



2018

## C-undersøkelse ved Buktodden i Rana kommune, februar/mars 2018

Nova Sea AS

**Etter Norsk Standard NS 9410: 2016**

AQUA KOMPETANSE AS



Aqua Kompetanse AS  
Storlavika 7  
7770 Flatanger



Mobil: 905 16 947  
E-post: post@aqua-kompetanse.no  
Internett: www.aqua-kompetanse.no  
Bankgiro: 4400.07.25541  
Org. Nr.: 982 226 163

Rapportens tittel: <b>C-undersøkelse ved Buktodden i Rana kommune, februar/mars 2018</b> Forfatter: Christine Klykken		
Feltdato: 28.02./01.03.2018 Toktleder: Kristine Brokke	Rapportdato: 10.07.2018 Rapportnummer: 34-2-18C	Antall sider uten vedlegg: 18 Antall sider totalt: 59
Oppdragsgiver: Nova Sea AS	Kontaktperson: Samuel Anderson	
Lokalitet: Buktodden	Lokalitetsnummer: 22035	Driftsleder: Kim Stian Karstensen
Koordinater: 66°18.490N 13°25.940Ø	Fylke: Nordland Kommune: Rana	MTB-tillatelse: 6240 tonn Antall merder: 14 Merdomkrets: 130 m
Bakgrunn for undersøkelse: maks belastning		
<b>Sammendrag</b> Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert C-undersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS9410:2016. Akvaplan-niva har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte og uakkrediterte analyser av prøvematerialet. ALS Laboratory Group har utført akkrediterte kobberanalyser. Resultatene viser at anleggsstasjonen har et forstyrret bunndyrssamfunn, med tilstandsklassifisering IV – dårlig for de fleste faunaindeksene. Stasjonen hadde i tillegg forhøyede nivåer av nTOC (tilstandsklasse III – moderat). Den ene overgangsstasjonen (C3) var også noe belastet med organisk karbon (tilstandsklasse III) og viste et forstyrret bunndyrssamfunn (tilstandsklasse III – moderat). De øvrige stasjonene ble klassifisert til tilstandsklasse II – god. Det var gode oksygenforhold ved den dypeste stasjonen (C4; tilstandsklasse I), og de elektrokjemiske målingene viste gode pH- og Eh-verdier for samtlige stasjoner. Samlet tilstandsklassifisering for overgangssonen ga tilstand II – god, og undersøkelsesfrekvensen skal derfor være ved hver tredje produksjonssyklus.		
<b>Summary</b> Aqua Kompetanse AS has completed an accredited C-survey according to the methodology described in Norwegian Standard NS9410: 2016. Akvaplan-niva has performed accredited work and accredited and unaccompanied analyzes of the sample material. ALS Laboratory Group has performed accredited copper analyzes. The results show that the station closest to the cage has a disturbed benthic community with ecological classification IV - bad for most faunal indices. The station also had elevated levels of nTOC (class III - moderate). One of the stations (C3) had elevated levels of organic carbon (III) and showed a disturbed benthic community (class III - moderate). The remaining stations were classified in ecological class II - Good. There were good oxygen conditions at the deepest station (C4; Class I), and the electrochemical measurements showed good pH and Eh values for all stations. Total ecological classification for the transition zone gave condition II - good, and the survey frequency should therefore be at every third production cycle.		
Emneord: C-undersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna	ID 401-16 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel	
<b>Rapportansvarlig:</b>  Christine Klykken	<b>Kvalitetssikrer:</b>  Kristine Brokke	

© 2018 Aqua Kompetanse AS. Kopiering av rapporten kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

## Forord

Aqua Kompetanse AS har gjennomført akkreditert feltarbeid for å innhente prøvemateriale for oppdragsgiver Nova Sea AS. Akkrediterte analyser av dette prøvematerialet er utført av Akvaplan-niva AS for TOM, TOC, N-Kjeldahl, kornstørrelse og makrofauna, og av ALS Laboratory Group for kobberanalyser (**Vedlegg A**). Det er Akvaplan-niva som står for faglig vurdering og fortolkning i sin rapport, og av analysene av det materialet Aqua Kompetanse har samlet inn. Denne rapporten sammenfatter analyserapportene fra underleverandør sammen med hydrografiske, elektrokjemiske og sensoriske vurderinger gjort av Aqua Kompetanse. Innhenting av prøvemateriale er gjort i henhold til NS 9410:2016, og standarder og veiledere som er benyttet i denne undersøkelsen er listet i **Tabell 1**.

**Tabell 1:** Standarder og veiledere benyttet for denne undersøkelsen.

Standard/Veileder	Tittel	Bruksområde
NS 9410: 2016	Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg	Stasjonsplassering, prøvetaking, rapport
Veileder 02:2013	Klassifisering av miljøtilstand i vann	Klassifiseringstabeller til analyser
NS-EN ISO 16665: 2013	Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna	Prøvetaking
NS-EN ISI 5667: 2004	Vannundersøkelse – Prøvetaking- Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder	Prøvetaking
Veileder 97:03	Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.	Klassifisering av N-TOC
Veileder M-608	Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.	Klassifisering av kobber

Formålet med denne undersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i nærområdet til oppdrettslokaliteten. Undersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vise trender i utviklingen av miljøforholdene ved at det opprettes faste prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra undersøkelsen vil være med på å vise påvirkningstrenden ved lokaliteten over tid.



Aqua Kompetanse AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking bunnsediment, akkrediteringsnummer TEST 303, og tilfredsstillter kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

## Innholdsfortegnelse

Produksjonsdata og tidligere undersøkelser .....	6
1. Materiale og metode .....	7
1.1 Undersøkellesområde og stasjonsplassering .....	7
1.2 Makrofauna og kjemisk/geologisk sedimentsammensetning .....	10
1.2.1 Elektrokjemiske målinger .....	10
1.2.2 Hydrografi .....	10
1.3 Undersøkelsesfrekvens .....	11
2. Resultat .....	12
2.1 Makrofauna og kjemiske analyser .....	12
2.2 Elektrokjemiske målinger og sensoriske registreringer .....	12
2.3 Hydrografi.....	12
2.4 Bilder av sediment.....	14
3. Oppsummering .....	17
4. Referanser.....	18
Vedlegg A – Akvaplan-niva rapport .....	19

**Tabell 2:** Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS (AQK) har stått for akkreditert prøveuttak, samt oksygen- og pH/Eh-målinger. Akvaplan-niva AS (APN) har utført akkreditert analyse av makrofauna, TOC, TOM og pelitt, samt uakkreditert analyse av N-TOC, TN og C/N. Deres underleverandør ALS Laboratory Group har utført akkreditert analyse av kobber (Cu). Se **Vedlegg A** for rapport med tegnforklaring. Redokspotensial ( $E_h$ ) bestemmes ut fra observert hvilepotensial i prøven (målt verdi;  $E_{obs}$ ) og referansepotensial ( $E_{ref}$ ):  $E_h = E_{obs} + E_{ref}$ . Faunaklassifiseringer og økologisk tilstandsklassifisering er gjort av APN etter Veileder 02:2013, og miljøtilstand på C1 er beregnet av APN etter NS9410:2016. Klassifisering av organisk innhold er gjort av APN etter SFT 97:03, og klassifisering av oksygentilstand i dypvann er gjort av AQK etter Veileder 02:2013. Kobberklassifisering er gjort av APN etter Veileder M-608.

Stasjonsplassering etter NS 9410:2016		Anleggs-sone	Ytre sone	Overgangssone			
Parameter:	Stasjoner:	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Elektrokjemi:	pH:	7,41	7,54	7,18	7,44	7,52	7,26
	$E_h$ :	30	149	76	302	328	285,6
Oksygen:	Målt verdi (mL): O <sub>2</sub> , tilstandsklasse:				5,1 I		
Makrofauna Bunndyrsanalyser	Antall arter (S):	1280	1122	2859	1200	1353	2159
	Antall ind. (N):	9	62	61	83	83	96
	J, Jevnhet (0-1):	0,43	0,68	0,57	0,69	0,67	0,62
	DI:	0,75	0,70	1,10	0,71	0,78	0,98
	NQI1:	0,33	0,68	0,55	0,71	0,73	0,67
	Shann.Wien. (H <sup>+</sup> ):	1,23	3,70	3,14	4,12	4,05	3,85
	Hurl.ind. (ES <sub>n=100</sub> ):	4,4	19,9	15,0	26,8	27,3	24,0
	AMBI:	5,171	2,678	4,211	2,806	2,573	3,311
	ISI:	5,46	10,45	8,03	10,03	10,29	9,45
	NSI:	9,80	21,69	15,70	21,47	22,04	20,39
	nEQR:	0,236	0,697	0,545	0,722	0,733	0,685
	Økologisk tilstand:	IV	II	III	II	II	II
Miljøtilstand:	2						
Kjemi Kobber, organisk karbon, organisk materiale og nitrogen	Cu (mg/kg): Cu, tilstandsklasse:	123 IV		61,5* II/III	27,6* II/III		
	N-TOC (mg/g): N-TOC, tilstandsklasse:	31,6 III	14,2 I	29,1 III	17,4 I	16,4 I	18,3 I
	TN (mg/g): Kommentar:	2,0 Lavt	1,6 Lavt	2,5 Lavt	1,9 Lavt	1,1 Lavt	1,6 Lavt
	TOM (%): Kommentar:	6,3 Lavt	4,5 Lavt	6,0 Lavt	5,1 Lavt	3,7 Lavt	5,6 Lavt
	C/N: Kommentar:	13,9 Lavt	7,9 Lavt	9,8 Lavt	8,4 Lavt	10,4 Lavt	10,7 Lavt
Geologi	Pelittandel (%)	75	88	76	94	72	95

\*Målt pga. sammenfallende stasjoner med ASC-undersøkelse ved Buktodden.

**Tabell 3:** Tabell som viser fargekoder for de ulike tilstandsklassifiseringene vist i **Tabell 2**, hvor tilstand I er best. Etter Veileder 02:2013.

I	II	III	IV	V
---	----	-----	----	---

## Produksjonsdata og tidligere undersøkelser

Buktodden startet produksjon i 2004 og har ligget i nåværende posisjon siden 2016, og **Tabell 4** viser produksjon og fôrforbruk ved anlegget for inneværende generasjon og de tre foregående generasjonene. Tidligere C-undersøkelser og deres resultat er presentert i **Tabell 5**.

**Tabell 4:** Produksjonsdata og fôrforbruk for inneværende og de tre foregående generasjonene ved Buktodden (Produksjonstall hentet fra Nova Sea AS v/S. Anderson).

Utsett	Generasjon:	Produsert mengde (tonn)	Utfôret mengde (tonn)	Utslakt
27.8.10	10H	4157	4374	18.6.12
1.9.12	12H	6621	7112	20.5.14
23.9.14	14H	5709	6097	2.6.16
9.9.16	16H	7497	8043	-

**Tabell 5:** Tidligere C-undersøkelser ved Buktodden (Brokke, 2017; Ottesen, 2009). Nederste rad viser resultatene fra denne undersøkelsen.

Dato feltarbeid	Generasjon	Biomasse ved undersøkelse (t)	Utfôret mengde (t)	Produsert mengde (t)	Økologisk tilstand:	Miljøtilstand for stasjon C1
26.03.2009	-	-	350*	-	St. 1, 2, 3: I**	Ikke satt
31.01.2017	16H	755	567	596	C1: III C2, C3, C4, C5, C6: II	<b>1</b>
28.02/01.03.2018	16H	1680	8043	7497	C1: IV C3: III C2, C4, C5, C6: II	<b>2</b>

\*Fôrforbruk siste 12 mnd. før undersøkelse.

\*\*Basert på faunaindeksene H' og ES<sub>100</sub>

## 1. Materiale og metode

Akkreditert prøveinnsamling ble gjort fra Nova Sea sin båt den 28.02. og 01.03.2018. Undersøkelsen ble gjennomført i henhold til NS9410:2016 av Kristine Brokke og Nasir El Shaik fra Aqua Kompetanse AS. Akvaplan-niva AS har stått for akkrediterte analyser av prøvematerialet og akkreditert faglige vurderinger og fortolkninger (**Vedlegg A**). En oversikt over stasjonene og det faglige programmet for hver stasjon er gitt i **Tabell 6**.

**Tabell 6:** Oversikt over stasjoner, plassering av stasjoner etter NS9410:2016 og ASC Salmon Standard med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Eksempel-lokalitet. Bio = kvantitativ opparbeiding av makrofaunaprøver; Geo = geologiske analyser av kornfordeling (pelitt); Kjemi = kjemiske analyser av TOC, TOM og TN; EK = elektrokjemiske målinger av pH og  $E_h$ ; Cu = kobberanalyse; CTD = hydrografisk måling av salinitet, temperatur og oksygen.

Stasjoner	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Plassering etter NS9410	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone			
Parametere	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK -CTD	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK
Koordinater	66°18.546N 13°26.076Ø	66°18.570N 13°25.118Ø	66°18.524N 13°26.247Ø	66°18.727N 13°25.683Ø	66°18.696N 13°25.379Ø	66°18.590N 13°26.429Ø
Dybde (m)	172	168	172	172	165	169
Avstand til anlegg (m)	30*	540	140	200	380	260

\*Avstand fra prøvestasjon til nærmeste merd iht. til NS9410:2016: «Prøvestasjon C1: Stasjonen skal ligge fra 25 til 30 meter fra merdkant. Den skal legges mot den delen av anlegget der B-undersøkelsen viser at påvirkningen er størst.»

Buktodden er vurdert etter en C-undersøkelse i henhold til NS 9410:2016. Økende maksimal tillatt biomasse (MTB) gir økende antall prøvestasjoner, og med en MTB på 6 480 tonn ved Buktodden er veiledende antall prøvestasjoner 6, jmfør **Tabell 7**.

**Tabell 7:** Veiledende antall prøvestasjoner som skal tas per anlegg ut fra MTB og veiledende avstand fra anlegg til ytre sone, stasjon C2. Gjengitt etter NS 9410:2016.

MTB på lokaliteten (tonn)	Veiledende avstand fra anlegg til C2	Veiledende antall prøvestasjoner
≤ 1999	300	3
2000 til 3599	400	4
3600 til 5999	500	5
≥ 6000	500	6

### 1.1 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering

Undersøkelsesområdet ligger innerst i Sjonfjorden i Rana kommune i Nordland (**Figur 1**), i en arm som heter Sørfjorden. Sørfjorden er grunnere enn den øvrige Sjonfjorden, og fra Nordsjona på 600 meters dyp går en terskel på 130-meters dyp inn i Sørfjorden, som har et bredt platå på 170 meter. Anlegget strekker seg over dette platået med en jevn dybde under hele ramma på rundt 170 meter (**Figur 2**). Bunnsedimentet består hovedsakelig av leire.



**Figur 1:** Oversiktskart som viser anleggsplassering og undersøkelsesområdet. Målestokk vises i venstre hjørne 1:80 000. Kilde: Fiskeridirektoratets karttjeneste.

Vanntransporten følger fjordens orientering, der spredningsstrømmen beveger seg mot vest med hyppigste strømhastigheter mot 255-270, 240-255, 270-285 og 225-240 grader (Sivertsen, 2017). Strømhastighetene er vist i **Tabell 8**, og retningen spredningsstrømmen går i er markert i **Figur 2**.

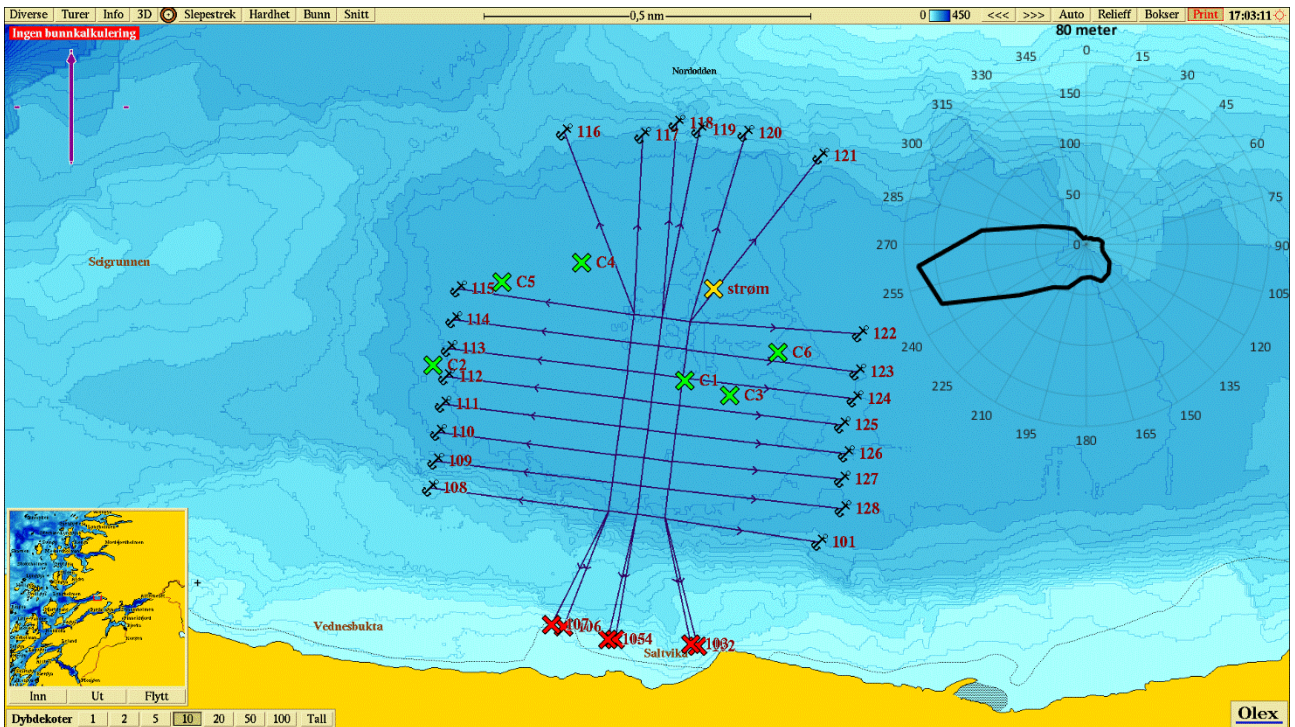
**Tabell 8:** Strømmålinger ved Buktodden. Målingene ble utført med fire SD 6000 rotormålere i perioden 05.07.-03.08.2017 (66°18.687N, 13°26.186Ø; Sivertsen 2017).

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimalhastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
5	4,3	28,8	8,9	24,0
15	2,2	10,6	4,5	51,9
80	1,1	7,2	1,4	92,7
130	1,3	8,8	2,0	87,5

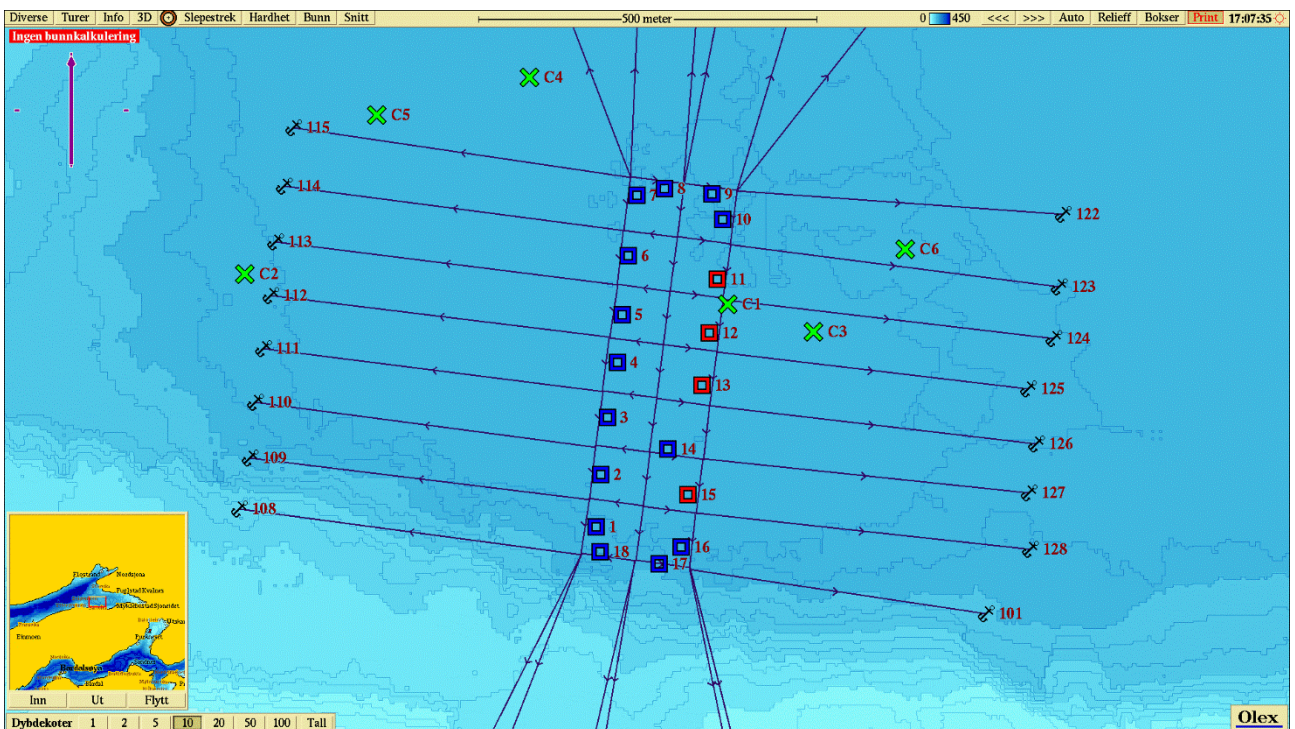
Forrige undersøkelse var tatt når det forelå en strømrappport som viste strøm både mot øst og vest, og når anlegget lå i en annen posisjon. Fortøyningene lå så tett, at alle stasjonene den gang ble lagt på en rekke nord i anlegget, både øst og vest for lokaliteten, der det var litt mer plass mellom fortøyningene. Denne gangen er det bedre plass mellom fortøyningene, og seneste måling av spredningsstrøm viser ensrettet strøm mot vest. Likevel viser forrige B-undersøkelse at sedimentet var mest påvirket på østsiden av anlegget (flere med tilstand 4-stasjoner). Derfor legges C1 på østsiden av anlegget og C2 på vestsiden (540 m fra anlegget). To stasjoner er beholdt fra forrige undersøkelse; C6 (260 m vest for anleggsrammen) og C4 (200 m nordvest). C5 måtte flyttes noe, da den nå lå ganske nær fortøyning, så den ble 380 m vest for anleggsrammen (20 m nord for gammel plassering), mens C3 også måtte flyttes pga. fortøyninger, og ligger nå 140 m vest fra anleggsrammen.

Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**. Posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 6**, slik at seinere prøver kan legges til de samme koordinat som ved denne undersøkelsen.





**Figur 2:** Kartet viser anleggsplassering sammen med C-stasjoner og fortøyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, strømrose viser vanntransport ( $m^3/m^2/døgn$ ) for hver 15° sektor på 80 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene i 2018 (66°18.687N, 13°26.186Ø; Sivertsen 2017). Målestokk vises øverst i figuren. Kilde: Olex.



**Figur 3:** Sjøkart som viser anleggsplassering og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Olsen, 2017) og C-undersøkelsens innerste stasjon (grønt kryss; C1). Målestokk vises øverst i figuren. Kilde: Olex.

## 1.2 Makrofauna og kjemisk/geologisk sedimentsammensetning

Makrofauna (bunndyr) og sedimentprøver ble samlet inn ved hjelp av en 0.1 m<sup>2</sup> Van Veen-grabb, og på hver prøvestasjon ble det foretatt tre grabbhugg. Makrofaunaprøver tas ut av to av huggene, og 100-300 ml geologi- og kjemiprøver tas ut av ett. For makrofauna ble sedimentet skylt over en 1 mm sikt, gjenværende innhold i sikt lagt på glass og tilsatt 4% formalin bufret med borax og iblandet bengalrose. Geologi- og kjemiprøvene fryses ned frem til analyse. Prøvene ble tatt i henhold til metodikk beskrevet i Norsk Standard NS:9410 av Aqua Kompetanse, og Akvaplan-niva AS har stått for akkrediterte analyser og tolkning av innsamlet materiale. For videre beskrivelse av metodikk og indekser for analyser av makrofauna, geologi og kjemi se rapport fra Akvaplan-niva AS i **Vedlegg A**.

### 1.2.1 Elektrokjemiske målinger

pH (syre-baselikevekter) og  $E_h$  (redokspotensial; reduksjons-oksidasjonslikevekter) ble målt i overflatesedimentet (ca. 1 cm ned) ved bruk av HQ40d multimeter og tilhørende pH- og redokselektroder (hhv. PHC201 og MTC101). Det ble også målt pH og  $E_{obs}$  i overflatevannet ved lokaliteten.

pH varierer vanligvis mellom 8,0 og 8,1 i atmosfærisk ekvilibert overflatevann, noe lavere i dypvann, og i anoksiske vannmasser og sedimenter kan pH være ned mot 7 (NS9410:2016). I atmosfærisk ekvilibert overflatevann ligger  $E_h$  på rundt 400 mV, mens anoksiske vannmasser og sedimenter vil ha  $E_h$  ned mot -200 mV.  $E_h$  (redokspotensial) bestemmes ut fra det observerte hvilepotensialet i prøven (målt verdi;  $E_{obs}$ ) og standardpotensialet til referanselektroden ( $E_{ref}$ , **Tabell 9**):

$$E_h = E_{obs} + E_{ref}$$

**Tabell 9:** Standardpotensiale til referanselektrode. Tilpasset fra MTC101 brukermanual (Hach Company, 2014).

Temperatur (°C)	Standardpotensiale i mV ( $E_{ref}$ )
0,0 – 4,9	224
5,0 – 9,9	221
10,0 – 14,9	217
15,0 – 19,9	214

### 1.2.2 Hydrografi

Hydrografi angår de kjemiske og fysiske havforholdene, slik som salinitet (saltinnhold), temperatur, sirkulasjon og løste gasser. Ekvilibrering med atmosfæren sørger for at overflatevannet i sjø holder en oksygenmetning på nært 100%, og gjerne overmettet (> 100%) på grunn av bølgebrytning, luftbobler og produksjon av oksygen gjennom fotosyntese. Under overflatevannet faller oksygeninnholdet som en følge av biologisk aktivitet, i hovedsak respirasjon fra bakterier som spiser organisk materiale som synker ned igjennom vannsøyla, så mengden løst gass varierer i tid og rom avhengig av biologisk aktivitet.

Mengden oppløst oksygen i vann blir formidlet på to hovedmåter – konsentrasjon i enten milligram eller milliliter, og metningsgrad i %. Oksygenkonsentrasjonen gir hvor mange mg/ml/mikromol oksygen som er løst i en liter av den aktuelle vannmassen. Metningsgraden gir forholdet mellom den aktuelle konsentrasjonen og den konsentrasjonen som ville blitt målt ved 100% metning, det vil si når konsentrasjonen oppløst oksygen er lik oksygenets løselighet. Videre er oksygenets løselighet avhengig av vannmassenes temperatur, salinitet og trykk. Med økende trykk øker løseligheten, og med økende temperatur og salinitet synker løseligheten. En vannmasse med høyere temperatur og salinitet vil derfor nå 100% metning ved lavere oksygenkonsentrasjon enn en vannmasse på samme dyp med lavere temperatur

og salinitet. Oksygenkonsentrasjonen i dypvann er viktig for den helhetlige tilstanden i et område, og klassifiseringen av oksygenet i slike vannmasser er gitt i **Tabell 10**.

**Tabell 10:** Klassifisering av tilstand for oksygen i dypvannet ved salinitet over 20‰ (gjengitt etter Veileder 02:2013).

				Tilstandsklasser				
				I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Parameter	Veileder	Måleenhet						
Dypvann	Oksygen	97:03	ml O <sub>2</sub> / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygenmetning*	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20

\*Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C.

Vannets tetthet, masse per volumdel (kg/m<sup>3</sup>, eventuelt g/cm<sup>3</sup>), er i hovedsak avhengig av temperatur og salinitet. Tettheten kontrollerer vannkolonnens vertikale struktur, med tettere vannmasser dypere i vannkolonnen. Ved å øke saliniteten og senke temperaturen øker tettheten, og ved å senke saliniteten og øke temperaturen minsker tettheten. Hvis en vannprofil viser at tettheten endres raskt med økende dybde har man en pyknoklin – et delingslag mellom to vannlag som har ulik tetthet, enten på grunn av forskjell i temperatur eller salinitet (hhv. termoklin og haloklin), eller en kombinasjon av de to.

Det ble utført målinger av salinitet, temperatur og oksygen ved dypeste prøvestasjon (C4, nordvest for lokaliteten; **Figur 2**) av Aqua Kompetanse AS. Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en SAIV205 oksygensensor. Instrumentet målte annethvert sekund ned og opp igjennom vannsøylen. Registrerte data ble bearbeidet ved bruk av SAIV AS eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft SD200W og figurer er fremstilt i samme program. Data presentert i figurer er hentet fra overflaten og ned til bunnen (down-cast). All rådata er lagret hos Aqua Kompetanse AS.

### 1.3 Undersøkelsesfrekvens

I følge NS 9410:2016 er det satt forskjellige frekvenser for prøvestasjon C2 og overgangssonestasjonene (C3, C4, osv.) (**Tabell 11**). Hvis frekvensene på C2 og overgangssonestasjonene ikke er like skal lokaliteten bli undersøkt etter den tilstandsklassen som gir hyppigst undersøkelsesfrekvens. Miljøtilstanden til anleggssonestasjon C1 inngår ikke i fastsettingen av undersøkelsesfrekvens, men får en egen vurdering etter resultatene fra makrofauna-undersøkelsen. Ved første produksjonssyklus skal det tas C-undersøkelse uavhengig av forundersøkelsens resultat på C-undersøkelsen.

**Tabell 11:** Undersøkelsesfrekvens ved ulike tilstandsklasser for hver av stasjonsklassene. Gjengitt etter NS9410:2016.

Stasjon	Tilstandsklasse	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Svært god eller god		X
Samlet for C3, C4, osv.	Moderat	X	
	Svært god eller god		X

## 2. Resultat

### 2.1 Makrofauna og kjemiske analyser

For fullstendig rapport på resultatene fra analysene av makrofauna og geologi/kjemi, se rapport fra Akvaplan-niva i **Vedlegg A**.

### 2.2 Elektrokjemiske målinger og sensoriske registreringer

Samtlige stasjoner hadde pH >7,1 og positiv Eh. **Tabell 12** viser pH, observert hvilepotensiale (målt verdi;  $E_{obs}$ ) og redokspotensiale ( $E_h$ ) basert på  $E_{obs}$  og  $E_{ref}$  ved alle stasjonene, og **Tabell 13** viser resultater fra elektrokjemiske målinger i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale ( $E_{ref}$ ) basert på sedimenttemperatur (jamfør **Tabell 9**).

**Tabell 12:** Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og  $E_h$  ved Buktodden.  $E_{obs}$  = observert hvilepotensial i prøven (målt verdi);  $E_h$  = redokspotensial, bestemt ut fra  $E_{obs}$  og  $E_{ref}$  ( $E_h = E_{obs} + E_{ref}$ ).

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
pH	7,41	7,54	7,16	7,44	7,52	7,26
$E_{obs}$ (mV)	-191	-72	-145	81	107	64,6
$E_h$ ( $E_{obs} + E_{ref}$ )	30	149	76	302	328	285,6

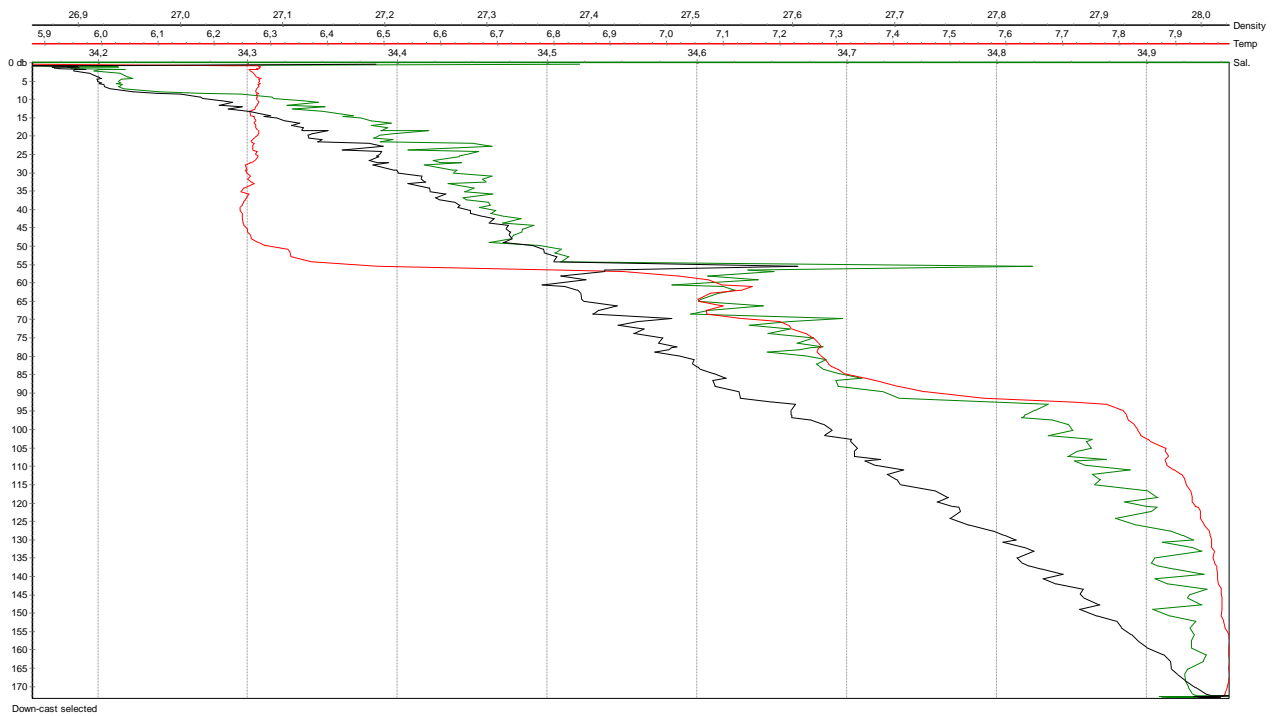
**Tabell 13:** Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og  $E_{obs}$  i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale ( $E_{ref}$ ) basert på sedimenttemperatur ved Buktodden 28.02 og 01.03.2018.  $E_h$  i sjø er ikke kalkulert.

Buffertemperatur:	5,8/12°C	pH sjø:	8,06/8,07
Sjøtemperatur:	5,5/5,5°C	$E_{obs}$ sjø:	91/97
Sedimenttemperatur:	6,1/6,9°C	$E_{ref}$ sediment:	221

I anleggssonen (stasjon C1) ble det registrert noe lukt ved et av grabbhuggene, de øvrige huggene og de øvrige stasjonene hadde hverken misfarging eller lukt. På alle stasjonene besto sedimentet av leire, med innslag av silt ved stasjon C3, C4 og C6. Geologiske analyser er utført av Akvaplan-niva viste pelittandeler (kornfordeling, % < 0,063µmm) mellom 75 og 95% (se rapport fra Akvaplan-niva i **Vedlegg A**). C1 og C5 hadde en fyllingsgrad på mellom ¼ og ¾, mens de øvrige stasjonene hadde fyllingsgrad > ¾.

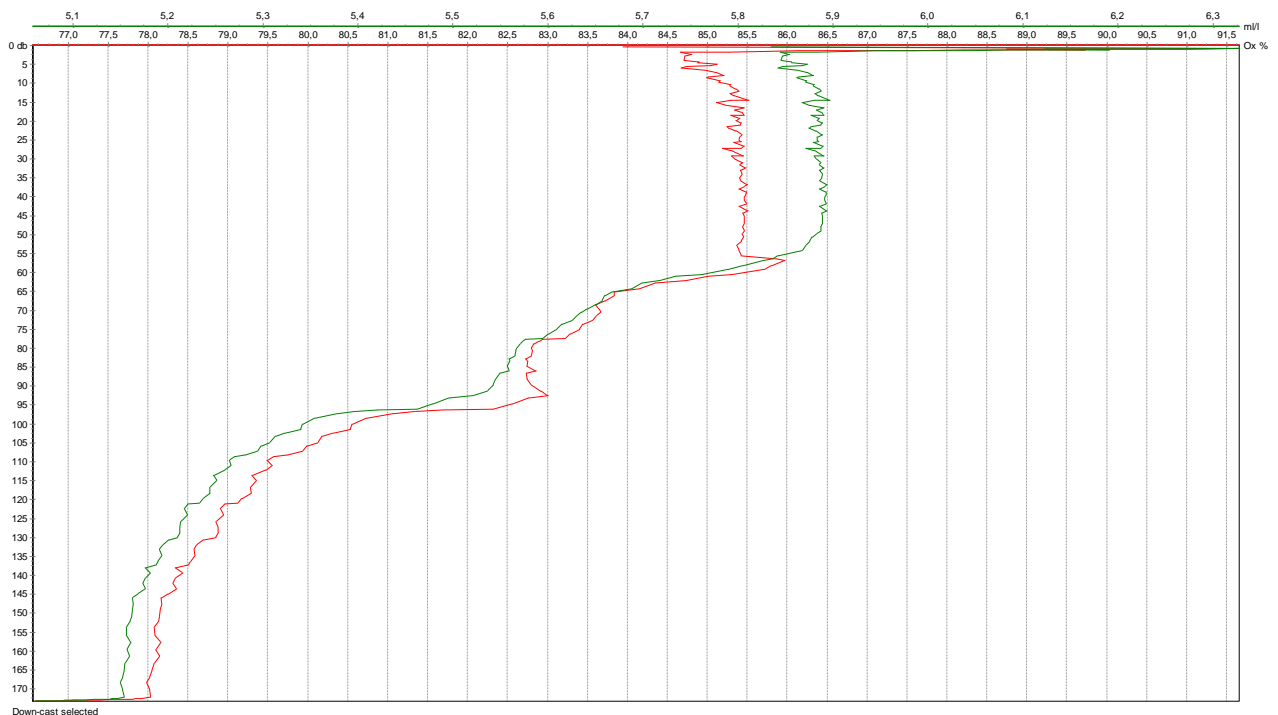
### 2.3 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved lokaliteten (C4; **Figur 3**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 5** og **6**.



**Figur 4:** Sjøtemperatur (°C; rød), salinitet (‰; grønn) og tetthet (-1000 kg/m<sup>3</sup>) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 172 meters dyp ved stasjon C4 den 01.03.2018.

Temperaturen i de øverste 50 m ved Buktodden ligger på 6,2-6,3°C, ved 50 m dyp øker temperaturen raskt, og ved 70 m dyp har sjøtemperaturen økt til 7,2°C. Temperaturen fortsetter å stige nedover vannsøyla, og i bunnvannet ligger temperaturen på 8,0°C. Overflatevannet har en salinitet på 34,18‰. Saliniteten stiger nedover i vannsøyla, og bunnvannet har en salinitet på 34,93‰.



**Figur 5:** Oksygenmetning (%; rød) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; grønn) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 172 meters dyp ved stasjon C4 den 01.03.2018.

I de øverste 50 m av vannsøyla ved Buktodden ligger oksygenkonsentrasjonen på 5,9-6,3 ml O<sub>2</sub>/l (85-91% metning). Fra 50 m synker oksygenkonsentrasjonen ned mot bunn på 172 m. Bunnvannet har en oksygenkonsentrasjon på 5,1 ml O<sub>2</sub>/l, som svarer til tilstand I «Svært god» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i **Tabell 10**.

#### 2.4 Bilder av sediment



**Figur 6:** Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av leire, og hadde en pelittandel på 75% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



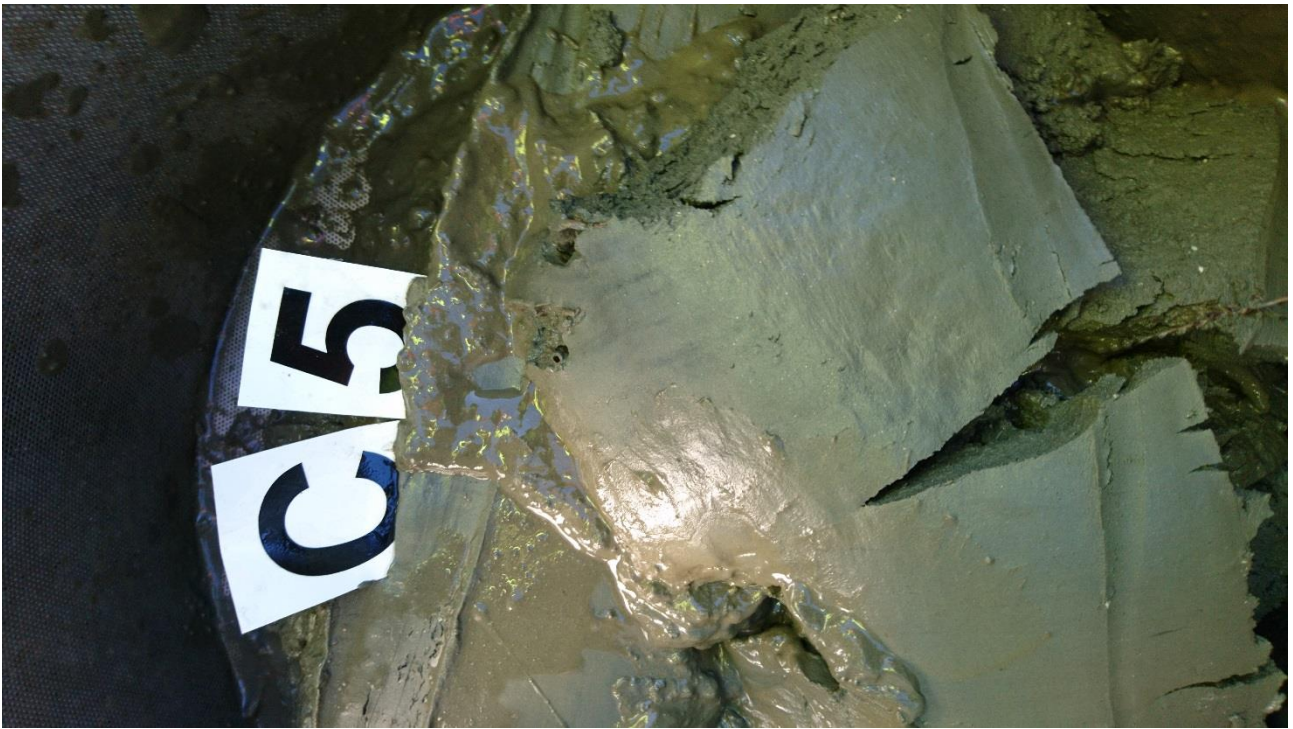
**Figur 7:** Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av leire, og hadde en pelittandel på 88% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



**Figur 8:** Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av leire og silt, og hadde en pelittandel på 76% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



**Figur 9:** Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av leire og silt, og hadde en pelittandel på 94% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



**Figur 10:** *Bilde av sedimentet ved C5. Sedimentet besto av leire, og hadde en pelittandel på 72% (se Akvaplan-niva rapport i Vedlegg A). Foto: Aqua Kompetanse AS.*



**Figur 11:** *Bilde av sedimentet ved C6. Sedimentet besto av leire og silt, og hadde en pelittandel på 95% (se Akvaplan-niva rapport i Vedlegg A). Foto: Aqua Kompetanse AS.*



### 3. Oppsummering

Pielous jevnhetsindeks (J) viste at individfordelingen var ujevn ved C1 og C3, og noe jevnere ved de øvrige stasjonene. På C1 og C3 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata*, mens øvrige arter blant topp-ti på disse stasjonene hovedsakelig tilhørte økologisk gruppe III (tolerante arter) og IV (opportunistiske arter).

Ved C4 og C6 dominerte en opportunistisk børstemark *Pseudopolydora paucibranshata*, mens den tolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii* var mest tallrik på C5. Det ble ikke funnet forurensningsindikatorer blant topp-ti ved C4-C6. Ellers var det en naturlig blanding av representanter fra de fleste økologiske gruppene blant topp-ti på disse stasjonene.

Den ytre stasjonen, C2, var dominert av en opportunistisk børstemark, og hadde ellers representanter fra samtlige økologiske grupper, med unntak av forurensningsindikatorer, blant topp-ti arter.

TOC-nivået var forhøyet ved C1 og C3 (tilstandsklasse III – moderat), mens de øvrige stasjonene hadde lave nivåer (tilstandsklasse I – svært god). Nivåene av TOM og TN og C/N var lave ved samtlige stasjoner. Sedimentene bestod i hovedsak av leire, med innslag av silt ved noen stasjoner og pelittandeler på mellom 72 og 95 % (finkornet). Anleggsstasjonen, C1, var belastet med kobber (tilstandsklasse IV). De elektrokjemiske målingene viste gode pH- og Eh-verdier ved alle stasjonene.

Det ble ikke registrert misfarging av sediment ved noen av stasjonene. Det ble registrert noe lukt ved et hugg (av tre) ved stasjon C1, de øvrige stasjonene hadde normal lukt. Oksygenmålingene ved stasjon C4 viste gode forhold, og oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet lå på 5,1 ml O<sub>2</sub>/l (tilstandsklasse I – meget god).

I 2017 ble det utført en C-undersøkelse ved Buktodden. Stasjon C4, C5 og C6 er beholdt fra denne undersøkelsen og kan sammenliknes. Det er liten forandring siden 2017 ved disse stasjonene. TOC-nivåene har gått noe ned ved alle stasjonene, og har gått fra tilstandsklasse I og II i 2017 til tilstandsklasse I i 2018 ved alle tre stasjonene. Bunndyrssamfunnet ligger fortsatt i økologisk tilstandsklasse II – god.

Den ytre sonen ved Buktodden er klassifisert til å være god, og samlet tilstandsklassifisering av overgangssonen ga også god tilstand. Undersøkelsesfrekvensen videre skal derfor være mellom hver tredje produksjonssyklus (jamfør **Tabell 11**).

#### 4. Referanser

Brokke, K. (2017) C-undersøkelse ved Buktodden, Rana kommune, januar 2017. Rapportnummer 30-1-17C levert av Aqua Kompetanse AS.

Hach Company (2014) User Manual gel filled ORP/Redox Probe: Model MTC10101, MTC10103, MTC10105, MTC10110, MTC10115 or MTC10130. doc022.53.80033. Edition 4.

Molvær, J. et al. (1997) Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03.

Norsk Standard 5667-19 (2004). Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667:2004). Standard Norge. NS-EN ISO 5667-19: 2004.

Norsk Standard 16665 (2013) Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665: 2014). Standard Norge. NS-EN ISO 16665:2013.

Norsk standard 9410 (2016) Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. NS 9410:2016.

Olsen, A.A. (2017) B-undersøkelse ved Buktodden i Rana kommune, november 2017. Rapportnummer 281-11-17B levert av Aqua Kompetanse AS.

Ottesen, K (2009) Nova Sea as C-undersøkelse på lokalitet Buktodden Mars 2009. Fjord Forsøksstasjon Helgeland As.

Sivertsen, K. (2017) Vannstrømmåling ved Buktodden i Sjona, Rana, juli-august2017. Rapportnummer 207-8-17S levert av Aqua Kompetanse AS.

Veileder 02:2013 (2013) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Norsk klassifiseringssystem i henhold til vannforskriften. Revidert 2015. Vannportalen.no

Veileder TA 2229/2207 (2007) Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann - Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensningstilsyn.

Vedlegg A – Akvaplan-niva rapport

Aqua Kompetanse AS  
**ASC-C undersøkelse Buktodden, 2018.**  
Bløtbunn.



Akvaplan-niva AS Rapport: 60146.01



**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> Aqua Kompetanse. ASC-C undersøkelse Buktodden, 2018. Bløtbunn.	
<b>Forfatter(e) / Author(s)</b> Roger Velvin	<b>Akvaplan-niva rapport nr / report no</b> 60146.01
	<b>Dato / Date</b> 06.06.2018
	<b>Antall sider / No. of pages</b> 14 + Vedlegg
	<b>Distribusjon / Distribution</b> Gjennom oppdragsgiver
<b>Oppdragsgiver / Client</b> Aqua Kompetanse AS. 7770 Flatanger	<b>Oppdragsg. referanse / Client's reference</b> Kristine Brokke
<b>Sammendrag / Summary</b> Det er gjennomført en ASC-C undersøkelse ved lokaliteten Buktodden. Foreliggende delrapport presenterer resultatene fra bløtbunnundersøkelsen og inkluderer økologisk tilstandsklassifisering av bløtbunnsamfunn, samt geokjemiske analyser og klassifisering av sedimenter.	
<b>Prosjektleder / Project manager</b>  Roger Velvin	<b>Kvalitetskontroll / Quality control</b>  Hans-Petter Mannvik

© 2018 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

# INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord.....	2
1 Materiale og metode.....	3
1.1 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr.....	3
1.2 Geokjemiske analyser .....	3
1.2.1 Total organisk materiale (TOM).....	3
1.2.2 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling .....	3
1.2.3 Total nitrogen (TN) - Kjeldahl nitrogenbestemmelse .....	4
1.2.4 Metallanalyse - kobber (Cu) .....	4
1.3 Bunndyr.....	4
1.3.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn .....	4
1.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser .....	4
2 Resultater .....	6
2.1 Geokjemiske analyser .....	6
2.1.1 TOC, TOM, TN, C/N og kornfordeling .....	6
2.1.2 Kobber i sedimentene .....	6
2.2 Bunndyr.....	6
2.2.1 Kvantitative bunndyrsanalyser .....	6
3 Sammenfattende vurderinger.....	11
3.1 Sammenfatning og konklusjon .....	11
3.1.1 Sammenfatning .....	11
3.1.2 Konklusjon .....	11
3.1.3 Miljøutvikling siden januar 2017 .....	11
4 Referanser .....	12
5 Vedlegg.....	13
Vedlegg 1. Bunndyrstatistikk og artslister .....	13
Vedlegg 2. Analysebeviser .....	36

# Forord

---

Akvaplan-niva har gjennomført geokjemiske analyser og karakterisering av bløtbunnsamfunnene ved lokaliteten Buktodden. Oppdragsgiver har vært Aqua Kompetanse AS. Resultatene inngår i selskapets rapportering fra en ASC-C undersøkelse ved lokaliteten.

Følgende personer har deltatt:


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

Aqua Kompetanse har gjennomført alle feltinnsamlingene.

## 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.

Tromsø, 06.06.2018



Prosjektansvarlig ved Akvaplan-niva

# 1 Materiale og metode

## 1.1 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr

En oversikt over det faglige programmet for bløtbunnundersøkelsen er gitt i Tabell 14.

**Tabell 14. Faglig program for bløtbunnundersøkelsen ved Buktodden, 2018. TOM = total organisk materiale. TOC = total organisk karbon, Cu = kobber. TN = total nitrogen, Korn = kornfordeling.**

Stasjon	Type undersøkelse
C1/ASC1	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
ASC2	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C3/ASC3	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C4/ASC4	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C5	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
C6	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
C2	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
ASCref1	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
ASCref2	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.

For gjennomføring og opparbeiding er følgende standarder og kvalitetssikringssystemer benyttet:

- ISO 5667-19. *Guidance on sampling of marine sediments.*
- ISO 16665:2014. *Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft bottom macro fauna.*
- NS 9410:2016. *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine oppdrettsanlegg.*
- Prosedyreark. *KvalitetsMåndbok for Akvaplan-niva.*
- M-608/2016. *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.* Miljødirektoratet, 2016.
- Veileder 02:2013 (rev. 2015). *Klassifisering av miljøtilstand i vann.* Norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til Vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.

Posisjoner og dyp for stasjonene ved Buktodden er gitt i Tabell 15.

**Tabell 15. Stasjonsdyp og -koordinater, Buktodden 2018.**

Stasjon	Dyp, m	Posisjon
C1/ASC1	172	N 66°18,546 – Ø 13°26,076
ASC2	173	N 66°18,557 – Ø 13°25,859
C3/ASC3	172	N 66°18,524 – Ø 13°26,247
C4/ASC4	172	N 66°18,727 – Ø 13°25,683
C5	165	N 66°18,696 – Ø 13°25,3791
C6	169	N 66°18,590 – Ø 13°26,429
C2	168	N 66°18,570 – Ø 13°25,118
ASCref1	170	N 66°18,494 – Ø 13°26,741
ASCref2	163	N 66°18,497 – Ø 13°27,404

## 1.2 Geokjemiske analyser

### 1.2.1 Total organisk materiale (TOM)

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

### 1.2.2 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling

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



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

Klassifisering av miljøtilstanden for sedimentene er basert på normalisert TOC, og ble gjennomført i henhold til Veileder 02:2015 (rev 2015).

#### **Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sediment.**

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

### **1.2.3 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.

### **1.2.4 Metallanalyse - kobber (Cu)**

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

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

#### *Tilstandsklassifisering for kobber i marine sedimenter.*

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

## **1.3 Bunnedyr**

### **1.3.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn**

Utslipp av organisk materiale (fôrrester/fekalier) fra 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 kan i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold i sedimentet.

### **1.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser**

Det ble innsamlet to prøver (replikater) på hver av stasjonene iht. retningslinjene i NS 9410:2016. 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 1 for beskrivelse av analysemetoder. For økologisk tilstandsklassifisering er Direktoratgruppens veileder 02:2013 benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks (H')
- Hurlberts diversitetsindeks (ES<sub>100</sub>) - forventet antall arter pr. 100 individer

- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks ( $ISI_{2012}$ ), uegnet ved lavt individ/artstall
- Indeks for individtetthet (DI), benyttes ved lavt individtall
- 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 02:2013).**

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

Det er også utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen iht. kap. 8.6.3 i NS 9410:2016. Stasjonene C1 og C2 er ikke med i denne beregningen.

## 2 Resultater

### 2.1 Geokjemiske analyser

#### 2.1.1 TOC, TOM, TN, C/N og kornfordeling

Nivåer av total organisk materiale (TOM), total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), C/N-forholdet og kornfordeling i sedimentene er presentert i Tabell 16.

TOM-nivåene var lave og varierte mellom 3,7 og 6,3 %. TN-nivåene var også lave (1,1 – 2,5 mg/g). TOC-nivået var forhøyet i sediment fra C1 og C3 (tilstandsklasse III) og generelt lave på de øvrige stasjonene (tilstandsklasse I og II). C/N-forholdet var relativt lavt på alle stasjonene. Sedimentene var finkornet med pelittandeler mellom 72 og 95 %.

**Tabell 16. Sedimentanalyser, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N og kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm). Buktodden, 2018.**

St.	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt
C1/ASC1	6,3	27,1	31,6	III Moderat	2,0	13,9	75
ASC2	5,3	21,8	25,3	II God	2,4	9,1	81
C3/ASC3	6,0	24,7	29,1	III Moderat	2,5	9,8	76
C4/ASC4	5,1	16,2	17,4	I Svært god	1,9	8,4	94
C5	3,7	11,4	16,4	I Svært god	1,1	10,4	72
C6	5,6	17,4	18,3	I Svært god	1,6	10,7	95
C2	4,5	12,2	14,2	I Svært god	1,6	7,9	88
ASCref1	5,0	14,4	15,7	I Svært god	1,4	10,3	93
ASCref2	5,1	14,3	15,3	I Svært god	1,3	11,0	95

\* Tilstandsklassifisering (02:2013-rev.2015) basert på TOC forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelitt < 0.063 mm) iht. til formelen: Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), hvor F er andel av finstoff (Aure m.fl., 1993).

#### 2.1.2 Kobber i sedimentene

Nivåene av kobber er presentert i Tabell 17. Kobbernivåene var forhøyet i alle undersøkte sedimenter med klasse IV på C1, og klasse II/III på de andre stasjonene.

**Tabell 17. Sedimentanalyser. Kobber (Cu), i mg/kg TS, Buktodden 2018.**

Stasjon	Cu	Tilst.klassif. Cu
C1/ASC1	123	Klasse IV
ASC2	39,6	Klasse II/III
C3/ASC3	61,5	Klasse II/III
C4/ASC4	27,6	Klasse II/III
C5	ia	ia
C6	ia	ia
C2	ia	ia
ASCref1	28,8	Klasse II/III
ASCref2	26,7	Klasse II/III

ia = ikke analysert

## 2.2 Bunndyr

### 2.2.1 Kvantitative bunndyrsanalyser

#### 2.2.1.1 Artsmangfold, ømfintlighet og jevnhet

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene er presentert i Tabell 18. Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet.

Antall individer varierte fra 1122 (C2) til 2859 (C3) og antall arter fra 9 (C1) til 96 (ASCref1 og C5). På C1 viste de fleste faunaindeksene, inklusiv nEQR, økologisk tilstandsklasse IV "Dårlig". På C3 og ASC2 ga de fleste indeksene og nEQR klasse III "Moderat", mens de øvrige stasjonene lå i klasse II "God".

ASC-C undersøkelse Buktodden, 2018.

Akvaplan-niva AS Rapport nr. 60146.01

En samlet klassifisering for stasjonene C3, C4, C5 og C6 i overgangssonen ga 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. Individfordelingen var ujevn på C1, ASC2 og C3 med indekser på hhv. 0,43, 0,56 og 0,57. På de øvrige stasjonene var fordelingen noe jevnere med indekser mellom 0,62 og 0,71.

**Tabell 18. 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 (ekskl. DI). DI = tetthetsindeks. Buktodden 2018. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2013.**

St.	Individer	Ant arter	H'	ES <sub>100</sub>	NQI1	ISI <sub>2012</sub>	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
C1/ASC1	1280	9	1,23	4,4	0,33	5,46	9,80	0,236	0,75	5,171	0,43
ASC2	2807	54	3,03	14,4	0,54	7,68	14,55	0,521	1,10	4,317	0,56
C3/ASC3	2859	61	3,14	15,0	0,55	8,03	15,70	0,545	1,10	4,211	0,57
C4/ASC4	1200	83	4,12	26,8	0,71	10,03	21,47	0,722	0,71	2,806	0,69
C5	1353	83	4,05	27,3	0,73	10,29	22,04	0,733	0,78	2,573	0,67
C6	2159	96	3,85	24,0	0,67	9,45	20,39	0,685	0,98	3,311	0,62
C2	1122	62	3,70	19,9	0,68	10,45	21,69	0,697	0,70	2,678	0,68
ASCref1	1684	96	4,25	27,2	0,71	9,47	21,51	0,718	0,88	2,884	0,69
ASCref2	1782	83	4,29	26,4	0,72	9,94	21,22	0,724	0,90	2,491	0,71

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

C3, C4, C5, C6	-	-	3,79	23,3	0,67	9,45	19,9	0,671	0,89	3,225	0,64
----------------	---	---	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------

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

### 2.2.1.2 ASC vurdering av bunndyrssamfunnet på C1 innenfor AZE

Under er det gjort en vurdering av hvorvidt bløtbunnsamfunnet på stasjonen innenfor AZE (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 19.

På C1/ASC1 innenfor AZE ble det funnet tre arter med mer enn 100 individer per m<sup>2</sup>. To av disse var ikke forurensningsindikatorer. Følgelig ble ASC-kravet innfridd.

**Tabell 19. Taksa med flere enn 100 individer per m<sup>2</sup> på stasjon C1 innenfor AZE, Buktodden 2018.**

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m <sup>2</sup>	Antall per m <sup>2</sup>	NSI økologisk gruppe*
C1/ASC1	Capitella capitata	925	4625	V
	Thyasira sarsii	187	935	IV
	Paramphinome jeffreysii	146	730	III

\*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.

### 2.2.1.1 NS 9410 Vurdering av bunndyrssamfunnet på stasjonen i anleggssonen (C1).

I følge NS 9410:2016 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bunndyrssamfunnet. Tabell 20 viser antall arter, kumulativ prosent for dominerende taksa og klassifisering av miljøtilstanden for bløtbunnsamfunnet på stasjon C1. Data for antall arter og dominerende taksa er hentet fra Tabell 18 og Tabell 21.

Bløtbunnsamfunnet ble klassifisert til miljøtilstand 2 "God". Kriteriet for miljøtilstand 2 er tilstedeværelse 5 - 19 arter, hvorav ingen utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.

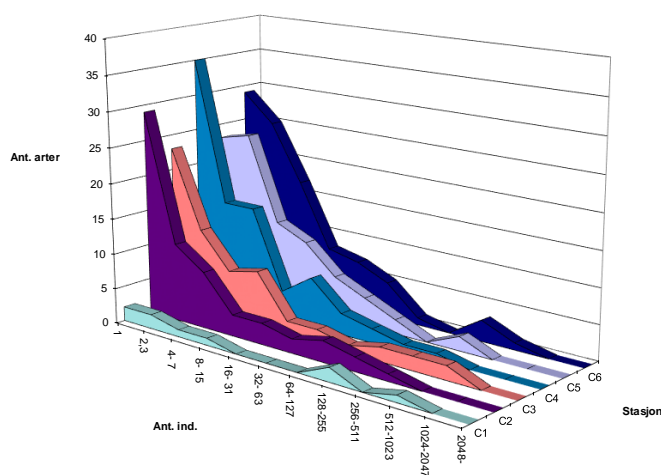
**Tabell 20. NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen C1, Buktodden, 2018.**

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa - %	Miljøtilstand - NS 9410
C1	Buktodden	9	Capitella capitata – 72 %	2 God

### 2.2.1.2 Geometriske klasser

Figur 4 viser antall arter plottet mot antall individer, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser. Det vises til Vedlegg 1 for en forklaring av begrepet geometriske klasser og beskrivelse av metoden. Bakgrunnen for analysen er at et upåvirket samfunn består av mange arter med lavt individtall, slik at kurven starter høyt på y-aksen. Et forstyrret samfunn har færre arter og noen få av dem svært tallrike, slik at kurven flater ut og strekker seg mot høyere klasser.

Kurven for C1 hadde utpreget lavt startpunkt og strakk seg forholdsvis langt ut mot høyere klasser, noe som indikerer faunaforstyrrelse. De andre kurvene hadde naturlig høye startpunkter, men strakk seg nokså langt ut mot høyere klasser. Kurveforløpene ga ingen entydige indikasjoner på faunatilstanden.

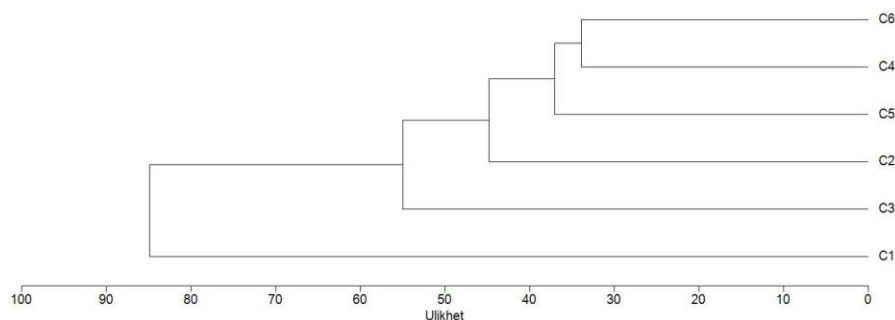


**Figur 4. Bløtbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bløtbunnstasjonene ved Buktodden, 2018 (pr. 0,2 m<sup>2</sup>).**

### 2.2.1.3 Clusteranalyser

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet (se metodebeskrivelse i Vedlegg 1). Resultatene fra denne er presentert i dendrogram i Figur 5. I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom stasjonene uttrykt langs den horisontale aksene. To stasjoner med identisk arts- og individfordeling vil få 0 % ulikhet, mens to stasjoner uten like arter, vil få 100 % ulikhet. Metoden gjør det dermed mulig å identifisere grupper av stasjoner med like arts- og individforhold. I tillegg gjør den det lettere å synliggjøre eventuelle avvik som for eksempel kan knyttes til antropogene påvirkninger av bunndyrssamfunnet. Clusterplottet viser at C4, C5 og C6 var mer enn 64 % lik hverandre i faunasammensetning. C2 var 57 % lik disse og C3 45 % lik de fire nevnte stasjonene. C1 var bare 15 % lik de øvrige stasjonene i faunasammensetning.

*Buktodden C-undersøkelse 2018. Stasjoner uten juvenile  
Group average*



**Figur 5. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnsfaunaen ved Buktodden, 2018.**

### 2.2.1.4 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en "topp-ti" artsliste fra hver stasjon i Tabell 21. 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, ASC2 og C3 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark) med hhv. 72, 35 og 26 % av individmengden. De andre dominante artene på de tre stasjonene var hovedsakelig opportunistiske og tolerante.

På C4 og C6 dominerte den opportunistiske børstemarken *Pseudopolydora paucibranchiata* med hhv. 24 og 27 %. Den tolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii* var mest tallrik på C5 og ASCref1 (25 og 18 %).

På C2 dominerte den opportunistiske børstemarken *Heteromastus filiformis* (23 %), mens den tolerante børstemarken *Spiophanes kroyeri* toppet listen på ASCref2 med 19 % av individmengden. På de seks sistnevnte stasjonene var det ellers en naturlig blanding av representanter fra de fleste økologiske gruppene, unntatt forurensningsindikatorer blant topp-ti.

**Tabell 21. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe\* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Buktodden, 2018.**

C1	Ant.	Kum.	EG	ASC2	Ant.	Kum.	EG
<i>Capitella capitata</i>	925	72 %	V	<i>Capitella capitata</i>	990	35 %	V
<i>Thyasira sarsii</i>	187	87 %	IV	<i>Thyasira sarsii</i>	469	52 %	IV
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	146	98 %	III	<i>Heteromastus filiformis</i>	444	68 %	IV
<i>Ophryotrocha</i> sp.	9	99 %	IV	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	229	76 %	III
Nemertea indet.	7	100 %	III	<i>Abra nitida</i>	195	83 %	III
<i>Mediomastus fragilis</i>	2	100 %	IV	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	159	89 %	IV
<i>Syllis cornuta</i>	2	100 %	III	<i>Chaetozone</i> sp.	47	90 %	III
<i>Nebalia</i> sp.	1	100 %	V	<i>Notomastus latericeus</i>	34	91 %	I
<i>Trypanosites longipes</i>	1	100 %	I	<i>Pholoe assimilis</i>	33	93 %	III
				<i>Thyasira equalis</i>	29	94 %	III
C3	Ant.	Kum.	EG	C4	Ant.	Kum.	EG
<i>Capitella capitata</i>	751	26 %	V	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	290	24 %	IV
<i>Heteromastus filiformis</i>	737	52 %	IV	<i>Heteromastus filiformis</i>	195	40 %	IV
<i>Thyasira sarsii</i>	370	65 %	IV	<i>Abra nitida</i>	122	51 %	III
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	312	76 %	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	104	59 %	III
<i>Abra nitida</i>	166	82 %	III	<i>Pista mediterranea</i>	57	64 %	ik
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	154	87 %	IV	<i>Yoldiella lucida</i>	54	69 %	II
<i>Chaetozone</i> sp.	70	90 %	III	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	50	73 %	I
<i>Thyasira equalis</i>	46	91 %	III	<i>Diplocirrus glaucus</i>	27	75 %	II
<i>Pholoe assimilis</i>	32	92 %	III	<i>Thyasira equalis</i>	24	77 %	III
<i>Galathowenia oculata</i>	31	93 %	III	<i>Chirimia biceps</i>	22	79 %	II
C5	Ant.	Kum.	EG	C6	Ant.	Kum.	EG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	333	25 %	III	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	573	27 %	IV
<i>Heteromastus filiformis</i>	320	48 %	IV	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	329	42 %	III
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	79	54 %	I	<i>Heteromastus filiformis</i>	300	56 %	IV
<i>Abra nitida</i>	67	59 %	III	<i>Abra nitida</i>	262	68 %	III
<i>Pista mediterranea</i>	47	62 %	ik	<i>Melinna elisabethae</i>	65	71 %	II
<i>Thyasira equalis</i>	47	66 %	III	<i>Pista mediterranea</i>	60	73 %	ik
<i>Yoldiella lucida</i>	45	69 %	II	<i>Thyasira sarsii</i>	60	76 %	IV
<i>Eriopisa elongata</i>	42	72 %	II	<i>Diplocirrus glaucus</i>	42	78 %	II
<i>Kelliella miliaris</i>	27	74 %	III	<i>Maldane sarsi</i>	36	80 %	IV
Ostracoda indet.	27	76 %	II	<i>Galathowenia oculata</i>	34	81 %	III

Tabell 21 forts.

<b>C2</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>	<b>ASCref1</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>
Heteromastus filiformis	257	23 %	IV	Paramphinome jeffreysii	303	18 %	III
Paramphinome jeffreysii	164	38 %	III	Heteromastus filiformis	271	34 %	IV
Abra nitida	148	51 %	III	Abra nitida	229	47 %	III
Pista mediterranea	111	61 %	ik	Pseudopolydora paucibranchiata	168	57 %	IV
Onchnesoma steenstrupii	76	67 %	I	Melinna elisabethae	68	61 %	II
Thyasira equalis	76	74 %	III	Thyasira equalis	60	65 %	III
Eriopisa elongata	62	80 %	II	Pista mediterranea	59	68 %	ik
Thyasira sarsii	47	84 %	IV	Yoldiella lucida	58	72 %	II
Caudofoveata indet.	21	86 %	II	Eriopisa elongata	44	74 %	II
Drilonereis filum	16	87 %	II	Thyasira sarsii	36	77 %	IV
<b>ASCref2</b>	<b>Ant.</b>	<b>Kum.</b>	<b>EG</b>				
Spiophanes kroyeri	336	19 %	III				
Heteromastus filiformis	217	31 %	IV				
Pseudopolydora paucibranchiata	203	42 %	IV				
Maldane sarsi	156	51 %	IV				
Abra nitida	113	58 %	III				
Yoldiella lucida	81	62 %	II				
Kelliella miliaris	71	66 %	III				
Paramphinome jeffreysii	58	69 %	III				
Eriopisa elongata	51	72 %	II				
Thyasira sarsii	45	75 %	IV				

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

Ik = ikke kjent gruppe.

## 3 Sammenfattende vurderinger

---

### 3.1 Sammenfatning og konklusjon

#### 3.1.1 Sammenfatning

Resultatene fra bløtbunnundersøkelsen ved lokaliteten Buktodden i 2018 kan sammenholdes som følger:

- TOM- og TN-nivåene var lave. Det samme var C/N-forholdet. TOC-nivået var forhøyet i sediment fra C1 og C3 (tilstandsklasse III) og generelt lave på de øvrige stasjonene (tilstandsklasse I og II). Kobbarnivåene var forhøyet i alle undersøkte sedimenter med klasse IV på C1 og klasse II/III på de øvrige stasjonene. Sedimentene var finkornet.
- Økologisk tilstandsklassifisering, basert på faunaindeksene i Veileder 02:2013 (rev.2015), ga tilstandsklasse IV "Dårlig" for bløtbunnsamfunnet på C1 i anleggssonen. Bløtbunnsamfunnene på C3 og ASC2 lå i klasse III "Moderat", mens de øvrige stasjonene lå i klasse II "God". En 9410:2016 vurdering av bløtbunnsamfunnet på C1 ga miljøtilstand 2 "God". ASC-kravet om to eller flere ikke-indikatorarter med mer enn 100 individer per m<sup>2</sup> innenfor AZE ble innfridd.

#### 3.1.2 Konklusjon

Det ble påvist organisk belastning i sediment og belastningseffekter i bløtbunnsamfunn på C1 (anleggssonen), C3 og ASC2, men ikke på de øvrige stasjonene i undersøkelsen. Metallanalysene viste forhøyet kobbernivå i alle sedimenter som ble analysert.

Ettersom en samlet klassifisering for bløtbunnsamfunnene i overgangssonen (C3, C4, C5 og C6) ga økologisk tilstandsklasse II "God" skal C-undersøkelse gjennomføres hver tredje produksjonssyklus iht. Kap.8.7 i NS 9410:2016.

#### 3.1.3 Miljøutvikling siden januar 2017

Det ble foretatt en C undersøkelse i januar 2017 (Brokke, 2017). Stasjon C4 og C6 har samme posisjoner som i 2018 og C5 ligger 15 meter nord for tilsvarende stasjon i 2017. Resultatene fra disse tre stasjonene kan sammenlignes for se utviklingstrender.

I 2017 lå TOC-nivåene i tilstandsklasse I og II på de tre stasjonene. Det ble ikke påvist belastningseffekter i de tre bløtbunnsamfunnene (økologisk tilstandsklasse II). Resultatene fra de tre stasjonene i 2018 viste samme miljøtilstand som i 2017.



## 4 Referanser

---

- 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 samlerrapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.
- Brokke, K. 2017. C-undersøkelse ved Buktodden, Rana kommune, januar 2017. *Aqua Kompetanse rapport. 30-1-17C*. 53 sider.
- Direktoratgruppen, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013 (rev. 2015). 263 s.
- ISO 5667-19, 2004. Guidance on sampling of marine sediments.
- ISO 16665, 2014. 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.
- Rygg, B. og 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.

## 5 Vedlegg

---

### Vedlegg 1. 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

$N$  = totalt antall individer

$s$  = antall arter

Indeksen tar hensyn både til antall arter og mengdefordelingen mellom artene, men det synes som indekseren 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 totalt 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 totalt  $N$  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  $N$  = totalt antall individ i prøven

$N_i$  = antall individ av art  $i$

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

$s$  = totalt 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 en-toppet, 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.  $i$   
 $X_{Mj}$  = 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

#### Tetthetsindeks (Density index, DI)

DI er en indeks for individtetthet. DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. Indeksene for artsmangfold og ømfintlighet da av og til dårlig fordi de styres av tilfeldigheter i de små datasettene. Fattig fauna finnes særlig ved dårlige oksygenforhold eller ved svært kraftig industriforurensning. Ekstremt høye individtettheter av tolerante arter tyder på påvirkning av organisk belastning vanlig nær renseanlegg og matfiskanlegg. DI signaliserer også dette. Indeksen beregnes ved:

$$\text{DI} = \text{abs} [\log_{10}(N_{0,1\text{m}^2}) - 2,05]$$

Hvor abs står for tallverdi, altså at negative verdier gjøres positive,  $N_{0,1\text{m}^2}$  antall individer pr.  $0,1 \text{ m}^2$ .

#### Normalisert EQR (nEQR)

Observert indeksverdi omregnes til nEQR (normalised ecological quality ratio):

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (I)	= 0,8
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (II)	= 0,6
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (III)	= 0,4
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (IV)	= 0,2
Basisverdi (nedre grenseverdi) i Klasse (V)	= 0,0

Klasseintervallet er 0,2 for alle klassene.

nEQR gir altså en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Tallverdien viser ikke bare statusklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger fordi verdiene følger en kontinuerlig skala. F. eks. viser verdien 0,75 at tilstanden ligger tre firedeler opp i tilstand God (God = 0,6 – 0,8). nEQR muliggjør en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser, både innenfor samme kvalitetselement og mellom ulike kvalitetselement.

**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 Buktodden, 2018:

### Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	ASC2	ASCRef1	ASCRef2	C1	C2
no. ind.	16246	2807	1684	1782	1280	1122
no. spe.	186	54	96	83	9	62

### Fortsetter

st.nr.	C3	C4	C5	C6
no. ind.	2859	1200	1353	2159
no. spe.	61	83	83	96

### Bunndyndeks per replikat

st.nr.	tot.	ASC2_01	ASC2_02	ASCRef1_01	ASCRef1_02	ASCRef2_01	ASCRef2_02
no. ind.	16246	1460	1347	831	853	941	841
no. spe.	186	43	45	67	80	67	63
Shannon-Wiener:		3,0	3,0	4,1	4,4	4,1	4,5
Pielou		0,56	0,55	0,68	0,70	0,68	0,75
ES100		14	15	26	28	25	28
SN		1,89	1,93	2,21	2,30	2,19	2,17
ISI-2012		7,62	7,74	9,43	9,51	9,72	10,15
AMBI		4,29	4,343	2,979	2,789	2,437	2,545
NQI1		0,54	0,55	0,69	0,72	0,73	0,72
NSI		14,8	14,3	21,3	21,7	21,1	21,3
DI		1,114	1,079	0,870	0,881	0,924	0,875

### Fortsetter

st.nr.	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02	C4_01
no. ind.	721	559	554	568	1373	1486	784
no. spe.	8	7	45	42	44	45	62
Shannon-Wiener:	1,2	1,3	3,7	3,7	3,2	3,1	3,8
Pielou	0,39	0,46	0,68	0,68	0,58	0,56	0,64
ES100	4	5	21	19	15	15	23
SN	1,10	1,05	2,07	2,02	1,91	1,91	2,18
ISI-2012	5,50	5,42	9,56	11,35	7,78	8,28	10,23
AMBI	5,216	5,125	2,642	2,714	4,254	4,167	3,095
NQI1	0,33	0,33	0,69	0,68	0,55	0,56	0,68
NSI	9,7	9,8	21,8	21,5	15,4	16,0	20,8
DI	0,808	0,697	0,694	0,704	1,088	1,122	0,844

### Fortsetter

st.nr.	C4_02	C5_01	C5_02	C6_01	C6_02
no. ind.	416	744	609	961	1198
no. spe.	62	71	61	73	79
Shannon-Wiener:	4,4	3,9	4,2	3,9	3,8
Pielou	0,75	0,63	0,72	0,63	0,61
ES100	30	27	28	24	24
SN	2,30	2,26	2,21	2,23	2,23
ISI-2012	9,83	10,13	10,45	9,38	9,53
AMBI	2,516	2,846	2,3	3,189	3,432
NQI1	0,74	0,71	0,74	0,68	0,67
NSI	22,1	21,6	22,5	20,8	20,0
DI	0,569	0,822	0,735	0,933	1,028

**Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon**

st.nr.		ASC2	ASCRef1	ASCRef2	C1	C2	C3
<b>Shannon-Wiener:</b>		3,03	4,25	4,29	1,23	3,70	3,14
<b>Pielou</b>		0,56	0,69	0,71	0,43	0,68	0,57
<b>ES100</b>		14,4	27,2	26,4	4,4	19,9	15,0
<b>SN</b>		1,91	2,25	2,18	1,08	2,04	1,91
<b>ISI-2012</b>		7,68	9,47	9,94	5,46	10,45	8,03
<b>AMBI</b>		4,317	2,884	2,491	5,171	2,678	4,211
<b>NQI1</b>		0,54	0,71	0,72	0,33	0,68	0,55
<b>NSI</b>		14,55	21,51	21,22	9,80	21,69	15,70
<b>DI</b>		1,10	0,88	0,90	0,75	0,70	1,10
<b>Tilstandsklasse nEQR <sup>*)</sup></b>		0,521	0,718	0,724	0,236	0,697	0,545

\*) Tilstandsklassen nEQR er beregnet uten DI

**Fortsetter**

st.nr.		C4	C5	C6
<b>Shannon-Wiener:</b>		4,12	4,05	3,85
<b>Pielou</b>		0,69	0,67	0,62
<b>ES100</b>		26,8	27,3	24,0
<b>SN</b>		2,24	2,23	2,23
<b>ISI-2012</b>		10,03	10,29	9,45
<b>AMBI</b>		2,806	2,573	3,311
<b>NQI1</b>		0,71	0,73	0,67
<b>NSI</b>		21,47	22,04	20,39
<b>DI</b>		0,71	0,78	0,98
<b>Tilstandsklasse nEQR <sup>*)</sup></b>		0,722	0,733	0,685

**Geometriske klasser**

int.	ASC2	ASCRef1	ASCRef2	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	15	32	23	2	29	23	35	23	29
2,3	13	25	25	2	11	12	15	24	25
4-7	10	14	9	1	8	7	15	12	17
8-15	4	9	7	1	3	8	4	10	8
16-31	3	6	6	0	3	2	7	6	7
32-63	3	5	6	0	2	2	3	4	5
64-127	0	1	3	0	3	1	2	2	1
128-255	3	2	3	2	2	2	1	0	0
256-511	2	2	1	0	1	2	1	2	3
512-1023	1	0	0	1	0	2	0	0	1
1024-2047	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2048-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

# Artsliste

## Buktodden ASC-C-undersøkelse

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
<b>Stasjonsnr.: ASC2</b>						
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.	-1		-1
PORIFERA						
			Porifera indet.	-1	-1	-2
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	2		2
NEMATODA						
			Nematoda indet.	2		2
PRIAPULIDA						
			Priapulus caudatus	6	5	11
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.		2	2
			Phascolion strombus	5	1	6
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos armiger	1	1	2
		Spionida				
			Prionospio cirrifera	3	3	6
			Pseudopolydora paucibranchiata	82	77	159
			Tharyx killariensis	1		1
			Chaetozone sp.	24	23	47
			Cirratulus cirratus	1	2	3
		Capitellida				
			Capitella capitata	506	484	990
			Heteromastus filiformis	227	217	444
			Notomastus latericeus	14	20	34
			Rhodine loveni	2		2
		Opheliida				
			Ophelina acuminata		1	1
			Polyphysia crassa		1	1
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	1	2	3
			Pholoe assimilis	16	17	33
			Pholoe baltica	1		1
			Pholoe pallida		1	1
			Nereimyra punctata	1	3	4
			Syllis cornuta	2	8	10
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	148	81	229
		Eunicida				
			Drilonereis filum		1	1
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	6	6	12
			Owenia sp.	1		1
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	12	9	21
		Terebellida				
			Amphictene auricoma	1		1
			Melinna albicincta	1	1	2
			Melinna cristata	2	2	4
			Melinna elisabethae	11	13	24
			Sabellides octocirrata	2	2	4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Pista cristata	1		1
			Pista mediterranea	1	1	2
			Polycirrus norvegicus		1	1
			Polycirrus sp.	1	1	2
			Terebellides sp.		2	2
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	1		1
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	1		1
	Cirripedia					
		Thoracica				
			Sessilia indet.		-1	-1
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Eudorella sp.		1	1
		Amphipoda				
			Tryphosites longipes	4	1	5
			Lysianassidae indet.	3		3
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.		1	1
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Euspira pallida	3	1	4
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Philina sp.	1	3	4
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	2	2	4
		Mytiloida				
			Mytilus edulis	2	2	4
		Veneroida				
			Mendicula sp.		1	1
			Thyasira equalis	17	12	29
			Thyasira flexuosa	1	1	2
			Thyasira sarsii	227	242	469
			Thyasiridae indet.	1	1	2
			Macoma calcarea	4	7	11
			Abra nitida	112	83	195
		Myoidea				
			Mya sp. juv.	1		1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii		1	1
			<b>Maks:</b>	506	484	990
			<b>Antall:</b>	49	47	61
			<b>Sum:</b>			2808
<b>Stasjonsnr.:</b>	ASCRef1					
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.		-1	-1
CNIDARIA						
	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-1	-1	-2
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	5	2	7



Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.		1	1
			Onchnesoma steenstrupii	5	21	26
			Phascolion strombus	3	2	5
ANNELIDA						
	Polychaeta					
	Orbiniida					
			Phyto sp.	6	3	9
			Levinsenia gracilis	2	1	3
	Spionida					
			Apistobanchus tullbergi	7	6	13
			Prionospio cirrifera	10	13	23
			Pseudopolydora paucibranchiata	58	110	168
			Spiophanes kroyeri	1	1	2
			Aphelochaeta sp.		2	2
			Chaetozone sp.	13	6	19
	Capitellida					
			Capitella capitata	1	3	4
			Heteromastus filiformis	151	120	271
			Notomastus latericeus	4	1	5
			Rhodine loveni		1	1
			Chirimia biceps	2	7	9
			Clymenura borealis	2	2	4
	Opheliida					
			Ophelina acuminata	3		3
			Ophelina cylindricaudata	1		1
	Phyllodocida					
			Eteone flava/longa	1	1	2
			Pholoe assimilis	2	6	8
			Pholoe baltica		1	1
			Pholoe pallida		1	1
			Nereimyra punctata		1	1
			Nereimyra sp.	2	2	4
			Exogone verugera	1		1
			Syllis cornuta	1	1	2
			Ceratocephale loveni	7	4	11
			Nephtys ciliata		1	1
	Amphinomida					
			Paramphinome jeffreysii	179	124	303
	Eunicida					
			Paradiopatra quadricuspis		1	1
			Lumbrineris aniara	2		2
			Drilonereis filum	6	11	17
	Oweniida					
			Galathowenia oculata	2	3	5
	Flabelligerida					
			Diplocirrus glaucus	12	14	26
	Terebellida					
			Amphictene auricoma	2	1	3
			Amage auricula		1	1
			Amythasides macroglossus	2	3	5
			Eclysippe vanelli	2		2
			Melinna cristata	1	1	2
			Melinna elisabethae	32	36	68
			Melythasides laubieri	1		1
			Sabellides octocirrata	1	7	8
			Samytha sexcirrata		1	1
			Lanassa venusta	1		1
			Pista cristata		1	1
			Pista mediterranea	34	25	59
			Polycirrus norvegicus	1		1
			Polycirrus sp.		1	1
			Proclea graffii		1	1
	Sabellida					
			Chone sp.	1		1

<b>Rekke</b>	<b>Klasse</b>	<b>Orden</b>	<b>Art/Taxa</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>Sum</b>
			Euchone sp.	3		3
			Sabella pavonina		1	1
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	2	1	3
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	4	5	9
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Eudorella sp.	5	6	11
			Leucon sp.		1	1
			Diastylis sp.	1		1
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.		1	1
		Amphipoda				
			Ampelisca sp.	1	1	2
			Tryphosites longipes		2	2
			Lysianassidae indet.	1	1	2
			Cheirocratus sp.	3		3
			Eriopisa elongata	16	28	44
			Harpinia pectinata		3	3
			Harpinia truncata		6	6
			Gammaridea indet.	1	1	2
		Euphausiacea				
			Euphausiacea indet.		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	5	6	11
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Pusillina sarsii		1	1
			Euspira pallida	1	1	2
		Neogastropoda				
			Oenopota tenuicostata		1	1
			Taranis moerchii		1	1
	Opisthobranchia					
		Pyramidellomorpha				
			Odostomia unidentata		2	2
		Cephalaspidea				
			Diaphana minuta	1		1
			Cylichnina sp.		2	2
			Philine sp.	1		1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Nucula tumidula		1	1
			Ennucula tenuis	2	4	6
			Nuculana pernula		2	2
			Nuculana sp. juv.	3	1	4
			Yoldiella lucida	27	31	58
			Yoldiella nana	2	2	4
			Yoldiella philippiana	7	14	21
		Veneroida				
			Adontorhina similis	4	2	6
			Mendicula ferruginosa	9	4	13
			Mendicula sp.	2	2	4
			Thyasira equalis	35	25	60
			Thyasira gouldi	1		1
			Thyasira sarsii	21	15	36
			Thyasiridae indet.		3	3
			Parvicardium pinnulatum		1	1
			Abra nitida	106	123	229
			Kelliella miliaris	1		1
		Pholadomyoidea				
			Tropidomya abbreviata	1	2	3
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
		Ophiurida	Amphipholis squamata	4	3	7
			Amphilepis norvegica		1	1
			Ophiuroidea indet. juv.	2	2	4
	Holothuroidea	Apodida	Labidoplax buskii	1	1	2
			<b>Maks:</b>	179	124	303
			<b>Antall:</b>	71	86	102
			<b>Sum:</b>			1699

**Stasjonsnr.: ASCRef2**

FORAMINIFERA

			Foraminifera indet.	-1	-2	-3
CNIDARIA						
	Hydrozoa		Hydrozoa indet.		-1	-1
	Anthozoa		Edwardsia sp.		1	1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	5	3	8
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.	3	6	9
			Onchnesoma steenstrupii	6	11	17
			Phascolion strombus		1	1
			Sipunculida indet.		2	2
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida	Leitoscoloplos mammosus	1	1	2
			Phylo sp.	1	2	3
			Levinsenia gracilis	1	1	2
			Paradoneis eliasoni		1	1
		Spionida	Prionospio dubia		1	1
			Pseudopolydora paucibranchiata	73	130	203
			Spiophanes kroyeri	222	114	336
			Aphelochaeta sp.	2	6	8
			Chaetozone sp.	1	1	2
		Capitellida	Capitella capitata	1		1
			Heteromastus filiformis	119	98	217
			Notomastus latericeus	3	5	8
			Rhodine loveni	1		1
			Chirimia biceps	12	12	24
			Maldane sarsi	116	40	156
			Clymenura borealis	1	6	7
			Maldanidae indet.	22	8	30
		Opheliida	Ophelina sp.	2		2
			Asclerocheilus intermedius	2	3	5
			Polyphysia crassa		1	1
		Phyllodocida	Eulalia tjalfiensis	1		1
			Laetmonice producta	1		1
			Pholoe assimilis	2		2
			Pholoe pallida	2	1	3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Exogone verugera	4		4
		Amphinomida	Paramphinome jeffreysii	23	35	58
		Eunicida	Augeneria sp.	1	1	2
			Drilonereis filum	16	16	32
		Oweniida	Galathowenia oculata		1	1
		Flabelligerida	Brada villosa		1	1
			Diplocirrus glaucus	12	6	18
		Terebellida	Amphictene auricoma	2		2
			Pectinaria belgica	1		1
			Melinna cristata	1	2	3
			Melinna elisabethae	1	8	9
			Sabellides octocirrata	3	1	4
			Laphania boeckii	1		1
			Pista cristata	1		1
			Pista mediterranea	9	18	27
			Proclea graffii		3	3
			Streblosoma intestinale	1	1	2
			Terebellides sp.	2	3	5
		Sabellida	Chone sp.	1	1	2
			Euchone sp.	1	1	2
			Sabella pavonina		2	2
			Hydroides norvegicus		1	1
CRUSTACEA						
	Ostracoda		Ostracoda indet.	3	3	6
	Copepoda		Calanoida indet.		3	3
	Malacostraca		Cumacea			
			Eudorella sp.	1	1	2
			Leucon sp.	1	1	2
			Diastylis rathkei	1		1
		Amphipoda	Hippomedon sp.	1		1
			Eriopisa elongata	21	30	51
			Westwoodilla caecula		1	1
			Harpinia pectinata	7		7
			Harpinia sp.		2	2
			Harpinia truncata		1	1
			Leptophoxus falcatus		1	1
		Isopoda	Gnathia sp.	1	2	3
		Euphausiacea	Euphausiacea indet.		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata		Caudofoveata indet.	3	12	15
	Prosobranchia		Mesogastropoda			
			Euspira pallida	2	1	3
	Opisthobranchia		Cephalaspidea			
			Cylichnina sp.	2		2
			Cylichna alba	1		1
	Bivalvia		Nuculoida			
			Ennucula tenuis	2		2
			Yoldiella lucida	47	34	81
			Yoldiella nana	5	9	14
			Yoldiella philippiana	14	21	35

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
		Veneroida	Adontorhina similis		2	2
			Mendicula ferruginosa	17	13	30
			Mendicula sp.	2	2	4
			Thyasira equalis	21	19	40
			Thyasira obsoleta	1		1
			Thyasira sarsii	19	26	45
			Parvicardium minimum	2	3	5
			Abra nitida	59	54	113
			Kelliella miliaris	24	47	71
		Pholadomyoidea	Cuspidaria subtorta	1		1
ECHINODERMATA						
	Holothuroidea	Apodida	Labidoplax buskii	3		3
			<b>Maks:</b>	222	130	336
			<b>Antall:</b>	68	67	87
			<b>Sum:</b>			1782

**Stasjonsnr.: C1**

NEMERTINI

			Nemertea indet.	3	4	7
ANNELIDA						
	Polychaeta	Capitellida	Capitella capitata	532	393	925
			Mediomastus fragilis	1	1	2
		Phyllodocida	Syllis cornuta	2		2
		Amphinomida	Paramphinome jeffreysii	91	55	146
		Eunicida	Ophryotrocha sp.	1	8	9
CRUSTACEA						
	Copepoda	Calanoida	Calanoida indet.	5		5
	Malacostraca	Leptostraca	Nebalia sp.	1		1
		Amphipoda	Tryphosites longipes		1	1
		Euphausiacea	Euphausiacea indet.		1	1
MOLLUSCA						
	Bivalvia	Veneroida	Thyasira sarsii	90	97	187
			<b>Maks:</b>	532	393	925
			<b>Antall:</b>	9	8	11
			<b>Sum:</b>			1286

**Stasjonsnr.: C2**

FORAMINIFERA

			Foraminifera indet.	-2	-2	-4
CNIDARIA						
	Hydrozoa		Hydrozoa indet.		-1	-1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	1	3	4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
NEMATODA						
			Nematoda indet.	2	2	4
SIPUNCULIDA						
			Golfingia sp.	1		1
			Onchnesoma steenstrupii	43	33	76
ANNELIDA						
	Polychaeta					
	Orbiniida					
			Phylo sp.	2	1	3
			Levinsenia gracilis	1	5	6
			Aricidea sp.	1		1
	Spionida					
			Prionospio dubia		2	2
			Spiophanes kroyeri		1	1
			Aphelochaeta sp.	1		1
	Capitellida					
			Heteromastus filiformis	129	128	257
			Rhodine loveni	1		1
			Chirimia biceps	5	4	9
			Clymenura borealis		1	1
			Heteroclymene robusta	1		1
			Praxillella gracilis		1	1
	Opheliida					
			Polyphysia crassa		1	1
	Phyllodocida					
			Pholoe pallida	2	2	4
			Syllis cornuta	2	2	4
			Syllidae indet.	1		1
			Ceratocephale loveni	1		1
	Amphinomida					
			Paramphinome jeffreysii	57	107	164
	Eunicida					
			Paradiopatra quadricuspis		1	1
			Augeneria sp.		1	1
			Lumbrineris aniara		1	1
			Drilonereis filum	7	9	16
	Flabelligerida					
			Brada villosa	1		1
			Diplocirrus glaucus	8	5	13
	Terebellida					
			Eclysippe vanelli		1	1
			Pista mediterranea	45	66	111
			Polycirrus norvegicus		1	1
			Polycirrus sp.		1	1
			Terebellides sp.		1	1
	Sabellida					
			Siboglinidae indet.	1		1
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	1	5	6
	Copepoda					
	Calanoida					
			Calanoida indet.	1	1	2
	Malacostraca					
	Cumacea					
			Eudorella sp.		2	2
			Diastylis rathkei	2		2
	Tanaidacea					
			Tanaidacea indet.	1		1
	Amphipoda					
			Ampelisca sp.	2		2
			Liljeborgia fissicornis		1	1
			Lysianassidae indet.		1	1
			Eriopisa elongata	25	37	62

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Harpinia pectinata	2	1	3
			Harpinia truncata	2	7	9
		Isopoda	Janira maculosa		1	1
		Euphausiacea	Euphausiacea indet.		1	1
		Decapoda	Natantia indet.		2	2
MOLLUSCA		Caudofoveata	Caudofoveata indet.	10	11	21
		Prosobranchia	Neogastropoda			
			Taranis moerchii	1		1
		Opisthobranchia	Pyramidellomorpha			
			Ondina divisa	1		1
		Bivalvia	Nuculoidea			
			Ennucula tenuis	3		3
			Yoldiella lucida	12	4	16
			Yoldiella nana	3		3
		Ostreoidea	Chlamys islandica		1	1
		Veneroidea	Mendicula ferruginosa	1	2	3
			Mendicula sp.	1		1
			Thyasira equalis	44	32	76
			Thyasira obsoleta	1	1	2
			Thyasira sarsii	18	29	47
			Thyasiridae indet.	6	1	7
			Parvicardium minimum	1		1
			Abra nitida	97	51	148
			Kelliella miliaris	2		2
ECHINODERMATA		Ophiuroidea	Ophiurida			
			Amphilepis norvegica	3	3	6
		Holothuroidea	Apodida			
			Labidoplax buskii	4		4
			<b>Maks:</b>	129	128	257
			<b>Antall:</b>	48	48	68
			<b>Sum:</b>			1126
<b>Stasjonsnr.: C3</b>						
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	3	1	4
NEMATODA			Nematoda indet.		3	3
PRIAPULIDA			Priapulus caudatus	2	6	8
SIPUNCULIDA			Phascolion strombus	6	3	9
ANNELIDA		Polychaeta	Orbiniida			
			Leitoscoloplos mammosus		2	2
			Scoloplos armiger	1		1
			Levinsenia gracilis	1	3	4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Paradoneis eliasoni		1	1
		Spionida	Pseudopolydora paucibranchiata	93	61	154
			Tharyx killariensis	1		1
			Chaetozone sp.	40	30	70
			Cirratulus cirratus	3		3
		Capitellida	Capitella capitata	381	370	751
			Heteromastus filiformis	332	405	737
			Notomastus latericeus	5	8	13
			Chirimia biceps		1	1
			Maldane sarsi	3		3
		Opheliida	Scalibregma inflatum		1	1
		Phyllodocida	Eteone flava/longa		3	3
			Phyllodoce groenlandica		1	1
			Aphrodita sp.	1		1
			Pholoe assimilis	15	17	32
			Pholoe pallida	2	1	3
			Nereimyra punctata	5	2	7
			Syllis armillaris	2		2
			Exogone verugera	4	4	8
			Syllis cornuta	3	8	11
			Ceratocephale loveni	1		1
			Nephtys ciliata	1		1
		Amphinomida	Paramphinome jeffreysii	96	216	312
		Eunicida	Drilonereis filum		1	1
		Oweniida	Galathowenia oculata	16	15	31
		Flabelligerida	Brada villosa		1	1
			Diplocirrus glaucus	4	9	13
		Terebellida	Amphictene auricoma		1	1
			Melinna cristata	2		2
			Melinna elisabethae	13	5	18
			Mugga wahrbergi	1		1
			Sabellides octocirrata	1	2	3
			Phisidia aurea	1		1
			Pista mediterranea		1	1
			Polycirrus norvegicus		1	1
			Polycirrus sp.	2	4	6
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida	Calanoida indet.	1	1	2
	Malacostraca					
		Cumacea	Eudorella sp.		1	1
		Amphipoda	Podoceridae indet.	5	4	9
			Gammaridea indet.	1		1
		Euphausiacea	Euphausiacea indet.	1	1	2
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	1	2	3
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda	Euspira pallida		2	2
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea	Cylichnina sp.	6	1	7
			Philina sp.	4	2	6



<b>Rekke</b>	<b>Klasse</b>	<b>Orden</b>	<b>Art/Taxa</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>Sum</b>
	Bivalvia		Cylichna sp.		1	1
		Nuculoida	Ennucula tenuis		4	4
			Nuculana minuta	2		2
		Veneroida	Thyasira equalis	25	21	46
			Thyasira flexuosa		1	1
			Thyasira sarsii	186	184	370
			Thyasiridae indet.	2		2
			Macoma calcarea	5	5	10
			Abra nitida	93	73	166
			Kelliella miliaris		1	1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida	Amphiura chiajei	1		1
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
	Holothuroidea					
		Apodida	Labidoplax buskii	1		1
			<b>Maks:</b>	381	405	751
			<b>Antall:</b>	47	48	65
			<b>Sum:</b>			2867

**Stasjonsnr.: C4**

FORAMINIFERA

CNIDARIA			Foraminifera indet.	-1		-1
	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-1		-1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	1	1	2
ECHIURIDA						
			Echiurus echiurus		1	1
SIPUNCULIDA						
			Onchnesoma steenstrupii	34	16	50
			Phascolion strombus	4	4	8
			Sipunculida indet.		4	4
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida	Phylo sp.	1	2	3
			Levinsenia gracilis		1	1
		Spionida	Prionospio dubia	1		1
			Pseudopolydora paucibranchiata	249	41	290
			Scolelepis korsuni	1		1
			Spiophanes kroyeri	2	1	3
			Chaetozone sp.		1	1
		Capitellida	Heteromastus filiformis	107	88	195
			Mediomastus fragilis		1	1
			Notomastus latericeus		2	2
			Rhodine loveni	1	3	4
			Lumbriclymene sp.		1	1
			Chirimia biceps	12	10	22

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
			Maldane arctica	2	2	4	
			Maldane sarsi	6		6	
			Clymenura borealis	1	2	3	
			Maldanidae indet.	1		1	
		Opheliida	Scalibregma inflatum	1		1	
		Phyllodocida	Eteone flava/longa		1	1	
			Eulalia tjalfiensis	1		1	
			Pholoe assimilis		1	1	
			Syllis cornuta	1		1	
			Ceratocephale loveni	2	2	4	
			Nephtys ciliata		3	3	
		Amphinomida	Paramphinome jeffreysii	80	24	104	
		Eunicida	Drilonereis filum	11	8	19	
			Parougia eliasoni	1		1	
		Oweniida	Galathowenia oculata		1	1	
		Flabelligerida	Diplocirrus glaucus	12	15	27	
			Pherusa flabellata	1		1	
		Terebellida	Amphictene auricoma	2		2	
			Eclysippe vanelli	4		4	
			Melinna albicincta	1		1	
			Melinna elisabethae	5	5	10	
			Melythasides laubieri	1	1	2	
			Sabellides octocirrata	5	1	6	
			Pista cristata		2	2	
			Pista mediterranea	31	26	57	
			Streblosoma intestinale		1	1	
			Terebellides sp.	2	1	3	
		Sabellida	Chone sp.	1		1	
			Siboglinidae indet.	1	1	2	
CRUSTACEA		Ostracoda	Ostracoda indet.	3	4	7	
		Copepoda	Calanoida indet.		2	2	
		Malacostraca	Cumacea	Eudorella sp.	3	1	4
			Diastylis rathkei	1	1	2	
			Diastylodes biplicatus	1		1	
		Tanaidacea	Tanaidacea indet.	1		1	
		Amphipoda	Lysianassidae indet.		1	1	
			Eriopisa elongata	9	2	11	
			Bathymedon longimanus	1		1	
			Oedicerotidae indet.	1		1	
			Harpinia pectinata	5	1	6	
			Harpinia sp.	1		1	
			Harpinia truncata	1		1	
			Gammaridea indet.	1	3	4	
		Isopoda	Gnathia sp.		1	1	
MOLLUSCA		Caudofoveata	Caudofoveata indet.	4	2	6	
		Prosobranchia	Neogastropoda				

<b>Rekke</b>	<b>Klasse</b>	<b>Orden</b>	<b>Art/Taxa</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>Sum</b>
			Taranis moerchii		1	1
	Opisthobranchia	Cephalaspidea				
			Philine sp.	1	1	2
	Bivalvia	Nuculoida				
			Ennucula tenuis		1	1
			Nuculana pernula	1		1
			Yoldiella lucida	26	28	54
			Yoldiella nana	4	1	5
			Yoldiella philippiana	3	3	6
		Veneroida				
			Mendicula ferruginosa	10	6	16
			Mendicula sp.	11	7	18
			Thyasira equalis	18	6	24
			Thyasira sarsii	3	2	5
			Abra nitida	74	48	122
			Kelliella miliaris	10	8	18
		Myoida				
			Hiatella sp.		1	1
		Pholadomyoida				
			Tropidomya abbreviata	1	1	2
			Cuspidaria rostrata		1	1
			Bivalvia indet.		1	1
BRACHIOPODA						
	Articulata	Terebratulida				
			Macandrevia cranium		1	1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea	Ophiurida				
			Amphipholis squamata	1	2	3
			Ophiura carnea	1		1
	Holothuroidea	Apodida				
			Labidoplax buskii	2	7	9
			<b>Maks:</b>	249	88	290
			<b>Antall:</b>	64	63	86
			<b>Sum:</b>			1200

**Stasjonsnr.: C5**

FORAMINIFERA

CNIDARIA			Foraminifera indet.	-1	-1	-2
	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-1		-1
NEMATODA						
			Nematoda indet.	3	5	8
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.	2	2	4
			Onchnesoma squamatum	1		1
			Onchnesoma steenstrupii	26	53	79
			Phascolion strombus		3	3
			Sipunculida indet.	2	2	4
ANNELIDA						
	Polychaeta	Orbiniida				
			Phylo sp.		2	2
			Levinsenia gracilis	3	2	5

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
		Spionida	Apistobranthus tullbergi	1		1
			Prionospio dubia	1		1
			Pseudopolydora paucibranchiata	19	5	24
			Aphelochaeta sp.	7	5	12
			Cirratulidae indet.	1		1
		Capitellida	Heteromastus filiformis	192	128	320
			Mediomastus fragilis		1	1
			Notomastus latericeus	4	1	5
			Chirimia biceps	8	9	17
			Clymenura borealis	3	3	6
			Maldanidae indet.	2	1	3
		Opheliida	Asclerocheilus intermedius	1	1	2
			Polyphysia crassa	1		1
		Phyllodocida	Pholoe assimilis	2	2	4
			Nereimyra sp.	2		2
			Syllis cornuta	1	1	2
			Ceratocephale loveni	3		3
		Amphinomida	Paramphinome jeffreysii	219	114	333
		Eunicida	Paradiopatra quadricuspis	1		1
			Augeneria sp.	1		1
			Lumbrineris aniara	1	2	3
			Drilonereis filum	6	12	18
		Flabelligerida	Brada villosa	1	1	2
			Diplocirrus glaucus	5	7	12
			Pherusa flabellata	1		1
		Terebellida	Amphictene auricoma	1	1	2
			Lagis koreni	2	1	3
			Pectinaria belgica	1	2	3
			Amythasides macroglossus	1	1	2
			Eclysippe vanelli	1		1
			Melinna albicincta	6	4	10
			Melinna cristata	2		2
			Melinna elisabethae		3	3
			Melythasides laubieri	3	5	8
			Sabellides octocirrata	9	2	11
			Zatsepinia rittichae	1		1
			Lanassa venusta	6	1	7
			Pista mediterranea	25	22	47
			Streblosoma intestinale	1	3	4
		Sabellida	Chone sp.	2	2	4
			Sabella pavonina	1	1	2
			Hydroides norvegicus		1	1
CRUSTACEA						
	Ostracoda		Ostracoda indet.	15	12	27
	Copepoda					
		Calanoida	Calanoida indet.	1	3	4
	Malacostraca					
		Cumacea	Eudorella sp.	3	1	4
			Leucon sp.	1	1	2
		Tanaidacea	Tanaidacea indet.		2	2
		Amphipoda	Ampelisca sp.	3		3
			Eriopisa elongata	15	27	42

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Bathymedon longimanus	1		1
			Harpinia pectinata	2	4	6
			Harpinia sp.		1	1
			Harpinia truncata	3	7	10
			Paraphoxus oculatus	1		1
			Gammaridea indet.	1	1	2
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	8	4	12
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Euspira pallida		1	1
		Neogastropoda				
			Oenopota tenuicostata	1		1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	1		1
			Yoldiella lucida	23	22	45
			Yoldiella nana	4	5	9
			Yoldiella philippiana	1	2	3
		Arcoida				
			Bathyarca pectunculoides		1	1
		Veneroida				
			Adontorhina similis	2		2
			Mendicula ferruginosa	8	9	17
			Mendicula sp.	1	9	10
			Thyasira equalis	26	21	47
			Thyasira sarsii	5	7	12
			Thyasiridae indet.	2		2
			Parvicardium minimum	2	2	4
			Abra nitida	26	41	67
			Kelliella miliaris	7	20	27
		Pholadomyoidea				
			Tropidomya abbreviata	2		2
			Cuspidaria rostrata		1	1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphipholis squamata		1	1
			Amphilepis norvegica		1	1
			Ophiuroidea indet. juv.	1	1	2
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii	1		1
HEMICHORDATA						
			Rhabdopleura sp.	-1		-1
			<b>Maks:</b>	219	128	333
			<b>Antall:</b>	77	65	89
			<b>Sum:</b>			1363
<b>Stasjonsnr.: C6</b>						
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.	-1	-1	-2
PORIFERA						
			Porifera indet.	-1		-1
CNIDARIA						
	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-1		-1
NEMERTINI						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
NEMATODA			Nemertea indet.	6	4	10
SIPUNCULIDA			Nematoda indet.	1		1
			Golfingiidae indet.	1	1	2
			Onchnesoma steenstrupii	7	4	11
			Phascolion strombus	4	3	7
ANNELIDA			Sipunculida indet.		2	2
	Polychaeta					
		Orbiniida	Leitoscoloplos mammosus	2	1	3
			Phylo sp.	2	1	3
			Levinsenia gracilis	2	2	4
		Spionida	Apistobranchus tullbergi	9	5	14
			Prionospio cirrifera	3	13	16
			Pseudopolydora paucibranchiata	174	399	573
			Spiophanes kroyeri	1		1
			Chaetozone sp.	1	22	23
		Capitellida	Capitella capitata	2	7	9
			Heteromastus filiformis	145	155	300
			Notomastus latericeus	4	4	8
			Rhodine loveni		2	2
			Chirimia biceps	3	2	5
			Maldane sarsi	5	31	36
			Clymenura borealis	1		1
			Maldanidae indet.	2	2	4
		Opheliida	Ophelina acuminata		1	1
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	2	1	3
			Aphrodita sp.		1	1
			Pholoe assimilis	6	9	15
			Pholoe pallida	1	1	2
			Nereimyra punctata	2	1	3
			Nereimyra sp.		5	5
			Exogone verugera		2	2
			Syllis cornuta	2	3	5
			Ceratocephale loveni	3	1	4
			Nephtys ciliata		1	1
		Amphinomida	Paramphinome jeffreysii	181	148	329
		Eunicida	Drilonereis filum	12	5	17
		Oweniida	Galathowenia oculata	18	16	34
		Flabelligerida	Brada villosa		1	1
			Diplocirrus glaucus	21	21	42
		Terebellida	Amphictene auricoma	2	1	3
			Lagis koreni	1		1
			Pectinaria belgica	1		1
			Eclysippe vanelli		1	1
			Melinna albicincta	1		1
			Melinna cristata	1	1	2
			Melinna elisabethae	32	33	65
			Mugga wahrbergi		1	1
			Sabellides borealis		1	1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Sabellides octocirrata	3	4	7
			Amaeana trilobata	1		1
			Eupolymnia nebulosa		1	1
			Pista cristata	1		1
			Pista mediterranea	32	28	60
			Polycirrus norvegicus		1	1
			Polycirrus sp.	5	4	9
			Terebellides sp.	1	1	2
			Trichobranchus roseus		2	2
		Sabellida				
			Chone sp.	3	1	4
			Sabella pavonina		7	7
			Hydroides norvegicus		1	1
	Hirudinea					
			Hirudinea indet.		1	1
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.		3	3
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	1	3	4
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Eudorella sp.	6	15	21
			Leucon sp.	1		1
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.	1	2	3
		Amphipoda				
			Tryphosites longipes	1	3	4
			Lysianassidae indet.	1		1
			Eriopisa elongata	1		1
			Harpinia antennaria		1	1
			Harpinia pectinata	5	3	8
			Harpinia truncata	1	2	3
			Paraphoxus oculatus	1		1
			Gammaridea indet.	2	16	18
		Isopoda				
			Gnathia sp.	2		2
		Euphausiacea				
			Euphausiacea indet.	1		1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	3	4	7
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Euspira pallida	3		3
		Neogastropoda				
			Oenopota tenuicostata	1		1
			Taranis moerchii	1		1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Philine sp.	1	2	3
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	1	4	5
			Nuculana minuta	1	2	3
			Nuculana pernula	1	1	2
			Nuculana sp. juv.		2	2
			Yoldiella lucida	12	5	17
			Yoldiella philippiana		3	3
		Ostreoidea				
			Similipecten similis		1	1
			Palliolium tigerinum		1	1
		Veneroida				
			Mendicula ferruginosa	2	2	4
			Mendicula sp.	2	2	4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Thyasira equalis	12	9	21
			Thyasira sarsii	30	30	60
			Abra nitida	153	109	262
			Kelliella miliaris	1	4	5
		Myoidea	Hiatella sp.	1		1
		Pholadomyoidea	Tropidomya abbreviata	1	2	3
			Bivalvia indet.	2		2
ECHINODERMATA						
		Ophiuroidea				
		Ophiurida	Amphiura filiformis	1	2	3
			Ophiura carnea		1	1
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
		Holothuroidea				
		Apodida	Labidoplax buskii	4	3	7
			<b>Maks:</b>	181	399	573
			<b>Antall:</b>	80	82	104
			<b>Sum:</b>			2164
					<b>TOTAL:</b>	<b>Maks:</b> 990
						<b>Sum:</b> 16295



## Vedlegg 2. Analysebeviser

60146 Kjemi rapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx\_070518

Redigert av: LTO



Framsenteret

Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø  
Foretaksnr.: NO 937 375 158 MVA

Tel: 77 75 03 00

E-post: kjemi@akvaplan.niva.no

## ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

**Kunde:** Aqua Kompetanse AS  
**Kunde referanse:** 34-2-18C Buktodden  
**Kontaktperson kunde:**  
**e-post:**

**Kontaktperson Akvaplan-niva:** Roger Velvin

**Dato:** 29.05.2018

**Rapport nr.:** 60146  
**Analyseparameter(e):** Korn, TOM, TOC, TN, Cu  
**Kontaktperson:** Torunn J. Jørstad

**Analyseansvarlig:** *Torunn Jørstad* (sign.)

**Underskriftsberettiget:** *Torunn Jørstad* (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

Side 1 av 3

Lab-id.	Kundens id.	Materiale	Beskaffenhet ved mottak	Mottatt lab	Parametere	Analyse-periode
60146/C1-ASC1	C1/ASC1	Sediment	Frossent	14.03.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	22.03. - 19.04.2018
60146/ASC-2	ASC 2	Sediment	Frossent	14.03.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	22.03. - 19.04.2018
60146/C3-ASC3	C3/ASC3	Sediment	Frossent	14.03.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	22.03. - 19.04.2018
60146/C4/ASC 4	C4/ASC 4	Sediment	Frossent	14.03.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	22.03. - 19.04.2018
60146/C5	C5	Sediment	Frossent	14.03.2018	Korn, TOM, TOC, TN	22.03. - 19.04.2018
60146/C6	C6	Sediment	Frossent	14.03.2018	Korn, TOM, TOC, TN	22.03. - 19.04.2018
60146/C2	C2	Sediment	Frossent	14.03.2018	Korn, TOM, TOC, TN	22.03. - 19.04.2018
60146/ASC ref 1	ASC ref 1	Sediment	Frossent	14.03.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	22.03. - 19.04.2018
60146/Asc ref 2	Asc ref 2	Sediment	Frossent	14.03.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	22.03. - 19.04.2018

**Følgende analysemetoder er benyttet**

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

## Resultater

	TOM	TOC**	N TOC**	TN**	C/N**	Pelitt	> 0,063 mm	Cu*
Kundens id.:	% TS	mg/g TS	mg/g TS	mg/g TS		vekt%	vekt%	mg/kg TS
C1/ASC1	6,3	27,1	31,6	2,0	13,9	74,9	25,1	123
ASC 2	5,3	21,8	25,3	2,4	9,1	80,6	19,4	39,6
C3/ASC3	6,0	24,7	29,1	2,5	9,8	75,5	24,5	61,5
C4/ASC 4	5,1	16,2	17,4	1,9	8,4	93,5	6,5	27,6
C5	3,7	11,4	16,4	1,1	10,4	72,2	27,8	ia
C6	5,6	17,4	18,3	1,6	10,7	94,5	5,5	ia
C2	4,5	12,2	14,4	1,6	7,9	87,6	12,4	ia
ASC ref 1	5,0	14,4	15,7	1,4	10,3	92,8	7,2	28,8
ASe ref 2	5,1	14,3	15,3	1,3	11,0	94,7	5,3	26,7

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

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

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

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

ia = ikke analysert

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

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

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

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