

Cermaq Norway AS ASC- og forundersøkelse 33457 Ånderbakk, 2017.



Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

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

www.akvaplan.niva.no

**Rapporttittel / Report title**

Cermaq Norway AS. ASC- og forundersøkelse 33457 Ånderbakk, 2017.

Forfatter(e) / Author(s)

Roger Velvin

Vera Remen

Akvaplan-niva rapport nr / report no

9114.01

Dato / Date

11.12.2017

Antall sider / No. of pages

20 + vedlegg

Distribusjon / Distribution

Gjennom oppdragsgiver

Oppdragsgiver / Client

Cermaq Norway AS

8286 Nordfold

Oppdragsg. referanse / Client's reference

Mats W. Snåre

Sammendrag / Summary

Det er gjennomført en kombinert ASC- og forundersøkelse på oppdrettslokaliteten Ånderbakk. Resultatene fra begge undersøkelser er vist oppsummeringsskjema i rapporten.

Resultatene fra forundersøkelsen viste at nivåene av organisk karbon var lavt i alle undersøkte sedimenter (tilstandsklasse I og II). Kobber og kadmium i sedimenter var også lavt på alle undersøkte stasjoner (klasse I). Bløtbunnsamfunnene på stasjonene nærmest anleggsløkaliseringen i hovedstrømretningen (C1 og C3) hadde belastningseffekter vist ved lavt arts mangfold og dominans av forurensningsindikatorer. Begge bløtbunnsamfunnene klassifiseres til økologisk tilstandsklasse IV. De andre undersøkte bløtbunnsamfunnene lå i tilstandsklasse I og II.

Prosjektleder / Project manager

Handwritten signature of Kristine Steffensen in blue ink.

Kristine Steffensen

Kvalitetskontroll / Quality control

Handwritten signature of Hans-Petter Mannvik in blue ink.

Hans-Petter Mannvik

© 2017 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 forundersøkelse	5
1.4 Summary of the pre survey results	6
2 INNLEDNING	7
2.1 Bakgrunn og formål.....	7
2.2 Drift	7
2.3 Tidligere undersøkelser	8
3 MATERIALE OG METODE.....	9
3.1 Faglig program	9
3.2 Valg av ASC-stasjoner og AZE.....	9
4 ASC-UNDERSØKELSE ÅNDERBAKK.....	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 FORUNDERSØKELSE ÅNDERBAKK	13
5.1 Innledning	13
5.2 Faglig program og stasjonsutvelgelse.....	13
5.3 Resultater	14
5.3.1 Hydrografi	14
5.3.2 TOC, TOM, TN, C/N, kornfordeling og pH/Eh.....	15
5.3.3 Kobber og kadmium	15
5.3.4 Bløtbunnfauna	15
5.4 Sammenfattende vurderinger – forundersøkelse	19
5.4.1 Sammenfatning	19
5.4.2 Konklusjon	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.....	38

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en miljøundersøkelse type ASC i kombinasjon med en forundersøkelse på lokaliteten 33457 Ånderbakk. 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 seks stasjoner inngår i forundersøkelsen. Oppdragsgiver har vært Cermaq Norway AS.

Følgende personer har deltatt:


Kristine Steffensen	Akvaplan-niva	Prosjektleder.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (Varia). Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Vera Remen	Akvaplan-niva	Feltarbeid. Koordinering av bunndyrsortering. Rapport
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Thomas Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark).
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (bløtdyr).
Ingar H. Wasbotten	Akvaplan-niva	Koordinering av geokjemiske analyser.

Akvaplan-niva vil takke Cermaq Norway AS og mannskap for godt samarbeid.

Akkreditert virksomhet:

Undersøkelsen er utført av Akvaplan-niva AS med følgende underleverandører

- ALS Laboratory Group, Tsjekkia

	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. Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.
Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163)	ALS Laboratory Group er akkreditert av Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163) for analyser av kobber og kadmium.

Tromsø, 11.12.2017



Kristine Steffensen

Prosjektleder

1 Oppsummering

1.1 Oppsummering av ASC-resultatene

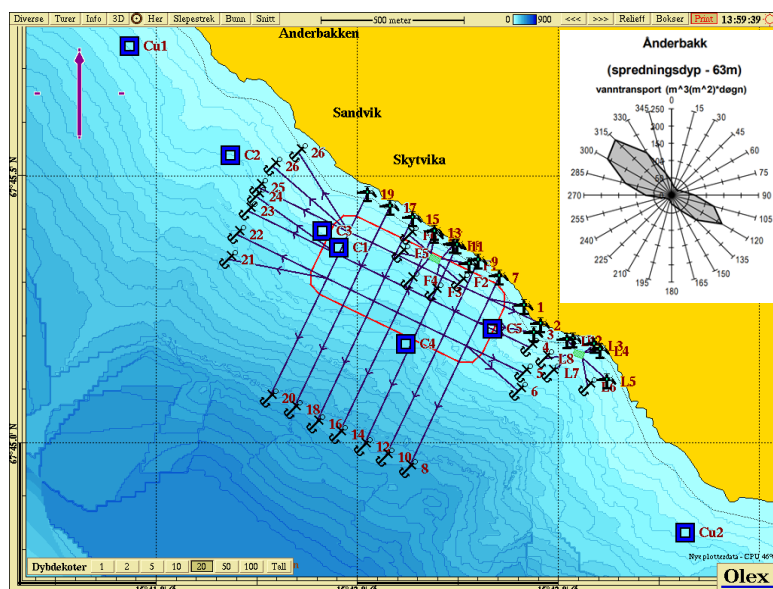
Indikator i ASC	ASC krav	Resultater							Kommentarer til prøvetaking
		C1	C2	C3	C4	C5*	Cu1*	Cu2*	
2.1.1	Redox >0 mV eller sulphid level < 1500 microMol/L	171	12,7	145,5	166	169	-	-	
2.1.2	«Faunal index score» utenfor AZE indikerer god til svært god økologisk status – Shannon-Wiener > 3	1,61	3,86	2,04	4,85	4,52	-	-	
2.1.3	>= 2 taksa av makrofauna innenfor AZE som ikke er forurensningsindikatorer, med en tilstedeværelse på over 100 ind/m ²	3				3	-	-	
4.7.4	Kobbernivå < 34 mg/kg tørrstoff	-	7,34/ 7,87	16,50/ 7,58	18,30/ 16,00	9,30/ 8,98	-	-	Ingen prøver for stasjon Cu1 og Cu2 pga. hardbunn.
2.1.4	Lokalspesifikk AZE	Se kap. 3.2.							

*Se fotnote til Tabell 2

Konklusjoner:

Kobberkonsentrasjonene var lave og under 34 mg/kg i alle undersøkte sedimenter (akseptabel). Redokspotensialene (Eh) var naturlig positive i alle undersøkte sedimenter (akseptabelt). Artsmangfoldet var lavt i bløtbunnsamfunnene på stasjon C1 og C3 med diversitetsindeks $H' < 3$ (ikke akseptabel), men > 3 på de andre undersøkte stasjonene (akseptabel). En vurdering av bløtbunnsamfunnet i anleggssonen/AZE (stasjon C1 og C5) i henhold til ASC-standarden viste at det fantes to eller flere arter, som ikke var forurensningsindikator (pollution indicator species) med 100 eller flere individer/m² (akseptabel). En vurdering av faunaen på begge stasjonene innenfor AZE iht. NS 9410:2016 viste miljøtilstand 2 for bløtbunnsamfunnet på C1 og 1 for C5.

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



1.2 Summary of the ASC results

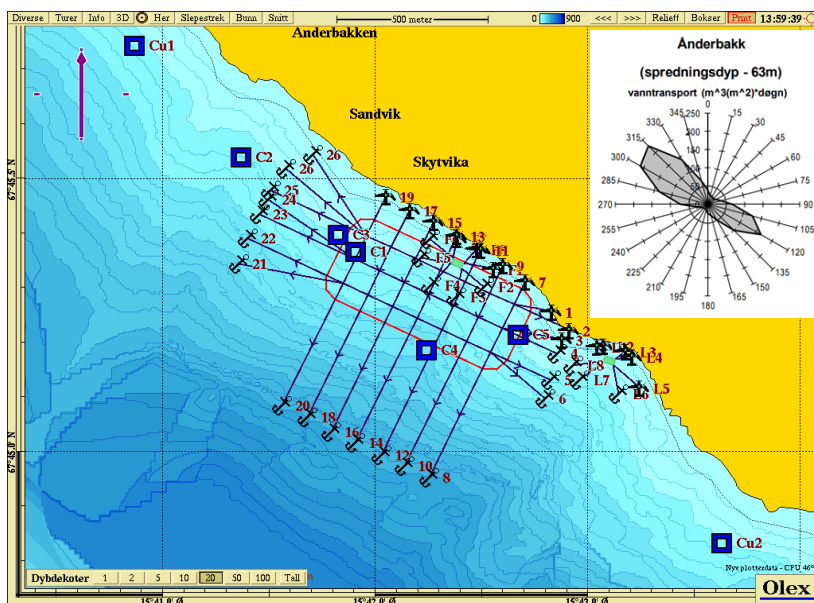
Indicator in ASC	ASC demand	Results							Remarks of the sampling
		C1	C2	C3	C4	C5	Cu1	Cu2	
2.1.1	Redox >0 mV or sulphide level < 1500 microMol/L	171	12,7	145,5	166	169	-	-	No values for station Cu2 because of hard bottom.
2.1.2	«Faunal index score» outside AZE indicates good to very good ecological status – Shannon-Wiener > 3	1,61	3,86	2,04	4,85	4,52	-	-	
2.1.3	>= 2 macro faunal taxa within AZE which are not pollution indicators, with more than 100 ind/m ² present	3				3	-	-	
4.7.4	Copper level < 34 mg/kg dry sediment	-	7,34/ 7,87	16,50/ 7,58	18,30/ 16,00	9,30/ 8,98	-	-	No samples for Cu at station Cu1 and Cu2 because of hard bottom.
2.1.4	Location specific AZE	See chapter 3.2.							

*See footnote table Tabell 2.

Conclusions:

The copper level was low and below 34 mg/kg in all the sediments (acceptable). The redox potential (Eh) was naturally positive in the sediments (acceptable). The faunal diversity was low at station C1 and C3 with the diversity index $H' < 3$ (not acceptable), but high at the other stations (acceptable). An evaluation of the faunal community within the AZE (stations C1 and C5) in accordance to the ASC standard showed that there were two or more species, which were not pollution indicator species, present with 100 or more individuals/m² (acceptable). An evaluation of the fauna at the two stations within the AZE, in accordance with NS 9410:2016, gave an environmental classification of 2 for the community at C1 and 1 for C5.

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



1.3 Oppsummering av forundersøkelse

Informasjon oppdragsgiver			
Tittel :	Cermaq Norway AS. Forundersøkelse Ånderbakk, 2017.		
Rapport nr.	9114.01	Lokalitet:	Ånderbakk
Lokalitet nr.	33457	Kartkoordinater (anlegg):	67°45,281 N 15°42,263 Ø
Fylke:	Nordland	Kommune:	Steigen
MTB-tillatelse:	3900 tonn	Kontaktperson:	Mats W. Snåre
Oppdragsgiver:	Cermaq Norway AS		

Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato 14.09.2017			
Fiskegruppe:	Laks	Biomasse ved undersøkelse:	0
Utføret mengde:	0	Produsert mengde:	0
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:		Oppfølgende undersøkelse:	x
Brakklegging:		Ny lokalitet:	

Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR (Veileder 02:2013)		Økologisk tilstandsklassifisering (Veileder 02:2013)	
Fauna C1 (anleggssonen)	0,308	Fauna C1	IV Dårlig
Fauna C2 (ytterst overgangssone)	0,711	Fauna C2	II God
Fauna C3 (overgangssone)	0,385	Fauna C3	IV Dårlig
Fauna C4 (dyp, overgangssone)	0,809	Fauna C4	I Svært god
Fauna C5 (innerst, overgangssone)	0,782	Fauna C5	II God
Fauna Cref (ref. stasjon)	0,761	Fauna Cref	II God
Dato feltarbeid:	14.09.2017	Dato rapport:	11.12.2017
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)		TOC i klasse I (C2,C3,C5), klasse II (C1,C4) Cu og Cd i klasse I pH/Eh poeng 0 O ₂ -forholdene var gode i hele vannsøylen.	
Ansvarlig feltarbeid:	Vera Remen	Signatur:	<i>Vera Remen</i>

1.4 Summary of the pre survey results

Client information			
Title :	Cermaq Norway AS. Pre survey Ånderbakk, 2017.		
Report nr.	9114.01	Location:	Ånderbakk
Location nr.	33457	Map coordinates (construction):	67°45,281 N 15°42,263 E
Fylke:	Nordland	Kommune:	Steigen
MTB-permission:	3900 tonn	Contact person:	Mats W. Snåre
Client:	Cermaq Norway As		

Biomass/production status at date of investigation field date 14.09.2017			
Fish group:	Salmon	Biomass on examination:	0
Feed input:	0	Produced quantity:	0
Type of / time for survey			
Maximum biomass		Follow up study:	
Fallow:		New location/ Pre survey:	X

Results from C study /NS 9410 (2016) - Main result soft bottom fauna			
Faunal index nEQR (Veileder 02:2013)		Organic state classification (Veileder 02:2013)	
Fauna C1 (inner)	0,308	Fauna C1 (inner)	Class IV Bad
Fauna C2 (outer)	0,711	Fauna C2 (outer)	II Good
Fauna C3	0,385	Fauna C3	IV Bad
Fauna C4 (depth layers)	0,809	Fauna C4 (depth layers)	I Very good
Fauna C5	0,782	Fauna C5	II Good
Fauna Cref	0,761	Fauna Cref	II Good
Date fieldwork:	14.09.2017	Date of report:	11.12.2017
Notes to other results (sediment, pH/Eh, oxygen)		TOC in class I (C2,C3,C5), class II (C1,C4). Cu and Cd in class I. Ph/Eh point 0. O ₂ - good condition in the water column.	
Responsible for fieldwork:	Vera Remen	Signature:	<i>Vera Remen</i>

2 Innledning

2.1 Bakgrunn og formål

Akvaplan-niva har på vegne av Cermaq Norway AS gjennomført en kombinert ASC- og forundersøkelse (type C) på lokalitet 33457 Ånderbakk i Mørsvikfjorden, Steigen kommune, Nordland fylke (Figur 1). Undersøkelsen er utført med bakgrunn i at Cermaq Norway AS ønsker å sertifisere lokaliteten Ånderbakk i henhold til Aquaculture Stewardship Council (ASC-standarden). En oversikty over lokalitetes beliggenhet er vist i Figur 1.

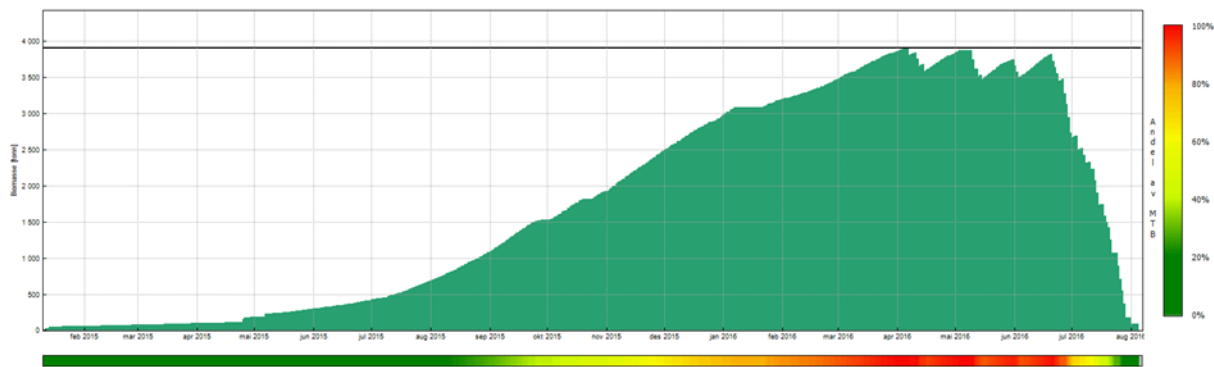
Undersøkelsen følger metodikken for miljøundersøkelse beskrevet i ISO 16665:2014, ISO 5667-19:2004 og ASC Salmon Standard. Denne rapporten er utarbeidet for å kunne tilfredsstillere kravene fra Aquaculture Stewardship Council (ASC). Prøvetakingsstasjonene er valgt på bakgrunn av resultater fra tidligere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



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

2.2 Drift

Lokaliteten er godkjent for MTB på 3900 tonn. Ved tidspunktet for undersøkelsen var anlegget brakklagt. Brakkleggingen startet 06.08.2017, og nytt utsett er planlagt i juli 2018 (pers. medd. Snåre). Det har kun vært én generasjon fisk på lokaliteten tidligere, og biomasse i forhold til MTB for lokaliteten gjennom driftsperioden er vist i Figur 2.



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

2.3 Tidligere undersøkelser

Akvaplan-niva AS har tidligere gjennomført miljøundersøkelser type B (NS 9410) på lokaliteten Ånderbakk. Foreliggende undersøkelse er første ASC-undersøkelse, og gjennomført i kombinasjon med en forundersøkelse (NS 9410:2016, kap. 5).

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

Tabell 1. Tidligere utførte undersøkelser på Ånderbakk.

Dato prøvetaking	Rapportnummer (Forfatter, årstall)	Type undersøkelse	Lokalitetstilstand
12.05.2016	APN-8268.01 (Eriksen, 2016)	B – undersøkelse (maks biomasse)	1
12.05.2011	APN-5495.B04 (Bye, 2011a)	B – undersøkelse (søknad ny lokalitet)	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 9410:2016 kap. 5, samt etter krav fra Fylkeskommunen i Nordland om at antall stasjoner ved forundersøkelsen skal være iht. den nye MTB oppdretter søker utvidet til. En oversikt over planlagt faglig program er gitt i Tabell 2.

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

Tabell 2. Planlagt faglig program for ASC- og C-undersøkelsen ved Ånderbakk, september 2017. 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 og C5 og Cu1/Cref inngår også i forundersøkelsen. Ved ASC benevnes den som Cu1, og ved forundersøkelsen benevnes denne som Cref.

Stasjon	Type undersøkelse
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. Cd. pH/Eh.
C3 (overgangssone, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. Cd. pH/Eh.
C4 (overgangssone, dypområdet, utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. Cd. Hydrografi/O ₂ . pH/Eh.
C5* (anleggssone, innenfor AZE)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. Cd. pH/Eh.
Cu1**/Cref *** (referansestasjon for både ASC og forundersøkelsen)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. 2 x Cu. pH/Eh.
Cu2**** (referansestasjon ASC)	2 x Cu.

* Stasjon C5; det ble kun tatt én prøve for kvantitativ bunndyrsanalyse pga. hardbunn.

** Stasjon Cu1; det ble ingen prøver for Cu pga. hardbunn.

*** Stasjon Cref; det ble kun én prøve for kvantitativ bunndyrsanalyse og ingen prøver for TOC, Korn, TOM eller TN pga. hardbunn.

**** Stasjon Cu2; det ble ingen prøver for Cu pga. hardbunn.

Feltarbeidet ble gjennomført 14.09.2017.

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.

AZE-grensen for lokaliteten er satt til 60 meter fra rammen. Dette begrunnes med at det er en gjennomsnittsstrøm på spredningsdyp (63 m) på 2 cm/s i området, angitt av strømrapport (Bye, 2011b). Denne viser også en bunnstrøm på 1,7 cm/s. Da dypeste område under anlegget er ca. 135 meter er det derfor trolig at partikkeltransporten kan øke med dypet.

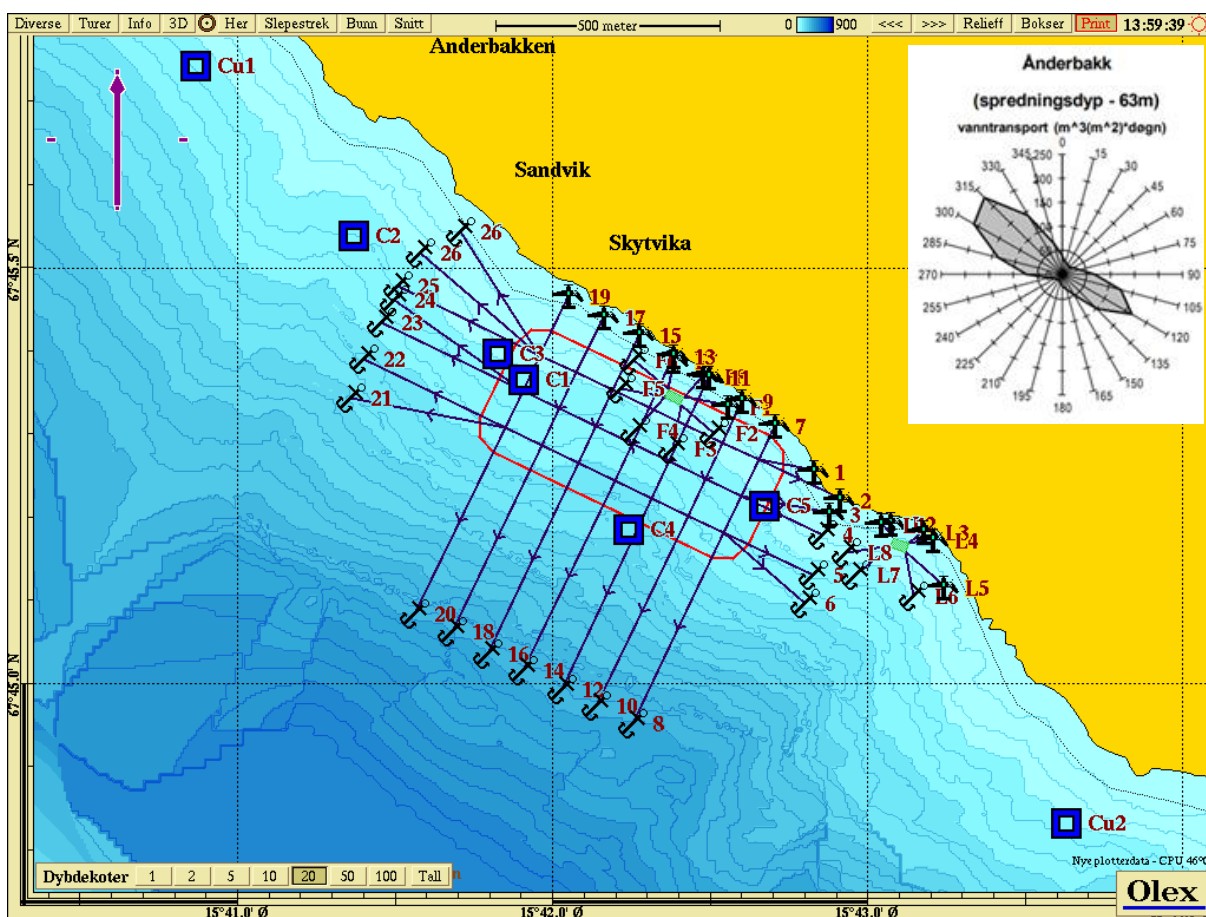
Med bakgrunn i prøvetakingssystem i punkt 2.1 i ASC «audit manual» («request to allow for sampling at different locations and/or changes in total number of samples») foreslås det fem biologiske prøvetakingsstasjoner.

Stasjonsposisjonene er gjort på bakgrunn av strømmålinger gjennomført på spredningsdyp ved lokaliteten.

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

Tabell 3. Avstand mellom nærmeste merd og prøvetakingspunkt. Stasjonskoordinater og dyp, ASC-stasjonene ved Ånderbakk, september 2017. C1, C2, C3, C4, C5 og Cu1/Cref inngår også i forundersøkelsen. Ved ASC benevnes den som Cu1 og ved forundersøkelsen benevnes denne som Cref.

Stasjon	Avstand fra nærmeste merd (m)	Stasjonsdyp (m)	Posisjon
C1	8	65	67°45,365 N 15°41,909 Ø
C2	500	80	67°45,538 N 15°41,371 Ø
C3	85	57	67°45,396 N 15°41,828 Ø
C4	84	171	67°45,185 N 15°42,243 Ø
C5	56	58	67°45,214 N 15°42,674 Ø
Cu1/Cref	1000	76	67°45,742 N 15°40,868 Ø
Cu2	1000	66	67°44,832 N 15°43,632 Ø



Figur 3. Stasjonskart, ASC Ånderbakk, september 2017. Grense for AZE inntegnet som rød linje med avstand på 60 m fra rammen til anlegget. Spredningsstrøm er målt på 63 meters dyp (Bye, 2011).

4 ASC-undersøkelse Ånderbakk

4.1 Resultater

4.1.1 Sedimentbeskrivelser og redoksmålinger (Eh)

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

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

St.*	Sedimentbeskrivelse	Eh
C1	Kompakt sand. Brun-svart farge. Noe H ₂ S lukt.	171
C2	Kompakt sand. Brun-svart farge. Noe avvikende lukt (ensilasje lignende lukt).	127,7
C3	Kompakt sand. Grønn-svart farge. Flyktig H ₂ S lukt	145,5
C4	Kompakt sand. Grønn-svart farge. Noe stein, grus og skjellrester. Ingen avvikende lukt.	166
C5*	Litt sand. En del stein. Mørk grå-brun farge. Ingen avvikende lukt.	169

* Se fotnote Tabell 2.

4.1.2 Kobber i sedimenter

Kobbernivåene i sedimentene er vist i Tabell 5. Kobberkonsentrasjonene var gjennomgående lave og under 34 mg/kg TS i alle undersøkte sedimenter.

Tabell 5. Kobber (Cu), mg/kg TS. ASC Ånderbakk, september 2017.

St.	Cu
C2A	7,34
C2B	7,87
C3A	16,50
C3B	7,58
C4A	18,30
C4B	16,00
C5A	9,30
C5B	8,98
Cu1A*	ia
Cu1B*	ia
Cu2A*	ia
Cu2B*	ia

* Ikke analysert - se fotnote Tabell 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 6. Her vises også antall arter og individer på hver av stasjonene. De øvrige faunaindeksene i henhold til Veileder 02:2013 finnes i Vedlegg 3.

Artsmangfoldet, vist ved H', var lavt og under 3 på C1 og C5. På de øvrige stasjonene var H' høyere og større enn 3.

Tabell 6. Antall arter og individer pr. 0,2 m² (0,1 m² på C5). H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ASC-stasjoner ved Ånderbakk, september 2017.

St.*	Individtall	Ant arter	H'
C1	516	11	1,61
C2	1290	89	3,86
C3	481	15	2,04
C4	639	96	4,85
C5*	124	40	4,52

* se fotnote Tabell 2

4.1.3.2 ASC vurdering av bunndyrsamfunnet på C1 og C5 ved anlegget

Under er det gjort en vurdering av hvorvidt bløtbunnsamfunnene på begge anleggssone-stasjonene innenfor AZE (stasjon C1 og C5) oppfylte følgende krav fra ASC-standarden:

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

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

I Rygg og Norling (2013) inndeles artene i økologiske grupper basert på verdien av sensitivitetsindeksene. Forurensningsindikatorer (pollution indicator species) er klassifisert i økologisk gruppe V. Resultatet er vist i Tabell 7.

På C1 ble det funnet fire arter med mer enn 100 individer per m². Kun en av dem, *Capitella capitata* var forurensningsindikator. Stasjonen klarte dermed ASC kravet på minst to arter som ikke er forurensningsindikator.

På C5 ble det funnet tre arter med mer enn 100 individer per m². Ingen av dem var forurensningsindikator. Stasjonen klarte dermed ASC kravet på minst to arter som ikke er forurensningsindikator.

Tabell 7. Taksa med flere enn 100 individer per m² på C1 og C5, Ånderbakk, september 2017.

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m ²	Antall per m ²	Økologisk gruppe*
C1	<i>Capitella capitata</i>	338	1690	V
	<i>Thyasira sarsii</i>	69	345	IV
	<i>Chaetozone sp</i>	50	250	III
	<i>Ophelina acuminata</i>	27	135	II
Stasjon	Taksa	Antall per 0,1 m ²	Antall per m ²	Økologisk gruppe*
C5	<i>Chaetozone sp.</i>	17	170	III
	<i>Leptochiton asellus</i>	16	160	I
	<i>Jasmineira caudata</i>	13	130	II

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

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

4.1.3.3 NS 9410 Vurdering av bunndyrsamfunnene i anleggssonen/AZE.

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

Bløtbunnsamfunnet på stasjon C1 ble klassifisert til miljøtilstand 2 "God" og C5 til miljøtilstand 1 "Meget god" (Tabell 8). Kriteriet for karakterisering til miljøtilstand 1 er minst 20 arter, hvorav ingen skal utgjøre mer enn 65 %.

Tabell 8. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet på stasjon C1 og C5 (anleggssonen/AZE) iht. NS 9410:2016 ved lokaliteten Ånderbakk, september 2017.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa - %	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Ånderbakk	11	<i>Capitella capitata</i> – 66 %	2 God
C5	Ånderbakk	40	<i>Chaetozone sp</i> - 13 %	1 Meget god

5 Forundersøkelse Ånderbakk

5.1 Innledning

Denne undersøkelsen er en forundersøkelse iht. kap. 5.0 i NS 9410:2016 som skal danne grunnlag for dokumentasjon i forbindelse med Cermaq Norway AS sin søknad til Nordland Fylkeskommune om økning av lokalitetens MTB fra dagens 3900 tonn til 5460 tonn.

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

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 forundersøkelser (Tabell 9). Antall stasjoner er gitt med bakgrunn i krav fra Fylkeskommunen i Nordland om at antall stasjoner ved forundersøkelsen skal være iht. den nye MTB som oppdretter søker utvidet til. Det er derfor gjennomført prøvetaking ved seks stasjoner, inkludert én referansestasjon.

På grunn av hardbunn ble stasjon C1, C4 og C5 flyttet noe i felt i forhold til planlagt posisjonering. Stasjonsdyp og posisjoner er vist i Tabell 10 og Figur 4. Stasjonene er plassert i henhold til hovedstrømretning som er ved spredningsdyp på 63 meter (Bye, 2011b).

Tabell 9. Planlagt faglig program for forundersøkelsen ved Ånderbakk, september 2017. TOC = total organisk karbon, Korn = kornfordeling, TOM = Totalt organisk materiale, TN = Totalt nitrogen, Cu = kobber, Cd = kadmium, pH/Eh = surhetsgrad og redokspotensial.

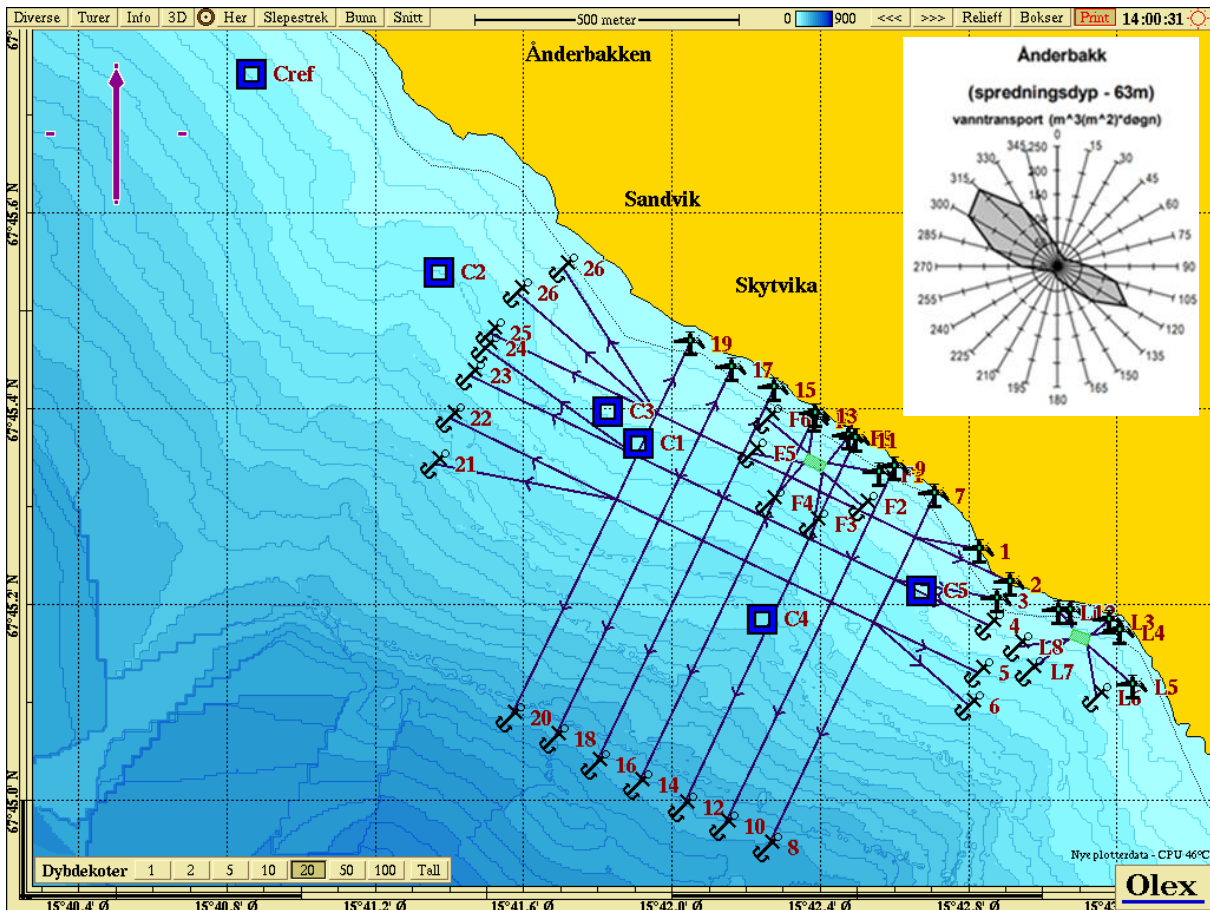
Stasjon	Type undersøkelse
C1	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. Cd. pH/Eh.
C2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. Cd. pH/Eh.
C3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. Cd. pH/Eh.
C4	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. Cd. pH/Eh. Hydrografi/O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

* se fotnote Tabell 2

Tabell 10. Stasjonsdyp og -koordinater, samt avstand til nærmeste merd, stasjonene for forundersøkelsen ved Ånderbakk, september 2017.

Stasjon	C1*	C2	C3	C4	C5	Cref
Dyp (m)	65	80	57	171	58	76
GPS	67°45,365 N 15°41,909 Ø	67°45,538 N 15°41,371 Ø	67°45,396 N 15°41,828 Ø	67°45,185 N 15°42,243 Ø	67°45,214 N 15°42,674 Ø	67°45,742 N 15°40,868 Ø
Avstand til merd (m)	8	500	85	84	56	1000

* Stasjon C1; pga. hardbunn var det utfordringer med å få sediment i området 25 - 30 meter fra anlegget. Derfor ble stasjonen plassert nærmere anlegget enn det som er oppgitt som veiledende i NS 9410:2016.



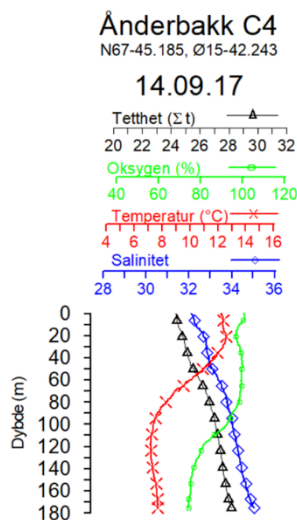
Figur 4. Stasjonskart, forundersøkelse på lokaliteten Ånderbakk, september 2017. Spredningsstrøm er målt på 63 m dyp (Bye, 2011).

5.3 Resultater

5.3.1 Hydrografi

Den hydrografiske vertikalfilen for C4 i september 2017 er vist i Figur 5.

Det ble registrert et sprangsjikt fra de øverste 20 – 100 m av vannsøylen der temperaturen sank fra i overkant av 12 °C i overflaten til ca. 7 °C ned mot bunnen. For oksygenmetningen var sprangsjiktet fra 90 – 120 m i vannsøylen, hvor oksygenmetningen sank fra underkant av 100 til 70 % ned mot bunnen.



Figur 5. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på C4 ved Ånderbakk, september 2017.

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

Nivåer av total organisk materiale (TOM), total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), C/N-forholdet, kornfordeling og pH/Eh i sedimentene er presentert i Tabell 11

TOM-nivåene var lave med verdier mellom 1,1 og 2,7 %. TN-nivåene var også lave (0,18 – 0,63 mg/g). C/N-forholdene var naturlig høye (7,5 – 13,7). TOC var lett forhøyet på stasjon C1 og C4 (tilstandsklasse II "God") og lave på de andre stasjonene (klasse I "Meget god"). Sedimentene var nokså grovkornet med pelittandeler mellom 7 og 17 %.

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

Tabell 11. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N, kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Ånderbakk, september 2017. ia = ikke analysert pga. hardbunn (se fotnote Tabell 2)

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	N-TOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
C1	Fyllingsgrad 1/4 - 2/4. Kompakt sand. Brun-svart farge. Noe H ₂ S lukt.	1,7	6,1	22,6	II	0,44	13,7	8	7,74/171
C2	Fyllingsgrad 2/4. Kompakt sand. Brun-svart farge. Noe avvikende lukt (ensilasje lignede lukt).	1,1	1,7	18,0	I	0,18	9,6	10	7,7/127,7
C3	Fyllingsgrad 1/4 - 2/4. Kompakt sand. Grønnsvart farge. Flyktig H ₂ S lukt.	1,2	1,5	18,2	I	0,20	7,5	7	7,73/145,5
C4	Fyllingsgrad 1/4 - 2/4. Kompakt sand. Grønnsvart farge. Noe stein, grus og skjellrester. Ingen avvikende lukt.	2,7	6,5	21,5	II	0,63	10,3	17	7,52/166
C5	Fyllingsgrad 1/4 - 2/4. Litt sand. En del stein. Mørk grå-brun farge. Ingen avvikende lukt.	1,6	3,2	18,9	I	0,27	11,7	13	7,89/169
Cref	Fyllingsgrad 1/4 - 2/4. Sand. Store steiner. Mørk brun farge. Ingen avvikende lukt.	ia	ia	-	-	ia	ia	ia	7,87/205,7

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

5.3.3 Kobber og kadmium

Kobber og kadmium på alle undersøkte stasjoner er presentert i Tabell 12. Nivået var lavt for begge metallene (klasse I).

Tabell 12. Sedimentanalyser. Kobber (Cu) og kadmium (Cd), alle i mg/kg TS. Ånderbakk, september 2017. Tilstandsklassifisering iht. M-608/2016.

St.	Cd	Klasse Cd	Cu	Klasse Cu
C1	0,19	I	11,4	I
C2	<0,10	I	7,3	I
C3	0,13	I	16,5	I
C4	0,18	I	18,3	I
C5	0,16	I	9,3	I

5.3.4 Bløtbunnfauna

5.3.4.1 Faunaindeksar og økologisk tilstandsklassifisering

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

Antall individ varierte fra 124 (C5) til 1290 (C2) og antall arter fra 11 (C1) til 96 (C4). På C4 viste de fleste faunaindeksene, inklusiv samlet indeks nEQR, økologisk tilstandsklasse I "Svært god". På C2, C5 og Cref ga de fleste indeksene, inklusiv nEQR, klasse II "God". Bløtbunnsamfunnene på C1 og C3, basert på de fleste faunaindeksene og nEQR, viste økologisk tilstandsklasse IV "Dårlig".

En samlet klassifisering av stasjonene i overgangssonen viste tilstandsklasse II.

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. Skjevst individfordeling ble funnet i bløtbunnsamfunnene på C1 og C3 med indekser på hhv. 0,51 og 0,59. Individfordelingen var jevnere på de øvrige stasjonene med indekser mellom 0,64 og 0,85.

Tabell 13. Antall arter og individer pr. 0,2m² (0,1m² på C5 og Cref). H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES₁₀₀ = Hurlberts diversitetsindeks. NQI1 = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI₂₀₁₂ = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. AMBI = ømfintlighetsindeks (inngår i NQI1). nEQR = normalisert EQR (ekskl. DI). DI = tetthetsindeks. Ånderbakk, september 2017. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks iht. Veileder 02:2013.

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES ₁₀₀	NQI1	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
C1	516	11	1,61	7,3	0,36	6,49	10,19	0,308	0,35	5,250	0,51
C2	1290	89	3,86	27,8	0,69	9,81	21,49	0,711	0,75	3,179	0,64
C3	481	15	2,04	8,2	0,41	7,06	13,15	0,385	0,33	4,844	0,59
C4	639	96	4,85	38,4	0,80	10,38	23,92	0,809	0,41	1,995	0,81
C5	124	40	4,52	35,3	0,76	9,99	24,06	0,782	0,04	2,143	0,85
Cref	242	45	4,48	30,0	0,75	9,91	23,57	0,761	0,33	2,144	0,82

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

C3, C4, C5	-	-	3,80	27,3	0,65	9,14	20,38	0,659	-	-	-
------------	---	---	------	------	------	------	-------	-------	---	---	---

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

5.3.4.2 NS 9410 Vurdering av bunndyrssamfunnet på C1 nærmest ved anlegget.

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

Bløtbunnsamfunnet ble klassifisert til miljøtilstand 2 "God". Kriteriet for tilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter/0,2 m² 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 (anleggssonen) ved lokaliteten Ånderbakk, september 2017.

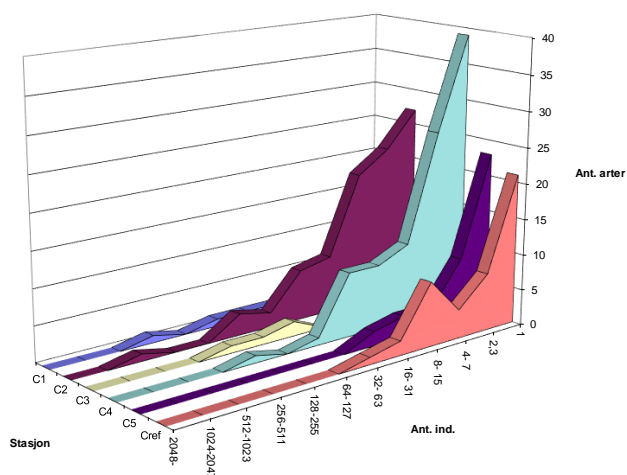
Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Ånderbakk	11	Capitella capitata – 66 %	2 God

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 stasjon C1 og C3 startet lavest, og strakk seg noe ut mot høyere klasser. Dette kan indikere faunaforstyrrelse på stasjonene. For de tre andre stasjonene startet kurvene høyere og

strakk seg i varierende grad ut mot høyere klasser. Kurveforløpene for disse ga ingen klare indikasjoner på faunaforstyrrelse.

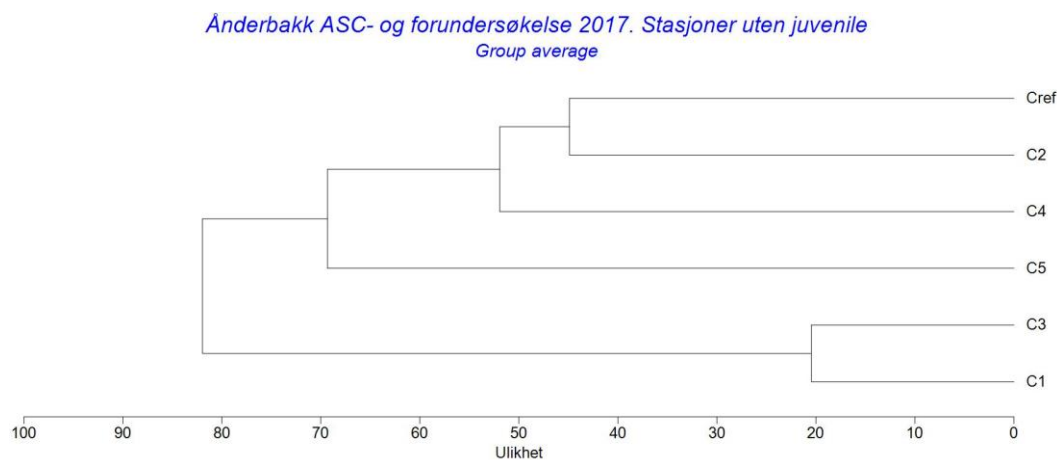


Figur 6. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser. Ånderbakk, september 2017.

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 C1 og C3 var 80 % lik hverandre og kun 18 % lik de øvrige stasjonene. C2 og Cref var 55 % lik, mens C4 og C5 var hhv. 49 og 31 % lik de to sistnevnte.



Figur 7. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Ånderbakk, september 2017.

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 forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark) med 66 % av individene. Sammen med den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsii* utgjorde disse to 79 % av individene. De fleste andre dominante artene på stasjonen var tolerante. En annen opportunist og en nøytral art ble også registrert.

På C2 var den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. mest tallrik med 40 %. Her var det for øvrig en naturlig blanding av andre tolerante, nøytrale og sensitive arter. Det ble også funnet en forekomst av forurensningsindikatoren *Capitella capitata* blant topp-10.

På C3 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata* med 52 % av individene. Sammen med den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. utgjorde disse to 73 % av individene. Her var ellers en blanding av opportunistiske, tolerante, nøytrale og sensitive arter.

På C4 var den tolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii* mest tallrik med 24 % av individmengden. Det var ellers en naturlig blanding av representanter fra de ulike økologiske gruppene, unntatt forurensningsindikatorer blant topp-10.

På C5 og Cref var den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. mest tallrik med hhv. 13 og 19 % av individene. Det ble registrert forekomster av sensitive arter sammen med nøytrale, tolerante, opportunistiske taksa. Det ble ikke funnet forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av disse to stasjonene.

Tabell 15. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Ånderbakk, september 2017.

C1	Ant.	Kum.	EG	C2	Ant.	Kum.	EG
<i>Capitella capitata</i>	338	66 %	V	<i>Chaetozone</i> sp.	522	40 %	III
<i>Thyasira sarsii</i>	69	79 %	IV	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	118	49 %	III
<i>Chaetozone</i> sp.	50	89 %	III	<i>Spiophanes kroyeri</i>	91	57 %	III
<i>Ophelina acuminata</i>	27	94 %	II	<i>Notomastus latericeus</i>	67	62 %	I
Thyasiridae indet.	15	97 %	ik	<i>Thyasira sarsii</i>	46	65 %	IV
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	7	98 %	IV	<i>Mugga wahrbergi</i>	32	68 %	II
<i>Prionospio plumosa</i>	4	99 %	ik	<i>Chone</i> sp.	31	70 %	I
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	99 %	III	<i>Capitella capitata</i>	29	72 %	V
Nemertea indet.	1	100 %	III	<i>Nothria hyperborea</i>	25	74 %	ik
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	1	100 %	III	<i>Exogone verugera</i>	24	76 %	I
C3	Ant.	Kum.	EG	C4	Ant.	Kum.	EG
<i>Capitella capitata</i>	249	52 %	V	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	158	24 %	III
<i>Chaetozone</i> sp.	101	73 %	III	<i>Thyasira obsoleta</i>	46	31 %	I
<i>Ophelina acuminata</i>	59	85 %	II	<i>Nothria hyperborea</i>	23	35 %	ik
<i>Thyasira sarsii</i>	43	94 %	IV	<i>Euchone</i> sp.	22	38 %	II
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	8	96 %	IV	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	22	42 %	IV
<i>Thyasira flexuosa</i>	6	97 %	III	<i>Yoldiella nana</i>	22	45 %	III
Thyasiridae indet.	3	98 %	ik	<i>Chaetozone</i> sp.	21	48 %	III
<i>Tryphosites longipes</i>	3	98 %	I	<i>Thyasira equalis</i>	20	51 %	III
<i>Westwoodilla caecula</i>	3	99 %	I	<i>Axinulus croulinensis</i>	19	54 %	I
<i>Cirratulus caudatus</i>	1	99 %	ik	Caudofoveata indet.	19	57 %	II
C5	Ant.	Kum.	EG	Cref	Ant.	Kum.	EG
<i>Chaetozone</i> sp.	17	13 %	III	<i>Chaetozone</i> sp.	47	19 %	III
<i>Leptochiton asellus</i>	16	26 %	I	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	21	28 %	III
<i>Jasmineira caudata</i>	13	36 %	II	<i>Spiophanes kroyeri</i>	21	36 %	III
<i>Nereimyra punctata</i>	9	43 %	IV	<i>Nothria hyperborea</i>	13	41 %	ik
<i>Polycirrus norvegicus</i>	8	50 %	IV	<i>Axinulus croulinensis</i>	12	46 %	I
Ostracoda indet.	7	55 %	II	<i>Chone</i> sp.	12	51 %	I
<i>Eupolymnia nesidensis</i>	5	59 %	I	<i>Thyasira flexuosa</i>	11	56 %	III
<i>Ophiura robusta</i>	4	62 %	II	<i>Thyasira gouldi</i>	11	60 %	IV
<i>Heteromastus filiformis</i>	3	65 %	IV	<i>Notomastus latericeus</i>	10	64 %	I
<i>Malmgrenia mcintoshi</i>	3	67 %	ik	<i>Diplocirrus glaucus</i>	9	68 %	II

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

5.4 Sammenfattende vurderinger – forundersøkelse

5.4.1 Sammenfatning

Resultatene fra forundersøkelsen ved Ånderbakk, september 2017, kan sammenholdes som følger:

- Det ble ikke registrert oksygenkrisiske forhold i vannsøylen på dypstasjonen C4. Oksygenmetningen i bunnvannet var i overkant av 70 % i september 2017.
- TOM- og TN-nivåene i sedimentene var lave. C/N-forholdet var naturlig for marine sedimenter. TOC var lett forhøyet i anleggssonen (C1) og i dypområdet i overgangssonen (C4) med tilstandsklasse II "God". På de andre stasjonene i overgangssonen var de lave (klasse I "Meget god"). Sedimentene var relativt grovkornet med pelittandeler mellom 7 og 17 %. Kobber- og kadmiumnivåene var lave (klasse I). Det ble ikke innsamlet godkjente prøver for sedimentanalyser på referansestasjonen (Cref) på grunn av mye hardbunn.
- Klassifisering av økologisk tilstand, basert på faunaindeksene i veileder 02:2013, viste klasse IV "Dårlig" for bløtbunnsamfunnet på C1 i anleggssonen og C3 i overgangssonen. Samfunnet i dypområdet (C4) lå i klasse I "Meget god", mens de øvrige undersøkte bløtbunnsamfunnene i overgangssonen og på referansestasjonen lå i klasse II "God". En samlet økologisk klassifisering for stasjonene C3, C4 og C5 i overgangssonen ga klasse II. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen viste miljøtilstand 2 (God). Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1, C2 og C3, men ikke på de andre stasjonene.

5.4.2 Konklusjon

Nivåene av organisk karbon var lavt i alle undersøkte sedimenter (tilstandsklasse I og II). Nivåene av kobber og kadmium var også lave i alle undersøkte sedimenter (klasse I). Bløtbunnsamfunnene på stasjonene nærmest anleggslokaliseringen i hovedstrømretningen (C1 og C3) hadde belastningseffekter vist ved lavt arts mangfold og dominans av forurensningsindikatorer. Begge bløtbunnsamfunnene ble klassifisert til økologisk tilstandsklasse IV. De andre undersøkte bløtbunnsamfunnene lå i tilstandsklasse I og II.

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*.

Bye, B. E., 2011a. Mainstream Norway AS. Miljøundersøkelser type B med hydrografi, Ånderbakk 2011. APN-5495.B04. 9 s. + vedlegg.

Bye, B. E., 2011b. Mainstream Norway AS. Strømmålinger Ånderbakk 2011. 5m, 15m, Spredning, Bunn. APN-5558.01.

Eriksen, S. D., 2016. Cermaq Norway AS. B-undersøkelse. 33457 Ånderbakk, mai 2016. APN-8268.01

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

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

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

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

Rygg, B. & K. Norling, 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.

Pers. medd. Mats W. Snåre, Environmental Coordinator, Cermaq Norway AS.

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 m² grabb (van Veen). Prøvematerialet ble tatt ut gjennom inspeksjonsluker etter at sedimentoverflaten var godkjent. Prøver for TOC, TOM, TN og Cu ble tatt av fra øverste 1 cm av sedimentet, og for kornfordelingsanalyser fra de øverste 5 cm ved hjelp av rør. Kun prøver med uforstyrret overflate ble godkjent og prøvematerialet ble frosset for videre bearbeidelse i laboratorium.

Total organisk materiale (TOM)

Mengden av TOM i sediment ble bestemt ved vekttap etter forbrenning ved 495 °C. Vekttapet i prosent etter forbrenning ble beregnet. Reproducerbarheten av TOM-analysene er sjekket i opparbeidingsperioden ved å bruke et husstandardsediment som inneholder TOM med kjent nivå. Standard kalsiumkarbonat ble brent sammen med prøvene som kontroll på at karbonat ikke ble forbrent i prosessen

Total nitrogen (TN) - Kjeldahl nitrogenbestemmelse

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

Totalt organisk karbon (TOC) og kornfordeling

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

Etter tørking ble innhold av totalt organisk karbon (TOC) bestemt ved IR deteksjon (LECO IR 212) etter behandling med konsentrert saltsyre (HCl) og katalytisk forbrenning ved 480 °C. For å kunne klassifisere miljøtilstanden basert på innhold av TOC, er de målte konsentrasjonene normalisert for andel finstoff (NTOC) ved bruk av ligningen: $NTOC = TOC + 18(1 - F)$, hvor TOC og F står for henholdsvis målt TOC verdi og andel finstoff (%) i prøven (Aure *m.fl.*, 1993).

Klassifisering av miljøtilstanden for sedimentene er basert på normalisert TOC, og ble gjennomført i henhold til SFT (nå Miljødirektoratet) veiledning 97:03 (Molvær *m.fl.*, 1997).

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

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

Kobber (Cu) og kadmium (Cd)

Prøvene for metallanalyser ble frysetørket før den ble oppsluttet i mikrobølgeovn i lukket teflonbeholder med konsentrert ultraren salpetersyre og hydrogenperoksid. Konsentrasjonene av metallene 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 og kadmium i marine sedimenter (grenseverdier fra M-608/2016).

Cu mg/kg	< 20 Klasse I	20 - 84 Klasse II	20 - 84 Klasse III	84 - 147 Klasse IV	> 147 Klasse V
Cd mg/kg	< 0,2 Klasse I	0,2 - 2,5 Klasse II	2,5 - 16 Klasse III	16 - 157 Klasse IV	> 147 Klasse V

Redoks- og pH målinger

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

Bunndyr

Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

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

Innsamling og fiksering

Alle bunndyrprøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen grabb. Kun grabbskudd hvor grabben var fullstendig lukket og overflaten uforstyrret ble godkjent. Etter godkjenning ble innholdet vasket i en 1 mm sikt og gjenværende materiale fiksert med 4 % formalin tilsatt fargestoffet bengalrosa og nøytralisert med boraks. På laboratoriet ble dyrene sortert ut fra gjenværende sediment.

Kvantitative bunndyrsanalyser

På alle stasjonene innsamles det to prøver (replikater) iht. retningslinjene i NS 9410 (2007) og ASC standarden. Sortert materiale ble opparbeidet kvantitativt. Bunndyrene ble identifisert til fortrinnsvis artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister (taksonomer). De kvantitative artslistene inngikk i statistiske analyser. Se 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 (ES₁₀₀) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI₂₀₁₂), uegnet ved lavt individ/artstall
- Indeks for individtetthet (DI), benyttes ved lavt individ/artstall
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- S sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i NQI1 (AMBI)
- Normalisert EQR (nEQR)
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-10)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

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

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

Det er også utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen iht kapt. 8.6.3 i NS 9410:2016. Stasjonene C1, C2 og Cref 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 samlingsrapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.

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

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

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

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

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

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

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

Vedlegg 2. Prosedyre for beregning av AZE

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

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

Beregning av "site specific" AZE:

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

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

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

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

Med svai på 20% av 100 m = 20 m blir

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

D og (V_s) hentes fra lokalitetsrapport.

Referanse:

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

Vedlegg 3. Bunndyrstatistikk og artslister

Diversitetsmål

Diversitet er et begrep som uttrykker mangfoldet i dyre- og plantesamfunnet på en lokalitet. Det finnes en rekke ulike mål for diversitet. Noen tar mest hensyn til artsrikheten (mål for artsrikheten), andre legger mer vekt på individfordelingen mellom artene (mål for jevnhet og dominans). Ulike mål uttrykker derved forskjellige sider ved dyresamfunnet. Diversitetsmål er "klassiske" i forurensningsundersøkelser fordi miljøforstyrrelser typisk påvirker samfunnets sammensetning. Svakheten ved diversitetsmålene er at de ikke alltid fanger opp endringer i samfunnsstrukturen. Dersom en art blir erstattet med like mange individer av en ny art, vil ikke det gjøre noe utslag på diversitetsindeksene.

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

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

der n_i = antall individer av art i i prøven
 N = total antall individer
 s = antall arter

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

Pielous mål for jevnhet (Pielou, 1966)

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

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

Hurlberts diversitetskurver

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

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

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

der N = total antall individ i prøven
 N_i = antall individ av art i
 n = antall individ i en gitt delprøve (av de N)
 s = total antall arter i prøven

Plott av antall arter i forhold til antall individer

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

Ved moderat forurensing forsvinner en del av de individfattige artene, mens noen som blir begunstiget, øker i antall. Slik flater kurven ut, og strekker seg mot høyere klasser eller den får ekstra topper. Under slike forhold mister kurven enhver likhet med den statistiske log-normalfordelingen. Derfor kan avvik fra log-normalfordelingen tolkes som et resultat av en påvirkning/forurensing. Det har vist seg at denne metoden tidlig gir utslag ved miljøforstyrrelse. Ved sterk forurensning blir det bare noen få, men ofte svært tallrike arter tilbake. Log-

normalfordelingskurven vil da ofte gjenoppstå, men med en lavere topp og spredt over flere klasser enn for uforstyrrede samfunn.

Faunaens fordelingsmønster

Variasjoner i faunaens fordelingsmønster over området beskrives ved å sammenligne tettheten av artene på hver stasjon. Til dette brukes multivariate klassifikasjons- og ordinasjons-analyser (Cluster og MDS).

Analysene i denne undersøkelsen ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5. Inngangsdata er individantall pr. art, pr. prøve. Prøvene kan være replikater eller stasjoner. Det tas ikke hensyn til hvilke arter som opptrer. Forut for klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene ble artslistene dobbelt 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". Forholdsvise 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 Ånderbakk, 2017:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	C1	C2	C3	C4	C5	Cref
no. ind.	3292	516	1290	481	639	124	242
no. spe.	154	11	89	15	96	40	45

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02
no. ind.	3292	193	323	778	512	215	266
no. spe.	154	9	9	64	68	11	11
Shannon-Wiener:		1,3	1,9	3,6	4,1	2,3	1,8
Pielou		0,42	0,60	0,60	0,67	0,66	0,52
ES100		7	7	26	30	9	7
SN		1,32	1,25	2,19	2,30	1,43	1,39
ISI-2012		6,05	6,93	10,01	9,60	7,79	6,33
AMBI		5,41	5,089	3,339	3,018	4,606	5,081
NQI1		0,35	0,36	0,67	0,71	0,43	0,39
NSI		9,2	11,1	21,1	21,9	14,3	12,0
DI		0,236	0,459	0,841	0,659	0,282	0,375

st.nr.	C4_01	C4_02	C5_01	Cref_01
no. ind.	459	180	124	242
no. spe.	83	52	40	45
Shannon-Wiener:	4,8	4,9	4,5	4,5
Pielou	0,76	0,85	0,85	0,82
ES100	39	38	35	30
SN	2,44	2,40	2,35	2,24
ISI-2012	11,39	9,37	9,99	9,91
AMBI	2,008	1,982	2,143	2,144
NQI1	0,80	0,79	0,76	0,75
NSI	24,4	23,4	24,1	23,6
DI	0,612	0,205	0,043	0,334

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.	C1	C2	C3	C4	C5	Cref
Shannon-Wiener:	1,61	3,86	2,04	4,85	4,52	4,48
Pielou	0,51	0,64	0,59	0,81	0,85	0,82
ES100	7,3	27,8	8,2	38,4	35,3	30,0
SN	1,29	2,25	1,41	2,42	2,35	2,24
ISI-2012	6,49	9,81	7,06	10,38	9,99	9,91
AMBI	5,250	3,179	4,844	1,995	2,143	2,144
NQI1	0,36	0,69	0,41	0,80	0,76	0,75
NSI	10,19	21,49	13,15	23,92	24,06	23,57
DI	0,35	0,75	0,33	0,41	0,04	0,33
Tilstandsklasse nEQR ^{*)}	0,308	0,711	0,385	0,809	0,782	0,761

*) Tilstandsklassen nEQR er beregnet uten DI

Geometriske klasser

int.	C1	C2	C3	C4	C5	Cref
1	3	27	6	39	23	21
2,3	1	22	3	26	9	8
4- 7	2	19	1	11	3	4
8- 15	1	8	1	9	3	9
16- 31	1	7	0	9	2	2
32- 63	1	2	2	1	0	1
64-127	1	3	1	0	0	0
128-255	0	0	1	1	0	0
256-511	1	0	0	0	0	0
512-1023	0	1	0	0	0	0
1024-2047	0	0	0	0	0	0
2048-	0	0	0	0	0	0

Artsliste

Ånderbakk ASC og

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
Stasjonsnr.: C1						
NEMERTINI						
NEMATODA			Nemertea indet.	1		1
ANNELIDA			Nematoda indet.		1	1
	Polychaeta					
		Spionida	Prionospio plumosa	2	2	4
			Pseudopolydora paucibranchiata	1	6	7
			Chaetozone sp.	11	39	50
		Capitellida	Capitella capitata	145	193	338
		Opheliida	Ophelina acuminata	5	22	27
		Amphinomida	Paramphinome jeffreysii	1		1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Amphipoda	Westwoodilla caecula		1	1
MOLLUSCA						
	Bivalvia					
		Veneroida	Thyasira flexuosa		3	3
			Thyasira sarsii	24	45	69
			Thyasiridae indet.	3	12	15
			Maks:	145	193	338
			Antall:	9	10	12
			Sum:			517

Stasjonsnr.: C2

FORAMINIFERA

CNIDARIA			Foraminifera indet.	-2		-2
	Anthozoa					
NEMERTINI			Actiniaria indet.	1	1	2
NEMATODA			Nemertea indet.	2	5	7
SIPUNCULIDA			Nematoda indet.	1		1
ANNELIDA			Phascolion strombus	4		4
	Polychaeta					
		Orbiniida	Orbinia sertulata	1		1
			Scoloplos armiger	6	1	7
			Aricidea catherinae	1		1
			Paradoneis lyra		1	1
		Spionida	Dipolydora sp.	1		1
			Aonides paucibranchiata	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>
			Prionospio cirrifera	4	3	7
			Pseudopolydora paucibranchiata	3		3
			Scolecopsis korsuni		1	1
			Spiophanes kroyeri	37	54	91
			Tharyx killariensis	4		4
			Aphelochaeta sp.	2	2	4
			Chaetozone sp.	338	184	522
			Cirratulus cirratus		2	2
			Cirratulidae indet.		1	1
		Capitellida				
			Capitella capitata	26	3	29
			Heteromastus filiformis	7	6	13
			Notomastus latericeus	38	29	67
			Petaloproctus tenuis		1	1
			Isocirrus planiceps		2	2
			Maldanidae indet.		1	1
		Opheliida				
			Ophelina acuminata	1	5	6
			Ophelina cylindricaudata	1		1
			Scalibregma inflatum	2	2	4
		Phyllodocida				
			Eumida ockelmanni		4	4
			Phyllococe mucosa	1		1
			Pholoe assimilis	4	3	7
			Nereimyra punctata	1	2	3
			Exogone verugera	13	11	24
			Syllis cornuta	1	1	2
			Goniada maculata	1		1
		Amphinomida				
			Paramphionome jeffreysii	98	20	118
		Eunicida				
			Nothria hyperborea	14	11	25
			Augeneria tentaculata		1	1
			Lumbrineris cingulata	1		1
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	6	3	9
			Owenia sp.		1	1
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	7	2	9
		Terebellida				
			Amphictene auricoma	3	9	12
			Lagis koreni		2	2
			Amythasides macroglossus	8	9	17
			Mugga wahrbergi	9	23	32
			Sabellides borealis		1	1
			Sosane sulcata	1	1	2
			Phisidia aurea	1	10	11
			Pista bansei	4	1	5
			Polycirrus medusa	1	1	2
			Polycirrus norvegicus		2	2
			Polycirrus sp.		1	1
			Proclea graffii		4	4
			Streblosoma intestinale	1		1
			Terebellides sp.		1	1
			Trichobranchus roseus		2	2
		Sabellida				
			Chone sp.	24	7	31
			Euchone sp.	2		2
			Jasmineira caudata	14	3	17
			Sabella pavonina	1	1	2
			Ditrupa arietina	1		1
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	1	4	5
	Malacostraca					
		Cumacea				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Hemilamprops roseus	1		1
			Diastylodes biplicatus	4	2	6
		Amphipoda	Tryphosites longipes		2	2
			Westwoodilla caecula	5	4	9
			Harpinia antennaria	2	1	3
			Harpinia pectinata	4		4
			Gammaridea indet.	1		1
			Phtisica marina		1	1
		Isopoda	Gnathia sp.	4		4
MOLLUSCA						
	Caudofoveata		Caudofoveata indet.	3		3
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda	Euspira montagui		2	2
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea	Philine sp.		2	2
	Bivalvia					
		Nuculoidea	Ennucula corticata	1		1
			Yoldiella philippiana	3	1	4
		Mytiloidea	Crenella decussata		1	1
		Veneroidea	Adontorhina similis		1	1
			Mendicula ferruginosa	6		6
			Axinulus croulinensis	9	3	12
			Thyasira flexuosa	3	2	5
			Thyasira gouldi	6	2	8
			Thyasira sarsii	18	28	46
			Thyasiridae indet.		1	1
			Astarte montagui	2		2
			Astarte sp. juv.	1		1
			Macoma calcarea	1	1	2
			Abra nitida	1	1	2
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
			Ophiuroidea indet. juv.	1	1	2
	Echinoidea					
		Spartangoida	Echinocardium flavescens		1	1
	Holothuroidea					
		Apodida	Labidoplax buskii	6	10	16
			Maks:	338	184	522
			Antall:	68	69	93
			Sum:			1292

Stasjonsnr.: C3

NEMERTINI

SIPUNCULIDA

ANNELIDA

Polychaeta

Spionida

Pseudopolydora paucibranchiata
Chaetozone sp.
Cirratulus caudatus

Capitellida

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Opheliida	Capitella capitata	93	156	249
			Ophelina acuminata	39	20	59
			Scalibregma inflatum		1	1
		Amphinomida	Paramphionome jeffreysii		1	1
CRUSTACEA	Malacostraca	Cumacea	Diastylodes biplicatus	1		1
		Amphipoda	Tryphosites longipes	1	2	3
			Westwoodilla caecula	3		3
MOLLUSCA	Bivalvia	Veneroida	Thyasira flexuosa	3	3	6
			Thyasira sarsii	22	21	43
			Thyasiridae indet.	3		3
			Maks:	93	156	249
			Antall:	11	11	15
			Sum:			481

Stasjonsnr.: C4

FORAMINIFERA

PORIFERA		Foraminifera indet.			-2	-2
NEMERTINI		Porifera indet.		-1	-1	-2
NEMATODA		Nemertea indet.	1	4		5
SIPUNCULIDA		Nematoda indet.	2	2		4
ANNELIDA	Polychaeta	Phascolion strombus	1	3		4
	Orbiniida	Levinsenia flava	2			2
	Spionida	Prionospio cirrifera	3			3
		Prionospio dubia	1			1
		Pseudopolydora paucibranchiata	12	10		22
		Spiophanes kroyeri		1		1
		Tharyx killariensis	7	1		8
		Aphelochaeta sp.	5	2		7
		Chaetozone sp.	15	6		21
	Capitellida	Heteromastus filiformis	2			2
		Notomastus latericeus	12	5		17
		Heteroclymene robusta	1			1
		Isocirrus planiceps	1	1		2
		Praxillella sp.	2			2
		Maldanidae indet.		2		2
	Opheliida	Ophelina acuminata	1			1
		Ophelina cylindricaudata	2			2
		Polyphysia crassa	1			1
		Scalibregma inflatum	13	1		14
	Phyllodocida					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Eulalia tjalfiensis		1	1
			Protomystides exigua	1		1
			Parasthenelais hibernica	1		1
			Pholoe assimilis	2	1	3
			Sthenelais boa	1		1
			Exogone verugera	3	1	4
			Syllis cornuta		1	1
		Amphinomida	Paramphinome jeffreysii	130	28	158
		Eunicida	Nothria hyperborea	18	5	23
			Paradiopatra quadricuspis	1		1
			Eunice pennata	1		1
			Augeneria algida	1		1
			Augeneria tentaculata	1		1
		Flabelligerida	Brada villosa	1		1
			Diplocirrus glaucus	9	2	11
		Terebellida	Amphictene auricoma	5	1	6
			Amage auricula	1		1
			Amythasides macroglossus	10	2	12
			Eclysippe vanelli	3		3
			Melythasides laubieri	1	1	2
			Zatsepinia rittichae	3	2	5
			Sosanopsis wireni	1		1
			Amoeana trilobata	1	1	2
			Lanassa venusta	7	1	8
			Phisidia aurea	2		2
			Pista mediterranea		1	1
			Polycirrus medusa	4		4
			Polycirrus norvegicus	1	2	3
			Polycirrus sp.	3	1	4
			Streblosoma intestinale	2	1	3
			Terebellides sp.	1		1
			Trichobranchus roseus	5	1	6
			Trichobranchus sikorskii	1		1
		Sabellida	Chone sp.	5	4	9
			Euchone sp.	13	9	22
			Jasmineira caudata	1		1
			Placostegus tridentatus	1		1
CRUSTACEA						
		Ostracoda	Ostracoda indet.	3		3
		Malacostraca				
		Cumacea	Eudorella sp.	1	2	3
			Diastylodes biplicatus	1		1
		Tanaidacea	Tanaidacea indet.	1	2	3
		Amphipoda	Liljeborgia pallida	1		1
			Lysianassidae indet.	2		2
			Westwoodilla caecula	1	1	2
			Gammaridea indet.	1		1
		Isopoda	Janira maculosa	3		3
		Decapoda	Munida sp.	1		1
MOLLUSCA						
		Caudofoveata	Caudofoveata indet.	11	8	19
		Polyplacophora	Lepidopleurida			
			Hanleya hanleyi	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda	Anatoma crispata	1		1
		Mesogastropoda	Euspira montagui		1	1
			Euspira nitida		1	1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea	Cylichnina sp.		1	1
			Philine sp.	2		2
	Bivalvia					
		Nuculoida	Nucula tumidula	1		1
			Yoldiella lucida	4	1	5
			Yoldiella nana	11	11	22
		Mytiloida	Dacrydium ockelmanni	1		1
		Ostreoidea	Palliolium tigerinum	1		1
		Veneroida	Adontorhina similis	3		3
			Mendicula ferruginosa	3	4	7
			Axinulus croulinensis	16	3	19
			Thyasira equalis	14	6	20
			Thyasira obsoleta	29	17	46
			Thyasira sarsii	2	11	13
			Thyasiridae indet.	3		3
			Astarte sulcata		1	1
			Macoma calcarea		1	1
			Abra nitida		1	1
			Kelliella miliaris	1		1
		Pholadomyoidea	Tropidomya abbreviata	2		2
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida	Amphipholis squamata	7	1	8
			Amphilepis norvegica	2		2
			Ophiocten affinis		1	1
			Ophiura sarsii		2	2
			Ophiuroidea indet. juv.	11		11
	Holothuroidea					
		Apodida	Labidoplax buskii	6	2	8
			Maks:	130	28	158
			Antall:	86	55	100
			Sum:			650
Stasjonsnr.: C5						
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.	-1		-1
NEMATODA						
			Nematoda indet.	1		1
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida	Scoloplos armiger	1		1
		Spionida	Pseudopolydora paucibranchiata	1		1
			Spio armata	1		1
			Chaetozone sp.	17		17
			Cirratulus cirratus	1		1
		Capitellida				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Heteromastus filiformis	3		3
			Nicomache lumbricalis	1		1
		Phyllococida				
			Eumida sanguinea	1		1
			Malmgrenia mcintoshi	3		3
			Pholoe assimilis	3		3
			Nereimyra punctata	9		9
			Syllis cornuta	1		1
			Nephtys pente	1		1
		Eunicida				
			Nothria hyperborea	2		2
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	1		1
		Terebellida				
			Amphictene auricoma	1		1
			Ampharete finmarchica	1		1
			Amphicteis gunneri	1		1
			Eupolymnia nesidensis	5		5
			Polycirrus norvegicus	8		8
			Terebellides sp.	1		1
			Trichobranchus roseus	2		2
		Sabellida				
			Chone sp.	2		2
			Euchone sp.	1		1
			Jasmineira caudata	13		13
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	7		7
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Eudorella sp.	2		2
		Amphipoda				
			Cheirocratus sp.	1		1
			Harpinia antennaria	1		1
		Decapoda				
			Paguridae indet.	1		1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	1		1
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida				
			Leptochiton asellus	16		16
		Ischnochitonidae				
			Tonicella marmorea	1		1
			Stenosemus albus	3		3
	Bivalvia					
		Ostreoidea				
			Palliolum sp. juv.	1		1
		Veneroidea				
			Thyasira sarsii	2		2
			Thyasiridae indet.	1		1
			Astarte montagui	1		1
ECHINODERMATA						
	Asteroidea					
			Asteroidea indet. juv.	1		1
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphipholis squamata	1		1
			Ophiocten affinis	1		1
			Ophiura robusta	4		4
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
			Maks:	17		17
			Antall:	45	0	45
			Sum:			127

Rekke Klasse Orden Art/Taxa 01 02 Sum

Stasjonsnr.: Cref

FORAMINIFERA

SIPUNCULIDA	Foraminifera indet.	-1	-1
ANNELIDA	Phascolion strombus	1	1
Polychaeta			
Orbiniida			
	Aricidea wassi	1	1
Spionida			
	Prionospio cirrifera	2	2
	Spiophanes kroyeri	21	21
	Tharyx killariensis	1	1
	Chaetozone sp.	47	47
Capitellida			
	Heteromastus filiformis	1	1
	Notomastus latericeus	10	10
Opheliida			
	Scalibregma inflatum	1	1
Phyllodocida			
	Laetmonice sp.	1	1
	Pholoe assimilis	1	1
	Exogone verugera	3	3
Amphinomida			
	Paramphinome jeffreysii	21	21
Eunicida			
	Nothria hyperborea	13	13
Oweniida			
	Galathowenia oculata	2	2
Flabelligerida			
	Diplocirrus glaucus	9	9
Terebellida			
	Amphictene auricoma	3	3
	Amythasides macroglossus	4	4
	Phisidia aurea	5	5
	Polycirrus medusa	2	2
	Polycirrus norvegicus	1	1
	Proclea graffii	1	1
	Streblosoma intestinale	1	1
	Terebellides sp.	3	3
	Trichobranchus roseus	2	2
Sabellida			
	Chone sp.	12	12
	Euchone sp.	1	1
	Jasmineira caudata	8	8
	Sabella pavonina	1	1
	Ditrupa arietina	1	1
CRUSTACEA			
Ostracoda			
	Ostracoda indet.	1	1
Malacostraca			
Amphipoda			
	Harpinia antennaria	1	1
MOLLUSCA			
Polyplacophora			
Ischnochitonidae			
	Stenosemus albus	1	1
Opisthobranchia			
Cephalaspidea			
	Cylichnina sp.	1	1
Bivalvia			
Nuculoida			
	Ennucula corticata	1	1
	Yoldiella philippiana	4	4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Veneroidea	Adontorhina similis	1		1
			Mendicula ferruginosa	1		1
			Axinulus croulinensis	12		12
			Thyasira flexuosa	11		11
			Thyasira gouldi	11		11
			Thyasira obsoleta	6		6
			Thyasira sarsii	2		2
			Astarte sp. juv.	1		1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiura sarsii	1		1
			Ophiuroidea indet. juv.	3		3
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii	8		8
			Maks:	47		47
			Antall:	48	0	48
			Sum:			245
				TOTAL:		Maks: 522
						Sum: 3312

Vedlegg 4. Analyserapport – Geokjemiske analyser

Analyserapport C-und_061117

Redigert av: HW
Godkjent: _____




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

ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

Kunde: Akvaplan Niva AS
Kunde referanse: Cermaq Norway AS
Kontaktperson: Kristine Steffensen
Adresse: Framsenteret
Postnr./sted: 9007 Tromsø
Tel:
E-post: _____ **Dato:** 04.12.2017

Rapport nr.: 9114
Analyseparameter(e): Korn, TOM, TOC, TN, Cu, Cd
Kontaktperson: Ida Tveter

Analyseansvarlig:  (sign.)

Underskriftsberettiget:  (sign.)

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

MERKNADER:

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

Side 1 av 3

Lab-id.	Kundens id.	Materiale	Beskaffenhet ved mottak	Mottatt lab	Parametere	Analyse-periode
9114/C1	C1	Sediment	Frossent	07.11.2017	Korn, TOM, TOC, TN, Cu, Cd	15.11. - 23.11.2017
9114/C2	C2	Sediment	Frossent	07.11.2017	Korn, TOM, TOC, TN, 2x(Cu, Cd)	15.11. - 23.11.2017
9114/C3	C3	Sediment	Frossent	07.11.2017	Korn, TOM, TOC, TN, 2x(Cu, Cd)	15.11. - 23.11.2017
9114/C4	C4	Sediment	Frossent	07.11.2017	Korn, TOM, TOC, TN, 2x(Cu, Cd)	15.11. - 23.11.2017
9114/C5	C5	Sediment	Frossent	07.11.2017	Korn, TOM, TOC, TN, 2x(Cu, Cd)	15.11. - 23.11.2017

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 NS-EN 15936:2012, Annex C.
Kobber-Cu (utført av underlev.)	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120

Resultater

Kundens id.:		C1	C2A	C3A	C4A	C5A
Parameter	Enhet	9114/C1	9114/C2	9114/C3	9114/C4	9114/C5
> 0,063 mm	vekt %	91,9	90,4	92,7	83,4	87,1
Pelitt (< 0,063 mm)	vekt %	8,1	9,6	7,3	16,6	12,9
TOC	mg/g TS	6,1	1,7	1,5	6,5	3,2
TOC, normalisert**	mg/g TS	22,6	18,0	18,2	21,5	18,9
TOM	% TS	1,7	1,1	1,2	2,7	1,6
Total-N **	mg/g TS	0,44	0,18	0,20	0,63	0,27
C/N **		13,7	9,6	7,5	10,3	11,7
Cu *	mg/kg TS	11,4	7,34	16,5	18,3	9,3
Cd*	mg/kg TS	0,19	<0,10	0,13	0,18	0,16
Kundens id.:			C2B	C3B	C4B	C5B
Cu *	mg/kg TS		7,87	7,58	16,0	8,98
Cd*	mg/kg TS		0,11	0,16	0,14	0,13

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

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

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

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

ia = ikke analysert

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sedimenter (Fra SFT 97:03):

Normalisert TOC, mg/g	< 20 I Meget god	20-27 II god	27-34 III mindre god	34-41 IV Dårlig	> 41 V meget dårlig
-----------------------	---------------------	-----------------	-------------------------	--------------------	------------------------

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

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