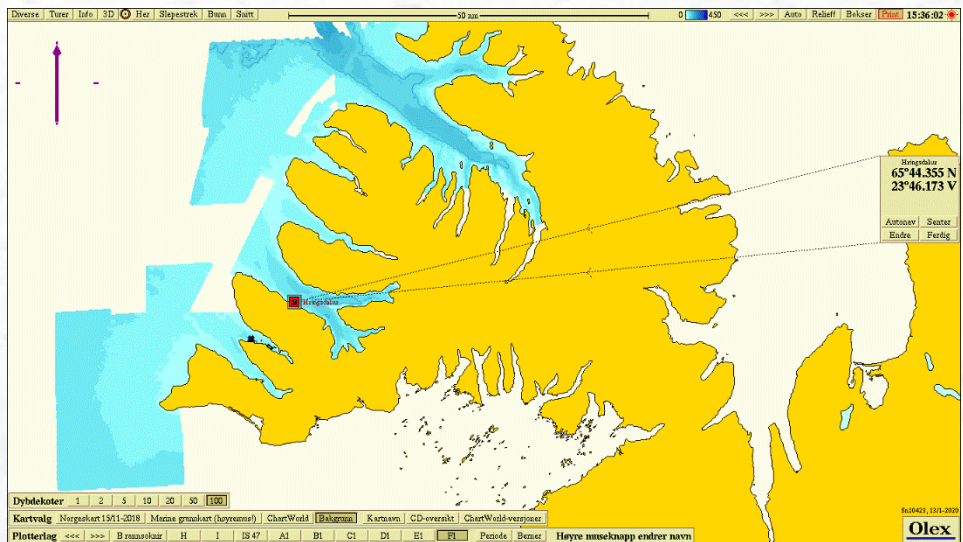


Arnarlax ehf ASC- and C- survey Hringsdalur, 2019



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 ehf. ASC- and C-survey Hringsdalur, 2019.

Author(s) / Forfatter(s)

Hans-Petter Mannvik

Snorri Gunnarsson

Akvaplan-niva report nr / rapport no

61656.02

Date /Dato

21.01.2020

No. of pages / Antall sider

19 + appendix

Distribution / Distribusjon

Through client

Client /Oppdragsgiver

Arnarlax ehf, Strandgata 1, 456 Bíldudalur

Client's reference / Oppdragsg. referanse

Silja Baldvinsdóttir

Summary / Sammendrag

The results from the monitoring at the farming site Hringsdalur in November 2019 showed that the sediment high level of organic carbon at Hr1 and lower levels at the other stations. The copper level at Hr1 was 35.0 mg/kg which is within natural levels reported for bottom sediment around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The fauna is considered as disturbed at Hr1, Hr3 and Hr4 with diversity index $H' \leq 1.5$ and the faunal index nEQR below 0.3. At the two other stations H' were above 3.3 and nEQR above 0.6. NS 9410:2016-assessment of the community in the local impact zone (Hr1) showed environmental condition 2 (Good). The pollution indicator species *Capitella capitata* was the most dominant species at Hr1, Hr3 and Hr4 and among the top-10 dominants at the two other stations. 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 92 % in the bottom water.

Project manager / Prosjektleder

A blue ink signature of Snorri Gunnarsson.

Snorri Gunnarsson

Quality control / Kvalitetskontroll

A blue ink signature of Roger Velvin.

Roger Velvin

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

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 HRINGSDALUR	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 HRINGSDALUR.....	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 done an environmental survey of the type ASC and C at the site Hringisdalur. The survey is done 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 is done upon request from Arnarlax ehf.


The following personnel have contributed in this work:

Snorri Gunnarson	Akvaplan-niva	Field work, report, project leader.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identification of bottom fauna (Varia). QS report, professional assessments and interpretations.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identification of bottom fauna (Echinodermata). Report, professional assessments and interpretations.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identification of bottom fauna (Crustaceans). Statistics.
Thomas Hansen	Akvaplan-niva	Identification of bottom fauna (Polychaeta and Mollusca).
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 done 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, 21.01.2020



Snorri Gunnarson

Project leader

1 Summary

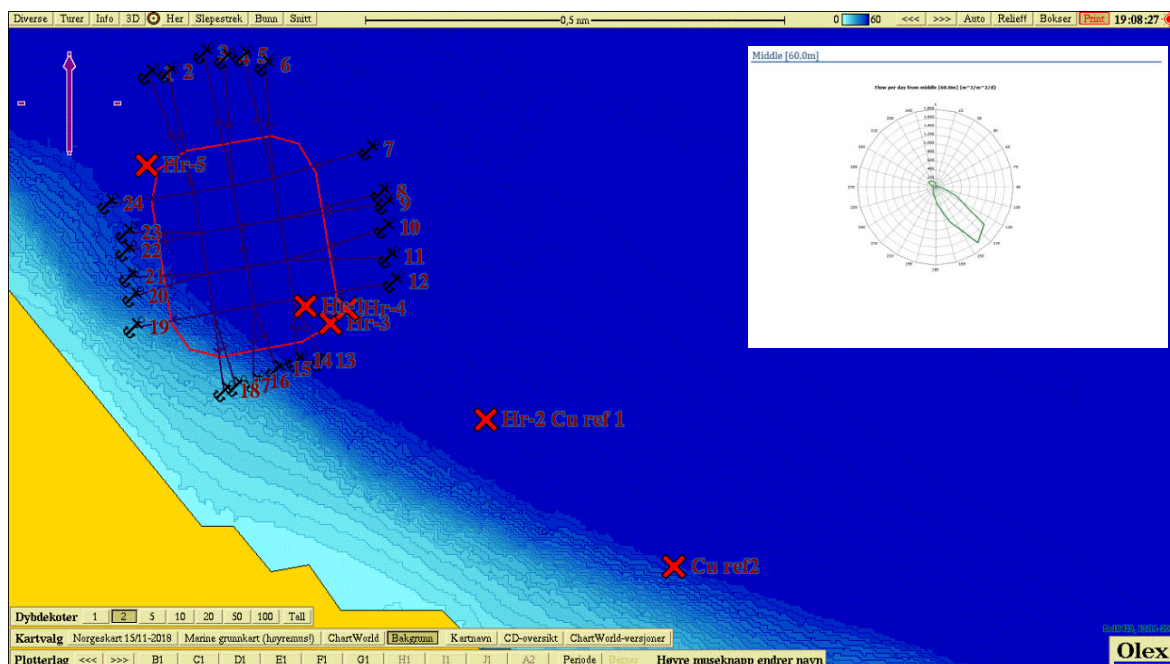
1.1 Summary of the ASC results

Indicator in ASC	ASC demand	Results							Remarks of the sampling
		Hr1	Hr2	Hr3	Hr4	Hr5	Cu ref1	Cu ref2	
2.1.1	Redox >0 mV or sulphide level < 1500 microMol/L	117	201	163	232	244	123	235	
2.1.2	«Faunal index score» outside AZE indicates good to very good ecological status – Shannon-Wiener > 3	0.96	3.40	1.50	1.39	4.07	-	-	
2.1.3	>= 2 macro faunal taxa within AZE which are not pollution indicators, with more than 100 ind/m ² present	2	-	4	-	-	-	-	
4.7.4	Copper level < 34 mg/kg dry sediment	35.0/ -	27.8/ 30.4	-	31.6/ 28.0	27.3/ 27.2	27.5/ 28.4	27.9/ 28.9	
2.1.4	Location specific AZE	See chapter 3.2.							

Conclusions:

The copper levels were between 27.2 and 35.0 mg/kg in the sediments which are within natural levels reported for bottom sediment around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The redox potential (Eh) was positive in all sediments. The faunal diversity was highest at station Hr2 and Hr5 with the diversity index H' above 3 and lower at the three other stations. An evaluation of the faunal community within the AZE (stations Hr1 and Hr3) in accordance to the ASC standard showed that there were three and four species, respectively, 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 Hringsdalur, 2019.		
Report nr.	61656.02	Site:	Hringsdalur
Site nr.		Map coordinates (construction):	65°44,355 N 23°46,173 V
		Municipal:	
MTB-permission:	Site MTB	Operations manager:	Rolf Ørjan Nordli
Client:	Amarlax ehf		

Biomass/production status at time of survey 07.03.2019			
Fish group:	Salmon	Biomass on examination:	4.981
Feed input:	6.479	Produced amount of fish:	5.188
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 Hr1 (closest to farm)	0,262	Fauna Hr1 (closest to farm)	0,96
Fauna Hr2	0,637	Fauna Hr2	3,40
Fauna Hr3	0,284	Fauna Hr3	1,50
Fauna Hr4 (deep area)	0,256	Fauna Hr4 (deep area)	1,39
Fauna Hr5	0,642	Fauna Hr5	4,07
Date fieldwork:	19.11 2019	Date of report:	21.01 2020
Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)		nTOC from 26.5 to 58.1 mg/kg Copper 35.0 mg/kg at C1 Eh positive at all stations O ₂ -conditions were good throughout the water column.	
Responsible for field work:	Snorri Gunnarson	Signature:	

2 Introduction

2.1 Background and aim of study

Akvaplan-niva has on behalf of Arnarlax ehf done an ASC-survey for the site Hringsdalur in Arnarfjörður, Iceland (

Figure 1). The study was conducted based on the Arnarlax ehf intention to have the Hringsdalur 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.

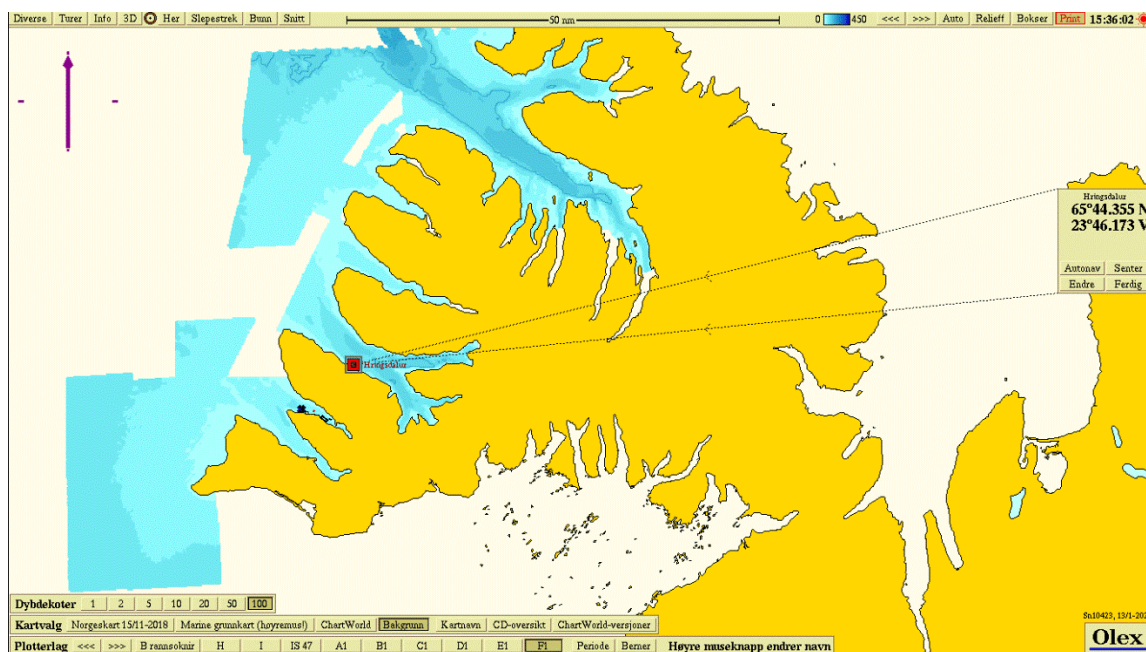


Figure 1. Overview of Arnarfjörður with the farming site Hringsdalur (red cross). The map coordinates for the midpoint of the farming site is given at right site of the picture.

2.2 Site operation and feed use

Hringsdalur site is coming to an end of the second production cycle and the plant is a frame mooring with a total of six 160 meters circumference cages in a 2 x 3 configuration. First production cycle was started in June 2016. The current sampling took place coherent with

period of maximum biomass. The standing biomass the date of sampling was 4.981 ton. The production for previous generation at Hringsdalur is shown in table 1.

Table 1. Production at Hringsdalur.

Time fish in sea	Production of salmon (ton, round weight).	Feed use (ton)
June 2018 (present generation)	5.188	6.479
June 2016	3.613	3.914

2.3 Previous surveys

Akvaplan-niva AS has two previous environmental surveys of the type B/C (NS 9410) at the site Hringsdalur and the present study is the second ASC-survey conducted in combination with a C-survey.

For previous generation at the Hringsdalur site there was an C/ASC environmental survey done on the 01.11 2017 (Gunnarsson and Mannvik, 2018) at peak biomass and again during fallow period on the 16.05 2018 (Gunnarsson and Velvin, 2018).

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-undersøkelser). An overview of the planned professional program is given in Table .

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 Hringsdalur, 2019. TOC = total organic carbon. Korn = grain size in sediment. TOM = total organic material. TN = total nitrogen. Cu = Copper. pH/Eh = acidity and redox potential. Hr1, Hr2, Hr3, Hr4, Hr5 and Hr6 are also part of the C-survey.

Station	Type analyses/parameters
Hr1 (local impact zone, inside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Hr2 (transect zone, outside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
Hr3 (transect zone, inside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
Hr4 (transect zone, deep area, outside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. Hydrography/O ₂ . pH/Eh.
Hr5 (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.

The date for field work was 19.11.2019.

3.2 Placement of ASC-stations and AZE

ASC-standard allows that a site specific AZE zone can be defined deviating from the 30 m from the fish farm (site-specific AZE, see pkt. 2.1.4. in «audit manual»). Based on measured current at the site an AZE zone of 100 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») we sampled five biological sampling stations. The placement of the stations is based on results from measured oceanic current measured at 60 m depth (distribution current) at the site. (Helgeland Havbruksstasjon, 2013).

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

Table 3. Distance between the nearest frame of the fish farm and sampling stations. Coordinates for stations, depth, ASC-stations at Hringsdalur, 2019. Hr1, Hr2, Hr3, Hr4 and Hr5 are also part of the C-survey.

Station	Depth, m	Distance from frame, m	Position	
			N	E
Hr1	68	30	65°44.285	23°46.003
Hr2/Cu ref1	67	500	65°44.150	23°45.482
Hr3	67	90	65°44.265	23°45.931
Hr4	69	120	65°44.282	23°46.883
Hr5	63	120	65°44.465	23°46.465
Cu ref2	55	1000	65°43.975	23°44.935

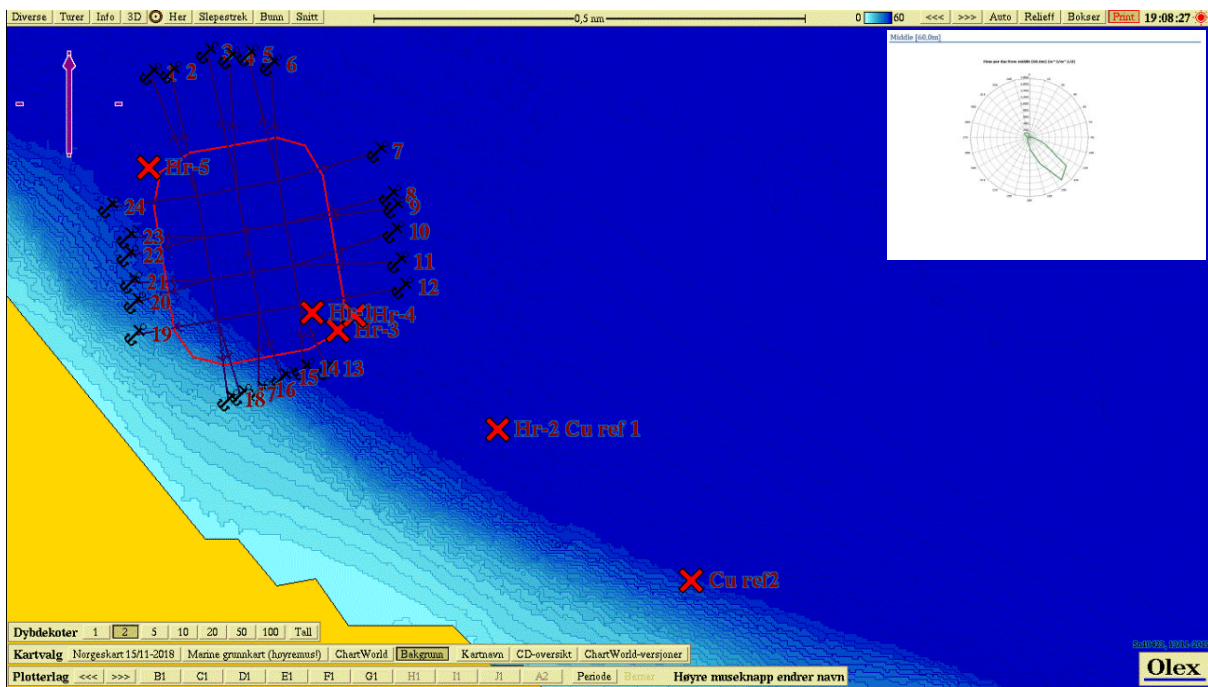


Figure 2. Sampling stations, ASC Hringsdalur, 2019. The site specific AZE is indicated with a red line with distance of 95 m from the frame of the fish farm. The spread current at the site is measured at 60 m depth.

4 ASC-survey Hringsdalur

4.1 Results

4.1.1 Bottom sediment and redox measurements (Eh)

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

Table 4. Description of bottom sediment and redox measurements (Eh). ASC-stations Hringsdalur, 2019.

St.*	Description of bottom sediment	Eh
Hr1	Clay and silt some smell in sample	117
Hr2	Clay and silt	201
Hr3	Clay, silt and sand	163
Hr4	Clay, silt and sand	232
Hr5	Clay and silt	244
Cu ref1	Clay and silt	123
Cu ref2	Clay, silt and sand	235

4.1.2 Copper in sediments

The level of copper in the bottom sediments are shown in Table . The level of copper varied from 27.2 to 35.0 mg/kg in the sediments at the sampling stations.

Table 5. Copper (Cu), mg/kg TS. ASC Hringsdalur, 2019.

St.	Cu repl. 1	Cu repl. 2
Hr1	35.0	-
Hr2	27.8	30.4
Hr3	-	-
Hr4	31.6	28.0
Hr5	27.3	27.2
Cu ref1	27.5	28.4
Cu ref2	27.9	28.9

4.1.3 Lice treatment substances

At station Hr4, analyses of the amount of emamectinbenzoat and deltametrin in the sediment were carried out. The results are shown in Table . The amount was below detection limit for both substances.

Table 6. Emamectinbenzoat and deltametrin in sediment at Hr4, Hringsdalur 2019.

St.	Emamectinbenzoat	Deltametrin
Hr4	<0.01	<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 . 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 392 (Hr1) to 1143 (Hr3) and number of species from 11 (Hr1) to 56 (Hr2). Diversity index H' varied from 0.96 to 4.07.

These results indicate that the calculated Allowable zone of effect (AZE here was calculated to be 100 m) is further out from the fish farm. Based on the results in the current benthic fauna survey it's therefore recommended that the station C4 is considered to lay within the AZE-zone. If the station C4 is evaluated as laying "inside AZE" it complies with the ASC criterion 2.1.3 with 3 highly abundant taxa that are not pollution indicator species.

Table 7. Number of species and individuals pr. 0,2 m². H' = Shannon-Wieners diversity index. ASC-stations at Hringsdalur, 2019.

St.	Number individuals	Number species	H'
Hr1	392	11	0,96
Hr2	905	56	3,40
Hr3	1143	18	1,50
Hr4	523	13	1,39
Hr5	449	51	4,07

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 .

At Hr1 a total of three species had more than 100 individuals/m² and two of these were not pollution indicator species. At Hr3 a total of five species had more than 100 individuals/m² and four of these were not pollution indicator species.

Table 8. The dominating taxa with number of individuals per m² at Hr1 and Hr3, Hringsdalur, 2019.

Station	Taxa	Number per 0,2 m ²	Number per m ²	NSI Ecological group *
Hr1	Capitella capitata	212	1060	V
	Ophryotrocha lobifera	87	435	IV
	Mytilus edulis	59	295	IV
Hr3	Capitella capitata	804	4020	V
	Mediomastus fragilis	118	590	IV
	Mammiphitime cosmetandra	111	555	Ik
	Ophryotrocha lobifera	41	205	IV
	Mytilus edulis	37	185	IV

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

5 C-survey Hringsdalur

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). 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 we assign five sampling stations. Depth and position of the stations are given in Table and shown in Figure 3. The stations are placed according to the direction of the main oceanic current direction at 60 m (Helgeland Havbruksstasjon, 2013) which is assigned current for spread of particles under the fish farm.

Table 9. The planned professional program for the C-survey at Hringsdalur, 2019. 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
Hr1	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Hr2	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
Hr3	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
Hr4	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh. Hydrography/O ₂
Hr5	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 Hringsdalur, 2019.

Station	Depth, m	Distance from frame, m	Position	
			N	E
Hr1	68	30	65°44.285	23°46.003
Hr2	67	500	65°44.150	23°45.482
Hr3	67	90	65°44.265	23°45.931
Hr4	69	120	65°44.282	23°46.883
Hr5	63	120	65°44.465	23°46.465

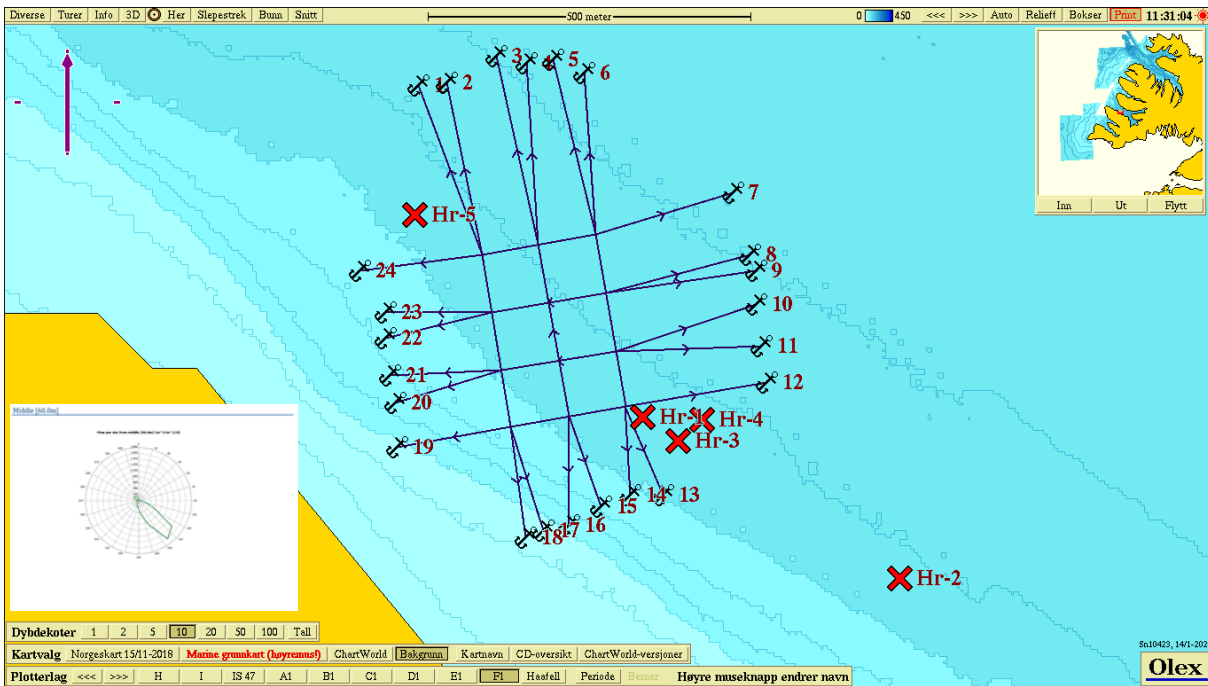


Figure 3. Map showing the sampling stations for the C-survey at Hringsdalur, 2019. Current for spread of particles is measured at 60 m depth.

5.3 Results

5.3.1 Hydrography

At station C4, 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 for the deep station Hr4 in november 2019 is presented in Figure 4.

The temperature was 6 °C from the surface to the bottom and the oxygen conditions good with 92 % saturation in the whole water coloumn.

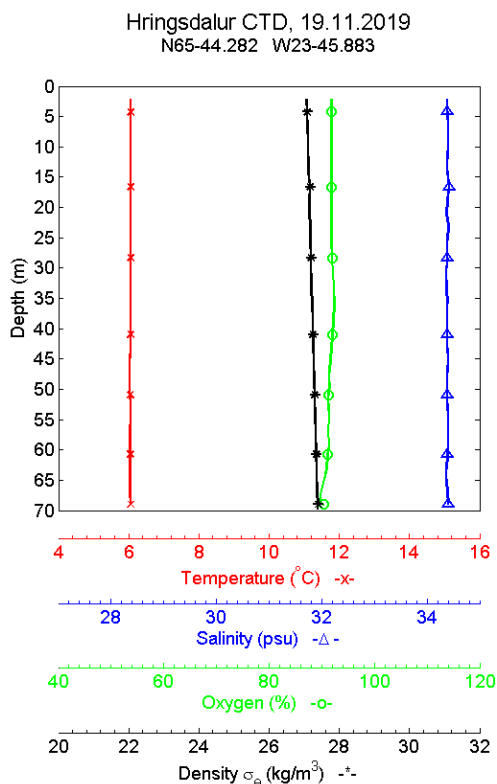


Figure 4. Vertical profiles. Temperature, salinity, density and oxygen at Hr4 at Hringsdalur, 2019.

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 (Pelitt) and pH/Eh in the sediment is presented in Table .

TOM-levels varied from 6.5 to 10.2 %. TN-levels were low (3.3 - 4.6 mg/g) and the same was for the C/N-ratio. TOC was very high at Hr1 and lower at the other stations and nTOC varied from 26.0 to 58.1 mg/g TS (highest at Hr1). The bottom sediments were moderately coarse with pelitt ratio between 32.1 and 46.1 %.

Redox measurements (pH/Eh) gave a grade 0 for all the sampling 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 (pelitt ratio % <0,063 mm) and pH/Eh. Hringsdalur, 2019.

St.	Sediment description	TOM	TOC	nTOC*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
Hr1	Clay and silt some smell in sample	10,2	46,9	58,1	4,58	10,3	37,6	7.7/ 117
Hr2	Clay and silt	6,5	14,7	26,6	4,15	3,5	33,6	7.8/ 201
Hr3	Clay, silt and sand	7,8	17,7	27,4	3,74	4,7	46,1	7.9/ 163
Hr4	Clay, silt and sand	7,7	17,7	28,7	3,31	5,3	38,6	7.9/ 232
Hr5	Clay and silt	6,9	13,7	26,0	3,40	4,0	32,1	7.7 244

5.3.3 Copper in sediment

The level of copper at station Hr1 (station closest to farm) is presented in Tabell . The concentration was 35,0 mg/kg.

Tabell 12. Sediment analyses. Copper (Cu) in mg/kg TS. C1-station at Hringsdalur, 2019.

St.	Cu
Hr1	35.0

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 . Faunal index nEQR in the table is presented without the density index (DI) in accordance with recommendations from the Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet).

Number of individuals varied from 392 (Hr1) to 1143 (Hr3) and number of species from 11 (Hr1) to 56 (Hr2). Diversity index H' varied from 0.96 to 4.07. The overall index of nEQR varied between 0.262 and 0.642.

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 Hr1, Hr3 and Hr4 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. ES₁₀₀ = Hurlberts diversity index. NQII = overall index (diversity and sensitivity). ISI₂₀₁₂ = sensitivity index. NSI = sensitivity index. J = Pielous evenness index. AMBI = AZTI marine biotic index (part of NQII). nEQR = normalized EQR). C-stations at Hringsdalur, 2019.

St.	No. ind.	No. species	H'	ES ₁₀₀	NQII	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	AMBI	J
Hr1	392	11	0,96	5,6	0,365	5,74	11,45	0,262	4,71	0,34
Hr2	905	56	3,40	20,3	0,702	7,74	20,09	0,637	2,44	0,63
Hr3	1143	18	1,50	7,3	0,373	5,88	8,24	0,284	5,41	0,40
Hr4	523	13	1,39	7,6	0,372	4,82	8,47	0,256	5,30	0,41
Hr5	449	51	4,07	26,3	0,681	7,73	17,64	0,642	2,90	0,78

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 that there are at least 20 species/0,2 m² and that none of these are in numbers more than 65 % of the individuals (Table). The data for number of species and dominating taxa at station C1 is collected from Table and Table .

Table 14. Classification of the environmental status of the soft bottom fauna at station Hr1 at the Hringsdalur site 2019.

Station	Site name	Num. species	Dominating taxa	Environmental condition-NS 9410
Hr1	Hringsdalur	11	Capitella capitata - 54 %	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 Hr1, Hr3 and Hr4 started low (< 10 species with one individual) and stretched out to varying degrees towards higher classes. This might indicate some faunal disturbance at these stations. At the other stations the curves started higher and these did not give any clear indications of the faunal conditions.

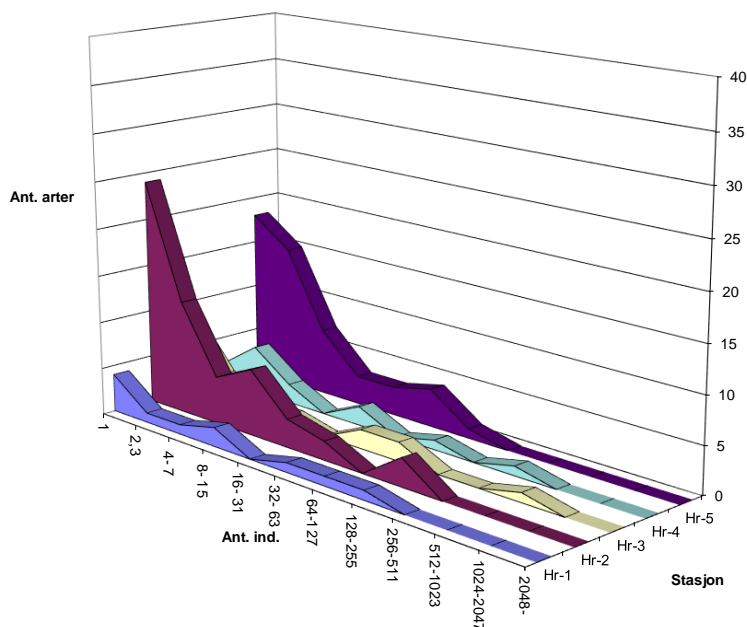


Figure 5. The soft bottom fauna shown as number of species against number of individual's pr. species in geometric classes. Hringsdalur, 2019.

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 stations were divided in two main groups. In one of these, stations Hr2 and Hr5 had 68 % similarity and in the other the stations had more than 66 % similarity. The two groups had only 28 % similarity between each other.

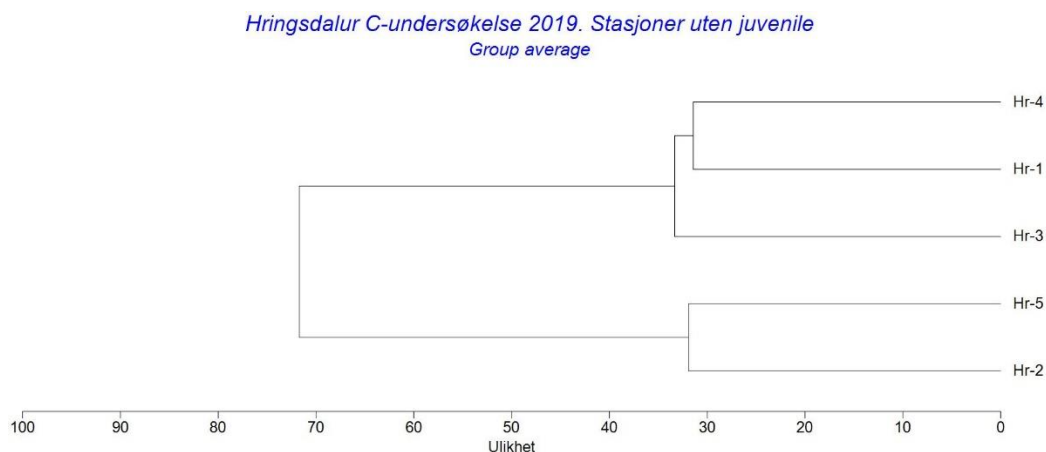


Figure 6. Clusterplott for the soft bottom fauna at the C- sampling stations at Hringsdalur, 2019.

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 .

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 stations Hr1, Hr3 and Hr4 were dominated by the pollution indicator species *Capitella capitata* (polychaete) with between 54 and 74 % of the individuals. The other most dominant species at these stations were a mixture of tolerant and opportunistic species.

At station Hr2, the neutral clam *Ennucula tenuis* dominated the fauna with 27 % of the individuals. The other most dominant species at the station were also a mixture of neutral, tolerant and opportunistic species together with the pollution indicator species *C. capitata*.

At station Hr5, the clam *Axinopsida orbiculata* (without known EG) dominated the fauna with 21 % of the individuals. The other most dominant species at the station were also 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. Hringsdalur, 2019.

Hr1	Numb.	Cum.	EG	Hr2	Numb.	Cum.	EG
Capitella capitata	212	54 %	V	Ennucula tenuis	241	27 %	II
Ophryotrocha lobifera	87	76 %	IV	Axinopsida orbiculata	216	50 %	Ik
Mytilus edulis	59	91 %	IV	Ampharete petersenae	151	67 %	Ik
Caprellidae indet.	14	95 %	Ik	Capitella capitata	46	72 %	V
Mediomastus fragilis	10	97 %	IV	Thyasira sarsii	32	76 %	IV
Malacoceros vulgaris	4	98 %	Ik	Mytilus edulis	26	79 %	IV
Mammiphitime cosmetandra	2	99 %	Ik	Chaetozone setosa	25	81 %	IV
Chaetozone setosa	1	99 %	IV	Ampharete borealis	20	84 %	III
Galathowenia oculata	1	99 %	III	Owenia sp.	14	85 %	II
Microphthalmus szcelkowi	1	100 %	Ik	Nuculana pernula	12	86 %	II
Hr3	Numb.	Cum.	EG	Hr4	Numb.	Cum.	EG
Capitella capitata	804	70 %	V	Capitella capitata	385	74 %	V
Mediomastus fragilis	118	81 %	IV	Mytilus edulis	64	86 %	IV
Mammiphitime cosmetandra	111	90 %	Ik	Mediomastus fragilis	24	90 %	IV
Ophryotrocha lobifera	41	94 %	IV	Mammiphitime cosmetandra	23	95 %	Ik
Mytilus edulis	37	97 %	IV	Ophryotrocha lobifera	7	96 %	IV
Caprellidae indet.	12	98 %	Ik	Caprellidae indet.	6	97 %	Ik
Oligochaeta indet.	5	99 %	V	Macoma calcarea	3	98 %	IV
Malacoceros vulgaris	3	99 %	Ik	Thyasira sarsii	3	98 %	IV
Arenicola marina	2	99 %	Ik	Eteone flava/longa	2	99 %	Ik
Pholoe baltica	2	99 %	III	Pholoe baltica	2	99 %	III
Hr5	Numb.	Cum.	EG				
Axinopsida orbiculata	96	21 %	Ik				
Capitella capitata	58	34 %	V				
Chaetozone setosa	42	44 %	IV				
Owenia sp.	40	53 %	II				
Ennucula tenuis	32	60 %	II				
Caprellidae indet.	24	65 %	Ik				
Ampharete petersenae	21	70 %	Ik				
Thyasira sarsii	18	74 %	IV				
Nuculana pernula	11	76 %	II				
Abra nitida	9	78 %	III				

*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 monitoring (type C) at Hringsdalur in November 2019, can be summarized as follows:

- The hydrography measurement showed good oxygen conditions with 92 % oxygen saturation throughout the water column.
- TOC was very high at Hr1 and lower at the other stations and nTOC varied from 26.0 to 58.1 mg/g TS (highest at Hr1). TN-levels were low (3.3 - 4.6 mg/g) and the same was for the C/N-ratio. The copper level in the sediment at Hr1 was 35.0 mg/kg but well within reported natural levels in Icelandic coastal areas (Egilsson *et al.* 1999). The

bottom sediments were moderately coarse with pellitt ratio between 32.1 and 46.1 %. The redox measurements (pH/Eh) gave points 0 acc. Appendix D in NS 9410:2016 for all the stations.

- Number of individuals ranged from 392 (Hr1) to 1143 (Hr3) and the number of species from 11 (Hr1) to 56 (Hr2). The diversity index H' ranged from 0.96 to 4.1. At Hr1, Hr3 and Hr4 this index was 1.5 or lower. At Hr1, Hr3 and Hr4, the overall index of nEQR was lower than 0.3, which indicates disturbance. At the two other stations it was above 0.6.

5.4.2 Conclusion

The results from the monitoring at the farming site Hringsdalur in November 2019 showed that the sediment had high level of organic carbon at Hr1 and lower levels at the other stations. The copper level at Hr1 was 35.0 mg/kg which is within natural levels reported for bottom sediment around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The fauna is considered as disturbed at Hr1, Hr3 and Hr4 with diversity index $H' \leq 1.5$ and the faunal index nEQR below 0.3. At the two other stations H' were above 3.3 and nEQR above 0.6. NS 9410:2016-assessment of the community in the local impact zone (Hr1) showed environmental condition 2 (Good). The pollution indicator species *Capitella capitata* was the most dominant species at Hr1, Hr3 and Hr4 and among the top-10 dominants at the two other stations. 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 92 % in the bottom water and throughout the water column towards the surface.

5.4.3 Environmental trend since the last C- survey

A C-survey was carried out at the location in 2018 (Gunnarson & Mannvik, 2019). The station positions are different between these two surveys and, therefore, only a general comparison of the results had been carried out.

The TOC levels have increased in the sediments closest to the cages and are at similar levels further out. The copper level at Hr1 is lower in 2019 than that recorded in 2018. The faunal disturbance seem to have increased in the vicinity of the cages where the pollution indicator species *Capitella capitata* is the most dominant species at three stations in 2019.

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.
- Helgeland Havbruksstasjon AS. 2013. Current investigation. Hringsdalur. In VesturBarðastranarsýsla County. November 2013. Unnið fyrir Arnarlax Hf.
- 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.
- Gunnarson, S. og Mannvik, H.-P., 2018. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur, 2018. APN-rapport 9187.01.
- Gunnarson, S. og Velvin, R., 2018. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur, 2017. APN-rapport 60320.01.
- 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 vekttap etter forbrenning ved 495 °C. Vekttapet i prosent etter forbrenning ble beregnet. Reproduerbarheten av TOM-analysene er sjekket i opparbeidingsperioden ved å bruke et 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, partiklernes 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 forensningsundersøkelser 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/forurensing. Det har vist seg at denne metoden tidlig gir utslag ved miljøforstyrrelse. Ved sterk forurensning blir det bare noen få, men ofte svært tallrike arter tilbake. Log-

normalfordelingskurven vil da ofte gjenoppstå, men med en lavere topp og spredt over flere klasser enn for uforstyrrede samfunn.

Faunaens fordelingsmønster

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

Analysene i denne undersøkelsen ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5. Inngangsdata er individantall pr. art, pr. prøve. 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 Hringsdalur, 2019:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	Hr-1	Hr-2	Hr-3	Hr-4	Hr-5
no. ind.	3412	392	905	1143	523	449
no. spe.	75	11	56	18	13	51

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	Hr-1_01	Hr-1_02	Hr-2_01	Hr-2_02	Hr-3_01	Hr-3_02	Hr-4_01	Hr-4_02	Hr-5_01	Hr-5_02
no. ind.	3412	89	303	411	494	482	661	177	346	241	208
no. spe.	75	4	10	37	46	14	13	10	11	34	41
Shannon-Wiener:		0,5	1,4	3,2	3,6	1,4	1,6	1,3	1,5	4,0	4,1
Pielou		0,24	0,43	0,62	0,64	0,36	0,44	0,39	0,43	0,79	0,77
ES100		4	7	19	21	8	7	8	8	24	29
SN		0,92	1,32	2,01	2,10	1,45	1,37	1,40	1,36	2,07	2,22
ISI-2012		6,48	5,00	7,84	7,65	6,79	4,97	4,50	5,13	7,81	7,65
AMBI		4,298	5,123	2,428	2,461	5,498	5,312	5,294	5,296	2,649	3,152
NQI1		0,35	0,37	0,69	0,71	0,37	0,37	0,37	0,37	0,69	0,68
NSI		14,2	8,7	20,4	19,8	8,2	8,3	8,5	8,4	18,5	16,8

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.		Hr-1	Hr-2	Hr-3	Hr-4	Hr-5
Shannon-Wiener:		0,96	3,40	1,50	1,39	4,07
Pielou		0,34	0,63	0,40	0,41	0,78
ES100		5,6	20,3	7,3	7,6	26,3
SN		1,12	2,05	1,41	1,38	2,14
ISI-2012		5,74	7,74	5,88	4,82	7,73
AMBI		4,711	2,445	5,405	5,295	2,901
NQI1		0,36	0,70	0,37	0,37	0,68
NSI		11,45	20,09	8,24	8,47	17,64
Tilstandsklasse nEQR		0,262	0,637	0,284	0,256	0,642

Geometriske klasser

int.	Hr-1	Hr-2	Hr-3	Hr-4	Hr-5
1	4	24	8	2	18
2,3	1	12	3	5	15
4-7	1	5	1	2	7
8-15	2	7	1	0	3
16-31	0	3	0	2	3
32-63	1	2	2	0	4
64-127	1	0	2	1	1
128-255	1	3	0	0	0
256-511	0	0	0	1	0
512-1023	0	0	1	0	0
1024-2047	0	0	0	0	0
2048-	0	0	0	0	0

Artliste

Hringsdalur ASC-C-undersøkelse

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
Stasjonsnr.: Hr-1					
	ANNELIDA				
	Polychaeta	Capitella capitata		212	212
		Chaetozone setosa		1	1
		Galathowenia oculata	1		1
		Malacoceros vulgaris		4	4
		Mammiphitime cosmetandra		2	2
		Mediomastus fragilis		10	10
		Microphthalmus szcelkowi		1	1
		Ophryotrocha lobifera	82	5	87
		Pholoe baltica		1	1
	CRUSTACEA				
	Malacostraca	Caprellidae indet.	5	9	14
	MOLLUSCA				
	Bivalvia	Mytilus edulis	1	58	59
		Maks:	82	212	212
		Antall:	4	10	11
		Sum:			392
Stasjonsnr.: Hr-2					
	PLATYHELMINTHES				
		Platyhelminthes indet.		1	1
	NEMERTINI				
		Nemertea indet.		1	1
	PRIAPULIDA				
		Priapulid caudatus		1	1
	ANNELIDA				
	Polychaeta	Ampharete borealis	10	10	20
		Ampharete finmarchica	1		1
		Ampharete petersenae	60	91	151
		Brada villosa		1	1
		Capitella capitata	15	31	46
		Chaetozone setosa	11	14	25
		Cistenides hyperborea		2	2
		Eteone barbata		1	1
		Eteone flava/longa	3		3
		Euchone papillosa	1	2	3
		Euchone sp.		1	1
		Flabelligera infundibularis	1		1
		Galathowenia oculata		2	2
		Lagis koreni	2	1	3
		Levinsenia gracilis	1	1	2
		Malacoceros vulgaris	1		1
		Maldane arctica		1	1
		Mammiphitime cosmetandra	1	2	3
		Mediomastus fragilis	4	3	7
		Nephtys ciliata		1	1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
		Owenia sp.	6	8	14	
		Parougia eliasoni	1		1	
		Pholoe assimilis	1	2	3	
		Pholoe baltica		2	2	
		Phyllodoce maculata	1	1	2	
		Praxillella sp.	1		1	
		Prionospio steenstrupi	1	7	8	
		Scalibregma inflatum		1	1	
		Spio limicola	1		1	
		Syllis cornuta	1		1	
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Asellota indet.	1	1	2	
		Caprellidae indet.	4	4	8	
		Leucon sp.		4	4	
		Lysianassidae indet.	5	6	11	
		Oedicerotidae indet.	2	2	4	
		Paguridae indet.	1		1	
		Paroedicerus lynceus	1		1	
		Phoxocephalus holbolli		1	1	
		Protomedeia fasciata		1	1	
		Westwoodilla caecula		1	1	
MOLLUSCA						
	Prosobranchia					
		Propebela sp.		1	1	
	Opisthobranchia					
		Philine denticulata	5	3	8	
	Bivalvia					
		Abra nitida	3	6	9	
		Arctica islandica		1	1	
		Astarte montagui		1	1	
		Axinopsida orbiculata	116	100	216	
		Ennucula tenuis	115	126	241	
		Macoma calcarea	3	1	4	
		Mytilus edulis	14	12	26	
		Nuculana pernula	3	9	12	
		Thyasira sarsii	10	22	32	
		Thyasiridae indet.	3	2	5	
		Yoldia hyperborea	1	2	3	
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiuroidea indet. juv.		1	1	
			Maks:	116	126	241
			Antall:	37	47	57
			Sum:			906
Stasjonsnr.: Hr-3						
CNIDARIA						
	Anthozoa					
		Actiniaria indet.	1		1	
NEMERTINI						
		Nemertea indet.	1		1	
PRIAPULIDA						
		Priapulida indet.	1		1	
ANNELIDA						
	Polychaeta					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Arenicola marina		2	2
		Aricidea sp.	1		1
		Capitella capitata	376	428	804
		Chaetozone setosa	1		1
		Eteone flava/longa		1	1
		Malacoceros vulgaris	2	1	3
		Mammiphitime cosmetandra	15	96	111
		Mediomastus fragilis	28	90	118
		Ophryotrocha lobifera	26	15	41
		Pholoe baltica	1	1	2
		Syllis cornuta		1	1
	Oligochaeta	Oligochaeta indet.	2	3	5
CRUSTACEA	Malacostraca	Caprellidae indet.	8	4	12
MOLLUSCA	Bivalvia	Mytilus edulis	19	18	37
HEMICHORDATA		Enteropneusta indet.		1	1
		Maks:	376	428	804
		Antall:	14	13	18
		Sum:			1143

Stasjonsnr.: Hr-4

PRIAPULIDA		Priapulida indet.		1	1
ANNELIDA	Polychaeta	Capitella capitata	132	253	385
		Chaetozone setosa	1		1
		Eteone flava/longa	2		2
		Mammiphitime cosmetandra	5	18	23
		Mediomastus fragilis	2	22	24
		Ophryotrocha lobifera		7	7
		Pholoe baltica		2	2
		Scalibregma inflatum	1	1	2
CRUSTACEA	Malacostraca	Caprellidae indet.	1	5	6
MOLLUSCA	Bivalvia	Macoma calcarea	1	2	3
		Mytilus edulis	30	34	64
		Thyasira sarsii	2	1	3
		Maks:	132	253	385
		Antall:	10	11	13
		Sum:			523

Stasjonsnr.: Hr-5

NEMERTINI		Nemertea indet.	3		3
PRIAPULIDA		Priapulida indet.		1	1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
SIPUNCULIDA					
		Sipuncula indet.	1		1
ANNELIDA					
	Polychaeta				
		Ampharete borealis	3		3
		Ampharete petersenae	16	5	21
		Aricidea sp.		1	1
		Capitella capitata	26	32	58
		Chaetozone setosa	21	21	42
		Cistenides hyperborea		1	1
		Cossura longocirrata		1	1
		Eteone flava/longa	4	2	6
		Euchone sp.		1	1
		Galathowenia oculata	3	2	5
		Goniada maculata		2	2
		Lagis koreni	1	1	2
		Leitoscoloplos mammosus		2	2
		Levinsenia gracilis	1	2	3
		Mammiphitime cosmetandra		2	2
		Mediomastus fragilis	1	7	8
		Myriochele malmgreni/olgae	2	1	3
		Nephtys ciliata	1	2	3
		Nephtys pente	1		1
		Owenia sp.	28	12	40
		Parougia eliasoni		1	1
		Phloe assimilis		1	1
		Praxillella gracilis	1	4	5
		Praxillella praetermissa	3	4	7
		Prionospio steenstrupi	2	2	4
		Scalibregma inflatum		1	1
		Spio limicola		1	1
		Syllis cornuta		1	1
	Oligochaeta				
		Oligochaeta indet.		2	2
CRUSTACEA					
	Ostracoda				
		Ostracoda indet.	1		1
	Malacostraca				
		Caprellidae indet.	16	8	24
		Hippomedon sp.	2		2
		Leucon sp.		1	1
		Lysianassidae indet.	4	2	6
		Oedicerotidae indet.	1		1
		Paroediceros lynceus	1	1	2
		Protomedeia fasciata		1	1
MOLLUSCA					
	Prosobranchia				
		Propebela sp.	2		2
	Bivalvia				
		Abra nitida	6	3	9
		Arctica islandica	1		1
		Astarte elliptica		1	1
		Astarte montagui	1	1	2
		Axinopsida orbiculata	50	46	96
		Ennucula tenuis	16	16	32

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Mytilus edulis	2	2	4
		Nuculana pernula	8	3	11
		Thyasira sarsii	10	8	18
		Thyasiridae indet.	2		2
		Maks:	50	46	96
		Antall:	34	41	51
		Sum:			449
				TOTAL:	Maks: 804
					Sum: 3413

Appendix 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser (in norwegian)

61656_kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx_140219



Fram senteret
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: Hringsdalur ASC/C 2019
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Snorri Gunnarsson

Dato: 11.12.2019

Rapport nr.: 61656 - foreløpig rapport
Analyseparameter(e): TOC, TN, TOM, korn, kobber
(emamectin benzoat, deltametrin ikke inkludert)

Kontaktperson: Ingar H Wasbotten

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
61656/Hr-1	Hr-1	Sediment	02.12.2019	Korn, TOM, TOC, TN**, Cu	03.12.19-11.12.19
61656/Hr-2	Hr-2	Sediment	02.12.2019	Korn, TOM, TOC, TN**, 2xCu	03.12.19-11.12.19
61656/Hr-3	Hr-3	Sediment	02.12.2019	Korn, TOM, TOC, TN**	03.12.19-07.12.19
61656/Hr-4	Hr-4	Sediment	02.12.2019	Korn, TOM, TOC, TN**, 2xCu, Emamektin**, deltametrin**	03.12.19-11.12.19
61656/Hr-5	Hr-5	Sediment	02.12.2019	Korn, TOM, TOC, TN**, 2xCu	03.12.19-11.12.19
61656/Cu-ref1	Cu-ref1	Sediment	02.12.2019	2xCu	06.12.19-11.12.19
61656/Cu-ref2	Cu-ref2	Sediment	02.12.2019	2xCu	06.12.19-11.12.19

** Analysen er ikke akkreditert

Følgende analysemetoder er benyttet

Parameter	Metoderreferanse
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 12260:2003. MERK: ved TOC-verdier større enn ca 60 mg/g TS kan TN-resultater bli underestimert
Kobber-Cu / Kadmium-Cd (utført av underlev.)	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120
Emamectin benzoat og deltametrin (utført av underlev.)	§ 64 LFGB L 00.00-115, mod.: 2014-02
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

Resultater

Kundens id.:	TOC mg/g TS	TN mg/g TS	TOM % TS	Pelitt vekt%	>0,063 mm vekt%	Cu* mg/kg TS	Cu* mg/kg TS	N TOC mg/g TS	C/N [#]	Emamectin	
										benzoat*	Deltametrin*
										mg/g TS	mg/g TS
Hr-1	46.9	4.6	10.2	37.6	62.4	35.0	ia	58.1	10.3	ia	ia
Hr-2	14.7	4.1	6.5	33.6	66.4	27.8	30.4	26.6	3.5	ia	ia
Hr-3	17.7	3.7	7.8	46.1	53.9	ia	ia	27.4	4.7	ia	ia
Hr-4	17.7	3.3	7.7	38.6	61.4	31.6	28.0	28.7	5.3		
Hr-5	13.7	3.4	6.9	32.1	67.9	27.3	27.2	26.0	4.0	ia	ia
Cu-ref1	ia	ia	ia	ia	ia	27.5	28.4	-	-	ia	ia
Cu-ref2	ia	ia	ia	ia	ia	27.9	28.9	-	-	ia	ia

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

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

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

ia = ikke analysert

[#] TOC-resultat større enn ca 60 mg/g TS kan gi underestimert TN-resultat og derved gi forhøyet C/N-verdi

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

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

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

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