



2019

C-undersøkelse ved Stokkasjøen i Vevelstad kommune, juli 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 Stokkasjøen i Vevelstad kommune, juli 2018

Forfatter: Christine Klykken

Feltdato: 20. og 24.07.2018 Toktleder: Kari-Elise Fredriksen	Rapportdato: 27.01.2019 Rapportnummer: 178-7-18C	Antall sider uten vedlegg: 17 Antall sider totalt: 60
Oppdragsgiver: Nova Sea AS		Kontaktperson: Samuel Anderson
Lokalitet: Stokkasjøen	Lokalitetsnummer: 31217	Driftsleder: Arne Håvard Måsøy
Koordinater: 65°46.963N 12°35.539Ø	Fylke: Nordland Kommune: Vevelstad	MTB-tillatelse: 4680 tonn Antall merder: 12 Merdomkrets: 120 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. Ved C1 viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse IV, mens ved C5 viste de fleste økologisk tilstandsklasse III. De øvrige stasjonene ble klassifisert til økologisk tilstandsklasse II. TOC-nivåene var markant forhøyet ved C1 (tilstandsklasse V), mens det var lavt ved de øvrige stasjonene (tilstandsklasse I og II). TOM- og TN-nivåene var lave, det samme var C/N-forholdet. Dette gjaldt alle de undersøkte sedimentene. Det ble målt gode pH-verdier ved alle stasjonene, men noe lavt ved C2 (pH <7,1). Eh-verdiene var positive ved samtlige stasjoner. Den ytre sonen ved Stokkasjøen er klassifisert til å være god, det samme er overgangssonen. Undersøkelsesfrekvensen videre skal derfor være mellom hver tredje produksjonssyklus.

Summary

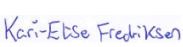
Aqua Kompetanse AS has completed an accredited C-survey according to the methodology described in Norwegian Standard NS9410: 2016. Akvaplan-niva has performed accredited work and accredited and unaccompanied analyzes of the sample material. ALS Laboratory Group has performed accredited copper analyzes. At C1, most of the fauna indexes showed ecological state class IV, while at C5 most showed ecological state class III. The other stations were classified as class II. The TOC levels were markedly elevated at C1 (V), while it was low at the other stations (I and II). The TOM and TN levels were low, the same was the C/N - ratio. This applied to all the sediments examined. Good pH values were measured at all stations, lowest at C2 (pH 7,02). The Eh values were positive at all stations. C2 at Stokkasjøen is classified as good, as is the transition zone. Hence, the survey frequency should be between every third production cycle.

Emneord: C-undersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna	ID 401-21
	Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel

Rapportansvarlig:


Christine Klykken

Kvalitetssikrer:


Kari-Elise Fredriksen

© 2019 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 uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten. Tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann er utført uakkreditert 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

1. Materiale og metode	6
1.1 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser	6
1.1 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering	7
1.2 Makrofauna og kjemisk/geologisk sedimentsammensetning	9
1.2.1 Elektrokjemiske målinger	9
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 uakkrediterte oksygen- og pH/Eh-målinger. Akvaplan-niva AS (APN) har utført akkreditert analyse av makrofauna, TOC, TOM og pelitt, samt uakkreditert analyse av N-TOC, TN og C/N. Deres underleverandør ALS Laboratory Group har utført akkreditert analyse av kobber (Cu). Se Vedlegg A for rapport med tegnforklaring. Redokspotensial (E_h) bestemmes ut fra observert hvilepotensial i prøven (målt verdi; E_{obs}) og referansepotensial (E_{ref}): $E_h = E_{obs} + E_{ref}$. Faunaklassifiseringer og økologisk tilstandsklassifisering er gjort av APN etter Veileder 02:2013, og miljøtilstand på C1 er beregnet av APN etter NS9410:2016. Klassifisering av organisk innhold er gjort av APN etter SFT 97:03, og klassifisering av oksygentilstand i dypvann er gjort uakkreditert av AQK etter Veileder 02:2013. Kobberklassifisering er gjort av APN etter Veileder M-608.

Stasjonsplassering etter NS 9410:2016		Anleggs-sone	Ytre sone	Overgangssone		
Parameter:	Stasjoner:	C1	C2	C3	C4	C5
Elektrokjemi:	pH:	7,9	7,02	7,76	7,73	7,84
	E_h :	397	643,6	368	287	417
Oksygen:	Målt verdi (mL): O ₂ , tilstandsklasse:					
Makrofauna Bunndyrsanalyser	Antall arter (S):	15	75	100	114	66
	Antall ind. (N):	6611	2844	2897	1822	2603
	J, Jevnhet (0-1):	0,40	0,54	0,68	0,75	0,55
	DI:	1,46	1,10	1,10	0,91	1,01
	NQI1:	0,34	0,60	0,63	0,70	0,58
	Shann.Wien. (H')	1,37	3,14	4,18	4,79	3,06
	Hurl.ind. (ES _{n=100}):	5,0	19,0	25,1	35,2	16,9
	AMBI:	5,231	3,825	3,738	3,118	4,035
	ISI:	5,42	8,74	8,80	9,35	8,50
	NSI:	9,53	18,37	18,24	20,52	16,45
	nEQR:	0,246	0,611	0,656	0,737	0,576
	Økologisk tilstand:	IV	II	II	II	III
	Miljøtilstand:	2				
Kjemi Kobber, organisk karbon, organisk materiale og nitrogen	Cu (mg/kg): Cu, tilstandsklasse:	29,5 II/III				
	N-TOC (mg/g): N-TOC, tilstandsklasse:	48,3 V	22,1 II	i.a.	18,8 I	22,8 II
	TN (mg/g): Kommentar:	2,95 Lavt	2,0 Lavt	i.a.	1,45 Lavt	2,25 Lavt
	TOM (%): Kommentar:	5,3 Lavt	2,8 Lavt	i.a.	1,9 Lavt	2,6 Lavt
	C/N: Kommentar:	11,4 Lavt	4,8 Lavt	i.a.	4,7 Lavt	4,9 Lavt
Geologi	Pelittandel (%)	18	31	i.a.	33	35

*i.a. ikke analysert

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
---	----	-----	----	---

1. Materiale og metode

Akkreditert prøveinnsamling ble gjort fra Nova Seas båt den 20. og 24.07.2018. Undersøkelsen ble gjennomført i henhold til NS9410:2016 av Kari-Elise Fredriksen fra Aqua Kompetanse AS. Akvaplan-niva AS har stått for akkrediterte analyser av prøvematerialet og akkreditert faglige vurderinger og fortolkninger (**Vedlegg A**). En oversikt over stasjonene og det faglige programmet for hver stasjon er gitt i **Tabell 4**. Undersøkelsen ble utført samtidig som ASC-undersøkelse, og hydrografi er derfor målt ved ASCref2 (Austad, 2018).

Tabell 4: Oversikt over stasjoner, plassering av stasjoner etter NS9410:2016 med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Stokkasjøen. Bio = kvantitativ opparbeiding av makrofauna prøver; 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	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK
Koordinater	65°47.077N 12°35.537Ø	65°47.337N 12°35.823Ø	65°46.766N 12°35.250Ø	65°47.179N 12°35.374Ø	65°47.136N 12°35.463Ø
Dybde (m)	99	88	90	160	128
Avstand til anlegg (m)	25*	500	220	200	110

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

Stokkasjøen 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 4680 tonn ved Stokkasjøen er veiledende antall prøvestasjoner 5, jmfør **Tabell 5**.

Tabell 5: 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 Produksjonsdata og tidligere undersøkelser

Anlegget ved Stokkasjøen har ligget i nåværende posisjon siden 2016, og **Tabell 6** viser produksjon og fôrforbruk ved anlegget for inneværende generasjon og de tre foregående generasjonene. Tidligere C-undersøkelser og deres resultat er presentert i **Tabell 7**.

Tabell 6: Produksjonsdata og fôrforbruk for inneværende og de tre foregående generasjonene ved Stokkasjøen (Produksjonstall hentet fra Nova Sea AS v/S. Anderson).

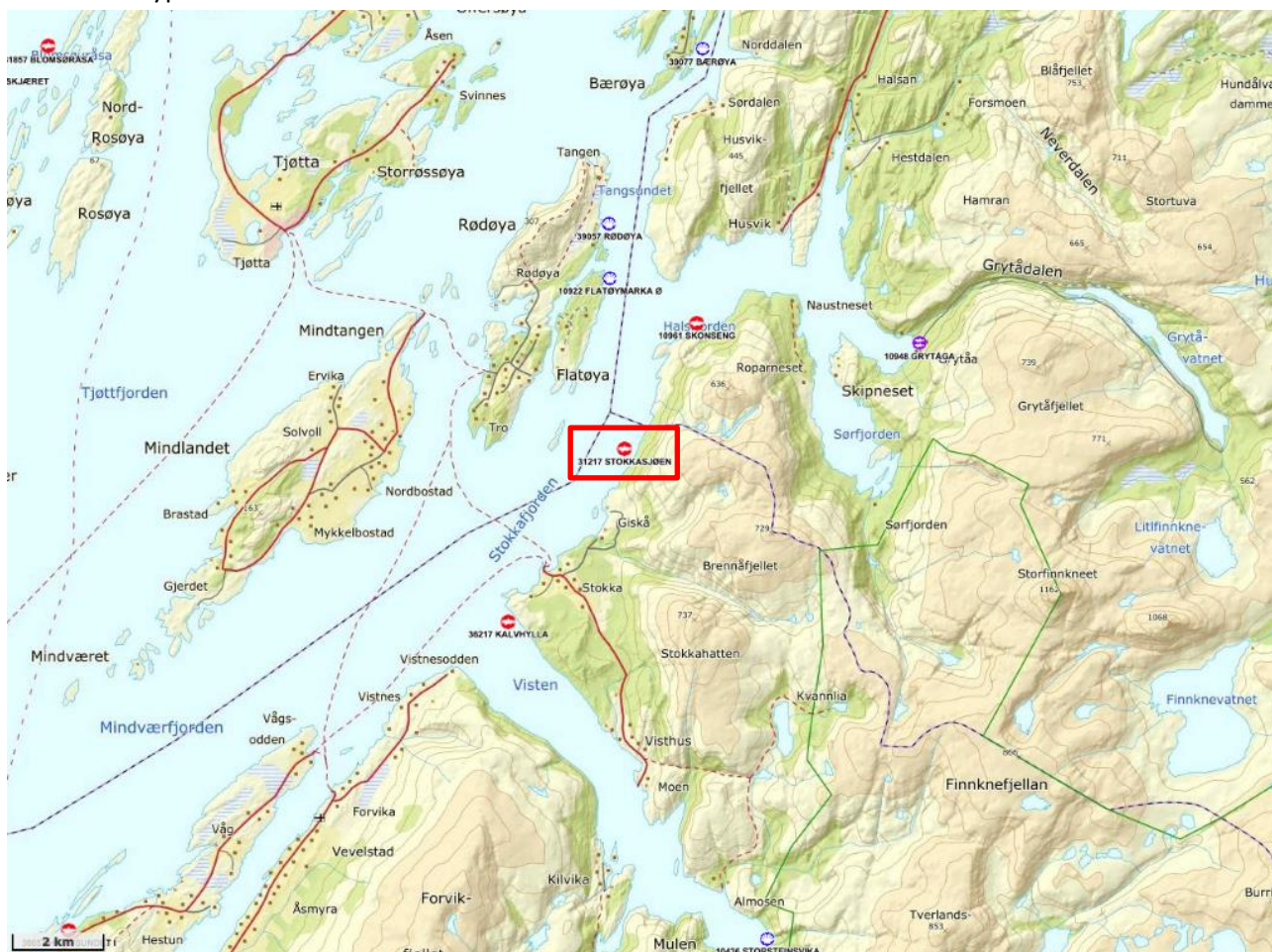
Utsett	Generasjon:	Produsert mengde (tonn)	Utfôret mengde (tonn)	Utslakt
21.04.2011	11V	2264	2444	04.10.2012
24.03.2013	13V	4484	4936	16.10.2014
15.04.2015	15V	5914	6633	06.10.2016
01.05.2017	17V	5583	6377	–

Tabell 7: Tidligere C-undersøkelser ved Stokkasjøen (Ness, 2014). Nederste rad viser resultatene fra denne undersøkelsen.

Dato feltarbeid	Generasjon	Biomasse ved undersøkelse (t)	Utføret mengde (t)	Produsert mengde (t)	Økologisk tilstand:	Miljøtilstand for stasjon C1
01.04.2014	13V	Ikke oppgitt	2624	3749	St. 1: III-IV St. 2 I-II St. 3: II	Ikke vurdert
20.07 og 24.07.2018	17V	230	6377	5583	C1: IV C2, C3, C4: II C5: III	2

1.2 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering

Stokkasjøen ligger i Vevelstad kommune i Nordland fylke (**Figur 1**). Anlegget ligger nært land, med fastland og Skonsengfjellet på østsiden, og ut mot Stokkafjorden i vest. Under anlegget ligger dybden på mellom 87 og 210 meter, med en skrånende bunn ut mot vest fra land. På det dypeste er dyprenna i Stokkafjorden ca. 210 meter dyp.



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

1.2.1 Vannstrøm

Det ble målt vannstrøm på 15 meters dyp i 2010 og 50 meters dyp i 2009 ved Stokkasjøen, utført av Nova Sea AS. På 15 meters dyp går vannstrømmen mot nordøst og sør i omtrent like store mengder, mens på 50 meters dyp har vannstrømmen en primærkomponent mot nord-nordøst og en mindre sekundærkomponent mot sørvest. Strømhastighetene er vist i **Tabell 8**, og retningen spredningsstrømmen går mot er markert i **Figur 2**.

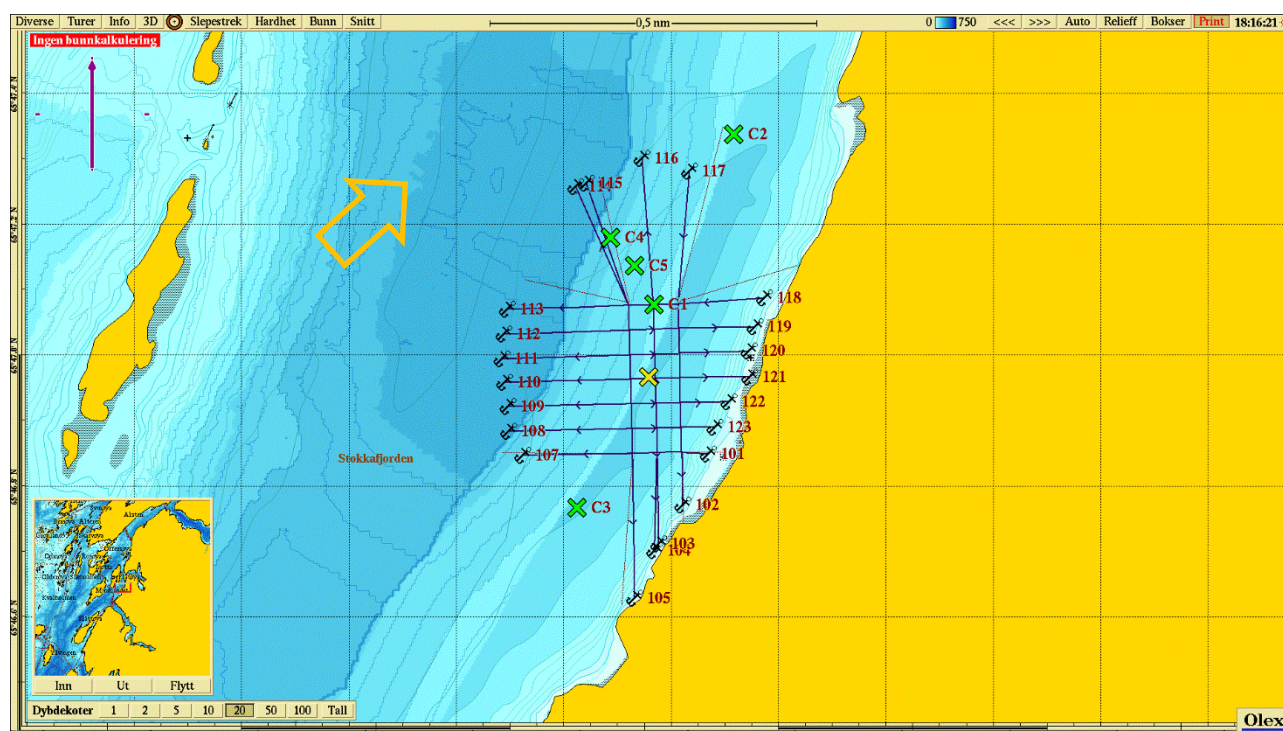
Tabell 8: Strømmålinger ved Stokkasjøen. Målingene er utført med rotormåler, og målingene på 5 og 50 m er fra perioden 01.12.2009-04.01.2011 (65°46.966'N 12°35.517'Ø; kilde: Stokkasjøen 5m; Stokkasjøen 50m). Målingene på 15 er fra perioden 30.09.2010-29.10.200 (65°46.966'N, 12°35.517'Ø; kilde: Strømmålinger 15m). Målinger på 100 meter er fra perioden 06.12.1991-05.01.19992 (koordinater ikke oppgitt; kilde: Strømmålinger 100m).

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimalhastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
5	4,4	19,2	7,2	1,4
15	3,5	15,2	5,9	6,6
50	4,5	17,0	6,8	1,1
100	2,4	14,2	4,3	24,6

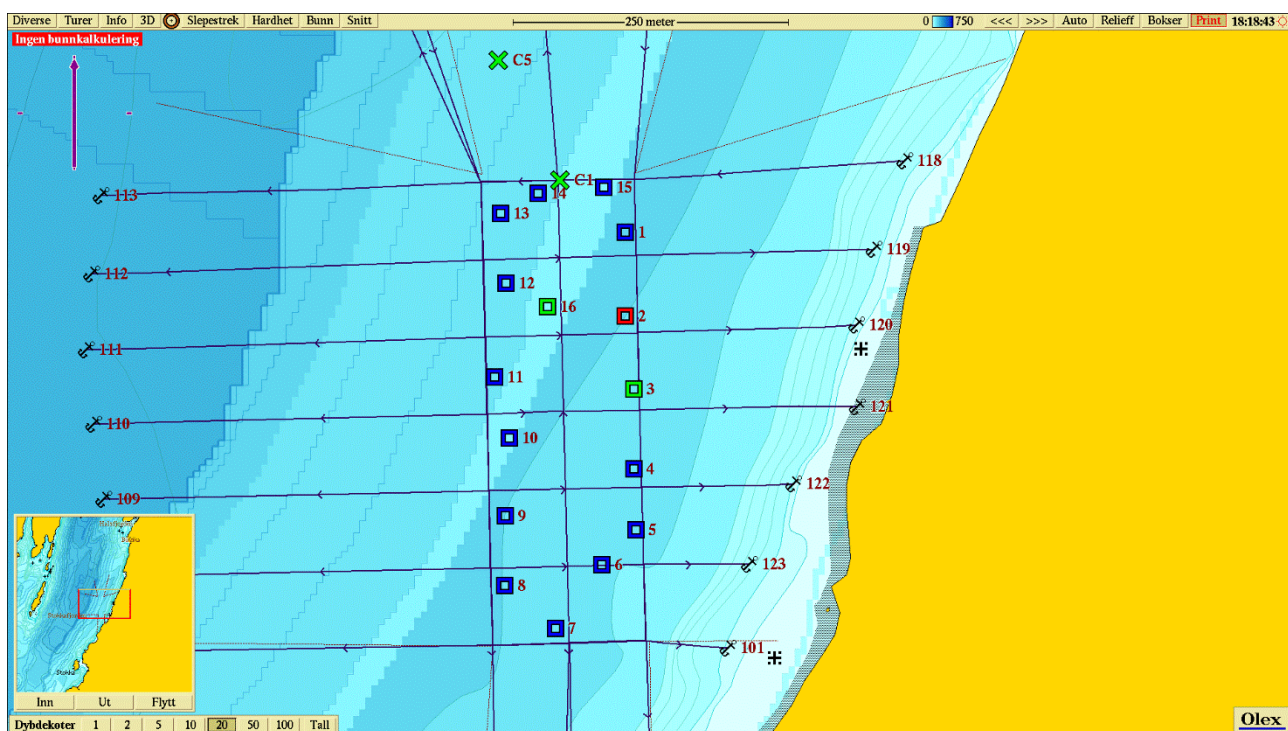
1.2.2 Stasjonsplassering

Stasjonsplassering er gjort med bakgrunn i fremherskende strømretning på 50 meter dyp, og topografien i området. C1, anleggsstasjonen, ble plassert ca. 25 meter fra anleggsrammen i den nordlige delen av ramma, der man forventer størst påvirkning. C2 ble plassert 500 meter nord-nordøst for anlegget i henhold til veiledende avstand gitt i NS9410:2016 (se **Tabell 5**). I overgangssonen ble det plassert tre stasjoner, hhv. C3, C4 og C5. Disse ble plassert hhv. 220 meter sør-sørvest for anlegget, med bakgrunn i returstrømmen, 200 meter nord-nordvest og 110 meter nord for anleggsrammen.

Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**. Posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 4**, slik at seinere prøver kan legges til de samme koordinat som ved denne undersøkelsen. Alle stasjonene er nye, da forrige undersøkelse i 2014 hadde stasjonsplassering som følger retningslinjer i gammel standard.



Figur 2: Kartet viser anleggsplassering sammen med C-stasjoner og fortøyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, gule piler viser primær- og sekundærretning på vannstrømmen ved 15 og 50 meters dyp, og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene i 2009 og 2010 (65°46.966N, 12°35.517Ø; Nova Sea AS 2009 og 2010). Målestokk vises øverst i figuren. Kilde: Olex.



Figur 3: Sjøkart som viser anleggsplassering og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Fredriksen, 2018) og C-undersøkelsens innerste stasjoner (grønne kryss; C1 og C5). Målestokk vises øverst i figuren. Kilde: Olex.

1.3 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**.

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

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

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

Temperatur (°C)	Standardpotensiale i mV (E_{ref})
0,0 – 4,9	224
5,0 – 9,9	221

10,0 – 14,9	217
15,0 – 19,9	214

1.3.2 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						
Oksygen	97:03	ml O ₂ / l		>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Dypvann 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 (ASCref2, øst-sørøst for lokaliteten; Austad, 2018) 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 vannsøyla. Registrerte data ble bearbeidet ved bruk av SAIV AS eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft SD200W og figurer er fremstilt i samme program. Data presentert i figurer er hentet fra overflaten og ned til bunnen (down-cast). All rådata er lagret hos Aqua Kompetanse AS.

1.4 Undersøkelsesfrekvens

Ifølge 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

Det ble målt høye E_h -verdier i sedimentene, og normale pH-verdier, der alle stasjoner unntatt C2 hadde pH >7,1. **Tabell 12** viser pH, observert hvilepotensiale (målt verdi; E_{obs}) og redokspotensiale (E_h) basert på E_{obs} og E_{ref} ved alle stasjonene, og **Tabell 13** viser resultater fra elektrokjemiske målinger i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale (E_{ref}) basert på sedimenttemperatur (jamfør **Tabell 9**).

Tabell 12: Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og E_h ved Stokkasjøen. 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	7,9	7,02	7,76	7,73	7,84
E_{obs} (mV)	180	426,6	151	70	200
E_h ($E_{obs} + E_{ref}$)	397	643,6	368	287	417

Tabell 13: Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og E_{obs} i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale (E_{ref}) basert på sedimenttemperatur ved Stokkasjøen den 20. og 24.07.2018. E_h i sjø er ikke kalkulert.

Buffertemperatur:	-/16°C	pH sjø:	8,25/8,14
Sjøtemperatur:	15,6/15,0°C	E_{obs} sjø:	220,5/-
Sedimenttemperatur:	14,5/11,0°C	E_{ref} sediment:	217

Det ble registrert normal lukt og farge ved samtlige undersøkte sediment. På alle stasjonene besto sedimentet av sand, med innslag av silt ved C2, stein og leire ved C3 og grus og stein ved C4, og geologiske analyser utført av Akvaplan-niva viste pelittandeler (kornfordeling, % < 0,063µmm) mellom 18 og 35% (se rapport fra Akvaplan-niva i **Vedlegg A**). Alle grabbene var halvfulle.

2.3 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved lokaliteten (ASCref2; Austad, 2018). Målingen viste oksygen-overmetning gjennom hele vannsøyla, noe som tyder på instrumentsvikt eller manglende akklimering av oksygenmembranen. Resultatene presenteres derfor ikke. Ny hydrografiprofil vil bli ettersendt.

2.4 Bilder av sediment



Figur 4: Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av sand, og hadde en pelittandel på 18% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 5: Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av sand og silt, og hadde en pelittandel på 31% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 6: Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av sand, stein og leire. Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 7: Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av sand, grus og stein, og hadde en pelittandel på 33% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 8: Bilde av sedimentet ved C5. Sedimentet besto av sand, og hadde en pelittandel på 35% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.

3. Oppsummering

Ved C1 viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse IV – dårlig og forurensningsindikatoren *Capitella capitata* dominerte med 70% av individmengden. Samme stasjon fikk miljøtilstand 2 etter NS9410:2016 klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen, med tilstedeværelse av 5 – 19 arter, der ingen utgjorde mer enn 90% av det totale individtallet.

I den ytre sonen (C2) og i overgangssonen (C3 og C4) viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse II – god. Ved den siste overgangssonen C5 viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse III – moderat. Ved alle stasjonene var den opportunistiske børstemarken *Heteromastus filiformis* mest tallrik med hhv. 47, 21, 19 og 33% av individmengden.

TOC-nivåene var markant forhøyet ved C1 (tilstandsklasse V), mens det var lavt ved de øvrige stasjonene (tilstandsklasse I og II). TOM- og TN-nivåene var lave, det samme var C/N-forholdet. Dette gjaldt alle de undersøkte sedimentene. Det ble målt gode pH-verdier ved alle stasjonene, men noe lavt ved C2 (pH <7,1). Eh-verdiene var positive ved samtlige stasjoner. Sedimentet bestod av sand, med innslag av silt, stein, leire og grus ved enkelte stasjoner, og geologiske analyser viste pelittandeler på mellom 18 og 35%.

Den ytre sonen ved Stokkasjøen er klassifisert til å være god, det samme er overgangssonen. Undersøkelsesfrekvensen videre skal derfor være mellom hver tredje produksjonssyklus (jamfør **Tabell 11**).

4. Referanser

Austad, M. (2018) ASC-undersøkelse ved Stokkasjøen i Vevelstad kommune, juli 2018. Rapportnummer 196-8-18ASC, levert av Aqua Kompetanse AS.

Fredriksen, K.E. (2018) B-undersøkelse ved Stokkasjøen i Vevelstad kommune, juli 2018. Rapportnummer 179-7-18B, levert av Aqua Kompetanse AS.

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

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

Ness, J. P. (2014) C-undersøkelse lokalitet Stokkasjøen April 2014. Rapport levert av Helgeland Havbruksstasjon AS.

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.

Stokkasjøen – 5m – desember 2009. Strømmålinger fra ny lokalitet Stokkasjøen. Rapport mottatt fra Nova Sea AS.

Stokkasjøen – 15m – oktober 2010. Strømmålinger fra Stokkasjøen. Rapport mottatt fra Nova Sea AS.

Stokkasjøen – 50m – desember 2009. Strømmålinger fra ny lokalitet Stokkasjøen. Rapport mottatt fra Nova Sea AS.

Strømmålinger 100m. Rapport mottatt fra Nova Sea AS.

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

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

Vedlegg A – Akvaplan-niva rapport

Aqua Kompetanse AS
ASC-C undersøkelse Stokkasjøen,
2018.

Bløtbunn



Akvaplan-niva AS Rapport: 60503.01

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 Stokkasjøen, 2018. Bløtbunn.	
Forfatter(e) / Author(s) Roger Velvin	Akvaplan-niva rapport nr / report no 60503.01
	Dato / Date 18.10.2018
	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 Stokkasjøen. 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 og miljøutvikling.....	12
4 REFERANSER.....	13
5 VEDLEGG	14
Vedlegg 1. Bunndyrstatistikk og artslister	14
Vedlegg 2. Analysebeviser	36

Forord

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

Følgende personer har deltatt:

Roger Velvin	Akvaplan-niva	Prosjektleder (Akvaplan-niva). Identifisering bunndyr (Varia). Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Thomas Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark).
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (bløtdyr).
Kristine 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, 18.10.2018



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

Stasjon	Type analyse/parametere
C1/ASC1 (anleggssone/AZE sone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
ASC2 (AZE sone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C2 (overgangssone ytre)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
C3/ASC3 (overgangssone/utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyranalyse. Ikke sedimentkjemi.
C4/ASC4 (overgangssone/utenfor AZE)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C5 (overgangssone)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
ASCref1 (referansestasjon)	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
ASCref2 (referansestasjon)	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 Stokkasjøen er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Stasjonsdyp og -koordinater, Stokkasjøen 2018.

Stasjon	Dyp, m	Posisjon
C1/ASC1	99	N 65°47,077 – Ø 12°35,537
ASC2	100	N 65°46,843 – Ø 12°35,477
C2	88	N 65°47,337 – Ø 12°35,832
C3/ASC3	90	N 65°46,766 – Ø 12°35,250
C4/ASC4	160	N 65°47,179 – Ø 12°35,374
C5	128	N 65°47,136 – Ø 12°35,468
ASCref1	137	N 65°47,302 – Ø 12°35,589
ASCref2	188	N 65°46,939 – Ø 12°34,107

ASC-C undersøkelse Stokkasjøen, 2018.
Akvaplan-niva AS Rapport nr. 60503.01

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 - 177 Klasse IV	> 177 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 bunndyrsanalyser. Fordi de fleste bløtbunnartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnete miljøforholdene. Endringer i bunndyrssamfunnene er god indikasjon på uønskede belastninger. Under naturlige

forhold består samfunnene av mange arter. Høyt arts mangfold (diversitet) er blant annet betinget av gunstige forhold for faunaen. Likevel kan eksempelvis moderate økninger i organisk belastning stimulere faunaen og eventuelt øke arts mangfoldet noe. Større belastning gir dårligere forhold der opportunistiske arter øker sine individtall, mens ømfintlige slås ut. Dette betyr redusert arts mangfold. Endringer i arts mangfold 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 arts nivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister (taksonomer). De kvantitative arts listene inngikk i statistiske analyser. Se Vedlegg 1 for beskrivelse av analysemetoder. For økologisk tilstandsklassifisering er Direktoratgruppens veileder 02:2013 (rev.201 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 arts mangfold og ømfintlighet ($NQI1$)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i $NQI1$ ($AMBI$)
- Normalisert EQR ($nEQR$)
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske arts klasser
- 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 og C2 er ikke med i denne beregningen.

2 Resultater

2.1 Geokjemiske analyser

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

Nivåer av total organisk materiale (TOM), total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), C/N-forholdet og kornfordeling i sedimentene er presentert i Tabell 3.

TOM-nivåene var lave og varierte mellom 1,9 og 5,3 %. TN-nivåene var også lave (1,43 – 2,95 mg/g). TOC-nivået var forhøyet i sediment fra C1/ASC1 (tilstandsklasse V) og generelt lave på de øvrige stasjonene (tilstandsklasse I og II). C/N-forholdet var lavt på alle stasjonene. Sedimentene var moderat grovkornet med pelittandeler mellom 12 og 41 %.

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

St.	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt
C1/ASC1	5,3	33,60	48,3	V Svært dårlig	2,95	11,4	18
ASC2	1,9	8,95	24,9	II God	1,43	6,3	12
C2	2,8	9,54	22,1	II God	2,00	4,8	31
C3/ASC3	ia	ia	ia	ia	ia	ia	ia
C4/ASC4	1,9	6,75	18,8	I Svært god	1,45	4,7	33
C5	2,6	11,00	22,8	II God	2,25	4,9	35
ASCref1	2,4	8,23	18,9	I Svært god	1,75	4,7	41
ASCref2	3,8	8,26	20,2	II God	1,68	4,9	34

*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. Kobbernivået var lett forhøyet i sediment fra C1/ASC1 (klasse II/III) og lavt i de andre undersøkte sedimentene (klasse I).

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

St.	Cu	Tilst.klassif. Cu
C1/ASC1	29,5	Klasse II/III
ASC2	7,3	Klasse I
C2	ia	ia
C3/ASC3	ia	ia
C4/ASC4	12,2	Klasse I
C5	ia	ia
ASCref1	11,8	Klasse I
ASCref2	8,9	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 1246 (ASC2) til 6611 (C1/ASC1) og antall arter fra 15 (C1/ASC1) til 114 (C4/ASC4). På C1/ASC1 og ASC2 viste de fleste indeksene, inkludert samlet indeks nEQR, økologisk tilstandsklasse IV "Dårlig". På C5 ga nEQR klasse III "Moderat", mens de andre stasjonene lå i økologisk tilstandsklasse II "God".

En samlet klassifisering for stasjonene C3/ASC3, C4/ASC4 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/ASC1 og ASC2 med indekser på hhv 0,40 og 0,23. På de øvrige stasjonene var fordelingen noe jevnere, men med indekser mellom 0,54 og 0,78.

Tabell 5. Antall arter og individer pr. 0,2 m², H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES₁₀₀ = Hurlberts diversitetsindeks. NQI1 = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI₂₀₁₂ = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. AMBI = ømfintlighetsindeks (inngår i NQI1). nEQR = normalisert EQR (ekskl. DI). DI = tetthetsindeks. Stokkasjøen 2018. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2013.

St.	Individer	Ant arter	H'	ES ₁₀₀	NQI1	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	DI	AMBI	J
C1/ASC1	6611	15	1,37	5,0	0,34	5,42	9,53	0,246	1,46	5,231	0,40
ASC2	1246	16	0,79	5,6	0,33	5,48	8,00	0,221	0,73	5,711	0,23
C2	2844	75	3,14	19,0	0,60	8,74	18,37	0,611	1,10	3,825	0,54
C3/ASC3	2897	100	4,18	25,1	0,63	8,80	18,24	0,656	1,10	3,738	0,68
C4/ASC4	1822	114	4,79	35,2	0,70	9,35	20,52	0,737	0,91	3,118	0,75
C5	2603	66	3,06	16,9	0,58	8,50	16,45	0,576	1,01	4,035	0,55
ASCref1	1992	97	3,37	23,2	0,66	9,06	19,40	0,653	0,91	3,537	0,55
ASCref2	1379	111	5,03	37,4	0,84	10,30	23,22	0,823	0,79	1,335	0,78

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

C3/ASC3, C4/ASC4, C5	-	-	4,01	25,7	0,63	8,88	18,40	0,656	1,00	3,630	0,66
----------------------------	---	---	------	------	------	------	-------	-------	------	-------	------

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

2.2.1.2 ASC vurdering av bunndyrsamfunnene 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-standard:en:

"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 funnet fem arter med mer enn 100 individer per m². Fire av disse var ikke forurensningsindikatorer. Følgelig ble ASC kravet innfridd.

På ASC2 innenfor AZE ble det funnet fire arter med mer enn 100 individer per m². Tre av disse var ikke forurensningsindikatorer. Følgelig ble ASC kravet innfridd.

Tabell 6. Taksa med flere enn 100 individer per m² på stasjon C1/ASC1 og ASC2 innenfor AZE, Stokkasjøen 2018.

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m ²	Antall per m ²	NSI Økologisk gruppe*
C1/ASC1	Capitella capitata	4621	23105	V
	Thyasira sarsii	944	4720	IV
	Paramphinoe jeffreysii	707	3535	III
	Thyasiridae indet.	215	1075	ik
	Prionospio plumosa	107	535	ik
ASC2	Capitella capitata	1107	5535	V
	Thyasira sarsii	37	185	IV
	Paramphinoe jeffreysii	34	170	III
	Ophryotrocha sp.	33	165	IV

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

2.2.1.1 NS 9410 Vurdering av bunndyrssamfunnet på stasjonen i anleggssonen (C1/ASC1).

I følge NS 9410:2016 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bunndyrssamfunnet. Tabell 7 viser antall arter, kumulativ prosent for dominerende taksa og klassifisering av miljøtilstanden for bløtbunnsamfunnet på stasjon C1/ASC1. 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.

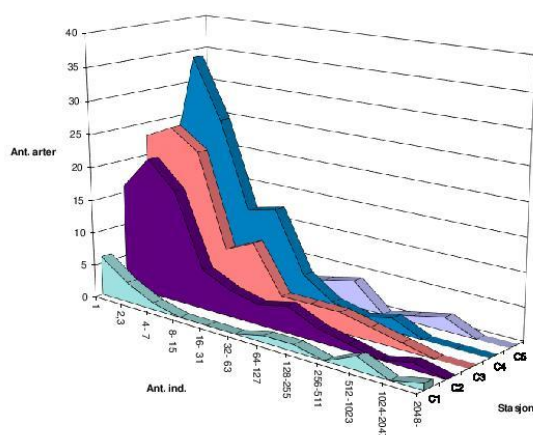
Tabell 7. NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen C1/ASC1, Stokkasjøen, 2018.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa - %	Miljøtilstand - NS 9410
C1/ASC1	Stokkasjøen	15	Capitella capitata – 70 %	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 C1/ASC1 hadde utpreget lavt startpunkt og strakk seg lengst ut mot høyere klasser. Kurveforløpet indikerte faunaforstyrrelse. De andre kurvene hadde moderat til høye startpunkter, og strakk seg noe ut. Kurveforløpene ga ingen entydige indikasjoner på faunatilstanden.

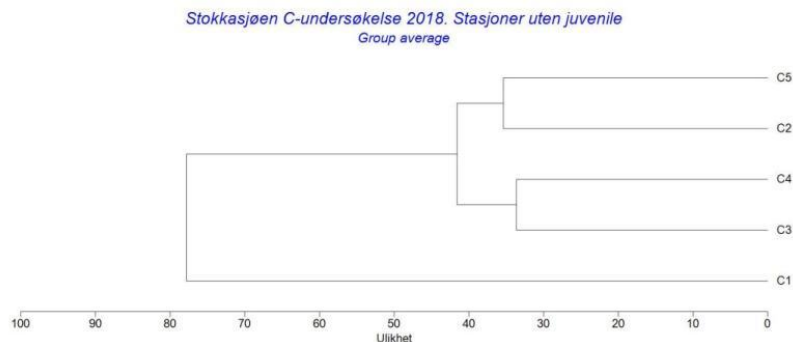


Figur 1. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bløtbunnstasjonene ved Stokkasjøen, 2018 (pr. 0,2 m²).

2.2.1.3 Clusteranalyse

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 aksens. 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/ASC3, C4/ASC4 og C5 var mer enn 58 % lik hverandre i faunasammensetning, mens C1/ASC1 var 22 % lik de øvrige stasjonene.



Figur 2. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Stokkasjøen, 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/ASC1 og ASC2 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark) med hhv. 70 og 89 % av individmengden, På begge stasjonene var den etterfulgt av den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsii*. Ellers var det flest andre opportunistiske taksa blant topp-ti på begge stasjonene.

ASC-C undersøkelse Stokkasjøen, 2018.
Akvaplan-niva AS Rapport nr. 60503.01

På C2, C3/ASC3, C4/ASC4, C5 og ASCref1 dominerte den opportunistiske børstemarken *Heteromastus filiformis* med hhv. 47, 21, 19, 33 og 50 % av individene. På alle stasjonene var det mange andre opportunister, men også representanter fra andre økologiske gruppene.

På ASCref2 lå den tolerante muslingen *Kelliella miliaris* øverst med 19 % av individmengden. Her var det for øvrig en naturlig blanding av taksa fra de andre økologiske gruppene, unntatt forurensningsindikatorer, blant topp-ti.

Det ble ikke funnet forurensningsindikatorer blant de ti mest forekommende artene på C4/ASC4, ASCref1 og ASCref2.

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

C1/ASC1	Ant.	Kum.	EG	ASC2	Ant.	Kum.	EG
Capitella capitata	4621	70 %	V	Capitella capitata	1107	89 %	V
Thyasira sarsii	944	84 %	IV	Thyasira sarsii	37	92 %	IV
Paramphino jeffreysii	707	95 %	III	Paramphino jeffreysii	34	95 %	III
Thyasiridae indet.	215	98 %	ik	Ophryotrocha sp.	33	97 %	IV
Prionospio plumosa	107	100 %	ik	Prionospio plumosa	10	98 %	ik
Caprellidae indet.	4	100 %	ik	Mediomastus fragilis	8	99 %	IV
Chaetozone setosa	3	100 %	IV	Chaetozone setosa	4	99 %	IV
Microphthalmus scelkowi	2	100 %	ik	Capitellidae indet.	2	99 %	IV
Ophryotrocha sp.	2	100 %	IV	Euspira montagui	2	99 %	III
Ennucula tenuis	1	100 %	II	Heteromastus filiformis	2	99 %	IV
C2	Ant.	Kum.	EG	C3/ASC3	Ant.	Kum.	EG
Heteromastus filiformis	1336	47 %	IV	Heteromastus filiformis	603	21 %	IV
Paramphino jeffreysii	358	60 %	III	Thyasira sarsii	402	35 %	IV
Maldane sarsi	191	66 %	IV	Paramphino jeffreysii	325	46 %	III
Capitella capitata	183	73 %	V	Chaetozone setosa	251	55 %	IV
Leitoscoloplos mammosus	108	76 %	ik	Leitoscoloplos mammosus	221	62 %	ik
Pseudopolydora paucibranchiata	100	80 %	IV	Maldane sarsi	147	67 %	IV
Thyasiridae indet.	70	82 %	ik	Capitella capitata	118	71 %	V
Thyasira sarsii	64	85 %	IV	Pseudopolydora paucibranchiata	112	75 %	IV
Chaetozone setosa	53	87 %	IV	Thyasiridae indet.	85	78 %	ik
Abra nitida	49	88 %	III	Abra nitida	59	80 %	III
C4/ASC4	Ant.	Kum.	EG	C5	Ant.	Kum.	EG
Heteromastus filiformis	350	19 %	IV	Heteromastus filiformis	854	33 %	IV
Chaetozone setosa	282	35 %	IV	Capitella capitata	660	58 %	V
Pseudopolydora paucibranchiata	134	42 %	IV	Paramphino jeffreysii	431	75 %	III
Chirimia biceps	108	48 %	II	Thyasira sarsii	80	78 %	IV
Thyasira sarsii	80	52 %	IV	Maldane sarsi	74	81 %	IV
Prionospio cirrifera	62	56 %	III	Chaetozone setosa	67	83 %	IV
Abra nitida	45	58 %	III	Thyasiridae indet.	66	86 %	ik
Tanaidacea indet.	40	60 %	I	Pseudopolydora paucibranchiata	49	88 %	IV
Ampharete octocirrata	36	62 %	I	Leitoscoloplos mammosus	46	89 %	ik
Streblosoma intestinale	32	64 %	I	Protomedeia fasciata	35	91 %	IV
ASCref1	Ant.	Kum.	EG	ASCref2	Ant.	Kum.	EG
Heteromastus filiformis	989	50 %	IV	Kelliella miliaris	260	19 %	III
Maldane sarsi	186	59 %	IV	Chirimia biceps	100	26 %	II
Pseudopolydora paucibranchiata	130	65 %	IV	Heteromastus filiformis	98	33 %	IV
Paramphino jeffreysii	83	70 %	III	Yoldiella lucida	76	39 %	II
Leitoscoloplos mammosus	69	73 %	ik	Yoldiella nana	59	43 %	III
Owenia sp.	64	76 %	II	Streblosoma intestinale	55	47 %	I
Chaetozone setosa	48	79 %	IV	Paramphino jeffreysii	54	51 %	III
Thyasira sarsii	47	81 %	IV	Abra nitida	49	54 %	III
Chirimia biceps	32	83 %	II	Thyasira sarsii	33	57 %	IV
Galathowenia oculata	31	84 %	III	Mendicula sp.	32	59 %	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 Stokkasjøen i 2018 kan sammenholdes som følger:

- TOM- og TN-nivåene var lave. Det samme var C/N-forholdet. TOC-nivået var forhøyet i sediment fra C1/ASC1 (tilstandsklasse V) og generelt lave på de øvrige stasjonene (tilstandsklasse I og II). Sedimentene var moderat grovkornet. Kobbernivået var lett forhøyet i sediment fra C1/ASC1 (klasse II/III) og lavt i de andre undersøkte sedimentene (klasse I).
- Økologisk tilstandsklassifisering, basert på faunaindeksene i Veileder 02:2013(rev 2015), ga tilstandsklasse IV for bløtbunnsamfunnet på C1/ASC1 og klasse III for C5. De andre undersøkte bløtbunnsamfunnene fikk klasse II og I. En 9410:2016 vurdering av bløtbunnsamfunnet på C1/ASC1 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 innfridd.

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 IV). De øvrige sedimentene i undersøkelsen var ikke belastet med organisk karbon (klasse I og II). Bløtbunnsamfunnet på C5 lå i økologisk tilstandsklasse III, mens de øvrige undersøkte samfunnene lå i klasse II. Ettersom den samlede klassifiseringen av stasjonene i overgangssonen (C3/ASC3, C4/ASC4 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 april 2014 (Velvin, 2014). Stasjon 2 fra 2014 tilsvarer stasjon C4/ASC4 i 2018. På stasjon 2 ble det i 2014 registrert 1759 individer fordelt på 137 arter. Diversitetsindeksene (H' og ES₁₀₀) viste økologisk tilstandsklasse I. Sammensatt indeks (NQI1) og sensitivitetsindeksen (NSI) viste tilstandsklasse II. På C4/ASC4 ble det i 2018 funnet 1822 individer fordelt på 114 arter. Diversitetsindeksen ES₁₀₀ ga klasse I mens de øvrige faunaindeksene viste klasse II. TOC analysene ble ikke utført av Akvaplan-niva i 2014 og er ikke rapportert i Velvin, 2014. TOC nivået i sediment fra C4/ASC4 var lavt i 2018 med tilstandsklasse I.

Resultatene fra faunaundersøkelsene viser at miljøsituasjonen på nevnte stasjon ikke er vesentlig endret siden 2014.

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.
- Velvin, R. 2014. Helgeland Havbruksstasjon. C undersøkelse på oppdrettslokaliteten Stokkasjøen 2014. Bløtbunnsamfunn. Akvaplan-niva rapport 7030.01. 8 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 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-toppet, asymmetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

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

Faunaens fordelingsmønster

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

Analysene i denne undersøkelsen ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5. Inngangsdata er 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 kvadratrot-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

Clusteranalyse

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

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

der n = antall arter sammenlignet

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

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

Indeksen avtar med økende likhet. Vi får verdien 1 hvis prøvene er helt ulike, dvs. ikke har noen felles arter. Identiske arts- og individtall vil gi verdien 0. Prøver blir gruppert sammen etter graden av likhet ved å bruke "group-average linkage". Forholdsvis like prøver danner en gruppe (cluster). Resultatet presenteres i et trediediagram (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 $\text{SN} = \ln S / \ln(\ln N)$, 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:

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

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):

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

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 Stokkasjøen, 2018:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	ASC2	ASCRef1	ASCRef2	C1	C2	C3	C4	C5
no. ind.	21394	1246	1992	1379	6611	2844	2897	1822	2603
no. spe.	218	16	97	111	15	75	100	114	66

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	ASC2_01	ASC2_02	ASCRef1_01	ASCRef1_02	ASCRef2_01	ASCRef2_02
no. ind.	21394	775	471	1416	576	660	719
no. spe.	218	14	9	70	71	81	90
Shannon-Wiener:		0,7	0,9	3,1	3,6	4,9	5,1
Pielou		0,17	0,29	0,51	0,59	0,78	0,79
ES100		6	5	20	27	36	39
SN		1,39	1,21	2,14	2,30	2,35	2,39
ISI-2012		5,63	5,34	8,38	9,74	10,36	10,25
AMBI		5,823	5,599	3,503	3,571	1,3	1,369
NQI1		0,34	0,32	0,65	0,67	0,84	0,84
NSI		7,6	8,4	19,1	19,7	23,2	23,3
DI		0,839	0,623	1,101	0,710	0,770	0,807

st.nr.		C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02
no. ind.		4007	2604	1219	1625	1692	1205
no. spe.		10	12	51	65	87	61
Shannon-Wiener:		1,4	1,3	3,0	3,3	4,2	4,2
Pielou		0,43	0,37	0,53	0,54	0,65	0,71
ES100		5	5	18	20	25	25
SN		1,09	1,20	2,01	2,09	2,23	2,10
ISI-2012		6,18	4,66	8,70	8,79	9,34	8,25
AMBI		5,106	5,356	3,815	3,835	3,595	3,88
NQI1		0,34	0,34	0,60	0,61	0,65	0,61
NSI		10,0	9,0	18,5	18,2	18,3	18,2
DI		1,553	1,366	1,036	1,161	1,178	1,031

st.nr.		C4_01	C4_02	C5_01	C5_02
no. ind.		800	1022	1911	692
no. spe.		86	82	51	44
Shannon-Wiener:		5,0	4,6	2,9	3,2
Pielou		0,78	0,72	0,51	0,59
ES100		38	33	16	18
SN		2,34	2,28	1,94	2,02
ISI-2012		9,85	8,85	8,68	8,32
AMBI		3,002	3,234	4,435	3,634
NQI1		0,72	0,69	0,54	0,61
NSI		20,6	20,4	15,6	17,3
DI		0,853	0,959	1,231	0,790

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.		ASC2	ASCRef1	ASCRef2	C1	C2	C3	C4	C5
Shannon-Wiener:		0,79	3,37	5,03	1,37	3,14	4,18	4,79	3,06
Pielou		0,23	0,55	0,78	0,40	0,54	0,68	0,75	0,55
ES100		5,6	23,2	37,4	5,0	19,0	25,1	35,2	16,9
SN		1,30	2,22	2,37	1,15	2,05	2,16	2,31	1,98
ISI-2012		5,48	9,06	10,30	5,42	8,74	8,80	9,35	8,50
AMBI		5,711	3,537	1,335	5,231	3,825	3,738	3,118	4,035
NQH1		0,33	0,66	0,84	0,34	0,60	0,63	0,70	0,58
NSI		8,00	19,40	23,22	9,53	18,37	18,24	20,52	16,45
DI		0,73	0,91	0,79	1,46	1,10	1,10	0,91	1,01
Tilstandsklasse nEQR ^{*)}		0,221	0,653	0,823	0,246	0,611	0,656	0,737	0,576

^{*)} 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	37	37	6	16	23	16	19
2,3	4	21	20	3	21	25	35	17
4- 7	1	20	15	1	17	22	26	9
8- 15	2	5	20	0	6	8	13	9
16- 31	0	5	9	0	4	10	14	2
32- 63	3	3	6	0	3	3	5	3
64-127	0	3	3	1	4	3	2	4
128-255	0	2	0	1	2	3	1	0
256-511	0	0	1	0	1	2	2	1
512-1023	0	1	0	2	0	1	0	2
1024-2047	1	0	0	0	1	0	0	0
2048-	0	0	0	1	0	0	0	0

Artsliste

Stokkasjøen ASC-C undersøkelse

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
Stasjonsnr.: ASC2						
CNIDARIA	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-1	-1	-2
ANNELIDA	Polychaeta					
		Spionida	Prionospio plumosa	4	6	10
			Chaetozone setosa	2	2	4
		Capitellida	Capitella capitata	708	399	1107
			Heteromastus filiformis	2		2
			Mediomastus fragilis	5	3	8
			Capitellidae indet.	2		2
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	4	30	34
		Eunicida				
			Ophryotrocha sp.	31	2	33
CRUSTACEA	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.		1	1
	Cirripedia					
		Thoracica				
			Sessilia indet.	1	-1	0
	Malacostraca					
		Leptostraca				
			Nebalia sp.		1	1
		Amphipoda				
			Caprellidae indet.	1		1
		Isopoda				
			Idotea sp.	1		1
MOLLUSCA	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Lacuna vineta	2		2
			Euspira montagui	2		2
	Bivalvia					
		Veneroida				
			Thyasira sarsii	10	27	37
			Thyasiridae indet.		1	1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-2	-1	-3
HEMICHORDATA						
			Rhabdopleura sp.		-1	-1
			Maks:	708	399	1107
			Antall:	16	14	20
			Sum:			1240
Stasjonsnr.: ASCRef1						
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.	-1		-1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	4	2	6
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.		1	1
			Phascolion strombus	4	2	6
			Sipunculida indet.	1	1	2
ANNELIDA	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Leitoscoloplos mammosus	44	25	69
			Paradoneis lyra	1		1
			Paraonidae indet.	1		1
		Cossurida				
			Cossura longocirrata	1		1
		Spionida				
			Apistobranchus tullbergi		1	1
			Dipolydora sp.	2	1	3
			Prionospio cirrifera	1	1	2
			Pseudopolydora paucibranchiata	87	43	130
			Spio limicola		1	1
			Aphelocheata sp.	1		1
			Chaetozone setosa	31	17	48
			Cirratulus cirratus	1		1
		Capitellida				
			Capitella capitata	16	10	26
			Heteromastus filiformis	723	266	989
			Mediomastus fragilis	2		2
			Notomastus latericeus	1	1	2
			Rhodine gracilior	1	5	6
			Nicomache lumbricalis		1	1
			Petaloproctus tenuis	13	5	18
			Chirimia biceps	10	22	32
			Maldane sarsi	157	29	186
			Praxillella gracilis		1	1
			Praxillella praetermissa		3	3
			Maldanidae indet.	4		4
		Opheliida				
			Scalibregma inflatum		2	2
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa	4	1	5
			Phyllodoce groenlandica	3	2	5
			Aphrodita sp.		1	1
			Polynoidae indet.		3	3
			Pholoe assimilis	16	1	17
			Nereimyra sp.	1		1
			Exogone verugera	4	2	6
			Syllis cornuta	1		1
			Ceratocephale loveni		1	1
			Glycera lapidum	1		1
			Nephtys ciliata	8	1	9
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	60	23	83
		Eunicida				
			Nothria hyperborea		4	4
			Lumbrineris mixochaeta	4	1	5
			Lumbrineridae indet. juv.	1		1
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	26	5	31
			Owenia sp.	64		64
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	4		4
		Terebellida				
			Lagis koreni	1		1
			Ampharete octocirrata	1	3	4
			Glyphanostomum pallescens	2	2	4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Laphania boeckii		2	2
			Streblosoma intestinale	2	8	10
			Terebellidae indet.		1	1
			Terebellides sp.		1	1
		Sabellida	Chone sp.		1	1
			Jasmineira candela		1	1
			Sabella pavonina	1	1	2
			Siboglinidae indet.		2	2
		Oligochaeta				
			Oligochaeta indet.	1		1
		CHELICERATA				
		Pycnogonida				
			Pycnogonida indet.		1	1
		CRUSTACEA				
		Ostracoda				
			Ostracoda indet.	2		2
		Copepoda				
		Calanoida				
			Calanoida indet.	1	1	2
		Malacostraca				
		Cumacea				
			Eudorella sp.		1	1
			Hemilamprops roseus		1	1
			Brachydiastylis resima	2		2
			Diastylodes biplicatus	1	3	4
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.		1	1
		Amphipoda				
			Ampelisca sp.	3	1	4
			Haploops sp.		2	2
			Tryphosites longipes	11	3	14
			Lysianassidae indet.	1	1	2
			Arrhis phyllonyx		1	1
			Paroediceros sp.		1	1
			Synchelidium sp.	1	1	2
			Westwoodilla caecula	2	2	4
			Oedicerotidae indet.	1		1
			Harpinia sp.	1	2	3
			Paraphoxus oculatus		1	1
			Podoceridae indet.	4		4
			Gammaridea indet.	2	1	3
		Isopoda				
			Gnathia sp.	2	2	4
		MOLLUSCA				
		Caudofoveata				
			Caudofoveata indet.	6	12	18
		Solenogastres				
		Neomeniamorpha				
			Neomeniamorpha indet.		1	1
		Prosobranchia				
		Mesogastropoda				
			Lacuna vincta	1	3	4
		Neogastropoda				
			Oenopota sp.	1	1	2
		Opisthobranchia				
		Cephalaspidea				
			Retusa sp.	1	1	2
			Philine denticulata	5	1	6
			Philine scabra		2	2
			Cylindrella alba	1		1
			Gastropoda indet.	1		1
		Bivalvia				
		Nuculoida				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Veneroida	Ennucula tenuis	5		5
			Thyasira sarsii	30	17	47
			Thyasiridae indet.	8	3	11
			Tellimya ferruginosa	1		1
			Abra nitida	9	3	12
		Myoida	Hiatella sp.	1		1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1		-1
PHORONIDA						
			Phoronis sp.	1		1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida	Amphiura filiformis	1		1
			Ophiura robusta	1		1
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
	Echinoidea					
		Spartangoida	Brisaster fragilis		1	1
Maks:				723	266	989
Antall:				75	73	103
Sum:						1995
Stasjonsnr.: ASCRef2						
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.	-1	-2	-3
CNIDARIA						
	Hydrozoa		Hydrozoa indet.		-1	-1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	8	4	12
NEMATODA						
			Nematoda indet.	1		1
SIPUNCULIDA						
			Golfingiidae indet.		9	9
			Phascolion strombus	2	2	4
			Sipunculida indet.	12	1	13
			Sipunculida indet. juv.		3	3
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida	Leitoscoloplos mammosus		1	1
			Aricidea sp.	1	1	2
			Paraonidae indet.		1	1
		Spionida	Dipolydora sp.	1		1
			Pseudopolydora paucibranchiata	8	3	11
			Spiophanes kroyeri		4	4
			Spiochaetopterus typicus	1		1
			Tharyx killariensis	4	5	9
			Aphelocheata sp.		2	2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Capitellida	Chaetozone setosa	3	13	16
			Heteromastus filiformis	50	48	98
			Notomastus latericeus	1		1
			Rhodine gracilior		3	3
			Praxillura longissima	2	2	4
			Petaloproctus tenuis	1		1
			Chirimia biceps	28	72	100
			Maldane sarsi	1	13	14
			Clymenura borealis	8	8	16
			Praxillella gracilis		1	1
			Maldanidae indet.		2	2
		Phyllodocida	Chaetoparia nilssoni		1	1
			Phyllodoce groenlandica	4	2	6
			Protomystides exigua	1		1
			Polynoidae indet.		1	1
			Neoleanira tetragona		3	3
			Pholoe assimilis	3	7	10
			Pholoe baltica	1		1
			Nereimyra sp.	1		1
			Ceratocephale loveni	11	3	14
			Glycera lapidum	2		2
			Nephtys paradoxa		1	1
		Amphinomida	Paramphionome jeffreysii	22	32	54
		Eunicida	Nothria hyperborea	9	2	11
			Lumbrineris mixochaeta	3	1	4
			Drilonereis filum	5	12	17
		Oweniida	Galathowenia oculata		1	1
			Myriochele olgae		1	1
		Flabelligerida	Diplocirrus glaucus	3	3	6
		Terebellida	Amphictene auricoma	1	1	2
			Lagis koreni		1	1
			Ampharete octocirrata	8	17	25
			Glyphanostomum pallescens	2		2
			Melinna cristata		2	2
			Sosane wireni		1	1
			Lanassa venusta	7	4	11
			Laphania boeckii	1	7	8
			Neoamphitrite grayi	2	2	4
			Streblosoma intestinale	37	18	55
			Terebellidae indet.	1	1	2
			Terebellides sp.	5	2	7
		Sabellida	Chone sp.	2	1	3
			Euchone elegans	1	4	5
			Euchone sp.	1		1
			Jasmineira candela	1		1
			Sabella pavonina	4	6	10
			Siboglinidae indet.	1		1
		Hirudinea				
			Hirudinea indet.		1	1
CRUSTACEA						
		Ostracoda				
			Ostracoda indet.	1	9	10
		Copepoda				
		Calanoida				
			Calanoida indet.	5	1	6
		Malacostraca				
		Cumacea				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Eudorella sp.	1	2	3
			Leucon sp.		1	1
			Brachydiastylis resima		1	1
			Diastylis rathkei	3	6	9
			Diastylis scorpioides	1		1
			Leptostylis sp.	1		1
		Tanaidacea	Apseudes spinosus		2	2
			Tanaidacea indet.	2	11	13
		Amphipoda	Ampelisca sp.	5	10	15
			Haploops sp.	15	6	21
			Atylus sp.	2		2
			Megamoera dentata	1		1
			Eriopisa elongata	14	12	26
			Westwoodilla caecula	1		1
			Harpinia sp.	8	12	20
			Paraphoxus oculatus	2	2	4
			Gammaridea indet.	3		3
		Euphausiacea	Euphausiacea indet.		1	1
		Decapoda	Munida sp.	1		1
			Crustacea indet. juv.		1	1
MOLLUSCA						
		Caudofoveata	Caudofoveata indet.	11	8	19
		Solenogastres	Neomeniamorpha			
			Neomeniamorpha indet.	3	5	8
		Prosobranchia	Mesogastropoda			
			Pseudosetia turgida	2	4	6
			Heterogastropoda			
			Eulima bilineata		1	1
			Haliella stenostoma	1		1
			Neogastropoda			
			Oenopota sp.	1		1
			Taranis moerchii		1	1
		Bivalvia	Nuculoida			
			Nucula tumidula		1	1
			Ennucula corticata	3	8	11
			Ennucula tenuis		1	1
			Yoldiella lucida	50	26	76
			Yoldiella nana	29	30	59
			Arcoida			
			Bathyarca pectunculoides	2	1	3
		Ostreoidea	Palliolium tigrinum		1	1
			Heteranomia squamula		1	1
		Veneroida	Adontorhina similis	2	3	5
			Mendicula ferruginosa	4	6	10
			Mendicula sp.	14	18	32
			Thyasira equalis	3	6	9
			Thyasira obsoleta	2	1	3
			Thyasira sarsii	28	5	33
			Thyasiridae indet.		7	7
			Astarte sp. juv.		2	2
			Parvicardium minimum	13	13	26
			Abra nitida	27	22	49
			Kelliella miliaris	128	132	260
		Pholadomyoida	Tropidomya abbreviata	2	1	3

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum	
ECHINODERMATA	Ophiuroidea	Ophiurida	Cuspidaria obesa	1	1	2	
			Amphipholis squamata	2	2	4	
			Amphiura filiformis	1	3	4	
			Ophiuroidea indet. juv.		1	1	
	Echinoidea	Spartangoida	Brisaster fragilis		1	1	
			Spartangoida indet. juv.	1		1	
	Holothuroidea	Apodida	Labidoplax buskii		3	3	
				Maks:	128	132	260
				Antall:	85	98	121
			Sum:			1391	
Stasjonsnr.: C1							
PORIFERA							
NEMERTINI			Porifera indet.		-1	-1	
			Nemertea indet.		1	1	
NEMATODA			Nematoda indet.	4		4	
	ANNELIDA	Polychaeta	Spionida	Prionospio plumosa	63	44	107
Chaetozone setosa					3	3	
Capitellida		Capitella capitata	270	192	4621		
		Phyllodocida	Psamathe fusca	1		1	
Microphthalmus szcelkowi			1	1	2		
Amphinomida		Paramphionome jeffreysii	515	192	707		
		Eunicida	Ophryotrocha sp.		2	2	
CRUSTACEA		Cirripedia	Thoracica	Sessilia indet.		-1	-1
		Malacostraca	Leptostraca	Nebalia sp.	1		1
	Amphipoda			Gammaridea indet.	1		1
		Caprellidae indet.	3	1	4		
	MOLLUSCA	Prosobranchia	Mesogastropoda				
			Lacuna vineta		1	1	
		Bivalvia	Nuculoida	Ennucula tenuis		1	1
			Veneroida	Thyasira sarsii	621	323	944
			Thyasiridae indet.	100	115	215	
HEMICHORDATA							
			Rhabdopleura sp.	-1		-1	

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
				Maks:	2701 1920	4621
				Antall:	12 14	19
				Sum:		6612
Stasjonsnr.: C2						
PORIFERA						
CNIDARIA			Porifera indet.		-1	-1
	Hydrozoa		Hydrozoa indet.	-1	-1	-2
		Anthozoa		Edwardsia sp.		4
	NEMERTINI			Cerianthus lloydii		3
SIPUNCULIDA			Nemertea indet.		2	2
ANNELIDA			Phascolion strombus	6	4	10
	Polychaeta	Orbiniida	Leitoscoloplos mammosus	28	80	108
			Aricidea catherinae		2	2
			Paradoneis lyra		2	2
	Spionida		Dipolydora sp.	4	12	16
		Prionospio cirrifera		2	2	
		Pseudopolydora paucibranchiata	68	32	100	
		Spio limicola		2	2	
		Tharyx killariensis	1	2	3	
	Capitellida		Chaetozone setosa	15	38	53
			Capitella capitata	71	112	183
		Heteromastus filiformis	614	722	1336	
		Notomastus latericeus	1	2	3	
		Rhodine gracilior	5	2	7	
		Chirimia biceps	14	4	18	
		Maldane sarsi	91	100	191	
		Praxillella praetermissa	2	2	4	
	Phyllodocida		Eteone flava/longa	6	6	12
			Phyllodoce groenlandica		2	2
		Laetmonice sp.	1		1	
		Polynoidae indet.	2	2	4	
		Pholoe assimilis	4	2	6	
		Nereimyra sp.	1	2	3	
		Exogone verugera		4	4	
		Ceratocephale loveni	3	4	7	
		Nephtys ciliata	4	4	8	
	Amphinomida		Paramphionome jeffreysii	122	236	358
	Eunicida		Nothria hyperborea	1		1
	Oweniida		Galathowenia oculata	19	16	35
			Owenia sp.	11	4	15
	Flabelligerida		Diplocirrus glaucus	1	4	5
	Terebellida		Amphictene auricoma	1	4	5

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Ampharete octocirrata	4	2	6
			Ampharete sp.	1		1
		Sabellida	Melinna elisabethae	1	2	3
			Euchone papillosa	1	4	5
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	3		3
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Diastylodes biplicatus	3	1	4
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.		1	1
		Amphipoda				
			Haploops sp.		3	3
			Protomedea fasciata		8	8
			Hippomedon sp.		3	3
			Tryphosites longipes	3		3
			Lysianassidae indet.	1	2	3
			Westwoodilla caecula	1		1
			Harpinia sp.	4	4	8
			Paraphoxus oculatus	3	3	6
			Podoceridae indet.	2	1	3
			Gammaridea indet.	11	11	22
			Caprellidae indet.		1	1
		Isopoda				
			Pleurogonium spinosissimum		3	3
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	7	11	18
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda				
			Lacuna vincta		1	1
			Euspira montagui	2	1	3
	Opisthobranchia					
		Pyramidellomorpha				
			Ondina divisa	1		1
		Cephalaspidea				
			Retusa sp.	4	3	7
			Philine denticulata		2	2
			Philine sp.	1	4	5
			Cyllichna alba		1	1
			Gastropoda indet.		2	2
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	3	3	6
			Yoldiella lucida	1		1
		Veneroida				
			Mendicula sp.		2	2
			Thyasira equalis		7	7
			Thyasira gouldi		1	1
			Thyasira sarsii	17	47	64
			Thyasiridae indet.	26	44	70
			Parvicardium minimum		1	1
			Macoma calcarea	1		1
			Abra nitida	23	26	49
		Myoida				
			Hiatella sp.		1	1
			Bivalvia indet.	1		1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-1	-2	-3
ECHINODERMATA						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
	Ophiuroidea					
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
	Echinoidea					
		Spartangoida				
			Brisaster fragilis	1		1
HEMICHORDATA						
			Rhabdopleura sp.	-1	-1	-2
			Maks:	614	722	1336
			Antall:	56	69	81
			Sum:			2840
Stasjonsnr.: C3						
PORIFERA						
			Porifera indet.	-1	-1	-2
CNIDARIA						
	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-2	-1	-3
	Anthozoa					
			Cerianthus lloydii	1		1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	12	6	18
NEMATODA						
			Nematoda indet.	1	2	3
PRIAPULIDA						
			Priapulid caudatus		1	1
SIPUNCULIDA						
			Phascolion strombus		5	5
			Sipunculida indet.	1	3	4
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Leitoscoloplos mammosus	153	68	221
			Aricidea catherinae	1		1
		Spionida				
			Dipolydora sp.	5	4	9
			Prionospio cirrifera	30	18	48
			Pseudopolydora paucibranchiata	56	56	112
			Spio limicola	2		2
			Spio phanes kroyeri	8	12	20
			Spionidae indet.	1		1
			Tharyx killariensis	10	4	14
			Chaetozone setosa	165	86	251
			Cirratulus cirratus	3		3
		Capitellida				
			Capitella capitata	76	42	118
			Heteromastus filiformis	373	230	603
			Notomastus latericeus	1		1
			Rhodine gracilior	6	10	16
			Nicomache lumbricalis		4	4
			Petaloproctus tenuis	1		1
			Chirimia biceps	25	24	49
			Maldane sarsi	75	72	147

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Praxillella gracilis	1	4	5
			Praxillella praetermissa	2	2	4
			Maldanidae indet.	6	4	10
		Opheliida	Ophelina acuminata	1		1
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	3	4	7
			Eulalia tjalfiensis	1		1
			Phyllodoce groenlandica	16	8	24
			Polynoidae indet.	3		3
			Pholoe assimilis	14	10	24
			Pholoe baltica	2		2
			Pholoe pallida	1		1
			Nereimyra sp.	1		1
			Exogone verugera	12	6	18
			Ceratocephale loveni	3	2	5
			Glycera lapidum	2		2
			Nephtys ciliata	3	4	7
		Amphinomida	Paramphionome jeffreysii	199	126	325
		Eunicida	Nothria hyperborea	2	4	6
			Lumbrineris mixochaeta	2		2
		Flabelligerida	Diplocirrus glaucus	3	4	7
		Terebellida	Amphictene auricoma	6		6
			Lagis koreni		2	2
			Ampharete octocirrata	5		5
			Amage auricula	1		1
			Zatsepinia rittichae		2	2
			Ampharetidae indet.	1		1
			Laphania boeckii	2		2
			Neoamphitrite grayi	2		2
			Streblosoma intestinale	1		1
			Terebellidae indet.	3		3
			Terebellides sp.	1		1
		Sabellida	Jasmineira candela	2	2	4
			Jasmineira caudata	2		2
			Potamilla neglecta		2	2
		Hirudinea	Hirudinea indet.		2	2
CRUSTACEA						
		Ostracoda	Ostracoda indet.	6	4	10
		Copepoda	Calanoida	3		3
			Calanoida indet.			
		Malacostraca	Leptostraca			
			Nebalia sp.	1		1
		Cumacea	Brachydiastylis resima	2		2
			Diastylodes biplicatus	1	1	2
		Tanaidacea	Tanaidacea indet.	3		3
		Amphipoda	Ampelisca sp.		4	4
			Haploops sp.	3		3
			Protomedeia fasciata	11	12	23
			Lijeborgia pallida	1		1
			Hippomedon sp.	1	1	2
			Tryphosites longipes	3	5	8
			Lysianassidae indet.	2	3	5
			Eriopisa elongata	4		4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Paroediceros sp.	1		1
			Westwoodilla caecula	2		2
			Harpinia sp.	10	6	16
			Paraphoxus oculatus	2		2
			Podoceridae indet.	4	7	11
			Gammaridea indet.	4	4	8
		Isopoda	Asellota indet.		1	1
MOLLUSCA						
		Caudofoveata				
			Caudofoveata indet.	16	10	26
		Solenogastres				
		Neomeniamorpha				
			Neomeniamorpha indet.		2	2
		Prosobranchia				
		Neogastropoda				
			Buccinum undatum	1		1
		Opisthobranchia				
		Cephalaspidea				
			Retusa sp.	2	3	5
			Philine denticulata	2	1	3
			Philine sp.	4	2	6
		Bivalvia				
		Nuculoida				
			Ennucula corticata	3	5	8
			Ennucula tenuis	1	4	5
			Yoldiella lucida		1	1
		Veneroida				
			Adontorhina similis	1		1
			Mendicula ferruginosa		2	2
			Mendicula sp.	2	2	4
			Thyasira equalis	9	15	24
			Thyasira sarsii	200	202	402
			Thyasiridae indet.	40	45	85
			Abra nitida	31	28	59
			Bivalvia indet.	2		2
		Scaphopoda				
		Dentaliida				
			Antalis sp.		1	1
BRYOZOA						
			Bryozoa indet.	-2	-1	-3
ECHINODERMATA						
		Ophiuroidea				
		Ophiurida				
			Amphiura filiformis	3	1	4
		Echinoidea				
		Spartangoida				
			Echinocardium flavescens	1		1
		Holothuroidea				
		Apodida				
			Labidoplax buskii	5		5
HEMICHORDATA						
			Rhabdopleura sp.	-1	-1	-2
			Maks:	373	230	603
			Antall:	93	66	106
			Sum:			2893
Stasjonsnr.: C4						
FORAMINIFERA						
			Foraminifera indet.	-1		-1
CNIDARIA						

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
	Hydrozoa					
NEMERTINI			Hydrozoa indet.	-1		-1
NEMATODA			Nemertea indet.	4	4	8
SIPUNCULIDA			Nematoda indet.	8		8
			Phascolion strombus	11		11
			Sipunculida indet.	2		2
ANNELIDA	Polychaeta					
		Orbiniida	Leitoscoloplos mammosus	4	2	6
		Spionida	Dipolydora sp.	4	2	6
			Prionospio cirrifera	16	46	62
			Pseudopolydora paucibranchiata	58	76	134
			Scolecopsis korsun	2		2
			Spio limicola		4	4
			Spio sp.	2		2
			Spiophanes kroyeri		2	2
			Spiophanes wigleyi		4	4
			Tharyx killariensis	6	10	16
			Aphelochaeta sp.		4	4
			Chaetozona setosa	150	132	282
		Capitellida	Capitella capitata	10	8	18
			Heteromastus filiformis	90	260	350
			Mediomastus fragilis		2	2
			Notomastus latericeus	2		2
			Nicomache lumbricalis	8	4	12
			Nicomache trispinata	2		2
			Petaloproctus tenuis	12		12
			Chirimia biceps	52	56	108
			Maldane sarsi		4	4
			Maldanidae indet.	2	2	4
		Opheliida	Ophelina sp.		2	2
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	2	16	18
			Phyllodoce groenlandica	8	6	14
			Polynoidae indet.	6		6
			Pholoe assimilis	4	6	10
			Oxydromus flexuosus	2		2
			Nereimyra punctata	2	2	4
			Nereimyra sp.		2	2
			Exogone verugera	4	14	18
			Syllis cornuta	10	2	12
			Glycera lapidum	2	2	4
			Goniada maculata		2	2
			Nephtys ciliata	2	2	4
		Amphinomida	Paramphinoe jeffreysii	10	12	22
		Eunicida	Nothria hyperborea	10	4	14
			Lumbrineris mixochaeta	2		2
			Drilonereis filum	2	6	8
		Flabelligerida	Diplocirrus glaucus		8	8

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Terebellida	Pherusa plumosa	2		2
			Amphictene auricoma	2		2
			Lagis koreni	4	2	6
			Ampharete octocirrata	24	12	36
			Amythasides macroglossus		2	2
			Glyphanostomum pallens	8	16	24
			Melinna elisabethae	2		2
			Zatsepinia rittichae		2	2
			Ampharetidae indet.		2	2
			Eupolymnia nebulosa	2		2
			Lanassa venusta		4	4
			Laphania boeckii		6	6
			Polycirrus norvegicus	2		2
			Polycirrus sp.	6		6
			Treblosoma intestinale	16	16	32
			Terebellidae indet.	12	4	16
			Terebellides sp.	12	4	16
		Sabellida	Chone sp.	10	10	20
			Jasmineira candela		18	18
			Potamilla neglecta	6	14	20
			Sabella pavonina	8	2	10
			Siboglinidae indet.		2	2
CHELICERATA						
		Pycnogonida				
			Pycnogonida indet.		1	1
CRUSTACEA						
		Ostracoda				
			Ostracoda indet.	2	5	7
		Copepoda				
		Calanoida				
			Calanoida indet.		3	3
		Malacostraca				
		Cumacea				
			Eudorella sp.	1		1
			Brachydiastylis resima	1	2	3
			Diastylodes biplicatus	2	3	5
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.	8	32	40
		Amphipoda				
			Ampelisca sp.		5	5
			Haploops sp.	3		3
			Amphilocheus manudens		1	1
			Protomedea fasciata	2	5	7
			Hippomedon sp.	1		1
			Tryphosites longipes	1	5	6
			Lysianassidae indet.	2		2
			Eriopisa elongata	10	5	15
			Synchelidium sp.		1	1
			Westwoodilla caecula	4	3	7
			Harpinia sp.	8	4	12
			Podoceridae indet.		2	2
			Gammaridea indet.		4	4
		Isopoda				
			Gnathia sp.	1	1	2
			Janira maculosa	2		2
			Asellota indet.	3		3
MOLLUSCA						
		Caudofoveata				
			Caudofoveata indet.	13	14	27
		Prosobranchia				
			Archaeogastropoda			
			Lepeta caeca	1		1
			Mesogastropoda			

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Lacuna vineta	1		1
			Trichotropis borealis	1		1
			Euspira montagui	1		1
	Opisthobranchia					
		Pyramidellomorpha				
			Odostomia unidentata	1		1
		Cephalaspidea				
			Retusa sp.	3	3	6
			Philina denticulata		1	1
			Philina quadrata		1	1
			Philina sp.	2		2
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula corticata	2		2
			Ennucula tenuis	3	3	6
			Yoldiella sp.	1		1
		Veneroida				
			Mendicula ferruginosa	3	2	5
			Mendicula sp.	1	1	2
			Thyasira equalis	9	10	19
			Thyasira flexuosa	2		2
			Thyasira sarsii	33	47	80
			Thyasiridae indet.	26	4	30
			Astarte sp. juv.		2	2
			Astarte sulcata	1	1	2
			Parvicardium minimum	4	2	6
			Abra nitida	20	25	45
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphiura borealis	1		1
			Amphiura filiformis		1	1
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
	Echinoidea					
		Spartangoida				
			Brisaster fragilis		1	1
			Echinocardium flavescens	1	1	2
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii		2	2
HEMICHORDATA						
			Rhabdopleura sp.		-1	-1
			Maks:	150	260	350
			Antall:	90	85	121
			Sum:			1833
Stasjonsnr.: C5						
PORIFERA						
			Porifera indet.	-1		-1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.		2	2
PRIAPULIDA						
			Priapulus caudatus	1		1
SIPUNCULIDA						
			Phascolion strombus	2	2	4
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Leitoscoloplos mammosus	44	2	46
		Spionida	Dipolydora sp.	4	3	7
			Prionospio cirrifera	10		10
			Prionospio plumosa		1	1
			Pseudopolydora paucibranchiata	36	13	49
			Chaetozone setosa	60	7	67
		Capitellida	Capitella capitata	534	126	660
			Heteromastus filiformis	730	124	854
			Notomastus latericeus	2	1	3
			Chirimia biceps	6	1	7
			Maldane sarsi	46	28	74
			Praxillella praeterrissa	2		2
			Maldanidae indet.	2	1	3
		Opheliida	Ophelina acuminata	2		2
		Phyllodocida	Eteone flava/longa		1	1
			Phyllodoce groenlandica	2		2
			Polynoidae indet.	2		2
			Pholoe assimilis	4	5	9
			Nereimyra punctata	2		2
			Exogone verugera	14		14
			Ceratocephale loveni	2		2
			Nephtys ciliata	2	3	5
			Nephtys pente		1	1
		Amphinomida	Paramphinoe jeffreysii	196	235	431
		Eunicida	Lumbrineris mixochaeta	8	1	9
		Oweniida	Galathowenia oculata	6	2	8
		Terebellida	Amphictene auricoma		15	15
			Lagis koreni		1	1
			Ampharete octocirrata	8		8
			Laphania boeckii	2		2
			Terebellidae indet.	2		2
		Sabellida	Potamilla neglecta	4		4
			Hydroides norvegica	4	3	7
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida	Calanoida indet.	2		2
	Malacostraca					
		Cumacea	Diastylis rathkei		1	1
		Tanaidacea	Tanaidacea indet.	1		1
		Amphipoda	Haploops sp.		2	2
			Protomeleia fasciata	20	15	35
			Tryphosites longipes	10	3	13
			Lysianassidae indet.	5	1	6
			Harpinia sp.	3		3
			Paraphoxus oculatus	1		1
			Laetmatophilus tuberculatus	1		1
			Podoceridae indet.	1		1
			Caprellidae indet.		2	2
		Isopoda	Asellota indet.	1		1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	15	1	16
	Prosobranchia					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Mesogastropoda				
			Lacuna vineta	2	1	3
			Euspira pallida	2	2	4
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Retusa sp.	2	8	10
			Philine denticulata	3	3	6
			Philine scabra		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula corticata		1	1
			Ennucula tenuis	1		1
		Veneroida				
			Thyasira equalis	2		2
			Thyasira sarsii	49	31	80
			Thyasiridae indet.	34	32	66
			Macoma calcarea		1	1
			Abra nitida	17	5	22
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphiura filiformis		1	1
			Ophiura albida		1	1
			Ophiura robusta		1	1
	Echinoidea					
		Spartangoida				
			Echinocardium flavescens	1	1	2
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii	1		1
HEMICHORDATA						
			Rhabdopleura sp.		-1	-1
			<i>Maks:</i>	730	235	854
			<i>Antall:</i>	53	45	69
			<i>Sum:</i>			2603
			<i>TOTAL:</i>			<i>Maks:</i> 4621
						<i>Sum:</i> 21407

Vedlegg 2. Analysebeviser

60503_Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx_070518

Rapport av: 170



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: 178-7-18C Stokkasjøen
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Roger Velvin

Dato: 12.10.2018

Rapport nr.: 60503
Analyseparameter(e): Korn, TOM, TOC, TN, Cu
Kontaktperson: Ida G. 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	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120

Resultater

	TOM	TOC**	N TOC**	TN**	C/N**	Pelitt	> 0,063 mm	Cu*
Kundens id.:	% TS	mg/g TS	mg/g TS	mg/g TS		vekt%	vekt%	mg/kg TS
C1/ASC1	5,3	33,6	46,3	2,95	11,4	18,0	82,0	29,5
ASC2	1,9	8,95	24,9	1,43	6,3	11,6	88,4	7,32
C2	2,8	9,54	22,1	2,00	4,8	30,5	69,5	ia
C4/ASC4	1,9	6,75	18,8	1,45	4,7	32,8	67,2	12,2
C5	2,6	11,0	22,8	2,25	4,9	34,8	65,2	ia
ASC ref 1	2,4	8,23	18,9	1,75	4,7	40,7	59,3	11,8
ASC ref2	3,8	8,26	20,2	1,68	4,9	33,8	66,2	8,87

* 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

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

ia = ikke analysert

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sedimenter 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