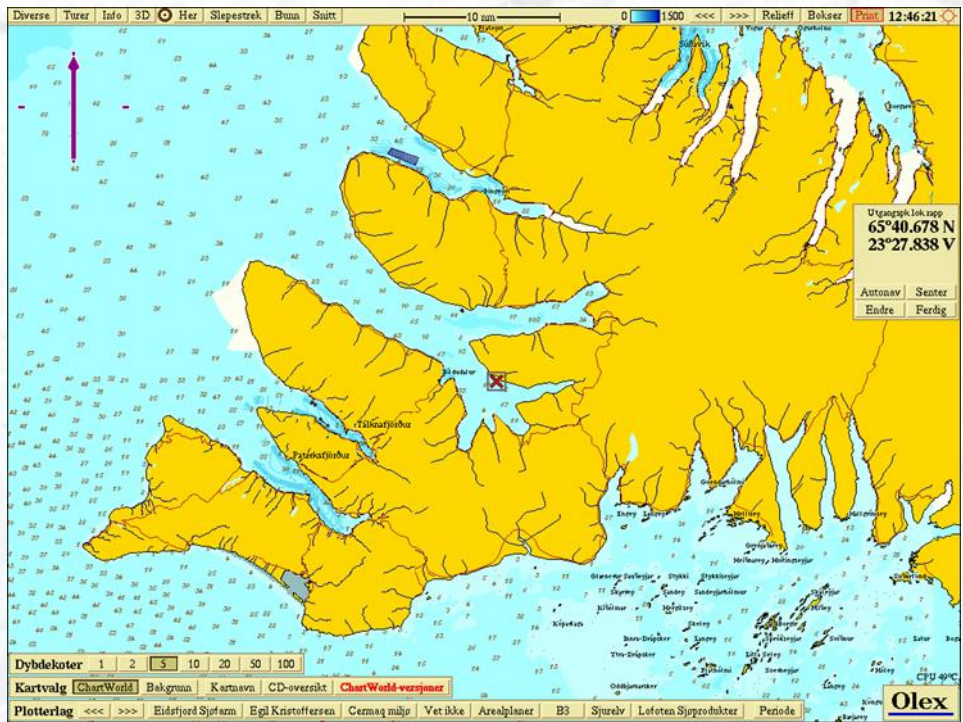


## Arnarlax ASC- og C-undersøkelse Steinanes, 2018





**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 Steinanes, 2018.

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

Hans-Petter Mannvik

Snorri Gunnarson

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

60526.01

**Dato / Date**

25.04.2019

**Antall sider / No. of pages**

21 + vedlegg

**Distribusjon / Distribution**

Gjennom oppdragsgiver

**Oppdragsgiver / Client**

Arnarlax hf., 465 Bíldudal, Island

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

Þóra Dögg Jörundsdóttir

**Sammendrag / Summary**

Resultatene fra C-undersøkelsen ved oppdrettslokaliteten Steinanes i september 2018 viste at sedimentene var noe belastet med organisk karbon og kobberkonsentrasjonen var noe forhøyet på C1. Det ble registrert noe belastningseffekt i faunaen og faunaindeks nEQR viste moderat påvirkning for alle stasjonene (< 0,6). Diversitetsindeksen H' var under 3 på alle stasjonene der den varierte fra 1,9 til 2,9. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen (C1 og C3) viste miljøtilstand 1 (Meget god). Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene. Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 0 iht. Tillegg D i NS 9410:2016 for alle stasjonene.

**Prosjektleder / Project manager**

Handwritten signature of Snorri Gunnarson in blue ink.

Snorri Gunnarson

**Kvalitetskontroll / Quality control**

Handwritten signature of Roger Velvin in black 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 STEINANES .....	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 STEINANES .....	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.....	19
5.4.1 Sammenfatning .....	19
5.4.2 Konklusjon.....	19
5.4.3 Sammenligning med C-undersøkelsen i 2017 .....	19
6 REFERANSER.....	20
7 VEDLEGG .....	21
Vedlegg 1. Metodebeskrivelser og klassifiseringssystemer .....	21
Vedlegg 2. Prosedyre for beregning av AZE .....	24
Vedlegg 3. Bunndyrstatistikk og artslister .....	25
Vedlegg 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser.....	36
Vedlegg 5. Resultater fra foregående undersøkelse .....	39

# Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en miljøundersøkelse type ASC og C på lokaliteten Steinanes. C-undersøkelsen er utført etter krav og veiledning i NS 9410:2016. Denne undersøkelsen oppfyller i tillegg krav som fremkommer i standard ISO 12878. I tillegg til krav i standard er det også her inkludert, etter ønske fra Arnarlax, resultater fra analyser på bunndyr og sediment fra tre referansestasjoner (Cref 1-Cref 3). 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 åtte 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 (Tjekkia) 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, 25.04.2019

  
Snorri Gunnarson

Prosjektleder

# 1 Oppsummering

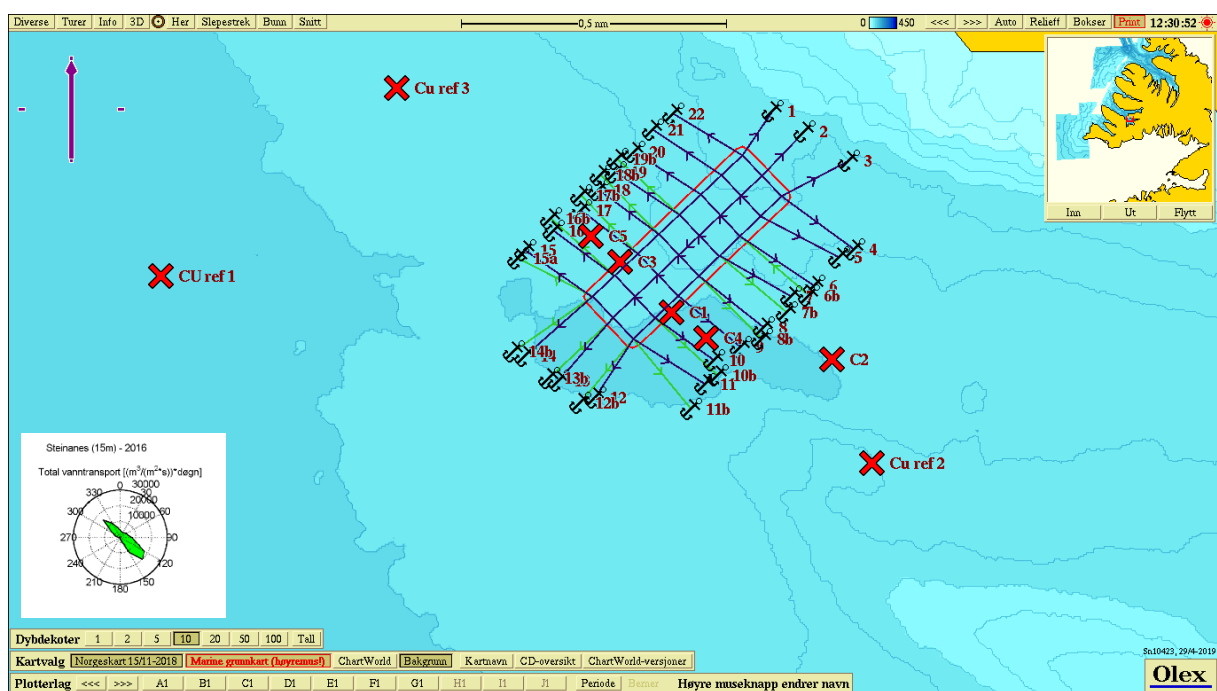
## 1.1 Oppsummering av ASC-resultatene

Indikator i ASC	ASC krav	Resultater								Kommentar er til prøvetaking
		C1	C2	C3	C4	C5	Cu ref1	Cu ref2	Cu ref3	
2.1.1	Redox >0 mV eller sulphid level < 1500 microMol/L	119	253	186	167	105	118	173	98	
2.1.2	«Faunal index score» utenfor AZE indikerer god til svært god økologisk status – Shannon-Wiener > 3	2,2	2,5	2,9	2,5	2,7	1,9	2,2	1,9	
2.1.3	>= 2 taksa av makrofauna innenfor AZE som ikke er forurensningsindikatorer, med en tilstedeværelse på over 100 ind/m <sup>2</sup>	3	-	8	-	-	-	-	-	
4.7.4	Kobbernivå < 34 mg/kg tørrstoff	35,2	28,4	28,3	33,9	44,5	32,1	32,0	29,7	
2.1.4	Lokalspesifikk AZE	Se kapt. 3.2.								

### Konklusjoner:

Kobberkonsentrasjonene var forholdsvis høye og mellom 28,3 og 44,5 mg/kg i de undersøkte sedimentene. Redokspotensialene (Eh) var positive i sedimentene på alle stasjonene. Artsmangfoldet var høyest i bløtbunnsamfunnet fra stasjon C3 med diversitetsindeks H' like under 3. En vurdering av bløtbunnsamfunnet i anleggssonen/AZE (stasjon C1 og C3) i henhold til ASC-standarden viste at det fantes hhv. tre og åtte arter, som ikke var forurensningsindikator (pollution indicator species) med 100 eller flere individer/m<sup>2</sup>.

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



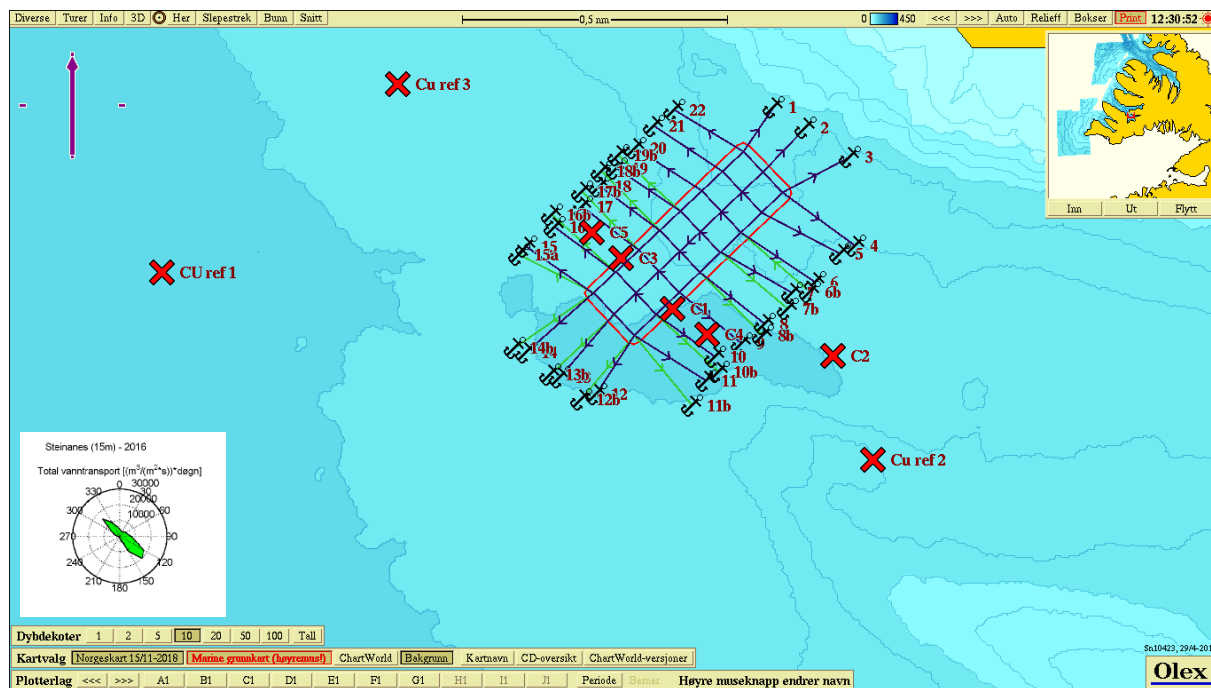
## 1.2 Summary of the ASC results

Indicator in ASC	ASC demand	Results								Remarks of the sampling
		C1	C2	C3	C4	C5	Cu ref1	Cu ref2	Cu ref3	
2.1.1	Redox >0 mV or sulphide level < 1500 microMol/L	119	253	186	167	105	118	173	98	
2.1.2	«Faunal index score» outside AZE indicates good to very good ecological status – Shannon-Wiener > 3	2.2	2.5	2.9	2.5	2.7	1.9	2.2	1.9	
2.1.3	>= 2 macro faunal taxa within AZE which are not pollution indicators, with more than 100 ind/m <sup>2</sup> present	3	-	8	-	-	-	-	-	
4.7.4	Copper level < 34 mg/kg dry sediment	35.2	28.4	28.3	33.9	44.5	32.1	32.0	29.7	
2.1.4	Location specific AZE	See chapter 3.2.								

### Conclusions:

The copper level was relatively high and between 28.3 and 44.5 mg/kg in the sediments. The redox potential (Eh) was positive in all sediments. The faunal diversity was highest at station C3 with the diversity index H' just below 3. An evaluation of the faunal community within the AZE (stations C1 and C3) in accordance to the ASC standard showed that there were three and eight species, respectively, which were not pollution indicator species, present with 100 or more individuals/m<sup>2</sup>.

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

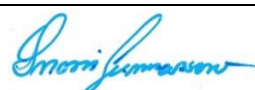




## 1.3 Oppsummering av C-resultatene

Informasjon oppdragsgiver			
Tittel :	C-undersøkelse Steinanes, 2018.		
Rapport nr.	60526.01	Lokalitet:	Steinanes
Lokalitet nr.	XXXX	Kartkoordinater (anlegg):	65°40.678 N 23°27.838 V
Fylke:	Arnarfjörður	Kommune:	
MTB-tillatelse:	Område MBT	Driftsleder:	Rolf Orjan Nordli
Oppdragsgiver:	Arnarlax		


Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato 25.09.2018			
Fiskegruppe:	Laks	Biomasse ved undersøkelse:	4509
Utføret mengde:	9845	Produsert mengde:	7519
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:	X	Oppfølgende undersøkelse:	
Brakklegging:		Ny lokalitet:	

Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR (Veileder 02:2013)		Diversitetsindeks H' (Shannon Wiener)	
Fauna C1 (innerst)	0,515	Fauna C1 (innerst)	2,16
Fauna C2 (ytterst)	0,584	Fauna C2 (ytterst)	2,50
Fauna C3	0,566	Fauna C3	2,91
Fauna C4 (dypområde)	0,536	Fauna C4 (dypområde)	2,54
Fauna C5	0,535	Fauna C5	2,74
Fauna Cu ref1	0,490	Fauna Cu ref1	1,86
Fauna Cu ref2	0,502	Fauna Cu ref2	2,19
Fauna Cu ref3	0,516	Fauna Cu ref3	1,93
Dato feltarbeid:	25.09.2018	Dato rapport:	25.04.2019
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)			nTOC fra 28,3 – 44,5 (moderat) Kobber 35,2 mg/kg på C1 Eh positiv på alle stasjonene O <sub>2</sub> -metningen var litt lav i bunnvannet
Ansvarlig feltarbeid:	Snorri Gunnarsson	Signatur:	

## 1.4 Summary of the C results

Client information			
Title :	C-undersøkelse Steinanes, 2018.		
Report nr.	60526.01	Location:	Steinanes
Location nr.	XXXX	Map co/ordinates (construction):	65°40.678 N 23°27.838 V
Fylke:	Arnarfjordur	Kommune:	
MTB-permission:	Area MBT	Operations manager:	Rolf Orjan Nordli
Client:	Amarlax		

Biomass/production status at date of investigation 05.09.2018			
Fish group:	Atlantic salmon	Biomass on examination:	4509
Feed input:	9845	Produced quantity:	7519
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 (Veileder 02:2013)		Diversity index H' (Shannon Wiener)	
Fauna C1 (inner)	0.515	Fauna C1 (inner)	2.16
Fauna C2 (outer)	0.584	Fauna C2 (outer)	2.50
Fauna C3	0.566	Fauna C3	2.91
Fauna C4 (deep station)	0.536	Fauna C4 (deep station)	2.54
Fauna C5	0.535	Fauna C5	2.74
Fauna Cu ref1	0.490	Fauna Cu ref1	1.86
Fauna Cu ref2	0.502	Fauna Cu ref2	2.19
Fauna Cu ref3	0.516	Fauna Cu ref3	1.93
Date fieldwork:	25.09.2018	Date of report:	25.04.2019
Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)		nTOC from 28.3 – 44.5 (moderate) Copper 35,2 mg/kg at C1 Eh positive at all stations O <sub>2</sub> -saturation somewhat low in the bottom water.	
Responsible for fieldwork:	Snorri Gunnarsson	Signature:	

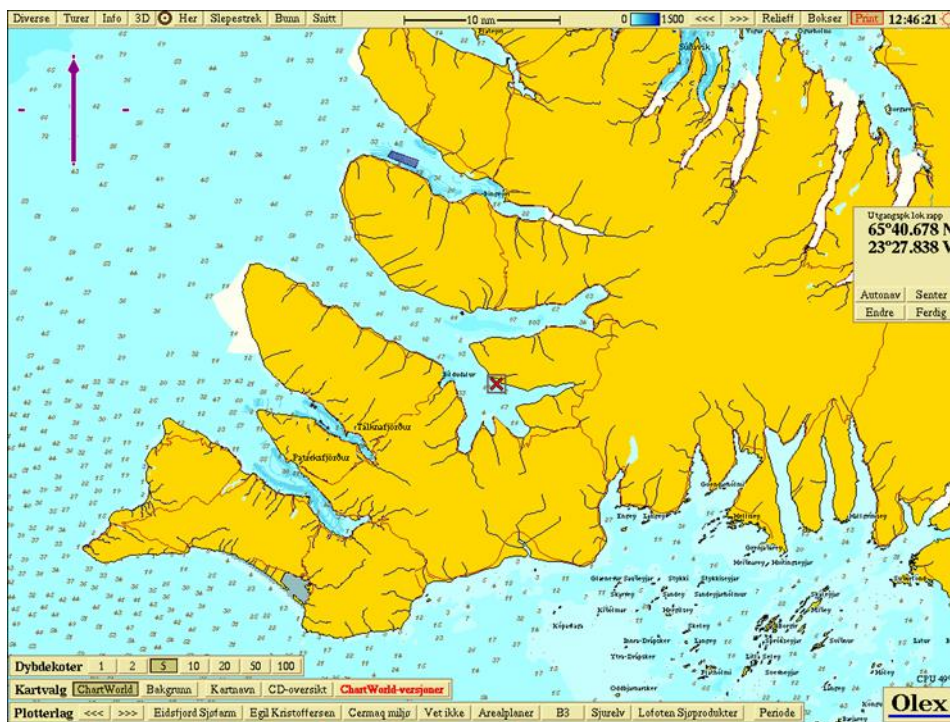
## 2 Innledning

### 2.1 Bakgrunn og formål

Akvaplan-niva har på vegne av Arnarlax gjennomført en ASC- og C-undersøkelse på lokalitet Steinanes i Arnarfjörður, Island (Figur 1). Undersøkelsen er utført med bakgrunn i at Arnarlax ønsker å sertifisere lokaliteten i henhold til Aquaculture Stewardship Council (ASC-standard) samt oppfølge krav fra Islandske myndigheter vedrørende miljøovervåking av anlegget. Det er samtidig foretatt en miljøundersøkelse iht. kap 5.0 i NS 9410:2016. Denne følger C-metodikk beskrevet i NS 9410:2016.

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 lokalitetstillatelse fra Islandske myndigheter.



Figur 1. Oversiktskart over Arnarfjörður med plassering av lokaliteten Steinanes (rødt kryss). Koordinater for anleggets senterpunkt er angitt i bildets høyre kant.

### 2.2 Drift og fôrforbruk

Anlegget er en rammefortøyning med 2 x 7 bur, totalt 14 merder på 160 meters omkrets. Lokaliteten har vært i drift siden juni 2017 etter at det ble satt ut smolt (G 2016). På undersøkelsestidspunktet var stående biomasse på ca. 7.519 tonn laks fordelt på 10 merder (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. Til Steinanes er planlagt

maks stående mengde fisk i sjøen til denne generasjon 4600 tonn og det tallet brukt vedrørende anslag av antall prøvestasjoner (Jörundsdóttir pers medd.).

## **2.3 Tidligere undersøkelser**

Akvaplan-niva AS har foretatt tidligere forundersøkelse i området før utsett av den nåværende generasjon laks i anlegget med prøvetakingsdato 27. juni 2017 (Mannvik og Eriksen, 2018). Det er også foretatt andre perifere undersøkelser i Arnarfjordur, men ikke tilknyttet Steinanes.

## 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). I tillegg til krav i standard er det også her inkludert etter ønske fra Arnarlax resultater på analyser på bunndyr og sediment fra tre referansestasjoner (Cref 1-Cref 3). En oversikt over planlagt faglig program er gitt i Tabell 1.

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

*Tabell 1. Planlagt faglig program for ASC- og C-undersøkelsen ved Steinanes, 2018. TOC = total organisk karbon. Korn = kornfordeling. TOM = total organisk materiale. TN = total nitrogen. Cu = kobber. pH/Eh = surhetsgrad og redokspotensial. Alle stasjonene inngår også i C-undersøkelsen.*

Stasjon	Type analyse/parametere
C1 (innerst)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
C2 (ytterst)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
C3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
C4 (dypområde)	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.
Cu ref1	2 x Cu
Cu ref2	2 x Cu
Cu ref3	2 x Cu

Feltarbeidet ble gjennomført 25.09.2018.

### 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.

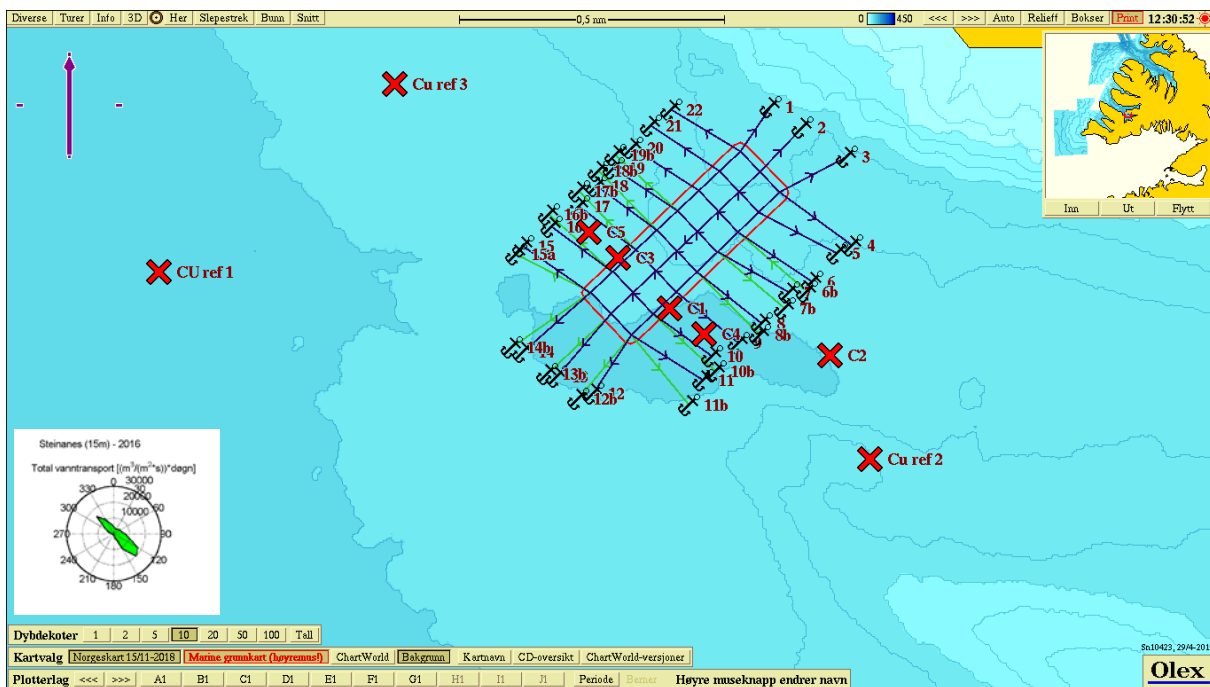
Med bakgrunn i prøvetakingssystem i punkt 2.1 i ASC «audit manual» («request to allow for sampling at different locations and/or changes in total number of samples») er det samlet inn prøver fra fem biologiske prøvetakingsstasjoner.

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

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

Tabell 2. Avstand mellom nærmeste merd og prøvetakingspunkt. Stasjonskoordinater og dyp, ASC-stasjonene ved Steinanes, 2018. Alle stasjonene inngår også i C-undersøkelsen.

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon
C1	91	25	N 65°40,282 – V 23°28,263
C2	89	500	N 65°40,195 – V 23°27,532
C3	92	25	N 65°40,378 – V 23°28,497
C4	93	142	N 65°40,235 – V 23°28,105
C5	86	130	N 65°40,426 – V 23°28,631
Cu ref1	92	1476	N 65°40,351 – V 23°30,594
Cu ref2	82	1000	N 65°40,000 – V 23°27,350
Cu ref3	86	1000	N 65°40,704 – V 23°29,518



Figur 2. Stasjonskart, ASC Steinanes, 2018. Grense for AZE inntegnet som rød linje med avstand på 30 m fra rammen til anlegget. Spredningsstrøm er målt på 15 meters dyp (Eriksen and Gunnarsson, 2016).

## 4 ASC-undersøkelse Steinanes

### 4.1 Resultater

#### 4.1.1 Sedimentbeskrivelser og redoksmålinger (Eh)

Tabell 3 viser sedimentbeskrivelsene og resultatene redoksmålingene på stasjonene. Eh viste positive verdier på alle stasjonene.

Tabell 3. Sedimentbeskrivelse og redoks-målinger (Eh). ASC-stasjoner Steinanes, 2018.

St.	Sedimentbeskrivelse	Eh
C1	Lys/grå farge, leire og skjellsand, en del død skjell.	119
C2	Lys/grå farge, leire, sand, skjellsand og grus. (2 bomskudd pga stein i kjeft)	253
C3	Lys/grå farge, leire og skjellsand, en del død skjell.	186
C4	Lys/grå farge, leire og skjellsand, en del død skjell	167
C5	Lys/grå farge, leire og skjellsand. (1 bomskudd pga stein i kjeft)	105
Cu ref1	Lys/grå farge, leire. Lite igjen etter sikte	118
Cu ref2	Lys/grå farge, leire sand og skjellsand. En del død skjell og små stein	173
Cu ref3	Lys/grå farge, leire. Lite igjen etter sikte	98

#### 4.1.2 Kobber i sedimenter

Kobbernivåene i sedimentene er vist i Tabell 4. Kobberkonsentrasjonene varierte fra 28,3 til 44,5 mg/kg TS i sedimentet på stasjonene.

Tabell 4. Kobber (Cu), mg/kg TS. ASC Steinanes, 2018.

St.	Cu
C1	35,2
C2	28,4
C3	28,3
C4	33,9
C5	44,5
Cu ref1	32,1
Cu ref2	32,0
Cu ref3	29,7

#### 4.1.3 Kvantitative bunndyranalyser

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

Diversitetsindeksen Shannon-Wiener (H') for bløtbunnsamfunnene er presentert i Tabell 5. Her vises også antall arter og individer på hver av stasjonene. De øvrige faunaindeksene i henhold til Veileder 02:2018 finnes i Vedlegg 3.

Antall individ varierte fra 216 (Cu ref1 og Cu ref3) til 1072 (C3) og antall arter fra 15 (Cu ref1) til 34 (C3). Diversiteten H' varierte fra 1,9 til 2,9.

Tabell 5. Antall arter og individer pr. 0,2 m<sup>2</sup>. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ASC-stasjoner ved Steinanes, 2018.

St.	Individtall	Ant arter	H'
C1	554	21	2,16
C2	564	28	2,50
C3	1072	34	2,91
C4	462	23	2,54
C5	371	25	2,74
Cu ref1	216	15	1,86
Cu ref2	519	19	2,19
Cu ref3	216	16	1,93

#### 4.1.3.2 ASC vurdering av bunndyrsamfunnet på C 1 og C 3 ved anlegget

Under er det gjort en vurdering av hvorvidt bløtbunnsamfunnet på anleggssonestasjonene innenfor AZE (stasjon C1 og C3) 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 6.

På C1 var det totalt tre arter mer enn 100 ind./m<sup>2</sup>. Ingen av disse artene er forurensningsindikatorer.

På C3 var det totalt åtte arter mer enn 100 ind./m<sup>2</sup>. Ingen av disse artene er forurensningsindikatorer.

ASC-kravet er dermed innfridd for begge stasjonene.

Tabell 6. Dominerende taksa med individantall per m<sup>2</sup> på C1 og C3, Steinanes, 2018.

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m <sup>2</sup>	Antall per m <sup>2</sup>	NSI Økologisk gruppe*
C 1	Prionospio steenstrupi	305	1525	II
C 1	Chaetozone setosa	95	475	IV
C 1	Ophelina acuminata	72	360	II
C 3	Prionospio steenstrupi	472	2360	II
C 3	Chaetozone setosa	181	905	IV
C 3	Ophelina acuminata	99	495	II
C 3	Ophryotrocha lobifera	62	310	IV
C 3	Ampharete lindstroemi	40	200	Ik
C 3	Thyasira sarsii	29	145	IV
C 3	Ampharete borealis	26	130	III
C 3	Thyasiridae indet.	24	120	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 Steinanes

## 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.

Faunaindekser er vist i Vedlegg 1.

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 1 og Miljødirektoratets Veileder 02:2018.

## 5.2 Faglig program og stasjonsutvelgelse

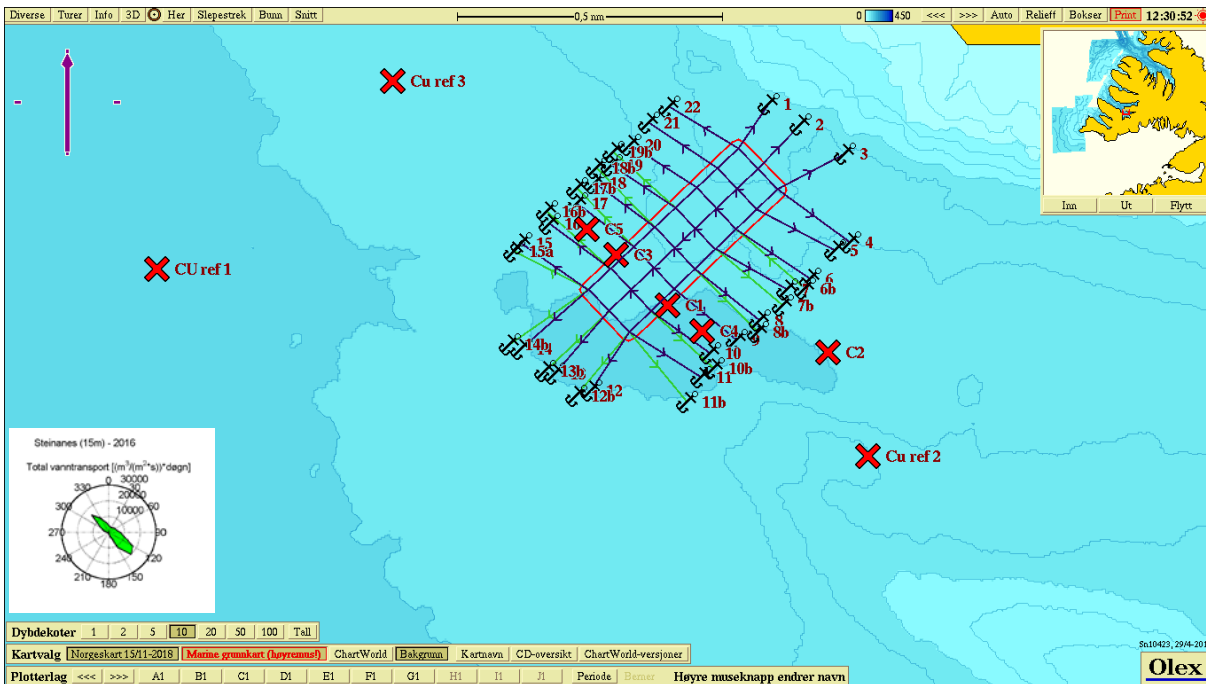
Det faglige programmet følger anbefalinger gitt i NS 9410:2016 for C-undersøkelser (Tabell 7). Antall stasjoner er gitt med bakgrunn i lokalitetens estimerte maksimal biomasse, som for denne lokaliteten er 4.600 tonn. Standarden krever da 5 stasjoner. I tillegg til krav i standard er det også her inkludert, etter ønske fra Arnarlax, resultater fra analyser på bunndyr og sediment fra tre referansestasjoner (Cref 1-Cref 3). Stasjonsdyp og posisjoner er gitt i Tabell 8 og vist i Figur 3. Stasjonene er plassert i henhold til hovedstrømretning som er ved spredningsdyp på 15 meter (Eriksen og Gunnarsson 2016).

*Tabell 7. Planlagt faglig program for C-undersøkelsen ved Steinanes, 2018. TOC = total organisk karbon, Korn = kornfordeling, TOM = Totalt organisk materiale, TN = Totalt nitrogen, Cu = kobber, pH/Eh = surhetsgrad og redokspotensial.*

Stasjon	Type undersøkelse
C1	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
C2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
C3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
C4	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh. Hydrografi
C5	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Cu ref1	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Cu ref2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
Cu ref3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.

*Tabell 8. Stasjonsdyp avstand til merd og koordinater, C-stasjonene ved Steinanes, 2018.*

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon
C1	91	25	N 65°40,282 – V 23°28,263
C2	89	500	N 65°40,195 – V 23°27,532
C3	92	25	N 65°40,378 – V 23°28,497
C4	93	142	N 65°40,235 – V 23°28,105
C5	86	130	N 65°40,426 – V 23°28,631
Cu ref1	92	1476	N 65°40,351 – V 23°30,594
Cu ref2	82	1000	N 65°40,000 – V 23°27,350
Cu ref3	86	1000	N 65°40,704 – V 23°29,518

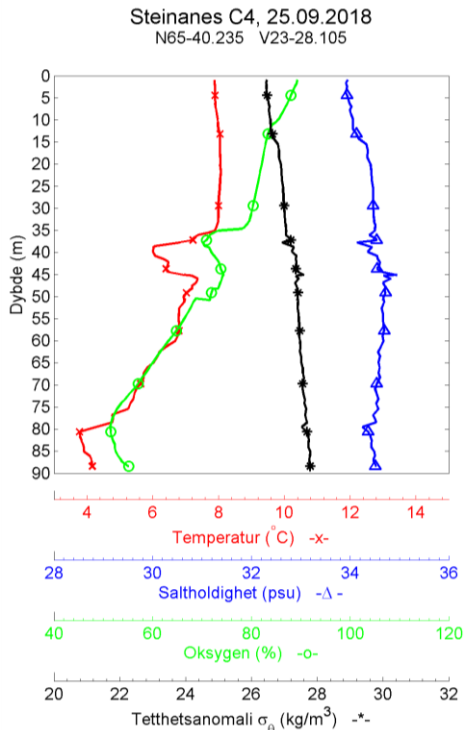


Figur 3. Stasjonskart, C-undersøkelse Steinanes, 2018. Spredningsstrøm er målt på 15 m dyp (Eriksen og Gunnarsson, 2016).

## 5.3 Resultater

### 5.3.1 Hydrografi

Den hydrografiske vertikalsprofilen for C4 er vist i Figur 4. Temperaturen var 8 °C i overflaten 4 °C i bunnvannet. Oksygenmetningen var 90 % i overflaten 54 % i bunnvannet.



Figur 4. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på C4 ved Steinanes, 2018.

### 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.

TOM-nivåene varierte fra 8,3 til 12,4 %. TN-nivåene var lave (1,7 – 3,2 mg/g) mens C/N-forholdene var litt høye på enkelte stasjoner. TOC var forhøyet på alle stasjonene og nTOC varierte fra 28,3 til 44,5 mg/g TS. Sedimentene var moderat grov- til finkornet med pelittandel mellom 36,2 og 85,6 %.

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

Tabell 9. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N, kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Steinanes, 2018.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
C1	Lys/grå farge, leire og skjellsand, en del død skjell.	12,4	30,0	35,2	3,2	9,5	71,1	7,6/ 119
C2	Lys/grå farge, leire, sand, skjellsand og grus. (2 bomskudd pga stein i kjeft)	8,3	16,9	28,4	2,3	7,3	36,2	7,6/ 253
C3	Lys/grå farge, leire og skjellsand, en del død skjell.	10,4	21,5	28,3	2,6	8,2	62,1	7,5/ 186
C4	Lys/grå farge, leire og skjellsand, en del død skjell	12,4	28,9	33,9	2,5	11,6	72,5	7,6/ 167
C5	Lys/grå farge, leire og skjellsand. (1 bomskudd pga stein i kjeft)	12,0	40,4	44,5	2,5	16,0	77,2	7,6/ 105
Cu ref1	Lys/grå farge, leire. Lite igjen etter sikte	ia	28,4	32,1	2,5	11,4	79,4	7,7/ 118
Cu ref2	Lys/grå farge, leire sand og skjellsand. En del død skjell og små stein	ia	24,6	32,0	2,2	11,1	59,0	7,6/ 173
Cu ref3	Lys/grå farge, leire. Lite igjen etter sikte	ia	27,1	29,7	1,7	16,1	85,6	7,7/ 98

### 5.3.3 Kobber

Kobbernivået i sedimentet på stasjon C1 er presentert i Tabell 10. Nivået var 42,8 mg/kg TS.

Tabell 10. Sedimentanalyser. Kobber (Cu) i mg/kg TS. C-stasjon ved Steinanes, 2018.

St.	Cu
C1	42,8

### 5.3.4 Bløtbunnfauna

#### 5.3.4.1 Faunaindekser

Resultatene fra de kvantitative bunndyranalysene på C-stasjonene er presentert i Tabell 11.

Antall individ varierte fra 216 (Cu ref1 og Cu ref3) til 1072 (C3) og antall arter fra 15 (Cu ref1) til 34 (C3). Diversiteten H' varierte fra 1,9 til 2,9. På alle stasjonene var den samlede indeksen nEQR lavere enn 0,6.

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 0,54 til 0,65 noen som indikerer forholdsvis ujevn fordeling.

Tabell 11. 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. C-stasjoner ved Steinanes, 2018.

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES <sub>100</sub>	NQII	ISI <sub>2012</sub>	NSI	nEQR	AMBI	J
C1	554	21	2,16	11,2	0,51	7,52	21,51	0,515	3,96	0,54
C2	564	28	2,50	14,2	0,57	8,52	22,13	0,584	3,55	0,57
C3	1072	34	2,91	15,9	0,56	7,25	20,56	0,566	3,85	0,61
C4	462	23	2,54	13,0	0,53	7,35	21,00	0,536	3,84	0,62
C5	371	25	2,74	14,8	0,55	6,87	19,90	0,535	3,88	0,65
Cu ref1	216	15	1,86	11,1	0,50	7,06	22,10	0,490	3,95	0,53
Cu ref2	519	19	2,19	11,2	0,50	7,83	19,61	0,502	4,04	0,57
Cu ref3	216	16	1,93	11,4	0,50	7,91	21,98	0,516	3,96	0,54

### 5.3.4.2 NS 9410 Vurdering av bunndyrsamfunnet på C1 og C3 ved anlegget.

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 C1 og C3 ble klassifisert til miljøtilstand 1 "Meget god". Kriteriet for karakterisering til miljøtilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter, hvorav ingen skal utgjøre mer enn 65 %. (Tabell 12). Data for antall arter og dominerende taksa på anleggssonestasjonen er hentet fra Tabell 11 og Tabell 13.

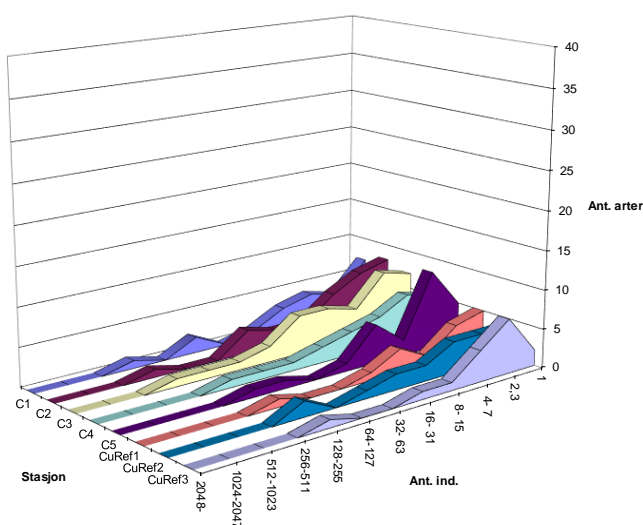
Tabell 12. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet på C1 og C3 ved lokaliteten Steinanes, 2018.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Steinanes	21	Prionospio steenstrupi – 55 %	1 – Meget god
C3	Steinanes	34	Prionospio steenstrupi – 44 %	1 – Meget god

### 5.3.4.3 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.

Alle kurvene startet forholdsvis lavt (< 10 arter med ett individ) og strakk seg i varierende grad ut mot høyere klasser. Disse ga ingen klare indikasjoner på faunatilstanden.

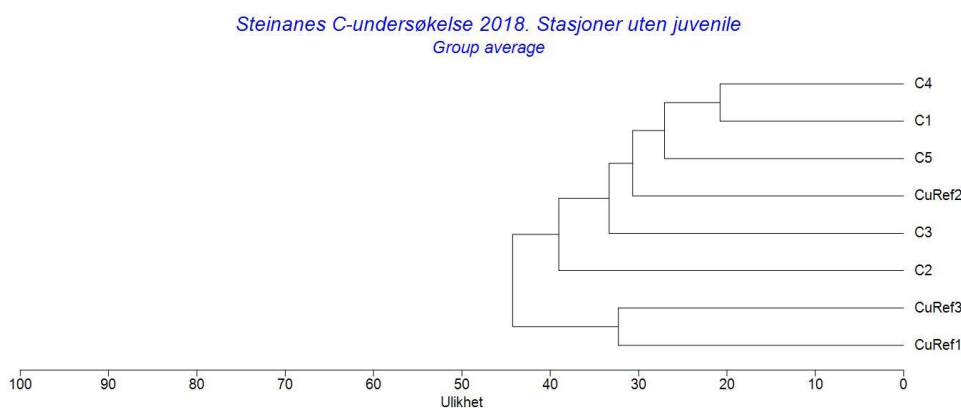


Figur 5. Bløtbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser. Steinanes, 2018.

#### 5.3.4.4 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.

Stasjonene ble skilt i to hovedgrupper med Cu ref1 og Cu ref3 i den ene gruppen og resten av stasjonene i den andre. Faunasammensetningen på Cu ref1 og Cu ref3 var 67 % lik og de andre stasjonene var mer enn 60 % lik hverandre. De to stasjonsgruppene var 55 % lik hverandre.



Figur 6. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen. C-stasjoner Steinanes, 2018.

#### 5.3.4.5 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en topp ti artsliste fra hver stasjon i Tabell 13.

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 Curef2 dominerte den opportunistiske børstemarken *Chaetozone setosa* med 39 % av individene. De andre mest dominante artene på stasjonen var en blanding av nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

På de andre stasjonene dominerte den nøytrale børstemarken *Prionospio steenstrupi* med mellom 40 og 66 % av individene. De andre mest dominante artene på stasjonen var hovedsakelig en blanding av nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

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

Tabell 13. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe\* for de ti mest dominerende artene på C stasjonene. Steinanes, 2018.

<b>C1</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>	<b>C2</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>
Prionospio steenstrupi	305	55 %	II	Prionospio steenstrupi	317	56 %	II
Chaetozone setosa	95	72 %	IV	Ampharete lindstroemi	46	64 %	Ik
Ophelina acuminata	72	85 %	II	Chaetozone setosa	45	72 %	IV
Thyasira sarsii	17	88 %	IV	Ophelina acuminata	39	79 %	II
Ampharete borealis	14	91 %	III	Mediomastus fragilis	29	84 %	IV
Ampharete lindstroemi	12	93 %	Ik	Laphania boeckii	19	88 %	II
Yoldia hyperborea	8	94 %	Ik	Nuculana pernula	10	90 %	II
Cossura longocirrata	4	95 %	IV	Melinna cristata	9	91 %	II
Mediomastus fragilis	4	96 %	IV	Euchone sp.	7	92 %	II
Melinna cristata	4	96 %	II	Eteone flava/longa	5	93 %	Ik
<b>C3</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>	<b>C4</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>
Prionospio steenstrupi	472	44 %	II	Prionospio steenstrupi	222	48 %	II
Chaetozone setosa	181	61 %	IV	Chaetozone setosa	83	66 %	IV
Ophelina acuminata	99	70 %	II	Ophelina acuminata	44	75 %	II
Ophryotrocha lobifera	62	76 %	IV	Ampharete borealis	19	79 %	III
Ampharete lindstroemi	40	80 %	Ik	Thyasira sarsii	19	83 %	IV
Thyasira sarsii	29	82 %	IV	Ampharete lindstroemi	14	86 %	Ik
Ampharete borealis	26	85 %	III	Cossura longocirrata	13	89 %	IV
Thyasiridae indet.	24	87 %	Ik	Abra nitida	8	91 %	III
Cossura longocirrata	19	89 %	IV	Mediomastus fragilis	7	92 %	IV
Abra nitida	18	90 %	III	Yoldia hyperborea	6	94 %	Ik
<b>C5</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>	<b>Curef1</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>
Prionospio steenstrupi	148	40 %	II	Prionospio steenstrupi	144	66 %	II
Chaetozone setosa	100	66 %	IV	Chaetozone setosa	24	77 %	IV
Ophelina acuminata	31	75 %	II	Euchone sp.	11	82 %	II
Ophryotrocha lobifera	12	78 %	IV	Thyasira sarsii	9	86 %	IV
Ampharete borealis	10	81 %	III	Ampharete borealis	8	89 %	III
Mediomastus fragilis	10	83 %	IV	Melinna cristata	6	92 %	II
Ampharete lindstroemi	9	86 %	Ik	Ampharete lindstroemi	3	94 %	Ik
Thyasira sarsii	9	88 %	IV	Nuculana sp. juv.	3	95 %	Ik
Cossura longocirrata	7	90 %	IV	Nemertea indet.	2	96 %	III
Yoldia hyperborea	5	91 %	Ik	Nephtys ciliata	2	97 %	III
<b>Curef2</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>	<b>Curef3</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>
Chaetozone setosa	204	39 %	IV	Prionospio steenstrupi	144	66 %	II
Prionospio steenstrupi	191	76 %	II	Chaetozone setosa	26	78 %	IV
Ophelina acuminata	36	83 %	II	Ampharete borealis	11	83 %	III
Cossura longocirrata	19	87 %	IV	Euchone sp.	5	86 %	II
Mediomastus fragilis	19	90 %	IV	Ampharete octocirrata	4	88 %	I
Ampharete borealis	8	92 %	III	Mediomastus fragilis	4	89 %	IV
Ampharete lindstroemi	8	93 %	Ik	Thyasira sarsii	4	91 %	IV
Nuculana pernula	6	95 %	II	Nuculana pernula	3	93 %	II
Yoldia hyperborea	6	96 %	Ik	Ophelina acuminata	3	94 %	II
Melinna cristata	5	97 %	II	Lumbrineris mixochaeta	2	95 %	IV

\*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 Steinanes, 2018, kan sammenholdes som følger:

- Hydrografimålingen viste 54 % oksygenmetning i bunnvannet i september 2018.
- TOC var litt forhøyet på alle stasjonene og nTOC varierte fra 28,3 til 44,5 mg/g TS. TOM-nivåene var høye på noen av stasjonene (8,3 til 12,4 %) mens TN var lave i sedimentene fra alle stasjonene og C/N-forholdene var litt høye på enkelte stasjoner. Kobbernivået på C1 var litt høyt (35,2 mg/kg). Sedimentene var moderat grov- til finkornet med pelittandel mellom 36,2 og 85,6 %. Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 0 iht. Tillegg D i NS 9410:2016 for alle stasjonene.
- Antall individ varierte fra 216 (Cu ref1 og Cu ref3) til 1072 (C3) og antall arter fra 15 (Cu ref1) til 34 (C3). På alle stasjonene var den samlede indeksen nEQR lavere enn 0,6. Diversitetsindeksen H' var like under 3,0 på alle stasjonene der den varierte fra 1,9 til 2,9.

### 5.4.2 Konklusjon

Resultatene fra C-undersøkelsen ved oppdrettslokaliteten Steinanes i september 2018 viste at sedimentene var noe belastet med organisk karbon og kobberkonsentrasjonen var noe forhøyet på C1. Det ble registrert noe belastningseffekt i faunaen og faunaindeks nEQR viste moderat påvirkning for alle stasjonene ( $< 0,6$ ). Diversitetsindeksen H' var under 3 på alle stasjonene der den varierte fra 1,9 til 2,9. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen (C1 og C3) viste miljøtilstand 1 (Meget god). Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene. Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 0 iht. Tillegg D i NS 9410:2016 for alle stasjonene.

### 5.4.3 Sammenligning med C-undersøkelsen i 2017

Det ble utført en forundersøkelse på lokaliteten i 2017 (Mannvik & Eriksen, 2018; se Vedlegg 5). Konklusjonen i den undersøkelsen var: "*Det er gjennomført en miljøundersøkelse på lokaliteten Steinanes i juni 2017. Oksygenforholdene var gode i hele vannsøylen ved lokaliteten. Eh-verdiene var positive på alle stasjonene. Sammenlignet med norske forhold var verdiene av normalisert TOC noe høye selv om sedimentene er forholdsvis finkornet. Det samme gjelder nivået av kobber i sedimentet. Eh-målingene i sedimentene viste positive verdier på alle stasjonene. Faunaen på stasjonene var arts- og individfattig og hadde meget lav diversitet ( $H' < 1,5$ ). Det ble ikke registrert noen kjente forurensningsindikatorer, f. eks. børstemarken *Capitella capitata*, blant de mest dominante artene på noen av stasjonene.*"

TOC-nivåene er forholdsvis lik i de to undersøkelsene og det samme er kobbernivået nærmest anlegget. Arts- og individantallet har generelt økt på stasjonene siden 2017 og det samme gjelder for diversiteten H'. Indeksen nEQR har økt fra  $< 0,5$  til  $> 0,5$  på alle stasjonene. Det ble heller ikke i denne undersøkelsen registrert noen forurensningsindikatorer blant topp-10 på stasjonene.

## 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, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018.

Eriksen, S.D. og Gunnarsson, S., 2016. Arnarlax lokalitetsrapport Steinanes. APN-rapport 8453.02.

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.

Mannvik, H.-P. & S. Eriksen, 2018. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Steinanes, 2017. APN-rapport 8951.02.

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.



# 7 Vedlegg

## 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)

Etter tørking av prøvene ved 40 °C ble innhold av total nitrogen (TN) kvantifisert ved elektrokjemisk bestemmelse. Den interne metoden er basert på NS-EN 12260:2003 (Vannundersøkelse – Bestemmelse av bundet nitrogen (TNb) etter oksidasjon til nitrogenoksider).

#### Totalt organisk karbon (TOC) og kornfordeling

Andelen finstoff, dvs. fraksjonen mindre enn 63 µm, ble bestemt gravimetrisk etter våtsikting av prøvene. Resultatene er angitt som andel finstoff på 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 02:2018.

*Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sediment.*

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

#### Kobber (Cu)

Prøven for metallanalyse ble frysetørket før den ble 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 (Cu) i marine sedimenter.*

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

## Redoks- og pH målinger

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

### Innsamling og fiksering

Alle bunndyrprøvene ble tatt med en 0,1 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
- 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 02:2018).*

Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
NQI1	0,9 - 0,82	0,82 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	5,7 - 4,8	4,8 - 3,0	3,0 - 1,9	1,9 - 0,9	0,9 - 0
ES <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
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*.

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, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018.

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. Svaien legges til 20 % av dybde, f.eks. for et anlegg med størst dybde på 100 m legges det inn en mulig svai på 20 m i hver retning. Tallet er tidligere brukt av Fiskeridirektoratet ved kontroll av anleggets koordinater. Det stemmer også overens med oppgitt strekk (inntil 10 %) og elastisitet fra fortøyningslinjer.

Videre vil enhver lokalitet ha et eget påvirkningsmønster fra fôrpartikler og fiskeavføring som havner på bunnen, ofte kalt lokalitetens fotavtrykk, som bestemmes av dybde, partiklenes synkehastighet og lokalitetens strømførhold. 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 kvadratrot-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 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 Steinanes, 2018:

### Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	C1	C2	C3	C4	C5	CuRef1	CuRef2	CuRef3
no. ind.	3974	554	564	1072	462	371	216	519	216
no. spe.	53	21	28	34	23	25	15	19	16

### Bunndyrindekser per replikat

st.nr.		C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02	C4_01	C4_02
no. ind.		269	285	347	217	481	591	268	194
no. spe.		18	15	23	19	25	30	18	17
Shannon-Wiener:		2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	2,5	2,6
Pielou		0,49	0,58	0,54	0,60	0,61	0,61	0,59	0,64
ES100		12	11	14	14	15	17	12	14
SN		1,68	1,56	1,78	1,75	1,77	1,84	1,68	1,71
ISI-2012		7,57	7,48	9,00	8,03	7,08	7,42	6,97	7,72
AMBI		3,94	3,97	3,551	3,553	3,929	3,769	3,855	3,832
NQI1		0,52	0,50	0,57	0,56	0,54	0,57	0,53	0,53
NSI		21,9	21,1	22,5	21,7	20,6	20,5	20,6	21,4
DI		0,380	0,405	0,490	0,286	0,632	0,722	0,378	0,238

st.nr.		C5_01	C5_02	CuRef1_0 1	CuRef1_0 2	CuRef2_0 1	CuRef2_0 2	CuRef3_0 1	CuRef3_0 2
no. ind.		306	65	106	110	355	164	80	136
no. spe.		25	14	10	13	15	14	11	13
Shannon-Wiener:		2,8	2,7	1,6	2,1	2,2	2,2	2,1	1,8
Pielou		0,60	0,71	0,49	0,56	0,57	0,57	0,60	0,48
ES100		16	14	10	12	10	12	11	12
SN		1,85	1,85	1,50	1,66	1,53	1,62	1,62	1,61
ISI-2012		6,86	6,88	6,73	7,39	7,38	8,27	8,17	7,66
AMBI		3,908	3,844	4,019	3,881	4,099	3,975	3,769	4,156
NQI1		0,56	0,54	0,48	0,52	0,49	0,51	0,51	0,49
NSI		19,7	20,1	22,2	22,0	18,2	21,0	21,9	22,0
DI		0,436	0,237	0,025	0,009	0,500	0,165	0,147	0,084

### Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.		C1	C2	C3	C4	C5	CuRef1	CuRef2	CuRef3
Shannon-Wiener:		2,16	2,50	2,91	2,54	2,74	1,86	2,19	1,93
Pielou		0,54	0,57	0,61	0,62	0,65	0,53	0,57	0,54
ES100		11,2	14,2	15,9	13,0	14,8	11,1	11,2	11,4
SN		1,62	1,76	1,80	1,69	1,85	1,58	1,57	1,62
ISI-2012		7,52	8,52	7,25	7,35	6,87	7,06	7,83	7,91
AMBI		3,955	3,552	3,849	3,844	3,876	3,950	4,037	3,963
NQI1		0,51	0,57	0,56	0,53	0,55	0,50	0,50	0,50
NSI		21,51	22,13	20,56	21,00	19,90	22,10	19,61	21,98

**Geometriske klasser**

<b>int.</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>CuRef1</b>	<b>CuRef2</b>	<b>CuRef3</b>
1	7	8	7	5	5	5	4	2
2,3	3	7	8	6	10	4	4	7
4-7	4	5	4	4	2	1	4	4
8-15	3	2	5	3	5	3	2	1
16-31	1	2	5	2	1	1	2	1
32-63	0	3	2	1	0	0	1	0
64-127	2	0	1	1	1	0	0	0
128-255	0	0	1	1	1	1	2	1
256-511	1	1	1	0	0	0	0	0
512-1023	0	0	0	0	0	0	0	0
1024-2047	0	0	0	0	0	0	0	0
2048-	0	0	0	0	0	0	0	0



# Artliste

## Steinanes ASC-C-undersøkelse

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
<b>Stasjonsnr.: C1</b>							
NEMERTINI							
			Nemertea indet.	1		1	
ANNELIDA							
	Polychaeta						
		Cossurida					
		Cossura longocirrata			4	4	
		Spionida					
		Prionospio steenstrupi		168	137	305	
		Chaetozone setosa		36	59	95	
		Capitellida					
		Mediomastus fragilis		1	3	4	
		Opheliida					
		Ophelina acuminata		22	50	72	
		Phyllodocida					
		Polynoidae indet.		2	1	3	
		Nephtys ciliata		1		1	
		Eunicida					
		Ophryotrocha lobifera		1	2	3	
		Parougia eliasoni			1	1	
		Terebellida					
		Ampharete borealis		5	9	14	
		Ampharete lindstroemi		8	4	12	
		Melinna cristata		2	2	4	
CRUSTACEA							
	Malacostraca						
		Cumacea					
		Leucon sp.		1		1	
		Amphipoda					
		Halirages fulvocincta		1		1	
MOLLUSCA							
	Bivalvia						
		Nuculoidea					
		Nuculana pernula		2		2	
		Nuculana sp. juv.			1	1	
		Yoldia hyperborea		6	2	8	
		Mytiloidea					
		Mytilus edulis			1	1	
		Veneroidea					
		Thyasira sarsii		10	7	17	
		Thyasiridae indet.		1	3	4	
		Abra nitida		1		1	
				<b>Maks:</b>	168	137	305
				<b>Antall:</b>	18	16	22
				<b>Sum:</b>			555

### Stasjonsnr.: C2

NEMERTINI

			Nemertea indet.	3	1	4
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Spionida				
		Prionospio steenstrupi		207	110	317
		Aphelochaeta sp.		1		1
		Chaetozone setosa		15	30	45

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
		Capitellida					
			Mediomastus fragilis	19	10	29	
			Praxillella gracilis	1		1	
			Praxillella praetermissa	1		1	
			Maldanidae indet.		3	3	
		Opheliida					
			Ophelina acuminata	20	19	39	
			Scalibregma inflatum		1	1	
		Phyllodocida					
			Eteone flava/longa	2	3	5	
			Gattyana amondseni	1		1	
			Polynoidae indet.		2	2	
		Eunicida					
			Lumbrineris mixochaeta	2		2	
		Oweniida					
			Galathowenia oculata		1	1	
		Terebellida					
			Ampharete borealis	3		3	
			Ampharete lindstroemi	27	19	46	
			Melinna cristata	5	4	9	
			Laphania boeckii	18	1	19	
		Sabellida					
			Euchone sp.	6	1	7	
MOLLUSCA							
	Bivalvia						
		Nuculoida					
			Nuculana pernula	4	6	10	
			Yoldia hyperborea	1	2	3	
		Veneroida					
			Thyasira gouldi	1	1	2	
			Thyasira sarsii	4		4	
			Thyasiridae indet.	4	1	5	
			Ciliatocardium ciliatum	1		1	
			Abra nitida		2	2	
TUNICATA							
	Ascidiacea						
			Ascidiacea indet. (solit)	1		1	
				<b>Maks:</b>	207	110	317
				<b>Antall:</b>	23	19	28
				<b>Sum:</b>			564

**Stasjonsnr.: C3**

NEMERTINI

		Nemertea indet.	2	3	5	
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Cossurida				
			Cossura longocirrata	5	14	19
		Spionida				
			Prionospio steenstrupi	216	256	472
			Chaetozone setosa	67	114	181
		Capitellida				
			Mediomastus fragilis	5	7	12
			Euclymene droebachiensis		2	2
		Opheliida				
			Ophelina acuminata	49	50	99
			Scalibregma inflatum	2	1	3
		Phyllodocida				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
			Eteone flava/longa	1	6	7	
			Bylgides groenlandicus	3		3	
			Pholoe assimilis		1	1	
			Nephtys ciliata	1	1	2	
		Eunicida					
			Ophryotrocha lobifera	45	17	62	
			Parourgia eliasoni	1		1	
		Oweniida					
			Galathowenia oculata	1	7	8	
		Terebellida					
			Ampharete borealis	5	21	26	
			Anobothrus laubieri		1	1	
			Ampharete lindstroemi	14	26	40	
			Ampharete petersenae		4	4	
			Melinna cristata	1	7	8	
			Ampharetidae indet.	1		1	
			Laphania boeckii		2	2	
		Sabellida					
			Euchone sp.		3	3	
CRUSTACEA							
	Malacostraca						
		Amphipoda					
			Caprellidae indet.		1	1	
MOLLUSCA							
	Prosobranchia						
		Neogastropoda					
			Oenopota sp.		2	2	
	Opisthobranchia						
		Cephalaspidea					
			Philine denticulata	1	5	6	
		Nudibranchia					
			Nudibranchia indet.		1	1	
	Bivalvia						
		Nuculoidea					
			Nuculana pernula	2	1	3	
			Yoldia hyperborea	7	3	10	
		Mytiloidea					
			Mytilus edulis	7	8	15	
		Veneroidea					
			Thyasira sarsii	12	17	29	
			Thyasiridae indet.	23	1	24	
			Abra nitida	9	9	18	
			Bivalvia indet.	1		1	
ECHINODERMATA							
	Ophiuroidea						
			Ophiuroidea indet. juv.		1	1	
				<b>Maks:</b>	216	256	472
				<b>Antall:</b>	25	31	35
				<b>Sum:</b>			1073
<b>Stasjonsnr.: C4</b>							
ANNELIDA							
	Polychaeta						
		Cossurida					
			Cossura longocirrata		13	13	
		Spionida					
			Prionospio steenstrupi	130	92	222	
			Chaetozone setosa	58	25	83	
		Capitellida					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Mediomastus fragilis	2	5	7
			Praxillella praetermissa	1		1
		Opheliida	Ophelina acuminata	16	28	44
		Phyllodocida	Bylgides groenlandicus	2	2	4
			Gattyana amondseni	1		1
			Nephtys ciliata	1	1	2
		Eunicida	Parougia eliasoni		2	2
		Oweniida	Galathowenia oculata	1		1
		Terebellida	Ampharete borealis	15	4	19
			Ampharete lindstroemi	6	8	14
			Ampharete petersenae		2	2
			Melinna cristata	2	1	3
		Sabellida	Euchone sp.	2		2
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea	Leucon sp.	1		1
		Amphipoda	Halirages fulvocincta	1	1	2
MOLLUSCA						
	Bivalvia					
		Nuculoidea	Nuculana pernula		1	1
			Nuculana sp. juv.		1	1
			Yoldia hyperborea	3	3	6
		Ostreoidea	Chlamys islandica juv.	1		1
		Veneroidea	Thyasira sarsii	19		19
			Thyasiridae indet.		5	5
			Abra nitida	7	1	8
			<b>Maks:</b>	130	92	222
			<b>Antall:</b>	19	18	25
			<b>Sum:</b>			464

**Stasjonsnr.: C5**

NEMERTINI

			Nemertea indet.	1	1	2
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Cossurida	Cossura longocirrata	2	5	7
		Spionida	Prionospio steenstrupi	120	28	148
			Spio limicola	1		1
			Chaetozone setosa	86	14	100
		Capitellida	Capitella capitata	2		2
			Mediomastus fragilis	9	1	10
		Opheliida	Ophelina acuminata	28	3	31
		Phyllodocida	Nephtys ciliata	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Eunicida				
			Ophryotrocha lobifera	12		12
			Parougia eliasoni	2	1	3
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	2	1	3
		Terebellida				
			Lagis koreni	1		1
			Ampharete borealis	8	2	10
			Ampharete lindstroemi	9		9
			Melinna cristata	3		3
			Laphania boeckii	2		2
		Sabellida				
			Euchone sp.	1	1	2
MOLLUSCA						
	Prosobranchia					
		Neogastropoda				
			Oenopota sp.	1		1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Philine denticulata	3		3
	Bivalvia					
		Nuculoidea				
			Nuculana pernula	1	1	2
			Nuculana sp. juv.		1	1
			Yoldia hyperborea	2	3	5
		Mytiloidea				
			Mytilus edulis	1		1
		Ostreoidea				
			Chlamys islandica juv.	1		1
		Veneroidea				
			Thyasira sarsii	6	3	9
			Abra nitida	2	1	3
			<b>Maks:</b>	120	28	148
			<b>Antall:</b>	26	15	27
			<b>Sum:</b>			373

**Stasjonsnr.:** CuRef1

NEMERTINI

		Nemertea indet.		1	1	2
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Spionida				
			Prionospio steenstrupi	76	68	144
			Chaetozone setosa	10	14	24
		Capitellida				
			Mediomastus fragilis	1		1
		Opheliida				
			Ophelina acuminata		2	2
		Phyllodocida				
			Nephtys ciliata	1	1	2
		Eunicida				
			Lumbrineris mixochaeta		1	1
		Terebellida				
			Ampharete borealis	4	4	8
			Ampharete lindstroemi	3		3
			Melinna cristata	2	4	6
		Sabellida				
			Euchone sp.	3	8	11
CRUSTACEA						
	Malacostraca					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Amphipoda	Rhachotropis sp.		1	1
MOLLUSCA	Prosobranchia	Neogastropoda	Oenopota sp.		1	1
	Bivalvia	Nuculoida	Nuculana sp. juv.	1	2	3
			Yoldia hyperborea		1	1
		Veneroida	Thyasira sarsii	5	4	9
			<b>Maks:</b>	76	68	144
			<b>Antall:</b>	11	14	16
			<b>Sum:</b>			219

**Stasjonsnr.:** CuRef2

NEMERTINI

		Nemertea	indet.		2	2
ANNELIDA	Polychaeta	Cossurida	Cossura longocirrata	13	6	19
		Spionida	Prionospio steenstrupi	100	91	191
			Chaetozone setosa	168	36	204
		Capitellida	Capitella capitata	1		1
			Mediomastus fragilis	19		19
		Opheliida	Ophelina acuminata	31	5	36
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	2		2
			Bylgides groenlandicus	3	1	4
			Nephtys paradoxa	2		2
		Terebellida	Ampharete borealis	1	7	8
			Ampharete baltica		1	1
			Ampharete lindstroemi	3	5	8
			Melinna cristata	3	2	5
			Laphania boeckii		1	1
MOLLUSCA	Bivalvia	Nuculoida	Nuculana pernula	4	2	6
			Yoldia hyperborea	4	2	6
		Veneroida	Thyasira sarsii		3	3
			Abra nitida	1		1
			<b>Maks:</b>	168	91	204
			<b>Antall:</b>	15	14	19
			<b>Sum:</b>			519

**Stasjonsnr.:** CuRef3

NEMERTINI

		Nemertea	indet.		2	2
ANNELIDA	Polychaeta					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Spionida				
			Prionospio steenstrupi	50	94	144
			Chaetozone setosa	9	17	26
		Capitellida				
			Mediomastus fragilis	2	2	4
		Opheliida				
			Ophelina acuminata	1	2	3
		Phyllodocida				
			Polynoidae indet.		2	2
		Eunicida				
			Lumbrineris mixochaeta	2		2
			Ophryotrocha lobifera		2	2
			Parougia eliasoni		2	2
		Terebellida				
			Ampharete borealis	4	7	11
			Ampharete octocirrata	4		4
		Sabellida				
			Euchone sp.	2	3	5
MOLLUSCA						
	Prosobranchia					
		Neogastropoda				
			Oenopota sp.	1		1
	Bivalvia					
		Nuculoidea				
			Nuculana pernula	2	1	3
			Nuculana sp. juv.	1		1
		Veneroidea				
			Thyasira sarsii	3	1	4
			Thyasiridae indet.		1	1
			<b>Maks:</b>	50	94	144
			<b>Antall:</b>	12	13	17
			<b>Sum:</b>			217
			<b>TOTAL:</b>			<b>Maks:</b> 472
						<b>Sum:</b> 3984

# Vedlegg 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser

60526\_Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx\_231118

rapportnr: 4102



Fransenteret  
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:** Steinanes ASC/C undersøkelse Høst 2018  
**Kontaktperson kunde:**  
**e-post:**

**Kontaktperson Akvaplan-niva:** Snorri Gunnarsson

**Dato:** 01.03.2019

**Rapport nr.:** 60526  
**Analyseparameter(e):** Korn, TOC, TOM, TN, Cu  
**Kontaktperson:** Ida G. Tveter

**Analyseansvarlig:** *Anja Sjøvoll* (sign.)

**Underskriftsberettiget:** *Nina Tode* (sign.)

Provene ble sendt/levert til Akvaplan-Niva AS av oppdragsgiver, og merket som angitt i tabellen på side 2.  
Resultater av analysene er gitt fra side 3.

### MERKNADER:

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

Side 1 av 3



Lab-id.	Kundens id.	Materiale	Mottatt lab	Parametere	Analyse-periode
60526 St1	St1	Sediment	05.10.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	12.10.-17.11.18
60526 St2A	St2A	Sediment	05.10.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	12.10.-17.11.18
60526 St2B	St2B	Sediment	05.10.2018	Cu	26.10.-02.11.18
60526 St3	St3	Sediment	05.10.2018	Korn, TOM, TOC, TN	12.10.-17.11.18
60526 St4A	St4A	Sediment	05.10.2018	Korn, TOM, TOC, TN**, Cu	12.10.-17.11.18
60526 St4B	St4B	Sediment	05.10.2018	Cu	26.10.-02.11.18
60526 St5A	St5A	Sediment	05.10.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	12.10.-17.11.18
60526 St5B	St5B	Sediment	05.10.2018	Cu	26.10.-02.11.18
60526 CuRef-1A	CuRef-1A	Sediment	05.10.2018	Korn, TOC, TN**, Cu	26.10.-02.11.18
60526 CuRef-1B	CuRef-1B	Sediment	05.10.2018	Cu	26.10.-02.11.18
60526 CuRef-2A	CuRef-2A	Sediment	05.10.2018	Korn, TOC, TN, Cu	26.10.-02.11.18
60526 CuRef-2B	CuRef-2B	Sediment	05.10.2018	Cu	26.10.-02.11.18
60526 CuRef-3A	CuRef-3A	Sediment	05.10.2018	Korn, TOC, TN, Cu	26.10.-02.11.18
60526 CuRef-3B	CuRef-3B	Sediment	05.10.2018	Cu	26.10.-02.11.18

\*\* Uakkreditert analyse

## Følgende analysemetoder er benyttet

Parameter	Metoderreferanse
Kornfordeling (splitt i to)	Sikting, basert på Bale, A.J. & Kenny, A.J. 2005. Sediment analysis and seabed characterisation . In: Eleftheriou, A.; McIntyre, A.D. "Methods for the study of marine benthos", 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, UK. ISBN 0-632-05488-3, pp. 43-86
Totalt organisk materiale-TOM	Intern metode basert på NS 4764:1980
Totalt organisk karbon-TOC	NDIR-deteksjon. Intern metode basert på DIN 19539:2016
Totalt bundet nitrogen - Total-N	Elektrokjemisk deteksjon. Intern metode basert på NS-EN 12260:2003. MERK: ved TOC-verdier større enn ca 60 mg/g TS kan TN-resultater bli underestimert
Kobber-Cu / Kadmium-Cd (utført av underlev.)	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120

Side 2 av 3

## Resultater

	TOC	TN	TOM	Pelitt	> 0,063 mm	Cu*	N TOC	C/N
Kundens id.:	mg/g TS	mg/g TS	% TS	vekt%	vekt%	mg/kg TS	mg/g TS	
St1	30,0	3,2	12,4	71,1	28,9	42,8	35,2	9,5
St2A	16,9	2,3	8,3	36,2	63,8	41,5	28,4	7,3
St2B	ia	ia	ia	ia	ia	37,5	ia	ia
St3	21,5	2,6	10,4	62,1	37,9	ia	28,3	8,2
St4A	28,9	2,5	12,4	72,5	27,5	43,5	33,9	11,6
St4B	ia	ia	ia	ia	ia	35,4	ia	ia
St5A	40,4	2,5	12,0	77,2	22,8	45,0	44,5	16,0
St5B	ia	ia	ia	ia	ia	47,2	ia	ia
CuRef-1A	28,4	2,5	ia	79,4	20,6	35,5	32,1	11,4
CuRef-1B	ia	ia	ia	ia	ia	41,2	ia	ia
CuRef-2A	24,6	2,2	ia	59,0	41,0	40,2	32,0	11,1
CuRef-2B	ia	ia	ia	ia	ia	45,2	ia	ia
CuRef-3A	27,1	1,7	ia	85,6	14,4	35,4	29,7	16,1
CuRef-3B	ia	ia	ia	ia	ia	38,4	ia	ia

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

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

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

ia = ikke analysert

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

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

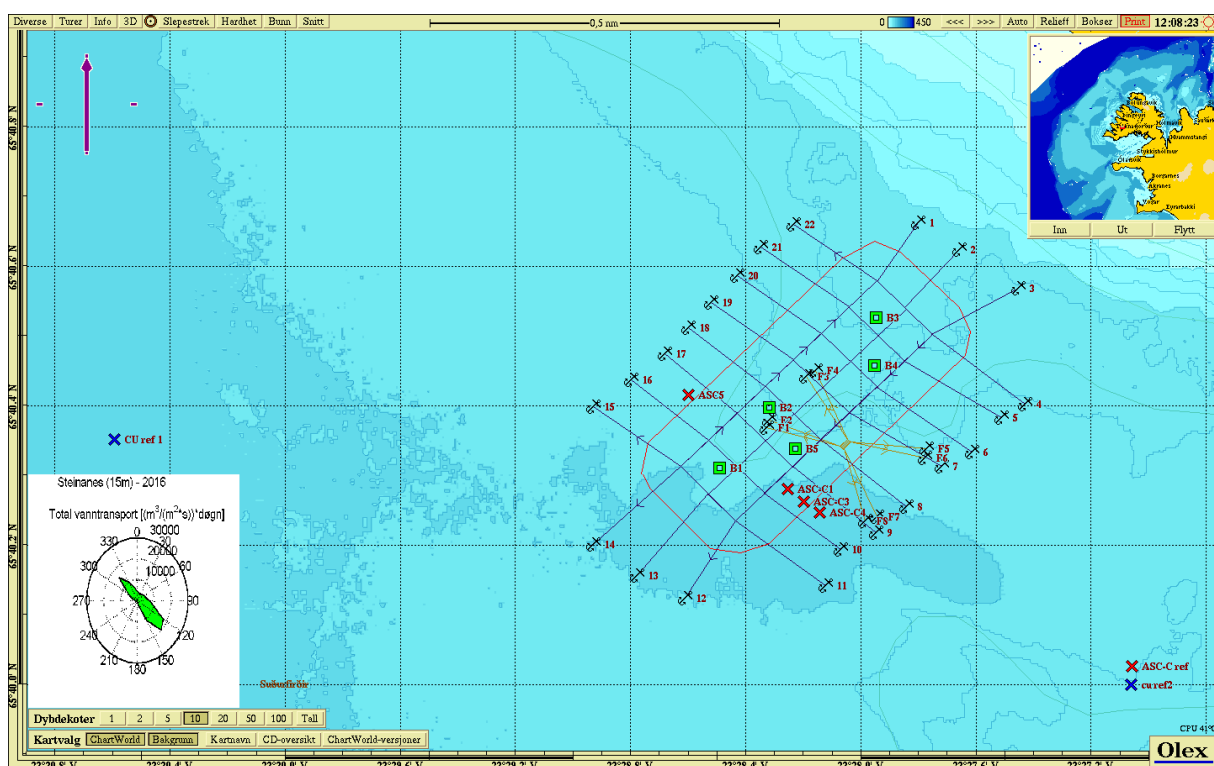
Tilstandsklassifisering for kobber (Cu) i marine sedimenter (grenseverdier fra M-608/2016):

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

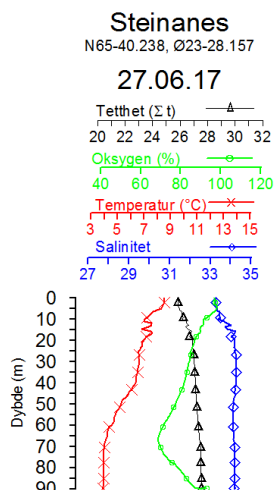
## Vedlegg 5. Resultater fra foregående undersøkelse

Avstand mellom nærmeste merd og prøvetakingspunkt. Stasjonskoordinater og dyp, ASC-stasjonene ved Steinanes, 2017. C1, C2, C3, C4 og ASC5 inngår også i C-undersøkelsen.

Stasjon	Avstand fra nærmeste merd (m)	Stasjonsdyp (m)	Posisjon
C1/ASC1	30	91	65°40,282 N 23°28,281 V
C2/ASCref2	1000	82	65°40,035 N 23°27,111 V
C3/ASC3	90	92	65°40,255 N 23°28,245 V
C4/ASC4	142	94	65°40,238 N 23°28,157 V
ASC5	130	85	65°40,407 N 23°28,618 V
Cu1	1480	92	65°40,330 N 23°30,636 V
Cu2	1000	82	65°40,035 N 23°27,111 V



Stasjonskart, ASC Steinanes, 2017. Grense for AZE inntegnet som rød linje med avstand på 100 m fra rammen til anlegget. Strøm er målt på 15 meters dyp.



Figur 7. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på C4 ved Steinanes, 2017.

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

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
C1	Full grabb, Olivengrønn og sort leire, ingen lukt. Noe knuste skjell med innslag av vulkansk stein	12,3	29,6	31,5	4,75	6,2	89,8	7,7/105
C2	Full grabb, Olivengrønn leire med noe sverting, ingen lukt. mye knuste skjell i prøve	11,5	17,9	23,7	2,19	8,2	67,6	7,6/110
C3	Olivengrønn og sort leire, ingen lukt. Mye knuste skjell/skjellsand med innslag av vulkansk stein/grov sand	13,4	32,0	33,9	5,37	5,9	89,3	7,7/120
C4	Olivengrønn og sort leire, ingen lukt. Mye knuste skjell/skjellsand med innslag av vulkansk stein/grov sand	13,1	30,2	33,5	4,77	6,3	81,4	7,6/155
ASC 5	Olivengrønn og sort leire, ingen lukt. Mye knuste skjell/skjellsand med innslag av stein/grov sand	11,4	29,1	34,5	4,91	5,9	69,9	7,7/90

\* 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).

Sedimentanalyser. Kobber (Cu) i mg/kg TS. Stasjon C4 ved Steinanes, 2017.

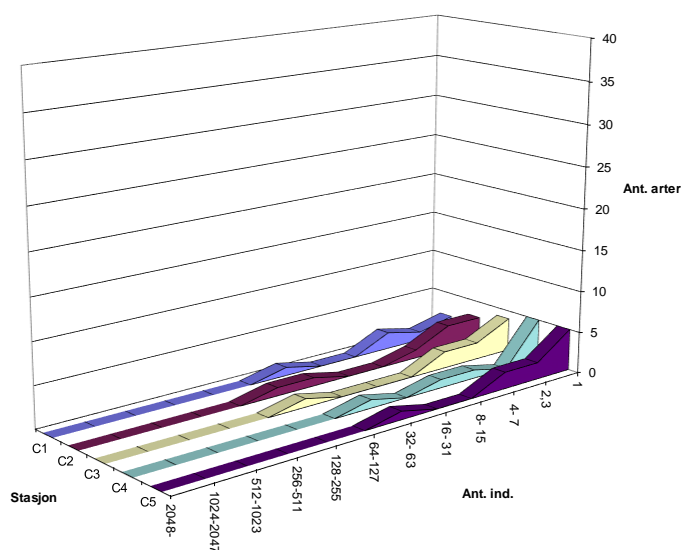
St.	Cu
C4	50,1

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 Steinanes, 2017.

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES <sub>100</sub>	NQII	ISI <sub>2012</sub>	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
C1	55	6	1,25	4,5	0,407	9,02	22,8	0,443	0,61	4,04	0,58
C2	137	9	1,46	6,0	0,396	8,57	22,1	0,446	0,22	4,36	0,59
C3	102	9	1,10	6,0	0,411	8,67	23,2	0,447	0,36	4,23	0,43
C4	77	8	1,21	5,0	0,381	9,70	22,2	0,447	0,47	4,36	0,53
ASC5	79	10	1,29	6,5	0,443	8,81	23,4	0,469	0,45	4,10	0,48

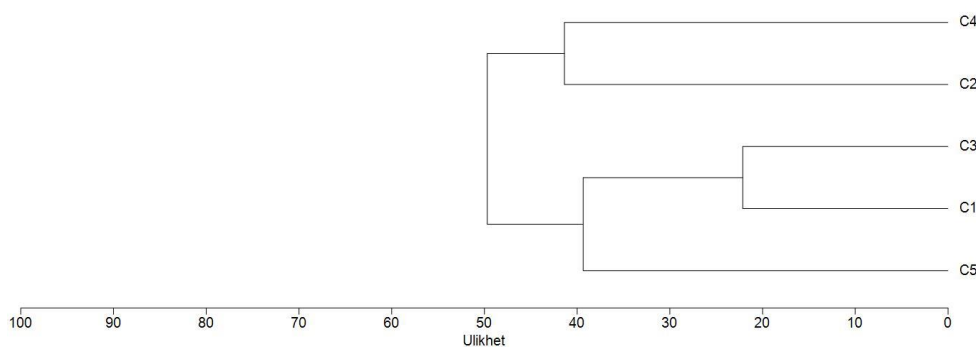
Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet på C1 og C3 ved lokaliteten Steinanes, 2017.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Steinanes	6	Prionospio steenstrupi - 75 %	2 - God
C3	Steinanes	9	Prionospio steenstrupi - 79 %	2 - God



Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser. Steinanes, 2017.

Steinanes C-undersøkelse 2017. Stasjoner uten juvenile  
Group average



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

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

<b>C1</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>C2</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>
Prionospio steenstrupi	41	75 %	Prionospio steenstrupi	80	58 %
Chaetozone sp.	5	84 %	Chaetozone sp.	43	90 %
Yoldia hyperborea	4	91 %	Heteromastus filiformis	5	93 %
Thyasira sarsii	3	96 %	Lumbrineris cingulata	2	95 %
Melinna cristata	1	98 %	Melinna cristata	2	96 %
Ophelina acuminata	1	100 %	Yoldia hyperborea	2	98 %
			Ampharetidae indet.	1	99 %
			Cossura longocirrata	1	99 %
			Nuculana pernula	1	100 %
<b>C3</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>C4</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>
Prionospio steenstrupi	81	79 %	Prionospio steenstrupi	53	69 %
Chaetozone sp.	7	85 %	Cossura longocirrata	13	86 %
Ophelina acuminata	4	89 %	Chaetozone sp.	6	94 %
Cossura longocirrata	3	92 %	Ampharete sp.	1	95 %
Yoldia hyperborea	3	95 %	Chone sp.	1	96 %
Crustacea indet. juv.	1	96 %	Crangonidae indet.	1	97 %
Eteone flava/longa	1	97 %	Heteromastus filiformis	1	99 %
Melinna cristata	1	98 %	Nuculana pernula	1	100 %
Nephtys sp.	1	99 %			
Thyasira sarsii	1	100 %			
<b>ASC5</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>			
Prionospio steenstrupi	61	77 %			
Chaetozone sp.	5	84 %			
Nephtys sp.	4	89 %			
Melinna cristata	2	91 %			
Thyasira sarsii	2	94 %			
Ampharete sp.	1	95 %			
Eteone flava/longa	1	96 %			
Gammaridea indet.	1	97 %			
Nuculana pernula	1	99 %			
Scoletoma sp.	1	100 %			