

# C-undersøkelse

NS9410:2016

og

# ASC-Undersøkelse

for

# Hundholmen




**Feltarbeid**

**29.06.17**

**Oppdragsgiver**

**Wenberg Fiskeoppdrett AS**



C- og ASC-undersøkelse for Hundholmen		
Rapportnummer	MCR-M-17112-Hundholmen	
Rapportdato / Dato feltarbeid	29.09.17 / 29.06.2017	
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>	<i>Signatur</i>
-	-	-
<b>Lokalitet</b>		
Lokalitet	Hundholmen / 1560 tonn	
	Fauske, Nordland	
Lokalitetsnummer	27856	
<b>Oppdragsgiver</b>		
Selskap	Wenberg Fiskeoppdrett AS	
Kontaktperson	Frode Hansen	
<b>Oppdragsansvarlig</b>		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda Organisasjonsnummer 916 763 816	
Ansvarlig prøvetaking	Kristoffer Høyning	
Rapportansvarlig	Kristoffer Høyning	
Forfatter (-e)	Julie Mynors, Martin Hektoen, Kristoffer Høyning	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab Prebio AS, Nummer 361 (DS/EN ISO/IEC 17025:2005)	
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>	

**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) og klassifisering av kobber (Cu) er oppgitt med klassifisering (NS9410 (2016), Veileder M608 (2016) og Veileder 02:2013 (2015)).

Stasjon	HUN-1	HUN-2	HUN-3	HUN-4
<b>Parameter</b>				
Antall arter	37	34	54	41
Antall individ	435	656	830	946
H'		3,121	4,011	3,131
nEQR		0,664	0,741	0,668
Nær	Miljøtilstand 1 «Meget god»			
Cu	39,0 (God/Middels)	39,0 (God/Middels)	28,0 (God/Middels)	32,0 (God/Middels)

Forsidefoto: Charlotte Hallerud

## Forord

Denne rapporten omhandler en C- og ASC-undersøkelse av lokalitet Hundholmen. Formålet med C-undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser. ASC-undersøkelsen er gjort i forbindelse med sertifisering etter standarden til Aquaculture Stewardship Council (ASC). Formålet med ASC-undersøkelsen er å dokumentere miljøtilstanden og bunnforholdene med utgangspunkt i ASC Salmon Standard (2012).

For C-undersøkelser er Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter ISO 16665 (2013), SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS9410 (2016), samt NIVA-rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (2015). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstillter kravene i NS-EN ISO/IEC 17025. Til ASC-undersøkelser utfører Åkerblå AS akkrediterte tjenester i henhold til NS-EN ISO 16665 (2013).

Trondheim, Avdeling Marine Bunndyr 29.09.2017

## Sammendrag

Denne rapporten omhandler en C- og ASC-undersøkelse ved lokaliteten Hundholmen i Fauske kommune, Nordland fylke.

### *Inneværende undersøkelse*

Denne undersøkelsen viste svært gode forhold for bunnfauna for hele undersøkelsesområdet. Alle stasjoner i overgangssonen ble klassifisert til tilstandsklasse II; «God». I hele det undersøkte området ble innholdet av karbon klassifisert til tilstandsklasse II; «God» for alle stasjoner. Kobbermengden ble klassifisert til II/III; «God/moderat» for alle stasjoner, mens mengden sink var høyest ved stasjonen i anleggssonen og stasjonen i ytterkant av overgangssonen, hvor den ble klassifisert til tilstandsklasse III; «moderat». Det var lavere nivåer av sink ved HUN-3 og HUN-4, som ble klassifisert til henholdsvis I; «bakgrunn» og II; «god». Oksygenmålingene viser høyeste tilstand i området, men ved alle stasjonene i overgangssonen ble pH og redokstilstanden klassifisert til tilstandsklasse II: «god». Stasjonen i anleggssonen viste også gode bunnforhold, med god biodiversitet, og ble klassifisert til miljøtilstand 1; «Meget god». Produksjonen ved anlegget har vært lav de siste årene, som kan være noe av grunnen til den gode tilstanden i resipienten for anlegget.

### *Neste undersøkelse*

På bakgrunn av at stasjonene i overgangssonen har samlet tilstandsklasse II; god, skal det i henhold til NS9410 (2016) utføres en C-undersøkelse i hver tredje produksjonssyklus.

### *ASC resultater*

Shannon-Wiener indeksen viste akseptable verdier for alle stasjoner utenfor AZE. Mengden kobber var akseptabel ved to av stasjonene utenfor AZE, og ikke akseptabel ved en av stasjonene. Redokspotensialet ( $E_h$ ) var ikke akseptabelt ved noen av stasjonene utenfor AZE. Fauna ved stasjonen innenfor AZE viste akseptabel tilstand.

## Innhold

<b>INNHold</b> .....	<b>6</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>8</b>
1.1 C-UNDERSØKELSE .....	8
1.2 ASC-UNDERSØKELSE .....	11
<b>2 MATERIALE OG METODE</b> .....	<b>12</b>
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER .....	12
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER .....	15
2.3 PRODUKSJON.....	18
2.4 ASC-UNDERSØKELSE .....	19
<b>3 RESULTATER</b> .....	<b>20</b>
3.1 BUNNDYRSANALYSE .....	20
3.1.1 HUN-1.....	20
3.1.2 HUN-2.....	21
3.1.3 HUN-3.....	22
3.1.4 HUN-4.....	24
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 ASC-UNDERSØKELSE .....	29
<b>4 DISKUSJON</b> .....	<b>30</b>
4.1 C-UNDERSØKELSE .....	30
4.1.1 Inneværende undersøkelse.....	30
4.1.2 Fremtidige undersøkelser.....	30
4.2 ASC-UNDERSØKELSE .....	30
4.2.1 Innenfor AZE .....	30
4.2.2 Utenfor AZE .....	30
<b>5 LITTERATURLISTE</b> .....	<b>31</b>
<b>6 VEDLEGG</b> .....	<b>33</b>
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE) .....	33
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS .....	35
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD .....	37
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER .....	39
VEDLEGG 5 – INDEKS FOR C1 .....	42
VEDLEGG 6 - REFERANSETILSTANDER.....	43

VEDLEGG 7 - ARTSLISTE .....	45
VEDLEGG 8 – CTD RÅDATA .....	48
VEDLEGG 9 – BILDER AV SEDIMENT .....	56

## 1 Innledning

### 1.1 C-Undersøkelse

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 2013).

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 2013; 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 strømretning 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 1.1.1). Dersom frekvensene ikke sammenfaller, gjelder den som gir hyppigst frekvens (NS9410 2016).

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

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

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

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.

## 1.2 ASC-Undersøkelse

ASC Salmon Standard angir blant annet krav til undersøkelse av bentisk fauna, reduksjonspotensiale ( $E_h$ ) og kobbernivå (Cu) i sedimentene ved oppdrettslokalteter. Tillatt sone for påvirkning (*Allowable Zone of effect* – AZE; tabell 1.2.1) er definert som området som strekker seg 30 meter ut fra merdene, der hvor det ikke er definert en lokalitets-spesifikk AZE gjennom modellering. Innenfor AZE skal det være minst 2 ikke- forurensingsindikatorarter, som forekommer med over 100 individer per  $m^2$  eller høyere eller likt med referansestasjonen hvis forekomsten der er naturlig lavere enn 100 individer per  $m^2$ . Det tolkes i denne rapporten at kravet fra ASC Salmon Standard om «høy forekomst» av  $\geq 2$  arter skal sørge for at AZE, som er under en grad av forurensing, tar hensyn til arter som er naturlig forekommende. Utenfor den tillatte sonen for påvirkning (U-AZE) skal redoks-potensialet ( $E_h$ ) eller sulfidnivåene være tilfredsstillende (tabell 1.2.1) og faunaindeks skal indikere god til svært god økologisk kvalitet i forekomstene av sediment.

**Tabell 1.2.1** Krav til reduksjonsoksidasjonspotensial ( $E_h$ ), faunaindeks og kobberverdier (Cu) i henhold til ASC Salmon Standard (2012) fritt oversatt.

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

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

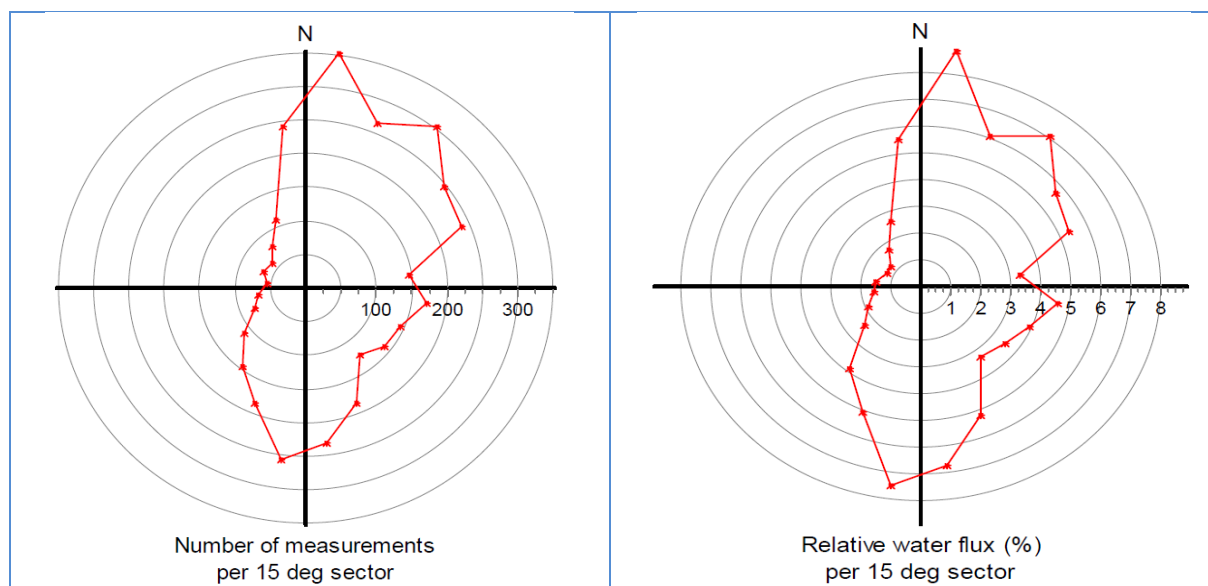
## 2 Materiale og metode

### 2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Hundholmen ligger i Skjerstadvjorden i Fauske Kommune, Nordland Fylke. Anlegget ligger nærmere bestemt utenfor plassen Hundholmen rett vest av Fauske (figur 2.1.1). Dybden under anlegget går fra ca 80 meters dyp i nordenden av anlegget til ned mot 500 meters dybde i sørenden av anlegget. Store variasjoner på dybde data viser en bratt og kupert bunntopografi under og rundt selve anlegget. Videre ut fra anlegget ligger Saltstrømmen som er terskelen inn til Skjerstadvjorden. Strømmålinger (Bahr, 2007) for området viser at hovedstrømretningen på spredningsdyp (100m) går mot nord-nordøst, med en noe svakere returstrøm i syd-sydvestlig retning (figur 2.1.2).

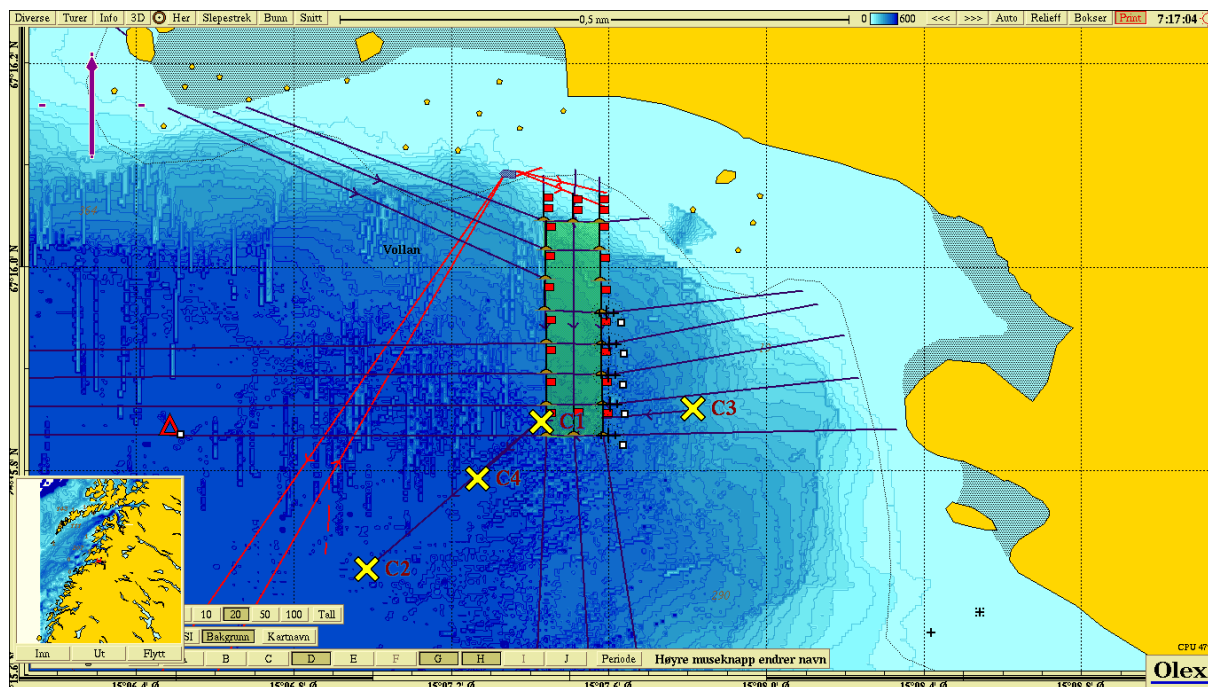


**Figur 2.1.1** Geografisk plassering av lokaliteten. Anlegget er merket med rødt flagg. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



**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 på spredningsdyp, 100m. Kartdatum WGS84 (Bahr, 2007).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av produksjon, bunntopografi, bunnhardhet og strømforhold (NS9410 2016). HUN-1 er plassert inn mot anleggets ramme mot dypeste del av anleggsområdet i returstrømretningen over bunn det var mulig å hente sedimenter fra, prøvestasjon er plassert omtrent 25 meter fra anlegget. Det ble først gjort flere forsøk på å grabbe inn mot ramma i nordøstre hjørne, som er i hovedstrømsretning, men det var for bratt og steinete der til at det lot seg gjøre. HUN-2 er plassert i ytterkant av overgangssonen 412 m fra anlegget på 509 m dyp, mens stasjonene HUN-3 og HUN-4 er plasserte inne i overgangssonen, på hver sin side av anlegget, på steder bunntopografien lot det gjøre å grabbe (figur 2.1.3; tabell 2.1.1).



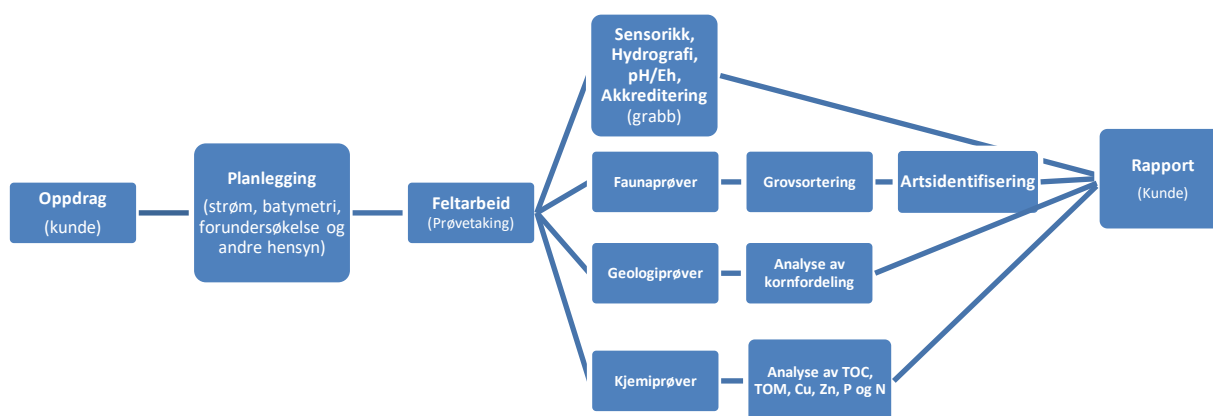
**Figur 2.1.3** Anleggsplassering, fortøyningslinjer og alle C-stasjoner. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

**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 datum WGS84 og avstand fra anlegg og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering (NS 9410)
HUN-1	67°15.847'N / 15°07.427'Ø	25	452	FAU, KJE, GEO, PE	C1
HUN-2	67°15.702'N / 15°06.983'Ø	412	509	FAU KJE, GEO, PE, CTD	C2
HUN-3	67°15.860'N / 15°07.812'Ø	160	265	FAU, KJE, GEO, PE	C3
HUN-4	67°15.792'N / 15°07.265'Ø	150	501	FAU KJE, GEO, PE	C4

## 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 (2013). Det ble tatt tre grabbhugg på hver prøvestasjon hvor to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske og kjemiske undersøkelser. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For kjemianalyser ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av overflaten, mens for de geologiske prøvene (kornfordeling) fra de øverste 5 cm. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell 2.2.1; vedlegg 1). For kjemiske parametere ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av underleverandøren (figur 2.2.1).



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,1 m <sup>2</sup>
pH-måler	Wtw Ph3110
Eh-måler	Wtw Ph3110
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	Kristoffer Høyning	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2013
Grovsortering	Åkerblå AS	Jolanta Jagminiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2013
Artsidentifisering	Åkerblå AS	Evelina Merkyte, Jovita Prakapaviciute	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2013
Statistiske utregninger	Åkerblå AS	Julie Mynors	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2013
Vurdering og tolkning av bunnfauna	Åkerblå AS	Julie Mynors, 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-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.

Utregningen 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 HUN-1 gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi



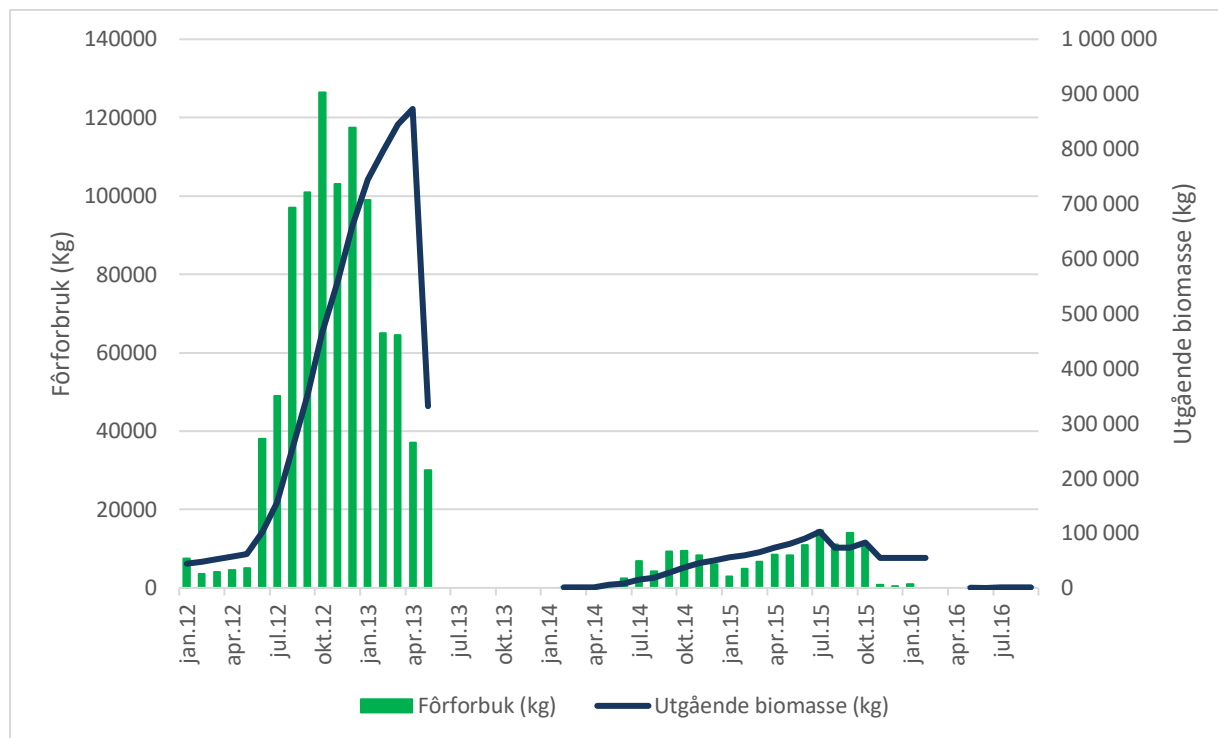
(nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ),  $ES_{100}$ , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

**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 Produksjon

Fisk på lokalitet ble satt ut i april 2017. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten omtrent 3,7 tonn. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved samme tid omtrent 2,4 tonn. Produksjon ved tidligere produksjonssykluser er vist i figur 2.3.1, fra januar 2012 til september 2016 (Hansen, pers. med.).



Figur 2.3.1 Produksjonsinformasjon ved Hundholmen for generasjonene fra 2012 til 2016.

## 2.4 ASC-undersøkelse

Metode for og gjennomføring av prøvetaking for ASC-undersøkelsen er tilsvarende som for foreliggende C-undersøkelse. Stasjonsvalg for innsamling av prøvemateriale er beskrevet med utgangspunkt i ASC Salmon Standard (2012; kriterium 2.1 og appendiks I-1), samt i ASC Audit Manual V.1.0 (2012; kriterium 2.1). Stasjonsvalget er gjort på grunnlag av hovedstrømretning og avstand til Allowable Zone of Effect (AZE). Grensen for AZE er anslått fra hovedstrømretning og -styrke, dybde, bunntopografi og resultater fra andre lokaliteter med tilsvarende forhold.

Stasjonene er plassert med stasjon HUN-1 som nærstasjon inntil anleggets ramme (innenfor AZE). Stasjon HUN-2 ble plassert i returstrømmens retning 412 meter utenfor anleggets ramme, utenfor AZE. Stasjon HUN-4 ble plassert i returstrømmens retning 150 meter utenfor anleggets ramme, og stasjon HUN-3 er plassert 160 meter utenfor anleggets ramme, utenfor AZE (figur 2.1.3-2.1.4 og tabell 2.4.1).

**Tabell 2.4.1** Stasjonsbeskrivelser etter ASC Salmon Standard.

Stasjon	Avstand til anlegg (m)	Dyp (m)	Plassering (ASC)
HUN-1	25	452	i-AZE
HUN-2	412	509	u-AZE
HUN-3	160	265	u-AZE
HUN-4	150	501	u-AZE

## 3 Resultater

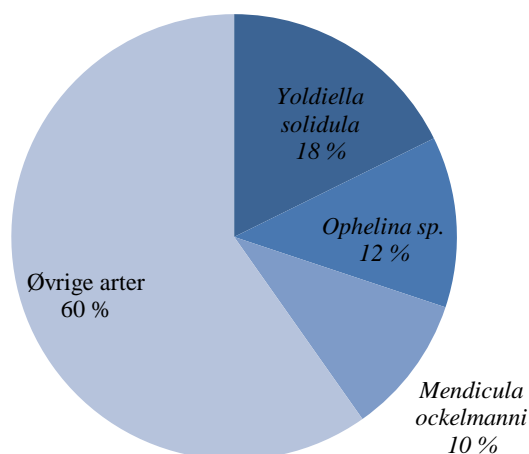
### 3.1 Bunndyrsanalyse

#### 3.1.1 HUN-1

Ved HUN-1 ble det registrert 435 individer fordelt på 37 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Ingen enkelt art eller NSI-gruppe var dominerende. Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **miljøtilstand 1: «meget god»**.

**Tabell 3.1.1.1** De ti hyppigst forekommende artene ved HUN-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>Yoldiella solidula</i>		77	18
<i>Ophelina sp.</i>	3	54	12
<i>Mendicula ockelmanni</i>		44	10
<i>Pulsellum lofotense</i>		37	8,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	26	6,0
<i>Sipuncula</i>	2	24	5,5
<i>Harpinia sp.</i>	3	23	5,3
<i>Labidoplax buskii</i>	2	23	5,3
<i>Yoldiella lucida</i>	2	20	4,6
<i>Thyasira equalis</i>	3	19	4,4
Øvrige arter	-	88	20



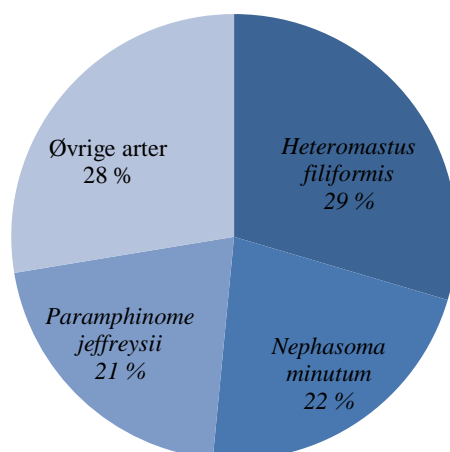
**Figur 3.1.1.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved HUN-1. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

### 3.1.2 HUN-2

Ved HUN-2 ble det registrert 656 individer fordelt på 34 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Ingen enkelt art eller NSI-gruppe var dominerende. Stasjonen ble klassifisert i nedre del av **tilstandsklasse II: «god»** (Tabell 3.1.2.2).

**Tabell 3.1.2.1** De ti hyppigst forekommende artene ved HUN-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>Heteromastus filiformis</i>	4	194	30
<i>Nephasoma minutum</i>	2	144	22
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	137	21
<i>Thyasira equalis</i>	3	42	6,4
<i>Nucula tumidula</i>	2	19	2,9
<i>Thyasira sarsi</i>	4	16	2,4
<i>Yoldiella nana</i>	3	13	2,0
<i>Mendicula ockelmanni</i>		10	1,5
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	4	9	1,4
<i>Notomastus latericeus</i>	1	6	0,9
Øvrige arter	-	66	10



**Figur 3.1.2.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved HUN-2. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.1.2.2** Resultater for HUN-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 som er brukt i tabellene nedenfor 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».

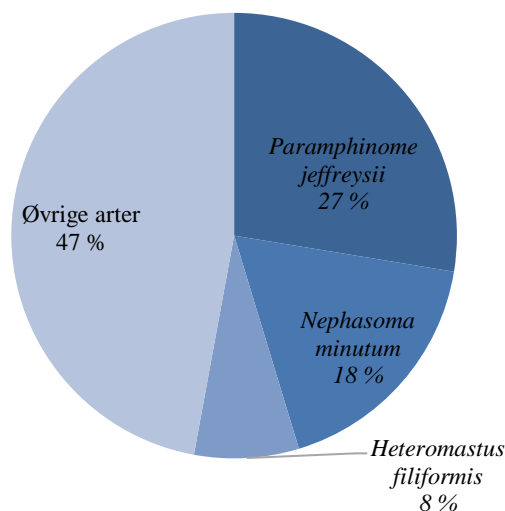
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\check{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\check{S}$
S	25	30	27,5	34		
N	309	347	328,0	656		
NQI1	0,669	0,670	0,669	0,672	0,642	0,644
H'	2,935	3,178	3,057	3,121	0,606	0,613
J	0,632	0,648	0,640	0,613		
H'max	4,644	4,907	4,775	5,087		
ES100	15,420	18,560	16,990	17,160	0,600	0,602
ISI	9,751	9,103	9,427	9,608	0,784	0,800
NSI	22,007	21,630	21,818	21,808	0,673	0,672
DI	0,440	0,490	0,465	0,465		
		Tilstandsverdi	0,664		0,661	0,666

### 3.1.3 HUN-3

Ved HUN-3 ble det registrert 830 individer fordelt på 54 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Ingen enkelt art eller NSI-gruppe var dominerende. Stasjonen ble klassifisert i øvre del av **tilstandsklasse II: «god»** (Tabell 3.1.3.2).

**Tabell 3.1.3.1** De ti hyppigst forekommende artene ved HUN-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>Paramphinome jeffreysii</i>	3	229	28
<i>Nephasoma minutum</i>	2	147	18
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	63	7,6
<i>Thyasira equalis</i>	3	49	5,9
<i>Mendicula ockelmanni</i>		42	5,1
<i>Yoldiella solidula</i>		28	3,4
<i>Caudofoveata</i>	2	24	2,9
<i>Yoldiella lucida</i>	2	19	2,3
<i>Abra nitida</i>	3	18	2,2
<i>Nucula tumidula</i>	2	16	1,9
Øvrige arter	-	195	23



**Figur 3.1.3.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved HUN-3. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ( $\check{S}$ ) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

**Tabell 3.1.3.2** Resultater for HUN-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 som er brukt i tabellene nedenfor 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».

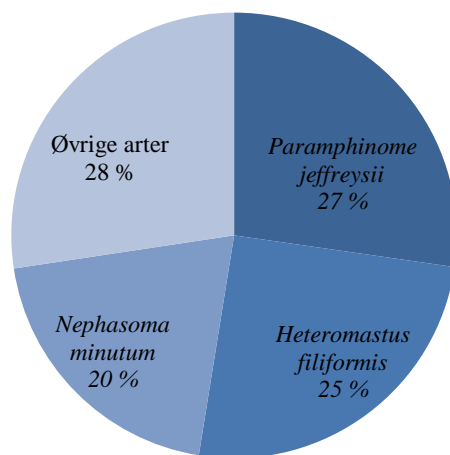
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	$\bar{G}$	$\check{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\check{S}$
S	40	44	42,0	54		
N	426	404	415,0	830		
NQI1	0,743	0,747	0,745	0,750	0,721	0,727
H'	3,898	3,927	3,913	4,011	0,701	0,712
J	0,732	0,719	0,726	0,697		
H'max	5,322	5,459	5,391	5,755		
ES100	24,730	25,850	25,290	25,950	0,698	0,705
ISI	10,289	10,185	10,237	10,367	0,837	0,845
NSI	23,665	23,015	23,340	23,352	0,734	0,734
DI	0,579	0,556	0,568	0,568		
		Tilstandsverdi	0,741		0,738	0,745

### 3.1.4 HUN-4

Ved HUN-4 ble det registrert individer fordelt på arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Ingen enkelt art eller NSI-gruppe var dominerende. Stasjonen ble klassifisert i nedre del av **tilstandsklasse II: «god»** (Tabell 3.1.4.2).

**Tabell 3.1.4.1** De ti hyppigst forekommende artene ved HUN-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>Paramphinome jeffreysii</i>	3	258	27
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	239	25
<i>Nephasoma minutum</i>	2	190	20
<i>Thyasira equalis</i>	3	59	6,2
<i>Labidoplax buskii</i>	2	27	2,9
<i>Notomastus latericeus</i>	1	25	2,6
<i>Mendicula ockelmanni</i>		18	1,9
<i>Nucula tumidula</i>	2	15	1,6
<i>Caudofoveata</i>	2	14	1,5
<i>Yoldiella solidula</i>		12	1,3
Øvrige arter	-	89	9,4



**Figur 3.1.4.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved HUN-4. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.



**Tabell 3.1.4.2** Resultater for HUN-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 tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor 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	33	30	31,5	41		
N	472	474	473,0	946		
NQI1	0,710	0,636	0,673	0,681	0,646	0,654
H'	3,105	2,969	3,037	3,131	0,604	0,615
J	0,616	0,605	0,610	0,584		
H'max	5,044	4,907	4,976	5,358		
ES100	17,180	15,830	16,505	16,880	0,586	0,597
ISI	9,443	9,851	9,647	9,500	0,803	0,791
NSI	22,930	21,598	22,264	22,265	0,691	0,691
DI	0,624	0,626	0,625	0,625		
		<b>Tilstandsverdi</b>	0,668		0,666	0,669

### 3.1.7 Samlet nEQR resultat

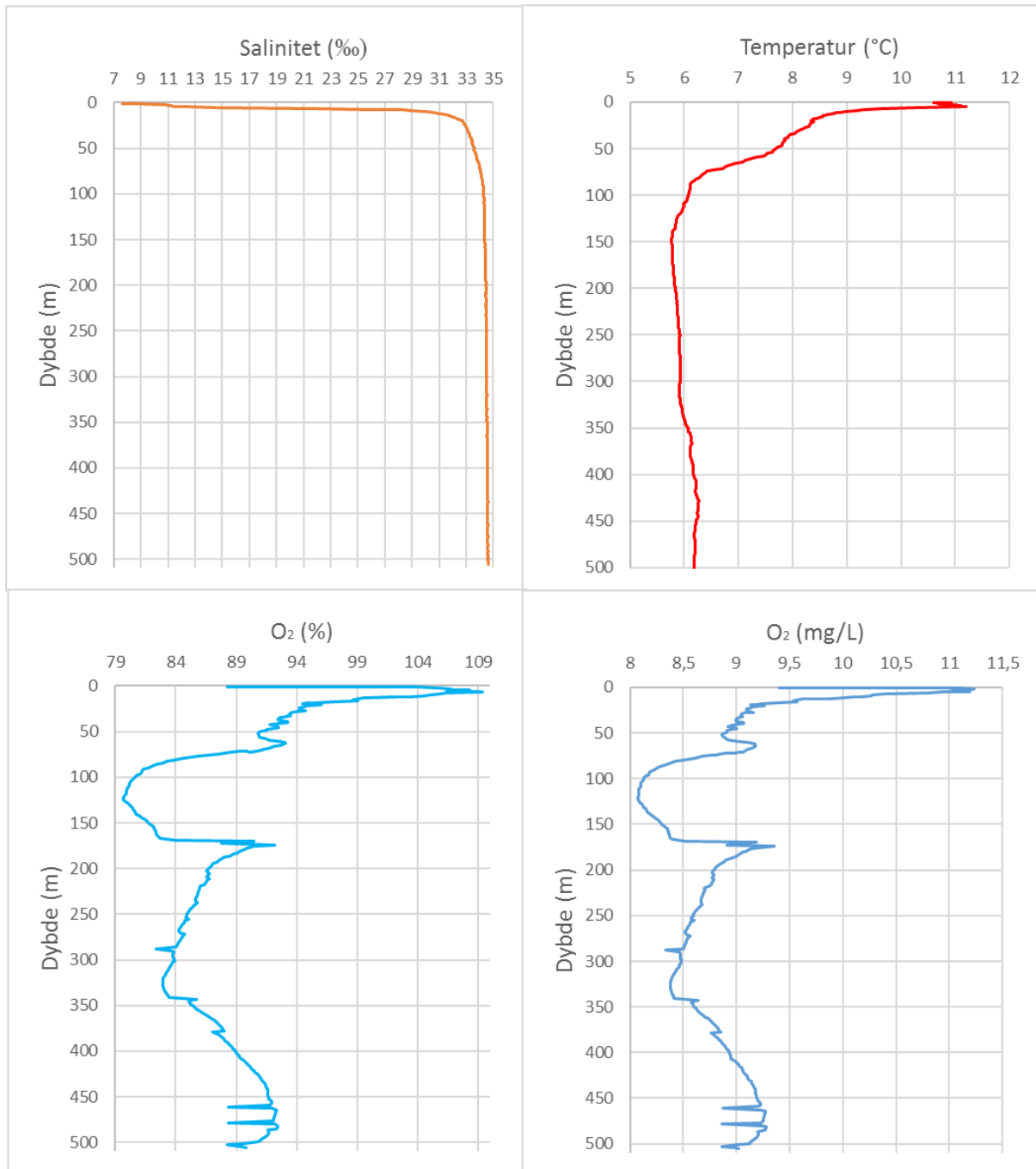
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av tilstandsklassen stasjonsverdiene faller inn under (tabell 3.1.7.1).

**Tabell 3.1.7.1** Stasjonsverdier ( $\check{S}$ ) og tilstandsklasse fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Stasjonsverdi	Tilstandsklasse
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	HUN-2	0,666	II
Overgangssonen (C3, C4 osv.)	HUN-3	0,745	
	HUN-4	0,669	
	<b>Gjennomsnitt Tilstandsverdi</b>		<b>0,707</b>

### 3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved HUN-2 (figur 3.2.1). Saliniteten økte til 20 meters dybde før den holdt seg jevn ned til bunnen. Temperaturen sank gradvis ned til 70 meters dyp før den holdt seg jevn ned til bunnen. Oksygenivået sank gradvis ned til omtrent 120 meter før det økte brått ved omtrent 170 meter for så å synke gradvis til omtrent 340 meter før det økte med noe variasjon mot bunnen. Oksygenivået på bunnen var omtrent 89% (8,9 mg/L), og ble klassifisert til tilstandsklasse I; «Svært god».



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

### 3.3 Sedimentanalyser

#### 3.3.1 Sensoriske vurderinger

I hovedsak hadde sedimentet lys farge, og bestod av leire samtidig som det ikke ble registrert noe lukt eller organisk materiale. Konsistensen var hovedsakelig fast, med kun ett grabbhugg med mykere konsistens, ved stasjon HUN-1 (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
HUN-1	Type sediment	Hovedsakelig leire	Ingen av huggene var akkreditert grunnet volum.
	Farge	Lys/grå	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast, noe myk	
	Organisk materiale	Ingen	
HUN-2	Type sediment	Hovedsakelig leire	Alle huggene var akkreditert.
	Farge	Lys/grå	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ingen	
HUN-3	Type sediment	Hovedsakelig leire	Alle huggene var akkreditert.
	Farge	Lys/grå	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ingen	
HUN-4	Type sediment	Hovedsakelig leire	To av huggene var akkreditert, et ikke akkreditert
	Farge	Lys/grå	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ingen	

#### 3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at disse prøvene i hele området i hovedsak bestod av sand men også en del leire (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 (%)
HUN-1	20	80	<1
HUN-2	22	79	<1
HUN-3	24	77	<1
HUN-4	24	76	<1

### 3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og  $E_h$  ble klassifisert med tilstand, «meget god» ved stasjon HUN-1, og tilstand «God» for de øvrige stasjonene (Tabell 3.3.3.1).

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

Stasjon	pH	$E_h$	pH/ $E_h$ poeng	Tilstand
HUN-1	7,4	20	1	1/ Meget god
HUN-2	7,5	-65	2	2/ God
HUN-3	7,4	-34	2	2/ God
HUN-4	7,5	-135	2	2/ God

For alle stasjonene ble mengden karbon (nTOC) klassifisert med tilstandsklasse II; «God». Nivåene av kobber ved alle stasjoner ble klassifisert til tilstandsklasse II/III; «God/moderat». Sinknivåene ved stasjonene HUN-1 og HUN-2 ble klassifisert til tilstandsklasse III; «Moderat», og tilstandsklasse I; «Bakgrunn» ved stasjon HUN-3 og tilstandsklasse II; «God» ved stasjon HUN-4. For fosfor og nitrogen er det ikke utarbeidet klassifiseringssystem, men det var forholdsvis like mengder ved alle stasjoner (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
HUN-1	4,7	26,4	II	1690	7,10	810	140,0	III	39,0	II/III
HUN-2	5,1	26,1	II	1790	6,70	930	140,0	III	39,0	II/III
HUN-3	3,2	25,6	II	1210	9,92	760	64,0	I	28,0	II/III
HUN-4	5,2	26,6	II	1640	7,93	800	91,0	II	32,0	II/III

### 3.4 ASC-undersøkelse

Resultatene for redokspotensial ( $E_h$ ) viste tilstand «Ikke akseptabel» for samtlige undersøkte stasjoner. Resultatene for Shannon-Wiener faunaindeks ( $H'$ ) viste tilstand «Akseptabel» for alle undersøkte stasjoner. Kobbermengden hadde tilstand «Ikke akseptabel» for HUN-2, og «Akseptabel» for alle andre undersøkte stasjoner. Fauna ved stasjon HUN-1 viste tilstand «Akseptabel» (Tabell 3.4.1).

**Tabell 3.4.1** Resultat for redokspotensial ( $E_h$ ), Shannon-Wiener faunaindeks ( $H'$ ), antall ikke-forurensingsindikerende makrofauna taxa (Fauna) over 100 individer per  $m^2$ , Antall ikke-forurensingsindikatorer som er likt eller flere i forhold til referansestasjonen (Ref.) og mengde kobber (Cu) på lokaliteten. Tilstandsklasse etter krav i ASC-standard; A = Akseptabel, IA = Ikke Akseptabel, i.a = ikke analysert (STF 97:03, veileder 02:2013, ASC Salmon Standard, 2012).

Stasjon	$E_h$		$H'$		Fauna		Ref.		Cu	
	Millivolt (mV)	TK	Verdi	TK	Antall	TK	Antall	TK	mg/kg	TK
HUN-1					6	A	-	-		
HUN-2	-65	IA	3,057	A					39,0	IA
HUN-3	-34	IA	4,011	A					28,0	A
HUN-4	-135	IA	3,131	A					32,0	A

## 4 Diskusjon

### 4.1 C-undersøkelse

#### 4.1.1 Inneværende undersøkelse

Denne undersøkelsen viste svært gode forhold for bunnfauna for hele undersøkelsesområdet. Alle stasjoner i overgangssonen ble klassifisert til tilstandsklasse II; «God». I hele det undersøkte området ble innholdet av karbon klassifisert til tilstandsklasse II; «God» for alle stasjoner. Kobbermengden ble klassifisert til II/III; «God/moderat» for alle stasjoner, mens mengden sink var høyest ved stasjonen i anleggssonen og stasjonen i ytterkant av overgangssonen, hvor den ble klassifisert til tilstandsklasse III; «moderat». Det var lavere nivåer av sink ved HUN-3 og HUN-4, som ble klassifisert til henholdsvis I; «bakgrunn» og II; «god». Oksygenmålingene viser høyeste tilstand i området, men ved alle stasjonene i overgangssonen ble pH og redokstilstanden klassifisert til tilstandsklasse II: «god». Stasjonen i anleggssonen viste også gode bunnforhold, med god biodiversitet, og ble klassifisert til miljøtilstand 1; «Meget god». Produksjonen ved anlegget har vært lav de siste årene, som kan være noe av grunnen til den gode tilstanden i resipienten for anlegget.

#### 4.1.2 Fremtidige undersøkelser

På bakgrunn av at stasjonene i overgangssonen har samlet tilstandsklasse II; god, skal det i henhold til NS9410 (2016) utføres en C-undersøkelse i hver tredje produksjonssyklus.

### 4.2 ASC-undersøkelse

#### 4.2.1 Innenfor AZE

Fauna ved stasjonen innenfor AZE viste akseptabel tilstand.

#### 4.2.2 Utenfor AZE

Shannon-Wiener indeksen viste akseptable verdier for alle stasjoner utenfor AZE. Mengden kobber var akseptabel ved to av stasjonene utenfor AZE, og ikke akseptabel ved en av stasjonene. Redokspotensialet ( $E_h$ ) var ikke akseptabelt ved noen av stasjonene utenfor AZE.

## 5 Litteraturliste

- ASC Salmon Standard (2012). ASC Salmon Standard version 1.0. Aquaculture Stewardship Council.
- ASC Salmon Standard Audit Manual (2012). ASC Salmon Standard Audit Manual V1.0, hentet 01.01.13 fra <http://www.asc-aqua.org/upload/ASC%20Salmon%20Audit%20Manual%20v1.0.pdf>
- Bahr Gjermund (2007), Salten Torsk AS Strømundersøkelser – Vinteren 2007 Hundholmen, Fauske, Barlindhaug Norfico AS. Side 12.
- 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
- Fiskeridirektoratet (2017) Fiskeridirektoratets kartløsning, hentet 20.09.2017 fra <https://kart.fiskeridir.no/>
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta 11: 377-382*.
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- NS-EN ISO 16665 (2013). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge

- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2013 (2015) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk Klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Revidert 2015. Direktoratgruppa for gjennomføring av vandirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Veileder M-608 (2016). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*. Miljødirektoratet.



## 6 Vedlegg

### Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

Kunde	Wenberg				Lokalitet/P.nr	Hundholmen							
Dato	29.06.2017				Toktleder	Kristoffer Høyning							
Prøvetaking	START:10:00 SLUTT:15:00				Alt Personell	Jostein og Frode							
Vær	Sol, vindstille				Sjøtemperatur	12,7 °C							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; T1 Sil; T1 Eh; T1 pH: T1				pH- kalibrering:				Sjø; Eh:337 pH:8,3				
Stasjon nr/navn	HUN-1				HUN-2				HUN-3				
Posisjon N / Ø (WGS84)	67°15.847'N / 15°07.427'Ø				67°15.702'N / 15°06.983'Ø				67°15.860'N / 15°07.812'Ø				
Dybde (meter)	452				509				265				
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	3	1		1	1	1		1	1	1		
Akkreditert hugg (ja/nei)	Ja	Nei	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		
Volum (cm)	15	16	12		3,5	5	5		3,5	5	7		
Antall flasker	1	1	K/G		1	1	K/G		1	1	K/G		
pH	7,4				7,5				7,4				
Eh (mV)	20				-65				-34				
Sedi ment	Sand												
	Mudder												
	Silt												
	Leire	X	X	X		X	X	X		X	X	X	
	Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	0		0		0	0	0		0	0	0	
	Myk (2)		2										
	Løs (4)												
Merknader / avvik:													
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur:								

<b>Kunde</b>	Wenberg				<b>Lokalitet/P.nr</b>	Hundholmen							
<b>Dato</b>	29.06.2017				<b>Toktleder</b>	Kristoffer Høyning							
<b>Prøvetaking</b>	START: 10:00 SLUTT:15:00				<b>Alt Personell</b>	Jostein og Frode							
<b>Vær</b>	Sol, vindstille				<b>Sjøtemperatur</b>	12,7 °C							
<b>Utsyr ID / Kalibrering</b>	Grab; T1	Sil; T1	Eh; T1	pH: T1	pH- kalibrering:				Sjø; Eh:337	pH:8,3			
<b>Stasjon nr/navn</b>	HUN-4												
<b>Posisjon N / Ø (WGS84)</b>	67°15.792'N / 15°07.265'Ø				/				/				
<b>Dybde (meter)</b>	501												
<b>Hugg nr</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>Antall forsøk</b>	1	1	1										
<b>Akkreditert hugg (ja/nei)</b>	Ja	Ja	Nei										
<b>Volum (cm)</b>	4,5	2,5	5,5										
<b>Antall flasker</b>	1	1	K/G										
<b>pH</b>	7,5												
<b>Eh (mV)</b>	-135												
<b>Sedi ment</b>													
	Sand												
	Mudder												
	Silt												
	Leire	X	X	X									
	Steinbunn												
<b>Farge</b>	Lys/Grå (0)	0	0	0									
	Brun/Sort (2)												
<b>Lukt</b>	Ingen (0)	0	0	0									
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
<b>Kons</b>	Fast (0)	0	0	0									
	Myk (2)												
	Løs (4)												
<b>Merknader / avvik:</b>													
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur:								

## Vedlegg 2 - Analysebevis



Avdeling Namdal

 Åkerblå AS  
 Nordfroyveien 413  
 7260 SISTRANDA

 Dato: 16.08.2017  
 Prove ID: N2017-6365  
 ver 1
Gjelder: **Hundholmen**

## ANALYSERESULTATER

Provemottak: 06.07.17      Analyseperiode: 06.07.17 - 09.08.17      Provetaker: Oppdragsgiver

 2017-6365-1      **Sedimenter fra saltvann**      Tatt ut: 29.06.17

Merket: 1      Sted: HUN-1      Referanse: Pr. nummer: 17117

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	39	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	140	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	810	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1690	mg N/kg TS
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod/EN13137A	12000	mg/kg TS
Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	26,4	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	50	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	4,7	% av TS
Finstoff (<63µ)	DIN 18123	20	%
Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	80	%
Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%

 2017-6365-2      **Sedimenter fra saltvann**      Tatt ut: 29.06.17

Merket: 2      Sted: HUN-2      Referanse: Pr. nummer: 17117

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	39	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	140	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	930	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1790	mg N/kg TS
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod/EN13137A	12000	mg/kg TS
Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	26,1	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	45	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	5,1	% av TS
Finstoff (<63µ)	DIN 18123	22	%
Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	79	%
Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%

 2017-6365-3      **Sedimenter fra saltvann**      Tatt ut: 29.06.17

Merket: 3      Sted: HUN-3      Referanse: Pr. nummer: 17117

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	28	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	64	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	760	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1210	mg N/kg TS
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod/EN13137A	12000	mg/kg TS

 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 1 av 2

 Postadresse  
 Postboks 433  
 7801 Namssø

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

 Telefon:  
 74 21 24 40

 Org.nr.:  
 NO: 986 208 933 MVA

Dato: 16.08.2017  
 Prove ID: N2017-6365  
 ver 1

•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	25,6	mg/g TS
Tørstoff 105°C	NS 4764	57	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	3,2	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	24	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	77	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%

2017-6365-4      **Sedimenter fra saltvann**      Tatt ut: 29.06.17

Sted: HUN-4      Referanse: Pr. nummer: 17117

Merket: 4

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	32	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	91	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	800	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1640	mg N/kg TS
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137A	13000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	26,6	mg/g TS
Tørstoff 105°C	NS 4764	48	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	5,2	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	24	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	76	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%

- \*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen  
 4) Analysen er utført ved Fjellab.

< betyr: Mindre enn

Provene ankom lab romtemperert. For best resultater bør prøver holdes frosne.

Med hilsen Kystlab-PreBIO AS



Johan Ahlin  
 Avdelingsleder Namdal

Kopi til  
 Arild (E-mail)  
 Dag Slettebo (E-mail)  
 Håkon (E-mail)  
 Kristoffer (E-mail)

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

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 istedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, -tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

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

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

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

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

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

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

### V3.2 Språkbruk: Endringer

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

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

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

## Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

### V4.1 Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$  er beskrevet som

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

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

#### V4.2 Sensitivitet og tetthet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

## 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 HUN-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 som er brukt i tabellene nedenfor 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	34	11	22,5	37		
N	418	17	217,5	435		
NQ11	0,794	0,687	0,740	0,798	0,716	0,777
H'	4,017	3,337	3,677	4,070	0,675	0,719
J	0,790	0,965	0,877	0,781		
H'max	5,087	3,459	4,273	5,209		
ES100	21,380	11,000	16,190	22,110	0,577	0,660
ISI	9,891	8,540	9,216	10,015	0,763	0,824
NSI	23,278	20,840	22,059	23,168	0,682	0,727
DI	0,571	0,820	0,695	0,695		
		Tilstandsverdi	0,712		0,683	0,742

## Vedlegg 6 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (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
NQ11	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 <sub>100</sub>	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 II	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 <sub>2</sub> innhold*	mg O <sub>2</sub> /l	>6,39	6,39-4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O <sub>2</sub> metning**	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	TOC	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	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 O<sub>2</sub>/L til mg O<sub>2</sub>/L hvor omregningsfaktoren til mg O<sub>2</sub>/L er 1,42

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

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

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

## Vedlegg 7 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier all fauna funnet ved lokalitet Hundholmen er organisert taksonomisk (Tabell V7.1).

**Tabell V7.1** Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e. *Foraminifera*, phylum *Bryozoa*, kolonielle *Porifera*, infraklasse *Cirripedia*, kolonielle *Cnidaria*, phylum *Nematoda* og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NSI	St1 gr1	St1 gr2	St2 gr1	St2 gr2	St3 gr1	St3 gr2	St4 gr1	St4 gr2
<i>Amage auricula</i>	1					6	1		
<i>Ampharete lindstroemi</i>				1	1				
<i>Ampharete octocirrata</i>	1					2	1	1	
<i>Aphelochaeta</i> sp.	2					1		1	1
<i>Aphrodita aculeata</i>	1	1							
<i>Aricidea</i> sp.	1					1			
<i>Ceratocephale loveni</i>	3				1				
<i>Chaetozone setosa</i>	4	3	2			5	2		1
<i>Chirimia biceps</i>	2					5			2
<i>Clymenura borealis</i>	1	4		1		6	2	2	2
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2					2	2		
<i>Galathowenia oculata</i>	3		1			1	3	1	
<i>Glyphohesione klatti</i>	2						1		
<i>Harmothoe globifera</i>			1						
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	3		94	100	39	24	93	146
<i>Levinsenia gracilis</i>	2								1
<i>Lumbrineridae</i>	2	2				6	3	3	2
<i>Lysippe labiata</i>	2		1				1		
<i>Melinna cristata</i>	2								1
<i>Myriochele</i> sp.	2	4					2		
<i>Neoleanira tetragona</i>	3	2					1	1	
Nereididae							1		
<i>Notomastus latericeus</i>	1			1	5	3	6	6	19
<i>Notoproctus oculatus</i>						4			
<i>Ophelina</i> sp.	3	52	2			2	9		
<i>Orbinia sertulata</i>	2			4	1				
<i>Paradoneis lyra</i>	2	3			1		1	2	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	26		52	85	103	126	117	141
<i>Paramphitrite tetrabanchia</i>	1					1			
<i>Parexogone hebes</i>	1					5	2		
<i>Phylo norvegicus</i>	2			1	5	4	2	3	2
<i>Polycirrus norvegicus</i>	4								2
Polynoidae	2	1							
<i>Polyphysia crassa</i>	3							1	

<i>Praxillella gracilis</i>	4			3	2		4		
<i>Praxillella praetermissa</i>	2				3				
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	1				1			
<i>Scalibregma inflatum</i>	3						1		
<i>Scolelepis</i> sp.	1				1				
<i>Sphaerodorum gracilis</i>	2						1		
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>				1	2				
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	4			4	5				
<i>Streblosoma intestinale</i>	1					7	6		
Syllidae	2							1	
<i>Terebellides</i> cf. <i>stroemii</i>	2	2	1	1	3	1	1	3	2
<i>Thelepus cincinnatus</i>	1					1			
<i>Abra alba</i>	3				2				
<i>Abra nitida</i>	3	10		2		11	7	3	5
<i>Cuspidaria obesa</i>	2	2		2	2		2		
<i>Delectopecten vitreus</i>	3						1		
<i>Heteranomia squamula</i>									1
<i>Hiatella arctica</i>	1							1	
<i>Mytilus edulis</i>	4	2							
<i>Nucula tumidula</i>	2	18		13	6	7	9	10	5
<i>Parvicardium minimum</i>	1	1					1		
<i>Thyasira equalis</i>	3	16	3	23	19	21	28	24	35
<i>Thyasira sarsi</i>	4			7	9				
<i>Tropidomya abbreviata</i>	1				1				
<i>Yoldiella lucida</i>	2	20				9	10	3	3
<i>Yoldiella nana</i>	3	1		4	9				
<i>Yoldiella solidula</i>		75	2			8	20	11	1
<i>Cylichna alba</i>	1	1							
<i>Retusa umbilicata</i>	4	2		1				1	1
<i>Pulsellum lofotense</i>		37			2	1		3	
<i>Siphonodentalium lobatum</i>		9				8	6	2	4
Caudofoveata	2			1	5	18	6	5	9
<i>Anonyx debruyni</i>							1		
<i>Eriopisa elongata</i>	2					2	3		1
<i>Harpinia</i> sp.	3	22	1	2	2	9	5	8	3
<i>Neohela monstrosa</i>	2					1	5		
<i>Paraphoxus oculatus</i>	2	7					11	1	
<i>Diastylis</i> sp.	1			1					
<i>Leucon</i> sp.		1							
Caridea					1				
<i>Ctenodiscus crispatus</i>	3				2				
<i>Amphilepis norvegica</i>	2							1	
<i>Amphipholis squamata</i>	1					1			

<i>Amphiura chiajei</i>	2	1							
<i>Ophiura robusta</i>	2	1							
<i>Labidoplax buskii</i>	2	23		3	3	1		20	7
Molgulidae						3	5		4
Edwardsiidae	2					3	3	2	1
Nemertea	3			1	1	4	2	3	2
Sipuncula	2	23	1						
<i>Nephasoma minutum</i>	2			81	63	90	57	134	56
<i>Mendicula ockelmanni</i>		42	2	5	5	23	19	4	14
<i>Pagurus alatus</i>								1	
Calanoida		x	x	+		x	x	x	x
Foraminifera		x	x	+	+	x	x	x	x
Nematoda		x	x	+	+	x	x	x	x

### Vedlegg 8 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved er presentert fra overflaten til like over bunnen ved prøvestasjonen HUN-2 (Tabell V8.1).

**Tabell V6.1** CTD data fra Hundholmen

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
7,65	10,9	88,2	9,40	0,7	08.49.21
8,59	10,7	89,5	9,54	1,1	08.49.23
8,61	10,6	92,9	9,91	1,0	08.49.25
8,39	10,6	97,0	10,37	0,9	08.49.27
8,22	10,6	99,5	10,65	0,8	08.49.29
8,75	10,6	99,7	10,62	0,9	08.49.31
8,67	10,6	102,4	10,92	1,0	08.49.33
8,77	10,6	102,7	10,94	1,1	08.49.35
8,77	10,7	104,1	11,09	1,1	08.49.37
8,81	10,7	105,6	11,23	1,7	08.49.39
10,87	10,9	105,8	11,04	2,7	08.49.41
11,11	11,0	106,8	11,11	3,3	08.49.43
11,32	11,1	106,4	11,04	3,7	08.49.45
11,41	11,1	106,4	11,03	4,1	08.49.47
11,53	11,1	106,4	11,02	4,2	08.49.49
11,63	11,1	108,2	11,20	4,4	08.49.51
11,57	11,1	108,0	11,18	4,3	08.49.53
11,58	11,1	107,9	11,17	4,3	08.49.55
11,73	11,1	108,2	11,19	4,5	08.49.57
12,28	11,2	108,3	11,15	4,7	08.49.59
12,59	11,2	108,2	11,11	4,8	08.50.01
14,57	11,1	107,6	10,93	5,4	08.50.03
22,07	10,2	109,4	10,81	6,2	08.50.05
26,19	9,6	106,3	10,39	7,2	08.50.07
28,32	9,3	105,9	10,28	8,2	08.50.09
28,95	9,2	105,8	10,27	9,1	08.50.11
30,14	9,0	105,0	10,16	10,1	08.50.13
30,72	8,9	104,5	10,10	10,9	08.50.15
30,94	8,8	103,4	10,00	11,6	08.50.17
31,09	8,8	102,1	9,87	12,2	08.50.19
31,48	8,6	99,6	9,63	13,1	08.50.21
31,78	8,6	99,1	9,57	14,0	08.50.23
31,89	8,6	98,7	9,53	14,7	08.50.25
31,93	8,6	98,7	9,53	15,5	08.50.27
32,14	8,5	99,1	9,57	16,2	08.50.29
32,30	8,4	97,1	9,38	17,3	08.50.31
32,46	8,4	95,6	9,24	18,0	08.50.33
32,51	8,4	94,9	9,17	18,8	08.50.35
32,59	8,3	94,5	9,13	19,5	08.50.37



32,71	8,4	95,1	9,18	20,1	08.50.39
32,77	8,4	96,0	9,26	20,7	08.50.41
32,80	8,4	94,8	9,15	21,6	08.50.43
32,81	8,3	94,7	9,14	22,4	08.50.45
32,85	8,3	94,2	9,10	23,9	08.50.47
32,93	8,3	94,2	9,10	25,8	08.50.49
33,00	8,2	94,7	9,16	27,2	08.50.51
33,03	8,2	93,9	9,08	27,9	08.50.53
33,08	8,2	93,5	9,05	29,0	08.50.55
33,11	8,1	93,5	9,05	30,3	08.50.57
33,14	8,1	93,3	9,04	31,4	08.50.59
33,16	8,1	93,5	9,06	32,6	08.51.01
33,22	8,0	93,1	9,02	33,5	08.51.03
33,26	8,0	92,6	8,99	35,0	08.51.05
33,26	7,9	92,4	8,99	36,5	08.51.07
33,34	7,9	92,7	9,00	37,7	08.51.09
33,37	7,9	93,3	9,07	38,7	08.51.11
33,38	7,9	93,3	9,07	40,1	08.51.13
33,42	7,9	92,4	8,98	41,2	08.51.15
33,45	7,9	91,8	8,92	42,4	08.51.17
33,43	7,8	92,3	8,98	43,7	08.51.19
33,48	7,8	92,5	9,00	45,0	08.51.21
33,49	7,8	92,0	8,95	46,2	08.51.23
33,57	7,8	91,5	8,91	47,7	08.51.25
33,56	7,7	91,5	8,91	49,0	08.51.27
33,60	7,7	90,9	8,87	50,4	08.51.29
33,57	7,6	90,8	8,86	51,7	08.51.31
33,64	7,6	90,9	8,87	53,5	08.51.33
33,72	7,5	90,9	8,89	55,1	08.51.35
33,69	7,5	91,0	8,91	56,5	08.51.37
33,76	7,5	91,4	8,95	57,9	08.51.39
33,77	7,3	91,7	9,01	59,2	08.51.41
33,76	7,3	92,6	9,11	60,3	08.51.43
33,79	7,2	93,0	9,16	61,5	08.51.45
33,82	7,1	93,1	9,18	62,7	08.51.47
33,84	7,1	92,8	9,17	64,0	08.51.49
33,87	7,0	92,7	9,18	65,0	08.51.51
33,88	6,9	92,1	9,14	66,5	08.51.53
33,97	6,8	91,7	9,11	68,1	08.51.55
33,96	6,7	91,3	9,08	69,6	08.51.57
33,98	6,7	91,0	9,06	70,6	08.51.59
33,99	6,7	90,6	9,02	71,5	08.52.01
34,00	6,7	90,1	8,98	72,1	08.52.03
34,00	6,7	89,9	8,96	71,9	08.52.05
34,01	6,7	89,2	8,89	72,0	08.52.07
34,06	6,5	88,5	8,84	73,1	08.52.09

34,07	6,4	88,0	8,81	74,0	08.52.11
34,07	6,4	87,4	8,76	74,7	08.52.13
34,07	6,4	86,6	8,68	75,8	08.52.15
34,08	6,4	85,8	8,61	77,0	08.52.17
34,09	6,3	85,2	8,56	78,2	08.52.19
34,12	6,3	84,6	8,50	79,5	08.52.21
34,13	6,3	83,9	8,43	81,0	08.52.23
34,15	6,2	83,3	8,38	82,7	08.52.25
34,19	6,2	82,9	8,35	84,4	08.52.27
34,23	6,1	82,4	8,30	86,1	08.52.29
34,23	6,1	82,1	8,27	87,7	08.52.31
34,22	6,1	81,7	8,24	89,5	08.52.33
34,26	6,1	81,3	8,20	91,4	08.52.35
34,28	6,1	81,3	8,19	93,2	08.52.37
34,28	6,1	81,1	8,18	94,8	08.52.39
34,27	6,1	81,1	8,18	95,9	08.52.41
34,25	6,1	80,8	8,15	97,4	08.52.43
34,30	6,1	80,6	8,13	99,2	08.52.45
34,29	6,1	80,6	8,13	101,0	08.52.47
34,30	6,1	80,4	8,11	103,0	08.52.49
34,31	6,1	80,3	8,10	105,1	08.52.51
34,33	6,0	80,2	8,10	107,2	08.52.53
34,30	6,0	80,1	8,10	109,2	08.52.55
34,34	6,0	80,0	8,08	111,2	08.52.57
34,36	6,0	80,0	8,08	113,1	08.52.59
34,37	6,0	80,0	8,08	114,9	08.53.01
34,36	6,0	79,9	8,08	116,7	08.53.03
34,33	6,0	79,9	8,08	118,5	08.53.05
34,36	5,9	79,8	8,07	120,4	08.53.07
34,35	5,9	79,7	8,07	122,3	08.53.09
34,34	5,9	79,7	8,08	124,3	08.53.11
34,35	5,9	79,8	8,09	126,2	08.53.13
34,37	5,9	80,0	8,11	127,8	08.53.15
34,35	5,9	80,1	8,12	129,6	08.53.17
34,37	5,8	80,2	8,13	131,4	08.53.19
34,36	5,8	80,4	8,15	133,2	08.53.21
34,34	5,8	80,5	8,16	135,0	08.53.23
34,34	5,8	80,5	8,17	136,9	08.53.25
34,37	5,8	80,7	8,19	138,7	08.53.27
34,35	5,8	80,8	8,20	140,3	08.53.29
34,34	5,8	81,0	8,22	141,9	08.53.31
34,37	5,8	81,1	8,24	143,5	08.53.33
34,37	5,8	81,3	8,26	145,1	08.53.35
34,37	5,8	81,5	8,28	146,6	08.53.37
34,37	5,8	81,7	8,29	148,1	08.53.39
34,35	5,8	81,7	8,30	149,8	08.53.41

34,37	5,8	81,9	8,32	151,5	08.53.43
34,38	5,8	82,0	8,33	153,2	08.53.45
34,40	5,8	82,2	8,35	154,8	08.53.47
34,39	5,8	82,2	8,35	156,4	08.53.49
34,37	5,8	82,3	8,36	157,9	08.53.51
34,41	5,8	82,3	8,36	159,6	08.53.53
34,40	5,8	82,4	8,37	161,3	08.53.55
34,42	5,8	82,5	8,37	163,1	08.53.57
34,40	5,8	82,6	8,38	164,9	08.53.59
34,39	5,8	82,7	8,40	166,7	08.54.01
34,40	5,8	83,9	8,52	168,4	08.54.03
34,39	5,8	90,5	9,19	170,0	08.54.05
34,42	5,8	88,5	8,98	171,3	08.54.07
34,41	5,8	87,8	8,91	172,5	08.54.09
34,40	5,8	92,2	9,36	174,1	08.54.11
34,42	5,8	90,4	9,18	175,8	08.54.13
34,42	5,8	89,9	9,12	177,4	08.54.15
34,43	5,8	89,7	9,10	179,1	08.54.17
34,40	5,8	89,3	9,06	180,8	08.54.19
34,43	5,8	89,1	9,03	182,7	08.54.21
34,42	5,8	88,8	9,00	184,3	08.54.23
34,44	5,8	88,5	8,98	186,0	08.54.25
34,44	5,8	88,0	8,93	187,7	08.54.27
34,41	5,8	87,7	8,90	189,3	08.54.29
34,43	5,8	87,6	8,88	190,9	08.54.31
34,44	5,8	87,4	8,86	192,4	08.54.33
34,45	5,8	87,2	8,84	194,0	08.54.35
34,43	5,8	87,1	8,83	195,5	08.54.37
34,46	5,8	87,0	8,81	196,8	08.54.39
34,46	5,8	86,9	8,80	198,4	08.54.41
34,45	5,8	86,7	8,79	200,0	08.54.43
34,46	5,8	86,6	8,78	201,5	08.54.45
34,46	5,8	86,6	8,77	203,0	08.54.47
34,47	5,8	86,7	8,78	204,3	08.54.49
34,46	5,9	86,8	8,79	205,8	08.54.51
34,45	5,9	86,7	8,78	207,4	08.54.53
34,46	5,9	86,6	8,77	209,1	08.54.55
34,44	5,9	86,8	8,79	210,7	08.54.57
34,44	5,9	86,6	8,78	212,3	08.54.59
34,46	5,9	86,6	8,77	214,0	08.55.01
34,48	5,9	86,5	8,76	215,7	08.55.03
34,47	5,9	86,4	8,75	217,5	08.55.05
34,47	5,9	86,0	8,71	219,1	08.55.07
34,45	5,9	85,9	8,70	220,8	08.55.09
34,46	5,9	86,0	8,71	222,5	08.55.11
34,45	5,9	85,9	8,70	224,2	08.55.13

34,46	5,9	85,9	8,69	225,8	08.55.15
34,47	5,9	85,8	8,69	227,5	08.55.17
34,47	5,9	85,8	8,68	229,2	08.55.19
34,46	5,9	85,7	8,67	230,9	08.55.21
34,45	5,9	85,6	8,67	232,6	08.55.23
34,46	5,9	85,6	8,67	234,3	08.55.25
34,48	5,9	85,7	8,67	235,9	08.55.27
34,48	5,9	85,8	8,68	237,5	08.55.29
34,46	5,9	85,6	8,67	239,1	08.55.31
34,47	5,9	85,5	8,65	240,6	08.55.33
34,47	5,9	85,4	8,64	242,3	08.55.35
34,48	5,9	85,2	8,62	243,9	08.55.37
34,48	5,9	85,1	8,61	245,5	08.55.39
34,50	5,9	85,0	8,60	247,1	08.55.41
34,49	5,9	85,0	8,59	248,8	08.55.43
34,49	5,9	84,9	8,59	250,5	08.55.45
34,49	5,9	84,9	8,58	252,1	08.55.47
34,49	5,9	84,9	8,58	253,8	08.55.49
34,47	5,9	85,0	8,60	255,5	08.55.51
34,49	5,9	84,7	8,57	257,1	08.55.53
34,49	5,9	84,7	8,57	258,8	08.55.55
34,51	5,9	84,6	8,56	260,4	08.55.57
34,49	5,9	84,5	8,55	262,0	08.55.59
34,48	5,9	84,4	8,54	263,8	08.56.01
34,50	5,9	84,3	8,53	265,4	08.56.03
34,49	5,9	84,3	8,52	267,2	08.56.05
34,49	5,9	84,2	8,52	268,8	08.56.07
34,50	5,9	84,4	8,53	270,6	08.56.09
34,50	5,9	84,8	8,57	272,3	08.56.11
34,48	5,9	84,6	8,55	274,0	08.56.13
34,49	5,9	84,5	8,54	275,8	08.56.15
34,50	5,9	84,4	8,53	277,5	08.56.17
34,49	5,9	84,3	8,53	279,2	08.56.19
34,49	5,9	84,3	8,52	281,0	08.56.21
34,49	5,9	84,2	8,51	282,8	08.56.23
34,48	5,9	84,1	8,51	284,5	08.56.25
34,48	5,9	84,0	8,50	286,3	08.56.27
34,48	5,9	82,4	8,33	288,1	08.56.29
34,49	5,9	83,7	8,46	289,9	08.56.31
34,50	5,9	83,8	8,47	291,7	08.56.33
34,50	5,9	83,8	8,47	293,5	08.56.35
34,49	5,9	83,8	8,47	295,3	08.56.37
34,48	5,9	83,7	8,47	297,1	08.56.39
34,51	5,9	83,9	8,48	298,9	08.56.41
34,50	5,9	83,9	8,48	300,6	08.56.43
34,50	5,9	83,8	8,47	302,4	08.56.45

34,49	5,9	83,7	8,46	304,2	08.56.47
34,48	5,9	83,6	8,46	306,0	08.56.49
34,50	5,9	83,5	8,45	307,7	08.56.51
34,47	5,9	83,4	8,44	309,5	08.56.53
34,50	5,9	83,3	8,43	311,4	08.56.55
34,50	5,9	83,2	8,42	313,2	08.56.57
34,49	5,9	83,2	8,41	315,0	08.56.59
34,50	5,9	83,1	8,40	316,8	08.57.01
34,50	5,9	83,0	8,39	318,6	08.57.03
34,53	5,9	83,0	8,39	320,3	08.57.05
34,50	5,9	82,9	8,38	322,1	08.57.07
34,51	5,9	82,9	8,38	324,0	08.57.09
34,51	5,9	82,9	8,38	325,7	08.57.11
34,50	5,9	82,9	8,38	327,4	08.57.13
34,50	6,0	83,0	8,38	329,2	08.57.15
34,52	6,0	83,0	8,38	330,9	08.57.17
34,49	6,0	83,0	8,39	332,5	08.57.19
34,52	6,0	83,1	8,39	334,3	08.57.21
34,53	6,0	83,2	8,40	336,1	08.57.23
34,52	6,0	83,3	8,41	337,8	08.57.25
34,50	6,0	83,4	8,41	339,5	08.57.27
34,52	6,0	83,5	8,42	341,2	08.57.29
34,51	6,0	85,7	8,64	342,9	08.57.31
34,54	6,0	85,1	8,59	344,0	08.57.33
34,54	6,0	85,1	8,58	345,3	08.57.35
34,52	6,0	85,2	8,59	346,8	08.57.37
34,50	6,1	85,3	8,59	348,5	08.57.39
34,53	6,1	85,4	8,60	350,2	08.57.41
34,55	6,1	85,5	8,62	351,9	08.57.43
34,54	6,1	85,7	8,63	353,7	08.57.45
34,53	6,1	85,9	8,65	355,5	08.57.47
34,56	6,1	86,1	8,66	357,2	08.57.49
34,55	6,1	86,4	8,69	359,0	08.57.51
34,53	6,1	86,6	8,71	360,8	08.57.53
34,55	6,1	86,8	8,73	362,7	08.57.55
34,52	6,1	87,0	8,75	364,5	08.57.57
34,57	6,1	87,2	8,77	366,3	08.57.59
34,54	6,1	87,4	8,78	368,0	08.58.01
34,55	6,1	87,5	8,80	369,8	08.58.03
34,55	6,1	87,6	8,82	371,6	08.58.05
34,53	6,1	87,7	8,83	373,3	08.58.07
34,57	6,1	87,8	8,84	374,8	08.58.09
34,56	6,1	87,9	8,84	376,1	08.58.11
34,54	6,1	88,0	8,85	377,5	08.58.13
34,56	6,1	87,1	8,76	379,0	08.58.15
34,57	6,1	87,4	8,79	380,7	08.58.17

34,57	6,1	87,6	8,81	382,4	08.58.19
34,55	6,1	87,8	8,83	384,1	08.58.21
34,56	6,2	87,9	8,84	385,9	08.58.23
34,56	6,2	88,0	8,85	387,7	08.58.25
34,55	6,2	88,2	8,86	389,4	08.58.27
34,57	6,2	88,3	8,88	391,1	08.58.29
34,54	6,2	88,5	8,89	392,9	08.58.31
34,56	6,2	88,6	8,90	394,6	08.58.33
34,56	6,2	88,7	8,91	396,4	08.58.35
34,54	6,2	88,8	8,93	398,1	08.58.37
34,55	6,2	88,9	8,93	399,8	08.58.39
34,56	6,2	89,0	8,94	401,5	08.58.41
34,58	6,2	89,1	8,95	403,2	08.58.43
34,56	6,2	89,2	8,95	404,9	08.58.45
34,56	6,2	89,2	8,95	406,6	08.58.47
34,57	6,2	89,4	8,97	408,2	08.58.49
34,57	6,2	89,6	8,99	409,9	08.58.51
34,57	6,2	89,8	9,01	411,6	08.58.53
34,57	6,2	89,9	9,02	413,3	08.58.55
34,57	6,2	90,0	9,03	415,0	08.58.57
34,56	6,2	90,1	9,05	416,7	08.58.59
34,57	6,2	90,2	9,06	418,4	08.59.01
34,59	6,2	90,3	9,06	420,2	08.59.03
34,57	6,2	90,4	9,07	421,7	08.59.05
34,58	6,2	90,5	9,08	423,3	08.59.07
34,58	6,2	90,8	9,10	424,9	08.59.09
34,56	6,3	90,8	9,11	426,6	08.59.11
34,58	6,3	90,9	9,11	428,3	08.59.13
34,59	6,3	91,0	9,12	430,0	08.59.15
34,57	6,3	91,1	9,14	431,8	08.59.17
34,59	6,3	91,2	9,14	433,5	08.59.19
34,59	6,3	91,3	9,15	435,3	08.59.21
34,60	6,3	91,4	9,16	437,0	08.59.23
34,58	6,3	91,5	9,17	438,7	08.59.25
34,59	6,2	91,5	9,18	440,4	08.59.27
34,58	6,2	91,6	9,18	442,1	08.59.29
34,58	6,3	91,6	9,18	443,8	08.59.31
34,58	6,2	91,6	9,18	445,5	08.59.33
34,59	6,2	91,6	9,19	447,3	08.59.35
34,59	6,2	91,6	9,19	449,1	08.59.37
34,58	6,2	91,7	9,20	450,8	08.59.39
34,58	6,2	91,7	9,20	452,5	08.59.41
34,59	6,2	91,8	9,22	454,2	08.59.43
34,59	6,2	91,9	9,23	455,8	08.59.45
34,58	6,2	92,0	9,23	457,5	08.59.47
34,59	6,2	91,8	9,21	459,2	08.59.49

34,58	6,2	88,3	8,87	460,9	08.59.51
34,60	6,2	91,9	9,23	462,6	08.59.53
34,59	6,2	92,3	9,27	464,3	08.59.55
34,58	6,2	92,3	9,27	466,1	08.59.57
34,59	6,2	92,3	9,26	467,9	08.59.59
34,59	6,2	92,2	9,26	469,7	09.00.01
34,59	6,2	92,2	9,25	471,4	09.00.03
34,59	6,2	92,1	9,25	473,2	09.00.05
34,60	6,2	92,1	9,25	475,0	09.00.07
34,58	6,2	92,0	9,23	476,8	09.00.09
34,59	6,2	88,3	8,86	478,5	09.00.11
34,58	6,2	92,2	9,25	480,1	09.00.13
34,58	6,2	92,4	9,28	481,8	09.00.15
34,59	6,2	92,4	9,27	483,4	09.00.17
34,61	6,2	92,4	9,27	485,0	09.00.19
34,59	6,2	91,6	9,20	486,7	09.00.21
34,59	6,2	91,7	9,21	488,3	09.00.23
34,58	6,2	91,7	9,21	489,9	09.00.25
34,60	6,2	91,6	9,20	491,5	09.00.27
34,59	6,2	91,5	9,19	493,1	09.00.29
34,59	6,2	91,3	9,17	494,7	09.00.31
34,60	6,2	91,1	9,15	496,3	09.00.33
34,59	6,2	90,9	9,13	497,9	09.00.35
34,61	6,2	90,8	9,12	499,5	09.00.37
34,59	6,2	89,6	9,00	501,2	09.00.39
34,60	6,2	88,2	8,86	502,8	09.00.41
34,60	6,2	89,4	8,98	504,4	09.00.43
34,62	6,2	89,8	9,02	505,5	09.00.45

---

## 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 – V9.2).



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



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