



**MOM C-undersøkelser fra Røværsosen (lokalitet:  
Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøy)  
i Haugesund kommune, mars 2015**



ID: 10723 Versjonsnr: 006

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av  
sammendrag SAM e-rapport****Uni Research Miljø : Sam-  
marin**

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 ( Silje Hadler-Jacobsen )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 26.03.2015 ( Silje Hadler-Jacobsen )



	<b>SAM-Marin</b>	
Uni Research Miljø SAM-Marin Thormøhlensgt. 55 5008 Bergen, Norway		Tlf: 55 58 44 05 E-post: <a href="mailto:Sam-marin@uni.no">Sam-marin@uni.no</a> Internet: <a href="http://www.uni.no">www.uni.no</a> Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM C-undersøkelser fra Røværøsen (lokalitet: Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo) i Haugesund kommune, mars 2015	Dato: 24.08.2015
Forfatter(e): Torben Lode	Antall sider og bilag: 71
Oppdragsgiver: Alsaker Fjordbruk AS	Prosjektleder: Trond E. Isaksen
	Prosjektnummer: 809280
	Tilgjengelighet: Åpen

**Abstract:** A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facilities Bryggelandsholmane and Flatholmen on the surrounding environment, and to examine current environmental status of the area for the newly established aquaculture facility Ulvøyo. Operations at the new facility Ulvøyo had yet to be started at the moment of investigation. A total of 9 stations were examined, 3 related to each facility. Sediment sampled showed good conditions throughout the whole area and indicated good bottom-stream conditions. Excpetions to this were one station with very high copper values, and a few stations having slightly heightened values of TOC; indicating moderate organic enrichment at these stations. Macro-fauna composition at the whole area proved good at the time of sampling. Stations examined near the facilities Bryggelandsholmane and Flatholmen had high amounts of opportunistic species, yet still high amount of species overall. All the examined stations received best to second best environmental condition-class with respect to macro-fauna, thus showing little indications of benthic impact from the facilities.

Keywords: Marine, environment, survey, MOM C, recipient, soft bottom	Emneord: Marin, miljø, undersøkelse, resipient, bløtbunn
--	--

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 12-2015

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger: Trond E. Isaksen	24/8-15	
Prosjektet / undersøkelsen: Torben Lode	24/8-15	

ID: 10723 Versjonsnr: 006

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av  
sammendrag SAM e-rapport****Uni Research Miljø : Sam-  
marin**

<b>Ansvarsområde:</b>	Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
<b>Dok. kategori:</b>	Vedlegg <b>Sist endret:</b> 26.03.2015 ( Silje Hadler-Jacobsen )
<b>Siste revisjon:</b>	Ikke satt <b>Neste revisjon:</b> Ikke satt
<b>Godkjent:</b>	GODKJENT 26.03.2015 ( Silje Hadler-Jacobsen )

SAM-marin er en del av Uni Research Miljø (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 ved SAM-marin:**

**Prøvetaking til sediment analyser, samlet av:** Torben Lode (Uni Research, SAM-Marin) og Ragni Torvanger (Uni Research, SAM-Marin)

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Natalia Korableva, Nargis Islam, Linda Jensen og Linda Bjelland Pedersen

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Øydis Alme

**Faglige vurderinger og fortolkninger utført av:** Trond E. Isaksen

**Ikke akkreditert:**

-

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Anleggsbåt (Røvær Fjordbruk AS)

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Environmental Testing Norway AS akkrediteringsnummer TEST 003

Akkreditert: TOC, fosfor, kobber, sink, tørrstoff

Ikke akkreditert: -

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

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

**Andre:** -

**Innhold**

<b>1. Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2. Materiale og metoder</b>	<b>6</b>
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Hydrografiske målinger.....	11
2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser .....	11
2.3.1 Sediment (geologi) .....	12
2.3.2 Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/Eh).....	13
2.3.3 Bunndyr (biologi).....	13
2.4 Produksjonsdata fra anlegget .....	16
2.5 Avvik .....	16
<b>3. RESULTATER OG DISKUSJON</b>	<b>17</b>
3.1 Hydrografi .....	17
3.2 Sediment.....	18
3.3 Kjemi.....	20
3.3.1 Sedimentanalyser .....	20
3.3.2 Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) .....	21
3.4 Bunndyr .....	22
<b>4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b>	<b>31</b>
<b>5. TAKK</b>	<b>33</b>
<b>6. LITTERATUR</b>	<b>34</b>
<b>7. Vedlegg</b>	<b>36</b>
1) Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....	37
2) Vedleggstabell 1. MOM-B parametre .....	46
3) Vedleggstabell 2. Artsliste .....	52
4) Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....	64
5) Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis.....	65
6) Vedleggstabell 5. CTD Data .....	71

## 1. INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse i områder omkring oppdrettslokalitetene Bryggelandsholmane (lokalitetsnr.11435), Flatholmen (lokalitetsnr. 19336) og en ny lokalitet Ulvøyo (lokalitetsnr. 34737) i Røværøsen, Haugesund kommune. Innsamlingene ble gjennomført 03-05. mars 2015.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokalitetene Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegg. 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 (TA 1467/1997, TA 2229/2007), Direktoratets gruppa 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 Røvær Fjordbruk AS. Uni Research (tidligere Unifob) har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåking på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. Uni Research (SAM-Marin) er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

Det er i senere tid blitt utført MOM B undersøkelser ved lokaliteten Bryggelandsholmane i februar 2014 (Berge-Haveland & Johansen, 2014a) og november 2014 (Berge-Haveland & Johansen, 2014c), samt ved lokaliteten Flatholmen i februar 2014 (Berge-Haveland & Johansen, 2014b) og november 2014 (Berge-Haveland & Johansen, 2014d). Samtlige av de nevnte MOM B-undersøkelsene fra 2014 gav beste tilstand 1 – Meget god. Tidligere MOM B-undersøkelser fra 2010 og 2012 ga også beste tilstandsklasse 1 – Meget god (Berge-Haveland, 2010a; Berge-Haveland, 2010b; Berge-Haveland & Aursland, 2012a; Berge-Haveland & Aursland, 2012b). Det er ikke tidligere utført MOM C undersøkelse ved lokalitetene. Strømforhold i Røværøsen er beskrevet fra undersøkelser utført i juli 2005 (Resipientanalyse, rapport nr. 130-2008), samt mai 2009, juni 2010 og januar 2011 (interne rapporter mottatt fra Røvær Fjordbruk AS).

## 2. MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkellesområdet

De undersøkte lokalitetene (Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo) ligger på sørsiden av Røvær i Røværsosen området, Haugesund kommune (Figur 2-1 og 2-2). Bunnen i det undersøkte området er i hovedsak en grunne med innslag av enkelte topper og dypere parti, og varierer fra 21 meter dybde til 45 meter dybde ved de undersøkte stasjonene. Bunnkart og bunntopografi med plassering av prøvetakingsstasjonene er vist i figur 2-3 og 2-4.

Prøveinnsamlingene ble gjennomført i perioden 03-05. mars, 2015. Prøvestasjonene er plassert omkring de aktuelle lokalitetene slik at de dekker områder med størst risiko for påvirkning (iht. NS 9410:2007). Plassering av prøvestasjoner er gjennomført i samråd med Fylkesmannen i Rogaland. Det er ikke tidligere utført MOM C-undersøkelser i området. Figur 2-2 viser en oversikt over stasjonsplasseringen i Røværsosen.

Tidligere MOM B\_undersøkelser ved lokalitet Bryggelandsholmane tyder på gode miljøforhold uten påvist påvirkning fra produksjonen (Berge-Haveland & Johansen, 2014a; 2014c). Bunnen under anlegget er dominert av skjellsand med svært gode pH/Eh-verdier. Overflatestrømmen (5 meter dybde) har en sør/nord retning som mest sannsynlig er påvirket av tidevannsstrømmer. Mest dominerende strømetninger på 15 meter og på bunn (25 meter dybde) er nordvestlig. Stasjon Bry-01 (nærsonen) er plassert på nordsiden av anlegget. Stasjon Bry-03 (fjernsone) er plassert i dypholen vest for anlegget. Stasjon Bry-02 (overgangssone) er plassert mellom nær- og fjernsone (se Figur 2-3 og 2-4).

Tidligere MOM B\_undersøkelser ved lokalitet Flatholmen (Berge-Haveland & Johansen, 2014b; 2014d) viser like gode tilstander som ved lokalitet Bryggelandsholmane. Bunnen domineres av skjellsand med svært gode verdier for de kjemiske parameterne pH/Eh, og det påvises ikke spor etter produksjonen fra anlegget. Strømmålingene ved lokaliteten viser at retningen skifter mellom østlig og vestlig retning på 5 og 15 meters dybde, med noe mer stabil strømetning i sørøstlig retning på bunn (45 meter dybde). Fla-01 (nærsonen) er plassert på østsiden av anlegget. Fla-01 var i utgangspunktet planlagt helt opp til anlegget, men måtte grunnet fortøyninger og skråbunn flyttes noe lenger ut i østlig retning ved prøvetakingen. Dersom forhold tilsier at man ikke kan grabbe fra opprinnelig tiltenkt stasjonsplassering kan man flytte stasjonen ut mot nærmeste egnede området, og flytting av stasjonen Fla-01 ble i så måte gjort iht. gjeldende standard NS 9410:2007. Fla-02 og Fla-03 er plassert i dypområdene henholdsvis sør og vest for anlegget. Grunnet bunntopografi og fortøyningspunkter var det ikke hensiktsmessig å plassere overgangssonen på en slik måte at en får en gradient mellom nærsone og fjernsone. Stasjonene Fla-02 og Fla-03 er plassert om lag 100-250 meter fra anlegget, og dersom prøver fra disse stasjonene tydelig dokumenterer påvirkning fra produksjon bør det planlegges nye stasjoner lengre ut i resipienten for å kartlegge utstrekning av dette (se Figur 2-3 og 2-4).

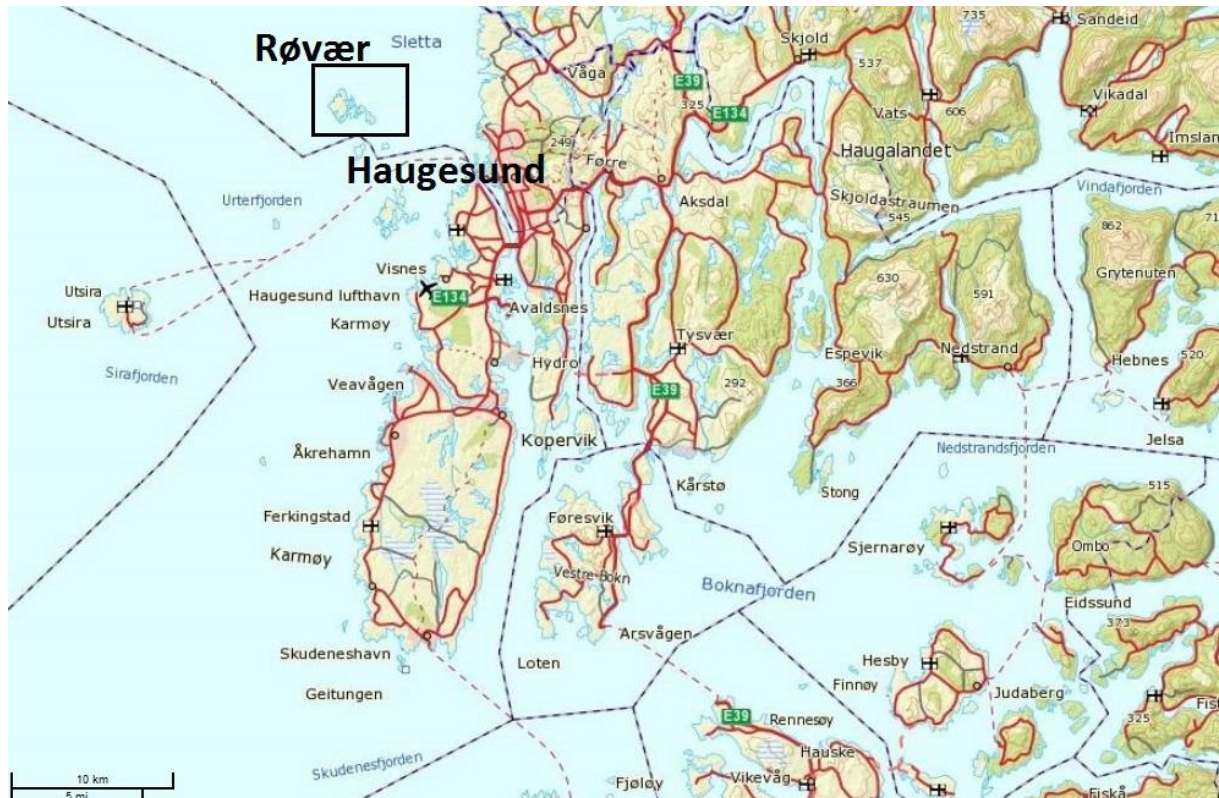
Strømmålinger ved den planlagte lokaliteten Ulvøyo indikerer sørvestlig strømetning i overflaten og ned mot 15 meter dybde. Målingene på 15 meter dybde viser at strømmen i relativt stor grad skifter mellom sørvestlig



og nordøstlig retning. Strømforholdene stabiliserer seg nær bunnen med en hovedstrømretning i nordøstlig retning. På grunn av varierende strømretninger nedover i vannsøylen er det vurdert som nødvendig å ta prøver både fra sørvest og nordøst-siden av anleggssonen til den planlagte lokaliteten. Stasjon Ulv-01 er plassert sørvest for lokaliteten i nærområdet til den planlagte lokaliteten Ulvøyo. Nærmeste dypområdet i resipienten til Ulvøyo er felles med fjernsonestasjonen til lokalitet Bryggelandsholmane (Bry-03). Stasjon Ulv-03 er opprettet som en stasjon i overgangssonen mellom nærsonen Ulv-01 og fjernsonen Bry-03. Prøvestasjonen Ulv-02 er plassert om lag 100 meter nordøst for anleggssonen og skal brukes som en fremtidig overvåkingsstasjon for å dokumentere påvirkningsgrad fra drift på lokaliteten Ulvøyo. Undersøkelsen ble gjennomført av Torben Lode og Ragni Torvanger fra SAM-Marin. For undersøkelsen ble det brukt en anleggsbåt tilhørende lokalitetene og deltakende båtmannskap fra Alsaker Fjordbruk AS var Roald Nedrebø, Taavi Nuum, Ivar Storstein Haug og Morten Torsen. Ove Gjerde fra Alsaker Fjordbruk AS deltok som observatør ved en av feltdagene.

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 toktfartøyets GPS. I tillegg har SAM-Marin også en egen håndholdt GPS (Garmin eTrex 20) til bruk i feltarbeid. Plasseringen til stasjonene er oppgitt med kartkoordinater (WGS84, Tabell 2-1). Prøver er tatt fra de undersøkte stasjonene med minimum 20 meters presisjon, i henhold til kravspesifikasjonen (NS-EN 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.

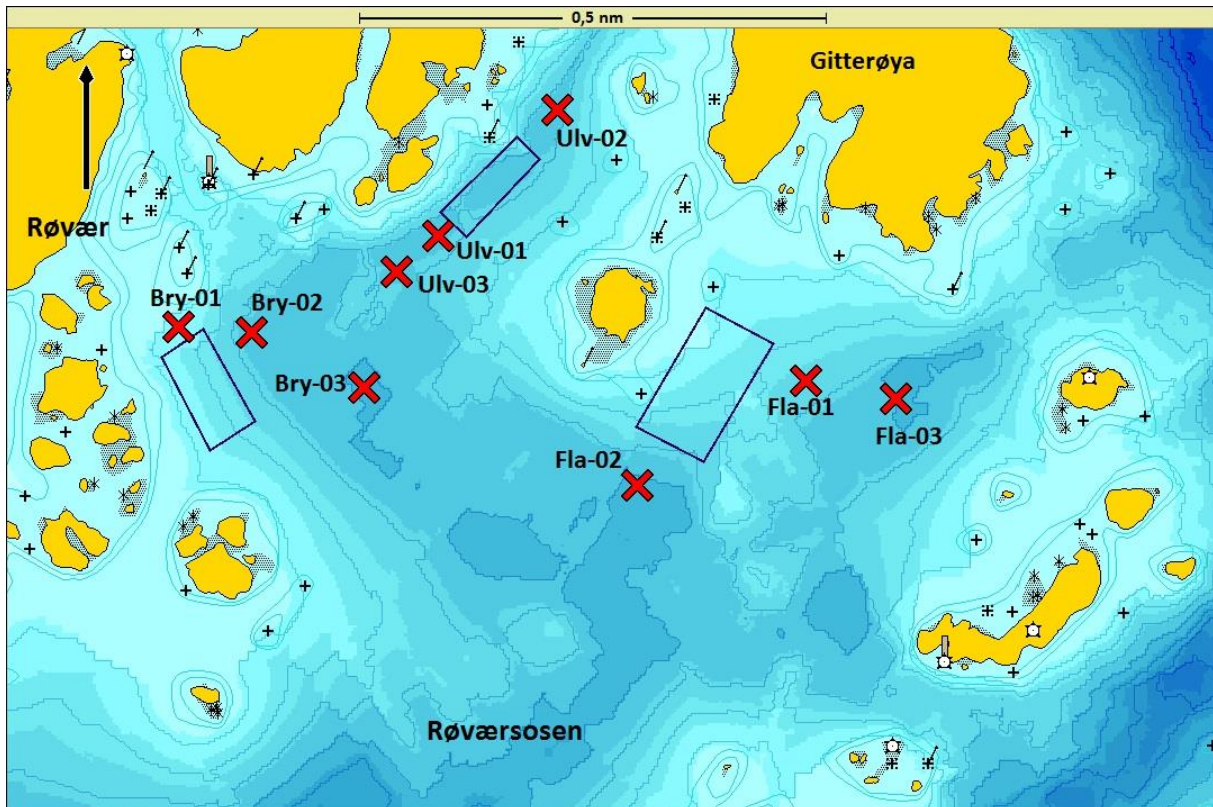


**Figur 2-1.** Oversiktskart over nordre del av Rogaland. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet i Røværsosen ved Røvær. Kart kilde: Fiskeridirektoratet.

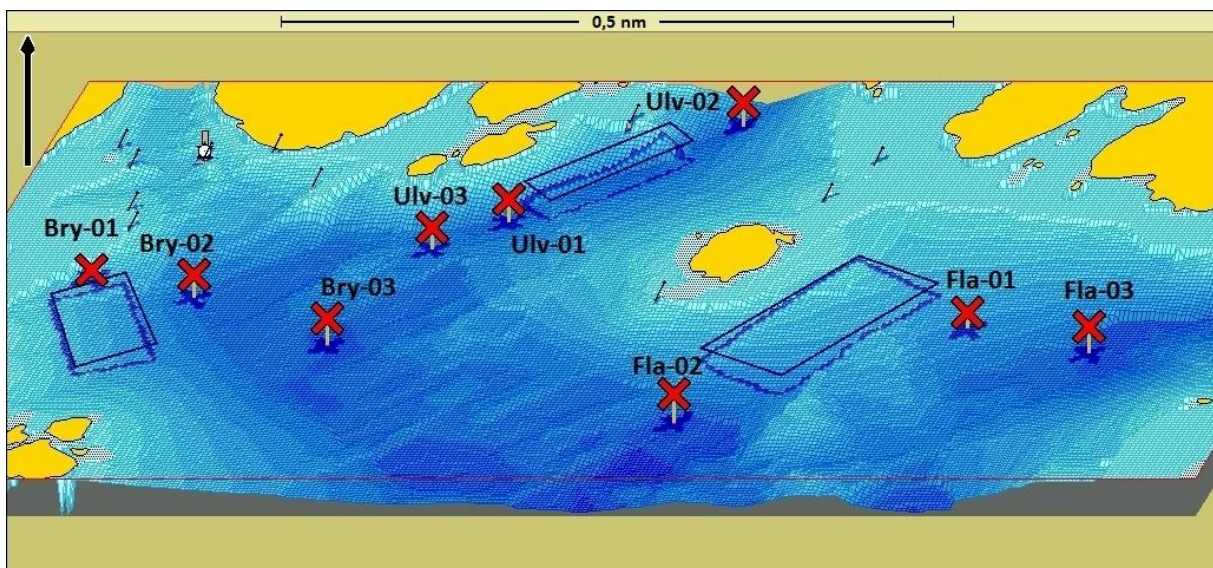


**Figur 2-2.** Oversiktskart over Røværsosen, like sør for Røvær. plassering av de aktuelle lokalitetene for MOM C-undersøkelsen er markert med røde og hvite sirkler. Grønne sirkler angir naturvernområder. Kart kilde: Fiskeridirektoratet.





**Figur 2-3.** Utsnitt av Røværsosen. Plassering av prøvestasjoner er markert med kryss. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2-1. Kartkilde: Olex



**Figur 2-4.** Bunntopografisk skisse av området rundt anleggene i Røværsosen. Plassering av prøvestasjoner er markert med kryss. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2-1. Kartkilde: Olex

**Tabell 2-1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver Røværssosen ved lokalitetene Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo. Posisjonering ved hjelp av fartøy (anleggsbåt) GPS v/ Olex (WGS-84). Dybder innhentet vha. ekkolodd. Det er benyttet en van Veen kombigrabb («Duo») hvor det ene kammeret utgjør 0,1 m<sup>2</sup> og brukes til biologiprøver (grabb 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.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve-volum (l)	Andre opplysninger
Bryggelandsholmane- Nærssone Bry-01 03.03.2015	59° 25.800'N 05° 05.730'Ø	21	1 2	5,1 7,1	Biologi, geologi, kjemi, MOM B. (Duo IX) Biologi (Duo IX)  Fin skjellsand og sand.
Bryggelandsholmane- Overgangssone Bry-02 03.03.2015	59° 25.795'N 05° 05.885'Ø	35	1 2	4,2 6,1	Biologi, geologi, kjemi, MOM B. (Duo IX) Biologi (Duo IX)  I hovedsak sand med innslag av skjellsand. Fikk taskekrabbe og tare i grabb; taskekrabbe er ikke nevnt i artsliste da de ble funnet i bomhugg (ikke skikkelig lukket grabb) og følgelig forkastet.
Bryggelandsholmane- Fjernsone Bry-03 04.03.2015	59° 25.735'N 05° 06.120'Ø	42	1 2	9,0 7,1	Biologi, geologi, kjemi, MOM B. (Duo IX) Biologi (Duo IX)  CTD m/oksygenmåler I hovedsak sand med innslag av skjellsand.
Flatholmen- Nærssone Fla-01 04.03.2015	59° 25.743'N 05° 07.051'Ø	36	1 2	7,1 5,1	Biologi, geologi, kjemi, MOM B. (Duo IX) Biologi (Duo IX)  Sand med innslag av skjellsand. Noe lukt.
Flatholmen- Overgangssone Fla-02 04.03.2015	59° 25.631'N 05° 06.697'Ø	45	1 2	4,2 9,0	Biologi, geologi, kjemi, MOM B. (Duo IX) Biologi (Duo IX)  Skjellsand med innslag av sand. Noe lukt
Flatholmen- Fjernsone Fla-03 04.03.2015	59° 25.724'N 05° 07.241'Ø	42	1 2	7,1 8,1	Biologi, geologi, kjemi, MOM B. (Duo IX) Biologi (Duo IX)  CTD m/oksygenmåler Skjellsand
Ulvøyo- Nærssone Ulv-01 05.03.2015	59° 25.899'N 05° 06.277'Ø	35	1 2	8,1 6,1	Biologi, geologi, kjemi, MOM B. (Duo IX) Biologi (Duo IX)  Skjellsand
Ulvøyo- Overgangssone Ulv-02 05.03.2015	59° 26.033'N 05° 06.528'Ø	34	1 2	6,1 7,1	Biologi, geologi, kjemi, MOM B. (Duo IX) Biologi (Duo IX)  Skjellsand
Ulvøyo- Overgangssone Ulv-03 05.03.2015	59° 25.860'N 05° 06.190'Ø	39	1 2	7,1 3,3*	Biologi, geologi, kjemi, MOM B. (Duo IX) Biologi (Duo IX)  Sand og skjellsand

\*Prøvevolum mindre enn 5 liter. Det ble gjennomført flere hugg-forsøk. Beste tilgjengelige prøve ble beholdt til videre analyse (NS-EN ISO 16665:2013). Minste oppnådd prøvevolum tilsvarer 4 cm bitedybde (3,3 liter) med den grabbmodellen som ble brukt.

## 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 (H<sub>2</sub>S), 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 SD208 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

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

## 2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser

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

Bunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen grabb med justerbare vekter. Det ble brukt modifisert van Veen grabb (0,15 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>, mens det minste kammeret har prøveareal på 0,05 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>. Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup> (NS 9410:2007). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup> 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. Bitedybden til en grabbprøve må derfor være minst 5 cm i sediment med fast konsistens eller minst 7 cm i sediment med løs konsistens 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.

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 (NS-EN ISO 5667-19:2004). I områder med særlig myk bunn (f.eks. mudder) kan det være vanskelig å få prøver med uforstyrret overflate siden grabben ofte blir fylt helt opp med sediment. I slike tilfeller kan det brukes en Ekman grabb (KC Denmark AS, mod. 12.002) for innsamling av prøver til geologi- og kjemi analyser.

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 i det undersøkte området ble det tatt totalt 2 grabb-hugg (Duograb), hvorav 1 hugg til biologi-, kjemi- og geologiprøver samt MOM B-parametere og 1 hugg bare for biologiprøver. Totalt ble det samlet inn 18 huggprøver fra 9 stasjoner (se Tabell 2-1).

Bearbeiding av prøver og analysing av bløtbunnsparametere (geologi, kjemi og biologi) er beskrevet under.

### 2.3.1 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 NS-EN ISO 16665:2013 er vist i Tabell 2-2.

**Tabell 2-2.** Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN ISO 16665:2013).

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

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med NS 4764:1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en rått lukt av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S). 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 %.

### 2.3.2 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" (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 (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 (Eh) i marint sediment kan si noe om grad av anoksiske forhold i bunnvann og sediment. Anoksiske forhold har negativ effekt på makrofauna og viktige nedbryterorganismer som børstemark. I sterkt anoksiske sedimenter vil det derfor kunne dannes surt miljø og hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensialet i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/Eh metere (Mettler Toledo). Redokspotensialet ble målt med Ag/AgCl-redokselektrode (InLab Redox) fylt med 3M KCl løsning. Miljøtilstand basert på disse målingene er beregnet på samme måte som i MOM B-undersøkelser i henhold til skjema B1 (NS 9410:2007).

### 2.3.3 Bunndyr (biologi)

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



Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. 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 modifisert van Veen grabb (som beskrevet innledningsvis i dette kapittelet). Grabbinholdet 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 i felt med 20 % boraks-bufret formalin (8 % formaldehyd løsning) tilsatt bengalrosa. 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 bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene 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 (TA 1467/1997; TA 2229/2007). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ), Hurlberts diversitetsindeks (ES100), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI2012 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 Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	TA 1467	ml O <sub>2</sub> / 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	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
	ES100	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	<5
	ISI2012	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 mgO<sub>2</sub>/l er 1,42

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

**Tabell 2-5.** Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen 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 <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup> . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup>
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

## 2.4 Produksjonsdata fra anlegget

Det har vært anleggsdrift i Røværssosen siden produksjonen først startet ved Flatholmen i juni 2004. Fra og med september 2005 har det også vært drift ved Bryggelandsholmane. Ingen av disse to lokalitetene har vært flyttet siden oppstart. Lokaliteten Ulvøyo er siste opprettede lokalitet i området og er foreløpig ikke tatt i drift enda. Ingen av lokalitetene var ved maksimal produksjon ved undersøkelsestidspunktet.

Anlegget ved lokaliteten Bryggelandsholmane består av 8 stk. 120 meter ringer ved undersøkelsestidspunktet. På tidspunktet for undersøkelsen hadde anlegget en innestående biomasse på 764 tonn og produksjon i hele anlegget. Fisken er av årsklasse H.14 og er planlagt å overføres til lokaliteten Flatholmane i første uke av juni. 2015. Anlegget skal deretter brakklegges i to måneder frem til august 2015.

Anlegget ved lokaliteten Flatholmane består av 6 stk. 140 meter ringer og 2 stk. 130 meter ringer ved undersøkelsestidspunktet. På tidspunktet for undersøkelsen hadde anlegget en innestående biomasse på 2688 tonn og produksjon i hele anlegget. Fisken er av årsklasse H.13 og er planlagt utslaktet til 1. april 2015. Anlegget skal deretter brakklegges i to måneder frem til første uken i juni 2015 når det skal motta fisk fra Bryggelandsholmane.

År	Bryggelandsholmane		Flatholmen	
	Utføret mengde	Produsert mengde	Utføret mengde	Produsert mengde
2015 (1. jan – 3. mars)	412t	373t	768t	640t
2014	1053t	953t	4672t	4001t
2013	1001t	912t	4418t	3669t
2012	1150t	1039t	4166t	3728t

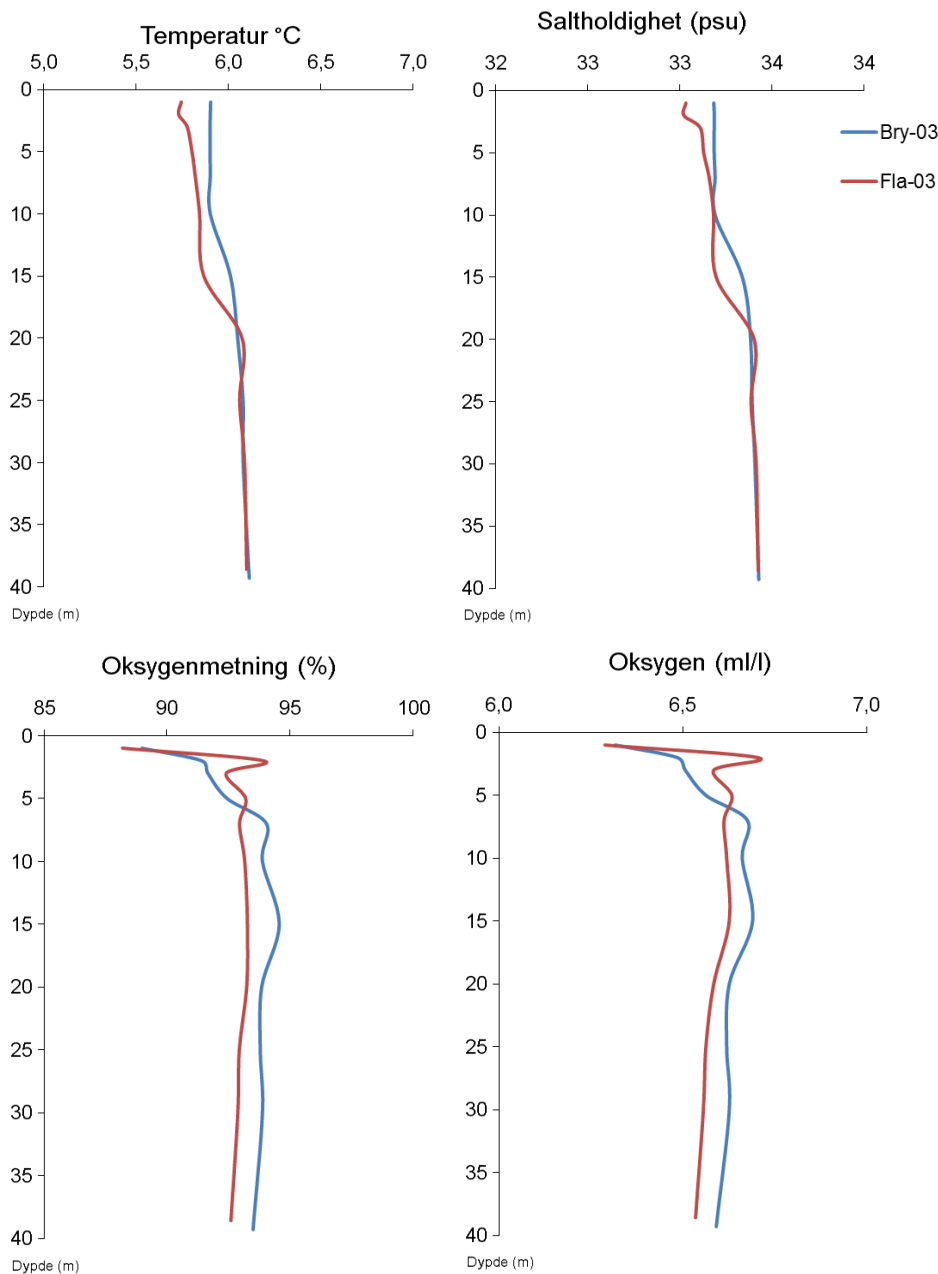
## 2.5 Avvik

- En av prøvene tatt for biologi ved stasjon Ulv-03 (hugg 2) er ikke godkjent på grunn av prøvolum mindre enn 5 liter og 5 cm bitedybde. Det ble gjort flere hugg-forsøk på stasjonen, hvorav den beste prøven (4 cm bitedybde) ble brukt til analyser i henhold til NS-EN ISO 16665:2013.

### 3. RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Temperatur, saltholdighet, oksygeninnhold og tetthet ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved stasjonene Bry-03 (fjernsone) og Fla-03 (fjernsone), 05. mars 2015. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3-1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



**Figur 3-1.** Profilmålinger av temperatur, saltholdighet, oksygen (% metning og ml/l) og tetthet ved fjernsonestasjonene Bry-03 og Fla-03. Målinger utført 05. mars 2015 med bruk av STD/CTD-sonde påmontert oksygensensor. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mg O<sub>2</sub>/l med en omregningskoeffisient på 1,42..

De to undersøkte stasjonene (Bry-03 og Fla-03) har en gjennomgående lik profil i vannsøylen for begge de målte parameterne temperatur og saltholdighet og viser en svak økning med økende dybde. Dette gir en rimelig lik tetthetsprofil gjennom hele vannsøylen og god vertikal omrøring av vannmasser. Målingene viser oksygenrike forhold gjennom hele vannsøylen ved begge de undersøkte stasjonene.

Måling av bunnvann viste oksygeninnhold (ml/l) og oksygenmetning (%) med verdier på 6,6 ml/l og 93,5 % ved Bry-03 og 6,5 ml/l og 92,6 % ved Fla-03. Dette tilsvarer **tilstandsklasse I (Svært god)** for begge parameterne ved de to undersøkte stasjonene i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende veileder (TA 1467; se Tabell 2-4).

## 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3-1 og Figur 3-2. Sedimentet i det undersøkte området består hovedsakelig av sand og gruspartikler, med bare små innslag av finere sedimenter i form av leire og silt (finstoff). Stasjonene Bry-01 og Fla-01 (nærsoner), samt fjernsonen Bry-03 har relativt størst innslag av finstoff med en andel på kun 4-6 %. Størst innslag av grus ble påvist i fjernsoner på stasjonene Fla-03 (45 %) og Ulv-02 (33 %).

Fjernsonestasjonen Fla-03 ligger meget eksponert til for strøm og vær, og likedan er fjernsonestasjonen Ulv-02 plassert ved et strømsterkt sund, og det er ikke overraskende ut fra områdetopografien at disse to stasjonene kommer ut som de to mest grovkornede stasjonene.

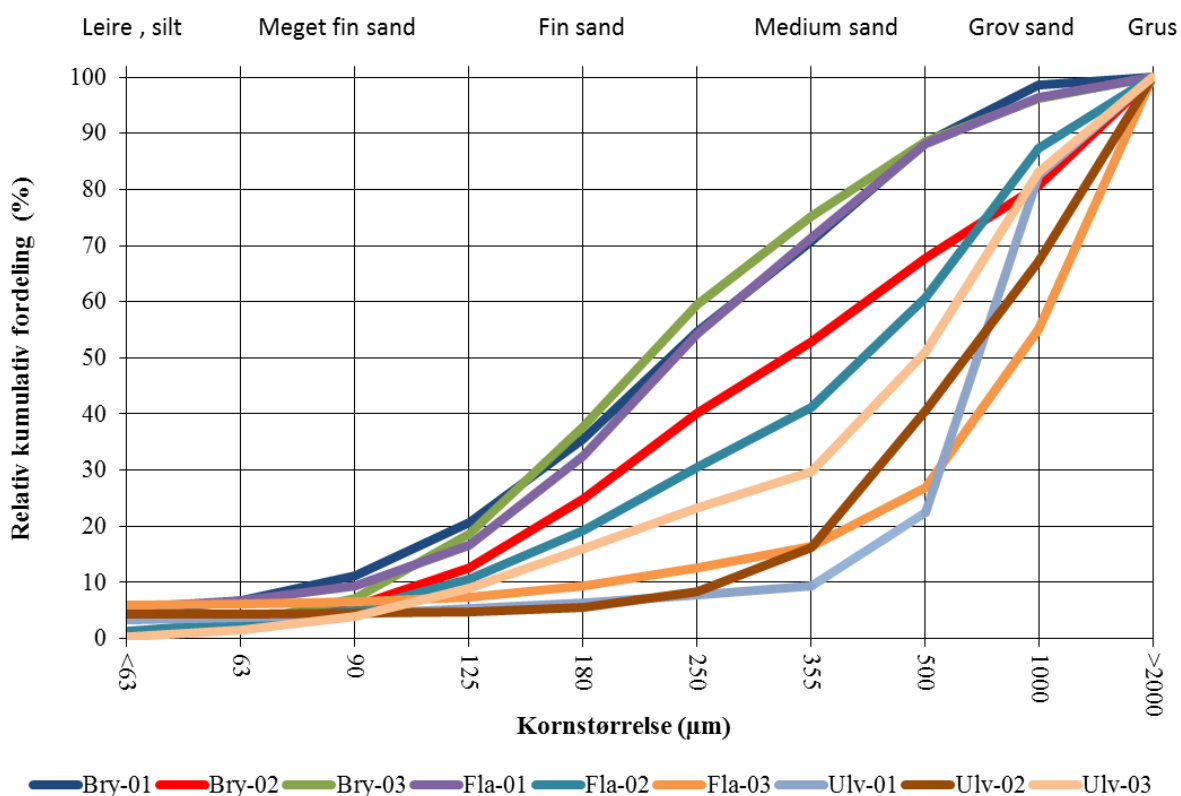
Bunnstrømforhold påvirker sedimenteringsrater av ulike partikkelstørrelser ved at svake bunnstrømmer tillater finere partikler å sedimentere. Lavstrømsområder kan påvirke områders miljøkvalitet ved at finpartikulært sediment enklere binder opp organiske og kjemiske avfallsstoffer, samtidig som disse avfallsstoffene har lettere for å sedimentere grunnet den lave strømhastigheten. Likedan vil gjerne sterke bunnstrømmer føre til mindre akkumulering av organiske og kjemiske stoffer i områder under og ved oppdrettsanlegg da dette ventes å spres over et større område. Prøver fra det undersøkte området i Røversosen inneholdt sedimenttyper med en kornstørrelsesfordeling som vitner om gode bunnstrømforhold ved samtlige av de undersøkte stasjonene i Røversosen.

Normale verdier for glødetap (TOM; total organisk materiale) i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap. Glødetapsverdien i sedimentet ved samtlige undersøkte stasjoner i Røversosen er å anse som gode og godt innenfor aksepterte verdier for organisk belastning.



**Tabell 3-1** Sediment. Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Bryggelandsholmane (Bry), Flatholmen (Fla) og Ulvøyo (Ulv), mars 2015.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Bry-01, Nærsoner	21	4,86	4,6	93,9	1,5
Bry-02, Overgangssone	35	4,78	1,2	79,5	19,3
Bry-03, Fjernsone	42	5,03	0,7	95,6	3,7
Fla-01, Nærsoner	36	5,88	5,6	90,9	3,6
Fla-02, Overgangssone	45	6,83	1,3	86,0	12,7
Fla-03, Fjernsone	42	6,29	5,9	49,3	44,8
Ulv-01, Nærsoner	35	5,05	3,3	79,1	17,6
Ulv-02, Overgangssone	34	4,77	4,3	62,8	32,9
Ulv-03, Overgangssone	39	4,30	0,3	82,8	16,9



**Figur 3-2** Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokalitetene Bryggelandsholmane (Bry), Flatholmen (Fla) og Ulvøyo (Ulv), mars 2015: Nærsoner, Bry-01, Fla-01 og Ulv-01; Overgangssoner, Bry-02, Fla-02, Ulv-02 og Ulv-03; Fjernsoner, Bry-03 og Fla-03. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (ISO 16665:2013): leire / silt (<math>< 63\ \mu\text{m}</math>), meget fin sand (<math>63 - 124\ \mu\text{m}</math>), fin sand (<math>125 - 249\ \mu\text{m}</math>), medium sand (<math>250 - 499\ \mu\text{m}</math>), grov sand (<math>500 - 2000\ \mu\text{m}</math>), grus (<math>> 2000\ \mu\text{m}</math>).

## 3.3 Kjemi

### 3.3.1 Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Nivåer mellom 1000 og 5000 mg/kg TS anses som moderate, mens verdier over 5000 mg/kg TS anses som svært mye. 6 av 9 undersøkte stasjoner ligger innenfor normalen for fosforkonsentrasjoner i marine sedimenter. Sedimentet ved stasjon Bry-02, Fla-01 og Fla-02 viser imidlertid moderat forhøyede verdier av fosfor, men helt i nedre sjikt av hva som anses som moderate verdier (Tabell 2-1).

Verdier for normalisert TOC er innenfor akseptable grenseverdier ved 5 av de undersøkte stasjonene (Bry-01, Bry-03, Ulv-01, Ulv-02 og Ulv-03) og svarer til Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God). De 4 resterende undersøkte stasjonene (Bry-02, Fla-01, Fla-02 og Fla-03) viser noe forhøyede verdier og havner i tilstandsklasse III (Moderat).

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 kystnære områder, da disse 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 samtlige undersøkte stasjoner. Med unntak av forhøyede verdier av kobber ved stasjon Bry-02 og tilstandsklasse IV (Dårlig), viser samtlige stasjoner svært gode verdier og tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå/Svært god) for begge måleparameterne (Tabell 3-2).

Sedimentet ved stasjonene Bry-02, Fla-01 og Fla-02 viser smått forhøyede verdier både for fosfor og TOC, og indikerer en viss grad av organisk belastning ved disse 3 stasjonene ved undersøkelsestidspunktet. Kobber, sink og fosfor kan anvendes for å indikere om organisk materiale stammer fra oppdrettsanlegg. Stasjonen som kommer dårligst ut er utvilsomt Bry-02 med moderat mengde fosfor, moderat forhøyede TOC-verdier og vesentlig forhøyede kobberverdier. Det er imidlertid ikke mulig å spore noe av dette ved nærsonen (Bry-01) for det gjeldende anlegget. Basert på kjemiske parametere virker Røværøsen som helhet i liten grad å være påvirket av driften i området.

**Tabell 3-2** Innholdet av undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet (tørrstoffvekt) fra stasjonene ved lokalitetene Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo, mars 2015. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering for sink, kobber (TA 2229/2007) og normalisert totalt organisk karbon, TOC (TA 1467/1997).

Stasjon	TOC mg/g	Normalisert TOC mg/g	TOC TK	Fosfor mg/kg	Sink mg/kg	Sink TK	Kobber mg/kg	Kobber TK	Tørrstoff (TS) %
Bry-01, Nærsone	7,0	24,2	II	600	17	I	9	I	56,6
Bry-02, Overgangssone	15,0	32,8	III	1700	38	I	56	IV	58,1
Bry-03, Fjernsone	9,0	26,9	II	600	20	I	6	I	59,1
Fla-01, Nærsone	12	29,0	III	1200	33	I	34	I	56,8
Fla-02, Overgangssone	13,0	30,8	III	1100	44	I	16	I	53,9
Fla-03, Fjernsone	11,0	27,9	III	590	27	I	6	I	72,0
Ulv-01, Nærsone	7,0	24,4	II	550	23	I	5	I	74,0
Ulv-02, Overgangssone	5,0	22,2	II	360	18	I	4	I	82,6
Ulv-03, Overgangssone	7,0	24,9	II	400	23	I	7	I	63,5
I - Bakgrunn	II - God		III - Moderat		IV - Dårlig			V - Svært dårlig	

### 3.3.2 Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) 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 Eh) viste meget gode pH- og Eh-verdier (tilstandsklasse 1) i bunnprøvene fra alle de undersøkte stasjonene i Røværssosen. De sensoriske parameterne viste at sedimentet fra 7 av de 9 stasjonene undersøkt var lys i fargen med fast konsistens og uten lukt. Fla-01 og Fla-02 skiller seg imidlertid ut ved at det ble registrert noe lukt fra sedimentet ved disse stasjonene. Samlet vurdering i henhold til MOM-skjema B1 (NS 9410:2007) gir tilstandsklasse 1 (Meget god) for alle de undersøkte stasjonene.

**Tabell 3-3** Målte surhetsgrad (pH) og redoks (Eh) verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved lokalitetene Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo, mars 2015. Den beregnede pH/Eh verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Bry-01, Nærsone	8,14	203	0	1
Bry-02, Overgangssone	8,26	107	0	1
Bry-03, Fjernsone	8,27	328	0	1
Fla-01, Nærsone	8,22	168	0	1
Fla-02, Overgangssone	8,30	95	1	1
Fla-03, Fjernsone	8,23	443	0	1
Ulv-01, Nærsone	8,16	377	0	1
Ulv-02, Overgangssone	8,39	406	0	1
Ulv-03, Overgangssone	8,20	317	0	1

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen er gitt i Tabell 3-4, 3-5 og 3-6, samt Figur 3-3 og i Vedlegg 2 og Vedlegg 3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokalitetene Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo i mars 2015. 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 (normalized ecological quality ratio; nEQR) gitt i gjeldende standarder og veiledere. Makrofauna i fjernsonen skal vurderes utfra grenseverdier basert på beregnede indekser iht. Direktoratgruppa Vanndirektivets veileder 02:2013 (se Tabell 2-3, 2-4). I følge MOM-standard (NS 9410:2007) er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Vurdering av bunndyrsamfunnet i nærsone og overgangssone baseres iht. NS 9410:2007 på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (se Tabell 2-5).

#### Lokalitet Bryggelandsholmane

Stasjon Bry-01 (21 meter dybde) ligger tett opp til anlegget og representerer nærsone for lokaliteten Bryggelandsholmane. Totalt ble det samlet 37 ulike arter med til sammen 9296 individer på denne stasjonen. Børstemarken av slekten *Chaetozone* sp. dominerer prøven og utgjorde 46,3 % av det totale individtallet. Samlet utgjør de fire mest dominerende artene/gruppene (*Chaetozone* sp., *Oligochaeta* indet., *Capitella capitata* og *Ophryotrocha* sp.) 95 % av alle individer i prøven. Disse artene er opportunistiske og forekommer gjerne i store mengder i organisk belastede områder. Totalt sett er stasjonen artsrik, og ingen av artene dominerer i særlig stor grad (dvs. >65 % av alle individer, se NS 9410:2007). Basert på artsantall og sammensetning får stasjon Bry-01 **miljøtilstand 1 (Meget god)** i henhold til NS 9410:2007.

I overgangssone, på stasjon Bry-02 (35 meter dybde), ble det samlet totalt 33 ulike arter med til sammen 12684 individer. Den mest dominerende gruppen består av *Oligochaeta* indet. og utgjør 46,2 % av alle individer i prøven, tett fulgt av *Capitella capitata* med 39,5 % av alle individer i prøven. *Ophryotrocha* sp. er den tredje mest dominerende arten i prøven, og samlet utgjør disse tre artene/gruppene 94,3 % av prøvens innhold. Stasjonen preges av relativt store mengder av enkelte opportunistiske arter, men er samtidig artsrik og innenfor akseptable verdier for mengdeforekomst av enkeltarter. Artsantall og artssammensetning tilsvarer **miljøtilstand 1 (Meget god)** for stasjon Bry-02 i henhold til NS 9410:2007.

Fjernstasjonen Bry-03 ligger i et av de dypere områdene av Røværssosen på 42 meters dyp, 220 m øst for sørspissen av anlegget og representerer dypområdet felles for både lokaliteten Bryggelandsholmane og Ulvøyo. På denne stasjonen ble det samlet totalt 70 ulike arter med til sammen 712 individer. Den mest dominerende arten på denne stasjonen er børstemarken *Scoloplos armiger* som utgjør 27,7 % av alle individer i prøven. Utover dette er det ganske jevn individfordeling blant de ti mest dominerende artene (se Tabell 3-6) og relativt høyt innslag av både sjøanemoner (*Edwardsia* sp.) og pigghudinger (*Asteroidea* indet.) Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,71 som tilsvarer **tilstandsklasse II – God** (Veileder 02:2013). MOM-standard klassifiseringssystemet er ikke gjeldende for fjernsonen.

### Lokalitet Flatholmen

Stasjon Fla-01 (36 meter dybde) ligger tett opp til anlegget og representerer nærsone for lokaliteten Flatholmane. Totalt ble det samlet 25 ulike arter med til sammen 2516 individer på denne stasjonen. Børstemarken *Capitella capitata* dominerer prøven og utgjorde 49,3 % av det totale antallet individer. Samlet utgjør de tre mest dominerende artene/gruppene (*Capitella capitata*, *Mediomastus fragilis* og *Ophryotrocha* sp.) 88,5 % av alle individer i prøven. Dette er opportunistiske arter og store mengder av disse er gjerne forbundet med organisk belastede områder. Totalt sett er stasjonen relativt artsrik og ingen av artene dominerer i uforholdsmessig stor grad. Basert på artsantall og artssammensetning får stasjon Fla-01 **miljøtilstand 1 (Meget god)** i henhold til NS 9410:2007.

Prøvene fra stasjonen i overgangssone, Fla-02 (45 meter dybde), samler totalt 35 ulike arter bestående av til sammen 2728 individer. Den mest dominerende arten (*Capitella capitata*) utgjorde 44,5 % av det totale individtallet, etterfulgt av *Mediomastus fragilis* og *Ophryotrocha* sp. Dette er den samme sammensetningen av mest dominerende arter som ved Fla-01. Samlet utgjør disse tre artene/gruppene 88,7 % av prøvens totale antall individer. Basert på artsantall og artssammensetning får stasjon Fla-02 **miljøtilstand 1 (Meget god)** i henhold til NS 9410:2007.

Fjernsonestasjonen Fla-03 ligger plassert 280 meter øst for anlegget på 42 meters dybde. På denne stasjonen ble det samlet totalt 52 ulike arter bestående av til sammen 1147 individer. Den mest dominerende gruppen er *Oligochaeta* indet. med 20,7 % av alle individer i prøven, men fordelingen av individer på arter er ut over det rimelig jevn blant de ti mest dominerende artene/gruppene (se Tabell 3-6). Det er relativt høye innslag av arter fra ulike grupper, representert ved slangestjernen *Amphipholis squamata* (13,5 %), sjøanemoner (*Actinaria* indet., 7,1 %), sekkedyr (*Ascidacea* indet., 1,8 %), skjellet *Thracia villosiuscula* (1,7 %), samt diverse børstemark. Til sammenligning var det bare børstemark blant topp-ti dominerende arter/grupper på begge de mer anleggsnære stasjonene Fla-01 og Fla-02. Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,66 som tilsvarer **tilstandsklasse II – God** (Veileder 02:2013).

### Lokalitet Ulvøyo

Stasjon Ulv-01 (35 meter dybde) ligger tett opp til området for det planlagte anlegget og representerer nærsone for lokaliteten. Det ble totalt samlet 71 ulike arter med til sammen 992 individer. De to mest dominerende artene/gruppene ved denne stasjonen er børstemark av typen *Polycirrus* spp. (12,1 %) og slangestjernen *Amphipholis squamata* (12,1 %). Generelt virker det å være en rimelig jevn individfordeling, men med lite innslag av dyregrupper utover børstemark blant de mest tallrike artene/gruppene. Hele 9 av de 10 mest dominerende artene er børstemark. Til gjengjeld er stasjonen totalt sett svært artsrik. Basert på artsantall og artssammensetning får stasjon Ulv-01 **miljøtilstand 1 (Meget god)** i henhold til NS 9410:2007.

Prøvestasjonen Ulv-02 er plassert ved 34 meters dybde, om lag 100 meter nordøst for anleggsområdet ut mot et strømsund. På denne stasjonen ble det samlet totalt 82 ulike arter med til sammen 1385 individer. Den mest dominerende arten i prøvene fra Ulv-02 er slangestjernen *Amphipholis squamata* (17,1 %), etterfulgt av børstemarkene *Polycirrus* spp. (10,8 %) og *Pisione remota* (10,0 %). Samlet er det en rimelig jevn



individfordeling blant de ti mest tallrike artene/gruppene funnet i prøvene fra Ulv-02, med innslag av både ulike sjøanemoner (*Actinaria* indet., 5,7 %; *Edwardsia* sp., 2,3 %) og pigghudinger (*Ophiocomina nigra*, 3,6 %), samt diverse børstemark. Artsantall og artssammensetning tilsvarer **miljøtilstand 1 (Meget god)** for stasjon Ulv-02 i henhold til NS 9410:2007.

På grunn av vanskelige forhold på prøvestasjonen Ulv-03 ble det samlet inn litt lite sediment fra prøven som representerer det andre hugget. Analysene viser imidlertid at dette avviker ikke påvirker resultatet da begge grabbhuggene indikerer samme miljøtilstand (se Tabell 3-4). I overgangssonen, på stasjon Ulv-03 (39 meter dybde), ble det samlet totalt 76 ulike arter med til sammen 662 individer. Den mest dominerende arten i prøvene fra Ulv-03 er en børstemark av slekten *Exogone* sp. som utgjør 11,2 % av alle individer i prøven. Samlet er det en meget jevn fordeling av individer på de 10 mest dominerende artene, med innslag av både sjøanemoner (*Edwardsia* sp., 2,6 %), sjøstjerner (*Asteroida* indet., 3,0 %), slangestjernen *Amphipholis squamata* (8,6 %), samt diverse børstemark. Artsantall og artssammensetning tilsvarer **miljøtilstand 1 (Meget god)** for stasjon Ulv-03 i henhold til NS 9410:2007.

Figur 3-3 viser grafisk en oversikt over fordelingen av arter på geometriske klasser. Generelt viser fordelingen av geometriske klasser ved samtlige av de tre lokalitetene gode forhold med tidlige topper og tilnærmet jevnt avtagende grafer. Faunastrukturen på prøvestasjonene omkring Ulvøyo tyder på gode forhold med liten påvirkning av sjøbunn. Tilsvarende viser faunastrukturen at det er en moderat påvirkning i nærområdene ved de andre lokalitetene, Bryggjelandshomane og Flatholmen. Dette skyldes mest sannsynlig at det pågår anleggsdrift ved de to lokalitetene Bryggjelandsholmane og Flatholmen, mens Ulvøya foreløpig ikke er tatt i bruk ved undersøkelsestidspunktet.

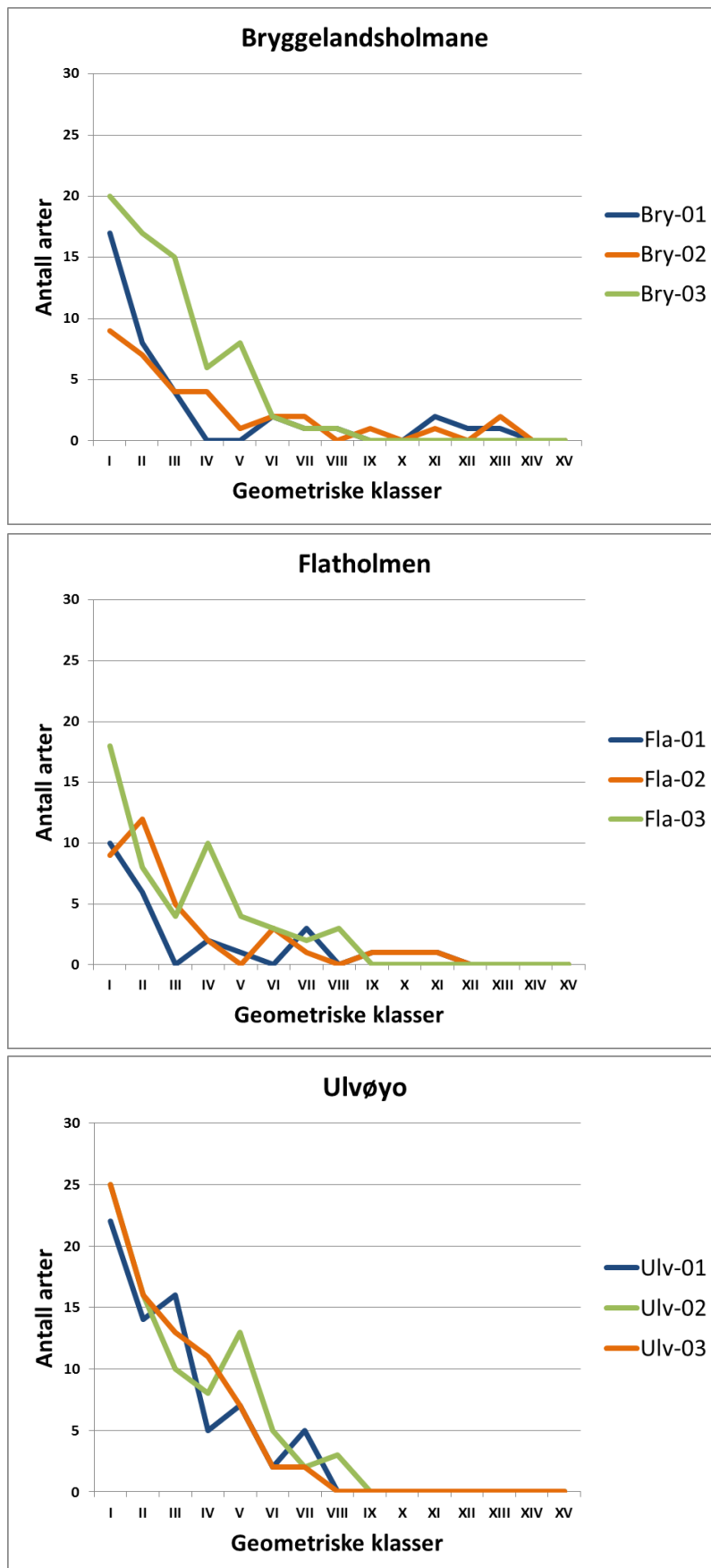
**Tabell 3-4 Makrofauna.** Undersøkelse av bunndyr ved stasjonene i nærsone og overgangssone for lokalitetene Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo, mars 2015. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m<sup>2</sup>. Antall individer og arter er vist for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for stasjonen. Miljøtilstand i nær- og overgangssone er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, i henhold til NS 9410:2007. Miljøtilstand er markert med fargekoder.

Stasjon	Grabbhugg	Antall arter	Antall individer	Miljø- tilstand
<b>Nærsone</b>	1	22	6236	
Bry-01	2	27	3060	
03.03.2015	Sum	37	9296	1
	Snitt	24,5	4648,0	
<b>Overgangssone</b>	1	23	6298	
Bry-02	2	24	6386	
03.03.2015	Sum	33	12684	1
	Snitt	23,5	6342,0	
<b>Nærsone</b>	1	17	685	
Fla-01	2	21	1831	
04.03.2015	Sum	25	2516	1
	Snitt	19,0	1258,0	
<b>Overgangssone</b>	1	32	1406	
Fla-02	2	23	1322	
04.03.2015	Sum	35	2728	1
	Snitt	27,5	1364,0	
<b>Nærsone</b>	1	49	494	
Ulv-01	2	53	498	
05.03.2015	Sum	71	992	1
	Snitt	51,0	496,0	
<b>Overgangssone</b>	1	51	508	
Ulv-02	2	72	877	
05.03.2015	Sum	82	1385	1
	Snitt	61,5	692,5	
<b>Overgangssone</b>	1	51	256	
Ulv-03	2	67	406	
05.03.2015	Sum	76	662	1
	Snitt	59,0	331,0	

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

**Tabell 3-5 Makrofauna.** Undersøkelse av bunndyr ved stasjonene i fjernsone for lokalitetene Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo, mars 2015. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m<sup>2</sup>. Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES<sub>100</sub> og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for stasjonen. 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). Tilstandsklasser er markert med fargekoder.

Stasjon	Grabbhugg	Antall		NQI1 verdi	H' verdi	ES <sub>100</sub> verdi	ISI <sub>2012</sub> verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstands- verdi
		arter	individer							
Fjernsone Bry-03 04.03.2015	1	48	312	0,74	4,25	29,74	9,63	21,99	0,44	
	2	53	400	0,73	4,43	31,10	9,49	21,83	0,55	
	Sum	70	712	0,75	4,52	31,88	9,54	21,90	0,50	
	Snitt	50,5	356,0	0,74	4,34	30,42	9,56	21,91	0,50	
<b>Stasjon<sub>nEQR</sub></b>				0,73	0,77	0,78	0,79	0,68	0,53	<b>0,71</b>
<b>Grabb<sub>nEQR</sub></b>				0,71	0,75	0,76	0,80	0,68	0,53	<b>0,70</b>
Fjernsone Fla-03 04.03.2015	1	40	516	0,71	3,81	22,35	10,54	22,12	0,66	
	2	39	631	0,71	3,90	21,53	11,12	24,21	0,75	
	Sum	52	1147	0,72	3,94	22,02	10,37	23,32	0,71	
	Snitt	39,5	573,5	0,71	3,86	21,94	10,83	23,17	0,71	
<b>Stasjon<sub>nEQR</sub></b>				0,69	0,70	0,66	0,85	0,73	0,31	<b>0,66</b>
<b>Grabb<sub>nEQR</sub></b>				0,68	0,70	0,66	0,87	0,73	0,31	<b>0,66</b>
Svært god		God		Moderat		Dårlig		Svært dårlig		



**Figur 3-3** Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo, mars 2015. Nærsoner (Bry-01, Fla-01 og Ulv-01) er merket med blått; Overgangssoner (Bry-02, Fla-02, Ulv-02 og Ulv-03) er merket med oransje; Fjernsoner (Bry-03 og Fla-03) er merket med grønt.

**Tabell 3-6** De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo, mars 2015. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m<sup>2</sup>.

<b>Bry-01 (Nærsone)</b>	<b>Antall individer</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>
<i>Chaetozone</i> sp.	4305	46,3 %	46,3 %
<i>Oligochaeta</i> indet.	2316	24,9 %	71,2 %
<i>Capitella capitata</i>	1127	12,1 %	83,3 %
<i>Ophryotrocha</i> sp	1085	11,7 %	95,0 %
<i>Exogone</i> sp.	192	2,1 %	97,1 %
<i>Scoloplos armiger</i>	106	1,1 %	98,2 %
<i>Aonides oxycephala</i>	63	0,7 %	98,9 %
<i>Eteone</i> sp.	43	0,5 %	99,4 %
<i>Phyllodoce mucosa</i>	7	0,1 %	99,4 %
<i>Edwardsia</i> sp.	6	0,1 %	99,5 %
<b>Bry-02 (Overgangssone)</b>	<b>Antall individer</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>
<i>Oligochaeta</i> indet.	5855	46,2 %	46,2 %
<i>Capitella capitata</i>	5006	39,5 %	85,6 %
<i>Ophryotrocha</i> sp	1094	8,6 %	94,3 %
<i>Idotea</i> sp.	366	2,9 %	97,1 %
<i>Eteone</i> sp.	96	0,8 %	97,9 %
<i>Scoloplos armiger</i>	73	0,6 %	98,5 %
<i>Microphthalamus</i> sp	42	0,3 %	98,8 %
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	33	0,3 %	99,1 %
<i>Phyllodoce mucosa</i>	17	0,1 %	99,2 %
<i>Lumbrineridae</i> indet.	14	0,1 %	99,3 %
<i>Spirorbidae</i> indet	14	0,1 %	99,4 %
<b>Bry-03 (Fjernsone)</b>	<b>Antall individer</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>
<i>Scoloplos armiger</i>	197	27,7 %	27,7 %
<i>Edwardsia</i> sp.	66	9,3 %	36,9 %
<i>Prionospio cirrifera</i>	37	5,2 %	42,1 %
<i>Glycera lapidum</i>	32	4,5 %	46,6 %
<i>Pholoe baltica</i>	29	4,1 %	50,7 %
<i>Owenia borealis</i>	29	4,1 %	54,8 %
<i>Mediomastus fragilis</i>	26	3,7 %	58,4 %
<i>Asteroidea</i> indet	24	3,4 %	61,8 %
<i>Paradoneis</i> sp.	24	3,4 %	65,2 %
<i>Oligochaeta</i> indet.	20	2,8 %	68,0 %

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

**Tabell 3-6 forts.** De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo, mars 2015. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m<sup>2</sup>.

Fla-01 (Nærsonne)	Antall individer	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1240	49,3 %	49,3 %
<i>Mediomastus fragilis</i>	588	23,4 %	72,7 %
<i>Ophryotrocha</i> sp	398	15,8 %	88,5 %
<i>Eteone</i> sp.	86	3,4 %	91,9 %
<i>Scoloplos armiger</i>	74	2,9 %	94,8 %
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	65	2,6 %	97,4 %
<i>Oligochaeta</i> indet.	17	0,7 %	98,1 %
<i>Pholoe baltica</i>	15	0,6 %	98,7 %
<i>Phyllodoce mucosa</i>	9	0,4 %	99,0 %
<i>Chaetozone</i> sp.	3	0,1 %	99,2 %
<i>Prionospio plumosa</i>	3	0,1 %	99,3 %
Fla-02 (Overgangssone)	Antall individer	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1213	44,5 %	44,5 %
<i>Mediomastus fragilis</i>	801	29,4 %	73,8 %
<i>Ophryotrocha</i> sp	405	14,8 %	88,7 %
<i>Scoloplos armiger</i>	74	2,7 %	91,4 %
<i>Eteone</i> sp.	60	2,2 %	93,6 %
<i>Pholoe baltica</i>	56	2,1 %	95,6 %
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	33	1,2 %	96,8 %
<i>Prionospio plumosa</i>	10	0,4 %	97,2 %
<i>Exogone</i> sp.	9	0,3 %	97,5 %
<i>Paradoneis</i> sp.	7	0,3 %	97,8 %
Fla-03 (Fjernsone)	Antall individer	%	Kum %
<i>Oligochaeta</i> indet.	237	20,7 %	20,7 %
<i>Amphipholis squamata</i>	155	13,5 %	34,2 %
<i>Pisione remota</i>	143	12,5 %	46,6 %
<i>Pareurythoe borealis</i>	127	11,1 %	57,7 %
<i>Actinaria</i> indet.	81	7,1 %	64,8 %
<i>Glycera lapidum</i>	60	5,2 %	70,0 %
<i>Sipuncula</i> indet.	54	4,7 %	74,7 %
<i>Exogone</i> sp.	49	4,3 %	79,0 %
<i>Ascidacea</i> indet.	21	1,8 %	80,8 %
<i>Thracia villosiuscula</i>	20	1,7 %	82,6 %

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



**Tabell 3-6 forts.** De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo, mars 2015. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m<sup>2</sup>.

Ulv-01 (Nærsonne)	Antall individer	%	Kum %
<i>Polycirrus</i> spp.	120	12,1 %	12,1 %
<i>Amphipholis squamata</i>	120	12,1 %	24,2 %
<i>Pisone remota</i>	104	10,5 %	34,7 %
<i>Syllidae</i> indet	85	8,6 %	43,2 %
<i>Lumbrineridae</i> indet.	84	8,5 %	51,7 %
<i>Exogone</i> sp.	63	6,4 %	58,1 %
<i>Pholoe baltica</i>	61	6,1 %	64,2 %
<i>Glycera lapidum</i>	31	3,1 %	67,3 %
<i>Prionospio cirrifera</i>	31	3,1 %	70,5 %
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	30	3,0 %	73,5 %
Ulv-02 (Overgangssone)	Antall individer	%	Kum %
<i>Amphipholis squamata</i>	237	17,1 %	17,1 %
<i>Polycirrus</i> spp.	149	10,8 %	27,9 %
<i>Pisone remota</i>	138	10,0 %	37,8 %
<i>Gyptis rosea</i>	82	5,9 %	43,8 %
<i>Actinaria</i> indet.	79	5,7 %	49,5 %
<i>Ophiocomina nigra</i>	50	3,6 %	53,1 %
<i>Oligochaeta</i> indet.	48	3,5 %	56,5 %
<i>Glycera lapidum</i>	37	2,7 %	59,2 %
<i>Sabellidae</i> indet	35	2,5 %	61,7 %
<i>Edwardsia</i> sp.	32	2,3 %	64,0 %
Ulv-03 (Overgangssone)	Antall individer	%	Kum %
<i>Exogone</i> sp.	74	11,2 %	11,2 %
<i>Scoloplos armiger</i>	64	9,7 %	20,8 %
<i>Amphipholis squamata</i>	57	8,6 %	29,5 %
<i>Prionospio cirrifera</i>	48	7,3 %	36,7 %
<i>Glycera lapidum</i>	29	4,4 %	41,1 %
<i>Owenia borealis</i>	28	4,2 %	45,3 %
<i>Mediomastus fragilis</i>	22	3,3 %	48,6 %
<i>Pholoe baltica</i>	21	3,2 %	51,8 %
<i>Asteroidea</i> indet	20	3,0 %	54,8 %
<i>Edwardsia</i> sp.	17	2,6 %	57,4 %
<i>Lumbrineridae</i> indet.	17	2,6 %	60,0 %

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

## 4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Uni Research AS (avd. Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del) har på oppdrag fra Alsaker Fjordbruk AS gjennomført MOM C-undersøkelser ved lokalitetene Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo i Røværsosen, Haugesund kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 03-05. mars 2015. Det ble samlet prøver fra totalt 9 stasjoner i området, hvorav tre stasjoner plassert nær anleggene (nærsoner), fire stasjoner i overgangssonen og to fjernsonestasjoner.

Bunnvannet ved samtlige av de tre stasjonene hvor det ble utført hydrografimålinger er oksygenrikt med metningsgrad over 90 %. Bunnvannet ved Bry-03 har en oksygenmetningsgrad lik 93,5 % (6,6 ml/l O<sub>2</sub>) ved 39 meter dybde, mens Fla-03 har en oksygenmetningsgrad lik 92,6 % (6,5 ml/l O<sub>2</sub>) ved 39 meter dybde. Oksygenforholdene i bunnvannet ved alle de tre målte stasjonene tilsvarer beste **tilstandsklasse I (Svært god)** i henhold til TA 1467/1997.

Sedimentet ved de undersøkte stasjonene i Røværsosen kan best omtales som grovt, preget generelt av sand, skjellsand og gruspartikler, med bare små innslag av finere sedimenter i form av leire og silt. Finest sediment ble funnet ved stasjonene Bry-01, Fla-01 og Bry-03, hvor sedimentet hadde større innslag av fine og medium sandpartikler sammenlignet med de øvrige stasjonene. Grovest sediment ble funnet ved stasjonene Fla-03, og Ulv-02, hvor nesten alt sedimentet samlet var innenfor medium grov sand til grus. Sedimentet ved samtlige av de undersøkte stasjonene tyder på gode bunnstrømforhold.

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Alle de undersøkte stasjonene i Røværsosen har ved undersøkelsestidspunktet tilstrekkelig lave glødetapsverdier og godt innenfor grensen for normalverdier på 10 %. TOC (totalt organisk karbon) er et annet mål på organisk innhold i sedimenter. 5 av de 9 undersøkte stasjonene har normaliserte TOC-verdier innenfor akseptable grenseverdier (**tilstandsklasse II – God**), mens de resterende 4 stasjonene (Bry-02, Fla-01, Fla-02 og Fla-03) havner i Miljødirektoratets **tilstandsklasse III (Moderat)**. 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.

Målinger av kobber og sink viser svært gode verdier og Miljødirektoratets **tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå/Svært god)** for samtlige undersøkte stasjoner, med unntak av forhøyede kobberverdier i sedimentet fra stasjon Bry-02 som får **tilstandsklasse IV (Dårlig)**. I sedimentet fra stasjonene Bry-02, Fla-01 og Fla-02 ble det også funnet moderat forhøyede verdier av fosfor.

Kjemiske målinger viste gode pH- og Eh-verdier og tilstandsklasse 1 (Meget god) iht. NS 9410:2007 ved samtlige undersøkte stasjoner. Med unntak av stasjonene Fla-01 og Fla-02 hvor det ble registrert noe lukt, var sedimentet i hele det undersøkte området lyst med fast konsistens og uten lukt.

Analyser av bunnfaunaen viste meget gode tilstander tilsvarende **miljøtilstand 1 (Meget god)** iht. NS 9410:2007 ved samtlige nærsone- og overgangssonestasjoner for de tre undersøkte lokalitetene

Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo. Også ved fjernsonestasjonene ble det funnet gode forhold tilsvarende **tilstandsklasse II (God)** iht. Veileder 02:2013 ved samtlige undersøkte stasjoner. Ved de to lokalitetene Bryggelandsholmane og Flatholmen hvor det har vært anleggsdrift er det tydelig at faunastrukturen i nærsoneene avviker i større grad fra fjernsonene enn tilsvarende ved Ulvøyo. Spesielt ved Bryggelandsholmane kan man se at fjernsonen avviker i faunastruktur fra både nærsoneen og overgangssoneen. I nærsoneen og overgangssoneen ved både Bryggelandsholmane og Flatholmen domineres prøvene i stor grad av opportunistiske arter typisk forbundet med organisk belastede områder. Forskjellene er imidlertid ikke mer enn forventet for områder med oppdrett, og samlet sett indikerer faunasammensetningen med jevnt over høyt innslag av ulike arter og fordelingen av geometriske klasser gode forhold ved de undersøkte stasjonene.

Samlet sett viser undersøkelsen generelt gode forhold i de undersøkte områdene i Røværssosen. Undersøkelser av sedimentets kornstørrelsesfordeling og hydrografiske målinger vitner om gode bunnstrømmer og god utskiftning av bunnvann i området. Glødetapsverdiene er å betrakte som gode for samtlige undersøkte stasjoner, men enkelte stasjoner viser smått forhøyede verdier av fosfor og TOC, indikerende for noe organisk belastning ved disse stasjonene. Kobber, sink og fosfor kan anvendes for å indikere organisk materiales opphav i forhold til oppdrettsanlegg. Stasjonen som kommer dårligst ut er overgangssoneen Bry-02, med moderate mengder fosfor, moderat forhøyede TOC-verdier, samt vesentlig forhøyede kobberverdier. Dette gjenspeiles imidlertid ikke i nærsoneen (Bry-01) for det gjeldende anlegget Bryggelandsholmane. Basert på kjemiske parametere virker Røværssosen som helhet å være i liten grad preget av anleggsdriften. Dette er også i overensstemmelse med resultatene fra bunnfauna analysene, som gir beste og nest beste tilstandsklasse til samtlige undersøkte stasjoner. Resipienters evne til å ta seg inn igjen til sin naturlige tilstand i løpet av brakkleggingsperiodene er avgjørende for hvorvidt pågående drift er forsvarlig med tanke på områdets fremtidige miljøkvalitet. Det rådes derfor alltid å følge bunnforholdene under anlegg nøye for å unngå negativ innvirkning både på driften og miljøet. Oppsummering av resultater er vist i Tabell 4-1.

**Tabell 4-1** Oppsummering av resultatene fra bunnprøver innsamlet ved lokalitetene Bryggelandsholmane, Flatholmen og Ulvøyo, mars 2015. Miljøtilstand etter NS 9410, tilstandsverdi etter Veileder 02:2013, TOM (glødetap), normalisert TOC (totalt organisk karbon), fosfor, sink, kobber, oksygeninnhold i bunnvann og pH/E<sub>H</sub>-tilstand. Undersøkte parametere som inngår i tilstandsklassifiseringen er markert med fargekoder som viser tilstandsklassen ved undersøkelsestidspunktet.

Stasjon	Dyp (m)	Miljøtilstand (NS 9410)	nEQR (Veileder 02:2013)	TOM (%)	Norm. TOC (mg/g)	Fosfor (mg/kg)	Sink (mg/kg)	Kobber (mg/kg)	O <sub>2</sub> (ml/l)	pH/E <sub>H</sub> Tilstand
Bry-01	21	1	-	4,86	24,2	600	17	9	-	1
Bry-02	35	1	-	4,78	32,8	1700	38	56	-	1
Bry-03	42	-	II	5,03	26,9	600	20	6	6,6	1
Fla-01	36	1	-	5,88	29	1200	33	34	-	1
Fla-02	45	1	-	6,83	30,8	1100	44	16	-	1
Fla-03	42	-	II	6,29	27,9	590	27	6	6,5	1
Ulv-01	35	1	-	5,05	24,4	550	23	5	-	1
Ulv-02	34	1	-	4,77	22,2	360	18	4	-	1
Ulv-03	39	1	-	4,30	24,9	400	23	7	6,5	1

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

## 5. TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Torben Lode og Ragni Torvanger fra SAM- Marin, samt Roald Nedrebø (båtfører), Ivar Storstein Haug (båtfører), Taavi Noom (kranfører/dekksmann) Morten Torsen (kranfører/dekksmann) og Ove Gjerde (observatør). Bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Nargis Islam, Linda Jensen og Linda Bjelland Pedersen. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Øydis Alme.

## 6. LITTERATUR

- Berge-Haveland, F. 2010a RESIPIENTGRANSKING - MOMB - LOKALITET BRYGGJELAND - Haugesund kommune. Resipientanalyse. Rapport nr. 420-2010
- Berge-Haveland, F. 2010b. RESIPIENTGRANSKING - MOMB - LOKALITET FLATHOLMEN - Haugesund kommune. Resipientanalyse. Rapport nr. 419-2010
- Berge-Haveland, F. & Aursland, K. 2012a. RESIPIENTGRANSKING - MOMB - LOKALITET BRYGGJELAND - Haugesund kommune. Resipientanalyse. Rapport nr. 805-2012
- Berge-Haveland, F. & Aursland, K. 2012b. RESIPIENTGRANSKING - MOMB - LOKALITET FLATHOLMEN - Haugesund kommune. Resipientanalyse. Rapport nr. 804-2012
- Berge-Haveland, F. & Johansen, Y.K. 2014a. RESIPIENTGRANSKING - MOMB - LOKALITET BRYGGJELAND - Haugesund kommune. Resipientanalyse. Rapport nr. 1105-2014. 16 s.
- Berge-Haveland, F. & Johansen, Y.K. 2014b. RESIPIENTGRANSKING - MOMB - LOKALITET FLATHOLMEN - Haugesund kommune. Resipientanalyse. Rapport nr. 1106-2014. 16 s.
- Berge-Haveland, F. & Johansen, Y.K. 2014c. RESIPIENTGRANSKING - MOMB - LOKALITET BRYGGJELAND - Haugesund kommune. Resipientanalyse. Rapport nr. 1238-2014. 19 s.
- Berge-Haveland, F. & Johansen, Y.K. 2014d. RESIPIENTGRANSKING - MOMB - LOKALITET FLATHOLMEN - Haugesund kommune. Resipientanalyse. Rapport nr. 1239-2014. 19 s.
- Haveland, F. 2008. STRØMMÅLING - LOKALITET BRYGGELANDSØSEN - Haugesund kommune. Resipientanalyse. Rapport nr. 130-2008. 10 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. Standard Norge.
- NS 9410:2007. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. *Standard Norge*.
- NS-EN 13137:2001. Karakterisering av avfall – Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter. *Standard Norge*.
- NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). *Standard Norge*.
- 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.

TA 1467/1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.

TA 1883/2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Kystovervåkingsprogrammet.

TA 2229/2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensningstilsyn.

Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratgruppen Vanndirektivet. 181 s.

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen Vanndirektivet. 263 s.



## 7. VEDLEGG

1) Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata	37
2) Vedleggstabell 1. MOM-B parametere	46
3) Vedleggstabell 2. Artsliste	52
4) Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	64
5) Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis	65
6) Vedleggstabell 5. CTD Data	71

## 1) Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyr-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

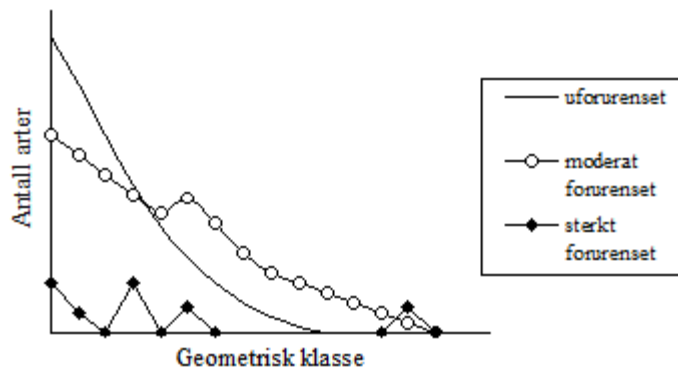
### Geometriske klasser

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

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

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

### Individtetthet

DI (density index) er en ny indeks for individtetthet (Rygg og Norling, 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på

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

tilstandsklassifisering av individfattig fauna. DI er beskrevet av formelen:

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

### Sammensatte indekser

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

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

hvor  $N$  er antall individer og  $S$  antall arter

### Klassegrenser

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

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

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES <sub>100</sub>	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI <sub>2012</sub>	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:

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

nEQR gir en 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 miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

**Hvor:** S<sub>jk</sub> = likheten mellom to prøver, j og k  
 y<sub>ij</sub> = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen  
 y<sub>ik</sub> = 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:

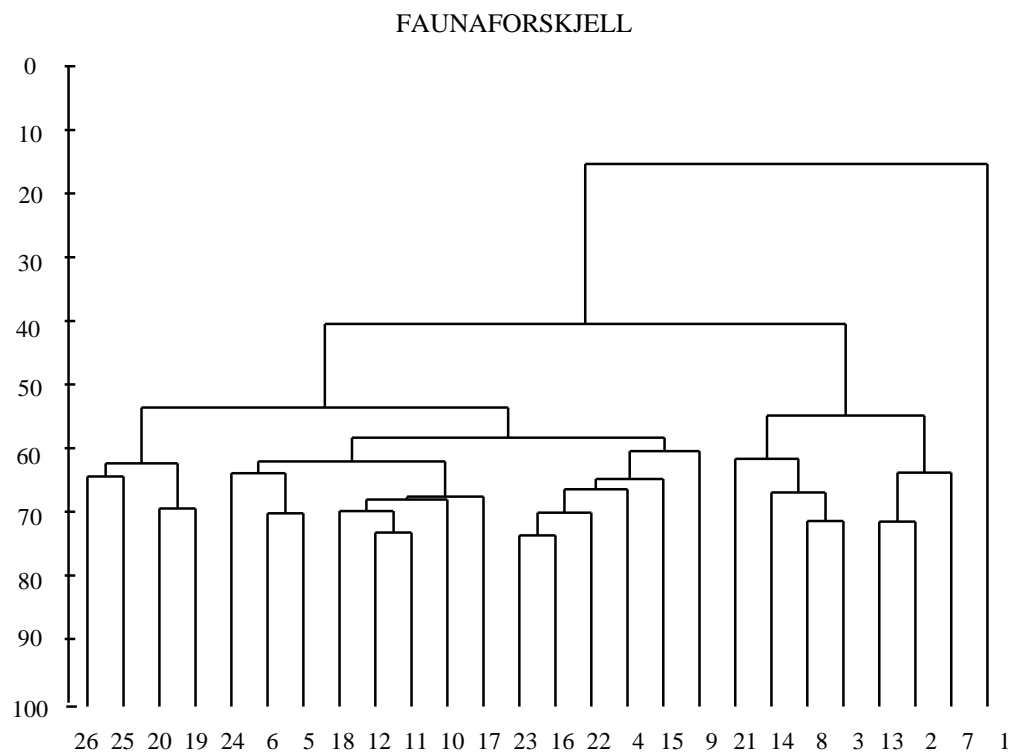
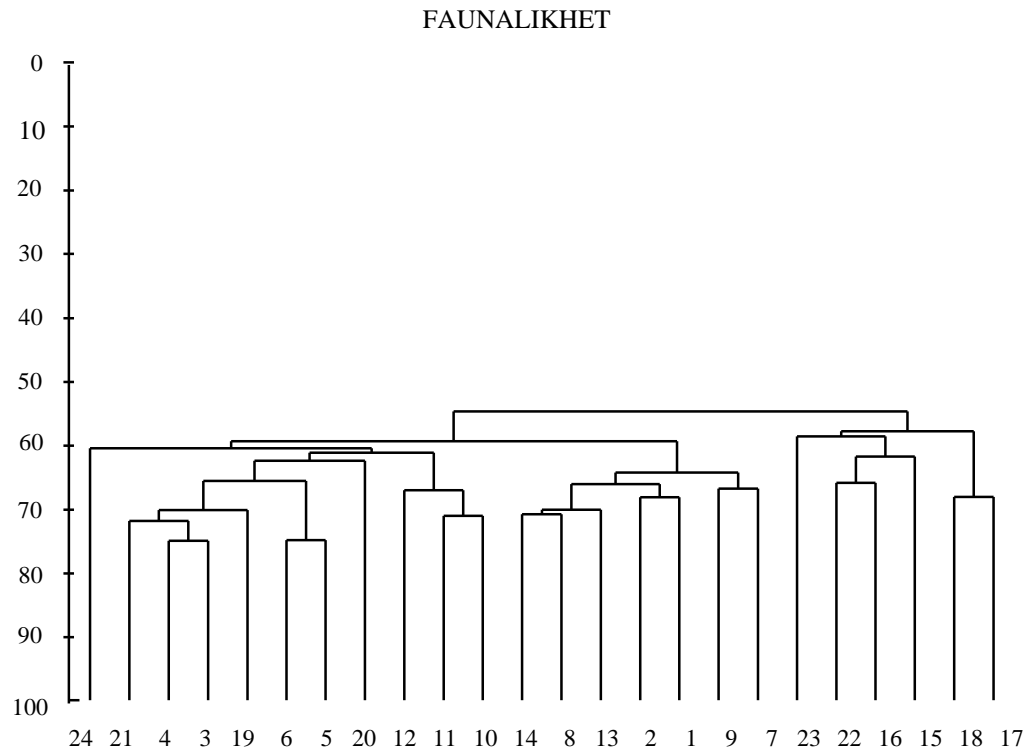
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

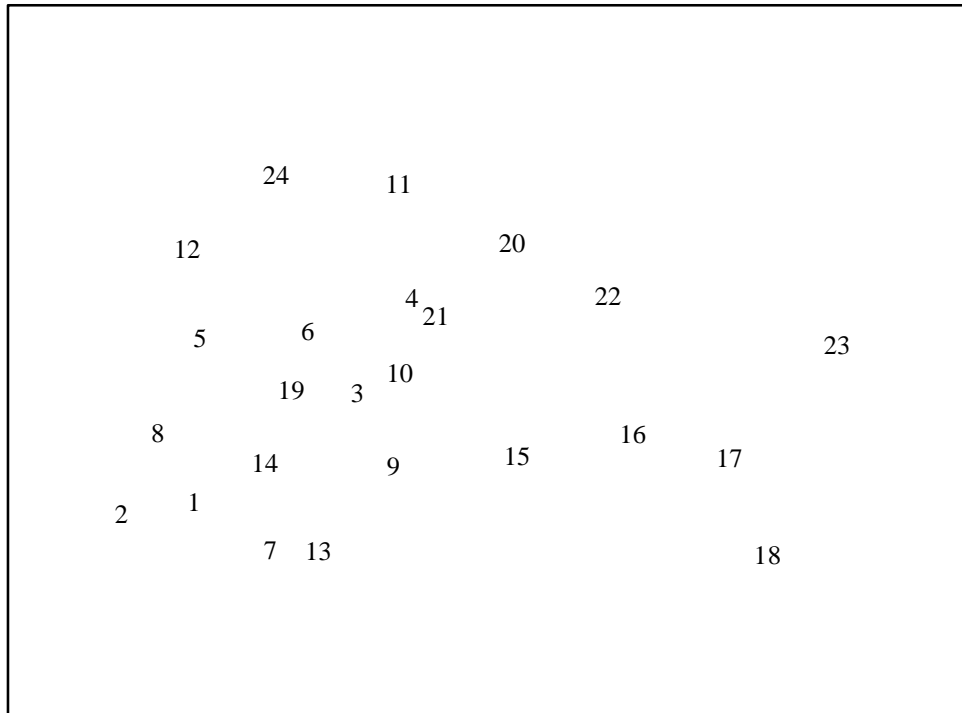
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet ( $H'$ ) og inndelingen i geometriske klasse.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

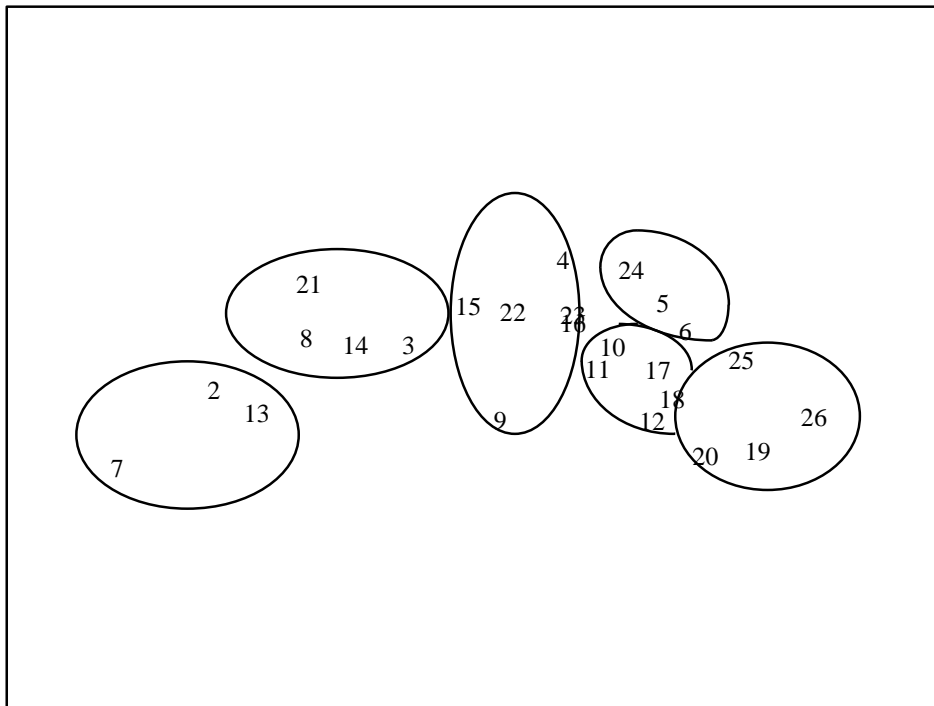


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

## 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.
- 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.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- TA 1467/1997. Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.
- TA 2229/2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensingstilsyn, SFT 2008. 12 s.
- Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen Vanndirektivet (2013). 263 s.

## 2) Vedleggstabell 1. MOM-B parametere

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

## PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Røvær Fjordbruk AS

Dato: 03-04.03.2015

Lokalitet: Bryggelandsholmane

Lokalitetsnr: 11435

Lokalitetstype: Matfisk

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr											Indeks	
			BRY-01	BRY-02	BRY-03	4	6	7	8	9	10	11			
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0										0,0
	Tilstand (Gruppe I)		A												
II	pH	verdi	8,14	8,26	8,27										
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	-19	-115	106										
		+ ref. verdi	203	107	328										
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	0	0	0										0,0
Tilstand, prøve			1	1	1										
Tilstand, gruppe II			1												
Buffer temp:			8,13			Temp sjø: 6,3			Temp sediment: 6,0						
pH sjø:						Eh sjø: 444			Ref. elektrode: 222						
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			03.03.2015 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	0										
		Myk = 2													
	Grab- volum	v < 1/4 = 0													
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1	1	1	1										
v ≥ 3/4 = 2															
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0											
	2 - 8 cm = 1														
	t ≥ 8 cm = 2														
SUM			1	1	1										
Korrigeret sum (*0,22)			0,22	0,22	0,22									0,2	
Tilstand prøve			1	1	1										
Tilstand gruppe III			1												
Middelverdi gruppe II og III			0,11	0,11	0,11									0,1	
Tilstand gruppe II og III			1												
pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	< 1,1	1												
		1,1 - < 2,1	2												
		2,1 - < 3,1	3												
		≥ 3,1	4												
		Tilstand		Gruppe I	Gruppe II og III		Lokalitetstilstand								
		A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4										
		4	1, 2, 3		1, 2, 3										
		4	4		4										
LOKALITETSTILSTAND											1				

Korrekturlest: 09.04.2015  
datoEBI  
Sign.TL  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

## SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Røvær Fjordbruk AS

Dato: 03-04.03.2015

Lokalitet: Bryggelandsholmane

Lokalitetsnr: 11435

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetaksstedsnr (nr)	BRY-01	BRY-02	BRY-03						
Dyp (m)	21	35	42						
Antall forsøk	2	4	3						
Bobling (i prøve)	nei	nei	nei						
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand	50	20	30					
	Sand	50	80	70					
	Mudder								
	Silt								
	Leire								
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr	-	-	-						
Fekalier	-	-	-						
Kommentarer		Mye store skjell i topplag. Taskekrabbe i åpning i ett av bomhuggene							

Korrekturlest: 09.04.2015  
datoEBI  
Sign.TL  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

## PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Røvær Fjordbruk AS

Dato: 04.03.2015

Lokalitet: Flatholmen

Lokalitetsnr: 19336

Lokalitetstype: Matfisk

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr											Indeks		
			FLA-01	FLA-02	FLA-03	4	6	7	8	9	10	11				
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0											0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A													
II	pH	verdi	8,22	8,3	8,23											
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	-55	-128	220											
		+ ref. verdi	168	95	443											
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	0	1	0											0,3
	Tilstand, prøve		1	1	1											
	Tilstand, gruppe II		1													
	Buffer temp:		pH sjø: 8,2		Temp sjø: 6,1		Temp sediment: 5,3		Eh sjø: 489		Ref. elektrode: 223					
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		04.03.2015 TL													
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0											
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0											
		Brun/Sort = 2														
	Lukt	Ingen = 0			0											
		Noe = 2	2	2												
		Sterk = 4														
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0											
		Myk = 2														
		Løs = 4														
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0														
1/4 ≤ v < 3/4 = 1		1	1	1												
v ≥ 3/4 = 2																
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0												
	2 - 8 cm = 1															
	t ≥ 8 cm = 2															
	SUM		3	3	1											
	Korrigert sum (*0,22)		0,66	0,66	0,22											0,5
	Tilstand prøve		1	1	1											
	Tilstand gruppe III		1													
	Middelverdi gruppe II og III		0,33	0,83	0,11											0,4
	Tilstand gruppe II og III		1													
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Gruppe I		Gruppe II og III		Lokalitetstilstand									
			A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4										
			4	1, 2, 3		1, 2, 3										
			4	4		4										
				≥ 3,1		4										
			LOKALITETSTILSTAND											1		

Korrekturlest: 09.04.2015  
datoEBI  
Sign.TL  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .



Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

## SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Røvær Fjordbruk AS

Dato: 04.03.2015

Lokalitet: Flatholmen

Lokalitetsnr: 19336

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetaksstedsnr (nr)	FLA-01	FLA-02	FLA-03						
Dyp (m)	36	45	42						
Antall forsøk	4	3	2						
Bobling (i prøve)	nei	nei	nei						
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand	30	70	100					
	Sand	70	30						
	Mudder								
	Silt								
	Leire								
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Før	-	-	-						
Fekalier	-	-	-						
Kommentarer									

Korrekturlest: 09.04.2015  
datoEBI  
Sign.TL  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

## PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Røvær Fjordbruk AS  
 Lokalitet: Ulvøyo  
 Lokalitetstype: Mattisk

Dato: 05.03.2015  
 Lokalitetsnr: 34737

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks
			ULV-01	ULV-02	ULV-03	4	6	7	8	9	10	11	
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0								0,0
	Tilstand (Gruppe I)			A									
II	pH	verdi	8,16	8,39	8,2								
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	155	184	95								
		+ ref. verdi	377	406	317								
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	0	0	0								0,0
Tilstand, prøve			1	1	1								
Tilstand, gruppe II			1										
Buffer temp:					Temp sjø: 7,1		Temp sediment: 6,1						
pH sjø:			8,12		Eh sjø: 503		Ref. elektrode: 222						
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			05.03.2015 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	0								
		Myk = 2											
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0											
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1	1	1	1								
v ≥ 3/4 = 2													
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0									
	2 - 8 cm = 1												
	t ≥ 8 cm = 2												
SUM			1	1	1								
Korrigert sum (*0,22)			0,22	0,22	0,22							0,2	
Tilstand prøve			1	1	1								
Tilstand gruppe III			1										
Middelverdi gruppe II og III			0,11	0,11	0,11							0,1	
Tilstand gruppe II og III			1										
pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand											
		Gruppe I					Gruppe II og III					Lokalitetstilstand	
		A					1, 2, 3, 4					1, 2, 3, 4	
		4					1, 2, 3					1, 2, 3	
		4					4					4	
< 1,1			1										
1,1 - < 2,1			2										
2,1 - < 3,1			3										
≥ 3,1			4										
LOKALITETSTILSTAND											1		

Korrekturlest: 09.04.2015  
dato

EBl  
Sign.

TL  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

## SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Røvær Fjordbruk AS

Dato: 05.03.2015

Lokalitet: Ulvøyo

Lokalitetsnr: 34737

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetaksingssted (nr)	ULV-01	ULV-02	ULV-03						
Dyp (m)	35	34	39						
Antall forsøk	2	2	6						
Bobling (i prøve)	nei	nei	nei						
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand	100	100	60					
	Sand			40					
	Mudder								
	Silt								
	Leire								
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr	-	-	-						
Fekalier	-	-	-						
Kommentarer									

Korrekturlest: 09.04.2015  
datoEBI  
Sign.TL  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

## 3) Vedleggstabell 2. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 009

**Vedlegg SF-SAM-505 Benthos  
Artsliste****Uni Research Miljø : Sam-  
marin**

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 ( Silje Hadler-Jacobsen )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 26.03.2015 ( Silje Hadler-Jacobsen )

**SAM-Marin**

(Seksjon for anvendt miljøforskning,  
marin del.)  
 Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
 Telefon: 55 58 44 05  
 Mail: sam-marin@uni.no



**Oppdragsgiver (navn og adresse):** Alsaker Fjordbruk AS, 5694 Onarheim  
**Prosjekt nr.:** 809280

**Prøvetakingssted (område):** Røværsosen i Røvær, Haugesund kommune

**Dato for prøvetaking:** 03-05.03.2015

**Ansvarlig for prøvetaking (firma):** Uni Research Miljø, SAM-Marin

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:** -

**Artene er identifisert av:** Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Øydis Alme

	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: 11 sider.

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

Signatur:.....  
 Godkjent taksonom

Bryggelandsholmane						
Stasjonsnavn	Bry-01	Bry-01	Bry-02	Bry-02	Bry-03	Bry-03
Dato	03.03.2015	03.03.2015	03.03.2015	03.03.2015	03.03.2015	04.03.2015
Hugg	1	2	1	2	1	2
* <b>PORIFERA</b>						
* Porifera indet.		+			+	
* <b>HYDROZOA</b>						
* Hydrozoa indet.		+		+		
* <b>ANTHOZOA</b>						
Cerianthus lloydii		1			5	3
Actiniaria indet.				1	4	3
Edwardsia sp.		6		3	34	32
Paraedwardsia cf. arenaria						5
Paraedwardsia sp.					3	
* <b>NEMERTEA</b>						
* Nemertea indet.	13	50	30	51	14	25
* <b>NEMATODA</b>						
* Nematoda indet.	ca. 520	391	ca. 2000	ca.1500	4	15
* <b>POLYCHAETA</b>						
Harmothoe mariannae					2	1/1
Pholoe baltica	3			1	9	20
Phyllodoce mucosa	1	6	16	1		0/1
Eumida sp.	1					
Eteone foliosa	1					
Eteone sp.	23	20	24	72	2	3
Glycera alba		0/2				2
Glycera lapidum					5/11	4/12
Goniada maculata		0/3			8	2
Kefersteinia cirrata		2	1			
Nereimyra punctata					1	
Microphthalamus sp	3	2	3	39		
Syllidae indet	1					6
Exogone sp.	176	16	1	12	5	14
Nereis pelagica			1			
Nephtys pente					1	
Lumbrineridae indet.	1	1	1	13	2	11
Protodorvillea kefersteini		1	2			
Ophryotrocha sp	608	477	2	1092	2	
Scoloplos armiger	61	45	12	61	86	111
Aricidea sp.					1	1
Aricidea suecica						5
Paradoneis sp.					8	16
Aonides oxycephala	33	30	2	10		

Stasjonsnavn Dato Hugg	Bry-01	Bry-01	Bry-02	Bry-02	Bry-03	Bry-03
	03.03.2015	03.03.2015	03.03.2015	03.03.2015	03.03.2015	04.03.2015
	1	2	1	2	1	2
Aonides paucibranchiata				1		1
Laonice bahusiensis						1
Malacoceros fuliginosus		0/1	33			
Malacoceros vulgaris					1	1
Prionospio cirrifera	1			3	22	15
Prionospio plumosa			1	1		
Scoelelepis korsuni					2	2
Spio sp.		1				
Chaetozone sp.	4128	177	1	6		1
Chaetozone zetlandica					1	2
Dodecaceria concharum					1	
Ophelina acuminata						4
Capitella capitata	416	711	2564	2442	4	
Mediomastus fragilis	5			4	8	18
Notomastus latericeus				1		1
Maldanidae indet.						2
Myriochele danielsseni					3	1
Owenia borealis		1			16	13
Pectinaria auricoma					1	
Pista cristata					1/1	
Pista lornensis						6
Polycirrus norvegicus					2	2
Sabellidae indet						1
Hydroides norvegica					2	
Spirorbidae indet			14		2	
<b>OLIGOCHAETA</b>						
Oligochaeta indet.	768	1548	3267	2588	5	15
<b>SIPUNCULA</b>						
Sipunculidae indet						1
Phascolion strombus						2
<b>CRUSTACEA</b>						
* Calanus finmarchicus	1			3	9	5
* Galathea intermedia					0/1	
* Cancer pagurus			0/1			
Nebalia sp.		1	5			
* Amphipoda indet.	1	1	38	12	1	4
* Caprellidae indet	1		1			
Janira maculosa	0/1					
Munna sp.			1			
* Eurydice sp.						3
Idotea sp.			343	23	1	
* <b>PYCNOGONIDA</b>						

Stasjonsnavn Dato Hugg	Bry-01	Bry-01	Bry-02	Bry-02	Bry-03	Bry-03
	03.03.2015	03.03.2015	03.03.2015	03.03.2015	03.03.2015	04.03.2015
	1	2	1	2	1	2
* Pycnogonida indet.			1			
<b>MOLLUSCA</b>						
Solenogastres indet.			1			
Leptochiton asellus					2/1	2
Vitreolina sp.					2	
Onoba semicostata				2		
Euspira pulchella		2				
Acteon tornatilis					1	
Philine quadrata	1	2		0/2	0/1	0/1
Philine scabra		1			3	5
Nudibranchia indet		1	2	1		
Thyasira flexuosa						2
Kurtiella bidentata						1
Gari costulata	1					
Dosinia lupinus						1
Chamelea striatula	1					
Timoclea ovata					2	0/1
Corbula gibba		1				4/1
Thracia villosiuscula					1	
Cochlodesma praetenu					1	0/2
<b>PHORONIDA</b>						
Phoronida indet.					1	
* <b>BRYOZOA</b>						
* Bryozoa grenet						+
<b>ECHINODERMATA</b>						
Asteroidea indet	0/2			0/7	0/19	0/5
Amphipholis squamata					9	8
Amphiura borealis						1
Amphiura chiajei						0/8
Amphiura filiformis					1/1	
Ophiocomina nigra			1		0/1	
Ophiocten affinis		1				1
Echinocyamus pusillus					1/1	4/6
Synaptidae indet					2	5
<b>ENTEROPNEUSTA</b>						
* Enteropneusta indet.						3
* <b>CHAETOGNATHA</b>						
<b>ASCIDIACEA</b>						
* <b>PISCES</b>						
* Branchiostoma lanceolatum				1		
* Fiske egg.	1		3	2	1	
<b>VARIA</b>		+	+	+	+	



Flatholmen						
Stasjonsnavn	Fla-01	Fla-01	Fla-02	Fla-02	Fla-03	Fla-03
Dato	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015
Hugg	1	2	1	2	1	2
* <b>PORIFERA</b>						
* Porifera indet.					+	+
* Cliona sp.					+	+
* <b>HYDROZOA</b>						
* Hydrozoa indet.	+		+		+	
* <b>ANTHOZOA</b>						
Actiniaria indet.		2	3		12/1	68
Edwardsia sp.				1	8	11
* <b>NEMERTEA</b>						
* Nemertea indet.	9	20	31	28	5	9
* <b>NEMATODA</b>						
* Nematoda indet.	ca.50	ca.100	ca.100	18	ca. 700	ca.600
<b>POLYCHAETA</b>						
Polynoidae indet.					0/1	
Pholoe baltica	3	12	25	31	7	10
Pisione remota					46	97
Phyllodoce mucosa	4	5				
Eulalia mustela					1	
Pseudomystides limbata					1	
Eteone sp.	43	43	32	28		
Glycera alba			0/1	1		
Glycera lapidum		1			8/19	11/22
Sphaerodorum flavum						0/3
Gyptis rosea					5	6
Microphthalamus sp		1	2			
Syllidae indet			5	1	6	2
Exogone sp.	1		8	1	15	34
Paramphinome jeffreysii			2			
Pareurythoe borealis					79	48
Lumbrineridae indet.				2	6	5
Protodorvillea kefersteini		1	2		1	
Ophryotrocha sp	154	244	367	38		
Schistomeringos sp.			1			
Scoloplos armiger	45	29	29	45		
Paradoneis sp.			7			
Aonides oxycephala	1		1	1		
Aonides paucibranchiata		1	1		3	6
Malacoceros fuliginosus	8	57	1/1	31		
Prionospio cirrifera	1		2	4		
Prionospio plumosa	0/2	0/1	1	9		
Spio sp.			1			

Stasjonsnavn	Fla-01	Fla-01	Fla-02	Fla-02	Fla-03	Fla-03
Dato	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015
Hugg	1	2	1	2	1	2
Chaetozone sp.	2	1	2	1		
Cirratulus cirratus						1
Axiokebuita sp					1	
Capitella capitata	185	1055	447	766	2	
Mediomastus fragilis	222	366	447	354		
Notomastus latericeus			1		3	3/1
Arenicola marina		0/1				
Maldanidae indet.					6	6
Myriochele danielsseni						2
Galathowenia oculata			1			
Owenia borealis	1	1	5	1		
Pectinaria auricoma			1			
Pista lornensis					2	2
Parathelepus collaris						1
Polycirrus norvegicus					1/3	1/9
Polycirrus medusa					4/2	6/1
Trichobranchus glacialis						1
Sabellidae indet						2
Hydroides norvegica					1	1
Metavermilia arctica					2	
<b>OLIGOCHAETA</b>						
Oligochaeta indet.	10	7	5	1	116	121
<b>SIPUNCULA</b>						
Sipuncula indet.					31	23
Phascolion strombus						1
<b>CRUSTACEA</b>						
* Calanus finmarchicus	1	3	6	15	15	
* Metridia lucens	1			2		
* Liocarcinus pusillus						2
Nebalia sp.		1	1	1		
* Amphipoda indet.	6	7	5	4	3	4
* Caprellidae indet	2				1	
* Tanaidacea indet.						1
* Eurydice sp.				1		
* <b>PYCNOGONIDA</b>						
<b>MOLLUSCA</b>						
Euspira pulchella	1	1			5	
Philine quadrata		0/1	0/1			
Philine scabra			1	2		
Crenella decussata					2	1/1
Modiolus modiolus					0/2	0/1
Tellimya ferruginosa					1	

Stasjonsnavn	Fla-01	Fla-01	Fla-02	Fla-02	Fla-03	Fla-03
Dato	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015
Hugg	1	2	1	2	1	2
Astarte sulcata						1
Timoclea ovata						0/2
Thracia villosiuscula					0/10	0/10
Novocrania anomala						1
<b>PHORONIDA</b>						
* <b>BRYOZOA</b>						
* Bryozoa indet.			+			
* Bryozoa skorpeformet					+	+
<b>ECHINODERMATA</b>						
Asteroidea indet	0/2		0/1	0/1	0/1	
Luidia sarsii						1
Ophiuroidea					0/1	
Amphipholis squamata			1	1	82	73
Ophiocomina nigra					0/7	0/5
Ophiocten affinis				1		1
Ophiura ophiura					1	
Echinocyamus pusillus					3	6
Spatangus purpureus					1	
Synaptidae indet					4	5
<b>ENTEROPNEUSTA</b>						
* Enteropneusta indet.			2			
* <b>CHAETOGNATHA</b>						
* Chaetognatha indet.	1	1	1			
<b>ASCIDIACEA</b>						
Ascidiacea indet.					3	18
* <b>PISCES</b>						
* Branchiostoma lanceolatum					0/1	2
<b>VARIA</b>			+			+

Stasjonsnavn Dato Hugg	Ulvøyo					
	Ulv-01	Ulv-01	Ulv-02	Ulv-02	Ulv-03	Ulv-03
	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015
	1	2	1	2	1	2
* <b>PORIFERA</b>						
* Porifera indet.		+	+	+		
* Sycon sp.						+
* <b>HYDROZOA</b>						
* Hydrozoa indet.	+					+
* <b>ANTHOZOA</b>						
Alcyonium digitatum				+		
Cerianthus lloydii	3	1/1			3	3
Actinaria indet.	3	10	22	57	5	4
Edwardsia sp.	1		10	22	6	11
Paraedwardsia cf. arenaria	1				2	5
* <b>NEMERTEA</b>						
* Nemertea indet.	6	13	2	6	11	15
* <b>NEMATODA</b>						
* Nematoda indet.	ca. 50	ca. 30	ca. 100	ca.100	20	6
<b>POLYCHAETA</b>						
Malmgrenia ljungmani			1	0/1		
Malmgrenia mcintoshii						4
Harmothoe mariannae	1					3
Polynoidae indet.						0/1
Pholoe baltica	29	32	3	14	2	19
Pisione remota	102	2	63	75	2	
Eumida ockelmanni				1	2	1
Eulalia bilineata					1	
Eulalia mustela	5	4	4	1		
Eulalia viridis						1
Pseudomystides limbata	2					
Eteone sp.	3	1	1		3	4
Glycera lapidum	4/13	9/5	4/17	8/8	6/14	3/6
Goniada maculata		1			1	
Sphaerodorum flavum		0/8	2	10		1
Kefersteinia cirrata		6		4		2
Gyptis rosea	10	12	6	76	1	4
Microphthalamus sp					1	
Syllidae indet	33	52	4	5	6	7
Exogone sp.	31	32		2	21	53
Platynereis dumerilii						1
Paramphinome jeffreysii	1					
Pareurythoe borealis			1	29		
Lumbrineridae indet.	52	32	13	11	15	2
Protodorvillea kefersteini	18	12		1	2	4

Stasjonsnavn Dato Hugg	Ulv-01	Ulv-01	Ulv-02	Ulv-02	Ulv-03	Ulv-03
	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015
	1	2	1	2	1	2
Ophryotrocha sp.						6
Scoloplos armiger	7	15			29	35
Paradoneis sp.	2	3		1	6	6
Aonides oxycephala	2	1				
Aonides paucibranchiata	10		14	5	4	4
Laonice bahusiensis	1		4	1	1	0/1
Malacoceros vulgaris		1				
Polydora sp.			1	2		
Prionospio cirrifera	12	19		2	28	20
Scolecopsis korsuni	2		1			
Aphelochaeta sp.				1		
Tharyx killariensis						1
Cauleriella sp.	1					
Chaetozone sp.	1					
Chaetozone zetlandica		1			1	1
Cirratulus cirratus		1		3		11
Dodecaceria concharum					0/3	0/1
Macrochaeta clavicornis		5		1	4	8
Ophelina acuminata					1	
Scalibregma inflatum		2				
Capitella capitata	1	2	2	2	1	1
Mediomastus fragilis	10	6		4	11	11
Notomastus latericeus	1		19/1	8/1		1
Maldanidae indet.			2	15		
Galathowenia oculata				3	1	2
Owenia borealis	5			0/1	16	12
Amphitrite cirrata			2			
Eupolymnia nesidensis				1		
Pista cristata	4				1	
Pista lomensis	6/4	2/2			7/1	1
Pista sp.			0/2	0/1		
Parathelepus collaris			9/6	3/1		
Polycirrus norvegicus			1		0/5	1/5
Polycirrus spp.	79	41	71	78		
Trichobranchus glacialis	3	1				
Terebellides stroemi		1				
Sabellidae indet		5	28	7	1	5
Hydroides norvegica	0/2	1/1	2	11	5	1
Metavermilium arctica				1		
Pomatoceros triqueter			1			
Spirorbidae indet						1
<b>OLIGOCHAETA</b>						

	Stasjonsnavn	Ulv-01	Ulv-01	Ulv-02	Ulv-02	Ulv-03	Ulv-03
	Dato	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015
	Hugg	1	2	1	2	1	2
	Oligochaeta indet.	1	5	43	5	5	9
	<b>SIPUNCULA</b>						
	Sipuncula indet.		1	18	12		1
	Phascolion strombus		2	1			
	<b>CRUSTACEA</b>						
*	Copepoda indet					0/1	
*	Calanus finmarchicus	12	13	14	7	365	38
*	Metridia lucens					40	5
*	Anomalocera patersoni					3	
	Verruca stroemia			11	4/1		
*	Galathea intermedia			2			1
*	Paguridae indet			0/1	0/5		4
*	Hyas coarctatus						0/1
	Nebalia sp.					1	2
*	Amphipoda indet.	4	2	2	3	2	9
*	Caprellidae indet	15					
*	Hyperiidae indet				1	1	
	Diastylis rugosa					1	1
*	Eurydice sp.		1	2/1		1	
*	<b>PYCNOGONIDA</b>						
*	Pycnogonida indet.		1				
	<b>MOLLUSCA</b>						
	Leptochiton asellus	0/1		1	9/9	2	11
	Ischnochiton albus			0/1	1		
	Tonicella rubra					1	
	Gibbula tumida						3
	Skena sp.				0/1		
	Melanella montaquii						1
	Vitreolina sp.				1	1	2
	Rissoiidae indet						0/1
	Onoba semicostata						1
	Euspira pulchella		2	2	6/1		1
	Raphitoma aequalis						1
	Philine quadrata		0/1				
	Philine scabra					1	6
	Nudibranchia indet	2	16		1	2	13
	Crenella decussata				10		
	Modiolus modiolus				10		
	Bathyarca pectunculoides				0/1		
	Limatula gwyni			0/2	1/3		
	Lucinoma borealis	2			0/1		
	Tellimya ferruginosa				2		

	Stasjonsnavn	Ulv-01	Ulv-01	Ulv-02	Ulv-02	Ulv-03	Ulv-03
	Dato	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015
	Hugg	1	2	1	2	1	2
	Astarte montagui		1	2	1		2
	Astarte sulcata				4		
	Parvicardium pinnulatum				1/1		
	Tellina fabula				7/3		
	Tellina pygmaea				0/2		
	Gari costulata			0/1	0/1		
	Arctica islandica	1					
	Dosinia lupinus	1	0/1	1			
	Chamelea striatula				0/1		
	Timoclea ovata	0/1	0/2	0/2	0/23	2	1/2
	Corbula gibba	0/1					
	Hiatella sp.						1
	Thracia villosiuscula	1	1	0/2	1/27		
	Novocrania anomala			4			
	Macandrevia cranium				1		
	<b>PHORONIDA</b>						
	Phoronida indet.	2					1
*	<b>BRYOZOA</b>						
*	Bryozoa skorpeformet			+	+	+	
*	Bryozoa grenet		+	+	+	+	+
	<b>ECHINODERMATA</b>						
	Asteroidea indet		0/5	0/2	0/7	0/8	0/12
	Luidia sarsii		1				
	Ophiuroidea		0/2		0/4		
	Ophiactis balli				1		
	Amphipholis squamata	11	109	74	163	7	50
	Amphiura borealis			1			
	Ophiocomina nigra		0/5	0/4	3/43	0/1	2
	Ophiocten affinis			2	1	1	1
	Ophiura albida		1	1			1
	Ophiura carnea		0/2				
	Echinoidea indet		0/1				0/1
	Echinidae			0/1	0/2		
	Echinocyamus pusillus	0/2	2/1	7/4	11/8	2	3
	Echinocardium flavescens					1	
	Ekmania barthii				1		
	Synaptidae indet	2	3				2
	<b>ENTEROPNEUSTA</b>						
*	Enteropneusta indet.	20	13			2	7
*	<b>CHAETOGNATHA</b>						
*	Chaetognatha indet.		1		1	4	
	<b>ASCIDIACEA</b>						

	Stasjonsnavn	Ulv-01	Ulv-01	Ulv-02	Ulv-02	Ulv-03	Ulv-03
	Dato	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015	05.03.2015
	Hugg	1	2	1	2	1	2
	Ascidiacea indet.	1	4	4	3	1	
*	<b>PISCES</b>						
*	Branchiostoma lanceolatum	0/1		2	1		
*	Fiske egg.	1	1			1	2
	<b>VARIA</b>	+	+		+	+	+



#### 4) Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometrisk klasse	Bry-01	Bry-02	Bry-03	Fla-01	Fla-02	Fla-03	Ulv-01	Ulv-03	Ulv-02
I	17	9	20	10	9	18	22	25	25
II	8	7	17	6	12	8	14	16	16
III	4	4	15	0	5	4	16	13	10
IV	0	4	6	2	2	10	5	11	8
V	0	1	8	1	0	4	7	7	13
VI	2	2	2	0	3	3	2	2	5
VII	1	2	1	3	1	2	5	2	2
VIII	1	0	1	0	0	3	0	0	3
IX	0	1	0	1	1	0	0	0	0
X	0	0	0	1	1	0	0	0	0
XI	2	1	0	1	1	0	0	0	0
XII	1	0	0	0	0	0	0	0	0
XIII	1	2	0	0	0	0	0	0	0
XIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XV	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 5) Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis



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

**Eurofins Environment Testing Norway AS  
(Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA  
Box 75  
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

**AR-15-MX-000984-01**



**EUNOBE-00013868**

Prøvemottak: 10.03.2015  
Temperatur:  
Analyseperiode: 10.03.2015-23.03.2015  
Referanse: 809280/10/15

## ANALYSERAPPORT

Prevenr.:		441-2015-0310-040	441-2015-0310-043	441-2015-0310-044					
Prøvetakingsdato:		03.03.2015	03.03.2015	04.03.2015					
Prøvetaker:		TL	TL	TL					
Analysestartdato:		10.03.2015	10.03.2015	10.03.2015					
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter					
Prøvemerkning:		Bry-01 21 m	Bry-02 35 m	Bry-03 42 m					
Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 600	mg/kg tv	a) 1700	mg/kg tv	a) 600	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 9	mg/kg tv	a) 56	mg/kg tv	a) 6	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 17	mg/kg tv	a) 38	mg/kg tv	a) 20	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 7.0	mg/g tv	a) 15.0	mg/g tv	a) 9.0	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 56.6	% (w/w)	a) 58.1	% (w/w)	a) 59.1	% (w/w)	EN 14346	0.1

Prevenr.:		441-2015-0310-045	441-2015-0310-046	441-2015-0310-047					
Prøvetakingsdato:		04.03.2015	04.03.2015	04.03.2015					
Prøvetaker:		TL	TL	TL					
Analysestartdato:		10.03.2015	10.03.2015	10.03.2015					
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter					
Prøvemerkning:		Fla-01 36 m	Fla-02 45 m	Fla-03 42 m					
Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1200	mg/kg tv	a) 1100	mg/kg tv	a) 590	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 34	mg/kg tv	a) 16	mg/kg tv	a) 6	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 33	mg/kg tv	a) 44	mg/kg tv	a) 27	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 12.0	mg/g tv	a) 13.0	mg/g tv	a) 11.0	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 56.8	% (w/w)	a) 53.9	% (w/w)	a) 72.0	% (w/w)	EN 14346	0.1

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 2



AR-15-MX-000984-01



EUNOBE-00013868

Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 550	mg/kg tv	a) 360	mg/kg tv	a) 400	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 5	mg/kg tv	a) 4	mg/kg tv	a) 7	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 23	mg/kg tv	a) 18	mg/kg tv	a) 23	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 7.0	mg/g tv	a) 5.0	mg/g tv	a) 7.0	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 74.0	% (w/w)	a) 82.6	% (w/w)	a) 63.5	% (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), Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, D-09627, Bobritzsch-Hilbersdorf

**Bergen 23.03.2015**

Helene Lillethun Botnevik

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig



**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet  
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 2

		<b>Molab as, 8607 Mo i Rana</b> Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ømesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		<b>RAPPORT</b>  <b>KORN og TOM</b>		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond E Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.:	Antall sider + bilag:	
		58293	4	
		Rapport referanse:	Dato:	
		KR-20531	06.05.2015	
Rev. nr.	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:	Ansvarlig signatur:	
0	809280 / 1/15	Eli Ellingsen	Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 16.04.2015

## RESULTATER

Prøve merket:			Bry-01	Bry-02	Bry-03	Fla-01	Fla-02
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000604	KG-000605	KG-000606	KG-000607	KG-000608
TOM (550 °C)	%	27.04.15	4,86	4,78	5,03	5,88	6,83

Prøve merket:			Fla-03	Ulv-01	Ulv-02	Ulv-03	
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000609	KG-000610	KG-000611	KG-000612	
TOM (550 °C)	%	27.04.15	6,29	5,05	4,77	4,30	

## Kornfordeling

Analysedato: 24.04.2015

Bry-01	KG-000604	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)		
2000	-1	0,12	1,5	1,5	MdΦ	Silt og leire	4,6
1000	0	0,81	10,2	11,7	1,62	Sand	93,9
500	1	1,39	17,4	29,1		Grus	1,5
355	1,5	1,29	16,2	45,3	SdΦ		
250	2	1,52	19,1	64,4	1,32		
180	2,5	1,19	14,9	79,3			
125	3	0,76	9,5	88,9	SkΦ		
90	3,5	0,35	4,4	93,3	-0,05		
63	4	0,17	2,1	95,4			
<63	8	0,37	4,6	100,0	KΦ		
		7,97	100,0		1,18		

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](http://www.molab.no) for disse betingelser.



Side 2 av 4

Ordrenummer: 58293

Bry-02	KG-000605							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	1,90	19,3	19,3	Md $\Phi$	Silt og leire		1,2
1000	0	1,26	12,8	32,1		Sand	1,11	79,5
500	1	1,47	15,0	47,1		Grus		19,3
355	1,5	1,24	12,6	59,7	Sd $\Phi$			
250	2	1,52	15,5	75,2			1,70	
180	2,5	1,21	12,3	87,5				
125	3	0,66	6,7	94,2	Sk $\Phi$			
90	3,5	0,29	3,0	97,2			-0,27	
63	4	0,16	1,6	98,8				
<63	8	0,12	1,2	100,0	K $\Phi$			
		9,83	100,0				0,84	

Bry-03	KG-000606							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,33	3,7	3,7	Md $\Phi$	Silt og leire		0,7
1000	0	0,68	7,7	11,5		Sand	1,72	95,6
500	1	1,17	13,3	24,8		Grus		3,7
355	1,5	1,38	15,7	40,5	Sd $\Phi$			
250	2	1,91	21,7	62,2			1,19	
180	2,5	1,68	19,1	81,2				
125	3	1,01	11,5	92,7	Sk $\Phi$			
90	3,5	0,40	4,5	97,3			-0,23	
63	4	0,18	2,0	99,3				
<63	8	0,06	0,7	100,0	K $\Phi$			
		8,80	100,0				1,26	

Fla-01	KG-000607							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,32	3,6	3,6	Md $\Phi$	Silt og leire		5,6
1000	0	0,74	8,3	11,9		Sand	1,60	90,9
500	1	1,49	16,7	28,6		Grus		3,6
355	1,5	1,52	17,0	45,7	Sd $\Phi$			
250	2	1,95	21,9	67,5			1,37	
180	2,5	1,41	15,8	83,3				
125	3	0,65	7,3	90,6	Sk $\Phi$			
90	3,5	0,23	2,6	93,2			-0,05	
63	4	0,11	1,2	94,4				
<63	8	0,50	5,6	100,0	K $\Phi$			
		8,92	100,0				1,48	

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Rapporten må ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Molab as. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se [www.molab.no](http://www.molab.no) for disse betingelser.



Side 3 av 4

Ordrenummer: 58293

Fla-02	KG-000608							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	1,28	12,7	12,7	Md $\Phi$	Silt og leire	1,3	
1000	0	2,68	26,5	39,2	0,55	Sand	86,0	
500	1	1,98	19,6	58,7		Grus	12,7	
355	1,5	1,08	10,7	69,4	Sd $\Phi$			
250	2	1,14	11,3	80,7	1,42			
180	2,5	0,88	8,7	89,4				
125	3	0,55	5,4	94,8	Sk $\Phi$			
90	3,5	0,25	2,5	97,3	0,11			
63	4	0,14	1,4	98,7				
<63	8	0,13	1,3	100,0	K $\Phi$			
		10,11	100,0		0,78			

Fla-03	KG-000609							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	4,24	44,8	44,8	Md $\Phi$	Silt og leire	5,9	
1000	0	2,67	28,2	73,1	-0,82	Sand	49,3	
500	1	0,99	10,5	83,5		Grus	44,8	
355	1,5	0,37	3,9	87,4	Sd $\Phi$			
250	2	0,30	3,2	90,6	1,83			
180	2,5	0,19	2,0	92,6				
125	3	0,08	0,8	93,5	Sk $\Phi$			
90	3,5	0,04	0,4	93,9	0,38			
63	4	0,02	0,2	94,1				
<63	8	0,56	5,9	100,0	K $\Phi$			
		9,46	100,0		1,52			

Ulv-01	KG-000610							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	2,27	17,6	17,6	Md $\Phi$	Silt og leire	3,3	
1000	0	7,73	59,9	77,5	-0,46	Sand	79,1	
500	1	1,69	13,1	90,6		Grus	17,6	
355	1,5	0,20	1,6	92,2	Sd $\Phi$			
250	2	0,18	1,4	93,6	0,96			
180	2,5	0,15	1,2	94,7				
125	3	0,12	0,9	95,7	Sk $\Phi$			
90	3,5	0,08	0,6	96,3	0,43			
63	4	0,05	0,4	96,7				
<63	8	0,43	3,3	100,0	K $\Phi$			
		12,90	100,0		1,89			

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Rapporten må ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Molab as. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se [www.molab.no](http://www.molab.no) for disse betingelser.



Side 4 av 4

Ordrenummer: 58293

Ulv-02	KG-000611	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	4,07	32,9	32,9	MdΦ	Silt og leire	4,3	
1000	0	3,27	26,4	59,3	-0,35	Sand	62,8	
500	1	3,02	24,4	83,8		Grus	32,9	
355	1,5	0,97	7,8	91,6	SdΦ			
250	2	0,35	2,8	94,4	1,34			
180	2,5	0,09	0,7	95,2				
125	3	0,04	0,3	95,5	SkΦ			
90	3,5	0,02	0,2	95,6	0,13			
63	4	0,01	0,1	95,7				
<63	8	0,53	4,3	100,0	KΦ			
		12,37	100,0					0,94

Ulv-03	KG-000612	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	1,92	16,9	16,9	MdΦ	Silt og leire	0,3	
1000	0	3,62	31,9	48,9	0,05	Sand	82,8	
500	1	2,42	21,4	70,2		Grus	16,9	
355	1,5	0,73	6,4	76,7	SdΦ			
250	2	0,83	7,3	84,0	1,40			
180	2,5	0,79	7,0	91,0				
125	3	0,58	5,1	96,1	SkΦ			
90	3,5	0,27	2,4	98,5	0,31			
63	4	0,14	1,2	99,7				
<63	8	0,03	0,3	100,0	KΦ			
		11,33	100,0					0,83

## 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. Rapporten må ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Molab as. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se [www.molab.no](http://www.molab.no) for disse betingelser.

## 6) Vedleggstabell 5. CTD Data

Resultater fra hydrografimålingene på Bry-03 (Fjernsone) ved lokalitet Bryggelandsholmane, mars 2015:

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur (°C)	Oksygen metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Tetthet ( $\sigma$ )
1	33,19	5,91	88,99	8,97	6,32	26,14
2	33,19	5,91	91,42	9,21	6,49	26,14
3	33,19	5,90	91,67	9,24	6,51	26,15
5	33,19	5,90	92,45	9,32	6,56	26,16
7	33,19	5,91	94,05	9,48	6,68	26,17
10	33,19	5,91	93,89	9,46	6,66	26,18
15	33,34	6,01	94,57	9,50	6,69	26,31
20	33,39	6,05	93,86	9,41	6,63	26,36
25	33,40	6,08	93,80	9,40	6,62	26,39
30	33,41	6,08	93,89	9,41	6,63	26,42
39	33,43	6,12	93,51	9,36	6,59	26,48

Resultater fra hydrografimålingene på Fla-03 (Fjernsone) ved lokalitet Flatholmen, mars 2015:

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur (°C)	Oxygen metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Tetthet ( $\sigma$ )
1	33,04	5,75	88,20	8,93	6,29	26,04
2	33,03	5,73	93,92	9,52	6,70	26,03
3	33,11	5,78	92,42	9,35	6,58	26,10
5	33,13	5,81	93,21	9,42	6,63	26,12
7	33,16	5,82	92,96	9,39	6,61	26,15
10	33,19	5,85	93,17	9,40	6,62	26,19
15	33,20	5,87	93,28	9,41	6,63	26,22
20	33,41	6,08	93,25	9,35	6,58	26,38
25	33,39	6,06	92,95	9,32	6,56	26,39
30	33,42	6,09	92,89	9,31	6,56	26,43
39	33,43	6,10	92,61	9,28	6,54	26,48