins AS **akkrediteringsnummer** Test 003

Akkreditert: Sink, kobber, fosfor, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS **akkrediteringsnummer** Test 032

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHOOLD

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
2.5 Avvik	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	25
5 TAKK	26
6 LITTERATUR	27
7 Vedlegg	28
Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....	29
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre	38
Vedleggstabell 2. Artsliste	40
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	44
Vedleggstabell 4. Analysebevis kjemi og geologi.....	45
Vedleggstabell 5. CTD Data	48

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Onarøy (lokalitetsnr. 10136) i Onarheimsfjorden, Tysnes kommune. Innsamlingene ble gjennomført 13. mars 2014.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Onarøy. 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 Miljødirektoratets tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (SFT 97:03 og TA 2229/2007), Direktoratgruppa Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-standard (Norsk Standard NS 9410:2007).

Det er tidligere utført MOM C-undersøkelse ved lokaliteten (Johansen & Botnen, 2008). I tillegg har det blitt gjennomført regelmessige MOM B-undersøkelser i perioden oktober 2009 til april 2014. Disse undersøkelsene er utført av Resipientanalyse og viser lokalitetstilstander god eller meget god (Fiskeridirektoratet, 2014).

Undersøkelsen er utført av Uni Research Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra Tysnes Fjordbruk 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.

2 MATERIALE OG METODER

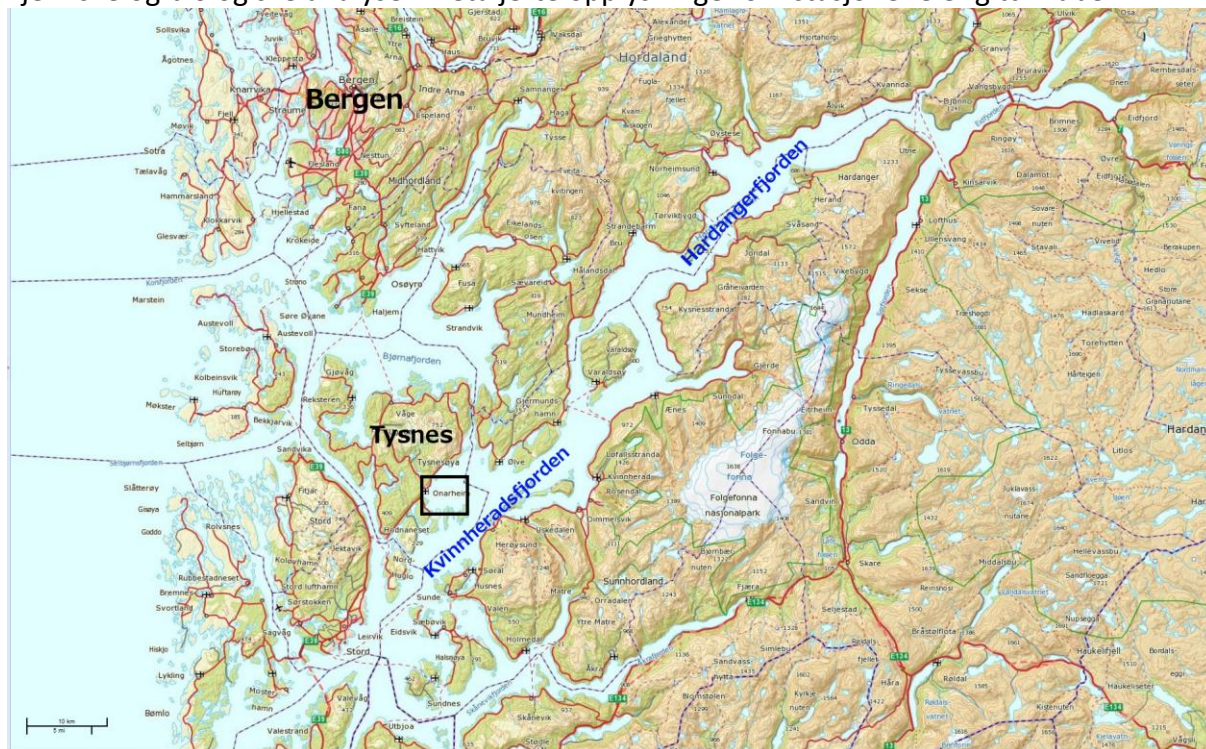
2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger inne i Onarheimsfjorden, i Tysnes kommune (Figur 2.1 og 2.2). Dybde under anlegget er ca. 125 meters dyp. Bunnen i området er relativt flat. Det dypeste punktet i Onarheimsfjordens ligger sør for anlegget på 136 meters dyp.

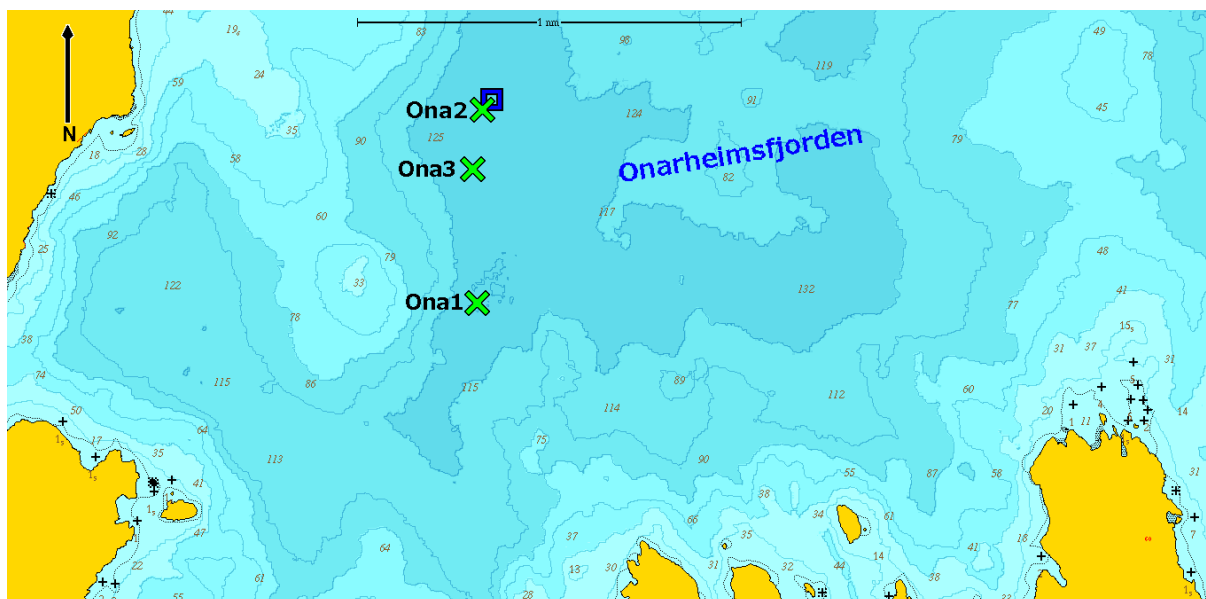
Prøveinnsamlingene ble gjort 13. mars, 2014. Det ble tatt prøver fra én stasjon ved anlegget, én i overgangssonen og én stasjon i dypet av fjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Torben Lode og Einar Bye-Ingebrigtsen fra SAM-Marin. Det ble brukt båt og båtfører fra anlegget til undersøkelsen.

Nøyaktig posisjon til de ulike stasjonene er viktig for referanse og for at undersøkelsene skal være reproducerbare i fremtiden. Plassering til de ulike prøvestasjonene blir registrert med bruk av SAM-Marins Olex med tilkoblet GPS som monteres på feltfartøyet. Plasseringen 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 (ISO 16665:2014).

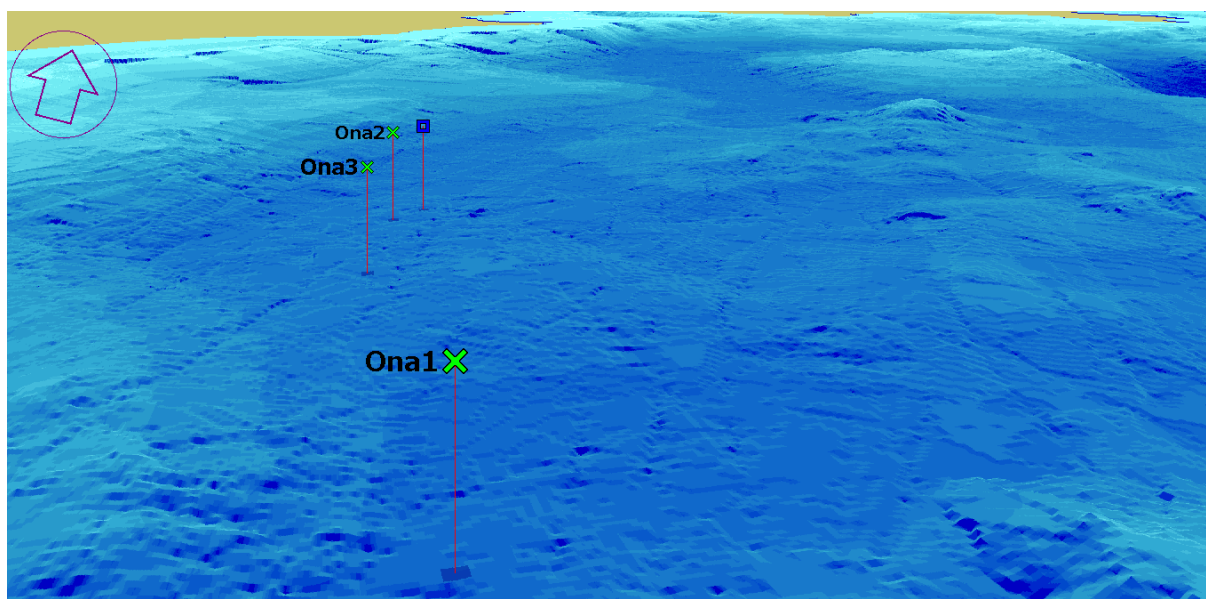
Det ble tatt vannprøver for hydrografiske målinger og bløtbunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske analyser. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over Hardanger- og Kvinnheradsfjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved lokalitet Onarøy. Kartkilde: Fiskeridirektoratet.



Figur 2.2: Utsnitt av området ved lokalitet Onarøy med referansestasjon i dypet og stasjoner ved anlegget. Anleggets plassering er markert med en blå boks. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



Figur 2.3: Skisse av bunntopografien i området rundt lokaliteten Onarøy. Prøvestasjonsstasjoner er markert med grønne kryss, blå boks markerer anleggets plassering. Eksakt plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i området ved lokalitet Onarøy i Tysnes kommune. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder innhentet med CTD. Det er benyttet 0,1 m² van Veen grabb (KC Denmark, grabb nr. IX. Volum 16,5 liter) og en van Veen kombigrabb («Duo») hvor det ene kammeret utgjør 0,1 m² og brukes til biologiprøver (Volum 21 liter), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver. MOM B-parametere registrert på hver stasjon.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg-nummer	Prøve-volum (l)	Andre opplysninger
Nærsonne Ona 2 13.03.2014	59° 57.174 N 05° 40.129 Ø	125	1 2	18 13	Biologi, geologi, MOM B. («Duo») Biologi, kjemi («Duo») CTD m/oksygenmåler Leire, silt, lys farge, døde blåskjell og sterk lukt.
Overgangs- sonne Ona 3 13.03.2014	59° 57.019 N 05° 40.077 Ø	126	1 2	16 11	Biologi, kjemi, MOM B. («Duo») Biologi, geologi («Duo») CTD m/oksygenmåler Leire, silt, lys farge, ingen lukt.
Fjernsone Ona 1 13.03.2014	59° 56.669 N 05° 40.102 Ø	136	1 2 3	21 16,5 21*	Biologi, MOM B. («Duo») Biologi (Grabb IX) Geologi, kjemi («Duo») CTD m/oksygenmåler Leire, silt, grå farge, ingen lukt.

*avvik fra NS-EN ISO 5667-19:2005 grunnet forstyrret overflate (full grabb).

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 ISO 16665:2005 *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. Det ble brukt grabb med åpning på 0,1 m² og maks volum 16,5 liter (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 (kombigrabb, 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 (ISO 16665:2014). Prøver med mindre sedimentvolum 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 kjemi analyser 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.

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».

I nær- og overgangssonen ble det tatt 2 grabb-hugg for innsamling av både biologi-, geologi- og kjemiprøver. I fjernsonen ble det tatt 2 grabb-hugg til biologiprøver og 1 hugg til geologi- og kjemiprøver. Totalt blei det samlet inn 7 huggprøver fra 3 stasjoner (se Tabell 2.1).

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

Sediment (geologi)

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 ISO 16665:2014 er vist i Tabell 2.2 under.

Tabell 2.2: Klassifisering av kornstørrelse i sediment (ISO 16665:2014).

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 Norsk Standard 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 rått 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 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 %.

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. 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 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 (H₂S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensialet i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGoTM 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).

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 ISO 16665:2014. For innsamling av bunnprøver er det brukt van Veen grabber (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.

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

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'), Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQ11, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI_{2012} 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 2.4: 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 er1,42

** 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

Det har vært oppdrettsanlegg på lokaliteten Onarøy siden 1994. Lokaliteten har en MTB på 4 680 tonn, og anlegget besto av 10 merder hver på 25 x 25 meter og 3 merder på 35 x 35 meter på undersøkelsestidspunktet. Det var ingen fisk i anlegget da undersøkelsen ble gjennomført 13. mars 2014. Anlegget var brakklagt i perioden 3. oktober 2013 til 4. april 2014.

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

År	Utfôret mengde	Produsert mengde (antall individ)
2013	2 517 tonn	2 137 tonn
2012	2 385 tonn	1 946 tonn
2011	2 618 tonn	1 865 tonn

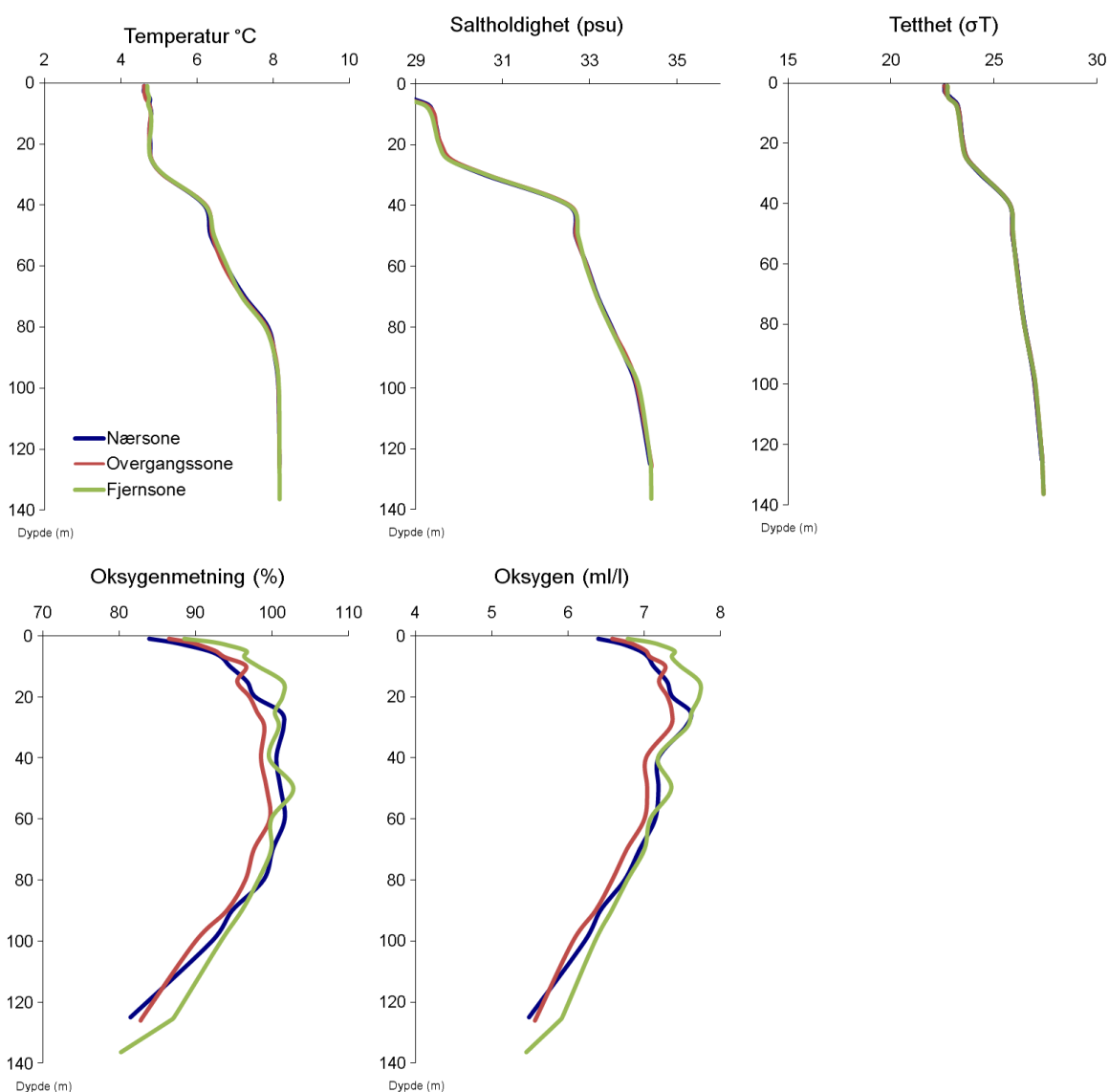
2.5 Avvik

I henhold til NS-EN ISO 5667-19:2005 skal prøver til kjemi og geologi tas fra sedimentprøver med en uforstyrret overflate. Geologi- og kjemiprøvene fra stasjon Ona1 (fjernsonen) ble tatt med en full grabb (hugg 3), det betyr at sedimentoverflaten er kommet i kontakt med «taket» av grabben og overflate er derfor blitt forstyrret. Dette er et resultat av vanskelige grabbforhold. I forkant av hugg 3, var det gjort 4 forsøk som alle resulterte i underkjente hugg (pga. tom grabb).

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Ona2 (nærsone), Ona3 (overgangssone) og Ona1 (fjernsone), 13. mars 2014. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



Figur 3.1: Lokaltet Onarøy. Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og ml/l på nærsone-, overgangssone-, og fjernsonestasjon, målt med STD/CTD-sonde med påmontert oksygensensor fra overflaten og ned mot bunn den 13. mars 2014. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO_2/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Både temperatur- og saltholdighetsstratifiseringen er svært lik på alle de 3 målte stasjonene og varierer i liten grad. Det er et sprangsjikt (pyknoklin) på 25-40 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 ved disse 3 stasjonene 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.

Oksygeninnholdet i vannsøylen varierer i liten grad mellom de ulike stasjonene. Felles for alle 3 er høyest verdier (7,4 - 7,6 ml/l) i nedre del av det øvre vannlaget. Oksygenmetningen er høyest på rundt 50-60 meters dyp med verdier mellom 99-103 %.

Tendensene viser avtagende oksygeninnhold på dybder under 60 meter. Oksygeninnhold i vannmasser er ikke like stabilt som temperatur og saltholdighet, og vil i større grad bli påvirket av små-skala endringer, som for eksempel tidevannsstrømmer og høye konsentrasjoner av planktoniske organismer ved enkelte dyp. Det er derfor ikke unormalt med slike variasjoner vertikalt som fremstår av disse målingene.

Oksygeninnhold i bunnvannet ble målt til 5,49 ml O₂/liter (metning 81,5 %) i nærsonen (Ona2, dybde 125 meter). I overgangssonen (Ona3, dybde 126 meter) ble oksygeninnholdet i bunnvannet målt til 5,57 ml O₂/liter (metning 82,8 %). På det dypeste i fjernsonen (Ona1, 136 meter) ble det registrert gode oksygenforhold med oksygeninnhold målt til 5,46 ml O₂/liter (metning 80,3 %), godt innenfor tilstandsklasse I – Svært god.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2. Tabell 3.1 viser prosentvis fordeling av sedimentfraksjoner for de 3 undersøkte stasjonene.

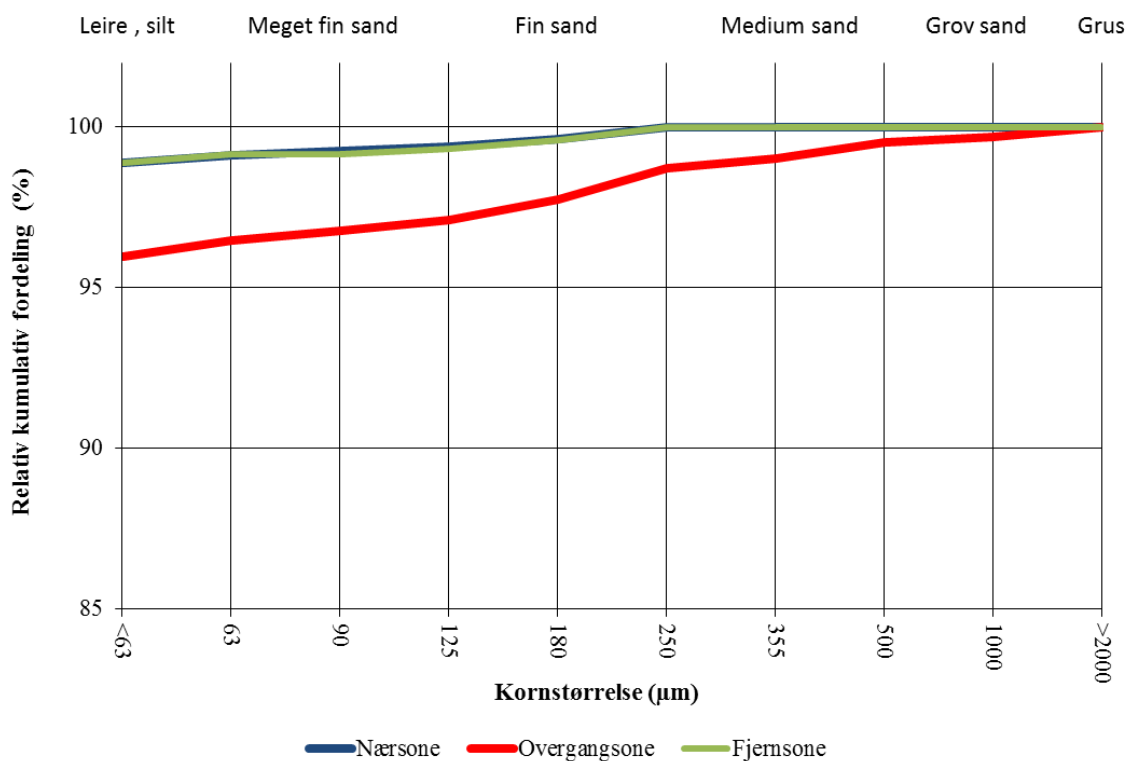
Ved alle de tre undersøkte stasjonene er sedimentet dominert av silt og leire (96 – 98,9 % av alt sediment). Den resterende andelen består av grovere partikler i form av sand (og noe grus i overgangssonen).

Ut fra kornstørrelsesfordelingen ved undersøkelsestidspunktet kan det virke som om det er relativt like bunnstrømforhold ved de 3 stasjonene. 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 ligg på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdiene for alle de 3 stasjonene er å anse som gode, og gir ingen indikasjoner på høy organisk belastning.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Onarøy, mars, 2014. Historiske data fra 2008 (Johansen & Botnen, 2008) er presentert i kursiv.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Ona2, Nærsonne					
2014	125	5,70	98,9	1,1	0,0
<i>2008</i>	-	<i>7,58</i>	<i>94</i>	<i>2</i>	<i>4</i>
Ona3, Overgangssone					
2014	126	8,19	96,0	3,7	0,3
<i>2008</i>	-	<i>8,11</i>	<i>98</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
Ona1, Fjernsone					
2014	136	7,07	98,9	1,1	0,0
<i>2008</i>	-	<i>7,68</i>	<i>99</i>	<i>1</i>	<i>0</i>



Figur 3.2: Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Onarøy: Nærsonne, Ona2; Overgangssone, Ona3; Fjernsone, Ona1. 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. Stasjonene ved nærsone (Ona2) og overgangssone (Ona3) har fosforverdier ovenfor det som betraktes som normalt, med hhv. 1500 og 2100 mg/kg TS (Tabell 3.2). Verdiene for fosfor ved fjernsone (Ona1) er innenfor det som anses som normalt for vestlandsfjorder med 930 mg/kg TS. De forhøyede fosfornivåene ved nær- og overgangssone indikerer på organisk belastning.

Alle de tre undersøkte stasjonene har forhøyede verdier for normalisert TOC. Nærsone (Ona2) og fjernsone (Ona1) får Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God). Overgangssone (Ona3) viser noe høyere verdier for normalisert TOC og får Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat). TOC-verdiene for stasjonene samlet indikerer noe 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 (TA-1883/2002). 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.

Nivåene av metallene kobber og sink viser svært gode verdier (tilstandsklasse I, Bakgrunnsnivå) for både nærsone (Ona2) og fjernsone (Ona1). Overgangssone (Ona3) skiller seg ut ved at den har litt høyere verdier som gir tilstandsklasse II (God) for både sink og kobber (Tabell 3.2).

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.

De sensoriske parametrene viste at sedimentet fra de undersøkte stasjonene var lys i fargen med myk konsistens. Det var ingen lukt av sedimentet fra overgangssone (Ona3) eller fjernsone (Ona1). Det ble derimot registrert kraftig lukt i bunnprøver fra nærsone (Ona2), som også inneholdt mye døde blåskjell. Kjemiske målinger (pH og E_h) viste gode tilstander (Tilstand 2) i bunnprøvene fra nærsone (Ona2) og overgangssone (Ona3) og meget gode forhold (Tilstand 1) i prøver fra fjernsone (Ona1).

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved Onarøy, 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 organisk karbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Ona 2, Nærsonen									
2014	22	22,2	II	1500	140	I	26	I	45,9
2008	35	36,1	III-IV	3200	170	II	17	I	40,9
Ona 3, Overgangssonen									
2014	30	30,7	III	2100	190	II	45	II	43,7
2008	33	33,4	III	2000	140	I	23	I	43,2
Ona 1, Fjernsonen									
2014	25	25,2	II	930	140	I	26	I	45,0
2008	23	23,2	II	900	120	I	17	I	40,6

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved Onarøy, 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	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
Nærsonen (Ona 2)	7,19	-133	2	2
Overgangssonen (Ona 3)	7,52	-122	2	2
Fjernsonen (Ona 1)	7,45	-10	1	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 Onarøy i mars 2014. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Nærsonestasjonen Ona 2 ligger på 125 m dyp sør for anlegget. Her ble det funnet totalt 6 arter med til sammen 42 individer. Flertallet av de biologiske indeksene havner i tilstandsklasse IV (Dårlig). Resultatene viser at det er en skjev fordeling av arter på stasjonen, med høy forekomst av forurensningstolerante arter. I følge MOM-standarden er imidlertid diversitets-indeksene 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 fikk stasjonen miljøtilstand 2 (god). Faunaen på stasjonen var dominert av børstemarken *Capitella capitata*, som med 21 individer utgjorde 50 % av det totale individantallet i prøvene. Dette er en art som trives på lokaliteter med høy organisk belastning. Fordelingen på geometriske klasser, med en flat, hakket graf med flere nullverdier, indikerer også miljøpåvirkning på stasjonen (Figur 3.3).

Sammenlignet med undersøkelsen fra 2008 har forholdene forbedret seg noe, med en mer artsrik fauna, og MOM-tilstanden har gått opp et nivå fra 3 (dårlig).

Ved overgangsstasjonen Ona 3, på 126 m dyp, ble det funnet 33 arter og 1611 individer totalt. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggsnivå (snitt) beregnet til 2,51 og ømfintlighetsindeksen NSI ble beregnet til 17,8. NQ11, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet ble beregnet til 0,58. Samtlige plasserer stasjonen i tilstandsklasse III (Moderat). Tetthetsindeksen DI, som er utarbeidet med tanke på svært høye eller lave individantall, havner i tilstandsklasse V (Svært dårlig). Det høye individantallet er en indikasjon på organisk belastning på stasjonen. MOM- klassifiseringen gjelder imidlertid også for overgangssonen, og etter dette systemet får Ona 3 miljøtilstand 1 (meget god). Den mest tallrike arten på stasjonen var børstemarken *Paramphinome jeffreysii*, med 613 individer og 38 % av totalen etterfulgt av skjellet *Thyasira sarsii* (366 individer, 23 %). *T. sarsii* er en art som trives i områder med en del organisk belastning. Fordelingen på geometriske klasser tyder også på miljøpåvirkning på stasjonen. Sammenlignet med undersøkelsen ved samme lokalitet i 2008 ser forholdene ut til å ha holdt seg relativt stabile, men med noen endringer i artsdominansen og en tydelig nedgang i artsrikhet. Indeksene har jevnt over gått noe ned (med unntak av DI), men tilstandsklassen forblir den samme (III – Moderat).

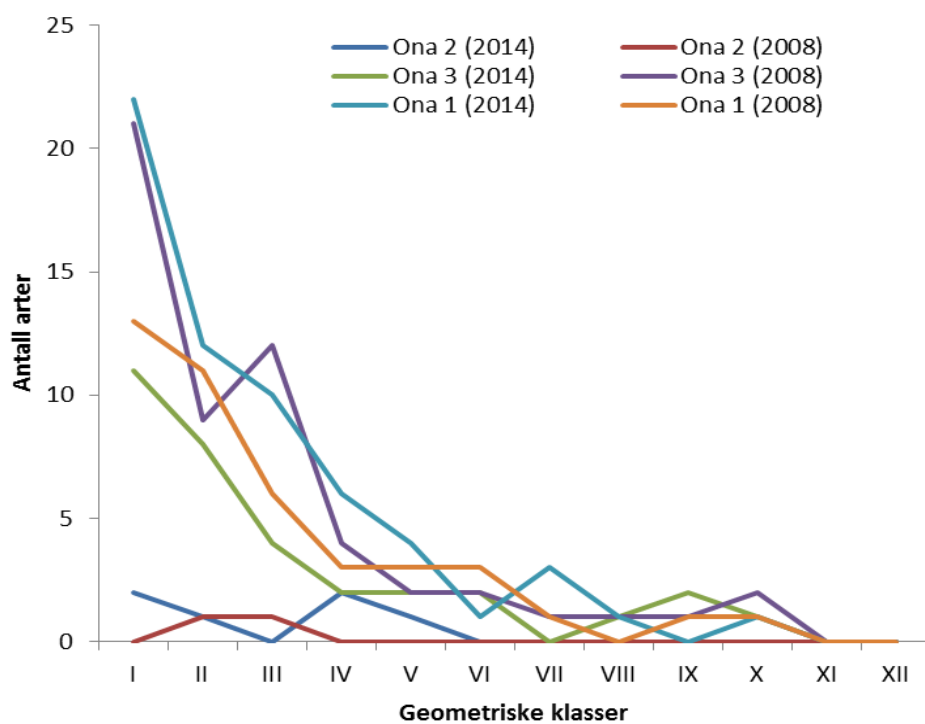
Fjernstasjonen Ona 1 ligger i dypet av fjorden, på 136 m dyp sør for anlegget. Her ble det funnet 1604 individer fordelt på 60 arter. Diversiteten (H') ble beregnet til 2,86 som gir tilstandsklasse III (Moderat). Ømfintlighetsindeksen NSI og den sammensatte indeksen NQ11 havner også i tilstandsklasse III. Disse resultatene viser at det er en relativt skjev fordeling av arter på stasjonen, med noe høy forekomst av forurensningstolerante og opportunistiske arter. Tetthetsindeksen DI havner i tilstandsklasse V (Svært dårlig), og det høye individantallet tyder på at stasjonen bærer preg av en høy tilførsel av organisk materiale. Samlet sett havner Ona 1 i tilstandsklasse III (moderat). Faunaen på stasjonen var dominert av børstemark i slekten *Polydora*, som med 844 individer utgjorde 53 % av det totale individantallet. Forholdene på stasjonen har holdt seg stabile siden forrige undersøkelse i 2008.

De multivariate analysene viser en relativt høy likhet mellom huggene på overgangs- og nærstasjonen, samt en likhet over tid på disse stasjonene (Fig. 3.4 og 3.5). Nærsonestasjonen Ona 2 er den som skiller seg mest fra de øvrige, og her er det også mere variabilitet både mellom huggene og over tid.

Tabell 3.4: Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved lokalitet Onarøy, mars 2014, samt historiske stasjoner fra undersøkelser utført i oktober 2008. 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 strengt tatt 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 miljøtilstand i fjernsone er gitt i henhold til vanddirektivets 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											
Ona 2 13.03.2014	1	4	19	0,42	1,80	4,00	3,85	16,93	0,77		
	2	4	23	0,27	1,15	4,00	5,67	7,82	0,69		
	Sum	6	42	0,38	1,90	6,00	5,33	11,96	0,73		2
	Snitt	4	21	0,35	1,48	4,00	4,76	12,37	0,73		
	Stasjon _{nEQR}				0,28	0,40	0,24	0,30	0,28	0,30	-
Grabb _{nEQR}				0,24	0,32	0,16	0,23	0,30	0,30	-	
Ona 2 07.10.2008	1	2	6	0,37	0,92	2,00	5,44	18,31	1,27		
	2	0	0	0,00	0,00	0,00	-	-	-		
	Sum	2	6	0,37	0,92	2,00	5,44	18,31	1,27		3
	Snitt	1	3	0,19	0,46	1,00	5,44	18,31	1,27		
	Stasjon _{nEQR}				0,27	0,20	0,08	0,32	0,53	0,13	-
Grabb _{nEQR}				0,12	0,10	0,04	0,32	0,53	0,13	-	
Overgangssone											
Ona 3 13.03.2014	1	23	826	0,56	2,59	10,93	6,49	17,68	0,87		
	2	27	785	0,59	2,44	10,80	6,86	17,84	0,84		
	Sum	33	1611	0,59	2,58	11,11	6,80	17,75	0,86		1
	Snitt	25	806	0,58	2,51	10,87	6,68	17,76	0,86		
	Stasjon _{nEQR}				0,54	0,52	0,43	0,50	0,51	0,20	0,45
Grabb _{nEQR}				0,52	0,51	0,42	0,48	0,51	0,20	0,44	
Ona 3 07.10.2008	1	40	944	0,62	2,98	14,84	7,84	18,81	0,92		
	2	41	1443	0,58	2,53	12,14	7,41	18,64	1,11		
	Sum	55	2387	0,61	2,88	13,58	7,82	18,70	1,03		1
	Snitt	41	1194	0,60	2,76	13,49	7,63	18,72	1,03		
	Stasjon _{nEQR}				0,57	0,58	0,50	0,63	0,55	0,17	0,50
Grabb _{nEQR}				0,56	0,56	0,50	0,61	0,55	0,17	0,49	
Fjernsone											
Ona 1 13.03.2014	1	49	654	0,64	3,52	20,46	8,62	18,04	0,77		
	2	40	950	0,57	2,21	14,53	8,91	16,37	0,93		
	Sum	60	1604	0,61	2,88	17,54	8,75	17,03	0,85		-
	Snitt	45	802	0,61	2,86	17,50	8,77	17,21	0,85		
	Stasjon _{nEQR}				0,57	0,58	0,61	0,72	0,48	0,20	0,53
Grabb _{nEQR}				0,56	0,58	0,61	0,72	0,49	0,20	0,53	
Ona 1 07.10.2008	1	26	545	0,58	2,58	14,05	8,50	18,26	0,69		
	2	37	750	0,61	2,75	15,94	9,30	18,21	0,83		
	Sum	42	1295	0,61	2,72	15,19	9,05	18,23	0,76		-
	Snitt	32	648	0,60	2,67	15,00	8,90	18,24	0,76		
	Stasjon _{nEQR}				0,57	0,55	0,55	0,75	0,53	0,27	0,54
Grabb _{nEQR}				0,55	0,54	0,54	0,73	0,53	0,27	0,53	

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



Figur 3.3: Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra lokalitet Onarøy i 2014 og fra tidligere undersøkelser.

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene fra prøvene ved lokaliteten Onarøy 13. mars 2014 og fra tidligere undersøkelser. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m².

Ona 2 - 2014	Antall individer	%	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	21	50,0	50,0
<i>Abra nitida</i>	9	21,4	71,4
<i>Paraprionospio alata</i>	8	19,0	90,5
<i>Thyasira sarsii</i>	2	4,8	95,2
<i>Adontorhina similis</i>	1	2,4	97,6
<i>Ophiocten affinis</i>	1	2,4	100

Ona 2 - 2008	Antall individer	%	Kum. %
<i>Galathowenia oculata</i>	4	66,7	66,7
<i>Polydora sp.</i>	2	33,3	100

Ona 3 - 2014	Antall individer	%	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	613	38,1	38,1
<i>Thyasira sarsii</i>	366	22,7	60,8
<i>Raricirrus beryli</i>	283	17,6	78,3
<i>Polydora sp.</i>	164	10,2	88,5
<i>Paraprionospio alata</i>	42	2,6	91,1
<i>Capitella capitata</i>	34	2,1	93,2
<i>Prionospio cirrifera</i>	20	1,2	94,5
<i>Scalibregma inflatum</i>	16	1,0	95,5
<i>Abra nitida</i>	14	0,9	96,3
<i>Heteromastus filiformis</i>	8	0,5	96,8

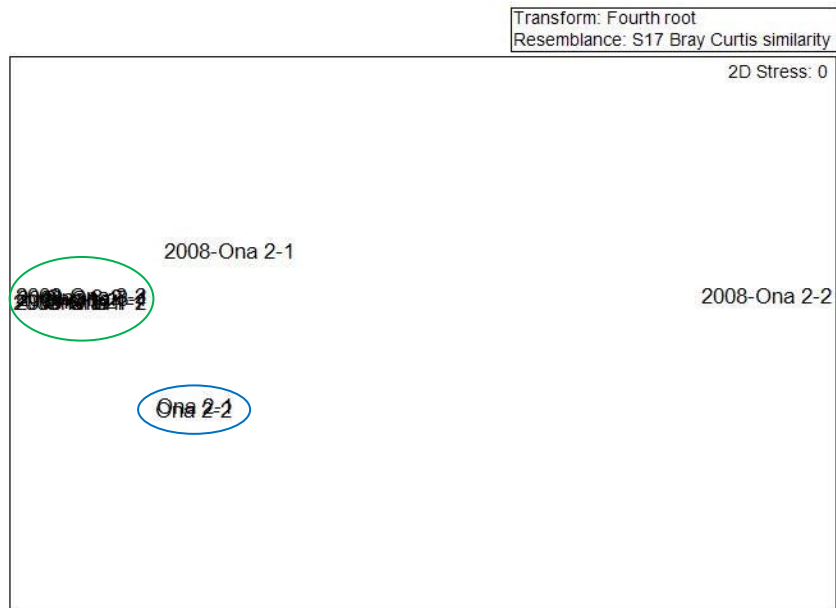
Ona 3 - 2008	Antall individer	%	Kum. %
<i>Heteromastus filiformis</i>	716	30,0	30,0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	679	28,4	58,4
<i>Thyasira sarsii</i>	388	16,3	74,7
<i>Polydora sp.</i>	213	8,9	83,6
<i>Abra nitida</i>	111	4,7	88,3
<i>Diplocirrus glaucus</i>	43	1,8	90,1
<i>Chaetozone sp.</i>	43	1,8	91,9
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	24	1,0	92,9
<i>Polycirrus medusa</i>	17	0,7	93,6
<i>Prionospio cirrifera</i>	15	0,6	94,2

Ona 1 - 2014	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora sp.</i>	844	52,6	52,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	213	13,3	65,9
<i>Thyasira sarsii</i>	85	5,3	71,2
<i>Abra nitida</i>	80	5,0	76,2
<i>Thyasira equalis</i>	72	4,5	80,7
<i>Galathowenia oculata</i>	60	3,7	84,4
<i>Prionospio fallax</i>	30	1,9	86,3
<i>Raricirrus beryli</i>	26	1,6	87,9
<i>Amphiura filiformis</i>	20	1,2	89,2
Lumbrineridae	16	1,0	90,1

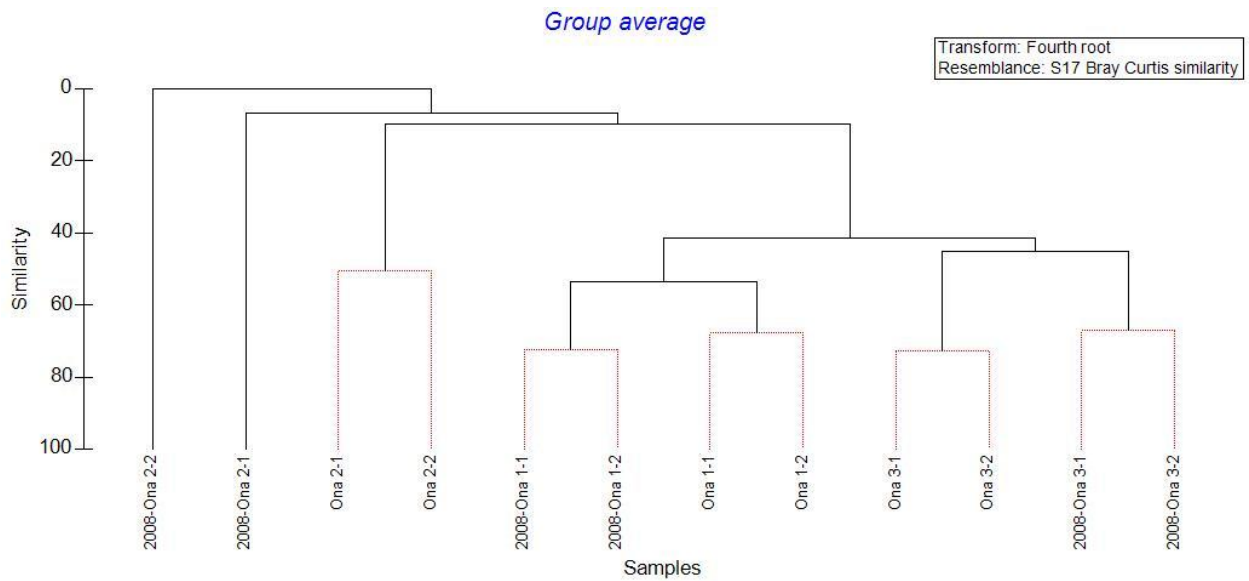
Ona 1 - 2008	Antall individer	%	Kum. %
<i>Polydora sp.</i>	567	43,8	43,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	354	27,3	71,1
<i>Galathowenia oculata</i>	79	6,1	77,2
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	43	3,3	80,5
<i>Thyasira equalis</i>	41	3,2	83,7
<i>Diplocirrus glaucus</i>	33	2,5	86,3
<i>Glycera lapidum</i>	25	1,9	88,2
Lumbrineridae	24	1,9	90,0
<i>Prionospio cirrifera</i>	21	1,6	91,7
<i>Levinsenia gracilis</i>	15	1,2	92,8

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

SAM-Marin



Figur 3.4: MDS plot på hugg-nivå av de undersøkte stasjonene ved lokalitet Onarøy i 2014 og 2008. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.5: Cluster plot på hugg-nivå av de undersøkte stasjonene ved lokalitet Onarøy i 2014 og 2008. 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 Onarøy (lok.nr. 10136) i Onarheimsfjorden, Tysnes kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 13. mars 2014. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner: en ved anlegget (nærsonen), en i overgangssonen og i dypet av fjorden (fjernsonen).

Bunnprøver på prøvetakingstidspunktet viste at sedimentet var dominert av finstoff på alle stasjonene (nær-, overgangs- og fjernsonen). Sediment-forholdene tyder på svake bunnstrømmer i det undersøkte området.

Hydrografiske målinger viste imidlertid svært gode forhold i bunnvannet med oksygenmetning på 80 % i fjernsonen. Disse resultatene tyder på at det er god utskifting av bunnvannet. Måling av parameterne surhetsgrad og redokspotensialet viste gode forhold i sedimentprøver fra nær- og overgangssonen, og svært gode forhold i fjernsonen. Disse parameterne tyder på at det ikke er anoksiske forhold i sedimentet.

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Det ble målt lave verdier for glødetap i sedimentprøver fra alle tre stasjoner, 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 har ved undersøkelsestidspunktet gode TOC-verdier og får Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God), som er noe forbedret sammenlignet med undersøkelsen fra 2008. Prøver fra overgangssonen og fjernsonen viste verdier som tilsvarer henholdsvis tilstand III (moderat) og tilstand II (god). Resultatene fra overgangs- og fjernsonen samsvarer med forrige undersøkelse (2008).

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.

Fosfor nivået er noe forhøyet i bunnprøver fra nær- og overgangssonen, men nivået er noe lavere sammenlignet med undersøkelsen utført i 2008. Fosfor nivået i fjernsonen viste lave, normale verdier. Det ble kun påvist bakgrunnsnivåer av kobber og sink i bunnprøver fra nær- og fjernsonen, noe som er en forbedring av tilstanden sammenlignet med undersøkelsen fra 2008. Bunnprøver fra overgangssonen hadde noe høyere kobber- og sink verdier med tilstand klassifisert som II – God.

Bunndyranalysene fra prøver i nærsonen viste en artsdiversitet og artssammensetning som tilsvarer Miljøtilstand 2 (god) i henhold til MOM-standarden (NS 9410:2007). Børstemarken *Capitella capitata* var mest vanlig og utgjorde 50 % av individene. Denne arten er en typisk opportunist og er vanlig forekommende i områder med høy organisk belastning. Overgangssonen får Miljøtilstand 1 (meget god) basert på de samme kriteriene gitt i MOM-standarden. Både overgangssonen og fjernsonen får tilstand III (moderat) etter klassifiseringssystemet til Direktoratgruppa Vanddirektivet (Veileder 02:2013). Dette er samme tilstand som ved forrige undersøkelse av disse stasjonene, utført i 2008.

Generelt sett tyder resultater fra undersøkelsen utført i mars 2014 på relativt gode miljøforhold med liten eller moderat påvirkning i sjøbunn på de undersøkte stasjonene.

Resultatene samsvarer bra med forrige undersøkelse av de samme stasjonene. Det kan konkluderes med at området tåler dagens drift og produksjon. Undersøkelsene viser imidlertid tegn på organisk belastning med noe forhøyede verdier av fosfor og TOC i nærsone og overgangssone. Økt produksjon og organisk belastning kan føre til dårlige miljøforhold i dette området. Det rådes alltid å følge bunnforholdene under anlegget nøye for å unngå negativ innvirkning både på fisken i anlegget og det omkringliggende miljø. Spesielt kan det være nyttig å få til bunnundersøkelser både i forbindelse med maksproduksjon og fullført brakkleggingsfase, da dette gir utfyllende informasjon på driftens belastende effekt og områdets evne til innhenting.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Torben Lode og Einar Bye-Ingebrigtsen fra SAM- Marin, samt Trygve Osmo og Samuel Gill fra Alsaker Fjordservice AS. Bunnprøvene ble sortert av Ina Birkeland, Nargis Islam, Natalia Korableva, Hanna Molden og Ingrida Petrauskaite. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad 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.
- Fiskeridirektoratet. 2014. Fiskeridirektoratets kartløsning - MOM B Miljøtilstand, Ånnaholmane [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.
- International standard. ISO 17294-2. 2004. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. *Norges Standardiseringsforbund*.
- International standard. ISO 16665:2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- International standard. ISO 5667-19. 2005. Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.
- International standard. ISO/IEC 17025:2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS4764:1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS9423:1998. Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbotnfauna i marint miljø. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS9410:2007. 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 14346:2006. Karakterisering av avfall – Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Johansen P-O, Botnen H. 2008. MOM C-undersøkelse frå lokalitet Onarøy i Tysnes kommune i 2008. SAM e-Rapport nr. 22-2008. 44 s.
- Statlig program for forurensingsovervåking, 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Rapport 848/02. TA 1883/2002. 138s.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensingstilsyn. Veiledning nr. 97:03, TA 1467/1997. 36s.
- SFT 2008. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensingstilsyn. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. TA 2229/2007. 12s.

7 Vedlegg

<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata</i>	<i>29</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i>	<i>38</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste.....</i>	<i>40</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	<i>44</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevi kjemi og geologi</i>	<i>45</i>
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data</i>	<i>48</i>

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.

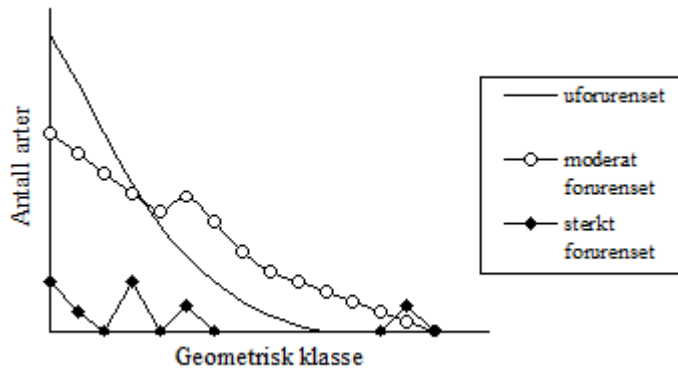
Geometriske klasser

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 (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:

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

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 ISI_{2012} (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI er beskrevet med 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_{SI} 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 m²

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 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:

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

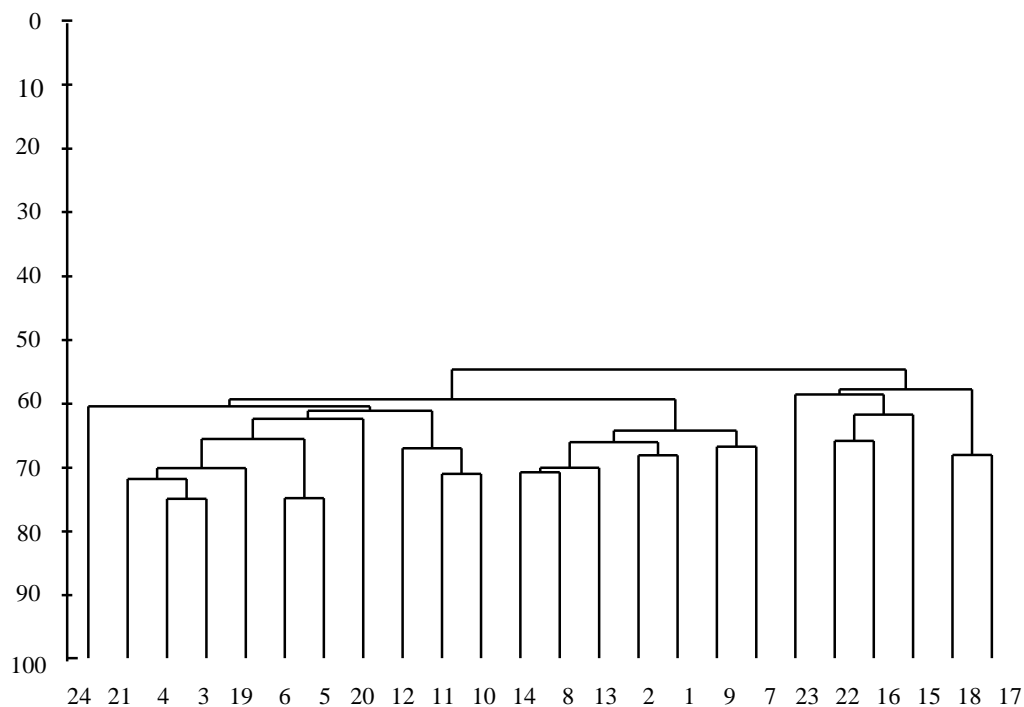
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

Dataprogrammer

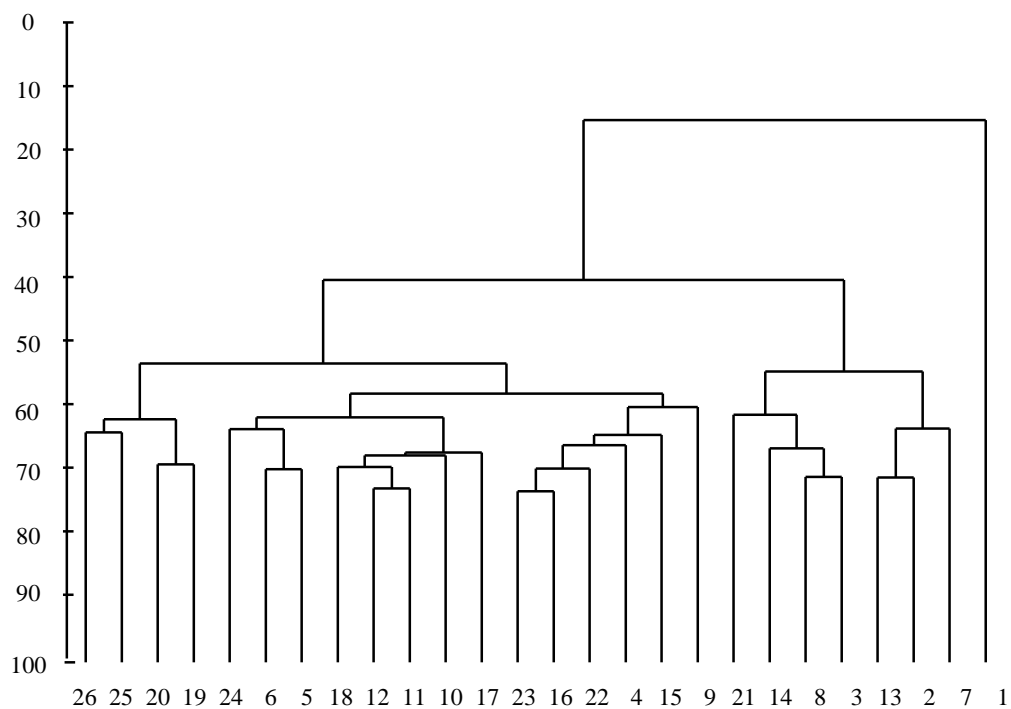
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi»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

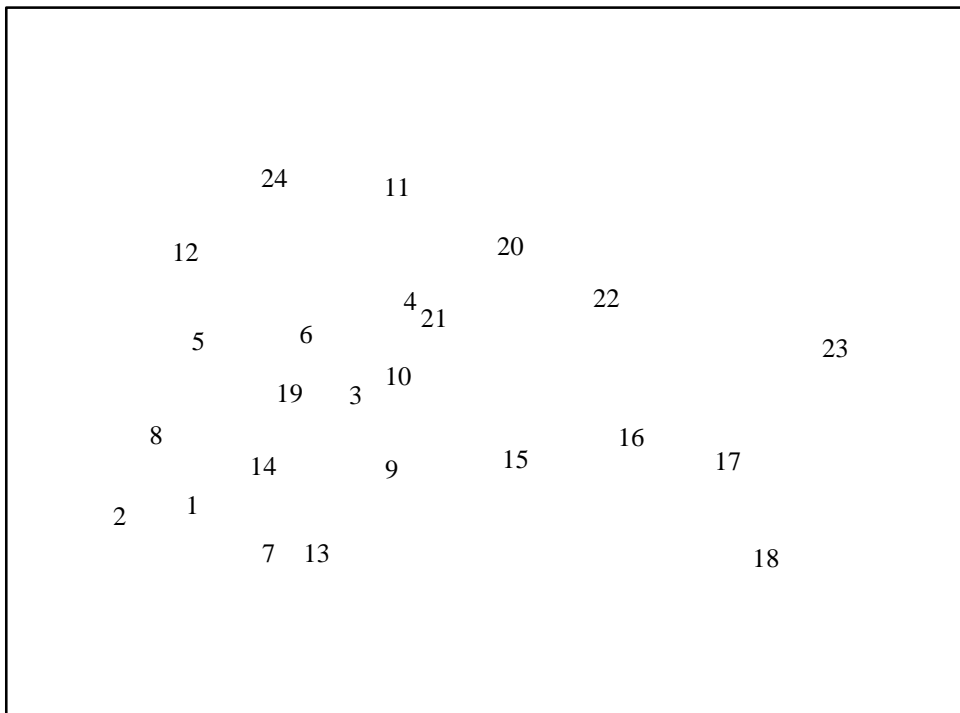


FAUNAFORSKJELL

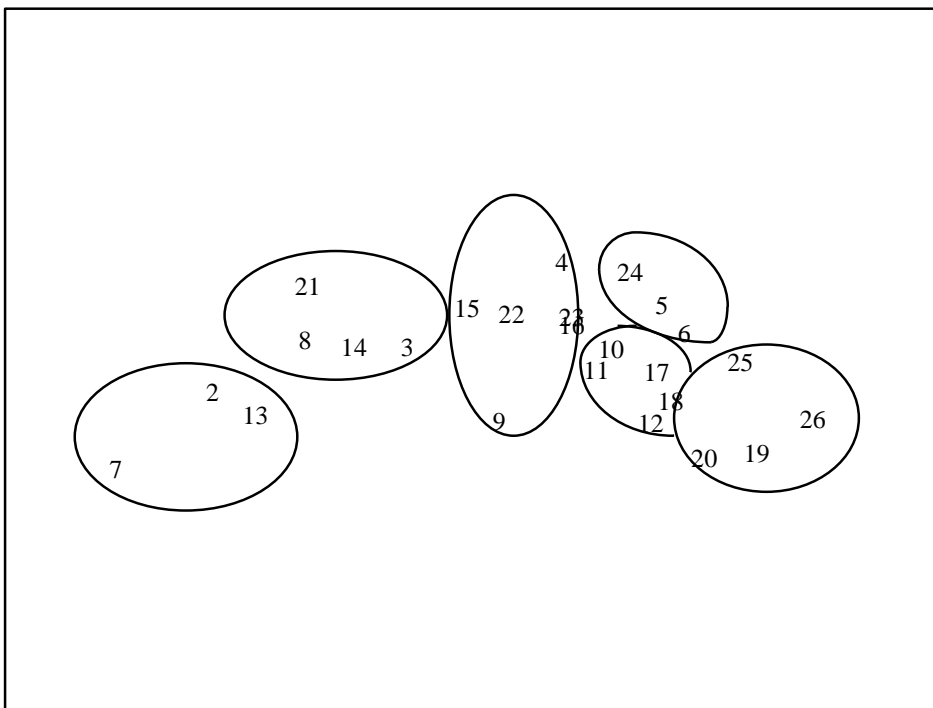


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

- Anon. 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
- 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 parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Tysnes Fjordbruk AS

Dato: 13.03.2014

Lokalitet: Onarøy

Lokalitetsnr: 10136

Lokalitetstype: Matfisk

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks	
			Ona2	Ona3	Ona1						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0						0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A								
II	pH	verdi	7,19	7,52	7,45						
	E _h (mv)	verdi	-354	-343	-231						
		+ ref. verdi	-133	-122	-10						
	pH/E _h	fra figur	2	2	1						1,7
	Tilstand, prøve		2	2	1						
Tilstand, gruppe II		2									
Buffer temp:			Temp sjø:		5,7	Temp sediment:		6,6°C			
pH sjø:			Eh sjø:		289	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						
		Noe = 2									
		Sterk = 4	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		8	4	4							
Korrigert sum (*0,22)		1,76	0,88	0,88						1,2	
Tilstand prøve		2	1	1							
Tilstand gruppe III		2									
Middelverdi gruppe II og III		1,88	1,44	0,94						1,4	
Tilstand gruppe II og III		2									
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							2

Korrekturlest: 12.06.2014
datoEBI
Sign.TL
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Tysnes Fjordbruk

Dato: 13.03.2014

Lokalitet: Onarøy

Lokalitetsnr: 10136

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetakingssted (nr)	Ona2	Ona3	Ona1						
Dyp (m)	125	126	136						
Antall forsøk									
Bobling (i prøve)									
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand								
	Sand								
	Mudder								
	Silt	x	x	x					
	Leire	x	x	x					
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr	-	-	-						
Fekalier	-	-	-						
Kommentarer	Store døde blåskjell. Mest sannsynlig fra anlegg								

Korrekturlest:

12.06.2014
datoEBI
Sign.TL
Sign.

Vedleggstabell 2. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 003

Vedlegg SF-SAM-505 Benthos

Uni Miljø - Sam Marin

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): Tysnes Fjordbruk AS, 5694 Onarheim

Prosjekt nr.: 808386

Prøvetakingssted (område): Onarheimsfjorden, Tysnes kommune, Hordaland

Dato for prøvetaking: 13.3.2014

Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, 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

SAM-Marin

	Stasjon	Ona 1	Ona 1	Ona 2	Ona 2	Ona 3	Ona 3
	Dato	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014
	Dyp	139 m	139 m	129 m	129 m	126 m	126 m
	Hugg	1	2	1	2	1	2
* HYDROZOA indet.			+				
ANTHOZOA							
Virgularia mirabilis		2				1	1
* NEMERTEA		14	16				
* NEMATODA		2		4	5		
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii		96	117			311	302
Pholoe baltica			1				
Pholoe pallida			1				
Ophiodromus flexuosus						1	
Glyphohesione klatti		1				2	5
Exogone sp.		1					1
Ceratocephale loveni		1					
Nephtys hystricis		0/1	2				
Glycera lapidum			0/3			0/4	0/1
Lumbrineridae		7	9				
Ophryotrocha lobifera							1
Phylo norvegica		1/1					
Polydora sp.		225	619			133	31
Paraprionospio alata		1		4	4	24	18
Prionospio cirrifera			1			18	2
Prionospio fallax		12	18			6	1
Spiophanes wigleyi		1/2	1/1				
Spiophanes kroyeri			1				
Aricidea catherinae			2				
Levinsenia gracilis		1	4				
Aphelochaeta sp.		3	5				
Chaetozone sp.		1	1				
Raricirrus beryli		24	2			113	170
Brada villosa		0/1					
Diplocirrus glaucus		4/3	2/2			3	0/1
Scalibregma inflatum		0/1				4	12
Capitella capitata		4		4	17	13	21
Heteromastus filiformis						5	3
Rhodine loveni		1					
Maldanidae indet		3	2				
Galathowenia oculata		30	30				1
Owenia borealis							0/1
Pectinaria auricomma		0/6	0/4				
Lagis koreni		0/4	0/2			1	1
Amythasides macroglossus		1					

SAM-Marin

	Stasjon	Ona 1	Ona 1	Ona 2	Ona 2	Ona 3	Ona 3
	Dato	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014
	Dyp	139 m	139 m	129 m	129 m	126 m	126 m
	Hugg	1	2	1	2	1	2
Neoamphitrite sp.		1					
Pista cristata		0/2	1				
Polycirrus plumosus		2	1				2
Terebellides stroemi		1	1/3				
Sabellidae			1				
OLIGOCHAETA		1					
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.							1
Phascolion strombus		0/1	0/1				
CRUSTACEA							
* Calanus finmarchicus		3	22	9	4		2
* Calanus hyperboreus					1		
* Cylindroleberis mariae			1				
* Sarsinebalia typhlops						1	
* Leucon sp.		1					
* Amphipoda			2	1			
* Hyperiidæ						1	
Eriopisa elongata			1				
* Euphausiacea		1	1				1
* Decapoda Larvae				0/1			
MOLLUSCA							
Euspira montagui		0/1				1	1
Cylichnina umbilicata		1/4	1/2				1
Philine quadrata			0/1				
Philine scabra		1				1	
Roxania utriculus		0/1					
Nucula nucleus		0/1				1	
Yoldiella philippiana		4/5	4/1				
Thyasira flexuosa		2					2
Thyasira obsoleta			1/1				
Thyasira sarsii		51/17	8/9	1/1		154/17	176/19
Thyasira equalis		27/6	30/9				
Axinulus croulinensis		1	3				
Mendicula ferruginosa		2/3	0/1				
Adontorhina similis		6	2		1		
Kurtiella bidentata							2/1
Parvicardium minimum		0/2					
Tellina fabula							0/2
Abra nitida		5/53	5/17	0/9		5/4	2/3
Corbula gibba						1	
ECHINODERMATA							
Amphiura filiformis		0/12	0/8			0/2	

SAM-Marin

	Stasjon	Ona 1	Ona 1	Ona 2	Ona 2	Ona 3	Ona 3
	Dato	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014	13.03.2014
	Dyp	139 m	139 m	129 m	129 m	126 m	126 m
	Hugg	1	2	1	2	1	2
Ophiocten affinis		0/1	0/3		0/1		
Ophiura sp.		0/1				0/1	
Echinocardium flavescens			0/5				
* CHAETOGNATHA		2	1				
* Fiske egg.							1
* VARIA							+

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Lokalitet Onarøy. Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Ona 2 2014	Ona 2 2008	Ona 3 2014	Ona 3 2008	Ona 1 2014	Ona 1 2008
I	2	0	11	21	22	13
II	1	1	8	9	12	11
III	0	1	4	12	10	6
IV	2	0	2	4	6	3
V	1	0	2	2	4	3
VI	0	0	2	2	1	3
VII	0	0	0	1	3	1
VIII	0	0	1	1	1	0
IX	0	0	2	1	0	1
X	0	0	1	2	1	1
XI	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis kjemi og geologi



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-000990-01



EUNOBE-00009738

Prøvemottak: 17.03.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 17.03.2014-03.04.2014
Referanse: 808386/23/14

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1500	mg/kg tv	a) 2100	mg/kg tv	a) 930	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 26	mg/kg tv	a) 45	mg/kg tv	a) 26	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 140	mg/kg tv	a) 190	mg/kg tv	a) 140	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 22	mg/g tv	a) 30	mg/g tv	a) 25	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 45.9	% (w/w)	a) 43.7	% (w/w)	a) 45	% (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 03.04.2014

Kristine Fiane Johnson

Kristine Fiane 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

		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		
		RAPPORT Sedimentanalyser		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond E. Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 54083	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-18718	Dato: 29.04.2014	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 808386 /16/14	Utført: Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 01.04.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Ona 2	Ona 3	Ona 1		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000480	KG-000481	KG-000482		
TOM (550 °C)	%	22.04.14	5,70	8,19	7,07		

Kornfordeling

Analysedato: 16.04.2014

Ona 2	KG-000480	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,00	0,0	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	98,9
1000	0	0,00	0,0	0,0	0,0	5,98	Sand	1,1
500	1	0,00	0,0	0,0	0,0		Grus	0,0
355	1,5	0,00	0,0	0,0	0,0	SdΦ		
250	2	0,03	0,4	0,4	0,4	1,24		
180	2,5	0,02	0,2	0,6	0,6			
125	3	0,01	0,1	0,7	0,7	SkΦ		
90	3,5	0,01	0,1	0,9	0,9	0,00		
63	4	0,02	0,2	1,1	1,1			
<63	8	7,92	98,9	100,0	100,0	KΦ		
		8,01	100,0			0,74		

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.

Ona 3	KG-000481	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,02	0,3	0,3	MdΦ	Silt og leire	96,0	
1000	0	0,01	0,2	0,5	5,92	Sand	3,7	
500	1	0,03	0,5	1,0		Grus	0,3	
355	1,5	0,02	0,3	1,3	SdΦ			
250	2	0,06	1,0	2,3	1,28			
180	2,5	0,04	0,6	2,9				
125	3	0,02	0,3	3,2	SkΦ			
90	3,5	0,02	0,3	3,5	0,00			
63	4	0,03	0,5	4,0				
<63	8	5,95	96,0	100,0	KΦ			
		6,20	100,0		0,74			

Ona 1	KG-000482	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	98,9	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,98	Sand	1,1	
500	1	0,00	0,0	0,0		Grus	0,0	
355	1,5	0,00	0,0	0,0	SdΦ			
250	2	0,03	0,4	0,4	1,24			
180	2,5	0,02	0,3	0,7				
125	3	0,01	0,1	0,8	SkΦ			
90	3,5	0,00	0,0	0,8	0,00			
63	4	0,02	0,3	1,1				
<63	8	7,12	98,9	100,0	KΦ			
		7,20	100,0		0,74			

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	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

Lokalitet Onarøy 2014. Resultater fra hydrografimålingene i nærsone, stasjon Ona 2. Tabellene viser hydrografiske profilmålinger med parametre salinitet (S), temperatur (T), oksygen (O₂), fluorescense (F) og tetthet (σ_T ; funksjon av S og T).

Dyp (m)	S ‰	T °C	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ ml/l	F (µg/l)	σ_T
1	28,54	4,62	83,97	9,09	6,40	0,82	22,60
2	28,56	4,62	86,68	9,38	6,61	0,55	22,62
3	28,57	4,62	88,59	9,59	6,75	0,58	22,64
5	28,95	4,77	91,77	9,87	6,95	0,44	22,93
7	29,31	4,76	93,43	10,02	7,06	0,66	23,22
10	29,42	4,81	94,52	10,12	7,13	0,80	23,32
15	29,50	4,76	96,75	10,37	7,30	0,36	23,42
20	29,58	4,79	97,82	10,47	7,37	0,75	23,50
25	29,80	4,81	101,19	10,81	7,61	0,30	23,69
30	30,60	5,11	101,53	10,71	7,54	0,21	24,32
40	32,52	6,20	100,60	10,21	7,19	0,08	25,76
50	32,68	6,37	101,14	10,21	7,19	0,10	25,90
60	32,95	6,77	101,69	10,15	7,15	0,06	26,11
70	33,19	7,25	100,12	9,86	6,94	0,05	26,28
80	33,51	7,87	98,93	9,58	6,75	0,04	26,49
90	33,82	8,05	94,82	9,13	6,43	0,03	26,76
100	34,08	8,14	92,20	8,84	6,23	0,03	26,99
125	34,39	8,17	81,52	7,80	5,49	0,03	27,34

Lokalitet Onarøy 2014. Resultater fra hydrografimålingene i overgangssone, stasjon Ona 3. Tabellene viser hydrografiske profilmålinger med parametre salinitet (S), temperatur (T), oksygen (O₂), fluorescense (F) og tetthet (σ_T ; funksjon av S og T).

Dyp (m)	S ‰	T °C	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ ml/l	F (µg/l)	σ_T
1	28,54	4,62	86,56	9,35	6,58	0,62	22,60
2	28,61	4,63	89,01	9,61	6,77	0,59	22,66
3	28,59	4,63	90,45	9,77	6,88	0,58	22,65
5	28,82	4,66	92,62	9,98	7,03	0,66	22,84
7	29,26	4,76	93,83	10,06	7,08	0,51	23,18
10	29,44	4,79	96,64	10,34	7,28	0,63	23,34
15	29,49	4,76	95,48	10,22	7,20	0,81	23,40
20	29,60	4,76	97,08	10,38	7,31	0,50	23,52
25	29,84	4,81	98,06	10,46	7,37	0,28	23,72
30	30,66	5,11	99,03	10,43	7,35	0,17	24,37
40	32,55	6,24	98,58	9,98	7,03	0,08	25,77
50	32,69	6,41	99,33	10,00	7,04	0,09	25,91
60	32,94	6,71	99,74	9,95	7,01	0,06	26,11
70	33,17	7,20	97,66	9,62	6,77	0,05	26,27
80	33,49	7,83	96,55	9,35	6,58	0,04	26,48
90	33,86	8,07	94,12	9,04	6,37	0,03	26,78
100	34,10	8,15	90,06	8,62	6,07	0,03	27,00
125	34,42	8,17	83,10	7,94	5,59	0,03	27,36
126	34,42	8,17	82,84	7,91	5,57	0,03	27,37

SAM-Marin

Lokalitet Onarøy 2014. Resultater fra hydrografimålingene i fjernsonen, Ona 1. Tabellene viser hydrografiske profilmålinger med parametere salinitet (S), temperatur (T), oksygen (O₂), fluorescense (F) og tetthet (σ_T ; funksjon av S og T).

Dyp (m)	S ‰	T °C	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ ml/l	F (µg/l)	σ_T
1	28,75	4,70	88,55	9,64	6,79	0,64	22,76
2	28,74	4,70	92,06	10,02	7,06	0,75	22,76
3	28,74	4,71	94,06	10,24	7,21	0,76	22,76
5	28,80	4,75	96,67	10,51	7,40	0,50	22,81
7	29,21	4,73	96,41	10,46	7,37	0,80	23,15
10	29,37	4,80	98,18	10,62	7,48	0,58	23,28
15	29,46	4,80	101,43	10,97	7,73	0,51	23,38
20	29,55	4,75	101,41	10,97	7,73	0,28	23,48
25	29,77	4,80	100,40	10,83	7,63	0,24	23,67
30	30,65	5,13	100,91	10,74	7,56	0,25	24,36
40	32,53	6,22	99,65	10,20	7,18	0,09	25,76
50	32,74	6,45	102,82	10,45	7,36	0,07	25,94
60	32,92	6,80	99,94	10,06	7,08	0,06	26,08
70	33,17	7,18	99,92	9,95	7,01	0,05	26,28
80	33,48	7,79	98,24	9,63	6,78	0,04	26,48
90	33,82	8,05	96,09	9,34	6,58	0,03	26,75
100	34,14	8,16	93,37	9,03	6,36	0,03	27,03
125	34,41	8,17	87,22	8,42	5,93	0,03	27,36
126	34,41	8,17	86,71	8,37	5,89	0,03	27,36
136	34,42	8,17	80,27	7,75	5,46	0,03	27,42