



2019

C-undersøkelse ved Rensøya N i Træna kommune, mai 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: C-undersøkelse ved Rensøya N i Træna kommune, mai 2018 Forfatter: Christine Klykken		
Feltdato: 31.05.2018 Toktleder: Kristine Brokke	Rapportdato: 03.01.2019 Rapportnummer: 112-5-18C	Antall sider uten vedlegg: 17 Antall sider totalt: 55
Oppdragsgiver: Nova Sea AS		Kontaktperson: Samuel Anderson
Lokalitet: Rensøya N	Lokalitetsnummer: 10893	Driftsleder: <i>ikke oppgitt</i>
Koordinater: 66°30.169N 12°04.258Ø	Fylke: Nordland Kommune: Træna	MTB-tillatelse: 3600 tonn Antall merder: 20 Merdomkrets: 90 m
Bakgrunn for undersøkelse: maks belastning		
Sammendrag 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. Undersøkelsen viser belastningseffekter i anleggssonen, C1, med økologisk tilstandsklasse IV. I overgangssonen viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse III, mens i den ytre sonen (C2) ble klassifisert til økologisk tilstandsklasse II. Nivået av TOM, TN og TOC var generelt lave ved alle stasjonene, det samme var nivået av kobber på C1. Undersøkelsesfrekvensen videre skal være mellom hver annen produksjonssyklus		
Summary 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 survey showed that C1 was impacted and was classified to environmental status IV – bad. In the transition zone, most of the faunal indices showed ecological status III - moderate, while the C2 was classified as ecological status II - good. The levels of TOM, TN and TOC was low at all stations, also the level of copper was low at C1. As a result, the survey frequency should be between every other production cycle.		
Emneord: C-undersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna		ID 401-17 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel
Rapportansvarlig:  Christine Klykken	Kvalitetssikrer:  Marthe Austad	

© 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 og akkrediterte målinger av pH og redoks for oppdragsgiver Nova Sea AS. I tillegg har Aqua Kompetanse AS utført ikke-akkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten. Akkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann er utført av Aqua Kompetanse 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, prøvetakning, 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 ISO 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 tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innholdsfortegnelse

Produksjonsdata og tidligere undersøkelser	6
1. Materiale og metode	7
1.1 Undersøkelsesområde 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	13
3. Oppsummering	16
4. Referanser	17
Vedlegg A – Akvaplan-niva rapport	18

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 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
Elektrokjemi:	pH:	7,72	7,86	8,00	7,78	7,87
	E_h :	296,4	476,5	367,1	361,1	177,0
Makrofauna Bunndyrsanalyser	Antall arter (S):	12	87	47	61	36
	Antall ind. (N):	96	1718	496	974	540
	J, Jevnhet (0-1):	0,69	0,60	0,74	0,58	0,75
	DI:	0,37	0,75	0,34	0,59	0,37
	NQI1:	0,42	0,64	0,61	0,63	0,56
	Shann.Wien. (H'):	2,22	3,44	3,84	3,12	3,53
	Hurl.ind. ($ES_{n=100}$):	9,0	24,3	23,6	21,8	19,3
	AMBI:	4,890	3,555	3,836	3,494	4,029
	ISI:	5,59	9,05	7,29	8,97	6,91
	NSI:	11,47	18,98	16,26	19,24	14,15
	nEQR:	0,347	0,651	0,591	0,636	0,531
	Økologisk tilstand:	IV	II	III	II	III
	Miljøtilstand:	2				
Kjemi Kobber, organisk karbon, organisk materiale og nitrogen	Cu (mg/kg):	9,18				
	Cu, tilstandsklasse:	I				
	N-TOC (mg/g):	21,1	19,4	20,1	20,9	25,4
	N-TOC, tilstandsklasse:	II	I	II	II	II
	TN (mg/g):	1,0	0,62	0,87	0,92	0,74
Geologi	Kommentar:	Lavt	Lavt	Lavt	Lavt	Lavt
	TOM (%):	2,2	2,2	2,6	2,5	3,3
	Kommentar:	Lavt	Lavt	Lavt	Lavt	Lavt
	C/N:	3,6	4,0	3,5	3,7	11,0
	Kommentar:	Lavt	Lavt	Lavt	Lavt	Lavt
Pelittandel (%)		3,4	6,1	5,0	2,7	4,1

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

Rensøya N har ligget i nåværende posisjon siden 2012 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 Rensøya N (Produksjonsdata hentet fra Nova Sea v/ S. Anderson).

Utsett	Generasjon:	Produsert mengde (tonn)	Utfôret mengde (tonn)	Utslakt
16.12.11	11H	3481	3575	31.07.13
03.10.13	13H	4443	4687	12.06.15
31.08.15	15H	3563	3737	20.03.17
26.05.17	17V	3339	3580	-

Tabell 5: Det er ikke foretatt tidligere C-undersøkelser ved Rensøya N, derfor vises kun resultatene fra denne undersøkelsen.

Dato feltarbeid	Generasjon	Biomasse ved undersøkelse (t)	Utfôret mengde (t)	Produsert mengde (t)	Økologisk tilstand:	Miljøtilstand for stasjon C1
31.05.2018	17V	1933	3580	3339	C1: IV C2, C4: II C3, C5: III	2

1. Materiale og metode

Akkreditert prøveinnsamling ble gjort fra båt den 31.05.2018. Undersøkelsen ble gjennomført i henhold til NS9410:2016 av Kristine Brokke fra Aqua Kompetanse AS. Akvaplan-niva AS har stått for akkrediterte analyser av prøvematerialet og akkreditert faglige vurderinger og fortolkninger (**Vedlegg B**). 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 med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Rensøya N. 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
Plassering etter NS9410	Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone		
Parametere	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK – CTD*	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK
Koordinater	66°30.324N 12°04.487Ø	66°30.540N 12°04.837Ø	66°30.416N 12°04.577Ø	66°29.938N 12°04.122Ø	66°30.369N 12°04.527Ø
Dybde (m)	21	22	23	20	22
Avstand til anlegg (m)	25	500	185	140	100

*På grunn av instrumentsvikt foreligger det ikke hydrografiresultater p.d.d.

Rensøya N 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 3900 tonn ved Rensøya N er veiledende antall prøvestasjoner 5, jamfør **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 i Træna, Nordland (**Figur 1**), og anlegget ligger i sundet mellom øyene Sanna og Husøy i Træna kommune (**Figur 2**). Bunnen under anlegget er relativt flat og grunn, med ca. 20 meters dybde under hele anlegget (**Figur 3**).



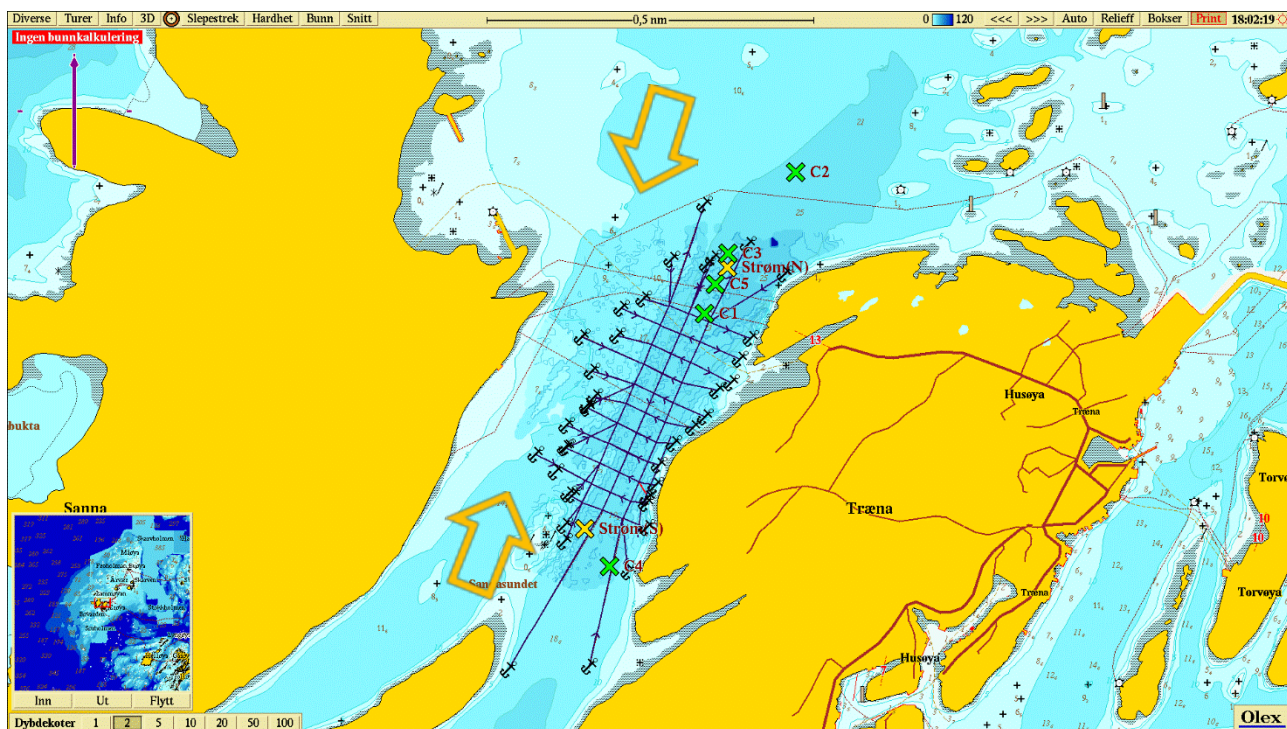
Figur 1: Oversiktskart som viser anleggs plassering og undersøkelsesområdet. Målestokk vises i venstre hjørne, kartkilde i 1:80 000 Kilde: Fiskeridirektoratets karttjeneste.

Det er målt vannstrøm sør og nord for anlegget. Hovedstrømretningen for bunnstrøm på 15 m målt i nord er mot sør-sørvest med en returstrøm mot nord-nordøst. Hovedretning mot 195, 210, 15 og 0 grader. Hovedstrømmen målt på 15 meter i sør er mot nord-nordøst med en returstrøm mot sør-sørvest (Nova Sea AS, 2011). Strømhastighetene er vist i **Tabell 8**, og retningen spredningsstrømmen går mot er markert i **Figur 2**.

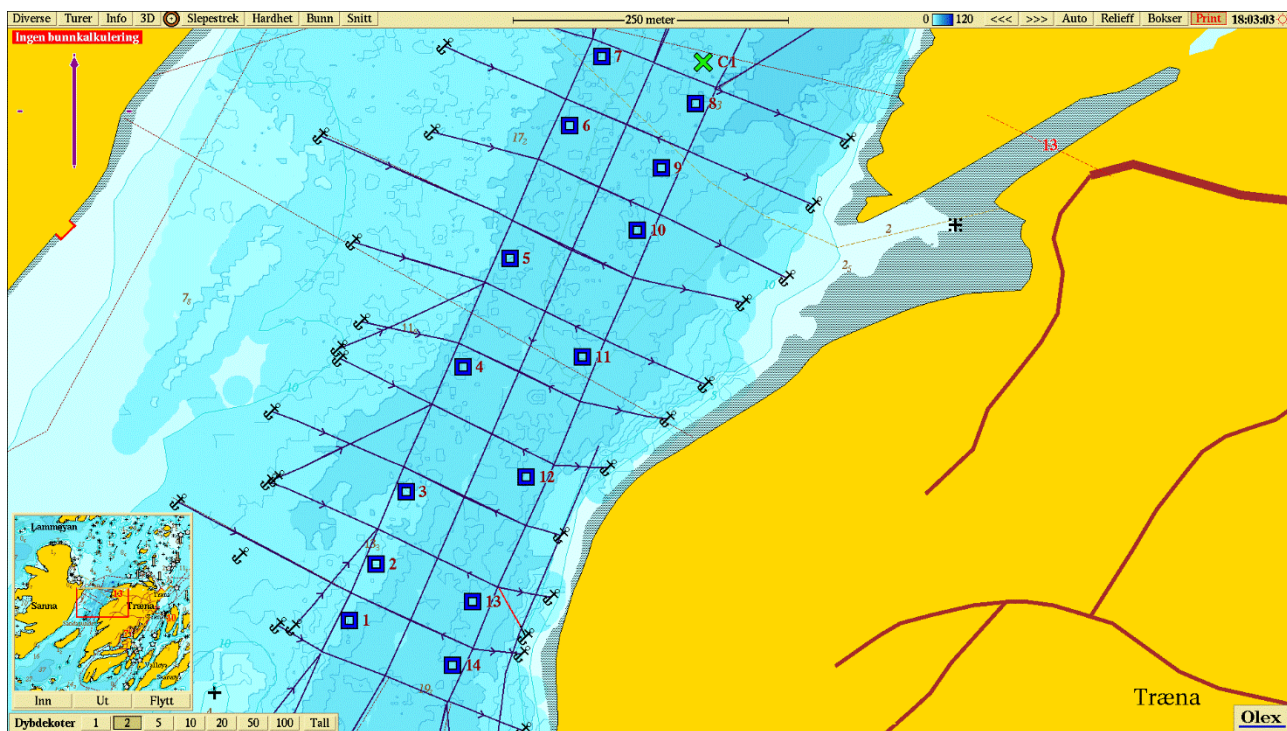
Tabell 8: Strømmålinger ved Rensøya N. Målingene er fra 29.07-30.08.2011 og er utført med rotormåler på 5 og 15 meters dyp i nordenden (N; 66°30.395N, 12°04.574Ø) og sørenden (S; 66°29.950N, 12°04.027Ø) av anlegget, da det er for grunt til å måle andre dybder. Tallene er hentet fra Nova Seas egne strømmålinger.

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimalhastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
5 m Nord	7,5	33,8	15,2	16,8
15 m Nord	4,9	26,0	9,5	18,6
5 m Sør	13,0	45,2	24,4	9,7
15 m Sør	12,3	41,2	21,9	11,4

Stasjonene er plassert iht. føringer gitt i NS9410:2016. Ved forrige B-undersøkelse, var det ingen stasjoner som utmerket seg med dårlig tilstand, C1 ble derfor plassert 25 m nord for anleggsrammen. C2 ble plassert i den ytre sonen, 500 m nord for anlegget. C3 ble plassert 185 m nord for anlegget, mens C4 ble plassert 140 m sør for anlegget, med bakgrunn i at hoved-transporten av vannmasser går både mot nord og mot sør. C5 ble plassert 100 m nord for anlegget, mellom C1 og C3. 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, gule piler viser hovedstrømretning på 15 meter målt nord og sør i anlegget, og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene i 2011 (N; 66°30.395N, 12°04.574Ø; (S; 66°29.950N, 12°04.027Ø; hentet fra Nova Sea). Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.



Figur 3: Sjøkart som viser anleggsplassering og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Klykken, 2018) 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 m² 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 ekvibrert overflatevann, noe lavere i dypvann, og i anoksiske vannmasser og sedimenter kan pH være ned mot 7 (NS9410:2016). I atmosfærisk ekvibrert 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 9**):

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

Tabell 9: 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

1.2.2 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 ₂ /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/m³, eventuelt g/cm³), 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 (C3, nord 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. Men, på grunn av instrumentsvikt foreligger det ikke hydrografiprofil i denne rapporten, og dette vil bli ettersendt i egen rapport.

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

Ved alle fem stasjonene ble det målt gode pH-verdier, laveste pH ble målt ved C1 (pH 7,72). Samtlige stasjoner hadde positiv E_h . **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 (jmfør **Tabell 9**).

Tabell 12: Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og E_h ved Rensøya N. 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
pH	7,72	7,86	8,00	7,78	7,87
E_{obs} (mV)	79,4	259,5	150,1	144,1	-40,0
E_h ($E_{obs} + E_{ref}$)	296,4	476,5	367,1	361,1	177,0

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

Buffertemperatur:	14,0°C	pH sjø:	8,23
Sjøtemperatur:	11,9°C	E_{obs} sjø:	130,3
Sedimenttemperatur:	14,5°C	E_{ref} sediment:	217

Det ble registrert fekalier ved C1 og C5, de to stasjonene nærmest anlegget, men verken lukt eller misfarging ble registrert. På alle stasjonene besto sedimentet av sand, med innslag av skjellsand på C2, og geologiske analyser utført av Akvaplan-niva viste pelittandeler (kornfordeling, % < 0,063µmm) mellom 2,7 og 6,1% (se rapport fra Akvaplan-niva i **Vedlegg A**). Grabbene hadde en fyllingsgrad på < ½ ved alle stasjonene.

2.3 Hydrografi

Grunnet instrumentsvikt foreligger det ikke hydrografiprofil i denne rapporten. Hydrografiprofil vil bli ettersendt i egen rapport.

2.4 Bilder av sediment



Figur 4: Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av sand, og hadde en pelittandel på 3,4% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 5: Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av sand og skjellsand, og hadde en pelittandel på 6,1% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 6: Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av sand, og hadde en pelittandel på 5,0% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 7: Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av sand, og hadde en pelittandel på 2,7% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS. NB: bildet er merket feil, skal være stasjon C4.



Figur 8: Bilde av sedimentet ved C5. Sedimentet besto av sand, og hadde en pelittandel på 4,1% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.

3. Oppsummering

I anleggssonen, C1, viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse IV – dårlig. Blant topp-ti arter på stasjonen var det fire forurensningsindikatorer som til sammen utgjorde 74% av individmengden. Stasjonen fikk miljøtilstand 2, basert på tilstedeværelse av 12 arter, hvorav ingen utgjorde mer enn 90% av det totale individtallet.

I den ytre sonen, C2, dominerte den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. med 54% av individmengden, og også ved denne stasjonen ble det funnet forurensningsindikatorer blant topp-ti arter. De fleste faunaindeksene viste økologisk tilstandsklasse II – god ved denne stasjonen.

I overgangssonen viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse III – moderat (C3 og C5) og II – god (C4). Samlet tilstandsklassifisering ga økologisk tilstandsklasse III – moderat. På Stasjon C3 og C4 var den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. mest tallrik med hhv. 18% og 54% av individmengden, mens ved C5 var den forurensningsindikatoren *Capitella capitata* mest tallrik med 39% av individmengden.

De kjemiske undersøkelsene viste lave nivå av TOM, TN og TOC (tilstandsklasse I og II) i alle undersøkte sediment. Nivået av kobber i anleggssonen var også lavt (tilstandsklasse I). Sedimentet bestod av sand, med innslag av skjellsand ved C2, og sedimentet var grovkornet med pelittandeler mellom 2,7 og 6,1%. De elektrokjemiske målingene ga gode pH- og E_h-verdier.

C1 stasjonen viser noe påvirkning, men fordi den samlede tilstanden ved nyligste B-undersøkelse ble god (Klykken, 2018), så skal det ikke være nødvendig å utføre tiltak for å bedre bunnsituasjonen i anleggssonen utover pålagt brakkleggingsperiode. Den ytre sonen ved Rensøya N er klassifisert til å være god, men overgangssonen er klassifisert til moderat. Undersøkelsesfrekvensen videre skal derfor være mellom hver annen produksjonssyklus (jamfør **Tabell 11**).

4. Referanser

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

Klykken, C. (2018) B-undersøkelse ved Rensøya N i Træna kommune, juni 2018. Rapportnummer 116-6-18B, levert av Aqua Kompetanse AS.

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) Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. NS 9410:2016.

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.

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



Akvaplan-niva AS Rapport: 60396.01

Akvaplan-niva ASRådgivning og forskning innen miljø og akvakultur
Org.nr: NO 937 375 158 MVA

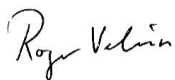
Framsenteret

9296 Tromsø

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

www.akvaplan.niva.no



Rapporttittel / Report title Aqua Kompetanse. ASC-C undersøkelse Rensøy, 2018. Bløtbunn.	
Forfatter(e) / Author(s) Roger Velvin	Akvaplan-niva rapport nr / report no 60396.01
	Dato / Date 12.09.2018
	Antall sider / No. of pages 13 + 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 Rensøy. Foreliggende delrapport presenterer resultatene fra bløtbunnundersøkelsen og inkluderer økologisk tilstandsklassifisering av bløtbunnsfunn, 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	7
2.2.1 Kvantitative bunndyrsanalyser	7
3 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	12
3.1 Sammenfatning og konklusjon	12
3.1.1 Sammenfatning.....	12
3.1.2 Konklusjon	12
4 REFERANSER.....	13
5 VEDLEGG	14
Vedlegg 1. Bunndyrstatistikk og artslister	14
Vedlegg 2. Analysebeviser	32

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført geokjemiske analyser og karakterisering av bløtbunn-samfunnene ved lokaliteten Rensøy. 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.
Kamila Sztybor	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 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, 12.09.2018



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 Rensøy, 2018. TOM = total organisk materiale. TOC = total organisk karbon, Cu = kobber. TN = total nitrogen, Korn = kornfordeling.

Stasjon	Type analyse/parametere
C1/ASC1 (AZE)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
ASC2 (AZE)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C3/ASC3 (overgangssone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
C4/ASC4 (overgangssone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
C5 (overgangssone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
C2 (ytte sone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
ASC ref1	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
ASC ref2	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 Rensøy er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Stasjonsdyp og -koordinater, Rensøy 2018.

Stasjon	Dyp, m	Posisjon
C1/ASC1	21	N 66°30,324 – Ø 12°04,487
ASC2	19	N 66°30,022 – Ø 12°04,046
C3/ASC3	23	N 66°30,416 – Ø 12°04,577
C4/ASC4	20	N 66°29,938 – Ø 12°04,122
C5	22	N 66°30,369 – Ø 12°04,527
C2	22	N 66°30,540 – Ø 12°04,837
ASC ref1	15	N 66°29,868 – Ø 12°03,463
ASC ref2	18	N 66°29,734 – Ø 12°02,911

ASC-C undersøkelse Rensøy, 2018.
Akvaplan-niva AS Rapport nr. 60396.01

3

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 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	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 2,2 og 3,3 %. TN-nivåene var også lave (0,62 – 1,0 mg/g). TOC-nivåene var generelt lave i de undersøkte sedimentene (tilstandsklasse I og II). C/N-forholdet var naturlig lavt på alle stasjonene. Sedimentene var grovkornet med pelittandeler mellom 2,7 og 6,1 %.

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

St.	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt
C1	2,2	3,7	21,1	II God	1,0	3,6	3,4
ASC2	ia	ia			1a	ia	ia
C3	2,6	3,0	20,1	II God	0,87	3,5	5,0
C4	2,5	3,4	20,9	II God	0,92	3,7	2,7
C5	3,3	8,1	25,4	II God	0,74	11,0	4,1
C2	2,2	2,5	19,4	I Svært god	0,62	4,0	6,1
ASCref1	ia	ia			ia	ia	ia
ASCref2	ia	ia			ia	ia	ia

* 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 lave i alle undersøkte sedimenter (klasse I).

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

St.	Cu	Tilst.klassif. Cu
C1	9,18	Klasse I
ASC2	9,95	Klasse I
C3	ia	
C4	ia	
C5	ia	
C2	ia	
ASCref1	1,24	Klasse I
ASCref2	1,94	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 96 (C1) til 1718 (C2) og antall arter fra 12 (C1) til 87 (C2). På C1 og ASC2 viste de fleste faunaindeksene, inklusiv samlet indeks nEQR, økologisk tilstandsklasse IV "Dårlig". På C3 og C5 ga de fleste indeksene, inklusiv nEQR, klasse III "Moderat". ASC ref2 lå i klasse I "Svært god", mens bløtbunnsamfunnene på C4, C2 og ASC ref1 var i økologisk tilstandsklasse II "God".

En samlet klassifisering for stasjonene C3, C4 og C5 i overgangssonen ga tilstandsklasse III.

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 bunndyrsamfunnet er forstyrret. Individfordelingen var noe ujevn på ASC2 med indeks 0,35. På de øvrige stasjonene var fordelingen jevnere med indekser mellom 0,58 og 0,82.

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. Rensøy 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	96	12	2,22	9,0	0,42	5,59	11,47	0,347	0,37	4,890	0,69
ASC2	792	17	1,32	8,7	0,37	6,56	7,79	0,303	0,54	5,628	0,35
C3	496	47	3,84	23,6	0,61	7,29	16,26	0,591	0,34	3,836	0,74
C4	974	61	3,12	21,8	0,63	8,97	19,24	0,636	0,59	3,494	0,58
C5	540	36	3,53	19,3	0,56	6,91	14,15	0,531	0,37	4,029	0,75
C2	1718	87	3,44	24,3	0,64	9,05	18,95	0,651	0,75	3,555	0,60
ASCref1	739	85	4,58	32,9	0,80	10,30	22,25	0,775	0,52	1,600	0,78
ASCref2	348	62	4,49	35,4	0,84	9,94	26,41	0,822	0,17	1,058	0,82

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

C3, C4, C5	-	-	3,50	21,6	0,60	7,72	16,55	0,586	0,43	3,786	0,69
------------	---	---	------	------	------	------	-------	-------	------	-------	------

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

2.2.1.2 ASC vurdering av bunndyrsamfunnet på C1/ASC1 og ASC2 innenfor AZE

Under er det gjort en vurdering av hvorvidt bløtbunnsamfunnet 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 C1/ASC1 innenfor AZE ble det kun funnet ett taksa (forurensningsindikator) med mer enn 100 individer per m². ASC-kravet ble ikke innfridd.

På ASC2 innenfor AZE ble det funnet tre taksa med mer enn 100 individer per m². Alle tre var forurensningsindikatorer. Følgelig ble ikke ASC-kravet innfridd.

Tabell 6. Taksa med flere enn 100 individer per m² på stasjon C1 innenfor AZE, Rensøy 2018.

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m ²	Antall per m ²	NSI Økologisk gruppe*
C1/ASC1	Oligochaeta indet.	44	220	V
ASC2	Capitella capitata	622	3110	V
	Oligochaeta indet.	70	350	V
	Phylodoce mucosa	26	130	V

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

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

I følge NS 9410:2016 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bunndyrsamfunnet. Tabell 7 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 5 og Tabell 8.

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.

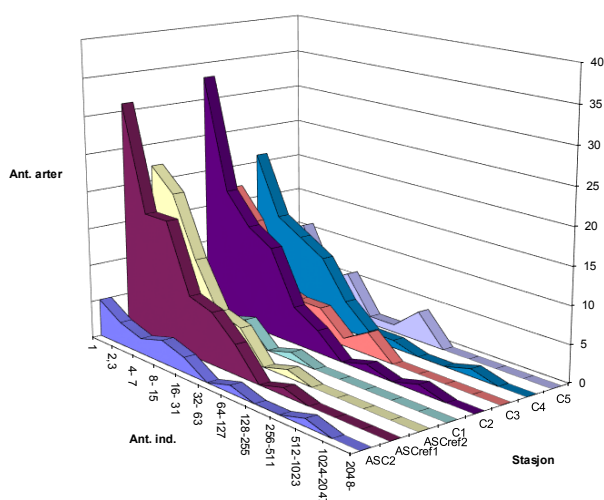
Tabell 7. NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen C1, Rensøy, 2018.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa - %	Miljøtilstand - NS 9410
C1	Rensøy	12	Oligochaeta indet. 46 %	2 God

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 ASC2 hadde utpreget lavt startpunkt og strakk seg langt ut. Kurveforløpet kan indikere faunaforstyrrelse. De andre kurvene hadde varierende høye startpunkter og lengde på utstrekningen. Kurveforløpene for disse ga ingen entydige indikasjoner på faunatilstanden.

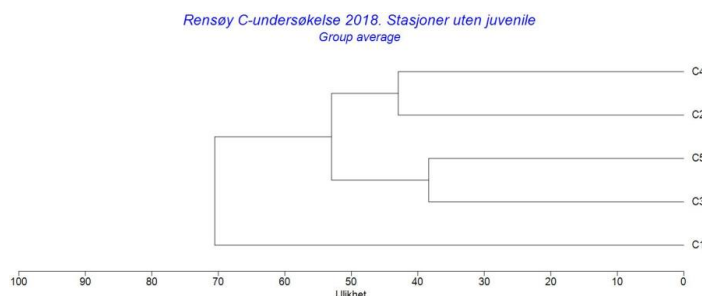


Figur 1. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bløtbunnstasjonene ved Rensøy, 2018 (pr. 0,2 m²).

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 akse. 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 C3 og C5 var 62 % lik hverandre i faunasammensetning. C2 og C4 var 58 % lik. Disse to gruppene var 48 % lik, mens C1 var 30 % lik de øvrige stasjonene.



Figur 2. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Rensøy, 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 ASC2 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark), etterfulgt av to andre forurensningsindikatorer (*Oligochaeta* og *Phyllodoce mucosa*). Disse tre utgjorde til sammen 90 % av individmengden på stasjonen.

På ASCref1 lå slangestjernen *Ophiocoma nigra* på topp med 19 % av individene. Denne har ikke kjent økologisk gruppering. Det ble for øvrig registrert mange sensitive taksa, men også to forurensningsindikatorer blant topp-ti på stasjonen.

På ASCref2 toppet forgjellesneglen *Tectura virginea* listen med 23 % av individmengden. Denne er også uten kjent økologisk gruppering. De øvrige taksa blant topp-ti var hovedsakelig sensitive.

På C1 dominerte forurensningsindikatoren *Oligochaeta* (fåbørstemark), etterfulgt av to andre forurensningsindikatorer (*Phyllococe mucosa* og *Capitella capitata*). Ellers var det blant topp-ti en blanding av representanter fra de ulike økologiske grupper, unntatt sensitive arter.

På C2, C3 og C4 dominerte den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. med hhv. 58, 18 og 54 % av individene. På alle tre stasjonene ble det funnet forekomster av forurensningsindikatorer blant de ti mest forekommende artene.

På C5 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata*, etterfulgt av forurensningsindikatorer *Phyllococe mucosa*. Disse to utgjorde til sammen 39 % av individmengden på stasjonen. Med unntak av sensitive arter ble det ellers registrert en blanding av representanter fra de andre økologiske gruppene blant topp-ti.

ASCref2 var den eneste stasjonen som ikke hadde forurensningsindikatorer blant de ti mest forekommende artene.

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

ASC2	Ant.	Kum.	EG	ASCref1	Ant.	Kum.	EG
Capitella capitata	622	78 %	V	Ophiocomina nigra	174	19 %	ik
Oligochaeta indet.	70	87 %	V	Ophiuroidea indet. juv.	138	35 %	II
Phyllodoce mucosa	26	90 %	V	Amphipholis squamata	60	42 %	I
Eteone flava/longa	18	92 %	ik	Macrochaeta clavicornis	39	46 %	I
Scoloplos armiger	11	94 %	III	Psamathe fusca	38	50 %	II
Malacoceros fuliginosus	10	95 %	V	Nemertea indet.	37	54 %	III
Periculodes longimanus	10	96 %	II	Mediomastus fragilis	28	58 %	IV
Microphthalmus scelkowi	6	97 %	ik	Nebalia sp.	27	61 %	V
Ophryotrocha sp.	5	97 %	IV	Oligochaeta indet.	25	63 %	V
Asteroidea indet. juv.	4	98 %	III	Aricidea laubieri	23	66 %	ik
ASCref2	Ant.	Kum.	EG	C1	Ant.	Kum.	EG
Tectura virginea	93	23 %	ik	Oligochaeta indet.	44	46 %	V
Ophiuroidea indet. juv.	51	35 %	II	Phyllodoce mucosa	12	58 %	V
Amphipholis squamata	23	41 %	I	Capitella capitata	10	69 %	V
Spirobranchus triqueter	19	45 %	ik	Nemertea indet.	9	78 %	III
Glycera lapidum	17	49 %	I	Scoloplos armiger	7	85 %	III
Ophiocomina nigra	17	54 %	ik	Malacoceros fuliginosus	4	90 %	V
Leptochiton asellus	14	57 %	I	Ophryotrocha sp.	3	93 %	IV
Aonides paucibranchiata	11	60 %	I	Chaetozone sp.	2	95 %	III
Echinoida indet. juv.	9	62 %	ik	Philine sp.	2	97 %	II
Hydroides norvegica	9	64 %	I	Eteone flava/longa	1	98 %	ik
C2	Ant.	Kum.	EG	C3	Ant.	Kum.	EG
Chaetozone sp.	997	58 %	III	Chaetozone sp.	90	18 %	III
Scoloplos armiger	170	68 %	III	Oligochaeta indet.	74	33 %	V
Mediomastus fragilis	60	71 %	IV	Scoloplos armiger	70	47 %	III
Jasmineira caudata	48	74 %	II	Mediomastus fragilis	48	57 %	IV
Oligochaeta indet.	41	76 %	V	Capitella capitata	31	63 %	V
Aphelochaeta sp.	30	78 %	II	Spio symphyta	28	69 %	ik
Spio symphyta	29	80 %	ik	Prionospio fallax	19	73 %	II
Spio decoratus	28	81 %	ik	Spio armata	17	76 %	ik
Eteone flava/longa	20	83 %	ik	Spio decoratus	15	79 %	ik
Nemertea indet.	18	84 %	III	Parexogone hebes	11	81 %	I
C4	Ant.	Kum.	EG	C5	Ant.	Kum.	EG
Chaetozone sp.	527	54 %	III	Capitella capitata	120	22 %	V
Scoloplos armiger	104	65 %	III	Phyllodoce mucosa	93	39 %	V
Mediomastus fragilis	51	70 %	IV	Chaetozone sp.	67	52 %	III
Syllis comuta	26	73 %	III	Oligochaeta indet.	64	64 %	V
Eteone flava/longa	23	75 %	ik	Scoloplos armiger	59	75 %	III
Cerianthus lloydii	21	77 %	III	Prionospio fallax	18	78 %	II
Protodorvillea kefersteini	19	79 %	IV	Ophryotrocha sp.	13	80 %	IV
Nemertea indet.	13	80 %	III	Philine sp.	13	83 %	II
Owenia sp.	13	82 %	II	Nemertea indet.	12	85 %	III
Capitella capitata	12	83 %	V	Tellina fabula	10	87 %	ik

*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 Rensøy i 2018 kan sammenholdes som følger:

- TOM- og TN-nivåene var lave. Det samme var C/N-forholdet. TOC-nivåene var generelt lave i sedimentene (tilstandsklasse II og I). Kobbernivåene i sedimentene var også lave (klasse I). Sedimentene var grovkornet.
- Økologisk tilstandsklassifisering, basert på faunaindeksene i Veileder 02:2013, ga tilstandsklasse IV "Dårlig" for bløtbunnsamfunnet på C1 og ASC2. Bløtbunnsamfunnene på C3 og C5 lå i klasse III "Moderat", mens ASCref2 lå i klasse I "Svært god". De øvrige bløtbunnsamfunnene (C2, C4 og ASCref1) fikk økologisk tilstandsklasse II "God". En samlet vurdering av stasjonene C3, C4 og C5 i overgangssonen ga tilstandsklasse III. 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 m² på begge stasjonene innenfor AZE ble ikke innfridd.

3.1.2 Konklusjon - C undersøkelsen

Det ble ikke påvist vesentlig organisk belastning i sedimentene, som lå i klasse II og I. Det ble heller ikke påvist kobberbelastning i sediment fra anleggssonen (klasse I). Bløtbunnsamfunnene i anleggssonen (C1) og i overgangssonen (C3 og C5) hadde belastningseffekter i hhv. klasse IV og III. De to andre stasjonene i overgangssonen (C2 og C4) fikk klasse II.

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

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 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.

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 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 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

$X_{M\hat{a}}$ = 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 tredidiagram (dendrogram).

Ømfintlighet (AMBI, ISI og NSI)

Ømfintligheten bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marine Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante arter, EG-IV: opportunistiske arter, EG-V: forurensningsindikerende arter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning.

NSI er en sensitivitetsindeks som ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata og ved bruk av en objektiv statistisk metode. En prøves NSI verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven.

Sammensatte indekser (NQI1 og NQI2)

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes både ut fra artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI1 indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

Diversitetsindeksen SN = $\ln S / \ln(\ln N)$, hvor S er antall arter og N er antall individer i prøven

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:

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

Hvor abs står for tallverdi, altså at negative verdier gjøres positive, $N_{0,1m^2}$ 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 Rensøy, 2018:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	ASC2	ASCref1	ASCref2	C1	C2	C3	C4	C5
no. ind.	5703	792	739	348	96	1718	496	974	540
no. spe.	161	17	85	62	12	87	47	61	36

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	ASC2_01	ASC2_02	ASCref1_01	ASCref1_02	ASCref2_01	ASCref2_02	C1_01	C1_02
no. ind.	5703	467	325	346	393	124	224	55	41
no. spe.	161	16	13	54	62	42	49	11	7
Shannon-Wiener:		1,0	1,6	4,6	4,6	4,8	4,2	3,0	1,5
Pielou		0,26	0,43	0,79	0,77	0,89	0,74	0,86	0,53
ES100		9	9	32	34	37	33	11	7
SN		1,53	1,46	2,26	2,31	2,38	2,30	1,73	1,48
ISI-2012		6,43	6,70	9,78	10,83	10,12	9,76	6,01	5,18
AMBI		5,634	5,622	1,481	1,719	1,422	0,693	4,364	5,415
NQI1		0,38	0,36	0,81	0,80	0,82	0,87	0,48	0,36
NSI		7,6	8,0	22,6	21,9	26,8	26,0	12,9	10,1
DI		0,619	0,462	0,489	0,544	0,043	0,300	0,310	0,437

st.nr.		C2_01	C2_02	C3_01	C3_02	C4_01	C4_02	C5_01	C5_02
no. ind.		282	1436	253	243	264	710	329	211
no. spe.		51	61	40	32	34	52	22	30
Shannon-Wiener:		4,5	2,4	3,9	3,8	3,4	2,8	3,2	3,9
Pielou		0,79	0,40	0,73	0,75	0,67	0,50	0,72	0,79
ES100		32	17	26	22	22	21	16	23
SN		2,27	2,07	2,16	2,03	2,05	2,10	1,76	2,03
ISI-2012		8,59	9,50	7,26	7,32	8,82	9,11	6,25	7,57
AMBI		3,264	3,845	3,479	4,193	3,374	3,613	4,167	3,89
NQI1		0,68	0,61	0,64	0,57	0,63	0,63	0,52	0,59
NSI		18,5	19,4	17,5	15,0	19,1	19,4	12,8	15,5
DI		0,400	1,107	0,353	0,336	0,372	0,801	0,467	0,274

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.		ASC2	ASCref1	ASCref2	C1	C2	C3	C4	C5
Shannon-Wiener:		1,32	4,58	4,49	2,22	3,44	3,84	3,12	3,53
Pielou		0,35	0,78	0,82	0,69	0,60	0,74	0,58	0,75
ES100		8,7	32,9	35,4	9,0	24,3	23,6	21,8	19,3
SN		1,49	2,28	2,34	1,61	2,17	2,10	2,08	1,89
ISI-2012		6,56	10,30	9,94	5,59	9,05	7,29	8,97	6,91
AMBI		5,628	1,600	1,058	4,890	3,555	3,836	3,494	4,029
NQI1		0,37	0,80	0,84	0,42	0,64	0,61	0,63	0,56
NSI		7,79	22,25	26,41	11,47	18,95	16,26	19,24	14,15
DI		0,54	0,52	0,17	0,37	0,75	0,34	0,59	0,37
Tilstandsklasse nEQR *)		0,303	0,775	0,822	0,347	0,651	0,591	0,636	0,531

*) 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.	ASC2	ASCref1	ASCref2	C1	C2	C3	C4	C5
1	5	31	22	3	33	17	21	9
2,3	3	17	19	3	18	13	13	11
4- 7	2	17	11	2	14	5	11	4
8- 15	3	8	5	3	12	4	9	6
16- 31	2	7	4	0	5	4	4	1
32- 63	0	4	0	1	3	1	1	1
64-127	1	0	1	0	0	3	1	4
128-255	0	1	0	0	1	0	0	0
256-511	0	0	0	0	0	0	0	0
512-1023	1	0	0	0	1	0	1	0
1024-2047	0	0	0	0	0	0	0	0

Artsliste

Rensøy ASC-C-undersøkelse 2018

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
Stasjonsnr.: ASC2						
NEMATODA						
			Nematoda indet.	1	8	9
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Naineris quadricuspida	1		1
			Scoloplos armiger	5	6	11
		Spionida				
			Dipolydora sp.	1		1
			Malacoceros fuliginosus	4	6	10
			Spio armata	2	1	3
			Spionidae indet.		1	1
			Chaetozone sp.	2	1	3
		Capitellida				
			Capitella capitata	402	220	622
			Arenicola marina	1		1
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	15	3	18
			Phyllodoce mucosa	13	13	26
			Microphthalmus szcelkowi	2	4	6
		Eunicida				
			Ophryotrocha sp.	4	1	5
			Protodorvillea kefersteini	1		1
	Oligochaeta					
			Oligochaeta indet.	7	63	70
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	2	8	10
	Malacostraca					
		Amphipoda				
			Periculodes longimanus	6	4	10
			Gammaridea indet.	1	2	3
			Crustacea indet. juv.	1	1	2
ECHINODERMATA						
	Asteroidea					
			Asteroidea indet. juv.	2	2	4
				Maks:	402	220
				Antall:	20	17
				Sum:		817
Stasjonsnr.: ASCref1						
CNIDARIA						
	Anthozoa					
			Actiniaria indet. juv.		4	4
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	16	21	37
NEMATODA						
			Nematoda indet.	1	4	5
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos armiger	14	3	17
			Aricidea laubieri	20	3	23
		Spionida				
			Aonides paucibranchiata	5	1	6
			Prionospio cirrifera	1		1
			Tharyx killariensis	2	1	3
			Aphelochoeta sp.	1		1
			Chaetozone sp.	2	11	13
			Cirriformia tentaculata	4		4
			Macrochaeta clavicornis	17	22	39
		Capitellida				
			Capitella capitata		4	4
			Mediomastus fragilis	25	3	28
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	2		2
			Eumida sanguinea		4	4
			Phyllodoce maculata		2	2
			Phyllodoce mucosa	2		2
			Polynoidae indet.	2	3	5
			Pholoe baltica	3	6	9
			Pholoe inornata	3	8	11
			Neogypsis rosea	2	2	4
			Psamathe fusca	24	14	38
			Gypsis sp.		1	1
			Nereimyra punctata		1	1
			Exogone verugera	3		3
			Parexogone hebes	4		4
			Sphaerosyllis taylori	1		1
			Syllis cornuta	1		1
			Syllidae indet.	2		2
			Platynereis dumerilii	5	16	21
			Nephtys pente		1	1
		Eunicida				
			Protodorvillea kefersteini	3		3
		Oweniida				
			Galathowenia fragilis	2	2	4
			Myriochele danielsseni	2	4	6
			Owenia sp.		4	4
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus		1	1
			Flabelligera infundibularis		1	1
		Terebellida				
			Melinna elisabethae		1	1
			Pista bansei	2	1	3
			Terebellidae indet.		1	1
		Sabellida				
			Chone sp.	1		1
			Jasmineira caudata	7		7
			Ditrupea arietina	2		2
			Hydroides norvegica	1	8	9
			Circeis armoricana	8	11	19
		Oligochaeta				
			Oligochaeta indet.	12	13	25
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	1		1
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	1	10	11
	Malacostraca					
		Leptostraca				
			Nebalia sp.		27	27
		Amphipoda				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Corophium sp.	4	8	12
			Dexamine thea	2	2	4
			Cheirocratus sp.		4	4
			Paraphoxus oculatus	6	2	8
			Gammaridea indet.	4	6	10
			Phtisica marina		2	2
			Caprellidae indet.	1	5	6
	Isopoda		Janira maculosa		1	1
	Decapoda		Natantia indet.	1		1
			Galathea sp.	1	1	2
			Paguridae indet.		1	1
			Liocarcinus depurator		1	1
			Hyas araneus		2	2
MOLLUSCA						
	Polyplacophora					
	Lepidopleurida					
			Leptochiton asellus		3	3
	Ischnochitonidae					
			Tonicella marmorea		1	1
	Prosobranchia					
			Archaeogastropoda			
			Tectura virginea		4	4
			Gibbula tumida		1	1
			Mesogastropoda			
			Alvania punctura		1	1
	Opisthobranchia					
			Cephalaspidea			
			Diaphana minuta		1	1
			Philine sp.	3	1	4
	Bivalvia					
			Mytiloidea			
			Modiolula phaseolina	1		1
			Mytilus edulis		1	1
			Ostreoidea			
			Talochlamys pusio	1		1
			Heteranomia squamula		1	1
			Veneroidea			
			Thyasira gouldi	1		1
			Kurtiella bidentata	1		1
			Parvicardium pinnulatum		1	1
			Macoma calcarea		2	2
			Gari fervensis	1		1
			Gari tellinella		1	1
			Dosinia lupinus	2		2
			Myoidea			
			Mya sp. juv.		1	1
			Hiatella sp.	3		3
			Pholadomyoidea			
			Cochlodesma praetenue	5	4	9
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.		-2	-2
ECHINODERMATA						
	Asteroidea					
			Asteroidea indet. juv.		1	1
	Ophiuroidea					
			Ophiurida			
			Ophiopholis aculeata		1	1
			Amphipholis squamata	29	31	60
			Ophiocoma nigra	76	98	174
			Ophiura robusta		3	3
			Ophiuroidea indet. juv.	75	63	138
	Echinoidea					
			Echinoida			

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Echinoida indet. juv.	5	4	9
	Holothuroidea	Dendrochirotida				
			Psolus sp. juv.		1	1
TUNICATA	Ascidacea					
		Ascidacea indet. (solit)		2	2	4
			Maks:	76	98	174
			Antall:	59	71	95
			Sum:			908
Stasjonsnr.: ASCref2						
CNIDARIA	Hydrozoa					
		Hydrozoa indet.		-1		-1
	Anthozoa					
		Cerianthus lloydii		1		1
NEMERTINI						
		Nemertea indet.			2	2
NEMATODA						
		Nematoda indet.			8	8
SIPUNCULIDA						
		Golfingiidae indet.		1		1
		Sipunculida indet.			1	1
		Sipunculida indet. juv.		2		2
ANNELIDA	Polychaeta					
	Orbiniida					
		Aricidea laubieri			2	2
	Spionida					
		Aonides paucibranchiata		8	3	11
		Scoelepis korsuni		1		1
		Spio armata		1		1
		Spionidae indet.		1		1
		Chaetozone sp.		1	1	2
		Cirratulus cirratus		1	1	2
		Cirratulidae indet.			2	2
		Macrochaeta clavicornis		2	1	3
	Capitellida					
		Mediomastus fragilis		2	1	3
		Maldanidae indet.			2	2
	Phyllodocida					
		Eteone flava/longa		1		1
		Eumida ockelmanni		1	1	2
		Pholoe assimilis			1	1
		Pholoe baltica		2	1	3
		Pholoe inornata		4	3	7
		Gyptis sp.		6		6
		Exogone verugera		1	4	5
		Sphaerosyllis taylori			1	1
		Trypanosyllis coeliaca		1	1	2
		Syllis cornuta			1	1
		Syllidae indet.		2	4	6
		Glycera lapidum		10	7	17
		Nephtys pente		1		1
		Sphaerodorum gracilis			1	1
	Eunicida					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Protodorrillea kefersteini	4	4	8
		Oweniida	Myriochele danielsseni	1	4	5
			Owenia sp.	1		1
		Terebellida	Amphictene auricoma	1	2	3
			Pista bansei	5	4	9
			Polycirrus sp.	2	1	3
		Sabelliida	Chone sp.	4	1	5
			Jasmineira caudata	1	3	4
			Hydroides norvegica	5	4	9
			Spirobranchus triqueter	5	14	19
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	1	4	5
	Cirripedia					
		Thoracica				
			Sessilia indet.		-1	-1
	Malacostraca					
		Leptostraca				
			Nebalia sp.	1		1
		Amphipoda				
			Paraphoxus oculatus		3	3
			Gammaridea indet.		1	1
		Decapoda				
			Liocarcinus depurator	1		1
MOLLUSCA						
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida				
			Leptochiton asellus	8	6	14
		Ischnochitonidae				
			Acanthochiton crinitus		2	2
			Tonicella marmorea	1	5	6
			Stenosemus albus		3	3
			Callochiton septemvalvis		2	2
		Prosobranchia				
			Archaeogastropoda			
			Tectura virginea	14	79	93
			Neogastropoda			
			Raphitoma concinna		1	1
		Opisthobranchia				
			Cephalaspidea			
			Philinae sp.		1	1
		Bivalvia				
			Veneroida			
			Tellinomya ferruginosa		1	1
			Dosinia lupinus		1	1
		Pholadomyoida				
			Cochlodesma praetenuis	1	2	3
			Bivalvia indet.		1	1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1	-1	-2
PHORONIDA						
			Phoronis sp.	1	2	3
ECHINODERMATA						
	Asteroidea					
			Asteroidea indet. juv.		1	1
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiopholis aculeata		5	5
			Amphipholis squamata	9	14	23
			Ophiocomina nigra	2	15	17

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Ophiuroidea indet. juv.	8	43	51
	Echinoidea	Echinoida	Echinoida indet. juv.	3	6	9
		Spartangoida	Echinocardium flavescens	1		1
	Holothuroidea	Apodida	Leptosynapta inhaerens	2	2	4
TUNICATA	Ascidacea		Ascidacea indet. (colony)		-2	-2
			Ascidacea indet. (solit)	6		6
			Maks:	14	79	93
			Antall:	47	58	72
			Sum:			418
Stasjonsnr.: C1						
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	8	1	9
NEMATODA			Nematoda indet.	3	32	35
ANNELIDA	Polychaeta					
		Orbiniida	Scoloplos armiger	7		7
		Spionida	Malacoceros fuliginosus	4		4
			Chaetozone sp.	1	1	2
		Capitellida	Capitella capitata	8	2	10
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	1		1
			Phyllodoce mucosa	8	4	12
			Pholoe inornata		1	1
		Eunicida	Ophryotrocha sp.	1	2	3
	Oligochaeta		Oligochaeta indet.	14	30	44
MOLLUSCA	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea	Philine sp.	2		2
	Bivalvia	Veneroida	Phaxas pellucidus	1		1
			Maks:	14	32	44
			Antall:	12	8	13
			Sum:			131
Stasjonsnr.: C2						
CNIDARIA						
	Anthozoa		Edwardsia sp.	2	3	5
			Cerianthus lloydii		4	4
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	5	13	18
NEMATODA						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
SIPUNCULIDA			Nematoda indet.	2	6	8
			Sipunculida indet.		-1	-1
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida	Naineris quadricuspida	1		1
			Scoloplos armiger	20	150	170
			Aricidea laubieri		1	1
		Spionida	Dipolydora sp.	2	2	4
			Aonides paucibranchiata		1	1
			Prionospio cirrifera		1	1
			Prionospio fallax	1	1	2
			Pygospio elegans		13	13
			Spio armata		1	1
			Spio decoratus	21	7	28
			Spio limicola		1	1
			Spio symphyta	6	23	29
			Tharyx killariensis		5	5
			Aphelocheata sp.		30	30
			Chaetozone sp.	54	943	997
			Macrochaeta clavicornis	1		1
		Capitellida	Capitella capitata	5	4	9
			Mediomastus fragilis		60	60
			Notomastus latericeus	1		1
			Arenicola marina	2		2
		Opheliida	Ophelina acuminata	6	4	10
			Scalibregma inflatum	1		1
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	8	12	20
			Eumida ockelmanni		4	4
			Eumida sanguinea	3		3
			Eumida sp.	1		1
			Phyllodoce maculata		1	1
			Phyllodoce mucosa	11		11
			Polynoidae indet.	1	1	2
			Pholoe assimilis		1	1
			Pholoe baltica		9	9
			Pholoe inornata	1	1	2
			Psamathe fusca	1	1	2
			Microphthalmus sczelkowi		1	1
			Parexogone hebes		10	10
			Syllis cornuta		7	7
			Platynereis dumerilii	1		1
		Amphinomida	Paramphinoe jeffreysii		1	1
		Eunicida	Ophryotrocha sp.	1		1
			Protodorvillea kefersteini		1	1
		Oweniida	Galathowenia fragilis		1	1
			Myriochele danielsseni		9	9
			Owenia sp.	2	1	3
		Flabelligerida	Diplocirrus glaucus	4	6	10
		Terebellida	Amphictene auricoma		2	2
			Pista bansei	1		1
			Polycirrus norvegicus		1	1
			Terebellides sp.	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Sabellida				
			Chone sp.	6	1	7
			Jasmineira caudata	16	32	48
			Circeis armoricana	15		15
		Oligochaeta				
			Oligochaeta indet.	38	3	41
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	3	12	15
	Malacostraca					
		Amphipoda				
			Argissa hamatipes	2		2
			Atylus vedlomensis		1	1
			Dexamine spinosa	2		2
			Dexamine thea	4		4
			Tryphosites longipes	1		1
			Cheirocratus sp.	1		1
			Perioculodes longimanus	5	4	9
			Synchelidium sp.	1		1
			Oedicerotidae indet.	3		3
			Paraphoxus oculatus	1		1
			Gammaridea indet.	2	1	3
			Phtisica marina	5	9	14
			Caprellidae indet.	2		2
		Decapoda				
			Galathea sp.	1		1
			Liocarcinus pusillus	1		1
MOLLUSCA						
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida				
			Leptochiton asellus		3	3
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Turritella communis		2	2
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Diaphana minuta		2	2
			Philine sp.	3	1	4
	Bivalvia					
		Veneroida				
			Lucinoma borealis		3	3
			Thyasira flexuosa		5	5
			Thyasira gouldi		1	1
			Thyasira sarsii		1	1
			Tellina fabula	1	4	5
			Gari fervensis	1	11	12
			Arctica islandica		2	2
			Dosinia lupinus		7	7
		Myoida				
			Corbula gibba	1		1
		Pholadomyoida				
			Cochlodesma praetenu		4	4
PHORONIDA						
			Phoronis sp.		1	1
ECHINODERMATA						
	Asteroidea					
		Paxillosida				
			Astropecten irregularis		1	1
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphipholis squamata	6		6
			Ophiuroidea indet. juv.	3	1	4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
				<i>Maks:</i>	54 943	997
				<i>Antall:</i>	54 65	91
				<i>Sum:</i>		1744
<i>Stasjonsnr.: C3</i>						
CNIDARIA						
	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-1		-1
	Anthozoa					
			Edwardsia sp.	3		3
			Cerianthus lloydii	1	1	2
NEMATODA						
			Nematoda indet.	2	1	3
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.	3	3	6
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos armiger	48	22	70
		Spionida				
			Apistobranchus tenuis	1		1
			Dipolydora sp.	2	1	3
			Malacoceros fuliginosus	1		1
			Prionospio cirrifer	2	1	3
			Prionospio fallax	3	16	19
			Pygospio elegans	2	1	3
			Spio armata	14	3	17
			Spio decoratus	10	5	15
			Spio limicola	2	1	3
			Spio symphyta	15	13	28
			Tharyx killariensis		4	4
			Chaetozona sp.	61	29	90
			Cirratulus cirratus	1		1
			Cirriformia tentaculata		2	2
			Cirratulidae indet.	1		1
		Capitellida				
			Capitella capitata	9	22	31
			Mediomastus fragilis	26	22	48
		Opheliida				
			Ophelina acuminata	1	1	2
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	5	1	6
			Phyllodoce mucosa	3	1	4
			Parexogone hebes	4	7	11
			Syllidae indet.	1		1
			Glycera alba	1		1
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii		1	1
		Eunicida				
			Ophryotrocha sp.	1	2	3
		Oweniida				
			Owenia sp.	1	1	2
		Oligochaeta				
			Oligochaeta indet.	12	62	74
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	1		1
	Copepoda					
		Calanoida				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Calanoida indet.	1	2	3
	Malacostraca	Amphipoda	Periculodes longimanus	1		1
			Synchelidium sp.	1		1
			Gammaridea indet.	2		2
			Phtisica marina	2		2
			Caprellidae indet.	1		1
MOLLUSCA	Prosobranchia	Mesogastropoda	Turritella communis		1	1
	Bivalvia	Veneroida	Thyasira flexuosa	2	6	8
			Thyasiridae indet.	1		1
			Spisula elliptica		1	1
			Phaxas pellucidus	1	3	4
			Macoma calcarea		1	1
			Tellina fabula	4	7	11
			Abra longicallus	2	1	3
			Abra nitida	1		1
	Myoida		Corbula gibba		1	1
			Maks:	61	62	90
			Antall:	43	34	50
			Sum:			501
Stasjonsnr.: C4						
CNIDARIA	Hydrozoa		Hydrozoa indet.	-1	-1	-2
	Anthozoa		Edwardsia sp.	1	6	7
			Actinaria indet.		1	1
			Cerianthus lloydii	5	16	21
NEMERTINI						
			Nemertea indet.		13	13
NEMATODA						
			Nematoda indet.	6	2	8
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.		8	8
ANNELIDA	Polychaeta					
	Orbiniida		Scoloplos armiger	28	76	104
			Aricidea catherinae	2	5	7
	Spionida		Dipolydora sp.	3	3	6
			Aonides paucibranchiata	3	3	6
			Prionospio cirrifera	1		1
			Pygospio elegans		1	1
			Scoelelepis korsuni		2	2
			Scoelelepis sp.		2	2
			Spio decoratus		1	1
			Spio symphyta		5	5
			Spionidae indet.		2	2
			Tharyx killianiensis	1		1
			Chaetozone sp.	110	417	527

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Cirratulus cirratus	5	4	9
			Cirriformia tentaculata	1		1
		Capitellida	Capitella capitata	9	3	12
			Mediomastus fragilis	22	29	51
			Arenicola marina		1	1
		Opheliida	Ophelina acuminata	1	1	2
			Travisia forbesii	1	5	6
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	5	18	23
			Eumida ockelmanni		1	1
			Phyllodoce mucosa		4	4
			Polynoidae indet.	2	2	4
			Pholoe assimilis		1	1
			Pholoe baltica		2	2
			Hesionidae indet.	2		2
			Parexogone hebes		3	3
			Sphaerosyllis taylori		1	1
			Syllis cornuta	18	8	26
			Syllidae indet.	2	1	3
			Glycera lapidum	5	2	7
			Nephtys longosetosa		1	1
			Nephtys pente		2	2
		Eunicida	Ophryotrocha sp.		1	1
			Protodorvillea kefersteini	12	7	19
		Oweniida	Myriochele danielsseni	5	6	11
			Owenia sp.	5	8	13
		Flabelligerida	Diplocirrus glaucus	1		1
		Terebellida	Amphitene auricoma	1	7	8
			Pista bansei		5	5
		Sabelliida	Chone sp.	3	6	9
			Jasmineira caudata		2	2
		Oligochaeta	Oligochaeta indet.	1	4	5
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Amphipoda	Paraphoxus oculatus		1	1
			Gammaridea indet.		1	1
			Caprellidae indet.	1		1
MOLLUSCA						
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida	Leptochiton asellus	1		1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea	Philine sp.		2	2
			Cyllichna cylindracea	1		1
	Bivalvia					
		Veneroida	Lucinoma borealis		1	1
			Thyasira gouldi	1		1
			Gari fervensis		2	2
		Pholadomyoida	Cochlodesma praetenue	1	2	3
PHORONIDA						
			Phoronis sp.	4	4	8
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
	Echinoidea	Echinoida	Echinoida indet. juv.		1	1
	Holothuroidea	Apodida	Leptosynapta inhaerens		1	1
			Maks:	110	417	527
			Antall:	37	55	65
			Sum:			982
Stasjonsnr.: C5						
CNIDARIA						
	Anthozoa		Edwardsia sp.	4	3	7
			Cerianthus lloydii	5	3	8
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	6	6	12
NEMATODA						
			Nematoda indet.	2	6	8
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida	Naineris quadricuspida	1		1
			Scoloplos armiger	35	24	59
		Spionida	Dipolydora sp.		2	2
			Prionospio fallax	6	12	18
			Pygospio elegans	1		1
			Spio armata		3	3
			Spio decoratus		2	2
			Spio symphyta		2	2
			Chaetozone sp.	31	36	67
			Cirriformia tentaculata	4		4
		Capitellida	Capitella capitata	89	31	120
			Mediomastus fragilis	1	2	3
			Arenicola marina		1	1
		Opheliida	Ophelina acuminata		1	1
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	2	6	8
			Phyllodoce mucosa	72	21	93
			Pholoe inornata	4		4
			Microphthalmus szcelkowi		1	1
			Parexogone hebes		2	2
		Eunicida	Ophryotrocha sp.	13		13
			Protodorvillea kefersteini	1	2	3
		Oweniida	Owenia sp.		3	3
		Sabellida	Chone sp.		1	1
	Oligochaeta		Oligochaeta indet.	35	29	64
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida	Calanoida indet.	1	17	18
	Malacostraca					
		Amphipoda				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Perioculodes longimanus	1	2	3
			Gammaridea indet.		1	1
MOLLUSCA						
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Philine sp.	6	7	13
	Bivalvia					
		Veneroida				
			Thyasira flexuosa	1	1	2
			Phaxas pellucidus		1	1
			Macomangulus tenuis		2	2
			Macoma calcarea	4		4
			Tellina fabula	7	3	10
			Chamelea striatula		1	1
			Maks:	89	36	120
			Antall:	24	32	38
			Sum:			566
			TOTAL:			Maks:
						Sum:
						997
						6067

Vedlegg 2. Analysebeviser

60396 Kjernerapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx_070518

Redigert av: KTG



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

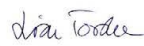
ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

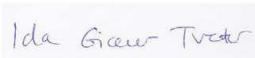
Kunde: Aqua Kompetanse
Kunde referanse: 112-5-18C Rensøy
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Roger Velvin

Dato: 03.09.2018

Rapport nr.: 60396
Analyseparameter(e): Korn, TOM, TOC, TN, Cu
Kontaktperson: Ida Giæver Tveter

Analyseansvarlig:  (sign.)

Underskriftsberettiget:  (sign.)

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

MERKNADER:

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

Side 1 av 3

[illegible]

Følgende analysemetoder er benyttet

Parameter	Metoderereferanse
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**	NTOC**	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	2,2	3,7	21,1	1,0	3,6	3,4	96,6	9,18
ASC2	ia	ia		ia		ia	ia	9,95
C3/ASC3	2,6	3,0	20,1	0,87	3,5	5,0	95,0	ia
C4/ASC4	2,5	3,4	20,9	0,92	3,7	2,7	97,3	ia
C5	3,3	8,1	25,4	0,74	11,0	4,1	95,9	ia
C2	2,2	2,5	19,4	0,62	4,0	6,1	93,9	ia
ASC ref 1	ia	ia		ia		ia	ia	1,24
ASC ref 2	ia	ia		ia		ia	ia	1,94

* 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

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

ia = ikke analysert

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

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

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

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