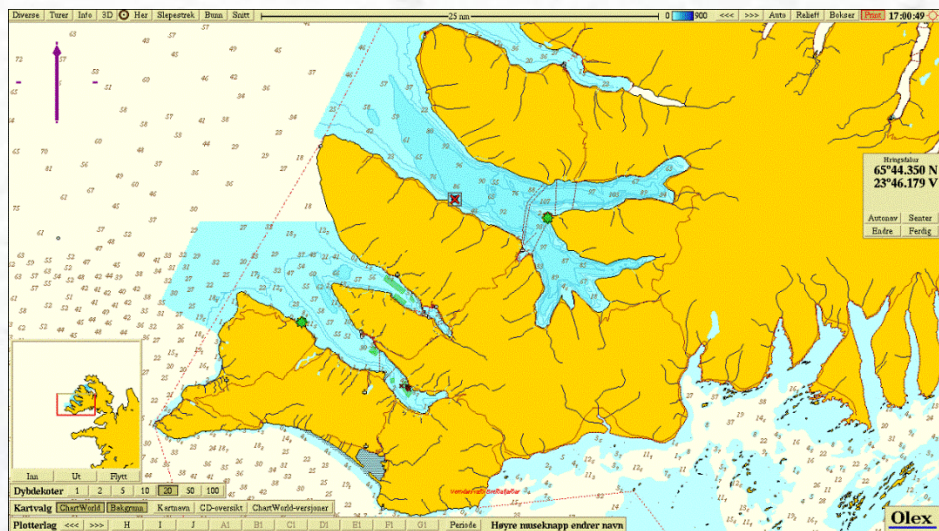


## Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur, 2018.





**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 Hringsdalur, 2018.

**Forfatter(e) / Author(s)**

Hans-Petter Mannvik

Snorri Gunnarson

**Akvaplan-niva rapport nr / report no**

60320.01

**Dato / Date**

26.02.2019

**Antall sider / No. of pages**

19 + vedlegg

**Distribusjon / Distribution**

Gjennom oppdragsgiver

**Oppdragsgiver / Client**

Arnarlax hf, 465 Bildudal, Island

**Oppdragsg. referanse / Client's reference**

Þóra Dögg Jörundsóttir

**Sammendrag / Summary**

Resultatene fra overvåkingen ved oppdrettslokaliteten Hringsdalur i 2018 viste at sedimentene var noe belastet med organisk karbon og kobberkonsentrasjonen var forhøyet på Hr1. Det ble registrert belastningseffekt på stasjon Hr1 og, i mindre grad, Hr5. Diversiteten var lavest på disse to stasjonene og samlet faunaindeks nEQR viste moderat påvirkning her. For de andre stasjonene viste nEQR god faunatilstand. Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på alle stasjonene unntatt Hr2. Redoks-verdiene i sedimentet var positive for alle stasjonene.

Vurdert mot forrige C-undersøkelse høst 2017 (ved maks biomasse) er det ikke påvist vesentlige miljøendringer i sedimenter eller bløtbunnsamfunn, bl. a. ved at nTOC er på samme nivå i de to undersøkelsene. Diversitetsindeksen H' er også forholdsvis like med unntak av den lave verdien på C5 i 2017 (1,3). nEQR hadde også lav verdi i 2017 for C5 (0,282), mens nEQR i 2018 er over 0,4 for alle stasjonene. Det kan imidlertid virke som at forurensningsindikatorer (f. eks. børstemarkene *Capitella capitata* og *Oligochaeta* indet.) har økt noe i individtetthet på stasjonene.

**Prosjektleder / Project manager**

Handwritten signature of Snorri Gunnarson in blue ink.

Snorri Gunnarson

**Kvalitetskontroll / Quality control**

Handwritten signature of Roger Velvin in blue ink.

Roger Velvin

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



# 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 og fôrforbruk.....	7
2.3 Tidligere undersøkelser .....	8
3 MATERIALE OG METODE.....	9
3.1 Faglig program .....	9
3.2 Valg av ASC-stasjoner og AZE.....	9
4 ASC-UNDERSØKELSE HRINGSDALUR .....	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 HRINGSDALUR .....	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.....	14
5.3.3 Kobber .....	15
5.3.4 Bløtbunnfauna .....	15
5.4 Sammenfattende vurderinger – C-undersøkelse.....	17
5.4.1 Sammenfatning .....	17
5.4.2 Konklusjon .....	18
5.4.3 Miljøutvikling siden forrige C-undersøkelse.....	18
6 REFERANSER.....	19
7 VEDLEGG .....	20
Vedlegg 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer .....	20
Vedlegg 2. Prosedyre for beregning av AZE .....	23
Vedlegg 3. Bunndyrstatistikk og artslister .....	24
Vedlegg 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser.....	35
Vedlegg 5 - Resultater fra foregående C-undersøkelse, 2017.....	38

# Forord

---

Akvaplan-niva har gjennomført en miljøundersøkelse type ASC og C på lokaliteten Hringisdalur. 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.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (Varia). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Thomas Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark).
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (bløtdyr).
Kristine H Sperre	Akvaplan-niva	Koordinering av bunndyrsortering.
Ingar H. Wasbotten	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 med ALS Laboratory Group (Tsjekkia) som underleverandør.

 <p>NORSK AKKREDITERING TEST 079</p>	<p>Akvaplan-niva AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for feltinnsamlinger av sediment og fauna, analyser av TOC, TOM, TN, kornstørrelse, makrofauna og faglig vurderinger og fortolkninger, akkrediteringsnr. TEST 079.</p> <p>Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.</p>
<p>Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163)</p>	<p>ALS Laboratory Group er akkreditert av Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163) for analyser av kobber.</p>

Kópavogur, 26.02.2019

  
Snorri Gunnarson

Prosjektleder

# 1 Oppsummering

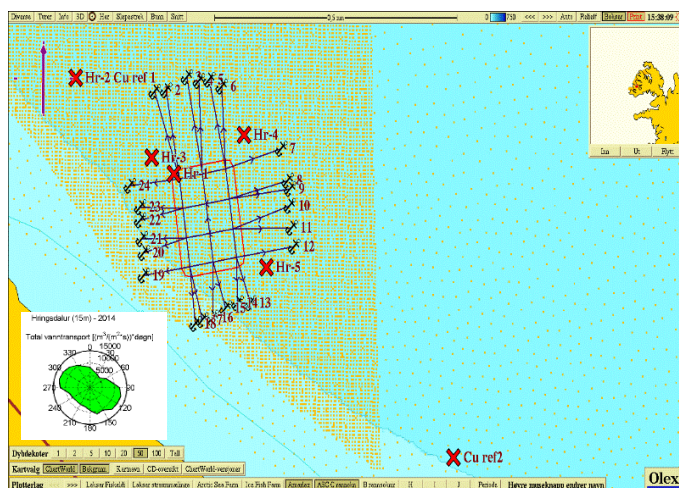
## 1.1 Oppsummering av ASC-resultatene

Indikator i ASC	ASC krav	Resultater						Kommentarer til prøvetaking
		Hr1 Inside AZE	Hr2 Outside AZE	Hr3 Outside AZE	Hr4 Outside AZE	Hr5 Outside AZE	Cu2	
2.1.1	Redox >0 mV eller sulphid level < 1500 microMol/L	156	161	156	155	165	154	
2.1.2	«Faunal index score» utenfor AZE indikerer god til svært god økologisk status – Shannon-Wiener > 3	2,5	3,6	3,2	3,2	2,8	-	
2.1.3	>= 2 taksa av makrofauna innenfor AZE som ikke er forurensningsindikatorer, med en tilstedeværelse på over 100 ind/m <sup>2</sup>	6						
4.7.4	Kobbernivå < 34 mg/kg tørrstoff	32,0	39,2/ 38,3	34,7/ 32,8	34,0/ 35,9	34,6/ 35,8	36,0/ 35,7	
2.1.4	Lokalspesifikk AZE	Se kapt. 3.2.						

### Konklusjoner:

Kobberkonsentrasjonene var forholdsvis lave og rundt 34 mg/kg i de undersøkte sedimentene. Redokspotensialene (Eh) var positive i sedimentene på alle stasjonene og oppfyller krav i henhold til ASC indikator 2.1.1. Artsmangfoldet var lavt i bløtbunnsamfunnet fra stasjon Hr1 og Hr5 med diversitetsindeks  $H' < 3$ , og  $> 3$  på de andre undersøkte stasjonene. Vurdering av "Faunal index score" ASC indikator 2.1.2 på stasjoner utenfor AZE sone viser at krav er oppfylt på alle stasjoner unntatt Hr5 som har  $H' = 2.8$ . En vurdering av bløtbunnsamfunnet i anleggssonen/AZE (stasjon Hr1) i henhold til ASC-standarden viser at krav er oppfylt i henhold til ASC indikator 2.1.3 siden det fantes to eller flere arter, som ikke var forurensningsindikator (pollution indicator species) med 100 eller flere individer/m<sup>2</sup>. En vurdering av faunaen på stasjonen innenfor AZE i hht. NS 9410:2016 viste miljøltilstand 1 (meget god) for bløtbunnsamfunnet.

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



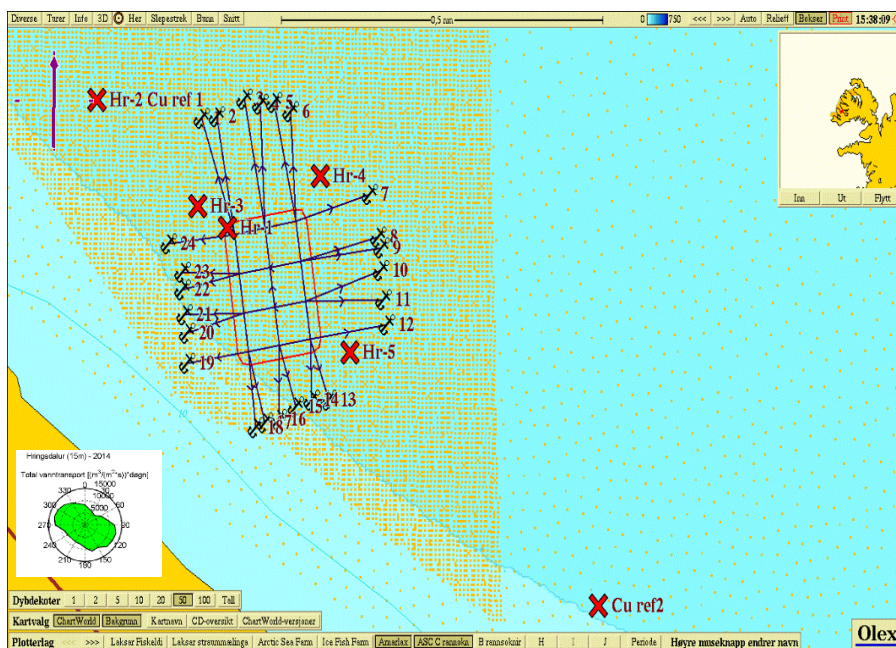
## 1.2 Summary of the ASC results

Indicator in ASC	ASC demand	Results						Remarks of the sampling
		Hr1	Hr2	Hr3	Hr4	Hr5	Cu2	
2.1.1	Redox >0 mV or sulphide level < 1500 microMol/L	156	161	156	155	165	154	
2.1.2	«Faunal index score» outside AZE indicates good to very good ecological status – Shannon-Wiener > 3	2.5	3.6	3.2	3.2	2.8	-	
2.1.3	>= 2 macro faunal taxa within AZE which are not pollution indicators, with more than 100 ind/m <sup>2</sup> present	6						
4.7.4	Copper level < 34 mg/kg dry sediment	32.0	39.2/ 38.3	34.7/ 32.8	34.0/ 35.9	34.6/ 35.8	36.0/ 35.7	
2.1.4	Location specific AZE	See chapter 3.2.						

### Conclusions:

The copper level was generally low and around 34 mg/kg in all the sediments. The redox potential (Eh) was positive in all sediments and complied with the ASC requirements indicator 2.1.1. at all stations. The faunal diversity was low at station Hr1 and Hr5 with the diversity index  $H' < 3$ , and high at the other stations. The faunal diversity was in compliance with the ASC indicator 2.1.2. (Faunal index score) for all stations outside AZE zone except for station Hr5 with  $H'$  just under 3. An evaluation of the faunal community within the AZE (stations Hr1) in accordance to the ASC standard indicator 2.1.3. showed that there were two or more species, which were not pollution indicator species, present with 100 or more individuals/m<sup>2</sup>. The results are therefore compliant with the macro faunal taxa indicator 2.1.3. An evaluation of the fauna at the station within the AZE, in accordance with NS 9410:2016, gave an environmental classification of 1 for the community.

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






## 1.3 Oppsummering av C-resultatene

Informasjon oppdragsgiver			
Tittel :	C-undersøkelse Hringsdalur, 2018.		
Rapport nr.	60320.01	Lokalitet:	Hringsdalur
Lokalitet nr.		Kartkoordinater (anlegg):	65°44,355 N 23°46,173 V
Fylke:		Kommune:	
MTB-tillatelse:	Område MBT	Driftsleder:	Gaute Hilling
Oppdragsgiver:	Arnarlax		


Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato 16.05.2018			
Fiskegruppe:	Laks	Biomasse ved undersøkelse:	0
Utføret mengde:		Produsert mengde:	
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:		Oppfølgende undersøkelse:	
Brakklegging:	X	Ny lokalitet:	

Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR (Veileder 02:2013 rev. 2015)		Diversitetsindeks H' (Shannon Wiener)	
Fauna Hr1 (innerst)	0,442	Fauna Hr1 (innerst)	2,53
Fauna Hr2 (ytterst)	0,631	Fauna Hr2 (ytterst)	3,56
Fauna Hr3	0,612	Fauna Hr3	3,15
Fauna Hr4 (dypområde)	0,593	Fauna Hr4 (dypområde)	3,19
Fauna Hr5	0,541	Fauna Hr5	2,83
Dato feltarbeid:	16.05.2018	Dato rapport:	26.02.2019
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)			nTOC fra 25,5 – 31,9 (god til moderat) Eh positiv på alle stasjonene
Ansvarlig feltarbeid:	Snorri Gunnarsson	Signatur:	

## 1.4 Summary of the C results

Client information			
Title :	C-undersøkelse Hringsdalur, 2018.		
Report nr.	60320.01	Location:	Hringsdalur
Location nr.		Map co/ordinates (construction):	65°44,355 N 23°46,173 V
Fylke:		Kommune:	
MTB-permission:	Område MBT	Operations manager:	Gaute Hilling
Client:	Amarlax		

Biomass/production status at date of investigation field date			
Fish group:	Atlantic salmon	Biomass on examination:	0
Feed input:		Produced quantity:	
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maximum biomass		Follow up study:	
Fallow:	X	New location:	

Results from C study /NS 9410 (2016) - Main result soft bottom fauna			
Faunal index nEQR (Veileder 02:2013 rev. 2015)		Ecological state classification (Veileder 02:2013 rev. 2015)	
Fauna Hr1 (inner)	0.442	Fauna Hr1 (inner)	2.53
Fauna Hr2 (outer)	0.631	Fauna Hr2 (outer)	3.56
Fauna Hr3	0.612	Fauna Hr3	3.15
Fauna Hr4 (depth layers)	0.593	Fauna Hr4 (depth layers)	3.19
Fauna Hr5	0.541	Fauna Hr5	2.83
<b>Date fieldwork:</b>	16.05.2018	<b>Date of report:</b>	26.02.2018
<b>Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)</b>			nTOC from 25,5 – 31,9 (good to moderate)  Eh positive at all stations
Responsible for fieldwork:	Snorri Gunnarsson	Signature:	

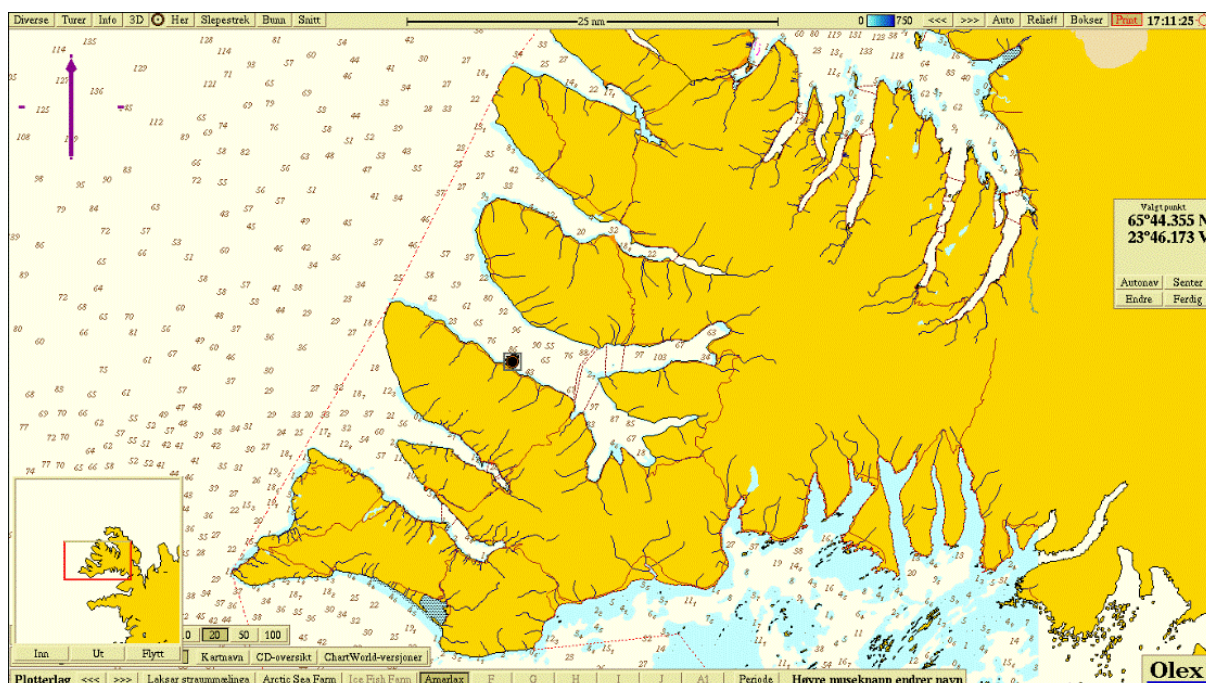
## 2 Innledning

### 2.1 Bakgrunn og formål

Akvaplan-niva har på vegne av Arnarlax gjennomført en ASC- og C-undersøkelse på lokalitet Hringsdalur i Arnarfjörður Island (Figur 1). Undersøkelsen er utført med bakgrunn i at Arnarlax ønsker å sertifisere lokaliteten Hringsdalur i henhold til Aquaculture Stewardship Council (ASC-standarden).

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 Arnarfjörður med plassering av lokaliteten Hringsdalur (rødt kryss). Koordinater for anleggets senterpunkt er angitt i bildets høyre kant.

### 2.2 Drift og fôrforbruk

Anlegget er en rammefortøyning med 2 x 3 bur, totalt 6 merder på 160 meters omkrets. Lokaliteten har vært i drift siden januar 2017 etter at det ble satt ut smolt (G 2016) som ble ferdig slaktet i uke 10. 2018. På undersøkelsestidspunktet hadde anlegget stått brakklagt rundt 10 uker (Jörundsdóttir pers. medd). 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 er tildelt en MTB på selskapsnivå de kan produsere i flere anlegg i Arnarfjörður. Produksjon i den forrige og første generasjon ved Hringsdalur var 4.145 tonn og forforbruk var 6.392 tonn.

## 2.3 Tidligere undersøkelser

Akvaplan-niva AS har tidligere foretatt en ASC/C undersøkelse samt en B undersøkelse ved maksimal biomasse til den forrige generasjon (Velvin og Gunnarsson, 2018). Oppdragsgiver har fremlagt en B-undersøkelse for lokaliteten Hringsdalur med prøvetaking 22.10.2013 (Moe & Ottesen, 2013.). Prøvene i undersøkelsen 2013 er derfor tatt på uberørt areal, 10 prøvestasjoner rundt lokaliteten med resultat på tilstand meget god og beskriver derfor den naturlige tilstanden på lokaliteten.

Tabell 1 gir oversikt over tidligere undersøkelser gjennomført ved lokalitet Hringsdalur.

Tabell 1. Tidligere utførte undersøkelser på Hringsdalur.

Dato prøvetaking	Rapportnummer (Forfatter, 2018)	Type undersøkelse	Klassifisering	Lokalitetstilstand
22.10 2013	Moe og Ottesen,2013	B	1	Meget god
1.11 2017	APN nr. 9187.01 (Velvin og Gunnarsson, 2018)	ASC/C		
1.11 2017	APN nr. 9187.02 (Gunnarsson, 2018)	B	1	Meget god

## 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. Planlagt faglig program for ASC- og C-undersøkelsen ved Hringsdalur, 2018. TOC = total organisk karbon. Korn = kornfordeling. TOM = total organisk materiale. TN = total nitrogen. Cu = kobber. pH/Eh = surhetsgrad og redokspotensial. Hr1, Hr2, Hr3, Hr4 og Hr5 inngår også i C-undersøkelsen.*

Stasjon	Type analyse/parametere
Hr1 (anleggssone, innenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Hr2 (overgangssone, fjernstasjon utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
Hr3 (overgangssone, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
Hr4 (overgangssone, dypområdet, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. Hydrografi/O <sub>2</sub> . pH/Eh.
Hr5 (overgangssone, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
Cu ref 1	Se Hr2
Cu ref2 (referansestasjon ASC)	2 x Cu

\*Hydrografimålinger ble ikke utført pga. instrumentfeil under feltarbeidet.

Feltarbeidet ble gjennomført 16.05.2018.

### 3.2 Valg av ASC-stasjoner og AZE

ASC-standarden tar rede for en AZE sone (Allowable Zone of Effect) på 30 m rundt anlegget som ble anvendt ved denne undersøkelsen.

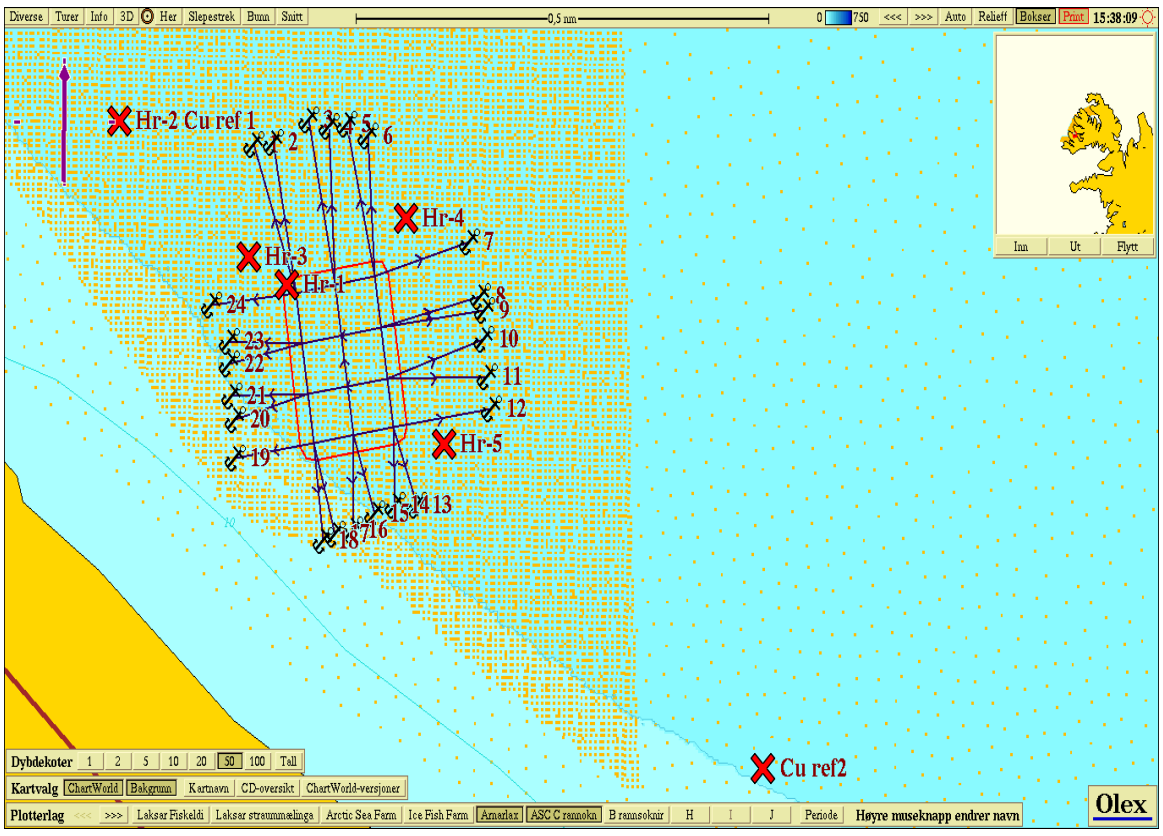
Med bakgrunn i prøvetakingssystem i punkt 2.1 i ASC «audit manual» («request to allow for sampling at different locations and/or changes in total number of samples») foreslås det fem biologiske prøvetakingsstasjoner.

Stasjonsposisjonene er gjort på bakgrunn av strømmålinger gjennomført på 15 m ved lokaliteten (Eriksen 2016).

Koordinater, dyp og stasjonsnett for prøvetaking er vist i Tabell 3 og Figur 2.

*Tabell 3. Avstand mellom nærmeste merd og prøvetakingspunkt. Stasjonskoordinater og dyp, ASC-stasjonene ved Hringsdalur, 2018. Hr1, Hr2, Hr3, Hr4 og Hr5 inngår også i C-undersøkelsen.*

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon
Hr1	70	25	N 65°44,427 – V 23°46,357
Hr2	70	500	N 65°44,581 – V 23°46,857
Hr3	63	125	N 65°44,454 – V 23°46,470
Hr4	81	125	N 65°44,494 – V 23°46,008
Hr5	69	125	N 65°44,479 – V 23°45,887
Cu ref2	55	1000	N 65°44,427 – V 23°46,357



Figur 2. Stasjonskart, ASC Hringsdalur, 2018. Grense for AZE inntegnet som rød linje med avstand på 30 m fra rammen til anlegget. Strøm er målt på 15 meters dyp.

## 4 ASC-undersøkelse Hringsdalur

### 4.1 Resultater

#### 4.1.1 Sedimentbeskrivelser og redoksmålinger (Eh)

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

Tabell 4. Sedimentbeskrivelse og redoks-målinger (Eh). ASC-stasjoner Hringsdalur, 2018.

St.*	Sedimentbeskrivelse	Eh
Hr1	Leire, silt. Olivengrøn. Ingen lukt. Noe sort tare.	7,8/ 158
Hr2	Leire, silt. Olivengrøn. Ingen lukt. Noe sort tare.	7,9/ 153
Hr3	Leire, silt. Olivengrøn. Ingen lukt. Noe sort tare.	7,8/ 158
Hr4	Leire, silt. Olivengrøn. Ingen lukt. Noe sort tare.	7,9/ 154
Hr5	Leire, silt. Olivengrøn. Ingen lukt. Noe sort tare.	7,7/ 160
Cu ref2	Leire, silt. Olivengrøn. Ingen lukt. Noe sort tare.	7,9/ 154

#### 4.1.2 Kobber i sedimenter

Kobbernivåene i sedimentene er vist i Tabell 5. Kobberkonsentrasjonene varierte fra 32,0 til 39,2 mg/kg TS i sedimentet på stasjonene.

Tabell 5. Kobber (Cu), mg/kg TS. ASC Hringsdalur, 2018.

St.	Cu
Hr1-1	32,0
Hr1-2	-
Hr2-1	39,2
Hr2-2	38,3
Hr3-1	34,7
Hr3-2	32,8
Hr4-1	34,0
Hr4-2	35,9
Hr5-1	34,6
Hr5	35,8
Cu ref2-1	36,0
Cu ref 2-2	35,7

#### 4.1.3 Kvantitative bunndyranalyser

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

Diversitetsindeksen Shannon-Wiener (H') for bløtbunnsamfunnene er presentert i Tabell 6. Her vises også antall arter og individer på hver av stasjonene. De øvrige faunaindeksene i henhold til Veileder 02:2013 finnes i Vedlegg 3.

Antall arter varierte fra 1273 (Hr1) til 3670 (Hr3) og antall taksa fra 37 (Hr1) til 79 (Hr3). Diversiteten H' varierte fra 2,5 til 3,6.

Tabell 6. Antall arter og individer pr. 0,2 m<sup>2</sup>. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ASC-stasjoner ved Hringsdalur, 2018.

St.	Individtall	Ant arter	H'
Hr1	1273	37	2,53
Hr2	1682	56	3,56
Hr3	3670	79	3,15
Hr4	1338	42	3,19
Hr5	1962	55	2,83

#### 4.1.3.2 ASC vurdering av bunndyrsamfunnet på Hr1 ved anlegget

Under er det gjort en vurdering av hvorvidt bløtbunnsamfunnene på anleggssonestasjonen innenfor AZE (stasjon Hr1) oppfylte 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 7.

Det var syv taksa med mer enn 100 ind./m<sup>2</sup> på Hr1 og kun en av disse er forurensningsindikator.

Tabell 7. Dominerende taksa med individantall per m<sup>2</sup> på Hr1, Hringsdalur, 2018.

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m <sup>2</sup>	Antall per m <sup>2</sup>	NSI Økologisk gruppe*
Hr1	Capitella capitata	569	2845	V
	Chaetozone sp.	366	1830	III
	Mediomastus fragilis	61	305	IV
	Parougia eliasoni	53	265	Ik
	Chaetozone setosa	43	215	IV
	Ophelina acuminata	36	180	II
	Prionospio steenstrupi	29	145	II

\*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.

#### 4.1.3.3 NS 9410 Vurdering av bunndyrsamfunnene i anleggssonen/AZE.

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).

Bløtbunnsamfunnene på stasjon Hr1 ble klassifisert til miljøtilstand 1 "Meget god" (Tabell 8). Kriteriet for karakterisering til miljøtilstand 1 er minst 20 arter, hvorav ingen skal utgjøre mer enn 65 %.

Tabell 8. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet på stasjon Hr1 (anleggssonen/AZE) i hht. NS 9410:2016 ved lokaliteten Hringsdalur, 2018.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa - %	Miljøtilstand-NS 9410
Hr1	Hringsdalur	37	Capitella capitata - 44	1 – Meget god



# 5 C-undersøkelse Hringsdalur

## 5.1 Innledning

C-undersøkelsen er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget (anleggssonen) og utover i overgangssonen. 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.

Klassifiseringsgrenser for tilstandsklassifisering av de enkelte parametere og faunaindekser er vist i Vedlegg 1.

## 5.2 Faglig program og stasjonsutvelgelse

Det faglige programmet følger anbefalinger gitt i NS 9410:2016 for C-undersøkelser (Tabell 9). Antall stasjoner er gitt med bakgrunn i lokalitetens MTB, som for denne lokaliteten er 5200 tonn. Standarden krever da fem stasjoner. Stasjonsdyp og posisjoner er gitt i Tabell 10 og vist i Figur 3. Stasjonene er plassert i henhold til hovedstrømretning, som er målt på 15 meters dyp (Eriksen, 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.

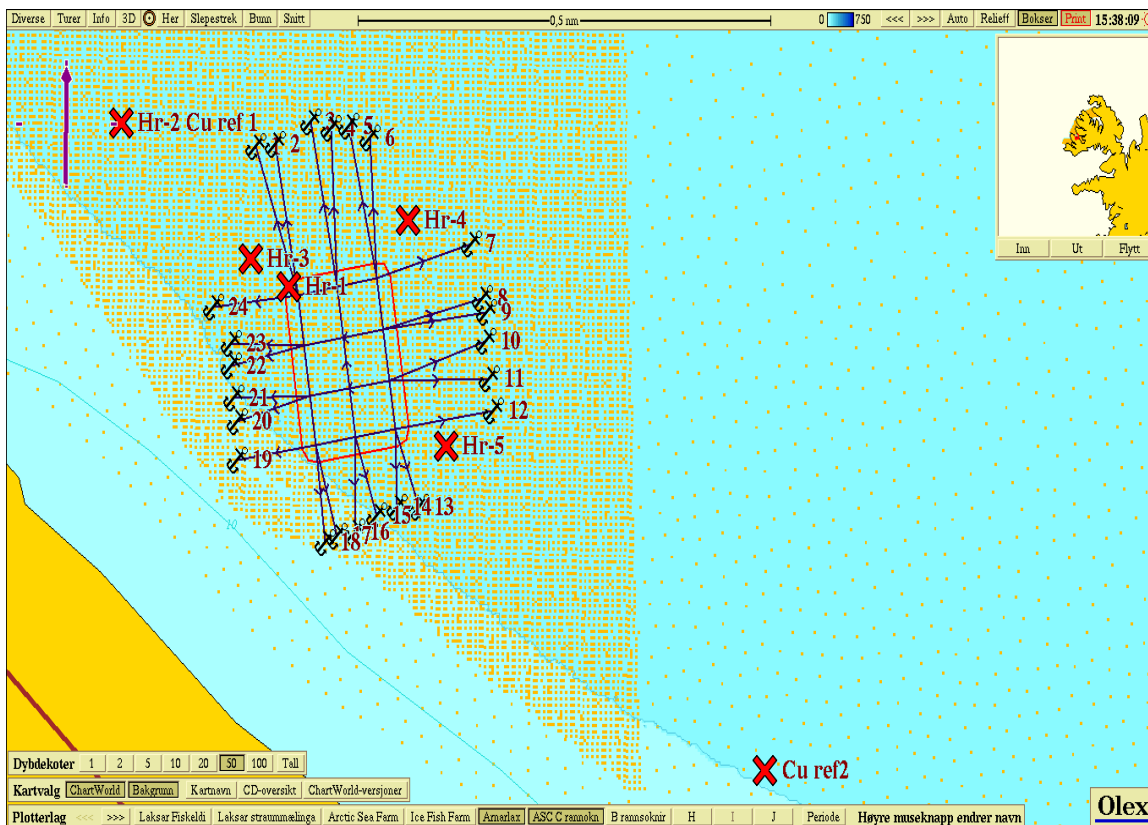
*Tabell 9. Planlagt faglig program for C-undersøkelsen ved Hringsdalur, 2018. TOC = total organisk karbon, Korn = kornfordeling, TOM = Totalt organisk materiale, TN = Totalt nitrogen, Cu = kobber, pH/Eh = surhetsgrad og redokspotensial.*

Stasjon	Type undersøkelse
Hr1	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Hr2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Hr3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Hr4	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh. Hydrografi/O <sub>2</sub> .
Hr5	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.

\*Hydrografimålinger ble ikke utført pga. instrumentfeil under feltarbeidet.

*Tabell 10. Stasjonsdyp avstand til merd og koordinater, C-stasjonene ved Hringsdalur, 2018.*

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon
Hr1	70	25	N 65°44,427 – V 23°46,357
Hr2	70	500	N 65°44,581 – V 23°46,857
Hr3	63	125	N 65°44,454 – V 23°46,470
Hr4	81	125	N 65°44,494 – V 23°46,008
Hr5	69	125	N 65°44,479 – V 23°45,887



Figur 3. Stasjonskart, C-undersøkelse Hringdalen, 2018. Strøm er målt på 15 m dyp.

## 5.3 Resultater

### 5.3.1 Hydrografi

Hydrografimålinger ble ikke utført pga. instrumentfeil under feltarbeidet.

### 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 11.

TOM-nivåene var litt høye med verdier mellom 6,5 og 12,5 %. TN-nivåene var lave (2,9 – 5,2 mg/g) og det samme var C/N-forholdene. TOC var litt forhøyet på alle stasjonene. Sedimentene var moderat grov- til moderat finkornet med pelittandel mellom 27,9 til 76,5 %.

Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 0 iht. Tillegg D i NS 9410:2016 for alle stasjonene.

Tabell 11. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N, kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Hringdalen, 2018.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
Hr1	Leire, silt. Olivengrønn. Ingen lukt. Noe sort tare.	6,5	13,0	25,5	2,9	4,5	30,5	7,8/ 158
Hr2	Leire, silt. Olivengrønn. Ingen lukt. Noe sort tare.	12,5	25,6	29,8	5,2	4,9	76,5	7,9/ 153
Hr3	Leire, silt. Olivengrønn. Ingen lukt. Noe sort tare.	6,5	18,9	31,9	4,7	4,0	27,9	7,8/ 158
Hr4	Leire, silt. Olivengrønn. Ingen lukt. Noe sort tare.	10,1	19,4	28,7	4,6	4,2	48,5	7,9/ 154
Hr5	Leire, silt. Olivengrønn. Ingen lukt. Noe sort tare.	11,5	22,1	28,0	4,9	4,5	67,0	7,7/ 160

\* Tilstandsklassifisering (Veileder 02:2013 rev 2015) 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

Kobbernivået i sedimentet på stasjon Hr1 er presentert i Tabell 12. Nivået var 32,0 mg/kg TS.

Tabell 12. Sedimentanalyser. Kobber (Cu) i mg/kg TS. C-stasjon ved Hringsdalur, 2018.

St.	Cu
Hr1	32,0

### 5.3.4 Bløtbunnfauna

#### 5.3.4.1 Faunaindeks og økologisk tilstandsklassifisering

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene på C-stasjonene er presentert i Tabell 13. Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet.

Antall arter varierte fra 1273 (Hr1) til 3670 (Hr3) og antall taksa fra 37 (Hr1) til 79 (Hr3). På Hr2 og Hr3 var den samlede indeksen nEQR over 0,6 som kan karakteriseres som god faunatilstand. På de tre andre stasjonene lå denne indeksen mellom 0,4 og 0,6 som indikerer moderat belastete samfunn.

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 bunndyrssamfunnet er forstyrret. Indeksen varierte fra 0,52 til 0,66 noen som indikerer noe ujevn fordeling.

Tabell 13. 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 Hringsdalur, 2018.

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES <sub>100</sub>	NQII	ISI <sub>2012</sub>	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
Hr1	1273	37	2,53	13,6	0,474	6,84	12,8	0,442	0,75	4,93	0,53
Hr2	1682	56	3,56	19,7	0,615	8,40	19,9	0,631	0,86	3,48	0,66
Hr3	3670	79	3,15	20,1	0,599	8,75	18,3	0,612	1,21	3,97	0,52
Hr4	1338	42	3,19	15,1	0,569	8,49	19,8	0,593	0,77	3,84	0,63
Hr5	1962	55	2,83	15,8	0,539	7,60	17,3	0,541	0,94	4,25	0,55

#### 5.3.4.2 NS 9410 Vurdering av bunndyrssamfunnet på Hr1 ved anlegget.

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

Bløtbunnsamfunnet ble klassifisert til miljøtilstand 1 "Meget god". Kriteriet for tilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter/0,2 m<sup>2</sup> og at ingen av disse utgjør mer enn 65 % av individene (Tabell 14). Data for antall arter og dominerende taksa på anleggssonestasjonen er hentet fra Tabell 13 og Tabell 15.

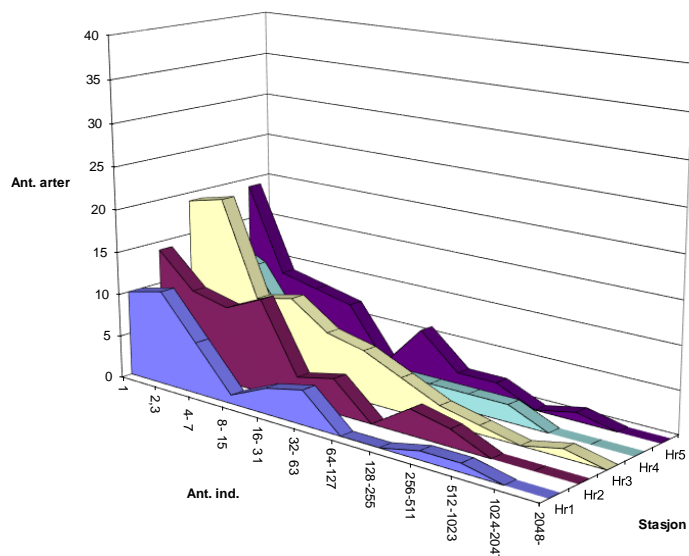
Tabell 14. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet på Hr1 ved lokaliteten Hringsdalur, 2018.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa	Miljøtilstand-NS 9410
Hr1	Hringsdalur	37	Capitella capitata – 44 %	1 – Meget god

#### 5.3.4.3 Geometriske klasser

Figur 4 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.

Alle kurvene startet forholdsvis lavt (< 20 arter med ett individ) og strakk seg i varierende grad ut mot høyere klasser. Disse ga ingen klare indikasjoner på faunatilstanden.

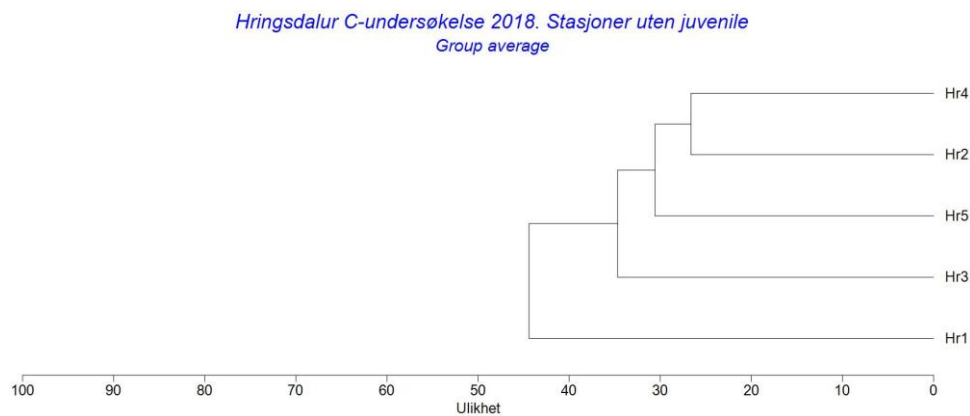


Figur 4. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser. Hringsdalur, 2018.

#### 5.3.4.4 Clusteranalyser

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet. Resultatene fra denne er presentert i dendrogram i Figur 5.

Faunasammensetningen på de fem stasjonene var mer enn 55 % lik der Hr2 og Hr4 hadde hele 74 % likhet.



Figur 5. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen. C-stasjoner Hringsdalur, 2018.

#### 5.3.4.5 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en topp ti artsliste fra hver stasjon i Tabell 15.

I Rygg og Norling (2013) inndeles artene i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) basert på verdien av sensitivitetsindeksene. Disse gruppene går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensningsindikatorer (pollution indicator species; gruppe V).

På Hr1 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark) med 44 % av individene. De andre mest dominante artene på stasjonen var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

På de fire andre stasjonene dominerte den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. med hhv. 21, 48, 29 og 47 % av individene. De andre mest dominante artene på stasjonene var hovedsakelig

en blanding av nøytrale, tolerante og opportunistiske arter. På Hr3, Hr4 og Hr5 var det også forurensningsindikatorer blant topp-10 (børstemarkene *C. capitata* og *Oligochaeta* indet.).

Tabell 15. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe\* for de ti mest dominerende artene på C stasjonene. Hringsdalur, 2018.

Hr1	Ant.	Kum.	EG	Hr2	Ant.	Kum.	EG
<i>Capitella capitata</i>	569	44 %	V	<i>Chaetozone</i> sp.	361	21 %	III
<i>Chaetozone</i> sp.	366	73 %	III	<i>Chaetozone setosa</i>	287	38 %	IV
<i>Mediomastus fragilis</i>	61	78 %	IV	<i>Prionospio steenstrupi</i>	208	50 %	II
<i>Parougia eliasoni</i>	53	82 %	Ik	<i>Ampharete petersenae</i>	206	63 %	Ik
<i>Chaetozone setosa</i>	43	85 %	IV	<i>Ennucula tenuis</i>	190	74 %	II
<i>Ophelina acuminata</i>	36	88 %	II	<i>Ophelina acuminata</i>	51	77 %	II
<i>Prionospio steenstrupi</i>	29	90 %	II	<i>Galathowenia oculata</i>	46	80 %	III
<i>Oligochaeta</i> indet.	19	92 %	V	<i>Axinopsida orbiculata</i>	34	82 %	Ik
Lysianassidae indet.	16	93 %	I	<i>Terebellides</i> sp.	33	83 %	Ik
<i>Thyasira sarsii</i>	14	94 %	IV	<i>Cossura longocirrata</i>	23	85 %	IV
Hr3	Ant.	Kum.	EG	Hr4	Ant.	Kum.	EG
<i>Chaetozone</i> sp.	1755	48 %	III	<i>Chaetozone</i> sp.	386	29 %	III
<i>Ampharete petersenae</i>	463	60 %	Ik	<i>Prionospio steenstrupi</i>	265	48 %	II
<i>Mediomastus fragilis</i>	230	67 %	IV	<i>Chaetozone setosa</i>	156	60 %	IV
<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	188	72 %	Ik	<i>Ennucula tenuis</i>	147	71 %	II
<i>Cossura longocirrata</i>	120	75 %	IV	<i>Cossura longocirrata</i>	91	77 %	IV
<i>Capitella capitata</i>	117	78 %	V	<i>Ophelina acuminata</i>	68	82 %	II
<i>Chaetozone setosa</i>	82	80 %	IV	<i>Oligochaeta</i> indet.	43	86 %	V
<i>Parougia eliasoni</i>	70	82 %	Ik	<i>Galathowenia oculata</i>	39	88 %	III
<i>Euchone</i> sp.	61	84 %	II	<i>Leucon</i> sp.	25	90 %	Ik
<i>Praxillella praetermissa</i>	57	86 %	II	<i>Thyasira sarsii</i>	16	91 %	IV
Hr5	Ant.	Kum.	EG				
<i>Chaetozone</i> sp.	930	47 %	III				
<i>Capitella capitata</i>	223	58 %	V				
<i>Parougia eliasoni</i>	149	66 %	Ik				
<i>Ennucula tenuis</i>	103	71 %	II				
<i>Prionospio steenstrupi</i>	92	76 %	II				
<i>Mediomastus fragilis</i>	63	79 %	IV				
<i>Cossura longocirrata</i>	58	82 %	IV				
<i>Oligochaeta</i> indet.	50	85 %	V				
<i>Chaetozone setosa</i>	45	87 %	IV				
<i>Ophelina acuminata</i>	45	89 %	II				

\*Økologiske grupper: EG I = sensitive arter. EG II = nøytrale arter. EG III = tolerante arter. EG IV = opportunistiske arter. EG V = forurensningsindikatorer (pollution indicator species). Fra Rygg og Norling, 2013. Ik = ikke kjent gruppe.

## 5.4 Sammenfattende vurderinger – C-undersøkelse

### 5.4.1 Sammenfatning

Resultatene fra miljøovervåkingen (type C) ved Hringsdalur, 2018, kan sammenholdes som følger:

- Hydrografimålinger er ikke tilgjengelige pga. instrumentfeil under feltarbeidet.
- TOC-nivået var litt forhøyet i sediment fra alle stasjonene. TOM-nivåene var også litt høye mens TN var lave i sedimentene fra alle stasjonene og det samme var C/N-forholdet. Kobbervånet på C1 var forhøyet (32,0 mg/kg). Sedimentene var moderat grov- til moderat finkornet med pelittandel mellom 27,9 til 76,5 %. Redoks-verdiene i sedimentet var positive for alle stasjonene.

- Antall arter varierte fra 1273 (Hr1) til 3670 (Hr3) og antall taksa fra 37 (Hr1) til 79 (Hr3). På Hr2 og Hr3 var den samlede indeksen nEQR over 0,6 som kan karakteriseres som god faunatilstand. På de tre andre stasjonene lå denne indeksen mellom 0,4 og 0,6 som indikerer moderat belastete samfunn. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen viste miljøtilstand 1 (Meget god). Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på alle stasjonene unntatt stasjon Hr2. Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark) var mest dominant på Hr1.

#### 5.4.2 Konklusjon

Resultatene fra overvåkingen ved oppdrettslokaliteten Hringsdalur i 2018 viste at sedimentene var noe belastet med organisk karbon og kobberkonsentrasjonen var forhøyet på Hr1. Det ble registrert belastningseffekt på stasjon Hr1 og, i mindre grad, Hr5. Diversiteten var lavest på disse to stasjonene og samlet faunaindeks nEQR viste moderat påvirkning her. For de andre stasjonene viste nEQR god faunatilstand. Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på alle stasjonene unntatt Hr2. Redoks-verdiene i sedimentet var positive for alle stasjonene.

#### 5.4.3 Miljøutvikling siden forrige C-undersøkelse

Resultatene fra en tilsvarende C-undersøkelse ved Hringsdalur er vist i Vedlegg 3. Konklusjonen fra den undersøkelsen var: *"Resultatene fra C-undersøkelsen på lokalitet Hringsdalur i november 2017 viste at sedimentet på C3 var lite belastet med organisk karbon. De andre sedimentene i undersøkelsen var moderat belastet. Artsmangfoldet var lavt på C4 og C5, og høyere på de øvrige stasjonene. Samlet faunaindeks nEQR viste god faunatilstand på C1, C2 og C3, moderat faunatilstand på C4 og dårlig på C5. NS 9410 klassifisering av bløtbunnsamfunnet på stasjon C1 i anleggssonen ga miljøtilstand 1 "Meget god". Oksygenforholdene var gode i hele vannsøylen i november 2017."*

Vurdert mot dagens resultater (mai 2018) er det ikke påvist vesentlige miljøendringer i sedimenter eller bløtbunnsamfunn, bl. a. ved at nTOC er på samme nivå i de to undersøkelsene. Diversitetsindeksen H' er også forholdsvis like med unntak av den lave verdien på C5 i 2017 (1,3). nEQR hadde også lav verdi i 2017 for C5 (0,282), mens nEQR i 2018 er over 0,4 for alle stasjonene. Det kan imidlertid virke som at forurensningsindikatorer (f. eks. børstemarkene *Capitella capitata* og *Oligochaeta* indet.) har økt noe i individtetthet på stasjonene.

Redoks-potensialet var positive i sedimentene på alle stasjonene i 2018 ( $E_h > 150$ ). Disse verdier er på samme nivå som i forrige ASC/C undersøkelse (Velvin og Gunnarsson, 2018).

## 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. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013 rev 2015. 263 s.
- Gunnarsson, S., 2018. Arnarlax hf. B-undersøkelse, November 2017 Hringsdalur (maksimal organisk belastning). APN rapport 9187.02.
- ISO 5667-19:2004. Guidance on sampling of marine sediments.
- ISO 16665:2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.
- Moe, A.A. og Ottesen, K., 2013. Environmental monitoring (MOM B) at finfish farm site Hringsdalur, oktober 2013.
- NS 9410, 2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- Pers. medd. Þóra Dögg Jörundsdóttir, Quality Manager Hatchery & Farms, Arnarlax hf
- 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.
- Velvin, R. & S. Gunnarson, 2018. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Hringsdalur, 2017. APN-rapport 9187.01.

## Vedlegg 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer

### 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. Reproduserbarheten 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 tørrvektsbasis.

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 Veileder 02:2013 rev. 2015.

*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
Cd mg/kg	< 0,2 Klasse I	0,2 - 2,5 Klasse II	2,5 - 16 Klasse III	16 - 157 Klasse IV	> 157 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. I hht. manual for instrumentet ble 200 mV lagt til den målte ORP-verdien (Oxydation Reduction Potential).

## Bunndyr

### Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale (fôrestreter/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 arts mangfold (diversitet) er blant annet betinget av gunstige forhold for faunaen. Likevel kan eksempelvis moderate økninger i organisk belastning stimulere faunaen og eventuelt øke arts mangfoldet noe. Større belastning gir dårligere forhold der opportunistiske arter øker sine individtall, mens ømfintlige slås ut. Dette betyr redusert arts mangfold. Endringer i arts mangfold 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 ( $ES_{100}$ ) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks ( $ISI_{2012}$ ), uegnet ved lavt individ/artstall
- Indeks for individtetthet (DI), benyttes ved lavt individ/artstall
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- Sammensatt indeks for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i NQI1 (AMBI)
- Normalisert EQR (nEQR)
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske arts klasser
- 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 rev. 2015).*

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
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

Det er også utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen i hht kapt. 8.7 i NS9419:2016. Stasjonene C1 og C2 er ikke med i denne beregningen.

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, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013 rev 2015. 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.

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, 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

## 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 forensningsundersøkelser fordi miljøforstyrrelser typisk påvirker samfunnets sammensetning. Svakheten ved diversitetsmålene er at de ikke alltid fanger opp endringer i samfunnsstrukturen. Dersom en art blir erstattet med like mange individer av en ny art, vil ikke det gjøre noe utslag på diversitetsindeksene.

Shannon-Wieners indeks (Shannon & Weaver, 1949) er gitt ved formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

der  $n_i$  = antall individer av art  $i$  i prøven

$N$  = total antall individer

$s$  = antall arter

Indeksen tar hensyn både til antall arter og mengdefordelingen mellom artene, men det synes som indeksen er mest følsom for individfordelingen. En lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn som er dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn.

### Pielous mål for jevnhet (Pielou, 1966)

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

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

### Hurlberts diversitetskurver

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

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

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

der  $N$  = total antall individ i prøven

$N_i$  = antall individ av art  $i$

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

$s$  = total antall arter i prøven

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

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

Ved moderat forurensning forsvinner en del av de individfattige artene, mens noen som blir begunstiget, øker i antall. Slik flater kurven ut, og strekker seg mot høyere klasser eller den får ekstra topper. Under slike forhold mister kurven enhver likhet med den statistiske log-normalfordelingen. Derfor kan avvik fra log-normalfordelingen tolkes som et resultat av en påvirkning/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 Hringsdalur, 2018:

### Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	Hr1	Hr2	Hr3	Hr4	Hr5
no. ind.	9925	1273	1682	3670	1338	1962
no. spe.	95	37	56	79	42	55

### Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	Hr1_01	Hr1_02	Hr2_01	Hr2_02	Hr3_01	Hr3_02	Hr4_01	Hr4_02	Hr5_01	Hr5_02
no. ind.	9925	655	618	1061	621	2065	1605	552	786	940	1022
no. spe.	95	30	25	50	37	64	65	31	35	28	47
Shannon-Wiener:		2,6	2,5	3,6	3,5	3,0	3,3	3,1	3,3	2,8	2,9
Pielou		0,53	0,53	0,65	0,67	0,50	0,55	0,63	0,63	0,57	0,52
ES100		14	13	20	19	19	21	14	16	14	18
SN		1,82	1,73	2,02	1,94	2,05	2,09	1,86	1,87	1,73	1,99
ISI-2012		6,88	6,80	8,15	8,64	8,28	9,23	8,65	8,32	7,20	7,99
AMBI		4,935	4,919	3,323	3,641	4,15	3,78	3,729	3,945	4,604	3,903
NQI1		0,48	0,47	0,63	0,60	0,58	0,62	0,58	0,56	0,49	0,59
NSI		12,9	12,8	19,6	20,2	17,7	18,9	20,7	18,9	15,0	19,5
DI		0,766	0,741	0,976	0,743	1,265	1,155	0,692	0,845	0,923	0,959

### Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.		Hr1	Hr2	Hr3	Hr4	Hr5
Shannon-Wiener:		2,53	3,56	3,15	3,19	2,83
Pielou		0,53	0,66	0,52	0,63	0,55
ES100		13,6	19,7	20,1	15,1	15,8
SN		1,77	1,98	2,07	1,87	1,86
ISI-2012		6,84	8,40	8,75	8,49	7,60
AMBI		4,927	3,482	3,965	3,837	4,254
NQI1		0,47	0,62	0,60	0,57	0,54
NSI		12,85	19,90	18,31	19,81	17,26
DI		0,75	0,86	1,21	0,77	0,94
Tilstandsklasse nEQR <sup>*)</sup>		0,442	0,631	0,612	0,593	0,541

\*) Tilstandsklassen nEQR er beregnet uten DI

EQR verdi = 0,999 er brukt når fauna indeks verdien er større enn maks indeks verdi i EQR formel.

### Geometriske klasser

int.	Hr1	Hr2	Hr3	Hr4	Hr5
1	10	14	19	13	19
2,3	11	10	20	11	9
4-7	6	9	9	5	8
8-15	1	11	10	3	7
16-31	3	3	7	2	1
32-63	4	4	6	2	6
64-127	0	0	4	2	2
128-255	0	3	2	2	2
256-511	1	2	1	2	0
512-1023	1	0	0	0	1
1024-2047	0	0	1	0	0
2048-	0	0	0	0	0

# Artsliste

# Hringsdalur ASC-C-undersøkelse

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
<i>Stasjonsnr.: Hr1</i>						
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.	-1		-1
NEMATODA						
			Nematoda indet.		1	1
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida	Levinsenia gracilis	3		3
			Aricidea laubieri	1	2	3
		Cossurida	Cossura longocirrata	6	1	7
		Spionida	Laonice cirrata	1		1
			Malacoceros fuliginosus	2	4	6
			Prionospio steenstrupi	11	18	29
			Chaetozone setosa	26	17	43
			Chaetozone sp.	191	175	366
		Capitellida	Capitella capitata	280	289	569
			Mediomastus fragilis	34	27	61
			Praxillella gracilis	4	1	5
		Opheliida	Ophelina acuminata	16	20	36
			Scalibregma inflatum	1	1	2
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	1		1
			Pholoe assimilis	1		1
			Pholoe baltica		2	2
			Microphthalmus sczelkowi	2		2
			Goniada maculata	1		1
			Nephtys paradoxa	1		1
			Nephtys pente	3	1	4
		Amphinomida	Paramphinome jeffreysii	1		1
		Eunicida	Parourgia eliasoni	36	17	53
		Oweniida	Galathowenia oculata	1		1
			Owenia sp.		1	1
		Terebellida	Ampharete petersenae		2	2
	Oligochaeta		Oligochaeta indet.	13	6	19
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida	Calanoida indet.	1		1
	Malacostraca					
		Cumacea	Leucon sp.		2	2
		Amphipoda	Byblis sp.	1		1
			Lysianassidae indet.	3	13	16
			Oedicerotidae indet.	2	2	4
			Podoceridae indet.		3	3
			Gammaridea indet.		4	4
			Crustacea indet. juv.	5	1	6

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
MOLLUSCA	Bivalvia	Nuculoida	Ennucula tenuis	3		3
			Nuculana sp. juv.	2		2
		Veneroida	Axinopsida orbiculata		2	2
			Thyasira gouldi	2	1	3
			Thyasira sarsii	7	7	14
			Macoma calcarea	1		1
BRYOZOA			Bryozoa indet.			
				-1		-1
			<b>Maks:</b>	280	289	569
			<b>Antall:</b>	35	27	43
			<b>Sum:</b>			1281

**Stasjonsnr.: Hr2**

FORAMINIFERA

PORIFERA		Foraminifera indet.		-1		-1
NEMERTINI		Porifera indet.		-1		-1
ANNELIDA		Nemertea indet.		7	2	9
	Polychaeta	Orbiniida	Levinsenia gracilis	5	2	7
			Aricidea sp.	1	1	2
		Cossurida	Cossura longocirrata	4	19	23
		Spionida	Dipolydora sp.	1		1
			Prionospio steenstrupi	108	100	208
			Spio limicola	3	4	7
			Chaetozone setosa	201	86	287
			Chaetozone sp.	180	181	361
		Capitellida	Capitella capitata	1		1
			Mediomastus fragilis	5	5	10
			Rhodine gracilior	4		4
			Praxillella gracilis	5	4	9
			Praxillella praetermissa	5		5
			Maldanidae indet.		2	2
		Opheliida	Ophelina acuminata	1	50	51
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	3		3
			Harmothoe sp.	1		1
			Pholoe assimilis	2		2
			Pholoe baltica	2		2
			Goniada maculata	1		1
			Nephtys ciliata	3	1	4
		Eunicida	Lumbrineris mixochaeta	7	2	9
			Parougia eliasoni	2		2
		Oweniida	Galathowenia oculata	25	21	46
			Myriochele olgae	4	4	8
			Owenia sp.	5	2	7
		Terebellida				



<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Ampharete borealis	11	3	14
			Anobothrus gracilis	1		1
			Ampharete finmarchica	1	3	4
			Ampharete petersenae	193	13	206
			Laphania boeckii	8	12	20
			Terebellides sp.	26	7	33
		Sabellida				
			Euchone papillosa	9		9
			Euchone sp.	7	5	12
		Oligochaeta				
			Oligochaeta indet.	3	2	5
CRUSTACEA						
		Copepoda				
		Calanoida				
			Calanoida indet.	1	1	2
		Malacostraca				
		Cumacea				
			Eudorella sp.		1	1
			Leucon sp.	8	7	15
		Amphipoda				
			Lysianassidae indet.	2	1	3
			Oedicerotidae indet.	1	2	3
			Phoxocephalus holbolli	1		1
			Podoceridae indet.		2	2
			Gammaridea indet.		3	3
		Decapoda				
			Hyas coarctatus	1		1
			Crustacea indet. juv.	7	4	11
MOLLUSCA						
		Caudofoveata				
			Caudofoveata indet.		1	1
		Prosobranchia				
		Mesogastropoda				
			Euspira montagui	1		1
		Neogastropoda				
			Oenopota sp.		1	1
		Bivalvia				
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	133	57	190
			Nuculana pernula	9	2	11
			Nuculana sp. juv.	2	1	3
			Yoldia hyperborea	1		1
		Veneroida				
			Axinopsida orbiculata	27	7	34
			Thyasira gouldi	6		6
			Thyasira sarsii	15	4	19
			Astarte montagui	1		1
			Macoma calcarea	1		1
			Abra nitida	9	2	11
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1		-1
			<b>Maks:</b>	201	181	361
			<b>Antall:</b>	56	40	62
			<b>Sum:</b>			1695
<b>Stasjonsnr.:</b>	Hr3					
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	17	10	27
NEMATODA						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Nematoda indet.	1		1
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Leitoscoloplos mammosus	107	81	188
			Naineris quadricuspida	1		1
			Scoloplos armiger	1		1
			Levinsenia gracilis	17	23	40
			Aricidea sp.	5	6	11
			Paraonides nordica	3	8	11
		Cossurida				
			Cossura longocirrata	92	28	120
		Spionida				
			Apistobanchus tullbergi		1	1
			Dipolydora sp.	1		1
			Prionospio steenstrupi	17	20	37
			Spio limicola	2		2
			Chaetozone setosa	41	41	82
			Chaetozone sp.	110	653	1755
		Capitellida				
			Capitella capitata	111	6	117
			Mediomastus fragilis	140	90	230
			Rhodine gracilior	5	5	10
			Maldane sarsi	3	2	5
			Praxillella gracilis	4	10	14
			Praxillella praetermissa	20	37	57
			Maldanidae indet.	2	1	3
		Opheliida				
			Ophelina acuminata	10	6	16
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	1	5	6
			Harmothoe sp.	2		2
			Polynoidae indet.		1	1
			Pholoe assimilis	6	1	7
			Goniada maculata		1	1
			Nephtys ciliata	1	1	2
			Nephtys paradoxa	1		1
			Nephtys pente		4	4
		Eunicida				
			Nothria hyperborea		1	1
			Lumbrineris mixochaeta	2	2	4
			Lumbrineridae indet.	1		1
			Parougia eliasoni	57	13	70
		Sternaspida				
			Sternaspis scutata	3	8	11
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	9	8	17
			Myriochele olgae	12	15	27
			Owenia sp.	20	14	34
		Flabelligerida				
			Brada villosa		1	1
			Diplocirrus glaucus	1		1
			Diplocirrus longisetosus	1	1	2
			Flabelligera infundibularis		1	1
		Terebellida				
			Lagis koreni	4	2	6
			Ampharete borealis	1	2	3
			Ampharete finmarchica	1	1	2
			Ampharete petersenae	101	362	463
			Melinna cristata	2		2
			Laphania boeckii	7	10	17
			Polycirrus norvegicus		1	1
			Terebellides sp.	3	7	10
		Sabellida				
			Euchone papillosa	2		2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
		Oligochaeta	Euchone sp.	49	12	61	
			Oligochaeta indet.	33	19	52	
CRUSTACEA							
	Malacostraca						
		Cumacea	Leucon sp.	2	1	3	
		Amphipoda	Byblis sp.	1		1	
			Hippomedon sp.		5	5	
			Lysianassidae indet.	2	10	12	
			Oedicerotidae indet.	1	1	2	
			Phoxocephalus holbolli	1	1	2	
			Podoceridae indet.	1	1	2	
			Gammaridea indet.	6	16	22	
		Decapoda	Paguridae indet.		3	3	
			Crustacea indet. juv.		1	1	
MOLLUSCA							
	Caudofoveata						
			Caudofoveata indet.	1		1	
	Prosobranchia						
		Mesogastropoda	Euspira montagui	1		1	
		Neogastropoda	Oenopota sp.	2	4	6	
	Opisthobranchia						
		Cephalaspidea	Diaphana minuta		1	1	
		Nudibranchia	Nudibranchia indet.		2	2	
	Bivalvia						
		Nuculoida	Ennucula tenuis	2	9	11	
			Nuculana pernula	1	2	3	
			Yoldia hyperborea	1	1	2	
		Mytiloida	Crenella decussata		2	2	
		Veneroida	Axinopsida orbiculata	7	9	16	
			Axinulus croulinensis		2	2	
			Thyasira gouldi	5	6	11	
			Thyasira sarsii	4	4	8	
			Thyasiridae indet.	1	1	2	
			Astarte montagui		1	1	
			Macoma calcarea	1		1	
			Abra nitida	4	2	6	
ECHINODERMATA							
	Ophiuroidea						
			Ophiuroidea indet. juv.		1	1	
				<b>Maks:</b>	1102	653	1755
				<b>Antall:</b>	65	67	82
				<b>Sum:</b>			3673
<b>Stasjonsnr.:</b>	Hr4						
FORAMINIFERA							
			Foraminifera indet.		-1	-1	
NEMERTINI							
			Nemertea indet.	3	5	8	
ANNELIDA							

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
	Polychaeta					
		Cossurida	Cossura longocirrata	32	59	91
		Spionida	Prionospio steenstrupi	141	124	265
			Pseudopolydora paucibranchiata	1		1
			Chaetozone setosa	64	92	156
			Chaetozone sp.	126	260	386
		Capitellida	Mediomastus fragilis	1	14	15
			Rhodine gracilior		1	1
			Maldane sarsi		1	1
			Praxillella gracilis	3	8	11
			Praxillella praetermissa		3	3
		Opheliida	Ophelina acuminata	54	14	68
		Phyllodocida	Eteone flava/longa		2	2
			Nephtys ciliata		4	4
		Eunicida	Lumbrineris mixochaeta	1	2	3
			Lumbrineridae indet.	1		1
			Parougia eliasoni	2	4	6
		Oweniida	Galathowenia oculata	16	23	39
			Myriochele olgae	1	1	2
			Owenia sp.		2	2
		Terebellida	Ampharete borealis	4	2	6
			Ampharete finmarchica	1		1
			Ampharete petersenae	2	1	3
			Melinna cristata	1		1
			Laphania boeckii	5	2	7
		Sabellida	Euchone papillosa	1		1
			Euchone sp.		6	6
	Oligochaeta		Oligochaeta indet.	1	42	43
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea	Leucon sp.	8	17	25
		Amphipoda	Lysianassidae indet.	1	1	2
			Oedicerotidae indet.	1	1	2
			Gammaridea indet.		1	1
			Crustacea indet. juv.	9	4	13
MOLLUSCA						
	Caudofoveata		Caudofoveata indet.	1		1
	Bivalvia					
		Nuculoida	Ennucula tenuis	70	77	147
			Nuculana permula	2	1	3
		Veneroida	Axinopsida orbiculata		1	1
			Thyasira gouldi	1	1	2
			Thyasira sarsii	5	11	16
			Thyasiridae indet.		1	1
			Macoma calcarea	1		1
			Abra nitida	1	1	2
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.		-1	-1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
CHAETOGNATA						
			Chaetognatha indet.		1	1
ECHINODERMATA	Asteroidea	Paxillosida	Ctenodiscus crispatus		1	1
				<b>Maks:</b>	141	260
				<b>Antall:</b>	32	39
				<b>Sum:</b>		1350
<b>Stasjonsnr.: Hr5</b>						
FORAMINIFERA						
CNIDARIA	Hydrozoa		Foraminifera indet.		-1	-1
NEMERTINI			Hydrozoa indet.	-1		-1
NEMATODA			Nemertea indet.	3	2	5
ANNELIDA	Polychaeta		Nematoda indet.	1		1
		Orbiniida	Leitoscoloplos mammosus		1	1
			Levinsenia gracilis		1	1
			Aricidea sp.	4	1	5
		Cossurida	Cossura longocirrata	32	26	58
		Spionida	Dipolydora sp.		1	1
			Malacoceros fuliginosus	6		6
			Prionospio steenstrupi	4	88	92
			Spio limicola		2	2
			Chaetozone setosa	5	40	45
			Chaetozone sp.	389	541	930
		Capitellida	Capitella capitata	221	2	223
			Mediomastus fragilis	56	7	63
			Praxillella gracilis		1	1
			Praxillella praetermissa		1	1
		Opheliida	Ophelina acuminata	24	21	45
			Scalibregma inflatum	2		2
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	2	2	4
			Pholoe assimilis		1	1
			Microphthalmus sczelkowi	1		1
			Syllis cornuta	1		1
			Nephtys ciliata		1	1
			Nephtys paradoxa		1	1
			Nephtys pente	1	1	2
		Eunicida	Lumbrineris mixochaeta		1	1
			Ophryotrocha sp.	3		3
			Parougia eliasoni	96	53	149
		Oweniida	Galathowenia oculata		11	11
			Myriochele olgae		1	1
		Terebellida				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Lagis koreni	2		2
			Ampharete borealis		11	11
			Anobothrus gracilis		1	1
			Ampharete petersenae		33	33
			Melinna cristata		2	2
			Laphania boeckii		4	4
			Terebellides sp.		10	10
		Sabellida				
			Euchone papillosa		6	6
			Euchone sp.		10	10
		Oligochaeta				
			Oligochaeta indet.	31	19	50
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.	4	10	14
		Amphipoda				
			Lysianassidae indet.	9	2	11
			Podoceridae indet.		1	1
			Gammaridea indet.		3	3
			Caprellidae indet.		1	1
			Crustacea indet. juv.	2	4	6
MOLLUSCA						
	Prosobranchia					
		Neogastropoda				
			Oenopota sp.		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	22	81	103
			Nuculana pernula		4	4
			Nuculana sp. juv.		3	3
			Yoldia hyperborea		1	1
		Veneroida				
			Axinopsida orbiculata	6	3	9
			Thyasira gouldi	2	2	4
			Thyasira sarsii	11	7	18
			Thyasiridae indet.	1		1
			Macoma calcarea	1	1	2
			Abra nitida		2	2
			Abra prismatica	1		1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1		-1
			<b>Maks:</b>	389	541	930
			<b>Antall:</b>	32	50	61
			<b>Sum:</b>			1969
					<b>TOTAL:</b>	<b>Maks:</b> 1755
						<b>Sum:</b> 9968

# Vedlegg 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser

60320 Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx\_070518

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 hf.  
**Kunde referanse:** Hringdalur ASC/C undersøkelse 2018  
**Kontaktperson kunde:**  
**e-post:**

**Kontaktperson Akvaplan-niva:** Snorri Gunnarsson

**Dato:** 10.09.2018

---

**Rapport nr.:** 60320  
**Analyseparameter(e):** Korn, TOM, TOC, TN, Cu  
**Kontaktperson:** Ida Giæver Tveter

**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:

Laboratoriet mottok ikke egne prøver merket Cu ref 1.  
Cu ref 1 er samme stasjon som HR-2 slik at kobber prøver tatt på Hr-2 kan brukes som Cu ref 1.

Analysene gjelder bare for de prøver som er testet. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den ble mottatt av laboratoriet. Rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. En eventuell klage skal leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat. Nærmere informasjon om analysemetodene (måleusikkerhet, metodeprinsipp etc.) fås ved henvendelse til Akvaplan-Niva AS

Side 1 av 3





## Resultater

	TOM	TOC**	N TOC**	TN**	C/N**	Pelitt	> 0,063 mm	Cu_1*	Cu_2*
Kundens id.:	% TS	mg/g TS	mg/g TS	mg/g TS		vekt%	vekt%	mg/kg TS	mg/kg TS
Hr-1	6,5	13,0	25,5	2,9	4,5	30,5	69,5	32,0	ia
Hr-2	12,5	25,6	29,8	5,2	4,9	76,5	23,5	39,2	38,3
Hr-3	6,5	18,9	31,9	4,7	4,0	27,9	72,1	34,7	32,8
Hr-4	10,1	19,4	28,7	4,6	4,2	48,5	51,5	34	35,9
Hr-5	11,5	22,1	28,0	4,9	4,5	67,0	33,0	34,6	35,8
Cu ref 2	ia	ia		ia		ia	ia	36,0	35,7

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

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

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

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

ia = ikke analysert

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

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

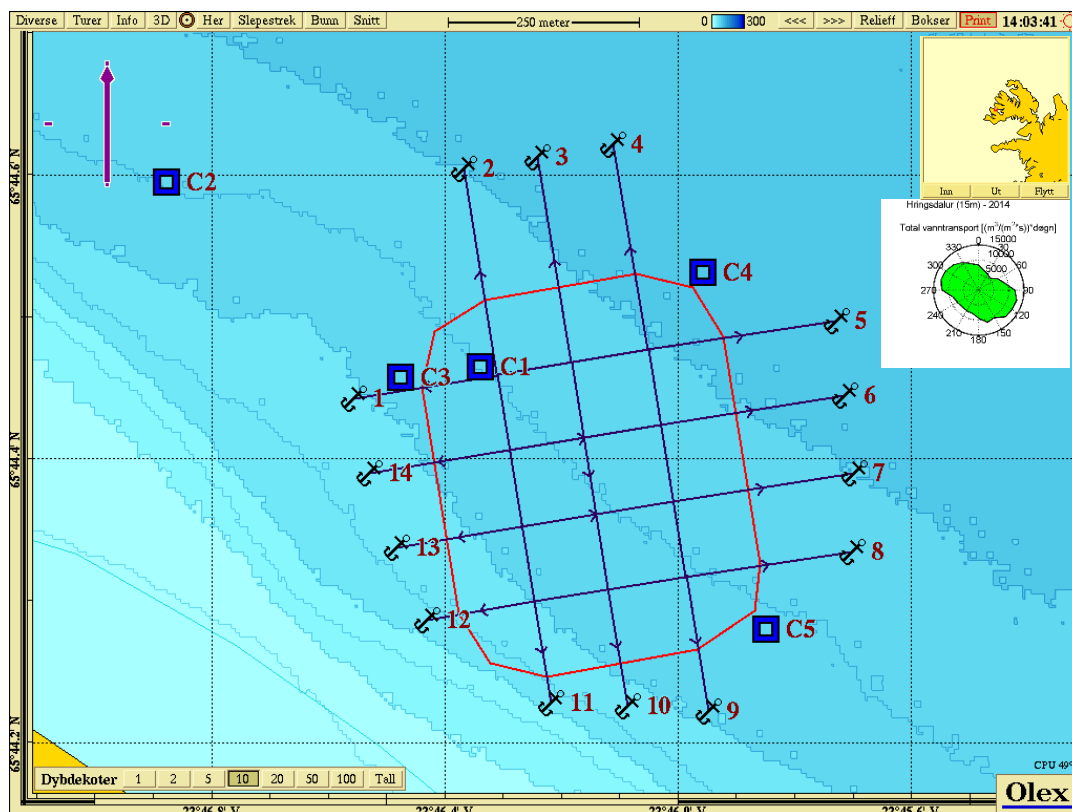
Tilstandsklassifisering for kobber (Cu) i marine sedimenter (grenseverdier fra M-608/2016):

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

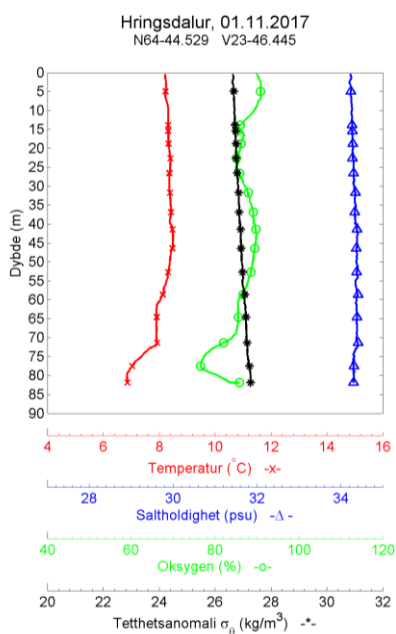
# Vedlegg 5 - Resultater fra foregående C-undersøkelse, 2017.

Stasjonsdyp og -koordinater, C-stasjonene ved Hringsdalur, 2017.

Stasjon	C1	C2	C3	C4	C5
Dyp (m)	72	71	64	84	69
GPS	65° 44,465 N 23° 46,337 V	65° 44,595 N 23° 46,876 V	65° 44,457 N 23° 46,474 V	65° 44,531 N 23° 45,956 V	65° 44,280 N 23° 45,848 V
Avstand til merd (m)	25	500	125	125	125



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



Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på C4 ved Hringsdalur, 2017.

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

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
C1	Leire, silt. Olivengrøn. Ingen lukt. Noe sort tare + knust skjell.	9,2	19,6	28,5	2,9	6,7	50	7,9 /-51
C2	Leire, silt. Oliven grøn. Ingen lukt. En del sort tare.	9,8	23,1	31,4	3,8	6,0	54	7,9 /-50
C3	Leire, silt. Oliven grøn. Ingen lukt. En del sort tare.	4,4	8,7	21,8	0,91	9,6	27	7,7 /-41
C4	Leire, silt. Oliven grøn. Ingen lukt. Litt sort tare.	12,9	27,3	33,2	4,2	6,3	67	7,7 /-42
C5	Leire, silt. Ingen lukt. En del sort tare.	6,9	16,6	28,6	2,2	7,5	33	7,6 /-38

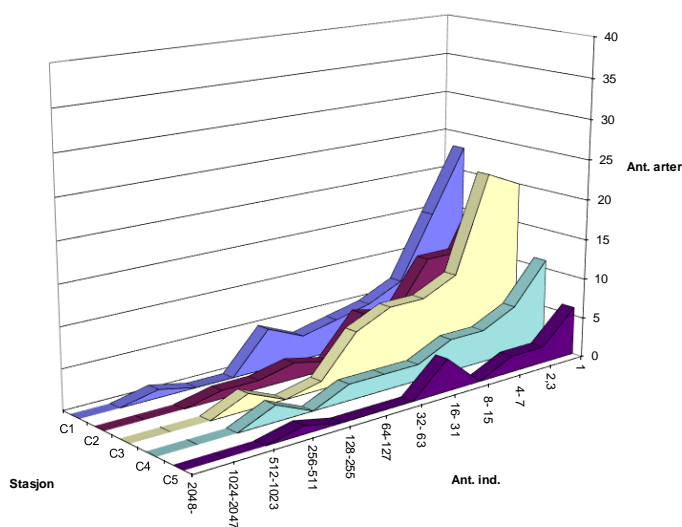
\* Tilstandsklassifisering (SFT - Molvær m.fl., 1997) basert på TOC forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelitt < 0.063 mm) iht. til formelen: Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), hvor F er andel av finstoff (Aure m.fl., 1993).

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 Hringsdalur, 2017.

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES <sub>100</sub>	NQII	ISI <sub>2012</sub>	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
C1	1543	63	3,27	20,8	0,60	8,26	19,53	0,618	0,78	3,804	0,59
C2	951	57	3,70	22,8	0,66	8,97	21,57	0,677	0,62	3,058	0,68
C3	1618	77	3,82	25,3	0,63	8,19	19,39	0,647	0,84	3,646	0,65
C4	1203	33	2,63	12,9	0,54	8,37	20,65	0,559	0,73	3,910	0,56
C5	462	15	1,26	8,2	0,35	6,24	8,28	0,282	0,25	5,672	0,38

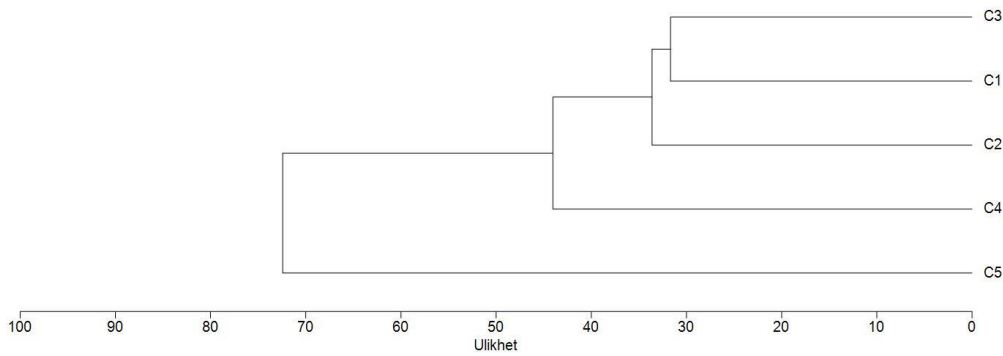
Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet på C1 ved lokaliteten Hringsdalur, 2017.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Hringsdalur	63	Chaetozone sp. -46 %	1 Meget god



Bløtbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser. Hringsdalur, 2017.

Hringsdalur C-und. 2017. Stasjoner uten juvenile  
Group average



Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen. C-stasjoner Hringsdalur, 2017.

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

C1	Ant.	Kum.	C2	Ant.	Kum.
Chaetozone sp.	714	46 %	Ampharete petersenae	263	28 %
Prionospio steenstrupi	116	53 %	Chaetozone sp.	183	47 %
Cossura longocirrata	114	61 %	Prionospio steenstrupi	107	58 %
Ennucula tenuis	90	67 %	Ennucula tenuis	82	67 %
Ampharete petersenae	74	71 %	Ophelina acuminata	43	71 %
Euchone sp.	66	76 %	Euchone sp.	25	74 %
Capitella capitata	62	80 %	Galathowenia oculata	23	76 %
Thyasira sarsii	33	82 %	Leucon sp.	22	78 %
Parougia eliasoni	32	84 %	Thyasira sarsii	17	80 %
Ophelina acuminata	28	86 %	Myriochele olgae	16	82 %
C3	Ant.	Kum.	C4	Ant.	Kum.
Ampharete petersenae	438	27 %	Chaetozone sp.	497	41 %
Chaetozone sp.	393	51 %	Prionospio steenstrupi	304	66 %
Leitoscoloplos mammosus	113	58 %	Ennucula tenuis	101	75 %
Oligochaeta indet.	61	62 %	Cossura longocirrata	90	82 %
Cossura longocirrata	53	65 %	Ophelina acuminata	55	87 %
Praxillella praetermissa	53	69 %	Galathowenia oculata	36	90 %
Euchone sp.	50	72 %	Leucon sp.	21	92 %
Myriochele olgae	39	74 %	Praxillella gracilis	18	93 %
Prionospio steenstrupi	34	76 %	Sabellides borealis	11	94 %
Levinsenia gracilis	29	78 %	Thyasira sarsii	10	95 %
C5	Ant.	Kum.			
Capitella capitata	368	80 %			
Chaetozone sp.	19	84 %			
Oligochaeta indet.	19	88 %			
Mediomastus fragilis	16	91 %			
Parougia eliasoni	16	95 %			
Ophryotrocha lobifera	7	96 %			
Thyasira sarsii	7	98 %			
Macoma calcarea	2	98 %			
Ophryotrocha sp.	2	99 %			
Astarte montagui	1	99 %			