



2018

C-undersøkelse ved Risvær i Lurøy kommune, juli 2018

Lovundlaks AS

Etter Norsk Standard NS 9410: 2016

AQUA KOMPETANSE AS



ENDRINGSRAPPORT

Rapportens tittel: C-undersøkelse ved Risvær i Lurøy kommune, juli 2018	ID 199-6
Prosjekt nr.: 168-7-18C	
Oppdragsgiver: Lovundlaks AS	
Prøvetakingssted: Risvær, Lurøy kommune	
Dato for prøvetaking: 18.07.2018	
Ansvarlig for prøvetaking: Aqua Kompetanse AS v/Kristine Brokke	
Ansvarlig for rapportering: Aqua Kompetanse AS v/Vidar Strøm	
Avvik/endringer til opprinnelig rapport: - Hydrografimåling ved C-stasjon C4 ble tatt inn i rapporten. Rapporten ble oppdatert med resultater fra hydrografimåling i resultat- og oppsummeringskapittel.	

Flatanger, 27.05.2019



Vidar Strøm

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger



Mobil: 905 16 947
E-post: post@aqua-kompetanse.no
Internett: www.aqua-kompetanse.no
Bankgiro: 4400.07.25541
Org. Nr.: 982 226 163

Rapportens tittel: C-undersøkelse ved Risvær i Lurøy kommune, juli 2018 Forfattere: Christine Klykken & Vidar Strøm		
Feltdato: 18.07.2018 Toktleider: Kristine Brokke	Rapportdato: 28.11.2018 Rapportnummer: 168-7-18C V.2	Antall sider uten vedlegg: 19 Antall sider totalt: 47
Oppdragsgiver: Lovundlaks AS		Kontaktperson: Håvard Hestvik
Lokalitet: Risvær	Lokalitetsnummer: ny lokalitet	Driftsleder: -
Koordinater: 66°18.766N 12°36.483Ø	Fylke: Nordland Kommune: Lurøy	Omsøkt MTB-tillatelse: 3120 tonn Antall merder: - Merdokrets: -
Bakgrunn for undersøkelse: Ny lokalitet (forundersøkelse)		
Sammendrag Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert C-undersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS9410:2016. DNV-GL har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte analyser av makrofauna-prøvematerialet. SINTEF Molab AS har utført akkrediterte analyser av TOM, TOC og kobber. Denne undersøkelsen ble utført som en del av forundersøkelsen ved lokaliteten, og sier noe om miljøtilstanden i nærområdet til oppdrettslokaliteten før produksjonsstart. Undersøkelsen viste et upåvirket bunnsediment, der C2, C3 og C4 ble klassifisert til økologisk tilstandsklasse I, og C1 og Cref ble klassifisert til økologisk tilstandsklasse II. Nivået av TOC, TOM, TN og Cu var lave ved samtlige stasjoner. Den hydrografiske undersøkelsen målte et høyt oksygennivå i hele vannsøylen. Med bakgrunn i at denne undersøkelsen er en forundersøkelse, skal neste C-undersøkelse utføres ved første produksjonssyklus.		
Summary Aqua Kompetanse AS has completed an accredited C-survey according to the methodology described in Norwegian Standard NS9410: 2016. DNV-GL has performed accredited work and analyses of the macrofauna sample material. SINTEF Molab AS has carried out accredited analyses of TOM, TOC and copper. This survey was carried out as part of the preliminary investigation at the site and says something about the environmental state in the immediate area to the farm premises prior to production start. The survey showed an unaffected bottom sediment, where C2, C3 and C4 were classified into ecological state class I, and C1 and Cref were classified for ecological state class II. The level of TOC, TOM, TN and Cu was low at all stations. The hydrographic survey showed a high level of oxygen throughout the water column in the investigation area. Given that this survey is a preliminary investigation, the next C survey must be conducted at the first production cycle.		
Emneord: C-undersøkelse; forundersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna	ID 514-3 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel	
Rapportansvarlig:  Vidar Strøm	Kvalitetssikrer:  Marthe Austad	

© 2018 Aqua Kompetanse AS. Kopiering av rapporten kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

Forord

Aqua Kompetanse AS har gjennomført akkreditert feltarbeid for å innhente prøvemateriale for oppdragsgiver Lovundlaks AS I tillegg har Aqua Kompetanse AS utført ikke-akkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten og akkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann er utført av Aqua Kompetanse AS. Akkrediterte analyser av dette prøvematerialet er utført av SINTEF Molab AS for TOM, TOC og kobberanalyser, og uakkrediterte analyser av N-Kjeldahl og kornstørrelse (**Vedlegg C**), mens akkrediterte analyser av prøvematerialet er utført av DNV-GL for makrofauna (**Vedlegg B**). Det er Aqua Kompetanse AS som står for faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene. Denne rapporten sammenfatter analyserapportene fra underleverandør sammen med hydrografiske, elektrokjemiske og sensoriske vurderinger gjort av Aqua Kompetanse. Innhenting av prøvemateriale er gjort i henhold til NS 9410:2016, og standarder og veiledere som er benyttet i denne undersøkelsen er listet i **Tabell 1**.

Tabell 1: Standarder og veiledere benyttet for denne undersøkelsen.

Standard/Veileder	Tittel	Bruksområde
NS 9410: 2016	Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg	Stasjonsplassering, prøvetakning, rapport
Veileder 02:2013	Klassifisering av miljøtilstand i vann	Klassifiseringstabeller til analyser
NS-EN ISO 16665: 2013	Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna	Prøvetaking
NS-EN ISO 5667: 2004	Vannundersøkelse – Prøvetaking- Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder	Prøvetaking
Veileder 97:03	Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.	Klassifisering av N-TOC
Veileder TA 2229:2007	Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann	Klassifisering av kobber

Formålet med denne undersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i nærområdet til oppdrettslokaliteten. Undersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vise trender i utviklingen av miljøforholdene ved at det opprettes faste prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra undersøkelsen vil være med på å vise påvirkningstrenden ved lokaliteten over tid.



Aqua Kompetanse AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking bunnsediment, akkrediteringsnummer TEST 303, og tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innholdsfortegnelse

Forord	3
1. Materiale og metode	6
1.1 Innsamlingsmetode	6
1.2 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr	6
1.2.1 Miljøtilstand i sediment	6
1.2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser – Økologisk tilstand og diversitetsindekser	6
1.2.3 Elektrokjemiske målinger	8
1.3 Hydrografi.....	8
1.5 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering	9
1.5.1 Vannstrøm	10
1.5.2 Stasjonsplassering.....	10
1.5.3 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering	11
2. Resultat	13
2.1 Bløtbunn – Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer	13
2.1.1 pH, Eh, TOC, TOM, TN, C/N og kornfordeling	13
2.1.2 Sensoriske registreringer	13
2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser.....	13
2.2.1 Økologisk tilstand, artsmangfold og -sammensetning, ømfintlighet og jevnhet	13
2.3 Hydrografi.....	15
3. Oppsummering	18
4. Referanser.....	19
Vedlegg A – Bilder av sediment.....	21
Vedlegg B – DNV-GL rapport	24
Vedlegg C – SINTEF Molab rapport.....	42

Tabell 2: Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS har stått for akkreditert prøveuttak, oksygen- og pH/Eh-målinger, og faglige vurderinger og fortolkninger av analyseresultatene. DNV-GL har utført akkreditert analyse av makrofauna, SINTEF Molab AS har utført analyse av TOC, TOM og kobber, samt uakkreditert analyse av N-Kjeldahl og kornstørrelse. Redokspotensial (E_h) bestemmes ut fra observert hvilepotensial i prøven (målt verdi; E_{obs}) og referansepotensial (E_{ref}): $E_h = E_{obs} + E_{ref}$. Faunaklassifiseringer og økologisk tilstandsklassifisering er gjort av DNV-GL etter Veileder 02:2013, og miljøtilstand på C1 er beregnet av AQK etter NS9410:2016. Klassifisering av organisk innhold er gjort av AQK etter SFT 97:03, og klassifisering av oksygentilstand i dypvann er gjort av AQK etter Veileder 02:2013. Kobberklassifisering er gjort av AQK etter Veileder M-608.

Stasjonsplassering etter NS 9410:2016		Anleggsson e	Ytre sone	Overgangssone		Referanse- stasjon
Parameter:	Stasjoner:	C1	C2	C3	C4	Cref
Kjemi:	pH	7,87	7,78	7,71	7,67	7,63
	E_h (mV)	387,8	371,4	385,1	454,0	640,4
Oksygen:	Målt verdi (mL): O ₂ , tilstandsklasse:				6,6 I	
Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2013)	Antall arter (S):	84	89	83	100	58
	Antall ind. (N):	1211	1102	1271	1118	566
	NQI1:	0,73	0,78	0,76	0,79	0,73
	Shann.Wien. (H'):	5,2	5,4	5,2	5,5	4,7
	Hurl.ind. ($ES_{n=100}$):	37	40	37	42	31
	ISI:	9,4	10,4	10,1	10,2	9,3
	NSI:	24	24	24	25	24
	nEQR:	0,79	0,83	0,81	0,85	0,76
	Økologisk tilstand:	II	I	I	I	II
	Miljøtilstand:	1				
SFT 97:03	N-TOC (mg/g): N-TOC, tilstandsklasse:	23,4 II	18,7 I	26,9 II	25,7 II	25,2 II
Tot. nitrogen	TN (%):	0,11	0,1	0,08	0,10	0,19
Tot. Org. materiale	TOM (%): Kommentar:	4,29 Lavt	3,47 Lavt	3,40 Lavt	4,65 Lavt	5,06 Lavt
Forhold	C/N: Kommentar:	7,5 -	2,2 Lavt	13,8 Lett forhøyet	13,0 Lett forhøyet	7,4 -
Pelitt	Pelittandel (%)	16,2	8,1	11,5	29,3	37,7
Veileder 2229:2007	Cu (mg/kg): Cu, tilstandsklasse:	3,68 I	2,22 I	2,90 I	3,81 I	5,47 I

Tabell 3: Tabell som viser fargekoder for de ulike tilstandsklassifiseringene vist i **Tabell 2**, hvor tilstand I er best. Etter Veileder 02:2013.

I	II	III	IV	V
---	----	-----	----	---

1. Materiale og metode

Akkreditert prøvetaking ble utført i henhold til metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016 av Aqua Kompetanse den 18.07.2018 av Kristine Brokke. DNV-GL har stått for akkreditert opparbeiding av innsamlet makrofaunamateriale. SINTEF Molab AS har stått for akkrediterte analyser av kobber, total organisk karbon (TOC) og total organisk materiale (TOM) samt uakkrediterte analyser av nitrogen og kornstørrelse. Aqua Kompetanse AS ved Christine Klykken og Marthe Austad har utført akkreditert tolkning av analyseresultatene.

1.1 Innsamlingsmetode

Makrofauna (bunndyr) og sedimentprøver ble samlet inn ved hjelp av en 0.1 m² Van Veen-grabb, og på hver prøvestasjon ble det foretatt tre grabbhugg. Makrofaunaprøver ble tatt ut av to av huggene, og 100-300 ml geologi- og kjemiprøver ble tatt ut av ett. For makrofauna ble sedimentet skylt over en 1 mm sikt, gjenværende innhold i sikt lagt på glass og tilsatt 4% formalin bufret med borax og iblandet bengalrose. Geologi- og kjemiprøvene ble fryst ned frem til analyse.

1.2 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr

For beskrivelse av det faglige programmet for bløtbunn-undersøkelsen (bunndyr) utført av DNV-GL se **Vedlegg B**. Det er utført geokjemiske analyser av totalt organisk materiale (TOM), totalt organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N) og kornfordeling (pelittandel, kornstørrelse <0,063 mm).

1.2.1 Miljøtilstand i sediment

Miljøtilstanden i sedimentet klassifiseres basert på normalisert TOC (nTOC; **Tabell 4**) i henhold til SFT (nå Miljødirektoratet) veileder 97:03 (Molvær et. al. 1997), og forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelittandel % <0,063 mm) i henhold til formelen

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

hvor F er andel av finstoff (Aure et. al., 1993). Klassifisering av miljøtilstanden med hensyn til kobber (Cu) ble gjennomført i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608/2016

Tabell 4: Tilstandsklassifisering for organisk innhold (nTOC) i marine sedimenter. Gjengitt etter SFT 97:03.

Tilstandsklasse	I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
nTOC mg/g	< 20	20 - 27	27 - 34	34 - 41	> 41

Tabell 5: Tilstandsklassifisering og grenseverdier for kobber i sediment. Gjengitt etter M-608/2016.

Tilstandsklasse	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Cu mg/kg	< 20	20 - 84	20 - 84	84 - 147	> 147

1.2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser – Økologisk tilstand og diversitetsindekser

Ved hver stasjon ble det samlet inn to replikater til kvantitative bunndyrsanalyser, og bunndyrene ble kvantifisert og identifisert til artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå av taksonomer ved DNV-GL AS og DNV-GL har utført statistiske analyser og utregning av diversitetsindekser beregnet som snitt av to replikater fra de kvantitative artslistene (se **Vedlegg B**). Økologisk tilstandsklassifisering av diversitetsindekser (**Tabell 6**) baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2013 (Direktoratgruppen, 2013). I tillegg ble det utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen (C3 og C4) i henhold til kapittel 8.6.3 i NS9410:2016.

Tabell 6: Økologisk tilstandsklassifisering basert på indeksverdier. Gjengitt etter Veileder 02:2013.

Indeks	Tilstandsklasse				
	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
NQI1	0,9 – 0,82	0,82 – 0,63	0,63 – 0,49	0,49 – 0,31	0,31 – 0
H'	5,7 – 4,8	4,8 – 3,0	3,0 – 1,9	1,9 – 0,9	0,9 – 0
ES ₁₀₀	50 – 34	34 – 17	17 – 10	10 – 5	5 – 0
ISI ₂₀₁₂	13 – 9,6	9,6 – 7,5	7,5 – 6,2	6,1 – 4,5	4,5 – 0
NSI	31 – 25	25 – 20	20 – 15	15 – 10	10 – 0
DI	0 – 0,30	0,30 – 0,44	0,44 – 0,60	0,60 – 0,85	0,85 – 2,05
nEQR	1,0 – 0,8	0,8 – 0,6	0,6 – 0,4	0,4 – 0,2	0,2 – 0,0

Diversitet er et begrep som uttrykker mangfoldet i dyre- og plantesamfunnet på en lokalitet. Det finnes en rekke ulike mål for diversitet. Noen tar mest hensyn til artsrikheten (mål for artsrikheten), andre legger mer vekt på individfordelingen mellom artene (mål for jevnhet og dominans). Ulike mål uttrykker derved forskjellige sider ved dyresamfunnet. Diversitetsmål er «klassiske» i forurensningsundersøkelser fordi miljøforstyrrelser typisk påvirker samfunnets sammensetning. Svakheten ved diversitetsmålene er at de ikke alltid fanger opp endringer i samfunnsstrukturen. Dersom en art blir erstattet med like mange individer av en ny art, vil ikke det gjøre noe utslag på diversitetsindeksene.

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'; Shannon & Weaver, 1949) tar hensyn til antall arter og mengdefordeling mellom artene, og en lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn. Etter Veileder 02:2013 går H' fra 0 (svært artsfattig samfunn) til 5,7 (svært artsrikt samfunn).

Bunndyrssamfunnets ømfintlighet beregnes ved hjelp av indeksene ISI (beskrevet i Rygg, 2002) og AMBI (AZTIs Marine Biotic Index; sensitivitetsindeks). AMBI tilordner en art til en økologisk gruppe¹ (ømfintlighetsklasse), og sammensetningen av bunndyrssamfunnet i form av andelen økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning. NSI (Norwegian Sensitivity Index) er en sensitivitetsindeks som ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata og ved bruk av en objektiv statistisk metode. En prøves NSI beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven

Hurlberts diversitetsindeks (ES₁₀₀), eller Hurlberts diversitetskurver, beregner hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer med utgangspunkt i totalt antall arter og individer i en prøve, og uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. På denne måten blir diversitetsmålet uavhengig av prøvestørrelsen, og man kan dermed sammenligne lokaliteter med ulik individtetthet direkte. Hurlbert (1971) ga en metode for å beregne slike diversitetskurver basert på sannsynlighetsberegning. ES_n er forventet antall arter i en delprøve på n tilfeldig valgte individer fra en prøve som inneholder totalt N individer og S arter, og har følgende formel:

$$ES_n = \sum_{i=1}^s \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

der N = totalt antall individ i prøven, N_i = antall individ av art i , n = antall individ i en gitt delprøve (av de N) og s = totalt antall arter i prøven.

NQI1 (Norwegian quality status, version 1) er en sammensatt indeks, som bestemmes både ut fra artsmangfold og ømfintlighet, og er beskrevet ved hjelp av følgende formel:

¹ Økologiske grupper: EG I: sensitive arter; EG II = nøytrale arter; EG III = tolerante arter; EG IV = opportunistiske arter; EG V = forurensningsindikatorer.

$$NQI1 = \left[0,5 \times \frac{1 - AMBI}{7} + \frac{SN}{2,7} \times \frac{N}{N + 5} \right]$$

SN er en diversitetsindeks: $SN = \frac{\ln S}{\ln N} \times \ln N$ hvor S er antall arter og N er antall individer i prøven.

Normalisert EQR (nEQR; normalised ecological quality ratio) gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1, og muliggjør en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser, både innenfor samme og forskjellige kvalitetselement. Observert indeksverdi regnes om til nEQR ved

$$nEQR = \frac{\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}}{\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}} \times 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi er den samme for alle indekser, og er satt til:

Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (I)	= 0,8
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (II)	= 0,6
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (III)	= 0,4
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (IV)	= 0,2
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (V)	= 0,0

Hovedtrekkene i artssammensetningen blir vist i form av en topp-ti artsliste fra hver stasjon, basert på snitt av to replikater per stasjon. Artene inndeles i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) etter Rygg og Norling (2013), som går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensningsindikatorer (gruppe V).

1.2.3 Elektrokjemiske målinger

pH (syre-baselikevekter) og E_h (redokspotensial; reduksjons-oksidasjonslikevekter) ble målt i overflatesedimentet (ca. 1 cm ned) ved bruk av HQ40d multimeter og tilhørende pH- og redokselektroder (hhv. PHC201 og MTC101). Det ble også målt pH og E_{obs} i overflatevannet ved lokaliteten.

pH varierer vanligvis mellom 8,0 og 8,1 i atmosfærisk ekvilibert overflatevann, noe lavere i dypvann, og i anoksiske vannmasser og sedimenter kan pH være ned mot 7 (NS9410:2016). I atmosfærisk ekvilibert overflatevann ligger E_h på rundt 400 mV, mens anoksiske vannmasser og sedimenter vil ha E_h ned mot -200 mV. E_h (redokspotensial) bestemmes ut fra det observerte hvilepotensialet i prøven (målt verdi; E_{obs}) og standardpotensialet til referanseelektroden (E_{ref} ; **Tabell 7**):

$$E_h = E_{obs} + E_{ref}$$

Tabell 7: Standardpotensiale til referanseelektrode. Tilpasset fra MTC101 brukermanual (Hach Company, 2014).

Temperatur (°C)	Standardpotensiale i mV (E_{ref})
0,0 – 4,9	224
5,0 – 9,9	221
10,0 – 14,9	217
15,0 – 19,9	214

1.3 Hydrografi

Hydrografi angår de kjemiske og fysiske havforholdene, slik som salinitet (saltinnhold), temperatur, sirkulasjon og løste gasser. Ekvilibrering med atmosfæren sørger for at overflatevannet i sjø holder en oksygenmetning på nært 100%, og gjerne overmettet (> 100%) på grunn av bølgebrytning, luftbobler og

produksjon av oksygen gjennom fotosyntese. Under overflatevannet faller oksygeninnholdet som en følge av biologisk aktivitet, i hovedsak respirasjon fra bakterier som spiser organisk materiale som synker ned igjennom vannsøyla, så mengden løst gass varierer i tid og rom avhengig av biologisk aktivitet.

Mengden oppløst oksygen i vann blir formidlet på to hovedmåter – konsentrasjon i enten milligram eller milliliter, og metningsgrad i %. Oksygenkonsentrasjonen gir hvor mange mg/ml/mikromol oksygen som er løst i en liter av den aktuelle vannmassen. Metningsgraden gir forholdet mellom den aktuelle konsentrasjonen og den konsentrasjonen som ville blitt målt ved 100% metning, det vil si når konsentrasjonen oppløst oksygen er lik oksygenets løslighet. Videre er oksygenets løselighet avhengig av vannmassenes temperatur, salinitet og trykk. Med økende trykk øker løseligheten, og med økende temperatur og salinitet synker løseligheten. En vannmasse med høyere temperatur og salinitet vil derfor nå 100% metning ved lavere oksygenkonsentrasjon enn en vannmasse på samme dyp med lavere temperatur og salinitet. Oksygenkonsentrasjonen i dypvann er viktig for den helhetlige tilstanden i et område, og klassifiseringen av oksygenet i slike vannmasser er gitt i **Tabell 8**.

Tabell 8: Klassifisering av tilstand for oksygen i dypvannet ved salinitet over 20‰ (gjengitt etter Veileder 02:2013).

			Tilstandsklasser				
Parameter		Måleenhet	I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann	Oksygenkonsentrasjon	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygenmetning*	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20

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

Vannets tetthet, masse per volumdel (kg/m³, eventuelt g/cm³), er i hovedsak avhengig av temperatur og salinitet. Tettheten kontrollerer vannkolonnens vertikale struktur, med tettere vannmasser dypere i vannkolonnen. Ved å øke saliniteten og senke temperaturen øker tettheten, og ved å senke saliniteten og øke temperaturen minsker tettheten. Hvis en vannprofil viser at tettheten endres raskt med økende dybde har man en pyknoklin – et delingslag mellom to vannlag som har ulik tetthet, enten på grunn av forskjell i temperatur eller salinitet (hhv. termoklin og haloklin), eller en kombinasjon av de to.

Det ble utført målinger av salinitet, temperatur og oksygen ved dypeste prøvestasjon (C4, sør for den planlagte anleggsrammen; **Figur 2**) av Aqua Kompetanse AS. Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en SAIV205 oksygensensor. Instrumentet målte annethvert sekund ned og opp igjennom vannsøyla. Registrerte data ble bearbeidet ved bruk av SAIV AS eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft SD200W. All rådata er lagret hos Aqua Kompetanse AS.

1.5 Undersøkellesområde og stasjonsplassering

Undersøkellesområdet ligger i Lurøy kommune, Nordland (**Figur 1**), og anlegget er planlagt plassert nordvest for Risvær. Anlegget vil ligge i et sund mellom en rekke skjær og mindre øyer i Tomfjorden. Bunnen under anlegget er relativt jevn, og varierer fra 48 m øst og vest i anlegget og 60 m dypt midt i anlegget, som også blir midt i sundet (**Figur 3**).

I henhold til Fylkeskommunene i Nordland, Troms og Finnmark & Fiskeridirektoratet region Nord og region Nordland skal antall og plassering av prøvestasjoner ved C-undersøkelse i forbindelse med forundersøkelse utføres etter samme metodikk som ved ordinære C-undersøkelser i henhold til NS9410:2016, med bakgrunn

i omsøkt MTB. I tillegg til prøvestasjonene i overgangssonen og anleggssonen skal det, med samme metodikk, tas en referansestasjon minst 1 km fra anlegget i et område med tilsvarende bunntype som ved de øvrige prøvestasjonene i overgangssonen og anleggssonen. Referansestasjonen inngår ikke i ordinær overvåking. Med en omsøkt MTB på 3210 tonn ved Risvær er veiledende antall prøvestasjoner 4, jamfør **Tabell 9**. I tillegg er det tatt en referansestasjon, slik at totalt antall stasjoner ved Risvær er 5.

Tabell 9: Veiledende antall prøvestasjoner som skal tas per anlegg ut fra MTB og veiledende avstand fra anlegg til ytre sone, stasjon C2. Gjengitt etter NS 9410:2016.

MTB på lokaliteten (tonn)	Veiledende avstand fra anlegg til C2	Veiledende antall prøvestasjoner
≤ 1999	300	3
2000 til 3599	400	4
3600 til 5999	500	5
≥ 6000	500	6

1.5.1 Vannstrøm

Vannstrømmen ved Risvær er sterkt påvirket av tidevannsdynamikk med hovedkomponenter omkring nordøst på fløende sjø og omkring sørvest på ebbende sjø i alle undersøkte dyp (Sivertsen, 2018). Spredningsstrømmen har hyppigste strømretninger mot 195-210, 180-195, 15-30 og 30-45 grader (Sivertsen, 2018).

Tabell 10: Strømmålinger ved Risvær. Målingene er utført med tre akustiske strømmålere produsert av Nortek AS, to 2000 kHz punktmålere (46 og 59m) og en 400 kHz profilerende måler (5 og 15m). Målerne har stått ved 66°18.741N, 12°36.481Ø i perioden 14.06–13.07.2018. (Sivertsen, 2018).

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimalhastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
5	14,1	44,6	23,8	1,0
15	10,7	40,8	18,8	1,4
46	10,1	28,9	15,5	0,8
59	5,4	24,3	9,9	4,7

1.5.2 Stasjonsplassering

Fremherskende strømretning og bunntype ligger til grunn for plassering av prøvetakingsstasjonene (**Figur 3** og **4**). Anleggsstasjonen C1 ble plassert i overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, like utenfor den planlagte anleggsramma på sørsiden av anlegget. I ytterkant av overgangssonen ble C2 plassert, ca. 380 m nord for det planlagte anlegget. C3 og C4 ble plassert hhv. 200 m nord og 185 m sør for anleggsrammen, mens referansestasjonen ble plassert 1 km sørvest for planlagt anleggsrammen i et antatt upåvirket område med tilnærmet samme dyp og bunn sediment som i undersøkelsesområdet.

Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**. Posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 11**, slik at seinere prøver kan legges til de samme koordinat som ved denne undersøkelsen.

Tabell 11: Oversikt over stasjoner, plassering av stasjoner etter NS9410:2016 med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Grasholman. Bio = kvantitativ opparbeiding av makrofauna prøver; Geo = geologiske analyser av kornfordeling (pelitt); Kjemi = kjemiske analyser av TOC, TOM og TN; EK = elektrokjemiske målinger av pH og E_h; Cu = kobberanalyse; CTD = hydrografisk måling av salinitet, temperatur og oksygen.

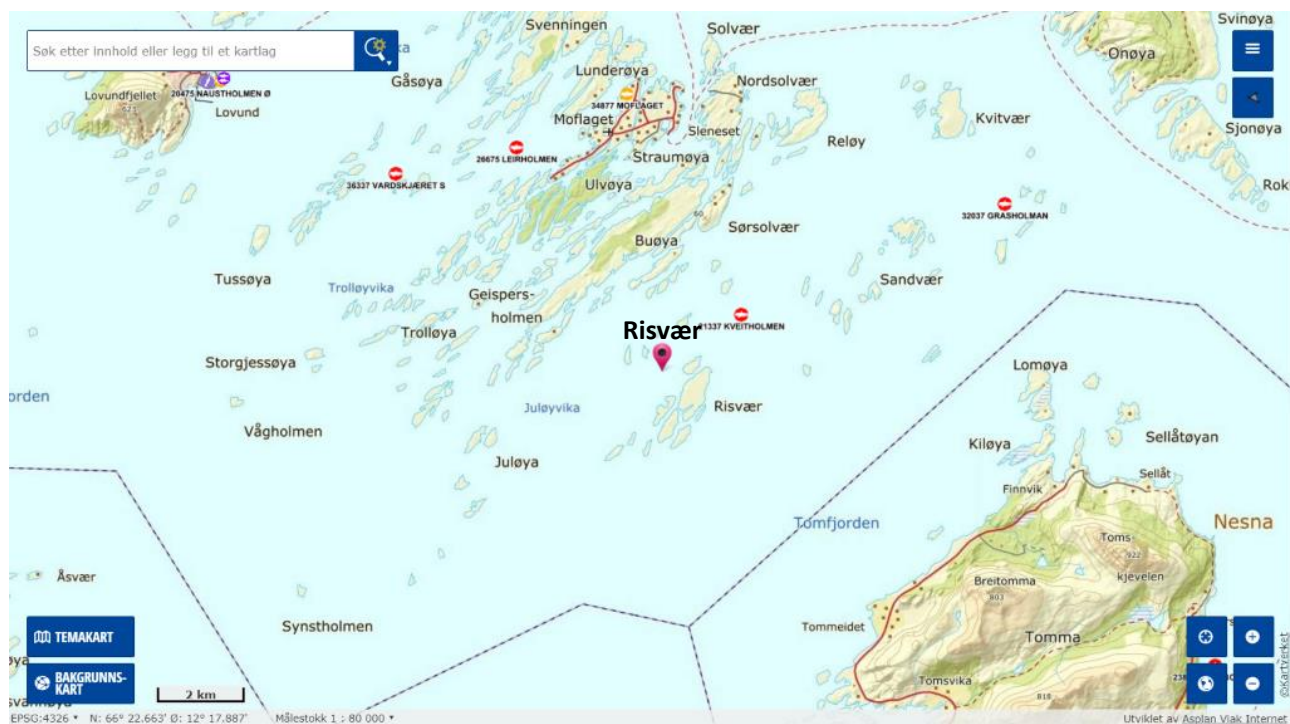
Stasjoner	C1	C2	C3	C4	Cref
Plassering etter NS9410	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone		Referansestasjon
Korresponderende stasjon i Vedlegg B	Ris1	Ris2	Ris3	Ris4	Risref

Parametere	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu – CTD	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu
Koordinater	66°18.642N 12°36.303Ø	66°19.038N 12°37.054Ø	66°18.952N 12°36.912Ø	66°18.571N 12°36.138Ø	66°18.471N 12°34.983Ø
Dybde (m)	61	52	53	61	59
Avstand til anlegg (m)	30*	380	200	185	1 000

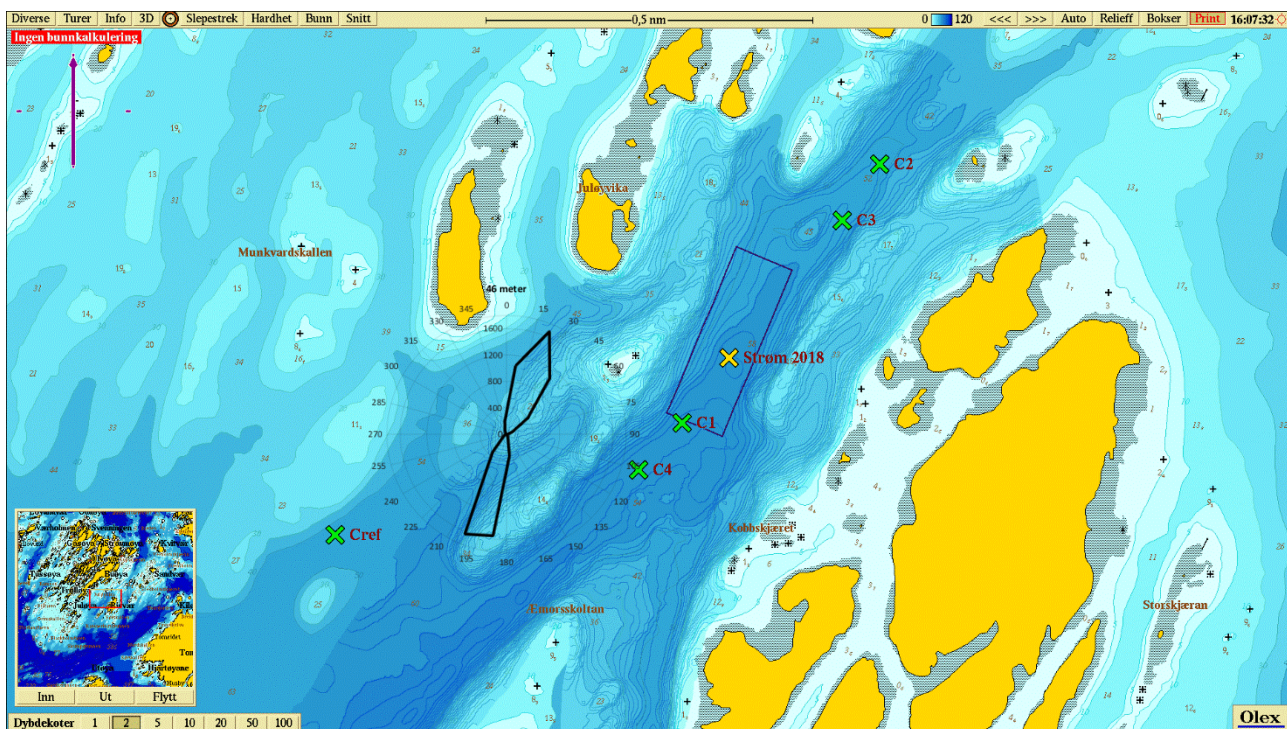
*Avstand fra prøvestasjon til nærmeste merd iht. til NS9410:2016: «Prøvestasjon C1: Stasjonen skal ligge fra 25 til 30 meter fra merdkant. Den skal legges mot den delen av anlegget der B-undersøkelsen viser at påvirkningen er størst.»

1.5.3 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering

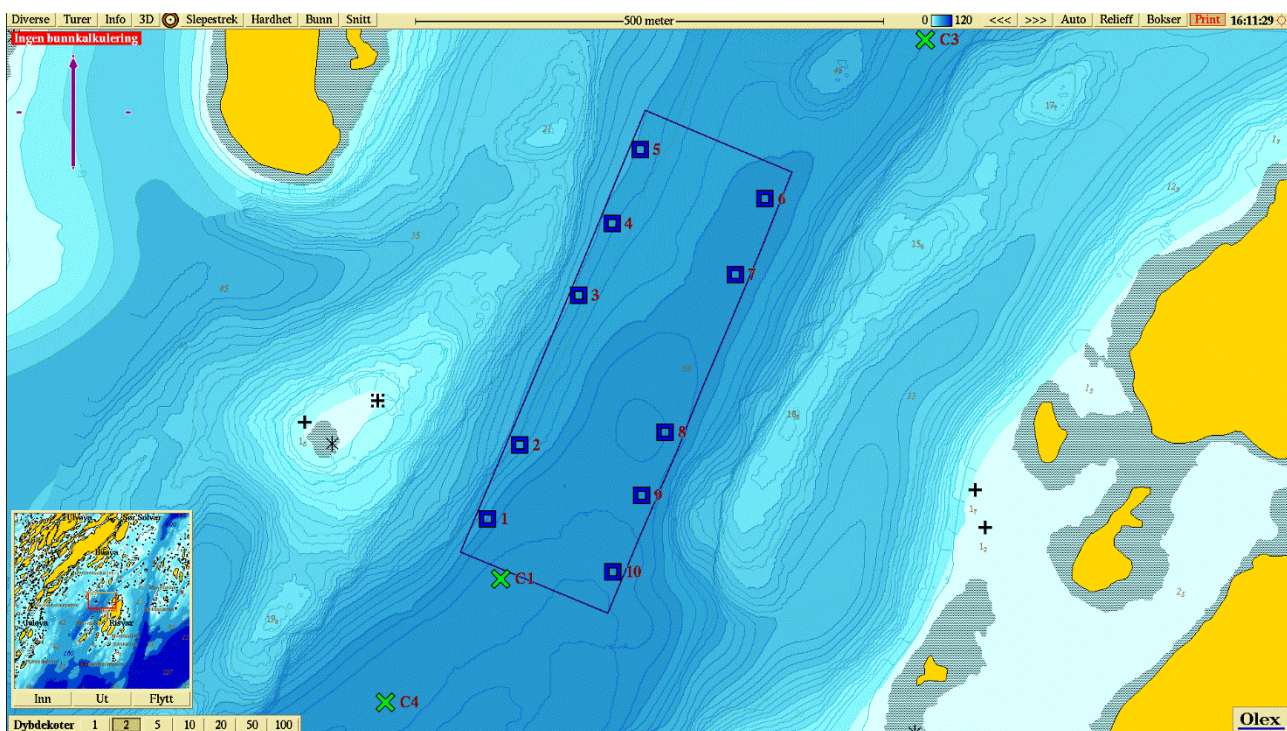
Samtlige kart er med kartdatum WGS84.



Figur 1: Oversiktskart med plasseringen av anlegget i forhold til andre anlegg. Målestokk vises i venstre hjørne, kartkilde i 1:80 000. Kilde: Fiskeridirektoratets kartløsning.



Figur 2: Kartet viser anleggsplassering sammen med C-stasjoner og fortøyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, strømrose viser vanntransport ($m^3/m^2/døgn$) for hver 15° sektor på 46 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene i 2018 ($66^\circ 18.741'N$, $12^\circ 36.481'E$; Sivertsen, 2018). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.



Figur 3: Sjøkart som viser bunndata fra Risvær i 0,46 meters oppløsning, anleggsplassering og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Klykken, 2018) og C-undersøkelsens innerste stasjon (grønt kryss; C1). Kilde: Olex.

2. Resultat

2.1 Bløtbunn – Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer

2.1.1 pH, Eh, TOC, TOM, TN, C/N og kornfordeling

Ved alle fem stasjonene ble det målt gode pH-verdier, laveste måling ble gjort ved referansestasjonen (pH 7,63). Det ble målt positive Eh ved samtlige stasjoner. TOM nivåene var lave, og varierte mellom 3,40 (C3) og 5,06 % (Cref). TN-nivåene var også lave, men høyest på Cref (0,19%). C/N-forholdet var noe forhøyet ved C3 og C4, og naturlig lavt ved de øvrige stasjonene, og sedimentene var forholdsvis grovkornet på samtlige stasjoner (8,1 – 29,3 % pelitt). Alle stasjonene hadde kobbernivåer som er å betegnes som «bakgrunnsnivå» (tilstandsklasse I) og nivået av TOC var lave (tilstandsklasse I eller II).

Tabell 12: Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og E_{obs} i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale (E_{ref}) basert på sedimenttemperatur ved Risvær. E_h i sjø er ikke kalkulert.

Buffertemperatur:	17,7°C	pH sjø:	8,04
Sjøtemperatur:	15,2°C	E_{obs} sjø:	196,3
Sedimenttemperatur:	19,7°C	E_{ref} sediment:	214

Tabell 13: Resultater fra elektrokjemiske og geokjemiske analyser av pH, Eh (redoks), TOC, TOM, TN, C/N, pelitt, TOC, normalisert TOC (nTOC) og kobber ved Risvær. Tilstandsklassifisering for nTOC (organisk innhold) basert på SFT 97:03 (Tabell 4).

	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone		Referanse
	C1	C2	C3	C4	Cref
pH	7,87	7,78	7,71	7,67	7,63
E_{obs} (mV)	173,8	157,4	171,1	240,0	426,4
E_h ($E_{obs} + E_{ref}$) (mV)	387,8	371,4	385,1	454,0	640,4
TOM (%)	4,29	3,47	3,40	4,65	5,06
TN (%)	0,11	0,1	0,08	0,10	0,19
C/N	7,5	2,2	13,8	13,0	7,4
Pelitt	16,2	8,1	11,5	29,3	37,7
TOC (mg/g)	8,3	2,2	11	13	14
nTOC	23,4 II	18,7 I	26,9 II	25,7 II	25,2 II
Cu (mg/kg)	3,68 I	2,22 I	2,90 I	3,81 I	5,47 I

2.1.2 Sensoriske registreringer

Det ble registrert normal lukt og farge i alle undersøkte sediment. Ved C1 bestod sedimentet av sand, skjellsand og leire, mens ved C2 og C3 bestod sedimentet av sand og skjellsand. Ved C4 og Cref bestod sedimentet av hhv. silt og sand og silt og skjellsand. Sedimentet ved C1 hadde fyllingsgrad på ½ og C3 og C4 var fyllingsgraden ¼, mens ved Cref var fyllingsgraden i grabben fra ¼ til ½. Det ble ikke registrert overfylling ved noen av stasjonene.

2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser

2.2.1 Økologisk tilstand, artsmangfold og -sammensetning, ømfintlighet og jevnhet

Antall individer varierte fra 566 (Cref) til 1271 (C3) og antall arter fra 58 (Cref) til 100 (C4). På C1 og Cref viste de fleste faunaindeksene, inklusiv samlet indeks nEQR, økologisk tilstandsklasse II – God. På de øvrige

stasjonene viste de fleste faunaindeksene, inklusiv samlet indeks nEQR, økologisk tilstandsklasse I – Svært god. Samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen ga økologisk tilstandsklasse I.

I følge NS 9410:2016 klassifiseres miljøtilstanden i anleggssonen etter antallet arter vurdert opp mot dominansforhold i bløtbunnsamfunnet. Bløtbunnsamfunnet ved C1 ble klassifisert til miljøtilstand 1 «Meget god». Kriteriet for miljøtilstand 1 er tilstedeværelse av flere enn 20 arter, hvorav ingen skal utgjøre mer enn 65% av det totale individtallet (**Tabell 14**).

Tabell 14: NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen C1 ved Risvær.

Stasjon	Antall arter	Dominerende taksa (%)	Miljøtilstand (NS 9410:2016)
C1	84	<i>Paramphionome jeffreysii</i> (14%)	1

For fullstendig oversikt over faunaindeks og artslister, se rapport fra DNV-GL i **vedlegg B**.

Tabell 15 presenterer resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene. Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet.

Tabell 15: Resultater fra kvantitative bunndyrsanalyser basert på snitt av to replikater per stasjon. Antall arter og individer per 0,2 m², Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Norwegian Sensitivity Index (NSI, sensitivitetsindeks), Hurlberts diversitetsindeks (ES₁₀₀), ISI₂₀₁₂ ømfintlighetsindeks, NQI1 (sammensatt indeks, diversitet og ømfintlighet) og normalisert EQR (nEQR; ekskl. DI). Økologisk tilstandsklassifisering basert på av diversitetsindekser baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2013 (**Tabell 7**). Blå = I Svært god; Grønn = II God; Gul = III Moderat; Oransje = IV Dårlig; Rød = V Svært dårlig.

	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone		Referanse
	C1	C2	C3	C4	Cref
Antall arter	84	89	83	100	58
Antall individer	1211	1102	1271	1118	566
H'	5,2	5,4	5,2	5,5	4,7
ISI ₂₀₁₂	9,4	10,4	10,1	10,2	9,3
NSI	24	24	24	25	24
ES ₁₀₀	37	40	37	42	31
NQI1	0,73	0,78	0,76	0,79	0,73
nEQR	0,79	0,83	0,81	0,85	0,76

Tabell 16 gir hovedtrekkene i artssammensetningen ved hver stasjon i form av en topp-ti artsliste. Ved alle stasjonene var det en naturlig blanding av tolerante, nøytrale og sensitive arter. Ved C2 og C3 ble det i tillegg funnet en opportunistisk art. Det ble ikke funnet noen forurensningsindikatorer ved noen av stasjonene.

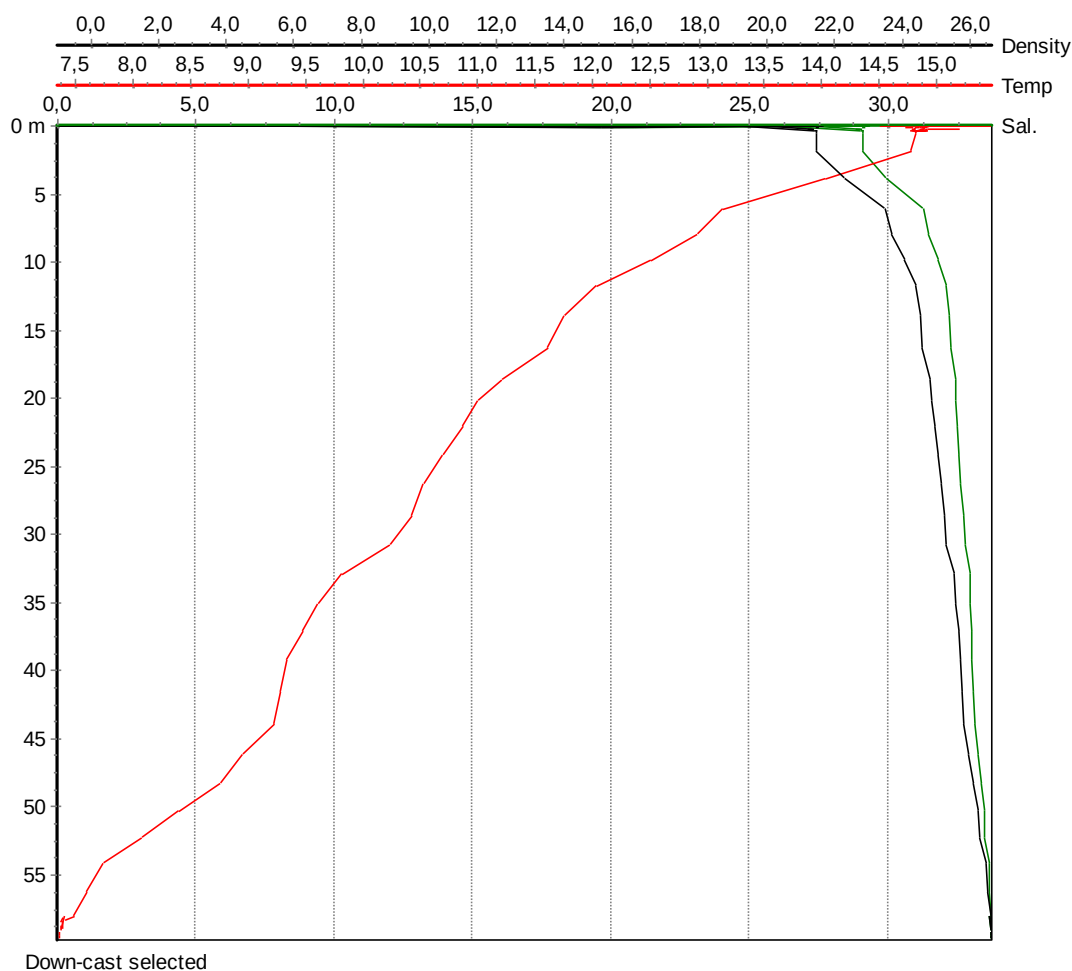
Tabell 16: De ti mest dominerende artene på hver stasjon ved Risvær, med antall individer (#), kumulativ prosent (%) og økologisk gruppe² (EG). Arter med ukjent gruppe (EG og ITI) er markert med Ik.

C1	#	%	EG	C2	#	%	EG
<i>Paraphinome jeffreysii</i>	169	14	III	<i>Pholoe baltica</i>	98	9	III
<i>Galathowenia oculata</i>	101	8	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	94	9	III
<i>Prionospio cirrifera</i>	78	6	III	<i>Exogone verugera</i>	72	7	I
<i>Notomastus</i> sp.	72	6	I	<i>Paradoneis lyra</i>	59	5	II
<i>Melinna elisabethae</i>	60	5	II	<i>Aricidea wassi</i>	51	5	ik
<i>Chaetozone</i> sp.	46	4	III	<i>Aricidea catherinae</i>	50	5	I
<i>Jasmineira caudata</i>	45	4	II	<i>Chaetozone</i> sp.	49	4	III
<i>Paradoneis lyra</i>	39	3	II	<i>Glycera lapidum</i>	47	4	I
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	36	3	IV	<i>Mediomastus fragilis</i>	44	4	IV
<i>Chone</i> sp.	36	3	I	<i>Galathowenia oculata</i>	35	3	III
C3	#	%	EG	C4	#	%	EG
<i>Galathowenia oculata</i>	175	14	III	<i>Galathowenia oculata</i>	138	12	III
<i>Pholoe baltica</i>	65	5	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	69	6	III
<i>Melinna elisabethae</i>	63	5	II	<i>Chone</i> sp.	58	5	I
<i>Jasmineira caudata</i>	63	5	II	<i>Melinna elisabethae</i>	54	5	II
<i>Paradoneis lyra</i>	56	4	II	<i>Exogone vergura</i>	48	4	I
<i>Mediomastus fragilis</i>	55	4	IV	<i>Parvicardium minimum</i>	43	4	I
<i>Exogone vergura</i>	55	4	I	<i>Aricidea wassi</i>	41	4	ik
<i>Prionospio cirrifera</i>	53	4	III	<i>Prionospio cirrifera</i>	33	3	III
<i>Glycera lapidum</i>	53	4	I	<i>Pholoe baltica</i>	32	3	III
<i>Labidoplax buskii</i>	42	3	II	<i>Labidoplax buskii</i>	29	3	II
Cref	#	%	EG				
<i>Melinna elisabethae</i>	68	12	II				
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	47	8	III				
<i>Paradoneis lyra</i>	45	8	II				
<i>Notomastus</i> sp.	42	7	I				
<i>Galathowenia oculata</i>	41	7	III				
<i>Chone</i> sp.	37	7	I				
<i>Prionospio cirrifera</i>	35	6	III				
<i>Pholoe baltica</i>	29	5	III				
<i>Exogone vergura</i>	25	4	I				
<i>Labidoplax buskii</i>	17	3	II				

2.3 Hydrografi

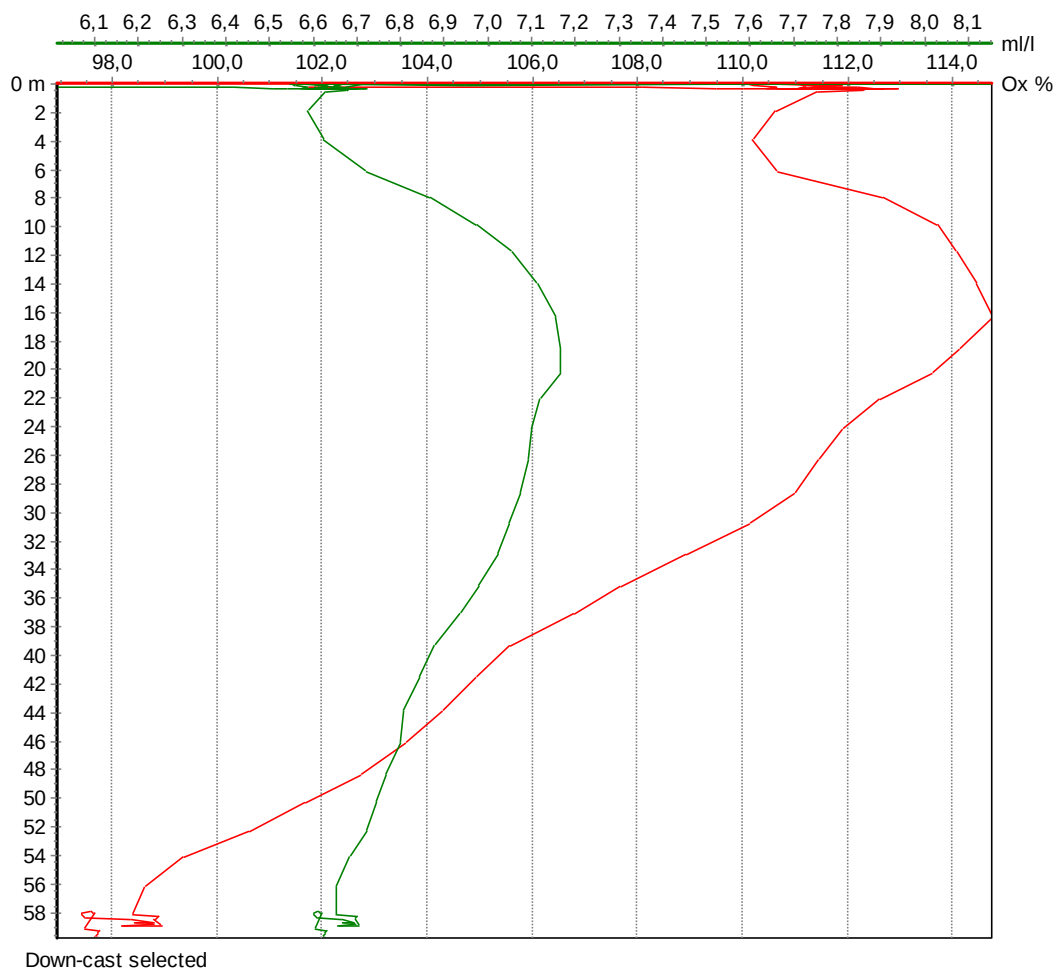
Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved lokaliteten (C4; **Figur 3**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 4** og **5**.

² Økologiske grupper: EG I: sensitive arter; EG II = nøytrale arter; EG III = tolerante arter; EG IV = opportunistiske arter; EG V = foruresningsindikatorer. Rygg & Norling, 2013



Figur 4: Sjøtemperatur (°C ; rød), salinitet (‰ ; grønn) og tetthet (-1000 kg/m^3) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 60 meters dyp ved stasjon C4 den 18.07.2018.

Sjøtemperaturen var omtrent $14,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ved overflaten. Den sank gradvis nedover i vannsøylen. Ved bunnen var den $7,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Saliniteten var omtrent 29 ‰ ved overflaten. Nedover i vannsøylen økte den gradvis. Ved bunnen var den $33,7 \text{ ‰}$. Tettheten var $1021,4 \text{ kg/m}^3$ ved overflaten, og ved bunnen var den steget til $1026,7 \text{ kg/m}^3$.



Figur 5: Oksygenmetning (%) (rød) og oksygenkonsentrasjon (mg/l; grønn) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 60 meters dyp ved stasjon C4 den 18.07.2019.

Oksygenkonsentrasjonen var rundt 6,7 ml O₂/liter ved overflaten, mens oksygenmetningen viste rundt 112 %. Oksygenverdiene viste små forskjeller nedover i vannsøylen. Ved bunnen var oksygenkonsentrasjonen rundt 6,6 ml/l, mens metningen var rundt 98 %. Dette tilsvarer tilstandsklasse I «Svært god» etter klassifisering for oksygen i dypvann, gjengitt i **Tabell 8**.

3. Oppsummering

På C1 og Cref viste de fleste faunaindeksene, inklusiv samlet indeks nEQR, økologisk tilstandsklasse II – God. På de øvrige stasjonene viste de fleste faunaindeksene, inklusiv samlet indeks nEQR, økologisk tilstandsklasse I – Svært god. Klassifisering etter NS 9410:2016 i anleggssonen, C1, viste miljøtilstand 1.

TOC-nivået var lavt ved samtlige stasjoner (tilstandsklasse I eller II), og alle stasjonene hadde kobbernivåer som er å betegne som «bakgrunnsnivå» (tilstandsklasse I). Nivået av TOM var lavt og varierte mellom 3,40 og 5,06%, mens C/N-forholdet var noe forhøyet ved C3 og C4, og naturlig lavt ved de øvrige stasjonene.

Ved C1 bestod sedimentet av sand, skjellsand og leire, mens ved C2 og C3 bestod sedimentet av sand og skjellsand. Ved C4 og Cref bestod sedimentet av hhv. silt og sand og silt og skjellsand og geologiske analyser utført av SINTEF Molab AS viste pelittandeler (kornfordeling, % < 0,063µmm) mellom 8,1 og 37,7%. Det ble registrert normal lukt og farge i alle undersøkte sediment.

Målingen av hydrografiske data ved stasjon C4 viste et brakkvannslag i øvre del av vannsøylen. Under dette brakkvannslaget steg saliniteten mot normale verdier for rent sjøvann, mens temperaturen sank. Oksygenmålingen viste overmetning i store deler av vannsøylen, noe som tyder på god omrøring av vannmassene i undersøkelsesområdet.

Da denne undersøkelsen er en forundersøkelse skal ny C-undersøkelse tas etter første produksjonssyklus.

4. Referanser

Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. & Walday, M. (1993) Langtidsovervåkning av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 510/93.

Bray, R. T. & Curtis, J. T. (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, **27**:325-349.

Direktoratgruppen (2013) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013.

Fylkeskommunene i Nordland, Troms og Finnmark & Fiskeridirektoratet region Nord og Region Nordland (2018) Veiledning til krav om forundersøkelser i henhold til NS9410:2016 i forbindelse med søknad om akvakulturlokaliteter i Nordland, Troms og Finnmark fylker. Versjon 1, 04.04.2018.

Hach Company (2014) User Manual gel filled ORP/Redox Probe: Model MTC10101, MTC10103, MTC10105, MTC10110, MTC10115 or MTC10130. doc022.53.80033. Edition 4.

Hurlbert, S. N. (1971) The non-concept of the species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* **52**:577-586.

Klykken, C. (2018) B-forundersøkelse ved Risvær i Lurøy kommune, juni 2018. Rapportnummer 136-6-18B, levert av Aqua Kompetanse AS.

Miljødirektoratet (2016) Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608/2016.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. (1997) Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veileder 97:03.

Norsk Standard 5667-19 (2004). Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667:2004). Standard Norge. NS-EN ISO 5667-19: 2004.

Norsk Standard 16665 (2013) Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665: 2014). Standard Norge. NS-EN ISO 16665:2013.

Norsk standard 9410 (2016) Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. NS 9410:2016.

Rygg, B. (2002) Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine water of Norway. NIVA report SNO 4548-2002.

Rygg, B. & Norling, K. (2013) Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 64-75-2013.

Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949) The Mathematical Theory of Communication. *Univ. Illinois Press*, Urbana.

Sivertsen, K. (2018) Vannstrømmåling ved Risvær, Lurøy, juni–juli 2018. Rapportnummer 165-7-18S, levert av Aqua Kompetanse AS.

Veileder 02:2013 (2013) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Norsk klassifiseringssystem i henhold til vannforskriften. Revidert 2015. Vannportalen.no

Veileder TA 2229/2207 (2007) Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann - Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensningstilsyn.

Vedlegg A – Bilder av sediment



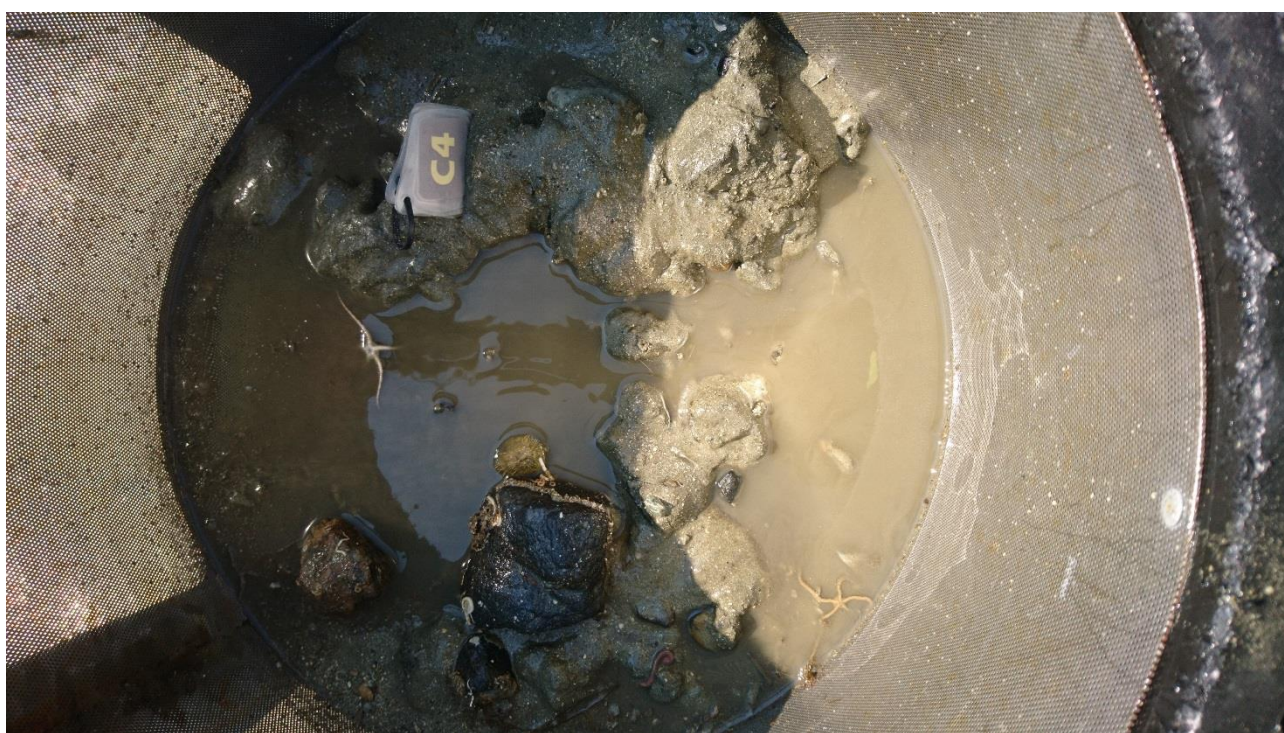
Figur A-1: Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av sand, skjellsand og leire, og hadde en pelittandel på 16,2% (se SINTEF Molab AS rapport i **Vedlegg B**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-2: Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av sand og skjellsand, og hadde en pelittandel på 8,1% (se SINTEF Molab AS rapport i **Vedlegg B**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-3: Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av sand og skjellsand og noe stein, og hadde en pelittandel på 11,5% (se SINTEF Molab AS rapport i **Vedlegg B**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-4: Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av silt og sand, og hadde en pelittandel på 29,3% (se SINTEF Molab AS rapport i **Vedlegg B**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-5: Bilde av sedimentet ved referansestasjonen. Sedimentet besto av sand og skjellsand, og hadde en pelittandel på 37,7% (se SINTEF Molab AS rapport i **Vedlegg B**). Foto: Aqua Kompetanse AS.

LOVUND LAKS

Prøvingsrapport; Lovund Laks 2018

Prosjekt 10115275

Rapportnr.: 2018-3194, Rev. 0

Dato: 2018-10-24



Prosjektnavn:	Løvund Laks 2018	DNV GL AS Oil & Gas
Rapporttittel:	Prøvingsrapport; Løvund Laks 2018	Environmental Risk Management
Oppdragsgiver:	Prosjekt 10115275	P.O. Box 300
Kontaktperson:	Kjersti Myhre	1322 Høvik
Dato:	2018-10-24	Norway
Prosjektnr.:	10115275	Tel: +47 67 57 99 00
Org. enhet:	Environmental Risk Management	NO 945 748 931 MVA
Rapportnr.:	2018-3194, Rev. 0	

Sammendrag: På vegne av prosjektet «Løvund Laks – miljøundersøkelser. Støtte fra DNV GL Biolab», har DNV GLs Biolaboratorium gjennomført opparbeidelse, artsbestemmelse og biologiske analyser på 11 stasjoner. Sortering fant sted på Biolaboratoriet 06.08.2018-16.08.2018. Artsbestemmelse ble utført 23.08.2018 – 08.10.2018. Indekser og vurderinger ble gjennomført 19.10.2018.

Følgende prosedyrer ble benyttet: OP-BIOLAB-BS-3-1-02, OP-BIOLAB-BS-3-3-02, OP-BIOLAB-EM-18-05, OP-BIOLAB-BS-5-01, OP-BIOLAB-BS-12-04 og OP-BIOLAB-BS-4-01

Utført av:

Verifisert av:

Godkjent av:


Jon Kristian Haugland
Senior Consultant


Fredrik Melsom
Consultant


Tor Jensen
Head of Section

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (Åndsverkloven) © DNV GL 2018. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller viderefornidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden; (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- ☐ Fri distribusjon (internt og eksternt)
- ☒ Fri distribusjon innen DNV GL
- ☐ Fri distribusjon innen det DNV -GL-selskap som er kontraktspart
- ☐ Ingen distribusjon (konfidensiell)

Nøkkelord:

Sediment, bentisk fauna, artsliste,
Seisøyvær, resipientundersøkelse.

Rev.nr:	Dato:	Ansvar for utgivelse:	Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:
---------	-------	-----------------------	------------	----------------	--------------



Innholdsfortegnelse

1	PRØVETAKING.....	1
2	SORTERING	1
3	TAKSONOMI.....	1
4	INDEKSER OG VURDERINGER	1
5	TI PÅ TOPP LISTER	3



1 PRØVETAKING

Prøvetaking for analyse av bløtbunnsfauna ble gjennomført av Aqua Kompetanse.

2 SORTERING

Sortering ble utført på Biolaboratoriet i perioden 06.08.2018 - 16.08.2018 av følgende personell:

Sorterere: Jørgen Nordstrøm (Ansvarlig sorterer), Harald Salvesen, Håvard Riveldal, Anders Glette, Kim Bye.

Benyttet prosedyre: OP-BIOLAB-BS-3-1-02

Følgende graabber ble subsamplet på grunn av stort prøvemateriale:

VAR-1 – grabb 1, VAR-ref – grabb 2, RIS-1 – grabb 1 og 2, RIS-2 – grabb 1 og 2, RIS-3 – grabb 1 og 2.

3 TAKSONOMI

Artsbestemmelse ble utført i perioden 23.08.2018 – 08.10.2018.

Følgende personell har deltatt i artsbestemmelsen:

Polychaeta: Fredrik Melsom

Varia: Fredrik Melsom

Crustacea: Jon Kristian Haugland

Echinodermata: Amund Ulfsnes

Mollusca: Amund Ulfsnes

Benyttede prosedyrer: OP-BIOLAB-BS-3-3-02 og OP-BIOLAB-EM-18-05.

Se Appendix A for artslister. Artslistene er også lagret på:

P:\oenno610\NCGNO615\Biolab\Biologiske_analyser\Artsbestemmelse\2018\Fjords\Lovund Laks

4 INDEKSER OG VURDERINGER

Beregninger av indekser og vurderinger (tabell 4-1) er utført av Fredrik Melsom 19.10.2018. Tabell 4-1 viser beregninger på stasjonsnivå og gjennomsnittlig grabbverdi.

Følgende programmer er benyttet:

- Primer versjon 6.1.6
- AMBI versjon 5.0 (Species list v. Jun2017)

Benyttet prosedyre: OP-BIOLAB-BS-4-01.



Tabell 4-1. Antall arter (S) og individer (N), Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') og ES₁₀₀ er gitt ved stasjonsverdi (0,2 m²), og gjennomsnittlig grabbverdi (2 grabber). Øvrige indekser som er inkludert i tabellen er de biotiske indeksene NQI1, ISI2012, NSI og DI. Normalisert 'ecological ratio' (nEQR) for alle bløtbunnsindeksene er vist som gjennomsnittlig grabbverdi og på stasjonsnivå. DI er ikke inkludert i gjennomsnittlig nEQR. Klassifisering av miljøtilstand er gitt i henhold til Veileder 02:2013_2015 med bruk av nEQR-verdier. Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder iht. Veileder 02:2013_2015.

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

Økologisk tilstand for bløtbunnsfauna										
Stasjon	Grabb/stasjon	S	N	Es100	H'	NQI1	NSI	ISI2012	DI	Gj. Snitt EQR
VAR1	Grabbverdi			11	2,1	0,45	10	7,0	0,80	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,44	0,43	0,36	0,21	0,53	0,24	0,39
	Stasjonsverdi	32	1564	11	2,0	0,47	10	7,4		
	nEQR (stasjon)			0,43	0,43	0,37	0,20	0,59		0,40
VAR2	Grabbverdi			41	5,2	0,77	23	8,4	0,38	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,88	0,89	0,75	0,71	0,68	0,68	0,78
	Stasjonsverdi	80	574	42	5,4	0,77	23	8,5		
	nEQR (stasjon)			0,90	0,94	0,75	0,71	0,70		0,80
VAR3	Grabbverdi			29	4,4	0,68	20	7,9	0,55	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,74	0,76	0,65	0,60	0,64	0,47	0,68
	Stasjonsverdi	64	797	30	4,6	0,69	20	8,7	30	
	nEQR (stasjon)			0,75	0,77	0,66	0,60	0,71		0,70
VAR4	Grabbverdi			33	4,6	0,71	21	8,0	0,35	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,79	0,78	0,68	0,66	0,65	0,73	0,71
	Stasjonsverdi	66	548	33	4,8	0,71	21	8,2		
	nEQR (stasjon)			0,79	0,80	0,69	0,66	0,67		0,72
VAR5	Grabbverdi			34	4,5	0,69	20	8,3	0,07	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,81	0,77	0,66	0,58	0,68	0,95	0,70
	Stasjonsverdi	52	194	37	4,7	0,70	19	8,6		
	nEQR (stasjon)			0,83	0,79	0,68	0,58	0,70		0,72
VARref	Grabbverdi			36	4,9	0,79	24	9,2	0,59	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,83	0,83	0,77	0,77	0,77	0,41	0,79
	Stasjonsverdi	80	881	37	5,1	0,80	24	9,4		
	nEQR (stasjon)			0,84	0,86	0,78	0,77	0,78		0,81
RIS1	Grabbverdi			36	5,0	0,73	24	9,2	0,73	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,82	0,84	0,70	0,75	0,76	0,30	0,78
	Stasjonsverdi	84	1211	37	5,2	0,73	24	9,4		
	nEQR (stasjon)			0,84	0,88	0,70	0,75	0,78		0,79
RIS2	Grabbverdi			37	5,1	0,76	24	9,9	0,65	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,83	0,87	0,74	0,76	0,82	0,36	0,80
	Stasjonsverdi	89	1102	40	5,4	0,78	24	10,4		
	nEQR (stasjon)			0,87	0,92	0,76	0,77	0,85		0,83
RIS3	Grabbverdi			34	4,9	0,75	24	9,7	0,75	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,80	0,83	0,72	0,76	0,81	0,28	0,78
	Stasjonsverdi	83	1271	37	5,2	0,76	24	10,1		
	nEQR (stasjon)			0,84	0,89	0,74	0,76	0,83		0,81
RIS4	Grabbverdi			39	5,2	0,78	25	9,9	0,70	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,87	0,90	0,76	0,79	0,82	0,32	0,83
	Stasjonsverdi	100	1118	42	5,5	0,79	25	10,2		
	nEQR (stasjon)			0,89	0,95	0,76	0,79	0,83		0,85
RISref	Grabbverdi			32	4,6	0,73	24	9,2	0,33	
	nEQR (gj. sn. grabb)			0,77	0,78	0,70	0,77	0,77	0,75	0,76
	Stasjonsverdi	58	566	31	4,7	0,73	24	9,3	31	
	nEQR (stasjon)			0,76	0,79	0,70	0,77	0,77		0,76

5 TI PÅ TOPP LISTER

De ti mest vanlige artene for hver stasjon (juvenile ikke inkludert) er presentert i tabell 5-1.

Tabell 5-1. De ti mest vanlige artene for hver stasjon (eks. juvenile), Lovund Laks 2018.

VAR1	Antall	%	Kum %	VAR2	Antall	%	Kum %
Capitella	1014	65	65	Scoloplos (Scoloplos) armiger	49	9	9
Ophryotrocha	168	11	76	Chaetozone	44	8	16
Microphthalamus sczelkowi	112	7	83	Heteromastus filiformis	43	7	24
Heteromastus filiformis	66	4	87	Labidoplax buskii	32	6	29
Pholoe baltica	65	4	91	Syllis cornuta	25	4	34
Thyasira flexuosa	32	2	93	Pholoe baltica	25	4	38
Malacoceros fuliginosus	25	2	95	Eteone	21	4	42
Phyllodoce mucosa	19	1	96	Diplocirrus glaucus	17	3	45
Nemertea	15	1	97	Glycera alba	15	3	47
Syllis cornuta	6	0	97	Sphaerosyllis hystrix	15	3	50
Totalt antall taxa	32			Totalt antall taxa	80		

VAR3	Antall	%	Kum %	VAR4	Antall	%	Kum %
Heteromastus filiformis	128	16	16	Cirratulus caudatus	86	16	16
Scoloplos (Scoloplos) armiger	104	13	29	Chaetozone	57	10	26
Thyasira flexuosa	69	9	38	Thyasira flexuosa	54	10	36
Pholoe baltica	69	9	46	Pholoe baltica	32	6	42
Capitella	47	6	52	Heteromastus filiformis	29	5	47
Pseudopolydora paucibranchiata	47	6	58	Paramphinome jeffreysii	29	5	52
Syllis cornuta	38	5	63	Scoloplos (Scoloplos) armiger	28	5	57
Paramphinome jeffreysii	26	3	66	Syllis cornuta	16	3	60
Chaetozone	22	3	69	Spio filicornis	16	3	63
Tharyx killariensis	14	2	71	Eteone	13	2	66
Totalt antall taxa	64			Totalt antall taxa	66		

VAR5	Antall	%	Kum %	VARref	Antall	%	Kum %
Capitella	34	18	18	Pholoe baltica	116	13	13
Ophryotrocha	23	12	29	Pseudopolydora paucibranchiata	98	11	24
Pholoe baltica	15	8	37	Labidoplax buskii	84	10	34
Exogone verugera	14	7	44	Aricidea (Acmira) catherinae	52	6	40
Eteone	10	5	49	Thyasira flexuosa	42	5	44
Heteromastus filiformis	7	4	53	Diplocirrus glaucus	32	4	48
Scalibregma inflatum	7	4	57	Heteromastus filiformis	25	3	51
Ophelina acuminata	5	3	59	Rhodine gracilior	25	3	54
Sphaerosyllis hystrix	5	3	62	Amphictene auricoma	22	3	56
Scoloplos (Scoloplos) armiger	4	2	64	Spio filicornis	22	3	59
Totalt antall taxa	52			Totalt antall taxa	80		

RI S1	Antall	%	Kum %	RI S2	Antall	%	Kum %
Paramphinome jeffreysii	169	14	14	Pholoe baltica	98	9	9
Galathowenia oculata	101	8	22	Paramphinome jeffreysii	94	9	17
Prionospio cirrifera	78	6	29	Exogone verugera	72	7	24
Notomastus	72	6	35	Paradoneis lyra	59	5	29
Melinna elisabethae	60	5	40	Aricidea (Aricidea) wassi	51	5	34
Chaetozone	46	4	43	Aricidea (Acmira) catherinae	50	5	38
Jasmineira caudata	45	4	47	Chaetozone	49	4	43
Paradoneis lyra	39	3	50	Glycera lapidum	47	4	47
Pseudopolydora paucibranchiata	36	3	53	Mediomastus fragilis	44	4	51
Chone	36	3	56	Galathowenia oculata	35	3	54
Totalt antall taxa	84			Totalt antall taxa	89		



RI S3	Antall	%	Kum %
Galathowenia oculata	175	14	14
Pholoe baltica	65	5	19
Melinna elisabethae	63	5	24
Jasmineira caudata	63	5	29
Paradoneis lyra	56	4	33
Mediomastus fragilis	55	4	38
Exogone verugera	55	4	42
Prionospio cirrifera	53	4	46
Glycera lapidum	53	4	50
Labidoplax buskii	42	3	54
<i>Totalt antall taxa</i>	<i>83</i>		

RI S4	Antall	%	Kum %
Galathowenia oculata	138	12	12
Paramphinoe jeffreysii	69	6	19
Chone	58	5	24
Melinna elisabethae	54	5	29
Exogone verugera	48	4	33
Parvicardium minimum	43	4	37
Aricidea (Aricidea) wassi	41	4	40
Prionospio cirrifera	33	3	43
Pholoe baltica	32	3	46
Labidoplax buskii	29	3	49
<i>Totalt antall taxa</i>	<i>100</i>		

RI Sref	Antall	%	Kum %
Melinna elisabethae	68	12	12
Paramphinoe jeffreysii	47	8	20
Paradoneis lyra	45	8	28
Notomastus	42	7	36
Galathowenia oculata	41	7	43
Chone	37	7	49
Prionospio cirrifera	35	6	56
Pholoe baltica	29	5	61
Exogone verugera	25	4	65
Labidoplax buskii	17	3	68
<i>Totalt antall taxa</i>	<i>58</i>		



APPENDIX A

Artsliste

Artsliste LOVUND LAKS 2018

	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VARref	RIS1	RIS2	RIS3	RIS4	RISref
Virgularia								8			
Cerianthus lloydii		4	1	3		2		4		1	
Edwardsiidae	1	5	9	5		1	4	8	4		
Pennatulacea		1					4	5			
Echiurus echiurus		3		1							
Caudofoveata						11	19	13		8	
Nemertea	15	5	5	4	1	2	3		1	2	2
Phoronis							8	5	1	4	
Golfingiidae		1									
Phascolion (Phascolion) strombus strombus		3			1					6	2
Macrochaeta clavicornis		5	2								
Ampharetidae juv.					1						
Ampharetidae								1			
Ampharete							1				
Ampharete lindstroemi		4	3	5	3	14		11		4	
Ampharete octocirrata						10	1	5	21	10	
Amphicteis gunneri					1		4	2	4		
Amythasides macroglossus							18	1	4	29	
Anobothrus gracilis		3	6	2			4	1	4	22	4
Melinna cristata							1				
Melinna elisabethae						6	60	12	63	54	68
Sosane wahrbergi		3				2	4	4	16	4	2
Eclypsippe vanelli										3	4
Sosane wireni		9		12		19	1	8			
Samytha sexcirrata							3			3	4
Sosane sulcata						2		15	14		
Zatsepinia rittichae									4		
Euphrosine armadillo		4									
Paramphionome jeffreysii	3	9	26	29	1	5	169	94	38	69	47
Apistobanchus tullbergi							2				4
Capitella	1014	3	47	5	34			1			
Heteromastus filiformis	66	43	128	29	7	25	30			9	
Mediomastus fragilis			13	7			6	44	55		7
Notomastus	1		13		2	14	72	21	32	28	42
Chaetopterus variopedatus										1	
Aphelocheata						4	7	1	2	4	
Caulerella			2		1						
Tharyx killariensis		3	14			10					

Appendiks A,
DNV GL Rapport 2018-3194

P:\oenno610\NCGNO615\Biolab\Rapporter\Prøvsrapporter\2018\Lovund Laks

LOVUND LAKS 1/7

Artsliste LOVUND LAKS 2018

	3	44	22	57	4	15	46	49	25	25	15
Chaetozone											
Cirratulus caudatus				86				6			
Cirratulus cirratus		8	5		1						
Tharyx							24	22	19	6	4
Ophryotrocha	168	2	8	1	23		2				
Protodorvillea kefersteini		7	8	2	2		1				
Diplocirrus glaucus		17	3	12		32	6	11		13	4
Diplocirrus hirsutus										3	
Pherusa									4	3	
Glyceridae juv.				2							
Glycera juv.							4				
Glycera alba		15	9	9	4	3	8		5	1	
Glycera lapidum				2	4	9	2	47	53	20	8
Glycinde nordmanni	3			1							
Goniada maculata		1	1	3	1	8	11		8	9	1
Goniada norvegica								7			
Gyptis rosea		1									
Nereimyra punctata	1		2					4	2	1	1
Oxydromus flexuosus			4			3					
Microphthalmus szcelkowi	112	9		2							
Lumbrineridae juv.							4			3	
Abyssoninoe hibernica			1		1						
Lumbrineris							11	2	5	11	9
Chirimia biceps										10	3
Clymenura borealis										3	
Euclymene affinis		3									
Lumbriclymene		1									
Notoproctus		2									
Petaloproctus					1						
Praxillella						4					
Praxillella affinis		3		1							
Praxillura longissima											1
Proclymene muelleri								1			1
Rhodine gracilior						25					
Rhodine loveni		1	1	2	1						
Nephtys juv.			1		3	4				4	13
Nephtys									4		
Nephtys caeca			1	1	1	3		4			
Nephtys cirrosa			1								

Appendiks A,
DNV GL Rapport 2018-3194

P:\oenno610\NCGNO615\Biolab\Rapporter\Prøvsrapporter\2018\Lovund Laks

LOVUND LAKS 2/7

Artsliste LOVUND LAKS 2018

Nephtys hombergii	1	1				1							
Nothria conchylega			4			2		10	35	15		6	
Paradiopatra fiordica								4					4
Ophelina													
Ophelina acuminata	1	10	1	2	5		1				1		
Ophelina cylindrica							7	1		12			
Ophelina modesta							1						
Travisia forbesii		9											
Scoloplos (Scoloplos) armiger		49	104	28	4	5	3	1	1			1	
Naineris	2		5										
Galathea oculata						1	101	35	175	138		41	
Myriochele heeri		9	4		1	3		14	37	6			
Owenia juv.		17											
Owenia				5	3		8		13				
Aricidea (Acirida) catherinae		1	2	5	1	52	8	50	6	7		6	
Aricidea (Aricidea) wassli							29	51	42	41			
Paradoneis lyra	1	7	7		4	22	39	59	56	25		45	
Amphictene auricoma		13	4	3	1	22	4	1		2		1	
Pectinariidae juv.								4		3			
Pholoe assimilis							3						
Pholoe baltica	65	25	69	32	15	116	27	98	65	32		29	
Eteone	6	21	10	13	10	1	4	9	2				
Eulalia		1	2										
Eumida			1										
Hypereteone foliosa				2									
Mystides caeca							1	1	1				
Nereiphylla lutea												1	
Phylodoce juv.	3												
Phylodoce groenlandica	1	8	11	3		16	26	14	11	25		10	
Phylodoce longipes		1											
Phylodoce mucosa	19		5	1	1	2							
Phylodocidae juv.								1					
Sige fusigera	1			2		5	3	4	1	7			
Poecilochaetus serpens						4	12	5					
Gattyana cirrhosa	4	5	10	2	1	5	3	5					
Malmgrenia mcintoshii			3		1	2		16	1				
Polynoidae								1	1	7			
Polynoidae juv.			2			2	1	12				1	
Chone		4			2	8	36	8	8	58		37	

Appendiks A,
DNV GL Rapport 2018-3194

P:\oenno610\WCGNO615\Biolab\Rapporter\Prøvsrapporter\2018\Lovund Laks

LOVUND LAKS 3/7

Artsliste LOVUND LAKS 2018

Euchone southerni							5	2	8	15		4	
Jasmineira		1											
Jasmineira caudata		11	1		1	18	45	16	63	25		6	
Sabella pavonina		2											
Polyphysia crassa					1								
Scalibregma inflatum		3	12	7	7	1	8	10	14	19		5	
Sthenelais limicola								4					
Aonides paucibranchiata		1			1		2	19	4	8			
Dipolydora	1			2	1		4						
Dipolydora socialis		1					4	4		14	6	14	
Laonice bahusiensis			1										
Laonice cirrata							8	5			1		
Malacoceros fuliginosus	25												
Polydora	2												
Prionospio cirrifera		3		1	2	3	78	25	53	33		35	
Prionospio fallax							4	5		4			
Pseudopolydora paucibranchiata		15	47	11		98	36	17	17	19		11	
Scolecopsis korsun								1	1				
Spio filicornis		5	4	16	1	22	10	6	5	1			
Spiophanes bombyx		3											
Spiophanes kroyeri						3	17	12	2	8		1	
Eusyllis blomstrandii					2								
Exogone verugera					14	5	33	72	55	48		25	
Parexogone hebes	2	14	13	6		2	6	4	8				
Sphaerosyllis hystrix		15			5	1		12	9				
Syllidae			1		1								
Syllis cornuta	6	25	38	16	3	1				1	1		
Amphitrite cirrata											1		
Lysilla loveni								1					
Paramphitrite birulai									5				
Paramphitrite tetrabranchia						6							
Pista cristata							4	1			9		
Polycirrus		3		1	4		8	5	6	14			
Streblosoma bairdi							1						
Streblosoma intestinale			1										
Terebellidae									2	1			
Terebellidae juv.							1						
Octobranchus floriceps						6							
Terebellides stroemii		3		3	1	11		2	4	13		3	

Appendiks A,
DNV GL Rapport 2018-3194

P:\oenno610\WCGNO615\Biolab\Rapporter\Prøvsrapporter\2018\Lovund Laks

LOVUND LAKS 4/7

Artsliste LOVUND LAKS 2018

Trichobranchus roseus			1	2		8	4		4	4	1
Ampelisca aequicornis								4			
Ampelisca macrocephala						2	1	1	5	1	
Ampelisca odontoplax									8		
Haploops setosa								1		1	
Haploops tubicola									5	2	
Autonoe longipes									4	1	
Unciola planipes						5	3	1	1	1	2
Argissa hamatipes	1			1							
Apseudes spinosus										4	
Atylus vedlomensis	1			1		4		1		1	
Bodotria arenosa								1			
Caprellidae	1										
Cheirocratus sundevalli			4						5		
Corophium						1					
Vargula norvegica			2							3	
Psolus juv.								1	5	1	1
Diastylis cornuta						1	1	4		1	1
Diastylis lucifera										2	
Diastylis rathkei										5	3
Diastylis biplicatus						5			1		1
Galathea strigosa										1	
Ischyrocerus megacheir								4			
Hemilamprops roseus							2		2		
Eudorella emarginata											1
Acidostoma obesum						1					
Hippomedon denticulatus		1				1					
Orchomene									1		
Tmetonyx cicada	4						17				
Tryphosites longipes		2		2							
Eurynome										1	
Melphidippa macrura				1							
Monoculodes						1	4	1	5	1	
Synchelidium tenuimanum				1							
Westwoodilla caecula	1			2		6	3	5		7	
Harpinia antennaria				1		1		1			
Harpinia pectinata							1	1			
Paraphoxus oculatus									3		
Dulichia		1	4	8							

Appendiks A,
DNV GL Rapport 2018-3194

P:\oenno610\NCGNO615\Biolab\Rapporter\Prøvsrapporter\2018\Lovund Laks

LOVUND LAKS 5/7

Artsliste LOVUND LAKS 2018

Euspira nitida		2		1	2						
Euspira montagui						3			4	2	1
Oenopota juv.						1					
Propebela cancellata						1					
Vitreolina philippi						2					
Cylichna										1	
Cylichna cylindracea						1		4		1	1
Philine		1	1	3						3	
Hermania scabra						4		4	2		
Retusa obtusa		1									
Scaphander juv.						4					
Calliostoma zizyphinum									1		
Ennucula tenuis										1	
Yoldiella philippiana									4	2	2
Nuculana juv.									12		
Nuculana minuta										3	
Crenella decussata					1						
Limatula subauriculata										1	1
Similipecten similis							1	1	23	10	3
Corbula gibba		2		2							
Arctica islandica juv.		1									
Astarte juv.			8	1							
Astarte montagui		6	11		2						
Astarte sulcata											2
Clausinella fasciata juv.		1									
Clausinella fasciata				2							
Hiatella arctica							4			1	
Kurtiella bidentata										2	
Lyonsia norvegica		1									
Parvicardium scabrum										2	1
Parvicardium minimum		12				6	18	3	20	43	9
Parvicardium				2					3	6	
Phaxas pellucidus		1		2							
Saxicavella jeffreysi											1
Kellia suborbicularis		1		1							
Tellimya ferruginosa		1	4			6				1	
Thracia juv.							1				
Thracia villosiuscula				1							1
Thyasira juv.							3		3	8	

Appendiks A,
DNV GL Rapport 2018-3194

P:\oenno610\NCGNO615\Biolab\Rapporter\Prøvsrapporter\2018\Lovund Laks

LOVUND LAKS 6/7

Artsliste LOVUND LAKS 2018

Thyasira flexuosa	32	12	69	54		42	10	16	4	4	1
Thyasira gouldi					1						
Thyasira obsoleta		1									
Lucinoma borealis				2		5					
Gari fervensis		3		7							
Antalis juv.										1	
Antalis entalis						4	4		4		1
Echinoidea juv.							4		8	3	
Echinocardium flavescens		2	1			2		1			
Echinocyamus pusillus				1						1	
Labidoplax buskii		32	2	10		84	10	27	42	29	17
Leptosynapta inhaerens		1									
Leptosynapta bergensis			1								
Pseudothyone raphanus							4		1		
Amphipholis squamata			1								
Amphiura chiajei											1
Amphiura filiformis			1				5			3	
Ophiocten affinis									1	1	
Ophiura sarsii										1	
Ophiuroidea juv.		6				4		13	8	6	4



APPENDIX B

Sjekkliste

SJEKKLISTE FOR GJENNOMFØRING AV RESPIPIENTUNDERSØKELSE

Document no CL-BIOLAB-BS-1-1-02	Valid for: BIOLAB	Resp. unit: BioloB Permit	Version: 02	Date published: 24.11.2017 Previously published: 07.11.2016
Owner: MELSON	Mandatory? Y		Filled out by: LL	Where archived: LL og Prosjektperson

LOVUND LAKS 2018

År: 2018

Prosjektleder: KJERSTI MYRRE Pr.nr: 10115275

Sjekkliste for gjennomføring av respipiientundersøkelse (fylles ut før prøvingsrapport signeres, Ansvarlig: Lab.leder)

PKr	Aktivitet	Ansvarlig	Utført dato/Signatur	Kommentar	Sjekkert ¹
1.	Bestillingsskjema til Lab. faks. fylt ut	PL	15/8-18 JONNA		24/8-18
2.	Undersøkelssesprogrammet levert til TL	PL			
3.	Sjekkliste for forberedelse til feltarbeid fylt ut	TL	NA	Prøvetaking gjennomført av AquaKompetanse	
3.	Pakkliste arkivert (evt. meldinger om behov formidlet til LL.)	TL	NA		
4.	CTD sjekklist filled out (eg. CL-BIOLAB-EM-13-26) incl. Simple data check	TL	NA		
5.	Sjekkert antall prøver i forhold til program	LL	15/8-18 JONNA		
6.	Prøver til analyselaboratorium plassert i fryser, loggført. Ansvar for forsendelse?	TL	NA		
7.	Toktperm (posisjoner, dyp etc.) arkivert på lab.	TL	24/8-18 JONNA		
8.	Sortering planlagt (hvem, når, innen). Relevante skjemaer/logger etablert	LL	15/8-18 JONNA		
9.	Sortering ferdig/ Sorteringslogg arkivert	LL	16/8-18 JONNA		
10.	Evt. registreringer i BiolabLog gjennomgått	QA			
11.	Prøver til analyselab. sendt. Oversendelsesbrev arkivert (PL) på lokalt område (biolab\... \oversendelse ekst. Lab)	PL	NA		
12.	Prøver oversendt eksterne artbestemmere (hvem), oversøkt	LL	NA		

¹ Fylles ut ved godkjenning av prøvingsrapport

SJEKKLISTE FOR GJENNOMFØRING AV RESPIENTUNDERSØKELSE

Document no CL-BIOLAB-BS-1-1-02		Valid for: BIOLAB		Resp. unit: Biolab Patient	Version: 02	Date published: 24.11.2017 Previously published: 07.11.2016	
Owner: NELSOM		Mandatory? Y			Filled out by: LL		
etablert							
13	Analyseresultater (kjemi etc.) mottatt, arkivert (PL)	PL		24/10-18 SOVEVA			24/10-18 SOVEVA
	Aktivitet	Ansvarlig	Utført dato/Signatur	Kommentar	Sjekkert		
14	Alle registreringer mottatt fra eksterne artbestemmere. Derliste benyttes	LL	NA SOVEVA				—
15	Artsliste fra alle eksterne slått sammen	Indeks	—				—
16	Filstruktur etablert	Indeks	14/10-18 SOVEVA				—
17	Artslistene sjekket og gjennomgått (hvem, når)	LL	17/10-18 SOVEVA				—
18	Artslistene LAGRET i MOD (Offshore only)	LL	NA SOVEVA				—
19	Univariate analyser utført, resultater arkivert på Biodata	Indeks	19/10-18 SOVEVA				—
20	Indeks med forklaring og vurdering utført, resultater arkivert på Statistiske analyser	Indeks	—				—
21	Alle data arkivert på lokalt område (Biolab)	Indeks	—				—
22	Feltnæringslogg (Personell-erfaring) oppdatert	TL	24/10 NA SOVEVA				—
23	Plan for MOD oppdatert (innlegging av nye data, oppdatering av ref. samling)	LL	NA SOVEVA				—
24	Prøver inkl. ref. samling pakket, merket og lagret i kjeller	Ref. ansvarlig	NA SOVEVA				—
							Lagret lagret ; SA

Disclaimer: Hardcopies of this document are considered uncontrolled. Please refer to the BIOLAB Sharepoint site for the latest version
<https://groups.dnvgi.com/sites/BMS/BiolabManagementSystem/CL-BIOLAB-BS-1-1-02.docx> 10/22/2018 Page 2 of 3

SJEKKLISTE FOR GJENNOMFØRING AV RESPIENTUNDERSØKELSE

Document no: CL-BIOLAB-BS-1-1-02	Valid for: BIOLAB	Resp. unit: Biolab Parent	Version: 02	Date published: 24.11.2017	Previously published: 07.11.2016
Owner: MELISOM	Mandatory? Y		Filled out by: LL	When archived: LL og Prosjektperm	

25	Alle relevante dokumenter (oversendelsesbrev, kontrakter/avtaler etc.) lagret	PL	27/10/18 SKKA		27/10/18 SKKA
26	Sjekkliste (denne) og prøvingsrapport gjennomgått og godkjent	LL			
	Aktivitet		Utført dato/Signatur	Kommentar	Sjekket¹
27	Prøvingsrapport levert PL, arkivert på lokalt område (Biolab) Rapporter og bibliotek + arkivskap	LL			
28	Prosjektvalueringssmøte avtalt (dato SKAL oppgis). LL utarbeider referat, kopi til KA og PL. Skjema for prosjektvaluering skal benyttes	LL			
29	Sjekkliste (denne) arkivert i hos LL + kopi til prosjektperm	PL/LL			

¹ Fylles ut ved godkjenning av prøvingsrapport





About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.

Vedlegg C – SINTEF Molab rapport



Aqua Kompetanse AS
Kristine Brokke
Postboks 268

8764 LOVUND



SINTEF Molab AS
Org. nr.: NO 953 018 144 MVA
Postboks 611
NO-8607 Mo i Rana
www.sintefmolab.no

Tlf: 404 84 100

Ordrenr: 72621
Bestillingsnr:
Mottaksdato: 26.07.2018
Sted: Mo i Rana
Antall prøver: 11

ANALYSERAPPORT

I tillegg analyseres det total Nitrogen og beregnes C/N.

Prøvenr.: 72621-001	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Var 1, hugg 3, 166-7-18C				
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse	
Cu, Kobber	20.2	mg/kg TS	20 %	02.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770	
				13.08.18	NS-EN 15936:2012	
TOC, Total organisk karbon	2.1	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012	
TOM, Totalt organisk materiale	5.54	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.	
*) Totalt Nitrogen	0.21	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)	
*) >63 µm	67.6	%	-	24.08.18		
*) <63 µm	32.4	%	-	24.08.18		
*) C/N forhold	10.0			13.11.18	Beregnet	

Prøvenr.: 72621-002	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Ris 1, hugg 3, 168-7-18C				
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse	
Cu, Kobber	3.68	mg/kg TS	20 %	02.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770	
				13.08.18	NS-EN 15936:2012	
TOC, Total organisk karbon	0.83	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012	
TOM, Totalt organisk materiale	4.29	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.	
*) Totalt Nitrogen	0.11	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)	
*) >63 µm	83.8	%	-	24.08.18		
*) <63 µm	16.2	%	-	24.08.18		
*) C/N forhold	7.5			13.11.18	Beregnet	

Prøvenr.: 72621-003	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Var 2, hugg 3, 166-7-18C				
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse	
Cu, Kobber	5.40	mg/kg TS	20 %	02.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770	
				13.08.18	NS-EN 15936:2012	
TOC, Total organisk karbon	1.3	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012	
TOM, Totalt organisk materiale	4.50	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.	
*) Totalt Nitrogen	0.15	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)	
*) >63 µm	91.6	%	-	24.08.18		
*) <63 µm	8.4	%	-	24.08.18		
*) C/N forhold	6.7			13.11.18	Beregnet	

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

Rapportert av:
Laboratorietekniker
Gunn Mari Michaelsen

1/4

13.11.18 kl 10.52

Prøvenr.: 72621-003	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Var 2, hugg 3, 166-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
Prøvenr.: 72621-004	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Ris 2, hugg 3, 168-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
Cu, Kobber	2.22	mg/kg TS	20 %	02.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770
				13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOC, Total organisk karbon	0.22	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOM, Totalt organisk materiale	3.47	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.
*) Totalt Nitrogen	0.10	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)
*) >63 µm	91.9	%	-	24.08.18	
*) <63 µm	8.1	%	-	24.08.18	
*) C/N forhold	2.2			13.11.18	Beregnet
Prøvenr.: 72621-005	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Var 3, hugg 3, 166-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
Cu, Kobber	17.6	mg/kg TS	20 %	02.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770
				13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOC, Total organisk karbon	2.5	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOM, Totalt organisk materiale	6.20	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.
*) Totalt Nitrogen	0.25	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)
*) >63 µm	84.6	%	-	24.08.18	
*) <63 µm	15.4	%	-	24.08.18	
*) C/N forhold	10.0			13.11.18	Beregnet
Prøvenr.: 72621-006	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Ris 3, hugg 3, 168-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
Cu, Kobber	2.90	mg/kg TS	20 %	02.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770
				13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOC, Total organisk karbon	1.1	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOM, Totalt organisk materiale	3.40	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.
*) Totalt Nitrogen	0.080	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)
*) >63 µm	88.5	%	-	24.08.18	
*) <63 µm	11.5	%	-	24.08.18	
*) C/N forhold	13.8			13.11.18	Beregnet
Prøvenr.: 72621-007	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Var 4, hugg 3, 166-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
Cu, Kobber	10.8	mg/kg TS	20 %	02.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770
				13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOC, Total organisk karbon	1.0	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOM, Totalt organisk materiale	4.04	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.
*) Totalt Nitrogen	0.13	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)

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

Rapportert av:

Laboratorietekniker
Gunn Mari Michaelsen

2/4

13.11.18 kl 10.52

Prøvenr.: 72621-007	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Var 4, hugg 3, 166-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
*) >63 µm	91.7	%	-	24.08.18	
*) <63 µm	8.3	%	-	24.08.18	
*) C/N forhold	7.7			13.11.18	Beregnet

Prøvenr.: 72621-008	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Ris 4, hugg 3, 168-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
Cu, Kobber	3.81	mg/kg TS	20 %	02.08.18 13.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770 NS-EN 15936:2012
TOC, Total organisk karbon	1.3	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOM, Totalt organisk materiale	4.65	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.
*) Totalt Nitrogen	0.10	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)
*) >63 µm	70.7	%	-	24.08.18	
*) <63 µm	29.3	%	-	24.08.18	
*) C/N forhold	13.0			13.11.18	Beregnet

Prøvenr.: 72621-009	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Var 5, hugg 3, 166-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
Cu, Kobber	17.3	mg/kg TS	20 %	02.08.18 13.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770 NS-EN 15936:2012
TOC, Total organisk karbon	1.2	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOM, Totalt organisk materiale	3.95	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.
*) Totalt Nitrogen	0.10	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)
*) >63 µm	90.9	%	-	24.08.18	
*) <63 µm	9.1	%	-	24.08.18	
*) C/N forhold	12.0			13.11.18	Beregnet

Prøvenr.: 72621-010	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Var ref, hugg 3, 166-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
Cu, Kobber	3.79	mg/kg TS	20 %	02.08.18 13.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770 NS-EN 15936:2012
TOC, Total organisk karbon	1.7	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012
TOM, Totalt organisk materiale	5.61	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.
*) Totalt Nitrogen	0.18	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)
*) >63 µm	79.4	%	-	24.08.18	
*) <63 µm	20.6	%	-	24.08.18	
*) C/N forhold	9.4			13.11.18	Beregnet

Prøvenr.: 72621-011	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Ris ref, hugg 3, 168-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
Cu, Kobber	5.47	mg/kg TS	20 %	02.08.18 13.08.18	NS-ISO 11885:2009 & NS 4770 NS-EN 15936:2012
TOC, Total organisk karbon	1.4	% TS	10-25 %	13.08.18	NS-EN 15936:2012

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

Rapportert av:

Laboratorietekniker
Gunn Mari Michaelsen

3/4

13.11.18 kl 10.52

Prøvenr.: 72621-011	Prøvetype: Sediment	Prøvemerkning: Ris ref, hugg 3, 168-7-18C			
Analyse/Parameter	Resultat	Enhet	Usikkerhet	Analysedato	Metodbeskrivelse
TOM, Totalt organisk materiale	5.06	%	20 %	10.08.18	NS 4764 mod.
*) Totalt Nitrogen	0.19	% TS		13.08.18	Underleverandør (Eurofins)
*) >63 µm	62.3	%	-	24.08.18	
*) <63 µm	37.7	%	-	24.08.18	
*) C/N forhold	7.4			13.11.18	Beregnet

Angitt måleusikkerhet er beregnet med dekningsfaktor k=2. Ved intervallangivelse viser det høyeste tallet usikkerheten nært rapporteringsgrensen. SINTEF Molab er akkreditert med test nr. 032. Hvilke analyser som inngår i akkrediteringen fremkommer i rapporten, *) = Ikke akkreditert, mod = modifisert standard.

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

Rapportert av:

Laboratorietekniker
Gunn Mari Michaelsen

4/4

13.11.18 kl 10.52