

C-undersøkelse

NS9410:2016

for

Tveitnes



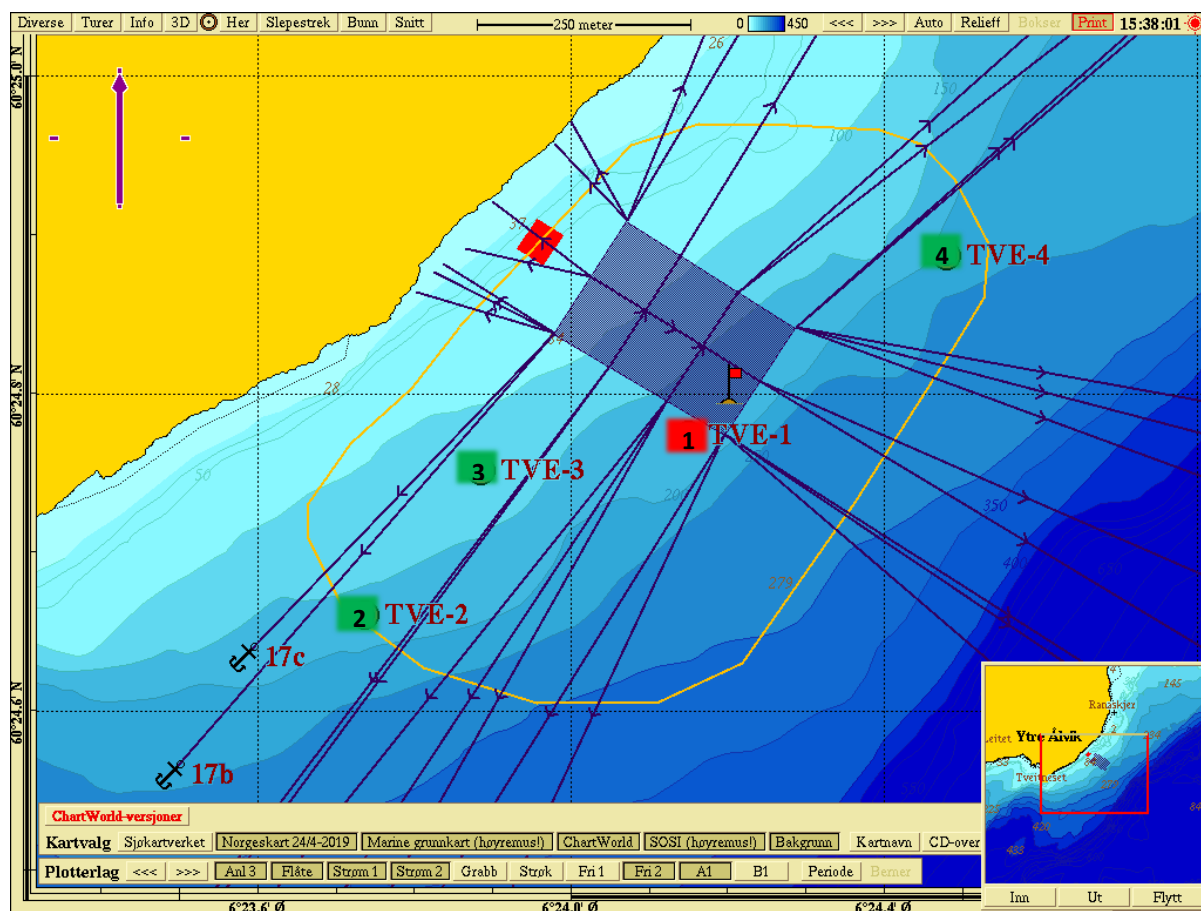
Tilstandsklasse II (God)

Feltarbeid
Oppdragsgiver

18.06.2019
Lingalaks AS

C-undersøkelse for Tveitnes		
Rapportnummer/Rapportdato	MCR-M-19085-Tveitnes / 08.08.2019	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Tveitnes	
	MTB-tillatelse: 2340 tonn	
	Kvam kommune, Hordaland fylke	
	Økoregion Nordsjøen sør (N) og vanntype beskyttet kyst/fjord (3)	
Lokalitetsnummer	30717	
Oppdragsgiver		
Selskap	Lingalaks AS	
Kontaktperson	Anita Stevnebø	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Dag Slettebø	
Forfatter (-e)	Nathalie Skahjem, Christine Østensvig, Dag Slettebø	
Godkjent av	<i>embla o. Østebø</i>	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab AS, TEST 070 (NS/EN ISO/IEC 17025)	
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		
Denne rapporten omhandler en C- undersøkelse ved lokaliteten Tveitnes i Kvam kommune, Hordaland fylke. Undersøkelsen er tatt etter ønske fra kunde, for å dokumentere nåværende tilstand i resipienten. Undersøkelsen omfatter prøver fra fire stasjoner analysert for fauna og geokjemiske parametere. I henhold til krav i NS9410:2016 er sammenligning med en tidligere undersøkelse (2006) utført, for å avdekke eventuelle utviklingstrender på lokaliteten. Målinger for overflatestrøm og vannutskiftningsstrøm viste sterke strømmer hovedsakelig mot sørvest, mens data for spredningsdyp ikke er tilgjengelig. Ved fremtidige undersøkelser bør dette måles og stasjonsplassering vurderes på nytt ut ifra resultatene. Undersøkelsen viser gode forhold i området der samtlige stasjoner i overgangssonen hadde fauna klassifisert til god tilstand (Tabell 1, Figur 1). Ved stasjon TVE-2 ble det observert en høy dominans av <i>Spiophanes wigleyi</i> (40 %) og TVE-4 er dominert av <i>Paramphinome jeffreysii</i> (30 %). Disse artene tilhører henholdsvis NSI-gruppe 1 og 3, hvor sistnevnte er en art vi erfarer ofte forekommer med naturlig høyt antall. Dette tilsier dermed ikke at området er tydelig påvirket av driften til anlegget. Sammenliknet med undersøkelsen fra 2006 viser forholdene noen forbedringer ved en stasjon, mens det ellers har holdt seg relativt stabilt. Krav til undersøkelsesfrekvens er iht. NS9410 (2016) hver tredje produksjonssyklus, og er gitt på bakgrunn av samlet tilstandsvurdering til god eller bedre. Dette er forutsatt at undersøkelsen ble tatt på maks produksjonsbelastning.		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



Figur 1. Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), 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 = TVE-1 osv). 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 (2018).

Stasjon/ Parameter	TVE-2	TVE-3	TVE-4
Antall arter	70	60	58
Antall individ	1570	1215	823
H'	God	God	God
nEQR	God	God	God
Cu	God	Svært god	God
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	God	Neste undersøkelse	Hver tredje produksjonssyklus

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Tveitnes. 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 (2018). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innhold

FORORD	3
INNHOOLD.....	4
1 INNLEDNING.....	6
2 MATERIALE OG METODE	9
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	9
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	13
2.3 TIDLIGERE UNDERSØKELSER	16
2.4 PRODUKSJON.....	17
3 RESULTATER	18
3.1 BUNNDYRSANALYSER	18
3.1.1 TVE-1.....	18
3.1.2 TVE-2.....	20
3.1.3 TVE-3.....	22
3.1.4 TVE-4.....	24
3.1.5 Samlet tilstandsverdi.....	26
3.2 HYDROGRAFI	27
3.3 SEDIMENTANALYSER	28
3.3.1 Sensoriske vurderinger	28
3.3.2 Kornfordeling.....	28
3.3.3 Kjemiske parametere	28
3.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER	30
3.4.1 Bunnfauna	30
3.4.2 Sediment	30
3.4.3 Kjemiske parameter	31
4 DISKUSJON	32
5 LITTERATURLISTE.....	33
6 VEDLEGG	35
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	35
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	37
VEDLEGG 3 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	42
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER.....	44
VEDLEGG 5 - REFERANSETILSTANDER.....	47
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE	51
VEDLEGG 7 – CTD RÅDATA	54
VEDLEGG 8 – BILDER AV SEDIMENT.....	58
VEDLEGG 9 – ASC-VURDERING.....	59
V.9-1 Sammendrag.....	60
V.9-2 Innledning	61

V.9-3 Metode	63
V.9-4 Resultater.....	65
V.9-5 Diskusjon.....	68
V.9-6 Litteraturliste.....	69

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, miljøgifter; NS9410 2016). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen 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 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 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 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 (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 ifra strømmetning 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).

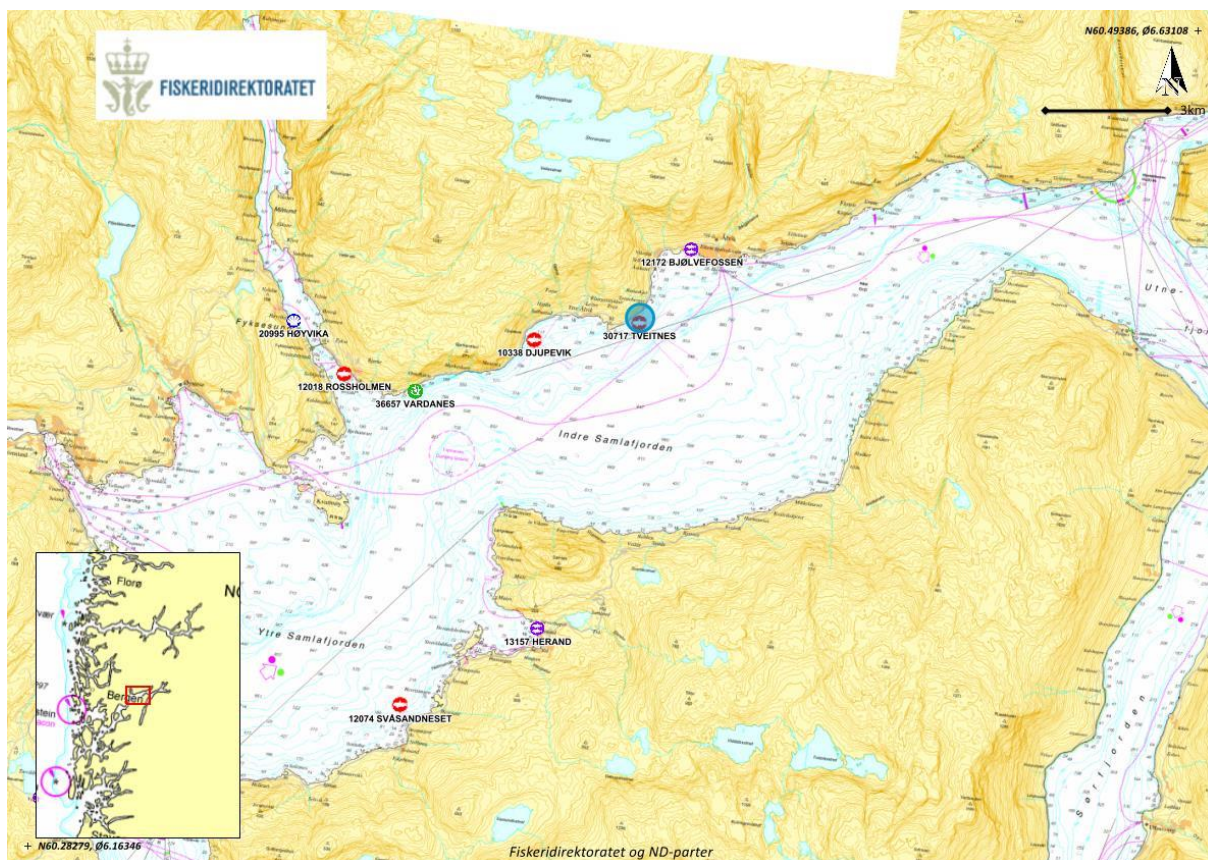
Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

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

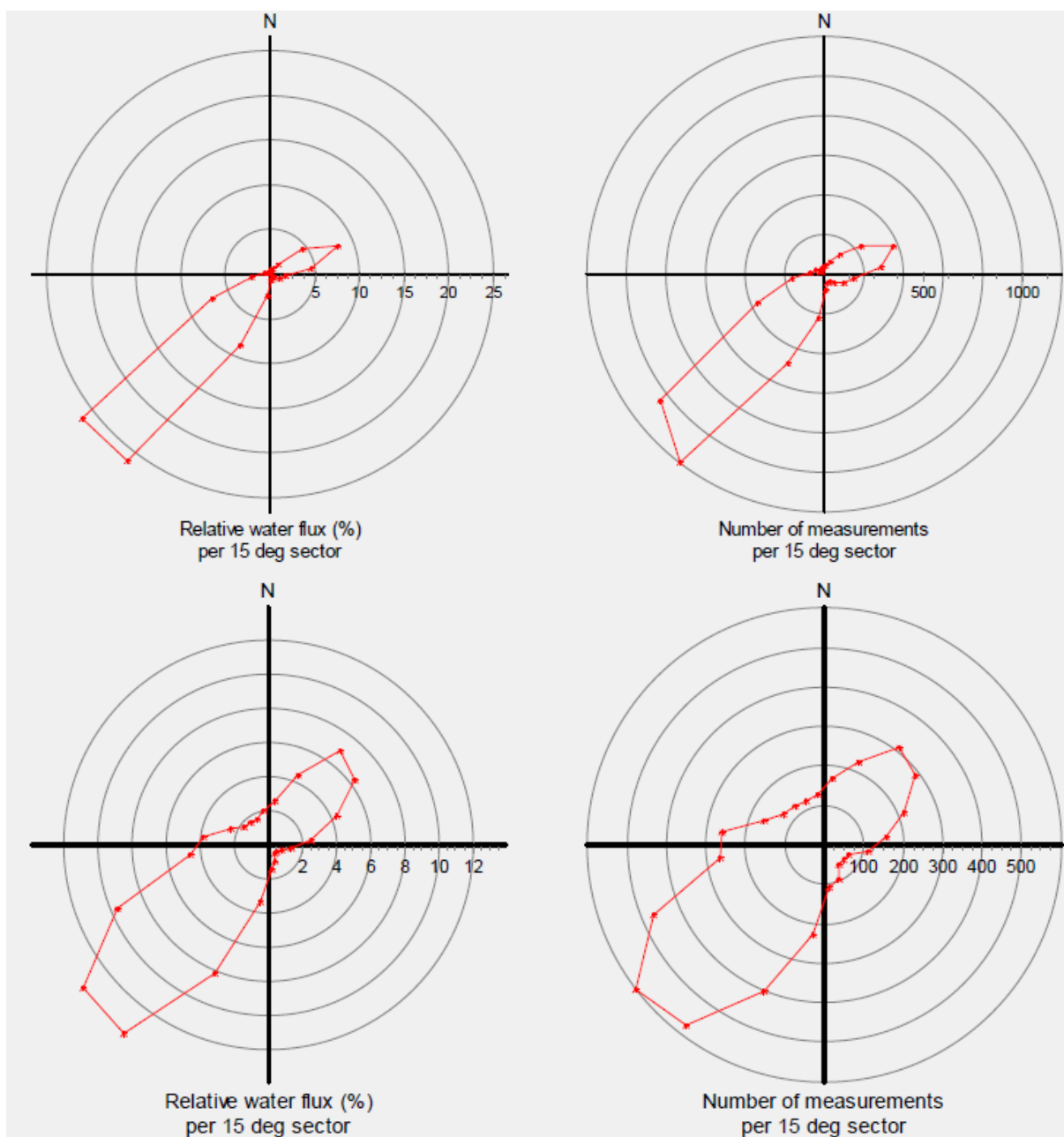
2 Materiale og metode

2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Tveitnes ligger i Indre Samlafjorden i Kvam kommune, Hordaland. Anlegget ligger plassert i økoregion Nordsjøen sør (N) med vanntype beskyttet kyst/fjord (3). Lokaliteten ligger nærmere bestemt på nordsiden av Indre Samlafjorden, like øst for Ytre Ålvik (figur 2.1.1). Anlegget er plassert over en skråning som heller mot sørøst, og dybden under anlegget varierer mellom ca. 70 – 180 meter. Målinger viser at den svært sterke overflatestrømmen (5 meter) og den sterke vannutskiftingsstrømmen (15 meter) hovedsakelig går mot sørvest (figur 2.1., Resipientanalyse, 2014). Lokaliteten består av en ramme med seks bur, og de seks merdene som var i bruk hadde en omkrets på 120 meter. Data for spredningsdypet forekommer ikke.



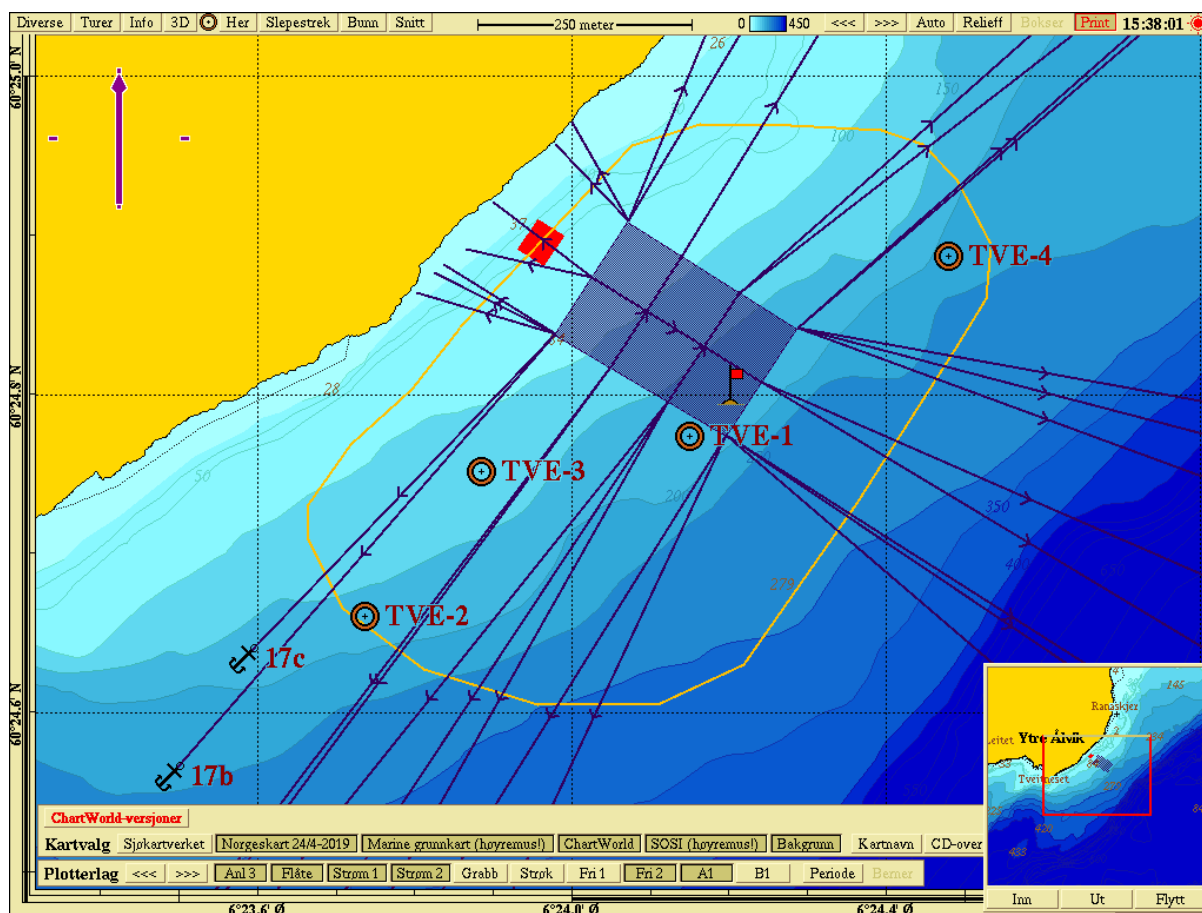
Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel) og nærliggende anlegg. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.



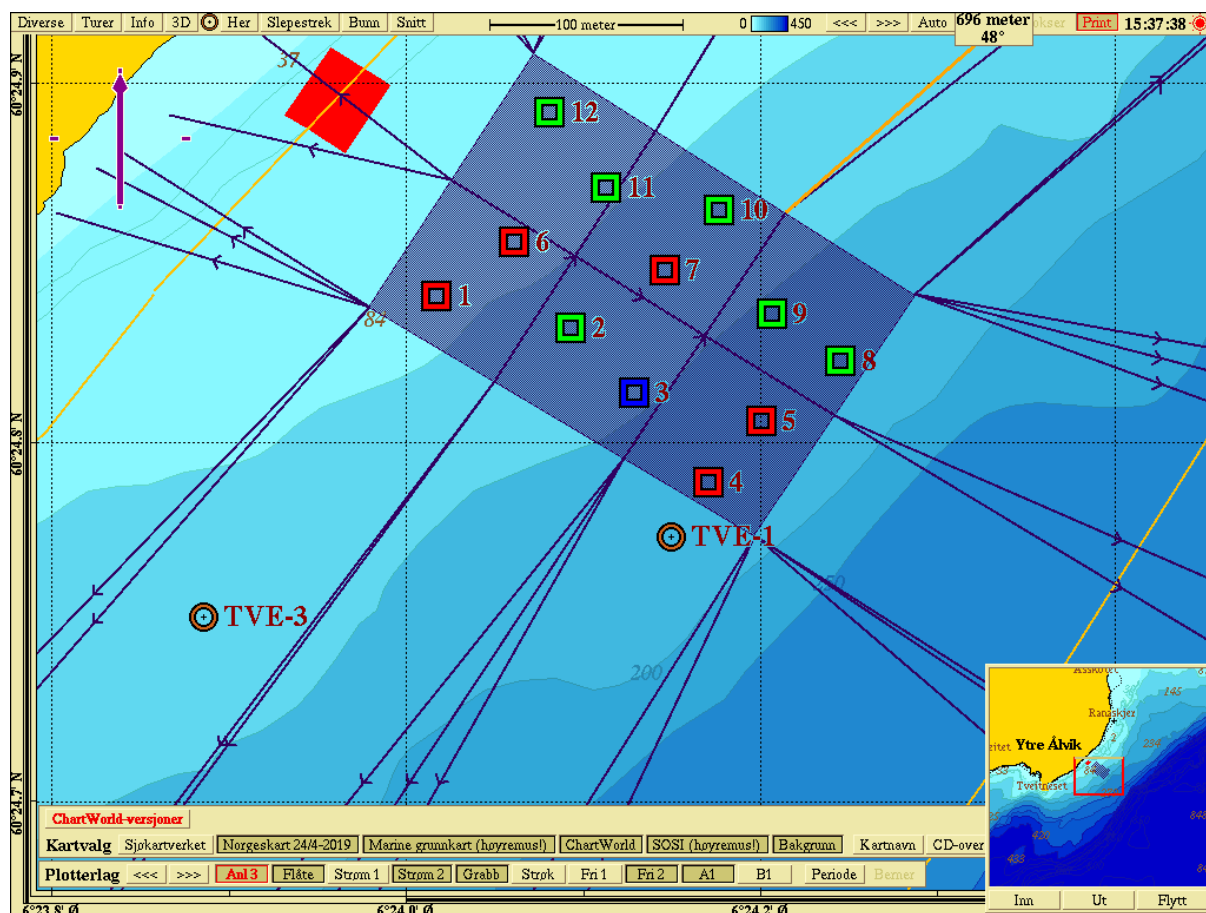
Figur 2.1.2 Strømforhold. Fordelingsdiagrammet til høyre angir antallet målepunkter (frekvens) i ulike himmelretninger. Figur til venstre viser relativ vannfluks som angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Målingene er utført på 5 (øverst) og 15 meters dyp. Kartdatum WGS84 (Resipientanalyse, 2014).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av krav i NS9410 (2016). TVE-1 (C1) ble plassert 30 meter fra merdkant sør for anlegget. Resultatene fra den siste B-undersøkelsen tydet på at det var den sørlige delen av anlegget som var utsatt for den tyngste organiske belastningen. TVE-2 (C2) ble plassert ca. 400 meter sørvest for anlegget, i hovedstrømretningen til overflate- og vannutskiftingsstrømmen, i ytterkant av estimert overgangssone. TVE-3 (C3) ble plassert ca. 180 meter sørvest for anlegget for å kunne avdekke eventuelle gradienter i belastningsbildet i sørvestlig retning. TVE-4 (C4) ble plassert ca. 200 meter nordøst for

anlegget for å kunne si noe om belastningen i returstrømmens retning. (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).



Figur 2.1.3 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (brun sirkel), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



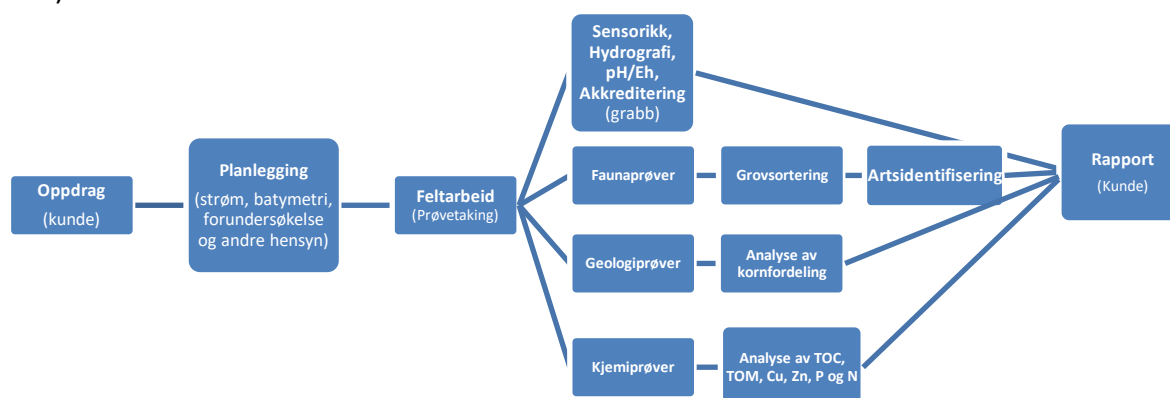
Figur 2.1.4 Anleggsplassering og fortøyningslinjer, B-undersøkelsesstasjoner (rektangler) og C-stasjonens innerste prøvestasjon (brune sirkler). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

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 parametre (KJE), geologiske parametre (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med datum WGS84 og avstand fra merdkant og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametre	Plassering
TVE-1	60°24.773'N / 6°24.149'Ø	30	200	FAU, KJE, GEO, PE	C1
TVE-2	60°24.660'N / 6°23.736'Ø	400	190	FAU, KJE, GEO, PE	C2
TVE-3	60°24.751'N / 6°23.885'Ø	180	150	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C3
TVE-4	60°24.886'N / 6°24.479'Ø	200	250	FAU, KJE, GEO, PE	C4

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 parameterne 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 hugget 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, K-AS = Kystlab AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	LEV	Personell	AK	Standard
Sidemannskontroll	ÅB-AS	Jan-Kristoffer Landro	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Dag Slettebø	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Evelina Merkyte, Martin Hektoen	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Embla O. Østebrøt	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Embla O. Østebrøt	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P	K-AS	K-AS	TEST 070	NS-EN ISO 17294-2
Total organisk karbon (TOC)*	K-AS	K-AS*	-	ISO 10694 mod./EN13137A
Kornfordeling	K-AS	K-AS	-	DIN 18123
Nitrogen	K-AS	K-AS	TEST 070	Intern metode

* Utført av underleverandør til Kystlab AS

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.

Utrekningen av artsmangfold (ES_{100}) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) 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 (2018). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2018 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (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 (TVE-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.

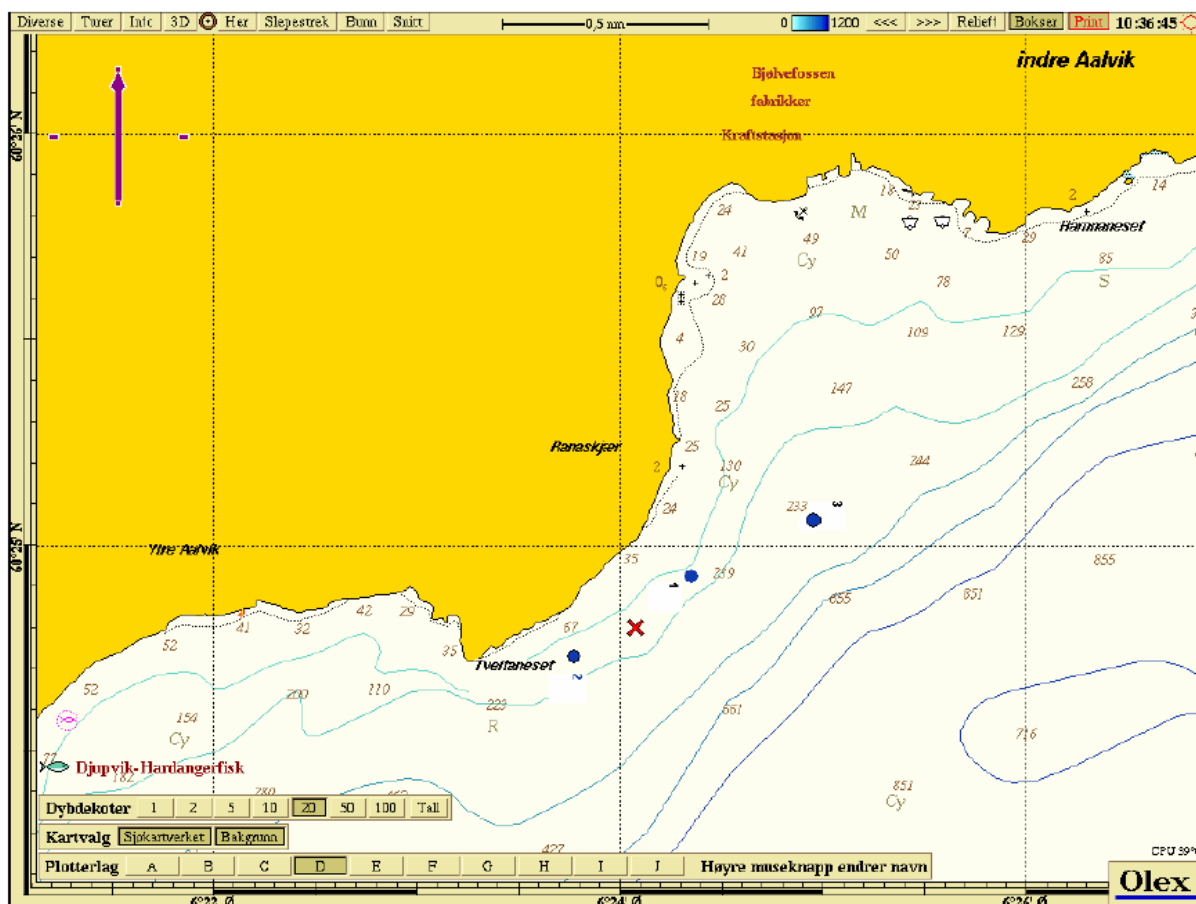
Veileder 02:2018 (2018) omtaler alle tilstander som *tilstandsklasser*, mens NS9410 (2016) omtaler det som *miljøtilstand*. I denne rapporten brukes *tilstand* om alle tilfeller hvor det for veilederen beskrives som tilstandsklasse og for NS9410 (2016) beskrives som miljøtilstand. Øvrige uttrykk er beholdt 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 arts mangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener arts mangfoldindeks
$H'_{\max}$	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 2006 (Aqua Management, 2006, figur 2.3.1). Plassering av stasjonene er noe ulik mellom nåværende og tidligere undersøkelse, slik at det anses som lite hensiktsmessig å sammenligne alle stasjoner. Oversikt over sammenlignbare stasjoner er gitt i tabell 2.3.1.



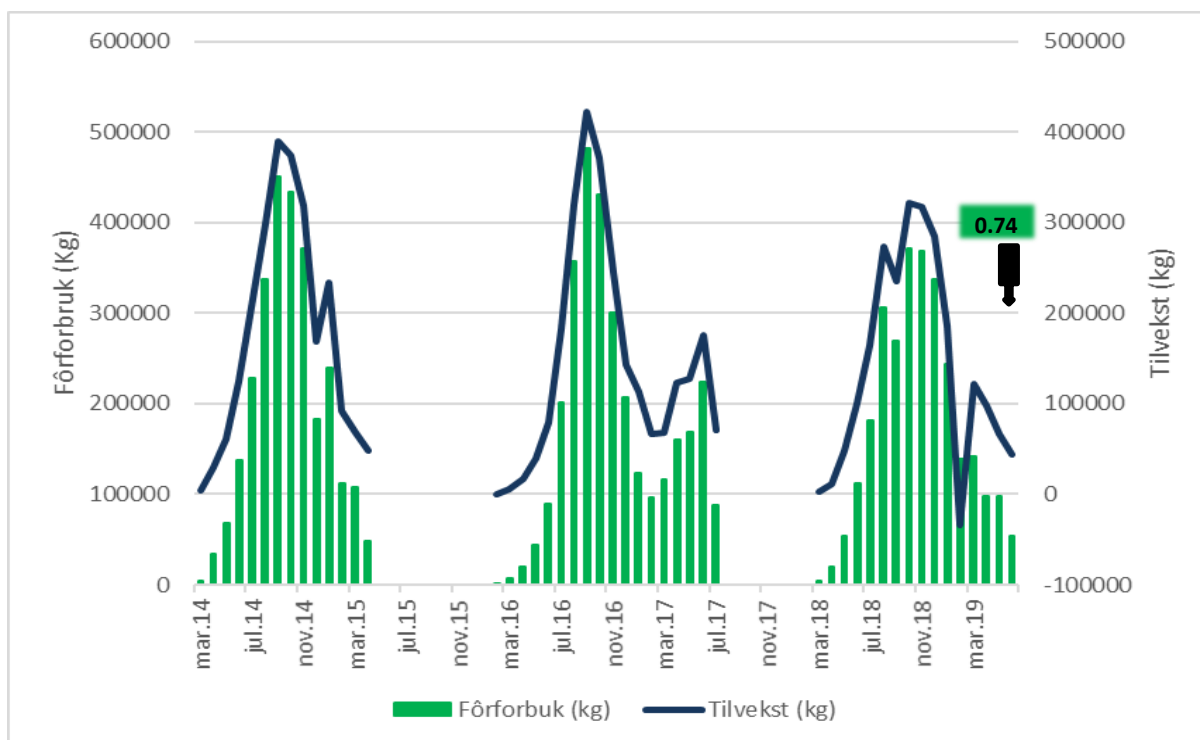
Figur 2.3.1: Figur 2.3.1 Plassering av prøvestasjoner for C-undersøkelser utført i 2006. Kartene har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder.

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	2006	2019
Anleggssone	-	TVE-1
Ytterkant overgangssone	Stasjon 2	TVE-2
Overgangssone	-	TVE-3
	Stasjon 1	TVE-4

2.4 Produksjon

Fisken på lokaliteten ble satt ut i mars 2018. Ved tidspunkt for undersøkelse stod det ca. 852 tonn fisk i anlegget og det hadde blitt brukt 2796 tonn fôr (figur 2.3.1 og tabell 2.3.1; Anita Stevnebø, pers. medd.). Undersøkelsen fra 2006 viser ikke produksjonen ved tidspunktet prøvene ble tatt.



Figur 2.3.1 Produksjonsinformasjon ved Tveitnes for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for undersøkelsen. Stolper indikerer fôrforbruk per måned. Linje angir tilvekst (fôrforbruk/økonomisk fôrfaktor) per måned. Pil angir prøvetidspunkt med bestemmende tilstandsverdi (nEQR) for undersøkelsen: blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = Svært dårlig.

Tabell 2.3.1 Oppsummering av produksjonsdata. For hver undersøkelse angis dato for undersøkelsen, generasjonen av fisk (Gen), utfôret mengde ved tidspunkt for undersøkelsen samt budsjettert utfôret mengde på generasjonen. Tilvekst er oppgitt som fôrmengde delt på økonomisk fôrfaktor. Alt oppgitt i tonn. Utfôret og budsjettert mengde gir en prosentfordeling som angir belastningsgraden i anlegget (%).

Dato	Gen	Utfôret	Budsjett	%	Tilvekst	Merknader
18.06.2019	V-18	2796 tonn	-	-	2243 tonn	

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion Nordsjøen sør (N) og vanntype beskyttet kyst/fjord (3).

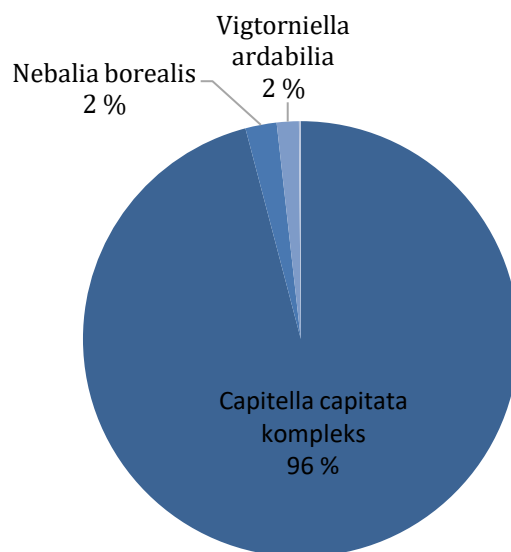
3.1.1 TVE-1

Ved TVE-1 ble det registrert 733 individer fordelt på 4 arter (tabell 3.1.1.1, tabell 3.1.1.2 og figur 3.1.1.1). På bakgrunn av at en dominerende art stod for mer enn 90% av individtallet ble TVE-1 klassifisert med **tilstand 3 (dårlig; NS9410 2016)**.

Tabell 3.1.1.1 De 4 forekommende artene ved TVE-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	703	95,9
<i>Nebalia borealis</i>		17	2,3
<i>Vigtorniella ardabilia</i>		12	1,6
<i>Goniada maculata</i>	2	1	0,1

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 TVE-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 (ihht tabell V5.2).

Indeks	TVE-1-1	TVE-1-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	3	3	3	
N	723	10	367	
NQI1	0,179	0,314	0,247	0,159
H'	0,230	1,295	0,763	0,169
J	0,145	0,817	0,481	
H' max	1,585	1,585	1,585	
ES100*	2,515	-	2,515	0,101
ISI	1,580	3,120	2,350	0,104
NSI	6,980	11,610	9,295	0,186
Grabbverdi				0,144

* ES100 er ikke beregnet for TVE-1-2 grunnet individantall under 100

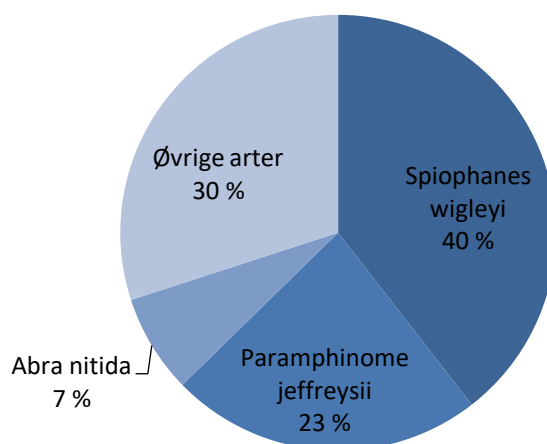
3.1.2 TVE-2

Ved TVE-2 ble det registrert 1570 individer fordelt på 70 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved TVE-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>Spiophanes wigleyi</i>	1	620	39,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	364	23,2
<i>Abra nitida</i>	3	115	7,3
<i>Diastylis cornuta</i>	1	81	5,2
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	49	3,1
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	40	2,5
<i>Parathyasira equalis</i>	3	35	2,2
<i>Eudorella truncatula</i>	2	21	1,3
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	1	20	1,3
<i>Diastylidae</i>	1	13	0,8
Øvrige arter	-	212	13,5

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



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved TVE-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 (ihht tabell V5.2).

Indeks	TVE-2-1	TVE-2-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	46	58	52	
N	777	793	785	
NQI1	0,686	0,709	0,697	0,750
H'	3,193	3,166	3,180	0,620
J	0,578	0,540	0,559	
$H'_{\max}$	5,524	5,858	5,691	
ES100	18,840	20,990	19,915	0,648
ISI	8,955	9,074	9,014	0,822
NSI	26,669	27,826	27,248	0,930
Grabbverdi				0,754

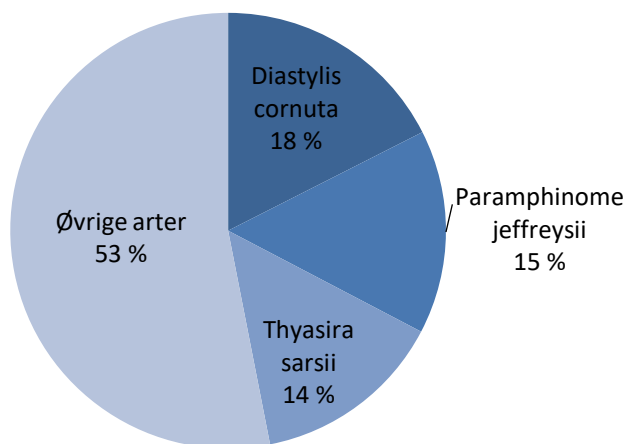
3.1.3 TVE-3

Ved TVE-3 ble det registrert 1215 individer fordelt på 60 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 TVE-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>Diastylis cornuta</i>	1	213	17,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	184	15,1
<i>Thyasira sarsii</i>	4	173	14,2
<i>Galathowenia oculata</i>	3	134	11,0
<i>Abra nitida</i>	3	91	7,5
<i>Amphiura filiformis</i>	3	68	5,6
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	66	5,4
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	31	2,6
<i>Owenia borealis</i>	2	22	1,8
<i>Prionospio fallax</i>	2	19	1,6
Øvrige arter	-	214	17,6

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



Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved TVE-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 (ihht tabell V5.2).

Indeks	TVE-3-1	TVE-3-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	49	43	46	
N	629	586	608	
NQI1	0,717	0,723	0,720	0,800
H'	4,003	3,781	3,892	0,798
J	0,713	0,697	0,705	
$H'_{\max}$	5,615	5,426	5,520	
ES100	23,700	20,690	22,195	0,705
ISI	7,765	8,156	7,960	0,680
NSI	21,670	22,203	21,936	0,717
Grabbverdi				0,740

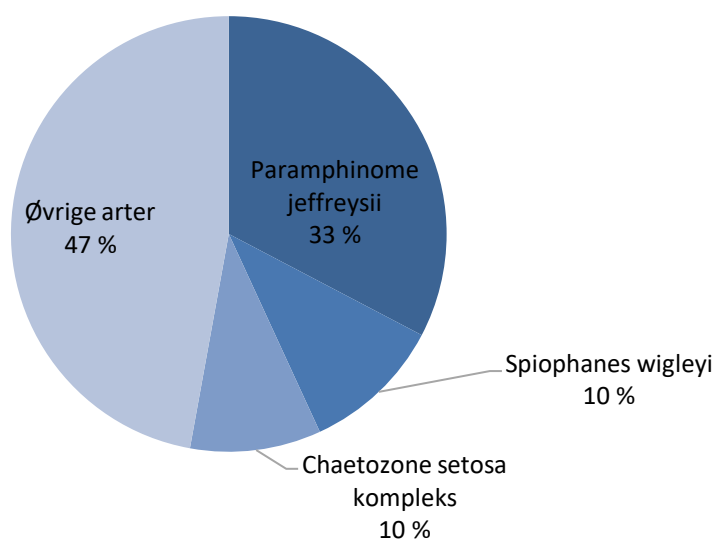
3.1.4 TVE-4

Ved TVE-4 ble det registrert 823 individer fordelt på 58 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 **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved TVE-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>Paramphinome jeffreysii</i>	3	269	32,7
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1	86	10,4
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	80	9,7
<i>Parathyasira equalis</i>	3	79	9,6
<i>Aphelochaeta sp.</i>	2	64	7,8
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	47	5,7
<i>Abra nitida</i>	3	21	2,6
<i>Nemertea</i>	3	20	2,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	16	1,9
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	14	1,7
Øvrige arter	-	127	15,4

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



Figur 3.1.4.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved TVE-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 (ihht tabell V5.2).

Indeks	TVE-4-1	TVE-4-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	41	43	42	
N	317	506	412	
NQI1	0,673	0,667	0,670	0,689
H'	3,631	3,625	3,628	0,732
J	0,678	0,668	0,673	
$H'_{\max}$	5,358	5,426	5,392	
ES100	23,300	21,030	22,165	0,704
ISI	9,146	9,159	9,152	0,828
NSI	21,951	23,492	22,721	0,749
Grabbverdi				0,740

3.1.5 Samlet tilstandsverdi

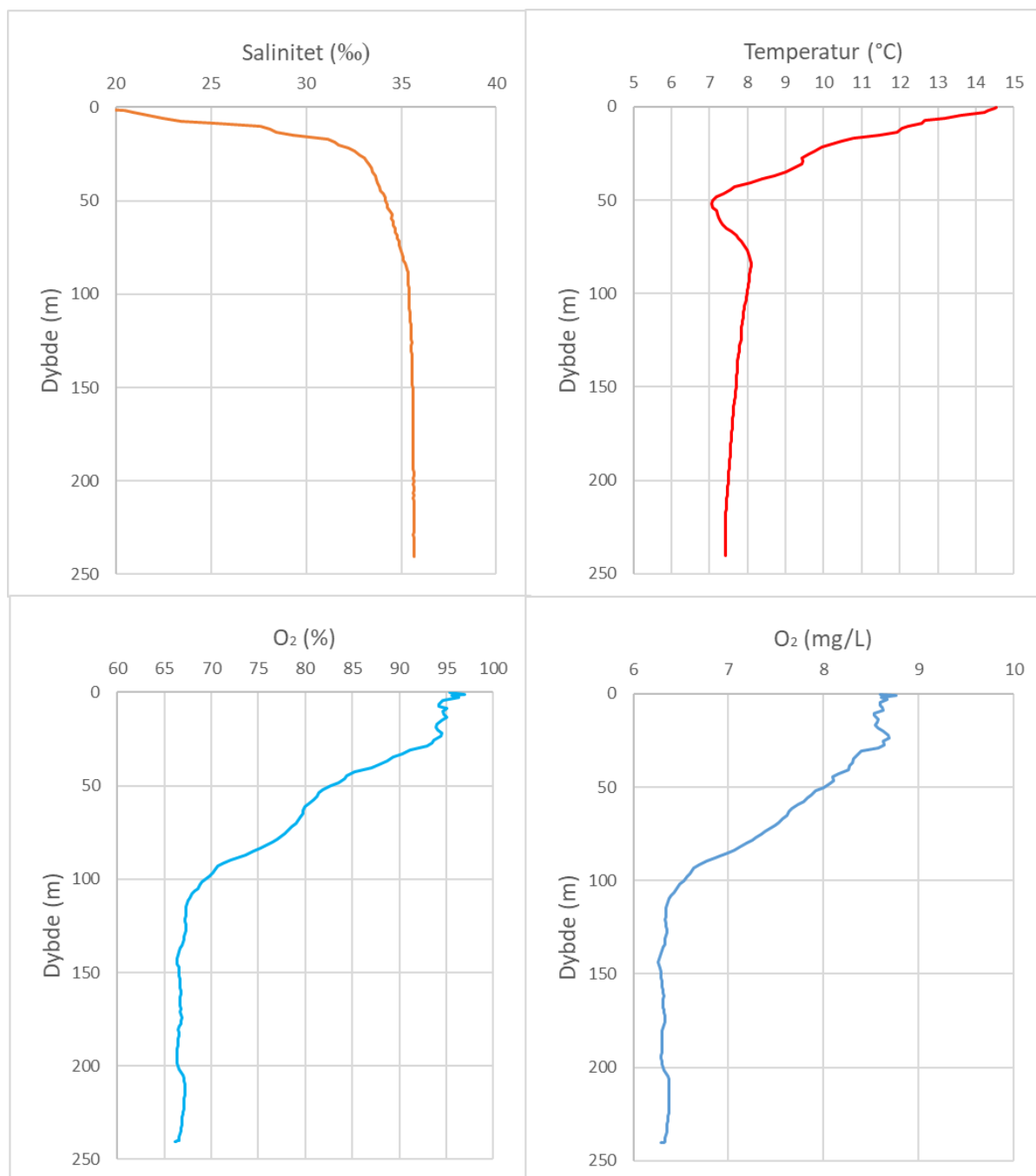
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av stasjonsverdien til C2-stasjon eller gjennomsnittet fra C3 og C4. (tabell 3.1.5.1).

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

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Grabbverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	TVE-2	0,754	God
Overgangssonen (C3 og C4)	TVE-3 TVE-4	0,74	God

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved stasjon TVE-4 (figur 3.2.1). Saliniteten økte ned til ca. 80 meter hvor den stabiliserte seg rundt av 36‰. Temperaturen sank ned til ca. 50 meters dybde hvor den stabiliserte seg mellom 7-8°C. Oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) sank ned til ca. 100 meter hvor det stabiliserte seg. Oksygeninnholdet i bunnvannet ble klassifisert med tilstandsklasse II (God), mens oksygenmetningen ble klassifisert med tilstandsklasse I (bakgrunn) i henhold til tabell V.5.3.



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

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

Sedimentet ved TVE-1 bestod av leire og silt og hadde mørk farge, noe lukt og myk konsistens. Sedimentet ved øvrige stasjoner hadde lys farge, bestod av silt og leire samtidig som det ikke ble registrert noe lukt. Sedimentet hadde fast konsistens. Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet), fôr eller fekalier, gassdannelse eller *Beggiatoa*. Samtlige prøvehugg var godkjent (Vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at stasjonene TVE-1 og TVE-4 hovedsak bestod av sand, men også en del leire og silt. TVE-2 hadde omtrent lik mengde leire og silt og sand. TVE-3 bestod hovedsakelig av leire og silt, men også en del sand. Alle stasjoner hadde minimalt med grus. (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 (%)
TVE-1	23	77	<1,0
TVE-2	48	52	<1,0
TVE-3	67	33	<1,0
TVE-4	37	63	<1,0

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene (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
TVE-1	7,53	288	0	1
TVE-2	7,64	430	0	1
TVE-3	7,54	435	0	1
TVE-4	7,54	417	0	1

Innholdet av karbon (nTOC) klassifisert med tilstand svært dårlig (V) for TVE-1, mens øvrige stasjoner ble klassifisert til tilstand svært god (I) eller god (II). Innholdet av kobber ble klassifisert til svært god (I) eller god (II) ved alle stasjoner. Verdiene for sink ble klassifisert til moderat (III) ved stasjonene TVE-1 og TVE-4, mens verdiene ved TVE-2 og TVE-3 ble klassifisert til svært god (I). Verdiene for fosfor og nitrogen var noe høyere ved TVE-1 enn øvrige stasjoner. For fosfor og nitrogen er det ikke utarbeidet klassifiseringssystem (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. Måleusikkerhet er oppgitt for kobber, sink, fosfor og nitrogen. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	TOM	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS
TVE-1	5,9	46,8	V	2300	350	14,35	3700	920	160	31	III	72	21	II
TVE-2	3,1	18,7	I	910	140	10,33	1200	310	83	17	I	22	6,7	II
TVE-3	2,3	14,3	I	740	110	11,22	1000	260	57	11	I	17	5,1	I
TVE-4	4,1	23,3	II	940	140	12,77	1000	260	150	29	III	27	8,2	II

3.4 Tidligere undersøkelser

3.4.1 Bunnfauna

Det har blitt et noe forbedret miljø fra 2006 til 2019 ved stasjonen i overgangssonen, der tilstanden for H' og ES100 har økt fra moderat (III) til god (II). Den hyppigst forekommende arten ved begge tilfeller er en art av NSI gruppe 3 (forurensningstolerant). Ved stasjonen i ytterkant av overgangssonen har forholdene holdt seg relativt stabile gjennom tidsperioden, med klassifisering god (II) for både H' og ES100. Arts- og individantallet har økt ved begge sammenlignbare stasjoner, spesielt ved stasjon TVE-2 (tabell 3.4.1.1). Ved undersøkelsen i 2006 ble nEQR ikke beregnet, og det ble derfor brukt ES100 for å gi et bedre grunnlag for sammenlikning.

Tabell 3.4.1.1 Sammenligning av resultater, Shannon-Wiener-klassifisering (H') og ES100 fra bunnfaunaundersøkelse ved de ulike prøvetidspunktene. NSI=Norsk Sensitivitets Indeks. Indekser er oppdatert etter gjeldende veiledere.

Stasjon og år	# arter/ individer	Hyppigst forekommende art	H' og klassifisering	ES100
Overgangssone/C3, C4 osv.				
TVE-4 2019	58/823	<i>Paramphipion jeffreysii</i> (32,7 % NSI-3)	3,628	22,165
Stasjon 1 2006	33/521	<i>Spiophanes kroyeri</i> (43,2 % NSI-3)	2,80	14,75
Ytterkant av overgangssone/C2				
TVE-2 2019	70/1570	<i>Spiophanes wigley</i> (39,5 % NSI-1)	3,180	19,195
Stasjon 2 2006	41/393	<i>Onchnesoma steenstrupii</i> (32,3 % NSI-1)	3,54	21,57

3.4.2 Sediment

Det ble ikke registrert noen lukt ved noen av huggene fra 2006 eller 2019. Fargen på sedimentet ved begge stasjoner var grågrønn i 2006 og var lys/grå i 2019. pH/EH ble ikke registrert ved undersøkelsen i 2006 (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 dette er i henhold til akkrediteringskrav eller ikke.

Stasjon og år	Dyp	Lukt	Farge	pH/EH-TS	Volum/overflate
Overgangssone/C3, C4 osv.					
TVE-4 2019	250	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
Stasjon 1 2006	120	Ingen	Grågrønn	-	-
Ytterkant av overgangssone/C2					
TVE-2 2019	190	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
Stasjon 2 2006	128	Ingen	Grågrønn	-	-

3.4.3 Kjemiske parameter

Det ble gjort få undersøkelser av kjemiske parameter ved undersøkelsen i 2006, og derfor er det kun mulig å sammenlikne verdier av totalt organisk materiale og nitrogen. Det er ikke vist noen store endringer i verdiene for noen av de kjemiske parameterne ved de ulike stasjonene gjennom tidsperioden. Nitrogen har blitt noe forhøyet ved begge stasjoner (tabell 3.4.3.1).

Tabell 3.4.3.1 Sammenlikning av undersøkte kjemiske parametere ved de ulike prøvetidspunktene og etter innhold av tørrstoff (TS). Nitrogen (N; mg/kg TS) og totalt organisk materiale (TOM, glødetap i % TS) har ikke tilstandsklasser (- = manglende data).

Stasjon og år	TOM	N
Overgangssone/C3, C4 osv.		
TVE-4 2019	4,1	940
Stasjon 1 2006	4,1	700
Ytterkant av overgangssone/C2		
TVE-2 2019	3,1	910
Stasjon 2 2006	2,8	500

4 Diskusjon

Undersøkelsen viser gode forhold i resipienten, der alle stasjoner i overgangssonen ble klassifisert til det øvre intervallet av god tilstand for bunnfauna. Alle stasjonene var dominert av arter innenfor NSI-gruppe 1-3 (forurensningssensitive, -nøytrale og -tolerante arter). Alle stasjoner hadde høyt antall individer og arter, som gir en god biodiversitet i området. Ved stasjon TVE-2 ble det observert en høy dominans av *Spiophanes wigleyi* (40 %) og TVE-4 er dominert av *Paramphinoe jeffreysii* (30 %). Disse artene tilhører henholdsvis NSI-gruppe 1 og 3, hvor sistnevnte er en art vi erfarer ofte forekommer med naturlig høyt antall. Dette tilsier dermed ikke at området er tydelig påvirket av driften til anlegget.

Støtteparameterne støtter oppunder de gode forholdene i overgangssonen, der alle parametere ble klassifisert til nest beste eller beste tilstand, med unntak av verdiene for sink ved TVE-4 som ble klassifisert til moderat tilstand. Sammenlignet med en tidligere undersøkelse fra 2006 har forholdene ved stasjon TVE-2 vært relativt stabile med god biodiversitet og forurensningssensitive arter som de mest dominerende. Grunnet mangler på kjemiske parametere er sammenlikningsgrunnlaget noe mangelfullt, men støtteparameterne viste lite forandring i tidsperioden. Fra 2006 og frem til nå har verdier for biodiversitet økt ved stasjon TVE-4 fra tilstand moderat til god. Mengden organisk materiale er den samme, mens verdiene for nitrogen har sunket gjennom tidsperioden.

Stasjonen i overgangssonen ble klassifisert til tilstand 3 (dårlig) på bakgrunn av svært høy dominans av en enkelt art. Den forurensningsindikerende arten *Capitella capitata* dominerte prøvene med over 90 %, og svært få andre arter var tilstede i området. Verdiene for organisk karbon på denne stasjonen var høye og ble klassifisert til tilstand svært dårlig. Øvrige støtteparametere på denne stasjonen viste moderate eller gode tilstander.

Målinger for overflatestrøm og vannutskiftningsstrøm viste sterke strømmer hovedsakelig mot sørvest, mens data for spredningsdyp ikke er tilgjengelig. Ved fremtidige undersøkelser bør dette måles og stasjonsplassering vurderes på nytt ut ifra resultatene.

Krav til undersøkelsesfrekvens er iht. NS9410 (2016) hver tredje produksjonssyklus, og er gitt på bakgrunn av samlet tilstandsvurdering til god eller bedre. Dette er forutsatt at undersøkelsen ble tatt på maks produksjonsbelastning.

5 Litteraturliste

- 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.
- Resipientanalyse AS (2014). *Straummåling lokalitet Tveitnes*. Rapportnr. 1085-2014, 15 s.

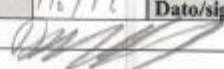
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélín, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 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 vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

		Dok.id.: B.5.5.6	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser		Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH	Godkjent av: Anette Narmo Hammervold	Versjon: 10.00	Gjelder fra: 14.12.2017
		Sidenr: 1 av 2	

5 1/2

Kunde	Lingslaks AS			Lokalitet/P.nr	Tveitnes		
Dato	18.06.2019			Toktleider	DS		
Prøvetaking	START: 0900 SLUTT:			Alt Personell	VAL		
Vær	OK			Sjøtemperatur	15,1°C		
Utsyr ID / Kalibrering	Grab;	Sil;	Eh;	pH:	pH- kalibrering:	7,00	Sjø; Eh: 281 pH: 8,01
Stasjon nr/navn	1 TVE-1		2 TVE-2		3 TVE-3		
Posisjon N / Ø	60°24.773 16°24.149		60°24.660 16°23.736		60°24.751 16°23.885		
Dybde (meter)	200		190		150		
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3
Antall forsøk	2	1	1		1	1	1
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	JA	JA	JA		JA	JA	JA
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	JA	JA	JA		JA	JA	JA
Volum (cm)	4	5	9		3	4	4
Antall flasker	2	1	2		1	1	2
pH	7,53	-	-		7,64	-	-
Eh (mV)	88	-	-		230	-	-
Sediment	Skjellsand						
	Sand						
	Grus						
	Mudder						
	Silt	1	1		2	2	
	Leire	2	2		1	1	
Farge	Steinbunn						
	Lys/Grå (0)				0	0	
Lukt	Brun/Sort (2)	2	2				
	Ingen (0)				0	0	
	Noe (2)	2	2				
Kons	Sterk (4)						
	Fast (0)				0	0	
	Myk (2)	2	2				
Merknader / avvik:							
Desinfeksjon av prøvetakingsutstyr	Des. middel	Virocid		Konsentrasjon/virketid	1% / 1t		Dato/sign.
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna				Signatur:			

				Dok.id: B.5.5.6	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser					
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Anette Narmo Hammervold		Versjon: 10.00	
				Gjelder fra: 14.12.2017	
				Sidenr: 1 av 2	

5 2/2

Kunde	Lingsdals AS				Lokalitet/P.nr	Tveitnes						
Dato	18.06.2019				Toktleder	DS						
Prøvetaking	START:		SLUTT:		Alt Personell	VAL						
Vær					Sjøtemperatur							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; Sil; Eh; pH:				pH- kalibrering: Sjø; Eh: pH:							
Stasjon nr/navn	1 TVE-4				2 TVE-REF				3			
Posisjon N / Ø	60°24.886 / 6°24.479				60°24.636 / 6°22.633				1			
Dybde (meter)	250				160							
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		2	2	1					
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	JA	JA	JA		JA	JA	JA					
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	JA	JA	JA		JA	JA	JA					
Volum (cm)	3	5	2		4	8	3					
Antall flasker	1	1	2				2					
pH	7.54	-	-		7.81	-	-					
Eh (mV)	217	-	-		236	-	-					
Sediment	Skjellsand											
	Sand											
	Grus											
	Mudder											
	Silt	2	2			2	2					
	Leire	1	1			1	1					
Farge	Lys/Grå (0)	0	0			0	0					
	Brun/Sort (2)											
Lukt	Ingen (0)	0	0			0	0					
	Noe (2)											
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)	0	0			0	0					
	Myk (2)											
	Løs (4)											
Merknader / avvik:	CTD serie 1											
Desinfeksjon av prøvetakingsutstyr	Des. middel				Konsentrasjon/virketid			Dato/sign.				
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur:							

Vedlegg 2 - Analysebevis



Avdeling Namdal

Prøvingsrapport



Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-08-03
Prøve nr P1903801
Versjon 1
Analyseperiode 2019-06-26 - 2019-08-02
PO.nr/Ref.nr 19085, Dag Stettebø

P1903801-01

Prøvetaking 2019-06-18	Analyse start 2019-06-26	Analyse slutt 2019-08-02	Prøvetaker Kunde	Objekt Sediment
Prøvested, navn Tveitnes	Prøvetype Sedimenter fra saltvann	Merking TVE-1 19085		

Parameter	Metode	P1903801-01	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	3700	mg/kg TS	±920	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	72	mg/kg TS	±21	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	160	mg/kg TS	±31	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	2300	mg N/kg TS	±350	
Tørrestoff	NS 4764	55	g/100 g	±3.9	
Gløderap	NS 4764	5.9	% av TS	±0.23	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	23*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	77*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	<1.0*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	46.8*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	33000	mg/kg TS	±8300	

^a Utført av Bjellab, TEST 081

CFU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn
* = Ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.
Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.
Resultater gjelder kun moment prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:
Axel Selløgs veg 3 post@kystlab.no tel: +47 74 21 24 40
NO-7805 Namsos www.kystlab.no NO 986 208 933 MVA

Side 1 av 5

Prøvingsrapport

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-08-03
Prøve nr P1903801
Versjon 1
Analyseperiode 2019-06-26 - 2019-08-02
PO.nr/Ref.nr 19085, Dag Stettebø

P1903801-02

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-06-18	2019-06-26	2019-08-02	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
Tveitnes	Sedimenter fra saltvann	TVE-2 19085		

Parameter	Metode	P1903801-02	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	1200	mg/kg TS	±310	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	22	mg/kg TS	±6.7	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	83	mg/kg TS	±17	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	910	mg N/kg TS	±140	
Tørrestoff	NS 4764	59	g/100 g	±4.2	
Glødetap	NS 4764	3.1	% av TS	±0.12	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	48*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	52*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	<1.0*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	18.7*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	9400	mg/kg TS	±2800	

^a Utført av Fjellab, TEST 081

P1903801-03

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-06-18	2019-06-26	2019-08-02	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
Tveitnes	Sedimenter fra saltvann	TVE-3 19085		

Parameter	Metode	P1903801-03	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	1000	mg/kg TS	±260	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	17	mg/kg TS	±5.1	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	57	mg/kg TS	±11	

Tabellen fortsetter på neste side...

CPU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn
* = Ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.
Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.
Resultater gjelder kun monnert prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:
Axel Selløgs veg 3 post@kystlab.no tel: +47 74 21 24 40
NO-7805 Namsos www.kystlab.no NO 986 208 933 MVA

Side 2 av 5

Prøvningsrapport

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-08-03
Prøve nr P1903801
Versjon 1
Analyseperiode 2019-06-26 - 2019-08-02
PO.nr/Ref.nr 19085, Dag Stettebø

Fortsettelse fra forrige side

Parameter	Metode	P1903801-03	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	740	mg N/kg TS	±110	
Tørrestoff	NS 4764	64	g/100 g	±4.5	
Glødetap	NS 4764	2.3	% av TS	±0.093	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	67*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	33*	%		
Kornstørrelse > 2000 µm	DIN 18123	<1.0*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	14.3*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	8300	mg/kg TS	±2500	

^a Utført av Bjellab, TEST 081

P1903801-04

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-06-18	2019-06-26	2019-08-02	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
Tveitnes	Sedimenter fra saltvann	TVE-4 19085		

Parameter	Metode	P1903801-04	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	1000	mg/kg TS	±260	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	27	mg/kg TS	±8.2	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	150	mg/kg TS	±29	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	940	mg N/kg TS	±140	
Tørrestoff	NS 4764	46	g/100 g	±3.2	
Glødetap	NS 4764	4.1	% av TS	±0.16	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	37*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	63*	%		
Kornstørrelse > 2000 µm	DIN 18123	<1.0*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	23.3*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	12000	mg/kg TS	±3000	

^a Utført av Bjellab, TEST 081

CFU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn
* = ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og forolkning av prøveresultater.
Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.
Resultater gjelder kun moment prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:
Axel Sellrøgs veg 3
NO-7805 Namsos
post@kystlab.no
www.kystlab.no
tel: +47 74 21 24 40
NO 986 208 933 MVA

Side 3 av 5

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-08-03
Prøve nr P1903801
Versjon 1
Analyseperiode 2019-06-26 - 2019-08-02
PO.nr/Ref.nr 19085, Dag Stettebø

P1903801-05

Prøvetaking 2019-06-18	Analyse start 2019-06-26	Analyse slutt 2019-08-02	Prøvetaker Kunde	Objekt Sediment
Prøvested, navn Tveitnes	Prøvetype Sedimenter fra saltvann	Merking TVE-REF 19085		

Parameter	Metode	P1903801-05	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	880	mg/kg TS	±220	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	28	mg/kg TS	±8.3	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	130	mg/kg TS	±26	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	730	mg N/kg TS	±110	
Tjærestoff	NS 4764	64	g/100 g	±4.5	
Glødetap	NS 4764	2.3	% av TS	±0.092	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	45*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	51*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	5.3*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	16.9*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	6900	mg/kg TS	±2100	

^a Utført av Fjellab, TEST 081

Informasjon vedr. forbehandlingsprosedyrer

Prøven tørkes ved 105°C før prøvene stikkes for bestemmelse av korngradering.

For elementanalyser og TOC tas det ut prøver fra fraksjonen som er mindre enn 2000µ.

Elementer bestemmes i et salpetersyreuttrekk (løst opp i sterk salpetersyre og hydrogenperoksid under trykk).

Kjeldahl-N bestemmes i prøven før tørking for ikke å miste flyktige nitrogen-forbindelser. Resultatet korrigeres for tjærestoffinnhold ved rapportering.

Normalisert TOC blir beregnet etter $[(TOC(g/kg)) + (18 * (1 - ((PINSTOFF)/100)))]$

CFU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn
* = ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.

Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.

Resultatet gjelder kun moment prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:

Axel Sellings veg 3 post@kystlab.no tel: +47 74 21 24 40
NO-7805 Namsos www.kystlab.no NO 986 208 933 MVA

Side 4 av 5



Prøvingsrapport



Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato	2019-08-03
Prøve nr	P1903801
Versjon	1
Analyseperiode	2019-06-26 - 2019-08-02
PO.nr/Ref.nr	19085, Dag Stettebø

Med vennlig hilsen

Johan Ahlin
Department manager
namdal@kystlab.no
Tlf: 74212440

Kopi til

dag.stettebo@akerbla.no, artid@akerbla.no, dagfinn@akerbla.no,

CFU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn
* = Ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.
Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.
Resultater gjelder kun moment prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:
Axel Sellrags veg 3 post@kystlab.no tel: +47 74 21 24 40
NO-7805 Namsos www.kystlab.no NO 986 208 933 MVA

Side 5 av 5

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 forurensede forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkers (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 flerbørstemarkers (Benevnelse - forurensingstolerante).

Gruppe 4 – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkers; «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: Cephalaspididae) 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 sensitivitetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivitetsverdi (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 sensitivitetsverdi (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 sensitivitetsverdier.

Sensitivitetsindeksen 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

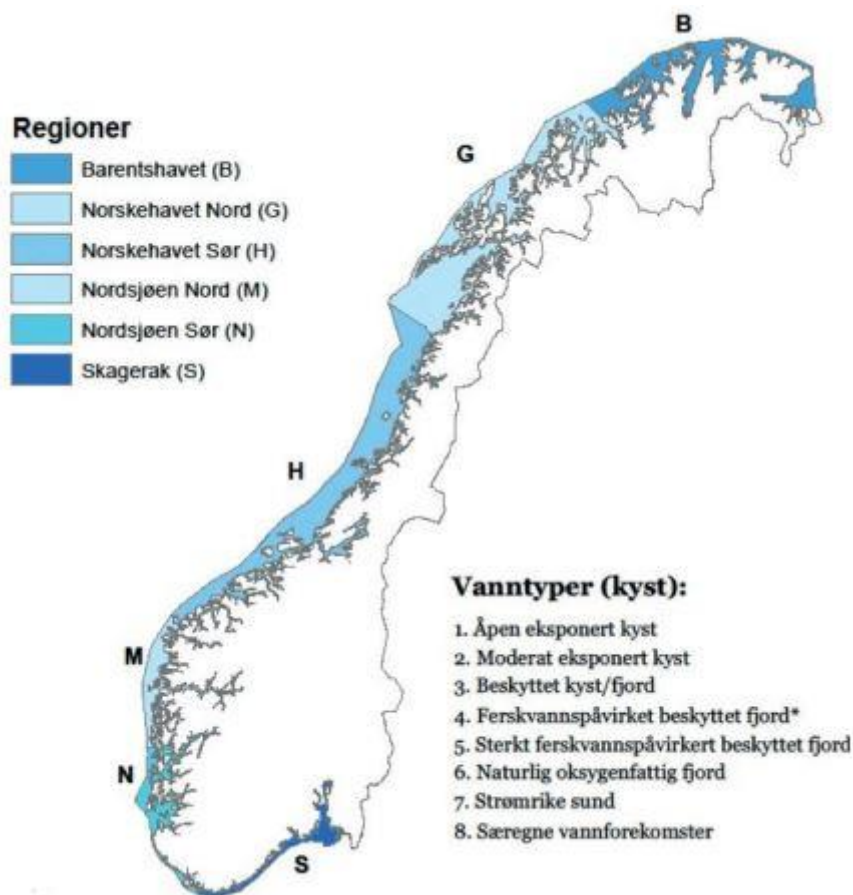
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 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

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

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 (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 (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 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 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 II	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 (2018). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter			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

Vedlegg 6 - Artsliste

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

TAXA	NSI (EG)	TVE- 1-1	TVE- 1-2	TVE- 2-1	TVE- 2-2	TVE- 3-1	TVE- 3-2	TVE- 4-1	TVE- 4-2	TVE- REF-1	TVE- REF-2
Abyssoninoe hibernica	1				2				1		
Amphictene auricoma	2			2	2	4	1				
Amythasides macroglossus	1							1	1		6
Antonbruunidae					9	12	4				
Aphelochaeta sp.	2			4	8	1	2	28	36		3
Aphrodita aculeata	1				1						
Aricidea simonae									1		
Capitella capitata kompleks	5	700	3								
Ceratocephale loveni	3			1							
Chaetozone jubata									2		2
Chaetozone setosa kompleks	4			16	24	34	32	31	49	1	1
Clymenura borealis	1									1	1
Dasybranchus caducus					1	1				1	
Diplocirrus glaucus	2			5	6	7	24	4	10		7
Drilonereis filum	2			2	2						2
Eclysippe cf. eliasoni	1								1		1
Euclymene droebachiensis										3	
Euclymeninae	1				1		1				
Exogone verugera	1			1	1	1			2		1
Galathowenia oculata	3			1	4	65	69				1
Glycera lapidum kompleks	1			2	1	2					1
Glycera sp.	2			2			5				
Glyphohesione klatti	2				1						
Goniada maculata	2		1	2	4	6	8				2
Hesionidae	2							2			
Heteromastus filiformis	4							12	4	1	
Isocirrus planiceps										1	
Lagis koreni	4					1	3				
Levinsenia flava											1
Levinsenia gracilis	2			2				3	5	3	2
Lipobranchius jeffreysii						1	1				
Lumbriclymene cylindricauda										1	
Lumbriclymene minor										5	
Lumbrineridae	2			10	3	2	1	2	5	2	2
Neoleanira tetragona	3			1							
Nephtyidae				2							
Nephtys hystricis	2					1					2
Nephtys paradoxa	2							1			
Nereididae										1	
Notomastus latericeus	1				1			1	4		

Ophelina acuminata	2						2				
Ophelina sp.	3					7		2			
Owenia borealis	2			1	1	8	14				
Oxydromus vittatus	3				1	5	2		1		
Paradiopatra fiordica	3							1		1	1
Paradiopatra quadricuspis	1									1	2
Paradoneis lyra	2						1				
Paramphinome jeffreysii	3			190	174	132	52	113	156	27	19
Pectinaria belgica	2						3	1	3		
Pholoe baltica	3				2	1	2				
Pholoe pallida	1			2	2	1	2		3		
Pilargis papillata	2								1		
Pista mediterranea	2			3	7	3	1		1	2	
Polynoidae	2					4					
Polynoinae							2				
Prionospio cirrifer	3					5	12	1	9		
Prionospio fallax	2					14	5	2	2		1
Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4					1					
Rhodine loveni	2									1	
Sabellidae	2										1
Scalibregma inflatum kompleks	3					4					
Schistomeringos sp.	1					1					
Scolecipis sp.	1				1						1
Scoloplos armiger kompleks	3				1						
Spiophanes kroyeri	3							1			
Spiophanes wigleyi	1			271	349	9	7	13	73	177	209
Terebellidae	1										1
Terebellides gracilis kompleks										1	
Terebellides shetlandica									1		
Tharyx killariensis	2										1
Vigtorniella ardabilia		6	6								
Oligochaeta	5			5							
Abra nitida	3			93	22	32	59	8	13		
Adontorhina similis	2			1							
Astarte sulcata	1										1
Axinulus croulinensis	1							1			2
Kelliella miliaris	3							2		2	
Kurtiella bidentata	4				5	9					
Mendicula ferruginosa	1			19	30			17	30	35	39
Mendicula sp.					3			1	5		2
Nucula sulcata	2			1							
Nucula tumidula	2				3	1	1	1			4
Parathyasira equalis	3			20	15	3	2	33	46	7	6
Parvicardium minimum	1			1	1						
Parvicardium pinnulatum	3			2							
Tellimya ferruginosa	2				3	1					
Tellimya tenella	2								4		
Tellimya sp.				5	1			1			

Thyasira obsoleta	1									2	1
Thyasira sarsii	4			4	8	80	93	5	4		
Yoldiella philippiana	1				1						1
Hermania sp.	2				1	1					
Retusa umbilicata	4			2	2		1	2	1		
Caudofoveata	2			2	1	1		4		4	
Falcidens crossotus					1				1	3	
Scutopus robustus				1	2						
Scutopus ventrolineatus	2			5	1			2	1		
Amphipoda	2				2	2			1		
Ampeliscidae											1
Caprellidae			1								
Cheirocratus sp.	1						1				
Eriopisa elongata	2							3	3	2	2
Liljeborgia ossiani											1
Oediceropsis brevicornis										2	
Oedicerotidae						1		1	2		
Westwoodilla caecula	1			3	2						
Cumacea	1			1	1			1			
Campylaspis costata	1				1						
Diastylidae	1			13							
Diastylis cornuta	1			46	35	85	128		1		
Diastylodes biplicatus	1			3	1			2			2
Diastylodes serratus	2										2
Eudorella truncatula	2			12	9		1	1	1	1	1
Leucon sp.									1		
Nebalia borealis		17		1	2						
Tanaidacea	1										1
Ostracoda	2					1					
Macrocypris minna	1							1			1
Ophiuroidea	2				2						1
Amphilepis norvegica	2				2						
Amphiura chiajei	2			1		2	2		1		
Amphiura filiformis	3					44	24				
Ophiura carnea				4	7	10	4				
Ophiura sp.	2					3		1			1
Brisaster fragilis	3						1				
Brissopsis lyrifera	2					2	1		1		
Labidoplax buskii	2			2		11	3				
Ascidacea	1										2
Edwardsiidae	2					1	2				
Nemertea	3			3	5	4	5	6	14		1
Platyhelminthes	2						1				
Sipuncula	2				1			2			
Nephasoma minutum	2							1	1		
Onchnesoma steenstrupii	1			7	13	2	1	2	4	19	17
Phascolion strombus strombus	2				1						1
Sipunculus norvegicus											1
Lumbriclymene sp.											1
Cuspidariidae											1
Laonice appelloefi											1

Vedlegg 7 – CTD rådata

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

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
20	14,5	95,4	8,60	0,1	15:51:34
20	14,5	97,0	8,76	0,9	15:51:36
20	14,3	95,6	8,61	1,8	15:51:38
21	14,2	96,3	8,67	2,9	15:51:40
22	13,6	94,6	8,59	4,4	15:51:42
23	13,2	94,2	8,59	6,1	15:51:44
23	12,7	94,2	8,62	7,5	15:51:46
25	12,6	95,1	8,63	8,8	15:51:48
28	12,2	94,7	8,53	10,3	15:51:50
28	12,1	94,7	8,53	11,7	15:51:52
28	11,9	95,0	8,57	13,4	15:51:54
29	11,5	94,6	8,56	15,1	15:51:56
31	10,8	94,1	8,54	16,8	15:51:58
31	10,5	93,9	8,57	18,4	15:52:00
32	10,2	94,2	8,63	20,2	15:52:02
32	10,0	94,6	8,68	21,8	15:52:04
33	9,8	94,5	8,69	23,5	15:52:06
33	9,6	93,6	8,63	25,3	15:52:08
33	9,4	93,5	8,64	27,2	15:52:10
33	9,5	92,9	8,57	28,9	15:52:12
33	9,4	91,1	8,40	30,8	15:52:14
33	9,2	90,3	8,36	32,7	15:52:16
33	9,0	89,4	8,31	34,7	15:52:18
34	8,7	88,7	8,30	36,7	15:52:20
34	8,4	87,8	8,27	38,7	15:52:22
34	8,1	87,1	8,26	40,6	15:52:24
34	7,7	85,3	8,16	42,6	15:52:26
34	7,5	84,4	8,09	44,6	15:52:28
34	7,4	84,2	8,10	46,4	15:52:30
34	7,2	83,6	8,06	48,2	15:52:32
34	7,1	82,7	8,00	50,1	15:52:34
34	7,1	81,9	7,92	51,9	15:52:36
34	7,1	81,5	7,88	53,8	15:52:38
34	7,2	81,3	7,83	55,6	15:52:40
35	7,2	80,9	7,79	57,5	15:52:42
35	7,2	80,4	7,73	59,3	15:52:44
35	7,3	79,9	7,67	61,3	15:52:46
35	7,4	79,7	7,64	63,2	15:52:48
35	7,5	79,8	7,62	65,0	15:52:50
35	7,6	79,5	7,57	66,8	15:52:52
35	7,7	79,3	7,53	68,6	15:52:54

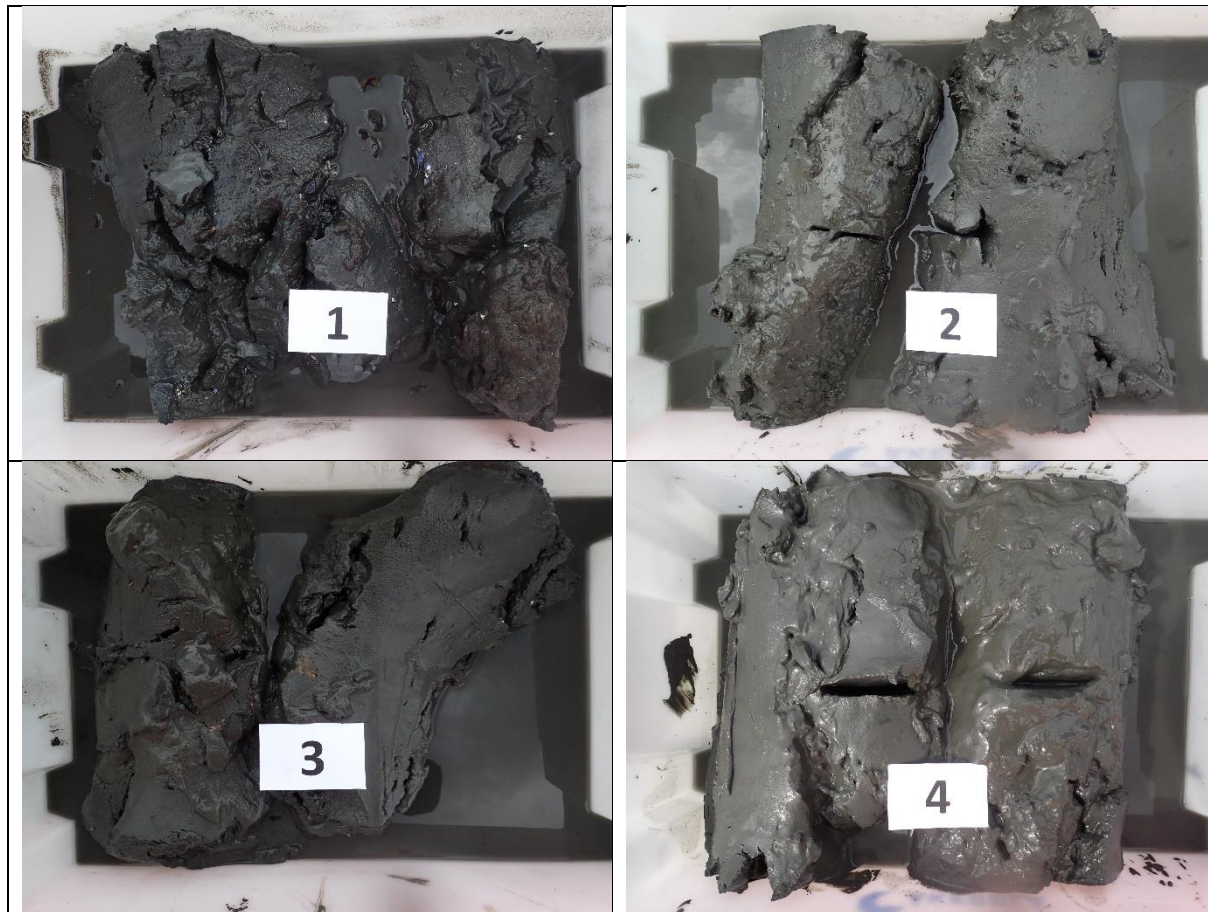
35	7,8	79,0	7,49	70,3	15:52:56
35	7,8	78,6	7,44	71,9	15:52:58
35	7,9	78,2	7,39	73,6	15:53:00
35	7,9	77,8	7,34	75,2	15:53:02
35	8,0	77,4	7,29	76,9	15:53:04
35	8,0	77,0	7,25	78,6	15:53:06
35	8,1	76,5	7,19	80,2	15:53:08
35	8,1	75,8	7,12	81,9	15:53:10
35	8,1	75,2	7,06	83,5	15:53:12
35	8,1	74,5	6,99	85,2	15:53:14
35	8,1	73,6	6,91	86,8	15:53:16
35	8,1	73,0	6,85	88,1	15:53:18
35	8,1	72,1	6,77	89,7	15:53:20
35	8,0	71,3	6,69	91,5	15:53:22
35	8,0	70,7	6,64	93,1	15:53:24
35	8,0	70,4	6,61	94,8	15:53:26
35	8,0	70,1	6,59	96,4	15:53:28
35	8,0	69,8	6,56	98,1	15:53:30
35	8,0	69,4	6,53	99,9	15:53:32
35	8,0	69,0	6,49	101,6	15:53:34
35	8,0	68,8	6,47	103,3	15:53:36
35	7,9	68,6	6,45	104,9	15:53:38
35	7,9	68,3	6,43	106,4	15:53:40
35	7,9	68,0	6,40	108,0	15:53:42
35	7,9	67,7	6,37	109,7	15:53:44
35	7,9	67,5	6,36	111,3	15:53:46
35	7,9	67,4	6,35	112,9	15:53:48
35	7,9	67,3	6,34	114,5	15:53:50
36	7,9	67,3	6,34	116,2	15:53:52
36	7,8	67,3	6,34	117,8	15:53:54
36	7,8	67,3	6,34	119,4	15:53:56
36	7,8	67,2	6,33	121,1	15:53:58
36	7,8	67,2	6,34	122,7	15:54:00
36	7,8	67,3	6,34	124,3	15:54:02
36	7,8	67,3	6,35	125,9	15:54:04
36	7,8	67,3	6,35	127,5	15:54:06
36	7,8	67,2	6,34	129,1	15:54:08
36	7,8	67,1	6,33	130,7	15:54:10
36	7,8	67,1	6,33	132,3	15:54:12
36	7,8	67,0	6,33	133,8	15:54:14
36	7,7	66,9	6,31	135,5	15:54:16
36	7,7	66,7	6,30	137,2	15:54:18
36	7,7	66,6	6,29	138,8	15:54:20
36	7,7	66,5	6,28	140,5	15:54:22
36	7,7	66,4	6,27	142,2	15:54:24
36	7,7	66,3	6,26	143,8	15:54:26

36	7,7	66,4	6,27	145,4	15:54:28
36	7,7	66,5	6,28	147,1	15:54:30
36	7,7	66,5	6,29	148,7	15:54:32
36	7,7	66,6	6,29	150,3	15:54:34
36	7,7	66,6	6,29	152,0	15:54:36
36	7,7	66,6	6,30	153,6	15:54:38
36	7,7	66,6	6,30	155,2	15:54:40
36	7,7	66,6	6,30	156,9	15:54:42
36	7,6	66,7	6,31	158,5	15:54:44
36	7,6	66,7	6,31	160,0	15:54:46
36	7,6	66,8	6,32	161,6	15:54:48
36	7,6	66,7	6,31	163,1	15:54:50
36	7,6	66,7	6,31	164,7	15:54:52
36	7,6	66,7	6,31	166,3	15:54:54
36	7,6	66,7	6,31	167,8	15:54:56
36	7,6	66,7	6,32	169,4	15:54:58
36	7,6	66,7	6,32	170,9	15:55:00
36	7,6	66,8	6,33	172,5	15:55:02
36	7,6	66,9	6,33	174,1	15:55:04
36	7,6	66,8	6,33	175,6	15:55:06
36	7,6	66,7	6,32	177,2	15:55:08
36	7,6	66,6	6,31	178,8	15:55:10
36	7,6	66,5	6,30	180,5	15:55:12
36	7,6	66,5	6,30	182,2	15:55:14
36	7,6	66,5	6,30	183,9	15:55:16
36	7,5	66,5	6,30	185,5	15:55:18
36	7,5	66,5	6,30	187,1	15:55:20
36	7,5	66,4	6,30	188,7	15:55:22
36	7,5	66,4	6,30	190,4	15:55:24
36	7,5	66,4	6,30	192,0	15:55:26
36	7,5	66,3	6,29	193,6	15:55:28
36	7,5	66,4	6,29	195,2	15:55:30
36	7,5	66,4	6,30	196,8	15:55:32
36	7,5	66,4	6,30	198,4	15:55:34
36	7,5	66,5	6,31	200,0	15:55:36
36	7,5	66,6	6,32	201,5	15:55:38
36	7,5	66,8	6,34	203,1	15:55:40
36	7,5	67,0	6,36	204,7	15:55:42
36	7,5	67,1	6,37	206,3	15:55:44
36	7,5	67,1	6,37	207,8	15:55:46
36	7,5	67,2	6,38	209,4	15:55:48
36	7,5	67,2	6,38	211,0	15:55:50
36	7,4	67,2	6,38	212,5	15:55:52
36	7,4	67,2	6,38	213,9	15:55:54
36	7,4	67,2	6,38	215,5	15:55:56
36	7,4	67,1	6,38	217,0	15:55:58

36	7,4	67,1	6,38	218,5	15:56:00
36	7,4	67,1	6,38	219,9	15:56:02
36	7,4	67,1	6,37	221,4	15:56:04
36	7,4	67,1	6,37	222,8	15:56:06
36	7,4	67,0	6,37	224,3	15:56:08
36	7,4	67,0	6,36	225,8	15:56:10
36	7,4	66,9	6,36	227,2	15:56:12
36	7,4	66,9	6,36	228,7	15:56:14
36	7,4	66,9	6,35	230,2	15:56:16
36	7,4	66,8	6,35	231,7	15:56:18
36	7,4	66,8	6,35	233,2	15:56:20
36	7,4	66,8	6,35	234,7	15:56:22
36	7,4	66,7	6,34	236,1	15:56:24
36	7,4	66,6	6,33	237,6	15:56:26
36	7,4	66,6	6,33	238,4	15:56:28
36	7,4	66,6	6,33	239,1	15:56:30
36	7,4	66,6	6,33	239,6	15:56:32
36	7,4	66,6	6,33	239,9	15:56:34
36	7,4	66,6	6,33	239,9	15:56:36
36	7,4	66,5	6,32	240,0	15:56:38
36	7,4	66,4	6,31	240,1	15:56:40
36	7,4	66,3	6,30	240,3	15:56:42
36	7,4	66,1	6,29	240,4	15:56:44
36	7,4	66,2	6,29	240,4	15:56:46

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).

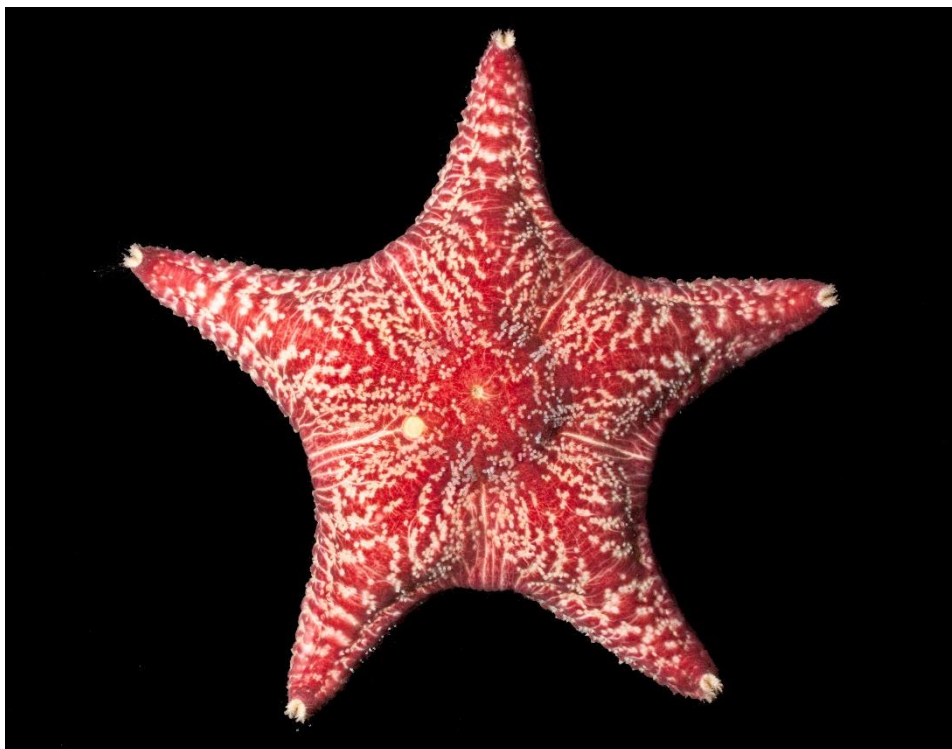


Figur V8.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.

ASC-vurdering

for

Tveitnes



Feltarbeid
Oppdragsgiver

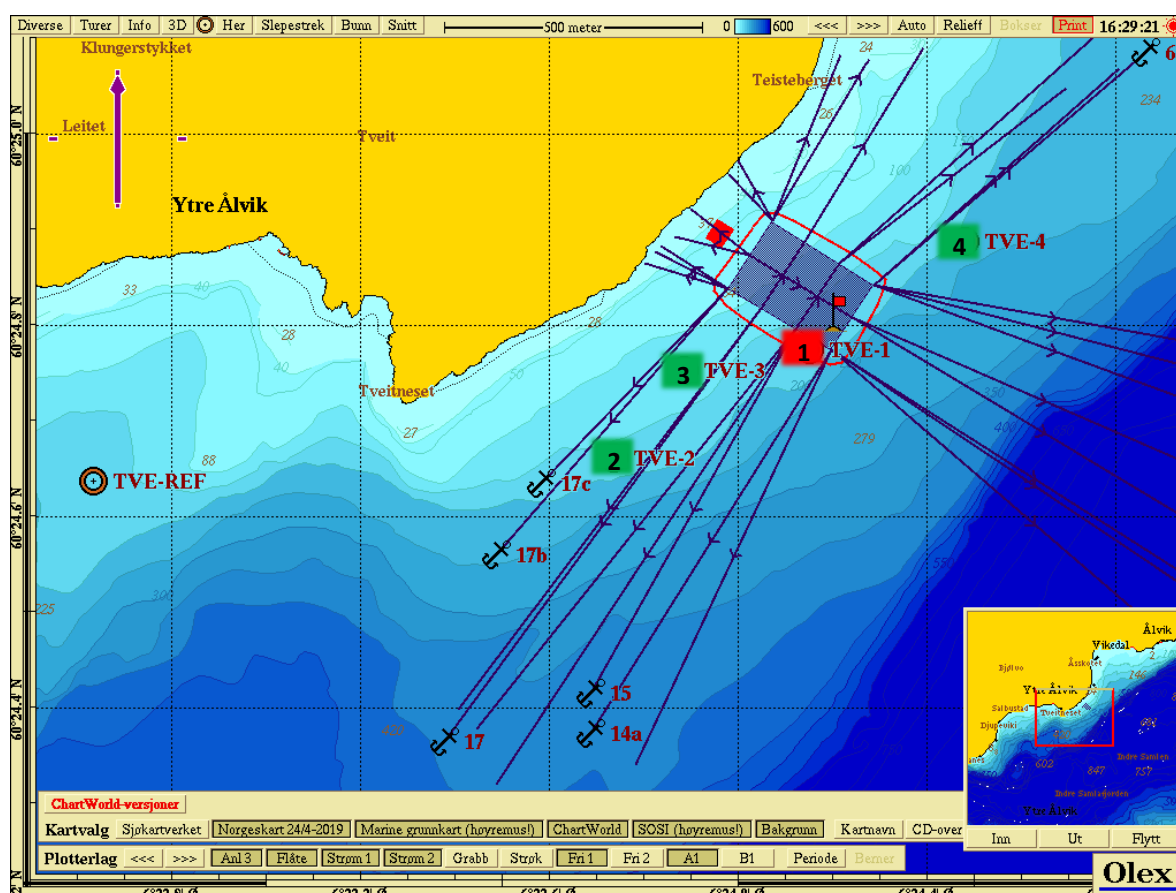
18.06.2019
Lingalaks AS

V.9-1 Sammendrag

Denne rapporten omhandler en ASC- vurdering ved lokaliteten Tveitnes i Kvam kommune, Hordaland fylke (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).

Alle stasjoner utenfor AZE sonen ble klassifisert til «akseptabel» for alle kriterier. Stasjonen innenfor AZE ble klassifisert til «ikke akseptabel» på grunnlag av at det ikke ble funnet 2 eller flere ikke-forurensningsindikerende arter med individtall over 100, og at ingen arter forekom med likt eller høyere antall som referansestasjonen.

På grunnlag av at alle stasjoner i området utenfor AZE viste tilstand akseptabel virker det som at AZE-sonen er anslått riktig, og at påvirkning fra anlegget ikke strekker seg til de ytre stasjonene.



Figur V.9-1.1 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner med vurdering av tilstand: Grønn = Akseptabel tilstand og rød = ikke akseptabel tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = TVE-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-beständig 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), faunaindekser og kobberverdier (Cu) i henhold til ASC Salmon Standard (2017) fritt oversatt.

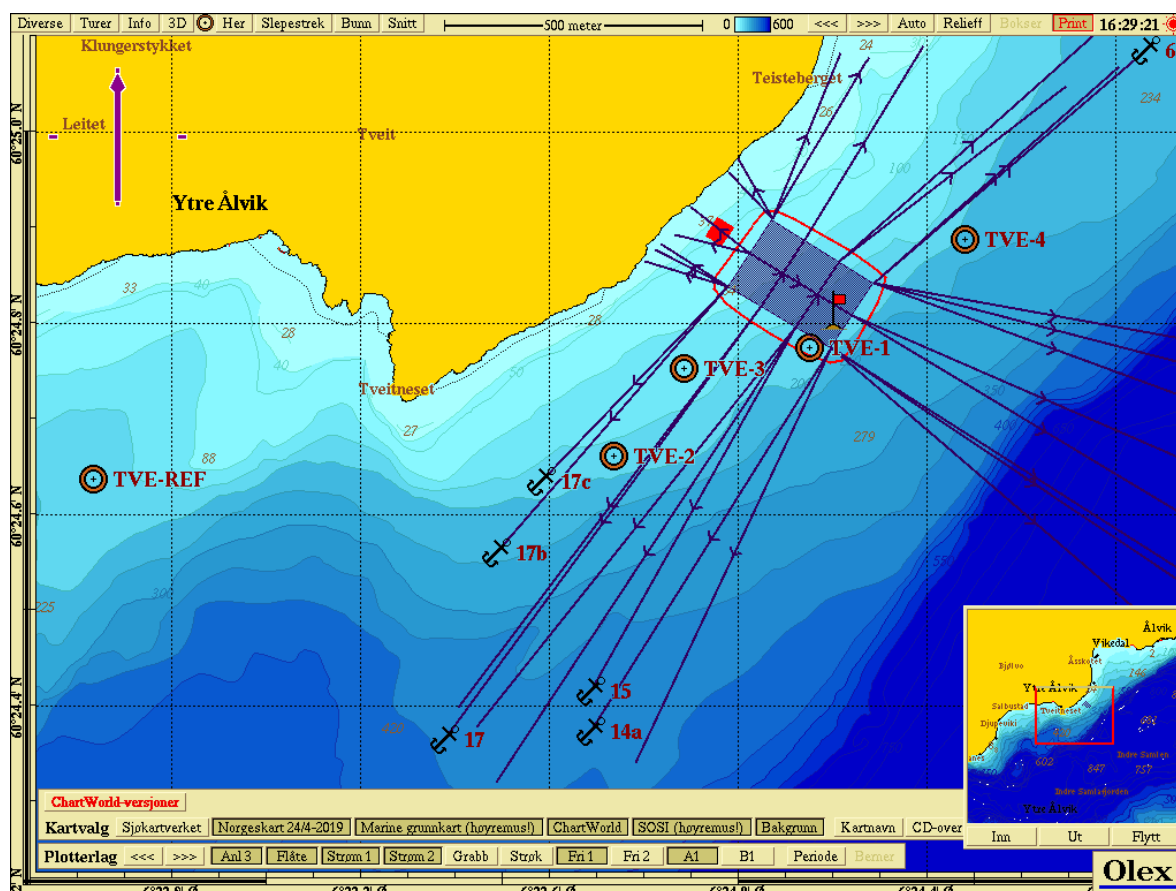
Indikator	Krav
E_h - eller sulfidnivå i sedimentet utenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	$E_h > 0$ millivolt (mV) eller sulfid $\leq 1,500$ mmol/L
Faunaindeks som indikerer god til høy økologisk kvalitet i sedimentet på utsiden av AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	AMBI verdi ≤ 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 tilsvarende som for foreliggende C-undersøkelsen. 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 hovedstrømretning og avstand til Allowable Zone of Effect (AZE). Grensen for AZE er anslått med utgangspunkt i veiledende avstand og justert ut ifra strømforhold -styrke, -dybde og retning, bunntopografi og resultater fra andre lokaliteter med tilsvarende forhold. Ved Tveitnes er AZE anslått til å følge anleggets ramme med en avstand på 20-40 meter.

Med utgangspunkt i antatt AZE er stasjonene plassert med stasjon TVE-1 som nærstasjon inntil anleggets ramme (innenfor AZE). Stasjon TVE-2 ble plassert i hovedretningen til overflate- og vannutskiftingsstrømmen, ca. 400 meter utenfor anleggets ramme, og 370 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjon TVE-3 ble også plassert sørvest for anlegget, ca. 180 meter utenfor anleggets ramme og 150 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjonen TVE-4 er lagt i returstrømmens retning med en avstand fra antatt AZE på 170 meter. Referansestasjonen TVE-REF ble plassert ca. 1300 meter vest for anleggsplasseringen med bunnforhold 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 (flagg), antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner (sirkler). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell V.9-3-1 Stasjonsbeskrivelser etter ASC Salmon Standard (2017). Koordinater er oppgitt for stasjoner som ikke allerede er beskrevet i Tabell 2.1.1.

Stasjon	Koordinater	Avstand til anlegg (m)	Dyp (m)	Plassering
TVE-1	-	30	200	i-AZE
TVE-2	-	400	190	u-AZE
TVE-3	-	180	150	u-AZE
TVE-4	-	200	250	u-AZE
TVE-REF	60°24.636'N / 6°22.633'Ø	1300	160	u-AZE, ref

V.9-4 Resultater

Det henvises til bunnfauna- og kjemiske analyser som allerede er utført for Tveitnes som C-undersøkelse (Åkerblå, 2019; tabell V.9-4.1). I tillegg til disse ble det tatt en referansestasjon spesifikt for ASC-vurderingen (V.9-7).

Samlet viste resultatene for vurderte kriterier utenfor AZE tilstand «Akseptabel» for samtlige stasjoner i henhold til krav fastsatt i ASC-standard. Resultatene for vurderte kriterier innenfor AZE viste tilstand «Ikke akseptabel» på grunnlag av det ikke ble funnet 2 eller flere ikke-forurensningsindikerende arter med individantall over 100, og ingen arter forekom med likt eller høyere antall som referansestasjonen (Tabell V.9-4.1).

Tabell V.9-4.1 Resultat for redokspotensial (Eh) 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-forurensningsindikatorer 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		Cu	
	mV	TK	Verdi	TK	Antall	TK	mg/kg	TK
TVE-1					0	IA		
TVE-2	430	A	3,180	A			22	A
TVE-3	435	A	3,892	A			17	A
TVE-4	417	A	3,628	A			27	A
TVE-REF	436		2,677				28	

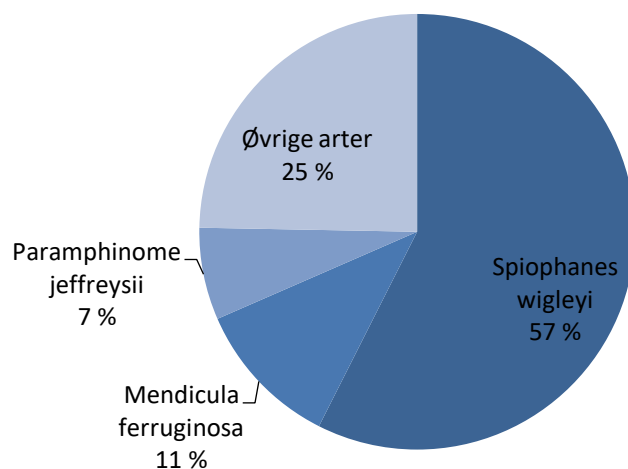
V.9-4.1 TVE-REF

Ved TVE-REF ble det registrert 672 individer fordelt på 65 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 TVE-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. Listen oppgir dyr per 0.2m².

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1	386	57,4
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	74	11,0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	46	6,8
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	1	36	5,4
<i>Parathyasira equalis</i>	3	13	1,9
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	7	1,0
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	6	0,9
<i>Lumbriclymene minor</i>		5	0,7
<i>Levinsenia gracilis</i>	2	5	0,7
<i>Lumbrineridae</i>	2	4	0,6
Øvrige arter	-	90	13,4

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 TVE-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 (ihht tabell V5.2).

Indeks	TVE-REF-1	TVE-REF-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	28	51	40	
N	307	365	336	
NQI1	0,670	0,737	0,704	0,764
H'	2,477	2,877	2,677	0,523
J	0,515	0,507	0,511	
$H'_{\max}$	4,807	5,672	5,240	
ES100	15,870	22,040	18,955	0,624
ISI	10,427	10,018	10,223	0,875
NSI	30,570	30,855	30,713	1,000
Grabbverdi				0,757

V.9-5 Diskusjon

Samlet viser resultatene at alle stasjonene utenfor AZE ble klassifisert til tilstand «Akseptabel» i henhold til ASC Salmon Standard (2017). Ved stasjonene utenfor AZE (inkludert referansestasjonen) var arter i sensitivitetsgruppene 1-3 dominerende, og biodiversiteten i området er god.

Stasjonen innenfor AZE ble klassifisert til tilstand «Ikke-Akseptabel» på grunnlag av at det ikke ble funnet 2 eller flere ikke-forurensningsindikerende arter med individantall over 100. Referansestasjonen ble derfor brukt til å vurdere den naturlige tilstanden i området, og ble sammenliknet med stasjonen innenfor AZE. Dette viste at ingen arter forekom med likt eller høyere antall som referansestasjonen. Dette tilsier at den observerte tilstanden ved i-AZE ikke gjenspeiler den naturlige tilstanden i området.

På grunnlag av at alle stasjoner i området uten AZE viste tilstand akseptabel virker det som at AZE-sonen er anslått riktig, og at påvirkning fra anlegget ikke strekker seg til de ytre stasjonene. Data for spredningsdyp mangler, og dette kan ha innvirkning på utstrekningen av anslått AZE-sone.

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

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

Åkerblå AS (2019). C-undersøkelse fra Tveitnes. Rapportnummer MCR-M-19085-Tveitnes. s. 58