

C-undersøkelse

NS9410:2016

ASC-undersøkelse

ASC Salmon Standard - Version 1.0 2012
for lokalitet

Krabbholmen I & II



Feltarbeid: 09.03.2016

Oppdragsgiver: Salmar Farming AS

Informasjon oppdragsgiver:			
Rapportnummer:	MCR-M-16061	Lokalitet:	Krabholmen I & II
Lokalitetsnummer:	33177	GPS, senter av anlegg:	63°56.29 N / 09°52.595 Ø
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Åfjord
MTB-tillatelse:	3120 tonn	Driftsleder:	Alf Håkon Skjervik
Dato undersøkelse:	09.03.2016	Dato rapport:	08.07.2016
Oppdragsgiver:	Salmar Farming AS		
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		

Hovedresultat fra C-undersøkelse (NS9410:2016):								
Stasjoner Parameter		1	2	3	4	5	6	7
GPS (prøvestasjoner):		N 63° 56.423 Ø 09° 53.415	N 63° 56.530 Ø 09° 53.443	N 63° 57.402 Ø 09° 53.901	N 63° 56.226 Ø 09° 53.341	N 63° 56.735 Ø 09° 52.883	N 63° 56.598 Ø 09° 52.435	N 63° 56.946 Ø 09° 52.498
Fauna (resultat + Veileder 02:2013-tilstandsklasse)	Antall arter:	53	95	50	30	16	80	80
	Antall individ:	1048	1024	412	1909	2242	974	844
	NQI 1:	-	0,805 (TK II)	0,743 (TK II)	0,447 (TK IV)	-	0,775 (TK II)	0,752 (TK II)
	Shann.Wien. (H') SW, tilst.klasse:	-	5,041 (TK I)	3,927 (TK II)	1,332 (TK IV)	-	4,071 (TK II)	4,346 (TK II)
	Jevnhet (0-1):	0,542	0,794	0,696	0,271	0,067	0,644	0,687
	Hurl.ind.(ES n=100) Hurl., tilst.klasse:	-	36,67 (TK I)	28,77 (TK II)	6,687 (TK IV)	-	29,29 (TK II)	29,96 (TK II)
	ISI:	-	9,599 (TK II)	10,61 (TK I)	7,959 (TK II)	-	9,693 (TK I)	10,02 (TK I)
	NSI:	-	22,926 (TK II)	22,829 (TK II)	9,524 (TK V)	-	19,724 (TK III)	21,313 (TK II)
	DI:	-	0,659 (TK IV)	0,264 (TK I)	0,93 (TK V)	-	0,637 (TK IV)	0,575 (TK III)
	Miljøtilst. 9410/ MOM-tilstand:	Miljøtilstand 1	-	-	-	Miljøtilstand 3	-	-
Normal · TOC	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	26,3 (TK II)	29,7 (TK III)	19,8 (TK I)	24,5 (TK II)	18,0 (TK I)	20,1 (TK II)	23,2 (TK II)
Element (resultat + TA- 2229/2007)	Zn,(mg/kg TS): Zn, tilst.klasse:	67,3 (TK I)	51,2 (TK I)	47,0 (TK I)	74,2 (TK I)	60,4 (TK I)	50,2 (TK I)	63,6 (TK I)
	P (mg/kg TS): P, kommentar:	1320	1300	880	1350	1050	1100	1250
	Cu (mg/kg TS) Cu, tilst.klasse:	20,0 (TK I)	17,4 (TK I)	14,7 (TK I)	30,3 (TK I)	18,4 (TK I)	16,4 (TK I)	21,9 (TK I)
	Kjeldahl- Nitrogen (mg N/kg)	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a
	TOM, glødetap (% av TS)	i.a	i.a	i.a	i.a	i,a	i,a	i.a
Oksygen	Målt verdi (mg/l): O ₂ , tilst.klasse:	i.a	7,5 (TK I)	i.a	i.a	i.a	7,7 (TK I)	i.a
Sedimentkarakteristikk (% finfraksjon):		73	49	81	85	29	75	89

Tittel	C-undersøkelse for Krabbholmen I & II med ASC-undersøkelse
Rapportnummer	MCR-M-16061- Krabbholmen I & II -0316
Rapportdato	08.07.2016
Dato feltarbeid	09.03.2016
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse
-	-
Lokalitet	
Lokalitet	Krabbholmen I & II, Åfjord, Sør-Trøndelag
Lokalitetsnummer	33177
Oppdragsgiver	
Selskap	Salmar Farming AS
Kontaktperson	Alf Håkon Skjervik Alf.hakon.skjervik@salmar.no
Oppdragsansvarlig	
Selskap	Åkerblå AS 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052
Ansvarlig prøvetaking	Elise Skottene
Rapportansvarlig	Arild Kjerstad arild@akerbla.no
Forfatter (e)	Martin Mejdell Hektoen
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø dagfinn@akerbla.no 

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Krabbholmen I & II. Formålet med C-undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser. C-undersøkelsen er også en del av en ASC-undersøkelse. ASC-undersøkelsen er presentert i kapittel 5.

Krabbholmen består av to nærliggende anlegg, Krabbholmen I og Krabbholmen II, der Krabbholmen II ligger omtrent 250 m sørøst for Krabbholmen I.

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS 9410, samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (Anon 2013) ved Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet. Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Trondheim, 08.07.2016

Sammendrag

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse og en ASC undersøkelse ved lokaliteten Krabbholmen I & II i Åfjord, Sør-Trøndelag.

Totalt sett viste C-undersøkelsen at faunaen ved stasjonene KRA-5, og delvis KRA-4, ser ut til å være sterkt påvirket av oppdrettsvirksomheten. Verdiene for TOC, fosfor, Eh, sink og kobber gjenspeiler situasjonen i bunnfaunaen, men gir heller inntrykk av en frisk lokalitet. Grabbprøvene ved stasjon KRA-5 var for øvrig ikke akkreditert grunnet lavt volum, noe som sannsynligvis kan ha hatt betydning for resultatene. KRA-4 var en stasjon satt i overgangssonen, likevel virker bunnfaunaen mer preget av oppdrettsvirksomheten ved KRA-4 enn ved KRA-1, satt i anleggssonen. Selv om KRA-4 ligger i hovedstrømretningen er disse resultatene noe overraskende, siden området rundt KRA-4 er noe grunnere enn området rett under anlegget, og de organiske partiklene har da blitt brakt opp en slak skråning med strømmen.

De resterende stasjonene i ytterkant av overgangssonen og i overgangssonen, KRA-3 og KRA-7(C2) samt KRA-2 og KRA-6 (C3), framstod som tilnærmet naturlige, uten større tegn til organisk belastning.

ASC vurdering.

Stasjonene KRA-1 og KRA-5 var satt innenfor AZE, og begge stasjonene ble godkjent ut i fra ASC Salmon Standard. Det burde bemerkes at KRA-5 fikk godkjent siden et par arter ble funnet ved denne stasjonen, som ikke ble funnet ved referansestasjonen KRA-7, men siden KRA-7 er tatt mer enn dobbelt så dypt som KRA-7 forventer man uansett å finne forskjellige arter ved disse lokalitetene. Stasjonene KRA-2, KRA-3, KRA-6 og KRA-7 oppfyller kravet for bunndyr utenfor AZE. KRA-4 derimot hadde en svært lav diversitet og er ikke godkjent ut i fra kravene satt i ASC Salmon Standard.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	7
2 Materiale og metode.....	9
2.1 Område og prøvestasjoner.....	9
2.2 Fauna-, kjemi-, geologi- og hydrografimålinger	11
2.3 Produksjon	13
3 Resultater fra C-undersøkelsen.....	15
3.1 Bunnnyrsanalyse	15
3.1.1 KRA-1	15
3.1.2 KRA-2	17
3.1.3 KRA-3	19
3.1.4 KRA-4	21
3.1.5 KRA-5	23
3.1.6 KRA-6	24
3.1.7 KRA-7	26
3.2 Samlet resultat nEQR.....	28
3.3 Hydrografi.....	29
3.4 Sediment – Sensoriske vurderinger, kornfordeling, pH og redokspotensiale	31
3.5 Sediment – Totalt organisk karbon (TOC), Total nitrogen (TN), fosfor, sink og kobber	33
4 Oppsummering og vurdering av miljøtilstand	35
4.1 Prøvestasjoner	35
4.2 Total tilstand ved lokaliteten og øvrige kommentarer.....	36
4.3 Undersøkelsesfrekvens.....	37
5 ASC-Undersøkelse.....	38
5.1 Innledning	38
5.2 Materiale og metode.....	39
5.3 Resultater	39
5.4 Diskusjon	40
6 Sammenligning av C-undersøkelse for Krabbholmen II fra 2013 og 2016.....	42
6.1 Klassifisering av bunnfauna fra 2013 og 2016.....	42
6.2 Geometriske klasser	42
6.3 Hydrografi.....	44
6.4 Sediment - Kornfordeling	44
6.5 Sediment – Totalt organisk karbon (TOC), fosfor, sink og kobber	45
6.6 Sediment - pH og Redokspotensial (Eh), sensoriske vurderinger.....	46
6.7 Konklusjon fra sammenligning av undersøkelser	46
7 Referanser	47
8 Vedlegg	48
Vedlegg 1 - Indeksbeskrivelser	48
Vedlegg 2 - Referansetilstander med tilhørende tilstandsklasser.....	52
Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad (NSI).....	54
Vedlegg 4 - Feltlogg (MOM B parametere).....	56
Vedlegg 5 - Artsliste for bunnfauna.....	59
Vedlegg 6 - Indekser for stasjoner i anleggssonen.....	68
Vedlegg 7 - CTD Data	70
Vedlegg 8 - Analysebevis	74

1 Innledning

En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende undersøkelser av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske parametere (hydrografi, sediment, miljøgifter). 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.

Miljøforholdene er avgjørende for antall arter og antall individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av individer blant disse artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. 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 forurensningstolerante (forurensningsindikerende) flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne.

De fleste former for liv i sjøen er avhengig av oksygeninnholdet 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 biologisk aktivitet. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og lavt reduksjonspotensiale (lav Eh) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og glødetap (TOM). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber) og fosfor i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er påvirket av eventuell kilde til forurensing.

Miljøundersøkelser i forbindelse med oppdrett skal gjøres med utgangspunkt i NS 9410:2016. I denne standarden står det at stasjonen for overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1) skal klassifiseres ut i fra arts- og individantall. Stasjoner i overgangssonen (C3) og i ytterkant av overgangssonen (C2) skal vurderes ut ifra diversitets og sensitivtetsindekser som beskrevet i veileder 02:2013 (Anon, 2013).

Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder (Anon, 2013). Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivtetsindeksene; Shannon-Wieners (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. Miljøkvaliteten i et område vil dermed kunne vurderes med utgangspunkt i disse

tilstandsklassene. 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 andre resultater, for at konklusjonene skal bli korrekte. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnfauna (Molvær et al. 1997 og Veileder 02:2013).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB) på lokaliteten (NS 9410:2016). Stasjonsplasseringen deles i tre forskjellige typer, C1, C2 og C3 med beskrivelse som følger; C1: Stasjonen plasseres i overgang mellom anleggssone og overgangssone mot den delen av anlegget som har størst påvirkning. C2: Stasjonen plasseres i ytterkant av overgangssonen i representativt område. C3: Plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømrøtning og bunntopografi. Ved skrånende bunn legges det stasjon ved bunnen av skråning. Antall stasjoner for C3 avhenger av størrelse på lokaliteten. Tidspunkt for prøvetaking bør være i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og fram til to måneder etter utslakting. C-undersøkelse skal utføres etter første generasjon på en lokalitet, mens minimumskravet til frekvens for undersøkelser bestemmes av tilstandsklassen som ble gitt ved foregående undersøkelse (Tabell 1.1).

Tabell 1.1 Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser.

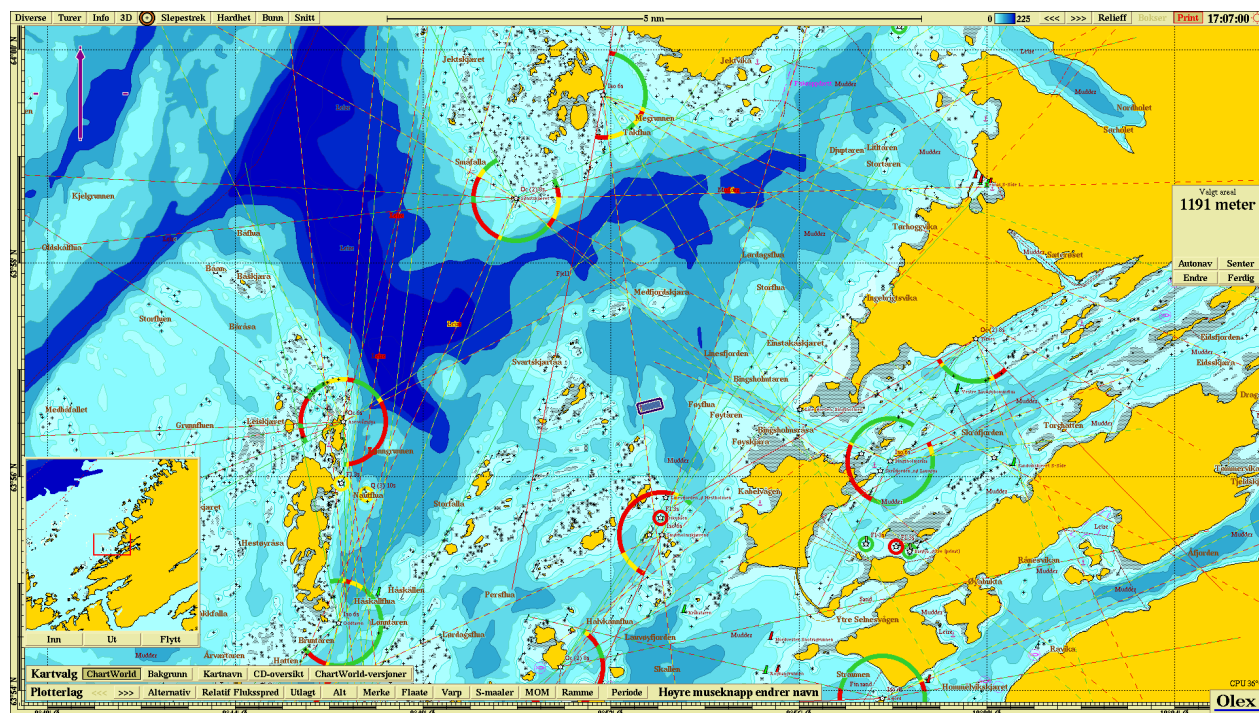
Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat	x		
	Svært god eller god			x
Samlet for C3, C4, osv.	Moderat		x	
	Svært god eller god			x

I tillegg til krav om C-undersøkelse som stilles i NS 9410:2016 kan det for den enkelte lokalitet finnes andre pålegg om C-undersøkelse, for eksempel i utslippstillatelsen.

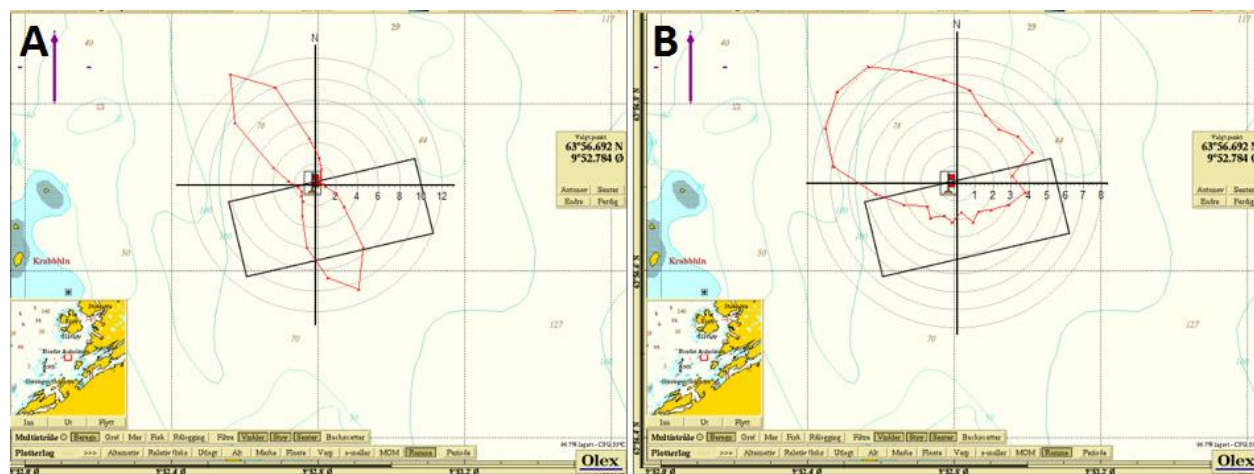
2 Materiale og metode

2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Krabbholmen I & II ligger i Linesfjorden i Åfjord, Sør-Trøndelag. Anlegget ligger utenfor øya Lauvøya utenfor Skråfjorden. Lokaliteten består av to anlegg; Krabbholmen I og II, der Krabbholmen II ligger omtrent 250 m sørøst for Krabbholmen I. Rett under Krabbholmen I er dybden omtrent 70 m, mens under Krabbholmen II er dybden omtrent 120 m (Figur 2.1.1). Strømmålinger for området viser at hovedstrømsretningen går mot nordvest-sørøst i vannmassene, mens bunnstrømming går svakt nordvest (Figur 2.1.2).

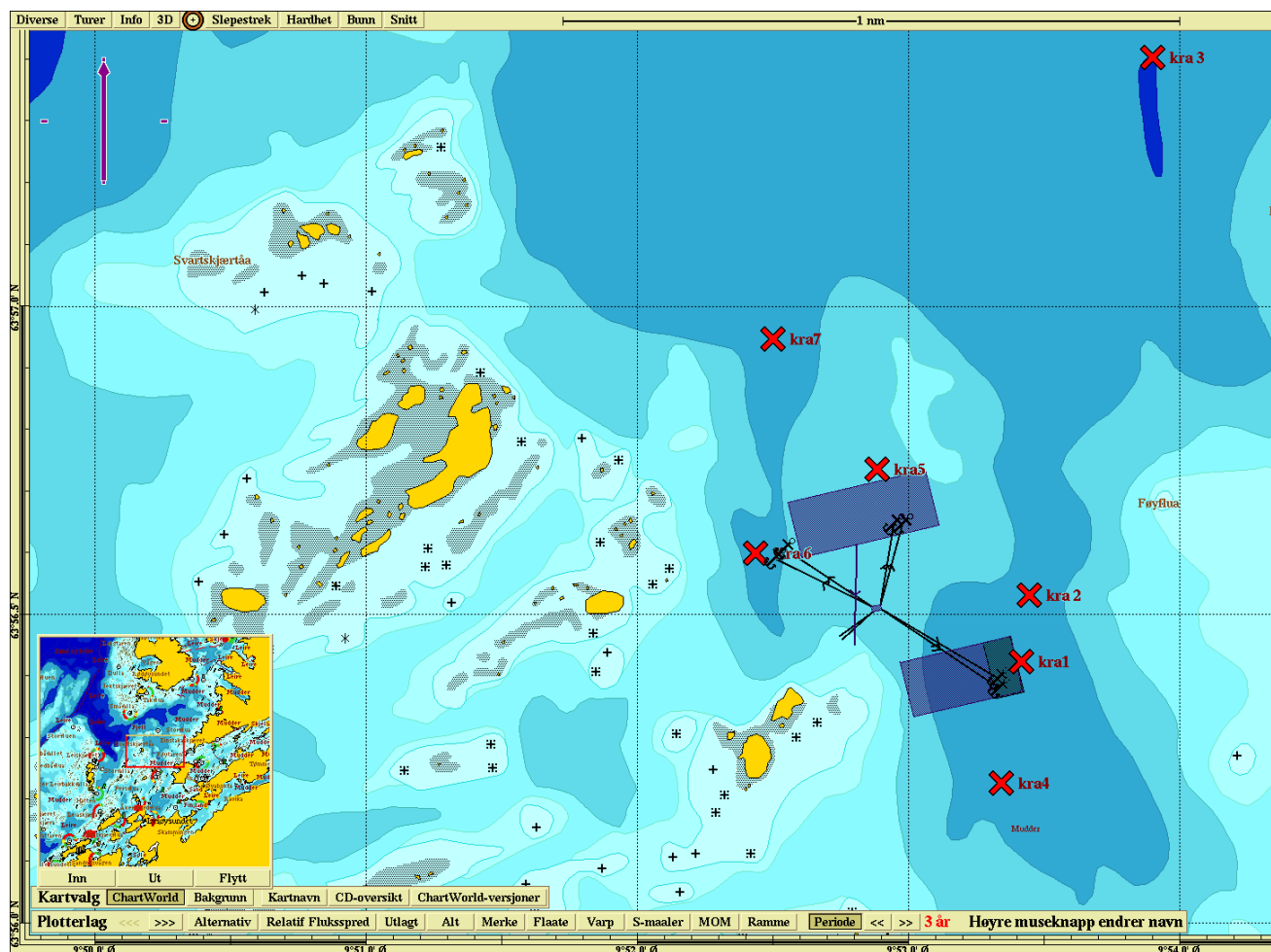


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten. Anleggene er merket med blå firkant/flagg.



Figur 2.1.2 Strømforhold og hovedstrømsretning. A, hovedstrømsretning på 34 m; B, hovedstrømsretning på 69 m.

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av tidligere undersøkelser, produksjon, bunntopografi, bunnhardhet, strømforhold og undersøkelsens art (NS 9410, ASC). KRA-1 er plassert inn mot rammen mot dypeste del av anleggsområde til Krabbholmen I, KRA-2 er plassert ca. 130 meter fra nordøst for anlegget, stasjon KRA-3 er plassert 1420 m nordøst for anlegget, stasjon KRA-4 er plassert omtrent 250 m sør for anlegget, stasjon KRA-5 er plassert inn mot rammen til Krabbholmen II, stasjon KRA-6 ca. 120 m vest for anlegget og stasjon KRA-7 er plassert omtrent 500 m nord for anlegget (Figur 2.1.3; Tabell 2.1.1). Det ble tatt to stasjoner i nærheten med betegnelsen C1, KRA-1 og KRA-5, det ble tatt to stasjoner i ytterkanten av overgangssonen med betegnelsen C2, KRA-3 og KRA-7, og det ble tatt tre stasjoner i overgangssonen med betegnelsen C2, KRA-2, KRA-4 og KRA-6.



Figur 2.1.3 Plassering av lokaliteten med bunntopografi og stasjonsplassering.

Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonene beskrives i NS9410 som Anleggssone (C1), Overgangssone/fjernsone (C2), Overgangssone (C3). I ASC beskrives stasjonene som innenfor Allowable Zone of Effect (AZE), referansestasjon (R-AZE) og utenfor AZE (U-AZE). Undersøkelsen omfattet kvantitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTDO).

Stasjon	Posisjon	Avstand fra anlegg (m)	Dyp (m)	Parametere	Plassering NS 9410	Plassering ASC
KRA-1	N63°56.423 Ø09°53.415	Ved ramme	120	FAU, KJE, GEO, PE	C1	AZE
KRA-2	N63°56.530 Ø09°53.443	130 m	125	FAU KJE, GEO, PE, CTDO	C3	U-AZE
KRA-3	N63°57.402 Ø09°53.901	1420	200	FAU, KJE, GEO, PE	C2	U-AZE
KRA-4	N63°56.226 Ø09°53.341	250	116	FAU, KJE, GEO, PE	C3	U-AZE
KRA-5	N63°56.735 Ø09°52.883	Ved ramme	70	FAU, KJE, GEO, PE	C1	AZE
KRA-6	N63°56.598 Ø09°52.435	120	107	FAU, KJE, GEO, PE, CTDO	C3	U-AZE
KRA-7	N63°56.946 Ø09°52.498	500	170	FAU, KJE, GEO, PE	C2	R-AZE

2.2 Fauna-, kjemi-, geologi- og hydrografimålinger

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. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge og nøytralisert med boraks (Tabell 2.2.1).

Tabell 2.2.1. Prøvetakingsutstyr

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,1 m ²
pH/redoks-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
Hvit plastbalje	-
Hevert	-
GPS og kart	Olex + GPS
Konservering	Boraks og formalin (4% bufret i sjøvann)
Annet	Linjal, prøveglass fauna, prøveglass kjemi, plastskje

For de kjemiske parameterne ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (glødetap; TOM), totalt nitrogen (TN), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (Tabell 2.2.2; Vedlegg 8).

Tabell 2.2.2 Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS og underleverandører som er benyttet. Celler merket med anførselstegn ("), refererer til første cellen over med tekst. AK = Akreditering, KP-AS = Kystlab Prebio AS, Cu = kobber, Zn = sink, P = fosfor, CTD =, pH =, Eh =,

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

*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 saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ved både senkning og heving av sonden. Data fra senkning av sonden ble benyttet. Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172 og Microsoft Excel.

Fauna er sortert og identifisert av taksonomisk avdeling internt (Åkerblå AS).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3). Klassifisering av tilstand for stasjonene gjøres etter beskrivelse i NS 9410:2016, der stasjon C1 bedømmes på bakgrunn av arts og individantall, mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en normalisert samlet verdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener (H'), ES100, ISI og NSI (Tabell 2.2.3). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonene C1 (Vedlegg 6).

Utrekningen av artsmangfold (ES100) og jevnhet (J) og ble utført med programpakken PRIMER 6.1.6/7 fra Plymouth Laboratories, England. Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI, versjon 5.0 fra AZTI-Tecnalia. Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel 2013. Shannon-Wieners indeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver, 1949 og Veileder 02:2013. ISI- og NSI-indeksene

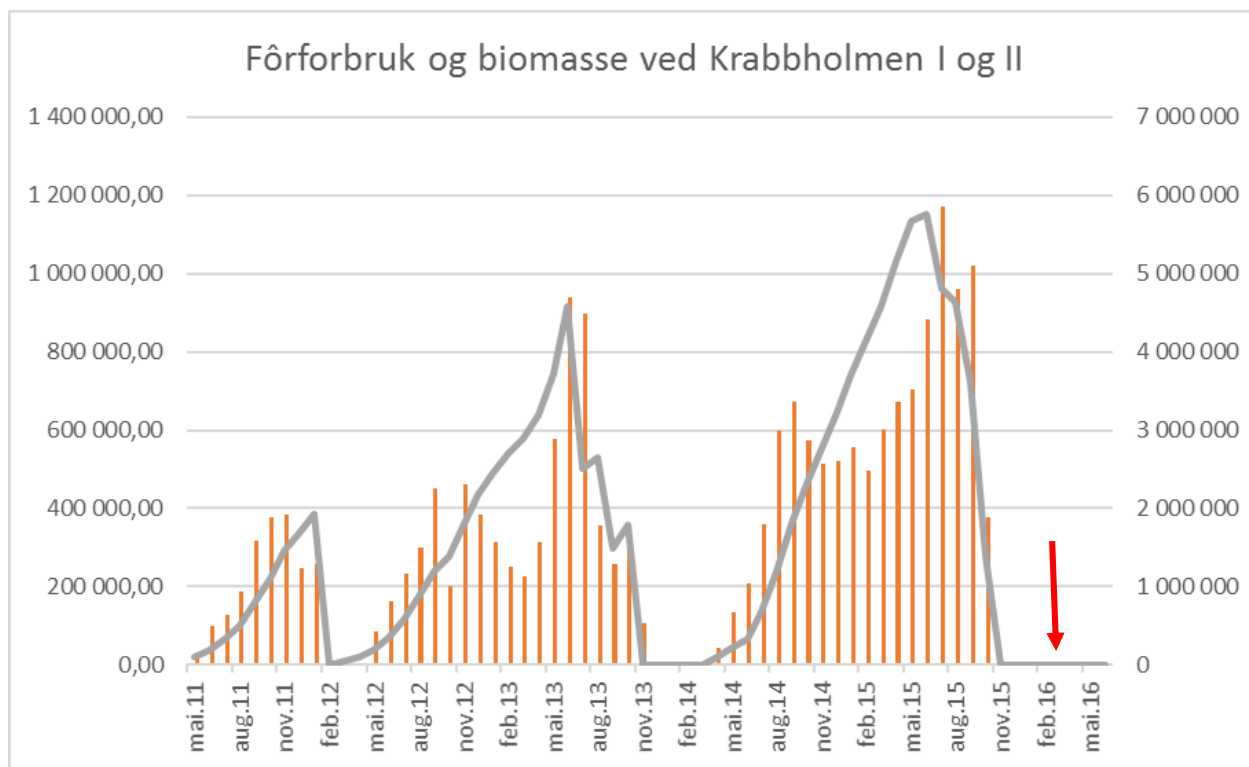
ble beregnet i henhold til Rygg & Norling, 2013. AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (Anon 2013). DI-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (Anon 2013), men denne inngår ikke i normalisert samlet verdi (nEQR). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Anon, 2013 (Vedlegg 1).

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 basert inkludert med individantall
DI	Individtetthetsindeks («Density Index»)
$\bar{G}$	Gjennomsnittlig verdi for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normaliserte verdier ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Sum	Gjennomsnittet av alle indeksenenes nEQR-verdi

2.3 Produksjon

Fisk på lokalitet ble satt ut i April 2014. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokalitet 0 kg. Generasjon vår 2014 var utslaktet. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett av vår 2014 var på ca. 11 000 tonn (Skjervik, pers med.). Ut ifra Figur 2.3.1 har produksjonen økt hver produksjonssyklus de siste 3 sykluser.



Figur 2.3.1 Fôrforbruk og utgående biomasse ved Krabbholmen I & II for de siste tre generasjoner og frem til tidspunkt for C- og ASC undersøkelsen (Rød pil). Oransje stolper indikerer fôrforbruk og grå linje indikerer biomasse.

3 Resultater fra C-undersøkelsen

3.1 Bunndyrsanalyse

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. I denne rapporten ble vurdering av stasjonene i overgangen mellom anleggsone/overgangssone KRA-1 og KRA-5 (C1) gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410:2016. Øvrige stasjoner ble bedømt ut i fra veileder 02:2013 (Anon 2013).

Resultatene for stasjonene er presentert i avsnittene under, komplett artsliste finnes i vedlegg 5. Beskrivelser av indekser og forkortelser for stasjonene 2–4 samt 6 og 7 er vist i tabell 2.2.3.

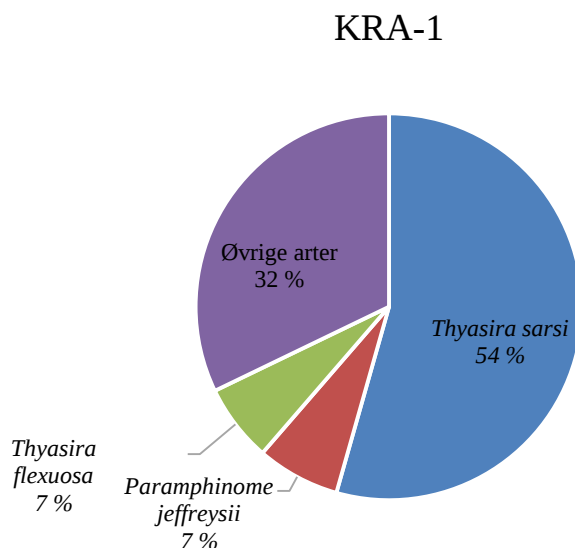
3.1.1 KRA-1

Ved KRA-1 ble det funnet 1048 individer fordelt på 53 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante og opportunistiske muslingen *Thyasira sarsi* (NSI-gruppe 4), som utgjorde omtrent 54 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 7 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante muslingen *Thyasira flexuosa* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 7 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.1.1 og Figur 3.1.1.1).

Stasjonen ble klassifisert med miljøtilstand **1: «meget god»**, da det var forekomst av minst 20 arter hvorav ingen utgjorde mer enn 65 % av det totale individantallet. Artsmangfoldet var særdeles bra for en nærstasjon med 53 arter identifisert, men på siden muslingarten *T. sarsi* var dominerende var stasjonen likevel nær miljøtilstand 2: «god».

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KRA-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.

KRA-1	NSI	Antall	Prosent
<i>Thyasira sarsi</i>	4	570	54,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	73	7,0
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	68	6,5
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	50	4,8
<i>Pholoe assimilis</i>	3	39	3,7
<i>Eteone longa</i>	4	25	2,4
<i>Thyasira equalis</i>	3	24	2,3
<i>Pseudopolydora antennata</i>	3	17	1,6
<i>Abra nitida</i>	3	14	1,3
<i>Capitella capitata</i>	5	12	1,1
Øvrige arter	-	156	14,9



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

3.1.2 KRA-2

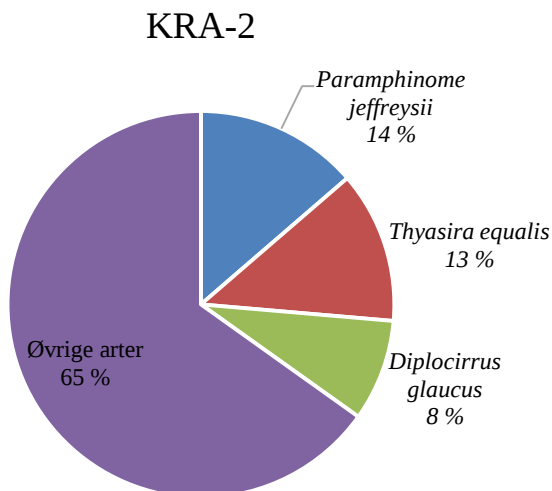
Ved KRA-2 ble det funnet 1024 individer fordelt på 95 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *P. jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 14 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante muslingen *Thyasira equalis* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 13 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsnøytrale flerbørstemarken *Diplocirrus glaucus* (NSI-gruppe 2), som utgjorde omtrent 9 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.2.1 og Figur 3.1.2.1).

Både mangfold og mengder for virvelløse taxa på stasjonen var over det som forbindes med uberørte forhold. Selv om artsmangfoldet var svært høyt, ble det funnet få forurensingssensitive arter i høyt antall. Den eneste arten i NSI-gruppe 1 som var blant de 10 hyppigst forekommende arter var *Mendicula ferruginosa* som utgjorde omtrent 5 % av det totale individantallet.

Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var høyere enn 0,6 (Tabell 3.1.2.2). Den samlede verdien til stasjon KRA-2 lå rett oppunder kravet til tilstandsklasse I: «svært god» med en verdi på 7,92 (kravet for tilstandsklasse I er 0,8).

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KRA-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.

KRA-2	NSI	Antall	Prosent
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	140	13,7
<i>Thyasira equalis</i>	3	130	12,7
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	87	8,5
<i>Thyasira sarsi</i>	4	70	6,8
<i>Pholoe baltica</i>	3	54	5,3
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	54	5,3
<i>Pholoe assimilis</i>	3	32	3,1
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	22	2,1
<i>Amphiura chiajei</i>	2	22	2,1
<i>Chirimia biceps</i>	2	21	2,1
Øvrige arter	-	392	38,3



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

Tabell 3.1.2.2 Resultater for KRA-2 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», 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 → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

KRA-2	Grabb 2	Grabb 3	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	79	67	73,0	95		
N	517	507	512,0	1024		
NQI1	0,811	0,791	0,801	0,805	0,780	0,784
H'	5,069	4,758	4,913	5,041	0,825	0,854
J	0,804	0,784	0,794	0,767		
H'max	6,304	6,066	6,185	6,570		
ES100	38,510	33,890	36,200	36,670	0,828	0,833
ISI	9,423	9,368	9,396	9,599	0,781	0,800
NSI	23,261	22,590	22,926	22,926	0,717	0,717
DI	0,663	0,655	0,659	0,659		
		Samlet verdi:	0,792		0,786	0,798

3.1.3 KRA-3

Ved KRA-3 ble det funnet 412 individer fordelt på 50 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *P jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 37 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante muslingen *Thyasira equalis* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 14 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingssensitive flerbørstemarken *Pholoe pallida* (NSI-gruppe 1), som utgjorde omtrent 4 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.3.1 og Figur 3.1.3.1).

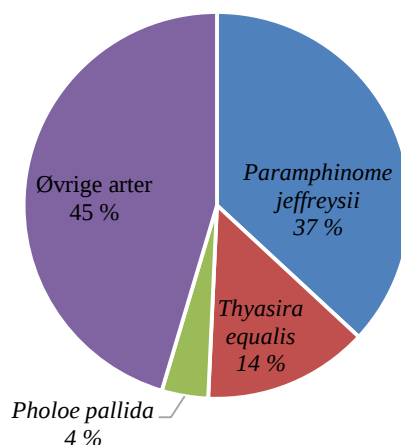
Mangfold og mengder for virvelløse taxa på stasjonen var innenfor det som forbindes med uberørte forhold. Det ble funnet flere forurensingssensitive og nøytrale arter som inngikk i de 10 hyppigst forekommende arter.

Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var høyere enn 0,6, men lavere enn 0,8 (Tabell 3.1.3.2).

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KRA-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.

KRA-3	NSI	Antall	Prosent
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	152	36,9
<i>Thyasira equalis</i>	3	57	13,8
<i>Pholoe pallida</i>	1	16	3,9
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	14	3,4
<i>Pectinaria belgica</i>	2	12	2,9
<i>Rhodine loveni</i>	2	12	2,9
<i>Lumbrineridae</i>	2	10	2,4
<i>Abra nitida</i>	3	10	2,4
<i>Thyasira sarsi</i>	4	10	2,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	8	1,9
Øvrige arter	-	111	26,9

KRA-3



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

Tabell 3.1.3.2 Resultater for KRA-3 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt ($\bar{G}$) og stasjonsverdi ($\bar{S}$), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt «samlet verdi», 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 → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

St. 3	Grabb 2	Grabb 3	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	39	38	38,5	50		
N	206	206	206,0	412		
NQH1	0,736	0,742	0,739	0,743	0,715	0,719
H'	3,811	3,791	3,801	3,927	0,689	0,703
J	0,721	0,722	0,722	0,696		
H'max	5,285	5,248	5,267	5,644		
ES100	29,200	27,320	28,260	28,770	0,732	0,738
ISI	9,826	11,140	10,483	10,610	0,852	0,859
NSI	22,790	22,868	22,829	22,829	0,713	0,713
DI	0,264	0,264	0,264	0,264		
		Samlet verdi:	0,743		0,740	0,747

3.1.4 KRA-4

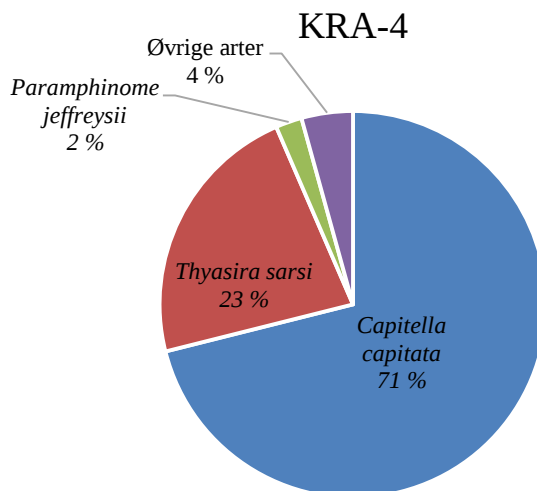
Ved KRA-4 ble det funnet 1909 individer, fordelt på 30 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsindikerende flerbørstemarken *C. capitata* (NSI-gruppe 5), som utgjorde omtrent 71 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante og opportunistiske muslingen *T. sarsi* (NSI-gruppe 4) som utgjorde omtrent 22 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *P. jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 2 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.4.1 og Figur 3.1.4.1).

Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse IV: «dårlig»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,2 og 0,4 (Tabell 3.1.4.2).

Individantallet lå langt over det som forbindes med uberørte forhold, mens artsantall lå like innenfor (25-75 arter og 50-300 individer per grabb etter Veileder 2013:02). Det var stor dominans av to arter, *C. capitata* og *T. sarsi*, som til sammen utgjorde omtrent 94 % av det totale individantallet, noe som indikerer et tydelig organisk påvirket bunnområde.

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KRA-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.

KRA-4	NSI	Antall	Prosent
<i>Capitella capitata</i>	5	1357	71,1
<i>Thyasira sarsi</i>	4	428	22,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	42	2,2
<i>Pholoe baltica</i>	3	15	0,8
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	11	0,6
<i>Owenia borealis</i>	2	5	0,3
<i>Pholoe pallida</i>	1	5	0,3
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	5	0,3
<i>Chaetozone sp.</i>	3	4	0,2
<i>Eteone flava</i>	4	3	0,2
Øvrige arter	-	34	1,8



Figur 3.1.4.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KRA-4. Fordelingen er basert på stasjonsverdien ($\bar{S}$) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 3.1.4.2 Resultater for KRA-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 «samlet verdi», 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 → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

KRA-4	Grabb 2	Grabb 3	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	18	24	21,0	30		
N	971	938	954,5	1909		
NQH1	0,399	0,454	0,427	0,447	0,330	0,352
H'	1,093	1,516	1,304	1,332	0,281	0,286
J	0,262	0,331	0,296	0,271		
H'max	4,170	4,585	4,377	4,907		
ES100	5,631	7,692	6,662	6,687	0,266	0,267
ISI	7,385	7,984	7,684	7,959	0,618	0,644
NSI	8,968	10,100	9,534	9,524	0,191	0,190
DI	0,937	0,922	0,930	0,930		
		Samlet verdi:	0,343		0,337	0,348

3.1.5 KRA-5

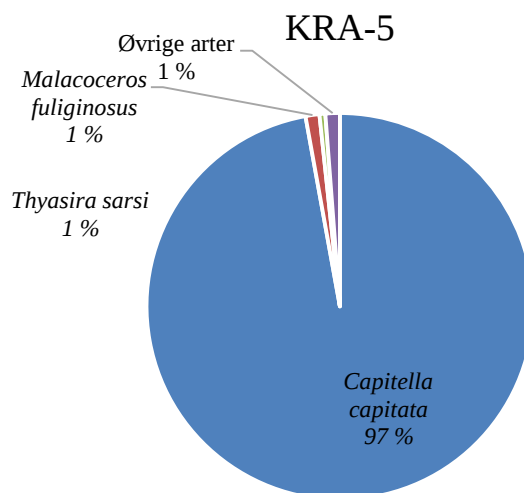
Ved KRA-5 ble det funnet 2242 individer fordelt på 16 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsindikerende flerbørstemarken *C. capitata* (NSI-gruppe 5), som utgjorde omtrent 97 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingsindikerende flerbørstemarken *M. fuliginosus* (NSI-gruppe 5), som utgjorde omtrent 1 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante og opportunistiske muslingen *T. sarsi* (NSI-gruppe 1-5), som utgjorde under 1 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.5.1 og Figur 3.1.5.1).

Stasjonen ble klassifisert med miljøtilstand **3: «dårlig»**, da *C. capitata* utgjorde mer enn 90 % av det totale individantallet.

Det ble fortsatt funnet relativt mange arter (16 arter) ved stasjonen, men det var total dominans av *C. capitata*, og det er grunn til å tro at med økende utslipp vil denne arten utkonkurrere alle andre ved KRA-5 og vil til slutt ende i oksygensvikt i sedimentet.

Tabell 3.1.5.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KRA-5, oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

KRA-5	NSI	Antall	Prosent
<i>Capitella capitata</i>	5	2178	97,1
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	26	1,2
<i>Thyasira sarsi</i>	4	11	0,5
<i>Phylo norvegicus</i>	2	5	0,2
<i>Amphilepis norvegica</i>	2	5	0,2
<i>Amphiura chiajei</i>	2	4	0,2
<i>Ophelina sp.</i>	3	3	0,1
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	2	0,1
<i>Chaetozone sp.</i>	3	1	0,0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	1	0,0
Øvrige arter	-	6	0,3



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

3.1.6 KRA-6

Ved KRA-6 ble det funnet 974 individer fordelt på 80 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante og opportunistiske muslingen *T. sarsi* (NSI-gruppe 4), som utgjorde omtrent 38 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *Pholoe baltica* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 10 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante muslingen *T. equalis* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 5 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.6.1 og Figur 3.1.6.1).

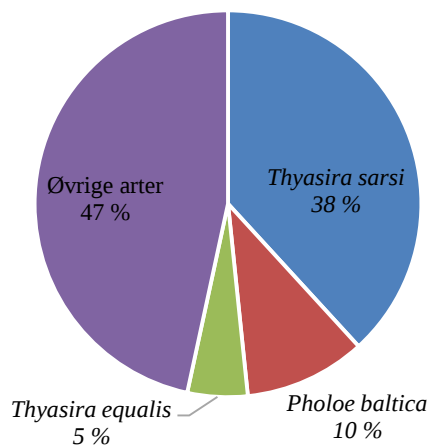
Artsmangfold for virvelløse taxa på stasjonen var innenfor det som forbindes med uberørte forhold, men individantallet var over normalen. Flere forurensningssensitive og nøytrale arter forekom blant de 10 vanligste artene på stasjonen.

Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8 (Tabell 3.1.6.2).

Tabell 3.1.6.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KRA-6, 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.

KRA-6	NSI	Antall	Prosent
<i>Thyasira sarsi</i>	4	372	38,2
<i>Pholoe baltica</i>	3	99	10,2
<i>Thyasira equalis</i>	3	49	5,0
<i>Pholoe pallida</i>	1	36	3,7
<i>Amphiura chiajei</i>	2	35	3,6
<i>Labidoplax buskii</i>	2	32	3,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	22	2,3
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	19	2,0
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	18	1,8
<i>Lumbrineridae</i>	2	18	1,8
Øvrige arter	-	274	28,1

KRA-6



Figur 3.1.6.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KRA-6. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 3.1.6.2 Resultater for KRA-6 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 «samlet verdi», 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 → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

KRA-6	Grabb 2	Grabb 3	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	55	61	58,0	80		
N	507	467	487,0	974		
NQI1	0,762	0,767	0,765	0,775	0,742	0,753
H'	3,851	4,043	3,947	4,071	0,705	0,719
J	0,666	0,682	0,674	0,644		
H'max	5,781	5,931	5,856	6,322		
ES100	26,580	30,230	28,405	29,290	0,734	0,745
ISI	9,547	8,978	9,262	9,693	0,768	0,805
NSI	20,035	19,391	19,713	19,724	0,589	0,589
DI	0,655	0,619	0,637	0,637		
		Samlet verdi:	0,715		0,708	0,722

3.1.7 KRA-7

Ved KRA-7 ble det funnet 844 individer fordelt på 80 arter i de to grabbene. Hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante flerbørstemarken *P. jeffreysii* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 22 % av det totale individantallet. Nest hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante og opportunistiske muslingen *T. sarsi* (NSI-gruppe 4), som utgjorde omtrent 17 % av det totale individantallet. Den tredje hyppigst forekommende art ved stasjonen var den forurensingstolerante muslingen *T. equalis* (NSI-gruppe 3), som utgjorde omtrent 14 % av det totale individantallet (Tabell 3.1.7.1 og Figur 3.1.7.1).

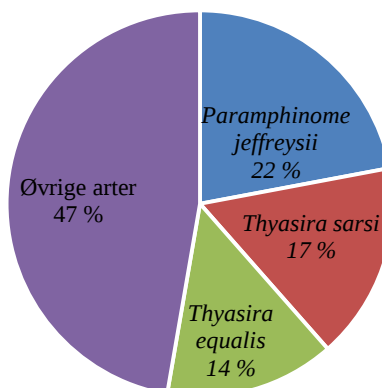
Artsmangfold for virvelløse taxa på stasjonen var innenfor det som forbindes med uberørte forhold, men individantallet var over normalen. Få forurensingssensitive og nøytrale arter ble funnet i høyt antall ved denne stasjonen.

Stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse II: «god»**, ettersom stasjonsverdien (nEQR) var mellom 0,6 og 0,8 (Tabell 3.1.7.2).

Tabell 3.1.7.1 De ti hyppigst forekommende artene ved KRA-7, 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.

KRA-7	NSI	Antall	Prosent
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	186	22,0
<i>Thyasira sarsi</i>	4	139	16,5
<i>Thyasira equalis</i>	3	120	14,2
<i>Lumbrineridae</i>	2	32	3,8
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	31	3,7
<i>Rhodine loveni</i>	2	28	3,3
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	24	2,8
<i>Abra nitida</i>	3	21	2,5
<i>Pholoe baltica</i>	3	19	2,3
<i>Pholoe pallida</i>	1	15	1,8
Øvrige arter	-	229	27,1

KRA-7



Figur 3.1.7.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KRA-6. Fordelingen er basert på stasjonsverdien (Š) for antall individer per art funnet ved stasjonen.

Tabell 3.1.7.2 Resultater for KRA-7 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 «samlet verdi», 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 → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig».

KRA-7	Grabb 2	Grabb 3	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	56	64	60,0	80		
N	446	398	422,0	844		
NQI1	0,735	0,757	0,746	0,752	0,722	0,729
H'	4,103	4,432	4,268	4,346	0,741	0,750
J	0,707	0,739	0,723	0,687		
H'max	5,807	6,000	5,904	6,322		
ES100	28,130	32,000	30,065	29,960	0,754	0,752
ISI	10,046	9,828	9,937	10,020	0,820	0,825
NSI	21,381	21,236	21,308	21,313	0,652	0,653
DI	0,599	0,550	0,575	0,575		
		Samlet verdi:	0,740		0,738	0,742

3.2 Samlet resultat nEQR

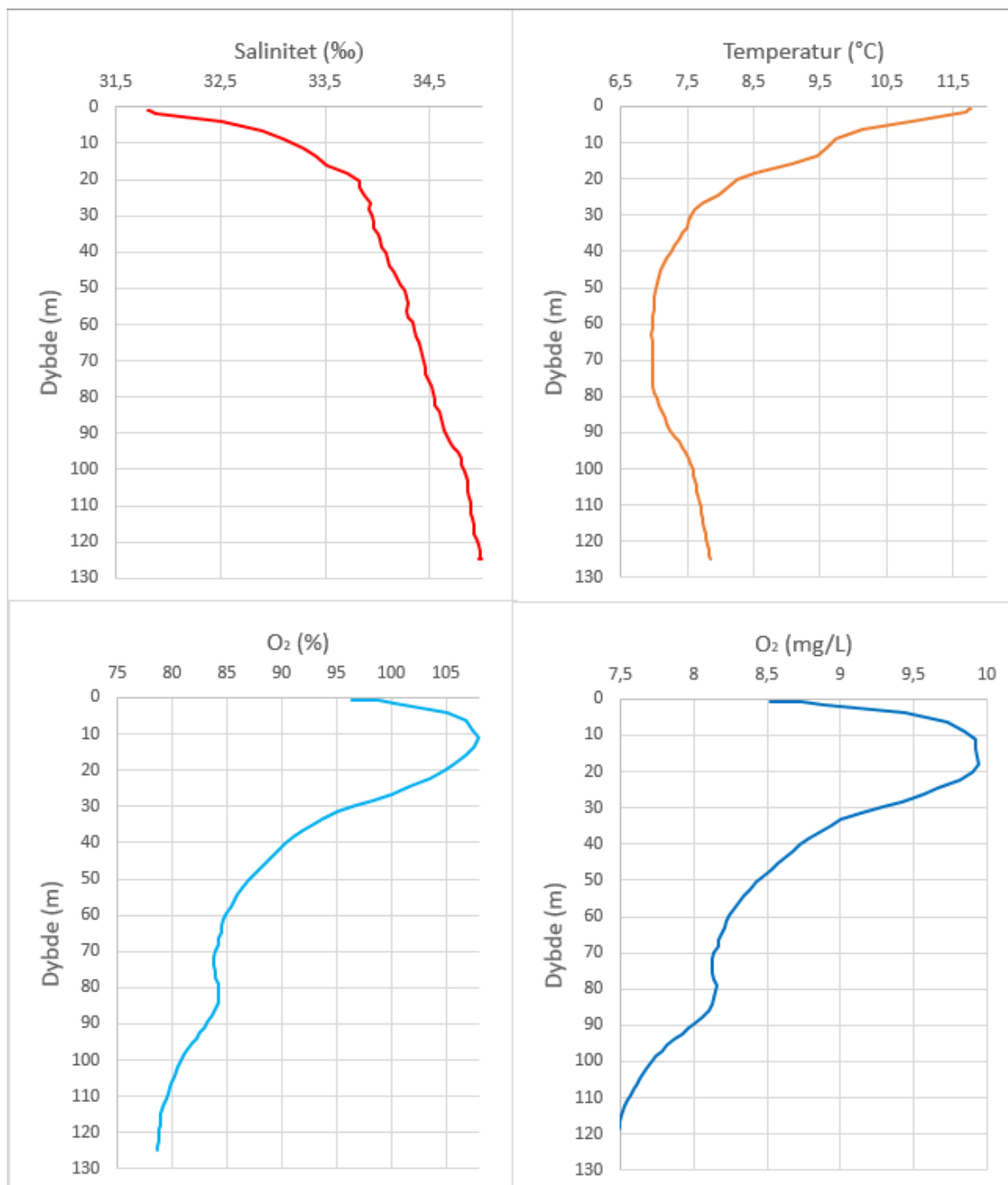
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelse er bestemt av middelverdien for nEQR (Tabell 3.2.1).

Tabell 3.2.1 Stasjonsverdier ($\bar{S}$) og middelverdi nEQR for stasjoner C2 og C3.

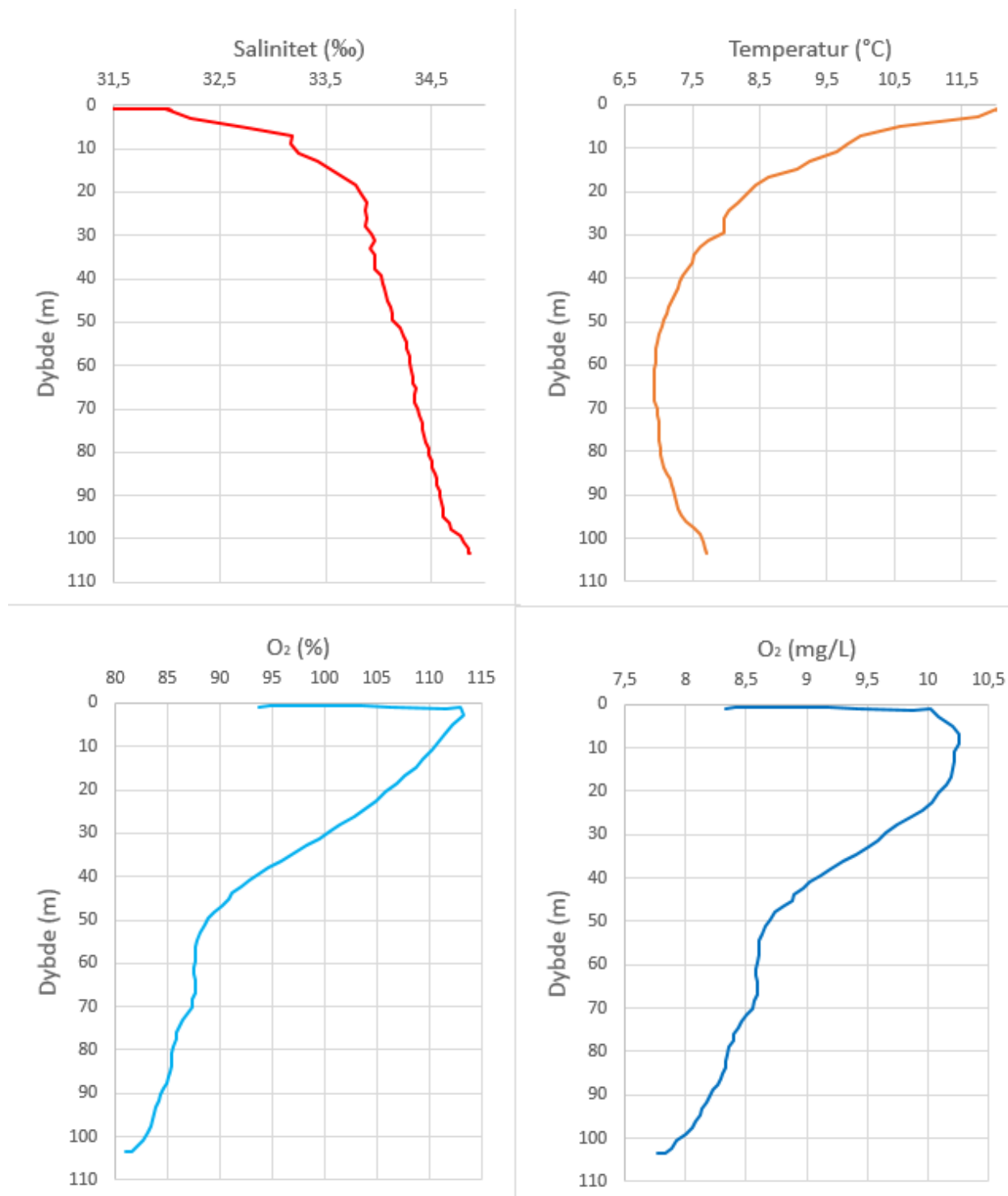
Stasjonsbetegnelse	Stasjon	nEQR	Tilstandsklasse
C2	KRA-3	0,743	
	KRA-7	0,740	
	Middelverdi	0,742	II (God)
C3	KRA-2	0,792	
	KRA-4	0,343	
	KRA-6	0,715	
	Middelverdi	0,612	II (God)

3.3 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjonene KRA-2 og KRA-6 (Figur 3.3.1, 3.3.2).



Figur 3.3.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen ved KRA-2.



Figur 3.3.2 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen ved KRA-6.

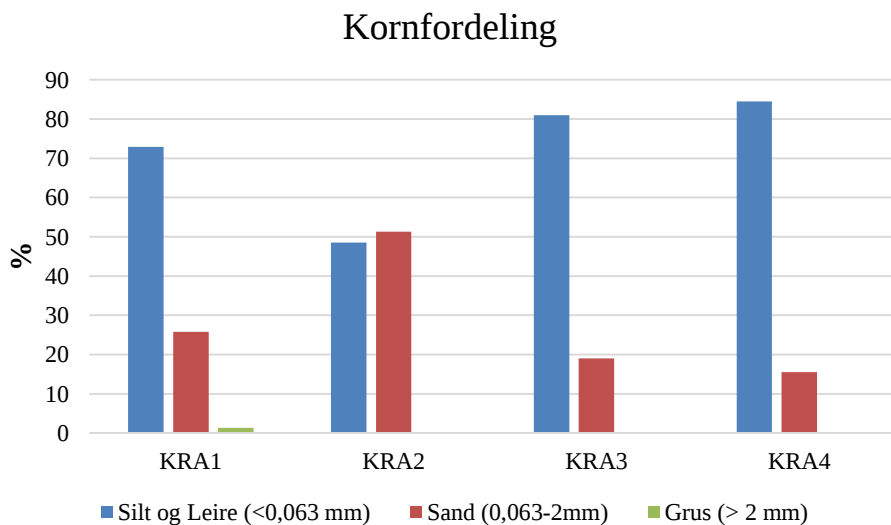
Temperaturen ved stasjonene KRA-2 og KRA-6 viste en tydelig termoklin, der temperaturen synker fra overflaten ned til 50-60 m og 6,6 °C, og så stabiliserer seg på rundt 7,5-8,0 °C. Saliniteten øker til 34‰ etter 20 m, for så å fortsette å gradvis øke til 34,5-35,0‰ på havbunnen. Dette viser

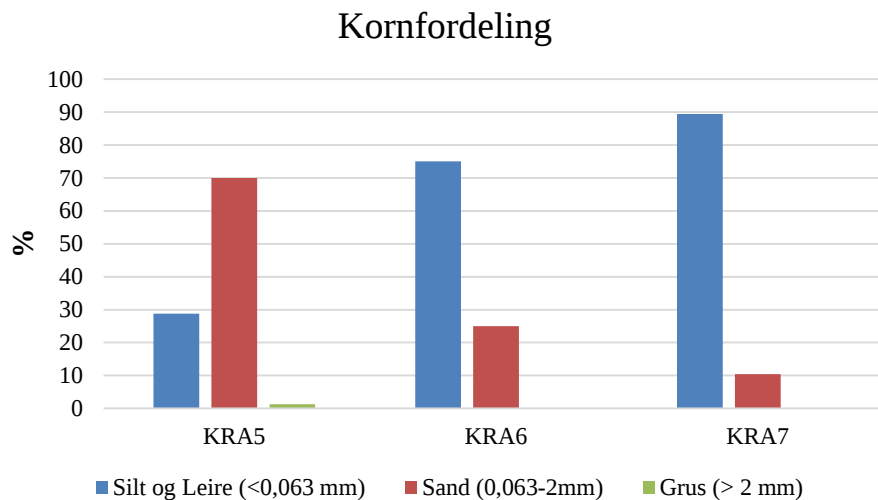
vannmaser med en tydelig isoklin med tydelige skiller i vannmassene både når det gjelder temperatur og oksygen, noe som er som forventet på vinteren/tidlig vår i Norge. Oksygeninnholdet var på rundt 8,5 mg/l ved overflaten og 7,4 mg/l ved bunnen ved KRA-2, mens oksygenmetningen falt moderat fra 96% ved overflaten til 78% ved bunnen. Ved KRA-6 var oksygeninnholdet på rundt 8,5 mg/l ved overflaten og 7,7 mg/l. Oksygenmetningen også på denne stasjonen falt moderat fra 94 % i overflaten til 81 % ved bunnen. Ved begge stasjonene økte oksygeninnholdet og metningen kraftig fra overflaten og ned til henholdsvis 10 m og 1-2 m for KRA 2 og KRA 6 før oksygeninnholdet og metningen begynte å synke kraftig ned til bunnen.

Klassifisering (Veileder 02:2013) av oksygeninnholdet, målt ved stasjonene KRA-2 og KRA-6 er innenfor den beste tilstandsklassen I; «meget god».

3.4 Sediment – Sensoriske vurderinger, kornfordeling, pH og redokspotensiale

Ved alle stasjonene undersøkt hadde sedimentet brun til svart farge og det var ikke registrert noe lukt. Ved stasjon KRA-5 bestod sedimentet av mest sand og litt silt og leire. Ved KRA 2 bestod sedimentet av en jevn blanding av sand og leire (etter kornfordelingsanalyse, i felt ble det registrert mest sand og skjellsand). Ved de resterende 5 stasjonene var det mest silt og leire og bare litt sand. Ved KRA 1 var det i tillegg små mengder grus (Figur 3.4.1, Tabell 3.4.1 og 3.4.2)





Figur 3.4.1 Kornfordeling. Blå stolpe representerer Silt og leire med en kornstørrelse < 0,063 mm, Rød stolpe representerer sand med kornstørrelser fra 0,063 mm til 2 mm og Grønn stolpe representerer grus med kornstørrelser > 2mm.

Tabell 3.4.1 Sedimentbeskrivelse, volum og akkrediteringsstatus. Volum angir sedimentmengde i grabb som gjennomsnitt for alle godkjente grabber på stasjonen. Akkrediteringsstatus angir om det er tilstrekkelig mengde sediment for akkreditert prøve i forhold til sedimenttype.

Stasjon	Beskrivelse	Volum (l)	Akkreditert
KRA-1	Mest silt og leire. Grå til brun farge. Ingen lukt. Myk konsistens.	15,31	JA
KRA-2	Mest skjellsand og sand i prøven. Grå til brun farge. Ingen til noe lukt. Fast konsistens.	16,47	JA
KRA-3	Mest silt og leire. Grå til brun farge. Ingen lukt. Myk konsistens.	16,47	JA
KRA-4	Mest silt og leire i prøven. Grå til brun farge. Ingen lukt. Myk og fast konsistens.	14,16	JA
KRA-5	Mest sand og noe silt og leire i prøven. Grå til brun farge. Ingen lukt. Fast konsistens.	3,67	NEI
KRA-6	Mest sand og noe silt og leire i prøven. Grå til brun farge. Ingen lukt. Myk konsistens.	13,01	JA
KRA-7	Mest sand og noe silt og leire i prøven. Grå til brun farge. Ingen lukt. Løs konsistens.	15,31	JA

Tabell 3.4.2 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.

Stasjon	Dyp (m)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
KRA-1	120	73	26	1
KRA-2	125	49	51	0
KRA-3	200	81	19	0
KRA-4	116	85	16	0
KRA-5	70	29	70	1
KRA-6	107	75	25	0
KRA-7	170	89	10	0

Verdiene for pH og Eh ble klassifisert med tilstand 1, «meget god» ved alle 7 stasjonene (Tabell 3.4.3).

Tabell 3.4.3 pH og Eh verdier i sediment. Den beregnede pH/Eh verdien 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).

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
KRA-1	7,6	33	1	1/ Meget god
KRA-2	7,5	60	1	1/ Meget god
KRA-3	7,9	111	0	1/ Meget god
KRA-4	7,5	40	1	1/ Meget god
KRA-5	7,7	108	0	1/ Meget god
KRA-6	7,5	95	1	1/ Meget god
KRA-7	7,6	104	0	1/Meget god

3.5 Sediment – Totalt organisk karbon (TOC), Total nitrogen (TN), fosfor, sink og kobber

For stasjonene KRA-1, KRA-3, KRA-6 og KRA-7 ble nivået av normalisert TOC klassifisert med tilstandsklassen II «god». KRA-1 lå like under kravet for tilstandsklassen III «moderat», mens KRA-6 lå like over kravet for tilstandsklassen I «svært god». Ved stasjon KRA-2 ble nivået av TOC klassifisert med tilstandsklassen III; «moderat». Stasjonene KRA-3 og KRA-5 ble klassifisert som tilstandsklasse I «svært god». Begge disse stasjonene lå nær grensen til tilstandsklasse II «god». Nivåene av kobber og sink ved alle stasjoner var lavt og ble klassifisert med tilstandsklassen I; «svært god». For fosfor er det ikke utarbeidet klassifiseringssystem, og alle stasjonene hadde et noenlunde jevnt nivå av fosfor, der KRA-3 hadde laveste verdi med 880 mg/kg og KRA-4 hadde høyeste verdi med 1350 mg/kg (Tabell 3.5.1).

Tabell 3.5.1 Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et. al, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC. i.a = ikke analysert.

Stasjon	Totalt organisk karbon % TS	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Kjelldahl-Nitrogen mg N/Kg TS
KRA-1	2,1	26,3	II	1320	67,3	I	20,0	I	i.a
KRA-2	2,0	29,7	III	1300	51,2	I	17,4	I	i.a
KRA-3	1,6	19,8	I	880	47,0	I	14,7	I	i.a
KRA-4	2,2	24,5	II	1350	74,2	I	30,3	I	i.a
KRA-5	0,5	18,0	I	1050	60,4	I	18,4	I	i.a
KRA-6	1,6	20,1	II	1100	50,2	I	16,4	I	i.a
KRA-7	2,1	23,2	II	1250	63,6	I	21,9	I	i.a

4 Oppsummering og vurdering av miljøtilstand

4.1 Prøvestasjoner

Stasjoner anleggssone/overgangssone – KRA-1 og KRA-5 (C1):

Ved nærstasjonen KRA-1 ble det funnet 53 arter og hyppigst forekommende art var muslingen *T. sarsi* (NSI-gruppe 4) som utgjorde 54 % av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert med miljøtilstand 1: «meget god». Faunaen viste noe innvirkning av oppdrettsvirksomheten ved lokaliteten, men mindre enn man ofte finner på nærstasjoner.

Verdiene for TOC ved stasjonen falt innenfor tilstandsklasse II: «god», mens verdiene av sink og kobber var så lave at verdiene falt innenfor tilstandsklasse I: «svært god». pH og Eh falt også innenfor tilstandsklasse I: «svært god».

Nærstasjonen KRA-5 viste en fauna som i høyere grad var påvirket av oppdrettsvirksomheten enn KRA-1. Ved KRA-5 ble det funnet 16 arter og hyppigst forekommende art var flerbørstemarken *C. capitata* (NSI-gruppe 5) som utgjorde 97 % av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert med miljøtilstand 3: «dårlig», grunnet en enorm dominans av den forurensningsindikerende arten *C. capitata*. Likevel ga de kjemiske parameterne inntrykk av et lite forurenset område, da verdiene for TOC, sink, kobber og pH og Eh alle falt innenfor tilstandsklasse I: «svært god».

Stasjoner i ytterkant av overgangssone – KRA-3 og KRA-7 (C2):

Ved stasjonen KRA-3 ble det funnet 50 arter, hyppigst forekommende art var flerbørstemarken *P. jeffreysii* (NSI-gruppe 3) som utgjorde 37 % av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert som tilstandsklasse II: «god». Faunaen viste totalt sett få spor av oppdrettsvirksomheten.

De kjemiske parameterne inntrykk av et lite forurenset område, da verdiene for TOC, sink, kobber og pH og Eh alle falt innenfor tilstandsklasse I: «svært god».

Ved KRA-7 ble det funnet 80 arter og hyppigst forekommende art ved stasjonen var flerbørstemarken *P. jeffreysii* (NSI-gruppe 3) som utgjorde 22 % av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert som tilstandsklasse II: «god». Faunaen viste totalt sett få spor av oppdrettsvirksomheten.

Verdien for TOC falt innenfor tilstandsklasse II: «god», mens de resterende kjemiske parameterne målt, sink, kobber og pH og Eh, falt innenfor tilstandsklasse I: «svært god».

Stasjoner i overgangssone – KRA-2, KRA-4 og KRA-6 (C3):

Ved stasjonen KRA-2 ble det funnet 95 arter og hyppigst forekommende art var flerbørstemarken *P. jeffreysii* (NSI-gruppe 3) som utgjorde 14 % av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert som tilstandsklasse II: «god», helt på grensen til tilstandsklasse I: «svært god». KRA-2 var den stasjonen det ble funnet flest arter og totalt sett den friskeste faunaen ved under denne undersøkelsen.

Likevel var verdien for TOC relativt dårlig og falt innenfor tilstandsklasse III: «moderat». De resterende kjemiske parameterne, sink, kobber og Eh og pH, falt innenfor tilstandsklasse I: «svært god». Det ble også foretatt CTD-målinger ved denne stasjonen, og mengden oksygen ved bunn falt innenfor tilstandsklassen I: «svært god».

Faunaen fra KRA-4 ga inntrykk av et økosystem tydelig påvirket av oppdrettsvirksomheten ved lokaliteten. Det ble totalt funnet 30 arter og hyppigst forekommende art var *flerbørstemarken* *C. capitata* (NSI-gruppe 5) som utgjorde 71 % av det totale individantallet. Stasjonen ble klassifisert med tilstandsklasse IV: «dårlig», og hadde også dårligere nEQR-verdi enn nærstasjonen KRA-1. Verdien for TOC falt innenfor tilstandsklasse II: «god», mens de resterende kjemiske parameterne, sink, kobber og Eh og pH, falt innenfor tilstandsklasse I: «svært god».

Ved stasjon KRA-6 ble det funnet 80 arter og hyppigst forekommende art var muslingen *T. sarsi* (NSI-gruppe 4) som utgjorde 38 % av det totale individantallet. Stasjonen falt innenfor tilstandsklasse II: «god».

Verdien for TOC falt innenfor tilstandsklasse II: «god», mens de resterende kjemiske parameterne, sink, kobber og Eh og pH, falt innenfor tilstandsklasse I: «svært god».

4.2 Total tilstand ved lokaliteten og øvrige kommentarer

Totalt sett viste C-undersøkelsen at faunaen ved stasjonene KRA-5, og delvis KRA-4, ser ut til å bære sterkt preg av oppdrettsvirksomheten. Verdiene for TOC, fosfor, Eh, sink og kobber gjenspeiler ikke den sterkt pregete situasjonen i bunnfaunaen, men gir heller inntrykk av en frisk lokalitet. Grabbprøvene ved stasjon KRA-5 var for øvrig ikke akkreditert grunnet lavt volum, noe som sannsynligvis har hatt betydning for resultatene.

KRA-4 var en stasjon satt i overgangssonen, likevel virker bunnfaunaen mer preget av oppdrettsvirksomheten ved KRA-4 enn ved KRA-1 satt i anleggssonen. Selv om KRA-4 ligger i hovedstrømretningen, er disse resultatene noe overraskende siden området rundt KRA-4 er noe grunnere enn området rett under anlegget, og de organiske stoffene har da blitt brakt opp en slak skråning med strømmen.

De resterende stasjonene i ytterkant av overgangssonen og i overgangssonen KRA-3 og KRA-7 (C2) samt KRA-2 og KRA-6 (C3) framstod som tilnærmet naturlige, uten større tegn til organisk belastning.

4.3 Undersøkelsesfrekvens

Gitt tilstandsklasse for både C2 stasjonene (KRA-3 og KRA-7) og C3-stasjonene (KRA-2, KRA-4 og KRA-6) var «god». Krav til gjennomføring av ny C-undersøkelse iht. NS9410:2016 er derfor at det minimum gjennomføres ved hver tredje produksjonssyklus. (Se tabell 1.1 og 3.2.1).

5 ASC-Undersøkelse

5.1 Innledning

ASC-undersøkelsen på lokaliteten Krabbholmen I & II er gjort i forbindelse med sertifisering etter standarden til Aquaculture Stewardship Council (ASC). Prøvetaking er gjennomført iht. ASC Salmon Standard, version 1.0, June 2012.

ASC Salmon Standard angir undersøkelse av bentisk fauna, reduksjonspotensiale og kobbernivå (Cu) i sedimentene både utenfor og innenfor en tillat sone for påvirkning (*Allowable Zone of effect* - AZE) (Tabell 5.1.1). AZE er definert som området som strekker seg 30 meter ut fra merdene, der hvor det ikke er definert en lokalitets-spesifikk AZE gjennom modellering.

Tabell 5.1.1 Grensekrav til redokspotensialet og faunaindekser utenfor AZE, samt forekomst av makrofauna innenfor AZE. Hentet fra ASC Salmon Standard.

INDICATOR	REQUIREMENT
2.1.1 Redox potential or ³ sulphide levels in sediment outside of the Allowable Zone of Effect (AZE), ⁴ following the sampling methodology outlined in Appendix I-1	Redox potential > 0 millivolts (mV) OR Sulphide ≤ 1,500 microMoles / l
2.1.2 Faunal index score indicating good ⁵ to high ecological quality in sediment outside the AZE, following the sampling methodology outlined in Appendix I-1	AZTI Marine Biotic Index (AMBI ⁶) score ≤ 3.3, or Shannon-Wiener Index score > 3, or Benthic Quality Index (BQI) score ≥ 15, or Infaunal Trophic Index (ITI) score ≥ 25
2.1.3 Number of macrofaunal taxa in the sediment within the AZE, following the sampling methodology outlined in Appendix I-1	≥ 2 highly abundant ⁷ taxa that are not pollution indicator species

5.2 Materiale og metode

Metode og gjennomføring av ASC-undersøkelsen er tilsvarende som for foreliggende C-undersøkelse. Stasjonsvalg for innsamling av prøvemateriale er utført iht. ASC Salmon Standard V.1.0 (kriteria 2.1 og appendiks I- 1), samt kriteria i ASC Salmon Training Manual V.1.0 (kriteria 2.1). Stasjonsvalget er gjort på grunnlag av hovedstrømretning og avstand til AZE. Denne avstanden er vurdert ut ifra hovedstrømretning, dybde, bunntopografi og resultater fra andre lokaliteter med tilsvarende forhold.

Stasjon KRA-1 og KRA-5 ble lagt innenfor AZE, og regnes som nærstasjoner med stasjon KRA-1 i hovedstrømretning ved Krabbholmen II og stasjon KRA-5 på motsatt side av anlegget. Stasjon KRA-4 ble plassert i hovedstrømretning fra anlegget i en avstand på omtrent 250 meter sør for Krabbholmen II. Stasjon KRA-2 KRA-3, KRA-6 og KRA-7 ble plassert henholdsvis 130 m nordøst for Krabbholmen II, 1420 m nordøst for Krabbholmen II, 120 m vest for Krabbholmen I og 500 m nord for Krabbholmen I fra anlegget i returstrømmens retning (Figur 2.1.3, tabell 2.1.1).

5.3 Resultater

Resultatene for ASC-undersøkelsen viste akseptable verdier for KRA-1 hadde akseptabel fauna som stasjon innenfor AZE. Ved KRA-5 ble det registret for få ikke-forurensingstolerante arter til å få godkjent, men flere arter ble funnet som ikke eksisterte ved referansestasjonen KRA-7. Dermed får også KRA-5 godkjent ut i fra kravene gitt i ASC Salmon Standard. Det burde bemerkes at referansestasjonen skal ut i fra ASC Salmon Standard bli satt «in similar water depth and substratum type», og at referansestasjonen brukt i denne undersøkelsen, KRA-7, var 100 m dypere og hadde andre sedimentforhold enn KRA-7, og det er helt naturlig å finne forskjellige arter ved stasjonene.

Av stasjonene utenfor AZE fikk KRA-2, KRA-3, KRA-6 og KRA-7 godkjent, mens KRA-4 ikke fikk godkjent grunnet for lav Shannon-Wiener faunaindeks ut i fra kravene satt i ASC Salmon Standard. En oversikt over resultatene finnes i Tabell 5.3.1.

Tabell 5.3.1 Resultat for redokspotensialet, faunaindeks, antall makrofauna taxa og kobber på lokaliteten Krabholmen I & II. Verdiene er angitt som gjennomsnitt for to grabber/prøver dersom ikke annet er anmerket. Tilstandsklasse etter krav i ASC-standard; A = Akseptabel, IA = Ikke Akseptabel. Kobber er klassifisert etter SFT-veileder (Molvær et al, 1997) (vedlegg 2), tilstandsklassene I og II gis tilstand A, øvrige gis tilstand IA.

Stasjon	Redoks Potensiale		Faunaindeks Shannon-Wiener H'		Ant. makrofauna taxa, ikke forurensingsindikeren de antall $\geq$ ref. stasjon eller ≥ 100 ind/m ²		Kobber (Cu) Mg/kg tørrstoff (Ts)	
	Måleverdi Millivolt (mV)	Tilst. klasse	Verdi	Tilst. klasse	Antall	Tilstandsklasse	Verdi	Tilstandsklasse iht. SFT-veileder
KRA-1					52	A		
KRA-2	60	A	5,041	A			17,4	A
KRA-3	111	A	3,927	A			14,7	A
KRA-4	40	A	1,332	IA			30,3	A
KRA-5					13	A		
KRA-6	95	A	4,071	A			16,4	A
KRA-7	104	A	4,346	A			21,9	A

5.4 Diskusjon

For å klassifisere stasjonene innenfor AZE (KRA-1 og KRA-5) som «gode» ut i fra ASC Salmon Standard må de oppfylle kriteriene om «høy forekomst» av ≥ 2 ikke-forurensingsindikerende arter. Standarden definerer «høy forekomst» med høyere eller lik forekomst av 100 individer per m² eller likt med referansestasjonen hvis forekomsten der er naturlig lavere enn 100 individer per m². Det tolkes i denne rapporten som at kravet fra ASC Salmon Standard om «høy forekomst» av ≥ 2 ikke-forurensingsindikator arter skal sørge for at forholdene ved stasjonene er under en grad av forurensing som også støtter for arter som er naturlig forekommende.

Grunnet forekomst av ≥ 2 ikke forurensingsindikerende arter ved KRA-1 oppfyller stasjonen per definisjon kravet angitt i ASC Salmon standard. Faunaen ved stasjonen viste bare en moderat påvirkning av oppdrettsvirksomheten.

Ved KRA-5 var det ingen ikke-forurensingsindikerende arter som forekom over 100 ind/m² og det var ekstrem overvekt av én art, *C. capitata*. Det ble derimot registrert flere arter som ikke forekom ved referansestasjonen, og dermed oppfyller stasjon KRA-5 kravet angitt i ASC Salmon standard. Man burde ta forbehold om at referanse stasjonen, KRA-7, var om lag 100 m dypere enn KRA-5,

og man normalt forventer å finne forskjellige arter på så forskjellige dybder. Selv om KRA-5 var en akseptabel AZE-stasjon ut i fra ASC Salmon Standard, betyr det ikke at artsmangfoldet var på god.

For stasjonene som er lokalisert utenfor AZE er kravet fra ASC Salmon Standard at artsmangfoldet blir beskrevet med Shannon Wieners indeks med $\geq 3,0$. Alle registreringene ved KRA-2, KRA-3, KRA-6 og KRA-7 ble beskrevet med H'-indekser over 3,0, og oppfyller dermed kravet for bunndyr utenfor AZE. KRA-4 hadde en svært lav Shannon-Wiener verdi på 1,332 og oppfyller dermed ikke kravet for ASC Salmon Standard.

Alle stasjoner falt innenfor tilstandsklasse I for Eh/pH og kobber, og blir godkjent ut i fra kravene til ASC Salmon Standard.

6 Sammenligning av C-undersøkelse for Krabbholmen II fra 2013 og 2016

I 2013 ble det utført en C-undersøkelse ved Krabbholmen II (Haugen, Hadler-Jacobsen & Johansen). I følge NS 9410:2016 skal det, dersom det foreligger resultater fra tidligere undersøkelser i resipienten gjøres en sammenligning av nye resultater med gamle. Denne delen av rapporten fra C-undersøkelsen i 2016 presenterer derfor resultatet av sammenligningen av bunnfaunaen fra 2013 og 2016 samt en relativ vurdering av klassifiseringen til resultatene fra de to aktuelle rapportene.

6.1 Klassifisering av bunnfauna fra 2013 og 2016

Faunaregistreringene fra 2013 og 2016 ble klassifisert og plassert i Tabell 6.1 for sammenligning. Nærstasjonen (C1) ble klassifisert som miljøtilstand 2 «god» i 2013 og miljøtilstand 1 «meget god» i 2016 så forholdene har altså tilsynelatende blitt bedre ved nærstasjonen. Dette til tross at det ble registrert 26 færre arter i undersøkelsen i 2016 enn i 2013. Denne endringen i miljøtilstand er grunnet at i 2013 var faunaen dominert av den forurensingstolerante og opportunistiske arten *Polydora* sp., og det har skjedd et økologisk skift ved stasjonen, da faunaen ved stasjonen i 2016 var hovedsakelig dominert av *T. sarsi*, men ikke i like stor grad som *Polydora* i 2013. Både C2 (KRA-3 og Krab3) og C3 (KRA-2 og Krab2) fikk samme tilstandsklasse begge årene (tilstandsklasse 2: «god»). Artsantallet og individantallet har økt ved stasjon KRA-2 mellom 2013 og 2016, og den totale verdien for stasjonen (nEQR) økte svakt fra 0,789 til 0,792. Artsantallet har sunket noe ved KRA-3 mellom de to undersøkelsene og den totale verdien for stasjonen har sunket noe, fra 0,763 til 0,743.

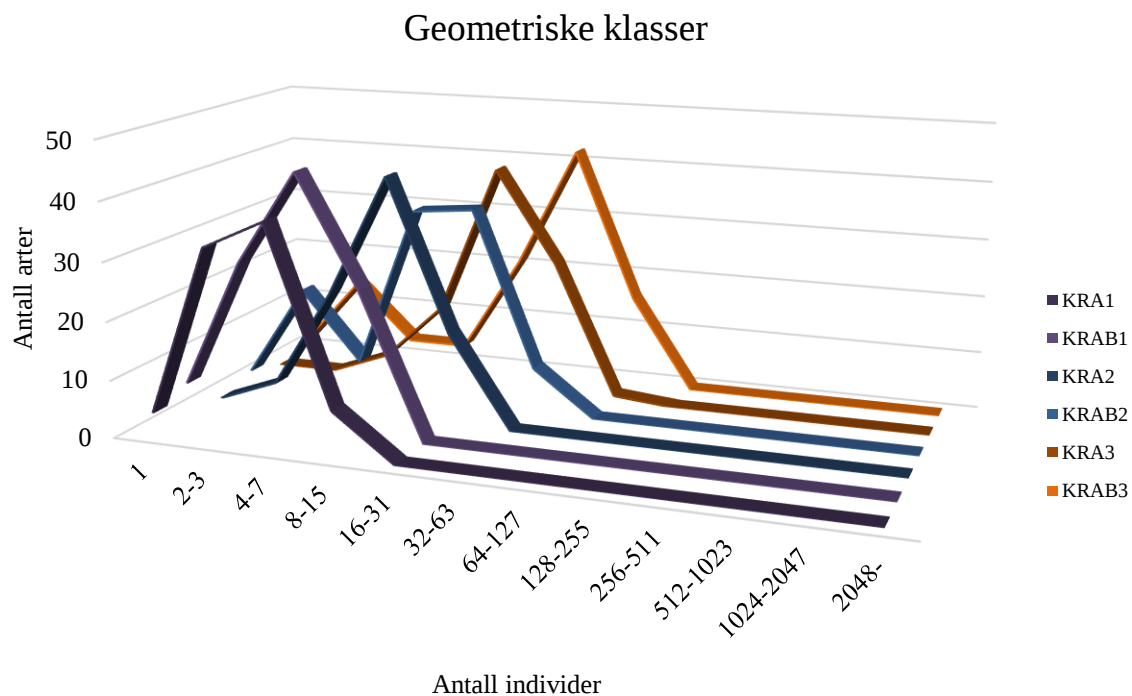
Tabell 6.1 Resultatene fra 2013 og 2016 er klassifisert ut i fra NS 9410:2007 og veileder 02:2013. Stasjon 1.år1 = stasjon 1, år 1 (se Tabell 4.4 for fargeforklaring).

Stasjon	Dyp (m)	Artsantall	Individantall	Klassifisering NS9410:2016	Klassifisering Veileder 02:2013
Krab1 2013	120	79	1874	Miljøtilstand 2 «god»	-
KRA-1 2016	120	53	1048	Miljøtilstand 1 «meget god»	-
Krab2 2013	125	79	503	-	TK2 – «god»
KRA-2 2016	125	95	1024	-	TK2 – «god»
Krab3 2013	200	57	396	-	TK 2 – «god»
KRA-3 2016	200	50	412	-	TK 2 – «god»

6.2 Geometriske klasser

Figur 6.1 viser antall arter plottet mot antall individer for hver stasjon undersøkt i 2013 og 2016. I denne figuren er antall individer delt inn i *geometriske klasser*, der nedre klassegrense danner en følge av ledd på formelen 2^x , $x=0,1,2,(\dots)$. For eksempel tilsvarer Klasse I en art, Klasse II tilsvarer 2-3 arter, Klasse III tilsvarer 4-7 arter, Klasse IV tilsvarer 8-15 arter, osv. Ved hjelp av denne klasseinndelingen skal det være mulig å si noe om individfordelingen mellom artene i samfunnet.

I en prøve fra et upåvirket samfunn vil det være mange arter med et lavt individantall og få arter med et høyt individantall. Dette sees som en en-toppet asymmetrisk kurve med en lang «hale» mot høyere klasseverdier. Ved moderat forurensning vil en del av de individfattige artene forsvinne, mens opportunistiske arter vil øke i antall. Dette sees som en flatere kurve, en kurve med flere topper eller en kurve som strekker seg mot høyre. Ved høy forurensning blir det få arter med høyt individantall. Kurven vil da få en lavere topp, og få arter spredt over flere og høyere klasser enn det som er normalt ved en upåvirket lokalitet (Gray & Pearson 1982).



Figur 6.1 Geometriske klasse for alle stasjoner tatt i 2013 og stasjon KRA-1-3 i 2016. Her er stasjonene sett som helhet, altså er de to grabbene på hver stasjon slått sammen.

6.3 Hydrografi

Det ble ikke gjennomført CTD-måling på samme stasjon i de to undersøkelsene. I 2013 ble det utført en CTD-måling ved stasjon Krab3 (KRA-3), mens i 2016 ble CTD-målingene gjennomført på C3-stasjonene KRA-2 og KRA-6.

6.4 Sediment - Kornfordeling

Noen mindre forskjeller mellom de to årene ved alle tre stasjonene i forhold til kornfordeling ble observert, men dette skyldes nok små forskjeller i stasjonsplassering for prøveuttak. Den største endringen i sedimentoppbyggingen ble observert ved Krab2 2013 og KRA-2 2016, der andel leire og silt har økt med 19 %, og andel sand sunket med 19 %. Resultatene fra sediment- undersøkelsen er presentert i Tabell 6.2.

Tabell 6.2 Oversikt over kornfordeling i sediment- prøver fra stasjonene ved Krabbholmen i 2013 og 2016. 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.

Stasjon	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Krab1 2013	83	17	0
KRA-1 2016	73	26	1
Krab2 2013	30	68	2
KRA-2 2016	49	51	0
Krab3 2013	81	19	0
KRA-3 2016	76	24	0

6.5 Sediment – Totalt organisk karbon (TOC), fosfor, sink og kobber

Nivået av TOC har blitt vesentlig lavere i 2016 i forhold til 2013. Størst var endringen ved stasjonene KRA-1 og KRA-3 der nivået henholdsvis har falt fra TK V til TK II og TK IV til TK I. Ved stasjon KRA-2 har tilstandsklassen holdt seg stabil på tilstandsklasse III.

Fosfornivået har økt betraktelig mellom 2013 og 2016. Størst var endringen ved stasjon KRA-2 der fosformengden har mer enn doblet seg på de tre årene mellom undersøkelsene. Stor endring var det også ved KRA-1 der fosformengden har økt med mer enn 60 %. Fosformengden har holdt seg noenlunde stabil ved KRA-3, der den bare har økt fra 780 mg/kg til 880 mg/kg.

Analysene viste små mengder av tungmetallene sink og kobber, og alle fikk beste Tilstandsklassen (I) ved alle stasjonene i både 2013 og 2016.

Se Tabell 6.3 for en oversikt over de målte parameterne i sedimentet.

Tabell 6.3 Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et. al, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC i 2013 og 2016.

Stasjon	TOC % TS	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK
Krab1 2013	i.a	45,1	V	820	77,0	I	20,0	I
KRA-1 2016	2,1	26,3	II	1320	67,3	I	20,0	I
Krab2 2013	i.a	29,6	III	630	50,0	I	10,0	I
KRA-2 2016	2,0	29,7	III	1300	51,2	I	17,4	I
Krab3 2013	i.a	38,4	IV	780	77,0	I	18,0	I
KRA-3 2016	1,6	19,8	I	880	47,0	I	14,7	I

6.6 Sediment - pH og Redokspotensial (Eh), sensoriske vurderinger.

Målingen av pH og Eh viste normale verdier ved alle tre stasjonene, og de fikk beste TK 1, etter MOM standarden fra 2011 (Tabell 6.4). Etter 2014-standardene derimot fikk Krab2 2013 tilstandsklasse 2.

Noe lukt ble oppdaget fra sedimentet ved Krab1 2013, mens ingen lukt eller farge ble registrert ved noen av de resterende stasjonene hverken i 2013 eller 2016. Dette kan indikere at forholdene ved Krabbholmen II har bedret seg noe mellom de to undersøkelsene.

Tabell 6.4 Målte pH og Eh verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene i 2013 og 2016. Den beregnede pH/Eh verdien går fra 0-5 poeng der 0 poeng er best. Tilstanden går fra 1-4, hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Krab1 2013	7,5	154	0	1
KRA-1 2016	7,5	33	1	1
Krab2 2013	7,51	-60	2*	2*
KRA-2 2016	7,6	60	1	1
Krab3 2013	7,45	-19	1	1
KRA-3 2016	7,9	111	0	1

*feil pH/Eh-poeng oppgitt i 2013-rapporten, endret her.

6.7 Konklusjon fra sammenligning av undersøkelser

Ved nærstasjonen endret miljøtilstanden seg fra «god» til «meget god», mens tilstandsklassen forble tilstandsklasse 2: «god» ved overgangsstationen og fjernstationen mellom de to årene.

Det har ikke skjedd noe større skift i kornfordelingen i sedimentet, mindre variasjoner mellom undersøkelsene ble observert, men dette kan skyldes små geografiske forskjeller i stasjonsvalgene mellom undersøkelsene.

TOC har minket kraftig mellom undersøkelsene ved stasjon KRA-1 og KRA-3, fra henholdsvis tilstandsklasse V til II og IV til I. Ved stasjon KRA-2 forble tilstandsklassen den samme (III). Mengden fosfor har økt kraftig ved stasjon KRA-1 og KRA-2 mellom undersøkelsene, mens fosformengden har holdt seg noenlunde stabil ved KRA-3. Verdiene for metallene sink og fosfor har holdt seg innenfor tilstandsklasse I ved begge undersøkelsene.

Hovedsakelig ser den totale miljøtilstanden ved Krabbholmen II ut til å ha forblitt like eller blitt noe bedre mellom de to undersøkelsene.

7 Referanser

- ASC. (2012). ASC Salmon Standard version 1.0, june 2012. Aquaculture Stewardship Council.
- Anon, 2013 (Veileder 02:2013) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- 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*.
- 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*.
- Kjerstad Arild. (2014). Strømmåling. Havbrukstjenesten AS. 4 s.
- 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.
- Norsk Standard NS 4764:1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- Norsk Standard (NS 9410:2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. 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*.
- Personlig meddelse Alf Håkon Skjervik, Salmar Farming AS.
- 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.

Vannportalen.no. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

8 Vedlegg

Vedlegg 1 - Indeksbeskrivelser

V.1.1 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

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

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.1.2 Sensitivitet og tetthet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

V.1.3 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.

V.1.4 Normalisering

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

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

V.1.5 Geometriske klasser

En måte å se på individfordelingen i et bunndyrsamfunn er å plote antall arter mot antall individer fordelt i geometriske klasser, der nedre klassegrense danner en følge av ledd på formelen 2^x , $x=0,1,2,\dots$. For eksempel tilsvarer Klasse I en art, Klasse II tilsvarer 2-3 arter, Klasse III tilsvarer 4-7 arter, Klasse IV tilsvarer 8-15 arter, osv.

Ved hjelp av denne klasseinndelingen skal det være mulig å si noe om individfordelingen mellom artene i samfunnet. I en prøve fra et upåvirket samfunn vil det være mange arter med et lavt individantall og få arter med et høyt individantall. Dette sees som en en-toppet asymmetrisk kurve med en lang «hale» mot høyere klasseverdier. Ved moderat forurensing vil en del av de individfattige artene forsvinne, mens opportunistiske arter vil øke i antall. Dette sees som en flatere kurve, en kurve med flere topper eller en kurve som strekker seg mot høyre. Ved høy forurensing blir det få arter med høyt individantall. Kurven vil da få en lavere topp, og få arter spredt over flere og høyere klasser enn det som er normalt ved en upåvirket lokalitet (Gray & Pearson 1982).

Vedlegg 2 - Referansetilstander med tilhørende tilstandsklasser.

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V2.1-V2.3) angir hvilke tilstandsklasser (angitt i veileder 01:2009 og 02:2013) de ulike parameterne hører til i; 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 ved stasjoner utenfor anleggssonen. Referanseverdier fra NS940 er oppgitt i Tabell V2.4.

Tabell V2.2. Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:213.

Indeks	Økologisk tilstandsklasse				
	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 V2.2. Hver tilstandsklasses nEQR-basisverdi.

	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 V2.3. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

				Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
Parameter	Veileder	Måleenhet	Bakgrunn/	God	Moderat/	Dårlig	Svært	dårlig
				Svært god		Mindre god		
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O2/l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

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

Tabell V2.4. Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410:2016.

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 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.
Miljøtilstand 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.
Miljøtilstand 3 (Dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (Meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad (NSI)

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

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

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

Gruppe V – 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
I	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
II	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
III	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
IV	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
V	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

Vedlegg 4 - Feltlogg (MOM B parametere)

Kunde	Salmar Farming AS				Lokalitet/P.nr	Krabholmen I og II							
Dato	09.03.2016				Toktleder	Arild Kjerstad							
Prøvetaking	START: 07:00 SLUTT: 14:00				Alt Personell	Elise Skottene, Kent							
Vær	Vind sør-øst, uskyet				Sjøtemperatur								
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; Sil; Eh; pH: pH- kalibrering: ok Sjø; Eh: 151 pH: 7,87												
Stasjon nr/navn	1 KRA-1				KRA-2				KRA-3				
Posisjon N / Ø	N 63° 56.423/ Ø 09° 53.415				N 63° 56.530/ Ø 09° 53.443				N 63° 57.402/ Ø 09° 53.901				
Dybde (meter)	120				125				200				
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	1	1	1	2	1	1	1	1		1		
Akkreditert hugg (ja/nei)	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	
Volum (cm)	3	1	3	1	4,5	2	4,5		0	0	0	0	
Antall flasker	1	1			2	2			2	2			
pH			7,55				7,5				7,9		
Eh (mV)			33				60				111		
Sediment	Skjellsand												
	Sand												
	Mudder												
	Silt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Leire	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	
	Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)												
	Brun/Sort (2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lukt	Ingen (0)	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	Noe (2)						1						
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)						1	1	1				
	Myk (2)	2	2	2	2					2	2	2	
	Løs (4)												
Merknader / avvik:													
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur:								

Kunde	Salmar Farming AS				Lokalitet/P.nr	Krabholmen I og II							
Dato	09.03.2016				Toktleder	Arild Kjerstad							
Prøvetaking	START: 07:00 SLUTT: 14:00				Alt Personell	Elise Skottene, Kent							
Vær	Vind sør-øst, uskyet				Sjøtemperatur								
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; Sil; Eh; pH: pH- kalibrering: ok Sjø; Eh:151 pH:7,87												
Stasjon nr/navn		KRA-4				KRA-5				KRA-6			
Posisjon N / Ø		N 63° 56.226/ Ø 09° 53.341				N 63° 56.735/ Ø 09° 52.883				N 63° 56.598/ Ø 09° 52.435			
Dybde (meter)		116				70				107			
Hugg nr		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Akkreditert hugg (ja/nei)		JA	JA	JA	JA	NEI	NEI	NEI	NEI	JA	JA	JA	JA
Volum (cm)		1,5	2	1,5	2	10	12	10	12	1	3	1	3
Antall flasker		1	1			1	1			1	1		
pH				7,5				7,74				7,51	
Eh (mV)				40				108				95	
Sediment	Skjellsand												
	Sand					2	2	2	2	2	3	2	3
	Mudder												
	Silt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Leire	2		2		3		3		3	2	3	2
	Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)												
	Brun/Sort (2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lukt	Ingen (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)		1		1	1	1	1	1				
	Myk (2)	2		2						2	2	2	2
	Løs (4)												
Merknader / avvik:										Fulle grabber			
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna						Signatur:							

Kunde	Salmar Farming AS				Lokalitet/P.nr	Krabholmen I og II							
Dato	09.03.2016				Toktleder	Arild Kjerstad							
Prøvetaking	START: 07:00 SLUTT: 14:00				Alt Personell	Elise Skottene, Kent							
Vær	Vind sør-øst, uskyet				Sjøtemperatur								
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; Sil; Eh; pH: pH- kalibrering: ok Sjø; Eh: 151 pH:7,87												
Stasjon nr/navn	KRA-7				2				3				
Posisjon N / Ø	N 63° 56.946/ Ø 09° 52.498				/				/				
Dybde (meter)	170												
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	1	1	1										
Akkreditert hugg (ja/nei)	Ja	Ja	Ja										
Volum (cm)	1	1	1	1									
Antall flasker	1	1											
pH			7,55										
Eh (mV)			104										
Sediment	Skjellsand												
	Sand												
	Mudder												
	Silt	1	1	1	1								
	Leire	2	2	2	2								
	Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)												
	Brun/Sort (2)	1	1	1	1								
Lukt	Ingen (0)	0	0	0	0								
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)												
	Myk (2)												
	Løs (4)	3	3	3	3								
Merknader / avvik:	Helt fulle grabber												
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur:								

Vedlegg 5 - Artsliste for bunnfauna

Artsliste for all fauna funnet ved lokalitet Krabbholmen I & II er organisert i Tabell V 5.1.

Tabell V5.1. Artsliste for bunnfauna registrert Krabbholmen I & II. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, koloniale Porifera, infraklasse Cirripedia, koloniale Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013). Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	KRA1.1	KRA1.2	KRA2.1	KRA2.2	KRA3.1	KRA3.2
Ampharete sp.	1					
Ampharetidae			1	2		
Amphictene auricoma			6	3		1
Aphelochaeta sp.				1	1	2
Aricidea catherinae			1	3	1	
Capitella capitata	2	10				
Ceratocephale loveni	1	1	1	1	3	2
Chaetozone sp.	3	4	3	1		1
Chirimia biceps			7	14		
Clymenura borealis						2
Dasybranchus caducus			1			
Diplocirrus glaucus	5	1	47	40	3	1
Eteone flava	5	4	3	2		
Eteone longa	19	6	3			
Galathowenia oculata	3		2	1		
Glycera alba				3		
Glycera lapidum	2	1	1			
Goniada maculata	1	1	9	7		
Heteroclymene robusta			1	2		
Heteromastus filiformis	13	37	4	2	4	4
Lagis koreni	1					
Laonice sarsi			3			
Laonice sp.						1
Lepidonotus squamatus			1	1		
Levinsenia gracilis					4	1
Lumbriclymene cylindrica			8	5		
Lumbrineridae	2	2	12	4	6	4
Malacoceros fuliginosus			3			
Maldanidae				2	1	
Melinna albicincta			5	6		
Melinna elisabethae			8	3		
Nephtys caeca					1	
Nephtys ciliata	1		1		1	

TAXA	KRA1.1	KRA1.2	KRA2.1	KRA2.2	KRA3.1	KRA3.2
Nephtys sp.	1		3	1		
Nereididae	1	2				
Nereiphylla lutea			2	1		
Notomastus latericeus				1	5	1
Ophelina acuminata			2			1
Ophelina sp.		3				
Owenia borealis	1		5	11	1	
Oxydromus flexuosus	3				1	2
Paradiopatra quadricuspis				2		3
Paramphinoe jeffreysii	44	29	72	68	76	76
Parexogone hebes			1			
Pectinaria belgica	3	1			5	7
Pherusa falcata			10	4		
Pholoe assimilis	28	11	25	7		
Pholoe baltica	4	6	14	40		1
Pholoe pallida			4	3	6	10
Phyllodoce groenlandica			1			
Phyllodoce rosea	1					
Phyllodoce sp.		1	1			
Phyllodocidae			1			
Phylo norvegicus		7		1		
Pista mediterranea	1		1	4	4	1
Polycirrus medusa			2			
Polycirrus norvegicus				3		1
Polyphysia crassa				1		
Praxillella praetermissa	1		2	1		
Prionospio dubia			3		4	2
Prionospio fallax			2	6		
Prionospio sp.			1			
Pseudopolydora antennata	7	10	1			
Rhodine loveni	1			6	3	9
Rhodine sp.	1			2		
Samytha sexcirrata				1		
Spio filicornis	1	1	1			
Spiophanes kroyeri	1	2	2	3	1	
Streblosoma intestinale			1			
Syllis cornuta	6	4	7	4		
Terebellidae				2	1	
Terebellides stroemii			3	1	2	
Terebellomorpha				1		

TAXA	KRA1.1	KRA1.2	KRA2.1	KRA2.2	KRA3.1	KRA3.2
Trichobranchus roseus			6	2		
Abra nitida	12	2	2		4	6
Adontorhina similis	7		6	12		
Astarte sulcata				1		
Axinulus croulinensis			8	3		1
Crenella decussata	2		1			
Kelliella miliaris						7
Kurtiella bidentata			1	1	1	
Mendicula ferruginosa	4		32	22	6	8
Myrtea spinifera	11	1	8	4		
Nucula sulcata					3	
Nucula tumidula	2		3		2	4
Nuculana minuta			2			
Parvicardium minimum					1	1
Tellimya ferruginosa			1	1		
Thyasira equalis	20	4	61	69	32	25
Thyasira flexuosa	54	14	11	11	1	
Thyasira obsoleta			3	2	1	3
Thyasira sarsi	230	340	22	48	4	6
Thyasira sp.	2			2		
Yoldiella lucida			2	3	2	2
Yoldiella philippiana			6	3		
Eulimidae			1			
Euspira montagui			2			
Philine scabra	3		4	5		
Retusa umbilicata	5		1			
Scaphander lignarius			1			
Antalis entalis			2	1		
Antalis occidentalis						1
Chaetoderma nitidulum	1		10	8	4	1
Scutopus ventrolineatus	1	1	1		2	1
Cumacea					2	2
Diastylis cornuta			1			
Diastylis sp.			1	1		
Amphiura chiajei	8		9	13	2	
Labidoplax buskii	1		7	12	2	4
Pseudothyone raphanus			1			
Edwardsiidae				2		
Nemertea	11		3	4		
Turbellaria	1					

TAXA	KRA1.1	KRA1.2	KRA2.1	KRA2.2	KRA3.1	KRA3.2
Priapulus caudatus		3				
Onchnesoma steenstrupii					3	1

TAXA	KRA4.1	KRA4.2	KRA5.1	KRA5.2	KRA6.1	KRA6.2
Ampharete sp.					1	
Amphictene auricoma	1				3	3
Aphelochaeta sp.	1					
Capitella capitata	752	605	1323	855	2	11
Caulerliella serrata		1			1	1
Chaetozone sp.		4	1		1	1
Dasybranchus caducus					1	
Diplocirrus glaucus					12	6
Eteone flava		3			3	1
Eteone longa						2
Euclymeninae						1
Eumida bahusiensis						1
Galathowenia oculata					1	
Glycera lapidum	1	1			1	
Goniada maculata					1	3
Heteroclymene robusta					1	
Heteromastus filiformis	5	6	1	1	1	
Lumbrineridae	1	1			10	8
Malacoceros fuliginosus		1	12	14		
Melinna albicincta						3
Myriochele danielsseni						2
Nephtys caeca					1	
Nephtys ciliata						1
Nephtys sp.					2	
Nereiphylla lutea						1
Notomastus latericeus					1	3
Ophelina acuminata	1					
Ophelina sp.		2	2	1		
Owenia borealis	2	3			4	9
Oxydromus flexuosus	1	1				1
Paramphionome jeffreysii	14	28		1	9	13
Pectinaria belgica					1	
Pherusa falcata					5	2
Pholoe assimilis						2
Pholoe baltica	9	6			50	49
Pholoe pallida	2	3			33	3

TAXA	KRA4.1	KRA4.2	KRA5.1	KRA5.2	KRA6.1	KRA6.2
Phyllodoce mucosa		3		1		2
Phylo norvegicus			4	1	1	5
Polycirrus medusa						1
Polycirrus norvegicus					1	
Praxillella praetermissa						1
Prionospio steenstrupi					1	
Rhodine loveni					5	1
Scalibregma inflatum	2		1			
Scalibregmatidae					1	
Spiophanes kroyeri						2
Syllidia armata						1
Syllis cornuta		2			9	7
Trichobranchus roseus					1	2
Tubificoides sp.				1	6	2
Abra nitida		3			5	3
Adontorhina similis						15
Axinulus croulinensis					1	2
Corbula gibba					1	1
Crenella decussata		1				
Ennucula tenuis		2				
Kurtiella tumidula						1
Lyonsia norvegica					1	
Mendicula ferruginosa					7	7
Myrtea spinifera		2	1		9	9
Nucula tumidula		1			1	1
Parvicardium pinnulatum	1				2	
Tellimya ferruginosa					1	2
Thyasira equalis			1		30	19
Thyasira flexuosa	2	3			7	12
Thyasira obsoleta						2
Thyasira sarsi	173	255	9	2	194	178
Yoldiella lenticula						1
Yoldiella philippiana					2	
Philine scabra					5	4
Retusa obtusa					2	2
Heterobranchia						1
Chaetoderma nitidulum					9	5
Scutopus ventrolineatus						2
Cumacea			1			
Amphilepis norvegica			5			

TAXA	KRA4.1	KRA4.2	KRA5.1	KRA5.2	KRA6.1	KRA6.2
Amphiura chiajei			4		17	18
Ophiura robusta					1	
Echinocardium cordatum					8	8
Echinocardium flavescens						1
Labidoplax buskii					19	13
Leptosynapta inhaerens						1
Asciidiidae						2
Actiniaria					1	
Cerianthus lloydii	1					
Edwardsiidae	2	1				1
Nemertea					2	4
Tubulanus sp.					11	
Turbellaria					1	
Onchnesoma steenstrupii						1

TAXA	KRA7.1	KRA7.2	KRABB2.2	KRABB2.3
Ampharete lindstroemi		1		3
Ampharete sp.		2	2	3
Ampharetidae				2
Amphicteis gunneri				2
Amphictene auricoma	2	2	2	
Aphelochaeta sp.		1	11	18
Aphroditidae			2	
Aricidea catherinae	4			3
Capitella capitata		1		
Ceratocephale loveni	1	1		2
Chaetozone sp.	4	6	17	12
Chirimia biceps			3	23
Clymenura borealis	1			
Diplocirrus glaucus	13	11	2	2
Eteone flava	1	3	3	3
Euclymene oerstedii			1	
Euclymeninae	3		1	1
Eumida bahusiensis				1
Galathowenia oculata	1	1	1	6
Glycera alba			1	1
Glycera lapidum				2
Goniada maculata	1			1
Harmothoe sp.		1		
Hauchiella tribullata		1		

TAXA	KRA7.1	KRA7.2	KRABB2.2	KRABB2.3
Heteromastus filiformis	12	19	11	7
Lagis koreni	1			
Laonice sarsi	1	1	1	
Lumbriclymene cylindrica				5
Lumbrineridae	21	11	8	8
Lysippe fragilis				1
Maldanidae				2
Melinna albicincta				2
Melinna cristata	1		1	
Melinna elisabethae				5
Nephtys ciliata				2
Nephtys sp.	1	2		
Nicomache sp.				1
Notomastus latericeus	5	2	5	10
Owenia borealis				6
Oxydromus flexuosus		4		
Paradiopatra quadricuspidis	1	5		
Paramphionome jeffreysii	109	77	26	41
Parexogone hebes	1			
Pectinaria belgica		2		1
Pherusa falcata	2	3		
Pholoe baltica	8	11	1	10
Pholoe pallida	8	7	5	5
Phyllodoce groenlandica				1
Phyllodoce mucosa		1		
Phyllodoce rosea				2
Phyllodoce sp.				1
Phylo norvegicus		1		
Pista mediterranea	1	1	2	1
Polycirrus medusa	3	2	1	1
Polycirrus norvegicus	1	1		
Polynoidae		1		
Praxillella praetermissa	2			
Prionospio cirrifera		1	1	1
Prionospio dubia	9	1	5	8
Pseudopolydora sp.	1		1	1
Pterolysippe vanelli				1
Rhodine loveni	13	15	6	
Samytha sexcirrata	1			

TAXA	KRA7.1	KRA7.2	KRABB2.2	KRABB2.3
Scalibregma inflatum				2
Pseudoscalibregma parvum				1
Scolecopsis sp.				1
Sphaerodoridae	1			
Spiochaetopterus typicus	1			
Spiophanes kroyeri	1	3		1
Streblosoma intestinale			1	5
Syllis cornuta	3	5		
Terebellidae	1	1		
Terebellides stroemii	6	7		
Terebellomorpha		1		
Trichobranchus roseus			1	3
Echiurus echiurus		1		
Tubificoides sp.		1		1
Abra nitida	13	8		1
Adontorhina similis	5	2		
Astarte sulcata			1	
Axinulus croulinensis	1	2	1	
Mendicula ferruginosa	6	7	7	1
Myrtea spinifera	1		1	
Nucula sulcata		1		
Nucula tumidula	4	3	1	3
Parvicardium minimum				2
Tellimya ferruginosa		1		
Thyasira equalis	61	59	20	16
Thyasira obsoleta	3	1		4
Thyasira sarsi	77	62	32	11
Yoldiella lucida	2	2		1
Yoldiella philippiana	1			
Puncturella noachina		1		
Philine scabra	1	1		1
Antalis entalis		1		
Antalis occidentalis			3	
Chaetoderma nitidulum	4	5	2	8
Scutopus ventrolineatus	4	3	1	3
Amphipoda				3
Harpinia sp.				1
Cumacea			1	1
Diastylis cornuta				2
Calocarides coronatus	1			

TAXA	KRA7.1	KRA7.2	KRABB2.2	KRABB2.3
Tanaidacea		1		
Prionotolebris norvegica	1		1	
Amphiura chiajei	6	7	11	11
Ophiura robusta				3
Echinocardium flavescens		1		
Labidoplax buskii	3	3		1
Ascidacea		1		
Cerianthus lloydii			1	
Nemertea	6	5	2	1
Tubulanus sp.		1		
Onchnesoma steenstrupii		2		

Vedlegg 6 - Indekser for stasjoner i anleggssonen

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, men som tilleggsinformasjon er indekser for nær- og overgangsstasjonen likevel beregnet og presentert i Tabell V6.1 og Tabell V6.2.

Tabell V6.1. Resultater fra nærstasjonen KRA-1 fra grabb 1 og grabb 2. Antall arter (S) og individer (N) funnet ved stasjonen danner grunnlaget for de utregnede indeksene; NQI1 (arts mangfold og ømfintlighet), H' (Shannon Wiener - arts mangfold), J (jevnhet), H'max (maksimal diversitet), ES100 (diversitet), ISI (sensitivitet/indikator arter), NSI (sensitivitet/indikator arter basert på norske forhold), DI (individentetthet). Samlet verdi angir total tilstandsklasse for stasjonen og er gjennomsnittet av de to normaliserte indeksene nEQR $\bar{G}$ og nEQR $\bar{S}$. Fargene i tabellen angir de ulike tilstandsklassene indeksverdiene hører til i; blå → tilstandsklasse «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig», rød → «svært dårlig».

KRA-1	Grabb 2	Grabb 3	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	49	29	39,0	53		
N	539	509	524,0	1048		
NQI1	0,702	0,622	0,662	0,677	0,633	0,649
H'	3,527	2,212	2,870	3,043	0,576	0,605
J	0,628	0,455	0,542	0,531		
H'max	5,615	4,858	5,236	5,728		
ES100	23,560	15,390	19,475	20,920	0,629	0,646
ISI	8,067	7,288	7,677	8,032	0,617	0,651
NSI	18,362	15,993	17,178	17,212	0,487	0,488
DI	0,682	0,657	0,669	0,669		
		Samlet verdi:	0,598		0,589	0,608

Tabell V6.2. Resultater fra nærstasjonen KRA-5 fra grabb 1 og grabb 2. Antall arter (S) og individer (N) funnet ved stasjonen danner grunnlaget for de utregnede indeksene; NQI1 (arts mangfold og ømfintlighet), H' (Shannon Wiener - arts mangfold), J (jevnhhet), H'max (maksimal diversitet), ES100 (diversitet), ISI (sensitivitet/indikator arter), NSI (sensitivitet/indikator arter basert på norske forhold), DI (individdtetthet). Samlet verdi angir total tilstandsklasse for stasjonen og er gjennomsnittet av de to normaliserte indeksene nEQR $\bar{G}$ og nEQR $\bar{S}$. Fargene i tabellen angir de ulike tilstandsklassene indeksverdiene hører til i; blå → tilstandsklasse «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig», rød → «svært dårlig».

KRA-5	Grabb 2	Grabb 3	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	13	9	11,0	16		
N	1365	877	1121,0	2242		
NQI1	0,317	0,284	0,301	0,327	0,194	0,218
H'	0,290	0,218	0,254	0,270	0,056	0,060
J	0,078	0,069	0,074	0,067		
H'max	3,700	3,170	3,435	4,000		
ES100	3,520	2,718	3,119	3,240	0,125	0,130
ISI	7,434	5,361	6,398	7,221	0,430	0,557
NSI	7,280	7,029	7,154	7,182	0,143	0,144
DI	1,085	0,893	0,989	0,989		
		Samlet verdi:	0,206		0,190	0,222

Vedlegg 7 - CTD Data

Tabell V7.1 CTD data fra Krabbholmen I & II, stasjoner KRA-2 og KRA-6.

KRA-2

Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (†g/l)	T (FTU)	Press	Time
31,8	11,769	96,45	8,52	0,54	1,24	0,74	16.10.2003
31,82	11,737	98,88	8,74	0,62	0,47	0,86	16.10.2005
31,88	11,682	100,32	8,88	0,51	0,32	1,59	16.10.2007
32,51	10,862	105,17	9,44	0,41	0,31	3,95	16.10.2009
32,9	10,141	106,88	9,73	0,58	0,37	6,46	16.10.2011
33,1	9,746	107,36	9,85	1,22	0,38	8,87	16.10.2013
33,29	9,619	107,93	9,92	1,36	0,61	11,21	16.10.2015
33,41	9,448	107,61	9,92	1,86	0,31	13,57	16.10.2017
33,52	9,069	106,88	9,93	0,83	0,25	15,91	16.10.2019
33,71	8,523	105,76	9,94	0,67	0,26	18,23	16.10.2021
33,83	8,256	104,84	9,9	0,94	0,16	20,28	16.10.2023
33,83	8,108	103,54	9,82	0,56	0,28	22,3	16.10.2025
33,88	7,963	101,66	9,67	0,54	0,17	24,41	16.10.2027
33,94	7,742	100,11	9,57	0,46	0,14	26,42	16.10.2029
33,92	7,626	98,35	9,42	0,27	0,2	28,3	16.10.1931
33,95	7,565	96,79	9,29	0,37	0,12	29,83	16.10.1933
33,96	7,534	95,16	9,14	0,24	0,15	31,46	16.10.1935
33,97	7,509	93,73	9	0,39	0,14	33,35	16.10.1937
34,01	7,434	92,91	8,94	0,32	0,12	34,95	16.10.1939
34,03	7,372	91,96	8,86	0,18	0,13	36,54	16.10.1941
34,04	7,32	91,12	8,79	0,17	0,19	38,48	16.10.1943
34,08	7,269	90,37	8,72	0,15	0,12	40,2	16.10.1945
34,1	7,198	89,74	8,68	0,27	0,13	41,9	16.10.1947
34,12	7,152	89,23	8,63	0,15	0,15	43,57	16.10.1949
34,16	7,108	88,59	8,58	0,13	0,17	45,36	16.10.1951
34,19	7,074	88,03	8,53	0,11	0,16	47,07	16.10.1953
34,22	7,043	87,51	8,48	0,15	0,19	48,9	16.10.1955
34,26	7,022	86,92	8,43	0,1	0,2	50,61	16.10.1957
34,28	7,008	86,43	8,38	0,11	0,24	52,53	16.10.1959
34,3	7,002	85,98	8,34	0,1	0,22	54,35	16.11.2001
34,28	6,998	85,62	8,31	0,09	0,21	56,16	16.11.2003
34,3	6,991	85,34	8,28	0,1	0,22	57,85	16.11.2005
34,34	6,985	84,95	8,24	0,1	0,28	59,55	16.11.2007
34,36	6,972	84,7	8,22	0,1	0,17	61,33	16.11.2009
34,37	6,963	84,56	8,21	0,08	0,29	63,15	16.11.2011
34,4	6,974	84,45	8,19	0,13	0,24	64,91	16.11.2013

34,41	6,981	84,28	8,17	0,08	0,35	66,61	16.11.2015
34,43	6,985	84,21	8,17	0,09	0,24	68,35	16.11.2017
34,45	6,978	83,9	8,14	0,08	0,22	70,08	16.11.2019
34,46	6,975	83,75	8,12	0,08	0,19	71,83	16.11.2021
34,46	6,979	83,76	8,12	0,07	0,19	73,59	16.11.2023
34,49	6,986	83,89	8,13	0,08	0,17	75,35	16.11.2025
34,52	6,986	83,97	8,14	0,08	0,18	77,11	16.11.2027
34,53	7,014	84,25	8,16	0,08	0,2	78,91	16.11.2029
34,55	7,041	84,23	8,15	0,07	0,23	80,66	16.11.1931
34,55	7,083	84,21	8,14	0,1	0,31	82,44	16.11.1933
34,6	7,123	84,18	8,13	0,07	0,26	84,14	16.11.1935
34,61	7,161	83,97	8,1	0,07	0,36	85,86	16.11.1937
34,62	7,201	83,63	8,06	0,07	0,35	87,57	16.11.1939
34,64	7,251	83,25	8,01	0,07	0,35	89,25	16.11.1941
34,67	7,312	82,89	7,96	0,08	0,34	90,9	16.11.1943
34,7	7,375	82,54	7,92	0,06	0,43	92,47	16.11.1945
34,73	7,421	82,18	7,87	0,06	0,38	93,94	16.11.1947
34,77	7,486	81,81	7,82	0,06	0,42	95,47	16.11.1949
34,8	7,519	81,43	7,78	0,06	0,44	97,04	16.11.1951
34,81	7,548	81,07	7,74	0,06	0,42	98,64	16.11.1953
34,83	7,586	80,81	7,71	0,08	0,64	100,25	16.11.1955
34,85	7,603	80,54	7,68	0,05	0,46	101,77	16.11.1957
34,86	7,617	80,32	7,65	0,06	0,44	103,22	16.11.1959
34,86	7,63	80,15	7,63	0,05	0,51	104,72	16.12.2001
34,87	7,645	79,95	7,61	0,05	0,52	106,21	16.12.2003
34,88	7,669	79,81	7,59	0,06	0,63	107,72	16.12.2005
34,9	7,68	79,64	7,57	0,06	0,63	109,14	16.12.2007
34,9	7,7	79,44	7,55	0,05	0,61	110,64	16.12.2009
34,9	7,716	79,28	7,53	0,05	0,62	112,13	16.12.2011
34,91	7,727	79,08	7,51	0,05	0,64	113,64	16.12.2013
34,92	7,741	78,98	7,5	0,05	0,62	115,06	16.12.2015
34,93	7,75	78,93	7,49	0,06	0,65	116,48	16.12.2017
34,93	7,772	78,9	7,49	0,05	0,68	117,9	16.12.2019
34,96	7,791	78,84	7,48	0,05	0,66	119,39	16.12.2021
34,97	7,809	78,8	7,47	0,05	0,77	120,89	16.12.2023
34,98	7,825	78,74	7,46	0,05	0,78	122,37	16.12.2025
34,98	7,835	78,64	7,45	0,05	0,73	123,84	16.12.2027
34,99	7,842	78,71	7,45	0,05	0,7	124,74	16.12.2029
35	7,842	78,69	7,45	0,05	0,77	124,83	16.12.1931
34,97	7,842	78,66	7,45	0,05	0,81	124,84	16.12.1933

KRA-6

Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (µg/l)	T (FTU)	Press	Time
31,11	12,188	93,78	8,33	0,55	0,43	0,95	15.54.26
31,87	12,049	94,86	8,41	0,53	0,38	0,71	15.54.28
32,02	12,037	103,6	9,18	0,54	0,41	0,63	15.54.30
32,05	12,033	106,33	9,42	0,64	0,4	1,09	15.54.32
32,04	12,03	111,59	9,88	0,51	0,36	1,31	15.54.34
31,98	12,017	113,04	10,02	0,63	0,35	0,84	15.54.36
32,23	11,734	113,36	10,09	0,35	0,24	2,86	15.54.38
32,76	10,594	112,22	10,21	0,49	0,28	5,03	15.54.40
33,18	9,99	111,54	10,26	0,71	0,31	6,98	15.54.42
33,17	9,8	110,86	10,25	1,34	0,29	8,95	15.54.44
33,24	9,649	110,3	10,22	1,6	0,3	10,94	15.54.46
33,43	9,247	109,42	10,22	1,74	0,32	12,95	15.54.48
33,54	9,045	108,83	10,21	0,98	0,2	14,74	15.54.50
33,66	8,633	107,68	10,19	1,58	0,18	16,6	15.54.52
33,78	8,437	106,89	10,15	0,68	0,2	18,49	15.54.54
33,83	8,329	105,92	10,08	0,69	0,24	20,35	15.54.56
33,89	8,174	105,02	10,03	0,72	0,13	22,46	15.54.58
33,87	8,033	103,97	9,96	0,64	0,16	24,33	15.55.00
33,89	7,973	102,78	9,86	0,88	0,2	26,02	15.55.02
33,87	7,97	101,49	9,74	0,7	0,22	27,85	15.55.04
33,94	7,967	100,56	9,65	0,67	0,19	29,6	15.55.06
33,96	7,723	99,44	9,59	0,47	0,18	31,32	15.55.08
33,92	7,615	98,32	9,51	0,5	0,16	32,92	15.55.10
33,96	7,53	97,06	9,41	0,48	0,16	34,65	15.55.12
33,97	7,49	95,89	9,3	0,33	0,13	36,29	15.55.14
33,96	7,427	94,7	9,2	0,2	0,16	37,87	15.55.16
34,02	7,363	93,76	9,12	0,18	0,14	39,36	15.55.18
34,04	7,311	92,77	9,03	0,24	0,15	40,94	15.55.20
34,05	7,277	92,09	8,97	0,21	0,14	42,28	15.55.22
34,07	7,235	91,21	8,89	0,22	0,14	43,69	15.55.24
34,08	7,182	90,91	8,88	0,33	0,15	45,13	15.55.26
34,11	7,146	90,19	8,81	0,17	0,24	46,52	15.55.28
34,13	7,121	89,44	8,74	0,16	0,21	48,01	15.55.30
34,13	7,084	88,93	8,7	0,11	0,21	49,57	15.55.32
34,2	7,041	88,51	8,66	0,15	0,16	51,22	15.55.34
34,23	7,008	88,12	8,63	0,13	0,15	52,98	15.55.36
34,27	6,975	87,86	8,61	0,13	0,15	54,59	15.55.38
34,27	6,961	87,72	8,6	0,12	0,15	56,23	15.55.40
34,29	6,952	87,71	8,6	0,11	0,16	57,75	15.55.42

34,29	6,949	87,62	8,59	0,11	0,15	59,39	15.55.44
34,31	6,945	87,51	8,58	0,11	0,16	61,15	15.55.46
34,32	6,942	87,57	8,58	0,11	0,17	62,6	15.55.48
34,33	6,942	87,6	8,59	0,1	0,16	64,03	15.55.50
34,36	6,944	87,62	8,59	0,1	0,15	65,29	15.55.52
34,34	6,943	87,61	8,59	0,09	0,16	66,83	15.55.54
34,34	6,945	87,32	8,56	0,08	0,28	68,45	15.55.56
34,37	6,976	87,32	8,55	0,09	0,25	69,99	15.55.58
34,39	6,99	86,89	8,5	0,09	0,25	71,52	15.56.00
34,41	6,994	86,45	8,46	0,09	0,22	73,12	15.56.02
34,41	6,994	86,18	8,43	0,1	0,22	74,61	15.56.04
34,43	6,998	85,8	8,39	0,08	0,23	76,09	15.56.06
34,45	7,011	85,77	8,39	0,08	0,24	77,61	15.56.08
34,47	7,029	85,5	8,36	0,07	0,21	79,13	15.56.10
34,47	7,037	85,39	8,34	0,08	0,21	80,67	15.56.12
34,5	7,061	85,33	8,33	0,08	0,22	82,18	15.56.14
34,51	7,084	85,35	8,33	0,08	0,21	83,66	15.56.16
34,53	7,117	85,26	8,31	0,07	0,24	85,03	15.56.18
34,55	7,165	85,13	8,29	0,07	0,25	86,26	15.56.20
34,55	7,195	84,92	8,26	0,09	0,24	87,56	15.56.22
34,58	7,217	84,67	8,23	0,07	0,24	88,85	15.56.24
34,58	7,245	84,34	8,2	0,11	0,23	90,27	15.56.26
34,6	7,269	84,09	8,17	0,07	0,25	91,73	15.56.28
34,61	7,289	83,81	8,13	0,07	0,26	93,23	15.56.30
34,61	7,331	83,71	8,12	0,06	0,29	94,75	15.56.32
34,67	7,407	83,56	8,08	0,06	0,36	96,24	15.56.34
34,69	7,519	83,43	8,05	0,06	0,56	97,72	15.56.36
34,77	7,609	83,15	8	0,07	0,61	99,22	15.56.38
34,81	7,661	82,58	7,93	0,07	1,05	100,73	15.56.40
34,85	7,692	82,05	7,88	0,07	0,78	102,23	15.56.42
34,85	7,712	81,57	7,83	0,07	0,97	103,38	15.56.44
34,87	7,722	81,04	7,77	0,07	0,92	103,44	15.56.46

Vedlegg 8 - Analysebevis

Rapport

N1604299

Side 1 (7)

1NPHAUS0K8D



Mottatt dato 2016-04-05
Uttstedt 2016-04-14

Havbruksstjenesten AS
Jolanta Jaminene

Siholmveien 34
7260 SISTRANDA
Norge

Prosjekt Krabbholmen I og II
Bestnr 16015

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	KRA-1 KJE Sediment					
Labnummer	N00421170					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	44.2	2.68	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	1.28	0.26	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.14	0.03	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	10.7	2.14	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	20.0	4.00	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	7.8	1.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	7.5	1.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	67.3	13.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
TOC	2.14	0.43	% TS	2	1	JIBJ
Glødetap (LOI)	10.8	0.55	% TS	3	1	JIBJ
P (Fosfor)	1320	388	mg/kg TS	4	1	JIBJ

Deres prøvenavn	KRA-1 GEO Sediment					
Labnummer	N00421171					
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Kornstørrelse <0,063 mm	72.9	%	5	1	JIBJ	
Kornstørrelse 0,063-2 mm	25.8	%	5	1	JIBJ	
Kornstørrelse >2 mm	1.30	%	5	1	JIBJ	
Kornfordeling	-----	se vedl.	5	1	JIBJ	

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.no@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen
2016.04.14 15:18:10
Client Service
jan-inge.bjornengen@alsglobal.com

Rapport

N1604299

Side 2 (7)

1NPHAUS0K8D



Deres prøvenavn	KRA-2 KJE Sediment					
Labnummer	N00421172					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørstoff (E)	52.5	3.18	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	3.21	0.64	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.23	0.05	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	25.4	5.08	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	17.4	3.47	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	18.3	3.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	12.1	2.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	51.2	10.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
TOC	2.04	0.41	% TS	2	1	JIBJ
Glødetap (LOI)	6.33	0.32	% TS	3	1	JIBJ
P (Fosfor)	1300	387	mg/kg TS	4	1	JIBJ

Deres prøvenavn	KRA-2 GEO Sediment					
Labnummer	N00421173					
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Kornstørrelse <0,063 mm	48.5	%	5	1	JIBJ	
Kornstørrelse 0,063-2 mm	51.3	%	5	1	JIBJ	
Kornstørrelse >2 mm	0.24	%	5	1	JIBJ	
Kornfordeling	-----	se vedl.	5	1	JIBJ	

Deres prøvenavn	KRA-3 KJE Sediment					
Labnummer	N00421174					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørstoff (E)	46.2	2.80	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	2.89	0.58	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.17	0.03	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	30.4	6.09	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	14.7	2.95	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	20.7	4.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	13.7	2.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	47.0	9.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
TOC	1.64	0.33	% TS	2	1	JIBJ
Glødetap (LOI)	7.46	0.38	% TS	3	1	JIBJ
P (Fosfor)	880	359	mg/kg TS	4	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.cn@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen
2016.04.14 15:18:10
Client Service
jan-inge.bjornengen@alsglobal.com

Rapport**N1604299**

Side 3 (7)

1NPHAUS0K8D



Deres prøvenavn	KRA-3 GEO Sediment				
Labnummer	N00421175				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	80.8	%	5	1	JIBJ
Kornstørrelse 0,063-2 mm	19.1	%	5	1	JIBJ
Kornstørrelse >2 mm	0.16	%	5	1	JIBJ
Kornfordeling	-----	se vedl.	5	1	JIBJ

Deres prøvenavn	KRA-4 KJE Sediment					
Labnummer	N00421176					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	42.2	2.56	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	5.22	1.04	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.39	0.08	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	33.4	6.69	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	30.3	6.06	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	22.6	4.5	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	15.0	3.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	74.2	14.8	mg/kg TS	1	1	JIBJ
TOC	2.17	0.43	% TS	2	1	JIBJ
Glødetap (LOI)	9.40	0.47	% TS	3	1	JIBJ
P (Fosfor)	1350	390	mg/kg TS	4	1	JIBJ

Deres prøvenavn	KRA-4 GEO Sediment				
Labnummer	N00421177				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	84.5	%	5	1	JIBJ
Kornstørrelse 0,063-2 mm	15.5	%	5	1	JIBJ
Kornstørrelse >2 mm	0.09	%	5	1	JIBJ
Kornfordeling	-----	se vedl.	5	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.cn@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen
2016.04.14 15:18:10
Client Service
jan-inge.bjornengen@alsglobal.com

Rapport

N1604299

Side 4 (7)

1NPHAUS0K8D



Deres prøvenavn	KRA-5 KJE Sediment					
Labnummer	N00421178					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	64.0	3.87	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	3.08	0.62	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.20	0.04	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	28.6	5.72	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	18.4	3.67	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	19.5	3.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	12.9	2.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	60.4	12.1	mg/kg TS	1	1	JIBJ
TOC	0.52	0.10	% TS	2	1	JIBJ
Glødetap (LOI)	3.02	0.16	% TS	3	1	JIBJ
P (Fosfor)	1050	369	mg/kg TS	4	1	JIBJ

Deres prøvenavn	KRA-5 GEO Sediment					
Labnummer	N00421179					
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Kornstørrelse <0,063 mm	28.8	%	5	1	JIBJ	
Kornstørrelse 0,063-2 mm	70.0	%	5	1	JIBJ	
Kornstørrelse >2 mm	1.25	%	5	1	JIBJ	
Kornfordeling	-----	se vedl.	5	1	JIBJ	

Deres prøvenavn	KRA-6 KJE Sediment					
Labnummer	N00421180					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	45.8	2.78	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	3.46	0.69	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.26	0.05	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	25.3	5.06	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	16.4	3.29	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	16.9	3.4	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	11.1	2.2	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	50.2	10.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
TOC	1.56	0.31	% TS	2	1	JIBJ
Glødetap (LOI)	8.10	0.41	% TS	3	1	JIBJ
P (Fosfor)	1100	372	mg/kg TS	4	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.cn@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen
2016.04.14 15:18:10
Client Service
jan-inge.bjornengen@alsglobal.com

Rapport**N1604299**

Side 5 (7)

1NPHAUS0K8D



Deres prøvenavn	KRA-6 GEO Sediment				
Labnummer	N00421181				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	74.7	%	5	1	JIBJ
Kornstørrelse 0,063-2 mm	25.3	%	5	1	JIBJ
Kornstørrelse >2 mm	0.05	%	5	1	JIBJ
Kornfordeling	-----	se vedl.	5	1	JIBJ

Deres prøvenavn	KRA-7 KJE Sediment					
Labnummer	N00421182					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	41.0	2.49	%	1	1	JIBJ
As (Arsen)	4.38	0.88	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cd (Kadmium)	0.16	0.03	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	36.9	7.39	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	21.9	4.38	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	25.0	5.0	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	16.3	3.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	63.6	12.7	mg/kg TS	1	1	JIBJ
TOC	2.13	0.43	% TS	2	1	JIBJ
Glødetap (LOI)	10.5	0.53	% TS	3	1	JIBJ
P (Fosfor)	1250	383	mg/kg TS	4	1	JIBJ

Deres prøvenavn	KRA-7 GEO Sediment				
Labnummer	N00421183				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse <0,063 mm	89.4	%	5	1	JIBJ
Kornstørrelse 0,063-2 mm	10.4	%	5	1	JIBJ
Kornstørrelse >2 mm	0.14	%	5	1	JIBJ
Kornfordeling	-----	se vedl.	5	1	JIBJ

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.cn@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen
2016.04.14 15:18:10
Client Service
jan-inge.bjornengen@alsglobal.com

Rapport**N1604299**

Side 6 (7)

1NPHAUSQK8D



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon																	
1	«M-1C-tungmetaller» Bestemmelse av tungmetaller i jord/sediment/kompost Metode: EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120 Rapporteringsgrenser: <table> <tr><td>As:</td><td>0.50 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cd:</td><td>0.10 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cr:</td><td>0.25 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cu:</td><td>0.10 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Hg:</td><td>0.20 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Ni:</td><td>1.0 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Pb:</td><td>1.0 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Zn:</td><td>5.0 mg/kg TS</td></tr> </table> Måleusikkerhet: 20%	As:	0.50 mg/kg TS	Cd:	0.10 mg/kg TS	Cr:	0.25 mg/kg TS	Cu:	0.10 mg/kg TS	Hg:	0.20 mg/kg TS	Ni:	1.0 mg/kg TS	Pb:	1.0 mg/kg TS	Zn:	5.0 mg/kg TS
As:	0.50 mg/kg TS																
Cd:	0.10 mg/kg TS																
Cr:	0.25 mg/kg TS																
Cu:	0.10 mg/kg TS																
Hg:	0.20 mg/kg TS																
Ni:	1.0 mg/kg TS																
Pb:	1.0 mg/kg TS																
Zn:	5.0 mg/kg TS																
2	Bestemmelse av TOC ved IR-bestemmelse Metode: Modifisert ISO 10694 og modifisert EN 13137 Måleprinsipp: IR Rapporteringsgrenser: 0,1 % Måleusikkerhet: 20%																
3	Bestemmelse av Glødetap (LOI). Metode: Intern metode Deteksjon og kvantifisering: Gravimetrisk																
4	Bestemmelse av P-total Metode: CSN 72 0116-1 Måleprinsipp: Spektrofotometri Rapporteringsgrense: 0,050 %TS Relativ måleusikkerhet: 15 %																
5	Standard siktekurve – 7 fraksjoner – i jord og sediment Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Kombinasjon av sikteanalyser og laserdiffraksjon. 7 fraksjoner, 6 siktinger, den laveste fraksjonen analyseres. Rapporteringsgrenser: 0.01 % Andre opplysninger: Brukes på prøver av jord og sediment som inneholder leire, silt, sand, småstein og grus. Det angis totalt 7 fraksjoner: >2 mm 1 - 2 mm 0.5 – 1 mm 0.25 – 0.5 mm 0.125 – 0.25 mm 0.063 – 0.125 mm < 0.063 mm																

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Jan-Inge Bjørnengen
2016.04.14 15:15:10
Client Service
jan-inge.bjornengen@alsglobal.com

Rapport**N1604299**

Side 7 (7)

1NPHAUS0K8D



Metodespesifikasjon

Godkjenner
JIBJ Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹
1 Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia
Lokalisering av andre ALS laboratorier:
Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa
Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice
Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.
Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).