

Arnarlax ASC- and C-survey Eyri, 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**

Arnarlax hf . ASC- and C-survey Eyri, 2020

Author(s) / Forfatter(e)

Hans-Petter Mannvik

Snorri Gunnarsson

Akvaplan-niva report nr / rapport no

61958.01

Date /Dato

26.05. 2020

No. of pages / Antall sider

19 + appendix

Distribution / Distribusjon

Through client

Client /Arnarlax hf

Arnarlax hf, Strandgötu 1, 465 Bíldudalur

Client's reference / Oppdragsg. referanse

Silja Baldvinsdóttir

Summary / Sammendrag

The results from the monitoring at the farming site Eyri in March 2020 showed that the fauna might be considered as disturbed closest to the farm at Ey1 (nEQR = 0.289) and Ey 5 (nEQR = 0.363) and, to a lesser degree, at Ey 3 (nEQR= 0,537). At Ey 2 and Ey 4 the faunal conditions are considered as good (nEQR > 0.6). The pollution indicator species *Capitella capitata* (polychaete) dominated the fauna at Ey 1 and was the second most dominant at Ey 3 and Ey 5, and not registered among the top-10 species at the two other stations. The sediment had high level of organic carbon closest to the farm at Ey 1 and lower levels at the other stations. The copper level at Ey 1 was 43. 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 November was good in the whole water column with 99 % in the bottom water and throughout the water column towards the surface.

Project manager / Prosjektleder

Handwritten signature of Snorri Gunnarsson in blue ink.

Snorri Gunnarsson

Quality control / Kvalitetskontroll

Handwritten signature of Roger Velvin in black ink.

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 EYRI.....	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 EYRI.....	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.....	18
5.4.3 Environmental trend since the last C- survey.....	18
6 REFERENCES	19
7 APPENDIX	20
Appendix 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer (in norwegian)	20
Appendix 2. Prosedyre for beregning av AZE (in norwegian).....	23
Appendix 3. Bunndyrstatistikk og artslister (in norwegian).....	24
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 Eyri. 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 and the C-survey. This survey has been done upon request from Arnarlax 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.

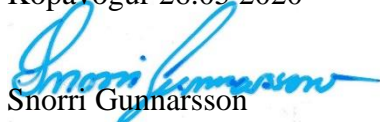
Akvaplan-niva would like to thank Arnarlax ehf, Silja Baldvinsdóttir, for good cooperation.

Accreditation information:

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

 <p>NORSK AKKREDITERING 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 (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

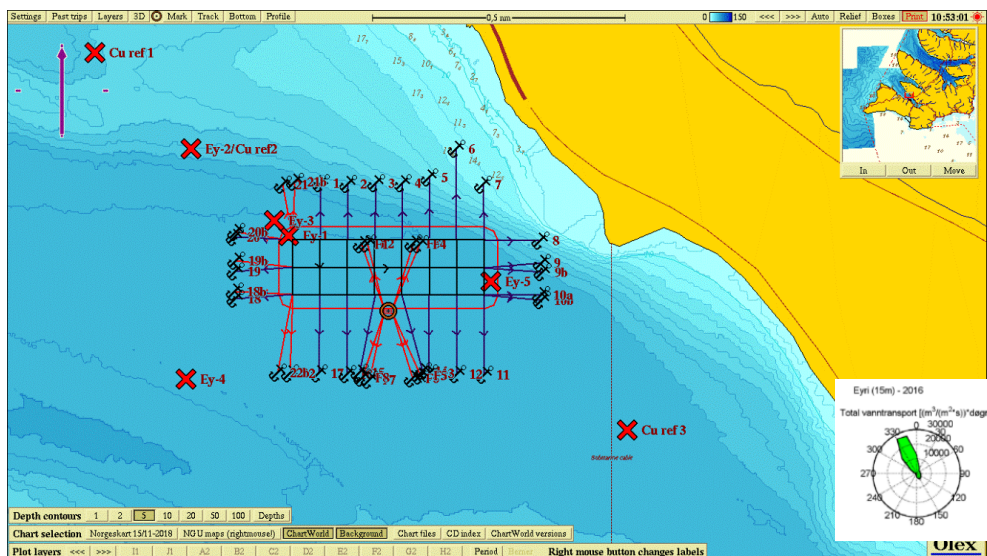
1.1 Summary of the ASC results

Indicator in ASC	ASC demand	Results								Remarks of the sampling
		Ey 1 (inside AZE)	Ey 2 (outside AZE)	Ey 3 (outside AZE)	Ey 4 (outside AZE)	Ey 5 (inside AZE)	Cu ref1	Cu ref2	Cu ref3	
2.1.1	Redox >0 mV or sulphide level < 1500 microMol/L	201	334	277	288	237	326	334	246	
2.1.2	«Faunal index score» outside AZE indicates good to very good ecological status – Shannon-Wiener > 3	1,17	4,59	2,55	2,95	2,03	-	-	-	
2.1.3	>= 2 macro faunal taxa within AZE which are not pollution indicators, with more than 100 ind/m ² present	2	>10	3	8	1	-	-	-	
4.7.4	Copper level < 34 mg/kg dry sediment	43.9/ -	36.6/ 37.4	37.8/ 39.9	35.2/ 33.9	-	29.8/ 31.9	36.6/ 37.4	36.0/ 35.8	
2.1.4	Location specific AZE	See chapter 3.2.								

Conclusions:

The level of copper varied from 29.8 to 43.9 mg/kg in the sediments. The redox potential (Eh) was positive in all sediments. For stations out site of AZE the faunal diversity index H' was slightly lower than 3.0 at stations Ey3 and Ey4 but high at Ey2. An evaluation of the faunal community within the AZE (stations Ey1 and Ey5) in accordance to the ASC standard, showed that there were 2 (Ey1) and 1 species (Ey5), which were not pollution indicator species, present with 100 or more individuals/m².


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 Eyri, 2020.		
Report nr.	61958.01	Site:	Eyri
Site nr.		Map coordinates (construction):	65°34,850 N 23°58,440 V
		Municipality:	Vesturbyggð
MTB-permission:	Site MTB	Operations manager:	Rolf Orjan Nordli
Client:	Arnarlax ehf		

Biomass/production status at time of survey 07.03.2020			
Fish group:	Salmon	Biomass on examination:	4.971
Feed input:	7.474	Produced amount of fish:	5.355
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 Ey 1 (closest to farm)	0.289	Fauna Ey 1 (closest to farm)	1.17
Fauna Ey 2	0.729	Fauna Ey 2	4.59
Fauna Ey 3	0.537	Fauna Ey 3	2.55
Fauna Ey 4	0.605	Fauna Ey 4	2.95
Fauna Ey 5	0.363	Fauna Ey 5	2.03
Date fieldwork:	05.03 2020	Date of report:	26.05 2020
Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)		nTOC from 30.6 to 60.7 mg/kg Copper 43.9 mg/kg at C1 Eh positive at all stations O ₂ -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 Arnarlax hf done an ASC-survey for the site Eyri in Patreksfjörður, Iceland (Figure 1).

The study was conducted based on the Arnarlax ehf intention to have the Eyri 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 the Vestfjords including Patreksfjörður with the farming site Eyri (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

Eyri site is coming to an end of the second production cycle and the plant is a frame mooring with a total of 14, 160 meters circumference cages in a 2 x 7 configuration. The current production cycle and the first at the present site was started in June 2019. The current sampling took place coherent with period of maximum biomass. The standing biomass the date of

sampling was 4.971 ton. The previous and or current production cycles at Eyri is shown in table 1.

Table 1. Production at Eyri.

Time fish in sea	Production of salmon (ton, round weight).	Feed use (ton)
June 2018 (present generation)	5.355	7.474

2.3 Previous surveys

Akvaplan-niva AS has done previous environmental pre-survey of the type B/C (NS 9410) at the site Eyri. The sampling for the pre-survey was done 17.05 2018 (Mannvik and Gunnarsson, 2019).

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 Eyri, 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. Ey 1, Ey 2, Ey 3, Ey 4 and Ey 5 are also part of the C-survey.

Station	Type analyses/parameters
Ey 1 (local impact zone, inside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Ey 2 (transect zone, outside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
Ey 3 (transect zone, inside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. Hydrography/O ₂ . pH/Eh.
Ey 4 (transect zone, deep area, outside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
Ey 5 (reference station C survey and ASC)	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 05.03.2020.

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 (Hermansen, 2020), an AZE zone of 49 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 43 m depth (distribution current) at the site ((Hermansen, 2020).

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 Eyri, 2020. Ey 1, Ey 2, Ey 3, Ey 4 and Ey 5 are also part of the C-survey.

Station	Depth, m	Distance from frame, m	Position	
			N	E
Ey 1	54	25	65°34.786	23°59.156
Ey 2	45	500	65°34.957	23°59.620
Ey 3	55	100	65°34.816	23°59.224
Ey 4	61	500	65°34.397	23°59.958
Ey 5	54	25	65°34.696	23°58.189
Cu ref1	42	1000	65°35.147	24°00.081
Cu ref2	45	500	65°34.957	23°59.620
Cu ref3	53	750	65°34.402	23°57.538

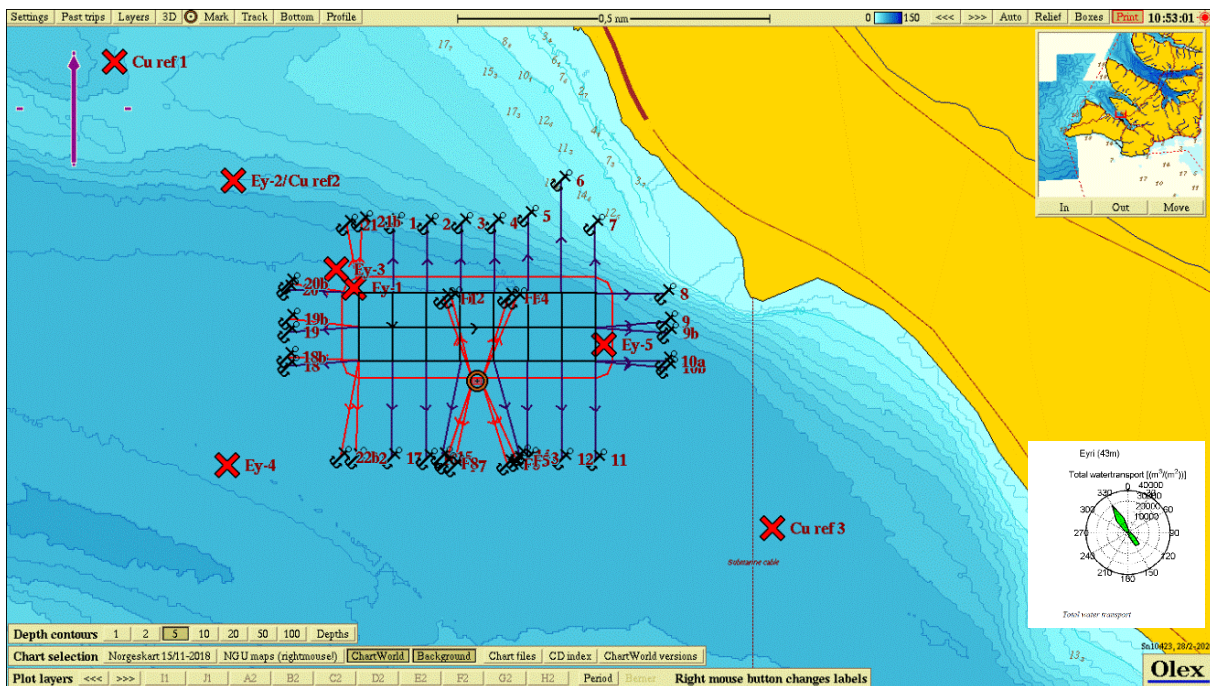


Figure 2. Sampling stations, ASC Eyri, 2020. The site specific AZE is indicated with a red line with distance of 49 m from the frame of the fish farm. The spread current at the site is measured at 43 m depth.

4 ASC-survey Eyri

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 Eyri, 2020.

St.	Description of bottom sediment	Eh
Ey 1	Muddy, no smell, light grey color	201
Ey 2	Muddy, shellsand, no smell, light grey color	334
Ey 3	Muddy, no smell, light grey color	277
Ey 4	Muddy, some smell, light grey color	288
Ey 5	Muddy, some smell, brown color	237
Cu ref1	Muddy, shellsand no smell, light grey color	326
Cu ref2	Muddy, shellsand, no smell, light grey color	334
Cu ref3	Muddy, no smell, light grey color	246

4.1.2 Copper in sediments

The level of copper in the bottom sediments at stations outside AZE and the three cu-ref stations are shown in Table 5. The level of copper varied from 29.8 to 43.9 mg/kg.

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

St.	Cu repl. 1	Cu repl. 2
Ey 1	43,9	-
Ey 2/Cu ref2	36.6	37.4
Ey 3	37.8	39.9
Ey 4	35.2	33.9
Ey 5	-	-
Cu ref1	29.8	31.9
Cu ref2	36.6	37.4
Cu ref3	36.0	35.8

4.1.3 Lice treatment substances

At station Ey 3, analyses of the amount of emamectinbenzoat and deltametrin in the sediment were carried out. The results are shown in Table 6.

The amount of emamectinbenzoat was 2.2 µg/kg and below detection limit for deltametrin.

Table 6. Emamectinbenzoat and deltametrin (µg/kg) in sediment at Ey 3, Eyri 2020.

St.	Emamectinbenzoat	Deltametrin
Ey 3	2.2	<0.01

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 105 (Ey 5) to 1579 (Ey 1) and number of species from 13 (Ey 5) to 80 (Ey 2). Diversity index H' varied from 1.2 to 4.6. For the stations outside AZE the diversity index H' was high at Ey 2 (4.59) but just below 3.0 at stations Ey 3 and Ey 4.

Table 7. Number of species and individuals pr. 0,2 m². H' = Shannon-Wieners diversity index. ASC-stations at Eyri, 2020.

St.	Number individuals	Number species	H'
Ey 1 (inside AZE)	1579	20	1.17
Ey 2 (outside AZE)	933	80	4.59
Ey 3 (outside AZE)	541	22	2.55
Ey 4 (outside AZE)	865	36	2.95
Ey 5 (inside AZE)	105	13	2.03

4.1.4.2 ASC evaluation of the bottom fauna communities at stations Hr1 and Hr3

Below there is a review of to what extent the soft bottom fauna communities at the two sampling stations inside the AZE zone (stations Hr1 and Hr3) 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 Ey 1 a total of three species had more than 100 individuals/m² and two of these were not pollution indicator species. At Ey 5 a total of two species had more than 100 individuals/m² and one of these were not pollution indicator species.

Table 8. The dominating taxa with number of individuals per m² at Ey 1 and Ey 5, Eyri, 2020.

Station	Taxa	Number per 0,2 m ²	Number per m ²	NSI Ecological group *
Ey 1	Capitella capitata	1326	6630	V
	Ennucula tenuis	141	705	II
	Schistomeringos sp.	24	120	I
Ey 5	Thyasira sarsii	46	230	IV
	Capitella capitata	34	170	V

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

5 C-survey Eyri

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.

There have not been developed a classification or threshold values for this type of survey by Icelandic officials so it is not possible to apply the classification based on Norwegian threshold values to Icelandic conditions. However we report the results with these same indexes as 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.

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 5.000 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.

Table 9. The planned professional program for the C-survey at Eyri, 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
Ey 1	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Ey 2	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
Ey 3	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh. Hydrography/O ₂ .
Ey 4	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
Ey 5	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 Eyri, 2020.

Station	Depth, m	Distance from frame, m	Position	
			N	E
Ey 1	54	25	65°34.786	23°59.156
Ey 2	45	500	65°34.957	23°59.620
Ey 3	55	100	65°34.816	23°59.224
Ey 4	61	500	65°34.397	23°59.958
Ey 5	54	25	65°34.696	23°58.189

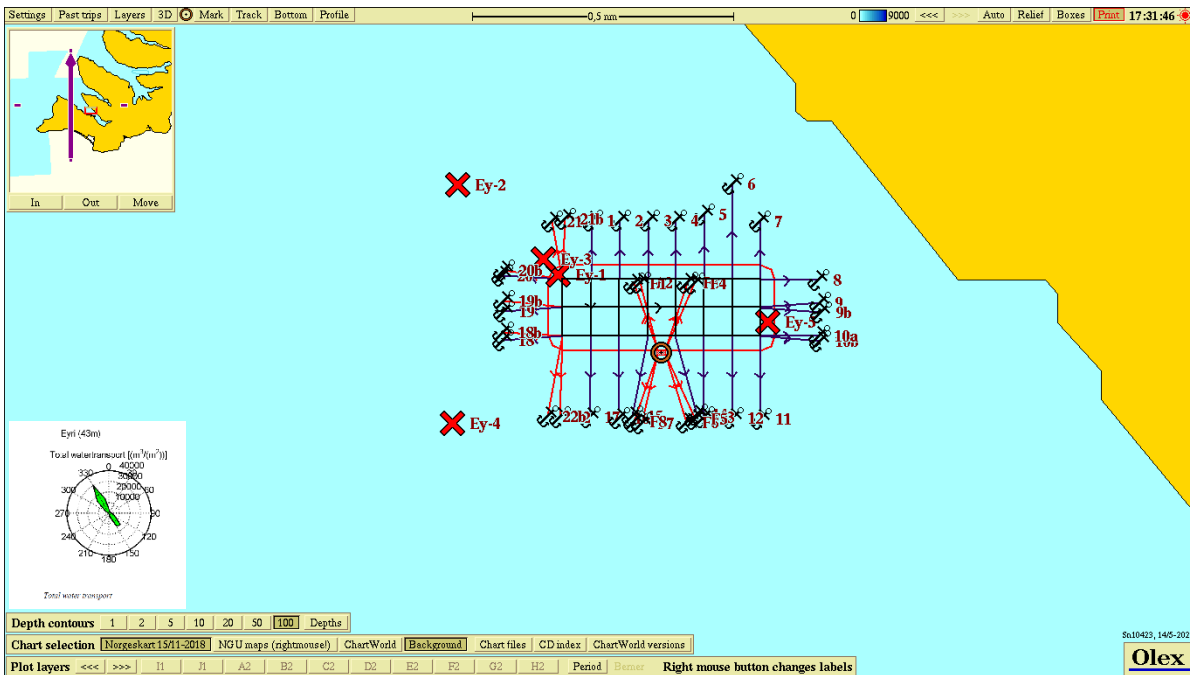


Figure 3. Map showing the sampling stations for the C-survey at Eyri, 2020. Current for spread of particles is measured at 43 m depth (Hermansen, 2020).

5.3 Results

5.3.1 Hydrography

At station Ey 3, 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.

No sign of thermocline layers in the the water column. The temperature was 1°C from the surface to the bottom and the oxygen conditions good with 99 % saturation in the whole water coloumn.

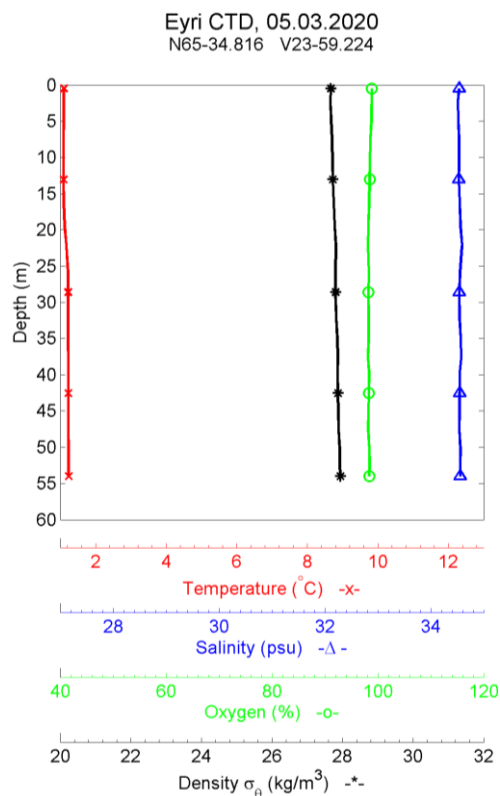


Figure 4. Vertical profiles. Temperature, salinity, density and oxygen at Ey 3 at Eyri, 2020.

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 6.5 to 14.6 %. TN-levels were low (2.6 – 6.0 mg/g) while the C/N-ratio was high at Ey 1 and low at the other stations. TOC was very high at Ey 1 and lower at the other stations and nTOC varied from 30.6 to 60.7 mg/g TS (highest at Ey 1). The bottom sediments were moderately fine to very fine with pelite amount between 44.5 and 89.6 %.

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. Eyri, 2020.

St.	Sediment description	TOM	TOC	nTOC	TN	C/N	Pelite	pH/Eh
Ey 1	Muddy, no smell, light grey color	14.6	54.1	60.7	2.6	21.1	63.0	7.8/ 201
Ey 2	Muddy, shellsand, no smell, light grey color	6.5	21.9	31.9	5.0	4.4	44.5	7.7/ 334
Ey 3	Muddy, no smell, light grey color	14.3	31.0	35.5	5.7	5.4	74.8	7.8/ 277
Ey 4	Muddy, some smell, light grey color	13.4	30.6	35.2	6.0	5.1	74.4	7.9/ 288
Ey 5	Muddy, some smell, brown color	13.9	28.7	30.6	5.4	5.3	89.6	7.8/ 237

5.3.3 Copper in sediment

The level of copper at station Ey 1 (station closest to the farm) is presented in Tabell 12. The concentration was 43.9 mg/kg.

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

St.	Cu
Ey 1	43.9

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 105 (Ey 5) to 1579 (Ey 1) and number of species from 13 (Ey 5) to 80 (Ey 2). Diversity index H' varied from 1.2 to 4,6. The overall faunal index nEQR varied between 0.289 and 0.729.

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 Ey 1, 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 m². H' = Shannon-Wieners diversity index. ES_{100} = Hurlberts diversity index. $NQII$ = overall index (diversity and sensitivity). ISI_{2012} = sensitivity index. NSI = sensitivity index. J = Pielous evenness index. $AMBI$ = AZTI marine biotic index (part of $NQII$). $nEQR$ = normalized EQR). C-stations at Eyri, 2020.

St.	No. ind.	No. species	H'	ES_{100}	$NQII$	ISI_{2012}	NSI	nEQR	AMBI	J
Ey 1	1579	20	1.17	6.97	0.40	6.33	9.92	0.289	5.16	0.30
Ey 2	933	80	4.59	31.88	0.75	8.57	21.64	0.729	2.21	0.78
Ey 3	541	22	2.55	12.88	0.60	7.42	18.47	0.537	2.85	0.62
Ey 4	865	36	2.95	16.39	0.70	7.03	21.42	0.605	2.06	0.61
Ey 5	105	13	2.03	8.00	0.48	5.84	12.89	0.363	3.84	0.68

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 2 "Good". The criteria for condition 1 is a prescens of at least 20 species/0,2 m² and that none of these comprise more than 65 % of the individuals. At this station the most dominant species comprised 84 % of the individuals (Table 14). The data for number of species and dominating taxa at station C1 is collected from Table 15.

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

Station	Site name	Num. species	Dominating taxa	Environmental condition-NS 9410
Ey 1	Eyri	20	Capitella capitata – 84 %	2 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 Ey1, Ey 3, Ey 4 and Ey 5 started low (< 10 species with one individual) and stretched out to varying degrees towards higher classes (longest at Ey 1). This might indicate some faunal disturbance at these stations. At Ey 2, the curve started higher and did not give any clear indications of the faunal conditions.

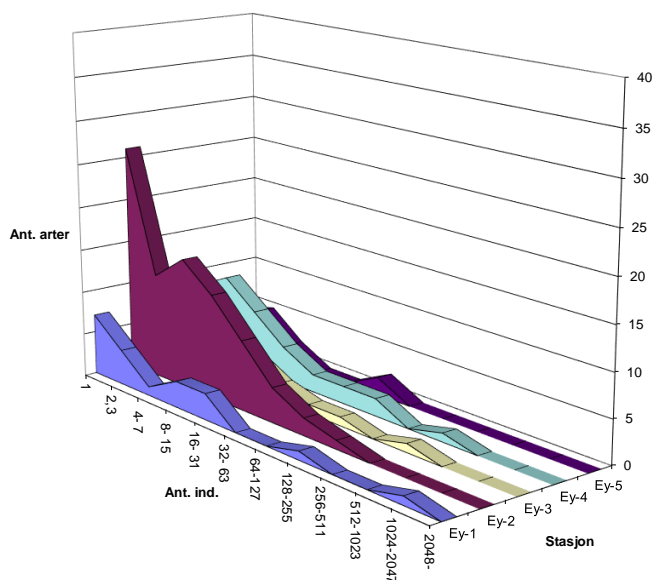


Figure 5. The soft bottom fauna shown as number of species against number of individual's pr. species in geometric classes. Eyri, 2020.

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 Ey 1 and Ey 3 was 70 %, Ey 4 was 55 % similar to these stations, Ey 5 39 % similar to the mentioned stations, while Ey 2 was 29 % similar to the other stations.

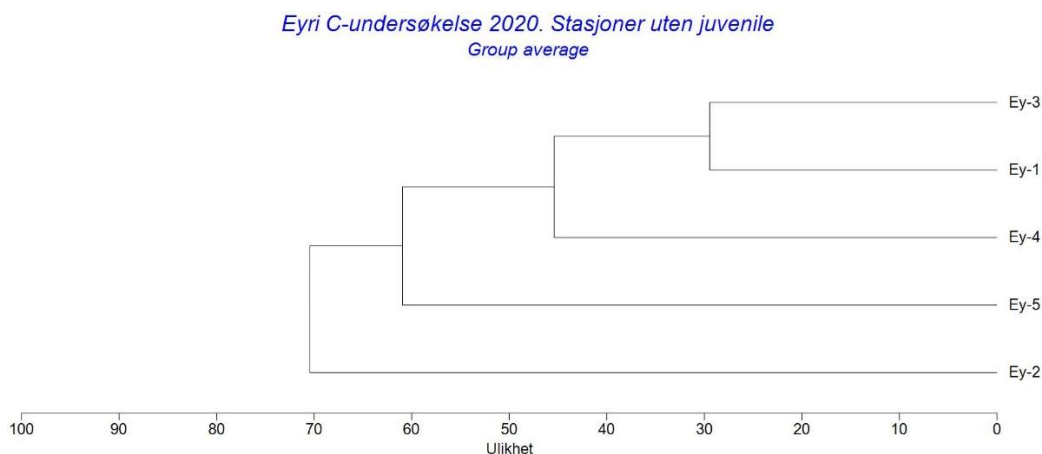


Figure 6. Clusterplott for the soft bottom fauna at the C- sampling stations at Eyri, 2020.

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 Ey 1 was dominated by the pollution indicator species *Capitella capitata* (polychaete) with 84 % of the individuals. The other most dominant species at this station were a mixture of sensitive, neutral and opportunistic species.

At Ey 2 the tolerant polychaete *Galathowenia oculata* dominated with 15 % of the individuals. The other most dominant species at this station were a mixture of neutral, tolerant and opportunistic species.

At Ey 3 and Ey 4 the neutral bivalve *Ennucula tenuis* dominated with 47 and 42 %, respectively, of the individuals. The other most dominant species at this station were a mixture of sensitive, neutral, tolerant and opportunistic species, together with the pollution indicator species *Capitella capitata* at Ey 2.

At Ey 5 the opportunistic bivalve *Thyasira sarsii* dominated with 41 % of the individuals. The other most dominant species at this station were a mixture of neutral, tolerant and opportunistic species. The other most dominant species at this station were a mixture of neutral, tolerant and opportunistic species, together with the pollution indicator species *C. capitata*.

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

Ey 1	Numb.	Cum.	EG	Ey 2	Numb.	Cum.	EG
Capitella capitata	1326	84 %	V	Galathowenia oculata	140	15 %	III
Ennucula tenuis	141	93 %	II	Scoloplos sp.	102	25 %	Ik
Schistomeringos sp.	24	94 %	I	Prionospio steenstrupi	92	35 %	II
Thyasira sarsii	20	95 %	IV	Lagis koreni	51	40 %	IV
Eteone flava/longa	18	97 %	Ik	Maldane sarsi	50	45 %	IV
Lagis koreni	12	97 %	IV	Ophiocten affinis	34	49 %	III
Macoma calcarea	10	98 %	IV	Abra nitida	33	52 %	III
Yoldia hyperborea	8	98 %	Ik	Yoldia hyperborea	29	55 %	Ik
Nuculana pernula	4	99 %	II	Eteone flava/longa	28	58 %	Ik
Nuculana sp. juv.	4	99 %	Ik	Praxillella gracilis	24	60 %	III
Ey 3	Numb.	Cum.	EG	Ey 4	Numb.	Cum.	EG
Ennucula tenuis	257	47 %	II	Ennucula tenuis	376	42 %	II
Capitella capitata	122	70 %	V	Galathowenia oculata	118	55 %	III
Thyasira sarsii	48	78 %	IV	Thyasira sarsii	117	68 %	IV
Schistomeringos sp.	26	83 %	I	Nuculana pernula	48	74 %	II
Lagis koreni	17	86 %	IV	Prionospio steenstrupi	37	78 %	II
Nuculana pernula	14	89 %	II	Yoldia hyperborea	30	81 %	Ik
Galathowenia oculata	12	91 %	III	Sternaspis scutata	27	84 %	Ik
Yoldia hyperborea	11	93 %	Ik	Nuculana sp. juv.	25	87 %	Ik
Ophiocten affinis	8	95 %	III	Abra nitida	11	88 %	III
Macoma calcarea	7	96 %	IV	Ophiocten affinis	11	90 %	III
Ey 5	Numb.	Cum.	EG				
Thyasira sarsii	46	41 %	IV				
Capitella capitata	34	72 %	V				
Ophiocten affinis	5	77 %	III				
Asteroidea indet. juv.	4	80 %	III				
Ennucula tenuis	4	84 %	II				
Fionoidea indet.	3	86 %	Ik				
Macoma calcarea	3	89 %	IV				
Nuculana sp. juv.	2	91 %	Ik				
Nudibranchia indet.	2	93 %	III				
Oedicerotidae indet.	2	95 %	Ik				

*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 Eyri in March 2020, can be summarized as follows:

- The hydrography measurement showed good oxygen conditions with 99 % oxygen saturation throughout the water column.
- Number of individuals varied from 105 (Ey 5) to 1579 (Ey 1) and number of species from 13 (Ey 5) to 80 (Ey 2). Diversity index H' varied from 1.2 to 4,6. At Ey 1 and Ey 5, the index nEQR was below 0.4, while above 0.5 at the other stations.
- TOC was very high at Ey 1 and lower at the other stations and nTOC varied from 30.6 and 60.7 mg/g TS (highest at Ey 1). TN-levels were low (2.6 – 6.0 mg/g) while the C/N-

ratio was high at Ey 1 and low at the other stations. The copper level in the sediment at Ey 1 was 43.9 mg/kg, but well within reported natural levels in Icelandic coastal areas (Egilsson *et al.* 1999). The bottom sediments were moderately fine to very fine with pelite amount between 44.5 and 89.6 %. The redox measurements (pH/Eh) were all positive and 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 Eyri in March 2020 showed that the fauna might be considered as disturbed closest to the farm at Ey1 (nEQR = 0.289) and Ey 5 (nEQR = 0.363) and, to a lesser degree, at Ey 3 (nEQR= 0,537). At Ey 2 and Ey 4 the faunal conditions are considered as good (nEQR > 0.6). The pollution indicator species *Capitella capitata* (polychaete) dominated the fauna at Ey 1 and was the second most dominant at Ey 3 and Ey 5, and not registered among the top-10 species at the two other stations. The sediment had high level of organic carbon closest to the farm at Ey 1 and lower levels at the other stations. The copper level at Ey 1 was 43. 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 November was good in the whole water column with 99 % in the bottom water and throughout the water column towards the surface.

5.4.3 Environmental trend since the last C- survey

A pre-survey (C survey type) was carried out at the location in 2018 (Mannvik & Gunnarsson, 2019). The fauna seems to be more disturbed at the stations closes to the farm as the index nEQR has decreased from above 0.5 in 2018 to below 0.4. at Ey 1 and Ey 5. At these stations, the diversity index H' has decreased from 2.5 to 1.2 at Ey 1 but the diversity index is comparable at other stations from the 2018 survey to the current one. The index nEQR is similar at Ey 2 and Ey 4 in the two surveys. The sediment conditions at Ey 1 seems to be similar in the two surveys with high levels of organic carbon. At the other stations the levels of organic carbon are lower in both surveys. The oxygen conditions were good throught the whole water coloumn 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.
- Hermansen, S, 2020. Eyri current measurements, 43 meters depth, 2020. APN-rapport 62001.01.
- 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.
- Mannvik, H.-P. & S. Gunnarsson, 2019. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Eyri, 2018. APN-rapport 60033.01.
- 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.

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 m² 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 vekt tap etter forbrenning ved 495 °C. Vekttapet i prosent etter forbrenning ble beregnet. Reproduerbarheten 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 tørrvektbasis.

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 (TOC₄₀₀, ROC, TIC₉₀₀)). 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 (fôrestre/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 m² 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)
- 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. Svaier 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, partiklens 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 kvadratrots-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

Clusteranalyse

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

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

der n = antall arter sammenlignet
 X_{ki} = antall individ av art k i prøve nr. i
 X_{kj} = antall individ av art k i prøve nr. j

Indeksen avtar med økende likhet. Vi får verdien 1 hvis prøvene er helt ulike, dvs. ikke har noen felles arter. Identiske arts- og individtall vil gi verdien 0. Prøver blir gruppert sammen etter graden av likhet ved å bruke "group-average linkage". Forholdsvis like prøver danner en gruppe (cluster). Resultatet presenteres i et 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 Eyri, 2020:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	Ey-1	Ey-2	Ey-3	Ey-4	Ey-5
no. ind.	4023	1579	933	541	865	105
no. spe.	98	20	80	22	36	13

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	Ey-1_01	Ey-1_02	Ey-2_01	Ey-2_02	Ey-3_01	Ey-3_02	Ey-4_01	Ey-4_02	Ey-5_01	Ey-5_02
no. ind.	4023	1152	427	423	510	170	371	468	397	66	39
no. spe.	98	14	16	61	55	17	18	29	29	10	6
Shannon-Wiener:		0,7	1,6	4,7	4,5	2,9	2,2	3,0	2,9	2,4	1,6
Pielou		0,19	0,40	0,79	0,78	0,71	0,53	0,62	0,60	0,73	0,63
ES100		5	9	34	30	15	11	16	17	10	6
SN		1,35	1,54	2,28	2,19	1,73	1,63	1,85	1,88	1,61	1,38
ISI-2012		5,85	6,80	8,58	8,56	7,23	7,62	6,70	7,36	6,91	4,78
AMBI		5,539	4,778	1,986	2,443	3,098	2,592	2,102	2,011	3,7	3,973
NQI1		0,35	0,44	0,78	0,73	0,59	0,61	0,69	0,70	0,51	0,44
NSI		8,4	11,5	22,3	20,9	17,9	19,0	21,7	21,1	13,8	11,9
DI		1,011	0,580	0,576	0,658	0,180	0,519	0,620	0,549	0,230	0,459

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.	Ey-1	Ey-2	Ey-3	Ey-4	Ey-5	
Shannon-Wiener:		1,17	4,59	2,55	2,95	2,03
Pielou		0,30	0,78	0,62	0,61	0,68
ES100		7,0	31,9	12,9	16,4	8,0
SN		1,45	2,24	1,68	1,87	1,49
ISI-2012		6,33	8,57	7,42	7,03	5,84
AMBI		5,159	2,215	2,845	2,057	3,837
NQI1		0,40	0,75	0,60	0,70	0,48
NSI		9,92	21,64	18,47	21,42	12,89
Tilstandsklasse nEQR		0,289	0,729	0,537	0,605	0,363

Geometriske klasser

int.	Ey-1	Ey-2	Ey-3	Ey-4	Ey-5
1	7	26	7	8	4
2,3	4	12	5	10	5
4-7	1	15	1	7	2
8-15	3	12	4	4	0
16-31	3	8	2	2	0
32-63	0	4	1	2	2
64-127	0	2	1	2	0
128-255	1	1	0	0	0
256-511	0	0	1	1	0
512-1023	0	0	0	0	0
1024-2047	1	0	0	0	0
2048-	0	0	0	0	0

Artliste

Eyri ASC-C-undersøkelse 2020

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
Stasjonsnr.: Ey-1						
	PLATYHELMINTHES					
		Platyhelminthes indet.		1	1	
	NEMERTINI					
		Nemertea indet.	1	1	2	
	ANNELIDA					
	Polychaeta					
		Capitella capitata	1025	301	1326	
		Chaetozone sp.		1	1	
		Eteone flava/longa	14	4	18	
		Galathowenia oculata	1		1	
		Lagis koreni	4	8	12	
		Microphthalmus sczelkowi		1	1	
		Myrianida sp.		1	1	
		Nephtys ciliata	1	1	2	
		Schistomeringos sp.		24	24	
	MOLLUSCA					
	Bivalvia					
		Abra nitida		1	1	
		Ennucula tenuis	80	61	141	
		Macoma calcarea	8	2	10	
		Mytilus edulis	3		3	
		Nuculana pernula	1	3	4	
		Nuculana sp. juv.	2	2	4	
		Parvicardium pinnulatum	2		2	
		Thyasira sarsii	7	13	20	
		Yoldia hyperborea	4	4	8	
	ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea					
		Ophiocten affinis	1		1	
		Ophiuroidea indet. juv.		1	1	
			Maks:	1025	301	1326
			Antall:	15	18	22
			Sum:			1584
Stasjonsnr.: Ey-2						
	CNIDARIA					
	Anthozoa					
		Edwardsia sp.	1		1	
	NEMERTINI					
		Nemertea indet.	1	3	4	
	SIPUNCULIDA					
		Phascolion strombus	10	2	12	
	ANNELIDA					
	Polychaeta					
		Aricidea catherinae	1	1	2	
		Bradabyssa villosa	1		1	
		Chaetozone sp.	6	6	12	
		Cirratulus cirratus	1		1	
		Diplocirrus longisetosus		1	1	
		Dipolydora sp.	1		1	
		Eteone flava/longa	11	17	28	

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Euchone analis	1		1
		Euchone papillosa		1	1
		Euclymeninae indet.	2		2
		Galathowenia oculata	29	111	140
		Gattyana cirrhosa	5	1	6
		Goniada maculata	1		1
		Harmothoe fernandi		1	1
		Harmothoe fragilis	1		1
		Heteromastus filiformis	2		2
		Lagis koreni	24	27	51
		Lanassa nordenskioldi	1	1	2
		Lanassa venusta	1		1
		Laonice cirrata	7		7
		Laphania boeckii	7	4	11
		Leaena ebranchiata	1		1
		Levinsenia gracilis	4	2	6
		Lumbrineris mixochaeta	1	6	7
		Maldane sarsi	7	43	50
		Melinna cristata	1	1	2
		Myriochele olgae		1	1
		Nephtys ciliata	1	2	3
		Nereimyra punctata	1		1
		Nereis pelagica	3		3
		Nicomache lumbricalis	1		1
		Nothria hyperborea	8	6	14
		Ophryotrocha sp.		1	1
		Owenia sp.		2	2
		Petaloproctus tenuis	4		4
		Pherusa arctica		1	1
		Pholoe assimilis	2	4	6
		Pholoe baltica	9	8	17
		Pholoe inornata	1	7	8
		Phyllodoce groenlandica	2	1	3
		Praxillella gracilis	6	18	24
		Praxillella praetermissa	5	12	17
		Prionospio steenstrupi	49	43	92
		Rhodine gracilior	1	7	8
		Scalibregma inflatum	1		1
		Schistomeringos sp.	6		6
		Scoletoma fragilis	4		4
		Scoloplos sp.	91	11	102
		Spio armata	4		4
		Spio limicola	9	2	11
		Spiophanes kroyeri		1	1
		Sternaspis scutata	3	18	21
		Syllis cornuta	14	6	20
		Terebellides sp.		1	1
CRUSTACEA					
	Ostracoda				
		Ostracoda indet.	1		1
	Malacostraca				
		Brachyura indet.	6		6
		Byblis gaimardii		1	1
		Gammaridea indet.	3		3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Leucon sp.	2	7	9
		Liocarcinus holsatus	1		1
		Paguridae indet.	1	1	2
MOLLUSCA					
	Caudofoveata				
		Caudofoveata indet.		6	6
	Bivalvia				
		Abra nitida		33	33
		Arctica islandica		1	1
		Axinopsida orbiculata		5	5
		Ciliatocardium ciliatum		1	1
		Ennucula tenuis	16	2	18
		Macoma calcarea	8	1	9
		Nuculana pernula		8	8
		Nuculana sp. juv.		8	8
		Parvicardium pinnulatum	8	1	9
		Thyasira gouldi		7	7
		Thyasira sarsii	1	9	10
		Thyasiridae indet.		2	2
		Yoldia hyperborea	4	25	29
ECHINODERMATA					
	Asteroidea				
		Asteroidea indet. juv.		1	1
	Ophiuroidea				
		Ophiocten affinis	15	19	34
		Ophiura albida	4		4
		Ophiura sarsii		1	1
		Ophiuroidea indet. juv.	10	11	21
	Holothuroidea				
		Psolus sp. juv.	2		2
		Maks:	91	111	140
		Antall:	63	58	84
		Sum:			965
Stasjonsnr.: Ey-3					
NEMERTINI					
		Nemertea indet.		1	1
ANNELIDA					
	Polychaeta				
		Aricidea catherinae		1	1
		Capitella capitata	45	77	122
		Chaetozone sp.	1	1	2
		Eteone flava/longa	2	1	3
		Galathowenia oculata	6	6	12
		Lagis koreni	7	10	17
		Microphthalmus szcelkowi	2		2
		Pholoe baltica		1	1
		Prionospio steenstrupi	1		1
		Scalibregma inflatum	2		2
		Schistomeringos sp.	19	7	26
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Oedicerotidae indet.	1		1
MOLLUSCA					
	Prosobranchia				
		Euspira pallida		1	1
	Bivalvia				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Abra nitida		1	1
		Axinopsida orbiculata	2	1	3
		Ennucula tenuis	52	205	257
		Macoma calcarea	2	5	7
		Nuculana pernula	2	12	14
		Thyasira sarsii	19	29	48
		Yoldia hyperborea	2	9	11
ECHINODERMATA					
	Asteroidea				
		Asteroidea indet. juv.		1	1
	Ophiuroidea				
		Ophiocten affinis	5	3	8
		Ophiuroidea indet. juv.	1	1	2
		Maks:	52	205	257
		Antall:	18	20	24
		Sum:			544
Stasjonsnr.: Ey-4					
NEMERTINI					
		Nemertea indet.	3		3
ANNELIDA					
	Polychaeta				
		Capitella capitata	1		1
		Chaetozone sp.	3	1	4
		Cossura longocirrata	2		2
		Eteone flava/longa	1	3	4
		Euchone sp.	2		2
		Galathowenia oculata	73	45	118
		Galathowenia sp.		1	1
		Heteromastus filiformis	1	4	5
		Lagis koreni	2	5	7
		Maldane sarsi	2		2
		Nephtys ciliata	5	2	7
		Nephtys paradoxa	1		1
		Ophryotrocha sp.		1	1
		Paramphinome jeffreysii		1	1
		Pholoe assimilis		1	1
		Prionospio steenstrupi	24	13	37
		Schistomeringos sp.	8	3	11
		Scoloplos sp.	1	1	2
		Spio limicola	1	1	2
		Sternaspis scutata	22	5	27
		Syllis cornuta		1	1
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Leucon sp.	8	2	10
		Oedicerotidae indet.	2	2	4
MOLLUSCA					
	Opisthobranchia				
		Retusa obtusa	3		3
	Bivalvia				
		Abra nitida	7	4	11
		Axinopsida orbiculata	1	2	3
		Ennucula tenuis	199	177	376
		Macoma calcarea	1	5	6
		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	25	23	48
		Nuculana sp. juv.	7	18	25
		Parvicardium minimum		1	1
		Thyasira sarsii	51	66	117
		Thyasiridae indet.		2	2
		Yoldia hyperborea	14	16	30
ECHINODERMATA					
	Asteroidea				
		Asteroidea indet. juv.		1	1
	Ophiuroidea				
		Ophiocten affinis	4	7	11
		Ophiuroidea indet. juv.		1	1
		Maks:	199	177	376
		Antall:	30	32	39
		Sum:			892
<i>Stasjonsnr.: Ey-5</i>					
ANNELIDA					
	Polychaeta				
		Capitella capitata	21	13	34
		Harmothoe imbricata	1		1
		Nephtys ciliata		1	1
		Schistomeringos sp.	2		2
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Oedicerotidae indet.		2	2
MOLLUSCA					
	Opisthobranchia				
		Dendronotus sp.	1		1
		Fionoidea indet.	3		3
		Nudibranchia indet.	2		2
	Bivalvia				
		Ennucula tenuis	4		4
		Macoma calcarea	2	1	3
		Mytilus edulis		1	1
		Nuculana sp. juv.	2		2
		Thyasira sarsii	25	21	46
ECHINODERMATA					
	Asteroidea				
		Asteroidea indet. juv.	4		4
	Ophiuroidea				
		Ophiocten affinis	5		5
		Maks:	25	21	46
		Antall:	12	6	15
		Sum:			111
		TOTAL:			Maks: 1326
					Sum: 4096

Appendix 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser (in norwegian)

61958_Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx_190320





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: Arnarlax Hf
Kunde referanse: Eyri ASC, C og B undersøkelse 2020
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Snorri Gunnarsson

Dato: 07.05.2020

Rapport nr.: 61958
Analyseparameter(e): Kom, TOM, TOC, TN, Cu, Emamektin 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
61958/Ey-1	Ey-1	Frossent	12.03.2020	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	03.04.20 - 14.04.20
61958/Ey-2	Ey-2/ Cu.ref.2	Frossent	12.03.2020	Korn, TOM, TOC, TN, 2x Cu	03.04.20 - 14.04.20
61958/Ey-3	Ey-3	Frossent	12.03.2020	Korn, TOM, TOC, TN, 2x Cu, EMB, DLM	03.04.20 - 07.05.20
61958/Ey-4	Ey-4	Frossent	12.03.2020	Korn, TOM, TOC, TN, 2x Cu	03.04.20 - 14.04.20
61958/Ey-5	Ey-5	Frossent	12.03.2020	Korn, TOM, TOC, TN	03.04.20 - 14.04.20
61958/Cu.ref.1	Cu.ref.1	Frossent	12.03.2020	2x Cu	14.04.2020
61958/Cu.ref.3	Cu.ref.3	Frossent	12.03.2020	2x Cu	14.04.2020
				EMB = Emamektin benzoat	
				DLM = Deltametrin	

Følgende analysemetoder er benyttet

Parameter	Metoderereferanse
Kornfordeling (splitt i to)	Sikting, basert på Bale, A.J. & Kenny, A.J. 2005. Sediment analysis and seabed characterisation . In: Eleftheriou,A; McIntyre, A.D. "Methods for the study of marine benthos", 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, UK. ISBN 0-632-05488-3, pp. 43-86
Totalt organisk materiale-TOM	Intern metode basert på NS 4764:1980
Totalt organisk karbon-TOC	NDIR-deteksjon. Intern metode basert på DIN 19539:2016
Totalt bundet nitrogen - Total-N	Elektrokjemisk deteksjon. Intern metode basert på NS-EN 16168:2012.
Kobber-Cu (utført av ALS Laboratory group)	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120
Emamectin benzoat (utført av NIVA)	Intern metode basert på løsemiddel ekstraksjon for bestemmelse med høyoppløst væskrokromatografi 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#
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	
Ey-1	54	2.6	14.6	63.0	37.0	43.9	ia	ia	ia	60.7	21.1
Ey-2/ Cu.ref.2	22	5.0	6.5	44.5	55.5	36.6	37.4	ia	ia	31.9	4.4
Ey-3	31	5.7	14.3	74.8	25.2	37.8	39.9	2.2	<0,1	35.5	5.4
Ey-4	31	6.0	13.4	74.4	25.6	35.2	33.9	ia	ia	35.2	5.1
Ey-5	29	5.4	13.9	89.6	10.4	ia	ia	ia	ia	30.6	5.3
Cu.ref.1	ia	ia	ia	ia	ia	29.8	31.9	ia	ia		
Cu.ref.3	ia	ia	ia	ia	ia	36.0	35.8	ia	ia		

ia = ikke analysert

* 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.
EMB = emamectin benzoat, DLM = deltametrin

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

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

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

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

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