

C-undersøkelse

NS9410:2016

for

Nordfoldleira



Feltarbeid

04.04.2018/06.04.2018

Oppdragsgiver

Ellingsen Seafood AS

Sammendrag

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse ved den planlagte lokaliteten Nordfoldleira i Steigen kommune, Nordland fylke. Undersøkelsen er gjort som et ledd i en søknad om oppstart av produksjon ved lokaliteten, og er ment å dokumentere tilstand i området før produksjonsstart. Det ble tatt fire ordinære C-stasjoner og en referansestasjon ment å representere upåvirkede forhold i overgangssonen for senere undersøkelser.

Inneværende undersøkelse

Undersøkelsen viste gode forhold i hele området, der alle ordinære C-stasjoner hadde fauna klassifisert til tilstandsklasse I (svært god). Bunnforholdene var lokalt svært forskjellig, og store forskjeller i sediment- og faunasammensetning mellom grabbhugg på samme prøvestasjon kunne observeres. Naturlige høye forekomster av en opportunistisk art ble oppdaget ved NOR-4 og referansestasjonen (NOR-REF). De kjemiske støtteparameterne indikerte gode forhold i hele området. Referansestasjonen var representativ for området.

Neste undersøkelse

Krav til neste undersøkelse er under første generasjon fisk etter produksjonsstart ved lokaliteten. Undersøkelsen bør gjennomføres i tidsrommet to måneder før maksimal belastning til to måneder etter utslakt.

Tabell 1. Hovedresultat fra C-undersøkelsen. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H'), økologisk kvalitetsratio (nEQR), vurdering av Nærstasjonen (Nær; C1 eller andre nærstasjoner), vurdering av overgangssonen og klassifisering av kobber (Cu) er oppgitt med klassifisering (NS9410 (2016), Veileder M608 (2016) og Veileder 02:2013 (2015)).

Stasjon/ Parameter	NOR-1	NOR-2	NOR-3	NOR-4	NOR-5
Antall arter	66	102	49	86	73
Antall individ	470	504	174	814	956
H'	God	Svært god	God		God
nEQR	Svært god	Svært god	Svært god		God
Nær				Meget god	
Cu	Bakgrunn	Bakgrunn	Bakgrunn	Bakgrunn	Bakgrunn
Samlet vurdering	Svært god		Neste undersøkelse (NS9410)	Første generasjon etter produksjonsstart	

C- undersøkelse for Nordfoldleira		
Rapportnummer	MCR-M-18056-Nordfoldleira	
Dato Rapport / Dato feltarbeid	14.06.2018 / 04.04.2018 - 06.04.2018	
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>	<i>Signatur</i>
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Nordfoldleira / 3120 tonn MTB	
	Steigen kommune, Nordland fylke	
Lokalitetsnummer	13937	
Oppdragsgiver		
Selskap	Ellingsen Seafood AS	
Kontaktperson	Svein Andorsen	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda Organisasjonsnummer 916 763 816	
Ansvarlig prøvetaking	Kristoffer Høyning	
Rapportansvarlig	Kristoffer Høyning	
Forfatter	Martin Mejdell Hektoen	
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)	
Distribusjon	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.</i>	

Forsidefoto: Charlotte Hallerud

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Nordfoldleira. Formålet med C-undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser. Hovedprinsippet til en C-undersøkelse er at økologisk tilstand skal klassifiseres på grunnlag av biologiske kvalitetsparametere (fauna), mens fysiske og kjemiske forhold er støtteparametere (NS-EN ISO 16665 2014, Veileder 02:2013 2015, NS9410 2016).

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (2015). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innhold

INNHOOLD	5
1 INNLEDNING	6
2 MATERIALER OG METODER	9
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	9
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	12
2.3 PRODUKSJON.....	15
3 RESULTATER	16
3.1 BUNNDYRSANALYSE	16
3.1.1 NOR-1.....	16
3.1.2 NOR-2.....	18
3.1.3 NOR-3.....	20
3.1.4 NOR-4.....	22
3.1.5 NOR-5.....	23
3.1.6 Samlet nEQR resultat	25
3.2 HYDROGRAFI	26
3.3 SEDIMENTANALYSER	27
3.3.1 Sensoriske vurderinger	27
3.3.2 Kornfordeling.....	28
3.3.3 Kjemiske parametere	28
4 DISKUSJON	29
5 LITTERATURLISTE	30
6 VEDLEGG	32
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	32
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS	34
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	36
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	38
VEDLEGG 5 – INDEKS FOR C1	41
VEDLEGG 6 - REFERANSETILSTANDER.....	42
VEDLEGG 7 - ARTSLISTE	44
VEDLEGG 8 – CTD RÅDATA	49
VEDLEGG 9 – BILDER AV SEDIMENT.....	51

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 02:2013 2015). Normalt antall defineres som 25-75 arter per grabb og 50-300 individer per grabb i henhold til Veileder 02:2013 (2015). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2013 2015).

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 02:2013 2015). 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 02:2013 (2015).

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivtetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Density Index (DI) er oppgitt for hver stasjon, men er ikke med i samlet vurdering. Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. 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 (Veileder 02:2013 2015).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømmretning og bunntopografi. Om bunnen i overgangssonen er sterkt skrånende så plasseres det en prøvestasjon ved foten av skråningen. Antall stasjoner avhenger av størrelse på lokaliteten. Tidspunkt for prøvetaking bør være i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting. C-undersøkelser skal utføres etter første generasjon på en lokalitet, mens minimumskravet til frekvensen for fremtidige undersøkelser bestemmes av tilstandsklassen som ble gitt ved foregående undersøkelse (tabell 1.1). Dersom frekvensene ikke sammenfaller, gjelder den som gir hyppigst frekvens (NS9410 2016).

Tabell 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.

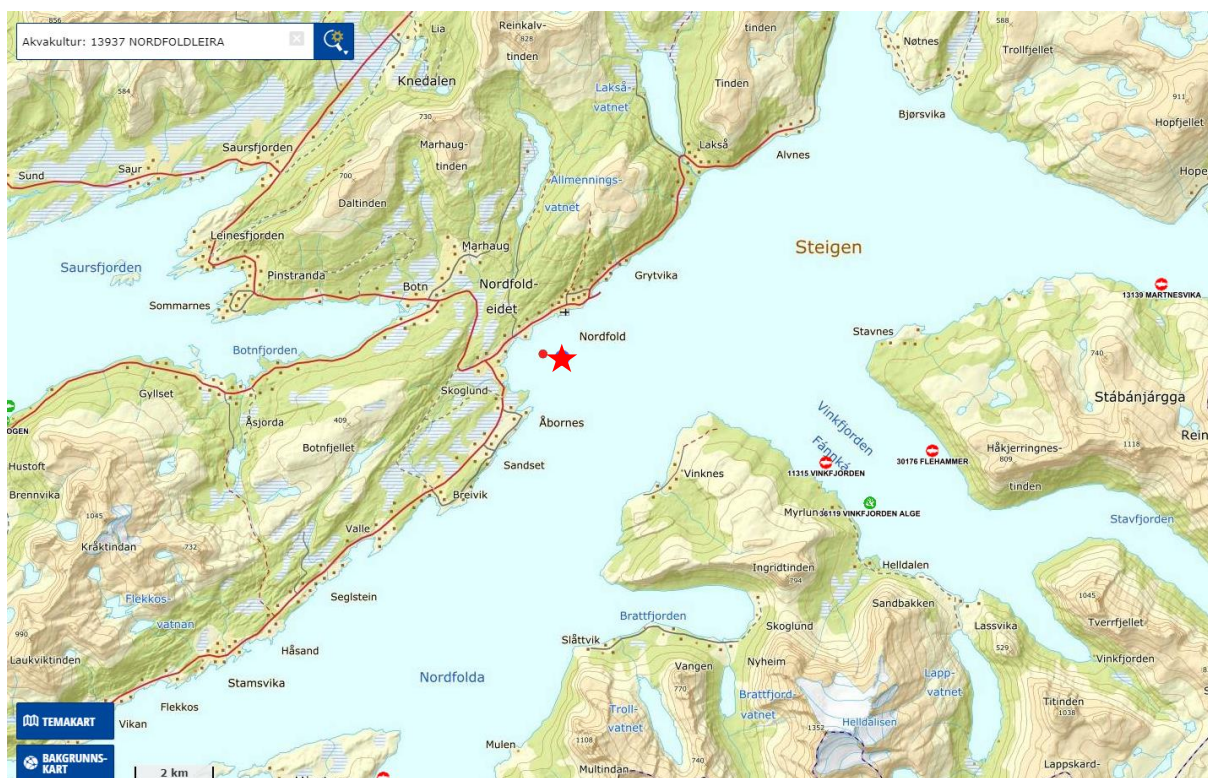
Nordfoldleira

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.

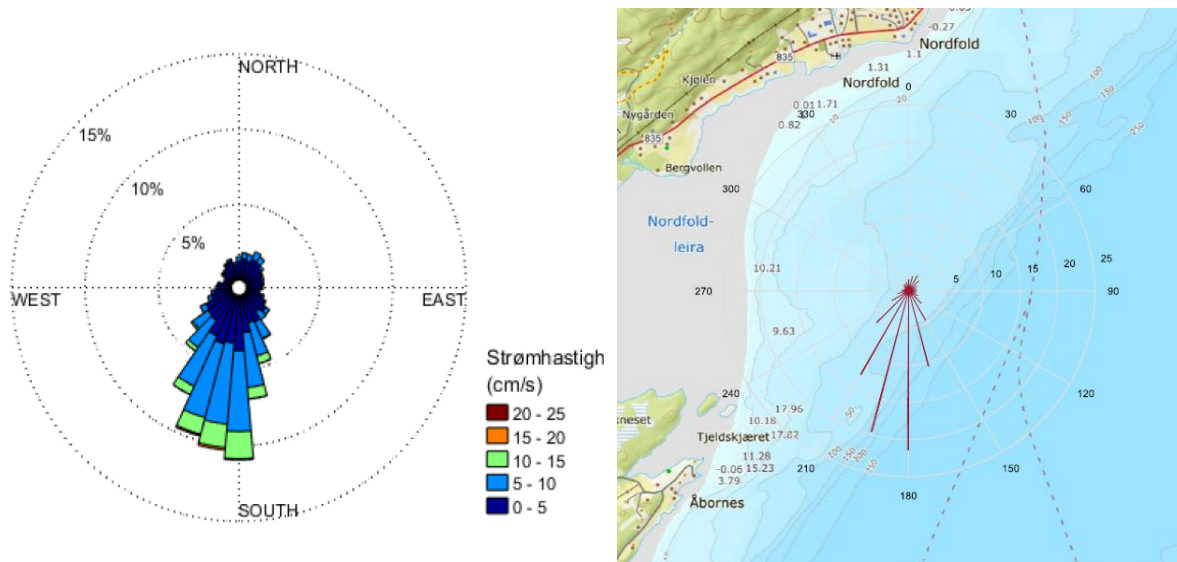
2 Materialer og metoder

2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Nordfoldleira ligger i fjorden Nordfolda, nordøst for Kråkneset i Steigen Kommune, Nordland Fylke (figur 2.1.1). Bunnen under anleggets nordlige del er nokså flat. Under anleggets sørlige del går det ei renne mot øst. Dybden innenfor anleggets ramme varierer mellom ca. 50 – 110 meter. Like øst for anlegget skrå bunnen bratt mot øst før den flater ut på ca. 270 meters dyp. Det er ingen terskler mellom anlegget og de dypere områdene i Nordfolda. Strømmålinger for området viser at hovedstrømretningen går mot syd-sydvest (figur 2.1.2).

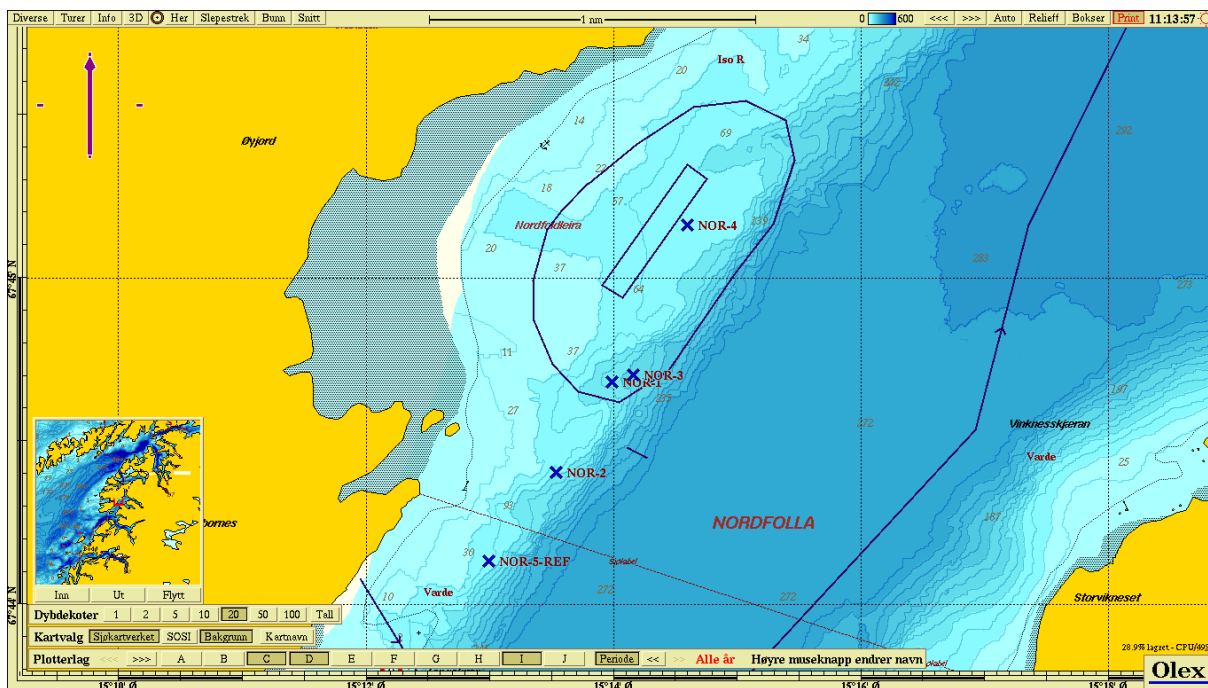


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten. Anlegget er merket med rød stjerne. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84 (Fiskeridirektoratet 2018).

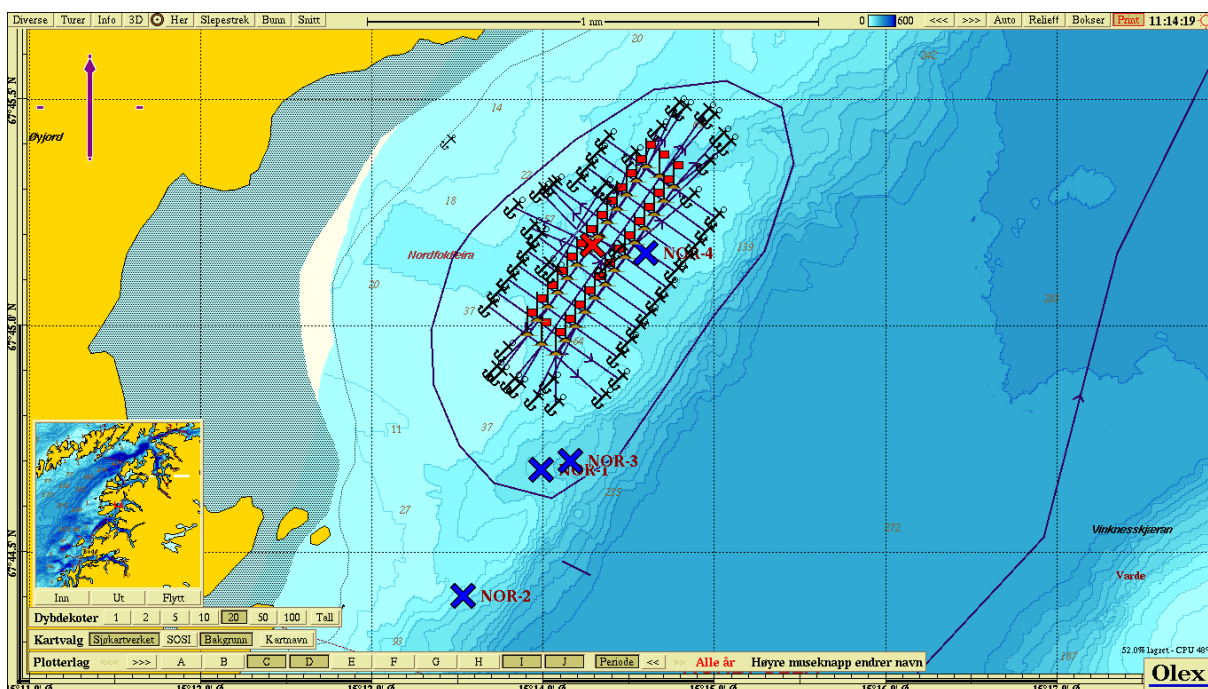


Figur 2.1.2 Strømforhold. Fordelingsdiagrammet til venstre angir antallet målepunkter (frekvens) i ulike himmelretninger. Figur til høyre viser relativ vannfluks som angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Målingene er utført ved spredningsdypet, 43 meter. Kartdatum WGS84 (Åkerblå 2018).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av produksjon, bunntopografi, bunnhardhet og strømforhold (NS9410 2016). Fire ordinære stasjoner ble opprettet da det er veiledende antall stasjoner for anlegg med MTB på 3120 tonn. Feltarbeidet og stasjonsplassering ble utført ut i fra en planlagt anleggsplassering omtrent 400 meter sør-sørøst for nåværende planlagte plassering. Grunnet dette vil stasjonene avvike noe fra optimal plassering, der blant annet C1-stasjonen er noe langt unna og ingen stasjoner er plassert nord for det planlagte anlegget. Likevel anser vi stasjonene i være representative for undersøkelsen grunnet bunnforhold. NOR-4 ble plassert nær anleggssonen, omtrent 50 meter fra det planlagte anlegget og regnes som en C1-stasjon. NOR-1 ble plassert i ytterkanten av overgangssonen, omtrent 470 meter sør for anlegget i begynnelsen av en dyprene der man forventer at organisk materiale kan akkumuleres. NOR-3 ble plassert noe nordøst i samme renne som NOR-1. NOR-2 ligger utenfor anslått overgangssone, men ansees som en C4-stasjon da området regnes som representativ for overgangssonen. Det ble i tillegg opprettet en referansestasjon (NOR-REF) omtrent 1700 meter sør for planlagt anleggsplassering, på tilsvarende dyp og bunnforhold som i overgangssonen (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).



Figur 2.1.3 Planlagt plassering av anlegget på lokaliteten med bunntopografi og stasjonsplassering. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Blå oppmerking rundt anlegget indikerer anslått overgangssone. Kartdatum WGS84.



Figur 2.1.4 Planlagt anleggsplassing, fortøyningslinjer og C-stasjonens innerste prøvestasjon. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Blå oppmerking rundt anlegget indikerer anslått overgangssone. Kartdatum WGS84.

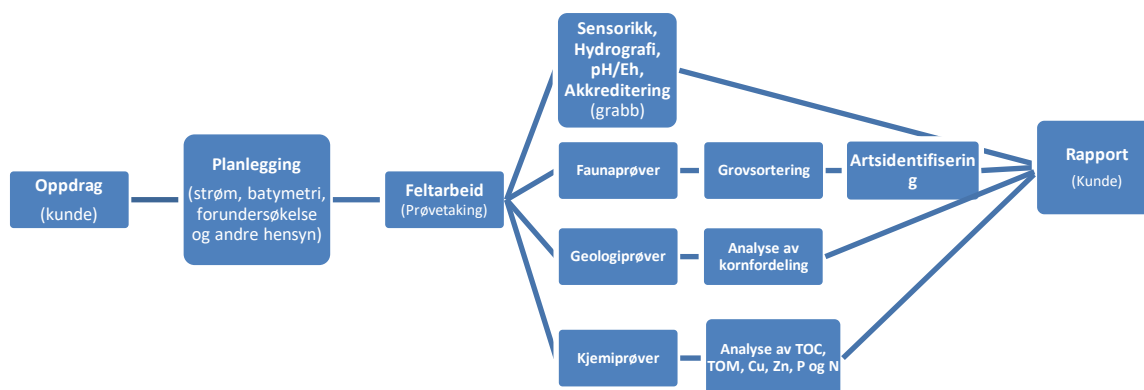
Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og overgangssone (C3, C4 osv.). Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere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

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering (NS 9410)
NOR-1	67° 44.680 'N 15° 13.988 'Ø	470	108	FAU, KJE, GEO, PE	C2
NOR-2	67° 44.402 'N 15° 13.533 'Ø	1050	76	FAU KJE, GEO, PE	C4*
NOR-3	67° 44.700 'N 15° 14.161 'Ø	420	124	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C3
NOR-4	67° 45.160 'N 15° 14.601 'Ø	50	68	FAU KJE, GEO, PE	C1
NOR-REF	67° 44.130 'N 15° 12.988 'Ø	1700	60	FAU KJE, GEO, PE	REF

*Plassert utenfor anslått overgangssone, men ansees som representativ

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 med en grabb hvorav 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 grabbinholdet. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell 2.2.1; vedlegg 1). For kjemiske parametere ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugg som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av vår underleverandør (figur 2.2.1).



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,1 m ²
pH-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Eh-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
GPS og kart	Olex, GPS og kart fra statens kartverk, 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 og underleverandører som er benyttet. AK = Akkreditering, KP-AS = Kystlab AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	Leverandør	Personell	AK	Standard
Feltarbeid	Åkerblå AS	Kristoffer Høyning	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	Åkerblå AS	Jolanta Jagminiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	Åkerblå AS	Martin Hektoen, Jovita Prakupaviciute, Julie Mynors	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	Åkerblå AS	Martin Hektoen	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	Åkerblå AS	Martin Hektoen	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P	KP-AS	KP-AS	TEST 070	NS-EN ISO 17294-2
Total organisk karbon (TOC)*	KP-AS	KP-AS*	-	ISO 10694 mod./EN13137A
Kornfordeling	KP-AS	KP-AS	-	DIN 18123
Nitrogen	KP-AS	KP-AS	TEST 070	Intern metode

KP-AS* 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 02:2013 (2015). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2013 (Anon 2013). DI-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (2015), men denne inngår ikke i normalisert samlet verdi (nEQR). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2013 (2015; vedlegg 6).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 6). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. I denne rapporten ble vurdering av stasjonen i overgangen anleggssone/overgangssone NOR-4 gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

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 inkludert med individantall
DI	Individtetthetsindeks («Density Index»)
\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")
Tilstandsverdi	Gjennomsnittet av alle indeksenenes nEQR-verdi

2.3 Produksjon

Lokaliteten har vært brukt til akvakulturvirksomhet tidligere, men det er ingen drift per dags dato.

3 Resultater

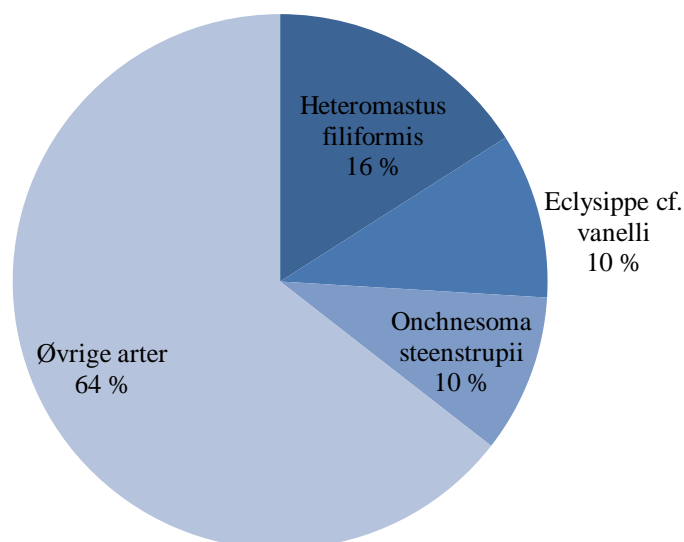
3.1 Bunndyrsanalyse

3.1.1 NOR-1

Ved NOR-1 ble det registrert 470 individer fordelt på 66 arter (tabell 3.1.1.1, 3.1.1.2 og figur 3.1.1.1). Fire av de fem hyppigst forekommende artene ved stasjonen var forurensingssensitive (NSI-gruppe 1), og stasjonen ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert til **tilstandsklasse I (svært god)**.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved NOR-1 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	75	16,0
<i>Eclysippe cf. vanelli</i>	1	47	10,0
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	1	45	9,6
<i>Notomastus latericeus</i>	1	36	7,7
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	31	6,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	27	5,7
<i>Thyasira obsoleta</i>	1	18	3,8
<i>Streblosoma intestinale</i>	1	15	3,2
<i>Chirimia biceps</i>	2	14	3,0
<i>Abra nitida</i>	3	12	2,6
Øvrige arter	-	150	31,9



Figur 3.1.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved NOR-1.

Tabell 3.1.1.2 Resultater for NOR-1 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og r d er «svært dårlig».

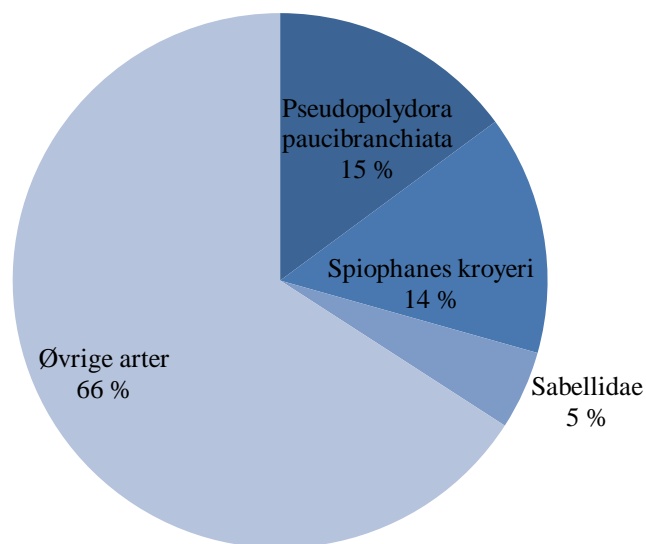
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	44	51	48	66		
N	223	247	235	470		
NQ11	0,780	0,812	0,796	0,807	0,775	0,786
H'	4,299	4,699	4,499	4,730	0,767	0,792
J	0,787	0,828	0,808	0,783		
H'max	5,459	5,672	5,566	6,044		
ES100	29,520	33,920	31,720	33,020	0,773	0,788
ISI	10,619	11,226	10,922	10,796	0,878	0,870
NSI	26,485	25,841	26,163	26,146	0,839	0,838
DI	0,298	0,343	0,321	0,622		
Tilstandsverdi					0,806	0,815
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,811

3.1.2 NOR-2

Ved NOR-2 ble det registrert 504 individer fordelt på 102 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Ingen enkeltarter var dominerende, og stasjonen ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert til **tilstandsklasse I (svært god)**.

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved NOR-2 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	75	14,9
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	73	14,5
Sabellidae	2	24	4,8
<i>Hydroides norvegicus</i>	1	18	3,6
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	17	3,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	16	3,2
<i>Notomastus latericeus</i>	1	14	2,8
<i>Novocrania anomala</i>	i.a.	13	2,6
<i>Rhodine gracilior</i>	1	12	2,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	11	2,2
Øvrige arter	-	231	45,8



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved NOR-2.

Tabell 3.1.2.2 Resultater for NOR-2 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og r d er «svært dårlig».

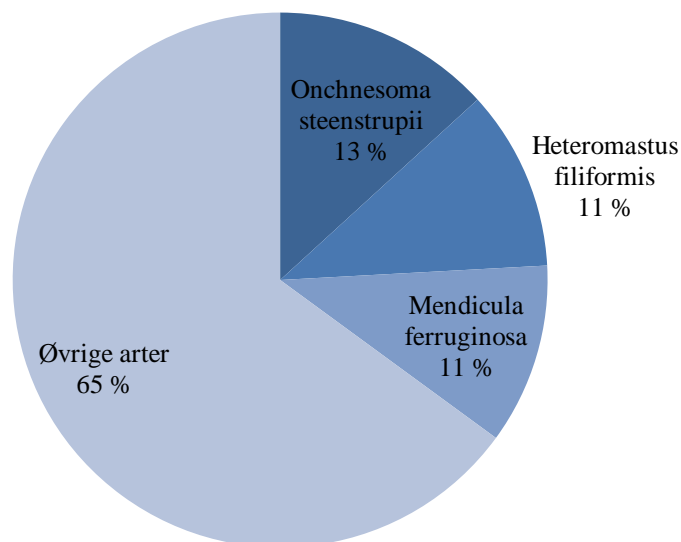
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	72	45	59	102		
N	398	106	252	504		
NQI1	0,761	0,847	0,804	0,804	0,783	0,783
H'	4,729	4,719	4,724	5,354	0,792	0,923
J	0,766	0,859	0,813	0,802		
H'max	6,170	5,492	5,831	6,672		
ES100	36,210	43,340	39,775	44,050	0,872	0,926
ISI	9,121	11,709	10,415	10,265	0,848	0,839
NSI	22,852	30,143	26,498	23,977	0,850	0,759
DI	0,550	0,025	0,287	0,652		
Tilstandsverdi					0,829	0,846
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,837

3.1.3 NOR-3

Ved NOR-3 ble det registrert 174 individer fordelt på 49 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Fem av de syv hyppigst forekommende artene ved stasjonen var forurensingssensitive, og stasjonen ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert til **tilstandsklasse I (svært god)**, på grensen til tilstandsklasse II (god).

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved NOR-3 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	1	23	13,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	19	10,9
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	19	10,9
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	17	9,8
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	14	8,0
<i>Eclysippe cf. vanelli</i>	1	13	7,5
<i>Notomastus latericeus</i>	1	6	3,4
<i>Caudofoveata</i>	2	5	2,9
<i>Falcidens crossotus</i>	i.a.	4	2,3
<i>Abra nitida</i>	3	3	1,7
Øvrige arter	-	51	29,3



Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved NOR-3.

Tabell 3.1.3.2 Resultater for NOR-3 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	37	22	30	49		
N	125	49	87	174		
NQI1	0,817	0,744	0,780	0,822	0,758	0,806
H'	4,270	3,974	4,122	4,555	0,725	0,773
J	0,820	0,891	0,855	0,811		
H'max	5,209	4,459	4,834	5,615		
ES100	32,540	*	32,540	34,810	0,783	0,810
ISI	10,606	9,757	10,181	10,258	0,834	0,839
NSI	26,113	26,590	26,351	26,239	0,845	0,841
DI	0,047	0,360	0,203	0,191		
Tilstandsverdi					0,789	0,814
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,801

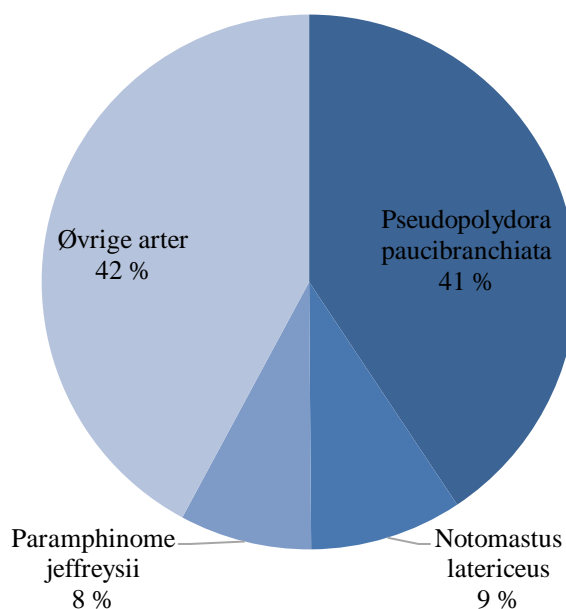
*ES100 kunne ikke beregnes grunnet lavt individantall

3.1.4 NOR-4

Ved NOR-4 ble det registrert 814 individer fordelt på 86 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2). Stasjonen var dominert av den opportunistiske arten *Pseudopolydora paucibranchiata* (NSI-gruppe 4), og ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **miljøtilstand 1 (meget god)**, da det var forekomst av minst 20 arter, og ingen utgjorde mer enn 65 % av det totale individantallet.

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved NOR-4 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	331	40,7
<i>Notomastus latericeus</i>	1	75	9,2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	65	8,0
<i>Thyasira obsoleta</i>	1	53	6,5
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	34	4,2
<i>Chirimia biceps</i>	2	18	2,2
<i>Amphictene auricoma</i>	2	18	2,2
<i>Axinulus croulinensis</i>	1	16	2,0
<i>Yoldiella philippiana</i>	1	12	1,5
<i>Laphania boeckii</i>	2	9	1,1
Øvrige arter	-	183	22,5



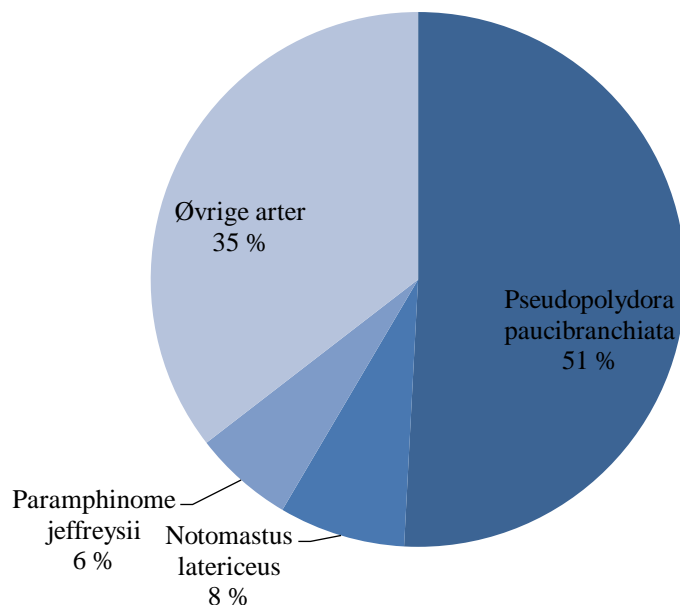
Figur 3.1.4.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved NOR-4.

3.1.5 NOR-5

Ved NOR-5 ble det registrert 956 individer fordelt på 73 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Stasjonen var dominert av den opportunistiske arten *Pseudopolydora paucibranchiata* (NSI-gruppe 4), og ble etter veileder 02:2013 (2015) til omtrent midt i **tilstandsklasse II (god)**.

Tabell 3.1.5.1 De ti hyppigst forekommende artene ved NOR-5 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	486	50,8
<i>Notomastus latericeus</i>	1	73	7,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	58	6,1
<i>Galathowenia oculata</i>	3	38	4,0
<i>Thyasira obsoleta</i>	1	32	3,3
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	18	1,9
<i>Chirimia biceps</i>	2	17	1,8
<i>Axinulus croulinensis</i>	1	15	1,6
<i>Sabellidae</i>	2	14	1,5
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	13	1,4
Øvrige arter	-	192	20,1



Figur 3.1.5.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved NOR-5.

Tabell 3.1.5.2 Resultater for NOR-5 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	58	47	53	73		
N	499	457	478	956		
NQI1	0,687	0,650	0,669	0,681	0,641	0,654
H'	3,526	3,068	3,297	3,415	0,633	0,646
J	0,602	0,552	0,577	0,552		
H'max	5,858	5,555	5,706	6,190		
ES100	25,770	23,000	24,385	25,110	0,687	0,695
ISI	10,017	9,211	9,614	9,757	0,801	0,809
NSI	22,102	20,894	21,498	21,529	0,660	0,661
DI	0,648	0,610	0,629	0,930		
Tilstandsverdi					0,684	0,693
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,689

3.1.6 Samlet nEQR resultat

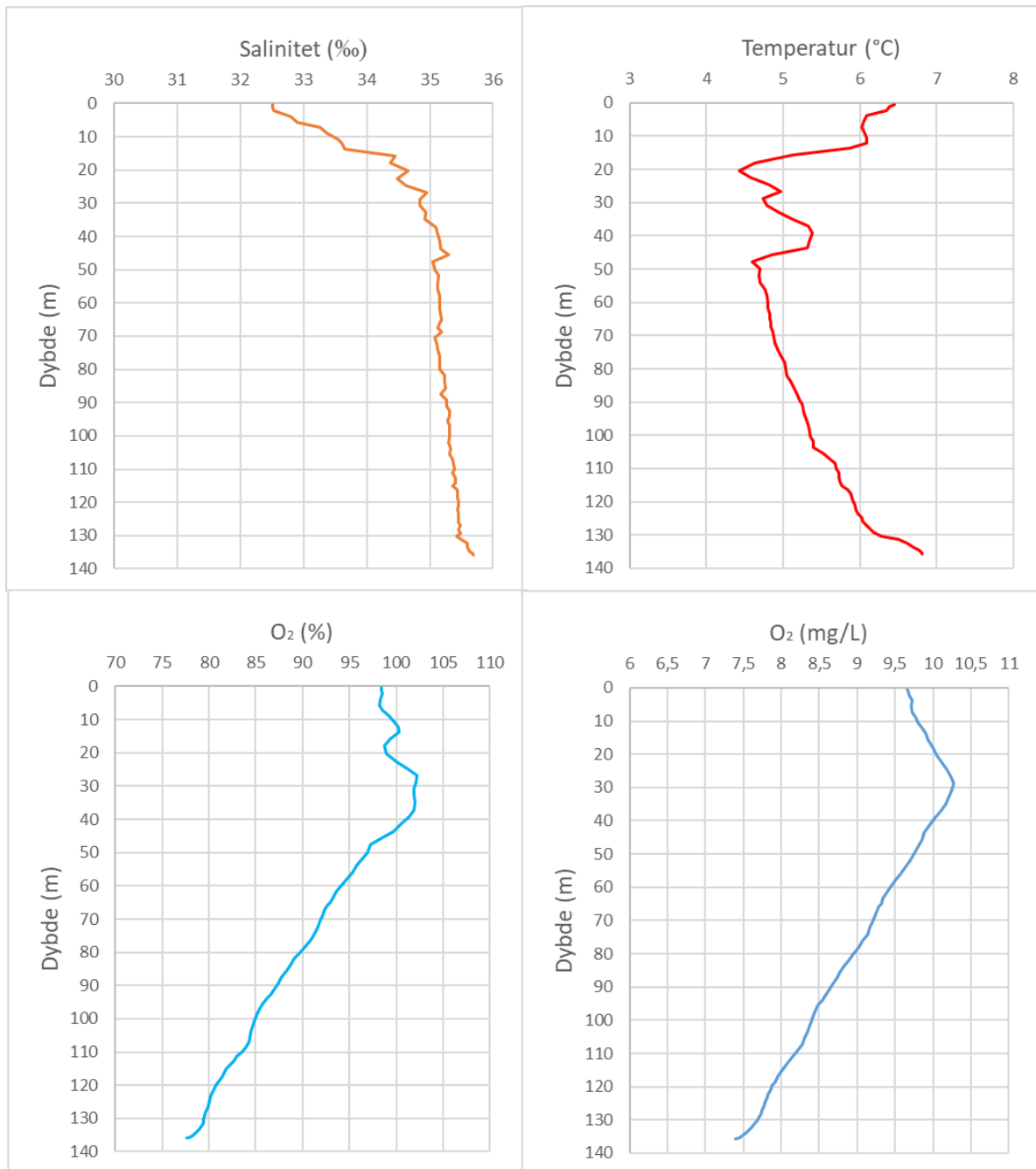
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av tilstandsklassen stasjonsverdiene faller inn under (tabell 3.1.6.1).

Tabell 3.1.6.1 Stasjonsverdier (\checkmark) og tilstandsklasse fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Stasjonsverdi	Tilstandsklasse
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	NOR-1	0,815	I Svært god
Overgangssonen (C3, C4)	NOR-2	0,874	I Svært god
	NOR-3		
	Gjennomsnitt Stasjonsverdi		

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved NOR-3 (figur 3.2.1). Saliniteten økte fra overflaten ned til omtrent 30 meters dyp, der den stabiliserte seg mot bunnen. Temperaturen var synkende i overflaten ned til omtrent 20 meter, der det var en økende tendens ned mot bunnen. Oksygenmålingene viste økende oksygen fra overflaten til omtrent 30 meter, før den sank til bunnen. Både mengde (mg/l) og metning (%) av oksygen lå innenfor tilstandsklasse I (svært god) like over bunn.



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

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

Sedimentet hadde lys farge, fast konsistens og ingen lukt av hydrogensulfid ved alle stasjonene. Sedimentsammensetningen var variabel mellom huggene, da noen hugg var finkornet og noen med betydelige mengder grus og kompakt sediment (Tabell 3.3.1.1).

Tabell 3.3.1.1 Sensorisk vurdering av sediment og vurdering av akkrediteringsstatus. Akkrediteringsstatusen angir om det har vært tilstrekkelig mengde sediment for godkjent akkreditert prøve i henhold til type sediment. I tillegg vurderes overflaten om den er forstyrret eller uforstyrret; utvasket, forstyrret eller utvannet i særlig grad.

Stasjon	Parameter	Vurdering	Akkrediteringsstatus
NOR-1	Type sediment	Hovedsakelig leire, grus ved ett hugg	Ett hugg ikke akkreditert på volum
	Farge	Lys	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ikke registrert	
NOR-2	Type sediment	Leire ved ett hugg, grus ved det andre	Ingen hugg akkreditert på volum
	Farge	Lys	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ikke registrert	
NOR-3	Type sediment	Hovedsakelige leire, en andel grus ved ett hugg	Ingen hugg akkreditert på volum
	Farge	Lys	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ikke registrert	
NOR-4	Type sediment	Hovedsakelig leire	To hugg ikke akkreditert på volum
	Farge	Lys	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ikke registrert	
NOR-5	Type sediment	Hovedsakelig leire, grus ved ett hugg	Ett hugg ikke akkreditert på volum
	Farge	Lys	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ikke registrert	

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at området bestod av omtrent like store mengder sand og finstoff (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 (%)
NOR-1	54	45	2
NOR-2	41	55	3
NOR-3	53	46	1
NOR-4	52	48	4
NOR-5	35	66	<1

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene (tabell 3.4.3.1).

Tabell 3.3.3.1 pH- og E_h -verdier. 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 (NS9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
NOR-1	8,0	126	0	1
NOR-2	8,0	166	0	1
NOR-3	7,9	30	1	1
NOR-4	8,0	100	0	1
NOR-5	7,4	95	1	1

Mengde organisk karbon, sink og kobber var lave ved samtlige stasjoner, og ble klassifisert til de beste tilstandsklassene «svært god» og «bakgrunn». Nivået av fosfor var tydelig forhøyet ved NOR-1 og NOR-2 i forhold til de resterende stasjonene, mens nitrogen var noe forhøyet ved NOR-2 (tabell 3.3.3.2).

Tabell 3.3.3.2 Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter Veileder M608 (2016) for sink (Zn; mg/kg TS), kobber (Cu; mg/kg TS), normalisert TOC (nTOC; mg/g) og totalt organisk materiale (TOM; glødetap i % av TS). Fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tilstandsklasser og karbon-nitrogenforholdet (C:N) er oppgitt som ratio mellom de to enhetene. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	TOM	nTOC	TK	N	C:N	P	Zn	TK	Cu	TK
NOR-1	1,8	12,8	I	497	9,26	6400	7,2	I	16	I
NOR-2	3,4	19,0	I	1070	7,85	7700	9,4	I	17	I
NOR-3	2,4	14,8	I	712	8,99	790	45	I	8,7	I
NOR-4	1,8	12,6	I	527	7,59	740	31	I	5,0	I
NOR-5	1,3	14,7	I	373	7,77	650	35	I	5,3	I

4 Diskusjon

Samlet viste bunnfaunaen svært gode forhold i området med flere forurensingssensitive arter forekommende i høyt antall ved samtlige stasjoner. Tre av fire ordinære C-stasjoner ble klassifisert til tilstandsklasse I (svært god). NOR-4 i den planlagte anleggssonen var dominert av den opportunistiske arten *Pseudopolydora paucibranchiata*, men viste god diversitet og ble klassifisert godt innenfor miljøtilstand 1 «meget god». Dette var den eneste stasjonen plassert på det flate området anlegget vil plasseres over, og representerer trolig de naturlige forholdene i dette området. Vi erfarer at arten kan forekomme naturlig i høye antall i områder med finkornet sediment (upubl. data). Bunnforholdene var svært varierende ved flere stasjoner, der minst ett hugg ved NOR-1, -2 og -3 bestod av rent finkornet sediment, og minst ett med en større andel grus og kompakt sediment. Dette skyldes trolig at stasjonene ble plassert i en skråning der mykere sediment i hovedsak vil forekomme i lokale «lommer» blant grovere sedimenttyper. Dette gjorde prøvetaking krevende der det ble gjort flere bomhugg, og ingen hugg var akkrediterte på volum ved NOR-2 og NOR-3. Bunnforholdene gjenspeiles også i bunndyrresultatene, med betydelige forskjeller i faunasammensetning mellom huggene ved NOR-2 og NOR-3. Spesielt ved NOR-2 var det ene grabbhugget dominert av hardbunnsarter som kalkrørsmark, og flerbørstemark som bygger rør av mudder i det andre. Samtlige støtteparametere indikerte gode forhold, men mengde fosfor var betydelig forhøyet ved NOR-1 og -2 i forhold til de resterende stasjonene. Stasjonsplassering og felt ble gjennomført med utgangspunkt i en anleggsplassering forskjøvet omtrent 400 meter sør, der NOR-1 var tiltenkt å være C1-stasjonen. Resultatene indikerer at stasjonene er representative for overgangssonen, men det anbefales at NOR-2 flyttes inn i overgangssonen ved neste undersøkelse. Totalt sett viser undersøkelsen et uberørt område med varierende bunnforhold.

Referansestasjonen NOR-REF viste en faunasammensetning meget lik NOR-4 og ett av huggene ved NOR-2, og var dominert av den opportunistiske arten *Pseudopolydora paucibranchiata*. De undersøkte støtteparameterne lå på et representativt nivå med hele resipienten. Totalt sett virker referansestasjonen å fungere godt til formålet, men grunnet de lokalt store forskjellene i bunnforhold vil det være vanskelig å finne en representativ stasjon for hele resipienten.

5 Litteraturliste

- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta 11: 377-382*.
- Fiskeridirektoratet (2018) Fiskeridirektoratets kartløsning, hentet 13.06.2018 fra <http://kart.fiskeridir.no/default.aspx?gui=1&lang=2#>
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Standard Norge*.
- 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. *Standard Norge*
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.

- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2013 (2015) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk Klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Revidert 2015. Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Veileder M-608 (2016). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*. Miljødirektoratet.
- Åkerblå AS (2018). Vurdering av Strømforhold ved Nordfoldleire. *Åkerblå AS* 18 pp.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

Kunde	Ellingsen Seafood AS				Lokalitet/P.nr								
Dato	4.04.2018				Toktleder	Kristoffer Høyning							
Prøvetaking	START: 1400 SLUTT:				Alt Personell								
Vær	Overskyet vindfullt				Sjøtemperatur								
Utsyr ID / Kalibrering	Grab;	Sil;	Eh;	pH:	pH- kalibrering:	Sjø; Eh: 170 pH: 8,0							
Stasjon nr/navn	1 NOR-1				2 NOR-2				3 NOR-3				
Posisjon N / Ø	67.44.680/15.13.988				67.44.402/15.13.533				67.44.700/15.14.161				
Dybde (meter)	107				76				127				
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	1	1		1	2	3		2	3	2		
Akkreditert hugg overflate	JA	JA	JA		JA	JA	JA		JA	NEI	JA		
Akkreditert hugg volum	JA	NEI	JA		NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI		
Volum (cm)	2	8	5		11	16	14		12	12	12		
Antall flasker	1	1	K/G		1	1	K/G		1	1	K/G		
pH	8,0				8,0				7,9				
Eh (mV)	126				166				30				
Sediment	Skjellsand												
	Sand												
	Grus	2				1	2				2		
	Mudder												
	Silt												
	Leire	1	1	1		1		1		1		1	
	Steinbunn						2				1		
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)												
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Myk (2)												
	Løs (4)												
Merknader / avvik:													
Desinfeksjon av prøvetakingsutstyr	av	Des. middel			Konsentrasjon/ virketid				Dato/sign.				
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur: <i>Kristoffer Høyning</i>								

Kunde	Ellingsen Seafood AS				Lokalitet/P.nr	Nordfoldleira							
Dato	4.04.18				Toktleder	Kristoffer Høyning							
Prøvetaking	START: SLUTT:				Alt Personell								
Vær					Sjøtemperatur								
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; Sil; Eh; pH: pH- kalibrering: Sjø; Eh: pH:												
Stasjon nr/navn	4 NOR-4				5 NOR-5								
Posisjon N / Ø	67.45.160/15.14.601				67.44.130/15.12.988				/				
Dybde (meter)	68				60								
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	1	1		1	2	1						
Akkreditert hugg overflate	JA	JA	JA		JA	JA	JA						
Akkreditert hugg volum	NEI	JA	NEI		JA	NEI	JA						
Volum (cm)	8	6	7		6	7	6						
Antall flasker	1	1	K/G		1	1	K/G						
pH	8,0				7,4								
Eh (mV)	100				95								
Sediment	Skjellsand												
	Sand												
	Grus					2							
	Mudder												
	Silt												
	Leire	1	1	1		1	1	1					
	Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0					
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)												
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	0	0	0		0	0	0					
	Myk (2)												
	Løs (4)												
Merknader / avvik:													
Desinfeksjon av prøvetakingsutstyr	Des. middel				Konsentrasjon /virketid				Dato/sign.				
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur: <i>Kristoffer Høyning</i>								

Vedlegg 2 - Analysebevis



Avdeling Namdal

Åkerblå AS
916763816
Nordfroyveien 413
7260 SISTRANDA



Dato: 25.05.2018
Prøve ID: N2018-3480
ver 1

ANALYSERESULTATER

Prøvemottak: 23.04.18

Analyseperiode: 23.04.18 - 25.05.18

Prøvetaker: Oppdragsgiver

2018-3480-1

Sedimenter fra saltvann

Tatt ut: 04.04.18

Referanse: Prosjekt 18056, NOR-1

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	16	mg/kg TS	±3,20
Sink	Intern /ISO 17294-2	7,2	mg/kg TS	±1,50
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	6400	mg/kg TS	±1300
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	497	mg N/kg TS	±75
Totalt organisk karbon, TOC	a) ISO10694mod./EN13137	6400	mg/kg TS	
-Normalisert TOC	Beregnet TOC63	12,8	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	68	g/100g	±4,73
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	1,8	% av TS	
-Finstoff (<63µ)	DIN 18123	54	%	
-Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	45	%	
-Grus (>2000 µm)	DIN 18123	2	%	

2018-3480-2

Sedimenter fra saltvann

Tatt ut: 04.04.18

Referanse: Prosjekt 18056, NOR-2

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	17	mg/kg TS	±3,50
Sink	Intern /ISO 17294-2	9,4	mg/kg TS	±1,90
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	7700	mg/kg TS	±1500
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1070	mg N/kg TS	±160
Totalt organisk karbon, TOC	a) ISO10694mod./EN13137	6400	mg/kg TS	
-Normalisert TOC	Beregnet TOC63	19,0	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	61	g/100g	±4,25
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	3,4	% av TS	
-Finstoff (<63µ)	DIN 18123	41	%	
-Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	55	%	
-Grus (>2000 µm)	DIN 18123	3	%	

2018-3480-3

Sedimenter fra saltvann

Tatt ut: 04.04.18

Referanse: Prosjekt 18056, NOR-3

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	8,7	mg/kg TS	±1,70
Sink	Intern /ISO 17294-2	45	mg/kg TS	±9,10
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	790	mg/kg TS	±160
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	712	mg N/kg TS	±107
Totalt organisk karbon, TOC	a) ISO10694mod./EN13137	6400	mg/kg TS	

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

Målesikkerhet fles ved henvendelse laboratoriet.

Side 1 av 2

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

Postadresse

Postboks 433
7801 Namsos

E-mail: namdal@kystlab.no
www.kystlab.no

Telefon

74 21 24 40

Organis.

NO: 986 208 933 MVA

Dato: 25.05.2018
 Prøve ID: N2018-3480
 ver 1

-Normalisert TOC	Beregnet TOC63	14,8	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	63	g/100g	±4,39
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	2,4	% av TS	
-Finstoff (<63µ)	DIN 18123	53	%	
-Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	46	%	
-Grus (>2000 µm)	DIN 18123	1	%	

2018-3480-4 **Sedimenter fra saltvann** Tatt ut: 04.04.18

Referanse: Prosjekt 18056, NOR-4

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern ISO 17294-2	5,0	mg/kg TS	±0,99
Sink	Intern ISO 17294-2	31	mg/kg TS	±6,20
Fosfor	Intern ISO 17294-2	740	mg/kg TS	±150
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	527	mg N/kg TS	±79
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137	4000	mg/kg TS	
-Normalisert TOC	Beregnet TOC63	12,6	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	73	g/100g	±5,10
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	1,8	% av TS	
-Finstoff (<63µ)	DIN 18123	52	%	
-Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	48	%	
-Grus (>2000 µm)	DIN 18123	4	%	

2018-3480-5 **Sedimenter fra saltvann** Tatt ut: 04.04.18

Referanse: Prosjekt 18056, NOR-5

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern ISO 17294-2	5,3	mg/kg TS	±1,10
Sink	Intern ISO 17294-2	35	mg/kg TS	±7,00
Fosfor	Intern ISO 17294-2	650	mg/kg TS	±130
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	373	mg N/kg TS	±56
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137	2900	mg/kg TS	
-Normalisert TOC	Beregnet TOC63	14,7	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	70	g/100g	±4,88
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	1,3	% av TS	
-Finstoff (<63µ)	DIN 18123	35	%	
-Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	66	%	
-Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%	

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

4) Analysen er utført ved Fjellab.

Informasjon vedr. forbehandlingsprosedyrer


Prøvene tørkes ved 105°C før prøvene siktes for bestemmelse av korngradering. For elementanalyser og TOC tas det ut prøver fra fraksjonen som er mindre enn 2000µ.

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

Kjeldahl-N bestemmes i prøven før tørking for ikke å miste flyktige nitrogenforbindelser. Resultatet korrigeres for tørstoffinnhold ved rapportering.

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

Med hilsen Kystlab AS



Johan Ahlin
 Avdelingsleder Namdal

Kopi til
 Arild (E-mail)

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

Målesikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.

Resultatet gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gjensis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Side 2 av 2

Postadresse

Postboks 433
 7801 Namsos

E-mail: namdal@kystlab.no
 www.kystlab.no

Telefon

74 21 24 40

Org.no:

NO: 986 208 933 MVA

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 i stedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad. Ettersom Rygg & Norling (2013) 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.

Gruppe 1 (Forurensingssensitive) - 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 flerbørstemarker.

Gruppe 2 (forurensingsnøytrale) – 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.

Gruppe 3 (forurensingstolerante) – 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 flerbørstemarker.

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

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

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 (tabell V3.1).

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

Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

V4.1 Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} er beskrevet som

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

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

V4.2 Sensitivitet og tetthet

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

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

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

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

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

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

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

Sensitivetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: 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 I- V, respektivt) og N_{AMBI} er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

DI (diversity index) er en indeks for individtetthet og er gitt ved (Veileder 02:2013 2015)

$$DI = abs[\log_{10}(N_{0,1 \text{ m}^2}) - 2,05]$$

hvor *abs* står for absoluttverdi, $N_{0,1} \text{ m}^2$ står for antall individer pr. $0,1 \text{ m}^2$. AMBI og DI 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.6.1).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

Vedlegg 5 – indeks for C1

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 V5.1).

Tabell V5.1 Resultater for NOR-4 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdi som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	65	53	59	86		
N	400	414	407	814		
NQI1	0,742	0,681	0,711	0,726	0,686	0,701
H'	4,141	3,377	3,759	3,895	0,684	0,699
J	0,688	0,590	0,639	0,606		
H'max	6,022	5,728	5,875	6,426		
ES100	31,260	23,490	27,375	28,030	0,722	0,730
ISI	9,545	10,391	9,968	10,024	0,822	0,825
NSI	23,261	22,188	22,724	22,709	0,709	0,708
DI	0,552	0,567	0,560	0,861		
Tilstandsverdi					0,725	0,733
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,729

Vedlegg 6 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (tabell V6.1-V6.3) angir hvilke tilstandsklasser de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut i fra NS 9410 (2016; tabell V6.4)) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2013 (2015) ved stasjoner utenfor anleggssonen.

Tabell V6.1 Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013 (2015).

Indeks	Økologiske tilstandsklasser				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,82- 0,90	0,63 – 0,82	0,49 – 0,63	0,31 – 0,49	0 – 0,31
H'	4,8 – 5,7	3,0 – 4,8	1,9 – 3,0	0,9 – 1,9	0 – 0,9
ES ₁₀₀	34 - 50	17 – 34	10 – 17	5 - 10	0 - 5
ISI	9,6 – 13	7,5 – 9,6	6,2 – 7,5	4,5- 6,1	0 – 4,5
NSI	25 – 31	20 – 25	15 – 20	10 - 15	0 - 10
DI	0-0,30	0,30 – 0,44	0,44 – 0,60	0,60 - 0,85	0,85 – 2,05

Tabell V6.2 nEQR-basisverdi for hver tilstandsklasse.

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

Tabell V6.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2013 (2015) og veileder M-608 (2016). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
			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	20-84	85-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

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

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

Tabell V6.4 Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS9410 2016).

Miljøtilstand	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 .

Vedlegg 7 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier for all fauna funnet ved Nordfoldleire (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, koloniale Porifera, infraklasse Cirripedia, koloniale 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	NS I (E G)	NOR 1-1	NOR 1-2	NOR 2-1	NOR 2-2	NOR 3-1	NOR 3-2	NOR 4-1	NOR 4-2	NOR REF-1	NOR REF-2
Abyssoninoe hibernica	1									1	2
Amage auricula	1		1								
Ampharete sp.	1							1		1	
Ampharetidae	1							1			
Amphictene auricoma	2	2	1	3		1		12	6	5	6
Amythasides macroglossus	1	2	4	14	3	5	9	3	4	5	3
Anobothrus gracilis	2							2	1		1
Anobothrus laubieri	1							4			
Aphelochaeta sp.	2		2	1					2	1	1
Aphroditidae	2							1			
Aricidea catherinae	1									2	1
Augeneria tentaculata	1		2						1		
Caulleriella sp.	3				1				2		
Chaetopterus variopedatus	1				1						
Chaetozone cf. setosa	4			7					1	1	2
Chirimia biceps	2	10	4	4				10	8	8	9
Cirratulidae	4					1					
Cirratulus caudatus										2	
Clymenura borealis	1	2	2	9		1	1		1		
Diplocirrus glaucus	2	2	1	9		3		3	4	4	7
Ditrupa arietina				4					1	2	6
Eclysippe cf. vanelli	1	20	27			12	1	6	3	6	
Euchone sp.	2			1				3			
Eulalia tjalfiensis				1							
Eumida sanguinea								1			
Eunice pennata	1				1						
Eupolymnia nesidensis	1				2						
Exogone verugera	1	1		1							
Galathowenia oculata	3			7				1		15	23
Glycera alba	2	1									
Glycera lapidum	1	2	1		3	1					
Goniada maculata	2			1			1			3	2

Nordfoldleira

Heteroclymene robusta	1		1								
Heteromastus filiformis	4	34	41	16		15	4	13	21	9	4
Hydroides norvegicus	1				18						
Isocirrus planiceps		1	5	2		1		3	1	2	3
Jasmineira sp.	2			1	2			8			
Lagis koreni	4			2							
Lanassa venusta	2			1	3						
Laonice sp.	1						1				
Laphania boeckii	2							8	1	2	
Levinsenia gracilis	2	4		3			1	2			
Lumbriclymene cylindricauda								2			
Lumbrineridae	2			1		1				1	1
Maldane sarsi	4							1			1
Maldanidae	2		3					2		2	2
Melinna albicincta										1	
Neoleanira tetragona	3										1
Nephtys assimilis				1							
Nereimyra punctata	4			2							
Nereiphylla lutea										2	
Nothria conchylega	1		1	1	3						
Notomastus latericeus	1	29	7	13	1	2	4	28	47	46	27
Notoproctus oculatus								1			
Ophelina sp.	3		1			1			1		
Owenia borealis	2									1	
Oxydromus flexuosus	3										1
Paradiopatra fiordica	3					1					
Paradoneis lyra	2			1	1						1
Paramphinome jeffreysii	3	12	15	10	1	11	6	24	41	31	27
Paranaitis sp.						1					
Parexogone hebes	1									2	
Parexogone longicirris							1				
Pectinaria belgica	2	2									
Petaloproctus borealis				4							
Pholoe baltica	3				1					2	1
Pholoe pallida	1		3	3		1		6	3	3	2
Phyllodoce groenlandica	3	1		3				1	1		
Phyllodoce mucosa	5									1	
Phylo kupfferi			1								
Phylo norvegicus	2										1
Pista mediterranea	2			1				1	2		1
Polycirrus medusa	1	1			1				1		1
Polycirrus norvegicus	4			1							

Nordfoldleira

Polynoidea	2				1					
Prionospio cirrifera	3			3			1		1	
Proclea graffii	2			1				1		
Pseudopolydora paucibranchiata	4			75			1	146	185	233
Rhodine gracilior	1			12					2	
Rhodine sp.	1									1
Sabella pavonina			1							
Sabellidae	2	1		23	1	2		2	4	7
Scalibregma inflatum	3									1
Scolelepis sp.	1									2
Scoloplos armiger	3			2						2
Siboglinidae	1	1	1	1		1			2	2
Sosane wireni	1	3								2
Spio limicola				1						2
Spio sp.	2							1		
Spiophanes bombyx	2							1		
Spiophanes kroyeri	3			73			2	1		13
Sthenelais limicola	1	1								
Streblosoma intestinale	1	5	10	2		2		4		6
Terebellidae	1	1	1	2	1		1	3		
Terebellides cf. stroemii	2			3	1			1	2	
Tharyx killariensis	2			1					1	1
Thelepus cincinnatus	1									1
Trichobranchus roseus	1			1				1		
Abra nitida	3	4	8	3		3		1	5	1
Adontorhina similis	2	1	3							1
Astarte sulcata	1		1		1			1	2	1
Axinulus croulinensis	1	2	3	8		1		9	7	12
Crenella decussata	1	1	3							
Cuspidaria lamellosa									1	
Dacrydium vitreum	1							2		
Ennucula corticata		7	3	3	1					9
Ennucula tenuis	2		1			1				10
Kelliella miliaris	3		2							
Mendicula ferruginosa	1	16	15			14	5	4	1	5
Nucula sulcata	2				1					
Nuculana minuta	1				1					
Palliolum tigrinum					2					
Parvicardium minimum	1	1	2	2				3	3	
Pseudamussium peslutrae	1				1					
Similipecten similis	1				1			1	1	
Thyasira equalis	3		1					3	2	

Nordfoldleira

Thyasira gouldi	4			5			1	1	3	
Thyasira obsoleta	1	2	16	11			31	22	23	9
Thyasira sarsi	4		2	7			1	3		
Tropidomya abbreviata	1	1					2	1		
Yoldiella lucida	2					1				
Yoldiella nana	3	1	1			1				
Yoldiella philippiana	1						9	3		
Yoldiella solidula							1			
Cylichna cylindracea	2			1						
Diaphana minuta			1					1		
Eulimidae			2		1		1	1	1	1
Euspira montagui	2	2								
Hermania sp.	2		1	2			2	1		
Lepeta caeca					1					
Philinidae	2								1	1
Puncturella noachina					1				1	
Retusa umbilicata	4		1							
Leptochiton asellus	1				6					
Stenosemus albus					1					
Antalis entalis	1		1						3	
Antalis occidentalis	1			1		2		1		
Entalina tetragona	1		1			2				
Caudofoveata	2	2	3	1		3	2	1		
Chaetoderma nitidulum	2							1		
Falcidens crossotus		4	1			4		1		
Scutopus ventrolineatus	2	2	8			2	1	2	1	3
Eriopisa elongata	2	1	6			1				
Harpinia sp.	3							1		
Westwoodilla caecula	1							1		
Caridea					1					
Gnathia sp.	1								2	
Ophiuroidea	2								3	8
Amphilepis norvegica	2	1	8							
Amphiura chiajei	2		3	1	1		1		1	
Amphiura filiformis	3			4			6			2
Ophiothrix fragilis					2					
Ophiura carnea						1	1			
Ophiura robusta	2				4					
Ophiura sp.	2	3					1	1		
Regularia	1				1					
Echinocardium flavescens	1							1		
Labidoplax buskii	2	1		2	1	1	1			
Psolus sp.					1					

Nordfoldleira

Asciacea	1			1	2					1	
Edwardsiidae	2			1		1					
Paraedwardsia arenaria	3							1			
Nemertea	3			2				2		2	3
Phoronis muelleri	2			1							
Golfingia sp.	2	1		1	2				1		
Nephasoma minutum	2					1				1	
Onchnesoma steenstrupii	1	31	14			22	1	2	1		
Phascolion strombus strombus	2			1							1
Laetmonice filicornis									1		
Placostegus tridentatus					10		1				
Echiurus echiurus				1							
Bryozoa					x						
Calanoida								1			
Hydrozoa					x						
Verruca stroemia							4				
Foraminifera				x		x	x	1	x	x	x
Nematoda						x	x	1		5	1
Scalibregma hanseni				2				1			
Scoloplos sp.								1			
Chaetozone jubata		1		2			1				
Serpula vermicularis					1						
Ophiura ophiura				2							
Macandrevia cranium					1		3				
Tonicella marmorea					2						
Novocrania anomala					13						
Nemertea 2	3			3							
Zatsepinia rittichae						1					
Paraonidae				1							
Scaphander sp.				1							
Dipolydora sp.										1	

Vedlegg 8 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved er presentert fra overflaten til like over bunnen ved NOR-3 (Tabell V8.1).

Tabell V8.1 CTD data fra Nordfoldleira

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
32,5	6,4	98,4	9,66	0,4	12.10.25
32,5	6,4	98,4	9,67	1,1	12.10.27
32,5	6,3	98,5	9,69	2,2	12.10.29
32,8	6,1	98,4	9,72	3,8	12.10.31
32,9	6,0	98,2	9,71	5,5	12.10.33
33,3	6,0	98,5	9,72	7,3	12.10.35
33,4	6,1	99,2	9,78	9,0	12.10.37
33,5	6,1	99,8	9,81	10,6	12.10.39
33,6	6,1	100,3	9,86	12,1	12.10.41
33,7	5,9	100,3	9,91	13,7	12.10.43
34,5	5,1	99,4	9,94	15,8	12.10.45
34,4	4,6	98,7	10,00	18,0	12.10.47
34,7	4,4	98,9	10,05	20,3	12.10.49
34,5	4,6	100,0	10,12	22,5	12.10.51
34,6	4,8	101,2	10,18	24,7	12.10.53
35,0	5,0	102,2	10,23	26,7	12.10.55
34,8	4,7	102,1	10,27	28,8	12.10.57
34,9	4,8	101,9	10,25	30,7	12.10.59
34,9	4,9	101,9	10,21	32,8	12.11.01
34,9	5,1	102,0	10,17	34,9	12.11.03
35,1	5,3	101,9	10,10	37,0	12.11.05
35,1	5,4	101,4	10,03	39,3	12.11.07
35,2	5,3	100,5	9,95	41,4	12.11.09
35,2	5,3	99,7	9,88	43,6	12.11.11
35,3	4,9	98,5	9,86	45,6	12.11.13
35,0	4,6	97,2	9,81	47,7	12.11.15
35,1	4,7	96,9	9,75	49,8	12.11.17
35,1	4,7	96,4	9,70	51,9	12.11.19
35,1	4,7	95,8	9,64	53,9	12.11.21
35,1	4,8	95,3	9,57	56,0	12.11.23
35,2	4,8	94,7	9,50	58,0	12.11.25
35,2	4,8	94,1	9,44	59,9	12.11.27
35,2	4,8	93,6	9,39	61,7	12.11.29
35,2	4,8	93,2	9,34	63,5	12.11.31
35,2	4,8	93,0	9,32	65,0	12.11.33
35,2	4,8	92,6	9,28	66,0	12.11.35
35,1	4,8	92,3	9,26	67,4	12.11.37
35,2	4,9	92,1	9,23	68,8	12.11.39
35,1	4,9	91,9	9,20	70,4	12.11.41
35,1	4,9	91,6	9,17	72,2	12.11.43

Nordfoldleira

35,1	4,9	91,3	9,14	74,1	12.11.45
35,2	5,0	90,9	9,08	76,1	12.11.47
35,2	5,0	90,4	9,02	78,0	12.11.49
35,2	5,0	89,8	8,96	79,9	12.11.51
35,2	5,1	89,2	8,89	81,8	12.11.53
35,2	5,1	88,7	8,83	83,7	12.11.55
35,3	5,1	88,3	8,78	85,6	12.11.57
35,2	5,2	87,8	8,73	87,4	12.11.59
35,3	5,2	87,4	8,67	89,2	12.12.01
35,3	5,3	87,0	8,63	91,0	12.12.03
35,3	5,3	86,6	8,58	92,6	12.12.05
35,3	5,3	86,2	8,54	94,0	12.12.07
35,3	5,3	85,8	8,49	95,4	12.12.09
35,3	5,3	85,4	8,45	97,0	12.12.11
35,3	5,3	85,1	8,42	98,7	12.12.13
35,3	5,4	84,9	8,40	100,3	12.12.15
35,3	5,4	84,7	8,37	102,0	12.12.17
35,3	5,4	84,5	8,34	103,7	12.12.19
35,3	5,5	84,4	8,31	105,5	12.12.21
35,4	5,6	84,3	8,28	107,1	12.12.23
35,4	5,7	84,0	8,24	108,4	12.12.25
35,4	5,7	83,5	8,19	109,9	12.12.27
35,4	5,7	83,0	8,13	111,3	12.12.29
35,4	5,7	82,5	8,09	112,8	12.12.31
35,4	5,7	82,2	8,05	114,1	12.12.33
35,4	5,8	81,8	8,01	115,2	12.12.35
35,4	5,8	81,6	7,97	116,4	12.12.37
35,4	5,9	81,4	7,94	117,5	12.12.39
35,4	5,9	81,1	7,91	118,7	12.12.41
35,5	5,9	80,8	7,88	119,8	12.12.43
35,5	5,9	80,6	7,86	121,0	12.12.45
35,4	5,9	80,4	7,83	122,3	12.12.47
35,5	6,0	80,2	7,81	123,5	12.12.49
35,5	6,0	80,1	7,79	124,7	12.12.51
35,5	6,0	79,9	7,77	126,0	12.12.53
35,5	6,1	79,8	7,75	127,1	12.12.55
35,5	6,1	79,7	7,73	128,2	12.12.57
35,5	6,2	79,5	7,70	129,2	12.12.59
35,4	6,3	79,4	7,68	130,3	12.13.01
35,5	6,5	79,4	7,64	131,3	12.13.03
35,6	6,6	79,2	7,60	132,4	12.13.05
35,6	6,7	78,9	7,55	133,5	12.13.07
35,6	6,8	78,5	7,50	134,7	12.13.09
35,7	6,8	78,1	7,45	135,4	12.13.11
35,7	6,8	77,6	7,40	135,8	12.13.13

Vedlegg 9 – Bilder av sediment

Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (figur V9.1 – V9.3).



Figur V9.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.3 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.