



Sjøtroll Havbruk AS

C-undersøkelse ved Tepstad (13644), 2020



Blank side

Rapporttittel / Report title Sjøtroll Havbruk AS. C-undersøkelse ved Tepstad (13644), 2020.	
Forfatter(e) Roger Velvin Lars Birkeland Sjetne	Akvaplan-niva Rapport 2021 62504.02
	Dato 08.01.2021
	Antall sider 22 s. + vedlegg
	Distribusjon Gjennom oppdragsgiver
Oppdragsgiver Sjøtroll Havbruk AS, 5397, Bekkjjarvik	Oppdragsg. referanse Sigfrid Tangen
Sammendrag Resultatene fra miljøundersøkelsen ved oppdrettslokaliteten Tepstad i oktober 2020 viste at faunaen var forstyrret og i økologisk tilstandsklasse IV på C1 og C5, og lite forstyrret med klasse II på de andre stasjonene. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen (C1) viste miljøtilstand 2 (God). Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1 og C5, men ikke på de fire andre stasjonene. Blant støtteparameterne var sedimentene belastet med organisk karbon med klasse V på C1, C3 og C5, klasse IV på C4 og klasse III på C2 og C2alt. Kobberkonsentrasjonen var forhøyet på C1 og i klasse V. Oksygenmetningen i oktober var noe lav i bunnvannet med 45 %. Ettersom den samlede klassifiseringen av stasjonene i overgangssonen (C3, C4 og C5) ga tilstand III "Moderat", skal C-undersøkelse utføres ved kommende andre produksjonssyklus iht. kapt. 8.7 i NS 9410.	
Prosjektleder  Astrid Harendza	Kvalitetskontroll  Hans-Petter Mannvik

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	5
1 OPPSUMMERINGSTABELL C-UNDERSØKELSE	6
1.1 Oppsummering av C-undersøkelse.....	6
2 INNLEDNING	7
2.1 Bakgrunn og formål.....	7
2.2 Drift og fôrforbruk.....	7
2.3 Tidligere undersøkelser	8
3 MATERIALE OG METODE.....	10
3.1 Faglig program	10
3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering	10
3.3 Hydrografi og oksygen	11
3.4 Sedimentundersøkelse	11
3.4.1 Feltinnsamlinger	11
3.4.2 Total organisk materiale (TOM).....	12
3.4.3 Total nitrogen (TN)	12
3.4.4 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling	12
3.4.5 Metallanalyse - kobber (Cu).....	12
3.4.6 Redoks- og pH målinger.....	12
3.5 Undersøkelse av bløtbunnfauna.....	13
3.5.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn.....	13
3.5.2 Innsamling og fiksering	13
3.5.3 Kvantitative bunndyrsanalyser	13
4 RESULTATER.....	15
4.1 Hydrografi og oksygen	15
4.2 Sediment	15
4.2.1 TOM, TOC, TN, kornfordeling og pH/Eh	15
4.2.2 Kobber i sediment.....	16
4.3 Bløtbunnfauna	16
4.3.1 Faunaindeksler og økologisk tilstandsklassifisering	16
4.3.2 NS 9410 vurdering av bunndyrsamfunnet i anleggssonen.	17
4.3.3 Geometriske klasser.....	17
4.3.4 Clusteranalyser	18
4.3.5 Artssammensetning	18
5 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	20
5.1 Sammendrag	20
5.2 Konklusjoner	20
5.2.1 Miljøutvikling siden forrige C-undersøkelse i 2028	20
6 REFERANSER.....	22
7 VEDLEGG	23
7.1 Bunndyrsstatistikk og artslister	23
7.2 Analysebeviser	35
7.3 Bilder av prøver ved Tepstad	38

Forord

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


Følgende personer har deltatt:

Astrid Harendza	Akvaplan-niva	Prosjektleder.
Lars Birkeland Sjetne	Akvaplan-niva	Feltarbeid, rapport.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (Varia). Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (piggghuder). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (bløtdyr).
Marina V Alonso	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark).
Thomas Heggem	Akvaplan-niva	CTDO profiler.
Kristine H Sperre	Akvaplan-niva	Koordinering av bunndyrsortering.
Ingar H. Wasbotten	Akvaplan-niva	Koordinering av geokjemiske analyser.

Akvaplan-niva vil takke Sjøtroll Havbruk AS ved Sigfrid Tangen, for godt samarbeid. Leon Pedersen om bord på Osedax for verdifull hjelp med feltarbeidet.

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, 08.01.2021




Astrid Harendza
Prosjektleder

1 Oppsummeringstabell C-undersøkelse

1.1 Oppsummering av C-undersøkelse

Informasjon oppdragsgiver			
Tittel :	C-undersøkelse Tepstad, 2020.		
Rapport nr.	2021 62504.02	Lokalitet:	Tepstad
Lokalitet nr.	13644	Kartkoordinater (anlegg):	60°33,182 N 05°23,119 Ø
Fylke:	Vestland	Kommune:	Osterøy
MTB-tillatelse:	5460	Driftsleder:	Jan Erik Lone
Oppdragsgiver:	Sjøtroll Havbruk AS		

Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato (15.10.2020)			
Fiskegruppe:	Laks	Biomasse ved undersøkelse:	3703 tonn
Utføret mengde:	5186 tonn	Produsert mengde:	3667 tonn
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:	X	Oppfølgende undersøkelse:	
Brakklegging:		Ny lokalitet:	

Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR (Veileder 02:2018)		Økologisk tilstandsklassifisering (Veileder 02:2018)	
Fauna C1 (innerst)	0,250	Fauna C1 (innerst)	Klasse IV
Fauna C2 (ytterst)	0,753	Fauna C2 (ytterst)	Klasse II
Fauna C2alt	0,706	Fauna C2alt	Klasse II
Fauna C3	0,720	Fauna C3	Klasse II
Fauna C4 (dypområde)	0,709	Fauna C4 (dypområde)	Klasse II
Fauna C5	0,211	Fauna C5	Klasse IV
Fauna C3, C4, C5	0,547	Fauna C3, C4, C5	Klasse III
Dato feltarbeid:	15.10.2020	Dato rapport:	08.01.2021
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)			TOC i klasse V (C1, C3, C5) IV (C4) og II (C2, C2alt). Kobber i klasse V (C1). pH/Eh poeng 3 (C1). O ₂ -metning var noe lav i bunnvannet (45%).
Ansvarlig feltarbeid:	Lars Birkeland Sjetne	Signatur:	

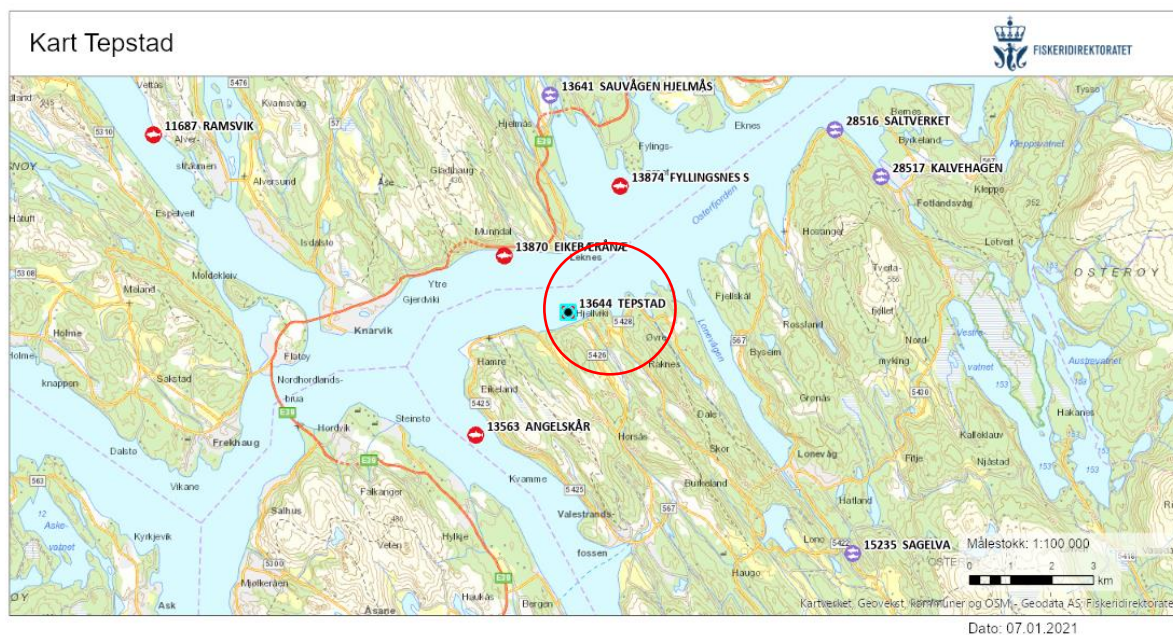
2 Innledning

2.1 Bakgrunn og formål

Føreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS på oppdrag fra Sjøtroll Havbruk AS i forbindelse med bedriftens oppdrettsvirksomhet på lokaliteten Tepstad, Osterøy kommune i Vestland fylke. Bakgrunnen for gjennomføringen av en miljøundersøkelse type C på lokaliteten Tepstad er etter krav i henhold til NS 9410:2016.

C-undersøkelsen er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget (anleggssonen) og utover i overgangssonen. Hoveddelen er en undersøkelse av bunnfaunaen på bløtbunn, som gjennomføres i henhold til ISO 16665:2014 og ISO 5667-19:2004 for støtteparametere. De obligatoriske parametere som skal undersøkes er gitt i en oversikt i NS 9410:2016.

Et oversiktskart med Tepstad er vist i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart over Osterfjorden med plassering av lokaliteten Tepstad (rød sirkel). Oppdrettsanleggene er markert med lokalitetsnummer og navn. Kart fra www.fiskeridir.no Fiskeridirektoratet, målestokk 1:100 000.

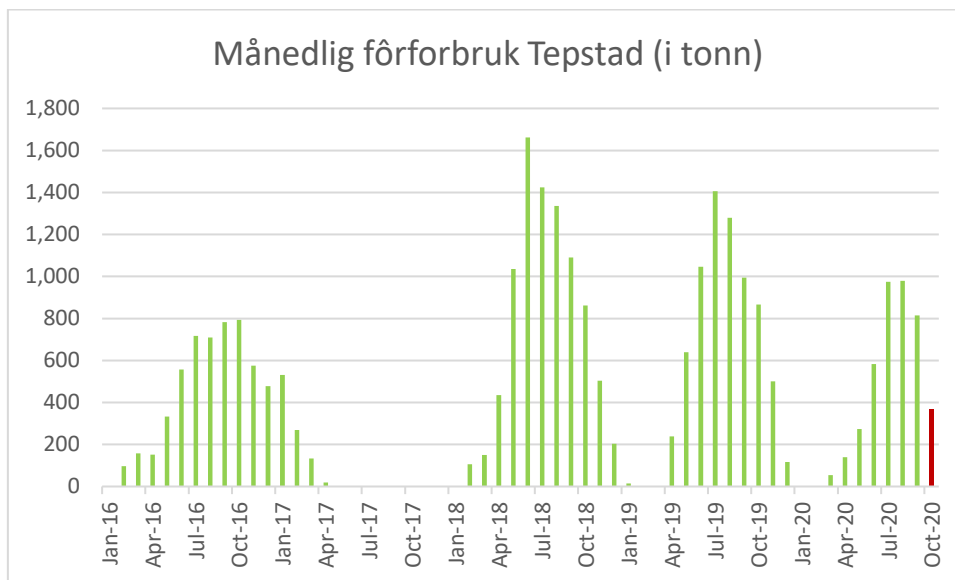
2.2 Drift og fôrforbruk

Lokaliteten er godkjent for MTB på 5460 tonn. Anlegget består av en dobbeltramme på 2 x 6 bur som gir plass til 12 plastmerder på 160 meters omkrets. Fisken i inneværende generasjon (G20) ble satt ut i mars 2020 etter at lokaliteten hadde vært brakklagt siden desember 2019. Ved undersøkelsestidspunkt var den stående biomasse på 3703 tonn på Tepstad.

Produksjon ved Tepstad er vist i Tabell 1. Fôrforbruk på lokaliteten gjennom hele driftsperioden og tilbake til 2016 er vist i Figur 2.

Tabell 1: Produksjon ved Tepstad.

Utsett tidspunkt	Produsert i tonn	Fôrforbruk i tonn
Mars 2020	3667	4186
April 2019	5723	7088
Februar 2018	6054	8822
Februar 2016	4798	6305



Figur 2. Fôrforbruk ved lokaliteten Tepstad. Rød søyle indikerer tidspunkt for undersøkelsen. Data er innhentet fra oppdragsgiver.

2.3 Tidligere undersøkelser

Det har blitt gjort miljøundersøkelser (B og C) ved Tepstad tidligere. Lokalitetens MTB økte til 5460 tonn sent i 2016 og anleggskonfigurasjonen er også endret i perioden siden første undersøkelse ble gjennomført.

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

Tabell 2. Tidligere gjennomførte undersøkelser ved Tepstad.

Dato prøvetaking	Rapportnummer (forfatter, år)	Produksjon inneværende generasjon (tonn)	Type undersøkelse og evt. tilstand
18. & 19.02.2020	NIVA; rapport: 0108/20 (Kvalsвик, 2020)	0	B-undersøkelse Brakk 2
16. & 19.08.2019	NIVA; rapport: 0242/19 (Kvalsвик, 2019)	G19 – 5114 (aug 2019)	B-undersøkelse Maksimal belastning 2
26. & 27.03.2019	NIVA; rapport: 0242/19 (Harendza, 2019)	0	B-undersøkelse Brakklegging 2
02. & 03.10.2018	C-Und.; rapport 60010.01 (Mannvik & Harendza, 2019)	G18 – 5048 (Okt 2018)	Se rapport
29. & 30.10.2018	B-und.; rapport: 1386/18 (Kvalsвик, 2018)	G18 - 5048 (Okt 2018)	B-undersøkelse Maksimal belastning 2
01. & 02.02.2018	B-und.; rapport: 0216/18 (Harendza, 2018)	Brakk	1
03.02.2017	B-und.; rapport: 0246/17 (Harendza, 2017)	G16 - 3301 (Feb 2017)	3
11.01.2016	B-und.; rapport: 6958-2016 (Harendza, 2016)	Brakk	2
26.03.2015	B-und.; rapport 6852-2015 (Bahr, 2015)	G14 – 2949 (Mars 2015)	1
23.10.2014	C-und.; rapport 7165.07 (Emaus, 2014)	G14 – 2470 (Okt 2014)	Se rapport
24. & 27.05.2013	B-und.; rapport 1002-2013 (Klungseth Johansen, Y., 2013)	G12 – 3931 (mai 2013)	2
21.03.2012	B-und.; rapport 734-2012 (Berge-Haveland, 2012)	G12 – 144 (Mars 2012)	1

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 klassifiseringssystem for vann i henhold til Vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.
- M 608:2016 (revidert 2020). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*.

Tabell 3. Faglig program på stasjonene ved Tepstad, 2020. 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.
C2alt	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN.
C3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN.
C4	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN.
C5	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. Hydrografi/O ₂ .

Sedimentet i resipienten besto i hovedsak av leire. Prøvenes beskaffenhet varierte fra fast, olivengrønn leire, til sort, løs leire med høyt vanninnhold. Ved stasjon C1 og C5 ble det registrert sverting og noe lukt av prøvene (jfr Tabell 5 og billedokumentasjon av prøver i Vedlegg 3).

Feltarbeidet ble gjennomført 15.10.2020.

3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering

Lokaliteten Tepstad ligger i Osterfjorden på nordsiden av Osterøy, like ved tettstedet Tepstad. Osterfjorden går mellom Lindås og Østerøy og er 27 km land og 1 - 3 km bred. Fjorden er opptil 639 meter dyp. Bunnen under oppdrettsanlegget skråner bratt i retning nord.

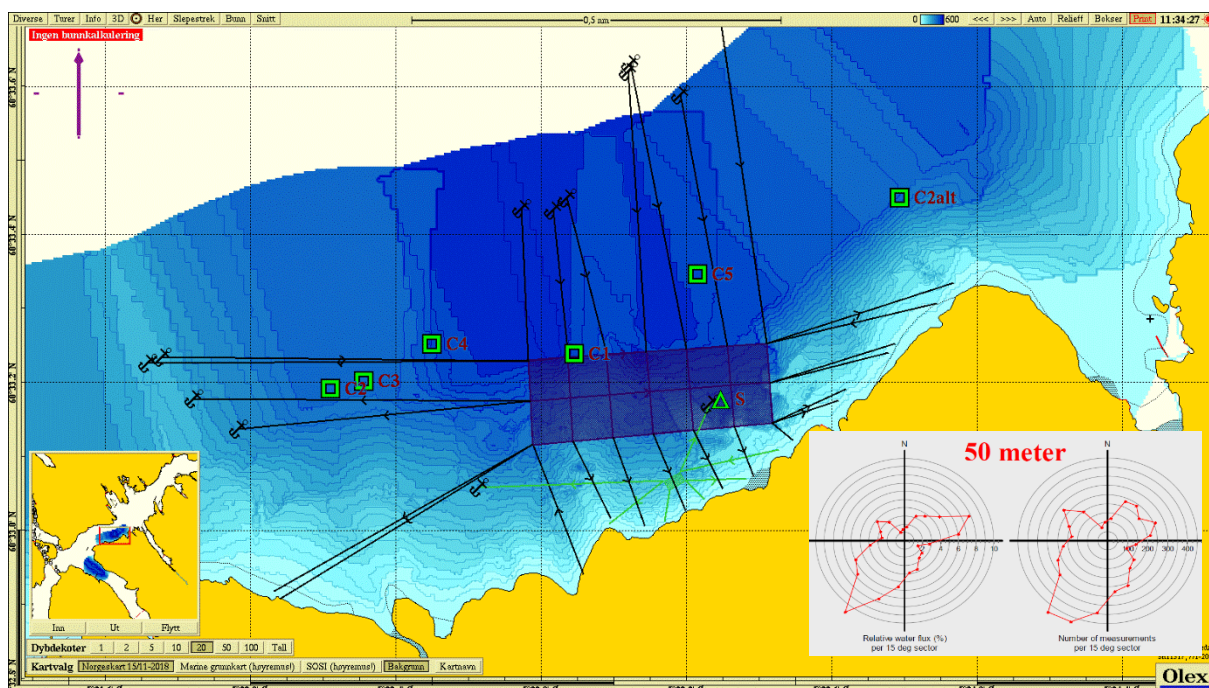
Stasjonsplassering i denne undersøkelsen ble valgt på bakgrunn av strømmålinger gjennomført på lokaliteten (Berge-Haveland, 2011) og stasjonsplassering fra tidligere undersøkelser på lokaliteten (Mannvik & Harendza, 2019).

Fjernstasjonen C2 er plassert 500 meter vest av anlegget i spredningsstrømmens hovedretning, med samme plassering som i 2018. Ettersom strømmålinger viser et tvetydig mønster ble det valgt å prøveta ved en ekstra fjernstasjon C2alt øst for anlegget, i retning av returstrømmen. Stasjon C1 er plassert i området der forrige B-undersøkelse på lokaliteten viste dårligst miljøtilstand (Kvalsvik, 2020), 15 meter fra merdkant. Stasjon C4 og C3 er plassert i overgangssonen mellom C1 og C2. C4 har samme plassering som i 2018, mens plasseringen av C3 ble flyttet grunnet utfordrende bunnforhold. Stasjon C5 er plassert i overgangssonen mellom anlegget og C2alt.

En oversikt over stasjonsdyp og GPS-koordinater er gitt i Tabell 4. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 3.

Tabell 4. Stasjonsdyp, avstand til merd og koordinater, Tepstad, 2020. (Sjekk!!)

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon	
			N	Ø
C1	507	15	60-33,239	05-22,892
C2	404	500	60-33,192	05-22,220
C2alt	410	500	60-33,450	05-23,787
C3	406	423	60-33,202	05-22,312
C4	488	250	60-33,252	05-22,500
C5	509	181	60-33,346	05-23,230



Figur 3. Stasjonskart, Tepstad 2020. Strømrose viser relativ vannfluks i prosent på spredningsdyp (Berge-Haveland, 2011).

3.3 Hydrografi og oksygen

På stasjon C5 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.

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 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.

I hht. M-608:2016 (revidert oktober 2020) finnes det ikke lengre en tilstandsklasse III for kobber i sediment.

Tilstandsklassifisering for kobber (Cu) i marine sedimenter.

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

3.4.6 Redoks- og pH målinger

På alle stasjonene 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 lukket 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 (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

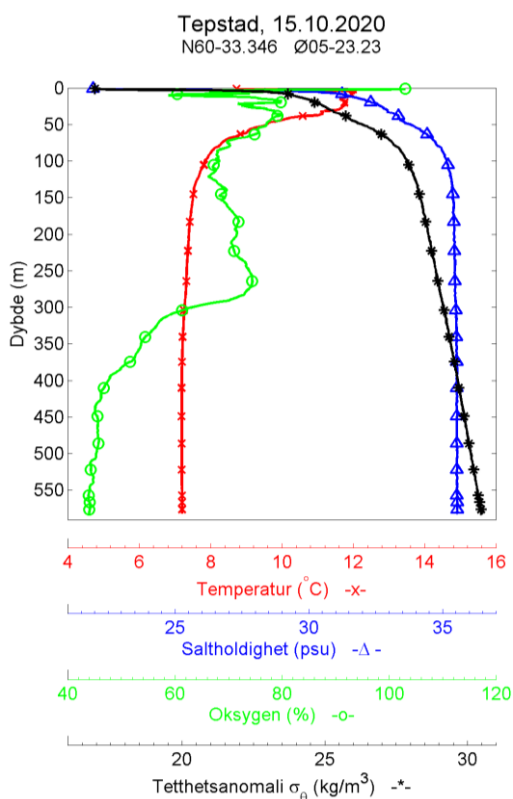
Det er også utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen iht. kapt. 8.7 i NS 9410:2016. Stasjonene C1, C2 og C2alt er ikke med i denne beregningen.

4 Resultater

4.1 Hydrografi og oksygen

Vertikalprofilene for temperatur, salinitet, tetthet og oksygenmetning ved Tepstad i oktober 2020 er vist i Figur 4.

Det ble registrert et sprangsjikt mellom 50 og 100 meters vanddyb. Temperaturen sank fra 12°C i overflaten til 7°C fra sprangsjiktet og ned til bunnen. Oksygenmetningen var god i overflaten og sank ujevnt til 45 % i bunnvannet.



Figur 4. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på stasjonene ved Tepstad, 2020.

4.2 Sediment

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

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

TOM-nivåene var noe forhøyet med verdier mellom 11,1 og 19,1 %. TN-nivåene var lave (2,8 – 4,0 mg/g). CN forholdet var høyt på C1 og lavt på de andre stasjonene. TOC var markert forhøyet på C1, C3 og C5 og i tilstandsklasse V "Svært dårlig", tydelig forhøyet på C4 med klasse IV "Dårlig" og moderat forhøyet på C2 og C2alt med klasse III "Moderat". Sedimentene var moderat grov- til finkornet med pelittandel mellom 43 og 84 %.

Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 3 iht. Tillegg D i NS 9410:2016 for C1, poeng 2 for C5 og 0 for de andre stasjonene.

Tabell 5. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC (mg/g), TN (mg/g), C/N, kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Tepstad, 2020.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
C1	Sort, løst sediment. Gjennomgående sort i prøven, ingen siktning. Tydelig lukt av H ₂ S. Terrestrisk materiale.	19,1	101,6	111	V	3,2	31,3	50	6,9 / -10
C2	Olivengrønn, homogen prøve. Myk leire.	11,1	24,6	30,9	III	3,7	6,6	65	7,6 / 450
C2alt	Lys grå leire. Høyt vanninnhold, løs konsistens.	11,3	24,6	27,5	III	3,8	6,4	84	7,35 / 250
C3	Mørk grå leire. Homogen prøve. Svært myk leire, utfordrende å få uforstyrret prøve, men lyktes med kjemiprøven.	13,6	36,1	42,0	V	4,0	9,0	67	7,5 / 270
C4	Mørk grå leire. Myk konsistens, homogen prøve.	13,4	34,2	37,1	IV	3,4	10,1	84	7,3 / 340
C5	Sort, myk leire. Noe lukt.	18,3	97,5	108	V	2,8	34,6	43	7,1 / 10

* 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

Nivået av kobber i sedimentet på C1 er presentert i Tabell 6. Kobbernivået var markert forhøyet med tilstandsklasse V.

Tabell 6. Metallanalyse for kobber (Cu), i mg/kg TS. Tepstad, 2020. Tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2018/M-608:2016 (rev. 2020).

St.	Cu	Tilst.klassif. Cu
C1	180	V

4.3 Bløtbunnfauna

4.3.1 Faunaindekser og økologisk tilstandsklassifisering

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

Antall individ varierte fra 55 (C5) til 1885 (C4) og antall arter fra 5 (C5) til 76 (C2). På C1 og C5 viste faunaindeksene klasse IV og V. Samlet indeks nEQR ga økologisk tilstandsklasse IV "Dårlig" på begge stasjonene. På de fire andre stasjonene viste de fleste indeksene, inklusiv nEQR, klasse II "God".

En samlet klassifisering av stasjonene i overgangssonen viste tilstandsklasse III.

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en skjev individfordeling mellom artene, og indikerer at bunndyrssamfunnet er forstyrret. Fordelingen var forholdsvis jevn på alle stasjonene med indekser mellom 0,61 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 (ekskl. DI). Tepstad, 2020. 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	257	8	1,51	5,4	0,31	5,67	9,41	0,250	5,206	0,67
C2	1553	76	3,57	23,2	0,70	9,71	22,00	0,753	2,820	0,61
C2alt	963	52	3,51	19,7	0,64	9,39	22,03	0,706	3,139	0,68
C3	967	59	3,78	21,3	0,66	9,49	19,82	0,720	3,024	0,70
C4	1885	61	3,52	20,2	0,67	9,66	20,34	0,709	2,831	0,63
C5	55	5	1,61	4,0	0,29	4,40	9,23	0,211	5,515	0,80

Samlet klassifisering for overgangssonen (C1 og C2 ikke med)

C3, C4, C5	-	-	2,97	15,2	0,54	7,85	16,46	0,547	2,846	0,71
------------	---	---	------	------	------	------	-------	-------	-------	------

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

4.3.2 NS 9410 vurdering av bunndyrsamfunnet i anleggssonen.

I hht. 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 C1.

Bløtbunnsamfunnet ble klassifisert til miljøtilstand 2 "God". Kriteriet for tilstand 2 er tilstedeværelse av 5 til 19 arter/0,2 m² og at ingen av disse utgjør mer enn 90 % av individene. 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 bløtbunnsamfunnet på innerste stasjon C1, Tepstad, 2020.

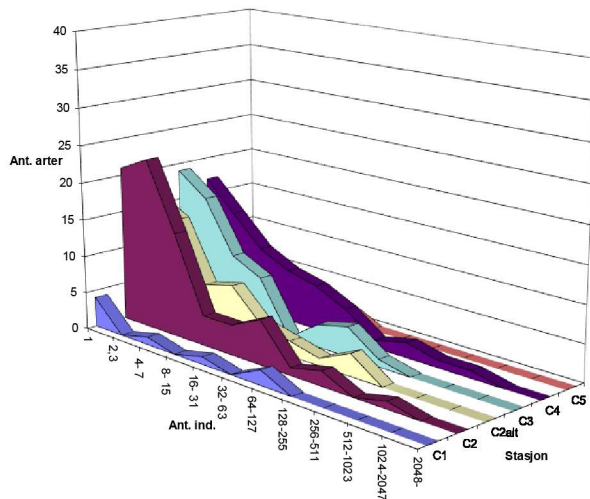
Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa -%	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Tepstad	8	Prionospio plumosa – 48 %	2 - God

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 for C1 og C5 startet utpreget lavt noe som kan indikere faunaforstyrrelse. For de fire andre stasjonene startet kurvene høyere og strakk seg i varierende grad ut mot høyere klasser. Kurveforløpene ga ingen klare indikasjoner på faunatilstanden.

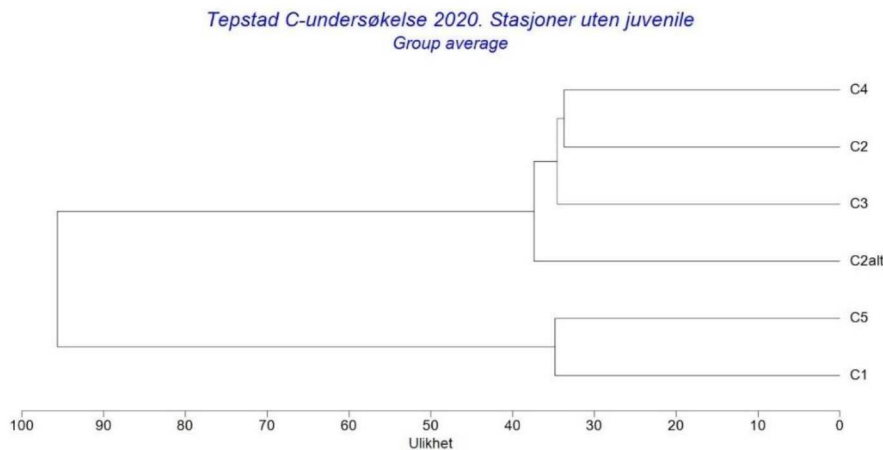


Figur 5. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bunndyrstasjonene ved Tepstad, 2020 (pr. 0,2 m²).

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 aksene. 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.

Plottet viser to grupper med stasjoner. Faunasammensetningen på C1 og C5 i den ene gruppen var 65 % lik. I den andre gruppen, med C2, C2alt, C3 og C4, var faunasammensetningen mer enn 62 % lik. De to gruppene var bare 5 % lik.



Figur 6. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Tepstad, 2020.

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).

På C1 og C5 dominerte børstemarken *Prionospio plumosa* uten kjent EG), tett etterfulgt av forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark). Disse to utgjorde 90 % av

individmengden på C1 og 82 % på C5. De andre mest dominante artene på begge stasjonene var tolerante og opportunistiske.

På C2 og C4 var børstemarken *Spiochaetopterus bergensis* (uten kjent EG) mest dominant med hhv. 41 og 28 % av individene. På begge stasjonene var det ellers flest tolerante arter blant topp-10.

Den tolerante muslingen *Parathyasira equalis* var mest tallrik på C2alt med 22 %, mens den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsii* toppet listen på C3 (24 %). Også på disse stasjonene var det flest tolerante taksa blant de mest dominante.

Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1 og C5, men ikke på de andre stasjonene.

Tabell 9. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Tepstad, 2020.

C1	Ant.	Kum.	EG	C2	Ant.	Kum.	EG
<i>Prionospio plumosa</i>	124	48 %	ik	<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	630	41 %	ik
<i>Capitella capitata</i>	107	90 %	V	<i>Parathyasira equalis</i>	196	53 %	III
<i>Chrysopetalidae</i> indet.	18	97 %	ik	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	137	62 %	III
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	4	98 %	III	<i>Aphelochaeta</i> sp.	89	68 %	II
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	99 %	I	<i>Heteromastus filiformis</i>	39	70 %	IV
<i>Caprellidae</i> indet.	1	99 %	ik	<i>Thyasira sarsii</i>	38	73 %	IV
<i>Lumbrineris mixochaeta</i>	1	100 %	IV	<i>Abra nitida</i>	37	75 %	III
<i>Thyasiridae</i> indet.	1	100 %	ik	<i>Mediomastus fragilis</i>	35	77 %	IV
				<i>Prionospio multibranchiata</i>	33	79 %	I
				<i>Nemertea</i> indet.	32	81 %	
C2alt	Ant.	Kum.	EG	C3	Ant.	Kum.	EG
<i>Parathyasira equalis</i>	211	22 %	III	<i>Thyasira sarsii</i>	236	24 %	IV
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	184	41 %	III	<i>Parathyasira equalis</i>	123	37 %	III
<i>Aphelochaeta</i> sp.	158	57 %	II	<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	110	49 %	ik
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	112	69 %	ik	<i>Abra nitida</i>	89	58 %	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	41	73 %	IV	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	86	67 %	III
<i>Abra nitida</i>	38	77 %	III	<i>Heteromastus filiformis</i>	59	73 %	IV
<i>Prionospio multibranchiata</i>	22	80 %	I	<i>Nemertea</i> indet.	48	78 %	III
<i>Nemertea</i> indet.	20	82 %	III	<i>Aphelochaeta</i> sp.	39	82 %	II
<i>Thyasira sarsii</i>	19	84 %	IV	<i>Chaetozone jubata</i>	14	83 %	ik
<i>Sosane wahrbergi</i>	14	85 %	II	<i>Levinsenia gracilis</i>	11	84 %	II
C4	Ant.	Kum.	EG	C5	Ant.	Kum.	EG
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	533	28 %	ik	<i>Prionospio plumosa</i>	23	42 %	ik
<i>Thyasira sarsii</i>	411	50 %	IV	<i>Capitella capitata</i>	22	82 %	V
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	225	62 %	III	<i>Chrysopetalidae</i> indet.	5	91 %	ik
<i>Parathyasira equalis</i>	133	69 %	III	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	4	98 %	III
<i>Aphelochaeta</i> sp.	93	74 %	II	<i>Ophryotrocha lobifera</i>	1	100 %	IV
<i>Lumbrineris aniara</i>	62	77 %	I				
<i>Abra nitida</i>	57	80 %	III				
<i>Nemertea</i> indet.	44	83 %	III				
<i>Heteromastus filiformis</i>	35	84 %	IV				
<i>Prionospio multibranchiata</i>	26	86 %	I				

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

5 Sammenfattende vurderinger

5.1 Sammendrag

Resultatene fra miljøundersøkelsen (type C) ved Tepstad i oktober 2020 kan sammenholdes som følger:

- Det ble ikke registrert oksygenkrisiske forhold i vannsøylen på dypstasjonen C5. Oksygenmetningen i bunnvannet var noe lav med 45 % i oktober 2020.
- Klassifisering av økologisk tilstand, basert på faunaindeksene i veileder 02:2018, viste klasse IV "Dårlig" for bløtbunnsamfunnet i anleggssonen (C1) og på C5, og klasse II "God" for de øvrige undersøkte bløtbunnsamfunnene. En samlet økologisk klassifisering for stasjon C3, C4 og C5 i overgangssonen ga klasse III. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen viste miljøtilstand 2 (God). Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1 og C5, men ikke på de andre stasjonene.
- TOC-nivået var markert forhøyet i sediment fra C1, C3 og C5 med tilstandsklasse V, forhøyet på C4 med klasse IV og moderat forhøyet på C2 og C2alt med klasse III. TOM-nivåene var noe forhøyet, mens TN var lave. C/N-forholdet var forhøyet på C1, men lav på de andre stasjonene. Kobbernivået på C1 var markert forhøyet og klasse V. Sedimentene var moderat grov- til finkornet. Redoksmålingene i sedimentet ga poeng 3 på C1, poeng 2 på C5 og 0 for de andre stasjonene.

5.2 Konklusjoner

Resultatene fra miljøundersøkelsen ved oppdrettslokaliteten Tepstad i oktober 2020 viste at faunaen var forstyrret og i økologisk tilstandsklasse IV på C1 og C5, og lite forstyrret med klasse II på de andre stasjonene. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen (C1) viste miljøtilstand 2 (God). Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1 og C5, men ikke på de fire andre stasjonene. Blant støtteparameterne var sedimentene belastet med organisk karbon med klasse V på C1, C3 og C5, klasse IV på C4 og klasse III på C2 og C2alt. Kobberkonsentrasjonen var forhøyet på C1 og i klasse V. Oksygenmetningen i oktober var noe lav i bunnvannet med 45 %.

Ettersom den samlede klassifiseringen av stasjonene i overgangssonen (C3, C4 og C5) ga tilstand III "Moderat", skal C-undersøkelse utføres ved kommende andre produksjonssyklus iht. kapt. 8.7 i NS 9410.

5.2.1 Miljøutvikling siden forrige C-undersøkelse i 2028

Det ble utført en C-undersøkelse på lokaliteten i 2018 (Mannvik & Harendza, 2019). Konklusjonen i undersøkelsen var: *"Resultatene fra overvåkingen ved oppdrettslokaliteten Tepstad i 2018 viste at sedimentene var belastet med organisk karbon i klasse III "Moderat" på C2 og C5, klasse IV "Dårlig" på C1 og C3 og V "Svært dårlig" på C4. Kobberkonsentrasjonen var lav og i klasse I på C1. Det ble registrert belastningseffekt på stasjon C1, men ikke i noen av de andre undersøkte bløtbunnsamfunnene. Økologisk tilstandsklassifisering ga klasse IV "Dårlig" på stasjonen i anleggssonen (C1) og klasse II "God" på de andre stasjonene. Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1 og C5, men ikke på de andre stasjonene. Oksygenmetningen i oktober var lav med 45 % i bunnvannet. Ettersom den samlede klassifiseringen av stasjonene i overgangssonen (C3, C4 og C5) ga tilstand II "God" skal C-undersøkelse utføres ved hver tredje produksjonssyklus iht. kapt. 8.7 i NS 9410."*

Stasjonsplasseringene er ikke helt de samme ved de to undersøkelsene. Det er derfor kun gjort en generell sammenligning av resultatene. Alle sedimentene er fortsatt belastet med organisk karbon. Kobbernivået i anleggssonen synes å ha økt fra klasse I til V. Faunaen i anleggssonen er fortsatt forstyrret med økologisk tilstandsklasse IV. Generelt sett ligger de fleste

bunndyrsamfunnene i overgangssonen fortsatt i klasse II. Samlet klassifisering av samfunnene i overgangssonen, inkludert C5 med ny plassering, ga nå imidlertid klasse III. Det betyr at frekvensen for overvåkning endres fra hver tredje produksjonssyklus til hver andre syklus.

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.
- Bahr, G., 2015. Sjøtroll Havbruk AS, Miljøundersøkelser type B, Tepstad, mars 2015. NIVA, rapport 6852-2015.
- Berge-Haveland, F., 2012. Resipientgransking, MOM B, Lokalitet Tepstad, Osterøy kommune. Resipientanalyse AS, rapport 734-2012.
- Berge-Haveland, F., 2011. Straummåling, NS 9425-1, Lokalitet Tepstad, Osterøy kommune. Resipientanalyse AS, rapport 624-2011.
- Direktoratgruppen, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018. 139 s.
- Emaus, P.A., 2014. Sjøtroll Havbruk AS og Lerøy Vest AS. C-undersøkelse på oppdrettslokaliteten Tepstad, 2014. APN-7165.07. 13 s + vedlegg.
- Harendza, A., 2019. Sjøtroll Havbruk AS, Miljøundersøkelser type B, Tepstad, mars 2019. NIVA, rapport 0242/19.
- Harendza, A., 2018. Sjøtroll Havbruk AS, Miljøundersøkelser type B, Tepstad, februar 2018. NIVA, rapport 0216/18.
- Harendza, A., 2017. Sjøtroll Havbruk AS, Miljøundersøkelser type B, Tepstad, februar 2016. NIVA, rapport 0246/17.
- Harendza, A., 2016. Sjøtroll Havbruk AS, Miljøundersøkelser type B, Tepstad, januar 2016. NIVA, rapport 6958-2016.
- 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.
- Klungseth, Y., J., 2013. Resipientgransking, MOM B, Lokalitet Tepstad, Osterøy kommune. Resipientanalyse AS, rapport 1002-2013.
- Kvalsvik Stenberg, S., 2020. Sjøtroll Havbruk AS, Miljøundersøkelser type B, Tepstad, februar 2020. NIVA, rapport 0108/20.
- Kvalsvik Stenberg, S., 2019. Sjøtroll Havbruk AS, Miljøundersøkelser type B, Tepstad, august 2019. NIVA, rapport 0478/19.
- Kvalsvik Stenberg, S., 2018. Sjøtroll Havbruk AS, Miljøundersøkelser type B, Tepstad, oktober 2018. NIVA, rapport 1386/18.
- Mannvik, H-P. & A. Harendza. 2019. Sjøtroll Havbruk AS. C-undersøkelse på oppdrettslokaliteten Tepstad, 2018. APN-60010.01. 16 s + vedlegg.
- M 608:2016 (revidert 2020). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020. Miljødirektoratet, 13 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.
- Velvin, R. & P.A. Emaus, 2014. Sjøtroll Havbruk AS og Lerøy Vest AS. C undersøkelse på oppdrettslokaliteten Tepstad 2014. Akvaplan-niva AS, rapport 7165.07.
- Pers. medd. Sigfrid Tangen, Miljøkoordinator, Lerøy Vest AS

7 Vedlegg

7.1 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 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 kvadratrot-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

Clusteranalyse

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

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

der n = antall arter sammenlignet
 X_{ki} = antall individ av art k i prøve nr. i
 X_{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-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante arter, EG-IV: opportunistiske arter, EG-V: forurensningsindikerende arter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning.

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

Sammensatte indekser (NQI1 og NQI2)

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

NQI1 indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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 Tepstad, 2020:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	C1	C2	C2alt	C3	C4	C5
no. ind.	5680	257	1553	963	967	1885	55
no. spe.	115	8	76	52	59	61	5

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C2alt_01	C2alt_02
no. ind.	5680	59	198	679	874	706	257
no. spe.	115	8	3	54	65	42	31
Shannon-Wiener:		1,9	1,1	3,6	3,6	3,7	3,3
Pielou		0,64	0,69	0,62	0,59	0,68	0,67
ES100		8	3	23	24	21	18
SN		1,48	0,66	2,13	2,18	1,99	2,00
ISI-2012		7,56	3,79	9,49	9,93	9,48	9,31
AMBI		4,5	5,912	2,831	2,809	3,049	3,229
NQI1		0,43	0,20	0,69	0,70	0,65	0,63
NSI		11,4	7,4	22,1	21,9	22,2	21,8
DI		0,279	0,247	0,782	0,892	0,799	0,360

st.nr.		C3_01	C3_02	C4_01	C4_02	C5_01	C5_02
no. ind.		434	533	915	970	38	17
no. spe.		37	49	47	48	4	4
Shannon-Wiener:		3,8	3,7	3,4	3,6	1,7	1,5
Pielou		0,74	0,66	0,62	0,65	0,86	0,75
ES100		20	22	20	21	4	4
SN		2,00	2,12	2,01	2,01	1,07	1,33
ISI-2012		9,10	9,88	9,68	9,64	3,79	5,02
AMBI		3,161	2,887	2,853	2,808	5,438	5,591
NQI1		0,64	0,68	0,67	0,67	0,29	0,29
NSI		20,1	19,5	20,0	20,7	9,6	8,9
DI		0,587	0,677	0,911	0,937	0,470	0,820

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.		C1	C2	C2alt	C3	C4	C5
Shannon-Wiener:		1,51	3,57	3,51	3,78	3,52	1,61
Pielou		0,67	0,61	0,68	0,70	0,63	0,80
ES100		5,4	23,2	19,7	21,3	20,2	4,0
SN		1,07	2,15	2,00	2,06	2,01	1,20
ISI-2012		5,67	9,71	9,39	9,49	9,66	4,40
AMBI		5,206	2,820	3,139	3,024	2,831	5,515
NQI1		0,31	0,70	0,64	0,66	0,67	0,29
NSI		9,41	22,00	22,03	19,82	20,34	9,23
Tilstandsklasse nEQR ¹⁾		0,250	0,753	0,706	0,720	0,709	0,211

Geometriske klasser

int.	C1	C2	C2alt	C3	C4	C5
1	4	21	16	19	17	1
2,3	0	23	14	16	13	0
4- 7	1	14	6	9	9	2
8- 15	0	4	7	7	7	0
16- 31	1	4	3	0	6	2
32- 63	0	6	2	3	4	0
64-127	2	1	1	4	1	0
128-255	0	2	3	1	2	0
256-511	0	0	0	0	1	0
512-1023	0	1	0	0	1	0
1024-2047	0	0	0	0	0	0
2048-	0	0	0	0	0	0

Artliste

Tepstad ASC-C-undersøkelse

Rekke	Klasse	Art/Taxa	01	02	Sum
Stasjonsnr.: C1					
ANNELIDA	Polychaeta	Amythasides macroglossus	1		1
		Capitella capitata	8	99	107
		Chrysopetalidae indet.	18		18
		Lumbrineris mixochaeta	1		1
		Paramphinome jeffreysii	1	3	4
		Prionospio plumosa	28	96	124
CRUSTACEA	Malacostraca	Caprellidae indet.	1		1
MOLLUSCA	Bivalvia	Thyasiridae indet.	1		1
		Maks:	28	99	124
		Antall:	8	3	8
		Sum:			257
Stasjonsnr.: C2					
CNIDARIA	Anthozoa	Cerianthus lloydii		1	1
PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet.		2	2
NEMERTINI		Nemertea indet.	10	22	32
SIPUNCULIDA		Golfingiidae indet.		1	1
		Onchnesoma steenstrupii	1	1	2
ANNELIDA	Polychaeta	Abyssoninoe sp.	1		1
		Amaeana trilobata	1	2	3
		Amphictene auricoma	3	1	4
		Amythasides macroglossus		1	1
		Aphelochaeta sp.	42	47	89
		Apistobanchus tenuis	1	4	5
		Aricidea catherinae	5	3	8
		Aricidea sp.	3	3	6
		Bradabyssa villosa	2	1	3
		Ceratocephale loveni	1	3	4
		Chaetozone jubata	9	17	26
		Chone sp.	2		2
		Cirratulus cirratus		1	1
		Diplocirrus glaucus	2	2	4
		Eclysippe vanelli		1	1
		Euclymene lindrothi	1		1
		Euclymene oerstedii		2	2
		Eunereis longissima	1	2	3
		Galathowenia oculata	1	2	3
		Glycera lapidum	1	1	2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Heteromastus filiformis	17	22	39
		Lagis koreni	1	1	2
		Lamispina falcata		1	1
		Laonice sp.	1		1
		Levinsenia gracilis	17	6	23
		Lumbrineris aniara	11	14	25
		Maldanidae indet.	2		2
		Mediomastus fragilis	13	22	35
		Myriochele malmgreni/olgae	4	3	7
		Nephtys ciliata		1	1
		Ophelina norvegica	1		1
		Ophelina sp.		3	3
		Paradiopatra fiordica	10	7	17
		Paradiopatra quadricuspis		1	1
		Paradoneis eliasoni	3	1	4
		Paramphinome jeffreysii	73	64	137
		Pectinaria belgica	5	2	7
		Phloe pallida		1	1
		Phylo norvegicus	2	3	5
		Pilargis papillata		1	1
		Podarkeopsis helgolandicus		14	14
		Polycirrus sp.		3	3
		Polynoidae indet.	1	1	2
		Prionospio dubia		2	2
		Prionospio multibranchiata	20	13	33
		Prionospio plumosa	3		3
		Pseudopolydora paucibranchiata		3	3
		Rhodine sp.	1		1
		Sosane wahrbergi		5	5
		Spiochaetopterus bergensis	254	376	630
		Spiophanes kroyeri		1	1
		Spiophanes wigleyi	1		1
		Terebellides sp.	3	4	7
		Tharyx sp.	1		1
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Calocarides coronatus	1	1	2
		Eriopisa elongata	4	4	8
MOLLUSCA					
	Caudofoveata				
		Caudofoveata indet.	6	8	14
	Prosobranchia				
		Haliella stenostoma		2	2
	Bivalvia				
		Abra longicallus	1	3	4
		Abra nitida	9	28	37
		Adontorhina similis	1	1	2
		Kelliella miliaris		1	1
		Limatula gwyni		1	1
		Mendicula ferruginosa	1	6	7
		Nucula tumidula	1	2	3
		Parathyasira equalis	99	97	196
		Tellimya tenella	1		1
		Thyasira sarsii	18	20	38
		Yoldiella lucida	1	2	3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea	Amphilepis norvegica	4	2	6
		Ophiuroidea indet. juv.	1		1
	Echinoidea	Brissopsis lyrifera	1	1	2
		Maks:	254	376	630
		Antall:	55	65	77
		Sum:			1554
Stasjonsnr.:	C2alt				
NEMERTINI					
		Nemertea indet.	18	2	20
ANNELIDA					
	Polychaeta				
		Ampharetidae indet.		1	1
		Amphictene auricoma	1	1	2
		Amythasides macroglossus	3		3
		Anobothrus gracilis		1	1
		Aphelochaeta sp.	115	43	158
		Apistobranchus tenuis	12	1	13
		Aricidea catherinae		1	1
		Aricidea sp.	1	3	4
		Bradabyssa villosa	4		4
		Ceratocephale loveni	3		3
		Chaetozone jubata	11	2	13
		Chone sp.	1		1
		Diplocirrus glaucus	1		1
		Glycera lapidum	1		1
		Heteromastus filiformis	22	19	41
		Jasmineira caudata		1	1
		Levinsenia gracilis	2	3	5
		Lumbrineris aniara	9	1	10
		Mediomastus fragilis	3		3
		Nephtys hystericis		1	1
		Ophelina sp.	2		2
		Paramphinome jeffreysii	137	47	184
		Pectinaria belgica	9	1	10
		Pholoe pallida		1	1
		Phylo norvegicus	8	1	9
		Pilargis papillata	2		2
		Pista mediterranea	2		2
		Podarkeopsis helgolandicus	1		1
		Prionospio multibranchiata	22		22
		Pseudopolydora paucibranchiata	2		2
		Raricirrus beryli	7		7
		Sosane wahrbergi	14		14
		Spiochaetopterus bergensis	75	37	112
		Spiophanes kroyeri	3	4	7
		Terebellides sp.		1	1
		Tharyx killariensis	2		2
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Calocarides coronatus	3		3
		Eriopisa elongata	3	2	5

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
MOLLUSCA					
	Caudofoveata	Caudofoveata indet.	2		2
	Prosobranchia	Haliella stenostoma		1	1
	Opisthobranchia	Hermania sp.	1		1
		Retusa umbilicata		1	1
	Bivalvia	Abra nitida	27	11	38
		Delectopecten vitreus	2		2
		Mendicula ferruginosa	2	1	3
		Nucula sulcata	1		1
		Nucula tumidula	1	1	2
		Parathyasira equalis	150	61	211
		Thyasira sarsii	15	4	19
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea	Amphilepis norvegica	6	2	8
		Amphiura chiajei		1	1
		Maks:	150	61	211
		Antall:	42	31	52
		Sum:			963
Stasjonsnr.: C3					
NEMERTINI		Nemertea indet.	28	20	48
SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii		1	1
ANNELIDA					
	Polychaeta	Amaeana trilobata	2	1	3
		Amphictene auricoma	1		1
		Aphelochaeta sp.	21	18	39
		Apistobanchus tenuis		1	1
		Aricidea catherinae	2		2
		Aricidea sp.	8	1	9
		Bradabyssa villosa		3	3
		Chaetozone jubata	11	3	14
		Chaetozone setosa		1	1
		Chrysopetalidae indet.		5	5
		Cistenides hyperborea		1	1
		Diplocirrus glaucus	1	1	2
		Eclysippe vanelli		2	2
		Euclymene oerstedii	1		1
		Eunereis elitoralis	1	1	2
		Exogone verugera		1	1
		Galathowenia oculata	8		8
		Heteromastus filiformis	43	16	59
		Levinsenia gracilis	8	3	11
		Lumbrineris aniana	5	4	9
		Mediomastus fragilis	1		1
		Myriochele malmgreni/olgae	1	1	2
		Nephtys hystericis	1	1	2
		Nephtys sp.		1	1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Ophelina modesta		5	5
		Ophelina sp.	3	5	8
		Oxydromus flexuosus		1	1
		Paradiopatra fiordica	1		1
		Paradoneis eliasoni	1	2	3
		Paramphinome jeffreysii	41	45	86
		Pectinaria belgica	1	5	6
		Pholoe pallida		2	2
		Phylo norvegicus	1	1	2
		Pilargis papillata	2		2
		Podarkeopsis helgolandicus		5	5
		Prionospio cirrifera	1		1
		Prionospio dubia	1	1	2
		Prionospio multibranchiata		6	6
		Raricirrus beryli	4	4	8
		Sosane wahrbergi		3	3
		Spiochaetopterus bergensis	67	43	110
		Spiochaetopterus typicus	1		1
		Spiophanes wigleyi		1	1
		Tharyx sp.	1		1
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Asellota indet.		1	1
		Eriopisa elongata	1	2	3
		Eudorella sp.		1	1
MOLLUSCA					
	Caudofoveata				
		Caudofoveata indet.	5	2	7
	Opisthobranchia				
		Scaphander punctostriatus		1	1
	Bivalvia				
		Abra longicallus		1	1
		Abra nitida	26	63	89
		Adontorhina similis		7	7
		Mendicula ferruginosa	5	2	7
		Nucula tumidula	3	2	5
		Parathyasira equalis	45	78	123
		Thyasira sarsii	81	155	236
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea				
		Amphilepis norvegica		3	3
		Maks:	81	155	236
		Antall:	37	49	59
		Sum:			967
Stasjonsnr.: C4					
NEMERTINI					
		Nemertea indet.	17	27	44
SIPUNCULIDA					
		Onchnesoma steenstrupii	2		2
ANNELIDA					
	Polychaeta				
		Amaeana trilobata	1	5	6
		Anobothrus gracilis	5	1	6
		Aphelochaeta sp.	44	49	93

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Aricidea catherinae	1	3	4
		Aricidea sp.	3	5	8
		Bradabyssa villosa		1	1
		Ceratocephale loveni	1	4	5
		Chaetozone jubata	4	1	5
		Chone sp.	6	4	10
		Euclymene lindrothi		1	1
		Euclymene oerstedii	1	3	4
		Eunereis elitoralisi	1		1
		Eunereis longissima		1	1
		Galathowenia oculata	2		2
		Glycera lapidum	3	6	9
		Glyphohesione klatti		1	1
		Heteromastus filiformis	13	22	35
		Levinsenia gracilis	9	5	14
		Lumbrineris aniara	29	33	62
		Nephtys ciliata		1	1
		Nephtys hystericis	1	1	2
		Nereimyra sp.		6	6
		Ophelina modesta	3		3
		Ophelina norvegica	1		1
		Ophelina sp.	2		2
		Oxydromus flexuosus	1		1
		Paradiopatra quadricuspis	4	13	17
		Paradoneis eliasoni	13	3	16
		Paramphinome jeffreysii	75	150	225
		Pectinaria belgica	1		1
		Phylo norvegicus	2	1	3
		Podarkeopsis helgolandicus	9	3	12
		Polycirrus sp.		2	2
		Polynoidae indet.		2	2
		Polyphysia crassa	1	2	3
		Prionospio dubia	1		1
		Prionospio multibranchiata	11	15	26
		Raricirrus beryli	1		1
		Sigalionidae indet.	1	1	2
		Sosane wahrbergi	16	4	20
		Spiochaetopterus bergensis	285	248	533
		Syllis sp.	2		2
		Terebellides sp.	3	3	6
	Oligochaeta	Oligochaeta indet.	1		1
	CRUSTACEA				
	Malacostraca	Eriopisa elongata		3	3
		Halice abyssii		1	1
	MOLLUSCA				
	Caudofoveata	Caudofoveata indet.		3	3
	Opisthobranchia	Retusa umbilicata		1	1
	Bivalvia	Abra longicallus		1	1
		Abra nitida	35	22	57
		Adontorhina similis	2	6	8

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Delectopecten vitreus	8	9	17
		Genaxinus eumyarius	1		1
		Kurtiella tumidula		1	1
		Mendicula ferruginosa	8	15	23
		Nucula tumidula	5	10	15
		Parathyasira equalis	57	76	133
		Thyasira sarsii	221	190	411
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea				
		Amphilepis norvegica	2	5	7
	Echinoidea				
		Spatangoida indet. juv.	1		1
		Maks:	285	248	533
		Antall:	48	48	62
		Sum:			1886
Stasjonsnr.: C5					
ANNELIDA					
	Polychaeta				
		Capitella capitata	13	9	22
		Chrysopetalidae indet.	5		5
		Ophryotrocha lobifera		1	1
		Paramphinome jeffreysii	3	1	4
		Prionospio plumosa	17	6	23
		Maks:	17	9	23
		Antall:	4	4	5
		Sum:			55
		TOTAL:			Maks: 630
					Sum: 5682

7.2 Analysebeviser

Kjemirapport C-undersøkelse_021020



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/Sjøtroll havbruk AS
Kunde referanse: Tepstad. C/ASC undersøkelse, 2020.
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Astrid Harendza

Dato: 01.12.2020

Rapport nr.: 62504_Rev_011220
Analyseparameter(e): Kom, TOM, TOC, TN, Cu
Kontaktperson: Oda S. Bye Wilhelmsen

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:

Flere av prøvene inneholdt sedimentagglomerater som ikke er inkludert i kornanalysen.
Revidert kjemirapport 62504_Rev_011220 oppdatert med tilstandsklassifisering ihht. veileder M-608 (Rev. 31.10.2020) erstatter tidligere rapport 62504 fra 11.11.2020.

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

Lab-id.	Kundens id.	Beskaffenhet ved mottak	Mottatt lab	Parametere	Analyse-periode
62504/C1	C1**	Frossen	21.10.2020	Korn, TOM, TOC, TN, Cu	27.10.20 - 06.11.20
62504/C2	C2	Frossen	21.10.2020	Korn, TOM, TOC, TN	02.11.20 - 06.11.20
62504/C2alt	C2alt	Frossen	21.10.2020	Korn, TOM, TOC, TN	02.11.20 - 06.11.20
62504/C3	C3	Frossen	21.10.2020	Korn, TOM, TOC, TN	02.11.20 - 06.11.20
62504/C4	C4	Frossen	21.10.2020	Korn, TOM, TOC, TN	02.11.20 - 06.11.20
62504/C5	C5	Frossen	21.10.2020	Korn, TOM, TOC, TN	02.11.20 - 06.11.20

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 16168:2012. MERK: ved TOC-verdier større enn ca 60 mg/g TS kan TN-resultater bli underestimert
Kobber-Cu (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**	102	3.2	19.1	50.3	49.7	180	111	31.3
C2	25	3.7	11.1	65.4	34.6	ia	30.9	6.6
C2alt	25	3.8	11.3	83.9	16.1	ia	27.5	6.4
C3	36	4.0	13.6	67.1	32.9	ia	42.0	9.0
C4	34	3.4	13.4	84.1	15.9	ia	37.1	10.1
C5	98	2.8	18.3	43.3	56.7	ia	108	34.6

* 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

** TOC-resultater større enn 100 mg/g TS er utenfor akkreditert måleområde

$N\ TOC\ (Normalisert\ TOC) = målt\ TOC\ mg/g + 18*(1-F)$, der F =andel finstoff (pelitt) gitt ved %pelitt/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 marine sedimenter ihht. Veileder 02:2018:

Metaller er klassifisert ihht. veileder M-608 (Rev. 31.10.2020)

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

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

7.3 Bilder av prøver ved Tepstad

St 1		St 2	
St 3		St 4	
St 5		St C2alt	