



2019

## C-forundersøkelse ved Slåttvika i Nærøy kommune, juli 2018

Emilsen Fisk AS

2019

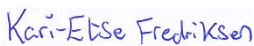
**Etter Norsk Standard NS 9410: 2016**

AQUA KOMPETANSE AS



Aqua Kompetanse AS  
 Storlavika 7  
 7770 Flatanger  
 Mobil: 905 16 947  
 E-post: post@aqua-kompetanse.no  
 Internett: www.aqua-kompetanse.no  
 Bankgiro: 4400.07.25541  
 Org. Nr.: 982 226 163



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                     |                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rapportens tittel:<br><b>C-forundersøkelse ved Slåttvika i Nærøy kommune, juli 2018</b><br>Forfatter: Kari-Elise Fredriksen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |                                                                                                                                |
| Feltdato: 12.07.2018<br>Toktleder: Kai-Erling Staven                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Rapportdato: 13.09.2019<br>Rapportnummer: 160-7-18C | Antall sider uten vedlegg: 19<br>Antall sider totalt: 54                                                                       |
| Oppdragsgiver: Emilsen Fisk AS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     | Kontaktperson: Per Anthonisen                                                                                                  |
| Lokalitet: Slåttvika                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Lokalitetsnummer: Ny lokalitet                      | Driftsleder: -                                                                                                                 |
| Koordinater: 64°54.472'N<br>11°50.628'Ø                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Fylke: Trøndelag<br>Kommune: Nærøy                  | Omsøkt MTB: 3120 tonn<br>Antall merder: –<br>Merdomkrets: –                                                                    |
| Bakgrunn for undersøkelse: Ny lokalitet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                     |                                                                                                                                |
| <b>Oppsummering:</b><br>Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert C-undersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2016. Akvaplan-niva har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte og uakkrediterte analyser av prøvematerialet. ALS Laboratory Group har utført akkrediterte kobberanalyser. Økologisk tilstand ved alle stasjoner ble tilstand I – svært god. Samtlige faunaindeksler ved alle stasjoner ga tilstandsklasse I – svært god, unntatt NSI som ble tilstandsklasse II – god. Den kjemiske undersøkelsen viser lave verdier for TOC, TOM, og C/N. N-TOC ble tilstand I – svært god på samtlige stasjoner. Kobber ved anleggssonestasjonen C1 ble tilstand II/III. Dette er den første C-undersøkelsen ved Slåttvika, og neste C-undersøkelse skal derfor utføres etter først produksjonssyklus. |                                                     |                                                                                                                                |
| Emneord: C-undersøkelse; forundersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     | ID 487-16<br>Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel                                                                         |
| <b>Rapportansvarlig:</b><br><br>Kari-Elise Fredriksen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     | <b>Kvalitetssikrer:</b><br><br>Vidar Strøm |

© 2019 Aqua Kompetanse AS. Kopiering av rapporten kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

## Forord

Aqua Kompetanse AS har gjennomført akkreditert prøvetaking for å innhente prøvemateriale og uakkrediterte målinger av pH og redoks for oppdragsgiver Emilsen Fisk 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 Akvaplan-niva AS for TOM, TOC, N-Kjeldahl, kornstørrelse og makrofauna, og av ALS Laboratory Group for kobberanalyser (**Vedlegg A**). Det er Akvaplan-niva som står for faglig vurdering og fortolkning i sin rapport, og av analysene av det materialet Aqua Kompetanse har samlet inn. Denne rapporten sammenfatter analyserapportene fra underleverandør sammen med hydrografiske, elektrokjemiske og sensoriske vurderinger gjort av Aqua Kompetanse. Innhenting av prøvemateriale er gjort i henhold til NS 9410:2016, og standarder og veiledere som er benyttet i denne undersøkelsen er listet i **Tabell 1**.

**Tabell 1:** Standarder og veiledere benyttet for denne undersøkelsen.

| Standard/Veileder     | Tittel                                                                                                  | Bruksområde                               |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| NS 9410: 2016         | Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg                                           | Stasjonsplassering, prøvetakning, rapport |
| Veileder 02:2018      | 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        | Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota                                             | Klassifisering av kobber                  |

Denne undersøkelsen ble utført som en forundersøkelse og vil si noe om miljøtilstanden i nærområdet til oppdrettslokaliteten før anlegget startet sin produksjon. Undersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vise trender i utviklingen av miljøforholdene ved at det opprettes faste prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra undersøkelsen vil være med på å vise påvirkningstrenden ved lokaliteten over tid.



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

## Innholdsfortegnelse

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Forord .....                                                    | 2  |
| 1. Materiale og metode .....                                    | 6  |
| 1.1 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering .....             | 7  |
| 1.1.1 Vannstrøm .....                                           | 7  |
| 1.1.2 Stasjonsplassering.....                                   | 7  |
| 1.2 Makrofauna og kjemisk/geologisk sedimentsammensetning ..... | 9  |
| 1.2.1 Elektrokjemiske målinger .....                            | 9  |
| 1.2.2 Hydrografi .....                                          | 10 |
| 1.3 Undersøkelsesfrekvens .....                                 | 11 |
| 2. Resultat .....                                               | 12 |
| 2.1. Makrofauna og kjemiske analyser.....                       | 12 |
| 2.2 Elektrokjemiske målinger og sensoriske registreringer ..... | 12 |
| 2.3 Hydrografi.....                                             | 13 |
| 2.4 Bilder av sediment.....                                     | 15 |
| 3. Oppsummering .....                                           | 18 |
| 4. Referanser.....                                              | 19 |
| Vedlegg A – Akvaplan-niva rapport .....                         | 20 |



**Tabell 2:** Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS (AQK) har stått for akkreditert prøveuttak, samt uakkrediterte oksygen- og pH/Eh-målinger. Akvaplan-niva AS (APN) har utført akkreditert analyse av makrofauna, TOC, TOM og pelitt, samt uakkreditert analyse av N-TOC, TN og C/N. Deres underleverandør ALS Laboratory Group har utført akkreditert analyse av kobber (Cu). Se **Vedlegg A** for rapport med tegnforklaring. Redokspotensial ( $E_h$ ) bestemmes ut fra observert hvilepotensial i prøven (målt verdi;  $E_{obs}$ ) og referansepotensial ( $E_{ref}$ ):  $E_h = E_{obs} + E_{ref}$ . Faunaklassifiseringer og økologisk tilstandsklassifisering er gjort av APN etter Veileder 02:2018, og miljøtilstand på C1 er beregnet av APN etter NS9410:2016. Klassifisering av organisk innhold er gjort av APN etter SFT 97:03, og klassifisering av oksygentilstand i dypvann er gjort uakkreditert av AQK etter Veileder 02:2018. Kobberklassifisering er gjort av APN etter Veileder M-608.

| Stasjonsplassering etter NS 9410:2016                               |                                                       | Anleggs-sone   | Ytre sone                    | Overgangssone |             | Referanse stasjon |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|------------------------------|---------------|-------------|-------------------|
| Parameter:                                                          | Stasjoner:                                            | C1             | C2                           | C3            | C4          | Cref              |
| Elektrokjemi:                                                       | pH:                                                   | 7,57           | 7,57                         | 7,67          | 7,36        | 7,58              |
|                                                                     | E <sub>h</sub> :                                      | 530            | 376,8                        | 440           | 572         | 316               |
| Oksygen:                                                            | Målt verdi (mL):<br>O <sub>2</sub> , tilstandsklasse: |                | 6,27<br>I                    |               |             |                   |
| Makrofauna<br>Bunndyrsanalyser                                      | Antall arter (S):                                     | 88             | 86                           | 85            | 94          | 95                |
|                                                                     | Antall ind. (N):                                      | 613            | 782                          | 541           | 762         | 748               |
|                                                                     | J, Jevnhet (0-1):                                     | 0,82           | 0,80                         | 0,77          | 0,84        | 0,78              |
|                                                                     | NQI1:                                                 | 0,778          | 0,783                        | 0,765         | 0,782       | 0,744             |
|                                                                     | Shann.Wien. (H')                                      | 4,92           | 4,78                         | 4,57          | 5,14        | 4,74              |
|                                                                     | Hurl.ind. (ES <sub>n=100</sub> ):                     | 36,7           | 34,9                         | 36,2          | 38,2        | 36,5              |
|                                                                     | AMBI:                                                 | 2,18           | 1,98                         | 2,33          | 2,15        | 2,65              |
|                                                                     | ISI:                                                  | 9,54           | 8,92                         | 9,56          | 9,70        | 9,27              |
|                                                                     | NSI:                                                  | 23,4           | 22,1                         | 22,6          | 23,7        | 21,8              |
|                                                                     | nEQR:                                                 | 0,858          | 0,838                        | 0,841         | 0,870       | 0,831             |
|                                                                     | Økologisk tilstand:                                   | I              | I                            | I             | I           | I                 |
|                                                                     | Samlet økologisk tilstand:                            |                |                              | I             |             |                   |
|                                                                     | Miljøtilstand:                                        | 1              |                              |               |             |                   |
|                                                                     | Undersøkelsesfrekvens:                                |                | Ved første produksjonssyklus |               |             |                   |
| Kjemi<br>Kobber, organisk karbon,<br>organisk materiale og nitrogen | Cu (mg/kg):<br>Cu, tilstandsklasse:                   | 23,5<br>II/III |                              |               |             |                   |
|                                                                     | N-TOC (mg/g):<br>N-TOC, tilstandsklasse:              | 16,6<br>I      | 16,9<br>I                    | 18,6<br>I     | 19,8<br>I   | 17,6<br>I         |
|                                                                     | TN (mg/g):<br>Kommentar:                              | 2,9<br>Lav     | 3,6<br>Lav                   | 3,6<br>Lav    | 0,95<br>Lav | 3,4<br>Lav        |
|                                                                     | TOM (%):<br>Kommentar:                                | 5,2<br>Lav     | 6,2<br>Lav                   | 5,8<br>Lav    | 1,6<br>Lav  | 5,8<br>Lav        |
|                                                                     | C/N:<br>Kommentar:                                    | 4,9<br>Lav     | 4,4<br>Lav                   | 4,7<br>Lav    | 5,2<br>Lav  | 4,7<br>Lav        |
| Geologi                                                             | Pelittandel (%)                                       | 86,8           | 94,3                         | 90,1          | 17,2        | 92,2              |

**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 prøveinnsamling ble gjort fra Aqua Kompetanses egen båt den 12.07.2018. Undersøkelsen ble gjennomført i henhold til NS9410:2016 av Kai-Erling Staven og Kari-Elise Fredriksen fra Aqua Kompetanse AS. Akvaplan-niva AS har stått for akkrediterte analyser av prøvematerialet og akkreditert faglige vurderinger og fortolkninger (**Vedlegg A**). En oversikt over stasjonene og det faglige programmet for hver stasjon er gitt i **Tabell 4**.

**Tabell 4:** Oversikt over stasjoner, plassering av stasjoner etter NS9410:2016 med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Slåttvika. Bio = kvantitativ opparbeiding av makrofauna prøver; Geo = geologiske analyser av kornfordeling (pelitt); Kjemi = kjemiske analyser av TOC, TOM og TN; EK = elektrokjemiske målinger av pH og E<sub>h</sub>; Cu = kobberanalyse; CTD = hydrografisk måling av salinitet, temperatur og oksygen.

| Stasjoner               | C1                          | C2                           | C3                         | C4                         | Cref                       |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Plassering etter NS9410 | Anleggssone                 | Ytre sone                    | Overgangssone              |                            | Referansestasjon           |
| Parametere              | Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu | Bio – Geo – Kjemi – EK – CTD | Bio – Geo – Kjemi – EK     | Bio – Geo – Kjemi – EK     | Bio – Geo – Kjemi – EK     |
| Koordinater             | 64°54,666 N<br>11°51,780 Ø  | 64°54,831 N<br>11°52,109 Ø   | 64°54,727 N<br>11°51,967 Ø | 64°54,478 N<br>11°50,483 Ø | 64°55,003 N<br>11°52,778 Ø |
| Dybde (m)               | 118                         | 152                          | 123                        | 87                         | 162                        |
| Avstand til anlegg (m)  | 30*                         | 400                          | 190                        | 200                        | 2400                       |

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

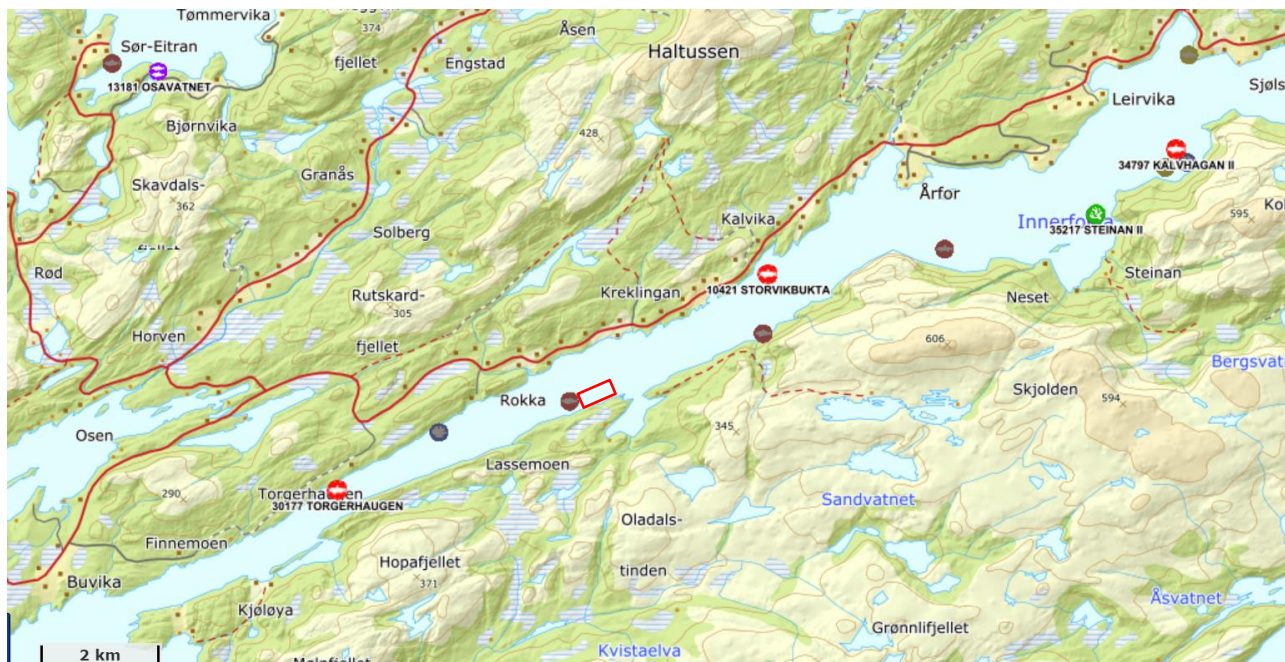
I henhold til Fylkesmannen i Trøndelag & Trøndelag fylkeskommune (2018) skal antall og plassering av prøvestasjoner ved C-undersøkelse i forbindelse med forundersøkelse utføres etter samme metodikk som ved ordinære C-undersøkelser i henhold til NS9410:2016, med bakgrunn i omsøkt MTB (**Tabell 5**). I tillegg til prøvestasjonene i overgangssonen og anleggssonen skal det, med samme metodikk, tas en referansestasjon minst 1 km fra anlegget i et område med tilsvarende bunntype som ved de øvrige prøvestasjonene i overgangssonen og anleggssonen. Referansestasjonen inngår ikke i ordinær overvåking.

**Tabell 5:** 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                                |

## 1.1 Undersøkellesområde og stasjonsplassering

Slåttvika er planlagt plassert i innerfolda fjord i Nærøy kommune, Trøndelag (**Figur 1**). Anlegget ligger på en fjellrygg/platå som er ca. 90 meter dyp i sørvestlig hjørne og 110 meter i nordøstlig hjørne. Langs nordsiden av anlegget skrår havbunnen ned i ei renne på omlag 165 meter. Under det meste av anlegget er det forholdsvis hard bunn med grov skjellsand, mens lengst sørvest er sedimentet mykere.



**Figur 1:** Oversiktskart som viser planlagt anleggs plassering (rød firkant) i forhold til andre anlegg. Geografisk senterpunkt for det planlagte anlegget ved Slåttvika er 64°54.472'N 11°50.628'Ø. Målestokk 1:80 000. Kilde: Fiskeridirektoratets karttjeneste.

### 1.1.1 Vannstrøm

Det er registrert lite nullstrøm i alle målte dyp. Spredningsstrømmen har hovedkomponenter mot øst-nordøst (60-90)° og sørvest (210-255)°, og er hovedsakelig tidevannsstyrt. Sprednings og bunnstrøm er jevn og bør bidra positivt i spredning av organisk materiale ved Slåttvika (Hagen, 2016).

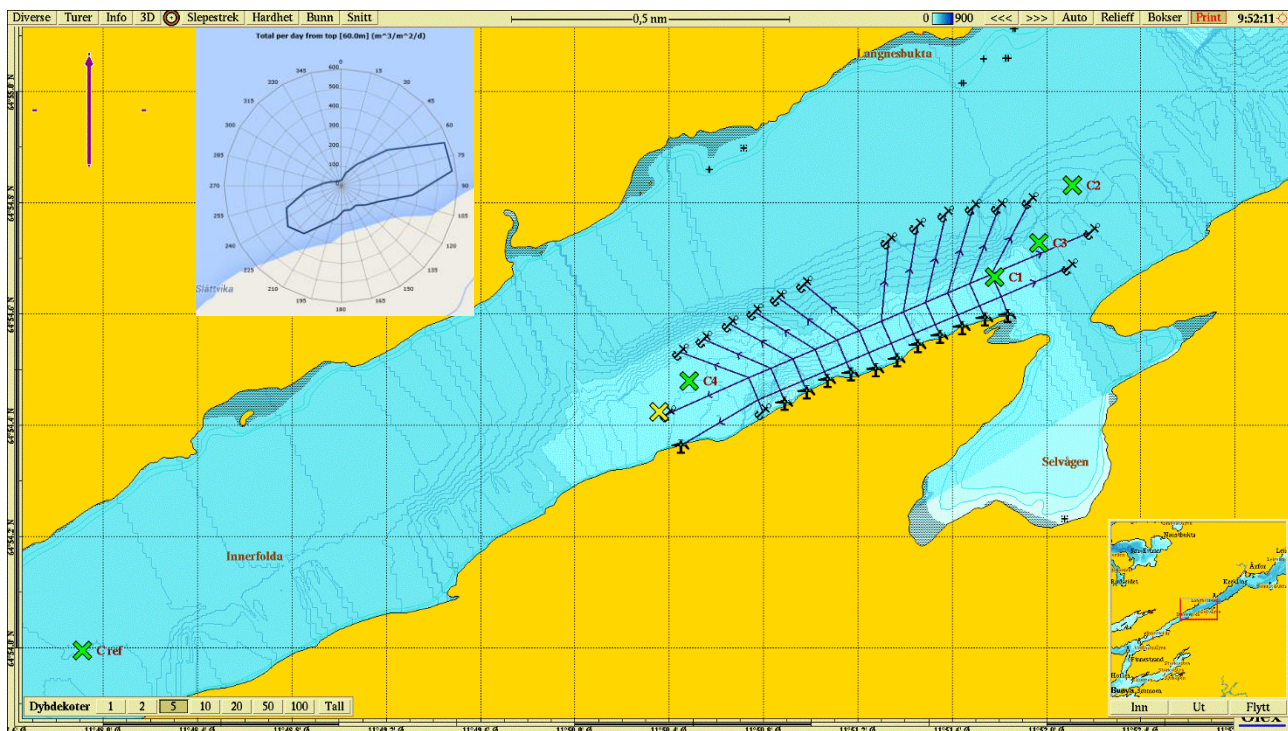
**Tabell 6:** Strømmålinger ved Slåttvika. Til overflate- dimensjonering-, spredning- og bunnstrøm ble det brukt to Doppler-målere av type Aquapro 400 kHz fra Nortek. Målingene ble gjennomført i perioden 30.11.2015-28.12.2015. Måleriggen ble satt ut på 93.68 meters dybde, forankret til bunnen og til en blåse på overflaten (Hagen, 2016).

| Dyp (m) | Gjennomsnittshastighet (cm/s) | Maksimalhastighet (cm/s) | Signifikant maksimalhastighet (cm/s) | Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s) |
|---------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 5 m     | 10,0                          | 36,0                     | 17,0                                 | 1,73                          |
| 15 m    | 6,0                           | 25,0                     | 11,0                                 | 2,85                          |
| 60 m    | 5,0                           | 18,0                     | 9,0                                  | 3,37                          |
| 88 m    | 7,0                           | 25,0                     | 12,0                                 | 2,00                          |

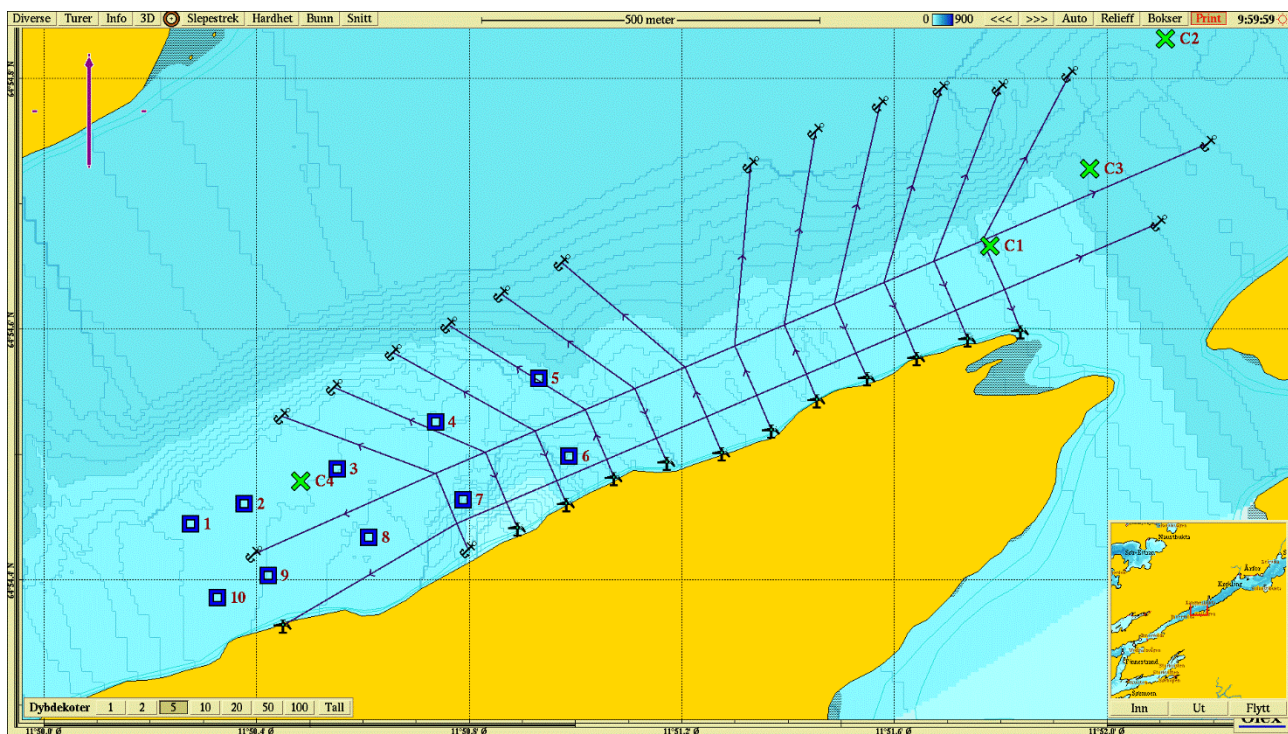
### 1.1.2 Stasjonsplassering

Fremherskende strømretning og bunntype ligger til grunn for plassering av prøvetakingsstasjonene (**Figur 3** og **4**). Anleggssonestasjon C1 ligger i overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, like innenfor den planlagte anleggsramma på østsiden av anlegget. I ytterkant av overgangssonen ligger stasjon C2, ca. 400 meter nordøst fra planlagt anleggsramme, og C3 er lagt 190 meter nordøst fra anleggsrammen. C4 ligger 200 meter vest for anleggsramma. Kontrollstasjonen, C ref, er plassert omtrent 2,4 km vest for anlegget i et antatt upåvirket område med tilnærmet samme dyp og bunn sediment som i undersøkelsesområdet. Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**. Posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 4**, slik at seinere prøver kan legges til de samme koordinat som ved denne undersøkelsen.



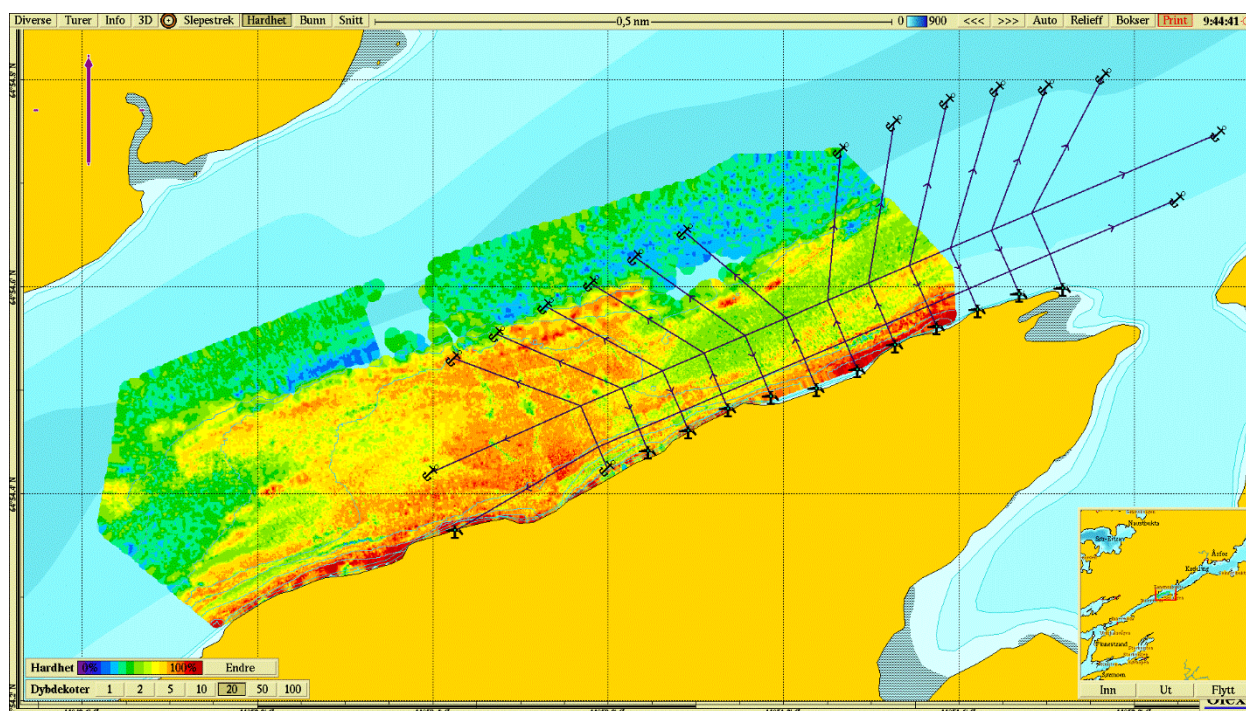


**Figur 2:** Sjøkart som viser planlagt anleggs plassering sammen med C-stasjoner (grønne kryss), posisjon for vannstrømmålinger (gult kryss) og fortøyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, strømrøse viser vanntransport ( $m^3/m^2/døgn$ ; fluks) for hver 15° sektor på 60 meters dyp i perioden 30.11.2015-28.12.2015 i en rigg utplassert på 64°54.423'N, 11°50.356'Ø. Kartkilde: Olex AS.



**Figur 3:** Sjøkart som viser planlagt anleggs plassering og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra B-undersøkelsen (tilstand markert med farger) og C-undersøkelsens innerste stasjoner (grønne kryss). Lilla pil viser orientering av kart. Kartkilde: Olex AS.





**Figur 4:** Oversiktskart over batymetri ved Slåttvika med dybdekoter på 5 meter og hardhet. Hardhet er markert med fargetoner fra blått (bløtbunn) til rødt (hardbunn). Kartkilde: Olex AS.

## 1.2 Makrofauna og kjemisk/geologisk sedimentsammensetning

Makrofauna (bunndyr) og sedimentprøver ble samlet inn ved hjelp av en 0.1 m<sup>2</sup> Van Veen-grabb, og på hver prøvestasjon ble det foretatt tre grabbhugg. Makrofaunaprøver tas ut av to av huggene, og 100-300 ml geologi- og kjemiprøver tas 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 fryses ned frem til analyse. Prøvene ble tatt i henhold til metodikk beskrevet i Norsk Standard NS:9410 av Aqua Kompetanse, og Akvaplan-niva AS har stått for akkrediterte analyser og tolkning av innsamlet materiale. For videre beskrivelse av metodikk og indekser for analyser av makrofauna, geologi og kjemi se rapport fra Akvaplan-niva AS i **Vedlegg A**.

### 1.2.1 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  $E_h$  i overflatevannet ved lokaliteten.

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

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

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

| Temperatur (°C) | Standardpotensiale i mV (E <sub>ref</sub> ) |
|-----------------|---------------------------------------------|
| 0,0 – 4,9       | 224                                         |
| 5,0 – 9,9       | 221                                         |
| 10,0 – 14,9     | 217                                         |
| 15,0 – 19,9     | 214                                         |

### 1.2.2 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 løslighet. Videre er oksygenets løselighet avhengig av vannmassenes temperatur, salinitet og trykk. Med økende trykk øker løseligheten, og med økende temperatur og salinitet synker løseligheten. En vannmasse med høyere temperatur og salinitet vil derfor nå 100% metning ved lavere oksygenkonsentrasjon enn en vannmasse på samme dyp med lavere temperatur og salinitet. Oksygenkonsentrasjonen i dypvann er viktig for den helhetlige tilstanden i et område, og klassifiseringen av oksygenet i slike vannmasser er gitt i **Tabell 8**.

**Tabell 8:** Klassifisering av tilstand for oksygen i dypvannet ved salinitet over 20‰ (gjengitt etter Veileder 02:2018).

|                |                 |           |                       | Tilstandsklasser            |           |                               |              |                   |
|----------------|-----------------|-----------|-----------------------|-----------------------------|-----------|-------------------------------|--------------|-------------------|
|                |                 |           |                       | I<br>Bakgrunn/<br>Svært god | II<br>God | III<br>Moderat/<br>Mindre god | IV<br>Dårlig | V<br>Svært dårlig |
| Parameter      | Veileder        | Måleenhet |                       |                             |           |                               |              |                   |
| <b>Dypvann</b> | Oksygen         | 97:03     | ml O <sub>2</sub> / l | >4,5                        | 4,5-3,5   | 3,5-2,5                       | 2,5-1,5      | <1,5              |
|                | Oksygenmetning* | 97:03     | %                     | >65                         | 65-50     | 50-35                         | 35-20        | <20               |

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

Vannets tetthet, masse per volumdel (kg/m<sup>3</sup>, eventuelt g/cm<sup>3</sup>), er i hovedsak avhengig av temperatur og salinitet. Tettheten kontrollerer vannkolonnens vertikale struktur, med tettere vannmasser dypere i vannkolonnen. Ved å øke saliniteten og senke temperaturen øker tettheten, og ved å senke saliniteten og øke temperaturen minsker tettheten. Hvis en vannprofil viser at tettheten endres raskt med økende dybde har man en pyknoklin – et delingslag mellom to vannlag som har ulik tetthet, enten på grunn av forskjell i temperatur eller salinitet (hhv. termoklin og haloklin), eller en kombinasjon av de to.

Det ble utført målinger av salinitet, temperatur og oksygen ved dypeste prøvestasjon (C2, nordøst for lokaliteten; **Figur 2**) av Aqua Kompetanse AS. Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en SAIV205 oksygensensor. Instrumentet målte annethvert sekund ned og opp igjennom vannsøylen. Registrerte data ble bearbeidet ved bruk av SAIV AS eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft

SD200W. Data presentert i figurer er hentet fra overflaten og ned til bunnen (down-cast). All rådata er lagret hos Aqua Kompetanse AS.

### **1.3 Undersøkelsesfrekvens**

Ved første produksjonssyklus skal det tas C-undersøkelse uavhengig av forundersøkelsens resultat på C-undersøkelsen.

## 2. Resultat

### 2.1. Makrofauna og kjemiske analyser

For fullstendig rapport på resultatene fra analysene av makrofauna og geologi/kjemi, se rapport fra Akvaplan-niva i **Vedlegg A**.

### 2.2 Elektrokjemiske målinger og sensoriske registreringer

Ved alle sju stasjonene ble det målt normale pH-verdier, laveste måling ble gjort ved stasjon C4 (pH 7,36). Alle stasjoner hadde gode redoksmålinger, laveste måling ble gjort ved stasjon C-ref ( $E_{\text{obs}} = 99$  mV).] **Tabell 9** viser pH, observert hvilepotensiale (målt verdi;  $E_{\text{obs}}$ ) og redokspotensiale ( $E_h$ ) basert på  $E_{\text{obs}}$  og  $E_{\text{ref}}$  ved alle stasjonene, og **Tabell 10** viser resultater fra elektrokjemiske målinger i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale ( $E_{\text{ref}}$ ) basert på sedimenttemperatur (jamfør **Tabell 7**).

**Tabell 9:** Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og  $E_h$  ved Slåttvika.  $E_{\text{obs}}$  = observert hvilepotensial i prøven (målt verdi);  $E_h$  = redokspotensial, bestemt ut fra  $E_{\text{obs}}$  og  $E_{\text{ref}}$  ( $E_h = E_{\text{obs}} + E_{\text{ref}}$ ).

|                                             | C1   | C2    | C3   | C4   | C-ref |
|---------------------------------------------|------|-------|------|------|-------|
| pH                                          | 7,57 | 7,57  | 7,67 | 7,36 | 7,58  |
| $E_{\text{obs}}$ (mV)                       | 313  | 159,8 | 223  | 355  | 99    |
| $E_h$ ( $E_{\text{obs}} + E_{\text{ref}}$ ) | 530  | 376,8 | 440  | 572  | 316   |

**Tabell 10:** Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og  $E_{\text{obs}}$  i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale ( $E_{\text{ref}}$ ) basert på sedimenttemperatur ved Slåttvika.  $E_h$  i sjø er ikke kalkulert.

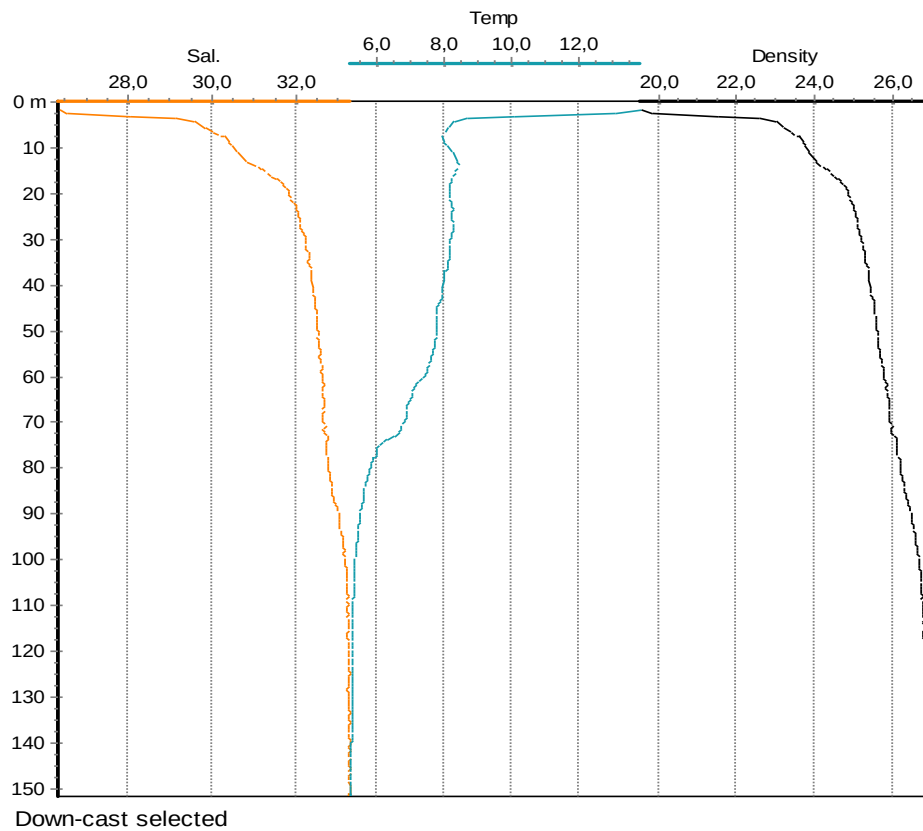
|                     |      |                            |      |
|---------------------|------|----------------------------|------|
| Buffertemperatur:   | 16°C | pH sjø:                    | 8,10 |
| Sjøtemperatur:      | 15°C | $E_{\text{obs}}$ sjø:      | 82   |
| Sedimenttemperatur: | 14°C | $E_{\text{ref}}$ sediment: | 217  |

Det ble ikke registrert hverken misfarging eller lukt. På alle stasjonene besto sedimentet av leire og silt, unntatt C4 som hadde sand og skjellsand. Geologiske analyser utført av Akvaplan-niva viste pelittandeler (kornfordeling, % < 0,063µmm) mellom 86,8 og 94,3 % for stasjonene med silt og leire, og 17,2% for stasjon C4 (se rapport fra Akvaplan-niva i **Vedlegg A**). Alle grabbene ved stasjonene med silt og leire var fulle (fyllingsgrad > ¾), mens på stasjon C4 var fyllingsgrad ½. Det ble ikke registrert overfylling i noen av grabbene.

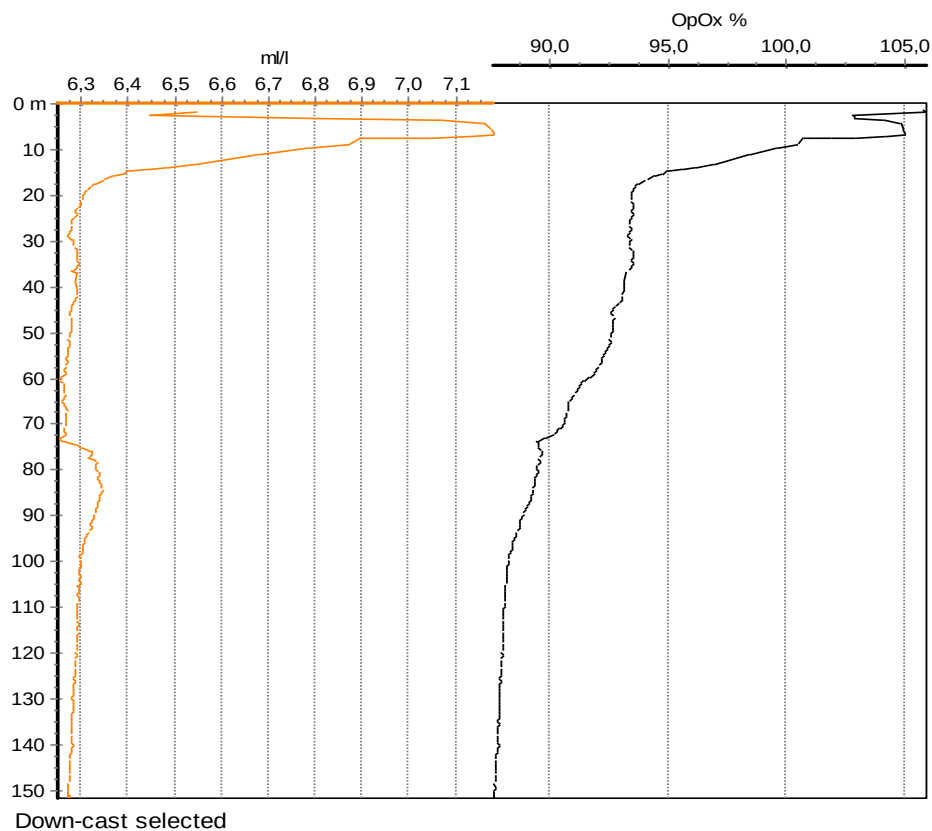


### 2.3 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved lokaliteten (C2; **Figur 3**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 5** og **6**.



**Figur 5:** Sjøtemperatur ( $^{\circ}\text{C}$  ; blå), salinitet ( $\text{‰}$  ; oransje) og tetthet ( $\text{kg/m}^3$  ; svart) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 150 meters dyp ved stasjon C2 den 12.07.2018.



**Figur 6:** Oksygenmetning (%) (svart) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; oransje) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 150 meters dyp ved stasjon C2 den 12.07.2018.

Det er en lagdeling mellom overflatevannet og dypere vann, hvor det er noe varmere vann de øverste 4 meterne før temperaturen gradvis synker nedover vannsøyla, og salinitet og tetthet gradvis øker. Denne lagdelingen er normal for årstiden. Overflatevannet er overmettet av oksygen ned til 9 meter, for så å gradvis synke nedover vannsøyla.

Bunnvannet har en oksygenkonsentrasjon på 6,27 ml O<sub>2</sub>/l, som svarer til tilstand I svært god etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i **Tabell 8**.

## 2.4 Bilder av sediment



**Figur 4:** Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av silt og leire, og hadde en pelittandel på 86,8% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



**Figur 5:** Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av silt og leire, og hadde en pelittandel på 94,3% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.





**Figur 6:** Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av silt og leire, og hadde en pelittandel på 90,1% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



**Figur 7:** Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av sand og skjellsand, og hadde en pelittandel på 17,2% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.





**Figur 11:** Bilde av sedimentet ved referansestasjonen. Sedimentet besto av silt og sand, og hadde en pelittandel på 92,2% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



### 3. Oppsummering

De elektrokjemiske målingene viste normale verdier ved alle stasjoner. Det ble ikke registrert hverken misfarging eller lukt. Økologisk tilstand ved alle stasjoner ble tilstand I – svært god. Samtlige faunaindekser ved alle stasjoner ga tilstandsklasse I – svært god, unntatt NSI som ble tilstandsklasse II – god. Se for øvrig Vedlegg A for nærmere beskrivelse av faunaundersøkelsen.

Den kjemiske undersøkelsen viser lave verdier for TOC, TOM, og C/N. N-TOC ble tilstand I – svært god på samtlige stasjoner. Kobber ved anleggssonestasjonen C1 ble tilstand II/III. Pelittandelen viser finkornede sedimenter ved alle stasjoner unntatt stasjon C4 hvor det ble registrert sand og skjellsand. Se for øvrig Vedlegg A for nærmere beskrivelse av de geokjemiske analysene.

Den hydrografiske målingen viser en lagdeling mellom overflatevannet og dypere vann som er normal for årstiden. Bunnvannet har en oksygenkonsentrasjon på 6,27 ml O<sub>2</sub>/l, som svarer til tilstand I svært god etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i **Tabell 8**.

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

#### 4. Referanser

Fylkesmannen i Trøndelag & Trøndelag fylkeskommune (2018) Veiledning til krav til miljøundersøkelser i forbindelse med søknad om etablering av akvakulturlokaliteter. Pr. 15.01.2018.

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

Hagen, L. (2016) Måling av overflate- og dimensjoneringsstrøm ved Slåttvika (Desember 2015). Rapportnummer 215-12-15S, levert av Aqua Kompetanse AS.

Hagen, L. (2016) Måling av sprednings- og bunnstrøm ved Slåttvika (Desember 2015). Rapportnummer 216-12-15S, levert av Aqua Kompetanse AS.

Molvær, J. et al. (1997) Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03.

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

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

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

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.



# Rapport Report

## Aqua Kompetanse AS Forundersøkelse Slåttvika, 2018.

Bløtbunn



Akvaplan-niva AS Rapport: 60512.01





**Akvaplan-niva AS**Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur  
Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rapporttittel / Report title</b><br>Aqua Kompetanse. Forundersøkelse Slåttvika, 2018. Bløtbunn.                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
| <b>Forfatter(e) / Author(s)</b><br>Hans-Petter Mannvik                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Akvaplan-niva rapport nr / report no</b><br>60512.01                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Dato / Date</b><br>06.05.2019                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Antall sider / No. of pages</b><br>11 + vedlegg                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Distribusjon / Distribution</b><br>Gjennom oppdragsgiver                                                                                        |
| <b>Oppdragsgiver / Client</b><br>Aqua Kompetanse AS. 7770 Flatanger                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Oppdragsg. referanse / Client's reference</b><br>Vidar Strøm                                                                                    |
| <b>Sammendrag / Summary</b><br>Det er gjennomført en C-undersøkelse ved lokaliteten Slåttvika. Foreliggende delrapport presenterer resultatene fra bløtbunnundersøkelsen og inkluderer økologisk tilstandsklassifisering av bløtbunnsamfunn, samt geokjemiske analyser og klassifisering av sedimenter. |                                                                                                                                                    |
| <b>Prosjektleder / Project manager</b><br><br>Roger Velvin                                                                                                                                                           | <b>Kvalitetskontroll / Quality control</b><br><br>Roger Velvin |

© 2019 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.



## INNHALDSFORTEGNELSE

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| FORORD .....                                             | 2  |
| 1 MATERIALE OG METODE.....                               | 3  |
| 1.1 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr .....     | 3  |
| 1.2 Geokjemiske analyser.....                            | 3  |
| 1.2.1 Total organisk materiale (TOM).....                | 3  |
| 1.2.2 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling ..... | 3  |
| 1.2.3 Total nitrogen (TN) .....                          | 4  |
| 1.2.4 Metallanalyse - kobber (Cu).....                   | 4  |
| 1.3 Bunndyr .....                                        | 4  |
| 1.3.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn.....     | 4  |
| 1.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser .....                | 4  |
| 2 RESULTATER.....                                        | 6  |
| 2.1 Geokjemiske analyser.....                            | 6  |
| 2.1.1 TOC, TOM, TN, C/N og kornfordeling .....           | 6  |
| 2.1.2 Kobber i sediment.....                             | 6  |
| 2.2 Bunndyr .....                                        | 6  |
| 2.2.1 Kvantitative bunndyrsanalyser .....                | 6  |
| 3 SAMMENFATTENDE VURDERINGER .....                       | 10 |
| 3.1 Sammenfatning.....                                   | 10 |
| 3.2 Konklusjon .....                                     | 10 |
| 4 REFERANSER.....                                        | 11 |
| 5 VEDLEGG .....                                          | 12 |
| Vedlegg 1. Bunndyrstatistikk og artslister .....         | 12 |
| Vedlegg 2. Analysebeviser .....                          | 29 |



## Forord

Akvaplan-niva har gjennomført geokjemiske analyser og karakterisering av bløtbunn-samfunnene ved lokaliteten Slåttvika. Oppdragsgiver har vært Aqua Kompetanse AS. Resultatene inngår i selskapets rapportering fra en forundersøkelse ved lokaliteten.

Følgende personer har deltatt:

|                     |               |                                                                                                                  |
|---------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Roger Velvin        | Akvaplan-niva | Prosjektleder (Akvaplan-niva). Identifisering bunndyr (Varia). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger. |
| Hans-Petter Mannvik | Akvaplan-niva | Identifisering bunndyr (pigghuder). Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.                               |
| Rune Palerud        | Akvaplan-niva | Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.                                                                   |
| Andrey Sikorski     | Akvaplan-niva | Identifisering bunndyr (børstemark).                                                                             |
| Jesper Hansen       | Akvaplan-niva | Identifisering bunndyr (bløtdyr).                                                                                |
| Kristine H. Sperre  | Akvaplan-niva | Koordinering av bunndyrsortering.                                                                                |
| Ingar H. Wasbotten  | Akvaplan-niva | Koordinering av geokjemiske analyser.                                                                            |

Aqua Kompetanse har gjennomført alle feltinnsamlingene 12.07.2018.

### Akkreditert virksomhet:

Undersøkelsen er utført av Akvaplan-niva AS med ALS Laboratory Group (Tsjekkia) som underleverandør på metallanalysene.

|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NORSK<br>AKKREDITERING<br>TEST 079 | Akvaplan-niva AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for feltinnsamlinger av sediment og fauna, analyser av TOC, TOM, TN, kornstørrelse, makrofauna og faglig vurderinger og fortolkninger, akkrediteringsnr. TEST 079.<br><br>Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025. |
| Czech Accreditation Institute<br>(Lab nr 1163)                                                                            | ALS Laboratory Group er akkreditert av Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163) for analyser av kobber.                                                                                                                                                                      |

Tromsø, 06.05.2019



Prosjektansvarlig ved Akvaplan-niva

# 1 Materiale og metode

## 1.1 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr

En oversikt over det faglige programmet for bløtbunnundersøkelsen er gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Faglig program for bløtbunnundersøkelsen ved Slåttvika, 2018. TOM = total organisk materiale. TOC = total organisk karbon, Cu = kobber. TN = total nitrogen, Korn = kornfordeling.

| Stasjon               | Type undersøkelse                                   |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| C1 anleggssone        | Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu. |
| C2 overgangssone ytre | Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.     |
| C3 overgangssone      | Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.     |
| C4 overgangssone      | Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.     |
| Cref referansestasjon | Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.     |

For gjennomføring og opparbeiding er følgende standarder og kvalitetssikringssystemer benyttet:

- ISO 5667-19. *Guidance on sampling of marine sediments.*
- ISO 16665:2014. *Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft bottom macro fauna.*
- NS 9410:2016. *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine oppdrettsanlegg.*
- Prosedyreark. *Kvalitetshåndbok for Akvaplan-niva.*
- M-608/2016. *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.* Miljødirektoratet, 2016.
- Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann.* Norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til Vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.

Posisjoner og dyp for stasjonene ved Slåttvika er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Stasjonsdyp og -koordinater, Slåttvika 2018.

| Stasjon | C1                         | C2                         | C3                         | C4                         | Cref                       |
|---------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Dyp (m) | 118                        | 152                        | 123                        | 87                         | 162                        |
| GPS     | 64°54,666 N<br>11°51,780 Ø | 64°54,831 N<br>11°52,109 Ø | 64°54,727 N<br>11°51,967 Ø | 64°54,478 N<br>11°50,483 Ø | 64°55,003 N<br>11°52,778 Ø |

## 1.2 Geokjemiske analyser

### 1.2.1 Total organisk materiale (TOM)

Mengden av TOM i sediment ble bestemt ved vektapp etter forbrenning ved 495 °C. Vekttapet i prosent etter forbrenning ble beregnet. Reproduserbarheten av TOM-analysene er sjekket i opparbeidingsperioden ved å bruke et husstandsediment som inneholder TOM med kjent nivå. Standard kalsiumkarbonat ble brent sammen med prøvene som kontroll på at karbonat ikke ble forbrent i prosessen.

### 1.2.2 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling

Andelen finstoff, dvs. fraksjonen mindre enn 63 µm, ble bestemt gravimetrisk etter våtsikting av prøvene. Resultatene er angitt som andel finstoff på tørrvektbasis.

Forundersøkelse Slåttvika, 2018.  
Akvaplan-niva AS Rapport nr. 60512.01

3

Etter tørking av prøvene ved 40 °C ble innhold av total organisk karbon (TOC) bestemt ved NDIR-deteksjon i henhold til DIN19539:2016 (Investigation of solids – Temperature-dependent differentiation of total carbon (TOC<sub>400</sub>, ROC, TIC<sub>900</sub>)). For å kunne klassifisere miljøtilstanden basert på innhold av TOC, er de målte konsentrasjonene normalisert for andel finstoff (nTOC) ved bruk av ligningen:  $nTOC = TOC + 18(1 - F)$ , hvor TOC og F står for henholdsvis målt TOC verdi og andel finstoff (%) i prøven (Aure *m.fl.*, 1993).

Klassifisering av miljøtilstanden for sedimentene er basert på normalisert TOC, og ble gjennomført i henhold til Veileder 02:2018.

*Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sediment.*

|           |                     |                   |                        |                      |                        |
|-----------|---------------------|-------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| nTOC mg/g | < 20<br>I Svært god | 20 - 27<br>II God | 27 - 34<br>III Moderat | 34 - 41<br>IV Dårlig | > 41<br>V Svært dårlig |
|-----------|---------------------|-------------------|------------------------|----------------------|------------------------|

### 1.2.3 Total nitrogen (TN)

Etter tørking av prøvene ved 40 °C ble innhold av total nitrogen (TN) kvantifisert ved elektrokjemisk bestemmelse. Den interne metoden er basert på NS-EN 12260:2003 (Vannundersøkelse – Bestemmelse av bundet nitrogen (TNb) etter oksidasjon til nitrogenoksider).

### 1.2.4 Metallanalyse - kobber (Cu)

Prøven for metallanalyse ble frysetørket før den ble oppløst i mikrobølgeovn i lukket teflonbeholder med konsentrert ultraren salpetersyre og hydrogenperoksid. Konsentrasjonen av kobber (Cu) ble bestemt ved hjelp av ICP-SFMS.

Klassifisering av miljøtilstanden med hensyn til Cu ble gjennomført i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608/2016.

*Tilstandsklassifisering for kobber i marine sedimenter.*

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

## 1.3 Bunndyr

### 1.3.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale (fôrrester/fekalier) fra oppdrettsanlegg kan bidra til forringede livsvilkår for mange av de bunnlevende organismene. Negative effekter i bunndyrssamfunnet kan best vurderes gjennom kvantitative bunndyrsanalyser. Fordi de fleste bløtbunnartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnete miljøforholdene. Endringer i bunndyrssamfunnene er god indikasjon på uønskede belastninger. Under naturlige forhold består samfunnene av mange arter. Høyt artsmangfold (diversitet) er blant annet betinget av gunstige forhold for faunaen. Likevel kan eksempelvis moderate økninger i organisk belastning stimulere faunaen og eventuelt øke artsmangfoldet noe. Større belastning gir dårligere forhold der opportunistiske arter øker sine individtall, mens ømfintlige slås ut. Dette betyr redusert artsmangfold. Endringer i artsmangfold kan i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold i sedimentet.

### 1.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser

Det ble innsamlet to prøver (replikater) på hver av stasjonene iht. retningslinjene i NS 9410:2016. Sortert materiale ble opparbeidet kvantitativt. Bunndyrene ble identifisert til fortrinnsvis artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister (taksonomer). De kvantitative artslistene inngikk i statistiske analyser. Se Vedlegg 1 for beskrivelse av analysemetoder. For økologisk tilstandsklassifisering er Direktoratgruppens

veileder 02:2018 benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ )
- Hurlberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks ( $J$ )
- Ømfintlighetsindeks ( $ISI_{2012}$ ), uegnet ved lavt individ/artstall
- Sensitivitetsindeks ( $NSI$ )
- Sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet ( $NQI1$ )
- Ømfintlighetsindeks som inngår i  $NQI1$  ( $AMBI$ )
- Normalisert EQR ( $nEQR$ )
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-10)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

*Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks fra Veileder 02:2018, vanntype H 1-3.*

| Indeks       | I Svært god | II God      | III Moderat | IV Dårlig   | V Svært dårlig |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| $NQI1$       | 0,9 - 0,72  | 0,72 - 0,63 | 0,63 - 0,49 | 0,49 - 0,31 | 0,31 - 0       |
| $H'$         | 5,5 - 3,7   | 3,7 - 2,9   | 2,9 - 1,8   | 1,8 - 0,9   | 0,9 - 0        |
| $ES_{100}$   | 46 - 23     | 23 - 16     | 16 - 9      | 9 - 5       | 5 - 0          |
| $ISI_{2012}$ | 13,4 - 8,7  | 8,7 - 7,8   | 7,8 - 6,4   | 6,4 - 4,7   | 4,7 - 0        |
| $NSI$        | 30 - 25     | 25 - 20     | 20 - 15     | 15 - 10     | 10 - 0         |
| $nEQR$       | 1,0 - 0,8   | 0,8 - 0,6   | 0,6 - 0,4   | 0,4 - 0,2   | 0,2 - 0,0      |



## 2 Resultater

### 2.1 Geokjemiske analyser

#### 2.1.1 TOC, TOM, TN, C/N og kornfordeling

Nivåer av total organisk materiale (TOM), total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), C/N-forholdet og kornfordeling i sedimentene er presentert i Tabell 3.

TOM-nivåene var lave og varierte mellom 1,6 og 6,2 %. TN-nivåene var også lave (1,0 – 3,6 mg/g). TOC-nivåene var lave i sediment fra alle stasjonene og tilstandsklasse I "Svært god". C/N-forholdet var også lave på alle stasjonene. Sedimentet var forholdsvis grovkornet med pelittandel på 17,2 % for C4 og finkornet på de andre stasjonene (86,8 – 94,3 %).

Tabell 3. Sedimentanalyser, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N og kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm). Slåttvika, 2018.

| St.  | TOM | TOC  | nTOC* | Tilst.kl.* | TN   | C/N | Pelitt |
|------|-----|------|-------|------------|------|-----|--------|
| C1   | 5,2 | 14,2 | 16,6  | I          | 2,9  | 4,9 | 86,8   |
| C2   | 6,2 | 15,9 | 16,9  | I          | 3,6  | 4,4 | 94,3   |
| C3   | 5,8 | 16,9 | 18,6  | I          | 3,6  | 4,7 | 90,1   |
| C4   | 1,6 | 4,9  | 19,8  | I          | 0,95 | 5,2 | 17,2   |
| Cref | 5,8 | 16,2 | 17,6  | I          | 3,4  | 4,7 | 92,2   |

\* Tilstandsklassifisering (02:2018) basert på TOC forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelitt < 0.063 mm) iht. til formelen: Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), hvor F er andel av finstoff (Aure m.fl., 1993).

#### 2.1.2 Kobber i sediment

Nivået av kobber i sediment fra C1 er presentert i Tabell 4. Kobbernivået var noe forhøyet og i tilstandsklasse II/III.

Tabell 4. Sedimentanalyser. Kobber (Cu), i mg/kg TS, Slåttvika 2018

| St. | Cu   | Tilst.klassif. Cu |
|-----|------|-------------------|
| C1  | 23,5 | II/III            |

### 2.2 Bunndyr

#### 2.2.1 Kvantitative bunndyrsanalyser

##### 2.2.1.1 Artsmangfold, ømfintlighet og jevnhet

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene er presentert i Tabell 5.

Antall individer varierte fra 541 (C3) til 782 (C2) og antall arter fra 85 (C3) til 95 (Cref). På alle stasjonene viste de fleste faunaindeksene, inklusiv nEQR, tilstandsklasse I "Svært god". Indeksen NSI var i klasse II på alle stasjonene.

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en skjev individfordeling mellom artene og indikerer at bunndyrssamfunnet er forstyrret. På alle stasjonene var fordelingen jevn med indekser mellom 0,77 og 0,84.

Tabell 5. Antall arter og individer pr. 0,2 m<sup>2</sup>, H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES<sub>100</sub> = Hurlberts diversitetsindeks. NQII = sammensatt indeks (diversitet og omfintlighet). ISI<sub>2012</sub> = omfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. AMBI = omfintlighetsindeks (inngår i NQII). nEQR = normalisert EQR. Slåttvika 2018. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2018 vanntype H3.

| St.  | Individer | Ant arter | H'   | ES <sub>100</sub> | NQII  | ISI <sub>2012</sub> | NSI  | nEQR  | AMBI | J    |
|------|-----------|-----------|------|-------------------|-------|---------------------|------|-------|------|------|
| C1   | 613       | 88        | 4,92 | 36,7              | 0,778 | 9,54                | 23,4 | 0,858 | 2,18 | 0,82 |
| C2   | 782       | 86        | 4,78 | 34,9              | 0,783 | 8,92                | 22,1 | 0,838 | 1,98 | 0,80 |
| C3   | 541       | 85        | 4,57 | 36,2              | 0,765 | 9,56                | 22,6 | 0,841 | 2,33 | 0,77 |
| C4   | 762       | 94        | 5,14 | 38,2              | 0,782 | 9,70                | 23,7 | 0,870 | 2,15 | 0,84 |
| Cref | 748       | 95        | 4,74 | 36,5              | 0,744 | 9,27                | 21,8 | 0,831 | 2,65 | 0,78 |

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

#### 2.2.1.1 NS 9410 Vurdering av bunndyrsmiljøet på C1 i anleggssonen.

I følge NS 9410:2016 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bunndyrsmiljøet. Tabell 6 viser antall arter, kumulativ prosent for dominerende taksa og klassifisering av miljøtilstanden for bløtbunnsmiljøet på stasjon Må1. Data for antall arter og dominerende taksa er hentet fra Tabell 5 og Tabell 7.

Bløtbunnsmiljøet ble klassifisert til miljøtilstand 1 "Meget god". Kriteriet for miljøtilstand 1 er tilstedeværelse av 20 eller flere arter, hvorav ingen utgjør mer enn 65 % av det totale individantallet.

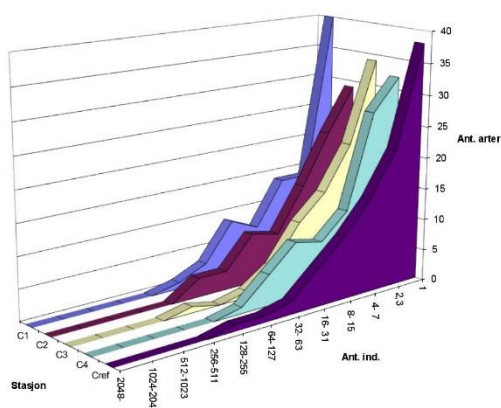
Tabell 6. NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsmiljøet i anleggssonen C1, Slåttvika, 2018.

| Stasjon | Lokalitet | Ant. arter | Dominerende taksa - %      | Miljøtilstand - NS 9410 |
|---------|-----------|------------|----------------------------|-------------------------|
| C1      | Slåttvika | 88         | Parathysira equalis – 17 % | 1 - Meget god           |

#### 2.2.1.2 Geometriske klasser

Figur 1 viser antall arter plottet mot antall individer, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser. Det vises til Vedlegg 1 for en forklaring av begrepet geometriske klasser og beskrivelse av metoden. Bakgrunnen for analysen er at et upåvirket samfunn består av mange arter med lavt individtall, slik at kurven starter høyt på y-aksen. Et forstyrret samfunn har færre arter og noen få av dem svært tallrike, slik at kurven flater ut og strekker seg mot høyere klasser.

Alle kurvene hadde høye startpunkter og strakk seg forholdsvis kort ut mot høyere klasser. Dette kan indikere upåvirket fauna ved lokaliteten.

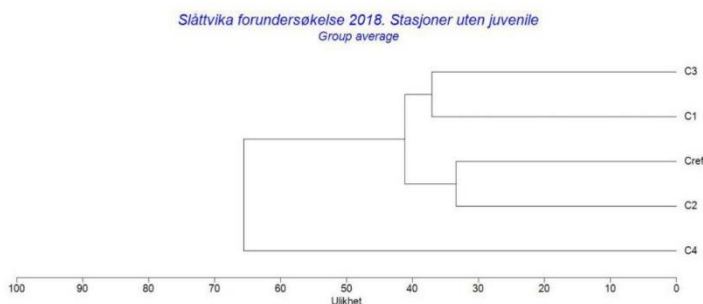


Figur 1. Blotbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for blotbunnstasjonene ved Slåttvika, 2018 (pr. 0,2 m<sup>2</sup>).

### 2.2.1.3 Clusteranalyser

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet (se metodebeskrivelse i Vedlegg 1). Resultatene fra denne er presentert i dendrogram i Figur 2. I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom stasjonene uttrykt langs den horisontale akse. To stasjoner med identisk arts- og individfordeling vil få 0 % ulikhet, mens to stasjoner uten like arter, vil få 100 % ulikhet. Metoden gjør det dermed mulig å identifisere grupper av stasjoner med like arts- og individforhold. I tillegg gjør den det lettere å synliggjøre eventuelle avvik som for eksempel kan knyttes til antropogene påvirkninger av bunndyrssamfunnet.

Clusterplottet viste at faunaen på C1, C2, C3 og Cref var mer enn 58 % lik hverandre. Faunaen på C4 var 34 % lik de andre stasjonene.



Figur 2. Stasjonsvis clusterplott for blotbunnfaunaen ved Slåttvika, 2018.

### 2.2.1.4 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en "topp-ti" artsliste fra hver stasjon i Tabell 7. I Rygg og Norling (2013) inndeles artene i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) basert på verdien av sensitivitetsindeksene. Disse gruppene går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensningsindikatorer (pollution indicator species; gruppe V).

På C1 og C3 dominerte den tolerante muslingen *Parathyasira equalis* med hhv. 17 og 28 % av individmengden. De andre mest dominante var hovedsakelig en blanding av nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

På C2 dominerte den nøytrale børstemarken *Proclea graffi* med 13 % av individmengden. De andre mest dominante var en blanding av nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

På C4 dominerte den opportunistiske børstemarken *Heteromastus filiformis* med 12 % av individmengden. De andre mest dominante var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

På Cref dominerte den opportunistiske børstemarken *Pseudopolydora paucibranchiata* med 17 % av individmengden. De andre mest dominante var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene.

Tabell 7. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe\* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Slåttvika, 2018.

| C1                                    | Ant. | Kum. | EG  | C2                                    | Ant. | Kum. | EG  |
|---------------------------------------|------|------|-----|---------------------------------------|------|------|-----|
| <i>Parathyasira equalis</i>           | 106  | 17 % | III | <i>Proclea graffii</i>                | 101  | 13 % | II  |
| <i>Diplocirrus glaucus</i>            | 40   | 24 % | II  | <i>Abra nitida</i>                    | 91   | 24 % | III |
| <i>Aphelochaeta</i> sp.               | 34   | 29 % | II  | <i>Parathyasira equalis</i>           | 82   | 35 % | III |
| <i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> | 32   | 34 % | IV  | <i>Heteromastus filiformis</i>        | 60   | 43 % | IV  |
| <i>Amphiura chiajei</i>               | 31   | 40 % | II  | <i>Yoldiella lucida</i>               | 34   | 47 % | II  |
| <i>Abra nitida</i>                    | 27   | 44 % | III | Golfingiidae indet.                   | 32   | 51 % | Ik  |
| <i>Heteromastus filiformis</i>        | 26   | 48 % | IV  | <i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> | 26   | 54 % | IV  |
| <i>Pholoe baltica</i>                 | 25   | 52 % | III | <i>Aphelochaeta</i> sp.               | 24   | 57 % | II  |
| <i>Streblosoma bairdi</i>             | 19   | 55 % | II  | <i>Diplocirrus glaucus</i>            | 23   | 60 % | II  |
| <i>Caudofoveata</i> indet.            | 17   | 58 % | II  | <i>Thyasira sarsii</i>                | 21   | 63 % | IV  |
| C3                                    | Ant. | Kum. | EG  | C4                                    | Ant. | Kum. | EG  |
| <i>Parathyasira equalis</i>           | 150  | 28 % | III | <i>Heteromastus filiformis</i>        | 91   | 12 % | IV  |
| <i>Aphelochaeta</i> sp.               | 44   | 36 % | II  | <i>Jasmineira caudata</i>             | 50   | 18 % | II  |
| <i>Caudofoveata</i> indet.            | 26   | 41 % | II  | <i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> | 47   | 24 % | IV  |
| <i>Heteromastus filiformis</i>        | 24   | 45 % | IV  | <i>Labidoplax buskii</i>              | 45   | 30 % | II  |
| <i>Streblosoma bairdi</i>             | 17   | 48 % | II  | <i>Syllis cornuta</i>                 | 40   | 36 % | III |
| <i>Abra nitida</i>                    | 16   | 51 % | III | <i>Pholoe assimilis</i>               | 33   | 40 % | III |
| <i>Apseudes spinosus</i>              | 15   | 54 % | I   | <i>Ampelisca</i> sp.                  | 30   | 44 % | I   |
| <i>Paramphinoe jeffreysii</i>         | 15   | 57 % | III | <i>Polycirrus norvegicus</i>          | 30   | 48 % | IV  |
| <i>Maldane sarsi</i>                  | 13   | 59 % | IV  | <i>Pholoe baltica</i>                 | 24   | 51 % | III |
| <i>Nemertea</i> indet.                | 12   | 61 % | III | <i>Chone</i> sp.                      | 23   | 54 % | I   |
| Cref                                  | Ant. | Kum. | EG  |                                       |      |      |     |
| <i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> | 129  | 17 % | IV  |                                       |      |      |     |
| <i>Heteromastus filiformis</i>        | 117  | 33 % | IV  |                                       |      |      |     |
| <i>Abra nitida</i>                    | 61   | 41 % | III |                                       |      |      |     |
| <i>Proclea graffii</i>                | 43   | 47 % | II  |                                       |      |      |     |
| <i>Parathyasira equalis</i>           | 24   | 50 % | III |                                       |      |      |     |
| <i>Diplocirrus glaucus</i>            | 20   | 52 % | II  |                                       |      |      |     |
| <i>Paramphinoe jeffreysii</i>         | 20   | 55 % | III |                                       |      |      |     |
| <i>Ampelisca</i> sp.                  | 16   | 57 % | I   |                                       |      |      |     |
| <i>Nemertea</i> indet.                | 16   | 59 % | III |                                       |      |      |     |
| <i>Prionospio cirrifera</i>           | 16   | 61 % | III |                                       |      |      |     |

\*Økologiske grupper: EG I = sensitive arter. EG II = nøytrale arter. EG III = tolerante arter. EG IV = opportunistiske arter.

EG V = forurensningsindikatorer (pollution indicator species). Fra Rygg og Norling, 2013.

Ik = ikke kjent gruppe.



## 3 Sammenfattende vurderinger

---

### 3.1 Sammenfatning

Resultatene fra bløtbunnundersøkelsen ved lokaliteten Slåttvika i 2018 kan sammenholdes som følger:

- TOM- og TN-nivåene var lave. TOC-nivået var også lavt i sediment fra alle stasjonene og i tilstandsklasse I. C/N-forholdene var lavt på alle stasjonene. Kobber var noe forhøyet i sediment fra anleggssonen (klasse II/III). Sedimentet var grovkornet på C4 og finkornet på de andre stasjonene.
- Økologisk tilstandsklassifisering, basert på faunaindeksene i Veileder 02:2018, ga tilstandsklasse I "Svært god" for alle stasjonene. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene. En 9410:2016 vurdering av bløtbunnsamfunnet på C1 ga miljøtilstand 1 "Meget god".

### 3.2 Konklusjon

C-undersøkelsen ved lokalitet Slåttvika i juli 2018 viste at sedimentene ikke var belastet med organisk karbon og i klasse I "Svært god". Nivået av kobber på C1 var noe forhøyet og i klasse II/III. Bløtbunnsamfunnene på alle stasjonene var uforstyrret og i klasse I "Svært god". Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene.

## 4 Referanser

---

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

Direktoratgruppen, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018.

ISO 5667-19, 2004. Guidance on sampling of marine sediments.

ISO 16665, 2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.

Miljødirektoratet, 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608/2016. 24 s.

NS 9410:2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.

Rygg, B. og K. Norling, 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.

## 5 Vedlegg

### Vedlegg 1. Bunndyrstatistikk og artslister

#### Diversitetsmål

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

Shannon-Wieners indeks (Shannon & Weaver, 1949) er gitt ved formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

der  $n_i$  = antall individer av art  $i$  i prøven

$N$  = totalt antall individer

$s$  = antall arter

Indeksen tar hensyn både til antall arter og mengdefordelingen mellom artene, men det synes som indeksen er mest følsom for individfordelingen. En lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn som er dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn.

Pielous mål for jevnhet (Pielou, 1966)

har følgende formel, der symbolene er som i Shannon-Wieners indeks

$$J = \frac{H'}{\log_2 s}$$

#### Hurlberts diversitetskurver

Grafisk kan diversiteten uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. Med utgangspunkt i totalt antall arter og individer i en prøve søker man å beregne hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer. Diversitetsmålet blir derved uavhengig av prøvestørrelsen og gjør at lokaliteter med ulik individtetthet kan sammenlignes direkte. Hurlbert (1971) har gitt 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  $N$ )

$s$  = totalt antall arter i prøven

#### Plott av antall arter i forhold til antall individer

Artene deles inn i grupper/klasser etter hvor mange individer som er registrert i en prøve. Det vanlige er å sette klasse I = 1 individ pr. art, klasse II = 2-3 individer, klasse III = 4-7 individer, klasse IV = 8-15 individer, osv., slik at de nedre klassegrensene danner en følge av ledd på formen  $2^x$ ,  $x=0,1,2,\dots$ . En slik følge kalles en geometrisk følge, derfor kalles klassene for geometriske klasser. Hvis antall arter innenfor hver klasse plottes mot

klasseverdien på en lineær skala, vil det fremkomme en kurve som uttrykker individfordelingen mellom artene i samfunnet. Det har vist seg at i prøver fra upåvirkede samfunn vil det være mange arter med lavt individantall og få arter med høyt individantall, slik at vi får en en-toppet, asymmetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

Ved moderat forurensing forsvinner en del av de individfattige artene, mens noen som blir begunstiget, øker i antall. Slik flater kurven ut, og strekker seg mot høyere klasser eller den får ekstra topper. Under slike forhold mister kurven enhver likhet med den statistiske log-normalfordelingen. Derfor kan avvik fra log-normalfordelingen tolkes som et resultat av en påvirkning/forurensing. Det har vist seg at denne metoden tidlig gir utslag ved miljøforstyrrelse. Ved sterk forurensning blir det bare noen få, men ofte svært tallrike arter tilbake. Log-normalfordelingskurven vil da ofte gjenoppstå, men med en lavere topp og spredt over flere klasser enn for uforstyrrede samfunn.

#### Faunaens fordelingsmønster

Variasjoner i faunaens fordelingsmønster over området beskrives ved å sammenligne tettheten av artene på hver stasjon. Til dette brukes multivariate klassifikasjons- og ordinasjons-analyser (Cluster og MDS).

Analysene i denne undersøkelsen ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5. Inngangsdata er individantall pr. art, pr. prøve. Provene kan være replikater eller stasjoner. Det tas ikke hensyn til hvilke arter som opptrer. Forut for klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene ble artslistene dobbelt kvadratrots-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

#### Clusteranalyse

Analysen undersøker faunalikheten mellom prøver. For å sammenligne to prøver ble Bray-Curtis ulikhetsindeks benyttet (Bray & Curtis, 1957):

$$d_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n |X_{ki} - X_{kj}|}{\sum_{k=1}^n (X_{ki} + X_{kj})}$$

der  $n$  = antall arter sammenlignet

$X_{ki}$  = antall individ av art  $k$  i prøve nr.  $i$

$X_{kj}$  = antall individ av art  $k$  i prøve nr.  $j$

Indeksen avtar med økende likhet. Vi får verdien 1 hvis prøvene er helt ulike, dvs. ikke har noen felles arter. Identiske arts- og individtall vil gi verdien 0. Prøver blir gruppert sammen etter graden av likhet ved å bruke "group-average linkage". Forholdsvis like prøver danner en gruppe (cluster). Resultatet presenteres i et tredidiagram (dendrogram).

#### **Ømfintlighet (AMBI, ISI og NSI)**

Ømfintligheten bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marine Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante arter, EG-IV: opportunistiske arter, EG-V: forurensningsindikerende arter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning.

NSI 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 verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven.

#### **Sammensatte indekser (NQI1 og NQI2)**

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes både ut fra artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI1 indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (\text{SN}/2.7) * (N/(N+5))]$$

Diversitetsindeksen SN =  $\ln S / \ln(\ln N)$ , hvor S er antall arter og N er antall individer i prøven

#### **Normalisert EQR (nEQR)**

Observert indeksverdi omregnes til nEQR (normalised ecological quality ratio):

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0.2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$



Klassens nEQR basisverdi 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 |

Klasseintervallet er 0,2 for alle klassene.

nEQR gir altså en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Tallverdien viser ikke bare statusklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger fordi verdiene følger en kontinuerlig skala. F. eks. viser verdien 0,75 at tilstanden ligger tre firedeler opp i tilstand God (God = 0,6 – 0,8). nEQR muliggjør en harmonisert sammenligning av forsållige indekser, både innenfor samme kvalitetselement og mellom ulike kvalitetselement.

#### Referanser:

- Bray, R.T. & J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27:325-349.
- Hurlbert, S.N. 1971. The non-concept of the species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* 52:577-586.
- Pielou, E. C. 1966. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology* 10, 370-383.
- Rygg, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine water of Norway. *NIVA report SNO 4548-2002*, 32 p.
- Shannon, C.E. & W. Weaver, 1949. The Mathematical Theory of Communication. *Univ Illinois Press, Urbana* 117 s.

## Statistikk resultater Slåttvika, 2018:

### Antall arter og individer per stasjon

| st.nr.   | tot. | C1  | C2  | C3  | C4  | Cref |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| no. ind. | 3446 | 613 | 782 | 541 | 762 | 748  |
| no. spe. | 194  | 88  | 86  | 85  | 94  | 95   |

### Bunndyrindekser per replikat

| st.nr.          | tot. | C1_01 | C1_02 | C2_01 | C2_02 | C3_01 | C3_02 | C4_01 | C4_02 | Cref_01 | Cref_02 |
|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
| no. ind.        | 3446 | 234   | 379   | 452   | 330   | 225   | 316   | 426   | 336   | 451     | 297     |
| no. spe.        | 194  | 55    | 72    | 65    | 61    | 54    | 66    | 76    | 63    | 66      | 68      |
| Shannon-Wiener: |      | 4,8   | 5,1   | 5,0   | 4,6   | 4,3   | 4,8   | 5,1   | 5,1   | 4,5     | 4,9     |
| Pielou          |      | 0,83  | 0,82  | 0,82  | 0,78  | 0,75  | 0,79  | 0,82  | 0,86  | 0,75    | 0,81    |
| ES100           |      | 35    | 38    | 36    | 34    | 35    | 37    | 38    | 38    | 34      | 39      |
| SN              |      | 2,36  | 2,40  | 2,31  | 2,34  | 2,36  | 2,39  | 2,40  | 2,35  | 2,31    | 2,43    |
| ISI-2012        |      | 9,34  | 9,75  | 9,14  | 8,71  | 10,08 | 9,04  | 10,04 | 9,36  | 9,35    | 9,20    |
| AMBI            |      | 2,319 | 2,047 | 2,243 | 1,713 | 2,507 | 2,162 | 2,248 | 2,042 | 2,637   | 2,653   |
| NQI1            |      | 0,76  | 0,79  | 0,76  | 0,80  | 0,75  | 0,78  | 0,78  | 0,78  | 0,74    | 0,75    |
| NSI             |      | 23,2  | 23,6  | 21,6  | 22,6  | 22,3  | 22,9  | 23,5  | 23,8  | 21,5    | 22,0    |
| DI              |      | 0,319 | 0,529 | 0,605 | 0,469 | 0,302 | 0,450 | 0,579 | 0,476 | 0,604   | 0,423   |

### Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

| st.nr.               | C1    | C2    | C3    | C4    | Cref  |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Shannon-Wiener:      | 4,92  | 4,78  | 4,57  | 5,14  | 4,74  |
| Pielou               | 0,82  | 0,80  | 0,77  | 0,84  | 0,78  |
| ES100                | 36,7  | 34,9  | 36,2  | 38,2  | 36,5  |
| SN                   | 2,38  | 2,32  | 2,38  | 2,38  | 2,37  |
| ISI-2012             | 9,54  | 8,92  | 9,56  | 9,70  | 9,27  |
| AMBI                 | 2,183 | 1,978 | 2,335 | 2,145 | 2,645 |
| NQI1                 | 0,78  | 0,78  | 0,77  | 0,78  | 0,74  |
| NSI                  | 23,37 | 22,13 | 22,64 | 23,67 | 21,78 |
| Tilstandsklasse nEQR | 0,858 | 0,838 | 0,841 | 0,870 | 0,831 |

### Geometriske klasser

| int.      | C1 | C2 | C3 | C4 | Cref |
|-----------|----|----|----|----|------|
| 1         | 40 | 29 | 34 | 32 | 38   |
| 2,3       | 14 | 22 | 21 | 27 | 22   |
| 4-7       | 14 | 14 | 14 | 12 | 15   |
| 8-15      | 7  | 7  | 10 | 8  | 10   |
| 16-31     | 9  | 8  | 4  | 9  | 6    |
| 32-63     | 3  | 3  | 1  | 5  | 2    |
| 64-127    | 1  | 3  | 0  | 1  | 1    |
| 128-255   | 0  | 0  | 1  | 0  | 1    |
| 256-511   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    |
| 512-1023  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    |
| 1024-2047 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    |
| 2048-     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0    |

# Artsliste

## Slåttvika forundersøkelse 2018

| Rekke                  | Klasse      | Orden        | Art/Taxa                       | 01 | 02 | Sum |
|------------------------|-------------|--------------|--------------------------------|----|----|-----|
| <b>Stasjonsnr.: C1</b> |             |              |                                |    |    |     |
|                        | CNIDARIA    |              |                                |    |    |     |
|                        |             | Anthozoa     |                                |    |    |     |
|                        |             |              | Cerianthus lloydii             | 1  |    | 1   |
|                        | NEMERTINI   |              |                                |    |    |     |
|                        |             |              | Nemertea indet.                | 7  | 10 | 17  |
|                        | ECHIURIDA   |              |                                |    |    |     |
|                        |             |              | Echiurus echiurus              |    | 1  | 1   |
|                        | SIPUNCULIDA |              |                                |    |    |     |
|                        |             |              | Golfingiidae indet.            | 1  | 1  | 2   |
|                        |             |              | Onchnesoma steenstrupii        |    | 1  | 1   |
|                        |             |              | Phascolion strombus            | 2  | 3  | 5   |
|                        |             |              | Sipunculida indet.             | 1  |    | 1   |
|                        | ANNELIDA    |              |                                |    |    |     |
|                        |             | Polychaeta   |                                |    |    |     |
|                        |             | Orbiniida    |                                |    |    |     |
|                        |             |              | Phylo norvegicus               | 1  | 1  | 2   |
|                        |             |              | Scoloplos sp.                  | 2  |    | 2   |
|                        |             |              | Levensenia gracilis            | 3  | 7  | 10  |
|                        |             | Spionida     |                                |    |    |     |
|                        |             |              | Dipolydora sp.                 | 1  |    | 1   |
|                        |             |              | Prionospio cirrifera           | 3  | 1  | 4   |
|                        |             |              | Prionospio dubia               |    | 1  | 1   |
|                        |             |              | Pseudopolydora paucibranchiata | 14 | 18 | 32  |
|                        |             |              | Spiophanes kroyeri             | 4  | 5  | 9   |
|                        |             |              | Tharyx killariensis            |    | 6  | 6   |
|                        |             |              | Aphelochaeta sp.               | 14 | 20 | 34  |
|                        |             |              | Chaetozone sp.                 | 4  | 6  | 10  |
|                        |             | Capitellida  |                                |    |    |     |
|                        |             |              | Heteromastus filiformis        | 14 | 12 | 26  |
|                        |             |              | Notomastus latericeus          | 7  | 2  | 9   |
|                        |             |              | Lumbriclymene cylindrica       | 1  |    | 1   |
|                        |             |              | Chirimia biceps                | 1  | 2  | 3   |
|                        |             |              | Maldane sarsi                  |    | 6  | 6   |
|                        |             |              | Euclymeninae indet.            | 1  |    | 1   |
|                        |             | Opheliida    |                                |    |    |     |
|                        |             |              | Scalibregma inflatum           |    | 1  | 1   |
|                        |             | Phyllodocida |                                |    |    |     |
|                        |             |              | Eteone flava/longa             | 1  |    | 1   |
|                        |             |              | Bylgides groenlandicus         |    | 1  | 1   |
|                        |             |              | Polynoidae indet.              | 1  | 2  | 3   |
|                        |             |              | Pholoe baltica                 | 10 | 15 | 25  |
|                        |             |              | Pholoe sp.                     | 2  | 6  | 8   |
|                        |             |              | Sigalionidae indet.            | 1  | 2  | 3   |
|                        |             |              | Syllis cornuta                 | 6  | 1  | 7   |
|                        |             |              | Ceratocephale loveni           | 1  | 1  | 2   |
|                        |             |              | Goniada maculata               | 1  | 3  | 4   |
|                        |             |              | Aglaophamus pulcher            |    | 1  | 1   |

| <i>Rekke</i> | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i>     | <i>Art/Taxa</i>          | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|--------------|---------------|------------------|--------------------------|-----------|-----------|------------|
|              |               |                  | Nephtys ciliata          | 2         | 1         | 3          |
|              |               |                  | Nephtys hystricis        | 1         | 1         | 2          |
|              |               |                  | Nephtys paradoxa         |           | 2         | 2          |
|              |               | Amphinomida      | Paramphionome jeffreysii | 1         | 5         | 6          |
|              |               | Eunicida         | Abyssoninoe scopa        |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Arabellidae indet.       | 4         | 4         | 8          |
|              |               | Flabelligerida   | Diplocirrus glaucus      | 9         | 31        | 40         |
|              |               | Terebellida      | Amphicene auricoma       | 1         |           | 1          |
|              |               |                  | Ampharete octocirrata    | 1         |           | 1          |
|              |               |                  | Amythasides macroglossus |           | 6         | 6          |
|              |               |                  | Sosane wireni            |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Amaeana trilobata        | 1         |           | 1          |
|              |               |                  | Pista mediterranea       |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Polycirrus norvegicus    |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Streblosoma bairdi       | 11        | 8         | 19         |
|              |               |                  | Terebellidae indet.      | 1         | 1         | 2          |
|              |               |                  | Terebellides sp.         | 1         | 4         | 5          |
|              |               |                  | Trichobranchus roseus    |           | 1         | 1          |
|              |               | Sabellida        | Chone sp.                |           | 2         | 2          |
|              |               |                  | Euchone analis           |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Jasmineira candela       |           | 1         | 1          |
| CRUSTACEA    |               |                  |                          |           |           |            |
|              | Malacostraca  |                  |                          |           |           |            |
|              |               | Cumacea          |                          |           |           |            |
|              |               |                  | Eudorella sp.            |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Leucon sp.               | 1         | 3         | 4          |
|              |               |                  | Diastylis rathkei        | 1         |           | 1          |
|              |               |                  | Diastylodes biplicatus   |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Diastylodes serratus     |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Leptostylis sp.          |           | 1         | 1          |
|              |               | Tanaidacea       |                          |           |           |            |
|              |               |                  | Apseudes spinosus        | 6         | 2         | 8          |
|              |               |                  | Tanaidacea indet.        |           | 5         | 5          |
|              |               | Amphipoda        |                          |           |           |            |
|              |               |                  | Ampelisca sp.            | 5         | 11        | 16         |
|              |               |                  | Haploops setosa          | 1         |           | 1          |
|              |               |                  | Haploops sp.             |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Eriopisa elongata        | 1         | 16        | 17         |
|              |               |                  | Harpinia sp.             | 1         |           | 1          |
|              |               |                  | Podoceridae indet.       |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Gammaridea indet.        |           | 1         | 1          |
|              |               | Isopoda          |                          |           |           |            |
|              |               |                  | Gnathia sp.              | 1         |           | 1          |
| MOLLUSCA     |               |                  |                          |           |           |            |
|              | Caudofoveata  |                  |                          |           |           |            |
|              |               |                  | Caudofoveata indet.      | 9         | 8         | 17         |
|              | Prosobranchia |                  |                          |           |           |            |
|              |               | Heterogastropoda |                          |           |           |            |
|              |               |                  | Haliella stenostoma      | 1         |           | 1          |
|              | Bivalvia      |                  |                          |           |           |            |
|              |               | Nuculoida        |                          |           |           |            |
|              |               |                  | Nuculana sp. juv.        |           | 1         | 1          |
|              |               |                  | Yoldiella lucida         | 1         | 3         | 4          |

| <i>Rekke</i>           | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i>  | <i>Art/Taxa</i>                | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|------------|
|                        |               |               | Yoldiella solidula             |           | 2         | 2          |
|                        |               | Veneroida     |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Adontorhina similis            |           | 3         | 3          |
|                        |               |               | Mendicula ferruginosa          | 2         | 2         | 4          |
|                        |               |               | Mendicula pygmaea              | 1         | 4         | 5          |
|                        |               |               | Parathyasira equalis           | 44        | 62        | 106        |
|                        |               |               | Axinulus croulinensis          |           | 1         | 1          |
|                        |               |               | Thyasira obsoleta              | 1         |           | 1          |
|                        |               |               | Abra nitida                    | 5         | 22        | 27         |
|                        |               | Pholadomyoida |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Tropidomya abbreviata          |           | 1         | 1          |
|                        |               |               | Cuspidaria obesa               |           | 1         | 1          |
| ECHINODERMATA          |               |               |                                |           |           |            |
|                        | Ophiuroidea   |               |                                |           |           |            |
|                        |               | Ophiurida     |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Amphiura chiajei               | 15        | 16        | 31         |
|                        |               |               | Ophiuroidea indet. juv.        |           | 1         | 1          |
|                        | Holothuroidea |               |                                |           |           |            |
|                        |               | Apodida       |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Labidoplax buskii              |           | 1         | 1          |
| HEMICHORDATA           |               |               |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Hemichordata indet.            |           | 1         | 1          |
|                        |               |               | <b>Maks:</b>                   | 44        | 62        | 106        |
|                        |               |               | <b>Antall:</b>                 | 55        | 74        | 90         |
|                        |               |               | <b>Sum:</b>                    |           |           | 615        |
| <b>Stasjonsnr.: C2</b> |               |               |                                |           |           |            |
| NEMERTINI              |               |               |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Nemertea indet.                | 9         | 8         | 17         |
| PRIAPULIDA             |               |               |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Priapulus caudatus             |           | 1         | 1          |
| SIPUNCULIDA            |               |               |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Golfingiidae indet.            | 13        | 19        | 32         |
|                        |               |               | Sipunculida indet.             |           | 2         | 2          |
| ANNELIDA               |               |               |                                |           |           |            |
|                        | Polychaeta    |               |                                |           |           |            |
|                        |               | Orbiniida     |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Phylo norvegicus               | 3         | 2         | 5          |
|                        |               |               | Levinsenia gracilis            | 2         |           | 2          |
|                        |               | Spionida      |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Prionospio cirrifera           | 5         | 2         | 7          |
|                        |               |               | Prionospio dubia               | 3         | 3         | 6          |
|                        |               |               | Pseudopolydora paucibranchiata | 23        | 3         | 26         |
|                        |               |               | Spiophanes kroyeri             | 3         | 4         | 7          |
|                        |               |               | Trochochaeta carica            | 1         |           | 1          |
|                        |               |               | Aphelochaeta sp.               | 12        | 12        | 24         |
|                        |               | Capitellida   |                                |           |           |            |
|                        |               |               | Capitella capitata             | 15        | 3         | 18         |
|                        |               |               | Heteromastus filiformis        | 41        | 19        | 60         |
|                        |               |               | Chirimia biceps                |           | 2         | 2          |
|                        |               |               | Maldane sarsi                  | 1         |           | 1          |



| <i>Rekke</i> | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i>   | <i>Art/Taxa</i>          | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|--------------|---------------|----------------|--------------------------|-----------|-----------|------------|
|              |               |                | Praxillella gracilis     | 2         | 1         | 3          |
|              |               | Opheliida      | Ophelina sp.             | 2         | 1         | 3          |
|              |               |                | Scalibregma inflatum     |           | 1         | 1          |
|              |               | Phyllococida   | Eteone flava/longa       | 1         | 1         | 2          |
|              |               |                | Sige fusigera            | 3         | 2         | 5          |
|              |               |                | Harmothoe sp.            |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Enipo torelli            | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Polynoidae indet.        | 5         | 4         | 9          |
|              |               |                | Pholoe assimilis         | 8         | 2         | 10         |
|              |               |                | Pholoe baltica           |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Pholoe sp.               |           | 2         | 2          |
|              |               |                | Syllidia armata          | 1         | 2         | 3          |
|              |               |                | Autolytus sp.            | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Ceratocephale loveni     | 1         | 2         | 3          |
|              |               |                | Eunereis longissima      |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Glycera capitata         | 3         | 1         | 4          |
|              |               |                | Nephtys ciliata          |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Nephtys paradoxa         | 1         |           | 1          |
|              |               | Amphinomida    | Paramphionome jeffreysii | 12        | 5         | 17         |
|              |               | Eunicida       | Abyssoninoe scopa        |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Scoletoma fragilis       | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Scoletoma sp.            | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Arabellidae indet.       | 10        | 6         | 16         |
|              |               | Flabelligerida | Diplocirrus glaucus      | 14        | 9         | 23         |
|              |               |                | Pherusa falcata          |           | 1         | 1          |
|              |               | Terebellida    | Pectinaria belgica       | 2         |           | 2          |
|              |               |                | Ampharete octocirrata    | 3         |           | 3          |
|              |               |                | Ampharete falcata        | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Melinna elisabethae      | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Lanassa venusta          | 8         | 3         | 11         |
|              |               |                | Paramphitrite birulai    | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Phisidia aurea           | 2         |           | 2          |
|              |               |                | Proclea graffii          | 36        | 65        | 101        |
|              |               |                | Streblosoma bairdi       | 2         |           | 2          |
|              |               |                | Terebellidae indet.      |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Terebellides sp.         | 7         | 3         | 10         |
|              |               | Sabellida      | Bispira crassicornis     | 3         |           | 3          |
|              |               |                | Chone sp.                | 2         | 1         | 3          |
|              |               |                | Euchone analis           | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Jasmineira candela       | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Sabella pavonina         |           | 1         | 1          |
| CRUSTACEA    |               |                |                          |           |           |            |
|              | Ostracoda     |                |                          |           |           |            |
|              |               |                | Ostracoda indet.         |           | 2         | 2          |
|              | Malacostraca  |                |                          |           |           |            |
|              |               | Cumacea        |                          |           |           |            |
|              |               |                | Eudorella sp.            |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Diastylis cornuta        | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Diastylis rathkei        |           | 2         | 2          |

| <i>Rekke</i>           | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i>    | <i>Art/Taxa</i>         | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------|
|                        |               |                 | Diastylodes serratus    | 5         | 3         | 8          |
|                        |               | Amphipoda       |                         |           |           |            |
|                        |               |                 | Ampelisca sp.           | 5         | 2         | 7          |
|                        |               |                 | Haploops sp.            | 4         |           | 4          |
|                        |               |                 | Eriopisa elongata       | 1         | 2         | 3          |
|                        |               |                 | Harpinia sp.            |           | 1         | 1          |
|                        |               |                 | Podoceridae indet.      | 4         | 1         | 5          |
| MOLLUSCA               |               |                 |                         |           |           |            |
|                        |               | Caudofoveata    |                         |           |           |            |
|                        |               |                 | Caudofoveata indet.     | 2         | 2         | 4          |
|                        |               | Opisthobranchia |                         |           |           |            |
|                        |               |                 | Cephalaspidea           |           |           |            |
|                        |               |                 | Retusa umbilicata       |           | 1         | 1          |
|                        |               | Bivalvia        |                         |           |           |            |
|                        |               |                 | Nuculoida               |           |           |            |
|                        |               |                 | Nuculana sp. juv.       |           | 1         | 1          |
|                        |               |                 | Yoldiella lucida        | 19        | 15        | 34         |
|                        |               |                 | Yoldiella nana          | 1         |           | 1          |
|                        |               |                 | Yoldiella solidula      | 5         | 5         | 10         |
|                        |               |                 | Veneroida               |           |           |            |
|                        |               |                 | Adontorhina similis     | 3         | 2         | 5          |
|                        |               |                 | Mendicula ferruginosa   |           | 3         | 3          |
|                        |               |                 | Mendicula pygmaea       | 5         | 4         | 9          |
|                        |               |                 | Parathyasira equalis    | 55        | 27        | 82         |
|                        |               |                 | Axinulus croulinensis   |           | 1         | 1          |
|                        |               |                 | Thyasira obsoleta       | 1         | 1         | 2          |
|                        |               |                 | Thyasira sarsii         | 14        | 7         | 21         |
|                        |               |                 | Thyasiridae indet.      | 4         |           | 4          |
|                        |               |                 | Abra nitida             | 44        | 47        | 91         |
|                        |               |                 | Pholadomyoida           |           |           |            |
|                        |               |                 | Tropidomya abbreviata   | 2         |           | 2          |
|                        |               |                 | Cuspidaria obesa        | 4         |           | 4          |
| ECHINODERMATA          |               |                 |                         |           |           |            |
|                        |               | Ophiuroidea     |                         |           |           |            |
|                        |               |                 | Ophiurida               |           |           |            |
|                        |               |                 | Amphiura chiajei        |           | 1         | 1          |
|                        |               |                 | Amphilepis norvegica    | 2         |           | 2          |
|                        |               |                 | Ophiuroidea indet. juv. | 1         |           | 1          |
|                        |               | Holothuroidea   |                         |           |           |            |
|                        |               |                 | Apodida                 |           |           |            |
|                        |               |                 | Labidoplax buskii       | 3         | 1         | 4          |
|                        |               |                 | <b>Maks:</b>            | 55        | 65        | 101        |
|                        |               |                 | <b>Antall:</b>          | 66        | 62        | 88         |
|                        |               |                 | <b>Sum:</b>             |           |           | 784        |
| <b>Stasjonsnr.: C3</b> |               |                 |                         |           |           |            |
| NEMERTINI              |               |                 |                         |           |           |            |
|                        |               |                 | Nemertea indet.         | 5         | 7         | 12         |
| SIPUNCULIDA            |               |                 |                         |           |           |            |
|                        |               |                 | Golfingiidae indet.     |           | 6         | 6          |
|                        |               |                 | Phascolion strombus     | 1         |           | 1          |
|                        |               |                 | Sipunculida indet.      | 1         | 1         | 2          |
|                        |               |                 | Sipunculida indet. juv. |           | 1         | 1          |

| <i>Rekke</i> | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i>             | <i>Art/Taxa</i> | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|--------------|---------------|--------------------------|-----------------|-----------|-----------|------------|
| ANNELIDA     |               |                          |                 |           |           |            |
|              | Polychaeta    |                          |                 |           |           |            |
|              |               | Orbiniida                |                 |           |           |            |
|              |               | Orbinia sp.              |                 | 3         |           | 3          |
|              |               | Phylo norvegicus         |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Levinsonia gracilis      | 1               | 3         |           | 4          |
|              |               | Spionida                 |                 |           |           |            |
|              |               | Dipolydora sp.           | 1               |           |           | 1          |
|              |               | Prionospio cirrifera     | 6               | 5         |           | 11         |
|              |               | Prionospio dubia         | 5               | 1         |           | 6          |
|              |               | Spiophanes kroyeri       |                 | 4         |           | 4          |
|              |               | Tharyx killariensis      |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Aphelochaeta sp.         | 20              | 24        |           | 44         |
|              |               | Capitellida              |                 |           |           |            |
|              |               | Capitella capitata       | 6               | 1         |           | 7          |
|              |               | Heteromastus filiformis  | 9               | 15        |           | 24         |
|              |               | Notomastus latericeus    | 1               | 1         |           | 2          |
|              |               | Lumbriclymene cylindrica |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Chirimia biceps          | 1               |           |           | 1          |
|              |               | Maldane sarsi            | 5               | 8         |           | 13         |
|              |               | Phyllodocida             |                 |           |           |            |
|              |               | Mystides sp.             | 1               | 1         |           | 2          |
|              |               | Sige fusigera            |                 | 2         |           | 2          |
|              |               | Harmothoe sp.            |                 | 2         |           | 2          |
|              |               | Polynoidae indet.        | 1               |           |           | 1          |
|              |               | Pholoe assimilis         |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Pholoe baltica           | 1               | 2         |           | 3          |
|              |               | Pholoe pallida           |                 | 7         |           | 7          |
|              |               | Sigalionidae indet.      | 1               |           |           | 1          |
|              |               | Exogone verugera         |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Syllis cornuta           | 4               | 4         |           | 8          |
|              |               | Ceratocephale loveni     | 1               | 4         |           | 5          |
|              |               | Glycera alba             | 1               |           |           | 1          |
|              |               | Nephtys hystrix          |                 | 2         |           | 2          |
|              |               | Nephtys incisa           |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Amphinomida              |                 |           |           |            |
|              |               | Paramphionome jeffreysii | 2               | 13        |           | 15         |
|              |               | Eunicida                 |                 |           |           |            |
|              |               | Abyssoninoe scopa        |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Arabellidae indet.       | 2               | 7         |           | 9          |
|              |               | Flabelligerida           |                 |           |           |            |
|              |               | Brada sp.                | 1               | 1         |           | 2          |
|              |               | Diplocirrus glaucus      | 8               | 3         |           | 11         |
|              |               | Pherusa falcata          |                 | 2         |           | 2          |
|              |               | Terebellida              |                 |           |           |            |
|              |               | Pectinaria belgica       | 1               |           |           | 1          |
|              |               | Amythasides macroglossus |                 | 2         |           | 2          |
|              |               | Sosane sulcata           |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Lanassa venusta          | 1               | 2         |           | 3          |
|              |               | Pista mediterranea       | 1               | 2         |           | 3          |
|              |               | Proclea graffii          |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Streblosoma bairdi       | 4               | 13        |           | 17         |
|              |               | Terebellides sp.         |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Sabellida                |                 |           |           |            |
|              |               | Bispira crassicornis     |                 | 1         |           | 1          |
|              |               | Chone sp.                |                 | 1         |           | 1          |

| <i>Rekke</i>  | <i>Klasse</i>   | <i>Orden</i>  | <i>Art/Taxa</i>             | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|---------------|-----------------|---------------|-----------------------------|-----------|-----------|------------|
|               |                 |               | Euchone analis              |           | 2         | 2          |
|               |                 |               | Laonome kroyeri             | 1         |           | 1          |
|               |                 |               | Sabellidae indet.           | 1         | 1         | 2          |
| CRUSTACEA     |                 |               |                             |           |           |            |
|               | Malacostraca    |               |                             |           |           |            |
|               |                 | Cumacea       |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Eudorella sp.               | 1         |           | 1          |
|               |                 |               | Campylaspis costata         |           | 1         | 1          |
|               |                 |               | Diastylis cornuta           | 1         |           | 1          |
|               |                 |               | Diastylodes serratus        |           | 1         | 1          |
|               |                 | Tanaidacea    |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Apseudes spinosus           | 1         | 14        | 15         |
|               |                 | Amphipoda     |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Ampelisca sp.               |           | 2         | 2          |
|               |                 |               | Haploops sp.                | 1         | 1         | 2          |
|               |                 |               | Tryphosites longipes        |           | 1         | 1          |
|               |                 |               | Eriopisa elongata           | 4         | 4         | 8          |
|               |                 |               | Harpinia sp.                | 1         |           | 1          |
|               |                 |               | Laetmatophilus tuberculatus | 4         |           | 4          |
|               |                 |               | Podoceridae indet.          |           | 1         | 1          |
| MOLLUSCA      |                 |               |                             |           |           |            |
|               | Caudofoveata    |               |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Caudofoveata indet.         | 7         | 19        | 26         |
|               | Opisthobranchia |               |                             |           |           |            |
|               |                 | Cephalaspidea |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Retusa umbilicata           |           | 4         | 4          |
|               |                 |               | Hermania sp.                | 1         |           | 1          |
|               | Bivalvia        |               |                             |           |           |            |
|               |                 | Nuculoida     |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Yoldiella lucida            | 4         | 1         | 5          |
|               |                 |               | Yoldiella solidula          | 1         | 4         | 5          |
|               |                 | Arcoidea      |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Batharca pectunculoides     | 1         |           | 1          |
|               |                 | Veneroida     |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Adontorhina similis         | 3         | 1         | 4          |
|               |                 |               | Mendicula ferruginosa       | 3         |           | 3          |
|               |                 |               | Mendicula pygmaea           | 3         | 2         | 5          |
|               |                 |               | Parathyasira equalis        | 74        | 76        | 150        |
|               |                 |               | Thyasira obsoleta           | 1         |           | 1          |
|               |                 |               | Thyasira sarsii             |           | 2         | 2          |
|               |                 |               | Astarte sulcata             |           | 2         | 2          |
|               |                 |               | Abra nitida                 | 9         | 7         | 16         |
|               |                 | Myoida        |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Hiatella arctica            |           | 1         | 1          |
|               |                 | Pholadomyoida |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Tropidomya abbreviata       | 2         | 1         | 3          |
|               |                 |               | Cuspidaria obesa            | 1         |           | 1          |
| ECHINODERMATA |                 |               |                             |           |           |            |
|               | Asteroidea      |               |                             |           |           |            |
|               |                 | Paxillosida   |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Astropecten irregularis     | 1         |           | 1          |
|               | Ophiuroidea     |               |                             |           |           |            |
|               |                 | Ophiurida     |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Amphiura chiajei            | 3         | 5         | 8          |
|               | Holothuroidea   |               |                             |           |           |            |
|               |                 | Apodida       |                             |           |           |            |
|               |                 |               | Labidoplax buskii           | 3         | 3         | 6          |
| HEMICHORDATA  |                 |               |                             |           |           |            |

| <i>Rekke</i>           | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i> | <i>Art/Taxa</i>                | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|-----------|-----------|------------|
|                        |               |              | Hemichordata indet.            | 1         |           | 1          |
|                        |               |              | <b>Maks:</b>                   | 74        | 76        | 150        |
|                        |               |              | <b>Antall:</b>                 | 54        | 67        | 86         |
|                        |               |              | <b>Sum:</b>                    |           |           | 542        |
| <b>Stasjonsnr.: C4</b> |               |              |                                |           |           |            |
|                        | CNIDARIA      |              |                                |           |           |            |
|                        |               | Anthozoa     |                                |           |           |            |
|                        |               |              | Cerianthus lloydii             | 2         |           | 2          |
|                        | NEMERTINI     |              |                                |           |           |            |
|                        |               |              | Nemertea indet.                | 1         | 2         | 3          |
|                        | ECHIURIDA     |              |                                |           |           |            |
|                        |               |              | Echiurus echiurus              |           | 1         | 1          |
|                        | SIPUNCULIDA   |              |                                |           |           |            |
|                        |               |              | Phascolion strombus            | 8         | 13        | 21         |
|                        | ANNELIDA      |              |                                |           |           |            |
|                        |               | Polychaeta   |                                |           |           |            |
|                        |               | Orbiniida    |                                |           |           |            |
|                        |               |              | Scoloplos sp.                  | 5         | 16        | 21         |
|                        |               | Spionida     |                                |           |           |            |
|                        |               |              | Dipolydora quadrilobata        |           | 1         | 1          |
|                        |               |              | Dipolydora sp.                 | 1         | 1         | 2          |
|                        |               |              | Prionospio cirrifera           | 3         |           | 3          |
|                        |               |              | Pseudopolydora paucibranchiata | 21        | 26        | 47         |
|                        |               |              | Spiophanes kroyeri             | 6         | 3         | 9          |
|                        |               |              | Spiophanes wigleyi             | 8         | 2         | 10         |
|                        |               |              | Tharyx killariensis            | 14        | 8         | 22         |
|                        |               |              | Caulieriella sp.               |           | 1         | 1          |
|                        |               |              | Chaetozone sp.                 | 1         |           | 1          |
|                        |               | Capitellida  |                                |           |           |            |
|                        |               |              | Heteromastus filiformis        | 66        | 25        | 91         |
|                        |               |              | Notomastus latericeus          | 11        | 9         | 20         |
|                        |               |              | Lumbriclymene cylindrica       |           | 1         | 1          |
|                        |               | Ophelida     |                                |           |           |            |
|                        |               |              | Ophelina cylindrica            | 1         |           | 1          |
|                        |               |              | Ophelina sp.                   | 1         |           | 1          |
|                        |               |              | Lipobranchius jeffreysii       | 2         | 4         | 6          |
|                        |               | Phyllodocta  |                                |           |           |            |
|                        |               |              | Eteone flava/longa             | 2         | 1         | 3          |
|                        |               |              | Pseudomystides limbata         | 1         |           | 1          |
|                        |               |              | Sige fusigera                  | 1         |           | 1          |
|                        |               |              | Aphrodita aculeata             | 1         | 4         | 5          |
|                        |               |              | Harmothoe sp.                  |           | 1         | 1          |
|                        |               |              | Pholoe assimilis               | 24        | 9         | 33         |
|                        |               |              | Pholoe baltica                 | 10        | 14        | 24         |
|                        |               |              | Nereimyra punctata             |           | 1         | 1          |
|                        |               |              | Syllidia armata                | 1         | 2         | 3          |
|                        |               |              | Parexogone hebes               |           | 2         | 2          |
|                        |               |              | Syllis cornuta                 | 23        | 17        | 40         |
|                        |               |              | Glycera alba                   | 1         |           | 1          |
|                        |               |              | Glycera capitata               | 8         | 4         | 12         |
|                        |               |              | Goniada maculata               | 1         | 2         | 3          |



| <i>Rekke</i> | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i> | <i>Art/Taxa</i>         | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|--------------|---------------|--------------|-------------------------|-----------|-----------|------------|
|              |               |              | Amphinomida             |           |           |            |
|              |               |              | Paramphinome jeffreysii | 1         |           | 1          |
|              |               |              | Eunicida                |           |           |            |
|              |               |              | Nothria hyperborea      | 8         | 5         | 13         |
|              |               |              | Abyssoninoe scopa       | 1         |           | 1          |
|              |               |              | Lumbrineris aniana      | 2         |           | 2          |
|              |               |              | Arabellidae indet.      |           | 1         | 1          |
|              |               |              | Terebellida             |           |           |            |
|              |               |              | Anobothrus gracilis     | 6         | 7         | 13         |
|              |               |              | Ampharete finmarchica   | 1         | 1         | 2          |
|              |               |              | Amphicteis gunneri      | 1         |           | 1          |
|              |               |              | Melinna elisabethae     | 7         | 2         | 9          |
|              |               |              | Eupolymnia nesidensis   |           | 1         | 1          |
|              |               |              | Lanassa nordenskiöldi   |           | 2         | 2          |
|              |               |              | Lanassa venusta         | 5         |           | 5          |
|              |               |              | Paramphitrite birulai   | 1         |           | 1          |
|              |               |              | Phisidia aurea          | 5         |           | 5          |
|              |               |              | Pista mediterranea      | 2         |           | 2          |
|              |               |              | Polycirrus latidens     |           | 1         | 1          |
|              |               |              | Polycirrus medusa       | 12        | 10        | 22         |
|              |               |              | Polycirrus norvegicus   | 17        | 13        | 30         |
|              |               |              | Polycirrus sp.          | 2         | 2         | 4          |
|              |               |              | Proclea graffii         | 1         | 2         | 3          |
|              |               |              | Terebellides sp.        | 2         | 4         | 6          |
|              |               |              | Trichobranchus roseus   | 3         | 4         | 7          |
|              |               |              | Sabellida               |           |           |            |
|              |               |              | Bispira crassicornis    | 1         | 8         | 9          |
|              |               |              | Chone filicaudata       |           | 2         | 2          |
|              |               |              | Chone sp.               | 13        | 10        | 23         |
|              |               |              | Euchone analis          | 1         | 3         | 4          |
|              |               |              | Jasmineira caudata      | 23        | 27        | 50         |
|              |               |              | Hydroides norvegica     | 1         |           | 1          |
|              |               |              | Bushiella sp.           | 1         |           | 1          |
|              |               |              | Oligochaeta             |           |           |            |
|              |               |              | Oligochaeta indet.      | 1         | 1         | 2          |
| CRUSTACEA    |               |              |                         |           |           |            |
|              |               |              | Ostracoda               |           |           |            |
|              |               |              | Ostracoda indet.        | 1         |           | 1          |
|              |               |              | Malacostraca            |           |           |            |
|              |               |              | Cumacea                 |           |           |            |
|              |               |              | Eudorella sp.           | 3         |           | 3          |
|              |               |              | Diastylodes serratus    | 2         | 2         | 4          |
|              |               |              | Amphipoda               |           |           |            |
|              |               |              | Ampelisca sp.           | 21        | 9         | 30         |
|              |               |              | Haploops sp.            | 1         |           | 1          |
|              |               |              | Hippomedon sp.          |           | 2         | 2          |
|              |               |              | Lysianassidae indet.    | 1         | 2         | 3          |
|              |               |              | Urothoe elegans         | 1         |           | 1          |
|              |               |              | Gammaridea indet.       | 6         | 2         | 8          |
|              |               |              | Isopoda                 |           |           |            |
|              |               |              | Janira maculosa         | 2         |           | 2          |
|              |               |              | Decapoda                |           |           |            |
|              |               |              | Paguridae indet.        | 4         | 2         | 6          |
| MOLLUSCA     |               |              |                         |           |           |            |
|              |               |              | Polyplacophora          |           |           |            |

| <i>Rekke</i>        | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i>             | <i>Art/Taxa</i>       | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|---------------------|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|------------|
|                     |               |                          | Polyplacophora indet. |           | 1         | 1          |
|                     | Prosobranchia |                          |                       |           |           |            |
|                     |               | Archaeogastropoda        |                       |           |           |            |
|                     |               | Lepeta caeca             |                       | 3         |           | 3          |
|                     |               | Gibbula tumida           |                       | 1         |           | 1          |
|                     |               | Prosobranchia indet.     |                       |           | 6         | 6          |
|                     | Bivalvia      |                          |                       |           |           |            |
|                     |               | Nuculoida                |                       |           |           |            |
|                     |               | Nucula sp. juv.          |                       | 2         |           | 2          |
|                     |               | Nucula tumidula          |                       | 2         |           | 2          |
|                     |               | Ennucula tenuis          |                       |           | 1         | 1          |
|                     |               | Nuculana minuta          |                       | 1         | 1         | 2          |
|                     |               | Nuculana sp. juv.        |                       | 2         |           | 2          |
|                     |               | Arcoida                  |                       |           |           |            |
|                     |               | Batharca pectunculoides  |                       | 1         |           | 1          |
|                     |               | Ostreoidea               |                       |           |           |            |
|                     |               | Similipecten similis     |                       | 2         | 2         | 4          |
|                     |               | Cyclopecten hoskynsi     |                       |           | 1         | 1          |
|                     |               | Veneroida                |                       |           |           |            |
|                     |               | Parathyasira equalis     |                       | 1         | 1         | 2          |
|                     |               | Thyasira obsoleta        |                       |           | 2         | 2          |
|                     |               | Thyasira sarsii          |                       | 3         |           | 3          |
|                     | Scaphopoda    |                          |                       |           |           |            |
|                     |               | Dentaliida               |                       |           |           |            |
|                     |               | Antalis sp.              |                       | 1         |           | 1          |
| ECHINODERMATA       |               |                          |                       |           |           |            |
|                     | Ophiuroidea   |                          |                       |           |           |            |
|                     |               | Ophiurida                |                       |           |           |            |
|                     |               | Amphipholis squamata     |                       | 1         |           | 1          |
|                     |               | Amphiura chiajei         |                       | 1         |           | 1          |
|                     |               | Ophiuroidea indet. juv.  |                       | 1         |           | 1          |
|                     | Holothuroidea |                          |                       |           |           |            |
|                     |               | Dendrochirotida          |                       |           |           |            |
|                     |               | Psolus sp. juv.          |                       |           | 1         | 1          |
|                     |               | Pseudothyone raphanus    |                       | 2         | 1         | 3          |
|                     |               | Apodida                  |                       |           |           |            |
|                     |               | Labidoplax buskii        |                       | 21        | 24        | 45         |
| TUNICATA            |               |                          |                       |           |           |            |
|                     | Ascidacea     |                          |                       |           |           |            |
|                     |               | Ascidacea indet. (solit) |                       | 2         | 1         | 3          |
|                     |               |                          | <i>Maks:</i>          | 66        | 27        | 91         |
|                     |               |                          | <i>Antall:</i>        | 79        | 64        | 98         |
|                     |               |                          | <i>Sum:</i>           |           |           | 768        |
| <i>Stasjonsnr.:</i> | Cref          |                          |                       |           |           |            |
| NEMERTINI           |               |                          |                       |           |           |            |
|                     |               | Nemertea indet.          |                       | 9         | 7         | 16         |
| SIPUNCULIDA         |               |                          |                       |           |           |            |
|                     |               | Aspidosiphon muelleri    |                       |           | 1         | 1          |
|                     |               | Golfingiidae indet.      |                       | 5         | 2         | 7          |
|                     |               | Phascolion strombus      |                       | 3         | 1         | 4          |
| ANNELIDA            |               |                          |                       |           |           |            |
|                     | Polychaeta    |                          |                       |           |           |            |
|                     |               | Orbinida                 |                       |           |           |            |
|                     |               | Orbinia sp.              |                       | 1         |           | 1          |

| <i>Rekke</i> | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i>   | <i>Art/Taxa</i>                | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|-----------|-----------|------------|
|              |               |                | Phylo norvegicus               | 3         | 3         | 6          |
|              |               |                | Levinsenia gracilis            | 4         | 4         | 8          |
|              |               | Spionida       |                                |           |           |            |
|              |               |                | Prionospio cirrifera           | 5         | 11        | 16         |
|              |               |                | Prionospio dubia               | 3         | 9         | 12         |
|              |               |                | Pseudopolydora paucibranchiata | 113       | 16        | 129        |
|              |               |                | Spiophanes kroyeri             | 5         | 8         | 13         |
|              |               |                | Trochochaeta carica            | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Aphelochaeta sp.               | 6         | 5         | 11         |
|              |               | Capitellida    |                                |           |           |            |
|              |               |                | Heteromastus filiformis        | 51        | 66        | 117        |
|              |               |                | Chirimia biceps                | 1         | 1         | 2          |
|              |               |                | Maldane sarsi                  | 4         |           | 4          |
|              |               |                | Euclymeninae indet.            |           | 1         | 1          |
|              |               | Opheliida      |                                |           |           |            |
|              |               |                | Scalibregma inflatum           | 1         |           | 1          |
|              |               | Phyllodocida   |                                |           |           |            |
|              |               |                | Paranaitis katoi               |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Sige fusigera                  | 1         | 2         | 3          |
|              |               |                | Bylgides elegans               | 5         | 4         | 9          |
|              |               |                | Harmothoe sp.                  | 2         |           | 2          |
|              |               |                | Neoleanira tetragona           |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Pholoe assimilis               |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Pholoe baltica                 |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Pholoe pallida                 |           | 2         | 2          |
|              |               |                | Syllidia armata                | 2         | 1         | 3          |
|              |               |                | Exogone verugera               | 1         | 1         | 2          |
|              |               |                | Eunereis longissima            |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Glycera alba                   |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Goniada maculata               | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Micronephthys minuta           |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Aglaophamus pulcher            | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Nephtys paradoxa               |           | 1         | 1          |
|              |               | Amphinomida    |                                |           |           |            |
|              |               |                | Paramphinome jeffreysii        | 14        | 6         | 20         |
|              |               | Eunicida       |                                |           |           |            |
|              |               |                | Scoletoma fragilis             |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Arabellidae indet.             | 7         | 8         | 15         |
|              |               | Oweniida       |                                |           |           |            |
|              |               |                | Galathowenia oculata           |           | 1         | 1          |
|              |               | Flabelligerida |                                |           |           |            |
|              |               |                | Brada villosa                  |           | 2         | 2          |
|              |               |                | Diplocirrus glaucus            | 11        | 9         | 20         |
|              |               |                | Pherusa falcata                | 1         | 1         | 2          |
|              |               | Terebellida    |                                |           |           |            |
|              |               |                | Pectinaria belgica             |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Ampharete octocirrata          | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Ampharete falcata              | 2         | 1         | 3          |
|              |               |                | Sosane wireni                  | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Lanassa venusta                |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Laphania boeckii               | 1         |           | 1          |
|              |               |                | Polycirrus latidens            |           | 2         | 2          |
|              |               |                | Polycirrus medusa              |           | 1         | 1          |
|              |               |                | Proclea graffii                | 35        | 8         | 43         |
|              |               |                | Streblosoma bairdi             | 2         |           | 2          |
|              |               |                | Terebellides sp.               | 4         | 3         | 7          |

| <i>Rekke</i> | <i>Klasse</i>   | <i>Orden</i>     | <i>Art/Taxa</i>             | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|--------------|-----------------|------------------|-----------------------------|-----------|-----------|------------|
|              |                 | Sabellida        |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Bispira crassicornis        |           | 6         | 6          |
|              |                 |                  | Chone sp.                   | 2         |           | 2          |
|              |                 |                  | Euchone analis              | 1         |           | 1          |
|              |                 |                  | Euchone papillosa           |           | 1         | 1          |
|              |                 |                  | Sabellidae indet.           | 4         |           | 4          |
| CRUSTACEA    |                 |                  |                             |           |           |            |
|              | Malacostraca    |                  |                             |           |           |            |
|              |                 | Cumacea          |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Leucon sp.                  | 2         | 2         | 4          |
|              |                 |                  | Diastylis rathkei           | 1         |           | 1          |
|              |                 |                  | Diastylodes biplicatus      | 1         |           | 1          |
|              |                 |                  | Diastylodes serratus        | 5         |           | 5          |
|              |                 | Tanaidacea       |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Tanaidacea indet.           | 4         |           | 4          |
|              |                 | Amphipoda        |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Ampelisca sp.               | 14        | 2         | 16         |
|              |                 |                  | Haploops sp.                | 4         | 1         | 5          |
|              |                 |                  | Eriopisa elongata           |           | 2         | 2          |
|              |                 |                  | Harpinia sp.                | 1         | 4         | 5          |
|              |                 |                  | Laetmatophilus tuberculatus |           | 3         | 3          |
|              |                 |                  | Podoceridae indet.          | 10        | 5         | 15         |
|              |                 | Decapoda         |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Munida sp.                  |           | 1         | 1          |
|              |                 |                  | Crustacea indet. juv.       |           | 3         | 3          |
| MOLLUSCA     |                 |                  |                             |           |           |            |
|              | Caudofoveata    |                  |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Caudofoveata indet.         | 5         | 9         | 14         |
|              | Prosobranchia   |                  |                             |           |           |            |
|              |                 | Mesogastropoda   |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Euspira pallida             | 1         |           | 1          |
|              |                 | Heterogastropoda |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Haliella stenostoma         | 1         |           | 1          |
|              | Opisthobranchia |                  |                             |           |           |            |
|              |                 | Cephalaspidea    |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Retusa umbilicata           | 1         |           | 1          |
|              |                 |                  | Hermania sp.                | 1         |           | 1          |
|              | Bivalvia        |                  |                             |           |           |            |
|              |                 | Nuculoida        |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Yoldiella lucida            | 6         | 7         | 13         |
|              |                 |                  | Yoldiella solidula          | 7         | 3         | 10         |
|              |                 | Arcoida          |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Batharca pectunculoides     | 1         |           | 1          |
|              |                 | Ostreoida        |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Delectopecten vitreus       |           | 2         | 2          |
|              |                 |                  | Pallium tigerinum           |           | 1         | 1          |
|              |                 | Veneroida        |                             |           |           |            |
|              |                 |                  | Adontorhina similis         |           | 1         | 1          |
|              |                 |                  | Mendicula ferruginosa       |           | 3         | 3          |
|              |                 |                  | Mendicula pygmaea           | 3         | 1         | 4          |
|              |                 |                  | Parathyasira equalis        | 14        | 10        | 24         |
|              |                 |                  | Thyasira obsoleta           |           | 1         | 1          |
|              |                 |                  | Thyasira sarsii             | 3         | 3         | 6          |
|              |                 |                  | Thyasiridae indet.          | 1         |           | 1          |
|              |                 |                  | Parvicardium minimum        | 2         |           | 2          |
|              |                 |                  | Abra nitida                 | 36        | 25        | 61         |
|              |                 | Pholadomyoida    |                             |           |           |            |

| <i>Rekke</i>  | <i>Klasse</i> | <i>Orden</i>    | <i>Art/Taxa</i>          | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i>       |
|---------------|---------------|-----------------|--------------------------|-----------|-----------|------------------|
|               |               |                 | Tropidomya abbreviata    | 2         | 1         | 3                |
|               |               |                 | Cuspidaria obesa         | 2         | 1         | 3                |
| ECHINODERMATA |               |                 |                          |           |           |                  |
|               | Asteroidea    |                 |                          |           |           |                  |
|               |               |                 | Asteroidea indet. juv.   | 1         |           | 1                |
|               | Ophiuroidea   |                 |                          |           |           |                  |
|               |               | Ophiurida       |                          |           |           |                  |
|               |               |                 | Amphiura chiajei         | 1         | 1         | 2                |
|               |               |                 | Amphilepis norvegica     |           | 2         | 2                |
|               | Holothuroidea |                 |                          |           |           |                  |
|               |               | Dendrochirotida |                          |           |           |                  |
|               |               |                 | Pseudothyone raphanus    | 1         |           | 1                |
|               |               | Apodida         |                          |           |           |                  |
|               |               |                 | Labidoplax buskii        | 4         | 1         | 5                |
| TUNICATA      |               |                 |                          |           |           |                  |
|               | Ascidacea     |                 |                          |           |           |                  |
|               |               |                 | Ascidacea indet. (solit) | 3         |           | 3                |
|               |               |                 | <b>Maks:</b>             | 113       | 66        | 129              |
|               |               |                 | <b>Antall:</b>           | 67        | 69        | 97               |
|               |               |                 | <b>Sum:</b>              |           |           | 752              |
|               |               |                 | <b>TOTAL:</b>            |           |           | <b>Maks:</b> 150 |
|               |               |                 |                          |           |           | <b>Sum:</b> 3461 |



## Vedlegg 2. Analysebeviser

60512\_Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx\_140219



Framsenderet  
Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø  
Foretaksnr.: NO 937 375 158 MVA  
Tel: 77 75 03 00  
E-post: kjemi@akvaplan.niva.no



### ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

**Kunde:** Aqua Kompetanse  
**Kunde referanse:** Slåttvika, 160-7-18C  
**Kontaktperson kunde:** Vidar Strøm  
**e-post:**

**Kontaktperson Akvaplan-niva:** Roger Velvin

**Dato:** 24.04.2019

**Rapport nr.:** 60512  
**Analyseparameter(e):** TOC, TN, TOM, komfordeling og kobber  
**Kontaktperson:** Ida G. Tveter

**Analyseansvarlig:**  (sign.)

**Underskriftsberettiget:**  (sign.)

Prøvene ble sendt/levert til Akvaplan-Niva AS av oppdragsgiver, og merket som angitt i tabellen på side 2.  
Resultater av analysene er gitt fra side 3.

**MERKNADER:** For prøve 60512/C4 var det tre skjell som var større enn 15 mm som ikke er inkludert i analyseresultatene. Vekten av disse tre skjellene utgjorde 2,9% av den totale vekten.

Analysene gjelder bare for de prøver som er testet. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den ble mottatt av laboratoriet. Rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. En eventuell klage skal leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat. Nærmere informasjon om analysemetodene (målesikkerhet, metodeprinsipp etc.) fås ved henvendelse til Akvaplan-Niva AS

Side 1 av 3

| Lab-id.    | Kundens id. | Materiale | Mottatt lab | Parametere             | Analyse-periode   |
|------------|-------------|-----------|-------------|------------------------|-------------------|
| 60512/C1   | C1          | Sediment  | 10.08.2018  | TOC, TN, TOM, korn, Cu | 05.09.18-01.10.18 |
| 60512/C2   | C2          | Sediment  | 10.08.2018  | TOC, TN, TOM, korn     | 05.09.18-01.10.18 |
| 60512/C3   | C3          | Sediment  | 10.08.2018  | TOC, TN, TOM, korn     | 05.09.18-01.10.18 |
| 60512/C4   | C4          | Sediment  | 10.08.2018  | TOC, TN, TOM, korn     | 05.09.18-01.10.18 |
| 60512/Cref | C-ref       | Sediment  | 10.08.2018  | TOC, TN, TOM, korn     | 05.09.18-01.10.18 |

## Følgende analysemetoder er benyttet

| Parameter                                       | Metoderereferanse                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kornfordeling (splitt i to)                     | Sikting, basert på Bale, A.J. & Kenny, A.J. 2005. Sediment analysis and seabed characterisation. In: Eleftheriou, A.; McIntyre, A.D. "Methods for the study of marine benthos", 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, UK. ISBN 0-632-05488-3, pp. 43-86 |
| Totalt organisk materiale-TOM                   | Intern metode basert på NS 4764:1980                                                                                                                                                                                                                 |
| Totalt organisk karbon-TOC                      | NDIR-deteksjon. Intern metode basert på DIN 19539:2016                                                                                                                                                                                               |
| Totalt bundet nitrogen<br>- Total-N             | Elektrokjemisk deteksjon. Intern metode basert på NS-EN 12260:2003.<br>MERK: ved TOC-verdier større enn ca 60 mg/g TS kan TN-resultater bli underestimert                                                                                            |
| Kobber-Cu / Kadmium-Cd<br>(utført av underlev.) | EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120                                                                                                                                                                                                            |

## Resultater:

|              | TOC     | TN      | TOM  | Pelitt | > 0,063 mm | Cu*      | N TOC   | C/N |
|--------------|---------|---------|------|--------|------------|----------|---------|-----|
| Kundens id.: | mg/g TS | mg/g TS | % TS | vekt%  | vekt%      | mg/kg TS | mg/g TS |     |
| C1           | 14.2    | 2.9     | 5.2  | 86.8   | 13.2       | 23.5     | 16.6    | 4.9 |
| C2           | 15.9    | 3.6     | 6.2  | 94.3   | 5.7        | ia       | 16.9    | 4.4 |
| C3           | 16.9    | 3.6     | 5.8  | 90.1   | 9.9        | ia       | 18.6    | 4.7 |
| C4           | 4.9     | 0.95    | 1.6  | 17.2   | 82.8       | ia       | 19.8    | 5.2 |
| C-ref        | 16.2    | 3.4     | 5.8  | 92.2   | 7.8        | ia       | 17.6    | 4.7 |

\* Analysen er utført av ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

$$N\ TOC\ (Normalisert\ TOC) = målt\ TOC\ mg/g + 18 \cdot (1-F),\ der\ F = andel\ finstoff\ (pellitt)\ gitt\ ved\ \%pellitt/100.$$

ia = ikke analysert

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sedimenter iht. Veileder 02:2018:

|                          |             |        |             |           |                |
|--------------------------|-------------|--------|-------------|-----------|----------------|
|                          | < 20        | 20-27  | 27-34       | 34-41     | > 41           |
| Normalisert TOC, mg/g TS | I Svært god | II God | III Moderat | IV Dårlig | V Svært dårlig |

Tilstandsklassifisering for kobber (Cu) i marine sedimenter (grenseverdier fra M-608/2016):

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