

C-undersøkelse

NS9410:2016

for

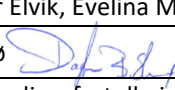
Gjervika



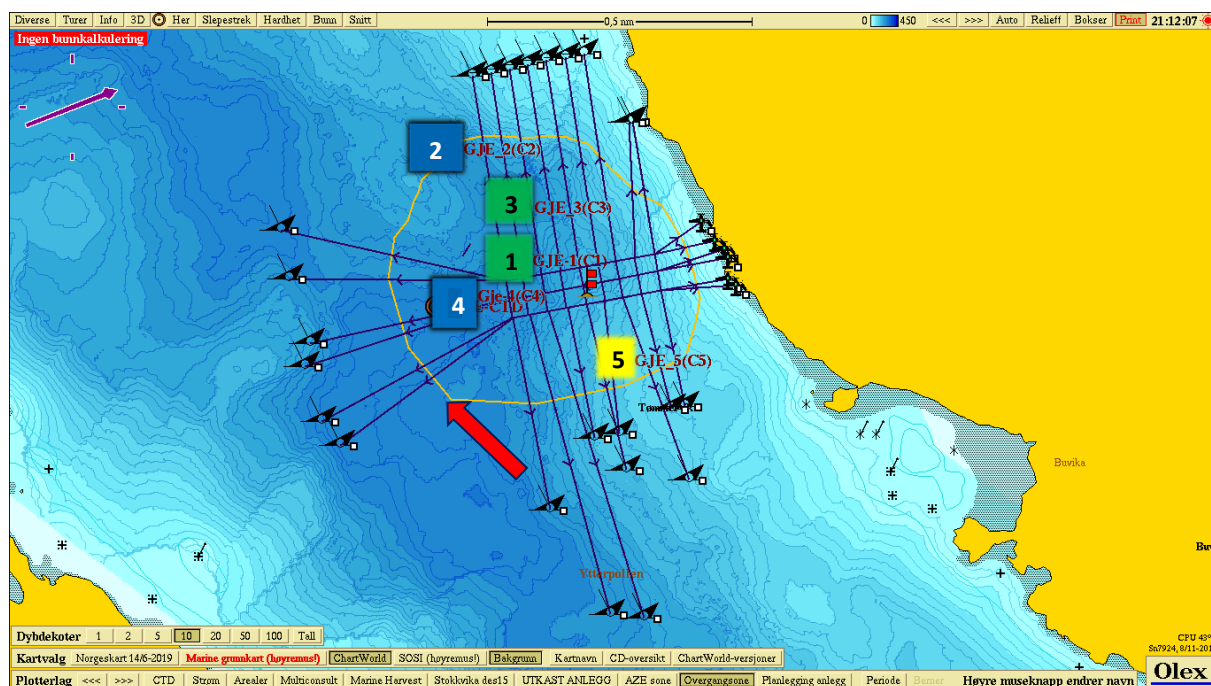
Tilstandsklasse II (God)

Feltarbeid
Oppdragsgiver

30.10.2019
Flakstadvåg Laks AS

C-undersøkelse for Gjervika		
Rapportnummer/Rapportdato	101621-01-001 / 20.08.2020	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
1	En ny prøvestasjon (GJE-5 NY) er tatt for å øke grunnlaget og minske datausikkerheten.	Evelina Merkyte
Lokalitet		
Lokalitet	Gjervika	
	MTB 4500 tonn	
	Tranøy, Troms fylke	
	Økoregion G (Norskehavet Nord) og vanntype 2 (Moderat eksponert kyst)	
Lokalitetsnummer	11365	
Oppdragsgiver		
Selskap	Flakstadvåg Laks AS	
Kontaktperson	Roy Alapnes	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Erik Schmidt Lindgaard	
Forfatter (-e)	Kristine Marit Schrøder Elvik, Evelina Merkyte	
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	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.	
Sammendrag		
Denne rapporten omhandler en C- undersøkelse ved lokaliteten Gjervika i Tranøy, Troms fylke. Det er ikke gjort C-undersøkelse tidligere ved lokaliteten, men stasjoner er plassert ved samme posisjon som ved ASC-undersøkelse utført i 2018. Det ble tatt fem stasjoner samt en referansestasjon som alle ble analysert for fauna og geokjemiske forhold. Undersøkelsen er tatt ved maksimal belastning ved tredje produksjonssyklus. Inneværende undersøkelse viste samlet god tilstand i overgangssonen. Det ble ikke funnet rester av naturlig organisk materiale i området, og geokjemiske parameter viste i hovedsak gode forhold både i overgangs- og ytterkant av overgangssonen. Det var flere forurensingssensitive arter til stede ved alle stasjoner, noe som bidrog til den gode økologiske tilstanden. Biodiversiteten var også på et relativt høyt nivå, men det bemerkes at det var en stasjon (GJE-5)* i overgangssonen som med hyppigst forekommende <i>Capitella capitata</i> viste moderat tilstand. Dette kan forklares av returstrøm og lavt prøvevolum på denne stasjonen (tabell 1; figur 1). Siden tidligere ASC-undersøkelse i 2018 har faunaforholdene endret seg ved en stasjon i overgangssonen, men ved resterende stasjonene både i overgangs- og i ytterkant av overgangssonen holdt biodiversiteten seg på relativt stabilt svært godt nivå. I 2018 ble bare kobberanalyse utført, og kobbernivået var relativt stabilt i hele området siden 2018 bortsett fra GJE-3 hvor tilstanden har endret seg fra bakgrunn til god. Neste undersøkelse skal etter NS9410 utføres etter hver tredje produksjonssyklus ved maks belastning. *Revisjon 1 omfatter nye prøver fra stasjon GJE-5 (Ny) for å øke datakvaliteten fra området. Resultatene viser at området sannsynligvis er i en bakevje, at den bør overvåkes videre og at dataene er tilstrekkelige til å avdekke de moderate driftsforholdene akkurat her (tabell 1).		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



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

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

Stasjon/ Parameter	GJE-2	GJE-3	GJE-4	GJE-5/GJE-5 NY*
Antall arter	151	150	155	67/58*
Antall individ	2626	4129	2231	2297/2149*
H'	Svært god	Svært god	Svært god	Dårlig/Dårlig*
nEQR	Svært god	God	Svært god	Moderat/(Moderat)*
Cu	Bakgrunn	God	Bakgrunn	Bakgrunn/Bakgrunn*
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	II GOD		Neste undersøkelse	Hver tredje produksjonssyklus

*parameter oppgitt for GJE-5 NY som ble tatt i juni 2020

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Gjervika. Formålet med undersøkelsen er 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.

Revisjon 1

Det ble tatt nye fauna- og kjemiprøver ved GJE-5 for å øke datasikkerheten. Forrige undersøkelse hadde noen variasjoner og ett litt lavere volum enn ønskelig. Det ble derfor tatt nye prøver for å undersøke om variasjonen var for stor og om det var andre steder hvor prøvene var mer representerbare for C-undersøkelsen.

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 GJE-1.....	19
3.1.2 GJE-2.....	21
3.1.3 GJE-3.....	23
3.1.4 GJE-4.....	25
3.1.5 GJE-5.....	27
3.1.6 GJE-5 NY	29
3.1.7 Samlet tilstandsverdi	31
3.2 HYDROGRAFI.....	32
3.3 SEDIMENTANALYSER	33
3.3.1 Sensoriske vurderinger	33
3.3.2 Kornfordeling.....	33
3.3.3 Kjemiske parametere.....	33
3.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	35
3.4.1 Bunnfauna	35
3.4.2 Sediment.....	36
3.4.3 Kjemiske parametere.....	36
4 DISKUSJON	37
5 LITTERATURLISTE.....	39
6 VEDLEGG	41
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	41
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	44
VEDLEGG 3 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	49
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	51
VEDLEGG 5 - REFERANSETILSTANDER	54
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE	58
VEDLEGG 7 – CTD RÅDATA	67
VEDLEGG 8 – BILDER AV SEDIMENT	76
VEDLEGG 9 – ASC-VURDERING	77

V.9-1 Sammendrag.....	78
V.9-2 Innledning	80
V.9-3 Metode.....	82
V.9-4 Resultater.....	84
V.9-5 Diskusjon	87
V.9-6 Litteraturliste	88

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 *Ccapitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2018 2018).

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

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

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

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra 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 8(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).

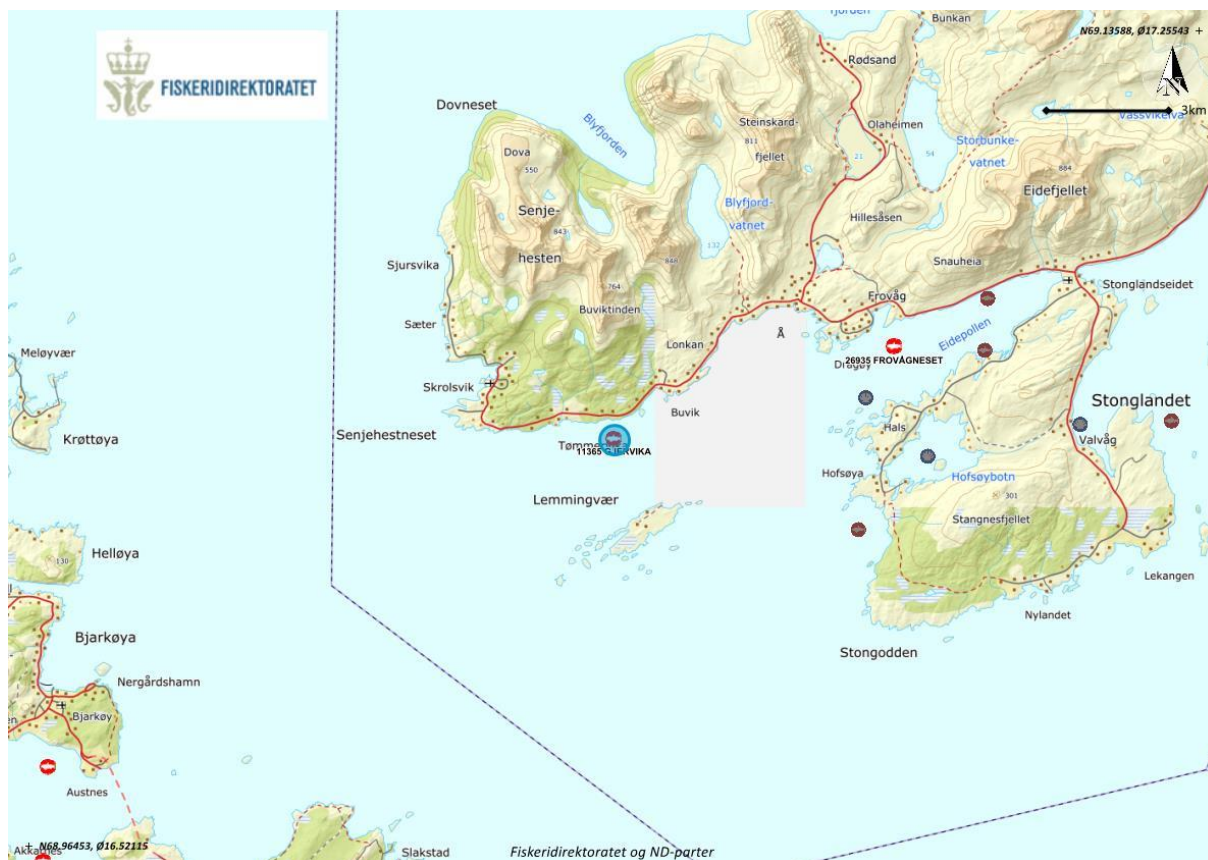
Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

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

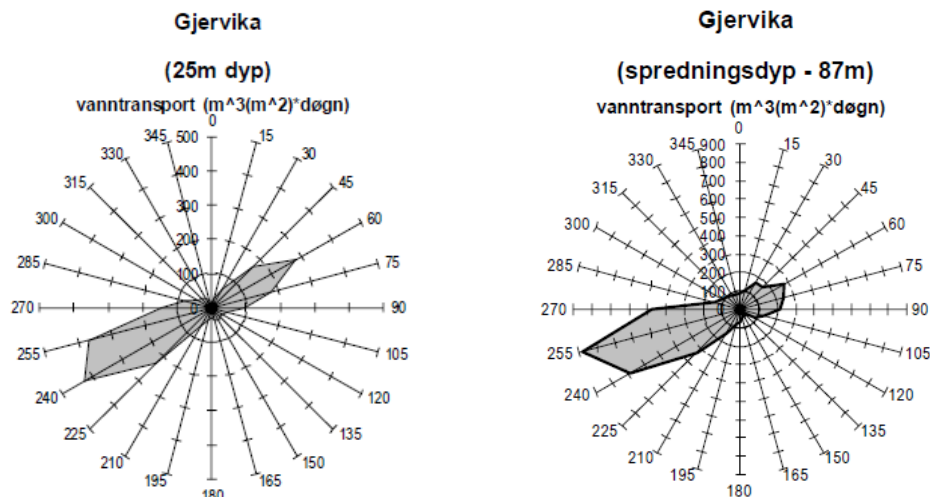
2 Materiale og metode

2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Gjervika ligger i Tranøy kommune i Troms fylke, sørvest for Senja, i sundet mellom Vågsfjorden og Andfjorden. Anlegget ligger over en renne hvor bunnen under skrår bratt ned fra 60 til 250 meter fra innerste ende av anlegget mot land og utover. I anlegget er det plass til 16 bur i fordelt på to rader. Burene i anlegget har en omkrets på 157 m og det har vært brukt kobberimpregnerte nøter ved både forgående og innværende produksjon (Flakstadvåg Laks pers. med.). Hovedtransporten av vann ved spredningsdypet (87 m) går mot Vest/sør-vest, med en svak returstrøm i motsatt retning (Akvaplan-niva, 2012). Denne undersøkelsen utført i henhold til krav i gjeldende utslippstillatelse (Troms Fylkeskommune, 2012).



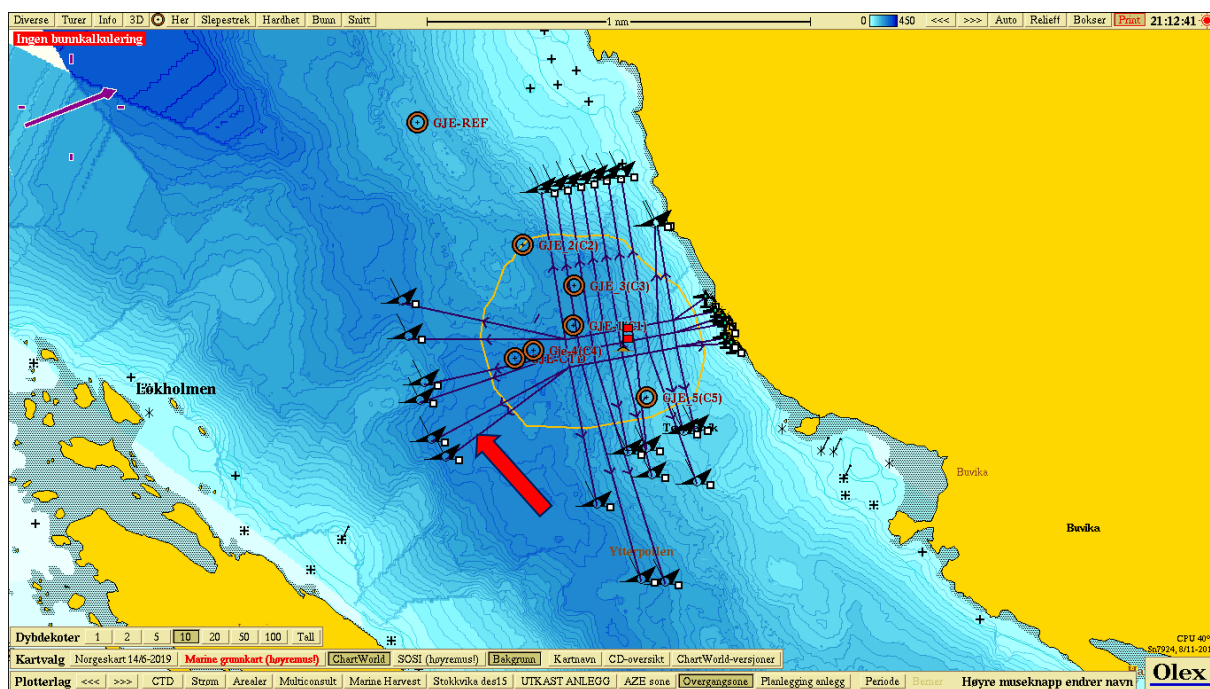
Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel). Nærliggende anlegg er markert med røde sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.



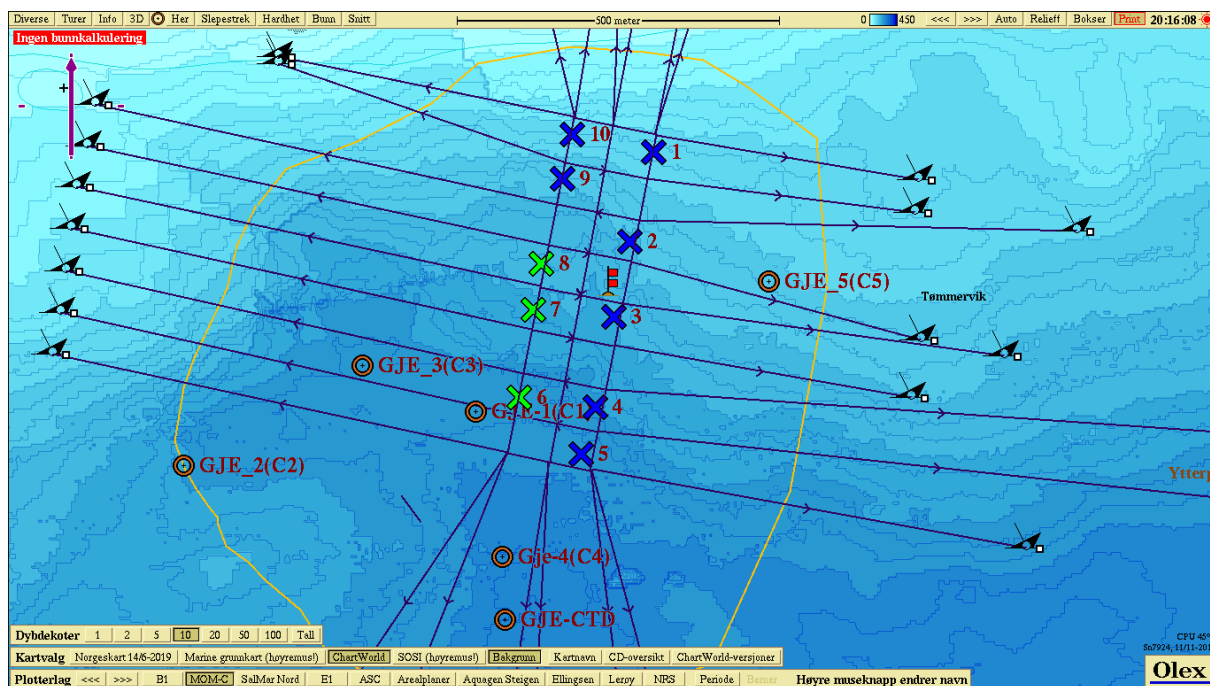
Figur 2.1.2 Strømforhold ved Gjervika. Fordelingsdiagrammene viser relativ vannfluks som angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i ulike himmelretninger. Målingene på 25 m (til venstre og på spredningsdyp (87 m, til høyre) (Akvaplan-Niva, 2012).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av krav i NS9410 (2016) med 5 stasjoner ved MTB på 4500 tonn. Overgangssonen er beregnet ut fra strømretning og bunntopografi. Stasjonene er plassert så langt det var mulig ved samme posisjon som forrige ASC-undersøkelse (Akvaplan-Niva, 2018), men enkelte justeringer ble gjort, enten for å møte krav fra NS9410 (2016), grunnet gjentatte mislykkede forsøk med grabben eller for å unngå konflikt med fortøyningslinjer.

GJE-1 (C1) stasjonen ble plassert ved anleggets sør-vestlige hjørne, i samme retning som forrige B-undersøkelse viste tegn til påvirkning (Marin Helse, 2016). GJE-2 (C2)-stasjonen ble plassert i retningen for hovedstrømmen, ca. 515 meter fra merdkanten. GJE-3 (C3)-stasjonen ble plassert ved anleggets vestlige side, i bunnen av en skråning hvor man kunne forvente seg akkumulering av organisk materiale. GJE-4 (C4)-stasjonen var den dypeste stasjonen, plassert rett sør for anlegget. Her ble det først gjort en CTD-måling, før stasjonen ble flyttet også tatt 100 meter nærmere anlegget, men på samme dyp som GJE-CTD-stasjonen (Begge oppgitte stasjoner i figur 2.1.3 og tabell 2.1.1 er de reelle stasjoner). GJE-5 (C5) ble plassert ved anleggets østside for å kunne fange opp eventuell påvirkning drevet med returstrømmen. Det ble etablert en referansestasjon med hensikt å representere de naturlige forholdene i resipienten til Gjervika (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).



Figur 2.1.3 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (brun runding), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Rød pil angir hovedretning for spredningsstrøm (relativ fluks). Nord er markert med fiolett pil og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



Figur 2.1.4 Anleggsplasing og fortøyningslinjer, B-undersøksstasjoner (kryss) og C-stasjonens innerste prøvestasjon (brune rundinger). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

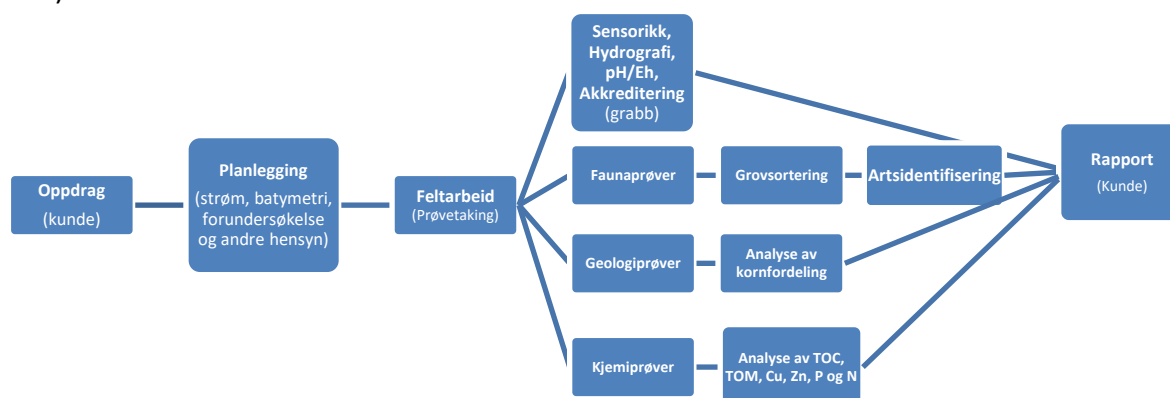
Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og som overgangssone (C3, C4 osv.). Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere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

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering
GJE-1	69°02.918'N / 16°52.985'Ø	70	220	FAU, KJE, GEO, PE	C1
GJE-2	69°02.872'N / 16°52.303'Ø	515	205	FAU, KJE, GEO, PE	C2
GJE-3	69°02.957'N / 16°52.721'Ø	260	225	FAU, KJE, GEO, PE	C3
GJE-4	69°02.796'N / 16°53.047'Ø	170	250	FAU, KJE, GEO, PE	C4
GJE-5/GJE-5NY*	69°03.027'N / 16°53.669'Ø	220	125	FAU, KJE, GEO, PE	C5
GJE-REF	69°02.628'N / 16°51.239'Ø	1280	160	FAU, KJE, GEO, PE	REF
GJE-CTD	69°02.744'N / 16°53.053'Ø	270	250	CTD	C5

*GJE-5 NY ble tatt i juni 2020 (på samme sted som i oktober 2019)

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/Størksen) 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	Frode Bjørklund	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Erik Schmidt Lindgaard/ Kristine Marit Schrøder Elvik	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Martin M. Hektoen, Evelina Merkyte, Øystein Stokland	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Evelina Merkyte	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Evelina Merkyte	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P	K-AS	K-AS	TEST 070	NS-EN ISO 17294-2
Total organisk karbon (TOC)*	K-AS	K-AS*	-	ISO 10694 mod./EN13137A
Kornfordeling	K-AS	K-AS	-	DIN 18123
Nitrogen	K-AS	K-AS	TEST 070	Intern metode

* Utført av underleverandør til Kystlab AS

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

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

Utrekningen av artsmangfold (ES_{100}) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2018 (2018). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2018 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (2018; vedlegg 5).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 5). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. I denne rapporten ble vurdering av stasjonen i overgangen anleggssone/overgangssone (GJE-1) gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi

(nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen.

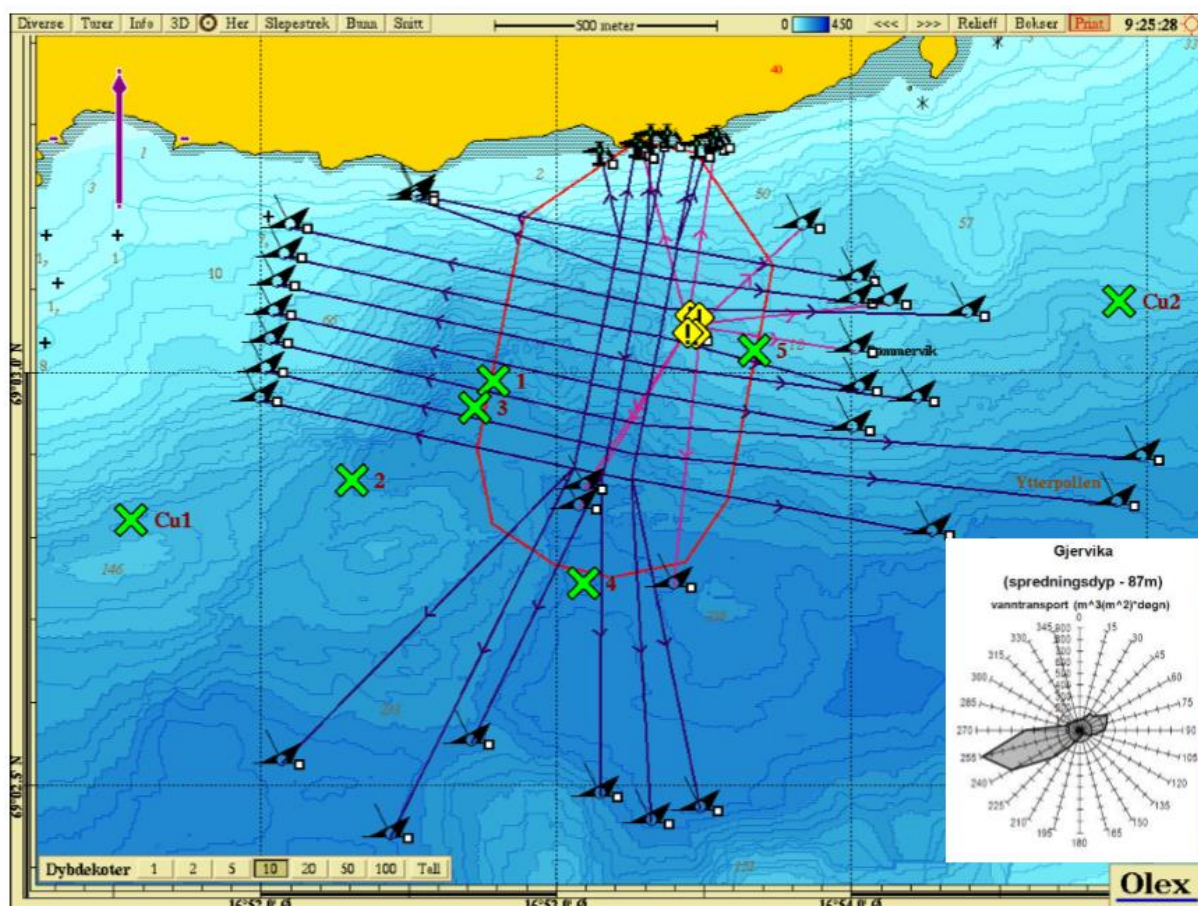
Veileder 02:2018 (2018) omtaler alle tilstander som *tilstandsklasser*, mens NS9410 (2016) omtaler det som *miljøtilstand*. I denne rapporten brukes *tilstand* om alle tilfeller hvor det for veilederen beskrives som tilstandsklasse og for NS9410 (2016) beskrives som miljøtilstand. Øvrige uttrykk er beholdt som skrevet i de respektive standarder og veiledere. I veileder 02:2018 brukes gjennomsnittlig nEQR-verdi som klassifiseringsgrunnlag per prøvestasjon. I NS94108 (2016) klassifiseres overgangssonen på bakgrunn av samlet stasjonsverdi. Åkerblå omtaler begge resultatformer for tilstandsverdi for enkelhetens skyld (Tabell 2.2.3).

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

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

2.3 Tidligere undersøkelser

Det har tidligere blitt utført en ASC-undersøkelse ved lokaliteten i 2018 (Akvaplan-Niva, 2019; figur 2.3.1 og tabell 2.3.1). Selv om stasjonsplasseringen har blitt noe justert, har sammenlignende stasjonene lik retning fra anlegget, relativt like dybde og avstand til anlegg. Dette er nok grunnlag for sammenligning, og alle stasjoner sammenlignes derfor direkte. Det bemerkes at for referansestasjon i 2018 ble utført bare kobberanalyse. Fullstendig oversikt er gitt i tabell 2.3.1.



Figur 2.3.1 Plassering av prøvestasjoner for miljøundersøkelse ASC utført i 2018. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

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

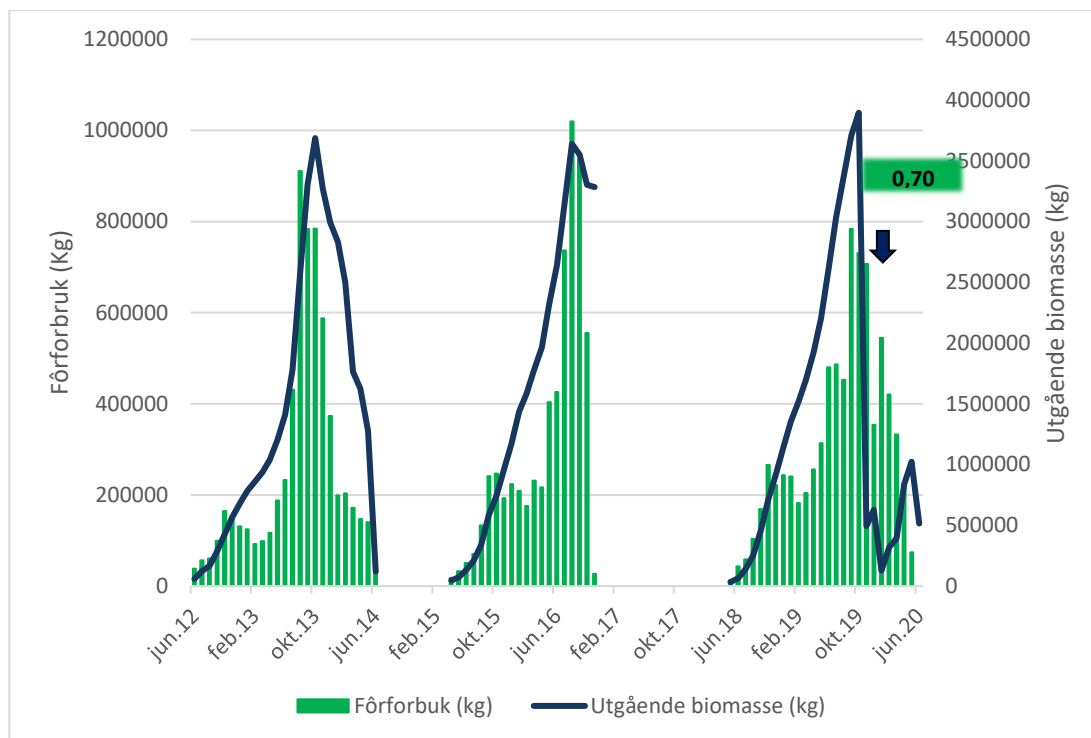
Plassering / År	2018	2019
Anleggssone	ASC1	GJE-1
Ytterkant overgangssone	ASC2	GJE-2
Overgangssone	ASC3	GJE-3
	ASC4	GJE-4
	ASC5	GJE-5/GJE-5 NY**
Referansestasjon*	CU1	GJE-REF

*kun kobberanalyse ble utført i 2018

** ble tatt på samme sted som i oktober 2019

2.4 Produksjon

Fisk på lokalitet ble satt ut i juni, juli og august 2018. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten omtrent 4026 tonn. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved samme tid omtrent 5247 tonn (figur 2.4.1 og tabell 2.4.1; Flakstadvåg Laks pers. med.).



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

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

Dato	Gen	Utfôret	Budsjett	%	Tilvekst	Merknader
30.10.2019	V/H-2018	5247 tonn	-	-	4336 tonn	

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion G (Norskehavet Nord) og vanntype 2 (Moderat eksponert kyst).

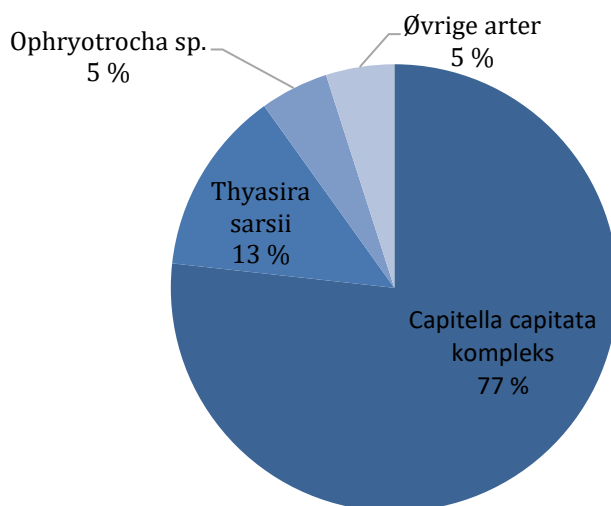
3.1.1 GJE-1

Ved GJE-1 ble det registrert 1617 individer fordelt på 20 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **tilstand 2 (god)**, da ingen enkeltarter utgjorde ≥ 90 % av totalt individantall.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved GJE-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	1 241	76,7
<i>Thyasira sarsii</i>	4	216	13,4
<i>Ophryotrocha</i> sp.	4	80	4,9
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	31	1,9
<i>Prionospio plumosa</i>	i.a.	19	1,2
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	13	0,8
<i>Abra nitida</i>	3	3	0,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	2	0,1
<i>Amphictene auricoma</i>	2	1	0,1
Nudibranchia	3	1	0,1
Øvrige arter	-	10	0,6

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 GJE-1.

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

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

Indeks	GJE-1-1	GJE-1-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	15	12	14	
N	873	744	809	
NQI1	0,379	0,348	0,364	0,260
H'	1,414	0,966	1,190	0,264
J	0,362	0,269	0,316	
H' max	3,907	3,585	3,746	
ES100	6,426	5,373	5,900	0,245
ISI	6,562	7,386	6,974	0,482
NSI	9,178	8,335	8,756	0,175
Grabbverdi				0,285

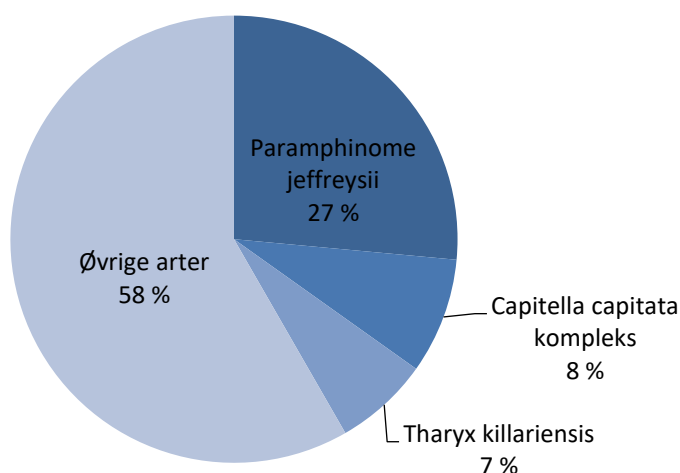
3.1.2 GJE-2

Ved GJE-2 ble det registrert 2626 individer fordelt på 151 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Med den hyppigst forekommende forurensningstolerante arten *Paramphinome jeffreysii* ble stasjonen klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved GJE-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>Paramphinome jeffreysii</i>	3	695	26,5
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	220	8,4
<i>Tharyx killariensis</i>	2	180	6,9
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	136	5,2
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	104	4,0
<i>Thyasira sarsii</i>	4	88	3,4
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	85	3,2
<i>Exogone verugera</i>	1	83	3,2
<i>Unciola planipes</i>	i.a.	65	2,5
<i>Streblosoma intestinale</i>	1	52	2,0
Øvrige arter	-	918	35,0

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 GJE-2.

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

Indeks	GJE-2-1	GJE-2-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	116	117	117	
N	1180	1446	1313	
NQI1	0,740	0,749	0,745	0,827
H'	4,696	4,927	4,812	0,924
J	0,685	0,717	0,701	
$H'_{\max}$	6,858	6,870	6,864	
ES100	34,550	36,440	35,495	0,909
ISI	9,760	10,144	9,952	0,853
NSI	21,318	21,345	21,331	0,653
Grabbverdi				0,833

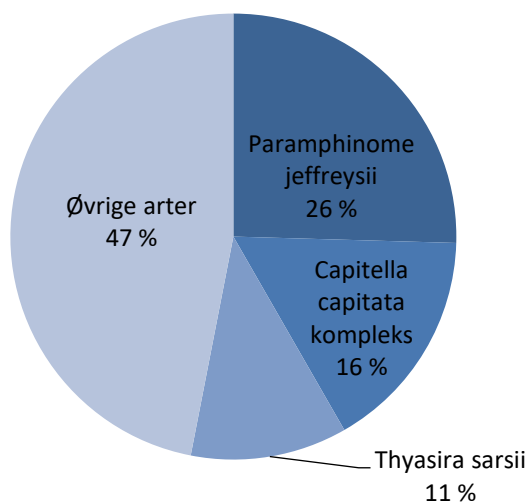
3.1.3 GJE-3

Ved GJE-3 ble det registrert 4129 individer fordelt på 150 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Med den dominerende forurensningstolerante arten *Paramphinome jeffreysii* ble stasjonen klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved GJE-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>Paramphinome jeffreysii</i>	3	1 051	25,5
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	671	16,3
<i>Thyasira sarsii</i>	4	469	11,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	334	8,1
<i>Exogone verugera</i>	1	182	4,4
<i>Abra nitida</i>	3	112	2,7
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	111	2,7
<i>Streblosoma intestinale</i>	1	63	1,5
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	56	1,4
<i>Ophelina</i> sp.	3	53	1,3
Øvrige arter	-	1 027	24,9

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



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

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

Indeks	GJE-3-1	GJE-3-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	110	117	114	
N	1887	2242	2065	
NQI1	0,696	0,709	0,703	0,761
H'	4,368	4,208	4,288	0,865
J	0,644	0,613	0,628	
$H'_{\max}$	6,781	6,870	6,826	
ES100	29,680	28,220	28,950	0,852
ISI	9,769	10,037	9,903	0,851
NSI	18,271	19,230	18,750	0,550
Grabbverdi				0,776

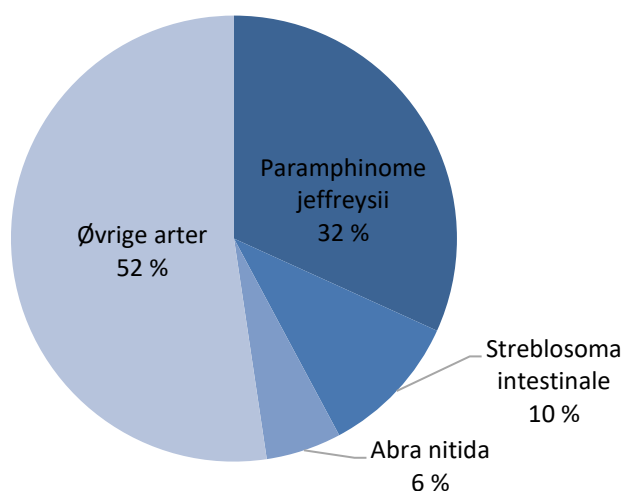
3.1.4 GJE-4

Ved GJE-4 ble det registrert 2231 individer fordelt på 155 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Med den hyppigst forekommende arten *Paramphinome jeffreysii* ble stasjonen klassifisert i midtre del av intervallet **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

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

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	709	31,8
<i>Streblosoma intestinale</i>	1	232	10,4
<i>Abra nitida</i>	3	122	5,5
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	90	4,0
<i>Eclysippe cf. eliasoni</i>	1	86	3,9
<i>Thyasira obsoleta</i>	1	77	3,5
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	55	2,5
<i>Kelliella miliaris</i>	3	44	2,0
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	42	1,9
<i>Exogone verugera</i>	1	34	1,5
Øvrige arter	-	740	33,2

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



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

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

Indeks	GJE-4-1	GJE-4-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	112	110	111	
N	1373	858	1116	
NQI1	0,804	0,847	0,826	0,917
H'	4,232	5,003	4,618	0,902
J	0,622	0,738	0,680	
$H'_{\max}$	6,807	6,781	6,794	
ES100	33,140	37,190	35,165	0,906
ISI	10,689	10,385	10,537	0,878
NSI	24,089	26,003	25,046	0,802
Grabbverdi				0,881

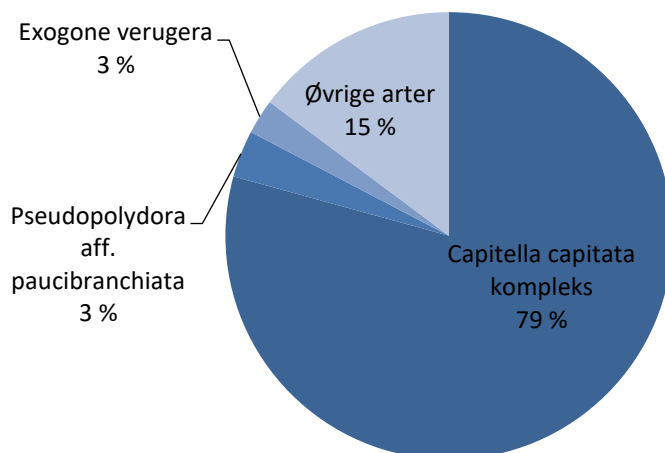
3.1.5 GJE-5

Ved GJE-5 ble det registrert 2297 individer fordelt på 67 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Med den dominerende forurensningsindikerende arten *Capitella capitata* ble stasjonen klassifisert i nedre del av intervallet for **moderat tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.5.1 De ti hyppigst forekommende artene ved GJE-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>Capitella capitata</i> kompleks	5	1 821	79,3
<i>Pseudopolydora</i> aff. <i>paucibranchiata</i>	4	78	3,4
<i>Exogone verugera</i>	1	58	2,5
<i>Tryphosites longipes</i>	1	32	1,4
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	29	1,3
<i>Tharyx killariensis</i>	2	23	1,0
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	21	0,9
<i>Pholoe baltica</i>	3	19	0,8
<i>Protomedea fasciata</i>	4	17	0,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	14	0,6
Øvrige arter	-	185	8,1

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 GJE-5.

Tabell 3.1.5.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	GJE-5-1	GJE-5-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	55	49	52	
N	998	1299	1149	
NQI1	0,517	0,478	0,497	0,411
H'	1,893	1,551	1,722	0,383
J	0,327	0,276	0,302	
$H'_{\max}$	5,781	5,615	5,698	
ES100	15,750	13,170	14,460	0,556
ISI	8,250	7,956	8,103	0,667
NSI	10,618	9,612	10,115	0,205
Grabbverdi				0,444

Grunnet nye strømmålinger og vurdering av disse ble LYB-8 opprettet på et senere tidspunkt (april 2020). Resultatene for bunndyrsanalysen er presentert her, men resultatene er ikke inkludert i utregningen til den samlede tilstandsverdien for området.

3.1.6 GJE-5 NY

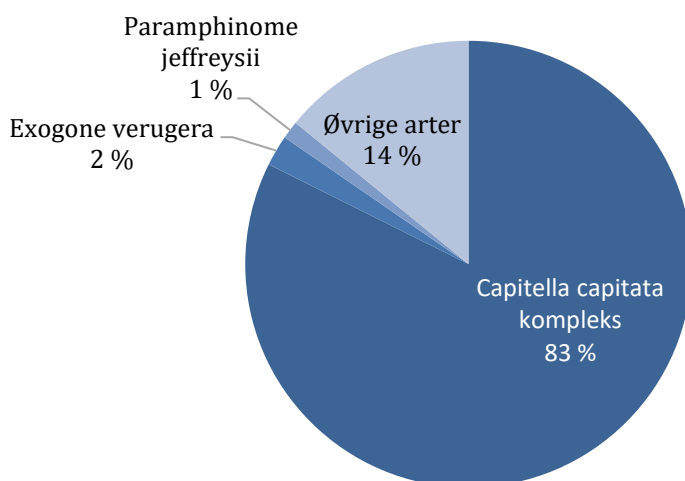
Grunnet ikke godkjente prøver for volum ved GJE-5 i tidligere undersøkelse i oktober 2019, ble det tatt prøver ved denne stasjon på nytt i juni 2020. Resultatene for bunndyrsanalysen er presentert her.

Ved GJE-5 ble det registrert 2149 individer fordelt på 58 arter (tabell 3.1.6.1, tabell 3.1.6.2 og figur 3.1.6.1). Med den dominerende forurensningsindikerende arten *Capitella capitata* ble stasjonen klassifisert i nedre del av intervallet for **moderat tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.6.1 De ti hyppigst forekommende artene ved GJE-5 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	1 770	82,4
<i>Exogone verugera</i>	1	48	2,2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	28	1,3
<i>Glycera lapidum</i> kompleks	1	27	1,3
<i>Amphictene auricoma</i>	2	23	1,1
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	23	1,1
<i>Tryphosites longipes</i>	1	21	1,0
<i>Thyasira sarsii</i>	4	17	0,8
<i>Ophelina</i> sp.	3	13	0,6
<i>Protomedea fasciata</i>	4	13	0,6
Øvrige arter	-	166	7,7

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



Figur 3.1.6.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved GJE-5 NY.

Tabell 3.1.6.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	GJE-5NY-1	GJE-5NY-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	46	47	47	
N	1146	1003	1075	
NQI1	0,478	0,494	0,486	0,396
H'	1,412	1,652	1,532	0,340
J	0,256	0,297	0,276	
$H'_{\max}$	5,524	5,555	5,539	
ES100	12,790	14,910	13,850	0,539
ISI	8,153	8,635	8,394	0,732
NSI	9,614	10,201	9,907	0,198
Grabbverdi				0,441

3.1.7 Samlet tilstandsverdi

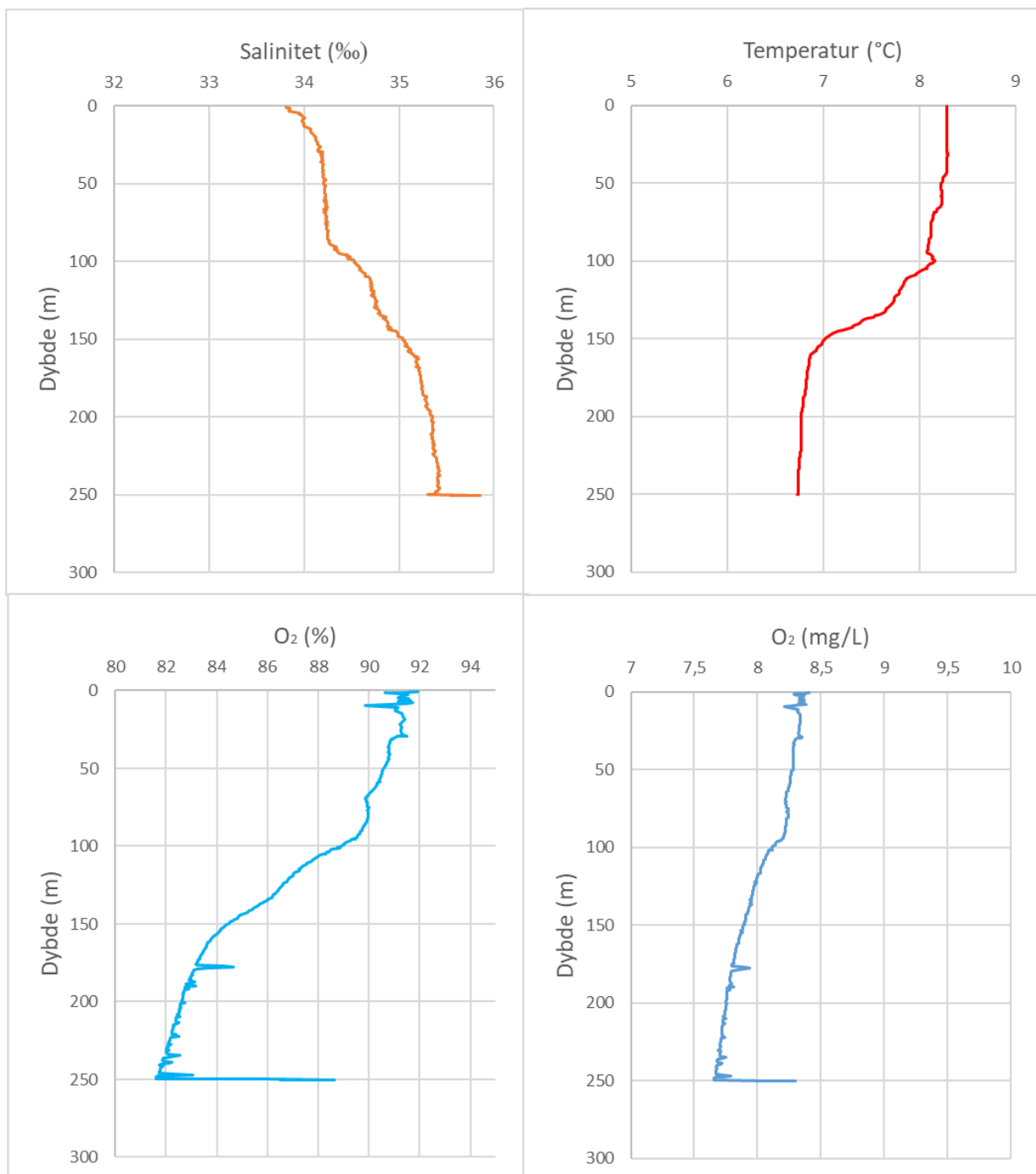
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av stasjonsverdien til C2-stasjon eller gjennomsnittet fra C3, C4 og C5 (tabell 3.1.7.1).

Tabell 3.1.7.1 Grabbverdi fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Grabbverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	GJE-2	0,833	Svært god (I)
Overgangssonen (C3, C4, osv.)	GJE-3	0,776	God (II)
	GJE-4	0,881	
	GJE-5	0,444	
	Snitt	0,700	

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen 100 meter sør for stasjon GJE-4, ved stasjon GJE-CTD (figur 3.2.1). Resultatene fra CTD-undersøkelsen viste at vannsøylen er relativt homogen ned til i underkant av 100 meters dyp. Ved denne dybden er det en markant reduksjon i temperatur og oksygenmetning samtidig som saliniteten øker. Oksygeninnhold og oksygenmetning er klassifisert til den beste tilstandsklassen 1 i henhold til tabell V5.3.



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

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

Sedimentet bestod i hovedsak av sand og skjellsand med innslag av silt ved enkelte stasjoner og grus ved enkelte stasjoner. Det ble ikke funnet lukt ved noen av stasjonene, fargen var lys og konsistensen var myk eller fast ved alle stasjoner. Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet), fôr eller fekalier, gassdannelse eller *beggiatoa*, bortsett fra små rester av fekalier/fôr på GJE-1 (vedlegg 8). Samtlige prøvehugg var godkjent bortsett fra ett som hadde lavt volum (Vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene i hovedsak bestod av sand, men også en del leire og silt (Tabell 3.3.2.1).

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

Stasjon	Leire og Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
GJE-1	7,7	92	<1
GJE-2	9,5	90	<1
GJE-3	11	89	<1
GJE-4	27	72	<1
GJE-5/GJE-5 NY*	2,5/15	97/84	<1/<1

*parameter oppgitt for GJE-5 NY som ble tatt i juni 2020

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
GJE-1	7,5	99	1	1/ Meget god
GJE-2	7,5	254	0	1/ Meget god
GJE-3	7,7	244	0	1/ Meget god
GJE-4	7,8	392	0	1/ Meget god
GJE-5/GJE-5 NY*	7,7/7,8	110/401	0	1/ Meget god

*parameter oppgitt for GJE-5 NY som ble tatt i juni 2020

Det var et relativt jevnt innhold av karbon i området og flere stasjoner ble klassifisert med tilstand II (god) bortsett fra GJE-3 hvor karbonnivået ble klassifisert med tilstand III (moderat) og ved GJE-1 med tilstand V (svært dårlig). Mengden av kobber og sink ved alle stasjoner var lave og ble klassifisert som bakgrunnsnivå. Stasjonen ved anlegget (GJE-1) viste høyere

innholdet på begge to parameterne og kobbernivået var også litt høyere ved GJE-3, og dermed ble klassifisert med tilstand II (god). Innholdet av nitrogen og fosfor var også forhøyet ved GJE-1 enn ved resterende stasjonene. GJE-5 NY som ble tatt i juni 2020 viste noe lavere konsentrasjon av karbon, men resterende parameterne var på relativt like nivået (Tabell 3.3.3.2).

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

Stasjon	TOM	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS
GJE-1	12,0	56,6	V	4900	740	8,16	2100	530	95	19	II	30,0	9	II
GJE-2	2,5	22,2	II	830	130	7,11	680	170	24	4,8	I	8,3	2,5	I
GJE-3	4,4	28,0	III	1700	250	7,06	760	190	35	6,9	I	21,0	6,4	II
GJE-4	5,1	24,1	II	1400	210	7,86	820	210	41	8,1	I	19,0	5,7	I
GJE-5	1,4/	23,4/	II/	370/	56/	15,95/	550/	140/	14/	2,8/	I	3,6/	1,1/	I
/GJE-5 NY*	1,2	18	I	<500	i.a.	5,02	483	13%	9	22%	I	<5	i.a.	I

*parameter oppgitt for GJE-5 NY som ble tatt i juni 2020

3.4 Tidligere undersøkelser

3.4.1 Bunnfauna

Ingen av de sammenliknede stasjonene i ytterkant av overgangs- og overgangssonene viser en tydelig endring i bunnfaunasmiljøet, med unntak ved GJE-5 hvor den hyppigste forekommende arten *Pseudopolydora aff. paucibranchiata* (NSI-4) ble endret til forurensingsindikerende *Capitella capitata*. Samtidig har tilstand endret seg her fra meget god til dårlig.

I anleggssonen har bunnfaunasforholdet endret seg og den hyppigste forekommende arten har endret seg fra forurensingstolerante *Paramphinome jeffreysii* til *Capitella capitata* (NSI-5), og dermed gikk miljøtilstand ned fra meget god til god i 2019 (tabell 3.4.1.1).

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

Stasjon og år	# arter/ individer	Hyppigst forekommende art	Miljøtilstand (NS9410)	H' og klassifisering	NQI1 og tilstand
Anleggssone/C1					
GJE-1 2019	20/1617	<i>Capitella capitata</i> (77%, NSI-5)	2 (God)	1,19 (IV)	0,36 (IV)
ASC1 2018	119/4243	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (60%, NSI-3)	1 (Meget god)	2,80 (III)	0,70 (II)
Ytterkant av overgangssone/C2					
GJE-2 2019	151/2626	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (26%, NSI-3)		4,81 (I)	0,75 (I)
ASC2 2018	121/780	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (12%, NSI-3)		5,30 (I)	0,83 (I)
Overgangssone/C3, C4 osv.					
GJE-3 2019	150/4129	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (25%, NSI-3)		4,29 (I)	0,70 (II)
ASC3 2018	108/1768	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (31%, NSI-3)		4,33 (I)	0,75 (I)
GJE-4 2019	155/2231	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (32%, NSI-3)		4,62 (I)	0,83 (I)
ASC4 2018	117/1112	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (16%, NSI-3)		5,13 (I)	0,86 (I)
GJE-5 2019/	67/2297	<i>Capitella capitata</i> (79%, NSI-5)		1,722 (IV)	0,50 (III)
GJE-5 NY* 2020	58/2149	<i>Capitella capitata</i> (82%, NSI-5)		1,532 (IV)	0,486 (IV)
ASC5 2018	82/612	<i>Pseudopolydora aff. paucibranchiata</i> (23%; NSI-4)		4,56 (I)	0,74 (I)

*ble tatt på samme sted som i 2019.

3.4.2 Sediment

Sedimentresultatene endret seg lite mellom de to undersøkelsene, ingen lukt eller sverting ble registrert noen av årene. Det bemerkes at en stasjon fra 2019 (GJE-5) ikke ble godkjent for volum (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	Volum/overflate
Anleggssone/C1				
GJE-1 2019	220	Ingen	Lys/grå	Ja/Ja
ASC1 2018	211	Ingen	Lys/grå	Ja/Ja
Ytterkant av overgangssone/C2				
GJE-2 2019	210	Ingen	Lys/grå	Ja/Ja
ASC2 2018	211	Ingen	Lys/grå	Ja/Ja
Overgangssone/C3, C4 osv.				
GJE-3 2019	224	Ingen	Lys/grå	Ja/Ja
ASC3 2018	230	Ingen	Lys/grå	Ja/Ja
GJE-4 2019	204	Ingen	Lys/grå	Ja/Ja
ASC4 2018	260	Ingen	Lys/grå	Ja/Ja
GJE-5 2019/	127/	Ingen/	Lys/grå	Nei/Ja
GJE-5 NY 2020*	127	Ingen	Lys/grå	Nei/Ja
ASC5 2018	127	Ingen	Lys/grå	Ja/Ja

*ble tatt på samme sted som i 2019.

3.4.3 Kjemiske parametere

Kobberundersøkelsene viser i hovedsak like eller litt høyere konsentrasjoner siden 2018, men bare ved en stasjon (GJE-3) har tilstand endret seg fra bakgrunn til god (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 kobber (Cu; mg/kg TS).

Stasjon og år	Cu	TS
Ytterkant av overgangssone/C2		
GJE-2 2019	8,3	I (Bakgrunn)
ASC2 2018	8,8	I (Bakgrunn)
Overgangssone/C3, C4 osv.		
GJE-3 2019	21,0	II (God)
ASC3 2018	15,0	I (Bakgrunn)
GJE-4 2019	19,0	I (Bakgrunn)
ASC4 2018	7,3	I (Bakgrunn)
Referansestasjon/REF		
GJE-REF 2019	14,0	I (Bakgrunn)
Cu1 2018	3,8	I (Bakgrunn)

4 Diskusjon

Denne undersøkelsen viste samlet god tilstand i overgangssonen. Det var flere forurensingssensitive arter ved alle stasjoner og dette indikerer god tilstand i området. Det er viktig å nevne at det var en forurensingsindikerende art (*Capitella capitata*) i høyt antall ved GJE-5* i overgangssonen, og dermed fikk den stasjon moderat tilstand. En dominans av denne arten forbindes gjerne med organisk belastning. Dette kan forklares at GJE-5 ble tatt i returstrømretning som påvirker undersøkte området. Samtidig ble grabbhuggene ved GJE-5 ikke godkjent for volum, som kan føre til en lavere biodiversitet sammenlignet med de øvrige stasjonene. Den største graden av belastning ble registrert i anleggssonen. Der dominerte også *Capitella capitata*, men tilstanden her ble klassifisert til god etter NS9410 (2016), da arten ikke utgjorde mer enn 90% av det totale individantallet.

De kjemiske parameterne viste i hovedsak god/bakgrunn tilstand ved stasjonene bortsett fra GJE-1 hvor alle verdiene var forhøyet i sammenligning til resterende stasjonene, men det ble ikke funnet rester av naturlig organisk materiale i området. Det ble funnet litt rester av fekalier/fôr nærmest anlegget (GJE-1).

Det var liten forskjell mellom de to ulike prøvene per stasjon, og samtlige prøver var godkjente både for volum og overflate, med unntak GJE-5 som ble ikke godkjent for volum. Dette kan tyde på at det er lokale forskjeller i bunnfaunaen*.

I slutten av 2018 ble det gjennomført en ASC-undersøkelse ved Gjervika. Tilstanden ble da vurdert som akseptabel både nærmest anlegget, i overgangs- og ytterkant av overgangssonen. Sammenligning mellom de to undersøkelsene viser litt lavere biodiversitetsindeks i 2019. Den største endringen er ved GJE-5 hvor tilstanden endret seg fra svært god til dårlig. Ved anlegget har dominerende art endret seg (fra forurensingstolerant i 2018 til forurensingsindikerende i 2019), og dermed har tilstanden også endret seg fra svært god til god. Den kjemiske analysen utført i den tidligere undersøkelsen ble gjort bare for kobber, og sammenligning viser at kobberverdier er relativt stabil siden 2018, selv om det brukt kobberimpregnerte nøter ved både forgående og innværende produksjon.

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

*Revisjon 1

De forrige resultatene fra GJE-5 hadde noen variasjoner og ett litt lavere volum enn ønskelig. Det ble derfor tatt nye prøver for å undersøke om variasjonen var for stor og om det var andre steder hvor prøvene var mer representerbare for C-undersøkelsen. Resultatene fra denne undersøkelsen viser at forholdene like øst for anlegget er moderate og følgelig bør overvåkes videre i neste C-undersøkelse. En bør i hvert fall ikke flytte stasjonen for eksempel til et dypere

område og så unngå videre overvåking, da det klart er behov for videre oppfølging nettopp på denne stasjonen. En prøve mot dypet gir oss sannsynligvis ikke mer info om forholdene i returstrømsretningen, noe som var ønskelig.

Variasjonen mellom de to ulike prøvene har vært mellom moderat og dårlig, men begge prøvetakingene viser at denne variasjonen ikke er så stor som kanskje tidligere fryktet. Dette kan en lese av på indeksverdier, men også arts- og individantall og artsliste. Dermed kan vi trygt anta at forholdene i dette området er moderate, og at dette mest sannsynlig skyldes at området er i en bakevje fra anlegget. Dette er ikke et problem i seg selv, da hensikten til NS9410 er å overvåke områdene med størst belastning og summen av stasjonene i overgangssonen gir likevel et godt resultat. Merk at den nye stasjonen ikke er tatt med i noen totalvurdering i denne revisjonen, men brukes kun for å gi tilleggsinformasjon.

Det kan også vurderes om volumet er tilstrekkelig for å vurdere tilstanden. Med over 2000 individer (omtrent likt antall mellom begge prøvetidspunktene) så antar Åkerblå at vi har et tilstrekkelig stort bunndyrssamfunn til å registrere eventuelle endringer i den økologiske tilstanden. Dermed vurderes det at mengden sediment er ok for overvåkning av bløtbunnsmetodikk, for selv om volumet ikke er optimalt så vil vi ikke definere dette som hardbunn.

De nyeste prøvene viste en indikasjon på litt større belastning en tidligere resultater viser, endog innenfor samme tilstandsvurdering. Dette er ikke unormalt siden prøvene tatt i juni 2020 er tatt like etter endt produksjon og representerer sannsynligvis en litt større belastningsgrad på bunndyrssamfundet.

5 Litteraturliste

- Akvaplan-Niva (2012). Strømmålinger Gjervika, Flakstadvåg Laks AS. Rapport nr 5522.04.
- Akvaplan-Niva (2019). Flakstadvåg Laks AS. Miljøundersøkelse ASC 11365 Gjervika, 2018. Rapport nr 60710.01.
- 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 publisasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta* 11: 377-382.
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170.
- Marin Helse (2016) B-undersøkelse Lokalitet 11365 /Gjervika. Undersøkelsesdato: 15.12.2016
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.

- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, 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
- Troms fylkeskommune (2012) Tillatelse etter forurensningsloven til anlegg for matfiskproduksjon av laks, ørret og regnbueørret ved Gjervika i Tranøy - Flakstadvåg Laks AS.
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

		Dok.id.: B.5.5.6	
		Skjema	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser		Utarbeidet av:	Sidenr: 1 av 2
AK / ANH		Godkjent av:	
Anette Narmo Hammervold		Versjon:	
		Gjelder fra:	14.12.2017
Kunde	Flakstadvågslaks AS		
Dato	29.10.19 / 30.10.19		
Prøvetaking	START: 17 ⁰⁰ / SLUTT: 21 ⁰⁰ / 1045		
Vær			
Utsyr ID / Kalibrering	Grab: CS1 Sil; CG1 Eh; pH: P6 pH- kalibrering: Sjø; Eh: pH: 8,01		
Stasjon nr/navn	1 GJE-1		
Posisjon N / Ø	69°02'18" / 16°52'18" 69°02'18" / 16°52'30" 69°02'18" / 16°52'21"		
Dybde (meter)	220 210 224		
Hugg nr	1	2	3
Antall forsøk	1	1	1
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	Ja	Ja	Ja
Volum (cm)	7	6	7
Antall flasker	2	1	-
pH	7,5	-	-
Eh (mV)	-100	-	-
Sediment	Skjellsand	x	x
	Sand	x	x
	Grus		
	Mudder	x	x
	Silt	x	x
	Leire	x	x
Farge	Lys/Grå (0)	0	0
	Brun/Sort (2)	0	0
Lukt	Ingen (0)	0	0
	Noe (2)		
	Sterk (4)		
Kons	Fast (0)	2	2
	Myk (2)	2	2
	Løs (4)		
Merknader / avvik:			

ÅKERBLÅ				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	Sident: 1 av 2

Kunde	Flakstadvågskes		Lokalitet/P.nr	Gjervika 11365				
Dato	29.10.19 / 30.10.19		Toktleder	ESL				
Prøvetaking	START: 17°08' SLUTT: 21°00' / 1045		Alt Personell	KMSE				
Vær	Sjøtemperatur							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab: CS1 Sil: G1 Eh: pH: P6 pH-kalibrering: 08,01 Sjø: Eh: pH: 8,01							
Stasjon nr/navn	1 GJE-REF!!		2 GJE-5		3 GJE-REF!!			
Posisjon N / Ø	69°02'43"/16°51.194		69°03.027/16°53.669		69°02.796/16°53.047			
Dybde (meter)	204		127		246			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	2	1		3	1		
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Nei			
Volum (cm)	10	9	9		17	13	13	
Antall flasker	2	2	-		1	1	-	
pH	7,8	-	-		7,7	-	-	
Eh (mV)	178	-	-		-90	-	-	
Sediment	Skjellsand	X	X	X		X	X	X
	Sand	X	X	X		X	X	X
	Grus	X	X	X				
	Mudder							
	Silt	X	X	X				
	Leire							
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0
	Brun/Sort (2)	0	0	0		0	0	0
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0
	Noe (2)							
	Sterk (4)							
Kons	Fast (0)							
	Myk (2)	2	2	2				
	Løs (4)							
Merknader / avvik:	Flyttet 7 gey NY 69.02.628/16°51.239				CTD: 69.02.7444 16°53.053E			

				Dok.id: B.5.5.6	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser				Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Anette Narmo Hammervold		Versjon: 11.00	Gjelder fra: 06.11.2019
				Sider: 1 av 2	

Kunde	Flakstadvåg lakes AS				Lokalitet/P.nr	GJERVIK A						
Dato	11.06.20				Toktleder	Enk Lindgaard						
Prøvetaking	START: 1200 SLUTT:				Alt. Personell	Kirstine Enk						
Vær	bl				Sjøtemperatur	10°C						
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; CG3 Sil; CS1 Eh; P1 pH: P1 pH-kalibrering: V Sjø; Eh: 378 pH: 7.7											
Stasjon nr/navn	1 GJE-5-NV				2	3						
Posisjon N / Ø	69.03.027/16°53.69				/		/					
Dybde (meter)	127											
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	2	2									
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	J	J	J									
Godkjent hugg volum (ja/nei)												
Volum (cm)	13	13	14									
Antall flasker	1											
pH	7.7	-	-									
Eh (mV) (inkl. ref.)	401	-	-									
Sediment	Skjellsand	2	2	2								
	Sand	1	1	1								
	Grus											
	Mudder											
	Silt											
	Leire											
	Steinbunn											
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0								
	Brun/Sort (2)											
Lukt	Ingen (0)	0	0	0								
	Noe (2)											
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)	0	0	0								
	Myk (2)											
	Løs (4)											
Merknader / avvik:												

Vedlegg 2 - Analysebevis



Prøvingsrapport



Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-12-18
Prøve nr P1908844
Versjon 1
Analyseperiode 2019-11-06 - 2019-12-18
PO.nr/Ref.nr Erik S. Lindgaard 19134

P1908844-01

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-10-29	2019-11-06	2019-12-18	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
GJE	Sedimenter fra silvann	GJE-1 19134		

Parameter	Metode	P1908844-01	Enhet	Målesikkerhet	Grenseverdi
Rusfor	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	2100	mg/kg TS	±530	
Kobber	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	30	mg/kg TS	±9.0	
Stikk	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	95	mg/kg TS	±19	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl N	4900	mg N/kg TS	±740	
Tierstoff	NS 4764	38	g/100 g	±2.6	
Glydeop	NS 4764	12	% av TS	±0.46	
Kornutredse <63 µm	DIN 18123	7.7*	%		
Kornutredse 63-2000 µm	DIN 18123	92*	%		
Kornutredse >2000 µm	DIN 18123	<1.0*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	56.6*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	40000	mg/kg TS	±10000	

^a Utgitt av Kjellab, TEST 081

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

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

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

Side 1 av 5

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-12-18
Prøve nr P1908844
Versjon 1
Analyseperiode 2019-11-06 - 2019-12-18
PO.nr/Ref.nr Erik S. Lindgaard 19134

P1908844-02

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-10-29	2019-11-06	2019-12-18	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
GJE	Sedimenter fra salvaen	GJE 2 19134		

Parameter	Metode	P1908844-02	Enhets	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Rusfor	Innen basen på NS EN ISO 17294-2	680	mg/kg TS	±170	
Kobber	Innen basen på NS EN ISO 17294-2	8,3	mg/kg TS	±2,5	
Sink	Innen basen på NS EN ISO 17294-2	24	mg/kg TS	±4,8	
Tosulfrorgen (Kjeldahl)	Innen /Kjeldahl N	830	mg N/kg TS	±130	
Tørresuff	NS 4764	68	g/100 g	±4,8	
Glødesup	NS 4764	2,5	% av TS	±0,10	
Kornutretelse <63 µm	DIN 18123	9,5*	%		
Kornutretelse 63-2000 µm	DIN 18123	90*	%		
Kornutretelse >2000 µm	DIN 18123	<1,0*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	22,2*			
Totale organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	5900	mg/kg TS	±2400	

^a Uten av fjellab, TEST 081

P1908844-03

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-10-29	2019-11-06	2019-12-18	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
GJE	Sedimenter fra salvaen	GJE 3 19134		

Parameter	Metode	P1908844-03	Enhets	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Rusfor	Innen basen på NS EN ISO 17294-2	760	mg/kg TS	±190	
Kobber	Innen basen på NS EN ISO 17294-2	21	mg/kg TS	±6,4	
Sink	Innen basen på NS EN ISO 17294-2	35	mg/kg TS	±6,9	

Tabellen fortsetter på neste side...

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

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

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

Side 2 av 5

Prøvingsrapport


 Åkerblå AS
 Nordføyveien 413
 7260 SISTRANDA

 Dato 2019-12-18
 Prøve nr P1908844
 Versjon 1
 Analyseperiode 2019-11-06 - 2019-12-18
 PO.nr/Ref.nr Erik S. Lindgaard 19134

Fortsettelse fra forrige side

Parameter	Mesode	P1908844-03	Enheter	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl N	1700	mg N/kg TS	±250	
Titersoff	NS 4764	54	g/100 g	±3.8	
ClMdeap	NS 4764	4.4	% av TS	±0.18	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	11*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	89*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	<1.0*	%		
Normaliseret TOC	TOC 63	28.0*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	12000	mg/kg TS	±3000	

^a Utgitt av Bjellab, TIST 081

P1908844-04

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-10-29	2019-11-06	2019-12-18	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
GJE	Sediment fra salvarum	GJE 4 19134		

Parameter	Mesode	P1908844-04	Enheter	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Refor	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	820	mg/kg TS	±210	
Kobber	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	19	mg/kg TS	±5.7	
Sluk	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	41	mg/kg TS	±8.1	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl N	1400	mg N/kg TS	±210	
Titersoff	NS 4764	51	g/100 g	±3.6	
ClMdeap	NS 4764	5.1	% av TS	±0.20	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	27*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	72*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	<1.0*	%		
Normaliseret TOC	TOC 63	24.1*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	11000	mg/kg TS	±2800	

^a Utgitt av Bjellab, TIST 081
 CPU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn
 * = Ikke akkreditert resultat

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

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

Side 3 av 5

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-12-18
Prøve nr P1908844
Versjon 1
Analyseperiode 2019-11-06 - 2019-12-18
PO.nr/Ref.nr Erik S. Lindgaard 19134

P1908844-05

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-10-29	2019-11-06	2019-12-18	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
GJE	Sedimenter fra salvdann	GJE 5 19134		

Parameter	Metode	P1908844-05	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Rusfor	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	550	mg/kg TS	±140	
Kolber	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	3,6	mg/kg TS	±1,1	
Sluk	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	14	mg/kg TS	±2,8	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl N	370	mg N/kg TS	±56	
Titresoff	NS 4764	73	g/100 g	±5,1	
Chlorid	NS 4764	1,4	% av TS	±0,02	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	2,5*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	97*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	<1,0*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	23,4*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN15137A	5900	mg/kg TS	±2400	

^a Utført av Bjellab, TEST 081

P1908844-06

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-10-29	2019-11-06	2019-12-18	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
GJE	Sedimenter fra salvdann	GJE REF		

Parameter	Metode	P1908844-06	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Rusfor	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	730	mg/kg TS	±180	
Kolber	Intern basen på NS-EN ISO 17294-2	14	mg/kg TS	±4,3	

Tabellen fortsetter på neste side...

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

Laboratorier er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og forvolking av prøveresultater.
Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratorier.
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

Åkerblå AS
Nordfrøyveien 413
7260 SISTRANDA

Dato 2019-12-18
Prøve nr P1908844
Versjon 1
Analyseperiode 2019-11-06 - 2019-12-18
PO.nr/Ref.nr Erik S. Lindgaard 19134

Fortsettelse fra forrige side

Parameter	Metode	P1908844-06	Enheter	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Stenk	Innen basen på NS-EN ISO 17294-2	47	mg/kg TS	±9.4	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Innen /Kjeldahl N	1700	mg N/kg TS	±260	
Tjæresoff	NS 4764	50	g/100 g	±3.5	
Glødesusp	NS 4764	5.7	% av TS	±0.23	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	19*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	72*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	9.9*	%		
Normaltjen TOC	TOC 63	23.5*			
Totalt organisk karbon, TOC, ^a	ISO 10694, mod./EN13137A	8900	mg/kg TS	±2700	

^a Utført av Bjellab, TEST 081

Informasjon vedr. forbehandlingsprosedyrer

Påven uttes ved 105°C før prøvene stikkes for bestemmelse av korngradering.

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

Elementer bestemmes i et salpetersyremedium (løs opp i sterk salpetersyre og hydrogenperoksid under trykk).

Kjeldahl-N bestemmes i prøven for sjekking for ikke å miste flyktige nitrogen forbindelser. Resultater korrigeres for tjæresoffinnhold ved rapportering.

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

Med vennlig hilsen

Johan Ahlin

Department manager

namdal@kystlab.no

Tlf: 74212440

Kopi til

dagfinn@akerbla.no, erik.lindgaard@akerbla.no,

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

* = Ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøveinaktig eller vurdering og forenkling av prøveresultater.

Måleusikkerhet finnes ved henvendelse til laboratoriet.

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

Hovedkontor:

Axel Sellings veg 3
NO-7805 Namsos

post@kystlab.no
www.kystlab.no

tel: +47 74 21 24 40
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

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

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

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

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

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

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

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

Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

V4.1 Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} er beskrevet som

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

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

V4.2 Sensitivitet og tetthet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

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

NQI-indeksen er gitt ved formelen

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

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

V4.4 Normalisering

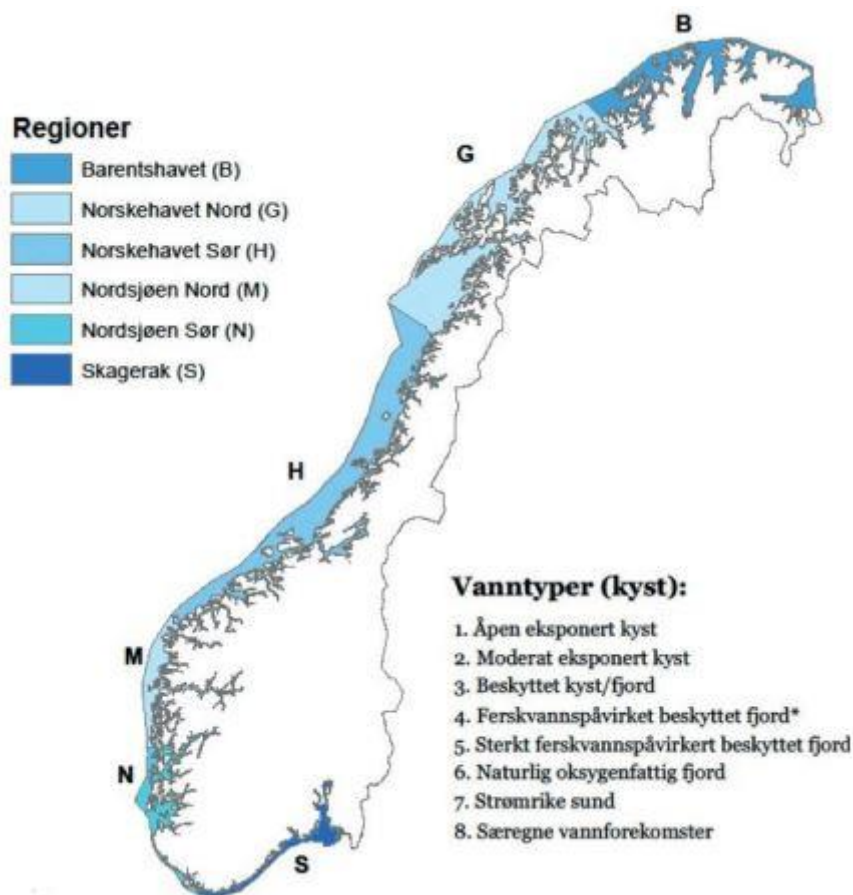
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom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

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

Vedlegg 5 - Referansetilstander

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



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

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

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

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

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

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

*Tilstandsklasse

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

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

* Tilstandsklasse

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

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

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

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

*Miljøtilstand

Vedlegg 6 - Artsliste

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

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

TAXA	N SI (E G)	GJE- 1-1	GJE- 1-2	GJE- 2-1	GJE- 2-2	GJE- 3-1	GJE- 3-2	GJE- 4-1	GJE- 4-2	GJE- 5-1	GJE- 5-2	GJE- REF-1	GJE- REF-2
Abyssoninoe hibernica	1											1	
Amaeana trilobata	1			1	2		2		1				
Ampharete borealis	3									1			
Ampharete finmarchica	2								1				
Ampharete lindstroemi kompleks												5	4
Ampharete octocirrata	1			1	3		2	2	4			2	3
Ampharete sp.	1				2			4	1				
Ampharetidae	1			1	2		2			1			
Amphictene auricoma	2	1		9	2	7	12	5	9	6	2		3
Amythasides macroglossus	1			30	55	25	31	47	43			98	65
Anobothrus gracilis	2			1		1				1	1		
Anobothrus laubieri	1											5	2
Aphelochaeta sp.	2			17	7		1		1	1		1	2
Aphrodita aculeata	1				1							2	
Apistobranchnus tullbergi	2				1	1							1
Aricidea catherinae	1			1	3	1	2					1	1
Aricidea sp.	1			1	4	2	2	2					
Augeneria tentaculata kompleks	1											4	3
Brada villosa	2								1				
Branchiomma sp.													2
Bylgides sarsi	3							4	4				
Capitella capitata kompleks	5	633	608	92	128	375	296	2	1	765	105 6		4
Chaetozone setosa kompleks	4	8	5	43	61	52	59	1		11	18	3	3
Chaetozone zetlandica								5	2	2	8		
Chaetozone sp.	3												1
Chirimia biceps	2			22	29	7	15	16	9			11	12
Chone sp.	1			1				2	5			2	
Cirratulidae	4									1			
Cirratulus cirratus	4		1		1							1	
Cirratulus sp.	1												1
Cistenides hyperborea	3			1									
Clymenura borealis	1					2	8	10	15	2		30	21
Dasybranchus caducus													1

Diplocirrus glaucus	2			1	5	9	7	5		1		6	2
Dodecaceria concharum													1
Eclysippe cf. eliasoni	1			2	7	1	2	44	42			19	24
Eteone flava/longa						2				1	1		
Euchone sp.	2				1		1	6	1			1	2
Euclymene lindrothi												2	5
Euclymeninae	1			1									
Eulalia bilineata												1	2
Eumida bahusiensis	1			1									
Exogone verugera	1			40	43	74	108	15	19	36	22	35	13
Flabelligeridae	2			1								1	
Flabelligeridae (Pherusa sp.)	2					1							
Galathowenia oculata	3			5	2	13	30		2	5	8		3
Glycera alba	2			2	2	1				1	2		
Glycera lapidum kompleks	1			4	3	3	3	4	3	3	6	4	3
Glycera sp.	2						1						
Goniada maculata	2				2							1	
Harmothoe antilopes									1				
Harmothoe sp.	2			3	2	2	7	2	1		1		
Hesionidae	2				1		2						
Heteroclymene robusta	1			1	1	1			2			1	2
Heteromastus filiformis	4	2		54	82	138	196	7	17	4	10	16	12
Hydroides norvegica	1	1									1		
Isocirrus planiceps				1								4	2
Jasmineira sp.	2			2								2	3
Laetmonice filicornis									1				
Lagis koreni	4					2				1			
Laphania boeckii	2											30	42
Levinsenia gracilis	2			3	1	12	4	4	5			9	8
Lumbriclymene cylindrica					1		1					1	
Lumbrineridae	2			2	4	2	2	7	4				
Macrochaeta clavicornis	1				1	3	1					7	1
Maldanidae	2								5		1	1	1
Malmgrenia mcintoshii					1		3						
Melinna albicincta				7	5		1	2	2			2	
Melinna cristata	2					1							
Melinna elisabethae	2			1	1				3				
Myriochele sp.	2											3	
Neogyptis rosea	2											2	
Nephtys ciliata	3					1							
Nephtys hystericis	2											2	1
Nephtys incisa	1											1	
Nephtys paradoxa	2						1	2					
Nephtys sp.	2			1									
Nereididae						1							
Nereimyra punctata	4	1				5	5			1	2		

Nicomache lumbricalis	2											2	
Nothria conchylega	1			5	3	1	3	8		2	2	2	2
Notomastus latericeus	1			13	14	12	13	18	13			4	6
Notoproctus oculatus							4						
Ophelina acuminata	2					2	5				2		
Ophelina sp.	3			5	8	28	25	6	6			1	1
Ophryotrocha sp.	4	70	10		2	12	18			1			
Oxydromus vittatus	3			1									
Paradiopatra fiordica	3			1			1		2			3	1
Paradiopatra quadricuspis	1			3	2	1	1	2	2			4	3
Paradoneis andreae												1	
Paradoneis lyra	2			4	9	5	4		1			2	1
Paramphinoe jeffreysii	3	27	4	335	360	394	657	578	131	5	2	214	78
Parheteromastides sp.									3				
Pectinaria belgica	2											1	
Pectinariidae (Pectinaria sp.)	1			3	1					6	3		
Pholoe baltica	3			10	7	19	22	8	6	13	6		1
Pholoe inornata	3					1					1		
Pholoe sp.	2								2				
Phyllodoce groenlandica	3			5	2	5	4	1	1	2	2	2	2
Phyllodoce rosea	1								1			1	
Phyllodoce sp.	3				1								
Phylo norvegicus	2							1					1
Pista sp.					2		1		2			1	2
Poecilochaetus serpens										2	2		
Polycirrus plumosus	2					1							
Polycirrus sp.	1									1			1
Polynoidae	2			1	3	5	2	1				2	3
Praxillella affinis	1					4				1	2		
Praxillella praetermissa	2				1	4	2	1		1	2		
Prionospio cirrifera	3			15	17	28	22	7	2	6	1	1	
Prionospio dubia	1				1			3	1				2
Prionospio plumosa		10	9										
Prionospio sp.	3			1									
Proclea graffii	2								1	1		1	1
Protomystides exigua												1	
Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4			4	11	5	7	4	4	31	47		
Raricirrus beryli						2							
Rhodine loveni	2			1		2		4	1			3	1
Sabella pavonina												1	
Sabellidae	2			3	6	3	3	3	5	1		1	1
Samytha sexcirrata	1				1	1			1			2	2
Scalibregma inflatum kompleks	3					1							
Scalibregma sp.								4	4				
Scolecopsis sp.	1				2		1				1		

Scoloplos armiger kompleks	3					1				3	18		
Sphaerodorum sp.	2			3								1	
Spio limicola				1	2								
Spio sp.	2					2							
Spiochaetopterus typicus	4							1					1
Spiophanes kroyeri	3			11	21		4	25	30	1		11	6
Streblosoma bairdi	2			1		3	5					4	5
Streblosoma intestinale	1			10	42	25	38	91	141			14	11
Syllis cornuta	3					3							
Terebellidae	1	1		3	2		2	2	2				
Terebellides sp.	2						1	1	1			2	
Tharyx killariensis	2			111	69	10	14	2	2	9	14		4
Therochaeta flabellata												1	5
Trichobranchus glacialis	1				2		1						
Trichobranchus roseus	1								1				
Oligochaeta	5			28	18	10	5	2	1		1	16	16
Bivalvia	1						1						
Abra nitida	3	1	2	13	28	64	48	54	68	1	1	6	9
Abra prismatica	1			1	1	2	1	1					
Adontorhina similis	2											2	3
Astarte sulcata	1												3
Axinulus croulinensis	1				3			4					1
Bathyarca glacialis								1				1	
Bathyarca pectunculoides	1												2
Cuspidaria cuspidata	2						3	1					
Cuspidaria glacialis					2								
Cuspidaria rostrata	1												1
Cuspidaria sp.								3	2				
Dacrydium ockelmanni													4
Ennucula corticata				1	6	3	4	2	3			9	7
Ennucula tenuis	2			3		15	7			2	2		1
Genaxinus eumyarius	1				1		1					1	3
Hiatella arctica	1		1	1			2						
Kelliella miliaris	3				3	6	5	34	10			5	3
Kurtiella tumidula	1				7		2	1	1				
Limatula gwyni	1					1	1	2					
Lyonsiella abyssicola													1
Macoma calcarea	4										1		
Mendicula ferruginosa	1			8	9	19	9	21	21			39	38
Mendicula sp.				2	7	9	10	1	2				
Modiolula phaseolina	1				1	1		1				3	7
Montacuta substriata	1			1							1		1
Mya sp.	3						1						
Mytilidae	3							2	2				
Mytilus edulis	4	19	12	1									
Nucula sulcata	2			5	10	1							
Nucula tumidula	2				5		2	16	10			17	11
Nuculana minuta	1						1						

Nuculana pernula	2			4	5		4			3	2		
Parathyasira equalis	3			3	7	6	19	17	9			4	3
Parvicardium minimum	1			4	10			10	7			1	
Pseudamussium pesslutrae	1												1
Similipecten similis	1		1						1				
Tellimya ferruginosa	2			1		2		2					
Thyasira flexuosa	3				2	1	1				2		
Thyasira obsoleta	1			9	5	16	7	39	38			16	27
Thyasira sarsii	4	115	101	37	51	219	250	16	18	7	2		
Thyasira sp.	3	1											
Tropidomya abbreviata	1			3				2	2				
Yoldiella lucida	2			3	5	3		6	7			6	7
Yoldiella nana	3			24	19	15	27	16					1
Yoldiella philippiana	1			12	9	7	6	5	3			5	2
Yoldiella solidula				9	6	23	10	2					
Anatoma crispata												2	1
Cylichna alba	1								1				2
Cylichna cylindracea	2			1									
Diaphana sp.							1					1	
Eulimidae					1		1	1				1	2
Euspira montagui	2			1						1			
Euspira pallida	2			2									
Hermania sp.	2			2	2	5	4	4		2	4		1
Nudibranchia	3		1		1								
Onchidoris muricata						1							
Philine sp.												3	4
Philinidae	2								4				
Polycera quadrilineata			1	1	2	2	2						
Prosobranchia	1						1						1
Retusa umbilicata	4			4	7	7	2	4	2	1			1
Rissoidae												4	1
Scaphander lignarius				1									
Scaphander sp.						1							
Skenea sp.												1	
Antalis entalis	1			1		1		1		4	1		
Cadulus sp.				1	1				1				
Entalina tetragona	1						1	3	1			1	1
Pulsellum lofotense				1	1			1		1			
Caudofoveata	2			8	8	9	8	4		2		2	
Caudofoveata 2												2	1
Chaetoderma nitidulum	2											1	6
Falcidens crossotus				3	9	2	5	9	8			8	5
Scutopus ventrolineatus	2			1	8	10	2	5	6			1	5
Solenogastres					1			1	1				
Amphipoda	2							1					
Acidostoma obesum	1											1	
Ampelisca aequicornis	1												1
Ampelisca sp.	1											2	1
Caprella sp.	3	2											

Caprellidae						1	3	1					
Dulichidae						1	2	10	4			1	
Eriopisa elongata	2			1	5		2	2	1			3	
Haploops sp.									2				
Harpinia sp.	3												1
Laetmatophilus armatus								4					
Liljeborgia macronyx	2												2
Lysianassidae	1			2					1	1	1		
Nototropis nordlandicus				1	2			1					1
Oediceropsis brevicornis									4				
Oedicerotidae		1			2			1				2	
Orchomene sp.							1						
Paroediceros propinquus												1	
Protomedeia fasciata	4					1	6		1	10	7		
Scopelocheirus hopei													1
Synchelidium haplocheles	1				4								
Synchelidium sp.							1	1					
Tryphosites longipes	1			1						19	13		
Unciola planipes				21	44	21	20		1	5	6		1
Westwoodilla caecula	1								1				1
Campylaspis glabra								2	1				
Campylaspis horrida								2					
Campylaspis sulcata									1				
Campylaspis verrucosa				2									
Campylaspis sp.					3								
Diastylis cornuta	1					1							
Diastylodes biplicatus	1			7	6	2	6			1		1	
Diastylodes serratus	2								1				
Eudorella emarginata	3					3							
Eudorella truncatula	2					3	1		1			1	
Hemilamprops roseus	1							1					
Leptostylis longimana	1								2				
Leptostylis sp.	1				1	1		1					
Decapoda (larver)											1	1	
Caridea													2
Munida sarsi								1	1				
Munida sp.												1	
Calathura norvegica	1												1
Gnathia dentata				2	2		1						
Gnathia oxyuraea	1												1
Gnathiidae (larver)													1
Munna sp.								1				2	2
Leptostraca		1											
Nebalia borealis					1			1					
Tanaidacea	1			3	4	8	3	2	1				
Macrocypris minna	1							2					2
Philomedes lilljeborgi	2			1			1	2					1
Vargula norvegica	1			1					1			1	2

Calanoida		11	11	7	10	3	7	30	x	2	2	20	3
Euphausiacea									1				
Asteroidea	3			1				1					
Ophiuroidea	2			3	3	4	22	7			2		
Amphilepis norvegica	2					1		2				12	
Amphipholis squamata	1						4	2				1	5
Amphiura filiformis	3			1	4	8	16					1	1
Amphiura sp.	3									2	1		
Ophiacantha sp.												1	
Ophiocten affinis	3			4	4	1		2					
Ophiura carnea				1	2	1	3	3	3			1	3
Ophiura ophiura												2	
Ophiura sarsii	2				3	1	5	1					1
Ophiura sp.	2			2	2	1	2					1	8
Regularia	1						1						
Irregularia	1							1					
Echinocardium cordatum	2			2									
Echinocardium flavescens	1										1		
Echinocardium sp.	3					1	1					1	1
Labidoplax buskii	2			2	12	10	7	12	9	4	3		
Macandrevia cranium				1									
Bryozoa		x											
Chaetognata												2	
Ascidiacea	1							1					
Molgulidae												1	3
Epizoanthus incrustatus								1					
Paraedwardsia arenaria	3												2
Nematoda		1		30	5	5	22			13	2	8	20
Nemertea	3			1	1	1	4		2	1	4	11	5
Nemertea 2	3						1		2				
Porifera		15	x			x	x	x					
Sipuncula	2			2		4	1		1	1			
Golfingia sp.	2											1	
Nephasoma minutum	2			1	2	2	2	18	7			4	3
Onchnesoma squamatum	1							3					3
Onchnesoma steenstrupii	1			13	19	20	7	21	2			32	24
Phascolion strombus strombus	2			2	2	4	1						2
Egg/eggmasse										x	x		1
Foraminifera		50		11	3			300	x			50	200
Porifera		xx	x			x	x	x					
Myriochele olgae									3				
Lumbriclymene sp.									1				
Amphiuridae									1				
Ilyarachna sp.									1			5	1
Aoridae									1				

Aequipecten opercularis								1				
Eteone barbata					1							
Limopsis cristata										2	1	
Pyramidelloidea										1	1	
Gammaroidea										1		
Diastylis echinata										1		
Typhlotanais sp.										1	1	
Notoproctus sp.										15	23	
Octobranthus sikorskii										9	11	
Ophelina abranchiata										6		
Hyperiidæ								1				
Kruppomenia borealis										1	1	
Sabellidæ 2										8	8	
Calathura brachiata											1	
Nannoniscus oblongus											1	

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved GJE-5 NY tatt i juni 2020 ved Gjervika (tabell V7.2).

Tabell V7.2 Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NSI (EG)	GJE-5 NY-1	GJE-5 NY-2
Amphictene auricoma	2	13	10
Aonides paucibranchiata	1		1
Aricidea catherinae	1	1	
Aricidea sp.	1	1	
Capitella capitata kompleks	5	960	810
Chaetozone setosa kompleks	4	6	4
Chaetozone sp.	3		2
Cirratulus cirratus	4	1	
Clymenura borealis	1		1
Eumida sp.	1	1	1
Exogone verugera	1	21	27
Galathowenia oculata	3	2	2
Glycera alba	2	6	3
Glycera lapidum kompleks	1	13	14
Glycera sp.	2	3	6
Goniada maculata	2	5	1
Heteromastus filiformis	4	3	4
Lagis koreni	4	1	2
Nephtys hombergii	2	1	
Nephtys sp.	2	1	1
Nothria conchylega	1		4
Ophelina sp.	3	9	4
Oxydromus vittatus	3	2	6
Paramphinome jeffreysii	3	21	7
Pholoe baltica	3	1	6
Phyllodoce mucosa	5		3

Phyllodoce rosea	1		2
Poecilochaetus serpens		1	1
Prionospio cirrifer	3	1	2
Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4	2	3
Scolecopsis sp.	1		2
Scoloplos armiger kompleks	3	11	12
Spio sp.	2	1	1
Spiophanes wigleyi	1	1	
Astarte sulcata	1		1
Ennucula tenuis	2	2	4
Montacuta substriata	1	2	2
Mya sp.	3	1	
Tellinomya ferruginosa	2		2
Thyasira sarsii	4	8	9
Yoldiella nana	3	3	1
Yoldiella philippiana	1		1
Cylichna alba	1	1	
Hermania sp.	2	1	3
Nudibranchia	3	1	
Retusa umbilicata	4	2	2
Rissoidae		4	
Antalis entalis	1	3	5
Amphipoda	2		1
Oedicerotidae			1
Protomedeia fasciata	4	5	8
Tryphosites longipes	1	10	11
Diastylodes biplicatus	1	1	2
Decapoda (larver)			1
Calanoida		50	200
Amphiura filiformis	3	5	2
Ophiura sp.	2	2	4
Echinocardium flavescens	1	2	2
Nematoda		200	6
Sipuncula	2	2	
Phascolion strombus strombus	2	2	
Egg/eggmasse		x	x

Vedlegg 7 – CTD rådata

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

Tabell V7.1 CTD data fra Gjervika

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
34	8,3	91,9	8,41	0,7	09:47:29
34	8,3	91,4	8,36	1,0	09:47:30
34	8,3	90,7	8,29	1,2	09:47:31
34	8,3	90,6	8,29	1,6	09:47:32
34	8,3	91,2	8,34	2,1	09:47:33
34	8,3	91,5	8,37	2,5	09:47:34
34	8,3	91,4	8,36	3,1	09:47:35
34	8,3	91,3	8,34	3,6	09:47:36
34	8,3	91,2	8,33	4,2	09:47:37
34	8,3	91,6	8,37	4,8	09:47:38
34	8,3	91,2	8,33	5,3	09:47:39
34	8,3	91,7	8,37	6,1	09:47:40
34	8,3	91,5	8,36	6,5	09:47:41
34	8,3	91,1	8,32	7,1	09:47:42
34	8,3	91,8	8,38	7,7	09:47:43
34	8,3	91,5	8,36	8,3	09:47:44
34	8,3	89,9	8,21	9,3	09:47:45
34	8,3	91,1	8,32	11,0	09:47:46
34	8,3	91,0	8,31	12,8	09:47:47
34	8,3	91,3	8,34	14,6	09:47:48
34	8,3	91,3	8,34	16,4	09:47:49
34	8,3	91,4	8,34	18,2	09:47:50
34	8,3	91,4	8,34	19,9	09:47:51
34	8,3	91,2	8,33	21,6	09:47:52
34	8,3	91,3	8,33	23,3	09:47:53
34	8,3	91,3	8,33	24,9	09:47:54
34	8,3	91,3	8,32	26,3	09:47:55
34	8,3	91,3	8,33	27,9	09:47:56
34	8,3	91,5	8,35	29,2	09:47:57
34	8,3	91,4	8,34	29,4	09:47:58
34	8,3	91,4	8,34	29,5	09:47:59
34	8,3	91,4	8,34	29,4	09:48:00
34	8,3	91,3	8,33	29,4	09:48:01
34	8,3	91,4	8,33	29,4	09:48:02
34	8,3	91,3	8,33	29,0	09:48:03
34	8,3	91,2	8,32	29,2	09:48:04
34	8,3	91,3	8,32	29,4	09:48:05
34	8,3	91,2	8,32	29,3	09:48:06
34	8,3	91,2	8,32	29,3	09:48:07

34	8,3	91,1	8,31	29,5	09:48:08
34	8,3	91,1	8,31	29,8	09:48:09
34	8,3	91,0	8,30	30,3	09:48:10
34	8,3	90,9	8,30	30,9	09:48:11
34	8,3	90,9	8,29	31,3	09:48:12
34	8,3	90,9	8,29	31,9	09:48:13
34	8,3	90,8	8,29	32,5	09:48:14
34	8,3	90,8	8,28	32,9	09:48:15
34	8,3	90,8	8,29	33,5	09:48:16
34	8,3	90,8	8,29	34,0	09:48:17
34	8,3	90,8	8,28	34,5	09:48:18
34	8,3	90,8	8,28	35,1	09:48:19
34	8,3	90,8	8,28	35,5	09:48:20
34	8,3	90,8	8,28	36,2	09:48:21
34	8,3	90,8	8,28	36,9	09:48:22
34	8,3	90,8	8,28	37,5	09:48:23
34	8,3	90,8	8,28	38,2	09:48:24
34	8,3	90,8	8,28	38,9	09:48:25
34	8,3	90,8	8,28	39,6	09:48:26
34	8,3	90,8	8,28	40,3	09:48:27
34	8,3	90,8	8,28	41,0	09:48:28
34	8,3	90,8	8,28	41,7	09:48:29
34	8,3	90,8	8,28	42,3	09:48:30
34	8,3	90,8	8,28	43,0	09:48:31
34	8,3	90,8	8,28	43,7	09:48:32
34	8,3	90,8	8,28	44,3	09:48:33
34	8,3	90,8	8,28	45,1	09:48:34
34	8,3	90,7	8,28	45,8	09:48:35
34	8,2	90,7	8,28	46,4	09:48:36
34	8,2	90,7	8,28	47,1	09:48:37
34	8,2	90,7	8,28	47,8	09:48:38
34	8,2	90,6	8,28	48,4	09:48:39
34	8,2	90,6	8,28	49,2	09:48:40
34	8,2	90,6	8,28	49,8	09:48:41
34	8,2	90,6	8,27	50,5	09:48:42
34	8,2	90,6	8,27	51,2	09:48:43
34	8,2	90,5	8,27	51,8	09:48:44
34	8,2	90,5	8,27	52,6	09:48:45
34	8,2	90,5	8,27	53,2	09:48:46
34	8,2	90,5	8,26	53,9	09:48:47
34	8,2	90,5	8,26	54,6	09:48:48
34	8,2	90,5	8,26	55,2	09:48:49
34	8,2	90,4	8,26	56,0	09:48:50
34	8,2	90,5	8,26	56,7	09:48:51
34	8,2	90,4	8,26	57,3	09:48:52
34	8,2	90,4	8,26	58,1	09:48:53

34	8,2	90,4	8,26	58,6	09:48:54
34	8,2	90,3	8,25	59,4	09:48:55
34	8,2	90,3	8,25	60,1	09:48:56
34	8,2	90,3	8,25	60,8	09:48:57
34	8,2	90,3	8,24	61,5	09:48:58
34	8,2	90,3	8,24	62,1	09:48:59
34	8,2	90,2	8,24	62,8	09:49:00
34	8,2	90,2	8,24	63,5	09:49:01
34	8,2	90,1	8,23	64,1	09:49:02
34	8,2	90,1	8,23	64,8	09:49:03
34	8,2	90,0	8,23	65,5	09:49:04
34	8,2	90,0	8,23	66,2	09:49:05
34	8,2	90,0	8,23	66,9	09:49:06
34	8,2	90,0	8,23	67,5	09:49:07
34	8,2	89,9	8,22	68,3	09:49:08
34	8,2	89,9	8,22	68,9	09:49:09
34	8,1	89,9	8,22	69,6	09:49:10
34	8,1	89,9	8,23	70,3	09:49:11
34	8,1	89,9	8,22	70,8	09:49:12
34	8,1	89,9	8,22	71,7	09:49:13
34	8,1	90,0	8,23	72,3	09:49:14
34	8,1	89,9	8,23	72,9	09:49:15
34	8,1	89,9	8,23	73,6	09:49:16
34	8,1	90,0	8,23	74,4	09:49:17
34	8,1	90,0	8,24	75,0	09:49:18
34	8,1	90,0	8,24	75,7	09:49:19
34	8,1	90,0	8,24	76,4	09:49:20
34	8,1	89,9	8,23	77,0	09:49:21
34	8,1	90,0	8,24	77,8	09:49:22
34	8,1	90,0	8,24	78,4	09:49:23
34	8,1	90,0	8,24	79,1	09:49:24
34	8,1	90,0	8,24	79,8	09:49:25
34	8,1	90,0	8,24	80,5	09:49:26
34	8,1	90,0	8,23	81,2	09:49:27
34	8,1	90,0	8,23	81,8	09:49:28
34	8,1	89,9	8,23	82,5	09:49:29
34	8,1	89,9	8,23	83,2	09:49:30
34	8,1	89,9	8,23	83,8	09:49:31
34	8,1	89,9	8,23	84,5	09:49:32
34	8,1	89,9	8,23	85,3	09:49:33
34	8,1	89,9	8,23	86,0	09:49:34
34	8,1	89,8	8,22	86,6	09:49:35
34	8,1	89,8	8,22	87,3	09:49:36
34	8,1	89,8	8,22	88,0	09:49:37
34	8,1	89,7	8,22	88,6	09:49:38
34	8,1	89,7	8,22	89,4	09:49:39

34	8,1	89,7	8,22	90,0	09:49:40
34	8,1	89,7	8,21	90,7	09:49:41
34	8,1	89,7	8,21	91,4	09:49:42
34	8,1	89,6	8,21	92,1	09:49:43
34	8,1	89,6	8,20	92,7	09:49:44
34	8,1	89,5	8,20	93,4	09:49:45
34	8,1	89,6	8,20	94,3	09:49:46
34	8,1	89,4	8,19	94,9	09:49:47
34	8,1	89,5	8,19	95,6	09:49:48
34	8,1	89,4	8,18	95,5	09:49:49
34	8,1	89,4	8,18	95,5	09:49:50
34	8,1	89,3	8,17	95,8	09:49:51
34	8,1	89,3	8,16	96,2	09:49:52
34	8,1	89,2	8,15	96,7	09:49:53
34	8,1	89,1	8,14	97,4	09:49:54
34	8,1	89,0	8,14	98,2	09:49:55
35	8,1	89,0	8,13	98,7	09:49:56
35	8,1	89,0	8,12	99,3	09:49:57
35	8,2	88,9	8,12	99,9	09:49:58
35	8,2	88,9	8,11	100,4	09:49:59
35	8,1	88,8	8,11	100,9	09:50:00
35	8,1	88,9	8,12	101,5	09:50:01
35	8,1	88,5	8,09	102,0	09:50:02
35	8,1	88,5	8,09	102,6	09:50:03
35	8,1	88,4	8,09	103,1	09:50:04
35	8,1	88,4	8,08	103,6	09:50:05
35	8,1	88,3	8,08	104,1	09:50:06
35	8,1	88,3	8,07	104,8	09:50:07
35	8,1	88,2	8,07	105,2	09:50:08
35	8,0	88,1	8,06	105,9	09:50:09
35	8,0	88,0	8,06	106,6	09:50:10
35	8,0	87,9	8,06	107,2	09:50:11
35	8,0	87,9	8,05	108,0	09:50:12
35	8,0	87,8	8,05	108,6	09:50:13
35	7,9	87,8	8,05	109,4	09:50:14
35	7,9	87,7	8,05	109,9	09:50:15
35	7,9	87,6	8,04	110,6	09:50:16
35	7,9	87,6	8,04	111,4	09:50:17
35	7,9	87,5	8,03	111,9	09:50:18
35	7,9	87,4	8,03	112,7	09:50:19
35	7,8	87,3	8,02	113,4	09:50:20
35	7,8	87,3	8,02	114,0	09:50:21
35	7,8	87,2	8,02	114,8	09:50:22
35	7,8	87,3	8,02	115,4	09:50:23
35	7,8	87,2	8,02	116,1	09:50:24
35	7,8	87,1	8,01	116,9	09:50:25

35	7,8	87,0	8,00	117,4	09:50:26
35	7,8	87,0	8,00	118,2	09:50:27
35	7,8	87,0	8,00	118,8	09:50:28
35	7,8	86,9	7,99	119,5	09:50:29
35	7,8	86,9	7,99	120,3	09:50:30
35	7,8	86,9	7,99	120,9	09:50:31
35	7,8	86,8	7,99	121,5	09:50:32
35	7,8	86,8	7,98	122,3	09:50:33
35	7,8	86,8	7,99	122,9	09:50:34
35	7,7	86,7	7,98	123,6	09:50:35
35	7,7	86,6	7,98	124,3	09:50:36
35	7,7	86,6	7,97	125,0	09:50:37
35	7,7	86,6	7,97	125,7	09:50:38
35	7,7	86,5	7,97	126,3	09:50:39
35	7,7	86,5	7,97	127,1	09:50:40
35	7,7	86,5	7,96	127,7	09:50:41
35	7,7	86,4	7,96	128,4	09:50:42
35	7,7	86,4	7,96	129,0	09:50:43
35	7,7	86,3	7,96	129,7	09:50:44
35	7,7	86,3	7,96	130,4	09:50:45
35	7,7	86,2	7,95	131,1	09:50:46
35	7,6	86,2	7,95	131,8	09:50:47
35	7,6	86,2	7,95	132,4	09:50:48
35	7,6	86,2	7,95	133,2	09:50:49
35	7,6	86,1	7,94	133,8	09:50:50
35	7,6	86,0	7,95	134,6	09:50:51
35	7,5	86,0	7,95	135,1	09:50:52
35	7,5	85,9	7,94	135,9	09:50:53
35	7,5	85,8	7,95	136,6	09:50:54
35	7,4	85,7	7,94	137,2	09:50:55
35	7,4	85,6	7,94	138,0	09:50:56
35	7,4	85,6	7,93	138,6	09:50:57
35	7,4	85,5	7,93	139,2	09:50:58
35	7,4	85,4	7,93	140,0	09:50:59
35	7,4	85,4	7,93	140,6	09:51:00
35	7,3	85,3	7,92	141,3	09:51:01
35	7,3	85,3	7,92	142,0	09:51:02
35	7,3	85,2	7,92	142,7	09:51:03
35	7,3	85,1	7,91	143,4	09:51:04
35	7,2	85,0	7,91	144,1	09:51:05
35	7,2	84,9	7,91	144,8	09:51:06
35	7,1	84,8	7,91	145,5	09:51:07
35	7,1	84,8	7,91	146,2	09:51:08
35	7,1	84,7	7,91	146,9	09:51:09
35	7,1	84,6	7,90	147,6	09:51:10
35	7,1	84,6	7,90	148,2	09:51:11

35	7,0	84,5	7,89	149,0	09:51:12
35	7,0	84,5	7,90	149,6	09:51:13
35	7,0	84,4	7,89	150,3	09:51:14
35	7,0	84,3	7,88	151,0	09:51:15
35	7,0	84,3	7,88	151,6	09:51:16
35	7,0	84,3	7,88	152,4	09:51:17
35	7,0	84,2	7,87	153,0	09:51:18
35	7,0	84,1	7,87	153,7	09:51:19
35	7,0	84,2	7,88	154,4	09:51:20
35	7,0	84,1	7,87	155,1	09:51:21
35	6,9	84,0	7,87	155,8	09:51:22
35	6,9	84,0	7,86	156,6	09:51:23
35	6,9	83,9	7,86	157,2	09:51:24
35	6,9	83,9	7,86	157,8	09:51:25
35	6,9	83,8	7,85	158,6	09:51:26
35	6,9	83,8	7,85	159,2	09:51:27
35	6,9	83,7	7,85	159,9	09:51:28
35	6,9	83,8	7,85	160,7	09:51:29
35	6,9	83,7	7,85	161,2	09:51:30
35	6,9	83,7	7,84	162,0	09:51:31
35	6,9	83,6	7,84	162,7	09:51:32
35	6,9	83,6	7,84	163,4	09:51:33
35	6,9	83,6	7,84	164,1	09:51:34
35	6,9	83,6	7,83	164,8	09:51:35
35	6,9	83,6	7,83	165,5	09:51:36
35	6,9	83,5	7,83	166,1	09:51:37
35	6,9	83,5	7,83	166,8	09:51:38
35	6,8	83,5	7,83	167,5	09:51:39
35	6,8	83,5	7,82	168,2	09:51:40
35	6,8	83,4	7,82	168,9	09:51:41
35	6,8	83,4	7,82	169,6	09:51:42
35	6,8	83,4	7,82	170,2	09:51:43
35	6,8	83,4	7,82	171,0	09:51:44
35	6,8	83,3	7,81	171,5	09:51:45
35	6,8	83,3	7,81	172,3	09:51:46
35	6,8	83,3	7,81	172,9	09:51:47
35	6,8	83,2	7,81	173,6	09:51:48
35	6,8	83,2	7,81	174,3	09:51:49
35	6,8	83,2	7,80	174,9	09:51:50
35	6,8	83,2	7,80	175,6	09:51:51
35	6,8	83,2	7,80	176,4	09:51:52
35	6,8	84,3	7,90	177,0	09:51:53
35	6,8	84,7	7,94	177,7	09:51:54
35	6,8	83,6	7,84	178,5	09:51:55
35	6,8	83,2	7,80	179,1	09:51:56
35	6,8	83,1	7,79	179,8	09:51:57

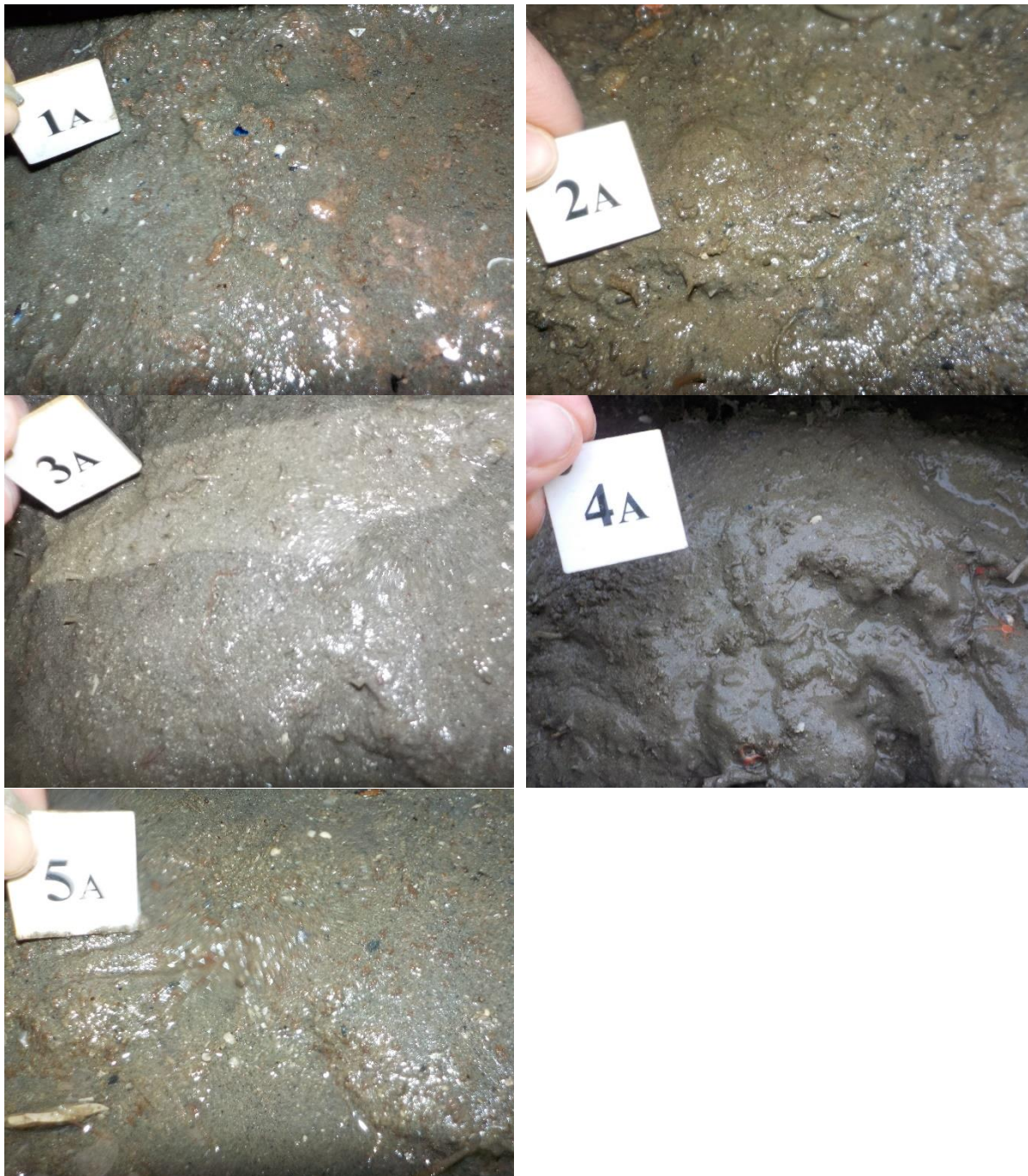
35	6,8	83,1	7,79	180,6	09:51:58
35	6,8	83,0	7,79	181,2	09:51:59
35	6,8	83,0	7,79	181,9	09:52:00
35	6,8	83,0	7,79	182,6	09:52:01
35	6,8	83,0	7,78	183,2	09:52:02
35	6,8	83,0	7,78	183,9	09:52:03
35	6,8	82,9	7,78	184,8	09:52:04
35	6,8	83,0	7,78	185,2	09:52:05
35	6,8	82,9	7,78	186,1	09:52:06
35	6,8	83,0	7,79	186,8	09:52:07
35	6,8	83,1	7,80	187,4	09:52:08
35	6,8	82,9	7,78	188,1	09:52:09
35	6,8	82,8	7,77	188,9	09:52:10
35	6,8	83,2	7,81	189,5	09:52:11
35	6,8	82,7	7,76	190,2	09:52:12
35	6,8	82,7	7,76	190,9	09:52:13
35	6,8	82,9	7,78	191,6	09:52:14
35	6,8	82,7	7,76	192,3	09:52:15
35	6,8	82,7	7,76	193,0	09:52:16
35	6,8	82,7	7,76	193,7	09:52:17
35	6,8	82,7	7,76	194,4	09:52:18
35	6,8	82,7	7,76	195,1	09:52:19
35	6,8	82,7	7,76	195,8	09:52:20
35	6,8	82,7	7,76	196,5	09:52:21
35	6,8	82,7	7,76	197,3	09:52:22
35	6,8	82,7	7,76	197,9	09:52:23
35	6,8	82,6	7,75	198,6	09:52:24
35	6,8	82,6	7,75	199,4	09:52:25
35	6,8	82,6	7,75	200,0	09:52:26
35	6,8	82,7	7,76	200,7	09:52:27
35	6,8	82,6	7,75	201,5	09:52:28
35	6,8	82,6	7,75	202,1	09:52:29
35	6,8	82,6	7,75	202,7	09:52:30
35	6,8	82,6	7,75	203,5	09:52:31
35	6,8	82,6	7,75	204,1	09:52:32
35	6,8	82,5	7,74	204,8	09:52:33
35	6,8	82,5	7,74	205,6	09:52:34
35	6,8	82,5	7,74	206,2	09:52:35
35	6,8	82,5	7,74	207,0	09:52:36
35	6,8	82,5	7,74	207,6	09:52:37
35	6,8	82,4	7,73	208,4	09:52:38
35	6,8	82,5	7,74	209,1	09:52:39
35	6,8	82,6	7,75	209,7	09:52:40
35	6,8	82,4	7,73	210,4	09:52:41
35	6,8	82,4	7,73	211,2	09:52:42
35	6,8	82,4	7,73	211,8	09:52:43

35	6,8	82,4	7,73	212,6	09:52:44
35	6,8	82,5	7,74	213,2	09:52:45
35	6,8	82,4	7,73	213,9	09:52:46
35	6,8	82,3	7,73	214,7	09:52:47
35	6,8	82,3	7,72	215,3	09:52:48
35	6,8	82,3	7,72	216,0	09:52:49
35	6,8	82,3	7,72	216,7	09:52:50
35	6,8	82,3	7,72	217,4	09:52:51
35	6,8	82,3	7,72	218,1	09:52:52
35	6,8	82,2	7,72	218,8	09:52:53
35	6,8	82,2	7,72	219,5	09:52:54
35	6,8	82,2	7,72	220,1	09:52:55
35	6,8	82,4	7,73	220,8	09:52:56
35	6,8	82,2	7,72	221,5	09:52:57
35	6,8	82,5	7,74	222,2	09:52:58
35	6,8	82,2	7,71	222,9	09:52:59
35	6,8	82,2	7,71	223,5	09:53:00
35	6,8	82,2	7,71	224,3	09:53:01
35	6,8	82,2	7,71	224,9	09:53:02
35	6,8	82,1	7,70	225,7	09:53:03
35	6,8	82,1	7,70	226,4	09:53:04
35	6,8	82,1	7,70	227,0	09:53:05
35	6,8	82,2	7,71	227,7	09:53:06
35	6,8	82,0	7,70	228,5	09:53:07
35	6,7	82,1	7,70	229,1	09:53:08
35	6,7	82,0	7,70	229,8	09:53:09
35	6,7	82,0	7,69	230,5	09:53:10
35	6,7	82,1	7,71	231,3	09:53:11
35	6,7	82,0	7,70	231,9	09:53:12
35	6,7	82,0	7,70	232,6	09:53:13
35	6,7	82,0	7,70	233,3	09:53:14
35	6,7	82,1	7,70	233,9	09:53:15
35	6,7	82,6	7,75	234,7	09:53:16
35	6,7	82,3	7,73	235,3	09:53:17
35	6,7	81,9	7,69	236,1	09:53:18
35	6,7	81,9	7,68	236,7	09:53:19
35	6,7	81,8	7,68	237,4	09:53:20
35	6,7	81,9	7,69	238,1	09:53:21
35	6,7	82,3	7,72	238,7	09:53:22
35	6,7	82,1	7,71	239,6	09:53:23
35	6,7	81,8	7,68	240,1	09:53:24
35	6,7	81,7	7,67	240,9	09:53:25
35	6,7	81,9	7,68	241,6	09:53:26
35	6,7	81,8	7,68	242,2	09:53:27
35	6,7	81,8	7,67	243,0	09:53:28
35	6,7	81,8	7,67	243,6	09:53:29

35	6,7	81,8	7,67	244,4	09:53:30
35	6,7	81,7	7,67	245,0	09:53:31
35	6,7	81,7	7,67	245,8	09:53:32
35	6,7	82,4	7,73	246,4	09:53:33
35	6,7	83,0	7,79	247,2	09:53:34
35	6,7	82,1	7,71	247,7	09:53:35
35	6,7	81,7	7,67	247,8	09:53:36
35	6,7	81,6	7,66	248,1	09:53:37
35	6,7	81,6	7,66	248,5	09:53:38
35	6,7	81,6	7,66	249,0	09:53:39
35	6,7	81,6	7,66	249,4	09:53:40
35	6,7	86,1	8,09	249,9	09:53:41
36	6,7	88,6	8,30	250,1	09:53:42
36	6,7	86,5	8,11	250,1	09:53:43

Vedlegg 8 – Bilder av sediment

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

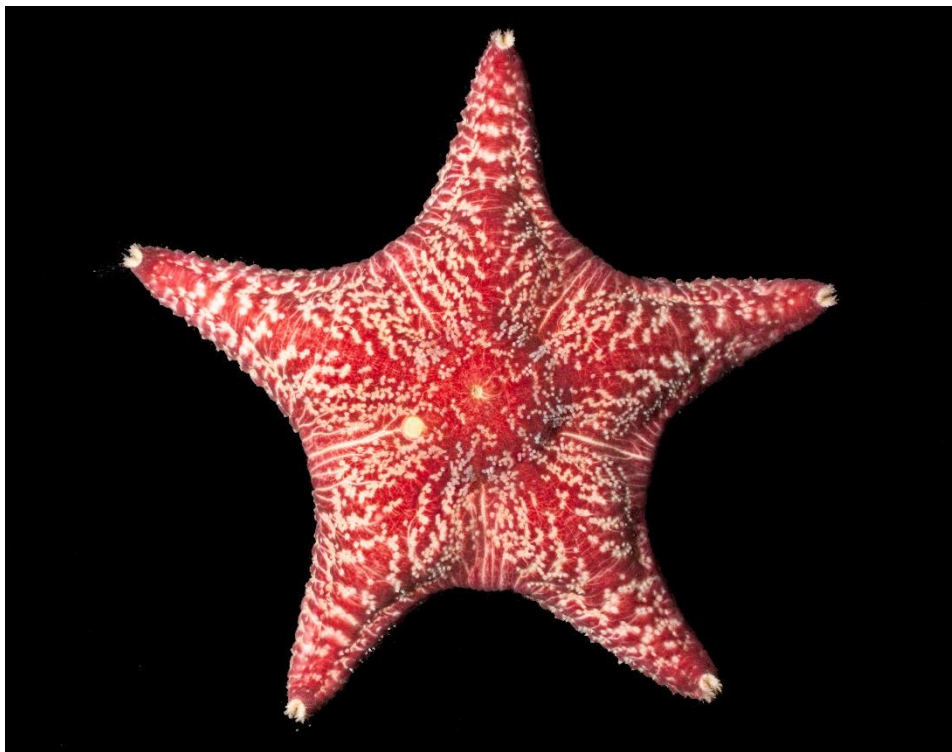


Figur V8.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.

ASC-vurdering

for

Gjervika



Feltarbeid
Oppdragsgiver

30.10.2019
Flakstadvåg Laks AS

V.9-1 Sammendrag

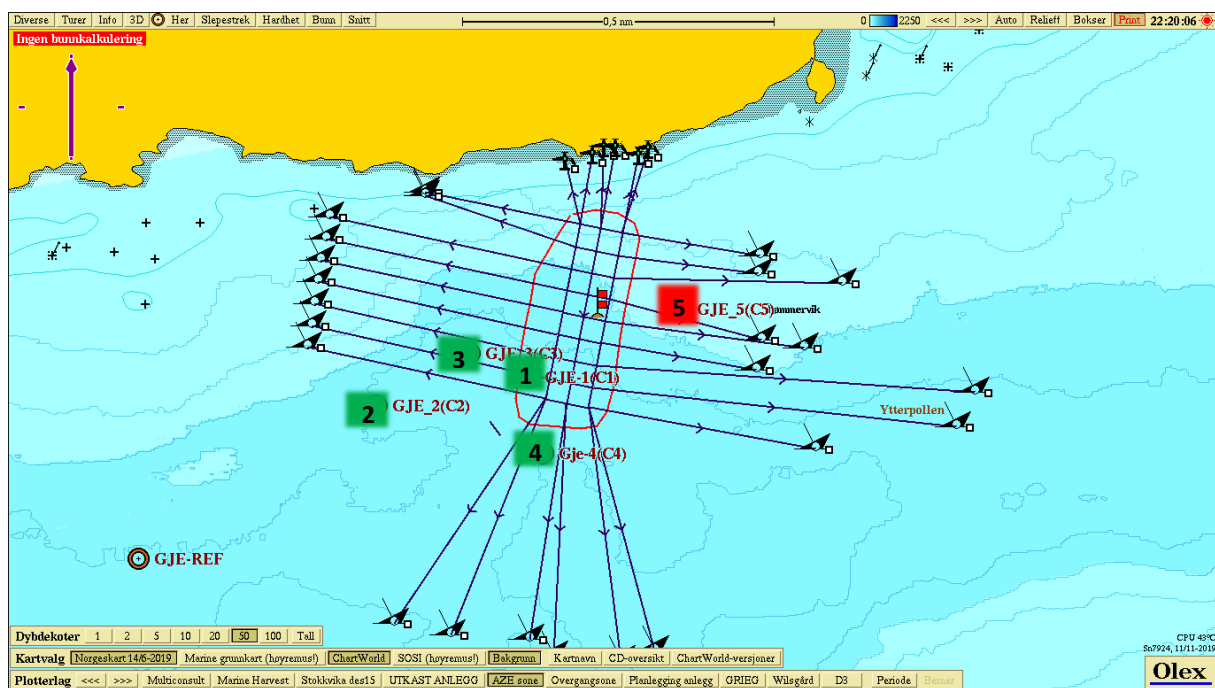
Denne rapporten omhandler en ASC- vurdering ved lokaliteten Gjervika i Tranøy, Troms fylke (Figur V.9-1.1). Dette er gjort i forbindelse med sertifisering etter standarden til Aquaculture Stewardship Council (ASC). Formålet med denne vurderingen er å dokumentere miljøtilstanden og bunnforholdene med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

Alle stasjoner viste akseptabel tilstand for faunaforhold, redokspotensial og kobbermengde utenfor AZE, bortsett fra en stasjon (GJE-5) som var ikke akseptabel for faunabiodiversitet. Det er viktig å bemerke at AZE-sonen kunne sannsynligvis trekkes lenger fra anlegget på grunn av returstrømpåvirkning her og at GJE-5/GJE-5NY viste ikke akseptable tilstand for fauna ($H'=1.72/1,65$)*.

Tilstand ved anlegget (GJE-1) ble klassifisert som akseptabel da det var her funnet tre ikke-forurensningsindikerende arter i høyt antall.

*Revisjon 1

Viser til C-undersøkelsen, kapittel 4 (Diskusjon). Det ble tatt nye prøver i juni 2020 for å undersøke om resultatene fra første prøvetaking (oktober 2019) var representative og det ble konkludert at de var de. Resultatene indikerer også at dette er en bakevje som mottar en del partikler fra driften, noe som tilsier at forholdene burde vurderes som innenfor AZE. Dermed kan vi vurdere bunnfaunatilstanden etter kriterier innenfor AZE og følgelig blir den godkjent med mer enn 2 ikke-forurensningsindikerende dyr per kvadratmeter. Det anbefales at stasjonen overvåkes fremover også, og at prøvene fortsatt vurderes etter kriterier innenfor AZE i fremtidige undersøkelser.



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

Forsidefoto: Ingvid Andersen

V.9-2 Innledning

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

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

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

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

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

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

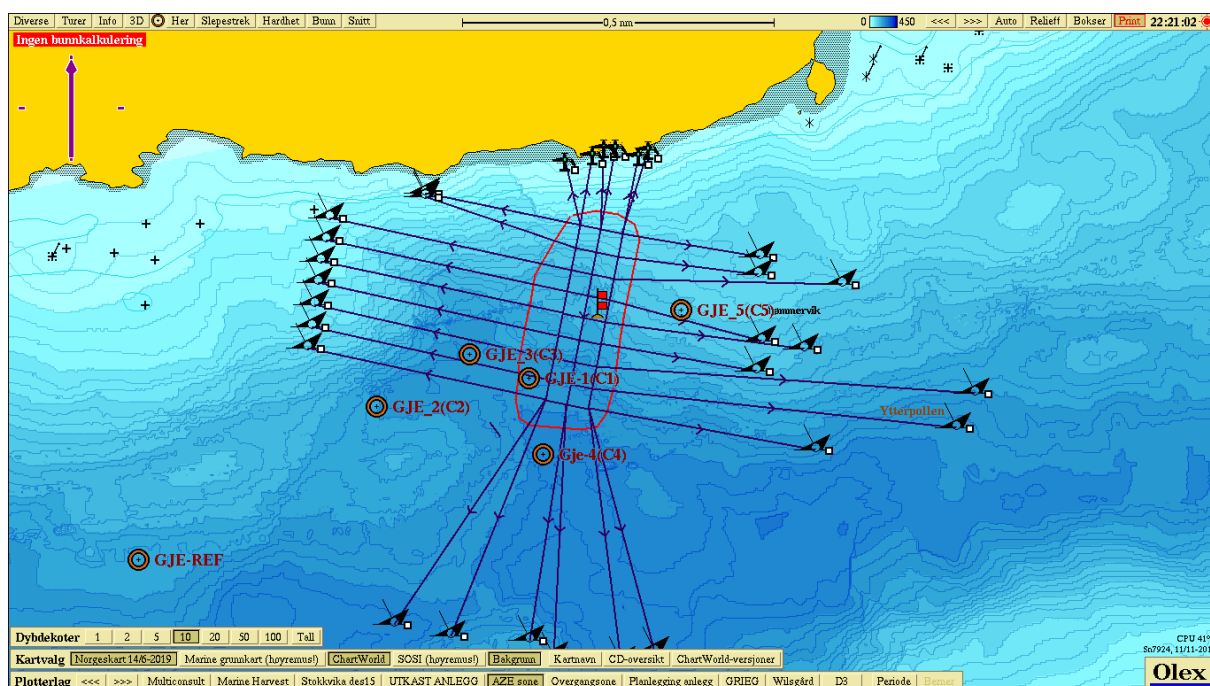
Indikator	Krav
E_h - eller sulfidnivå i sedimentet utenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	$E_h > 0$ millivolt (mV) eller sulfid $\leq 1,500$ mmol/L
Faunaindeks som indikerer god til høy økologisk kvalitet i sedimentet på utsiden av AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	AMBI verdi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

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

V.9-3 Metode

Metode for og gjennomføring av prøvetaking for ASC-vurderingen er 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 ifra strømforhold -styrke, -dybde og retning, bunntopografi og resultater fra andre lokaliteter med tilsvarende forhold.

Med utgangspunkt i antatt AZE er stasjonene plassert med stasjon GJE-1 som nærstasjon inntil anleggets ramme (innenfor AZE). Stasjon GJE-2 ble plassert i hovedstrømretningen, 425 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjon GJE-3 ble plassert i hovedstrømretning 260 meter utenfor anleggets ramme, og 150 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjon GJE 4 ble lagt rett sør for anlegget og AZE-sonen, i bunnen av skråningen anlegget ligger over. Stasjon GJE-5 ble lagt i returstrømmens retning med en avstand fra anslått AZE-sone på 160 meter. Referansestasjonen GJE-REF plassert 1280 meter sør-vest for anleggs plasseringen med bunnforhold tilsvarende området innenfor AZE, men også der det var mulig å få grabb (figur V.9-3.1 og tabell V.9-3.1).



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

Tabell V.9-3-1 Stasjonsbeskrivelser etter ASC Salmon Standard (2017).

Stasjon	Koordinater	Avstand til anlegg (m)	Dyp (m)	Plassering
GJE-1	69°02.918'N / 16°52.985'Ø	70	220	i-AZE
GJE-2	69°02.872'N / 16°52.303'Ø	515	205	u-AZE
GJE-3	69°02.957'N / 16°52.721'Ø	260	225	u-AZE
GJE-4	69°02.796'N / 16°53.047'Ø	170	250	u-AZE
GJE-5	69°03.027'N / 16°53.669'Ø	220	125	u-AZE
GJE-REF	69°02.628'N / 16°51.239'Ø	1280	160	ref

V.9-4 Resultater

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

Samlet viste resultatene for redokspotensial, faunabiodiversitet og kobbermengde tilstand «Akseptabel» for samtlige stasjoner utenfor AZE, med unntak ved GJE-5. Her var tilstanden «Ikke akseptabel» for faunabiodiversitet*, men det er viktig å bemerke at grabbhuggene fra GJE-5 ikke ble godkjente for volum (Tabell V.9-4.1). Innenfor AZE var tilstand akseptabel, da det var tre ikke-forurensningsindikerende arter i over 100 individer per kvadratmeter tilstede.

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

***Revisjon 1:** Resultatene vurderes innenfor AZE som akseptable (se diskusjon).

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

Stasjon	E _h		Fauna u-AZE		Fauna i-AZE		Cu	
	mV	TK	Verdi	TK	Antall	TK	mg/kg	TK
GJE-1					3	A		
GJE-2	254	A	4,81	A			8,3	A
GJE-3	244	A	4,29	A			21	A
GJE-4	392	A	4,62	A			19	A
GJE-5*/			1,72	IA	6*	A*		
GJE-5 NY**	110	A	1,65**	IA**	6**	A**	3,6	A
GJE-REF	338	—	5,45	—			14	—

*Vurdert innenfor AZE i tillegg

**etter vurdering av prøvene som ble tatt i juni 2020. Ikke med i klassifisering, men som en slags støtteparametere.

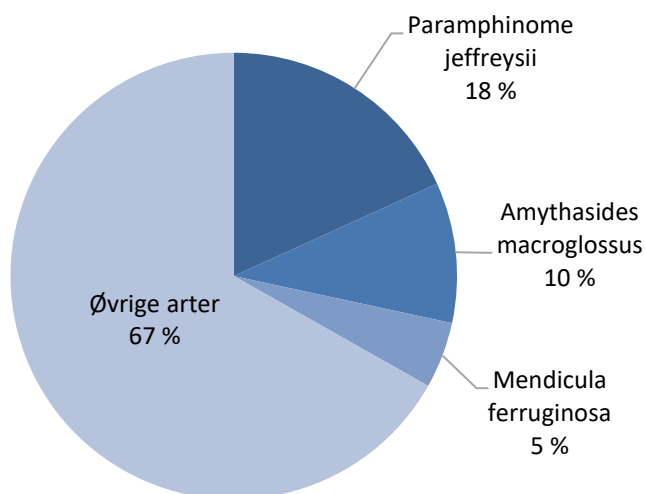
V.9-4.1 GJE-REF

Ved GJE-REF ble det registrert 1603 individer fordelt på 173 arter (tabell V.9-4.1.1, tabell V.9-4.1.2 og figur V.9-4.1.1).

Tabell V.9-4.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved GJE-REF oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe. Listen oppgir dyr per 0.2m².

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	292	18,2
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	163	10,2
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	77	4,8
<i>Laphania boeckii</i>	2	72	4,5
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	1	56	3,5
<i>Clymenura borealis</i>	1	51	3,2
<i>Exogone verugera</i>	1	48	3,0
<i>Eclysippe cf. eliasoni</i>	1	43	2,7
<i>Thyasira obsoleta</i>	1	43	2,7
<i>Notoproctus</i> sp.	i.a.	38	2,4
Øvrige arter	-	720	44,9

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



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

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

Indeks	GJE-REF-1	GJE-REF-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	126	133	130	
N	893	710	802	
NQI1	0,847	0,872	0,860	0,955
H'	5,118	5,774	5,446	0,994
J	0,734	0,818	0,776	
$H'_{\max}$	6,977	7,055	7,016	
ES100	40,410	47,750	44,080	0,983
ISI	10,500	11,467	10,983	0,897
NSI	25,809	26,420	26,115	0,845
Grabbverdi				0,935

V.9-5 Diskusjon

Alle stasjoner viste akseptabel tilstand for redokspotensial og kobbermengde utenfor AZE. Det var en stasjon (GJE-5)* som var ikke akseptabel for faunasbiodiversitet, men dette kan sannsynligvis forklares at alle grabbhuggene var her ikke godkjent for volum. Tilstand innenfor AZE ble klassifisert som akseptabel da ved GJE-1 var funnet tre ikke-forurensningsindikerende arter i høyt antall.

Det ble gjennomført en ASC-undersøkelse med lignende stasjonsplassering i 2018, men AZE sonen er justert i 2019 og ASC5 (GJE-5) er nå plassert u-AZE. I 2018 var alle stasjoner klassifisert som «akseptabel»; Spesifikt hadde ASC5 en høy biodiversitet ($H'=4.56$) og kvalifiserte til kravene både innenfor og utenfor AZE. I 2019 derimot er det påvist belastning i dette området og godkjennes ikke i henhold til kravene utenfor AZE. Det kan derfor virke som dette området likevel bør inkluderes i sonen i-AZE. Gjøres dette så kvalifiserer stasjonen til tilstand «akseptabel» med 2 eller flere ikke-forurensningsindikerende arter med høyt individantall.

*Revisjon 1

Viser til C-undersøkelsen, kapittel 4 (Diskusjon). Det ble tatt nye prøver i juni 2020 for å undersøke om resultatene fra første prøvetaking (oktober 2019) var representative og det ble konkludert at de var de. Resultatene indikerer også at dette er en bakevje som mottar en del partikler fra driften, noe som tilsier at forholdene burde vurderes som innenfor AZE. Dermed kan vi vurdere bunnfaunatilstanden etter kriterier innenfor AZE og følgelig blir den godkjent med mer enn 2 ikke-forurensningsindikerende dyr per kvadratmeter. Det anbefales at stasjonen overvåkes fremover også, og at prøvene fortsatt vurderes etter kriterier innenfor AZE i fremtidige undersøkelser.

V.9-6 Litteraturliste

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

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

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

Åkerblå (2019). C-undersøkelse fra Gjervika, 71 s.