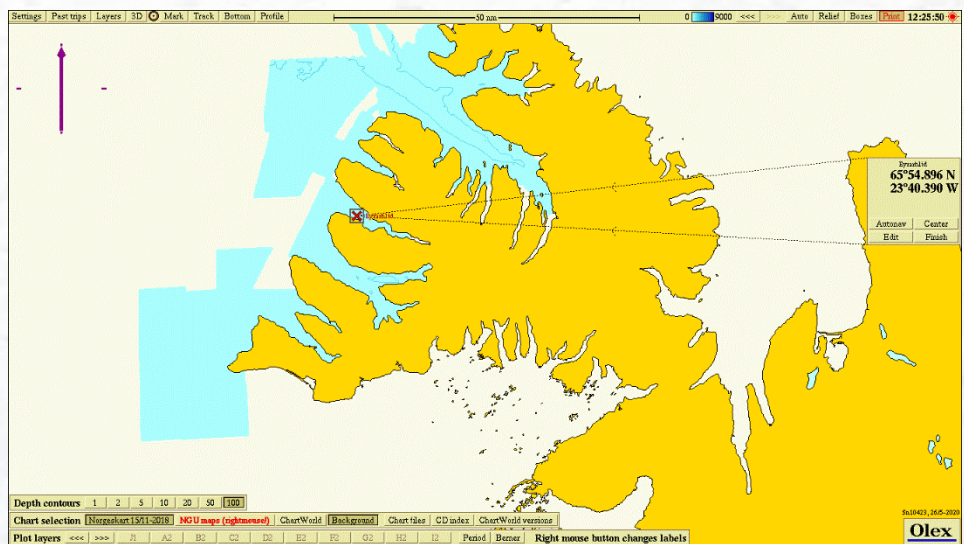


## Arctic Sea Farm hf ASC- and C-survey Eyrarhlið, 2020





**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

**Report title / Rapporttittel**

Arctic Sea Farm hf. ASC- and C-survey Eyrarhlíð, 2020.

**Author(s) / Forfatter(e)**

Hans-Petter Mannvik

Snorri Gunnarsson

**Akvaplan-niva report nr / rapport no**

62008.01

**Date /Dato**

26.05 2020

**No. of pages / Antall sider**

18 + appendix

**Distribution / Distribusjon**

Through client

**Client /Oppdragsgiver**

Arctic Sea Farm hf, Aðalsstræti 20, 400

Ísafjörður

**Client's reference / Oppdragsg. referanse**

Steinunn G. Einarasdóttir

**Summary / Sammendrag**

The results from the monitoring at the farming site Eyrarhlíð in March 2020 showed that the fauna might be considered as somewhat disturbed at C4 ( $H' = 2.09$  and  $nEQR = 0.473$ ) and undisturbed at the other stations ( $H' > 3$  and  $nEQR > 0.6$ ). The pollution indicator species *Capitella capitata* (polychaete) dominated the fauna C1 and C4, but with low dominance ( $< 40\%$  of the individuals), and not registered among the top-10 species at the three other stations. The sediments had somewhat high level of organic carbon at all stations. The copper level at C1 was 45.1 mg/kg, which is within natural levels reported for bottom sediment around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The redox measurements (pH/Eh) gave points 0 acc. Appendix D in NS 9410:2016 for all the sampling stations. The oxygen saturation in March was good in the whole water column with 94 % in the bottom water.

**Project manager / Prosjektleder**

A blue ink signature of Snorri Gunnarsson.

Snorri Gunnarsson

**Quality control / Kvalitetskontroll**

A blue ink signature of Roger Velvin.

Roger Velvin

© 2020 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.



## Contents

|  |    |
|--|----|
| FOREWORD.....  | 2  |
| 1 SUMMARY .....  | 3  |
| 1.1 Summary of the ASC results .....   | 3  |
| 1.2 Summary of C-results .....   | 4  |
| 2 INTRODUCTION.....  | 5  |
| 2.1 Background and aim of study .....  | 5  |
| 2.2 Site operation and feed use .....  | 5  |
| 2.3 Previous surveys .....   | 6  |
| 3 MATERIALS AND METHODS .....  | 7  |
| 3.1 Professional program.....  | 7  |
| 3.2 Placement of ASC-stations and AZE .....                                    | 7  |
| 4 ASC-SURVEY EYRARHLÍÐ .....   | 9  |
| 4.1 Results .....  | 9  |
| 4.1.1 Bottom sediment and redox measurements (Eh).....                         | 9  |
| 4.1.2 Copper in sediments .....  | 9  |
| 4.1.3 Lice treatment substances .....  | 9  |
| 4.1.4 Quantitative analyses of bottom fauna .....                              | 10 |
| 5 C-SURVEY EYRARHLÍÐ .....   | 11 |
| 5.1 Introduction .....   | 11 |
| 5.2 Professional program and placement of sampling stations .....              | 11 |
| 5.3 Results .....  | 12 |
| 5.3.1 Hydrography .....  | 12 |
| 5.3.2 TOC, TOM, TN, C/N, grain size and pH/Eh.....                             | 13 |
| 5.3.3 Copper in sediment.....  | 14 |
| 5.3.4 Soft bottom fauna .....  | 14 |
| 5.4 Summary and conclusions – C-survey .....                                   | 17 |
| 5.4.1 Summary.....   | 17 |
| 5.4.2 Conclusion .....   | 17 |
| 5.4.3 Environmental trend since last C-survey.....                             | 17 |
| 6 REFERENCES .....   | 18 |
| 7 APPENDIX .....   | 19 |
| Appendix 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer (in norwegian) ..... | 19 |
| Appendix 2. Prosedyre for beregning av AZE (in norwegian).....                 | 22 |
| Appendix 3. Bunndyrstatistikk og artslister (in norwegian).....                | 23 |
| Appendix 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser (in norwegian).....          | 32 |

# Foreword

---

Akvaplan-niva has carried out an environmental survey of the type ASC and C at the site Eyrarhlíð. The survey was carried out during max biomass period. The survey includes pH/redox measurements (Eh), hydrography, geochemical analyses and analyses of the bottom fauna by the fish farming site. Results from all stations are included in the ASC survey. This survey has been done upon request from Arctic Sea Farm hf.


The following personnel have contributed in this work:

|                     |               |   |
|---------------------|---------------|---|
| Snorri Gunnarsson   | Akvaplan-niva | Field work, report, project leader.   |
| Hans-Petter Mannvik | Akvaplan-niva | Identification of bottom fauna (Echinodermata). Report, professional assessments and interpretations.   |
| Roger Velvin        | Akvaplan-niva | Identification of bottom fauna (Various taxa). QA report, professional assessments and interpretations. |
| Rune Palerud        | Akvaplan-niva | Identification of bottom fauna (Crustaceans). Statistics.   |
| Thomas Hansen       | Akvaplan-niva | Identification of bottom fauna (Mollusca).  |
| Andrey Sikorsky     | Akvaplan-niva | Identification of bottom fauna (Polychaeta).  |
| Stine Hermansen     | Akvaplan-niva | Hydrographical vertical profiles  |
| Kristine H Sperre   | Akvaplan-niva | Coordination of sorting of bottom fauna.  |
| Ingar H. Wasbotten  | Akvaplan-niva | Coordination of geo-chemical analyses.  |

Akvaplan-niva would like to thank Arctic Sea Farm hf, Steinunn G. Einarsdóttir, for good cooperation.

## Accreditation information:

The survey is carried out by Akvaplan-niva AS with ALS Laboratory Group (Czech Republic) as a sub-contractor.

|   |  |
|---|--|
|  <p>NORSK<br/>AKKREDITERING<br/>TEST 079</p> | <p>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.</p> <p>Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.</p> |
| <p>Czech Accreditation Institute<br/>(Lab nr 1163)</p>  | <p>ALS Laboratory Group er akkreditert av Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163) for analyser av kobber.</p>  |

Kópavogur, 26.05 2020

  
Snorri Gunnarsson

Project leader

# 1 Summary

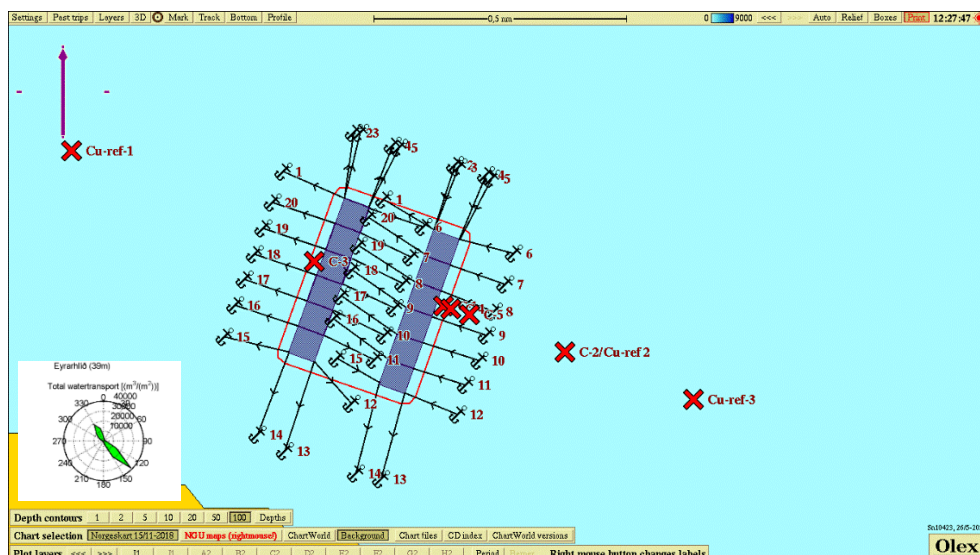
## 1.1 Summary of the ASC results

| Indicat<br>or in<br>ASC | ASC demand  | Results               |                             |                       |                             |                             |               |               |               | Remarks of<br>the sampling |
|-------------------------|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|
|                         |   | C1<br>(inside<br>AZE) | C2<br>(out-<br>side<br>AZE) | C3<br>(inside<br>AZE) | C4<br>(out-<br>side<br>AZE) | C5<br>(out-<br>side<br>AZE) | Cu<br>ref1    | Cu<br>ref2    | Cu<br>ref3    |                            |
| 2.1.1                   | Redox >0 mV or<br>sulphide level <<br>1500 microMol/L   | 279                   | 298                         | 305                   | 288                         | 298                         | 313           | 298           | 235           |                            |
| 2.1.2                   | «Faunal index<br>score» outside<br>AZE indicates<br>good to very<br>good ecological<br>status –<br>Shannon-Wiener<br>> 3              | 3,4                   | 3,64                        | 3,49                  | 2,09                        | 3,79                        | -             | -             |               |                            |
| 2.1.3                   | >= 2 macro<br>faunal taxa<br>within AZE which<br>are not pollution<br>indicators, with<br>more than 100<br>ind/m <sup>2</sup> present | 3                     | -                           | >10                   | -                           | -                           | -             | -             |               |                            |
| 4.7.4                   | Copper level <<br>34 mg/kg dry<br>sediment  | 45.1/<br>-            | 46.0/<br>45.6               | -                     | 45.0/<br>44.6               | 43.7/<br>44.8               | 39.1/<br>39.6 | 46.0/<br>45.6 | 42.3/<br>42.1 |                            |
| 2.1.4                   | Location specific<br>AZE  | See chapter 3.2.      |                             |                       |                             |                             |               |               |               |                            |

### Conclusions:

The level of copper varied from 39.1 to 46.0 mg/kg in the sediments. The redox potential (Eh) was positive in all sediments. The faunal diversity was lower at station C4 with the diversity index  $H' < 3$ , and  $> 3$  at the other stations. An evaluation of the faunal community within the AZE (stations C1 and C3) in accordance to the ASC standard, showed that there were 3 (C1) and  $>10$  species (C3), which were not pollution indicator species, present with 100 or more individuals/m<sup>2</sup>.


An overview of the location of the stations and the AZE zone (red line) is shown in the figure below.



## 1.2 Summary of C-results

| Information client |                           |                                 |                            |
|--------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Title :            | C-survey Eyrarhlíð, 2020. |                                 |                            |
| Report nr.         | 62008.01                  | Site:                           | Eyrarhlíð                  |
| Site nr.           |                           | Map coordinates (construction): | 65°54,896 N<br>23°40,390 V |
|                    |                           | Municipal:                      | Ísafjarðabær               |
| MTB-permission:    | 4.000                     | Operations manager:             | Egill Ólafsson             |
| Client:            | Arctic Sea Farm hf        |                                 |                            |

| Biomass/production status at time of survey 25.03.2020 |        |                          |       |
|--|--------|--------------------------|-------|
| Fish group:  | Salmon | Biomass on examination:  | 3.384 |
| Feed input:  | 7.288  | Produced amount of fish: | 5.886 |
| Type/time of survey                                    |        |                          |       |
| Maximum biomass:                                       | X      | Follow up study:         |       |
| Fallow (resting period):                               |        | New location:            |       |

| Results from the C study /NS 9410 (2016) – Main results from soft bottom fauna |                   |   |   |
|--|-------------------|---|---|
| Faunal index nEQR (Veileder 02:2018)   |                   | Diversity index H' (Shannon-Wiener)   |   |
| Fauna C1 (closest to farm)   | 0,563             | Fauna C1 (closest to farm)  | 3,40  |
| Fauna C2   | 0,672             | Fauna C2  | 3,64  |
| Fauna C3   | 0,681             | Fauna C3  | 3,49  |
| Fauna C4   | 0,473             | Fauna C4  | 2,09  |
| Fauna C5   | 0,683             | Fauna C5  | 3,79  |
| <b>Date fieldwork:</b>   | 25.03.2020        | <b>Date of report:</b>  | 26.05 2020  |
| <b>Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)</b>                        |                   | nTOC from 23.2 to 28.0 mg/kg<br>Copper 45.1 mg/kg at C1<br>Eh positive at all stations<br>O <sub>2</sub> -conditions were good throughout the water column. |   |
| Responsible for field work:  | Snorri Gunnarsson | Signature:  |  |



## 2 Introduction

### 2.1 Background and aim of study

Akvaplan-niva has on behalf of Arctic Sea Farm hf done an ASC-survey for the site Eyrarhlíð in Dýrafjörður, Iceland (Figure 1).

The study was conducted based on the Arctic Sea Farm hf intention to have the Eyrarhlíð site certified according by the Aquaculture Stewardship Council (ASC-standard). It is simultaneously undertaken an environmental study with reference to chapter 5.0 in NS 9410:2016, which follows the methodology for C- study described in NS 9410:2016. The survey also fulfils the requirements from Icelandic authorities regarding bottom surveys referring to the standard ISO 12878 and demand for environmental bottom surveys (according to Vöktunaráætlun).

The methodology applied also follows the guidelines described for environmental surveillance in ISO 16665:2014, ISO 5667-19:2004 and ASC Salmon Standard. This report is presented in manners to fulfil the demands from the Aquaculture Stewardship Council (ASC). The sampling stations were chosen based on results from earlier ocean current measurements (spread current) and bottom topography at the site (Olex).

A classification or threshold values for this type of survey have not been developed Icelandic officials so it is not possible to apply the classification based on Norwegian threshold values to Icelandic conditions. We do however report the results with these same indexes with reference to Norwegian threshold values but it should be emphasized that some of these (such as NSI) are developed according to Norwegian conditions. For further descriptions of these indexes see details in Appendix 1 and Miljødirektoratets Veileder 02:2018.

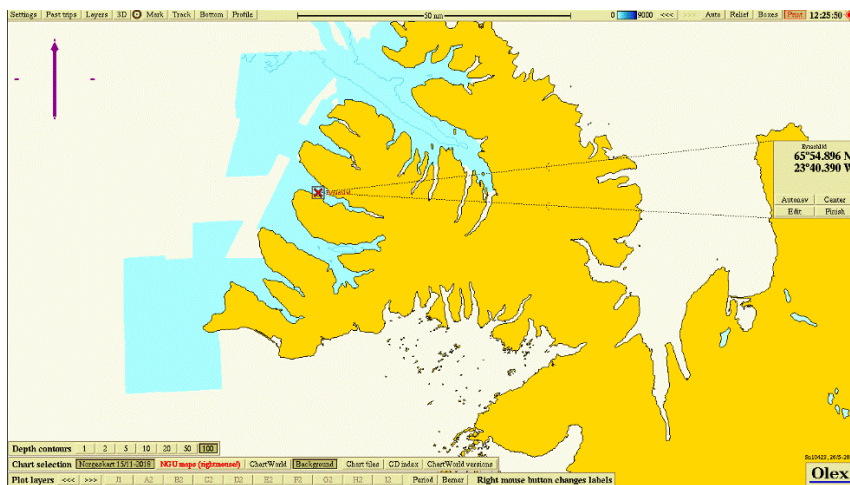


Figure 1. Overview of Vestfirðir Iceland with the farming site Eyrarhlíð (red cross). The map coordinates for the midpoint of the farming site is given at right site of the picture.

### 2.2 Site operation and feed use

This is the first generation of farmed Atlantic salmon at the site Eyrarhlíð. The plant is a frame mooring with a total of twelve 160 meters circumference cages in a two frame configuration each with a 1 x 6 cage configuration. The production cycle was started with putting smolt into sea during fall 2018. The current sampling took place coherent with period of maximum biomass on the 25.03 2018. The standing biomass the date of sampling was 3.384 ton.

Table 1. Production at Eyrarhlíð.

| Time fish in sea               | Production of salmon (ton, round weight). | Feed use (ton) |
|--------------------------------|---|----------------|
| Fall 2018 (present generation) | 5.886                                     | 7.288          |

## 2.3 Previous surveys

Akvaplan-niva AS has not done any previous environmental surveys of the type B/C (NS 9410) at the site Eyrarhlíð and the present study is the first ASC-survey conducted in combination with a C-survey.

Previously the client has provided a copy of a base-line monitoring done in accordance with ISO 12878 standard i.e. prior to any fish farming activity at the site (Gallo, 2019). The bottom was described as generally muddy at all eight sampling stations with high similarity between faunal communities between stations. Shannon-Wiener index was under 3 at all stations (2.49 – 2.88). Redox values positive for all stations (56-234 mV).

## 3 Materials and methods

### 3.1 Professional program

Choice of study parameters, placement of sampling stations and other criteria for the study is based on descriptions in the ASC-standard and the NS 9410 (C-surveys). An overview of the planned professional program is given in Table 2.

For performing the study and analysis, current standards and quality control systems are applied (see Appendix 1 and 2).

*Table 2. The planned professional program for the ASC- and C-survey at Eyrarhlíð, 2020. TOC = total organic carbon. Korn = grain size in sediment. TOM = total organic material. TN = total nitrogen. Cu = Copper. pH/Eh = acidity and redox potential. C 1, C 2, C 3, C 4 and C 5 are also part of the C-survey.*

| Station                                    | Type analyses/parameters   |
|--|--|
| C1 (local impact zone, inside AZE)         | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.                                  |
| C2 (outer station C, ref station ASC)      | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.                              |
| C3 (transect zone, inside AZE)             | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.                                      |
| C4 (transect zone, deep area, outside AZE) | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh. Hydrography/O <sub>2</sub> . |
| C5 (transect zone, outside AZE)            | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu pH/Eh.                               |
| Cu ref1 (reference station ASC)            | 2 x Cu. pH/Eh.   |
| Cu ref2 (reference station ASC)            | 2 x Cu. pH/Eh.   |
| Cu ref3 (reference station ASC)            | 2 x Cu. pH/Eh.   |

The field work was carried out 25.03.2020.

### 3.2 Placement of ASC-stations and AZE

ASC-standard allows that a site specific AZE zone can be defined deviating from the 30 m from the fish farm (site-specific AZE, see pkt. 2.1.4. in «audit manual»). Based on measured current at the site, an AZE zone of 41 m from the frame of the fish farm has been calculated. Procedure for calculating the AZE zone is given in Appendix 2.

With background in sampling system described in point 2.1 in ASC «Audit manual» («Request to allow for sampling at different locations and/or changes in total number of samples»), samples from five biological stations were collected. The placement of the stations is based on results from measured oceanic current measured at 39 m depth (distribution current) at the site (Akvaplan-niva current measurements, unpublished data). The bottom depth at and around the fish farming site is homogen so the depth station C4 is placed the main current direction at the site.

Coordinates, depth and distance of stations from frame of fish farm is given in Table 3 and Figure 2.

Table 3. Distance between the nearest frame of the fish farm and sampling stations. Coordinates for stations, depth, ASC-stations at Eyrarhlíð, 2020. C1, C2, C3, C4 and C5 are also part of the C-survey.

| Station          | Depth, m | Distance from frame, m | Position   |            |
|------------------|----------|------------------------|------------|------------|
|                  |          |                        | N          | E          |
| C1 (inside ASE)  | 41       | 25                     | 65° 54.876 | 23° 40.052 |
| C2 (Outside ASE) | 41       | 500                    | 65° 54.786 | 23° 39.469 |
| C3 (inside ASE)  | 41       | 25                     | 65° 54.964 | 23° 40.681 |
| C4 (Outside ASE) | 41       | 55                     | 65° 54.870 | 23° 40.020 |
| C5 (Outside ASE) | 41       | 125                    | 65° 54.859 | 23° 39.931 |
| Cu ref1          | 43       | 1000                   | 65° 55.182 | 23° 41.855 |
| Cu ref2          | 41       | 500                    | 65° 54.786 | 23° 39.469 |
| Cu ref3          | 41       | 1000                   | 65° 54.692 | 23° 38.849 |

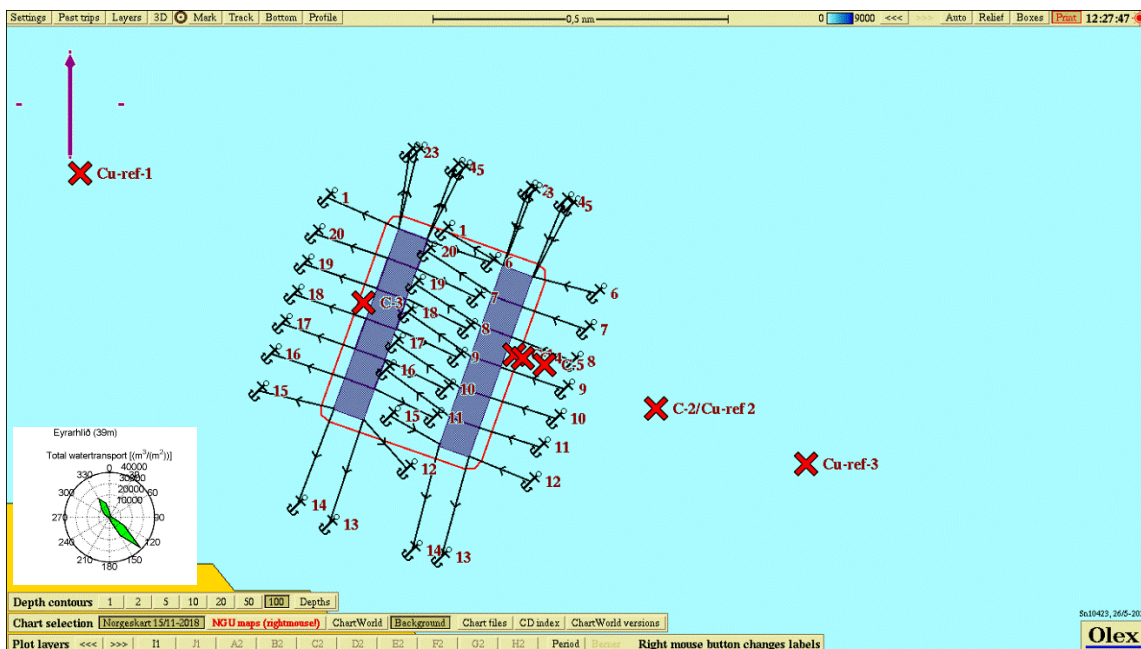


Figure 2. Sampling stations, ASC Eyrarhlíð, 2020. The site specific ASE is indicated with a red line with distance of 41 m from the frame of the fish farm. The spread current at the site is measured at 39 m depth.

## 4 ASC-survey Eyrarhlíð

### 4.1 Results

#### 4.1.1 Bottom sediment and redox measurements (Eh)

Table 4 shows the description of bottom sediment and results from redox measurements at the sampling stations. Eh had positive values at all stations.

Table 4. Description of bottom sediment and redox measurements (Eh). ASC-stations Eyrarhlíð, 2020.

| St.              | Description of bottom sediment            | Eh  |
|------------------|---|-----|
| C1 (inside AZE)  | Muddy, some smell, grey/Olive green color | 279 |
| C2 (outside AZE) | Muddy, no smell, grey/Olive green color   | 298 |
| C3 (inside AZE)  | Muddy, no smell, grey/Olive green color   | 305 |
| C4 (outside AZE) | Muddy, no smell, grey/Olive green color   | 288 |
| C5 (outside AZE) | Muddy, no smell, grey/Olive green color   | 298 |
| Cu ref1          | Muddy, no smell, grey/Olive green color   | 313 |
| Cu ref 2         | Muddy, no smell, grey/Olive green color   | 298 |
| Cu ref3          | Muddy, no smell, grey/Olive green color   | 235 |

#### 4.1.2 Copper in sediments

The level of copper in the bottom sediments at all stations are shown in Table 5. The level of copper varied from 39.1 to 46.0 mg/kg.

Table 5. Copper (Cu), mg/kg TS. ASC Eyrarhlíð, 2020.

| St.              | Cu repl. 1 | Cu repl. 2 |
|------------------|------------|------------|
| C1 (inside AZE)  | 45.1       | -          |
| C2 (outside AZE) | 46.0       | 45.6       |
| C3 (inside AZE)  | -          | -          |
| C4 (outside AZE) | 45.0       | 44.6       |
| C5 (outside AZE) | 43.7       | 44.8       |
| Cu ref1          | 39.1       | 39.6       |
| Cu ref 2         | 46.0       | 45.6       |
| Cu ref3          | 42.3       | 42.1       |

#### 4.1.3 Lice treatment substances

At station C4, analyses of the amount of emamectinbenzoat and deltametrin in the sediment were carried out. The results are shown in Table 6.

The amount was below detection limit for both substances.

Table 6. Emamectinbenzoat and deltametrin ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) in sediment at C 4, Eyrarhlíð 2020.

| St. | Emamectinbenzoat | Deltametrin |
|-----|------------------|-------------|
| C4  | <0.05            | <0.10       |

#### 4.1.4 Quantitative analyses of bottom fauna

##### 4.1.4.1 Number of species – Shannon Wiener diversity index ( $H'$ ).

The Shannon-Wiener diversity index ( $H'$ ) for bottom fauna communities are presented in Table 7. Here are also presented number of species and individuals for each of the sampling stations. Other fauna indexes according to Veileder 02:2018 are given in Appendix 3.

Number of individuals varied from 456 (C1) to 1777 (C2) and number of species from 38 (C1) to 54 (C5). Diversity index  $H'$  varied from 2.09 (C4) to 3.79 (C5).

Table 7. Number of species and individuals pr. 0,2 m<sup>2</sup>.  $H'$  = Shannon-Wieners diversity index. ASC-stations at Eyrarhlíð, 2020.

| St.              | Number individuals | Number species | $H'$ |
|------------------|--------------------|----------------|------|
| C1 (inside AZE)  | 456                | 38             | 3,40 |
| C2 (outside AZE) | 1777               | 51             | 3,64 |
| C3 (inside AZE)  | 1354               | 48             | 3,49 |
| C4 (outside AZE) | 1010               | 40             | 2,09 |
| C5 (outside AZE) | 1433               | 54             | 3,79 |

##### 4.1.4.2 ASC evaluation of the bottom fauna communities at stations C 1 and C 5

Below there is a review of to what extent the soft bottom fauna communities at the two sampling stations inside the AZE zone (stations C1 and C3) fulfil the criteria given in the ASC- standard:

"2 highly abundant\* taxa that are not pollution indicator species"

\*Highly abundant: Greater than 100 organisms per square meter (or equally high to reference site (S) if abundance is lower than this level)

In Rygg and Norling (2013) the species are categorized into ecological group's base on the values of the sensitivity indexes. The pollution indicators (pollution indicator species) are categorized into ecological group V. Results are presented in Table 8.

At C1 a total of four species had more than 100 individuals/m<sup>2</sup> and three of these were not pollution indicator species. At C3, more than 10 species had more than 100 individuals/m<sup>2</sup> and all of these were not pollution indicator species.

Table 8. The dominating taxa with number of individuals per m<sup>2</sup> at C1 and C3, Eyrarhlíð, 2020.

| Station | Taxa                 | Number per 0,2 m <sup>2</sup> | Number per m <sup>2</sup> | NSI Ecological group * |
|---------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| C1      | Capitella capitata   | 156                           | 780                       | V                      |
|         | Eteone flava/longa   | 60                            | 300                       | Ik                     |
|         | Ennucula tenuis      | 43                            | 215                       | II                     |
|         | Schistomeringos sp.  | 38                            | 190                       | I                      |
| C3      | Ennucula tenuis      | 415                           | 2075                      | II                     |
|         | Thyasira gouldi      | 154                           | 770                       | IV                     |
|         | Abra nitida          | 148                           | 740                       | III                    |
|         | Galathowenia oculata | 99                            | 495                       | III                    |
|         | Myriochele olgae     | 90                            | 450                       | Ik                     |
|         | Nuculana pernula     | 86                            | 430                       | II                     |
|         | Levinsenia gracilis  | 80                            | 400                       | II                     |
|         | Maldane sarsi        | 46                            | 230                       | IV                     |
|         | Sternaspis scutata   | 46                            | 230                       | Ik                     |
|         | Thyasira sarsii      | 43                            | 215                       | IV                     |

\*Ecological group: I = sensitive species. II = neutral species. III = tolerant species. IV = opportunistic species. V = Pollution indicator species. From Rygg and Norling, 2013. Ik = ecological group not none.

# 5 C-survey Eyrarhlíð

## 5.1 Introduction

C-survey is aimed at studying the environmental condition of the bottom sediment in a transect sector from the fish farm that extends from the local, to the intermediate and to the regional impact zone. Main emphasis is on the study of the soft bottom fauna which is conducted according to standards ISO 5567-19:2004 and ISO 16665:2014. The obligatory parameters that are included in the survey are described in NS 9410:2016.

Fauna index is given in Appendix 1.

A classification or threshold values for this type of survey have not been developed Icelandic officials so it is not possible to apply the classification based on Norwegian threshold values to Icelandic conditions. We do however report the results with these same indexes with reference to Norwegian threshold values but it should be emphasized that some of these such as criterias regarding faunal indexes and values of copper are not developed according to Icelandic conditions. For further descriptions of these indexes see details in Appendix 1 and Miljødirektoratets Veileder 02:2018.

## 5.2 Professional program and placement of sampling stations

The profession program follows the descriptions and guidance given in NS 9410:2016 for C-surveys (Table 9). The number of stations was assigned with reference to the sites estimated maximal standing biomass for the current generation which is 4.000 ton (used as MTB here). According to the standard five sampling stations were included. Depth and position of the stations are given in Table 10 and shown in Figure 3. The stations are placed according to the direction of the main oceanic current direction at 39 m (Akvaplan-niva current measurements, unpublished data).

*Table 9. The planned professional program for the C-survey at Eyrarhlíð, 2020. TOC = total organic carbon. Korn = grain size distribution in sediment. TOM = total organic material. TN = total nitrogen. Cu = copper. pH/Eh = acidity and redox potential.*

| Station | Type analyses  |
|---------|--|
| C1      | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.                          |
| C2      | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.                              |
| C3      | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.                              |
| C4      | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh. Hydrography/O <sub>2</sub> . |
| C5      | Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.                              |

*Table 10. Depth, distance between the nearest frame of the fish farm and sampling stations and coordinates for C-stations at Eyrarhlíð, 2020.*

| Station | Depth, m | Distance from frame, m | Position   |            |
|---------|----------|------------------------|------------|------------|
|         |          |                        | N          | E          |
| C1      | 41       | 25                     | 65° 54.876 | 23° 40.052 |
| C2      | 41       | 500                    | 65° 54.786 | 23° 39.469 |
| C3      | 41       | 25                     | 65° 54.964 | 23° 40.681 |
| C4      | 41       | 55                     | 65° 54.870 | 23° 40.020 |
| C5      | 41       | 125                    | 65° 54.859 | 23° 39.931 |

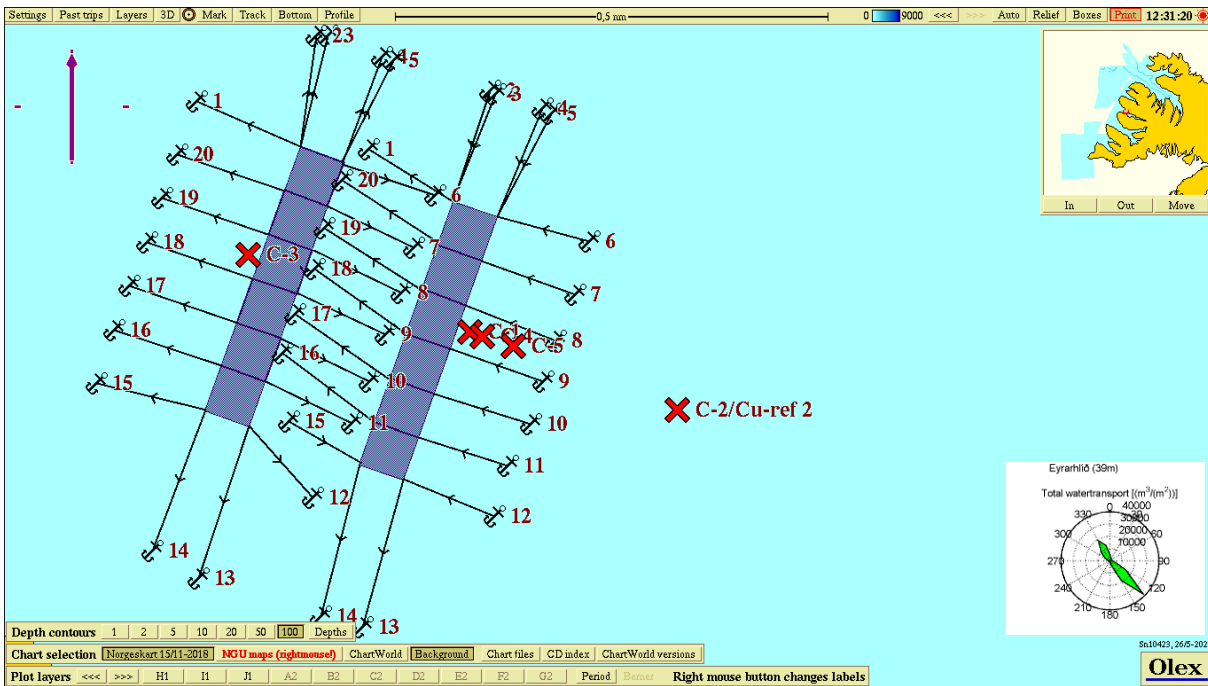


Figure 3. Map showing the sampling stations for the C-survey at Eyrarhlíð, 2020. Current for spread of particles is measured at 39 m depth.

## 5.3 Results

### 5.3.1 Hydrography

At station C 4, hydrographic measurements, salinity, temperature, density and oxygen saturation, were carried out for vertical profiles for from surface to bottom. These were carried out using a Sensordata CTDO 204 probe. The hydrographical profile in March 2020 is presented in Figure 4.

The temperature was 0.5 °C from the surface to the bottom and the oxygen conditions good with 94 % saturation in the bottom water.



Eyrarhlíð CTD0, 25.03.2020  
N65-54.870 V23-40.020

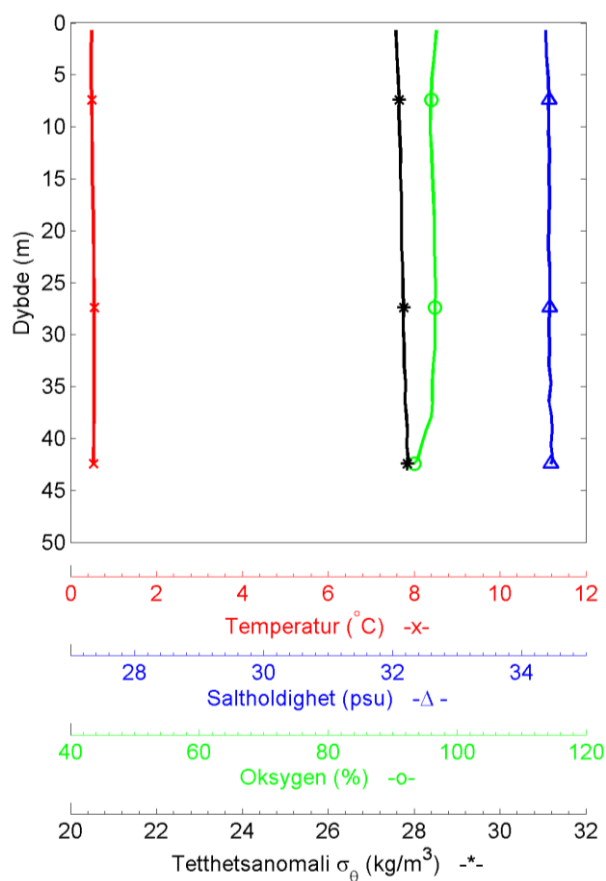


Figure 4. Vertical profiles. Temperature, salinity, density and oxygen at C 4 at Eyrarhlíð, 2020.

### 5.3.2 TOC, TOM, TN, C/N, grain size and pH/Eh

The level of total organic material (TOM), total organic carbon (TN), C/N-relationship, grain size distribution in sediment (amount of pelite) and pH/Eh in the sediment is presented in Table 11.

TOM-levels varied from 8.8 to 9.9 %. TN-levels were low (4.5 – 5.0 mg/g) as was the C/N-ratio at all stations. TOC was somewhat high at all stations and nTOC varied from 23.2 to 28.0 mg/g TS (highest at C3). The bottom sediments were fine with pelite amount between 79.0 and 86.4 %.

Redox measurements (pH/Eh) gave point 0 at all stations according to Appendix D in NS 9410:2016.

Table 11. Sediment description, TOM (%), TOC (mg/g), TN (mg/g), C/N, grain size distribution (pelite ratio % <0,063 mm) and pH/Eh. Eyrarhlíð, 2020.

| St. | Sediment description                      | TOM | TOC  | nTOC | TN  | C/N | Pelite | pH/Eh       |
|-----|---|-----|------|------|-----|-----|--------|-------------|
| C1  | Muddy, some smell, grey/olive green color | 9.9 | 21.1 | 24.4 | 4.8 | 4.4 | 82.1   | 7.8/<br>279 |
| C2  | Muddy, no smell, grey/olive green color   | 9.5 | 20.7 | 23.2 | 4.8 | 4.3 | 86.4   | 7.7/<br>298 |
| C3  | Muddy, no smell, grey/olive green color   | 8.8 | 25.0 | 28.0 | 4.5 | 5.6 | 83.0   | 7.9/<br>305 |
| C4  | Muddy, no smell, grey/olive green color   | 9.4 | 22.8 | 25.3 | 5.0 | 4.5 | 85.9   | 7.6/<br>288 |
| C5  | Muddy, no smell, grey/olive green color   | 9.7 | 23.9 | 27.7 | 4.6 | 5.2 | 79.0   | 7.7/<br>298 |

### 5.3.3 Copper in sediment

The level of copper at station C1 (station closest to the farm) is presented in Table 12. The concentration was 45.1 mg/kg.

Tabell 12. Sediment analyses. Copper (Cu) in mg/kg TS. C 1 at Eyrarhlíð, 2020.

| St. | Cu   |
|-----|------|
| C1  | 45.1 |

### 5.3.4 Soft bottom fauna

#### 5.3.4.1 Fauna indexes and ecological classification

Results from the quantitative soft bottom fauna analyses at the C-stations are presented in Table 13. Faunal index nEQR in the table is presented without the density index (DI) in accordance to recommendations from the Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet).

Number of individuals varied from 456 (C1) to 1777 (C2) and number of species from 38 (C1) to 54 (C5). Diversity index H' varied from 2.09 (C4) to 3.79 (C5). The overall faunal index nEQR varied between 0.473 and 0.683.

J (Pielous evenness index) is a measure of how equally individuals are divided between species, and will vary between 0 and 1. A station with low-value has a "crooked" individual distribution between the species, indicating a disturbed bottom fauna community. The index was below 0.5 at C4, showing a somewhat uneven distribution. The index was above 0.6 at the other stations.

Table 13. Number of species and individuals pr. 0,2 m<sup>2</sup>. H' = Shannon-Wieners diversity index. ES<sub>100</sub> = Hurlberts diversity index. NQII = overall index (diversity and sensitivity). ISI<sub>2012</sub> = sensitivity index. NSI = sensitivity index. J = Pielous evenness index. AMBI = AZTI marine biotic index (part of NQII). nEQR = normalized EQR). C-stations at Eyrarhlíð, 2020.

| St. | No. ind. | No. species | H'   | ES <sub>100</sub> | NQII  | ISI <sub>2012</sub> | NSI   | nEQR  | AMBI | J    |
|-----|----------|-------------|------|-------------------|-------|---------------------|-------|-------|------|------|
| C1  | 456      | 38          | 3,40 | 19,87             | 0,585 | 7,39                | 15,51 | 0,563 | 3,73 | 0,72 |
| C2  | 1777     | 51          | 3,64 | 18,65             | 0,732 | 8,46                | 21,74 | 0,672 | 1,80 | 0,67 |
| C3  | 1354     | 48          | 3,49 | 19,51             | 0,728 | 8,82                | 22,31 | 0,681 | 1,85 | 0,66 |
| C4  | 1010     | 40          | 2,09 | 13,55             | 0,555 | 7,11                | 14,92 | 0,473 | 3,68 | 0,43 |
| C5  | 1433     | 54          | 3,79 | 21,31             | 0,735 | 8,47                | 21,92 | 0,683 | 1,80 | 0,70 |

#### 5.3.4.2 NS 9410 Evaluation of the bottom fauna at station Hr1 (local impact zone, inside AZE).

According to NS 9410 can the classification of the environmental status in the local impact zone also be evaluated base on the number of species in relation to their dominance within the bottom fauna community (see chapter 8.6.2 in NS 9410:2016).

The soft bottom communities were classified to environmental condition 1 "Very good". The criteria for condition 1 is a prescens of at least 20 species/0,2 m<sup>2</sup> and that none of these comprise more than 65 % of the individuals (Table 14). The data for number of species and dominating taxa at station C1 is collected from Table 13 and Table 15.

Table 14. Classification of the environmental status of the soft bottom fauna at station C1 at the Eyrarhlíð site 2020.

| Station | Site name | Num. species | Dominating taxa           | Environmental condition-NS 9410 |
|---------|-----------|--------------|---------------------------|---------------------------------|
| C 1     | Eyrarhlíð | 34           | Capitella capitata – 34 % | 1 – Very good                   |

### 5.3.4.3 Geometric classes

Figure 5 shows the number of species plotted against the number of individuals, where the number of individuals is divided into geometric classes. For an explanation of the concept of geometric classes it is referred to Appendix 3.

The curves at all stations started between 10 and 15 species with one individual and stretched out to varying degrees towards higher classes. This did not give any clear indications of the faunal conditions at the stations.

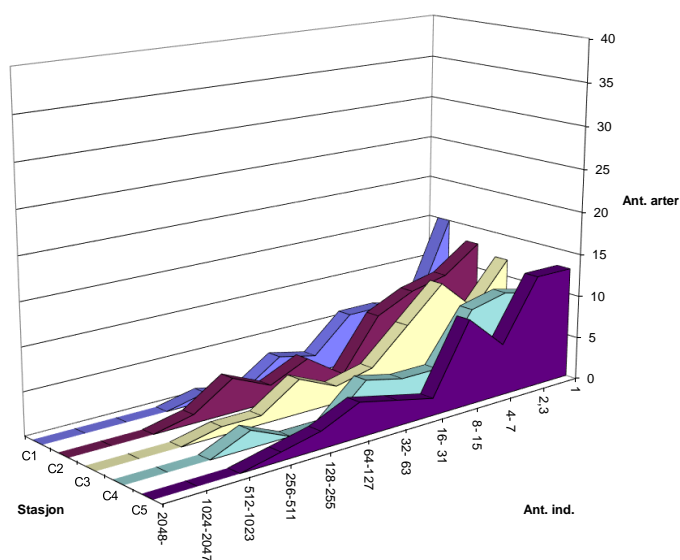


Figure 5. The soft bottom fauna shown as number of species against number of individual's pr. species in geometric classes. Eyrarhlíð, 2020.

### 5.3.4.4 Cluster analyses

To investigate the similarity of the fauna composition between the sampling stations, the multivariate technique cluster analysis was used. The results of this are presented in dendrogram in Figure 6.

The similarity between station C2 and C5 was 83 %, C3 was 80 % similar to these stations, C4 65 % similar to the mentioned stations, while C1 was 53 % similar to the other stations.

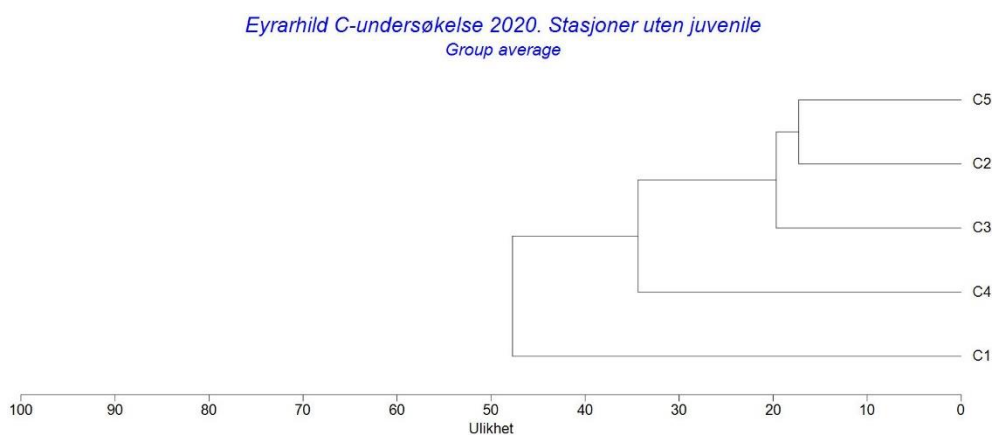


Figure 6. Clusterplott for the soft bottom fauna at the C- sampling stations at Eyrarhlíð, 2020.

### 5.3.4.5 Species composition

The main features of the species composition are shown in the form of a top ten species list from each station in Table 15.

In Rygg and Norling (2013) the species are divided into five ecological groups (EG) based on the value of the sensitivity index. These groups run from sensitive species (group I) to pollution indicators (group V).

The fauna at station C1 and C4 was dominated by the pollution indicator species *Capitella capitata* (polychaete) with 34 and 37 % of the individuals, respectively. The other most dominant species at the stations were a mixture of sensitive (C1), neutral, tolerant and opportunistic species.

At C2, C3 and C5 the neutral bivalve *Ennucula tenuis* dominated with 25, 32 and 29 % of the individuals, respectively. The other most dominant species at the stations were a mixture of neutral, tolerant and opportunistic species. None pollution indicator species were found among the most dominant species at these stations.

Table 15. Number of individuals, cumulative percentage and ecological group\* for the ten most dominant species on the C stations. Eyrarhlíð, 2020.

| C1                              | Numb. | Cum. | EG  | C2                          | Numb. | Cum. | EG  |
|---------------------------------|-------|------|-----|-----------------------------|-------|------|-----|
| <i>Capitella capitata</i>       | 156   | 34 % | V   | <i>Ennucula tenuis</i>      | 452   | 25 % | II  |
| <i>Eteone flava/longa</i>       | 60    | 47 % | Ik  | <i>Abra nitida</i>          | 233   | 38 % | III |
| <i>Ennucula tenuis</i>          | 43    | 57 % | II  | <i>Thyasira gouldi</i>      | 207   | 49 % | IV  |
| <i>Schistomeringos</i> sp.      | 38    | 65 % | I   | <i>Myriochele olgae</i>     | 170   | 58 % | Ik  |
| <i>Chaetozone</i> sp.           | 19    | 69 % | III | <i>Galathowenia oculata</i> | 167   | 67 % | III |
| <i>Thyasira sarsii</i>          | 18    | 73 % | IV  | <i>Nuculana pernula</i>     | 107   | 73 % | II  |
| <i>Syllis cornuta</i>           | 15    | 76 % | III | <i>Sternaspis scutata</i>   | 81    | 78 % | Ik  |
| <i>Malacoceros girardi</i>      | 13    | 79 % | Ik  | <i>Levinsenia gracilis</i>  | 54    | 81 % | II  |
| <i>Scalibregma inflatum</i>     | 13    | 82 % | III | <i>Thyasira sarsii</i>      | 51    | 84 % | IV  |
| <i>Mytilus edulis</i>           | 10    | 84 % | IV  | <i>Maldane sarsi</i>        | 44    | 86 % | IV  |
| C3                              | Numb. | Cum. | EG  | C4                          | Numb. | Cum. | EG  |
| <i>Ennucula tenuis</i>          | 444   | 32 % | II  | <i>Capitella capitata</i>   | 379   | 37 % | V   |
| <i>Abra nitida</i>              | 198   | 47 % | III | <i>Ennucula tenuis</i>      | 276   | 64 % | II  |
| <i>Thyasira gouldi</i>          | 115   | 55 % | IV  | <i>Thyasira gouldi</i>      | 47    | 69 % | IV  |
| <i>Galathowenia oculata</i>     | 105   | 63 % | III | <i>Abra nitida</i>          | 44    | 73 % | III |
| <i>Myriochele olgae</i>         | 98    | 70 % | Ik  | <i>Levinsenia gracilis</i>  | 40    | 77 % | II  |
| <i>Nuculana pernula</i>         | 68    | 75 % | II  | <i>Thyasira sarsii</i>      | 33    | 80 % | IV  |
| <i>Sternaspis scutata</i>       | 52    | 79 % | Ik  | <i>Malacoceros girardi</i>  | 31    | 83 % | Ik  |
| <i>Levinsenia gracilis</i>      | 49    | 82 % | II  | <i>Eteone flava/longa</i>   | 21    | 85 % | Ik  |
| <i>Praxillella praetermissa</i> | 24    | 84 % | II  | <i>Sternaspis scutata</i>   | 18    | 87 % | Ik  |
| <i>Maldane sarsi</i>            | 19    | 85 % | IV  | <i>Nuculana pernula</i>     | 12    | 88 % | II  |
| C5                              | Numb. | Cum. | EG  |                             |       |      |     |
| <i>Ennucula tenuis</i>          | 415   | 29 % | II  |                             |       |      |     |
| <i>Thyasira gouldi</i>          | 154   | 39 % | IV  |                             |       |      |     |
| <i>Abra nitida</i>              | 148   | 49 % | III |                             |       |      |     |
| <i>Galathowenia oculata</i>     | 99    | 56 % | III |                             |       |      |     |
| <i>Myriochele olgae</i>         | 90    | 62 % | Ik  |                             |       |      |     |
| <i>Nuculana pernula</i>         | 86    | 68 % | II  |                             |       |      |     |
| <i>Levinsenia gracilis</i>      | 80    | 74 % | II  |                             |       |      |     |
| <i>Maldane sarsi</i>            | 46    | 77 % | IV  |                             |       |      |     |
| <i>Sternaspis scutata</i>       | 46    | 80 % | Ik  |                             |       |      |     |
| <i>Thyasira sarsii</i>          | 43    | 83 % | IV  |                             |       |      |     |

\*Ecological groups: EG I = sensitive species. EG II = neutral species. EG III = tolerant species. EG IV = opportunistic species. EG V = pollution indicator species. From Rygg and Norling, 2013. Ik = unidentified group.

## 5.4 Summary and conclusions – C-survey

### 5.4.1 Summary

The results from the environmental survey (type C) at Eyrarhlíð in March 2020, can be summarized as follows:

- The hydrography measurement showed good oxygen conditions with 94 % oxygen saturation in the bottom water.
- Number of individuals varied from 456 (C1) to 1777 (C2) and number of species from 38 (C1) to 54 (C5). Diversity index  $H'$  varied from 2.09 (C4) to 3.79 (C5). The overall faunal index nEQR varied between 0.473 and 0.683.
- TOC was somewhat high at all stations and nTOC varied from 23.2 to 28.0 mg/g TS (highest at C3). TOM-levels varied from 8.8 to 9.9 %. TN-levels were low (4.5 – 5.0 mg/g) as was the C/N-ratio at all stations. The copper level in the sediment at C1 was 45.1 mg/kg, but well within reported natural levels in Icelandic coastal areas (Egilsson *et al.* 1999). The bottom sediments were fine with pelite amount between 79.0 and 86.4 %. The redox measurements (pH/Eh) gave points 0 acc. Appendix D in NS 9410:2016 for all the stations.

### 5.4.2 Conclusion

The results from the monitoring at the farming site Eyrarhlíð in March 2020 showed that the fauna might be considered as somewhat disturbed at C4 ( $H' = 2.09$  and  $nEQR = 0.473$ ) and undisturbed at the other stations ( $H' > 3$  and  $nEQR > 0.6$ ). The pollution indicator species *Capitella capitata* (polychaete) dominated the fauna C1 and C4, but with low dominance (< 40 % of the individuals), and not registered among the top-10 species at the three other stations. The sediments had somewhat high level of organic carbon at all stations. The copper level at C1 was 45.1 mg/kg, which is within natural levels reported for bottom sediment around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The redox measurements (pH/Eh) gave points 0 acc. Appendix D in NS 9410:2016 for all the sampling stations. The oxygen saturation in March was good in the whole water column with 94 % in the bottom water.

### 5.4.3 Environmental trend since last C-survey

A baseline monitoring (C survey type) was carried out at the location in 2018 (Gallo, 2019). In comparison with the baseline survey the fauna in the present survey does not seem to be more disturbed at any of the five stations except for station C4 which had some indications of disturbed faunal community with lower diversity and low-value (<0.5) for J (Pielous evenness index). Diversity indexes were all higher in the present survey compared to the baseline study in 2018 except for C4. Redox values were positive at all stations in both surveys.

## 6 References

---

- Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Standard. Version 1.0 June 2012.
- Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Audit Manual Version 1.0.
- Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Training Manual Final. Version 1.0 – 14 February 2013.
- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. og Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.
- Direktoratgruppen, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018. 139 s.
- Egilsson, D, Ólafsdóttir E. D., Yngvadóttir E., Halldórsdóttir H., Sigurðsson F.H., Jónsson G.S., Jensson H., Gunnarsson K., Þráinsson S.A., Stefánsson A., Indriðason H.D., Hjartarson H., Torlaciús J., Ólafsdóttir K., Gíslason S.R. og Svavarsson J. (1999). Mælingar á mengandi efnum á og við Ísland. Niðurstöður vöktunarmælinga. Starfshópur um mengunarmælingar. Mars 1999, 138 s.
- Gallo, C., 2019. Base line monitoring for salmon farming site in Eyrarhlíð, Dyrafjörður. NV nr. 13-19. 20 p.
- 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 macrofauna.
- NS 9410, 2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- Rygg, B. & 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.

## 7 Appendix

### Appendix 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer (in norwegian)

#### Hydrografi og oksygen

I henhold til NS 9410 ble det gjennomført hydrografiske registreringer for vertikalprofilen med hensyn til saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygenmetning fra overflate til bunn på den dypeste stasjonen. Målingene ble gjennomført ved hjelp av en Sensordata CTDO 202 sonde.

#### Geokjemiske analyser

##### Feltinnsamlinger

Prøvene ble hentet med en 0,1 m<sup>2</sup> grabb (van Veen). Prøvematerialet ble tatt ut gjennom inspeksjonsluker etter at sedimentoverflaten var godkjent. Prøver for TOC, TN og Cu ble tatt av fra øverste 1 cm av sedimentet, og for TOM og kornfordelingsanalyser fra de øverste 5 cm ved hjelp av rør. Kun prøver med uforstyrret overflate ble godkjent og prøvematerialet ble frosset for videre bearbeidelse i laboratorium.

##### Total organisk materiale (TOM)

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

##### 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).

##### Totalt 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 tørrvektsbasis.

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 |
|------------|---------------------|-------------------|------------------------|----------------------|------------------------|

#### Kobber (Cu)

Prøven for metallanalyse ble frysetørket før den ble oppsluttet i mikrobølgeovn i lukket teflonbeholder med konsentrert ultraren salpetersyre og hydrogenperoksid. Konsentrasjonene 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 (Cu) 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 |
|----------|------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|

## Redoks- og pH målinger

På alle stasjonene ble det utført en kvantitativ kjemisk undersøkelse av sedimentet. Surhetsgrad (pH) og oksydasjon/redokspotensial (ORP) ble målt ved hjelp av elektroder og instrumentet YSI Professional Plus. I hht. manual for instrumentet, ble 200 mV lagt til den målte ORP-verdien for å få Eh-verdien.

## Bunndyr

### Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale (fôrrester/fekalier) fra marine 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 under og ved oppdrettsmerder kan i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold (fôr og fekalier) i sedimentet.

### Innsamling og fiksering

Alle bunndyrprøvene ble tatt med en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Kun grabbskudd hvor grabben var fullstendig lukket og overflaten uforstyrret ble godkjent. Etter godkjenning ble innholdet vasket i en 1 mm sikt og gjenværende materiale fiksert med 4 % formalin tilsatt fargestoffet bengalrosa og nøytralisert med boraks. På laboratoriet ble dyrene sortert ut fra gjenværende sediment.

### Kvantitative bunndyrsanalyser

På alle stasjonene innsamles det to prøver (replikater) iht. retningslinjene i NS 9410 (2007) og ASC standarden. 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 Appendix 2 for beskrivelse av analysemetoder. For å klassifisere miljøtilstanden 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)
- S 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).*

| Indeks       | I Svært god | II God      | III Moderat | IV Dårlig   | V Svært dårlig |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| NQI1         | 0,9 - 0,82  | 0,82 - 0,63 | 0,63 - 0,49 | 0,49 - 0,31 | 0,31 - 0       |
| $H'$         | 5,7 - 4,8   | 4,8 - 3,0   | 3,0 - 1,9   | 1,9 - 0,9   | 0,9 - 0        |
| $ES_{100}$   | 50 - 34     | 34 - 17     | 17 - 10     | 10 - 5      | 5 - 0          |
| $ISI_{2012}$ | 13 - 9,6    | 9,6 - 7,5   | 7,5 - 6,2   | 6,1 - 4,5   | 4,5 - 0        |
| NSI          | 31 - 25     | 25 - 20     | 20 - 15     | 15 - 10     | 10 - 0         |
| nEQR         | 1,0 - 0,8   | 0,8 - 0,6   | 0,6 - 0,4   | 0,4 - 0,2   | 0,2 - 0,0      |



Bunndyrsamfunnet i anleggssonen ble også vurdert i henhold til NS 9410 klassifisering av miljøtilstand, basert på antallet arter og dominansforhold (C-undersøkelsen). I tillegg ble det gjort en vurdering av hvorvidt bunndyrsamfunnene på anleggssonestasjonen oppfylte følgende krav fra ASC-standarden (ASC-undersøkelsen):

*"2 highly abundant\* taxa that are not pollution indicator species"*

*\*Highly abundant: Greater than 100 organisms per square meter (or equally high to reference site (S) if abundance is lower than this level)*

## Referanser

Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Standard. Version 1.0 June 2012.

Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Audit Manual Version 1.0.

Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Training Manual Final. Version 1.0 – 14 February 2013.

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

Direktoratgruppen, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018. 139 s.

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

ISO 16665, 2005. 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.

## Appendix 2. Prosedyre for beregning av AZE (in norwegian)

I ASC-undersøkelser skal det fastlegges AZE (Allowable Zone of Effect) rundt oppdrettsanlegg som danner utgangspunkt for valg av prøvestasjonsnett. I standarden, som ble laget for skotske forhold, står det at den skal være 30 meter fra merdkanten. På grunn av store dyp og sterk strøm blir dette ikke riktig avstand for norske forhold.

ASC-standarder tillater at en fastlegger en lokalitetsavhengig AZE (site specific AZE). Det er laget en intern AZE kalkulator til formålet for Akvaplan-niva.

### Beregning av "site specific" AZE:

På grunn av påvirkning fra strøm og vind og lange fortøyningslinjer er oppdrettsanlegg på svai. En må derfor regne med at fôrpartikler og fiskeavføring vil havne på bunnen i det området der anlegget befinner seg på svai. En AZE må inkludere dette område. Svaien legges til 20 % av dybde, f.eks. for et anlegg med størst dybde på 100 m legges det inn en mulig svai på 20 m i hver retning. Tallet er tidligere brukt av Fiskeridirektoratet ved kontroll av anleggets koordinater. Det stemmer også overens med oppgitt strekk (inntil 10 %) og elasticitet fra fortøyningslinjer.

Videre vil enhver lokalitet ha et eget påvirkningsmønster fra fôrpartikler og fiskeavføring som havner på bunnen, ofte kalt lokalitetens fotavtrykk, som bestemmes av dybde, partiklenes synkehastighet og lokalitetens strømforhold. Forventet utstrekning (L) av påvirkningsområdet kan beregnes ved å dele dybde (D) med synkehastighet ( $V_f$ ) og gange med gjennomsnittlig strømhastighet ( $V_s$ ) på spredningsstrøm. Synkehastighet er satt til 7,5 cm/s utfra Bannister et al (2016) sin vitenskapelige artikkel der resultatet fra forsøkene var at mellom 60 og 80 % av all feces synker med en hastighet mellom 5 og 10 cm/s.

$L = (V_s) * D / (V_f)$  eksempel 100 m dybde, 7,5 cm/s synkehastighet og 6 cm/s gjennomsnittlig spredningsstrøm

$L = 6 \text{ cm/s} * 10000 \text{ cm} / 7,5 \text{ cm/s} = 80 \text{ m}$ .

Med svai på 20% av 100 m = 20 m blir

AZE da  $L + \text{svai} = 80 \text{ m} + 20 \text{ m} = 100 \text{ m}$

D og ( $V_s$ ) hentes fra lokalitetsrapport.

### Referanse:

Bannister, R. J., Johnsen, I. A., Hansen, P. K., Kutti, T., & Asplin, L. Near- and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems. – ICES Journal of Marine Science, doi: 10.1093/icesjms/fsw027

## Appendix 3. Bunndyrstatistikk og artslister (in norwegian)

### 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  
 $N$  = total 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 total 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 total  $N$  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  $N$  = total antall individ i prøven  
 $N_i$  = antall individ av art  $i$   
 $n$  = antall individ i en gitt delprøve (av de  $N$ )  
 $s$  = total 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 entoppet, asymmetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

Ved moderat forurensning 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/forurensning. 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. Prøvene kan være replikater eller stasjoner. Det tas ikke hensyn til hvilke arter som opptrer. Forut for klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene ble artslistene dobbelt kvadratrot-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 tredigram (dendrogram).

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

Ømfintligheten bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin 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  $\text{SN} = \ln S / \ln(\ln N)$ , hvor  $S$  er antall arter og  $N$  er antall individer i prøven

### **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 Eyrarhlíð, 2020:

### Antall arter og individer per stasjon

| st.nr.   | tot. | C1  | C2   | C3   | C4   | C5   |
|----------|------|-----|------|------|------|------|
| no. ind. | 6030 | 456 | 1777 | 1354 | 1010 | 1433 |
| no. spe. | 78   | 38  | 51   | 48   | 40   | 54   |

### Bunndyrindekser per replikat

| st.nr.          | tot. | C1_01 | C1_02 | C2_01 | C2_02 | C3_01 | C3_02 | C4_01 | C4_02 | C5_01 | C5_02 |
|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| no. ind.        | 6030 | 258   | 198   | 991   | 786   | 656   | 698   | 447   | 563   | 753   | 680   |
| no. spe.        | 78   | 27    | 26    | 44    | 41    | 41    | 38    | 16    | 36    | 42    | 41    |
| Shannon-Wiener: |      | 3,4   | 3,4   | 3,5   | 3,7   | 3,6   | 3,3   | 1,1   | 3,1   | 3,8   | 3,8   |
| Pielou          |      | 0,71  | 0,72  | 0,65  | 0,70  | 0,68  | 0,64  | 0,27  | 0,60  | 0,71  | 0,70  |
| ES100           |      | 19    | 21    | 18    | 19    | 20    | 19    | 8     | 20    | 21    | 21    |
| SN              |      | 1,92  | 1,96  | 1,96  | 1,96  | 1,99  | 1,94  | 1,53  | 1,94  | 1,98  | 1,98  |
| ISI-2012        |      | 7,69  | 7,10  | 8,37  | 8,56  | 8,70  | 8,93  | 6,65  | 7,58  | 8,83  | 8,10  |
| AMBI            |      | 3,61  | 3,855 | 1,901 | 1,706 | 1,902 | 1,806 | 5,49  | 1,879 | 1,743 | 1,866 |
| NQI1            |      | 0,59  | 0,58  | 0,73  | 0,74  | 0,73  | 0,73  | 0,39  | 0,72  | 0,74  | 0,73  |
| NSI             |      | 16,5  | 14,5  | 21,8  | 21,7  | 21,9  | 22,8  | 7,8   | 22,1  | 21,8  | 22,0  |

### Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

| st.nr.               |  | C1    | C2    | C3    | C4    | C5    |
|----------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Shannon-Wiener:      |  | 3,40  | 3,64  | 3,49  | 2,09  | 3,79  |
| Pielou               |  | 0,72  | 0,67  | 0,66  | 0,43  | 0,70  |
| ES100                |  | 19,9  | 18,6  | 19,5  | 13,6  | 21,3  |
| SN                   |  | 1,94  | 1,96  | 1,96  | 1,74  | 1,98  |
| ISI-2012             |  | 7,39  | 8,46  | 8,82  | 7,11  | 8,47  |
| AMBI                 |  | 3,733 | 1,804 | 1,854 | 3,685 | 1,805 |
| NQI1                 |  | 0,58  | 0,73  | 0,73  | 0,56  | 0,73  |
| NSI                  |  | 15,51 | 21,74 | 22,31 | 14,92 | 21,92 |
| Tilstandsklasse nEQR |  | 0,563 | 0,672 | 0,681 | 0,473 | 0,683 |

### Geometriske klasser

| int.      | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|-----------|----|----|----|----|----|
| 1         | 15 | 13 | 12 | 9  | 13 |
| 2,3       | 5  | 10 | 7  | 10 | 13 |
| 4-7       | 6  | 9  | 11 | 9  | 6  |
| 8-15      | 6  | 7  | 7  | 3  | 10 |
| 16-31     | 2  | 1  | 3  | 3  | 2  |
| 32-63     | 3  | 4  | 2  | 4  | 3  |
| 64-127    | 0  | 2  | 4  | 0  | 4  |
| 128-255   | 1  | 4  | 1  | 0  | 2  |
| 256-511   | 0  | 1  | 1  | 2  | 1  |
| 512-1023  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 1024-2047 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 2048-     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

# Artliste

## Eyrarhilð ASC-C-undersøkelse

| <i>Rekke</i>           | <i>Klasse</i> | <i>Art/Taxa</i>          | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|------------------------|---------------|--------------------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Stasjonsnr.: C1</i> |               |                          |           |           |            |
| CNIDARIA               | Anthozoa      | Actinaria indet.         | 1         |           | 1          |
|                        |               | Edwardsia sp.            | 1         |           | 1          |
| ANNELIDA               | Polychaeta    | Capitella capitata       | 85        | 71        | 156        |
|                        |               | Chaetozone sp.           | 14        | 5         | 19         |
|                        |               | Eteone flava/longa       | 26        | 34        | 60         |
|                        |               | Galathowenia oculata     |           | 1         | 1          |
|                        |               | Heteromastus filiformis  | 3         | 5         | 8          |
|                        |               | Lagis koreni             | 6         | 3         | 9          |
|                        |               | Laonice cirrata          |           | 3         | 3          |
|                        |               | Levinsenia gracilis      | 3         | 1         | 4          |
|                        |               | Malacoceros girardi      | 13        |           | 13         |
|                        |               | Microphthalmus scelkowi  | 2         | 2         | 4          |
|                        |               | Myriochele olgae         | 2         |           | 2          |
|                        |               | Nephtys ciliata          |           | 4         | 4          |
|                        |               | Nephtys paradoxa         | 1         |           | 1          |
|                        |               | Nephtys sp.              |           | 1         | 1          |
|                        |               | Ophelina acuminata       | 1         |           | 1          |
|                        |               | Owenia sp.               | 1         |           | 1          |
|                        |               | Pholoe baltica           |           | 1         | 1          |
|                        |               | Phyllodoce maculata      |           | 1         | 1          |
|                        |               | Praxillella praetermissa | 2         |           | 2          |
|                        |               | Scalibregma inflatum     | 5         | 8         | 13         |
|                        |               | Schistomeringos sp.      | 24        | 14        | 38         |
|                        |               | Syllis cornuta           | 9         | 6         | 15         |
| CRUSTACEA              | Malacostraca  | Leucon sp.               |           | 1         | 1          |
|                        |               | Lysianassidae indet.     | 1         |           | 1          |
|                        |               | Oedicerotidae indet.     |           | 5         | 5          |
|                        |               | Protomedeia fasciata     |           | 1         | 1          |
| MOLLUSCA               | Bivalvia      | Abra nitida              | 4         | 2         | 6          |
|                        |               | Axinopsida orbiculata    | 2         |           | 2          |
|                        |               | Ennucula tenuis          | 40        | 3         | 43         |
|                        |               | Macoma calcarea          | 2         | 3         | 5          |
|                        |               | Mytilus edulis           | 2         | 8         | 10         |
|                        |               | Nuculana pernula         |           | 1         | 1          |
|                        |               | Thyasira flexuosa        | 1         |           | 1          |
|                        |               | Thyasira gouldi          | 1         |           | 1          |
|                        |               | Thyasira sarsii          | 6         | 12        | 18         |
| ECHINODERMATA          | Ophiuroidea   | Ophiocten affinis        |           | 2         | 2          |
|                        |               | Ophiuroidea indet. juv.  |           | 2         | 2          |
|                        |               | <b>Maks:</b>             | 85        | 71        | 156        |
|                        |               | <b>Antall:</b>           | 27        | 27        | 39         |
|                        |               | <b>Sum:</b>              |           |           | 458        |

| <i>Rekke</i>           | <i>Klasse</i>   | <i>Art/Taxa</i>          | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|------------------------|-----------------|--------------------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Stasjonsnr.: C2</i> |                 |                          |           |           |            |
| NEMERTINI              |                 |                          |           |           |            |
|                        |                 | Nemertea indet.          | 1         |           | 1          |
| SIPUNCULIDA            |                 |                          |           |           |            |
|                        |                 | Sipuncula indet.         | 1         |           | 1          |
| ANNELIDA               |                 |                          |           |           |            |
|                        | Polychaeta      | Chaetozone sp.           | 4         |           | 4          |
|                        |                 | Eteone flava/longa       | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Euchone sp.              |           | 2         | 2          |
|                        |                 | Euclymeninae indet.      | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Galathowenia oculata     | 87        | 80        | 167        |
|                        |                 | Heteromastus filiformis  | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Lagis koreni             | 6         | 1         | 7          |
|                        |                 | Lanassa nordenskioldi    | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Laphania boeckii         | 4         | 1         | 5          |
|                        |                 | Levinsenia gracilis      | 36        | 18        | 54         |
|                        |                 | Lumbrineris sp.          |           | 1         | 1          |
|                        |                 | Maldane sarsi            | 24        | 20        | 44         |
|                        |                 | Melinna cristata         | 2         | 1         | 3          |
|                        |                 | Myriochele olgae         | 97        | 73        | 170        |
|                        |                 | Nephtys ciliata          | 8         | 3         | 11         |
|                        |                 | Owenia sp.               | 1         | 1         | 2          |
|                        |                 | Praxillella gracilis     | 9         | 5         | 14         |
|                        |                 | Praxillella praetermissa | 20        | 16        | 36         |
|                        |                 | Prionospio steenstrupi   | 2         | 6         | 8          |
|                        |                 | Proclea graffii          |           | 1         | 1          |
|                        |                 | Scalibregma inflatum     | 1         | 1         | 2          |
|                        |                 | Schistomeringos sp.      | 3         | 2         | 5          |
|                        |                 | Scoloplos sp.            | 2         | 6         | 8          |
|                        |                 | Spio limicola            | 7         | 3         | 10         |
|                        |                 | Sternaspis scutata       | 29        | 52        | 81         |
|                        |                 | Syllis cornuta           |           | 1         | 1          |
| CRUSTACEA              |                 |                          |           |           |            |
|                        | Malacostraca    | Bathymedon obtusifrons   | 1         | 1         | 2          |
|                        |                 | Dulichidae indet.        |           | 1         | 1          |
|                        |                 | Eudorella sp.            | 1         | 1         | 2          |
|                        |                 | Leucon sp.               | 9         | 13        | 22         |
|                        |                 | Lysianassidae indet.     | 1         | 1         | 2          |
|                        |                 | Oedicerotidae indet.     | 4         | 1         | 5          |
| MOLLUSCA               |                 |                          |           |           |            |
|                        | Opisthobranchia | Philine denticulata      | 1         |           | 1          |
|                        | Bivalvia        | Abra nitida              | 141       | 92        | 233        |
|                        |                 | Arctica islandica        | 1         | 2         | 3          |
|                        |                 | Astarte sp. juv.         | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Axinopsida orbiculata    | 1         | 3         | 4          |
|                        |                 | Ennucula tenuis          | 290       | 162       | 452        |
|                        |                 | Kurtiella bidentata      | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Macoma calcarea          | 1         | 7         | 8          |
|                        |                 | Musculus sp. juv.        | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Mytilus edulis           | 1         | 2         | 3          |

| <i>Rekke</i>           | <i>Klasse</i> | <i>Art/Taxa</i>          | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|------------------------|---------------|--------------------------|-----------|-----------|------------|
|                        |               | Nuculana pernula         | 42        | 65        | 107        |
|                        |               | Parvicardium pinnulatum  |           | 2         | 2          |
|                        |               | Thyasira flexuosa        | 1         |           | 1          |
|                        |               | Thyasira gouldi          | 96        | 111       | 207        |
|                        |               | Thyasira sarsii          | 40        | 11        | 51         |
|                        |               | Thyasiridae indet.       | 2         | 4         | 6          |
|                        |               | Yoldia hyperborea        |           | 6         | 6          |
| ECHINODERMATA          |               |                          |           |           |            |
|                        | Asteroidea    |                          |           |           |            |
|                        |               | Asteroidea indet. juv.   |           | 1         | 1          |
|                        | Ophiuroidea   |                          |           |           |            |
|                        |               | Ophiocten affinis        | 7         | 5         | 12         |
|                        |               | Ophiura albida           | 2         | 2         | 4          |
|                        |               | Ophiuroidea indet. juv.  | 16        | 25        | 41         |
|                        |               | <b>Maks:</b>             | 290       | 162       | 452        |
|                        |               | <b>Antall:</b>           | 47        | 43        | 55         |
|                        |               | <b>Sum:</b>              |           |           | 1821       |
| <b>Stasjonsnr.: C3</b> |               |                          |           |           |            |
| CNIDARIA               |               |                          |           |           |            |
|                        | Anthozoa      |                          |           |           |            |
|                        |               | Edwardsia sp.            |           | 2         | 2          |
| NEMERTINI              |               |                          |           |           |            |
|                        |               | Nemertea indet.          | 1         | 2         | 3          |
| ANNELIDA               |               |                          |           |           |            |
|                        | Polychaeta    |                          |           |           |            |
|                        |               | Capitella capitata       | 1         |           | 1          |
|                        |               | Diplocirrus longisetosus | 2         |           | 2          |
|                        |               | Eteone flava/longa       | 2         | 2         | 4          |
|                        |               | Euchone sp.              |           | 1         | 1          |
|                        |               | Galathowenia oculata     | 58        | 47        | 105        |
|                        |               | Heteromastus filiformis  | 1         |           | 1          |
|                        |               | Lagis koreni             | 8         | 4         | 12         |
|                        |               | Laonice cirrata          | 1         |           | 1          |
|                        |               | Levinsenia gracilis      | 16        | 33        | 49         |
|                        |               | Lysippe labiata          |           | 1         | 1          |
|                        |               | Maldane sarsi            | 17        | 2         | 19         |
|                        |               | Melinna cristata         | 1         | 3         | 4          |
|                        |               | Myriochele olgae         | 69        | 29        | 98         |
|                        |               | Nephtys ciliata          | 3         | 4         | 7          |
|                        |               | Owenia sp.               | 1         | 6         | 7          |
|                        |               | Pholoe baltica           | 1         |           | 1          |
|                        |               | Praxillella gracilis     | 2         | 3         | 5          |
|                        |               | Praxillella praetermissa | 16        | 8         | 24         |
|                        |               | Prionospio steenstrupi   | 8         | 2         | 10         |
|                        |               | Rhodine gracilior        | 1         | 1         | 2          |
|                        |               | Schistomeringos sp.      | 3         | 14        | 17         |
|                        |               | Scoloplos sp.            | 4         | 5         | 9          |
|                        |               | Spio limicola            | 2         | 4         | 6          |
|                        |               | Sternaspis scutata       | 24        | 28        | 52         |
|                        |               | Terebellides sp.         |           | 1         | 1          |
| CRUSTACEA              |               |                          |           |           |            |
|                        | Malacostraca  |                          |           |           |            |
|                        |               | Bathymedon obtusifrons   | 2         | 1         | 3          |
|                        |               | Dulichidae indet.        | 1         |           | 1          |



| <i>Rekke</i>           | <i>Klasse</i> | <i>Art/Taxa</i>          | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|------------------------|---------------|--------------------------|-----------|-----------|------------|
|                        |               | Eudorella sp.            | 1         |           | 1          |
|                        |               | Leucon sp.               | 6         | 5         | 11         |
|                        |               | Lysianassidae indet.     |           | 2         | 2          |
|                        |               | Oedicerotidae indet.     | 1         | 10        | 11         |
|                        |               | Westwoodilla caecula     | 1         |           | 1          |
|                        |               | Crustacea indet. juv.    | 1         |           | 1          |
| MOLLUSCA               |               |                          |           |           |            |
|                        | Bivalvia      |                          |           |           |            |
|                        |               | Abra nitida              | 117       | 81        | 198        |
|                        |               | Arctica islandica        | 3         | 2         | 5          |
|                        |               | Axinopsida orbiculata    | 5         |           | 5          |
|                        |               | Crenella decussata       | 1         | 2         | 3          |
|                        |               | Ennucula tenuis          | 155       | 289       | 444        |
|                        |               | Macoma calcaria          | 5         | 8         | 13         |
|                        |               | Mytilus edulis           |           | 4         | 4          |
|                        |               | Nuculana pernula         | 28        | 40        | 68         |
|                        |               | Thyasira gouldi          | 75        | 40        | 115        |
|                        |               | Thyasira sarsii          | 7         | 8         | 15         |
|                        |               | Thyasiridae indet.       |           | 1         | 1          |
|                        |               | Yoldia hyperborea        | 3         | 1         | 4          |
| ECHINODERMATA          |               |                          |           |           |            |
|                        | Ophiuroidea   |                          |           |           |            |
|                        |               | Ophiocten affinis        | 2         | 2         | 4          |
|                        |               | Ophiura albida           | 1         |           | 1          |
|                        |               | Ophiuroidea indet. juv.  | 11        | 6         | 17         |
|                        |               | <b>Maks:</b>             | 155       | 289       | 444        |
|                        |               | <b>Antall:</b>           | 43        | 39        | 50         |
|                        |               | <b>Sum:</b>              |           |           | 1372       |
| <br>                   |               |                          |           |           |            |
| <b>Stasjonsnr.: C4</b> |               |                          |           |           |            |
| NEMERTINI              |               |                          |           |           |            |
|                        |               | Nemertea indet.          |           | 1         | 1          |
| ANNELIDA               |               |                          |           |           |            |
|                        | Polychaeta    |                          |           |           |            |
|                        |               | Capitella capitata       | 375       | 4         | 379        |
|                        |               | Chaetozone sp.           | 2         | 3         | 5          |
|                        |               | Cossura longocirrata     |           | 1         | 1          |
|                        |               | Eteone flava/longa       | 16        | 5         | 21         |
|                        |               | Euchone sp.              |           | 2         | 2          |
|                        |               | Galathowenia oculata     |           | 11        | 11         |
|                        |               | Heteromastus filiformis  | 6         | 1         | 7          |
|                        |               | Lagis koreni             |           | 6         | 6          |
|                        |               | Levinsenia gracilis      |           | 40        | 40         |
|                        |               | Lumbrineris sp.          |           | 1         | 1          |
|                        |               | Malacoceros girardi      | 31        |           | 31         |
|                        |               | Maldane sarsi            |           | 6         | 6          |
|                        |               | Microphthalmus szelkowi  | 1         | 2         | 3          |
|                        |               | Myriochele olgae         |           | 3         | 3          |
|                        |               | Nephtys ciliata          |           | 5         | 5          |
|                        |               | Pholoe baltica           | 2         | 1         | 3          |
|                        |               | Phyllodoce maculata      |           | 1         | 1          |
|                        |               | Praxillella gracilis     |           | 3         | 3          |
|                        |               | Praxillella praetermissa |           | 6         | 6          |
|                        |               | Prionospio steenstrupi   |           | 3         | 3          |

| <i>Rekke</i>           | <i>Klasse</i>   | <i>Art/Taxa</i>         | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i> |
|------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------|
|                        |                 | Scalibregma inflatum    | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Schistomeringos sp.     | 3         | 4         | 7          |
|                        |                 | Scoloplos sp.           |           | 1         | 1          |
|                        |                 | Spio limicola           |           | 6         | 6          |
|                        |                 | Sternaspis scutata      | 1         | 17        | 18         |
|                        |                 | Syllis cornuta          | 1         | 2         | 3          |
| CRUSTACEA              |                 |                         |           |           |            |
|                        | Malacostraca    |                         |           |           |            |
|                        |                 | Eudorella sp.           |           | 1         | 1          |
|                        |                 | Leucon sp.              |           | 3         | 3          |
|                        |                 | Protomeдея fasciata     | 1         |           | 1          |
| MOLLUSCA               |                 |                         |           |           |            |
|                        | Opisthobranchia |                         |           |           |            |
|                        |                 | Retusa obtusa           | 1         |           | 1          |
|                        | Bivalvia        |                         |           |           |            |
|                        |                 | Abra nitida             |           | 44        | 44         |
|                        |                 | Ennucula tenuis         | 4         | 272       | 276        |
|                        |                 | Macoma calcarea         | 1         | 8         | 9          |
|                        |                 | Nuculana pernula        |           | 12        | 12         |
|                        |                 | Thyasira gouldi         |           | 47        | 47         |
|                        |                 | Thyasira sarsii         | 1         | 32        | 33         |
|                        |                 | Thyasiridae indet.      |           | 4         | 4          |
|                        |                 | Yoldia hyperborea       |           | 3         | 3          |
| ECHINODERMATA          |                 |                         |           |           |            |
|                        | Ophiuroidea     |                         |           |           |            |
|                        |                 | Ophiocten affinis       |           | 2         | 2          |
|                        |                 | Ophiuroidea indet. juv. | 1         | 9         | 10         |
|                        |                 | <b>Maks:</b>            | 375       | 272       | 379        |
|                        |                 | <b>Antall:</b>          | 17        | 37        | 41         |
|                        |                 | <b>Sum:</b>             |           |           | 1020       |
| <b>Stasjonsnr.: C5</b> |                 |                         |           |           |            |
| CNIDARIA               |                 |                         |           |           |            |
|                        | Anthozoa        |                         |           |           |            |
|                        |                 | Edwardsia sp.           | 1         |           | 1          |
| NEMERTINI              |                 |                         |           |           |            |
|                        |                 | Nemertea indet.         |           | 1         | 1          |
| ANNELIDA               |                 |                         |           |           |            |
|                        | Polychaeta      |                         |           |           |            |
|                        |                 | Capitella capitata      |           | 1         | 1          |
|                        |                 | Chaetozone sp.          | 3         | 2         | 5          |
|                        |                 | Eteone flava/longa      | 3         | 1         | 4          |
|                        |                 | Euchone sp.             |           | 3         | 3          |
|                        |                 | Galathowenia oculata    | 51        | 48        | 99         |
|                        |                 | Heteromastus filiformis |           | 2         | 2          |
|                        |                 | Lagis koreni            | 5         | 4         | 9          |
|                        |                 | Lamispina falcata       | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Lanassa nordenskioldi   | 1         |           | 1          |
|                        |                 | Laphania boeckii        | 2         |           | 2          |
|                        |                 | Levinsenia gracilis     | 32        | 48        | 80         |
|                        |                 | Lumbrineris sp.         | 2         |           | 2          |
|                        |                 | Maldane sarsi           | 30        | 16        | 46         |
|                        |                 | Myriochele olgae        | 50        | 40        | 90         |
|                        |                 | Nephtys ciliata         | 4         | 4         | 8          |
|                        |                 | Owenia sp.              | 4         | 5         | 9          |
|                        |                 | Pholoe baltica          | 1         |           | 1          |

| <i>Rekke</i>  | <i>Klasse</i>   | <i>Art/Taxa</i>          | <i>01</i> | <i>02</i> | <i>Sum</i>       |
|---------------|-----------------|--------------------------|-----------|-----------|------------------|
|               |                 | Pholoe inornata          | 1         | 1         | 2                |
|               |                 | Phyllodoce maculata      | 1         | 1         | 2                |
|               |                 | Praxillella gracilis     | 14        | 7         | 21               |
|               |                 | Praxillella praetermissa | 16        | 11        | 27               |
|               |                 | Prionospio cirrifera     |           | 1         | 1                |
|               |                 | Prionospio steenstrupi   | 6         | 5         | 11               |
|               |                 | Proclea graffii          |           | 1         | 1                |
|               |                 | Rhodine gracilior        | 1         | 1         | 2                |
|               |                 | Schistomeringos sp.      | 5         | 7         | 12               |
|               |                 | Scoloplos sp.            |           | 7         | 7                |
|               |                 | Spio limicola            | 6         | 3         | 9                |
|               |                 | Sternaspis scutata       | 19        | 27        | 46               |
|               |                 | Syllis cornuta           | 2         |           | 2                |
| CRUSTACEA     |                 |                          |           |           |                  |
|               | Malacostraca    |                          |           |           |                  |
|               |                 | Bathymedon obtusifrons   | 4         |           | 4                |
|               |                 | Dulichidae indet.        | 3         |           | 3                |
|               |                 | Eudorella sp.            | 1         | 2         | 3                |
|               |                 | Leucon sp.               | 6         | 7         | 13               |
|               |                 | Lysianassidae indet.     | 3         |           | 3                |
|               |                 | Oedicerotidae indet.     | 5         |           | 5                |
| MOLLUSCA      |                 |                          |           |           |                  |
|               | Caudofoveata    |                          |           |           |                  |
|               |                 | Caudofoveata indet.      |           | 1         | 1                |
|               | Opisthobranchia |                          |           |           |                  |
|               |                 | Doto sp.                 | 1         |           | 1                |
|               | Bivalvia        |                          |           |           |                  |
|               |                 | Abra nitida              | 71        | 77        | 148              |
|               |                 | Astarte sp. juv.         | 1         |           | 1                |
|               |                 | Axinopsida orbiculata    | 2         | 1         | 3                |
|               |                 | Ennucula tenuis          | 217       | 198       | 415              |
|               |                 | Macoma calcarea          | 7         | 3         | 10               |
|               |                 | Mytilus edulis           | 1         | 9         | 10               |
|               |                 | Nuculana pernula         | 50        | 36        | 86               |
|               |                 | Thyasira gouldi          | 87        | 67        | 154              |
|               |                 | Thyasira sarsii          | 24        | 19        | 43               |
|               |                 | Thyasiridae indet.       |           | 4         | 4                |
|               |                 | Yoldia hyperborea        |           | 2         | 2                |
| ECHINODERMATA |                 |                          |           |           |                  |
|               | Asteroidea      |                          |           |           |                  |
|               |                 | Asterias rubens          |           | 1         | 1                |
|               |                 | Ctenodiscus crispatus    |           | 1         | 1                |
|               | Ophiuroidea     |                          |           |           |                  |
|               |                 | Ophiocten affinis        | 9         | 5         | 14               |
|               |                 | Ophiura albida           | 1         |           | 1                |
|               |                 | Ophiuroidea indet. juv.  | 16        | 3         | 19               |
|               |                 | <b>Maks:</b>             | 217       | 198       | 415              |
|               |                 | <b>Antall:</b>           | 44        | 42        | 56               |
|               |                 | <b>Sum:</b>              |           |           | 1453             |
|               |                 | <b>TOTAL:</b>            |           |           | <b>Maks:</b> 452 |
|               |                 |                          |           |           | <b>Sum:</b> 6124 |

# Appendix 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser (in norwegian)

62008\_Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx\_040520



Framsenteret  
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:** Arctic Sea Farm hf  
**Kunde referanse:** Eyrarhlid ASC, C og B undersøkelse 2020  
**Kontaktperson kunde:**  
**e-post:**

**Kontaktperson Akvaplan-niva:** Snorri Gunnarsson

**Dato:** 11.05.2020

**Rapport nr.:** 62008  
**Analyseparameter(e):** Korn, TOM, TOC, TN, Cu, Emamectin benzoat & Deltametrin  
**Kontaktperson:** Oda S. Bye Wilhelmsen

**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:

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 (måleusikkerhet, metodeprinsipp etc.) fås ved henvendelse til Akvaplan-Niva AS

Side 1 av 3

| Lab-id.       | Kundens id. | Materiale | Mottatt lab | Parametere                          | Analyse-periode     |
|---------------|-------------|-----------|-------------|-------------------------------------|---------------------|
| 62008/C1      | C1          | Frossent  | 21.04.2020  | Korn, TOM, TOC, TN, Cu              | 23.04.20 - 07.05.20 |
| 62008/C2      | C2          | Frossent  | 21.04.2020  | Korn, TOM, TOC, TN, 2x Cu           | 23.04.20 - 07.05.20 |
| 62008/C3      | C3          | Frossent  | 21.04.2020  | Korn, TOM, TOC, TN                  | 23.04.20 - 30.04.20 |
| 62008/C4      | C4          | Frossent  | 21.04.2020  | Korn, TOM, TOC, TN, 2x Cu, EMB, DLM | 23.04.20 - 11.05.20 |
| 62008/C5      | C5          | Frossent  | 21.04.2020  | Korn, TOM, TOC, TN, 2x Cu           | 23.04.20 - 07.05.20 |
| 62008/Cu.ref1 | Cu.ref1     | Frossent  | 21.04.2020  | 2x Cu                               | 29.04.20 - 07.05.20 |
| 62008/Cu.ref3 | Cu.ref3     | Frossent  | 21.04.2020  | 2x Cu                               | 29.04.20 - 07.05.20 |
|               |             |           |             | EMB = Emeamektin benzoat            |                     |
|               |             |           |             | DLM = Deltametrin                   |                     |

## Følgende analysemetoder er benyttet

| Parameter                             | Metodererreferanse   |
|---------------------------------------|--|
| 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 16168:2012.<br>MERK: ved TOC-verdier større enn ca 60 mg/g TS kan TN-resultater bli underestimert  |
| Kobber-Cu (utført av underlev.)       | EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120  |
| Emamectin benzoat<br>(utført av NIVA) | Intern metode basert på løsemiddel ekstraksjon for bestemmelse med høyopløselig væskechromatografi koblet til tandem massespektroskopi (HPLC-MS/MS).   |
| Deltametrin (utført av NIVA)          | Intern metode basert på løsemiddel ekstraksjon for bestemmelse på gasskromatografi koblet til tandem massespektroskopi (GC-MS/MS).   |

## Resultater

|              | TOC     | TN      | TOM  | Pelitt | > 0,063 mm | Cu*      | Cu*      | EMB**    | DLM**    | N TOC   | C/N <sup>#</sup> |
|--------------|---------|---------|------|--------|------------|----------|----------|----------|----------|---------|------------------|
| Kundens id.: | mg/g TS | mg/g TS | % TS | vekt%  | vekt%      | mg/kg TS | mg/kg TS | µg/kg TS | µg/kg TS | mg/g TS |                  |
| C1           | 21      | 4.8     | 9.9  | 82.1   | 17.9       | 45.1     | ia       | ia       | ia       | 24.4    | 4.4              |
| C2           | 21      | 4.8     | 9.5  | 86.4   | 13.6       | 46.0     | 45.6     | ia       | ia       | 23.2    | 4.3              |
| C3           | 25      | 4.5     | 8.8  | 83.0   | 17.0       | ia       | ia       | ia       | ia       | 28.0    | 5.6              |
| C4           | 23      | 5.0     | 9.4  | 85.9   | 14.1       | 45.0     | 44.6     | <0,05    | <0,1     | 25.3    | 4.5              |
| C5           | 24      | 4.6     | 9.7  | 79.0   | 21.0       | 43.7     | 44.8     | ia       | ia       | 27.7    | 5.2              |
| Cu.ref1      | ia      | ia      | ia   | ia     | ia         | 39.1     | 39.6     | ia       | ia       |         |                  |
| Cu.ref3      | ia      | ia      | ia   | ia     | ia         | 42.3     | 42.1     | ia       | ia       |         |                  |

\* 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

\*\* Ikke-akkreditert analyse utført av Norsk Institutt for Vannforskning - NIVA, Gaustadalléen 21, NO-0349 Oslo

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

ia = ikke analysert

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

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

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

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