



2018

C-undersøkelse ved Skogsholmen i Vega kommune, juli 2018

Vega Sjøfarm 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 Skogsholmen i Vega kommune, juli 2018**

Forfatter: Christine Klykken

Feltdato: 25.07.2018
Toktleder: Kai-Erling Staven

Rapportdato: 20.12.2018
Rapportnummer: 185-7-18C

Antall sider uten vedlegg: 18
Antall sider totalt: 60

Oppdragsgiver: Vega Sjøfarm AS

Kontaktperson: Samuel J. Anderson

Lokalitet: Skogsholmen

Lokalitetsnummer: 33157

Driftsleder: Kim Roger Fredriksen

Koordinater: 65°49.885N
12°04.232Ø

Fylke: Nordland
Kommune: Vega

MTB-tillatelse: 4680 tonn
Antall merder: 12
Merdomkrets: 120 m

Bakgrunn for undersøkelse: maks belastning og utvidelse

Sammendrag

Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert C-undersøkelse etter metodikk beskrevet i Norsk Standard NS9410:2016. Akvaplan-niva har utført akkreditert opparbeiding og akkrediterte og uakkrediterte analyser av prøvematerialet. ALS Laboratory Group har utført akkrediterte kobberanalyser. Undersøkelsen viste at bunndyrssamfunnet ved C1 og C4 var forstyrret, med økologisk tilstandsklasse III og IV. C2 viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse I – svært god, mens ved C3 og C5 viste indeksenes tilstandsklasse II – god. Det ble påvist belastningseffekter av organisk karbon i sedimentet på alle stasjonene (tilstandsklasse III – V). Kobbernivået var forhøyet på C1 (klasse II/III), mens nivået av TOM og TN var lave ved alle stasjonene. C/N-forholdet var litt høyt på stasjon C2 og C3. Det ble målt gode pH- og Eh-verdier ved samtlige stasjoner, og oksygenforholdene var gode i hele vannsøyla på undersøkelsestidspunktet. Samlet tilstandsklassifisering i overgangssonen ble økologisk tilstandsklasse III – moderat og undersøkelsesfrekvensen skal derfor være mellom hver annen produksjonssyklus.

Summary

Aqua Kompetanse AS has completed an accredited C-survey according to the methodology described in Norwegian Standard NS9410: 2016. Akvaplan-niva has performed accredited work and accredited and unaccompanied analyzes of the sample material. ALS Laboratory Group has performed accredited copper analyzes. The survey showed that the benthic community at C1 and C4 was disturbed, with ecological state III and IV. Most of the faunal indices at C2 showed ecological state I - very good, while at C3 and C5, most of the indices showed ecological state II - good. All the stations showed elevated levels of organic carbon (condition class III - V) and the copper level was elevated at C1 (class II / III), while the TOM and TN levels were low at all stations. The C/N ratio was slightly elevated at stations C2 and C3. pH and Eh values were good at all stations, and oxygen conditions were good throughout the water column at the time of survey. Overall state classification in the transition zone became ecological state class III – moderate, and the frequency of surveys should therefore be every other production cycle.

Emneord: C-undersøkelse; miljøtilstand; miljøanalyse; miljøovervåking; sediment; prøvetaking; tilstand; elektrokjemi; sensoriske registreringer; makrofauna

ID 401-17

Rapporten er tilgjengelig
ved forespørsel

Rapportansvarlig:


Christine Klykken

Kvalitetssikrer:


Marthe Austad

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

Forord

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

Tabell 1: Standarder og veiledere benyttet for denne undersøkelsen.

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

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



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

Innholdsfortegnelse

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

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

Stasjonsplassering etter NS 9410:2016		Anleggssone	Ytre sone	Overgangssone		
Parameter:	Stasjoner:	C1	C2	C3	C4	C5
Elektrokjemi:	pH:	7,98	7,71	7,90	7,71	7,69
	E_h :	277	244	237	256	243
Oksygen:	Målt verdi (mL): O_2 , tilstandsklasse:				6,1 I	
Makrofauna Bunndyrsanalyser	Antall arter (S):	28	69	84	48	128
	Antall ind. (N):	1482	280	467	3169	2399
	J, Jevnhet (0-1):	0,62	0,73	0,78	0,20	0,62
	DI:	0,82	0,09	0,45	1,12	1,03
	NQI1:	0,477	0,822	0,722	0,430	0,717
	Shann.Wien. (H'):	2,78	3,99	4,08	1,02	4,07
	Hurl.ind. ($ES_{n=100}$):	12,9	37,1	28,4	8,5	28,2
	AMBI:	4,55	1,48	2,40	5,59	2,92
	ISI:	6,62	10,33	10,80	8,13	9,80
	NSI:	13,7	25,5	20,2	8,5	20,7
	nEQR:	0,448	0,803	0,725	0,346	0,716
	Økologisk tilstand:	III	I	II	IV	II
	Miljøtilstand:	1				
Kjemi Kobber, organisk karbon, organisk materiale og nitrogen	Cu (mg/kg): Cu, tilstandsklasse:	27,6 II/III				
	N-TOC (mg/g): N-TOC, tilstandsklasse:	43,1 V	50,0 V	39,4 IV	33,5 III	43,5 V
	TN (mg/g): Kommentar:	4,1 Lavt	1,8 Lavt	1,6 Lavt	3,9 Lavt	5,6 Lavt
	TOM (%): Kommentar:	5,6 Lavt	4,0 Lavt	4,2 Lavt	5,8 Lavt	6,5 Lavt
	C/N: Kommentar:	6,5 Lavt	18,6 Litt høyt	14,2 Litt høyt	4,6 Lavt	5,3 Lavt
Geologi	Pelittandel (%)	9,8	9,4	10,8	14,7	23,1

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

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

Produksjonsdata og tidligere undersøkelser

Skogsholmen startet produksjon i 2011, og **Tabell 4** viser produksjon og fôrforbruk ved anlegget for inneværende generasjon og de tre foregående generasjonene. Tidligere C-undersøkelser og deres resultat er presentert i **Tabell 5**.

Tabell 4: Produksjonsdata og fôrforbruk for inneværende og de tre foregående generasjonene ved Skogsholmen (Produksjonsdata hentet fra Vega Sjøfarm v/Samuel Anderson).

Utsett	Generasjon:	Produsert mengde (tonn)	Utfôret mengde (tonn)	Utslakt
18.06.2015	15V	4189	4616	25.10.2016
08.01.2017	17V	4055	4713	-

Tabell 5: Tidligere C-undersøkelser ved Skogsholmen (Brokke, 2016). Nederste rad viser resultatene fra denne undersøkelsen.

Dato feltarbeid	Generasjon	Biomasse ved undersøkelse (t)	Utfôret mengde (t)	Produsert mengde (t)	Økologisk tilstand:	Miljøtilstand for stasjon C1
14. og 16.07.2016	V15	2627	4616	4206	C1: IV C2: I C3, C4: II	1
25.07.2018	V17	237	4713	4055	C1: III C2: I C3, C5: II C4: IV	1

1. Materiale og metode

Akkreditert prøveinnsamling ble gjort fra Aqua Kompetanse AS sin arbeidsbåt, MS OTTO, den 25.07.2018. Undersøkelsen ble gjennomført i henhold til NS9410:2016 av Kai-Erling Staven og Alexander Lindseth fra Aqua Kompetanse AS. Akvaplan-niva AS har stått for akkrediterte analyser av prøvematerialet og akkreditert faglige vurderinger og fortolkninger (**Vedlegg B**). En oversikt over stasjonene og det faglige programmet for hver stasjon er gitt i **Tabell 6**.

Tabell 6: Oversikt over stasjoner, plassering av stasjoner etter NS9410:2016 med koordinater, dybde ved prøvestasjon, avstand mellom prøvestasjon og anlegg, og målte parametere ved Skogsholmen. 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 – CTD	Bio – Geo – Kjemi – EK
Koordinater	65°49.894N 12°04.345Ø	65°49.568N 12°04.397Ø	65°49.639N 12°04.278Ø	65°49.720N 12°04.288Ø	65°49.830N 12°04.000Ø
Dybde (m)	114	48	81	104	100
Avstand til anlegg (m)	30*	385	230	90	125

*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.»

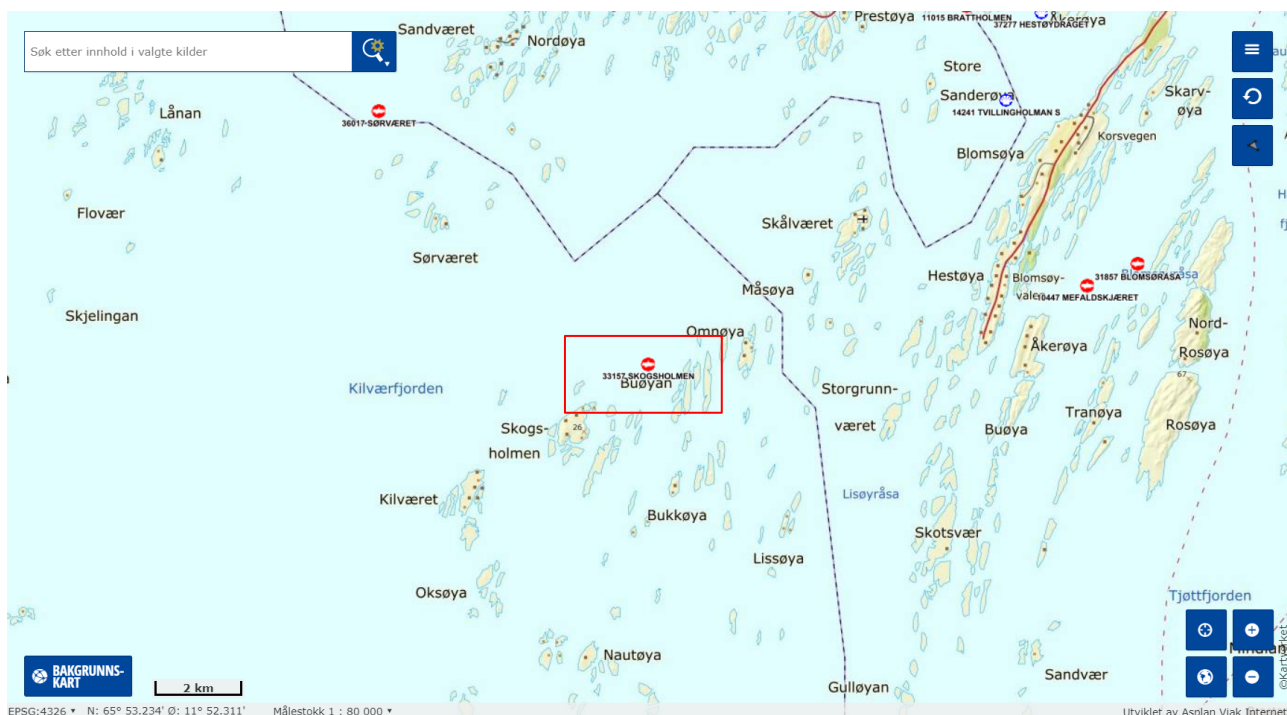
Skogsholmen er vurdert etter en C-undersøkelse i henhold til NS 9410:2016. Økende maksimal tillatt biomasse (MTB) gir økende antall prøvestasjoner, og med en MTB på 4 680 tonn ved Skogsholmen er veiledende antall prøvestasjoner 5, jamfør **Tabell 7**.

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

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

1.1 Undersøkelsesområde og stasjonsplassering

Undersøkelsesområdet ligger i Vega, Nordland (**Figur 1**), og anlegget ligger nord for Vega og sør for Herøy, beskyttet av en rekke øyer fra sørvest til nordøst, med mer åpent hav i nordvest. Bunnen under anlegget har en rimelig jevn dybde på 100-110 meter på den østlige siden, og skråner så svakt ned mot dybder på 120-130 meter på den vestlige siden av anlegget. Rundt anlegget skråner bunnen opp på 20-10 meter, og i nordvest er det en terskel til Kilvær fjorden på 50 meters dybde (**Figur 3**).



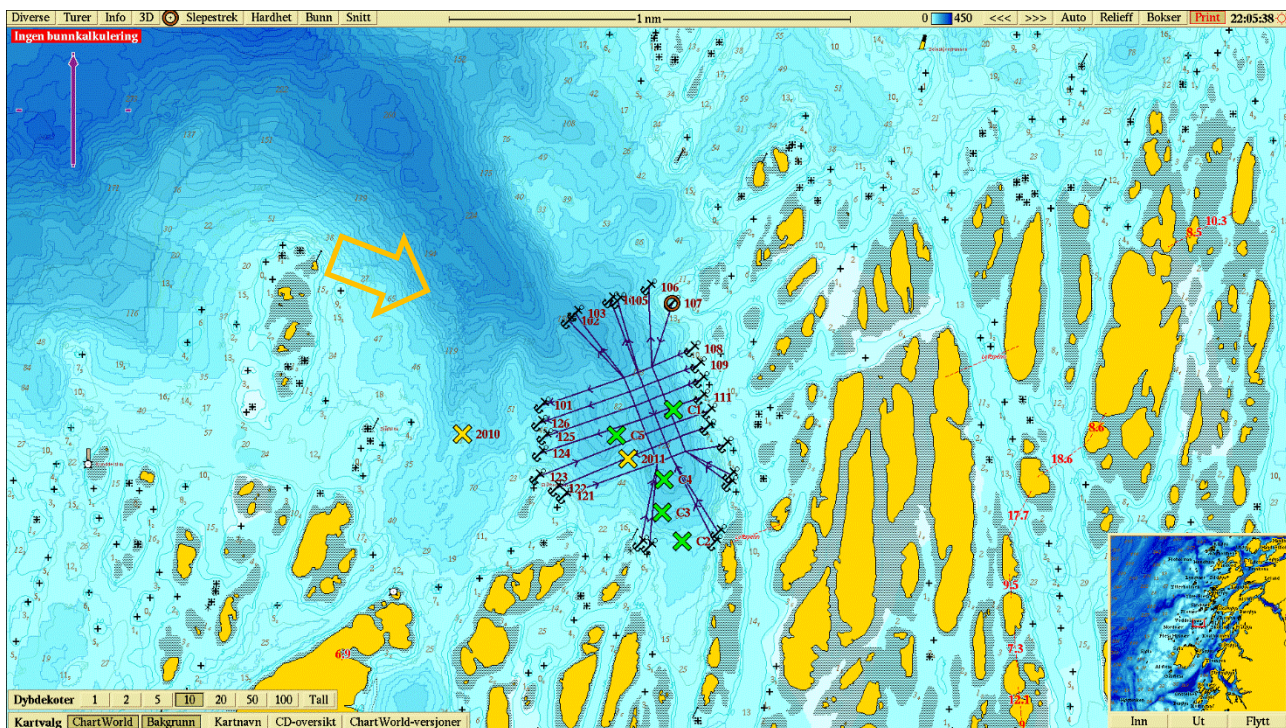
Figur 1: Oversiktskart som viser anleggsplassering og undersøkelsesområdet. Målestokk vises i venstre hjørne, kartkilde i 1:80 000 Kilde: Fiskeridirektoratets karttjeneste.

Spredningsstrømmen (45 meter) har en primærkomponent mot sør-sørøst og en sekundærkomponent mot vest-sørvest (vannstrømmålinger levert av Vega Sjøfarm AS, 2010), og har hyppigste strømmetninger mot 105, 120, 90, og 75 grader. Strømhastighetene er vist i **Tabell 8**, og retningen spredningsstrømmen går mot er markert i **Figur 2**.

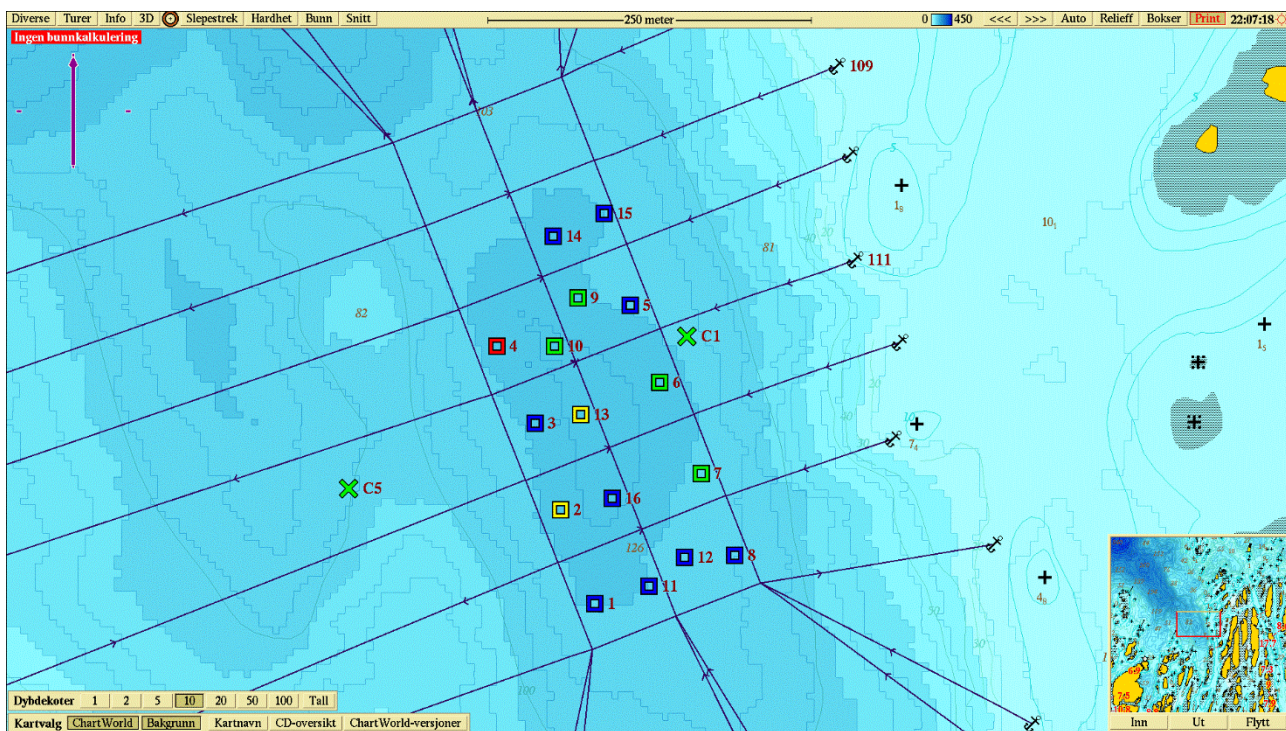
Tabell 8: Strømmålinger ved Skogsholmen. Målingene er utført med SD 6000 rotormåler (65°49.773'N, 12°04.068'Ø; 65°49.834'N, 12°03.063'Ø). Dimensjoneringsstrøm (15 m) er fra 27.04.2010 – 08.06.2010 og overflate-, sprednings- og bunnstrømmen (5, 45 og 62m) er fra 23.02.2011 – 06.04.2011 (Strømmålinger fra Skogsholmen levert av Vega Sjøfarm).

Dyp (m)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Maksimalhastighet (cm/s)	Signifikant maksimalhastighet (cm/s)	Nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)
5	2,8	14,0	3,9	6,1
15	2,8	18,4	5,0	21,4
45	2,1	10,2	2,8	8,9
62	3,6	12,6	5,2	3,8

Stasjonene er plassert med bakgrunn i hovedstrømmetning i spredningsdypet og topografien i området. Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**. Posisjonen for stasjonene leses av i **Tabell 6**, slik at seinere prøver kan legges til de samme koordinat som ved denne undersøkelsen. Ved forrige C-undersøkelse i 2016, var det en lavere tillat MTB, og derfor bare 4 stasjoner. Disse 4 stasjonene er beholdt, og supplert med en ekstra stasjon, C5, jamfør **Tabell 7**. C1 ble plassert rett utenfor anleggsrammen på den østlige siden, omtrent midt på anleggsrammen. C2 ble plassert 385 m nedstrøms for anlegget (sør) så langt unna anlegget som det lot seg gjøre før dybden ble for grunn. C3 og C4 også ble plassert sør for anlegget hhv. 230 og 90 m fra rammen, mens C5 ble plassert 125 m vest for anleggsrammen, da returstrømmen går denne veien.



Figur 2: Kartet viser anleggsplassing sammen med C-stasjoner og fortøyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, gul pil viser hovedstrømretning i spredningsdypet på 45 meter, og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene i 2010 og 2011 (65°49.773'N, 12°04.068'Ø; 65°49.834'N, 12°03.063'Ø; Strømmålinger fra Skogsholmen levert av Vega Sjøfarm). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.



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

1.2 Makrofauna og kjemisk/geologisk sedimentsammensetning

Makrofauna (bunndyr) og sedimentprøver ble samlet inn ved hjelp av en 0.1 m² Van Veen-grabb, og på hver prøvestasjon ble det foretatt tre grabbhugg. Makrofaunaprøver tas ut av to av huggene, og 100-300 ml geologi- og kjemiprøver tas ut av ett. For makrofauna ble sedimentet skylt over en 1 mm sikt, gjenværende innhold i sikt lagt på glass og tilsatt 4% formalin bufret med borax og iblandet bengalrose. Geologi- og kjemiprøvene fryses ned frem til analyse. Prøvene ble tatt i henhold til metodikk beskrevet i Norsk Standard NS:9410 av Aqua Kompetanse, og Akvaplan-niva AS har stått for akkrediterte analyser og tolkning av innsamlet materiale. For videre beskrivelse av metodikk og indekser for analyser av makrofauna, geologi og kjemi se rapport fra Akvaplan-niva AS i **Vedlegg A**.

1.2.1 Elektrokjemiske målinger

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

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

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

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

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

1.2.2 Hydrografi

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

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

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

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

				Tilstandsklasser				
				I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
	Parameter	Veileder	Måleenhet					
	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 (C4, sør for lokaliteten; **Figur 2**) av Aqua Kompetanse AS. Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en Rinko III optisk oksygensonde. Instrumentet målte annethvert sekund ned og opp igjennom vannsøylen. Registrerte data ble bearbeidet ved bruk av SAIV AS eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft SD200W og figurer er fremstilt i samme program. Data presentert i figurer er hentet fra overflaten og ned til bunnen (down-cast). All rådata er lagret hos Aqua Kompetanse AS.

1.3 Undersøkelsesfrekvens

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

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

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

2. Resultat

2.1 Makrofauna og kjemiske analyser

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

2.2 Elektrokjemiske målinger og sensoriske registreringer

Ved alle fem stasjonene ble det målt høye pH-verdier, laveste måling ble gjort ved C5 (pH 7,69). Laveste E_{obs} ble målt ved C3 (20 mV), men samtlige stasjoner hadde positiv E_h . **Tabell 12** viser pH, observert hvilepotensiale (målt verdi; E_{obs}) og redokspotensiale (E_h) basert på E_{obs} og E_{ref} ved alle stasjonene, og **Tabell 13** viser resultater fra elektrokjemiske målinger i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale (E_{ref}) basert på sedimenttemperatur (jamfør **Tabell 9**).

Tabell 12: Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og E_h ved Skogsholmen. 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	7,98	7,71	7,90	7,71	7,69
E_{obs} (mV)	60	27	20	39	26
E_h ($E_{obs} + E_{ref}$)	277	244	237	256	243

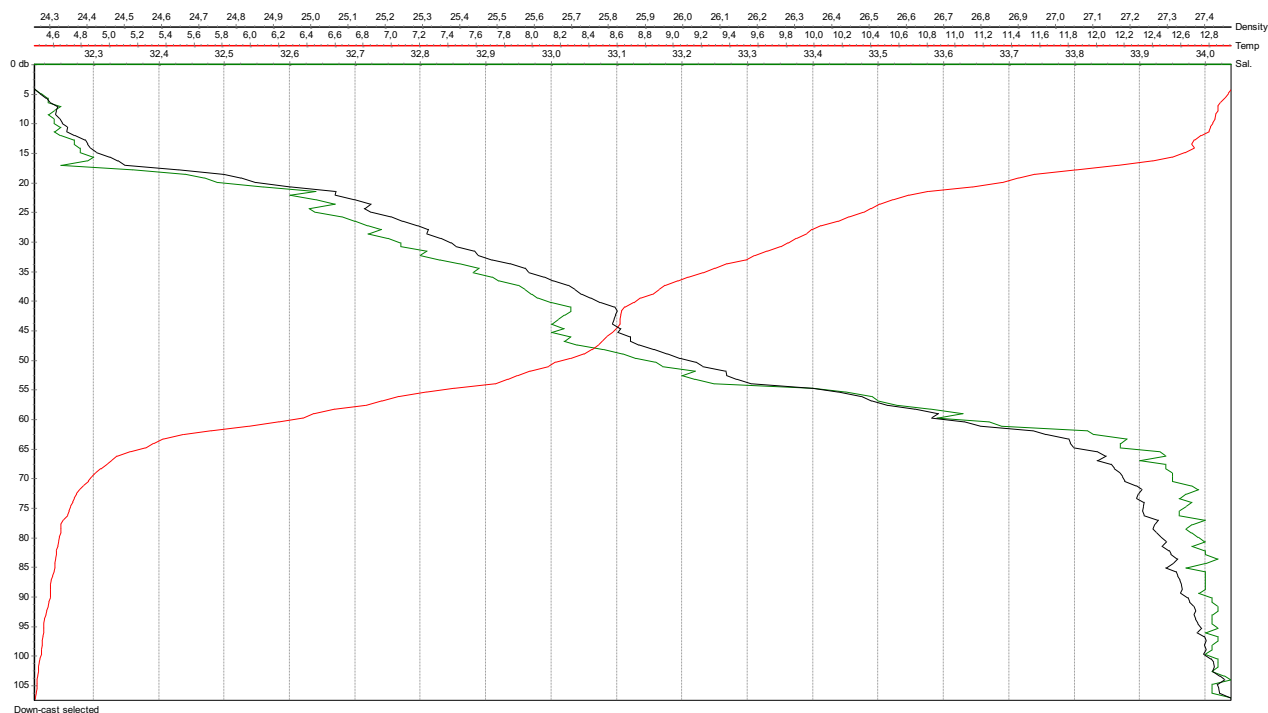
Tabell 13: Resultater fra elektrokjemiske målinger av pH og E_{obs} i overflatevannet, buffertemperatur, sedimenttemperatur og standardpotensiale (E_{ref}) basert på sedimenttemperatur ved Skogsholmen. E_h i sjø er ikke kalkulert.

Buffertemperatur:	16,3°C	pH sjø:	8,15
Sjøtemperatur:	14,1°C	E_{obs} sjø:	348
Sedimenttemperatur:	11,7°C	E_{ref} sediment:	217

Det ble verken registrert misfarging eller lukt i noen av de undersøkte sedimentene. Ved samtlige stasjoner bestod sedimentet av skjellsand, og ved C1 var det i tillegg innslag av sand, og ved C5 var det innslag av grus og sand. Geologiske analyser utført av Akvaplan-niva viste pelittandeler (kornfordeling, % < 0,063 μmm) mellom 9,4 og 23,1% (se rapport fra Akvaplan-niva i **Vedlegg A**). Stasjon C1, C2 og C5 hadde en fyllingsgrad på ¼, mens C3 og C4 hadde en fyllingsgrad på ½.

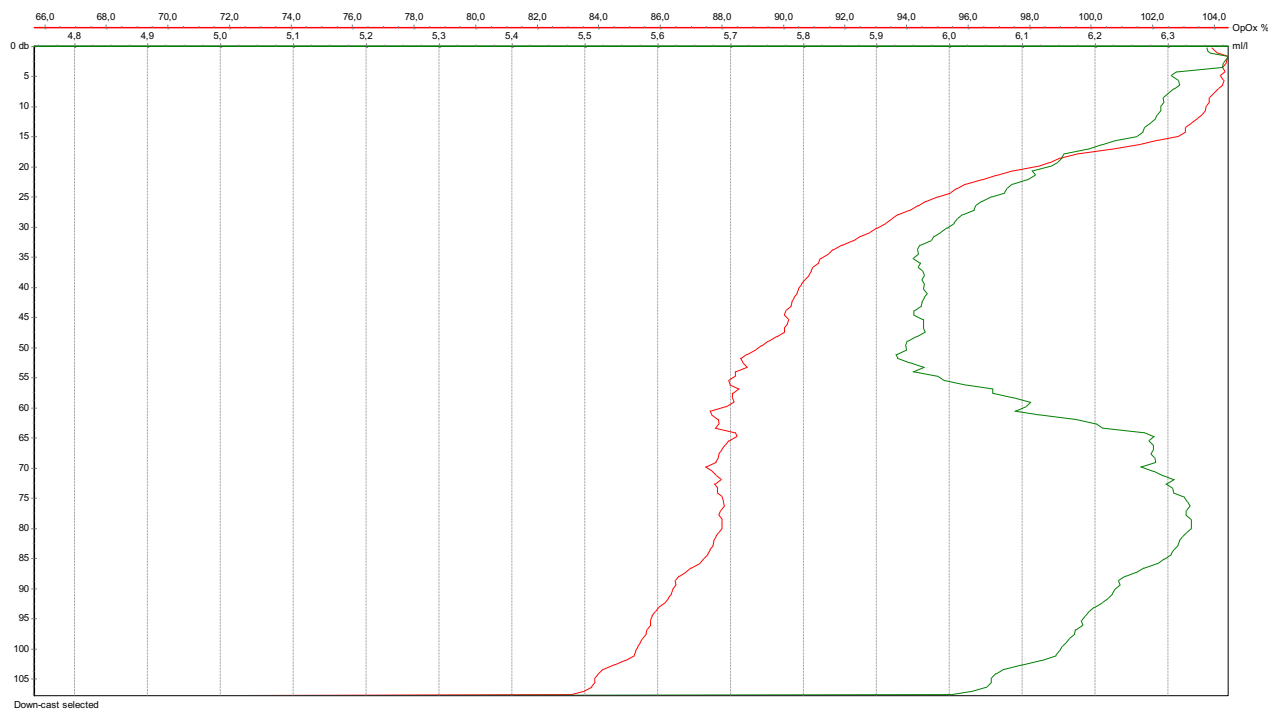
2.3 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved lokaliteten (C4; **Figur 3**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 4** og **5**.



Figur 4: Sjøtemperatur (°C ; rød), salinitet (‰ ; grønn) og tetthet (-1000 kg/m^3) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 104 meters dyp ved stasjon C4 den 25.07.2018.

Vannmassene ved Skogsholmen var på undersøkelsestidspunktet karakterisert av et varmere og mindre salint overflatelag. Temperaturen steg og saliniteten sank raskt ned mot ca. 70 m. Temperaturen i bunnvannet var om lag 4,5°C og saliniteten omkring 34‰ (**Figur 4**).



Figur 5: Oksygenmetning (%; rød) og oksygenkonsentrasjon (mg/l; grønn) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 104 meters dyp ved stasjon C4 den 25.07.2018.

Overflatelaget ved Skogsholmen hadde overmetning ved undersøkelsestidspunktet, og nedover vannsøyla var det høye oksygenkonsentrasjoner. Bunnvannet holdt 6,1 ml O₂/l, noe som svarer til tilstand I «Svært god» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i **Tabell 10**.

2.4 Bilder av sediment



Figur 6: Bilde av sedimentet ved C1. Sedimentet besto av skjellsand og sand, og hadde en pelittandel på 9,8% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 7: Bilde av sedimentet ved C2. Sedimentet besto av skjellsand, og hadde en pelittandel på 9,4% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 8: Bilde av sedimentet ved C3. Sedimentet besto av skjellsand, og hadde en pelittandel på 10,8% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 9: Bilde av sedimentet ved C4. Sedimentet besto av skjellsand, og hadde en pelittandel på 14,7% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS.



Figur 10: Bilde av sedimentet ved C5. Sedimentet besto av grus, skjellsand og sand, og hadde en pelittandel på 23,1% (se Akvaplan-niva rapport i **Vedlegg A**). Foto: Aqua Kompetanse AS. NB, bildet er merket feil.

3. Oppsummering

Ved C1, i anleggssonen, ble det funnet 28 arter, der forurensingsindikatoren *Capitella capitata*, var mest tallrik med 28% av individmengden. Dette gir miljøtilstand 1 etter *NS9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i anleggssonen*. De fleste faunaindeksene viste økologisk tilstandsklasse III – moderat.

Ved C2 viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse I – svært god. Stasjonen var dominert av børstemarken *Nothria hyperborea* (ukjent økologisk gruppe), og blant de øvrige artene blant topp ti ble det funnet sensitive, nøytrale og tolerante arter. Ved C3 var den tolerante børstemarken *Pholoe assimilis* mest tallrik, med 14% av individmengden. Ved denne stasjonen var de fleste faunaindeksene i økologisk tilstandsklasse II – god. Ved C4 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata* med 87% av individmengden, og de fleste faunaindeksene viste økologisk tilstandsklasse IV- dårlig. Stasjonen var preget av skjev individfordeling og hovedsakelig tolerante og opportunistiske arter blant topp-ti. Ved C5 viste de fleste faunaindeksene økologisk tilstandsklasse II – god, og det var den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. som var mest tallrik.

Samlet tilstandsklassifisering i overgangssonen ble økologisk tilstandsklasse III – moderat.

Det ble påvist belastningseffekter av organisk karbon i sedimentet på alle stasjonene (tilstandsklasse III – V). Kobbervånet var forhøyet på C1 (klasse II/III), mens nivået av TOM og TN var lave ved alle stasjonene. C/N-forholdet var litt høyt på stasjon C2 og C3.

De elektrokjemiske målingene viste gode pH- og Eh-verdier ved alle stasjonene og sedimentet var grov- til moderat grovkornet og bestod i hovedsak av skjellsand, men innslag av sand og grus ved enkelte stasjoner (pelittandel 9,4 – 23,1%).

På undersøkelsestidspunktet var det gode oksygenforhold i vannsøyla, og bunnvannet ble klassifisert til beste tilstand (I – svært god).

Forrige C-undersøkelse ble gjennomført i juli 2016 og stasjonene C1-C4 ligger på samme posisjon som ved forrige undersøkelse. Nivået av TOC har økt siden 2016 ved samtlige stasjoner og nivået av kobber ved C1 har økt. Bunndyrssamfunnet viser en svak forbedring ved C1 ved undersøkelsen i 2018 sammenliknet med 2016, der den økologiske tilstandsklassifiseringen har gått fra IV til III. Ved C2 og C3 befinner bunndyrssamfunnet seg i samme økologiske tilstandsklasse, mens ved C4 har klassifiseringen gått fra klasse II til IV.

Den ytre sonen ved Skogsholmen er klassifisert til å være god, men samlet tilstandsklassifisering av overgangssonen ga tilstandsklasse III – moderat og undersøkelsesfrekvensen skal derfor være mellom hver annen produksjonssyklus (jamfør **Tabell 11**).

4. Referanser

Brokke, K. (2016) MOM C ved Skogsholmen i Vega kommune, juli 2016. Rapportnummer 119-7-16C, levert av Aqua Kompetanse AS.

Fredriksen, K.-E. (2018) B-undersøkelse ved Skogsholmen i Vega kommune, oktober 2018. Rapportnummer 258-10-18B, 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.

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

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

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

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

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

Strømmålinger fra Skogsholmen. Dybde: 5m. Mottatt fra Vega Sjøfarm.

Strømmålinger fra Skogsholmen – ny lokalitet. Dybde: 15m. Mottatt fra Vega Sjøfarm.

Strømmålinger fra Skogsholmen. Dybde: 45m. Mottatt fra Vega Sjøfarm.

Strømmålinger fra Skogsholmen. Dybde: 62m. Mottatt fra Vega Sjøfarm.

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



Akvaplan-niva AS Rapport: 60569.01

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur
Org.nr: NO 937 375 158 MVA

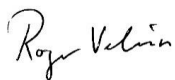
Framsenteret

9296 Tromsø

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

www.akvaplan.niva.no



Rapporttittel / Report title Aqua Kompetanse. ASC-C undersøkelse Skogsholmen, 2018. Bløtbunn.	
Forfatter(e) / Author(s) Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva rapport nr / report no 60569.01
	Dato / Date 28.11.2018
	Antall sider / No. of pages 13 + Vedlegg
	Distribusjon / Distribution Gjennom oppdragsgiver
Oppdragsgiver / Client Aqua Kompetanse AS. 7770 Flatanger	Oppdragsg. referanse / Client's reference Kristine Brokke
Sammendrag / Summary Det er gjennomført en ASC-C undersøkelse ved lokaliteten Skogsholmen. Foreliggende delrapport presenterer resultatene fra bløtbunnundersøkelsen og inkluderer økologisk tilstandsklassifisering av bløtbunnsamfunn, samt geokjemiske analyser og klassifisering av sedimenter.	
Prosjektleder / Project manager  Roger Velvin	Kvalitetskontroll / Quality control  Roger Velvin

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

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	2
1 MATERIALE OG METODE.....	3
1.1 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr	3
1.2 Geokjemiske analyser.....	4
1.2.1 Total organisk materiale (TOM).....	4
1.2.2 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling	4
1.2.3 Total nitrogen (TN) - Kjeldahl nitrogenbestemmelse	4
1.2.4 Metallanalyse - kobber (Cu).....	4
1.3 Bunndyr	4
1.3.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn.....	4
1.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser	5
2 RESULTATER.....	6
2.1 Geokjemiske analyser.....	6
2.1.1 TOC, TOM, TN, C/N og kornfordeling	6
2.1.2 Kobber i sedimentene	6
2.2 Bunndyr	6
2.2.1 Kvantitative bunndyrsanalyser	6
3 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	12
3.1 Sammenfatning og konklusjon	12
3.1.1 Sammenfatning.....	12
3.1.2 Konklusjon	12
4 REFERANSER.....	13
5 VEDLEGG	14
Vedlegg 1. Bunndyrstatistikk og artslister	14
Vedlegg 2. Analysebeviser	36

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført geokjemiske analyser og karakterisering av bløtbunn-samfunnene ved lokaliteten Skogsholmen. 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). KS Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Andrey Sikorski	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.

 NORSK AKKREDITERING TEST 079	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, 28.11.2018



Prosjektansvarlig ved Akvaplan-niva

1 Materiale og metode

1.1 Bløtbunn – geokjemiske analyser og bunndyr

En oversikt over det faglige programmet for bløtbunnundersøkelsen er gitt i Tabell 1.

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

Stasjon	Type analyse/parametere
C1/ASC 1	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
ASC 2	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
C3/ASC 3	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C4/ASC 4	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN. Cu.
C2	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
C5	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
ASC ref 1	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.
ASC ref 2	Kvantitativ bunndyranalyse. TOM, TOC. Korn. TN.

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 Skogsholmen er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Stasjonsdyp og -koordinater, Skogsholmen 2018.

Stasjon	Dyp, m	Posisjon
C1/ASC 1	114	N 65°49,894 – Ø 12°04,345
ASC 2	107	N 65°49,859 – Ø 12°04,112
C3/ASC 3	81	N 65°49,639 – Ø 12°04,278
C4/ASC 4	104	N 65°49,720 – Ø 12°04,288
C2	48	N 65°49,568 – Ø 12°04,397
C5	100	N 65°49,830 – Ø 12°04,000
ASC ref 1	65	N 65°50,333 – Ø 12°04,288
ASC ref 2	55	N 65°50,543 – Ø 12°04,642

ASC-C undersøkelse Skogsholmen, 2018.
Akvaplan-niva AS Rapport nr. 60569.01

3

1.2 Geokjemiske analyser

1.2.1 Total organisk materiale (TOM)

Mengden av TOM i sediment ble bestemt ved vekt tap 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 tørrvektsbasis.

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

Klassifisering av miljøtilstanden for sedimentene er basert på normalisert TOC, og ble gjennomført i henhold til Veileder 02:2013 (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 destillerer prøven og kondensatet går inn i en løsning med svovelsyre. Innholdet av organisk bundet nitrogen og ammoniakk/ammonium i prøven kvantifiseres spektrofotometrisk vha. en metode basert på reaksjonen mellom ammoniumioner, natriumsalicylat og trinatriumcitrat.

1.2.4 Metallanalyse - kobber (Cu)

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

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

Tilstandsklassifisering for kobber i marine sedimenter.

Cu mg/kg	< 20 Klasse I	20 - 84 Klasse II	84 - 147 Klasse III	147 - 200 Klasse IV	> 200 Klasse V
----------	------------------	----------------------	------------------------	------------------------	-------------------

1.3 Bunndyr

1.3.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale (fôrrester/fekalier) fra oppdrettsanlegg kan bidra til forringede livsvilkår for mange av de bunnlevende organismene. Negative effekter i bunndyrssamfunnet kan best vurderes gjennom kvantitative bunndyrssamfunnsanalyser. Fordi de fleste bløtbunnartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnete miljøforholdene. Endringer i bunndyrssamfunnene er god indikasjon på uønskede belastninger. Under naturlige

forhold består samfunnene av mange arter. Høyt artsmangfold (diversitet) er blant annet betinget av gunstige forhold for faunaen. Likevel kan eksempelvis moderate økninger i organisk belastning stimulere faunaen og eventuelt øke artsmangfoldet noe. Større belastning gir dårligere forhold der opportunistiske arter øker sine individtall, mens ømfintlige slås ut. Dette betyr redusert artsmangfold. Endringer i artsmangfold kan i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold i sedimentet.

1.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser

Det ble innsamlet to prøver (replikater) på hver av stasjonene iht. retningslinjene i NS 9410:2016. Sortert materiale ble opparbeidet kvantitativt. Bunndyrene ble identifisert til fortrinnsvis artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister (taksonomer). De kvantitative artslistene inngikk i statistiske analyser. Se Vedlegg 1 for beskrivelse av analysemetoder. For økologisk tilstandsklassifisering er Direktoratgruppens veileder 02:2013 (rev. 2015) benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

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

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

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

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

Det er også utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen iht. kap. 8.7 i NS 9410:2016. Stasjonene C1, C2, ASCref 1 og ASCref 2 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 forholdsvis lave og varierte mellom 4,0 og 9,1 %. TN-nivåene var også lave (1,6 – 5,6 mg/g). TOC-nivået var forhøyet i sediment fra alle stasjonene og i tilstandsklasse III "Moderat" (C4), klasse IV "Dårlig" (C3, ASC2 og ASCref 1) og klasse V "Svært dårlig" (C1, C2, C5 og ASCref 2). C/N-forholdet varierte fra 4,6 til 18,6. Sedimentene var grov- til moderat grovkornet med pelittandeler mellom 9,4 og 23,1 %.

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

St.	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt
C1/ASC1	5,6	26,9	43,1	V	4,1	6,5	9,8
C2	4,0	33,7	50,0	V	1,8	18,6	9,4
C3/ASC3	4,2	23,3	39,4	IV	1,6	14,2	10,8
C4/ASC4	5,8	18,1	33,5	III	3,9	4,6	14,7
C5	6,5	29,7	43,5	V	5,6	5,3	23,1
ASC 2	9,1	22,4	37,0	IV	4,3	5,2	19,0
ASCref 1	6,2	24,1	38,4	IV	3,2	7,6	20,3
ASCref 2	5,5	28,5	43,1	V	3,0	9,5	18,9

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

2.1.2 Kobber i sedimentene

Nivåene av kobber er presentert i Tabell 4. Kobbernivåene var forhøyet i sedimentet på C1/ASC1 (klasse II/III) og lavt på C3(ASC3 og C4/ASC4 (klasse I).

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

St.	Cu	Tilst.klassif. Cu
C1/ASC1	27,6	II/III
C3/ASC3	4,1	I
C4/ASC4	17,5	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 280 (C2) til 5533 (ASC 2) og antall arter fra 28 (C1/ASC1) til 128 (C5). På C2 viste de fleste indeksene, inklusiv samlet indeks nEQR, økologisk tilstandsklasse I "Svært god". På C3/ASC3, C5, ASCref 1 og ASCref 2 viste de fleste indeksene, inklusiv nEQR,

klasse II "God", på C1/ASC1 og ASC 2 viste de fleste indeksene, inklusiv nEQR, klasse III "Moderat" og på C4/ASC4 klasse IV "Dårlig".

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

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en skjev individfordeling mellom artene og indikerer at bunndyrssamfunnet er forstyrret. Individfordelingen var ujevn på C4/ASC4 og ASC 2 (hhv. 0,20 og 0,37), og jevnere på de andre stasjonene med indekser mellom 0,62 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. Skogsholmen 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	1482	28	2,78	12,9	0,477	6,62	13,7	0,448	0,82	4,55	0,62
C2	280	69	3,99	37,1	0,822	10,33	25,5	0,803	0,09	1,48	0,73
C3/ASC3	467	84	4,08	28,4	0,722	10,80	20,2	0,725	0,45	2,40	0,78
C4/ASC4	3169	48	1,02	8,5	0,430	8,13	8,5	0,346	1,12	5,59	0,20
C5	2399	128	4,07	28,2	0,717	9,80	20,7	0,716	1,03	2,92	0,62
ASC 2	5533	60	2,03	12,3	0,474	7,71	10,4	0,422	1,39	5,08	0,37
ASCref 1	926	91	4,24	31,6	0,751	8,98	22,8	0,738	0,59	2,49	0,70
ASCref 2	777	101	4,57	35,5	0,757	9,21	21,8	0,753	0,50	2,49	0,75

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

C3, C4, C5	-	-	3,06	21,7	0,623	9,58	16,4	0,596	0,86	9,58	0,54
------------	---	---	------	------	-------	------	------	-------	------	------	------

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

2.2.1.2 ASC vurdering av bunndyrssamfunnet på C1 innenfor AZE

Under er det gjort en vurdering av hvorvidt bløtbunnsamfunnet på stasjonen innenfor AZE (C1) oppfylte følgende krav fra ASC-standardene:

"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 (kun de 10 mest dominante artene er lagt inn i tabellen).

På C1/ASC1 innenfor AZE ble det funnet mer enn 10 arter med mer enn 100 individer per m². Kun to av disse var forurensningsindikatorer. Følgelig ble ASC kravet innfridd.

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

Stasjon	Taksa	Antall per 0,2 m ²	Antall per m ²	NSI Økologisk gruppe*
C1	Capitella capitata	422	2110	V
	Heteromastus filiformis	324	1620	IV
	Ophryotrocha sp.	277	1385	IV
	Thyasira sarsii	109	545	IV
	Ophryotrocha lobifera	70	350	IV
	Microphthalmus scelkowi	56	280	Ik
	Thyasiridae indet.	49	245	Ik
	Nebalia sp.	30	150	V
	Syllis cornuta	30	150	III
	Pholoe inornata	25	125	III

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

2.2.1.1 NS 9410 Vurdering av bunndyrssamfunnet på stasjonen i anleggssonen (C1/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 1 "Meget god". Kriteriet for miljøtilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter, hvorav ingen utgjør mer enn 65 % av det totale individantallet.

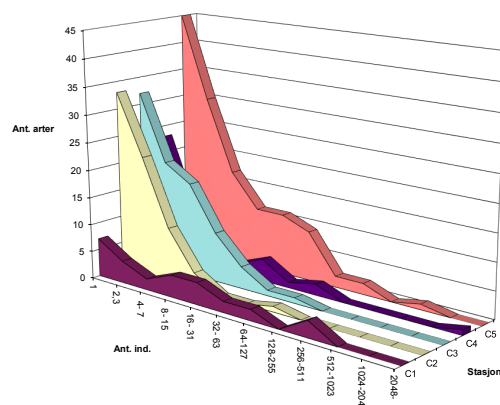
Tabell 7. NS 9410:2016 Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen C1, Skogsholmen, 2018.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa - %	Miljøtilstand - NS 9410
C1/ASC1	Skogsholmen	28	Capitella capitata – 28 %	1 – Meget 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 hadde utpreget lavt startpunkt. Kurvene for de andre stasjonene hadde høyere startpunkter. Kurvene strakk seg i varierende grad ut mot høyere klasser, men kurven for C1 kan indikere faunaforstyrrelse. Kurven for de andre stasjonene ga ingen klare indikasjoner om faunatilstanden for disse.

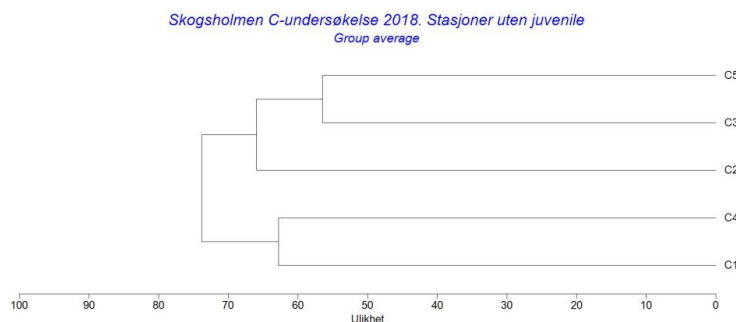


Figur 1. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bløtbunnstasjonene ved Skogsholmen, 2018 (pr. 0,2 m²).

2.2.1.3 Clusteranalyser

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet (se metodebeskrivelse i Vedlegg 1). Resultatene fra denne er presentert i dendrogram i Figur 2. I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom stasjonene uttrykt langs den horisontale akse. To stasjoner med identisk arts- og individfordeling vil få 0 % ulikhet, mens to stasjoner uten like arter, vil få 100 % ulikhet. Metoden gjør det dermed mulig å identifisere grupper av stasjoner med like arts- og individforhold. I tillegg gjør den det lettere å synliggjøre eventuelle avvik som for eksempel kan knyttes til antropogene påvirkninger av bunndyrssamfunnet.

Clusterplottet viser forholdsvis stor ulikhet i faunasammensetningen med mindre enn 45 % likhet mellom stasjonene (C3 og C5 mest lik med 44 %).



Figur 2. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Skogsholmen, 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, C4/ASC4 og ASC 2 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark) med hhv. 28, 87 og 68 % av individene. De andre mest dominante på de tre stasjonene var hovedsakelig en blanding av tolerante og opportunistiske arter. På C1/ASC1 var også forurensningsindikatoren *Nebalia* sp. blant topp-10.

På C2 dominerte børstemarken *Nothria hyperborea* (uten kjent EG) med 41 % av individene. De øvrige artene blant topp-10 her var en blanding av sensitive, nøytrale og tolerante arter.

På C3/ASC3 dominerte den tolerante børstemarken *Pholoe assimilis* med 14 % av individene. De øvrige artene blant topp-10 her var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter, men ingen forurensningsindikatorer.

På C5 dominerte den tolerante børstemarken *Chaetozone* sp. med 35 % av individene. De øvrige artene blant topp-10 her var en blanding av sensitive, tolerante og opportunistiske arter, men ingen forurensningsindikatorer.

På ASCref 1 dominerte den tolerante børstemarken *Prionospio cirrifera* med 29 % av individene. De øvrige artene blant topp-10 her var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter, men ingen forurensningsindikatorer.

På ASCref 2 dominerte den opportunistiske børstemarken *Pseudopolydora paucibranchiata* med 20 % av individene. De øvrige artene blant topp-10 her var hovedsakelig en blanding av tolerante og opportunistiske arter, men ingen forurensningsindikatorer.

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

C1/ASC1	Ant.	Kum.	EG	C2	Ant.	Kum.	EG
Capitella capitata	422	28 %	V	Nothria hyperborea	117	41 %	Ik
Heteromastus filiformis	324	50 %	IV	Pholoe baltica	13	46 %	III
Ophryotrocha sp.	277	69 %	IV	Ostracoda indet.	9	49 %	II
Thyasira sarsii	109	76 %	IV	Pholoe assimilis	8	52 %	III
Ophryotrocha lobifera	70	81 %	IV	Glycera capitata	7	54 %	I
Microphtalmus scelkowi	56	85 %	Ik	Caudofoveata indet.	6	56 %	II
Thyasiridae indet.	49	88 %	Ik	Labidoplax buskii	6	58 %	II
Nebalia sp.	30	90 %	V	Melinna elisabethae	6	61 %	II
Syllis cornuta	30	92 %	III	Amphipholis squamata	4	62 %	I
Pholoe inornata	25	94 %	III	Chaetozone sp.	4	63 %	III
C3/ASC3	Ant.	Kum.	EG	C4/ASC4	Ant.	Kum.	EG
Pholoe assimilis	64	14 %	III	Capitella capitata	2765	87 %	V
Heteromastus filiformis	37	22 %	IV	Ampharete borealis	101	90 %	III
Pholoe inornata	31	28 %	III	Heteromastus filiformis	81	93 %	IV
Nothria hyperborea	27	34 %	Ik	Thyasira sarsii	58	95 %	IV
Ophryotrocha lobifera	25	39 %	IV	Pholoe assimilis	19	95 %	III
Schistomeringos sp.	16	43 %	I	Pholoe inornata	19	96 %	III
Praxillella praeternissa	15	46 %	II	Chaetozone sp.	18	97 %	III
Aphelochaeta sp.	13	49 %	II	Thyasiridae indet.	16	97 %	Ik
Syllis cornuta	13	51 %	III	Syllis cornuta	12	97 %	III
Pholoe baltica	12	54 %	III	Pholoe baltica	8	98 %	III
C5	Ant.	Kum.	EG	ASC2	Ant.	Kum.	EG
Chaetozone sp.	850	35 %	III	Capitella capitata	3778	68 %	V
Heteromastus filiformis	212	44 %	IV	Thyasira sarsii	401	76 %	IV
Scoloplos sp.	191	52 %	Ik	Chaetozone sp.	278	81 %	III
Paramphionome jeffreysii	116	57 %	III	Ophryotrocha lobifera	200	84 %	IV
Ampharete borealis	83	60 %	III	Ampharete borealis	195	88 %	III
Rhodine gracilior	62	63 %	I	Heteromastus filiformis	179	91 %	IV
Maldane sarsi	56	65 %	IV	Thyasiridae indet.	59	92 %	Ik
Pholoe assimilis	48	67 %	III	Syllis cornuta	57	93 %	III
Pholoe baltica	42	69 %	III	Scoloplos sp.	55	94 %	Ik
Pseudopolydora paucibranchiata	41	71 %	IV	Pholoe inornata	49	95 %	III
ASCref 1	Ant.	Kum.	EG	ASCref 2	Ant.	Kum.	EG
Prionospio cirrifera	268	29 %	III	Pseudopolydora paucibranchiata	154	20 %	IV
Nothria hyperborea	91	39 %	Ik	Heteromastus filiformis	76	30 %	IV
Owenia sp.	58	45 %	II	Nothria hyperborea	70	39 %	Ik
Maldane sarsi	52	51 %	IV	Thyasira sarsii	57	46 %	IV
Pseudopolydora paucibranchiata	46	55 %	IV	Thyasira flexuosa	38	51 %	III
Heteromastus filiformis	38	60 %	IV	Maldane sarsi	30	55 %	IV
Myriochele olgae	37	64 %	Ik	Pholoe baltica	25	58 %	III
Galathowenia oculata	28	67 %	III	Thyasiridae indet.	22	61 %	Ik
Labidoplax buskii	19	69 %	II	Lanassa nordenskiöldi	21	63 %	Ik
Galathowenia fragilis	16	70 %	I	Ampharete octocirrata	14	65 %	I

*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 Skogsholmen i 2018 kan sammenholdes som følger:

- TOM- og TN-nivåene var forholdsvis lave. C/N-forholdet var litt høyt på C2 og C3. TOC-nivået var forhøyet i sediment fra alle stasjonene og i tilstandsklasse III "Moderat" (C4), klasse IV "Dårlig" (C3, ASC2 og ASCref 1) og klasse V "Svært dårlig" (C1, C2, C5 og ASCref 2). Kobbarnivåene var forhøyet på C1 (klasse II/III) og lavt på C3 og C4. Sedimentene var grov- til moderat grovkornet.
- Økologisk tilstandsklassifisering, basert på faunaindeksene i Veileder 02:2013, ga tilstandsklasse I "Svært god" på C2, klasse II "God" på C3, C5, ASCref 1 og ASCref 2, klasse III "Moderat" på C1 og ASC 2 og klasse IV på "Dårlig" på C4. En samlet klassifisering for stasjonene i overgangssonen ga klasse III. En 9410:2016 vurdering av bløtbunnsamfunnet på C1 ga miljøtilstand 1 "Meget god". ASC kravet om to eller flere ikke-indikatorarter med mer enn 100 individer per m² innenfor AZE ble innfridd. Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* var mest dominant på C1, C4 og ASC 2.

3.1.2 Konklusjon

Det ble påvist belastningseffekter av organisk karbon i sediment på alle stasjonene (klasse III – V). Kobbarnivået var forhøyet på C1 (klasse III/III) og lavt på C3 og C4 (klasse I). Bløtbunnsamfunn på C1, C4 og ASC 2 var forstyrret (økologisk tilstandsklasse III - IV) og uforstyrret på de andre stasjonene. Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* var mest dominant på C1, C4 og ASC 2. En samlet klassifisering for stasjonene i overgangssonen ga klasse III. En 9410:2016 vurdering av bløtbunnsamfunnet på C1 ga miljøtilstand 1 "Meget god". ASC-kravet om to eller flere ikke-indikatorarter med mer enn 100 individer per m² innenfor AZE ble innfridd.

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

Det ble utført en C-undersøkelse på lokaliteten i 2016 (Brokke, 2016). TOC lå i klasse II på C2 og III på de tre andre stasjonene. Faunaen var tydelig påvirket på C1 i anleggssonen (klasse IV) og upåvirket på de andre stasjonene (klasse I og II). Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* dominerte faunaen på C1.

En sammenligning av resultatene i de to undersøkelsene indikerer at tilstanden, både med tanke på organisk karbon og fauna, har blitt dårligere siden 2016.

4 Referanser

- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B og Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.
- Brokke, K., 2016. MOM C ved Skogsholmen i Vega kommune, juli 2016. Aqua Kompetanse AS, 119-7-16C.
- Direktoratgruppen, 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013 (rev. 2015). 263 s.
- ISO 5667-19, 2004. Guidance on sampling of marine sediments.
- ISO 16665, 2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.
- Miljødirektoratet, 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608/2016. 24 s.
- NS 9410:2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- Rygg, B. og K. Norling, 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.

5 Vedlegg

Vedlegg 1. Bunndyrstatistikk og artslister

Diversitetsmål

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

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

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

der n_i = antall individer av art i i prøven

N = totalt antall individer

s = antall arter

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

Pielous mål for jevnhet (Pielou, 1966)

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

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

Hurlberts diversitetskurver

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

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

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

der N = totalt antall individ i prøven

N_i = antall individ av art i

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

s = totalt antall arter i prøven

Plott av antall arter i forhold til antall individer

Artene deles inn i grupper/klasser etter hvor mange individer som er registrert i en prøve. Det vanlige er å sette klasse I = 1 individ pr. art, klasse II = 2-3 individer, klasse III = 4-7 individer, klasse IV = 8-15 individer, osv., slik at de nedre klassegrensene danner en følge av ledd på formen 2^x , $x=0,1,2,\dots$. En slik følge kalles en geometrisk følge, derfor kalles klassene for geometriske klasser. Hvis antall arter innenfor hver klasse plottes mot

klasseverdien på en lineær skala, vil det fremkomme en kurve som uttrykker individfordelingen mellom artene i samfunnet. Det har vist seg at i prøver fra upåvirkede samfunn vil det være mange arter med lavt individantall og få arter med høyt individantall, slik at vi får en en-toppet, asymmetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

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

Faunaens fordelingsmønster

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

Analysene i denne undersøkelsen ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5. Inngangsdata er individantall pr. art, pr. prøve. Prøvene kan være replikater eller stasjoner. Det tas ikke hensyn til hvilke arter som opptrer. Forut for klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene ble artslistene dobbelt kvadrattot-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

Clusteranalyse

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

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

der n = antall arter sammenlignet

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

$X_{M\hat{a}}$ = antall individ av art k i prøve nr. j

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

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

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

Tetthetsindeks (Density index, DI)

DI er en indeks for individtetthet. DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. Indeksene for artsmangfold og ømfintlighet da av og til dårlig fordi de styres av tilfeldigheter i de små datasettene. Fattig fauna finnes særlig ved dårlige oksygenforhold eller ved svært kraftig industriforurensning. Ekstremt høye

individtettheter av tolerante arter tyder på påvirkning av organisk belastning vanlig nær renseanlegg og matfiskanlegg. DI signaliserer også dette. Indeksen beregnes ved:

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

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

Normalisert EQR (nEQR)

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

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

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

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

Klasseintervallet er 0,2 for alle klassene.

nEQR gir altså en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Tallverdien viser ikke bare statusklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger fordi verdiene følger en kontinuerlig skala. F. eks. viser verdien 0,75 at tilstanden ligger tre firedeler opp i tilstand God (God = 0,6 – 0,8). nEQR muliggjør en harmonisert sammenligning av forsmållige 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 Skogsholmen, 2018:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	C1	C2	C3	C4	C5	ASC2	Ref1	Ref2
no. ind.	15033	1482	280	467	3169	2399	5533	926	777
no. spe.	243	28	69	84	48	128	60	91	101

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02	C4_01	C4_02
no. ind.	848	634	114	166	414	53	2186	983
no. spe.	23	21	40	52	74	17	34	35
Shannon-Wiener:	2,8	2,7	4,1	3,9	5,1	3,0	1,0	1,1
Pielou	0,62	0,63	0,77	0,68	0,83	0,74	0,19	0,21
ES100	13	13	37	37	40	17	7	10
SN	1,64	1,63	2,37	2,42	2,40	2,05	1,73	1,84
ISI-2012	6,17	7,08	9,39	11,26	10,02	11,58	7,87	8,39
AMBI	4,573	4,517	1,541	1,421	1,713	3,087	5,561	5,61
NQI1	0,48	0,48	0,81	0,83	0,82	0,63	0,42	0,44
NSI	12,6	14,8	24,6	26,5	23,4	16,9	8,6	8,4
DI	0,878	0,752	0,007	0,170	0,567	0,326	1,290	0,943

st.nr.	C5_01	C5_02	ASC2_01	ASC2_02	Ref1_01	Ref1_02	Ref2_01	Ref2_02
no. ind.	1352	1047	2637	2896	604	322	225	552
no. spe.	110	77	50	38	74	63	61	74
Shannon-Wiener:	4,3	3,9	1,9	2,1	3,8	4,7	4,8	4,4
Pielou	0,63	0,62	0,34	0,40	0,61	0,79	0,81	0,70
ES100	31	26	12	13	28	35	41	31
SN	2,38	2,24	1,90	1,75	2,32	2,36	2,43	2,34
ISI-2012	9,86	9,73	8,23	7,19	8,71	9,25	8,89	9,52
AMBI	2,839	3,01	5,097	5,067	3,046	1,931	1,868	3,114
NQI1	0,74	0,70	0,49	0,46	0,71	0,79	0,81	0,71
NSI	20,8	20,5	10,0	10,8	22,1	23,5	24,2	19,5
DI	1,081	0,970	1,371	1,412	0,731	0,458	0,302	0,692

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.	C1	C2	C3	C4	C5	ASC2	Ref1	Ref2
Shannon-Wiener:	2,78	3,99	4,08	1,02	4,07	2,03	4,24	4,57
Pielou	0,62	0,73	0,78	0,20	0,62	0,37	0,70	0,75
ES100	12,9	37,1	28,4	8,5	28,2	12,3	31,6	35,5
SN	1,64	2,40	2,23	1,79	2,31	1,82	2,34	2,38
ISI-2012	6,62	10,33	10,80	8,13	9,80	7,71	8,98	9,21
AMBI	4,545	1,481	2,400	5,586	2,925	5,082	2,489	2,491
NQI1	0,48	0,82	0,72	0,43	0,72	0,47	0,75	0,76
NSI	13,73	25,52	20,15	8,50	20,66	10,40	22,82	21,84
DI	0,82	0,09	0,45	1,12	1,03	1,39	0,59	0,50
Tilstandsklasse nEQR ^{*)}	0,422	0,448	0,803	0,725	0,346	0,716	0,738	0,753

^{*)} 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.	C1	C2	C3	C4	C5	ASC2	Ref1	Ref2
1	7	33	32	23	45	17	31	39
2,3	4	22	20	10	30	16	25	28
4- 7	2	10	17	5	17	7	16	14
8- 15	4	3	9	2	11	6	9	11
16- 31	4	0	4	4	11	2	3	4
32- 63	2	0	1	1	9	6	5	2
64-127	2	1	1	2	2	0	1	2
128-255	0	0	0	0	2	3	0	1
256-511	3	0	0	0	0	2	1	0
512-1023	0	0	0	0	1	0	0	0
1024-2047	0	0	0	0	0	0	0	0
2048-	0	0	0	1	0	1	0	0

Artsliste

Skogsholmen ASC-C-

Rekke Klasse Orden Art/Taxa 01 02 Sum

Stasjonsnr.: ASC2

PORIFERA

NEMERTINI	Porifera indet.		-1	-1
-----------	-----------------	--	----	----

NEMATODA	Nemertea indet.	6	3	9
----------	-----------------	---	---	---

PRIAPULIDA	Nematoda indet.	2	6	8
------------	-----------------	---	---	---

SIPUNCULIDA	Priapulus caudatus	1		1
-------------	--------------------	---	--	---

	Golfingiidae indet.	8		8
	Phascolion strombus	1	3	4

	Sipunculida indet.	1	2	3
--	--------------------	---	---	---

ANNELIDA

Polychaeta

Orbiniida

Scoloplos sp.	35	20	55
Levinsenia gracilis		1	1
Paradoneis eliasoni		29	29

Cossurida

Cossura longocirrata		9	9
----------------------	--	---	---

Spionida

Dipolydora quadrilobata	1		1
Laonice cirrata	2		2
Chaetozone sp.	69	209	278

Capitellida

Capitella capitata	182	194	3778
Capitella sp.	1	1	2
Heteromastus filiformis	110	69	179
Rhodine gracilior	1		1
Nicomache lumbricalis	4		4
Chirimia biceps	1		1
Maldane sarsi	3		3
Praxillella gracilis	2		2

Opheliida

Ophelina acuminata		1	1
Scalibregma inflatum	5	6	11

Phyllodocida

Eteone flava/longa	1	5	6
Phyllodoce groenlandica	2		2
Phyllodoce maculata	2		2
Pholoe assimilis	4	38	42
Pholoe baltica	12	20	32
Pholoe inornata	5	44	49
Microphthalmus szcelkowi		7	7
Nereimyra punctata		1	1
Syllidia armata	1		1
Syllis armillaris	1		1
Syllis cornuta	16	41	57
Nereidae indet.	4	1	5
Glycera alba	1		1
Glycera capitata	1	1	2
Nephtys ciliata		1	1

ASC-C undersøkelse Skogsholmen, 2018.
Akvaplan-niva AS Rapport nr. 60569.01

19

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Amphinomida				
		Paramphinome	jeffreysii	1	1	2
		Eunicida				
			Ophryotrocha sp.		5	5
			Ophryotrocha lobifera	74	126	200
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	1	1	2
			Owenia sp.	5	26	31
		Flabelligerida				
			Brada villosa	1	1	2
		Terebellida				
			Cistenides hyperborea	1		1
			Ampharete borealis	111	84	195
			Eupolymnia nesidensis		2	2
			Neoamphitrite groenlandica	1		1
		Sabellida				
			Euchone elegans	1		1
			Euchone papillosa	1		1
		Oligochaeta				
			Oligochaeta indet.	5	2	7
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	2	5	7
	Malacostraca					
		Leptostraca				
			Nebalia sp.	7	5	12
		Amphipoda				
			Lysianassidae indet.	2		2
			Gammaridea indet.	2		2
			Caprellidae indet.	1	1	2
MOLLUSCA						
	Bivalvia					
		Veneroida				
			Thyasira flexuosa	1	2	3
			Thyasira sarsii	261	140	401
			Thyasiridae indet.	21	38	59
			Abra nitida		1	1
HEMICHORDATA						
			Hemichordata indet.	1		1
			Rhabdopleura sp.	-1		-1
TUNICATA						
	Ascidacea					
			Ascidacea indet. (solit)	9		9
				Maks:	1829	1949
				Antall:	53	41
				Sum:		5546
Stasjonsnr.: C1						
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	3	1	4
NEMATODA						
			Nematoda indet.	4	5	9
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Paradoneis lyra	1	3	4
		Spionida				
			Dipolydora coeca		1	1
			Malacoceros sp.	1		1
			Scoelelepis vulgaris	1	1	2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Chaetozone sp.	11	12	23
		Capitellida	Capitella capitata	296	126	422
			Heteromastus filiformis	49	275	324
		Opheliida	Ophelina acuminata	1		1
		Phyllodocida	Eteone flava/longa		1	1
			Pholoe baltica		1	1
			Pholoe inornata	25		25
			Microphthalmus szczelkowi	35	21	56
			Syllis armillaris	1		1
			Syllis cornuta	17	13	30
			Glycera capitata		2	2
		Amphinomida	Paramphionome jeffreysii	15		15
		Eunicida	Ophryotrocha sp.	245	32	277
			Ophryotrocha lobifera	28	42	70
			Protodorvillea kefersteini	8	2	10
			Schistomeringos sp.	1	8	9
		Oligochaeta	Oligochaeta indet.	3	6	9
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida	Calanoida indet.	1	4	5
	Malacostraca					
		Leptostraca	Nebalia sp.	1	29	30
		Amphipoda	Caprellidae indet.	2		2
			Crustacea indet. juv.	1		1
MOLLUSCA						
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda	Lacuna vineta		3	3
	Bivalvia					
		Veneroida	Thyasira sarsii	61	48	109
			Thyasiridae indet.	42	7	49
TUNICATA						
	Ascidacea					
			Ascidacea indet. (solit)	1		1
			Maks:	296	275	422
			Antall:	26	23	31
			Sum:			1497
Stasjonsnr.: C2						
CNIDARIA						
	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-1		-1
	Anthozoa					
			Cerianthus lloydii juv.	1		1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	4		4
NEMATODA						
			Nematoda indet.	1	1	2
SIPUNCULIDA						

ASC-C undersøkelse Skogsholmen, 2018.
Akvaplan-niva AS Rapport nr. 60569.01

21

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
ANNELIDA	Polychaeta		Phascolion strombus	2	2	4
		Orbiniida	Phyto norvegicus		1	1
			Paradoneis lyra	1		1
		Spionida	Dipolydora sp.	1	1	2
			Laonice cirrata	1	1	2
			Spio armata	1		1
			Spiophanes kroyeri	1	1	2
			Chaetopterus variopedatus		1	1
			Tharyx killiariensis	2	1	3
			Chaetozone sp.	4		4
			Macrochaeta clavicornis		1	1
		Capitellida	Heteromastus filiformis	1		1
			Petaloproctus tenuis		2	2
			Praxillella praetermissa		1	1
		Phyllodoce	Eteone flava/longa	1		1
			Eumida sanguinea	1		1
			Phyllodoce groenlandica		2	2
			Pholoe assimilis	7	1	8
			Pholoe baltica	7	6	13
			Nereis zonata		1	1
			Glycera capitata	3	4	7
			Goniada maculata	1	2	3
			Sphaerodorum gracilis		1	1
		Eunicida	Nothria hyperborea	40	77	117
			Ophryotrocha sp.	1		1
		Terebellida	Ampharete octocirrata	1	2	3
			Anobothrus gracilis		1	1
			Anobothrus laubieri		1	1
			Melinna elisabethae	1	5	6
			Eupolymnia nesidensis	1	2	3
			Polycirrus medusa		2	2
			Polycirrus norvegicus		1	1
			Thelepus cinnatus		1	1
			Terebellides sp.	1		1
			Trichobranthus roseus	1	1	2
		Sabellida	Chone duneri	2		2
			Chone sp.	3	1	4
			Jasmineira caudata	1		1
CRUSTACEA	Ostracoda		Ostracoda indet.		9	9
	Malacostraca					
	Amphipoda		Ampelisca sp.		1	1
MOLLUSCA	Caudofoveata		Westwoodilla caecula		2	2
			Gammaridea indet.	1		1
	Isopoda		Janira maculosa		1	1
MOLLUSCA	Caudofoveata		Crustacea indet. juv.	3		3
	Polyplacophora		Caudofoveata indet.	3	3	6
	Lepidopleurida					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Leptochiton asellus		2	2
		Ischnochitonidae	Stenosemus albus		1	1
	Prosobranchia	Heterogastropoda	Eulima bilineata		1	1
		Neogastropoda	Raphitoma concinna		1	1
	Opisthobranchia	Pyramidellomorpha	Ondina divisa	1		1
		Nudibranchia	Nudibranchia indet.	1	1	2
	Bivalvia	Nuculoida	Nuculana minuta		1	1
		Mytiloida	Crenella decussata		1	1
		Ostreoidea	Similipecten similis	2	2	4
			Palliolium incomparabile		2	2
		Veneroida	Thyasira flexuosa	3		3
			Thyasira gouldi		1	1
			Astarte montagui	1	2	3
			Parvicardium pinnulatum	1		1
		Myoida	Hiatella arctica		1	1
	Scaphopoda	Dentaliida	Antalis sp.	1	1	2
BRACHIOPODA	Articulata	Terebratulida	Macandrevia cranium		3	3
BRYOZOA			Bryozoa indet.		-1	-1
ECHINODERMATA	Ophiuroidea	Ophiurida	Amphipholis squamata	2	2	4
			Ophiocten affinis		2	2
			Ophiura sarsii		1	1
	Holothuroidea	Apodida	Labidoplax buskii	5	1	6
			Leptosynapta inhaerens	1		1
HEMICHORDATA			Hemichordata indet.	1	1	2
TUNICATA	Ascidacea		Ascidacea indet. (solit)	1		1
			<i>Maks:</i>	40	77	117
			<i>Antall:</i>	44	54	74
			<i>Sum:</i>			284
<i>Stasjonsnr.: C3</i>						
NEMERTINI			Nemertea indet.	3	4	7
NEMATODA			Nematoda indet.	4		4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
SIPUNCULIDA						
			Phascolion strombus	9	1	10
			Sipunculida indet. juv.	1		1
ANNELIDA	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos sp.	7		7
			Levinsenia gracilis	1		1
			Aricidea catherinae	3		3
			Paradoneis lyra	1		1
		Cossurida				
			Cossura longocirrata	8		8
		Spionida				
			Laonice cirrata	4		4
			Pseudopolydora paucibranchiata	1		1
			Scoelepis korsuni	4		4
			Scoelepis sp.	1		1
			Spio armata	4		4
			Spio limicola	1		1
			Spiofanus kroyeri	1		1
			Tharyx killaricensis	1		1
			Aphelocheata sp.	13		13
			Chaetozona sp.	3		3
			Macrochaeta clavicornis	2		2
		Capitellida				
			Heteromastus filiformis	35	2	37
			Notomastus latericeus	2		2
			Rhodine loveni	1		1
			Petaloproctus tenuis	9	2	11
			Praxillella gracilis	1		1
			Praxillella praetermissa	15		15
		Opheliida				
			Ophelina acuminata	8		8
		Phyllodocida				
			Phyllodoce groenlandica	1		1
			Malmgrenia mcintoshii	1		1
			Pholoe assimilis	64		64
			Pholoe baltica	12		12
			Pholoe inornata	31		31
			Microphthalmus szelkowi	2		2
			Nereimyra punctata	3		3
			Parexogone hebes	4		4
			Syllis cornuta	13		13
			Nereis zonata		2	2
			Glycera capitata	6		6
			Goniada maculata	3		3
		Amphinomida				
			Paramphionome jeffreysii	5		5
		Eunicida				
			Nothria hyperborea	27		27
			Lumbrineris mixochaeta	2		2
			Scoletoma fragilis	5		5
			Ophryotrocha lobifera		25	25
			Schistomeringos sp.	16		16
		Oweniida				
			Galathowenia fragilis	3	1	4
			Owenia sp.	3	4	7
		Terebellida				
			Amphictene auricoma	1		1
			Lagis koreni	1		1
			Lanassa venusta	1		1
			Thelepus cinnatus		1	1
			Trichobranchus roseus	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Sabellida				
			Chone infundibuliformis	1		1
			Euchone elegans	1		1
			Jasmineira caudata	1		1
	CHELICERATA					
		Pycnogonida				
			Pycnogonida indet.		1	1
	CRUSTACEA					
		Ostracoda				
			Ostracoda indet.	2		2
		Copepoda				
		Calanoida				
			Calanoida indet.		4	4
		Malacostraca				
		Leptostraca				
			Nebalia sp.	3		3
		Cumacea				
			Leucon sp.	1		1
			Brachydiastylis resima		1	1
			Diastylis scorioides	3		3
			Diastylis sp.	7		7
		Amphipoda				
			Ampelisca sp.	1		1
			Haploops setosa	2		2
			Atylus sp.	4		4
			Tmetonyx sp.	4		4
			Lysianassidae indet.	9		9
			Cheirocratus sundevalli	6		6
			Westwoodilla caecula	1		1
			Oedicerotidae indet.	3		3
			Gammaridea indet.	5		5
			Caprellidae indet.		1	1
		Decapoda				
			Natantia indet.		1	1
			Paguridae indet.		1	1
			Hyas coarctatus		2	2
	MOLLUSCA					
		Caudofoveata				
			Caudofoveata indet.	4		4
		Prosobranchia				
		Mesogastropoda				
			Lacuna vineta	1	2	3
		Neogastropoda				
			Buccinum undatum		2	2
		Opisthobranchia				
		Cephalaspidea				
			Cylichna alba	1		1
		Bivalvia				
		Nuculoida				
			Nuculana minuta	1		1
			Nuculana pernula	1		1
		Mytiloida				
			Modiolula phaseolina	2		2
	ECHINODERMATA					
		Ophiuroidea				
		Ophiurida				
			Amphiura chiajei	1		1
			Ophiura albida		1	1
			Ophiura sarsii	1		1
		Holothuroidea				
		Apodida				
			Labidoplax buskii	2		2
	HEMICHORDATA					
			Hemichordata indet.	3		3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Maks:	64	25	64
			Antall:	76	19	88
			Sum:			477
Stasjonsnr.: C4						
NEMATODA						
			Nematoda indet.	2		2
SIPUNCULIDA						
			Phascolion strombus	1	3	4
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos sp.	1	2	3
			Paradoneis eliasoni	1	1	2
		Cossurida				
			Cossura longocirrata	1		1
		Spionida				
			Dipolydora quadrilobata	2		2
			Pseudopolydora paucibranchiata	1	2	3
			Spio limicola	1	4	5
			Aphelochaeta sp.	1	2	3
			Chaetozone sp.	15	3	18
		Capitellida				
			Capitella capitata	190	858	2765
			Capitella sp.		1	1
			Heteromastus filiformis	53	28	81
			Arenicola marina		1	1
			Chirimia biceps	2	1	3
			Maldane sarsi		1	1
			Praxillella gracilis	1		1
			Praxillella praetermissa	4	1	5
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa		1	1
			Phyllodoce maculata	1		1
			Pholoe assimilis	17	2	19
			Pholoe baltica	5	3	8
			Pholoe inornata	17	2	19
			Nereimyra punctata		2	2
			Syllis cornuta	5	7	12
			Glycera alba		1	1
			Glycera capitata	1		1
			Glycinde nordmanni		1	1
			Goniada maculata		1	1
			Nephtys ciliata	2	1	3
		Eunicida				
			Ophryotrocha sp.	2		2
		Oweniida				
			Owenia sp.	1	5	6
		Terebellida				
			Lagis koreni	1		1
			Ampharete borealis	89	12	101
			Melinna elisabethae		1	1
			Leaena ebranchiata		2	2
		Sabellida				
			Euchone papillosa		1	1
CRUSTACEA						
	Copepoda					
		Calanoida				
			Calanoida indet.	3		3
	Malacostraca					
		Leptostraca				
			Nebalia sp.		1	1
		Amphipoda				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Tmetonyx sp.	1		1
			Lysianassidae indet.	1		1
MOLLUSCA						
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Philine denticulata		1	1
			Gastropoda indet.	1		1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	1		1
		Mytiloida				
			Crenella decussata		1	1
		Veneroida				
			Thyasira flexuosa	1	3	4
			Thyasira sarsii	40	18	58
			Thyasiridae indet.	7	9	16
			Macoma calcarea	1		1
			Abra nitida	1		1
			Maks:	1907	858	2765
			Antall:	36	35	50
			Sum:			3174
Stasjonsnr.: C5						
CNIDARIA						
	Anthozoa					
			Edwardsia sp.	1		1
			Cerianthus lloydii	2		2
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	6	3	9
NEMATODA						
			Nematoda indet.	5		5
SIPUNCULIDA						
			Phascolion strombus	5	4	9
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos sp.	165	26	191
			Levinsonia gracilis	1		1
			Aricidea quadrilobata	9	9	18
			Paradoneis lyra	24		24
		Cossurida				
			Cossura longocirrata	25		25
		Spionida				
			Apistobranchus tullbergi		1	1
			Dipolydora coeca	3	5	8
			Dipolydora sp.	1		1
			Laonice cirrata	2	3	5
			Prionospio cirrifer	1		1
			Pseudopolydora paucibranchiata	40	1	41
			Scolecopsis korsun	1	1	2
			Spio limicola	4		4
			Spiophanes kroyeri	2		2
			Tharyx killariensis	1		1
			Aphelochaeta sp.	13	11	24
			Chaetozona sp.	468	382	850
		Capitellida				
			Capitella capitata	3	11	14
			Heteromastus filiformis	107	105	212

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Notomastus latericeus	1	1	2
			Rhodine gracilior	43	19	62
			Lumbriclymene minor	1		1
			Praxillura longissima	1		1
			Nicomache minor	2		2
			Chirimia biceps	9	23	32
			Maldane sarsi	30	26	56
			Praxillella gracilis	3	2	5
			Praxillella praetermissa	2	7	9
			Euclymeninae indet.	23		23
	Opheliida		Asclerocheilus intermedius	1		1
			Scalibregma inflatum	1		1
	Phyllodocida		Eteone flava/longa	3	2	5
			Phyllodoce groenlandica	3	1	4
			Pholoe assimilis	38	10	48
			Pholoe baltica	13	29	42
			Pholoe inornata	2	1	3
			Microphthalmus szcelkowi	7		7
			Syllidia armata	1		1
			Exogone verugera	4		4
			Syllis cornuta	4	27	31
			Ceratocephale loveni	1	1	2
			Glycera alba		1	1
			Goniada maculata	2	1	3
			Nephtys ciliata	2	2	4
			Nephtys paradoxa	1		1
			Nephtys pente		1	1
			Sphaerodorum gracilis	2		2
	Amphinomida		Paramphionome jeffreysii	1	115	116
	Eunicida		Nothria hyperborea	3	1	4
			Abyssoninoe scopia	1		1
			Lumbrineris mixochaeta	2	2	4
			Scoletoma fragilis		1	1
			Scoletoma magnidentata	1	2	3
			Ophryotrocha sp.	4	2	6
			Schistomeringos sp.	26		26
	Oweniida		Galathowenia fragilis	11	8	19
			Galathowenia oculata	16	1	17
			Myriochele olgae	19	20	39
			Owenia sp.	8	29	37
	Flabelligerida		Diplocirrus glaucus		1	1
			Diplocirrus longisetosus	3		3
			Pherusa plumosa		1	1
	Terebellida		Lagis koreni	1	1	2
			Ampharete borealis	23	60	83
			Ampharete octocirrata	10	2	12
			Glyphanostomum pallidum	20	14	34
			Melinnia elisabethae	2	2	4
			Amphitrite cirrata		1	1
			Eupolytnia nebulosa		2	2
			Lanassa nordenskiöldi	1		1
			Lanassa venusta	2		2
			Laphania boeckii	9	4	13
			Leaena ebranchiata	4	13	17
			Paramphitrite birulai		2	2
			Polycirrus medusa		1	1
			Streblosoma bairdi		2	2
			Thelepus cinnatus	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Terebellides sp.	2		2
			Trichobranthus roseus	1		1
		Sabellida	Bispira volutacornis	2	2	4
			Chone duneri	8		8
			Chone sp.	4	2	6
			Euchone southerni	2	1	3
			Hydroides norvegica	1	2	3
		Oligochaeta				
			Oligochaeta indet.	20		20
CRUSTACEA						
		Ostracoda				
			Ostracoda indet.	1	1	2
		Copepoda				
		Calanoida				
			Calanoida indet.	6	2	8
		Malacostraca				
		Leptostraca				
			Nebalia sp.	1	1	2
		Cumacea				
			Leucon sp.	4	1	5
			Diastylis scorpioides	1	2	3
		Amphipoda				
			Haploops sp.	1		1
			Atylus sp.	1		1
			Tmetonyx sp.	1		1
			Megamoera dentata	2	8	10
			Arrhis phyllonyx	1	1	2
			Paroediceros lynceus	1		1
			Westwoodilla caecula	1		1
			Oedicerotidae indet.	1		1
			Paraphoxus oculatus	1	1	2
			Syrrhoë crenulata	3		3
			Gammaridea indet.		1	1
			Caprellidae indet.	1		1
		Isopoda				
			Gnathia sp.	2		2
			Astacilla sp.		1	1
		Decapoda				
			Paguridae indet.	2		2
			Crustacea indet. juv.	1		1
MOLLUSCA						
		Caudofoveata				
			Caudofoveata indet.	8	5	13
		Polyplacophora				
			Lepidopleurida			
			Leptochiton asellus	1		1
		Prosobranchia				
		Mesogastropoda				
			Trichotropis borealis		1	1
			Euspira pallida	1		1
		Neogastropoda				
			Buccinum undatum	1		1
			Nassarius pygmaeus	1		1
			Oenopota sp.	1		1
		Opisthobranchia				
			Pyramidellomorpha			
			Odostomia unidentata		1	1
		Cephalaspidea				
			Cylichnina sp.	1	2	3
			Philine catena		1	1
			Philine denticulata		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>
			Nuculana minuta	1		1
			Nuculana sp. juv.	1		1
			Yoldiella nana	1		1
		Mytiloidea				
			Crenella decussata	7	3	10
		Veneroidea				
			Adontorhina similis	1		1
			Mendicula pygmaea	1		1
			Thyasira flexuosa	2	1	3
			Thyasira sarsii	2	3	5
			Thyasiridae indet.	6		6
ECHINODERMATA						
		Ophiuroidea				
			Ophiuroidea indet. juv.	1		1
		Holothuroidea				
			Holothuroidea indet. juv.		2	2
HEMICHORDATA						
			Hemichordata indet.		2	2
			Maks:	468	382	850
			Antall:	115	79	134
			Sum:			2417
Stasjonsnr.: Ref1						
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	3	3	6
NEMATODA						
			Nematoda indet.	2		2
SIPUNCULIDA						
			Phascolion strombus	3	8	11
			Sipunculida indet.		1	1
			Sipunculida indet. juv.		1	1
ANNELIDA						
		Polychaeta				
		Orbiniida				
			Scoloplos sp.	3	1	4
			Levinsonia gracilis	4	1	5
			Paradoneis lyra	2	1	3
		Spionida				
			Dipolydora sp.	2		2
			Laonice cirrata	2		2
			Prionospio cirrifera	268		268
			Pseudopolydora paucibranchiata	3	43	46
			Scoelepis sp.	5	7	12
			Spiofanus kroyeri	1	1	2
			Aphelochaeta sp.	2	1	3
			Chaetozona sp.	6	3	9
		Capitellida				
			Heteromastus filiformis	34	4	38
			Notomastus latericeus	1		1
			Nicomache lumbricalis		4	4
			Chirimia biceps	2	3	5
			Maldane sarsi	36	16	52
			Praxillella gracilis	2	2	4
			Praxillella praetermissa	1	2	3
			Euclumeninae indet.	1	4	5
		Phyllodocida				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Eteone flava/longa	1	3	4
			Phyllodoce groenlandica		2	2
			Pholoe assimilis	4	2	6
			Pholoe baltica	5	9	14
			Pholoe inornata	2		2
			Nereimyra punctata		1	1
			Syllis cornuta	6	1	7
			Nereis zonata	1		1
			Glycera alba	1		1
			Glycera capitata	1	1	2
			Goniada maculata	1	2	3
			Micronephthys minuta		1	1
			Nephtys ciliata	5	2	7
	Amphinomida					
			Paramphinome jeffreysii		5	5
	Eunicida					
			Nothria hyperborea	30	61	91
			Lumbrineris mixochaeta	2	1	3
	Oweniida					
			Galathowenia fragilis		16	16
			Galathowenia oculata	22	6	28
			Myriochele olgae	19	18	37
			Owenia sp.	32	26	58
	Flabelligerida					
			Diplocirrus glaucus	6	4	10
			Pherusa falcata		1	1
	Terebellida					
			Ampharete octocirrata	1	2	3
			Amage auricula	1		1
			Amphicteis gunneri	1		1
			Glyphanostomum pallescens	11	1	12
			Eupolymnia nesidensis	2		2
			Lanassa nordenskiöldi	5	1	6
			Lanassa venusta	2	3	5
			Laphania boeckii	9	4	13
			Leaena ebranchiata		1	1
			Polycirrus medusa	2		2
			Proclea graffii		1	1
			Streblosoma bairdi	1	1	2
			Terebellides sp.	1	2	3
			Trichobranchus roseus	1	2	3
	Sabellida					
			Bispira volutacornis	1		1
			Chone duneri	1		1
			Chone sp.	2	2	4
			Euchone elegans		1	1
			Siboglinum sp.	2	3	5
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	10		10
	Copepoda					
	Calanoida					
			Calanoida indet.	9		9
	Malacostraca					
	Cumacea					
			Eudorella sp.		1	1
			Diastylis rathkei	1		1
			Diastylis scorpioides	2		2
			Diastylis sp.		3	3
	Tanaidacea					
			Tanaidacea indet.	1		1
	Amphipoda					
			Ampelisca sp.	2		2
			Byblis sp.	1		1
			Haploops sp.	1	1	2
			Atylus sp.	1	2	3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Podoceridae indet.	1		1
			Tiron spiniferus	1		1
			Gammaridea indet.	1	1	2
		Isopoda	Gnathia sp.		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	2	6	8
	Prosobranchia					
		Mesogastropoda			1	1
		Lacuna vineta				
		Neogastropoda				
		Oenopota sp.	1			1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
		Cylichna alba	1			1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
		Nuculana perula	1			1
		Veneroida				
		Thyasira flexuosa	1			1
		Thyasira sarsii	2	1		3
		Thyasiridae indet.	1			1
		Parvicardium minimum	1			1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
		Amphipholis squamata	1			1
		Amphiura filiformis	1	1		2
		Ophiocten affinis		1		1
	Echinoidea					
		Spartangoida				
		Echinocardium flavescens		1		1
	Holothuroidea					
		Dendrochirotida				
		Psolus sp. juv.		1		1
	Apodida					
		Labidoplax buskii	8	11		19
			Maks:	268	61	268
			Antall:	76	65	95
			Sum:			939

Stasjonsnr.: Ref2

FORAMINIFERA

			Foraminifera indet.	-1		-1
CNIDARIA						
	Hydrozoa					
			Hydrozoa indet.	-1		-1
NEMERTINI						
			Nemertea indet.	2	2	4
SIPUNCULIDA						
			Phascolion strombus		2	2
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
		Scoloplos sp.		1		1
		Levinsonia gracilis	2	5		7
		Paradoneis lyra	2	4		6
		Cossurida			3	3
		Cossura longocirrata				
		Spionida				
		Apistobanchus tullbergi		3		3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Laonice cirrata	5		5
			Prionospio cirrifera	1	4	5
			Pseudopolydora paucibranchiata	15	139	154
			Scoelepis korsuni		1	1
			Spio armata		1	1
			Spio limicola		1	1
			Spiophanes kroyeri	5	6	11
			Tharyx killariensis		2	2
			Aphelocheata sp.	1	1	2
			Chaetozone sp.	5	3	8
			Macrochaeta polyonyx	1		1
	Capitellida		Heteromastus filiformis		76	76
			Notomastus latericeus	2		2
			Nicomache lumbricalis		1	1
			Maldane sarsi		30	30
			Isocirrus planiceps	1		1
			Praxillella gracilis		1	1
	Phyllodocida		Eteone flava/longa	1		1
			Eumida bahusiensis	1		1
			Gattyana amondseni	1	3	4
			Pholoe assimilis	1	1	2
			Pholoe baltica	9	16	25
			Exogone verugera	1	2	3
			Syllis cornuta	1	1	2
			Glycera alba	3	7	10
			Glycera capitata	7	1	8
			Goniada maculata	1		1
			Micronephthys minuta	1		1
			Nephtys ciliata		1	1
	Amphinomida		Paramphinode jeffreysii		1	1
	Eunicida		Nothria hyperborea	62	8	70
			Lumbrineris mixochaeta		3	3
			Scoletoma fragilis	4		4
			Ophryotrocha sp.	2		2
	Flabelligerida		Diplocirrus glaucus		4	4
	Terebellida		Lagis koreni	1		1
			Ampharete borealis		11	11
			Ampharete octocirrata	6	8	14
			Anobothrus gracilis	5	8	13
			Ampharete baltica	1	2	3
			Ampharete finmarchica		1	1
			Ampharete lindstroemi	3		3
			Amphicteis gunneri	1		1
			Glyphanostomum pallescens		9	9
			Melinna elisabethae	3	1	4
			Samytha sexcirrata	2		2
			Sosane sulcata		1	1
			Sosane wahrbergi	3	2	5
			Lanassa nordenskiöldi	6	15	21
			Lanassa venusta	4	3	7
			Laphania boeckii		1	1
			Leaena ebranchiata	2		2
			Polycirrus medusa	2		2
			Thelepus cinnatus	1		1
			Terebellides sp.	8	3	11
			Trichobranchus roseus	5	4	9
	Sabellida		Chone sp.	6	2	8
			Euchone elegans	3		3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Euchone papillosa		1	1
			Jasmineira candela	1	1	2
			Jasmineira caudata	5		5
CRUSTACEA	Malacostraca					
		Cumacea				
			Leucon sp.		1	1
			Hemilamprops roseus	1	1	2
			Diastylis cornuta		1	1
			Diastylis rathkei	1		1
		Amphipoda				
			Ampelisca eschrichtii		1	1
			Ampelisca sp.	2		2
			Haploops sp.		1	1
			Tmetonyx sp.	1		1
			Lysianassidae indet.		1	1
			Synchelidium sp.		1	1
			Westwoodilla caecula	2		2
			Oedicerotidae indet.		1	1
			Gammaridea indet.		3	3
MOLLUSCA	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.		1	1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Philine denticulata		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Ennucula tenuis	1		1
			Nuculana pemula		1	1
		Veneroida				
			Lucinoma borealis		1	1
			Thyasira flexuosa	2	36	38
			Thyasira gouldi		2	2
			Thyasira sarsii	1	56	57
			Thyasiridae indet.	2	20	22
			Astarte montagui		1	1
			Parvicardium minimum	2		2
			Abra nitida		4	4
		Myoida				
			Corbula gibba		2	2
		Pholadomyoida				
			Thracia devexa		1	1
	Scaphopoda					
		Dentaliida				
			Antalis sp.	1		1
PHORONIDA						
			Phoronis sp.		2	2
ECHINODERMATA	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphiura filiformis	1	3	4
			Ophiocten affinis	1		1
	Holothuroidea					
		Apodida				
			Labidoplax buskii	1	1	2
HEMICHORDATA						
			Hemichordata indet.	1	2	3
			Maks:	62	139	154
			Antall:	63	74	103
			Sum:			775

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
				<i>TOTAL:</i>		<i>Maks:</i> 3778
						<i>Sum:</i> 15109

Vedlegg 2. Analysebeviser

60569_Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx_070518

Redigert av: LTO



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

ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

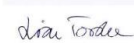
Kunde: Aqua Kompetanse AS
Kunde referanse: 185-7-18C Skogsholmen ASC_C undersøkelse 2018
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Roger Velvin

Dato: 29.10.2018

Rapport nr.: 60569
Analyseparameter(e): Korn, TOM, TOC, TN, Cu
Kontaktperson: Ida Giæver Tveter

Analyseansvarlig:  (sign.)

Underskriftsberettiget:  (sign.)

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

MERKNADER: 1. TOC og TN for C-3/ASC-3 er utført av ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia
(TOC metode: IR-deteksjon, TN: Spektrofotometrisk deteksjon, modifisert Kjeldahl-metode)

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

Øvrige analysemetoder og benyttet	Metoderreferanse
Kornfordeling (splitt i to)	Sikting, basert på Bale, A.J. & Kenny, A.J. 2005. Sediment analysis and seabed characterisation. In: Eleftheriou, A., McIntyre, A.D. "Methods for the study of marine benthos", 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, UK. ISBN 0-632-05488-3, pp. 43-86
Totalt organisk materiale-TOM	Intern metode basert på NS 4764:1980
Totalt organisk karbon-TOC	NDIR-deteksjon. Intern metode basert på DIN 19539:2016
Totalt bundet nitrogen - Total-N	Elektrokjemisk deteksjon. Intern metode basert på NS-EN 12260:2003
Kobber-Cu / Kadmium-Cd (utført av underlever)	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/ASC-1	5,6	26,9	43,1	4,1	6,5	9,8	90,2	27,6
C-2	4,0	33,7	50,0	1,8	18,6	9,4	90,6	ia
ASC-2	9,1	22,4	37,0	4,3	5,2	19,0	81,0	ia
C-3/ASC-3 ¹	4,2	23,3	39,4	1,6	14,2	10,8	89,2	4,09
C4/ASC-4	5,8	18,1	33,5	3,9	4,6	14,7	85,3	17,5
C-5	6,5	29,7	43,5	5,6	5,3	23,1	76,9	ia
ASC-ref-1	6,2	24,1	38,4	3,2	7,6	20,3	79,7	ia
ASC-ref-2	5,5	28,5	43,1	3,0	9,5	18,9	81,1	ia

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

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

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

$N\ TOC\ (Normalisert\ TOC) = m\tilde{a}lt\ TOC\ mg/g + 18 \cdot (1-F)$, 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	< 20	20-27	27-34	34-41	> 41
TS	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