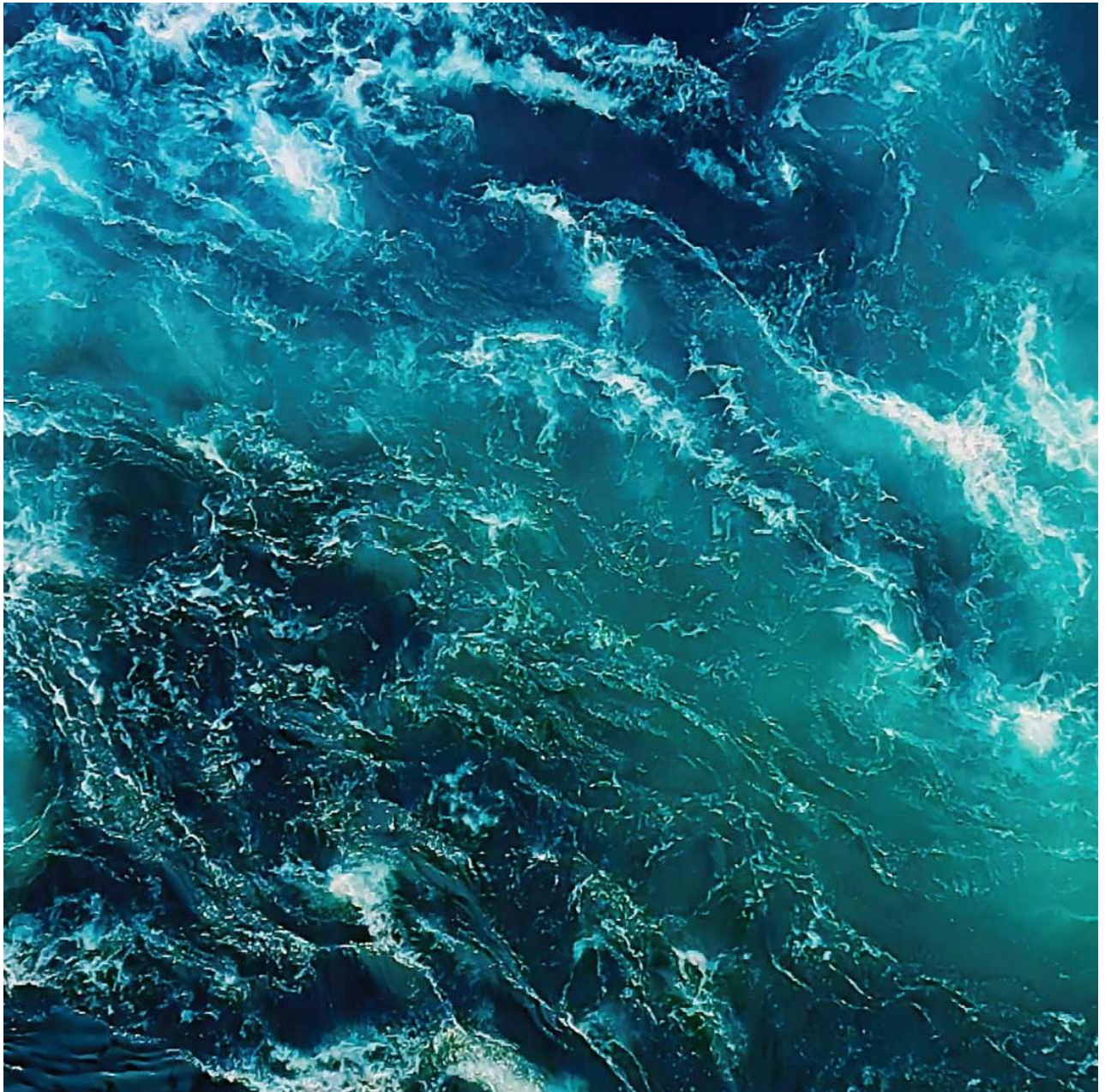


# ASC- and C-survey at Eyrarhlíð 2, 2022

Arctic Sea Farm hf

Akvaplan-niva AS Report: 2022 63863.01





# Arctic Sea Farm hf. ASC- and C-Survey at Eyrarhlíð 2, 2022.

Author(s) Kamila Sztybor, Snorri Gunnarsson  
Date 31.05 2022  
Report no. 2022 63863.01  
No of pages 49  
Distribution Through customer only

## Customer

Arctic Sea Farm ehf  
Contact person Steinunn G. Einarsdóttir  
Address Sindragötu 10, 400 Ísafjörður

## Summary

The results from the monitoring at the farming site Eyrarhlíð 2 in March 2022 showed that the fauna was disturbed at C1 (nEQR 0.250) and undisturbed at the other stations (nEQR 0.653 – 0.810). The NS 9410:2016-assessment of the community in the local impact zone (C1) showed environmental condition 2 (Good). The pollution indicator species *Capitella capitata* was the most abundant species at C1, but not present among the top-10 at the other stations. TOC was relatively low at all stations and nTOC varied between 19.2 and 22.5 mg/g. The level of copper at C1 was 41.7 mg/kg which is within natural levels reported for bottom sediments around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The redox measurements (pH/Eh) gave points 0 acc. Appendix D in NS 9410:2016 for all the stations. The oxygen saturation in March was good in the whole water column with 99 % in the bottom water.

## Approval



Snorri Gunnarsson

Prosjektleder

Kvalitetskontroll

## TABLE OF CONTENT

TABLE OF CONTENT .....	4
PREFACE .....	6
1 SUMMARY.....	7
1.1 Summary of the ASC results .....	7
1.2 Summary of C results.....	9
2 INTRODUCTION .....	10
2.1 Background and aim of the study.....	10
2.2 Site operation and feed use .....	10
2.3 Previous surveys .....	11
3 MATERIALS AND METHODS.....	12
3.1 Survey program .....	12
3.2 Placement of ASC-stations and AZE.....	13
4 ASC-SURVEY EYRARHLÍÐ 2.....	15
4.1 Results .....	15
4.1.1 Bottom sediment and redox measurements (Eh) .....	15
4.1.2 Copper in sediments .....	15
4.1.3 Quantitative analyses of bottom fauna .....	15
5 C-SURVEY EYRARHLÍÐ 2.....	17
5.1 Introduction .....	17
5.2 Professional program and placement of sampling stations .....	17
5.2.1 Hydrography.....	18
5.2.2 TOC, TOM, TN, C/N, grain size and pH/Eh .....	19
5.2.3 Copper in sediment.....	20
5.2.4 Soft bottom fauna .....	20
5.3 Summary and conclusions – C-survey.....	24
5.3.1 Summary .....	24
5.3.2 Conclusion.....	25
5.3.3 Environmental trend since the last C- survey.....	25
6 REFERENCES.....	26
7 APPENDIX (IN NORWEGIAN) .....	27
Appendix 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer (in norwegian).....	27
Appendix 2. Prosedyre for beregning av AZE (in norwegian) .....	31
Appendix 3. Bunndyrstatistikk og artslister (in norwegian).....	32
3.3 Statistical results Eyrarhlíð 2, 2022 .....	35

3.4	Species lists .....	37
3.5	Analytical report .....	44

## Preface

Akvaplan-niva carried out an environmental survey of type ASC and C (NS 9410:2016) at the Eyrarhlíð 2 site. It includes pH/redox measurements (Eh), hydrography, geochemical analyses, and analyses of the bottom fauna from five stations at the fish farming site. The following personnel have contributed:

Snorri Gunnarsson	Akvaplan-niva	Field work, report, project leader.
Kamila Szybor	Akvaplan-niva	Report, professional assessments, and interpretations.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identification of bottom fauna (Echinodermata). QA report, professional assessments, and interpretations.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identification of bottom fauna (Various taxa).
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identification of bottom fauna (Crustaceans). Statistics.
Thomas Hansen	Akvaplan-niva	Identification of bottom fauna (Polychaeta and Mollusca).
Vegard Holen	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 ehf. and Steinunn G. Einarsdóttir for good cooperation

### Accreditation information:

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



Akvaplan-niva AS is accredited under NS-EN ISO/IEC 17025 by Norwegian Accreditation for field sampling of sediments and fauna, analyses of TOC, TOM, TN, particle size and macrofauna, and for professional evaluations and interpretations. Our Accreditation number is TEST 079.

Czech Accreditation  
Institute (Lab nr 1163)

ALS Laboratory Group is accredited by the Czech Accreditation  
Institute (Lab nr 1163) for copper analyses.

Non-accredited services: Hydrographical measurements and mapping of bottom topography (Olex).

Kópavogur, 31.05 2022

Snorri Gunnarsson (Project Manager)



# 1 Summary

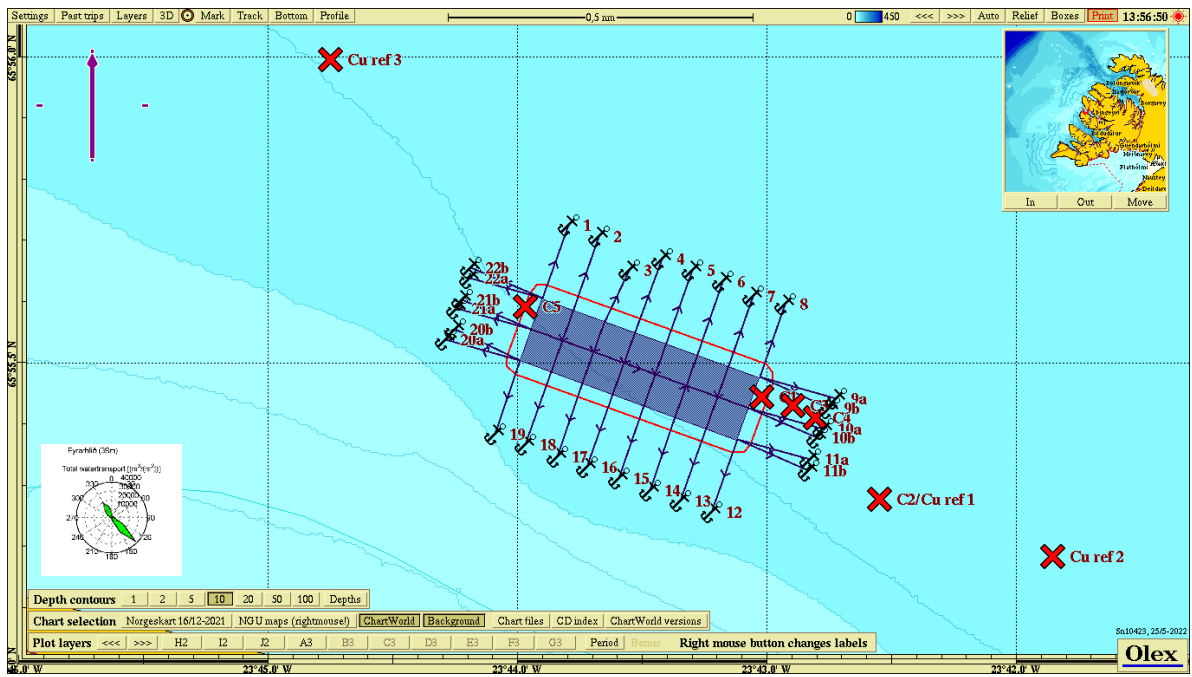
## 1.1 Summary of the ASC results

Indicator in ASC	ASC demand	Results							Remarks
		C1 (inside AZE)	C2/Cu ref 1	C3	C4	C5	Cu ref2	Cu ref3	
2.1.1	Redox >0 mV or sulphide level < 1500 microMol/l	297	322	159	300	207	-	-	
2.1.2	"Faunal index score" outside AZE indicates good to very good ecological status Shannon-Wiener > 3 Infaunal Trophic Index ITI ≥ 25	0.83	4.01	3.06	3.74	5.23	-	-	
2.1.3	≥ 2 macro faunal taxa within AZE which are not pollution indicators, with more than 100 ind/m <sup>2</sup> present	1	-	-	-	8	-	-	
4.7.4	Copper level < 34 mg/kg dry sediment	41.7/ -	38.7/ 36.7	35.9/ 36.6	36.0/ 36.6	-	42.8/ 42.5	3.5/ 3.2	
2.1.4	Location specific AZE	See chapter 3.2.							

### Conclusions:

The copper levels in the sediments were between 3.2 and 41.7 mg/kg which are within natural levels for bottom sediments reported around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The redox potential (Eh) was positive in all sediments. The faunal diversity was lowest at station C1 with the diversity index H' of ≤ 3 and higher and above 3 at the other stations. The ITI value was below 25 at all the stations. An evaluation of the faunal community within the AZE (stations C1 and C5), in accordance with the ASC standard, showed that there was one taxa which was not a pollution indicator species present with 100 or more individuals/m<sup>2</sup> at C1 and there were eight such taxa at C5.

An overview of the station locations and the position of the AZE zone (red line closest to fish farm) is shown in the figure below.







## 1.2 Summary of C results

Client information			
Report title:	C-Survey at Eyrarhlíð 2, 2022.		
Report nr.	2022 63863.01	Site:	Eyrarhlíð 2
Municipality:		Map Coordinates (construction):	65°55,488 N 23°43,509 v
MTB permitted:	Site MTB	Operations manager:	Egill Ólafsson
Client:	Arctic Sea Farm ehf		

Biomass/production status at time of survey (03.03 2022)			
Fish group:	A. Salmon	Biomass on examination:	3.576
Feed input:	4.479	Produced amount of fish:	3.214
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 (impact zone)	0.250	Fauna C1 (impact zone)	0.83
Fauna C2	0.705	Fauna C2	4.01
Fauna C3	0.653	Fauna C3	3.06
Fauna C4 (deep area)	0.686	Fauna C4 (deep area)	3.74
Fauna C5	0.810	Fauna C5	5.23
<b>Date fieldwork:</b>	03.03.2022	<b>Date of report:</b>	31.05.2022
<b>Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)</b>		nTOC from 21 to 28 mg/g TS. Copper 41.7 at C1 Eh positive at all stations O <sub>2</sub> -conditions were good throughout the water column.	
Responsible for field work:	Signature: 	Project manager Snorri Gunnarsson	Sign 

## 2 Introduction

### 2.1 Background and aim of the study

Akvaplan-niva carried out, ASC- and C-surveys for the site Eyrarhlíð 2 in Dýrafjörður, Iceland (Figure 1) on behalf of Arctic Sea Farm. The study was carried out as Arctic Sea Farm's intended to have the Eyrarhlíð 2 site certified according to the Aquaculture Stewardship Council (ASC) standard. The survey was simultaneously carried out with an environmental study, in accordance with chapter 5.0 in the NS 9410:2016, which outlines the methodology for a C- study. The survey also fulfils the requirements of the Icelandic authorities regarding bottom surveys, referring to the standard ISO 12878 and the 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 such that it fulfils the demands from the Aquaculture Stewardship Council (ASC). The sampling stations were chosen based on the 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 by Icelandic officials and it is not possible to strictly apply the classification based on Norwegian threshold values to Icelandic conditions. In the absence of these threshold values, we do however report the results using the same indexes and with reference to the Norwegian threshold values. It should however be emphasized that some of these (such as NSI) are developed according to Norwegian or other neighbouring countries conditions. For further descriptions of these indexes see the details in Appendix 1 and Miljødirektoratets Veileder 02:2018.

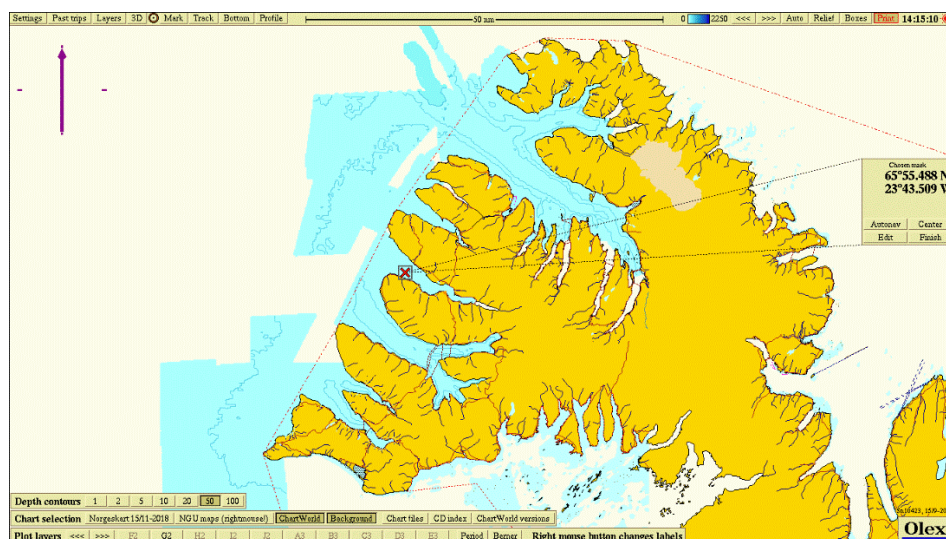


Figure 1 Overview of Vestfirðir Iceland with the farming site Eyrarhlíð 2 (red cross). The map coordinates for the midpoint of the farming site are given to the right.

### 2.2 Site operation and feed use

The Eyrarhlíð 2 site is in Dýrafjörður about 11 km from Þingeyri. The cages are lined in a north-western direction from land (289 degrees). The depth under cages ranges from about 36 - 44 m. The current generation of farmed Atlantic salmon is the first generations at the site (Table 1). The fish

farm at Eyrarhlíð 2 has a single frame 2x7 mooring system with a possibility total of 14 cages, each with 160 m circumference. The current generation was put into sea summer 2021 reared in 13 cages. Fish mortalities were a problem at the Eyrarhlíð 2 site from around the year shift 2021/22 with subsequent emergency slaughter in the weeks leading up to the current bottom sampling. Max biomass was reached around 26th of January (5.069 ton) but due to mortalities and slaughter efforts the standing biomass was around 3.576 ton at the day of sampling. Bottom sampling was delayed both due to intense slaughter effort and collection of dead fish at the site and due to bad weather in the period.

Table 1. Production at Eyrarhlíð 2.

Time fish in sea	Production of salmon (tonnes, round weight).	Feed use (tonnes)
Summer 2021-present	3.214	4.479

### 2.3 Previous surveys

Akvaplan-niva AS has carried out one previous environmental surveys of the type C (NS 9410) at the site Eyrarhlíð 2. A pre-survey with sampling in April 2021 prior to putting out the first generation at the site (Sztýbor and Gunnarsson, 2021).

## 3 Materials and methods

### 3.1 Survey program

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

Akvaplan-niva is accredited for field work, analyses of samples and professional evaluation of results in accordance with applicable standards and guidelines ("Veiledere"). For implementation and follow through, the following standards and quality assurance systems were used:

- ISO 5667-19:2004: *Guidance on sampling of marine sediments.*
- ISO 16665:2014. *Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.*
- NS 9410:2016. *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine oppdrettsanlegg.*
- Internal procedures. *Quality Manual for Akvaplan-niva.*
- Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann.* Norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til Vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.

Table 2: Survey program for the ASC- and C-survey at Eyrarhlíð 2, 2022. TOC = total organic carbon. Korn = grain size in sediment. TOM = total organic material. TN = total nitrogen. Cu = Copper. pH/Eh = acidity and redox potential. C1-C5 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 (transition zone outer, outside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
C3 (transition zone, outside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
C4 (transition zone, deep area, outside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. Hydrography/O <sub>2</sub> . pH/Eh.
C5 (transition zone, inside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu pH/Eh.
Cu ref 2	2 x Cu
Cu ref 3	2 x Cu

Field work was completed on 03.03.2022.

### 3.2 Placement of ASC-stations and AZE

The ASC-standard defines a site specific AZE zone as 30 m from the fish farm (site-specific AZE, see pkt. 2.1.4. in «audit manual»). Based on current measurements at the site, an AZE zone of 43 m from the frame of the fishfarm was calculated. The procedure for calculating the AZE zone is given in Appendix 2.

Using the sampling system, described in point 2.1 in the ASC «Audit manual» («Request to allow for sampling at different locations and/or changes in total number of samples»), biological samples from five stations were collected. The stations were placed in accordance with the direction of the main current direction at 39 m depth (APN unpublished data) showing the main direction of oceanic flow in SE direction (125 degrees).

Depth and position of the stations are given in Table 3 and shown in Figure 2.

*Table 3: Depth, distance between the nearest frame of the fish farm and sampling stations and coordinates for ASC-stations at Eyrarhlíð 2, 2022. Stations C1-5 are also part of the C-survey.*

Station	Depth, m	Distance from frame, m	Position	
			N	W
C1	44	25	65°55,444	23°43,021
C2/Cu ref 1	43	500	65°55,276	23°42,546
C3	44	125	65°55,429	23°42,894
C4	44	200	65°55,410	23°42,805
C5	40	40	65°55,591	23°43,968
Cu ref 2	43	1024	65°55,182	23°41,855
Cu ref 3	41	1000	65°55,995	23°44,751

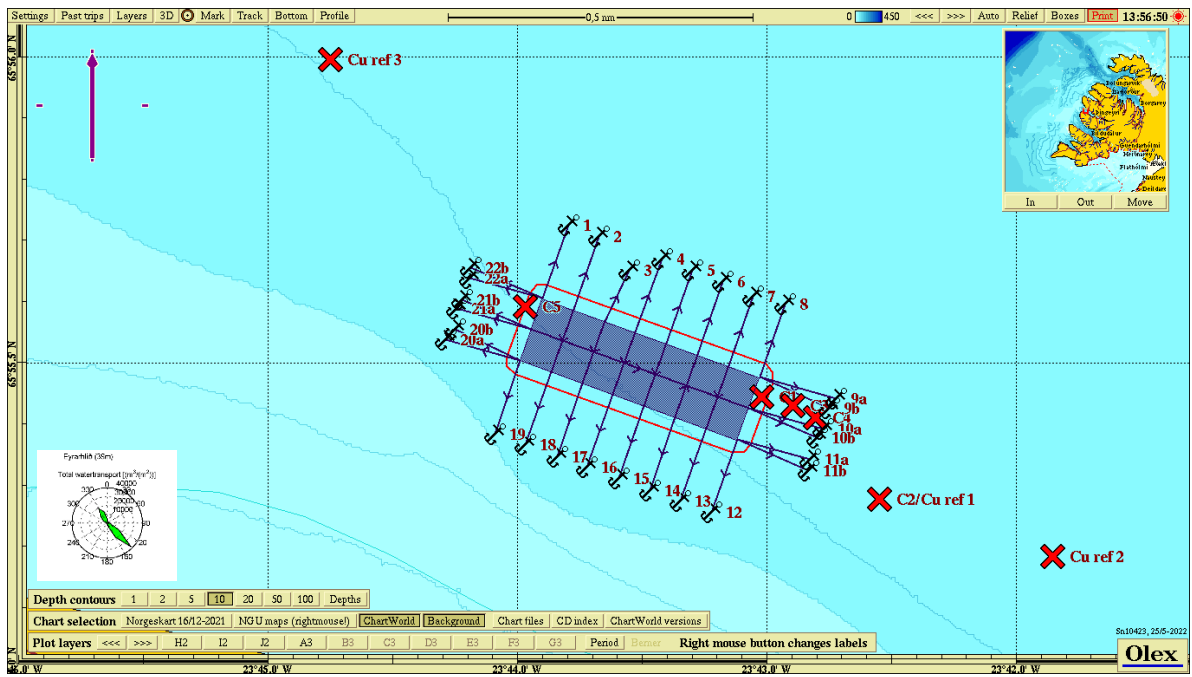


Figure 2. Map showing the sampling stations for the ASC-survey at Eyrarhlíð 2, 2022. Current measurements used were from 39 m depth (APN, unpublished data).

## 4 ASC-survey Eyrarhlíð 2

### 4.1 Results

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

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

Table 4. Description of bottom sediment and redox measurements (Eh). ASC-stations Eyrarhlíð 2, 2022.

St.	Description of bottom sediment	Eh
C1	Olive green mud and some broken shells. Full grab, sample surface affected accordingly*.	297
C2/ Cu ref 1	Olive green mud and some broken shells. Full grab, sample surface affected accordingly*.	322
C3	Olive green mud and some broken shells. Full grab, sample surface affected accordingly*.	159
C4	Olive green mud and some broken shells. Full grab, sample surface affected accordingly*.	300
C5	Olive green mud and lots of broken shells. Samples somewhat washed because of shells in mouth of the grab.	207

\*Despite effort to slow grab the last ten meters on the way down the grabs came up full so surface of sample was accordingly disturbed.

#### 4.1.2 Copper in sediments

The level of copper in the bottom sediments are shown in Table 5. The level of copper varied from 3.2 to 41.7 mg/kg.

Table 5. Copper (Cu), mg/kg TS. ASC Eyrarhlíð 2, 2022.

St.	Cu repl. 1	Cu repl. 2
C1	41.7	-
C2/Cu ref 1	38.7	36.7
C3	35.9	36.6
C4	36.0	35.8
C5	-	-
Cu ref 2	42.8	42.5
Cu ref 3	3.5	3.2

#### 4.1.3 Quantitative analyses of bottom fauna

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

The Shannon-Wiener diversity index values ( $H'$ ) for bottom fauna communities are presented in Table 6. The number of species and individuals for each of the sampling stations are also given. Other faunal indexes, according to Veiledler 02:2018, are given in Appendix 3.

The number of individuals varied from 783 (C5) to 2363 (C1) and number of species varied from 25 (C1) to 104 (C5). The diversity index  $H'$  was below 3 at C1 and above 3 at the other stations. The ITI value was below 25 at all the stations.



Table 6. Number of species and individuals pr. 0,2 m<sup>2</sup>.  $H'$  = Shannon-Wieners diversity index. ASC-stations at Eyrarhlíð 2, 2022.

St.	No. of individuals	No. of taxa	H'	ITI
C1	2363	25	0.83	0
C2	964	48	4.01	21
C3	1410	45	3.06	12
C4	1317	49	3.74	20
C5	783	104	5.23	22

#### 4.1.3.2 ASC evaluation of the bottom fauna communities at stations C1 and C5

Below is a review outlining 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)*

The species were categorised into ecological groups based on the values of the sensitivity indexes according to Rygg and Norling (2013). The pollution indicator species are categorised into ecological group V. Results are presented in Table 7.

At C1 two species had more than 100 individuals/m<sup>2</sup> and one of these was a pollution indicator species. At C5 eight species had more than 100 individuals/m<sup>2</sup> and none of these were pollution indicator species.

Table 7. The dominant taxa with number of individuals per m<sup>2</sup> at C1 and C5, Eyrarhlíð 2, 2022.

Station	Taxa	Number per 0,2 m <sup>2</sup>	Number per m <sup>2</sup>	NSI Ecological group *
C1	Capitella capitata	1980	9900	V
	Malacoceros vulgaris	307	1535	
C5	Lagis koreni	116	580	IV
	Nothria conchylega	70	350	I
	Levinsenia gracilis	46	230	II
	Owenia sp.	34	170	II
	Galathowenia oculata	31	155	III
	Rhodine gracilior	31	155	I
	Ophiuroidea indet. juv.	27	135	II
	Laonice cirrata	23	115	I

\*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 unknown.

## 5 C-survey Eyrarhlíð 2

### 5.1 Introduction

A C-survey is aimed at studying the environmental conditions of the bottom sediment in a transect that extends from the fish farm from a local, to an intermediate and to a regional impact zone. The 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.

A classification or threshold values for this type of survey have not been developed by the Icelandic officials and it is not strictly possible to apply the classification based on Norwegian threshold values to Icelandic conditions. However, we report the results using these indexes with reference to Norwegian threshold values. It should be emphasized though 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.

### 5.2 Professional program and placement of sampling stations

The professional program follows the descriptions and guidance given in NS 9410:2016 for C-surveys (Table 8). The number of stations was assigned with reference to the sites estimated maximum standing biomass for the current generation. This is 5.069 tonnes (used as MTB here) that was reached at the site on the 26<sup>th</sup> of January. According to the standard, five stations were sampled. Depth and position of the stations are given in Table 9 and shown in Figure 3. The stations are placed along the direction of the main oceanic current direction (SE) measured at 39 m (APN unpublished data). This is assigned as the main current for the spread of particles from under the fish farm.

*Table 8. The planned professional program for the C-survey at Eyrarhlíð 2, 2022. 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. Hydrography/O <sub>2</sub> . pH/Eh.
C5	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.

Table 9. Sampling stations, depth, distance between the nearest frame of the fish farm and coordinates for C-stations at Eyrarhlíð 2, 2022.

Station	Depth, m	Distance from frame, m	Position	
			N	W
C1	44	25	65°55.444	23°43.021
C2	43	500	65°55.276	23°42.546
C3	44	125	65°55.429	23°42.894
C4	44	200	65°55.410	23°42.805
C5	40	40	65°55.591	23°43.968

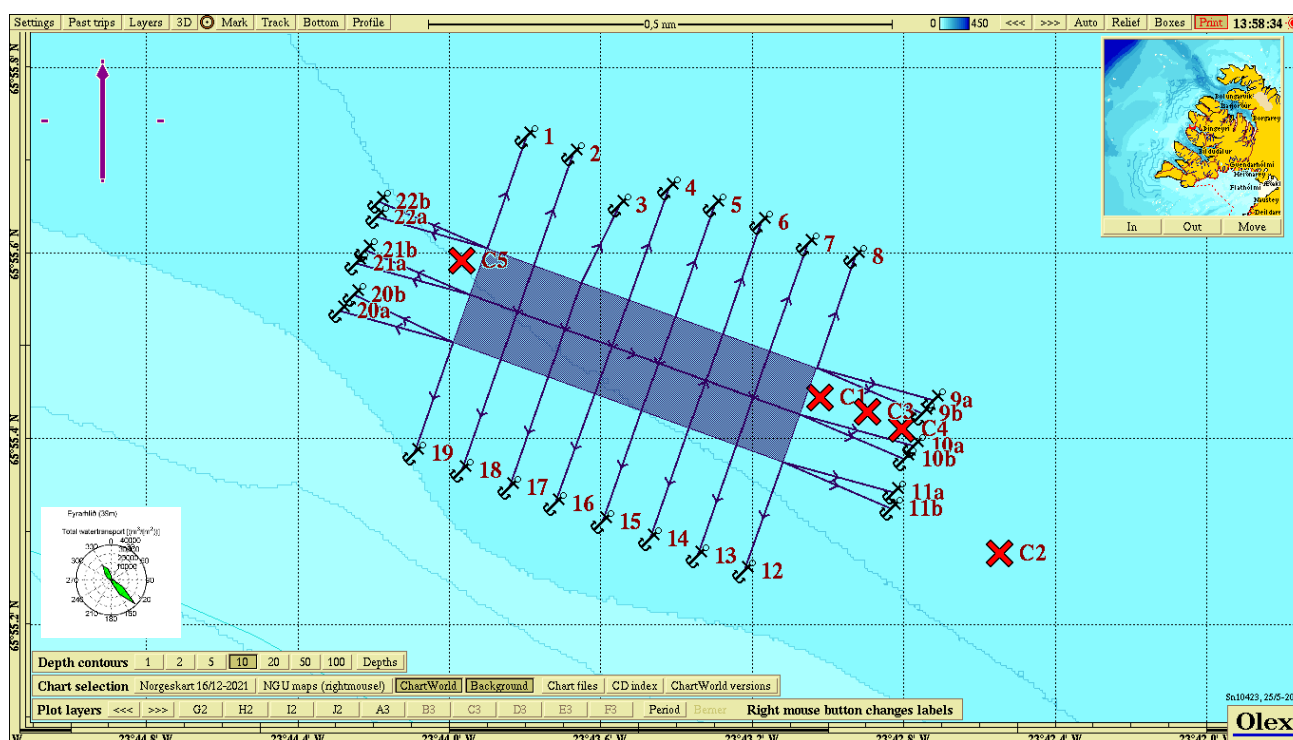


Figure 3. Map showing the sampling stations for the C-survey at Eyrarhlíð 2, 2022. Current measurements used were from 39 m depth (APN, unpublished data)

### 5.2.1 Hydrography

At station C4, hydrographic measurements, salinity, temperature, density, and oxygen saturation, were carried out along vertical profiles from surface to bottom. These were carried out using a Sensordata CTDO 204 probe.

The hydrographical profile for the deep station C4 in Mars 2022 is presented in Figure 4.

The temperature was 0.4 °C from the surface to the bottom and the oxygen conditions good with 99 % saturation in the bottom water.

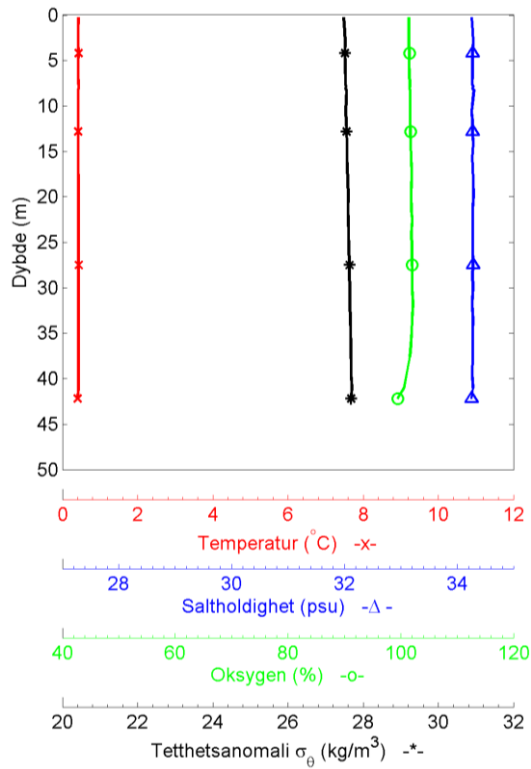


Figure 4. Vertical profiles. Temperature, salinity, density and oxygen at C4 at Eyrarhlíð 2, 2022.

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

The levels of total organic material (TOM), total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN), C/N-relationship, grain size distribution (pelite) and pH/Eh in the sediment are presented in Table 10.

TOM-levels varied from 4.2 to 8.8 %. TN-levels were low (1.5 – 3.2 mg/g) and the same were C/N-ratios. TOC was relatively low at all stations and nTOC varied between 20.9 and 28.3 mg/g. The bottom sediments were coarse grained at C5 with a pelite ratio of 31.8 % and fine-grained at the other stations with a pelite ratios between 62.8 and 80 %.

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

Table 10. Sediment description, TOM (%), TOC (mg/g), TN (mg/g), C/N, grain size distribution (pelite ratio % <0,063 mm) and pH/Eh. Eyrarhlíð 2, 2022.

St.	Sediment description	TOM	TOC	nTOC	TN	C/N	Pelite	pH/Eh
C1	Olive green mud and some broken shells. Full grab, sample surface affected accordingly*.	8.8	20.4	27.0	3.2	6.4	62.8	7.92/ 297
C2	Olive green mud and some broken shells. Full grab, sample surface affected accordingly*.	8.5	23.7	28.3	2.3	10.3	74.9	7.81/ 322
C3	Olive green mud and some broken shells. Full grab, sample surface affected accordingly*.	8.3	21.7	25.4	2.7	8.0	79.4	7.83/ 159
C4	Olive green mud and some broken shells. Full grab, sample surface affected accordingly*.	7.4	20.2	23.8	3.0	6.6	80.0	7.87/ 300
C5	Olive green mud and lots of broken shells. Samples somewhat washed because of shells in mouth of the grab.	4.2	8.6	20.9	1.5	5.6	31.8	7.99/ 207

\*Despite effort to slow grab the last ten meters on the way down the grabs came up full so surface of sample was accordingly disturbed.

### 5.2.3 Copper in sediment

The level of copper at station C1 (station closest to the farm) is presented in Table 11. The concentration was 41.7 mg/kg.

Table 11. Sediment analyses. Copper (Cu) in mg/kg DW. C1-station at Eyrarhlíð 2, 2022.

St.	Cu
C1	41.7

### 5.2.4 Soft bottom fauna

#### 5.2.4.1 Fauna indexes and ecological classification

Results from the quantitative soft bottom fauna analyses at the C-stations are presented in Table 12. The faunal index nEQR in the table is presented without the density index (DI) in accordance with recommendations from the Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet).

The number of individuals varied between 783 (C5) and 2363 (C1) and number of species between 25 (C1) and 104 (C5). The diversity index H' varied between 0.83 (C1) and 5.23 (C5). The overall index of nEQR varied between 0.250 and 0.810.

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 faunal community. The index was below 0.50 at C1 and above 0.50 at the other stations.

Table 12. Number of species and individuals pr. 0,2 m<sup>2</sup>.  $H'$  = Shannon-Wieners diversity index.  $ES_{100}$  = Hurlberts diversity index.  $NQI1$  = overall index (diversity and sensitivity).  $ISI_{2012}$  = sensitivity index.  $NSI$  = sensitivity index.  $J$  = Pielous evenness index.  $AMBI$  = AZTI marine biotic index (part of  $NQI1$ ).  $nEQR$  = normalized  $EQR$ ). C-stations at Eyrarhlíð 2, 2022.

St.	No. ind.	No. species	$H'$	$ES_{100}$	$NQI1$	$ISI_{2012}$	$NSI$	$nEQR$	$AMBI$	$J$
<b>C1</b>	2363	25	0,83	4,47	0,34	6,90	7,38	0,250	5,886	0,21
<b>C2</b>	964	48	4,01	23,95	0,72	8,80	22,72	0,705	2,039	0,76
<b>C3</b>	1410	45	3,06	18,59	0,70	7,88	23,19	0,653	2,098	0,60
<b>C4</b>	1317	49	3,74	21,43	0,70	8,55	23,00	0,686	2,195	0,72
<b>C5</b>	783	104	5,23	42,12	0,79	8,98	23,65	0,810	2,230	0,83

#### 5.2.4.2 NS 9410 Evaluation of the bottom fauna at station C1 (local impact zone).

According to NS 9410 the classification of the environmental status in the local impact zone can also be evaluated based 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 community was classified to environmental condition 2 "Good". The criteria for condition 1 are that there are at least 20 species/0.2 m<sup>2</sup> and that none of these are in numbers greater than 65 % of the individuals. Here the most dominant species constitute 84 % of the individuals (Table 13). The data for the number of species and the dominating taxa at station C1 is collected from Table 12 and Table 14.

Table 13. Classification of the environmental status of the soft bottom fauna at station C1 at the Eyrarhlíð 2 site 2022.

Station	Site name	Num. species	Dominating taxa	Environmental condition-NS 9410
C1	Eyrarhlíð 2	25	Capitella capitata – 84 %	2 - Good

#### 5.2.4.3 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 refer to Appendix 3.

The curves started highest at C5 and relatively low ( $15 \leq$  species) at the other stations. The curves stretched out in varying degrees towards higher classes, giving no clear signal of the faunal conditions.

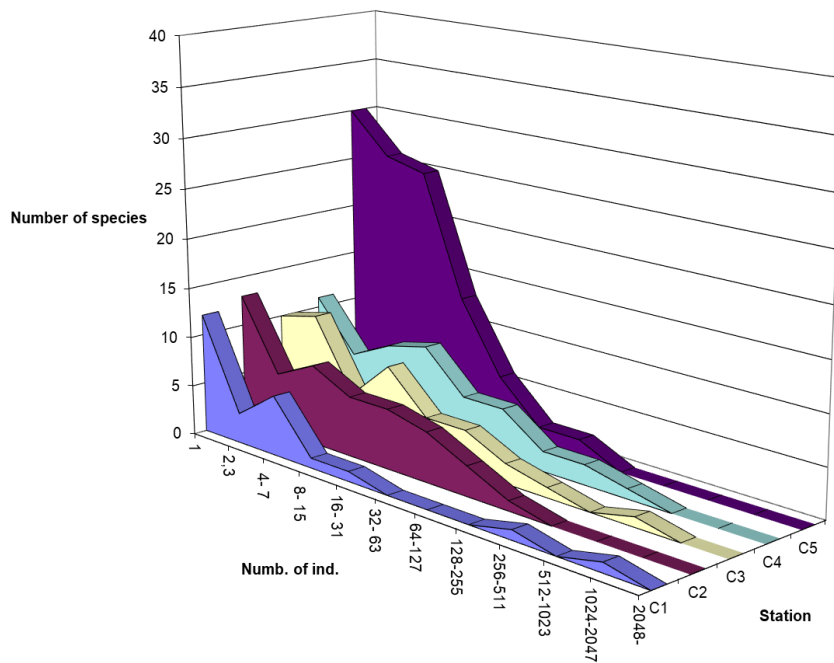


Figure 5. The soft bottom fauna shown as number of species against number of individual's per species in geometric classes. Eyrarhlíð 2, 2022.

#### 5.2.4.4 Cluster analyses

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

The faunal composition at stations C2 and C4 was 81 % similar, C3 was 74 % similar to these stations. The faunal composition at C1 was only 30 % similar to the other stations.

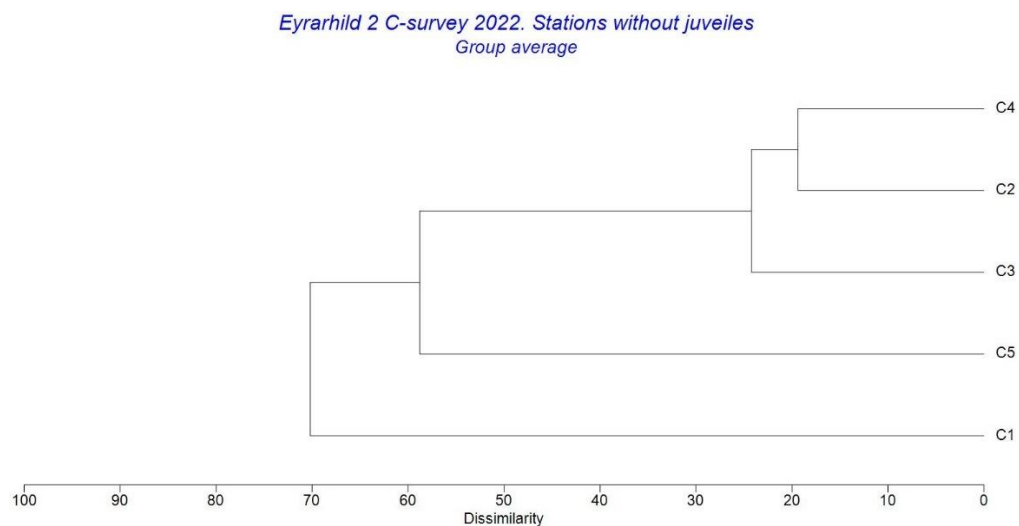


Figure 6. Clusterplott for the soft bottom fauna at the C- sampling stations at Eyrarhlíð 2, 2022.



#### 5.2.4.5 Species composition

The main features of the species composition from each station are shown as a top ten species list in Table 14.

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).

Fauna at station C1 was dominated by the pollution indicator species *Capitella capitata* with 84 % of the individuals. The other most dominant species with known EG were a mixture of neutral, tolerant, opportunistic, and sensitive species.

Fauna at stations C2, C3 and C4 was dominated by the neutral bivalve *Ennucula tenuis* with between 26 and 48 % of the individuals. The other most dominant species at the stations were a mixture of neutral, tolerant, and opportunistic species.

Fauna at station C5 was dominated by opportunistic polychaeta *Lagis koreni* with 15 % of individuals. The other most dominant species were sensitive, neutral and one tolerant species.

The pollution indicator species *Capitella capitata* is among the most dominant at C1, but not at the other stations.

Table 14. Number of individuals, cumulative percentage, and ecological group\* for the ten most dominant species on the C stations. Eyrarhlíð 2, 2022.

<b>C1</b>	<b>Numb.</b>	<b>Cum.</b>	<b>EG</b>	<b>C2</b>	<b>Numb.</b>	<b>Cum.</b>	<b>EG</b>
Capitella capitata	1980	84 %	V	Ennucula tenuis	253	26 %	II
Malacoceros vulgaris	307	97 %		Owenia sp.	95	36 %	II
Ennucula tenuis	18	98 %	II	Galathowenia oculata	82	45 %	III
Eteone flava/longa	12	98 %		Levinsenia gracilis	70	52 %	II
Microphthalmus scelzkowii	6	98 %		Nuculana pernula	49	57 %	II
Scalibregma inflatum	5	99 %	III	Sternaspis scutata	44	62 %	
Thyasira sarsii	5	99 %	IV	Maldane sarsi	42	66 %	IV
Levinsenia gracilis	4	99 %	II	Axinopsida orbiculata	36	70 %	
Lysianassidae indet.	4	99 %	I	Praxillella praetermissa	32	73 %	II
Macoma calcarea	4	99 %	IV	Yoldia hyperborea	30	76 %	
<b>C3</b>	<b>Numb.</b>	<b>Cum.</b>	<b>EG</b>	<b>C4</b>	<b>Numb.</b>	<b>Cum.</b>	<b>EG</b>
Ennucula tenuis	679	48 %	II	Ennucula tenuis	344	26 %	II
Levinsenia gracilis	166	60 %	II	Levinsenia gracilis	183	40 %	II
Sternaspis scutata	88	66 %		Owenia sp.	165	53 %	II
Galathowenia oculata	68	71 %	III	Galathowenia oculata	92	60 %	III
Owenia sp.	57	75 %	II	Sternaspis scutata	82	66 %	
Eteone flava/longa	45	78 %		Maldane sarsi	45	69 %	IV
Nuculana pernula	42	81 %	II	Praxillella praetermissa	42	72 %	II
Praxillella praetermissa	35	84 %	II	Axinopsida orbiculata	39	75 %	
Axinopsida orbiculata	25	85 %		Nuculana pernula	39	78 %	II
Lagis koreni	22	87 %	IV	Myriochele malmgreni/olgae	34	81 %	
<b>C5</b>	<b>Numb.</b>	<b>Cum.</b>	<b>EG</b>				
Lagis koreni	116	15 %	IV				
Nothria conchylega	70	24 %	I				
Levinsenia gracilis	46	30 %	II				
Owenia sp.	34	34 %	II				
Galathowenia oculata	31	38 %	III				
Rhodine gracilior	31	42 %	I				
Ophiuroidea indet. juv.	27	45 %	II				
Laonice cirrata	23	48 %	I				
Ophiura albida	17	50 %	II				
Astarte elliptica	16	52 %	I				

\*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 = unknown group.

## 5.3 Summary and conclusions – C-survey

### 5.3.1 Summary

The results from the environmental monitoring at Eyrarhlíð 2 in March 2022, can be summarised as follows:

- The hydrography measurements showed good oxygen conditions with 99 % oxygen saturation throughout the water column.

- The number of individuals varied between 783 (C5) and 2363 (C1) and number of species between 25 (C1) and 104 (C5). The diversity index  $H'$  varied between 0.83 (C1) and 5.23 (C5). The overall index of nEQR varied between 0.250 and 0.810. The pollution indicator species *Capitella capitata* was among the most dominant species at C1, but not at the other stations.
- TOM-levels varied from 4.2 to 8.8 %. TN-levels were low (1.5 – 3.2 mg/g) and the same were C/N-ratios. TOC was relatively low at all stations and nTOC varied between 20.9 and 28.3 mg/g. The copper level in the sediment at C1 was 41.7 mg/kg, what is well within reported natural levels for Icelandic coastal areas (Egilsson *et al.* 1999). The bottom sediments were coarse grained at C5 with a pelite ratio of 31.8 % and fine-grained at the other stations with a pelite ratios between 62.8 and 80 %. Redox measurements (pH/Eh) gave point 0 for all the sampling stations according to Appendix D in NS 9410:2016.

### 5.3.2 Conclusion

The results from the monitoring at the farming site Eyrarhlíð 2 in March 2022 showed that the fauna was disturbed at C1 (nEQR 0.250) and undisturbed at the other stations (nEQR 0.653-0.810). The NS 9410:2016-assessment of the community in the local impact zone (C1) showed environmental condition 2 (Good). The pollution indicator species *Capitella capitata* was the most abundant species at C1, but not present among the top-10 at the other stations. TOC was relatively low at all stations and nTOC varied between 19.2 and 22.5 mg/g. The level of copper at C1 was 41.7 mg/kg which is within natural levels reported for bottom sediments around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The redox measurements (pH/Eh) gave points 0 acc. Appendix D in NS 9410:2016 for all the stations. The oxygen saturation in March was good in the whole water column with 99 % in the bottom water.

### 5.3.3 Environmental trend since the last C- survey

A pre-survey of type C was carried out at the location in April 2021 (Szttybor & Gunnarsson, 2021). The conclusion from that study was: "*The results from the monitoring at the farming site Eyrarhlíð II in April 2021 showed that the sediment was somewhat loaded with organic carbon and the copper concentrations were within reported natural levels for bottom sediment around Iceland (Egilsson et al., 1999). No load effect was recorded in the fauna and faunal index nEQR showed good conditions and no impact at all stations (> 0.6). The diversity index  $H'$  was above 3 at all the stations. NS 9410:2016-assessment of the community in the local impact zone (C1) showed environmental condition 1 (Very good). No pollution indicators were recorded among the top-10 species at any of the stations. The redox measurements (pH/Eh) gave point 0 acc. Appendix D in NS 9410:2016 for all the sampling stations. The oxygen saturation in April was good in the whole water column with 92 % in the bottom water.*"

The faunal index nEQR is lower at C1 comparing with the previous survey (from 0.703 to 0.250), while at the other stations fauna still may be considered as relatively undisturbed. The diversity index  $H'$  has also decreased at C1 and is now 0.83 (vs 3.66 in 2021). The pollution indicator species *Capitella capitata*, which is the most dominant at C1 in 2022, was not registered among the top-10 species at any stations in 2021. The organic carbon and the copper concentration in the sediment has not increased since the previous survey and is still relatively low. The oxygen saturation in the bottom water was good 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.

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.

Sztybor, K. & S. Gunnarsson, 2021. Arctic Sea Farm. C-survey at Eyrarhlíð II (pre-survey), April 2021. APN report 63091.01.

Þórisson, B., Gallo, C. og Jóhannsdóttir, E.D., 2015. Vöktun á botndýralífi við fiskeldiskvíar út af Laugardal í Tálknafirði 2013-14. Náttúrustofa Vestfjarða, NAVE rapport NV. Nr.10-15.

## 7 Appendix (in Norwegian)

### 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, TOM, TN og Cu ble tatt av fra øverste 1 cm av sedimentet, og for 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. Reprodukerbarheten av TOM-analysene er sjekket i opparbeidingsperioden ved å bruke et husstandsediment som inneholder TOM med kjent nivå. Standard kalsiumkarbonat ble brent sammen med prøvene som kontroll på at karbonat ikke ble forbrent i prosessen

##### 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 I Svært god	20 - 27 II God	27 - 34 III Moderat	34 - 41 IV Dårlig	> 41 V Svært dårlig
------------	---------------------	-------------------	------------------------	----------------------	------------------------

## Kobber (Cu)

Prøven for metallanalyse ble frysetørket før den ble oppløst 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 Klasse I	20 - 84 Klasse II	20 - 84 Klasse III	84 - 147 Klasse IV	> 147 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<sub>100</sub>) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI<sub>2012</sub>), 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 <sub>100</sub>	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI <sub>2012</sub>	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-standard (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 elastisitet 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 ( $V_t$ ) 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.

$L = (V_s) * D / (V_t)$  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 forurensing forsvinner en del av de individfattige artene, mens noen som blir begünstiget, øker i antall. Slik flater kurven ut, og strekker seg mot høyere klasser eller den får ekstra topper. Under slike forhold mister kurven enhver likhet med den statistiske log-normalfordelingen. Derfor kan avvik fra log-normalfordelingen tolkes som et resultat av en påvirkning/forurensing. Det har vist seg at denne metoden tidlig gir utslag ved miljøforstyrrelse. Ved sterk forurensing 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-1: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante arter, EG-IV: opportunistiske arter, EG-V: forurensningsindikerende arter. S 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 arts mangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI1 indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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

### **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.

### 3.3 Statistical results Eyrarhlíð 2, 2022

#### Number of species and individuals per station

St.	C1	C2	C3	C4	C5
Ant. ind.	2363	964	1410	1317	783
Ant. arter	25	48	45	49	104

#### Benthos indices per replicate

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.	6760	1127	1235	509	443	988	413	422	876	401	346
no. spe.	126	11	21	38	39	39	32	34	41	77	79
Shannon-Wiener:		0,59	1,08	4,12	3,90	3,03	3,10	3,64	3,83	5,30	5,16
Pielou		0,17	0,25	0,78	0,74	0,57	0,62	0,72	0,72	0,84	0,82
ES100		3,02	5,92	24,30	23,59	18,68	18,50	20,40	22,47	41,99	42,25
SN		1,23	1,55	1,99	2,03	1,90	1,93	1,96	1,94	2,43	2,47
ISI-2012		5,76	8,04	8,88	8,72	7,91	7,86	8,04	9,07	9,21	8,74
AMBI		5,968	5,803	2,087	1,991	2,032	2,163	2,304	2,086	2,102	2,358
NQI1		0,30	0,37	0,72	0,73	0,70	0,70	0,69	0,71	0,79	0,78
NSI		7,13	7,64	22,56	22,87	23,12	23,27	22,59	23,41	24,16	23,14
DI		1,00	1,04	0,66	0,60	0,94	0,57	0,58	0,89	0,55	0,49

#### Benthos indices, averages per station

st.nr.	C1	C2	C3	C4	C5
Shannon-Wiener:	0,83	4,01	3,06	3,74	5,23
Pielou	0,21	0,76	0,60	0,72	0,83
ES100	4,47	23,95	18,59	21,43	42,12
SN	1,39	2,01	1,91	1,95	2,45
ISI-2012	6,90	8,80	7,88	8,55	8,98
AMBI	5,886	2,039	2,098	2,195	2,230
NQI1	0,34	0,72	0,70	0,70	0,79
NSI	7,38	22,72	23,19	23,00	23,65
Tilstandsklasse nEQR *)	0,250	0,705	0,653	0,686	0,810

## Geometric classes

<b>int.</b>	<b>cla.</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
<b>1</b>	1	12	13	10	11	30
<b>2,3</b>	2	3	6	11	6	26
<b>4-7</b>	3	6	8	4	8	25
<b>8-15</b>	4	1	6	8	9	13
<b>16-31</b>	5	1	6	4	5	6
<b>32-63</b>	6	0	5	4	5	2
<b>64-127</b>	7	0	3	2	2	2
<b>128-255</b>	8	0	1	1	2	0
<b>256-511</b>	9	1	0	0	1	0
<b>512-1023</b>	10	0	0	1	0	0
<b>1024-2047</b>	11	1	0	0	0	0
<b>2048-</b>	12	0	0	0	0	0

### 3.4 Species lists

#### Artsliste pr stasjon

#### Eyrarhlíð 2 ASC-C-survey 2022

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
Stasjonsnr.: C1								
NEMERTINI								
			Nemertea indet.			1	-	1
ANNELIDA	Polychaeta							
		Orbiniida	Levinsenia gracilis		1	3	-	4
		Spionida	Malacoceros vulgaris		115	192	-	307
		Capitellida	Capitella capitata		1000	980	-	1980
			Heteroclymene robusta			1	-	1
			Praxillella praetermissa			1	-	1
		Opheliida	Ophelina acuminata		1	1	-	2
			Scalibregma inflatum		4	1	-	5
		Phyllodocida	Eteone flava/longa		1	11	-	12
			Microphthalmus sczelkowi			6	-	6
			Nephtys ciliata			1	-	1
			Nephtys sp.		1		-	1
			Phyllodoce maculata/mucosa			1	-	1
			Syllis cornuta		1		-	1
		Terebellida	Lagis koreni			1	-	1
CRUSTACEA	Malacostraca							
		Amphipoda	Lysianassidae indet.			4	-	4
			Oedicerotidae indet.		1	1	-	2
MOLLUSCA	Prosobranchia							
		Mesogastropoda	Euspira pallida			1	-	1
	Bivalvia							
		Nuculoidea	Ennucula tenuis			18	-	18
			Nuculana pernula			1	-	1
		Mytiloidea	Mytilus edulis			2	-	2
		Veneroidea	Abra nitida		1		-	1
			Macoma calcarea			4	-	4
			Thyasira sarsii		1	4	-	5
ECHINODERMATA	Ophiuroidea							
			Ophiuroidea indet. juv.			1	-	1
				Maksverdi:	100	980		198
				Antall arter/taxa:	11	22		25
				Sum antall individ:				236

#### Stasjonsnr.: C2

NEMERTINI

			Nemertea indet.			1	-	1
ANNELIDA	Polychaeta							
		Orbiniida	Levinsenia gracilis		29	41	-	70
		Spionida						



Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Chaetozone sp.		1	-		1
			Prionospio steenstrupi		11	7	-	18
			Spio limicola			4	-	4
			Tharyx killariensis			1	-	1
		Capitellida	Maldane sarsi		24	18	-	42
			Mediomastus fragilis		3	1	-	4
			Praxillella gracilis		12	9	-	21
			Praxillella praetermissa		21	11	-	32
			Rhodine gracilior		3	3	-	6
		Phyllococida	Eteone flava/longa		3	-		3
			Harmothoe sp.			1	-	1
			Nephtys ciliata		5	2	-	7
			Pholoe assimilis		3	-		3
			Syllis cornuta		2	1	-	3
		Sternaspida	Sternaspis scutata		28	16	-	44
		Oweniida	Galathowenia oculata		40	42	-	82
			Myriochele malmgreni/olgae		9	9	-	18
			Owenia sp.		54	41	-	95
		Flabelligerida	Diplocirrus longisetosus		2	2	-	4
		Terebellida	Lagis koreni		6	5	-	11
			Laphania boeckii			1	-	1
			Melinna cristata			1	-	1
		Sabellida	Euchone incolor		1	-		1
			Laonome kroyeri			1	-	1
CRUSTACEA	Malacostraca	Cumacea	Eudorella sp.		3	2	-	5
			Leptostylis sp.		1	2	-	3
			Leucon sp.		10	8	-	18
		Amphipoda	Bathymedon obtusifrons		4	1	-	5
			Dulichiiidae indet.		1	-		1
			Gammaridea indet.		1	1	-	2
			Lysianassidae indet.		1	-		1
			Oedicerotidae indet.		4	6	-	10
MOLLUSCA	Prosobranchia	Mesogastropoda	Euspira pallida			2	-	2
	Bivalvia	Nuculoidea	Ennucula tenuis		123	130	-	253
			Nuculana pernula		24	25	-	49
			Yoldia hyperborea		15	15	-	30
		Mytiloidea	Musculus niger		1	-		1
			Mytilus edulis		1	-		1
		Veneroidea	Abra nitida		5	4	-	9
			Arctica islandica		3	2	-	5
			Axinopsida orbiculata		30	6	-	36
			Macoma calcarea		6	2	-	8
			Thyasira sarsii		14	11	-	25
PHORONIDA			Phoronis muelleri			1	-	1
ECHINODERMATA	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiocten affinis		5	7	-	12
			Ophiuroidea indet. juv.		3	9	-	12

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
				Maksverdi:	123	130		253
				Antall arter/taxa:	39	40		48
				Sum antall individ:				964

Stasjonsnr.: C3

PLATYHELMINTHES

NEMERTINI			Platyhelminthes indet.		1	-		1
SIPUNCULIDA			Nemertea indet.		1	-		1
ANNELIDA			Sipuncula indet.			1	-	1
	Polychaeta							
		Orbiniida	Levinsenia gracilis		99	67	-	166
			Scoloplos armiger		1	1	-	2
		Cossurida	Cossura longocirrata		2	1	-	3
		Spionida	Chaetozone setosa		2	3	-	5
			Prionospio steenstrupi		8	6	-	14
		Capitellida	Capitella capitata		3	2	-	5
			Maldane sarsi		17	2	-	19
			Mediomastus fragilis		2	-	-	2
			Praxillella gracilis		11	6	-	17
			Praxillella praetermissa		31	4	-	35
			Rhodine gracilior		1	-	-	1
		Phyllodocida	Eteone flava/longa		34	11	-	45
			Nephtys ciliata		7	2	-	9
			Nephtys sp.			1	-	1
			Pholoe assimilis		2	-	-	2
			Pholoe baltica		1	-	-	1
			Phyllodoce maculata/mucosa		1	-	-	1
		Eunicida	Ophryotrocha sp.		2	-	-	2
		Sternaspida	Sternaspis scutata		61	27	-	88
		Oweniida	Galathowenia oculata		46	22	-	68
			Myriochele malmgreni/olgae		1	2	-	3
			Owenia sp.		27	30	-	57
		Terebellida	Lagis koreni		15	7	-	22
		Sabellida	Euchone incolor		3	-	-	3
CRUSTACEA								
	Malacostraca							
		Cumacea	Eudorella sp.		2	-	-	2
			Leucon sp.		7	1	-	8
		Amphipoda	Dulichiiidae indet.			1	-	1
			Lysianassidae indet.			2	-	2
			Oedicerotidae indet.		3	4	-	7
MOLLUSCA								
	Prosobranchia							
		Neogastropoda	Oenopota sp.		1	-	-	1
	Bivalvia							
		Nuculoidea	Ennucula tenuis		500	179	-	679
			Nuculana pernula		30	12	-	42
			Yoldia hyperborea		8	3	-	11
		Mytiloidea	Musculus niger		2	1	-	3

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
		Veneroidea						
			<i>Abra nitida</i>		3	-		3
			<i>Arctica islandica</i>			1	-	1
			<i>Axinopsida orbiculata</i>		22	3	-	25
			<i>Macoma calcarea</i>		5	3	-	8
			<i>Thyasira gouldii</i>		4	1	-	5
			<i>Thyasira sarsii</i>		10	5	-	15
ECHINODERMATA								
		Ophiuroidea						
		Ophiurida						
			<i>Ophiocten affinis</i>		12	2	-	14
			Ophiuroidea indet. juv.		5	4	-	9
			Maksverdi:		500	179		679
			Antall arter/taxa:		40	33		45
			Sum antall individ:					141

## Stasjonsnr.: C4

### ANNELIDA

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
		Polychaeta						
		Orbiniida						
			<i>Levinsenia gracilis</i>		73	110	-	183
			<i>Scoloplos armiger</i>			1	-	1
		Spionida						
			<i>Chaetozone setosa</i>			2	-	2
			<i>Prionospio steenstrupi</i>		1	11	-	12
			<i>Spio limicola</i>		1	3	-	4
		Capitellida						
			<i>Maldane sarsi</i>		23	22	-	45
			<i>Mediomastus fragilis</i>		3	5	-	8
			<i>Praxillella gracilis</i>		4	7	-	11
			<i>Praxillella praetermissa</i>		12	30	-	42
			<i>Rhodine gracilior</i>			1	-	1
		Opheliida						
			<i>Scalibregma inflatum</i>		1		-	1
		Phyllodocida						
			<i>Eteone flava/longa</i>		3	5	-	8
			<i>Nephtys ciliata</i>		1	3	-	4
			<i>Nephtys sp.</i>		1		-	1
			<i>Pholoe assimilis</i>		2	4	-	6
			<i>Syllis cornuta</i>			4	-	4
		Eunicida						
			<i>Ophryotrocha sp.</i>		1		-	1
		Sternaspida						
			<i>Sternaspis scutata</i>		29	53	-	82
		Oweniida						
			<i>Galathowenia oculata</i>		48	44	-	92
			<i>Myriochele malmgreni/olgae</i>		2	32	-	34
			<i>Owenia sp.</i>		25	140	-	165
		Flabelligerida						
			<i>Diplocirrus longisetosus</i>			3	-	3
		Terebellida						
			<i>Lagis koreni</i>		10	9	-	19
			<i>Laphania boeckii</i>			1	-	1
CRUSTACEA								
		Malacostraca						
		Cumacea						
			<i>Campylaspis sp.</i>			1	-	1
			<i>Eudorella sp.</i>			1	-	1
			<i>Leptostylis sp.</i>		1	5	-	6
			<i>Leucon sp.</i>		2	23	-	25
		Amphipoda						
			<i>Bathymedon obtusifrons</i>		1	3	-	4
			Dulichiiidae indet.		5		-	5
			Gammaridea indet.		1		-	1
			Lysianassidae indet.			3	-	3
			Oedicerotidae indet.		2	6	-	8
MOLLUSCA								
		Opisthobranchia						
		Cephalaspidea						
			<i>Hermania sp.</i>			2	-	2
			<i>Retusa obtusa</i>			1	-	1
		Bivalvia						

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
		Nuculoida	Ennucula tenuis		114	230	-	344
			Nuculana pernula		8	31	-	39
			Yoldia hyperborea		3	8	-	11
		Mytiloida	Musculus niger			4	-	4
		Veneroida	Abra nitida			13	-	13
			Arctica islandica		1		-	1
			Axinopsida orbiculata		17	22	-	39
			Macoma calcarea		3	5	-	8
			Thyasira flexuosa		2		-	2
			Thyasira gouldii		5	7	-	12
			Thyasira sarsii		10	8	-	18
ECHINODERMATA		Ophiuroidea						
		Ophiurida	Ophiocten affinis		7	10	-	17
			Ophiura albida			3	-	3
			Ophiuroidea indet. juv.		3	16	-	19
			Maksverdi:		114	230		344
			Antall arter/taxa:		35	42		49
			Sum antall individ:					131

### Stasjonsnr.: C5

CNIDARIA		Anthozoa	Edwardsia sp.		3	1	-	4
NEMERTINI			Nemertea indet.		8	5	-	13
SIPUNCULIDA			Phascolion strombus			1	-	1
ANNELIDA		Polychaeta						
		Orbiniida	Aricidea sp.		6	3	-	9
			Leitoscoloplos mammosus		1	3	-	4
			Levinsenia gracilis		19	27	-	46
			Paradoneis mikeli		1		-	1
			Scoloplos armiger		12	2	-	14
		Spionida	Aphelochaeta sp.			1	-	1
			Apistobranchus tullbergi		1		-	1
			Chaetozone setosa		7	2	-	9
			Chaetozone sp.		1	1	-	2
			Laonice cirrata		15	8	-	23
			Prionospio steenstrupi		1	1	-	2
			Spio armata		1		-	1
			Spio limicola		2	1	-	3
			Tharyx killariensis		1		-	1
		Capitellida	Capitella capitata			2	-	2
			Maldane sarsi		1	3	-	4
			Mediomastus fragilis		5	6	-	11
			Nicomache sp.		3	2	-	5
			Petaloproctus tenuis		4	3	-	7
			Praxillella gracilis		1	1	-	2
			Praxillella praetermissa		12	2	-	14
			Rhodine gracilior		19	12	-	31
		Phyllodocida	Eteone flava/longa		2	6	-	8
			Eteone sp.			1	-	1
			Gattyana cirrhosa		5	2	-	7
			Goniada maculata		4	6	-	10
			Harmothoe mariannae		1		-	1
			Harmothoe sp.		3	4	-	7
			Nephtys pente			6	-	6

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Nephtys sp.		4	-		4
			Nereimyra punctata		4	1	-	5
			Nereis zonata			3	-	3
			Pholoe assimilis		1	3	-	4
			Pholoe baltica		2	2	-	4
			Phyllodoce maculata/mucosa		1	1	-	2
			Polynoidae indet.		3	3	-	6
			Syllis cornuta		3	4	-	7
			Syllis hyalina		1	-		1
		Eunicida						
			Nothria conchylega		42	28	-	70
			Parougia eliasoni		3	-		3
			Parougia sp.			1	-	1
			Scoletoma fragilis		2	2	-	4
			Scoletoma sp.		3	1	-	4
		Oweniida						
			Galathowenia oculata		15	16	-	31
			Owenia sp.		14	20	-	34
		Flabelligerida						
			Diplocirrus longisetosus		1	-		1
			Pherusa plumosa			3	-	3
		Terebellida						
			Ampharete petersenae		1	1	-	2
			Cistenides granulata		10	3	-	13
			Eupolymnia meissnerae		3	3	-	6
			Eupolymnia nebulosa			1	-	1
			Lagis koreni		53	63	-	116
			Laphania boeckii		2	-		2
			Melinna elisabethae		1	-		1
			Nicolea zostericola			2	-	2
			Pista maculata			1	-	1
			Terebellides sp.		1	2	-	3
		Sabellida						
			Chone sp.		1	-		1
			Euchone incolor		1	-		1
			Euchone sp.		4	1	-	5
			Hydroides norvegica			3	-	3
			Laonome kroyeri		1	3	-	4
			Spirorbinae indet.			1	-	1
		Oligochaeta						
			Oligochaeta indet.		2	1	-	3
CRUSTACEA								
		Ostracoda						
			Ostracoda indet.		1	1	-	2
		Malacostraca						
		Cumacea						
			Eudorella sp.		1	-		1
			Leucon sp.		1	-		1
		Amphipoda						
			Gammaridea indet.		2	1	-	3
			Hippomedon sp.		5	1	-	6
			Lysianassidae indet.		1	-		1
			Westwoodilla caecula			1	-	1
		Decapoda						
			Hyas sp.		1	-		1
MOLLUSCA								
		Caudofoveata						
			Caudofoveata indet.			1	-	1
		Polyplacophora						
		Ischnochitonidae						
			Stenosemus albus		2	2	-	4
		Prosobranchia						
		Archaeogastropoda						
			Lepeta caeca		9	6	-	15
		Bivalvia						
		Nuculoida						
			Ennucula tenuis		1	1	-	2
			Nuculana pernula		8	5	-	13
		Mytiloida						
			Crenella decussata		4	3	-	7
			Modiolus modiolus			2	-	2
		Veneroida						
			Abra nitida			1	-	1

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Abra prismatica			1	-	1
			Arctica islandica		3		-	3
			Astarte elliptica		11	5	-	16
			Axinopsida orbiculata		2	1	-	3
			Ciliatocardium ciliatum			1	-	1
			Macoma calcarea		7	8	-	15
			Parvicardium pinnulatum			1	-	1
			Thyasira gouldii		4	5	-	9
			Thyasira sarsii			1	-	1
			Thyasiridae indet.		2		-	2
		Myoida						
			Hiatella arctica			2	-	2
			Mya sp. juv.		1	1	-	2
		Pholadomyoida						
			Thracia myopsis		3	1	-	4
PHORONIDA								
			Phoronis muelleri			1	-	1
ECHINODERMATA								
	Ophiuroidea							
		Ophiurida						
			Amphipholis squamata		2		-	2
			Ophiocten affinis		1		-	1
			Ophiura albida		9	8	-	17
			Ophiuroidea indet. juv.		21	6	-	27
		Holothuroidea						
			Dendrochirotida					
			Psolus phantapus		3	1	-	4
			Psolus sp. juv.		2	2	-	4
			Holothuroidea indet. juv.		2	1	-	3
				Maksverdi:	53	63		116
				Antall arter/taxa:	81	83		104
				Sum antall individ:				783

## 3.5 Analytical report



### ANALYSERAPPORT

Kunde: Arctic Sea Farm / Arctic Fish  
Kundemerkning: Eyrahlíð  
Kontaktperson kunde:  
Prosjektnr.: 63863

Rapport nr.: P2200029  
Rapportdato: 2022-04-12  
Ankomst dato: 2022-03-10

Lab-id. P2200029-01

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering	Mottatt lab
Sediment	C1	63863 - Eyrahlíð 2 ASC/C undersøkelse		2022-03-10

Analyseresultat						
Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	20	mg/g TS	2022-03-23	2022-03-23	DIN 19539:2016	±2.0
TNb	3.2	mg/g TS	2022-03-23	2022-03-23	NS-EN 16168:2012	±0.5
N TOC	27.0	mg/g TS	2022-03-25	2022-03-22	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	6.4		2022-03-25	2022-03-25		
TOM	8.8	% TS	2022-03-14	2022-03-16	Intern metode	±0.0
Vekt % 2 mm	0.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode	±0.0
Vekt % 1 mm	0.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt % 0.500 mm	0.9	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt % 0.250 mm	7.0	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.4
Vekt % 0.125 mm	9.9	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.5
Vekt % 0.063 mm	18.7	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.9
Vekt % < 0.063 mm	62.8	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±3.1
Pelitt	62.8	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Sand	36.8	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	0.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Cu (kobber) <sup>a</sup>	41.7	mg/kg TS	2022-03-23	2022-03-25	Intern metode	

<sup>a</sup> Prøvingen er utført av eksternt laboratorium, ALS Laboratory Group

\* = Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva  
Fransenteret  
Postboks 6606 Stakkevollan  
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no  
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00  
NO 937 375 158 MVA

Analysereporten er digitalt undertegnet av:  
Oda Sofie Bye Wilhelmsen

obw@akvaplan.niva.no

Side 1 av 6

Kunde: Arctic Sea Farm / Arctic Fish  
 Kundemerking: Eyrarhlíð  
 Kontaktperson kunde:  
 Prosjektnr.: 63863

Rapport nr.: P2200029  
 Rapportdato: 2022-04-12  
 Ankomst dato: 2022-03-10

Lab-id. P2200029-02

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering	Mottatt lab
Sediment	C2/Cu ref 1	63863 - Eyrarhlíð 2 ASC/C undersøkelse		2022-03-10

Analyseresultat						
Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Målesikkerhet
TOC	24	mg/g TS	2022-03-23	2022-03-23	DIN 19539:2016	±2.4
TN <sub>b</sub>	2.3	mg/g TS	2022-03-23	2022-03-23	NS-EN 16168:2012	±0.3
N TOC	28.3	mg/g TS	2022-03-25	2022-03-22	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	10.3		2022-03-25	2022-03-25		
TOM	8.5	% TS	2022-03-14	2022-03-16	Intern metode	±0.0
Vekt % 2 mm	0.1	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode	±0.0
Vekt % 1 mm	0.4	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt % 0.500 mm	1.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt % 0.250 mm	2.9	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt % 0.125 mm	6.7	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.3
Vekt % 0.063 mm	13.6	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.7
Vekt % < 0.063 mm	74.9	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±3.7
Pelitt	74.9	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Sand	25.0	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	0.1	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Cu (kobber) <sup>a</sup>	38.7 36.7	mg/kg TS	2022-03-23	2022-03-25	Intern metode	

<sup>a</sup> Provingen er utført av eksternt laboratorium, ALS Laboratory Group

\* = Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva  
 Fransenteret  
 Postboks 6606 Stakkevollan  
 9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no  
 www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00  
 NO 937 375 158 MVA

Analysereporten er digitalt undertegnet av:  
 Oda Sofie Bye Wilhelmsen

obw@akvaplan.niva.no

Side 2 av 6



Kunde: Arctic Sea Farm / Arctic Fish  
 Kundemerking: Eyrarhlíð  
 Kontaktperson kunde:  
 Prosjektnr.: 63863

Report nr.: P2200029  
 Rapportdato: 2022-04-12  
 Ankomst dato: 2022-03-10

Lab-id. P2200029-03

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering		Mottatt lab	
Sediment	C3	63863 - Eyrarhlíð 2 ASC/C undersøkelse			2022-03-10	
Analyseresultat						
Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Målesikkerhet
TOC	22	mg/g TS	2022-03-15	2022-03-18	DIN 19539:2016	±2.2
TNb	2.7	mg/g TS	2022-03-15	2022-03-18	NS-EN 16168:2012	±0.4
N TOC	25.4	mg/g TS	2022-03-22	2022-03-22	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	8.0		2022-03-22	2022-03-22		
TOM	8.3	% TS	2022-03-14	2022-03-16	Intern metode	±0.0
Vekt % 2 mm	0.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode	±0.0
Vekt % 1 mm	0.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt % 0.500 mm	0.5	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt % 0.250 mm	1.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt % 0.125 mm	4.4	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.2
Vekt % 0.063 mm	13.8	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.7
Vekt % < 0.063 mm	79.4	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±4.0
Pelitt	79.4	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Sand	20.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	0.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Cu (kobber) <sup>a</sup>	35.9 36.6	mg/kg TS	2022-03-23	2022-03-25	Intern metode	

<sup>a</sup> Provingen er utført av eksternt laboratorium, ALS Laboratory Group

\* = Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva  
 Fransenteret  
 Postboks 6606 Stakkevollan  
 9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no  
 www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00  
 NO 937 375 158 MVA

Analysereporten er digitalt undertegnet av:  
 Oda Sofie Bye Wilhelmsen

obw@akvaplan.niva.no

Side 3 av 6

Kunde: Arctic Sea Farm / Arctic Fish  
 Kundemerking: Eyrarhlíð  
 Kontaktperson kunde:  
 Prosjektnr.: 63863

Rapport nr.: P2200029  
 Rapportdato: 2022-04-12  
 Ankomst dato: 2022-03-10

Lab-id. P2200029-04

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering		Mottatt lab	
Sediment	C4	63863 - Eyrarhlíð 2 ASC/C undersøkelse			2022-03-10	
Analyseresultat						
Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Målesikkerhet
TOC	20	mg/g TS	2022-03-15	2022-03-18	DIN 19539:2016	±2.0
TN <sub>b</sub>	3.0	mg/g TS	2022-03-15	2022-03-18	NS-EN 16168:2012	±0.5
N TOC	23.8	mg/g TS	2022-03-22	2022-03-22	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	6.6		2022-03-22	2022-03-22		
TOM	7.4	% TS	2022-03-14	2022-03-16	Intern metode	±0.0
Vekt % 2 mm	0.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode	±0.0
Vekt % 1 mm	0.4	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt % 0.500 mm	0.5	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt % 0.250 mm	1.6	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt % 0.125 mm	4.1	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.2
Vekt % 0.063 mm	13.1	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.7
Vekt % < 0.063 mm	80.0	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±4.0
Pelitt	80.0	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Sand	19.7	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	0.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Cu (kobber) <sup>a</sup>	36.0 35.8	mg/kg TS	2022-03-23	2022-03-25	Intern metode	

<sup>a</sup> Provingen er utført av eksternt laboratorium, ALS Laboratory Group

\* = Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva  
 Fransenteret  
 Postboks 6606 Stakkevollan  
 9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no  
 www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00  
 NO 937 375 158 MVA

Analysereporten er digitalt undertegnet av:  
 Oda Sofie Bye Wilhelmsen

obw@akvaplan.niva.no

Side 4 av 6

## ANALYSERAPPORT

Kunde: Arctic Sea Farm / Arctic Fish  
 Kundemerking: Eyrarhlíð  
 Kontaktperson kunde:  
 Prosjektnr.: 63863

Report nr.: P2200029  
 Rapportdato: 2022-04-12  
 Ankomst dato: 2022-03-10

Lab-id. P2200029-05

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering		Mottatt lab	
Sediment	C5	63863 - Eyrarhlíð 2 ASC/C undersøkelse			2022-03-10	
Analyseresultat						
Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	8.6	mg/g TS	2022-03-15	2022-03-18	DIN 19539:2016	±0.86
TN <sub>b</sub>	1.5	mg/g TS	2022-03-15	2022-03-18	NS-EN 16168:2012	±0.2
N TOC	20.9	mg/g TS	2022-03-22	2022-03-22	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	5.6		2022-03-22	2022-03-22		
TOM	4.2	% TS	2022-03-14	2022-03-16	Intern metode	±0.0
Vekt % 2 mm	17.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode	±0.9
Vekt % 1 mm	3.2	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.2
Vekt % 0.500 mm	3.4	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.2
Vekt % 0.250 mm	6.9	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.3
Vekt % 0.125 mm	20.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.0
Vekt % 0.063 mm	17.2	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.9
Vekt % < 0.063 mm	31.8	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.6
Pelitt	31.8	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Sand	50.9	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	17.3	wt% TS	2022-03-14	2022-03-17	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	

\* = Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva  
 Fransenteret  
 Postboks 6606 Stakkevollan  
 9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no  
 www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00  
 NO 937 375 158 MVA

Analysereporten er digitalt undertegnet av:  
 Oda Sofie Bye Wilhelmsen

obw@akvaplan.niva.no

Side 5 av 6

## ANALYSERAPPORT

Kunde:	Arctic Sea Farm / Arctic Fish	Rapport nr.:	P2200029
Kundemerking:	Eyrarhlíð	Rapportdato	2022-04-12
Kontaktperson kunde:		Ankomst dato	2022-03-10
Prosjektnr.:	63863		

Lab-id. P2200029-06

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering		Mottatt lab		
Sediment	Cu ref 2	63863 - Eyrarhlíð 2 ASC/C undersøkelse			2022-03-10		
Analyseresultat							
Parameter	Resultat		Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
Cu (kobber) <sup>a</sup>	42.8	42.5	mg/kg TS	2022-03-23	2022-03-25	Intern metode	

<sup>a</sup> Provingen er utført av eksternt laboratorium, ALS Laboratory Group

Lab-id. P2200029-07

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering		Mottatt lab		
Sediment	Cu ref 3	63863 - Eyrarhlíð 2 ASC/C undersøkelse			2022-03-10		
Analyseresultat							
Parameter	Resultat		Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
Cu (kobber) <sup>a</sup>	3.50	3.21	mg/kg TS	2022-03-23	2022-03-25	Intern metode	

<sup>a</sup> Provingen er utført av eksternt laboratorium, ALS Laboratory Group

Analyseansvarlig:

Ingar H. Wasbotten



Signatur:

Oda Sofie Bye Wilhelmsen

Underskriftsberettiget:



Signatur:

*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*

\* = Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva  
Fransenteret  
Postboks 6606 Stakkevollan  
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no  
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00  
NO 937 375 158 MVA

Analysereporten er digitalt undertegnet av:  
Oda Sofie Bye Wilhelmsen  
obw@akvaplan.niva.no

Side 6 av 6