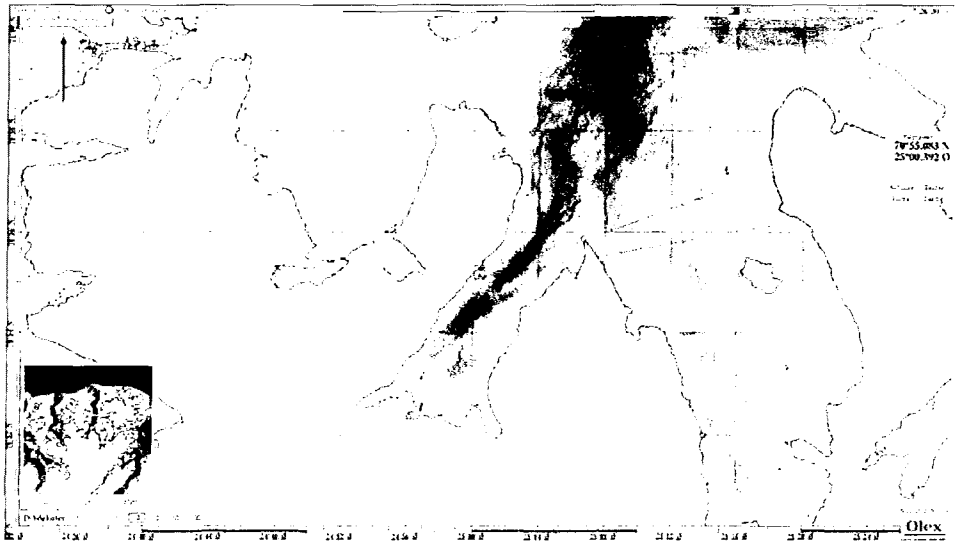




DoKId: 20002062 (20/347-1)  
ASC- OG C UNDERSØKELSE 32797  
ELVEVIKA NY 2019

## Cermaq Norway AS ASC- og C-undersøkelse 32797 Elvevika Ny, 2019.



3#577:d5fcb8c4-8543-4815-902c-3d8arc3dfa03:147

**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



<b>Rapporttittel / Report title</b> Cermaq Norway AS. ASC- og C-undersøkelse 32797 Elvevika Ny, 2019.	
<b>Forfatter(e) / Author(s)</b> Hans-Petter Mannvik Rosalyn Fredriksen Lars Birkeland Sjetne	<b>Akvaplan-niva rapport nr / report no</b> 61396.03
	<b>Dato / Date</b> 07.02.2020
	<b>Antall sider / No. of pages</b> 20 + vedlegg
	<b>Distribusjon / Distribution</b> Gjennom oppdragsgiver
<b>Oppdragsgiver / Client</b> Cermaq Norway AS, Nordfoldveien 165, 8286 Nordfold	<b>Oppdragsg. referanse / Client's reference</b> Jonny Opdahl
<b>Sammendrag / Summary</b> Resultatene fra overvåkingen ved oppdrettslokaliteten Elvevika Ny i 2019 viste at sedimentene var belastet med organisk karbon i klasse III "Moderat" på stasjon C2 og C5 og klasse II "God" på de andre stasjonene. Kobber- og kadmiumkonsentrasjonen var lav og i klasse I på alle stasjonene. Det ble ikke registrert belastningseffekt på noen av stasjonene. Økologisk tilstandsklassifisering ga klasse II "God" på stasjon C1 og C3 og klasse I "Svært god" på de andre stasjonene. Forurensningsindikatoren <i>Capitella capitata</i> var blant de mest dominante på C1 og C3. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på de andre stasjonene. Oksygenmetningen i august var god i hele vannsøylen med 83 % i bunnvannet. Ettersom den samlede klassifiseringen av stasjonene i overgangssonen (C3, C4 og C5) ga tilstand I "svært god" skal C-undersøkelse utføres ved hver tredje produksjonssyklus iht. kapt. 8.7 i NS 9410.	
<b>Prosjektleder / Project manager</b>  Lars Birkeland Sjetne	<b>Kvalitetskontroll / Quality control</b>  Roger Velvin

© 2020 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

# 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 forbruk .....	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 ELVEVIKA .....	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 ELVEVIKA .....	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 og kadmiem .....	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 Miljøutvikling siden forrige C-undersøkelse .....	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 .....	42
Vedlegg 5. Bilder av prøver ved Elvevika .....	45

# Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en miljøundersøkelse type ASC og C på lokaliteten 32797 Elvevika. Undersøkelsene har inkludert pH/redoksmålinger (Eh), hydrografi, geokjemiske analyser og karakterisering av bløtbunnsamfunnet ved oppdrettslokaliteten. Resultatene fra fem stasjoner inngår i ASC-undersøkelsen og resultatet fra seks stasjoner inngår i C-undersøkelsen. Oppdragsgiver har vært Cermaq Norway AS. Foreliggende rapport er en revidert versjon av 61396.02, hvor ASC-resultater fra C4 og C5 manglet i oppsummeringstabell. Disse resultatene er nå er lagt til.


Følgende personer har deltatt:

Lars Birkeland Sjetne	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.
Rosalyn Fredriksen	Akvaplan-niva	Rapport.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark og bløtdyr).
Kristine H Sperre	Akvaplan-niva	Koordinering av bunndyrsortering.
Ingar H. Wasbotten	Akvaplan-niva	Koordinering av geokjemiske analyser.

Akvaplan-niva vil takke Cermaq Norway AS, Jonny Opdahl, 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>

Tromsø, 07.02.2020



Lars Birkeland Sjetne  
Prosjektleder

# 1 Oppsummering

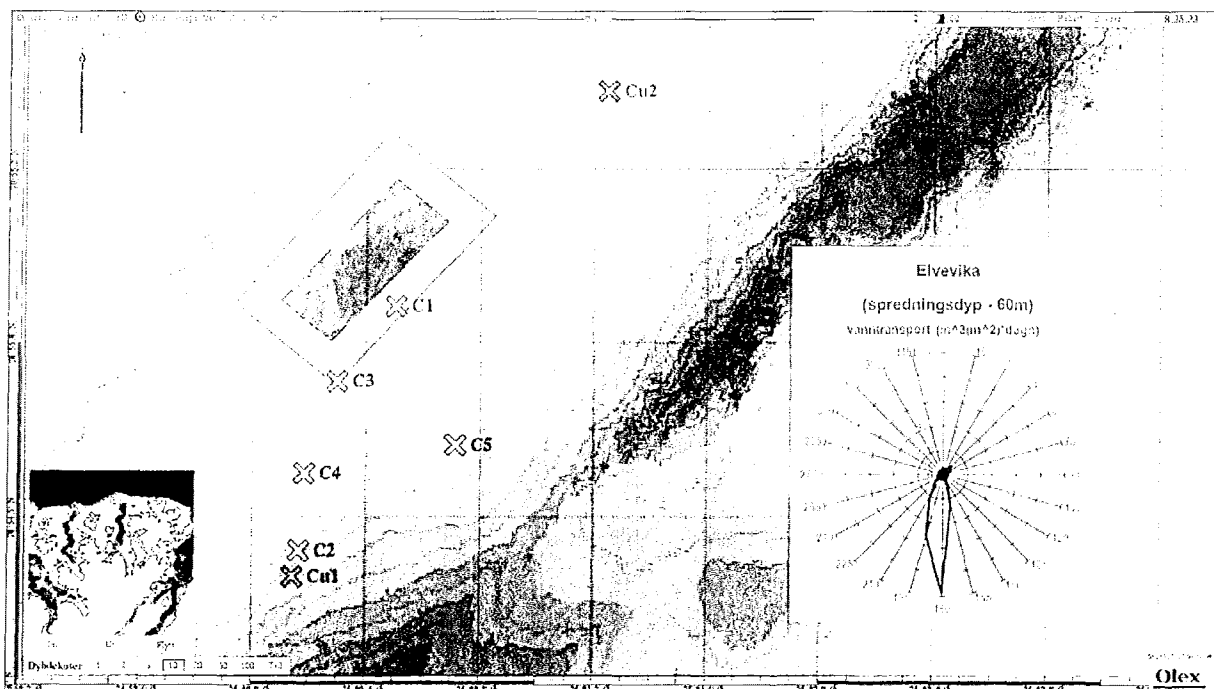
## 1.1 Oppsummering av ASC-resultatene

Indikator i ASC	ASC krav	Resultater							Kommentarer til prøvetaking
		C1	C2	C3	C4	C5	Cu1	Cu2	
2.1.1	Redox >0 mV eller sulphid level < 1500 microMol/L	50	120	210	280	290	-	-	
2.1.2	«Faunal index score» utenfor AZE indikerer god til svært god økologisk status – Shannon-Wiener > 3	4,20	4,51	4,59	4,74	4,98	-	-	
2.1.3	>= 2 taksa av makrofauna innenfor AZE som ikke er forurensningsindikatorer, med en tilstedeværelse på over 100 ind/m <sup>2</sup>	9	-	9	-	-	-	-	
4.7.4	Kobbernivå < 34 mg/kg tørrstoff	10,3/ -	9,4/ 10,5	-	8,1/ 8,5	9,3/ 8,8	9,8/ 9,0	5,8/ 6,2	
2.1.4	Lokalspesifikk AZE	Se kapt. 3.2.							

### Konklusjoner:

Kobberkonsentrasjonene var lave og under 34 mg/kg i alle undersøkte sedimenter. Redokspotensialene (Eh) var positive i sedimentene der målinger var mulige. Artsmangfoldet var høyt i bløtbunnsamfunnet fra alle stasjonene med diversitetsindeks  $H' > 3$ . En vurdering av bløtbunnsamfunnet innenfor AZE (stasjon C1) i henhold til ASC-standarden viste at det fantes mer enn 10 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.



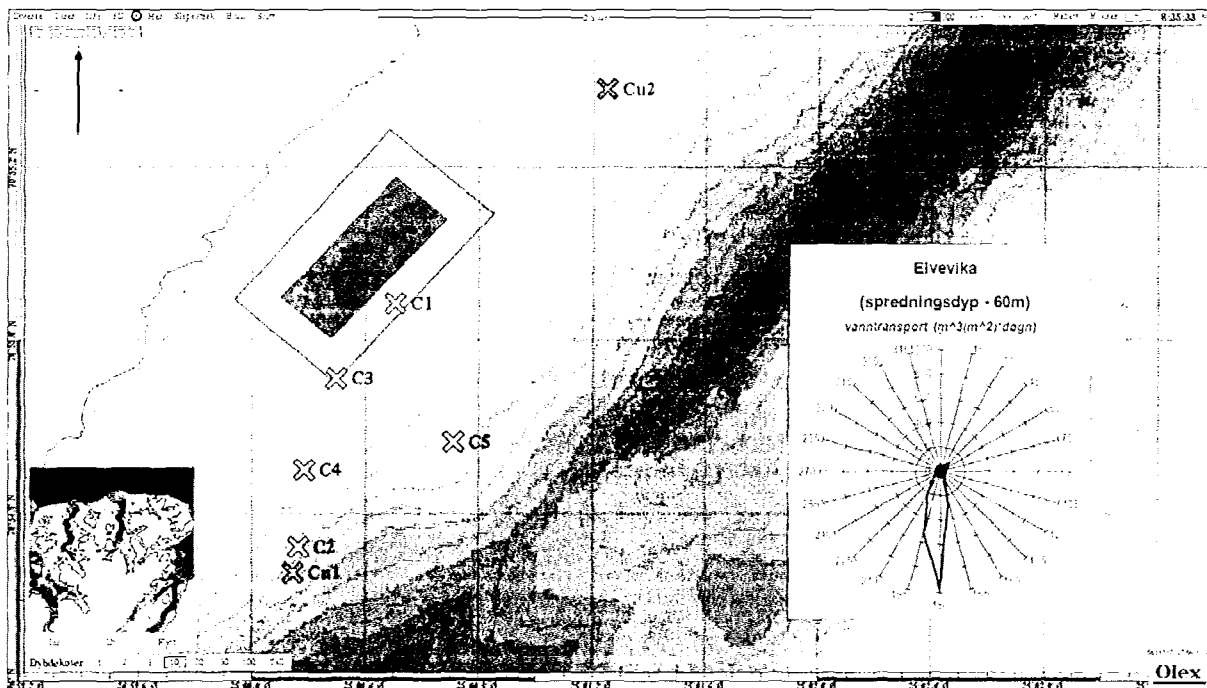
## 1.2 Summary of the ASC results

Indicator in ASC	ASC demand	Results							Remarks of the sampling
		C1	C2	C3	C4	C5	Cu1	Cu2	
2.1.1	Redox >0 mV or sulphide level < 1500 microMol/L	50	120	210	280	290	-	-	
2.1.2	«Faunal index score» outside AZE indicates good to very good ecological status – Shannon-Wiener > 3	4,20	4,51	4,59	4,74	4,98	-	-	
2.1.3	>= 2 macro faunal taxa within AZE which are not pollution indicators, with more than 100 ind/m <sup>2</sup> present	9	-	9	-	-	-	-	
4.7.4	Copper level < 34 mg/kg dry sediment	10,3/ -	9,4/ 10,5	-	8,1/ 8,5	9,3/ 8,8	9,8/ 9,0	5,8/ 6,2	
2.1.4	Location specific AZE			See chapter 3.2.					

### Conclusions:

The copper level was low and below 34 mg/kg in all the sediments. The redox potential (Eh) was positive in the sediments. The faunal diversity was high at all stations with the diversity index  $H' > 3$ . An evaluation of the faunal community within the AZE (station C1) in accordance to the ASC standard showed that there were more than 10 species, 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 Elvevika Ny, 2019.		
Rapport nr.	61396.03	Lokalitet:	Elvevika
Lokalitet nr.	32797	Kartkoordinater (anlegg):	70°55.068 N 25°00.375 Ø
Fylke:	Finnmark	Kommune:	Måsøy
MTB-tillatelse:	3599	Driftsleder:	Åge Willy Amundsen
Oppdragsgiver:	Cermaq Norway AS		


Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato 06.08.2019			
Fiskegruppe:	Laks/ørret	Biomasse ved undersøkelse:	2023
Utføret mengde:	2476	Produsert mengde:	2205
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:	x	Oppfølgende undersøkelse:	
Brakklegging:		Ny lokalitet:	

Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR (Veileder 02:2018)		Økologisk tilstandsklassifisering (Veileder 02:2018)	
Fauna C1 (innerst)	0,772	Fauna C1 (innerst)	Klasse II
Fauna C2 (ytterst)	0,832	Fauna C2 (ytterst)	Klasse I
Fauna C3	0,797	Fauna C3	Klasse II
Fauna C4	0,820	Fauna C4	Klasse I
Fauna C5	0,903	Fauna C5	Klasse I
Fauna C6ref	0,911	Fauna C6ref	Klasse I
Fauna C3, C4, C5	0,840	Fauna C3, C4, C5	Klasse I
Dato feltarbeid:	06.08.2019	Dato rapport:	27.09.2019
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)		TOC i klasse II (C1, C4, C6ref) og III (C2, C5) Kobber i klasse I (alle st.) Kadmium i klasse I (alle st.) pH/Eh poeng 1 (C1) 0 (øvrige) O <sub>2</sub> -forholdene var gode i hele vannsøylen.	
Ansvarlig feltarbeid:	Lars Birkeland Sjetne	Signatur:	

## 1.4 Summary of the C results

Client information			
Title :	C-undersøkelse Elvevika Ny, 2019.		
Report nr.	61396.03	Location:	Elvevika
Location nr.	32797	Map co/ordinates (construction):	70°55.068 N 25°00.375 Ø
County:	Finnmark	Municipal:	Måsøy
MTB-permission:	3599	Operations manager:	Åge Willy Amundsen
Client:	Cermaq Norway AS		

Biomass/production status at date of investigation field date			
Fish group:	Salmon/trout	Biomass on examination:	2023
Feed input:	2476	Produced quantity:	2205
Type/time of survey			
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 02:2018)		Ecological state classification (Veileder 02:2018)	
Fauna C1 (inner)	0.772	Fauna C1 (inner)	Class II
Fauna C2 (outer)	0.832	Fauna C2 (outer)	Class I
Fauna C3	0.797	Fauna C3	Class II
Fauna C4	0.820	Fauna C4	Class I
Fauna C5	0.903	Fauna C5	Class I
Fauna C6ref	0.911	Fauna C6ref	Class I
Fauna C3, C4, C5	0.840	Fauna C3, C4, C5	Class I
Date fieldwork:	06.08.2019	Date of report:	27.09.2019
Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)		TOC class III (C2, C5) and II (other st.) Copper class I (all st.) Cadmium class I (all st.) pH/Eh level 1 (C1) and 0 (other st.) O <sub>2</sub> -conditions were good throughout the water column.	
Responsible for fieldwork:	Lars Birkeland Sjetne	Signature:	

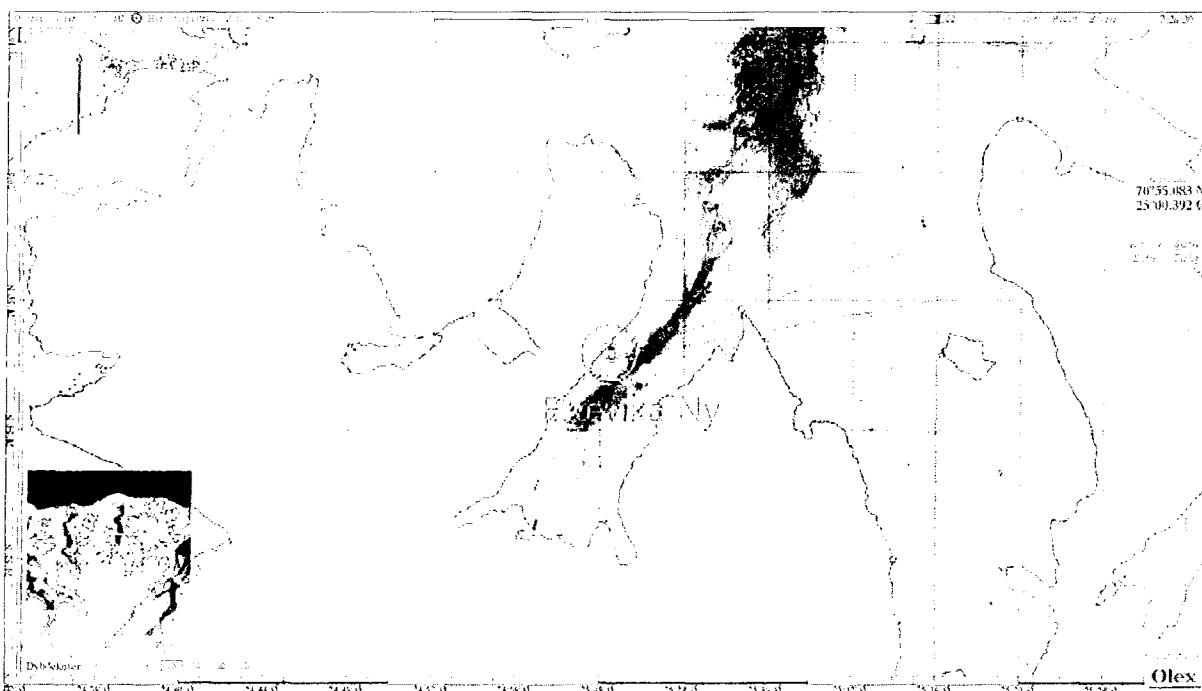


## 2 Innledning

### 2.1 Bakgrunn og formål

Akvaplan-niva har på vegne av Cermaq Norway AS gjennomført en ASC-undersøkelse på lokalitet 32797 Elvevika Ny i Ryggeffjorden øst for Havøysund i Måsøy kommune, Finnmark (Figur 1).

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 tilfredsstille kravene fra Aquaculture Stewardship Council (ASC). Prøvetakingsstasjonene er valgt på bakgrunn av resultater fra tidligere strømmålinger gjennomført ved spredningsdyp, samt bunntopografisk kartlegging ved bruk av Olex.



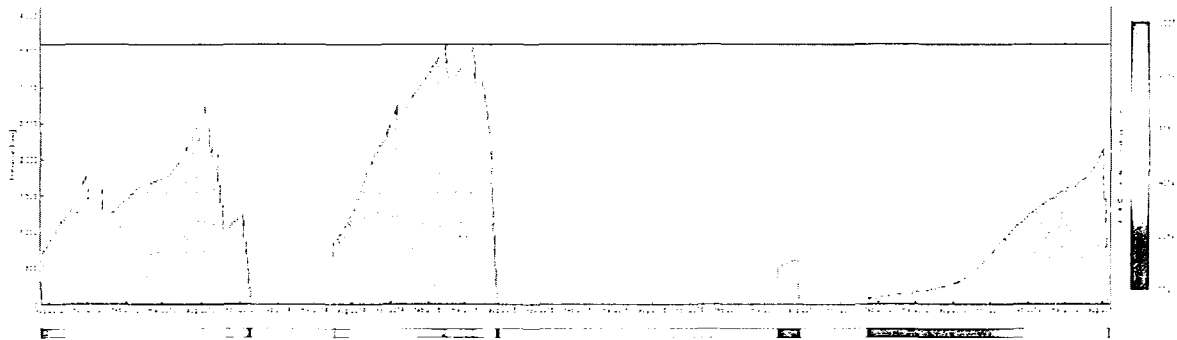
Figur 1. Oversiktskart over Ryggeffjorden med plassering av lokaliteten Elvevika Ny (rød sirkel). Koordinater for anleggets senterpunkt er angitt i bildets høyre kant.

### 2.2 Drift og fôrforbruk

Lokaliteten har vært i drift siden 2012. Ved undersøkelsestidspunktet var stående biomasse på ca. 2023 tonn laks (18. generasjon) med snittvekt på 4,03 kg per fisk (pers. medd. Randi Rydland). Lokaliteten er godkjent for maksimal tillatt biomasse (MTB) på 3599 tonn. Biomasse i forhold til MTB for lokaliteten gjennom hele driftsperioden er vist i Figur 2. Produksjon ved Elvevika Ny er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Produksjon ved Elvevika.

Utsett tidspunkt	Produsert i tonn laks (rundvekt)	Fôrforbruk i tonn
Jan. 2018 (18G)	2205	2476
15G	160	148
13G	3524	4602
11G	3616	4349



Figur 2. Stående biomasse og utnyttet maksimal tillatt biomasse (MTB) ved lokaliteten Elvevika Ny. Figuren er innhentet fra oppdragsgiver.

## 2.3 Tidligere undersøkelser

Akvaplan-niva AS har jevnlig gjennomført miljøundersøkelser type B/C (NS 9410) på lokaliteten Elvevika.

Tabell 2 gir oversikt over tidligere undersøkelser gjennomført ved lokalitet Elvevika.

Tabell 2. Tidligere utførte undersøkelser på Elvevika.

Dato prøvetaking	Rapportnummer (Forfatter, år)	Type undersøkelse	Lokalitetstilstand
13.09.2018	60581.01 (Nilsen, 2018)	C/ASC	-
16.06.2017	8968.01 (Nilsen, 2017)	B	1
23.08.2013	6598.01 (Bye, 2013)	B	1
12.06.2013	6996.01 (Bye, 2013)	C	
29.06.2011	5493.01 (Markussen, 2011)	B	1

## 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 3.

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

Tabell 3. Planlagt faglig program for ASC- og C-undersøkelsen ved Elvevika, 2019. TOC = total organisk karbon. Korn = kornfordeling. TOM = total organisk materiale. TN = total nitrogen. Cu = kobber. Cd = kadmium. pH/Eh = surhetsgrad og redokspotensial. C1, C2, C3, C4, C5 og C6 inngår i C-undersøkelsen.

Stasjon	Type analyse/parametere
C1 (anleggssone, innenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. Cd. pH/Eh.
C2 (overgangssone, fjernstasjon utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. 2 x Cd. Hydrografi/O <sub>2</sub> . pH/Eh.
C3 (overgangssone, like utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. pH/Eh.
C4 (overgangssone, dypområdet, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn*. TOM*. TN. 2 x Cu. 2 x Cd. pH/Eh.
C5 (overgangssone, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. 2 x Cd. pH/Eh.
C6ref	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. 2 x Cd. pH/Eh.
Cu1 (referansestasjon ASC)	2 x Cu.
Cu2 (referansestasjon ASC)	2 x Cu.

\*Ved stasjon C4 lyktes det ikke å få nok materiale for korn og TOM-analyse.

Elvevika Ny er en bløtbunnslokalitet og prøvetakingen var i hovedsak uproblematisk, foruten stasjon C4 hvor det ikke lyktes å få nok materiale for alle planlagte analyser. Sedimentet for øvrig besto av lys brun, siltig sand, med noe grovt materiale (steiner > 5 cm) ved stasjon C4 og C5. Ved stasjon C3 ble det registrert sverting i overflatelag og noe lukt.

Feltarbeidet ble gjennomført 06.08.2019.

### 3.2 Valg av ASC-stasjoner og AZE

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

Ved hjelp av en AZE kalkulator som tar hensyn til anleggets svai, synkehastighet av fiskefeces før, den gjennomsnittlige strømhastigheten på spredningsstrømmen, samt det dypeste punktet under rammefortøyningen, ble AZE satt til 67 meter.

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 5 biologiske prøvetakingsstasjoner.

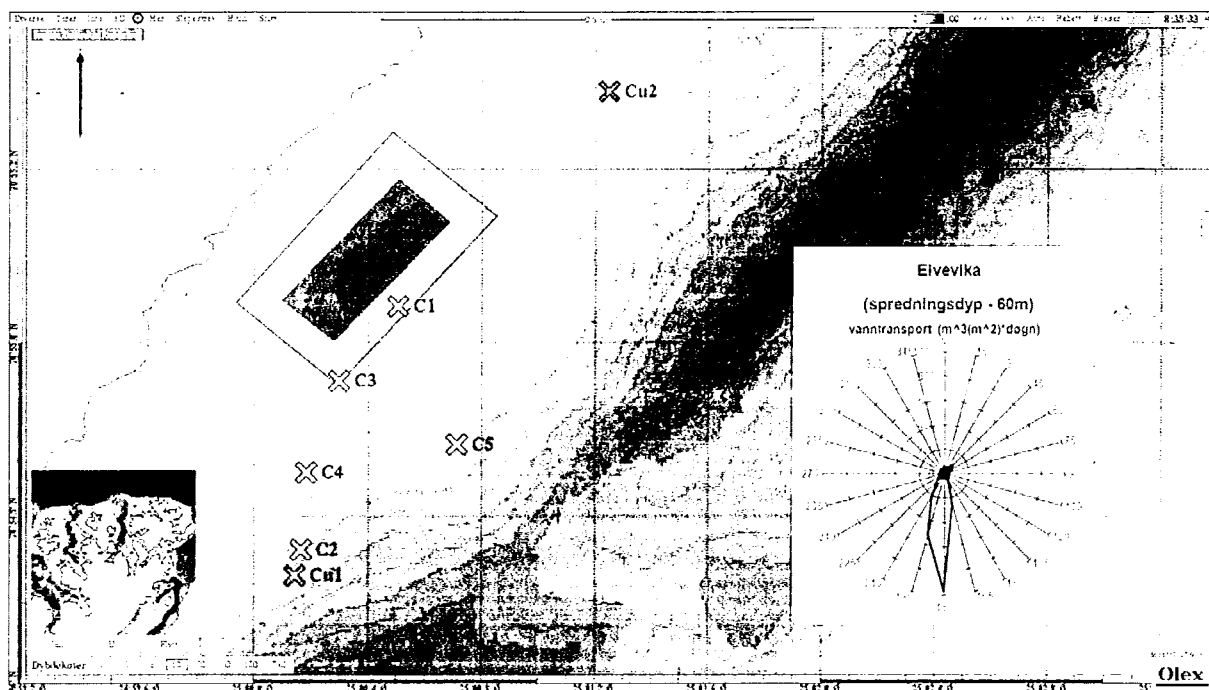
Stasjonsposisjonene er gjort på bakgrunn av strømmålinger gjennomført på spredningsdyp (60 m) ved lokaliteten (Markussen, 2011). En fjernstasjon (minst 500 meter fra anlegget, brukes

også i C-undersøkelsen NS 9410). Tre stasjoner i overgangssonen utenfor AZE, en stasjon innenfor AZE i umiddelbar nærhet av merd.

Koordinater, dyp og stasjonsnett for prøvetaking er vist i Tabell 4 og Figur 3.

Tabell 4. Avstand mellom nærmeste merd og prøvetakingspunkt. Stasjonskoordinater og dyp, ASC-stasjonene ved Elvevika, 2019. C1, C2, C3, C4, C5 og C6 inngår i C-undersøkelsen.

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon	
			N	Ø
C1	94	30	70°55,042	25°00,504
C2	146	500	70°54,761	25°00,165
C3	89	67	70°54,955	25°00,297
C4	110	296	70°54,850	25°00,183
C5	133	333	70°54,882	25°00,713
C6	82	1600	70°55,799	25°02,406
Cu1	147	500	70°54,732	25°00,144
Cu2	92	444	70°55,289	25°01,248



Figur 3. Stasjonskart, ASC Elvevika, 2019. Grense for AZE inntegnet som rød linje med avstand på 67 m fra rammen til anlegget. Spredningsstrøm er målt på 60 meters dyp.

## 4 ASC-undersøkelse Elvevika

### 4.1 Resultater

#### 4.1.1 Sedimentbeskrivelser og redoksmålinger (Eh)

Tabell 5 viser sedimentbeskrivelsene og resultatene redoksmålingene på stasjonene. Eh viste positive verdier på stasjonene.

Tabell 5. Sedimentbeskrivelse og redoks-målinger (Eh). ASC-stasjoner Elvevika, 2019.

St.*	Sedimentbeskrivelse	Eh
C1	Lys brun, siltig sand. Homogen prøve	50
C2	Olivengrønn, siltig sand med innslag av leire. Høyt vanninnhold i overflatelag. Delvis svartet overflatelag.	120
C3	Lys brun, siltig sand med tydelig svarting i overflatelag. Svak lukt.	210
C4	Olivengrønn, siltig sand med grus og stein > 5 cm. Svarting i overflatelag.	280
C5	Lys brun, siltig sand og leire med grus og stein > 10 cm.	290
Cu1	-	-
Cu2	-	-

#### 4.1.2 Kobber i sedimenter

Kobbernivåene i sedimentene er vist i Tabell 6. Kobberkonsentrasjonene var gjennomgående lave og under 34 mg/kg TS i alle undersøkte sedimenter.

Tabell 6. Kobber (Cu), mg/kg TS. ASC Elvevika, 2019.

St.	Cu repl. 1	Cu repl. 2
C1	10,3	-
C2	9,4	10,5
C3	-	-
C4	8,1	8,5
C5	9,3	8,8
Cu1	9,8	9,0
Cu2	5,8	6,2

#### 4.1.3 Kvantitative bunndyranalyser

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

Diversitetsindeksen Shannon-Wiener (H') for bløtbunnsamfunnene er presentert i Tabell 7. 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 individer på ASC-stasjonene varierte fra 503 (C2) til 1235 (C1). Antall taksa varierte fra 62 (C2) til 82 (C3). Diversitetsindeksen H' var høy og over 3,0 på alle stasjonene.

Tabell 7. Antall arter og individer pr. 0,2 m<sup>2</sup>. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ASC-stasjoner ved Elvevika, 2019.

St.*	Individtall	Ant arter	H'
C1	1235	64	4,20
C2	503	62	4,51
C3	861	82	4,74
C4	532	74	4,74
C5	623	96	4,98

#### 4.1.3.2 ASC vurdering av bunndyrsamfunnet på C1 ved anlegget

Under er det gjort en vurdering av hvorvidt bløtbunnsamfunnet på stasjonen i anleggssonen innenfor AZE (stasjon C1) 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 8.

Det ble registrert > 10 taksa med >100 ind./m<sup>2</sup> på stasjon C1. Blant disse var det kun børstemarken *Capitella capitata* som var forurensningsindikator, mens resten tilhørte økologiske gruppene III – IV. Dette viser at kravet i ASC-standarden er oppfylt.

Tabell 8. Dominerende taksa med individantall per m<sup>2</sup> på C1, Elvevika, 2019.

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m <sup>2</sup>	Antall per m <sup>2</sup>	NSI Økologisk gruppe*
C1	<i>Thyasira sarsii</i>	209	1045	IV
	<i>Thyasira flexuosa</i>	120	600	III
	<i>Scoloplos armiger</i>	117	585	III
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	106	530	III
	<i>Thyasira gouldi</i>	102	510	IV
	<i>Chaetozone setosa</i>	98	490	IV
	<i>Pholoe assimilis</i>	81	405	III
	<i>Abra nitida</i>	60	300	III
	<i>Spio limicola</i>	53	265	IK
	<i>Capitella capitata</i>	39	195	V

\*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 Elvevika

## 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 3599 tonn. Standarden krever da 5 stasjoner. En sjette stasjon ble inkludert etter ønske fra oppdragsgiver. Stasjonsdyp og posisjoner er gitt i Tabell 10 og vist i Figur 4. Stasjonene er plassert i henhold til hovedstrømretning som er ved spredningsdyp på 60 meter (Markussen, 2011). Spredningsstrømmen har en tydelig sørlig trend og stasjonene er valgt deretter. C6 ble plassert med tilstrekkelig avstand fra anlegget, som referansestasjon ytterst i fjorden.

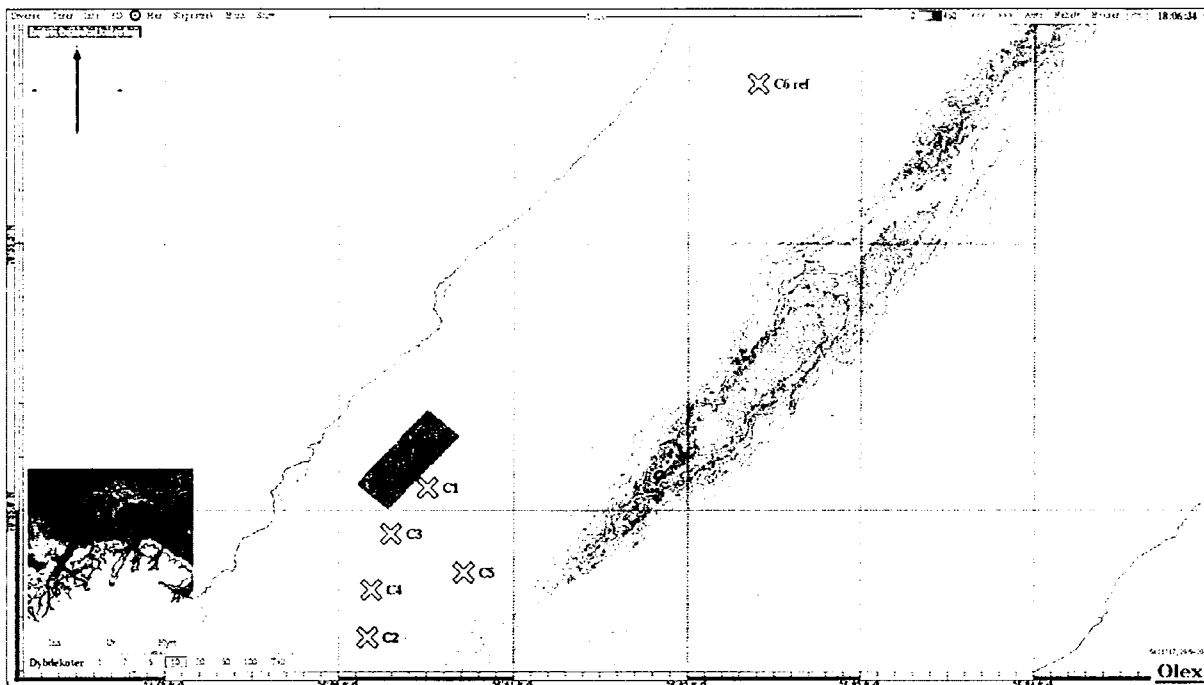
Tabell 9. Planlagt faglig program for C-undersøkelsen ved Elvevika, 2019. TOC = total organisk karbon, Korn = kornfordeling, TOM = Totalt organisk materiale, TN = Totalt nitrogen, Cu = kobber, pH/Eh = surhetsgrad og redokspotensial.

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

\*Ved stasjon C4 lyktes det ikke å få nok materiale for korn og TOM-analyse.

Tabell 10. Stasjonsdyp avstand til merd og koordinater, C-stasjonene ved Elvevika, 2019.

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon	
			N	Ø
C1	94	30	70°55,042	25°00,504
C2	146	500	70°54,761	25°00,165
C3	89	67	70°54,955	25°00,297
C4	110	296	70°54,850	25°00,183
C5	133	333	70°54,882	25°00,713
C6	82	1600	70°55,799	25°02,406



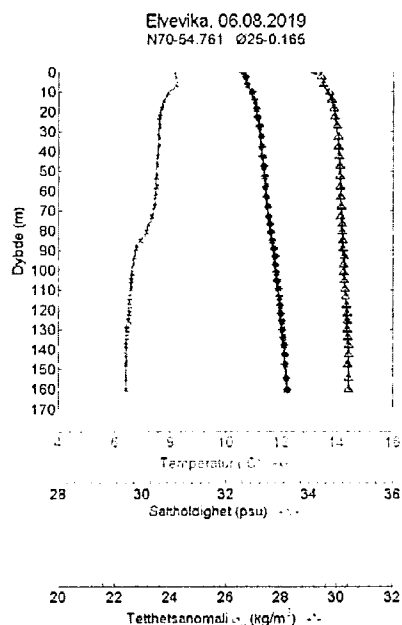
Figur 4. Stasjonskart, C-undersøkelse Ellevika, 2019. Spredningsstrøm er målt på 60 m dyp.

## 5.3 Resultater

### 5.3.1 Hydrografi

Den hydrografiske vertikalsprofilen for C2 i august 2019 er vist i Figur 5.

Temperaturen var 8 °C i overflaten og sank til litt over 6 °C ved bunnen. Oksygenmetningen var ca 90 % overflaten og sank til omtrent 83 % i bunnvannet.



Figur 5. Vertikalprofiler. Temperatur, saltnedthet, tetthet og oksygen på C2 ved Ellevika, 2019.

### 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 forholdsvis lave med verdier mellom 2,8 og 4,9 %. TN-nivåene var også lave (1,9 – 3,5 mg/g) og det samme var C/N-forholdene. TOC var lett forhøyet på stasjon C1, C3 og



C6ref og i tilstandsklasse II "God" og forhøyet på C2 og C5 med klasse III "moderat". Sedimentene var moderat grov- til moderat finkornet med pelittandel mellom 25 og 46 %.

Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 1 (C1) og 0 (øvrige stasjoner) iht. Tillegg D i NS 9410:2016.

Tabell 11. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N, kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Elvevika, 2019.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
C1	Lys brun, siltig sand.	2,9	12,2	25,5	II	2,1	5,9	25,9	7,3/50
C2	Olivengrønn siltig sand med innslag av leire.	4,9	19,6	29,3	III	3,5	5,5	46,2	7,3/120
C3	Lys brun, siltig sand med sverting i overflatelag. Svak lukt.	2,8	10,9	24,9	II	1,9	5,7	22,2	7,5/210
C4	Olivengrønn, siltig sand med grus og stein > 5 cm. Sverting i overflatelag.	-	15,2	-	-	2,8	5,4	-	7,4/280
C5	Lys brun, siltig sand og leire med grus og stein > 10 cm.	4,3	17,6	28,5	III	3,2	5,6	39,3	7,5/290
C6ref	Lys brun, siltig sand.	3,4	12,2	25,3	II	2,4	5,1	27,2	7,6/440

\* Tilstandsklassifisering (Veileder 02:2018) 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 og kadmium

Kobber- og kadmiunnivåene på stasjonene er presentert i Tabell 12. Nivået var lavt og i klasse I på alle undersøkte stasjoner for begge metallene.

Tabell 12. Sedimentanalyser. Kobber (Cu) og kadmium (Cd) i mg/kg TS. C-stasjon ved Elvevika, 2019. Tilstandsklassifisering i hht M-608/2016.

St.	Cu	Tilst.klasse Cu	Cd	Tilst.klasse Cd
C1	10,3	I	0,10	I
C2	9,37	I	0,10	I
C3	ia	-	ia	-
C4	8,11	I	<0.10	I
C5	9,34	I	<0.10	I
C6ref	5,58	I	<0.10	I

### 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.

Antall individ varierte fra 503 (C2) til 1235 (C1) og antall arter fra 62 (C2) til 96 (C5). På C1 og C3 viste de fleste faunaindeksene, inklusiv nEQR, tilstandsklasse II "God". På de andre stasjonene viste de fleste indeksene, inklusiv nEQR, klasse I "Svært god".

En samlet klassifisering av stasjonene i overgangssonen viste tilstandsklasse I.

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. Fordelingen var jevn på alle stasjonene.

Tabell 13. Antall arter og individer pr. 0,2 m<sup>2</sup>. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES<sub>100</sub> = Hurlberts diversitetsindeks. NQI1 = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI<sub>2012</sub> = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. AMBI = ømfintlighetsindeks (inngår i NQI1). nEQR = normalisert EQR. C-stasjoner ved Elvevika, 2019. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks iht. Veileder 02:2018 vanntype B2

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES <sub>100</sub>	NQI1	ISI <sub>2012</sub>	NSI	nEQR	AMBI	J
C1	1235	64	4,20	24,60	0,716	8,36	19,08	0,772	2,44	0,74
C2	503	62	4,51	30,54	0,730	8,92	21,48	0,832	2,46	0,82
C3	861	82	4,59	30,22	0,738	8,16	19,95	0,797	2,47	0,78
C4	532	74	4,74	34,81	0,743	8,08	21,51	0,820	2,53	0,82
C5	623	96	4,98	36,95	0,798	10,53	24,37	0,903	1,84	0,85
C6ref	612	89	4,93	39,05	0,804	10,35	24,93	0,911	1,88	0,81

Samlet klassifisering for overgangssonen (C1, C2 og C6ref ikke med)

C3, C4, C5	-	-	4,77	33,99	0,760	8,92	21,94	0,840	2,28	0,82
------------	---	---	------	-------	-------	------	-------	-------	------	------

I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
-------------	--------	-------------	-----------	----------------

### 5.3.4.2 NS 9410 Vurdering av bunndyrsamfunnet på C1 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).

Bløtbunnsamfunnet ble klassifisert til miljøtilstand 1 "Meget god". Kriteriet for tilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter/0,2m<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.

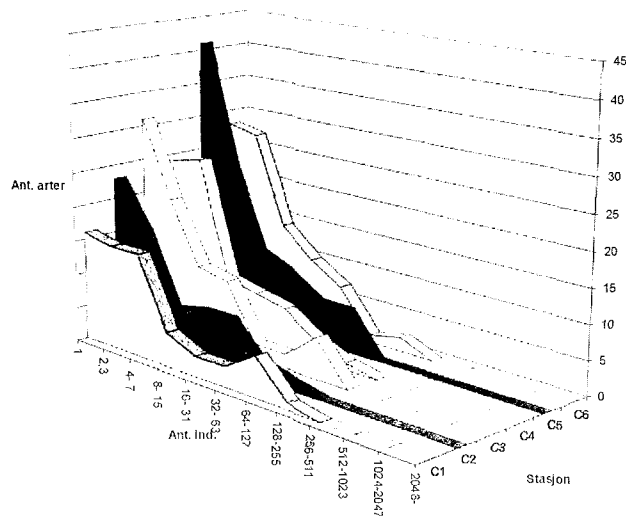
Tabell 14. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet på C1 ved lokaliteten Elvevika, 2019.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Elvevika	64	Thyasira sarsii - 17 %	1 - Meget god

### 5.3.4.3 Geometriske klasser

Figur 6 viser antall arter plottet mot antall individer, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser. Det vises til Vedlegg 3 for en forklaring av begrepet geometriske klasser.

Kurvene for stasjonene startet moderat (C1) til høyt (C5) og strakk seg kort ut mot høyere klasser. Disse kan indikere god faunatilstand på stasjonene.

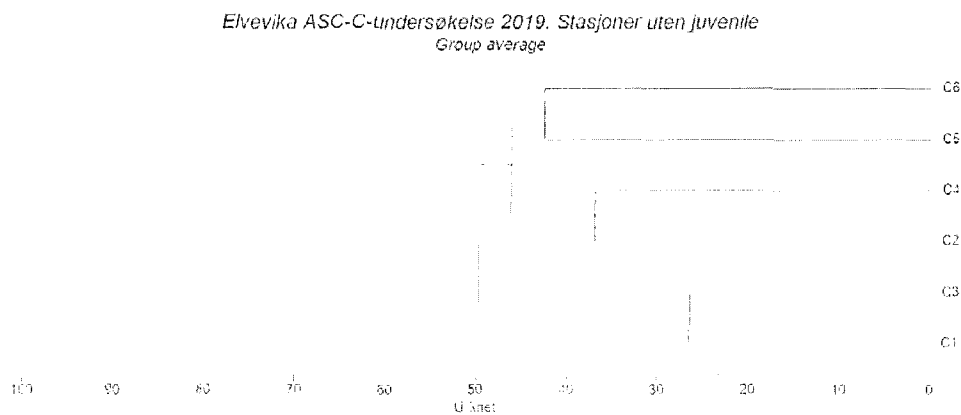


Figur 6. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser. Elvevika, 2019.

#### 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 7.

Faunasammensetningen på stasjonene var mer enn 50 % lik med størst likhet mellom C1 og C3 (>73 %).



Figur 7. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen. C-stasjoner Elvevika, 2019.

#### 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 C1 dominerte den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsii* med 17 % av individene. De andre mest dominante på stasjonen var en blanding av tolerante og opportunistiske arter sammen med en forurensningsindikator (børstemarken *Capitella capitata*).

På C2 dominerte den opportunistiske børstemarken *Maldane sarsi* med 15 % av individene. De andre mest dominante på stasjonen var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

På C3 dominerte den tolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii* med 12 % av individene. De andre mest dominante på stasjonen var en blanding av tolerante og opportunistiske arter sammen med en forurensningsindikator (børstemarken *Capitella capitata*).

På C4 dominerte den opportunistiske børstemarken *Chaetozone setosa* med 16 % av individene. De andre mest dominante på stasjonen var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

På C5 dominerte den sensitive børstemarken *Rhodine gracilior* med 15 % av individene. De andre mest dominante på stasjonen var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

På C6ref dominerte børstemarken *Spio limicola* med 18 % av individene. De andre mest dominante på stasjonen var en blanding av sensitive, nøytrale og tolerante arter.

Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer på C2, C4, C5 eller C6ref.

Tabell 15. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe\* for de ti mest dominerende artene på C stasjonene. Elvevika, 2019.

C1	Ant.	Kum.	EG	C2	Ant.	Kum.	EG
<i>Thyasira sarsii</i>	209	17 %	IV	<i>Maldane sarsi</i>	78	15 %	IV
<i>Thyasira flexuosa</i>	120	26 %	III	<i>Galathowenia oculata</i>	54	26 %	III
<i>Scoloplos armiger</i>	117	36 %	III	<i>Prionospio cirrifera</i>	44	34 %	III
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	106	44 %	III	<i>Euclymeninae indet.</i>	30	40 %	I
<i>Thyasira gouldi</i>	102	52 %	IV	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	27	46 %	III
<i>Chaetozone setosa</i>	98	60 %	IV	<i>Spio limicola</i>	26	51 %	IK
<i>Pholoe assimilis</i>	81	67 %	III	<i>Chaetozone setosa</i>	22	55 %	IV
<i>Abra nitida</i>	60	71 %	III	<i>Owenia sp.</i>	21	59 %	II
<i>Spio limicola</i>	53	76 %	IK	<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	18	63 %	IV
<i>Capitella capitata</i>	39	79 %	V	<i>Leitoscoloplos mammosus</i>	16	66 %	IK
C3	Ant.	Kum.	EG	C4	Ant.	Kum.	EG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	106	12 %	III	<i>Chaetozone setosa</i>	87	16 %	IV
<i>Thyasira flexuosa</i>	83	22 %	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	53	26 %	III
<i>Chaetozone setosa</i>	75	30 %	IV	<i>Rhodine gracilior</i>	45	35 %	I
<i>Spio limicola</i>	70	38 %	IK	<i>Spio limicola</i>	36	41 %	IK
<i>Pholoe assimilis</i>	69	46 %	III	<i>Prionospio cirrifera</i>	28	47 %	III
<i>Scoloplos armiger</i>	68	54 %	III	<i>Scoloplos armiger</i>	20	50 %	III
<i>Thyasira sarsii</i>	50	59 %	IV	<i>Labidoplax buskii</i>	18	54 %	II
<i>Thyasira gouldi</i>	39	64 %	IV	<i>Maldane sarsi</i>	18	57 %	IV
<i>Capitella capitata</i>	31	67 %	V	<i>Thyasira flexuosa</i>	18	60 %	III
<i>Amphictene auricoma</i>	30	71 %	II	<i>Galathowenia oculata</i>	17	64 %	III
C5	Ant.	Kum.	EG	C6ref	Ant.	Kum.	EG
<i>Rhodine gracilior</i>	49	8 %	I	<i>Spio limicola</i>	114	18 %	IK
<i>Owenia sp.</i>	47	15 %	II	<i>Owenia sp.</i>	69	29 %	II
<i>Maldane sarsi</i>	46	23 %	IV	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	36	35 %	III
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	46	30 %	III	<i>Labidoplax buskii</i>	25	39 %	II
<i>Galathowenia oculata</i>	35	35 %	III	<i>Galathowenia fragilis</i>	24	43 %	I
<i>Chirimia biceps</i>	33	41 %	II	<i>Myriochele malmgreni/olgae</i>	18	46 %	IK
<i>Prionospio cirrifera</i>	30	45 %	III	<i>Amphictene auricoma</i>	17	49 %	II
<i>Galathowenia fragilis</i>	23	49 %	I	<i>Euclymeninae indet.</i>	17	51 %	I
<i>Chaetozone setosa</i>	20	52 %	IV	<i>Thyasira flexuosa</i>	17	54 %	III
<i>Myriochele malmgreni/olgae</i>	19	55 %	IK	<i>Corophium sp.</i>	16	57 %	III

\*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 Elvevika, 2019, kan sammenholdes som følger:

- Det ble ikke registrert oksygenkritiske forhold i vannsøylen på dypstasjonen C2. Oksygenmetningen i bunnvannet var 83 % i august 2019.
- TOC-nivået var lett forhøyet i sediment fra stasjon C1, C3 og C6ref (tilstandsklasse II) og forhøyet på de andre stasjonene (klasse III). TOM og TN var lave i sedimentene fra alle stasjonene og det samme var C/N-forholdet. Kobber- og kadmiumnivåene var lavt og i klasse I for alle stasjonene. Sedimentene var moderat grov- til moderat finkornet med pelittandel mellom 25 og 46 %. Redoksmålingene i sedimentet ga poeng 1 på C1 og 0 på de andre stasjonene.
  - Klassifisering av økologisk tilstand, basert på faunaindeksene i veileder 02:2018, viste klasse II "God" for bløtbunnsamfunnet på C1 og C3 og klasse I "Svært god" for de øvrige undersøkte bløtbunnsamfunnene. En samlet økologisk klassifisering for stasjon C3, C4 og C5 i overgangssonen ga klasse I. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen viste imidlertid miljøtilstand 1 (Meget god). Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1 og C3, men ikke på de andre stasjonene.

### 5.4.2 Konklusjon

Resultatene fra overvåkingen ved oppdrettslokaliteten Elvevika i 2019 viste at sedimentene var belastet med organisk karbon i klasse III "Moderat" på stasjon C2 og C5 og klasse II "God" på de andre stasjonene. Kobber- og kadmiumkonsentrasjonen var lav og i klasse I på alle stasjonene. Det ble ikke registrert belastningseffekt på noen av stasjonene. Økologisk tilstandsklassifisering ga klasse II "God" på stasjon C1 og C3 og klasse I "Svært god" på de andre stasjonene. Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* var blant de mest dominante på C1 og C3. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på de andre stasjonene. Oksygenmetningen i august var god i hele vannsøylen med 83 % i bunnvannet.

Ettersom den samlede klassifiseringen av stasjonene i overgangssonen (C3, C4 og C5) ga tilstand I "svært god" skal C-undersøkelse utføres ved hver tredje produksjonssyklus iht. kapt. 8.7 i NS 9410.

### 5.4.3 Miljøutvikling siden forrige C-undersøkelse

Det ble utført en C-undersøkelse ved lokaliteten i 2018 (Mannvik & Nilsen, 2018). Konklusjonen i den undersøkelsen var *"Det er gjennomført en ASC- og C-undersøkelse på lokaliteten Elvevika i september 2018. Resultatene viste at sedimentene ikke var belastet med organisk karbon og i klasse I "Svært god" (C2 og C5) og II "God" (øvrige stasjoner). Kobber- og kadmiumnivåene var lave og i klasse I på alle stasjonene. Det ble ikke registrert belastningseffekt i noen av de undersøkte bløtbunnsamfunnene. Økologisk tilstandsklassifisering ga klasse II "God" på alle stasjonene. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene. Oksygenmetningen i september var god i hele vannsøylen med 86 % i bunnvannet."*

Vurdert mot dagens resultater (august 2019) er det påvist enkelte endringer i sedimenter på C1 og C3 der det organiske innholdet nå er i klasse III "Moderat". Kobber- og kadmiumnivåene er fremdeles lave og faunaen upåvirket.

## 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 trofietviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.
- Bye, B. E., 2013. Mijøundersøkelse type B, Elvevika august 2013. APN-rapport 6598.01
- Bye, B. E., 2013. C undersøkelse på oppdrettslokaliteten Elvevika. APN-rapport 6696.01
- Direktoratgruppen, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018. 139 s.
- ISO 5667-19:2004. Guidance on sampling of marine sediments.
- ISO 16665:2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- Markussen, Ø. B., 2011. B-undersøkelse Elvevika, Mai 2011, Mainstream Norway AS. APN-rapport 5493.01
- Markussen, Ø. B., 2011. B-undersøkelse Elvevika, Juni 2011, Mainstream Norway AS. APN-rapport 5493.01.B2
- Markussen, Ø. B., 2011. Strømmålinger Elvevika 2011. APN-rapport 5493.05.D1
- Nilsen, N., 2017. B-undersøkelse, juni 2017, 32797 Elvevika Ny. APN-rapport 8968.01
- Nilsen, 2018. ASC- og C-undersøkelse 32797 Elvevika. APN-rapport 60581.01
- NS 9410, 2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- Rygg, B. & K. Norling, 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.
- Pers. medd. Randi Rydland, Biomassekontrollør, Cermaq Norway AS

# 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 av prøvene ved 40 °C ble innhold av total organisk karbon (TOC) bestemt ved NDIR-deteksjon i henhold til DIN19539:2016 (Investigation of solids – Temperature-dependent differentiation of total carbon (TOC<sub>400</sub>, ROC, TIC<sub>900</sub>)). 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) og kadmium (Cd)

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

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

*Tilstandsklassifisering for kobber (Cu) og kadmium (Cd) i marine sediment.*

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

På alle stasjonene ble det utført en kvantitativ kjemisk undersøkelse av sedimentet. Surhetsgrad (pH) og oksydasjon/redokspotensial (ORP) ble målt ved hjelp av elektroder og instrumentet YSI Professional Plus. I hht. manual for instrumentet, ble 200 mV lagt til den målte ORP-verdien for å få Eh-verdien.

## Bunndyr

### Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale (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 02:2018 benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnens 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 artsclasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-10)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (fra Veileder 02:2018 vanntype B2).

Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
NQI1	0,9 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	4,8 - 3,2	3,2 - 2,5	2,5 - 1,6	1,6 - 0,8	0,8 - 0
ES <sub>100</sub>	39 - 19	19 - 13	13 - 8	8 - 4	4 - 0
ISI <sub>2012</sub>	13,5 - 8,7	8,7 - 7,8	7,8 - 6,5	6,5 - 4,7	4,7 - 0
NSI	30 - 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 trofuttviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.

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

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

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

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

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

## 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, 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 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 indekseen 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 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  $\text{SN} = \ln S / \ln(\ln N)$ , 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 Elvevika, 2019:

### Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	C1	C2	C3	C4	C5	C6
no. ind.	4366	1235	503	861	532	623	612
no. spe.	168	64	62	82	74	96	89

### Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02	C4_01	C4_02	C5_01	C5_02	C6_01	C6_02
no. ind.	4366	552	683	226	277	385	476	200	332	457	166	266	346
no. spe.	168	49	55	40	52	53	66	52	57	81	43	61	72
Shannon-Wiener:		4,2	4,2	4,4	4,6	4,4	4,7	4,8	4,7	5,4	4,6	4,7	5,2
Pielou		0,75	0,73	0,82	0,81	0,77	0,78	0,85	0,80	0,84	0,85	0,79	0,84
ES100		25	24	29	32	28	33	37	33	40	34	36	42
SN		2,11	2,14	2,18	2,29	2,23	2,30	2,37	2,30	2,42	2,31	2,39	2,42
ISI-2012		8,50	8,21	8,58	9,26	7,87	8,46	8,05	8,10	10,45	10,62	10,30	10,39
AMBI		2,206	2,682	2,331	2,58	2,36	2,582	2,568	2,494	1,839	1,838	1,902	1,866
NQI1		0,73	0,70	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74	0,81	0,78	0,80	0,81
NSI		19,3	18,9	20,9	22,0	20,0	19,9	21,3	21,7	24,2	24,5	25,2	24,6
DI		0,692	0,784	0,304	0,392	0,535	0,628	0,251	0,471	0,610	0,170	0,375	0,489

### Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Shannon-Wiener:	4,20	4,51	4,59	4,74	4,98	4,93
Pielou	0,74	0,82	0,78	0,82	0,85	0,81
ES100	24,6	30,5	30,2	34,8	37,0	39,0
SN	2,12	2,24	2,26	2,33	2,36	2,41
ISI-2012	8,36	8,92	8,16	8,08	10,53	10,35
AMBI	2,444	2,456	2,471	2,531	1,839	1,884
NQI1	0,72	0,73	0,74	0,74	0,80	0,80
NSI	19,08	21,48	19,95	21,51	24,37	24,93
Tilstandsklasse nEQR *)	0,772	0,832	0,797	0,820	0,903	0,911

\*0,999 blir brukt når indeksverdi er større en maks verdi i nEQR formel

### Geometriske klasser

int.	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	16	23	31	24	41	28
2,3	15	16	20	25	23	27
4-7	15	6	11	8	11	14
8-15	5	7	10	7	9	10
16-31	3	7	2	6	6	7
32-63	3	2	2	3	6	1
64-127	6	1	6	1	0	2
128-255	1	0	0	0	0	0
256-511	0	0	0	0	0	0
512-1023	0	0	0	0	0	0
1024-2047	0	0	0	0	0	0
2048-	0	0	0	0	0	0

# Artliste

## Elvevika ASC-C-undersøkelse

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
<b>Stasjonsnr.: C1</b>						
	CNIDARIA					
		Anthozoa				
			Edwardsia sp.	2	1	3
	NEMERTINI					
			Nemertea indet.	2	3	5
	SIPUNCULIDA					
			Phascolion strombus	6	7	13
			Sipuncula indet.	2	1	3
	ANNELIDA					
		Polychaeta				
		Orbiniida				
			Leitoscoloplos mammosus	4	1	5
			Scoloplos armiger	46	71	117
		Spionida				
			Laonice cirrata	2	4	6
			Prionospio cirrifera	5	7	12
			Pseudopolydora paucibranchiata	1		1
			Spio limicola	32	21	53
			Chaetozone setosa	51	47	98
			Chaetozone sp.	1		1
		Capitellida				
			Capitella capitata	1	38	39
			Heteromastus filiformis	4	3	7
			Rhodine gracilior	1		1
			Praxillella praetermissa	1		1
		Opheliida				
			Ophelina acuminata		1	1
		Phyllodoceida				
			Eteone flava/longa		2	2
			Phyllodoce groenlandica	4	3	7
			Pholoe assimilis	37	44	81
			Pholoe baltica	3	3	6
			Oxydromus flexuosus	1	1	2
			Exogone verugera	1	1	2
			Goniada maculata	7	7	14
			Nephtys ciliata	1	2	3
			Nephtys hombergii		2	2
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	25	81	106
		Eunicida				
			Nothria conchylega	2	1	3
			Ophryotrocha sp.		4	4
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	1		1
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	1	3	4
		Terebellida				
			Cistenides hyperborea		1	1
			Amphictene auricoma	13	10	23

3#608\_d5fcb8c4-8543-4815-902c-3d8afc3d1fa03.178

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			<i>Amythasides macroglossus</i>		2	2
			<i>Nicolea venustula</i>	1		1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Amphipoda				
			<i>Corophium</i> sp.		1	1
			<i>Hippomedon</i> sp.	1	1	2
			<i>Westwoodilla caecula</i>		1	1
		Decapoda				
			Paguridae indet.	1		1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.		1	1
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			<i>Euspira montagui</i>	3	2	5
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			<i>Retusa umbilicata</i>	13	6	19
			<i>Philina denticulata</i>	3	3	6
	Bivalvia					
		Nuculoidea				
			<i>Ennucula tenuis</i>	4	2	6
			<i>Nuculana minuta</i>		1	1
			<i>Nuculana</i> sp. juv.		3	3
			<i>Yoldiella lucida</i>	3	7	10
			<i>Yoldiella nana</i>	5	2	7
		Mytiloidea				
			<i>Crenella decussata</i>	2		2
		Veneroidea				
			<i>Lucinoma borealis</i>		2	2
			<i>Parathyasira equalis</i>		2	2
			<i>Thyasira flexuosa</i>	50	70	120
			<i>Thyasira gouldi</i>	72	30	102
			<i>Thyasira sarsii</i>	95	114	209
			Thyasiridae indet.		7	7
			<i>Astarte</i> sp. juv.		2	2
			<i>Macoma calcarea</i>	3	1	4
			<i>Abra nitida</i>	19	41	60
			<i>Abra prismatica</i>	3	1	4
			<i>Arctica islandica</i>	1	1	2
		Pholadomyoidea				
			<i>Cochlodesma praetenu</i>	1		1
	Scaphopoda					
		Dentaliida				
			<i>Antalis</i> sp.	3	6	9
PHORONIDA						
			<i>Phoronis</i> sp.		1	1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			<i>Amphiura filiformis</i>	2	1	3
			Ophiuroidea indet. juv.	5	4	9
	Holothuroidea					
		Apodida				
			<i>Labidoplax buskii</i>	10	6	16
HEMICHORDATA						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Enteropneusta indet.		1	1
			<b>Maks:</b>	95	114	209
			<b>Antall:</b>	50	58	67
			<b>Sum:</b>			1249

**Stasjonsnr.: C2**

CNIDARIA

Anthozoa

Actiniaria indet.

1

1

NEMERTINI

Nemertea indet.

5

6

11

ANNELIDA

Polychaeta

Orbiniida

Leitoscoloplos mammosus

7

9

16

Cossurida

Cossura longocirrata

1

1

Spionida

Prionospio cirrifera

19

25

44

Pseudopolydora paucibranchiata

8

7

15

Scolecopsis korsuni

1

1

Spio limicola

11

15

26

Spiophanes kroyeri

1

1

Chaetozone setosa

14

8

22

Chaetozone sp.

2

2

Capitellida

Capitella capitata

1

1

Heteromastus filiformis

2

2

Rhodine gracilior

1

1

2

Maldane sarsi

42

36

78

Praxillella gracilis

2

2

Praxillella praetermissa

5

8

13

Euclymeninae indet.

30

30

Phyllodoceida

Eteone flava/longa

1

1

Phyllodoce groenlandica

3

4

7

Bylgides groenlandicus

2

2

Malmgrenia castanea

1

1

Pholoe assimilis

4

2

6

Pholoe baltica

1

1

Exogone verugera

1

1

2

Nephtys ciliata

3

1

4

Nephtys hombergii

1

1

Amphinomida

Paramphinome jeffreysii

7

20

27

Eunicida

Nothria conchylega

3

3

Lumbrineris mixochaeta

9

9

18

Oweniida

Galathowenia fragilis

1

1

Galathowenia oculata

28

26

54

Myriochele malmgreni/olgae

2

6

8

Owenia sp.

14

7

21

Flabelligerida

Diplocirrus glaucus

2

1

3

Terebellida



<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Amphictene auricoma		1	1
			Anobothrus laubieri	1		1
			Laphania boeckii	4	1	5
			Streblosoma bairdi	7	2	9
			Terebellides sp.		2	2
		Sabellida				
			Chone sp.		1	1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.		1	1
			Leptostylis sp.	1		1
			Crustacea indet. juv.	1		1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	1	2	3
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Euspira pallida		1	1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Hermania sp.	1		1
			Philine denticulata	1		1
			Cylichna alba		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Nuculana sp. juv.		1	1
			Yoldiella lucida	3	5	8
		Mytiloida				
			Crenella decussata		1	1
			Musculus sp. juv.	1	2	3
		Veneroida				
			Lucinoma borealis	2	1	3
			Mendicula pygmaea	2	5	7
			Thyasira flexuosa		2	2
			Thyasira sarsii	1	2	3
			Parvicardium minimum	1	7	8
			Abra nitida		2	2
			Arctica islandica	1		1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiura carnea		1	1
			Ophiuroidea indet. juv.	2	1	3
	Echinoidea					
		Spartangoida				
			Brisaster fragilis	1	1	2
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii	4	2	6
HEMICHORDATA						
			Enteropneusta indet.		1	1
TUNICATA						
	Asciacea					
			Asciacea indet. (solit)	1	1	2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			<b>Maks:</b>	42	36	78
			<b>Antall:</b>	43	55	66
			<b>Sum:</b>			511

**Stasjonsnr.: C3**

CNIDARIA	Anthozoa					
		Edwardsia sp.		1		1
NEMERTINI						
		Nemertea indet.		1	2	3
SIPUNCULIDA						
		Phascolion strombus		3	6	9
ANNELIDA	Polychaeta					
	Orbiniida					
		Leitoscoloplos mammosus			3	3
		Scoloplos armiger	34	34		68
		Aricidea sp.		1		1
	Spionida					
		Laonice cirrata			3	3
		Prionospio cirrifera	6	6		12
		Spio limicola	19	51		70
		Poecilochaetus serpens	1			1
		Chaetozone setosa	33	42		75
		Chaetozone sp.		2		2
		Cirratulus cirratus	1	5		6
	Capitellida					
		Capitella capitata	10	21		31
		Heteromastus filiformis		5		5
		Notomastus latericeus		1		1
		Rhodine gracilior	1			1
		Chirimia biceps		1		1
		Praxillella gracilis	1			1
		Praxillella praetermissa		1		1
	Phyllodocida					
		Eteone flava/longa		1		1
		Phyllodoce groenlandica	2	6		8
		Eunoe oerstedii		2		2
		Polynoidae indet.	1	2		3
		Pholoe assimilis	33	36		69
		Pholoe baltica	1	1		2
		Oxydromus flexuosus	2	2		4
		Syllis hyalina		1		1
		Glycera alba	2	2		4
		Goniada maculata	8	4		12
		Nephtys ciliata	2			2
		Nephtys hombergii	3	2		5
		Nephtys paradoxa	1			1
	Amphinomida					
		Paramphinome jeffreysii	37	69		106
	Eunicida					
		Nothria conchylega		1		1
		Ophryotrocha sp.	2	6		8
	Oweniida					

3#612:df5fcb8c4-8543-4815-902c-3d8af3c9fa03:182

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Owenia sp.	1	2	3
		Flabelligerida				
			Brada villosa	2	1	3
			Diplocirrus glaucus		6	6
			Pherusa plumosa	1		1
		Terebellida				
			Cistenides hyperborea		2	2
			Amphictene auricoma	19	11	30
			Lagis koreni		1	1
			Anobothrus laubieri		1	1
			Melinna cristata	1	1	2
			Proclea graffii		1	1
		Sabellida				
			Myxicola infundibulum		1	1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Diastylis rathkei		1	1
			Diastylodes biplicatus		1	1
		Amphipoda				
			Byblis gaimardii	1		1
			Corophium sp.	1	3	4
			Tryphosites longipes	2		2
			Westwoodilla caecula		1	1
		Isopoda				
			Gnathia sp.	1		1
			Crustacea indet. juv.	1	1	2
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	1	4	5
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda				
			Lepeta caeca	1		1
		Mesogastropoda				
			Euspira montagui		2	2
	Opisthobranchia					
		Pyramidellomorpha				
			Ondina divisa	1	1	2
		Cephalaspidea				
			Retusa umbilicata	5	3	8
			Hermania sp.	1		1
			Philine denticulata	1	4	5
			Cylichna cylindracea		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	2	9	11
			Nuculana minuta	1		1
			Yoldiella lucida		1	1
			Yoldiella nana	1	2	3
		Mytiloidea				
			Crenella decussata		2	2
		Veneroidea				
			Parathyasira equalis	1		1
			Thyasira flexuosa	52	31	83
			Thyasira gouldi	20	19	39
			Thyasira sarsii	33	17	50
			Thyasiridae indet.		3	3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
			Macoma calcarea	6	4	10	
			Abra nitida	9	3	12	
			Abra prismatica		2	2	
			Arctica islandica	1		1	
	Scaphopoda						
		Dentaliida					
			Antalis sp.	1	4	5	
PHORONIDA							
			Phoronis sp.	1		1	
ECHINODERMATA							
	Ophiuroidea						
		Ophiurida					
			Amphiura filiformis	5	2	7	
			Ophiura carnea		2	2	
			Ophiuroidea indet. juv.	2	11	13	
	Holothuroidea						
		Apodida					
			Labidoplax buskii	8	7	15	
TUNICATA							
	Asciacea						
			Asciacea indet. (solit)		1	1	
				<b>Maks:</b>	52	69	106
				<b>Antall:</b>	55	68	84
				<b>Sum:</b>			876

**Stasjonsnr.:** C4

CNIDARIA

Anthozoa

Actiniaria indet.

2

2

NEMERTINI

Nemertea indet.

1

1

2

SIPUNCULIDA

Phascolion strombus

2

2

ANNELIDA

Polychaeta

Orbiniida

Leitoscoloplos mammosus

6

9

15

Scoloplos armiger

7

13

20

Cossurida

Cossura longocirrata

1

1

2

Spionida

Dipolydora caulleryi

1

1

Dipolydora sp.

2

2

Prionospio cirrifera

12

16

28

Pseudopolydora paucibranchiata

3

3

Spio limicola

13

23

36

Chaetozone setosa

34

53

87

Chaetozone sp.

1

1

Capitellida

Capitella capitata

2

2

Notomastus latericeus

1

1

Rhodine gracilior

11

34

45

Petaloproctus tenuis

6

1

7

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Chirimia biceps		3	3
			Maldane sarsi	10	8	18
			Praxillella praetermissa	6	2	8
			Euclymeninae indet.	2	5	7
		Opheliida				
			Ophelina modesta		1	1
			Scalibregma inflatum	1		1
		Phyllodoceida				
			Eteone flava/longa	2		2
			Phyllodoce groenlandica	1	3	4
			Eunoe oerstedii	1		1
			Pholoe assimilis	3	6	9
			Pholoe baltica		2	2
			Oxydromus flexuosus		2	2
			Exogone verugera	1	1	2
			Glycera alba	2		2
			Goniada maculata	1	1	2
			Nephtys ciliata	2	2	4
			Nephtys hombergii	1		1
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	12	41	53
		Eunicida				
			Nothria conchylega		2	2
			Lumbrineris mixochaeta		1	1
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	10	7	17
			Myriochele malmgreni/olgae	3	5	8
			Owenia sp.	2	6	8
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	8	4	12
			Pherusa plumosa	1		1
		Terebellida				
			Amphictene auricoma	3	10	13
			Lagis koreni	1	1	2
			Amythasides macroglossus		1	1
			Laphania boeckii	1	2	3
			Streblosoma intestinale		1	1
			Terebellides sp.	2	1	3
			Trichobranchus roseus	1		1
		Sabellida				
			Chone sp.		1	1
	Oligochaeta					
			Oligochaeta indet.		1	1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Diastylis rathkei	1	1	2
		Amphipoda				
			Corophium sp.	2	2	4
			Hippomedon sp.	1		1
			Tryphosites longipes	1	2	3
			Westwoodilla caecula	1		1
		Decapoda				
			Paguridae indet.	1	1	2
			Crustacea indet. juv.		1	1
MOLLUSCA						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
	Caudofoveata						
			Caudofoveata indet.	1	4	5	
	Prosobranchia						
		Mesogastropoda					
			Euspira montagui	1		1	
	Opisthobranchia						
		Cephalaspidea					
			Hermania sp.		1	1	
			Philine denticulata		2	2	
	Bivalvia						
		Nuculoidea					
			Yoldiella lucida		4	4	
		Veneroidea					
			Parathyasira equalis		1	1	
			Thyasira flexuosa	4	14	18	
			Thyasira gouldi	3	1	4	
			Thyasira sarsii	2		2	
			Abra nitida		1	1	
			Arctica islandica	1		1	
	Scaphopoda						
		Dentaliida					
			Antalis sp.	1	2	3	
ECHINODERMATA							
	Ophiuroidea						
		Ophiurida					
			Amphiura filiformis	1		1	
			Ophiuroidea indet. juv.	1	1	2	
	Echinoidea						
		Spartangoida					
			Brisaster fragilis		2	2	
	Holothuroidea						
		Apodida					
			Labidoplax buskii	6	12	18	
HEMICHORDATA							
			Enteropneusta indet.	1		1	
TUNICATA							
	Ascidacea						
			Ascidacea indet. (solit)		1	1	
				<b>Maks:</b>	34	53	87
				<b>Antall:</b>	53	59	76
				<b>Sum:</b>			535
<b>Stasjonsnr.: C5</b>							
CNIDARIA							
	Anthozoa						
			Edwardsia sp.	1		1	
NEMERTINI							
			Nemertea indet.	8		8	
SIPUNCULIDA							
			Phascolion strombus	2		2	
ANNELIDA							
	Polychaeta						
		Orbiniida					
			Leitoscoloplos mammosus	11	1	12	
		Spionida					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Dipolydora sp.	1		1
			Laonice cirrata	2		2
			Prionospio cirrifera	20	10	30
			Pseudopolydora paucibranchiata	5	2	7
			Scolelepis korsuni	2		2
			Spio limicola	12	5	17
			Chaetozone setosa	16	4	20
			Chaetozone sp.		3	3
			Cirratulus cirratus		2	2
			Capitellida			
			Notomastus latericeus		1	1
			Rhodine gracilior	27	22	49
			Notoproctus sp.	1		1
			Chirimia biceps	20	13	33
			Maldane sarsi	36	10	46
			Praxillella praetermissa	2		2
			Euclymeninae indet.	7	3	10
			Ophelida			
			Ophelina acuminata	1		1
			Scalibregma inflatum	2		2
			Phyllodoce			
			Eteone flava/longa	1	2	3
			Phyllodoce groenlandica	5		5
			Enipo sp.		1	1
			Pholoe baltica	1		1
			Oxydromus flexuosus	1		1
			Glycinde nordmanni	1		1
			Nephtys ciliata	3		3
			Nephtys hombergii		1	1
			Nephtys paradoxa		1	1
			Amphinomida			
			Paramphinome jeffreysii	33	13	46
			Eunicida			
			Nothria conchylega	15	1	16
			Lumbrineris mixochaeta	2		2
			Oweniida			
			Galathowenia fragilis	16	7	23
			Galathowenia oculata	23	12	35
			Myriochele malmgreni/olgae	19		19
			Owenia sp.	30	17	47
			Flabelligerida			
			Diplocirrus glaucus	4	3	7
			Terebellida			
			Amphictene auricoma	4	1	5
			Lagis koreni	1		1
			Ampharete octocirrata	1		1
			Amage auricula	1		1
			Amphicteis gunneri	1	1	2
			Amythasides macroglossus		1	1
			Glyphanostomum pallescens	4	1	5
			Melinna cristata	1		1
			Melinna elisabethae	2		2
			Laphania boeckii	7	4	11
			Streblosoma intestinale	5		5
			Terebellides sp.		1	1
			Sabellida			

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Chone sp.	10		10
			Sabella pavonina	1		1
			Siboglinidae indet.	1		1
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	1		1
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Campylaspis costata	1		1
			Hemilamprops roseus	2		2
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.	1		1
		Amphipoda				
			Byblis gaimardii	1		1
			Hippomedon sp.	2		2
			Eriopisa elongata	1		1
			Synchelidium sp.	2		2
			Harpinia sp.	3		3
		Isopoda				
			Gnathia sp.	1		1
			Janira maculosa		1	1
			Asellota indet.	1		1
		Decapoda				
			Paguridae indet.		1	1
			Brachyura indet. juv.		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	3		3
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida				
			Leptochiton arcticus	1		1
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda				
			Lepeta caeca	1	2	3
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Retusa umbilicata	1		1
			Hermania sp.	2		2
			Scaphander lignarius		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	3	1	4
			Nuculana minuta		1	1
			Nuculana pernula	1		1
			Yoldiella lucida	7	3	10
			Yoldiella nana	6		6
			Yoldiella solidula	1		1
		Mytiloida				
			Crenella decussata	1		1
			Musculus sp. juv.	2		2
		Ostreoidea				
			Similipecten similis	1	1	2
		Veneroidea				
			Mendicula pygmaea	12		12
			Parathyasira dunbari	1		1
			Parathyasira equalis		2	2
			Thyasira flexuosa		2	2
			Thyasira gouldi	2		2

3#618\_d5f6b8c4-8543-4815-902c-3d8afc3dffa03\_188



<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
			Astarte crenata	1		1	
			Parvicardium minimum	9		9	
			Macoma calcarea	1		1	
			Abra nitida	5	1	6	
ECHINODERMATA							
	Ophiuroidea						
		Ophiurida					
		Amphiura filiformis		3	1	4	
		Ophiuroidea indet. juv.		4		4	
	Echinoidea						
		Spartangoida					
		Brisaster fragilis		1		1	
	Holothuroidea						
		Apodida					
		Labidoplax buskii		6	3	9	
HEMICHORDATA							
			Enteropneusta indet.	1		1	
			Hemichordata indet.		1	1	
TUNICATA							
	Ascidacea						
		Ascidacea indet. (soit)		2	2	4	
				<b>Maks:</b>	36	22	49
				<b>Antall:</b>	83	44	99
				<b>Sum:</b>			630
<b>Stasjonsnr.: C6</b>							
CNIDARIA							
	Anthozoa						
			Edwardsia sp.	3		3	
			Actiniaria indet.		3	3	
NEMERTINI							
			Nemertea indet.	1	3	4	
SIPUNCULIDA							
			Golfingiidae indet.	2		2	
			Phascolion strombus	6	4	10	
			Sipuncula indet.		1	1	
ANNELIDA							
	Polychaeta						
		Orbiniida					
		Leitoscoloplos mammosus		1		1	
		Scoloplos armiger		1	2	3	
		Aricidea sp.		1	1	2	
		Paradoneis eliasoni			1	1	
		Spionida					
		Dipolydora sp.		3	3	6	
		Laonice cirrata		1		1	
		Prionospio cirrifera		3	10	13	
		Spio limicola		62	52	114	
		Aphelochaeta sp.		1		1	
		Chaetozone setosa		7	3	10	
		Chaetozone sp.		1		1	

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
			Cirratulus cirratus	1	5	6
		Capitellida				
			Rhodine gracilior	2		2
			Praxillura longissima	1		1
			Chirimia biceps	2	2	4
			Maldane sarsi		5	5
			Praxillella gracilis		1	1
			Praxillella praetermissa	1		1
			Euclymeninae indet.	4	13	17
		Phyllodoceida				
			Phyllodoce groenlandica	1	7	8
			Pholoe assimilis	1	3	4
			Pholoe baltica	1	1	2
			Nereimyra punctata		3	3
			Syllis hyalina		2	2
			Exogone verugeta	2	4	6
			Goniada maculata	1	4	5
			Nephtys ciliata		1	1
			Nephtys hombergii	4	1	5
			Nephtys sp. juv.		1	1
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	12	24	36
		Eunicida				
			Nothria conchylega	3	3	6
		Oweniida				
			Galathowenia fragilis	15	9	24
			Galathowenia oculata	1	3	4
			Myriochele malmgreni/olgae	6	12	18
			Owenia sp.	33	36	69
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	7	3	10
		Terebellida				
			Amphictene auricoma	5	12	17
			Ampharete octocirrata		1	1
			Amphicteis gunneri	1		1
			Melinna elisabethae		1	1
			Ampharetidae indet. juv.		1	1
			Laphania boeckii	1	1	2
			Proclea graffii	1		1
			Streblosoma intestinale	1	1	2
			Terebellides sp.	1	1	2
		Sabellida				
			Chone sp.		3	3
			Euchone southerni		1	1
			Jasmineira caudata		2	2
			Myxicola infundibulum		1	1
			Sabella pavonina		2	2
			Ditrupa arietina	4	6	10
			Hydroides norvegica	1	5	6
			Spirobranchus triqueter		1	1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Diastylis sp.	1		1
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.		2	2
		Amphipoda				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Corophium sp.	12	4	16
			Protomedeia fasciata	1	1	2
			Hippomedon sp.		2	2
			Westwoodilla caecula		1	1
			Harpinia sp.		1	1
			Gammaridea indet.	1	2	3
		Isopoda				
			Gnathia sp.	1		1
		Decapoda				
			Paguridae indet.		5	5
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	4	4	8
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Ariadnaria borealis		3	3
	Opisthobranchia					
		Pyramidellomorpha				
			Ondina divisa	1		1
		Cephalaspidea				
			Laona quadrata	1	2	3
			Retusa umbilicata	1		1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Yoldiella lucida	2		2
			Yoldiella nana		1	1
			Yoldiella solidula		1	1
		Mytiloida				
			Crenella decussata	1	1	2
		Ostreoidea				
			Similipecten similis	1	1	2
			Heteranomia squamula		1	1
		Veneroidea				
			Mendicula pygmaea	2		2
			Thyasira flexuosa	7	10	17
			Thyasira gouldi	3	5	8
			Thyasiridae indet.		1	1
			Parvicardium minimum	3	4	7
			Abra prismatica		1	1
	Scaphopoda					
		Dentaliida				
			Antalis sp.	2	6	8
		Gadilida				
			Pulsellum lofotense		2	2
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphiura filiformis	4	6	10
			Ophiuroidea indet. juv.	3	6	9
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii	11	14	25
TUNICATA						
	Ascidiacea					
			Ascidiacea indet. (solit)	1	2	3
			<b>Maks:</b>	62	52	114
			<b>Antall:</b>	62	75	92
			<b>Sum:</b>			623
			<b>TOTAL:</b>			<b>Maks:</b> 209
						<b>Sum:</b> 4424

# Vedlegg 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser



Framseneteret  
Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø  
Foretaksnr NO 937 375 158 MVA  
Tel. 77 75 03 00  
E-post: [kjetu@akvaplan.niva.no](mailto:kjetu@akvaplan.niva.no)

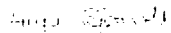
## ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

**Kunde:** Cermaq Norway AS  
**Kunde referanse:** Elvevika. ASC/C- og B-undersøkelse, 2019  
**Kontaktperson kunde:**  
**e-post:**

**Kontaktperson Akvaplan-niva:** Lars Birkeland Sjetne

**Dato:** 18.09.2019

**Rapport nr.:** 61396  
**Analyseparameter(e):** Korn, TOM, TOC, TN, Cu, Cd  
**Kontaktperson:** Anja Sjøvoll

**Analyseansvarlig:**  (sign.)

**Underskriftsberettiget:**  (sign.)

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

### MERKNADER:

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

Lab-id	Kundens id	Materiale	Mottatt lab	Parametre	Analyse-periode
61396/C1	61396/C1	Sediment	13.08.2019	Korn, TOM, TOC, TN, Cu, Cd	04.09.-16.09.2019
61396/C2	61396/C2	Sediment	13.08.2019	Korn, TOM, TOC, TN, Zn, Cu, Pb, Cd	04.09.-16.09.2019
61396/C3	61396/C3	Sediment	13.08.2019	Korn, TOM, TOC, TN	04.09.-16.09.2019
61396/C4	61396/C4	Sediment	13.08.2019	TOC, TN, Zn, Cu, Pb, Cd	04.09.-14.09.2019
61396/C5	61396/C5	Sediment	13.08.2019	Korn, TOM, TOC, TN, Zn, Cu, Pb, Cd	04.09.-16.09.2019
61396/C6	61396/C6	Sediment	13.08.2019	Korn, TOM, TOC, TN, Zn, Cu, Pb, Cd	04.09.-16.09.2019
61396/Cu1	61396/Cu1	Sediment	13.08.2019	Zn, Cu, Pb, Cd	04.09.-11.09.2019
61396/Cu2	61396/Cu2	Sediment	13.08.2019	Zn, Cu, Pb, Cd	04.09.-11.09.2019

Følgende analysemetoder er benyttet

Parameter	Metoderreferanse
Kornanalyse (phi og psi)	Søling, Tjebk og Røle, A.L.A. Kenny, A.L. 2005, Sediment analysis and seabed characterisation. In: Ellis-Berrow, V. Melner, A.D. "Methods for the study of marine benthos", 3rd ed, Blackwell Science, Oxford, UK, 1995, s.62-97, 103-3, pp. 13-8.
Korn størrelsesforhold, TOM	Intern metode basert på NIS 4761:1986
TOC og TOC i ammonium	TOC på delestasjon, Intern metode basert på DIN 19539:2016
Totalt brennstoffstoff (TN) i leire	Metode basert på delestasjon og metode basert på DIN 19539:2016 Metode basert på delestasjon og metode basert på DIN 19539:2016
Kvalitetskontroll av Cu, Zn, Pb, Cd i sediment	LPA 2017, 180-1133, EPR of 1992, DM 3120

## Resultater

	TOC	TN	TOM	Pelitt	> 0,063 mm	Cu*	Cu*	Cd*	Cd*	N TOC	C/N <sup>2</sup>
Kundens id.:	mg/g TS	mg/g TS	% TS	vekt%	vekt%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/g TS	
61396/C1	12,2	2,1	2,9	25,9	74,1	10,3	ia	0,10	ia		5,9
61396/C2	19,6	3,5	4,9	46,2	53,8	9,37	10,5	0,10	0,11	29,3	5,5
61396/C3	10,9	1,9	2,8	22,2	77,8	ia	ia	ia	ia		5,7
61396/C4	15,2	2,8	ia	ia	ia	8,11	8,46	<0,10	<0,10	ia	5,4
61396/C5	17,6	3,2	4,3	39,3	60,7	9,34	8,82	<0,10	<0,10	28,5	5,6
61396/C6	12,2	2,4	3,4	27,2	72,8	5,58	5,7	<0,10	0,16		5,1
61396/Cu1	ia	ia	ia	ia	ia	9,77	9,04	0,12	<0,10	ia	ia
61396/Cu2	ia	ia	ia	ia	ia	5,8	6,18	<0,10	<0,10	ia	ia

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

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

ia = ikke analysert

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

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

Normalisert TOC, mg/g TS	< 20	21-26	27-34	34-41	
	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	

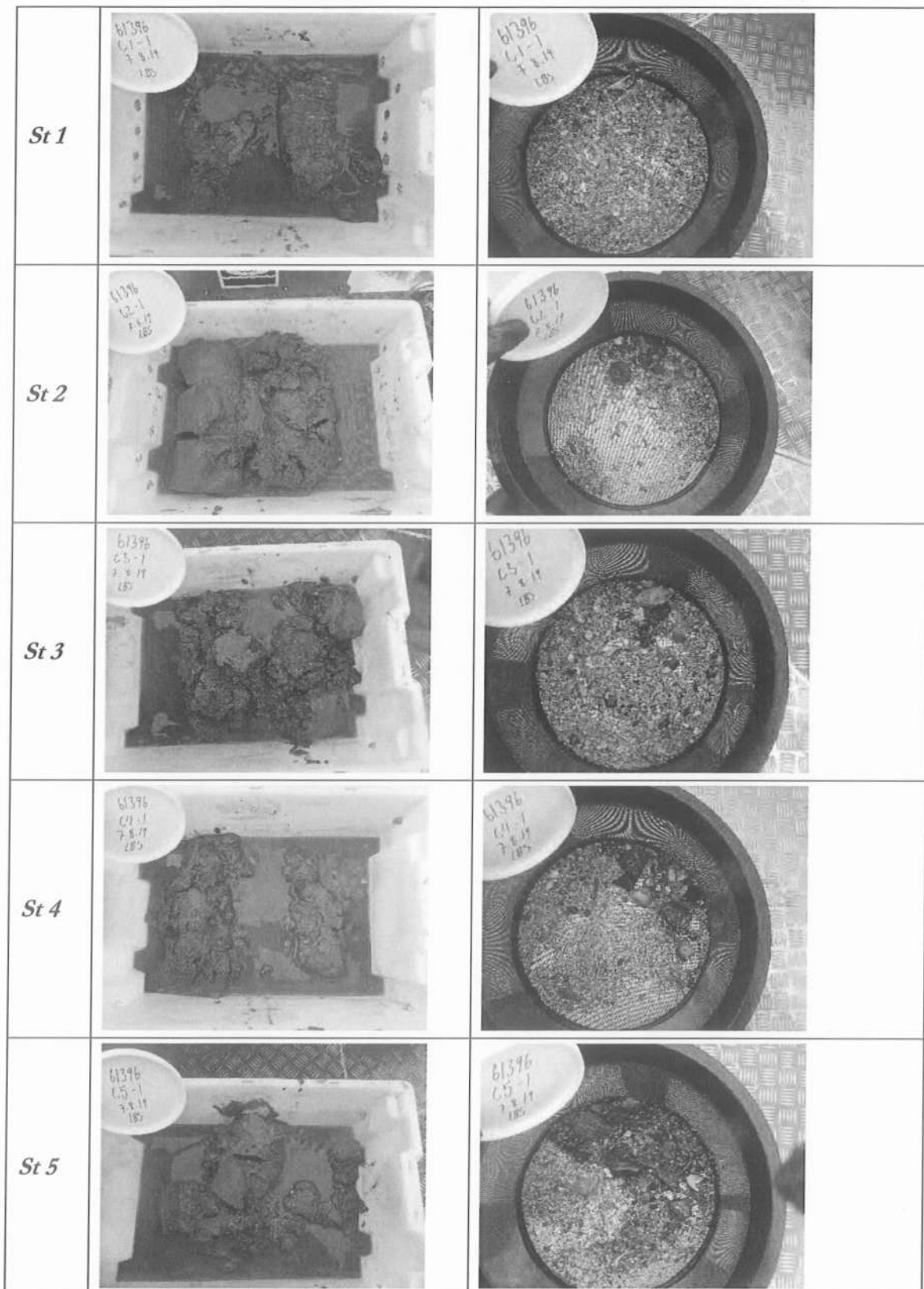
Tilstandsklassifisering for kobber (Cu) i marine sedimenter (grenseverdier fra M-60S/2016):

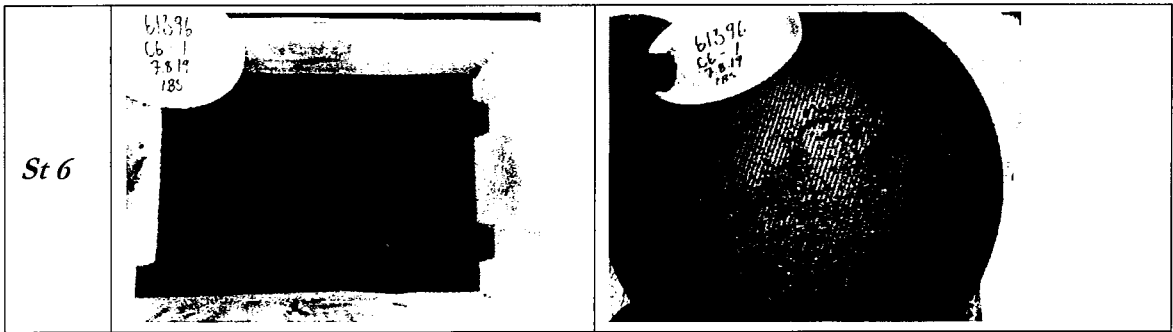
Cu, mg/kg TS	< 20	20-84	84 - 147	
	Klasse I	Klasse II/III	Klasse IV	

Tilstandsklassifisering for kadmium (Cd) i marine sedimenter (grenseverdier fra M-60S/2016):

Cd, mg/kg TS	< 0,2	0,2-2,5	2,5 - 16	16 - 157	
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	

## Vedlegg 5. Bilder av prøver ved Elvevika







## Til orientering

Cermaq Norway AS (den gang Mainstream Norway AS) fikk i 2012 midlertidig tillatelse til etablering av ny lokalitet 32797 Elvevika NY i Måsøy kommune. Vedtaket ble fattet av Troms og Finnmark fylkeskommune (den gang Finnmark fylkeskommune) 18.6.2012 med saksnummer 11/0727-21. Tillatelsen ble gitt midlertidig frem til 18.6.2014, med mulighet for omgjøring til permanent tillatelse forutsatt at tiltaket var i henhold til ny arealplan i Måsøy kommune.

Det ble gitt midlertidig tillatelse på bakgrunn av at kommunen var i oppstartsfasen med kommunal planlegging av sjøarealene i ny arealdel.

Cermaq Norway AS fikk 9.5.2014 vedtak om forlengelse av den midlertidige tillatelsen inntil ny plan er vedtatt, da det på utløpstidspunkt for opprinnelig tillatelse ikke var grunnlag for omgjøring til permanent tillatelse.

Den 5.12.2016 ble midlertidig tillatelse forlenget til 18.6.2018. Forutsetningen for omgjøring til permanent tillatelse var og er fremdeles ny plan i kommunen, og at denne tillater tiltaket.

Måsøy kommune har per i dag fremdeles ikke utarbeidet ny arealdel til kommuneplanen, og tillatelsen til lokalitet 32797 Elvevika NY er fremdeles å anse som midlertidig.

Sluttside med statistikk

KS - 1100 - Kommunenes Sentralforbund

KS\_20200326\_090804!\_KnvAC4M\_BLW\_GDP\_DUP\_600\_!M!\_GiroOgHvit\_01.lst

K:\Scheduler\Work\

260320

09:34:48

Antall konvolutter :	3
Antall ark :	313
Antall A4 hvit :	313
Snittvekt :	581,33
Antall Norge :	3



p120617b