



2019

C-undersøkelse ved Klipen i Leirfjord kommune, juni 2019

Tomma Laks AS

Etter Norsk Standard NS 9410: 2016

AQUA KOMPETANSE AS



Rapportens tittel: C-undersøkelse ved Klipen i Leirfjord kommune, juni 2019 Forfattere: Jeanett Vigeland Johansen & Marthe Austad		
Feltdato: 20.-21.06.2019 Toktleder: Maria C. Sandberg	Rapportdato: 10.10.2019 Rapportnummer: 147-6-19C	Antall sider uten vedlegg: 27 Antall sider totalt: 72
Oppdragsgiver: Tomma Laks AS		Kontaktperson: Samuel Anderson
Lokalitet: Klipen	Lokalitetsnummer: 36037	Driftsleder: Trond Ståle Staulen
Koordinater: 66°8.016N 12°51.119Ø	Fylke: Nordland Kommune: Leirfjord	MTB: 3120 tonn Omsøkt MTB: 4680 tonn Antall merder: 14 Merdomkrets: 120m
Bakgrunn for undersøkelse: Maks belastning / utvidelse av MTB		
Oppsummering: Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert C-undersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016. STIM Miljø Bergen har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte analyser av prøvematerialet. Eurofins Environment testing AS har utført akkrediterte kjemiske analyser av prøvematerialet. Alle stasjonene viste gode pH og E _h -målinger, og samtlige stasjoner hadde normalt lukt og farge. Mengden nTOC ved alle stasjoner, bortsett fra stasjoner C4 gis tilstand I (meget god). Alle stasjoner hvor det er gjort kobbermålinger viser lave verdier og gis tilstandsklasse I (bakgrunnsnivå). Kornstørrelsen på stasjon C1-C5 hadde relativt høy pelittandel som lå mellom 30,2-53,6 %. Cref viste en pelittandel på 90,0%. Høy pelittandel kan indikere lite resuspensjon, og at dette kan være et sted materiale vil legge seg. Ved C1 var det lavt antall arter i forhold til de andre stasjonene. Den forurensningsdyktige arten «C. capitata» var den mest dominante med 71,4% av individantallet, og stasjonen klassifiseres derfor til miljøtilstand 2. Oksygennivået var høyt i hele vannsøylen, og bunnvannet ble klassifisert til tilstand I – svært god. Samlet økologisk tilstand for overgangssonen basert på nåværende MTB ble I – svært god. Samlet økologisk tilstand for overgangssonen basert på omsøkt MTB ble også I – svært god. Dersom lokaliteten får innvilget søknad om økning i MTB skal neste ordinære C-undersøkelse utføres ved første produksjonssyklus etter økning. Dersom søknaden ikke blir innvilget, og lokaliteten fortsetter med produksjon rundt MTB på 3120 tonn skal videre undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser være mellom hver tredje produksjonssyklus.		
Emneord:	C-undersøkelse; forundersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna	ID 514-18 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel
Rapportansvarlig:  Marthe Austad		Kvalitetssikrer:  Christine Klykken

Forord

Aqua Kompetanse AS har gjennomført akkreditert prøvetaking for å innhente prøvemateriale for oppdragsgiver Tomma Laks. I tillegg har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten, og uakkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann. Akkrediterte analyser av dette prøvematerialet er utført av Eurofins Environment testing AS for TOM, TOC, kobber, N-Kjeldahl, og kornstørrelse (**Vedlegg C**), mens akkrediterte opparbeiding og analyser av makrofauna er utført av STIM Miljø Bergen (**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 AS. 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, prøvetaking, rapport
Veileder 02:2018	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 M-608:2016	Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota	Klassifisering av kobber

Undersøkelsen ble utført både som en ordinær C-undersøkelse og som en del av en forundersøkelse og sier derfor noe om miljøtilstanden i nærområdet til oppdrettslokaliteten i dag. 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.

Innholdsfortegnelse

Forord	3
1. Materiale og metode	6
1.1 Innsamlingsmetode	6
1.2 Geokjemiske analyser	6
1.2.1 Normalisert TOC	6
1.2.2 Kobber	6
1.2.3 Elektrokjemiske målinger	6
1.3 Kvantitative bunndyrsanalyser	7
1.3.1 Miljøtilstand i anleggssonen	7
1.3.2 Diversitetsindekser	7
1.3.3 Økologisk tilstandsklassifisering og nEQR	9
1.4 Hydrografi	10
1.5 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering	11
1.5.1 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser	12
1.5.2 Vannstrøm	12
1.5.3 Stasjonsplassering	13
1.5.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering	14
2. Resultat	16
2.1 Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer	16
2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser	17
2.2.1 Miljøtilstand i anleggssonen	18
2.2.2 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens	18
2.3 Hydrografi	20
3. Oppsummering	22
4. Referanser	23
Vedlegg A – Bilder av sediment	25
Vedlegg B – STIM Miljø Bergen rapport	28
Vedlegg C – Eurofins Environment testing AS rapport	56



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

Tabell 2: Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS har stått for akkreditert prøvetaking og uakkrediterte pH/Eh-målinger. Videre har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten, og uakkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann. Akkreditert faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene er også utført av Aqua Kompetanse AS. STIM Miljø Bergen har utført akkreditert analyse av makrofauna, Eurofins Environment testing AS har utført akkrediterte analyser av TOC, TOM og kobber, N-Kjeldahl og kornstørrelse. Redokspotensial (E_h) bestemmes ut fra observert hvilepotensial i prøven (målt verdi; E_{obs}) og referansepotensial (E_{ref}): $E_h = E_{obs} + E_{ref}$. Aqua Kompetanse AS har utført tilstandsklassifisering av oksygentilstand etter Veileder 02:2018, klassifisering av organisk innhold etter SFT 97:03 og klassifisering av kobber etter Veileder M-608:2016.

Stasjonsplassering etter NS 9410:2016		Anleggs-sone	Ytre sone og overgangssone					Referanse
Parameter:	Stasjoner:	C1	C2(400)	C2(500)	C3	C4	C5	Cref
Kjemi:	pH	7,45	7,67	7,51	7,38	7,77	7,46	7,57
	E _h (mV)	177	163,1	327	441	338,1	361	421
Oksygen:	Målt verdi (mL): O ₂ , tilstandsklasse:			5,7 I				
Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2018)	Antall arter (S):	26	93	85	110	111	113	68
	Antall ind. (N):	963	883	646	1563	1294	1131	1009
	NQI1:	0,397	0,787	0,768	0,758	0,786	0,817	0,758
	Shann.Wien. (H')	1,512	4,553	4,708	4,728	4,839	4,939	3,969
	Hurl.ind. (ES _{n=100}):	7,724	37,803	36,882	35,136	39,495	37,657	25,446
	ISI:	6,688	10,336	10,127	9,921	10,534	10,118	10,363
	NSI:	9,91	25,232	23,901	23,39	24,75	25,75	22,951
	nEQR:	0,322	0,875	0,861	0,850	0,882	0,893	0,816
	Økologisk tilstand:		I	I	I	I	I	I
NS 9410:2016	Miljøtilstand:	2						
	Undersøkelsesfrekvens:		Første produksjonssyklus Ved innvilget søknad om økning i MTB					
			Hver tredje produksjonssyklus Dersom søknad om økning i MTB ikke blir innvilget					
SFT 97:03	N-TOC (mg/g):	17,2	17,7	18,1	16,3	23,3	12,8	17,3
	N-TOC, tilstandsklasse:	I	I	I	I	II	I	I
Tot. nitrogen	TN (g/kg):	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	2,1
Tot. Org. materiale	TOM (%):	1,5	1,3	1,7	1,4	2,0	1,4	6,6
Forhold	C/N:	10,6	15,3	14,7	12,1	21,4	9,0	7,4
Pelitt	Pelittandel (%):	34,2	44,3	48,8	43,2	30,2	53,6	90,0
Veileder M-608:2016	Cu (mg/kg):	4,1		6,1	3,7			14,0
	Cu, tilstandsklasse:	I		I	I			I

Tabell 3: Tabell som viser fargekoder for de ulike tilstandsklassifiseringene vist i **Tabell 2**, hvor tilstand I er best. Etter Veileder 02:2018.

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

1. Materiale og metode

Akkreditert bunnprøvetaking og uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ble utført i henhold til metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016 av vannsøylen av Aqua Kompetanse den 20.-21.06.2019 ved Maria C. Sandberg. STIM Miljø Bergen har stått for akkreditert opparbeiding av innsamlet makrofaunamateriale. Eurofins Environment testing AS har stått for akkrediterte analyser av kobber, total organisk karbon (TOC) og total organisk materiale (TOM), nitrogen og kornstørrelse. Aqua Kompetanse AS ved rapportansvarlig 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 Geokjemiske analyser

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) av Eurofins Environment testing AS, se **Vedlegg C**.

1.2.1 Normalisert TOC

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).

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

1.2.2 Kobber

Klassifisering av miljøtilstanden med hensyn til kobber (Cu) ble gjennomført i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608:2016 (**Tabell 5**).

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

1.2.3 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 ekvibrert overflatevann, noe lavere i dypvann, og i anoksiske vannmasser og sedimenter kan pH være ned mot 7 (NS9410:2016). I atmosfærisk ekvibrert 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 6**):

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

Tabell 6: 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 Kvantitative bunndyrsanalyser

For beskrivelse av det faglige programmet for bløtbunn-undersøkelsen (bunndyr) utført av Fishguard se **Vedlegg B**.

1.3.1 Miljøtilstand i anleggssonen

NS 9410:2016 gir følgende vurderingsgrunnlag for stasjoner i anleggssonen ut fra antall taksa og dominans i bunndyrssamfunnet per 0,2 m²:

- For Miljøtilstand 1 – Meget god kreves det minst 20 taksa, hvor ingen taksa skal utgjøre mer enn 65% av det totale individtallet;
- For Miljøtilstand 2 – God kreves det 5 – 19 taksa, og mer enn 20 individer hvor ingen taksa skal utgjøre mer enn 90% av det totale individtallet;
- 1 til 4 taksa gir Miljøtilstand 3 – Dårlig;
- Makrofauna ikke registrert gir Miljøtilstand 4 – Meget dårlig.

1.3.2 Diversitetsindekser

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.

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 STIM Miljø Bergen og samme firma 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 7**) baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2018 (Direktoratgruppen, 2018). Det er utarbeidet differensierte grenseverdier for ulike regiongrupper – ulike kombinasjoner av økoregioner og vanntyper – i Veileder 02:2018:

- Regioner:

- B – Barentshavet
- G – Norskehavet Nord
- H – Norskehavet Sør
- M – Nordsjøen Nord
- S – Skagerrak
- Vanntyper:
 - 1 – Åpen eksponert kyst
 - 2 – Moderat eksponert kyst
 - 3 – Beskyttet kyst/fjord
 - 4 – Ferskvannspåvirket fjord
 - 5 – Sterkt ferskvannspåvirket fjord

Hver lokalitet blir gitt en regiongruppe som den vurderes ut fra i henhold til de differensierte grenseverdiene gitt i Veileder 02:2018. Aqua Kompetanse AS opererer hovedsakelig i region G og H (**Tabell 7**).

Tabell 7: Økologisk tilstandsklassifisering for gjennomsnitt av grabb-indeksverdier. Gjengitt etter Veileder 02:2018 for økoregion G (Norskehavet Nord) og H (Norskehavet Sør), og vanntype 1-5.

	Tilstandsklasse				
	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Indeks	H 1-3				
NQI1	0,90 – 0,72	0,72 – 0,63	0,63 – 0,49	0,49 – 0,31	0,31 – 0
H'	5,5 – 3,7	3,7 – 2,9	2,9 – 1,8	1,8 – 0,9	0,9 – 0
ES ₁₀₀	46 – 23	23 – 16	16 – 9	9 – 5	5 – 0
ISI ₂₀₁₂	13,4 – 8,7	8,7 – 7,8	7,8 – 6,4	6,4 – 4,7	4,7 – 0
NSI	30 – 25	25 – 20	20 – 15	15 – 10	10 – 0
	H 4-5				
NQI1	0,91 – 0,73	0,73 – 0,64	0,64 – 0,49	0,49 – 0,31	0,31 – 0
H'	5,5 – 3,7	3,7 – 2,9	2,9 – 1,8	1,8 – 0,9	0,9 – 0
ES ₁₀₀	46 – 23	23 – 16	16 – 9	9 – 5	5 – 0
ISI ₂₀₁₂	13,4 – 8,7	8,7 – 7,8	7,8 – 6,4	6,4 – 4,7	4,7 – 0
NSI	30 – 25	25 – 20	20 – 15	15 – 10	10 – 0
	G 1-3				
NQI1	0,9 – 0,72	0,72 – 0,63	0,63 – 0,49	0,49 – 0,31	0,31 – 0
H'	5,5 – 3,7	3,7 – 2,9	2,9 – 1,8	1,8 – 0,9	0,9 – 0
ES ₁₀₀	46 – 23	23 – 16	16 – 9	9 – 5	5 – 0
ISI ₂₀₁₂	13,4 – 8,7	8,7 – 7,8	7,8 – 6,4	6,4 – 4,7	4,7 – 0
NSI	30 – 25	25 – 20	20 – 15	15 – 10	10 – 0
	G 4-5				
NQI1	0,91 – 0,73	0,73 – 0,64	0,64 – 0,49	0,49 – 0,31	0,31 – 0
H'	5,5 – 3,7	3,7 – 2,9	2,9 – 1,8	1,8 – 0,9	0,9 – 0
ES ₁₀₀	46 – 23	23 – 16	16 – 9	9 – 5	5 – 0
ISI ₂₀₁₂	13,4 – 8,7	8,7 – 7,8	7,8 – 6,4	6,4 – 4,7	4,7 – 0
NSI	30 – 25	25 – 20	20 – 15	15 – 10	10 – 0

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:[2018] 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 (ES_{100}), 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:

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

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.

1.3.3 Økologisk tilstandsklassifisering og nEQR

Hver stasjon gis en endelig økologisk tilstandsklasse på grunnlag av dens gjennomsnittlige normaliserte EQR-verdi (nEQR; normalised ecological quality ratio). nEQR 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

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

hvor «klassens nedre indeksverdi» og «klassens øvre indeksverdi» er nedre og øvre grenseverdi for den tilstandsklassen indeksverdien for en stasjon ligger i. Klassens nEQR basisverdi er den samme for alle indekser, og er satt til:

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

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

Tabell 8: Tilstandsklassifisering av nEQR. Gjengitt etter Vedlegg til Veileder 02:2018.

	Tilstandsklasse				
	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
nEQR	1 – 0,8	0,8 – 0,6	0,6 – 0,4	0,4 – 0,2	0,2 – 0

1.3.3.1 Økologisk tilstand i overgangssonen og undersøkelsesfrekvens

For å kunne bestemme undersøkelsesfrekvensen for C-undersøkelse ved lokaliteten utføres det en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen i henhold til kapittel 8.6.3 i NS 9410:2016, og «Presisering av standard NS9410:2016» utgitt av Miljødirektoratet. Gjennomsnittet av nEQR-verdien for hver av stasjonene i overgangssonen beregnes og tilstandsklassifiseres iht. Veileder 02:2018 (**Tabell 8**).

Det er satt forskjellige frekvenser for ytre sone (prøvestasjon C2) og overgangssone (**Tabell 9**). Hvis frekvensen på C2 og overgangssone ikke er like skal lokaliteten bli undersøkt etter den tilstandsklassen som gir hyppigst undersøkelsesfrekvens. Miljøtilstanden til anleggsone stasjon C1 inngår ikke i fastsettingen av undersøkelsesfrekvens (kap. 1.2.1).

nEQR for en samlet overgangssone skal minst ha tilstandsklasse moderat, og dersom tilstanden er dårligere skal det ved neste undersøkelse utføres en tilleggsundersøkelse for å avdekke utbredelsen av den reduserte tilstanden og om det skyldes naturtilstand eller påvirkning fra anlegget. Tilleggsundersøkelsen skal avklares med myndighetene.

Tabell 9: Undersøkelsesfrekvens ved ulike tilstandsklasser for ytre sone (stasjon C2) og overgangssone (stasjon C3, C4 osv.). Gjengitt etter NS 9410:2016.

Stasjon	Tilstandsklasse	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Svært god eller god		X
Samlet for C3, C4, osv.	Moderat	X	
	Svært god eller god		X

1.4 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 løselighet. 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 10**.

Tabell 10: Klassifisering av tilstand for oksygen i dypvannet ved salinitet over 20 (gjengitt etter Veileder 02:2018).

			Tilstandsklasser				
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Parameter	Måleenhet						
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 (C2(500m), **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 vannsøylen. 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 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering

Anlegget ligger i Leirfjord kommune i Nordland, sør for Hugla, og sørøst for Løkta som skråner ut ifra land inn i Ranfjorden på ca. 460 meter. Vest om anlegget dannes en rygg som danner en terskel på 50 meters dybde. Sør i anlegget er det 100 meters dybde, men lengst mot nord i anlegget er rundt 240 meters dybde, og er følger hardbunn og består for det meste av fjell og steinbunn med innslag av grus, stein, silt og sand. (Bitnes, 2019)

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 (**Tabell 11**). 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.

Klipen er vurdert etter en C-undersøkelse i henhold til NS 9410:2016. Økende maksimal tillatt biomasse (MTB) gir økende antall prøvestasjoner, og med en MTB på 3120 tonn ved Klipen er veiledende antall prøvestasjoner 4, jamfør **Tabell 11**. I tillegg søkes det om utvidelse til 4680 tonn, og veiledende antall prøvestasjoner er da 5. I tillegg er det tatt en referansestasjon og en ekstra C2-stasjon, slik at totalt antall stasjoner ved foreliggende undersøkelse er 7.

Tabell 11: 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 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser

Klipen har ligget i nåværende posisjon siden 2015, og **Tabell 12** viser produksjon og fôrforbruk ved anlegget for inneværende generasjon og foregående generasjoner.

Tabell 12: Produksjonsdata og fôrforbruk for inneværende og foregående generasjonen ved lokalitet Klipen (Tomma Laks v/S. Anderson).

Utsett	Generasjon:	Produsert mengde (tonn)	Utfôret mengde (tonn)	Utslakt
15.08.2016	15H	3989	4292	08.05.2017
28.04.2018	18V	2772	2927	-

1.5.2 Vannstrøm

Vannstrømmen er tydelig tidevannsstyrt i begge undersøkte dyp, og større tidevannsforskjell (perioden rundt springflo) gir størst vannakselerasjon (Sivertsen, 2019). Akselerasjonen som følge av tidevannet vises også i instrumenthelningen med størst tilt ved springflo. På 71 meters dyp veksler strømmen mellom å være rettet mot øst-nordøst og vest-sørvest, men med noe større vanntransport mot øst-nordøst. Hyppigst forekommende strømningsgrupper i spredningsdypet er mot 240-255, 60-75, 255-270 og 45-60 grader. På 124 meters dyp er strømmen sterkest når det flør med retning mot nordøst, som gir størst vanntransport mot nordøst.

Tabell 13: Strømmålinger ved Klipen. For å måle vannstrøm er det benyttet to 2000 kHz akustiske strømmålere (Aquadopp Current Meter) produsert av Nortek AS (66°07.945 N, 12°51.013 Ø). Sprednings- og bunnstrømmen (71 og 124 m) er fra 08.05 – 11.06.2019 (Sivertsen, 2019).

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimalhastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
71	7,0	25,5	11,9	2,5
124	9,8	30,6	17,1	0,9

1.5.3 Stasjonsplassering

Fremherskende strømretning, bunntype, batymetri, og veiledende avstander gitt i NS 9410:2016 ligger til grunn for plassering av prøvetakingsstasjonene (**Figur 2**). Veiledende avstand til C2 er forskjellig mellom nåværende og omsøkt MTB, og det er derfor lagt en ny C2 stasjon 500m fra anleggsrammen, C2(500), for å imøtekomme krav fra Fylkeskommunene i Nordland, Troms og Finnmark & Fiskeridirektoratet region Nord og region Nordland på forundersøkelser. C2(400), ordinære stasjon for ytre sone med dagens MTB ved Klipen, ligger ca. 400 meter nord for anleggsrammen. C2(400) vil være den bestemmende stasjon for videre undersøkelsesfrekvens dersom lokaliteten ikke får innvilget økning i MTB.

Anleggssonestasjon C1 ligger i overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen på nordsiden av anlegget. De øvrige stasjonene C3, C4 og C5 er plassert inne i overgangssonen der det forventes størst påvirkning. C3 og C4 ca. 80 og 292 meter nord for anlegget i hovedretning for spredningsstrømmen, mens C5 er plassert sør for anleggsrammen i ett antatt bløtbunnsområde. C2(400) vil også inngå som en overgangssonestasjon ved vurdering av resipienten i forbindelse med forundersøkelsen.

Det er ingen tidligere C-undersøkelse ved lokaliteten, og undersøkelsen vil derfor fungere som en forundersøkelse. Derfor har vi plassert en referansestasjon vest-sørvest i et antatt upåvirket område med tilnærmet samme dyp og bunnsediment som i undersøkelsesområdet.

Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**, og posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 14**.

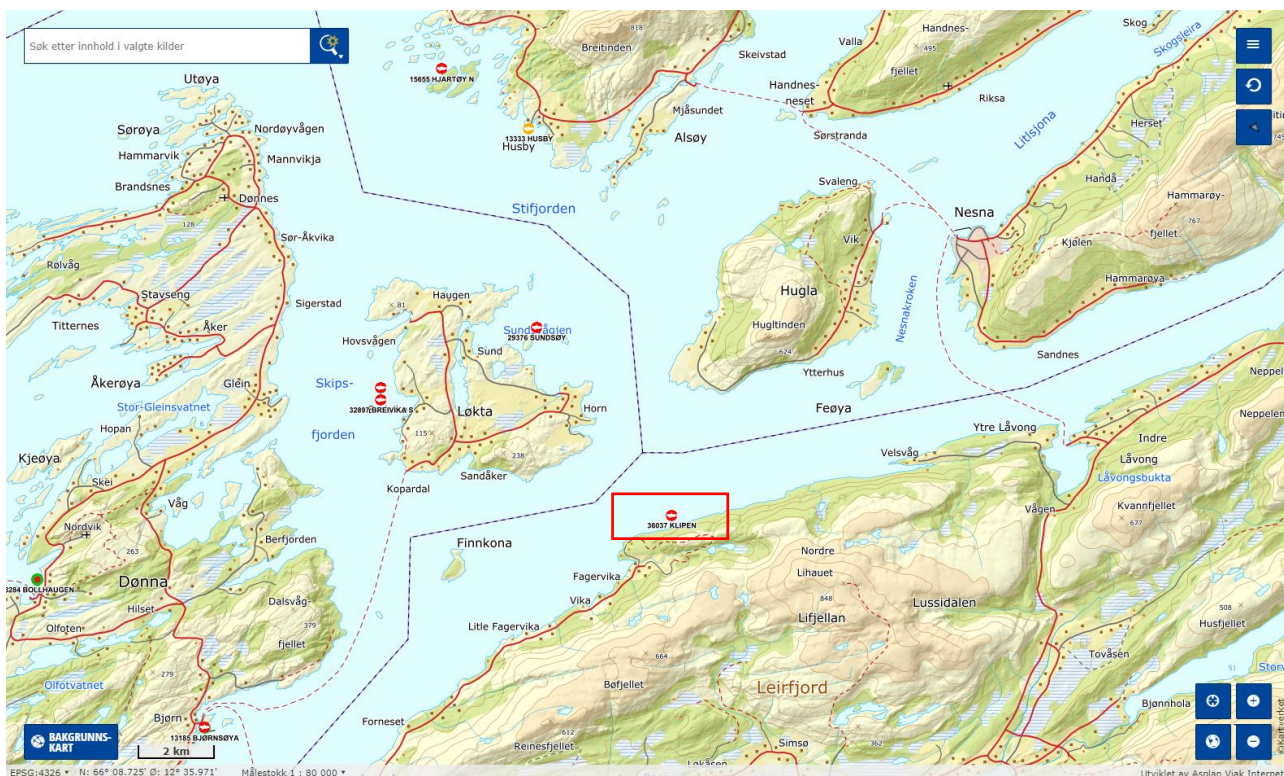
Tabell 14: Oversikt over stasjoner, plassering av stasjoner etter NS9410:2016 med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Klipen. Bio = kvantitativ opparbeiding av makrofauna prøver; Geo = geologiske analyser av kornfordeling (pelitt); Kjemi = 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(400)	C2(500)	C3	C4	C5	Cref
Plassering etter NS9410	Anleggssone	Ytre sone og overgangssone					Referanse
Parametere	Bio – Geo – Kjemi	Bio – Geo – Kjemi	Bio – Geo – Kjemi – CTD	Bio – Geo – Kjemi	Bio – Geo – Kjemi	Bio – Geo – Kjemi	Bio – Geo – Kjemi – CU
Koordinater	66°08.085N 12°51.466Ø	66°08.258N 12°51.811Ø	66°08.295N 12°51.922Ø	66°08.148N 12°51.482Ø	66°08.220N 12°51.702Ø	66°07.878N 12°50.716Ø	66°07.579N 12°46.781Ø
Dybde (m)	211	299	304	252	286	121	205
Avstand til anlegg (m)	25	400	500	80	292	45	3056

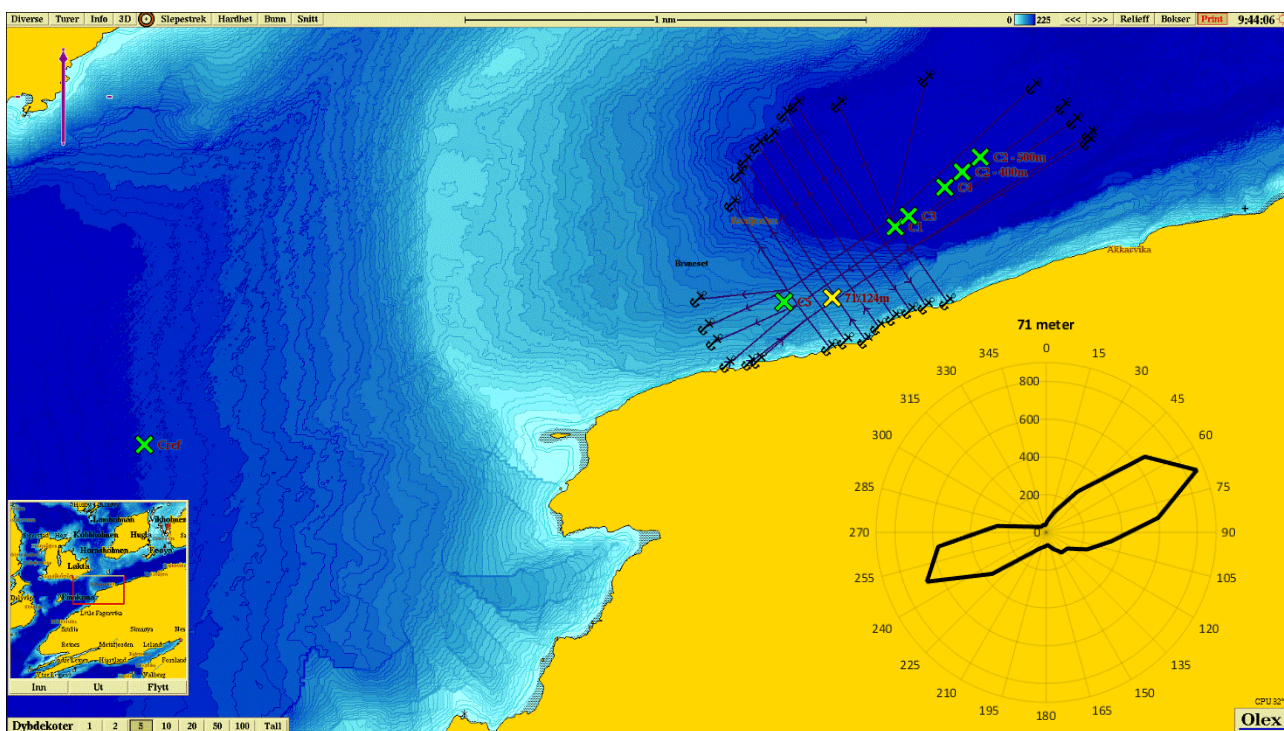
*Avstand fra prøvestasjon til nærmeste merd iht. NS 9410:2016: «Prøvestasjon C1: Stasjonen skal ligge fra 25 til 30 meter fra merdkant. Den skal legges mot den delen av anlegget der B-undersøkelsen viser at påvirkningen er størst.»

1.5.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering

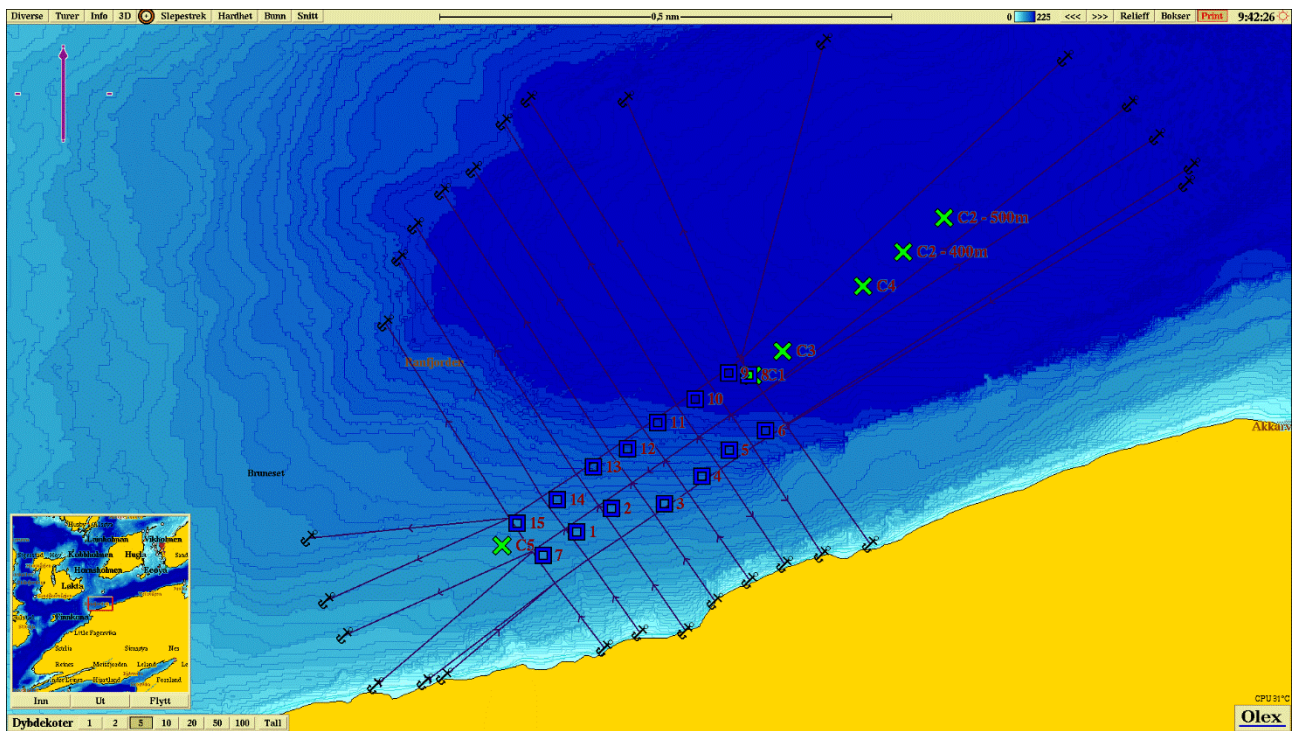
Samtlige kart er med kartdatum WGS84.



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



Figur 2: Kartet viser anleggs plassering sammen med C-stasjoner og fortøyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, strømrøse viser vanntransport ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$) for hver 15° sektor på 71 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene i 2019 ($66^\circ 07.945\text{N}$, $12^\circ 51.013\text{Ø}$; Sivertsen 2019). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.



Figur 3: Kart som viser bunndata fra Klipen med anleggsplassering og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Bitnes, 2019) og C-undersøkelsens innerste stasjoner (grønne kryss). Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.

2. Resultat

2.1 Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer

Ved alle sju stasjonene ble det målt gode pH-verdier over 7,38. E_{obs} var positiv på alle stasjoner foruten ved stasjon C1 og C2(400). Følgelig hadde alle stasjoner positiv E_h . TOM nivåene var lave, og varierte mellom 1,3% (C2(400)) og 6,6% (Cref). TN-nivåene varierte fra 0,5-2,21 g/kg. C/N-forholdet varierte mellom 7,4-21,4. Kornstørrelsen på hver av stasjonene lå mellom 30,2-90,0%. Alle stasjonene som det var målt kobber på hadde kobbernivåer som er å betegnes som «bakgrunnsnivå» (tilstandsklasse I). nTOC fikk tilstandsklasse I ved alle stasjoner bortsett fra stasjon C4 som fikk tilstandsklasse II-god. Det ble registrert normal lukt og farge i alle undersøkte sediment. Ved C1 bestod sedimentet i hovedsak av silt, sand, grus og stein. Begge C2 stasjonene besto av grus, sand og silt. C3, C4 og C5 inneholdt silt, sand, grus og stein. Cref inneholdt silt, leire og noe skjellsand. Det var generelt lite grabbvolum, men nok volum til vurderingsgrunnlag ved alle punkter. Alle huggene ved C1, C2(400), C2(500), C4 og C5 hadde grabbvolum på < 7 cm, og er derfor ikke i henhold til standard. Resultatene ser ut til å være representative, og alle undersøkelser (kjemi, geologi og bløtbunnsfauna) var gjennomførbare.

Tabell 15: Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og E_{obs} i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale (E_{ref}) basert på sedimenttemperatur. E_h i sjø er ikke kalkulert.

Buffertemperatur:	15°C	pH sjø:	8,10
Sjøtemperatur:	11,7°C	E_{obs} sjø:	184,6
Sedimenttemperatur:	9,2°C	E_{ref} sediment:	221

Tabell 16: Resultater fra elektrokjemiske og geokjemiske analyser av pH, E_h (redoks), TOC, TOM, TN, C/N, pelitt, TOC, normalisert TOC (nTOC) og kobber. Tilstandsklassifisering for nTOC (organisk innhold) basert på SFT 97:03 (**Tabell 4**) og tilstandsklassifisering for Cu (kobber) basert på M-608/2016 (**Tabell 5**).

	Anleggs-sone	Ytre sone og overgangssone					Referanse
	C1	C2(400)	C2(500)	C3	C4	C5	Cref
pH	7,45	7,67	7,51	7,38	7,77	7,46	7,57
E_{obs} (mV)	-44	-57,9	106	220	117,1	140	200
E_h ($E_{obs} + E_{ref}$) (mV)	177	163,3	327	441	338,1	361	421
TN (g/kg)	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	2,1
TOM (%)	1,5	1,3	1,7	1,4	2,0	1,4	6,6
C/N	10,6	15,3	14,7	12,1	21,4	9,0	7,4
Pelitt	34,2	44,3	48,8	43,2	30,2	53,6	90,0
TOC (mg/g)	5310	7630	8840	6050	10700	4480	15500
nTOC	17,2	17,7	18,1	16,3	23,3	12,8	17,3
Tilstandsklasse	I	I	I	I	II	I	I
Cu (mg/kg)	4,1		6,1	3,7			14
Tilstandsklasse	I		I	I			I

2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser

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).

Tabell 17: De ti mest dominerende artene på hver stasjon med antall individer (#), kumulativ prosent (%) og økologisk gruppe² (EG). Arter med ukjent gruppe (EG) er markert med i.k.

C1	#	%	EG	C2(400)	#	%	EG
<i>Capitella capitata</i>	688	71,4	V	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	295	33,4	III
<i>Ophryotrocha</i> sp.	165	88,6	IV	<i>Modiolula phaseolina</i>	100	44,7	I
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	45	93,3	III	<i>Amphipholis squamata</i>	29	48,0	I
<i>Thyasira sarsii</i>	20	95,3	IV	<i>Sipuncula</i>	27	51,1	II
<i>Prionospio cirrifera</i>	7	96,1	III	<i>Heteromastus filiformis</i>	22	53,6	IV
<i>Prionospio plumosa</i>	7	96,8	i.k.	<i>Pista bansei</i>	22	56,1	i.k.
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	5	97,3	III	<i>Parathyasira equalis</i>	17	58,0	III
<i>Hitella</i> sp.	4	97,7	IV	<i>Chirimia biceps biceps</i>	16	59,8	I
<i>Neoleanira tetragona</i>	2	97,9	III	<i>Leptochiton alveolus</i>	15	61,5	i.k.
<i>Spirobranchus trigueter</i>	2	98,1	i.k.	<i>Exogone</i> cf. <i>verugera</i>	13	63,0	I
C2(500)	#	%	EG	C3	#	%	EG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	177	27,4	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	404	25,8	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	30	32,0	IV	<i>Spiophanes kroyeri</i>	146	35,2	III
<i>Pista lornensis</i>	30	36,7	II	<i>Chaetozone</i> sp.	121	42,9	III
<i>Spiophanes kroyeri</i>	23	40,2	III	<i>Modiolula phaseolina</i>	73	47,6	I
<i>Ophiocten gracilis</i>	21	43,5	i.k.	<i>Pholoe baltica</i>	53	51,0	III
<i>Scalibregma hansenii</i>	21	46,7	i.k.	<i>Verruca stroemia</i>	46	53,9	i.k.
<i>Modiolula phaseolina</i>	19	49,7	I	<i>Melinna elisabethae</i>	45	56,8	II
<i>Parathyasira equalis</i>	17	52,3	III	<i>Amphipholis squamata</i>	40	59,4	I
<i>Amphipholis squamata</i>	17	55,0	I	Polynoidae	39	61,9	II
Oeonidae	17	57,6	i.k.	<i>Exogone</i> cf. <i>verugera</i>	30	63,8	I
C4	#	%	EG	C5	#	%	EG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	400	30,9	III	<i>Melinna elisabethae</i>	182	16,1	II
<i>Modiolula phaseolina</i>	92	38,0	I	<i>Paradialychone</i> sp.	151	29,4	i.k.
<i>Sipuncula</i>	61	42,7	II	<i>Chaetozone</i> sp.	64	35,1	III
<i>Spiophanes kroyeri</i>	32	45,2	III	<i>Nothria conchylega</i>	62	40,6	I
<i>Heteromastus filiformis</i>	31	47,6	IV	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	56	45,5	III
<i>Pista lornensis</i>	31	50,0	II	<i>Mendicula ferruginosa</i>	50	50,0	I
<i>Parathyasira equalis</i>	28	52,2	III	<i>Amythasides macroglossus</i>	49	54,3	I
<i>Amphipholis squamata</i>	25	54,1	I	Sabellidae	45	58,3	II
Caudofoveata	24	56,0	II	<i>Labidoplax buskii</i>	29	60,8	II
<i>Tharyx killariensis</i>	22	57,7	II	Terebellidae	27	63,2	I

Tabellen fortsetter på neste side

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

Tabell 17 forts.

Cref	#	%	EG
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	275	27,3	III
<i>Kelliella miliaris</i>	170	44,1	III
<i>Parathysira equalis</i>	77	51,7	III
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	69	58,6	I
<i>Heteromastus filiformis</i>	56	64,1	IV
<i>Yoldiella propinqua</i>	43	68,4	i.k.
<i>Spiophanes kroyeri</i>	37	72,1	III
<i>Caudofoveata</i>	24	74,4	II
<i>Clymenura borealis</i>	24	76,8	I
<i>Abra nitida</i>	22	79,0	i.k.

For fullstendig oversikt over faunaindeks og artslist, se rapport fra STIM Miljø Bergen i **Vedlegg B**.

2.2.1 Miljøtilstand i anleggssonen

Ved C1 var det lavt antall arter i forhold til de andre stasjonene. Den forurensningsdyktige arten *Capitella capitata* var den mest dominante med 71,4% av individantallet. Stasjonen klassifiseres til miljøtilstand 2 ut fra NS9410:2016, på grunnlag av at det var mer enn 20 arter, og ingen utgjorde mer enn 90% av det totale individtallet.

Tabell 18: NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen C1 ved Klipen.

Stasjon	Antall arter	Dominerende taksa (%)	Miljøtilstand (NS 9410:2016)
C1	26	<i>Capitella capitata</i> (71,4%)	2

2.2.2 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens

Ved C2(400), i ytterkanten av overgangssonen, lå alle indeksene i tilstandsklasse I (svært god), ved C2(500) lå de fleste indeksene i tilstandsklasse I (svært god) med unntak av NSI som lå i tilstandsklasse II (god). Begge stasjonene ble totalt klassifisert til tilstandsklasse I.

Faunaindeksene ved C3, C4, C5 og Cref lå i hovedsak i tilstandsklasser I (svært god), med unntak av NSI som lå i tilstandsklasse II (god) ved stasjon C3, C4 og Cref. Stasjon C1 inneholdt en blanding av forurensningstolerante, opportunistiske, tolerante og nøytrale arter, hvor den forurensningstolerante børstemarken «*C. Capitata*» var den mest dominerende med 71,4% av individmengden. De øvrige stasjonene inneholdt flere arter enn stasjon C1, bestående av alle økologiske grupper unntatt forurensningsindikatorer.

Klipen ligger i økoregion H – Norskehavet Sør og vanntype 1-3 (**Tabell 7**). Samlet økologisk tilstandsgruppe for innehavende MTB og omsøkt MTB leses av i hhv. **tabell 20** og **21**. **Tabell 19** presenterer resultatene fra den kvantitative bunndyrsanalysen per stasjon.

Tabell 19: Resultater fra kvantitative bunndyrsanalyser basert på sum av to replikater for antall arter og individer, og snitt av to replikater per stasjon for indeksberegninger. 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. Økologisk tilstandsklassifisering basert på diversitetsindekser baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2018 (**Tabell 7 og 8**). Blå = I Svært god; Grønn = II God; Gul = III Moderat; Oransje = IV Dårlig; Rød = V Svært dårlig.

	Anleggs-sone	Ytre sone og overgangssone					Referanse
	C1	C2(400)	C2(500)	C3	C4	C5	Cref
Antall arter	26	93	85	110	111	113	68
Antall individer	963	883	646	1563	1294	1131	1009
NQI1	0,397	0,787	0,768	0,758	0,786	0,817	0,758
H'	1,512	4,553	4,708	4,728	4,839	4,939	3,969
ES ₁₀₀	7,724	37,803	36,882	35,136	39,495	37,657	25,446
ISI ₂₀₁₂	6,688	10,336	10,127	9,921	10,534	10,118	10,363
NSI	9,91	25,232	23,901	23,39	24,75	25,75	22,951
nEQR	0,322	0,875	0,861	0,850	0,882	0,893	0,816
Økologisk tilstand							

Tabell 20: Gjennomsnittlig nEQR og samlet økologisk tilstand for overgangssonen basert på nåværende MTB, samt undersøkelsesfrekvens jamfør **Tabell 9**. Økologisk tilstandsklassifisering basert på diversitetsindekser baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2018 (**Tabell 7 og 8**). Blå = I Svært god; Grønn = II God; Gul = III Moderat; Oransje = IV Dårlig; Rød = V Svært dårlig.

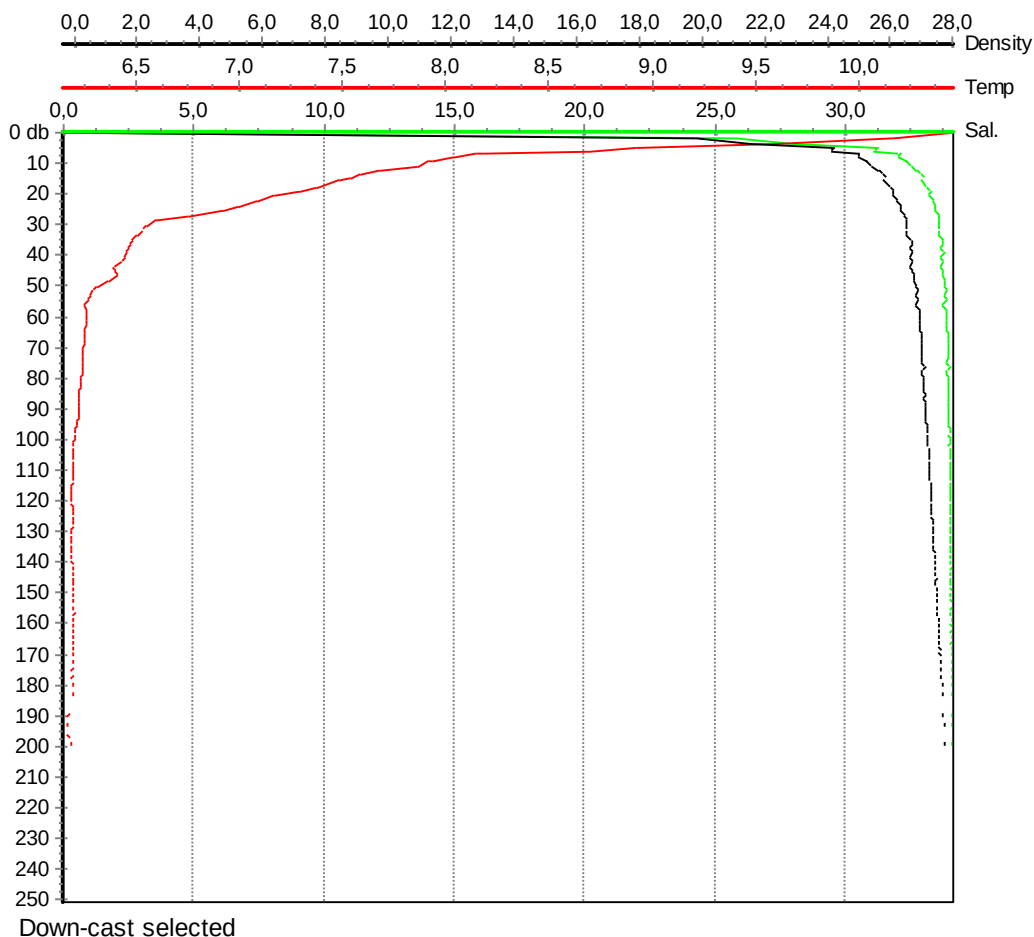
	Ytre sone	Overgangssone		
	C2(400)	C3	C4	C5
Samlet nEQR	0,875	0,875		
Samlet økologisk tilstand	I	I		
Undersøkelsesfrekvens	Hver tredje produksjonssyklus			

Tabell 21: Gjennomsnittlig nEQR og samlet økologisk tilstand for overgangssonen basert på omsøkt MTB, samt undersøkelsesfrekvens iht. NS 9410:2016 ved godkjent utvidelse. Økologisk tilstandsklassifisering basert på diversitetsindekser baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2018 (**Tabell 7 og 8**). Blå = I Svært god; Grønn = II God; Gul = III Moderat; Oransje = IV Dårlig; Rød = V Svært dårlig.

	Ytre sone	Overgangssone			
	C2(500)	C2(400)	C3	C4	C5
Samlet nEQR	0,861	0,880			
Samlet økologisk tilstand	I	III			
Undersøkelsesfrekvens	Første produksjonssyklus				

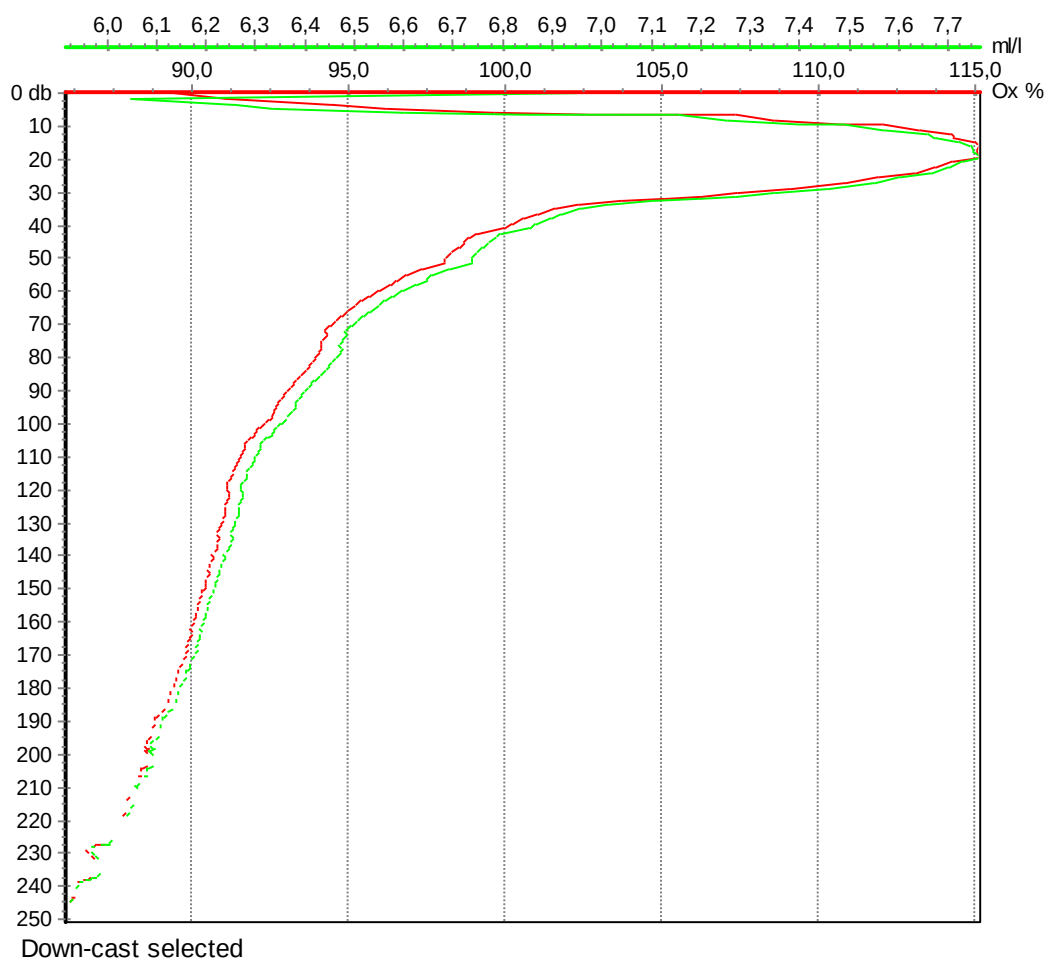
2.3 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved lokaliteten (C2(500); **Figur 2**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 4** og **5**.



Figur 4: Sjøtemperatur (°C ; rød), salinitet (grønn) og tetthet (-1000 kg/m³; sort) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast på 250 meters dyp ved stasjon C2 (500) den 20.06.2019.

Ved den dypeste stasjonen, C2(500) ble det målt hydrografiske data gjennom hele vannsøylen (**Figur 4**). CTDen ser ut til å ha driftet og derfor er dybde kun 250meter i stedet for 304 meter som er dybden for stasjonen. Her ser man en dempet salinitet i øvre del av vannsøylen, med økende salinitet og tetthet som stabiliseres ned mot dypet. Temperaturen avtar fra 10-6,5 grader i det øverste sjiktet ned til 30 meter før temperaturen stabiliserer seg på ca. 6,5-6,2 grader ned mot 250 meters dyp.



Figur 5: Oksygenmetning (%) (rød) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; grønn) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 250 meters dyp ved stasjon C2(500m) den 20.06.2019

Profilen for oksygenmetning viser overmetning ned til ca. 20 meters dyp med verdier opp mot 115 % (**Figur 5**). Oksygeninnholdet synker ned til ca. 40 meters dyp. Videre nedover vannsøylen avtar oksygeninnholdet ytterligere. Bunnvannet holder en oksygenkonsentrasjon på 5,7 ml O₂/l og metning på 85 %. Mye strøm i hele vannsøylen ved Klipen fører til godt blandede vannmasser og høye oksygenverdier i hele vannsøylen og tilsvarer tilstandsklasse I - svært god iht. Veileder 02:2018 (**Tabell 10**).

3. Oppsummering

Alle stasjonene viste gode pH og E_n-målinger, og samtlige stasjoner hadde normalt lukt og farge. Mengden nTOC ved alle stasjoner, bortsett fra stasjoner C4 gis tilstand I (meget god). C4 gis tilstand II (god). Alle stasjoner hvor det er gjort kobbermålinger viser lave verdier og gis tilstandsklasse I (bakgrunnsnivå).

Kornstørrelsen på stasjon C1-C5 hadde relativt høy pelittandel som lå mellom 30,2-53,6%. Cref viste en pelittandel på 90,0%. Høy pelittandel kan indikere lite resuspensjon, og at dette kan være et sted materiale vil legge seg.

Ved C1 var det lavt antall arter i forhold til de andre stasjonene. Den forurensningsdyktige arten «*C. capitata*» var den mest dominante med 71,4% av individantallet, og stasjonen klassifiseres derfor til miljøtilstand 2. Det ble funnet færrest arter ved stasjon C1, men høyt antall individer. Dette kan tyde på økt tilgang til organisk materiale, som gjør at enkelte arter utkonkurrerer andre arter.

På stasjon C2(400) og C2(500) i ytterkant av overgangssonen var det en blanding av sensitive, nøytrale og tolerante arter. De fleste indeksene lå i tilstandsklasse I – (svært god), bortsett fra NSI ved stasjon C2(500). Begge stasjonene gis følgelig tilstand I (svært god) Faunaindeksene ved C3, C4, C5 og Cref lå i flere tilstandsklasser (I - IV), med en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske. Alle stasjonene lå i økologisk tilstand I – svært god, bortsett fra NSI ved stasjon C3, C4 og Cref. Oksygennivået var høyt i hele vannsøylen, og bunnvannet ble klassifisert til tilstand I – svært god.

Samlet økologisk tilstand for overgangssonen basert på nåværende MTB ble I – svært god. Samlet økologisk tilstand for overgangssonen basert på omsøkt MTB ble også I – svært god.

Dersom lokaliteten får innvilget søknad om økning i MTB skal neste ordinære C-undersøkelse utføres ved første produksjonssyklus etter økning. Dersom søknaden ikke blir innvilget, og lokaliteten fortsetter med produksjon rundt MTB på 3120 tonn skal videre undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser være mellom hver tredje 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.

Bitnes, M (2019) B-undersøkelse ved Klipen i Leirfjord kommune, juni 2019. Rapportnummer 146-6-19B, levert av Aqua Kompetanse.

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

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.

Miljødirektoratet (2019) Presisering av standard NS9410:2016. Utgitt 24.04.2019.

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, F. K (2019) Vannstrømmåling ved Klipen, Leirfjord, mai-juni 2019. Rapportnummer 170-6-19S, levert av Aqua Kompetanse.

Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen vanndirektivet 2018.

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

Vedlegg A – Bilder av sediment



Figur A-1: Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av silt, sand, grus og stein. Prøven hadde en pelittandel på 34,2% (se Eurofins Environment testing AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-2: Bilde av sedimentet ved C2(400m). Sedimentet besto av silt, sand og grus. Prøven hadde en pelittandel på 44,3% (se Eurofins Environment testing AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-3: Bilde av sedimentet ved C2(500m). Sedimentet besto av grus, sand og silt. Prøven hadde en pelittandel på 48,8% (se Eurofins Environment testing AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-4: Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av silt, sand, grus og stein. Prøven hadde en pelittandel på 43,2% (se Eurofins Environment testing AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-5: Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av silt, sand, grus og stein. Prøven hadde en pelittandel på 30,2% (se Eurofins Environment testing AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-6: Bilde av sedimentet ved C5. Sedimentet besto av silt, sand, grus og stein. Prøven hadde en pelittandel på 53,6% (se Eurofins Environment testing AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-7: Bilde av sedimentet ved Cref. Sedimentet besto av silt, leire og noe skjellsand. Prøven hadde en pelittandel på 90,0% (se Eurofins Environment testing AS rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Bunndyrsanalyser i forbindelse med en C-/ASC- undersøkelse ved lokalitet Klipen

Leirfjord kommune, juni 2019



STIM Miljø Rapport 12-2019



STIM Miljø Bergen



Tittel: Bunndyrsanalyser i forbindelse med en C-/ ASC-undersøkelse ved lokalitet Klipen, Leirfjord kommune mai 2019	
Forfatter: Silje Hadler-Jacobsen	Rapport nr.: 12-2019
Prosjektleder: Ragni Torvanger	Dato rapport: 04.10.2019
Oppdragsgiver: Aqua Kompetanse AS	Antall sider inkl. vedlegg: 26
Konfidensiell: Nei	Prosjektnummer: 1467

Aktiviteter utført av STIM Miljø Bergen

Aktivitet	Akkrediterings-nummer	Personell
Sortering bløtbunnsfauna	Test 157	Ragna Tveiten og Linda Jensen
Artsbestemming bløtbunnsfauna	Test 157	Frøydis Lygre og Øydis Alme
Faglige vurderinger og fortolkninger	Test 157	Ragni Torvanger og Silje Hadler-Jacobsen

Resultatene gjelder prøvene slik disse ble mottatt

Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger	Dato 04.10.2019	Signatur
Prosjektansvarlig	Dato 04.10.2019	Signatur

STIM Miljø Bergen Thormøhlens gt. 55 5006 Bergen, Norway	E-post: miljo.bergen@stim.no Internett: www.stim.no/tjenester/miljotjenester Organisasjonsnr. NO 964 873 755 MVA
--	--

Rapporten kan kun gjengis i sin helhet.
Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra STIM AS



Innhold

1. FORORD.....	3
2. MATERIALE OG METODE.....	3
2.1. Avvik.....	3
3. RESULTAT OG DISKUSJON	4
3.1. Bunndyr.....	4
4. SAMMENDRAG	12
5. LITTERATUR	13
6. VEDLEGG.....	14
Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser	14
Vedlegg 2 - Dataanalyse	16
Vedlegg 3 – Prøverapport bunnfauna.....	20
Vedlegg 4 - Geometriske klasser	26



1. FORORD

STIM Miljø Bergen er akkreditert av Norsk Akkreditering for blant annet prøvetaking, taksonomisk analyse, samt faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157. STIM Miljø Bergen har på oppdrag fra Aqua Kompetanse AS utført bunndyrssortering, indentifisering av bunndyr, samt utført dataanalyser på prøver fra lokalitet KLIPEN i Leirfjord kommune. Lokaliteten ligger i vannområde Ranfjorden, økoregion H - Norskehavet Sør og vanntype 3 - Beskyttet kyst/fjord. Aqua Kompetanse AS har gjennomført prøveinnsamlingen i felt. Resultatene inngår i Aqua Kompetanse AS sin rapportering fra en kombinert ASC/C-undersøkelse ved lokaliteten.

Resultatene gjelder prøvene slik de ble mottatt.

2. MATERIALE OG METODE

Det er innsamlet to prøver (replikaer) på hver stasjon iht. NS9410:2016 av personell fra Aqua Kompetanse AS. Prøvene ble så sendt STIM Miljø Bergen. For opparbeiding og analyser er de til enhver tid gjeldende standarder benyttet. Metodikk, analyser og klassifiseringssystemer er beskrevet i Vedlegg 1 og 2. Plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Posisjoner og dyp for stasjoner ved lokalitet KLIPEN. Tabell tilsendt STIM Miljø Bergen av oppdragsgiver.

Lokalitet/Stasjon	Posisjon	Felt-dato	Dyp (meter)
147-6-19C Klipen			
*C1/ASC1 (anleggssone/AZE-sone)	66°08.085 N 12°51.466 Ø	21.06.2019	211
*C2/ASC ref (ytte sone/ Referansestasjon)	66°08.295 N 12°51.922 Ø	20.06.2019	304
C3/ASC3 (overgangssone/utenfor AZE)	66°08.148 N 12°51.482 Ø	21.06.2019	252
*C4 (overgangssone)	66°08.220 N 12°51.702 Ø	20-21.06.2019	286
*C5 (overgangssone)	66°07.878 N 12°50.716 Ø	21.06.2019	121
ASC 2 (AZE)	66°08.220 N 12°51.702 Ø	21.06.2019	165
*ASC 4 (utenfor AZE)	66°07.982 N 12°50.876 Ø	21.06.2019	150
C ref. (Referansestasjon)	66°07.579 N 12°46.781 Ø	20.06.2019	205
*C2 – 400 m (ytte sone)	66°08.258 N 12°51.811 Ø	20.06.2019	299

*avvik knyttet til huggene mtp. krav til sedimentvolum.

2.1. Avvik

- Underkjente prøver ved stasjon C1/ASC1, C2/ASC ref, C4, C5, ASC 4 og C2-400m mtp sedimentvolum.



3. RESULTAT OG DISKUSJON

3.1. Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er presentert i Tabell 3-1 til Tabell 3-5, Figur 3-1 og Figur 3-2, samt i Vedlegg 3 og 4. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten på undersøkelsestidspunktet. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende standarder og veiledere. Makrofauna i overgangssonen skal vurderes utfra grenseverdier basert på beregnede indekser iht. Veileder 02:2018. I følge NS9410:2016 er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Vurdering av bunndyrsamfunnet på stasjonen nærmest anlegget (C1/ASC1) baseres iht. NS 9410:2016 på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen.

På grunnlag av artsantall (mer enn 20 arter) og faunasammensetning (en art med >65% av totalt antall individer) får stasjon C1/ASC1 **Miljøtilstand 2 – God** iht. NS9410:2016.

Tabell 3-1 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved stasjonen plassert i overgang fra anleggssonen til overgangssonen ved lokalitet KLIPEN, JUNI 2019. Hvert grabbhugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². Antall individer og arter er vist for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for stasjonen. Miljøtilstand ved stasjonen er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, i henhold til NS9410:2016. Miljøtilstand er markert med fargekoder. * Underkjente prøver mtp sedimentvolum iht NS-EN-ISO 16665:2013

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	MT
C1/ASC1*	1	22	660	
	2	13	303	
	Sum	26	963	2

1 - Meget god	2 - God	3 - Dårlig	4 - Meget dårlig
---------------	---------	------------	------------------

Tabell 3-2 De ti mest tallrike artene fra prøvene ved stasjonen ved lokalitet KLIPEN, JUNI 2019. Prøveareal er lik 0,2 m². Tabellen oppgir antall individer av hver art, prosent av antall individer for stasjonen og individer pr m² (stasjon innenfor AZE). AMBI/NSI Ecological group er vist til høyre i tabellen. I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensningsindikatorart. N.a.= ikke tildelt AMBI/NSI EG verdi. *Underkjente prøver mtp sedimentvolum iht. NS-EN-ISO 16665:2013

C1/ASC1*	Ant. Ind. 0,2m2	%	Kum. %	Ant. Ind. pr 1 m ²	AMBI	NSI EG
<i>Capitella capitata</i>	688	71,4	71,4	3440	V	V
<i>Ophryotrocha sp.</i>	165	17,1	88,6	825	IV	IV
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	45	4,7	93,3	225	III	III
<i>Thyasira sarsii</i>	20	2,1	95,3	100	III	IV
<i>Prionospio cirrifer</i>	7	0,7	96,1	35	IV	III
<i>Prionospio plumosa</i>	7	0,7	96,8	35	n.a.	n.a.
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	5	0,5	97,3	25	IV	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	0,4	97,7	20	IV	IV
<i>Hiatella sp.</i>	2	0,2	97,9	10	I	n.a.
<i>Neoleanira tetragona</i>	2	0,2	98,1	10	II	III
<i>Sabellidae</i>	2	0,2	98,3	10	I	II
<i>Spirobranchus triqueter</i>	2	0,2	98,5	10	II	n.a.



Stasjonene C2-400m, C2/ASC ref, C3/ASC3, C4, C5 og C ref klassifiseres alle til tilstandsklasse I – Svært god iht. Veileder 02:2018. Pooling av stasjoner i overgangssonen gir også Tilstandsklasse I – Svært god. Samlet klassifisering for (den omsøkte) lokaliteten KLIPEN er Tilstandsklasse I – Svært God basert på resultater fra stasjon C2/ ASC.

Tabell 3-3 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved samtlige stasjoner ved lokalitet KLIPEN, JUNI 2019. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhugg) og totalt for stasjonen. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 ved bruk av snitt av nEQR-verdier på huggnivå. Tilstandsklasser er markert med fargekoder. * Underkjente prøver mtp sedimentvolum iht. NS-EN-ISO 16665:2013

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	AMBI	TK
C1/ASC1*	1	22	660	0,407	1,285	8,273	8,319	8,946	5,556	
	2	13	303	0,387	1,739	7,175	5,057	10,874	5,088	
	Sum	26	963	0,422	1,499	7,979	8,189	9,551	5,408	
	Snitt	17,5	481,5	0,397	1,512	7,724	6,688	9,91	5,322	
	nEQRsnitt			0,297	0,336	0,336	0,441	0,198		0,322
C2-400m*	1	62	225	0,793	4,666	39,613	10,549	25,435	1,995	
	2	84	658	0,782	4,441	35,994	10,124	25,028	2,049	
	Sum	93	883	0,784	4,588	36,863	10,604	25,13	2,036	
	Snitt	73	441,5	0,787	4,553	37,803	10,336	25,232	2,022	
	nEQRsnitt			0,875	0,895	0,929	0,870	0,809		0,875
C2/ASC ref*	1	64	385	0,758	4,721	36,015	10,299	23,888	2,285	
	2	61	261	0,778	4,695	37,749	9,955	23,915	2,12	
	Sum	85	646	0,773	4,881	37,793	10,426	23,899	2,217	
	Snitt	62,5	323	0,768	4,708	36,882	10,127	23,901	2,203	
	nEQRsnitt			0,853	0,912	0,921	0,861	0,756		0,861
ASC2	1	23	1155	0,433	1,672	7,303	6,811	11,711	4,96	
	2	20	594	0,419	1,673	7,634	7,324	10,674	5,215	
	Sum	30	1749	0,446	1,712	7,399	7,731	11,359	5,046	
	Snitt	21,5	874,5	0,426	1,672	7,468	7,067	11,192	5,087	
	nEQRsnitt			0,329	0,372	0,323	0,495	0,248		0,353
C3/ASC3*	1	90	875	0,762	4,697	35,165	9,883	23,294	2,29	
	2	81	688	0,754	4,758	35,108	9,96	23,486	2,298	
	Sum	110	1563	0,759	4,828	35,856	9,903	23,379	2,294	
	Snitt	85,5	781,5	0,758	4,728	35,136	9,921	23,39	2,294	
	nEQRsnitt			0,842	0,914	0,906	0,852	0,736		0,850
ASC4*	1	71	722	0,632	4,567	28,889	9,78	19,045	3,877	
	2	54	609	0,608	4,214	25,705	8,964	18,268	3,983	
	Sum	78	1331	0,622	4,486	27,897	9,796	18,679	3,927	
	Snitt	62,5	665,5	0,62	4,39	27,297	9,372	18,656	3,93	
	nEQRsnitt			0,586	0,877	0,837	0,829	0,546		0,735



Tabell 3-3 forts.

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	AMBI	TK
C4*	1	92	561	0,797	5,119	41,793	10,095	24,802	1,982	
	2	90	733	0,775	4,56	37,198	10,972	24,697	2,139	
	Sum	111	1294	0,783	4,915	39,843	10,798	24,741	2,07	
	Snitt	91	647	0,786	4,839	39,495	10,534	24,75	2,06	
	nEQRsnitt			0,873	0,927	0,943	0,878	0,790		0,882
C5*	1	69	271	0,838	5,028	39,98	9,566	25,881	1,478	
	2	97	860	0,797	4,85	35,334	10,669	25,62	2,039	
	Sum	113	1131	0,813	5,102	37,655	10,434	25,69	1,878	
	Snitt	83	565,5	0,817	4,939	37,657	10,118	25,75	1,759	
	nEQRsnitt			0,908	0,938	0,927	0,860	0,830		0,893
C ref	1	52	661	0,763	3,933	24,612	10,322	23,095	1,729	
	2	47	348	0,752	4,004	26,281	10,404	22,806	1,97	
	Sum	68	1009	0,767	4,044	25,596	10,351	22,995	1,812	
	Snitt	49,5	504,5	0,758	3,969	25,446	10,363	22,951	1,849	
	nEQRsnitt			0,842	0,830	0,821	0,871	0,718		0,816
Pooling	Sum	185	3988	0,798	5,455	42,932	10,515	24,444	2,112	
C3/ASC4, C4, C5	Snitt	86,5	664,667	0,787	4,835	37,429	10,191	24,63	2,038	
	nEQRsnitt			0,875	0,926	0,925	0,863	0,785		0,875
I - Svært god II - God III - Moderat IV - Dårlig V - Svært dårlig										



Tabell 3-4 De ti mest tallrike artene på stasjoner ved lokalitet KLIPEN, JUNI 2019. Prøveareal er lik 0,2 m². Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen, individer pr m² for stasjoner innenfor AZE, AMBI/NSI Ecological group er vist for de stasjonene er er aktuell for: I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensningsindikatorart. N.a.= ikke tildelt AMBI/NSI EG verdi. *Underkjente prøver mtp sedimentvolum iht. NS-EN-ISO 16665:2013

ASC2	Ant. Ind	%	Kum. %	Ant. Ind pr 1 m ²	AMBI
<i>Capitella capitata</i>	831	47,5	47,5	4155	V
<i>Ophryotrocha sp.</i>	728	41,6	89,1	3640	IV
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	85	4,9	94,0	425	III
<i>Thyasira sarsii</i>	36	2,1	96,1	180	III
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	12	0,7	96,7	60	IV
<i>Heteromastus filiformis</i>	8	0,5	97,2	40	IV
<i>Ophelina acuminata</i>	6	0,3	97,5	30	III
<i>Pholoe baltica</i>	6	0,3	97,9	30	I
<i>Ampharete octocirrata</i>	4	0,2	98,1	20	II
<i>Sipuncula</i>	4	0,2	98,3	20	I

C2/ASC ref*	Ant. Ind	%	Kum. %	NSI EG	AMBI
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	177	27,4	27,4	III	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	30	4,6	32,0	IV	IV
<i>Pista lornensis</i>	30	4,6	36,7	II	I
<i>Spiophanes kroyeri</i>	23	3,6	40,2	III	III
<i>Ophiocten gracilis</i>	21	3,3	43,5	n.a.	II
<i>Scalibregma hansenii</i>	21	3,3	46,7	n.a.	n.a.
<i>Modiolula phaseolina</i>	19	2,9	49,7	I	I
<i>Parathyasira equalis</i>	17	2,6	52,3	III	III
<i>Amphipholis squamata</i>	17	2,6	55,0	I	I
<i>Oenonidae</i>	17	2,6	57,6	n.a.	n.a.

C2-400m*	Ant. Ind	%	Kum. %	NSI EG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	295	33,4	33,4	III
<i>Modiolula phaseolina</i>	100	11,3	44,7	I
<i>Amphipholis squamata</i>	29	3,3	48,0	I
<i>Sipuncula</i>	27	3,1	51,1	II
<i>Heteromastus filiformis</i>	22	2,5	53,6	IV
<i>Pista bansei</i>	22	2,5	56,1	n.a.
<i>Parathyasira equalis</i>	17	1,9	58,0	III
<i>Chirimia biceps biceps</i>	16	1,8	59,8	I
<i>Leptochiton alveolus</i>	15	1,7	61,5	n.a.
<i>Exogone cf. verugera</i>	13	1,5	63,0	I
<i>Glycera lapidum</i>	13	1,5	64,4	I



Tabell 3-4 forts.:

C3/ASC3	Ant. Ind	%	Kum. %	NSI EG	AMBI
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	404	25,8	25,8	III	III
<i>Spiophanes kroyeri</i>	146	9,3	35,2	III	III
<i>Chaetozone sp.</i>	121	7,7	42,9	III	IV
<i>Modiolula phaseolina</i>	73	4,7	47,6	I	I
<i>Pholoe baltica</i>	53	3,4	51,0	III	I
<i>Verruca stroemia</i>	46	2,9	53,9	n.a.	I
<i>Melinna elisabethae</i>	45	2,9	56,8	II	III
<i>Amphipholis squamata</i>	40	2,6	59,4	I	I
<i>Polynoidae</i>	39	2,5	61,9	II	n.a.
<i>Exogone cf. verugera</i>	30	1,9	63,8	I	II

ASC4*	Ant. Ind	%	Kum. %	AMBI
<i>Capitella capitata</i>	192	14,4	14,4	V
<i>Chaetozone sp.</i>	169	12,7	27,1	IV
<i>Ophryotrocha sp.</i>	140	10,5	37,6	IV
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	118	8,9	46,5	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	110	8,3	54,8	IV
<i>Tharyx killariensis</i>	95	7,1	61,9	IV
<i>Melinna elisabethae</i>	55	4,1	66,0	III
<i>Cirratulus cirratus</i>	49	3,7	69,7	IV
<i>Thyasira sarsii</i>	33	2,5	72,2	III
<i>Paradialychone sp.</i>	30	2,3	74,5	n.a.

C4*	Ant. Ind	%	Kum. %	NSI EG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	400	30,9	30,9	III
<i>Modiolula phaseolina</i>	92	7,1	38,0	I
<i>Sipuncula</i>	61	4,7	42,7	II
<i>Spiophanes kroyeri</i>	32	2,5	45,2	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	31	2,4	47,6	IV
<i>Pista lornensis</i>	31	2,4	50,0	II
<i>Parathyasira equalis</i>	28	2,2	52,2	III
<i>Amphipholis squamata</i>	25	1,9	54,1	I
<i>Caudofoveata</i>	24	1,9	56,0	II
<i>Tharyx killariensis</i>	22	1,7	57,7	II



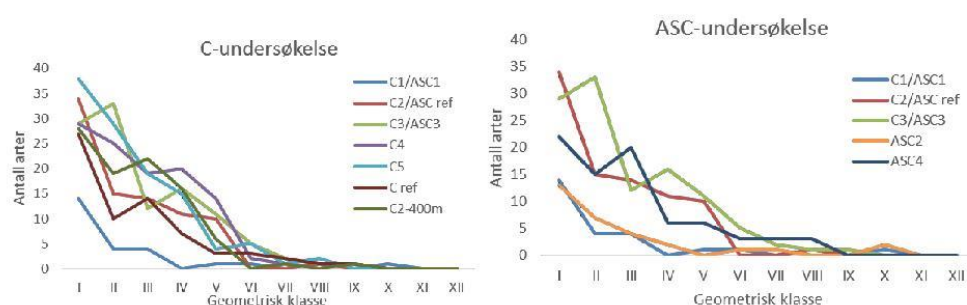
Tabell 3-4 forts.:

C5*	Ant. Ind	%	Kum. %	NSI EG
<i>Melinna elisabethae</i>	182	16,1	16,1	II
<i>Paradialychone</i> sp.	151	13,4	29,4	n.a.
<i>Chaetozone</i> sp.	64	5,7	35,1	III
<i>Nothria conchylega</i>	62	5,5	40,6	I
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	56	5,0	45,5	III
<i>Mendicula ferruginosa</i>	50	4,4	50,0	I
<i>Amythasides macroglossus</i>	49	4,3	54,3	I
Sabellidae	45	4,0	58,3	II
<i>Labidoplax buskii</i>	29	2,6	60,8	II
Terebellidae	27	2,4	63,2	I

C ref	Ant. Ind	%	Kum. %	NSI EG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	275	27,3	27,3	III
<i>Kelliella miliaris</i>	170	16,8	44,1	III
<i>Parathyasira equalis</i>	77	7,6	51,7	III
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	69	6,8	58,6	I
<i>Heteromastus filiformis</i>	56	5,6	64,1	IV
<i>Yoldiella propinqua</i>	43	4,3	68,4	n.a.
<i>Spiophanes kroyeri</i>	37	3,7	72,1	III
<i>Caudofoveata</i>	24	2,4	74,4	II
<i>Clymenura borealis</i>	24	2,4	76,8	I
<i>Abra nitida</i>	22	2,2	79,0	n.a.

Geometriske klasser

Figur 3-1 viser grafisk en oversikt over fordelingen av arter på geometriske klasser. Høyt krysningspunkt på Y-aksen og fravær av knekker og sene toppler på x-aksen i figuren indikerer at bunnfaunaen ved stasjon C2-400m, C2/ASC ref, C3/ASC3, C4, C5 og C-ref og ASC4 er upåvirket, og lave krysningspunkt, knekker og sene toppler indikerer at stasjon C1/ASC1 og ASC2 er forstyrret.

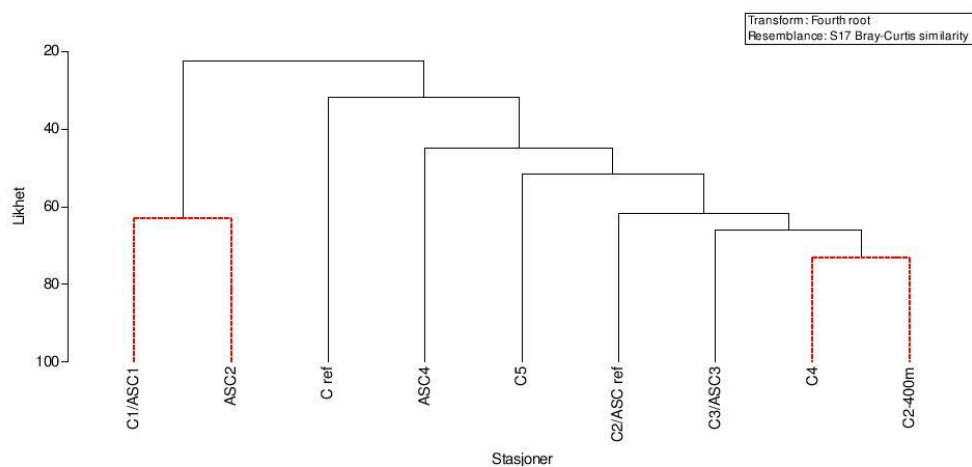


Figur 3-1 Antall arter (lans y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra lokalitet KLIPEN, JUNI 2019.



Cluster

De multivariate analysene (Figur 3-2) viser at C1 /ASC1 og ASC2 skiller seg fra de andre stasjonene med bare 20 % faunalikhet. Resten av stasjonene grupperer seg sammen, der stasjonene C4 og C2-400m er mest like (ca. 75 %).



Figur 3-2 Cluster plot av stasjonene undersøkt ved KLIPEN, JUNI 2019. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plotet viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

ASC-resultater

Resultater av bunnfaunaanalyser vurderes etter ASC-indikatorer og ASC-krav for bunnfauna gitt i ASC Salmon Standard v. 1.2 (2019). ASC-indikator 2.1.2 krever en Fauna index score for Shannon-Wiener index (H') som er >3 evt. en AMBI score $\leq 3,3$ og gjelder stasjoner utenfor AZE. Krav for ASC-indikator 2.1.2 var akseptabelt på samtlige stasjoner (C3/ASC3, ASC4, C2/ASC2) (Tab 3-5, tab 3-3).

ASC-indikator 2.1.3 krever to eller flere makrofauna taxa i sediment innenfor AZE som har mer enn 100 individer pr. art pr. m^2 og som i tillegg ikke er forurensningsindikatorarter iht. AMBI. Ved stasjon C1/ASC3 og ASC2 var det 3 arter på topp-ti listen med mer enn 100 individer pr. m^2 som ikke var forurensningsindikatorarter (AMBI) (Tab 3-2, Tab 3-5).

Tabell 3-5 Resultatene vurdert mot krav i ASC Salmon Standard 1.2 (2019).

ASC-indikator	Plassering Stasjon	Innenfor AZE		Utenfor AZE		
		C1/ASC1	ASC2	C3/ASC3	ASC4	C2/ASC Ref
	ASC krav					
2.1.2	Fauna index score i sediment utenfor AZE tilsvarende $H' > 3$ eller AMBI score $\leq 3,3$			Ja	Ja	Ja
2.1.3	To eller flere makrofauna taxa i sediment innenfor AZE som ikke er forurensningsindikatorarter (AMBI) og har mer enn 100 individer pr art pr m^2	Ja	Ja			



4. SAMMENDRAG

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen ved lokalitet KLIPEN, JUNI 2019 kan sammenfattes slik:

- Tilstandsklassifisering iht. NS9410:2016 på stasjon C1 gir Miljøtilstand 2 – Meget god basert på antall individer og artssammensetning.
- Tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2018 ved øvrige stasjoner gir tilstand I – Svært god.
- Pooling av stasjoner i overgangssonen gir tilstand I – Svært god.
- Samlet tilstand for lokalitet KLIPEN er I – svært god iht. NS9410:2016 basert på resultatene fra stasjon C2 /pooling av stasjoner C3 og C4.
- ASC-indikator 2.1.2 godkjente stasjoner 3 av 3 iht. ASC Salmon Standard v.1.2 (2019)
- ASC-indikator 2.1.3 – godkjente stasjoner 2 av 2 iht. ASC Salmon Standard v.1.2 (2019)



5. LITTERATUR

Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Standard. Version 1.2, 2019.

Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Audit Manual Version 1.2, 2019.

Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Training Manual Final Version 1.1, 2018

Direktoratsgruppen vanndirektivet 2009. Veileder 1:2009. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften*. Direktoratgruppen for gjennomføring av Vanndirektivet (2009). 181 s.

Direktoratsgruppen vanndirektivet 2016. Veileder 2:2013 - revidert 2015. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet. 230 s.

Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet. 360 s.

Hovgaard, P. (1973). "A new system of sieves for benthic samples." *Sarsia* **53**. 15-18 s.

NS-EN-ISO 5667-19:2004. *Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*. Standard Norge. 23 s.

NS-EN-ISO 16665:2014 (2. utg 15/1-2015). *Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)* Standard Norge. 40 s.

NS 9410:2016. *Miljøovervåking av marine matfiskanlegg*. Standard Norge. 27 s.

Rygg, Brage, 1993. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Organisk materiale i bunnsediment og oksygen i dypvann. Grunlagsrapport*. Niva rapport 2959. 27 s.

Standardforskrifter, Kvalitetshåndbok for STIM Miljø Bergen



6. VEDLEGG

1.1 Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser

Bunndyr (bløtbunnsfauna) i denne undersøkelsen 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 bunnpøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnsfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det normalt være ca. 25-75 arter i en grabbprøve. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

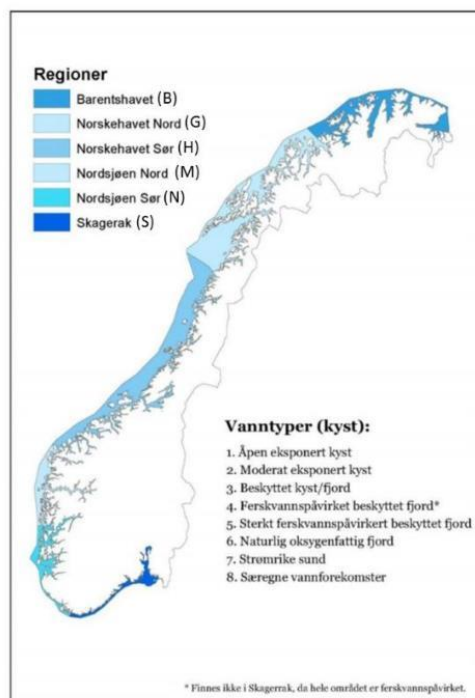
I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i STIM Miljø sine lokaler ved Høytteknologisenteret i Bergen i 3 år. Opparbeiding av det biologiske materialet utføres i samsvar med STIM Miljø avd. Bergen sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (**Vedlegg 3**). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrssanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen inkluderes i artslisten, utelates fra analysene. I **Vedlegg 2** presenteres en kort omtale av metodene som benyttes for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunnsfaunaen 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.

For prøvepunkt i overgang mellom anleggssone og overgangssone (ofte kalt C1 – plassert ca. 25-30 m fra anlegget) er det utarbeidet en egen standard for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2016) (Vedleggstabell 1). For de resterende prøvepunktene, har Direktoratetsgruppe Vanndirektivet gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder, 002:2018). Denne veilederen erstatter Veileder 2:2013 (revidert 2015) og på sikt de gjeldende SFT veilederne (TA 1467/1997 og TA 2229/2007). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2018 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQ_{11} , ømfintlighetsindeksene NSI , ISI_{2012} samt $AMBI$ (komponent i NQ_{11}). Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Vedleggstabell 2. 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 Vedlegg 2: Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr). Tilstandsklassen til stasjonen bestemmes av snittet av de enkelte indeksenenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Vedleggstabell 3.

Vedleggstabell 1 Vurdering av miljøtilstanden på stasjonen i overgang fra anleggssone til overgangssone (ofte kalt C1) ved oppdrettsanlegg. Hentet fra NS 9410:2016.

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





Vedleggsfigur 1 Områdeinndeling av økoregioner og vanntyper for kystvann. Kart fra Veileder 02:2018.

Vedleggstabel 2 Klassegrenser for bløtbunnsfauna i Økoregion Norskehavet Sør (H) og Vanntype Beskyttet kyst/fjord (1-3). Grenseverdiene gjelder for gjennomsnitt av grabbverdier. Økoregion og vanntyper viser til Vedleggsfigur 1. Tabell hentet fra Veileder 02:2018.

Indeks	Vanntype H1-3				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,90 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	5,5 - 3,7	3,7 - 2,9	2,9 - 1,8	1,8 - 0,9	0,9 - 0
ES ₁₀₀	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	13,4 - 8,7	8,7 - 7,8	7,8 - 6,4	6,4 - 4,7	4,7 - 0
NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Vedleggstabel 3 Klassegrenser for nEQR (Veileder 02:2018).

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse I (Svært god)	0,8
Klasse II (God)	0,6
Klasse III (Moderat)	0,4
Klasse IV (Dårlig)	0,2
Klasse V (Svært dårlig)	0,0



Vedlegg 2 - Dataanalyse

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 bunndyrssamfunn. 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 bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være mellom 25-75 arter.

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. 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. 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 toppe og nullverdier.

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 i midlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA-1467/1997 og Veileder 02:2018).

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 ES₁₀₀ viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel: hvor ES₁₀₀ = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i-ende art.

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

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:

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

$$ISI = \sum_{i=1}^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

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 faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivitetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivitetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene 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 sensitivitetsverdier

$$NSI = \sum_{i=1}^S \left[\frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$



Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som **NQI1 (Norwegian quality Index)** bestemmes ut fra både arts mangfold 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 02:2018 (Vedleggstabell 2). Grenseverdiene brukes for gjennomsnitt av grabbverdier.

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 enkelt indeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

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

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er vist i Vedleggstabell 3, der 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.

Beregning av snitt nEQR pr stasjon for C-undersøkelser, der C3, C4 og C5 er stasjonsnavn:

Snitt nEQR (C3) = (nEQR(C3hugg1) + nEQR (C3hugg2))/2

(Dette utføres på samme måte for C4 og C5 også)

Snitt nEQR (total) for overgangssoner i C-undersøkelser:

= (Snitt nEQR(C3) + Snitt nEQR(C4) + Snitt nEQR(C5))/3

1.1.1.1 Multivariate analyser

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.

1.1.1.2 Klassifikasjon og ordinasjon

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

$$S_{jk} = 100 * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right) \quad \text{Hvor:} \quad \begin{array}{l} S_{jk} = \text{likheten mellom to prøver, } j \text{ og } k \\ y_{ij} = \text{antallet i } i\text{'te rekke og } j\text{'te kolonne i datamatriksen} \\ y_{ik} = \text{antallet i } i\text{'te rekke og } k\text{'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter} \\ p = \text{totalt antall arter} \end{array}$$

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 prosentvis likhet vises.

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.



Litteratur

- Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018. Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet. 360 s.
- 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 s.
- Bray, J.R. og Curtis, J.T. 1957. *An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin*. Ecological Monographs **27**. 325-349 s.
- Gray, J.S. og Mirza, F.B. 1979. *A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities*. Marine Pollution Bulletin **10**. 142-146 s.
- Pearson, T.H. og 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 s.
- Pearson, T.H., Gray, J.S. og Johannessen, P.J. 1983. *Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses*. Marine Ecology Progress Series **12**. 237-255 s.
- Rygg, B. 2002. *Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway*. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.
- Rygg, B. og 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, C.E. og 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 forurensningstilsyn, SFT 1997. 36 s.



Vedlegg 3 – Prøverapport bunnfauna

ID: 10728, Versjon: 16

Vedlegg SF-505 Prøverapport taksonomisk analyse bløtbunnsfauna

STIM Miljø

Prosess: Test 157 / Rapportering / Rapportering

Dokumentkategori: Vedlegg

Godkjent dato: 23.09.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)

Endret dato: 23.09.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)



STIM Miljø Bergen
Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen
miljo.bergen@stim.no



Prøverapport Taksonomisk analyse – Bløtbunnsfauna

Prosjekt nr.:	1467	Dato for prøvetaking:	20-21.06.2019
Oppdragsgiver (navn/adresse):	Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger		
Prøvetakssteds (område):	Klipen, Leirfjord kommune	Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:	Underkjente prøver ved stasjon C1/ASC1, C2/ASC ref, C4 C5, ASC4 og C2-400mmtp sedimentvolum
Ansvarlig for prøvetaking (firma):	Aqua Kompetanse AS		

	Akkreditert	Akkrediteringsnummer	I henhold til standard	Ikke akkreditert
Sortering	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐
Artsidentifisering	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐

Artene er identifisert av: Frøydis Lygre Øydis Alme

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 hugnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Prøverapporten skal ikke reproduseres annet enn i sin helhet, uten godkjenning fra STIM Miljø Bergen.

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 9 sider.

Prøverapport godkjent av:

Dato: 03.10.2019

1/1



Side 20 av 26

Preverapports. 1 of 9

Station	C1/ASC1		C2/ASC ref		C3/ASC3		C4		C5		ASC2		ASC4		C ref		C2-400m	
Date	21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		20.06.2019		20.06.2019	
Depth (m)	211		304		252		286		121		165		150		205		299	
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
AMPHIPODA																		
Amphipoda			15	3	5	5	5	10	1	6					4		9	7
Eriopisa elongata																	1	
ANTHOZOA																		
Anthozoa			1		2		2										1	1
ASCIDIACEA																		
Ascidacea					2	1	3	2	1								1	7
Polysarpa fibrosa			1															
ASTEROIDEA																		
Ctenodiscus crispatus				0/1													0/1	
BIVALVIA																		
Abra alba							0/1										0/1	
Abra nitida				1					0/3	8/2			1	1	10	12	2	9
Adontorhina similis			5	1	8	3	4	11	8	5	1		1	2	1			
Actarte sulcata				1	1	2	3/3	6/1		0/1			1				0/1	1/3
Batharca pectunculoides				1	1	2	1	0/1	0/1	0/2					0/1			
Crenella decussata							1	2/1										5/4
Cuspidaria lamellosa				1	1	0/1	0/1											0/1
Cuspidaria obesa				1														
Cuspidaria rostrata															2			
Cyclopepten hoskynsi						1	1/1											0/1
Dacrydium edmonsmanni				1		1	4/1	0/1	0/1									1/2
Ennucula corticata					1		1			0/1							2	1/1
Ennucula tenuis																		1
Heteranomia squamula						1												
Hiatella sp.	1/1			0/1	3	2	0/1	1			2							
Kamekampa sulcata				1		1												
Keliella miliaris			1	1	1		1	4	5	2					122	48	1	
Kurtiella tumidula										1								
Macoma calcaria												1/1	3					
Mendicula ferruginosa	1		1	2				1	10	39/1					6			
Modiolula phaeolina			12	5/2	30/9	27/7	21/19	39/13	1								18/10	43/29
Mytilus edulis															0/1			
Nucula sp.					1													
Nucula tumidula			1	0/1											7/1	0/2	1	1

Preverapports. 2 of 9

Station	C1/ASC1		C2/ASC ref		C3/ASC3		C4		C5		ASC2		ASC4		C ref		C2-400m	
Date	21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		20.06.2019		20.06.2019	
Depth (m)	211		304		252		286		121		165		150		205		299	
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
NUCULANA																		
Nuculana pernula					3/1		0/2	0/2	0/1	0/1								1
Parathyasira equalis			10	5/2	4	7/2	14	14		2/2			3/2	3	42/7	24/4	7	10
Parvicardium minimum			1						1	2					5/2			
Pseudamussium peslutrae						1		1		1								
Thyasira obsoleta				1	2	2	0/2		4	2/1					3	0/1	2	
Thyasira sarsi	10	10	1		11	4		3	0/1		25	10/1	11/3	18/1			1	
Tropidomya abbreviata																		
Yoldiella lenticula									2/1				0/1				4	2
Yoldiella lucida				1			1	0/1	4/1	8/3					4/7	2/2	0/1	
Yoldiella philippiana						1				1/1/2								
Yoldiella propinqua			1	2			10	2	10	2/2					18/9	14/2	1	
IRACHIOPODA																		
Macandrevia cranium			1	1			1/1										3	2
BRYOZOA																		
Bryozoa					+	+												
CAUDOROVEATA																		
Caudorocheata			14	2	7	8	5/1	18	1	14			4	4	15	9	1	5
CIRRIPEDIA																		
Verruca stroemia		1	4	2	20	26	5	10						1			1	5
COPEPODA																		
Calanus finmarchicus	3	4	1	7	1	2		2			1	1			38	11	5	
Metridia longa				1		1										1		
Paraeuchaeta norvegica					2													
CUMACEA																		
Camoyaspis sp.							1											
Diastylis cornuta																1		
Diastylis rothkief	1			8		2					1							
Diastylis serratus										3								
Eudorella truncatula					1													
Hemilamprops roosei													1					
Leucon (Leucon) nasica																1	1	
DECAPODA																		
Calocaris coronatus																1		
Decapod larver																1		
ECHINOIDEA																		



Prøverapport s. 3 of 9

Station	C1/ASC1		C2/ASC ref		C3/ASC3		C4		C5		ASC2		ASC4		C ref		C2-400m	
Date	21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		20.06.2019		20.06.2019	
Depth (m)	211		304		252		286		121		165		150		205		299	
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Brisaster fragilis			0/1	1	2/1	2	0/1			3/1			1	1/1				1
Echinocardium flavescens																		
Strongylocentrotus droebachiensis							0/1		0/1									
EUPHAUSIACEA																		
* Euphausiacea			3			1												
GASTROPODA																		
Alvania cimicoides								1										1
Anatoma crispata			3	1	2	2	4/2	1/1									1	2/1
Ariadnaria borealis									2/1									
Curtitoma trevilliania									1									
Cylichna alba						2	1					1						
Eulima bilineata									1									
Euspira montagui										1								
Euspira pallida							0/1		0/1	0/3			1					
Hermania scalabra						1												
Laona quadrata						1												
Lepeta caeca					5/5	8/2	4/1	5/1	0/1			2					1	1
Melanella polita									1									
Nudibranchia				1		1	1					1						
Odostomia unidentata									2									
Oenopota elegans			1															
Oncoba semicostata					2													
Philine sp.												0/1	0/3					
Puncturella noachina			3/1		8/1	4	3	2	1	2							0/1	3
Retusa umbilicata													4	1				
Skenea sp.									1									
Skenea basistriata							2	1										
Taranis moerchi															2/1			
Tritia reticulata									1									
Typhimongella nivalis							1	0/1									0/1	0/1
Velutina velutina																		
HEMICHORDATA																		
Enteropneusta			1		2		5	3										2
HOLOTHUROIDEA																		
Echinocumiscus hispida			0/1		0/1													

Prøverapport s. 4 of 9

Station	C1/ASC1		C2/ASC ref		C3/ASC3		C4		C5		ASC2		ASC4		C ref		C2-400m	
Date	21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		20.06.2019		20.06.2019	
Depth (m)	211		304		252		286		121		165		150		205		299	
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Labidoplax busckii			7	5	5	15	1	5	6	23			1	1			3	6
Psolus squamatus					1/1	1	1	2	2	3/1								
Synaptidae																	1	
Thyone fusus							1	0/2									1	1
HYDROZOA																		
* Hydrozoa	+	+									+							+
ISOPODA																		
* Gnathia sp.									1	1				1				1
MYSIDA																		
Mysida			1															
NEMATODA																		
* Nematoda	1		19	11	56	21	48	67	18	6	1	1	13	12	13	7	7	33
NEMERTEA																		
* Nemertea			9	4	6	4	6	2	1	4			1	2	1	7	8	3
OPHUROIDEA																		
Amphilepis norvegica															0/1	6/1		
Amphipholis squamata			12	5	20	20	10	15	2	4							4	25
Amphiura borealis					1	2	3	1									4	3
Amphiura chiajei									0/1									
Amphiura filiformis										1								
Ophiacantha sp.							0/1	0/1										
Ophiacantha abyssicola					3													
Ophiacantha bidentata																	1	
Ophiactis balli						1												
Ophiocten affinis									0/1									
Ophiocten gracilis			10/2	7/2		2	4	1										2
Ophiopholis aculeata				0/1	2					1							0/1	
Ophiura (Dictenophiura) carnea									1	2			1					
Ophiura robusta								1										
Ophiura sarsii							1		3									1
Ophiuroidea				1	2	1					0/1							
OSTRACODA																		
Cypridina sp.			2					2										
POLYCHAETA																		
Abyssoninoe sp.									1								1	



Prøverapport s. 5 of 9

Station	C1/ASC1		C2/ASC ref		C3/ASC3		C4		C5		ASC2		ASC4		C ref		C2-400m	
Date	21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		20.06.2019		20.06.2019	
Depth (m)	211		304		252		286		121		165		150		205		299	
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Amaeana trilobata									1	1								1
Amage auricula									1	1								
Ampharete borealis					1	1							4	1				
Ampharete lindstroemi																		
Ampharete octocirrata			1	1	3	4	6	4	2	3	2	2						6
Ampharetidae					1													
Amphicteis gunneri					1				1									
Amphictene auricoma				1						2			1					
Amythasides macroglossus					1	2	1	2	21	28			1		12	2		
Anobothrus gracilis					5		1	4		1			1					2
Anobothrus laubieri																		
Aphelochaeta sp.	1		1	1	2	1	1	3	3	6		1	2	2	4	1	1	2
Aphroditiidae																		
Aplisobranchius tullbergi									1	2					2	1		
Aricidea sp.					1	1	1	1		5							1	2
Aricidea (Acmira) catherinae													5	3			1	
Asclerocheilus sp.			2	2			3	5									2	9
Axiolobus sp.					17	1												
Brada villosa					1								2	3		1		
Capitella capitata	520	168			3						482	349	88	104				
Ceratocephale loveni																		
Chaetozone sp.			7	5	55	66	6	10	10	54	2		92	77	2	4	6	5
Chirimia biceps biceps			3	4			6	11	1	5			3	1			3/3	7/3
Cirratulidae					9	4												
Cirratulus cirratus	1				2	1	1	4	2	2	2	1	37	12			2	4
Clymenura borealis			1				1			1					16	8		
Diplocirrus glaucus			1						1	4			4	2	1			
Dipolydora coeca							1			3		1	4	3				
Dipolydora socialis										1								
Lolysippe vanelli																7	5	
Eteone sp.					1								1	3				
Euchone sp.					1				2						2	1		2
Euchone analis							1	2										
Eunereis elittoralis					1													
Eunice pennata			1		7	2		4					2				3	5

Prøverapport s. 6 of 9

Station	C1/ASC1		C2/ASC ref		C3/ASC3		C4		C5		ASC2		ASC4		C ref		C2-400m	
Date	21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		20.06.2019		20.06.2019	
Depth (m)	211		304		252		286		121		165		150		205		299	
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Eupolyommia nebulosa																		
Exogone cf. verugera			10	3	16	14	7	10	2	11	1		11	16	2		1	12
Galathowenia fragilis									1									
Galathowenia oculata			1		1	2	2						1	2				
Glycera lapidum	1		4	10	5	6	7	8	1	5			6	7	3	3	1	12
Glyphanostomum pallescens					1	2				1	2		1					
Goniada maculata									1	2								
Harmeria sp.																		
Hauchella tribullata	1																1	1
Heteromastus filiformis			23	7	7	15	16	15	2	6	4	4	63	47	35	21	5	17
Hydroides norvegica	4				1					5			1					
Jasmineira sp.							1	1										
Kirkegaardia sp.																	2	2
Laetmonice filicornis					1													
Lagis koreni									0/1									
Lanassa venusta													1					
Lanice conchilega																		1
Lanice sarsi			1	3	10	3	5	8									2	4
Laphania boeckii													1					1
Levinsonia gracilis															9	6		
Upobanchius jeffreysii					2		1	1					5	1				
Lumbrineridae	1		3	4						1					2	1		
Lumbrineris sp.			1	2	2		1	1									1	4
Maldanidae			3	1	5	5	6	1		1					3	1	1	2
Malmgrenia mcintoshii							10	5									3	6
Melina albicincta										1								
Melina cristata			4/2	3/1	1	1		1										3
Melina elisabethae				1	16/4	16/9	11	2	29/13	118/22			29/5	16/5			2/1	7/2
Neoleanira tetragona	2						1											
Nephtys hystrix																	1	
Nephtys incisa													1	3				
Nephtys paradoxus					1/1													
Nereimyra punctata		1			9/1	7	1	1					1				1	3
Nereimyra woodsholea	1				3	2	2					1			1		1	1
Nicomache sp.					13	4	5	6	1	1		1					1	5

Prøverapport s. 7 of 9

Station	C1/ASC1		C2/ASC ref		C3/ASC3		C4		C5		ASC2		ASC4		C ref		C2-400m	
Date	21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		20.06.2019		20.06.2019	
Depth (m)	211		304		252		286		121		165		150		205		299	
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Nicomache lumbricalis													1	1				
Nothria conchylega			4		8	3	6	7	15	47			5	1			1	
Notomastus laterkeus			4		3	2	4	6	12				1	4	1		1/1	1
Oeonidae			9	8	2	10	6	6	2	1			1	3		1	3	4
Ophelina acuminata											5	1	1	4				
Ophelina cylindricaudata										2					3	1		
Ophryotrocha sp.	79	86								1	556	172	65	75				
Orbinidae					1													
Paradiolychone sp.					1				1	15/135			1/29				2	
Paradiopatra fiordica															1			
Paradiopatra quadricuspis																1		
Paradoneis lyra					1	2			1	2			4	2				
Paramphionome jeffreysii	16	39	103	74	139	165	136	264	3	53	48	37	61	57	174	101	60	235
Parametis wahlbergi							1											1
Pectinaria belgica															1			
Phidisia aurea							2	2										
Pholoe assimilis													2					
Pholoe batlica	1			2	43	10	6	4	4	9	5	1	10	11			1	
Pholoe pallida										2								
Phyllodoce groenlandica	0/4	0/1			0/1					2/2	1/6	0/5	0/7	0/3				0/1
Phyllodoce rosea							1											
Phyllodoceidae					0/1													
Phylo norvegicus															1			
Pista bansei																	5/4	13
Pista cristata				1											1			
Pista lornensis			16	13/1	4	5	18	13	0/4	3/1						1		
Polycirrus sp.			4	8	7	7	9	9					21	4			1	4
Polycirrus medusa			1															
Polycirrus norvegicus									2	4								
Polydoridae			1		21	18		4				2	1	2				
Prionospio cirrifera	5	2	7		7	14	1		1	1	1		6	7	4			5
Prionospio dubia															2	3		
Prionospio plumosa	6	1									1	1	2					
Proclia graffii					1				1	2								
Raricirrus beryli											1							

Prøverapport s. 8 of 9

Station	C1/ASC1		C2/ASC ref		C3/ASC3		C4		C5		ASC2		ASC4		C ref		C2-400m	
Date	21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		20.06.2019		20.06.2019	
Depth (m)	211		304		252		286		121		165		150		205		299	
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sabella pavonina									1	8								
Sabellidae	1	1	5	5	2	7	4	5	29	16	1	1		1			1	3
Samytha sexcirrata			1						1									1
Samytha neglecta										1							1	
Scalibregma hansenii			11	10														
Scalibregma inflatum					2	1	15	3		2			3	4			2	8
Scolelepis korsun					1	2	1	2		2				1				1
Scoloplos armiger									1	2			1	13	10			
Sige fusigera													1					
Sige oliveri			2					1										
Sosane wahlbergi														1				
Sosane wireni					1	4	6	2	1	1								2
Sphaerodoridae					1													
Sphaerodorum gracilis										1								
Spio filicornis													2					
Spiochaetopterus typicus			1	2		2	3	4									1	1
Spiochaetes kryeri			19	4	90	56	26	6	2	2			2		22	15	4	7
Spirobranchus triquetus	1	1											1					
Streblosoma intestinale			2/1	1/5		1/1		3		6/1			1	3	4	1/2		0/1
Syllidae			9		14	8	4	13	1	3	2	1	13	13			3	8
Terebellidae			1		5	6	13	13	14				1				2	4
Terebellides gracilis			4	5			2	2							4		2	2
Terebellides shetlandica					2				1							1		
Terebellides stroemii								3										1
Tharyx killarjensis			2		8	2	4	18	3	10			45	50		1	1	4
Thelaps cincinnatus			1						1				1	1				
Trichobranchus glacialis					4	2												
Vigotornella ardabilla		1																
POLYPLACOPHORA																		
Hanleya hanleyi					1													
Leptochiton alveolus				4/2	16	3/1	3/4	5/4	1	1/1			2				3/1	8/3
Leptochiton asellus	0/1																	
PORIFERA																		
* Porifera									+	+	+							
PCYNOGONIDA																		

Prøverapport s. 9 of 9

Station	C1/ASC1		C2/ASC ref		C3/ASC3		C4		C5		ASC1		ASC4		C ref		C2-400m	
Date	21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		21.06.2019		20.06.2019		20.06.2019	
Depth (m)	211		304		252		286		121		165		150		205		299	
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
* Pycnogonida					2	1			1									1
SCAPHOPODA																		
Cadulus subfusiformis									1						5			
Entalina tetragonia															0/1	1/1		
SIPUNCULIDEA																		
Onchiesoma steenstrupii															55	14		
Phascolion strombus				1					1	7			4	2				
Sipuncula			3	1	13	16	27	34	3	11	4						10	17
Sipunculus (Sipunculus) norvegicus															8	4		
TANAIDACEA																		
Tanaidacea			2	1			2	3	7	1					4		4	
VARIA																		
* Insecta					*	*	*	*							1			
* Varia			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*



Vedlegg 4 - Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved stasjonene på lokaliteten KLIPEN, JUNI 2019.

Geom. klasse	C1/ASC1*	C2/ASC ref*	C3/ASC3	C4*	C5*	ASC2	ASC4*	C ref	C2-400m*
I	14	34	29	29	38	13	22	27	28
II	4	15	33	25	29	7	15	10	19
III	4	14	12	19	19	4	20	14	22
IV	0	11	16	20	15	2	6	7	16
V	1	10	11	14	4	0	6	3	6
VI	1	0	5	2	5	1	3	3	0
VII	0	0	2	1	1	1	3	2	1
VIII	1	1	1	0	2	0	3	1	0
IX	0	0	1	1	0	0	0	1	1
X	1	0	0	0	0	2	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* Underkjente prøver mtp sedimentvolum iht. NS-EN-ISO 16665:2013





STIM Miljø Bergen utfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra fylker, kommuner, oljeselskap, industri og havbruksnæring. STIM Miljø Bergen er akkreditert for prøvetaking av sediment til analyse av biologi, kjemi og sedimentkarakteristikk, fjæreundersøkelser, taksonomisk analyse og faglig vurdering og fortolking under akkrediteringsnummer Test 157.

Vi utfører også naturtypekartlegging, vannsøyleundersøkelser, risikovurdering av forurenset sediment, strømmålinger og modellering av strømforhold, samt andre miljøundersøkelser.

www.STIM.no

Vedlegg C – Eurofins Environment testing AS rapport

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052819-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020366	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C1/ASC1	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kobber (Cu)	4.1	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff glødetap	1.5	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	73.7	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	<0.5	g/kg TS	0.5		EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	5310	mg/kg TS	1000	21%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v 159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052820-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020367	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C1/ASC1	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	34.2	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	2.6	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 23.07.2019

Stig Tjomsland

Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052821-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020368	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C2/ASCref Kjemi	Analysestart dato:	02.07.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kobber (Cu)	6.1	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff glødetap	1.7	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	73.4	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.6	g/kg TS	0.5	31%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	8840	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v 159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052822-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020369	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C2/ASCref	Analysestart dato:	02.07.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	48.8	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	3.4	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AR-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052823-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020370	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C3/ASC3	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kobber (Cu)	3.7	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff glødetap	1.4	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	75.6	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	<0.5	g/kg TS	0.5		EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6050	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v 159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052824-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020371	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C3/ASC3	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	43.2	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	3.9	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 23.07.2019

Stig Tjomsland

Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052825-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020372	Prøvetakingsdato:	20.06.2019			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	C4	Analysestartdato:	02.07.2019			
	Kjemi					
Analyse		Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)	Total tørrstoff glødetap	2.0	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b)	Tørrstoff					
b)	Total tørrstoff	73.6	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a)	Total nitrogen - Kjeldahl					
a)	Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.5	g/kg TS	0.5	35%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	10700	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052826-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020373	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C4	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	30.2	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	2.3	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

**Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)**
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052827-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020374	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C5	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Total tørrstoff glødetap	1.4	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	75.0	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	<0.5	g/kg TS	0.5		EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	4480	mg/kg TS	1000	21%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 23.07.2019

Stig Tjomsland

Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052828-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020375	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C5	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	53.6	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	3.4	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052829-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020376	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ASC4	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kobber (Cu)	3.7	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff glødetap	1.4	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	69.9	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.7	g/kg TS	0.5	28%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6660	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052830-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020377	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ASC4	Analysestart dato:	02.07.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	24.0	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	1.8	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052831-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020378	Prøvetakingsdato:	20.06.2019			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	C2 - 400 m	Analysestartdato:	02.07.2019			
	Kjemi					
Analyse		Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)	Total tørrstoff glødetap	1.3	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff						
b)	Total tørrstoff	77.9	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl						
a)	Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	<0.5	g/kg TS	0.5		EN 13342, Internal Method (Soil)
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	7630	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 23.07.2019

Stig Tjomsland

Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052832-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020379	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C2 - 400 m	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	44.3	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	2.7	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052833-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020380	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C ref	Analysestartdato:	02.07.2019		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kobber (Cu)	14	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff glødetap	6.6	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	48.5	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.1	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	15500	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 23.07.2019



Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v 159

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-19-MM-052834-01

EUNOMO-00231916

Prøvemottak: 02.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 02.07.2019-23.07.2019
Referanse: Prosjektnr. 147-6-19C
Klipen, Aqua
Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2019-07020381	Prøvetakingsdato:	20.06.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C ref	Analysestart dato:	02.07.2019		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	90.0	%	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	5.0	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Moss 23.07.2019

Stig Tjomsland

Stig Tjomsland
ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området og er angitt med dekningsfaktor k=2.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AP-001 v.159