

C-undersøkelse

NS9410:2016

for

Teksmona



Tilstandsklasse III (Moderat)

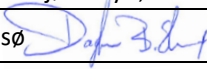
Feltarbeid

14.01.21-15.01.21

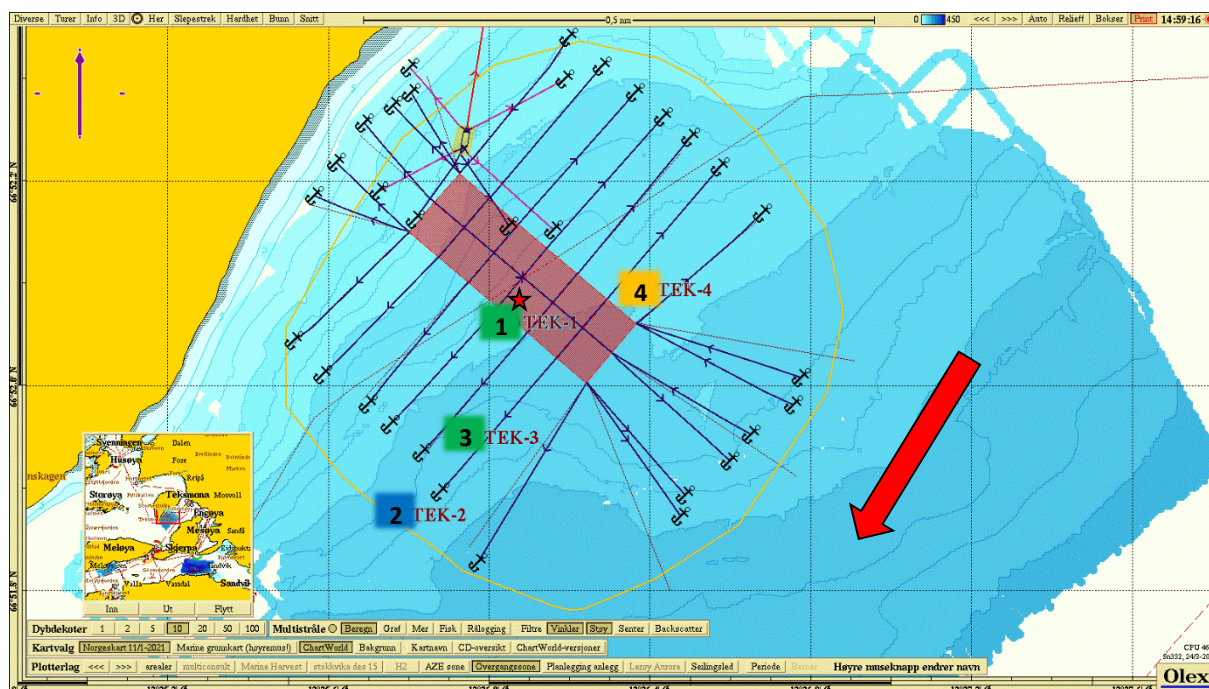
Oppdragsgiver

Nova Sea AS



C-undersøkelse for Teksmona		
Rapportnummer/Rapportdato	101223-01-001 / 29.03.2021	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Teksmona	
	MTB 3 120	
	Meløy, Nordland	
	Økoregion Norskehavet sør og vanntype beskyttet kyst/fjord	
Lokalitetsnummer	29776	
Oppdragsgiver		
Selskap	Nova Sea AS	
Kontaktperson	Samuel J. Anderson	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Torbjørn Gylt	
Forfatter (-e)	Dora Marie Alvsvåg, Torbjørn Gylt, Christine Østensvig	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Eurofins Environment Testing Norway AS	
Vilkår og betingelser	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.</i>	
Sammendrag		
<p>Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse ved lokaliteten Teksmona i Meløy, Nordland. Undersøkelsen er utført i henhold til krav i gjeldende utslippstillatelse, samt vurdert opp mot ASC-standard. Resultatene fra denne undersøkelsen er rapportert inn til vannmiljødatabasen av Åkerblå AS.</p> <p>Samlet viste faunaresultatene moderate forhold i overgangssonen, hvor faunaen så ut til å bedres med økende avstand fra anlegget (figur 1; tabell 1). På vestlig side av anlegget (TEK-2 og TEK-3) var faunaforholdene gode, hvor høyeste artsantall og biodiversitet ble observert. Dette tyder på at spredningspotensialet ikke er så stort i hovedstrømsretningen mot sørvest.</p> <p>På østsiden av anlegget (TEK-4) var faunaforholdene dårligere og stasjonen ble klassifisert med nest dårligste tilstandsklasse. Faunaen ble dominert av den forurensningsindikerende arten <i>Capitella capitata</i>, som er et typisk tegn på organisk belastning. Arts- og individantallet var også betydelig lavere enn i resten av overgangssonen. Dårligere faunaforhold ved TEK-4 skyldes trolig nærhet til anlegget, men tyder også på at returstrømmen mot nordøst bidrar til en større spredning av partikler i denne retningen. Ved neste undersøkelse kan det vurderes å plassere en ekstra stasjon på østsiden av anlegget for å avdekke hvor stort spredningspotensialet i denne retningen faktisk er.</p> <p>Samtlige grabbhugg ble godkjent for volum og overflate, men forskjeller i arts- og/eller individantall mellom grabber ble observert ved samtlige stasjoner. Da dette trolig skyldes naturlig variasjon i faunen på havbunnen, mener Åkerblå at prøvene likevel er gode nok til å kunne overvåke den økologiske tilstanden ved Teksmona.</p> <p>Neste undersøkelse skal i henhold til NS9410 utføres hver annen produksjonssyklus ved maksimal belastning, på bakgrunn av samlet tilstandsvurdering «moderat».</p>		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



Figur 1. Plassering av anleggsramme og fortløyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (rød stjerne), hovedstrømsretning (rød pil), antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje) og prøvestasjon med faunatilstand: blå = Svært/meget god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, oransje = dårlig tilstand og rød = svært/meget dårlig tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = TEK-1 osv) og R = referansestasjonen. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 1. Hovedresultater. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H'), Tilstandsverdi (økologisk kvalitetsratio: nEQR), vurdering av overgangssonen og klassifisering av kobber (Cu) er vurdert etter Veileder 02:2018.

Stasjon/ Parameter	TEK-2	TEK-3	TEK-4
Antall arter	124	116	27
Antall individ	1628	1946	519
H'	5,042	4,252	1,779
nEQR	0,839	0,778	0,369
Cu	8,33	9,36	6,98
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	III – Moderat 0,574	Neste undersøkelse	Hver annen produksjonssyklus

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Teksmona. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

For C-undersøkelser er Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2018. Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstillter kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innhold

FORORD	4
INNHOOLD	5
1 INNLEDNING	7
2 MATERIALE OG METODE	10
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	10
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	14
2.3 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	17
2.4 PRODUKSJON	18
3 RESULTATER	19
3.1 BUNNDYRSANALYSER	19
3.1.1 TEK-1.....	19
3.1.2 TEK-2.....	21
3.1.3 TEK-3.....	23
3.1.4 TEK-4.....	25
3.1.5 Samlet tilstandsverdi	27
3.2 HYDROGRAFI.....	28
3.3 SEDIMENTANALYSER	29
3.3.1 Sensoriske vurderinger	29
3.3.2 Kornfordeling.....	29
3.3.3 Kjemiske parametere.....	29
3.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	31
3.4.1 Bunnfauna	31
3.4.2 Sediment.....	31
3.4.3 Kjemiske parametere.....	31
4 DISKUSJON	32
5 LITTERATURLISTE	34
6 VEDLEGG	36
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	36
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	38
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	51
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	53
VEDLEGG 5 - REFERANSETILSTANDER	56
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE	60
VEDLEGG 7 – CTD RÅDATA	66
VEDLEGG 8 – BILDER AV SEDIMENT	69
VEDLEGG 9 – ASC-VURDERING	71
V.9-1 Sammendrag.....	72
V.9-2 Innledning	73

V.9-3 Metode.....	75
V.9-4 Resultater.....	77
V.9-5 Diskusjon.....	80
V.9-6 Litteraturliste	81
V.9-7 Artsliste	81
V.9-8 Analysebevis.....	81

1 Innledning

En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende utforskning av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske støtteparametere (hydrografi, sediment og miljøgifter; NS9410 2016). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Arts sammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014).

Miljøforholdene er avgjørende for antallet arter og antallet individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av et moderat antall individer blant disse artene (ISO 16665 2014; Veileder 02:2018). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2018).

De fleste former for dyreliv i sjøen er avhengig av tilstrekkelig oksygeninnhold i vannmassene. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som regel tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygenet forbrukes ved nedbrytning. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Ved utilstrekkelig tilførsel av oksygen kan det ved nedbrytning av organisk materiale dannes hydrogensulfid (H_2S) som er giftig for mange arter. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgraden (pH) og redokspotensial (E_h) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og høyt reduksjonspotensiale (lav E_h) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Mengden organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og som totalt organisk materiale (TOM; glødetap). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber), fosfor og nitrogen i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er belastet (Veileder 02:2018). C:N forholdet viser i hvilken grad det organiske materialet gir grunnlag for biologisk aktivitet (NS9410 2016), hvor en lav ratio antyder en større mengde tilgjengelig nitrogen og dermed muligheten for høyere biologisk aktivitet.

Miljøundersøkelser i forbindelse med oppdrett skal gjøres med utgangspunkt i NS9410 (2016). Standarden definerer at stasjonen for overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1) skal klassifiseres ut i fra arts- og individantall. Stasjoner i overgangssonen (C3, C4.. osv.) og i ytterkant av overgangssonen (C2) skal vurderes ut ifra diversitets og sensitivtetsindekser som beskrevet i Veileder 02:2018.

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Bunnfauna vurderes etter gjennomsnittsverdier av indeksene fra de to prøvene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna. Veilederen har delt norskekysten i seks økoregioner og definert åtte forskjellige vanntyper, hvorav fem av vanntypene er aktuelle for marine undersøkelser. En del kombinasjoner er slått sammen og det er definert totalt 11 sett med klassifiseringer. Hvert sett har egne grenseverdier for de ulike indeksene. Forskjellen på disse er stor fra Skagerak til Barentshavet, men gradvis varierer langs kysten ellers. Dette medfører at en gitt prøve for eksempel kan klassifiseres som god i Skagerak, men svært god etter indeksene definert for Barentshavet i nord. Grensene er dermed i større grad tilpasset naturlige variasjoner langs kysten (Veileder 02:2018).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømmretning og bunntopografi. Om bunnen i overgangssonen er sterkt skrånende så plasseres det en prøvestasjon ved foten av skråningen. Antall stasjoner avhenger av MTB, men dersom tillatelsen ikke utnyttes fullt ut, kan antallet prøvestasjoner reduseres etter faktisk produksjon (NS9410 2016).

Tidspunkt for prøvetaking skal være i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting. C-undersøkelser ved maksimal belastning skal også utføres etter første generasjon på en ny lokalitet eller ved utvidelse av MTB, mens minimumskravet til frekvensen for fremtidige undersøkelser bestemmes av tilstandsklassen som ble gitt ved foregående undersøkelse (tabell 1.1.1). Dersom frekvensene ikke sammenfaller, gjelder den som gir hyppigst frekvens (NS9410 2016). I tillegg kan fylkesmannen sette spesifikke krav i utslippstillatelsen.

Dersom resultatene fra C1 gir tilstand 4, skal det vurderes spesifikke tiltak av myndighetene. I tillegg til krav om C-undersøkelse som stilles i NS9410 (2016) kan det for den enkelte lokalitet finnes andre pålegg om C-undersøkelse, som for eksempel i utslippstillatelsen.

Tabell 1.1.1 Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3, C4 osv.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser. Fritt etter NS9410 (2016).

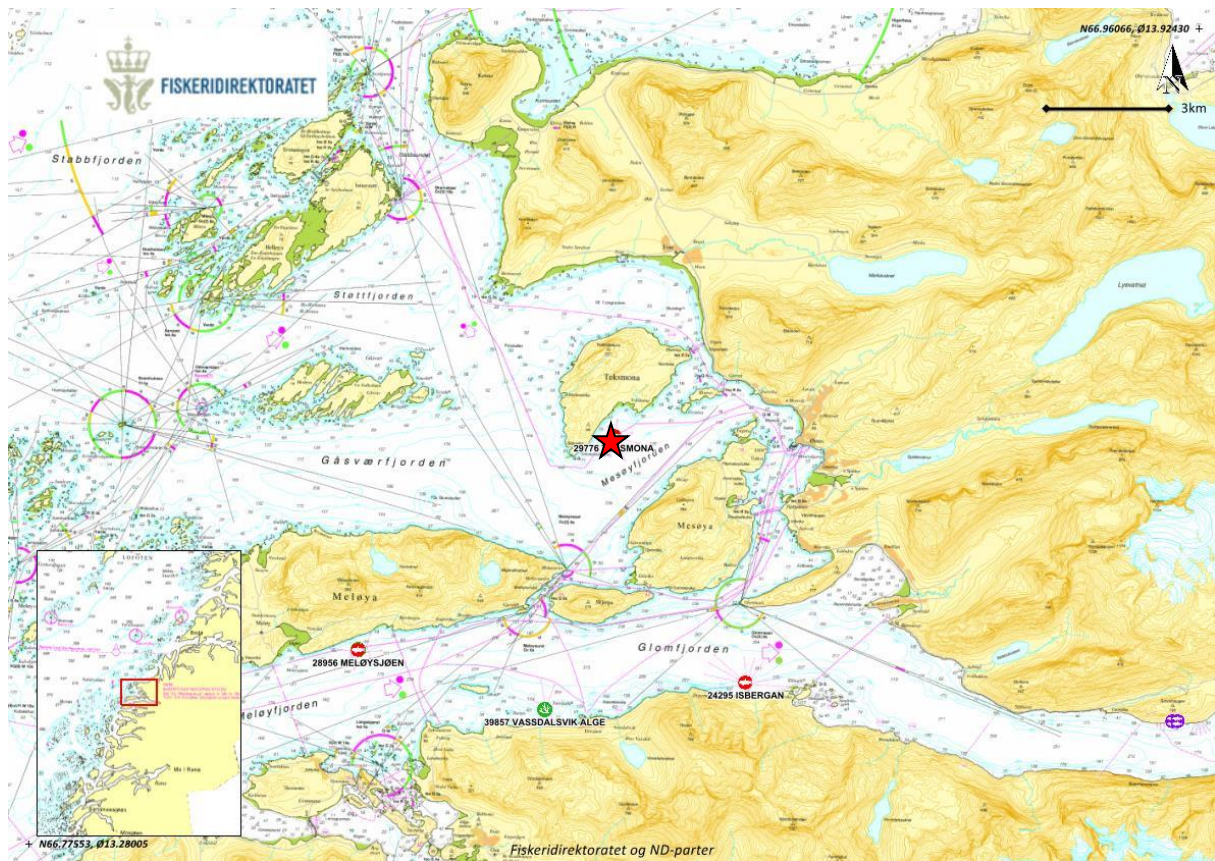
Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

* Krever alternativ undersøkelse for å kartlegge utbredelsen av redusert tilstand. Dette avklares med myndighetene.

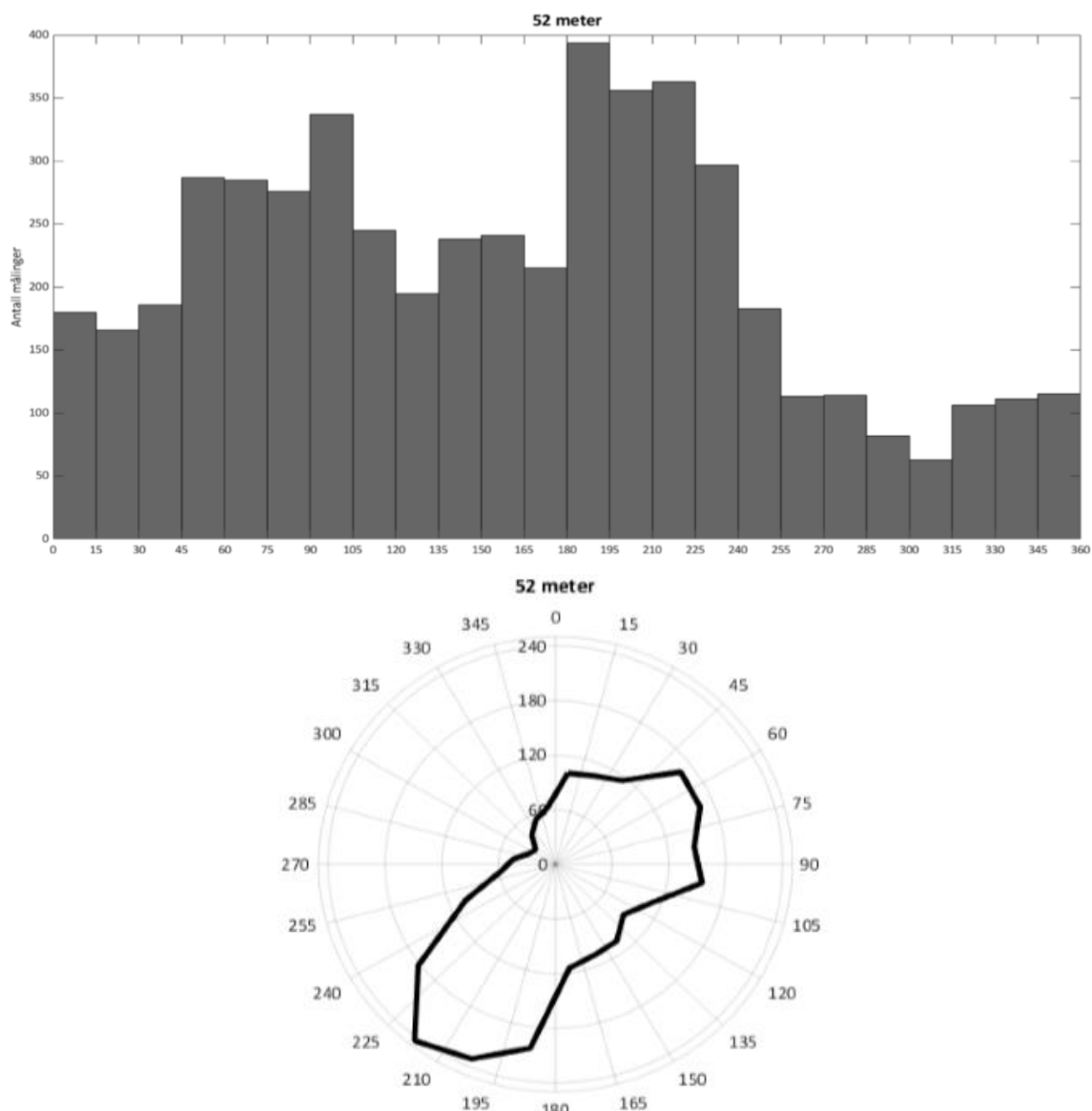
2 Materiale og metode

2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Teksmona ligger i Mesøyfjorden i Meløy, Nordland. Anlegget ligger plassert i økoregion Norskehavet sør med vanntype beskyttet kyst/fjord. Lokaliteten ligger ca. 270 m sørøst for øya Teksmona (figur 2.1.1). Bunnen under anlegget skråner skarpt ut fra land hvor dybdene varierer fra 47 til 97 meter. Målinger viser at den relativt svake spredningsstrømmen har en hovedretning mot sørvest og en sekundærstrøm mot nordøst (Aqua Kompetanse, 2019a; figur 2.1.2). Lokaliteten består av 12 bur med merder på 120 meter i diameter. Det har ikke vært brukt kobber i nøtene ved lokaliteten (pers med. Anderson. Samuel J.).

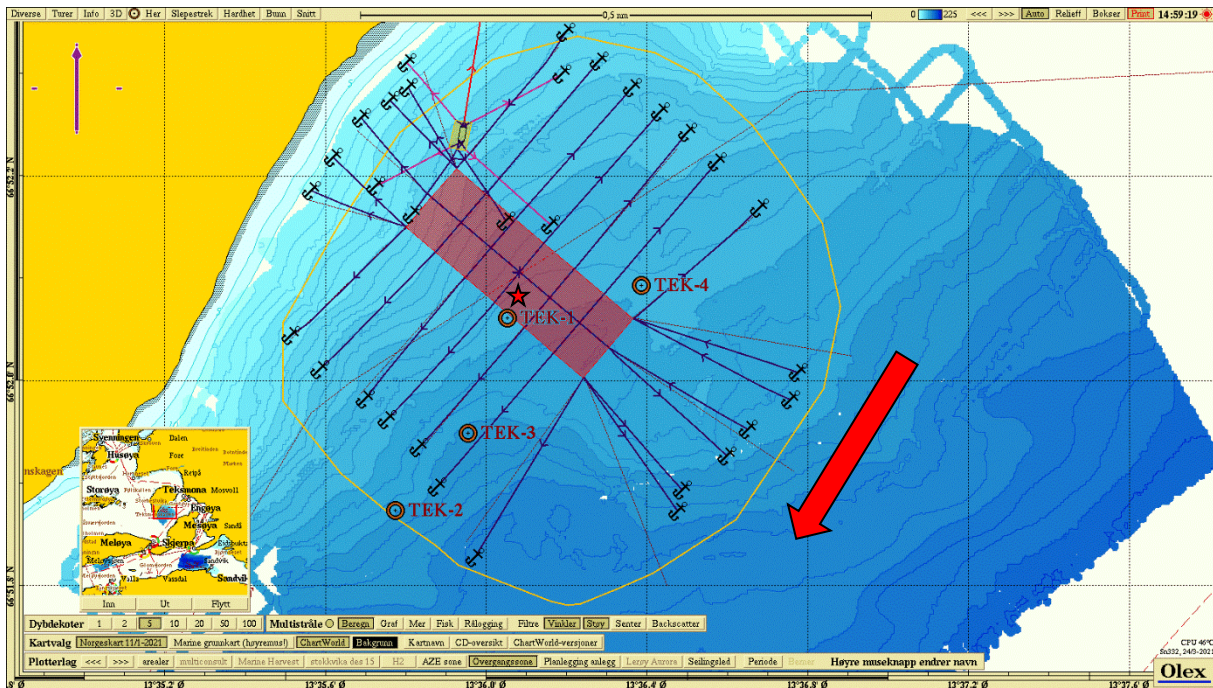


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten (rød stjerne). Nærliggende anlegg er markert med røde sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.

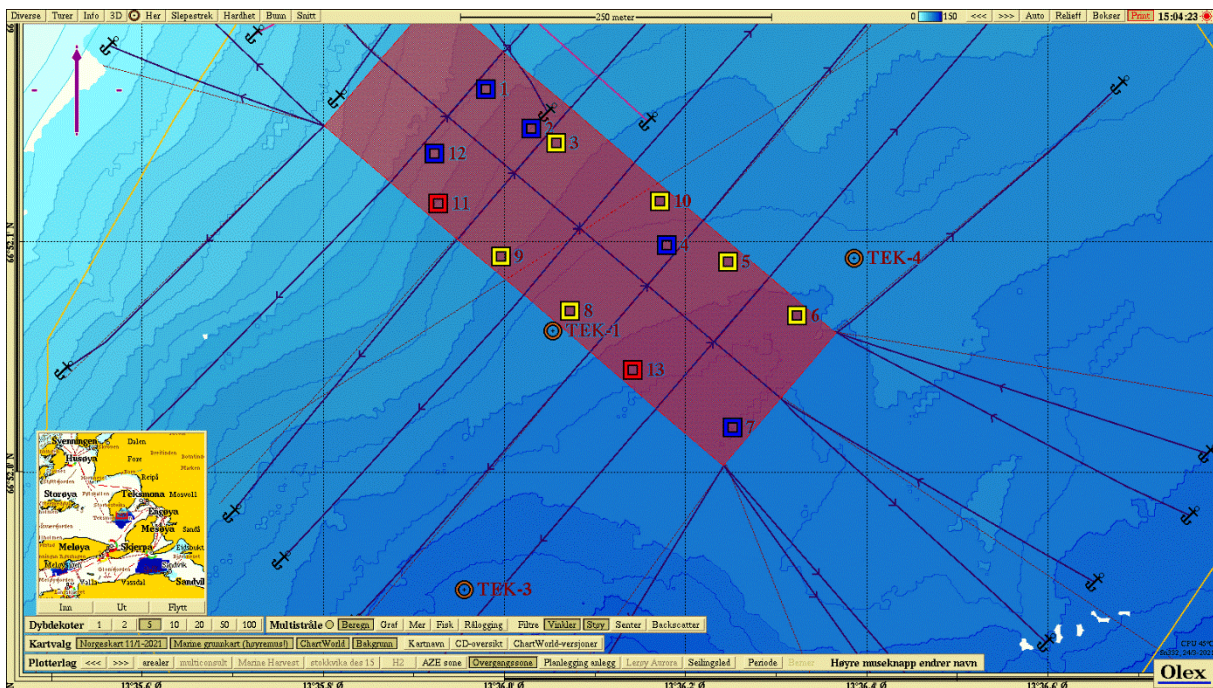


Figur 2.1.2 Strømforhold. Fordelingsdiagrammet øverst angir antallet målepunkter (frekvens) i ulike himmelretninger. Strømrose under viser relativ vannfluks som angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Målingene er utført på 52 meters dyp. Kartdatum WGS84 (Aqua Kompetanse, 2019a).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av krav i NS9410 (2016). Stasjon TEK-1 ble plassert 25 meter fra merdkant langs sørvestlig langside av anlegget, i området der tidligere B-undersøkelse viste størst påvirkning (Aqua Kompetanse, 2019b). Spredningsstrømmen på lokaliteten har en hovedretning mot sørvest og det største akkumulasjonspotensialet ble vurdert til å være i denne retningen. TEK-2 ble derfor plassert 415 meter sørvest for anlegget iht. standard. Ved tidligere undersøkelse har denne stasjonen vært plassert mot øst. C3 var tidligere plassert direkte sør for anlegget, men TEK-3 ble i gjeldende undersøkelse plassert 215 meter sørvest for anlegget og danner sammen med TEK-2 et transekt fra anlegget i hovedstrømsretning. Det var også en returstrøm på lokaliteten mot øst-nordøst. TEK-4 ble plassert 58 meter nordøst for anlegget for å dekke inn eventuell spredning i sekundærstrømmen (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).



Figur 2.1.3 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (brun runding), målepunkt for strømundersøkelse (stjerne) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Rød pil angir hovedretning for spredningsstrøm (relativ fluks). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



Figur 2.1.4 Anleggsplassering og fortøyningslinjer, B-undersøkellesstasjoner (firkanter) og C-undersøkelsens innerste prøvestasjoner (brune rundinger). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

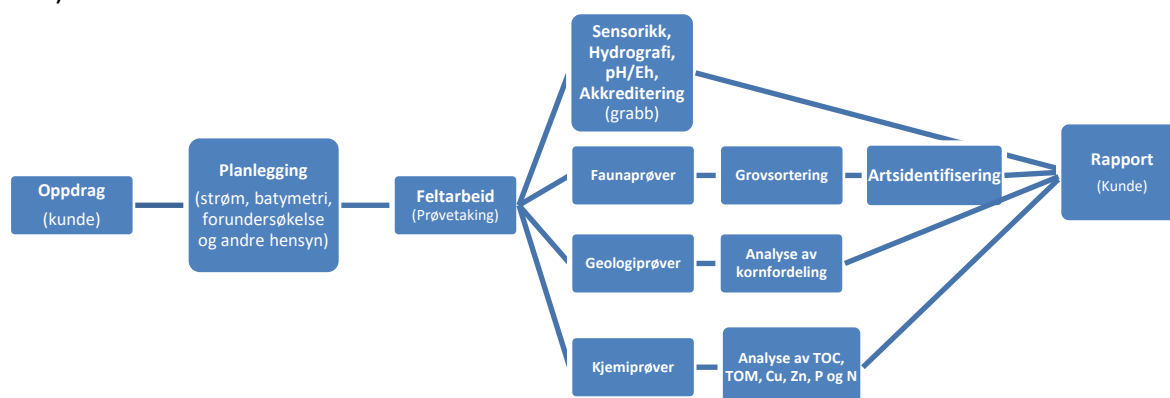
Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og som overgangssone (C3, C4 osv.). Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med datum WGS84 og avstand fra anleggsramme og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering
TEK-1	66°52.061'N / 13°36.053'Ø	25-30*	87	FAU, KJE, GEO, PE	C1
TEK-2	66°51.872'N / 13°35.774'Ø	415	104	FAU, KJE, GEO, PE	C2
TEK-3	66°51.948'N / 13°35.955'Ø	215	105	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C3
TEK-4	66°52.092'N / 13°36.385'Ø	58	87	FAU, KJE, GEO, PE	C4

*merdkant

2.2 Prøvetaking og analyser

Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS9410 (2016) og NS-EN ISO 16665 (2014). Det ble tatt tre grabbhugg på hver prøvestasjon hvor to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske- og kjemiske undersøkelser. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For kjemianalyser ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av overflaten, mens for de geologiske prøvene (kornfordeling) fra de øverste 5 cm. Kornfordelingen illustrerer mikroklimaet i en mindre prøve, mens de sensoriske dataene for sedimentsammensetningen gjelder hele grabbinnholdet. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell 2.2.1; vedlegg 1). For kjemiske parametere ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugg som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av underleverandøren (figur 2.2.1).



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,1 m ²
pH-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Eh-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
GPS og kart	Olex, GPS og kart fra Kartverket, Datum WGS84
Konservering	Boraks og formalin (4% bufret i sjøvann)
CTD	SAIV AS
Annet	Linjal, prøveglass, skje, hevert og hvit plastbalje, kamera

Tabell 2.2.2 Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS (ÅB AS) og underleverandører (LEV) som er benyttet. AK = Akkreditering, EETN-AS = Eurofins Environment Testing Norway AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	LEV	Personell	AK	Standard
Sidemannskontroll	ÅB-AS	Dag Slettebø	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Torbjørn Gylt og Espen Pedersen	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Øystein Stokland, Evelina Merkyte	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Dora Marie Alvsvåg, Christine Østensvig	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Dora Marie Alvsvåg, Christine Østensvig	TEST 252: P32	V02:2018 (2018), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B -December 2000
Glødetap*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12879 (S3a): 2001-02
Tørrvekt steg 1*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12880 (S2a): 2001-02
Total organisk karbon (TOC)*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	NF EN 15936 – Method B
Kornfordeling*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	DIN 18123; Internal Method 6
Nitrogen*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 13342, Internal Method (Soil)

* *underleverandør* av EETN-AS; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488.

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert 2. sekund og målte salinitet, temperatur og oksygeninnhold. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172 og Microsoft Excel (2007/2010/2013).

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunndyr i Åkerblå AS.

Utregningen av artsmangfold (ES_{100}) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQ11) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2018. ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQ11-indeks ble beregnet etter Veileder

02:2018 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (vedlegg 5).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 5). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. I denne rapporten ble vurdering av stasjonen i overgangen anleggssone/overgangssone (TEK-1) gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen.

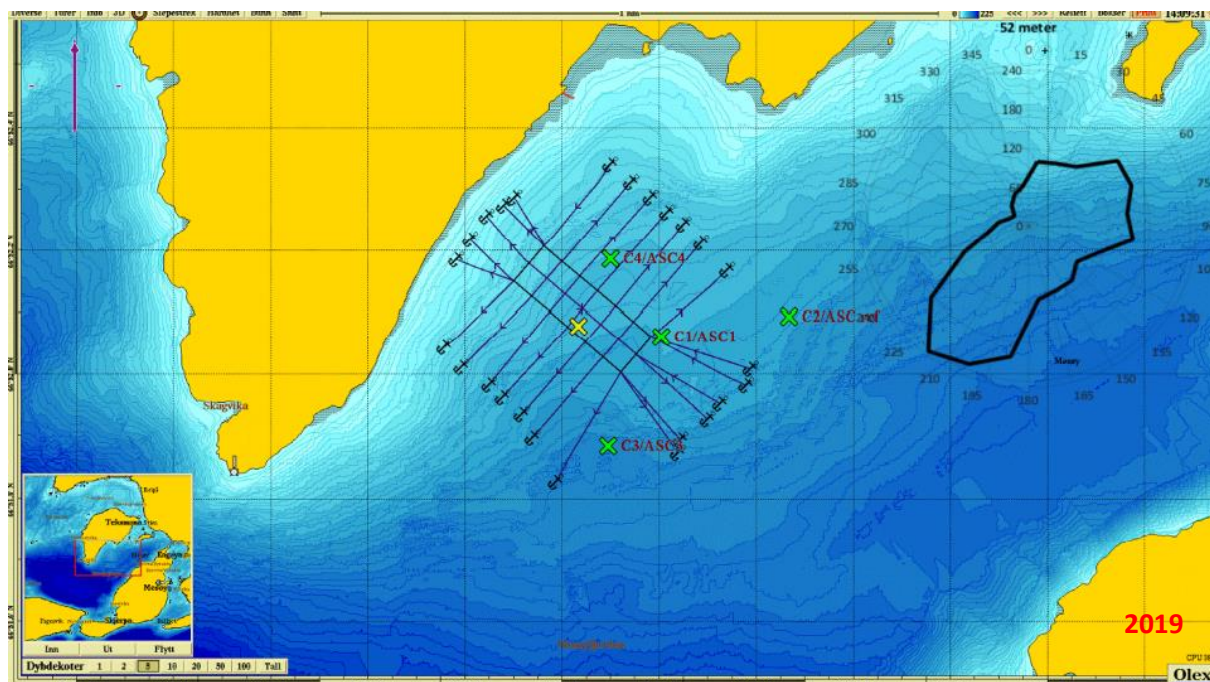
Veileder 02:2018 omtaler alle tilstander som *tilstandsklasser*, mens NS9410 (2016) omtaler det som *miljøtilstand*. I denne rapporten brukes *tilstand* om alle tilfeller hvor det for veilederen beskrives som tilstandsklasse og for NS9410 (2016) beskrives som miljøtilstand. Øvrige uttrykk er beholdt som skrevet i de respektive standarder og veiledere. I veileder 02:2018 brukes gjennomsnittlig nEQR-verdi som klassifiseringsgrunnlag per prøvestasjon. I NS9410 (2016) klassifiseres overgangssonen på bakgrunn av samlet stasjonsverdi. Åkerblå omtaler begge resultatformer for tilstandsverdi for enkelhetens skyld (Tabell 2.2.3).

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
H'_{max}	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ES_{100}	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks som angir artenes forurensningsgrad
\bar{G}	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
\bar{S}	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstand	Generalisert uttrykk som omfatter tilstandsklasse og miljøtilstand
Tilstandsverdi	Verdigrunnlaget for tilstandsvurdering

2.3 Tidligere undersøkelser

Det har tidligere blitt utført en C-undersøkelse ved lokaliteten i 2019 (Aqua Kompetanse 2019c; figur 2.3.1 og tabell 2.3.1). Siden forrige undersøkelse har samtlige stasjoner endret plassering for å bedre dekke spredningspotensialet i hoved- og returstrømsretningen. Det er derfor kun nærstasjonen (TEK-1) som kan sammenlignes på bakgrunn av samme funksjon.



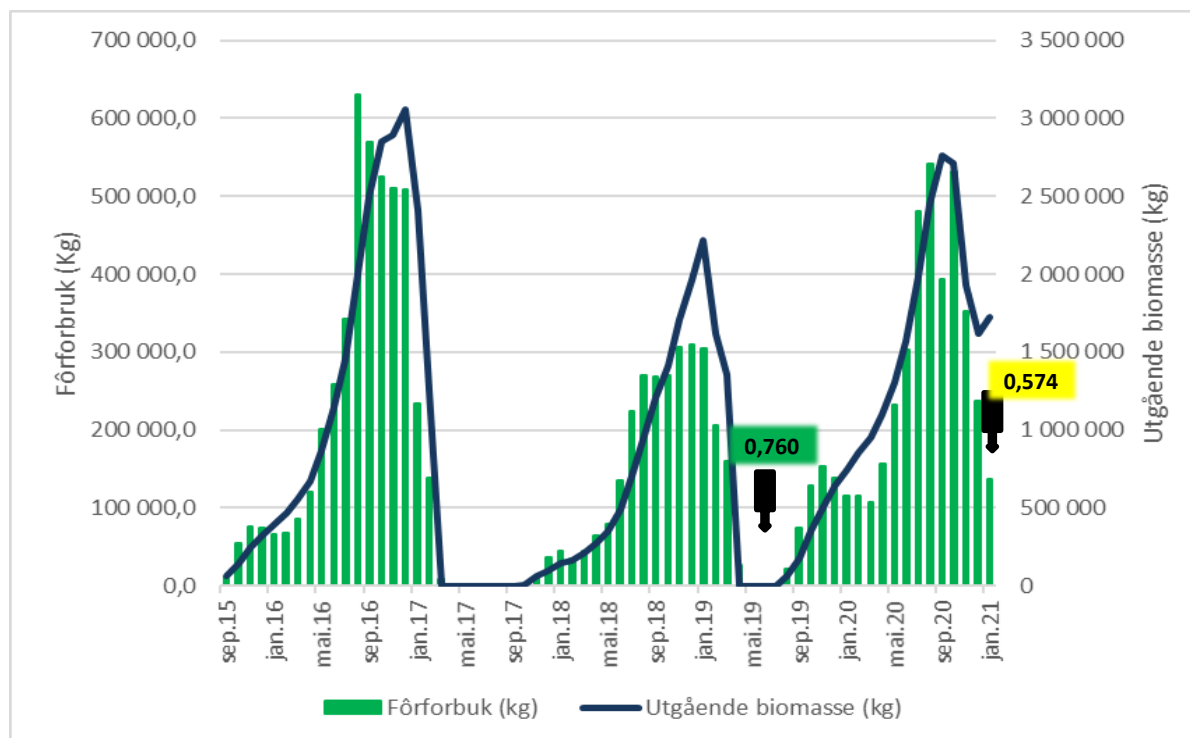
Figur 2.3.1 Plassering av prøvestasjoner for C-undersøkelsen utført i 2019. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 2.3.1. Oversikt over stasjonene som sammenlignes. Plasseringen angir innværende undersøkelse, og er ikke nødvendigvis definert slik i tidligere undersøkelse, tross lik plassering – grunnet endringer i NS9410.

Plassering / År	2019	2021
Anleggssone	C1	TEK-1

2.4 Produksjon

Fisk på lokalitet ble satt ut i august 2019. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten omtrent 1726 tonn. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved samme tid omtrent 4 224 tonn (figur 2.4.1 og tabell 2.4.1; pers. med. Anderson, Samuel).



Figur 2.4.1 Produksjonsinformasjon ved Teksmo for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for undersøkelsen. Stolper indikerer fôrforbruk per måned. Pil angir prøvetidspunkt med bestemmende tilstandsværdi (nEQR) for undersøkelsen: blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = Svært dårlig.

Tabell 2.4.1 Oppsummering av produksjonsdata. For hver undersøkelse angis dato for undersøkelsen, generasjonen av fisk (Gen), utfôret mengde ved tidspunkt for undersøkelsen samt budsjett utfôret mengde på generasjonen. Tilvekst er oppgitt som fôrmengde delt på økonomisk fôrfaktor. Alt oppgitt i tonn. Utfôret og budsjett mengde gir en prosentfordeling som angir belastningsgraden i anlegget (%).

Dato	Gen	Utfôret	Budsjett	%	Tilvekst	Merknader
14.01.21-15.01.21	H-19	4224	5516	77	3818	
02.05.19	H-17	2800	2800	100	2610	Aqua Kompetanse

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion Norskehavet sør og vanntype beskyttet kyst/fjord.

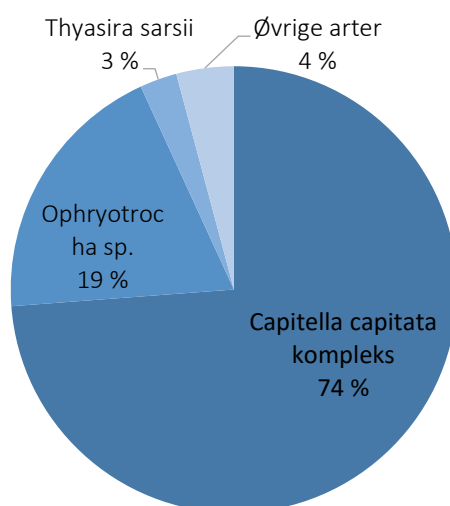
3.1.1 TEK-1

Ved TEK-1 ble det registrert 817 individer fordelt på 19 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **tilstand 2 (god)**, da det var forekomst av minst 5 arter og ingen enkeltarter utgjorde ≥ 90 % av totalt individantall.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved TEK-1 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	603	73,8
<i>Ophryotrocha</i> sp.	4	158	19,3
<i>Thyasira sarsii</i>	4	22	2,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	9	1,1
<i>Galathowenia oculata</i>	3	6	0,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	3	0,4
<i>Echinocardium</i> sp.	3	2	0,2
<i>Maldane sarsi</i>	4	2	0,2
<i>Microphthalmus</i> sp.		2	0,2
<i>Aphelochaeta</i> sp.	2	1	0,1
Øvrige arter	-	9	1,1

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved TEK-1.

På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. Vurdering av disse stasjonene er i utgangspunktet gjort med bakgrunn i beskrivelse fra NS9410 (2016), men som tilleggsinformasjon er indekser for stasjonen i anleggssonen likevel beregnet (tabell 3.1.1.2).

Tabell 3.1.1.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	TEK-1-1	TEK-1-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	5	19	12	
N	341	476	409	
NQI1	0,270	0,406	0,338	0,231
H'	1,124	1,301	1,212	0,269
J	0,484	0,306	0,395	
H'max	2,322	4,248	3,285	
ES100	4,427	7,317	5,872	0,244
ISI	4,594	7,708	6,151	0,371
NSI	8,985	9,209	9,097	0,182
Grabbverdi				0,259

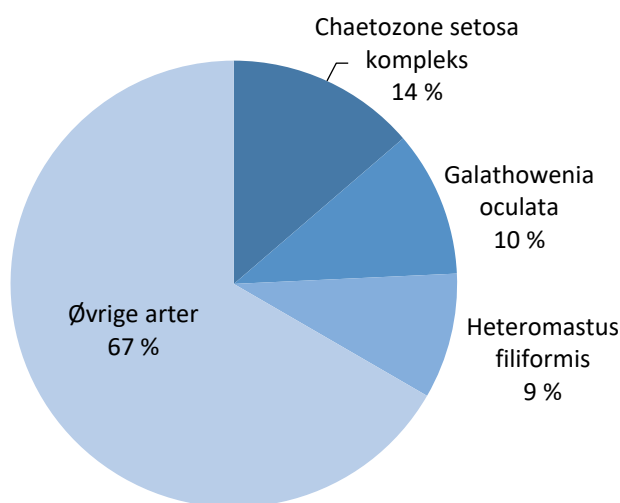
3.1.2 TEK-2

Ved TEK-2 ble det registrert 1628 individer fordelt på 124 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved TEK-2 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	223	13,7
<i>Galathowenia oculata</i>	3	172	10,6
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	148	9,1
<i>Owenia borealis</i>	2	116	7,1
<i>Maldane sarsi</i>	4	94	5,8
<i>Thyasira sarsii</i>	4	81	5,0
<i>Glyphanostomum pallescens</i>		53	3,3
<i>Myriochele heeri</i>	3	45	2,8
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	38	2,3
<i>Nothria conchylega</i>	1	27	1,7
Øvrige arter	-	631	38,8

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved TEK-2.

Tabell 3.1.2.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	TEK-2-1	TEK-2-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	87	98	93	
N	739	889	814	
NQI1	0,756	0,763	0,760	0,844
H'	4,876	5,209	5,042	0,949
J	0,757	0,788	0,772	
H'max	6,443	6,615	6,529	
ES100	35,230	38,690	36,960	0,921
ISI	9,269	9,866	9,568	0,837
NSI	21,121	21,031	21,076	0,643
Grabbverdi				0,839

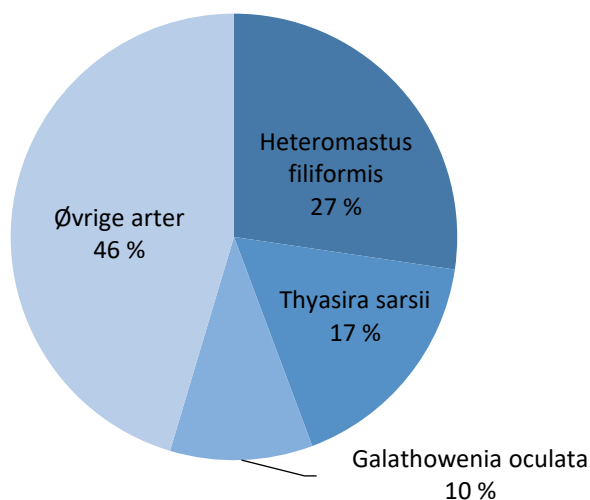
3.1.3 TEK-3

Ved TEK-3 ble det registrert 1946 individer fordelt på 116 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved TEK-3 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	532	27,3
<i>Thyasira sarsii</i>	4	330	17,0
<i>Galathowenia oculata</i>	3	201	10,3
<i>Maldane sarsi</i>	4	109	5,6
<i>Exogone verugera</i>	1	58	3,0
<i>Capitella capitata kompleks</i>	5	54	2,8
<i>Pseudopolydora aff. paucibranchiata</i>	4	51	2,6
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	46	2,4
<i>Abra nitida</i>	3	39	2,0
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	31	1,6
Øvrige arter	-	495	25,4

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved TEK-3.

Tabell 3.1.3.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	TEK-3-1	TEK-3-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	85	97	91	
N	899	1047	973	
NQI1	0,703	0,724	0,713	0,786
H'	4,127	4,377	4,252	0,861
J	0,644	0,663	0,654	
H' max	6,409	6,600	6,505	
ES100	28,320	31,140	29,730	0,859
ISI	8,683	9,090	8,887	0,808
NSI	19,336	19,590	19,463	0,579
Grabbverdi				0,778

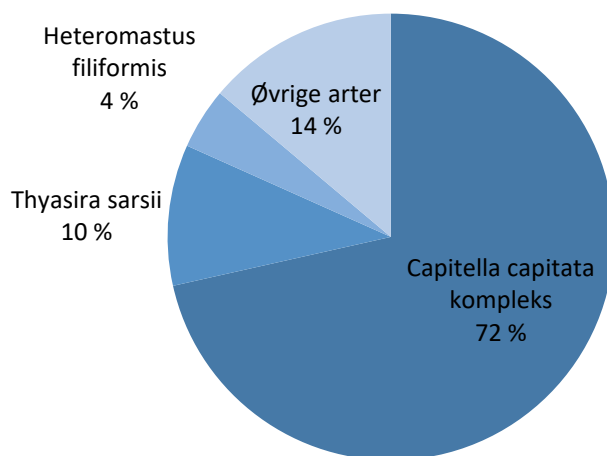
3.1.4 TEK-4

Ved TEK-4 ble det registrert 519 individer fordelt på 27 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet **dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved TEK-4 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	371	71,5
<i>Thyasira sarsii</i>	4	53	10,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	23	4,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	9	1,7
<i>Glycera lapidum</i> kompleks	1	8	1,5
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	8	1,5
<i>Ophryotrocha</i> sp.	4	7	1,3
<i>Eteone flava/longa</i>	4	7	1,3
<i>Ennucula tenuis</i>	2	6	1,2
<i>Galathowenia oculata</i>	3	4	0,8
Øvrige arter	-	23	4,4

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur 3.1.4.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved TEK-4.

Tabell 3.1.4.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	TEK-4-1	TEK-4-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	19	19	19	
N	205	314	260	
NQI1	0,448	0,441	0,444	0,349
H'	1,796	1,761	1,779	0,395
J	0,423	0,415	0,419	
H'max	4,248	4,248	4,248	
ES100	13,740	11,150	12,445	0,498
ISI	6,474	6,184	6,329	0,392
NSI	10,210	10,190	10,200	0,208
Grabbverdi				0,369

3.1.5 Samlet tilstandsverdi

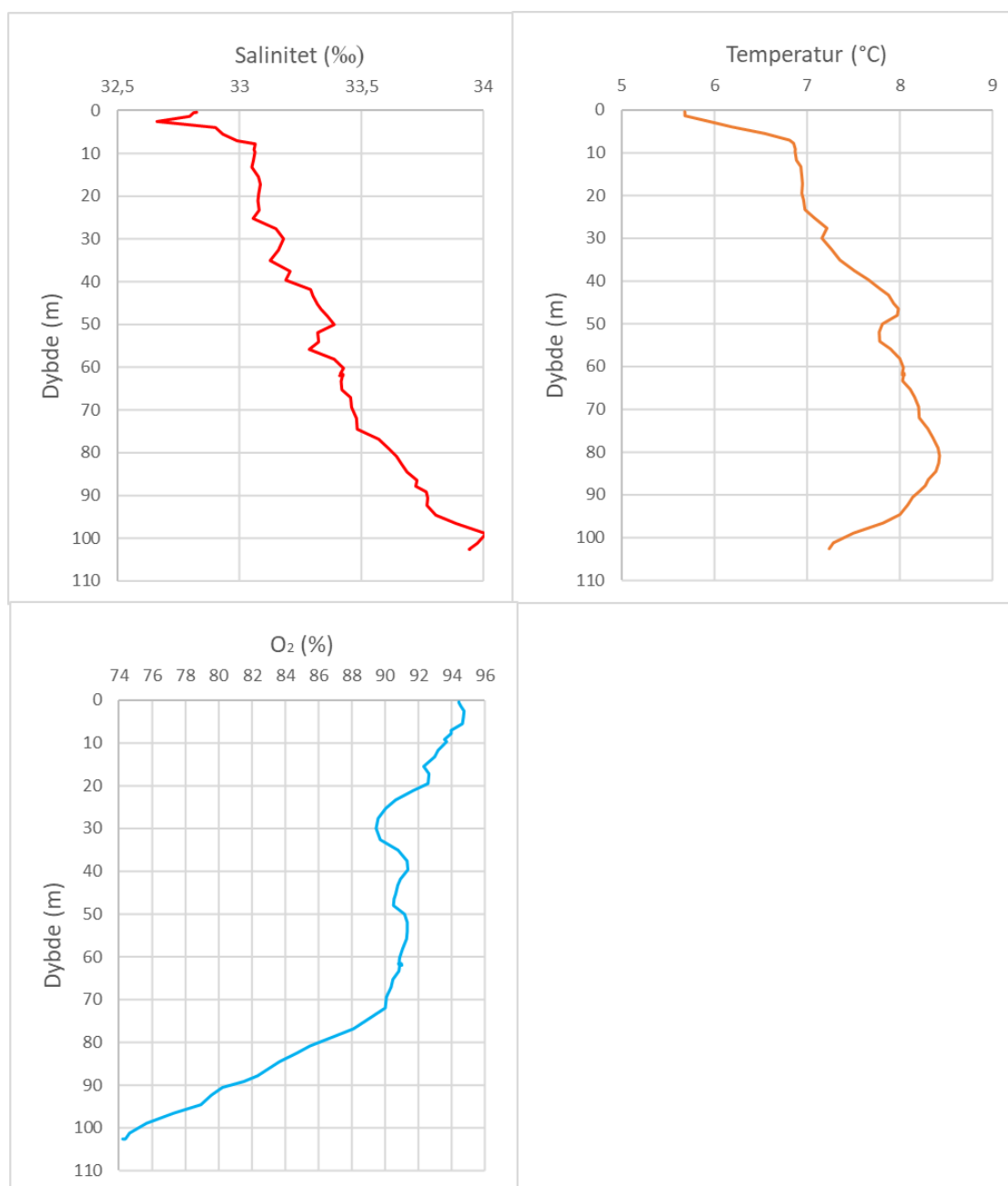
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av stasjonsverdien til C2-stasjon eller gjennomsnittet fra C3, C4, osv. (tabell 3.1.5.1).

Tabell 3.1.5.1 Grabbverdi fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Grabbverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	TEK-2	0,839	I – Svært god
Overgangssonen (C3, C4, osv.)	TEK-3	0,778	III – Moderat
	TEK-4	0,369	
	Gjennomsnitt	0,574	

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygenmetning ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved stasjon TEK-3 (figur 3.2.1). Vannsøylen på lokaliteten viste for salinitet og temperatur få tegn til tydelig sjiktning. Saliniteten økte jevnt nedover i vannmassene mot 34 ppm på bunnen. Temperaturen økte nedover i vannmassene, før den igjen sank noe fra 85 meter og ned mot 105 meter. Oksygenforholdene var stabile i vannsøylen fra overflaten og ned til 70 meter. Under dette sank nivået jevnt fra 90 % mot 74 % på bunnen. Bunnvannet klassifiseres i henhold til tabell V.5.3, som tilstand 1 «meget god». Det foreligger ikke målinger for oksygeninnhold (mg/L) da CTD-en brukt i undersøkelsen ikke genererte data for dette.



Figur 3.2.1 Temperatur (°C), salinitet (‰) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet.

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

I hovedsak hadde sedimentet lys farge og bestod av en blanding av sand og silt, der sand var dominerende. Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet), fôr eller fekalier, gassdannelse eller beggiatoa. Det var heller ingen utslag for belastning i sensoriske parametergrupper (lukt og sverting). Samtlige prøvehugg var godkjent for volum og uforstyrret overflate (Vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene i hovedsak bestod av sand, men også en del leire og silt. Grusinnholdet var lavt ved samtlige stasjoner (Tabell 3.3.2.1).

Tabell 3.3.2.1 Kornfordeling. Leire og silt er definert med kornstørrelser < 0,063 mm, sand er definert med kornstørrelser fra 0,063 – 2 mm, og grus er definert med kornstørrelser > 2 mm. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	Leire og Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
TEK-1	25,9	68,0	6,1
TEK-2	34,4	58,6	6,9
TEK-3	48,3	43,9	7,7
TEK-4	26,8	69,2	4,0

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjoner (Tabell 3.3.3.1).

Tabell 3.3.3.1 pH- og E_h-verdier fra sedimentoverflaten. Beregnet poengverdi går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er meget god, og 4 er meget dårlig (NS 9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
TEK-1	7,5	346	0	1 / Meget god
TEK-2	7,8	347	0	1 / Meget god
TEK-3	7,9	350	0	1 / Meget god
TEK-4	8,1	330	0	1 / Meget god

Innholdet av karbon (nTOC) var relativt lavt ved samtlige stasjoner, hvor høyeste verdi ble observert ved TEK-1. Kobber-, kadmium- og sinkinnholdet var også lavt ved samtlige stasjoner og ble klassifisert med beste tilstandsklasse. For fosfor og nitrogen er det ikke utarbeidet et klassifiseringssystem, men konsentrasjonene var relativt lave. Høyeste nitrogenverdi ble observert ved TEK-3, mens TEK-1 viste høyeste innhold av fosfor (Tabell 3.3.3.2).

Tabell 3.3.3.2 Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS). Tilstand (TS) er oppgitt etter FT Veileder 97:03 for normalisert TOC (nTOC; mg/g) og totalt organisk materiale (TOM; glødetap i % av TS). Sink (Zn; mg/kg TS) og kobber (Cu; mg/kg TS) klassifiseres etter Veileder 02:2018. Fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tildelt tilstand og karbon-nitrogenforholdet (C:N) er oppgitt som ratio mellom de to enhetene. Kadmium (Cd; mg/kg TS) klassifiseres etter veiledere M-608 og 02:2018. Måleusikkerhet er i prosent oppgitt for kobber, sink, kadmium, fosfor og nitrogen. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	TOM	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS	Cd	±	TS
TEK-1	2,73	29,5	III	1500	21	10,8	2300	13	77,9	21	I	8,38	32	I	0,17	26	I
TEK-2	2,87	23,0	II	1200	22	9,3	1340	13	34,0	21	I	8,33	32	I	<0,10	i.a.	I
TEK-3	3,32	25,3	II	1600	20	10,0	1430	13	38,7	21	I	9,36	30	I	<0,10	i.a.	I
TEK-4	1,42	20,3	II	800	26	8,9	1370	13	27,4	21	I	6,98	37	I	<0,10	i.a.	I

3.4 Tidligere undersøkelser

3.4.1 Bunnfauna

Siden forrige undersøkelse observeres en tydelig nedgang i antall arter og individer ved nærstasjonen, samtidig som hyppigste art har endret seg fra en opportunistisk art med lav dominans til en relativt sterkt dominerende forurensningsindikerende art. Dette har bidratt til en endring i miljøtilstand fra meget god til god (tabell 3.4.1.1).

Tabell 3.4.1.1 Sammenligning av resultater, Shannon-Wiener-klassifisering (H') og NQ11 fra bunnfaunaundersøkelse ved de ulike prøvetidspunktene NSI=Norsk Sensitivitets Indeks. (- = manglende data). Indekser er oppdatert etter gjeldende veiledere.

Stasjon og år	# arter/ individer	Hyppigst forekommende art	Miljøtilstand (NS9410)	H' og klassifisering	NQ11 og tilstand
Anleggssone/C1					
TEK-1 2021	19/817	<i>Capitella capitata</i> (74 %, NSI-5)	God		
C1 2019	93/1235	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (24 %, NSI-4)	Meget god		

3.4.2 Sediment

Sedimentresultatene endret seg lite mellom de to undersøkelsene. Ingen lukt eller sverting ble registrert noen av årene (tabell 3.4.2.1).

Tabell 3.4.2.1 Sammenlikning av sensoriske vurderinger ved de ulike stasjonene ved de ulike prøvetidspunktene (- = manglende data). Volum/overflate henviser til om dette er i henhold til akkrediteringskrav eller ikke.

Stasjon og år	Dyp	Lukt	Farge	pH/EH-TS	Volum/overflate
Anleggssone/C1					
TEK-1 2021	87	Ingen	Lys/Grå	1 / Meget god	Ja/Ja
C1 2019	90	Ingen	Lys/Grå	1 / Meget god	Nei*/-

* Omtalt som lavt volum (mellom 7 og 10 cm)

3.4.3 Kjemiske parametere

De kjemiske parametere viser høyere konsentrasjoner siden forrige undersøkelse. Klassifiseringen er imidlertid den samme for kobber, men for karboninnhold har den endret seg fra svært god til moderat (tabell 3.4.3.1).

Tabell 3.4.3.1 Sammenlikning av undersøkte kjemiske parametere og etter innholdet av tørrstoff (TS) ved de ulike prøvetidspunktene. Tilstand (TS) er oppdatert etter gjeldende veileder for sink (Zn; mg/kg TS), kobber (Cu; mg/kg TS), normalisert TOC (nTOC; mg/g). Fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tilstandsklasser (- = manglende data).

Stasjon og år	nTOC	TS	P	N	Zn	TS	Cu	TS
Anleggssone/C1								
TEK-1 2021	29,5	III	2300	1500	77,9	I	8,4	I
C1 2019d	17,9	I	-	1000	-	-	4,9	I

4 Diskusjon

Samlet viser faunaresultatene moderate forhold i overgangssonen, hvor faunaen ser ut til å bedres med økende avstand fra anlegget. De geokjemiske resultatene viser samtidig gode forhold i hele området.

På vestsiden av anlegget var faunaforholdene gode. TEK-2 i ytterkanten av overgangssonen ble klassifisert med beste tilstandsklasse, mens TEK-3 nærmere anlegget fikk tilstandsklassifisering «god». Artsantallet var høyt ved begge stasjoner, hvor høyeste biodiversitet ble observert ved TEK-2. Artssammensetningen ble dominert av forurensningstolerante og opportunistiske arter (NSI-3 og 4) ved begge stasjoner, uten tydelig dominans av enkeltarter. De gode faunaforholdene ved TEK-2 og TEK-3 kan tyde på at spredningspotensialet ikke er så stort i hovedstrømsretningen mot sørvest.

På østsiden av anlegget (TEK-4) var faunaforholdene dårligere og stasjonen ble klassifisert med nest dårligste tilstandsklasse (dårlig). Faunaen ble dominert av den forurensningsindikerende arten *Capitella capitata* (72 %), som er et typisk tegn på organisk belastning. Arts- og individantallet var også betydelig lavere enn i resten av overgangssonen, men de geokjemiske forholdene var like gode her. Dårligere faunaforhold ved TEK-4 kan tyde på at returstrømmen mot nordøst bidrar til en større spredning av partikler, sammenlignet med hovedstrømmen i motsatt retning. Det er likevel vanskelig å si hvor langt spredningspotensialet strekker seg da det kun er plassert én stasjon i denne retningen. Ved neste undersøkelse kan det derfor vurderes å ta med en ekstra stasjon her, eventuelt flytte en stasjon fra vest til østlig side av anlegget. Tydeligere tegn til belastning ved TEK-4 er imidlertid ikke uventet, da denne stasjonen er plassert betydelig nærmere anlegget enn øvrige stasjoner, kun 58 meter fra rammekanten som bidrar til at TEK-4 er mer utsatt for direkte driftspåvirkning.

Nærstasjonen (TEK-1) ble klassifisert med miljøtilstand «god» i henhold til NS9410, grunnet tilstedeværelse av minst 5 arter hvor ingen utgjorde mer enn 90 % av det totale individantallet. Stasjonen ble dominert av *C. capitata* (74 %) og det laveste antallet arter ble observert her. De kjemiske resultatene viste høyere konsentrasjoner av karbon, fosfor og sink sammenlignet med stasjonene i overgangssonen. Siden undersøkelsen i 2019 observeres en nedgang i antall arter og individer, samtidig som dominerende art har endret seg fra en opportunistisk art med lav dominans til nesten total dominans av *C. capitata*. Dette har ført til at miljøtilstanden ved stasjonen har endret seg fra «meget god» til «god». Det observeres også en økning i konsentrasjoner for kjemiske parametere, særlig for innhold av karbon.

Samtlige grabbhugg ble godkjent for volum og overflate, men det observeres en forskjell i arts- og/eller individantall mellom grabber ved samtlige stasjoner. Dette tyder på naturlig variasjon i faunaen på havbunnen og skyldes ofte forskjeller i topografi eller sedimentforhold. Ved TEK-2 og TEK-4 var indeksene de samme for begge grabbhugg, noe som tilsier at resultatene ikke

vil påvirkes i nevneverdig grad. Ved TEK-1 og TEK-3 ble det imidlertid observert en forskjell. For nærstasjonen (TEK-1) har dette liten betydning, da den klassifiseres etter NS9410 og dermed ikke påvirkes av indekser. For TEK-3 antas det at forskjellen ikke er stor nok til å kunne påvirke den totale tilstandsvurderingen. Åkerblå mener derfor at resultatene i denne undersøkelsen er gode nok til å kunne overvåke den økologiske tilstanden ved Teksmona.

Neste undersøkelse skal ifølge NS9410 utføres hver annen produksjonssyklus ved maksimal belastning, på bakgrunn av samlet tilstandsvurdering «moderat».

5 Litteraturliste

- Aqua Kompetanse (2019a), *Vannstrømmåling ved Teksmona, Meløy, juni- juli 2019*, s. 1-32.
- Aqua Kompetanse (2019b) *B-undersøkelse ved Teksmona i Meløy kommune, oktober, 2019*. pp.20. rapportnr: 358-10-20B
- Aqua Kompetanse (2019c). *C-undersøkelse ved Teksmona i Meløy kommune, mars 2019*, s.1-60.
- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta 11: 377-382*.
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.

- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Théliin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vandirektivet/Miljøstandardprosjekt.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

* Se Tabell V5.5 for volum.



Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser

Dok.id: D00327

Skjema

Kunde	Nova Sea AS				Lokalitet/P.nr	Teksmona						
Dato	15/01-20				Toktleder	TG						
Prøvetaking	START: 1340 SLUTT: 1725				Alt. Personell	EP						
Vær	Still, skudd				Sjøtemperatur	6°						
Utsyr ID / Kalibrering	Aniaco's Grab; Aniaco's Sil; Aniaco's Eh; Aniaco's pH; pH-kalibrering: OK Sjø; Eh: 263 pH: 8,3											
Stasjon nr/navn	TEK-1cf				TEK-2				TEK-3			
Planlagt posisjon N / Ø	66°48.915 / 13°45.658				66°51.872 / 13°35.774				66°51.948 / 13°35.955			
Reell posisjon N / Ø	66°51.790 / 13°35.153				- " - / - " -				- " - / - " -			
Dybde (meter)	85m				104m				105m			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	4	2	2		1	1	1		1	1	1	
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	
Godkjent hugg volum (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	
Volum (cm)	7	7	8		4	5	5		4	4	4	
Antall flasker	-	1	1		-	1	1		-	1	1	
pH	8,0	-	-		7,82	-	-		7,9	-	-	
Eh (mV)	155	-	-		147	-	-		150	-	-	
Sediment	Skjellsand											
	Sand	1	1	1		1	1	1		1	1	1
	Grus	2	2	2								
	Mudder											
	Silt					2	2	2		2	2	2
	Leire											
Farge	Steinbunn											
	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0
	Brun/Sort (2)											
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0
	Noe (2)											
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0
	Myk (2)											
	Løs (4)											
Merknader / avvik:	CTD											

Spesielle hensyn / ekstraordinære prøveuttak (kan også noteres pr stasjon under merknader)

Utarbeidet av:
AK / ANHGodkjent av:
Anette Narmo HammervoldVersjon: 13.00
Gjelder fra: 05.06.2020Side:
1 av 2

Kunde	Nova Sea AS				Lokalitet/P.nr	TEKSMONA						
Dato	15/01-21				Toktleider	TG						
Prøvetaking	START: 1340 SLUTT: 1725				Alt. Personell	EP						
Vær	Stille, Sludd				Sjøtemperatur	6°C						
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; ^{Åkerblå}	Sil; ^{Åkerblå}	Eh; ^{Åkerblå}	pH; ^{Åkerblå}	pH-kalibrering: C16	SjØ; Eh: 263pH: 8,3						
Stasjon nr/navn	TEK-1				TEK-4							
Planlagt posisjon N / Ø	66°52.061/13°36.053				66°52.092/13°36.385							
Reell posisjon N / Ø	-11- / -11-				-11- / -11-							
Dybde (meter)	87 m				87 m							
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1					
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja					
Godkjent hugg volum (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja					
Volum (cm)	6	7	6		3	7	6					
Antall flasker	-	1	1		-	1	1					
pH	7,5	-	-		8,1	-	-					
Eh (mV)	146	-	-		130	-	-					
Sediment	Skjellsand											
	Sand	1	1	1		1	1	1				
	Grus											
	Mudder											
	Silt	2	2	2		2	2	2				
	Leire											
Farge	Steinbunn											
	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0				
Lukt	Brun/Sort (2)											
	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0				
	Noe (2)											
Kons	Sterk (4)											
	Fast (0)	0	0	0		0	0	0				
	Myk (2)											
Merknader / avvik:	Løs (4)											

Spesielle hensyn / ekstraordinære prøveuttak (kan også noteres pr stasjon under merknader)

Utarbeidet av:

AK / ANH

Godkjent av:

Anette Narmo Hammervold

Versjon:

13.00

Gjelder fra:

05.06.2020

Side:

1 av 2

Vedlegg 2 - Analysebevis


**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS**

EUROFINS ENVIRONMENT TESTING
NORWAY AS
Results
Mollebakken 50
PB 3055
NO-1538 MOSS
NORVEGE

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E016095

Version of : 11/02/2021

Analytical report number: AR-21-LK-027691-01

Date of Technical Reception 29/01/2021

First date of physical receipt : 29/01/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00059787

Analytical service manager : Justine Bailly / JustineBailly@eurofins.com / +333 8802 9014

Sample	Matrix		Sample reference
001	Sediments	(SED)	439-2021-01280120 - KJE - TEK-1-KJE
002	Sediments	(SED)	439-2021-01280121 - GEO - TEK-1-GEO
003	Sediments	(SED)	439-2021-01280122 - KJE - TEK-2-KJE
004	Sediments	(SED)	439-2021-01280123 - GEO - TEK-2-GEO
005	Sediments	(SED)	439-2021-01280124 - KJE - TEK-3-KJE
006	Sediments	(SED)	439-2021-01280125 - GEO - TEK-3-GEO
007	Sediments	(SED)	439-2021-01280126 - KJE - TEK-4-KJE
008	Sediments	(SED)	439-2021-01280127 - GEO - TEK-4-GEO
009	Sediments	(SED)	439-2021-01280128 - KJE - TEK-ref-KJE
010	Sediments	(SED)	439-2021-01280129 - GEO - TEK-ref-GEO

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverny Laboratory
5 rue d'Oterswiller - 67700 Saverny
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E016095

Version of : 11/02/2021

Analytical report number: AR-21-LK-027691-01

Date of Technical Reception 29/01/2021

First date of physical receipt : 29/01/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00059787

Sample N°	001	002	003	004	005	006
Customer reference	439-2021-01 280120	439-2021-01 280121	439-2021-01 280122	439-2021-01 280123	439-2021-01 280124	439-2021-01 280125
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date						
Start of analysis	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021
Temperature of the air in the container	6.7°C	6.7°C	6.7°C	6.7°C	6.7°C	6.7°C

Administrative
**LSKEY : Norway granulometry
specific report**
Cf détail
ci-jointCf détail
ci-jointCf détail
ci-joint
Physico-Chemical preparation

XXG05 : Pretreatment and drying at 40°C	% nw	-	-	-	-	-
LSA07 : Dry weight	% nw	63.2	68.6	63.3		
XXG07 : Prepa - Sieving and refusal at 2 mm	% nw	5.74	6.13	8.95	6.92	4.77

Physical measurements

LS995 : Loss on Ignition with 550°C	% DM	2.73	2.87	3.32		
LS4WH : Cumulative percentage 0.02 to 2 µm	%	1.22	1.79	2.08		
LS4P2 : Cumulative percentage 0.02 to 20 µm	%	10.02	16.10	19.06		
LSQK3 : Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	%	27.55	37.01	52.40		
LS3PB : Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	%	58.67	64.00	87.59		
LS9AT : Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm	%	100.00	100.00	100.00		
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%	8.80	14.31	16.98		
LS9KU : Fraction 20 - 63 µm	%	17.53	20.91	33.34		
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	31.13	26.99	35.19		
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%	41.33	36.00	12.41		

Pollution index

LS916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)	g/kg dry matter	1.5	1.2	1.6		
---------------------------------	--------------------	-----	-----	-----	--	--

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Oterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION N° 1-
1488 Scope available on
www.cofrac.fr



ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E016095

Version of : 11/02/2021

Analytical report number: AR-21-LK-027891-01

Date of Technical Reception 29/01/2021

First date of physical receipt : 29/01/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00059787

Sample N°	001	002	003	004	005	006
Customer reference	439-2021-01 280120	439-2021-01 280121	439-2021-01 280122	439-2021-01 280123	439-2021-01 280124	439-2021-01 280125
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date						
Start of analysis	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021
Temperature of the air in the container	6.7°C	6.7°C	6.7°C	6.7°C	6.7°C	6.7°C

Pollution index

L88KM : Total Organic Carbon (TOC)	mg/kg dm	* 16200	* 11200	* 16000
------------------------------------	----------	---------	---------	---------

Metals

XX801 : Mineralisation Water		* -	* -	* -
Regale on solides				
L8874 : Copper (Cu)	mg/kg dm	* 8.38	* 8.33	* 9.36
L8882 : Phosphorus (P)	mg/kg dry matter	* 2300	* 1340	* 1430
L8894 : Zinc (Zn)	mg/kg dm	* 77.9	* 34.0	* 38.7
L8931 : Cadmium (Cd)	mg/kg dry matter	* 0.17	* <0.10	* <0.10

ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E016095

Version of : 11/02/2021

Analytical report number: AR-21-LK-027691-01

Date of Technical Reception 29/01/2021

First date of physical receipt : 29/01/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00059787

Sample N°	007	008	009	010
Customer reference	439-2021-01 280126 SED	439-2021-01 280127 SED	439-2021-01 280128 SED	439-2021-01 280129 SED
Matrix				
Sampling date				
Start of analysis	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021
Temperature of the air in the container	6.7°C	6.7°C	6.7°C	6.7°C

Administrative
**LSKEY : Norway granulometry
specific report**
Cf detail
ci-jointCf detail
ci-joint
Physico-Chemical preparation

XX005 : Pretreatment and drying at 40°C	% rw	*	-	*	-	*	-	*	-
LSA07 : Dry weight	% rw	*	74.8	*		*	73.5	*	
XX007 : Prepa - Sieving and refusal at 2 mm	% rw	*	2.81	*	3.97	*	2.91	*	2.44

Physical measurements

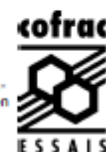
LS995 : Loss on Ignition with 550°C	% DM	*	1.42	*		*	1.29	*	
LS4WH : Cumulative percentage 0.02 to 2 µm	%	*		*	1.34	*		*	1.19
LS4P2 : Cumulative percentage 0.02 to 20 µm	%	*		*	10.11	*		*	8.01
LSQK3 : Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	%	*		*	27.96	*		*	15.64
LS3PB : Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	%	*		*	75.11	*		*	27.00
LS9AT : Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm	%	*		*	100.00	*		*	100.00
LS9AG : Fraction 2 - 20 µm	%	*		*	8.77	*		*	6.82
LS9KU : Fraction 20 - 63 µm	%	*		*	17.84	*		*	7.63
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	*		*	47.15	*		*	11.36
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%	*		*	24.90	*		*	73.00

Pollution index

LS916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)	g/kg dry matter	*	0.8	*		*	0.8	*	
---------------------------------	--------------------	---	-----	---	--	---	-----	---	--

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION N° 1-
1488 Scope available on
www.cofrac.fr



ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E016095

Version of : 11/02/2021

Analytical report number: AR-21-LK-027891-01

Date of Technical Reception 29/01/2021

First date of physical receipt : 29/01/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00059787

Sample N°

Customer reference

Matrix

Sampling date

Start of analysis

Temperature of the air in the container

007	008	009	010
439-2021-01 280126 SED	439-2021-01 280127 SED	439-2021-01 280128 SED	439-2021-01 280129 SED
02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021	02/02/2021
6.7°C	6.7°C	6.7°C	6.7°C

Pollution index

L89KM : Total Organic Carbon (TOC) mg/kg dm * 7.110 * 4.990

Metals

XX001 : Mineralisation Water

Regale on solides

L8874 : Copper (Cu)

L8882 : Phosphorus (P)

L8894 : Zinc (Zn)

L8931 : Cadmium (Cd)

-	-	-	-
6.98	<5.00		
1370	1820		
27.4	21.5		
<0.10	<0.10		

D : detected / ND : undetected

z2 or (2): control zone

Comment	Sample N°	Customer reference
As the date of sampling was not provided in accordance with normative and regulatory requirements, the analysis times were calculated from the day before the date of receipt by the laboratory.	(001) (003) (005) (007) (009)	439-2021-01280120 / 439-2021-01280122 / 439-2021-01280124 / 439-2021-01280126 / 439-2021-01280128 /

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E016095

Analytical report number: AR-21-LK-027691-01

Version of : 11/02/2021

Date of Technical Reception 29/01/2021

First date of physical receipt : 29/01/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00059787

**Aurélie Schaeffer**
Analytical Service Manager

Reproduction of this document is only permitted in its entirety. It contains 8 page(s). This report concerns only the test objects. Any results and conclusions apply to the sample as received. The data transmitted by the client that may affect the validity of the results (date of sampling, matrix, sample reference and other information identified as coming from the client) shall not engage the responsibility of the laboratory.

Only certain parameters reported in this report are covered by accreditation. They are identified by the symbol *.

All changes are identified by bold, italics and underlining when a new version of the report is issued.

Information relating to the detection limit for a parameter is not covered by the Cofrac accreditation.

The results preceded by the sign < correspond to the limits of quantification, they are the responsibility of the laboratory and depend on the matrix.

All elements of traceability and uncertainty (determined with $k = 2$) are available on request.

For subcontracted results, reports from accredited laboratories are available on request.

Laboratory approved by the Minister in charge of the Environment - see the list of laboratories on the Ministry in charge of the Environment's approval management website:
<http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Approved laboratory for carrying out analyses of water health control parameters - detailed scope of approval available on request.

Technical appendix

Batch N°21E016095

Analytical report number: AR-21-LK-027691-01

Order type :

EOL order

Project name :

Order Reference EUNOMO00059787

Sediments

Code	Analysis	Principle and reference of the method	LQI	Unit	Service carried out on the site of :
L83PB	Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	Test done on Eurofins Analyses pour l'Environnement France
L83PC	Fraction 200 - 2000 µm		0	%	
L84P2	Cumulative percentage 0.02 to 20 µm		0	%	
L84WH	Cumulative percentage 0.02 to 2 µm		0	%	
L8874	Copper (Cu)	ICP-OES (Mineralization with aque regia) - EN ISO 11885 - ISO 54321 (soil, sludge) internal method (other)	5	mg/kg dm	
L8882	Phosphorus (P)		1	mg/kg dry matter	
L8884	Zinc (Zn)		5	mg/kg dm	
L8916	Nitrogen Kjeldahl (NTK)	Volumetry (Mineralization) - Internal Method (Soil) - NF EN 13342	0.5	g/kg dry matter	
L8931	Cadmium (Cd)	ICP-MS (Mineralization with aque regia) - ISO 54321 (soil, sludge) internal method (other) - NF EN ISO 17204-2	0.1	mg/kg dry matter	
L8996	Loss on ignition with 550°C	Gevimetry - NF EN 12879 (cancelled)	0.1	% DM	
L89A5	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	
L89A7	Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm		0	%	
L89A9	Fraction 63 - 200 µm		0	%	
L8A07	Dry weight	Gevimetry - NF EN 12880	0.1	% rw	
LSKEY	Norway granulometry specific report	Interpretation/Comment -			
LSQK3	Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	
L88KM	Total Organic Carbon (TOC)	Combustion (Dry) - NF EN 15098 - Method B	1000	mg/kg dm	
L88KU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	
XXS01	Mineralisation Water Regale on solids	Digestion (acid) -			
XXS06	Pretreatment and drying at 40°C	Drying [the Laboratory works on a fraction <2mm except clair demand for customer] - NF ISO 11464 (sludge and sediments)			
XXS07	Prepa - Sieving and refusal at 2 mm	Sieving [the Laboratory works on a fraction <2mm except clair demand for customer] -	1	% rw	

Sample traceability appendix

This traceability records the bottles of samples scanned in EOL on site before being sent to the laboratory.

Batch N° 21E016095

Analytical report number: AR-21-LK-027891-01

Order type :

EOL order

Project name :

Order Reference EUNOMO00059787

Sediments

Sampl	Customer reference	Sampling date and hour	Date of Physical Reception (1)	Date of Technical Reception (2)	Barcode	Bottle name
001	499-2021-01280120		29/01/2021	29/01/2021		
002	499-2021-01280121		29/01/2021	29/01/2021		
003	499-2021-01280122		29/01/2021	29/01/2021		
004	499-2021-01280123		29/01/2021	29/01/2021		
005	499-2021-01280124		29/01/2021	29/01/2021		
006	499-2021-01280125		29/01/2021	29/01/2021		
007	499-2021-01280126		29/01/2021	29/01/2021		
008	499-2021-01280127		29/01/2021	29/01/2021		
009	499-2021-01280128		29/01/2021	29/01/2021		
010	499-2021-01280129		29/01/2021	29/01/2021		

(1) : Date on which the sample was received at the laboratory. Where the information could not be retrieved, this is indicated by N/A (not applicable).

(2) : Date on which the laboratory had all the information necessary to finalise the registration of the sample.



Åkerblå AS
Postboks 14
8801 SANDNESSJØEN
Attn: Kundeinfo miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
A8 (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-010690-01

EUNOMO-00284718

Prøvemottak: 28.01.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.01.2021-11.02.2021
Referanse: 101223 Teksmo

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	488-2021-01280120	Prøvetakingsdato:	15.01.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Espen Pedersen		
Prøvemerkning:	TEK-1-KJE KJE	Analysestartdato:	28.01.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	8.38	mg/kg TS	5	32%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Sink (Zn)	77.9	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	2.73	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Kadmium (Cd)	0.17	mg/kg TS	0.1	26%	ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other), NF EN ISO 17294-2
a) Tørreløst					
a) Tørvekt steg 1	63.2	% rv	0.1	5%	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Fosfor (P)	2300	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.5	g/kg TS	0.5	21%	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	16200	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2017 COFRAC TESTING 1-1488,

Tegnforklaring

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
< Mindre enn >: Større enn nd. Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.i. betyr ikke påvist.
Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AS/001 v 108

Side 1 av 2



Åkerblå AS
Postboks 14
8801 SANDNESSJØEN
Attn: Kundeinfo miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Mølebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-010682-01

EUNOMO-00284718

Prøvemottak: 28.01.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.01.2021-11.02.2021
Referanse: 101223 Teksmona

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	498-2021-01280122	Prøvetakingsdato:	15.01.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Espen Pedersen		
Prøvemerking:	TEK-2-KJE KJE	Analysedato:	28.01.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	8.33	mg/kg TS	5	32%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Sink (Zn)	34.0	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a)* Glødetap ved 660°C					
a)* Glødetap (550°C)	2.87	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Kadmium (Cd)	<0.10	mg/kg TS	0.1		ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other), NF EN ISO 17294-2
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	68.6	% rv	0.1	5%	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Fosfor (P)	1340	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.2	g/kg TS	0.5	22%	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	11200	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

Utløsende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saveme
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saveme NF EN ISO/IEC 17025:2017 COFRAC TESTING 1-1488,

Tegnforklaring

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.i. betyr ikke påvist.
Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-område.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervall. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR/001 v 100

Side 1 av 2



Åkerblå AS
Postboks 14
8801 SANDNESSJØEN
Attn: Kundeinfo miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
A8 (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-010687-01

EUNOMO-00284718

Prøvemottak: 28.01.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.01.2021-11.02.2021
Referanse: 101223 Teksmo

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2021-01280128	Prøvetakingsdato:	15.01.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Espen Pedersen		
Prøvemerkning:	TEK-4-KJE KJE	Analysestartdato:	28.01.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	6.98	mg/kg TS	5	37%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Sink (Zn)	27.4	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a)* Glødetap ved 660°C					
a)* Glødetap (550°C)	1.42	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Kadmium (Cd)	<0.10	mg/kg TS	0.1		ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other), NF EN ISO 17294-2
a) Tørrestoff					
a) Tørrevikt steg 1	74.8	% rv	0.1	5%	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Fosforus (P)	1370	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.8	g/kg TS	0.5	26%	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)					
a) Totalt organisk karbon (TOC)	7110	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

Utløsende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2017 COFRAC TESTING 1-1488,

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd. Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.i. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidansintervall. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(r).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 2

AR001 v.100



Åkerblå AS
Postboks 14
8801 SANDNESSJØEN
Attn: Kundeinfo miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
A8 (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-010688-01

EUNOMO-00284718

Prøvemottak: 28.01.2021
Temperatur: 28.01.2021-11.02.2021
Analyseperiode: 28.01.2021-11.02.2021
Referanse: 101223 Teksmo

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	488-2021-01280128	Prøvetakingsdato:	15.01.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Espen Federsen		
Prøvemerkning:	TEK-ref-KJE	Analysestartdato:	28.01.2021		
KJE					
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	<5.00	mg/kg TS	5		EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Sink (Zn)	21.5	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	1.29	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Kadmium (Cd)	<0.10	mg/kg TS	0.1		ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other), NF EN ISO 17294-2
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	73.5	% tv	0.1	5%	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Fosfor (P)	1820	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.8	g/kg TS	0.5	26%	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	4990	mg/kg TS	1000	21%	NF EN 15936 - Method B

Utløsende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny NF EN ISO/IEC 17025:2017 COFRAC TESTING 1-1488,

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.i. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området. For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n). Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 2

AR001 v 100

Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V3.1) og språkbruk (V3.2).

V3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling, 2013) har Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi istedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, -tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al., 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

Gruppe 1 – Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensete forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingssensitive).

Gruppe 2 – Arter som er helt, eller til en viss grad, likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tettheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive karnivorer og åtseletere (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

Gruppe 3 – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingstolerante).

Gruppe 4 – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «subsurface deposit-feeders» som f.eks cirratulider (Benevnelse - Opportunistisk, forurensingstolerant)

Gruppe 5 – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).

V3.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. (2000) velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:

Tabell V3.1 Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
1	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
2	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
3	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
4	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
5	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

V3.3 Endringer i NSI-grupper

Etter som ny informasjon blir tilgjengelig og arter splittes og bytter slekter har vi i noen tilfeller ansett det som nødvendig å endre arters tilhørende NSI-gruppe (tabell V3.2)

Tabell V3.2 Oversikt over endringer i NSI- og ISI-verdier gjort, hvor verdiene er hentet fra og kilder som viser til informasjonen avgjørelsen er basert på.

Art	Ny NSI/ISI hentet fra	Kilde
Tubificoides benedii	Oligochaeta (NSI 5)	Giere et. al. 1988; Giere et. al. 1999
Pista mediterranea	Pista cristata (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Pista cristata	Pista lornensis (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Owenia borealis	Oweina fusiformis	Koh et.al 2003
Terebellides sp.	Terebellides stroemii	Nygren et.al. 2018
Hermania sp.	Philine scabra (NSI 2)	Chaban et. al. 2015
Philinidae	Philine sp. (NSI 2)	Chaban & Lubin 2015

Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.

Chaban EM, Nekhaev IO, Lubin PA. (2015). *Hermania indistincta* comb. nov. (Gastropoda: Opisthobranchia: Cephalaspidae) from the Barents Sea – new species and genus for the fauna of the Russian Seas. *Zoosystematica Rossica* 24(2): 148-154.

Giere O, Rhode B, Dubilier N. (1987). Structural peculiarities of the body wall of *Tubificoides benedii* (Oligochaeta) and possible relations to its life in sulphidic sediments. *Zoomorphology* 108:29-39.

Giere O, Preusse J-H, Dubilier N. (1999). *Tubificoides benedii* (Tubificidae, Oligochaeta) — a pioneer in hypoxic and sulfidic environments. An overview of adaptive pathways. *Hydrobiologia* 406: 235-241.

Jirkov IA, Leontovich MK. (2017). Review of genera within the *Axionice/Pista* complex (Polychaeta, Terebellidae), with discussion of the taxonomic definition of other Terebellidae with large lateral lobes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(5): 911-934

Koh BS, Bhaud MR, Jirkov IA. (2003). Two new species of *Owenia* (Annelida: Polychaeta) in the northern part of the North Atlantic Ocean and remarks on previously erected species from the same area. *Sarsia* 88:175-188.

Nygren A, Parapar J, Pons J, Meißner K, Bakken T, et al. (2018). A mega-cryptic species complex hidden among one of the most common annelids in the North East Atlantic. *PLOS ONE* 13(6): e0198356.

Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

V4.1 Diversitet og jevnhet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

hvor $p_i = N_i/N$, N_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, $H'_{\max} (= \log_2 S)$, er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte (Pielou 1966)

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

hvor H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien 1. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} er beskrevet som

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, S arter, og N_i individer av i -ende art.

V4.2 Sensitivitet og tetthet

Sensitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg, 2002 og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor ISI_i er verdien for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved

$$NSI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i er verdien for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivetsverdier.

Sensitivetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-1: sensitive arter, EG-2: indifferente arter, EG-3: tolerante, EG-4: opportunistiske, EG-5: forurensingsindikerende arter, og hvor hver enkelt økologiske gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi) (Borja et al., 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved

$$AMBI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer med innenfor økologisk gruppe i , $AMBI_i$ er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe 1- 5, respektivt) og N_{AMBI} er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

AMBI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksen er gitt ved formelen

$$NQI1 = \left[0,5 \cdot \left(\frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 \cdot \left(\frac{\left[\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) \cdot \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor *AMBI* er en sensitivitetsindeks, *S* er antall arter og *N* er antall individer i prøven.

V4.4 Normalisering

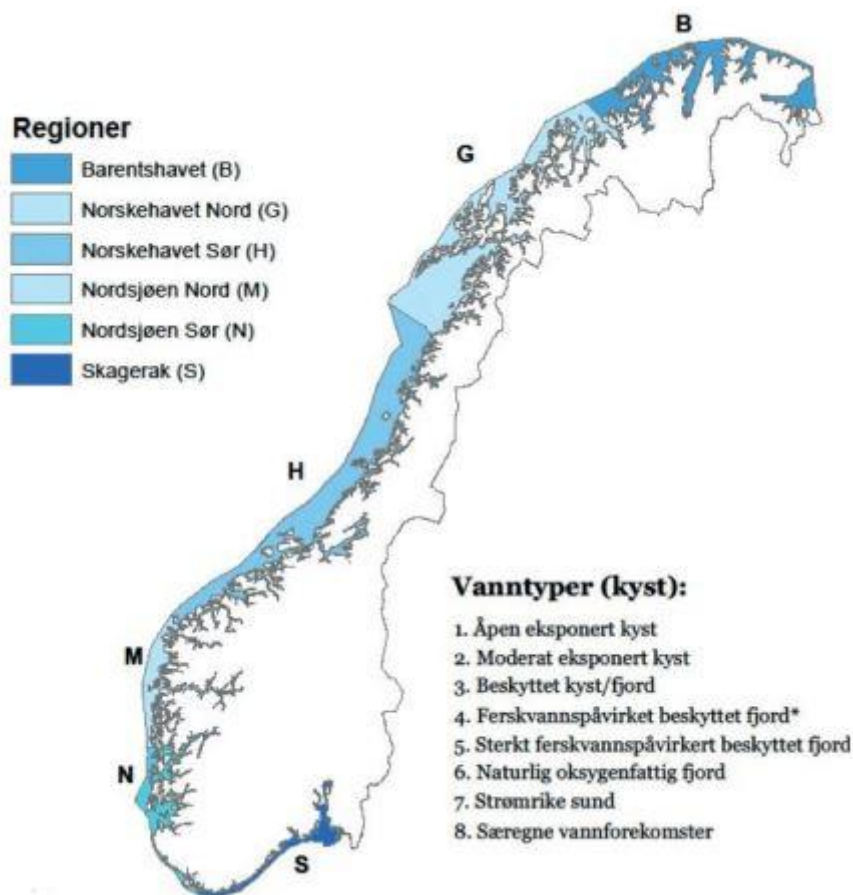
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «God» (Tabell V.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre verdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre grenseverdi + Klassens nEQR Basisverdi} \cdot 0,2$$

Vedlegg 5 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V5.1-V5.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut ifra NS 9410 (2016; tabell V5.4) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2018 ved stasjoner utenfor anleggssonen.



Figur V5.1 Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

Tabell V5.1 Oversikt over klassegrenser og tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2018

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerak	NQI	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-3	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(S1-3)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Skagerak	NQI	0.86 - 0.69	0.69 - 0.6	0.6 - 0.47	0.47 - 0.3	0.3 - 0
5	H	6 - 4	4 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(S5)	ES100	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
	ISI2012	11.8 - 7.6	7.6 - 6.8	6.8 - 5.6	5.6 - 4.1	4.1 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.94 - 0.75	0.75 - 0.66	0.66 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(N1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(N3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	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
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(M1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(M3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	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
Norskehavet S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
1-3	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H1-3)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
4-5	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H4-5)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Norskehavet N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
1-3	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(G1-3)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet N	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
4-5	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(G4-5)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Barentshavet	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
1-5	H	4.8 - 3.2	3.2 - 2.5	2.5 - 1.6	1.6 - 0.8	0.8 - 0
(B1-5)	ES100	39 - 19	19 - 13	13 - 8	8 - 4	4 - 0
	ISI2012	13.5 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.5	6.5 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Tabell V5.2 nEQR-basisverdi for hver tilstand*.

nEQR basisverdi		Tilstand
Klasse I	0,8	Svært god
Klasse II	0,6	God
Klasse III	0,4	Moderat
Klasse IV	0,2	Dårlig
Klasse V	0	Svært dårlig

*Tilstandsklasse

Tabell V5.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2018. Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstand*					
		I	II	III	IV	V	
		Svært God/ Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	O ₂ innhold**	mg O ₂ / l	>6,39	6,39- 4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O ₂ metning***	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
	TOC	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Sediment	Kobber	mg Cu/kg	<20	20-84		84-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

* Tilstandsklasse

** Regnet fra ml O₂/L til mg O₂/L hvor omregningsfaktoren til mg O₂/L er 1,42

*** Oksygenmetningen er beregnet for salinitet 33 og temperatur 6°C

Tabell V5.4 Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS 9410:2016).

Tilstand*	Krav
1 - Meget god	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
2 - God	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
3 - Dårlig	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

*Miljøtilstand

Tabell V.5.5. Volum fra verdier oppgitt i feltskjema som cm (X) og korresponderende volum i liter basert på grabbens utforming. Avstand i cm er fra grabbens øvre kant (lokket) og ned til sedimentets overflate.

Sedimentdybde	X-verdi (cm)	cosY	Teta	0,5 x r x r	Volum	vol i ltr.
18,1	0	0,0	3,1	163,8	16467,5	16,47
17,1	1	0,1	3,0	163,8	15309,7	15,31
16,1	2	0,1	2,9	163,8	14155,4	14,16
15,1	3	0,2	2,8	163,8	13008,3	13,01
14,1	4	0,2	2,7	163,8	11871,9	11,87
13,1	5	0,3	2,6	163,8	10750,0	10,75
12,1	6	0,3	2,5	163,8	9646,6	9,65
11,1	7	0,4	2,3	163,8	8565,6	8,57
10,1	8	0,4	2,2	163,8	7511,5	7,51
9,1	9	0,5	2,1	163,8	6489,0	6,49
8,1	10	0,6	2,0	163,8	5503,2	5,50
7,1	11	0,6	1,8	163,8	4560,0	4,56
6,1	12	0,7	1,7	163,8	3665,7	3,67
5,1	13	0,7	1,5	163,8	2828,3	2,83
4,1	14	0,8	1,4	163,8	2057,2	2,06
3,1	15	0,8	1,2	163,8	1364,6	1,36
2,1	16	0,9	1,0	163,8	767,5	0,77
1,1	17	0,9	0,7	163,8	293,4	0,29
0,1	18	1,0	0,2	163,8	8,1	0,01

Vedlegg 6 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved Teksmona (Tabell V6.1).

Tabell V6.1 Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NSI (EG)	TEK-1		TEK-2		TEK-3		TEK-4		TEK-REF-	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Abyssoninoe hibernica	1			9	6					1	
Amage auricula	1					1					
Ampharete borealis	3					1	1				
Ampharete lindstroemi kompleks					1						
Ampharete octocirrata	1		1	5	5	2	1				
Ampharete sp.	1					1					
Amphicteis gunneri	3			1		1					
Amphictene auricoma	2									12	8
Amphitrite cirrata	3				2		1				
Amythasides macroglossus	1				4					2	6
Aphelochaeta sp.	2		1	9	10	3	2				
Aricidea catherinae	1			2	2						
Aricidea cerrutii						1					
Aricidea sp.	1					2					
Capitella capitata kompleks	5	252	351			30	24	150	221		
Ceratocephale loveni	3			2	1	7	4				
Chaetopterus variopedatus	1				1						
Chaetozone setosa kompleks	4			122	101						2
Chaetozone zetlandica						2	4				1
Chaetozone sp.	3			6	16						
Chirimia biceps	2			9	15	2	1				
Chone sp.	1			7	14						
Cirratulus cirratus	4			1							
Cirratulus sp.	1						1				
Cirriformia tentaculata				1				1			
Cossura longocirrata	4					3	9				
Diplocirrus glaucus	2			24	14	29	17			12	24
Dipolydora sp.					2		3				
Eclysippe cf. eliasoni	1			2							
Eteone flava/longa	4			1		1	4	3	4		

Euchone analis					1						
Euchone papillosa	3			2	2	2	1				1
Euclymene droebachiensis						1					
Euclymeninae	1			2	6	4	4			2	3
Exogone naidina	1						1				
Exogone verugera	1		1	9	14	27	31			8	6
Galathowenia oculata	3		6	86	86	89	112	2	2	106	148
Gattyana cirrhosa	2						1				
Glycera alba	2									3	
Glycera lapidum kompleks	1				2			5	3		1
Glycera sp.	2					1	1			3	7
Glyphanostomum pallescens				31	22	9	12			3	5
Goniada maculata	2				1	1	2	1	1	9	9
Harmothoe sp.	2					1					
Heteromastus filiformis	4	8	1	66	82	262	270	8	15	1	4
Jasmineira sp.	2			6	11				1		2
Kirkegaardia serrata	3			2							
Lacydonia cf. miranda				2							
Laetmonice filicornis				1							
Lagis koreni	4			1							
Lamispina falcata							1				
Lanassa nordenskioldi				5	18	6	8				
Laonice cirrata	1				1			1		3	1
Laphania boeckii	2			7	9	9	7				
Leaena ebranchiata				1	2						
Lumbrineridae	2				6	3	2			2	3
Lumbrineris sp.	2					1	1				
Maldane sarsi	4		2	34	60	32	77				
Mediomastus fragilis	4			1	2					1	1
Melinna cristata	2					2	1				2
Melinna elisabethae	2			3		1					
Microphthalmus sp.			2								
Myriochele danielsseni				2	5						
Myriochele heeri	3			18	27						
Myriochele sp.	2					4	1				
Neoamphitrite grayi	3			1	1						
Nephtys ciliata	3			5	2						
Nephtys paradoxa	2					3	2				1
Nephtys sp.	2					1					
Nereididae				1			1				
Nereimyra punctata	4			10	15		4				
Nicomache lumbricalis	2			6	17		3				

Nothria conchylega	1			14	13		7			34	31	
Notomastus latericeus	1			2			1	4	2			
Ophelina acuminata	2			1	2	1	1			4	4	
Ophelina sp.	3						1	2			3	
Ophryotrocha sp.	4	67	91		1				4	3		
Owenia borealis	2		1	66	50	3	16			38	54	
Paradoneis lyra	2				1	3	2					
Paramphinome jeffreysii	3	2	1	6	10	13	4	1	8			
Paramphitrite birulai	1			6	4	3	4					
Paranaitis sp.							1					
Pectinaria belgica	2				1							
Petaloproctus borealis				3	9		1					
Pholoe baltica	3		1	4	7		2		1			
Pholoe sp.	2						2	9		3	5	
Phyllodoce mucosa	5								1			
Pista maculata					1							
Polycirrus norvegicus	4			2	1							
Polydora sp.	4						1					
Polynoidae	2			2	1							
Praxillella gracilis	4			1	4	3	1					
Praxillella praetermissa	2			1					2	2		
Prionospio cirrifera	3				2	9	22				4	
Pseudopolydora paucibranchiata	4	aff.		2	4	33	18			4	5	
Sabella pavonina				1	5							
Sabellidae	2				1	2	3			5	4	
Samytha sexcirrata	1				1							
Scalibregma inflatum kompleks	3			6	7	1						
Scolelepis korsuni	1			5	4	3	2			2	4	
Scoletoma fragilis	2						9	11				
Scoloplos armiger kompleks	3			1			2	5		8	9	16
Sosane wahrbergi	2							1			1	2
Sosane wireni	1										1	
Spio filicornis	3						1	5			1	
Spio sp.	2							1				1
Spiophanes kroyeri	3			1	1	3				2		
Sthenelais limicola	1											1
Streblosoma bairdi	2				1			1				
Streblosoma intestinale	1				1							1
Syllis cornuta	3		1	1	5	4	4			1		
Syllis sp.	2											1
Terebellidae	1						4	3				

Terebellides sp.	2			1		2	7				2
Tharyx killariensis	2		1	6	7						2
Thelepus cincinnatus	1					1					
Trichobranchus roseus	1			1		2					1
Abra nitida	3			5		16	23			2	3
Adontorhina similis	2						1				
Astarte sulcata	1				2		1				
Astarte sp.											1
Bathyarca glacialis				1							
Ennucula corticata	2			2	1	1	1				2
Ennucula tenuis	2			2	1	10	9	3	3	6	9
Macoma calcarea	4					1	4		1	4	2
Mendicula ferruginosa	1				1					1	
Mendicula sp.				1							
Mytilus edulis	4	5	4								1
Nuculana minuta	1		1		2		7	1		2	3
Nuculana pernula	2					4	3				
Parathyasira equalis	3					1	5			1	
Parvicardium minimum	1									2	3
Thyasira flexuosa	3					1	3			18	8
Thyasira sarsii	4	12	10	25	56	159	171	15	38	28	17
Yoldiella lenticula	3		1			1	3				
Yoldiella lucida	2			13	6	5	7			6	1
Yoldiella nana	3			1	4	2	2			1	
Yoldiella philippiana	1				2		2		1	20	11
Admete viridula					1						
Cryptonatica affinis				1	3			2			
Euspira nitida	2			1	11		1			1	1
Euspira sp.						2	5			1	1
Hermania sp.	2			1			2		1		1
Nudibranchia	3					1					
Philinidae	2			1							
Prosobranchia	1						1				
Retusa umbilicata	4				1		1				2
Scaphander sp.											1
Taranis sp.							1				
Antalis entalis	1										1
Pulsellum lofotense										1	
Chaetoderma nitidulum	2		1	8	6	8	2	1			2
Scutopus ventrolineatus	2			1	1						
Caprellidae			1								
Harpinia sp.	3				1						3

Oedicerotidae			1	2					
Protomeдея fasciata	4			1					
Campylaspis costata	1								1
Campylaspis glabra					1				
Diastylis lucifera	3			2					
Diastylodes serratus	2							1	
Leucon sp.				2	1	2			
Galathea sp.				1					
Hyas coarctatus				1					
Gnathia dentata			4	8		1			
Gnathiidae (larver)				1	2	1			
Tanaidacea	1							1	3
Calanoida						1			
Asteroidea	3					1			
Ctenodiscus crispatus	3		1						
Ophiuroidea	2					1			
Amphiura filiformis	3							5	2
Ophiocten affinis	3				5	2			1
Ophiura ophiura			1						
Ophiura robusta	2			1					
Ophiura sarsii	2				1				
Ophiura sp.	2			1	2	5		3	3
Echinoidea	1					2			
Echinocardium cordatum	2		2	1					
Echinocardium flavescens	1			1					
Echinocardium sp.	3	2		2	2	2			1
Echinocyamus pusillus	1							2	
Strongylocentrotus pallidus			1						
Labidoplax buskii	2		6	5	15	9		3	9
Bryozoa		1							
Paraedwardsia arenaria	3		1						
Hydrozoa				1					
Nematoda					1	4		3	5
Nemertea	3		4	14	2	5	2	1	1
Nemertea 2	3					1			
Phoronis muelleri	2		1						1
Sipuncula	2				2	7			5
Nephasoma minutum	2		11	12					
Phascolion strombus strombus	2		7	4	2	1		1	1
Phascolion tuberculosum				1	1		1		
Egg/eggmasse				1			1		
Foraminifera								20	

Curtitoma decussata					1						
Munnopsiidae							1				
Amphilochidae							1				1
Sagitta sp.											3

Vedlegg 7 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved TEK-3 er presentert fra overflaten til like over bunnen (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 CTD data fra Teksmona

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	Dybde (m)	Tid
33	5,7	94,4	0,4	17.11.07
33	5,7	94,4	0,5	17.11.09
33	5,7	94,6	1,3	17.11.11
33	5,9	94,8	2,5	17.11.13
33	6,2	94,7	3,9	17.11.15
33	6,5	94,7	5,5	17.11.17
33	6,8	94,0	7,0	17.11.19
33	6,9	94,0	7,8	17.11.21
33	6,9	93,6	9,2	17.11.23
33	6,9	93,7	9,7	17.11.25
33	6,9	93,2	11,7	17.11.27
33	6,9	93,0	13,2	17.11.29
33	6,9	92,3	15,5	17.11.31
33	7,0	92,6	17,2	17.11.33
33	6,9	92,6	19,5	17.11.35
33	7,0	91,7	21,1	17.11.37
33	7,0	90,6	23,3	17.11.39
33	7,1	90,1	25,2	17.11.41
33	7,2	89,6	27,6	17.11.43
33	7,2	89,5	30,0	17.11.45
33	7,3	89,7	32,6	17.11.47
33	7,4	90,8	35,1	17.11.49
33	7,5	91,3	37,6	17.11.51
33	7,7	91,4	39,6	17.11.53
33	7,8	90,9	41,8	17.11.55
33	7,9	90,8	43,3	17.11.57
33	7,9	90,6	45,3	17.11.59
33	8,0	90,5	46,5	17.12.01
33	8,0	90,5	48,0	17.12.03
33	7,8	91,2	50,0	17.12.05
33	7,8	91,3	51,9	17.12.07
33	7,8	91,3	54,1	17.12.09
33	7,9	91,3	55,8	17.12.11
33	8,0	91,1	58,1	17.12.13

33	8,0	90,9	60,3	17.12.15
33	8,0	90,8	61,5	17.12.17
33	8,0	90,8	61,8	17.12.19
33	8,0	90,9	61,9	17.12.21
33	8,0	91,0	61,9	17.12.23
33	8,0	90,9	62,0	17.12.25
33	8,0	90,9	61,8	17.12.27
33	8,0	90,9	61,9	17.12.29
33	8,0	90,8	62,0	17.12.31
33	8,1	90,9	61,9	17.12.33
33	8,0	91,0	62,0	17.12.35
33	8,0	90,9	62,0	17.12.37
33	8,0	91,0	62,0	17.12.39
33	8,0	91,0	61,7	17.12.41
33	8,0	91,0	61,7	17.12.43
33	8,0	90,8	61,7	17.12.45
33	8,0	90,9	61,8	17.12.47
33	8,0	90,9	61,7	17.12.49
33	8,0	90,9	61,7	17.12.51
33	8,0	90,8	61,7	17.12.53
33	8,0	90,9	61,7	17.12.55
33	8,0	90,9	61,6	17.12.57
33	8,0	90,8	61,6	17.12.59
33	8,0	91,0	61,6	17.13.01
33	8,0	90,9	62,0	17.13.03
33	8,0	90,8	63,3	17.13.05
33	8,1	90,5	65,3	17.13.07
33	8,2	90,4	67,1	17.13.09
33	8,2	90,1	69,4	17.13.11
33	8,2	90,0	72,0	17.13.13
33	8,3	89,0	74,5	17.13.15
34	8,4	88,1	76,8	17.13.17
34	8,4	86,7	79,0	17.13.19
34	8,4	85,5	80,8	17.13.21
34	8,4	84,7	82,6	17.13.23
34	8,4	83,7	84,5	17.13.25
34	8,3	82,9	86,5	17.13.27
34	8,3	82,3	87,8	17.13.29
34	8,2	81,5	89,2	17.13.31
34	8,1	80,2	90,6	17.13.33
34	8,1	79,6	92,3	17.13.35

34	8,0	78,9	94,6	17.13.37
34	7,8	77,3	96,6	17.13.39
34	7,5	75,7	98,9	17.13.41
34	7,3	74,6	101,2	17.13.43
34	7,2	74,4	102,6	17.13.45
34	7,2	74,2	102,6	17.13.47

Vedlegg 8 – Bilder av sediment

Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (Figur V8.1 – V8.5).



Figur V8.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V8.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V8.3 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V8.4 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.

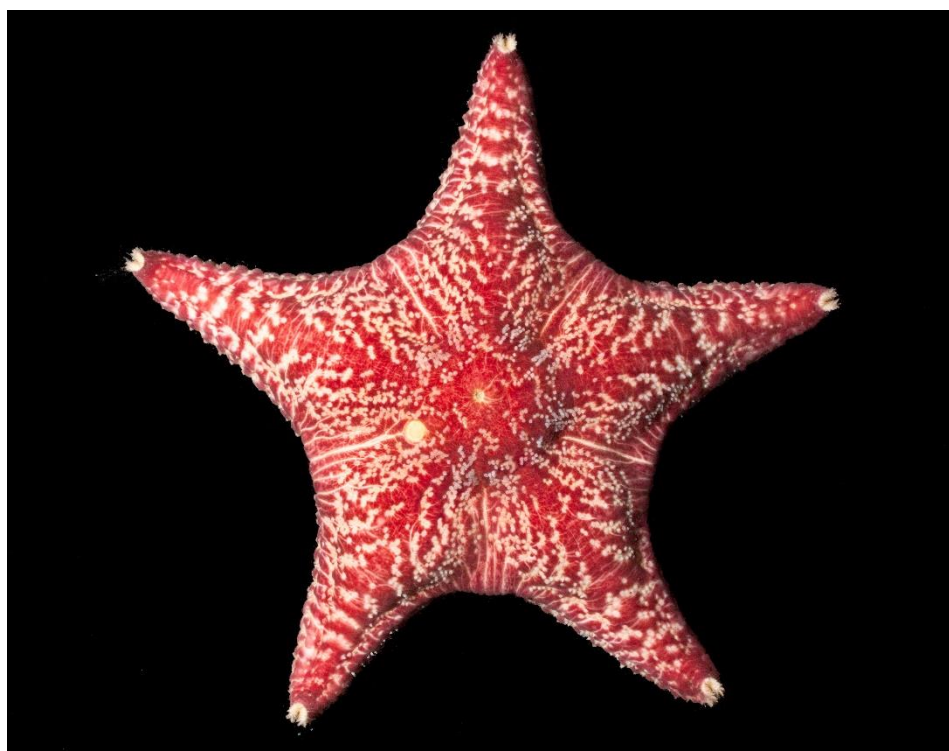


Figur V8.5 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer (her: referansestasjon).

ASC-vurdering

for

Teksmona



Feltarbeid

14.01.21-15.01.21

Oppdragsgiver

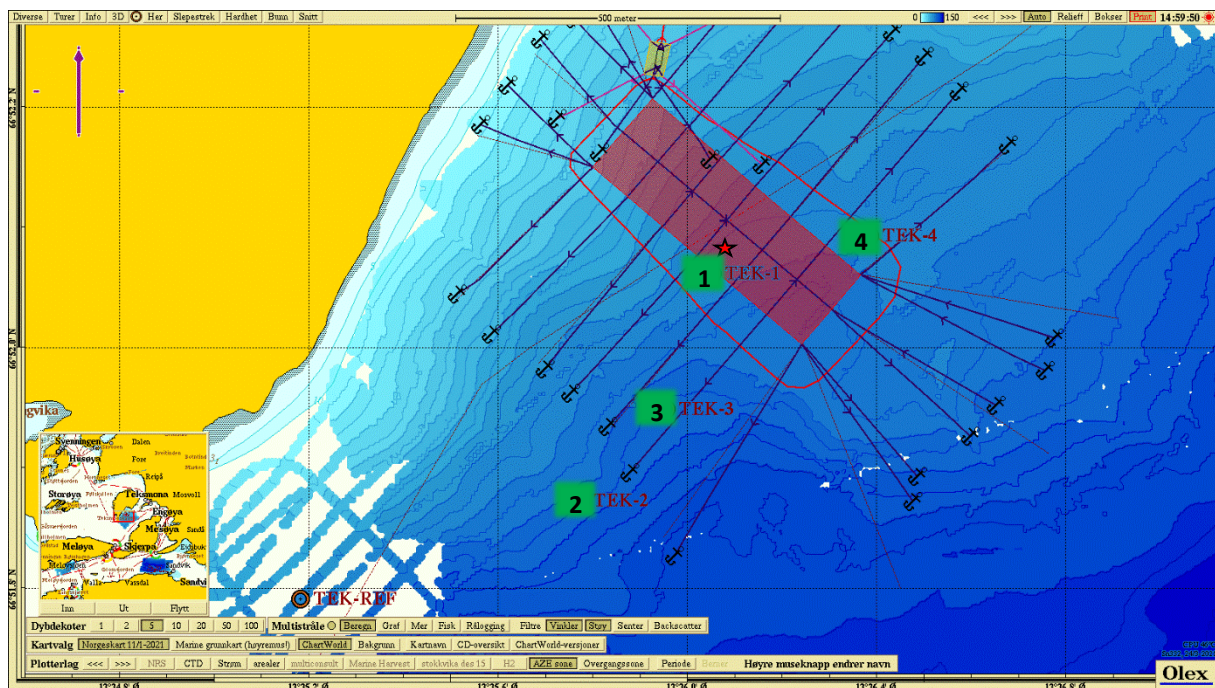
Nova Sea AS

V.9-1 Sammendrag

Denne rapporten omhandler en ASC-vurdering ved lokaliteten Teksmona i Meløy, Nordland (Figur V.9-1.1). Dette er gjort i forbindelse med sertifisering etter standarden til Aquaculture Stewardship Council (ASC). Formålet med denne vurderingen er å dokumentere miljøtilstanden og bunnforholdene med utgangspunkt i ASC Salmon Standard (2017). Til dette utfører Åkerblå AS akkrediterte tjenester i henhold til NS-EN ISO 16665 (2014).

Samtlige stasjoner, både innenfor og utenfor AZE, fikk «Akseptabel» tilstand i henhold til krav i ASC-standarden. Dette på bakgrunn av 2 ikke-forurensningsindikerende arter til stede i høyt antall ved stasjonene innenfor AZE (TEK-1 og TEK-4), samt positive redoksforhold og $H' > 3$ for stasjonene utenfor AZE (TEK-2 og TEK-3) (figur V.9-1.1).

Da det observeres en tydelig forskjell i fauna innenfor ($H' < 1,8$) og utenfor AZE ($H > 4,0$), antas utstrekningen av AZE-sonen å være fornuftig.



Figur V.9-1.1 Plassering av anleggsramme og fortløyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (stjerne), antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner med vurdering av tilstand: Grønn = Akseptabel tilstand og rød = ikke akseptabel tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = TEK-1 osv). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Forsidefoto: Ingvid Andersson

V.9-2 Innledning

ASC Salmon Standard (2017) angir blant annet krav til undersøkelse av bentisk fauna, reduksjonspotensiale (E_h) og kobbernivå (Cu) i sedimentene ved oppdrettslokaliteter. Standarden definerer to soner: innenfor og utenfor tillatt sone for påvirkning (*Allowable Zone of effect* – AZE; tabell V.9-2.1). Utstrekningen av AZE sonen kan være utfordrende å bestemme, men er generelt definert som området som strekker seg 30 meter ut fra merdene, der hvor det ikke er definert en lokalitets-spesifikk AZE gjennom modellering.

Innenfor AZE skal det være minst 2 ikke- forurensingsindikatorarter, som forekommer med over 100 individer per m^2 eller høyere. Eller det kan være likt med referansestasjonen hvis forekomsten der er naturlig lavere enn 100 individer per m^2 . Arter vurderes som forurensingsindikerende etter Norsk Sensitivitetsindeks (NSI) gruppe 5, mens dyr i gruppe 1-4 regnes ikke som forurensingsindikatorarter. Noen arter er ikke tildelt NSI-gruppering og er derfor i utgangspunktet ikke med i vurderingen. Det gjøres likevel en skjønnsmessig vurdering basert på egne observasjoner og/eller kjent litteratur. Det tolkes i denne rapporten at kravet fra ASC Salmon Standard om «høy forekomst» av ≥ 2 arter skal sørge for at AZE, som kan være under en viss forurensningsgrad, tar hensyn til arter som er naturlig forekommende.

Utenfor den tillatte sonen for påvirkning (u-AZE) skal redoks-potensialet (E_h) eller sulfidnivåene være tilfredsstillende, og faunaindekser skal indikere god til svært god økologisk kvalitet. Som standard vurderes disse faunaresultatene etter Shannon-Wiener indeksen som må ligge over 3.0 (tabell V.9-2.1).

Er det brukt kobberbaserte nøter skal konsentrasjonen av kobber undersøkes i sediment fra stasjonene utenfor AZE, den opprinnelige referansestasjonen og to referansestasjoner i tillegg. Disse prøvene tas samtidig som de øvrige stasjonene. Bruk av kobber gjelder for nett behandlet med hvilken som helst kobber-bestendig stoff i de siste 18 månedene, eller hvor behandlede nett ikke har blitt grundig rengjort på et landbasert anlegg siden forrige kobberbehandling.

ASC Salmon Standard henviser til prøvetaking ved maks biomasse; når biomassen er estimert $\geq 75\%$. Dette er oftest da det også er størst belastning fra utfôring og dermed et fornuftig tidspunkt å ta prøvene på. Likevel kan det være slik at dette ikke sammenfaller. Ved slike tilfeller bør prøvene tas i tidsrommet to måneder før maksimal belastning (utfôring) til to måneder etter utslakt etter NS9410 (2016). Det er fordi mengde fôr sannsynligvis har større konsekvens for miljøet enn biomassen av fisk.

Tabell V.9-2.1 Krav til reduksjonsoksidasjonspotensial (E_h), faunaindeks og kobberverdier (Cu) i henhold til ASC Salmon Standard (2017) fritt oversatt.

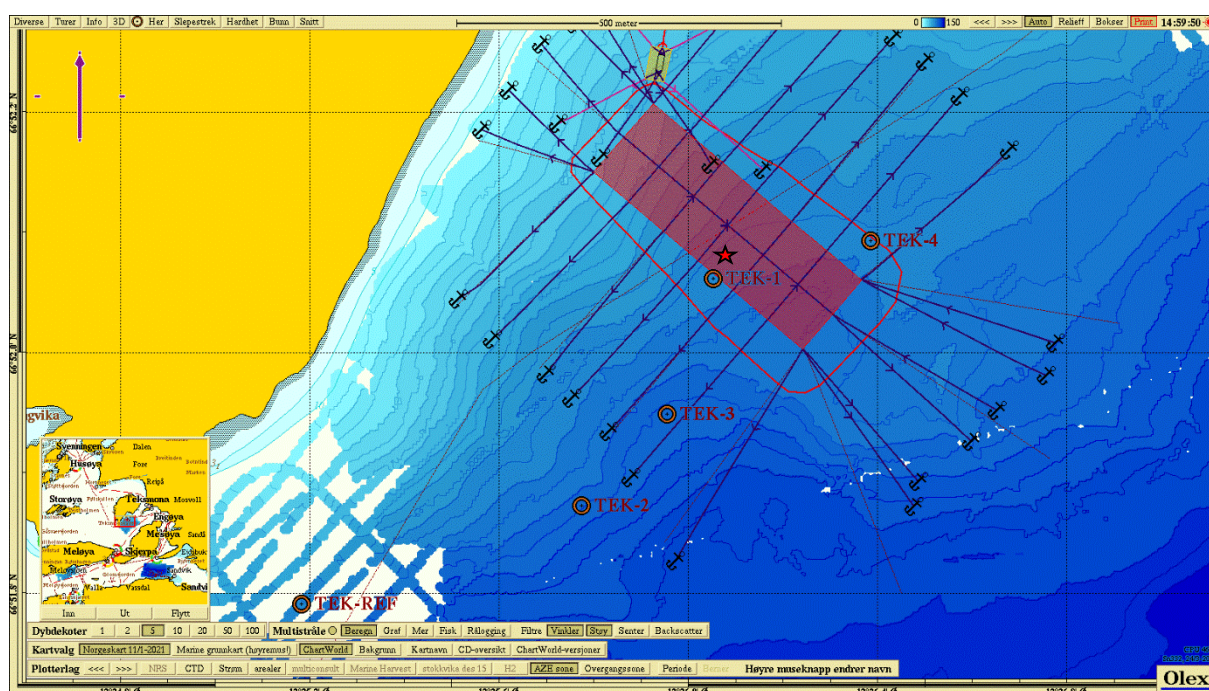
Indikator	Krav
E_h - eller sulfidnivå i sedimentet utenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	$E_h > 0$ millivolt (mV) eller sulfid $\leq 1,500$ mmol/L
Faunaindeks som indikerer god til høy økologisk kvalitet i sedimentet på utsiden av AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	AMBI verdi ≤ 3.3 , eller Shannon-Wiener Indeks verdi > 3 , eller bentisk kvalitetsindeks (BQI) ≥ 15 , eller infauna tropisk indeks (ITI) > 25
Antallet makrofauna taxa i sedimentet innenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	≥ 2 taxa med høyt antall som ikke er forurensingsindikatorarter. *
Bruk av not med kobberinnhold eller behandling	< 34 mg Cu/kg sediment eller bevis for at det ligger innenfor referanseverdier gjeldende for dette området

*Høyt antall: Mer enn 100 organismer per kvadratmeter (eller like mange som referansestasjonen(-e) om naturlig nivå er lavere enn dette).

V.9-3 Metode

Metode for og gjennomføring av prøvetaking for ASC-vurderingen er endret ettersom tilsvarende C-undersøkelse utført ved samme lokalitet ikke var plassert i henhold til hovedstrømsretningen (Aqua Kompetanse, 2019a). Stasjonsvalg for innsamling av prøvemateriale er beskrevet med utgangspunkt i ASC Salmon Standard (2017), samt i ASC Audit Manual (2017). Stasjonsvalget er gjort på grunnlag av hovedstrømsretning og avstand til Allowable Zone of Effect (AZE). Grensen for AZE er beregnet med utgangspunkt i veiledende prosedyre hvor den er justert ut ifra strømforhold -styrke, -dybde og retning, bunntopografi og resultater fra andre lokaliteter med tilsvarende forhold.

Med utgangspunkt i antatt AZE er stasjonene plassert med stasjon TEK-1 og TEK-4 som nærstasjoner inntil anleggets ramme (innenfor AZE). Stasjon TEK-2 ble plassert 415 meter unna anlegget mot sørvest som er hovedstrømretning for spredningsstrøm og 340 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjon TEK-3 ble plassert i nordvestlig retning 215 meter utenfor anleggets ramme og 149 meter utenfor antatt grense for AZE. Referansestasjonen TEK-REF ble plassert 815 meter sørvest for anleggsplasseringen med bunnforhold antatt tilsvarende området innenfor AZE (figur V.9-3.1 og tabell V.9-3.1).



Figur V.9-3.1 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (stjerne), antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner (runding). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell V.9-3.1 Stasjonsbeskrivelser etter ASC Salmon Standard (2017).

Stasjon	Koordinater	Avstand til anlegg (m)	Dyp (m)	Plassering
TEK-1	66°52.061'N / 13°36.053'Ø	25-30*	87	i-AZE
TEK-2	66°51.072'N / 13°35.774'Ø	415	104	u-AZE
TEK-3	66°51.948'N / 13°35.955'Ø	215	105	u-AZE
TEK-4	66°52.092'N / 13°36.385'Ø	58	87	i-AZE
TEK-REF	66°51.790'N / 13°35.183'Ø	815	85	ref

*avstand til merdkanten

V.9-4 Resultater

Det henvises til bunnfauna- og kjemiske analyser som allerede er utført for Teksmona som C-undersøkelse (Åkerblå AS, 2021; tabell V.9-4.1). I tillegg til disse ble det tatt en referansestasjon (TEK-REF) spesifikt for ASC-vurderingen (tabell V.9-4.1.1-V.9-4.2; figur V.9-4.1.1). Data for referansestasjonen er oppgitt, men ikke klassifisert. Ettersom faunaforholdene viste «Akseptabel» tilstand innenfor AZE, var sammenligning med referansestasjonen ikke nødvendig.

Samlet viste resultatene for vurderte kriterier «Akseptabel» tilstand for samtlige stasjoner i henhold til krav fastsatt i ASC-standarden (Tabell V.9-4.1).

Tabell V.9-4.1 Resultat for redokspotensial (E_h) målt i millivolt (mV), Shannon-Wiener faunaindeks (H') for fauna utenfor AZE (u-AZE), antall makrofauna taxa over 100 individer per m² (i-AZE), Antall ikke-forurensingsindikatorer som er likt eller flere i forhold til referansestasjonen (Ref.*) og mengde kobber (Cu) på lokaliteten. Tilstandsklasse etter krav i ASC-standard; A = Akseptabel, IA = Ikke Akseptabel, i.a = ikke analysert (STF 97:03, veileder 02:2018, ASC Salmon Standard 2017).

Stasjon	E _h		Fauna u-AZE		Fauna i-AZE	
	mV	TK	Verdi	TK	Antall	TK
TEK-1					2	A
TEK-2	347	A	5,042	A		
TEK-3	350	A	4,252	A		
TEK-4					2	A
TEK-REF	355		4,302			

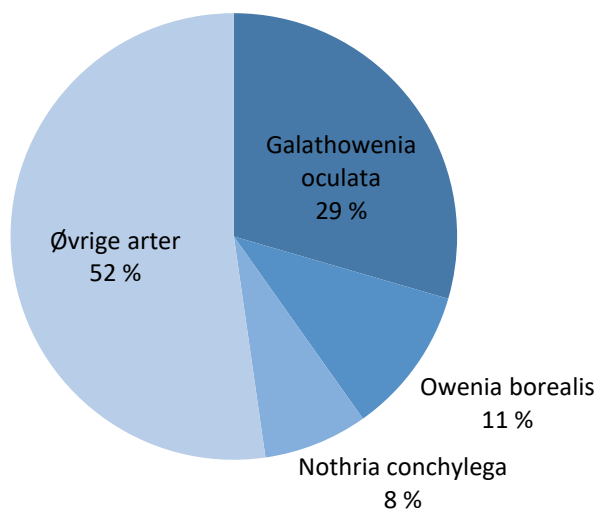
V.9-4.1 TEK-REF

Ved TEK-REF ble det registrert 861 individer fordelt på 81 arter (tabell V.9-4.1.1, tabell V.9-4.1.2 og figur V.9-4.1.1).

Tabell V.9-4.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved TEK-REF oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	254	29,5
<i>Owenia borealis</i>	2	92	10,7
<i>Nothria conchylega</i>	1	65	7,5
<i>Thyasira sarsii</i>	4	45	5,2
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	36	4,2
<i>Yoldiella philippiana</i>	1	31	3,6
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	26	3,0
<i>Scoloplos armiger kompleks</i>	3	25	2,9
<i>Amphictene auricoma</i>	2	20	2,3
<i>Goniada maculata</i>	2	18	2,1
Øvrige arter	-	249	28,9

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



Figur V.9-4.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved TEK-REF.

Tabell V.9-4.1.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	TEK-REF-1	TEK-REF-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	50	69	60	
N	384	477	431	
NQI1	0,760	0,784	0,772	0,858
H'	4,209	4,394	4,302	0,867
J	0,746	0,719	0,733	
H'max	5,644	6,109	5,876	
ES100	28,690	33,320	31,005	0,870
ISI	8,505	9,206	8,856	0,807
NSI	23,766	23,640	23,703	0,748
Grabbverdi				0,830

V.9-5 Diskusjon

Samlet viste resultatene for vurderte kriterier «Akseptabel» tilstand for samtlige stasjoner, både utenfor og innenfor AZE, i henhold til krav i ASC-standardene.

Stasjonene innenfor AZE (TEK-1 og TEK-4) ble klassifisert med «Akseptabel» tilstand på bakgrunn av oppfylt krav om to eller flere ikke-forurensningsindikerende arter av makrofauna med over 100 individer per m². Det var derfor ikke nødvendig å sammenligne resultatene med referansestasjonen. Utenfor AZE ble også begge stasjoner vurdert til «Akseptabel» tilstand som følge av en Shannon Wiener-indeks på $H > 3$ og positive redoksverdier (E_h).

Det ble observert en tydelig forskjell i fauna utenfor og innenfor AZE. Nærstasjonene (TEK-1 og TEK-4) ble begge dominert av en forurensningsindikerende art og viste laveste artsantall. Shannon Wiener-indeksen var også $H' < 1,8$ for begge stasjoner. Utenfor AZE (TEK-2 og TEK-3) var artsantallet høyt og Shannon Wiener-indeksen viste verdier på over $H' > 4,0$. Utstrekningen av AZE-sonen virker derfor fornuftig.

V.9-6 Litteraturliste

ASC Salmon Standard (2017). ASC Salmon Standard version 1.1. Aquaculture Stewardship Council, hentet 01.08.17 fra https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2017/07/ASC-Salmon-Standard_v1.1.pdf

ASC Salmon Standard Audit Manual (2017). ASC Salmon Standard Audit Manual V1.1, hentet 01.08.17 fra https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2017/07/ASC-Salmon-Audit-Manual_v1.1-1.pdf

Aqua Kompetanse (2019a). ASC-undersøkelse ved Teksmo i Meløy kommune, mai 2019, s.1-34.

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

Åkerblå AS (2021). C-undersøkelse for Teksmo, 101223-10-001, 83 pp.

V.9-7 Artsliste

Se Vedlegg 6 i C-undersøkelsen.

V.9-8 Analysebevis

Se Vedlegg 2 i C-undersøkelsen.