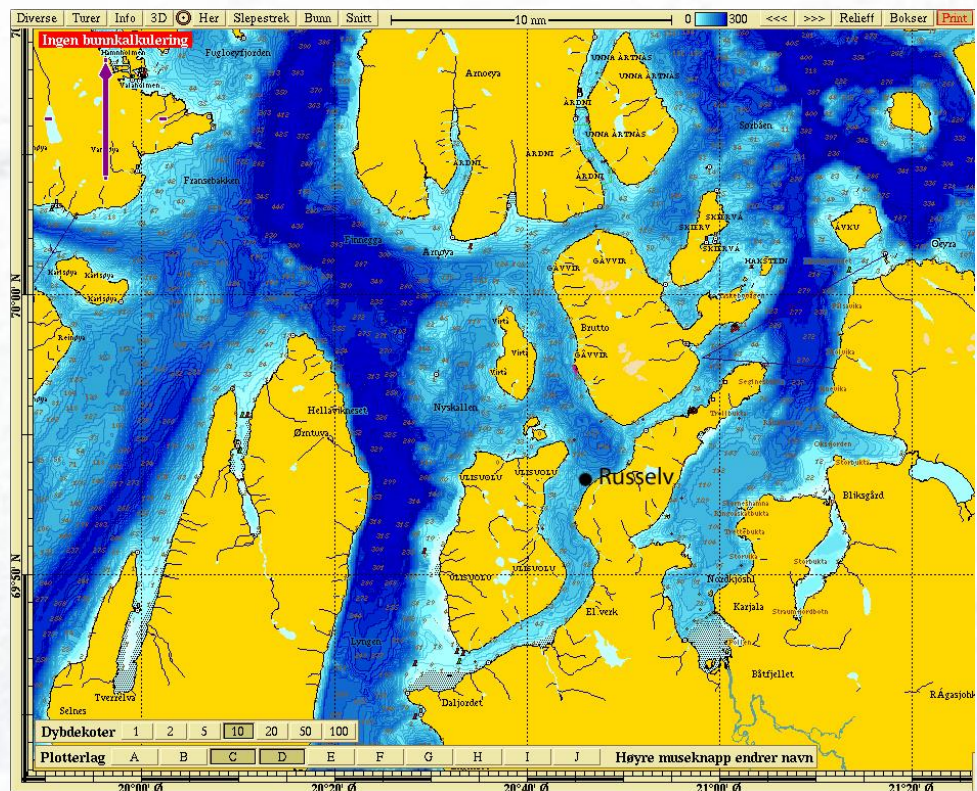


Eidsfjord Sjøfarm AS C-undersøkelse på oppdrettslokaliteten Russelva, 2018



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**

Eidsfjord Sjøfarm AS. C-undersøkelse på oppdrettslokaliteten Russelva, 2018.

Forfatter(e) / Author(s)Roger Velvin
Asle Guneriussen**Akvaplan-niva rapport nr / report no**
60607.01**Dato / Date**
10.07.2019**Antall sider / No. of pages**
17 + vedlegg**Distribusjon / Distribution**
Gjennom oppdragsgiver**Oppdragsgiver / Client**Eidsfjord Sjøfarm AS, Lilandveien 10b,
8407 Sortland**Oppdragsg. referanse / Client's reference**
Roger Simonsen**Sammendrag / Summary**

Resultatene fra overvåkingen ved oppdrettslokaliteten Russelva i 2018 viste at sedimentene ikke var belastet med organisk karbon med klasse II "God" i anleggssonen og klasse I "Svært god" på de øvrige stasjonene. Kobberkonsentrasjonen var lav og i klasse I i anleggssonen. Det ble registrert belastningseffekt i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen, men ikke i noen av de andre undersøkte bløtbunnsamfunnene. Økologisk tilstandsklassifisering ga klasse IV "Dårlig" på RuC1 og klasse II "God" på de andre stasjonene. Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* dominerte på RuC1, men var også mest tallrik på de tre andre stasjonene. Her var ellers artsmangfoldet naturlig høyt og individfordelingen jevn. Oksygenmetningen i oktober var god i hele vannsøylen med 80 % i bunnvannet. Ettersom den samlede klassifiseringen av stasjonene i overgangssonen (RuC3 og RuC4) ga tilstand II "God" skal C-undersøkelse utføres ved hver tredje produksjonssyklus iht. kapt. 8.7 i NS 9410.

Prosjektleder / Project manager

Steinar Dalheim Eriksen

Kvalitetskontroll / Quality control

Hans-Petter Mannvik

© 2019 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	2
1 OPPSUMMERINGSTABELL C-UNDERSØKELSE	3
1.1 Oppsummering av C-undersøkelse.....	3
2 INNLEDNING	4
2.1 Bakgrunn og formål.....	4
2.2 Drift og fôrforbruk.....	4
2.3 Tidligere undersøkelser	5
3 MATERIALE OG METODE.....	6
3.1 Faglig program	6
3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering	6
3.3 Hydrografi og oksygen	7
3.4 Sedimentundersøkelse	7
3.4.1 Feltinnsamlinger	7
3.4.2 Total organisk materiale (TOM).....	8
3.4.3 Total nitrogen (TN)	8
3.4.4 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling	8
3.4.5 Metallanalyse - kobber (Cu).....	8
3.4.6 Redoks- og pH målinger.....	8
3.5 Undersøkelse av bløtbunnfauna.....	9
3.5.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn.....	9
3.5.2 Innsamling og fiksering	9
3.5.3 Kvantitative bunndyrsanalyser	9
4 RESULTATER.....	11
4.1 Hydrografi og oksygen	11
4.2 Sediment	11
4.2.1 TOM, TOC, TN, kornfordeling og pH/Eh	11
4.2.2 Kobber i sediment fra anleggssonen.....	12
4.3 Bløtbunnfauna	12
4.3.1 Faunaindeksler og økologisk tilstandsklassifisering	12
4.3.2 NS 9410 vurdering av bunndyrsamfunnet i anleggssonen.	13
4.3.3 Geometriske klasser.....	13
4.3.4 Clusteranalyser	13
4.3.5 Artssammensetning	14
5 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	16
5.1 Sammendrag	16
5.2 Konklusjoner	16
6 REFERANSER.....	17
7 VEDLEGG	17
Vedlegg 1 Bunndyrsstatistikk og artslister	18
Vedlegg 2. Analysebeviser	30

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en miljøundersøkelse type C ved oppdrettslokaliteten Russelva. Oppdragsgiver har vært Eidsfjord Sjøfarm AS. Undersøkelsen inngår i selskapets miljøovervåking av bunnpåvirkningen fra anlegget.


Følgende personer har deltatt:

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

Akvaplan-niva vil takke Eidsfjord Sjøfarm AS ved Roger Simonsen for godt samarbeid.

Akkreditert virksomhet:

Undersøkelsen er utført av Akvaplan-niva AS med ALS Laboratory Group (Tsjekkia) som underleverandør.

	Akvaplan-niva AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for feltinnsamlinger av sediment og fauna, analyser av TOC, TOM, TN, kornstørrelse, makrofauna og faglig vurderinger og fortolkninger, akkrediteringsnr. TEST 079. Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.
Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163)	ALS Laboratory Group er akkreditert av Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163) for analyser av kobber.

Ikke-akkrediterte tjenester: Hydrografimålinger og dybdekartlegginger (Olex).

Tromsø, 10.07.2019



Steinar Dalheim Eriksen

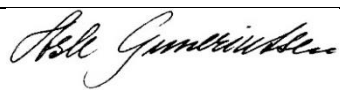
Prosjektleder

1 Oppsummeringstabell C-undersøkelse

1.1 Oppsummering av C-undersøkelse

Informasjon oppdragsgiver			
Tittel :	C-undersøkelse Russelva, 2018.		
Rapport nr.	60607.01	Lokalitet:	Russelva
Lokalitet nr.	16015	Kartkoordinater (anlegg):	69°53,734 N 20°37,269 Ø
Fylke:	Troms	Kommune:	Nordreisa kommune
MTB-tillatelse:	3500	Driftsleder:	Rolf Arne Reinholdtsen
Oppdragsgiver:	Eidsfjord Sjøfarm AS		

Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato 11.10.2018			
Fiskegruppe:	Laks	Biomasse ved undersøkelse:	1863
Utføret mengde:	5710	Produsert mengde:	1863
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:	3500	Oppfølgende undersøkelse:	Høyeste belastning
Brakklegging:		Ny lokalitet:	

Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR (Veileder 02:2018)		Økologisk tilstandsklassifisering (Veileder 02:2018)	
Fauna RuC1 (innerst)	0,328	Fauna RuC1 (innerst)	Klasse IV
Fauna RuC2 (ytterst)	0,775	Fauna RuC2 (ytterst)	Klasse II
Fauna RuC3	0,696	Fauna RuC3	Klasse II
Fauna RuC4 (dypområde?)	0,679	Fauna RuC4 (dypområde?)	Klasse II
Fauna RuC3, RuC4	0,688	Fauna RuC3, RuC4	Klasse II
Dato feltarbeid:	11.10.2018	Dato rapport:	10.07.2019
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)			TOC i klasse II (RuC1), klasse I (øvrige stasjoner). Kobber i klasse I (RuC1). pH/Eh poeng 0 (RuC2) og 1 (øvrige stasjoner) O ₂ -forholdene var gode i hele vannsøylen.
Ansvarlig feltarbeid:	Asle Guneriussen	Signatur:	

2 Innledning

2.1 Bakgrunn og formål

Foreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS på oppdrag fra Eidsfjord Sjøfarm AS i forbindelse med bedriftens oppdrettsvirksomhet på lokaliteten Haukøya Øst, Nordreisa kommune i Troms fylke. Bakgrunnen for gjennomføringen av en miljøundersøkelse type C på lokaliteten Haukøya Øst er etter krav i henhold til NS 9410:2016.

C-undersøkelsen er en trendovervåking av bunnforholdene i overgangssonen. Hoveddelen er en kvantitativ undersøkelse av bløtbunnfauna. I tillegg inngår hydrografiske, geologiske og kjemiske støtteparametere. Denne undersøkelsen er gjennomført i henhold til NS 9410:2016 kap 8.

Et oversiktskart med Russelva er vist i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart med lokaliteten 16015 Rusfelva. Oppdrettsanleggene er markert med lokalitetsnummer og navn. Kart fra www.fiskeridir.no Fiskeridirektoratet.

2.2 Drift og fôrforbruk

Anlegget er godkjent for en MTB på 3500 tonn. Anlegget består av en dobbelramme med 8 x 2 bur. I foreliggende produksjon har 12 merder à 130 m omkrets vært brukt. Fisken i anlegget ble satt ut 29.04.2017 – 12.05.2017 med en gjennomsnittsvekt på 148 g. Ved undersøkelsen 11.10.2018 hadde anlegget en biomasse på 1863 tonn der fisken hadde en snittvekt på ca. 5,2 kg. Lokaliteten er planlagt å være utslaktet i 15.07.2019. Tidspunkt for nytt utsett er planlagt til våren 2020. Produksjon ved Russelva er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Produksjon ved Russelva.

Utsett tidspunkt	Produsert i tonn laks (rundvekt)	Førforbruk i tonn
Inneværende generasjon 17G	1863	5710
Forutgående generasjon 14G	7096	8198
Forutgående generasjon 11G	6740	7679
Forutgående generasjon 09G	2842	3180

2.3 Tidligere undersøkelser

En oversikt over tidligere gjennomførte undersøkelser på Russelva er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Tidligere gjennomførte undersøkelser ved Russelva.

Dato prøvetaking	Rapportnummer (Forfatter, år)	Produksjon inneværende generasjon (tonn)	Lokalitetstilstand
19.07.2018	60056.09	Høyeste belastning.	3
10.04.2017	Apn- 8820.02	Brakk ca. 11 mnd.	1
22.04.2016	Apn- 8074.07. Guneriusen 2016	Høyeste belastning	2

3 Materiale og metode

3.1 Faglig program

Valg av undersøkelsesparametere, stasjonsplasseringer og type innsamlingsprogram for bunnprøvetakinger og andre registreringer er gjort i henhold til NS 9410:2016. En oversikt over det faglige programmet er gitt i Tabell 3.

Akvaplan-niva er akkreditert for feltinnsamlinger, opparbeiding og faglige vurderinger i henhold til gjeldende standarder og veiledere. For gjennomføring og opparbeiding er følgende standarder og kvalitetssikringssystemer benyttet:

- 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*.
- NS 9410:2016. *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine oppdrettsanlegg*.
- Interne prosedyrer. *Kvalitetshåndbok for Akvaplan-niva*.
- Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Norsk klassifiseringsystem for vann i henhold til Vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.
- M-608/2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet, 2016.

Tabell 3. Faglig program på stasjonene ved Russelva, 2018. TOM = totalt organisk materiale, TOC = total organisk karbon, TN = totalt nitrogen, Cu = kobber, Korn = kornfordeling. pH/Eh = Surhetsgrad og redokspotensial.

Stasjon	Type analyse/parametere
RuC1	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. Cu. pH/Eh.
RuC2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. pH/Eh.
RuC3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. pH/Eh.
RuC4	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. Hydrografi/O ₂ . pH/Eh.

Feltarbeidet ble gjennomført 11.10.2018.

3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering

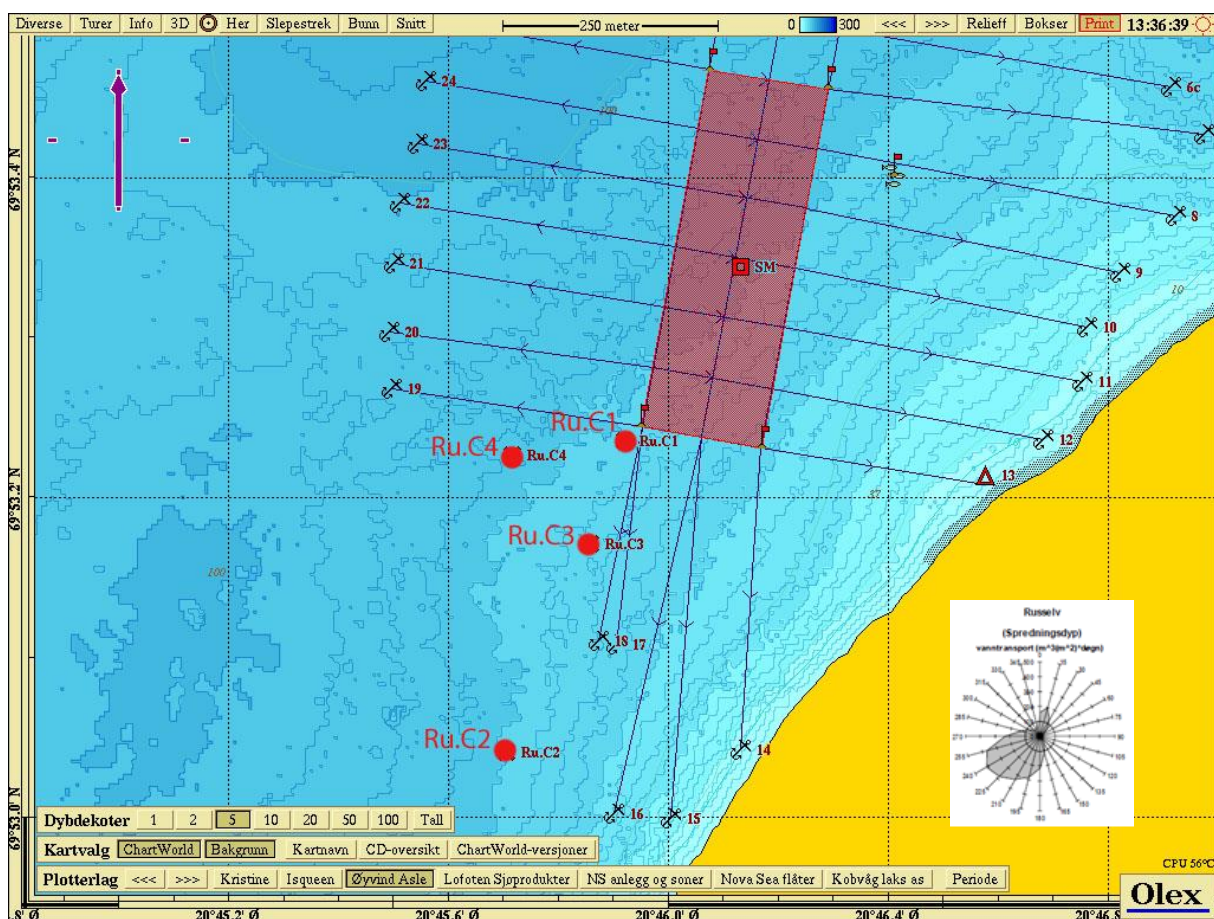
Figur 1 viser oversiktskart for resipienten med lokaliteten Russelv der anlegget er tegnet inn. Lokaliteten ligger i resipienten Maursundet og Uløybukta i Nordreisa kommune i Troms. Lokaliteten er mest eksponert for vind fra nordlige retninger. Fra land skråner bunnen bratt ned til i overkant av 40 meters dyp og videre noe slakere til i overkant av 130 meters dyp sentralt i sundet. Dybden på stasjonene ved og i anlegget er mellom 63 og 96 meters dyp. Lokaliteten ligger sør for dypområdet i Maursundet der største dyp er over 200 m. Batymetrien i Maursundet og Uløybukta er nokså ujevn og har flere terskeldannelser.

Dominerende strømmetning for spredningsstrøm er målt på 65 meters dyp. Vanntransporten er klart definert mot sørvest 225° og i meget liten grad i andre retninger. Gjennomsnittlig strømhastighet er målt til 2,8 cm/s. Høyeste strømhastighet er målt til 10,6 cm/s og 10 % av målingene er < 1 cm/s. (Guneriusen, 2009. Rapport 4520 – D(03)).

En oversikt over stasjonsdyp og GPS-koordinater er gitt i Tabell 4. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 2.

Tabell 4. Stasjonsdyp, avstand til merd og koordinater, Russelva, 2018.

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon
RuC1	79	25	N 69°53,235 – Ø 20°45,920
RuC2	78	410	N 69°53,040 – Ø 20°45,706
RuC3	72	150	N 69°53,171 – Ø 20°45,858
RuC4	84	150	N 69°53,226 – Ø 20°45,716



Figur 2. Stasjonskart, Russelva, 2018.

3.3 Hydrografi og oksygen

På stasjon C4 ble det gjennomført hydrografiske registreringer for vertikallprofiler med hensyn til saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygenmetning fra overflate til bunn. Disse ble gjennomført ved hjelp av en Sensordata CTDO 204 sonde.

3.4 Sedimentundersøkelse

3.4.1 Feltinnsamlinger

Prøvene ble hentet med en 0,1 m² bunngrabb (van Veen). Prøvematerialet ble tatt ut gjennom inspeksjonsluker etter at sedimentoverflaten var godkjent. Prøver for TOC, TOM, TN og Cu ble tatt av fra øverste 1 cm av sedimentet, og for kornfordelingsanalyser fra de øverste 5 cm ved hjelp av rør. Kun prøver med uforstyrret overflate ble godkjent, og prøvematerialet ble frosset for videre bearbeidelse i laboratorium.

3.4.2 Total organisk materiale (TOM)

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

3.4.3 Total nitrogen (TN)

Etter tørking av prøvene ved 40 °C ble innhold av total nitrogen (TN) kvantifisert ved elektrokjemisk bestemmelse. Den interne metoden er basert på NS-EN 12260:2003 (Vannundersøkelse – Bestemmelse av bundet nitrogen (TNb) etter oksidasjon til nitrogenoksider).

3.4.4 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling

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

Etter tørking av prøvene ved 40 °C ble innhold av total organisk karbon (TOC) bestemt ved NDIR-deteksjon i henhold til DIN19539:2016 (Investigation of solids – Temperature-dependent differentiation of total carbon (TOC₄₀₀, ROC, TIC₉₀₀)). 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 02:2018.

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

3.4.5 Metallanalyse - kobber (Cu)

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

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

Tilstandsklassifisering for kobber i marine sedimenter.

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

3.4.6 Redoks- og pH målinger

På alle stasjoner ble det utført en kvantitativ kjemisk undersøkelse av sedimentet. Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh) ble målt ved hjelp av elektroder og instrumentet YSI Professional Plus. I hht. manual for instrumentet, ble 200 mV lagt til den målte ORP-verdien (Oxydation Reduction Potential).

3.5 Undersøkelse av bløtbunnfauna

3.5.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale fra oppdrettsanlegg kan bidra til forringede livsvilkår for mange av de bunnlevende organismene. Negative effekter i bunndyrssamfunnet kan best vurderes gjennom kvantitative bunndyranalyser. 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 i nærheten av utslippspunkt kan i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold (fôr og fekalier) i sedimentet.

3.5.2 Innsamling og fiksering

Alle bunndyrprøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen grabb. Kun grabbskudd hvor grabben var fullstendig lukket og overflaten uforstyrret ble godkjent. Etter godkjenning ble innholdet vasket i en 1 mm sikt og gjenværende materiale fiksert med 4 % formalin tilsatt fargestoffet bengalrosa og nøytralisert med boraks. På laboratoriet ble dyrene sortert ut fra gjenværende sediment.

3.5.3 Kvantitative bunndyrsanalyser

På alle stasjonene ble det innsamlet to prøver (replikater) 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 å klassifisere miljøtilstanden er Direktoratgruppens veileder 02:2018 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
- 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-ti)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (fra Veileder 02:2018 vanntype G3).

Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
NQI1	0,9 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	5,5 – 3,7	3,7 – 2,9	2,9 – 1,8	1,8 - 0,9	0,9 - 0
ES ₁₀₀	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	13,4 – 8,7	8,7 - 7,8	7,8 - 6,4	6,4 - 4,7	4,7 - 0
NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
nEQR	1,0 – 0,8	0,8 – 0,6	0,6 – 0,4	0,4 – 0,2	0,2 – 0,0

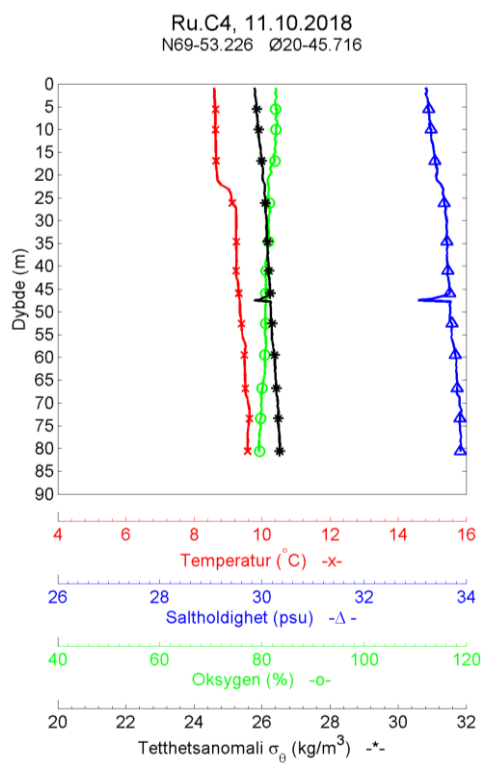
Det er også utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen iht. kapt. 8.7 i NS 9410:2016. Stasjonene C1 og C2 er ikke med i denne beregningen.

4 Resultater

4.1 Hydrografi og oksygen

Vertikalprofilene for temperatur, salinitet, tetthet og oksygenmetning ved Russelva, 2018 er vist i Figur 3.

Det var homogene vannmasser i oktober 2018. Temperaturen lå rundt 9°C fra overflate til bunn. Oksygenmetningen var 80 % i hele vannsøylen.



Figur 3. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på stasjon RuC4 ved Russelva, 2018.

4.2 Sediment

4.2.1 TOM, TOC, TN, kornfordeling og pH/Eh

Nivåer av total organisk materiale (TOM), total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), C/N forholdet, kornfordeling og pH/Eh i sedimentene er presentert i Tabell 5.

TOM-nivåene var lave med verdier mellom 1,1 og 2,1 %. TN-nivåene var også lave (0,39 – 0,68 mg/g) og det samme var stort sett C/N-forholdene. TOC var lett forhøyet på stasjon RuC1 med tilstandsklasse II "God" og lav på de tre andre stasjonene med klasse I "Svært god". Sedimentene var moderat grov- til grovkornet med pelittandel mellom 7 og 45 %.

Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 0 på RuC2, og 1 på øvrige stasjoner iht. Tillegg D i NS 9410:2016 for alle stasjonene

Tabell 5. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC(mg/g), TN (mg/g), C/N, kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Russelva, 2018.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
RuC1	Mørk gråsvart finsand med sand og grus. Fast. Svak lukt.	1,1	5,1	21,8	II God	0,39	13,1	7	7,5 / 78
RuC2	Mørk grå sand med leire, grus og stein. Fast. Ingen lukt.	1,7	5,0	16,1	I Svært god	0,57	8,8	38	7,8 / 181
RuC3	Lys grågrønn sand/leire over lys leire. Fast/seig. Ingen lukt..	2,1	9,6	19,6	I Svært god	0,68	14,1	45	7,6 / 34
RuC4	Mørk grå leire med sand og grus. Myk overflate. Ingen lukt.	1,9	5,8	17,0	I Svært god	0,51	11,4	38	7,9 / -22

* Tilstandsklassifisering (Veileder 02:2018) 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).

4.2.2 Kobber i sediment fra anleggssonen

Nivået av kobber i sedimentet på RuC1 er presentert i Tabell 6. Nivået var lavt og i klasse I.

Tabell 6. Metallanalyse for kobber (Cu), i mg/kg TS. Russelva, 2018. Tilstandsklassifisering iht. M-608/2016.

St.	Cu	Tilst.klassif. Cu
RuC1	5,03	Klasse I

4.3 Bløtbunnfauna

4.3.1 Faunaindekser og økologisk tilstandsklassifisering

Resultatene fra de kvantitative bunndyranalysene er presentert i Tabell 7. Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet.

Antall individ varierte fra 461 (RuC2) til 1044 (RuC3) og antall arter fra 42 (RuC1) til 82 (RuC2). På RuC1 viste de fleste faunaindeksene, inklusiv nEQR, tilstandsklasse IV "Dårlig". På de tre andre stasjonene viste samlet indeks nEQR økologisk tilstandsklasse II "God".

En samlet klassifisering av stasjonene i overgangssonen viste tilstandsklasse II.

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en "skjev" individfordeling mellom artene, og indikerer at bunndyrssamfunnet er forstyrret. Fordelingen var skjev på RuC1 med indeks 0,31, og jevn på de andre stasjonene med indekser mellom 0,70 og 0,80.

Tabell 7. 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. Russelva, 2018. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2018 vanntype G3.

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES ₁₀₀	NQI1	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	AMBI	J
RuC1	802	42	1,31	11,4	0,42	6,28	8,60	0,328	5,507	0,31
RuC2	461	82	4,58	34,5	0,71	8,58	18,29	0,775	3,065	0,80
RuC3	1044	79	4,06	27,7	0,67	8,20	15,22	0,696	3,205	0,70
RuC4	745	65	3,99	27,7	0,65	7,75	16,98	0,679	3,468	0,73

Samlet klassifisering for overgangssonen (C1 og C2 ikke med)

RuC3, RuC4	-	-	4,03	27,7	0,66	7,98	16,10	0,688	3,337	0,72
------------	---	---	------	------	------	------	-------	-------	-------	------

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

4.3.2 NS 9410 vurdering av bunndyrsamfunnet i anleggssonen.

I følge NS 9410 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bunndyrsamfunnet (se kapt. 8.6.2. i NS 9410:2016). Tabell 8 viser antall arter, kumulativ prosent for dominerende taksa og klassifisering av miljøtilstanden for bløtbunnsamfunnet på anleggssonestasjonen RuC1.

Bløtbunnsamfunnet ble klassifisert til miljøtilstand 2 "God". Kriteriet for tilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter/0,2 m² og at ingen av disse utgjør mer enn 65 % av individene. *Capitella capitata* utgjorde 81 % og bløtbunnsamfunnet nedskrives til miljøtilstand 2. Data for antall arter og dominerende taksa på anleggssonestasjonene er hentet fra Tabell 7 og Tabell 9.

Tabell 8. NS 9410:2016. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnene på innerste stasjon RuC1, Russelva, 2018.

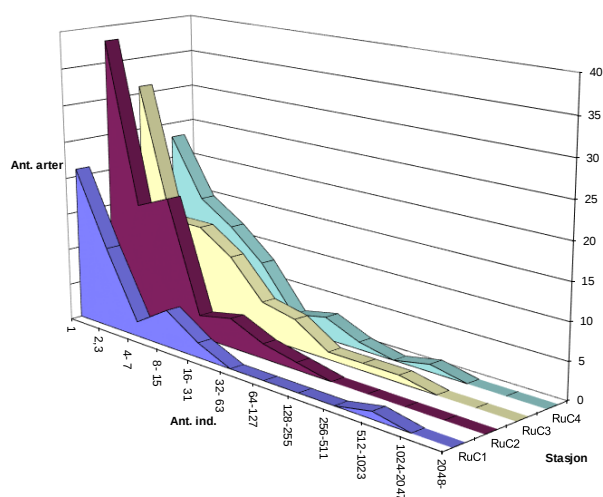
Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa -%	Miljøtilstand-NS 9410
RuC1	Russelva	42	Capitella capitata -81 %	2 God

4.3.3 Geometriske klasser

Figur 4 viser antall arter plottet mot antall individer, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser.

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

Kurven for stasjon C1 startet lavest og strakk seg langt ut mot høyere klasser. Dette kan indikere faunaforstyrrelse på stasjonen. For de tre andre stasjonene startet kurvene noe høyere og strakk seg i varierende grad ut mot høyere klasser. Disse ga ingen klare indikasjoner på faunatilstanden.



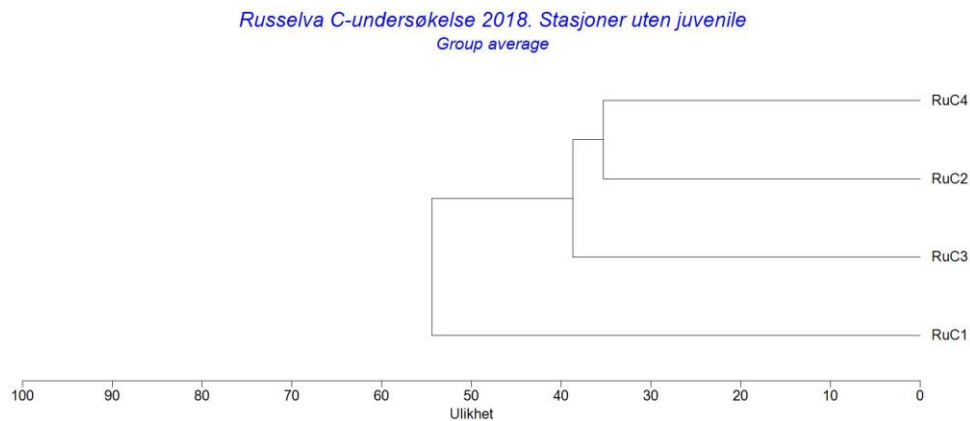
Figur 4. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bunndyrsstasjonene ved Russelva, 2018 (pr. 0,2 m²).

4.3.4 Clusteranalyser

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet (se metodebeskrivelse i Vedlegg 1). Resultatene fra denne er presentert i dendrogram i Figur 5. I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom stasjonene

uttrykt langs den horisontale akse. To stasjoner med identisk arts- og individfordeling vil få 0 (0 %) ulikhet, mens to stasjoner uten like arter, vil få 100 (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.

Faunasammensetningen på RuC2 og RuC4 var 65 % lik, RuC3 var 61 % lik disse og RuC1 46 % lik de tre andre stasjonene.



Figur 5. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Russelva, 2018.

4.3.5 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en ”topp ti” artsliste fra hver stasjon i Tabell 9. 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).

Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark) dominerte på alle fire stasjonene, men var mest dominant på RuC1 hvor den utgjorde 81 %. På de andre stasjonene utgjorde den mellom 17 og 35 % av individmengden. Ellers ble det også funnet mange opportunister blant topp-10 på alle stasjonene.

Tabell 9. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Russelva, 2018.

RuC1	Ant.	Kum.	EG	RuC2	Ant.	Kum.	EG
Capitella capitata	652	81 %	V	Capitella capitata	80	17 %	V
Thyasira sarsii	25	84 %	IV	Scoloplos armiger	50	28 %	III
Paramphinome jeffreysii	16	86 %	III	Lepeta caeca	37	36 %	ik
Ophryotrocha sp.	13	88 %	IV	Chaetozone setosa	31	42 %	IV
Chaetozone setosa	12	89 %	IV	Spio limicola	31	49 %	ik
Heteromastus filiformis	11	91 %	IV	Glycera alba	17	53 %	II
Cirratulus cirratus	9	92 %	IV	Heteromastus filiformis	17	56 %	IV
Scoloplos armiger	8	93 %	III	Paramphinome jeffreysii	12	59 %	III
Mytilus edulis	5	94 %	IV	Thyasira sarsii	10	61 %	IV
Pholoe assimilis	5	94 %	III	Eteone flava/longa	8	63 %	ik
RuC3	Ant.	Kum.	EG	RuC4	Ant.	Kum.	EG
Capitella capitata	305	29 %	V	Capitella capitata	259	35 %	V
Lepeta caeca	166	45 %	ik	Paramphinome jeffreysii	103	49 %	III
Scoloplos armiger	73	52 %	III	Scoloplos armiger	52	55 %	III
Paramphinome jeffreysii	54	57 %	III	Spio limicola	41	61 %	ik
Thyasira sarsii	48	61 %	IV	Heteromastus filiformis	35	66 %	IV
Heteromastus filiformis	39	65 %	IV	Chaetozone setosa	23	69 %	IV
Spio limicola	32	68 %	ik	Lepeta caeca	17	71 %	ik
Chaetozone setosa	20	70 %	IV	Eteone flava/longa	15	73 %	ik
Eteone flava/longa	20	72 %	ik	Rhodine gracilior	15	75 %	I
Macoma calcarea	18	74 %	IV	Thyasira sarsii	15	77 %	IV

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

5 Sammenfattende vurderinger

5.1 Sammendrag

Resultatene fra miljøovervåkingen (type C) ved Russelva i oktober 2018, kan sammenholdes som følger:

- Det ble ikke registrert oksygenkrisiske forhold i vannsøylen på dypstasjonen RuC4. Oksygenmetningen i bunnvannet var 80 % i oktober 2018.
- TOC-nivået var lett forhøyet i sediment fra RuC1 i anleggssonen (tilstandsklasse II) og lavt på de andre stasjonene (klasse I). TOM og TN var lave i sedimentene fra alle stasjonene og det samme var C/N-forholdet. Kobbernivået på C1 var lavt og i klasse I. Sedimentene var moderat grov- til grovkornet. Redoksmålingene i sedimentet ga poeng 0 på stasjon RuC2 og 1 på de øvrige stasjonene.
- Klassifisering av økologisk tilstand, basert på faunaindeksene i veileder 02.2018, viste klasse IV "Dårlig" for bløtbunnsamfunnet i anleggssonen (RuC1) og klasse II "God" for de øvrige undersøkte bløtbunnsamfunnene. En samlet økologisk klassifisering for stasjon C3 og C4 i overgangssonen ga klasse II. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen viste miljøtilstand 2 (God). Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* dominerte på alle stasjonene.

5.2 Konklusjoner

Resultatene fra overvåkingen ved oppdrettslokaliteten Russelva i oktober 2018 viste at sedimentene ikke var belastet med organisk karbon med klasse II "God" i anleggssonen og klasse I "Svært god" på de øvrige stasjonene. Kobberkonsentrasjonen var lav og i klasse I i anleggssonen. Det ble registrert belastningseffekt i bløtbunnsamfunnet i anleggssonen, men ikke i noen av de andre undersøkte bløtbunnsamfunnene. Økologisk tilstandsklassifisering ga klasse IV "Dårlig" på RuC1 og klasse II "God" på de andre stasjonene. Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* dominerte på RuC1, men var også mest tallrik på de tre andre stasjonene. Her var ellers artsmangfoldet naturlig høyt og individfordelingen jevn. Oksygenmetningen i oktober var god i hele vannsøylen med 80 % i bunnvannet.

Ettersom den samlede klassifiseringen av stasjonene i overgangssonen (RuC3 og RuC4) ga tilstand II "God" skal C-undersøkelse utføres ved hver tredje produksjonssyklus iht. kapt. 8.7 i NS 9410.

6 Referanser

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

Direktoratgruppen, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018. 229 s

Guneriussen, A., 2009. Hamneidet Laks AS, Russelv, Nordreisa kommune. Mars 2009. Utvidet B-undersøkelse. *Akvaplan-niva rapport nr. 4520 – D (01)*.

Guneriussen, A., 2016. Eidsfjord Sjøfarm AS, Russelva 16015, Miljøundersøkelse type B, april 2016. Høyeste belastning. *Akvaplan-niva rapport nr. 8074.07*.

Guneriussen, A., 2017. Eidsfjord Sjøfarm AS. Miljøundersøkelse type B, 16015 Russelva, april 2017. Brakk. *Akvaplan-niva rapport nr. 8820.02*.

Guneriussen, A., 2018. Eidsfjord Sjøfarm AS. B-undersøkelse, 16015 Russelva, juli 2018. Høyeste belastning. *Akvaplan-niva rapport nr. 60056.09*.

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. & 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.

Pers medd. Roger Simonsen, produksjonsleder, Eidsfjord Sjøfarm AS

www.fiskeridir.no

7 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 = total antall individer
 s = antall arter

Indeksen tar hensyn både til antall arter og mengdefordelingen mellom artene, men det synes som indekseen 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 total 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 total 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 = total antall individ i prøven
 N_i = antall individ av art i
 n = antall individ i en gitt delprøve (av de N)
 s = total 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 entoppet, asymmetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

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

Faunaens fordelingsmønster

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

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

Clusteranalyse

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

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

der n = antall arter sammenlignet
 X_{ki} = antall individ av art k i prøve nr. i
 X_{kj} = antall individ av art k i prøve nr. j

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

Ømfintlighet (AMBI, ISI og NSI)

Ømfintligheten bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-1: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante arter, EG-IV: opportunistiske arter, EG-V: forurensningsindikerende arter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning.

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

Sammensatte indekser (NQI1 og NQI2)

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

NQI1 indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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

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 Russelva, 2018:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	RuC1	RuC2	RuC3	RuC4
no. ind.	3052	802	461	1044	745
no. spe.	133	42	82	79	65

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	RuC1_01	RuC1_02	RuC2_01	RuC2_02	RuC3_01	RuC3_02	RuC4_01	RuC4_02
no. ind.	3052	84	718	177	284	460	584	166	579
no. spe.	133	10	39	39	72	53	60	41	51
Shannon-Wiener:		1,1	1,5	4,5	4,7	4,1	4,0	4,6	3,4
Pielou		0,33	0,29	0,85	0,76	0,72	0,67	0,86	0,60
ES100		10	13	31	38	28	28	32	23
SN		1,55	1,95	2,23	2,47	2,19	2,21	2,28	2,13
ISI-2012		5,06	7,51	7,82	9,34	8,13	8,27	7,94	7,57
AMBI		5,556	5,458	3,096	3,034	2,786	3,624	2,787	4,148
NQ1		0,37	0,47	0,68	0,73	0,70	0,65	0,71	0,59
NSI		8,3	8,9	19,7	16,9	15,9	14,6	19,1	14,8
DI		0,126	0,806	0,198	0,403	0,613	0,716	0,170	0,713

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.		RuC1	RuC2	RuC3	RuC4
Shannon-Wiener:		1,31	4,58	4,06	3,99
Pielou		0,31	0,80	0,70	0,73
ES100		11,4	34,5	27,7	27,7
SN		1,75	2,35	2,20	2,20
ISI-2012		6,28	8,58	8,20	7,75
AMBI		5,507	3,065	3,205	3,468
NQ1		0,42	0,71	0,67	0,65
NSI		8,60	18,29	15,22	16,98
Normalisert EQR					
Shannon-Wiener:		0,291	0,898	0,840	0,832
ES100		0,469	0,900	0,841	0,841
ISI-2012		0,386	0,774	0,690	0,593
NQ1		0,323	0,770	0,699	0,649
NSI		0,172	0,532	0,409	0,479
Tilstandsklasse nEQR ^{*)}		0,328	0,775	0,696	0,679

Geometriske klasser

int.	RuC1	RuC2	RuC3	RuC4
1	21	38	31	23
2,3	11	16	13	15
4-7	2	18	13	12
8-15	5	3	10	8
16-31	2	4	5	2
32-63	0	2	4	3
64-127	0	1	1	1
128-255	0	0	1	0
256-511	0	0	1	1
512-1023	1	0	0	0
1024-2047	0	0	0	0

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
Stasjonsnr.: RuC1						
NEMERTINI						
			Nemertea indet.		2	2
SIPUNCULIDA						
			Phascolion strombus		1	1
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Scoloplos armiger		8	8
		Spionida				
			Chaetozone setosa	1	11	12
			Cirratulus cirratus		9	9
		Capitellida				
			Capitella capitata	71	581	652
			Heteromastus filiformis	1	10	11
			Arenicola marina		1	1
			Praxillella praetermissa		1	1
		Phyllodocida				
			Eteone flava/longa		2	2
			Phyllodoce groenlandica		1	1
			Gattyana cirrhosa		3	3
			Harmothoe imbricata		1	1
			Harmothoe sp.		1	1
			Polynoidae indet.		2	2
			Pholoe assimilis		5	5
			Pholoe baltica	1		1
			Microphthalmus szcelkowi		2	2
			Glycera lapidum		1	1
			Nephtys ciliata		1	1
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii		16	16
		Eunicida				
			Eunice pennata		1	1
			Scoletoma fragilis		1	1
			Ophryotrocha sp.		13	13
		Terebellida				
			Amphictene auricoma		1	1
			Lagis koreni		2	2
			Amphitrite cirrata		1	1
			Neoamphitrite affinis		1	1
			Terebellidae indet.		1	1
		Sabellida				
			Spirobranchus triqueter		1	1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Amphipoda				
			Caprellidae indet.	1	1	2
MOLLUSCA						
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda				
			Lepeta caeca		2	2
		Mesogastropoda				
			Euspira montagui	2	1	3
	Opisthobranchia					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
		Nudibranchia					
		Cladobranchia	indet.		1	1	
	Bivalvia						
		Nuculoidea					
		Ennucula	tenuis		2	2	
		Nuculana	minuta		1	1	
		Mytiloidea					
		Mytilus	edulis	1	4	5	
		Veneroidea					
		Mendicula	pygmaea		1	1	
		Parathyasira	equalis		1	1	
		Thyasira	sarsii	2	23	25	
		Thyasiridae	indet.	3		3	
		Macoma	calcareo	1		1	
ECHINODERMATA							
	Ophiuroidea						
		Ophiuroidea	indet. juv.		1	1	
				Maks:	71	581	652
				Antall:	10	40	43
				Sum:			803

Stasjonsnr.: RuC2

NEMERTINI

		Nemertea	indet.		3	3
SIPUNCULIDA						
		Golfingiidae	indet.		1	1
		Phascolion	strombus	1	1	2
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
		Orbinia	sp.		1	1
		Scoloplos	armiger	25	25	50
		Spionida				
		Apistobranchnus	tullbergi		1	1
		Dipolydora	sp.	1	1	2
		Prionospio	cirrifera		1	1
		Spio	limicola	19	12	31
		Aphelochaeta	sp.		1	1
		Chaetozone	setosa	20	11	31
		Cirratulus	cirratus		2	2
		Capitellida				
		Capitella	capitata	9	71	80
		Heteromastus	filiformis	9	8	17
		Rhodine	gracilior	3	3	6
		Nicomache	lumbricalis		1	1
		Maldane	sarsi	2	3	5
		Praxillella	gracilis		1	1
		Praxillella	praetermissa	3	3	6
		Opheliida				
		Scalibregma	inflatum		1	1
		Phyllococida				
		Eteone	flava/longa	4	4	8
		Phyllodoce	groenlandica	3	4	7
		Polynoidae	indet.		3	3
		Pholoe	assimilis		7	7

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Pholoe baltica		3	3
			Pholoe inornata	1		1
			Oxydromus flexuosus	1		1
			Nereimyra punctata		1	1
			Syllis armillaris		2	2
			Nereis zonata		4	4
			Glycera alba	10	7	17
			Glycera lapidum	2	4	6
			Goniada maculata		4	4
			Nephtys ciliata	5	1	6
			Nephtys hombergii	1		1
			Nephtys paradoxa		1	1
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	11	1	12
		Eunicida				
			Nothria conchylega	1	1	2
			Eunice pennata		1	1
			Scoletoma fragilis	1	1	2
			Scoletoma sp.		2	2
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	2	2	4
			Owenia sp.	1		1
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	4		4
		Terebellida				
			Cistenides hyperborea		1	1
			Amphictene auricoma	1	1	2
			Lagis koreni	5	1	6
			Amphitrite cirrata	1	1	2
			Lanassa nordenskioldi		1	1
			Laphania boeckii	4	3	7
			Leaena ebranchiata		1	1
			Neoamphitrite affinis		1	1
			Phisidia aurea		1	1
			Proclea graffii		1	1
			Terebellides sp.		1	1
		Sabellida				
			Chone sp.		1	1
			Hydroides norvegica		1	1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Amphipoda				
			Gammaridea indet.		1	1
		Isopoda				
			Janira maculosa		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	2	2	4
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida				
			Leptochiton arcticus		4	4
		Ischnochitonidae				
			Stenosemus albus		1	1
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda				
			Lepeta caeca	1	36	37
		Mesogastropoda				
			Ariadnaria borealis		1	1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Euspira pallida		1	1
			Neogastropoda			
			Propebela sp.		1	1
		Opisthobranchia				
			Cephalaspidea			
			Laona quadrata		1	1
			Retusa umbilicata	1	1	2
			Pseudocyllichna magna		1	1
			Nudibranchia			
			Cladobranchia indet.		1	1
		Bivalvia				
			Nuculoidea			
			Ennucula tenuis	3	1	4
			Nuculana minuta	1		1
			Yoldiella lucida		2	2
			Mytiloidea			
			Musculus niger	1		1
			Dacrydium vitreum		1	1
			Veneroidea			
			Parathyasira equalis	2		2
			Thyasira sarsii	9	1	10
			Thyasiridae indet.	3	3	6
			Parvicardium minimum		4	4
			Myoidea			
			Hiatella arctica		1	1
		ECHINODERMATA				
			Ophiuroidea			
			Ophiuroidea indet. juv.	2	4	6
			Echinoidea			
			Spartangoidea			
			Brisaster fragilis	1		1
			Holothuroidea			
			Apodida			
			Labidoplax buskii	3		3
			Maks:	25	71	80
			Antall:	40	73	83
			Sum:			467

Stasjonsnr.: RuC3

PLATYHELMINTHES

			Platyhelminthes indet.	1		1
		NEMERTINI				
			Nemertea indet.	2	3	5
		PRIAPULIDA				
			Priapulus caudatus	2		2
		SIPUNCULIDA				
			Phascolion strombus	3	1	4
			Sipuncula indet.		1	1
		ANNELIDA				
			Polychaeta			
			Orbiniida			
			Scoloplos armiger	35	38	73
			Spionida			

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Dipolydora sp.	2	8	10
			Pseudopolydora paucibranchiata		3	3
			Spio armata	2	1	3
			Spio limicola	6	26	32
			Spiophanes kroyeri		1	1
			Aphelochaeta sp.		2	2
			Chaetozone setosa	6	14	20
			Chaetozone sp.		4	4
			Cirratulus cirratus		7	7
		Capitellida				
			Capitella capitata	100	205	305
			Heteromastus filiformis	22	17	39
			Notomastus latericeus	1	1	2
			Nicomache lumbricalis		5	5
			Petaloproctus tenuis	2	4	6
			Praxillella gracilis		1	1
			Praxillella praetermissa	2	5	7
		Opheliida				
			Ophelina acuminata		1	1
			Scalibregma inflatum		1	1
		Phyllodoceida				
			Eteone flava/longa	11	9	20
			Eumida sanguinea	1		1
			Phyllodoce groenlandica	2	2	4
			Gattyana cirrhosa	2		2
			Harmothoe viridis	5	1	6
			Polynoidae indet.	4	4	8
			Pholoe assimilis	12	5	17
			Pholoe baltica	2		2
			Oxydromus flexuosus	2		2
			Nereimyra punctata		1	1
			Syllis hyalina	2	1	3
			Syllis cornuta		8	8
			Glycera alba	4	4	8
			Glycera lapidum	7	6	13
			Nephtys pente		4	4
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysii	17	37	54
		Eunicida				
			Nothria conchylega	4	5	9
			Scoletoma fragilis		1	1
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	2	4	6
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus		1	1
		Terebellida				
			Cistenides hyperborea	2	1	3
			Amphictene auricoma	1		1
			Lagis koreni	7	10	17
			Anobothrus gracilis		1	1
			Melinna elisabethae		1	1
			Amphitrite cirrata	2		2
			Lanassa venusta		1	1
			Laphania boeckii	2	10	12
			Leaena ebranchiata		1	1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Proclea graffii	1	4	5
		Sabellida				
			Euchone papillosa		1	1
			Hydroides norvegica		1	1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Amphipoda				
			Lysianassidae indet.		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	1		1
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida				
			Leptochiton arcticus	10	4	14
		Ischnochitonidae				
			Stenosemus albus	7		7
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda				
			Iothia fulva	1		1
			Lepeta caeca	95	71	166
		Mesogastropoda				
			Euspira pallida	1		1
		Neogastropoda				
			Propebela sp.	1	1	2
			Prosobranchia indet.		1	1
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Retusa umbilicata		1	1
			Philine denticulata	1		1
		Nudibranchia				
			Cladobranchia indet.		1	1
	Bivalvia					
		Nuculoidea				
			Ennucula tenuis	3	6	9
			Nuculana minuta	5	7	12
			Yoldiella lucida	1		1
		Mytiloidea				
			Crenella decussata	1		1
			Musculus niger		1	1
		Ostreoidea				
			Heteranomia squamula	1		1
		Veneroidea				
			Thyasira sarsii	33	15	48
			Cerastoderma edule	1		1
			Macoma calcarea	16	2	18
BRACHIOPODA						
	Articulata					
		Terebratulida				
			Terebratulina septentrionalis	3		3
ECHINODERMATA						
	Asteroidea					
			Asteroidea indet. juv.	1		1
	Ophiuroidea					
			Ophiuroidea indet. juv.	1	7	8
	Echinoidea					
		Spartangoida				
			Brisaster fragilis	1		1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Maks:	100	205	305
			Antall:	55	61	81
			Sum:			1053

Stasjonsnr.: RuC4

NEMERTINI

		Nemertea indet.		5		5
SIPUNCULIDA						
		Phascolion strombus	3	4		7
		Sipuncula indet.	1			1
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
		Scoloplos armiger	15	37		52
		Cossurida				
		Cossura longocirrata		5		5
		Spionida				
		Dipolydora sp.	1	1		2
		Laonice cirrata	1			1
		Prionospio cirrifera	1	4		5
		Pseudopolydora paucibranchiata		1		1
		Spio limicola	13	28		41
		Chaetozone setosa	12	11		23
		Cirratulus cirratus	3			3
		Capitellida				
		Capitella capitata	12	247		259
		Heteromastus filiformis	17	18		35
		Rhodine gracilior		15		15
		Nicomache lumbricalis	1			1
		Chirimia biceps		1		1
		Maldane sarsi		4		4
		Praxillella praetermissa		5		5
		Phyllodoce				
		Eteone flava/longa	5	10		15
		Phyllococe groenlandica	3	3		6
		Gattyana cirrhosa		1		1
		Polynoidae indet.	1			1
		Pholoe assimilis	4	5		9
		Exogone verugera		1		1
		Syllis cornuta	1	2		3
		Glycera alba	3	5		8
		Glycera lapidum	3	7		10
		Goniada maculata		2		2
		Nephtys ciliata	1			1
		Nephtys sp.	1	1		2
		Amphinomida				
		Paramphinome jeffreysii	4	99		103
		Eunicida				
		Nothria conchylega		3		3
		Lumbrineris mixochaeta	1			1
		Scoletoma fragilis	1	1		2
		Ophryotrocha sp.		2		2
		Oweniida				

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Galathowenia oculata	3	3	6
			Owenia sp.		1	1
		Flabelligerida	Diplocirrus glaucus		1	1
		Terebellida	Cistenides hyperborea		1	1
			Amphictene auricoma	1	1	2
			Lagis koreni	1	5	6
			Laphania boeckii	4	8	12
			Terebellides sp.		3	3
		Sabellida	Chone sp.		1	1
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Amphipoda	Ampelisca sp.		1	1
MOLLUSCA						
	Caudofoveata		Caudofoveata indet.		5	5
	Polyplacophora					
		Lepidopleurida	Leptochiton arcticus	1		1
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda	Lepeta caeca	17		17
		Mesogastropoda	Euspira montagui	1	1	2
			Euspira pallida	2		2
		Neogastropoda	Propebela sp.		2	2
			Taranis moerchii		1	1
	Opisthobranchia					
		Nudibranchia	Cladobranchia indet.	2		2
	Bivalvia					
		Nuculoida	Ennucula tenuis	7	2	9
			Nuculana minuta	3	3	6
		Mytiloida	Crenella decussata	1		1
			Musculus niger		1	1
		Veneroida	Thyasira sarsii	11	4	15
			Astarte montagui	1		1
			Parvicardium minimum		1	1
			Parvicardium pinnulatum	1		1
			Macoma calcarea	1	4	5
	Scaphopoda					
		Dentaliida	Antalis sp.		1	1
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea		Ophiuroidea indet. juv.		1	1
	Holothuroidea					
		Apodida	Labidoplax buskii	1	1	2
			Maks:	17	247	259
			Antall:	41	52	66
			Sum:			746
			TOTAL:			Maks: 652
						Sum: 3069

Vedlegg 2. Analysebeviser

60607_Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx_140219



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



ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

Kunde: Eidsfjord Sjøfarm AS
Kunde referanse: Russelva C-undersøkelse 2018
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Steinar Dalheim Eriksen

Dato: 07.06.2019

Rapport nr.: 60607
Analyseparameter(e): Korn, TOM, TOC, TN, Cu
Kontaktperson: Ida Giæver Tvetter

Analyseansvarlig: *Anja Sjøvoll* (sign.)

Underskriftsberettiget: *Ida Giæver Tvetter* (sign.)

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

MERKNADER:

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

Side 1 av 3

Lab-id.	Kundens id.	Materiale	Mottatt lab	Parametere	Analyse-periode
60607/C1	C1	Sediment	16.10.2018	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	19.10.-01.02.2019
60607/C2	C2	Sediment	16.10.2018	Korn, TOM, TOC, TN**	19.10.-17.11.2018
60607/C3	C3	Sediment	16.10.2018	Korn, TOM, TOC, TN	19.10.-17.11.2018
60607/C4	C4	Sediment	16.10.2018	Korn, TOM, TOC, TN	19.10.-17.11.2018

**=uakkreditert analyse

Følgende analysemetoder er benyttet

Parameter	Metoderreferanse
Kornfordeling (splitt i to)	Sikting, basert på Bale, A.J. & Kenny, A.J. 2005. Sediment analysis and seabed characterisation . In: Eleftheriou,A; McIntyre, A.D. "Methods for the study of marine benthos", 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, UK. ISBN 0-632-05488-3, pp. 43-86
Totalt organisk materiale-TOM	Intern metode basert på NS 4764:1980
Totalt organisk karbon-TOC	NDIR-deteksjon. Intern metode basert på DIN 19539:2016
Totalt bundet nitrogen - Total-N	Elektrokjemisk deteksjon. Intern metode basert på NS-EN 12260:2003. MERK: ved TOC-verdier større enn ca 60 mg/g TS kan TN-resultater bli underestimert
Kobber-Cu / Kadmium-Cd (utført av underlev.)	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120

Side 2 av 3

Resultater

	TOC	TN	TOM	Pelitt	> 0,063 mm	Cu*	N TOC	C/N [#]
Kundens id.:	mg/g TS	mg/g TS	% TS	vekt%	vekt%	mg/kg TS	mg/g TS	
C1	5,1	0,39	1,1	7,2	92,8	5,03	21,8	13,1
C2	5,0	0,57	1,7	38,3	61,7	ia	16,1	8,8
C3	9,6	0,68	2,1	44,5	55,5	ia	19,6	14,1
C4	5,8	0,51	1,9	37,5	62,5	ia	17,0	11,4

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

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

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

ia = ikke analysert

^{#)} TOC-resultat større enn ca 60 mg/g TS kan gi underestimert TN-resultat og derved gi forhøyet C/N-verdi

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sedimenter ihht. Veileder 02:2018:

	< 20	20-27	27-34	34-41	> 41
Normalisert TOC, mg/g 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):

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

Resultater

	TOC	TN	TOM	Pelitt	> 0,063 mm	Cu*	N TOC	C/N [#]
Kundens id.:	mg/g TS	mg/g TS	% TS	vekt%	vekt%	mg/kg TS	mg/g TS	
C1	5,1	0,39	1,1	7,2	92,8	5,03	21,8	13,1
C2	5,0	0,57	1,7	38,3	61,7	ia	16,1	8,8
C3	9,6	0,68	2,1	44,5	55,5	ia	19,6	14,1
C4	5,8	0,51	1,9	37,5	62,5	ia	17,0	11,4

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

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

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

ia = ikke analysert

^{#)} TOC-resultat større enn ca 60 mg/g TS kan gi underestimert TN-resultat og derved gi forhøyet C/N-verdi

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sedimenter iht. Veileder 02:2018:

	< 20	20-27	27-34	34-41	> 41
Normalisert TOC, mg/g 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):

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