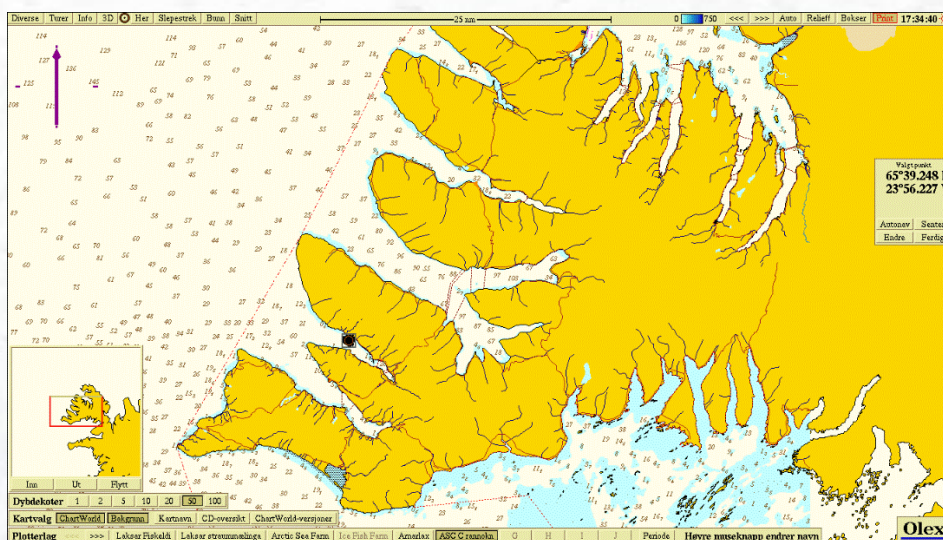


## Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Laugardalur, 2017.





**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

**Rapporttittel / Report title**

Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Laugardalur, 2017.

**Forfatter(e) / Author(s)**Roger Velvin  
Snorri Gunnarson**Akvaplan-niva rapport nr / report no**

9207.01

**Dato / Date**

23.03 2018/

**Antall sider / No. of pages**

20 + vedlegg

**Distribusjon / Distribution**

Gjennom oppdragsgiver

**Oppdragsgiver / Client**Arnarlax hf.  
465 Bildudal,  
Island**Oppdragsg. referanse / Client's reference**

Þóra Dögg Jörundsdóttir

**Sammendrag / Summary**

Resultatene fra C-undersøkelsen på lokalitet Laugardalur i november 2017 viste at sedimentet på C3 og C6 var lite belastet med organisk karbon, C1 og C4 tydelig belastet og de andre stasjonene moderat belastet. Artsmangfoldet var lavt på C1, C2 og C4, og høyere på de øvrige stasjonene. Samlet faunaindeks nEQR viste imidlertid god faunatilstand på C1, C3, C5 og C6, og moderat faunatilstand på C2 og C4. NS 9410 klassifisering av bløtbunnsamfunnene på stasjon C1 og C6 i anleggssonen ga miljøtilstand 1 "Meget god" for begge samfunnene. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant de 10 mest forekommende taksa på noen av stasjonene. Oksygenforholdene var gode i hele vannsøylen i november 2017.

**Prosjektleder / Project manager**

Handwritten signature of Snorri Gunnarson in blue ink.

Snorri Gunnarson

**Kvalitetskontroll / Quality control**

Handwritten signature of Hans-Petter Mannvik in blue ink.

Hans-Petter Mannvik

© 2018 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.



# INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD .....	2
1 OPPSUMMERING .....	3
1.1 Oppsummering av ASC-resultatene .....	3
1.2 Summary of the ASC results .....	4
1.3 Oppsummering av C-resultatene .....	5
1.4 Summary of the C results .....	6
2 INNLEDNING .....	7
2.1 Bakgrunn og formål.....	7
2.2 Drift .....	7
2.3 Tidligere undersøkelser .....	8
3 MATERIALE OG METODE.....	9
3.1 Faglig program .....	9
3.2 Avvik fra faglig program i standard ASC og NS 9410 .....	9
3.3 Valg av ASC-stasjoner og AZE.....	10
4 ASC-UNDERSØKELSE LAUGARDALUR .....	11
4.1 Resultater .....	11
4.1.1 Sedimentbeskrivelser og redoksmålinger (Eh).....	11
4.1.2 Kobber i sedimenter.....	11
4.1.3 Kvantitative bunndyranalyser.....	11
5 C-UNDERSØKELSE LAUGARDALUR .....	13
5.1 Innledning.....	13
5.2 Faglig program og stasjonsutvelgelse.....	13
5.3 Resultater.....	14
5.3.1 Hydrografi .....	14
5.3.2 TOC, TOM, TN, C/N, kornfordeling og pH/Eh.....	15
5.3.3 Kobber .....	15
5.4 Sammenfattende vurderinger – C-undersøkelse.....	18
5.4.1 Sammenfatning .....	18
5.4.2 Konklusjon .....	19
6 REFERANSER.....	20
7 VEDLEGG .....	21
Vedlegg 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer brukt i Norge .....	21
Vedlegg 2. Prosedyre for beregning av AZE .....	24
Vedlegg 3. Bunndyrstatistikk og artslister .....	25
Vedlegg 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser.....	39

# Forord

---

Akvaplan-niva har gjennomført en miljøundersøkelse type ASC og C på lokaliteten Laugardalur. C-undersøkelsen er utført etter i NS 9410:2016. Undersøkelsene har inkludert pH/redoksmålinger (Eh), hydrografi, geokjemiske analyser og karakterisering av bløtbunnsamfunnet ved oppdrettslokaliteten. Resultatene fra alle stasjoner inngår i ASC-undersøkelsen og resultatet fra fem stasjoner inngår i C-undersøkelsen. Oppdragsgiver har vært Arnarlax.


Følgende personer har deltatt:

Snorri Gunnarson	Akvaplan-niva	Feltarbeid, rapport, prosjektleder.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (Varia). Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Andrey Sikorski	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark).
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (bløtdyr).
Thomas Heggem	Akvaplan-niva	Sondegrafikk og kart
Kristine H Sperre	Akvaplan-niva	Koordinering av bunndyrsortering.
Ida Giæver Tveter	Akvaplan-niva	Koordinering av geokjemiske analyser.

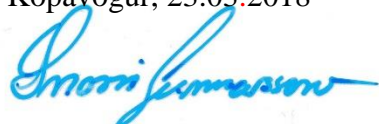
Akvaplan-niva vil takke Arnarlax, Þóra Dögg Jörundsdóttir for godt samarbeid.

## Akkreditert virksomhet:

Undersøkelsen er utført av Akvaplan-niva AS

	<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>
---	--

Kópavogur, 23.03.2018



Snorri Gunnarson

Prosjektleder

# 1 Oppsummering

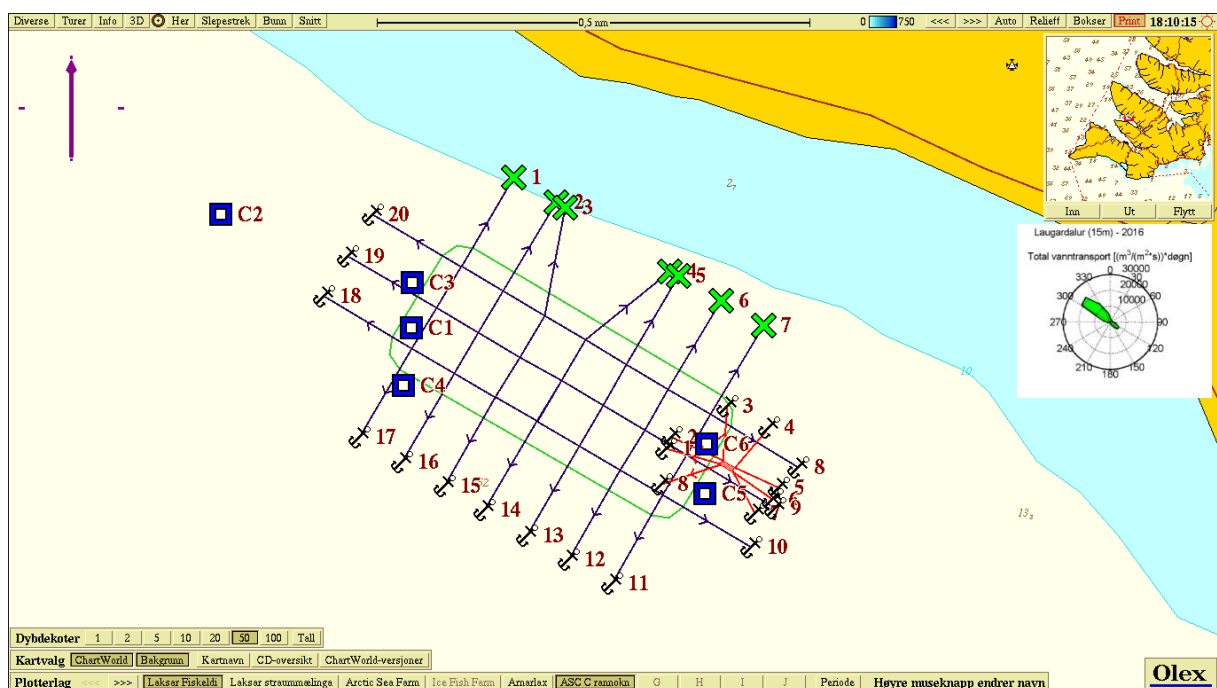
## 1.1 Oppsummering av ASC-resultatene

Indikator i ASC	ASC krav	Kommentarer til prøvetaking					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
2.1.1	Redox >0 mV eller sulphid level < 1500 microMol/L	-44	-52	-32	-40	-36	-29
2.1.2	«Faunal index score» utenfor AZE indikerer god til svært god økologisk status – Shannon-Wiener > 3	2,91	2,62	4,16	2,70	3,34	4,04
2.1.3	>= 2 taksa av makrofauna innenfor AZE som ikke er forurensningsindikatorer, med en tilstedeværelse på over 100 ind/m <sup>2</sup>	5 taksa					> 10 taksa
2.1.4	Lokalspesifikk AZE						

### Konklusjoner:

Redokspotensialene (Eh) var negative i sedimentene. Artsmangfoldet var lavt i bløtbunnsamfunnene fra C1, C2 og C4 med diversitetsindeks  $H' < 3$ , og høyt ( $H' > 3$ ) på C3, C5 og C6. En vurdering av bløtbunnsamfunnene innenfor AZE (C1 og C6) i henhold til ASC-standarden viste at det fantes flere enn to arter som ikke var forurensningsindikator (pollution indicator species) med 100 eller flere individer/m<sup>2</sup>. Det er ikke analysert for kobber i sedimentene (se 3.2).

En oversikt over anlegget med stasjoner og AZE-sone inntegnet (grønn linje) er vist i figuren under.





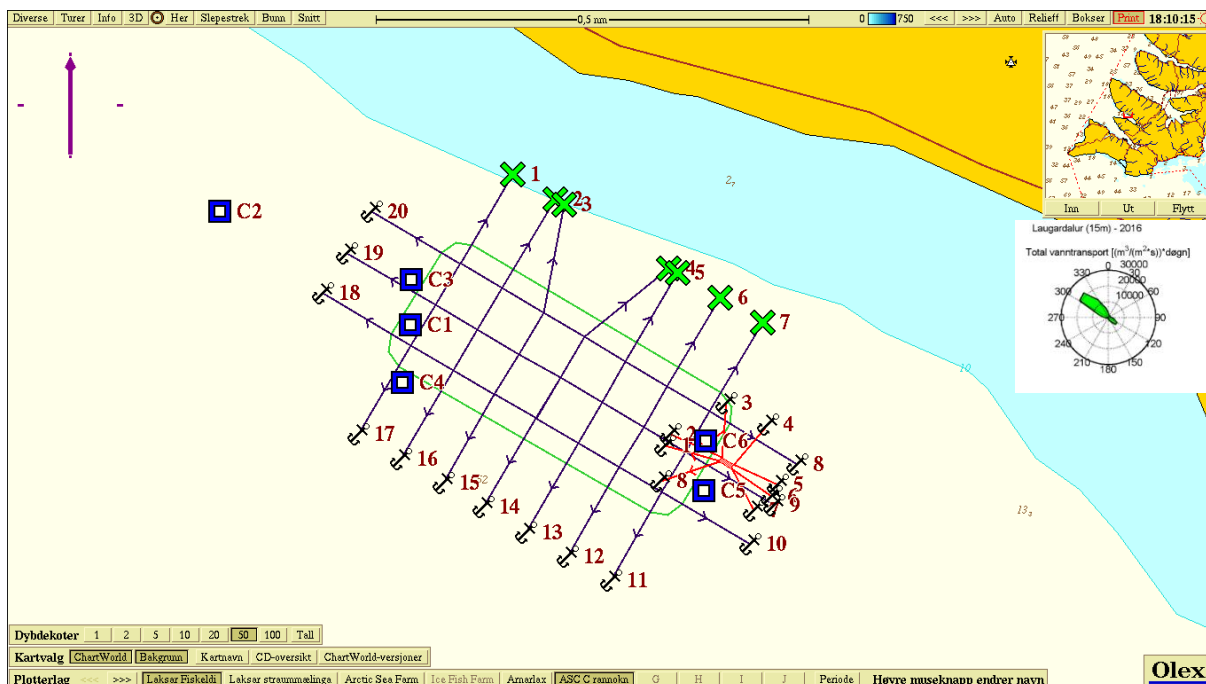
## 1.2 Summary of the ASC results

Indicator in ASC	ASC demand	Remarks of the sampling					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
2.1.1	Redox >0 mV or sulphide level < 1500 microMol/L	-44	-52	-32	-40	-36	-29
2.1.2	«Faunal index score» outside AZE indicates good to very good ecological status – Shannon-Wiener > 3	2,91	2,62	4,16	2,70	3,34	4,04
2.1.3	>= 2 macro faunal taxa within AZE which are not pollution indicators, with more than 100 ind/m <sup>2</sup> present	5 taxa					> 10 taxa
2.1.4	Location specific AZE						

### Conclusions:

The redox potential (Eh) was negative in the sediments. The faunal diversity was low at station C1, C2 and C4 with the diversity index  $H' < 3$ , and high at the other stations ( $H' > 3$ ). An evaluation of the faunal communities within the AZE (stations C1 and C6) in accordance to the ASC standard showed that there were more than two species, which were not pollution indicator species, present with 100 or more individuals/m<sup>2</sup>. Cu-analyses are not included in the survey (see 3.2).

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






## 1.3 Oppsummering av C-resultatene

Informasjon oppdragsgiver			
Tittel :	C-undersøkelse Laugardalur, 2017.		
Rapport nr.	9207.01	Lokalitet:	Laugardalur
Lokalitet nr.		Kartkoordinater (anlegg):	65°39,24 N 23°56,23 V
MTB-tillatelse:	Område MTB	Kontaktperson:	Póra Dögg Jörundsdóttir
Oppdragsgiver:	Arnarlax hf.		


Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato 03.11.2017			
Fiskegruppe:	Laks	Biomasse ved undersøkelse:	3842
Utføret mengde:	4386	Produsert mengde:	3842
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:	X	Oppfølgende undersøkelse:	
Brakklegging:		Ny lokalitet:	

Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR		Diversitetsindeks H' (Shannon Wiener)	
Fauna C1	0,603	Fauna C1	2,91
Fauna C2	0,594	Fauna C2	2,62
Fauna C3	0,679	Fauna C3	4,16
Fauna C4	0,578	Fauna C4	2,70
Fauna C5	0,612	Fauna C5	3,34
Fauna C6	0,674	Fauna C6	4,04
Dato feltarbeid:	01.11.2017	Dato rapport:	03.04.2018
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)			N-TOC fra 21,2 til 46,8 (god til svært dårlig) Eh negativ på alle stasjoner O <sub>2</sub> -forholdene gode i hele vannsøylen.
Ansvarlig feltarbeid:	Snorri Gunnarson	Signatur:	

## 1.4 Summary of the C results

Client information			
Title :	C-Study Laugardalur, 2017.		
Report nr.	9207.01	Location:	Laugardalur
Location nr.		Map coordinates (construction):	65°39.24 N 23° 56.23 W
MTB-permission:	Area production/None	Operations manager:	Þóra Dögg Jörundsdóttir
Client:	Amarlax hf		

Biomass/production status at date of investigation field date 01.11.2017			
Fish group:	Atlantic salmon	Biomass on examination:	3842
Feed input:	4386	Produced quantity:	3842
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maximum biomass	X	Follow up study:	
Fallow:		New location:	

Results from C study /NS 9410 (2016) - Main result soft bottom fauna			
Faunal index nEQR		Diversity index H' (Shannon Wiener)	
Fauna C1	0.603	Fauna C1	2.91
Fauna C2	0.594	Fauna C2	2.62
Fauna C3	0.679	Fauna C3	4.16
Fauna C4	0.578	Fauna C4	2.70
Fauna C5	0.612	Fauna C5	3.34
Fauna C6	0.674	Fauna C6	4.04
Date fieldwork:	01.11.2017	Date of report:	23.03 2018
Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)		N-TOC from 21.2 to 46.8 (good to very bad) Eh negative at all stations O <sub>2</sub> -conditions good throughout the water column.	
Responsible for fieldwork:	Snorri Gunnarson	Signature:	

## 2 Innledning

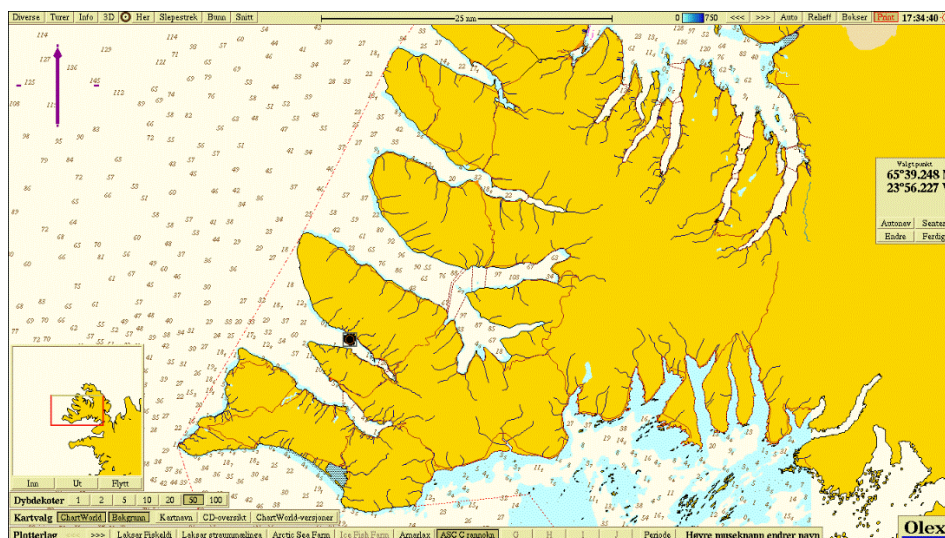
### 2.1 Bakgrunn og formål

Akvaplan-niva har på vegne av Arnarlax gjennomført en ASC-undersøkelse og C-undersøkelse på lokalitet Laugardalur i Tálknafjörður (Figur 1).

Undersøkelsen er utført med bakgrunn i at Arnarlax ønsker å sertifisere lokaliteten Laugardalur i henhold til Aquaculture Stewardship Council (ASC-standarden). Det er samtidig foretatt en miljøundersøkelse iht. kap 5.0 i NS 9410:2016. Denne følger C-metodikk og inngår i lokalitetens forundersøkelse før ny etablering.

Undersøkelsen følger metodikken for miljøundersøkelse beskrevet i ISO 16665:2014, ISO 5667-19:2004 og ASC Salmon Standard. Denne rapporten er utarbeidet for å kunne tilfredsstillere kravene fra Aquaculture Stewardship Council (ASC). Prøvetakingsstasjonene er valgt på bakgrunn av resultater fra tidligere strømmålinger gjennomført på 15 meters dyp i anledning lokalitetsundersøkelser, samt bunntopografisk kartlegging ved bruk av Olex.

Metodene ved prøvetaking og analyser oppfyller også krav stilt i ISO 12878. Undersøkelsen er også utført etter overvåkingsplan (sent til Umhverfisstofnun) for å tilfredsstillere krav i lokalitetstillatelsene fra Islandske myndigheter.



Figur 1. Oversiktskart over Tálknafjörður med plassering av lokaliteten Laugardalur (sort punkt). Koordinater for anleggets område er angitt i bildets høyre kant.

### 2.2 Drift

Anlegget er en rammefortøyning med 2 x 6 bur, totalt 12 merder på 160 meters omkrets. Lokaliteten har vært i drift siden januar 2017 etter at det ble satt ut smolt (G 2016). På undersøkelsestidspunktet var stående biomasse på ca. 3800 tonn laks fordelt på 6 merder (Jörundsdóttir pers. medd). Den nåværende generasjon er den andre i oppdrett på lokaliteten. Tidligere generasjon var i sjøen fra Juni 2013 – vår 2015 (Þórisson, Gallo og Jóhannsdóttir, 2015).

På Island gis ikke MTB-grense på lokalitetsnivå (maksimal tillatt biomasse) slik som i Norge. MTB-grense bestemmer hvor mye levende fisk innehaveren av tillatelsen kan ha stående i sjøen til enhver tid. MTB reguleres på to nivå; lokalitetsnivå og selskapsnivå. Arnarlax via eierskap av Fjarðalax er tildelt en MTB på selskapsnivå de kan produsere i flere anlegg i Tálknafjörður. Plan for biomasse for lokaliteten gjennom driftsperioden er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Planlagt biomasse (kg) ved lokaliteten Laugardalur.

Arnarlax hf	År	Måned	Laugardalur
	2017	Januar	1 804 639
	2017	Februar	1 934 682
	2017	Mars	2 062 014
	2017	April	2 210 173
	2017	Mai	2 448 258
	2017	Juni	2 724 004
	2017	Juli	3 042 528
	2017	August	3 709 179
	2017	September	4 364 221
	2017	Oktober	4 673 865
	2017	November	3 736 697
	2017	Desember	4 006 289
	2018	Januar	4 199 726
	2018	Februar	3 934 324
	2018	Mars	3 181 299
	2018	April	2 321 512
	2018	Mai	1 293 224
	2018	Juni	1 449 090
	2018	Juli	807 449
	2018	August	0

## 2.3 Tidligere undersøkelser

Akvaplan-niva AS har ikke foretatt tidligere miljøundersøkelser i området der anlegget ligger. Oppdragsgiver har fremlagt en bunndyrundersøkelse for lokaliteten Laugardalur med prøvetaking ved utsett (juni 2013) og antatt maks. biomasse (3. september 2014). Prøvene i undersøkelsen rapportert 2015 er derfor tatt ved antatt naturlig tilstand (ved utsett av fisk) og ved maks biomasse. Resultatene fra den forrige generasjon beskriver at påvirkning fra oppdrett på bunndyrfaunaen er noe merkbart like ved og under anlegget (anleggssonen), men mindre merkbart i overgangssonen (Þórisson, Gallo og Jóhannsdóttir, 2015).

## 3 Materiale og metode

### 3.1 Faglig program

Valg av undersøkelsesparametere, stasjonsplasseringer og type innsamlingsprogram for bunnprøvetakinger og andre registreringer er gjort i henhold til ASC-standarden og NS 9410 (C-undersøkelser). En oversikt over planlagt faglig program er gitt i Tabell 2.

For gjennomføring og opparbeiding er gjeldende standarder og kvalitetssikringssystemer benyttet (se Vedlegg 1 og 2).

Tabell 2. Faglig program for ASC- og C-undersøkelsen ved Laugardalur, 2017. TOC = total organisk karbon. Korn = kornfordeling. TOM = total organisk materiale. TN = total nitrogen. pH/Eh = surhetsgrad og redokspotensial. Alle stasjonene inngår også i C-undersøkelsen.

Stasjon	Type undersøkelse
C1 (anleggssone, innenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
C2 (overgangssone, fjernstasjon utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
C3 (overgangssone, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
C4 (overgangssone, dypområdet, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Hydrografi/O <sub>2</sub> . pH/Eh.
C5 (overgangssone, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
C6 (anleggssone, innenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.

Feltarbeidet ble gjennomført 03.11.2017.

### 3.2 Avvik fra faglig program i standard ASC og NS 9410

I tidligere forundersøkelse fra lokalitet Steinanes i Arnafjord (Mannvik og Eriksen, 2018) ble det funnet forhøyede nivåer av kobber i alle undersøkte sedimenter. Ettersom det ikke har vært produksjon ved denne lokaliteten forut for undersøkelsen, og det ikke er kjent til eventuelle andre, menneskeskapte påvirkningskilder eller utslipp i området, antas det at disse resultatene gjengir naturtilstanden i sedimentene ved lokaliteten. Det kan av den grunn virke som at de internasjonale ASC-kravene ikke er tilpasset de naturlige forholdene ved Island, som sannsynligvis er påvirket av den geologiske historien med mye vulkansk aktivitet på øyen.

I en rapport fra 1999 (Egilsson *et al.*, 1999) sammenlignes nivåer av bl. a. kobber fra kysten av Island, vestkysten av Norge og Waddensjøen utenfor Nederland. Nivåene av kobber er oppgitt som hhv. 55, 17 og 22 mg/kg TS, men uten nærmere opplysninger om kornstørrelsen i sedimentet. Det er kjent at de naturlige bakgrunnsnivåene av tungmetaller i stor grad er korrelert med andelen av pelitt (som er sum av fraksjonene silt og leire) i sedimentene. Jo finere sediment jo høyere bakgrunnsnivåer av bl.a. kobber finnes i sedimentet. Dette kan indikere at oppgitt grenseverdi i ASC-standarden ikke egner seg for sedimentforholdene ved Island.

Det samme kan sies om faunaforhold og innhold av organisk materiale i sedimentene og de krav eller grenseverdier som ASC-standarden og NS:9410 setter. I flere tilfeller er det rapportert om at ved naturlig tilstand i bunnprøver tatt i Vestfjordene observeres lavere verdier for diversitetsindekser enn det som er krevet i ASC standard (Þórisson, Jóhannsdóttir og Eiríksson, 2012; Mannvik og Eriksen, 2018).

Med denne bakgrunn og med hensyn til at det ikke er eller blir benyttet kobber i fremtiden på lokaliteten, ble det i foreliggende undersøkelse ikke innsamlet sediment for kobberanalyser på noen av stasjonene.

Det ble heller ikke utført tilstandsklassifisering for de ulike parametere i C-undersøkelsen, basert på norske grenseverdier (se kapt. 5.1). Alle resultater er presentert med verdier og faunaindeksler.

### 3.3 Valg av ASC-stasjoner og AZE

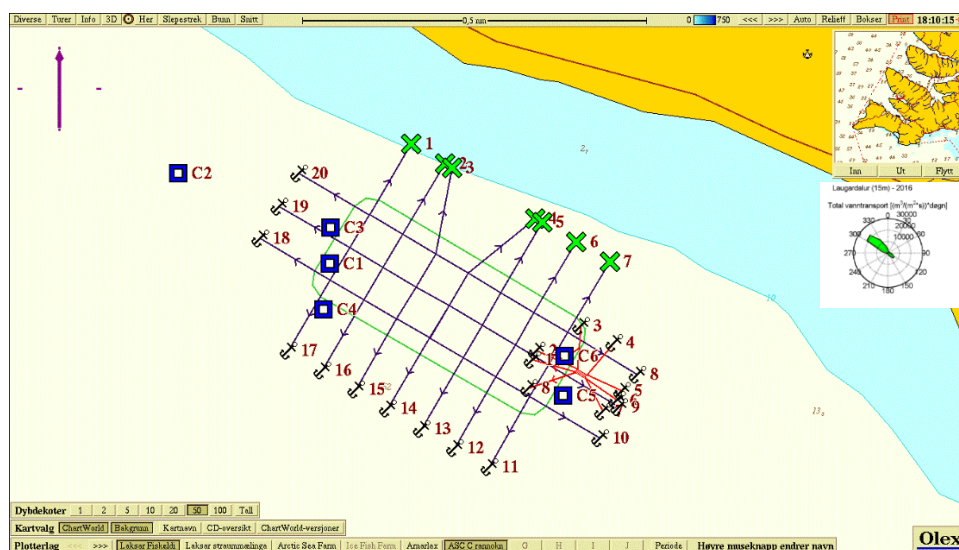
ASC-standarden åpner for at en anleggsspesifikk AZE kan avgrenses til andre avstander enn 30 meter rundt anlegget (site-specific AZE, se pkt. 2.1.4. i «audit manual»). En AZE på 30 m kan av tekniske og fysiske årsaker vanskelig praktiseres på denne lokaliteten. Prosedyre for beregning av lokalitetsspesifikk AZE er vist i Vedlegg 2. Ut fra målt strøm på lokaliteten og dybde under denne, er AZE grense satt til 50 meter for denne lokaliteten.

Med bakgrunn i prøvetakingssystem i punkt 2.1 i ASC «audit manual» («request to allow for sampling at different locations and/or changes in total number of samples») er det brukt seks biologiske prøvetakingsstasjoner.

Stasjonsposisjonene er gjort på bakgrunn av strømmålinger gjennomført av Akvaplan-niva AS på 15 meters dyp ved lokaliteten (Steffensen og Gunnarsson, 2016). Det er spredningsstrøm som skal legges til grunn for stasjonsplasseringer. Siden dette ikke foreligger ennå, er foretatte målinger på 5 og 15 meter vurdert og ansett tilstrekkelig relevante. Selskapet er kjent med at spredningsstrøm må kartlegges for senere undersøkelser og oppfølging. Koordinater, dyp og stasjonsnett for prøvetakingen er vist i Tabell 3 og Figur 2.

Tabell 3. Avstand mellom nærmeste merd og prøvetakingspunkt. Stasjonskoordinater og dyp, ASC-stasjonene ved Laugardalur, 2017. De samme stasjonene inngår også i C-undersøkelsen.

Stasjon	Avstand fra nærmeste merd (m)	Stasjonsdyp (m)	Posisjon
C1	25	55	65° 39.311 N 23° 56.647 V
C2	500	52	65° 39.442 N 23° 57.182 V
C3	75	40	65° 39.363 N 23° 56.646 V
C4	75	53	65° 39.244 N 23° 56.670 V
C5	75	49	65° 39.119 N 23° 55.826 V
C6	25	47	65° 39.177 N 23° 55.820 V



Figur 2. Stasjonskart, ASC Laugardalur, 2017. Grense for AZE inntegnet som grønn linje med avstand på 50 m fra rammen til anlegget. Strøm er målt på 15 meters dyp.

## 4 ASC-undersøkelse Laugardalur

### 4.1 Resultater

#### 4.1.1 Sedimentbeskrivelser og redoksmålinger (Eh)

Tabell 4 viser sedimentbeskrivelsene og resultatene fra redoksmålingene på stasjonene. Eh viste negative verdier på alle stasjonene.

Tabell 4. Sedimentbeskrivelse og redoks-målinger (Eh). ASC-stasjoner Laugardalur, 2017.

St.*	Sedimentbeskrivelse	Eh
C1	Leire, silt, knust skjell. Oliven grønn. Ingen lukt.	-44
C2	Leire, silt. Knust skjell Oliven grønn. Ingen lukt.	-52
C3	Leire, silt. Knust skjell Oliven grønn. Ingen lukt.	-32
C4	Leire, silt. Knust skjell Oliven grønn. Ingen lukt.	-40
C5	Leire, silt. Knust skjell Oliven grønn. Ingen lukt.	-36
C6	Leire, silt. Knust skjell Grå. Ingen lukt.	-29

#### 4.1.2 Kobber i sedimenter

Det ble ikke innsamlet sediment for kobberanalyser på noen av stasjonene (se kapt. 3.2).

#### 4.1.3 Kvantitative bunndyranalyser

##### 4.1.3.1 Artsmangfold – Shannon Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ).

Diversitetsindeksen Shannon-Wiener ( $H'$ ) for bløtbnnsamfunnene er presentert i Tabell 5. Her vises også antall arter og individer på hver av stasjonene. De øvrige faunaindeksene finnes i Vedlegg 3.

Antall individer varierte fra 723 (C5) til 4121 (C3) og antall arter fra 33 (C1) til 88 (C3 og C6). Artsmangfoldet var lavt i bløtbnnsamfunnene fra C1, C2 og C4 med diversitetsindeks  $H' < 3$ , og høyt ( $H' > 3$ ) på C3, C5 og C6.

Tabell 5. Antall arter og individer pr. 0,2 m<sup>2</sup>.  $H'$  = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ASC-stasjoner ved Laugardalur, 2017.

St.*	Individtall	Ant arter	$H'$
C1	732	33	2,91
C2	2105	58	2,62
C3	4121	88	4,16
C4	1512	35	2,70
C5	723	41	3,34
C6	2444	88	4,04

##### 4.1.3.2 ASC vurdering av bunndyrsmiljøet på C1 og C6 innenfor AZE

Under er det gjort en vurdering av hvorvidt bløtbnnsamfunnene på stasjonen innenfor AZE (C1) oppfyller følgende krav fra ASC-standarden:

"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)



I Rygg og Norling (2013) inndeles artene i økologiske grupper basert på verdien av sensitivitetsindeksene. Forurensningsindikatorer (pollution indicator species) er klassifisert i økologisk gruppe V. Resultatet er vist i Tabell 6.

På begge stasjonene var det mer enn to taksa per m<sup>2</sup> som ikke er forurensningsindikator. C1 hadde fem arter og C6 mer enn 10 arter, som tilfredsstilte ASC-kravet.

Tabell 6. Taksa med flere enn 100 individer per m<sup>2</sup> på C1 og C6, Laugardalur, 2017.

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m <sup>2</sup>	Antall per m <sup>2</sup>	NSI Økologisk gruppe*
C1	Ennucula tenuis	242	1210	II
	Galathowenia oculata	170	850	III
	Owenia sp.	113	565	II
	Thyasira sarsii	66	330	IV
	Lagis koreni	37	185	IV
C6	Galathowenia oculata	634	3170	III
	Lagis koreni	478	2390	IV
	Ophiuroidea indet. juv.	200	1000	II
	Macoma calcarea	181	905	IV
	Maldane sarsi	146	730	IV
	Abra nitida	124	620	III
	Rhodine gracilior	76	380	I
	Cistenides hyperborea	71	355	III
	Thyasira gouldi	56	280	IV
	Scoloplos sp.	44	220	ik

\*Økologiske grupper: I = sensitive arter. II = nøytrale arter. III = tolerante arter. IV = opportunistiske arter.

V = forurensningsindikatorer (pollution indicator species). Fra Rygg og Norling, 2013. Ik = ikke kjent økologisk gruppe.

# 5 C-undersøkelse Laugardalur

## 5.1 Innledning

C-undersøkelsen er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget (anleggssonen) og utover i resipienten (fjernsonen). Hoveddelen er en undersøkelse av bunnfaunaen på bløtbunn, som gjennomføres i henhold til ISO 5567-19:2004 og ISO 16665:2014. De obligatoriske parametere som skal undersøkes er gitt i en oversikt i NS 9410:2016.

Det er ikke utviklet klassifiseringsgrenser for denne type undersøkelser ved kysten av Island og klassifisering av sediment- og faunatilstand tilsvarende det som utføres i Norge er derfor ikke utført. Imidlertid er resultater med de samme indeksene som brukes i Norge gitt her, men det gjøres oppmerksom på at noen av disse (f. eks. NSI) er utviklet for norske forhold. For nærmere beskrivelse av indeksene vises det til Vedlegg 3 og Miljødirektoratets Veileder 02:2013.

## 5.2 Faglig program og stasjonsutvelgelse

Det faglige programmet følger anbefalinger gitt i NS 9410:2016 for C-undersøkelser (Tabell 7). Antall stasjoner er gitt med bakgrunn i lokalitetens planlagte produksjon i nåværende generasjon, som var 6000 tonn. Standarden krever da fem stasjoner samt en referansestasjon 1 km unna anlegget, totalt seks C-stasjoner. Stasjonene er plassert i henhold til hovedstrømretning som er målt på 15 meter (Steffensen og Gunnarsson, 2016). Det er spredningsstrøm som skal legges til grunn for stasjonsplasseringer. Siden dette ikke foreligger ennå, er foretatte målinger på 5 og 15 meter vurdert og ansett tilstrekkelig relevante for denne undersøkelsen. Men selskapet er kjent med at spredningsstrøm må kartlegges for senere undersøkelser og oppfølging.

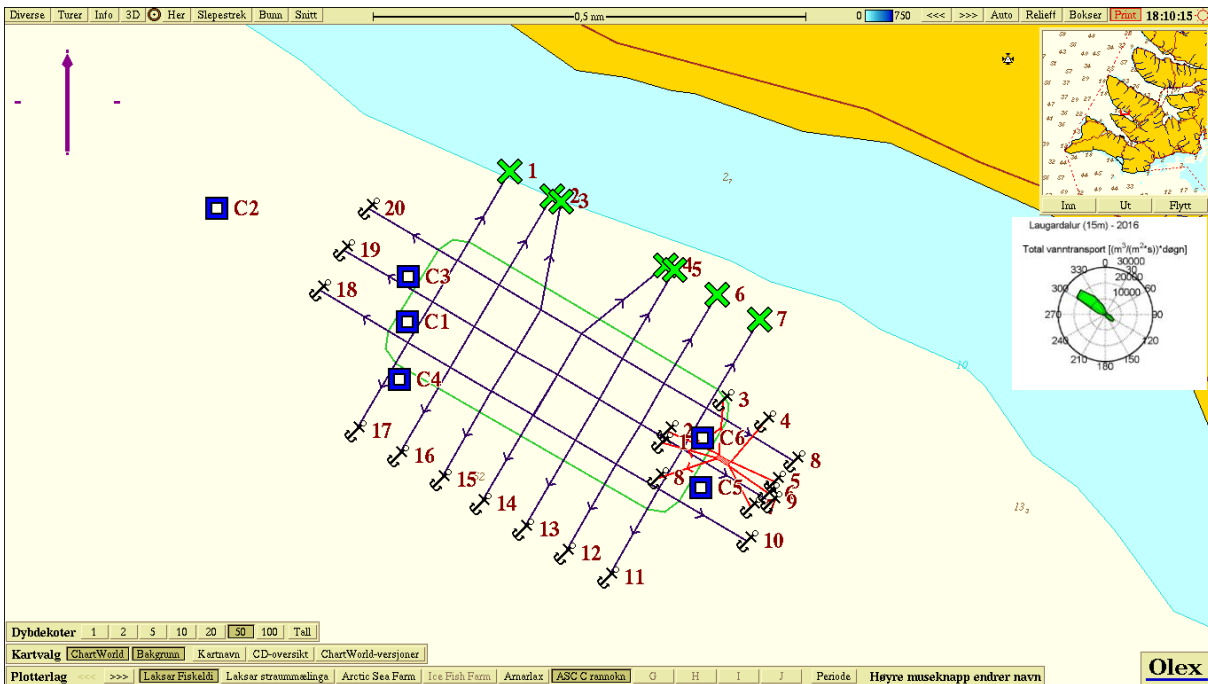
Stasjonsdyp og koordinater er vist i Tabell 8 og stasjonskart Figur 3.

*Tabell 7. Planlagt faglig program for C-undersøkelsen ved Laugardalur, 2017. TOC = total organisk karbon, Korn = kornfordeling, TOM = Totalt organisk materiale, TN = Totalt nitrogen, pH/Eh = surhetsgrad og redokspotensial.*

Stasjon	Type undersøkelse
C1	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
C2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
C3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x. pH/Eh.
C4	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. Hydrografi/O <sub>2</sub> . pH/Eh.
C5	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
C6	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.

*Tabell 8. Stasjonsdyp og -koordinater, C-stasjonene ved Laugardalur, 2017.*

Stasjon	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Dyp (m)	55	52	40	53	49	47
GPS	65° 39.311 N 23° 56.647 V	65° 39.442 N 23° 57.182 V	65° 39.363 N 23° 56.646 V	65° 39.244 N 23° 56.670 V	65° 39.119 N 23° 55.826 V	65° 39.177 N 23° 55.820 V
Avstand til merd (m)	25	500	75	75	75	25



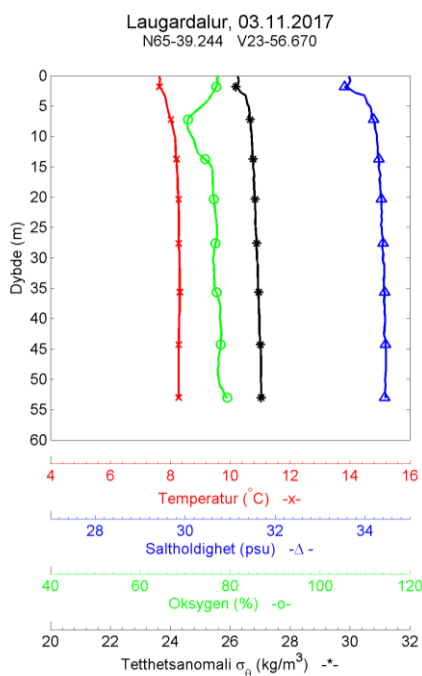
Figur 3. Stasjonskart, C-undersøkelse Laugardalur, 2017. Strøm er målt på 15 m dyp. ASC-Cref = C2.

## 5.3 Resultater

### 5.3.1 Hydrografi

De hydrografiske vertikallprofilene for C4 i november 2017 er vist i Figur 4.

Profilene viser homogene vannforhold uten tydelig sprangsjikt. Temperaturen lå jevnt på 8°C i hele vannsøylen. Saliniteten var i underkant av 34 i overflaten og mellom 34 og 35 ved bunnen. Oksygenmetningen varierte noe rundt 80 % i vannsøylen, som var metningen over bunnen.



Figur 4. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på C4 ved Laugardalur, 2017.

### 5.3.2 TOC, TOM, TN, C/N, kornfordeling og pH/Eh

Nivåer av total organisk materiale (TOM), total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), C/N-forholdet, kornfordeling og pH/Eh i sedimentene er presentert i Tabell 9.

Nivåene av TOM varierte mellom 4,5 (C3) og 13,2 % (C4). Normalisert TOC varierte mellom 21,2 (C6) og 46,8 (C4). TN-nivåene varierte mellom 1,2 (C6) og 7,2 (C4). C/N-forholdene var lave på stasjonene.

De høyeste nivåene av samtlige parametere ble målt på C4 i dypområdet. Sedimentene fra C3 og C6 var lite belastet med organisk karbon. Sedimentene fra C2 og C5 var moderat belastet. Sedimentene fra C1 og C4 var tydelig belastet, og kan karakteriseres som hhv. dårlig og svært dårlig med hensyn til organisk karbon.

Sedimentene var moderat grovkornet til finkornet med pelittandeler mellom 24 % på C3 og 79 % på C4 i dypområdet.

Eh-verdiene var negative i sediment fra alle stasjonene, og pH varierte mellom 7,5 (C6) og 7,9 (C2).

Tabell 9. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N, kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Laugardalur, 2017.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
C1	Leire, silt, knust skjell. Oliven grønn. Ingen lukt.	10,8	29,5	34,6	4,9	6,0	70	7,7 / -44
C2	Leire, silt. Knust skjell Oliven grønn. Ingen lukt.	11,4	26,6	33,0	4,3	6,2	65	7,9 / -52
C3	Leire, silt. Knust skjell Oliven grønn. Ingen lukt.	4,5	11,0	24,7	1,6	6,9	24	7,5 / -32
C4	Leire, silt. Knust skjell Oliven grønn. Ingen lukt.	13,2	43,0	46,8	7,2	6,0	79	7,7 / -40
C5	Leire, silt. Knust skjell Oliven grønn. Ingen lukt.	9,4	21,6	30,5	3,2	6,8	50	7,6 / -36
C6	Leire, silt. Knust skjell Grå. Ingen lukt.	4,6	9,4	21,2	1,2	7,9	35	7,5 / -29

\* Tilstandsklassifisering (SFT - Molvær m.fl., 1997) basert på TOC forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelitt < 0.063 mm) iht. til formelen: Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), hvor F er andel av finstoff (Aure m.fl., 1993).

### 5.3.3 Kobber

Det ble ikke analysert for kobber i sediment fra C1 (se kapt. 3.2).

#### 5.3.3.1 Faunaindeks og økologisk tilstandsklassifisering

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene på C-stasjonene er presentert i Tabell 10. Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet i Norge.

Antall individer varierte fra 723 (C5) til 4121 (C3) og antall arter fra 33 (C1) til 88 (C3 og C6). Artsmangfoldet var lavt i bløtbunnsamfunnene fra C1, C2 og C4 med diversitetsindeks  $H' < 3$ , og høyt ( $H' > 3$ ) på C3, C5 og C6.

Samlet indeks nEQR var over 0,6 på C1, C3, C5 og C6, som kan karakteriseres som god faunatilstand. På C2 og C4 var nEQR hhv. 0,594 og 0,578, som viser moderat belastning i begge faunasamfunnene.

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en "skjev" individfordeling mellom artene, og indikerer at bunndyrsamfunnet er forstyrret. Fordelingen var mest ujevn på C2 med indeks 0,48, og noe høyere på de andre stasjonene med indekser mellom 0,56 og 0,69.

Tabell 10. Antall arter og individer pr. 0,2 m<sup>2</sup>. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES<sub>100</sub> = Hurlberts diversitetsindeks. NQII = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI<sub>2012</sub> = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. AMBI = ømfintlighetsindeks (inngår i NQII). nEQR = normalisert EQR (ekskl. DI). DI = tetthetsindeks. C-stasjoner ved Laugardalur, 2017.

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES <sub>100</sub>	NQII	ISI <sub>2012</sub>	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
C1	732	33	2,91	14,6	0,69	7,40	21,29	0,603	0,49	1,995	0,63
C2	2105	58	2,62	15,2	0,66	8,13	19,99	0,594	0,97	2,768	0,48
C3	4121	88	4,16	23,4	0,72	8,50	20,04	0,679	1,26	2,268	0,69
C4	1512	35	2,70	12,5	0,66	7,59	20,85	0,578	0,81	2,302	0,56
C5	723	41	3,34	18,2	0,67	7,29	20,10	0,612	0,50	2,564	0,68
C6	2444	88	4,04	26,1	0,71	8,35	19,54	0,674	1,04	2,625	0,66

### 5.3.3.2 NS 9410 Vurdering av bunndyrsamfunnet på C1 og C6 i anleggssonen.

I følge NS 9410 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen også baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bunndyrsamfunnet (se kapt. 8.6.2 i NS 9410:2016).

Bløtbunnsamfunnet på begge stasjonene ble klassifisert til miljøtilstand 1 "Meget god". Kriteriet for karakterisering til miljøtilstand 1 er tilstedeværelse av mer enn 20 individer, hvorav ingen skal utgjøre mer enn 65 % av individene (Tabell 11). Data for antall arter og dominerende taksa på anleggssonestasjonene er hentet fra Tabell 10 og Tabell 12.

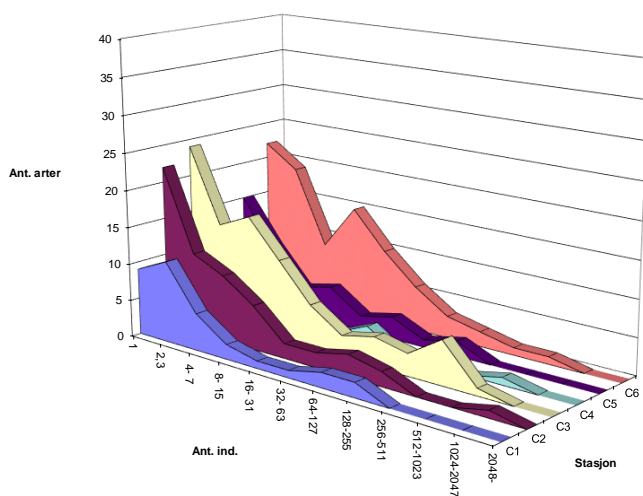
Tabell 11. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet på C1 ved lokaliteten Laugardalur, 2017.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Laugardalur	33	Ennucula tenuis – 33 %	1 Meget god
C6	Laugardalur	88	Galathowenia oculata – 24 %	1 Meget god

### 5.3.3.3 Geometriske klasser

Figur 5 viser antall arter plottet mot antall individer, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser. Det vises til Vedlegg 3 for en forklaring av begrepet geometriske klasser.

Kurvene for C1 og C4 hadde lave startpunkter, men strakk seg relativt kort ut mot høyere klasser. De andre kurvene hadde høyere startpunkter, og strakk seg i varierende grad ut. Kurveforløpene ga ingen klare indikasjoner på faunatilstanden.

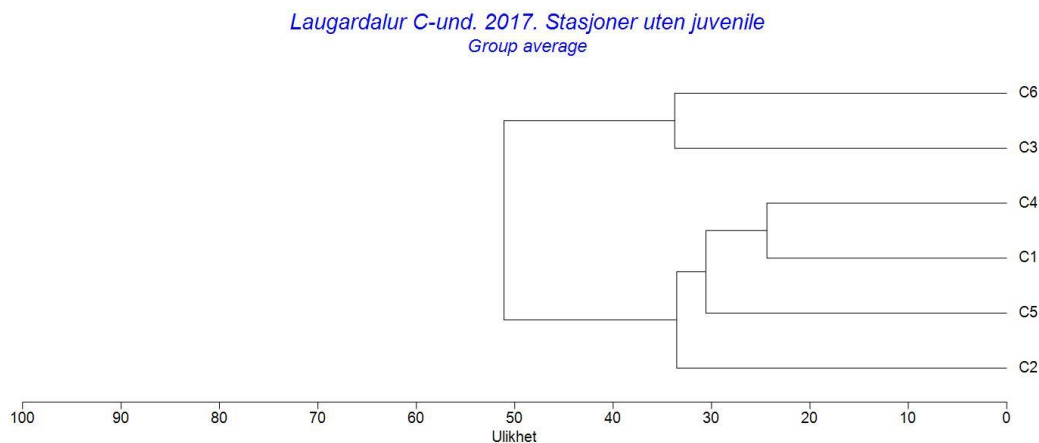


Figur 5. Bløtbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser. Laugardalur, 2017.

### 5.3.3.4 Clusteranalyse

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet. Resultatene fra denne er presentert i dendrogram i Figur 6.

Figuren viser to grupper av stasjoner, med C6 og C3 i den ene gruppen og de resterende stasjonene i den andre gruppen. Innenfor gruppene var det mer enn 67 % likhet i faunasammensetning. Likheten mellom gruppene var i underkant av 50 %.



Figur 6. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen. C-stasjoner Laugardalur, 2017.

### 5.3.3.5 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en topp ti artsliste fra hver stasjon i Tabell 12.

På C1 var muslingen *Ennucula tenuis* mest tallrik med 33 % av individmengden, tett etterfulgt av den rørbyggende børstemarken *Galathowenia oculata*. Sistnevnte børstemark dominerte på alle de andre stasjonene med mellom 19 og 55 % av individene. *G. oculata* regnes som tolerant, og opptrer ofte naturlig med høye individtall. Dette kan gi skjev artssammensetning og unaturlig lave diversitetsindekser.

Det ble ikke registrert kjente forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene.

Tabell 12. Antall individer og kumulativ prosent for de ti mest dominerende artene på C-stasjonene. Laugardalur, 2017.

C1	Ant.	Kum.	C2	Ant.	Kum.
Ennucula tenuis	242	33 %	Galathowenia oculata	1172	55 %
Galathowenia oculata	170	56 %	Ennucula tenuis	216	65 %
Owenia sp.	113	71 %	Thyasira sarsii	192	74 %
Thyasira sarsii	66	80 %	Lagis koreni	96	79 %
Lagis koreni	37	85 %	Maldane sarsi	72	82 %
Macoma calcarea	19	88 %	Sternaspis scutata	70	86 %
Sternaspis scutata	15	90 %	Macoma calcarea	59	88 %
Maldane sarsi	9	91 %	Axinopsida orbiculata	33	90 %
Nephtys ciliata	7	92 %	Eteone flava/longa	24	91 %
Ophiuroidea indet. juv.	5	92 %	Cossura longocirrata	19	92 %
C3	Ant.	Kum.	C4	Ant.	Kum.
Galathowenia oculata	799	19 %	Galathowenia oculata	646	42 %
Lagis koreni	484	30 %	Owenia sp.	243	58 %
Abra nitida	397	39 %	Ennucula tenuis	232	73 %
Maldane sarsi	313	46 %	Thyasira sarsii	143	83 %
Macoma calcarea	283	53 %	Lagis koreni	62	87 %
Owenia sp.	280	59 %	Sternaspis scutata	46	90 %
Ennucula tenuis	268	66 %	Macoma calcarea	38	92 %
Scoloplos sp.	212	70 %	Prionospio steenstrupi	22	94 %
Ophiuroidea indet. juv.	154	74 %	Ophiuroidea indet. juv.	15	95 %
Axinopsida orbiculata	138	77 %	Maldane sarsi	14	96 %
C5	Ant.	Kum.	C6	Ant.	Kum.
Galathowenia oculata	188	25 %	Galathowenia oculata	634	24 %
Ennucula tenuis	160	46 %	Lagis koreni	478	41 %
Lagis koreni	103	59 %	Ophiuroidea indet. juv.	200	49 %
Thyasira sarsii	62	68 %	Macoma calcarea	181	55 %
Owenia sp.	36	72 %	Maldane sarsi	146	61 %
Ophiuroidea indet. juv.	35	77 %	Abra nitida	124	65 %
Macoma calcarea	33	81 %	Rhodine gracilior	76	68 %
Axinopsida orbiculata	19	84 %	Cistenides hyperborea	71	71 %
Maldane sarsi	16	86 %	Thyasira gouldi	56	73 %
Eteone flava/longa	14	88 %	Scoloplos sp.	44	75 %

## 5.4 Sammenfattende vurderinger – C-undersøkelse

### 5.4.1 Sammenfatning

Resultatene fra miljøovervåkingen (type C) ved Laugardalur i november 2017, kan sammenholdes som følger:

- Det ble ikke registrert oksygenkrisiske forhold i noen deler av vannsøylen.
- Nivåene av TOM varierte mellom 4,5 (C3) og 13,2 % (C4). Normalisert TOC varierte mellom 21,2 (C6) og 46,8 (C4). TN-nivåene varierte mellom 1,2 (C6) og 7,2 (C4). C/N-forholdene var naturlig lave på stasjonene. De høyeste nivåene av samtlige parametere ble målt på C4 i dypområdet. Sedimentene fra C3 og C6 var lite belastet med organisk karbon. Sedimentene fra C2 og C5 var moderat belastet. Sedimentene fra C1 og C4 var tydelig belastet, og kan karakteriseres som hhv. dårlig og svært dårlig med hensyn til organisk karbon. Sedimentene var moderat grovkornet til finkornet mellom 24 % på C3



og 79 % på C4 i dypområdet. Eh-verdiene var negative i sediment fra alle stasjonene, og pH varierte mellom 7,5 (C6) og 7,9 (C2)

- Artsmangfoldet var lavt i bløtbunnsamfunnene fra C1, C2 og C4 med diversitetsindeks  $H' < 3$ , og høyt ( $H' > 3$ ) på C3, C5 og C6. Samlet indeks nEQR var over 0,6 på C1, C3, C5 og C6, som kan karakteriseres som god faunatilstand. På C2 og C4 var nEQR hhv. 0,594 og 0,578, som viser moderat belastning i begge faunasamfunnene. NS 9410 klassifisering av bløtbunnsamfunnene på stasjon C1 og C6 i anleggssonen ga miljøtilstand 1 "Meget god" for begge samfunnene. Det var ikke forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene

#### 5.4.2 Konklusjon

Resultatene fra C-undersøkelsen på lokalitet Laugardalur i november 2017 viste at sedimentet på C3 og C6 var lite belastet med organisk karbon, C1 og C4 tydelig belastet og de andre stasjonene moderat belastet. Artsmangfoldet var lavt på C1, C2 og C4, og høyere på de øvrige stasjonene. Samlet faunaindeks nEQR viste imidlertid god faunatilstand på C1, C3, C5 og C6, og moderat faunatilstand på C2 og C4. NS 9410 klassifisering av bløtbunnsamfunnene på stasjon C1 og C6 i anleggssonen ga miljøtilstand 1 "Meget god" for begge samfunnene. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant de 10 mest forekommende taksa på noen av stasjonene. Oksygenforholdene var gode i hele vannsøylen i november 2017.

## 6 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, 2013. (revidert i 2015) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013. 263 s.

Egilson, 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 12878:2012. Environmental monitoring of the impacts from marine finfish farms on soft bottom.

ISO 16665:2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.

Mannvik, H-P. & S-D. Eriksen, 2018. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Steinanes, 2018. *Apn rapport 8951.01*  
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.

Steffensen, K. og Gunnarsson, S., 2016. Lokalitetsrapport Laugardalur. APN rapport 8180.01

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

Þórisson, B., Jóhannsdóttir, E.D. og Eiríksson, Þ., 2012. Botndýraathuganir í Arnar- og Patreksfirði vegna fyrirhugaðs fiskeldis Fjarðalax. Náttúrustofa Vestfjarða, NAVE rapport NV. Nr.7-12.

Pers. medd. Þóra Dögg Jörundsdóttir, Quality Manager Hatchery & Farms, Arnarlax hf

## 7 Vedlegg

### Vedlegg 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer brukt i Norge

#### Hydrografi og oksygen

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

#### Geokjemiske analyser

##### Feltinnsamlinger

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

##### Total organisk materiale (TOM)

Mengden av TOM i sediment ble bestemt ved vekttap etter forbrenning ved 495 °C. Vekttapet i prosent etter forbrenning ble beregnet. 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) - Kjeldahl nitrogenbestemmelse

Sedimentene blir mineralisert ved 420 °C med svovelsyre og bruk av katalysatorer. Natriumhydroksid tilsettes i overskudd for å mineralisere prøvene. Deretter destilleres prøven og kondensatet går inn i en løsning med svovelsyre. Innholdet av organisk bundet nitrogen og ammoniakk/ammonium i prøven kvantifiseres spektrofotometrisk vha. en metode basert på reaksjonen mellom ammoniumioner, natriumsalicylat og trinatriumcitrat

##### 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 ble innhold av totalt organisk karbon (TOC) bestemt ved IR deteksjon (LECO IR 212) etter behandling med konsentrert saltsyre (HCl) og katalytisk forbrenning ved 480 °C. 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 SFT (nå Miljødirektoratet) veiledning 97:03 (Molvær *m.fl.*, 1997).

*Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sediment (fra SFT 97:03).*

nTOC, mg/g	< 20 I Meget god	20 - 27 II God	27 - 34 III Mindre god	34 - 41 IV Dårlig	> 41 V Meget dårlig
------------	---------------------	-------------------	---------------------------	----------------------	------------------------

##### Kobber (Cu) (ikke inkludert i foreliggende rapport – se 3.2)

Prøven for metallanalyse ble frysetørket før den ble oppsluttet i mikrobølgeovn i lukket teflonbeholder med konsentrert ultraren salpetersyre og hydrogenperoksid. Konsentrasjonene av kobber (Cu) ble bestemt ved hjelp av ICP-SFMS.

Klassifisering av miljøtilstanden med hensyn til Cu ble gjennomført i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608/2016.

*Tilstandsklassifisering for kobber i marine sedimenter (grenseverdier fra M-608/2016).*

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

Det ble utført en kvantitativ kjemisk undersøkelse av sedimentet. Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh) ble målt ved hjelp av elektroder og instrumentet YSI Professional Plus.

## Bunndyr

### Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale (fôrrester/fekalier) fra marine oppdrettsanlegg kan bidra til forringede livsvilkår for mange av de bunnavlevende organismene. Negative effekter i bunndyrssamfunnet kan best vurderes gjennom kvantitative bunndyrsanalyser. Fordi de fleste bløtbunnartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnete miljøforholdene. Endringer i bunndyrssamfunnene er god indikasjon på uønskede belastninger. Under naturlige forhold består samfunnene av mange arter. Høyt artsmangfold (diversitet) er blant annet betinget av gunstige forhold for faunaen. Likevel kan eksempelvis moderate økninger i organisk belastning stimulere faunaen og eventuelt øke artsmangfoldet noe. Større belastning gir dårligere forhold der opportunistiske arter øker sine individtall, mens ømfintlige slås ut. Dette betyr redusert artsmangfold. Endringer i artsmangfold under og ved oppdrettsmerder kan i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold (fôr og fekalier) i sedimentet.

### Innsamling og fiksering

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

### Kvantitative bunndyrsanalyser

På alle stasjonene innsamles det to prøver (replikater) iht. retningslinjene i NS 9410 (2007) og ASC standarden. Sortert materiale ble opparbeidet kvantitativt. Bunndyrene ble identifisert til fortrinnsvis artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister (taksonomer). De kvantitative artslistene inngikk i statistiske analyser. Se Vedlegg 2 for beskrivelse av analysemetoder. For å klassifisere miljøtilstanden er Direktoratgruppens veileder 02:2013 benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks (H')
- Hurlberts diversitetsindeks (ES<sub>100</sub>) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI<sub>2012</sub>), uegnet ved lavt individ/artstall
- Indeks for individtetthet (DI), benyttes ved lavt individ/artstall
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- S sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i NQI1 (AMBI)
- Normalisert EQR (nEQR)
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-10)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

*Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (fra Veileder 02:2013).*

Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
NQI1	0,9 - 0,82	0,82 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	5,7 - 4,8	4,8 - 3,0	3,0 - 1,9	1,9 - 0,9	0,9 - 0
ES <sub>100</sub>	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI <sub>2012</sub>	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
NSI	31 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
DI	0 - 0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05
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*.

Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., og Hylland, K., 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT veiledning TA-2229/2007. 12 s.

Direktoratgruppen, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013. 263 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.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 sider.

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

## Vedlegg 2. Prosedyre for beregning av AZE

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

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

### Beregning av "site specific" AZE:

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

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

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

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

Med svai på 20% av 100 m = 20 m blir

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

D og ( $V_s$ ) hentes fra lokalitetsrapport.

### Referanse:

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

## Vedlegg 3. Bunndyrstatistikk og artslister

### 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 indeksten er mest følsom for individfordelingen. En lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn som er dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn.

Pielous mål for jevnhet (Pielou, 1966)

har følgende formel, der symbolene er som i Shannon-Wieners indeks

$$J = \frac{H'}{\log_2 s}$$

### Hurlberts diversitetskurver

Grafisk kan diversiteten uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. Med utgangspunkt i total antall arter og individer i en prøve søker man å beregne hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer. Diversitetsmålet blir derved uavhengig av prøvestørrelsen og gjør at lokaliteter med ulik individtetthet kan sammenlignes direkte. Hurlbert (1971) har gitt en metode for å beregne slike diversitetskurver basert på sannsynlighetsberegning.

$ES_n$  er forventet antall arter i en delprøve på  $n$  tilfeldig valgte individer fra en prøve som inneholder total  $N$  individer og  $s$  arter og har følgende formel:

$$ES_n = \sum_{i=1}^s \left[ 1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

der  $N$  = total antall individ i prøven

$N_i$  = antall individ av art  $i$

$n$  = antall individ i en gitt delprøve (av de  $N$ )

$s$  = total antall arter i prøven

### Plott av antall arter i forhold til antall individer

Artene deles inn i grupper/klasser etter hvor mange individer som er registrert i en prøve. Det vanlige er å sette klasse I = 1 individ pr. art, klasse II = 2-3 individer, klasse III = 4-7 individer, klasse IV = 8-15 individer, osv., slik at de nedre klassegrensene danner en følge av ledd på formen  $2^x$ ,  $x=0,1,2, \dots$ . En slik følge kalles en geometrisk følge, derfor kalles klassene for geometriske klasser. Hvis antall arter innenfor hver klasse plottes mot klasseverdien på en lineær skala, vil det fremkomme en kurve som uttrykker individfordelingen mellom artene i samfunnet. Det har vist seg at i prøver fra upåvirkede samfunn vil det være mange arter med lavt individantall og få arter med høyt individantall, slik at vi får en entoppet, asymmetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

Ved moderat forurensing forsvinner en del av de individfattige artene, mens noen som blir 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 Laugardalur, 2017:

### Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	C1	C2	C3	C4	C5	C6
no. ind.	11637	732	2105	4121	1512	723	2444
no. spe.	129	33	58	88	35	41	88

### Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02
no. ind.	11637	246	486	1110	995	1727	2394
no. spe.	129	23	26	47	40	78	54
Shannon-Wiener:		2,9	2,9	2,7	2,5	4,4	3,9
Pielou		0,65	0,62	0,49	0,47	0,71	0,67
ES100		15	15	16	14	27	20
SN		1,84	1,79	1,98	1,91	2,17	1,94
ISI-2012		6,63	8,16	7,98	8,29	8,38	8,61
AMBI		2,102	1,888	2,745	2,791	2,31	2,226
NQI1		0,68	0,69	0,67	0,65	0,74	0,70
NSI		21,0	21,6	20,1	19,9	19,7	20,3
DI		0,341	0,637	0,995	0,948	1,187	1,329

st.nr.	C4_01	C4_02	C5_01	C5_02	C6_01	C6_02
no. ind.	563	949	315	408	1281	1163
no. spe.	29	26	29	30	70	67
Shannon-Wiener:	2,9	2,5	3,3	3,4	4,0	4,1
Pielou	0,59	0,54	0,68	0,69	0,65	0,67
ES100	14	11	18	18	25	28
SN	1,82	1,69	1,92	1,90	2,16	2,15
ISI-2012	7,90	7,28	6,96	7,62	8,25	8,45
AMBI	2,442	2,161	2,645	2,483	2,575	2,674
NQI1	0,66	0,66	0,66	0,67	0,71	0,71
NSI	20,5	21,2	20,0	20,2	19,5	19,6
DI	0,701	0,927	0,448	0,561	1,058	1,016

### Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Shannon-Wiener:	2,91	2,62	4,16	2,70	3,34	4,04
Pielou	0,63	0,48	0,69	0,56	0,68	0,66
ES100	14,6	15,2	23,4	12,5	18,2	26,1
SN	1,81	1,94	2,06	1,76	1,91	2,16
ISI-2012	7,40	8,13	8,50	7,59	7,29	8,35
AMBI	1,995	2,768	2,268	2,302	2,564	2,625
NQI1	0,69	0,66	0,72	0,66	0,67	0,71
NSI	21,29	19,99	20,04	20,85	20,10	19,54
DI	0,49	0,97	1,26	0,81	0,50	1,04

Tilstandsklasse nEQR <sup>\*)</sup> 0,603 0,594 0,679 0,578 0,612 0,674

\*) Tilstandsklassen nEQR er beregnet uten DI

## Geometriske klasser

int.	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	9	22	24	10	15	22
2,3	11	11	14	12	9	19
4- 7	5	9	16	3	4	9
8- 15	2	6	11	2	5	15
16- 31	1	2	6	1	2	10
32- 63	1	2	3	3	3	6
64-127	2	3	4	0	1	3
128-255	2	2	3	3	2	2
256-511	0	0	6	0	0	1
512-1023	0	0	1	1	0	1
1024-2047	0	1	0	0	0	0
2048-	0	0	0	0	0	0

# Artliste

## Laugardalur ASC-C-und. 2017

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
<i>Stasjonsnr.: C1</i>						
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	2		2
NEMATODA						
			Nematoda indet.	1		1
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
		Aricidea	Aricidea catherinae		1	1
		Spionida				
			Prionospio steenstrupi		3	3
			Spio limicola	2	2	4
			Chaetozone sp.	1		1
		Capitellida				
			Capitella capitata	1		1
			Maldane sarsi	3	6	9
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	1		1
			Pholoe baltica	1	4	5
			Microphthalmus szcelkowi		3	3
			Syllis cornuta		4	4
			Nephtys ciliata	3	4	7
			Nephtys paradoxa	1		1
		Eunicida				
			Schistomeringos sp.		5	5
		Sternaspida				
			Sternaspis scutata	6	9	15
		Oweniida				
			Myrioglobula malmgreni	1	2	3
			Galathowenia oculata	67	103	170
			Owenia sp.	33	80	113
		Terebellida				
			Cistenides hyperborea	1	1	2
			Lagis koreni	12	25	37
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.	1	1	2
		Amphipoda				
			Gammaridea indet.	1		1
MOLLUSCA						
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	71	171	242
			Nuculana pernula	1	1	2
			Nuculana sp. juv.	2		2
			Yoldia hyperborea		1	1
		Mytiloida				
			Mytilus edulis		2	2
		Veneroida				
			Axinopsida orbiculata		3	3
			Thyasira gouldi		3	3
			Thyasira sarsii	27	39	66
			Thyasiridae indet.	1	1	2
			Macoma calcarea	8	11	19
			Abra nitida	1		1
			Arctica islandica		1	1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1		-1
ECHINODERMATA						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
	Ophiuroidea		Ophiuroidea indet. juv.	4	1	5
			<b>Maks:</b>	71	171	242
			<b>Antall:</b>	27	27	37
			<b>Sum:</b>			739

**Stasjonsnr.: C2**

FORAMINIFERA

PORIFERA		Foraminifera indet.			-1	-1
NEMERTINI		Porifera indet.			-1	-1
NEMATODA		Nemertea indet.	2	1		3
SIPUNCULIDA		Nematoda indet.	2			2
ANNELIDA		Sipunculida indet. juv.	1			1
	Polychaeta					
	Orbiniida					
		Scoloplos sp.	7	2		9
		Aricidea catherinae	1	3		4
		Aricidea hartmani		1		1
	Cossurida	Cossura longocirrata	16	3		19
	Spionida					
		Dipolydora coeca		1		1
		Polydora sp.	1	1		2
		Prionospio cirrifera	1			1
		Prionospio steenstrupi	5	2		7
		Pseudopolydora paucibranchiata		1		1
		Spio limicola	3	4		7
		Chaetozone sp.	6	3		9
	Capitellida					
		Heteromastus filiformis	4	1		5
		Maldane sarsi	22	50		72
		Praxillella gracilis		3		3
		Praxillella praetermissa	1	6		7
		Euclymeninae indet.	1			1
	Phyllodocida					
		Eteone flava/longa	18	6		24
		Harmothoe fragilis		1		1
		Pholoe baltica	1	3		4
		Pholoe inornata	2			2
		Microphthalmus sczelkowi	4			4
		Syllis cornuta	7	4		11
		Nephtys ciliata	6	2		8
		Nephtys paradoxa	1			1
	Eunicida					
		Schistomeringos sp.	1	3		4
	Sternaspida					
		Sternaspis scutata	30	40		70
	Oweniida					
		Galathowenia oculata	589	583		1172
		Owenia sp.	3	2		5
	Terebellida					
		Cistenides hyperborea	1			1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Lagis koreni	54	42	96
			Anobothrus gracilis	1		1
			Ampharete petersenae		1	1
		Sabellida				
			Chone sp.	1		1
			Euchone papillosa	1	1	2
			Euchone sp.	2		2
			Pseudopotamilla reniformis	1		1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.	5	8	13
		Amphipoda				
			Lysianassidae indet.		1	1
			Oedicerotidae indet.		1	1
			Caprellidae indet.	1		1
		Decapoda				
			Natantia indet.		1	1
			Hyas araneus		1	1
			Brachyura indet.		1	1
MOLLUSCA						
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Onoba semicostata	1		1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	143	73	216
			Nuculana pernula	1	1	2
			Yoldia hyperborea	1		1
		Mytiloida				
			Mytilus edulis	1		1
		Veneroida				
			Axinopsida orbiculata	15	18	33
			Thyasira gouldi	1	1	2
			Thyasira sarsii	98	94	192
			Thyasiridae indet.	2		2
			Astarte elliptica	1		1
			Ciliatocardium ciliatum	2		2
			Macoma calcarea	36	23	59
			Abra nitida	6	2	8
			Arctica islandica		1	1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1	-1	-2
ECHINODERMATA						
	Asteroidea					
			Asteroidea indet. juv.		1	1
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiocten affinis	3		3
			Ophiuroidea indet. juv.	12	5	17
			<b>Maks:</b>	589	583	1172
			<b>Antall:</b>	51	46	66
			<b>Sum:</b>			2123
<b>Stasjonsnr.: C3</b>						
PORIFERA						
			Porifera indet.	-1		-1
CNIDARIA						
	Anthozoa					
			Edwardsia sp.	1		1
NEMERTINI						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Nemertea indet.	1	2	3
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos sp.	117	95	212
			Levinsenia gracilis		5	5
			Aricidea catherinae	1		1
			Aricidea sp.		1	1
		Cossurida				
			Cossura longocirrata	1		1
		Spionida				
			Laonice cirrata	1		1
			Malacoceros fuliginosus		1	1
			Polydora sp.	5	6	11
			Prionospio cirrifera	1		1
			Prionospio steenstrupi	1	6	7
			Spio armata		1	1
			Spio limicola	9	5	14
			Chaetozone sp.	2	9	11
			Cirratulus cirratus	3		3
		Capitellida				
			Capitella capitata	19	6	25
			Heteromastus filiformis	1		1
			Rhodine gracilior	2	4	6
			Petaloproctus tenuis	11		11
			Maldane sarsi	84	229	313
			Praxillella gracilis	1	13	14
			Praxillella praetermissa	35	21	56
			Euclymeninae indet.	2	1	3
		Opheliida				
			Scalibregma inflatum	1		1
		Phyllodocida				
			Mysta picta		1	1
			Eteone flava/longa	20	58	78
			Eumida sanguinea	1		1
			Gattyana cirrhosa	2		2
			Harmothoe fragilis	5		5
			Harmothoe imbricata	4		4
			Pholoe assimilis	3	11	14
			Pholoe baltica	21	14	35
			Pholoe inornata	23	43	66
			Nereimyra punctata	1		1
			Autolytus sp.	1		1
			Syllis cornuta	12	10	22
			Goniada maculata	1	1	2
			Nephtys ciliata	1	4	5
		Eunicida				
			Scoletoma fragilis	4		4
			Ophryotrocha sp.	2		2
		Sternaspida				
			Sternaspis scutata	24	40	64
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	239	560	799
			Myriochele olgae	3		3
			Owenia sp.	39	241	280
		Flabelligerida				
			Brada villosa	2		2
			Diplocirrus sp.	1		1
		Terebellida				
			Cistenides hyperborea	13	17	30
			Lagis koreni	243	241	484
			Pectinaria sp.	2		2
			Ampharete petersenae	5	4	9
			Sabellides borealis		1	1
			Ampharetidae indet.		1	1
			Eupolymnia nebulosa	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Laphania boeckii	6	1	7
			Paramphitrite birulai	64	1	65
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.	3	1	4
		Amphipoda				
			Lysianassidae indet.	12	6	18
			Oedicerotidae indet.		1	1
			Stenothoidae indet.	2		2
			Gammaridea indet.	6	3	9
			Caprellidae indet.	2		2
		Decapoda				
			Natantia indet.	3		3
			Paguridae indet.	2		2
			Hyas araneus	1		1
			Brachyura indet.	2		2
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	2	3	5
	Prosobranchia					
		Neogastropoda				
			Oenopota sp.	4		4
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Cylichna sp.	1		1
		Nudibranchia				
			Nudibranchia indet.	5		5
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	113	155	268
			Nuculana pemula	13	11	24
			Nuculana sp. juv.	9	15	24
			Yoldia hyperborea	4	2	6
		Mytiloida				
			Crenella decussata	4	6	10
			Mytilus edulis	4	1	5
		Veneroida				
			Axinopsida orbiculata	65	73	138
			Thyasira gouldi	13	30	43
			Thyasira sarsii	75	62	137
			Thyasiridae indet.	7	7	14
			Astarte elliptica		1	1
			Astarte montagui		3	3
			Astarte sp. juv.	1	2	3
			Ciliatocardium ciliatum	3	4	7
			Spisula elliptica	1		1
			Macoma calcarea	124	159	283
			Abra nitida	188	209	397
			Arctica islandica	2	3	5
		Myoida				
			Mya sp. juv.	1		1
		Pholadomyoida				
			Thracia sp. juv.	1		1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1		-1
ECHINODERMATA						
	Asteroidea					
		Forcipulatida				
			Leptasterias muelleri	1		1
			Asteroidea indet. juv.	3		3
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiocten affinis	17		17
			Ophiura carnea	9		9



<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Ophiuroidea indet. juv.	120	34	154
			<b>Maks:</b>	243	560	799
			<b>Antall:</b>	87	57	97
			<b>Sum:</b>			4308
<b>Stasjonsnr.: C4</b>						
PORIFERA						
			Porifera indet.		-1	-1
CNIDARIA						
	Anthozoa					
NEMERTINI			Edwardsia sp.	1		1
ANNELIDA			Nemertea indet.	3		3
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos sp.		2	2
		Cossurida				
			Cossura longocirrata		1	1
		Spionida				
			Prionospio steenstrupi	10	12	22
			Spio limicola	3		3
			Chaetozone sp.	3	1	4
		Capitellida				
			Maldane sarsi	6	8	14
			Praxillella praetermissa	1	2	3
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	1	1	2
			Harmothoe glabra		2	2
			Pholoe baltica	3	5	8
			Syllis cornuta	1	2	3
			Nephtys ciliata	3	4	7
		Eunicida				
			Ophryotrocha sp.	1		1
			Schistomeringos sp.	2	3	5
		Sternaspida				
			Sternaspis scutata	18	28	46
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	227	419	646
			Owenia sp.	49	194	243
		Terebellida				
			Cistenides hyperborea	2	1	3
			Lagis koreni	36	26	62
			Sabellides borealis	1		1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.	1	2	3
		Amphipoda				
			Oedicerotidae indet.		1	1
MOLLUSCA						
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Onoba aculeus		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	106	126	232
			Nuculana sp. juv.		1	1
			Yoldia hyperborea	1	2	3
		Mytiloida				
			Mytilus edulis	1		1
		Veneroida				
			Axinopsida orbiculata	1	2	3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Thyasira gouldi	1		1
			Thyasira sarsii	54	89	143
			Thyasiridae indet.	1		1
			Macoma calcarea	25	13	38
			Abra nitida		2	2
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.		-1	-1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiocten affinis	1		1
			Ophiuroidea indet. juv.	2	13	15
			<b>Maks:</b>	227	419	646
			<b>Antall:</b>	30	30	39
			<b>Sum:</b>			1526
 <b>Stasjonsnr.: C5</b>						
CNIDARIA						
	Anthozoa					
			Edwardsia sp.	1		1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	1		1
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos sp.		2	2
		Cossurida				
			Cossura longocirrata	4		4
		Spionida				
			Polydora sp.		1	1
			Prionospio steenstrupi	4	4	8
			Spio limicola	1		1
			Chaetozone sp.	1	2	3
		Capitellida				
			Heteromastus filiformis		2	2
			Maldane sarsi	5	11	16
			Praxillella gracilis		2	2
			Praxillella praetermissa		1	1
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	6	8	14
			Harmothoe glabra		1	1
			Pholoe assimilis	2		2
			Pholoe baltica	2	6	8
			Pholoe inornata		3	3
			Syllis cornuta	4		4
			Goniada maculata	1		1
			Nephtys ciliata	3	4	7
		Eunicida				
			Ophryotrocha sp.	1	2	3
			Schistomeringos sp.		1	1
		Sternaspida				
			Sternaspis scutata	2	9	11
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	95	93	188
			Myriochele olgae	1		1
			Owenia sp.	23	13	36
		Terebellida				
			Lagis koreni	55	48	103
			Ampharete petersenae		1	1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Amphipoda				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Lysianassidae indet.	1	1	2
			Podoceridae indet.	1		1
MOLLUSCA						
	Opisthobranchia					
		Nudibranchia				
			Nudibranchia indet.		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	51	109	160
		Mytiloida				
			Mytilus edulis		2	2
		Veneroida				
			Axinopsida orbiculata	6	13	19
			Thyasira gouldi	1		1
			Thyasira sarsii	25	37	62
			Thyasiridae indet.	1		1
			Ciliatocardium ciliatum		1	1
			Macoma calcarea	11	22	33
			Abra nitida	2	6	8
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1		-1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiocten affinis	4	2	6
			Ophiuroidea indet. juv.	27	8	35
			<b>Maks:</b>	95	109	188
			<b>Antall:</b>	31	31	43
			<b>Sum:</b>			757
 <i>Stasjonsnr.: C6</i>						
PORIFERA						
			Porifera indet.		-1	-1
CNIDARIA						
	Anthozoa					
			Edwardsia sp.		2	2
PLATYHELMINTHES						
			Platyhelminthes indet.	1		1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	12	4	16
NEMATODA						
			Nematoda indet.	2		2
SIPUNCULIDA						
			Phascolion strombus	1	2	3
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos sp.	13	31	44
			Levinsenia gracilis	11	2	13
		Spionida				
			Laonice cirrata	3	14	17
			Polydora sp.	3	8	11
			Prionospio steenstrupi	2	1	3
			Pseudopolydora paucibranchiata		2	2
			Pseudopolydora pulchra		1	1
			Spio armata	1	12	13

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Spio limicola	7	31	38
			Aphelochaeta sp.		1	1
			Chaetozone sp.	6	4	10
			Cirratulus cirratus		8	8
		Capitellida				
			Capitella capitata	39	1	40
			Heteromastus filiformis		5	5
			Rhodine gracilior	53	23	76
			Nicomache lumbricalis	2	1	3
			Petaloproctus tenuis	2	18	20
			Maldane sarsi	119	27	146
			Praxillella gracilis	6		6
			Praxillella praetermissa	4	4	8
		Opheliida				
			Scalibregma inflatum	1	2	3
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	17	9	26
			Phyllodoce groenlandica	1		1
			Gattyana cirrhosa	2	2	4
			Harmothoe sp.	5	3	8
			Pholoe assimilis	17	10	27
			Pholoe baltica	2	8	10
			Pholoe inornata	19	21	40
			Syllis cornuta	6	8	14
			Nereis pelagica	1		1
			Goniada maculata	5	19	24
		Eunicida				
			Nothria hyperborea	3	13	16
			Abyssoninoe sp.	2		2
			Scoletoma sp.	1	6	7
			Ophryotrocha sp.		2	2
		Sternaspida				
			Sternaspis scutata	9	1	10
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	345	289	634
			Myriochele olgae	1		1
			Owenia sp.	2		2
		Flabelligerida				
			Brada villosa		1	1
			Diplocirrus longisetosus		2	2
		Terebellida				
			Cistenides hyperborea	38	33	71
			Lagis koreni	206	272	478
			Ampharete petersenae	1	7	8
		Sabellida				
			Chone sp.		1	1
			Euchone analis	1		1
			Pseudopotamilla reniformis	1		1
			Spirobranchus triqueter	8		8
			Siboglinum sp.	1		1
		Hirudinea				
			Hirudinea indet.	1		1
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	1	1	2
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.		1	1
			Brachydiastylis resima		5	5
		Amphipoda				
			Lysianassidae indet.	1		1
			Oedicerotidae indet.		2	2
			Gammaridea indet.	1		1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Caudofoveata indet.	4	7	11
	Prosobranchia		Archaeogastropoda			
			Lepeta caeca	1	2	3
		Mesogastropoda	Onoba aculeus	1		1
			Onoba semicostata		1	1
			Euspira pallida	1		1
		Neogastropoda	Boreotrophon clathratus	1		1
			Oenopota sp.	2	2	4
	Opisthobranchia		Cephalaspidea			
			Retusa obtusa	1		1
		Nudibranchia	Nudibranchia indet.	2		2
	Bivalvia		Nuculoida			
			Ennucula tenuis	9	15	24
			Nuculana pernula	14	2	16
			Nuculana sp. juv.	24	10	34
		Mytiloida	Crenella decussata		2	2
			Mytilus edulis	3		3
		Veneroida	Axinopsida orbiculata		3	3
			Thyasira gouldi	23	33	56
			Thyasira sarsii	21	17	38
			Thyasiridae indet.	14	17	31
			Astarte elliptica	1	1	2
			Astarte montagui	3	1	4
			Astarte sp. juv.	8	1	9
			Parvicardium pinnulatum	3	1	4
			Ciliatocardium ciliatum		2	2
			Macoma calcarea	107	74	181
			Abra nitida	73	51	124
			Arctica islandica	7	2	9
		Pholadomyoidea	Thracia sp. juv.	1		1
BRYOZOA			Bryozoa indet.		-1	-1
ECHINODERMATA			Asteroidea			
			Asteroidea indet. juv.		1	1
	Ophiuroidea		Ophiurida			
			Amphipholis squamata		1	1
			Ophiocten affinis	3	3	6
			Ophiura carnea	2	6	8
			Ophiuroidea indet. juv.	65	135	200
	Holothuroidea		Dendrochirotida			
			Psolus phantapus	1		1
			Psolus sp. juv.	2	2	4
			<b>Maks:</b>	345	289	634
			<b>Antall:</b>	76	74	97
			<b>Sum:</b>			2693
			<b>TOTAL:</b>			<b>Maks:</b> 1172
						<b>Sum:</b> 12146

# Vedlegg 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser

Analyserapport C-und\_210218

Redigert av: LTO



Framsenteret  
Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø  
Foretaksnr.: NO 937 375 158 MVA  
Tel: 77 75 03 00  
E-post: kjemi@akvaplan.niva.no

## ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

**Kunde:** Arnarlax  
**Kunde referanse:** Laugardalur ASC/C undersøkelse  
**Kontaktperson kunde:**  
**e-post:**

**Kontaktperson Akvaplan-niva:** Snorri Gunnarson

**Dato:** 08.03.2018

**Rapport nr.:** 9207  
**Analyseparameter(e):** Korn, TOM, TOC, TN  
**Kontaktperson:** Ida G. Tveter

**Analyseansvarlig:** *Ida G. Tveter* (sign.)

**Underskriftsberettiget:** *Snorri Gunnarson* (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:

Prøvene C-1 og C-6 inneholder stein eller skjell som ikke er inkludert i kornanalysen, og ville utgjøre henholdsvis ca 2,5 vekt% og 6,1 vekt % av den totale prøven.

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

Side 1 av 3



## Resultater

Kundens id.:		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Parameter	Enhet	9207/C-1	9207/C-2	9207/C-3	9207/C-4	9207/C-5	9207/C-6
> 0,063 mm	vekt %	29,6	35,4	76,3	21,0	49,7	65,5
Pelitt (< 0,063 mm)	vekt %	70,4	64,6	23,7	79,0	50,3	34,5
TOC	mg/g TS	29,5	26,6	11,0	43,0	21,6	9,4
TOC, normalisert**	mg/g TS	34,8	33,0	24,7	46,8	30,5	21,2
TOM	% TS	10,8	11,4	4,5	13,2	9,4	4,6
Total-N	mg/g TS	4,9	4,3	1,6	7,2	3,2	1,2
C/N **		6,0	6,2	6,9	6,0	6,8	7,9

\*\* Uakkreditert beregning utført av Akvaplan-niva AS

TOC, normalisert =  $\text{målt TOC mg/g} + 18 \cdot (1-F)$ , der  $F$ =andel finstoff (pelitt) gitt ved %pelitt/100.

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sedimenter ihht. Veileder 02:2013 (rev. 2015):

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