



2019

C-undersøkelse ved Isbergan i Meløy kommune, mai 2019

Nova Sea AS

Etter Norsk Standard NS 9410: 2016

AQUA KOMPETANSE AS



| | | |
|---|--|---|
| Rapportens tittel: C-undersøkelse ved Isbergan i Meløy kommune, mai 2019 | | |
| Forfatter: Vidar Strøm | | |
| Feltdato: 21.05.2019 | Rapportdato: 29.11.2019 | Antall sider uten vedlegg: 23 |
| Toktleder: Petter Carlsen | Rapportnummer: 105-4-19C | Antall sider totalt: 55 |
| Oppdragsgiver: Nova Sea AS | | Kontaktperson: Samuel Anderson |
| Lokalitet: Isbergan | Lokalitetsnummer: 24295 | Driftsleder: Rune Nygård |
| Koordinater: 66°48.881N 13°40.691Ø | Fylke: Nordland Kommune: Meløy | MTB: 3600 tonn Antall merder: 12 stk Merdomkrets: 120 m |
| Bakgrunn for undersøkelse: maks belastning | | |
| Oppsummering: Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert C-undersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016. STIM Miljø har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte og analyser av prøvematerialet. Eurofins Miljøanalyse AS har utført akkrediterte kjemiske analyser av prøvematerialet. Sensoriske registreringer, samt elektrokjemiske målinger indikerte normalverdier. Den kjemiske analysen viste forhøyede nivå av organisk karbon ved samtlige stasjoner. Kobbrenivået ved C1 havnet innen klasse II/III, og kan betegnes som lett forhøyet. Den hydrografiske undersøkelsen viste noe variasjon i temperatur og salinitet i øvre del av vannsøylen, men vannmassene fremsto som homogene i den største delen av vannsøylen. Oksygeninnvået var høyt i hele vannsøylen, og dette indikere også god miksing av vannmasser, på tross av store dyp. Faunaundersøkelsen gav miljøtilstand 1 (meget god) til anleggssonestasjon C1. Økologisk tilstandsklassifisering gav økologisk tilstand II (god) til ytre sonestasjon C2 og en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen gav også økologisk tilstandsklasse II (god). Dette gir en videre undersøkelsesfrekvensen på mellom hver tredje produksjonssyklus for lokalitet Isbergan. | | |
| Emneord: C-undersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna | | ID 514-18 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel |
| Rapportansvarlig:  Vidar Strøm | Kvalitetssikrer:  Jeanett Vigeland Johansen | |

Forord

Aqua Kompetanse AS har gjennomført akkreditert prøvetaking for å innhente prøvemateriale for oppdragsgiver Nova Sea 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 Miljøanalyse AS for TOM, TOC, kobber, N-Kjeldahl, og kornstørrelse (**Vedlegg C**), mens akkrediterte opparbeiding og analyser av makrofauna er utført av STIM Miljø (**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 | 7 |
| 1.3 Kvantitative bunndyrsanalyser | 7 |
| 1.3.1 Miljøtilstand i anleggssonen | 7 |
| 1.3.2 Diversitetsindekser | 7 |
| 1.3.3 Økologisk tilstandsklassifisering og nEQR | 9 |
| 1.4 Hydrografi | 11 |
| 1.5 Undersøkellesområde og stasjonsplassering | 11 |
| 1.5.1 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser | 12 |
| 1.5.2 Vannstrøm | 13 |
| 1.5.3 Stasjonsplassering | 13 |
| 1.5.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering | 14 |
| 2. Resultat | 16 |
| 2.1 Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer | 16 |
| 2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser | 17 |
| 2.2.1 Miljøtilstand i anleggssonen | 19 |
| 2.2.2 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens | 19 |
| 2.3 Hydrografi | 20 |
| 3. Oppsummering | 21 |
| 4. Referanser | 23 |
| Vedlegg A – Bilder av sediment | 25 |
| Vedlegg B – STIM Miljø rapport | 27 |
| Vedlegg C – Eurofins Miljøanalyse AS rapport | 50 |



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

Tabell 2: Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS har stått for akkreditert prøvetaking og uakkrediterte pH/Eh-målinger. Videre har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten, og uakkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann. Akkreditert faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene er også utført av Aqua Kompetanse AS. STIM Miljø 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 | | Anleggssone | Ytre sone | Overgangssone | | |
|---|---|--------------|-------------------------------|---------------|-------|-------------|
| Parameter: | Stasjoner: | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| Kjemi: | pH | 7,74 | 7,78 | 7,74 | | 7,79 |
| | E_h (mV) | 465 | 276 | 291 | | 268 |
| Oksygen: | Målt verdi (mL): O ₂ , tilstandsklasse: | | 5,1 I | | | |
| Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2018) | Antall arter (S): | 41 | 40 | 43 | 15 | 37 |
| | Antall ind. (N): | 5398 | 928 | 624 | 122 | 912 |
| | NQ1: | 0,44 | 0,70 | 0,72 | 0,40 | 0,75 |
| | Shann.Wien. (H') | 1,39 | 3,39 | 3,67 | 1,76 | 3,31 |
| | Hurl.ind. (ES _{n=100}): | 8 | 17 | 21 | 13 | 18 |
| | ISI: | 7 | 9 | 10 | 7 | 9 |
| | NSI: | 9 | 22 | 22 | 10 | 22 |
| | nEQR: | 0,342 | 0,725 | 0,775 | 0,390 | 0,737 |
| | Økologisk tilstand: | | II | II | IV | II |
| | Samlet økologisk tilstand: | | | II | | |
| NS 9410:2016 | Miljøtilstand: | 1 | | | | |
| | Undersøkningsfrekvens: | | Hver tredje produksjonssyklus | | | |
| SFT 97:03 | N-TOC (mg/g): N-TOC, tilstandsklasse: | 42,8 V | 32,6 III | | | 29,2 III |
| Tot. nitrogen | TN (g/kg): | 5,3 | 4,4 | | | 4,4 |
| Tot. Org. materiale | TOM (%): | 9,7 | 11,2 | | | 9,8 |
| Forhold | C/N: | 7,2 | 7,3 | | | 6,4 |
| Pelitt | Pelittandel (%): | 74,0 | 96,8 | | | 94,5 |
| Veileder M-608:2016 | Cu (mg/kg): Cu, tilstandsklasse: | 55 II/III | | | | |

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 21. mai, 2019 ved Isbergan. STIM Miljø har stått for akkreditert opparbeiding av innsamlet makrofaunamateriale. Eurofins Miljøanalyse AS har stått for akkrediterte analyser av kobber, total organisk karbon (TOC) og total organisk materiale (TOM), nitrogen og kornstørrelse. Aqua Kompetanse AS ved rapportansvarlig har utført akkreditert tolkning av analyseresultatene.

1.1 Innsamlingsmetode

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

1.2 Geokjemiske analyser

Det er utført geokjemiske analyser av totalt organisk materiale (TOM), totalt organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N) og kornfordeling (pelittandel, kornstørrelse <0,063 mm) av Eurofins, 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 ekvilibbert overflatevann, noe lavere i dypvann, og i anoksiske vannmasser og sedimenter kan pH være ned mot 7 (NS9410:2016). I atmosfærisk ekvilibbert 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 referanselektroden (E_{ref} ; **Tabell 6**):

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

Tabell 6: Standardpotensiale til referanselektrode. Tilpasset fra MTC101 brukermanual (Hach Company, 2014).

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

1.3 Kvantitative bunndyrsanalyser

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

1.3.1 Miljøtilstand i anleggssonen

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

1.3.2 Diversitetsindekser

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

Ved hver stasjon ble det samlet inn to replikater til kvantitative bunndyrsanalyser, og bunndyrene ble kvantifisert og identifisert til artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå av taksonomer ved STIM Miljø 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 | | | | |
| NQ1 | 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 | | | | |
| NQ1 | 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 | | | | |
| NQ1 | 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 | | | | |
| NQ1 | 0,91 - 0,73 | 0,73 - 0,64 | 0,64 - 0,49 | 0,49 - 0,31 | 0,31 - 0 |
| H' | 5,5 - 3,7 | 3,7 - 2,9 | 2,9 - 1,8 | 1,8 - 0,9 | 0,9 - 0 |
| ES ₁₀₀ | 46 - 23 | 23 - 16 | 16 - 9 | 9 - 5 | 5 - 0 |

| | | | | | |
|---------------------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| ISI ₂₀₁₂ | 13,4 – 8,7 | 8,7 – 7,8 | 7,8 – 6,4 | 6,4 – 4,7 | 4,7 – 0 |
| NSI | 30 – 25 | 25 – 20 | 20 – 15 | 15 – 10 | 10 – 0 |

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H' ; Shannon & Weaver, 1949) tar hensyn til antall arter og mengdefordeling mellom artene, og en lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn. Etter Veileder 02:2018 går H' fra 0 (svært artsfattig samfunn) til 5,7 (svært artsrikt samfunn).

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

Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), eller Hurlberts diversitetskurver, beregner hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer med utgangspunkt i totalt antall arter og individer i en prøve, og uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. På denne måten blir diversitetsmålet uavhengig av prøvestørrelsen, og man kan dermed sammenligne lokaliteter med ulik individtetthet direkte. Hurlbert (1971) ga en metode for å beregne slike diversitetskurver basert på sannsynlighetsberegning. ES_n er forventet antall arter i en delprøve på n tilfeldig valgte individer fra en prøve som inneholder totalt N individer og s arter, og har følgende formel:

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

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

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

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

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

1.3.3 Økologisk tilstandsklassifisering og nEQR

Hver stasjon gis en endelig økologisk tilstandsklasse på grunnlag av dens gjennomsnittlige normaliserte EQR-verdi (nEQR; normalised ecological quality ratio). nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1, og muliggjør en

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.

harmonisert sammenligning av forskjellige indekser, både innenfor samme og forskjellige kvalitetselement. Observerte 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 |

1.3.3.1 Økologisk tilstand i overgangssonen og undersøkelsesfrekvens

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

Det er satt forskjellige frekvenser for ytre sone (prøvestasjon C2) og overgangssone (**Tabell 9**). Hvis frekvensen på C2 og overgangssone ikke er like skal lokaliteten bli undersøkt etter den tilstandsklassen som gir hyppigst undersøkelsesfrekvens. Miljøtilstanden til 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 |

1.4 Hydrografi

Hydrografi angår de kjemiske og fysiske havforholdene, slik som salinitet (saltinnhold), temperatur, sirkulasjon og løste gasser. Ekvilibrering med atmosfæren sørger for at overflatevannet i sjø holder en oksygenmetning på nært 100%, og gjerne overmettet (> 100%) på grunn av bølgebrytning, luftbobler og produksjon av oksygen gjennom fotosyntese. Under overflatevannet faller oksygeninnholdet som en følge av biologisk aktivitet, i hovedsak respirasjon fra bakterier som spiser organisk materiale som synker ned igjennom vannsøylen, 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 (hvv. termoklin og haloklin), eller en kombinasjon av de to.

Det ble utført målinger av salinitet, temperatur og oksygen ved dypeste prøvestasjon (C2, **Figur 2**) av Aqua Kompetanse AS. Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en oxyguard oksygenmåler. Instrumentet målte annethvert sekund ned og opp igjennom vannsøylen. Registrerte data ble bearbeidet ved bruk av SAIV AS eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft SD200W. All rådata er lagret hos Aqua Kompetanse AS.

1.5 Undersøkellesområde og stasjonsplassering

Anlegget ligger ved innløpet til Glomfjorden, en del av Meløyfjorden i Meløy kommune (**Figur 1**). Fjorden er relativt skjermet av Meløya og Mesøya i vest og nord, og fastlandet i sør. Glomfjorden er 350 meter på det

dypeste, og anlegget er plassert sørvest for det dypeste partiet. Anlegget ved Isbergan ligger over et område der sjøbunnen skrår relativt kraftig, og består av en del hardbunn. Dette gjør prøvetaking med 0,1 m² Van Veen-grabb utfordrende i dette området. Under anlegget skrår sjøbunnen fra omtrent 70 meter i sørøstlig del av rammen til over 300 meter (**Figur 2**) lenger ned i skrånningen i nordøstlig del av anleggsrammen. **Figur 1** gir en oversikt over lokaliteten i forhold til andre anlegg.

Isbergan 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 3600 tonn ved Isbergan er veiledende antall prøvestasjoner 5, jmfør **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 |

1.5.1 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser

Isbergan har ligget i nåværende posisjon siden 2013, og **Tabell 12** viser produksjon og førforbruk ved anlegget for inneværende generasjon og de tre foregående generasjonene. Tidligere C-undersøkelser og deres resultat er presentert i **Tabell 13**.

Tabell 12: Produksjonsdata og førforbruk for den første inneværende generasjonen ved Isbergan (Nova Sea v/Samuel Anderson).

| Utsett | Generasjon: | Produsert mengde (tonn) | Utføret mengde (tonn) | Utslakt |
|----------|-------------|-------------------------|-----------------------|---------|
| 1.9.11 | 11H | 5510 | 6389 | 24.4.13 |
| 11.9.13 | 13H | 5353 | 5809 | 21.5.15 |
| 21.8.15 | 15H | 5030 | 5586 | 11.4.17 |
| 12.10.17 | 17H | 3512 | 3781 | 25.4.19 |

Tabell 13: Tidligere C-undersøkelser ved Isbergan (Nova Sea AS). 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 |
|-----------------|------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|---|------------------------------|
| 07.09.2009 | Vår 09 | n/a | n/a | n/a | Nærsone: IV Overgangssone: I Fjernsone: I | n/a |
| 2015 | n/a | n/a | n/a | n/a | Stasjon 3: II | n/a |
| 21.05.2019 | 17H | 0 | 3781 | 3512 | C2: TK II C3, C4, C5: II | 1, Meget god |

1.5.2 Vannstrøm

På 5 og 15 meters dyp er størst vanntransport rettet mot øst med en sekundærkomponent mot vest. I nedre del av vannsøyla er retningskomponentene mindre framtreddende, men ved 90 meters dyp (spredningsdyp) er størst vanntransport rettet omkring vest med sekundærkomponent mot nordøst. De hyppigste strømretningene ved spredningsdypet er mot 285-300, 270-285, 240-255, og 300-315 grader. Ved 120 meters dyp er størst vanntransport rettet mot nordøst (Sivertsen & Hagen, 2019). Strømhastighetene er vist i **Tabell 14**, og retningen på spredningsstrømmen er markert i **Figur 2**.

Tabell 14: Strømmålinger ved Isbergan. Målingene ble utført med 400 kHz akustisk dopplemåler i periodene 12.06-18.07.2019 og 18.07-28.08.2019 på 5 og 15 meters dybde (1. periode) og 90 og 120 meters dybde (2. periode) (Sivertsen & Hagen, 2019).

| Dyp (m) | Gjennomsnittshastighet (cm/s) | Maksimalhastighet (cm/s) | Signifikant maksimalhastighet (cm/s) | Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s) |
|---------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 5 | 6,0 | 32,1 | 10,8 | 3,6 |
| 15 | 5,1 | 20,0 | 8,8 | 3,6 |
| 90 | 4,2 | 23,6 | 7,2 | 5,1 |
| 120 | 3,5 | 15,0 | 5,7 | 6,9 |

1.5.3 Stasjonsplassering

Fremherskende strømretning, bunntype, batymetri, og veiledende avstander gitt i NS 9410:2016 ligger til grunn for plassering av prøvetakingsstasjonene (**Figur 2**). Bunnforholdene ved lokalitet Isbergan er utfordrende med tanke på prøvetaking med 0,1 m²-Van Veen-grabb, som benyttes ved denne typen undersøkelser. Historiske miljøundersøkelser ved lokalitet Isbergan, utført med samme metodikk, viser også at dette er en høyst reell problematikk ved lokaliteten (Velvin, 2015; Ottesen, 2009). I 2015 fikk man bare opp faunaprøver ved to av totalt tre stasjoner. Av denne grunn opplevde man en del mislykkede grabbhugg ved denne undersøkelsen, og ved stasjon C4 opplevde man å få svært lite prøvemateriale opp i prøvegrabb. Anleggssonestasjon ligger på vestsiden av anlegget, nærmere 60 meter utenfor rammen, i fremherskende strømretning for spredningsdypet, og såpass langt nedi skråningen at bunnen begynner å flate ut, og sjansen for å få prøvemateriale i Van Veen-grabb er større. Den ble opprinnelig forsøkt prøvetatt nærmere anlegget, i henhold til retningslinjer gitt i NS 9410:2016, men dette mislyktes på grunn av hardbunn og en undersjøisk skråning under anlegget. Ytre sonestasjon C2 ble plassert i dypområdet vest for anlegget, i fremherskende strømretning, 500 meter fra anleggsrammen. I dette området var sjøbunnen flat, og dermed velegnet for prøvetaking. Overgangsstasjon C3 og C5 ligger i dypområdene lenger ute i fjorden, henholdsvis 285 og 310 meter unna anlegget, i nordlig retning, der hvor sjøbunnen er flatet ut mot midten av fjordområdet. C5 ligger også ved samme koordinat som stasjon 3 fra undersøkelsen i 2015, slik at disse resultatene kan sammenlignes. Stasjon C4 ligger i returstrømretningen, et stykke nedi den undersjøiske skråningen der hvor sjøbunnen så vidt har begynt å flate ut, 210 meter nordøst for anlegget.

Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**, og posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 15**.

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 Isbergan. Bio = kvantitativ opparbeiding av

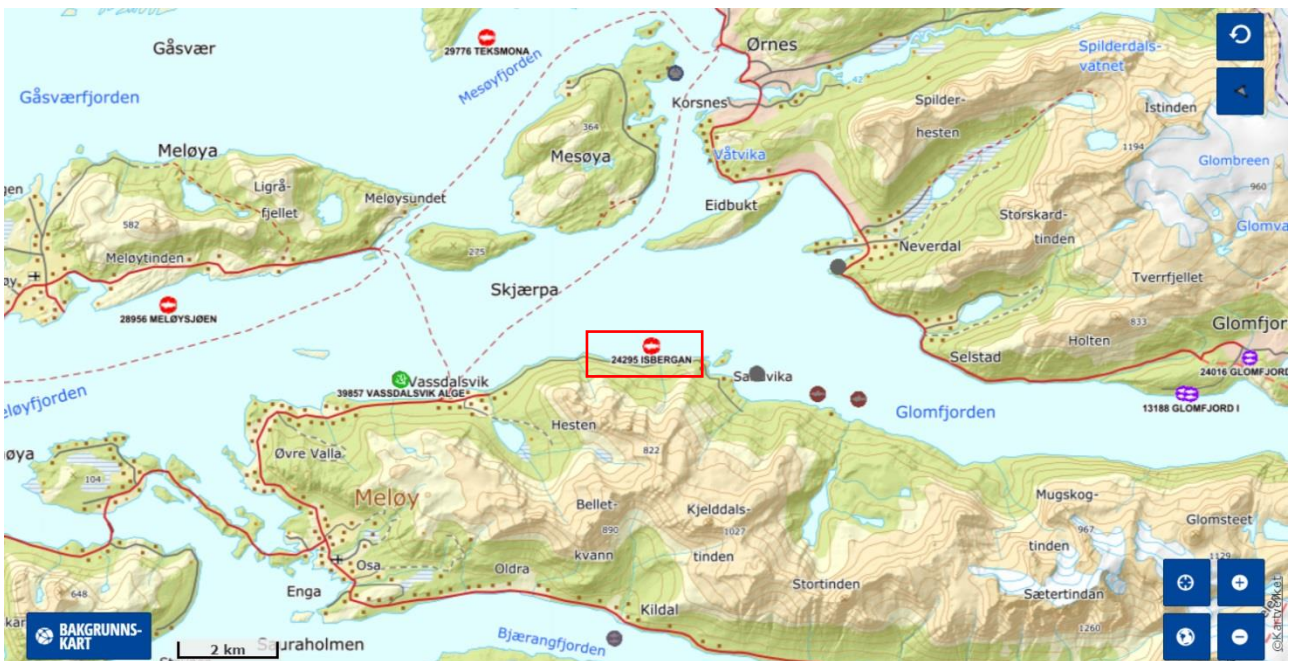
makrofaunaprøver; Geo = geologiske analyser av kornfordeling (pelitt); Kjemi = kjemiske analyser av TOC, TOM og TN; EK = elektrokjemiske målinger av pH og E_h ; Cu = kobberanalyse; CTD = hydrografisk måling av salinitet, temperatur og oksygen.

| Stasjoner | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Plassering etter NS9410 | Anleggssone | Ytre sone | Overgangssone | | |
| Parametere | Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu | Bio – Geo – Kjemi – EK - CTD | Bio - EK | Bio | Bio – Geo – Kjemi – EK |
| Koordinater | 66°48.944N 13°40.355Ø | 66°49.021N 13°39.803Ø | 66°49.066N 13°40.791Ø | 66°48.956N 13°41.226Ø | 66°49.109N 13°40.511Ø |
| Dybde (m) | 188 | 363 | 360 | 205 | 360 |
| Avstand til anlegg (m) | 60* | 500 | 285 | 210 | 310 |

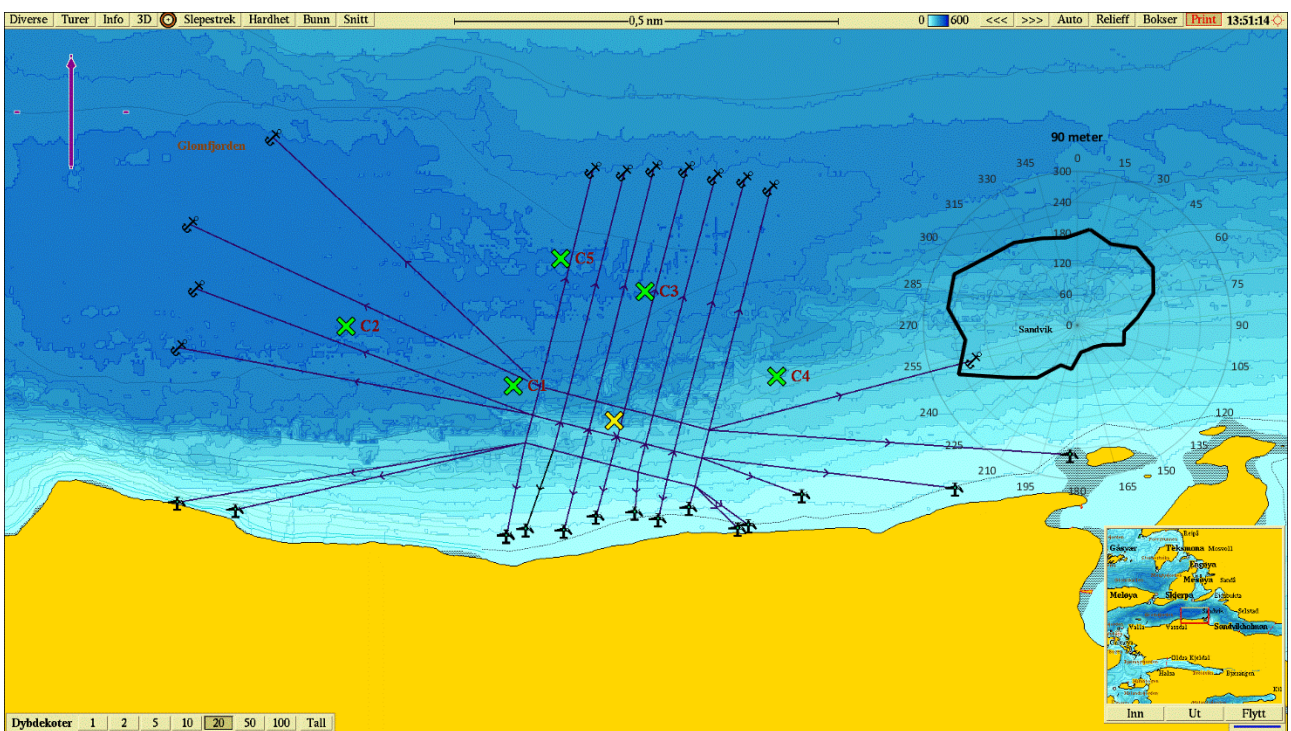
*Avstand fra prøvestasjon til nærmeste merd iht. NS 9410:2016: «Prøvestasjon C1: Stasjonen skal ligge fra 25 til 30 meter fra merdkant. Den skal legges mot den delen av anlegget der B-undersøkelsen viser at påvirkningen er størst.»

1.5.4 Kartbilder: Stasjonsplassering og anleggslokalisering

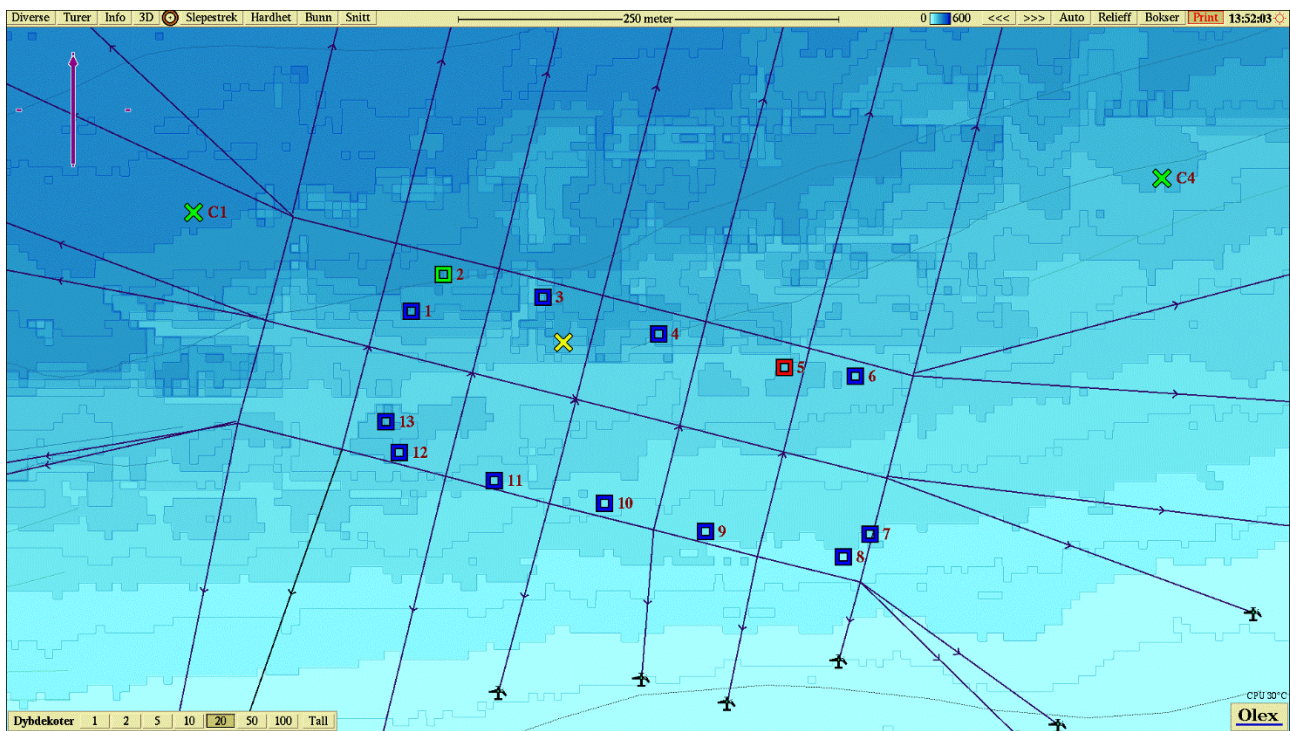
Samtlige kart er med kartdatum WGS84.



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



Figur 2: Kartet viser anleggs plassering sammen med C-stasjoner og fortøyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, strømrose viser vanntransport ($m^3/m^2/døgn$) for hver 15° sektor på 90 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene ved $66^\circ48.898'N$, $13^\circ40.688'E$ (Sivertsen & Hagen, 2019). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.



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

2. Resultat

2.1 Geokjemiske analyser og sensoriske registreringer

Ved samtlige stasjoner hvor det ble foretatt elektrokjemiske målinger ble det målt normalverdier for marine sedimenter. Ved C4 ble det ikke foretatt elektrokjemiske målinger på grunn av grovkornet sediment, og lite prøvemateriale i prøvegrabb. Nivåene av totalt organisk materiale (% glødetap) var moderat lavt ved C1 og C5, og moderat høyt ved C2. Parameteren totalt organisk materiale (TOC) indikerer et forhøyet nivå av organisk karbon ved C1 (TK V), og et moderat nivå ved C2 og C5. Nivåene av totalt nitrogen (TN) i sedimentene lå i sjiktet 4,4-5,3 g/kg, mens karbon/nitrogen-forholdet varierte fra 6,4 ved C5 til 7,3 ved C2. Nivået av kobber ved C1 havnet innen klasse II/III, og kan betegnes som lett forhøyet. Ved C1 varierte fyllingsgraden i prøvegrabben fra ½ til ¾ full, ved C2 var fyllingsgraden «full» for samtlige grabbhugg, ved C3 var fyllingsgraden ¾ full for det ene vellykkede grabbhugget man fikk tatt der, ved C4 var fyllingsgraden kun < ¼ for det ene grabbhugget man fikk utført og dermed under kvalitetskravet for grabbfilling, mens ved C5 var fyllingsgraden «full» for samtlige grabbhugg. Feltloggen viser at farge og lukt fra sedimentene ble karakterisert som normal ved samtlige prøver, og at det ikke ble registrert for eller fekalier i prøvene. Ved C1 besto sedimentet av sand og skjellsand og grus, ved C2 fant man leire, sand og skjellsand, ved C3 ble det registrert sand, leire, og skjellsand, ved C4 ble det registrert skjellsand og sand, mens ved C5 ble det registrert leire, sand, og skjellsand.

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

| | | | |
|----------------------------|--------|---------------------------------------|-------|
| Buffertemperatur: | 15,2°C | pH sjø: | 8,07 |
| Sjøtemperatur: | 11,1°C | E_{obs} sjø: | 422,9 |
| Sedimenttemperatur: | 8,4°C | E_{ref} sediment: | 221 |

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

| | Anleggssone | Ytre sone | Overgangssone | | |
|--|-------------|-----------|---------------|----|-------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| pH | 7,74 | 7,78 | 7,74 | | 7,79 |
| E _{obs} (mV) | 244 | 54,8 | 69,5 | | 46,9 |
| E _h (E _{obs} + E _{ref}) (mV) | 465 | 275,8 | 290,5 | | 267,9 |
| TN (g/kg) | 5,3 | 4,4 | | | 4,4 |
| TOM (%) | 9,7 | 11,2 | | | 9,8 |
| C/N | 7,2 | 7,3 | | | 6,4 |
| Pelitt | 74,0 | 96,8 | | | 94,5 |
| TOC (mg/g) | 38,1 | 32,0 | | | 28,2 |
| nTOC | 42,8 | 32,6 | | | 29,2 |
| Tilstandsklasse | V | III | | | III |
| Cu (mg/kg) | 55 | | | | |
| Tilstandsklasse | II/II | | | | |

2.2 Kvantitative bunndyrsanalyser

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

Tabell 18: De ti mest dominerende artene på hver stasjon med antall individer (#), kumulativ prosent (%) og økologisk gruppe² (EG). Arter med ukjent gruppe (EG) er markert med i.k.

| C1 | # | % | EG | C2 | # | % | EG |
|--------------------------------|------|------|-----|---------------------------------|-----|------|-----|
| <i>Capitella capitata</i> | 3469 | 64,3 | V | <i>Parathyasira equalis</i> | 196 | 21,1 | III |
| <i>Raricirrus beryli</i> | 1281 | 88,0 | i.k | Oeononidae | 169 | 39,3 | i.k |
| <i>Thyasira gouldi</i> | 243 | 92,5 | IV | <i>Kelliella miliaris</i> | 148 | 55,3 | III |
| <i>Prionospio plumosa</i> | 154 | 95,4 | i.k | <i>Aphelochaeta</i> sp. | 131 | 69,4 | II |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 60 | 96,5 | III | <i>Lumbrineris</i> sp. | 73 | 77,3 | II |
| <i>Thyasira sarsii</i> | 26 | 96,9 | IV | <i>Spiochaetopterus typicus</i> | 49 | 82,5 | IV |
| <i>Prionospio cirrifera</i> | 24 | 97,4 | III | <i>Amphilepis norvegica</i> | 26 | 85,3 | II |
| <i>Naineris quadricuspida</i> | 20 | 97,8 | i.k | <i>Caudofoveata</i> | 20 | 87,5 | II |

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 = forurensingsindikatorer. Rygg & Norling, 2013

| | | | | | | | |
|---------------------------------|----------|----------|-----------|--------------------------------|----------|----------|-----------|
| <i>Macoma calcarea</i> | 16 | 98,1 | IV | <i>Nucula tumidula</i> | 18 | 89,4 | II |
| <i>Chaetozone</i> sp. | 13 | 98,3 | III | <i>Eriopisa elongata</i> | 12 | 90,7 | II |
| C3 | # | % | EG | C4 | # | % | EG |
| <i>Parathyasira equalis</i> | 200 | 32,1 | III | <i>Capitella capitata</i> | 85 | 69,7 | V |
| <i>Kelliella miliaris</i> | 76 | 44,2 | III | <i>Cirratulus cirratus</i> | 17 | 83,6 | IV |
| <i>Aphelochaeta</i> sp. | 56 | 53,2 | II | <i>Raricirrus beryli</i> | 4 | 86,9 | i.k |
| Oeonidae | 50 | 61,2 | i.k | <i>Heteromastus filiformis</i> | 3 | 89,3 | IV |
| <i>Lumbrineris</i> sp. | 41 | 67,8 | II | <i>Exogene</i> sp. | 2 | 91,0 | II |
| <i>Amphilepis norvegica</i> | 36 | 73,6 | II | <i>Polycirrus</i> sp. | 2 | 92,6 | I |
| <i>Spiochaetopterus typicus</i> | 27 | 77,9 | IV | <i>Macoma calcarea</i> | 1 | 93,4 | IV |
| <i>Nucula tumidula</i> | 17 | 80,6 | II | <i>Mytilus edulis</i> | 1 | 94,3 | IV |
| <i>Melinna cristata</i> | 12 | 82,5 | II | <i>Parathyasira equalis</i> | 1 | 95,1 | III |
| <i>Yoldiella nana</i> | 9 | 84,0 | III | <i>Naineris quadricuspida</i> | 1 | 95,9 | i.k. |
| <i>Caudofoveata</i> | 9 | 85,4 | II | <i>Nereimyra woodsholea</i> | 1 | 96,7 | i.k. |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 9 | 86,9 | IV | <i>Ophryotrocha lobifera</i> | 1 | 97,5 | i.k. |
| <i>Nephtys hystricis</i> | 9 | 88,3 | II | Scalibregmatidae | 1 | 98,4 | I |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 9 | 89,7 | III | Syllidae | 1 | 99,2 | II |
| <i>Pholoe pallida</i> | 9 | 91,2 | I | Terebellidae | 1 | 100 | I |
| C5 | # | % | EG | | | | |
| <i>Kelliella miliaris</i> | 302 | 33,1 | III | | | | |
| <i>Parathyasira equalis</i> | 159 | 50,5 | III | | | | |
| Oeonidae | 102 | 61,7 | i.k | | | | |
| <i>Aphelochaeta</i> sp. | 71 | 69,5 | II | | | | |
| <i>Lumbrineris</i> sp. | 59 | 76,0 | II | | | | |
| <i>Spiochaetopterus typicus</i> | 43 | 80,7 | IV | | | | |
| <i>Amphilepis norvegica</i> | 37 | 84,8 | II | | | | |
| <i>Caudofoveata</i> | 18 | 86,7 | II | | | | |
| <i>Nucula tumidula</i> | 14 | 88,3 | II | | | | |
| <i>Pholoe pallida</i> | 14 | 89,8 | I | | | | |

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

2.2.1 Miljøtilstand i anleggssonen

Ved C1 dominerte den forurensningstolerante arten *Capitella capitata* med 64,3% av individantallet. Ellers besto topp-ti listen over arter av tolerante og opportunistisk arter, og det fantes også noen arter uten en tilordnet økologisk gruppe. 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 Isbergan.

| Stasjon | Antall arter | Dominerende taksa (%) | Miljøtilstand (NS 9410:2016) |
|---------|--------------|-----------------------------|------------------------------|
| C1 | 41 | Capitella capitata (64,3 %) | 1 |

2.2.2 Økologisk tilstandsklassifisering og undersøkelsesfrekvens

Ved C2, i ytterkanten av overgangssonen, lå alle faunaindeksene i tilstandsklasse II (god). Stasjonen ble derfor totalt klassifisert til tilstandsklasse II, med en nEQR på 0,725. Stasjonen bestod hovedsakelig av nøytrale arter på topp ti-listen, men det fantes også to tolerante arter og én opportunistisk art.

Faunaindeksene ved C3, C4, og C5 lå i flere tilstandsklasser (I - V), og samlet lå de tre stasjonene i økologisk tilstand II (God) med en nEQR på 0,634 (**Tabell 20**). Det var hovedsakelig en blanding av nøytrale og tolerante arter ved disse stasjonene, men det fantes også opportunistiske arter på topp-ti listen, spesielt ved C4.

Isbergan ligger i økoregion H – Norskehavet Sør og vanntype 1-3 (**Tabell 7**)

Tabell 20: Resultater fra kvantitative bunndyranalyser 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 (*ES*₁₀₀), *ISl*₂₀₁₂ ømfintlighetsindeks, *NQI1* (sammensatt indeks, diversitet og ømfintlighet) og normalisert EQR. Økologisk tilstandsklassifisering basert på diversitetsindekser baseres på grenseverdier fra Veileder 02:2018 (**Tabell 7 og 8**). Blå = I Svært god; Grønn = II God; Gul = III Moderat; Oransje = IV Dårlig; Rød = V Svært dårlig. Nederst i tabellen er gjennomsnittlig nEQR og samlet økologisk tilstand for overgangssonen, samt undersøkelsesfrekvens jamført **Tabell 9**.

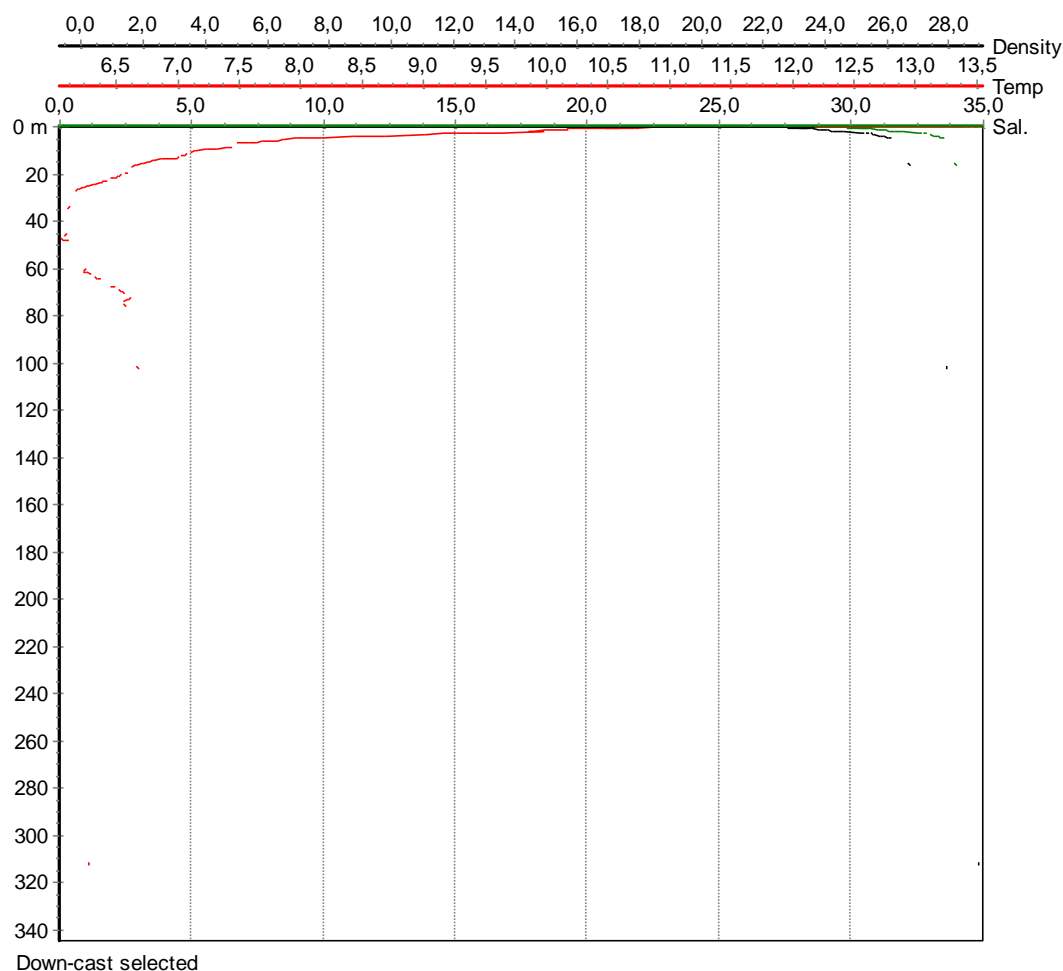
| | Anleggssone | Ytre sone | Overgangssone | | |
|----------------------------|-------------|-----------|---------------|-------|-------|
| | C1 | C2 | C3* | *C4** | C5 |
| Antall arter | 41 | 40 | 43 | 15 | 37 |
| Antall individer | 5398 | 928 | 624 | 122 | 912 |
| NQI1 | 0,44 | 0,70 | 0,72 | 0,40 | 0,75 |
| <i>H'</i> | 1,39 | 3,39 | 3,67 | 1,76 | 3,31 |
| <i>ES</i> ₁₀₀ | 8 | 17 | 21 | 13 | 18 |
| <i>ISl</i> ₂₀₁₂ | 7 | 9 | 10 | 7 | 9 |
| NSI | 9 | 22 | 22 | 10 | 22 |
| nEQR | 0,342 | 0,725 | 0,775 | 0,390 | 0,737 |
| Økologisk tilstand | | II | II | IV | II |
| Samlet nEQR | | | 0,634 | | |
| Samlet økologisk tilstand | | | II | | |

*Beregninger er utført på grunnlag av kun ett replikat. Indeksverdier er derfor basert på sum, og ikke gjennomsnitt.

**Fyllingsgrad i Van Veen-grabb (0,1m²) var under kvalitetskrav iht metodestandard NS EN-ISO 16665:2013.

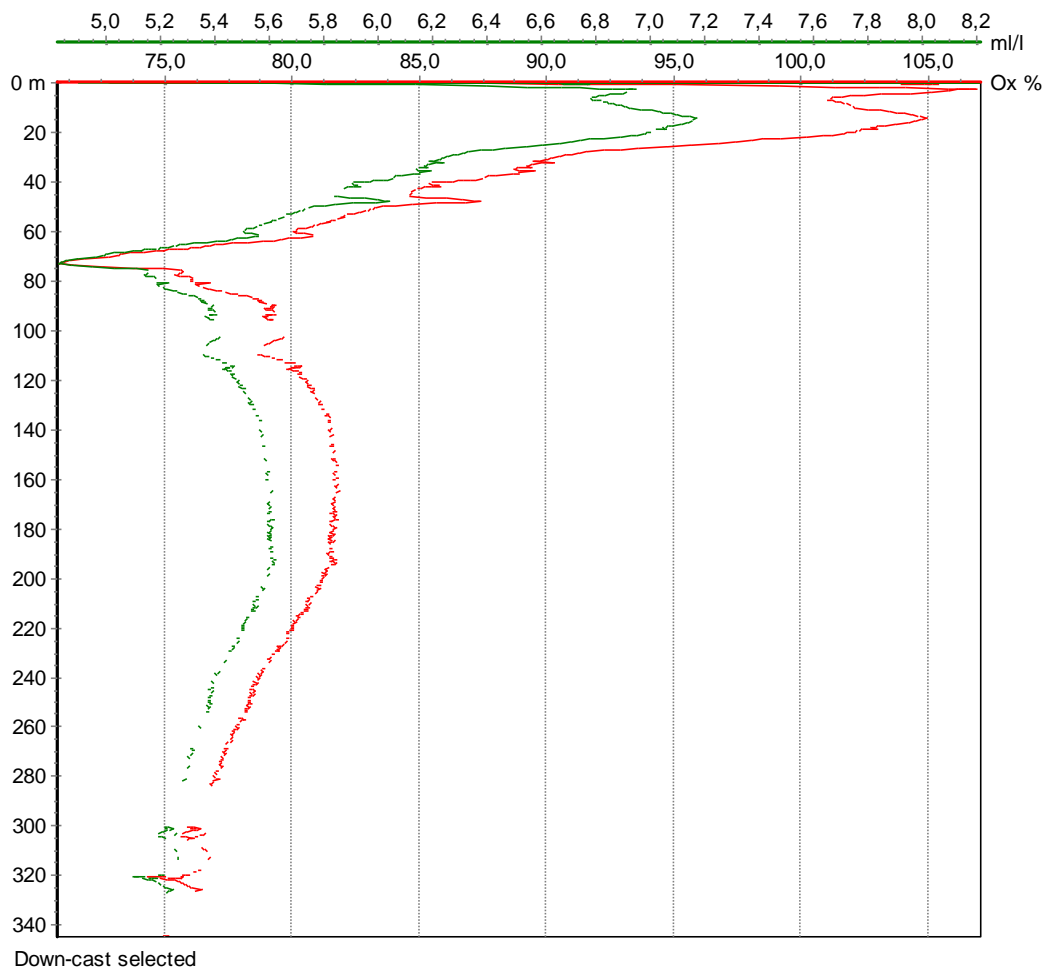
2.3 Hydrografi

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



Figur 4: Sjøtemperatur (°C; rød), salinitet (grønn) og tetthet (-1000 kg/m³; sort) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast på 345 meters dyp ved stasjon C2 den 22.05.2019).

Ved stasjon C2 var sjøtemperaturen 10,7 °C ved overflaten, mens saliniteten var 29 ‰. Sjøtemperaturen avtok nedover i vannsøylen, mens saliniteten steg gradvis. Fra 200 meters dyp og nedover til sjøbunnen ligger sjøtemperaturen forholdsvis stabil rundt 6,2 °C, mens salinitet stabiliseres rundt 35 ved 80 meters dyp, og ligger stabilt rundt dette ned til bunnen på over 340 meters dyp.



Figur 5: Oksygenmetning (%) (rød) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; grønn) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 345 meters dyp ved stasjon C2 den 22.05.2019.

Grafen over oksygeninnhold viser en konsentrasjon på 5,8 ml/l ved overflaten, mens metningen ligger på 90,5 %. Oksygenivået avtar med økende dybde ned til omtrent 70 meters dyp, hvor konsentrasjonen er i underkant av 5 ml/l, mens metningen er rundt 70 %. Derifra og videre nedover i dypet ligger oksygenivået relativt stabilt, selv om det øker noe. I bunnvannet er konsentrasjonen 5,1 mens metningen er 75 %. Basert på klassifiseringen for oksygen i dypvann gjengitt i **Tabell 10**, tilsvarer dette oksygenivået tilstandsklasse I – svært god.

3. Oppsummering

Lokalitet Isbergan ligger i et område hvor sjøbunnen under og omkring anlegget er dominert av skrånende sjøbunn, der hardbunn er rådende bunntype. Dette gjør tradisjonell prøvetaking med Van Veen-grabb (0,1 m²) utfordrende, og det er først i dypområdene lenger ute i fjorden, hvor sjøbunnen har flatet ut, at man oppnår god fyllingsgrad i Van Veen-grabb.

De sensoriske registreringene indikerte gode forhold i bunnsedimentene, og det samme gjorde de elektrokjemiske målingene. Den kjemiske analysen avdekket forhøyede nivå av organisk karbon i samtlige

stasjoner hvor dette ble analysert. Grunnet hardbunn ble det ikke foretatt kjemiske analyser ved stasjonene C3 og C4. Nivået av kobber ved anleggssonestasjon C1 havnet i klasse II/III, og betegnes som lett forhøyet.

Den hydrografiske undersøkelsen ved den dypeste stasjonen C2 viste et ferskere vannlag i overflatesjiktet, sannsynligvis grunnet noe ferskvannsavrenning i dette fjordområdet, men saliniteten steg for til nivå som kjennetegner oseanisk sjøvann nedover i vannsøylen. Sjøtemperaturen varierte en del i overflatesjiktet, men lå relativt stabil når man kom under omtrent 30 meters dyp, og videre nedover mot bunnen. Oksygenmålingen viste et høyt oksygennivå i hele vannsøylen, selv om nivået avtok noe nedover i vannsøylen, i takt med økende dybde. Nivået i bunnvannet ble klassifisert til tilstandsklasse I – svært god, etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i **Tabell 10**.

Faunaundersøkelsen viste gode forhold ved C1 ut fra klassifiseringen av miljøtilstand 1 anleggssonen, som denne stasjonen skal bedømmes etter. C1 havnet innen miljøtilstand 1 – meget god. Stasjon C2 havnet innen økologisk tilstandsklasse II (God). Makrofaunaen ved denne stasjonen bestod hovedsakelig av nøytrale arter på topp ti-listen, men det fantes også to tolerante arter og én opportunistisk art. Stasjonene i overgangssonen, C3, C4, og C5 havnet samlet sett i økologisk tilstandsklasse II. Det var hovedsakelig en blanding av nøytrale og tolerante arter ved disse stasjonene, men det fantes også opportunistiske arter på topp-ti listen, spesielt ved C4.

Stasjon C5 ble også prøvetatt etter tilsvarende metodikk i 2015. Den gang havnet stasjonen i samme økologiske tilstandsklasse II. nEQR-verdien for denne stasjonen var også omtrent det samme som den er i denne undersøkelsen. Parameteren totalt organisk karbon (TOC) havnet også i samme tilstandsklasse for denne stasjonen i 2015 som i 2019. Basert på disse funnene kan man konkludere med at miljøforholdene ser ut til å ha vært stabile ved denne stasjonen fra 2015 til 2019.

Helhetlig sett viser denne undersøkelsen jevnt over gode forhold i det marine bunnmiljøet i påvirkningssonen ved lokalitet Isbergan. Noe påvirkning er likevel synlig gjennom tilstedeværelse av en del opportunistiske arter blant de mest dominerende artene ved flere av stasjonene, samt tilstedeværelse av en forurensningsindikator ved stasjon C1. Ved stasjon C4 havnet alle faunaindekser innen tilstandsklasse III eller dårligere, dette bør imidlertid ikke vektlegges i særlig grad, da fyllingsgraden i prøvegrabben var betydelig lavere enn kvalitetskravet i metodestandard. Man bør derfor tolke faunaresultatene ved C4 med varsomhet. At miljøforholdene ved stasjon C5 har holdt seg stabilt gode siden undersøkelsen i 2015 ses som et positivt tegn. Man kan således konkludere med at produksjonsregimet ved Isbergan synes å være innenfor lokalitetens bæreevne.

Basert på erfaringene med tradisjonell bløtbunnsprøvetaking ved denne lokaliteten, både ved denne undersøkelsen, men også ved tidligere undersøkelser ved lokaliteten etter samme metodikk, synes det klart at man bør vurdere en alternativ metodikk for å overvåke miljøforholdene i dette området. Alternativt kan overvåkingsstasjonene som ligger lengst ute i fjorden videreføres med prøvetaking med Van Veen-grabb, mens området nærmere anlegget kan overvåkes med en alternativ metode.

Både ytre sonen og overgangssonen ved Isbergan er klassifisert til å være god. Undersøkelsesfrekvensen videre skal derfor være mellom hver tredje produksjonssyklus (jamfør **Tabell 9**).

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.
- Hach Company (2014) User Manual gel filled ORP/Redox Probe: Model MTC10101, MTC10103, MTC10105, MTC10110, MTC10115 or MTC10130. doc022.53.80033. Edition 4.
- Hurlbert, S. N. (1971) The non-concept of the species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* **52**:577-586.
- Klykken, C., Carlsen, P. (2019) B-undersøkelse ved Isbergan i Meløy kommune, Glomfjord. August 2019. Rapportnummer 217-8-19B, levert av Aqua Kompetanse AS.
- Miljødirektoratet (2019) Presisering av standard NS9410:2016. Utgitt 24.04.2019.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. (1997) Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veileder 97:03.
- Norsk Standard 5667-19 (2004). Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667:2004). Standard Norge. NS-EN ISO 5667-19: 2004.
- Norsk Standard 16665 (2013) Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665: 2014). Standard Norge. NS-EN ISO 16665:2013.
- Norsk standard 9410 (2016) Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. NS 9410:2016.
- Ottesen, K. (2009) C-undersøkelse lokalitet Isbergan september 2009. Rapport levert av Helgeland Havbruksstasjon 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.
- Sivertsen, K., Hagen, L. (2019) Vannstrømmåling ved Isbergan, Meløy, juni – august 2019. Rapportnummer 194-7-19S, 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.

Velvin, R. (2015) Bløtbunnundersøkelse ved lokaliteten Isbergan, 2015. Rapport levert av Akvaplan-niva AS.

Vedlegg A – Bilder av sediment



Figur A-1: Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av sand, skjellsand og grus. Prøven hadde en pelittandel på 74,0% (se kjemirapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-2: Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av leire, sand og skjellsand. Prøven hadde en pelittandel på 96,8% (se kjemirapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-3: Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av leire, sand og skjellsand. Det ble ikke utført kjemianalyser ved denne stasjonen. Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur A-4: Bilde av sedimentet ved C5. Sedimentet besto av leire, sand, og skjellsand. Prøven hadde en pelittandel på 94,5% (se kjemirapport i **Vedlegg C**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



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

Meløy kommune, mai 2019



STIM Miljø Rapport 16-2019



STIM Miljø Bergen



| | |
|--|---------------------------------------|
| Tittel: Bunndyrsanalyser i forbindelse med en kombinert C- og ASC-undersøkelse ved lokalitet Isbergan 2019, Meløy kommune, mai 2019 | |
| Forfatter: Ragni Torvanger | Rapport nr.: 16-2019 |
| Prosjektleder: Ragni Torvanger | Dato rapport: 5.nov 2019 |
| Oppdragsgiver: Aqua Kompetanse AS | Antall sider inkl. vedlegg: 21 |
| Konfidensiell: Nei | Prosjektnummer: 1471 |

Aktiviteter utført av STIM Miljø Bergen

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

Resultatene gjelder prøvene slik disse ble mottatt

| | | |
|---|---------------------------|---------------------|
| Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger | Dato 05.11.2019 | Signatur |
| Prosjektansvarlig | Dato 05.11.2019 | Signatur |

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

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



Innhold

| | |
|--|----|
| 1. FORORD..... | 3 |
| 2. MATERIALE OG METODE..... | 3 |
| 2.1. Avvik..... | 3 |
| 3. RESULTAT OG DISKUSJON | 4 |
| 3.1. Bunndyr..... | 4 |
| 4. SAMMENDRAG | 10 |
| 5. LITTERATUR | 11 |
| 6. VEDLEGG..... | 12 |
| Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser | 12 |
| Vedlegg 2 - Dataanalyse | 14 |
| Vedlegg 3 – Prøverapport bunnfauna | 18 |
| Vedlegg 4 - Geometriske klasser | 18 |



1. FORORD

STIM Miljø Bergen er akkreditert av Norsk Akkreditering for blant annet prøvetaking, taksonomisk analyse, samt faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157. STIM Miljø Bergen har på oppdrag fra Aqua Kompetanse AS utført bunndyrssortering, indentifisering av bunndyr, samt utført dataanalyser på prøver fra lokalitet ISBERGAN i Meløy kommune. Lokaliteten er plassert i Økoregion Norskehavet Sør (H) og Vanntype Beskyttet kyst/fjord (1-3). Aqua Kompetanse AS har gjennomført prøveinnsamlingen i felt. Resultatene inngår i Aqua Kompetanse AS sin rapportering fra en kombinert ASC/C-undersøkelse ved lokaliteten.

Resultatene gjelder prøvene slik de ble mottatt.

2. MATERIALE OG METODE

Det er innsamlet prøver fra lokaliteten av personell fra Aqua Kompetanse AS. Prøvene ble så sendt STIM Miljø Bergen. For opparbeiding og analyser er de til enhver tid gjeldende standarder benyttet. Metodikk, analyser og klassifiseringssystemer er beskrevet i Vedlegg 1 og 2. Plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1.

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

| Stasjon | Posisjon | Dato | Dyp (m) | Antall hugg til faunaanalyse |
|-----------------------------------|----------------------------|------------|---------|------------------------------|
| C1/ASC1 (innenfor AZE) | 66°48.900 N 13°40.372 Ø | 21.05.2019 | 188 | 2 |
| C2/ASC ref (ASC-referansestasjon) | 66°49.021 N 13°39.803 Ø | 22.05.2019 | 363 | 2 |
| C4/ASC3 (Utenfor AZE)* | 66°48.956 N 13°41.226 Ø | 21.05.2019 | 193 | 1 (hardbunn) |
| C3* | 66°49.066 N 13°40.791 Ø | 23.05.2019 | 360 | 1 |
| C5/ASC4 (utenfor AZE) | 66°49.066 N 13°40.791 Ø | 22.05.2019 | 360 | 2 |

*avvik knyttet til stasjonene mtp antall hugg (kun 1 av 2)

2.1. Avvik

- Avvik mtp antall hugg pr stasjon på stasjon C3 og C4/ASC3 iht. NS9410:2016.



3. RESULTAT OG DISKUSJON

3.1. Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er presentert i Tabell 3-1 til Tabell 3-6, Figur 3-1 og Figur 3-2, samt i Vedlegg 3 og 4. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten på undersøkelsestidspunktet. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

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

På grunnlag av artsantall (mer enn 20 arter) og faunasammensetning (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 ISBERGAN, MAI 2019. Hvert grabbhugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². Antall individer og arter er vist for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for stasjonen. Miljøtilstand ved stasjonen er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, i henhold til NS9410:2016. Miljøtilstand er markert med fargekoder.

| Stasjon | Hugg | Arter | Individer | MT |
|----------------|------|-------|-----------|----|
| C1/ASC1 (2019) | 1 | 29 | 2834 | |
| | 2 | 30 | 2564 | |
| | Sum | 41 | 5398 | 1 |

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

Tabell 3-2 De ti mest tallrike artene fra prøvene ved stasjonen ved lokalitet ISBERGAN, MAI 2019. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen. Prøveareal er lik 0,2 m². AMBI/NSI Ecological group er vist til høyre i tabellen. I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensingsindikatorart. N.a.= ikke tildelt AMBI/NSI EG verdi.

| C1/ASC1 | Antall individer | % | Kum. % | NSI EG | AMBI EG |
|--------------------------------|------------------|------|--------|--------|---------|
| <i>Capitella capitata</i> | 3469 | 64,3 | 64,3 | V | V |
| <i>Raricirrus beryli</i> | 1281 | 23,7 | 88,0 | n.a. | n.a. |
| <i>Thyasira gouldi</i> | 243 | 4,5 | 92,5 | IV | I |
| <i>Prionospio plumosa</i> | 154 | 2,9 | 95,4 | n.a. | n.a. |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 60 | 1,1 | 96,5 | III | III |
| <i>Thyasira sarsii</i> | 26 | 0,5 | 96,9 | IV | III |
| <i>Prionospio cirrifera</i> | 24 | 0,4 | 97,4 | III | IV |
| <i>Naineris quadricuspida</i> | 20 | 0,4 | 97,8 | n.a. | I |
| <i>Macoma calcarea</i> | 16 | 0,3 | 98,1 | IV | II |
| <i>Chaetozone sp.</i> | 13 | 0,2 | 98,3 | III | IV |



Stasjonene C2/ASC ref, C3 og C5/ASC4 klassifiseres til tilstandsklasse II – God iht. Veileder 02:2018. Pooling av stasjoner i overgangssonen gir også Tilstandsklasse II – God. Stasjon C4/ASC3 klassifiseres til tilstand IV – Dårlig.

Samlet klassifisering for lokaliteten ISBERGAN er Tilstandsklasse II – God basert på resultater fra overgangssonen.

Tabell 3-3 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved samtlige stasjoner ved lokalitet ISBERGAN, MAI 2019. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². med unntak av stasjon C3 og C4/ASC3 der det kun er ett hugg pr. stasjon. Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQ1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhugg) og totalt for stasjonen. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 ved bruk av snitt av nEQR-verdier på huggnivå. Tilstandsklasser er markert med fargekoder.

| Stasjon | Hugg | Arter | Individer | NQ1 | H' | ES100 | ISI2012 | NSI | AMBI | TK |
|---|-----------|-------|-----------|------|------|-------|---------|------|-------|-------|
| C1/ASC1 (2019) | 1 | 29 | 2834 | 0,42 | 1,00 | 7 | 8 | 8 | 5,13 | |
| | 2 | 30 | 2564 | 0,46 | 1,78 | 8 | 7 | 9 | 4,82 | |
| | Sum | 41 | 5398 | 0,45 | 1,65 | 8 | 8 | 8 | 5,04 | |
| | Snitt | 30 | 2699 | 0,44 | 1,39 | 8 | 7 | 9 | 4,98 | |
| | nEQRsnitt | | | | 0,34 | 0,31 | 0,33 | 0,56 | 0,17 | |
| C2/ASC ref (2019) | 1 | 32 | 488 | 0,71 | 3,41 | 17 | 9 | 22 | 1,97 | |
| | 2 | 29 | 440 | 0,69 | 3,37 | 17 | 9 | 23 | 2,24 | |
| | Sum | 40 | 928 | 0,71 | 3,44 | 17 | 10 | 22 | 2,09 | |
| | Snitt | 31 | 464 | 0,70 | 3,39 | 17 | 9 | 22 | 2,10 | |
| | nEQRsnitt | | | | 0,75 | 0,72 | 0,63 | 0,83 | 0,70 | |
| C3 (2019)* | 1/Sum | 43 | 624 | 0,72 | 3,67 | 21 | 10 | 22 | 2,08 | |
| | nEQRsnitt | | | | 0,80 | 0,79 | 1 | 1 | | 0,775 |
| C4/ASC3 (2019)* | 1/Sum | 15 | 122 | 0,40 | 1,76 | 13 | 7 | 10 | 5,43 | |
| | nEQRsnitt | | | | 0,29 | 0,39 | 0,52 | 0,55 | 0,196 | 0,390 |
| C5/ASC4 (2019) | 1 | 31 | 443 | 0,74 | 3,22 | 17 | 9 | 22 | 1,48 | |
| | 2 | 34 | 469 | 0,76 | 3,39 | 19 | 9 | 22 | 1,40 | |
| | Sum | 37 | 912 | 0,75 | 3,34 | 18 | 9 | 22 | 1,44 | |
| | Snitt | 33 | 456 | 0,75 | 3,31 | 18 | 9 | 22 | 1,44 | |
| | nEQRsnitt | | | | 0,83 | 0,70 | 0,65 | 0,82 | 0,69 | |
| C3, C4, C5 (overgangssonen) | Sum | 64 | 1658 | 0,74 | 3,80 | 21 | 10 | 21 | 2,00 | |
| | Snitt | 31 | 415 | 0,65 | 3,01 | 17 | 9 | 19 | 2,60 | |
| | nEQRsnitt | | | | 0,64 | 0,63 | 0,64 | 0,73 | 0,53 | 0,634 |
| *avvik mtp. antall hugg. Se avsnitt for avvik. | | | | | | | | | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> I - Svært god II - God III - Moderat IV - Dårlig V - Svært dårlig </div> | | | | | | | | | | |



Tabell 3-4 De ti mest tallrike artene på stasjoner ved lokalitet ISBERGAN, MAI 2019. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen. Prøveareal er lik 0,2 m² på C2/ASC ref og C5/ASC4, og 0,1m² på øvrige stasjoner. AMBI/NSI Ecological group er vist til høyre i tabellen. I = sensitiv, II = nøytral, III = tolerant, IV = opportunistisk og V = forurensingsindikatorart. N.a.= ikke tildelt AMBI/NSI EG verdi.

| C2/ASC ref | Antall individer | % | Kum. % | NSI EG | AMBI EG |
|---------------------------------|------------------|------|--------|--------|---------|
| <i>Parathyasira equalis</i> | 196 | 21,1 | 21,1 | III | III |
| <i>Oenonidae</i> | 169 | 18,2 | 39,3 | n.a. | n.a. |
| <i>Kelliella miliaris</i> | 148 | 15,9 | 55,3 | III | I |
| <i>Aphelochaeta sp.</i> | 131 | 14,1 | 69,4 | II | IV |
| <i>Lumbrineris sp.</i> | 73 | 7,9 | 77,3 | II | II |
| <i>Spiochaetopterus typicus</i> | 49 | 5,3 | 82,5 | IV | III |
| <i>Amphilepis norvegica</i> | 26 | 2,8 | 85,3 | II | I |
| <i>Caudofoveata</i> | 20 | 2,2 | 87,5 | II | n.a. |
| <i>Nucula tumidula</i> | 18 | 1,9 | 89,4 | II | I |
| <i>Eriopisa elongata</i> | 12 | 1,3 | 90,7 | II | I |

| C3* | Antall individer | % | Kum. % | NSI EG | AMBI EG |
|---------------------------------|------------------|------|--------|--------|---------|
| <i>Parathyasira equalis</i> | 200 | 32,1 | 32,1 | III | III |
| <i>Kelliella miliaris</i> | 76 | 12,2 | 44,2 | III | I |
| <i>Aphelochaeta sp.</i> | 56 | 9,0 | 53,2 | II | IV |
| <i>Oenonidae</i> | 50 | 8,0 | 61,2 | n.a. | n.a. |
| <i>Lumbrineris sp.</i> | 41 | 6,6 | 67,8 | II | II |
| <i>Amphilepis norvegica</i> | 36 | 5,8 | 73,6 | II | I |
| <i>Spiochaetopterus typicus</i> | 27 | 4,3 | 77,9 | IV | III |
| <i>Nucula tumidula</i> | 17 | 2,7 | 80,6 | II | I |
| <i>Melinna cristata</i> | 12 | 1,9 | 82,5 | II | III |
| <i>Yoldiella nana</i> | 9 | 1,4 | 84,0 | III | I |
| <i>Caudofoveata</i> | 9 | 1,4 | 85,4 | II | n.a. |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 9 | 1,4 | 86,9 | IV | IV |
| <i>Nephtys hystricis</i> | 9 | 1,4 | 88,3 | II | II |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 9 | 1,4 | 89,7 | III | III |
| <i>Pholoe pallida</i> | 9 | 1,4 | 91,2 | I | I |

*avvik mtp antall hugg

| C4/ASC3* | Antall individer | % | Kum. % | NSI EG | AMBI EG |
|--------------------------------|------------------|------|--------|--------|---------|
| <i>Capitella capitata</i> | 85 | 69,7 | 69,7 | V | V |
| <i>Cirratulus cirratus</i> | 17 | 13,9 | 83,6 | IV | IV |
| <i>Raricirrus beryli</i> | 4 | 3,3 | 86,9 | n.a. | n.a. |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 3 | 2,5 | 89,3 | IV | IV |
| <i>Exogone sp.</i> | 2 | 1,6 | 91,0 | II | II |
| <i>Polycirrus sp.</i> | 2 | 1,6 | 92,6 | I | IV |
| <i>Macoma calcarea</i> | 1 | 0,8 | 93,4 | IV | II |
| <i>Mytilus edulis</i> | 1 | 0,8 | 94,3 | IV | III |
| <i>Parathyasira equalis</i> | 1 | 0,8 | 95,1 | III | III |
| <i>Naineris quadricuspida</i> | 1 | 0,8 | 95,9 | n.a. | I |
| <i>Nereimyra woodsholea</i> | 1 | 0,8 | 96,7 | n.a. | III |
| <i>Ophryotrocha lobifera</i> | 1 | 0,8 | 97,5 | n.a. | IV |
| <i>Scalibregmatidae</i> | 1 | 0,8 | 98,4 | I | n.a. |
| <i>Syllidae</i> | 1 | 0,8 | 99,2 | II | n.a. |
| <i>Terebellidae</i> | 1 | 0,8 | 100 | I | n.a. |

*avvik mtp antall hugg



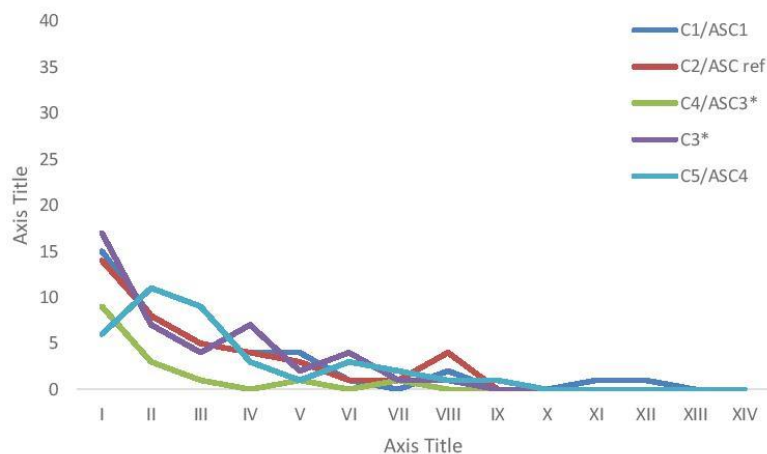
| C5/ASC4 | Antall individer | % | Kum. % | NSI EG | AMBI EG |
|---------------------------------|------------------|------|--------|--------|---------|
| <i>Kelliella miliaris</i> | 302 | 33,1 | 33,1 | III | I |
| <i>Parathyasira equalis</i> | 159 | 17,4 | 50,5 | III | III |
| <i>Oeonidae</i> | 102 | 11,2 | 61,7 | n.a. | n.a. |
| <i>Aphelochaeta sp.</i> | 71 | 7,8 | 69,5 | II | IV |
| <i>Lumbrineris sp.</i> | 59 | 6,5 | 76,0 | II | II |
| <i>Spiochaetopterus typicus</i> | 43 | 4,7 | 80,7 | IV | III |
| <i>Amphilepis norvegica</i> | 37 | 4,1 | 84,8 | II | I |
| <i>Caudofoveata</i> | 18 | 2,0 | 86,7 | II | n.a. |
| <i>Nucula tumidula</i> | 14 | 1,5 | 88,3 | II | I |
| <i>Pholoe pallida</i> | 14 | 1,5 | 89,8 | I | I |

Tabell 3-15. Oversikt over antall arter og individer med mer enn 100 individer pr m² samt AMBI økologisk gruppe for stasjoner innenfor AZE.

| Stasjon | Art | Antall individer pr 0,2m ² | Antall individer pr m ² | AMBI EG |
|---------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------|
| C1/ASC1 | <i>Capitella capitata</i> | 3469 | 17345 | V |
| | <i>Raricirrus beryli</i> | 1281 | 6405 | n.a. |
| | <i>Thyasira gouldi</i> | 243 | 1215 | I |
| | <i>Prionospio plumosa</i> | 154 | 770 | n.a. |
| | <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 60 | 300 | III |
| | <i>Thyasira sarsii</i> | 26 | 130 | III |
| | <i>Prionospio cirrifera</i> | 24 | 120 | IV |
| | <i>Naineris quadricuspida</i> | 20 | 100 | I |
| | <i>Macoma calcarea</i> | 16 | 80 | II |
| | <i>Chaetozone sp.</i> | 13 | 65 | IV |

Geometriske klasser

Figur 3-1 viser en grafisk oversikt over fordelingen av arter på geometriske klasser. Høyt krysningspunkt på Y-aksen og fravær av knekker og sene topper på x-aksen i figuren indikerer en uforstyrret bunnfauna, og lave krysningspunkt, knekker og sene topper indikerer forstyrret bunnfauna. De sene toppene ved stasjonene C4/ASC3 og C1/ASC1 indikerer forstyrret bunnfauna.

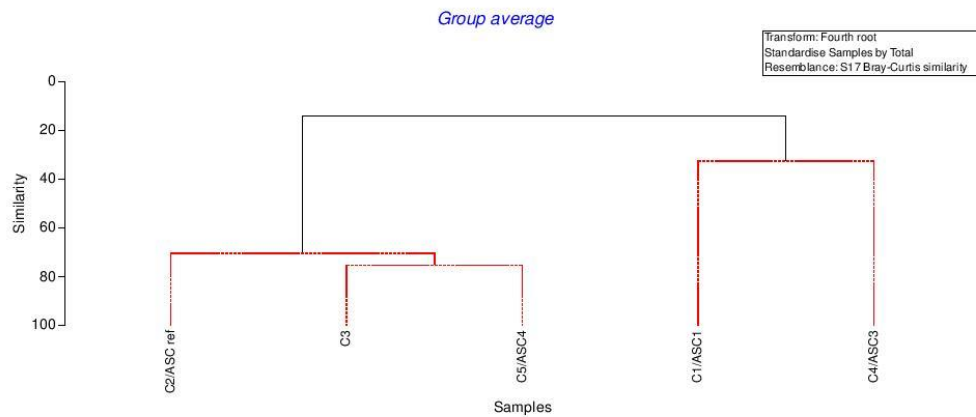


Figur 3-1 Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra lokalitet ISBERGAN, MAI 2019.*avvik mtp. antall hugg på stasjonen.



Cluster

De multivariate analysene (Figur 3-2) viser at stasjonene C2/ASC ref, C3 og C5/ASC4 har god faunalikhet (>70 %), og stasjonene C1/ASC1 og C4/ASC3 har lav faunalikhet med øvrige stasjoner (<20 %).



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

ASC-resultater

Resultater av bunnfaunaanalyser vurderes etter ASC-indikatorer og ASC-krav for bunnfauna gitt i ASC Salmon Standard v. 1.2 (2019). ASC-indikator 2.1.2 krever en Fauna index score for Shannon-Wiener index (H') som er >3 evt. en AMBI score $\leq 3,3$ og gjelder stasjoner utenfor AZE. Krav for ASC-indikator 2.1.2 var akseptabelt på referansestasjonen Ref, men ikke for stasjon Brem 3 og Brem 6.

ASC-indikator 2.1.3 krever to eller flere makrofauna taxa i sediment innenfor AZE som har mer enn 100 individer pr. art pr. m^2 og som i tillegg ikke er forurensingsindikatorarter iht. AMBI. Ved stasjon C3/ASC3 forekom alle arter på topp-ti listen med mer enn 100 individer pr. m^2 som ikke var forurensingsindikatorarter (AMBI).

Tabell 3-4-6. Resultatene vurdert mot krav i ASC Salmon Standard 1.2 (2019).

| Plassering | | Innenfor AZE | Utenfor AZE | | |
|---------------|---|--------------|-------------|---------------|----------|
| Stasjon | | C1/ASC1 | C2/ASCref | C4/ASC3 | C5/ASC4 |
| ASC-indikator | ASC krav | | | | |
| 2.1.2 | Fauna index score i sediment utenfor AZE tilsvarende $H' > 3$ eller AMBI score $\leq 3,3$ | | Godkjent | Ikke godkjent | Godkjent |
| 2.1.3 | To eller flere makrofauna taxa i sediment innenfor AZE som ikke er forurensingsindikatorarter (AMBI) og har mer enn 100 individer pr art pr m^2 | Godkjent | | | |



4. SAMMENDRAG

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsen ved lokalitet ISBERGAN, MAI 2019 kan sammenfattes slik:

- Tilstandsklassifisering iht. NS9410:2016 på stasjon C1 gir Miljøtilstand 1 – Meget god basert på antall individer og artssammensetning.
- Tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2018 ved stasjon C2/ASC ref, C3, C5/ASC4 gir tilstand II – God. Stasjon C4/ASC3 tilstands klassifiseres til IV – Dårlig. Pooling av stasjoner i overgangssonen gir tilstand II – God.
- Samlet tilstand for lokalitet ISBERGAN er II – God iht. NS9410:2016 basert på resultatene fra stasjon pooling av stasjoner C3, C4/ASC3 og C5/ASC4 (overgangssonen).
- ASC-indikator 2.1.2 godkjente stasjoner 2 av 3 iht. ASC Salmon Standard v.1.2 (2019)
- ASC-indikator 2.1.3 – godkjente stasjoner 1 av 1 iht. ASC Salmon Standard v.1.2 (2019)



5. LITTERATUR

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

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

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

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

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

Direktoratsgruppen vanndirektivet 20118. Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet. 360 s.

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

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

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

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

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

Standardforskrifter, Kvalitetshåndbok for STIM Miljø Bergen



6. VEDLEGG

1.1 Vedlegg 1 - Bunndyrsanalyser

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

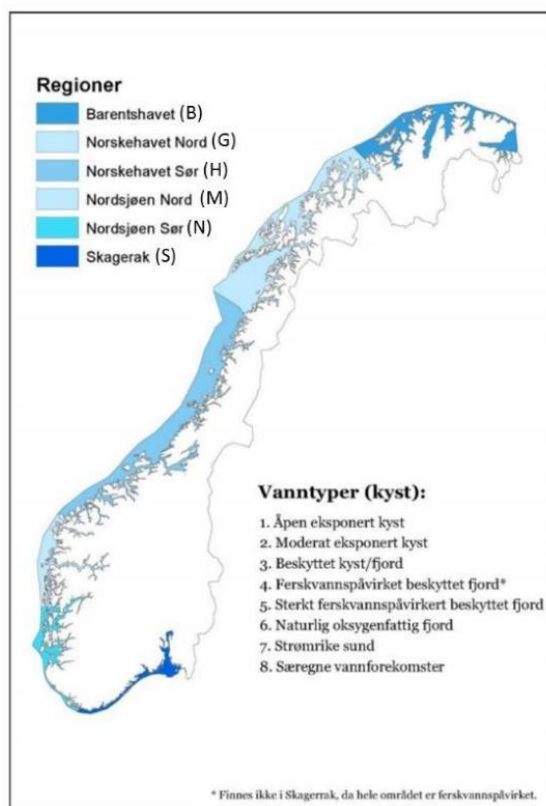
I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrs materialet oppbevares i STIM Miljø sine lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 år. Opparbeiding av det biologiske materialet utføres i samsvar med STIM Miljø avd. Bergen sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (**Vedlegg 3**). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i 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 bunndyrs materialet. 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 Direktorsgruppen Vanndirektivet gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder, 002:2018). Denne veilederen erstatter Veileder 2:2013 (revidert 2015) og på sikt de gjeldende SFT veilederne (TA 1467/1997 og TA 2229/2007). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2018 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{300}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQ1, ømfintlighets-indeksene NSI, ISI₂₀₁₂ 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 indeksenenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Vedleggstabell 3.

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

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





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

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

| Indeks | Vanntype H1-3 | | | | |
|---------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
| 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 |
| IS ₁₂₀₁₂ | 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 02:2018).

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



Vedlegg 2 - Dataanalyse

De fleste 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 bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I 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 imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA-1467/1997 og Veileder 02:2018).

Diversitet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved arts mangfoldet (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver, 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der: $p_i = n_i / N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

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

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

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI2012 (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

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

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S_{SI}} \right]$$

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

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

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

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



Sammensatte indekser

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

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2018 (Vedleggstabell 2). Grenseverdiene brukes for gjennomsnitt av grabbverdier.

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av 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.

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

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

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

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

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

1.1.1.1 Multivariate analyser

For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

1.1.1.2 Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS)) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperes seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment. For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulike prøver. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis, 1957) gitt i % som:

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

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:

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

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



Litteratur

- Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet. 360 s.
- 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, Versjon: 16

Vedlegg SF-505 Prøverapport taksonomisk analyse bløtbunnsfauna

STIM Miljø

Prosess Test 157 / Rapportering / Rapportering

Dokumentkategori Vedlegg

Godkjent dato 23.09.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)

Endret dato 23.09.2019 (Silje Hadler-Jacobsen)



STIM Miljø Bergen

Thormøhlensgate 55, 5005 Bergen
miljo.bergen@stim.no

Prøverapport Taksonomisk analyse – Bløtbunnsfauna

| | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--|---------------|
| Prosjekt nr.: | 1471 | Dato for prøvetaking: | 21-23.05.2019 |
| Oppdragsgiver: | Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger | | |
| Prøvetakssted: | Isbergan, Meløy kommune | Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: | - |
| Ansvarlig for prøvetaking: | Aqua Kompetanse AS | | |

| | 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 | Morten Stokkan |
|-----------------------------------|---------------|------------|----------------|

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 2 sider.

Prøverapport godkjent av:

Dato: 04.11.2019

1/1



Side 18 av 21

Prøverapport Isbergan 2019, s. 1/2

| Station | C1/ASC1 | C1/ASC1 | C2/ASC ref | C2/ASC ref | C4/ASC3 | C3 | C5/ASC4 | C5/ASC4 |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Date | 21.05.2019 | 21.05.2019 | 22.05.2019 | 22.05.2019 | 21.05.2019 | 23.05.2019 | 22.05.2019 | 22.05.2019 |
| Depth (m) | 166 | 188 | 363 | 363 | 193 | 360 | 360 | 360 |
| Sample | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| ANPHIPODA | | | | | | | | |
| <i>Eriopisa elongata</i> | | | 5 | 7 | | 4 | 2 | 10 |
| <i>Synchelidium intermedium</i> | | | | 1 | | | | |
| ANTHOZOA | | | | | | | | |
| <i>Edwardsia</i> sp. | | | | | | 1 | | |
| <i>Pararhynchia</i> sp. | | | | 1 | | | | |
| ASCIDIACEA | | | | | | | | |
| <i>Unicirata</i> | 1 | | | | | | | |
| BIVALVIA | | | | | | | | |
| <i>Abra nitida</i> | 2 | 10 | 2 | 1 | | 4/2 | 4/1 | 2 |
| <i>Adontorhina similis</i> | | | 2 | 4 | | 5 | 1 | 2 |
| <i>Astarte sulcata</i> | 3 | | | | | | | |
| <i>Cuspidaria cuspidata</i> | | | | 1 | | 1 | | |
| <i>Cuspidaria lamellosa</i> | | | | | | | 4 | 1 |
| <i>Ennucula corticata</i> | | | | | | 2 | | |
| <i>Hiatella</i> sp. | 2/1 | | | | | | | |
| <i>Kaliella militaris</i> | | | 92 | 56 | | 76 | 149 | 153 |
| <i>Macoma calcarea</i> | 4/1 | 5/5 | | | 1 | | | |
| <i>Mya</i> sp. | | 0/1 | | | | | | |
| <i>Mytilus edulis</i> | | | | | 0/1 | | | |
| <i>Nucula nucleus</i> | 1 | | | | | | | |
| <i>Nucula tumidula</i> | | | 9/1 | 6/2 | | 15/2 | 5/3 | 4/2 |
| <i>Parathyrisa equalis</i> | | 1 | 86/20 | 88/2 | 1 | 179/21 | 72/8 | 75/4 |
| <i>Parvicanthum minimum</i> | | | | | | 1 | 1 | |
| <i>Thyasira gouldi</i> | 77/2 | 150/5 | | | | | | |
| <i>Thyasira sarsii</i> | 17 | 9 | 1 | 1 | | | 1 | 2 |
| <i>Tropidomya abbreviata</i> | | | | | | | 1 | 1 |
| <i>Voldiella lucica</i> | | | 6 | 3 | | 3 | 4 | 3 |
| <i>Voldiella nana</i> | | | | 4 | | 9 | | 6 |
| BRYOZOA | | | | | | | | |
| * <i>Bryozoa grenet</i> | + | | | | | | | |
| CAUDOPHOREATA | | | | | | | | |
| <i>Caudophoresis</i> | | | 8 | 12 | | 9 | 8 | 10 |
| CHAETOGNATHIA | | | | | | | | |
| * <i>Chaetognathia</i> | 1 | | 1 | 3 | | | | 1 |
| COPEPODA | | | | | | | | |
| * <i>Calanus finmarchicus</i> | 57 | 46 | 135 | 188 | 3 | 28 | 26 | 19 |
| * <i>Copepoda</i> | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| * <i>Metricula</i> sp. | 11 | 5 | 8 | 6 | | 1 | | 2 |
| * <i>Paracuchaeta norvegica</i> | | | | | | | 2 | 1 |
| DECAPODA | | | | | | | | |
| Decapod larver | | 0/1 | | | | | | |
| EUPHAUSIACEA | | | | | | | | |
| * <i>Euphausiacea</i> | 2 | | | | | | | |
| GASTROPODA | | | | | | | | |
| <i>Haliella stenostoma</i> | | | 1 | | | | | |
| <i>Laua quadrata</i> | 1/2 | | | | | | | |
| <i>Philine aperta</i> | 0/3 | | | | | | | |
| <i>Staphyler licitarius</i> | | | | | | 0/1 | | |
| HYDROZOA | | | | | | | | |
| * <i>Hydrozoa</i> | + | + | + | | | | | |
| MYSIDA | | | | | | | | |
| Mysidae | 2 | | | | | 1 | | 1 |
| NEMATODA | | | | | | | | |
| * <i>Nematoda</i> | 643 | 117 | | 1 | 1 | | 1 | |
| NEMERTEA | | | | | | | | |
| * <i>Nemertea</i> | | | | 7 | | 10 | | 2 |
| OPHURIIDEA | | | | | | | | |
| <i>Amphilepis norvegica</i> | | | 13/1 | 11/1 | | 36 | 16 | 21 |
| <i>Amphiprionis squemata</i> | | | | | | 1 | | |
| <i>Ophiuroidea</i> | 0/1 | | | | | | | |
| POLYCHAETA | | | | | | | | |
| <i>Amoena trilobata</i> | | | | | | | 1 | 1 |
| <i>Amphitere obtusirostrata</i> | | | 1 | | | | | 1 |
| <i>Amphitere auricoma</i> | | | | | | 1 | | 1 |
| <i>Aphrodacnia</i> sp. | 2 | 6 | 62 | 69 | | 56 | 31 | 40 |
| <i>Capitella capitata</i> | 2436 | 1013 | | | 85 | | | |
| <i>Ceratocephale loveni</i> | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| <i>Chaetozona</i> sp. | 8 | 5 | | | | 2 | 1 | |
| <i>Cirratulus cirratus</i> | 1 | 1 | | | 17 | | | |
| <i>Diplosicaria glauca</i> | | | 5 | 3 | | 6 | 1 | 2 |
| <i>Eteone</i> sp. | | 2 | | | | | | |



Prøverapport Isbergan 2019, s. 2/2

| Station | C1/ASC1 | C1/ASC1 | C2/ASC ref | C2/ASC ref | C4/ASC3 | C3 | C5/ASC4 | C5/ASC4 |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Date | 21.05.2019 | 21.05.2019 | 22.05.2019 | 22.05.2019 | 21.05.2019 | 23.05.2019 | 22.05.2019 | 22.05.2019 |
| Depth (m) | 188 | 188 | 363 | 363 | 193 | 360 | 360 | 360 |
| Sample | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Eurida luckmannii | 1 | | | | | | | |
| Eragone sp. | | | | | 2 | | | |
| Glyphohesione klatti | | | 1 | | | | | |
| Harmothoe sp. | | | | 1 | | | | |
| Ieteromastus filiformis | | 1 | 5 | 5 | 3 | 9 | 2 | 3 |
| Irwinsonia granitic | | | 7 | | | 1 | | |
| Lumbricris sp. | 5 | 4 | 42 | 31 | | 41 | 32 | 27 |
| Maldanidae | | | | | | 7 | 7 | 7 |
| Melinna cristata | | | 1 | 1 | | 12 | 2 | 3 |
| Melinna elisabethae | | | | | | 1 | | |
| Microphthalmus sp. | | 5 | | | | | | |
| Neolaima tetragona | 11 | 9 | | | 1 | | | |
| Nephtys sp. | | | 1 | | | 1 | 1 | 2 |
| Nephtys hystrix | 1 | | | 2/2 | | 9 | 3 | 1/1 |
| Nephtys incisa | | | 1/2 | | | | | |
| Nephtys paradox | | | | | | 1 | | |
| Nereis paraclada | | 1 | | | | | | |
| Nereis woodsholea | 4 | 3 | | | 1 | | | |
| Nicomache sp. | | | | | | 1 | | |
| Notomastus latericus | | | | | | 3 | 2 | 2 |
| Ononidae | 2 | 4 | 75 | 94 | | 50 | 50 | 52 |
| Ophelina acuminata | | | | | | 1 | | 7 |
| Ophelina norvegica | | | 2 | | | | | |
| Ophryotrocha sp. | | 1 | | | | | | |
| Ophryotrocha lobifera | | | | | 1 | | | |
| Oritia sp. | | | 4 | 1 | | | | |
| Paramephimome jeffreysii | 55 | 4 | 1 | | | 9 | 1 | 1 |
| Pherusa plumosa | | | | 1 | | | | |
| Pholoe baltica | 1 | 1 | | | | | | |
| Pholoe pullida | | | 3 | 4 | | 9 | 3 | 11 |
| Phylo norvegicus | | | 1 | 1 | | 2/1 | 1 | 2 |
| Psila cristata | | | | | | 1 | | |
| Polycirrus sp. | | | | | 2 | | | |
| Prionospio cirrifera | 5 | 19 | | | | | | |
| Prionospio plumosa | 95 | 58 | | | | | | |
| Psamathe fusca | | 1 | | | | | | |
| Raizocirrus beryi | 50 | 1221 | | | 4 | | | |
| Rhodine sp. | | | | 1 | | 1 | | |
| Sabellidae | | | | | | 1 | | |
| Scalibregmatidae | | | | | 1 | | | |
| Scoloplos armiger | 1 | | | | | | | |
| Spiochaetopterus typicus | | 1 | 27 | 22 | | 27 | 27 | 15 |
| Streblosoma intestinale | | | | | | 2 | | |
| Syllidae | 4 | 2 | | | 1 | | | |
| Terebellidae | | | | | 1 | | | |
| Tharyx killarjensis | | 4 | | 1 | | | | |
| POLYCHAETA | | | | | | | | |
| * Polychaeta | 4 | 4 | | | | | | |
| SCAPHOPODA | | | | | | | | |
| Enallina tetragona | | | 1 | | | | | 1 |
| SIFUNCULIDEA | | | | | | | | |
| Onchasinoma steenstrupii steenstrupii | | | 2 | | | | | |
| Sipuncula | | | | | | 1 | | |
| VARIA | | | | | | | | |
| * Varia | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| VERTEBRATA | | | | | | | | |
| * Fiskeegg | 8 | 1 | 8 | 7 | | 3 | 20 | 9 |

Vedlegg 4 - Geometriske klasser

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

| Geometriske klasser | C1/ASC1 | C2/ASC ref | C4/ASC3 | C3 | C5/ASC4 |
|---------------------|---------|------------|---------|----|---------|
| I | 15 | 14 | 9 | 17 | 6 |
| II | 8 | 8 | 3 | 7 | 11 |
| III | 5 | 5 | 1 | 4 | 9 |
| IV | 4 | 4 | 0 | 7 | 3 |
| V | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| VI | 1 | 1 | 0 | 4 | 3 |
| VII | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| VIII | 2 | 4 | 0 | 1 | 1 |
| IX | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XI | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XII | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XIII | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XIV | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |





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

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

www.STIM.no

Vedlegg C – Eurofins Miljøanalyse AS rapport



Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger
Attn: Vidar Strøm

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

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

AR-19-MM-056197-01

EUNOMO-00232158

Prøvemottak: 03.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 03.07.2019-05.08.2019
Prosjekt
Referanse: 105-4-19C/107-4-19ASC
Isbergan, Aqua komp

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

Prosjekt 105-4-19C/107-4-19ASC Isbergan, Aqua kompetanse AS

| Prøvenr.: | 439-2019-07030175 | Prøvetakingsdato: | 01.07.2019 | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|-----|---|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | C1/ASC1 Kjemi | Analysestartdato: | 03.07.2019 | | |
| Analyse | Resultat | Enhet | LOQ | MU | Metode |
| b) Kobber (Cu) | 55 | mg/kg TS | 0.5 | 25% | EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1 |
| b) Total tørrstoff glødetap | 9.7 | % TS | 0.1 | 10% | EN 12879 (S3a): 2001-02 |
| b) Tørrstoff | | | | | |
| b) Total tørrstoff | 43.7 | % | 0.1 | 10% | EN 12880: 2001-02 |
| a) Total nitrogen - Kjeldahl | | | | | |
| a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM) | 5.3 | g/kg TS | 0.5 | 18% | EN 13342, Internal Method (Soil) |
| a) Totalt organisk karbon (TOC) | 38100 | mg/kg TS | 1000 | 20% | NF EN 13137 (October 2001 repealed) |

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,
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

Moss 05.08.2019

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kjemitekniker

Teignforklaring:

* 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

AR-19-MM-056198-01

EUNOMO-00232158

Prøvemottak: 03.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 03.07.2019-05.08.2019
Referanse: Prosjekt
105-4-19C/107-4-19ASC
Isbergan, Aqua komp

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

Prosjekt 105-4-19C/107-4-19ASC Isbergan, Aqua kompetanse AS

| Prøvenr.: | 439-2019-07030176 | Prøvetakingsdato: | 01.07.2019 | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|---------------|----|-------------------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | C1/ASC1 | Analysestartdato: | 03.07.2019 | | |
| | Geologi | | | | |
| Analyse | Resultat | Enhet | LOQ | MU | Metode |
| a) Kornstørrelse < 63 µm | 74.0 | % | 0.1 | | Internal Method 6 |
| a) Kornstørrelse <2 µm | 4.3 | % 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,

Moss 05.08.2019



Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

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

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

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

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

Side 1 av 1

AR-001 v.159

Aqua Kompetanse AS
 Storlavika 7
 7770 Flatanger
 Attn: Vidar Strøm

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

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

AR-19-MM-056199-01

EUNOMO-00232158

Prøvemottak: 03.07.2019
 Temperatur:
 Analyseperiode: 03.07.2019-05.08.2019
 Referanse: Prosjekt
 105-4-19C/107-4-19ASC
 Isbergan, Aqua komp

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

Prosjekt 105-4-19C/107-4-19ASC Isbergan, Aqua kompetanse AS

| | | | |
|----------------|---------------------|-------------------|---------------|
| Prøvenr.: | 439-2019-07030177 | Prøvetakingsdato: | 01.07.2019 |
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver |
| Prøvemerkning: | C2/ASC REF Kjemi | Analysestartdato: | 03.07.2019 |

| Analyse | Resultat | Enhet | LOQ | MU | Metode |
|-------------------------------------|----------|----------|------|-----|--|
| b) Total tørrstoff glødetap | 11.2 | % TS | 0.1 | 10% | EN 12879 (S3a): 2001-02 |
| b) Tørrstoff | | | | | |
| b) Total tørrstoff | 33.8 | % | 0.1 | 10% | EN 12880: 2001-02 |
| a) Total nitrogen - Kjeldahl | | | | | |
| a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM) | 4.4 | g/kg TS | 0.5 | 18% | EN 13342, Internal Method (Soil) |
| a) Totalt organisk karbon (TOC) | 32000 | mg/kg TS | 1000 | 20% | NF EN 13137 (October 2001 repealed) |

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Moss 05.08.2019

Kjetil Sjaastad

 Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

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

AR-19-MM-056200-01
EUNOMO-00232158

Prøvemottak: 03.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 03.07.2019-05.08.2019
Referanse: Prosjekt
105-4-19C/107-4-19ASC
Isbergan, Aqua komp

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

Prosjekt 105-4-19C/107-4-19ASC Isbergan, Aqua kompetanse AS

| | | | |
|----------------|-----------------------|-------------------|---------------|
| Prøvenr.: | 439-2019-07030178 | Prøvetakingsdato: | 01.07.2019 |
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver |
| Prøvemerkning: | C2/ASC REF Geologi | Analysestartdato: | 03.07.2019 |

| Analyse | Resultat | Enhet | LOQ | MU | Metode |
|--------------------------|----------|-------|-----|----|-------------------|
| a) Kornstørrelse < 63 µm | 96.8 | % | 0.1 | | Internal Method 6 |
| a) Kornstørrelse < 2 µm | 6.4 | % 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,

Moss 05.08.2019


Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

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-19-MM-056201-01

EUNOMO-00232158

Prøvemottak: 03.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 03.07.2019-05.08.2019
Referanse: Prosjekt
105-4-19C/107-4-19ASC
Isbergan, Aqua komp

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

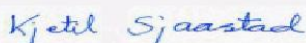
Prosjekt 105-4-19C/107-4-19ASC Isbergan, Aqua kompetanse AS

| Prøvenr.: | 439-2019-07030179 | Prøvetakingsdato: | 01.07.2019 | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|-----|--|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | C5/ASC4 Kjemi | Analysestartdato: | 03.07.2019 | | |
| Analyse | Resultat | Enhet | LOQ | MU | Metode |
| b) Total tørrstoff glødetap | 9.8 | % TS | 0.1 | 10% | EN 12879 (S3a): 2001-02 |
| b) Tørrstoff | | | | | |
| b) Total tørrstoff | 34.5 | % | 0.1 | 10% | EN 12880: 2001-02 |
| a) Total nitrogen - Kjeldahl | | | | | |
| a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM) | 4.4 | g/kg TS | 0.5 | 18% | EN 13342, Internal Method (Soil) |
| a) Totalt organisk karbon (TOC) | 28200 | mg/kg TS | 1000 | 20% | NF EN 13137 (October 2001 repealed) |

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Moss 05.08.2019



Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

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

AR-19-MM-056202-01
EUNOMO-00232158

Prøvemottak: 03.07.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 03.07.2019-05.08.2019
Referanse: Prosjekt
105-4-19C/107-4-19ASC
Isbergan, Aqua komp

ANALYSERAPPORT

Merknader prøveserie:

Prosjekt 105-4-19C/107-4-19ASC Isbergan, Aqua kompetanse AS

| | | | |
|----------------|--------------------|-------------------|---------------|
| Prøvenr.: | 439-2019-07030180 | Prøvetakingsdato: | 01.07.2019 |
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver |
| Prøvemerkning: | C5/ASC4 Geologi | Analysestartdato: | 03.07.2019 |

| Analyse | Resultat | Enhet | LOQ | MU | Metode |
|--------------------------|----------|-------|-----|----|-------------------|
| a) Kornstørrelse < 63 µm | 94.5 | % | 0.1 | | Internal Method 6 |
| a) Kornstørrelse < 2 µm | 6.1 | % 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,

Moss 05.08.2019


Kjetil Sjaastad

Kjemitekniker

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