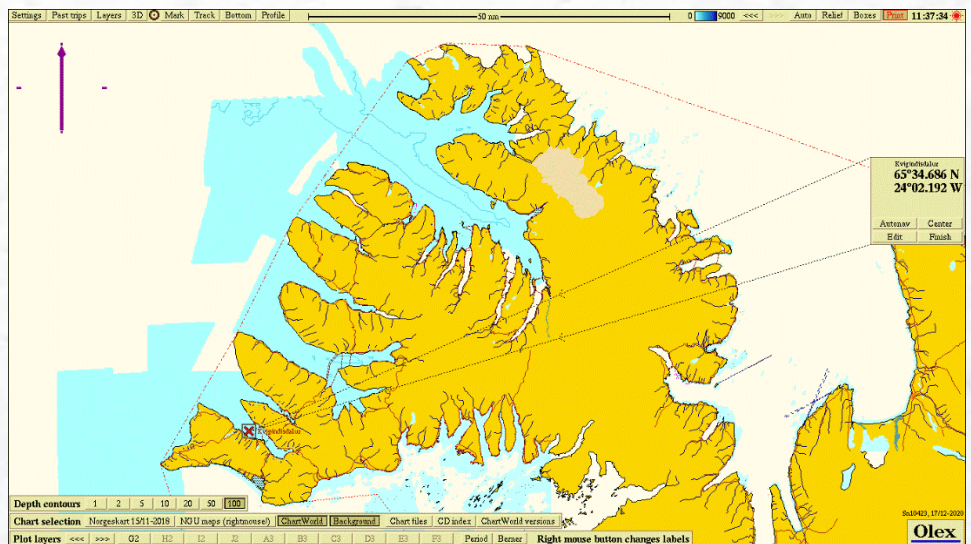


Arctic Sea Farm ASC- and C-survey Kvígingisdalur, 2020



Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

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

www.akvaplan.niva.no

**Report title / Rapporttittel**

Arctic Sea Farm. ASC- and C-survey Kvígindisdalur, 2020.

Author(s) / Forfatter(e)

Hans-Petter Mannvik

Snorri Gunnarsson

Akvaplan-niva report nr / rapport no

62579.01

Date /Dato

04.01.2021

No. of pages / Antall sider

19+ appendix

Distribution / Distribusjon

Through client

Client name/Oppdragsgivernavn

Arctic Sea Farm hf, Aðalstræti 20, 400 Ísafjörður

Client's reference / Oppdragsg. referanse

Steinunn G. Einarsdóttir

Summary / Sammendrag

The results from the monitoring at the farming site Kvígindisdalur in November 2020 showed that the fauna at C1 and C4 may be disturbed (nEQR below 0.4) while at the other stations the fauna was more or less undisturbed (nEQR above 0.5). The NS 9410:2016-assessment of the community in the local impact zone (C1) showed environmental condition 1 (Very good). The pollution indicator, *Capitella capitata*, was the most abundant species at C1, C4 and C5 and the second most dominant at C3. It was not present in the top-10 taxa at C2. TOC was highest at C1 and varied from 36.2 to 47.2 mg/g. The copper level at C1 was 43.0 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 stations. The oxygen saturation in November was good in the whole water column with 94 % in the bottom water.

Project manager / ProsjektlederA blue ink signature of Snorri Gunnarsson.
Snorri Gunnarsson**Quality control / Kvalitetskontroll**

© 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 KVÍGINDISDALUR.....	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 KVÍGINDISDALUR.....	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.....	13
5.3.4 Soft bottom fauna	13
5.4 Summary and conclusions – C-survey	16
5.4.1 Summary.....	16
5.4.2 Conclusion	17
5.4.3 Environmental trend since the last C- survey.....	17
6 REFERENCES	18
7 APPENDIX	19
Appendix 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer (in norwegian).....	19
Appendix 2. Prosedyre for beregning av AZE (in norwegian).....	22
Appendix 3. Bunndyrstatistikk og artslister (in norwegian).....	23
Appendix 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser (in norwegian).....	31

Foreword

Akvaplan-niva carried out type ASC and C environmental surveys at the farming site Kvígindisdalur. The survey was carried out during the maximum biomass period. The survey includes pH/redox measurements (Eh), hydrography, geochemical analyses and analyses of the bottom fauna adjacent to the fish farming site. Results from all stations are included in the ASC survey and the C-survey. This survey was carried out upon request from Arctic Sea Farm.


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 (Polychaeta and Mollusca).
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identification of bottom fauna (Polychaeta).
Stine Hermansen	Akvaplan-niva	Hydrographical vertical profiles.
Kristine H Sperre	Akvaplan-niva	Coordination of sorting of bottom fauna.
Ingar H. Wasbotten	Akvaplan-niva	Coordination of geo-chemical analyses.


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

Accreditation information:

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

 <p>NORSK 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, 04.01.2020


Snorri Gunnarsson

Project leader

1 Summary

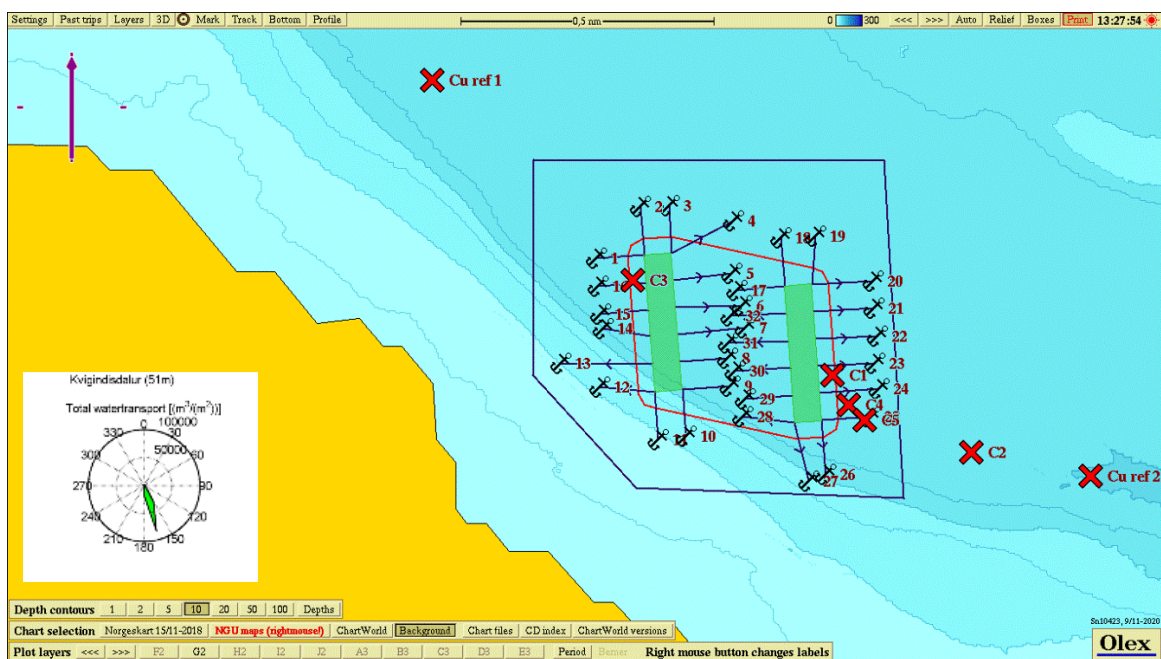
1.1 Summary of the ASC results

Indicator in ASC	ASC demand	Results							Remarks of the sampling
		C1	C2	C3	C4	C5	Cu ref1	Cu ref2	
2.1.1	Redox >0 mV or sulphide level < 1500 microMol/L	356	431	402	356	365	312	425	
2.1.2	"Faunal index score" outside AZE indicates good to very good ecological status Shannon-Wiener > 3 Infaunal Trophic Index ITI ≥ 25	1.62 0.4	3.31 25.7	2.88 10.4	1.70 0.5	3.19 5.0	-	-	
2.1.3	≥ 2 macro faunal taxa within AZE which are not pollution indicators, with more than 100 ind/m ² present	3	-	≥ 9					
4.7.4	Copper level < 34 mg/kg dry sediment	43.0/ -	33.0/ 32.9	-	32.8/ 32.4	34.5/ 27.2	29.3/ 29.6	41.9/ 31.7	
2.1.4	Location specific AZE	See chapter 3.2.							

Conclusions:

The copper levels in the sediments were between 27.2 and 43.0 mg/kg which are within natural levels reported for bottom sediments around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The redox potential (Eh) was positive in all sediments. The amount of emamectinbenzoat at C5 was 760 ng/kg DW. The faunal diversity was highest at stations C2 and C5, with the diversity index H' above 3 and lower at the three other stations. The ITI value was above 25 at C2 and below at the other stations. An evaluation of the faunal community within the AZE (stations C1 and C3), in accordance to the ASC standard, showed that there were three or more species which were not indicator species of pollution, present with 100 or more individuals/m².


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



1.2 Summary of C-results

Information client			
Title :	C-survey Kvigindisdalur, 2020.		
Report nr.	62579.01	Site:	Kvigindisdalur
Site nr.		Map coordinates (construction):	65°34,665 N 24°02,222 V
		Municipal:	Vesturbyggð, Patreksfjörður
MTB-permission:	Site MTB	Operations manager:	Stein Ove Tveiten
Client:	Arctic Sea Farm		

Biomass/production status at time of survey 10.11.2020			
Fish group:	Salmon	Biomass on examination:	4.264
Feed input:	5.850	Produced amount of fish:	4.366
Type/time of survey			
Maximum biomass:	X	Follow up study:	
Fallow (resting period):		New location:	

Results from the C study /NS 9410 (2016) – Main results from soft bottom fauna			
Faunal index nEQR (Veileder 02:2018)		Diversity index H' (Shannon-Wiener)	
Fauna C1 (closest to farm)	0,321	Fauna C1 (closest to farm)	1,62
Fauna C2	0,639	Fauna C2	3,31
Fauna C3	0,541	Fauna C3	2,88
Fauna C4 (deep area)	0,366	Fauna C4 (deep area)	1,70
Fauna C5	0,558	Fauna C5	3,19
Date fieldwork:	10.11.2020	Date of report:	04.01.2021
Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)		nTOC from 36.2 to 47.2 mg/kg Copper 43.0 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 carried out, on behalf of Arctic Sea Farm, ASC- and C-surveys for the site Kvígindisdalur in Patreksfjörður, Iceland (Figure 1). The study was because of Arctic Sea Farm's intention to have the Kvígindisdalur site certified according to the Aquaculture Stewardship Council (ASC) standard. It was simultaneously carried out with an environmental study, in accordance with chapter 5.0 in NS 9410:2016, which outlines the methodology for a C- study. The survey also fulfils the requirements of the Icelandic authorities regarding bottom surveys, referring to the standard ISO 12878 and the demand for environmental bottom surveys according to Vöktunaráætlun.

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

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

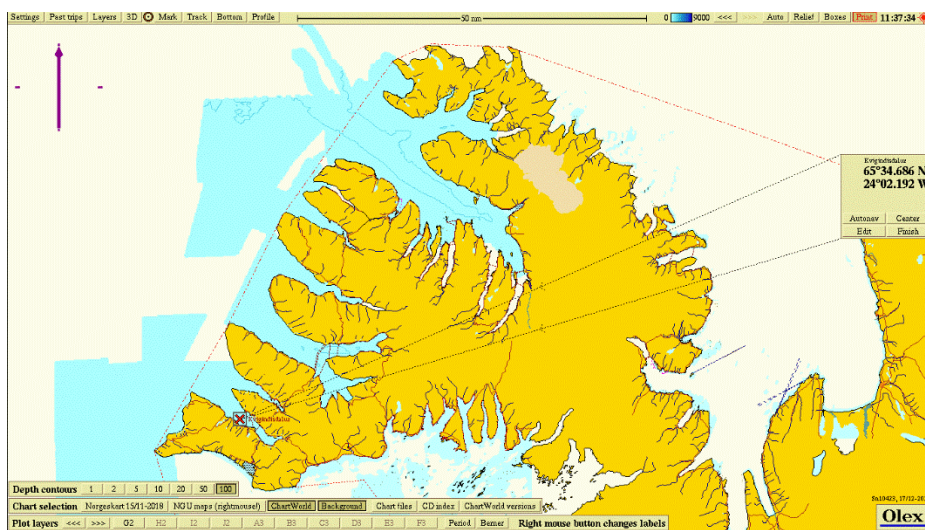


Figure 1. Overview of Vestfirðir Iceland with the farming site Kvígindisdalur (red cross). The map coordinates for the midpoint of the farming site is given at right site of the picture.

2.2 Site operation and feed use

Kvígindisdalur site is coming to an end of the first production cycle and the plant is a frame mooring with a total of ten 160 meter circumference cages in a two frame 1 x 5 configuration. This first production cycle was started in June 2019. The current sampling took place during the period of maximum biomass. The standing biomass on the date of sampling was 4.264 tonnes. The production for the current generation at Kvígindisdalur is shown in Table 1.

Table 1. Production at Kvígindisdalur.

Time fish in sea	Production of salmon (tonnes, round weight).	Feed use (tonnes)
June 2019 (present generation)	4.366	5.850

2.3 Previous surveys

A base line environmental survey of the type B/C (NS 9410) was previously carried out at the Kvígindisdalur site (Velvin and Gunnarsson, 2019) and the present study is the first ASC-survey conducted in combination with a C-survey.

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 Kvígingisdalur, 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. C1, C2, C3, C4 and C5 are also part of the C-survey.

Station	Type analyses/parameters
C1 (local impact zone, inside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
C2 (transect zone, outside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
C3 (transect zone, inside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
C4 (transect zone, deep area, outside AZE)	Quantitative analyses of bottom fauna. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. Hydrography/O ₂ . pH/Eh.
C5 (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 10 November 2020.

3.2 Placement of ASC-stations and AZE

ASC-standard allows that a site specific AZE zone is defined as 30 m from the fish farm (site-specific AZE, see pkt. 2.1.4. in «audit manual»). Based on currents measured at the site, an AZE zone of 60 m from the frame of the fish farm was calculated. The procedure for calculating the AZE zone is given in Appendix 2.

Using the sampling system, described in point 2.1 in the ASC «Audit manual» («Request to allow for sampling at different locations and/or changes in total number of samples»), biological samples from five stations were collected. The placement of the stations was based on the results from oceanic current measurements (distribution current) taken at 51 m depth at the site (APN 62459 unpublished data).

Coordinates, depth and the distance of the stations from the frame of fish farm are 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 Kvígindisdalur, 2020. C1, C2, C3, C4 and C5 are also part of the C-survey.

Station	Depth, m	Distance from frame, m	Position	
			N	W
C1	57	50	65° 34.618	24° 01.760
C2	57	500	65° 34.466	24° 01.098
C3	58	50	65° 34.805	24° 02.712
C4	58	100	65° 34.561	24° 01.684
C5	58	125	65° 34.529	24° 01.607
Cu ref1	58	1000	65° 35.199	24° 03.665
Cu ref2	60	1000	65° 34.420	24° 00.531

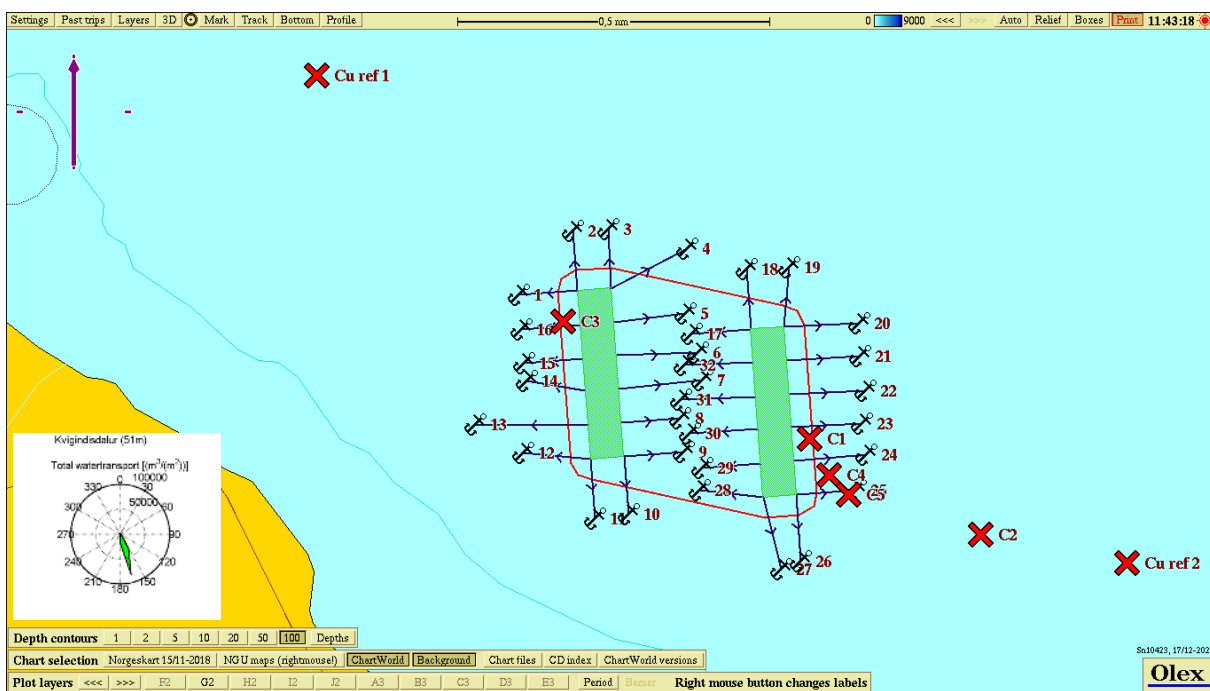


Figure 2. Sampling stations, ASC Kvígindisdalur, 2020. The site specific AZE is indicated with a red line with a distance of 60 m from the frame of the fish farm. The distribution current at the site is measured at 51 m depth.

4 ASC-survey Kvíngisdalur

4.1 Results

4.1.1 Bottom sediment and redox measurements (Eh)

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

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

St.	Description of bottom sediment	Eh
C1	Muddy,sand. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full of sediment.	356
C2	Muddy. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full of sediment.	431
C3	Muddy,sand. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full of sediment.	402
C4	Muddy,sand. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full of sediment.	356
C5	Muddy,sand. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full of sediment.	365
Cu ref1	Muddy,sand. Grab full of sediment.	312
Cu ref2	Muddy,sand. Grab full of sediment.	425

4.1.2 Copper in sediments

The level of copper in the bottom sediments are shown in Table 5. The level of copper varied from 27.2 to 43.0 mg/kg.

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

St.	Cu repl. 1	Cu repl. 2
C1	43.0	-
C2	33.0	32.9
C3	-	-
C4	32.8	32.4
C5	34.5	27.2
Cu ref1	29.3	29.6
Cu ref2	41.9	31.7

4.1.3 Lice treatment substances

At station C5, analyse of the amount of emamectinbenzoat in the sediment were carried out. The result is shown in Table 6. The amount was 760 ng/kg DW.

Table 6. Emamectinbenzoat (ng/kg DW) in sediment at C5, Kvíngisdalur 2020.

St.	Emamectinbenzoat
C4	760

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 values (H') for bottom fauna communities are presented in Table 7.

St.	Number individuals	Number species	H'	ITI
C1	1051	22	1,62	0,4
C2	1370	44	3,31	25,7
C3	2546	41	2,88	10,4
C4	960	24	1,70	0,5
C5	753	36	3,19	5,0

Table 7 The number of species and individuals for each of the sampling stations are also given. Other faunal indexes, according to Veileder 02:2018, are given in Appendix 3.

The number of individuals varied from 753 (C5) to 2546 (C3) and number of species from 22 (C1) to 44 (C2). The diversity index H' was below 3 at stations C1, C3 and C4 and above at C2 and C5. The ITI value was above 25 at C2 and below at the other stations.

St.	Number individuals	Number species	H'	ITI
C1	1051	22	1,62	0,4
C2	1370	44	3,31	25,7
C3	2546	41	2,88	10,4
C4	960	24	1,70	0,5
C5	753	36	3,19	5,0

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

4.1.4.2 ASC evaluation of the bottom fauna communities at stations C1 and C3

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

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

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

The species were categorized into ecological groups based on the values of the sensitivity indexes according to Rygg and Norling (2013). The pollution indicators (pollution indicator species) are categorized into ecological group V. Results are presented in Table 8.

At C1 a total of four species had more than 100 individuals/m² and one of these was a pollution indicator species. At C3 more than ten species had more than 100 individuals/m² but again only one of these was a pollution indicator species.

Table 8. The dominating taxa with number of individuals per m² at C1 and C3, Kvígindisdalur, 2020.

Station	Taxa	Number per 0,2 m ²	Number per m ²	NSI Ecological group *
C1	<i>Capitella capitata</i>	669	3345	V
	<i>Ennucula tenuis</i>	261	1305	II
	<i>Microphthalmus szcelkowi</i>	31	155	Ik
	<i>Parougia eliasoni</i>	22	110	Ik
C3	<i>Ennucula tenuis</i>	868	4340	II
	<i>Capitella capitata</i>	771	3855	V
	<i>Galathowenia oculata</i>	207	1035	III
	<i>Lagis koreni</i>	97	485	IV

	<i>Eteone flava/longa</i>	87	435	Ik
	<i>Owenia</i> sp.	61	305	II
	<i>Axinopsida orbiculata</i>	57	285	Ik
	<i>Thyasira sarsii</i>	54	270	IV
	<i>Nuculana pernula</i>	51	255	II
	<i>Abra nitida</i>	42	210	III

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

5 C-survey Kvígingisdalur

5.1 Introduction

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

A classification or threshold values for this type of survey has not been developed by Icelandic officials and it is not strictly possible to apply the classification based on Norwegian threshold values to Icelandic conditions. However we report the results using these indexes with reference to Norwegian threshold values. It should be emphasized though that some of these (such as NSI) are developed according to Norwegian conditions. For further descriptions of these indexes see details in Appendix 1 and Miljødirektoratets Veileder 02:2018.

5.2 Professional program and placement of sampling stations

The professional program follows the descriptions and guidance given in NS 9410:2016 for C-surveys (Table 9). The number of stations was assigned with reference to the sites estimated maximum standing biomass for the current generation. This is 4.264 tonnes (used as MTB here). According to the standard, five stations were sampled. Depth and position of the stations are given in Table 10 and shown in Figure 3. The stations are placed along the direction of the main oceanic current direction (SSE) measured at 51 m (APN 62459 unpublished data). This is assigned as the main current for spread of particles from under the fish farm.

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

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

Table 10. Sampling stations, depth, distance between the nearest frame of the fish farm and coordinates for C-stations at Kvígingisdalur, 2020.

Station	Depth, m	Distance from frame, m	Position	
			N	W
C1	57	50	65° 34.618	24° 01.760
C2	57	500	65° 34.466	24° 01.098
C3	58	50	65° 34.805	24° 02.712
C4	58	100	65° 34.561	24° 01.684
C5	58	125	65° 34.529	24° 01.607

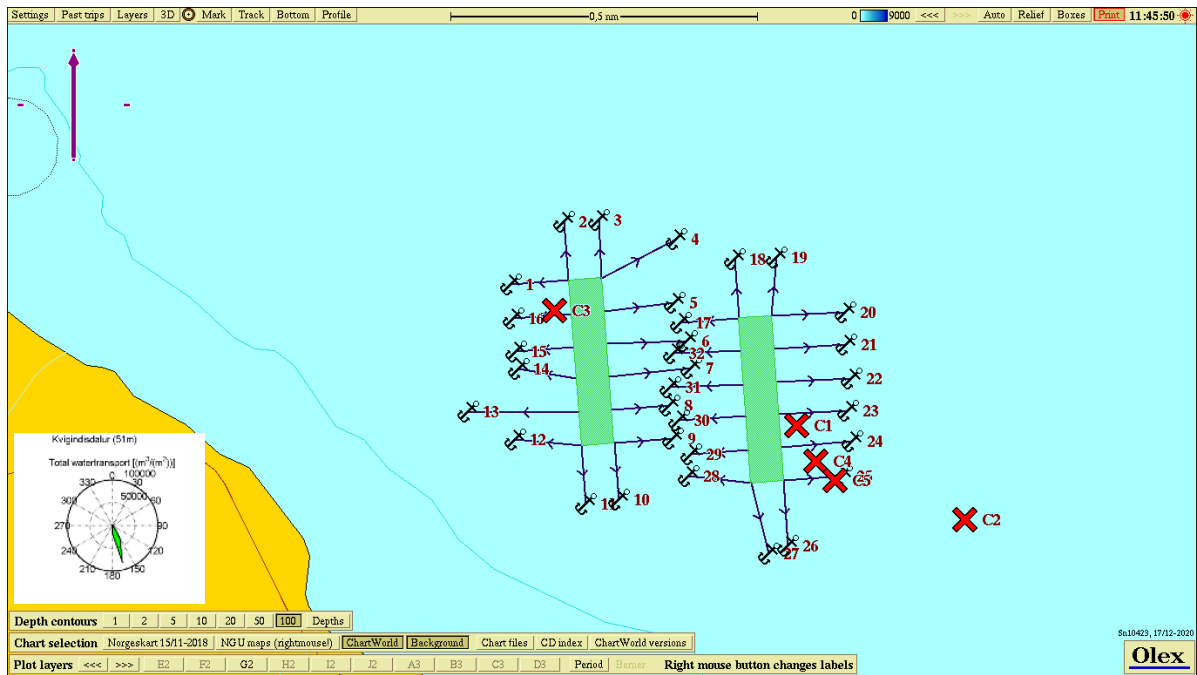


Figure 3. Map showing the sampling stations for the C-survey at Kvígingisdalur, 2020. The current for the spread of particles is measured at 51 m depth (APN 62459 unpublished data).

5.3 Results

5.3.1 Hydrography

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

The hydrographical profile for the deep station C4 in November 2020 is presented in Figure 4. The temperature was 6 °C from the surface to the bottom and the oxygen conditions good with 94 % saturation throughout the whole water column.

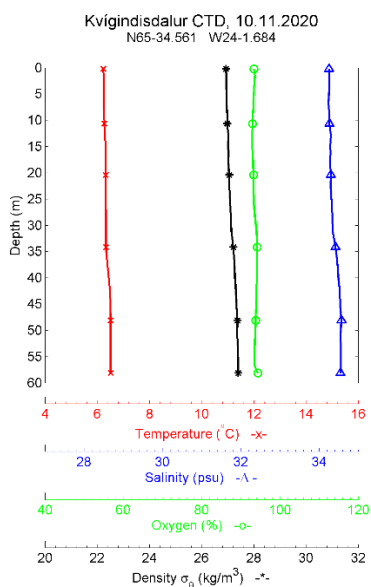


Figure 4. Vertical profiles. Temperature, salinity, density and oxygen at C4 at Kvígingisdalur, 2020.

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

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

TOM-levels varied from 9.9 to 14.0 %. TN-levels were low (1.0 – 5.4 mg/g) while the C/N-ratio was high at stations C3, C4 and C5 but low at the other two stations. TOC was somewhat high at all stations and nTOC varied from 36.2 to 47.2 mg/g DW (with the highest at C1). The bottom sediments were moderately fine with pelite ratio between 52 and 75 %.

Redox measurements (pH/Eh) gave point 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 (pelite ratio % <0,063 mm) and pH/Eh. Kvigindisdalur, 2020.

St.	Sediment description	TOM	TOC	nTOC	TN	C/N	Pelite	pH/Eh
C1	Muddy,sand. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full with sediment.	12.4	42	47.2	4.2	10.0	71	7.7/ 356
C2	Muddy. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full with sediment.	14.0	34	40.3	5.4	6.3	67	7.3/ 431
C3	Muddy,sand. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full with sediment.	9.9	28	36.2	1.0	27.8	52	7.6/ 402
C4	Muddy,sand. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full with sediment.	12.9	32	38.5	1.1	28.9	63	7.7/ 356
C5	Muddy,sand. Some black (dead) algae/plants (made sieving difficult). Grab full with sediment.	13.9	35	39.4	1.6	21.9	75	7.6/ 365

5.3.3 Copper in sediment

The level of copper at station C1 (station closest to the farm) is presented in Table 12. The concentration was 43.0 mg/kg.

Table 12. Sediment analyses. Copper (Cu) in mg/kg DW. C1-station at Kvigindisdalur, 2020.

St.	Cu
C1	43.0

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 13. The faunal index nEQR in the table is presented without the density index (DI) in accordance to recommendations from the Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet).

The number of individuals varied from 753 (C5) to 2546 (C3) and the number of species from 22 (C1) to 44 (C2). The diversity index H' varied from 1.62 (C1) to 3.31 (C2). The overall index of nEQR varied between 0.321 and 0.639.

J (Pielous evenness index) is a measure of how equally individuals are divided between species, and will vary between 0 and 1. A station with low-value has a "crooked" individual distribution between the species, indicating a disturbed bottom faunal community. The index was below 0.5 at C1 and C4 indicating a somewhat uneven distribution. The index was above 0.55 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. NQ_{11} = overall index (diversity and sensitivity). ISI_{2012} = sensitivity index. NSI = sensitivity index. J = Pielous evenness index. $AMBI$ = AZTI marine biotic index (part of NQ_{11}). $nEQR$ = normalized EQR). C-stations at Kvígingisdalur, 2020.

St.	No. ind.	No. species	H'	ES_{100}	NQ_{11}	ISI_{2012}	NSI	$nEQR$	$AMBI$	J
C1	1051	22	1,62	8,37	0,451	5,42	11,40	0,321	4,58	0,41
C2	1370	44	3,31	17,31	0,671	8,07	21,58	0,639	2,39	0,66
C3	2546	41	2,88	15,84	0,594	6,94	17,45	0,541	3,16	0,58
C4	960	24	1,70	9,52	0,487	5,91	12,89	0,366	4,25	0,41
C5	753	36	3,19	18,79	0,612	6,83	16,83	0,558	3,21	0,67

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

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

The soft bottom community was classified to environmental condition 1 "Very 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 greater than 65 % of the individuals (Table 14). The data for the number of species and the dominating taxa at station C1 is collected from Table 13 and Table 15.

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

Station	Site name	Num. species	Dominating taxa	Environmental condition-NS 9410
C1	Kvígingisdalur	22	<i>Capitella capitata</i> – 64 %	1 – Very good

5.3.4.3 Geometric classes

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

The curves at all stations 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.

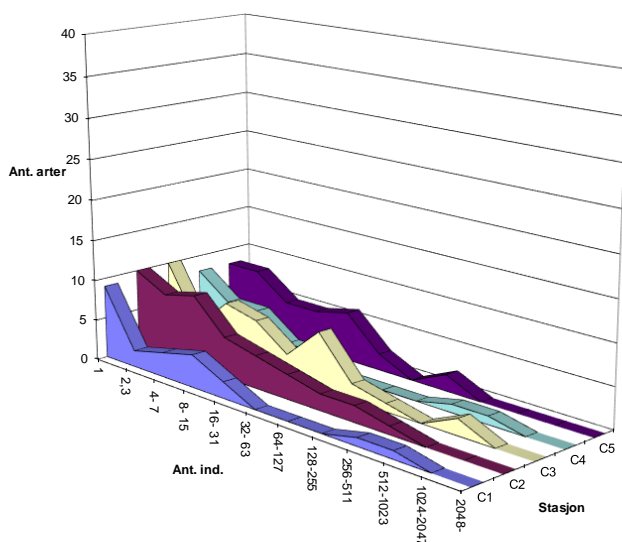


Figure 5. The soft bottom fauna shown as number of species against number of individual's per species in geometric classes. Kvígingisdalur, 2020.

5.3.4.4 Cluster analyses

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

The stations were divided in two main groups. Stations C1 and C4 had 78 % similarity and the other the stations had more than 67 % similarity. The two groups had 56 % similarity between each other.

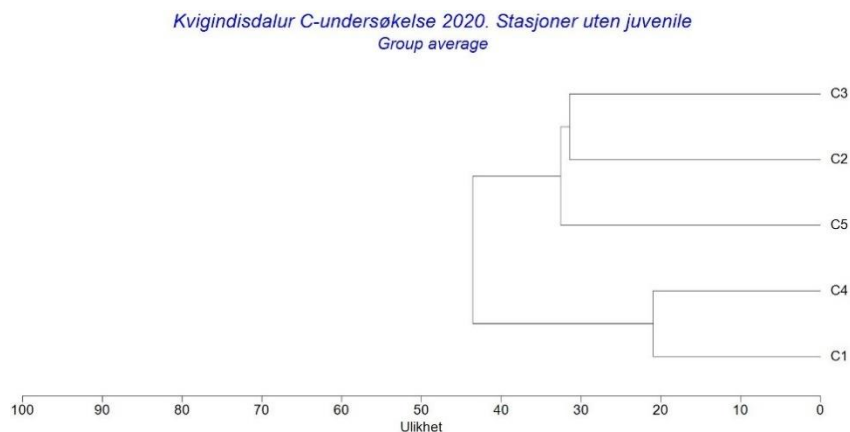


Figure 6. Clusterplott for the soft bottom fauna at the C- sampling stations at Kvigindisdalur, 2020.

5.3.4.5 Species composition

The main features of the species composition from each station are shown as a top ten species list 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 stations C1, C4 and C5 were dominated by the pollution indicator species *Capitella capitata* (polychaete) comprising of between 33 and 64 % of the individuals. The other most dominant species with a known EG were a mixture of neutral, tolerant and opportunistic species.

The fauna at C2 and C3 were dominated by the neutral bivalve *Ennucula tenuis* with 33 and 34 % of the individuals, respectively. The pollution indicator species *C. capitata* is the second most dominant at C3 but not among the top-ten at C2. The other most dominant species with known EG were a mixture of neutral, tolerant and opportunistic species.

The pollution indicator species *Capitella capitata* is among the most dominant at C1, C3, C4 and C5, but not at C2.

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

C1	Numb.	Cum.	EG	C2	Numb.	Cum.	EG
<i>Capitella capitata</i>	669	64 %	V	<i>Ennucula tenuis</i>	451	33 %	II
<i>Ennucula tenuis</i>	261	88 %	II	<i>Galathowenia oculata</i>	232	49 %	III
<i>Microphthalmus szcelkowiei</i>	31	91 %	Ik	<i>Prionospio steenstrupi</i>	132	59 %	II
<i>Parougia eliasoni</i>	22	93 %	Ik	<i>Thyasira sarsii</i>	112	67 %	IV
<i>Thyasira sarsii</i>	13	95 %	IV	<i>Nuculana pernula</i>	73	72 %	II
<i>Eteone flava/longa</i>	11	96 %	Ik	<i>Abra nitida</i>	61	77 %	III
<i>Axinopsida orbiculata</i>	9	97 %	Ik	<i>Lagis koreni</i>	47	80 %	IV
<i>Pholoe baltica</i>	8	97 %	III	<i>Parougia eliasoni</i>	33	83 %	Ik
<i>Mammiphitime cosmetandra</i>	5	98 %	Ik	<i>Sternaspis scutata</i>	31	85 %	Ik
<i>Lagis koreni</i>	4	98 %	IV	<i>Macoma calcarea</i>	27	87 %	IV
C3	Numb.	Cum.	EG	C4	Numb.	Cum.	EG
<i>Ennucula tenuis</i>	868	34 %	II	<i>Capitella capitata</i>	573	60 %	V
<i>Capitella capitata</i>	771	64 %	V	<i>Ennucula tenuis</i>	264	87 %	II
<i>Galathowenia oculata</i>	207	72 %	III	<i>Microphthalmus szcelkowiei</i>	24	89 %	Ik
<i>Lagis koreni</i>	97	76 %	IV	<i>Thyasira sarsii</i>	20	91 %	IV
<i>Eteone flava/longa</i>	87	79 %	Ik	<i>Lagis koreni</i>	15	93 %	IV
<i>Owenia</i> sp.	61	82 %	II	<i>Parougia eliasoni</i>	15	95 %	Ik
<i>Axinopsida orbiculata</i>	57	84 %	Ik	<i>Eteone flava/longa</i>	7	95 %	Ik
<i>Thyasira sarsii</i>	54	86 %	IV	<i>Galathowenia oculata</i>	6	96 %	III
<i>Nuculana pernula</i>	51	88 %	II	<i>Macoma calcarea</i>	6	97 %	IV
<i>Abra nitida</i>	42	90 %	III	<i>Pholoe baltica</i>	6	97 %	III
C5	Numb.	Cum.	EG				
<i>Capitella capitata</i>	249	33 %	V				
<i>Ennucula tenuis</i>	174	56 %	II				
<i>Thyasira sarsii</i>	46	62 %	IV				
<i>Lagis koreni</i>	43	68 %	IV				
<i>Galathowenia oculata</i>	28	71 %	III				
<i>Parougia eliasoni</i>	27	75 %	Ik				
<i>Mammiphitime cosmetandra</i>	22	78 %	Ik				
<i>Nuculana pernula</i>	19	80 %	II				
<i>Macoma calcarea</i>	18	83 %	IV				
<i>Microphthalmus szcelkowiei</i>	16	85 %	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 = unknown group.

5.4 Summary and conclusions – C-survey

5.4.1 Summary

The results from the environmental monitoring (type C) at Kvígindisdalur in November 2020, can be summarized as follows:

- The hydrography measurements showed good oxygen conditions with 94 % oxygen saturation throughout the water column.
- The number of individuals ranged from 753 (C5) to 2546 (C3) and the number of species from 22 (C1) to 44 (C2). The diversity index H' ranged from 1.6 to 3.3. At C1 and C4 this index was 1.7 or lower. At C1 and C4, the overall index of nEQR was lower than 0.4, which might indicate faunal disturbance. At the three other stations it was above 0.5. The pollution indicator species *Capitella capitata* is the most dominant species at C1, C4 and C5 and the second most dominant at C3, but not among the top-10 at C2.

- TOC was highest at C1 and lower at the other stations and nTOC varied from 36.2 to 47.2 mg/g (highest at C1). TN-levels were low (1.0 – 5.4 mg/g) while the C/N-ratio was high at C3, C4 and C5. The copper level in the sediment at C1 was 43.0 mg/kg but well within reported natural levels for Icelandic coastal areas (Egilsson *et al.* 1999). The bottom sediments were moderately fine with pelltite ratio between 52 and 75 %. The redox measurements (pH/Eh) gave points 0 acc. Appendix D in NS 9410:2016 for all the stations.

5.4.2 Conclusion

The results from the monitoring at the farming site Kvigindisdalur in November 2020 showed that the fauna at C1 and C4 might be disturbed (nEQR below 0.4) while more or less undisturbed at the other stations (nEQR above 0.5). The NS 9410:2016-assessment of the community in the local impact zone (C1) showed environmental condition 1 (Very good). The pollution indicator species *Capitella capitata* was the most abundant species at C1, C4 and C5 and the second most dominant at C3 but not present among the top-10 at C2. TOC was highest at C1 and lower at the other stations and nTOC varied from 36.2 to 47.2 mg/g (highest at C1). The level of copper at C1 was 43.0 mg/kg which is within natural levels reported for bottom sediments around Iceland (Egilsson *et al.*, 1999). The redox measurements (pH/Eh) gave points 0 acc. Appendix D in NS 9410:2016 for all the stations. The oxygen saturation in November was good in the whole water column with 94 % in the bottom water.

5.4.3 Environmental trend since the last C- survey

A C-survey was carried out at the location in 2019 (Velvin & Gunnarsson, 2019). The conclusion from that study was: "*The results from pre-survey at the farming site Kvigindisdalur in May 2019 showed that the sediment was somewhat loaded with organic carbon. Copper concentrations were within natural levels identified from bottom sediments around Iceland (Egilsson et al., 1999). No load effect was recorded in the fauna and fauna and the index nEQR showed good conditions and no impact for all stations (> 0.6). The diversity index H' was just below 3 on C5ref and above 3 at all the other stations and ranged from 2,93 (C5ref) to 3,49. NS 9410:2016-assessment of the community in the local impact zone (C1) showed environmental condition 1 (Very good). No pollution indicators were recorded among the top-10 species at any of the stations. The redox measurements (pH/Eh) gave points 0 acc. (Appendix D in NS 9410:2016) for all the sampling stations. The oxygen saturation in May was good in the whole water column with 90 % in the bottom water.*"

The station positions differ in these two surveys and, therefore, only a general comparison of the results has been carried out.

The faunal index H' and nEQR have decreased especially at C1 and C4 since the previous survey. The H' from above 3 in 2019 to below 2 in 2020 and nEQR from above 0.6 to below 0.4. The pollution indicator species *Capitella capitata*, which is the most dominant at C1, C4 and C5 and the second most dominant at C3 in 2020, was not registered among the top-10 species at any stations in 2019. The amount of TOC and Cu in the sediment at C1 has increased since the pre-survey and all these factors might indicate that the fauna has become somewhat disturbed at the locality.

6 References

- Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Standard. Version 1.0 June 2012.
- Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Audit Manual Version 1.0.
- Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Training Manual Final. Version 1.0 – 14 February 2013.
- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. og Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.
- Direktoratgruppen, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018. 139 s.
- Egilsson, D, Ólafsdóttir E. D., Yngvadóttir E., Halldórsdóttir H., Sigurðsson F.H., Jónsson G.S., Jensson H., Gunnarsson K., Þráinsson S.A., Stefánsson A., Indriðason H.D., Hjartarson H., Torlaciús J., Ólafsdóttir K., Gíslason S.R. og Svavarsson J. (1999). Mælingar á mengandi efnum á og við Ísland. Niðurstöður vöktunarmælinga. Starfshópur um mengunarmælingar. Mars 1999, 138 s.
- ISO 5667-19:2004. Guidance on sampling of marine sediments.
- ISO 16665:2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- NS 9410, 2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- Rygg, B. & K. Norling, 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.
- Spread current measurement Kvígindisdalur fish farming site 2020, APN 62459 (unpublished data).
- Velvin, R. & S. Gunnarsson, 2019. Arctic Sea Farm. Pre survey (type C) Kvígindisdalur, 2019. APN report 61207.01.

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 artsclasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-10)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (fra Veileder 02:2018).

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

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

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

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

Referanser

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

Aquaculture Stewardship Council. ASC Salmon Audit Manual Version 1.0.

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

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

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

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

ISO 16665, 2005. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.

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

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

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

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

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

Beregning av "site specific" AZE:

På grunn av påvirkning fra strøm og vind og lange fortøyningslinjer er oppdrettsanlegg på svai. En må derfor regne med at fôrpartikler og fiskeavføring vil havne på bunnen i det området der anlegget befinner seg på svai. En AZE må inkludere dette område. Svaien legges til 20 % av dybde, f.eks. for et anlegg med størst dybde på 100 m legges det inn en mulig svai på 20 m i hver retning. Tallet er tidligere brukt av Fiskeridirektoratet ved kontroll av anleggets koordinater. Det stemmer også overens med oppgitt strekk (inntil 10 %) og 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 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 Kvigindisdalur, 2020:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	C1	C2	C3	C4	C5
no. ind.	6680	1051	1370	2546	960	753
no. spe.	60	22	44	41	24	36

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02	C4_01	C4_02	C5_01	C5_02
no. ind.	6680	697	354	587	783	1436	1110	531	429	477	276
no. spe.	60	17	15	28	38	28	33	16	20	28	27
Shannon-Wiener:		1,5	1,7	2,9	3,7	2,2	3,5	1,4	2,0	2,7	3,7
Pielou		0,38	0,44	0,60	0,71	0,47	0,70	0,35	0,47	0,57	0,77
ES100		8	9	14	21	12	19	8	11	17	21
SN		1,51	1,53	1,80	1,92	1,68	1,80	1,51	1,66	1,83	1,91
ISI-2012		5,32	5,52	8,72	7,41	7,06	6,82	5,07	6,75	7,03	6,64
AMBI		4,359	4,794	2,411	2,378	3,668	2,66	5,006	3,492	4,162	2,253
NQI1		0,47	0,44	0,66	0,68	0,55	0,64	0,42	0,55	0,54	0,69
NSI		12,7	10,1	21,5	21,6	15,0	19,9	9,9	15,9	13,7	20,0

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.	C1	C2	C3	C4	C5
Shannon-Wiener:	1,62	3,31	2,88	1,70	3,19
Pielou	0,41	0,66	0,58	0,41	0,67
ES100	8,4	17,3	15,8	9,5	18,8
SN	1,52	1,86	1,74	1,59	1,87
ISI-2012	5,42	8,07	6,94	5,91	6,83
AMBI	4,577	2,395	3,164	4,249	3,208
NQI1	0,45	0,67	0,59	0,49	0,61
NSI	11,40	21,58	17,45	12,89	16,83
Tilstandsklasse nEQR	0,321	0,639	0,541	0,366	0,558

Geometriske klasser

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

Artliste

Kvigindisdalur ASC-C-

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
Stasjonsnr.: C1					
	NEMERTINI				
		Nemertea indet.	1		1
	ANNELIDA				
	Polychaeta				
		Capitella capitata	429	240	669
		Chaetozone setosa		1	1
		Eteone flava/longa	8	3	11
		Galathowenia oculata	2	1	3
		Lagis koreni	4		4
		Mammiphitime cosmetandra	1	4	5
		Mediomastus fragilis		1	1
		Microphthalmus szcelkowi	7	24	31
		Parougia eliasoni	4	18	22
		Pholoe baltica	6	2	8
		Syllis cornuta		1	1
		Syllis sp.		1	1
	MOLLUSCA				
	Prosobranchia				
		Euspira pallida	1		1
	Bivalvia				
		Abra nitida	2		2
		Axinopsida orbiculata	9		9
		Ennucula tenuis	211	50	261
		Macoma calcarea	1		1
		Mytilus edulis		1	1
		Thyasira sarsii	8	5	13
		Thyasiridae indet.	1		1
		Yoldia hyperborea	2	2	4
	ECHINODERMATA				
	Ophiuroidea				
		Ophiuroidea indet. juv.		1	1
			Maks: 429	240	669
			Antall: 17	16	23
			Sum:		1052
Stasjonsnr.: C2					
	NEMERTINI				
		Nemertea indet.		4	4
	SIPUNCULIDA				
		Sipuncula indet. juv.		1	1
	ANNELIDA				
	Polychaeta				
		Aricidea sp.	2	1	3
		Bylgides sarsi	1		1
		Chaetozone sp.	1		1
		Cossura pygodactylata	2	8	10
		Eteone flava/longa	1	19	20
		Euchone incolor	1	10	11
		Galathowenia oculata	111	121	232
		Gattyana amondseni		1	1
		Lagis koreni	20	27	47

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Maldane sarsi		2	2
		Mammiphitime cosmetandra		2	2
		Mediomastus fragilis		1	1
		Melinna cristata	1		1
		Microphthalmus szcelkowi		15	15
		Nephtys ciliata	2	2	4
		Ophryotrocha sp.		2	2
		Owenia sp.		1	1
		Parougia eliasoni	3	30	33
		Pholoe assimilis		2	2
		Pholoe baltica		6	6
		Praxillella gracilis	1	1	2
		Praxillella praetermissa		5	5
		Prionospio steenstrupi	51	81	132
		Scoloplos armiger		4	4
		Spio limicola	2	7	9
		Sternaspis scutata	20	11	31
		Syllis sp.		2	2
	Oligochaeta	Oligochaeta indet.		1	1
	CRUSTACEA				
	Malacostraca				
		Eudorella sp.	1		1
		Leucon sp.	7	12	19
		Lysianassidae indet.		6	6
		Oedicerotidae indet.	3	1	4
	MOLLUSCA				
	Caudofoveata				
		Caudofoveata indet.		2	2
	Opisthobranchia				
		Retusa obtusa	1		1
	Bivalvia				
		Abra nitida	20	41	61
		Axinopsida orbiculata	10	5	15
		Ennucula tenuis	238	213	451
		Macoma calcarea	1	26	27
		Nuculana pernula	20	53	73
		Nuculana sp. juv.	3		3
		Parvicardium pinnulatum	1		1
		Thyasira sarsii	62	50	112
		Yoldia hyperborea	3	4	7
	ECHINODERMATA				
	Ophiuroidea				
		Ophiocten affinis	1	4	5
		Ophiuroidea indet. juv.	2	6	8
		Maks:	238	213	451
		Antall:	30	40	47
		Sum:			1382
	Stasjonsnr.: C3				
	NEMERTINI				
		Nemertea indet.	8	10	18
	SIPUNCULIDA				
		Golfingia vulgaris	1		1
	ANNELIDA				
	Polychaeta				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Aricidea sp.	1		1
		Capitella capitata	655	116	771
		Chaetozone setosa		1	1
		Chaetozone sp.	2		2
		Cistenides hyperborea	5	9	14
		Eteone flava/longa	39	48	87
		Galathowenia oculata	30	177	207
		Harmothoe sp.		1	1
		Lagis koreni	24	73	97
		Malacoceros vulgaris	1		1
		Maldane sarsi		4	4
		Mammiphitime cosmetandra	6	16	22
		Microphthalmus sczelkowi	4	8	12
		Nephtys ciliata		4	4
		Owenia sp.	22	39	61
		Parougia eliasoni	2		2
		Pholoe assimilis	2	6	8
		Pholoe baltica	2	1	3
		Prionospio steenstrupi		35	35
		Scalibregma inflatum	4	2	6
		Scoloplos armiger		5	5
		Spio limicola		11	11
		Sternaspis scutata		4	4
		Syllis cornuta		1	1
		Syllis sp.		1	1
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Lysianassidae indet.	2	4	6
		Oedicerotidae indet.	1		1
MOLLUSCA					
	Caudofoveata				
		Caudofoveata indet.		4	4
	Bivalvia				
		Abra nitida	12	30	42
		Arctica islandica		8	8
		Axinopsida orbiculata	25	32	57
		Ennucula tenuis	510	358	868
		Macoma calcarea	13	13	26
		Mya sp. juv.	1		1
		Mytilus edulis	1		1
		Nuculana pernula	27	24	51
		Thyasira sarsii	9	45	54
		Thyasiridae indet.	1		1
		Yoldia hyperborea	27	12	39
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea				
		Ophiocten affinis		8	8
		Ophiuroidea indet. juv.		13	13
		Maks:	655	358	868
		Antall:	29	34	43
		Sum:			2560
Stasjonsnr.: C4					
PRIAPULIDA					
		Priapulus caudatus	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
ANNELIDA						
	Polychaeta	Capitella capitata	397	176	573	
		Chaetozone setosa	1		1	
		Cistenides hyperborea		1	1	
		Eteone flava/longa	3	4	7	
		Galathowenia oculata	1	5	6	
		Lagis koreni	4	11	15	
		Malacoceros vulgaris	1		1	
		Mammiphitime cosmetandra	2		2	
		Mediomastus fragilis		1	1	
		Microphthalmus sczelkowi	22	2	24	
		Paramphinome jeffreysii		1	1	
		Parougia eliasoni	7	8	15	
		Pholoe baltica	1	5	6	
		Syllis sp.		1	1	
CRUSTACEA						
	Malacostraca	Leucon sp.		1	1	
		Lysianassidae indet.	1	1	2	
MOLLUSCA						
	Bivalvia	Abra nitida		2	2	
		Axinopsida orbiculata	2	1	3	
		Ennucula tenuis	75	189	264	
		Macoma calcarea	2	4	6	
		Nuculana pernula		4	4	
		Thyasira sarsii	11	9	20	
		Yoldia hyperborea		3	3	
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea	Ophiuroidea indet. juv.	2	1	3	
			Maks:	397	189	573
			Antall:	17	21	25
			Sum:			963
Stasjonsnr.: C5						
NEMERTINI		Nemertea indet.	2	4	6	
PRIAPULIDA		Priapulus caudatus		2	2	
ECHIURIDA		Echiurus echiurus	1		1	
ANNELIDA						
	Polychaeta	Aricidea sp.	4		4	
		Bylgides sarsi		1	1	
		Capitella capitata	241	8	249	
		Chaetozone setosa	1	2	3	
		Cistenides hyperborea		1	1	
		Eteone flava/longa	10	4	14	
		Euchone incolor		2	2	
		Galathowenia oculata	13	15	28	
		Gattyana amondseni		2	2	
		Lagis koreni	29	14	43	

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Malacoceros vulgaris	1		1
		Mammiphitime cosmetandra	10	12	22
		Microphthalmus szcelkowi	1	15	16
		Parougia eliasoni	4	23	27
		Pholoe baltica	6	6	12
		Praxillella praetermissa	3		3
		Prionospio steenstrupi	5	7	12
		Scalibregma inflatum	3	2	5
		Scoloplos armiger		3	3
		Spio limicola		1	1
		Sternaspis scutata		1	1
		Syllis sp.	8		8
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Leucon sp.	2		2
		Lysianassidae indet.	5	1	6
		Oedicerotidae indet.	2		2
MOLLUSCA					
	Prosobranchia				
		Euspira montagui	1		1
	Bivalvia				
		Abra nitida	1	4	5
		Axinopsida orbiculata	1		1
		Ennucula tenuis	90	84	174
		Macoma calcarea	12	6	18
		Nuculana pernula	11	8	19
		Thyasira sarsii	7	39	46
		Yoldia hyperborea	3	9	12
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea				
		Ophiuroidea indet. juv.	1	3	4
		Maks:	241	84	249
		Antall:	29	28	37
		Sum:			757
		TOTAL:			Maks: 868
					Sum: 6714

Appendix 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser (in norwegian)

Kjemirapport C-undersøkelse_251120

Redigert av: OBW



Framsenteret

Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø

Foretaksnr.: NO 937 375 158 MVA

Tel: 77 75 03 00

E-post: kjemi@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT Sedimentprøver


Kunde: Arctic Sea Farm hf
Kunde referanse: Kvigindisdalur ASC C og B undersøkelse max biomass 2020
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Snorri Gunnarsson

Dato: 11.12.2020

Rapport nr.: 62579
Analyseparameter(e): Kom, TOM, TOC, TN, Cu, Enamektin benzoat
Kontaktperson: Oda S. B. 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:

Stasjonene C2 og C4 innehold agglomerater av sediment som ikke ble løst opp under våtsikting.

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

Lab-id.	Kundens id.	Beskaffenhet ved mottak	Mottatt lab	Parametere	Analyse-periode
62579/C1	C1	Frossen	20.11.2020	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	23.11.20 - 30.11.20
62579/C2	C2	Frossen	20.11.2020	Korn, TOM, TOC, TN, 2x Cu	23.11.20 - 30.11.20
62579/C3	C3	Frossen	20.11.2020	Korn, TOM, TOC, TN	23.11.20 - 27.11.20
62579/C4	C4	Frossen	20.11.2020	Korn, TOM, TOC, TN, 2x Cu	23.11.20 - 30.11.20
62579/C5	C5	Frossen	20.11.2020	Korn, TOM, TOC, TN, 2x Cu, EMB	23.11.20 - 02.12.20
62579/Cu ref1	Cu ref1	Frossen	20.11.2020	2x Cu	27.11.20 - 30.11.20
62579/Cu ref2	Cu ref2	Frossen	20.11.2020	2x Cu	27.11.20 - 30.11.20

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. MERK: ved TOC-verdier større enn ca 60 mg/g TS kan TN-resultater bli underestimert
Kobber-Cu (utført av underlev.)	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120
Emamektin benzoat - EMB (utført av NIVA)	Intern metode basert på løsemiddel ekstraksjon før bestemmelse med høyopløslig væskrokromatografi koblet til tandem massespektrosopi (HPLC-MS/MS).

Resultater

	TOC	TN	TOM	Pelitt	> 0,063 mm	Cu*	Cu*	EMB**	N TOC	C/N
Kundens id.:	mg/g TS	mg/g TS	% TS	vekt%	vekt%	mg/kg TS	mg/kg TS	ng/kg TS	mg/g TS	
C1	42	4.2	12.4	71.1	28.9	43.0	ia	ia	47.2	10.0
C2	34	5.4	14.0	66.5	33.5	33.0	32.9	ia	40.3	6.3
C3	28	0.99	9.9	52.2	47.8	ia	ia	ia	36.2	27.8
C4	32	1.1	12.9	62.7	37.3	32.8	32.4	ia	38.5	28.9
C5	35	1.6	13.9	74.6	25.4	34.5	27.2	760	39.4	21.9
Cu refl	ia	ia	ia	ia	ia	29.3	29.6	ia		
Cu ref2	ia	ia	ia	ia	ia	41.9	31.7	ia		

* Analysen er utført av ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekia
 Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

** Ikke-akkreditert analyse utført av Norsk Institutt for Vannforskning - NIVA, Gaustadalléen 21, NO-0349 Oslo.
 EMB = emamektin benzoat

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

ia = ikke analysert