

C-undersøkelse

NS9410:2016

for

Aukrasanden



Tilstandsklasse II (God)

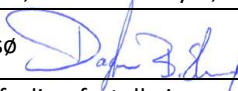
Feltarbeid
Oppdragsgiver

15.05.2019
Mowi Norway AS

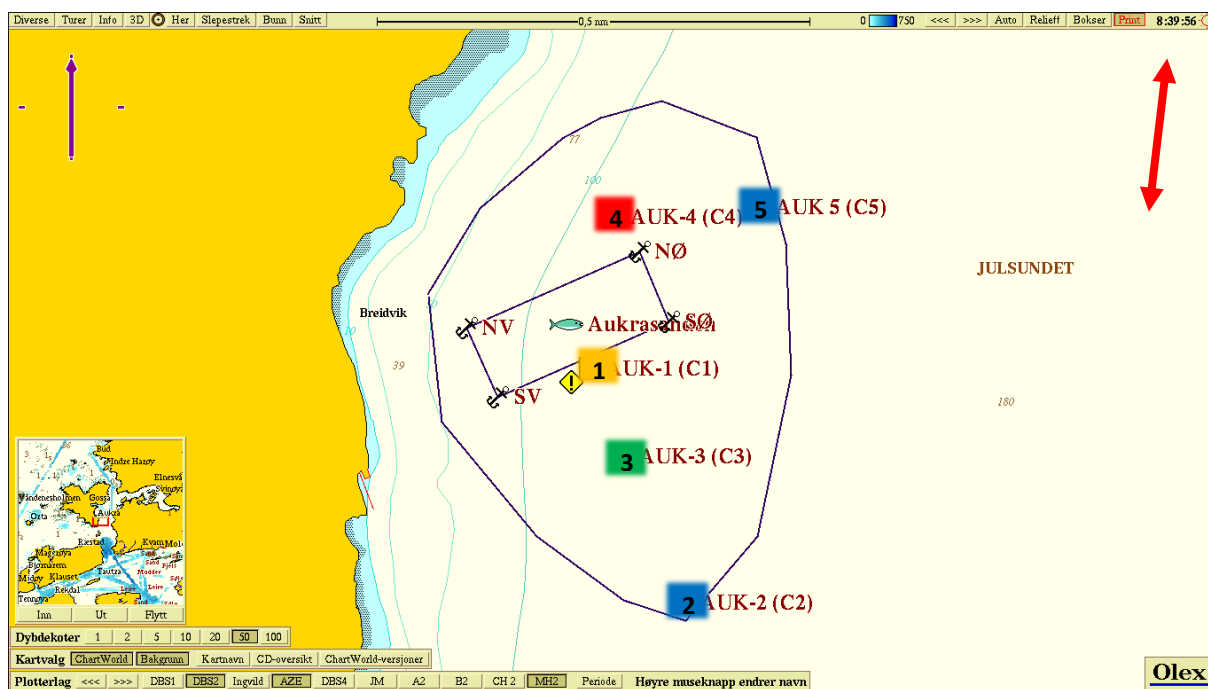
Åkerblå AS Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda Organisasjonsnummer 916 763 816 C-undersøkelse for Aukrasanden

Generell informasjon:			
Rapporttittel:	C-undersøkelse for Aukrasanden		
Rapportnummer:	MCR-M-19062-Aukrasanden	Lokalitetsnavn:	Aukrasanden
Lokalitetsnummer:	12988	GPS, senter i anlegg:	62°47.005'N / 06°55.563'Ø
Fylke:	Møre og Romsdal	Kommune:	Aukra
MTB-tillatelse:	5460 tonn	Driftsleder:	Eivin Ildhusøy
Dato undersøkelse:	15.05.2019	Dato rapport:	10.07.2019
Oppdragsgiver:	Mowi Norway AS		
Akkreditering:	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab Prebio AS, Nummer 361 (DS/EN ISO/IEC 17025:2005)		

Hovedresultater fra C-undersøkelse (NS 9410:2016)							
		AUK-1 (Nærsone)	AUK-2 (over/fjern)	AUK-3 (overgang)	AUK-4 (overgang)	AUK-5 (overgang)	AUK-REF (iht ASC)
Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2013, rev. 2015)	Antall arter (S)	12	64	84	24	128	141
	Antall ind. (N)	4508	313	1254	3535	1008	845
	nEQR		0,878 Svært god	0,782 God	0,188 Svært dårlig	0,899 Svært god	0,923 Svært god
	NQI1		0,779 Svært god	0,730 Svært god	0,334 Dårlig	0,818 Svært god	0,853 Svært god
	SW (H) indeks:		4,844 Svært god	3,734 Svært god	0,327 Svært dårlig	5,150 Svært god	5,703 Svært god
	SW, tilstand:						
Fauna, ASC	MOM-tilstand:	3 Dårlig					
	≥ 2 highly abund. Taxa (2.1.3.)	1			1		
Element	Fauna ift fotnote 7 (side 20)	2			3		
	Cu (mg/kg TS) Cu, tilst.klasse:	7,2 Bakgrunn	3,4 Bakgrunn	3,2 Bakgrunn	6,0 Bakgrunn	5,5 Bakgrunn	7,6 Bakgrunn

C-undersøkelse for Aukrasanden		
Rapportnummer/Rapportdato	MCR-M-19062-Aukrasanden / 10.07.2019	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Aukrasanden	
	MTB-tillatelse: 5460 tonn	
	Aukra kommune, Møre og Romsdal	
	Økoregion Norskehavet Sør (H) og vanntype Moderat eksponert kyst (2)	
Lokalitetsnummer	12988	
Oppdragsgiver		
Selskap	Mowi Norway AS	
Kontaktperson	Arne Kvalvik	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Dag Slettebø	
Forfattere	Martin Mejdell Hektoen, Evelina Merkyte, Dag Slettebø	
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>	
Sammendrag		
Denne rapporten omhandler en C- undersøkelse ved lokaliteten Aukrasanden i Aukra kommune, Møre og Romsdal fylke. Undersøkelsen inngår i regulær trendovervåkning og er gjennomført etter ønske fra kunde. Den omfatter fem ordinære prøvestasjoner som er analysert for fauna og geokjemiske parametere. Det er også gjennomført sammenligning av resultater med tidligere undersøkelser. Undersøkelsen fremhevet variable forhold i resipienten. Stasjonene øst og sør for anlegget fremstod hovedsakelig naturlige og ble klassifisert til god eller svært god tilstand for fauna, mens AUK-4 rett nord for anlegget ble derimot klassifisert til svært dårlig tilstand. Forholdene har holdt seg ganske stabile over en lengre periode, med påvist belastning nord for anlegget også i 2017, og lik tilstand i ytterkanten av overgangssonen siden 2011. De kjemiske parameterne viste gode forhold i hele området i motsetning til bunnfaunaen, som også var tilfellet i 2017. Ettersom samlet tilstand i overgangssonen er «god» er det krav om neste undersøkelse om tre produksjonssykluser.		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



Figur 1. Plassering av anleggsramme, målepunkt for strømundersøkelse (gul firkant), hovedstrømretning (rød pil), antatt utstrekning av overgangssonen (svart 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 = AUK-1 osv). Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.

Forord

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

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

Innhold

FORORD	4
INNHOOLD.....	5
1 INNLEDNING.....	7
2 MATERIALE OG METODE	10
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER.....	10
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	14
2.3 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	17
2.4 PRODUKSJON	18
3 RESULTATER	19
3.1 BUNNDYRSANALYSER	19
3.1.1 AUK-1.....	19
3.1.2 AUK-2.....	21
3.1.3 AUK-3.....	23
3.1.4 AUK-4.....	25
3.1.5 AUK-5.....	27
3.1.6 Samlet tilstandsverdi	29
3.2 HYDROGRAFI.....	30
3.3 SEDIMENTANALYSER	31
3.3.1 Sensoriske vurderinger	31
3.3.2 Kornfordeling.....	31
3.3.3 Kjemiske parametere.....	31
3.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	33
3.4.1 Bunnfauna	33
3.4.2 Sediment.....	34
3.4.3 Kjemiske parametere.....	35
4 DISKUSJON	36
5 LITTERATURLISTE.....	37
6 VEDLEGG	39
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	39
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	41
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	46
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	48
VEDLEGG 5 – INDEKS FOR C1	51
VEDLEGG 6 - REFERANSETILSTANDER	52
VEDLEGG 7 - ARTSLISTE	56
VEDLEGG 8 – CTD RÅDATA	62
VEDLEGG 9 – BILDER AV SEDIMENT	65
VEDLEGG 10 – ASC-VURDERING	66

V.10-1 Sammendrag.....	67
V.10-2 Innledning	68
V.10-3 Metode.....	70
V.10-4 Resultater.....	72
V.10-5 Diskusjon	75
V.10-6 Litteraturliste	76

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

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

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

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

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

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

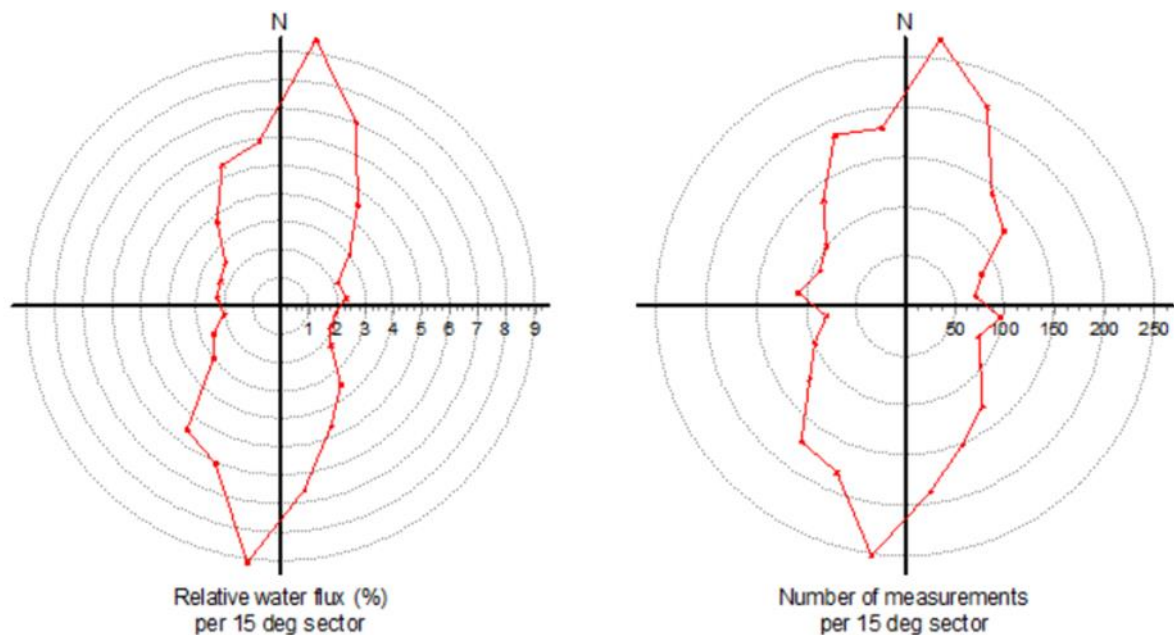
2 Materiale og metode

2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Aukrasanden ligger i Julsundet i Aukra kommune, Møre og Romsdal. Anlegget ligger plassert i økoregion Norskehavet Sør (H) med vanntype Moderat eksponert kyst (2). Lokaliteten ligger nærmere bestemt på sørøstsiden av Gossen, like nord for ferjesambandet Aukra-Hollingsholm (figur 2.1.1). Bunnen under anlegget heller mot øst, og dybden under anleggsrammen varierer mellom ca. 70 – 140 meter. Målinger viser at spredningsstrømmen går i hovedsak mot nord og sør (figur 2.1.2).

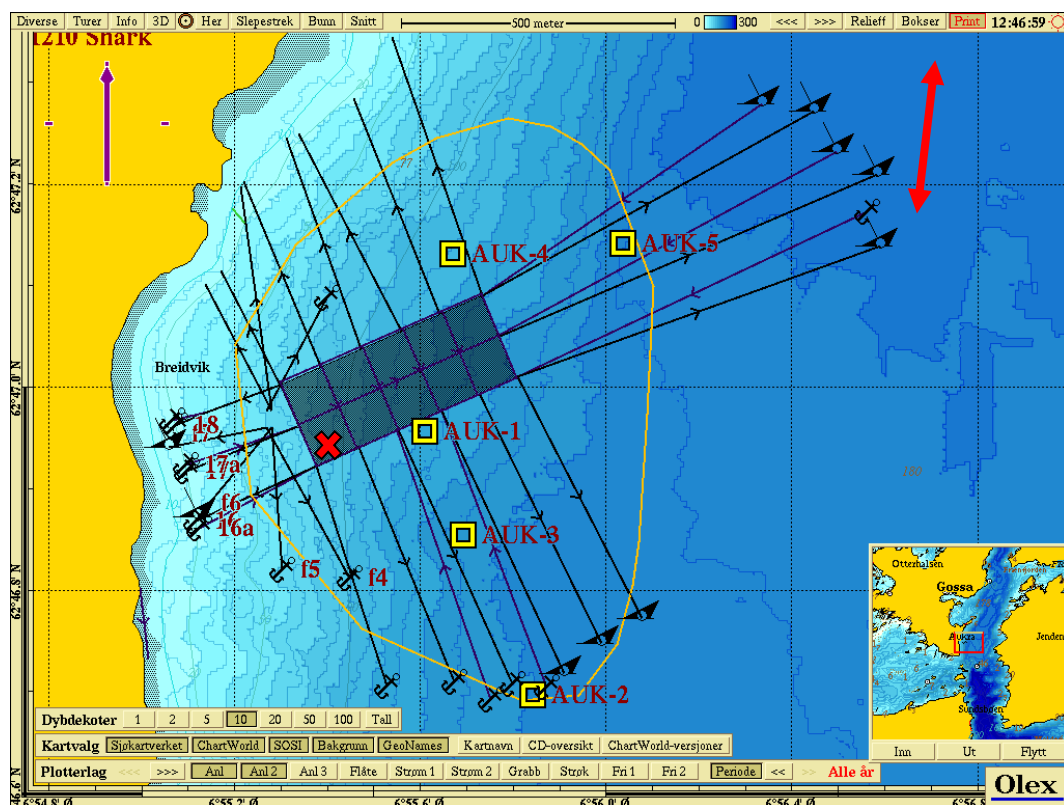


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel). Nærliggende anlegg er markert med røde sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.

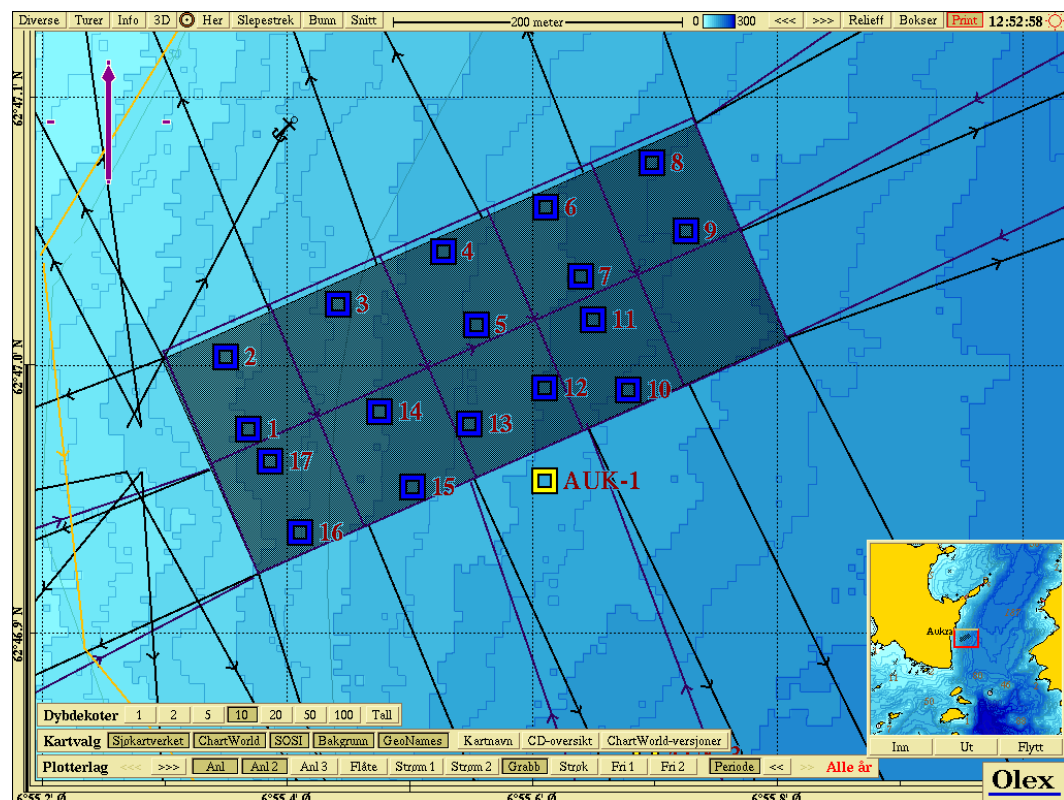


Figur 2.1.2 Strømforhold. Fordelingsdiagrammet til høyre angir antallet målepunkter (frekvens) i ulike himmelretninger. Figur til venstre viser relativ vannfluks som angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Målingene er utført på 50 meters dyp. Kartdatum WGS84 (Mowi AS, 2009).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av krav i NS9410 (2016). Det ble forsøkt å beholde stasjonsplasseringene fra forrige C-undersøkelse, men AUK-2 måtte flyttes 100 meter mot sør pga. konflikt med fortøyingene. AUK-5 ble flyttet 150 meter mot sørøst, til et dypere område med flatere batymetri, pga. vanskeligheter med å få tak i sediment. Da B-undersøkelsen ikke tydet på at noen deler av anlegget var tydelig mer belastet enn andre, ble plasseringen til AUK-1 fra 2017, sentralt på sørsiden av anlegget, beholdt, men den ble flyttet nærmere anlegget for å oppfylle kravene til veiledende avstand fra merdkant (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).



Figur 2.1.3 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (gule rektangler) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Rødt kryss indikerer punkt for strømundersøkelse. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84. Rød pil indikerer hovedretningen til spredningsstrømmen



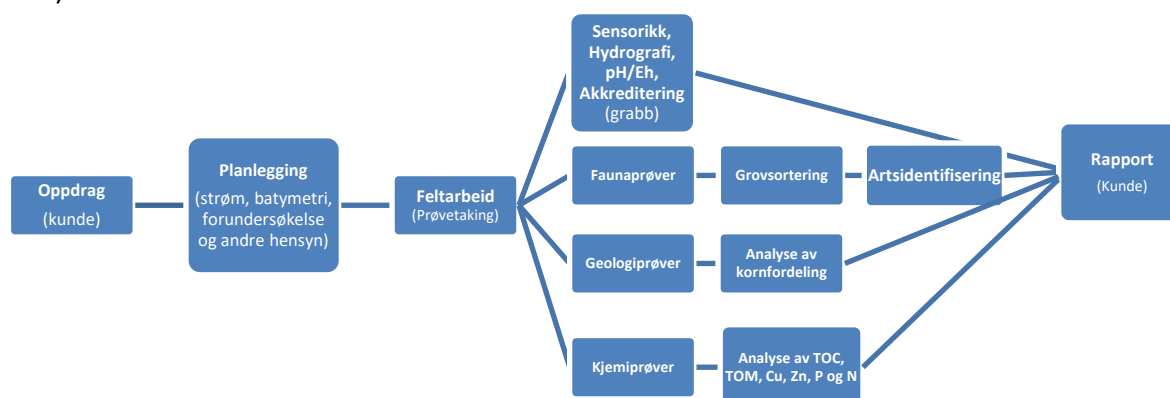
Figur 2.1.4 Anleggsplassering og fortøyningslinjer, B-undersøkelsesstasjoner (rektangler) og C-undersøkelsens innerste prøvestasjon (gult rektangel). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

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

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering
AUK1	62°46.956'N / 6°55.610'Ø	30	123	FAU, KJE, GEO, PE	C1
AUK2	62°46.686'N / 6°55.848'Ø	540	162	FAU, KJE, GEO, PE	C2
AUK3	62°46.854'N / 6°55.693'Ø	220	153	FAU, KJE, GEO, PE	C3
AUK4	62°47.131'N / 6°55.671'Ø	90	112	FAU, KJE, GEO, PE	C4
AUK5	62°47.142'N / 6°56.037'Ø	270	170	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C5

2.2 Prøvetaking og analyser

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



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

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

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

	LEV	Personell	AK	Standard
Sidemannskontroll	ÅB-AS	Odd Helge Tunheim	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Dag Slettebø	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Evelina Merkyte	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	Martin Mejdell Hektoen	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 6).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 6). 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 (AUK-1) gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

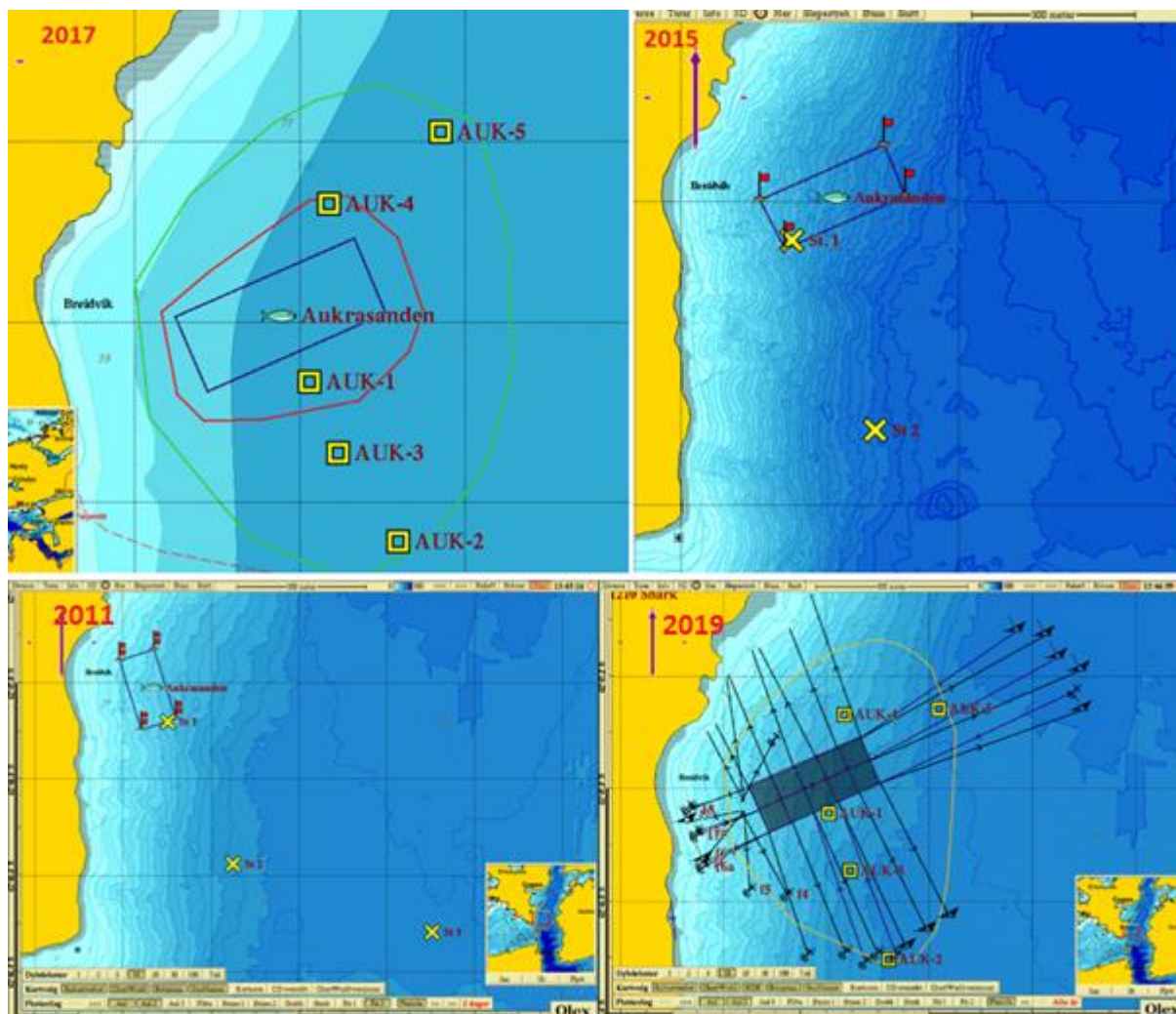
Veileder 02:2018 (2018) omtaler alle tilstander som *tilstandsklasser*, mens NS9410 (2016) omtaler det som *miljøtilstand*. I denne rapporten brukes *tilstand* om alle tilfeller hvor det for veilederen beskrives som tilstandsklasse og for NS9410 (2016) beskrives som miljøtilstand. Øvrige uttrykk er beholdt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

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

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

2.3 Tidligere undersøkelser

Det har tidligere blitt utført C-undersøkelser ved lokaliteten i 2011 (Fiske-Liv 2011), 2015 (Fiske-Liv 2015) og 2017 (Åkerblå 2017). Stasjonene i anleggssonen vil sammenlignes mellom alle undersøkelsene. Det ble plassert stasjoner mellom 550 og 600 meter sør for anlegget i alle undersøkelsene som også vil sammenlignes. I tillegg ble AUK-3 og AUK-4 plassert likt mellom 2017 og 2019 (figur 2.3.1 og tabell 2.3.1)



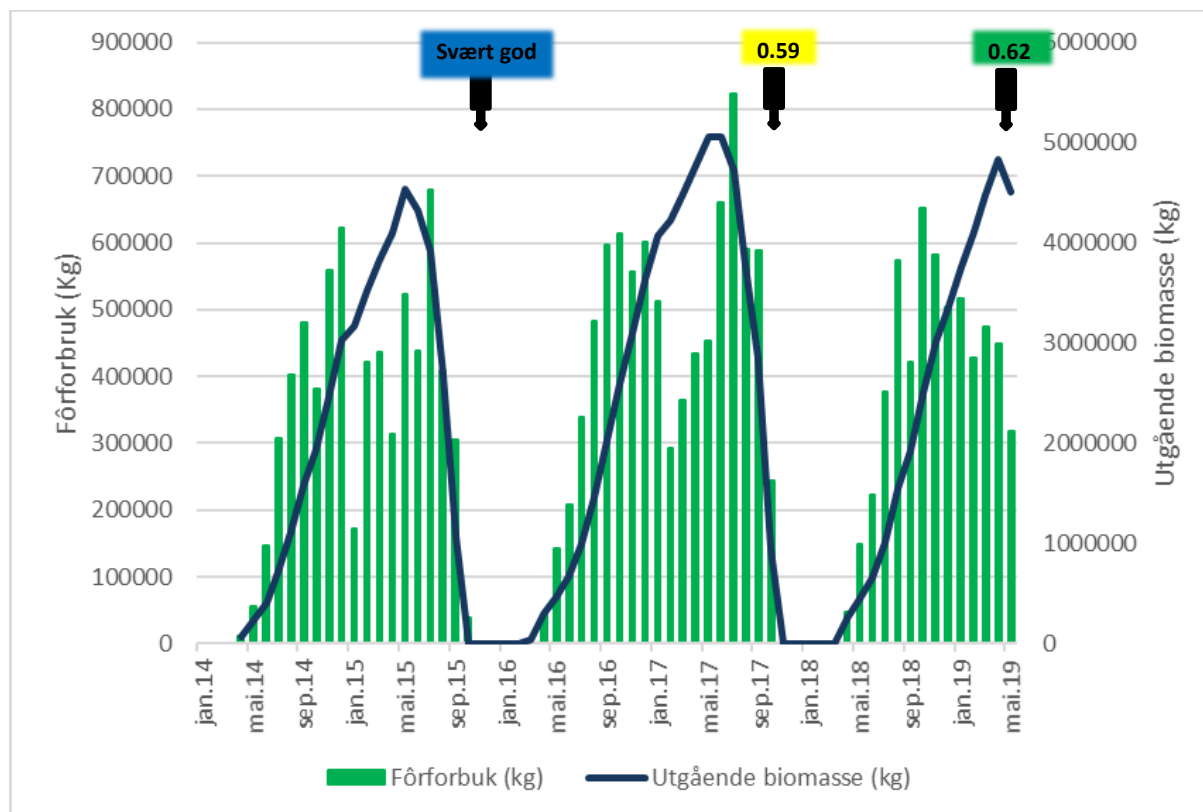
Figur 2.3.1 Plassering av prøvestasjoner for C-undersøkelser utført i 2017, 2015 og 2011. Kartene har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

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

Plassering / År	2011	2015	2017	2019
Anleggssone	ST. 1	ST. 1	AUK-1	AUK-1
Ytterkant overgangssone	ST. 2	ST. 2	AUK-2	AUK-2
Overgangssone	-	-	AUK-3	AUK-3
	-	-	AUK-4	AUK-4

2.4 Produksjon

Fisk på lokalitet ble satt ut i april 2018. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten omtrent 4448 tonn. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved samme tid omtrent 5654 tonn (figur 2.4.1 og tabell 2.4.1; Eivin Ildhusøy, pers. medd.).



Figur 2.4.1 Produksjonsinformasjon ved Aukrasanden for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for undersøkelsen. Linje indikerer utgående biomasse og stolper indikerer fôrforbruk per måned. Pil angir prøvetidspunkt med bestemte 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), utfôret mengde ved tidspunkt for undersøkelsen samt budsjett utfôret mengde på generasjonen. Begge oppgitt i tonn. Utfôret og budsjett mengde gir en prosentfordeling som angir belastningsgraden i anlegget (%).

Dato	Gen	Utfôret	Budsjett	%	Merknader
15.05.2019	V-18	5654 tonn	5700 tonn	99	
17.10.2017	V-16	6900 tonn	8544 tonn	81	
15.10.2015	V-14	6701 tonn	6701 tonn	100	

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion H og vanntype 2 (Norskehavet sør og moderat eksponert kyst).

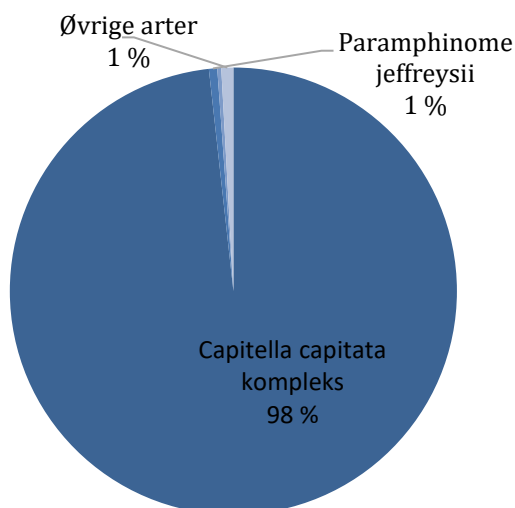
3.1.1 AUK-1

Ved AUK-1 ble det registrert 4508 individer fordelt på 12 arter (tabell 3.1.1.1, 3.1.1.2 og figur 3.1.1.1). På bakgrunn av at den forurensningsindikerende arten *Capitella capitata* var dominerende ved stasjonen og stod for mer enn 90% av individtallet, ble AUK-1 klassifisert med **tilstand 3 (dårlig; NS9410 2016)**.

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

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	4 429	98,2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	27	0,6
<i>Prionospio plumosa</i>	i.a.	13	0,3
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	11	0,2
<i>Thyasira sarsii</i>	4	10	0,2
<i>Pholoe baltica</i>	3	6	0,1
Cirratulidae	4	5	0,1
Øvrige arter	-	7	0,2

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 AUK-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 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 V6.2).

Indeks	AUK-1-1	AUK-1-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	9	9	9	
N	2911	1597	2254	
NQI1	0,271	0,277	0,274	0,177
H'	0,205	0,111	0,158	0,035
J	0,065	0,035	0,050	
$H'_{\max}$	3,170	3,170	3,170	
ES100	2,791	1,957	2,374	0,095
ISI	4,919	5,873	5,396	0,282
NSI	7,130	7,098	7,114	0,142
Grabbverdi				0,146

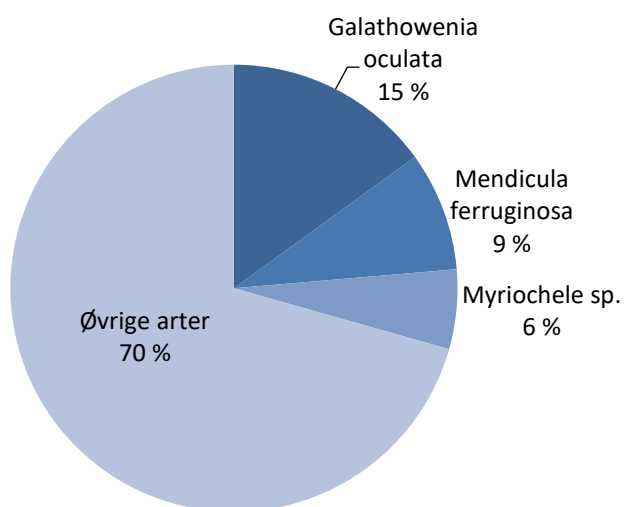
3.1.2 AUK-2

Ved AUK-2 ble det registrert 313 individer fordelt på 64 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved AUK-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>Galathowenia oculata</i>	3	47	15,0
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	27	8,6
<i>Myriochele</i> sp.	2	18	5,8
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1	17	5,4
<i>Owenia borealis</i>	2	16	5,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	15	4,8
<i>Paradoneis lyra</i>	2	11	3,5
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1	9	2,9
<i>Pholoe baltica</i>	3	8	2,6
Sabellidae	2	8	2,6
Øvrige arter	-	137	43,8

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



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved AUK-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 V6.2).

Indeks	AUK-2-1	AUK-2-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	43	52	48	
N	146	167	157	
NQI1	0,756	0,802	0,779	0,865
H'	4,767	4,921	4,844	0,927
J	0,878	0,863	0,871	
$H'_{\max}$	5,426	5,700	5,563	
ES100	36,640	40,590	38,615	0,936
ISI	9,758	9,744	9,751	0,845
NSI	25,464	25,334	25,339	0,816
Grabbverdi				0,878

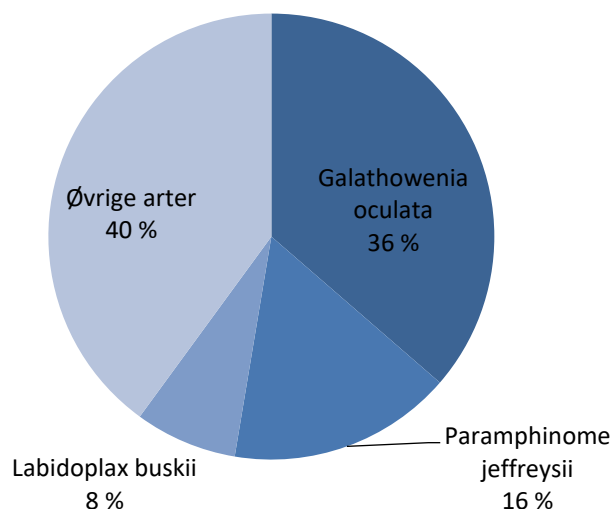
3.1.3 AUK-3

Ved AUK-3 ble det registrert 1254 individer fordelt på 84 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved AUK-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>Galathowenia oculata</i>	3	456	36,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	204	16,3
<i>Labidoplax buskii</i>	2	93	7,4
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	76	6,1
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	59	4,7
<i>Owenia borealis</i>	2	42	3,3
<i>Pholoe baltica</i>	3	25	2,0
<i>Amphiura filiformis</i>	3	20	1,6
<i>Amphictene auricoma</i>	2	18	1,4
<i>Harpinia</i> sp.	3	18	1,4
Øvrige arter	-	243	19,4

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



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

Tabell 3.1.3.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	AUK-3-1	AUK-3-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	67	67	67	
N	679	575	627	
NQI1	0,725	0,735	0,730	0,812
H'	3,699	3,769	3,734	0,804
J	0,610	0,621	0,616	
$H'_{\max}$	6,066	6,066	6,066	
ES100	24,620	26,350	25,485	0,822
ISI	9,179	9,777	9,478	0,833
NSI	20,710	21,327	21,018	0,641
Grabbverdi				0,782

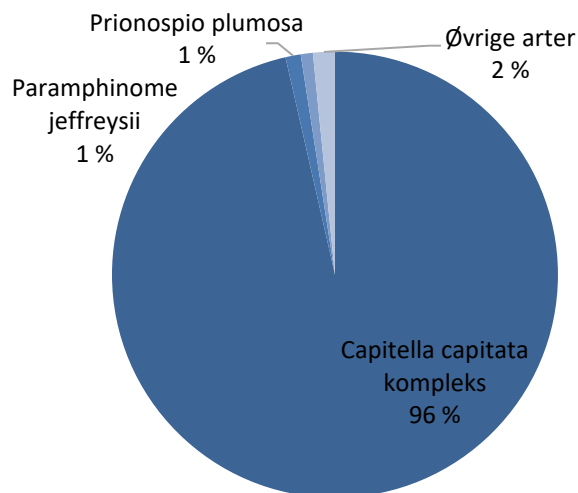
3.1.4 AUK-4

Ved AUK-4 ble det registrert 3535 individer fordelt på 24 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen ble klassifisert til **svært dårlig** tilstand ut fra veileder 02:2018.

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

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	3 409	96,4
<i>Prionospio plumosa</i>	i.a.	39	1,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	31	0,9
<i>Thyasira sarsii</i>	4	15	0,4
<i>Pholoe baltica</i>	3	10	0,3
<i>Scoloplos</i> sp.	i.a.	5	0,1
<i>Diastylodes biplicatus</i>	1	4	0,1
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	2	0,1
Nemertea	3	2	0,1
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	2	0,1
Øvrige arter	-	16	0,5

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 AUK-4.

Tabell 3.1.4.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	AUK-4-1	AUK-4-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	17	15	16	
N	1818	1717	1768	
NQI1	0,337	0,330	0,334	0,226
H'	0,278	0,377	0,327	0,073
J	0,068	0,096	0,082	
$H'_{\max}$	4,087	3,907	3,997	
ES100	3,327	4,105	3,716	0,149
ISI	6,395	5,525	5,960	0,348
NSI	7,228	7,350	7,289	0,146
Grabbverdi				0,188

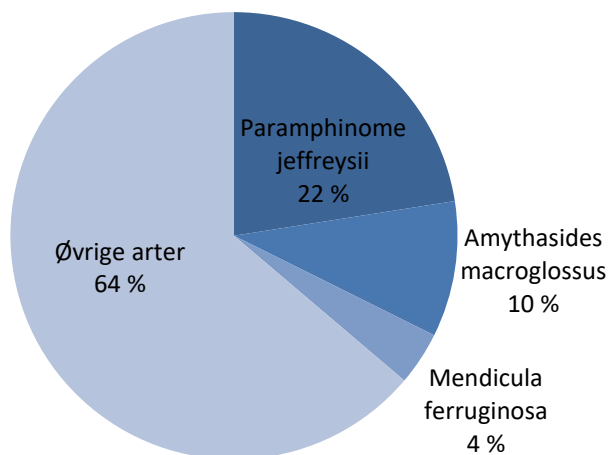
3.1.5 AUK-5

Ved AUK-5 ble det registrert 1008 individer fordelt på 128 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.5.1 De ti hyppigst forekommende artene ved AUK-5 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>Paramphinoe jeffreysii</i>	3	227	22,5
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	99	9,8
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	39	3,9
<i>Pholoe baltica</i>	3	34	3,4
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	29	2,9
<i>Notomastus latericeus</i>	1	25	2,5
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1	25	2,5
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	24	2,4
<i>Paradoneis lyra</i>	2	24	2,4
<i>Galathowenia oculata</i>	3	19	1,9
Øvrige arter	-	463	45,9

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



Figur 3.1.5.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved AUK-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 V6.2).

Indeks	AUK-5-1	AUK-5-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	90	98	94	
N	504	504	504	
NQI1	0,805	0,830	0,818	0,908
H'	5,223	5,077	5,150	0,961
J	0,805	0,768	0,786	
$H'_{\max}$	6,492	6,615	6,553	
ES100	42,000	42,510	42,255	0,967
ISI	10,010	10,001	10,006	0,856
NSI	25,169	24,838	25,003	0,800
Grabbverdi				0,899

3.1.6 Samlet tilstandsverdi

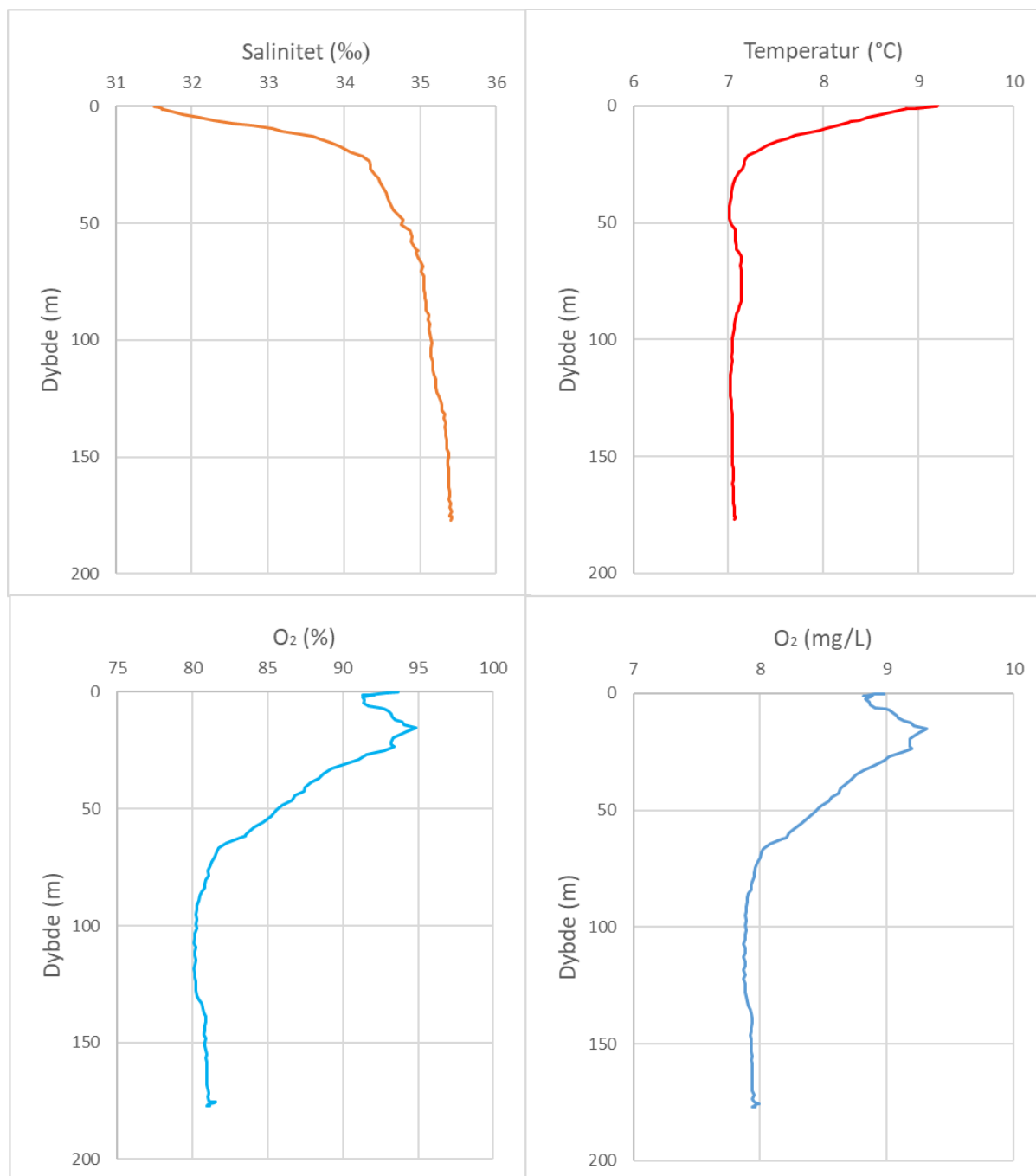
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av grabbverdien til C2-stasjon eller den gjennomsnittet av C3, C4 og C5 (tabell 3.1.6.1).

Tabell 3.1.6.2 grabbverdi fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Tilstandsverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	AUK-2	0,878	I (Svært god)
Overgangssonen (C3, C4, C5)	AUK-3	0,623	II (God)
	AUK-4		
	AUK-5		

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved AUK-5 (figur 3.2.1). Salinitet økte og temperaturen gikk tilbake ned til ca. 50 meters dybde hvor de stabiliserte seg. Oksygeninnhold og metning sank ned til ca. 100 meters dybde hvor de stabiliserte seg. Ved bunn ble både oksygeninnhold og oksygenmetning klassifisert med tilstandsklasse I, *bakgrunn* i henhold til tabell V.6.3.



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

I hovedsak hadde sedimentet lys farge, bestod av sand, silt og grus samtidig som det ikke ble registrert noe lukt eller mykere konsistens. Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet), fôr eller fekalier, gassdannelse eller beggiatoa. Samtlige prøvehugg var godkjent i henhold til volum og uberørt overflate (Vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene nesten bare bestod av sand (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 (%)
AUK-1	2	93	7
AUK-2	1	97	2
AUK-3	2	99	<1
AUK-4	3	96	7
AUK-5	4	90	7

3.3.3 Kjemiske parametere

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

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

Stasjon	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
AUK-1	7,81	409	0	1
AUK-2	7,94	423	0	1
AUK-3	7,81	426	0	1
AUK-4	7,88	412	0	1
AUK-5	7,76	432	0	1

Nivået av organisk karbon ble klassifisert til nedre del av god tilstand eller svært god tilstand ved alle stasjonene. Sink og kobber lå på et bakgrunnsnivå ved alle stasjonene. Det er ikke utviklet et klassifiseringssystem for fosfor og nitrogen, men begge var høyest ved AUK-1 og lavest ved AUK-2 (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 Veileder M608 (2016) for sink (Zn; mg/kg TS), kobber (Cu; mg/kg TS), normalisert TOC (nTOC; mg/g) og totalt organisk materiale (TOM; glødetap i % av TS). 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
AUK-1	3,7	23,5	II	1700	250	3,41	1100	260	27	5,4	I	7,2	2,1	I
AUK-2	0,59	19,1	I	270	41	4,81	280	71	9,2	1,8	I	3,4	1,0	I
AUK-3	0,87	20,0	II	390	59	6,15	340	84	11	2,1	I	3,2	0,95	I
AUK-4	0,99	21,0	II	510	76	6,86	720	180	13	2,7	I	6,0	1,8	I
AUK-5	1,6	22,7	II	670	100	7,91	530	130	13	2,7	I	5,5	1,7	I

3.4 Tidligere undersøkelser

3.4.1 Bunnfauna

I ytterkanten av overgangssonen og ved AUK-3 har dominerende art endret seg mellom undersøkelsene, og forholdene ved AUK-3 er noe dårligere enn tidligere. Også ved AUK-4 er forholdene ganske like som i 2017 og viser tydelig belastning. I anleggssonen har forholdene holdt seg jevne, selv om arts- og individtall har variert mellom undersøkelsene (tabell 3.4.1.1).

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

Stasjon og år	# arter/ individer	Hyppigst forekommende art	Miljøtilstand (NS9410)	H' og klassifisering	NQI1 og tilstand
Anleggssone/C1					
AUK-1 2019	12/4508	<i>Capitella capitata</i> (98%, NSI-5)	3 Dårlig		
AUK-1 2017	16/1583	<i>Capitella capitata</i> (95%, NSI-5)	3 Dårlig		
ST. 1 2015	2/385	<i>Capitella capitata</i> (90%, NSI-5)	3 Dårlig		
ST. 1 2011	9/714	<i>Capitella capitata</i> (96%, NSI-5)	3 Dårlig		
Overgangssone/C3, C4 osv.					
AUK-3 2019	84/1254	<i>Galathowenia oculata</i> (36%, NSI-3)		3,73 (I)	0,73 (I)
AUK-3 2017	107/567	<i>Paramphinoe jeffreysii</i> (18%, NSI-3)		4,98 (I)	0,80 (I)
AUK-4 2019	24/3535	<i>Capitella capitata</i> (96%, NSI-5)		0,33 (V)	0,33 (IV)
AUK-4 2017	17/1312	<i>Capitella capitata</i> (88%, NSI-5)		0,65 (V)	0,32 (IV)
Ytterkant av overgangssone/C2					
AUK-2 2019	64/313	<i>Galathowenia oculata</i> (15%, NSI-3)		4,84 (I)	0,78 (I)
AUK-2 2017	83/495	<i>Aonides paucibranchiata</i> (13%, NSI-1)		5,22 (I)	0,78 (I)
ST. 2 2015	99/585	<i>Galathowenia oculata</i> (17%, NSI-3)		4,90 (I)	0,79 (I)
ST. 2 2011	111/529	<i>Spiophanes wigleyi</i> (11%, NSI-1)		5,74 (I)	0,84 (I)

3.4.2 Sediment

Det har ikke skjedd noen endringer i sensoriske vurderinger siden 2011. Det var underkjente grabbhugg med tanke på volum ved en stasjon (AUK-1) i 2017 (tabell 3.4.2.1).

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

Stasjon og år	Dyp	Lukt	Farge	pH/EH-TS	Volum/overflate
Anleggssone/C1					
AUK-1 2019	123	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
AUK-1 2017	127	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Nei
ST. 1 2015	87	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
ST. 1 2011	95	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
Overgangssone/C3, C4 osv.					
AUK-3 2019	153	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
AUK-3 2017	153	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
AUK-4 2019	112	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
AUK-4 2017	111	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
Ytterkant av overgangssone/C2					
AUK-2 2019	162	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
AUK-2 2017	162	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
ST. 2 2015	151	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja
ST. 2 2011	150	Ingen	Lys/grå	I Meget god	Ja

3.4.3 Kjemiske parametere

De kjemiske parameterne virker i hovedsak å ha holdt seg stabile siden 2017, med noe mer nitrogen og fosfor i anleggssonen enn tidligere. Siden 2015 og 2011 har nivået av karbon sunket i anleggssonen og ytterkanten av overgangssonen (tabell 3.4.3.1).

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

Stasjon og år	nTOC	TS	P	N	Zn	TS	Cu	TS
Anleggssone/C1								
AUK-1 2019	23,5	II	1100	1700	27	I	7,2	I
AUK-1 2017	20,0	II	520	323	12	I	2,8	I
ST. 1 2015	63,1	V	2030	-	52	I	48	II
ST. 1 2011	28,8	III	1040	-	19	I	5,2	I
Overgangssone/C3, C4 osv.								
AUK-3 2019	20,0	II	340	390	11	I	3,2	I
AUK-3 2017	19,6	I	370	348	11	I	3,5	I
AUK-4 2019	21,0	II	720	510	13	I	6,0	I
AUK-4 2017	20,2	II	700	443	13	I	3,2	I
Ytterkant av overgangssone/C2								
AUK-2 2019	19,1	I	280	270	9,2	I	3,4	I
AUK-2 2017	<18,9	I	150	75	10	I	2,1	I
ST. 2 2015	26,6	II	1030	-	9,2	I	20	II
ST. 2 2011	30,8	III	330	-	12	I	12	I

4 Diskusjon

Undersøkelsen framhevet variable forhold i resipienten. For bunnfauna ble stasjonene øst og sør for anlegget klassifisert til beste tilstand (svært god) eller øvre del av god tilstand. AUK-4 omtrent 100 meter nord for anlegget viste derimot en stor belastningsgrad, og ble klassifisert til dårligste tilstand (svært dårlig). I 2017 var tilstanden dårlig ved samme punkt nord for anlegget, samtidig som en stasjon på omtrent samme avstand i sørlig retning viste tilsvarende påvirkning. Dette tyder på at utført strømundersøkelse reflekterer spredningen fra anlegget godt, og innenfor 100 meter sør og nord for anlegget kan man forvente å finne tydelig belastning. De siste B-undersøkelsene gjennomført ved lokaliteten har også vist beste tilstand ved nesten alle stasjonene, som videre kan indikere at organisk materiale i forholdsvis liten grad akkumuleres under anlegget, og heller fraktes med strømmen.

Resten av prøvepunktene fremstod som upåvirkede, med unntak av AUK-3 200 meter sør for anlegget der artssammensetningen virket noe endret fra naturlige forhold, med en forurensningsindikerende art blant de vanligste artene. Forholdene virker også noe dårligere ved denne stasjonen sammenlignet med 2017. I resten av området har forholdene hovedsakelig holdt seg stabile mellom alle undersøkelsene. Det bemerkes at samlet tilstand var «moderat» i 2017 og «god» i inneværende undersøkelse, men dette skyldes i stor grad revisjon av klassifiseringsveilederen (Veileder 02:2018) og ikke en endring i forholdene. Resultatene indikerer totalt sett at influensområdet til anlegget er noe mindre enn anslått overgangssone.

5 Litteraturliste

- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta* 11: 377-382.
- Fiske-Liv (2011). MOM C undersøkelse (NS 9410); Aukrasanden. Rapportnummer BR1110431.
- Fiske-Liv (2015). MOM C undersøkelse (NS 9410); Aukrasanden. Rapportnummer MCR-M-01416- Aukrasanden-0216.
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Mowi Norway AS (2009). Rapport strømmålinger Aukrasanden. *Mowi Norway AS*. 21 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, Thélín, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Veileder M-608 (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet.'
- Åkerblå (2017). C-undersøkelse og ASC- undersøkelse for Aukrasanden. Rapportnummer MCR-M-17160-Aukrasanden.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

s. 1/2

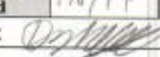
		Dok.id.: B.5.5.6	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser		Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH	Godkjent av: Anette Narmo Hammervold	Versjon: 10.00	Gjelder fra: 14.12.2017
		Sidenr: 1 av 2	

Kunde	MOWI		Lokalitet/P.nr	Aukrasanden / 17988	
Dato	15.05.19		Toktleder	DS	
Prøvetaking	START: 1000 SLUTT: 1500		Alt Personell	VAL	
Vær			Sjøtemperatur	9,5 °C	
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; Sil; Eh; pH: pH-kalibrering: 7,00 Sjø; Eh: 231 pH: 8,04				

Stasjon nr/navn	1 AUK-1				2 AUK-2				3 AUK-3			
Posisjon N / Ø	62°46.956 16°55.610				62°46.686 16°55.848				62°46.854 16°55.693			
Dybde (meter)	123				162				153			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1		1	2	1	
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	JA	JA	JA		JA	JA	JA		JA	JA	JA	
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	JA	JA	JA		JA	JA	JA		JA	JA	JA	
Volum (cm)	8	10	7		9	5	7		8	5	6	
Antall flasker	2	1	2		1	2	2		1	2	2	
pH	7,81	-	-		7,94	-	-		7,81	-	-	
Eh (mV)	209	-	-		223	-	-		226	-	-	
Sediment	Skjellsand											
	Sand	1	1		1	1			2	2		
	Grus					2						
	Mudder											
	Silt								1	1		
	Leire											
Farge	Steinbunn											
	Lys/Grå (0)	0	0		0	0			0	0		
Lukt	Brun/Sort (2)											
	Ingen (0)	0	0		0	0			0	0		
	Noe (2)											
Kons	Sterk (4)											
	Fast (0)	0	0		0	0			0	0		
	Myk (2)											
	Løs (4)											
Merknader / avvik:		Flytta sør pga fordygn										
Desinfeksjon av prøvetakingsutstyr	Des. middel			Konsentrasjon/virketid			Dato/sign.					
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna				Signatur:								

s. 2/2

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

Kunde	MOWI				Lokalitet/P.nr	Aukrasanden / 12988						
Dato	15.05.19				Toktleder							
Prøvetaking	START:		SLUTT:		Alt Personell							
Vær					Sjøtemperatu r							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab;	Sil;	Eh;	pH:	pH- kalibrering:	Sjø; Eh:	pH:					
Stasjon nr/navn	1 AUK-4				2 AUK-5				3 AUK-REF			
Posisjon N / Ø	62°42.131 16°55.671				62°47.142 16°56.037				62°46.392 16°55.656			
Dybde (meter)	112				170				153			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	3	1	1		3	1	1		1	1	1	
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	JA	JA	JA		JA	JA	JA		JA	JA	JA	
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	JA	JA	JA		JA	JA	JA		JA	JA	JA	
Volum (cm)	4	4	5		9	10	10		10	8	10	
Antall flasker	1	1	2		1	1	2		1	2	2	
pH	7.88	-	-		7.76	-	-		7.85	-	-	
Eh (mV)	212	-	-		232	-	-		235	-	-	
Sediment	Skjellsand											
	Sand	1	1			1	1			1	1	
	Grus						2					
	Mudder											
	Silt	2	2									
	Leire											
Farge	Lys/Grå (0)	0	0			0	0			0	0	
	Brun/Sort (2)											
Lukt	Ingen (0)	0	0			0	0			0	0	
	Noe (2)											
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)	0	0			0	0			0	0	
	Myk (2)											
	Løs (4)											
Merknader / avvik:					CTD							
Desinfeksjon av prøvetakingsutstyr	Des. middel	Viracid			Konsentrasjo n/virketid	1% / 1 t			Dato/sign.	15.05.19		
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur: 							

Vedlegg 2 - Analysebevis



Prøvingsrapport



Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-07-09
Prøve nr P1902836
Versjon 1
Analyseperiode 2019-05-27 - 2019-07-09
PO.nr/Ref.nr 19062

P1902836-01

Prøvetaking 2019-05-15	Analyse start 2019-05-28	Analyse slutt 2019-07-09	Prøvetaker Kunde	Objekt Sediment
Prøvested, navn Aukrasanden	Prøvetype Sedimenter fra saltvann	Merking AUK-1, 19062		

Parameter	Metode	P1902836-01	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	1100	mg/kg TS	±260	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	7.2	mg/kg TS	±2.1	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	27	mg/kg TS	±5.4	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	1700	mg N/kg TS	±250	
Tjærestoff	NS 4764	65	g/100 g	±4.5	
Glødestap	NS 4764	3.7	% av TS	±0.15	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	1.5*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	93*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	6.6*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	23.5*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	5800*	mg/kg TS		

^a Utført av Pjellab, TEST 081

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

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

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

Side 1 av 5

Prøvingsrapport

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-07-09
Prøve nr P1902836
Versjon 1
Analyseperiode 2019-05-27 - 2019-07-09
PO.nr/Ref.nr 19062

P1902836-02

Prøvetaking 2019-05-15	Analyse start 2019-05-28	Analyse slutt 2019-07-09	Prøvetaker Kunde	Objekt Sediment
Prøvested, navn Aukrasanden	Prøvetype Sedimenter fra saltvann	Merking AUK-2, 19062		

Parameter	Metode	P1902836-02	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	280	mg/kg TS	±71	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	3.4	mg/kg TS	±1	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	9.2	mg/kg TS	±1.8	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	270	mg N/kg TS	±41	
Tørrestoff	NS 4764	75	g/100 g	±5.3	
Glødestap	NS 4764	0.59	% av TS	±0.02	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	1.3*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	97*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	1.7*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	19.1*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	1300*	mg/kg TS		

^a Utført av Kjellab, TEST 081

P1902836-03

Prøvetaking 2019-05-15	Analyse start 2019-05-28	Analyse slutt 2019-07-09	Prøvetaker Kunde	Objekt Sediment
Prøvested, navn Aukrasanden	Prøvetype Sedimenter fra saltvann	Merking AUK-3, 19062		

Parameter	Metode	P1902836-03	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	340	mg/kg TS	±84	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	3.2	mg/kg TS	±0.95	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	11	mg/kg TS	±2.1	

Tabellen fortsetter på neste side...

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

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

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

Side 2 av 5

Prøvingsrapport

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-07-09
Prøve nr P1902836
Versjon 1
Analyseperiode 2019-05-27 - 2019-07-09
PO.nr/Ref.nr 19062

Fortsettelse fra forrige side

Parameter	Metode	P1902836-03	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	390	mg N/kg TS	±59	
Titrstoff	NS 4764	75	g/100 g	±5.3	
Glødetap	NS 4764	0.87	% av TS	±0.02	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	2.1*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	99*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	<1.0*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	20.0*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	2400*	mg/kg TS		

^a Utført av Bjellah, TEST 081

P1902836-04

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-05-15	2019-05-28	2019-07-09	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merking		
Aukrasanden	Sedimenter fra saltvann	AUK-4, 19062		

Parameter	Metode	P1902836-04	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	720	mg/kg TS	±180	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	6.0	mg/kg TS	±1.8	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	13	mg/kg TS	±2.7	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	510	mg N/kg TS	±76	
Titrstoff	NS 4764	76	g/100 g	±5.3	
Glødetap	NS 4764	0.99	% av TS	±0.02	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	2.7*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	96*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	6.9*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	21.0*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	3500*	mg/kg TS		

^a Utført av Bjellah, TEST 081

CFU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn

* = ikke akkreditert resultat

Laboratorier er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og forolkning av prøveresultater.

Måleusikkerhet fles ved henvendelse laboratoriet.

Resultater gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

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

Side 3 av 5

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-07-09
Prøve nr P1902836
Versjon 1
Analyseperiode 2019-05-27 - 2019-07-09
PO.nr/Ref.nr 19062

P1902836-05

Prøvetaking 2019-05-15	Analyse start 2019-05-28	Analyse slutt 2019-07-09	Prøvetaker Kunde	Objekt Sediment
Prøvested, navn Aukrasanden	Prøvetype Sedimenter fra saltvann	Merkning AUK-5, 19062		

Parameter	Metode	P1902836-05	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	530	mg/kg TS	±130	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	5.5	mg/kg TS	±1.7	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	13	mg/kg TS	±2.7	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	670	mg N/kg TS	±100	
Tørrestoff	NS 4764	73	g/100 g	±5.1	
Glødetap	NS 4764	1.6	% av TS	±0.02	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	3.6*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	90*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	6.9*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	22.7*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	5300*	mg/kg TS		

^a Utført av Fjellab, TEST 081

P1902836-06

Prøvetaking 2019-05-15	Analyse start 2019-05-28	Analyse slutt 2019-07-09	Prøvetaker Kunde	Objekt Sediment
Prøvested, navn Aukrasanden	Prøvetype Sedimenter fra saltvann	Merkning AUK-REF, 19062		

Parameter	Metode	P1902836-06	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	540	mg/kg TS	±130	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	7.6	mg/kg TS	±2.3	

Tabellen fortsetter på neste side...

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

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

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

Side 4 av 5

Prøvingsrapport

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-07-09
Prøve nr P1902836
Versjon 1
Analyseperiode 2019-05-27 - 2019-07-09
PO.nr/Ref.nr 19062

Fortsettelse fra forrige side

Parameter	Metode	P1902836-06	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	28	mg/kg TS	±5.5	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	910	mg N/kg TS	±140	
Titerstoff	NS 4764	65	g/100 g	±4.6	
Glødetap	NS 4764	2.3	% av TS	±0.093	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	7.7*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	91*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	1.6*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	22.5*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	5900*	mg/kg TS		

^a Utført av Bjellab, TEST 081

Informasjon vedr. forbehandlingsprosedyrer

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

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

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

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

Normalisert TOC blir beregnet etter $TOC(g/kg) + (18 \cdot (1 - (FINSTOFF/100)))$

Med vennlig hilsen

Siri Wefring
Laboratory Engineer
namdal@kystlab.no
Tlf: 74212440

Kopi til

dagfinn@akerbla.no, martin.hektoen@akerbla.no, embla@akerbla.no, ingvild@akerbla.no, dag.slettebo@akerbla.no, aril@akerbla.no,

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

Laboratorier er ikke akkreditert for prøveavvik eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.

Måleusikkerhet finnes ved henvendelse laboratorier.

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

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

Side 5 av 5

Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad

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

V3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

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

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

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

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

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

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

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

V3.2 Språkbruk: Endringer

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

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

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

V3.3 Endringer i NSI-grupper

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

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

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

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 sensitivitetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivitetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

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

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

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

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

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

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

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

V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

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

NQI-indeksen er gitt ved formelen

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

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

V4.4 Normalisering

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

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

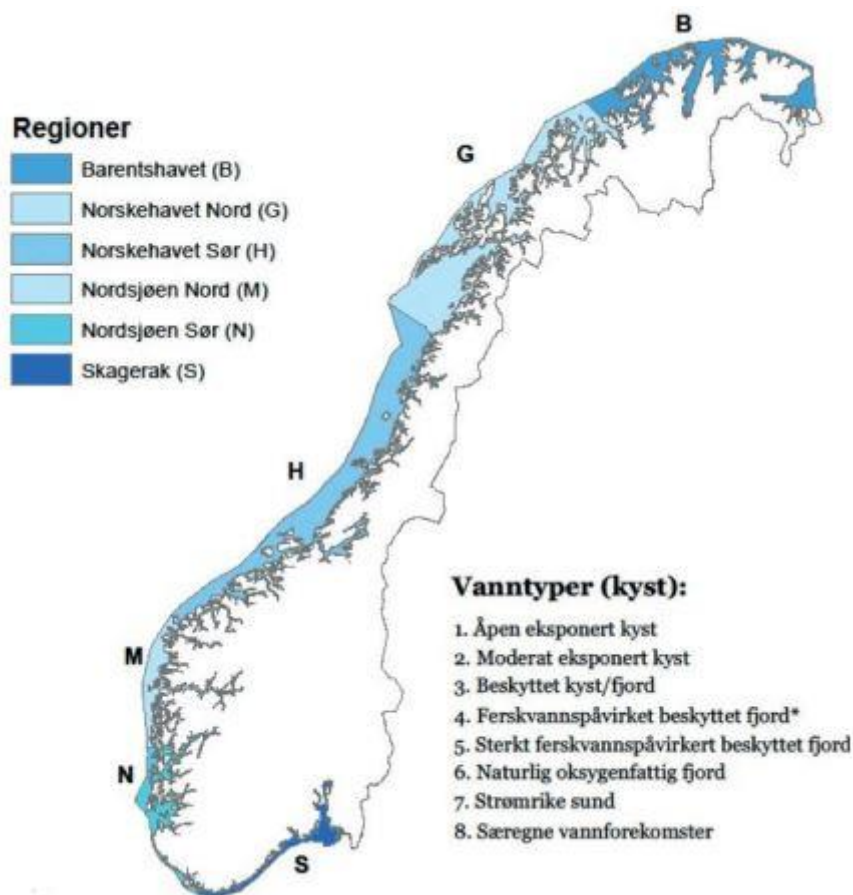
$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre verdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre grenseverdi + Klassens nEQR Basisverdi} \cdot 0,2$$

Vedlegg 5 – indeks for C1

Se kapittel 3.1.1.

Vedlegg 6 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V6.1-V6.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstand «*svært god*», grønn → «*god*», gul → «*moderat*», oransje → «*dårlig*» og rød → «*svært dårlig*». Bunnfauna klassifiseres ut i fra NS 9410 (2016; tabell V6.4) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2018 (2018) ved stasjoner utenfor anleggssonen.



Figur V6.1 Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

Tabell V6.1 Oversikt over klassegrenser og tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2018 (2018)

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerak	NQI	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-3	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(S1-3)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Skagerak	NQI	0.86 - 0.69	0.69 - 0.6	0.6 - 0.47	0.47 - 0.3	0.3 - 0
5	H	6 - 4	4 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(S5)	ES100	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
	ISI2012	11.8 - 7.6	7.6 - 6.8	6.8 - 5.6	5.6 - 4.1	4.1 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.94 - 0.75	0.75 - 0.66	0.66 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(N1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(N3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(M1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(M3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
1-3	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H1-3)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
4-5	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H4-5)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

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

Tabell V6.2 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 V6.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2018 (2018) og veileder M-608 (2016). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

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

* Tilstandsklasse

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

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

Tabell V6.4 Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS 9410:2016).

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

**Miljøtilstand*

Vedlegg 7 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved Aukrasanden (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 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 (E G)	AUK -1-1	AUK -1-2	AUK -2-1	AUK -2-2	AUK -3-1	AUK -3-2	AUK -4-1	AUK -4-2	AUK -5-1	AUK -5-2	AUK- REF-1	AUK- REF-2
Ampharete lindstroemi kompleks						1	1				5		2
Ampharete octocirrata	1					4	1			11	13	10	14
Ampharete sp.	1			2		2	1			2	3	1	1
Ampharetidae	1												3
Amphictene auricoma	2				1	13	5			6	9	2	4
Amythasides macroglossus	1									46	53	54	57
Aonides paucibranchiata	1			7	2					1		1	
Aphelochaeta sp.	2			2	3	1	2			4	1		9
Apistobanchus tullbergi	2												1
Aricidea catherinae	1			2									
Aricidea sp.	1			2	1	1	2			2	1	3	2
Capitella capitata kompleks	5	2849	1580	4		62	14	1765	1644	4			
Caulleriella sp.	3											1	1
Chaetozone setosa kompleks	4					19	40	1	1	15	14	14	9
Chaetozone zetlandica											2	1	
Chaetozone sp.	3			1	3					2	2	2	3
Cirratulidae	4	4	1										
Diplocirrus glaucus	2											2	2
Dipolydora sp.				1		2	1			16	2		
Drilonereis filum	2									3			
Eclysippe cf. eliasoni	1									8	3	3	2
Eteone flava/longa								1					
Euchone sp.	2									1			2
Euclymeninae	1										1		
Eupolymnia sp.													2
Exogone naidina	1											1	1
Exogone verugera	1			1						1	1	1	3
Flabelligeridae	2										1	1	1
Galathowenia oculata	3			22	25	251	205			10	9	8	14

Glycera alba	2					2		1	1				
Glycera lapidum kompleks	1			4	3	3	3	1		8	4	4	5
Glycera sp.	2		1										
Goniada maculata	2				1	6	2	2		1	1	1	
Harmothoe sp.	2												1
Hauchiella tribullata	1					1	1			1			
Hesionidae	2					1					2		1
Heteroclymene robusta	1											1	2
Heteromastus filiformis	4									1			
Isocirrus planiceps										3	1	1	1
Jasmineira sp.	2											1	1
Laonice sarsi	1											1	1
Laonice sp.	1									3	1	1	
Leaena ebranchiata					1					4	5	2	4
Levinsenia gracilis	2						1						
Lumbriclymene cylindrica										1			1
Lumbrineridae	2			1	3	2	5			10	8	12	6
Malacoceros fuliginosus	5	11											
Malacoceros jirkovi										8	1	3	4
Maldanidae	2						1						
Malmgrenia mcintoshi													1
Mediomastus fragilis	4			1		2				3			
Melinna albicincta											1	3	5
Melinna elisabethae	2									3	9	13	6
Myriochele sp.	2			16	2	1					1		
Neoleanira tetragona	3											1	
Nephtys caeca	2				1								
Nephtys hombergii	2					2							2
Nephtys hystricis	2									1	1		
Nephtys sp.	2		1			2							
Nicomache sp.	1				1								
Nothria conchylega	1				2	1					6	2	4
Notomastus latericeus	1			3	3	1	1			12	13	7	14
Owenia borealis	2	3		6	10	22	20				4	1	
Oxydromus vittatus	3								1				
Paradiopatra quadricuspis	1												2
Paradoneis lyra	2			7	4	4	6			16	8	13	8
Paramphinome jeffreysii	3	19	8	5	10	99	105	14	17	99	128	19	42
Paramphitrite tetrabranchia	1					1	1				1	1	1
Paranaitis kosteriensis													1
Paranaitis cf. uschakovi													1

Parexogone hebes	1												1
Pectinariidae (Pectinaria sp.)	1					3							
Pholoe baltica	3	5	1	2	6	15	10	1	9	10	24	5	12
Pholoe pallida	1					5	2			2			1
Phyllodoce groenlandica	3					1			1				1
Phyllodoce mucosa	5							2			2		
Phylo grubei												1	
Pista mediterranea	2									2	2		4
Pista sp.				2	4	2	1			4	3	3	1
Poecilochaetus serpens										1			2
Polycirrus plumosus	2									1	3		
Polycirrus sp.	1										3	1	2
Praxillella affinis	1			1		3	1			6		1	
Praxillella praetermissa	2					1	1			1			
Prionospio cirrifera	3									8	2	2	2
Prionospio dubia	1					1	1			1	2	1	2
Prionospio fallax	2				1	1	5			4		7	5
Prionospio plumosa		12	1					17	22				
Prionospio sp.	3			1	1	2	5						
Proclea graffii	2												1
Protomystides exigua												1	
Pseudopolydora antennata	3									3			
Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4					1	1				1		
Rhodine loveni	2									1			
Sabella pavonina											1		
Sabellidae	2			4	4	2	2			8	2	4	5
Samytha sexcirrata	1											1	
Scalibregma inflatum kompleks	3				1							1	
Scolecipis sp.	1									1	1		
Scoletoma fragilis	2									1			
Scoloplos sp.						2	3	1	4				
Siboglinidae	1			3	2	1	4			1		2	1
Sige fusigera	3					1				1	3		
Sosane wireni	1									2		1	
Sphaerodorum sp.	2										2		
Spiochaetopterus typicus	4												2
Spiophanes bombyx	2						2						
Spiophanes kroyeri	3			3	2	2	7			4	2	4	2
Spiophanes wigleyi	1			10	7	1	5			15	10	10	24
Streblosoma bairdi	2									1			
Streblosoma intestinale	1			3	4	2				12	6	3	7
Syllis cornuta	3										1		
Terebellidae	1				1						1	1	1

Terebellides shetlandica					2				3	3	8	4
Tharyx killariensis	2		1	4	1				5	3	8	18
Trichobranchus glacialis	1									2		3
Trichobranchus roseus	1				1				1			
Echiurus echiurus										1		
Oligochaeta	5										2	
Abra nitida	3				2	2		1	1	2		
Adontorhina similis	2		1	1					1	2	2	2
Axinulus croulinensis	1								1	1	1	1
Bathyarca pectunculoides	1											1
Cardiomya costellata	1								2			1
Cuspidaria obesa	2								1			1
Delectopecten vitreus	3											1
Kelliella miliaris	3		1							3	3	
Kurtiella tumidula	1									1		
Lyonsia norwegica			1	2							1	
Mendicula ferruginosa	1		6	21	2	3			28	11	16	13
Mendicula sp.						1					2	
Myrtea spinifera	2				1	1						
Parathyasira equalis	3									1	1	2
Parvicardium minimum	1			1	1					1		
Tellimya ferruginosa	2				1	1				1	1	
Tellimya tenella	2										2	
Thracia sp.	2					1						
Thyasira flexuosa	3				5	2						
Thyasira obsoleta	1		3	4						5	3	2
Thyasira sarsii	4	7	3	1	8	4	6	9	7	9	2	1
Timoclea ovata	1								1			
Tropidomya abbreviata	1				1	1						
Yoldiella nana	3									1	1	
Yoldiella philippiana	1		1						1			1
Anatoma crispata												1
Cylichna cylindracea	2			3						1		
Eulimidae												1
Euspira pallida	2									1		
Haliella stenostoma	2					1						
Hermania sp.	2				1	2						
Retusa umbilicata	4					3				1		
Tritia incrassata								1				
Leptochiton asellus	1									4		
Leptochiton sarsi				1					1		1	
Antalis entalis	1		1	2	4	2			2	3	1	2
Antalis occidentalis	1			1								
Entalina tetragona	1										1	
Pulsellum lofotense						2			1	3		

Caudofoveata	2			1	1	5	3			3	3	4	1
Falcidens crossotus					2	8	8			10	7	7	11
Scutopus ventrolineatus	2									1	1	2	
Solenogastres										1	2		
Amphipoda	2											2	1
Ampelisca sp.	1											1	
Ampeliscidae										1			
Byblis sp.										1	1	1	
Caprella sp.	3									1			
Caprellidae		1							2				
Haploops sp.													9
Harpinia sp.	3				1	12	6					1	
Hippomedon denticulatus	1							1					
Hippomedon propinquus	2				1	2				1	2		2
Jassa falcata		1											
Liljeborgia sp.													1
Medicorophium affine												2	
Nototropis nordlandicus													1
Unciola planipes							2				1	1	9
Urothoe elegans				2	2							1	2
Westwoodilla caecula	1						1	1					
Diastylidae	1						1		1				
Diastylodes biplicatus	1								4				
Hemilamprops roseus	1											1	
Paguridae	1									1			
Pagurus bernhardus	2							1					
Gnathia dentata													1
Janira maculosa	1												1
Natatolana borealis	1												1
Nebalia sp.	5		1										
Sarsinebalia typhlops													2
Tanaidacea	1						1				2	1	4
Apseudes spinosus	1											3	
Nymphon sp.											1		
Calanoida		2	1	x	1	x	x		2	x	4	x	x
Amphipholis squamata	1											1	3
Amphiura chiajei	2									4	1	1	1
Amphiura filiformis	3			4	3	9	11			4	7	3	12
Ophiura carnea											1	1	1
Ophiura sarsii	2												1
Ophiura sp.	2					2	1		1	2	5	3	9
Brissopsis lyrifera	2											1	
Echinocardium flavescens	1										1		

Echinocardium sp.	3						1						
Echinocyamus pusillus	1					1							
Holothuroidea	1			1			1			1	2		1
Labidoplax buskii	2			3	1	55	38			9	9	5	5
Leptosynapta decaria					1						1		
Panningia hyndmani				1						2		4	1
Pseudothyone raphanus					2		1			1	2	2	
Thyone fusus					1								2
Cerianthus lloydii	3					2	1					1	
Edwardsiidae	2			1						2			
Epizoanthus incrustatus												6	3
Nematoda		xx	xxx	4	x	x	x	x	xx	x	x	x	x
Nemertea	3			2	1	1	3	2		2	2	4	3
Sipuncula	2				1						2		2
Golfingia sp.	2									1	1		2
Onchnesoma steenstrupii	1						1			4	3	9	7
Egg/eggmasse		xx	x					xx	xx				
Foraminifera						x	x			x		x	x
Epimeria parasitica							1					1	
Hirudinea							1						
Hemilamprops sp.								1					
Pleurogonium sp.											1		2

Vedlegg 8 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved er presentert fra overflaten til like over bunnen (Tabell V8.1).

Tabell V8.1 CTD-data fra Aukrasanden

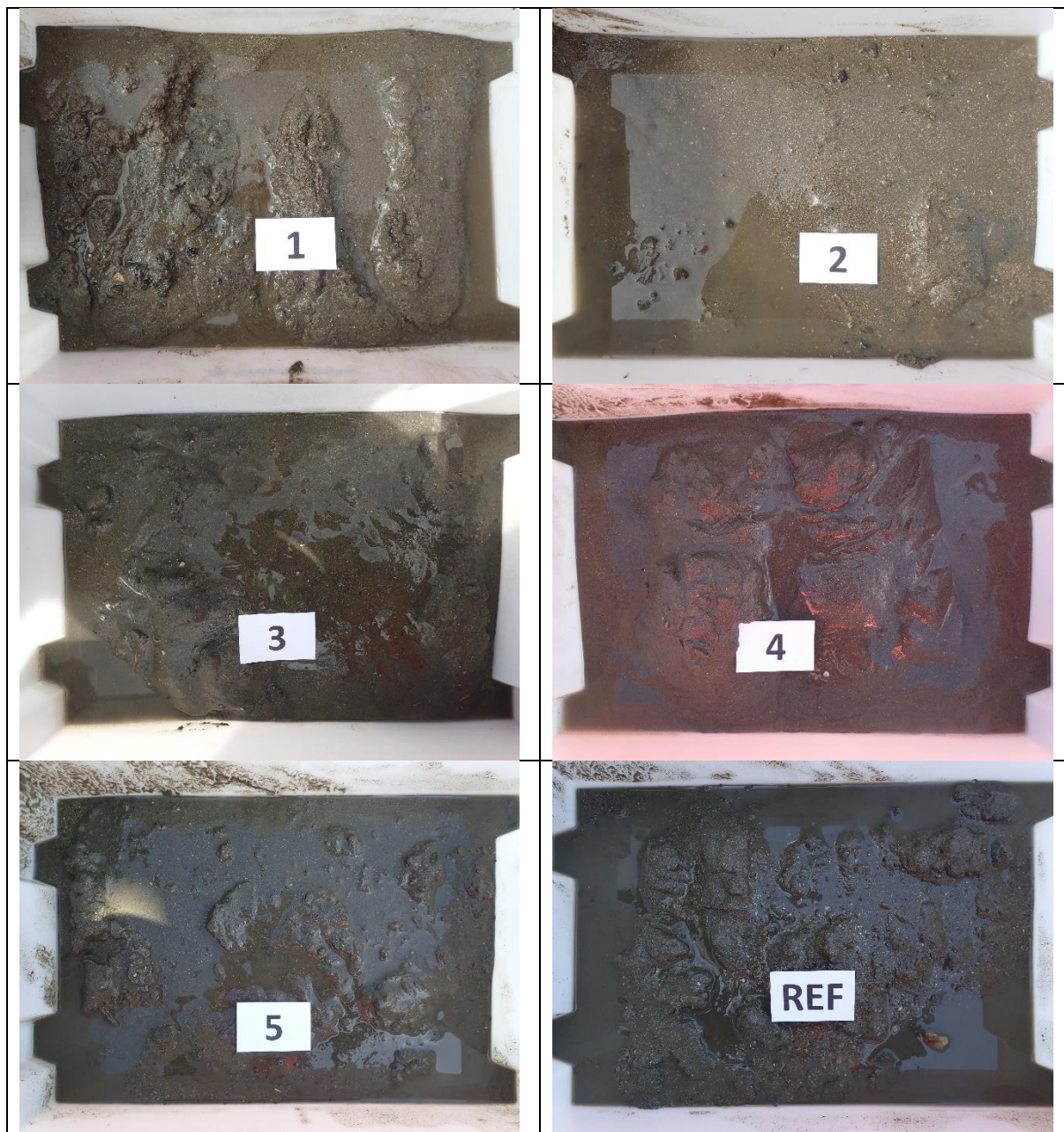
Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
32	9,2	93,1	8,92	0,1	14:26:12
32	9,2	93,7	8,98	0,1	14:26:14
32	9,2	92,9	8,90	0,3	14:26:16
32	9,0	91,7	8,83	1,2	14:26:18
32	8,9	91,3	8,81	1,1	14:26:20
32	8,9	92,1	8,88	1,3	14:26:22
32	8,7	91,3	8,83	2,3	14:26:24
32	8,6	91,4	8,86	3,5	14:26:26
32	8,5	91,4	8,87	4,8	14:26:28
32	8,4	91,7	8,91	6,1	14:26:30
32	8,3	92,5	8,99	6,7	14:26:32
33	8,3	92,7	9,02	7,3	14:26:34
33	8,1	93,0	9,05	8,3	14:26:36
33	8,0	93,2	9,08	9,5	14:26:38
33	8,0	93,3	9,09	10,6	14:26:40
33	7,8	93,5	9,13	11,9	14:26:42
34	7,7	94,0	9,19	12,7	14:26:44
34	7,6	94,1	9,21	13,9	14:26:46
34	7,5	94,9	9,31	15,1	14:26:48
34	7,4	94,2	9,25	17,0	14:26:50
34	7,3	93,3	9,18	19,4	14:26:52
34	7,2	93,2	9,18	21,3	14:26:54
34	7,2	93,2	9,18	22,7	14:26:56
34	7,2	93,4	9,20	23,4	14:26:58
34	7,2	92,7	9,13	24,9	14:27:00
34	7,1	91,6	9,02	26,9	14:27:02
34	7,1	91,1	8,98	28,9	14:27:04
34	7,1	90,2	8,90	30,7	14:27:06
34	7,1	89,3	8,81	32,8	14:27:08
35	7,0	88,8	8,76	34,9	14:27:10
35	7,0	88,4	8,72	36,9	14:27:12
35	7,0	87,9	8,67	38,8	14:27:14
35	7,0	87,5	8,63	40,8	14:27:16
35	7,0	87,4	8,62	42,6	14:27:18
35	7,0	86,8	8,56	44,3	14:27:20
35	7,0	86,6	8,54	46,1	14:27:22
35	7,0	86,0	8,48	48,3	14:27:24
35	7,0	85,5	8,43	50,7	14:27:26
35	7,1	85,2	8,38	53,1	14:27:28

35	7,1	84,7	8,33	55,5	14:27:30
35	7,1	84,1	8,27	57,9	14:27:32
35	7,1	83,8	8,23	59,7	14:27:34
35	7,1	83,5	8,21	61,2	14:27:36
35	7,1	83,5	8,20	61,8	14:27:38
35	7,1	83,1	8,17	62,4	14:27:40
35	7,1	82,3	8,08	64,5	14:27:42
35	7,1	81,8	8,02	66,6	14:27:44
35	7,1	81,6	8,01	68,4	14:27:46
35	7,1	81,5	8,00	70,5	14:27:48
35	7,1	81,3	7,98	72,5	14:27:50
35	7,1	81,2	7,96	74,6	14:27:52
35	7,1	81,0	7,95	76,5	14:27:54
35	7,1	81,1	7,95	78,5	14:27:56
35	7,1	80,9	7,94	80,3	14:27:58
35	7,1	80,8	7,93	82,0	14:28:00
35	7,1	80,8	7,93	83,7	14:28:02
35	7,1	80,6	7,91	85,5	14:28:04
35	7,1	80,5	7,90	87,2	14:28:06
35	7,1	80,4	7,90	89,2	14:28:08
35	7,1	80,3	7,89	91,2	14:28:10
35	7,1	80,3	7,89	93,2	14:28:12
35	7,1	80,2	7,88	95,2	14:28:14
35	7,1	80,3	7,89	97,2	14:28:16
35	7,0	80,2	7,88	99,2	14:28:18
35	7,0	80,3	7,89	101,2	14:28:20
35	7,0	80,2	7,88	103,2	14:28:22
35	7,0	80,1	7,88	105,2	14:28:24
35	7,0	80,1	7,87	107,2	14:28:26
35	7,0	80,2	7,88	109,2	14:28:28
35	7,0	80,2	7,88	111,1	14:28:30
35	7,0	80,1	7,87	113,0	14:28:32
35	7,0	80,2	7,88	114,8	14:28:34
35	7,0	80,2	7,88	116,6	14:28:36
35	7,0	80,1	7,87	118,5	14:28:38
35	7,0	80,2	7,88	120,4	14:28:40
35	7,0	80,1	7,87	122,3	14:28:42
35	7,0	80,2	7,88	124,1	14:28:44
35	7,0	80,2	7,88	126,0	14:28:46
35	7,0	80,2	7,88	127,9	14:28:48
35	7,0	80,3	7,89	129,8	14:28:50
35	7,0	80,5	7,90	131,7	14:28:52
35	7,0	80,6	7,91	133,5	14:28:54
35	7,0	80,7	7,92	135,3	14:28:56
35	7,0	80,8	7,93	137,2	14:28:58
35	7,0	80,9	7,94	139,0	14:29:00

35	7,0	80,9	7,94	140,9	14:29:02
35	7,0	80,8	7,93	142,8	14:29:04
35	7,0	80,8	7,93	144,6	14:29:06
35	7,0	80,8	7,92	146,4	14:29:08
35	7,0	80,9	7,93	148,1	14:29:10
35	7,0	80,8	7,93	149,8	14:29:12
35	7,0	80,8	7,93	151,6	14:29:14
35	7,0	80,9	7,93	153,4	14:29:16
35	7,0	80,9	7,94	155,1	14:29:18
35	7,0	80,9	7,93	156,9	14:29:20
35	7,0	81,0	7,94	158,2	14:29:22
35	7,0	81,0	7,94	159,8	14:29:24
35	7,0	80,9	7,94	161,5	14:29:26
35	7,0	80,9	7,94	163,2	14:29:28
35	7,0	80,9	7,94	164,8	14:29:30
35	7,0	81,0	7,94	166,5	14:29:32
35	7,1	81,0	7,94	168,3	14:29:34
35	7,1	81,0	7,94	170,0	14:29:36
35	7,1	81,1	7,95	171,7	14:29:38
35	7,1	81,0	7,94	173,5	14:29:40
35	7,1	81,1	7,95	174,8	14:29:42
35	7,1	81,3	7,97	175,2	14:29:44
35	7,1	81,4	7,98	175,4	14:29:46
35	7,1	81,5	7,99	175,4	14:29:48
35	7,1	81,4	7,98	175,8	14:29:50
35	7,1	81,1	7,95	176,4	14:29:52
35	7,1	80,9	7,94	176,9	14:29:54
35	7,1	81,2	7,96	177,0	14:29:56

Vedlegg 9 – Bilder av sediment

Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (Figur V9.1).



Figur V9.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer. Referansestasjonen er bare brukt i ASC-vurderingen.

ASC-vurdering

for

Aukrasanden



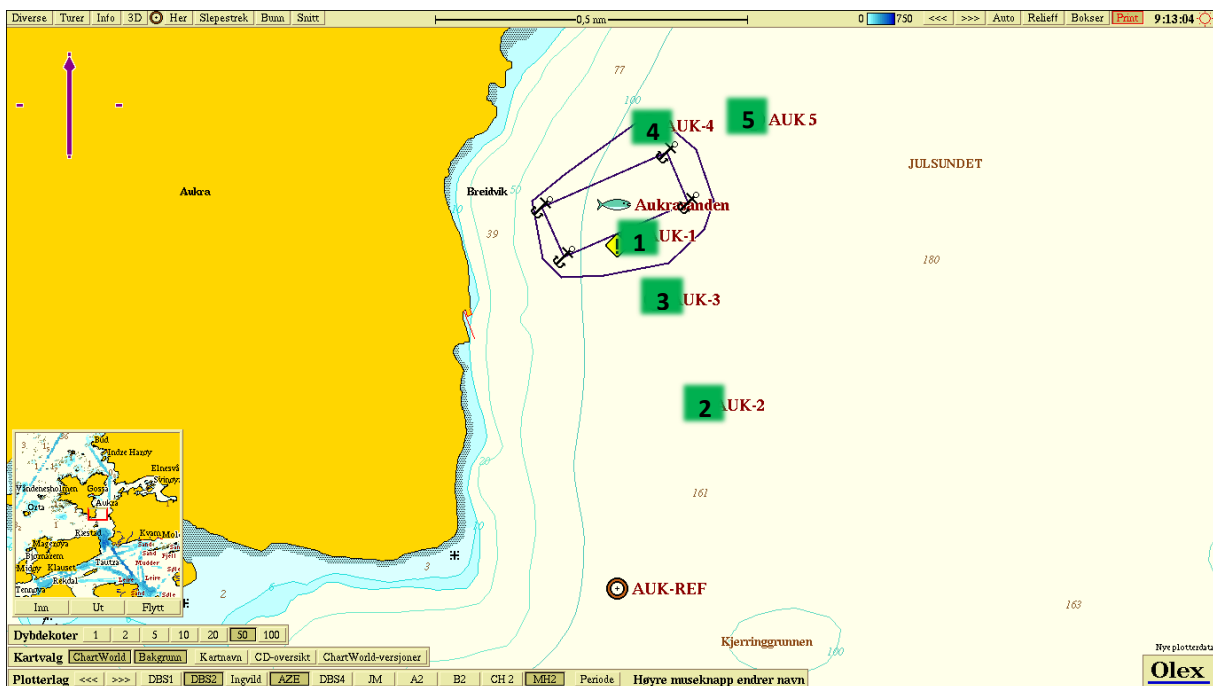
Feltarbeid
Oppdragsgiver

15.05.2019
Mowi Norway AS

V.10-1 Sammendrag

Denne rapporten omhandler en ASC- vurdering ved lokaliteten Aukrasanden i Aukra kommune, Møre og Romsdal (Figur V.10-1.1). Dette er gjort i forbindelse med sertifisering etter standarden til Aquaculture Stewardship Council (ASC). Formålet med denne vurderingen er å dokumentere miljøtilstanden og bunnforholdene med utgangspunkt i ASC Salmon Standard (2017). Til dette utfører Åkerblå AS akkrediterte tjenester i henhold til NS-EN ISO 16665 (2014).

Samtlige stasjoner viste tilstand akseptabel for alle parametere. De to stasjonene innenfor AZE (AUK-1 og AUK-4) viste en tydelig grad av påvirkning, og viste tilstand akseptabel kun etter sammenligning med referansestasjonen. Resultatene kan tyde på at AZE-sonen har en noe lenger utstrekkelelse mot nord enn anslått, da AUK-4 på grensen til sonen viste tydelig belastning. Samtlige stasjoner utenfor AZE viste meget gode forhold og virket hovedsakelig uberørte.



Figur V.10-1.1 Plassering av anleggsramme, antatt utstrekning av AZE (svart linje) og prøvestasjoner med vurdering av tilstand: Grønn = Akseptabel tilstand og rød = ikke akseptabel tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = AUK-1 osv). Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.

Forsidefoto: Ingvid Andersson

V.10-2 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.10-2.1). Utstrekningen av AZE sonen kan være utfordrende å bestemme, men er generelt definert som området som strekker seg 30 meter ut fra merdene, der hvor det ikke er definert en lokalitets-spesifikk AZE gjennom modellering.

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

Utenfor den tillatte sonen for påvirkning (u-AZE) skal redoks-potensialet (E_h) eller sulfidnivåene være tilfredsstillende, og faunaindekser skal indikere god til svært god økologisk kvalitet. Som standard vurderes disse faunaresultatene etter Shannon-Wiener indeksen som må ligge over 3.0 (tabell V.10-2.1).

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

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

Tabell V.10-2.1 Krav til reduksjonsoksidasjonspotensial (E_h), faunaindeks og kobberverdier (Cu) i henhold til ASC Salmon Standard (2017) fritt oversatt.

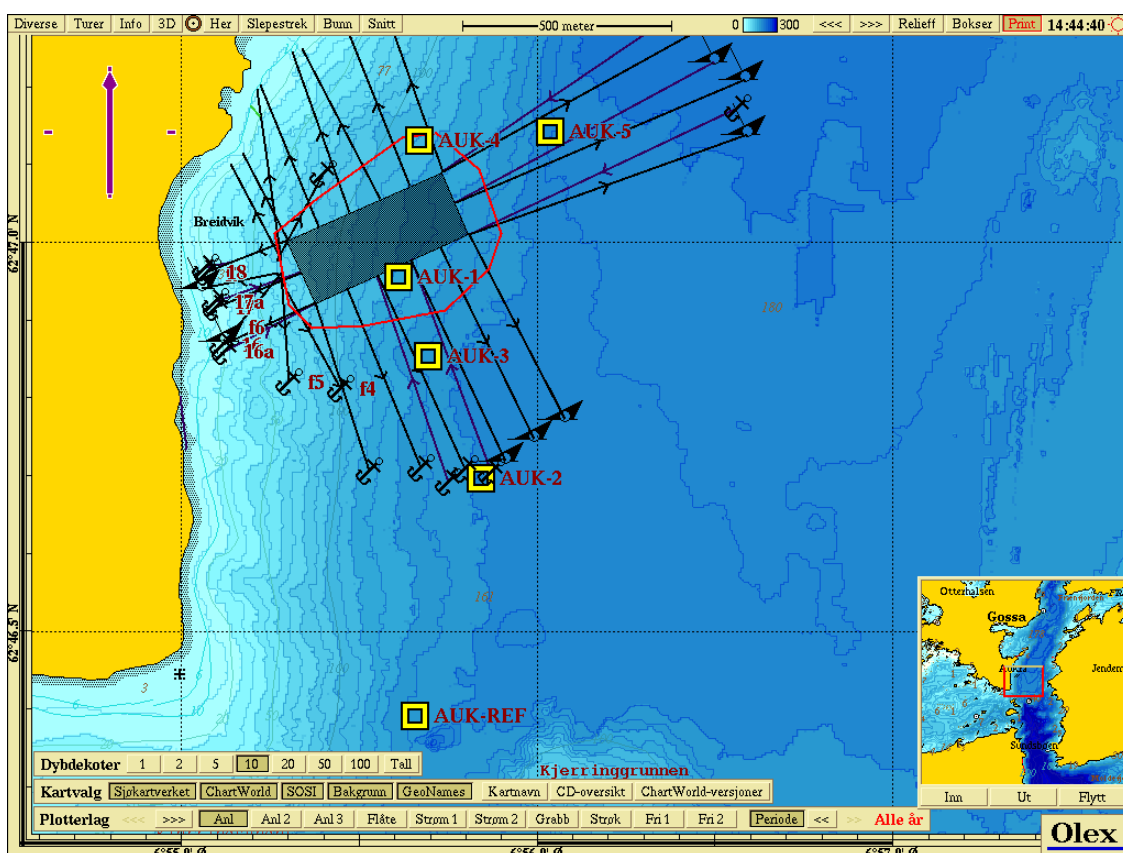
Indikator	Krav
E_h - eller sulfidnivå i sedimentet utenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	$E_h > 0$ millivolt (mV) eller sulfid $\leq 1,500$ mmol/L
Faunaindeks som indikerer god til høy økologisk kvalitet i sedimentet på utsiden av AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	AMBI verdi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

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

V.10-3 Metode

Metode for og gjennomføring av prøvetaking for ASC-vurderingen er tilsvarende som for C-undersøkelsen utført ved samme lokalitet. 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 fra strømforhold -styrke, -dybde og retning, bunntopografi og resultater fra andre lokaliteter med tilsvarende forhold. I nordlig retning ble AZE vurdert til å strekke seg maksimalt ca. 100 meter fra anleggsrammen, mens i sørlig retning ble den vurdert til å strekke seg maksimalt ca. 130 meter fra anleggsrammen

Med utgangspunkt i antatt AZE er stasjonene plassert med stasjon AUK-1 som nærstasjon ca. 30 meter fra merdkant (innenfor AZE). Stasjon AUK-4 er plassert ca. 90 meter nord for anlegget, men regnes innenfor AZE. Stasjon AUK-2 ble plassert i hovedstrømretningen ca. 540 meter utenfor anleggets ramme, og 400 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjon AUK-3 ble plassert i hovedstrømretning 220 meter utenfor anleggets ramme, og 120 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjonen AUK-5 ble plassert i et dypområde ca. 270 meter nordøst for anlegget og ca. 200 meter utenfor AZE. Referansestasjonen ble plassert 1000 meter sør for anlegget (figur V.10-3.1 og tabell V.10-3.1).



Figur V.10-3.1 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner (rektangler). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell V.10-3-1 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
AUK-1	-	30	123	i-AZE
AUK-2	-	540	162	u-AZE
AUK-3	-	220	153	u-AZE
AUK-4	-	90	112	i-AZE
AUK-5	-	270	170	u-AZE
AUK-REF	62°46.392'N / 6°55.656'Ø	1000	153	REF

V.10-4 Resultater

Det henvises til bunnfauna- og kjemiske analyser som allerede er utført for Aukrasanden som C-undersøkelse. I tillegg til disse ble det tatt en referansestasjon kun for ASC-undersøkelsen (kapittel V.10-4.1).

Samlet viste resultatene for vurderte kriterier viste tilstand «Akseptabel» for samtlige stasjoner i henhold til krav fastsatt i ASC-standard. Både AUK-1 og AUK-4 hadde kun én ikke-forurensningsindikerende art som var vanligere enn 100 individer/m², men begge viste tilstand «akseptabel» etter sammenligning med referansestasjonen (Tabell V.10-4.1).

Tabell V.10-4.1 Resultat for redokspotensial (Eh) målt i millivolt (mV), Shannon-Wiener faunaindeks (H') for fauna utenfor AZE (u-AZE), antall makrofauna taxa over 100 individer per m² (i-AZE), Antall ikke-forurensningsindikatorer som er likt eller flere i forhold til referansestasjonen (Ref. *) og mengde kobber (Cu) på lokaliteten. Tilstandsklasse etter krav i ASC-standard; A = Akseptabel, IA = Ikke Akseptabel, i.a = ikke analysert (STF 97:03, veileder 02:2018, ASC Salmon Standard 2017).

Stasjon	E _h		Fauna u-AZE		Fauna i-AZE		Cu	
	mV	TK	Verdi	TK	Antall	TK	mg/kg	TK
AUK-1					3	A		
AUK-2	423	A	4,844	A			3,4	A
AUK-3	426	A	3,734	A			3,2	A
AUK-4					4	A		
AUK-5	432	A	5,150	A			5,5	A
AUK-REF	435	-*	5,703	-*			7,6	-*

*Referansestasjonen klassifiseres ikke

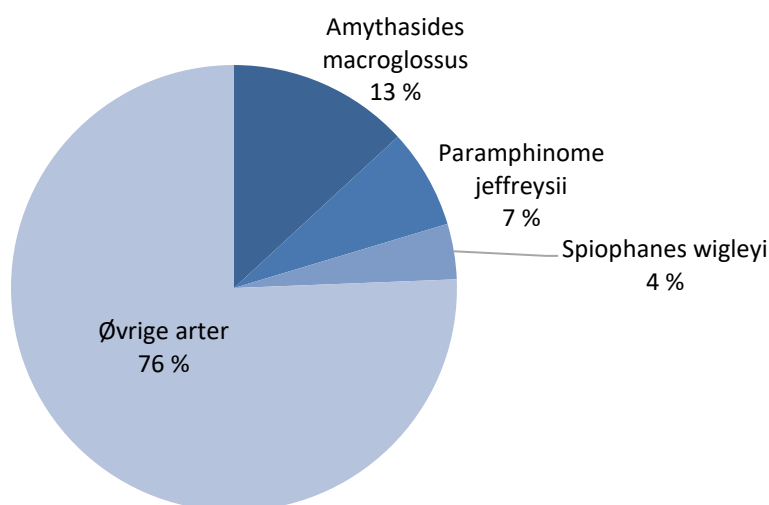
V.10-4.1 AUK-REF

Ved AUK-REF ble det registrert 845 individer fordelt på 141 arter (tabell V.10-4.1.1, tabell V.10-4.1.2 og figur V.10-4.1.1). Mange forurensingssensitive arter var vanlige ved stasjonen, og den hadde en shannon wiener-indeks på 5,75 og klassifiseres til tilstand «svært god» etter Veileder 02:2018.

Tabell V.10-4.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved AUK-REF oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	111	13,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	61	7,2
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1	34	4,0
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	29	3,4
<i>Tharyx killariensis</i>	2	26	3,1
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	24	2,8
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	23	2,7
<i>Galathowenia oculata</i>	3	22	2,6
<i>Notomastus latericeus</i>	1	21	2,5
<i>Paradoneis lyra</i>	2	21	2,5
Øvrige arter	-	473	56,0

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



Figur V.10-4.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved AUK-REF.

Tabell V.10-4.1.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V6.2).

Indeks	AUK-REF-1	AUK-REF-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	98	109	104	
N	366	479	423	
NQI1	0,857	0,850	0,853	0,948
H'	5,661	5,746	5,703	1,000
J	0,856	0,849	0,852	
$H'_{\max}$	6,615	6,768	6,691	
ES100	48,960	48,990	48,975	1,000
ISI	10,295	10,766	10,530	0,878
NSI	26,436	26,779	26,608	0,864
Grabbverdi				0,938

V.10-5 Diskusjon

Samtlige stasjoner viste tilstand akseptabel for alle parametere. Stasjonene innenfor AZE (AUK-1 og AUK-4) viste en tydelig grad av påvirkning, og begge hadde kun en art som hadde en høyere tetthet enn 100 individer per kvadratmeter. Begge stasjonene var likevel innenfor tilstand «akseptabel» etter sammenligning med referansestasjonen. Resultatene kan tyde på at AZE-sonen har en noe lenger utstrekkelelse mot nord enn anslått, da AUK-4 på grensen til sonen viste tydelig belastning. Stasjonene utenfor AZE viste meget gode forhold og virket hovedsakelig uberørte.

V.10-6 Litteraturliste

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

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

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

Åkerblå (2019). C-undersøkelse fra Aukrasanden.