



2019

ASC-undersøkelse ved Sundsøy i Dønna kommune, september 2018

Tomma Laks AS

Etter ASC Salmon Standard v1.1

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: ASC-undersøkelse ved Sundsøy i Dønna kommune, september 2018						
Forfatter: Marthe Austad						
Feltdato: 05. – 06.09.2018 Toktleder: Kari-Elise Fredriksen		Rapportdato: 08.01.2019 Rapportnummer: 210-8-18ASC		Antall sider uten vedlegg: 10 Antall sider totalt: 48		
Oppdragsgiver: Tomma Laks AS				Kontaktperson: Samuel Anderson		
Lokalitet: Sundsøy		Lokalitetsnummer: 29376		Driftsleder: Dag Ivar Dahl		
Koordinater: 66°10.582N 12°46.217Ø		Fylke: Nordland Kommune: Dønna		MTB-tillatelse: 3 900 tonn Antall merder: 10 Merdomkrets: 120 meter		
Bakgrunn for undersøkelse: ASC sertifisering						
Stasjoner		Innenfor AZE		Utenfor AZE		
		ASC1	ASC2	ASC3	ASC4	ASC5
Kriterium	2.1.1			377 mV	262 mV	257 mV
	2.1.2			H' = 4,23	H' = 3,11	H' = 3,82
				AMBI = 2,731	AMBI = 3,368	AMBI = 2,913
	2.1.3	2	2			
	4.7.4			17,4 mg Cu/kg	15,2 mg Cu/kg	
Rapportansvarlig: Marthe Austad				Kvalitetssikrer: Christine Klykken		
Emneord:	Miljøanalyse; sediment; bunndyrsanalyser; AMBI; Shannon-Wiener; økologisk gruppe; redoks; prøvetaking; ASC; Salmon Standard					ID 493-13 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel

© 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.

Innholdsfortegnelse

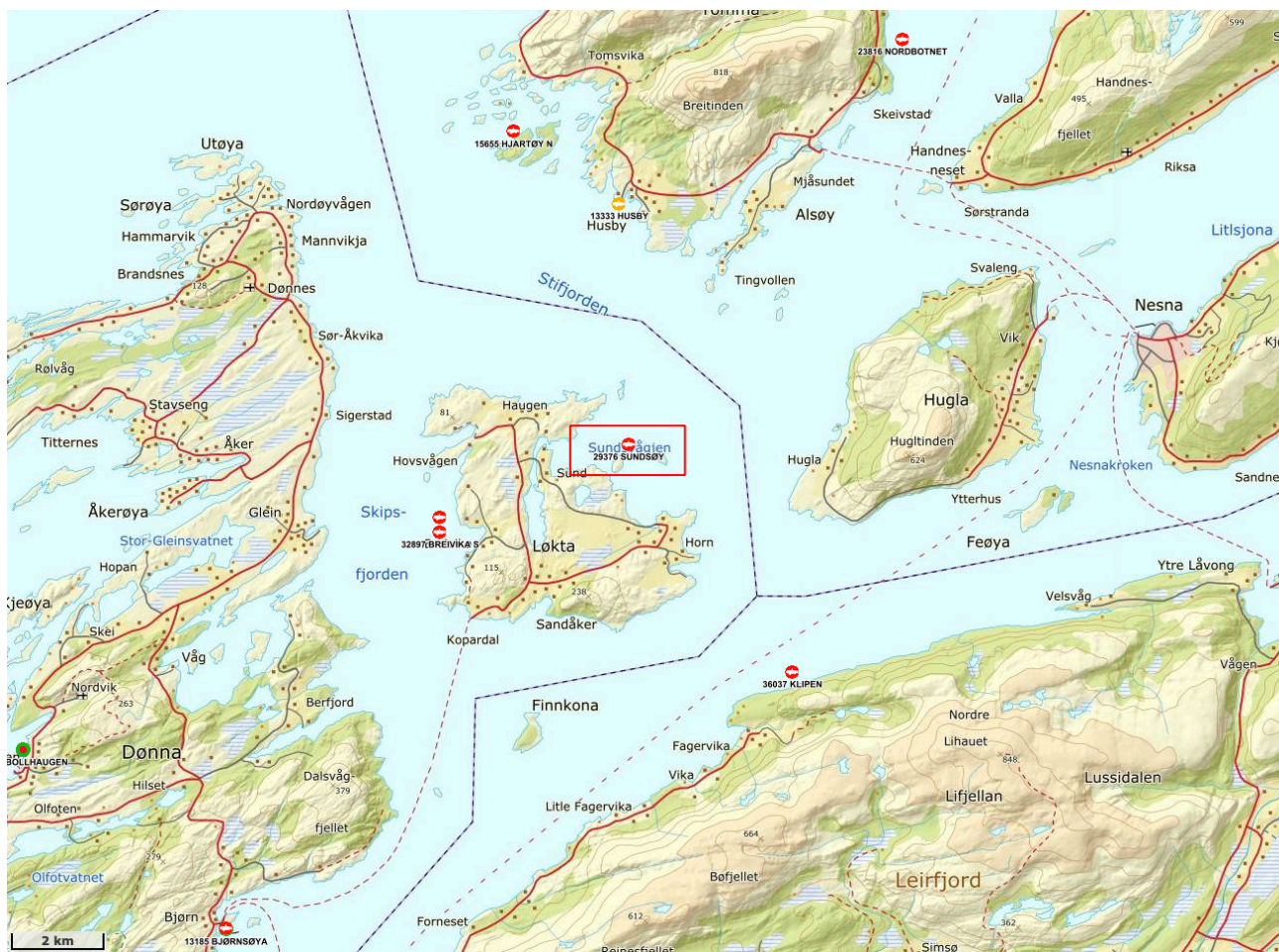
1. Materiale og metode	4
1.1 Undersøkellesområde	4
1.2 Stasjonsplassering	4
1.3 Innsamlingsmetode	6
1.3.1 Bløtbunn – kobberanalyse og makrofauna	6
1.3.2 Redokspotensial	6
1.4 Vurdering etter ASC Salmon Standard	6
1.4.1 Kriterium 2.1.1	6
1.4.2 Kriterium 2.1.2	6
1.4.3 Kriterium 2.1.3	6
1.4.4 Kriterium 4.7.3 og 4.7.4	7
2. Resultater	7
2.1 Redokspotensial og ASC Kriterium 2.1.1	7
2.2 Makrofaunaanalyser og ASC Kriteria 2.1.2 og 2.1.3	8
2.3 Kobberanalyse og ASC Kriterium 4.7.3 og 4.7.4	9
Referanser	10
Vedlegg A – Akvaplan-niva AS rapport	11

1. Materiale og metode

Aqua Kompetanse AS har gjennomført feltarbeid for å innhente prøvemateriale for oppdragsgiver Tomma Laks AS. Prøvetaking og stasjonsplassering ble utført i henhold til metodikk beskrevet i ASC Salmon Standard V 1.1, NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667:2004 av Kari-Elise Fredriksen fra Aqua Kompetanse AS 05. og 06.09.2018. Akvaplan-niva AS har stått for akkrediterte analyser av makrofauna, og av ALS Laboratory Group for kobberanalyser.

1.1 Undersøkelsesområde

Sundsøy ligger i Dønna kommune i Nordland fylke (**Figur 1**), i Stifjorden på nordøstsiden av øya Løkta. Havbunnen skråner mot ei renne i Stifjorden mot nordvest (**Figur 2**) som er ca. 230 meter på det dypeste, og dybden under anlegget varierer mellom 70 og 153 meter (Fredriksen, 2018).



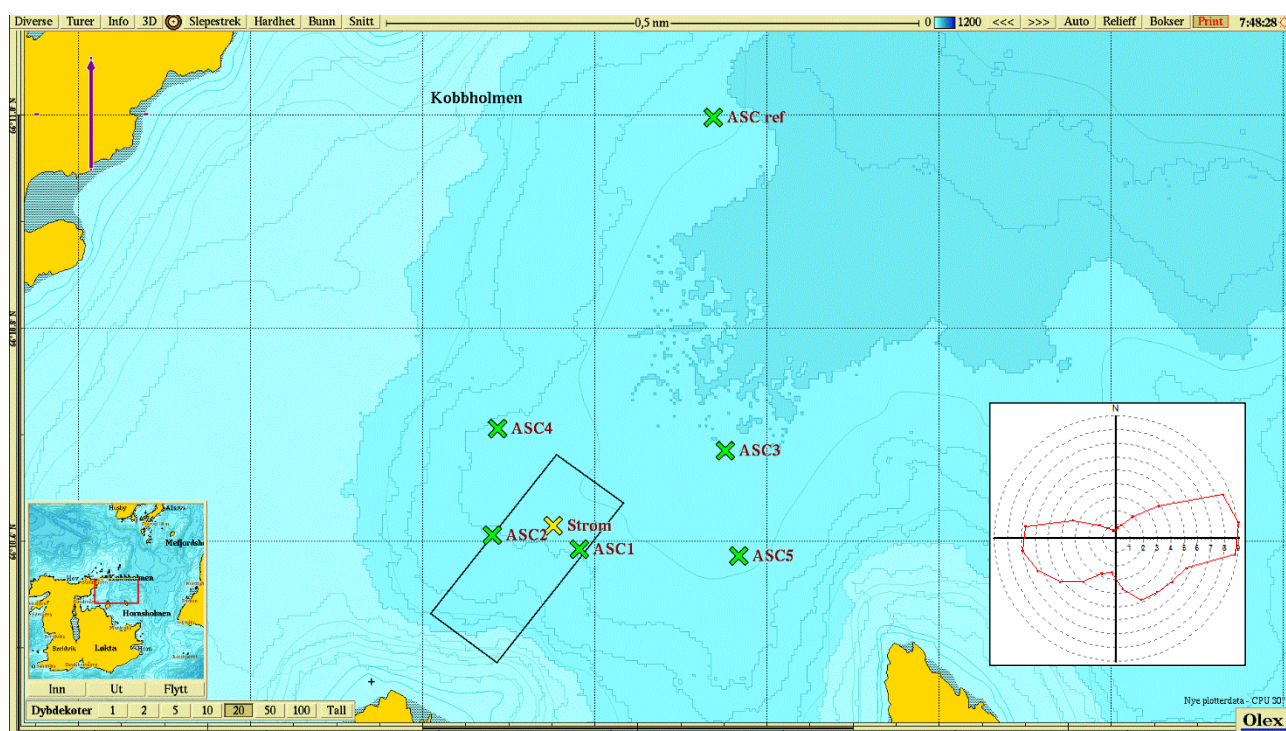
Figur 1: Oversiktskart som viser anleggsplassering og undersøkelsesområdet. Målestokk 1:80 000. Kilde: Fiskeridirektoratets karttjeneste.

1.2 Stasjonsplassering

ASC definerer et område rundt anlegget hvor det er tillatt med en viss påvirkning fra oppdrettsvirksomheten. Dette området kalles AZE – Allowable Zone of Effect -, og er definert i ASC Salmon Standard V 1.1 som 30 meter fra merd. Ved prøvetaking skal det legges stasjoner både innenfor og utenfor AZE, og i tillegg skal det tas en referansestasjon 500 – 1000m fra anlegget i et område med samme dyp og bunnforhold som i undersøkelsesområdet.

Vannstrømmen i spredningsdypet (50 meter) ved Sundsøy har en hovedkomponent mot øst, en sekundærkomponent mot vest og en mindre tertiærkomponent mot sør-sørøst (vannstrømmålinger utført av Tomma Laks AS). Innenfor AZE ble det plassert to stasjoner, ASC1 ca. midt på den østre langsiden og ASC2 på motsatt side av ASC1, på den vestre langsiden. Begge stasjonene er ca. 30 meter fra merdkant, iht. ASC Salmon Standard v1.1. Utenfor AZE ble det plassert tre stasjoner: ASC3 ca. 200 meter øst-nordøst fra anlegget, ASC4 ca. 110 meter nord/nordvest fra anlegget og ASC5 ca. 220 meter øst fra anlegget. Referansestasjonen ble plassert ca. 640 meter nord-nordøst fra anlegget.

Figur 2 viser stasjonenes plassering i forhold til anlegget og vanntransport i spredningsdypet (50 meter), mens **Tabell 1** gir stasjonskoordinater og øvrig informasjon i forhold til plassering.



Figur 2: Kartet viser anleggsplassering sammen med ASC-stasjoner ved Sundsøy. Lilla pil viser orientering av kart, strømrøse viser vanntransport ($m^3/m^2/døgn$) for hver 15° sektor på 46 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene i 2013 (66°10.614'N, 12°46.303'Ø; Tomma Laks AS). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.

Tabell 1: Oversikt over stasjonenes plassering i forhold til AZE, med stasjonsdyp og avstand til anlegg samt korresponderende stasjonsnavn oppgitt i rapport fra Akvaplan-niva AS (**Vedlegg A**).

Stasjoner	Innenfor AZE		Utenfor AZE			Referanse-stasjon
	ASC1	ASC2	ASC3	ASC4	ASC5	ASC ref
Stasjonsnavn hos underleverandør	C1/AZE1	AZE2	C3/ASC1	C4/ASC2	C5	Ref
Koordinater	66°10.592N 12°46.364Ø	66°10.605N 12°46.162Ø	66°10.684N 12°46.703Ø	66°10.705N 12°46.173Ø	66°10.586N 12°46.733Ø	66°10.997N 12°46.675Ø
Dybde (m)	141	140	162	143	154	156
Avstand til anlegg (m)	25*	25*	200	110	220	644

1.3 Innsamlingsmetode

Makrofauna (bunndyr) og sedimentprøver ble samlet inn ved hjelp av en 0.1 m² Van Veen-grabb, og på hver prøvestasjon ble det foretatt tre grabbhugg. Makrofaunaprøver ble tatt ut av to av huggene, og 100-300 ml sedimentprøve til kobberanalyse ble tatt 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. Sedimentprøvene ble fryst ned frem til analyse. Ved hver stasjon ble det også målt redokspotensial.

1.3.1 Bløtbunn – kobberanalyse og makrofauna

For beskrivelse av det faglige programmet for bløtbunnsundersøkelsen (kobberanalyse og makrofauna) utført av Akvaplan-niva AS (**Vedlegg A**).

1.3.2 Redokspotensial

E_h (redokspotensial; reduksjons-oksidasjonslikevekter) ble målt i overflatesedimentet (ca. 1 cm ned) ved bruk av HQ40d multimeter og tilhørende redokselektrode (MTC101). Det ble også målt sedimenttemperatur og E_{obs} i overflatevannet ved lokaliteten.

I atmosfærisk ekvilibrert 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 referanseelektroden (E_{ref} ; **Tabell 2**):

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

Tabell 2: Standardpotensiale til referanseelektrode. 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

1.4 Vurdering etter ASC Salmon Standard

Aqua Kompetanse AS vurderer lokaliteten ut fra fire ASC kriterier for biodiversitet og bentiske effekter og ikke-terapeutiske kjemikalier (kobber) fra akvakulturanlegg. Vurderingene fremstilles i tekst og med fargekode for bestått/ikke bestått kriterium, hhv. grønn og rød.

1.4.1 Kriterium 2.1.1

Redokspotensialet i sedimentene utenfor AZE skal være > 0 mV.

1.4.2 Kriterium 2.1.2

Biodiversitetsindeksene skal vise god eller høy økologisk kvalitet i sedimentet utenfor AZE. Dette bestemmes ut fra AZTI Marine Biotic Index (AMBI) eller Shannon-Wiener Index (H'), hvor AMBI skal være $\leq 3,3$, eller $H' > 3,0$.

1.4.3 Kriterium 2.1.3

Innenfor AZE skal det være ≥ 2 tallrike taksa som ikke er forurensningsindikatorer. Med tallrike taksa menes mer enn 100 individer per m² og taksa som opptrer i større antall enn ved referansestasjonen (se fotnote 6 for kriterium 2.1.3 i ASC audit manual). Da Aqua Kompetanse AS benytter en 0,2 m² Van Veen grabb til prøvetaking vil tallrike taksa bety mer enn 20 individer per 0,2 m², som kan multipliseres med 5 for å få antall individer per m². Forurensningsindikatorer er basert på økologiske grupper (EG) som beskrevet i Rygg og

Norling (2013): EG I = sensitive arter; EG II = nøytrale arter; EG III = tolerante arter; EG IV = opportunistiske arter; EG V = forurensningsindikatorer.

Arter med ukjent økologisk gruppe, identifiserte individgrupper med høyt taksonomisk nivå og med medlemmer som også er bestemt ned på artsnivå samt arter som ikke er makro-infauna vil ikke bli inkludert i vurderingen av kriterium 2.1.3.

1.4.4 Kriterium 4.7.3 og 4.7.4

Dersom det er benyttet kobberimpregnerte eller kobberbaserte nøter skal det bevises at kobbernivået i sedimentene utenfor AZE er undersøkt, og at nivåene i så fall er $< 34 \text{ mg/kg}$ i tørrvekt¹. Uttak av sedimentprøver til kobberanalyser ved felt, og resultater i foreliggende rapport gir nødvendig bevis til ASC Kriterium 4.7.3. Fullstendig analysebevis ligger i **Vedlegg A**.

2. Resultater

2.1 Redokspotensial og ASC Kriterium 2.1.1

Det ble målt relativt jevnt redokspotensiale i undersøkelsesområdet, med verdier mellom 197 og 377 mV. Ved referansestasjonen var verdien noe høyere (620 mV). Alle stasjonene hadde E_h -verdier > 0 , og Sundsøy består derfor ASC kriterium 2.1.1.

Tabell 4 viser resultatene fra målingene i felt (E_{obs}) og utregnet redokspotensiale E_h ($E_{obs} + E_{ref}$), i tillegg til fremstilling av bestått/ikke bestått ASC Kriterium 2.1.1.

Tabell 3: Resultater fra målinger i overflatevannet, sedimenttemperatur, og standardpotensiale E_{ref} basert på sedimenttemperatur ved Sundsøy. E_h i sjø er ikke kalkulert.

Sedimenttemperatur:	11,6°C	E_{ref} sediment:	217
Sjøtemperatur:	12,7°C	E_{obs} sjø:	411 [↓]

Tabell 4: Resultater fra redoksmålinger ved Sundsøy. E_{obs} = observert hvilepotensial i prøven (målt verdi); E_h = redokspotensial, bestemt ut fra E_{obs} og E_{ref} ($E_h = E_{obs} + E_{ref}$; **Tabell 2**). Drift i redoksmålingene (E_{obs}) markeres med pil.

Stasjoner	Utenfor AZE		Innenfor AZE			Referanse-stasjon
	ASC1	ASC2	ASC3	ASC4	ASC5	ASC ref
E_{obs} (mV)	20 [↓]	-20 [↓]	160 [↓]	45 [↓]	40 [↓]	403 [↑]
E_h ($E_{obs} + E_{ref}$)	237	197	377	262	257	620
ASC Kriterium 2.1.1 $E_h > 0 \text{ mV}$			Bestått	Bestått	Bestått	

¹ Dersom kobbernivåene i sedimentet utenfor AZE er $> 34 \text{ mg/kg}$ sammenlignes resultatene med verdier fra referansestasjon for å se om nivåene utenfor AZE sammenfaller med nivåene ved referansestasjon. Dersom det finnes tidligere undersøkelser med kobberuttak kan dette også brukes for å gjøre en vurdering av tilstand.

2.2 Makrofaunaanalyser og ASC Kriteria 2.1.2 og 2.1.3

Utenfor AZE viste diversitetsindeksen Shannon Wiener (H') > 3,0 for alle tre stasjonene, mens AMBI viste < 3,3 ved ASC3 og ASC5 og >3,3 ved ASC4. Sundsøy består dermed kriterium 2.1.2 vurdert med H' , og lokaliteten består også dette kriteriet vurdert med AMBI ved ASC3 og ASC5, men ikke ved ASC4.

Innenfor AZE (ASC1 og ASC2) var det betydelig lavere biodiversitet enn utenfor AZE, og individfordelingen var skjev ved begge stasjonene (Pielou's jevnhetsindeks på hhv. 0,12 og 0,18). Det var den forurensningstolerante børstemarken *Capitella capitata* som dominerte ved begge stasjonene (hhv. 95 og 97 % av individmengden), men begge stasjonene består kriterium 2.1.3. Ved ASC1 var det kun ett taksa som hadde mer enn 20 individ per 0,2 m², den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsii*, og den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. hadde flere individer ved ASC1 enn ved referansestasjonen. Ved ASC2 var det også kun ett taksa med mer enn 20 individ per 0,2 m², også her *T. sarsii*, og børstemarken *C. setosa* hadde flere individer enn ved referansestasjonen.

Tabell 5: Resultater fra makrofaunaanalyser, med antall arter og individ ved hver stasjon, samt indeks-score for Shannon-Wiener (H') og AMBI, og resultater for ASC kriterium 2.1.2 og 2.1.3 ved Sundsøy.

Stasjoner	Innenfor AZE		Utenfor AZE			Referanse-stasjon
	ASC1	ASC2	ASC3	ASC4	ASC5	ASC ref
Antall arter	14	8	110	88	113	101
Antall individ	10688	4052	1911	2764	2088	1616
Shannon-Wiener (H')	0,36	0,50	4,23	3,11	3,82	4,87
ASC Kriterium 2.1.2 $H' > 3,0$			Bestått	Bestått	Bestått	
AMBI	5,900	5,819	2,731	3,368	2,913	1,813
ASC Kriterium 2.1.2 $AMBI \leq 3,3$			Bestått	Ikke bestått	Bestått	
EG I-IV*	2	2				
ASC Kriterium 2.1.3 ≥ 2 tallrike taksa EG I-IV	Bestått	Bestått				

* $\geq$ eller < 2 taksa med >20 individ per 0,2 m² eller høyere individtall enn ved referansestasjon som ikke er forurensningsindikatorer.

Tabell 6: Taksa og antall individer per 0,2 m² på stasjonene innenfor AZE ved Sundsøy, samt økologisk gruppe² (EG). Arter som ikke er forurensningsindikatorer og med mer enn 20 individer per 0,2 m² (> 100 individer per m²) eller flere individer enn ved referansestasjonen er markert med fet skrift. Tabellen er tilpasset fra Tabell 8 i **Vedlegg A**.

ASC1			ASC2		
Taksa	Antall per 0,2 m ²	EG	Taksa	Antall per 0,2 m ²	EG
<i>Capitella capitata</i>	10148	V	<i>Capitella capitata</i>	3912	V
<i>Thyasira sarsii</i>	326	IV	<i>Thyasira sarsii</i>	91	IV
Thyasiridae indet. ³	186	ik	Thyasiridae indet. ³	41	ik
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	12	III	<i>Prionospio plumosa</i>	4	ik
<i>Mytilus edulis</i> ⁴	4	IV	<i>Chaetozone setosa</i>⁵	1	IV
<i>Scolecopsis vulgaris</i>	3	ik	Crustacea indet. juv.	1	ik
<i>Lacuna vincta</i>	2	ik	Gammaridea indet.	1	ik
<i>Chaetozone</i> sp.⁵	1	III	<i>Mytilus edulis</i> ⁴	1	IV
<i>Cuspidaria</i> sp.	1	ik	<i>Scololepis vulgaris</i>	1	ik
Nereidae indet.	1	ik			
ASC ref					
Taksa	Antall per 0,2 m ²	EG			
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	227	III			
<i>Heteromastus filiformis</i>	137	IV			
<i>Thyasira equalis</i>	129	III			
<i>Abra nitida</i>	103	III			
<i>Mendicula ferruginosa</i>	103	ik			
<i>Eclysippe vanelli</i>	96	I			
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	85	I			
<i>Streblosoma intestinale</i>	57	I			
<i>Kelliella miliaris</i>	54	III			
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	48	IV			

2.3 Kobberanalyse og ASC Kriterium 4.7.3 og 4.7.4

Det ble utført kobberanalyser ved fem stasjoner, og to av disse ligger utenfor AZE: ASC3 og ASC4. Begge stasjonene hadde lavt kobbernivå, og det hadde også de øvrige stasjonene. Sundsøy består derfor kriterium 4.7.4.

Tabell 7: Resultater fra kobberanalysene som ble utført ved Skogsholmen, samt resultat for ASC kriterium 4.7.4. i.a = ikke analysert.

Stasjoner	Innenfor AZE		Utenfor AZE			Referansestasjon
	ASC1	ASC2	ASC3	ASC4	ASC5	ASC ref
Cu mg/kg	29,6	32,7	17,4	15,2	i.a	17,6
ASC Kriterium 4.7.4 < 34 mg CU/kg			Bestått	Bestått		

² Økologiske grupper: EG I = sensitive arter; EG II = nøytrale arter; EG III = tolerante arter; EG IV = opportunistiske arter; EG V = forurensningsindikatorer (Rygg og Norling, 2013). Ik = ikke kjent gruppe.

³ Taksa med ukjent økologisk gruppe er ikke inkludert i vurderingen av kriterium 2.1.3.

⁴ Ikke makrofauna.

⁵ Opptrer i større antall enn ved referansestasjonen.

Referanser

Aquaculture Stewardship Council (2017) ASC Salmon Standard V1.1.

Audit Manual – ASC Salmon Standard v1.1 – April 2017. https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2017/07/ASC-Salmon-Audit-Manual_v1.1-1.pdf

Fredriksen, K. E. (2018) B-undersøkelse ved Sundsøy i Dønna kommune, september 2018. Aqua Kompetanse AS, rapportnummer 208-8-18B.

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

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.

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

Aqua Kompetanse AS
ASC-C undersøkelse Sundsøy, 2018.
Bløtbunn



Akvaplan-niva AS Rapport: 60623.01

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

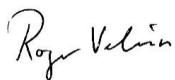
Framsenteret

9296 Tromsø

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

www.akvaplan.niva.no



Rapporttittel / Report title Aqua Kompetanse. ASC-C undersøkelse Sundsøy, 2018. Bløtbunn.	
Forfatter(e) / Author(s) Roger Velvin	Akvaplan-niva rapport nr / report no 60623.01
	Dato / Date 13.11.2018
	Antall sider / No. of pages 12 + Vedlegg
	Distribusjon / Distribution Gjennom oppdragsgiver
Oppdragsgiver / Client Aqua Kompetanse AS. 7770 Flatanger	Oppdragsg. referanse / Client's reference Kristine Brøkke
Sammendrag / Summary Det er gjennomført en ASC-C undersøkelse ved lokaliteten Sundsøy. Foreliggende delrapport presenterer resultatene fra bløtbunnundersøkelsen og inkluderer økologisk tilstandsklassifisering av bløtbunnsamfunn, samt geokjemiske analyser og klassifisering av sedimenter.	
Prosjektleder / Project manager  Roger Velvin	Kvalitetskontroll / Quality control  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.

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	2
1 MATERIALE OG METODE.....	3
1.1 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr	3
1.2 Geokjemiske analyser.....	4
1.2.1 Total organisk materiale (TOM).....	4
1.2.2 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling	4
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	5
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 og miljøutvikling.....	11
4 REFERANSER.....	12
5 VEDLEGG	13
Vedlegg 1. Bunndyrstatistikk og artslister	13
Vedlegg 2. Analysebeviser	32

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført geokjemiske analyser og karakterisering av bløtbunn-samfunnene ved lokaliteten Sundsøy. 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.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Thomas Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark).
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (bløtdyr).
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Kristine H 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 ALS Laboratory Group (Tsjekkia) som underleverandør.

	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, 13.11.2018



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 1.

Tabell 1. Faglig program for bløtbunnundersøkelsen ved Sundsøy, 2018. TOM = total organisk materiale. TOC = total organisk karbon, Cu = kobber. TN = total nitrogen, Korn = kornfordeling.

Stasjon	Type analyse/parametere
C1/AZE1 (anleggssone, ASC innenfor AZE)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
AZE2 (ASC innenfor AZE)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C2 (overgangssone ytre)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
C3/ASC1 (overgangssone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C4/ASC2 (overgangssone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C5 (overgangssone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN..
Ref (ASC referanse)	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. *Kvalitetshåndbok 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 Sundsøy er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Stasjonsdyp og -koordinater, Sundsøy 2018.

Stasjon	Dyp, m	Posisjon
C1/AZE1	141	N 66°10,592 – Ø 12°46,364
AZE2	140	N 66°10,605 – Ø 12°46,162
C2	164	N 66°10,813 – Ø 12°47,033
C3/ASC1	162	N 66°10,684 – Ø 12°46,703
C4/ASC2	143	N 66°10,705 – Ø 12°46,173
C5	154	N 66°10,586 – Ø 12°46,733
Ref	156	N 66°10,997 – Ø 12°46,675

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. Reproduserbarheten 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 tørrvektbasis.

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 02:2013 (rev 2015).

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sediment.

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

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 oppløst 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	84 - 147 Klasse III	147 - 200 Klasse IV	> 200 Klasse V
----------	------------------	----------------------	------------------------	------------------------	-------------------

1.3 Bunndyr

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 bunndyrssamfunnsanalyser. 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_{100}) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI_{2012}), uegnet ved lavt individ/artstall
- Indeks for individtetthet (DI), benyttes ved lavt individtall
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- Sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet ($NQI1$)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i $NQI1$ ($AMBI$)
- Normalisert EQR ($nEQR$)
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-10)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

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

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

Det er også utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen iht. kap. 8.7 i NS 9410:2016. Stasjonene C1, C2 og Ref 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 3.

TOM-nivåene var lave og varierte mellom 3,9 og 9,6 %. TN-nivåene var også lave (1,0 – 2,0 mg/g). TOC-nivået var forhøyet i sediment fra C1/AZE1 og AZE2 (tilstandsklasse (V) og lave på de øvrige stasjonene (tilstandsklasse I). C/N-forholdet var forhøyet på C1/AZE1 og AZE2 og naturlig lavt på de andre stasjonene. Sedimentene var moderat grov- til moderat finkornet med pelittandeler mellom 17 og 53 %.

Tabell 3. Sedimentanalyser, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N og kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm). Sundsøy, 2018.

St.	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt
C1/AZE1	7,6	61,3	70,1	V Svært dårlig	1,0	61,3	49
AZE2	9,6	68,7	78,2	V Svært dårlig	2,0	33,7	53
C2	4,9	12,6	15,7	I Svært god	1,3	9,6	17
C3/ASC1	5,2	13,7	17,6	I Svært god	1,4	9,5	22
C4/ASC2	3,9	12,5	17,7	I Svært god	1,2	10,5	29
C5	4,9	11,9	16,4	I Svært god	1,3	9,0	25
Ref	5,0	13,2	17,2	I Svært god	1,0	13,5	22

* 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 4. Kobbernivåene var lett forhøyet i sediment fra C1/AZE1 og AZE2 (klasse II/III), og lave i de øvrige sedimenter (klasse I).

Tabell 4. Sedimentanalyser. Kobber (Cu), i mg/kg TS, Sundsøy 2018.

St.	Cu	Tilst.klassif. Cu
C1/AZE1	29,6	Klasse II/III
AZE2	32,7	Klasse II/III
C2	ia	
C3/ASC1	17,4	Klasse I
C4/ASC2	15,2	Klasse I
C5	ia	
Ref	17,6	Klasse I

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 5. Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet.

Antall individer varierte fra 1482 (C2) til 10688 (C1/AZE1) og antall arter fra 8 (AZE2) til 113 (C5). På C1/AZE1 og AZE2 viste de fleste indeksene, inklusiv nEQR, økologisk tilstandsklasse V "Svært dårlig". På de øvrige fem stasjonene lå nEQR i tilstandsklasse II "God".

En samlet klassifisering for stasjonene C3, C4 og C5 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/AZE1 og AZE2 med indekser på hhv. 0,12 og 0,18. På de øvrige stasjonene var fordelingen jevnere med indekser mellom 0,51 og 0,78.

Tabell 5. Antall arter og individer pr. 0,2 m², H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES₁₀₀ = Hurlberts diversitetsindeks. NQII = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI₂₀₁₂ = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. AMBI = ømfintlighetsindeks (inngår i NQII). nEQR = normalisert EQR (ekskl. DI). DI = tetthetsindeks. Sundsøy 2018. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2013.

St.	Individer	Ant arter	H'	ES ₁₀₀	NQII	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
C1/AZE1	10688	14	0,36	3,0	0,26	5,90	7,23	0,178	1,67	5,900	0,12
AZE2	4052	8	0,50	3,1	0,25	3,42	7,41	0,139	1,09	5,819	0,18
C2	1482	92	4,30	29,0	0,75	10,15	22,94	0,752	0,77	2,210	0,72
C3/ASC1	1911	110	4,23	28,7	0,73	10,64	21,61	0,740	0,93	2,731	0,67
C4/ASC2	2764	88	3,11	18,1	0,65	8,97	19,34	0,633	1,09	3,368	0,51
C5	2088	113	3,82	25,8	0,72	9,87	21,15	0,710	0,95	2,913	0,59
Ref	1616	101	4,87	32,7	0,79	10,63	24,01	0,798	0,85	1,813	0,78

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

C3, C4, C5	-	-	3,72	24,2	0,70	9,82	20,80	0,694			
------------	---	---	------	------	------	------	-------	-------	--	--	--

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

2.2.1.2 ASC vurdering av bunndyrssamfunnet på C1/AZE1 og AZE2 innenfor AZE

Under er det gjort en vurdering av hvorvidt bløtbunnsamfunnene på stasjonene innenfor AZE oppfylte følgende krav fra ASC-standarden:

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

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

I Rygg og Norling (2013) inndeles artene i økologiske grupper basert på verdien av sensitivitetsindeksene. Forurensningsindikatorer (pollution indicator species) er klassifisert i økologisk gruppe V. Resultatet er vist i Tabell 6.

På begge stasjonene innenfor AZE ble det funnet tre arter med mer enn 100 individer per m². En av disse var forurensningsindikatorer (*Capitella capitata*). Følgelig ble ASC kravet innfridd.

Tabell 6. Taksa med flere enn 100 individer per m² på stasjonene C1/AZE1 og AZE2 innenfor AZE, Sundsøy 2018.

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m ²	Antall per m ²	NSI Økologisk gruppe*
C1/AZE1	<i>Capitella capitata</i>	10148	50740	V
	<i>Thyasira sarsii</i>	326	1630	IV
	Thyasiridae indet.	186	930	ik
AZE2	<i>Capitella capitata</i>	3912	19560	V
	<i>Thyasira sarsii</i>	91	455	IV
	Thyasiridae indet.	41	205	ik

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

2.2.1.1 NS 9410 Vurdering av bunndyrsmiljøet på C stasjonen i anleggssonen (C1/AZE1).

I følge NS 9410:2016 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bunndyrsmiljøet. Tabell 7 viser antall arter, kumulativ prosent for dominerende taksa og klassifisering av miljøtilstanden for bløtbunnsmiljøet på stasjon C1/AZE1. Data for antall arter og dominerende taksa er hentet fra Tabell 5 og Tabell 8.

Bløtbunnsmiljøet ble klassifisert til miljøtilstand 3 "Dårlig". Kriteriet for miljøtilstand 2 er tilstedeværelse 5 - 19 arter, hvorav ingen utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet. Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* utgjorde 95 % av individmengden, og bløtbunnsmiljøet ned-klassifiseres dermed til tilstand 3.

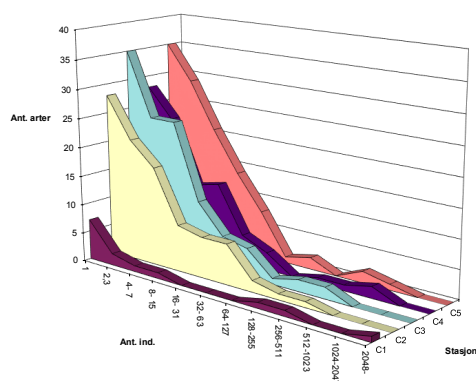
Tabell 7. NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsmiljøet i anleggssonen C1/AZE1, Sundsøy, 2018.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa - %	Miljøtilstand - NS 9410
C1/AZE1	Sundsøy	14	<i>Capitella capitata</i> – 95 %	3 Dårlig

2.2.1.2 Geometriske klasser

Figur 1 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/AZE1 hadde utpreget lavt startpunkt og strakk seg lengst ut mot høyere klasser. Kurveforløpet indikerte faunaforstyrrelse. De andre kurvene hadde naturlig høye startpunkter og strakk seg varierende grad ut mot høyere klasser. Kurveforløpene ga ingen entydige indikasjoner på faunaforstyrrelser.

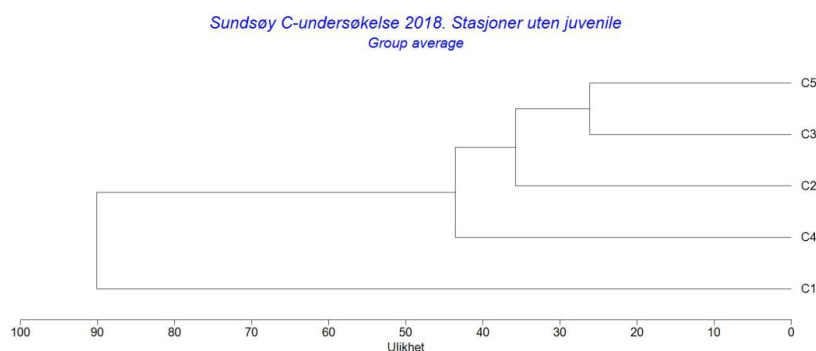


Figur 1. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bløtbunnstasjonene ved Sundsøy, 2018 (pr. 0,2 m²).

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 2. I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom stasjonene uttrykt langs den horisontale akselen. 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 C2, C3/ASC1, C4/ASC2 og C5 var mer enn 56 % lik hverandre i faunasammensetning. C1/AZE1 var bare 10 % lik de øvrige stasjonene.



Figur 2. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Sundsøy, 2018.

2.2.1.4 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en "topp-ti" artsliste fra hver stasjon i Tabell 8. 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/AZE1 og AZE2 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark), etterfulgt av en den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsii*. Disse to utgjorde til sammen hhv. 98 og 99 % av individmengden på stasjonene.

På de øvrige stasjonene var den tolerante børstemarken *Paramphinoe jeffreysii* mest tallrik, med mellom 14 og 31 % av individene. På disse stasjonene var det ellers forekomster av

opportunister. På C4/ASC2 ble det også registrert en forekomst av forurensningsindikatoren *C. capitata* blant topp-ti, men ikke på de fire andre stasjonene. Det ble funnet mange sensitive arter på C2 og Ref.

Tabell 8. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Sundsøy, 2018.

C1/AZE1	Ant.	Kum.	EG	AZE2	Ant.	Kum.	EG
<i>Capitella capitata</i>	10148	95 %	V	<i>Capitella capitata</i>	3912	97 %	V
<i>Thyasira sarsii</i>	326	98 %	IV	<i>Thyasira sarsii</i>	91	99 %	IV
Thyasiridae indet.	186	100 %	ik	Thyasiridae indet.	41	100 %	ik
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	12	100 %	III	<i>Prionospio plumosa</i>	4	100 %	ik
<i>Mytilus edulis</i>	4	100 %	IV	<i>Chaetozone setosa</i>	1	100 %	IV
<i>Scolecopsis vulgaris</i>	3	100 %	ik	Crustacea indet. juv.	1	100 %	ik
<i>Lacuna vincta</i>	2	100 %	ik	Gammaridea indet.	1	100 %	ik
<i>Chaetozone</i> sp.	1	100 %	III	<i>Mytilus edulis</i>	1	100 %	IV
<i>Cuspidaria</i> sp.	1	100 %	ik	<i>Scolecopsis vulgaris</i>	1	100 %	ik
Nereidae indet.	1	100 %					
C2	Ant.	Kum.	EG	C3/ASC1	Ant.	Kum.	EG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	375	25 %	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	461	24 %	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	136	34 %	IV	<i>Heteromastus filiformis</i>	321	41 %	IV
<i>Abra nitida</i>	122	43 %	III	<i>Abra nitida</i>	207	52 %	III
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	93	49 %	IV	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	180	61 %	IV
<i>Eclysipe vanelli</i>	63	53 %	I	<i>Thyasira equalis</i>	66	65 %	III
<i>Thyasira equalis</i>	57	57 %	III	<i>Thyasira sarsii</i>	45	67 %	IV
<i>Kelliella miliaris</i>	53	60 %	III	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	40	69 %	I
<i>Streblosoma intestinale</i>	50	64 %	I	<i>Diplocirrus glaucus</i>	38	71 %	II
<i>Parvicardium minimum</i>	47	67 %	I	<i>Chirimia biceps</i>	35	73 %	II
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	41	70 %	I	<i>Labidoplax buskii</i>	32	75 %	II
C4/ASC2	Ant.	Kum.	EG	C5	Ant.	Kum.	EG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	852	31 %	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	658	31 %	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	762	58 %	IV	<i>Abra nitida</i>	365	49 %	III
<i>Thyasira sarsii</i>	410	73 %	IV	<i>Heteromastus filiformis</i>	320	64 %	IV
<i>Abra nitida</i>	215	81 %	III	<i>Thyasira sarsii</i>	116	70 %	IV
<i>Capitella capitata</i>	50	83 %	V	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	70	73 %	IV
<i>Prionospio cirrifer</i>	40	84 %	III	<i>Thyasira equalis</i>	38	75 %	III
Thyasiridae indet.	34	85 %	ik	<i>Melinna elisabethae</i>	28	76 %	II
<i>Pholoe assimilis</i>	28	87 %	III	<i>Mendicula ferruginosa</i>	24	77 %	ik
<i>Caudofoveata</i> indet.	25	87 %	II	<i>Yoldiella lucida</i>	23	78 %	II
<i>Thyasira equalis</i>	19	88 %	III	<i>Diplocirrus glaucus</i>	21	79 %	II
Ref	Ant.	Kum.	EG				
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	227	14 %	III				
<i>Heteromastus filiformis</i>	137	22 %	IV				
<i>Thyasira equalis</i>	129	30 %	III				
<i>Abra nitida</i>	103	37 %	III				
<i>Mendicula ferruginosa</i>	103	43 %	ik				
<i>Eclysipe vanelli</i>	96	49 %	I				
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	85	54 %	I				
<i>Streblosoma intestinale</i>	57	58 %	I				
<i>Kelliella miliaris</i>	54	61 %	III				
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	48	64 %	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 Sundsøy i 2018 kan sammenholdes som følger:

- TOM- og TN-nivåene var lave. TOC-nivået var forhøyet i sediment fra anleggssonen (tilstandsklasse V) og lave på de øvrige stasjonene (tilstandsklasse I). C/N-forholdet var forhøyet i anleggssonen og naturlig lavt på de andre stasjonene. Kobbernivåene var lett forhøyet i sediment fra anleggssonen (klasse II/III) og lave i de øvrige sedimenter (klasse I). Sedimentene var moderat grov- til moderat finkornet.
- Økologisk tilstandsklassifisering, basert på faunaindeksene i Veileder 02:2013, ga tilstandsklasse V "Svært dårlig" for bløtbunnsamfunnet i anleggssonen. Bløtbunnsamfunnene i overgangssonen og på referansestasjonen lå i klasse II "God". En 9410:2016 vurdering av bløtbunnsamfunnet på C1/AZE1 ga miljøtilstand 3 "Dårlig". ASC kravet om to eller flere ikke-indikatorarter med mer enn 100 individer per m² innenfor AZE ble innfridd for begge bløtbunnsamfunnene.

3.1.2 Konklusjon og miljøutvikling

Det ble påvist belastningseffekter i sediment og bløtbunnsamfunn i anleggssonen. TOC lå i klasse V og bløtbunnsamfunnet var forstyrret (økologisk tilstandsklasse V). De øvrige sedimentene i overgangssonen og referansestasjonen var ikke belastet med organisk karbon (tilstandsklasse I) og økologisk tilstandsklassifisering ga klasse II for bløtbunnsamfunnene. Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* dominerte i anleggssonen, og en mer beskjeden forekomst av samme indikator ble registrert i bløtbunnsamfunnet fra C4.

Ettersom den samlede klassifiseringen av stasjonene i overgangssonen (C3, C4 og C5) ga tilstandsklasse II, skal C-undersøkelse på lokaliteten utføres ved hver tredje produksjonssyklus (jfr. kapt. 8.7 i NS 9410:2016).

Det ble gjennomført en C-undersøkelse på lokaliteten i 2015 (Velvin, 2015), hvor stasjon 1 (nærsone/anleggssone) og stasjon 2 (overgangssone) har samme dyp og posisjoner som C1 og C2 i 2018-undersøkelsen. TOC nivået i sediment fra anleggssonen lå den gang i tilstandsklasse III "Moderat", mens TOC i overgangssonen fikk klasse I "Svært god". Kobber i sediment fra anleggssonen lå i klasse II/III (justert iht. dagens klassegrenser), mens sediment fra overgangssonen fikk klasse I. Økologisk tilstandsklassifisering av bløtbunnsamfunnet fra anleggssonen viste klasse III "Dårlig", men samfunnet i overgangssonen lå i klasse II "God".

En sammenligning med tilsvarende resultater fra 2018 viser at miljøtilstanden i anleggssonen er forverret, mens tilstanden i overgangssonen er den samme som i 2015.

4 Referanser

Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B og Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofautviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.

Direktoratgruppen, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013 (rev. 2015). 263 s.

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

ISO 16665, 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.

Velvin, R., 2015. Helgeland Havbruksstasjon. Bløtbunnundersøkelse ved lokaliteten Sundsøy, 2015. Akvaplan-niva rapport 7495.01. 12 s + Vedlegg.

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 indeksen er mest følsom for individfordelingen. En lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn som er dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn.

Pielous mål for jevnhet (Pielou, 1966)

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

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

Hurlberts diversitetskurver

Grafisk kan diversiteten uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. Med utgangspunkt i 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

ASC-C undersøkelse Sundsøy, 2018.

Akvaplan-niva AS Rapport nr. 60623.01

13

samfunnet. Det har vist seg at i prøver fra upåvirkede samfunn vil det være mange arter med lavt individtall og få arter med høyt individtall, slik at vi får en en-topp, 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 individtall pr. art, pr. prøve. Prøvene kan være replikater eller stasjoner. Det tas ikke hensyn til hvilke arter som opptrer. Forut for klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene ble artslistene dobbelt kvadratrots-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

Clusteranalyse

Analysen undersøker faunalikheten mellom prøver. For å sammenligne to prøver ble Bray-Curtis ulikhetsindeks benyttet (Bray & Curtis, 1957):

$$d_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n |X_{ki} - X_{kj}|}{\sum_{k=1}^n (X_{ki} + X_{kj})}$$

der n = antall arter sammenlignet

X_{ki} = antall individ av art k i prøve nr. i

$X_{Mā}$ = 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 trediaagram (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:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (\text{SN}/2.7) * (\text{N}/(\text{N}+5))]$$

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:

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

Hvor abs står for tallverdi, altså at negative verdier gjøres positive, $N_{0,1\text{m}^2}$ antall individer pr. 0,1 m².

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 Sundsøy, 2018:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	AZE2	C1	C2	C3	C4	C5	Ref
no. ind.	24601	4052	10688	1482	1911	2764	2088	1616
no. spe.	202	8	14	92	110	88	113	101

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	AZE2_01	AZE2_02	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02
no. ind.	24601	3497	555	6098	4590	416	1066	864	1047
no. spe.	202	4	8	8	9	51	80	78	85
Shannon-Wiener:		0,1	0,9	0,3	0,4	4,1	4,5	4,1	4,4
Pielou		0,06	0,29	0,10	0,13	0,72	0,71	0,65	0,68
ES100		2	4	3	3	27	31	27	30
SN		0,66	1,13	0,96	1,03	2,19	2,26	2,28	2,29
ISI-2012		2,86	3,97	6,12	5,67	9,86	10,43	10,53	10,75
AMBI		5,968	5,669	5,9	5,899	2,293	2,126	2,829	2,633
NQI1		0,20	0,30	0,26	0,27	0,74	0,76	0,72	0,73
NSI		7,1	7,8	7,2	7,2	22,4	23,5	21,3	21,9
DI		1,494	0,694	1,735	1,612	0,569	0,978	0,887	0,970

st.nr.		C4_01	C4_02	C5_01	C5_02	Ref_01	Ref_02
no. ind.		1490	1274	1344	744	662	954
no. spe.		71	66	94	81	68	87
Shannon-Wiener:		2,9	3,3	3,8	3,9	4,9	4,9
Pielou		0,47	0,55	0,58	0,61	0,80	0,76
ES100		17	19	26	26	32	33
SN		2,14	2,13	2,30	2,33	2,26	2,32
ISI-2012		8,84	9,11	9,77	9,96	10,54	10,71
AMBI		3,219	3,517	2,86	2,965	1,706	1,919
NQI1		0,67	0,64	0,72	0,72	0,79	0,79
NSI		19,9	18,8	21,1	21,2	24,2	23,8
DI		1,123	1,055	1,078	0,822	0,771	0,930

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.		AZE2	C1	C2	C3	C4	C5	Ref
Shannon-Wiener:		0,50	0,36	4,30	4,23	3,11	3,82	4,87
Pielou		0,18	0,12	0,72	0,67	0,51	0,59	0,78
ES100		3,1	3,0	29,0	28,7	18,1	25,8	32,7
SN		0,89	1,00	2,22	2,29	2,14	2,31	2,29
ISI-2012		3,42	5,90	10,15	10,64	8,97	9,87	10,63
AMBI		5,819	5,900	2,210	2,731	3,368	2,913	1,813
NQI1		0,25	0,26	0,75	0,73	0,65	0,72	0,79
NSI		7,41	7,23	22,94	21,61	19,34	21,15	24,01
DI		1,09	1,67	0,77	0,93	1,09	0,95	0,85
Tilstandsklasse nEQR ^{*)}		0,139	0,178	0,752	0,740	0,633	0,710	0,798

^{*)} Tilstandsklassen nEQR er beregnet uten DI

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

Geometriske klasser

int.	AZE2	C1	C2	C3	C4	C5	Ref
1	4	7	28	35	28	35	34
2,3	0	2	21	24	23	29	18
4- 7	1	1	17	24	12	21	19
8- 15	0	1	8	11	13	14	7
16- 31	0	0	7	6	5	8	10
32- 63	1	0	7	5	3	1	6
64-127	1	0	2	1	0	2	4
128-255	0	1	1	2	1	0	3
256-511	0	1	1	2	1	2	0
512-1023	0	0	0	0	2	1	0
1024-2047	0	0	0	0	0	0	0
2048-	1	1	0	0	0	0	0

Artsliste

Sundsøy ASC-C-undersøkelse

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
-------	--------	-------	----------	----	----	-----

Stasjonsnr.: AZE2

ANNELIDA	Polychaeta	Spionida	Scolecipis vulgaris		1	1
			Prionospio plumosa	1	3	4
			Chaetozone setosa		1	1
		Capitellida	Capitella capitata	344	464	3912
CRUSTACEA	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridea indet.		1	1
			Crustacea indet. juv.		1	1
MOLLUSCA	Bivalvia	Mytiloida	Mytilus edulis		1	1
		Veneroida	Thyasira sarsii	37	54	91
			Thyasiridae indet.	11	30	41
				Maks: 3448	464	3912
				Antall: 4	9	9
				Sum:		4053

Stasjonsnr.: C1

ANNELIDA	Polychaeta	Spionida	Scolecipis vulgaris		3	3
			Prionospio plumosa		1	1
			Chaetozone sp.		1	1
		Capitellida	Capitella capitata	583	431	10148
		Phyllodocida	Polynoidae indet.	1		1
			Nereidae indet.		1	1
		Amphinomida	Paramphionome jeffreysii		12	12
CRUSTACEA	Copepoda	Calanoida	Calanoida indet.		1	1
	Malacostraca	Decapoda	Liocarcinus sp.		1	1
MOLLUSCA	Prosobranchia	Mesogastropoda	Lacuna vineta	2		2
	Bivalvia	Mytiloida	Mytilus edulis	4		4
		Veneroida	Thyasira sarsii	190	136	326
			Thyasiridae indet.	68	118	186
		Myoida	Hiatella arctica	1		1
		Pholadomyoida	Cuspidaria sp.	1		1
BRYOZOA			Bryozoa indet.	-1	-1	-2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
				Maks:	5831 4317	1014
				Antall:	9 11	16
				Sum:		10687
Stasjonsnr.: C2						
FORAMINIFERA						
PORIFERA			Foraminifera indet.	-1	-2	-3
NEMERTINI			Porifera indet.		-1	-1
NEMATODA			Nemertea indet.	1	1	2
SIPUNCULIDA			Nematoda indet.		4	4
ANNELIDA	Polychaeta		Onchnesoma squamatum		2	2
			Onchnesoma steenstrupii	2	39	41
			Phascolion strombus	2	4	6
			Sipunculida indet.	2	14	16
			Sipunculida indet. juv.		6	6
		Orbiniida				
			Phylo norvegicus		1	1
			Levensenia gracilis		3	3
		Spionida				
			Prionospio dubia	3	3	6
			Pseudopolydora paucibranchiata	53	40	93
			Spiophanes kroyeri	2	5	7
			Aphelocheata sp.	2	1	3
			Chaetozone sp.		1	1
			Kirkegaardia sp.		1	1
		Capitellida				
			Capitella capitata		1	1
			Heteromastus filiformis	13	123	136
			Notomastus latericeus	13	12	25
			Rhodine loveni	1	5	6
			Chirimia biceps	2	5	7
			Clymenura borealis		15	15
			Maldanidae indet.	1		1
		Opheliida				
			Polyphysia crassa	1		1
		Phyllodocida				
			Polynoidae indet.	1		1
			Pholoe assimilis	1		1
			Pholoe pallida		4	4
			Syllis cornuta		2	2
			Ceratocephale loveni	1	2	3
			Glycera lapidum		2	2
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	101	274	375
		Eunicida				
			Augeneria sp.		1	1
			Drilonereis filum	1	5	6
		Flabelligerida				
			Brada villosa	3	2	5
			Diplocirrus glaucus	6	11	17

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Terebellida				
			Pectinaria belgica		1	1
			Ampharete octocirrata		12	12
			Anobothrus laubieri		1	1
			Amythasides macroglossus		5	5
			Eclysippe vanelli	6	57	63
			Melinna cristata	3	3	6
			Melinna elisabethae	4	1	5
			Ampharetidae indet.		2	2
			Lanassa venusta		3	3
			Pista mediterranea	2	5	7
			Pista sp.		1	1
			Proclea graffii	4	6	10
			Strebiosoma intestinale	6	44	50
			Terebellidae indet.	1	1	2
			Terebellides sp.	1	1	2
		Sabellida				
			Euchone elegans		2	2
			Jasmineira candela		1	1
			Hydroides norvegica		1	1
			Siboglinidae indet.		13	13
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	5	11	16
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.		1	1
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Eudorella sp.	1		1
			Leucon sp.		1	1
			Diastylis cornuta	1		1
			Diastylis rathkei		1	1
			Diastylodes biplicatus		1	1
			Diastylodes serratus	1	1	2
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.		6	6
		Amphipoda				
			Haploops sp.		1	1
			Nicippe tumida		1	1
			Harpinia pectinata	1	3	4
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	5	7	12
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Euspira montagui	1		1
	Opisthobranchia					
		Pyramidellomorpha				
			Odostomia unidentata	1		1
		Cephalaspidea				
			Cylichna sp.	6	4	10
			Philine catena	2	1	3
			Philine quadrata	2		2
			Cylichna alba	1		1
		Thecosomata				
			Limacina retroversa		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Nucula tumidula		2	2
			Yoldiella lucida	26	8	34
			Yoldiella nana		4	4
			Yoldiella solidula	5	22	27
		Limoida				
			Limatula subauriculata	2		2
		Ostreoidea				
			Similipecten similis	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Veneroida				
			Adontorhina similis		4	4
			Mendicula ferruginosa		22	22
			Mendicula pygmaea		3	3
			Axinulus croulinensis		5	5
			Thyasira equalis	5	52	57
			Thyasira obsoleta		10	10
			Thyasira sarsii	4	8	12
			Parvicardium minimum	9	38	47
			Abra nitida	59	63	122
			Kelliella miliaris	32	21	53
		Pholadomyoida				
			Tropidomya abbreviata		2	2
			Cuspidaria obesa		1	1
	Scaphopoda					
		Gadilida				
			Entalina tetragona		1	1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1		-1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiocten affinis		2	2
			Ophiura carnea		3	3
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
	Echinoidea					
		Spartangoida				
			Brisaster fragilis		1	1
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii	7	17	24
			Maks:	101	274	375
			Antall:	54	86	100
			Sum:			1490
Stasjonsnr.: C3						
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.	-1	-2	-3
CNIDARIA						
	Anthozoa					
			Actinaria indet.		1	1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	1	5	6
NEMATODA						
			Nematoda indet.		3	3
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.	1	5	6
			Onchnesoma steenstrupii	13	27	40
			Phascolion strombus	2	4	6
			Sipunculida indet.		5	5
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Levinsonia gracilis	1	2	3
		Spionida				
			Prionospio dubia		2	2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Pseudopolydora paucibranchiata	83	97	180
			Scolecopsis korsun	1	1	2
			Spiophanes kroyeri	2	3	5
			Aphelochaeta sp.		1	1
	Capitellida		Heteromastus filiformis	133	188	321
			Notomastus latericeus		1	1
			Rhodine gracilior		2	2
			Rhodine loveni	8	6	14
			Chirimia biceps	7	28	35
			Clymenura borealis	4	1	5
			Maldanidae indet.		3	3
	Phyllodoce		Eteone flava/longa	1	2	3
			Phyllodoce groenlandica	1		1
			Phyllodoce mucosa		1	1
			Polynoidae indet.	2	2	4
			Pholoe assimilis	2	3	5
			Pholoe pallida	1		1
			Oxydromus flexuosus	2		2
			Nereimyra sp.	3	1	4
			Exogone verugera	2	3	5
			Syllis cornuta	2		2
			Ceratocephale loveni	1	5	6
			Glyceria lapidum	6	1	7
			Nephtys ciliata	2	1	3
	Amphinomida		Paramphionome jeffreysii	218	243	461
	Eunicida		Drilonereis filum	4	3	7
	Flabelligerida		Brada villosa	1	3	4
			Diplocirrus glaucus	14	24	38
	Terebellida		Amphictene auricoma	1	2	3
			Pectinaria belgica	3	2	5
			Ampharete borealis	1		1
			Ampharete octocirrata	2	6	8
			Amage auricula		1	1
			Ampharete falcata		2	2
			Ampharete sp.		1	1
			Amythasides macroglossus		5	5
			Eclisippe vanelli	7	13	20
			Glyphanostomum pallescens	2		2
			Melinna cristata	1	2	3
			Melinna elisabethae	9	7	16
			Samytha sexcirrata		1	1
			Sosane wireni	1		1
			Ampharetidae indet.	1		1
			Amaeana trilobata	1		1
			Lanassa venusta	5	1	6
			Laphania boeckii		1	1
			Pista mediterranea	14	5	19
			Polycirrus medusa		1	1
			Proclea graffii	7	21	28
			Streblosoma intestinale	6	5	11
			Terebellidae indet.		1	1
			Terebellidae sp.	5	6	11
			Trichobranchus roseus		2	2
	Sabellida		Chone sp.		2	2
			Euchone elegans		1	1
			Euchone sp.		1	1
			Ditrupea arietina	1		1
			Siboglinidae indet.		3	3
CRUSTACEA						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.		1	1
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	2	2	4
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.	1	4	5
			Hemilamprops roseus	1	1	2
			Diastylodes serratus	1	5	6
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.		8	8
		Isopoda				
			Gnathia sp.		4	4
			Crustacea indet. juv.		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	4	9	13
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Pseudosetia turgida	2		2
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Cylichna sp.	9	5	14
			Philine catena	1		1
			Philine denticulata	1		1
			Philine quadrata		1	1
			Scaphander punctostriatus	1		1
		Nudibranchia				
			Nudibranchia indet.		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Nucula tumidula	1		1
			Ennucula tenuis	1		1
			Nuculana pernula	1		1
			Yoldiella lucida	10	19	29
			Yoldiella nana	2	2	4
			Yoldiella philippiana	1		1
			Yoldiella solidula	6	9	15
		Arcoida				
			Bathyarca pectunculoides	1	1	2
		Limoida				
			Limatula subauriculata	1		1
		Veneroida				
			Adontorhina similis	10	5	15
			Mendicula ferruginosa	12	9	21
			Mendicula pygmaea	6	4	10
			Thyasira equalis	32	34	66
			Thyasira flexuosa	2		2
			Thyasira obsoleta	1		1
			Thyasira sarsii	25	20	45
			Thyasiridae indet.		6	6
			Kurtiella tumidula	1		1
			Parvicardium minimum	1	13	14
			Abra nitida	122	85	207
			Kelliella miliaris		6	6
		Pholadomyoida				
			Cardiomya costellata	2		2
CHAETOGNATA						
			Chaetognatha indet.		1	1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphipholis squamata		2	2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Amphiura chiajei		3	3
			Amphilepis norvegica		2	2
			Ophiocten affinis	2	5	7
			Ophiura carnea	1		1
			Ophiura sarsii		1	1
	Echinoidea					
		Spartangoida				
			Brisaster fragilis	1		1
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii	16	16	32
			Maks:	218	243	461
			Antall:	80	90	115
			Sum:			1917
Stasjonsnr.: C4						
	CNIDARIA					
		Hydrozoa				
			Hydrozoa indet.		-1	-1
		Anthozoa				
			Actiniaria indet.	1	2	3
	NEMERTINI					
			Nemertea indet.	5	7	12
	NEMATODA					
			Nematoda indet.		2	2
	SIPUNCULIDA					
			Onchnesoma steenstrupii	1		1
			Phascolion strombus	2	1	3
			Sipunculida indet.		1	1
	ANNELIDA					
		Polychaeta				
		Orbiniida				
			Scoloplos armiger	2	3	5
			Aricidea catherinae		2	2
		Spionida				
			Prionospio cirrifera	10	30	40
			Prionospio dubia	1		1
			Pseudopolydora paucibranchiata	6	10	16
			Scoelelepis korsuni	1	1	2
			Spio limicola	3	1	4
			Chaetozone setosa	5	10	15
			Chaetozone sp.	1		1
		Capitellida				
			Capitella capitata	8	42	50
			Heteromastus filiformis	310	452	762
			Notomastus latericeus	2	9	11
			Rhodine gracilior		6	6
			Rhodine loveni	5	2	7
			Chirimia biceps	3	2	5
		Opheliida				
			Ophelina acuminata		2	2
			Ophelina sp.	1		1
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	5	10	15
			Phyllodoce groenlandica	1		1
			Phyllodoce maculata		1	1
			Phyllodoce mucosa	2		2
			Gattyana cirrhosa	2		2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Polynoidae indet.	3	1	4
			Pholoe assimilis	9	19	28
			Pholoe baltica	1	2	3
			Pholoe pallida		1	1
			Exogone verugera	5	2	7
			Syllis cornuta	5	6	11
			Ceratocephale loveni	1		1
			Nereis zonata	1		1
			Glycera alba	1		1
			Glycera lapidum	4	1	5
			Nephtys ciliata	8	5	13
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	667	185	852
		Eunicida				
			Scoletoma impatiens		1	1
			Drilonereis filum	1	1	2
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	1	1	2
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	4	8	12
		Terebellida				
			Amphitene auricoma	2	5	7
			Lagis koreni		1	1
			Pectinaria belgica	4	3	7
			Ampharete borealis	1	7	8
			Ampharete falcata	2		2
			Melinna cristata	2	1	3
			Melinna elisabethae	7	4	11
			Phisidia aurea		1	1
			Pista mediterranea	5	1	6
			Polycirrus medusa	4	13	17
			Proclea graffii	2	1	3
			Terebellides sp.	1	1	2
			Trichobranchus roseus	1		1
		Sabelliida				
			Chone sp.	1		1
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	1		1
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.	1		1
	Amphipoda					
			Caprellidae indet.		1	1
	Decapoda					
			Galathea sp.		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	11	14	25
	Prosobranchia					
		Neogastropoda				
			Oenopota sp.	1	1	2
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Cylichnina sp.	7	1	8
			Philine quadrata		2	2
		Nudibranchia				
			Nudibranchia indet.		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	2		2
			Yoldiella lucida	1	1	2
			Yoldiella nana	6	5	11
		Mytiloida				
			Mytilus edulis	2		2
		Veneroida				
			Adontorhina similis	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Mendicula ferruginosa	10	4	14
			Mendicula pygmaea	1		1
			Axinulus croulinensis		1	1
			Thyasira equalis	17	2	19
			Thyasira flexuosa	1	3	4
			Thyasira obsoleta	2		2
			Thyasira sarsii	170	240	410
			Thyasiridae indet.	11	23	34
			Kurtiella tumidula	1		1
			Tellimya ferruginosa	1		1
			Parvicardium minimum	2		2
			Macoma calcarea		1	1
			Abra nitida	118	97	215
		Pholadomyoida				
			Tropidomya abbreviata		1	1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1	-1	-2
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphiura chiajei	1	1	2
			Amphiura filiformis		1	1
	Echinoidea					
		Spartangoida				
			Echinocardium flavescens	2	1	3
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii	1	7	8
			Maks:	667	452	852
			Antall:	73	69	92
			Sum:			2764
Stasjonsnr.: C5						
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.	-1	-1	-2
CNIDARIA						
	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-1		-1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	6	1	7
NEMATODA						
			Nematoda indet.	2	3	5
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.	1	2	3
			Onchnesoma steenstrupii	10	6	16
			Phascolion strombus	1	1	2
			Sipunculida indet.	1		1
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Levinsonia gracilis	1	3	4
		Spionida				
			Prionospio cirrifera	9	2	11
			Prionospio dubia		2	2
			Pseudopolydora paucibranchiata	43	27	70
			Scolecopsis korsun	2		2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Spio limicola	1		1
			Aphelocheata sp.		1	1
			Chaetozone setosa	9	5	14
			Cirratulus cirratus		1	1
	Capitellida		Heteromastus filiformis	184	136	320
			Notomastus latericeus	3	1	4
			Rhodine gracilior	1	1	2
			Rhodine loveni	11	7	18
			Chirimia biceps	4	2	6
			Clymenura borealis		2	2
			Maldanidae indet.	2		2
	Opheliida		Ophelina acuminata	2		2
			Ophelina sp.	1		1
			Polyphysia crassa	1	1	2
	Phyllodocida		Eteone flava/longa	2		2
			Phyllodoce groenlandica	3	1	4
			Bylgides sp.		1	1
			Gattyana cirrhosa	1		1
			Polynoidae indet.	3	1	4
			Pholoe assimilis	11	3	14
			Pholoe pallida	2		2
			Nereimyra punctata		1	1
			Exogone verugera	5	1	6
			Syllis cornuta	1	1	2
			Ceratocephale loveni	2	2	4
			Glycera lapidum	4	1	5
			Goniada maculata	1		1
			Nephtys ciliata	3	2	5
	Amphinomida		Paramphinode jeffreysii	484	174	658
	Eunicida		Eunice pennata		1	1
			Drilonereis filum		1	1
	Oweniida		Galathowenia oculata	1		1
			Myriochele heeri	1		1
	Flabelligerida		Brada villosa		2	2
			Diplocirrus glaucus	15	6	21
	Terebellida		Amphictene auricoma	1		1
			Ampharete borealis	3	1	4
			Ampharete octocirrata	7	2	9
			Ampharete falcata	2		2
			Amythasides macroglossus	2	1	3
			Eclysispe vanelli	3	5	8
			Glyphanostomum pallescens	3	1	4
			Melinna cristata	6	1	7
			Melinna elisabethae	16	12	28
			Ampharetidae indet.	1		1
			Amaeana trilobata	1		1
			Lanassa venusta	1		1
			Laphania boeckii		1	1
			Paramphitrite birulai	1	1	2
			Pista mediterranea	7	4	11
			Polycirrus medusa	5	4	9
			Proclea graffii	12	4	16
			Streblosoma intestinale	2	2	4
			Terebellidae indet.	1		1
			Terebellides sp.	8	2	10
			Trichobranchus roseus	4	1	5
	Sabelliida		Chone sp.	3		3

28

42

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
ECHINODERMATA	Ophiuroidea	Ophiurida	Phoronis sp.	1	1	2	
			Amphiura chiajei	6	2	8	
			Amphiura filiformis	2	3	5	
	Echinoidea	Spartangoida	Ophiuroidea indet. juv.	4	2	6	
			Brisaster fragilis		3	3	
	Holothuroidea	Apodida	Echinocardium flavescens	2		2	
			Labidoplax buskii	16	4	20	
				<i>Maks:</i>	484	174	658
				<i>Antall:</i>	100	84	119
				<i>Sum:</i>			2096
<i>Stasjonsnr.: Ref</i>							
FORAMINIFERA							
PORIFERA			Foraminifera indet.	-1	-2	-3	
	CNIDARIA	Hydrozoa	Porifera indet.	-1		-1	
Anthozoa			Hydrozoa indet.		-1	-1	
NEMERTINI			Cerianthus lloydii		1	1	
	NEMATODA		Nemertea indet.	4	1	5	
SIPUNCULIDA			Nematoda indet.		2	2	
	ANNELIDA	Polychaeta		Golfingia margaritacea		1	1
Golfingiidae indet.			10	12	22		
Onchnesoma squamatum				1	1		
Onchnesoma steenstrupii			45	40	85		
Phascolion strombus			2	4	6		
			Sipunculida indet.	9	16	25	
Orbiniida			Phylo norvegicus	1	3	4	
			Levensenia flava	1		1	
			Levensenia gracilis		1	1	
Spionida			Prionospio dubia	1	3	4	
			Pseudopolydora paucibranchiata	27	21	48	
			Spiophanes kroyeri	2	35	37	
			Aphelochaeta sp.	1	5	6	
Capitellida			Heteromastus filiformis	51	86	137	
			Notomastus latericeus	9	2	11	

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Rhodine loveni	3	1	4
			Notoproctus sp.		2	2
			Chirimia biceps	9	10	19
			Clymenura borealis	12	18	30
			Heteroclymene robusta		2	2
			Maldanidae indet.		3	3
		Opheliida				
			Polyphysia crassa		1	1
		Phyllococida				
			Eulalia tjalfiensis	1	1	2
			Phyllococe groenlandica	1		1
			Protomystides exigua		1	1
			Sige oliveri	1		1
			Polynoidae indet.		2	2
			Eusthenelais hibernica		1	1
			Pholoe assimilis	2	1	3
			Pholoe baltica		1	1
			Pholoe pallida	1	2	3
			Nereimyra sp.	1	4	5
			Ceratocephale loveni		3	3
			Goniada maculata	1		1
			Nephtys ciliata	1	1	2
			Nephtyidae indet.		1	1
		Amphinomida				
			Paramphinoe jeffreysii	77	150	227
		Eunicida				
			Paradiopatra quadricuspid	2	3	5
			Augeneria sp.		1	1
			Drilonereis filum	2	11	13
		Flabelligerida				
			Brada villosa	1		1
			Diplocirrus glaucus	2	5	7
		Terebellida				
			Amphictene auricoma	2	1	3
			Pectinaria belgica		1	1
			Ampharete octocirrata	2	3	5
			Anobothrus laubieri	4	1	5
			Amythasides macroglossus	1	18	19
			Eclysippe vanelli	39	57	96
			Glyphanostomum pallescens	3	2	5
			Melinna cristata		1	1
			Melinna elisabethae	1	2	3
			Lanassa venusta	7	13	20
			Pista mediterranea	11	7	18
			Polycirrus medusa		1	1
			Streblosoma intestinale	27	30	57
			Terebellidae indet.		2	2
			Terebellides sp.	5	4	9
			Trichobranchus roseus		1	1
		Sabellida				
			Euchone southerni		5	5
			Siboglinidae indet.	5	6	11
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.		2	2
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.		3	3
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.	1		1
			Diastylis cornuta		1	1
			Diastylis rathkei		1	1
			Diastylodes serratus		3	3
		Amphipoda				
			Liljeborgia macronyx		1	1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Harpinia crenulata	1		1
			Harpinia pectinata	2	1	3
			Harpinia sp.		2	2
		Isopoda	Gnathia sp.		1	1
			Asellota indet.		1	1
		Decapoda	Calocaris macandreae	1		1
MOLLUSCA						
		Caudofoveata				
			Caudofoveata indet.	12	20	32
		Prosobranchia				
		Mesogastropoda				
			Cryptonatica affinis	1		1
		Opisthobranchia				
		Cephalaspidea				
			Cyllichna sp.		1	1
			Philine catena	1	2	3
			Philine quadrata		1	1
		Bivalvia				
		Nuculoida				
			Nucula tumidula	5	1	6
			Ennucula corticata	1		1
			Yoldiella lucida	4	6	10
			Yoldiella nana	18		18
			Yoldiella philippiana	5		5
			Yoldiella solidula	6	26	32
		Arcoida				
			Batharca pectunculoides	2		2
		Ostreoida				
			Palliolium tigerinum		1	1
		Veneroida				
			Adontorhina similis	3	7	10
			Mendicula ferruginosa	39	64	103
			Mendicula pygmaea	3	4	7
			Axinulus croulinensis	4	2	6
			Thyasira equalis	49	80	129
			Thyasira obsoleta	15	8	23
			Thyasira sarsii	1	4	5
			Parvicardium minimum	11	14	25
			Abra nitida	51	52	103
			Kelliella miliaris	31	23	54
		Pholadomyoida				
			Tropidomya abbreviata	1	3	4
		Scaphopoda				
		Gadilida				
			Entalina tetragona	1		1
ECHINODERMATA						
		Ophiuroidea				
		Ophiurida				
			Amphipholis squamata		1	1
			Ophiuroidea indet. juv.	1	5	6
		Echinoidea				
		Spartangoida				
			Spartangoida indet. juv.	1	1	2
		Holothuroidea				
		Apodida				
			Labidoplax buskii	6	9	15
			Maks:	77	150	227
			Antall:	72	93	108
			Sum:			1624
			TOTAL:			
			Maks:			10148
			Sum:			24631

Vedlegg 2. Analysebeviser

60623_Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx_070518

Budjetta av 170



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

ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

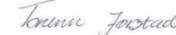
Kunde: Aqua Kompetanse AS
Kunde referanse: 206-8-18C og 210-8-18ASC Sundsøy
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Roger Velvin

Dato: 08.11.2018

Rapport nr.: 60623
Analyseparameter(e): Kom, TOM, TOC, TN, Cu
Kontaktperson: Ida Giæver Tveter

Analyseansvarlig:  (sign.)

Underskriftsberettiget:  (sign.)

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

MERKNADER:

For prøver med TOC-innhold høyere enn 60 mg/g TS kan analyseresultat for TN være underestimert. Dette gjelder for prøvene C1 og C-AZE-2 i prosjektet. C/N-forholdet for disse prøvene kan være forhøyet.

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 leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat. Nærmere informasjon om analysemetodene (måleusikkerhet, metodaprinsipp etc.) fås ved henvendelse til Akvaplan-Niva AS

Side 1 av 3

[illegible]

Følgende analysemetoder er benyttet

Parameter	Metoderreferanse
Kornfordeling (splitt i to)	Sikting, basert på Bale, A.J. & Kenney, 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
C-1	7,6	61,3	70,1	1,0	61,3	51,0	49,0	29,6
C-2	4,9	12,6	15,7	1,3	9,6	82,8	17,2	ia
C-3	5,2	13,7	17,6	1,4	9,5	78,3	21,7	17,4
C-4	3,9	12,5	17,7	1,2	10,5	71,1	28,9	15,2
C-5	4,9	11,9	16,4	1,3	9,0	74,6	25,4	ia
C-ref	5,0	13,2	17,2	0,98	13,5	77,7	22,3	17,6
C-AZE-2	9,6	68,7	78,2	2,0	33,7	47,4	52,6	32,7

* 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

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

ia = ikke analysert

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

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

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

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