



2019



C-undersøkelse ved lokalitet Drevflesa i Roan kommune, november 2018

Bjørøya AS

Etter Norsk Standard NS 9410: 2016

AQUA KOMPETANSE AS



Rapportens tittel: C-undersøkelse ved Drevflesa i Roan kommune, november 2018 Forfatter: Jeanett Vigeland Johansen & Christine Klykken		
Feltdato: 27.11.2018 Toktleder: Kai Erling Staven	Rapportdato: 18.09.2019 Rapportnummer: 305-11-18C	Antall sider uten vedlegg: 22 Antall sider totalt: 53
Oppdragsgiver: Bjørøya AS	Kontaktperson: Stian Holmen Lein	
Lokalitet: Drevflesa	Lokalitetsnummer: 36917	Driftsleder: Ken Sverre Høstland
Koordinater: 64°12.656N 10°06.911Ø	Fylke: Trøndelag Kommune: Roan	MTB: 3120 tonn Antall merder: <i>ikke oppgitt</i> Merdomkrets: 160m
Bakgrunn for undersøkelse: maks belastning – første produksjonssyklus		
Oppsummering: Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert C-undersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016. Fishguard har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte og analyser av prøvematerialet. Eurofins har utført akkrediterte kjemiske analyser av prøvematerialet. Basert på resultatene som fremkommer i rapporten har miljøet blitt noe påvirket i anleggssonen, men viser generelt god tilstand på de øvrige stasjoner. Det ble funnet færrest arter ved stasjon C1 og C2. Antallet individer er svært mye høyere enn ved forrige undersøkelse. Dette kan tyde på økt tilgang til organisk materiale, som gjør at enkelte arter utkonkurrerer andre arter C3 inneholdt flere arter enn ved forundersøkelsen og også svært mye høyere antall individer. De kjemiske analysene viste at nTOC nivåene på tre av fire stasjoner ga tilstand V – meget dårlig. Det kan forklares med naturlig høye forekomster av nTOC som fremkommer i forundersøkelse. Kobbervåne på begge stasjonene tatt gav tilstand I – i bakgrunn. De elektrokjemiske målingene var gode. Alle pH målingene var over 7,79 og alle E _h målinger var positive. I bunnvannet på 143 meters dyp lå oksygenverdien på 7,4 ml O ₂ /l, som tilsvarer tilstand I – svært god Økologisk tilstandsklassifisering av ytre sone ga tilstand I – svært god, mens i overgangssonen ble tilstanden II – god. Undersøkelsesfrekvensen skal derfor være mellom hver tredje produksjonssyklus.		
Emneord: C-undersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna	ID 514-17 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel	
Rapportansvarlig:  Christine Klykken	Kvalitetssikrer:  Marthe Austad	

Forord

Aqua Kompetanse AS har gjennomført akkreditert prøvetaking for å innhente prøvemateriale for oppdragsgiver Bjørøya AS. 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 Norway AS for TOM, TOC, kobber, N-Kjeldahl, og kornstørrelse (**Vedlegg C**), mens akkrediterte opparbeiding og analyser av makrofauna er utført av Fishguard AS Miljø avd. 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

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

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
1.2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser	7
1.2.1 Miljøtilstand i anleggssonen	7
1.2.2 Diversitetsindekser	7
1.2.3 Økologisk tilstandsklassifisering og nEQR.....	9
1.3 Hydrografi	10
1.4 Undersøkellesområde og stasjonsplassering	11
1.4.1 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser	11
1.4.2 Vannstrøm	12
1.4.3 Stasjonsplassering	12
1.4.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering	13
2. Resultat.....	15
2.1 Bløtbunn – Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer	15
2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser	16
2.2.1 Miljøtilstand i anleggssonen	16
2.2.2 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens.....	16
2.3 Hydrografi	18
3. Oppsummering.....	19
4. Referanser	21
Vedlegg A – Bilder av sediment.....	23
Vedlegg B – FishGuard Rapport	25
Vedlegg C - Eurofins rapport	46



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 dyppann. Akkreditert faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene er også utført av Aqua Kompetanse AS. Fishguard har utført akkreditert analyse av makrofauna, Eurofins 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	Overgangssone	
Parameter:	Stasjoner:	C1	C2	C3	C4
Kjemi:	pH	8,17	7,81	7,79	7,83
	E_h (mV)	310	305	231	307
Oksygen:	Målt verdi (mL):				7,4
	O ₂ , tilstandsklasse:				I
Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2018)	Antall arter (S):	32	109	119	133
	Antall ind. (N):	1097	1033	4774	4014
	NQI1:	0,46	0,80	0,63	0,67
	Shann.Wien. (H [']):	2,10	5,07	2,28	2,84
	Hurl.ind. (ES _{n=100}):	12,02	39,09	18,61	20,72
	ISI:	6,12	9,96	9,41	9,80
	NSI:	12,87	24,70	19,24	19,94
	nEQR:	0,40	0,89	0,63	0,69
	Økologisk tilstand:		I	II	II
	Samlet økologisk tilstand:			II	
NS 9410:2016	Miljøtilstand:	1			
	Undersøkelsesfrekvens:		Hver tredje produksjonssyklus		
SFT 97:03	N-TOC (mg/g):	79,2	23,5	41,2	42,4
	N-TOC, tilstandsklasse:	V	II	V	V
Tot. nitrogen	TN (g/kg):	2,0	1,5	4,1	4,8
Tot. Org. materiale	TOM (%):	5,9	3,7	8,0	9,5
Forhold	C/N:	32,5	9,3	7,8	7,5
Pelitt	Pelittandel (%):	20,4	46,4	49,5	64,1
Veileder M-608:2016	Cu (mg/kg):	3,5	8,7		
	Cu, tilstandsklasse:	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 27.11.2019 ved Drevflesa. Fishguard har stått for akkreditert opparbeiding av innsamlet makrofaunamateriale. Eurofins 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, 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 ekvilibert overflatevann, noe lavere i dypvann, og i anoksiske vannmasser og sedimenter kan pH være ned mot 7 (NS9410:2016). I atmosfærisk ekvilibert overflatevann ligger E_h på rundt 400 mV, mens anoksiske vannmasser og sedimenter vil ha E_h ned mot -200

mV. E_h (redokspotensial) bestemmes ut fra det observerte hvilepotensialet i prøven (målt verdi; E_{obs}) og standardpotensialet til referanseelektroden (E_{ref} ; **Tabell 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

1.2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser

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

1.2.1 Miljøtilstand i anleggssonen

NS 9410:2016 gir følgende vurderingsgrunnlag for stasjoner i anleggssonen ut fra antall taksa og dominans i bunndyrsamfunnet 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.

1.2.2 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 Fishguard 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.

Indeks	Tilstandsklasse				
	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
	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.

¹ 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.

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.

1.2.3 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:

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

1.2.3.1 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. Resultatene fra alle huggene fra alle stasjonene slås sammen og nEQR regnes ut for de sammenslåtte replikatene 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 anleggsonestasjon 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

1.3 Hydrografi

Hydrografi angår de kjemiske og fysiske havforholdene, slik som salinitet (saltinnhold), temperatur, sirkulasjon og løste gasser. Ekvilibrering med atmosfæren sørger for at overflatevannet i sjø holder en oksygenmetning på nært 100%, og gjerne overmettet (> 100%) på grunn av bølgebrytning, luftbobler og produksjon av oksygen gjennom fotosyntese. Under overflatevannet faller oksygeninnholdet som en følge av biologisk aktivitet, i hovedsak respirasjon fra bakterier som spiser organisk materiale som synker ned igjennom vannsøyla, så mengden løst gass varierer i tid og rom avhengig av biologisk aktivitet.

Mengden oppløst oksygen i vann blir formidlet på to hovedmåter – konsentrasjon i enten milligram eller milliliter, og metningsgrad i %. Oksygenkonsentrasjonen gir hvor mange mg/ml/mikromol oksygen som er løst i en liter av den aktuelle vannmassen. Metningsgraden gir forholdet mellom den aktuelle konsentrasjonen og den konsentrasjonen som ville blitt målt ved 100% metning, det vil si når konsentrasjonen oppløst oksygen er lik oksygenets 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 (C4, **Figur 2**) av Aqua Kompetanse AS. Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en Rinko III optisk 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.

1.4 Undersøkellesområde og stasjonsplassering

Lokaliteten Drevflesa ligger i Roan kommune, nordøst for Værøya og sør-sørøst for Drevflesa (**Figur 1**). Anlegget er plassert over en undersjøisk rygg i en kanal/forsnevring mellom Drevflesskjæret og Breidtareen. Dybden under anlegget varierer fra 61 meter på det grunneste til 100 meter på det dypeste, og sedimentet under anlegget består hovedsakelig av grovkornet skjellsand med noe finere skjellsand, som tyder på tidvis god vanntransport ved bunnen (Staven, 2016).

Lokalitet Drevflesa 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 Drevflesa er veiledende antall prøvestasjoner 4, jamfør **Tabell 11**.

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

1.4.1 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser

Drevflesa har ligget i nåværende posisjon siden 2017, og **Tabell 12** viser produksjon og fôrforbruk ved anlegget for første og eneste produksjonssyklus i nåværende posisjon. **Tabell 13** viser hovedresultatene fra tidligere C-undersøkelser sammenlignet med foreliggende undersøkelse.

Tabell 12: Produksjonsdata og fôrforbruk for den første inneværende generasjonen ved lokalitet Drevflesa.

Utsett	Generasjon:	Produsert mengde (tonn)	Utføret mengde (tonn)	Utslakt
03.10.2017	H17	3172	4031	-

Tabell 13: Tidligere C-undersøkelser ved lokalitet Drevflesa (Fredriksen & Austad, 2017). Nederste rad viser resultatene fra denne undersøkelsen.

Dato feltarbeid	Generasjon	Biomasse ved undersøkelse (t)	Utføret mengde (t)	Produsert mengde (t)	Økologisk tilstand:	Miljøtilstand for stasjon C1
25.09.2017	Forundersøkelse	0	0	0	C2: I C3: II	1
27.11.2019	H17	3034	4030	3173	C2: II C3: II	1

1.4.2 Vannstrøm

I overflaten (5 meters dyp) går vannstrømmen hovedsakelig mot sørvest og øst, mens dimensjoneringsstrømmen går mot sør (Pedersen, 2017). Spredningsstrømmen (59 meter) og bunnstrømmen (85 meter) er jevn og sterk med fremherskende strømmetning mot vest, og hyppigst forekommende strømmetningsgrupper i spredningsdypet er mot 270 – 285, 285 – 300, 255 – 270 og 300 – 315 grader (Pedersen & Hagen, 2016).

Tabell 14: Strømmålinger ved Drevflesa. Målingene fra 5 og 15 meter er utført med Sensordata SD6000 rotormålere ved 64°12.622 N, 10°06.875 Ø i perioden 09.03 - 06.04.2017 (Pedersen, 2017) og målingene fra 59 og 85 meter er utført med Nortek akustisk profilerende dopplermålere ved 64°12.773 N, 10°07.038 Ø i perioden 10.05 - 07.06.2016 (Pedersen & Hagen, 2016).

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimalhastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
5	5	25	8	6.1
15	4	24	8	26.4
59	10,5	30,2	16	0,50
85	9,2	29,7	15	1,27

1.4.3 Stasjonsplassering

Fremherskende strømmetning og bunntype ligger til grunn for plassering av prøvetakingsstasjonene (**Figur 2**). Anleggssonestasjon C1 ligger i overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen på nordsiden av anlegget. Stasjonen ble tatt på samme sted som under C-undersøkelse i forbindelse med forundersøkelse i 2017 (Fredriksen & Austad, 2017) og ligger derfor noe lenger unna merdkant enn hva standarden sier (**Tabell 15**). I ytterkant av overgangssonen ligger stasjon C2, ca. 488 meter fra anleggsrammen, og C3 og C4 er lagt hhv. 2011 og 326 meter sørvest og sør for anlegget i et bløtbnnsområde. Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**.

Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**, og posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 13**.

Tabell 15: Oversikt over stasjoner, plassering av stasjoner etter NS9410:2016 med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Drevflesa. Bio = kvantitativ opparbeiding av makrofauna prøver; Geo = geologiske analyser av kornfordeling (pelitt); Kjemi = kjemiske analyser av TOC, TOM og TN; EK = elektrokjemiske målinger av pH og E_h ; Cu = kobberanalyse; CTD = hydrografisk måling av salinitet, temperatur og oksygen.

Stasjoner	C1	C2	C3	C4
Plassering etter NS9410	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone	
Parametere	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK – CTD
Koordinater	64°12.759N 10°06.997Ø	64°12.961N 10°07.369Ø	64°12.491N 10°06.456Ø	64°12.327N 10°06.896Ø
Dybde (m)	87m	188m	130m	146m
Avstand til anlegg (m)	55*	488	201	326

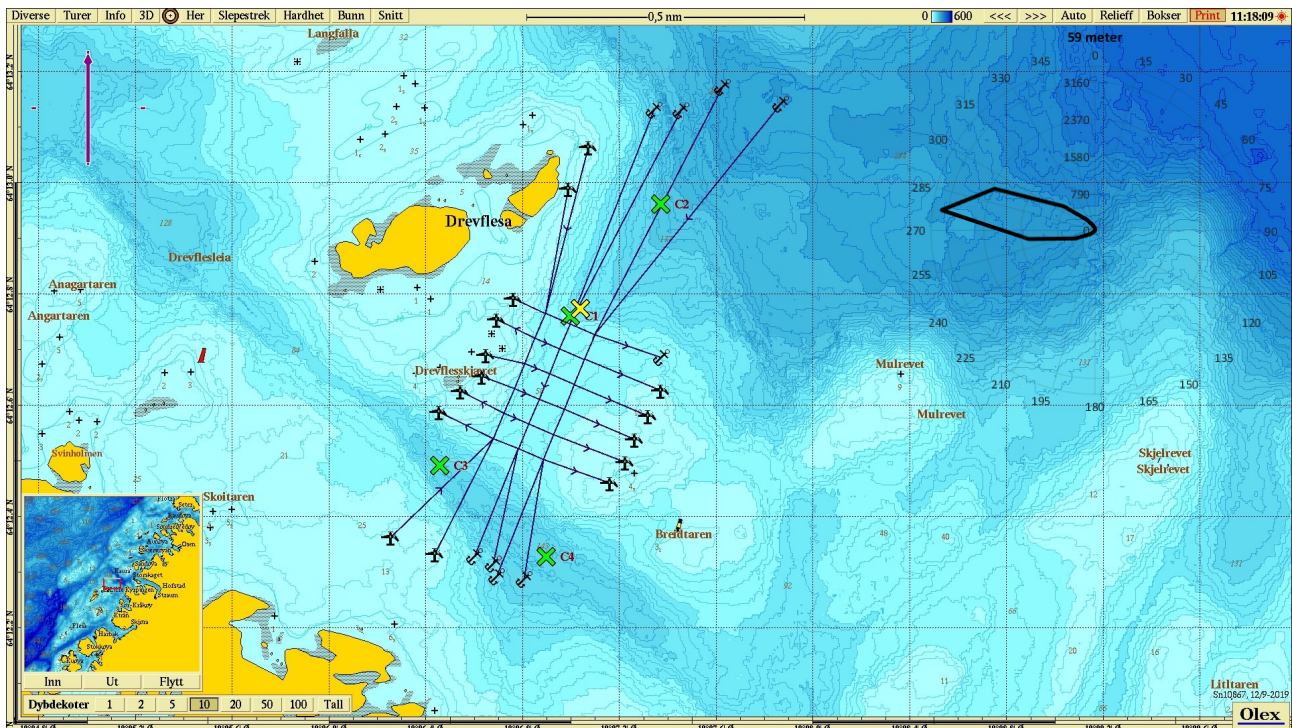
*Avstand fra prøvestasjon til nærmeste merd iht. NS 9410:2016: «Prøvestasjon C1: Stasjonen skal ligge fra 25 til 30 meter fra merdkant. Den skal legges mot den delen av anlegget der B-undersøkelsen viser at påvirkningen er størst.»

1.4.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering

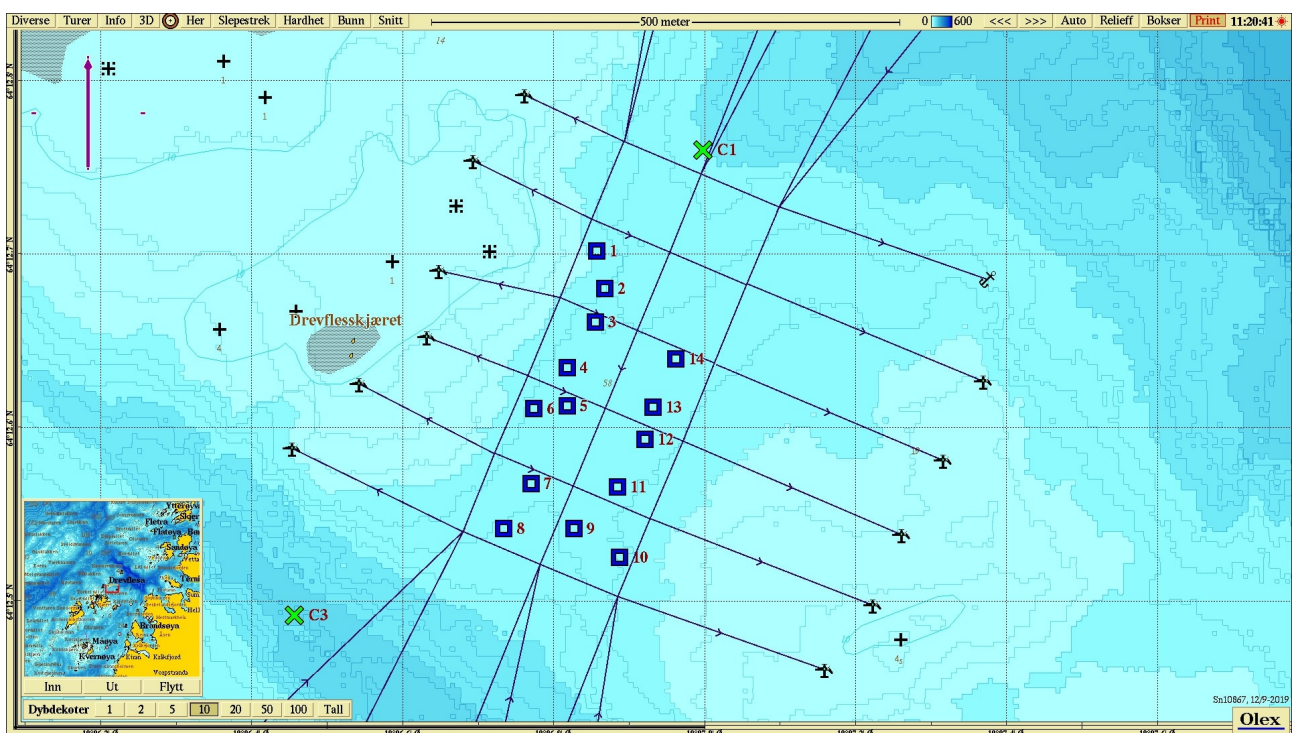
Samtlige kart er med kartdatum WGS84.



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 anleggsplassering sammen med C-stasjoner og fortløyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, strømrøse viser vanstransport ($m^3/m^2/døgn$) for hver 15° sektor på 59 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss for strømmåling ved spredningsdyp på 59/89m ved 64°12.773 N, 10°07.038 Ø (Pedersen & Hagen, 2016). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.



Figur 3: Sjøkart som viser bunndata fra lokalitet Drevflesas anleggsplassering og fortløyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Olsen, 2018) og C-undersøkelsens innerste stasjoner (grønne kryss). Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.

2. Resultat

2.1 Bløtbunn – Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer

Ved alle fire stasjonene ble det målt gode pH-verdier, men på grunn av grovt sediment ved C1 er ikke målingene for pH reelle for sediment. Det ble målt positiv E_{obs} ved samtlige stasjoner, og følgelig positiv E_h ved alle stasjonene også. TOM nivåene var lave, og varierte mellom 1,5% (C2) og 4,8% (C4). TN-nivåene varierte fra 3,7- 9,5 g/kg. C/N-forholdet varierte mellom 7,5-32,5. Kornstørrelsen på hver av stasjonene lå mellom 20,4-64,1. Begge stasjonene som det var målt kobber på hadde kobbernivåer som er å betegnes som «bakgrunnsnivå» (tilstandsklasse I). TOC nivåene visste meget dårlige verdier (V) på 3 av 4 stasjoner. Det ble registrert normal lukt og farge i alle undersøkte sediment. Ved C1 bestod sedimentet i hovedsak av grov skjellsand og stein. C2 besto av silt, sand, skjellsand og grus. C3 og C4 besto av silt og skjellsand. Det var lite grabbvolum på C1. C2, C3 og hadde 10-13cm innhold. På C4 var fyllingsgraden full på to av huggene. Det siste hugget inneholdt 14cm.

Tabell 16: Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og E_{obs} i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale (E_{ref}) basert på sedimenttemperatur ved Drevflesa. E_h i sjø er ikke kalkulert.

Buffertemperatur:	7,9°C	pH sjø:	8,12
Sjøtemperatur:	7,5°C	E_{obs} sjø:	154
Sedimenttemperatur:	8,0°C	E_{ref} sediment:	221

Tabell 17: Resultater fra elektrokjemiske og geokjemiske analyser av pH, E_h (redoks), TOC, TOM, TN, C/N, pelitt, TOC, normalisert TOC (nTOC) og kobber ved Drevflesa. Tilstandsklassifisering for nTOC (organisk innhold) basert på SFT 97:03 (Tabell 4) og tilstandsklassifisering for Cu (kobber) basert på M-608/2016 (Tabell 5).

	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone	
	C1	C2	C3	C4
pH	-	7,81	7,79	7,83
E_{obs} (mV)	89	84	10	86
E_h ($E_{obs} + E_{ref}$) (mV)	310	305	231	307
TN (g/kg)	2,0	1,5	4,1	4,8
TOM (%)	5,9	3,7	8,0	9,5
C/N	32,5	9,3	7,8	7,5
Pelitt	20,4	46,4	49,5	64,1
TOC (mg/g)	64,9	13,9	32,0	35,9
nTOC	79,2	23,5	41,1	42,4
Tilstandsklasse	V	II	V	V
Cu (mg/kg)	3,5	8,7		
Tilstandsklasse	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, i **Tabell 18**. 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 18: De ti mest dominerende artene på hver stasjon ved Drevflesa med antall individer (#), kumulativ prosent (%) og økologisk gruppe² (EG). Arter med ukjent gruppe (EG) er markert med i.k.

C1	#	%	EG	C2	#	%	EG
<i>Oligochaeta</i>	187	45,5	V	<i>Amythasides macroglossus</i>	85	10,6	I
<i>Capitella Capitata</i>	73	59,1	V	<i>Parathyasira equalis</i>	57	17,8	III
<i>Ophryotrocha</i>	38	67,7	IV	<i>Tharyx killariensis</i>	45	23,4	II
<i>Scoloplos Armiger</i>	35	75,7	III	<i>Lumbrineridae</i>	36	27,9	II
<i>Idotea</i>	21	80,5	i.k.	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	36	32,4	I
<i>Microptalmus</i>	14	83,6	0	<i>Maldanidae</i>	26	35,7	II
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	12	86,4	III	<i>Oligochaeta</i>	25	38,8	V
<i>Pholoe baltica</i>	8	88,2	III	<i>Arcidea (Acmira) catherinae</i>	24	41,8	I
<i>Prionospio plumosa</i>	8	90,0	i.k.	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	24	44,8	III
<i>Eteone</i>	7	91,6	IV	<i>Kelliella milliaris</i>	22	47,6	III
C3	#	%	EG	C4	#	%	EG
<i>Pseudopolydora cf. paucibranchiata</i>	347	24,8	IV	<i>Pseudopolydora cf. paucibranchiata</i>	2325	58,2	IV
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	186	38,1	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	689	75,4	III
<i>Labidoplax buskii</i>	74	43,4	II	<i>Pholoe baltica</i>	113	78,3	III
<i>Thyasira sarsii</i>	68	48,2	IV	<i>Parathyasira equalis</i>	78	80,2	III
<i>Chaetozone</i>	52	52,0	III	<i>Adontorhina similis</i>	46	81,4	i.k.
<i>Jasmineria</i>	51	55,6	II	<i>Chaetozone</i>	39	82,3	III
<i>Parexogone cf. hebes</i>	48	59,0	I	<i>Parexogone cf. hebes</i>	37	83,3	i.k.
<i>Paradoneis lyra</i>	46	62,3	II	<i>Amphiura chiajei</i>	34	84,1	II
<i>Prionospio cirrifera</i>	33	64,7	III	<i>Caudofoveata</i>	32	84,9	II
<i>Scalibregma inflatum</i>	32	67,0	III	<i>Abyssoninoe</i>	26	86,6	i.k.

For fullstendig oversikt over faunaindeksers og artslisters, se rapport fra Fishguard 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 *Oligochaeta* var den mest dominante med 42,5% av individantallet. Stasjonen klassifiseres til miljøtilstand 1 ut fra NS9410:2016, basert på at én art utgjør under 65% av det totale individtallet og at prøven inneholdt minst 20 arter makrofauna i et prøveareal på 0,2 m².

Tabell 19: NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen C1 ved Drevflesa.

Stasjon	Antall arter	Dominerende taksa (%)	Miljøtilstand (NS 9410:2016)
C1	32	<i>Oligochaeta</i> (42,5%)	1

2.2.2 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens

Ved C2 i ytterkanten av overgangssonen, lå de fleste indeksene i tilstandsklasse I (meget god), med unntak av NSI som lå i tilstandsklasse II (god). Stasjonen ble totalt klassifisert til tilstandsklasse I, med en nEQR på 0,89.

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

Faunaindeksene ved C3 og C4 lå i flere tilstandsklasser (I - III), og samlet lå begge stasjonene i økologisk tilstand II med en nEQR på 0,66. Det var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter ved begge stasjonene, og det var den opportunistiske børstemarken *Pseudopolydora cf. Paucibranchiata* som dominerte begge stasjonene (hhv. 24,8 og 58,2 % av individmengden).

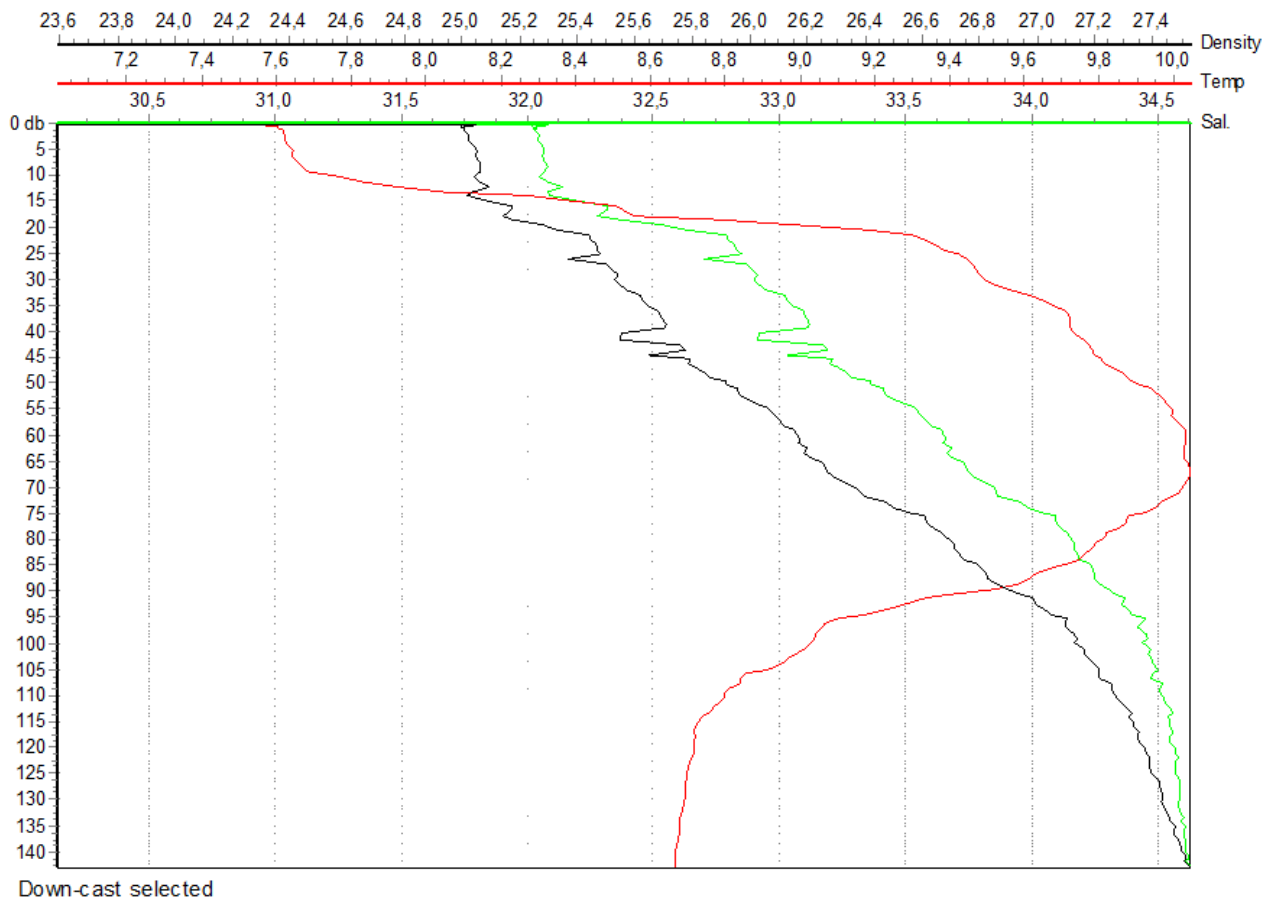
Drevflesa ligger i økoregion H (Norskehavet Sør) og vanntype 1-3, og er derfor vurdert etter H 1-3 i **Tabell 7**. **Tabell 20** presenterer resultatene for de kvantitative bunndyrsanalysene per stasjon.

Tabell 20: 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 av diversitetsindekser baseres på indeksverdi fra Veileder 02:2018 (**Tabell 7**). Blå = I Svært god; Grønn = II God; Gul = III Moderat; Oransje = IV Dårlig; Rød = V Svært dårlig. Nederst i tabellen er gjennomsnittlig nEQR og samlet økologisk tilstand for overgangssonen, samt undersøkelsesfrekvens jamfør **Tabell 11**.

	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone	
	C1	C2	C3	C4
Antall arter	32	109	119	133
Antall individer	1097	1033	4774	4014
NQI1	0,46	0,80	0,63	0,67
H'	2,10	5,07	2,28	2,84
ES ₁₀₀	12,02	39,09	18,61	20,72
ISI ₂₀₁₂	6,12	9,96	9,41	9,80
NSI	12,87	24,70	19,24	19,94
nEQR	0,40	0,89	0,63	0,69
Økologisk tilstand	IV	I	II	II
Samlet nEQR			0,66	
Samlet økologisk tilstand			II	
Undersøkelsesfrekvens		Hver tredje produksjonssyklus		

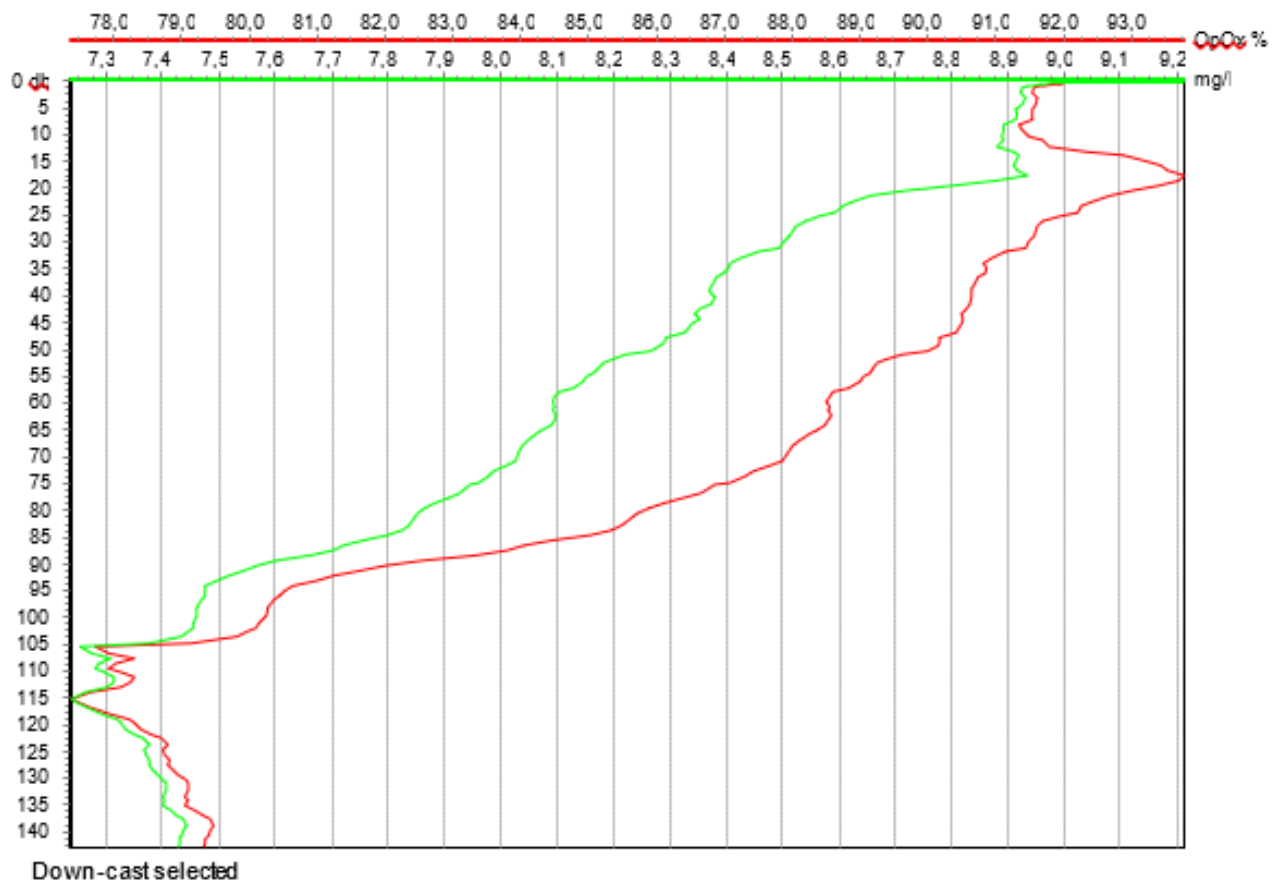
2.3 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved lokaliteten (C4; **Figur 2**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 4** og **5**.



Figur 4: Sjøtemperatur ($^{\circ}\text{C}$; rød), salinitet (grønn) og tetthet (-1000 kg/m^3) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast på 143 meters dyp ved stasjon C4 den 27.11.2019).

Dette er en tredelt vannsøyle (lagdeling på omtrent 20 og 100 meters dyp) med naturlige verdier for årstiden målingene er tatt (**Figur 4**). Et kaldere og ferskere overflatelag som følge av avtagende lufttemperatur og nedbør i denne perioden, overliggende et mildere mellomlag som er varmet opp gjennom sommeren, og like over bunnen er det et naturlig noe kaldere vannlag. Temperaturen stiger fra $7,6^{\circ}\text{C}$ i overflatevannet til $10,1^{\circ}\text{C}$ i spredningsdypet. Bunnvannet viser en temperatur på ca. $8,7^{\circ}\text{C}$. Saliniteten stiger fra 32 i overflaten til 34,5 i bunnvannet.



Figur 5: Oksygenmetning (%) (rød) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; grønn) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 143 meters dyp ved stasjon C4 den 27.11.2019.

I overflatevannet ligger oksygenkonsentrasjonen i underkant av 9,0 ml O₂/l (92% metning), og oksygenet synker jevnt nedover vannsøyla til rundt 100-115 meters dyp (78% metning) før den øker litt ved havbunnen på 143 meter (79-80%) (**Figur 5**). I bunnvannet på 143 meters dyp lå oksygenverdien på 7,4 ml O₂/l, som tilsvarer tilstand I – svært god iht. Veileder 02:2018 (**Tabell 10**).

3. Oppsummering

Alle stasjonene viste gode pH og E_h-målinger, og alle hadde normalt lukt og farge. Mengden nTOC i anleggssonen og overgangssonen gis tilstand V (meget dårlig), med svært høye målinger. Ytre sone gis tilstand II (god) med en måling på 23,5. Kobbermålingene på stasjon C1 og C2 viste lave forekomster og gis tilstand I (bakgrunnsnivå). C/N nivået var høyest på C1. I overgangssonen ble C3 og C4 plassert i et bløttbunnsområde, med pelittandeler på hhv. 49,5 og 64,1 %. Høy pelittandel kan indikere lite resuspensjon, og at dette kan være et sted materiale vil legge seg. C2 hadde også relativt høy pelittandel (46,4), mens i anleggssonen var det grovere sedimenter og en pelittandel på 20,4. Den lave pelittandelen ved stasjonen førte til at de elektrokjemiske målingene viste verdier fra overflatevannet og ikke sedimentene.

Ved C1 var det lavt antall arter i forhold til de andre stasjonene. Den forurensningsdyktige arten *Oligochaeta* var den mest dominante med 42,5% av individantallet, og stasjonen klassifiseres derfor til miljøtilstand 1. Faunaundersøkelsen viser at det mest dominerende arten ved C1 i anleggssonen var en

forurensningsindikator som utgjorde 42,5% av individtallet. Det ble funnet færrest arter ved stasjon C1 og C2, og med høyere antall individer. Dette kan tyde på økt tilgang til organisk materiale, som gjør at enkelte arter utkonkurrerer andre arter. På stasjon C2 i ytterkant av overgangssonen var det en blanding av sensitive, nøytrale og tolerante arter, samt en forurensningsindikator, og de fleste indeksene lå i tilstandsklasse I - svært god. Økologisk tilstand ble også I - svært god. Faunaindeksene ved C3 og C4 lå i flere tilstandsklasser (I - III), med en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter. Begge stasjonene lå i økologisk tilstand II - god, og samlet økologisk tilstand i overgangssonen ble også II – god.

Oksygennivået var høyt i hele vannsøylen, og bunnvannet ble klassifisert til tilstand I – svært god.

Det ble startet drift på Drevflesa i 2017, og foreliggende undersøkelse er derfor den første etter at det ble startet produksjon. Før produksjonsstart ble det utført en C-undersøkelse i 2017 i forbindelse med forundersøkelse ved lokaliteten, og stasjonsplasseringen for C1, C2 og C3 er lik på begge undersøkelsene. Disse er derfor direkte sammenlignbare.

Resultatene fra forundersøkelsen i 2017 (Fredriksen & Austad, 2017) viser at nTOC nivåene på stasjon C1, C3 og C4 inneholdt naturlig høye verdier av organisk karbon, og fikk tilstand III – moderat. Dette kan være med på å forklare de høye verdiene fra foreliggende undersøkelse.

For stasjon C1 viste forundersøkelsen nEQR, NQI1 og NSI tilstandsklasse III – moderat i 2017, mens ved denne undersøkelsen ligger de samme indeksene i tilstandsklasse IV – dårlig. Ved C2 har det ikke skjedd noen endring i tilstandsklassifisering sammenlignet med undersøkelsen i 2017, mens ved C3 har H' og NSI gått fra tilstand I til tilstand III. Her var det også flere arter i foreliggende undersøkelse sammenlignet med forundersøkelsen, og individtallet er også mye høyere.

Basert på resultatene som fremkommer i rapporten, har miljøet blitt noe påvirket i anleggssonen, men viser generelt god tilstand på de øvrige stasjonene.

4. Referanser

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

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

Fredriksen, K-E. & Austad, M (2017) C-forundersøkelse ved Drevflesa i Roan kommune, september 2017. Rapportnummer 235-9-17C, levert av Aqua Kompetanse AS.

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.

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) Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. NS 9410:2016.

Pedersen, A. I. (2017) Vannstrømmåling ved Drevflesa, Roan, mars-april 2017. Rapportnummer 79-4-17S levert av Aqua Kompetanse AS.

Pedersen, A. I. & Hagen, L. (2016) Måling av vannstrøm ved Drevflesa, Roan, mai-juni 2016. Rapportnummer 97-6-16S levert av Aqua Kompetanse AS.

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.

Staven, K. E. (2016) MOM B ved Drevflesa, Roan kommune, juni 2016 Endringsrapport. Rapportnummer 93-6-17B levert av Aqua Kompetanse AS.

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 grov skjellsand og stein. Prøven hadde en pelittandel på 20,4% (se Kjemianalyser rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-2: Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av silt, sand, skjellsand og grus. Prøven hadde en pelittandel på 46,4% (se Kjemianalyser rapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-3: *Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av silt og skjellsand. Prøven hadde en pelittandel på 49,5% (se Kjemianalyser rapport i Vedlegg C)]. Foto: Aqua Kompetanse AS.*



Figur A-4: *Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av silt og skjellsand. Prøven hadde en pelittandel på 64,1% (se Kjemianalyser rapport i Vedlegg C)]. Foto: Aqua Kompetanse AS.*

**Bunndyrsanalyser i forbindelse med en C -
undersøkelse ved lokalitet Drevflesa**

Roan Kommune, november 2018





**Fishguard Miljø
avd. Bergen**



Tittel: Bunndyrsanalyser i forbindelse med en C-Undersøkelse ved lokalitet Drevflesa, november 2018	
Forfatter: Stian E. Kvalø	Rapport nr.: 24-2019
Prosjektleder: Ragni Torvanger	Dato rapport: 18.03.2019
Oppdragsgiver: Aqua Kompetanse AS	Antall sider inkl. vedlegg: 19
Konfidensiell: Nei	Prosjektnummer: 1360

Aktiviteter utført av Fishguard Miljø avd. Bergen

Aktivitet	Akkrediterings-nummer	Personell
Sortering bløtbunnsfauna	Test 157	Ragna Tveiten, Mari Vold Bjordal, Linda Jensen og Susanne Tonheim
Artsbestemming bløtbunnsfauna	Test 157	Øydis Alme, Frøydis Lygre, Lenka Nealova
Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger	Test 157	Ragni Torvanger

Resultatene gjelder prøvene slik de ble mottatt fra oppdragsgiver.

Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger	Dato 18.03.2019	Signatur
Prosjektansvarlig	Dato 18.03.2019	Signatur

FishGuard Miljø avd. Bergen Thormøhlens gt. 55 5006 Bergen, Norway	E-post: miljo.bergen@fishguard.no Internett: www.fishguard.no Organisasjonsnr. NO 897 958 872 MVA
--	--

Rapporten kan kun gjengis i sin helhet.

Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra FishGuard 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	7
5. LITTERATUR	8
6. VEDLEGG.....	9
Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser	9
Vedlegg 2 - Dataanalyse	11
Vedlegg 3 – Prøverapport bunnfauna.....	14
Vedlegg 4 - Geometriske klasser	19

1. FORORD

Fishguard Miljø avd. Bergen er akkreditert av Norsk Akkreditering for blant annet prøvetaking, taksonomisk analyse, samt faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157. Fishguard Miljø Bergen har på oppdrag fra Aqua Kompetanse AS utført bunndyrssortering, indentifisering av bunndyr, samt utført dataanalyser på prøver fra (omsøkt) lokalitet Drevflesa i Roan kommune. Aqua Kompetanse AS har gjennomført prøveinnsamlingen i felt. Resultatene inngår i Aqua Kompetanse AS sin rapportering fra en 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 Fishguard 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 Drevflesa. Tabell tilsendt FG Miljø Bergen av oppdragsgiver.

Stasjonsnavn	Posisjon	Dato	Dyp (m)
Stasjon C1*	64°12.759 N 10°06.997 Ø	27.11.2018	87
Stasjon C2	64°12.961 N 10°07.369 Ø	27.11.2018	188
Stasjon C3	64°12.491 N 10°06.456 Ø	27.11.2018	130
Stasjon C4	64°12.327 N 10°06.896 Ø	27.11.2018	146

*avvik knyttet til begge huggene mtp. sedimentvolum (se avsnitt om avvik).

2.1. Avvik

- Underkjente prøver ved stasjon C1: for lite sedimentvolum iht. standard.

3. RESULTAT OG DISKUSJON

3.1. Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er presentert i Tabell 3-1 til Tabell 3-3, 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 2:2018. I følge NS9410:2016 er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Vurdering av bunndyrsamfunnet på stasjonen nærmest anlegget (C1) baseres iht. NS 9410:2016 på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen.

På grunnlag av artsantall (mer enn 20 arter) og faunasammensetning (ingen arter med >65% av totalt antall individer) får stasjon C1/ASC1 **Miljøtilstand 1 – Meget god** iht. NS9410:2016.

Tabell 3-1 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved stasjonen plassert i overgang fra anleggssonen til overgangssonen ved lokalitet Drevflesa, november 2018. 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.

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	MT
C1	1	14	90	
	2	28	1007	
	Sum	32	1097	1

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

Stasjon C2 klassifiseres til tilstandsklasse I – Svært god iht. Veileder 2:2018. Pooling av stasjoner i overgangssonen (C3 og C4) gir tilstandsklasse II – God.

Samlet klassifisering for lokaliteten Drevflesa er Tilstandsklasse II – God basert på resultater fra pooling av stasjoner i overgangssonen.

Tabell 3-2 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved samtlige stasjoner ved lokalitet Drevflesa, november 2018. Hvert grabbhugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsen 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 2:2018 ved bruk av snitt av nEQR-verdier på huggnivå. Tilstandsklasser er markert med fargekoder. Hugg merket med * har avvik mtp sedimentvolum, se avsnitt om avvik.

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	NQI1	H'	ES100	ISI2012	NSI	AMBI	TK
C1	1*	14	90	0,49	2,50	13,92	6,25	14,26	4,39	
	2*	28	1007	0,42	1,70	10,13	6,00	11,49	5,56	
	Sum	32	1097	0,44	1,87	10,99	6,17	11,71	5,46	
	Snitt	21	548,5	0,46	2,10	12,02	6,12	12,87	4,97	
	nEQRsum				0,34	0,41	0,46	0,37	0,27	
	nEQRsnitt			0,36	0,45	0,49	0,37	0,31		0,40
C2	1	76	465	0,79	4,90	37,74	9,99	24,77	1,96	
	2	84	568	0,81	5,23	40,44	9,94	24,63	1,79	
	Sum	109	1033	0,81	5,23	40,16	10,33	24,70	1,87	
	Snitt	80	516,5	0,80	5,07	39,09	9,96	24,70	1,88	
	nEQRsum				0,90	0,97	0,95	0,87	0,79	
	nEQRsnitt			0,89	0,95	0,94	0,85	0,79		0,89
C3	1	91	2580	0,62	2,12	17,42	9,10	19,14	3,97	
	2	102	2194	0,64	2,45	19,80	9,71	19,34	3,82	
	Sum	119	4774	0,63	2,30	18,60	9,82	19,24	3,90	
	Snitt	96,5	2387	0,63	2,28	18,61	9,41	19,24	3,90	
	nEQRsum				0,60	0,49	0,67	0,85	0,57	
	nEQRsnitt			0,60	0,49	0,67	0,83	0,57		0,63
C4	1	105	2301	0,66	2,65	19,28	9,97	19,77	3,59	
	2	109	1713	0,68	3,03	22,16	9,63	20,11	3,46	
	Sum	133	4014	0,67	2,85	20,60	9,96	19,91	3,53	
	Snitt	107	2007	0,67	2,84	20,72	9,80	19,94	3,52	
	nEQRsum				0,70	0,59	0,73	0,85	0,60	
	nEQRsnitt			0,69	0,59	0,73	0,85	0,60		0,69
Pooling C3/C4	Sum	175	8788	0,66	2,68	20,63	10,28	19,54	3,73	
	Snitt	101,75	2197	0,65	2,56	19,66	9,60	19,59	3,71	
	nEQRsum				0,67	0,56	0,73	0,87	0,58	
	nEQRsnitt			0,65	0,54	0,70	0,84	0,58		0,66

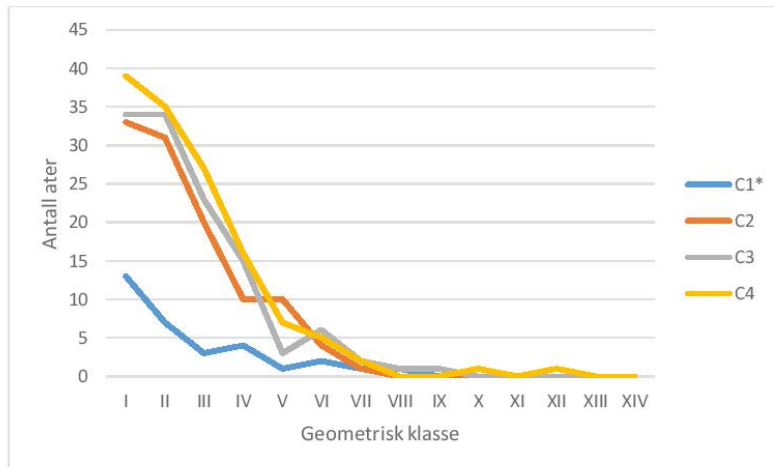
I - Svært god	II - God	III - Moderat	IV - Dårlig	V - Svært dårlig
---------------	----------	---------------	-------------	------------------

Tabell 3-3 De ti mest tallrike artene på stasjoner ved lokalitet Drevflesa, november 2018. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen. Prøveareal er lik 0,2 m². *se avsnitt om avvik. NSI Ecological group er vist til høyre i tabellen. I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensingsindikatorart. N.a. = ikke tildelt NSI EG verdi.

Stasjon C1*	antall individer	%	kum %	NSI EG	Stasjon C2	antall individer	%	kum %	NSI EG
<i>Oligochaeta</i>	187	42,5	42,5	V	<i>Amythosides macrogladius</i>	85	10,6	10,6	I
<i>Capitella capitata</i>	73	16,6	59,1	V	<i>Parathysira equalis</i>	57	7,1	17,8	III
<i>Ophryotrocha</i>	38	8,6	67,7	IV	<i>Tharyx killarensis</i>	45	5,6	23,4	II
<i>Scoloplos armiger</i>	35	8,0	75,7	III	<i>Lumbrineridae</i>	36	4,5	27,9	II
<i>Idotea</i>	21	4,8	80,5	n.a	<i>Ophelina cylindrickaudata</i>	36	4,5	32,4	I
<i>Mikrotholmus</i>	14	3,2	83,6	0	<i>Maltdanidae</i>	26	3,3	35,7	II
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	12	2,7	86,4	III	<i>Oligochaeta</i>	25	3,1	38,8	V
<i>Pholoe baltica</i>	8	1,8	88,2	III	<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	24	3,0	41,8	I
<i>Priodospio plumosa</i>	8	1,8	90,0	n.a	<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	24	3,0	44,8	III
<i>Eteone</i>	7	1,6	91,6	IV	<i>Kellicella milkaris</i>	22	2,8	47,6	III
Stasjon C3	antall individer	%	kum %	NSI EG	Stasjon C4	antall individer	%	kum %	NSI EG
<i>Pseudopolydora cf. paucibranchiata</i>	347	24,8	24,8	IV	<i>Pseudopolydora cf. paucibranchiata</i>	2325	58,2	58,2	IV
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	186	13,3	38,1	III	<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	689	17,2	75,4	III
<i>Labidoplax buskii</i>	74	5,3	43,4	II	<i>Pholoe baltica</i>	113	2,8	78,3	III
<i>Thyasira sarsii</i>	68	4,9	48,2	IV	<i>Parathysira equalis</i>	78	2,0	80,2	III
<i>Chaetozone</i>	52	3,7	52,0	III	<i>Adontorhina similis</i>	46	1,2	81,4	n.a
<i>Jasmineira</i>	51	3,6	55,6	II	<i>Chaetozone</i>	39	1,0	82,3	III
<i>Parexogone cf. hebes</i>	48	3,4	59,0	I	<i>Parexogone cf. hebes</i>	37	0,9	83,3	n.a
<i>Paradoneis lyra</i>	46	3,3	62,3	II	<i>Amphura chiajei</i>	34	0,9	84,1	II
<i>Priodospio cirrifer</i>	33	2,4	64,7	III	<i>Caudofoveata</i>	32	0,8	84,9	II
<i>Scalibregma infatum</i>	32	2,3	67,0	III	<i>Abyssaninoe</i>	26	0,7	85,6	n.a

Geometriske klasser

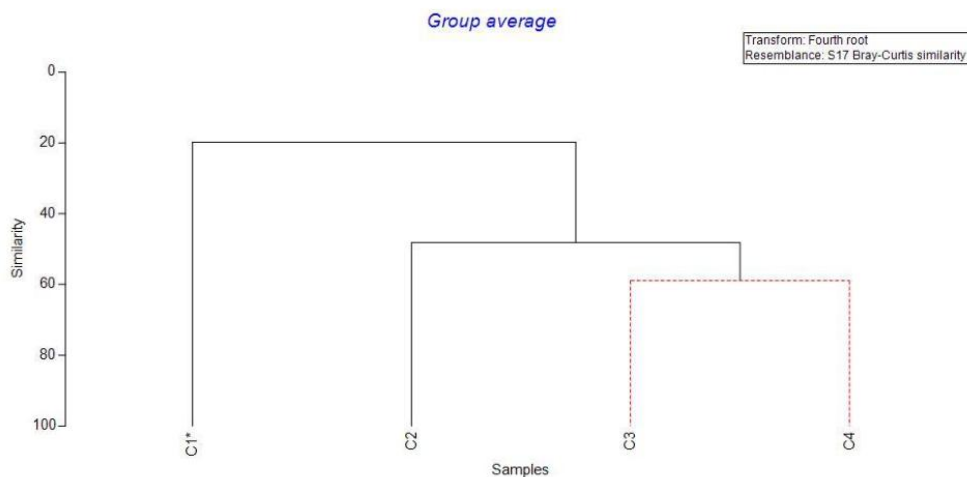
Figur 3-1 viser grafisk en oversikt over fordelingen av arter på geometriske klasser. Høyt krysningspunkt på Y-aksen og fravær av knekker og sene toppler på x-aksen i figuren indikerer at bunnfaunaen ved stasjon C2 og C4 er upåvirket, og lavt krysningspunkt, knekker og sene toppler indikerer at stasjon C1 er forstyrret.



Figur 3-1 Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra lokalitet Drevflesa, november 2018.

Cluster

De multivariate analysene (Figur 3-2) viser at stasjon C3 og C4 god faunalikhet (>55 %) og har en 50 % likhet med stasjon C2. Stasjon C1 skiller seg tydelig ut fra de andre med kun 20 % likhet med grupperingen C2, C3 og C4.



Figur 3-2 Cluster plot av stasjonene undersøkt ved Drevflesa, november 2018. *se avsnitt om avvik. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plotet viser faunalikhet mellom de ulike stasjonene.

4. SAMMENDRAG

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen ved lokalitet Drevflesa, november 2018 kan sammenfattes slik:

- Tilstandsklassifisering iht. NS9410:2016 på stasjon C1 gir Miljøtilstand 1 – Meget god basert på antall individer og artssammensetning.
- Tilstandsklassifisering iht. Veileder 2:2018 ved øvrige stasjoner gir tilstand I – Svært god på Stasjon C2 i ytterkant av overgangssonen og tilstandsklasse II - God på stasjonene i overgangssonen (C3 og C4).
- Pooling av stasjoner i overgangssonen gir tilstand II – God.
- Samlet tilstand for lokalitet Drevflesa er II – svært god iht. NS9410:2016 basert på resultatene fra pooling av stasjon C3 og C4.

5. LITTERATUR

Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018. Veileder 2:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet. 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 Fishguard Miljø Bergen

6. VEDLEGG

Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser

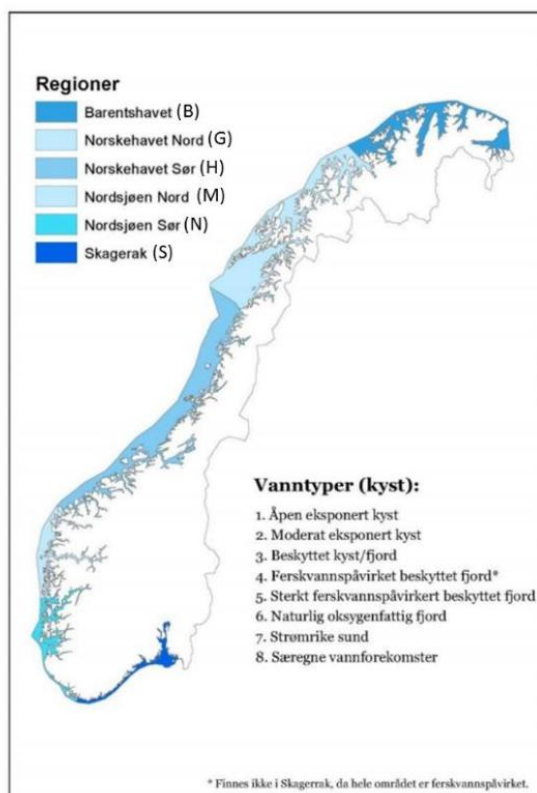
Bunndyr (bløtbunnsfauna) i denne undersøkelsen skal forstås som virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på- eller i overflatesediment (gravende dyr). Vanlige dyregrupper i denne sammenheng er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder. Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det 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 Fishguard Miljø sine lokaler ved Høytteknologisenteret i Bergen i 3 år. Opparbeiding av det biologiske materialet utføres i samsvar med Fishguard 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 bunndyrsanalysene. 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 bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

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 Vanddirektivet gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder, 02:2018). 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 2:2018 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES₁₀₀), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQ1, ømfintlighets-indeksene NSI, ISL₂₀₁₂ samt AMBI (komponent i NQ1). 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 indeksen 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 2:2018.

Vedleggstabell 2 Klassegrenser for bløtbunnsfauna i Økoregion Norskehavet sør (H) og Vanntype Åpen eksponert kyst (1-3). Grenseverdiene gjelder for gjennomsnitt av grabbverdier. Økoregion og vanntyper viser til Vedleggsfigur 1. Tabell hentet fra Veileder 2:2018.

Indeks	Vanntype H1-3				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQ11	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
ISL 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

Vedleggstabell 3 Klassegrenser for nEQR (Veileder 2:2018).

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 bløtbnnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyr-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrprøver 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 2:2018).

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

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

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 sensitivetsverdier

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

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 sensitivetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

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

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

Sammensatte indekser

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



NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 2:2018 (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 enkeltindeksenes 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.

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 miljøgradienter. 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:

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
 y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
 y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter
 p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises.

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:

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

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 20118. Veileder 2:2018. *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 forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.

Vedlegg 3 – Prøverapport bunnfauna

ID: 10728-15

Vedlegg SF-505 Prøverapport taksonomisk analyse bløtbunnsfauna

Fishguard Miljø avd. Bergen

Prosess Test 157 / Rapportering / Rapportering
Godkjent dato 15.01.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)
Endret dato 14.01.2019 (Ragni Torvanger)

Dokumentkategori Vedlegg



Prøverapport Taksonomisk analyse – Bløtbunnsfauna

Prosjekt nr.:	1360	Dato for prøvetaking:	27/11-2018
Oppdragsgiver:	Aqua Kompetanse AS, Storlavika 7, 7770 Flatanger		
Prøvetakingssted:	Drevflesa, Roan kommune		
Ansvarlig for prøvetaking:	Aqua Kompetanse AS	Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:	Underkjent sedimentvolum begge hugg stasjon C1

	Akkreditert	Akkrediteringsnummer	I henhold til standard	Ikke akkreditert
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	<input type="checkbox"/>
Artsidentifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	<input type="checkbox"/>

Artene er identifisert av: Frøydis Lygre Øydis Alme Lenka Nealova

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Resultatene gjelder prøvene slik de ble mottatt.

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 4 sider.

Prøverapport godkjent av: Frøydis Lygre Dato: 13.03.2019

1/1



Side 14 av 19

Station	C1*	C1*	C2	C2	C3	C3	C4	C4
Date	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018
Depth (m)	87	87	188	188	130	130	146	146
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2
AMPHIPODA								
* Amphipoda	12	197	4	7	11	4	5	5
Caprellidae				1				
ANTHOZOA								
Cerianthus lloydii		1						
Edwardsia					+			
ASCIDIACEA								
Asciacea								1
ASTEROIDEA								
Asterioidea					0/1			0/1
BIVALVIA								
Abra nitida			2	1		0/1	4	8/3
Adontorhina similis			2	16		4	23	21/2
Axinulus croulinensis				1				1
Bathyarca pectunculoides					0/1		0/1	
Cardiomya costellata			2			1		
Cuspidaria obesa								1
Cuspidaria rostrata			1					
Delectopecten vitreus			0/1					
Kelliella miliaris			5	17				2
Limatula gwyni						2	2/2	0/2
Mendicula ferruginosa			4	17			1	2
Myrtea spinifera			9	6	4	5	1	4/2
Mytilus edulis							0/1	0/1
Nucula nucleus						1	1	
Nucula tumidula				2				
Parathyasira equalis			23/4	27/3		9	40/9	27/2
Parvicardium					0/1		0/1	1
Parvicardium minimum						2/1	0/1	2/1
Similipecten similis								
Tellimya ferruginosa				2				1
Thyasira flexuosa		1			10/2	15/2		3
Thyasira obsoleta			6/1	9/2		4	2	1
Thyasira sarsii		1	1/1		32/1	28/7	7	8
Timoclea ovata								0/1
Tropidomya abbreviata							3	2/1
Yoldiella lucida				2			2	
Yoldiella philippiana					1	1	2/2	1
Yoldiella propinqua				3/1			1	
BRYOZOA								
* Bryozoa grenet		+						
CAUDOFOVEATA								
Caudofoveata			19	14/7	6	1	8/3	21
CHAETOGNATHA								
* Chaetognatha					1	3	1	
CLITELLATA								
Oligochaeta	1	186	10	15	1			
COPEPODA								
* Bradydium armatus			1					
* Calanus finmarchicus			6	5	7	2	13	1
* Candacia armata				1				
* Centropages typicus	1							
* Metridia longa			1	1			2	
* Metridia lucens lucens					1	3	8	4
* Paraeuchaeta norvegica				1				
CUMACEA								
Campylaspis rubicunda							1	
Diastylis cornuta			1		1	2	1	
Diastylis biplicatus			1	1				
Eudorella					0/1			
DECAPODA								
Calocaris macandreae							0/1	
ECHINOIDEA								
Brissopsis lyrifera				1				
Echinocardium flavescens							1	0/1
Echinocyamus pusillus						0/1		
Spatangoida		0/2	0/2	0/1		0/1		
GASTROPODA								
Cylichna cylindracea					1			
Euspira nitida							1	
Hermania scabra		1			1	1	2	1

Station	C1*	C1*	C2	C2	C3	C3	C4	C4
Date	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018
Depth (m)	87	87	188	188	130	130	146	146
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2
Laona quadrata			0/1					
Melanella polita					1	1		
Nudibranchia					2	1		
Retusa umbilicata						1	5	4
HEMICHORDATA								
Enteropneusta				1	1	1		
HOLOTHUROIDEA								
Labidoplax buskii					30	44	2	1
Leptosynapta							1	
Leptosynapta inhaerens	1				2			
ISOPODA								
* Eurydice				1				
* Gnathia								1
Idotea	4	17	5					
LEPTOSTRACA								
Nebalia	2				1			
MYSIDA								
Mysida						1		1
NEMATODA								
* Nematoda	5	11	5	4		18	7	4
NEMERTEA								
* Nemertea		3	4	6	5	4	6	3
OPHUROIDEA								
Amphilepis norvegica			1	3			2	1
Amphipholis squamata			4	5			4	5
Amphiura chiajei			1	2	1	1	15/4	11/4
Amphiura filiformis					1	3/1	8/2	3/1
Ophiocomina nigra					1	1/1		
Ophiopholis aculeata			1	1		0/1		
Ophiura								0/1
Ophiura (Dictenophiura) carnea			1	2		1	3	3
Ophiura robusta								1
OSTRACODA								
Cypridina						1		
Philomedes (Philomedes) lilljeborgi					1		1	
PHORONIDAE								
Phoronis			1					
PLATHELMINTHES								
* Platyhelminthes							3	
POLYCHAETA								
Abyssoninoe			7	5	3	4	12	14
Amaeana trilobata				3	5			2
Ampharete lindstroemi					1	1		
Ampharete octocirrata							2	1
Amphicteis gunneri				1				
Amphitene auricoma				0/3		1		0/1
Amythasides macroglossus			48	37	1	2	7	13
Aonides oxycephala		3						
Aonides paucibranchiata					1	1		
Aphelochoaeta			4	2				
Aristobrachchus tullbergi							2	
Aricidea (Acmira) catherinae			11	13		1	1	1
Aricidea (Acmira) cerrutii	1							
Augeneria							4	3
Brada villosa			1				2	
Capitella capitata	40	690			4	1	1	2
Ceratocephale loveni				1				1
Chaetozone			4	6	26	26	17	22
Chaetozone jubata				1				
Cirratulus cirratus					1			
Clymenura borealis			1					
Diplocirrus glaucus			5	7	1	1	9	9
Eclysippe vanelli			1	1			1	1
Eteone		7	1	1	2	5	1	
Euchone			7	7	1	1	2	2
Eumida bahusensis					2/1		1	
Eupolymania nesidensis				1	1	2		
Exogone							4	
Exogone cf. verugera			4	9			1	2
Exogone naidina					4	1		
Galathowenia fragilis					ca. 30	ca. 20		

Station	C1*		C2		C3		C4	
Date	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018
Depth (m)	87	87	188	188	130	130	146	146
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Galatowenia oculata</i>				1	ca. 40	ca. 50	2	6
<i>Glycera alba</i>					1	1		1
<i>Glycera fallax</i>			1					
<i>Glycera lapidum</i>		1	2	5/2	7	7	9	4
<i>Glycera unicornis</i>							1	
<i>Goniada maculata</i>			3	0/1	1/1	6	2	3
<i>Harmothoe fragilis</i>		1			2	3	3	5
<i>Heteromastus filiformis</i>			1	2			1	1
<i>Jasmineira</i>					34	17		
<i>Lacydonia</i>						1		
<i>Laetmonice filicornis</i>				1				
<i>Lamispina falcata</i>							1	4
<i>Lanice conchilega</i>			1					
<i>Laonice</i>			0/1					
<i>Laonice sarsi</i>				2			5	1/1
<i>Levinsenia gracilis</i>			11	10	1	4	1	1
<i>Lipobranchius jeffreysii</i>		1			1	2	1	
<i>Lumbriclymene cylindricauda</i>			2	8		3		
<i>Lumbrineridae</i>			18	18	3			
<i>Lumbrineris</i>					1		2	2
<i>Lysilla loveni</i>							4	2
<i>Macrochaeta clavicornis</i>						3		2
<i>Macrochaeta polyonyx</i>			2	4	2	1	10	6
<i>Malacoceros</i>		4						
<i>Maldanidae</i>			7	19			4	8
<i>Malmgrenia mcintoshi</i>					4	3		
<i>Mediomastus fragilis</i>	3	1	2		4	8		
<i>Melinna elisabethae</i>			1		4	4		
<i>Microphthalmus</i>		14						
<i>Myrianida</i>							1	
<i>Myriochele</i>				2				
<i>Myriochele danielsseni</i>					1	2		
<i>Myriochele heeri</i>				2				1
<i>Mystides caeca</i>						1		
<i>Neogyptis rosea</i>						1		
<i>Neoleanira tetragona</i>			2					
<i>Nephtys</i>				0/6				
<i>Nephtys hombergii</i>			2		1	1		
<i>Nephtys hystrix</i>							7	2
<i>Nephtys paradoxa</i>						1		
<i>Nereimyra punctata</i>					2	1		1
<i>Nereimyra woodsholea</i>				1	2	2		1
<i>Notomastus latericeus</i>			5	1	10	7	12	12
<i>Octobranchus</i>			1					
<i>Oeonidae</i>				1				
<i>Ophelina</i>							4	2
<i>Ophelina acuminata</i>					2	3		
<i>Ophelina cylindricaudata</i>			20	16			4/2	2/1
<i>Ophryotrocha</i>	12	26			17	3	4	1
<i>Owenia borealis</i>					4	6		
<i>Owenia fusiformis</i>							2/1	1
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>				1				
<i>Paradoneis lyra</i>	1	1	8	9	21	25	1	5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	1	11	102	102	102	84	371	318
<i>Paramphitrite birulai</i>			3			1		1
<i>Paranaitis uschakovi</i>			1					
<i>Parexogone cf. hebes</i>					23	25	18	19
<i>Parexogone longicirris</i>			2	2	4	4		
<i>Pectinaria belgica</i>							2	
<i>Pectinariidae</i>								0/1
<i>Phisidia aurea</i>					9	3	2	1
<i>Pholoe baltica</i>	2	6	9	6	50	53	64	49
<i>Pholoe pallida</i>				7			8	6
<i>Phylodoce groenlandica</i>					1	2	4	1
<i>Phylodoce mucosa</i>		1						
<i>Pista cristata</i>			2	2	4	3/1	6/2	3
<i>Pista lornensis</i>					1	1		1
<i>Podarkeopsis helgolandicus</i>							7	
<i>Polycirrus</i>					9	2		
<i>Polycirrus medusa</i>			4			1		
<i>Polycirrus norvegicus</i>					4	6	3	1

Station	C1*	C1*	C2	C2	C3	C3	C4	C4
Date	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018
Depth (m)	87	87	188	188	130	130	146	146
Sample	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Polycirrus plumosus</i>			1		5	10	12	11
Polynoidae					1	1		
<i>Prionospio cirrifera</i>	1			5	23	10	11	2
<i>Prionospio dubia</i>			2	2			1	2
<i>Prionospio fallax</i>							1	3
<i>Prionospio plumosa</i>		8						
<i>Protodorvillea kefersteini</i>		2		3	2	3		2
<i>Protomystides exigua</i>				1				
<i>Psamathe fusca</i>		3		1		1		
<i>Pseudopolydora cf. paucibranchiata</i>					1926	1544	1402	923
<i>Raricirrus berylli</i>						1		
Rhodine				2	2	2	5	2
Sabellidae		1	2	10	2		11	10
<i>Samytha sexcirrata</i>					2	3		1
<i>Scalibregma inflatum</i>					14	18		5
<i>Scolecopsis korsuni</i>				1			1	1
<i>Scoloplos armiger</i>	20	15			4	3	1	1
* Siboglinidae			+	+				
* Siboglinum					+	+		
* Siboglinum ekmani							+	+
<i>Sige fusigera</i>							1	
<i>Sosane wahrbergi</i>					2		4	1
<i>Sphaerodoridium fauchaldi</i>							2	1
<i>Sphaerodoropsis</i>					1	2	1	
<i>Sphaerodorum gracilis</i>							1	1
<i>Spio filicornis</i>		1						
<i>Spiophanes kroyeri</i>			2	1		1		1
<i>Spiophanes wigleyi</i>				2				
<i>Sthenelais limicola</i>								1
<i>Streblosoma intestinale</i>				1/3				0/1
Syllidae	1	1	2		10	7	4	7
<i>Terebellides shetlandica</i>			3	3	4	1	2	3
<i>Terebellides stroemii</i>					1	3	2	1
Terebellinae							1	
<i>Tharyx killariensis</i>			21	24	9	4	5	2
<i>Trichobranchus roseus</i>			2	1	5	9	9/1	1/2
PYCNOGONIDA								
* Pycnogonida				1		0/1	1	
SCAPHOPODA								
<i>Antalis entalis</i>			4	0/1	2	1/1		
<i>Cadulus subfusiformis</i>				1				
<i>Entalina tetragona</i>				2			2	2
<i>Pulsillum lofotense</i>							1	1
SIPUNCULIDEA								
<i>Onchesoma steenstrupii steenstrupii</i>			1	3				
Sipuncula			2	9				
SOLENOGASTRES								
<i>Solenogastres</i>			2		2	2	8	15
TANAIDACEA								
Tanaidacea			3		1		1	1
VARIA								
* Varia	+	+	+	+	+	+	+	+

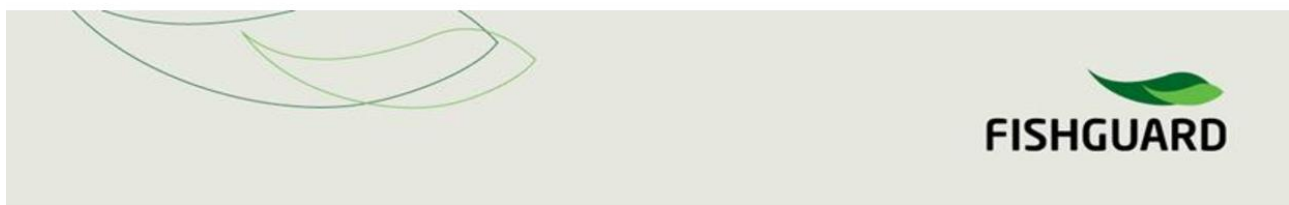
Vedlegg 4 - Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved stasjonene på lokaliteten Drevflesa, november 2018.

Geometriske klasser	C1	C2	C3	C4
I	13	33	34	39
II	7	31	34	35
III	3	20	23	27
IV	4	10	15	16
V	1	10	3	7
VI	2	4	6	5
VII	1	1	2	2
VIII	1	0	1	0
IX	0	0	1	0
X	0	0	0	1
XI	0	0	0	0
XII	0	0	0	1
XIII	0	0	0	0
XIV	0	0	0	0

Fishguard Miljø avd. Bergen utfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra fylker, kommuner, oljeselskap, industri og havbruksnæring. Fishguard Miljø avd. 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. Fishguard er også totalleverandør av fiskehelsetjenester.

www.fishguard.no



Vedlegg C - Eurofins 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
mijo@eurofins.no

AR-18-MM-057452-01

EUNOMO-00215000

Prøvemottak: 05.12.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 05.12.2018-20.12.2018
Referanse: Prosjektnr 305-11-18C,
Aqua Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-12060066	Prøvetakingsdato:	27.11.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kai-Erling Staven		
Prøvemerkning:	C1	Analysestartdato:	05.12.2018		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kobber (Cu)	3.5	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff glødetap	5.9	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	46.2	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.0	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	64900	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137

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,

Kopi til:

Kai-Erling Staven (kai@aqua-kompetanse.no)

Moss 20.12.2018

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-18-MM-057453-01

EUNOMO-00215000

Prøvetakingsdato: 05.12.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 05.12.2018-20.12.2018
Referanse: Prosjektnr 305-11-18C,
Aqua Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2018-12060067	Prøvetakingsdato: 27.11.2018
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Kai-Erling Staven
Prøvemerkning: C1	Analysestartdato: 05.12.2018
Geologi	

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	20.4	% TS	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	2.2	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Kopi til:

Kai-Erling Staven (kai@aqua-kompetanse.no)

Moss 20.12.2018



Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Målesikkerhet

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

Målesikkerhet 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 målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AR-001 v 159

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2018-12060068	Prøvetakingsdato: 27.11.2018				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Kai-Erling Staven				
Prøvemerkning: C2	Analysestartdato: 05.12.2018				
Kjemi					
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kobber (Cu)	8.7	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Total tørrstoff glødetap	3.7	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	58.6	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.5	g/kg TS	0.5	21%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	13900	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137

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,

Kopi til:

Kai-Erling Staven (kai@aqua-kompetanse.no)

Moss 20.12.2018

Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Målesikkerhet

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

Målesikkerhet 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 målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 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-18-MM-057455-01

EUNOMO-00215000

Prøvemottak: 05.12.2018
 Temperatur:
 Analyseperiode: 05.12.2018-20.12.2018
 Referanse: Prosjektnr 305-11-18C,
 Aqua Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2018-12060069	Prøvetakingsdato: 27.11.2018
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Kai-Erling Staven
Prøvemerkning: C2	Analysestartdato: 05.12.2018
Geologi	

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	46.4	% TS	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	2.9	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Kopi til:

Kai-Erling Staven (kai@aqua-kompetanse.no)

Moss 20.12.2018



 Stig Tjomsland
 ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Målesikkerhet

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

Målesikkerhet 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 målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 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-18-MM-057456-01

EUNOMO-00215000

Prøvemottak: 05.12.2018
 Temperatur:
 Analyseperiode: 05.12.2018-20.12.2018
 Referanse: Prosjektnr 305-11-18C,
 Aqua Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2018-12060070	Prøvetakingsdato: 27.11.2018
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Kai-Erling Staven
Prøvemerkning: C3	Analysestartdato: 05.12.2018
Kjemi	

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Total tørrstoff glødetap	8.0	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	44.5	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	4.1	g/kg TS	0.5	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	32000	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137

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,

Kopi til:

Kai-Erling Staven (kai@aqua-kompetanse.no)

Moss 20.12.2018



 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 konfidensintervall. 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-18-MM-057457-01

EUNOMO-00215000

Prøvemottak: 05.12.2018
 Temperatur:
 Analyseperiode: 05.12.2018-20.12.2018
 Referanse: Prosjektnr 305-11-18C,
 Aqua Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-12060071	Prøvetakingsdato:	27.11.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kai-Erling Staven		
Prøvemerkning:	C3	Analysestartdato:	05.12.2018		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	49.5	% TS	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	3.5	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Kopi til:

Kai-Erling Staven (kai@aqua-kompetanse.no)

Moss 20.12.2018



 Stig Tjomsland
 ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Målesikkerhet

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

Målesikkerhet 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 målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 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-18-MM-057458-01

EUNOMO-00215000

Prøvemottak: 05.12.2018
 Temperatur:
 Analyseperiode: 05.12.2018-20.12.2018
 Referanse: Prosjektnr 305-11-18C,
 Aqua Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-12060072	Prøvetakingsdato:	27.11.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kai-Erling Staven		
Prøvemerkning:	C4	Analysestartdato:	05.12.2018		
	Kjemi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Total tørrstoff glødetap	9.5	% TS	0.1	10%	EN 12879 (S3a): 2001-02
b) Tørrstoff					
b) Total tørrstoff	42.6	%	0.1	10%	EN 12880: 2001-02
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	4.8	g/kg TS	0.5	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	35900	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137

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,

Kopi til:

Kai-Erling Staven (kai@aqua-kompetanse.no)

Moss 20.12.2018



 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-18-MM-057459-01

EUNOMO-00215000

Prøvemottak: 05.12.2018
 Temperatur:
 Analyseperiode: 05.12.2018-20.12.2018
 Referanse: Prosjektnr 305-11-18C,
 Aqua Kompetanse AS

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2018-12060073	Prøvetakingsdato:	27.11.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kai-Erling Staven		
Prøvemerkning:	C4	Analysestartdato:	05.12.2018		
	Geologi				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kornstørrelse < 63 µm	64.1	% TS	0.1		Internal Method 6
a) Kornstørrelse <2 µm	3.3	% TS	1		Internal Method 6

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Kopi til:

Kai-Erling Staven (kai@aqua-kompetanse.no)

Moss 20.12.2018



 Stig Tjomsland
 ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Målesikkerhet

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

Målesikkerhet 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 målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

AR-001 v 159