

C-undersøkelse

NS9410:2016

for

Varden




Feltarbeid 15.09.2016

Oppdragsgiver Marine Harvest AS, avd. Midt

Informasjon oppdragsgiver			
Rapportnummer	MCR-M-02217-Varden-0916	Lokalitet	Varden
Lokalitetsnummer	35657	Senter av anlegg	63°38.144'N/009°11.186'Ø
Fylke	Sør-Trøndelag	Kommune	Hitra
MTB-tillatelse	5460 tonn	Driftsleder	Eigil Tofte Bjørvik
Dato feltarbeid	15.09.2016	Dato rapport	08.02.2016
Oppdragsgiver	Marine Harvest AS, avd. Midt		
Akkreditert	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025) Element: Ja, Kystlab Prebio AS, Nummer 361 (DS/EN ISO/IEC 17025:2005) TOC, oksygen og sedimentkarakteristikk: Nei		

Resultater fra C-undersøkelse (NS9410:2016)						
Stasjoner	VAR-1	VAR-2	VAR-3	VAR-4	VAR-5	
Parameter						
Koordinater	63°38.013'N/ 009°10.978'Ø	63°37.854'N/ 009°11.094'Ø	63°37.737'N/ 009°11.392'Ø	63°38.219'N/ 009°10.965'Ø	63°38.379'N/ 009°10.958'Ø	
Fauna resultat + Veileder 02:2013-tilstandsklasse	S	133	131	87	89	94
	N	850	958	578	1061	408
	NQI1	-	0,90 («Svært god»)	0,82 («God»)	-	0,85 («Svært god»)
	H'	-	5,53 («Svært god»)	5,01 («Svært god»)	-	5,36 («Svært god»)
	J	0,820	0,79	0,78	0,82	0,82
	ES _{n=100}	-	44,86 («Svært god»)	39,78 («Svært god»)	-	45,62 («Svært god»)
	ISI	-	11,12 («Svært god»)	10,86 («Svært god»)	-	10,25 («Svært god»)
	NSI	-	27,33(«Svært god»)	24,04 («God»)	-	24,56 («God»)
	DI	-	0,63 («Dårlig»)	0,41 («God»)	-	0,26 («Svært god»)
	NS9410	Tilstand 1	-	-	Tilstand 1	-
Kjemi resultat + TA- 2229/2007	TOC	22,3 («God»)	22,5 («God»)	21,8 («God»)	18,6 («Svært god»)	18,6 («Svært god»)
	Zn	21 («Svært god»)	23 («Svært god»)	30 («Svært god»)	19 («Svært god»)	17 («Svært god»)
	P	430	410	430	340	310
	Cu	4,4 («Svært god»)	4,8 («Svært god»)	7,4 («Svært god»)	6,2 («Svært god»)	2,2 («Svært god»)
	N	472	653	747	1000	191
	Glødetap	2,6	2	2,7	2,2	1,8
Oksygen	O ₂	-	-	80% («Svært god»)	-	-
Sediment % finfraksjon	6,6	6,7	12	2,4	1,3	

C-undersøkelse for Varden		
Rapportnummer	MCR-M-02217-Varden-0916	
Rapportdato	08.02.2017	
Dato feltarbeid	15.09.2016	
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>	<i>Signatur</i>
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Varden	
	Hitra kommune, Sør-Trøndelag	
Lokalitetsnummer	35657	
Oppdragsgiver		
Selskap	Marine Harvest AS, avd. Midt	
Kontaktperson	Eigil Tofte Bjørvik	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS Nordfrøyveien 413 Organisasjonsnummer 916 763 816 7260 Sistranda	
Ansvarlig prøvetaking	Kent-Roger Wahlvåg	
Rapportansvarlig	Arild Kjerstad	
Forfatter	Charlotte Hallerud	
Godkjent av	Torjus Haukvik	
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>	

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Varden. 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 2013, Veileder 02:2013 2015, NS9410 2016).

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter ISO 16665 (2013), SFT-Veileder 97:03 og 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.

Trondheim, 8. februar 2017

Sammendrag

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse ved lokaliteten Varden i Hitra kommune, Sør-Trøndelag.

Totalt sett viser denne «0-prøven» at det er svært gode forhold i området rundt lokaliteten, med beste klassifisering for bunnfauna for alle stasjoner (VAR-1 og VAR-4 fikk miljøtilstand 1, og de resterende fikk tilstandsklasse I). Forurensningssensitive arter var tilstede ved alle stasjoner. Nivået av totalt organisk karbon fikk tilstandsklasse II eller I (henholdsvis «god» og «svært god») ved alle stasjoner. I tillegg var nivået av fosfor og nitrogen erfaringsmessig lavt og under median ved samtlige stasjoner.

Nivåene av sink og kobber var lave, noe som gav tilstandsklasse 1; «svært god» for alle fem stasjoner. pH/Eh-målingene viste også det samme.

Oksygeninnholdet ble målt ved VAR-3, og ved bunnen var innholdet på 7,5 mg/l (omtrent 80%), hvilket gav beste tilstandsklasse; I, «svært god».

Det konkluderes med at denne «0-prøven» er svært godt egnet til bruk i senere sammenlikning.

C2-stasjonen (VAR-3) ble klassifisert med tilstandsklasse I; «svært god», samtidig som samlet tilstandsklasse for VAR-2 og VAR-5 var tilstandsklasse I; «svært god». I henhold til NS9410:2016 er krav til gjennomføring av ny C-undersøkelse derfor at det gjennomføres ved hver tredje produksjonssyklus (tabell 1.1). På bakgrunn av at denne undersøkelsen var en «0-prøve» bør likevel neste undersøkelse tas i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakt (i dette tilfellet gjelder dette generasjon 2016).

Innhold

1 Innledning	8
2 Materialer og metoder	11
2.1 Område og prøvestasjoner	11
2.2 Prøvetaking og analyser	13
2.3 Produksjon	17
3 Resultater	18
3.1 Bunndyrsanalyse	18
3.1.1 VAR-1	18
3.1.2 VAR-2	20
3.1.3 VAR-3	22
3.1.4 VAR-4	24
3.1.5 VAR-5	26
3.1.6 Samlet nEQR resultat	28
3.2 Hydrografi	29
3.3 Sedimentanalyser	30
3.3.1 Sensoriske vurderinger	30
3.3.2 Kornfordeling	31
3.3.3 Kjemiske parametere	31
4 Diskusjon	33
4.1 Prøvestasjoner	33
4.1.1 Anleggssone	33
4.1.2 Overgangssone	33
4.1.3 Ytterkant av overgangssone	34
4.2 Samlet vurdering	34
5 Litteraturliste	35
6 Vedlegg	37
Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)	37
Vedlegg 2 - Analysebevis	39
Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad	41
Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser	43
Vedlegg 5 – Indeks for C1	46
Vedlegg 6 - Referansetilstander	48
Vedlegg 7 - Artsliste	50
Vedlegg 8 – CTD rådata	59
Vedlegg 9 – Bilder av sediment	62

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 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 lavt 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).

Forholdet mellom innholdet av nitrogen og karbon kan indikere hvor organiske stoffer kommer fra. Høyere planter har et lavt nitrogeninnhold i forhold til mengden karbon og dermed har de en høy C:N ratio. Høy C:N ratio i marine sedimenter kan derfor indikere deponering av terrestriske organisk stoffer (Faganelli et al. 1988). Fytoplankton derimot har et rikt nitrogeninnhold og lav C:N ratio fra sediment kan indikere en dominans av marine organiske kilder (Carpenter og Capone

1983). Konsentrasjonen av nitrogen (og annet) i organiske stoffer fra oppdrettsvirksomhet varierer med type utslipp. Løste næringssalter av nitrogen og fosfor spres eller tas opp av fyttoplankton, mens spillfôr med rikt næringsinnhold faller raskt ned til sedimentet eller blir spist av villfisk. Fôrstøv har like høyt næringsinnhold, men på grunn av størrelsen flyter det lettere bort fra anleggsområdet. Fôr som oppdrettsfisken spiser tas opp som næring, skilles ut gjennom gjellene, skilles ut som urin eller går ut som fekalier. Det meste av fekaliene vil vanligvis sedimentere under eller i området rundt anlegget, men kan spres godt ved strømsterke lokaliteter (Torrissen et al. 2016; tabell 1.1). 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.

Tabell 1.1 Beregnede C:N- og C:P-ratio referanseverdier for ulike former for utslipp av organisk materiale fra oppdrettsvirksomhet. Ratioer er beregnet fra tall hentet fra Torrissen et al. (2016) og verdiene er ment som veiledende referanser.

Kilde	Type	Spredningsrute	C:N ratio	C:P ratio
Næringssalter	Oppløste stoffer	Frie vannmasser	_*	_*
Fyttoplankton	Marine primærprodusenter	Frie vannmasser og sedimentering	5,69	37,37
Fekalier	Partikulært materiale	Sedimentering	18,11	14,26
Spillfôr	Partikulært materiale	Sedimentering og villfisk	6,76	50,00
Fôrstøv	Partikulært materiale	Delvis sedimentering / frie vannmasser	9,51	51,33

*Næringssalter inneholder ikke karbon

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 NQ11 (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 strømreretning 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 1.2). Dersom frekvensene ikke sammenfaller, gjelder den som gir hyppigst frekvens (NS9410 2016).

Tabell 1.2 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 eller dårligere (\geq IV)*	X		
	Svært god eller god (<II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (V)*	X		
	Moderat (IV)		X	
	Svært god eller god (<II)			X

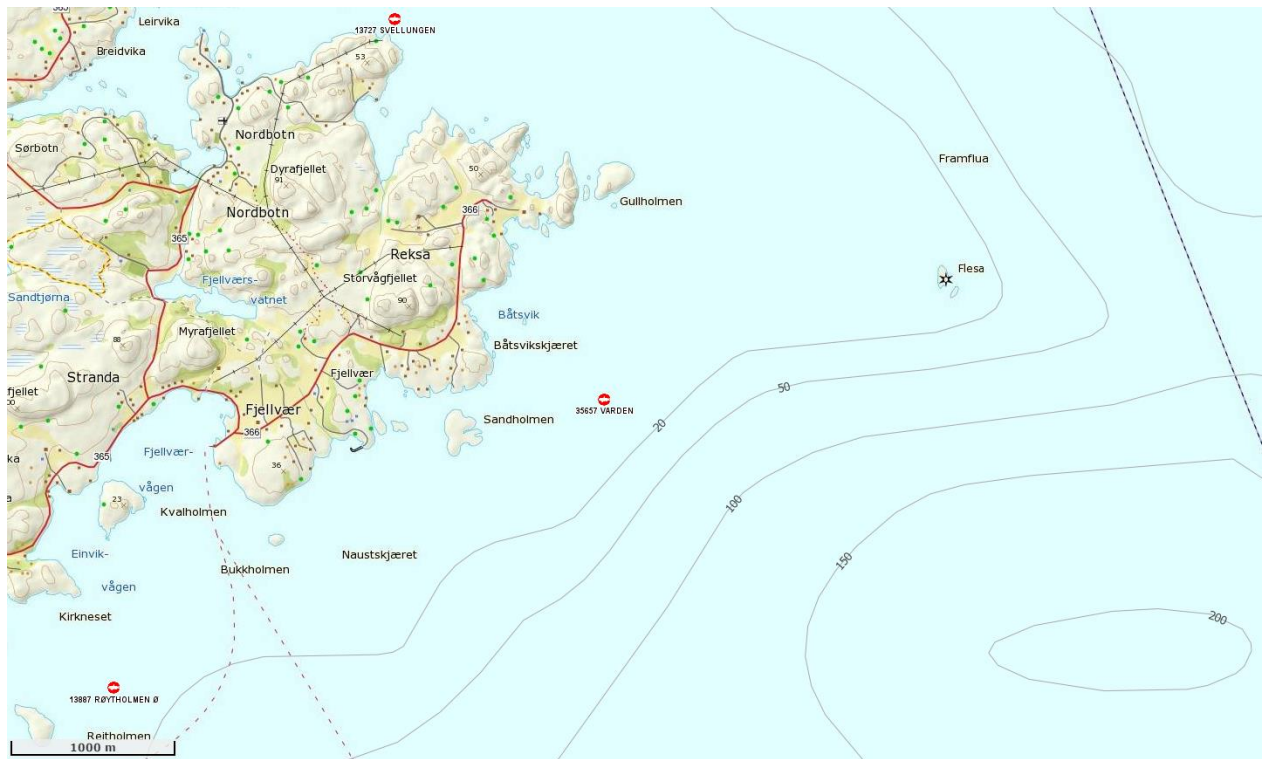
* Krever alternativ undersøkelse for å kartlegge utbredelsen av redusert tilstand. Dette avklares med myndighetene.

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.

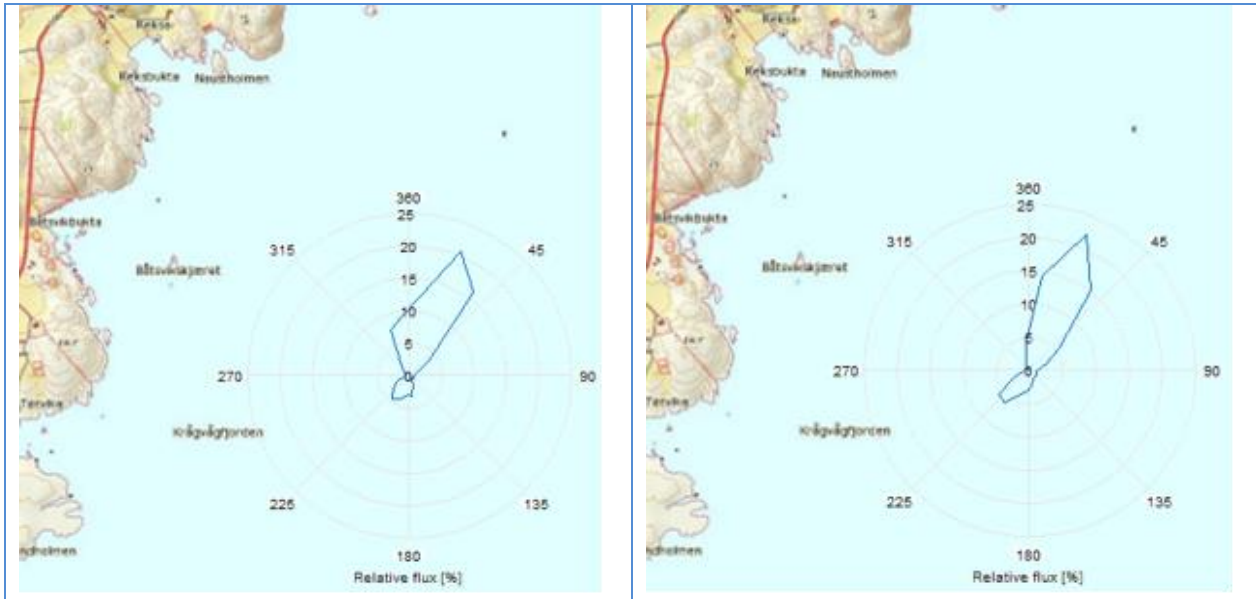
2 Materialer og metoder

2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Varden ligger i Kråkvågfjorden i Hitra kommune, Sør-Trøndelag. Anlegget ligger øst for Fjellværsøya (figur 2.1.1). Kråkvågfjorden er nord-sør orientert, og er åpen mot Frohavet i nord. Dybden under anlegget skråner nedover fra land i nordvest til nærmeste dyp på 200 meter i sørøst. Strømmålinger for området viser at hovedstrømretningen går mot nord-øst og at det er god vannutskiftning på 5 og 15 meter. (figur 2.1.2, Kjerstad 2014).

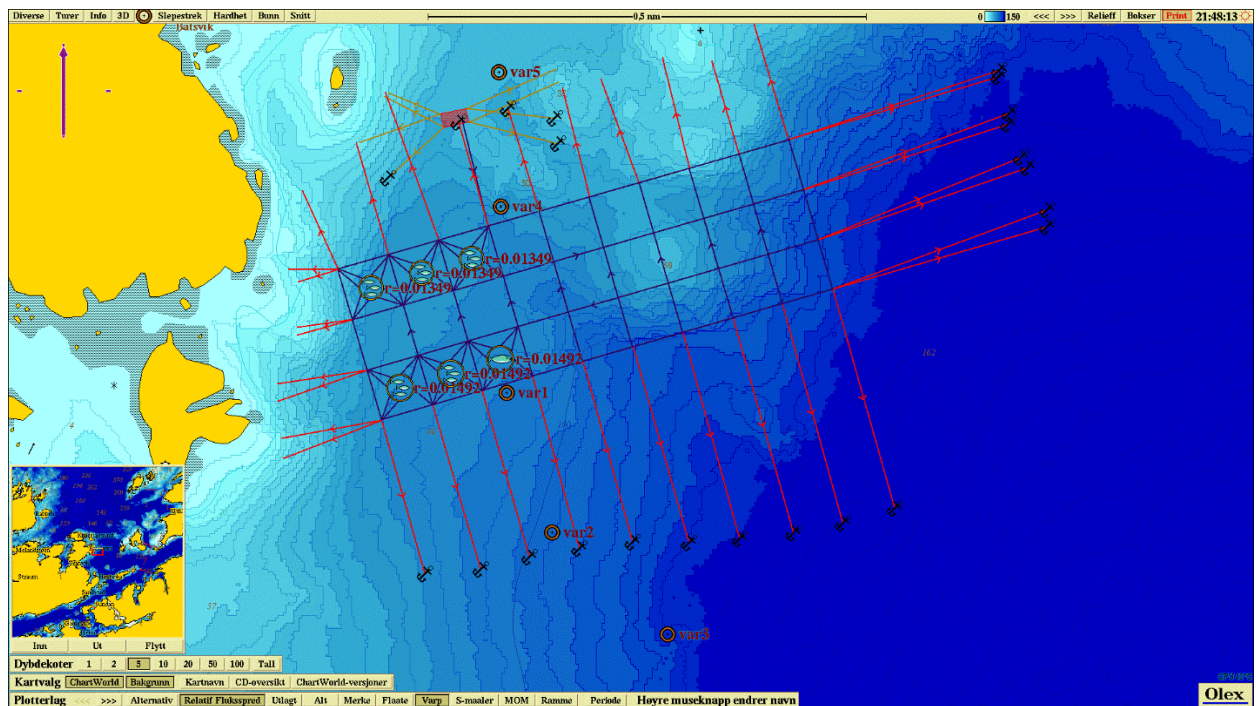


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten Varden med dybdekonturer. Anlegget er merket med en rød sirkel omtrent midt i bildet. De to nærmeste nabolokalitetene er merket med tilsvarende symbol. Kartet har nordlig orientering, og er hentet fra Fiskeridirektoratets karttjeneste. Kartdatum WGS84.



Figur 2.1.2 Strømforhold ved Varden. Fordelingsdiagrammene angir vannfluks i hver himmelretning på 5 meters dyp (venstre) og 15 meter (høyre), delt i 15°-sektorer (Kjerstad 2014). Kartdatum WGS84.

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av produksjon, bunntopografi, bunnhardhet og strømforhold (NS9410 2016). VAR-1, VAR-2 og VAR-3 er plassert henholdsvis inn mot anleggets ramme, 350 og 600 meter i motstrømmens retning, mens VAR-4 og VAR-5 er plassert henholdsvis inntil anleggets ramme og 300 meter unna anlegget i hovedstrømmens retning (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).



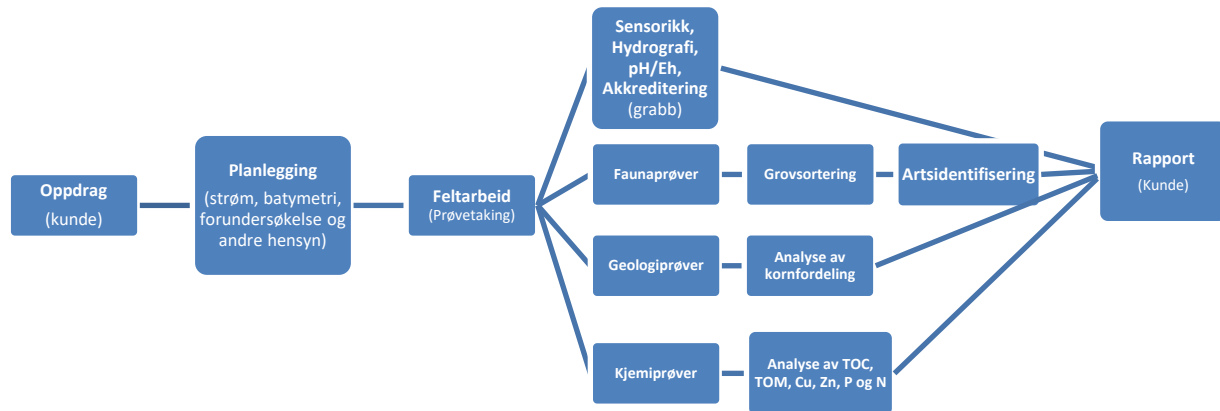
Figur 2.1.3 Plassering av lokaliteten med bunntopografi og stasjonsplassering. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

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), egne kobberanalyser (Cu), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med kartdatum WGS84.

Stasjon	Koordinater	Avstand fra anlegg (m)	Dyp (m)	Parametere	Plassering (NS 9410)
VAR-1	63°38.013'N 009°10.978'Ø		91	FAU, KJE, GEO, PE	C1
VAR-2	63°37.854'N 009°11.094'Ø		107	FAU KJE, GEO, PE	C3
VAR-3	63°37.737'N 009°11.392'Ø		135	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C2
VAR-4	63°38.219'N 009°10.965'Ø		80	FAU KJE, GEO, PE	C4
VAR-5	63°38.379'N 009°10.958'Ø		61	FAU, KJE, GEO, PE	C5

2.2 Prøvetaking og analyser

Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS9410 (2016) og NS-EN ISO 16665 (2013). Det ble tatt tre hugg 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 E_h 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 vår underleverandør (figur 2.2.1).



Figur 2.2.1. Arbeidsflyt ved et typisk oppdrag kommer fra kunde, går via Åkerblå AS og underleverandører og til kunde som rapport.

Grunnet stor mengde sediment etter vasking ved VAR-4 ble det foretatt «subsampling» av prøvematerialet hvor ¼ av materialet er tatt ut for grovsortering i henhold til intern prosedyre.

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	Kent Roger Wahlvåg	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2013
Grovsortering	Åkerblå AS	Jolanta Jagminiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2013
Artsidentifisering	Åkerblå AS	Martin Skarsvåg	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2013
Statistiske utregninger	Åkerblå AS	Charlotte Hallerud	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2013
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 stasjonene i anleggssonen, VAR-1 og VAR-4, gjort

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

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
H'_{max}	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ES_{100}	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks (inkluderer individantall)
DI	Individtetthetsindeks («Density Index»)
\bar{G}	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
\check{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 ved lokaliteten ble satt ut 8. september 2016 (én uke før undersøkelsestidspunkt), dette var første gang lokaliteten ble tatt i bruk. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten omtrent 99,73 tonn. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved samme tid omtrent 9,5 tonn (Bjørvik, pers. med.).

Undersøkelsen ble gjort svært tidlig i produksjonssyklusen og har ikke rukket å påvirke bunnforholdene i nevneverdig grad. Denne undersøkelsen vil dermed kunne brukes som en «0-prøve» for sammenlikning med senere undersøkelser.

Neste undersøkelse bør tas i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakt (i dette tilfellet gjelder dette generasjon 2016).

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyse

Resultatene fra bunndyrsanalysen for de seks stasjonene er presentert i avsnittene under, komplett artsliste finnes i vedlegg 7. Beskrivelser av indekser og forkortelser for stasjonene er vist i tabell 2.2.3.

Da denne undersøkelsen regnes som en «0-prøve» er det ikke per kravene nødvendig å ta hensyn til økt organisk belastning ved stasjonene inntil anleggets ramme, men for senere sammenliknings skyld er denne bunndyrsundersøkelsen gjennomført som en vanlig C-undersøkelse. Stasjon VAR-1 og VAR-4 ble bedømt etter NS9410:2016 (indekser ligger i vedlegg 5), mens de resterende stasjonene ble bedømt etter Veileder 02:2013.

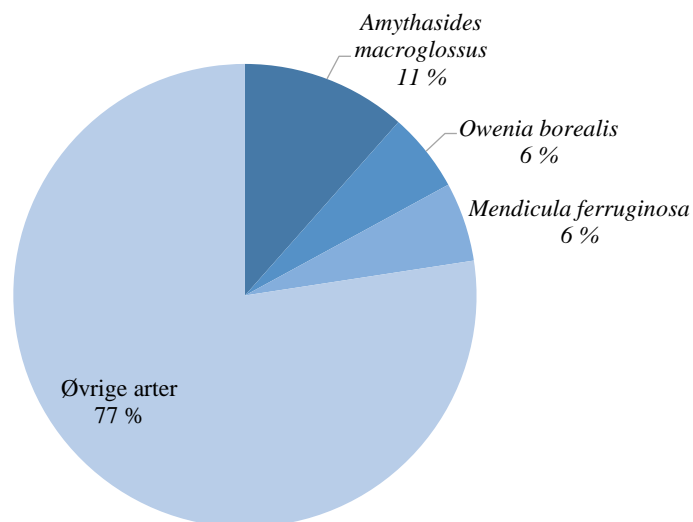
3.1.1 VAR-1

Ved VAR-1 ble det funnet 850 individer fordelt på 133 arter i de to grabbene. Både artsmangfold og mengde av virvelløse taxa ved stasjonen var innenfor det som forbindes med uberørte forhold (25-75 arter og 50-300 individer per grabb i henhold til Veileder 02:2013). Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningssensitive flerbørstemarken *Amythasides macroglossus* (NSI-gruppe 1), som utgjorde omtrent 12% av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningsnøytrale flerbørstemarken *Owenia borealis* (NSI-gruppe 2), som utgjorde omtrent 5,5% av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningssensitive muslingen *Mendicula ferruginosa* (NSI-gruppe 1), som utgjorde omtrent 5,5% av det totale individantallet (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1).

Majoriteten av individene stammet fra arter beskrevet som forurensningssensitive og forurensningsnøytrale (NSI-gruppe 1 og 2), mens det ikke ble registrert noen forurensningsindikerende arter ved stasjonen. Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **miljøtilstand 1: «meget god»**, da ingen enkeltarter utgjorde ≥ 65 % av totalt individantall og det ble registrert flere enn 20 arter ved stasjonen.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved VAR-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>Amythasides macroglossus</i>	1	98	12
<i>Owenia borealis</i>	2	47	5,5
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	47	5,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	46	5,4
<i>Pholoe baltica</i>	3	45	5,3
<i>Thyasira obsoleta</i>	1	32	3,8
<i>Galathowenia oculata</i>	3	27	3,2
<i>Amphiura chiajei</i>	2	22	2,6
<i>Paraedwardsia arenaria</i>	3	22	2,6
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	21	2,5
Øvrige arter	-	443	52



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

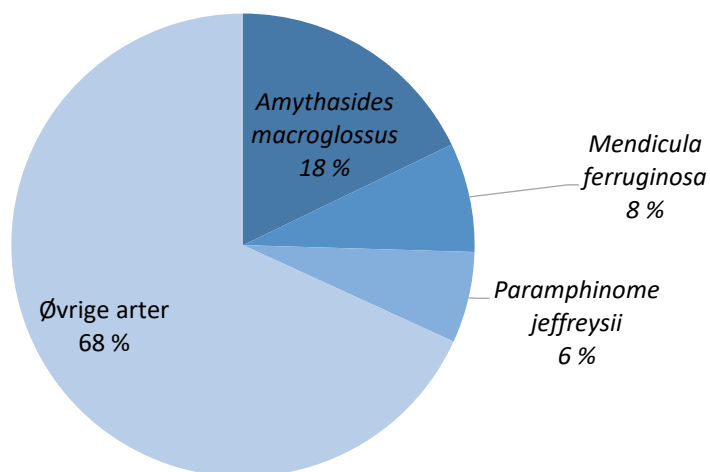
3.1.2 VAR-2

Ved VAR-2 ble det funnet 958 individer fordelt på 131 arter i de to grabbene. Mengden av virvelløse taxa var over det som forbindes med uberørte forhold, mens artsmangfoldet var innenfor. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningssensitive flerbørstemarken *Amythasides macroglossus* (NSI-gruppe 1), som utgjorde omtrent 18% av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningssensitive muslingen *Mendicula ferruginosa* (NSI-gruppe 1), som utgjorde omtrent 7,6% av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 6,4% av det totale individantallet (tabell 3.1.2.1 og figur 3.1.2.1).

Majoriteten av individene stammet fra arter beskrevet som forurensningssensitive, forurensningsnøytrale og forurensningstolerante (NSI-gruppe 1, 2 og 3), mens det ikke ble registrert noen forurensningsindikerende arter ved stasjonen. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse I: «svært god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var over 0,8 (Tabell 3.1.2.2).

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved VAR-2 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensningssensitiv, gruppe 2: forurensningsnøytral, gruppe 3: forurensningstolerant, gruppe 4: forurensningstolerant 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>Amythasides macroglossus</i>	1	171	18
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	73	7,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	61	6,4
<i>Axinulus croulinensis</i>	1	40	4,2
<i>Pholoe baltica</i>	3	39	4,1
<i>Paraedwardsia arenaria</i>	3	35	3,7
<i>Diastylodes biplicatus</i>	1	29	3,0
<i>Thyasira obsoleta</i>	1	23	2,4
<i>Jasmineira sp.</i>	2	22	2,3
Lumbrineridae	2	17	1,8
Øvrige arter	-	448	47



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved VAR-2. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (\check{S}) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 3.1.2.2 Resultater for VAR-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	104	93	98,5	131		
N	517	441	479,0	958		
NQ11	0,892	0,903	0,898	0,901	0,994	>1
H'	5,411	5,311	5,361	5,528	0,925	0,962
J	0,808	0,812	0,810	0,786		
H'max	6,700	6,539	6,620	7,033		
ES100	44,770	43,760	44,265	44,860	0,928	0,936
ISI	10,764	10,750	10,757	11,117	0,868	0,889
NSI	27,044	27,651	27,348	27,325	0,878	0,878
DI	0,663	0,594	0,629	0,629		
		Tilstandsverdi:	0,917		0,919	0,916

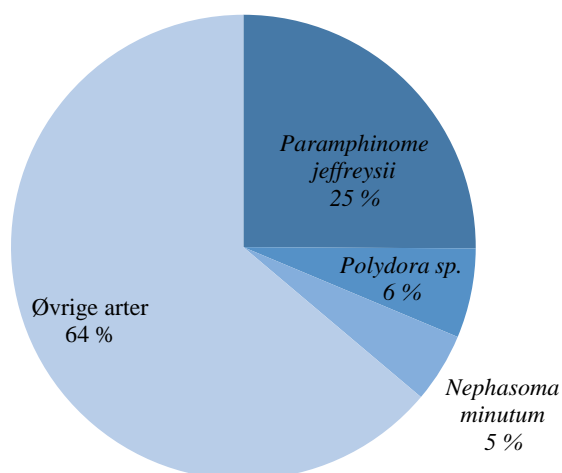
3.1.3 VAR-3

Ved VAR-3 ble det funnet 578 individer fordelt på 87 arter i de to grabbene. Både mengden og artsmangfoldet av virvelløse taxa var innenfor det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 25% av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende taxa ved stasjonen var den forurensningstolerante og opportunistiske flerbørstemarkslekten *Polydora* (NSI-gruppe 4), som utgjorde omtrent 6,2% av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningsnøytrale pølseormen *Nephasoma minutum* (NSI-gruppe 2), som utgjorde omtrent 4,8% av det totale individantallet (tabell 3.1.3.1 og figur 3.1.3.1).

Majoriteten av individene stammet fra arter beskrevet som forurensningstolerante (NSI-gruppe 3), mens det ikke ble registrert noen forurensningsindikerende arter ved stasjonen. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse I: «svært god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var over 0,8 (Tabell 3.1.3.2).

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved VAR-3 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensningsnøytral, gruppe 3: forurensningstolerant, gruppe 4: forurensningstolerant 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	145	25
<i>Polydora sp.</i>	4	36	6,2
<i>Nephasoma minutum</i>	2	28	4,8
<i>Abra nitida</i>	3	26	4,5
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	25	4,3
<i>Pholoe baltica</i>	3	20	3,5
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	1	19	3,3
Lumbrineridae	2	17	2,9
<i>Melinna albicincta</i>	i.a.	12	2,1
<i>Notomastus latericeus</i>	1	11	1,9
Øvrige arter	-	239	41



Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved VAR-3. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (\checkmark) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 3.1.3.2 Resultater for VAR-3 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\checkmark), 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}	\checkmark	nEQR \bar{G}	nEQR \checkmark
S	61	64	62,5	87		
N	288	290	289,0	578		
NQ11	0,828	0,784	0,806	0,815	0,785	0,795
H'	4,832	4,622	4,727	5,005	0,792	0,846
J	0,815	0,770	0,792	0,777		
H'max	5,931	6,000	5,965	6,443		
ES100	37,150	38,290	37,720	39,780	0,847	0,872
ISI	11,220	10,595	10,907	10,856	0,877	0,874
NSI	24,932	23,187	24,060	24,037	0,762	0,761
DI	0,409	0,412	0,411	0,411		
		Tilstandsverdi:	0,821		0,813	0,830

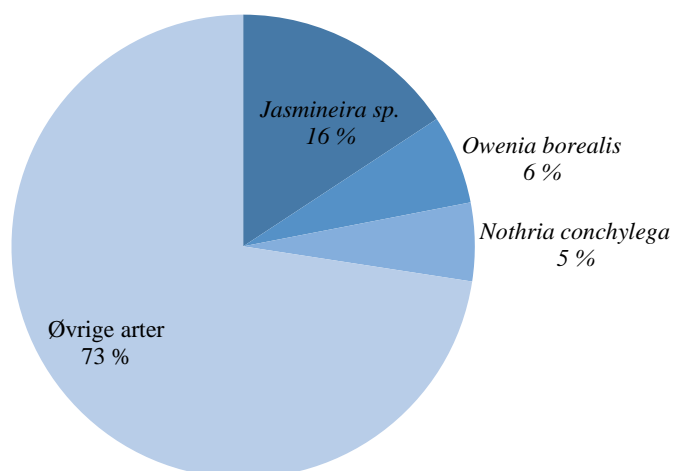
3.1.4 VAR-4

Ved VAR-4 ble det funnet 1061 individer fordelt på 89 arter i de to grabbene. Mengden av virvelløse taxa var noe over det som forbindes med uberørte forhold, mens artsmangfoldet var innenfor. Hyppigst forekommende taxa ved stasjonen var den forurensningsnøytrale flerbørstemarkslekten *Jasmineira* (NSI-gruppe 2), som utgjorde omtrent 16% av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningsnøytrale flerbørstemarken *Owenia borealis* (NSI-gruppe 2), som utgjorde omtrent 6,2% av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingssensitive flerbørstemarken *Nothria conchylega* (NSI-gruppe 1), som utgjorde omtrent 5,5% av det totale individantallet (tabell 3.1.4.1 og figur 3.1.4.1).

Majoriteten av individene stammet fra arter beskrevet som forurensingssensitive og forurensningsnøytrale (NSI-gruppe 1 og 2), mens hyppigst forekomne forurensningsindikerende art stod for mindre enn 0,1% av individantallet. Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **miljøtilstand 1: «meget god»**, da ingen enkeltarter utgjorde $\geq 65\%$ av totalt individantall og det ble registrert flere enn 20 arter ved stasjonen.

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved VAR-4 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensningsnøytral, 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>Jasmineira sp.</i>	2	167	16
<i>Owenia borealis</i>	2	66	6,2
<i>Nothria conchylega</i>	1	58	5,5
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1	53	5,0
<i>Pholoe baltica</i>	3	40	3,8
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	39	3,7
<i>Galathowenia oculata</i>	3	38	3,6
<i>Jasmineira caudata</i>	2	33	3,1
Lumbrineridae	2	27	2,5
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	25	2,4
Øvrige arter	-	515	49



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

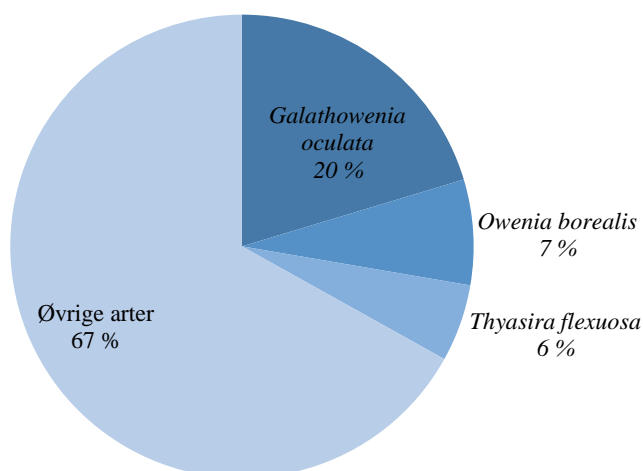
3.1.5 VAR-5

Ved VAR-5 ble det funnet 408 individer fordelt på 94 arter i de to grabbene. Både mengden og artsmangfoldet av virvelløse taxa var innenfor det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerante flerbørstemarken *Galathowenia oculata* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 20% av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningsnøytrale flerbørstemarken *Owenia borealis* (NSI-gruppe 2), som utgjorde omtrent 7,4% av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensningstolerante muslingen *Thyasira flexuosa* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 5,4% av det totale individantallet (tabell 3.1.5.1 og figur 3.1.5.1).

Majoriteten av individene stammet fra arter beskrevet som forurensningstolerante (NSI-gruppe 3), mens det ikke ble registrert noen forurensningsindikerende arter ved stasjonen. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse I: «svært god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var over 0,8 (Tabell 3.1.3.2).

Tabell 3.1.5.1 De ti hyppigst forekommende artene ved VAR-5 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensningsnøytral, gruppe 3: forurensningstolerant, gruppe 4: forurensningstolerant 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>Galathowenia oculata</i>	3	83	20
<i>Owenia borealis</i>	2	30	7,4
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	22	5,4
<i>Labidoplax buskii</i>	2	17	4,2
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	15	3,7
<i>Pholoe baltica</i>	3	11	2,7
<i>Thracia sp.</i>	2	10	2,5
Caudofoveata	2	9	2,2
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	8	2,0
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	8	2,0
Øvrige arter	-	195	48



Figur 3.1.5.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved VAR-5. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (\checkmark) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 3.1.5.2 Resultater for VAR-5 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\checkmark), 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}	\checkmark	nEQR \bar{G}	nEQR \checkmark
S	66	64	65,0	94		
N	234	174	204,0	408		
NQI1	0,830	0,846	0,838	0,849	0,845	0,872
H'	4,829	5,406	5,117	5,356	0,871	0,923
J	0,799	0,901	0,850	0,817		
H'max	6,044	6,000	6,022	6,555		
ES100	40,950	48,330	44,640	45,620	0,933	0,945
ISI	9,963	10,171	10,067	10,252	0,827	0,838
NSI	24,243	24,996	24,619	24,564	0,785	0,783
DI	0,319	0,191	0,255	0,255		
		Tilstandsverdi:	0,862		0,852	0,872

3.1.6 Samlet nEQR resultat

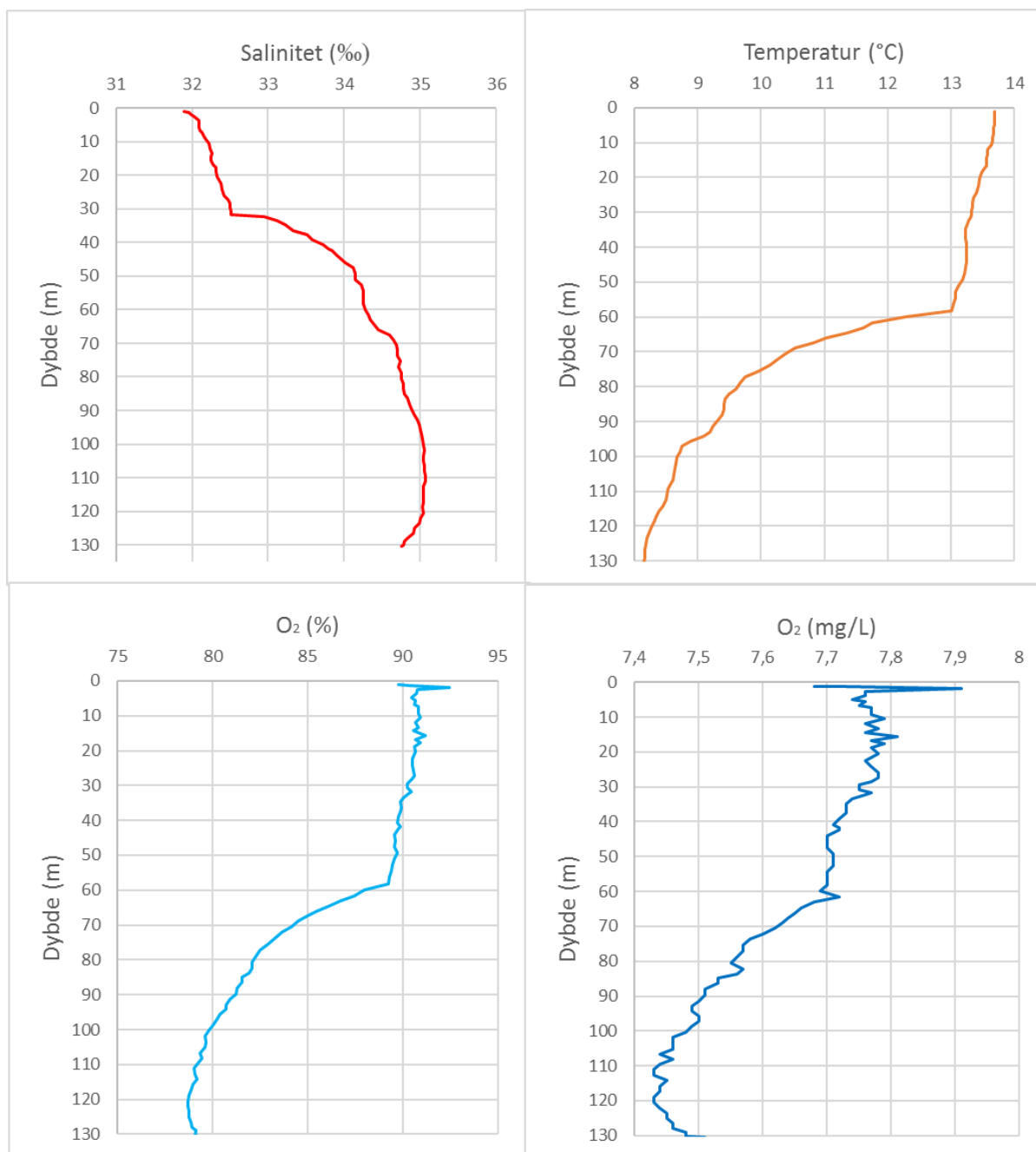
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av tilstandsklassen stasjonsverdiene faller inn under (tabell 3.1.6.1).

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

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Stasjonsverdi	Tilstandsklasse
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	VAR-3	0,821	I (svært god)
Overgangssonen (C3, C4 osv.)	VAR-2	0,917	
	VAR-5	0,862	
	Gjennomsnitt Tilstandsverdi		0,889

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved VAR-3 (figur 3.2.1).



Figur 3.2.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen ved VAL-3.

Temperaturen ved VAR-3 sank gradvis fra rundt 14°C i øvre vannlag til 8°C ved rundt 110 meter og ned til bunnen. Saliniteten var rundt 32‰ i overflaten og steg gradvis til omtrent 35‰ ved bunnen. Oksygeninnholdet falt fra 7,8 mg/l (rundt 90%) ved overflaten til 7,5 mg/l (omtrent 80%) ved bunnen. Oksygeninnholdet ved bunnen gav beste tilstandsklasse, I; «svært god»

3.3 Sedimentanalyser

I felt ble prøvene vurdert til akkrediteringsstatus basert på type sediment og overflate (tabell 3.3.1).

Tabell 3.3.1 Sedimentinnhold; volum (L) og akkrediteringsstatus (Akk.). Volum angir mengde sediment i hvert grabbhugg per stasjon. Akkrediteringsstatus angir om det var tilstrekkelig mengde (volum) sediment for godkjent akkreditert prøve i henhold til type sediment. Godkjent akkreditert prøve krever også uforstyrret overflate. Uforstyrret betyr at overflaten ikke var utvasket, forstyrret eller utvannet i særlig grad. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	Hugg	Type sediment	Volum	Akk.	Overflate	Akk.	Akk. Grabb
VAR-1	1	Skjellsand m/silt	5,5	Nei	Uforstyrret	Ja	Nei
	2		5,5	Nei	Uforstyrret	Ja	Nei
	3		5,5	Nei	Uforstyrret	Ja	Nei
VAR-2	1	Sand m/silt	5,5	Nei	Uforstyrret	Ja	Nei
	2		5,5	Nei	Uforstyrret	Ja	Nei
	3		5,5	Nei	Uforstyrret	Ja	Nei
VAR-3	1	Sand m/leire	10,75	Ja	Uforstyrret	Ja	Ja
	2		9,65	Ja	Uforstyrret	Ja	Ja
	3		9,65	Ja	Uforstyrret	Ja	Ja
VAR-4	1	Sand m/silt	5,5	Nei	Uforstyrret	Ja	Nei
	2		3,67	Nei	Forstyrret	Nei	Nei
	3		i.a.	-	i.a.	-	-
VAR-5	1	Skjellsand m/silt	5,5	Nei	Uforstyrret	Ja	Nei
	2		3,67	Nei	Forstyrret	Nei	Nei
	3		3,67	Nei	Uforstyrret	Ja	Nei

3.3.1 Sensoriske vurderinger

Ved alle stasjonene hadde sedimentet en lys grå farge, bestod av hovedsakelig av sand med en varierende innblanding av silt og leire, og sedimentet hadde en fast konsistens samtidig som det ikke var registrert noe lukt ved noen stasjoner. (tabell 3.3.1.1).

Tabell 3.3.1.1 Sensoriske vurderinger av sedimentet.

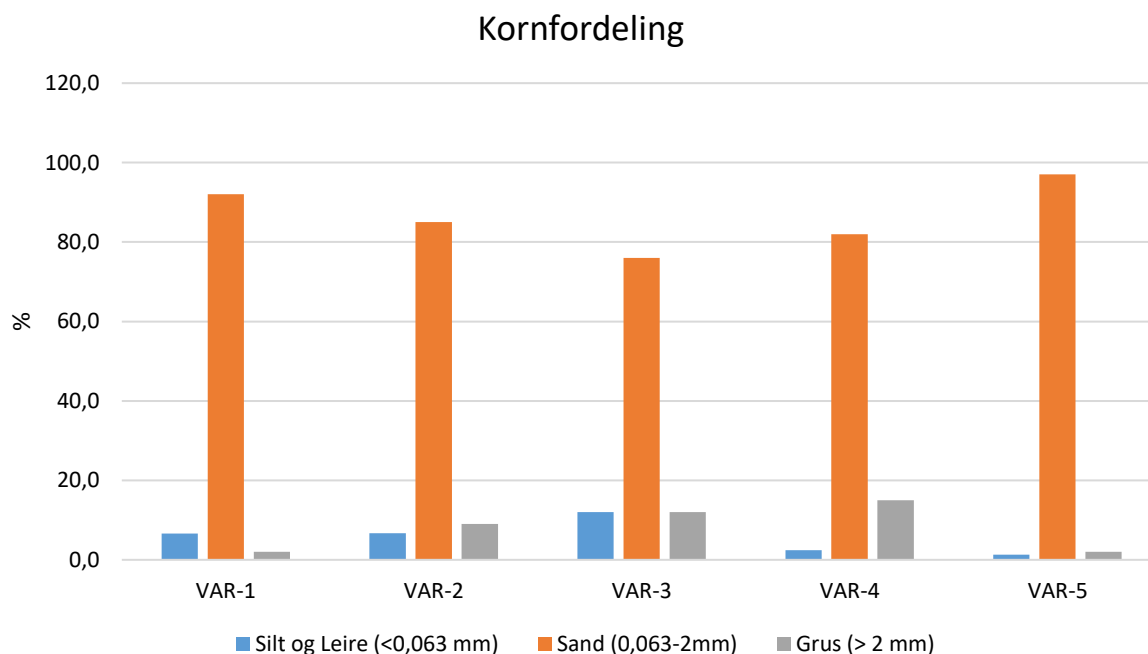
Stasjon	Hugg nr	Farge	Lukt	Konsistens	Annet
VAR-1	1	Lys	Ingen	Fast	
	2	Lys	Ingen	Fast	
	3	Lys	Ingen	Fast	
VAR-2	1	Lys	Ingen	Fast	
	2	Lys	Ingen	Fast	
	3	Lys	Ingen	Fast	
VAR-3	1	Lys	Ingen	Fast	
	2	Lys	Ingen	Fast	
	3	Lys	Ingen	Fast	
VAR-4	1	Lys	Ingen	Fast	
	2	Lys	Ingen	Fast	
	3	Lys	Ingen	Fast	
VAR-5	1	Lys	Ingen	Fast	
	2	Lys	Ingen	Fast	
	3	Lys	Ingen	Fast	

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen per prøvestasjon er presentert i figur 3.3.2.1 og 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 (%)
VAR-1	6,6	92	2,0
VAR-2	6,7	85	9,0
VAR-3	12	76	12
VAR-4	2,4	82	15
VAR-5	1,3	97	2,0



Figur 3.3.2.1 Kornfordeling. Blå stolpe representerer leire og silt med en kornstørrelse < 0,063 mm, oransje stolpe representerer sand med kornstørrelser fra 0,063 mm til 2 mm og grå stolpe representerer grus med kornstørrelser > 2mm.

3.3.3 Kjemiske parametere

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

Tabell 3.3.3.1 pH- og E_h-verdier. Beregnet poengverdi går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er meget god, og 4 er meget dårlig (NS9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
VAR-1	7,62	262,0	0	1/Meget god
VAR-2	7,74	245,8	0	1/Meget god
VAR-3	7,79	236,8	0	1/Meget god
VAR-4	8,02	230,2	0	1/Meget god
VAR-5	7,75	165,9	0	1/Meget god

Nivået av normalisert TOC (nTOC) ble klassifisert med tilstandsklassen II; «god» ved VAR-1, VAR-2 og VAR-3. For VAR-4 og VAR-5 ble nivået av nTOC for begge stasjonene klassifisert med tilstandsklassen I; «svært god». Nivåene av kobber og sink var meget lavt ved alle stasjoner og ble klassifisert med tilstandsklassen I; «svært god». For fosfor og nitrogen er det ikke utarbeidet klassifiseringssystem, men nivået av begge var lavt og under det vi internt erfarer som median for respektive stasjonstyper. Nivået av både fosfor og nitrogen var for øvrig lavest ved VAR-5 (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 Bakke et. Al (2007) 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	C:P	Zn	TK	Cu	TK
VAR-1	2,6	22,3	II	472	11,65	430	12,8	21,0	I	4,4	I
VAR-2	2,0	22,5	II	653	8,73	410	13,9	23,0	I	4,8	I
VAR-3	2,7	21,8	II	747	8,03	430	14,0	30,0	I	7,4	I
VAR-4	2,2	18,6	I	1000	<1	340	<3	19,0	I	6,2	I
VAR-5	1,8	18,6	I	191	20,42	310	12,6	17,0	I	2,2	I

4 Diskusjon

4.1 Prøvestasjoner

4.1.1 Anleggssone

Både artsmangfold og mengde av virvelløse taxa ved **VAR-1** var innenfor det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var forurensningssensitiv og utgjorde omtrent 12% av det totale individantallet. Majoriteten av individene registrert ved stasjonen tilhørte gruppen forurensningssensitive, hvilket sammen med et normalt artsmangfold tyder på svært gode forhold. Etter NS9410 ble VAR-1 klassifisert med **miljøtilstand 1: «meget god»**. Nivået av organisk materiale (nTOC) var noe forhøyet, hvilket gav tilstandsklasse II; «god». Nivået av fosfor og nitrogen var erfaringsmessig lavt ved stasjonen. Nivåene av sink og kobber var lave og begge ble klassifisert med tilstandsklasse I; «svært god». Målt pH/E_h gav det samme resultatet.

Artsmangfoldet av virvelløse taxa ved **VAR-4** var innenfor det som forbindes med uberørte forhold, mens individantallet var over. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var forurensningsnøytral og utgjorde omtrent 16% av det totale individantallet. Majoriteten av individene registrert ved stasjonen tilhørte gruppen forurensningssensitive og forurensningsnøytrale, hvilket sammen med et normalt artsmangfold tyder på sært gode forhold. Etter NS9410 ble VAR-1 klassifisert med **miljøtilstand 1: «meget god»**. Nivået av organisk materiale (nTOC) var innenfor bakgrunnsnivå, hvilket gav tilstandsklasse I; «svært god». Nivået av fosfor og nitrogen var i erfaringsmessig lavt ved stasjonen. Nivåene av sink og kobber var lave og begge ble klassifisert med tilstandsklasse I; «svært god». Målt pH/E_h gav det samme resultatet.

4.1.2 Overgangssone

Mengden av virvelløse taxa ved **VAR-2** var over det som forbindes med uberørte forhold, mens artsmangfoldet var innenfor normalen. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var forurensningssensitiv og utgjorde omtrent 18% av det totale individantallet. Majoriteten av individene stammet fra arter beskrevet som forurensningssensitive, forurensningsnøytrale og forurensningstolerante (NSI-gruppe 1, 2 og 3), mens det ikke ble registrert noen forurensningsindikerende arter ved stasjonen. Stasjonen ble etter Veileder 02:2013 klassifisert med **tilstandsklasse I: «svært god»**. Nivået av organisk materiale (nTOC) var noe forhøyet, hvilket gav tilstandsklasse II; «god». Nivået av fosfor og nitrogen var i erfaringsmessig lavt ved stasjonen. Nivåene av sink og kobber var lave og begge ble klassifisert med tilstandsklasse I; «svært god». Målt pH/E_h gav det samme resultatet.

Både mengden og artsmangfoldet av virvelløse taxa ved **VAR-5** var innenfor det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende taxa ved stasjonen var forurensningstolerant og utgjorde 20% av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse I: «svært god»**. Videre var nivået av totalt organisk karbon (TOC) ved VAR-5 noe over det som

forbindes med uberørte forhold, og ble klassifisert med tilstandsklasse II; «god». Nivået av fosfor og nitrogen var i erfaringsmessig lavt ved stasjonen. Nivåene av sink og kobber var lave og begge ble klassifisert med tilstandsklasse I; «svært god». Målt pH/E_h gav samme resultat.

4.1.3 Ytterkant av overgangssone

Både mengden og arts mangfoldet av virvelløse taxa ved **VAR-3** var innenfor det som forbindes med uberørte forhold. Hyppigst forekommende taxa ved stasjonen var forurensningstolerant og utgjorde 25% av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse I: «svært god»**. Nivået av organisk materiale (nTOC) var innenfor bakgrunnsnivå, hvilket gav tilstandsklasse I; «svært god». Nivået av fosfor og nitrogen var erfaringsmessig lavt ved stasjonen. Nivåene av sink og kobber var lave og begge ble klassifisert med tilstandsklasse I; «svært god». Målt pH/E_h gav samme resultat. Oksygeninnholdet ble målt ved VAR-3, og ved bunnen var innholdet på 7,5 mg/l (omtrent 80%), hvilket gav beste tilstandsklasse; I, «svært god».

4.2 Samlet vurdering

Totalt sett viser denne «0-prøven» at det er svært gode forhold i området rundt lokaliteten, med beste klassifisering for bunnfauna for alle stasjoner (VAR-1 og VAR-4 fikk miljøtilstand 1, og de resterende fikk tilstandsklasse I). Forurensningssensitive arter var tilstede ved alle stasjoner. Nivået av totalt organisk karbon fikk tilstandsklasse II eller I (henholdsvis «god» og «svært god») ved alle stasjoner. I tillegg var nivået av fosfor og nitrogen erfaringsmessig lavt og under median ved samtlige stasjoner.

Nivåene av sink og kobber var lave, noe som gav tilstandsklasse 1; «svært god» for alle fem stasjoner. pH/E_h-målingene viste også det samme.

Oksygeninnholdet ble målt ved VAR-3, og ved bunnen var innholdet på 7,5 mg/l (omtrent 80%), hvilket gav beste tilstandsklasse; I, «svært god».

Det konkluderes med at denne «0-prøven» er svært godt egnet til bruk i senere sammenlikning.

C2-stasjonen (VAR-3) ble klassifisert med tilstandsklasse I; «svært god», samtidig som samlet tilstandsklasse for VAR-2 og VAR-5 var tilstandsklasse I; «svært god». I henhold til NS9410:2016 er krav til gjennomføring av ny C-undersøkelse derfor at det gjennomføres ved hver tredje produksjonssyklus (tabell 1.1). På bakgrunn av at denne undersøkelsen var en «0-prøve» bør likevel neste undersøkelse tas i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakt (i dette tilfellet gjelder dette generasjon 2016).

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 02.2.2017 fra <http://kart.fiskeridir.no>
- 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
- Kjerstad A (2014) Strømrappport av Varden, Havbrukstjenesten, 21 pp
- 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 (2013). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. *Standard Norge*
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.

- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Vannportalen.no. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 02:2013*
- 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, 24 pp.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

Kunde	Marine Harvest				Lokalitet/P.nr	Varden 35657/16070							
Dato	15.09.2016				Toktleder	Kent-Roger Wahlvåg							
Prøvetaking	START: 08:00 SLUTT: 12:00				Alt. Personell	Odd Helge Tunheim							
Vær	Laber bris fra øst				Sjøtemperatur	13,3							
Utsyr ID / Kalibrering	Grabb: Sil: Eh: pH: pH-kalibrering: Sjø; Eh: 284 pH: 8,2												
Stasjon nr/navn	VAR-1				VAR-2				VAR-3				
Posisjon N / Ø	/				/				/				
Dybde (meter)	91				107				135				
Hugg nummer	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	1	1		1	1			1	1	1		
Akkreditert hugg (ja/nei)													
Volum (cm)	10	10	10		10	10,5	10		5	6	6		
Antall flasker	1	1			2	1			2	2			
pH	7,62				7,74				7,79 7,74				
E _h (mV)	262				245,8				236,8 232				
Sediment	Skjellsand	3	3										
	Sand	1	1	1		1	1	1		3	3	3	
	Mudder												
	Silt	2	2	2		2	2	2		1	1	1	
	Leire												
	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)	1	1	1		0	0	0		0	0	0	
	Myk (2)												
	Løs (4)												
Merknader / avvik									CTD				
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur:								

Kunde	Marine Harvest				Lokalitet/P.nr	Varden 35657/16070							
Dato	15.09.2016				Toktleder	Kent-Roger Wahlvåg							
Prøvetaking	START: 08:00 SLUTT: 12:00				Alt. Personell	Odd Helge Tunheim							
Vær	Laber bris fra øst				Sjøtemperatur	13,3							
Utsyr ID / Kalibrering	Grabb: Sil: Eh: pH: pH-kalibrering: Sjø; Eh: 284 pH: 8,2												
Stasjon nr/navn	VAR-4				VAR-5								
Posisjon N / Ø	/				/				/				
Dybde (meter)	80				61								
Hugg nummer	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	3	3	3		2	3	3						
Akkreditert hugg (ja/nei)	Ja	Nei			Ja	Nei							
Volum (cm)	10	12			10	12	12						
Antall flasker	3	2			1	1							
pH	8,02				7,75								
E_h (mV)	230,2				165,9								
Sediment	Skjellsand	2	2	2		2	2	2					
	Sand	1	1	1		1	1	1					
	Mudder												
	Silt		3	3		3							
	Leire												
	Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0					
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0					
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	0	0	0		0	0	0					
	Myk (2)												
	Løs (4)												
Merknader / avvik					Grus på hugg 1								
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur:								

Vedlegg 2 - Analysebevis



Avdeling Namdal

Åkerblå AS
Att: Arild
Nordfroyveien 413
7260 SISTRANDA



Dato: 13.01.2017
Prove ID: N2016-9901
vnr 1

Gjelder: VAR-1

ANALYSERESULTATER

Provemottak: 11.11.16

Analyseperiode: 14.11.16 - 28.12.16

Provetaker:

2016-9901-1

Sedimenter fra saltvann

Sted: VAR-1

Tatt ut: 15.09.16

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	4,4	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	21	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	430	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	472	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	20) ISO10694mod./EN13137A	5500	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	22,3	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	66	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	2,6	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	6,6	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	92	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	2	%

2016-9901-2

Sedimenter fra saltvann

Sted: VAR-2

Tatt ut: 15.09.16

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	4,8	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	23	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	410	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	653	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	20) ISO10694mod./EN13137A	5700	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	22,5	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	73	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	2,0	% av TS
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	6,7	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	85	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	9	%

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

Måleusikkerhet finnes 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 Namdøl

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

Telefon:
74 21 24 40

Org.nr:
NO: 986 208 933 MVA

Dato: 13.01.2017
 Prove ID: N2016-9901
 vw 1

2016-9901-3 **Sedimenter fra saltvann**
 Stad: VAR-3

Tatt ut: 15.09.16

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	7,4	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	30	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	430	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	747	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	²⁶⁾ ISO10694mod./EN13137A	6000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	21,8	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	66	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	2,7	% av TS
•Finstoff (<63 µm)	DIN 18123	12	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	76	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	12	%

2016-9901-4 **Sedimenter fra saltvann**
 Stad: VAR-4

Tatt ut: 15.09.16

Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	6,2	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	19	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	340	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1000	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	²⁶⁾ ISO10694mod./EN13137A	<1000	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	18,6	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	72	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	2,2	% av TS
•Finstoff (<63 µm)	DIN 18123	2,4	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	82	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	15	%

2016-9901-5 **Sedimenter fra saltvann**
 Stad: VAR-5

Tatt ut: 15.09.16

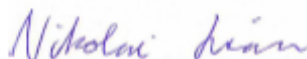
Parameter	Metode	Resultat	Enhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	2,2	mg/kg TS
Sink	NS-EN ISO 17294-2	17	mg/kg TS
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	310	mg/kg TS
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	191	mg N/kg TS
•Totalt organisk karbon, TOC	²⁶⁾ ISO10694mod./EN13137A	3900	mg/kg TS
•Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	18,6	mg/g TS
Tørrestoff 105°C	NS 4764	71	g/100g
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	1,8	% av TS
•Finstoff (<63 µm)	DIN 18123	1,3	%
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	97	%
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	2	%

*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

< betyr: Mindre enn

²⁶⁾ Utført av SINTEF Molab AS

Med hilsen Kystlab-PreBIO AS



Nikolai Lian
 Laboratorieingeniør Namdal

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

Side 2 av 2

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 flerbørstemarker.

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

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

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

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

V3.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. (2000) velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene (tabell V3.1).

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

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

Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

V.4.1 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.

V.4.2 Sensitivitet og tetthet

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

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

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

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

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

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

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

Sensitivetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: 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, $N_{0,1 m^2}$ står for antall individer pr. $0,1 m^2$. AMBI og DI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

V.4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

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

NQI-indeksen er gitt ved formelen

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

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

V.4.4 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 og V5.2).

Tabell V5.1 Resultater for VAR-1 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individtall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdi som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene 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 r «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	99	96	97,5	133		
N	455	395	425,0	850		
NQ11	0,889	0,888	0,889	0,895	0,972	0,987
H'	5,555	5,651	5,603	5,783	0,978	NO VALUE
J	0,838	0,858	0,848	0,820		
H'max	6,629	6,585	6,607	7,055		
ES100	45,480	46,870	46,175	47,000	0,952	0,963
ISI	10,339	10,696	10,517	10,848	0,854	0,873
NSI	26,257	26,322	26,289	26,287	0,843	0,843
DI	0,608	0,547	0,577	0,577		
		Tilstandsverdi:	0,918		0,920	0,916

Tabell V.5.2 Resultater for VAR-4 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 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	67	63	65,0	89		
N	833	228	530,5	1061		
NQ11	0,805	0,834	0,820	0,823	0,800	0,808
H'	5,167	5,018	5,093	5,317	0,865	0,915
J	0,852	0,840	0,846	0,821		
H'max	6,066	5,977	6,022	6,476		
ES100	38,260	40,850	39,555	40,330	0,869	0,879
ISI	10,628	10,866	10,747	10,686	0,867	0,864
NSI	26,430	25,210	25,820	26,167	0,827	0,839
DI	0,871	0,308	0,589	0,589		
		Tilstandsverdi:	0,853		0,846	0,861

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) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2013 (2015) ved stasjoner utenfor anleggssonen. Referanseverdier fra NS9410 (2016) er oppgitt i tabell V6.4.

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
ES₁₀₀	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) og Veileder 02:2013 (2015). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasser					
		I	II	III	IV	V	
		Svært god	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***	147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

* 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

*** For kobber gjelder klasse II årlig gjennomsnitt (AA-EQS) ved langtidsutslipp, mens klasse III gjelder maksimal tillatt verdi for klassen (MAC-EQS) ved korttidsutslipp, i henhold til Veileder M-608 (Anon 2016).

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

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

Vedlegg 7 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier for all fauna funnet ved lokalitet Varden er organisert taksonomisk i tabell V 7.1.

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	VAR-1 gr1	VAR-1 gr2	VAR-2 gr1	VAR-2 gr2	VAR-3 gr1	VAR-3 gr2	VAR-4 gr1	VAR-4 gr2	VAR-5 gr1	VAR-5 gr2
Polychaeta	1								1		
<i>Amaeana trilobata</i>	1	1		1							
<i>Amage auricula</i>	1	1	2	3	1						
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	9	12	4	6	4		16	1	4	4
<i>Ampharete sp.</i>	1	2	3	1	1		2	4		3	1
Ampharetidae	1	3	3	5	3	2		16	3	1	2
<i>Amphicteis gunneri</i>	3							1		2	
<i>Amphictene auricoma</i>	2		2	1		1					6
<i>Amphitrite cirrata</i>	3										1
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	59	39	94	77	1	1	20	5		
<i>Anobothrus gracilis</i>	2	1									
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1							52	1		
<i>Aphelochaeta sp.</i>	2	1		2	1				4	1	
Aphroditidae	2			1	1						
<i>Apistobranchus tullbergi</i>	2				1						
<i>Aricidea cerrutii</i>				1							
<i>Aricidea sp.</i>	1		2	1			1				1
<i>Chaetozone setosa</i>	4	4	1	1					1	3	
<i>Cirratulus cirratus</i>	4							5	3		4
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	2	4	2	2		2			2	1
<i>Dipolydora caulleryi</i>	5								1		
<i>Drilonereis filum</i>	2					2	2				
<i>Euchone rubrocincta</i>					1						

<i>Euchone sp.</i>	2	1		1	3				1	2	1
<i>Euclymeninae</i>	1				1						
<i>Eumida sp.</i>	1		1								
<i>Eunice pennata</i>	1							1	1		
<i>Eupolymnia nebulosa</i>	2	2	3								3
<i>Eupolymnia nesidensis</i>	1								1	1	
<i>Galathowenia oculata</i>	3	17	10	5	7		1	32	6	58	25
<i>Glycera lapidum</i>	1		2	2	4		2	20	4	1	
<i>Goniada maculata</i>	2		2				1				1
<i>Hauchiella tribullata</i>	1							4	1		
<i>Heteroclymene robusta</i>	1					1	1				
<i>Hydroides norvegicus</i>	1										3
<i>Isocirrus planiceps</i>				1							
<i>Jasmineira caudata</i>	2							16	17		
<i>Jasmineira sp.</i>	2	9	4	13	9	2	3	124	43		
<i>Psamthe fusca</i>	2							8	3		
<i>Lacydonia sp.</i>									1		
<i>Laonice sarsi</i>	1	1				1	1				
<i>Lumbriclymene cylindricauda</i>						6	2				
Lumbrineridae	2	9	4	14	3	7	10	20	7		
<i>Lysippe fragilis</i>		5		3	2	1		16			1
Maldanidae	2				1					1	
<i>Melinna albicincta</i>		10	8	10	6	9	3	9			
<i>Melinna elisabethae</i>	2										2
<i>Myriochele sp.</i>	2	5	1	2	5						
<i>Neoleanira tetragona</i>	3	1	1			1	1				
<i>Nephtys caeca</i>	2									4	2
<i>Nephtys hombergii</i>	2										1
<i>Nephtys sp.</i>	2	2	2	3			1				
<i>Nereimyra punctata</i>	4										2

<i>Nereiphylla lutea</i>		3		1	1						
<i>Nothria conchylega</i>	1	1		1				56	2	1	1
<i>Notomastus latericeus</i>	1	9	1	6	3	8	3	20	5	1	
<i>Owenia borealis</i>	2	29	18	5	4	1	2	51	15	22	8
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>	1			2			1				
<i>Paradoneis lyra</i>	2	1	1	6	2		3	16	6		
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	27	19	38	23	61	84	4	1		
<i>Paramphitrite tetrabanchia</i>	1										3
<i>Parexogone hebes</i>	1			1				8	1		
<i>Pectinaria belgica</i>	2					1					
<i>Pherusa sp.</i>	2					1					
<i>Pholoe baltica</i>	3	22	23	18	21	17	3	32	8	6	5
<i>Pholoe pallida</i>	1	4		4	3	1	4				
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	3									2	1
Phyllodocinae	3								2		
<i>Phylo kupfferi</i>		1				1					
<i>Pista cristata</i>	2		2					4			
<i>Poecilochaetus serpens</i>					1						
<i>Polycirrus medusa</i>	1									1	
<i>Polycirrus norvegicus</i>	4	2	1	1				4	1		2
<i>Polycirrus plumosus</i>	2										1
<i>Polycirrus sp.</i>	1		1								
<i>Polydora sp.</i>	4	1	2	8	1	6	30	8	1	1	
Polynoidae	2	2		1		1	2		2		4
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	4	1								
<i>Prionospio cirrifera</i>	3			2	2		1	28	11	1	
<i>Prionospio dubia</i>	1	1		2	1	2					
<i>Prionospio fallax</i>	2				2						
<i>Prionospio sp.</i>	3	3									

<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	1	2							2	
<i>Pterolysippe cf vanelli</i>	1	5	11	13	4	6	1	4			
<i>Rhodine loveni</i>	2				3		6				
<i>Rhodine sp.</i>	1	1		1	1						
<i>Sabella pavonina</i>								12			
Sabellidae	2	11	9	1	11	4		12	1		1
<i>Samytha sexcirrata</i>	1	3	1		1						
<i>Scolelepis sp.</i>	1					1					
<i>Scoloplos armiger</i>	3									1	
Siboglinidae	1		1								
<i>Sosane sulcata</i>	1			1	1					1	
<i>Sosane wireni</i>	1			3	3						
<i>Sphaerodorum cf gracilis</i>	2		1								
Spionidae	3								1		
<i>Spiophanes bombyx</i>	2							12		2	3
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3		1	2	1				2	4	4
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1				1						
<i>Sthenelais limicola</i>	1		2							4	4
<i>Streblosoma intestinale</i>	1	1			3					1	1
Syllidae	2								3		1
Terebellidae	1		2					8	2	1	5
<i>Terebellides cf. stroemii</i>	2	1	1	2				2			1
<i>Terebellomorpha</i>		3	3	2	1			4	1	1	1
<i>Tharyx killariensis</i>	2		9	2	1		3				2
<i>Trichobranthus glacialis</i>	1		1								
<i>Trichobranthus roseus</i>	1	1	2	5						1	
Bivalvia	1	1		1			1				
<i>Abra nitida</i>	3	1		1		8	18				
<i>Abra prismatica</i>	1									3	
<i>Adontorhina similis</i>	2	1	2	4	1					2	2

<i>Astarte sulcata</i>	1	1	3	8	7	6	4	1	1	4	
<i>Axinulus croulinensis</i>	1	5	9	9	31		4	4			2
<i>Bathyarca pectunculoides</i>	1	3	1		3	4	2	4	1		
<i>Cardiomya costellata</i>	1				1						
<i>Cuspidaria cuspidata</i>	2				1					1	1
<i>Ennucula tenuis</i>	2		1								
<i>Kelliella miliaris</i>	3				5	6	3				
<i>Limatula gwyni</i>	1		1						3		
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	22	25	34	39	17	8			8	7
<i>Modiolula phaseolina</i>	1	1		1							1
<i>Nucula tumidula</i>	2	1				4					
<i>Parvicardium minimum</i>	1		2	1	4	2	3				
<i>Phaxas pellucidus</i>	2		1								1
<i>Similipecten similis</i>	1	1	3	1		1					
<i>Thracia sp.</i>	2							1		7	3
<i>Thyasira biplicata</i>		1									
<i>Thyasira equalis</i>	3	3	11	2	4	1	4				
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	2	2					4	3	15	7
<i>Thyasira obsoleta</i>	1	16	16	10	13		3				
<i>Timoclea ovata</i>	1	1		1	1	1		4		4	1
<i>Yoldiella nana</i>	3	5	1	2	2	3	1				
<i>Yoldiella philippiana</i>	1	5	1	3	4	2				1	
<i>Admete viridula</i>				1							
<i>Curtitoma trevelliana</i>				1						1	2
<i>Cylichna cylindracea</i>	2	1	1	1						3	2
Eulimidae		1	1							1	
<i>Euspira montagui</i>	2							4		1	2
<i>Lepeta caeca</i>									1		
Opisthobranchia			1								

<i>Philine sp.</i>	2		1	1					1	1	1
<i>Propebela sp.</i>							1				
Prosobranchia	1		1	1			1	8	1		
<i>Puncturella noachina</i>				1				4	7		
<i>Retusa umbilicata</i>	4	3	1								
Rissoidae							1				
<i>Scaphander sp.</i>				1							
Polyplacophora	1			2					4		
<i>Leptochiton alveolus</i>				1							
<i>Leptochiton asellus</i>	1							16	9		
Scaphopoda	2	2									
<i>Antalis entalis</i>	1	1	1					1		3	4
<i>Entalina tetragona</i>	1				3	3	2			2	
<i>Pulsellum lofotense</i>			1	3	2	2				1	
Caudofoveata	2	7	11	5	4	3	2			3	6
<i>Scutopus ventrolineatus</i>	2	1	4			1	3				
Solenogastres					1						
<i>Neomenia carinata</i>		1			1						
Amphipoda	2	2			2		1	4	1	1	
<i>Ampelisca aequicornis</i>	1							12	2		1
<i>Ampelisca sp.</i>	1		1								
Ampeliscidae		2		4	2		1	4			
<i>Cheirocratus sp.</i>	1									1	
<i>Dyopedos porrectus</i>				1							
<i>Eriopisa elongata</i>	2		1				7				
<i>Haploops setosa</i>	1				1						
<i>Harpinia sp.</i>	3			2	3	1	2	4		4	3
<i>Hippomedon denticulatus</i>	1									1	
<i>Liljeborgia fissicornis</i>	1		2	1							
Lysianassidae	1									1	1

<i>Medicorophium affine</i>										1	
<i>Monoculodes sp.</i>	1			2							
<i>Nicippe tumida</i>	1				2						
<i>Nototropis nordlandicus</i>		1		1		1					
<i>Paraphoxus oculatus</i>	2							4	1		
<i>Perioculodes longimanus</i>	2		1								
Photidae										3	
<i>Tryphosites longipes</i>	1							4		1	
<i>Urothoe elegans</i>											1
<i>Westwoodilla caecula</i>	1	1		1	1						
Cumacea	1	2				1	2				
<i>Brachydiastylis resima</i>	2				1	1					
<i>Diastylis cornuta</i>	1		3		1						
<i>Diastylis sp.</i>	1					1					
<i>Diastylodes biplicatus</i>	1	12	2	19	10		4				1
<i>Eudorella emarginata</i>	3						1				
<i>Eudorella truncatula</i>	2			2	2						
Paguridae	1		1							1	
<i>Natanolana borealis</i>	1		1						1		
Tanaidacea	1	1	1		1						
<i>Apseudes spinosus</i>	1						3				
<i>Macrocypris minna</i>	1			2	2						
Ophiuroidea	2	1		2	3	5	2				
<i>Amphipholis squamata</i>	1	2	2	3	2	2	5				
<i>Amphiura chiajei</i>	2	11	11	6	2	3	8				
<i>Amphiura filiformis</i>	3	4	7	3	2					4	1
<i>Ophiocten affinis</i>	3		2								
<i>Ophiura robusta</i>	2		1								
<i>Ophiura sarsii</i>	2			4							

<i>Ophiura sp.</i>	2	6	2	4	3	10	1				
Regularia	1		1	2	1				1		
<i>Echinocardium flavescens</i>	1							1			
<i>Echinocardium sp.</i>	3				1						
<i>Echinocyamus pusillus</i>	1										1
<i>Labidoplax buskii</i>	2	1	2		1			24	1	11	6
<i>Leptosynapta decaria</i>				1				4	4	1	3
<i>Panningia hyndmani</i>		1	1	3	1	1					
<i>Pseudothyone raphanus</i>		4	6	4	12			12		3	2
<i>Thyone fusus</i>		4	2	4	6	1		4	1		1
Molgulidae		1		1			1	4			
Actinaria	1										1
<i>Cerianthus lloydii</i>	3	1				1					
<i>Paraedwardsia arenaria</i>	3	13	9	27	8						
Nemertea	3	1		1		1		5			
<i>Phoronis muelleri</i>	2		4								
Sipuncula	2	4	4	4	4	4	1	20	1	1	1
<i>Nephasoma minutum</i>	2					25	3				
<i>Onchnesoma squamatum</i>	1	1		1		1					
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	1	3	2	9	5	12	7				
<i>Phascolion strombus strombus</i>	2	1		1	2	4	2		2		
<i>Paranaitis katoi</i>			1								
Stegocephalidae indet		1									
<i>Campylaspis sp</i>		1			1						
Serpulidae indet		2	1	3	1			1	2	1	
<i>Calliostoma zizyphinum</i>		1									
Paraonidae indet		1	1								

<i>Leptochiton sp</i>				3				12	7		
<i>Dacrydium sp</i>				1							
<i>Oenopota cancellata</i>					1						
<i>Echiurus echiurus</i>							1				
<i>Pseudomystides limbata</i>								4			
<i>Asclerocheilus cf intermedius</i>								4			
<i>Raphitoma maculosa</i>								4			
<i>Pseudoclymene quadrilobata</i>								1			
<i>Ampelisca spinipes</i>								1			
<i>Orbiniidae indet</i>									1		
<i>Petta pusilla</i>									1		
Eunicidae indet									1		
<i>Proclymene muelleri</i>										1	
<i>Anonyx sp</i>										1	
Nematoda		6	4	16	13	17	29	112	29		
Calanoida						1					
Foraminifera					1						
Egg/Eggmasse										1	
Caprellidae		2									
Decapoda indet juv		1		1							
Hyperiidae					1						
Bivalvia juv											3

Vedlegg 8 – CTD rådata

Sal.	Temp	O ₂ %	mg/l	F (µg/l)	Dyp (m)
31,62	13,686	86,84	7,43	7,49	0,18
31,73	13,683	87,37	7,47	0,46	0,87
31,75	13,684	87,71	7,5	0,45	1,01
31,75	13,681	88,38	7,56	0,45	0,78
31,74	13,683	87,93	7,52	0,45	0,37
31,78	13,683	90,03	7,7	0,47	0,5
31,85	13,683	88,98	7,61	0,47	1,37
31,89	13,683	89,78	7,68	0,46	1,09
31,96	13,683	90,37	7,73	0,46	1,28
31,99	13,683	92,49	7,91	0,52	1,82
32,02	13,681	90,78	7,76	0,56	2,56
32,09	13,681	90,74	7,76	0,68	3,73
32,09	13,679	90,47	7,74	0,84	4,88
32,09	13,678	90,65	7,76	0,98	5,62
32,11	13,669	90,6	7,75	1,06	6,68
32,13	13,666	90,83	7,77	1,05	7,36
32,16	13,659	90,81	7,77	1,08	8,44
32,19	13,653	90,83	7,77	0,99	9,37
32,23	13,631	90,96	7,79	0,98	10,46
32,24	13,581	90,68	7,76	1,09	11,93
32,26	13,568	90,84	7,78	1,03	13,38
32,25	13,567	90,59	7,76	1,1	14,36
32,25	13,567	91,21	7,81	1,03	15,61
32,27	13,552	90,68	7,77	1,05	16,72
32,32	13,514	90,91	7,79	0,97	17,73
32,32	13,482	90,63	7,77	0,94	18,74
32,33	13,446	90,69	7,78	0,9	20,4
32,38	13,429	90,52	7,76	0,84	22,35
32,4	13,4	90,51	7,77	0,71	24,29
32,42	13,357	90,59	7,78	0,68	25,87
32,48	13,344	90,62	7,78	0,6	27,25
32,5	13,334	90,48	7,77	0,61	28,43
32,5	13,327	90,25	7,75	0,58	29,47
32,51	13,316	90,25	7,75	0,68	30,74
32,52	13,299	90,48	7,77	0,56	31,65
32,95	13,276	90,29	7,76	0,49	32,3
33,12	13,255	90,04	7,74	0,48	33,36
33,22	13,235	89,87	7,73	0,43	34,74
33,33	13,231	89,94	7,73	0,43	36,34
33,51	13,232	89,88	7,73	0,43	37,56
33,58	13,236	89,79	7,72	0,46	39,09
33,73	13,239	89,7	7,71	0,4	40,77
33,79	13,241	89,86	7,72	0,39	41,7

33,84	13,244	89,8	7,72	0,4	42,4
33,91	13,25	89,59	7,7	0,35	44,04
34,01	13,235	89,61	7,7	0,3	45,85
34,12	13,208	89,54	7,7	0,27	47,59
34,15	13,181	89,72	7,71	0,23	49,2
34,15	13,114	89,55	7,71	0,22	50,93
34,23	13,076	89,45	7,71	0,22	52,68
34,26	13,063	89,39	7,7	0,23	54,47
34,25	13,038	89,3	7,7	0,22	56,26
34,26	13,006	89,23	7,7	0,2	58,12
34,28	12,278	87,98	7,69	0,12	59,89
34,32	11,755	87,43	7,72	0,12	61,57
34,35	11,614	86,73	7,68	0,1	63,11
34,4	11,359	86,13	7,66	0,09	64,59
34,45	11,025	85,52	7,65	0,08	66,03
34,59	10,819	85	7,64	0,07	67,5
34,65	10,537	84,48	7,63	0,07	68,94
34,69	10,379	84,11	7,62	0,08	70,51
34,7	10,274	83,67	7,6	0,07	72,09
34,7	10,147	83,28	7,58	0,06	73,7
34,74	9,963	82,9	7,57	0,06	75,37
34,71	9,749	82,52	7,57	0,05	77,14
34,75	9,666	82,3	7,56	0,07	78,87
34,75	9,608	82,08	7,55	0,05	80,58
34,78	9,491	82,1	7,57	0,09	82,23
34,78	9,437	81,93	7,56	0,05	83,65
34,8	9,421	81,55	7,53	0,05	84,96
34,83	9,408	81,56	7,53	0,05	86,38
34,86	9,385	81,29	7,51	0,05	88,01
34,89	9,321	81,21	7,51	0,04	89,69
34,93	9,236	80,9	7,5	0,05	91,37
34,96	9,19	80,73	7,49	0,04	92,94
34,99	9,105	80,68	7,49	0,04	94,22
35,01	8,892	80,37	7,5	0,03	95,69
35,02	8,758	80,21	7,5	0,03	97,1
35,03	8,715	80,01	7,49	0,04	98,64
35,04	8,677	79,81	7,48	0,03	100,21
35,06	8,655	79,6	7,46	0,03	101,86
35,05	8,644	79,63	7,46	0,03	103,49
35,05	8,632	79,59	7,46	0,03	105,13
35,06	8,61	79,35	7,44	0,03	106,69
35,06	8,562	79,44	7,46	0,03	108,2
35,07	8,531	79,24	7,44	0,03	109,5
35,07	8,509	79,02	7,43	0,03	111,07
35,04	8,49	79,07	7,43	0,03	112,67
35,05	8,445	79,18	7,45	0,03	114,26

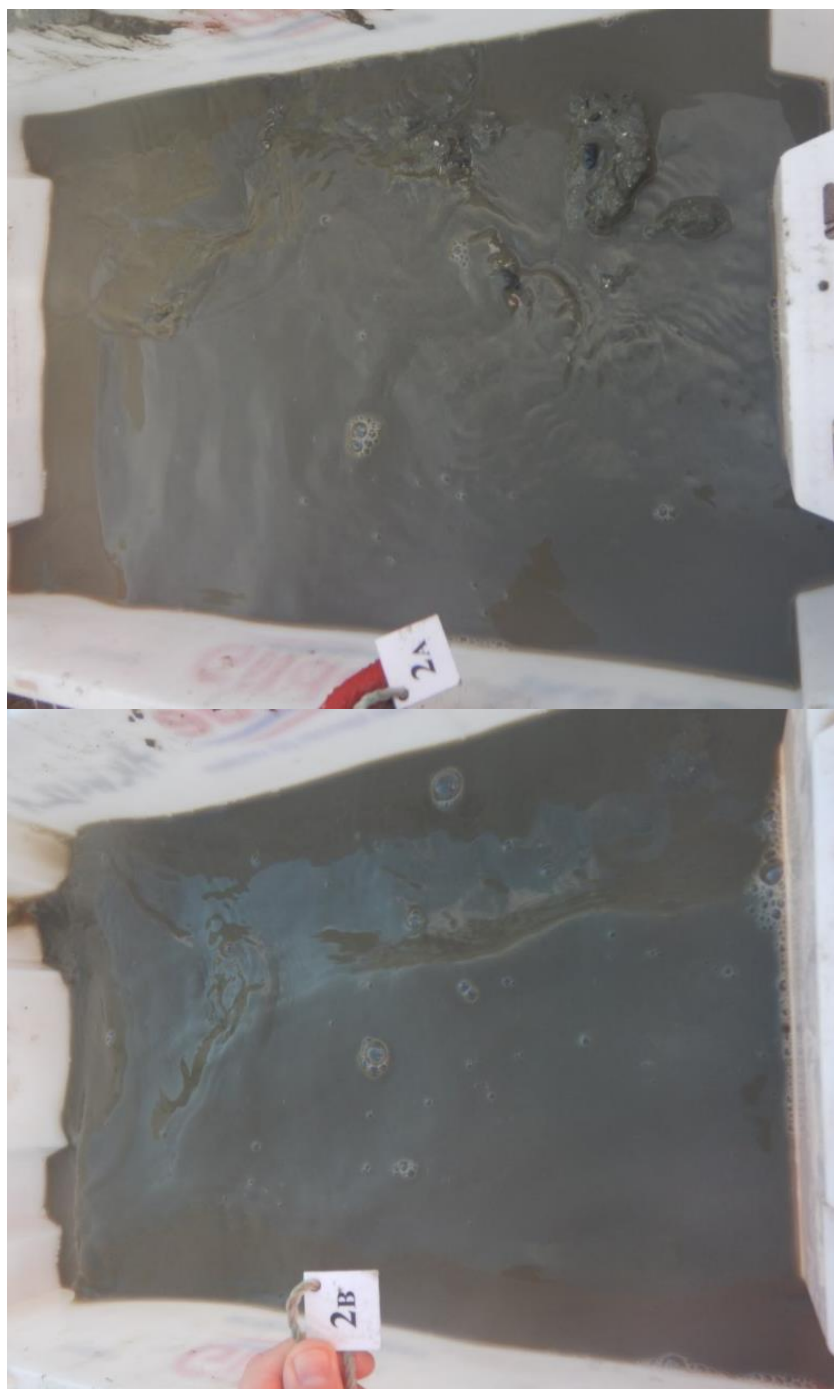
35,04	8,392	78,97	7,44	0,03	115,8
35,04	8,334	78,88	7,44	0,03	117,35
35,03	8,302	78,73	7,43	0,03	118,91
35,04	8,261	78,72	7,43	0,03	120,48
35,01	8,225	78,72	7,44	0,02	122,03
34,99	8,197	78,78	7,45	0,02	123,56
34,93	8,18	78,75	7,45	0,02	125,09
34,91	8,168	78,84	7,46	0,02	126,59
34,84	8,164	78,9	7,46	0,02	127,97
34,8	8,158	79,12	7,48	0,03	128,98
34,78	8,149	79,05	7,48	0,04	130,26
34,75	8,141	79,35	7,51	0,03	130,48

Vedlegg 9 – Bilder av sediment

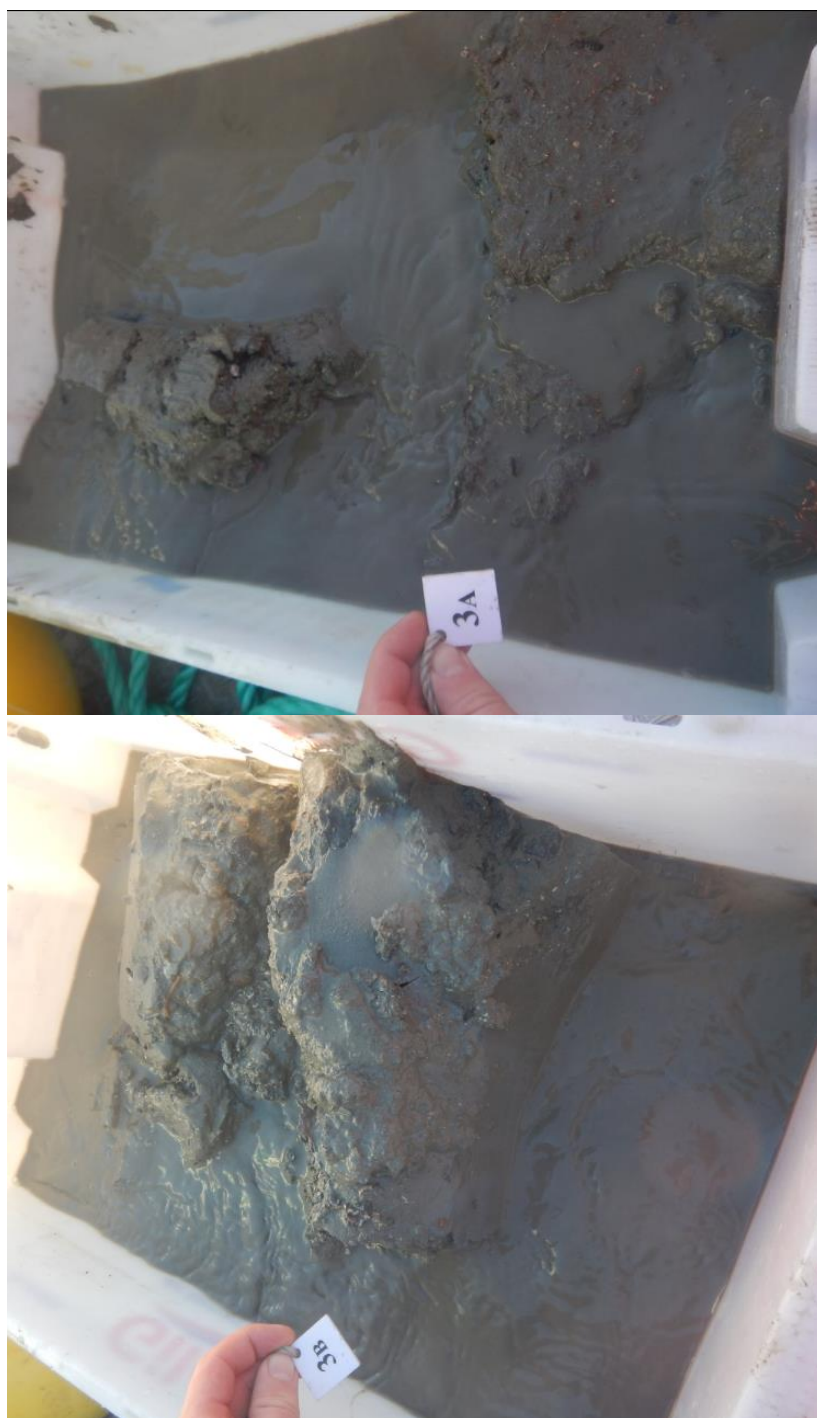
Det ble tatt bilder av sedimentet fra to hugg per stasjon (med unntak av VAR-4) etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (figur V.9.1 – V.9.5).



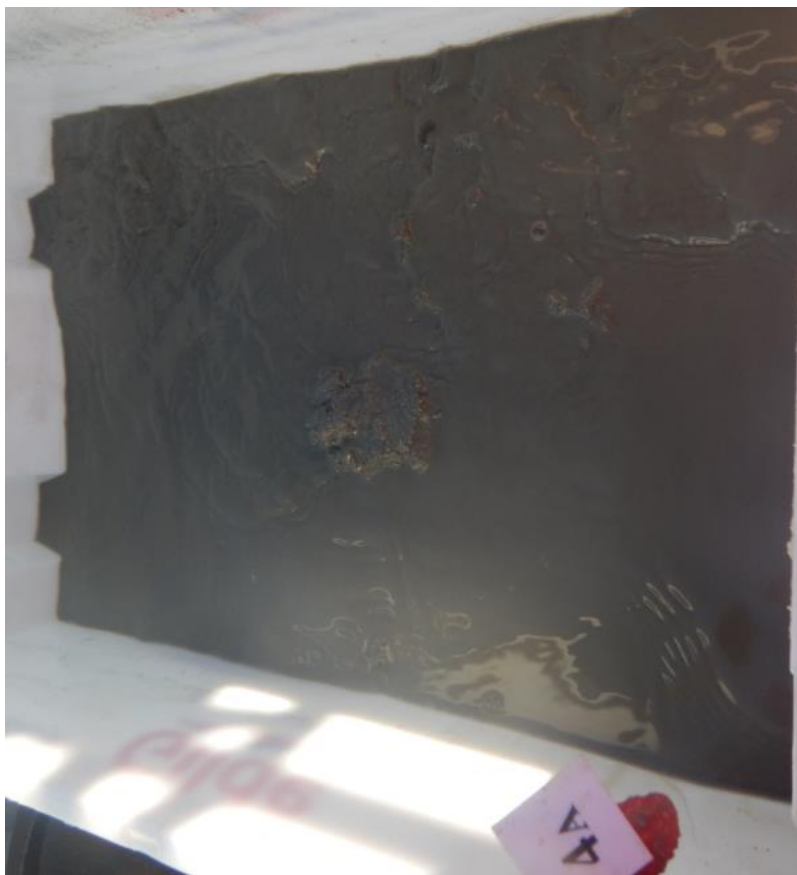
Figur V.9.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



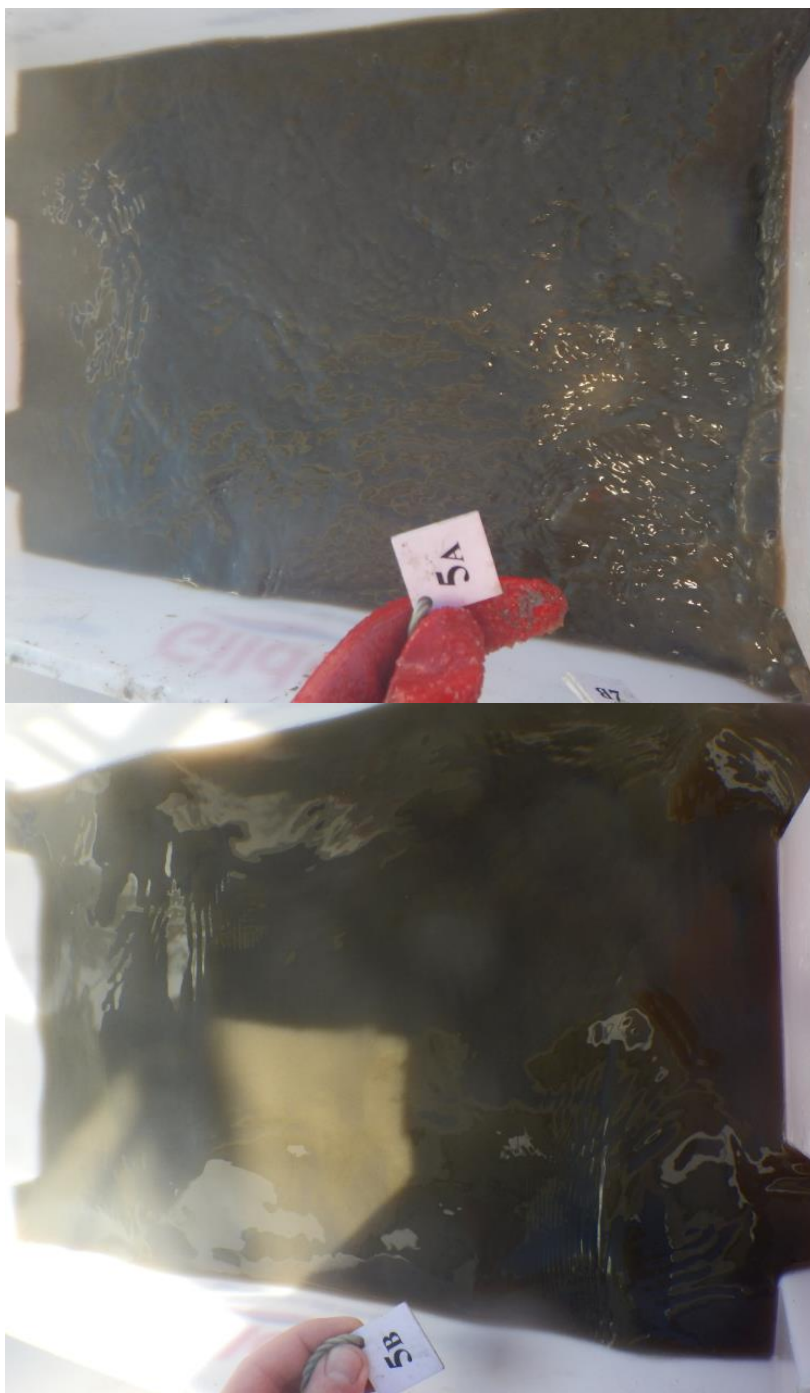
Figur V.9.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V.9.3 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V.9. 4 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V.9.5 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.