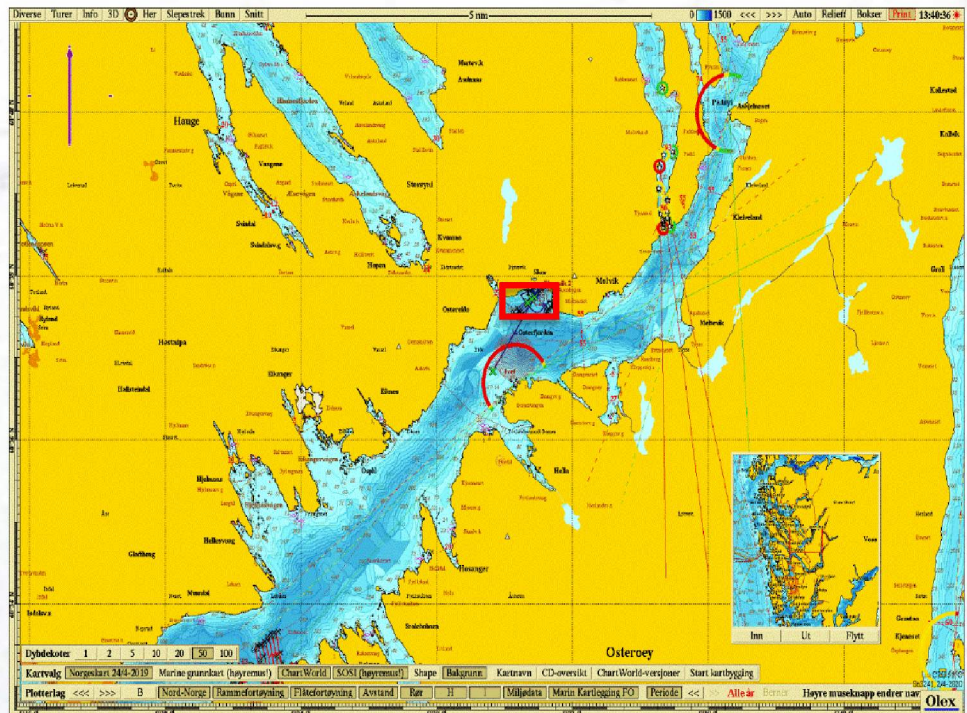


Lerøy Vest AS Forundersøkelse type C Bjørsvik 2, 2019



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**

Lerøy Vest AS. Forundersøkelse type C, Bjørsvik 2, 2019.

Forfatter(e) / Author(s)

Hans-Petter Mannvik

Gjermund Bahr

Akvaplan-niva rapport nr / report no

61497.02

Dato / Date

21.04.2020

Antall sider / No. of pages

16 + vedlegg

Distribusjon / Distribution

Gjennom oppdragsgiver

Oppdragsgiver / Client

Lerøy Vest AS

Skipavika 54

5397 Bekkjarvik

Oppdragsg. referanse / Client's reference

Sigfrid Tangen

Sammendrag / Summary

Resultatene fra forundersøkelsen ved oppdrettslokaliteten Bjørsvik 2 i 2019 viste at faunaen var i tilstandsklasse III "Moderat" på C2 og i klasse II "God" på de andre stasjonene. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene. Blant støtteparameterne var sedimentene belastet med organisk karbon i klasse IV "Dårlig" på stasjon C4 og klasse II "God" på de andre stasjonene. Kobberkonsentrasjonen var litt forhøyet på C1 og i klasse II/III. Oksygenmetningen i november var litt lav med 58 % i bunnvannet.

Prosjektleder / Project manager

Astrid Harendza

Kvalitetskontroll / Quality control

Roger Velvin

© 2020 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 FORUNDERSØKELSE TYPE C	3
2 INNLEDNING	4
2.1 Bakgrunn og formål	4
2.2 Drift og fôrforbruk	4
3 MATERIALE OG METODE	5
3.1 Faglig program	5
3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering	5
3.3 Hydrografi og oksygen	7
3.4 Sedimentundersøkelse	7
3.4.1 Feltinnsamlinger	7
3.4.2 Total organisk materiale (TOM)	7
3.4.3 Total nitrogen (TN)	7
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	8
3.5.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn	8
3.5.2 Innsamling og fiksering	9
3.5.3 Kvantitative bunndyrsanalyser	9
4 RESULTATER	10
4.1 Hydrografi og oksygen	10
4.2 Sediment	10
4.2.1 TOM, TOC, TN, kornfordeling og pH/Eh	10
4.2.2 Kobber	11
4.3 Bløtbunnfauna	11
4.3.1 Faunaindeksler og økologisk tilstandsklassifisering	11
4.3.2 NS 9410 vurdering av bløtbunnsamfunnet i anleggssonen	12
4.3.3 Geometriske klasser	12
4.3.4 Clusteranalyser	13
4.3.5 Artssammensetning	13
5 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	15
5.1 Sammendrag	15
5.2 Konklusjoner	15
6 REFERANSER	16
7 VEDLEGG	17
Vedlegg 1 Bunndyrsstatistikk og artslistene	17
Vedlegg 2. Analysebeviser	27
Vedlegg 3 - Bilder av prøver ved Bjørsvik 2	30

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en forundersøkelse type C ved oppdrettslokaliteten Bjørsvik 2. Oppdragsgiver har vært Lerøy Vest AS. Undersøkelsen inngår i selskapets miljøovervåking av bunnpåvirkningen fra anlegget.


Følgende personer har deltatt:

Astrid Harendza	Akvaplan-niva	Prosjektleder.
Gjermund Bahr	Akvaplan-niva	Feltarbeid, rapport.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (Varia). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark og bløtdyr).
Thomas Heggem	Akvaplan-niva	CTDO utlesing av data og grafikk
Kristine H Sperre	Akvaplan-niva	Koordinering av bunndyrsortering.
Ingar H. Wasbotten	Akvaplan-niva	Koordinering av geokjemiske analyser.

Akvaplan-niva vil takke Lerøy Vest AS ved Sigfrid Tangen 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, 21.04.2020




Astrid Harendza

Prosjektleder

1 Oppsummeringstabell forundersøkelse type C

Informasjon oppdragsgiver			
Tittel :	Forundersøkelse Bjørsvik 2, 2019.		
Rapport nr.	61497.02	Lokalitet:	Bjørsvik 2
Lokalitet nr.	Ny lokalitet	Kartkoordinater (anlegg):	60-37.757 N 5-30.922 E
Fylke:	Vestland	Kommune:	Lindås
MTB-tillatelse:	Søkes om 780 tonn	Driftsleder:	Frode Gjelsvik
Oppdragsgiver:	Lerøy Vest AS		

Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato 28.11.19			
Fiskegruppe:	-	Biomasse ved undersøkelse:	-
Utføret mengde:	-	Produsert mengde:	-
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:		Oppfølgende undersøkelse:	
Brakklegging:		Ny lokalitet:	x

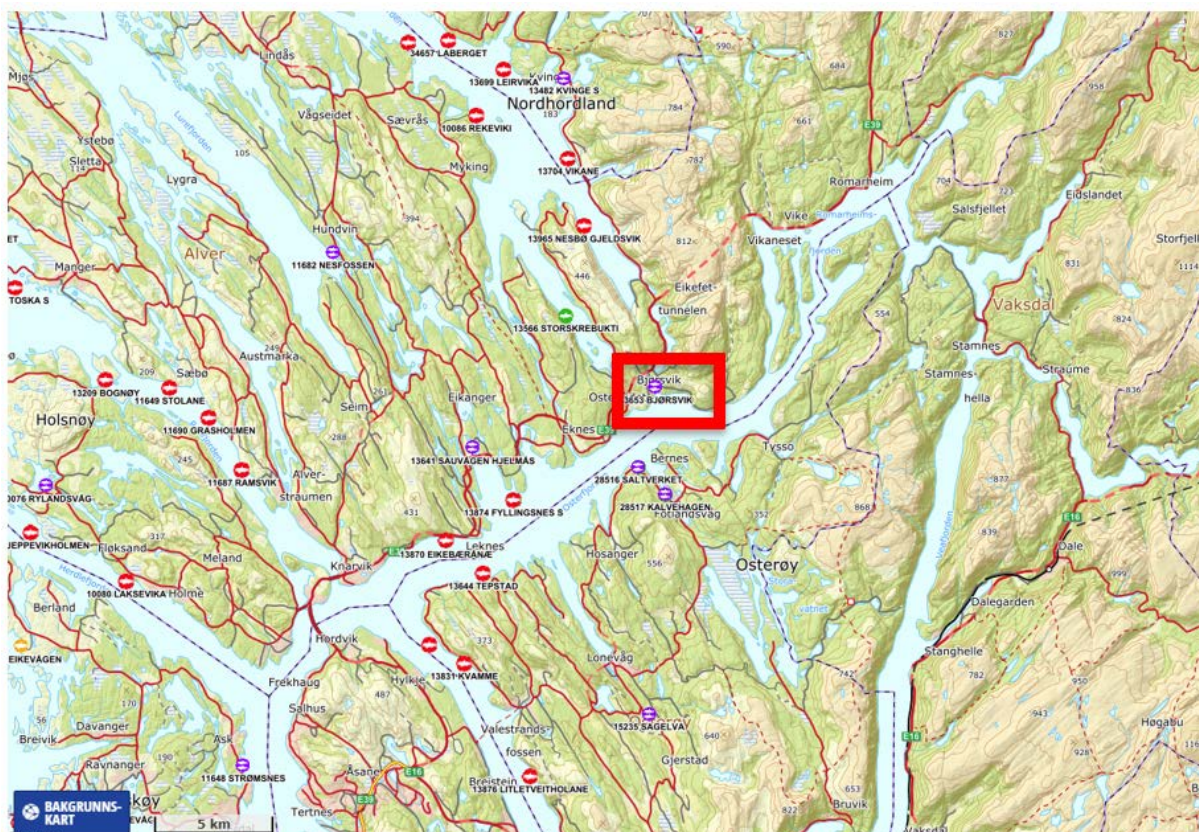
Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR (Veileder 02:2018)		Økologisk tilstandsklassifisering (Veileder 02:2018)	
Fauna C1	0,610	Fauna C1	Klasse II
Fauna C2 (dypområde)	0,565	Fauna C2 (dypområde)	Klasse III
Fauna C3	0,660	Fauna C3	Klasse II
Fauna C4 referanse	0,644	Fauna C4 referanse	Klasse II
Dato feltarbeid:	28.11.2019	Dato rapport:	21.04.2020
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)			TOC i klasse IV (C4) og II (øvrige st.) Kobber i klasse II/III (C1) pH/Eh poeng 0 (C1) O ₂ -metningen var litt lave i bunnvannet (58 %).
Ansvarlig feltarbeid:	Gjermund Bahr	Signatur:	

2 Innledning

2.1 Bakgrunn og formål

I forbindelse med settefiskproduksjonen i Bjørsvik er det planlagt et lukket anlegg rett ved det eksisterende settefiskanlegget for produksjon av postsmolt (Bjørsvik 2). Drift på anlegget er planlagt med oppsamling av organisk materiale (pers.med Sigfrid Tangen).

Et oversiktskart med Bjørsvik 2 er vist i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart Osterfjorden med plassering av Bjørsvik 2.

2.2 Drift og fôrforbruk

Det har ikke vært drift på denne lokaliteten tidligere.

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 1.

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 klassifiseringssystem for vann i henhold til Vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.

Tabell 1. Faglig program på stasjonene ved Bjørsvik 2, 2019. TOM = totalt organisk materiale, TOC = total organisk karbon, TN = totalt nitrogen, Cu = kobber, Korn = kornfordeling. pH/Eh = Surhetsgrad og redokspotensial.

Stasjon	Type analyse/parametere
C1	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. Cu. pH/Eh.
C2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. Hydrografi/O ₂
C3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN.
C4	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN.

Beskrivelse av prøvene er vist i Tabell 3 (jfr bilder av prøver i Vedlegg 3).

Feltarbeidet ble gjennomført 28.11.2019.

3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering

Bjørsvika 2 ligger ved det dypeste området av Osterfjorden med dybder ned til over 600 meter. Dybden under det planlagte anlegget er fra 175 meter til 242 meter. Bunnen er bratt skrånende fra land og ut mot midten av fjorden. Osterfjorden er en del av et sammenhengende fjordsystem rundt Osterøy og utgjør en del av de store fjordsystemene rundt Bergen. Osterfjorden grenser til store og dype sjøområder 10 talls km videre vestover mot Salhusfjorden – Byfjorden. Hovedterskelen inn til Byfjorden – Osterfjordbassenget er rundt 120 m dyp ved overgangen til Salhusfjorden.

Det ble benyttet strømmålinger for spredningsstrøm for å plassere stasjonene for C-undersøkelsen (Potac L., 2019). Stasjonsnettets plassering er ut fra en forventet spredning av eventuell organisk påvirkning fra anlegget mot vest. Det er generelt lite strøm på lokaliteten og strømmen har ingen tydelig hovedretning ned igjennom vannmassene. Strøm er målt på 5, 15, 99 og 149 meters dyp. Gjennomsnittsstrøm på 5 og 15 meter var 2 cm/sek og på 99 og 149

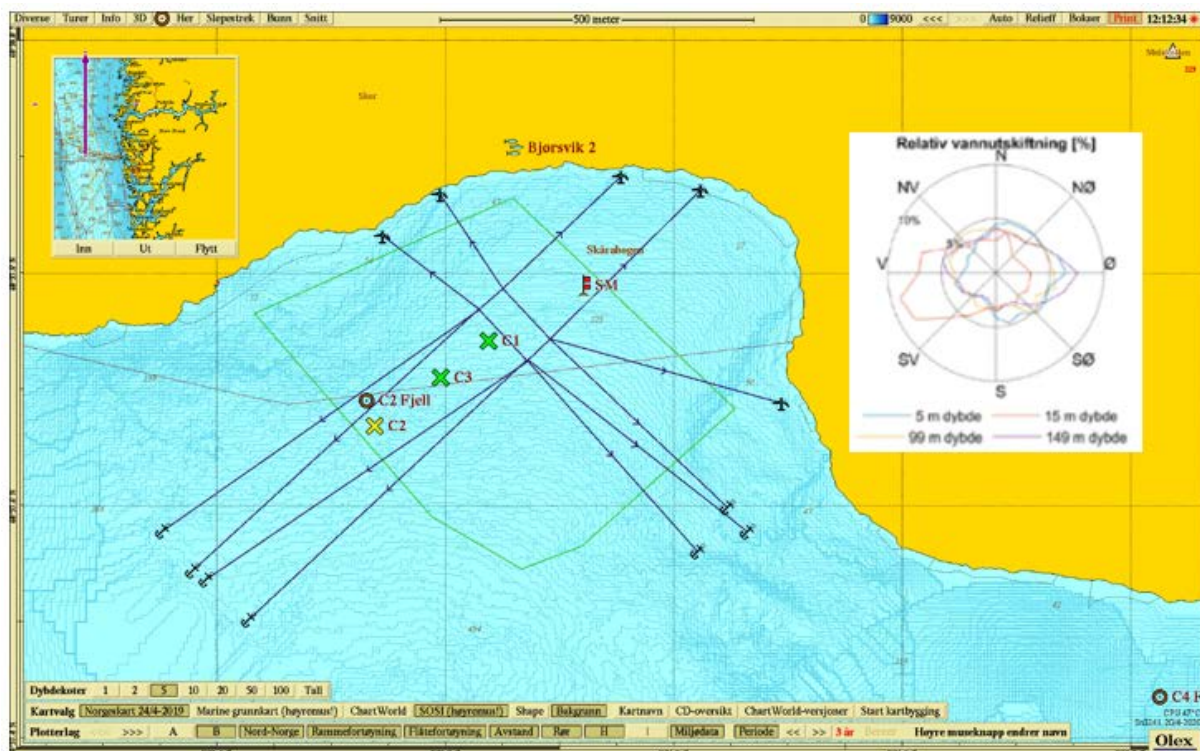
meter var den 1 cm/sek. Maksimal strøm var 14 cm/sek på fem meter 9 cm/sek på 15 meter. 5 cm/sek på 99 meter og 4 cm/sek på 149 meter. På grunn av bratt skrånende topografi med mye fjell er det ofte utfordrende å finne sedimenter i slike områder. Det er derfor ikke uvanlig at stasjoner må flyttes for å få godkjente grabbskudd. Stasjon C2 ble flyttet ca 40 meter da første plassering var på fjell og gav ingen prøve. C4 ble flyttet tre ganger da første forsøk rett øst for anlegget var på fjell, og man fikk ikke prøve. Andre forsøk var etter det digitale kartet oppgitt til ca 240 meter. Her var dybden mer enn 500 meter og ville ha vært utenfor det dybdeområdet anlegget ligger over. Tredje forsøk var rett ut av Ostereido sør vest for anlegget. Her hadde man en rekke forsøk men fjellbunn gav ingen godkjente prøver.

En oversikt over stasjonsdyp og GPS-koordinater er gitt i Tabell 2. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 2. En oversikt over Referansestasjonene og utslippspunktet fra settefiskanlegget i Bjørsvik er vist i Figur 3. Avløpspunktet ligger ca 900 meter fra den omsøkte lokaliteten. Anlegget har i dag en tillatelse til å produsere 7,5 mill. settefisk.

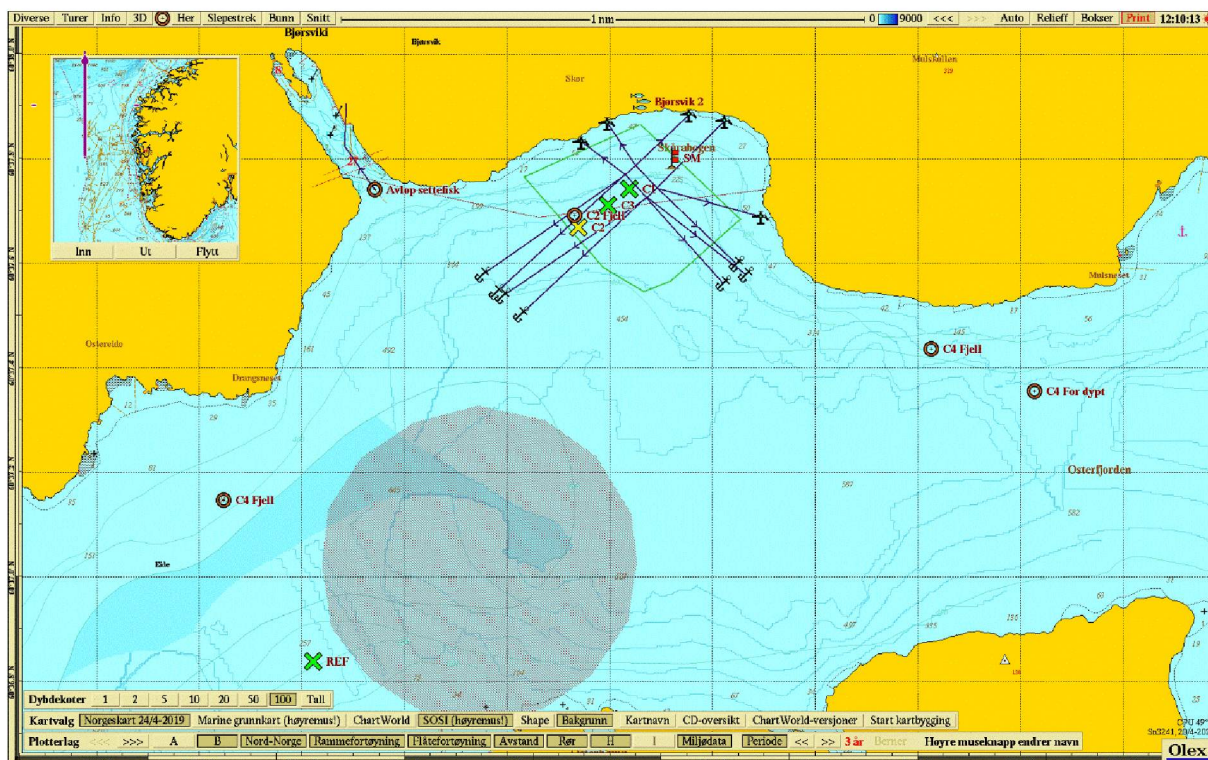
Tabell 2. Stasjonsdyp, avstand til merd og koordinater, Bjørsvik 2, 2019.

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon	
			N	Ø
C1	220	25	60°37,741	05°30,876
C2*	319	250	60°37,667	05°30,676
C3	240	120	60°37,709	05°30,791
C4*	258	2037	60°36,837	05°29,643

* Stasjoner som ble flyttet i forhold til opprinnelig feltplan.



Figur 2. Stasjonskart, Bjørsvik 2, 2019. Prøvetatte stasjoner er merket med grønne kryss. Stasjoner som er forsøkt prøvetatt er merket med kryss. "SM" er posisjon for strømmåler. Strømrose med retning på relativ vannutskiftning er presentert i høyre side av figuren.



Figur 3. Stasjonskart, Bjørsvik 2, 2019. Referansestasjon med punkter som er forsøkt prøvetatt. "SM" er posisjon for strømmåler. Avløp settefisk, er avløpspunktet til settefiskanlegget.

3.3 Hydrografi og oksygen

På stasjon C2 ble det gjennomført hydrografiske registreringer for vertikalprofiler 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, TN og Cu ble tatt av fra øverste 1 cm av sedimentet, og for TOM og 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. Stasjonen C2 ble flyttet på grunn av fjell, man fikk ikke godkjente grabbskudd. Det samme gjaldt referansestasjonen C4 der man traff fjell på to plasser, mens tredje punktet var for dypt for å kunne benyttes.

3.4.2 Total organisk materiale (TOM)

Mengden av TOM i sediment ble bestemt ved vektapp etter forbrenning ved 495 °C. Vektappet i prosent etter forbrenning ble beregnet. Reproduerbarheten 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.

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 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 Veileder 02:2018.

Tilstandsklassifisering for kobber (Cu) 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 stasjon C1 ble det utført en kvantitativ kjemisk undersøkelse av sedimentet. Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (ORP) 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) for å få Eh-verdien.

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 miljøltilstanden 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 (ES₁₀₀) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI₂₀₁₂), uegnet ved lavt individ/artstall
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- S 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 (Veileder 02:2018 vanntype M4).

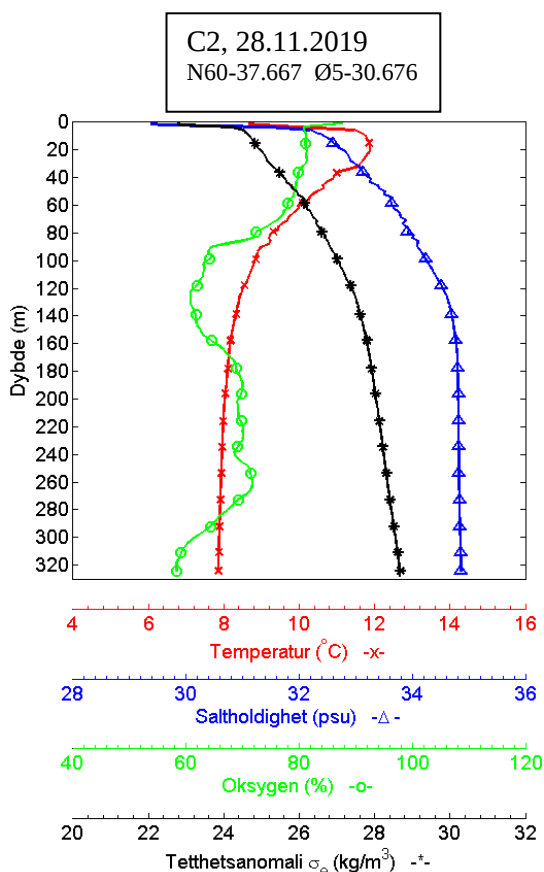
Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
NQI1	0,9 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	5,9 - 3,9	3,9 - 3,1	3,1 - 2,0	2,0 - 0,9	0,9 - 0
ES ₁₀₀	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	13,1 - 8,5	8,5 - 7,6	7,6 - 6,3	6,3 - 4,5	4,5 - 0
NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
nEQR	1,0 - 0,8	0,8 - 0,6	0,6 - 0,4	0,4 - 0,2	0,2 - 0,0

4 Resultater

4.1 Hydrografi og oksygen

Vertikalprofilene for temperatur, salinitet, tetthet og oksygenmetning ved Bjørsvik 2, 2019 er vist i Figur 4.

Temperaturen steg fra 8,5 °C i overflaten til 12,5 °C på 20 m dyp og sank deretter til 8 °C ved bunnen. Oksygenmetningen sank fra 83 % i overflaten til 62 % ved 120 m dyp og varierte en del ned til 280 m før det igjen sank til 58 % i bunnvannet.



Figur 4. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på stasjon C2 ved Bjørsvik 2, 2019.

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 3.

TOM-nivåene var forholdsvis lave med verdier mellom 6,1 og 8,6 %. TN-nivåene var lave (2,2 – 3,2 mg/g) og det samme var C/N-forholdene. TOC var lett forhøyet på stasjon C1, C2 og C3 og i tilstandsklasse II "God" og tydelig forhøyet på C4 med klasse IV "Dårlig". Sedimentene var moderat grovkornet med pelittandel mellom 50,3 og 75,6 %.

Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 0 iht. Tillegg D i NS 9410:2016 for stasjon C1.

Tabell 3. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC (mg/g), TN (mg/g), C/N, kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Bjørsvik 2 2019.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
C1	Bløtt, lyst brunt sediment med leire og stein. Frisk lukt.	6,1	17	21,7	II	2,6	6,8	75,6	7,9/ 122
C2	Bløtt, lyst brunt sandig sediment med litt grusrester etter sikting. Frisk lukt.	8,6	20	25,3	II	2,2	8,9	69,4	-
C3	Bløtt, lyst brunt sediment. Siltig. Frisk lukt.	6,2	20	26,0	II	2,9	7,0	66,5	-
C4	Bløtt, lyst brunt, sandig/siltig sediment med grusrester etter sikting. Frisk lukt	6,1	28	37,3	IV	3,2	8,7	50,3	-

* 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

Nivået av kobber i sedimentet på C1 er presentert i Tabell 4. Nivået var lett forhøyet og i klasse II/III.

Tabell 4. Metallanalyse for kobber (Cu) i mg/kg TS. Bjørsvik 2 2019. Tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2018.

St.	Cu	Tilst.klasse Cu
C1	24,8	II/III

4.3 Bløtbunnfauna

4.3.1 Faunaindeks og økologisk tilstandsklassifisering

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene er presentert i Tabell 5. Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet.

Antall individ varierte fra 1356 (C2) til 2493 (C4) og antall arter fra 38 (C2) til 74 (C4). De enkelte indeksene varierte fra klasse I til klasse III/IV på stasjonene. På C1, C3 og C4 viste den samlede faunaindeksen nEQR klasse II "God" og på C2 klasse III "Moderat".

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 alle stasjonene med verdier mellom 0,24 og 0,40.

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. Bjørsvik 2, 2019. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2018 vanntype M4.

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES ₁₀₀	NQI1	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	AMBI	J
C1	1764	55	1,28	11,79	0,686	10,05	22,63	0,610	2,40	0,24
C2	1356	38	1,17	10,11	0,631	9,10	22,62	0,565	2,69	0,25
C3	1780	69	1,81	14,95	0,7199	10,17	22,45	0,660	2,20	0,32
C4	2493	74	2,30	14,92	0,664	10,99	20,44	0,644	3,00	0,40

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

4.3.2 NS 9410 vurdering av bløtbunnsamfunnet i anleggssonen.

I følge NS 9410 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bløtbunnsamfunnet (se kapt. 8.6.2. i NS 9410:2016). Tabell 6 viser antall arter, kumulativ prosent for dominerende taksa og klassifisering av miljøtilstanden for bløtbunnsamfunnet på C1 i anleggssonen.

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. Her utgjorde den mest dominante arten 85 % av individene og stasjonen skrives da ned til tilstand 2. Data for antall arter og dominerende taksa på anleggssonestasjonene er hentet fra Tabell 5 og Tabell 7.

Tabell 6. NS 9410:2016. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnet på C1 i anleggssonen, Bjørsvik 2 2019.

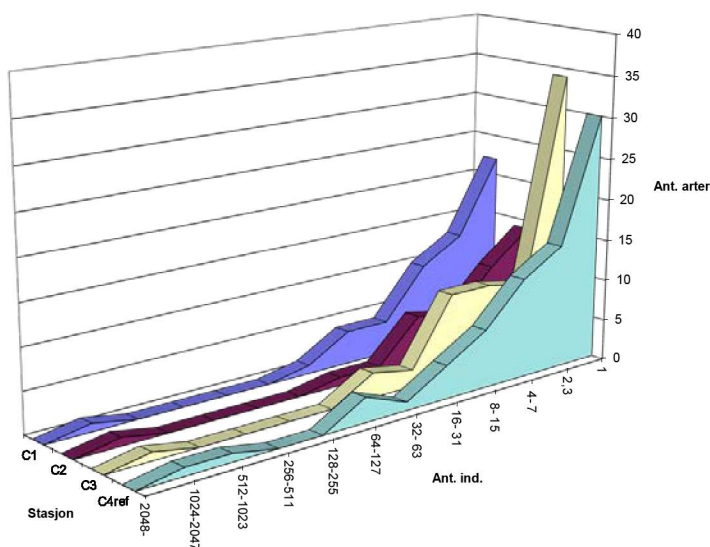
Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa -%	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Bjørsvik 2	55	Spiochaetopterus bergensis – 85 %	2 - God

4.3.3 Geometriske klasser

Figur 5 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.

Kurvene startet moderat til høyt og strakk seg i varierende grad ut mot høyere klasser for stasjonene. Disse ga ingen klare indikasjoner på faunatilstanden.

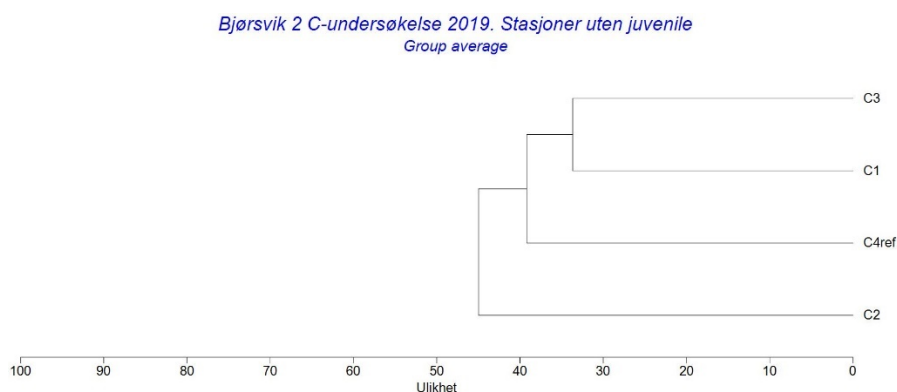


Figur 5. Bløtbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bunndyrstasjonene ved Bjørsvik 2, 2019 (pr. 0,2 m²).

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 6. 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 stasjonene var mer enn 55 % lik.



Figur 6. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnsfaunaen ved Bjørsvik 2, 2019.

4.3.5 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en ”topp ti” artsliste fra hver stasjon i Tabell 7. 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 alle stasjonene dominerte børstemarken *Spiochaetopterus bergensis* (ikke kjent EG) med mellom 58 og 85 % av individene. De andre mest dominante artene på stasjonene var hovedsakelig tolerante og opportunistiske arter.

Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene.

Tabell 7. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Bjørsvik 2, 2019.

C1	Ant.	Kum.	EG	C2	Ant.	Kum.	EG
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	1510	85 %	Ik	<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	1157	85 %	Ik
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	38	88 %	III	<i>Parathyasira equalis</i>	56	89 %	III
<i>Chaetozone</i> sp.	20	89 %	III	<i>Chaetozone</i> sp.	17	91 %	III
<i>Parathyasira equalis</i>	20	90 %	III	Nemertea indet.	15	92 %	III
<i>Spiophanes kroyeri</i>	17	91 %	III	<i>Heteromastus filiformis</i>	13	93 %	IV
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	16	92 %	IV	<i>Aphelochaeta</i> sp.	11	94 %	II
<i>Anobothrus laubieri</i>	13	92 %	Ik	<i>Caudofoveata</i> indet.	10	94 %	II
<i>Heteromastus filiformis</i>	9	93 %	IV	<i>Levinsenia gracilis</i>	9	95 %	II
Nemertea indet.	8	93 %	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	9	96 %	III
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	8	94 %	I	<i>Amythasides macroglossus</i>	6	96 %	I
C3	Ant.	Kum.	EG	C4	Ant.	Kum.	EG
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	1390	78 %	Ik	<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	1447	58 %	Ik
<i>Parathyasira equalis</i>	62	81 %	III	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	545	80 %	IV
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	57	85 %	III	<i>Anobothrus laubieri</i>	72	83 %	Ik
<i>Anobothrus laubieri</i>	37	87 %	Ik	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	65	85 %	III
<i>Chaetozone</i> sp.	16	88 %	III	<i>Spiophanes kroyeri</i>	64	88 %	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	16	89 %	IV	<i>Mendicula ferruginosa</i>	32	89 %	Ik
<i>Augeneria</i> sp.	15	89 %	Ik	<i>Parathyasira equalis</i>	23	90 %	III
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	13	90 %	IV	Nemertea indet.	20	91 %	III
Nemertea indet.	12	91 %	III	<i>Spiophanes wigleyi</i>	18	91 %	Ik
<i>Glycera lapidum</i>	11	91 %	I	<i>Cyclopecten hoskynsi</i>	16	92 %	Ik

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

5 Sammenfattende vurderinger

5.1 Sammendrag

Resultatene fra miljøovervåkingen (type C) ved Bjørsvik 2 i 2019, kan sammenholdes som følger:

- Det ble ikke registrert oksygenkrisiske forhold i vannsøylen på dypstasjonen C4. Oksygenmetningen i bunnvannet var litt lavt med 58 % i november 2019.
- Klassifisering av økologisk tilstand, basert på faunaindeksene i veileder 02:2018, viste klasse III "Moderat" for bløtbunnsamfunnet på C2 og klasse II "God" for de øvrige undersøkte bløtbunnsamfunnene. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen viste miljøtilstand 2 (God). Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene.
- TOC-nivået var forhøyet i sediment fra stasjon C4 (tilstandsklasse IV) og lett forhøyet på de andre stasjonene (klasse II). TOM nivåene var forholdsvis lave, mens TN var lavt i sedimentene fra alle stasjonene og det samme var C/N-forholdet. Kobbernivået på C1 var lett forhøyet og i klasse II/III. Sedimentene var moderat grovkornet med pelittandel mellom 50,3 og 75,6 %. Redoksmålingene i sedimentet ga poeng 0 på stasjon C1.

5.2 Konklusjoner

Resultatene fra forundersøkelsen ved oppdrettslokaliteten Bjørsvik 2 i 2019 viste at faunaen var i tilstandsklasse III "Moderat" på C2 og i klasse II "God" på de andre stasjonene. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene. Blant støtteparameterne var sedimentene belastet med organisk karbon i klasse IV "Dårlig" på stasjon C4 og klasse II "God" på de andre stasjonene. Kobberkonsentrasjonen var litt forhøyet på C1 og i klasse II/III. Oksygenmetningen i november var litt lav med 58 % i bunnvannet.

Børstemarken *Spiochaetopterus bergensis* (ikke kjent EG) var mest dominant på alle stasjonene med mellom 58 og 85 % av individene. Denne dominansen har ført til lave verdier for de fleste indeksene, også nEQR, men det er usikkert om faunaen faktisk er påvirket på stasjon C2, der nEQR ga klasse III.

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.

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.

Potac, L., 2019. Strømanalyse, Bjørsvik 2, Lindås kommune, 2019. Multikonsult rapport nummer 10209621-RIMT-RAP-001.

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. Sigfrid Tangen, Miljøkoordinator, Lerøy Vest AS.

7 Vedlegg

Vedlegg 1 Bunndyrsstatistikk 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 forurensning forsvinner en del av de individfattige artene, mens noen som blir begunstiget, øker i antall. Slik flater kurven ut, og strekker seg mot høyere klasser eller den får ekstra topper. Under slike forhold mister kurven enhver likhet med den statistiske log-normalfordelingen. Derfor kan avvik fra log-normalfordelingen tolkes som et resultat av en påvirkning/forurensning. Det har vist seg at denne metoden tidlig gir utslag ved miljøforstyrrelse. Ved sterk forurensning blir det bare noen få, men ofte svært tallrike arter tilbake. Log-normalfordelingskurven vil da ofte gjenoppstå, men med en lavere topp og spredt over flere klasser enn for uforstyrrede samfunn.

Faunaens fordelingsmønster

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

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

Clusteranalyse

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

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

der n = antall arter sammenlignet
 X_{ki} = antall individ av art k i prøve nr. i
 X_{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 Bjørsvik 2, 2019:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	C1	C2	C3	C4ref
no. ind.	7393	1764	1356	1780	2493
no. spe.	109	55	38	69	74

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02	C4ref_01	C4ref_02
no. ind.	7393	744	1020	661	695	732	1048	1646	847
no. spe.	109	43	39	25	29	57	44	59	52
Shannon-Wiener:		1,4	1,1	1,1	1,3	2,1	1,5	2,1	2,5
Pielou		0,27	0,21	0,23	0,26	0,37	0,27	0,36	0,44
ES100		13	11	9	11	17	12	12	17
SN		1,99	1,89	1,72	1,79	2,14	1,95	2,04	2,07
ISI-2012		9,99	10,10	9,08	9,12	9,99	10,34	10,88	11,10
AMBI	*)	2,225	2,568	2,801	2,569	2,434	1,962	3,775	2,223
NQI1		0,71	0,67	0,62	0,65	0,72	0,72	0,61	0,72
NSI		22,9	22,4	22,7	22,5	22,2	22,7	19,3	21,6

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.	C1	C2	C3	C4ref
Shannon-Wiener:	1,28	1,17	1,81	2,30
Pielou	0,24	0,25	0,32	0,40
ES100	11,8	10,1	14,9	14,9
SN	1,94	1,76	2,05	2,05
ISI-2012	10,05	9,10	10,17	10,99
AMBI	2,397	2,685	2,198	2,999
NQI1	0,69	0,63	0,72	0,66
NSI	22,63	22,62	22,45	20,44
Tilstandsklasse nEQR *)	0,610	0,565	0,660	0,644

*) På alle stasjonene manglet mer enn 20% av populasjonen AMBI verdi.

Geometriske klasser

int.	C1	C2	C3	C4ref
1	22	14	34	30
2,3	13	10	9	15
4-7	10	5	10	12
8-15	4	6	10	7
16-31	4	1	2	4
32-63	1	1	3	1
64-127	0	0	0	3
128-255	0	0	0	0
256-511	0	0	0	0
512-1023	0	0	0	1
1024-2047	1	1	1	1
2048-	0	0	0	0

Artliste

Bjørsvik 2 forundersøkelse 2019

Rekke	Klasse	Art/Taxa	01	02	Sum
Stasjonsnr.: C1					
NEMERTINI					
		Nemertea indet.	2	6	8
SIPUNCULIDA					
		Golfingiidae indet.	1	1	2
		Onchnesoma steenstrupii	4	4	8
ANNELIDA					
	Polychaeta	Amphictene auricoma	1	1	2
		Amythasides macroglossus	2	4	6
		Anobothrus gracilis	1		1
		Anobothrus laubieri	5	8	13
		Aphelochaeta sp.		1	1
		Aphrodita perarmata	1		1
		Aricidea catherinae	1		1
		Augeneria sp.	1		1
		Bylgides groenlandicus		1	1
		Chaetozone sp.	8	12	20
		Chone sp.	1		1
		Exogone verugera	1		1
		Heteromastus filiformis	2	7	9
		Kirkegaardia sp.	1		1
		Laonice sarsi		1	1
		Levinsenia gracilis	2	5	7
		Lumbrineris aniara		2	2
		Nephtys paradoxa	1	1	2
		Nereimyra punctata		1	1
		Nereis zonata		1	1
		Paradiopatra fiordica		2	2
		Paradiopatra quadricuspis	1		1
		Paramphinome jeffreysii	25	13	38
		Pectinaria belgica		1	1
		Polynoidae indet.	1		1
		Pseudopolydora paucibranchiata	5	11	16
		Scalibregma inflatum	3		3
		Siboglinidae indet.	7		7
		Spiochaetopterus bergensis	618	892	1510
		Spiophanes kroyeri	9	8	17
		Spiophanes wigleyi	1	6	7
		Streblosoma intestinale	1		1
		Terebellides sp.	3	1	4
		Trichobranchus roseus	1	1	2
CRUSTACEA					
	Malacostraca	Diastylis cornuta	2	1	3
		Eriopisa elongata	2	1	3
		Nicippe tumida	1	1	2
		Westwoodilla caecula	1		1
MOLLUSCA					
	Caudofoveata	Caudofoveata indet.	1	5	6

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
	Prosobranchia	Haliella stenostoma	1	1	2
	Bivalvia	Abra longicallus	2		2
		Cyclopecten hoskynsi	2	3	5
		Delectopecten vitreus	2		2
		Kelliella miliaris	3	1	4
		Ledella messanensis		1	1
		Mendicula ferruginosa	2	2	4
		Parathyasira equalis	11	9	20
		Tellimya tenella		1	1
		Thyasira obsoleta		1	1
		Thyasiridae indet.	1		1
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea	Ophiuroidea indet. juv.	3		3
	Echinoidea	Brisaster fragilis	3	1	4
		Spatangoida indet. juv.	1		1
	Holothuroidea	Molpadia borealis		1	1
		Maks:	618	892	1510
		Antall:	45	39	57
		Sum:			1768
Stasjonsnr.: C2					
NEMERTINI		Nemertea indet.	5	10	15
SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii	3	1	4
ANNELIDA					
	Polychaeta	Abyssoninoe scopa	1		1
		Aglaophamus pulcher	1		1
		Amphictene auricoma		1	1
		Amythasides macroglossus	3	3	6
		Anobothrus laubieri	2		2
		Aphelochaeta sp.	8	3	11
		Aricidea catherinae	1		1
		Augeneria sp.	2	3	5
		Chaetozone sp.	7	10	17
		Exogone verugera		2	2
		Glycera lapidum	2	2	4
		Heteromastus filiformis	5	8	13
		Levinsenia gracilis	3	6	9
		Paramphinome jeffreysii	2	7	9
		Paucibranchia bellii		1	1
		Pectinaria belgica		2	2
		Phylo sp.		1	1
		Pilargidae indet.	1		1
		Polycirrus sp.	1	1	2
		Prionospio cirrifera		1	1
		Scalibregma inflatum	1		1
		Spiochaetopterus bergensis	570	587	1157
CRUSTACEA					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>	
	Malacostraca	Acidostoma sp.		2	2	
		Diastylis cornuta	1		1	
		Eriopisa elongata	1	2	3	
MOLLUSCA	Caudofoveata	Caudofoveata indet.	6	4	10	
	Bivalvia	Abra longicallus	1		1	
		Astarte sulcata		1	1	
		Cyclopecten hoskynsi		2	2	
		Kelliella miliaris		1	1	
		Mendicula ferruginosa		5	5	
		Parathyasira equalis	32	24	56	
		Thyasira obsoleta	1		1	
		Thyasiridae indet.	1	1	2	
		Yoldiella lucida		2	2	
ECHINODERMATA	Ophiuroidea	Amphilepis norvegica		2	2	
			Maks:	570	587	1157
			Antall:	25	29	38
			Sum:			1356
 Stasjonsnr.: C3						
	NEMERTINI	Nemertea indet.	9	3	12	
	SIPUNCULIDA	Golfingiidae indet.		1	1	
		Onchnesoma steenstrupii	5	6	11	
		Sipuncula indet.	1		1	
ANNELIDA	Polychaeta	Aglaophamus pulcher	2		2	
		Amythasides macroglossus	1	1	2	
		Anobothrus gracilis	1		1	
		Anobothrus laubieri	15	22	37	
		Aphelochaeta sp.	7	2	9	
		Aphrodita perarmata	1		1	
		Augeneria sp.	6	9	15	
		Chaetozone sp.	10	6	16	
		Clymenura borealis		1	1	
		Eulalia tjalfiensis	1		1	
		Exogone verugera	3	1	4	
		Galathowenia oculata	1		1	
		Glycera lapidum	5	6	11	
		Goniada maculata	1	1	2	
		Heteromastus filiformis	4	12	16	
		Leiochone johnstoni	1	1	2	
		Levinsenia gracilis	4	4	8	
		Nephtys hystericis	1		1	
		Octobranthus sikorskii		1	1	
		Paradiopatra fiordica	2	2	4	
		Paradiopatra quadricuspis	1	1	2	

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Paramphinome jeffreysii	33	24	57
		Parexogone longicirris		1	1
		Pectinaria belgica		1	1
		Pherusa falcata	1		1
		Pholoe pallida		1	1
		Pilargidae indet.	2	2	4
		Polycirrus norvegicus	1		1
		Polycirrus sp.	1		1
		Polynoidae indet.	2		2
		Prionospio dubia	1		1
		Protodorvillea kefersteini	1		1
		Pseudopolydora paucibranchiata	11	2	13
		Scalibregma hansenii	2	1	3
		Scalibregma inflatum	1		1
		Scoletepis korsuni	1		1
		Siboglinidae indet.		1	1
		Spiochaetopterus bergensis	534	856	1390
		Spiophanes kroyeri	4	1	5
		Spiophanes wigleyi	5	2	7
		Streblosoma intestinale		1	1
		Terebellides sp.	4	4	8
		Trichobranchus roseus	1		1
		Zatsepinia rittichae	1		1
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Diastylis cornuta		1	1
		Eriopisa elongata	1		1
		Eudorella sp.	1		1
		Tanaidacea indet.	1		1
MOLLUSCA					
	Caudofoveata				
		Caudofoveata indet.	2	2	4
	Prosobranchia				
		Haliella stenostoma	1		1
	Opisthobranchia				
		Laona quadrata	1		1
	Bivalvia				
		Astarte crenata	1		1
		Cyclopecten hoskynsi		1	1
		Delectopecten vitreus	1		1
		Kelliella miliaris	1		1
		Ledella messanensis	1	8	9
		Mendicula ferruginosa	1	1	2
		Parathyasira equalis	26	36	62
		Tellimya tenella	1	3	4
		Thyasira obsoleta		1	1
		Thyasiridae indet.	1	4	5
		Yoldiella lucida		8	8
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea				
		Amphilepis norvegica	1	3	4
		Amphipholis squamata	1	1	2
		Ophiuroidea indet. juv.	1	1	2
	Echinoidea				
		Brisaster fragilis	2	2	4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Maks: 534	856	1390
			Antall: 58	45	70
			Sum:		1782
Stasjonsnr.: C4ref					
	NEMERTINI				
		Nemertea indet.	10	10	20
	SIPUNCULIDA				
		Onchnesoma steenstrupii	9	3	12
		Sipuncula indet.	1		1
		Sipuncula indet. juv.	1	2	3
	ANNELIDA				
	Polychaeta				
		Abyssoninoe hibernica	1	1	2
		Aglaophamus pulcher		3	3
		Amphictene auricoma	1		1
		Anobothrus laubieri	9	63	72
		Aphelochaeta sp.	2	2	4
		Aphrodita perarmata		1	1
		Apistobranchnus tenuis	1	1	2
		Aricidea catherinae	2	2	4
		Aricidea simonae	1		1
		Augeneria sp.	2	3	5
		Chaetozone sp.	7	3	10
		Chone sp.	1		1
		Clymenura borealis	1		1
		Euchone sp.	1		1
		Eunereis elitoral	3		3
		Eusthenelais hibernica		1	1
		Exogone verugera	1		1
		Galathowenia fragilis	6	3	9
		Glycera lapidum	5	5	10
		Goniada maculata	1		1
		Harmothoe mariannae		1	1
		Heteroclymene robusta	1	1	2
		Heteromastus filiformis	3	6	9
		Leiochone johnstoni	3	3	6
		Levinsenia flava	1		1
		Levinsenia gracilis	3	1	4
		Lumbriclymene sp.	1	2	3
		Lumbrineris aniana	2	1	3
		Maldanidae indet.		2	2
		Nephtys hystericis	1		1
		Nephtys paradoxa	1		1
		Nereimyra sp.	1	1	2
		Octobranchnus sikorskii	3	5	8
		Paradiopatra fiordica	1	2	3
		Paramphinome jeffreysii	31	34	65
		Pectinaria belgica	1		1
		Pholoe pallida		1	1
		Phylo sp.	3		3
		Pilargidae indet.	2		2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Pista mediterranea	1		1
		Polynoidea indet.		1	1
		Prionospio cirrifera		2	2
		Prionospio dubia	1		1
		Protodorvillea kefersteini	2	2	4
		Pseudopolydora paucibranchiata	492	53	545
		Scalibregma hanseni		1	1
		Sige fusigera		1	1
		Sosane wireni	1		1
		Spiochaetopterus bergensis	907	540	1447
		Spiophanes kroyeri	53	11	64
		Spiophanes wigleyi	8	10	18
		Streblosoma intestinale	3	5	8
		Terebellides sp.	5	2	7
		Tharyx killariensis	3	1	4
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Eriopisa elongata	2		2
		Eudorella sp.	1	1	2
MOLLUSCA					
	Caudofoveata				
		Caudofoveata indet.	5	2	7
	Prosobranchia				
		Haliella stenostoma		1	1
	Bivalvia				
		Cuspidaria lamellosa		1	1
		Cyclopecten hoskynsi	1	15	16
		Delectopecten vitreus		1	1
		Kelliella miliaris		1	1
		Ledella messanensis	1		1
		Mendicula ferruginosa	14	18	32
		Parathyasira equalis	12	11	23
		Thyasira obsoleta	3	3	6
	Scaphopoda				
		Antalis sp.	3	1	4
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea				
		Amphilepis norvegica	1		1
		Amphipholis squamata	1		1
		Ophiuroidea indet. juv.	1	1	2
	Echinoidea				
		Brisaster fragilis		1	1
		Spatangoida indet. juv.	1		1
HEMICHORDATA					
		Enteropneusta indet.	3	1	4
		Maks:	907	540	1447
		Antall:	62	54	77
		Sum:			2499
		TOTAL:			Maks: 1510
					Sum: 7405

Vedlegg 2. Analysebeviser

61497_Kopi av Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering.xlsx_140219

61497_02



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: Lerøy Vest AS
Kunde referanse: Bjørsvik 2. Forundersøkelse 2019.
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Astrid Harendza

Dato: 16.03.2020

Rapport nr.: 61497
Analyseparameter(e): Korn, TOM, TOC, TN, Cu
Kontaktperson: Janne B. Johnsen

Analyseansvarlig:  (sign.)

Underskriftsberettiget:   (sign.)

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

MERKNADER:

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

Side 1 av 3

Lab-id.	Kundens id.	Materiale	Mottatt lab	Parametere	Analyse-periode
61497/C1	C1	Frossent	20.02.2020	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	21.02.20 - 11.03.20
61497/C2	C2	Frossent	20.02.2020	Korn, TOM, TOC, TN	21.02.20 - 03.03.20
61497/C3	C3	Frossent	20.02.2020	Korn, TOM, TOC, TN	21.02.20 - 03.03.20
61497/C4	C4	Frossent	20.02.2020	Korn, TOM, TOC, TN	21.02.20 - 03.03.20

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

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	17	2,6	6,1	75,6	24,4	24,8	21,7	6,8
C2	20	2,2	8,6	69,4	30,6	ia	25,3	8,9
C3	20	2,9	6,2	66,5	33,5	ia	26,0	7,0
C4	28	3,2	6,1	50,3	49,7	ia	37,3	8,7

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

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

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

ia = ikke analysert

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







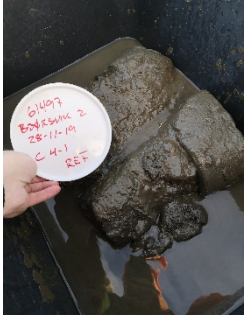
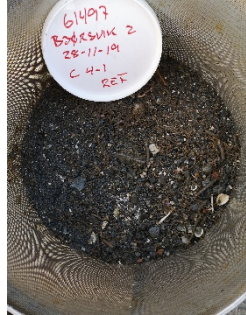
Tilstandsklassifisering for kobber (Cu) i marine sedimenter (grenseverdier fra M-608/2016):

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

Vedlegg 3 - Bilder av prøver ved Bjørsvik 2

Før og etter sikting. Kjemiprøver siktes ikke.

C1-1		
C1-2		
C1-3		Kjemiprøve
C2-1		
C2-2		

C2-3		Kjemiprøve
C3-1		
C3-2		
C3-3		Kjemiprøve
C4-1		

<p>C4-2</p>		
<p>C4-3</p>		<p>Kjemiprøve</p>