

# C-undersøkelse

NS9410:2016

for

**Øyra**




Tilstandsklasse II (God)

**Feltarbeid**

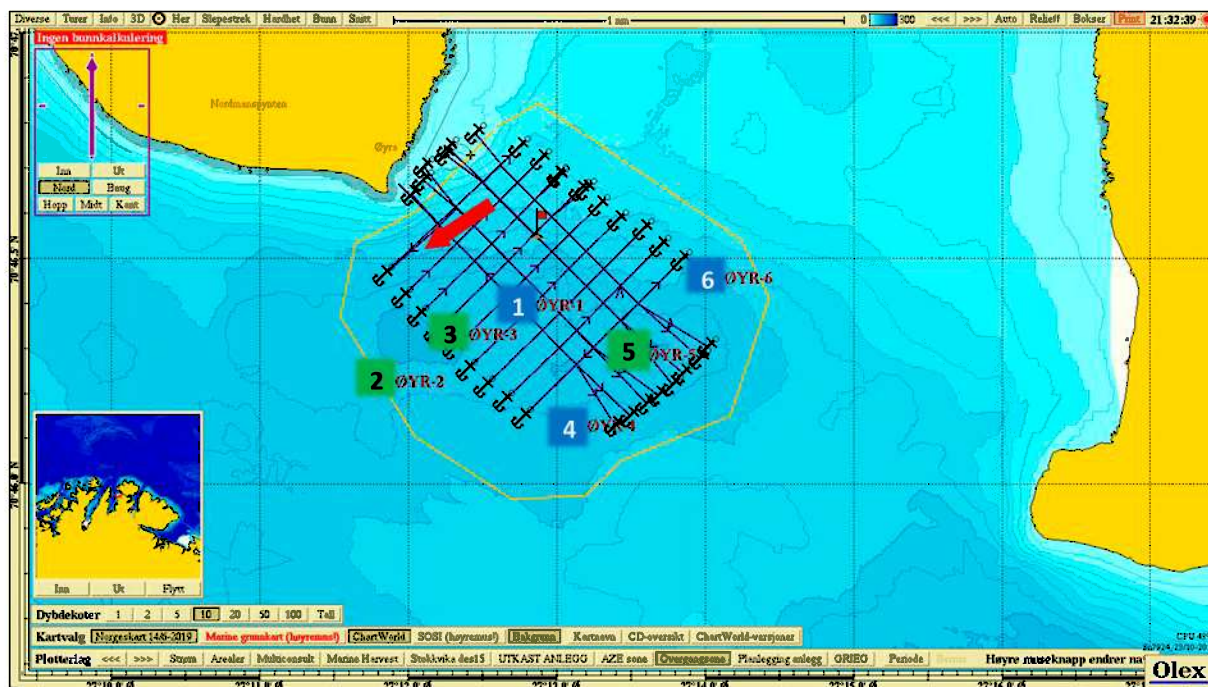
**19.09.2019**

**Oppdragsgiver**

**SalMar Farming AS**

C-undersøkelse for Øyra		
Rapportnummer/Rapportdato	MCR-M-19114-Øyra /08.11.2019	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
-	-	-
<b>Lokalitet</b>		
Lokalitet	Øyra	
	MTB 6 300 tonn	
	Lebesby, Finnmark	
	Økoregion B (Barentshavet) og vanntype 3 (Beskyttet kyst/fjord)	
Lokalitetsnummer	34697	
<b>Oppdragsgiver</b>		
Selskap	SalMar Farming AS	
Kontaktperson	Vegar Kristiansen	
<b>Oppdragsansvarlig</b>		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Jens Nilsen	
Forfatter (-e)	Evelina Merkyte, Kristine Marit Schrøder Elvik, Frode Bjørklund	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
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>	
<b>Sammendrag</b>		
<p>Denne rapporten omhandler en C- undersøkelse og en ASC- vurdering ved lokaliteten Øyra i Lebesby kommune i Finnmark. Undersøkelsen ble utført etter ønske fra SalMar Farming. Sammenlikning med eldre undersøkelser er utført for å avdekke eventuelle utviklingstrender på lokaliteten. Det ble tatt seks stasjoner som ble analysert for fauna og geokjemiske parametere.</p> <p>Inneværende undersøkelse viste samlet god (ved grense til svært god) tilstand i overgangssonen. I hele område var hyppigst forekommende art forurensingsnøytrale <i>Ennucula tenuis</i> som indikerer gode faunaforhold. Biodiversitetsverdiene var også høye og relativt lignende ved alle stasjonene (tabell 1; figur 1). Det ble ikke funnet rester av naturlig organisk materiale i området, og de geokjemiske støtteparametere viste i hovedsak gode forhold.</p> <p>Siden tidligere undersøkelser i 2015 har faunaforholdene ikke betydelig endret seg. Biodiversiteten og miljøtilstand har gått ned i hele området i 2016, men siden 2018 holdt begge parameterne seg på relativt stabilt svært godt nivå. Kjemiske parameterne var også relativt stabilt på god/svært godt nivå uten store endringer blant alle undersøkelsene.</p> <p>Neste undersøkelse skal etter NS9410 utføres etter hver tredje produksjonssyklus ved maks belastning.</p>		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



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

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

Stasjon/ Parameter	ØYR-2	ØYR-3	ØYR-4	ØYR-5	ØYR-6
Antall arter	46	51	60	43	55
Antall individ	842	534	727	441	403
$H'$	Svært god	Svært god	Svært god	Svært god	Svært god
nEQR	God	God	Svært god	God	Svært god
Cu	Bakgrunn	Bakgrunn	Bakgrunn	Bakgrunn	Bakgrunn
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	II (God)		Neste undersøkelse	Hver tredje produksjonssyklus	

## Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Øyra. 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

<b>FORORD</b> .....	<b>3</b>
<b>INNHOOLD</b> .....	<b>4</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>2 MATERIALE OG METODE</b> .....	<b>9</b>
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER .....	9
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER .....	13
2.3 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	16
2.4 PRODUKSJON .....	18
<b>3 RESULTATER</b> .....	<b>19</b>
3.1 BUNNDYRSANALYSER .....	19
3.1.1 ØYR-1.....	19
3.1.2 ØYR-2.....	21
3.1.3 ØYR-3.....	23
3.1.4 ØYR-4.....	25
3.1.5 ØYR-5.....	27
3.1.6 ØYR-6.....	29
3.1.7 Samlet tilstandsverdi .....	31
3.2 HYDROGRAFI.....	32
3.3 SEDIMENTANALYSER .....	34
3.3.1 Sensoriske vurderinger .....	34
3.3.2 Kornfordeling.....	34
3.3.3 Kjemiske parametere.....	34
3.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	36
3.4.1 Bunnfauna .....	36
3.4.2 Sediment.....	37
3.4.3 Kjemiske parametere.....	38
<b>4 DISKUSJON</b> .....	<b>39</b>
<b>5 LITTERATURLISTE</b> .....	<b>40</b>
<b>6 VEDLEGG</b> .....	<b>42</b>
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE) .....	42
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	45
VEDLEGG 3 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD .....	51
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER .....	53
VEDLEGG 5 - REFERANSETILSTANDER.....	56
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE .....	60
VEDLEGG 7 – CTD RÅDATA .....	64
VEDLEGG 8 – BILDER AV SEDIMENT .....	66
VEDLEGG 9 – ASC-VURDERING .....	67

V.9-1 Sammendrag .....	68
V.9-2 Innledning .....	69
V.9-3 Metode .....	71
V.9-4 Resultater .....	73
V.10-5 Diskusjon .....	76
V.9-6 Litteraturliste .....	77

## 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 i fra strømmretning og bunntopografi. Om bunnen i overgangssonen er sterkt skrånende så plasseres det en prøvestasjon ved foten av skråningen. Antall stasjoner avhenger av MTB, men dersom tillatelsen ikke utnyttes fullt ut, kan antallet prøvestasjoner reduseres etter faktisk produksjon (NS9410 2016).

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

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



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

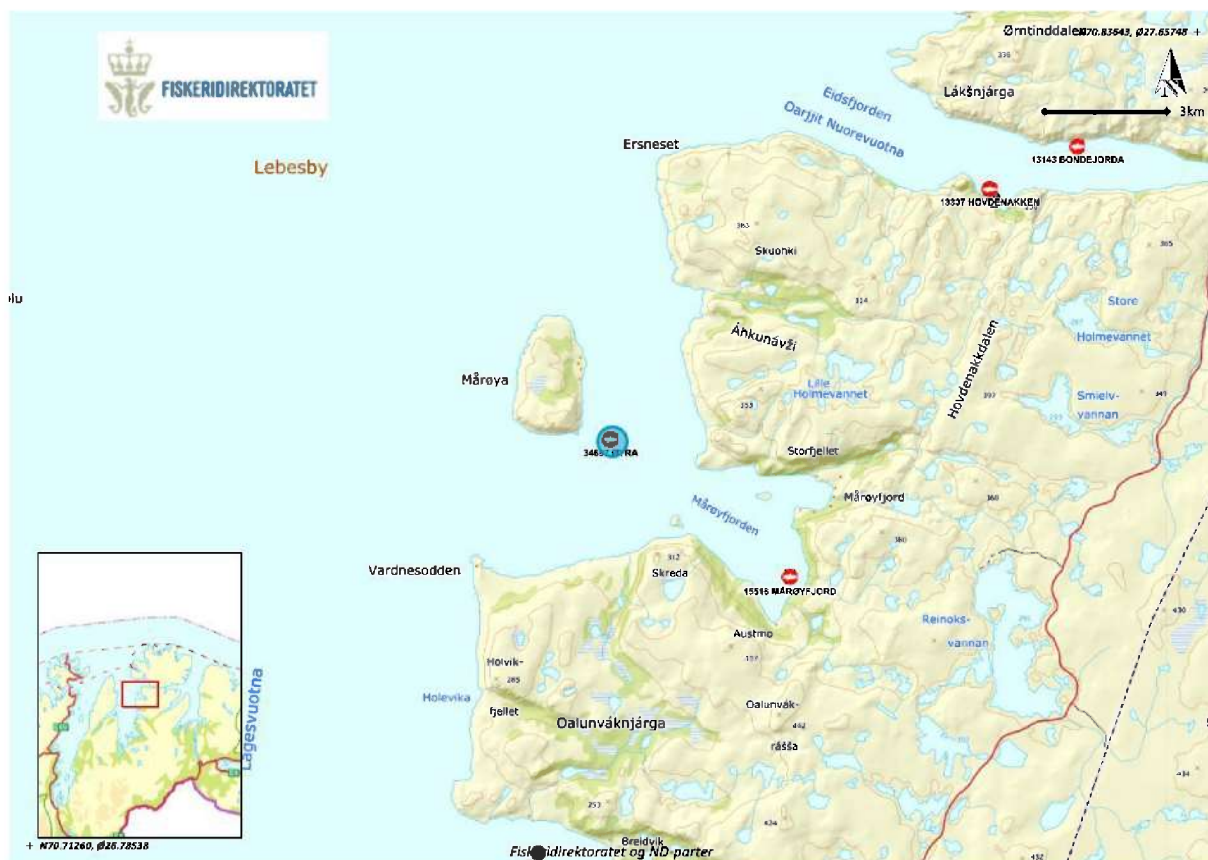
Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

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

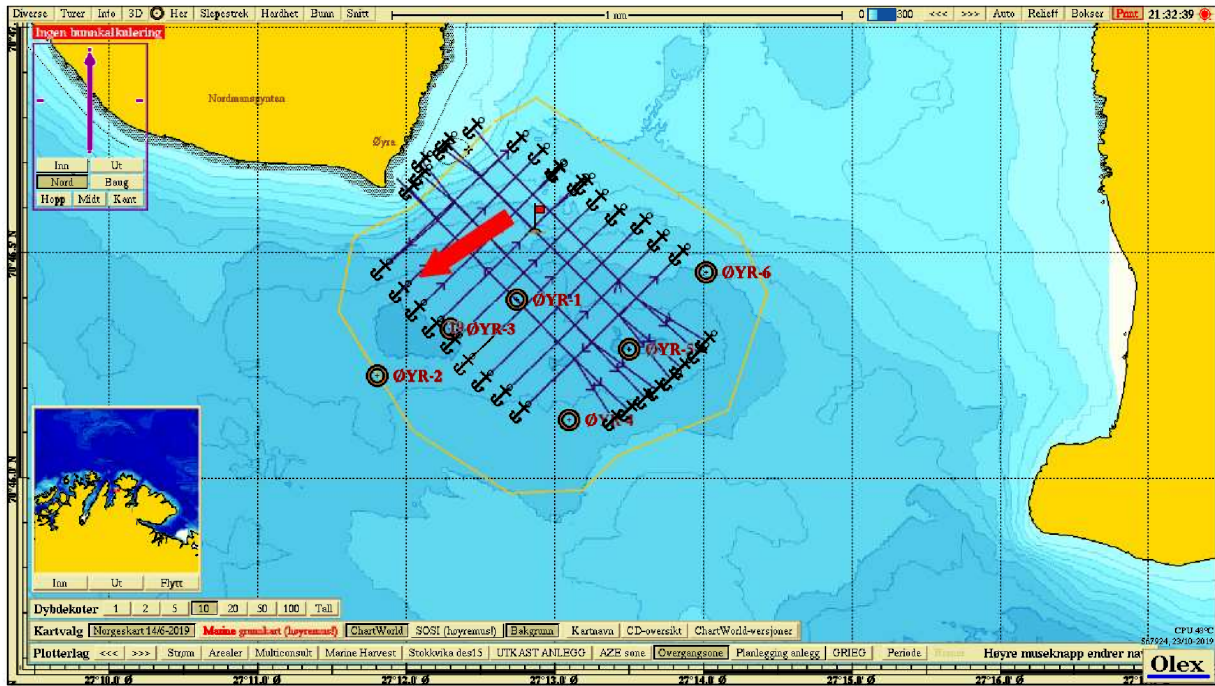
## 2 Materiale og metode

### 2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Øyra ligger i den østlige delen av Laksefjorden i Lebesby kommune, Finnmark fylke. Lokaliteten ligger sør-øst for Mårøya, i overgangen mellom Mårøysundet i nord og Vardnessundet i sør. De to sundene har en betydelig dybdeforskjell og anlegget ligger over en skråning mellom de to. Under anleggets nord-østlige del er det omkring 40 meter dypt og herfra skråner havbunnen relativt bratt ned til 100 meter fra midten og ut mot anleggets sør-vestlige del (figur 2.1.1 og 2.1.2). Spredningsstrømmen under anlegget er moderat til sterk og går i hovedsak mot sør-vest (figur 2.1.3 og 2.1.4; Akvaplan-niva, 2013).

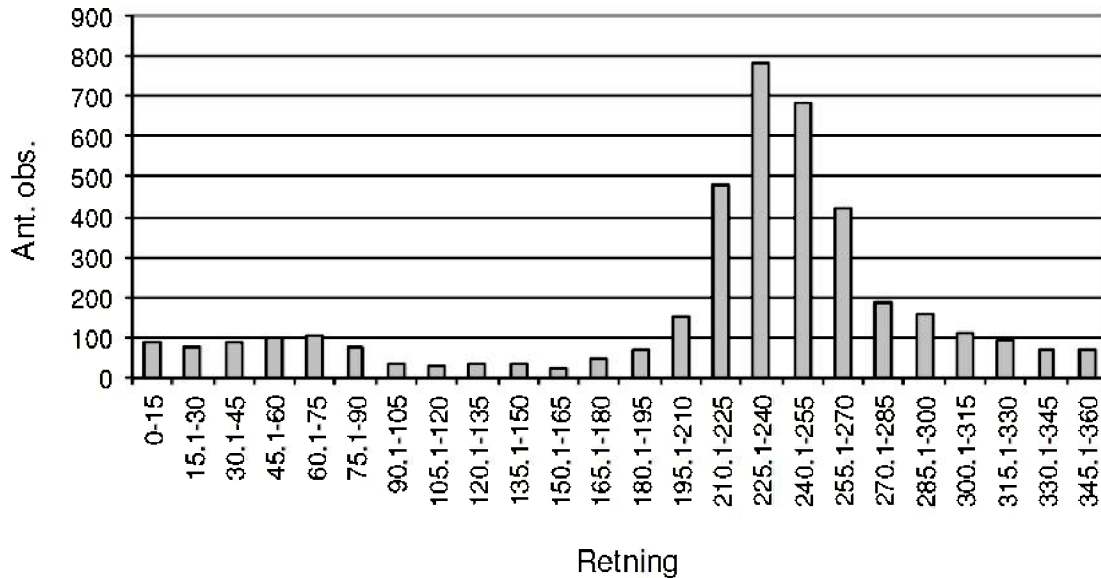


**Figur 2.1.1** Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel). Nærliggende anlegg er markert med røde sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.

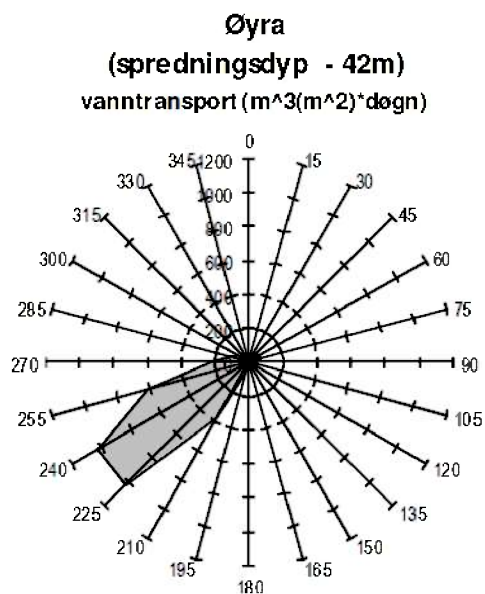


Figur 2.1.2 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (brun runding), hovedstrømretning (rød pil), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Rød pil angir hovedretning for spredningsstrøm (relativ fluks). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

### Øyra (spredningsdyp - 42m)



Figur 2.1.3 Strømforhold. Diagrammet angir antallet målepunkter (frekvens) i ulike himmelretninger. Målingene er utført på 42 m dyp. Kartdatum WGS84 (Akvaplan-niva, 2013).



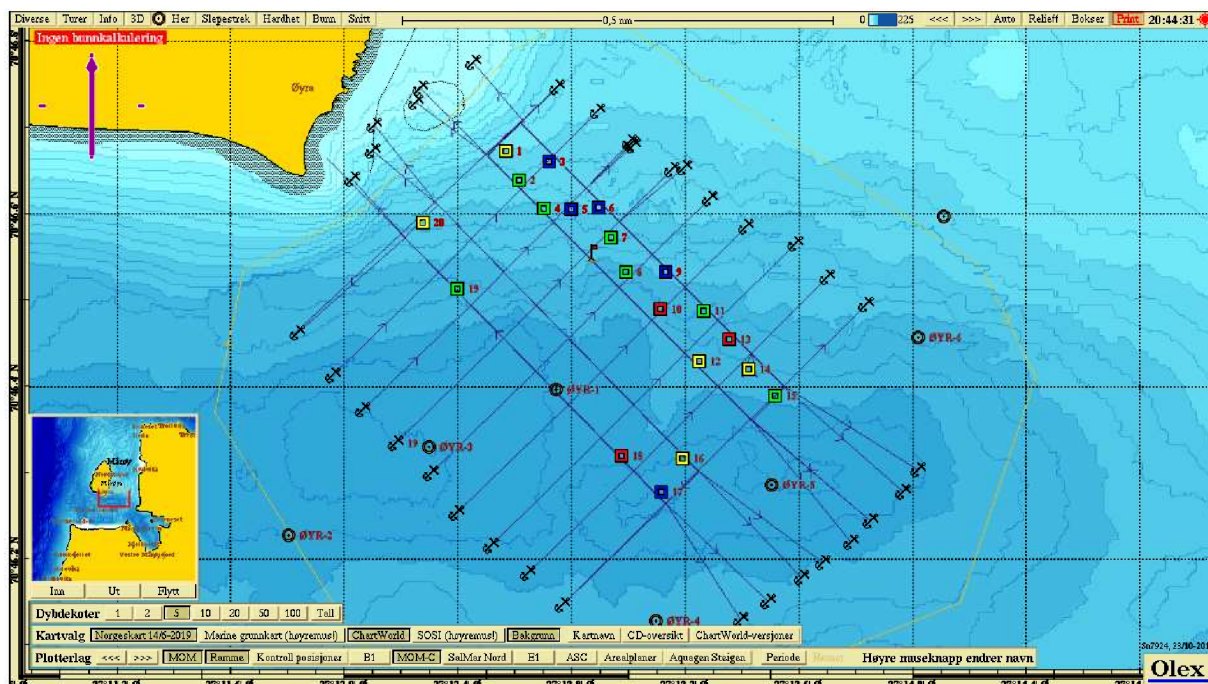
**Figur 2.1.4** Strømforhold. Fordelingsdiagrammet viser relativ vannfluks som angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Målingene er utført på 42 m dyp. Kartdatum WGS84 (Akvaplan-niva, 2013).

Overgangssonens utbredelse ble vurdert ut fra bunntopografi og spredningsstrømmens hovedretning. Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av krav i NS9410 (2016). Gjeldende B-undersøkelse viste tegn til påvirkning på nordsiden av anlegget, mens tidligere B-undersøkelser har vist tegn til påvirkning på sørsiden av anlegget. Det ble derfor vurdert å beholde samme plassering av C1 stasjon som ved tidligere C-undersøkelser, for bedre sammenligningsgrunnlag. Stasjon C1 (ØYR-1) ble plassert inn mot anleggets ramme, mot dypeste del av anleggsområde. Stasjon C2 (ØYR-2) ligger i hovedstrømsretningen, rett på yttersiden av den vurderte overgangssonens utstrekning. Øvrige stasjoner er vurdert å ligge innenfor overgangssonen hvor stasjon C3 (ØYR-3) ligger mellom C1 og C2 for å detektere en eventuell belastningsgradient i hovedstrømsretningen, stasjon C4 (ØYR-4) ligger sør for anlegget, mens stasjon C5 (ØYR-5) er lagt i et dypere område sørøst for anlegget slik at eventuell belastning også kan detekteres i denne delen av overgangssonen. Den siste stasjonen, C6 (ØYR-6), er lagt nedenfor skråningen i anleggets østlige del, hvor det kan tenkes at returstrøm bringer organisk materiale fra anlegget til (figur 2.1.4 og 2.1.5; tabell 2.1.1).



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

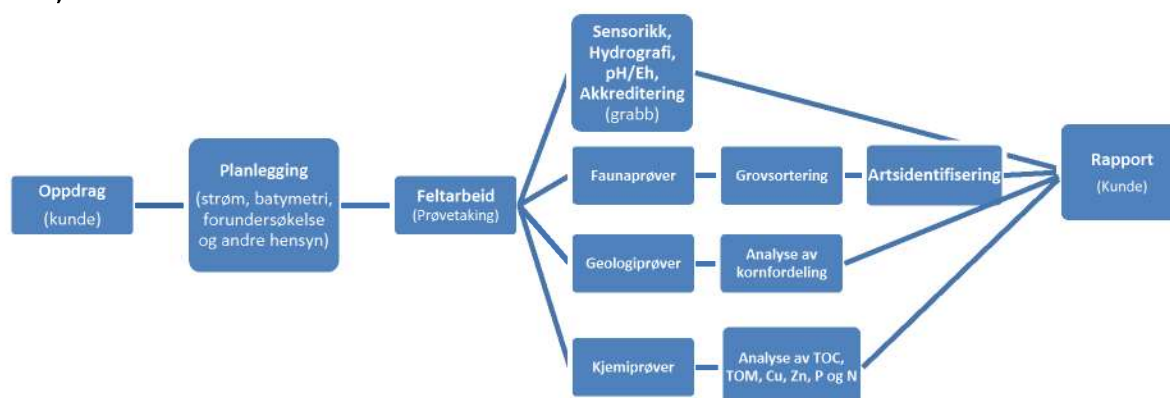
Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering
ØYR-1	70°46.395'N / 27°12.744'Ø	25	94	FAU, KJE, GEO, PE	C1
ØYR-2	70°46.227'N / 27°11.803'Ø	675	95	FAU, KJE, GEO, PE	C2
ØYR-3	70°46.329'N / 27°12.299'Ø	295	99	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C3
ØYR-4	70°46.128'N / 27°13.096'Ø	290	87	FAU, KJE, GEO, PE	C4
ØYR-5	70°46.285'N / 27°13.503'Ø	180	99	FAU, KJE, GEO, PE	C5
ØYR-6	70°46.456'N / 27°14.019'Ø	330	79	FAU, KJE, GEO, PE	C6



**Figur 2.1.5** Anleggsplassering og fortøyningslinjer, B-undersøkellesstasjoner (firkanter) og C-stasjonens prøvestasjoner (brune rundinger). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

## 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 sedimentssammensetningen 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/Størksen) på 0,1 m <sup>2</sup>
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	Frode Bjørklund	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Jens Nilsen	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	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Evelina Merkyte	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Evelina Merkyte	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 (ØYR-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 indekserne: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ),  $ES_{100}$ , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen.

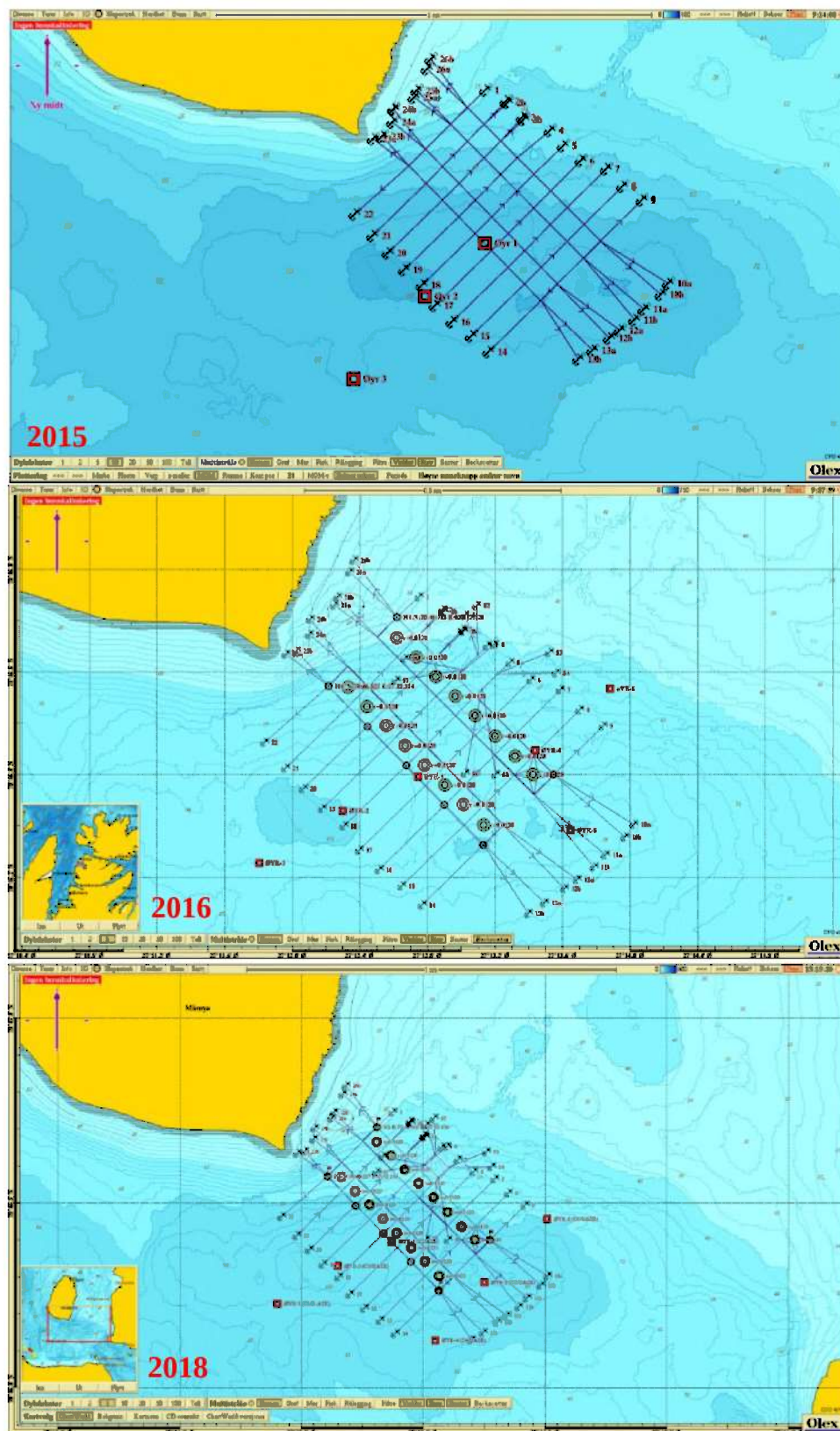
Veileder 02:2018 (2018) omtaler alle tilstander som *tilstandsklasser*, mens NS9410 (2016) omtaler det som *miljøtilstand*. I denne rapporten brukes *tilstand* om alle tilfeller hvor det for veilederen beskrives som tilstandsklasse og for NS9410 (2016) beskrives som miljøtilstand. Øvrige uttrykk er beholdt 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
NQ11	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
H' <sub>max</sub>	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter (= $\log_2 S$ )
ES <sub>100</sub>	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 C-undersøkelser ved lokaliteten i 2015 (Havbruktjenesten, 2015) 2016 (Åkerblå, 2016) og 2018 (Åkerblå, 2018; figur 2.3.1 og tabell 2.3.1).



Figur 2.3.1 Plassering av prøvestasjoner for C-undersøkelser utført i 2015, 2016 og 2018. Kartene har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

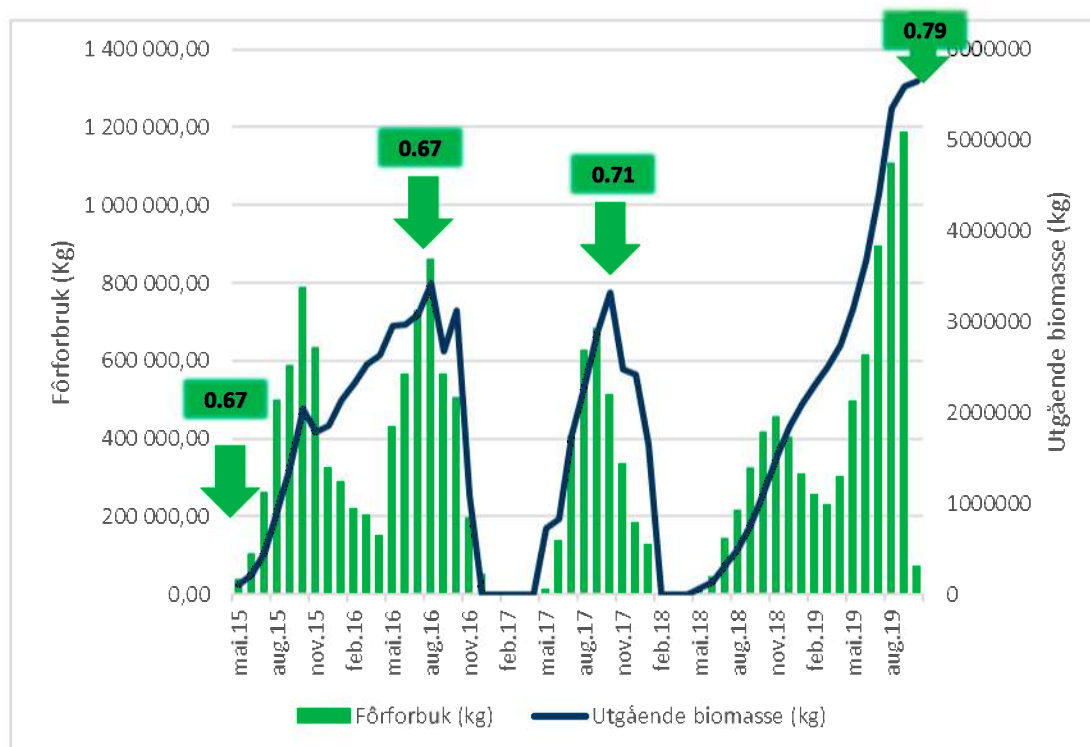
Første undersøkelse ved lokaliteten ble gjennomført i 2015 i forkant av produksjonsstart (Havbruktjenesten, 2015). Alle stasjoner skal sammenlignes selv om noen hadde litt annen plassering. Likevel var dybde, bunntopografien, retning og avstand fra anlegget lignende. En stasjon fra 2016 (ØYR-4) ble tatt inntil rammen, og vil ikke sammenlignes. Fullstendig oversikt er gitt i tabell 2.3.1.

**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	2015	2016	2018	2019
Anleggssone	Øyr 1	ØYR-1	ØYR-1	ØYR-1
Ytterkant overgangssone	Øyr 3	ØYR-3	ØYR-3	ØYR-2
	Øyr 2	ØYR-2	ØYR-2	ØYR-3
Overgangssone	—	—	ØYR-4	ØYR-4
	—	ØYR-5	ØYR-5	ØYR-5
	—	ØYR-6	ØYR-6	ØYR-6

## 2.4 Produksjon

Fisken i nåværende produksjon på lokalitet Øyra ble satt ut i mai 2018. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten omtrent 5 655 tonn og totalt fôrforbruk siden utsett var på omtrent 7384 tonn. (figur 2.4.1 og tabell 2.4.1; Vegar Kristiansen, pers. med.).



**Figur 2.4.1** Produksjonsinformasjon ved Øyra for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for undersøkelsen. Stolper indikerer fôrforbruk 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 2.4.1** Oppsummering av produksjonsdata. For hver undersøkelse angis dato for undersøkelsen, generasjonen av fisk (Gen), utføret mengde ved tidspunkt for undersøkelsen samt budsjettert utføret mengde på generasjonen. Tilvekst er oppgitt som fôrmengde delt på økonomisk fôrfaktor. Alt oppgitt i tonn. Utføret og budsjettert mengde gir en prosentfordeling som angir belastningsgraden i anlegget (%).

Dato	Gen	Utføret	Budsjett	%	Tilvekst	Merknader
21.04.2015	-	-	-	-		Før utsett
17.06.2016	V-2015	5 073 tonn	7973 tonn	64	6945 tonn	
04.10.2017	V-2017	2373 tonn	3014 tonn	79	-	
09.01.2018	V-2017	3014 tonn	3014 tonn	100	-	
17.09.2019	V-2018	7384 tonn	7452 tonn	99	6326 tonn	



### 3 Resultater

#### 3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion B (Barentshavet) og vanntype 3 (Beskyttet kyst/fjord).

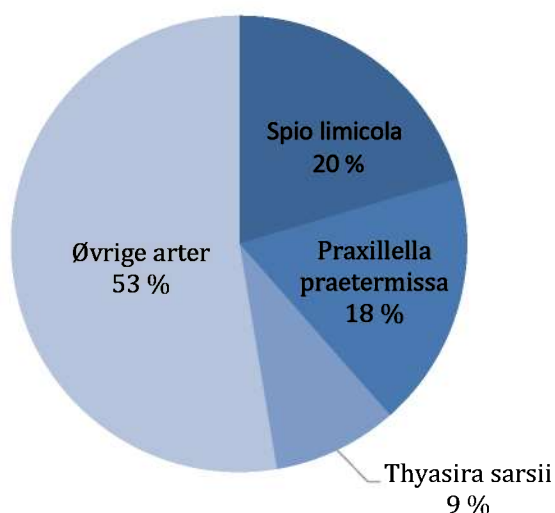
##### 3.1.1 ØYR-1

Ved ØYR-1 ble det registrert 475 individer fordelt på 53 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **tilstand 1 (meget god)**, da det var forekomst av minst 20 arter, og ingen utgjorde mer enn 65 % av det totale individantallet.

**Tabell 3.1.1.1** De ti hyppigst forekommende artene ved ØYR-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>Spio limicola</i>	i.a.	97	20,4
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	86	18,1
<i>Thyasira sarsii</i>	4	42	8,8
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	37	7,8
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	26	5,5
<i>Ennucula tenuis</i>	2	23	4,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	19	4,0
<i>Galathowenia oculata</i>	3	14	2,9
<i>Diastylis lucifera</i>	3	11	2,3
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	10	2,1
Øvrige arter	-	110	23,2

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 ØYR-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 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	ØYR-1-1	ØYR-1-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	41	36	39	
N	239	236	238	
NQI1	0,696	0,676	0,686	0,724
H'	4,193	3,946	4,070	0,909
J	0,783	0,763	0,773	
H'max	5,358	5,170	5,264	
ES100	28,120	24,880	26,500	0,875
ISI	8,634	8,728	8,681	0,796
NSI	21,232	20,903	21,068	0,643
<b>Grabbverdi</b>				<b>0,789</b>

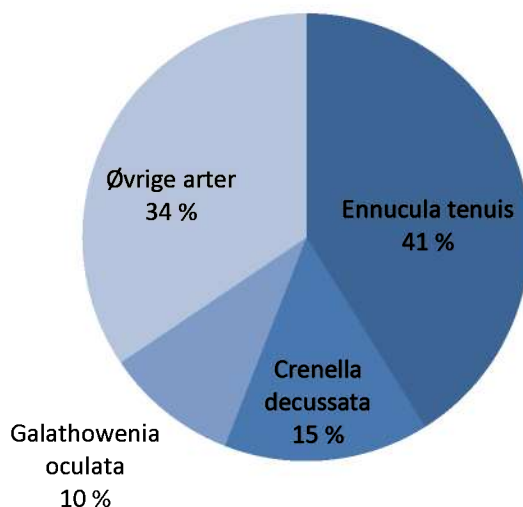
### 3.1.2 ØYR-2

Ved ØYR-2 ble det registrert 842 individer fordelt på 46 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Med dominerende forurensningsnøytrale *Ennucula tenuis* ble stasjonen 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 ØYR-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>Ennucula tenuis</i>	2	346	41,1
<i>Crenella decussata</i>	1	125	14,8
<i>Galathowenia oculata</i>	3	81	9,6
<i>Thyasira sarsii</i>	4	46	5,5
<i>Spio limicola</i>	i.a.	40	4,8
<i>Owenia borealis</i>	2	19	2,3
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	15	1,8
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	15	1,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	13	1,5
<i>Goniada maculata</i>	2	12	1,4
Øvrige arter	-	130	15,4

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



**Figur 3.1.2.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved ØYR-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	ØYR-2-1	ØYR-2-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	37	39	38	
N	363	479	421	
NQI1	0,759	0,742	0,751	0,834
H'	3,029	3,492	3,261	0,808
J	0,582	0,661	0,621	
H'max	5,209	5,285	5,247	
ES100	19,830	21,900	20,865	0,819
ISI	8,584	8,168	8,376	0,728
NSI	24,046	23,515	23,781	0,751
<b>Grabbverdi</b>				<b>0,788</b>

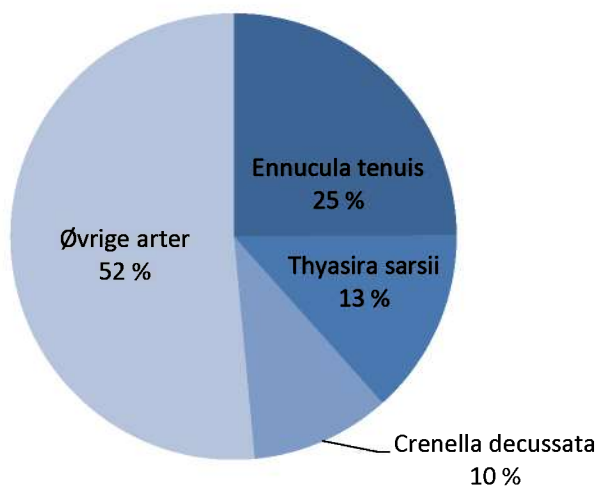
### 3.1.3 ØYR-3

Ved ØYR-3 ble det registrert 534 individer fordelt på 51 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Med dominerende forurensningsnøytrale *Ennucula tenuis* ble stasjonen 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 ØYR-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>Ennucula tenuis</i>	2	133	24,9
<i>Thyasira sarsii</i>	4	72	13,5
<i>Crenella decussata</i>	1	54	10,1
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	33	6,2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	33	6,2
<i>Galathowenia oculata</i>	3	31	5,8
<i>Spio limicola</i>	i.a.	31	5,8
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	22	4,1
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	17	3,2
<i>Macoma calcarea</i>	4	11	2,1
Øvrige arter	-	97	18,2

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



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

**Tabell 3.1.3.2** 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	ØYR-3-1	ØYR-3-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	33	44	39	
N	211	323	267	
NQI1	0,735	0,736	0,736	0,817
H'	3,633	4,095	3,864	0,883
J	0,720	0,750	0,735	
H'max	5,044	5,459	5,252	
ES100	22,000	25,410	23,705	0,847
ISI	7,588	7,730	7,659	0,578
NSI	22,051	22,413	22,232	0,689
<b>Grabbverdi</b>				<b>0,763</b>

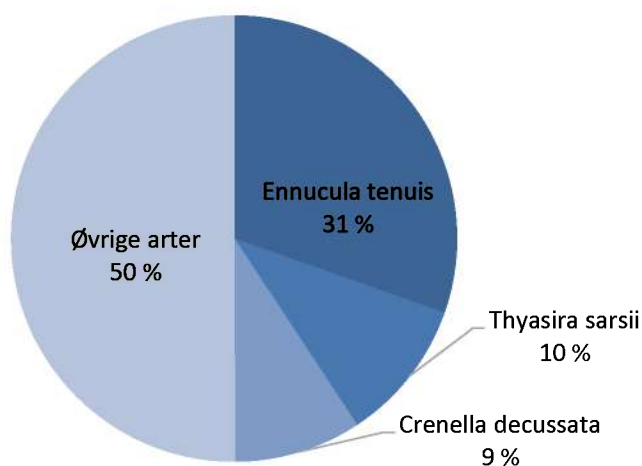
### 3.1.4 ØYR-4

Ved ØYR-4 ble det registrert 727 individer fordelt på 60 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Med hyppigst forekommende *Ennucula tenuis* ble stasjonen klassifisert i nedre del av intervallet **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.4.1** De ti hyppigst forekommende artene ved ØYR-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>Ennucula tenuis</i>	2	221	30,4
<i>Thyasira sarsii</i>	4	75	10,3
<i>Crenella decussata</i>	1	67	9,2
<i>Galathowenia oculata</i>	3	61	8,4
<i>Owenia borealis</i>	2	39	5,4
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	24	3,3
<i>Spio limicola</i>	i.a.	23	3,2
<i>Myriochele</i> sp.	2	23	3,2
<i>Diastylis lucifera</i>	3	17	2,3
<i>Macoma calcarea</i>	4	15	2,1
Øvrige arter	-	162	22,3

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



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



**Tabell 3.1.4.2** 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	ØYR-4-1	ØYR-4-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	54	36	45	
N	467	260	364	
NQI1	0,770	0,755	0,762	0,847
H'	4,005	3,866	3,936	0,892
J	0,696	0,748	0,722	
H'max	5,755	5,170	5,462	
ES100	26,010	24,810	25,410	0,864
ISI	9,036	8,245	8,641	0,787
NSI	22,875	23,316	23,096	0,724
<b>Grabbverdi</b>				0,823

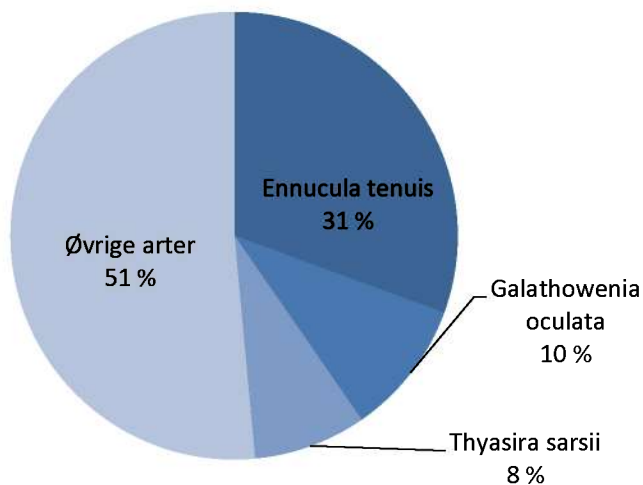
### 3.1.5 ØYR-5

Ved ØYR-5 ble det registrert 441 individer fordelt på 43 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Med dominerende *Ennucula tenuis* ble stasjonen klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.5.1** De ti hyppigst forekommende artene ved ØYR-5 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>Ennucula tenuis</i>	2	135	30,6
<i>Galathowenia oculata</i>	3	43	9,8
<i>Thyasira sarsii</i>	4	36	8,2
<i>Crenella decussata</i>	1	24	5,4
<i>Macoma calcarea</i>	4	21	4,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	18	4,1
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	18	4,1
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	16	3,6
<i>Spio limicola</i>	i.a.	16	3,6
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	15	3,4
Øvrige arter	-	99	22,4

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



**Figur 3.1.5.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved ØYR-5.

**Tabell 3.1.5.2** 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	ØYR-5-1	ØYR-5-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	41	23	32	
N	334	107	221	
NQI1	0,737	0,720	0,729	0,809
H'	3,997	3,597	3,797	0,875
J	0,746	0,795	0,771	
H'max	5,358	4,524	4,941	
ES100	25,450	22,640	24,045	0,850
ISI	7,648	7,081	7,365	0,533
NSI	21,796	22,956	22,376	0,695
<b>Grabbverdi</b>				0,753

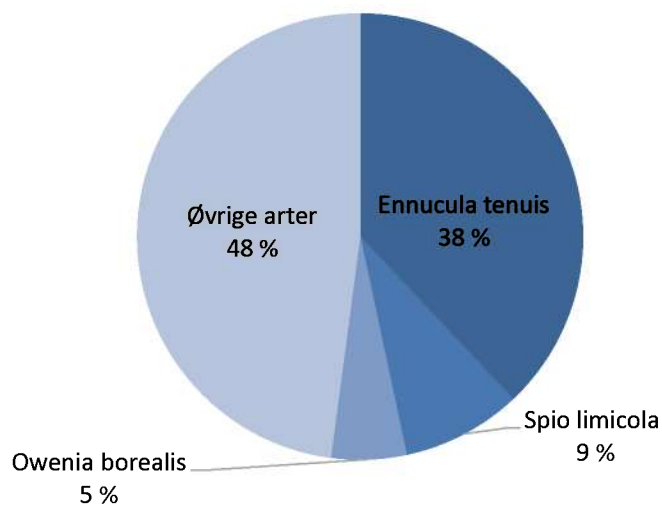
### 3.1.6 ØYR-6

Ved ØYR-6 ble det registrert 403 individer fordelt på 55 arter (tabell 3.1.6.1, tabell 3.1.6.2 og figur 3.1.6.1). Med hyppigst forekommende *Ennucula tenuis* ble stasjonen klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.6.1** De ti hyppigst forekommende artene ved ØYR-6 oppgitt i antall og prosent, samt fargekodning 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>Ennucula tenuis</i>	2	153	38,0
<i>Spio limicola</i>	i.a.	35	8,7
<i>Owenia borealis</i>	2	22	5,5
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	21	5,2
<i>Thyasira sarsii</i>	4	20	5,0
<i>Galathowenia oculata</i>	3	18	4,5
<i>Crenella decussata</i>	1	14	3,5
<i>Goniada maculata</i>	2	10	2,5
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	10	2,5
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	9	2,2
Øvrige arter	-	91	22,6

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



**Figur 3.1.6.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved ØYR-6.

**Tabell 3.1.6.2** 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	ØYR-6-1	ØYR-6-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	40	36	38	
N	218	185	202	
NQI1	0,765	0,750	0,758	0,842
H'	3,673	3,858	3,766	0,871
J	0,690	0,746	0,718	
H'max	5,322	5,170	5,246	
ES100	26,760	27,070	26,915	0,879
ISI	8,214	8,373	8,294	0,710
NSI	23,115	22,889	23,002	0,720
<b>Grabbverdi</b>				0,804

### 3.1.7 Samlet tilstandsverdi

Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av stasjonsverdien til C2-stasjon eller gjennomsnittet fra C3, C4, osv. (tabell 3.1.9.1).

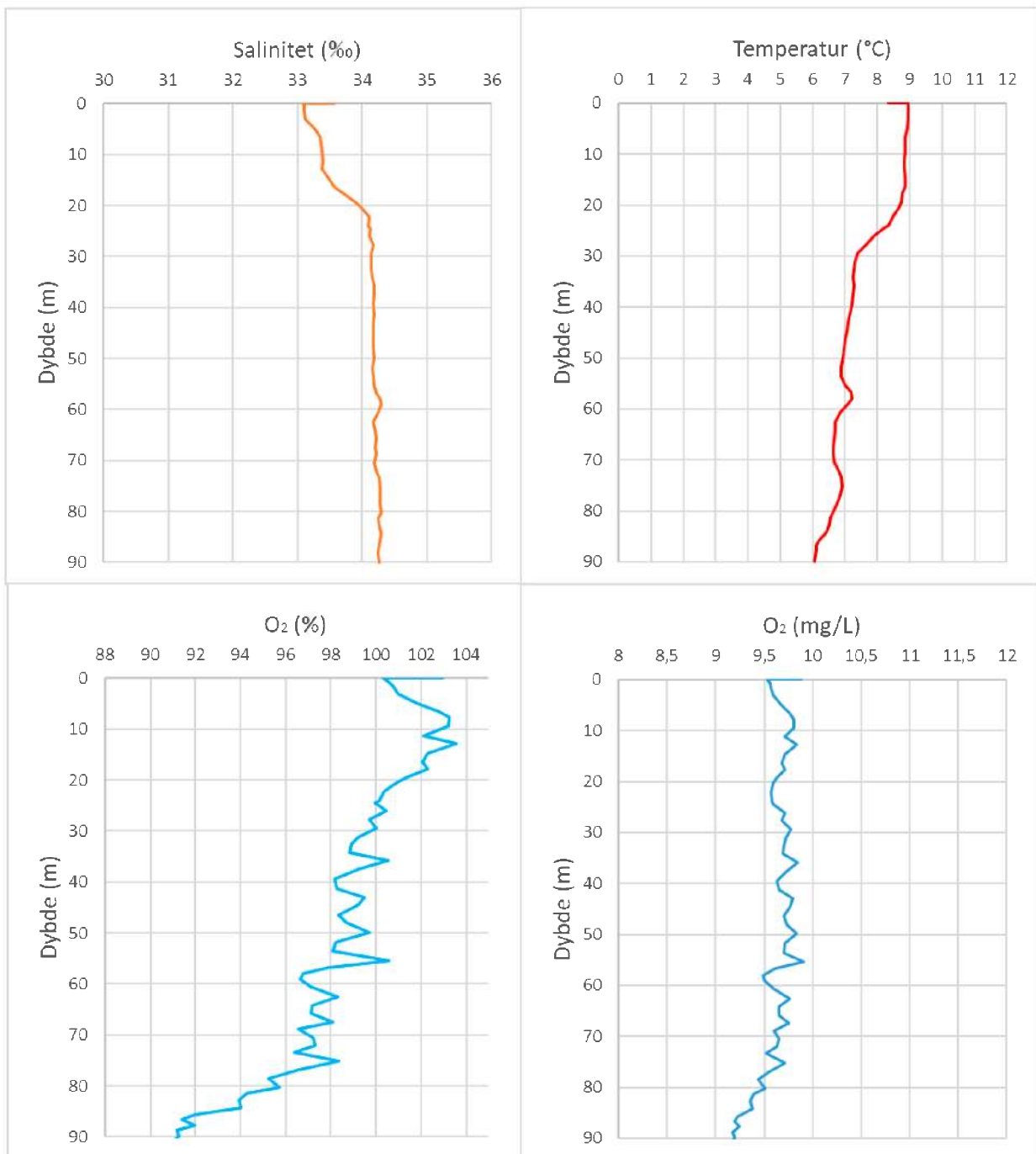
**Tabell 3.1.9.2** Grabbverdi fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Grabbverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	ØYR-2	0,788	II God
	ØYR-3	0,763	
Overgangssonen (C3, C4, osv.)	ØYR-4	0,823	II God
	ØYR-5	0,753	
	ØYR-6	0,804	
	<b>Snitt</b>	<b>0,786</b>	



### 3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved stasjon C3 (ØYR-3) (figur 3.2.1). Saliniteten i vannsøylen var stigende fra 33 ‰ i overflaten, ned til mellom 15 og 20 meter hvor den hadde en rask endring, og deretter lå stabilt på i overkant av 34 ‰. Temperaturen lå på 9 °C ned til omtrent 20 meter hvor den sank brått til 7°C på mellom 20 og 30 meter dyp. Herfra var temperaturen relativt stabil ned til bunnen. Oksygenmetning fulgte de to andre parameterne, med en reduksjon i metning fra ca 20-30 meter. Dette kan tyde på at vannmassene hadde en sjikning på rundt 20 meter med relativt homogene vannmasser herfra og ned til bunnen. Klassifisering av oksygeninnhold i bunnvannet gir tilstandsklasse 1 (svært god) 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

Ved samtlige stasjoner var sedimentet lys grå av farge og bestod i hovedsak av leire, skjellsand eller grus. Ved en stasjon (ØYR-3) ble prøven beskrevet med silt som den dominerende sedimenttypen. Det ble ikke registrert lukt ved noen av prøvene, og ved alle stasjonene var sedimentet betegnet som fast i konsistensen. Ved enkelte av stasjonene måtte man benytte flere forsøk for å få et akkreditert grabbhugg, men prøveuttaket ble ved alle stasjoner gjort fra forsøk som hadde både akkreditert overflate og volum (Vedlegg 1).

#### 3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene i hovedsak bestod av sand, men også en del leire og silt (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 (%)
ØYR-1	20	79	<1
ØYR-2	25	72	<1
ØYR-3	23	76	<1
ØYR-4	30	70	<1
ØYR-5	29	72	<1
ØYR-6	12	88	<1

#### 3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og  $E_h$  ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved to stasjoner (ØYR-3 og ØYR-4), med tilstand 2 (god) ved ØYR-5 og ØYR-6, og med tilstand 3 (dårlig) også ved to stasjoner (ØYR-1 og ØYR-2) (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
ØYR-1	7,0	290	3	3/ Dårlig
ØYR-2	6,9	220	3	3/ Dårlig
ØYR-3	7,2	219	1	1/ Meget god
ØYR-4	7,2	238	1	1/ Meget god
ØYR-5	7,1	248	2	2/ God
ØYR-6	7,1	240	2	2/ God

Det var et relativt jevnt innhold av karbon i området og alle verdiene var ved grensen til bakrunntilstand. Både sink og kobber ble klassifisert med tilstand I (bakgrunn). For fosfor og nitrogen er det ikke utarbeidet klassifiseringssystem, men innholdet av begge to var lignende i hele området med unntak ved ØYR-6 hvor nitrogenivået var litt lavere enn ved resterende stasjonene (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
ØYR-1	1,6	22,3	II	850	130	9,29	600	150	53,0	11	I	3,6	1,1	I
ØYR-2	1,4	20,2	II	810	120	8,27	500	130	46,0	9,1	I	3,6	1,1	I
ØYR-3	1,6	19,9	I	920	140	6,52	440	110	51,0	10	I	3,6	1,1	I
ØYR-4	1,6	19,3	I	880	130	7,61	510	130	53,0	11	I	3,3	1,0	I
ØYR-5	1,8	20,6	II	1100	160	7,00	620	160	54,0	11	I	4,2	1,3	I
ØYR-6	1,2	20,4	II	630	95	7,14	440	110	36,0	7,3	I	2,5	0,8	I

### 3.4 Tidligere undersøkelser

#### 3.4.1 Bunnfauna

Tilstand i overgangssonen var litt dårligere i 2016, men siden 2018 er biodiversitet og tilstand relativt stabil på svært godt nivå.

Det er ikke betydelige endringer i ytterkant av overgangssonen, og alle verdiene var på svært godt nivå blant alle undersøkelsene. Både i overgangssonen og i ytterkant av overgangssonen dominerte forurensingsnøytrale arter (NSI-2).

I anleggssonen i 2016 var *Capitella capitata* den dominerende arten, og det førte til at stasjonen fikk miljøtilstand 3 (dårlig), men siden 2018 har ØYR-1 blitt klassifisert som 1 (meget god).

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

Stasjon og år	# arter/ individer	Hyppest forekommende art	Miljøtilstand (NS9410)	H' og klassifisering	NØI1 og klassifisering
<b>Anleggssone/C1</b>					
ØYR-1 2019	53/475	<i>Spio limicola</i> (20%, NSI-i.a.)	1 (Meget god)	4,07 (I)	0,67 (II)
ØYR-1 2018	36/222	<i>Capitella capitata</i> (31%, NSI-5)	1 (Meget god)	3,46 (I)*	0,62 (III)
ØYR-1 2016	8/1789	<i>Capitella capitata</i> (92%, NSI-5)	3 (Dårlig)	0,38 (V)	0,25 (V)
Øyr 1 2015	58/687	<i>Ennucula tenuis</i> (34%, NSI-2)	1 (Meget god)	4,08 (I)*	0,78 (I)*
<b>Overgangssone/C3, C4 osv.</b>					
ØYR-3 2019	51/534	<i>Ennucula tenuis</i> (25%, NSI-2)		3,86 (I)	0,74 (I)
ØYR-2 2018	50/608	<i>Ennucula tenuis</i> (34%, NSI-2)		3,89 (I)*	0,72 (I)*
ØYR-2 2016	19/504	<i>Capitella capitata</i> (39%, NSI-5)		2,29 (III)	0,51 (III)
Øyr 2 2015	61/923	<i>Crenella decussata</i> (21%, NSI-1)		3,99 (I)*	0,77 (I)*
ØYR-4 2019	60/727	<i>Ennucula tenuis</i> (30%, NSI-2)		3,94 (I)	0,76 (I)
ØYR-4 2018	69/1159	<i>Ennucula tenuis</i> (37%, NSI-2)		3,70 (I)*	0,78 (I)*
ØYR-5 2019	43/441	<i>Ennucula tenuis</i> (31%, NSI-2)		3,80 (I)	0,73 (I)
ØYR-5 2018	67/1253	<i>Ennucula tenuis</i> (34%, NSI-2)		3,64 (I)*	0,76 (I)*
ØYR-5 2016	33/595	<i>Ennucula tenuis</i> (38%, NSI-2)		2,93 (II)*	0,72 (II)
ØYR-6 2019	55/403	<i>Ennucula tenuis</i> (38%, NSI-2)		3,77 (I)	0,76 (I)
ØYR-6 2018	55/222	<i>Owenia borealis</i> (21%, NSI-2)		4,53 (I)*	0,82 (I)*
ØYR-6 2016	69/260	<i>Ophiura robusta</i>		4,74 (I)*	0,83 (I)

			(14%, NSI-2)		
<b>Ytterkant av overgangssone/C2</b>					
ØYR-2 2019	46/842	<i>Ennucula tenuis</i> (41%, NSI-2)		3,26 (I)	0,75 (I)
ØYR-3 2018	75/1622	<i>Ennucula tenuis</i> (34%, NSI-2)		3,70 (I)*	0,76 (I)*
ØYR-3 2016	50/747	<i>Crenella decussata</i> (26%, NSI-1)		3,36 (I)*	0,76 (I)*
Øyr 3 2015	60/591	<i>Ennucula tenuis</i> (20%, NSI-2)		4,28 (I)*	0,79 (I)*

\*Indekser er oppdatert etter gjeldende veiledere.

### 3.4.2 Sediment

I hovedsak endret sedimentresultatene seg lite mellom de fire undersøkelsene, men Ph/Eh-tilstand endret seg fra meget god i tidligere undersøkelse til god/dårlig i nåværende undersøkelse ved ØYR-1, ØYR-2, ØYR-5 og ØYR-6. Ingen lukt eller sverting ble registrert noen av årene bortsett fra ØYR-1 i 2016 og 2018. Det er viktig å bemerke at bare 2 prøvehuggene ved ØYR-6 fra 2016 og 2018 ikke ble godkjent verken for volum eller overflate (tabell 3.4.2.1).

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

Stasjon og år	Dyp	Lukt	Farge	pH/EH-TS	Volum/overflate
<b>Anleggssone/C1</b>					
ØYR-1 2019	97	Ingen	Lys/grå	3/Dårlig	Ja/Ja
ØYR-1 2018	94	Noe	Brun/sort	1/Meget god	Ja/Ja
ØYR-1 2016	94	Noe	Brun/sort	1/Meget god	Ja/Ja
Øyr 1 2015	101	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
<b>Overgangssone/C3, C4 osv.</b>					
ØYR-3 2019	99	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
ØYR-2 2018	100	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
ØYR-2 2016	100	Noe	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
Øyr 2 2015	103	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
ØYR-4 2019	88	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
ØYR-4 2018	90	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
ØYR-5 2019	95	Ingen	Lys/grå	2/God	Ja/Ja
ØYR-5 2018	100	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
ØYR-5 2016	102	Noe	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
ØYR-6 2019	82	Ingen	Lys/grå	2/God	Ja/Ja
ØYR-6 2018	79	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Nei/Nei*
ØYR-6 2016	57	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Nei/Nei*
<b>Ytterkant av overgangssone/C2</b>					
ØYR-2 2019	94	Ingen	Lys/grå	3/Dårlig	Ja/Ja
ØYR-3 2018	95	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
ØYR-3 2016	95	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja
Øyr 3 2015	95	Ingen	Lys/grå	1/Meget god	Ja/Ja

\*Ingen hugg akkreditert. Lavt volum og forstyrret overflate på to av tre grabber på grunn av hardbunn.

### 3.4.3 Kjemiske parametere

De kjemiske parameterne viser i hovedsak litt høyere konsentrasjoner i 2019 enn i tidligere undersøkelser med unntak ved ØYR-6 hvor kobbermengde gikk ned, og tilstand har endret seg fra god i 2018 til bakgrunn i 2019. Karbon har økt noe siden 2018, men det er ikke betydelige endringer i tilstand, og i helle området ble karbonnivået klassifisert med god/svært god tilstand blant alle stasjonene (tabell 3.4.3.1).

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

Stasjon og år	nTOC	TS	P	N	Zn	TS	Cu	TS
<b>Anleggssone/C1</b>								
ØYR-1 2019	22,3	II	600	850	53	I	3,6	I
ØYR-1 2018	21,2	II	410	559	31	I	2,5	I
ØYR-1 2016	21,5	II	330	1500	29	I	1,8	I
Øyr 1 2015	19,0	I	640	—**	35	I	7,8	I
<b>Overgangssone/C3, C4 osv.</b>								
ØYR-3 2019	19,9	I	440	920	51	I	3,6	I
ØYR-2 2018	18,5	I	380	779	42	I	3,3	I
ØYR-2 2016	21,5	II	290	650	30	I	2,0	I
Øyr 2 2015	17,0	I	880	—**	38	I	8,2	I
ØYR-4 2019	19,3	I	510	880	53	I	3,3	I
ØYR-4 2018	18,7	I	600	888	46	I	3,9	I
ØYR-5 2019	20,6	II	620	1100	54	I	4,2	I
ØYR-5 2018	19,7	I	520	866	48	I	4,0	I
ØYR-5 2016	20,6	II	300	1200	29	I	2,2	I
ØYR-6 2019	20,4	II	440	630	36	I	2,5	I
ØYR-6 2018	20,3	II	330	420	26	I	31,0	II*
ØYR-6 2016	23,2	II	200	980	15	I	1,2	I
<b>Ytterkant av overgangssone/C2</b>								
ØYR-2 2019	20,2	II	500	810	46	I	3,6	I
ØYR-3 2018	19,3	I	550	926	39	I	3,3	I
ØYR-3 2016	20,9	II	210	1200	21	I	1,1	I
Øyr 3 2015	17,0	I	710	—**	38	I	8,3	I

\*verdien klassifisert etter oppdatert veileder (vedlegg 6).

\*\* ikke analysert.



## 4 Diskusjon

Nåværende undersøkelse viste samlet gode (ved grense til svært gode) forhold i overgangssonen. Økologiske tilstand av miljøforvaltningen ble også vurdert som svært gode i dette vannområdet (Vann-nett, 2019).

Det var flere forurensingsnøytrale arter (NSI-2) blant de vanligste arter i hele området, noe som indikerer gode faunaforhold. Hyppigst forekommende art i store antall var forurensingsnøytrale *Ennucula tenuis* i hele overgangssone. Den er arten som oftest ikke er tilstede ved betydelig organisk belastning. Det ble ikke funnet rester av naturlig organisk materiale. De kjemiske parameterne indikerte svært gode/gode forhold i hele området, men pH/E<sub>h</sub> tilstand ble klassifisert med tilstand 3 (dårlig) ved ØYR-1 og ØYR-2.

Det bemerkes at alle prøvene fra 2019 ble godkjente for både volum og overflate, selv om ved enkelte av stasjonene ble prøver tatt flere ganger for å få et akkreditert grabbhugg. Det var ikke store forskjell i artsantall og i individantall mellom to grabbene, med unntak av ved ØYR-4. Det er likevel lite sannsynlig at dette har påvirket resultatet da tilstandsklassifiseringen var lik for begge grabber. Plasseringen av ØYR-1 ble gjort på bakgrunn av tidligere B- og C-undersøkelser, der det har vist tegn til påvirkning. I inneværende undersøkelse var det ingen tegn til påvirkning ved denne stasjonen, men vi kan ikke utelukke at det er påvirkning på nordsiden av anlegget. Likevel anser vi resultatene for å være representerbare for anleggssonen i denne undersøkelsen.

Sammenligningen viser at faunaforholdene gikk ned i 2016, men siden 2018 alle verdiene for bunnfauna har holdt seg relativt stabile på svært godt nivå. Største endringer var i anleggssonen siden 2016 hvor miljøtilstand har endret seg fra dårlig til meget god i 2018. De tre siste undersøkelsene ble tatt på maksimal belastning, uten at vi ser de store forskjellene på hyppigst forekommende arter. pH/E<sub>h</sub> tilstand endret seg fra meget god i tidligere undersøkelse til dårlig i anleggs- og ytterkant av overgangssonene i 2019, men kjemiske parameterne har holdt seg stabil i hele området på god/svært godt nivå blant alle undersøkelsene.

Neste undersøkelse skal etter NS9410 utføres etter hver tredje produksjonssyklus ved maks belastning.

## 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*.
- Akvaplan-niva (2013). SalMar, Strømmålinger Øyra. Rapport: 6587.03
- 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*.
- Havbrukstjenesten AS (2015). C-undersøkelse for Øyra. Rapportnr. MCR-M-7615-Øyra-0815. 47 s.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.

- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélin, 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 vanddirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Åkerblå (2016). C-undersøkelse for Øyra med ASC-undersøkelse. Rapportnummer: MCR-M-08216- Øyra -0616. 60 s.
- Åkerblå (2018). C- og ASC-undersøkelse for Øyra. Rapportnummer: MCR-M-18013-Øyra. 57 s.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

ØYRA 19114

ÅKERBLÅ				Dokid.: B.5.5.6	
Feltsjema / Feltlog / B-undersøkelser				Skjema	
Utarbeidet av:	AK / ANH	Nummervold	Versjon:	Gjelder fra:	Sider:
			10.00	14.12.2017	1 av 2

Kunde	SALMAR				Lokalitet/P.nr	ØYRA ASL-C							
Dato	17/9-19				Toktleder	JON							
Prøvetaking	START: 07		SLUTT: 16		Alt Personell	SALMAR PERSONELL							
Vær	Sol/UMD				Sjøtemperatur	10							
Utsyr ID / Kallbrøring	Grab: <input checked="" type="checkbox"/> Sil; <input checked="" type="checkbox"/> Eh; <input checked="" type="checkbox"/> pH; <input checked="" type="checkbox"/> pH-kalibrering:		Sjø: Eh: <input checked="" type="checkbox"/> pH: 8.1		CTD: 1250-1310								
Stasjon nr/navn	1 ØYR 1				2 ØYR 2				3 ØYR 3				
Posisjon N/Ø	70°46'45" 27°12'50"				70°46'11" 27°11'20"				70°46'52" 27°12'29"				
Dybde (meter)	97				97				99				
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	2	2	2		2	2	2		1	2	2		
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	3	3	3		3	3	3		3	3	3		
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	3	3	2		3	3	3		3	3	3		
Volum (cm)	13	14	12		12	11	12		13	13	14		
Antall flasker	1	1	X		1	1	X		1	1	X		
pH	7.0	7.1	6.9		6.3	7.1	7.0		7.2	7.2	7.2		
Eh (mV)	90	60	72		60	31	-90		19	12	11		
Sediment	Skjellsand	2	2	2		2	2	2		2	2	2	
	Sand												
	Grus												
	Mudder												
	Silt									1	1	1	
	Leire	1	1	1		1	1	1		2	2	2	
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Noe (2)												
Kons	Sterk (4)												
	Fast (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Myk (2)												
	Løs (4)												
Merknader / avvik:													

ØYR

<b>ÅKERBLÅ</b>				Dokument: B.5.5.6	
<b>Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser</b>				Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Anette Narmo Hammersvold		Version: 10.00	Gjelder fra: 14.12.2017
				Side nr: 1 av 2	

Kunde	STENNA								Lokalltet/P.nr	34607 ØYRA			
Dato	17/4-19								Tokttider	30N			
Prøvetaking	START: 07				SLUTT: 16				Alt Personell	SAMMA			
Vær	SOL/UNS								Sjøtemperatur	10			
Utstyr ID / Kallbrøring	Grab: * SH; * Eh; C pH: * pH-kallbrøring: Sjø; Eh: * pH: 8.1												
Stasjon nr/navn	4				5				3				6
Posisjon N / Ø	70°46'28" 27°30'46"				70°46'28" 27°13'30"				70°46'45" 27°14'09"				
Dybde (meter)	80				95				82				
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	2	2		1	2	1		2	2	2		
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓		
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓		
Volum (cm)	8	12	10		10	11	13		13	12	10		
Antall flasker	1	1	1		1	1	1		1	1	1		
pH	7.2	7.1	7.7		7.1	7.1	7.2		7.1	7.1	6.1		
Eh (mV)	28	17	78		49	35	50		40	38	62		
Sediment	Skjellsand												
	Sand												
	Grus	2	2	2		2				2	2	2	
	Mudder												
	Silt												
	Leire	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
Steinbunn													
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Myk (2)												
	Løs (4)												
Merknader / avvik:													



ØYL

				Dokumentid: B.5.5.6	
<b>Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser</b>				Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Anette Narmo Hummervoll		Version: 10.00	Gjelder fra: 14.12.2017
				Sider: 1 av 2	

Kunde	SALMAR				Lokalitet/P.nr	37697 ØYLA								
Dato	17/9-19				Toktleider	Jon								
Prøvetaking	START:	SLUTT:			Alt Personell	SALMAR								
Vær	SOL/VIND				Sjøtemperatur	10								
Utsyr ID / Kalibrering	Grab:	<input checked="" type="checkbox"/> SII;	<input checked="" type="checkbox"/> Eh;	<input checked="" type="checkbox"/> pH;	<input checked="" type="checkbox"/> pH-kalibrering:	Sjø; Eh: 100 pH: 8,1								
Stasjon nr/navn	7 CEF				2					3				
Posisjon N / Ø	70°47.207 / 27°10.466				1					1				
Dybde (meter)	87													
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Antall forsøk	2	1	1											
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	✓	✓	✓											
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	✓	✓	✓											
Volum (cm)	1	1	1											
Antall flasker	1	1	X											
pH	7,8	7,3	7,6											
Eh (mV)	180	220	35											
Sediment	Skjellsand													
	Sand													
	Grus	2	2	2										
	Mudder													
	Silt													
	Leire	1	1	1										
	Steinbunn													
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0										
	Brun/Sort (2)													
Lukt	Ingen (0)	0	0	0										
	Noe (2)													
	Sterk (4)													
Kons	Fast (0)	0	0	0										
	Myk (2)													
	Løs (4)													
Merknader / avvik:														

## Vedlegg 2 - Analysebevis



Avdeling Namdal

## Prøvsrapport



Åkerblå AS  
Nordmyrveien 413  
7260 SESTRANDA

Dato 2019-11-01  
Prøve nr P1907847  
Versjon 1  
Analyseperiode 2019-10-08 - 2019-10-31  
PC.no/Ref.nr avd. 700 Jens Nilsen/19114

## P1907847-01

Prøvetaking 2019-09-17	Analyse start 2019-10-10	Analyse slutt 2019-10-31	Prøvetaker Kunde	Objekt Sullsmø
Prøvested, navn ØVR	Prøvetype Sediment	Merkning ØVR 1 19114		

Parameter	Metode	P1907847-01	Enhet	Målesikkerhet	Grenseverdi
Rusfor	Innen løstør på NS EN ISO 17294-2	600	mg/kg TS	±150	
Kvikfor	Innen løstør på NS EN ISO 17294-2	3,6	mg/kg TS	±1,1	
Smk	Innen løstør på NS EN ISO 17294-2	53	mg/kg TS	±11	
Tilvæntetegn (Kjellahl)	Innen /Kjellahl N	850	mg N/kg TS	±130	
Tjernstoff	MS 4764	66	g/100 g	±4,6	
Sluddeimp	MS 4764	1,6	% av TS	±0,02	
Korn størrelse < 63 µm	DIN 18123	20*	%		
Korn størrelse 63-2000 µm	DIN 18123	79*	%		
Korn størrelse > 2000 µm	DIN 18123	< 1,0*	%		
Normaliser TSS <sup>1</sup>	TSS 63	22,3*			
Tilslutt organisk karbon, TOC <sup>2</sup>	ISO 10694, metod/EN 15137A	2900	mg/kg TS	±2400	

<sup>1</sup> (Kriter av Etabl, TSS1 04)

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

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.  
Målesikkerhet gies ved betydningsfulle laboratorier.  
Resultatet gjelder kun moten prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:  
Arel Sellings veg 3 | post@kystlab.no | tlf: +47 74 21 24 40  
NO-7805 Namnes | www.kystlab.no | NO 986 206 933 MVA

Side 1 av 6





## Prøvsingsrapport

Åkerblå AS  
Nordfrøyveien 413  
7260 SESTRANDA

Dato 2019-11-01  
Prøve nr P1907847  
Versjon 1  
Analyseperiode 2019-10-08 - 2019-10-31  
PD.nr/Ref.nr avd. 700 Jens Nilsen/19114

## Fortsettelse fra forrige side

Parameter	Metode	P1907847-03	Enhet	Målesikkerhet	Grenseverdi
Tvålnettengen (Kjøkkøhl)	Innen Åkjeldahl N	920	mg N/kg TS	±140	
Tirrasoff	MS-4764	65	g/100 g	±4,5	
Gledelep	MS-4764	1,6	% av TS	±0,02	
Kornstørrelse <63 µm	EN 18123	23+	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	EN 18123	76+	%		
Kornstørrelse >2000 µm	EN 18123	< 1,0+	%		
Normaliseret TOC	TOC 63	19,9+			
Totalt organisk karbon, TOC	ISO 10694, med JEN13137A	6000	mg/kg TS	±2400	

<sup>a</sup> Ifølge av Bjellab, 11511 081

## P1907847-04

Prøvetaking 2019-09-17      Analyse start 2019-10-10      Analyse slutt 2019-10-31      Prøvetaker Kunde      Objekt Seltarm

Prøvested, navn 600      Prøvetype Sedimenter      Merking 600 4 19114

Parameter	Metode	P1907847-04	Enhet	Målesikkerhet	Grenseverdi
Boder	Innen beets på MS-EN ISO 17294-2	5,00	mg/kg TS	±1,00	
Kobber	Innen beets på MS-EN ISO 17294-2	3,3	mg/kg TS	±1,0	
Sink	Innen beets på MS-EN ISO 17294-2	53	mg/kg TS	±11	
Tvålnettengen (Kjøkkøhl)	Innen Åkjeldahl N	880	mg N/kg TS	±130	
Tirrasoff	MS-4764	64	g/100 g	±4,5	
Gledelep	MS-4764	1,6	% av TS	±0,02	
Kornstørrelse <63 µm	EN 18123	20+	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	EN 18123	70+	%		
Kornstørrelse >2000 µm	EN 18123	< 1,0+	%		
Normaliseret TOC	TOC 63	19,3+			
Totalt organisk karbon, TOC	ISO 10694, med JEN13137A	6700	mg/kg TS	±2000	

<sup>a</sup> Ifølge av Bjellab, 11511 081

CH1 – Koloni dannende enhet      |      > – Større enn      |      < – Mindre enn  
+ = Ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.  
Målesikkerhet ligger ved henvedelse laboratoriet.  
Resultatet gjelder kun mottatt 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 Nameus      www.kystlab.no      NO-986 206 953 MVA

Side 3 av 6

Åkerblå AS  
Nordfresvenden 413  
7260 SISTRANDA

Dato 2019-11-01  
Prøve nr P1907847  
Versjon 1  
Analyseperiode 2019-10-08 - 2019-10-31  
PG.no/Ref.nr avd. 700 Jens Nilsen/19114

## P1907847-05

Prøvetaking 2019-09-17      Analyse start 2019-10-10      Analyse slutt 2019-10-31      Prøvetaker Kunde      Objekt Sedimenter

Prøvested, navn ØFR      Prøvetype Sedimenter      Merking ØFR 5 19114

Parameter	Metode	P1907847-05	Enhet	Målesikkerhet	Grenseverdi
Isokv	Innen basen på NS 030 ISO 17294.2	620	mg/kg TS	±160	
Kvikv	Innen basen på NS 030 ISO 17294.2	4.2	mg/kg TS	±1.3	
Sink	Innen basen på NS 030 ISO 17294.2	54	mg/kg TS	±11	
Tenulutengen (Kjeldahl)	Innen /Kjeldahl N	1100	mg N/kg TS	±160	
Tjersstoff	MS 4764	69	g/100 g	±4.8	
Gledetap	MS 4764	1.8	% av TS	±0.02	
Konsentrasjon <math>< 3 \mu\text{m}</math>	EN 18123	29*	%		
Konsentrasjon <math>3-2000 \mu\text{m}</math>	EN 18123	72*	%		
Konsentrasjon >2000 $\mu\text{m}$	EN 18123	<math>< 1.1</math>*	%		
Normalisert TOC	TOC 61	20.6*			
Tilbalt organisk karbon, TOC <sup>1)</sup>	ISO 10664, mod./EN 13132A	2700	mg/kg TS	±2300	

<sup>1)</sup> Ikke av trykkløst, TEST 081

## P1907847-06

Prøvetaking 2019-09-17      Analyse start 2019-10-10      Analyse slutt 2019-10-31      Prøvetaker Kunde      Objekt Sedimenter

Prøvested, navn ØFR      Prøvetype Sedimenter      Merking ØFR 6 19114

Parameter	Metode	P1907847-06	Enhet	Målesikkerhet	Grenseverdi
Isokv	Innen basen på NS 030 ISO 17294.2	440	mg/kg TS	±110	
Kvikv	Innen basen på NS 030 ISO 17294.2	2.5	mg/kg TS	±0.75	
Sink	Innen basen på NS 030 ISO 17294.2	36	mg/kg TS	±7.3	

Tabelle fortsetter på neste side...

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

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.  
Målesikkerhet gies ved benyttede laboratorier.  
Resultater gjelder kun målt prøver. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:  
Årel Sellings veg 3      post@kystlab.no      tlf: +47 74 21 24 40  
NO-7805 Namnes      www.kystlab.no      NO-980 206 933 MVA

Side 4 av 6

Åkerblå AS  
Nordfrøyveien 413  
7260 SISTRANDIA

Dato 2019.11.01  
Prøve nr P1907847  
Versjon 1  
Analyseperiode 2019.10.08 - 2019.10.31  
PCL nr/Ref nr avd. 700 Jens Nilsen/19114

*Forsettelse fra forrige side*

Parameter	Metode	P1907847-06	Enhet	Måkesikkerhet	Grenseverdi
Totaltregen (Kjøkkål)	Intern Kjølkal N	630	mg N/kg TS	±3%	
Tørresuff	MS 4764	67	g/100 g	±4.7	
Gløkkop	MS 4764	1.2	% av TS	±0.02	
Kornstørrelse <63 µm	EN 14120	12*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	EN 14120	88*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	EN 14120	< 1.0*	%		
Normalisert TDC	TDC 68	20.6*			
Totalt organisk karbon, TOC <sup>1)</sup>	ISO 10694, mod./EN13132A	4500	mg/kg TS	±0.00	

<sup>1)</sup> Viken av fjellsk, 1150 001

**P1907847-07**

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019.09.17	2019.10.11	2019.10.31	Runde	Sediment
Prøvetid, navn	Prøvetype	Merking		
ØR	Sediment	ØR-ØR		

Parameter	Metode	P1907847-07	Enhet	Måkesikkerhet	Grenseverdi
Isfor	Intern Isfor µS MS ØR ISO 17294 2	440	mg/kg TS	±0.0	
Kalfor	Intern Isfor µS MS ØR ISO 17294 2	2.6	mg/kg TS	±0.29	
Stof	Intern Isfor µS MS ØR ISO 17294 2	43	mg/kg TS	±0.5	
Totaltregen (Kjøkkål)	Intern Kjølkal N	750	mg N/kg TS	±0.0	
Tørresuff	MS 4764	67	g/100 g	±4.7	
Gløkkop	MS 4764	1.4	% av TS	±0.02	
Kornstørrelse <63 µm	EN 14120	17*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	EN 14120	80*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	EN 14120	< 1.0*	%		
Normalisert TDC	TDC 68	20.7*			
Totalt organisk karbon, TOC <sup>1)</sup>	ISO 10694, mod./EN13132A	5700	mg/kg TS	±0.00	

<sup>1)</sup> Viken av fjellsk, 1150 001

ØR = Koleni daterteide ørler | > = Større enn | < = Mindre enn  
\* = Ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortelling av prøveresultater.  
Måkesikkerhet tilta ved berørte laboratorier.  
Resultatet gjelder kun nettopp prøve. Rapporten skal ikke gjengis i nedlag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:  
Året Sellings veg 3  
NO 2805 Namnes  
post@kystlab.no  
www.kystlab.no  
tlf: +47 74 21 24 40  
NO 986 206 933 MVA

Side 5 av 6

Åkerblå AS  
Næringsveien 413  
7260 SESTRANDA

Dato 2019-11-01  
Prøve nr P1907847  
Versjon 1  
Analyseperiode 2019-10-04 - 2019-10-31  
PC/Pr/Ref.nr avst. 700 Jens Nilsen/19114

#### Informasjon ved behandlingsprosedyrer

Prøven opphvs ved 105°C for påvise tilsted for tungmetaller og tungmetallioner.

For elementanalyse og TOC er det in prøver for frøkjerner som er sendt inn 200µg.

Skjempet foranalyse i et miljøstyresystem (det opp til sterk miljøstyring, ledelsesregulering under trykk).

Spjeldet er foranalyse i prøver for søking for ikke-barnet trykkgjennomføringsmetode, resultatet korrigert for tørrstoffinnhold ved rapportering.

Normaliser TOC til tørreprosent (TOC) (g/kg) (1 + 10 \* (1 - (100 - 100) / 100))

Mest ansvarlig ledelse

**Johan Alvin**

Departement manager

namdal@kystlab.no

TL: 74212440

Kopli til

dag@miljøakerblå.no, jens.nilsen@akerblå.no,

COI = Kvalitetstestende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn  
\* = Ikke akkreditert resultat

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

Målemåte er ikke akkreditert i laboratoriet.

Resultatet gjelder kun metoden prøve. Rapporten skal ikke gjengi i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:

Asvl Sellings veg 3  
NO 7805 Namnes

post@kystlab.no  
www.kystlab.no

tel: +47 74 21 24 40  
NO 066 208 903 MVA

Side 6 av 6

### 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 flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingssensitive).

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

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

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

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

### V3.2 Språkbruk: Endringer

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

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

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

### V3.3 Endringer i NSI-grupper

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

### V4.1 Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$  er beskrevet som

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

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



#### V4.2 Sensitivitet og tetthet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

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

NQI-indeksen er gitt ved formelen

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

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

#### V4.4 Normalisering

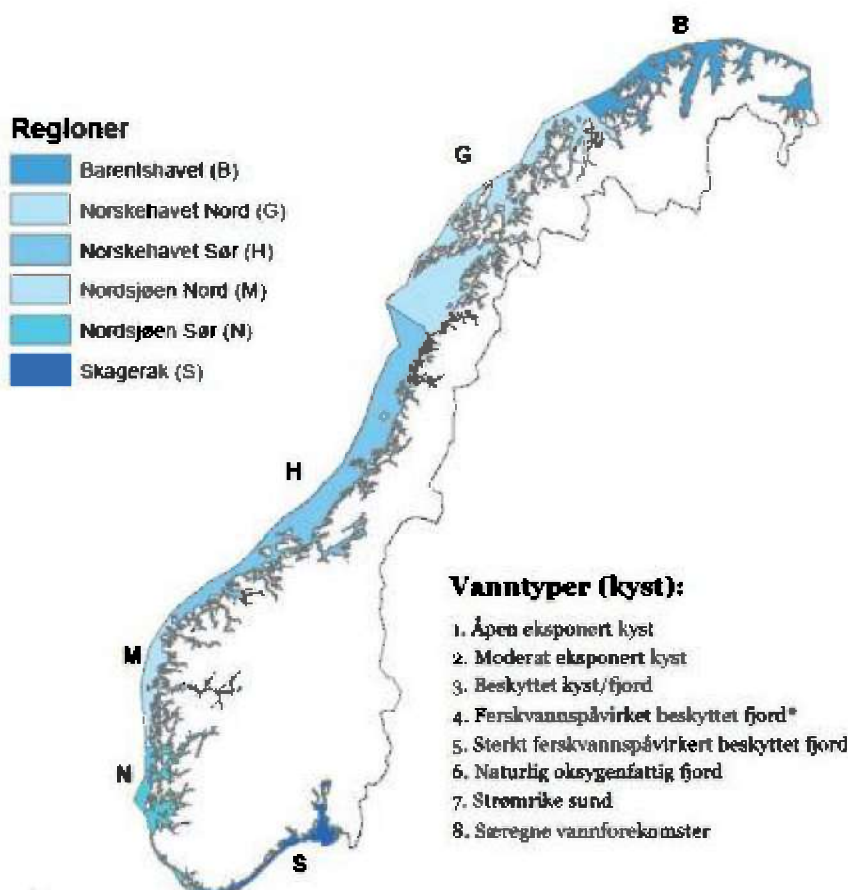
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom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

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

## Vedlegg 5 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V5.1-V5.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn à «god», gul à «moderat», oransje à «dårlig» og rød à «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 1-3 (G1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	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 4-5 (G4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	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 1-5 (B1-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	4.8 - 3.2	3.2 - 2.5	2.5 - 1.6	1.6 - 0.8	0.8 - 0
	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 O2:2018 (2018). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstand*					
		I	II	III	IV	V	
		Svært God/ Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	O <sub>2</sub> innhold**	mg O <sub>2</sub> / l	>6,39	6,39- 4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O <sub>2</sub> 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 O<sub>2</sub>/L til mg O<sub>2</sub>/L hvor omregningsfaktoren til mg O<sub>2</sub>/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).

<b>Tilstand*</b>	<b>Krav</b>
1 - Meget god	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup> . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup> .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

*\*Miljøtilstand*

## Vedlegg 6 - Artsliste

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

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

TAXA	NSI (EG)	ØYR-1- 1	ØYR-1- 2	ØYR-2- 1	ØYR-2- 2	ØYR-3- 1	ØYR-3- 2	ØYR-4- 1	ØYR-4- 2	ØYR-5- 1	ØYR-5- 2	ØYR-6- 1	ØYR-6- 2	ØYR- REF-1	ØYR- REF-2
Amphicteis gunneri	3	1			1										1
Amphictene auricoma	2	2	5	1	1	1	4	4	1	1		2	1		2
Anobothrus gracilis	2						1						1		
Brada sp.	2									1					1
Bylgides sarsi	3		1				1	1					1		1
Capitella capitata kompleks	5	7	3									1			
Caulleriella sp.	3									1					
Chaetozone jubata		2	2												
Chaetozone setosa kompleks	4	15	22	3	1	5	12	1		14	2	1	4	1	2
Chaetozone sp.	3								1						
Chirimia biceps	2												2		
Clymenura borealis	1	1													
Diplocirrus glaucus	2	1		3	7	2	9	8	5	13	2	2	1		
Dipolydora socialis	3						1								
Dipolydora sp.										1					
Ditrupa arietina				1	1		2	4	1	3		3	2	8	6
Eteone flava/longa		4	3		1		1								
Euclymeninae	1	1													
Exogone verugera	1		1												
Galathowenia oculata	3	8	6	19	62	12	19	40	21	37	6	5	13	4	16
Glycera alba	2	2	2				1			1					1
Glycera sp.	2	1				1				1	1	1	2	1	
Goniada maculata	2	3	3	3	9	4	2	5	8	5	2	4	6	2	4



Heteromastus filiformis	4						1	2							
Lagis koreni	4	3	4	1	1	1	2		1	4	1	1			1
Laonice cirrata	1	1			2			1							
Laonice sp.	1		1				1	1							
Levinsenia gracilis	2			3	4		2	2	2		1	2		3	3
Lumbrineridae	2														1
Maldane sarsi	4									2					
Maldanidae	2	1				1									
Myriochele sp.	2			1				17	6	1		1		3	5
Nephtys ciliata	3				1	1	1	3	2	4	2				3
Nephtys hombergii	2							1					1		
Nephtys kersivalensis		1													
Nephtys sp.	2	1		1	3	1	3	3	2	4	3		1		1
Nicomache lumbricalis	2							1				1	1		
Nothria conchylega	1		1												
Ophelia limacina	1	2	2												
Ophelina acuminata	2	6	2	1	1	1	2								
Ophelina sp.	3		1			1	3			3					
Owenia borealis	2			6	13		1	25	14	6	2	12	10	6	6
Paradoneis lyra	2			2	6	1	4	1				1			
Paramphinome jeffreysii	3	10	9	5	8	17	16	2	1	11	7			1	2
Pholoe baltica	3	2	1			1	1	2	2	3	1		2		
Phyllodoce groenlandica	3		1	1			1	1		1			1	1	
Polynoidae	2		1						1	1					
Praxillella gracilis	4								1						
Praxillella praetermissa	2	42	44	8	7	5	28	10	4	13	5	5	4	1	4
Prionospio cirrifera	3			3	8	1	6	5	4	6	2	5	5	1	3
Prionospio sp.	3	4													
Proclea graffii	2	1				1									
Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4		1												
Scalibregma inflatum kompleks	3							1							
Scoletoma magnidentata								1							
Scoloplos armiger kompleks	3	11	15	4	11	8	14	15	9	8	2	11	10	6	7

Scoloplos sp.														2	1
Siboglinidae	1												1		
Spio limicola		48	49	14	26	10	21	19	4	8	8	18	17	12	18
Spionidae	3											1			
Terebellidae	1					1	1								1
Tharyx killariensis	2											1			
Travisia forbesii										1		4			
Bivalvia	1				1		1	2	6				1		
Abra longicallus	3		2												
Abra nitida	3			1		1			1	1					
Abra prismatica	1		1	1											
Arctica islandica	3	3	2	2	2					1		2		4	1
Astarte sp.				4	3	1		1	3				1		2
Crenella decussata	1	5	3	66	59	28	26	37	30	15	9	10	4	27	22
Cuspidaria sp.													1	1	
Ennucula tenuis	2	11	12	167	179	57	76	142	79	98	37	89	64	119	135
Hiatella arctica	1	1	1			1									
Macoma calcarea	4			3	6	6	5	10	5	19	2	1	2	3	4
Modiolula phaseolina	1						1								
Musculus niger	1														1
Mytilus edulis	4	3	1												
Nuculana minuta	1								2						
Nuculana pernula	2			1				1						1	1
Parvicardium minimum	1			2	6			5	1		1	1			
Pectinidae															1
Thracia sp.	2						1								
Thyasira gouldi	4			3	6	1	1	1				1	1	2	2
Thyasira sarsii	4	21	21	24	22	34	38	52	23	29	7	12	8	17	18
Tropidomya abbreviata	1							1	1						
Yoldiella lenticula	3				1			2				1		3	4
Yoldiella lucida	2							1							
Yoldiella nana	3	1			2			2	3			1		5	2
Yoldiella philippiana	1							2							

Yoldiella solidula							1	1	1						
Euspira pallida	2		1					2							1
Lepeta caeca												1			
Philinidae	2														1
Prosobranchia	1	1			1			3					1		
Retusa obtusa														2	1
Retusa truncatula			1	1	4	1	1	6	5	1		1		1	2
Retusa umbilicata	4	2	5	1	3	2		1		1		1		2	3
Taranis sp.								1							
Antalis entalis	1											1	3		
Caudofoveata	2				1	1	1	6	1				4		1
Ampeliscidae								1					1		
Byblis gaimardii		1													
Byblis sp.													1		
Caprella sp.	3	1													
Hippomedon propinquus	2	2			1			1		1					
Lysianassidae	1	1													
Diastylis lucifera	3	5	6	3	5	2	3	9	8	4	2	3	5	6	3
<b>Calanoida</b>			<b>2</b>												
Ophiuroidea	2	1						1				2			
Ophiura sp.	2											1			
Labidoplax buskii	2	3	1	1	2		3	1	1	6	2	5	2	2	
Molgulidae										1					
<b>Nematoda</b>															<b>1</b>
Nemertea	3											1			
Sipuncula	2							1							
Nephasoma minutum	2			1				1							2
Phascolion strombus strombus	2			1	2			1		1		2		1	4
<b>Foraminifera</b>		<b>20</b>	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
Dacrydium sp.										2					

### Vedlegg 7 – CTD rådata

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

Tabell V7.1 CTD data fra Øyra

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
34	8,3	103,0	9,89	0,0	10:57:45
33	8,8	101,0	9,62	0,0	10:57:47
33	8,9	100,7	9,57	0,0	10:57:49
33	8,9	100,3	9,53	0,0	10:57:51
33	8,9	100,6	9,56	0,7	10:57:53
33	9,0	100,8	9,57	1,6	10:57:55
33	9,0	101,0	9,59	3,0	10:57:57
33	8,9	101,8	9,67	4,9	10:57:59
33	8,9	102,8	9,76	6,6	10:58:01
33	8,9	103,2	9,81	7,7	10:58:03
33	8,8	103,2	9,81	9,4	10:58:05
33	8,8	102,1	9,71	11,3	10:58:07
33	8,8	103,6	9,84	12,8	10:58:09
33	8,9	102,3	9,71	14,7	10:58:11
34	8,9	102,1	9,68	16,4	10:58:13
34	8,8	102,3	9,71	17,8	10:58:15
34	8,7	101,3	9,62	19,5	10:58:17
34	8,7	100,9	9,59	20,4	10:58:19
34	8,5	100,4	9,57	22,2	10:58:21
34	8,4	100,1	9,58	24,0	10:58:23
34	8,2	100,0	9,60	24,6	10:58:25
34	7,9	100,5	9,71	26,0	10:58:27
34	7,7	99,7	9,68	27,7	10:58:29
34	7,4	100,0	9,77	29,4	10:58:31
34	7,3	99,2	9,72	31,2	10:58:33
34	7,3	98,9	9,70	32,6	10:58:35
34	7,2	98,8	9,69	34,1	10:58:37
34	7,3	100,6	9,85	35,8	10:58:39
34	7,2	99,2	9,73	37,5	10:58:41
34	7,2	98,2	9,63	39,4	10:58:43
34	7,2	98,3	9,65	41,3	10:58:45
34	7,1	99,5	9,79	43,0	10:58:47
34	7,1	99,2	9,76	44,6	10:58:49
34	7,0	98,4	9,70	46,4	10:58:51
34	7,0	98,7	9,73	48,0	10:58:53
34	6,9	99,7	9,84	49,9	10:58:55
34	6,9	98,2	9,71	51,8	10:58:57
34	6,9	98,1	9,70	53,6	10:58:59
34	7,0	100,6	9,91	55,4	10:59:01

34	7,2	97,9	9,61	56,7	10:59:03
34	7,2	96,8	9,49	58,0	10:59:05
34	7,1	96,6	9,50	59,0	10:59:07
34	6,8	97,1	9,60	60,7	10:59:09
34	6,7	98,3	9,76	62,5	10:59:11
34	6,7	97,2	9,65	64,2	10:59:13
34	6,7	97,1	9,65	65,8	10:59:15
34	6,6	98,1	9,75	67,4	10:59:17
34	6,6	96,6	9,60	68,9	10:59:19
34	6,7	97,2	9,65	70,5	10:59:21
34	6,8	97,3	9,63	72,0	10:59:23
34	6,9	96,4	9,52	73,3	10:59:25
34	6,9	98,4	9,71	75,2	10:59:27
34	6,8	96,6	9,55	76,9	10:59:29
34	6,8	95,2	9,44	78,5	10:59:31
34	6,6	95,7	9,51	80,2	10:59:33
34	6,5	94,3	9,39	81,4	10:59:35
34	6,5	94,0	9,36	82,7	10:59:37
34	6,4	94,0	9,38	84,2	10:59:39
34	6,2	92,0	9,23	85,7	10:59:41
34	6,1	91,4	9,19	86,7	10:59:43
34	6,1	92,0	9,25	87,7	10:59:45
34	6,1	91,2	9,17	88,8	10:59:47
34	6,1	91,3	9,19	89,7	10:59:49
34	6,1	90,9	9,16	91,3	10:59:51
34	6,1	91,1	9,17	92,7	10:59:53
34	6,1	89,4	8,99	94,0	10:59:55
34	6,1	88,3	8,89	95,1	10:59:57
34	6,1	87,8	8,83	95,3	10:59:59
34	6,1	87,7	8,82	95,3	11:00:01
34	6,1	87,5	8,80	95,5	11:00:03
34	6,1	87,5	8,80	95,5	11:00:05

---

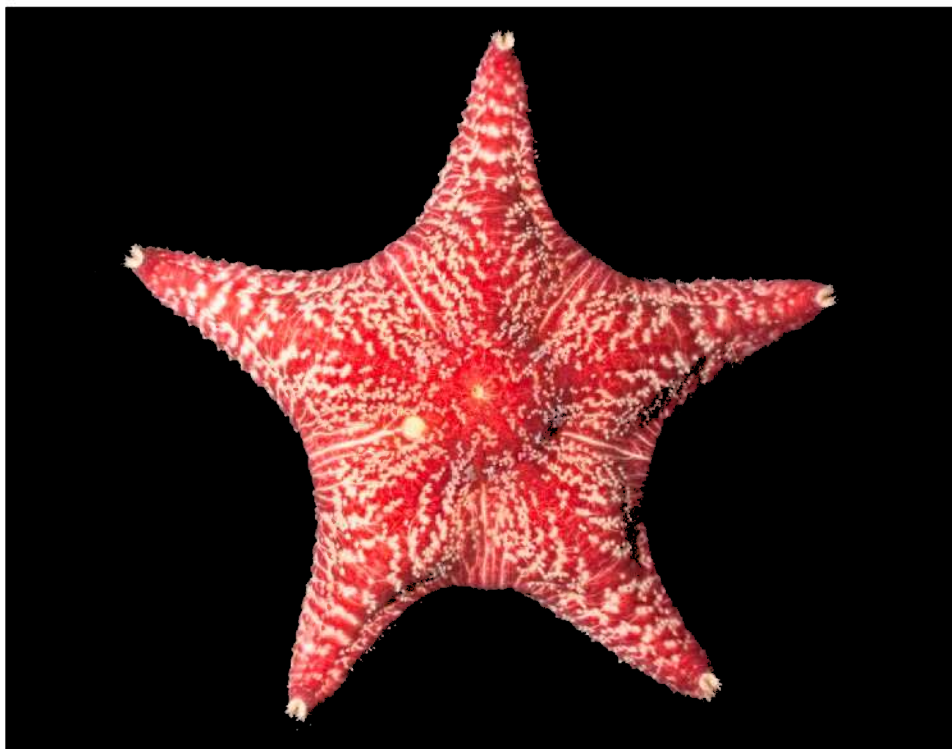
## Vedlegg 8 – Bilder av sediment

Grunnet en teknisk svikt på kameraet ble ikke bilder av sediment tatt.

# ASC-vurdering

for

**Øyra**



**Feltarbeid**

**19.09.2019**

**Oppdragsgiver**

**SalMar Farming AS**

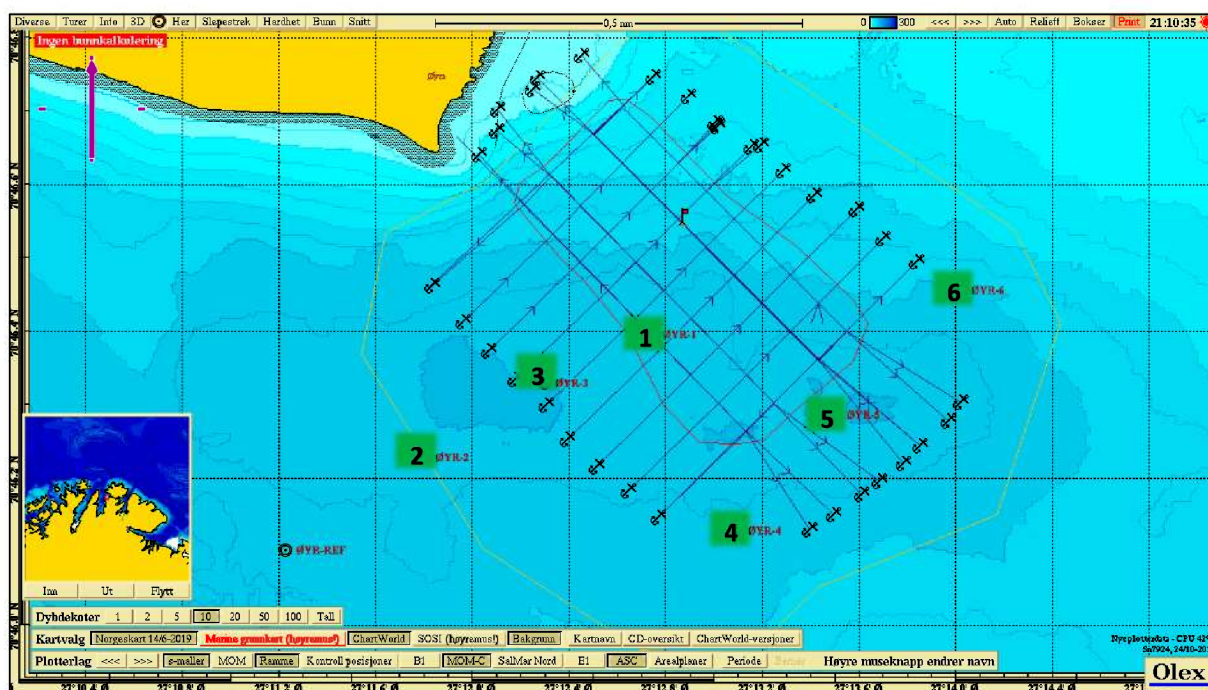


### V.9-1 Sammendrag

Denne rapporten omhandler en ASC- vurdering ved lokaliteten Øyra i Lebesby, Finnmark (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).

I hovedsak viste resultatene gode og upåvirkede forhold i området, der samtlige stasjoner viste tilstand «Akseptabel» for fauna, redokspotensial og kobbermengde.

Utbredelsen av AZE-sonen virker fornuftig ut ifra dagens situasjon.



**Figur V.9-1.1** Plassering av anleggsramme og forføyningslinjer 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 = ØYR-1 osv). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Forsidefoto: Ingvild 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  $\geq 2$  arter skal sørge for at AZE, som kan være under en viss forurensningsgrad, tar hensyn til arter som er naturlig forekommende.

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

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

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

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

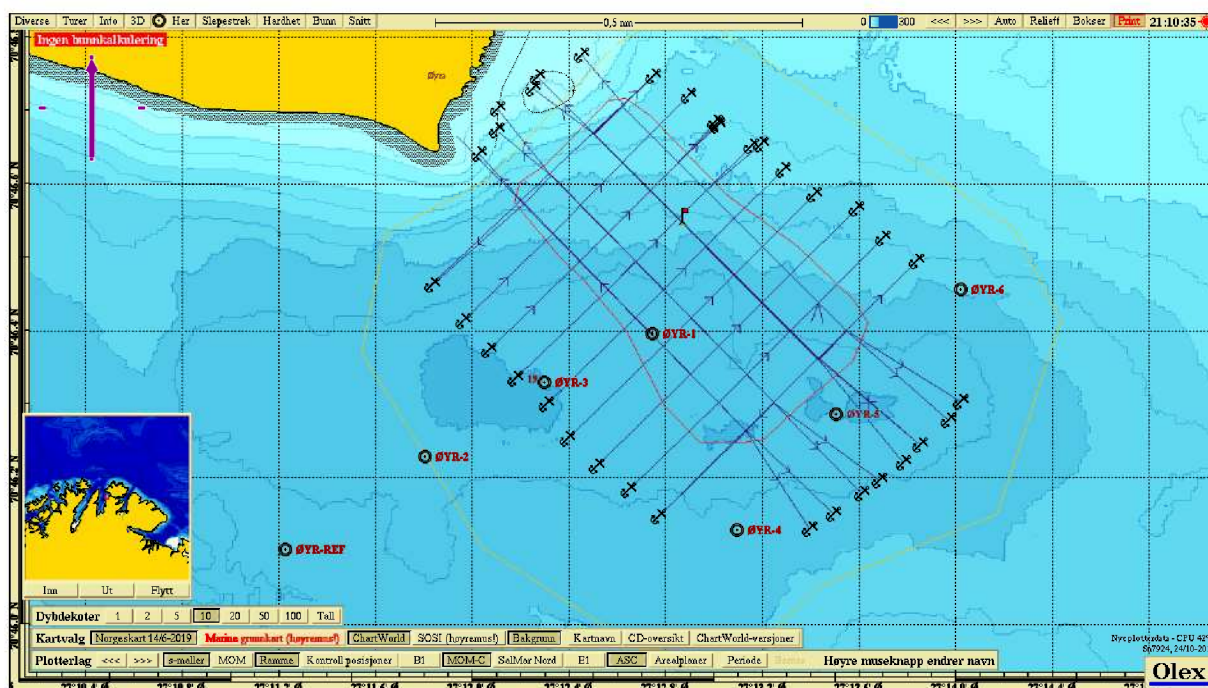
Indikator	Krav
$E_h$ - eller sulfidnivå i sedimentet utenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	$E_h > 0$ millivolt (mV) eller sulfid $\leq 1,500$ mmol/L
Faunaindeks som indikerer god til høy økologisk kvalitet i sedimentet på utsiden av AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	AMBI verdi $\leq 3.3$ , eller Shannon-Wiener Indeks verdi $> 3$ , eller bentisk kvalitetsindeks (BQI) $\geq 15$ , eller infauna tropisk indeks (ITI) $> 25$
Antallet makrofauna taxa i sedimentet innenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	$\geq 2$ 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 C-undersøkelsen utført ved samme lokalitet (Åkerblå, 2019). 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.

Med utgangspunkt i antatt AZE ble stasjonene plassert med stasjon ØYR-1 som nærstasjon inntil anleggets ramme (innenfor AZE). Stasjon ØYR-3 ble plassert i hovedstrømretning 275 meter utenfor anleggets ramme, og 235 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjon ØYR-2 ble plassert i hovedstrømretning 675 meter utenfor anleggets ramme, og 635 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjonene ØYR-4 og ØYR-5 ble lagt i anleggets sør-østlige ende i de dypere områdene utenfor anlegget, henholdsvis 240 og 130 meter fra grensen for antatt AZE sone. ØYR-6 er plassert hvor det antas at returstrømmen vil gå, ved anleggets østlige side, 290 meter fra antatt AZE sone. Referansestasjonen ØYR-REF ble plassert 1000 meter i vestlig retning for anlegget hvor bunntopografiene var tilsvarende største del av bunntopografiene under anlegget (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 (rundinger). 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
ØYR-1	70°46.395'N / 27°12.744'Ø	25	94	i-AZE
ØYR-2	70°46.227'N / 27°11.803'Ø	675	95	u-AZE
ØYR-3	70°46.329'N / 27°12.299'Ø	295	99	u-AZE
ØYR-4	70°46.128'N / 27°13.096'Ø	290	87	u-AZE
ØYR-5	70°46.285'N / 27°13.503'Ø	180	99	u-AZE
ØYR-6	70°46.456'N / 27°14.019'Ø	330	79	u-AZE
ØYR-REF	70°46.101'N/27°11.226'Ø	1050	87	u-AZE, ref

### V.9-4 Resultater

Det henvises til bunnfauna- og kjemiske analyser som allerede er utført for Øyra som C-undersøkelse (Åkerblå, 2019; tabell V.9-4.1). I tillegg til disse ble det tatt en stasjon (ØYR-REF) spesifikt for ASC-vurderingen (vedlegg 6).

Samlet viste resultatene for vurderte kriterier tilstand «Akseptabel» for samtlige stasjoner i henhold til krav fastsatt i ASC-standarden (Tabell V.9-4.1). Det bemerkes at det var 5 ikke-forurensningsindikerende arter med over 100 individer per kvadratmeter ved ØYR-1. Det var derfor ikke nødvendig å sammenlikne ØYR-1 med referansestasjonen.

Data for referansestasjonen oppgis, men klassifiseres ikke i tabellen under.

**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 m<sup>2</sup> (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 <sub>h</sub>		Fauna u-AZE		Fauna i-AZE		Cu	
	mV	TK	Verdi	TK	Antall	TK	mg/kg	TK
ØYR-1					5	A		
ØYR-2	220	A	3,26	A			3,6	A
ØYR-3	219	A	3,86	A			3,6	A
ØYR-4	238	A	3,94	A			3,3	A
ØYR-5	248	A	3,80	A			4,2	A
ØYR-6	240	A	3,77	A			2,5	A
ØYR-REF*	380	—	3,35	—			2,6	—

\*Referansestasjon klassifiseres ikke.



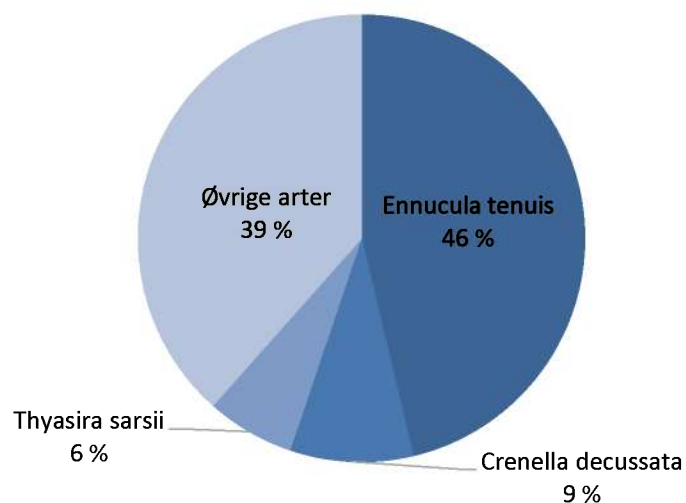
### V.9-4.1 ØYR-REF

Ved ØYR-REF ble det registrert 549 individer fordelt på 48 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 ØYR-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 0.2m<sup>2</sup>.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Ennucula tenuis</i>	2	254	46,3
<i>Crenella decussata</i>	1	49	8,9
<i>Thyasira sarsii</i>	4	35	6,4
<i>Spio limicola</i>	i.a.	30	5,5
<i>Galathowenia oculata</i>	3	20	3,6
<i>Ditrupa arietina</i>	i.a.	14	2,6
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	13	2,4
<i>Owenia borealis</i>	2	12	2,2
<i>Diastylis lucifera</i>	3	9	1,6
<i>Myriochele</i> sp.	2	8	1,5
Øvrige arter	-	105	19,1

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 ØYR-REF.

**Tabell V.9-4.1.2** 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	ØYR-REF-1	ØYR-REF-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	31	44	38	
N	248	301	275	
NQI1	0,753	0,772	0,763	0,847
H'	3,154	3,550	3,352	0,819
J	0,637	0,650	0,643	
H'max	4,954	5,459	5,207	
ES100	21,590	26,260	23,925	0,849
ISI	8,217	9,082	8,649	0,789
NSI	23,244	23,094	23,169	0,727
<b>Grabbverdi</b>				0,806

### V.10-5 Diskusjon

Undersøkelsen viste akseptable tilstander for alle stasjoner. ØYR-1 innenfor AZE-sonen hadde 5 ikke-forurensingsindikerende arter i høyt antall, og 14 ikke-forurensingsindikerende art var i høyere antall enn ved referansestasjonen. I området viste alle stasjoner gode forhold både for fauna, redokspotensial og kobbermengde.

Det er viktig å bemerke at samtlige prøvehugg var godkjent både for overflate og volum, selv om ved enkelte av stasjonene måtte man ta flere prøver for å få et akkreditert grabbhugg. Det ble ikke registrert betydelige forskjeller i faunasammensetning mellom huggene.

I hovedsak er det påvist ingen belastning verken nært anlegget ( $H'=4,07$  ved ØYR-1) eller i overgangssonen hvor faunaforholdene var gode ( $H' > 3,26$ ). Basert på denne undersøkelsen virker derfor utbredelsen av AZE sonen fornuftig.

**V.9-6 Litteraturliste**

ASC Salmon Standard (2017). ASC Salmon Standard version 1.1. Aquaculture Stewardship Council, hentet 01.08.17 fra [https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2017/07/ASC-Salmon-Standard\\_v1.1.pdf](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](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 (2019). C-undersøkelse fra Øyra, 65 s.