

C-undersøkelse

NS9410:2016

for

Sandøya III



Feltarbeid

14.07.2017

Oppdragsgiver

Refsnes Laks AS

Sammendrag

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse ved lokaliteten Sandøya III i Roan Kommune, Sør-Trøndelag.

Inneværende undersøkelse

Den inneværende resipientundersøkelsen viste at området rundt oppdrettsanlegget stort sett hadde gode bunnforhold. Ikke uventet gjaldt unntaket området nærmest anlegget, hvor flere parametere, deriblant bunnfauna, viste indikasjoner på økt organisk belastning. I dette området ble det registrert en betydelig dominans av en forurensningsindikerende art, mens i det øvrige undersøkelsesområdet ble registrert tilstedeværelse av flere forurensningsnøytrale og forurensningssensitive arter. Sør for anleggsplasseringen ligger et dypere område, og forekomsten av høyere nivåer av flere kjemiske parametere samt sedimentkvalitet tyder på økt sedimenteringsrate her. Innholdet av organisk karbon varierte betraktelig, med laveste nivåer i området nord for anlegget og dobbelt så høyt innhold i sedimentet sør for anlegget. Nivået av fosfor var jevnt over lavt i hele området, dog høyest i området nærmest anlegget. De øvrige støtteparametere viste gode forhold. En av grabbene tatt ved SAN-3 hadde ikke akkrediterte volum, men på bakgrunn av at de to parallellgrabbene ved denne stasjonen var svært like, ble det vurdert at prøven likevel var tilfredsstillende for undersøkelsens formål. Samlet viser undersøkelsen at anleggsområdet mottar noe tilførsel av organisk belastning, det resterende undersøkelsesområdet hadde gode bunnforhold.

Tidligere undersøkelser

Sammenlikningen av de tre resipientundersøkelsene fra 2011, 2014 og 2017 viste noe tegn til økt organisk belastning med tilhørende endring av bunnforholdene, hovedsakelig i undersøkelsesområdet nærmest anlegget. De største endringene skjedde mellom 2011 og 2014, hvor en minsket biodiversitet også gav lavere Shannon-Wiener-indeks (H'). Frem til undersøkelsen i 2017 tyder resultatene på at bunndyrsamfunnet har vært mer stabilt. I overgangssonen tyder resultatene på stabile forhold fra 2011 til 2017, foruten parameteren for organisk karbon som har økt betydelig. Den største endringen i sedimentkarakteristikk ble observert ved SAN-3, hvilket trolig skyldes endring i stasjonsplassering. De sprikende resultatene fra støtteparameteren Ph/E_h kan tyde på bunnforhold i endring, ettersom denne parameteren reagerer raskere på endring enn de andre parameterne. Totalt sett indikerer sammenlikningen noe organisk belastning i området nærmest anlegget men at forholdene har vært stabile mellom undersøkelsen i 2014 og 2017, spesielt med hensyn på bunnfaunaresultatene fra overgangssonen.

Neste undersøkelse

Krav til undersøkelsesfrekvens er iht. NS9410(2016) *hver tredje produksjonssyklus*, og er gitt på bakgrunn av samlet tilstandsklasse II (god) for overgangssonen (tabell 1.1 og 3.1.7.1).

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	SAN-1	SAN-2	SAN-3	SAN-4
Antall arter	22	66	54	64
Antall individ	4526	1042	692	769
H'	Svært dårlig (0,499)	God (3,452)	God (4,208)	God (4,530)
Tilstandsverdi (nEQR)	Dårlig (0,251)	God (0,698)	God (0,687)	God (0,741)
Nær	3; Dårlig			
Cu	God/Moderat* (36)	Svært god (14)	Svært god (3,4)	Svært god (9,0)
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	God (0,693)	Neste undersøkelse (NS9410)		Hver tredje produksjonssyklus

C- undersøkelse for Sandøya III		
Rapportnummer	MCR-M-17148-Sandøya III	
Dato Rapport / Dato feltarbeid	12.12.2017 / 14.07.2017	
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>	<i>Signatur</i>
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Sandøya III / 2340 TN MTB	
	Roan Kommune, Sør-Trøndelag	
Lokalitetsnummer	19135	
Oppdragsgiver		
Selskap	Refsnes Laks AS	
Kontaktperson	Ivar Refsnes	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda Organisasjonsnummer 916 763 816	
Ansvarlig prøvetaking	Odd Helge Tunheim	
Rapportansvarlig	Odd Helge Tunheim	
Forfatter	Charlotte Hallerud	
Godkjent av	Dagfinn B. Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab Prebio 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 Sandøya III. 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.

Trondheim, 12. desember 2017

Innhold

INNHold	6
1 INNLEDNING	7
2 MATERIALER OG METODER	10
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	10
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	13
2.3 TIDLIGERE UNDERSØKELSER	16
2.4 PRODUKSJON	17
3 RESULTATER	18
3.1 BUNNDYRSANALYSE	18
3.1.1 SAN-1	18
3.1.2 SAN-2	19
3.1.3 SAN-3	21
3.1.4 SAN-4	23
3.1.7 Samlet nEQR resultat	25
3.2 HYDROGRAFI	26
3.3 SEDIMENTANALYSER	27
3.3.1 Sensoriske vurderinger	27
3.3.2 Kornfordeling	27
3.3.3 Kjemiske parametere	28
3.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER	28
3.4.1 Direkte sammenlikning	29
3.4.2 Total tilstand ved tidligere undersøkelse	31
4 DISKUSJON	32
4.1 INNEVÆRENDE UNDERSØKELSE	32
4.3 SAMMENLIKNING MED TIDLIGERE UNDERSØKELSER	32
5 LITTERATURLISTE	34
6 VEDLEGG	36
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE) SIDE 1 AV 2	36
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS	38
VEDLEGG 3 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	40
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	42
VEDLEGG 5 – INDEKS FOR C1	45
VEDLEGG 6 - REFERANSETILSTANDER	46
VEDLEGG 7 - ARTSLISTE	48
VEDLEGG 8 – CTD RÅDATA	52
VEDLEGG 9 – BILDER AV SEDIMENT	55

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 bløtbunnfauna (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 strømmetning 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).

Dersom det foreligger resultater fra tidligere undersøkelser, inkludert forundersøkelsen, skal disse sammenlignes med de nye resultatene, og utviklingstrender skal klargjøres (NS9410 2016). Dermed vil faunaforekomster og indekser med støtteparametere sammenlignes i lys av blant annet hvor i produksjonssyklusen prøvene er tatt, om prøvestasjoner er flyttet på, gamle og nyere standarder/veiledere som ved overgangen fra 2007 til 2016 versjonen av NS9410.

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.

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.

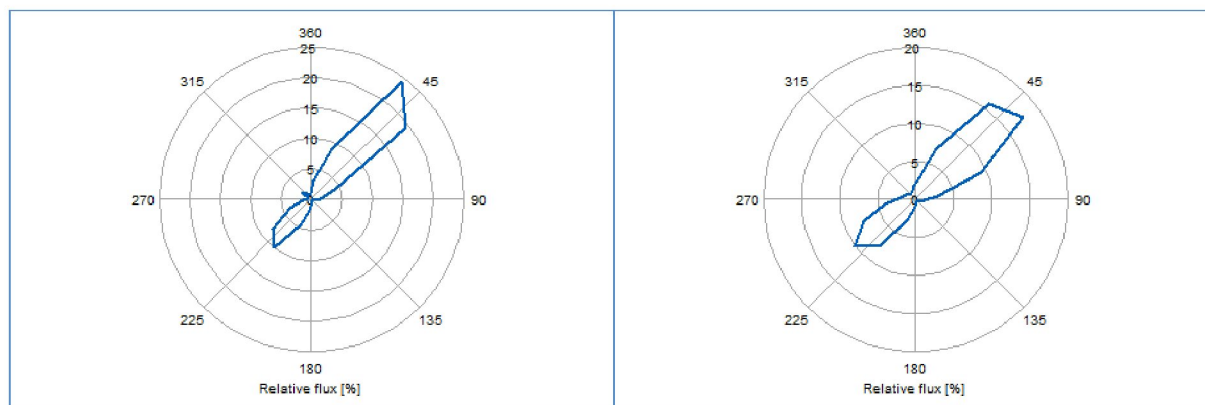
2 Materialer og metoder

2.1 Område og prøvestasjoner

Lokaliteten Sandøya III ligger sør for Sandøya på vestsiden av Bessakersundet i Roan Kommune (figur 2.1.1 og 2.1.3). Området rundt Sandøya er grunt med holmer og skjær, hvor en dypere renne går fra sørvestover fra Bessakersundet. Anlegget er plassert over skrånende bunn fra nord til sør. Det er ingen terskler mellom anlegget og dypere områder i sørvest, og strømmålingene viser at hovedstrømsretningen går mot nordvest, men at vannutskiftningsstrømmen (15 m) er svak, og spredningsstrømmen (60m) er middels sterk (figur 2.1.2, Åkerblå 2015).

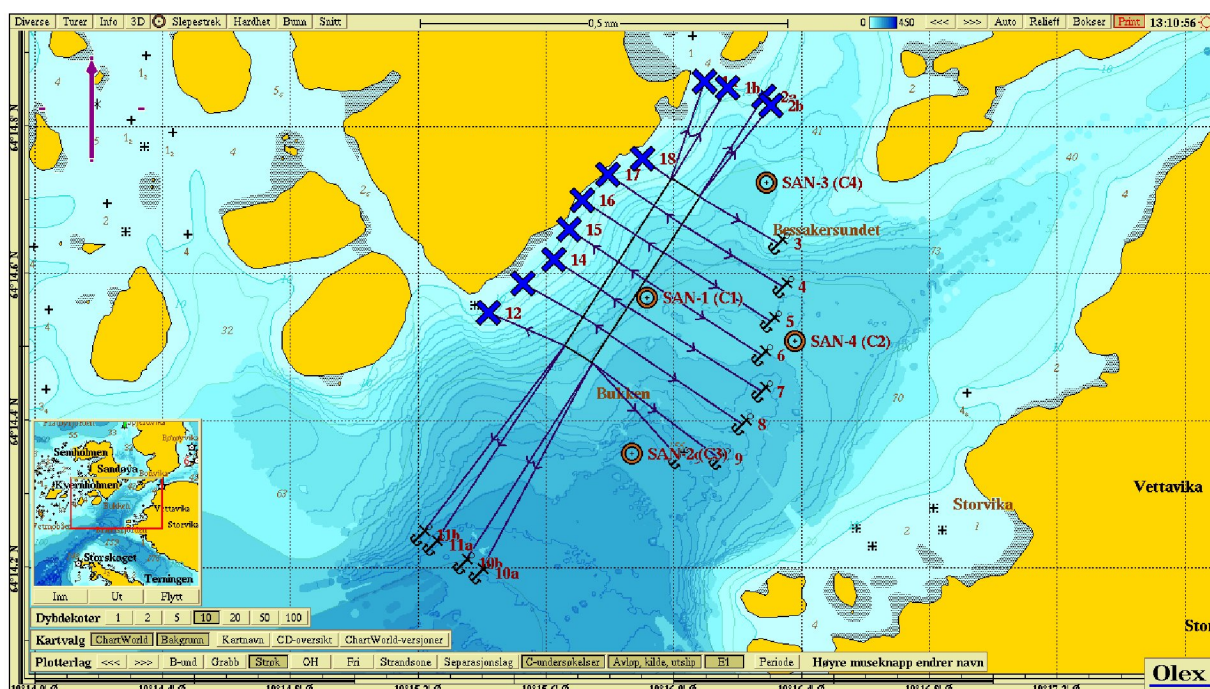


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten. Anlegget er merket med lilla sirkel, nærliggende anlegg er merket med rød sirkel. Kartet har nordlig orientering med kartdatum WGS84 (Fiskeridirektoratet 2017).



Figur 2.1.2 Strømforhold ved Sandøya III på 15 meters dyp (venstre) og 60 meters dyp (høyre). Fordelingsdiagrammene viser relativ vannfluks, hvilket angir andelen av vannmassene som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Kartdatum WGS84 (Reed 2015).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av produksjon, bunntopografi, bunnhardhet og strømforhold (NS9410 2016). Stasjonsplasseringen utført ved siste undersøkelse ble etterstrebet, hvor stasjon SAN-3 ble flyttet da stasjonen i forrige undersøkelse var plassert 700 meter sør for anlegget. Ytterkant av overgangssonen strekker seg etter veileder 400 m rundt anlegget, og stasjonen ble derfor flyttet nærmere anlegget. En fjernstasjon ble også opprettet for gjeldende undersøkelse (SAN-4 (C2)) og plassert øst for anlegget (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).



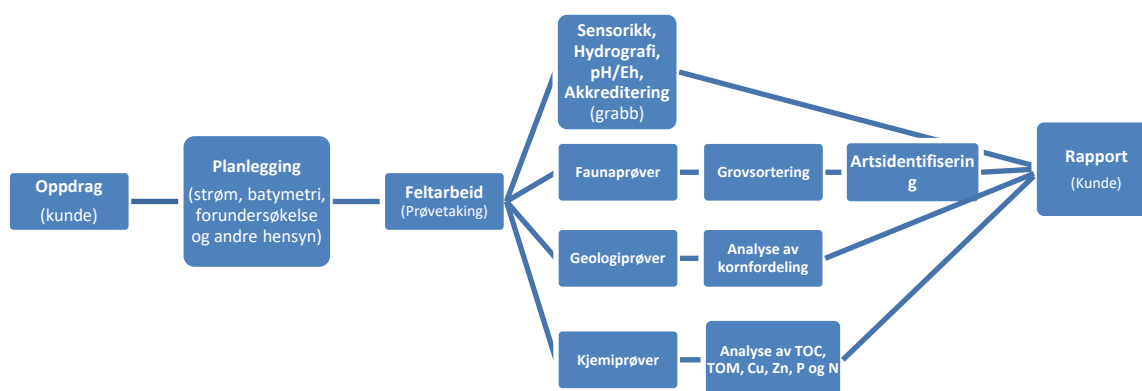
Figur 2.1.3 Plassering av lokaliteten med bunntopografi og stasjonsplassering. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og 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)
SAN-1	64°14.567'N 010°15.917'Ø	25	110	FAU, KJE, GEO, PE	C1
SAN-2	64°14.354'N 010°15.868'Ø	255	177	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C3
SAN-3	64°14.717'N 010°16.252'Ø	175	65	FAU, KJE, GEO, PE	C4
SAN-4	64°14.532'N 010°16.355'Ø	410	110	FAU KJE, GEO, PE	C2

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

	Leverandør	Personell	AK	Standard
Feltarbeid	Åkerblå AS	OH Tunheim	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	Åkerblå AS	Jolanta Jagminiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:20134
Artsidentifisering	Åkerblå AS	Charlotte Hallerud	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	Åkerblå AS	Charlotte Hallerud	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	Åkerblå AS	Charlotte Hallerud	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-PreBIO

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, SAN-1, gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

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 indeksenes nEQR-verdi

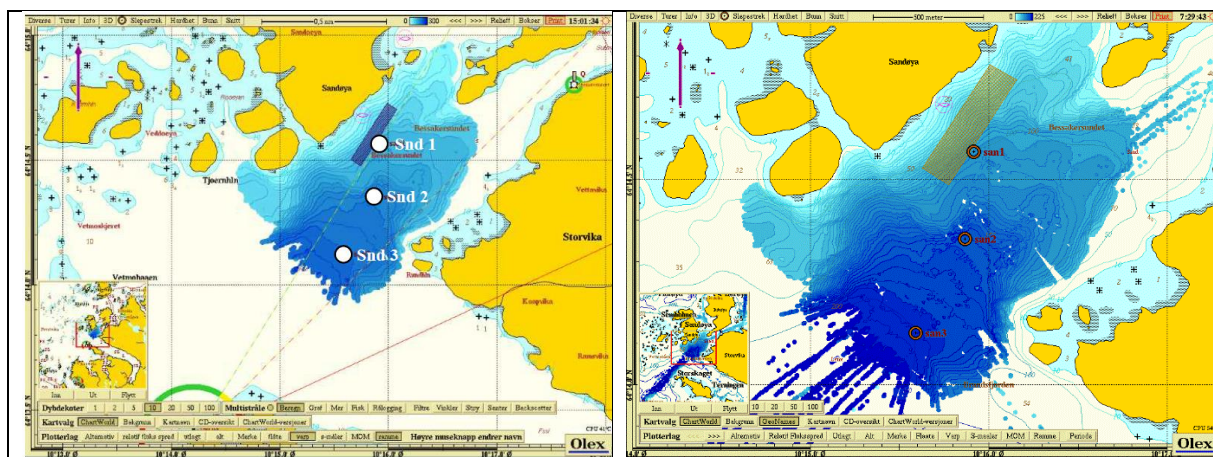
2.3 Tidligere undersøkelser

Det har tidligere blitt gjort to C-undersøkelser ved lokaliteten Sandøya III, i september 2011 (Haugen et al 2011) og juli 2014 (Haugen et al 2015). Ved begge de tidligere undersøkelsene ble det tatt prøver fra tre ulike prøvestasjoner, mens i inneværende undersøkelse ble det tatt prøver fra fire ulike prøvestasjoner. To av disse stasjonene, Snd 1 og Snd 2, er i inneværende undersøkelse plassert på samme sted og heter da henholdsvis SAN-1 og SAN-2 (Tabell 2.3.1). Den tredje prøvestasjonen i 2011 og 2014, Snd 3/San 3, var plassert 700 meter sør-sørvest for anlegget. På grunn av endring i kravene i NS9410 ble denne prøvestasjonen flyttet til et bedre egnet område nord for anlegget ved inneværende undersøkelse. Ved undersøkelsen i 2017 ble i tillegg en ny prøvestasjon benyttet; SAN-4.

Tabell 2.3.1 Oversikt over stasjoner som har omtrentlig samme plassering ved undersøkelsene i 2011, 2014 og 2017, deres koordinater og kommentar til likhet. Endring i navnebruk er også sammenfattet.

Stasjon 2011	Tilsvarende stasjon 2014	Tilsvarende stasjon 2017	Kommentar
Snd 1 (64°14.567'N/ 010°15.917'Ø)	San 1 (64°14.567'N/ 010°15.917'Ø)	SAN-1 (64°14.567'N/ 010°15.917'Ø)	Nøyaktig samme plassering all tre år
Snd 2 (64°14.354'N/ 010°15.868'Ø)	San 2 (64°14.354'N/ 010°15.868'Ø)	SAN-2 (64°14.354'N/ 010°15.868'Ø)	Nøyaktig samme plassering all tre år
Snd 3 (64°14.125'N/ 010°15.591'Ø)	San 3 (64°14.125'N/ 010°15.591'Ø)	SAN-3 (64°14.717/ 010°16.252'Ø)	1223 meter unna*

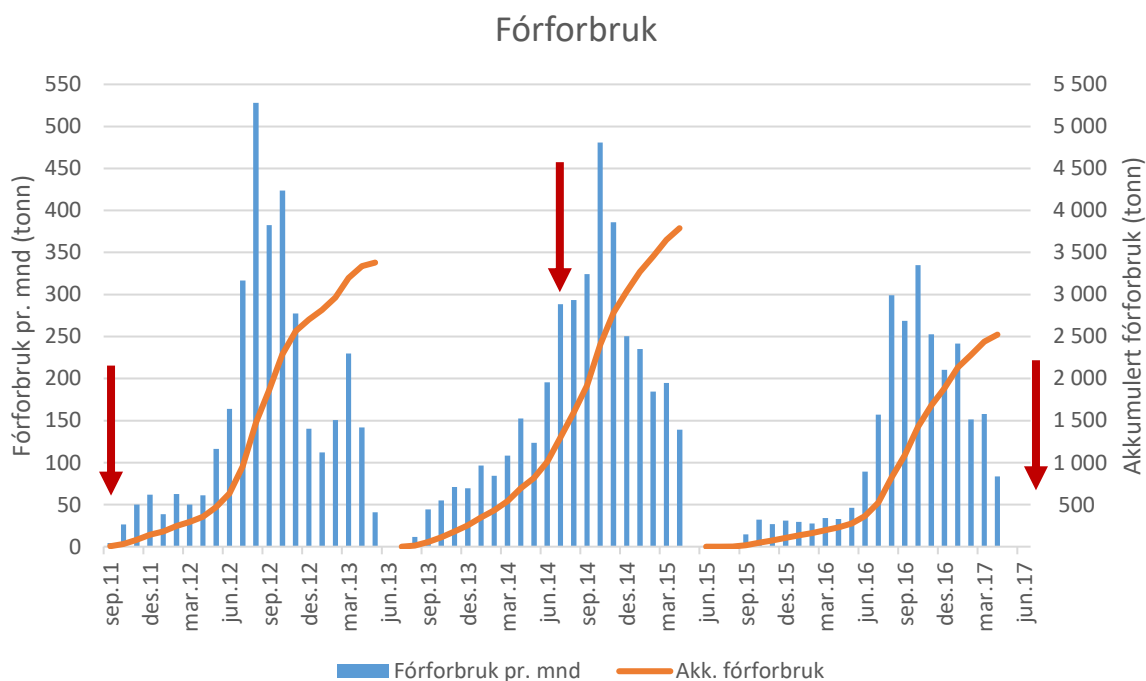
*Stasjonen ble flyttet på bakgrunn av endrede krav til stasjoner mellom undersøkelsene i 2014 og 2107



Figur 2.3.1 Anleggs- og stasjonsplassering for C-undersøkelsene tatt ved Sandøya III i 2011 (venstre) og 2014 (høyre). Kartene er hentet fra sine respektive rapporter (Haugen et al 2011, Haugen et al 2015).

2.4 Produksjon

Fisk på lokaliteten frem til undersøkelsestidspunktet ble satt ut i september 2015. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved samme tid omtrent 2522 tonn (figur 2.3.1; I. Refsnes, pers. med.).



Figur 2.3.1 Fôrforbruk ved Sandøya III for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for inneværende C-undersøkelse. Pil angir prøvetidspunkt.

3 Resultater

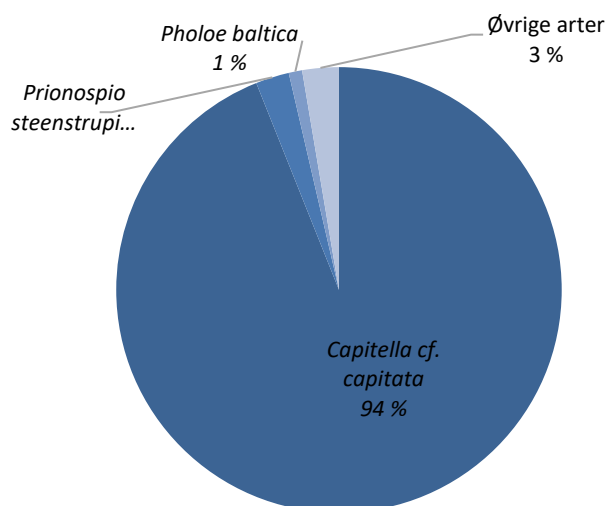
3.1 Bunndyrsanalyse

3.1.1 SAN-1

Ved SAN-1 ble det registrert 4526 individer fordelt på 22 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). På bakgrunn av at dominerende art stod for mer enn 90% av individtallet ble SAN-1 klassifisert med **miljøtilstand 3 (dårlig; NS9410 2016)**.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved SAN-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: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella cf. capitata</i>	5	4252	94
<i>Prionospio steenstrupi</i>	2	110	2,4
<i>Pholoe baltica</i>	3	44	1,0
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	3	39	0,9
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	32	0,7
<i>Scoloplos armiger</i>	3	9	0,2
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	7	0,2
<i>Chaetozone cf. setosa</i>	4	6	0,1
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	6	0,1
<i>Glycera lapidum</i>	1	4	0,1
Øvrige arter	-	17	0,4



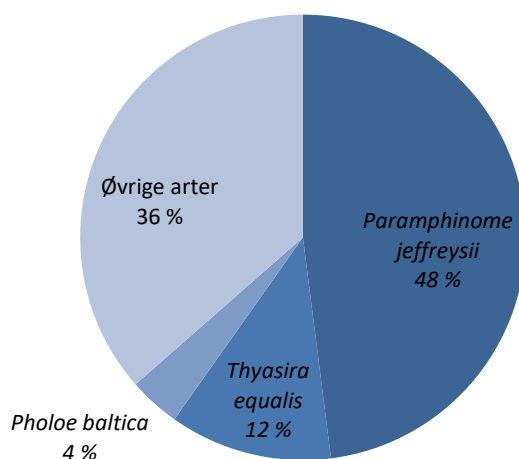
Figur 3.1.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SAN-1.

3.1.2 SAN-2

Ved SAN-2 ble det registrert 1042 individer fordelt på 66 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert med **tilstandsklasse II (god)**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) falt midt i klassegrensen (0,6 - 0,8; Tabell 3.1.2.2).

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved SAN-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: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	500	48
<i>Thyasira equalis</i>	3	123	12
<i>Pholoe baltica</i>	3	39	3,7
Lumbrineridae	2	32	3,1
<i>Polycirrus</i> sp.	1	28	2,7
<i>Kelliella miliaris</i>	3	26	2,5
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	21	2,0
<i>Chaetozone</i> cf. <i>setosa</i>	4	20	1,9
Ophiuroidea	2	20	1,9
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	17	1,6
Øvrige arter	-	216	21



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SAN-2.

Tabell 3.1.2.2 Resultater for SAN-2 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), 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».

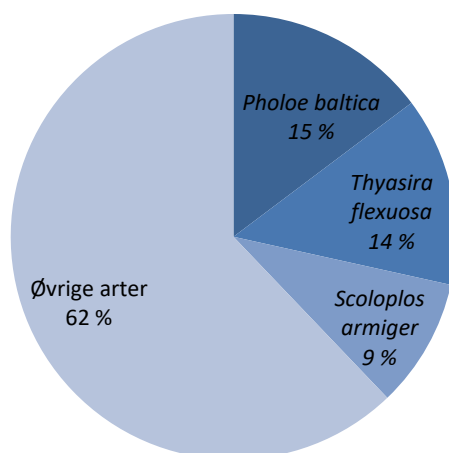
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	49	51	50,0	66		
N	365	677	521,0	1042		
NQI1	0,741	0,698	0,719	0,720	0,694	0,695
H'	3,974	2,997	3,485	3,452	0,654	0,650
J	0,708	0,528	0,618	0,571		
H'max	5,615	5,672	5,644	6,044		
ES100	27,510	22,610	25,060	24,780	0,695	0,692
ISI	8,976	9,427	9,201	9,268	0,762	0,768
NSI	22,479	21,759	22,119	22,011	0,685	0,680
DI	0,512	0,781	0,646	0,646		
		Tilstandsverdi	0,698		0,698	0,697

3.1.3 SAN-3

Ved SAN-3 ble det registrert 692 individer fordelt på 54 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert med **tilstandsklasse II (god)**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) falt midt i klassegrensen (0,6 - 0,8; Tabell 3.1.3.2).

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved SAN-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: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pholoe baltica</i>	3	102	15
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	95	14
<i>Scoloplos armiger</i>	3	65	9,4
<i>Eteone cf. flava</i>	4	61	8,8
<i>Leptosynapta bergensis</i>	i.a.	54	7,8
<i>Ophelina acuminata</i>	2	51	7,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	48	6,9
Sabellidae	2	45	6,5
<i>Paradoneis lyra</i>	2	19	2,7
<i>Retusa umbilicata</i>	4	15	2,2
Øvrige arter	-	137	20



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

Tabell 3.1.3.2 Resultater for SAN-3 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), 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».

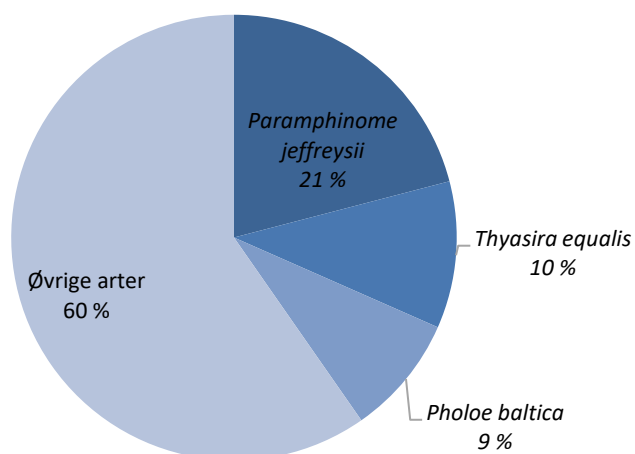
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	38	42	40,0	54		
N	352	340	346,0	692		
NQI1	0,735	0,740	0,737	0,746	0,713	0,723
H'	3,990	4,163	4,076	4,208	0,720	0,734
J	0,760	0,772	0,766	0,731		
H'max	5,248	5,392	5,320	5,755		
ES100	22,260	25,020	23,640	24,220	0,678	0,685
ISI	8,036	7,807	7,921	8,440	0,640	0,690
NSI	20,682	21,405	21,043	21,044	0,642	0,642
DI	0,497	0,481	0,489	0,489		
		Tilstandsverdi	0,687		0,678	0,695

3.1.4 SAN-4

Ved SAN-4 ble det registrert 769 individer fordelt på 64 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert med **tilstandsklasse II (god)**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) falt i øvre del av klassegrensen (0,6 - 0,8; Tabell 3.1.4.2).

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved SAN-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: forurensningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	161	21
<i>Thyasira equalis</i>	3	82	11
<i>Pholoe baltica</i>	3	67	8,7
<i>Chaetozone cf. setosa</i>	4	46	6,0
<i>Owenia borealis</i>	2	46	6,0
<i>Amphiura chiajei</i>	2	43	5,6
<i>Galathowenia oculata</i>	3	31	4,0
Lumbrineridae	2	28	3,6
Siboglinidae	1	27	3,5
<i>Notomastus latericeus</i>	1	17	2,2
Øvrige arter	-	221	29



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

Tabell 3.1.4.2 Resultater for SAN-4 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individtall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), 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	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	51	53	52,0	64		
N	441	328	384,5	769		
NQI1	0,756	0,751	0,754	0,754	0,730	0,730
H'	4,122	4,755	4,438	4,530	0,760	0,770
J	0,727	0,830	0,778	0,755		
H'max	5,672	5,728	5,700	6,000		
ES100	26,770	33,170	29,970	30,210	0,753	0,755
ISI	9,315	8,959	9,137	9,138	0,756	0,756
NSI	22,670	22,267	22,469	22,499	0,699	0,700
DI	0,594	0,466	0,530	0,530		
		Tilstandsverdi	0,741		0,739	0,742

3.1.7 Samlet nEQR resultat

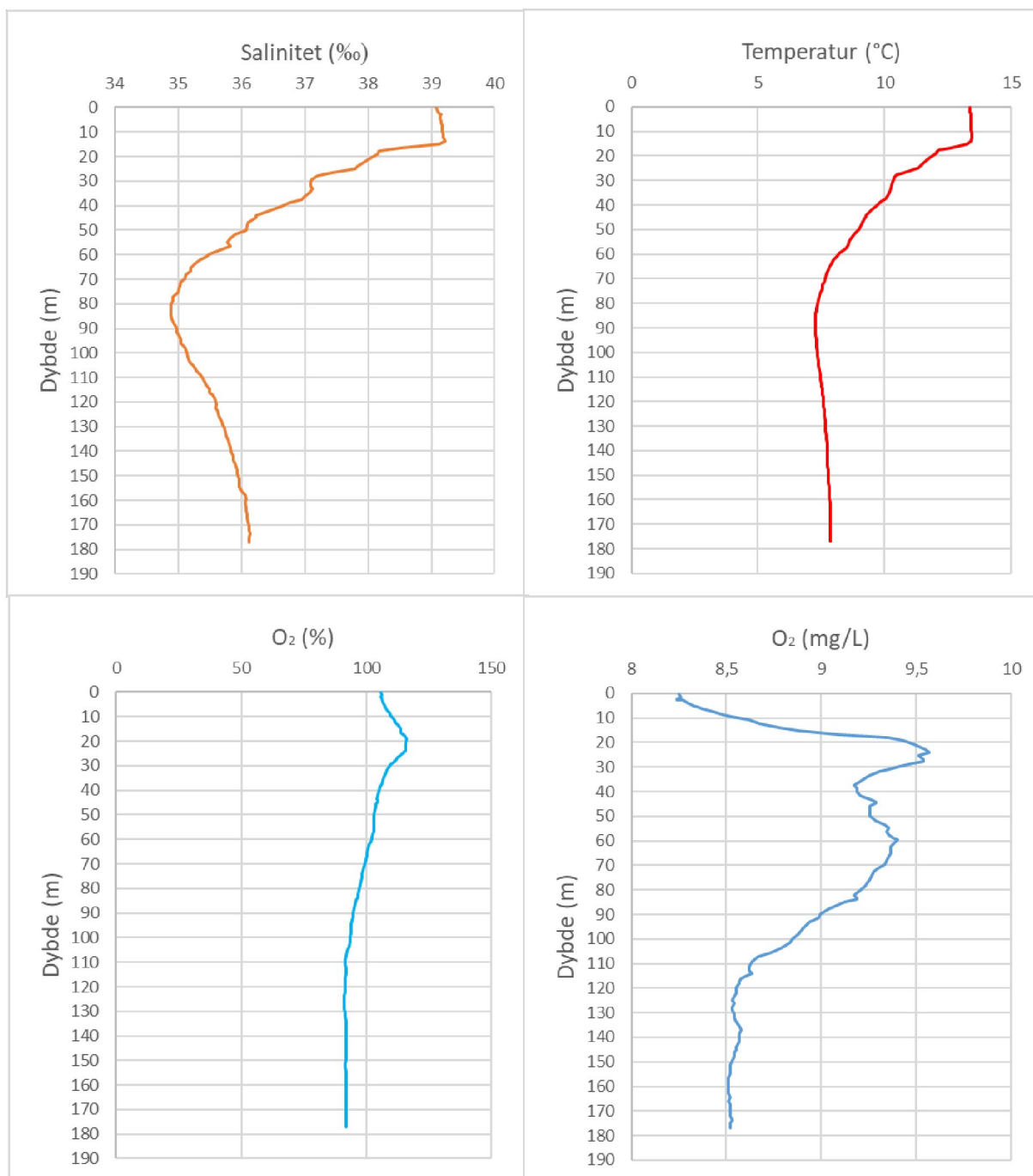
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av tilstandsklassen stasjonsverdiene faller inn under (tabell 3.1.7.1).

Tabell 3.1.7.1 Stasjonsverdier (Š) og tilstandsklasse fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Stasjonsverdi	Tilstandsklasse
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	SAN-4	0,741	II - God
Overgangssonen (C3, C4)	SAN-2	0,698	
	SAN-3	0,687	
	Gjennomsnitt Tilstandsverdi	0,693	II - God

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved SAN-2 (figur 3.2.1). Saliniteten sank jevnt fra ~39‰ i overflaten til ~36‰ ved rundt 80 meters dyp, hvilket den holdt seg stabil ned til bunnen på 177 meter. Temperaturen lå på rundt 13°C i overflatelaget ned til 15 meter, deretter sank den gradvis ned mot 80 meters dyp og der holdt seg omtrent lik i den resterende vannsøylen (~7,5°C-7,9°C). Oksygeninnhold og -metning sank fra overflaten (~8,25 mg/L og ~106%) ned til havbunnen (~8,5 mg/L og ~92%), hvilket gav tilstandsklassen I; «svært god» (Veileder 02:2013).



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

I hovedsak bestod sedimentet i undersøkelsesområdet av sand, med innblanding av skjellsand og silt i ulik grad, med en lys grå farge. Det ble ikke registrert noen unormal lukt fra sedimentet, dog ble det registrert mykere konsistens på sedimentet ved to av fire stasjoner (Tabell 3.3.1.1). Et hugg (SAN-3) ble ikke akkreditert for volum, mens overflaten var tilnærmet urørt.

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
SAN-1	Type sediment	Hovedsakelig sand og skjellsand med grus	Alle huggene ble akkreditert.
	Farge	Lys grå	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	-	
SAN-2	Type sediment	Blanding av sand og silt	Alle huggene ble akkreditert.
	Farge	Lys grå	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Myk	
	Organisk materiale	-	
SAN-3	Type sediment	Hovedsakelig sand og skjellsand	To av tre hugg ble akkreditert. Det ikke-akkrediterte hugget ble benyttet til faunanalyse (Gr. 2). Overflaten på sedimentet var urørt på den nevnte grabben.
	Farge	Lys grå	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	-	
SAN-4	Type sediment	Hovedsakelig sand med skjellsand og silt	Alle huggene ble akkreditert.
	Farge	Lys grå	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Myk	
	Organisk materiale	-	

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at området i hovedsak bestod av sand, men også en del leire og silt og grus i varierende mengde (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 (%)
SAN-1	3,4	84	12
SAN-2	45	55	<1
SAN-3	3,3	95	1,0
SAN-4	19	80	<1

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved tre av de fire stasjonene; stasjonen SAN-1 ble klassifisert med tilstand 2 (god, 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
SAN-1	8,0	-154	2	2/ God
SAN-2	7,8	-58	1	1/ Meget god
SAN-3	8,0	122	0	1/ Meget god
SAN-4	7,8	187	0	1/ Meget god

For stasjonen SAN-1 og SAN-4 ble innholdet av karbon (nTOC) klassifisert med tilstandsklassen III (moderat), mens SAN-2 og SAN-3 ble klassifisert med henholdsvis tilstandsklassen V (svært dårlig) og II (god). Nivåene av kobber og sink ved alle stasjoner var lavt og ble klassifisert med tilstandsklassen I (bakgrunn), foruten kobberinnholdet ved SAN-1 som ble klassifisert med tilstandsklassen II/III (god/moderat – se tabell 3.4.3.2 for forklaring av klassifiseringen). For fosfor og nitrogen er det ikke utarbeidet klassifiseringssystem, men nivået av begge varierte betraktelig. Nivået av fosfor var tre ganger høyere ved SAN-1 enn ved SAN-3 – de to resterende stasjoner midt derimellom, mens nivået av nitrogen var tre ganger høyere ved SAN-2 enn ved SAN-3 – de to resterende stasjoner midt derimellom (tabell 3.4.3.2).

Tabell 3.4.3.2 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
SAN-1	4,1	29,4	III	1210	9,92	1200	25,0	I	36,0	II/III*
SAN-2	8,6	51,0	V	2960	13,85	630	40,0	I	14,0	I
SAN-3	2,7	23,8	II	949	6,74	360	17,0	I	3,4	I
SAN-4	4,9	28,5	III	1670	8,38	570	29,0	I	9,0	I

*Tilstandsklasse II tilsvarer AA-EQS (årlig gjennomsnittskonsentrasjon) og klasse III tilsvarer MAC-EQS (maksimal tillatt konsentrasjon). Endelig klassifisering er dermed avhengig av hvilken verdi (gjennomsnitt eller maksimal) resultatet skal representere.

3.4 Tidligere undersøkelser

De tre stasjonene som har vært benyttet ved alle tre undersøkelser (SAN-1, SAN-2 og SAN-3) er presentert sammen i tabell 3.4.1.1- 3.4.1.4 for direkte sammenlikning. Den totale tilstanden fra 2011 og 2014 er presentert i kapittel 3.4.2.

3.4.1 Direkte sammenlikning

Tabell 3.4.1.1 Sammenlikning av de underliggende fysiske forhold ved de ulike stasjonene ved prøvetidspunktene i 2011, 2014 og 2017.

Anleggssone/C1	Dyp	Sediment-sammensetning	Sediment-beskrivelse	Leire/silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Snd 1 2011	105	Sand og skjellsand	Ingen lukt, lys grå farge, fast konsistens	24	76	0
San 1 2014	109	Sand og skjellsand	Ingen lukt, lys grå farge, fast konsistens	28,9	70,9	0,2
SAN-1 2017	110	Sand og skjellsand	Ingen lukt, lys grå farge, fast konsistens	3,4	84	12
Overgangssone/ C3, C4						
Snd 2 2014	176	Leire og silt	Ingen lukt, lys grå farge, myk konsistens	84	16	0
San 2 2014	176	Leire og silt	Ingen lukt, mørk farge, noe myk konsistens	71,7	27,8	0,6
SAN-2 2017	177	Sand og silt	Ingen lukt, lys grå farge, myk konsistens	45	55	<1
Ytterkant av overgangssone/fjersone/C2						
Snd 3 2011	201	Leire og silt	Ingen lukt, lys grå farge, myk konsistens	89	11	0
San 3 2014	201	Leire og silt	Ingen lukt, lys grå farge, myk konsistens	77,0	22,9	0,1
SAN-3 2017	65	Sand og skjellsand	Ingen lukt, lys grå farge, myk konsistens	3,3	80	<1

Tabell 3.4.1.2 Sammenligning av resultater og klassifisering fra bunnfaunaundersøkelse ved de ulike stasjonene ved prøvetidspunktene i 2011, 2014 og 2017.

Anleggssone/C1	# arter	# individer	Hyppigst forekommende art	Nest hyppigst forekommende art	Shannon-Wiener og klassifisering
Snd 1 2011	16	102	<i>Chaetozone sp.</i> (37%)	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (22%)	2,88 (III)
San 1 2014	32	7814	<i>Capitella capitata</i> (91%)	<i>Thyasira sarsi</i> (3,2%)	0,72 (V)
SAN-1 2017	22	4526	<i>Capitella capitata</i> (94%)	<i>Prionospio steenstrupi</i> (2,4%)	0,49 (V)
Overgangssone/C3, C4 osv.					
Snd 2 2014	48	638	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (42%)	<i>Aphelochaeta sp.</i> (12%)	3,56 (II)
San 2 2014	68	1042	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (37%)	<i>Chaetozone setosa</i> (14%)	3,74 (II)
SAN-2 2017	66	1042	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (48%)	<i>Thyasira equalis</i> (12%)	3,45 (II)
Ytterkant av overgangssone/fjersone/C2					
Snd 3 2011	47	416	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (38%)	<i>Notomastus latericus</i> (10%)	3,69 (II)
San 3 2014	44	523	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (28%)	<i>Thyasira equalis</i> (11%)	3,89 (II)
SAN-3 2017	54	692	<i>Pholoe baltica</i> (15%)	<i>Thyasira flexuosa</i> (14%)	4,21 (II)

Tabell 3.4.1.3 Sammenlikning av resultater fra hydrografimålingene ved prøvetidspunktene i 2014 og 2017. I 2011 ble det ikke gjennomført hydrografimålinger.

Stasjon/År	Dyp	Temperatur overflate (°C)	Temperatur ved bunn (°C)	Salinitet ved bunn (‰)	O2 ved bunn mg/L + %
-	-	-	-	-	-
San 3 2014	197	11,0	6,5	34,9	8,23 mg/L (86,4%) TK1
SAN-2 2017	177	13,4	7,9	36,1	8,52 mg/L (92%) TK1

Tabell 3.4.1.4 Sammenlikning av resultater fra kjemisk analyse ved de ulike stasjonene ved prøvetidspunktene i 2011, 2014 og 2017.

Anleggssone/C1	nTOC (mg/g)	TK	Kobber (mg/kg)	TK	Sink (mg/kg)	TK	Fosfor (mg/kg)	pH/Eh + Tilstand
Snd 1 2011	18,7	I	5,1	I	27	I	540	7,3/-135 Tilstand 2
San 1 2014	17,4	I	5,52	I	21,4	I	830	7,75 / 219 Tilstand 1
SAN-1 2017	29,4	III	36,0	II/III*	25,0	I	1200	8,0/-154 Tilstand 2
Overgangssone/C3, C4 osv.								
Snd 2 2014	24,9	II	12	I	27	I	670	7,3/-35 Tilstand 2
San 2 2014	24,5	II	14,3	I	36,0	I	720	7,64 / 156 Tilstand 1
SAN-2 2017	51,0	V	14,0	I	40,0	I	630	7,8/-58 Tilstand 1
Ytterkant av overgangssone/fjernsone/C2								
Snd 3 2011	23,0	II	12	I	44	I	610	7,4/-85 Tilstand 2
San 3 2014	23,1	II	15,8	I	39,2	I	680	7,70 / 137 Tilstand 1
SAN-3 2017	23,8	II	3,4	I	17,0	I	360	8,0/122 Tilstand 1

*Tilstandsklasse II tilsvarer AA-EQS (årlig gjennomsnittskonsentrasjon) og klasse III tilsvarer MAC-EQS (maksimal tillatt konsentrasjon). Endelig klassifisering er dermed avhengig av hvilken verdi (gjennomsnitt eller maksimal) resultatet skal representere.

3.4.2 Total tilstand ved tidligere undersøkelse

Følgende tekster er hentet fra sine respektive rapporter.

2011

Totalt sett er det gode til svært gode og tilnærmet naturlige forhold ved alle stasjonene, og det kan ikke påvises negativ påvirkning. Unntaket er fauna på nærstasjonen, Snd 1 som fikk moderat tilstandsklasse (III) iht til KLIF, og god (2) iht til MOM. Da anlegget har ligget brakk i lengre tid, samt hatt begrenset lav produksjon tidligere, er det stor grunn til å tro at disse utslagene på fauna hovedsakelig kan tilskrives prøver tatt fra grabb med åpen kjeft grunnet stein. Derfor kan vi anta med større grad av sannsynlighet at fauna på denne stasjonen og var tilnærmet normal ved prøvetidspunktet (Haugen et al 2011).

2014

Totalt sett viser denne C- undersøkelsen at nærstasjonen San 1 bærer preg av å være moderat påvirket da artssammensetning og dominansen av forurensingstolerante arter indikerte mindre gode forhold. Ellers er det noe forhøyede verdier for fosfor ved stasjonen. De øvrige parametere som C- undersøkelsen baserer seg på indikerer ingen andre vesentlige tegn til påvirkning ved San 1. De to andre stasjonene (San 2 og San 3) fremstod totalt sett som lite påvirket. Fremtidige undersøkelser vil vise hvordan det utvikler seg ved videre oppdrettsaktivitet (Haugen et al 2015).

4 Diskusjon

4.1 Inneværende undersøkelse

Den inneværende resipientundersøkelsen viste at området rundt oppdrettsanlegget stort sett hadde gode bunnforhold. Ikke uventet gjaldt unntaket området nærmest anlegget, hvor flere parametere, deriblant bunnfauna, viste indikasjoner på økt organisk belastning. I dette området ble det registrert en betydelig dominans av en forurensningsindikerende art (*Capitella capitata*), mens i det øvrige undersøkelsesområdet ble registrert tilstedeværelse av flere forurensningsnøytrale og forurensningssensitive arter. Sør for anleggsplasseringen ligger et dypere område, og forekomsten av høyere nivåer av flere kjemiske parametere samt sedimentkvalitet tyder på økt sedimenteringsrate her. Innholdet av organisk karbon varierte betraktelig, med laveste nivåer i området nord for anlegget og dobbelt så høyt innhold i sedimentet sør for anlegget. Dette korresponderer for øvrig med dybde – høyere innhold ved større dyp. Nivået av fosfor var jevnt over lavt i hele området, dog høyest i området nærmest anlegget. De øvrige støtteparametere viste gode forhold. På grunn av litt for lavt volum ble ett av huggene tatt sør for anlegget (SAN-3) ikke akkreditert, hvilket i utgangspunktet kan påvirke resultatene. Tallene fra feltloggen (vedlegg 1) og kapittel 3.3.1 stemmer ikke helt overens fordi volumberegningen ble dobbeltsjekket i etterkant av feltarbeidet (og tilhørende feltlogg). På bakgrunn av at de to parallellgrabbene ved denne stasjonen var svært like (Tabell 3.1.3.2) og at overflaten var tilnærmet urørt ble det vurdert at prøven likevel var tilfredsstillende for undersøkelsens formål. Samlet viser undersøkelsen at anleggsområdet mottar noe tilførsel av organisk belastning, men det resterende undersøkelsesområdet hadde gode bunnforhold.

4.3 Sammenlikning med tidligere undersøkelser

Sammenlikningen av de tre resipientundersøkelsene fra 2011, 2014 og 2017 viste noe tegn til økt organisk belastning med tilhørende endring av bunnforholdene, hovedsakelig i undersøkelsesområdet nærmest anlegget. De største endringene skjedde mellom 2011 og 2014, hvor en minsket biodiversitet også gav lavere Shannon-Wiener-indeks (H'). Frem til undersøkelsen i 2017 tyder resultatene på at bunndyrsamfunnet har vært mer stabilt. I overgangssonen tyder resultatene på stabile forhold i hele perioden fra 2011 til 2017, foruten parameteren for organisk karbon som har økt betydelig. Endringene i bunndyrsamfunnet her er likevel små i løpet av de seks årene, og regnes som ubetydelige. En endring i dominerende art ble registrert ved stasjon 3 (SAN-3), men dette kan med stor sannsynlighet tilskrives den store endringen i stasjonsplassering. Den største endringen i sedimentkarakteristikk ble også observert ved SAN-3, hvilket trolig skyldes den ovennevnte endring i stasjonsplassering. De sprikende resultatene fra støtteparameteren pH/ E_h kan tyde på bunnforhold i endring, ettersom denne parametere kan reagerer raskere på endring enn de andre parameterne. Det ble ikke gjennomført hydrografimålinger i 2011, mens ved undersøkelsene i 2014 og 2017 fikk oksygenmetningen ved sjøbunnen samme klassifisering; tilstandsklasse 1 – «svært god». De fysiske forholdene, deriblant sedimentkarakteristikken og temperatur, var forholdsvis lik mellom de to årene, hvilket gir et godt sammenlikningsgrunnlag. Totalt sett indikerer

sammenlikningen noe organisk belastning i området nærmest anlegget men at forholdene har vært stabile mellom undersøkelsen i 2014 og 2017, spesielt med hensyn på bunnfaunaresultatene fra overgangssonen.

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 (2017) Fiskeridirektoratets kartløsning, hentet 22.11.2017
- 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.
- Haugen R., Hestetun J. & Kjerstad A. (2011) MOM C-undersøkelse ved Sandøya III i Roan kommune, 2011. SAM e-Rapport nr. 20-2011. Uni Research/Havbruktjenesten AS. 37s.
- Haugen R., Kjerstad I., Løkken T.S. & Stokland Ø. (2015) C-undersøkelse for Sandøya 3. Havbruktjenesten AS. 58s.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from [http: World Register of Marine Species](http://www.marinespecies.org). 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.
- Reed J.L. (2015) Strømrappport for Sandøya 3. Havbrukstjenesten AS. 38s.
- 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.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere) side 1 av 2

MTB: 2340 = 4 st.

 ÅKERBLÅ		Dok.id.: B.5.5.6	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser			Skjema
Utarbeidet av: AK / ANH	Godkjent av: Anette Narmo Hammervold	Versjon: 8.00	Gjelder fra: 03.07.2017
		Sidenr: 1 av 2	

Kunde	REFSNES LAKI			Lokalitet/P.nr	SANDØYA III / 19135		
Dato	13.07.17			Toktleder	OHTUNHEIM		
Prøvetaking	START: 13:20 SLUTT: 15:55			Alt Personell	RE DYKEMAN		
Vær	9 m/s N, vekselvar, 13°C			Sjøtemperatur	13,1		
Utsyr ID / Kalibrering	Grab;	Sil;	Eh;	pH;	pH- kalibrering:	Sjø; Eh; RspH:	J, 28

Stasjon nr/navn	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Posisjon N / Ø	64°14,562 / 10°15,917				64°14,359 / 10°15,888				64°14,717 / 10°16,252			
Dybde (meter)	110				177				65			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1		3	3	1	
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	ja	ja	ja		ja	ja	ja		ja	ja	ja	
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	ja	ja	ja		ja	ja	ja		ja	ja	ja	
Volum (cm)	9	9	9		3,5	3	3		9	9,5	10	
Antall flasker		2	1			1	1			1	1	
pH	7,99				7,28				8,04			
Eh (mV)	-854				-586				122			
Sediment	Skjellsand	2	2	2					1	1	1	
	Sand	1	1	1		1	1	1	2	2	2	
	Mudder Grus	3	3	3								
	Silt					2	2	2				
	Leire											
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0
	Brun/Sort (2)											
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0
	Noe (2)											
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0
	Myk (2)					2	2	2				
	Løs (4)											
Merknader / avvik:				CTD: 15:35								
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna				Signatur: <i>Odd Petter Turek</i>								

Feltlogg (B-parametere) side 2 av 2

 ÅKERBLÅ				Dok.id.: B.5.5.6	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser				Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Anette Narmo Hammervold		Versjon: 8.00	Gjelder fra: 03.07.2017
				Sidenr: 1 av 2	

Kunde													Lokalitet/P.nr						
Dato													Toktleder						
Prøvetaking	START:				SLUTT:								Alt Personell						
Vær													Sjøtemperatur						
Utsyr ID / Kalibrering	Grab;	Sil;	Eh;	pH:	pH- kalibrering:				Sjø; Eh:				pH:						
Stasjon nr/navn	1 SAN-4				2				3										
Posisjon N / Ø	64°14,532' / 10°16,355'				/				/										
Dybde (meter)	110																		
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Antall forsøk	1	1	1																
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	ja	ja	ja																
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	ja	ja	ja																
Volum (cm)	5,5	5,5	5,5																
Antall flasker		1	1																
pH	7,82																		
Eh (mV)	187																		
Sediment	Skjellsand	2	2	2															
	Sand	1	1	1															
	Mudder																		
	Silt	3	3	3															
	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																	
	Myk (2)	2	2	2															
	Løs (4)																		
Merknader / avvik:																			
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna																Signatur: 			

Vedlegg 2 - Analysebevis



Avdeling Namdal

 Åkerblå AS
 Nordfrøyveien 413
 7260 SISTRANDA

 Dato: 26.09.2017
 Prove ID: N2017-7402
 ver 1

Gjelder: Sandøya-3

ANALYSERESULTATER

Provemottak: 10.08.17

Analyseperiode: 10.08.17 - 26.09.17

Provetaker: Oppdrags giver

2017-7402-1

Sedimenter fra saltvann

Sted: SAN-1

Referanse: 17121

Tatt ut:

13.07.17

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	36	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	25	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	1200	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1210	mg N/kg TS
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137A	12000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	29,4	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	61	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	4,1	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	3,4	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	84	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	12	%

2017-7402-2

Sedimenter fra saltvann

Sted: SAN-2

Referanse: 17121

Tatt ut:

13.07.17

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	14	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	40	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	630	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	2960	mg N/kg TS
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137A	41000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	51,0	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	44	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	8,6	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	45	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	55	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%

2017-7402-3

Sedimenter fra saltvann

Sted: SAN-3

Referanse: 17121

Tatt ut:

13.07.17

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	3,4	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	17	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	360	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	949	mg N/kg TS
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137A	6400	mg/kg TS

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

Måleusikkerhet fles ved henvendelse laboratoriet.

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

Side 1 av 2

Postadresse

Postboks 433
7801 NamsosE-mail: namdal@kystlabprebio.no
www.kystlabprebio.no

Telefon:

74 21 24 40

Org.nr:

NO: 986 208 933 MVA

..

Dato: 26.09.2017
 Prøve ID: N2017-7402
 ver 1

•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	23,8	mg/g TS
Tørstoff 105°C	NS 4764	60	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	2,7	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	3,3	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	95	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	1	%

2017-7402-4

Sedimenter fra saltvann

Sted: SAN-4

Tatt ut: 13.07.17

Referanse: 17121

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	9,0	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	29	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	570	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1670	mg N/kg TS
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137A	14000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	28,5	mg/g TS
Tørstoff 105°C	NS 4764	58	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	4,9	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	19	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	80	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

4) Analysen er utført ved Fjellab.

Med hilsen Kystlab-PreBIO AS



Johan Ahlin
 Avdelingsleder Namdal

Kopi til
 Odd Helge (E-mail)
 Kent (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 gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Side 2 av 2

Postadresse
 Postboks 433
 7801 Namsos

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

Telefon:
 74 21 24 40

Org.nr.:
 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 flerbørstemarkere.

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 flerbørstemarkere.

Gruppe 4 (Opportunistisk, forurensingstolerant) – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «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 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-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende 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

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

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

V4.4 Normalisering

Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «God» (tabell V.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 SAN-1 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individtall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), 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	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	16	17	16,5	22		
N	2484	2042	2263,0	4526		
NQI1	0,324	0,348	0,336	0,351	0,229	0,245
H'	0,340	0,634	0,487	0,499	0,108	0,111
J	0,085	0,155	0,120	0,112		
H'max	4,000	4,087	4,044	4,459		
ES100	3,391	5,251	4,321	4,676	0,173	0,187
ISI	6,316	7,702	7,009	7,735	0,524	0,622
NSI	7,407	8,201	7,804	7,765	0,156	0,155
DI	1,345	1,260	1,303	1,303		
		Tilstandsverdi	0,251		0,238	0,264

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.

			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, sortert taksonomisk, for all fauna funnet ved Sandøya III (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	NSI	St1 gr1	St1 gr2	St2 gr1	St2 gr2	St3 gr1	St3 gr2	St4 gr1	St4 gr2
Ampharete lindstroemi						5	3	1	2
Amphicteis gunneri	3							2	
Amythasides macroglossus	1			1					
Aphelochaeta sp.	2				1				
Asychis biceps	1							2	3
Capitella cf. capitata	5	2380	1872	1	1	5			3
Ceratocephale loveni	3			1					
Chaetozone cf. setosa	4	1	5	7	13	2	6	16	30
Cirratulus cirratus	4					1	1		
Diplocirrus glaucus	2			7	14		1	8	7
Drilonereis filum	2			6	4			3	1
Eteone cf. flava	4	1	2			30	31	1	1
Galathowenia oculata	3				2			21	10
Glycera alba	2				1	1	2		2
Glycera lapidum	1		4	1	1				
Goniada maculata	2			3	4	4	1	1	2
Hesionidae	2		1						
Heteromastus filiformis	4			8	8	37	11	1	1
Lagis koreni	4			1					
Laonice sarsi	1					1			
Lipobranchius jeffreysii					1			1	
Lumbriclymene cylindrica								2	1
Lumbrineridae	2			11	21	1		12	16
Malacoceros fuliginosus	5	30	2						
Melinna cristata	2				1			2	
Neoleanira tetragona	3				1			1	
Nephtys caeca	2		1		1		2		
Nephtys sp.	2			2				3	5
Nereididae					1				
Nicomache lumbricalis	2			1	1				
Notomastus latericeus	1			3	7			8	9
Ophelina acuminata	2					10	41	2	3
Ophryotrocha sp.	4	1							
Owenia borealis	2			1			1	34	12

Oxydromus flexuosus	3		1			1			1
Paradiopatra quadricuspis	1			2	1				
Paradoneis lyra	2					7	12		
Paramphinoe jeffreysii	3	3	36	116	384		6	121	40
Parexogone hebes	1				3		1		
Pherusa falcata							6		
Pholoe baltica	3	1	43	18	21	56	46	36	31
Phyllodoce groenlandica	3	3				2	1		
Phyllodoce mucosa	5	4	3						
Pista mediterranea	2			3	6			6	2
Polycirrus sp.	1			14	14			1	7
Polynoidae	2						1	1	
Praxillella praetermissa	2			1					
Prionospio cirrifera	3								3
Prionospio dubia	1			5	4		1	2	1
Prionospio fallax	2		1				2		
Prionospio steenstrupi	2	54	56						
Pseudopolydora antennata	3							1	13
Rhodine loveni	2			2	3			1	
Sabellidae	2			1		27	18		
Scalibregma inflatum	3					4	9		
Scoloplos armiger	3	1	8			38	27		
Siboglinidae	1				1			15	12
Sige fusigera	3	1	1		3	1		1	1
Spio filicornis	3					1	1		
Spiochaetopterus typicus	4			1	1				
Spiophanes kroyeri	3								3
Spiophanes wigleyi	1					1			
Streblosoma intestinale	1								1
Syllis cornuta	3			1	3	7	5	1	1
Terebellides cf. stroemii	2							3	
Trichobranchus roseus	1			1	3			5	3
Abra alba	3			1	6			7	7
Abra nitida	3							2	2
Adontorhina similis	2							4	4
Astarte montagui	1						2		
Axinulus croulinensis	1							1	
Cardiomya costellata	1							1	
Corbula gibba	4					2	2		
Cuspidaria obesa	2				1				
Delectopecten vitreus	3			1					
Ennucula tenuis	2							1	
Gari fervensis						1			
Kelliella miliaris	3			19	7	1			
Kurtiella tumidula	1			4	2			1	1

Lucinoma borealis	1						1		
Mendicula ferruginosa	1			6	5			5	1
Myrtea spinifera	2							3	4
Nucula tumidula	2			4	5				
Parvicardium minimum	1			2	2		1		
Parvicardium pinnulatum	3						1		
Phaxas pellucidus	2					1			
Thracia sp.	2					1			
Thyasira equalis	3			58	65			47	35
Thyasira flexuosa	3	1	5	3	14	41	54	6	6
Thyasira obsoleta	1			1				2	2
Yoldiella lenticula	3			1				5	1
Euspira montagui	2	1				1			1
Euspira nitida	2					2	2		
Hermania sp.	2			2		1	3		
Prosobranchia	1	1							
Retusa umbilicata	4				4	8	7		3
Antalis entalis	1			1	1				2
Scutopus ventrolineatus	2			10	7			6	2
Eriopisa elongata	2				4				
Lysianassidae	1					2	3		
Protomedeia fasciata	4								3
Leucon sp.					2				
Paguridae	1					1	1		
Gnathia oxyuraea	1				2				1
Janira maculosa	1		1						
Apseudes spinosus	1							1	1
Asteroidea	3			1					
Ophiuroidea	2			15	5			1	7
Amphiura chiajei	2			7	8		1	30	13
Echinocardium flavescens	1				1	1			
Labidoplax buskii	2			1			1		
Leptosynapta bergensis						35	19	2	3
Cerianthus lloydii	3						1		
Edwardsiidae	2					10	1	1	
Virgularia mirabilis	2			3					
Nemertea	3			2	4				1
Phascolion strombus strombus	2					2	4		1
Pectinaridae		1							
Phoxocephalidae				3	2				
Eualus gaimardii				1					
Decapod larver		2	1	1		1		1	
Calanoida		2		1	4	1		2	5
Foraminifera			1						1

Nematoda		300+							1
Sagitta sp		1							

Vedlegg 8 – CTD rådata

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

Tabell V6.1 CTD data fra Sandøya III, SAN-2

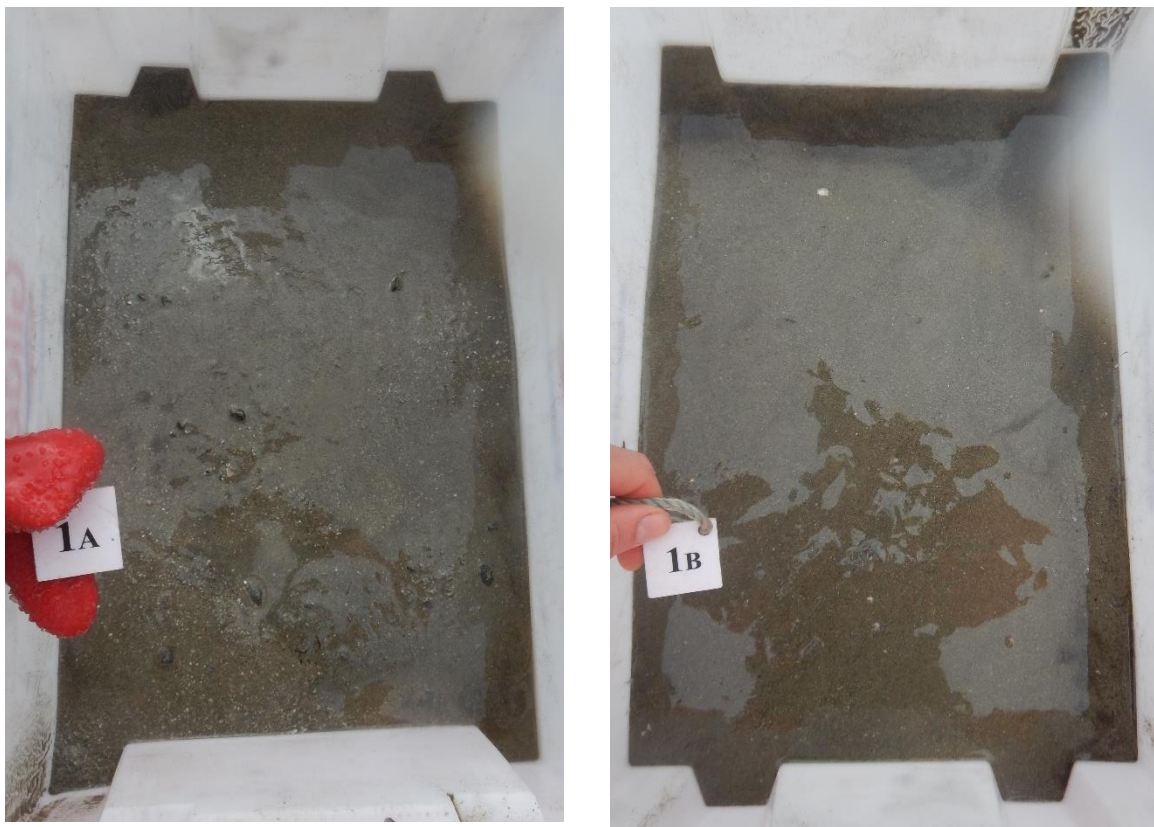
Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
39	13,4	105,9	8,25	0,2	13:33:17
39	13,4	106,1	8,26	1,3	13:33:19
39	13,4	105,8	8,24	2,1	13:33:21
39	13,4	106,0	8,25	2,5	13:33:23
39	13,4	105,9	8,24	2,8	13:33:25
39	13,4	106,3	8,27	2,9	13:33:27
39	13,4	106,7	8,30	4,0	13:33:29
39	13,4	107,0	8,33	5,0	13:33:31
39	13,4	107,4	8,35	5,5	13:33:33
39	13,4	107,7	8,37	6,3	13:33:35
39	13,4	108,3	8,42	7,3	13:33:37
39	13,4	109,2	8,49	8,6	13:33:39
39	13,4	109,7	8,53	9,6	13:33:41
39	13,4	110,9	8,62	10,9	13:33:43
39	13,4	111,7	8,68	12,3	13:33:45
39	13,4	112,9	8,78	13,8	13:33:47
39	13,3	113,7	8,88	15,1	13:33:49
39	12,6	113,8	9,10	16,7	13:33:51
38	12,1	115,2	9,35	17,8	13:33:53
38	12,0	115,9	9,43	19,0	13:33:55
38	11,8	115,8	9,49	20,9	13:33:57
38	11,5	115,7	9,55	22,8	13:33:59
38	11,4	115,5	9,57	23,9	13:34:01
38	11,3	114,5	9,51	25,1	13:34:03
37	10,8	112,6	9,54	26,7	13:34:05
37	10,5	111,7	9,54	27,9	13:34:07
37	10,4	110,8	9,48	28,5	13:34:09
37	10,3	109,7	9,41	29,5	13:34:11
37	10,3	108,9	9,35	30,7	13:34:13
37	10,3	108,3	9,31	31,9	13:34:15
37	10,2	107,5	9,25	33,3	13:34:17
37	10,2	107,1	9,23	34,6	13:34:19
37	10,1	106,5	9,20	36,0	13:34:21
37	10,0	106,0	9,17	37,3	13:34:23
37	9,9	105,4	9,19	38,7	13:34:25
37	9,7	104,9	9,19	40,4	13:34:27
36	9,5	104,4	9,21	41,9	13:34:29
36	9,3	104,3	9,26	43,5	13:34:31
36	9,3	104,4	9,29	44,1	13:34:33
36	9,2	104,4	9,29	44,7	13:34:35
36	9,2	103,9	9,25	45,7	13:34:37

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
36	9,1	103,6	9,25	46,7	13:34:39
36	9,1	103,4	9,25	48,1	13:34:41
36	9,0	103,1	9,25	49,9	13:34:43
36	8,8	102,9	9,29	51,8	13:34:45
36	8,7	102,9	9,33	53,4	13:34:47
36	8,6	102,9	9,35	54,8	13:34:49
36	8,6	102,8	9,34	56,3	13:34:51
36	8,5	102,5	9,35	57,6	13:34:53
36	8,3	102,2	9,38	58,7	13:34:55
35	8,2	102,1	9,40	59,7	13:34:57
35	8,1	101,7	9,39	60,9	13:34:59
35	8,0	101,0	9,37	62,2	13:35:01
35	7,9	100,6	9,37	63,8	13:35:03
35	7,8	100,3	9,37	65,3	13:35:05
35	7,8	100,2	9,35	66,6	13:35:07
35	7,7	99,7	9,34	68,2	13:35:09
35	7,6	99,4	9,33	69,6	13:35:11
35	7,6	98,9	9,30	71,1	13:35:13
35	7,6	98,6	9,28	72,5	13:35:15
35	7,5	98,4	9,26	74,0	13:35:17
35	7,5	98,0	9,25	75,5	13:35:19
35	7,4	97,8	9,24	77,1	13:35:21
35	7,4	97,5	9,23	78,7	13:35:23
35	7,3	97,1	9,20	80,3	13:35:25
35	7,3	96,7	9,17	82,2	13:35:27
35	7,3	96,8	9,19	83,2	13:35:29
35	7,3	96,7	9,19	83,7	13:35:31
35	7,3	96,0	9,12	84,9	13:35:33
35	7,3	95,5	9,07	86,4	13:35:35
35	7,3	95,2	9,04	87,9	13:35:37
35	7,3	94,7	8,99	89,8	13:35:39
35	7,3	94,6	8,98	91,5	13:35:41
35	7,3	94,2	8,94	92,9	13:35:43
35	7,3	94,0	8,92	94,5	13:35:45
35	7,3	93,9	8,90	95,9	13:35:47
35	7,3	93,7	8,88	97,8	13:35:49
35	7,3	93,5	8,85	99,8	13:35:51
35	7,3	93,4	8,84	101,7	13:35:53
35	7,4	93,0	8,79	103,5	13:35:55
35	7,4	92,5	8,73	105,4	13:35:57
35	7,4	91,9	8,67	107,2	13:35:59
35	7,5	91,6	8,63	109,1	13:36:01
35	7,5	91,6	8,62	111,0	13:36:03
35	7,5	91,7	8,62	112,7	13:36:05
35	7,5	91,8	8,63	113,8	13:36:07

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
35	7,5	91,7	8,61	114,8	13:36:09
36	7,5	91,4	8,58	116,0	13:36:11
36	7,6	91,3	8,57	117,1	13:36:13
36	7,6	91,4	8,57	118,1	13:36:15
36	7,6	91,3	8,55	119,6	13:36:17
36	7,6	91,3	8,55	121,1	13:36:19
36	7,6	91,3	8,55	122,2	13:36:21
36	7,6	91,2	8,54	123,5	13:36:23
36	7,6	91,1	8,53	125,1	13:36:25
36	7,6	91,2	8,54	126,1	13:36:27
36	7,6	91,2	8,53	127,7	13:36:29
36	7,7	91,3	8,53	129,0	13:36:31
36	7,7	91,4	8,54	130,5	13:36:33
36	7,7	91,5	8,54	132,2	13:36:35
36	7,7	91,7	8,55	133,9	13:36:37
36	7,7	91,9	8,57	135,5	13:36:39
36	7,7	92,0	8,58	137,1	13:36:41
36	7,7	91,9	8,57	138,5	13:36:43
36	7,7	91,9	8,57	140,2	13:36:45
36	7,7	91,9	8,57	141,9	13:36:47
36	7,7	91,9	8,55	143,8	13:36:49
36	7,8	91,9	8,55	145,2	13:36:51
36	7,8	91,9	8,54	146,4	13:36:53
36	7,8	91,8	8,54	147,9	13:36:55
36	7,8	91,7	8,53	149,5	13:36:57
36	7,8	91,7	8,52	151,3	13:36:59
36	7,8	91,7	8,52	153,0	13:37:01
36	7,8	91,7	8,52	154,7	13:37:03
36	7,8	91,7	8,51	156,4	13:37:05
36	7,8	91,7	8,51	157,9	13:37:07
36	7,8	91,8	8,51	159,5	13:37:09
36	7,8	91,7	8,51	161,2	13:37:11
36	7,8	91,8	8,51	162,8	13:37:13
36	7,8	91,8	8,52	164,4	13:37:15
36	7,8	91,8	8,51	166,0	13:37:17
36	7,9	91,9	8,52	167,4	13:37:19
36	7,9	91,9	8,52	169,0	13:37:21
36	7,9	91,9	8,52	170,6	13:37:23
36	7,9	92,0	8,52	172,2	13:37:25
36	7,9	92,1	8,53	173,6	13:37:27
36	7,9	92,0	8,52	175,1	13:37:29
36	7,9	91,9	8,52	176,6	13:37:31
36	7,9	92,0	8,52	177,0	13:37:33

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 – V9.4).



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.



Figur V9. Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.