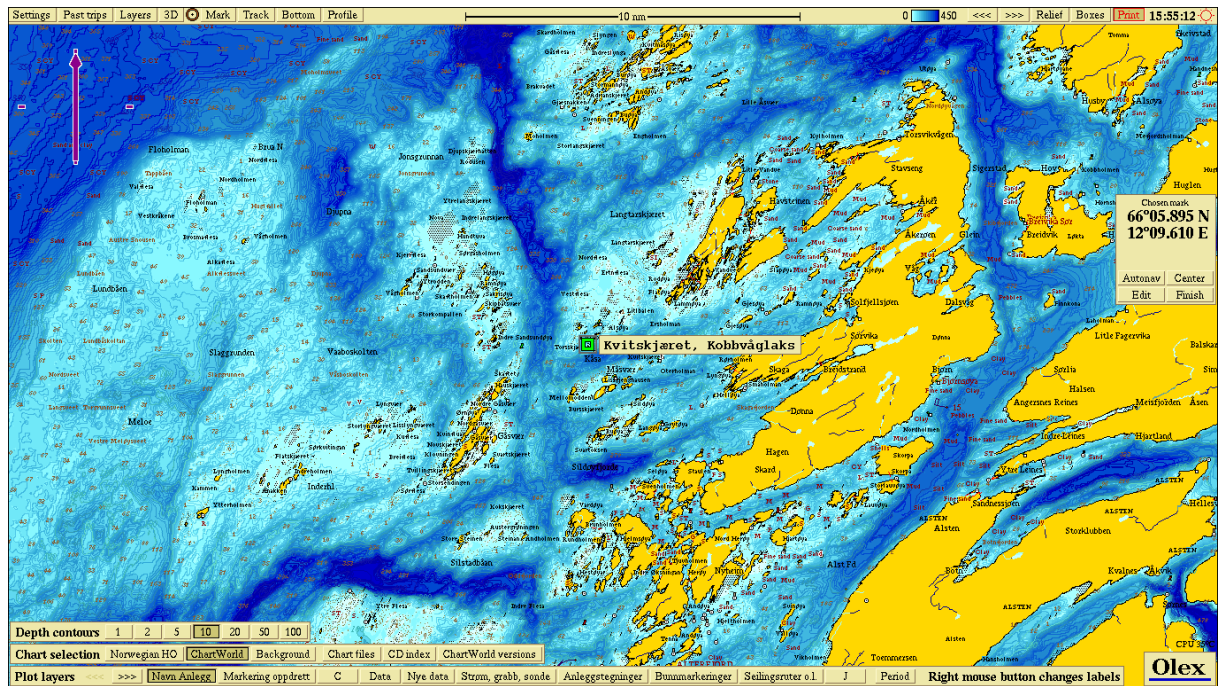


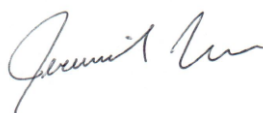


# Strømundersøkelse Kvitskjæret i Herøy kommune, Nordland fylke Mars 2015



**Helgeland Havbruksstasjon**  
**Torolv Kveldulvsøns gate 39**  
**8800 Sandnessjøen**  
**jness@havforsk.com /959 92 660**

Informasjon om anlegg og oppdragsgiver:			
Rapport tittel:	Kvitskjæret strøm mars 2015		
Oppdragsgiver:	Kobbvågslaks AS		
Rapport-nummer:		Lokalitetens navn:	Kvitskjæret
Lokalitetsnummer:	-	Driftsleder:	Jan-Terje Mikalsen
Fylke:	Nordland	Kommune:	Herøy
GPS-koordinater, senter i anlegg:	66° 05.989' N 12° 09.406' Ø	GPS-koordinater, instrumenttrigg:	66° 06.048' N 12° 09.441' Ø
Måleperiode:	14.02.14-17.03.15	Dybde målested:	Ca. 56m
Instrumenttype:	Doppler 5656	Måleintervall:	10 minutter

Resultater sammendrag:				
	5 meter	15 meter	35 meter	Bunn (53 meter)
Gjennomsnitt (cm/s):		9	9	8
Maksimalhastighet, (cm/s):		34	32	30
Nullstrøm (%):		1,13	1,49	1,99
Nullstrøm (HH:mm):		00:10	00:20	00:20
Neumann parameter:		0,72	0,66	0,35
10-års strøm, beregnet:		0,560		
50-års strøm, beregnet:		0,628		
Kommentarer strømmålinger:	Det var verken fisk eller utstyr i sjøen i måleperioden.			
Dato rapport:	18.03.15			
Ansvarlig feltarbeid:	Jeremiah Peder Ness	Signatur:		

Tittel

## Strømundersøkelse Kvitskjæret

Mars 2015

Oppsummering

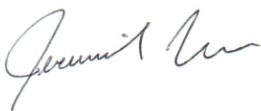
Helgeland Havbruksstasjon AS har avlest strømmålinger som er gjort på lokaliteten Kvitskjæret i mars 2015.

Den gjennomsnittlige strømfarten i perioden er målt til 0,09 m/sek., 0,09 m/sek. og 0,08 m/sek. på henholdsvis 15, 35 og 53 meters dyp. De sterkeste strømtoppene ligger på 0,34 m/sek., 0,32 m/sek. og 0,30 m/sek. på henholdsvis 15, 35 og 53 meters dyp. Det er ikke registrert 0-strøm av betydning, lave målinger oppstår i svært korte perioder i forbindelse med strømsnu. Nullstrøm utgjør <2 % av de totale målingene for perioden på de tre gitte dyp.

Hovedtransport av vannmassene går hovedsakelig mot nord og nord-nordøst på alle tre dybder målt. Størst vannutskiftning i forhold til retning var ved 15-60° på alle tre dybder. Neumanns parameter var svært stabil, stabil, og middels stabil på henholdsvis 15, 35 og 53 meters basert etter Rådgivende Biologer AS sin klassifisering av ulike strømforhold.

Dato 18/3-15

Ansvarlig for rapport



Kvalitetskontroll



Helgeland Havbruksstasjon AS

Helgeland Havbruksstasjon AS

Jeremiah Peder Ness

Ann Kristin Aaker

*Biolog, miljøtjenesten ved HHS*

*Rådgiver kvalitetssystemer*

*mob. 959 92 660*

*mob. 992 16 906*

*jness@havforsk.com*

*ann-kristin@havforsk.com*

## Innhold

Innledning .....	5
Opplysninger om undersøkelsen .....	5
Oppdragsgiver .....	5
Lokalitet og posisjon .....	5
Metodikk .....	5
Oppsummering og vurdering .....	6
Strømhastighet.....	6
Strømretning.....	7
Resultater strømdata.....	8
Vurdering av datasettet.....	8

## Figuroversikt

Figur 1. Plassering av lokaliteten Kvitskjæret. ....	6
Figur 2. Plassering av strømmåler (rød sirkel). Vanntransport ved punkt for strømmåling, strømroser viser gjennomsnittlig vannutskiftning i forhold til retning per dag ved (fra topp) 15m, 35m og bunn (53m).....	7
Figur 3. Oversikt utsettsdyp m.m. doppler.....	8
Figur 4 A, B, og C. Tidsdiagram for strømstyrken uavhengig av retning. Alle verdier er i m/s. ....	12
Figur 5 A, B, og C. Den gjennomsnittlige strømhastigheten i forhold til retning. Alle verdier er i m/s.....	14
Figur 6 A, B, og C. Maksimal strømhastighet i forhold til retning. Alle verdier er i m/s. ....	15
Figur 7 A, B, og C. Antall målinger i de ulike hastighetene.....	17
Figur 8 A, B, og C. Antall målinger i de ulike retningene.....	18
Figur 9 A, B, og C. Fordelingen av ulike strømstyrkekategorier i de ulike retningene. ....	20
Figur 10 A, B, og C. Gjennomsnittlig vannutskiftning per 20 <sup>0</sup> sektor per dag (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d).....	21
Figur 11 A, B, og C. Progressiv vektor: Viser hvilken vei en tenkt partikkel vil drive av sted over tid for hele perioden .....	23
Figur 12 A, B, og C. Sensorer.....	25

## Tabelloversikt

Tabell 1 A, B, C, D og E: Detaljer om instrument, oppsett, kvalitet, etterbehandling og manuell fjerning av data.....	9
Tabell 2 A, B, og C. Statistisk oversikt for hele måleperioden.....	10
Tabell 3 A, B, og C: Strømretning mot strømhastighet. Alle verdier er i m/s.....	11

# Strømmålinger Kvitskjæret Mars 2015

---

## Innledning

Helgeland Havbruksstasjon AS er engasjert av Kobbvågslaks AS for å gjennomføre strømmåling på lokaliteten Kvitskjæret. Vi anbefaler at dere studerer de vedlagte dataene nøye selv. Rådataene oppbevares i Helgeland Havbruksstasjon sitt arkiv.

## Opplysninger om undersøkelsen

### Oppdragsgiver

<b>Oppdragsgiver</b>	Kobbvågslaks AS
<b>Kontaktperson</b>	Jan-Terje Mikalsen
<b>Ansvarlig felt</b>	Jeremiah Peder Ness
<b>Adresse</b>	Sentrum næringshage, 8805 Sandnessjøen
<b>Oppdrag</b>	Profilmålinger

### Lokalitet og posisjon

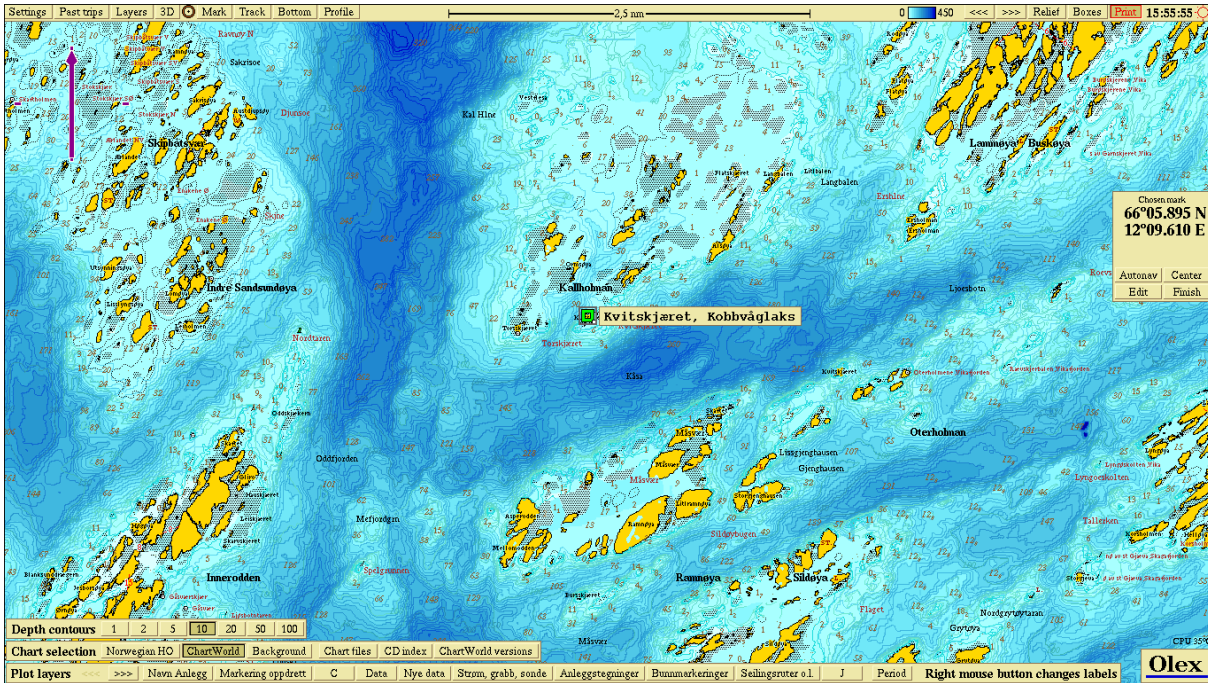
<b>Lokalitet</b>	<b>Kvitskjæret</b>
<b>Kommune</b>	Herøy
<b>Fylke</b>	Nordland
<b>Lokalitetsnummer</b>	-
<b>Posisjon på målere</b>	66° 06.048' N, 12° 09.441' Ø
<b>Dybde på målested</b>	Ca. 56 meter
<b>Type lokalitet</b>	Kystlokalitet

### Metodikk

Strømmåler av typen Aquadopp profiler 400 Hz ble benyttet. Måleren ble programmert til å måle strømretning og strømstyrke hver 2,5 meter gjennom vannsøylen fra ca. 53 meters dyp og opp til overflaten. Strømmen ble registrert hvert 10. minutt i måleperioden. Se tabell 1 A, B, C, D og E s.9 for detaljer om henholdsvis instrument, oppsett, kvalitet, etterbehandling og manuelt fjernede data.

## Oppsummering og vurdering

Lokalitet Kvitskjæret ligger nord i Herøy kommune, Nordland fylke. Lokaliteten ligger i et lite sund mellom en rekke øyer; Ormsøya, Kvitskjæret, Skjåskjæran m.fl.



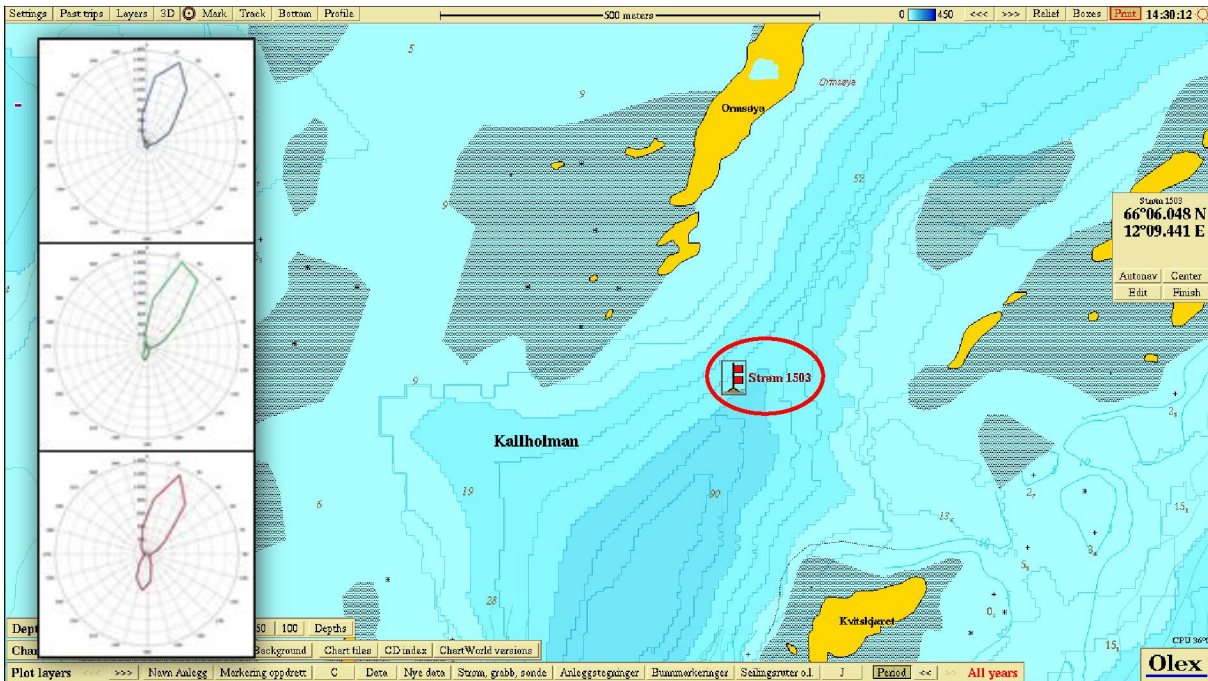
Figur 1. Plassering av lokaliteten Kvitskjæret.

## Strømhastighet

Den gjennomsnittlige strømfarten i perioden er målt til 0,09 m/sek., 0,09 m/sek. og 0,08 m/sek. på henholdsvis 15, 35 og 53 meters dyp. De sterkeste strømtoppene ligger på 0,34 m/sek., 0,32 m/sek. og 0,30 m/sek. på henholdsvis 15, 35 og 53 meters dyp. Det er ikke registrert 0-strøm av betydning, lave målinger oppstår i svært korte perioder i forbindelse med strømsnu. Nullstrøm utgjør <2 % av de totale målingene for perioden på de tre gitte dyp.

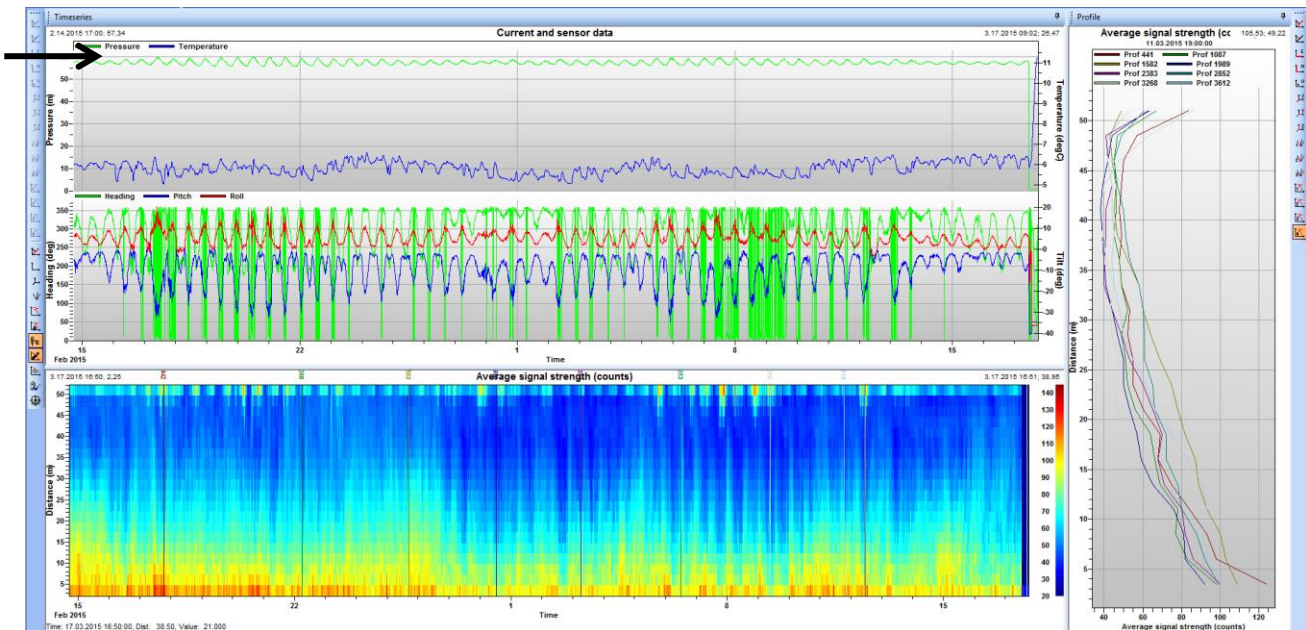
## Strømretning

Hovedtransport av vannmassene går hovedsakelig mot nord og nord-nordøst på alle tre dybder målt. Størst vannutskifting i forhold til retning var ved 15-60° på alle tre dybder. Neumanns parameter var svært stabil, stabil, og middels stabil på henholdsvis 15, 35 og 53 meters basert etter Rådgivende Biologer AS sin klassifisering av ulike strømforhold.



Figur 2. Plassering av strømmåler (rød sirkel). Vanstransport ved punkt for strømmåling. Strømroser viser gjennomsnittlig vannutskifting i forhold til retning per dag ved (fra topp) 15m, 35m og bunn (53m).

## Resultater strømdata



Figur 3. Oversikt utsettsdyp m.m. doppler.

### Vurdering av datasettet

Måleren har stått på ca. 56 meters dyp. Vær- og strømforhold vil alltid påvirke riggen noe (se sort pil figur 3 eller figur 12 A).

Dataene er vasket (se tabell 1 C for verdier) slik at resultatet best mulig representerer faktiske forhold på lokaliteten og de er ikke vasket mer enn hva som er vanlig ved bruk av doppler. Det er noen ganger nødvendig å fjerne data manuelt for å bedre representerer de faktiske forhold. For en liste over manuelt fjernet data, se tabell 1 E. Dataprogrammet SeaReport ble brukt til reduksjon av støy, filtrering og datakompresjon. Data som er ugyldige i forhold til de verdier som er satt er tilgjengelig i Helgeland Havbruksstasjon sitt arkiv.



## Strømmålinger Kvitskjæret Mars 2015

Tabell 1 A, B, C, D og E: Detaljer om instrument, oppsett, kvalitet, etterbehandling og manuell fjerning av data.

### A. Instrument

Head Id	AQP 5656
Board Id	AQD 8711
Frequency	400000

### B. Oppsett

Fil navn	NoAQP5656-profil-Kvitskæret-1503.prf
Start	14.02.2015 17:00
Slutt	17.03.2015 17:50
Data målinger	4470
Orientation	OPP
Celler	20
Celle størrelse(m)	2,5
Blanking distance(m)	1
Gjennomsnitt intervall (sek.)	00:01:00
Måle intervall (sek.)	00:10:00

### C. Kvalitet

Low Pressure Treshold	0
HighTilt Threshold	30
Expected Orientation	Opp
Amplitude Spike Treshold	70
Velocity Spike Treshold	5

### D. Etterbehandling

Valgt start	14.02.2015 17:00
Valgt slutt	17.03.2015 11:00
Compass Offset	0
Pressure Offset	0
Antall valgte målinger	4429
Referanse	Water Surface
Vannskiftningsstrøm (m)	15
Antall ugyldige målinger for vannskiftningsstrøm	13
Spredningsstrøm (m)	35
Antall ugyldige målinger for spredningsstrøm	13
Bunn (m)	53
Antall ugyldige målinger for Bunn	13

### E. Manuell fjerning av data

Start tidspunkt	Slutt tidspunkt	Kommentar
07.03.2015 09:07:44	07.03.2015 11:00:04	Høy tilt og uvanlig topp. Upålitelige data.

## Strømmålinger Kvitskjæret Mars 2015

Tabell 2 A, B, og C. Statistisk oversikt for hele måleperioden

### A. Strømdata vannutskiftningsstrøm [15,0m]

Gjennomsnittsstrøm [m/s]	0.09
Max strømhastighet [m/s]	0.34
Min strømhastighet [m/s]	0.00
Målinger [#]	4416 / 4429
Std.avik [m/s]	0.05
Signifikant maksimums strøm [m/s]	0.15
Signifikant minimums strøm [m/s]	0.04
Returperiode på 10 år, hastighet [m/s]	0.560
Returperiode på 50 år, hastighet [m/s]	0.628
De 4 hyppigste forekommende retningene strømmen beveger seg mot [°]	30°, 45°, 15°, 60°
De 4 hyppigste forekommende strømhastigheter [m/s]	0.10, 0.15, 0.05, 0.20
Mest vannutskiftning/retning/ 15 graders sektor	1695.30m <sup>3</sup> / day at 15-30°
Minst vannutskiftning/retning/ 15 graders sektor	13.54m <sup>3</sup> / day at 255-270°
Neumann parameter	0.72
Reststrøm	0.07 m/s at 31°
Nullstrøm (%) –(HH:mm)	1.13% - 00:10

### B. Strømdata spredningsstrøm [35,0m]

Gjennomsnittsstrøm [m/s]	0.09
Max strømhastighet [m/s]	0.32
Min strømhastighet [m/s]	0.00
Målinger [#]	4416 / 4429
Std.avik [m/s]	0.05
Signifikant maksimums strøm [m/s]	0.15
Signifikant minimums strøm [m/s]	0.03
Returperiode på 10 år, hastighet [m/s]	0.523
Returperiode på 50 år, hastighet [m/s]	0.587
De 4 hyppigste forekommende retningene strømmen beveger seg mot [°]	30°, 45°, 15°, 60°
De 4 hyppigste forekommende strømhastigheter [m/s]	0.10, 0.05, 0.15, 0.20
Mest vannutskiftning/retning/ 15 graders sektor	1767.32m <sup>3</sup> / day at 15-30°
Minst vannutskiftning/retning/ 15 graders sektor	16.58m <sup>3</sup> / day at 255-270°
Neumann parameter	0.66
Reststrøm	0.06 m/s at 37°
Nullstrøm (%) –(HH:mm)	1.49% - 00:20

## Strømmålinger Kvitskjæret Mars 2015

### C. Strømdata bunnstrøm [53,0m]

Gjennomsnittsstrøm [m/s]	0.08
Max strømhastighet [m/s]	0.30
Min strømhastighet [m/s]	0.00
Målinger [#]	4416 / 4429
Std.avik [m/s]	0.05
Signifikant maksimums strøm [m/s]	0.14
Signifikant minimums strøm [m/s]	0.03
Returperiode på 10 år, hastighet [m/s]	0.488
Returperiode på 50 år, hastighet [m/s]	0.547
De 4 hyppigste forekommende retningene strømmen beveger seg mot [°]	30°, 15°, 45°, 360°
De 4 hyppigste forekommende strømhastigheter [m/s]	0.10, 0.05, 0.15, 0.20
Mest vannutskiftning/retning/ 15 graders sektor	1303.27m <sup>3</sup> / day at 15-30°
Minst vannutskiftning/retning/ 15 graders sektor	42.36m <sup>3</sup> / day at 255-270°
Neumann parameter	0.35
Reststrøm	0.03 m/s at 29°
Nullstrøm (%) –(HH:mm)	1.99% - 00:20

Tabell 3 A, B, og C: Strømretning mot strømhastighet. Alle verdier er i m/s.

### A. Vannutskiftningsstrøm [15,0m]

Retning	Gjennomsn.	Maks	Maks 10 år	Maks 50 år
0	0,105	0,286	0,472	0,529
45	0,103	0,330	0,545	0,611
90	0,066	0,182	0,300	0,336
135	0,052	0,143	0,236	0,264
197,5	0,066	0,217	0,357	0,401
225	0,050	0,146	0,241	0,270
270	0,036	0,162	0,267	0,300
315	0,064	0,339	0,560	0,628

### B. Spredningsstrøm [35,0m]

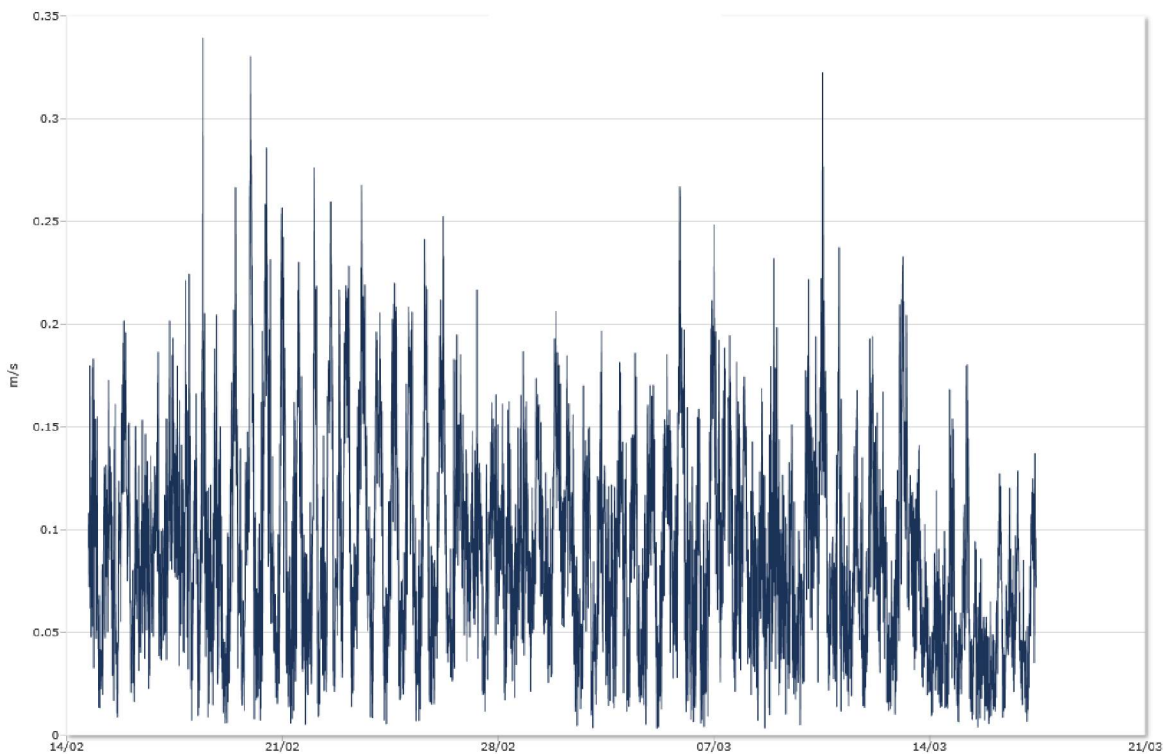
Retning	Gjennomsn.	Maks	Maks 10 år	Maks 50 år
0	0,087	0,251	0,415	0,465
45	0,103	0,317	0,523	0,587
90	0,067	0,300	0,495	0,555
135	0,045	0,175	0,289	0,324
197,5	0,075	0,211	0,349	0,391
225	0,066	0,243	0,400	0,449
270	0,035	0,119	0,196	0,219
315	0,042	0,184	0,303	0,340

## C. Bunn [53,0m]

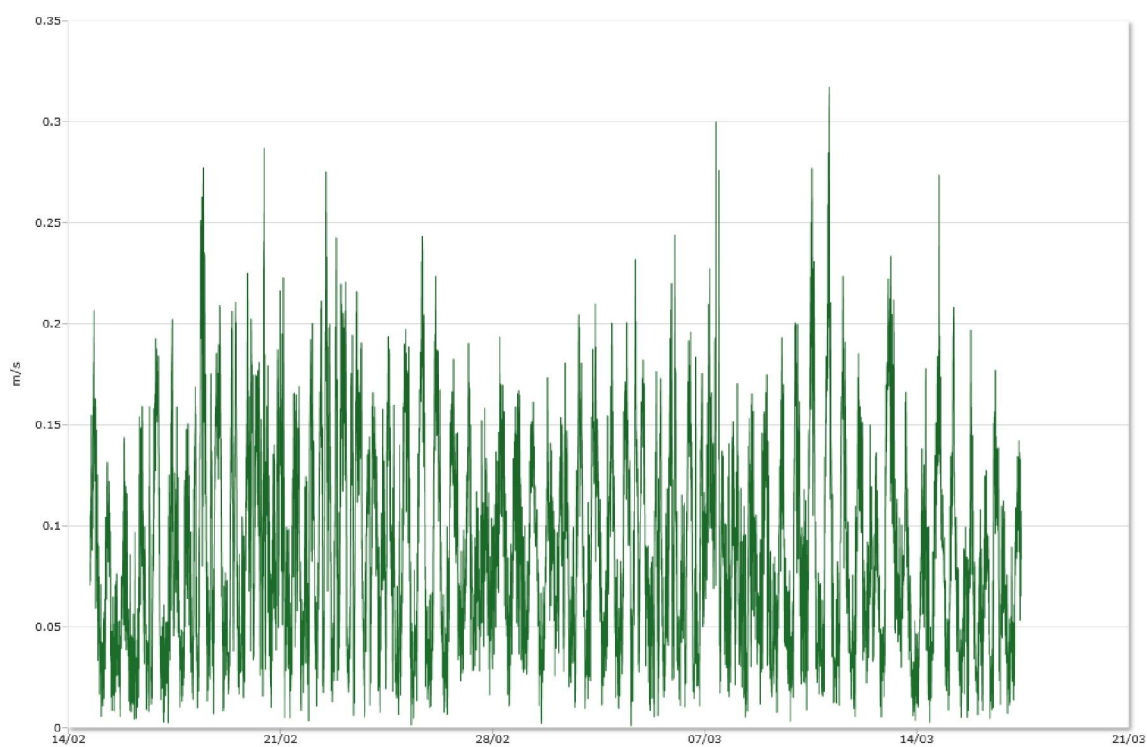
Retning	Gjennomsn.	Maks	Maks 10 år	Maks 50 år
0	0,078	0,249	0,410	0,460
45	0,098	0,295	0,488	0,547
90	0,047	0,224	0,370	0,415
135	0,048	0,153	0,252	0,283
197,5	0,094	0,270	0,445	0,499
225	0,077	0,258	0,425	0,477
270	0,042	0,132	0,218	0,245
315	0,049	0,181	0,299	0,335

Figur 4 A, B, og C. Tidsdiagram for strømstyrken uavhengig av retning. Alle verdier er i m/s.

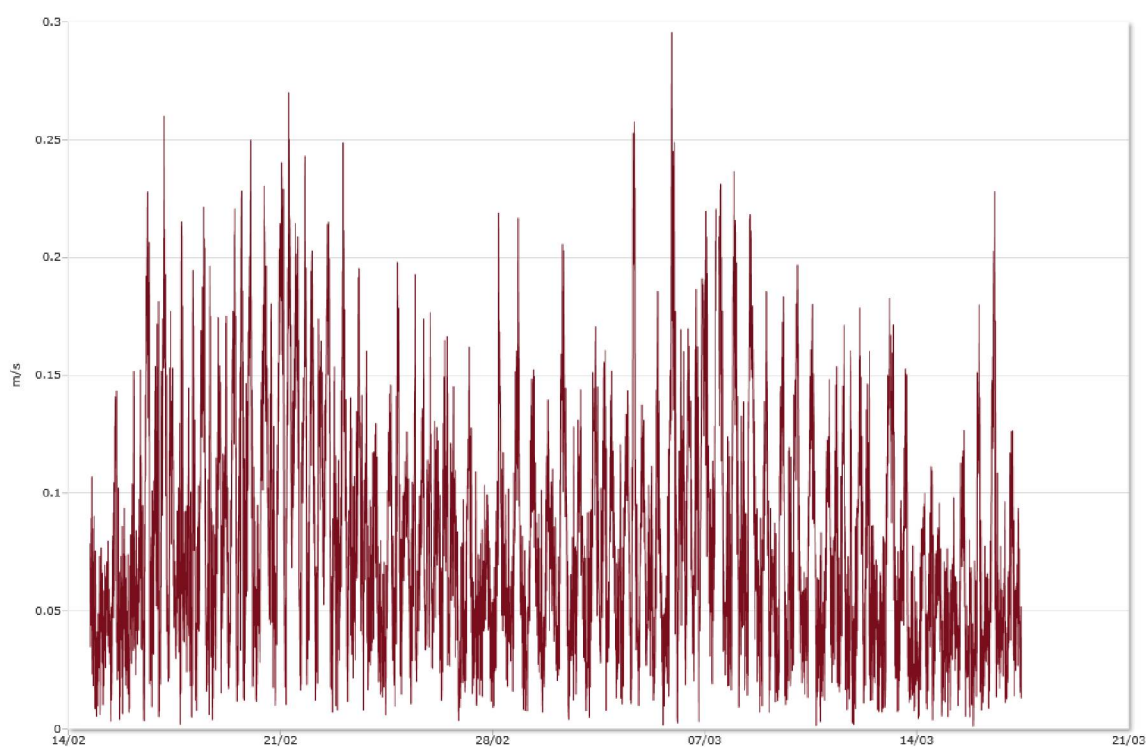
## A. Vannutskiftningsstrøm [15,0m]



## B. Spredningsstrøm [35,0m]



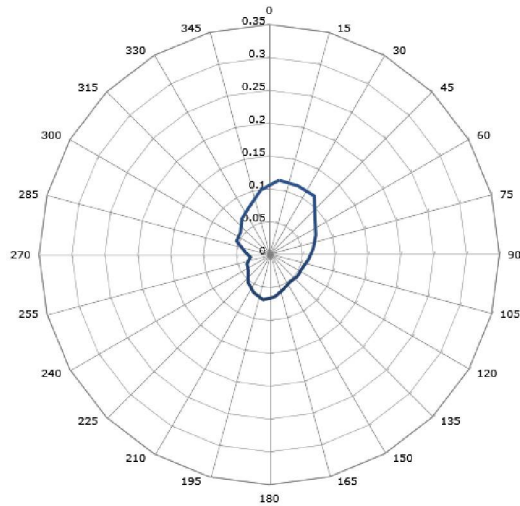
## C. Bunn [53,0m]



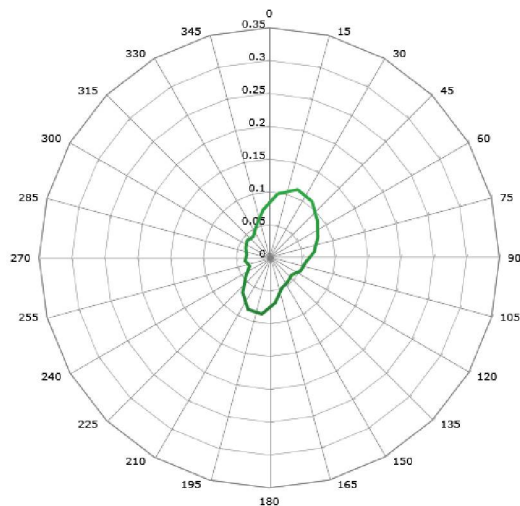
## Strømmålinger Kvitskjæret Mars 2015

Figur 5 A, B, og C. Den gjennomsnittlige strømhastigheten i forhold til retning. Alle verdier er i m/s.

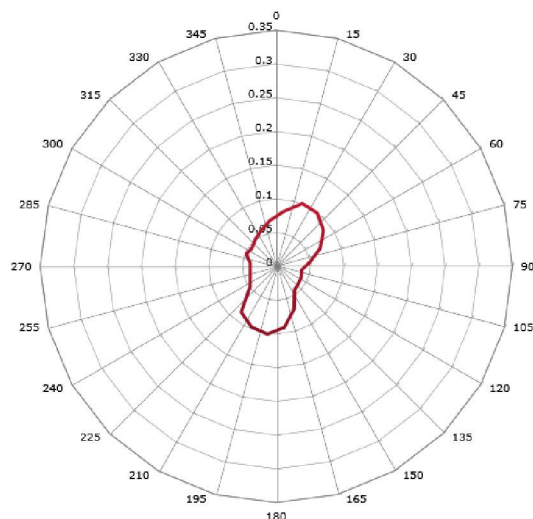
### A. Vannutskiftningsstrøm [15,0m]



### B. Spredningsstrøm [35,0m]

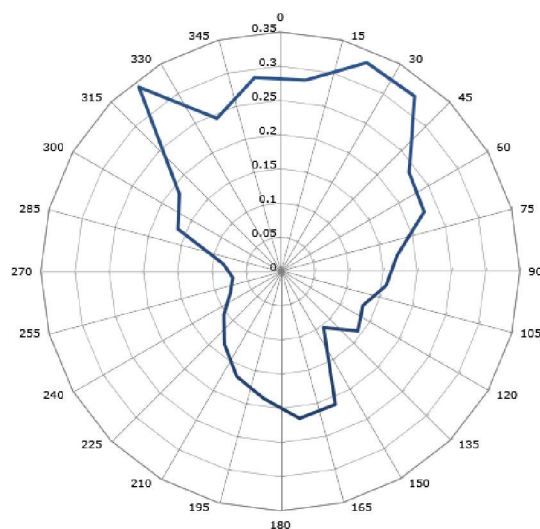


## C. Bunn [53,0m]

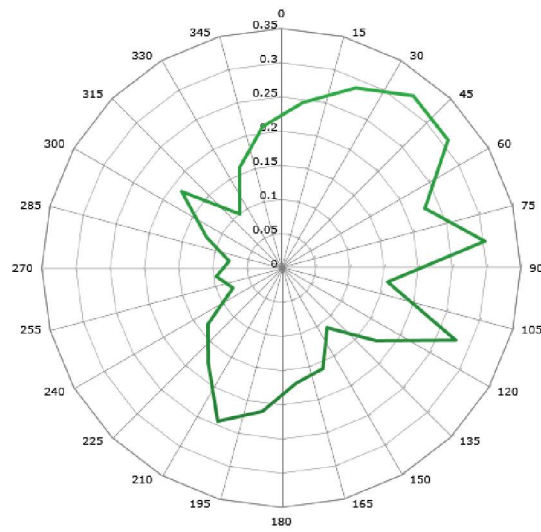


Figur 6 A, B, og C. Maksimal strømhastighet i forhold til retning. Alle verdier er i m/s.

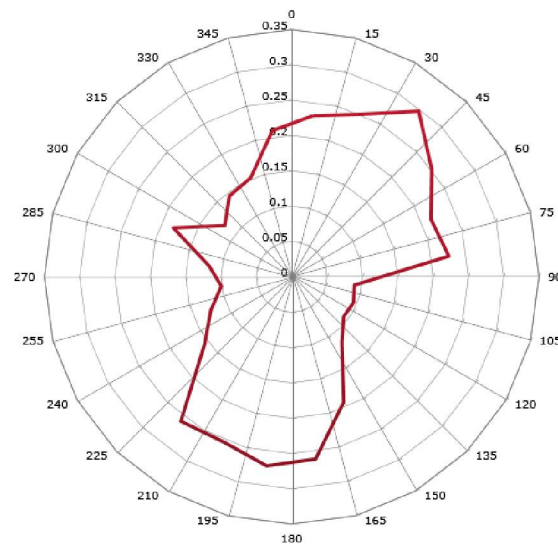
## A. Vannutskiftningsstrøm [15,0m]



## B. Spredningsstrøm [35,0m]



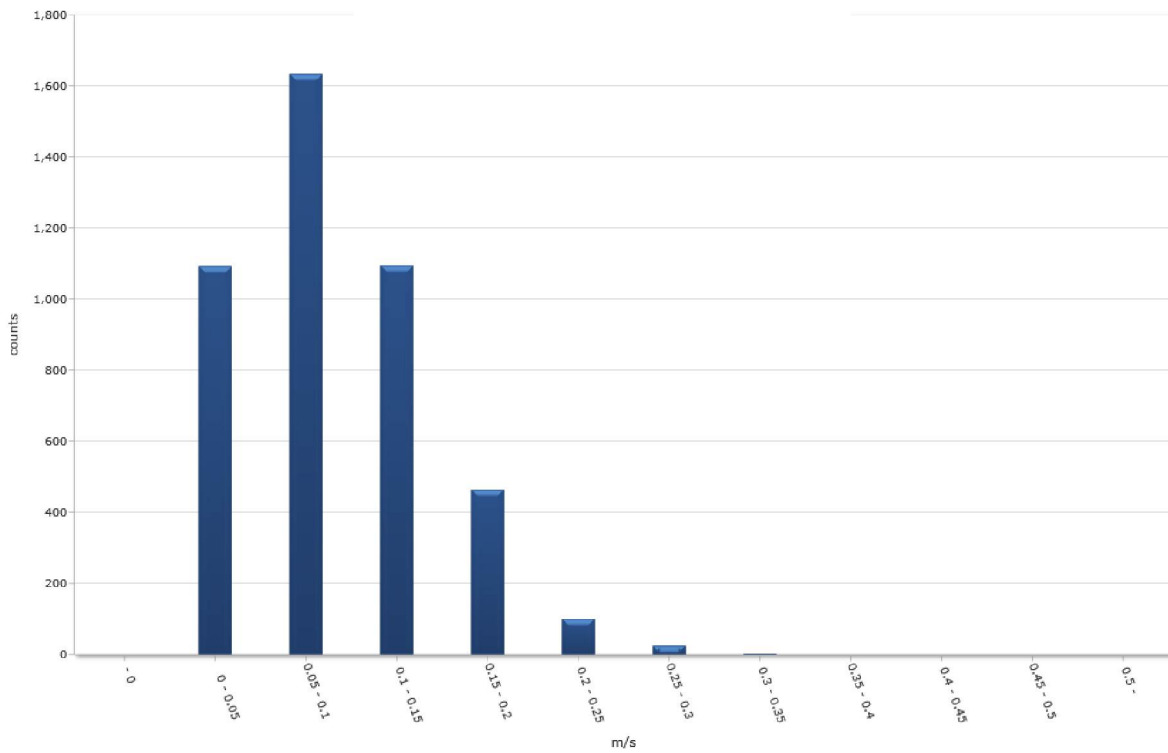
## C. Bunn [53,0m]



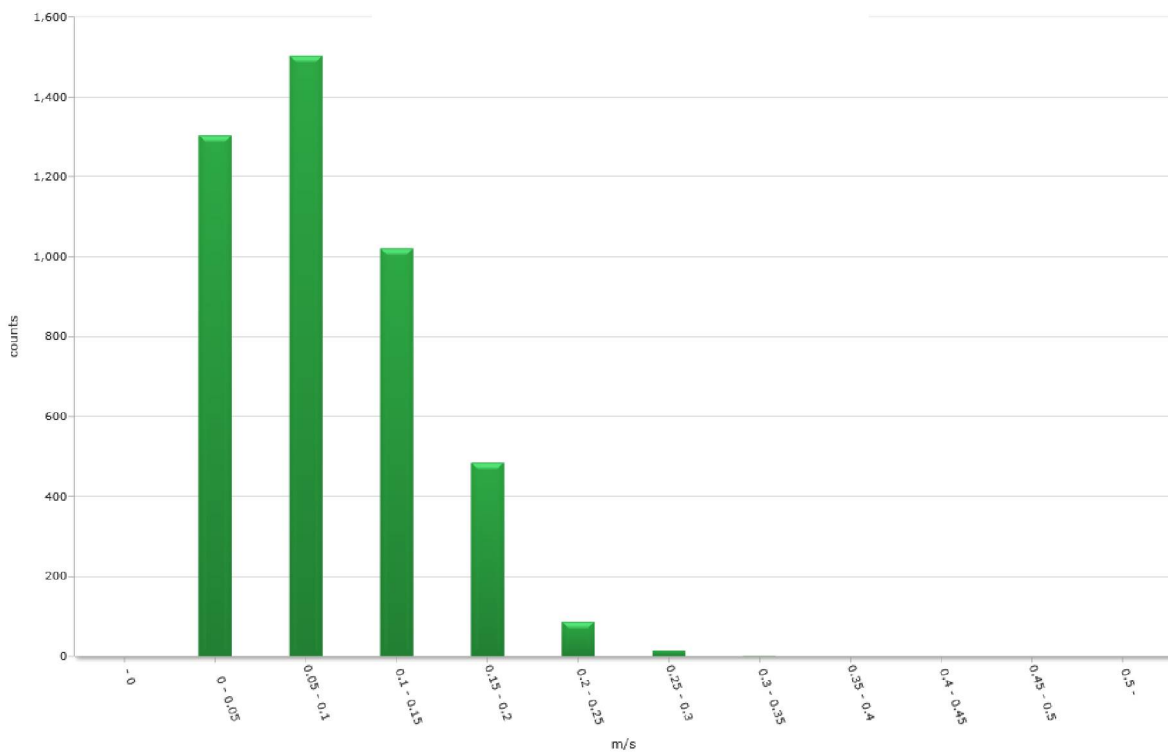


Figur 7 A, B, og C. Antall målinger i de ulike hastighetene.

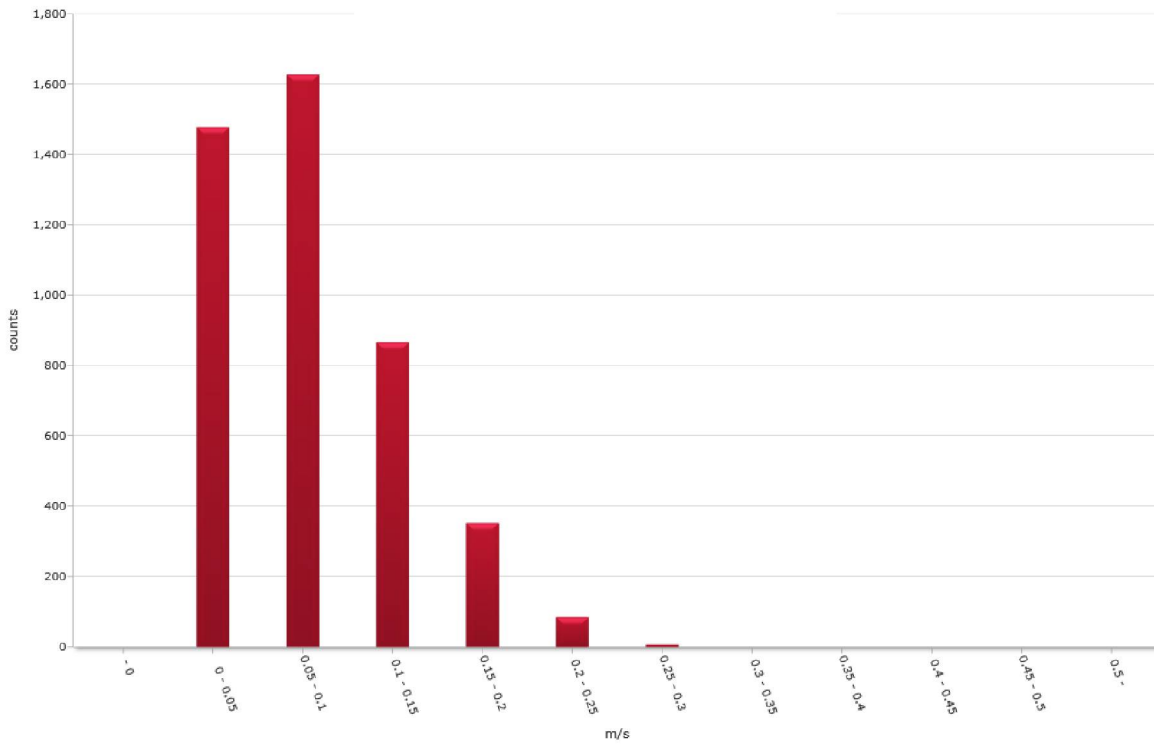
## A. Vannutskiftningsstrøm [15,0m]



## B. Spredningsstrøm [35,0m]

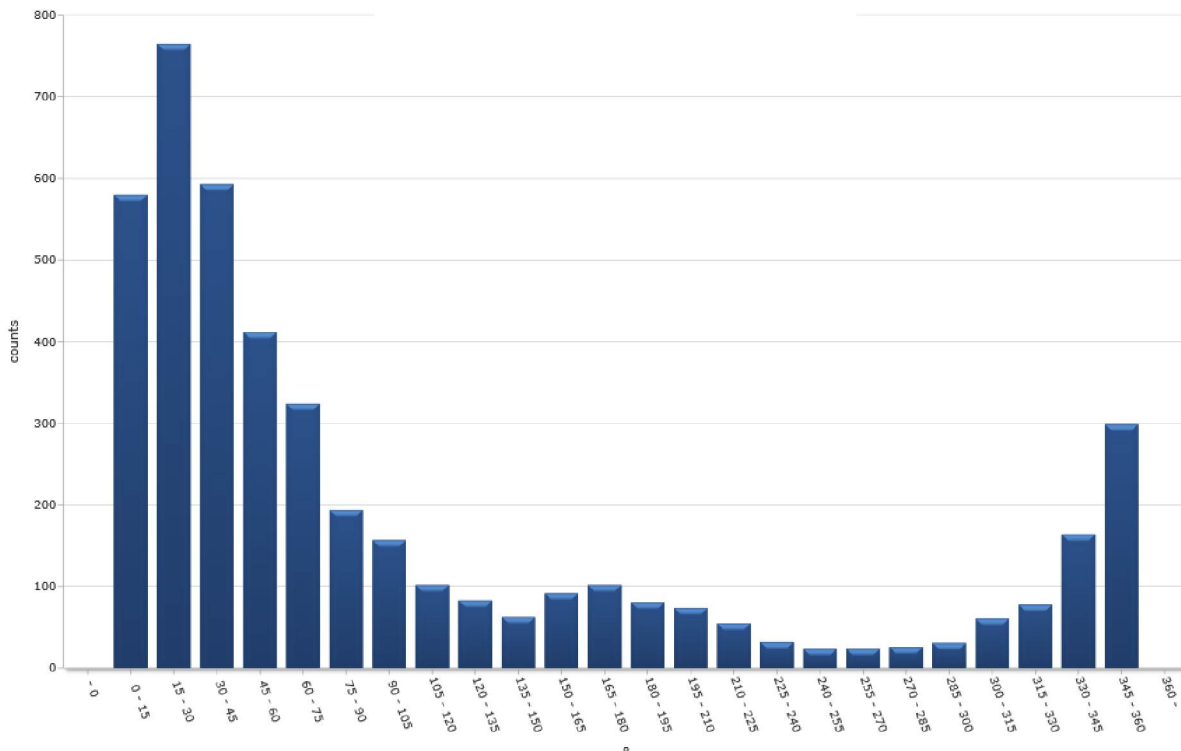


C. Bunn [53,0m]

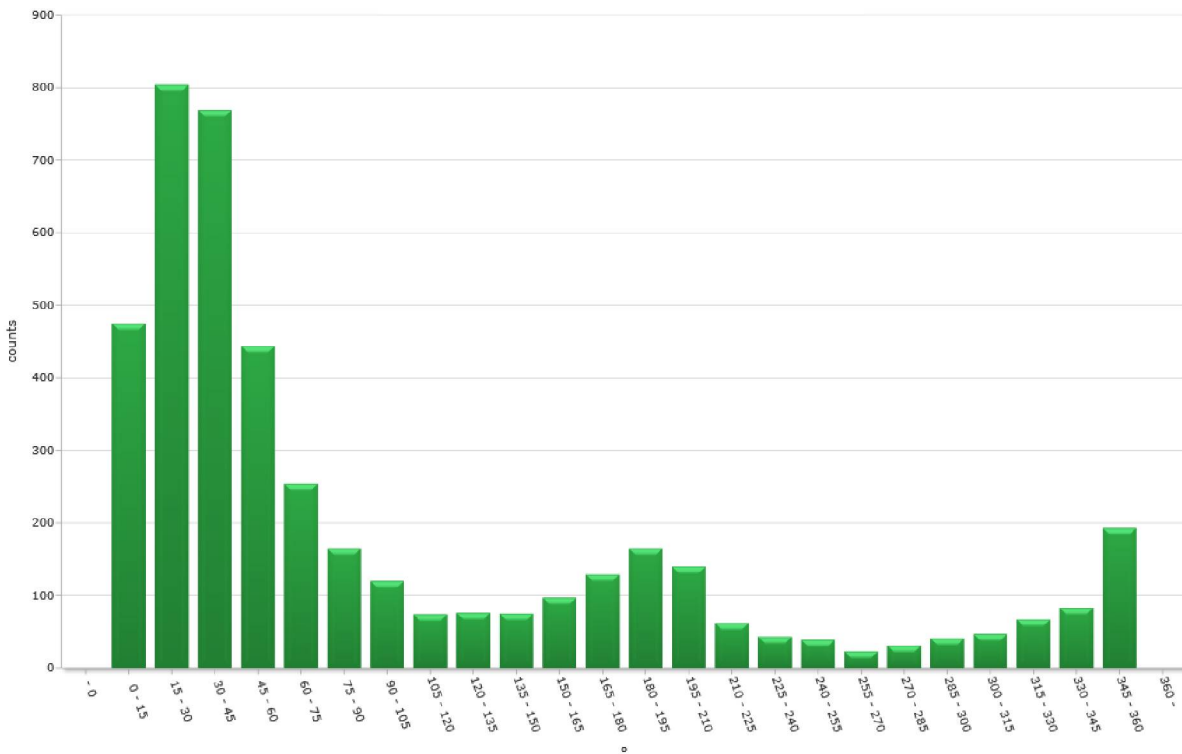


Figur 8 A, B, og C. Antall målinger i de ulike retningene

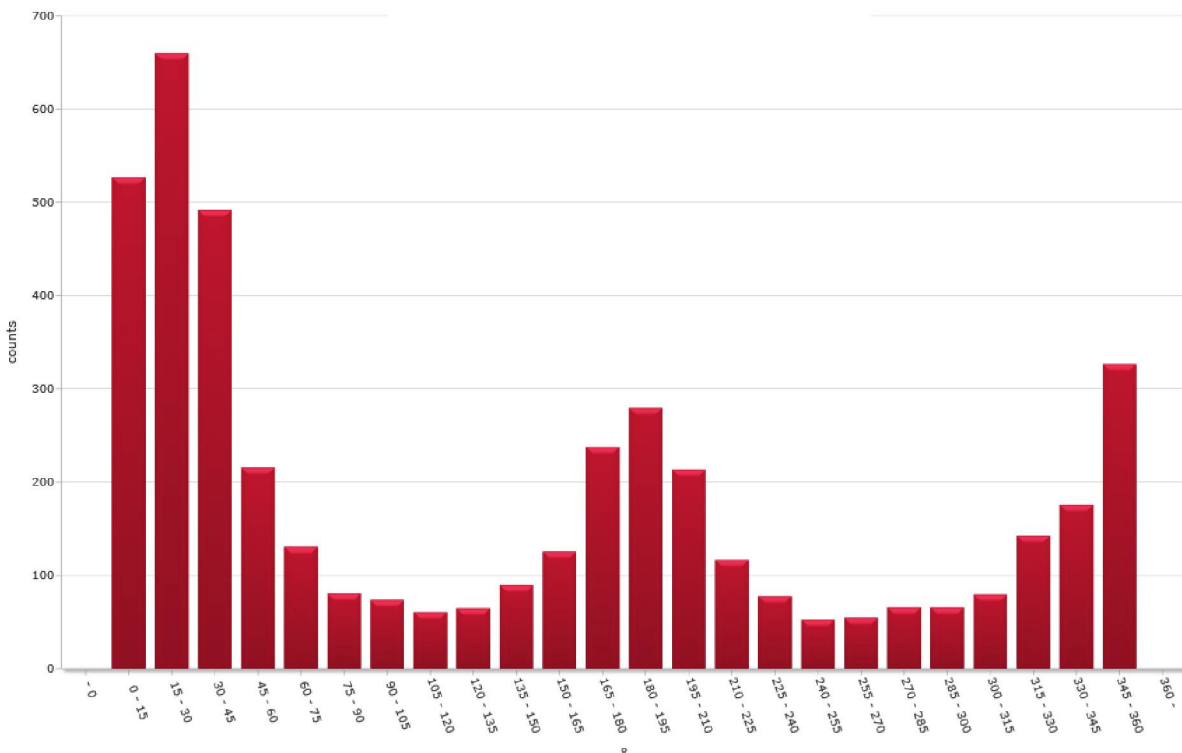
A. Vannutskiftningsstrøm [15,0m]



B. Spredningsstrøm [35,0m]



C. Bunn [53,0m]



## Strømmålinger Kvitskjæret Mars 2015

Figur 9 A, B, og C. Fordelingen av ulike strømstyrkekategorier i de ulike retningene.

### A. Vannutskiftningsstrøm [15,0m]

m/s	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	%	Sum	
0.0																											
0.05	75	96	55	80	84	63	68	44	48	28	45	34	27	31	29	23	18	19	20	19	38	31	58	60	24.8	1093	
0.10	159	226	190	183	157	103	67	53	27	34	39	53	39	37	22	8	6	5	6	10	13	35	59	103	37.0	1634	
0.15	210	252	214	114	67	24	21	5	8	1	7	12	13	5	4	1	0	0	0	1	6	8	32	90	24.8	1095	
0.20	100	155	104	30	15	4	1	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	1	4	3	11	32	10.5	465	
0.25	29	27	22	5	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	2.3	101	
0.30	7	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.6	25	
0.35	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.1	3	
0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	
0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	
%	13.1	17.3	13.4	9.3	7.3	4.4	3.6	2.3	1.9	1.4	2.1	2.3	1.8	1.7	1.2	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7	1.4	1.8	3.7	6.8	100.0	100.0	
Sum	580	765	593	412	324	194	157	102	83	63	92	102	81	74	55	32	24	24	26	31	61	78	164	299	100.0	4416	

### B. Spredningsstrøm [35,0m]

m/s	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	%	Sum	
0.0																											
0.05	77	95	123	109	65	66	67	44	53	46	59	48	45	49	29	29	30	19	24	30	31	48	51	67	29.5	1304	
0.10	172	233	245	169	118	74	37	27	21	27	33	51	56	45	18	11	9	4	7	9	15	19	26	77	34.0	1503	
0.15	158	276	237	104	53	15	14	2	1	2	4	27	48	24	10	3	0	0	0	2	0	0	5	36	23.1	1021	
0.20	64	171	128	42	15	7	2	0	1	0	1	3	14	18	5	0	0	0	0	0	1	0	1	12	11.0	485	
0.25	4	27	27	18	3	1	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.0	87	
0.30	0	2	8	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	14	
0.35	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	2	
0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	
0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	
%	10.8	18.2	17.4	10.1	5.8	3.7	2.7	1.7	1.7	1.7	2.2	2.9	3.7	3.2	1.4	1.0	0.9	0.5	0.7	0.9	1.1	1.5	1.9	4.4	100.0	100.0	
Sum	475	804	769	444	254	165	120	74	76	75	97	129	165	140	62	43	39	23	31	41	47	67	83	193	100.0	4416	

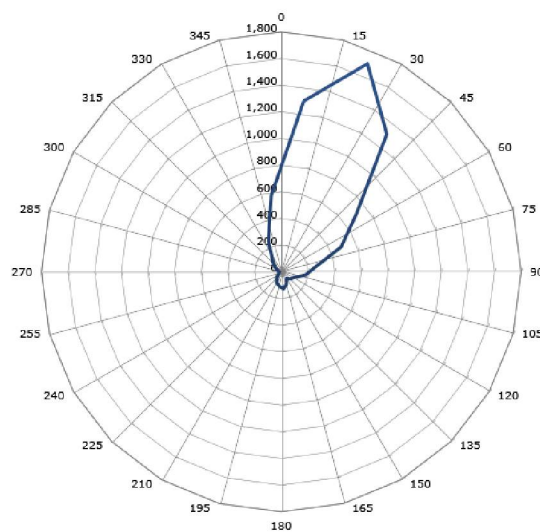
## Strømmålinger Kvitskjæret Mars 2015

### C. Bunn [53,0m]

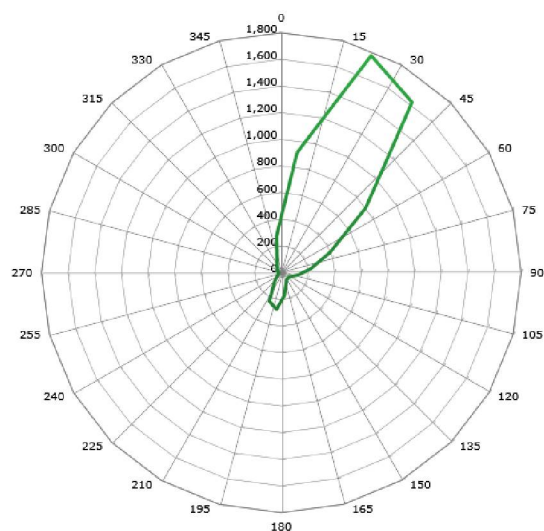
m/s	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	%	Sum
0.0																										
0.05	135	92	115	83	66	51	52	40	47	57	45	48	50	50	36	40	35	40	47	39	49	80	70	111	33.5	1478
0.10	232	255	144	59	35	23	22	21	18	31	54	94	86	73	46	34	16	13	18	23	29	56	91	155	36.9	1628
0.15	127	221	136	26	11	4	0	0	0	2	23	70	92	50	18	3	2	2	1	3	2	7	14	52	19.6	866
0.20	29	75	75	36	13	1	0	0	0	0	4	23	47	28	10	1	0	0	0	1	0	0	1	8	8.0	352
0.25	4	17	21	12	6	2	0	0	0	0	0	2	3	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.9	85
0.30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	7
0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
%	11.9	14.9	11.1	4.9	3.0	1.8	1.7	1.4	1.5	2.0	2.9	5.4	6.3	4.8	2.6	1.8	1.2	1.2	1.5	1.5	1.8	3.2	4.0	7.4	100.0	100.0
Sum	527	660	492	216	131	81	74	61	65	90	126	238	280	214	117	78	53	55	66	66	80	143	176	327	100.0	4416

Figur 10 A, B, og C. Gjennomsnittlig vannutskiftning per 20<sup>0</sup> sektor per dag (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d).

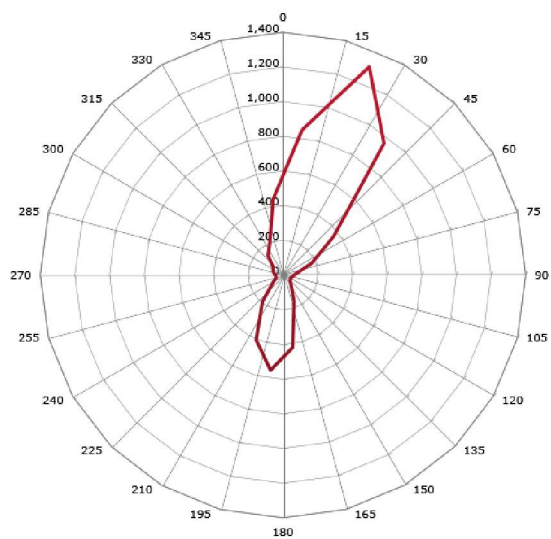
#### A. Vannutskiftningsstrøm [15,0m]



## B. Spredningsstrøm [35,0m]

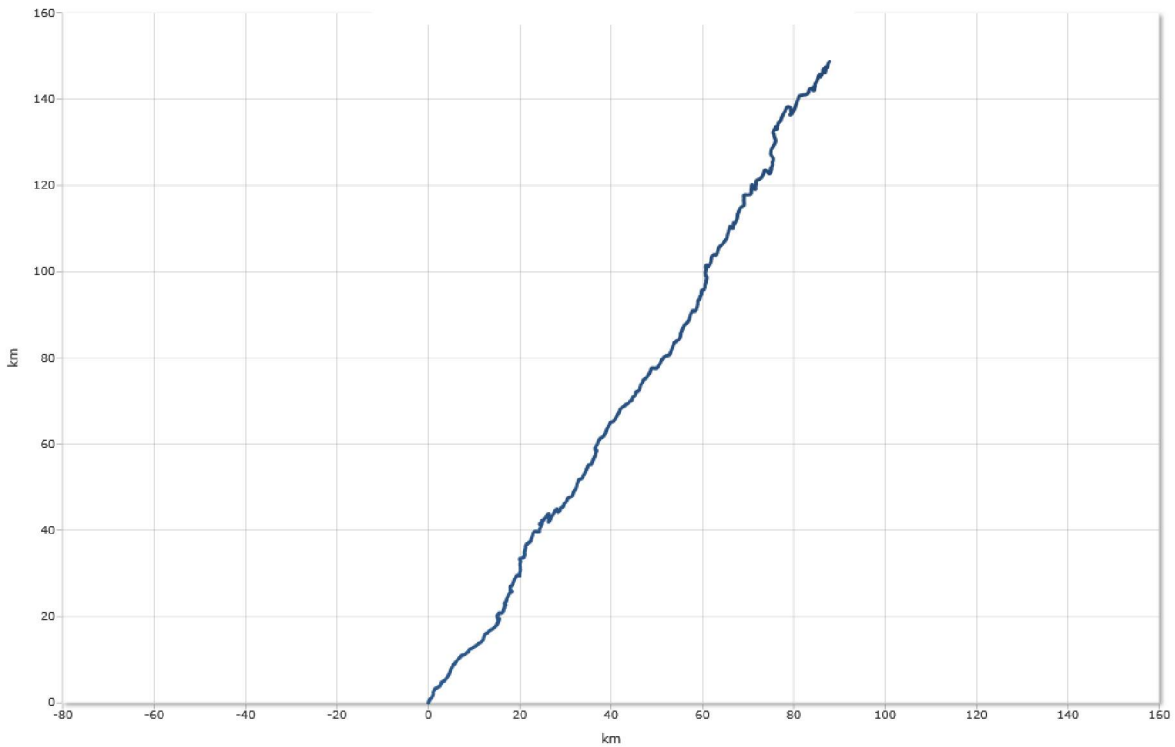


## C. Bunn [53,0m]

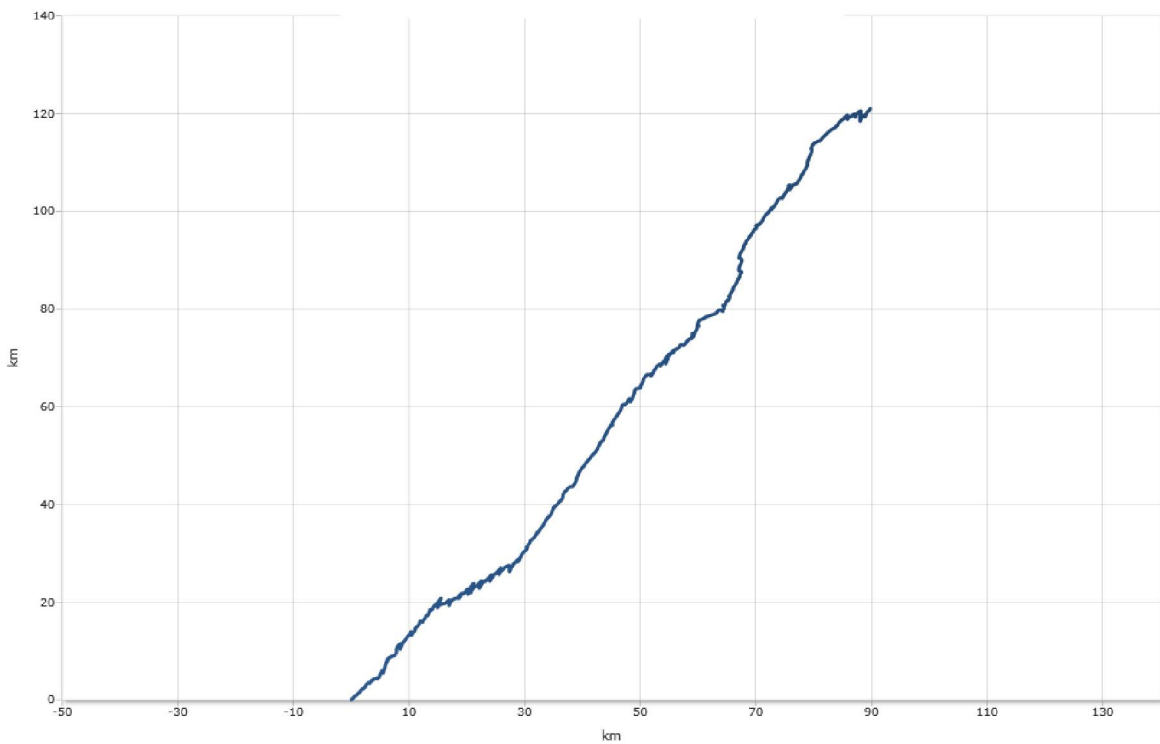


Figur 11 A, B, og C. Progressiv vektor: Viser hvilken vei en tenkt partikkel vil drive av sted over tid for hele perioden

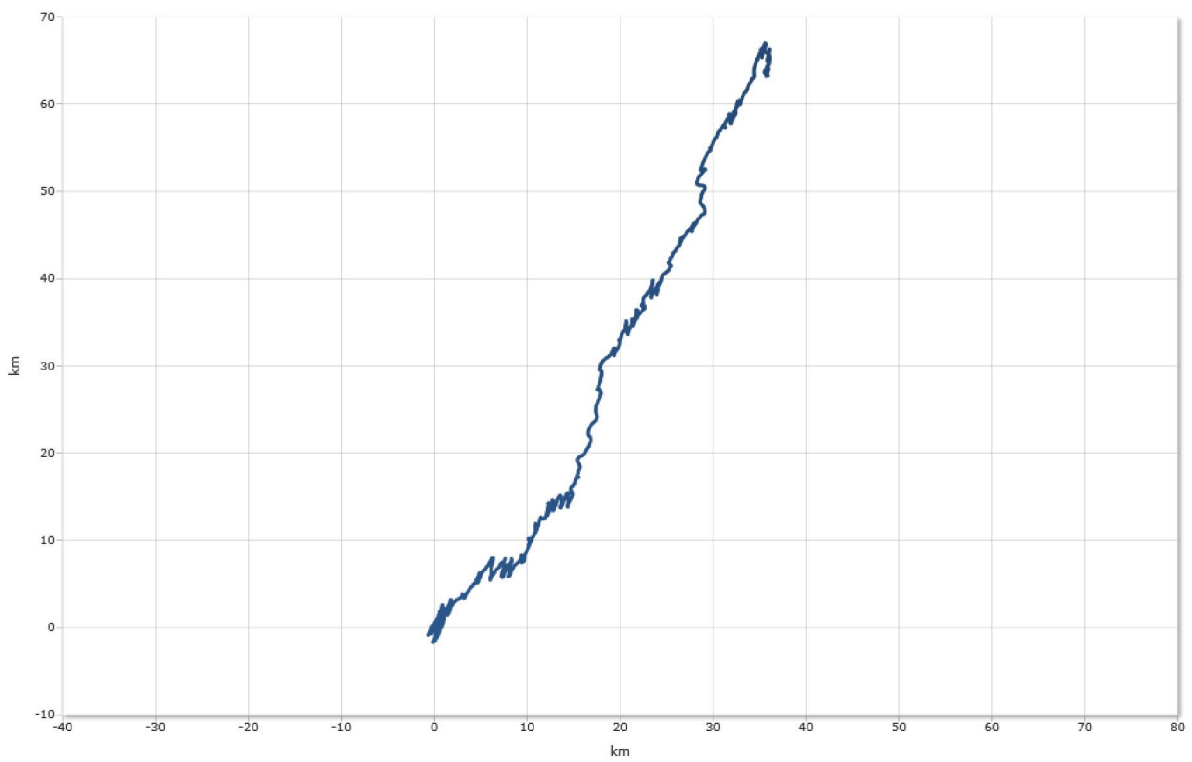
A. Vannutskiftningsstrøm [15,0m]



B. Spredningsstrøm [35,0m]



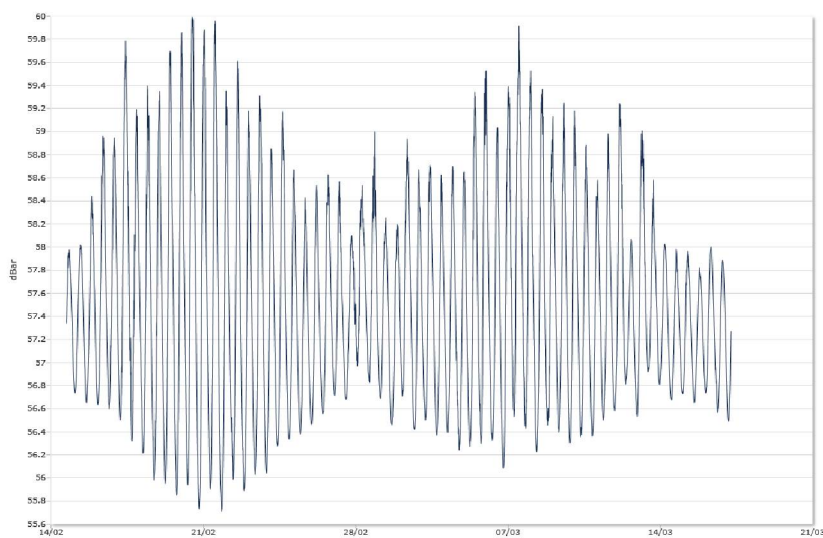
C. Bunn [53,0m]



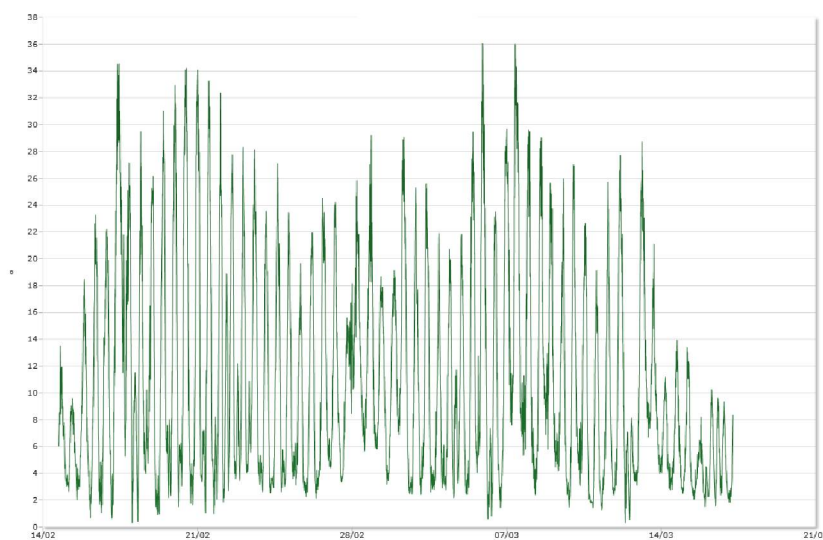


Figur 12 A, B, og C. Sensorer

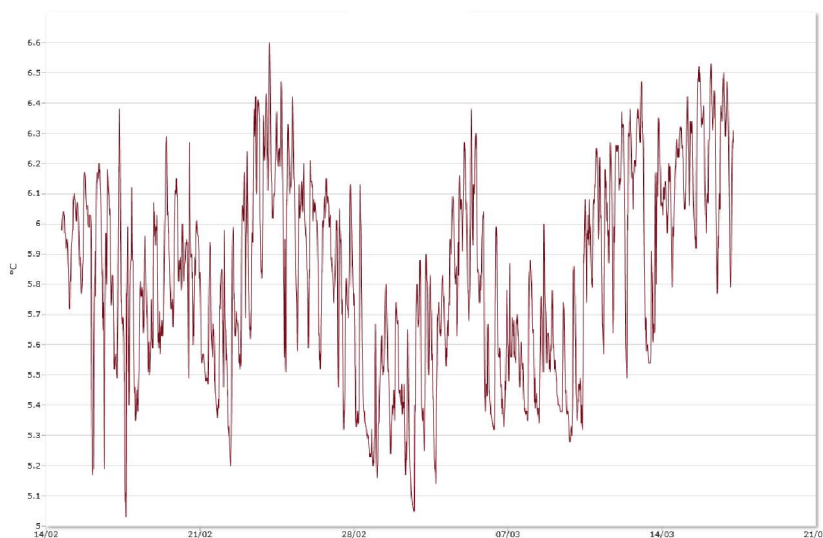
## A. Trykk



## B. Tilt



## C. Temperatur

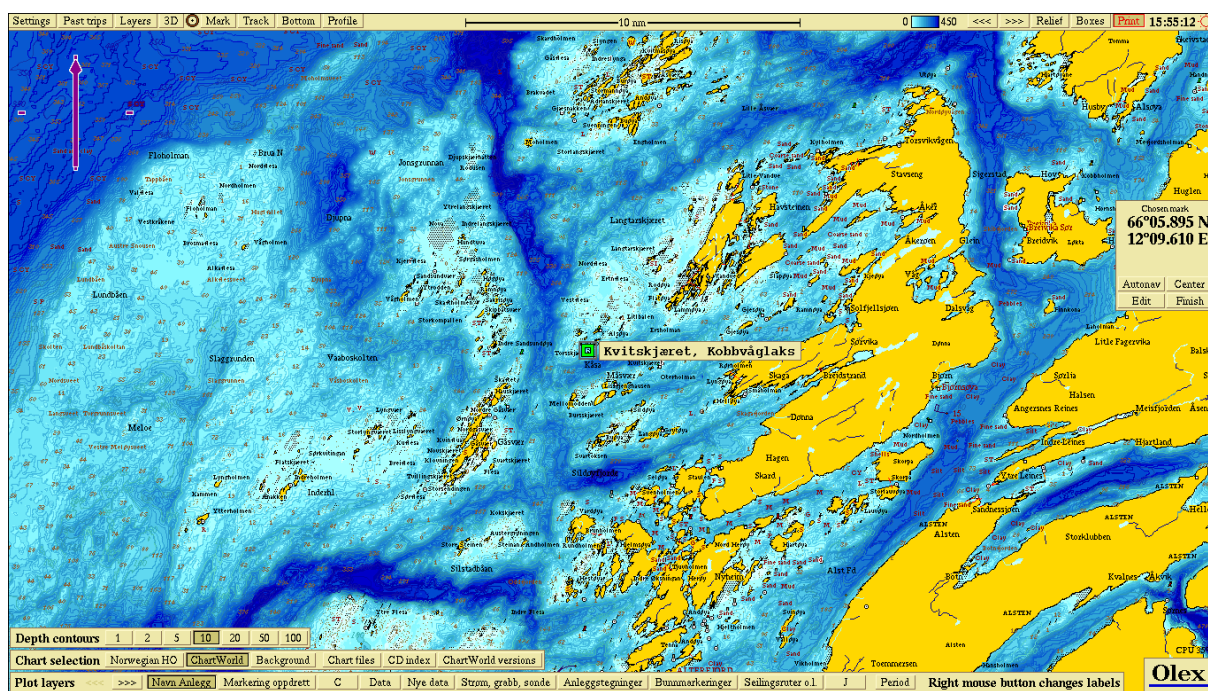


# Strømundersøkelse

## Kvitskjæret

Herøy kommune, Nordland fylke

Mars 2015



Tittel

**Strømundersøkelse på lokalitet Kvitskjæret  
Mars 2015**

Oppsummering

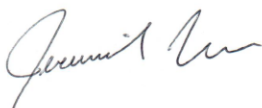
Helgeland Havbruksstasjon AS har avlest strømmålinger som er gjort ved Kvitskjæret i mars 2015.

Gjennomsnittlig strømhastighet i måleperioden ligger på 10,6 cm/sek. på 5 meters dyp. Den sterkeste strømtoppen ligger på 27,6 cm/sek., og den hyppigste strømtoppen ligger på 17,2 cm/sek. Den sterkeste strømmen er målt i en nord-nordøstlig retning.

Hovedtransport av vannmasser går mot nordøst på 5 meters dyp. Progressiv vektor viser at en partikkel over tid vil transporteres i en nordlig retning, og retningsstabiliteten på strømmen er svært stabil med en Neumanns parameter 0,740.

Dato 18/03-15

Ansvarlig for rapport



Helgeland Havbruksstasjon AS

Jeremiah Peder Ness  
*Biolog, miljøtjenesten ved HHS*

*mob. 959 92 660*  
*jness@havforsk.com*

Kvalitetskontroll



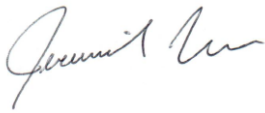
Helgeland Havbruksstasjon AS

Ann Kristin Aaker  
*Rådgiver kvalitetssystemer*

*mob. 992 16 906*  
*ann-kristin@havforsk.com*

**Helgeland Havbruksstasjon  
Torolv Kveldulvsøns gate 39  
8800 Sandnessjøen  
jness@havforsk.com /959 92 660**

Informasjon om anlegg og oppdragsgiver:			
Rapport tittel:	Strømundersøkelse, lokalitet Kvitskjæret		
Oppdragsgiver:	Kobbvåglaks AS		
Rapport-nummer:	-	Lokalitetens navn:	Kvitskjæret
Lokalitetsnummer:	-	Driftsleder:	Jan-Terje Mikalsen
Fylke:	Nordland	Kommune:	Herøy
GPS-koordinater, senter i anlegg:	66° 05.989' N 12° 09.406' Ø	GPS-koordinater, instrumenttrigg:	66° 06.048' N 12° 09.441' Ø
Måleperiode:	14.02.14-17.03.15	Dybde målested:	Ca. 56m
Instrumenttype:	Propell	Måleintervall:	10 minutter

Resultater sammendrag:				
	5 meter	15 meter	25 meter	50 meter
Gjennomsnitt (cm/s):	10,6			
Maksimalhastighet, (cm/s):	27,6			
Strømstyrke 0-1 cm/sek (%):	2,2			
Strømstyrke 1-3 cm/sek (%):	10,2			
Neumann parameter:	0,740			
10-års strøm, beregnet:	45,54			
50-års strøm, beregnet:	51,06			
Kommentarer strømmålinger:	Det var verken fisk eller utstyr i sjøen i måleperioden.			
Dato rapport:	18.03.15			
Ansvarlig feltarbeid:	Jeremiah Peder Ness	Signatur:		

## Innhold

Innhold .....	4
Tabelloversikt.....	4
Figuroversikt .....	4
Opplysninger om undersøkelsen .....	5
Oppdragsgiver .....	5
Lokalitet og posisjon .....	5
Metodikk .....	5
Strømmålere .....	5
Oppsummering og vurdering .....	6
Strømhastighet.....	6
Strømretning.....	7
Resultater strømdata, 5 meter .....	8

## Tabelloversikt

Tabell 1. Statistisk oversikt for hele måleperioden 5 meter.....	8
Tabell 2. Fordeling av strøm i strømstyrke kategorier og fordeling av vannstrøm i de ulike retningene.....	8
Tabell 3. Antall målinger i de ulike hastighetene.....	9
Tabell 4. Antall målinger i de ulike retningene.....	9
Tabell 5. Tidsdiagram for strømstyrken uavhengig av retning.....	10
Tabell 6. Tidsdiagram for strømretning uavhengig av styrke.....	10
Tabell 7. Progressiv vektor: Viser hvilken vei en tenkt partikkel vil drive av sted over tid for hele perioden.....	11
Tabell 8. Stick-diagram: Strømretning og strømstyrke i måleperioden.....	11
Tabell 9. Venstre rose: Den maksimale strømhastighet som er målt i hver 15 <sup>0</sup> sektor i løpet av hele måleperioden. Høyre rose viser gjennomsnittsstrøm som er målt i hver 15 <sup>0</sup> sektor i måleperioden.....	12
Tabell 10. Venstre rose: Relativ vannfluks i hver 15 <sup>0</sup> sektor i løpet av hele måleperioden. Høyre rose viser antall målinger i hver 15 <sup>0</sup> sektor i løpet av måleperioden uavhengig av vannmengde.....	12
Tabell 11. Temperatur i måleperioden.....	13

## Figuroversikt

Figur 1. Plassering lokalitet Kvitskjæret.....	6
Figur 2. Plassering av strømmåler (rød sirkel). Vanntransport ved punkt for strømmåling, strømroser viser transport av vann ved 5 m.....	7

# Strømmåling Kvitskjæret Mars 2015

## Innledning

Helgeland Havbruksstasjon AS er engasjert av Kobbvåglaks AS for å gjennomføre en strømmåling. Vi anbefaler at dere studerer de vedlagte dataene nøye selv. Rådataene oppbevares i Helgeland Havbruksstasjon sitt arkiv.

## Opplysninger om undersøkelsen

### Oppdragsgiver

<b>Oppdragsgiver</b>	Kobbvåglaks AS
<b>Kontaktperson</b>	Jan-Terje Mikalsen
<b>Ansvarlig felt</b>	Jeremiah Peder Ness
<b>Adresse</b>	8805 Alstahaug
<b>Oppdrag</b>	Strømmåling på 5m

### Lokalitet og posisjon

<b>Lokalitet</b>	<b>Kvitskjæret</b>
<b>Kommune</b>	Herøy
<b>Fylke</b>	Nordland
<b>Lokalitetsnummer</b>	-
<b>Posisjon på målere</b>	66° 06.048' N, 12° 09.441' Ø
<b>Dybde på målested</b>	Ca. 57 meter
<b>Type lokalitet</b>	Kystlokalitet

## Metodikk

En SD 6000 propellmåler ble satt på 5 meters dyp for å måle strøm på lokaliteten. Denne måleren måler strømhastighet og strømretning med intervaller hvert 10. minutt. Måleren har en terskelverdi på 2 cm/sek. Måleverdier under denne terskelen settes lik 1 cm/sek.

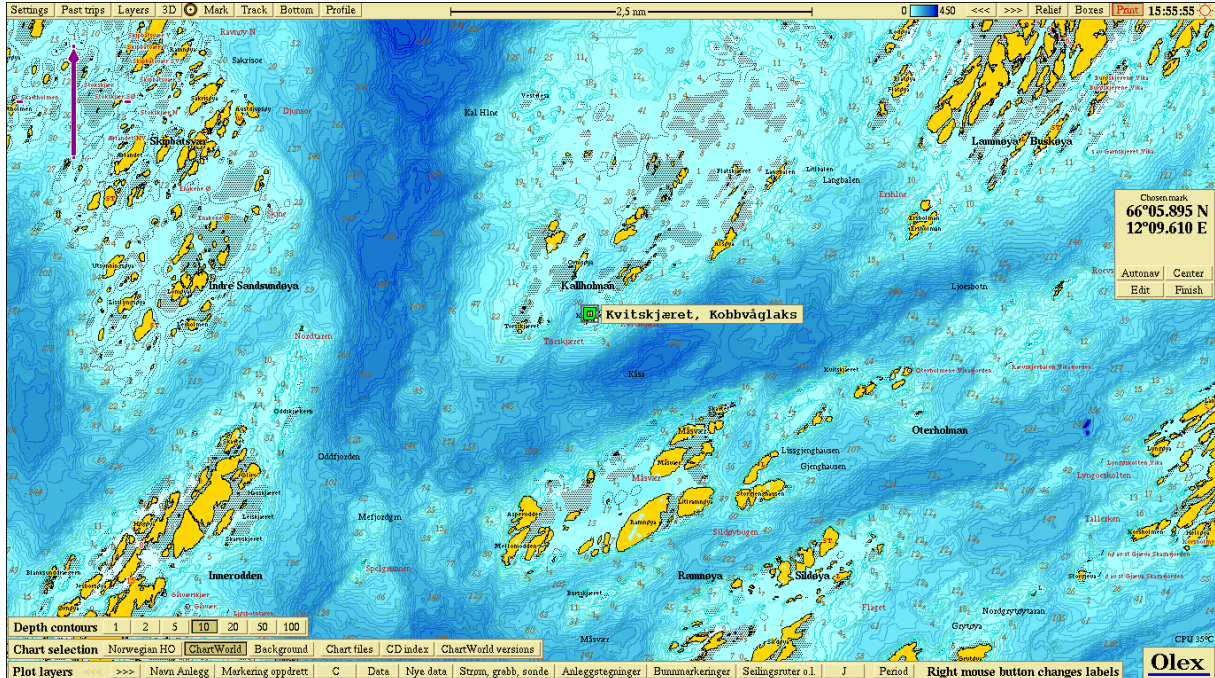
I tidsperioden hvor målingen ble gjennomført var det verken fisk eller utstyr i sjøen.

### Strømmålere

<b>Måler</b>	<b>Måleperiode</b>	<b>Ant. døgn</b>	<b>Intervall</b>	<b>Utsetts dyp</b>	<b>Ant. målinger</b>	<b>Fil</b>
1529	14/2-15 – 17/3-15	31	10 min	5 m	4446	No1529-5m- Kvitskjæret-1503

## Oppsummering og vurdering

Lokalitet Kvitskjæret ligger nord i Herøy kommune, Nordland fylke. Lokaliteten ligger i et lite sund mellom en rekke øyer; Ormsøya, Kvitskjæret, Skjåskjæran m.fl.



Figur 1. Plassering lokalitet Kvitskjæret.

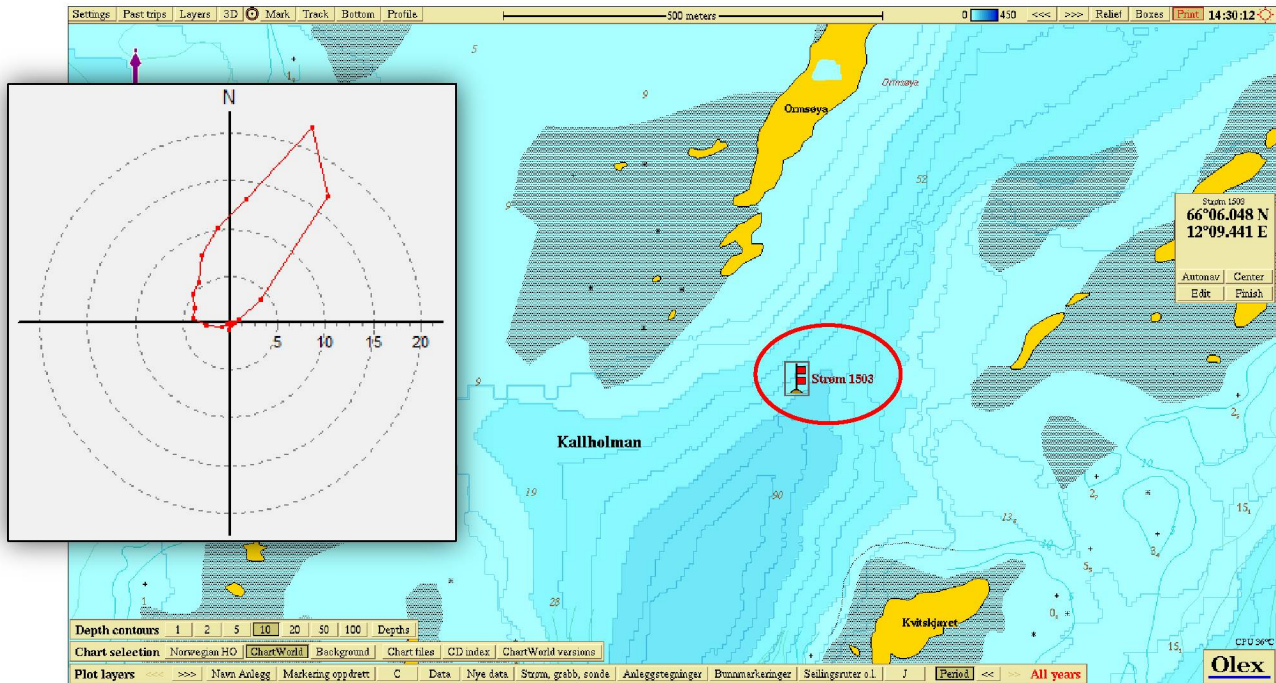
### Strømhastighet

Gjennomsnittlig strømhastighet i måleperioden ligger på 10,6 cm/sek. på 5 meters dyp. Den sterkeste strømtoppen ligger på 27,6 cm/sek., og den hyppigste strømtoppen ligger på 17,2 cm/sek. Den sterkeste strømmen er målt i en nord-nordøstlig retning.

# Strømmåling Kvitskjæret Mars 2015

## Strømretning

Hovedtransport av vannmasser går mot nordøst på 5 meters dyp. Progressiv vektor viser at en partikkel over tid vil transporteres i en nordlig retning, og retningsstabiliteten på strømmen er svært stabil med en Neumanns parameter 0,740.



Figur 2. Plassering av strømmåler (rød sirkel). Vanntransport ved punkt for strømmåling, strømroser viser transport av vann ved 5 m.



# Strømmåling Kvitskjæret Mars 2015

## Resultater strømdata, 5 meter

Tabell 1. Statistisk oversikt for hele måleperioden 5 meter.

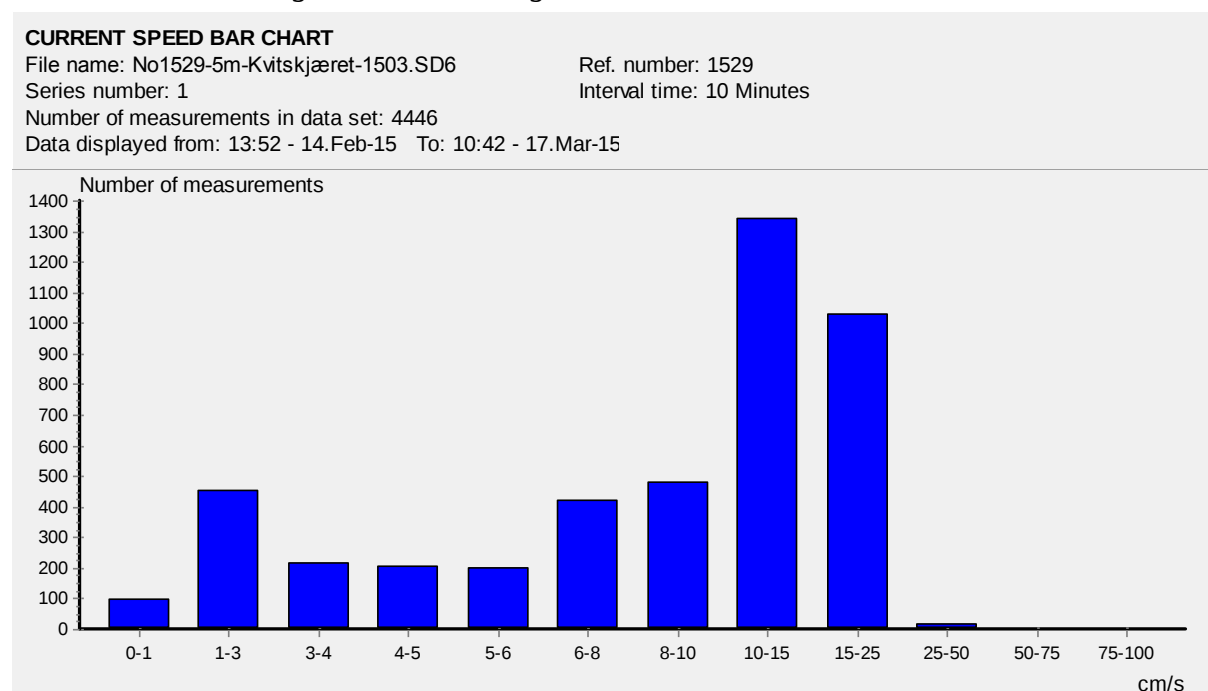
STATISTICAL SUMMARY			
File name: No1529-5m-Kvitskjæret-1503.SD6		Ref. number: 1529	
Series number: 1		Interval time: 10 Minutes	
Number of measurements in data set: 4446			
Data displayed from: 13:52 - 14.Feb-15 To: 10:42 - 17.Mar-15			
	<b>Total</b>	<b>East / west</b>	<b>North / south</b>
Mean current speed (cm/s)	10,6	5,1	8,4
Variance (cm/s) <sup>2</sup>	33,681	14,640	34,446
Standard deviation (cm/s)	5,804	3,826	5,869
Mean standard deviation	0,547	0,752	0,695
Maximum current velocity	27,6		
Minimum current velocity	1,0		
Significant max velocity	17,2		
Significant min velocity	4,1		

Tabell 2. Fordeling av strøm i strømstyrke kategorier og fordeling av vannstrøm i de ulike retningene.

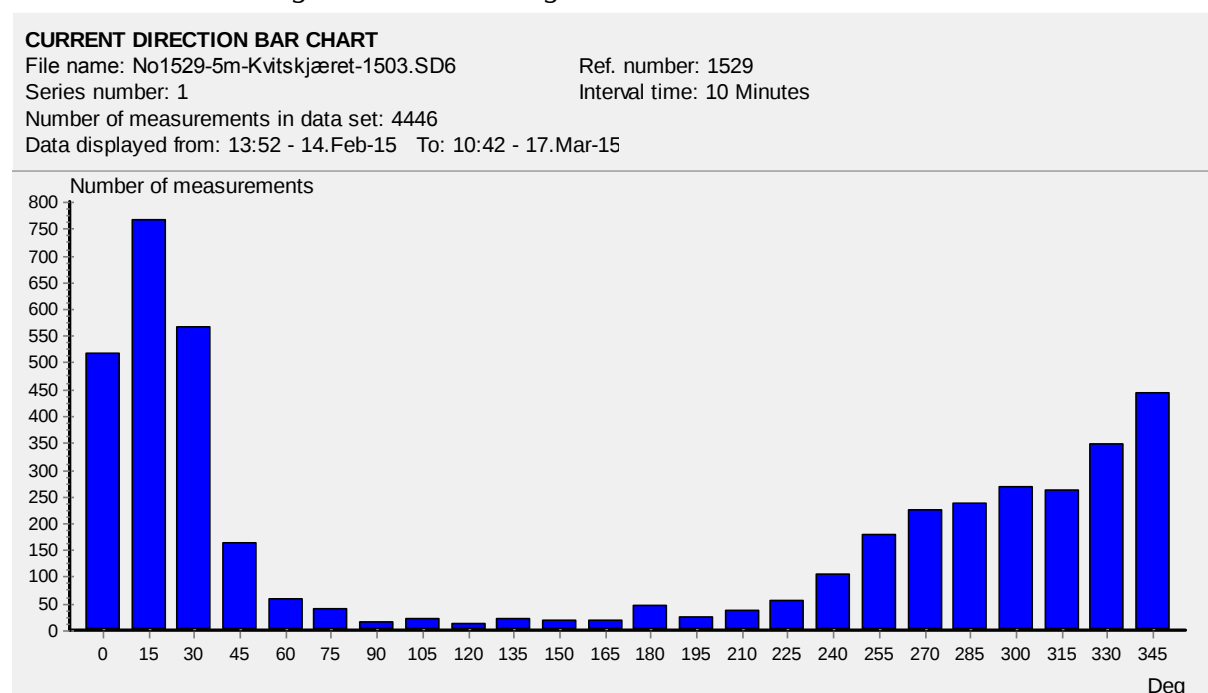
CURRENT SPEED / DIRECTION MATRIX																
File name: No1529-5m-Kvitskjæret-1503.SD6												Ref. number: 1529				
Series number: 1												Interval time: 10 Minutes				
Number of measurements in data set: 4446																
Data displayed from: 13:52 - 14.Feb-15 To: 10:42 - 17.Mar-15																
	Current speed groups												Total flow		Max curr	
	1	3	4	5	6	8	10	15	25	50	75	100	Sum%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		%
0	8	26	12	13	16	47	55	202	139	0	0	0	11.7	37345	13.2	24.2
15	2	24	15	12	16	42	56	275	322	3	0	0	17.3	63066	22.3	25.8
30	1	7	5	5	8	43	55	191	242	8	0	0	12.7	47677	16.8	27.6
45	0	6	6	4	3	15	27	72	30	0	0	0	3.7	11296	4.0	22.8
60	1	11	4	7	6	7	10	10	4	0	0	0	1.3	2614	0.9	18.0
75	0	10	7	6	3	8	1	6	0	0	0	0	0.9	1375	0.5	14.0
90	0	8	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	281	0.1	5.0
105	7	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	240	0.1	5.0
120	2	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	126	0.0	3.8
135	0	10	2	1	5	1	3	0	0	0	0	0	0.5	562	0.2	9.2
150	0	5	3	1	2	5	2	0	0	0	0	0	0.4	542	0.2	9.2
165	1	3	2	2	0	2	2	5	0	0	0	0	0.4	743	0.3	14.8
180	0	10	2	3	4	5	4	11	6	0	0	0	1.0	2323	0.8	18.2
195	5	8	3	0	0	4	1	2	1	0	0	0	0.5	674	0.2	17.2
210	5	17	5	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0.8	644	0.2	8.6
225	15	22	3	5	1	7	0	1	0	0	0	0	1.2	943	0.3	11.4
240	6	34	10	16	16	10	7	5	0	0	0	0	2.3	2833	1.0	12.2
255	10	33	11	17	13	26	35	31	3	0	0	0	4.0	7151	2.5	18.0
270	7	33	15	14	13	19	44	61	18	0	0	0	5.0	11064	3.9	23.8
285	8	43	23	9	19	25	31	58	22	0	0	0	5.4	11382	4.0	25.0
300	7	32	36	24	18	28	17	73	31	3	0	0	6.1	13699	4.8	26.2
315	3	21	18	17	21	28	31	76	47	0	0	0	5.9	15600	5.5	24.8
330	3	28	13	19	17	40	50	111	67	0	0	0	7.8	22055	7.8	24.0
345	8	41	13	19	16	53	45	149	97	1	0	0	9.9	28796	10.2	25.2
Sum%	2.2	10.2	4.8	4.5	4.5	9.4	10.7	30.1	23.1	0.3	0.0	0.0		283032		27.6

# Strømmåling Kvitskjæret Mars 2015

Tabell 3. Antall målinger i de ulike hastighetene.

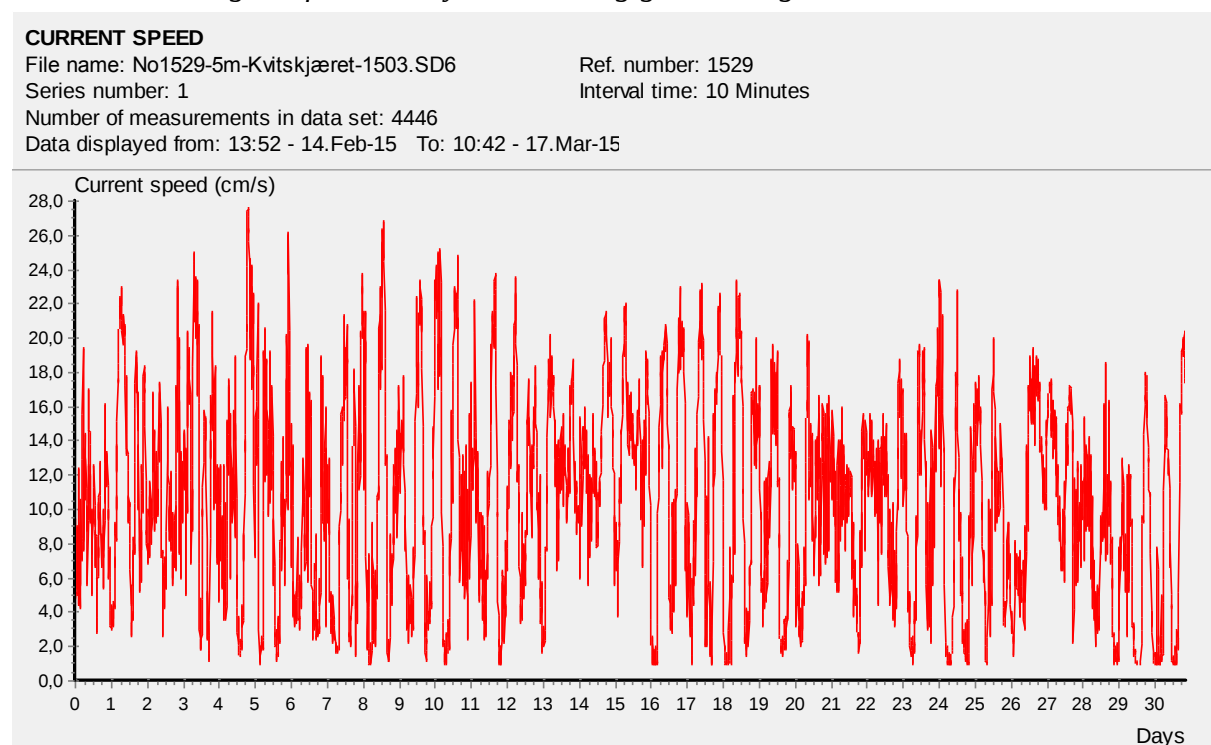


Tabell 4. Antall målinger i de ulike retningene.

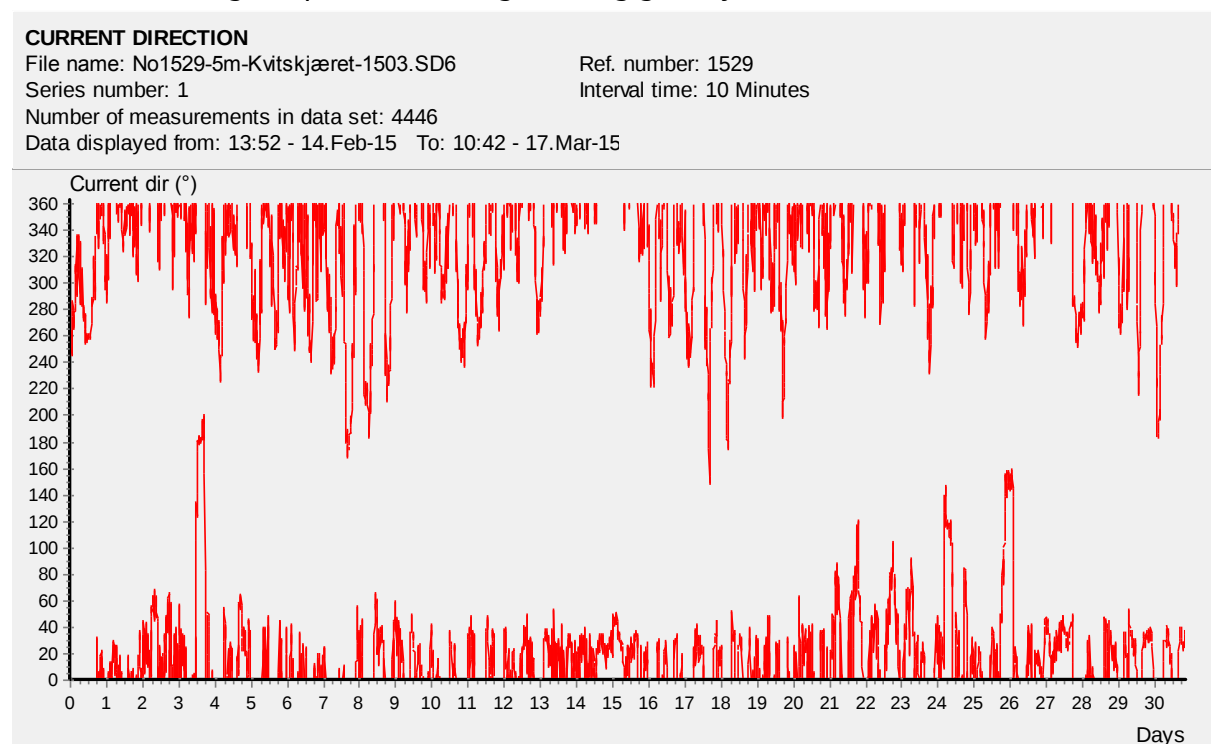


## Strømmåling Kvitskjæret Mars 2015

Tabell 5. Tidsdiagram for strømstyrken uavhengig av retning.

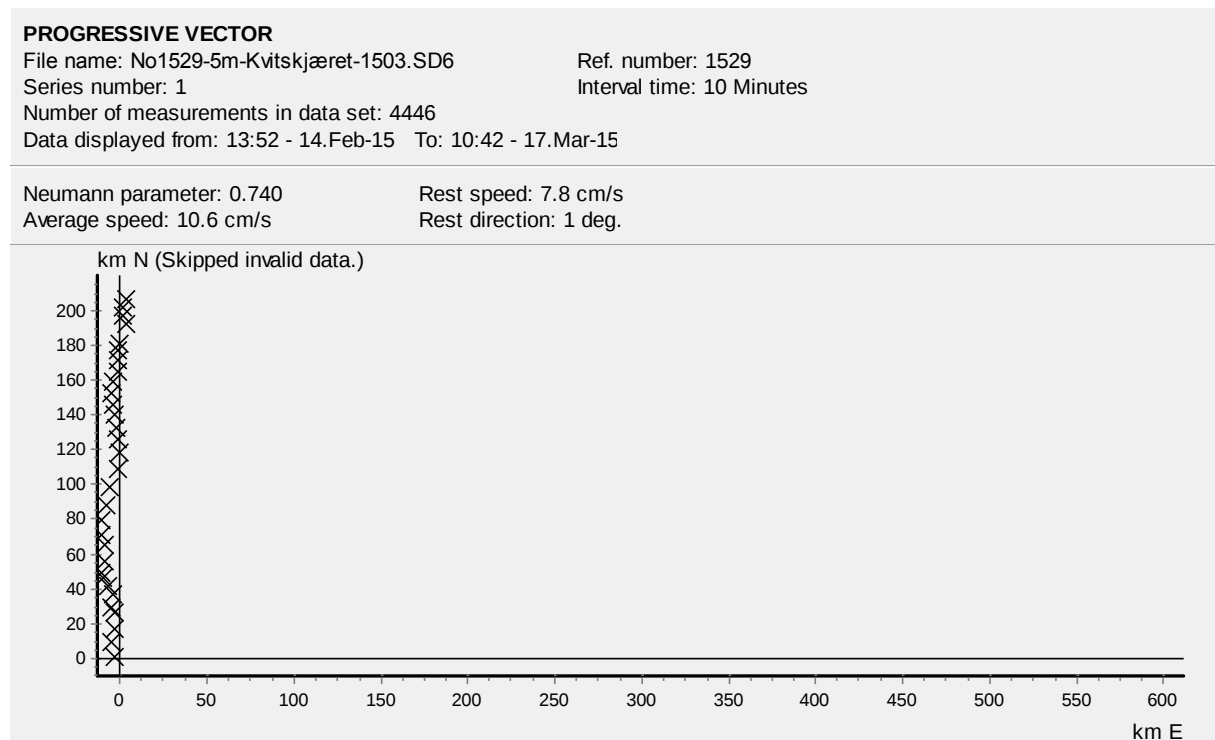


Tabell 6. Tidsdiagram for strømretning uavhengig av styrke.

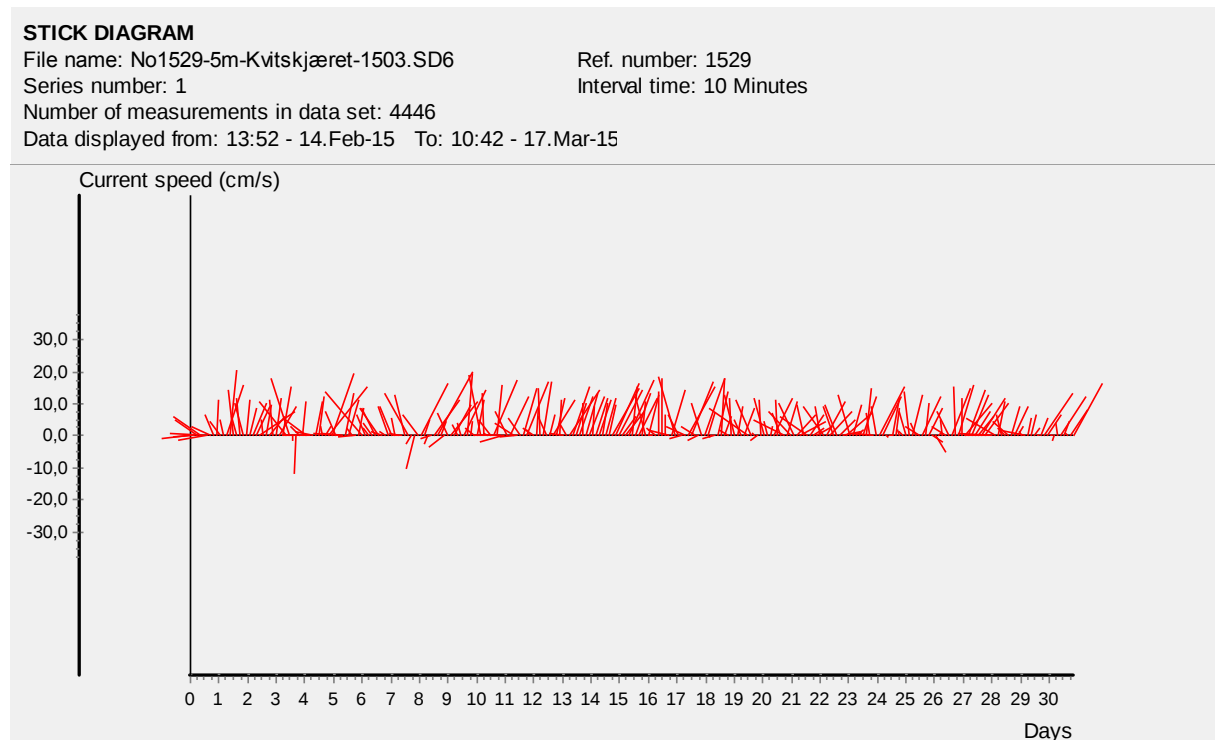


## Strømmåling Kvitskjæret Mars 2015

Tabell 7. Progressiv vektor: Viser hvilken vei en tenkt partikkel vil drive av sted over tid for hele perioden.



Tabell 8. Stick-diagram: Strømretning og strømstyrke i måleperioden.



## Strømmåling Kvitskjæret Mars 2015

Tabell 9. Venstre rose: Den maksimale strømhastighet som er målt i hver 15<sup>o</sup> sektor i løpet av hele måleperioden. Høyre rose viser gjennomsnittsstrøm som er målt i hver 15<sup>o</sup> sektor i måleperioden.

### CURRENT VELOCITY DISTRIBUTION DIAGRAM

File name: No1529-5m-Kvitskjæret-1503.SD6

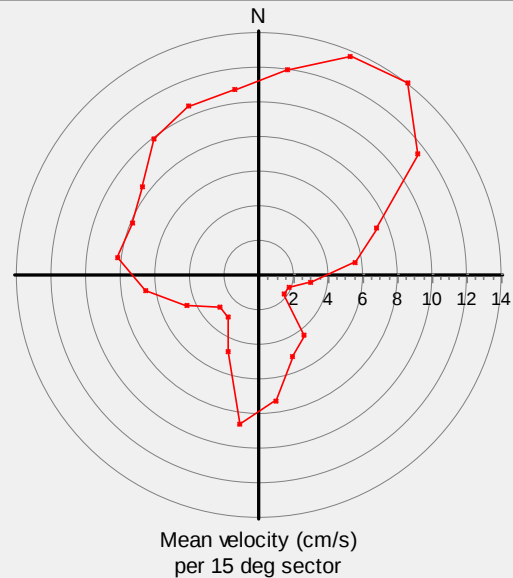
Ref. number: 1529

Series number: 1

Interval time: 10 Minutes

Number of measurements in data set: 4446

Data displayed from: 13:52 - 14.Feb-15 To: 10:42 - 17.Mar-15



Tabell 10. Venstre rose: Relativ vannfluks i hver 15<sup>o</sup> sektor i løpet av hele måleperioden. Høyre rose viser antall målinger i hver 15<sup>o</sup> sektor i løpet av måleperioden uavhengig av vannmengde.

### CURRENT VELOCITY DISTRIBUTION DIAGRAM

File name: No1529-5m-Kvitskjæret-1503.SD6

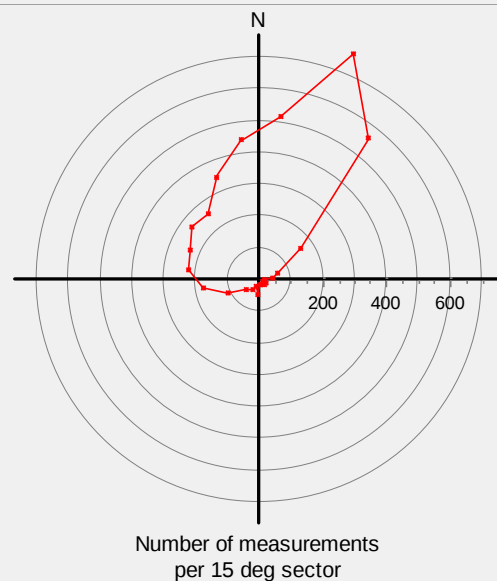
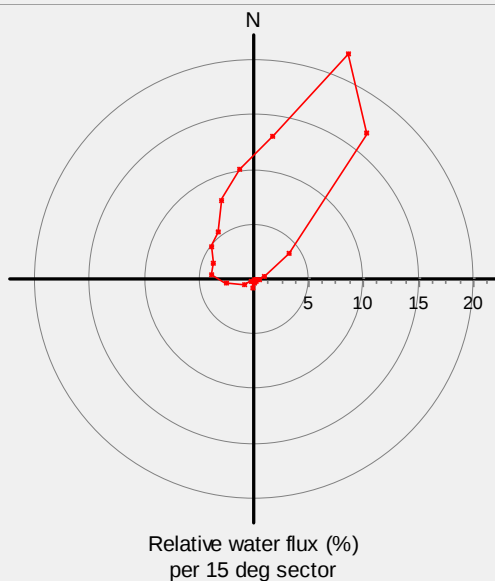
Ref. number: 1529

Series number: 1

Interval time: 10 Minutes

Number of measurements in data set: 4446

Data displayed from: 13:52 - 14.Feb-15 To: 10:42 - 17.Mar-15



# Strømmåling Kvitskjæret Mars 2015

Tabell 11. Temperatur i måleperioden.

## TEMPERATURE

File name: No1529-5m-Kvitskjæret-1503.SD6

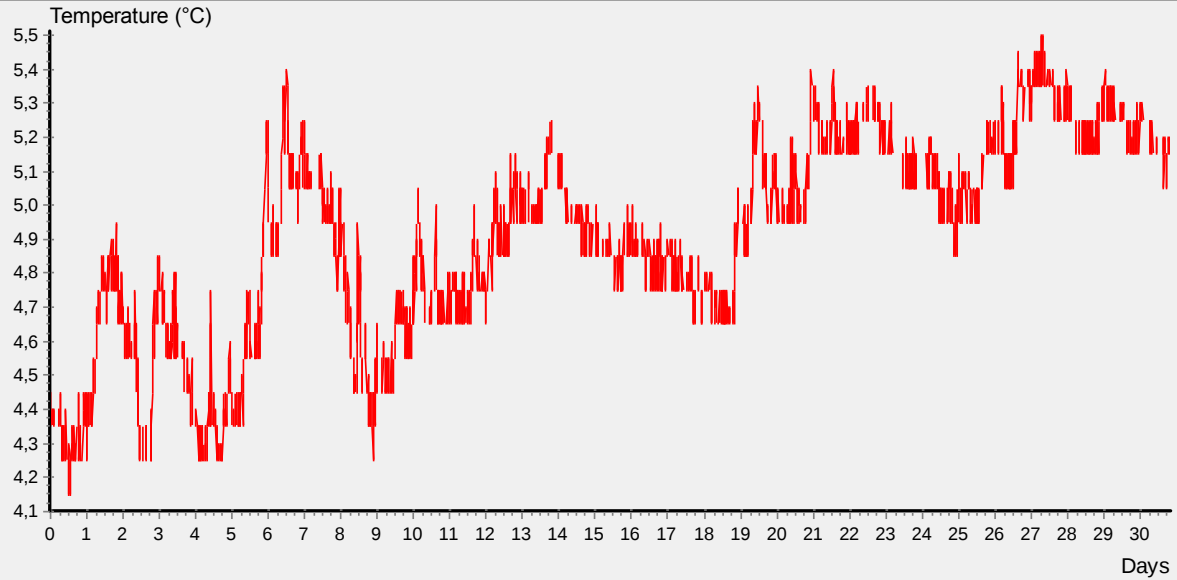
Ref. number: 1529

Series number: 1

Interval time: 10 Minutes

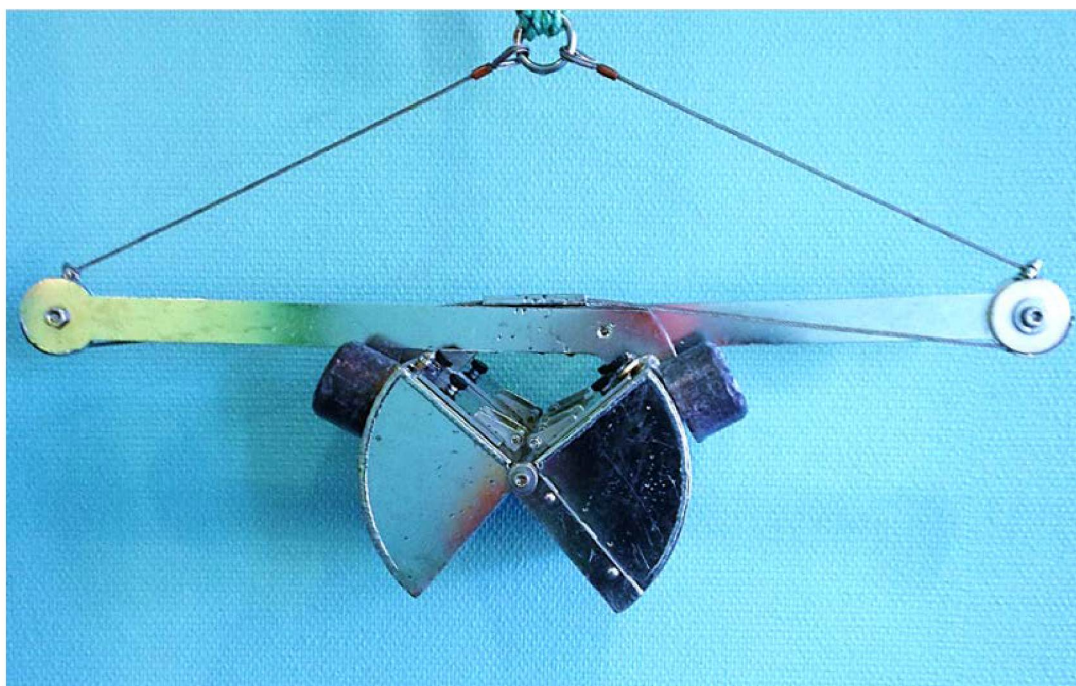
Number of measurements in data set: 4446

Data displayed from: 13:52 - 14.Feb-15 To: 10:42 - 17.Mar-15




# B-undersøkelse for lokalitet Kvitskjæret

NS 9410:2016



<b>Tilstand</b>	<b>1</b>
<b>Feltarbeid</b>	<b>22.05.2018</b>
<b>Oppdragsgiver</b>	<b>Kobbvåglaks AS</b>

**Tabell 1.** Informasjon fra oppdragsgiver og oppsummering av resultater fra B-undersøkelsen

<b>A. Informasjon oppdragsgiver</b>			
Rapport tittel	B-undersøkelse for Kvitskjæret		
Rapport-nummer	B-M-18104	Lokalitetens navn	Kvitskjæret
Lokalitetsnummer	35777	Kartkoordinater (midtpunkt)	66°06.048'N/ 12°09.440'Ø
Fylke	Nordland	Kommune	Herøy
Søkt MTB-tillatelse	3 120 tonn	Kontaktperson	Jan-Terje Mikalsen
Oppdragsgiver	Kobbvågslaks AS		
<b>B. Produksjonsstatus ved tidspunkt for B-undersøkelsen</b>			
Fiskegruppe	V-2018	Biomasse ved undersøkelse	45 tonn
Utforet mengde	12 tonn		
<b>Type undersøkelse</b>			
Maksimal belastning		Oppfølgende undersøkelse	
Brakklegging		Ny lokalitet (utvidelse)	X
<b>C. Hovedresultater fra B-undersøkelsen</b>			
Parametergruppe og indeks		Parametergruppe og tilstand	
Gr. II pH/Eh	0,00	Gr. II pH/Eh	1
Gr. III Sensorikk	0,42	Gr. III Sensorisk	1
Gr. II+III	0,21	Gr. II + III	1
Dato feltarbeid	22.05.18	Dato rapport	18.06.2018
Lokalitetstilstand		1	
Ansvarlig feltarbeid	Torbjørn Gylt	Signatur	
<b>D. Delresultater fra B-undersøkelsen</b>			
Ant. grabbstasjoner	13	Ant. grabbhugg	16
Type sediment	Dominerende	Mindre dominerende	Minst dominerende
	Skjellsand	Sand	Grus
<b>Antall grabbstasjoner (gruppe II og III) med følgende tilstand</b>			
Tilstand 1	13	Tilstand 3	0
Tilstand 2	0	Tilstand 4	0
Indeks illustrert tilstand	1	2	3
	↑		



Tabell 2. Informasjon oppdrag og rapportansvarlig. Åkerblå Nord AS.

B-undersøkelse for lokaliteten Kvitskjæret		
Rapportnummer	B-M-18104-Kvitskjæret 0518	
Rapportdato	18.05.2018	
Dato feltarbeid	22.05.2018	
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>	<i>Signatur</i>
1	Korrigert organisasjonsnummer	
Lokalitet		
Lokalitet	Kvitskjæret	
	Herøy, Nordland	
Lokalitetsnummer	35777	
Oppdragsgiver		
Selskap	Kobbvåglaks AS	
Kontaktperson	Jan-Terje Mikalsen	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå Nord AS Torolv Kveldulvsens gate 29, 8800 Sandnessjøen Organisasjonsnummer: 817 458 572	
Ansvarlig prøvetaking	Torbjørn Gylt	
Forfatter (-e)	Nickolas James Hawkes E-post: <a href="mailto:Nickolas.Hawkes@akerbla.no">Nickolas.Hawkes@akerbla.no</a> Telefon: 919 91 909	
Godkjent av	Dag Slettebø E-post: <a href="mailto:dag.slettebo@akerbla.no">dag.slettebo@akerbla.no</a> Telefon: 479 27 222	
Distribusjon	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.</i>	

## Sammendrag

På oppdrag fra Kobbvåglaks AS har Åkerblå Nord utført en B-undersøkelse ved lokalitet Kvitskjæret som del av forundersøkelsen gjort i forbindelse med en tiltenkt utvidelse av anlegget. Undersøkelsen viste enkelte tegn til organisk påvirkning i form av noe lukt (N = 3), misfarging av sedimentet (N = 1) og myk sedimentkonsistens (N = 3) i den sørlige delen av anleggsrammen. Hver enkel prøve ble likevel samlet vurdert til tilstand 1 ved samtlige stasjoner, med meget gode kjemiske målinger og gode miljøforhold også understøttet av den høye artsdiversiteten.

Samlet får lokaliteten **lokalitetstilstand 1, «Meget god»**.

## Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG .....	4
1. INNLEDNING .....	6
2. MATERIALE OG METODE.....	7
2.1 OMRÅDE OG STASJONSVALG .....	7
2.2 PRØVETAKING.....	10
2.3 DRIFTSDATA OG TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....	12
3. RESULTATER .....	12
4. DISKUSJON.....	17
5. LITTERATUR .....	19
6 VEDLEGG.....	20
VEDLEGG 1- APPENDIX 1. A SUMMARY IN ENGLISH .....	20
VEDLEGG 2 – BILDER FRA PRØVESTASJONER .....	21

## 1. Innledning

Åkerblå Nord AS har på oppdrag fra Kobbvågslaks AS utført en B-undersøkelse på lokalitet Kvitskjæret. Undersøkelsen er utført i forbindelse med en tiltenkt utvidelse av lokaliteten fra en maksimalt tillatt biomasse på 1560 tonn til 3120 tonn.

Åkerblå Nord AS utfører B-undersøkelser som kontrahert personell under Åkerblå AS, akkreditert (TEST 252) i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025. Dette utføres etter krav i NS 9410:2016 (Standard Norge 2016). B-undersøkelsen er en enkel trendovervåking av bunnforholdene under et oppdrettsanlegg. Ved at undersøkelsen gjentas, med en frekvens bestemt av hvor belastet miljøet er, kan man følge utviklingen av miljøbelastningen fortløpende. Undersøkelsen omfatter en serie grabbprøver som vurderes etter fauna og biodiversitet, kjemiske forhold (pH og redokspotensiale) og sensoriske forhold (gass, farge, lukt, konsistens, volum og slamtykkelse). Alle parametere får tilstandsverdi etter hvor mye sedimentet er påvirket av organisk belastning. Skillet mellom «dårlig» og «meget dårlig» tilstand er satt til den største akkumuleringen som tillater gravende bunndyr å leve i sedimentet. Lokaliteten får en samlet tilstandsverdi fra 1 til 4, hvor 1 er best («Meget god») og 4 dårligst («Meget dårlig»). Standarden «Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg» oppgir også i hvilket intervall undersøkelsen skal utføres (tabell 1.1).

**Tabell 1.1.** Minimumsfrekvens for B-undersøkelse i forhold til lokalitetsstilstand ved maksimal organisk belastning (Standard Norge 2016).

Tilstand	Tidspunkt for neste undersøkelse
<b>1 – meget god</b>	Ved neste maksimale belastning.
<b>2 - god</b>	Før utsett og igjen ved maksimal belastning.
<b>3 - dårlig</b>	Før utsett Dersom undersøkelsen før utsett gir: <ul style="list-style-type: none"> <li>- tilstand 1 - undersøkelse gjennomføres ved neste maksimale belastning;</li> <li>- tilstand 2 - undersøkelse gjennomføres ved halv maksimal belastning og ved maksimale belastning;</li> <li>- tilstand 3 - undersøkelse gjennomføres ved halv maksimal belastning, og ved maksimal belastning. I forhold til neste produksjonssyklus planlegges tiltak.</li> </ul> Dersom noen av undersøkelsene viser tilstand 4, vil det være overbelastning.
<b>4 – meget dårlig</b>	Overbelastning, Ved tilstand 4 beslutter myndighetene tiltak.

Merknad 1 Maksimal organisk belastning på anlegget intrefør normalt når 75% til 90% av totalt fôr i en produksjonssyklus er utført (NS9410-2106)

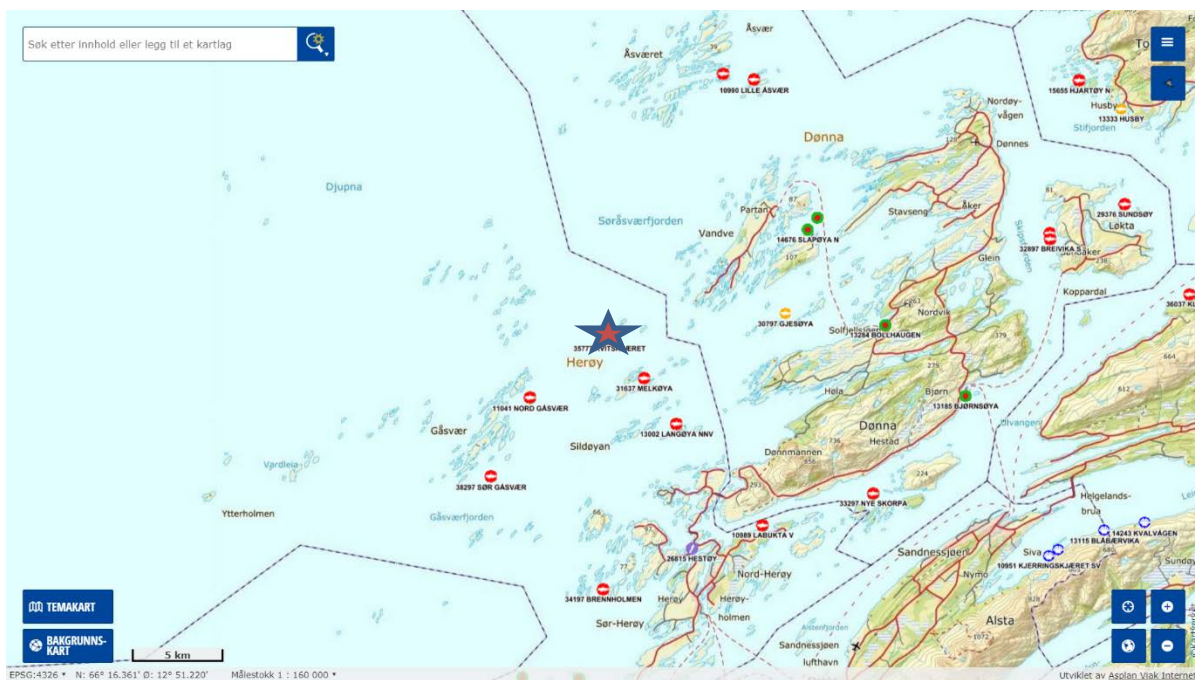
## 2. Materiale og metode

### 2.1 Område og stasjonsvalg

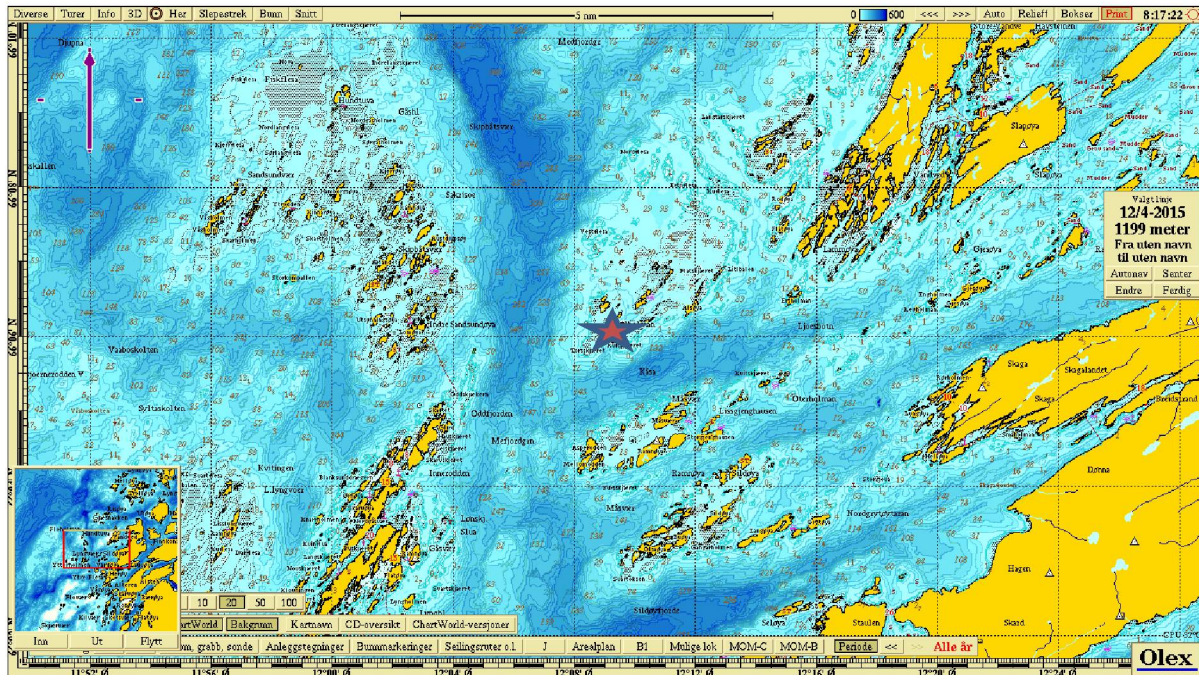
Lokaliteten Kvitskjæret ligger i Herøy kommune, Nordland fylke (figur 2.1.1 & 2.1.2). Lokaliteten ligger i et lite sund mellom en rekke øyer og skjær: Torskjæret (sørvest), Ormsøya (vest), Skjåskjæran (øst), Kvitskjæret (øst) mfl. Anleggsrammen strekker seg over en svakt hellende skråning som går fra nord-nordøst (dyp på cirka 50 meter) til sør-sørvest (cirka 90 meter) hvor åpningen mot havet også forekommer.

Lokaliteten har en ramme med 7 bur, og 3 bur var i bruk når B-undersøkelsen ble utført. Merdene hadde en omkrets på 120 meter. Prøvepunktene ble tatt ved hvert bur i tillegg til et prøvepunkt nord og et prøvepunkt sør for anleggsrammen, da det er planlagt at den tiltenkte utvidelsen kommer i form av et ekstra bur, men det er noe usikkert om buret skal plasseres nord eller sør for den eksisterende rammen (pers. komm. Mikalsen, 2018).

Alle de 13 prøvene ble tatt helt inn til burene eller merdene og ble fordelt jevnt slik at de best mulig dekte bunnområdet under hele den tiltenkte anleggssonen (figur 3.3 & 3.4). Koordinatene av prøvetakingspunktene ble fastsatt i Olex (tabell 2.1.1).

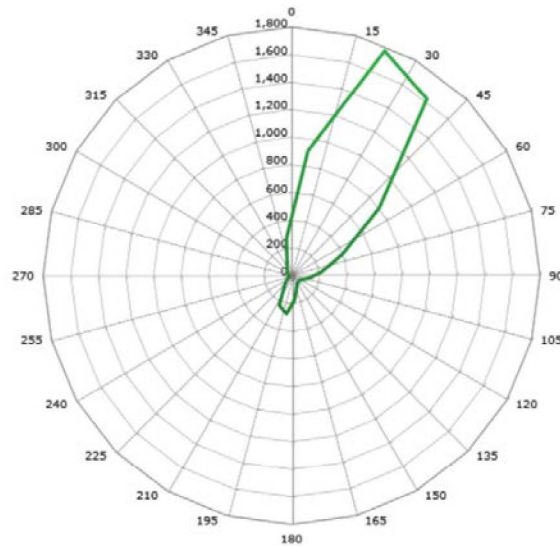


**Figur 2.1.1.** Oversiktskart-sjøkart (nordlig orientering) med avmerking (★) av Kvitskjæret og omkringliggende lokaliteter (EUREF89, Fdir, 2018).



Figur 2.1.2 Topografisk kart (nordlig orientering) med avmerking (★) av lokaliteten (kartdatum WGS84).

Hovedstrømretning for spredningsstrømmen er i nord-nordøstlig retning (Ness, 2015; figur 2.1.3).



Figur 2.1.3 (frå Ness, 2015) Gjennomsnittlig vannutskifting per 20° sektor per dag (m³/m²/d). Måleperiode: 14.02.15 – 17.03.15. Måleinstrument: Aquadopp profiler 400 kHz (AQP 5656).

**Tabell 2.1.1** Koordinater prøvetakingspunkter, kartdatum WGS84.

<b>Stasjon</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Posisjon	66° 06.172 'N 12° 09.440 'Ø	66° 06.127 'N 12° 09.513 'Ø	66° 06.095 'N 12° 09.467 'Ø	66° 06.059 'N 12° 09.417 'Ø	66° 06.030 'N 12° 09.353 'Ø	66° 05.978 'N 12° 09.330 'Ø
<b>Stasjon</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Posisjon	66° 05.961 'N 12° 09.253 'Ø	66° 05.913 'N 12° 09.242 'Ø	66° 05.929 'N 12° 09.324 'Ø	66° 05.998 'N 12° 09.425 'Ø	66° 06.082 'N 12° 09.523 'Ø	66° 06.153 'N 12° 09.627 'Ø
<b>Stasjon</b>	<b>13</b>					
Posisjon	66° 06.192 'N 12° 09.649 'Ø					

## 2.2 Prøvetaking

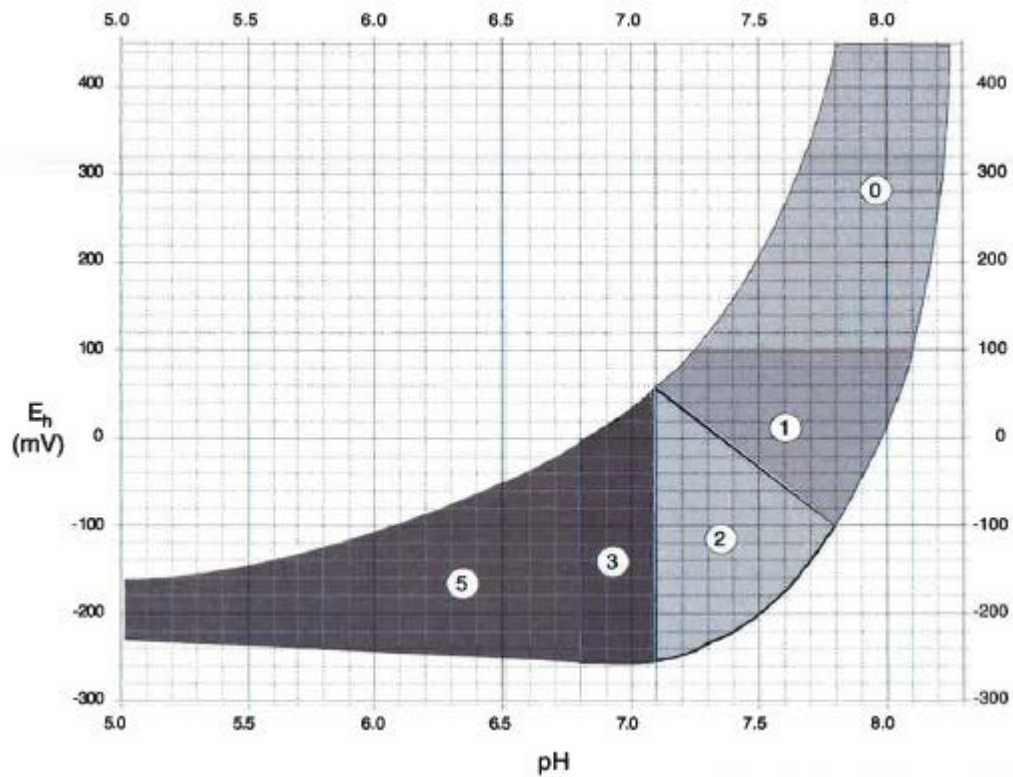
Prøver av sedimentet ble tatt med sedimentprøvetaker av typen Van Veen grabb. Grabben ble senket åpen til den nådde bunnen og deretter hevet lukket til overflaten. Ved hardbunn eller ufullstendig lukking av grabb ble et nytt forsøk gjort på stasjonen.

Sedimentprøvetaker ble plassert lukket i sikt i plastbalje før den ble åpnet på toppen. Eventuelt overvann var drenert bort før elektroden ble innført. pH og  $E_h$  ble målt ved å føre elektroden forsiktig cirka én cm ned i sediment. Kun grabber som hadde sediment med uforstyrret overflate ble målt. Når pH/ $E_h$ -måling var gjennomført ble grabben forsiktig tømt ut i sikt hvor sedimentet ble vurdert ut ifra parameterne under gruppe III, prøveskjema B.1 (figur 3.1). Det ble tatt bilde av sediment i sikt som var merket med stasjonsnummer som ble lagt ved siden av prøven (merket XA, der X erstattes av det respektive stasjonsnummeret).

Sediment ble vasket før gjenværende materiale i sikt (1 mm diameter; tabell 2.2.1) ble undersøkt og fauna registrert. Det ble så tatt et nytt bilde av filtrert sediment med fauna som også fikk stasjonsnummer lagt ved prøven (merket XB, der X erstattes av det respektive stasjonsnummeret). Bunndyr ble registrert i skjema B.1 (NS 9410:2016). Dyr større enn 1 mm ga 0 poeng, ingen dyr ga 1 poeng. Forekomsten av forskjellige dyregrupper og type sediment ble registrert i skjema B.2 (figur 3.2).

pH og  $E_h$  er overordnede kjemiske parametere kontrollert henholdsvis av syre-base- og reduksjons-oksidasjonslikevekter i prøven. Avlesing av redokspotensiale ble gjort ved drift  $< 0,2$  mV/sekund. Elektrodene stod i sjøvann mellom målingene. Avlesning av pH/ $E_h$  ble gitt poeng etter grafen figur D.1 i NS 9410:2016 (figur 2.2.1).





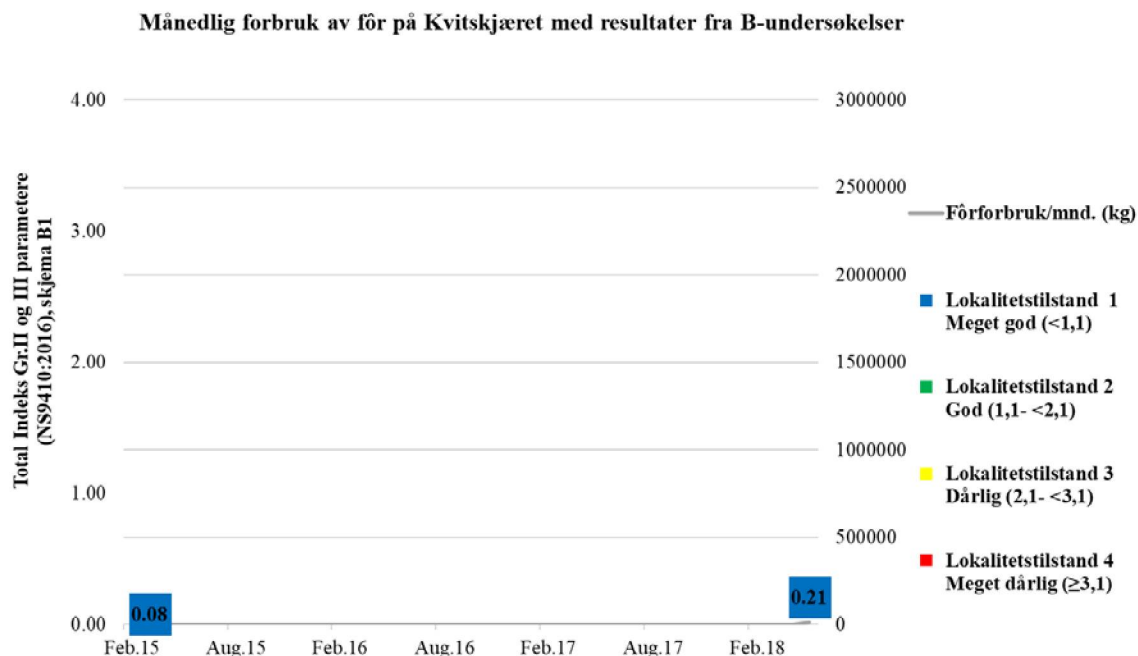
Figur 2.2.1 Poengavlesing på grunnlag av redokspotensialet (Eh) og pH (Figur D.1, NS 9410:2016).

Tabell 2.2.1. Oversikt over utstyr som benyttes i B-undersøkelse.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb 0,025 m <sup>2</sup> (KC-denmark)
pH / redoksmåler	YSI Professional Plus/ YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103) Evt. andre
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter
Hvit plastbalje	
Hevert	
Utstyr for koordinatfesting av prøvepunkter	Olex
Kamera	Canon PowerShot G12
Linjal	

### 2.3 Driftsdata og tidligere undersøkelser

Fisken på lokaliteten ble satt ut 6. mai, 2018. Førrige B-undersøkelse ble utført 14.02.2015, hvor lokaliteten fikk tilstand 1 som samlet vurdering (figur 2.3.1 og tabell 2.3.1).



**Figur 2.3.1** Fôrforbruk på lokaliteten samt resultater fra den gjeldende B-undersøkelsen og den tidligere B-undersøkelsen ved lokalitet.

**Tabell 2.3.1** Oppsummering av B-undersøkelser utført av Åkerblå Nord AS (AN), Helgeland Havbruksstasjon AS (HH) og produksjonsdata for lokaliteten. For hver undersøkelse angir tabell dato for undersøkelsen, generasjon fisk (Gen) på lokalitet ved tidspunkt for undersøkelsen, resultat av undersøkelsen (samlet indeksverdi parameter II og III) samt lokalitetstilstand (1/2/3/4 iht. NS9410-2016). Tabell oppgir i tillegg utføret mengde ved tidspunkt for undersøkelsen samt budsjettert utføret mengde på generasjonen. Disse to parametrene gir % utføret i forhold til budsjettert mengde fôr på generasjonen som benyttes som mål på belastningen i anlegget. Eventuelle merknader til undersøkelsen er angitt.

Dato	Gen.	Indeks (Gr II og III)	Tilstand	Utføret mengde (tonn)	Budsjett fôr (tonn)	% utføret	Merknader
22.05.2018	V-2018	0.21	1	12	3000	0.40	Forundersøkelse - Utvidelse (ÅN)
14.02.2015	NA	0.08	1	0	NA	0	0-prøve (HH)

### 3. Resultater


Resultatene fra B-undersøkelsen viste samlet indeks for gruppe II og III parametere på 0,21, med lokalitetstilstand 1 (tabell 3.1, figur 3.1 & figur 3.2). Alle stasjoner viste beste tilstand for samlet gruppe II og III parametere (figur 3.1 og 3.2).

**Tabell 3.1.** Oppsummering av resultater fra B-undersøkelsen.

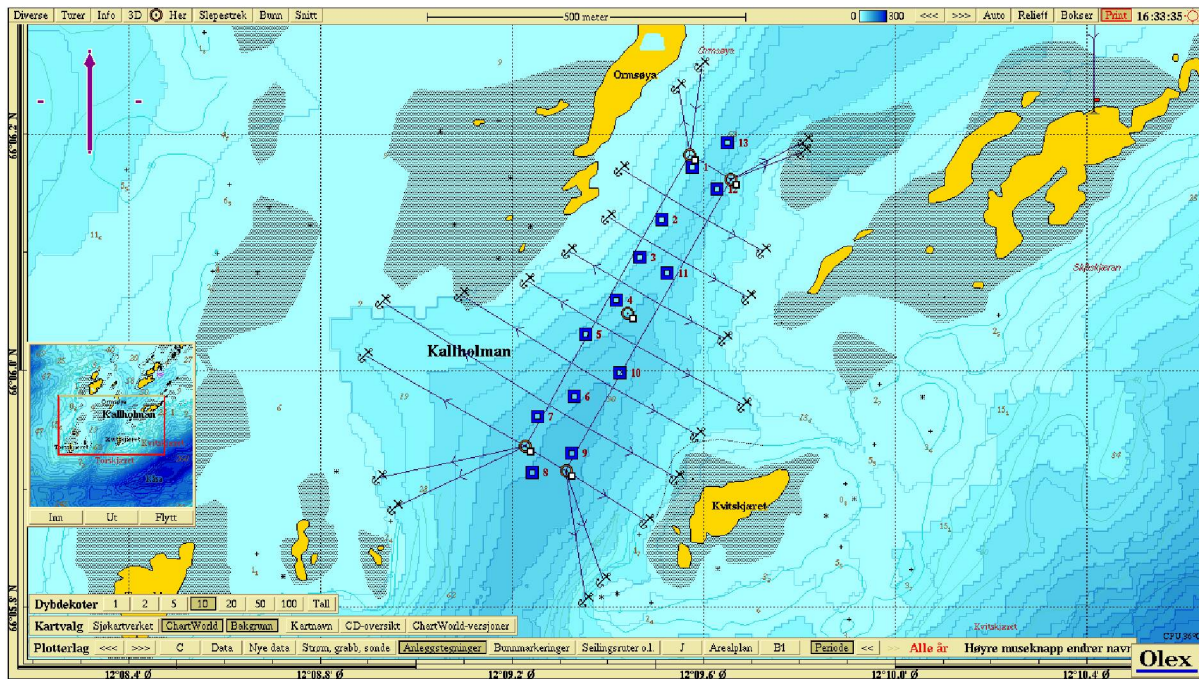
Hovedresultater fra B-undersøkelsen			
Parametergruppe og indeks		Parametergruppe og tilstand	
Gr. II pH/Eh	0,00	Gr. II pH/Eh	1
Gr. III Sensorikk	0,42	Gr. III Sensorikk	1
Gr. II+III	0,21	Gr. II + III	1
Dato feltarbeid	22.05.18	Dato rapport	18.06.18
Lokalitetstilstand		<b>1</b>	
Delresultater fra B-undersøkelsen			
Ant. grabbstasjoner	13	Ant. grabbhugg	16
Type sediment	Dominerende	Mindre dominerende	Minst dominerende
	Skjellsand	Sand	Grus
Antall grabbstasjoner (gruppe II og III) med følgende tilstand			
Tilstand 1	13	Tilstand 3	0
Tilstand 2	0	Tilstand 4	0
Indeks illustrert tilstand	1	2	3
	↑		

Gr.		Parameter	Poeng	Provenummer											Indeks		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	13
		Bunntype: B (bløt) eller H (hard)		B	B	B	B	B	B	B	B	H	B	B	B	B	B
I		Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
II		pH	Målt verdi	7.96	8.00	8.16	8.20	8.10	7.94	7.81	-	8.02	7.99	8.06	7.86	8.10	
		Eh (mV)	Målt verdi	265	240	234	236	240	204	166	-	207	214	198	214	197	
			++ref. verdi														
		pH/Eh	Poeng (tillegg D.1)	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0.00
		Tilstand (prøve)		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	
		Tilstand (Gruppe II)		1													
		Buffertemp.:					Sjovannstemp.: 8.5						Sedimenttemp.: 7.0				
		pH sjo:	8.26				Eh sjo:			236							
III		Gassbobler	Ja = 4														
			Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Farge	Lys/grå = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Brun/sort = 2							2							
		Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	0			0		0	0	0	0	
			Noe = 2						2	2		2					
			Sterk = 4														
		Konsistens	Fast = 0	0	0	0	0	0			0		0	0	0	0	
			Myk = 2						2	2		2					
			Løs = 4														
		Grabbvolum	< ¼ = 0		0						0						
			¼ - ¾ = 1	1		1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	
			> ¾ = 2														
		Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			2 cm - 8 cm = 1														
			> 8 cm = 2														
		Sum		1	0	1	1	1	5	7	0	5	1	1	1	1	
		Korr. Sum (0.22)		0.22	0.00	0.22	0.22	0.22	1.10	1.54	0.00	1.10	0.22	0.22	0.22	0.22	0.42
		Tilstand (prøve)		1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	
		Tilstand (Gruppe III)		1													
		Middelevrði (Gruppe II & III)		0.11	0.00	0.11	0.11	0.11	0.55	0.77	0.00	0.55	0.11	0.11	0.11	0.11	0.21
		Tilstand (prøve)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Ph/Eh/Korr. sum Indeks Middelerverdi	Tilstand														
		<1,1	1														
		1,1 - <2,1	2														
		2,1 - <3,1	3														
		≥3,1	4														
															LOKALITETSTILSTAND	1	

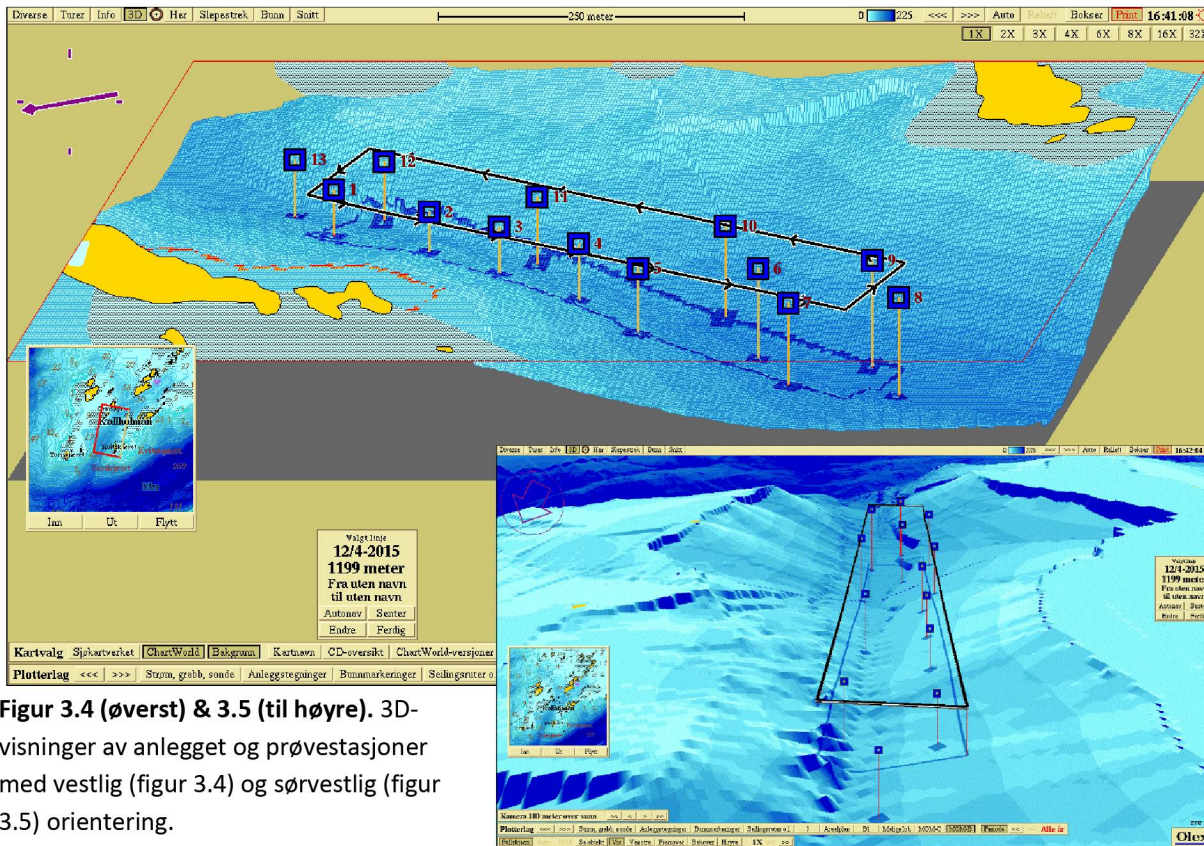
Figur 3.1. Prøveskjema B.1 med utfylt data fra feltarbeider ved Kvitskjæret.

 Informasjon fra prøvepunkt	Prøveskjema B.2												
	Firma: Kobbvågslaks AS				Dato: 22.05.2018								
Lokalitet: Kvitskjæret				Lokalitetsnummer: 35777									
Informasjon fra prøvepunkt	Prøvepunkt												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dyp (m)	38	35	39	48	54	75	70	89	88	76	57	49	48
Antall forsøk	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Bobling (i prøve)	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Primærsediment													
Leire													
Silt													
Sand	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	
Grus	3	3											2
Skjellsand	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
Steinbunn													
Fjellbunn								1					
Pigghuder (antall)		1*							1☼		1*	1☼	
Krepsdyr (antall)					1	1		5					
Skjell (antall)			1Δ			1§			2§		1§	1Δ	
Børstemark (antall)	5	3	3	4(2‡)	1	2	25(1‡)		7	3	1	1‡	
Andre dyr (totalt antall)													
*Praktslangestjerne													
Δ Snegle													
‡ Krumkakemark													
Sekkedyr													
§ Sjøtann					1								
☼ Sjømus													
<i>Beggiatoa</i>													
Fôr									X				
Fekalier									X				
Kommentarer					Eremittkreps	Eremittkreps	<i>C. capitata</i>	Tareskog. Kreps og grunnkrabbe ( <i>Carcinus maenas</i> )					

Figur 3.2. Prøveskjema B.2 med utfylt data fra feltarbeider ved Kvitskjæret.



Figur 3.3. Topografisk kart (nordlig orientering) med avmerking av anlegget og prøvestasjoner. Blå firkant; Tilstand 1, Grønn firkant; Tilstand 2, Gul firkant; Tilstand 3, Rød firkant; Tilstand 4.



Figur 3.4 (øverst) & 3.5 (til høyre). 3D-visninger av anlegget og prøvestasjoner med vestlig (figur 3.4) og sørvestlig (figur 3.5) orientering.

## 4. Diskusjon

**Type sediment:** Det ble samlet sediment ved 12 av 13 stasjoner, og stasjon 8 ble etter NS 9410 definert til hardbunn da det ikke lyktes å samle mineralsk sediment. Sedimentet bestod av skjellsand (samtlige av bløtbunnsprøvene), med hyppige forekomster av sand (N = 11) og noen forekomster (N = 3) av grus. Fyllingsgraden var mellom en fjerdedel og tre fjerdedeler i 11 prøver, mens resterende prøver hadde et grabbvolum mindre enn en fjerdedel (St. 2 & St. 8).

**Fauna:** Det ble registrert bunngravende børstemark i 11 av 13 prøver og fauna i 12 av 13 prøver. Individtallet var lavt i nesten samtlige prøver (11 av 12), men noe høyere i prøven tatt ved stasjon 7 (25 individ) som kanskje var individ fra slekten *Capitella* (25 individ). Det ble observert en divers fauna bestående av børstemark, krepsdyr, skjell, pigghuder og sekkyr (figur 3.2).

**Kjemiske målinger:** Kjemiske målinger ble gjennomført ved 12 av 13 stasjoner. Stasjon 8 hadde ikke tilstrekkelig mengder sediment for denne prosedyren (vedlegg 2: 8A og 8B). Både surhetsgraden og redokspotensialet i samtlige prøver fikk tilstand 1 og ingen av prøvene ble gitt poeng (0-areale; figur 2.2.1). Prøven fra stasjon 8 hadde noe lavere surhetsgrad (7,81) og redokspotensial (166 mV) enn øvrige prøver, men var likevel innenfor tilstand 1. De kjemiske målingene fikk samlet **tilstand 1, «Meget god»**.

**Sensoriske vurderinger:** Det ble ikke funnet noen sensoriske tegn på organisk belastning i majoriteten av prøvene (N = 10), men tre prøver (St. 6, St. 7 & St. 9) viste noen sensoriske tegn på organisk belastning og ble vurdert til tilstand 2. Det ble registrert noe lukt og myk sedimentkonsistens i disse prøvene, og misfarget sediment i prøven tatt ved stasjon 7. Misfargelsen var likevel mer trolig knytt til en naturlig oppsamling av organisk materiale enn påvirkelse fra oppdrett, da den bestod hovedsakelig av algerester (vedlegg 2: 7A og 7B) og ble kun funnet i det øverste laget av sedimentet. Det ble funnet fôrrester og fekalier i prøven tatt ved stasjon 9 (figur 3.2). Samlet fikk de sensoriske vurderingene **tilstand 1, «Meget god»**.

**Miljø / Bæreevne:** Det ble funnet få sensoriske tegn på organisk påvirkning i den gjeldende B-undersøkelsen, noe som var forventet da det hadde ikke vært fisk her tidligere og undersøkelsen ble gjort i den første måneden av drift på lokaliteten. Det er likevel ikke helt usannsynlig at den organiske påvirkningen funnet i form av mykere sediment og lukt kan være et resultat av oppdrettsvirksomheten her, da de påvirkede prøvene ble funnet i de tre burene lengst sør i anleggsrammen som også var i bruk når den gjeldende B-undersøkelsen ble utført (pers. komm. Mikalsen, 2018; figur 3.3). Den samlet vurderingen av hver enkel prøve lå likevel innenfor tilstand 1 og var understøttet av en divers fauna. En høy artsdiversitet ble også funnet i forrige B-undersøkelse (tabell 2.3.1; Ness, 2015). Bæreevnen av lokaliteten kan ikke kommenteres ved

tidspunkt av den gjeldende B-undersøkelse da den ble tatt i startfasen av den første produksjonssyklusen.

**Helhetsvurdering:** Lokaliteten får i B-undersøkelsen **lokalitetstilstand 1**. Gjeldende B-undersøkelse vil være et godt referansepunkt for fremtidige B-undersøkelser tatt ved lokaliteten Kvitskjæret.

**Neste B-undersøkelse:** I henhold til NS 9410:2016 skal det ved lokalitetstilstand 1 gjennomføres ny B-undersøkelse ved neste maksimal belastning.




## 5. Litteratur

- Fiskeridirektoratets kartløsning (2018). <https://kart.fiskeridir.no/>
- Ness, J. P. (2015). *MOM-B undersøkelse, lokalitet Kvitskjæret*. Helgeland Havbruksstasjon AS, s. 1-20.
- Standard Norge (2016) Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg (NS 9410:2016), 1-29.

## 6 Vedlegg

### Vedlegg 1- Appendix 1. A summary in English

The first generation of fish at the locality were delivered on the 6<sup>th</sup> of May, 2018. At the time of the B-survey, the 22<sup>nd</sup> of May 2018, a total of 12 tonnes of fish feed had been used and the total estimated salmon biomass was approximately 45 tonnes. The B-survey of the locality was conducted as part of a preliminary survey which is a prerequisite prior to a possible extension. The ecological status of the locality was classified as **condition 1 – “Very good”**.

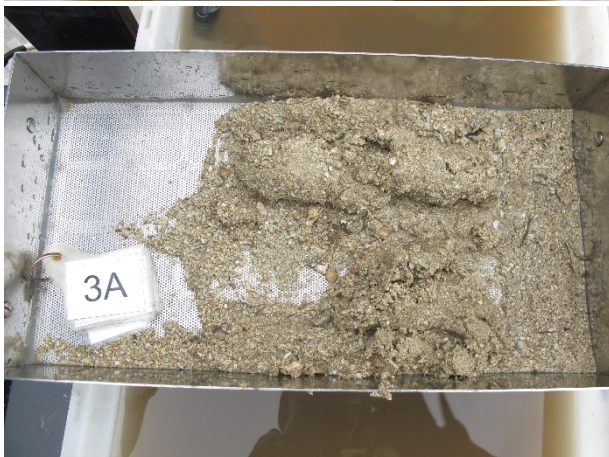
A. Company and site information			
Report title	B-survey of Kvitskjæret		
Report number	B-M-18104	Site name	Kvitskjæret
Site number	35777	Coordinates	66°06.048'N/ 12°09.440'E
County	Nordland	Municipality	Herøy
Max. allowed biomass (MTB) (applying for)	3120 tonnes	Contact person	Jan-Terje Mikalsen
Company	Kobbvåglaks AS		
B. Production information			
Generation	Spring 2018	Biomass at sampling	45 tonnes
Feed used	12 tonnes		
Type of B-examination			
Max. production load		Follow-up examination	
Fallow		New location (extension)	X
C. Main results			
Parameter and index		Parameter and condition	
Grp. II pH/Eh	0.00	Grp. II pH/Eh	1
Grp. III Physical evaluation	0.42	Grp. III Physical evaluation	1
Grp. II+III	0.21	Grp. II + III	1
Fieldwork date	22.05.18	Report date	18.06.18
Site condition	<b>1</b>		
Fieldwork responsible	Torbjørn Gylt	Signature	
D. Additional results			
No. sampling locations	13	No. sampling attempts	16
Type of sediment	Predominant	Less dominant	Least dominant
	Shell sand	Sand	Gravel
Sampling locations (group II og III) and condition			
Condition 1 (very good)	13	Condition 3 (bad)	0
Condition 2 (good)	0	Condition 4 (very bad)	0
Index number illustrated / ranking	1	2	3
	4	↑	

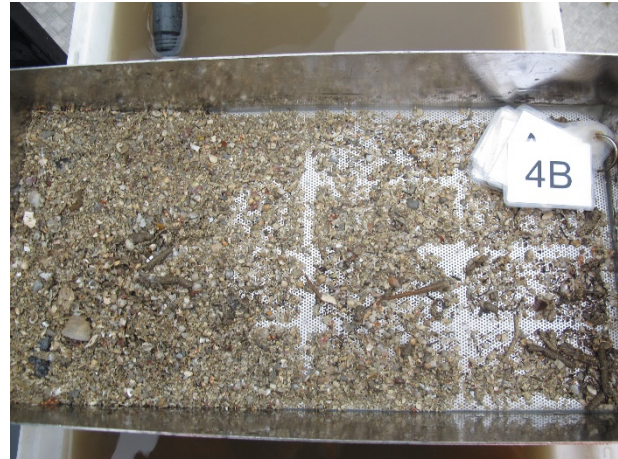
**Vedlegg 2 – Bilder fra prøvestasjoner**

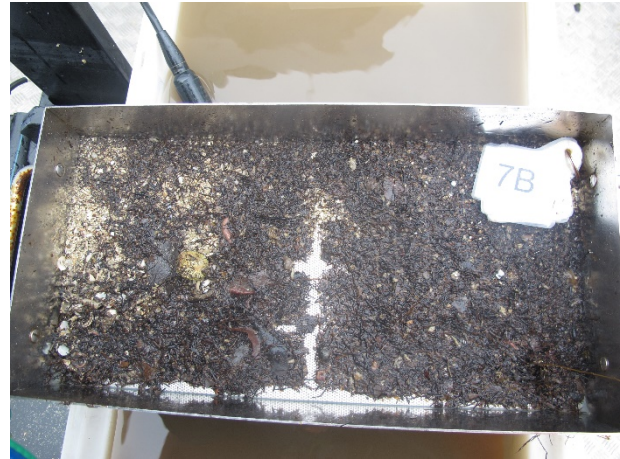
Bilder nedenfor viser sediment og ferdig vasket prøve ved stasjonene.

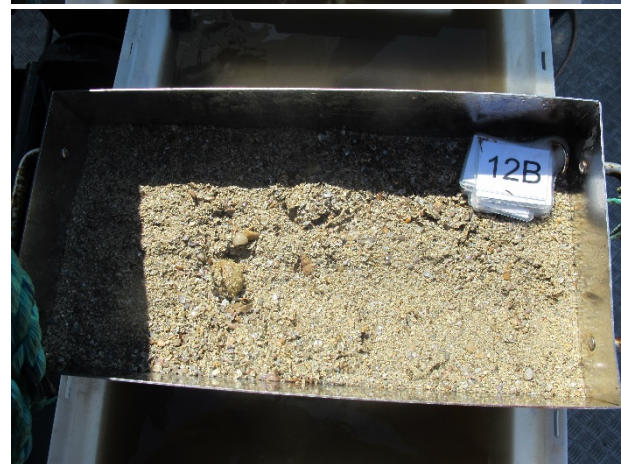
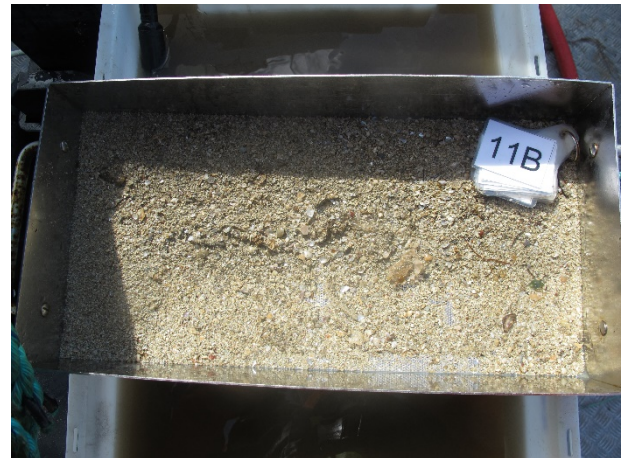
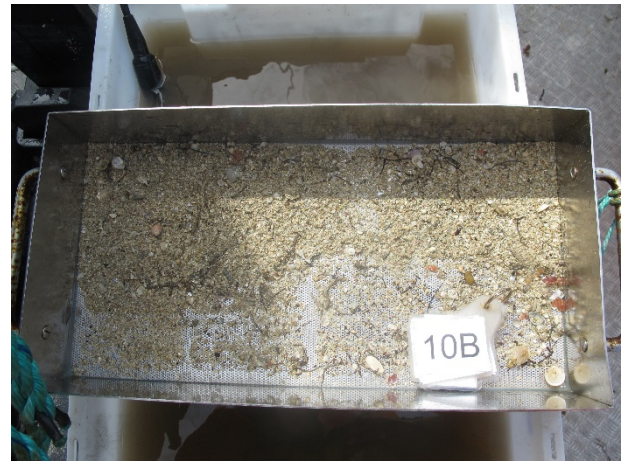
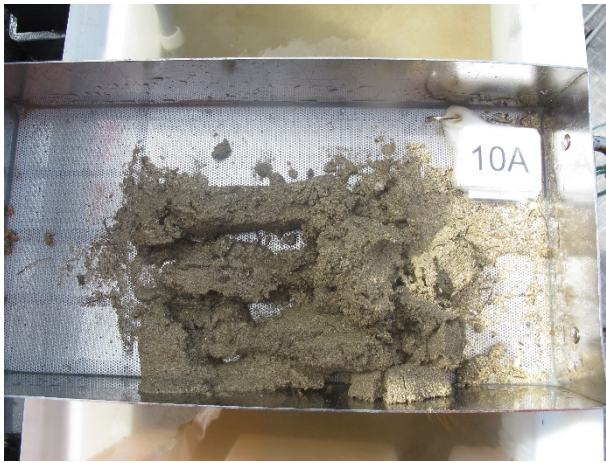
**Bilde merket 1A,2A,3A...osv = sediment**

**Bilde merket 1B, 2B, 3B....= ferdig vasket prøve**











# C-undersøkelse

NS9410:2016

for

## Kvitskjæret



Tilstandsklasse I (Svært god)

**Feltarbeid**


**15.05.2018**

**Oppdragsgiver**

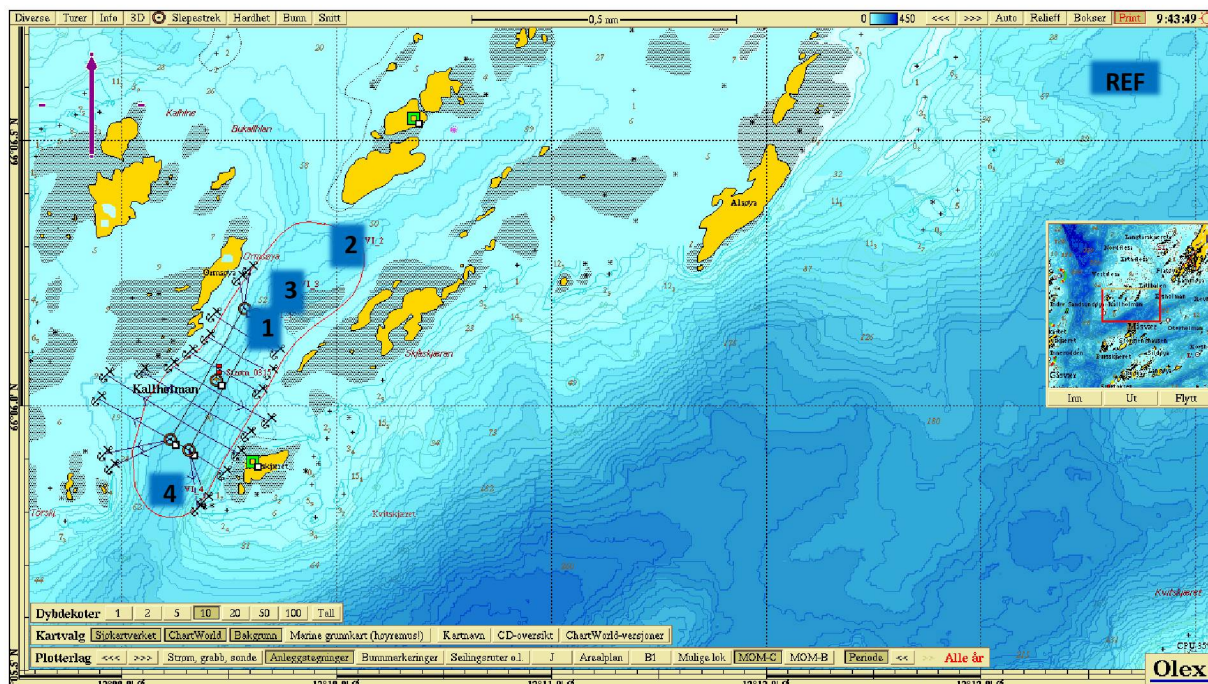
**Kobbvåglaks AS**





C-undersøkelse for Kvitskjæret		
Rapportnummer / Rapportdato	MCR-M-18067-Kvitskjæret / 09-08-2018	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
-	-	-
<b>Lokalitet</b>		
Lokalitet	Kvitskjæret	
	Nåværende MTB 1560/Omsøkt MTB 3120	
	Herøy kommune, Nordland	
Lokalitetsnummer	35777	
<b>Oppdragsgiver</b>		
Selskap	Kobbvågslaks AS	
Kontaktperson	Jan-Terje Mikalsen	
<b>Oppdragsansvarlig</b>		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Nickolas James Hawkes	
Forfattere	Charlotte Hallerud Nickolas James Hawkes	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab AS, TEST 070 (NS/EN ISO/IEC 17025)	
Distribusjon	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.</i>	
<b>Sammendrag</b>		
<p>Denne rapporten omhandler en C- undersøkelse ved lokaliteten Kvitskjæret i Herøy kommune, Nordland. (tabell 1; figur 1). Det er omsøkt utvidelse fra 1560 til 3120 tonn og dermed tas det prøver før eventuell utvidelse for å dokumentere nåværende tilstand i resipienten.</p> <p>Resipientundersøkelsen viste at området rundt anleggsplasseringen ikke bar preg av organisk belastning, med gode verdier for bunnfauna i hele overgangssonen. Forurensingssensitive taxa var tilstede i hele området og det ble ikke registrert dominans av enkeltarter, hvilket forbindes med mer uberørte forhold. Samtidig ble det ikke registrert betydelige forekomster av forurensningsindikerende taxa. De kjemiske parameterne viste jevnt over gode nivåer av mellom prøvestasjonene i overgangssonen. pH/E<sub>h</sub>-målingene viste også gode forhold ved samtlige stasjoner.</p> <p><i>Referansestasjon</i> En referansestasjon ble opprettet omtrent 3 km (1,6 nautiske mil; luftlinje) nordøst for anleggsplasseringen med det formål å representere lignende tilstander som rundt anlegget, uten å selv skulle inngå i den regulære overvåkingen. Den generelle artssammensetningen liknet svært mye på øvrige stasjoner. Kornfordelingen viste at stasjonen hadde en tilsvarende sedimentsammensetning som de øvrige stasjonene. Dypet var også tilsvarende som de øvrige stasjoner. Videre viste kjemiresultatene at det er referansestasjonen som mottar høyest belastning ved denne undersøkelsen. Totalt sett tyder funnene på at stasjonen er egnet som referansestasjon for bunnfauna til C-undersøkelser for Kvitskjæret. Med hensyn på kjemiske parametere må det tas hensyn til at stasjonen har noe høyere naturlige konsentrasjoner.</p> <p><i>Neste undersøkelse</i> Krav til undersøkelsesfrekvens for ny lokalitet (inkludert utvidelser) iht. NS9410 (2016) er etter første produksjonssyklus, i perioden mellom de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting.</p>		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



**Figur 1.** Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), antatt utstrekning av overgangssonen (rød linje) og prøvestasjon med faunatilstand: blå = Svært/meget god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, oransje = dårlig tilstand og rød = svært/meget dårlig tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = KVI-1 osv) og REF = referansestasjonen. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

**Tabell 1.** Hovedresultater. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks ( $H'$ ), Tilstandsverdi (økologisk kvalitetsratio: nEQR), vurdering av overgangssonen og klassifisering av kobber (Cu) er oppgitt med klassifisering (NS9410 (2016), Veileder M608 (2016) og Veileder 02:2013 (2015)).

Stasjon/ Parameter	KVI-2	KVI-3	KVI-4	KVI-REF
Antall arter	71	97	116	106
Antall individ	843	668	677	688
$H'$	Svært god (5,305)	Svært god (5,260)	Svært god (5,836)	Svært god (5,695)
nEQR	Svært god (0,844)	Svært god (0,849)	Svært god (0,813)	Svært god (0,862)
Cu	Bakgrunn (5,0)	Bakgrunn (2,7)	Bakgrunn (1,9)	Bakgrunn (7,3)
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	Svært god (0,863)		Neste undersøkelse	Neste produksjonssyklus *

Krav til undersøkelsesfrekvens for ny lokalitet (inkludert utvidelser) iht. NS9410 (2016) er etter første produksjonssyklus, i perioden mellom de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslaktning.

## Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Kvitskjæret. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

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

## Innhold

<b>FORORD</b> .....	<b>4</b>
<b>INNHold</b> .....	<b>5</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>2 MATERIALE OG METODE</b> .....	<b>9</b>
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER .....	9
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER .....	13
2.3 PRODUKSJON .....	16
<b>3 RESULTATER</b> .....	<b>17</b>
3.1 BUNNDYRSANALYSER .....	17
3.1.1 KVI-1 .....	17
3.1.2 KVI-2 .....	18
3.1.3 KVI-3 .....	20
3.1.4 KVI-4 .....	22
3.1.5 KVI-REF .....	24
3.1.6 Samlet tilstandsverdi .....	26
3.2 HYDROGRAFI .....	27
3.3 SEDIMENTANALYSER .....	28
3.3.1 Sensoriske vurderinger .....	28
3.3.2 Kornfordeling .....	28
3.3.3 Kjemiske parametere .....	28
<b>4 DISKUSJON</b> .....	<b>30</b>
<b>5 LITTERATURLISTE</b> .....	<b>31</b>
<b>6 VEDLEGG</b> .....	<b>33</b>
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE) .....	33
VEDLEGG 2 – ANALYSEBEVIS .....	35
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD .....	37
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER .....	39
VEDLEGG 5 – INDEKS FOR C1 .....	42
VEDLEGG 6 - REFERANSETILSTANDER .....	43
VEDLEGG 7 - ARTSLISTE .....	45
VEDLEGG 8 – CTD RÅDATA .....	53
VEDLEGG 9 – BILDER AV SEDIMENT .....	57

## 1 Innledning

En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende utforskning av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske støtteparametere (hydrografi, sediment, miljøgifter; NS9410 2016). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014).

Miljøforholdene er avgjørende for antallet arter og antallet individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av et moderat antall individer blant disse artene (ISO 16665 2014; Veileder 02:2013 2015). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2013 2015).

De fleste former for dyreliv i sjøen er avhengig av tilstrekkelig oksygeninnhold i vannmassene. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som regel tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygenet forbrukes ved nedbrytning. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Ved utilstrekkelig tilførsel av oksygen kan det ved nedbrytning av organisk materiale dannes hydrogensulfid ( $H_2S$ ) som er giftig for mange arter. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgraden (pH) og redokspotensial ( $E_h$ ) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og høyt reduksjonspotensiale (lav  $E_h$ ) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Mengden organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og som totalt organisk materiale (TOM; glødetap). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber), fosfor og nitrogen i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er belastet (Veileder 02:2013 2015). C:N forholdet viser i hvilken grad det organiske materialet gir grunnlag for biologisk aktivitet (NS9410 2016), hvor en lav ratio antyder en større mengde tilgjengelig nitrogen og dermed muligheten for høyere biologisk aktivitet.

Miljøundersøkelser i forbindelse med oppdrett skal gjøres med utgangspunkt i NS9410 (2016). Standarden definerer at stasjonen for overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1) skal klassifiseres ut i fra arts- og individantall. Stasjoner i overgangssonen (C3, C4.. osv.) og i ytterkant av overgangssonen (C2) skal vurderes ut ifra diversitets og sensitivtetsindekser som beskrevet i Veileder 02:2013 (2015).

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Density Index (DI) er oppgitt for hver stasjon, men er ikke med i samlet vurdering. Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnfauna (Veileder 02:2013 2015).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømmretning og bunntopografi. Om bunnen i overgangssonen er sterkt skrånende så plasseres det en prøvestasjon ved foten av skråningen. Antall stasjoner avhenger av MTB, men dersom tillatelsen ikke utnyttes fullt ut, kan antallet prøvestasjoner reduseres etter faktisk produksjon (NS9410 2016).

Tidspunkt for prøvetaking skal være i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting. C-undersøkelser ved maksimal belastning skal også utføres etter første generasjon på en ny lokalitet eller ved utvidelse av MTB, mens minimumskravet til frekvensen for fremtidige undersøkelser bestemmes av tilstandsklassen som ble gitt ved foregående undersøkelse (tabell 1.1.1). Dersom frekvensene ikke sammenfaller, gjelder den som gir hyppigst frekvens (NS9410 2016). I tillegg kan fylkesmannen sette spesifikke krav i utslippstillatelsen.

Dersom resultatene fra C1 gir tilstand 4, skal det vurderes spesifikke tiltak av myndighetene. I tillegg til krav om C-undersøkelse som stilles i NS9410 (2016) kan det for den enkelte lokalitet finnes andre pålegg om C-undersøkelse, som for eksempel i utslippstillatelsen.

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

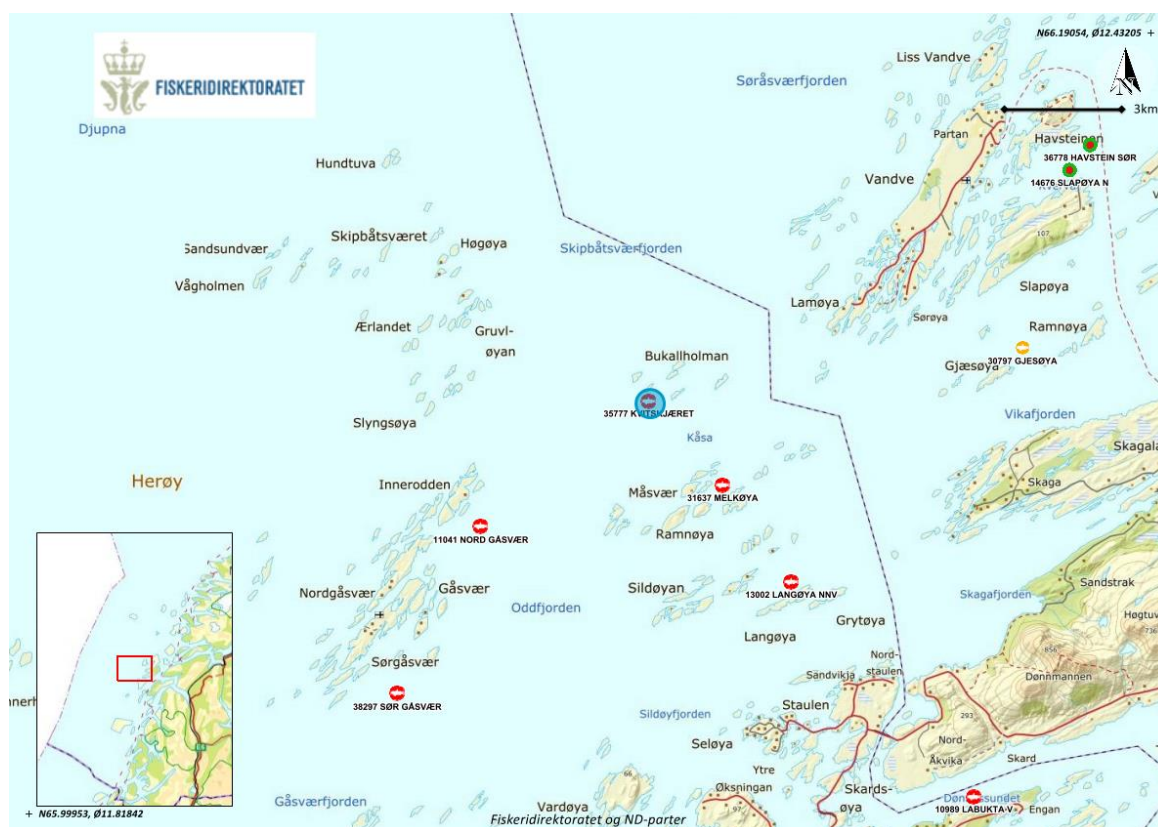
Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

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

## 2 Materiale og metode

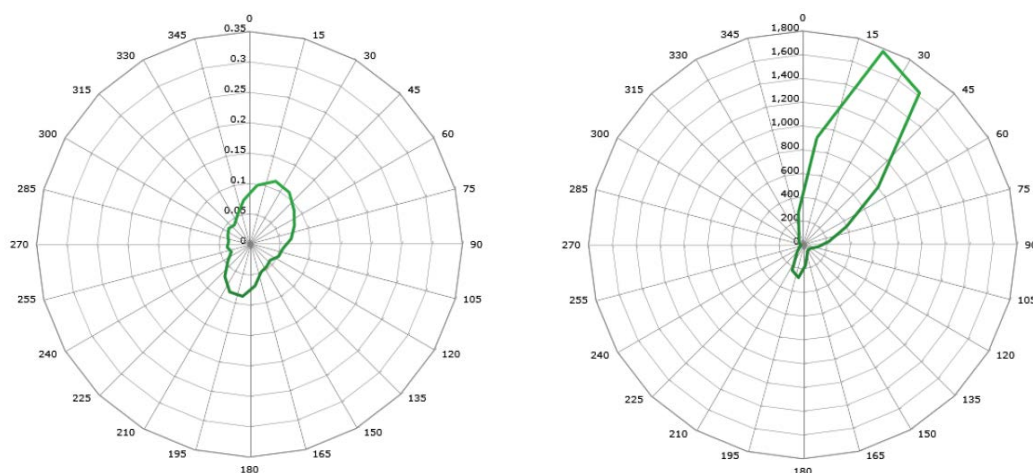
### 2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Kvitskjæret ligger i Herøy kommune, Nordland. Lokaliteten ligger i et lite sund mellom en rekke øyer og skjær; Torskjæret (sørvest), Ormsøya (vest), Skjåskjæran (øst), Kvitskjæret (øst) mfl. Anleggsrammen strekker seg langsetter en svakt hellende skråning som går fra nord-nordøst (dyp på cirka 50 meter) til sør-sørvest (cirka 90 meter dypt) hvor åpningen mot havet befinner seg (figur 2.1.1). Målinger viser at den relativt sterke spredningsstrømmen i hovedsak går mot nord nord-øst (figur 2.1.2).



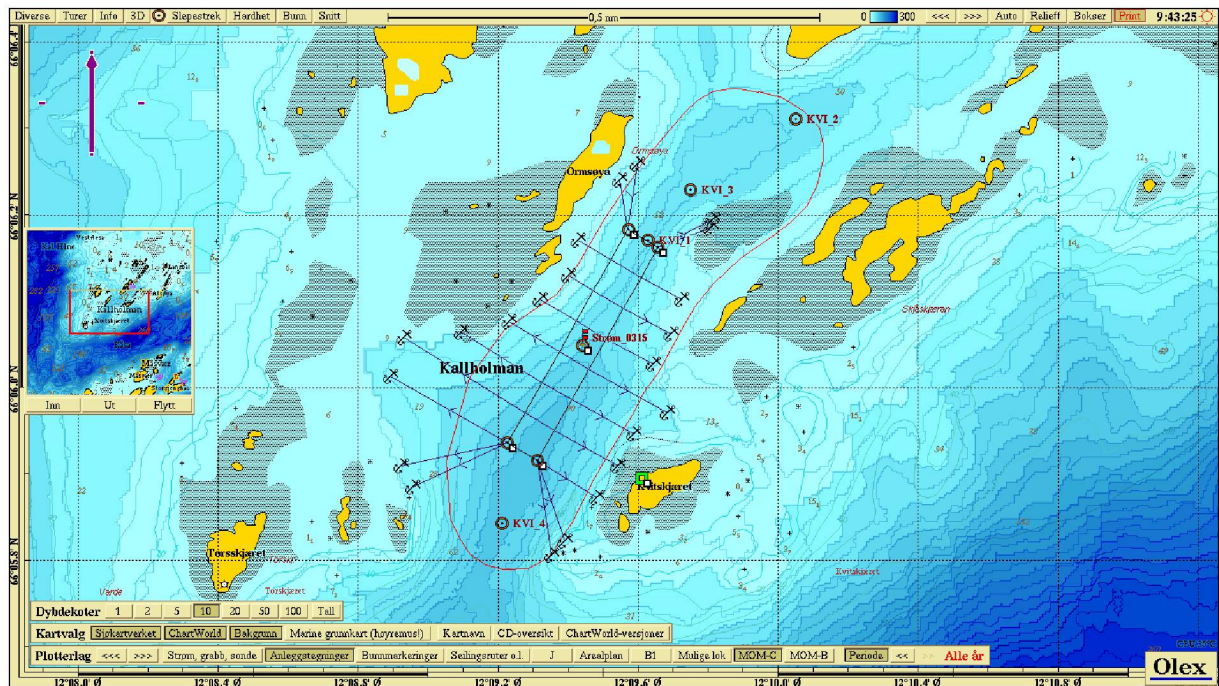
**Figur 2.1.1** Geografisk plassering av lokaliteten Kvitskjæret (blå sirkel). Nærliggende anlegg er markert med røde sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.



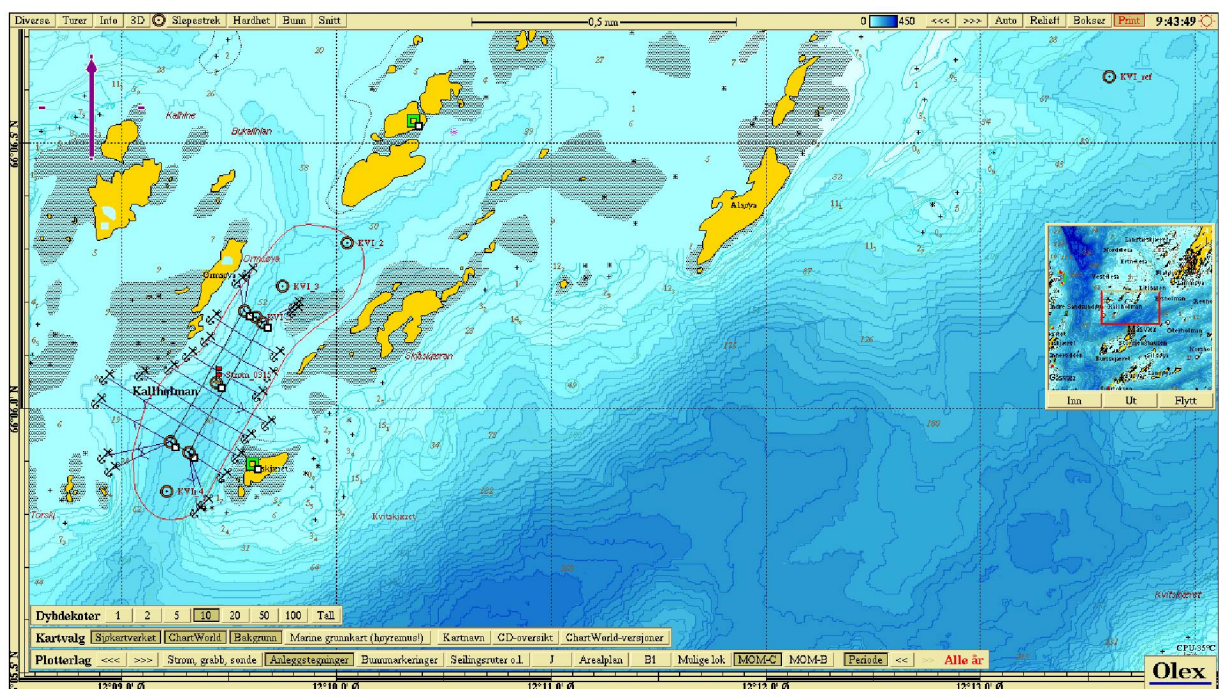


**Figur 2.1.2** Strømforhold. Fordelingsdiagrammet til venstre viser gjennomsnittlig strømhastighet i forhold til retning, oppgitt i m/s. Figur til høyre viser gjennomsnittlig vannutsiftning, oppgitt i  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ . Målingene er utført på spredningsdyp, 35 m. Kartdatum WGS84 (Helgeland Havbruksstasjon 2015).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av krav i NS9410 (2016). På bakgrunn av omsøkt MTB på 3120 t ble det tatt fire stasjoner. Stasjon KVI-1 ble plassert omtrent 25 m nord fra tiltenkt merdkant i den nordligste delen av anleggsrammen, i overgangen mellom den anslåtte anleggssonen og overgangssonen. KVI-2 ble plassert 408 m nordøst for anleggsrammen i kanten av den anslåtte overgangssonen, en avstand valgt etter gjeldende anbefaling. KVI-3 ble plassert 141 m nord for anleggsrammen, noe mer vestover enn KVI-2. KVI-1, KVI-2 og KVI-3 ble alle sammen plassert ut i retningen av hovedstrømmen som er nord-nordøstlig. KVI-4 ble plassert 153 m sør for anleggsrammen i et noe dypere område (rundt 90 m), for å undersøke om noe organisk spredning skjedde i denne retningen. Det ble også tatt en CTD-måling ved KVI-4, da dette var den dypeste stasjonen. En referansestasjon (KVI-REF) ble opprettet omtrent 3 km nordøst for anleggsplassering, i et område med tilsvarende dyp og sedimentkvalitet som øvrige prøvestasjoner. Ingen merkbare avvik i forhold til opplevd dyp og estimerte dyp ble registrert (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1).



**Figur 2.1.3** Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (brune sirkler), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (rød linje). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



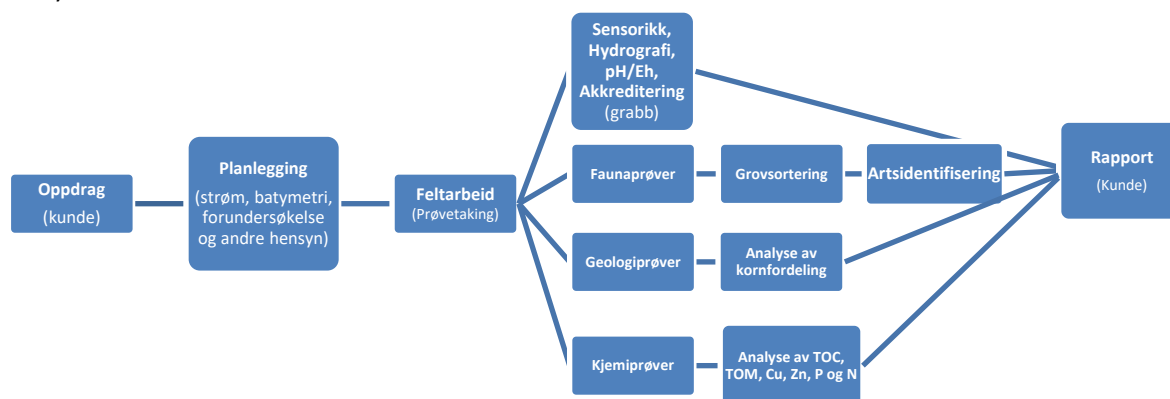
**Figur 2.1.4** Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering inkludert referansestasjon (brune sirkler), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (rød linje). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

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

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering
KVI-1	66°06.170 'N/12°09.628'Ø	25	47	FAU, KJE, GEO, PE	C1
KVI-2	66°06.310 'N/12°10.050'Ø	408	48	FAU, KJE, GEO, PE	C2
KVI-3	66°06.228 'N/12°09.749'Ø	141	56	FAU, KJE, GEO, PE	C3
KVI-4	66°05.842 'N/12°09.211'Ø	153	89	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C4
KVI-REF	66°06.624 'N/12°13.599'Ø	Ca 3 km (3050 meter)	84	FAU, KJE, GEO, PE	C-REF

## 2.2 Prøvetaking og analyser

Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS9410 (2016) og NS-EN ISO 16665 (2014). Det ble tatt tre grabbhugg på hver prøvestasjon hvor to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske og kjemiske undersøkelser. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For kjemianalyser ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av overflaten, mens for de geologiske prøvene (kornfordeling) fra de øverste 5 cm. Kornfordelingen illustrerer mikroklimaet i en mindre prøve, mens de sensoriske dataene for sedimentsammensetningen gjelder hele grabbinholdet. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell 2.2.1; vedlegg 1). For kjemiske parameterne ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av underleverandøren (figur 2.2.1).



Figur 2.2.1 Arbeidsflyt.

Grunnet stor mengde sediment etter vasking (5/4 liter) ble det foretatt «subsampling» av prøvematerialet hvor ¼ av materialet er tatt ut for grovsortering i henhold til intern prosedyre. Dette gjaldt begge grabbene fra stasjon KVI-1 og KVI-2.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark/Størksen) på 0,1 m <sup>2</sup>
pH-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Eh-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
GPS og kart	Olex, GPS og kart fra Kartverket, Datum WGS84
Konservering	Boraks og formalin (4% bufret i sjøvann)
CTD	SAIV AS
Annet	Linjal, prøveglass, skje, hevert og hvit plastbalje, kamera

**Tabell 2.2.2** Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS (ÅB AS) og underleverandører (LEV) som er benyttet. AK = Akkreditering, K-AS = Kystlab AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	LEV	Personell	AK	Standard
Feltarbeid	ÅB NORD AS	Nickolas James Hawkes	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
		Viktorija Nutautaite Modesta Jakovleviene Ernesta Tumenaite		
Grovsortering	ÅB LT AS	Vaida Vainikeviciute Gintare Guiskiene Jolanta Ziliukiene Inga Nastajute Jolanta Rinkeviciene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Jovita Prakapaviciute	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Charlotte Hallerud	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Charlotte Hallerud	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P	K-AS	K-AS	TEST 070	NS-EN ISO 17294-2
Total organisk karbon (TOC)*	K-AS	K-AS*	-	ISO 10694 mod./EN13137A
Kornfordeling	K-AS	K-AS	-	DIN 18123
Nitrogen	K-AS	K-AS	TEST 070	Intern metode

\* Utført av underleverandør til Kystlab AS

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert sekund og målte salinitet, temperatur og oksygeninnhold. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.22.3.238 (Hammersland, 2018) og Microsoft Excel (2007/2010/2013).

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunndyr i Åkerblå AS.

Utregningen av artsmangfold ( $ES_{100}$ ) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2013 (2015). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2013 (Anon 2013). DI-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (2015), men denne inngår ikke i den normaliserte ratioen for økologisk kvalitet (nEQR). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2013 (2015; vedlegg 6).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 6). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. I denne rapporten ble vurdering av stasjonen i overgangen anleggssone/overgangssone (KVI-1) gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ),  $ES_{100}$ , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

Veileder 02:2013 (2015) omtaler alle tilstander som *tilstandsklasser*, mens NS9410 (2016) omtaler det som *miljøtilstand*. I denne rapporten brukes *tilstand* om alle tilfeller hvor det for veilederen beskrives som tilstandsklasse og for NS9410 (2016) beskrives som miljøtilstand. Øvrige uttrykk er beholdt som skrevet i de respektive standarder og veiledere (Tabell 2.2.3).

**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 som angir artenes forurensningsgrad
DI	Individtetthetsindeks («Density Index»)
$\bar{G}$	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstand	Generalisert uttrykk som omfatter tilstandsklasse og miljøtilstand
Tilstandsverdi	Gjennomsnittet av alle indeksenes nEQR-verdi

### 2.3 Produksjon

Fisk på lokalitet ble satt ut 7. mai 2018. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved omtrent 3045 kg (Tabell 2.3.1; Mikalsen, pers. med.).

**Tabell 2.3.1** Oppsummering av produksjonsdata. For hver undersøkelse angis dato for undersøkelsen, generasjonen av fisk (Gen), utføret mengde ved tidspunkt for undersøkelsen samt budsjettert utføret mengde på generasjonen. Begge oppgitt i tonn. Utføret og budsjettert mengde gir en prosentfordeling som angir belastningsgraden i anlegget (%).

Dato	Gen	Utføret	Budsjett	%	Merknader
15.05.2018	V-18	~0	~0	-	-

## 3 Resultater

### 3.1 Bunndyrsanalyser

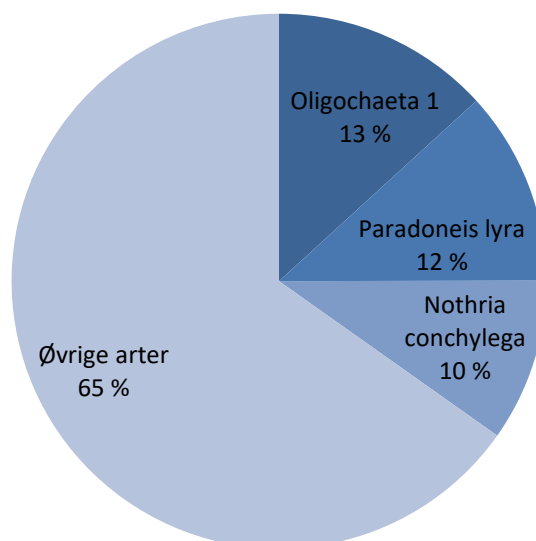
#### 3.1.1 KVI-1

Ved KVI-1 ble det registrert 885 individer fordelt på 61 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **tilstand 1 (meget god)**, da det var forekomst av minst 20 arter, og ingen utgjorde mer enn 65 % av det totale individantallet.

**Tabell 3.1.1.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KVI-1 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Tubificoides benedii</i>	5	117	13,2
<i>Paradoneis lyra</i>	2	104	11,8
<i>Nothria conchylega</i>	1	87	9,8
<i>Pholoe baltica</i>	3	45	5,1
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1	33	3,7
<i>Leptochiton asellus</i>	1	32	3,6
Ascidacea	1	24	2,7
<i>Galathowenia oculata</i>	3	24	2,7
<i>Melinna elisabethae</i>	2	24	2,7
<i>Cerianthus lloydii</i>	3	22	2,5
Øvrige arter	-	373	42,1

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



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



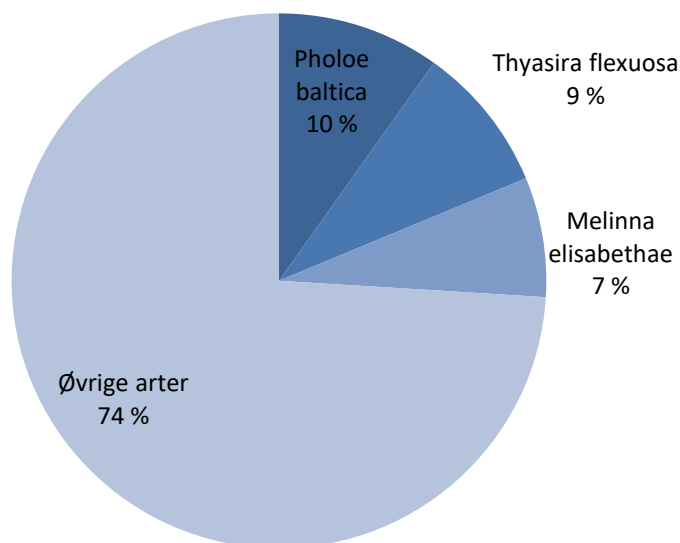
### 3.1.2 KVI-2

Ved KVI-2 ble det registrert 843 individer fordelt på 71 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i godt innenfor klassegrensen for beste tilstandsklasse, **svært god**, ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.2.2).

**Tabell 3.1.2.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KVI-2 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pholoe baltica</i>	3	83	9,8
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	75	8,9
<i>Melinna elisabethae</i>	2	61	7,2
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	40	4,7
Sabellidae	2	34	4,0
<i>Labidoplax buskii</i>	2	33	3,9
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	32	3,8
<i>Nothria conchylega</i>	1	32	3,8
<i>Polycirrus norvegicus</i>	4	32	3,8
<i>Paradoneis lyra</i>	2	28	3,3
Øvrige arter	-	393	46,6

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



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

**Tabell 3.1.2.2** Faunaresultater for KVI-2 fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ) fra de to grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR), både for gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ).  $\bar{G}$ -verdiene og  $\check{S}$ -verdiene for hver indeks samles separat og endelig tilstandsverdi for denne stasjonen er snittet av disse. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	KVI-2-1	KVI-2-2	$\bar{G}$	$\check{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\check{S}$
S	47	46	47	71		
N	362	481	422	843		
NQI1	0,897	0,885	0,891	0,911	0,977	Utenfor klassegrense
H'	5,019	4,780	4,899	5,305	0,822	0,912
J	0,904	0,865	0,884	0,863		
H'max	5,555	5,524	5,539	6,150		
ES100						
ISI	9,973	10,176	10,075	10,268	0,828	0,839
NSI	24,689	23,783	24,236	24,170	0,769	0,767
DI	0,509	0,632	0,570	0,876		
Tilstandsverdi					0,849	0,839
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,844

### 3.1.3 KVI-3

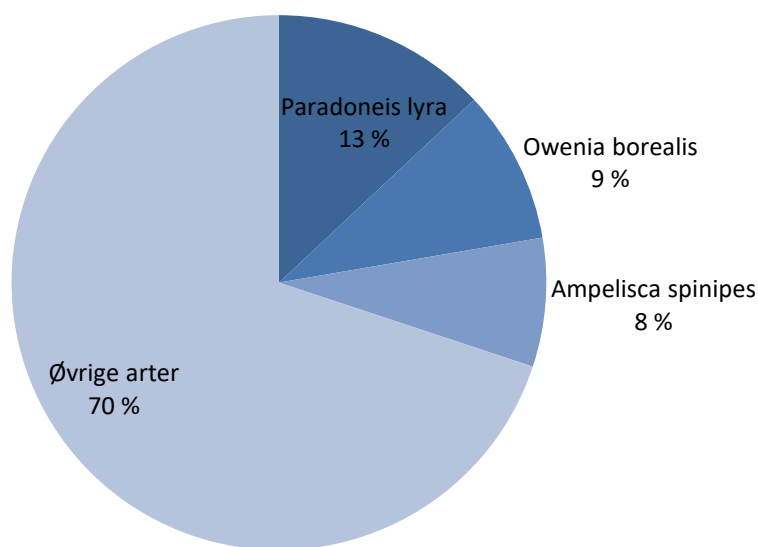
Ved KVI-3 ble det registrert 668 individer fordelt på 97 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble klassifisert i godt innenfor klassegrensen for beste tilstandsklasse, **svært god**, ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.3.2).

**Tabell 3.1.3.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KVI-3 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paradoneis lyra</i>	2	87	13,0
<i>Owenia borealis</i>	2	62	9,3
<i>Ampelisca spinipes</i>	i.a.	52	7,8
<i>Ampelisca sp.</i>	1	50	7,5
<i>Polycirrus norvegicus</i>	4	30	4,5
<i>Galathowenia oculata</i>	3	23	3,4
<i>Aricidea catherinae</i>	1	21	3,1
<i>Sosane sulcata</i>	1	19	2,8
<i>Pholoe baltica</i>	3	18	2,7
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	17	2,5
Øvrige arter	-	289	43,3

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



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

**Tabell 3.1.3.2** Faunaresultater for KVI-3 fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ) fra de to grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR), både for gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ).  $\bar{G}$ -verdiene og  $\check{S}$ -verdiene for hver indeks samles separat og endelig tilstandsverdi for denne stasjonen er snittet av disse. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	KVI-3-1	KVI-3-2	$\bar{G}$	$\check{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\check{S}$
S	79	64	72	97		
N	350	318	334	668		
NQI1	0,951	0,933	0,942	0,949	Utenfor klassegrense	Utenfor klassegrense
H'	5,052	5,095	5,073	5,260	0,861	0,902
J	0,801	0,849	0,825	0,797		
H'max	6,304	6,000	6,152	6,600		
ES100						
ISI	10,594	9,846	10,220	10,621	0,836	0,860
NSI	25,946	25,102	25,524	25,561	0,817	0,819
DI	0,494	0,452	0,473	0,775		
Tilstandsverdi					0,838	0,860
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,849

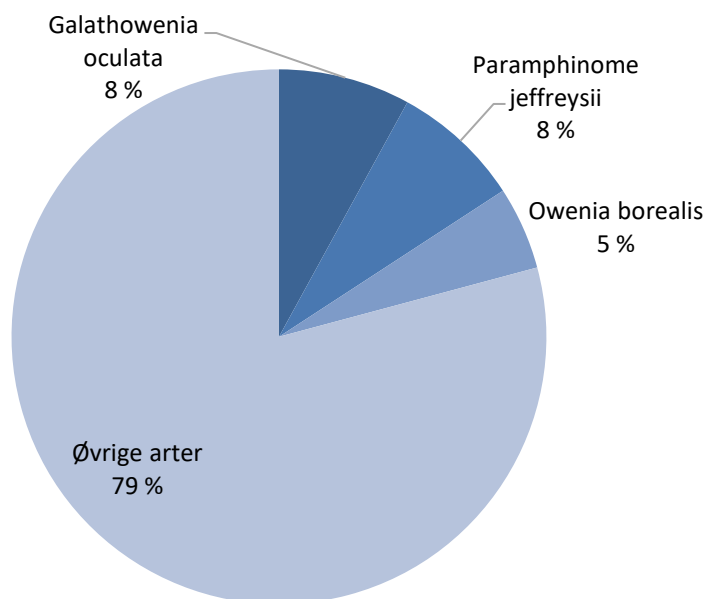
### 3.1.4 KVI-4

Ved KVI-4 ble det registrert 677 individer fordelt på 116 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen ble klassifisert innenfor klassegrensen for beste tilstandsklasse, **svært god**, ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.4.2).

**Tabell 3.1.4.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KVI-4 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	54	8,0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	53	7,8
<i>Owenia borealis</i>	2	34	5,0
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	29	4,3
<i>Nothria conchylega</i>	1	27	4,0
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1	26	3,8
<i>Polycirrus norvegicus</i>	4	26	3,8
<i>Notomastus latericeus</i>	1	22	3,2
<i>Prionospio cirrifer</i>	3	18	2,7
<i>Paradoneis lyra</i>	2	17	2,5
Øvrige arter	-	371	54,8

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



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

**Tabell 3.1.4.2** Faunaresultater for KVI-4 fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ) fra de to grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR), både for gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ).  $\bar{G}$ -verdiene og  $\check{S}$ -verdiene for hver indeks samles separat og endelig tilstandsverdi for denne stasjonen er snittet av disse. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	KVI-4-1	KVI-4-2	$\bar{G}$	$\check{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\check{S}$
S	84	69	77	116		
N	337	340	339	677		
NQI1	0,959	0,938	0,949	0,966	Utenfor klassegrense	Utenfor klassegrense
H'	5,681	5,038	5,359	5,836	0,924	Utenfor klassegrense
J	0,889	0,825	0,857	0,851		
H'max	6,392	6,109	6,250	6,858		
ES100						
ISI	9,310	10,140	9,725	9,798	0,807	0,812
NSI	25,086	23,574	24,330	24,264	0,773	0,771
DI	0,478	0,481	0,480	0,781		
Tilstandsverdi					0,835	0,791
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,813

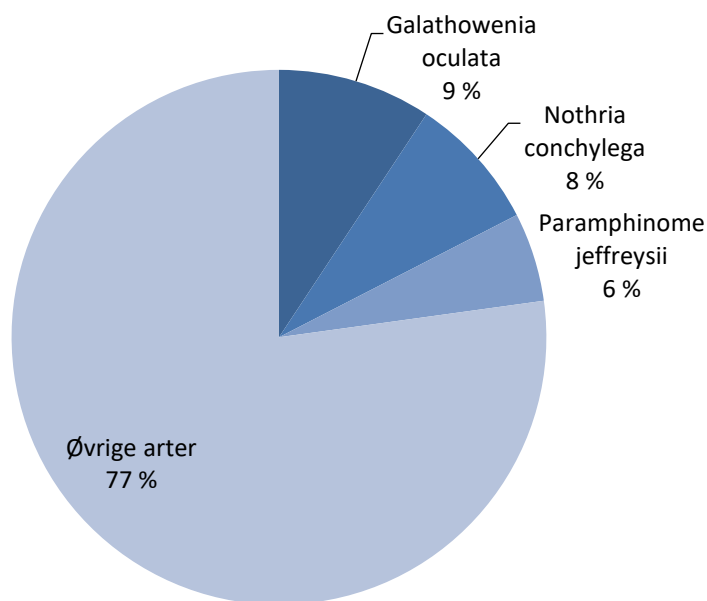
### 3.1.5 KVI-REF

Ved KVI-REF ble det registrert 688 individer fordelt på 106 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Stasjonen ble klassifisert i godt innenfor klassegrensen for beste tilstandsklasse, **svært god**, ut fra veileder 02:2013 (Tabell 3.1.5.2).

**Tabell 3.1.5.1** De ti hyppigst forekommende artene ved KVI-REF oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	64	9,3
<i>Nothria conchylega</i>	1	56	8,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	37	5,4
<i>Melinna elisabethae</i>	2	36	5,2
<i>Notomastus latericeus</i>	1	34	4,9
<i>Chaetozone cf setosa</i>	4	23	3,3
<i>Parvicardium minimum</i>	1	22	3,2
<i>Pholoe baltica</i>	3	21	3,1
<i>Polycirrus norvegicus</i>	4	21	3,1
Sabellidae	2	21	3,1
Øvrige arter	-	353	51,3

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



**Figur 3.1.5.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved KVI-REF.

**Tabell 3.1.5.2** Faunaresultater for KVI-REF fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ) fra de to grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR), både for gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ).  $\bar{G}$ -verdiene og  $\check{S}$ -verdiene for hver indeks samles separat og endelig tilstandsverdi for denne stasjonen er snittet av disse. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	KVI-REF-1	KVI-REF-2	$\bar{G}$	$\check{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\check{S}$
S	71	84	78	106		
N	276	412	344	688		
NQI1	0,816	0,808	0,812	0,817	0,791	0,797
H'	5,494	5,341	5,417	5,695	0,937	0,999
J	0,893	0,836	0,864	0,846		
H'max	6,150	6,392	6,271	6,728		
ES100	45,090	42,350	43,720	46,370	0,922	0,955
ISI	9,743	9,824	9,784	10,044	0,811	0,826
NSI	24,611	24,940	24,775	24,809	0,791	0,792
DI	0,391	0,565	0,478	0,788		
Tilstandsverdi					0,850	0,874
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,862



### 3.1.6 Samlet tilstandsverdi

Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av tilstandsverdien til C-stasjonens C2-stasjon eller den samlede verdien fra C3, C4, osv. (tabell 3.1.6.1 og tabell 3.1.6.2).

**Tabell 3.1.6.1** Samlet vurdering fra C3, C4, osv. med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ) fra de to grabbene. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR), både for gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ).  $\bar{G}$ -verdiene og  $\check{S}$ -verdiene for hver indeks samles separat og endelig tilstandsverdi for denne stasjonen er snittet av disse. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

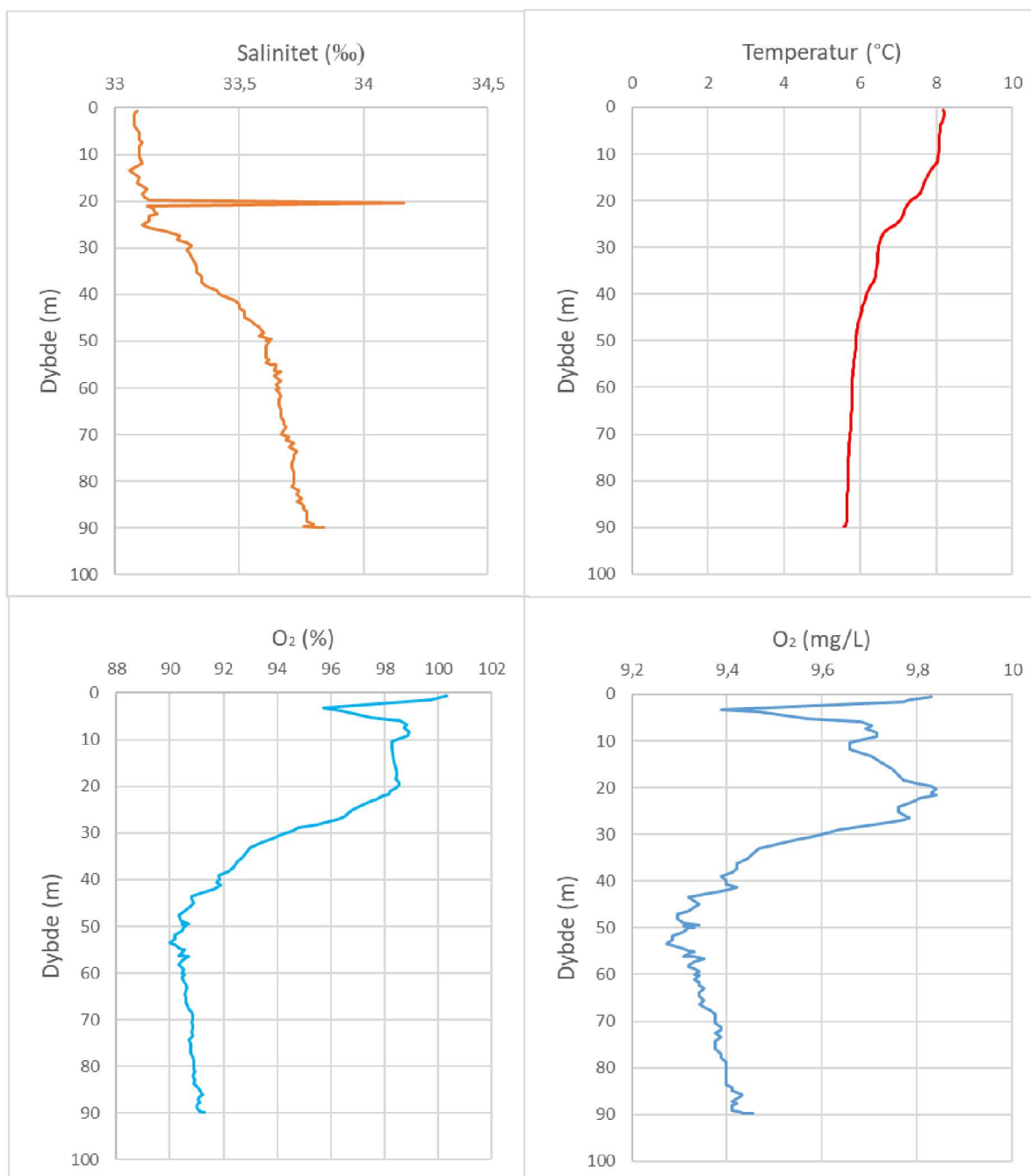
Indeks	$\check{S}$	nEQR $\check{S}$
S	157	
N	1345	
NQI1	0,834	0,836
H'	5,917	
J	0,811	
H'max	7,295	
ES100	47,460	0,968
ISI	10,456	0,850
NSI	24,907	0,796
DI	0,477	
<b>Tilstandsverdi</b>		<b>0,863</b>

**Tabell 3.1.6.2** Tilstandsverdi fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Tilstandsverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	KVI-2	0,812	I; Svært god
Overgangssonen (C3, C4, osv.)	Samlet	0,863	I; Svært god

### 3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved KVI-4 (figur 3.2.1). Målingene viser et svakt sjikt ved rundt 20 meters dyp, temperatur og oksygen synker noe samtidig som saliniteten øker noe. Oksygenmetningen i bunnvannet var på 9,45 mg/L (91%), hvilket tilsvarer tilstandsklasse 1 (svært god).



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

### 3.3 Sedimentanalyser

#### 3.3.1 Sensoriske vurderinger

I hovedsak bestod sedimentet av sand med en lys grå farge. Det ble kun registrert unormal lukt fra en stasjon, KVI-REF, men dette var ikke H<sub>2</sub>S. Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet), fôr eller fekalier, gassdannelse eller *Beggiatoa* spp. Alle prøvehugg var akkreditert bortsett fra KVI-3 som hadde noe lavt volum (Vedlegg 1).

#### 3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at disse prøvene i hovedsak bestod av sand, med varierende innslag av grus og leire/silt (Tabell 3.3.2.1).

**Tabell 3.3.2.1** Kornfordeling. Leire og silt er definert med kornstørrelser < 0,063 mm, sand er definert med kornstørrelser fra 0,063 – 2 mm, og grus er definert med kornstørrelser > 2 mm. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	Leire og Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
KVI-1	7	74	19
KVI-2	6	76	19
KVI-3	7	92	1
KVI-4	2	92	7
KVI-REF	1	94	8

#### 3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E<sub>h</sub> ble klassifisert med beste tilstand (1; meget god) ved alle stasjonene (Tabell 3.3.3.1).

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

Stasjon	pH	E <sub>h</sub>	pH/E <sub>h</sub> poeng	Tilstand
KVI-1	8,1	227	0	1/ Meget god
KVI-2	8,0	221	0	1/ Meget god
KVI-3	8,0	216	0	1/ Meget god
KVI-4	8,0	257	0	1/ Meget god
KVI-REF	7,9	231	0	1/ Meget god

Innholdet av karbon (nTOC) klassifisert med tilstand god (II) for tre stasjoner (KVI-1, KVI-3 og KVI-4), mens to stasjoner ble klassifisert med henholdsvis tilstand moderat og dårlig (III/IV; KVI-2 og KVI-REF). Innholdet av kobber og sink ved alle stasjoner var lave og ble klassifisert med tilstand I (bakgrunn). Mengden fosfor registrert i sedimentet var jevnt over lavt ved samtlige stasjoner, lavest ved KVI-4 og høyest ved KVI-2. Mengden nitrogen var lavt til moderat, lavest ved KVI-4 og høyest ved KVI-REF (Tabell 3.3.3.2).

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

Stasjon	TOM	nTOC	TS	N	C:N	P	Zn	TS	Cu	TS
KVI-1	4,9	25,6	II	1010	8,81	420	17,0	I	4,4	I
KVI-2	5,2	28,9	III	886	13,54	470	13,0	I	5,0	I
KVI-3	4,2	26,8	II	841	11,89	360	9,9	I	2,7	I
KVI-4	6,1	24,4	II	706	9,49	260	8,9	I	1,9	I
KVI-REF	6,8	35,8	IV	2290	7,86	450	36,0	I	7,3	I

## 4 Diskusjon

Resipientundersøkelsen viste at området rundt anleggsplasseringen ikke bar preg av organisk belastning, med gode verdier for bunnfauna i hele overgangssonen. Forurensingssensitive taxa var tilstede i hele området og det ble ikke registrert dominans av enkeltarter, hvilket forbindes med mer uberørte forhold. Samtidig ble det ikke registrert betydelige forekomster av forurensningsindikerende taxa. De kjemiske parameterne viste jevne nivåer mellom prøvestasjonene i overgangssonen, med god til moderat innhold av organisk karbon (høyest ved KVI-2) og bakgrunnsnivåer av sink og kobber ved samtlige stasjoner. pH/ $E_h$ -målingene viste også gode forhold ved samtlige stasjoner. Området nærmest anlegget, C1 (KVI-1), viste de samme gode forholdene som det øvrige prøvetakingsområdet.

Volumet av sediment hentet opp ved KVI-3 var noe lavt og ble ikke akkreditert. Biodiversiteten ved disse grabbene var tilsvarende til øvrige stasjoner, derfor ville et større volum sediment sannsynligvis kun vise enda høyere biodiversitet. Ettersom resultatene for KVI-3 med hensyn på biodiversitet er innenfor tilstandsklassen svært god konkluderes det med at prøvene fra KVI-3 er gode nok for formålet.

### *Referansestasjon*

En referansestasjon ble opprettet omtrent 3 km (1,6 nautiske mil; luftlinje) nordøst for anleggsplasseringen med det formål å representere lignende tilstander som rundt anlegget, uten å selv skulle inngå i den regulære overvåkingen. Stasjonen kan benyttes ved senere undersøkelser. Den generelle artssammensetningen liknet svært mye på øvrige stasjoner; blant annet var de to børstemarkene *Pholoe baltica* og *Galathowenia oculata* tilstede blant de ti hyppigst forekommende artene ved de fleste av undersøkelsens prøvestasjoner. Kornfordelingen viste at stasjonen hadde en tilsvarende sedimentsammensetning som de øvrige stasjonene, med hovedsakelig sand. Dypet var også tilsvarende som de øvrige stasjoner, nærmest KVI-4. Videre viste kjemireultatene at det er referansestasjonen som mottar høyest belastning ved denne undersøkelsen. Det er i skrivende stund ikke kjente utslippskilder i dette området, hvilket sannsynliggjør at kilden til de noe høyere innholdet av flere kjemiske parametere er av naturlig opphav (for eksempel plantemateriale). Totalt sett tyder funnene på at stasjonen er egnet som referansestasjon for bunnfauna til C-undersøkelser for Kvitskjæret. Med hensyn på kjemiske parametere må det tas hensyn til at stasjonen har noe høyere naturlig innhold.


## 5 Litteraturliste

- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta 11: 377-382*.
- 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*.
- Hammersland, M. (2018). *Minisoft SD200W*, v. 3.22.3.238, SAIV AS.
- Helgeland Havbruksstasjon AS (2015a). Strømundersøkelse Kvitskjæret, Mars 2015. Ness, J. P. s. 1-25.
- Helgeland Havbruksstasjon AS (2015b). Strømundersøkelse, lokalitet Kvitskjæret. Ness, J. P. s. 1-13.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.

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

## 6 Vedlegg

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

				Dok.id.: B.5.5.6
<b>Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser</b>				Skjema
Utarbeidet av: AK / ANH	Godkjent av: Anette Narmo Hammervold	Versjon: 10.00	Gjelder fra: 14.12.2017	Sidenr: 1 av 2

<b>Kunde</b>	Kobbvågslaks AS				<b>Lokalitet/P.nr</b>	Kvitskjæret - 18067							
<b>Dato</b>	15.05.18				<b>Toktleder</b>	Nickolas James Hawkes							
<b>Prøvetaking</b>	<b>START:</b>	09:45	<b>SLUTT:</b>	14:15	<b>Alt Personell</b>	2 stk, Kobbvågslaks							
<b>Vær</b>	Lite strøm/vind, fint, skodde				<b>Sjøtemperatur</b>	9.2 °C							
<b>Utsyr ID / Kalibrering</b>	<b>Grab;</b>	<b>Sil;</b>	<b>Eh;</b>	<b>pH:</b>	<b>pH- kalibrering:</b>				<b>Sjø; Eh: 263 mV pH: 8.26</b>				
<b>Stasjon nr/navn</b>	1 KVI_1				2 KVI_2				3 KVI_3				
<b>Posisjon N / Ø</b>	66°06.170 'N/12°09.628 'Ø				66°06.310'N/12°10.050'Ø				66°06.228 'N/12°09.749 'Ø				
<b>Dybde (meter)</b>	47				48				56				
<b>Hugg nr</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>Antall forsøk</b>	1	1	2		1	2	1		1	1	1		
<b>Akkreditert hugg overflate (ja/nei)</b>	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		
<b>Akkreditert hugg volum (ja/nei)</b>	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		
<b>Volum (cm)</b>	7	7	9		8	8	7		11	11	8		
<b>Antall flasker</b>	-	5	5		-	4	4		-	2			
<b>pH</b>	8.08	-	-		8.00	-	-		8.04	-	-		
<b>Eh (mV)</b>	226.9	-	-		221.1	-	-		216.4	-	-		
<b>Sediment</b>	Skjellsand	2	2	2		2	2	2		2	2	2	
	Sand	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
	Grus							3					
	Mudder					3	3						
	Silt	3	3							3	3		
	Leire												
<b>Farge</b>	Steinbunn												
	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
<b>Lukt</b>	Brun/Sort (2)												
	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Noe (2)												
<b>Kons</b>	Sterk (4)												
	Fast (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Myk (2)												
<b>Merknader / avvik:</b>	Løs (4)												
	Mye skjellsand i alle grabbene.												



<b>Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser</b>	Dok.id.: B.5.5.6 Versjon: 10.00 Side: 2 av 2
--	--

<b>Kunde</b>	Kobbvågslaks AS				<b>Lokalitet/P.nr</b>	Kvitskjæret							
<b>Dato</b>	15.05.18				<b>Toktleder</b>	Nickolas James Hawkes							
<b>Prøvetaking</b>	START: 09:45 SLUTT: 14:15				<b>Alt Personell</b>	2 stk, Kobbvågslaks							
<b>Vær</b>	Lite strøm/vind, fint, skodde				<b>Sjøtemperatur</b>	9.2 °C							
<b>Utsyr ID / Kalibrering</b>	Grab;	Sil;	Eh;	pH:	pH- kalibrering:				Sjø; Eh: 263 mV pH: 8.26				
<b>Stasjon nr/navn</b>	4 KVI_4				5 KVI_REF				6				
<b>Posisjon N / Ø</b>	66°05.842 'N/12°09.211 'Ø				66°06.624'N/12°13.599'Ø				/				
<b>Dybde (meter)</b>	89				84								
<b>Hugg nr</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>Antall forsøk</b>	1	1	1		1	1	2						
<b>Akkreditert hugg overflate (ja/nei)</b>	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja						
<b>Akkreditert hugg volum (ja/nei)</b>	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja						
<b>Volum (cm)</b>	9	9	7		8	8	7						
<b>Antall flasker</b>	-	3	2		-	1	3						
<b>pH</b>	8.04	-	-		7.88	-	-						
<b>Eh (mV)</b>	257.2	-	-		231.2	-	-						
<b>Sediment</b>	Skjellsand	2	2	2		2	2	2					
	Sand	1	1	1		1	1	1					
	Grus	3	3	3		4	4	4					
	Mudder												
	Silt					3	3	3					
	Leire												
<b>Farge</b>	Steinbunn												
	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0					
<b>Lukt</b>	Brun/Sort (2)												
	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0					
	Noe (2)												
<b>Kons</b>	Sterk (4)												
	Fast (0)	0	0	0		0	0	0					
	Myk (2)												
<b>Merknader / avvik:</b>	Løs (4)												
	3. grabb litt meir volum og sandholdig. CTD stasjon				Litt rar lukt i alle grabb, men ikkje H <sub>2</sub> S lukt.				31 fauna flasker totalt.				

## Vedlegg 2 – Analysebevis



Avdeling Namdal

Åkerblå Nord AS  
Att: Nickolas James Hawkes  
Torolv Kveldulvsøns gate 29  
8800 SANDNESSJØEN



Dato: 29.06.2018  
Prove ID: N2018-4555  
ver 1

## ANALYSERESULTATER

Provemottak: 24.05.18      Analyseperiode: 24.05.18 - 29.06.18      Provetaker: Oppdrags giver

2018-4555-1      **Sedimenter fra saltvann**      Tatt ut: 15.05.18

Merket: KVI-1      Referanse: Kvitskjæret 18067

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	4,4	mg/kg TS	±1,30
Sink	Intern /ISO 17294-2	17	mg/kg TS	±3,40
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	420	mg/kg TS	±110
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	1010	mg N/kg TS	±151
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137A	8900	mg/kg TS	
•Normalisert TOC	Beregnet TOC63	25,6	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	52	g/100g	±3,6
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	4,9	% av TS	
•Finstoff (<63µ)	DEN 18123	7,1	%	
•Sand (63-2000 µm)	DEN 18123	74	%	
•Grus (>2000 µm)	DEN 18123	19	%	

2018-4555-2      **Sedimenter fra saltvann**      Tatt ut: 15.05.18

Merket: KVI-2      Referanse: Kvitskjæret 18067

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	5,0	mg/kg TS	±1,50
Sink	Intern /ISO 17294-2	13	mg/kg TS	±2,60
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	470	mg/kg TS	±120
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	886	mg N/kg TS	±133
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137A	2000	mg/kg TS	
•Normalisert TOC	Beregnet TOC63	28,9	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	56	g/100g	±3,9
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	5,2	% av TS	
•Finstoff (<63µ)	DEN 18123	6,2	%	
•Sand (63-2000 µm)	DEN 18123	76	%	
•Grus (>2000 µm)	DEN 18123	19	%	

2018-4555-3      **Sedimenter fra saltvann**      Tatt ut: 15.05.18

Merket: KVI-3      Referanse: Kvitskjæret 18067

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	2,7	mg/kg TS	±0,81
Sink	Intern /ISO 17294-2	9,9	mg/kg TS	
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	360	mg/kg TS	±91
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	841	mg N/kg TS	±126
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137A	0000	mg/kg TS	

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

Målesikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.

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

Side 1 av 2

Postadresse

Postboks 433  
7801 Namsos

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

Telefon:

74 21 24 40

Org.nr:

NO: 986 208 933 MVA

Dato: 29.06.2018  
 Prøve ID: N2018-4555  
 ver 1

•Normalisert TOC	Beregnet TOC63	26,8	mg/g TS	
Tørstoff 105°C	NS 4764	49	g/100g	±3,5
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	4,2	% av TS	
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	6,5	%	
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	92	%	
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	1	%	

2018-4555-4      **Sedimenter fra saltvann**      Tatt ut: 15.05.18

Merket: KVI-4      Referanse: Kvitskjæret 18067

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	1,9	mg/kg TS	±0,57
Sink	Intern /ISO 17294-2	8,9	mg/kg TS	±1,80
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	260	mg/kg TS	±66
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	706	mg N/kg TS	±106
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137	46700	mg/kg TS	
•Normalisert TOC	Beregnet TOC63	24,4	mg/g TS	
Tørstoff 105°C	NS 4764	55	g/100g	±3,9
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	6,1	% av TS	
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	1,7	%	
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	92	%	
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	7	%	

2018-4555-5      **Sedimenter fra saltvann**      Tatt ut: 15.05.18

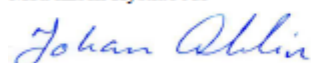
Merket: KVI-REF      Referanse: Kvitskjæret 18067

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Kobber	Intern /ISO 17294-2	7,3	mg/kg TS	±2,20
Sink	Intern /ISO 17294-2	36	mg/kg TS	±7,20
Fosfor	Intern /ISO 17294-2	450	mg/kg TS	±110
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	2290	mg N/kg TS	±344
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod./EN13137	48000	mg/kg TS	
•Normalisert TOC	Beregnet TOC63	35,8	mg/g TS	
Tørstoff 105°C	NS 4764	46	g/100g	±3,2
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	6,8	% av TS	
•Finstoff (<63µ)	DIN 18123	1,0	%	
•Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	94	%	
•Grus (>2000 µm)	DIN 18123	8	%	

\*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

4)

Med hilsen Kystlab AS



Johan Ahlin  
 Avdelingsleder Namdal

Kopi til  
 Nickolas James Hawkes (E-mail)

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

Side 2 av 2

Postadresse  
 Postboks 433  
 7801 Namsos

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

Telefon:  
 74 21 24 40

Organ:  
 NO: 986 208 933 MVA

### Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V3.1) og språkbruk (V3.2).

#### V3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling, 2013) har Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi istedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, -tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

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

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

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

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

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

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

### V3.2 Språkbruk: Endringer

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

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

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

### V3.3 Endringer i NSI-grupper

Etter som ny informasjon blir tilgjengelig og arter splittes og bytter slekter har vi i noen tilfeller ansett det som nødvendig å endre arters tilhørende NSI-gruppe (tabell V3.2)

**Tabell V3.2** Oversikt over endringer i NSI- og ISI-verdier gjort, hvor verdiene er hentet fra og kilder som viser til informasjonen avgjørelsen er basert på.

Art	Gammel NSI-gruppe	Ny NSI/ISI hentet fra	Kilde
Tubificoides benedii	i.a	Oligochaeta (NSI 5)	Giere et. al. 1988; Giere et. al. 1999
Pista mediterranea	i.a	Pista cristata (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Pista cristata	2	Pista lornensis (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Hermania sp.	i.a	Philine scabra (NSI 2)	Chaban et. al. 2015
Philinidae	i.a	Philine sp. (NSI 2)	Chaban & Lubin 2015

Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.

Chaban EM, Nekhaev IO, Lubin PA. (2015). *Hermania indistincta* comb. nov. (Gastropoda: Opisthobranchia: Cephalaspidae) from the Barents Sea – new species and genus for the fauna of the Russian Seas. *Zoosystematica Rossica* 24(2): 148-154.

Giere O, Rhode B, Dubilier N. (1987). Structural peculiarities of the body wall of *Tubificoides benedii* (Oligochaeta) and possible relations to its life in sulphidic sediments. *Zoomorphology* 108:29-39.

Giere O, Preusse J-H, Dubilier N. (1999). *Tubificoides benedii* (Tubificidae, Oligochaeta) — a pioneer in hypoxic and sulfidic environments. An overview of adaptive pathways. *Hydrobiologia* 406: 235-241.

Jirkov IA, Leontovich MK. (2017). Review of genera within the *Axionice/Pista* complex (Polychaeta, Terebellidae), with discussion of the taxonomic definition of other Terebellidae with large lateral lobes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(5): 911-934

## Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

### V4.1 Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$  er beskrevet som

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

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

#### V4.2 Sensitivitet og tetthet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

hvor  $abs$  står for absoluttverdi,  $N_{0,1 m^2}$  står for antall individer pr.  $0,1 m^2$ .

AMBI og DI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

#### V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

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

NQI-indeksen er gitt ved formelen

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

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

#### V4.4 Normalisering

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

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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



## Vedlegg 5 – indeks for C1

På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. Vurdering av disse stasjonene er i utgangspunktet gjort med bakgrunn i beskrivelse fra NS9410 (2016), men som tilleggsinformasjon er indekser for stasjonen i anleggssonen likevel beregnet (tabell V5.1).

**Tabell V5.1** Faunaresultater for KVI-1 fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ) fra de to grabbene. Bestemmende indekser (NQI1,  $H'$ , ES100, ISI og NSI) er omregnet til en normalisert økologisk verdi (nEQR), både for gjennomsnittlig- ( $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi ( $\check{S}$ ).  $\bar{G}$ -verdiene og  $\check{S}$ -verdiene for hver indeks samles separat og endelig tilstandsverdi for denne stasjonen er snittet av disse. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	KVI-1-1	KVI-1-2	$\bar{G}$	$\check{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\check{S}$
S	45	45	45	61		
N	393	492	443	885		
NQI1	0,745	0,707	0,726	0,734	0,701	0,709
$H'$	4,765	4,704	4,734	4,976	0,793	0,839
J	0,868	0,856	0,862	0,839		
$H'$ max	5,492	5,492	5,492	5,931		
ES100	33,240	32,510	32,875	36,010	0,787	0,825
ISI	11,314	10,802	11,058	10,998	0,886	0,882
NSI	27,220	27,607	27,414	27,423	0,880	0,881
DI	0,544	0,642	0,593	0,897		
Tilstandsverdi					0,809	0,827
Tilstandsverdi - Gj. snitt						0,818

## Vedlegg 6 - Referansetilstander

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

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

Indeks	Tilstand				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQ11	0,82- 0,90	0,63 – 0,82	0,49 – 0,63	0,31 – 0,49	0 – 0,31
H'	4,8 – 5,7	3,0 – 4,8	1,9 – 3,0	0,9 – 1,9	0 – 0,9
ES <sub>100</sub>	34 - 50	17 – 34	10 – 17	5 - 10	0 - 5
ISI	9,6 – 13	7,5 – 9,6	6,2 – 7,5	4,5- 6,1	0 – 4,5
NSI	25 – 31	20 – 25	15 – 20	10 - 15	0 - 10
DI	0-0,30	0,30 – 0,44	0,44 – 0,60	0,60 - 0,85	0,85 – 2,05

\*Økologiske tilstandsklasser

**Tabell V6.2** nEQR-basisverdi for hver tilstand\*.

	nEQR basisverdi	Tilstand
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

\*Tilstandsklasse

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

	Parameter	Måleenhet	Tilstand*				
			I	II	III	IV	V
			Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	O <sub>2</sub> innhold**	mg O <sub>2</sub> / l	>6,39	6,39-4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O <sub>2</sub> metning***	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
	TOC	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Sediment	Kobber	mg Cu/kg	<20	20-84	20-84	85-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

\* Tilstandsklasse

\*\* Regnet fra ml O<sub>2</sub>/L til mg O<sub>2</sub>/L hvor omregningsfaktoren til mg O<sub>2</sub>/L er 1,42

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

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

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

*\*Miljøtilstand*

## Vedlegg 7 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved Kvitskjæret (Tabell V7.1).

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

TAXA	NSI (EG)	KVI-1-1	KVI-1-2	KVI-2-1	KVI-2-2	KVI-3-1	KVI-3-2	KVI-4-1	KVI-4-2	REF-1	REF-2
Ampharete lindstroemi						2	3		1	1	1
Ampharete octocirrata	1	4		4	1	1	2				5
Amphicteis gunneri	3			5					3		
Amphictene auricoma	2				12		4	2			1
Amythasides macroglossus	1								3	3	2
Anobothrus gracilis	2					3	1	1		4	1
Aonides paucibranchiata	1	4	29			6	8	21	5		1
Aphelochaeta sp.	2						1	4	3	3	3
Aricidea catherinae	1				4	13	8	8	5	2	
Aricidea cerrutii								12			
Caulleriella biocolata			1			1	3	1			
Chaetozone cf setosa	4							4	3	16	7
Cirratulidae	4					3	6				1
Cirratulus cirratus	4			4				1			
Diplocirrus glaucus	2			4	12	1	2		1	4	3
Ditrupa arietina						1					
Dodecaceria concharum								1	1		
Dorvilleidae	3									1	
Eteone flava	4					1					
Eteone longa	4			4				1	2	1	

Euclymene sp.	1							1			
Eulalia mustela			8					4			
Eulalia tjalfiensis								1			
Eunice pennata	1	4									
Eupolymnia nebulosa	2						2				2
Exogone verugera	1							6			
Galathowenia fragilis	1							1			
Galathowenia oculata	3	12	12			9	14	4	50	23	41
Gattyana cirrhosa	2					1					
Glycera lapidum	1							14			
Glycera sp.	2	4	13	8		7	6	2	5		6
Goniada maculata	2				1	1	1		4	1	3
Harmothoe sp.	2							1			
Hauchiella tribullata	1					1			3		
Hydroides norvegicus	1	5	10	4		7	1				
Jasmineira sp.	2							4			
Laonice bahusiensis	1			5		1					
Laonice sp.	1	5	4								1
Laphania boeckii	2			8	1		1			4	
Lumbrineridae	2									3	1
Lumbrineris scopa	1					1		1	3	7	4
Lysippe labiata	2										1
Macrochaeta clavicornis	1			12							
Maldanidae	2		4				1	2		1	3
Malmgrenia ljungmani			4		1						
Malmgrenia mcintoshii		4		5	6	2	3	7			
Mediomastus fragilis	4	4	4	16	16	5	1	24	5	3	7
Melinna elisabethae	2	8	16	18	43	12	3	1	3	9	27
Myriochele danielsseni								4			

Nephtys caeca	2							1			
Nephtys sp.	2					1			1		2
Nereimyra punctata	4					1		1			2
Nereiphylla lutea											1
Nothria conchylega	1	55	32	8	24	7	3	16	11	14	42
Notomastus latericeus	1	4	8	1	1	9	2	9	13	10	24
Ophelina acuminata	2				8		1				
Ophelina sp.	3								1		2
Owenia borealis	2	5	2	4		26	36	15	19	5	1
Paradoneis lyra	2	48	56	20	8	56	31	17			
Paramphinome jeffreysii	3							4	49	9	28
Parexogone hebes	1		4			5	3	4	1		4
Pholoe baltica	3	16	29	52	31	8	10	8	9	6	15
Pholoe inornata	3			8							
Phyllodoce groenlandica	3						3		2	1	1
Phyllodocidae	2							1			
Phylo norvegicus	2	4	8					3	2		2
Pista cristata	2	4				2	3	2	3	2	5
Poecilochaetus serpens											1
Polycirrus arcticus	3	4									
Polycirrus medusa	1			4		1					
Polycirrus norvegicus	4	16	4	8	24	21	9	11	15	6	15
Polycirrus sp.	1								1		
Polydora sp.	4							2			
Polynoidae	2		4	8	8	1			2		1
Praxillella affinis	1				4						
Praxillella praetermissa	2				8						
Prionospio cirrifera	3		4	8		6	11	10	8	5	9
Proclea graffii	2							1			

Protodorvillea kefersteini	4							2			
Pseudopolydora antennata	3						1	1	14		3
Pseudopolydora paucibranchiata	4			4	36		2		13	5	1
Rhodine gracilior	1				4						
Rhodine sp.	1									6	
Sabellidae	2	8	4	16	18	5	11	2	2	10	11
Scoloplos armiger	3				9					2	4
Siboglinidae	1								4	2	
Sige fusigera	3		4			2			1	2	1
Sosane sulcata	1					7	12	4	2		
Sosane wireni	1		4	4		1					
Sphaerodorum cf gracilis	2									1	1
Sphaerosyllis hystrix	1	1	12	12		5	4	4	1		
Spio filicornis	3					2	3				
Spionidae	3							1			
Spiophanes bombyx	2	4						3			
Spiophanes kroyeri	3					1	2	3	4	1	4
Spiophanes wigleyi	1								1		1
Streblosoma bairdi	2										3
Streblosoma intestinale	1									2	2
Syllis cornuta	3	13		12	14	1	2	4	6		10
Terebellides cf. stroemii	2			4				1	4	7	
Tharyx killariensis	2							4			
Thelepus cincinnatus	1	4				1	2			1	
Trichobranchus roseus	1				4			1	2	6	8
Abra nitida	3					1					
Astarte sulcata	1				5	2		1			
Bathyarca pectunculoides	1								1	1	2
Cardiomya costellata	1								1	1	

Crenella decussata	1				4						
Cuspidaria obesa	2									1	1
Ennucula tenuis	2	4								1	
Gari fervensis						1	1				
Hiatella arctica	1	4			4						
Limatula gwyni	1	12	4					3	2	1	2
Lucinoma borealis	1		1				1				
Lyonsia norwegica								2			
Mendicula ferruginosa	1							3		3	
Modiolula phaseolina	1	4	12	4		1			2		
Myrtea spinifera	2								1	1	3
Nuculana pernula	2									1	3
Parvicardium minimum	1		4				1		2	19	3
Pseudamussium peslutrae	1	4	8			1					
Similipecten similis	1	12	4				2			2	1
Tellimya ferruginosa	2	4			8						2
Thracia sp.	2				4	1					
Thyasira equalis	3					2	4				
Thyasira flexuosa	3			4	71			1	5	8	8
Timoclea ovata	1	1	8	13	4	1	3				
Yoldiella philippiana	1										7
Aporrhais pespelecani			1								
Eulimidae										1	2
Euspira montagui	2								1	1	
Gibbula tumida						1					
Lepeta caeca									1		
Philinidae	2						1				1
Puncturella noachina								1			
Retusa umbilicata	4									1	2



Rissoidae										1	
Taranis sp.										2	1
Velutina velutina				1							
Leptochiton asellus	1	20	12	4	8	2		1	1		3
Antalis entalis	1						1				1
Pulsellum lofotense										3	1
Scutopus ventrolineatus	2				4				2	1	2
Amphipoda	2			4		1					1
Ampelisca macrocephala	1						1				
Ampelisca typica	3					1	4				
Ampelisca sp.	1		12	4	17	40	10		4		
Cheirocratus sp.	1				4						
Haploops setosa	1					1					
Haploops tubicola	1					1					
Lysianassidae	1									1	
Nototropis vedlomensis					4		1	3	1		
Oedicerotidae						2					
Paraphoxus oculatus	2		4		4	2	2				
Protomedeia fasciata	4					1	1				
Tryphosites longipes	1				4			1			17
Urothoe elegans									1		
Westwoodilla caecula	1						1	1	2		2
Cumacea	1								1		
Bodotria scorpioides	1					1					
Paguridae	1					1	1	1			
Isopoda	1	5		4	1						
Natanolana borealis	1										1
Tanaidacea	1								3		
Philomedes lilljeborgi	2			4						7	

Vargula norvegica	1										2
Nymphon sp.										1	
Asteroidea	3					2	2	2		1	1
Ophiuroidea	2	8	4	4				1		6	2
Amphiura chiajei	2									6	
Amphiura filiformis	3									1	
Ophiura carnea										2	
Ophiura sarsii	2					1					
Echinocardium cordatum	2				1						
Echinocardium flavescens	1	1		4		1					2
Echinocyamus pusillus	1							1			
Labidoplax buskii	2			24	9	3	8	1	3	1	3
Leptosynapta sp.	2							1			
Pseudothyone raphanus										2	
Psolus squamatus		1				1					
Ascidiacea	1	8	16		8	1	1	1			
Molgulidae										1	
Anthozoa	1								1		
Cerianthus lloydii	3	13	9	4	10	1		2			
Edwardsiidae	2				5	3	4		3		
Nemertea	3	5	4	4		2	4	2		4	2
Turbellaria	1			1							
Priapulus caudatus	3									1	
Sipuncula	2					1		1		3	1
Onchnesoma steenstrupii	1					2					
Phascolion strombus strombus	2	4	12			1	3	9		1	1
Ubestemt	1							2			
Chaetognatha										1	
Calanoida		605	382	469	406	10	15	~100	~100	~100	~100

<b>Nematoda</b>		44	126	40	4	25	10	x	12	4	5
Limaria loscombi		1	5	1		1					1
Brachiopoda		1									
Leptosynapta inhaerens		8						1	1		
Trypanosyllis coeliacia			4								
Lacydonia cf. miranda				4		1					
Axiobuitta minuta			4								
Ampelisca spinipes						16	36	6	7		1
Stenothoidae							3				
Neoamphitrite affinis					4				1		
Tmetonyx sp.									1		
Maldane sp.										1	
Dipolydora sp.											3
Roxania utriculus											2
Oligochaeta 1		33	84	4		1		3			
Syllides sp.								3			
Corymorpha nutans								6			
Oligochaeta 2								8			
Nebalia borealis								1			
<b>Timoclea ovata juv.</b>								1			

### Vedlegg 8 – CTD rådata

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

Tabell V6.1 CTD data fra Kvitskjæret stasjon KVI-4

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
33	8,2	100,3	9,83	0,6	13:30:10
33	8,2	99,9	9,78	1,2	13:30:11
33	8,2	99,7	9,77	1,5	13:30:12
33	8,1	95,7	9,39	3,3	13:30:13
33	8,1	96,4	9,47	3,8	13:30:14
33	8,1	97,5	9,57	5,3	13:30:15
33	8,1	98,6	9,68	5,9	13:30:16
33	8,1	98,8	9,70	6,7	13:30:17
33	8,1	98,7	9,69	7,4	13:30:18
33	8,1	98,9	9,72	8,2	13:30:19
33	8,1	98,9	9,72	9,1	13:30:20
33	8,1	98,3	9,66	10,4	13:30:21
33	8,0	98,3	9,66	11,9	13:30:22
33	7,9	98,3	9,70	13,4	13:30:23
33	7,8	98,4	9,73	14,8	13:30:24
33	7,7	98,4	9,75	16,1	13:30:25
33	7,6	98,5	9,76	17,4	13:30:26
33	7,6	98,4	9,77	18,5	13:30:27
33	7,5	98,5	9,81	19,2	13:30:28
33	7,4	98,5	9,83	19,8	13:30:29
34	7,3	98,4	9,84	20,4	13:30:30
33	7,2	98,2	9,83	21,1	13:30:31
33	7,2	98,2	9,84	21,6	13:30:32
33	7,2	97,9	9,81	22,1	13:30:33
33	7,1	97,7	9,79	22,8	13:30:34
33	7,1	97,5	9,78	23,2	13:30:35
33	7,1	97,1	9,76	24,2	13:30:36
33	6,9	96,8	9,76	25,1	13:30:37
33	6,8	96,6	9,77	25,8	13:30:38
33	6,7	96,5	9,78	26,4	13:30:39
33	6,6	96,3	9,77	27,0	13:30:40
33	6,6	96,0	9,75	27,4	13:30:41
33	6,5	95,5	9,69	28,2	13:30:42
33	6,5	94,8	9,64	29,0	13:30:43
33	6,5	94,6	9,61	29,6	13:30:44
33	6,5	94,2	9,58	30,4	13:30:45
33	6,5	93,8	9,55	31,2	13:30:46

33	6,5	93,4	9,51	32,0	13:30:47
33	6,4	93,0	9,47	33,1	13:30:48
33	6,4	92,8	9,45	34,1	13:30:49
33	6,4	92,7	9,44	35,2	13:30:50
33	6,4	92,5	9,42	36,2	13:30:51
33	6,3	92,4	9,42	37,3	13:30:52
33	6,3	92,2	9,41	38,2	13:30:53
33	6,2	91,8	9,39	39,0	13:30:54
33	6,2	91,9	9,40	39,9	13:30:55
33	6,2	91,8	9,40	40,6	13:30:56
33	6,1	91,9	9,42	41,3	13:30:57
34	6,1	91,6	9,40	42,0	13:30:58
34	6,1	91,2	9,35	42,8	13:30:59
34	6,0	90,8	9,32	43,5	13:31:00
34	6,0	90,8	9,33	44,2	13:31:01
34	6,0	90,9	9,34	44,9	13:31:02
34	6,0	90,8	9,33	45,6	13:31:03
34	5,9	90,6	9,32	46,4	13:31:04
34	5,9	90,4	9,30	47,0	13:31:05
34	5,9	90,3	9,30	47,6	13:31:06
34	5,9	90,4	9,30	48,2	13:31:07
34	5,9	90,4	9,31	48,9	13:31:08
34	5,9	90,7	9,34	49,4	13:31:09
34	5,9	90,4	9,31	49,5	13:31:10
34	5,9	90,6	9,32	49,8	13:31:11
34	5,9	90,6	9,33	50,0	13:31:12
34	5,9	90,5	9,32	50,1	13:31:13
34	5,9	90,4	9,31	50,9	13:31:14
34	5,9	90,2	9,28	51,7	13:31:15
34	5,9	90,2	9,28	52,6	13:31:16
34	5,9	90,0	9,27	53,4	13:31:17
34	5,8	90,2	9,30	54,0	13:31:18
34	5,8	90,3	9,31	54,5	13:31:19
34	5,8	90,4	9,32	54,9	13:31:20
34	5,8	90,5	9,33	55,1	13:31:21
34	5,8	90,5	9,32	55,5	13:31:22
34	5,8	90,3	9,31	56,2	13:31:23
34	5,8	90,5	9,33	56,3	13:31:24
34	5,8	90,7	9,34	56,4	13:31:25
34	5,8	90,7	9,35	56,5	13:31:26
34	5,8	90,7	9,35	56,6	13:31:27
34	5,8	90,4	9,33	57,3	13:31:28
34	5,8	90,3	9,32	58,1	13:31:29

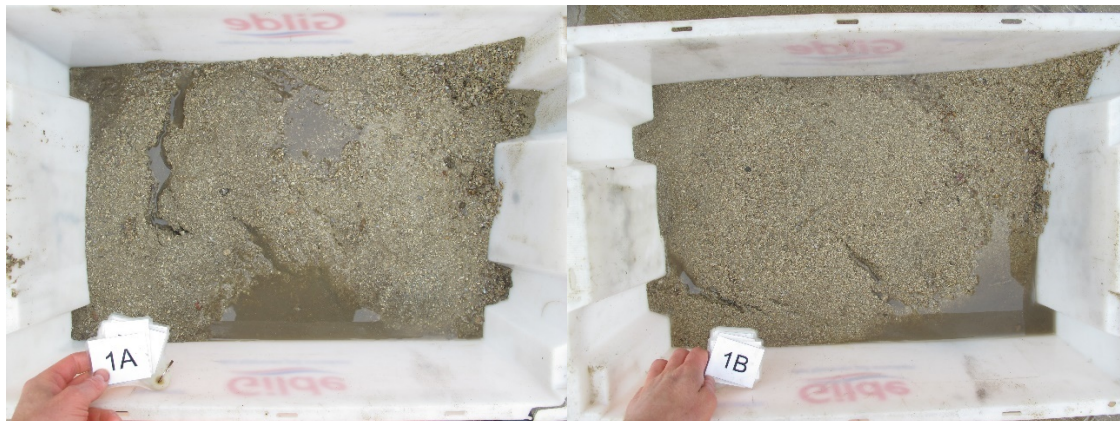
34	5,8	90,4	9,32	58,3	13:31:30
34	5,8	90,5	9,33	58,8	13:31:31
34	5,8	90,5	9,34	59,3	13:31:32
34	5,8	90,4	9,33	60,1	13:31:33
34	5,8	90,5	9,34	60,3	13:31:34
34	5,8	90,5	9,33	61,0	13:31:35
34	5,8	90,5	9,34	61,8	13:31:36
34	5,8	90,6	9,34	62,4	13:31:37
34	5,8	90,6	9,35	63,1	13:31:38
34	5,8	90,6	9,34	63,8	13:31:39
34	5,8	90,6	9,34	64,6	13:31:40
34	5,8	90,6	9,35	65,4	13:31:41
34	5,8	90,6	9,34	66,3	13:31:42
34	5,8	90,7	9,35	67,0	13:31:43
34	5,8	90,7	9,36	67,8	13:31:44
34	5,8	90,8	9,38	68,4	13:31:45
34	5,7	90,8	9,38	69,1	13:31:46
34	5,7	90,8	9,38	69,8	13:31:47
34	5,7	90,8	9,38	70,5	13:31:48
34	5,7	90,8	9,39	71,2	13:31:49
34	5,7	90,9	9,39	71,9	13:31:50
34	5,7	90,8	9,38	72,6	13:31:51
34	5,7	90,8	9,39	73,5	13:31:52
34	5,7	90,7	9,38	74,3	13:31:53
34	5,7	90,8	9,38	75,2	13:31:54
34	5,7	90,8	9,38	76,0	13:31:55
34	5,7	90,8	9,39	77,0	13:31:56
34	5,7	90,8	9,39	77,9	13:31:57
34	5,7	90,9	9,40	78,8	13:31:58
34	5,7	90,9	9,40	79,6	13:31:59
34	5,7	90,9	9,40	80,4	13:32:00
34	5,7	90,9	9,40	81,1	13:32:01
34	5,7	90,9	9,40	82,0	13:32:02
34	5,7	90,9	9,40	82,8	13:32:03
34	5,7	90,9	9,40	83,6	13:32:04
34	5,7	91,0	9,41	84,2	13:32:05
34	5,7	91,1	9,41	84,8	13:32:06
34	5,7	91,1	9,42	85,3	13:32:07
34	5,7	91,2	9,43	85,7	13:32:08
34	5,7	91,2	9,43	86,0	13:32:09
34	5,7	91,1	9,42	86,5	13:32:10
34	5,7	91,0	9,41	87,1	13:32:11
34	5,6	91,1	9,42	87,6	13:32:12

34	5,6	91,0	9,41	87,9	13:32:13
34	5,6	91,0	9,41	88,6	13:32:14
34	5,6	91,0	9,41	89,1	13:32:15
34	5,6	91,1	9,43	89,5	13:32:16
34	5,6	91,1	9,43	89,6	13:32:17
34	5,6	91,2	9,43	89,8	13:32:18
34	5,6	91,2	9,44	89,8	13:32:19
34	5,6	91,3	9,45	89,8	13:32:20

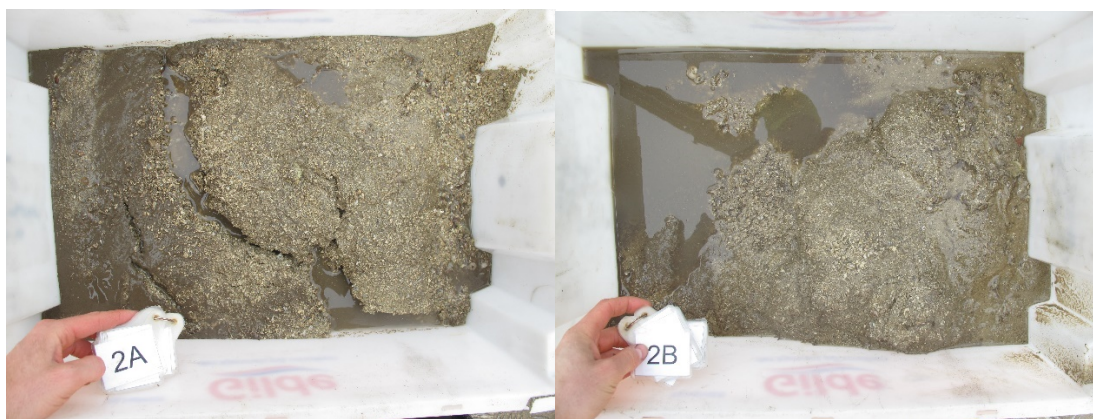
---

## Vedlegg 9 – Bilder av sediment

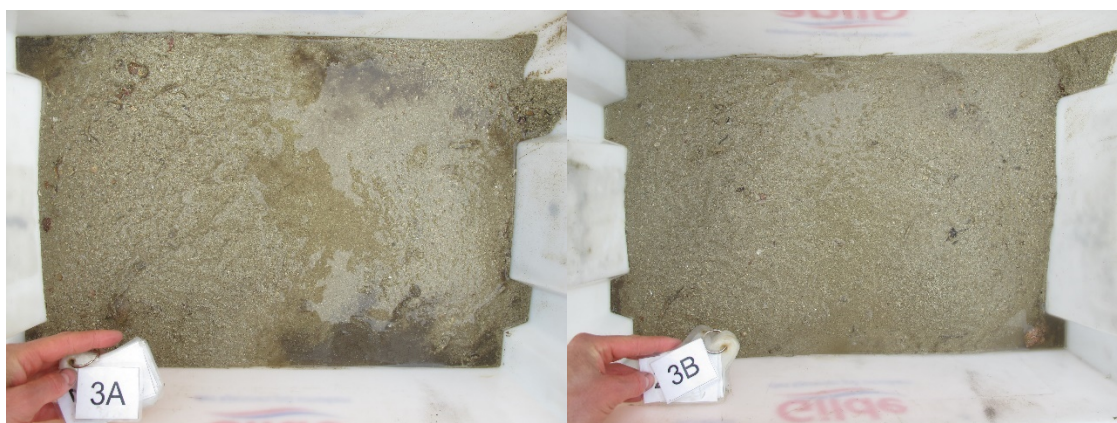
Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (Figur V9.1 – V9.5).



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



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

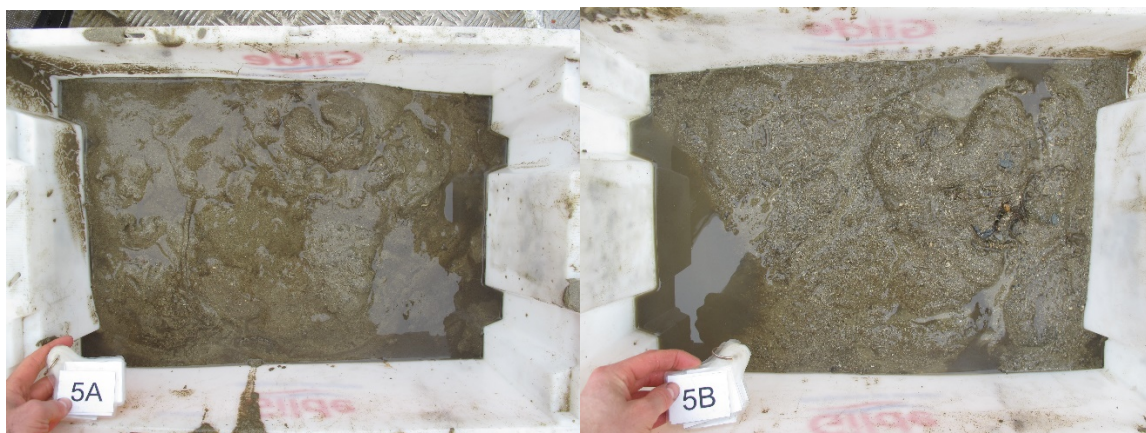


**Figur V9.3** Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.





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



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

# Forundersøkelse for Kvitskjæret

NS9410:2016



Oppdragsgiver

Kobbvåglaks AS

 **ÅKERBLÅ NORD**

Forundersøkelse for Kvitskjæret			
Rapportnummer	F-M-18025		
Rapportdato	22.02.19		
	Type	Dato	Leverandør
Grunnlag	B-undersøkelse	22.05.18	Åkerblå Nord AS
	C-undersøkelse	15.05.18	Åkerblå Nord AS/Åkerblå AS
	Strømmålinger:	02-03.15	Helgeland Havbruksstasjon AS
	CTDO-undersøkelse:	15.05.18	Åkerblå Nord AS
	Bunnkartlegging:	21.02.15	Midt-Norsk Kystservice AS
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>		
Lokalitet			
Lokalitet	Kvitskjæret		
	Herøy kommune, Nordland fylke		
Lokalitetsnummer	35777		
Oppdragsgiver			
Selskap	Kobbvåglaks AS		
Kontaktperson	Jan-Terje Mikalsen		
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå Nord AS Torolv Kveldulvsøns gate 29                      Organisasjonsnummer 817 458 572 8800 Sandnessjøen		
Forfatter (-e)	Helle Hagenlund, Torbjørn Gylt, Nickolas James Hawkes		
Godkjent av	Dag Slettebø		
<i>Distribusjon</i>	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.</i>		

Forsidefoto: Dagfinn B. Skomsø

## Forord

Denne rapporten er en forundersøkelse utført etter NS9410:2016, «Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert oppdrett» (Fiskeridirektoratet, 2016).

Åkerblå Nord AS jobber som kontrahert personell under Åkerblå AS, akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter ISO 16665 (2013), SFT-Veileder 97:03 og NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (2015). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstillter kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Sandnessjøen 22.02.19.

## Sammendrag

Åkerblå Nord AS har på oppdrag fra Kobbvågslaks AS utført en forundersøkelse på lokalitet Kvitskjæret. Forundersøkelsen er utført i forbindelse med søknad om en MTB-utvidelse fra 1560 tonn til 3120 tonn. Forundersøkelsen presenterer kortfattet resultater fra batymetrisk kartlegging, strømmålinger, hydrografiske data, samt B- og C-undersøkelser fra det omsøkte anleggsområdet og overgangssonens utstrekning. Forundersøkelsen vil gi et bilde av anleggets influensområde og vil fungere som en referanse for fremtidige undersøkelser.

Trendovervåkning i anleggssonen (B-undersøkelse) gav god oversikt over de naturlige forekomstene av sediment, fauna og kjemiske parametere. B-undersøkelse utført 22.05.2018 viste tilstandsklasse 1 på alle stasjoner. Type sediment, fauna, kjemiske målinger og sensoriske forhold ble vurdert. Lokaliteten fikk samme tilstand ved forrige B-undersøkelse i 2015.

Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Strømmen målt på 5-, 15-, 35- (spredning) og 53- (bunn) meters dyp var primært nord-nordøstlig rettet, men bunnstrømmen hadde også betydelig vannføring mot sør-sørvest. Resultatene fra strømmålingene i måleperioden viste en strøm med høy gjennomsnittshastighet, få perioder med strømstille og høy stabilitet. Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget, men det er mulig at renneformasjonen vil kanalisere organiske biprodukter mot de flaterne områdene nord-nordøst og sør-sørvest for lokaliteten.

Det ble opprettet fire stasjoner samt en referansestasjon i en C-undersøkelse som vil inngå i overvåkingen av bunnforholdene i etablert overgangssone. Resipientundersøkelsen viste at området rundt anleggsplasseringen ikke bar preg av organisk belastning, med gode verdier for bunnfauna i hele overgangssonen. Forurensingssensitive taxa var tilstede i hele området og det ble ikke registrert dominans av enkeltarter, hvilket forbindes med mer uberørte forhold. Samtidig ble det ikke registrert betydelige forekomster av forurensningsindikerende taxa. De kjemiske parameterne viste jevne nivåer mellom prøvestasjonene i overgangssonen, med god til moderat innhold av organisk karbon (høyest ved KVI-2) og bakgrunnsnivåer av sink og kobber ved samtlige stasjoner. pH/E<sub>h</sub>-målingene viste også gode forhold ved samtlige stasjoner. Området nærmest anlegget, C1 (KVI-1), viste de samme gode forholdene som det øvrige prøvetakingsområdet.

Foreliggende informasjon danner et bilde av en lokalitet med gode forutsetninger for oppdrettsvirksomhet, men første innblikk i hvorvidt dette stemmer vil komme fra miljøundersøkelsene utført ved maksimal belastning. Miljøundersøkelsene danner uansett en essensiell referanse for videre trendovervåkning.

## Innhold

<b>1. Innledning .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Materiale og metode.....</b>	<b>7</b>
2.1 Lokalitet.....	7
2.2 Bunntopografi.....	8
2.3 Strøm.....	9
2.4 B-undersøkelse.....	10
2.5 C-undersøkelse.....	10
2.6 Hydrografi.....	12
<b>3. Resultater .....</b>	<b>13</b>
3.1 Bunnkartlegging.....	13
3.2 Strømmålinger.....	14
3.3 B-undersøkelse.....	15
3.4 C-undersøkelse.....	18
<b>4. Diskusjon.....</b>	<b>21</b>
<b>Litteratur.....</b>	<b>22</b>
<b>Vedlegg .....</b>	<b>23</b>
Vedlegg 1 Bilder sediment B-undersøkelse.....	23
Vedlegg 2 Feltlogg C-undersøkelse og referansestasjon.....	28
Vedlegg 3 Bilder C-undersøkelse.....	30
Vedlegg 4 - Bestemmelse av tilstandsklasse etter oksygentilgjengelighet bunnvann.....	33

## 1. Innledning

Forundersøkelsen gjør en analyse av anleggs- og overgangssonen og gjennomføres før akvakulturanlegget utplasseres. Forundersøkelsen utføres også før vesentlige utvidelser og vil være en referanse for fremtidige undersøkelser (NS9410:2016).

Krav og veiledning til forundersøkelsen gis i «Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg» (Fiskeridirektoratet, 2016). Til en forundersøkelse skal det blant annet foreligge strømmålinger, kartlegging av bunnforhold, bunnprøver for sedimentanalyser og bunndyrsundersøkelser. Forundersøkelsen kan brukes til å plassere akvakulturanlegget ut fra hensyn til spredning og akkumulering av organisk materiale. Informasjon om retning og styrke av strømforhold er derfor nødvendig for å vurdere plassering av anlegget. Gode og detaljerte kart, bunnfauna (biodiversitet), kjemiske og geologiske analyser gir også indikasjoner på strømforholdene i området, men også om det finnes naturlige akkumuleringer av organisk materiale eller om det oppdages spesielle forhold en bør ta hensyn til ved plassering av oppdrettsanlegg og prøvetaking for fremtidige undersøkelser (NS9410:2016).

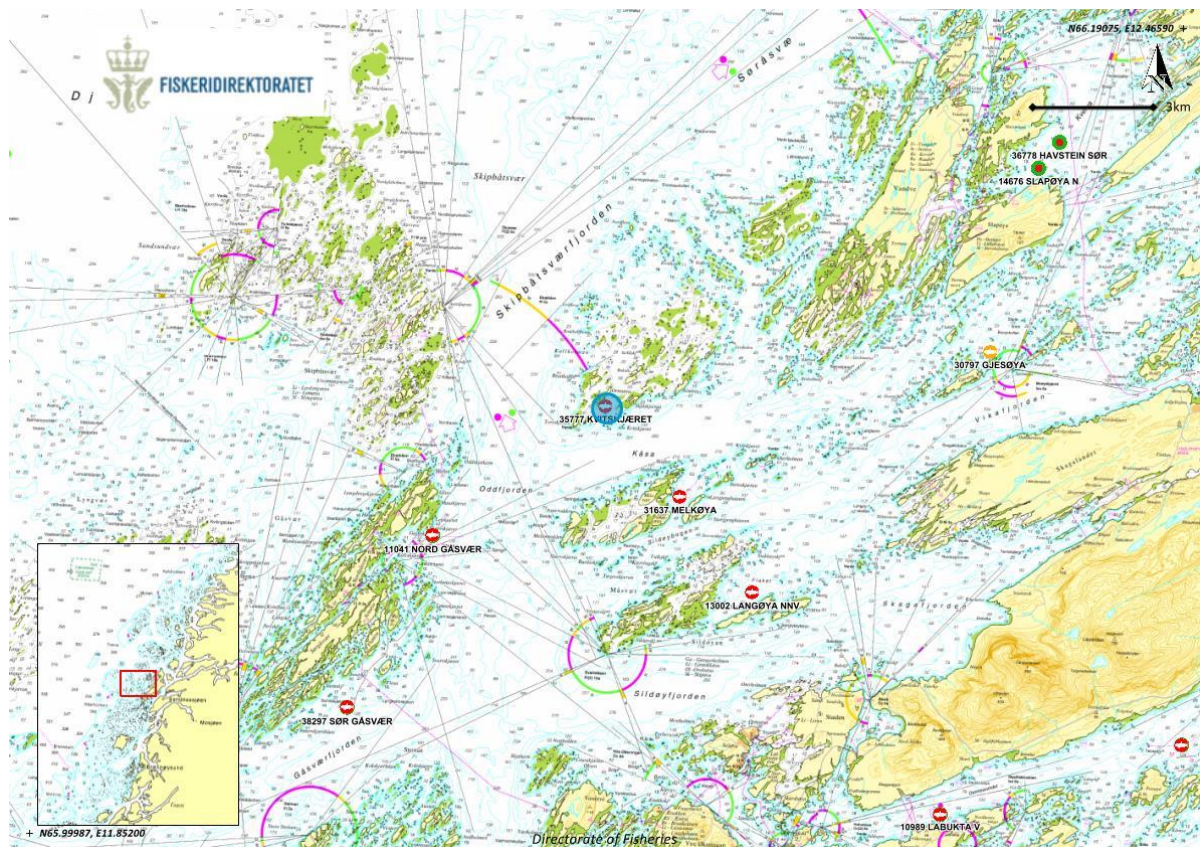
En forundersøkelse inkluderer en referansestasjon som ikke skal inngå i regulær overvåkning. Referansestasjonen plasseres et godt stykke fra anleggsområdet (minst 1 km) og i et område med tilsvarende bunntype og forhold som det området som dekkes av forundersøkelsen. Referansestasjonen kan dermed brukes senere dersom det skal undersøkes om anlegget kan påvirke utenfor overgangssonen (NS9410:2016).

Gjeldende rapport sammenfatter informasjon inneholdt fra strømmålinger, aktuelle miljøundersøkelser og bunnkartlegging av området hvor lokalitet Kvitskjæret planlegges utvidet. Forundersøkelsen behandlet en MTB på 3120 tonn, hvor produksjonen forventes å skje over 7 bur; anleggsrammen orientert nord-nordøst til sør-sørvest.

## 2. Materiale og metode

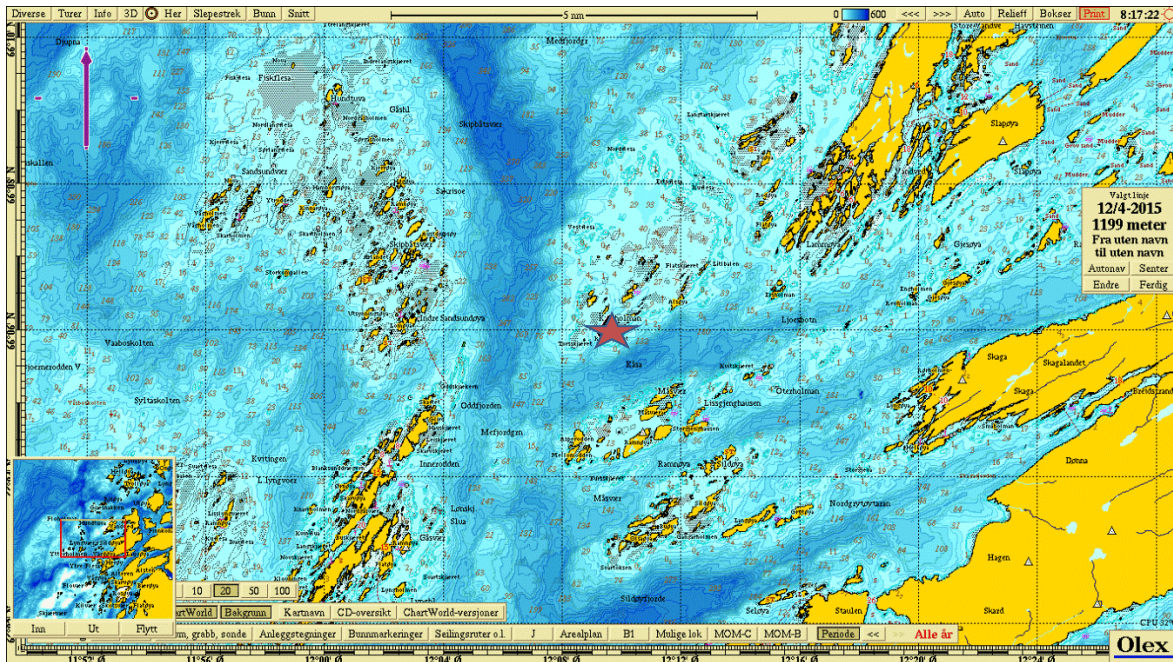
### 2.1 Lokalitet

Lokaliteten Kvitskjæret ligger i Herøy kommune, Nordland fylke (figur 2.1.1 & 2.1.2). Lokaliteten ligger i et lite sund mellom en rekke øyer og skjær: Torskjæret (sørvest), Ormsøya (vest), Skjåskjæran (øst), Kvitskjæret (øst) mfl. Anleggsrammen strekker seg over en renneformasjon som skråner svakt i sør-sørvestlig retning, hvor dybdene under det nordligste og sørligste buret er cirka (hhv.) 50 og 90 meter. Anlegget driftes med en MTB på 1560 tonn, hvor det ønskes en MTB-utvidelse til 3120 tonn.



**Figur 2.1.1** Sjøkart (nordlig orientering) med avmerking (blå sirkel) av Kvitskjæret og omkringliggende lokaliteter (WGS84, Fdir., 2019).

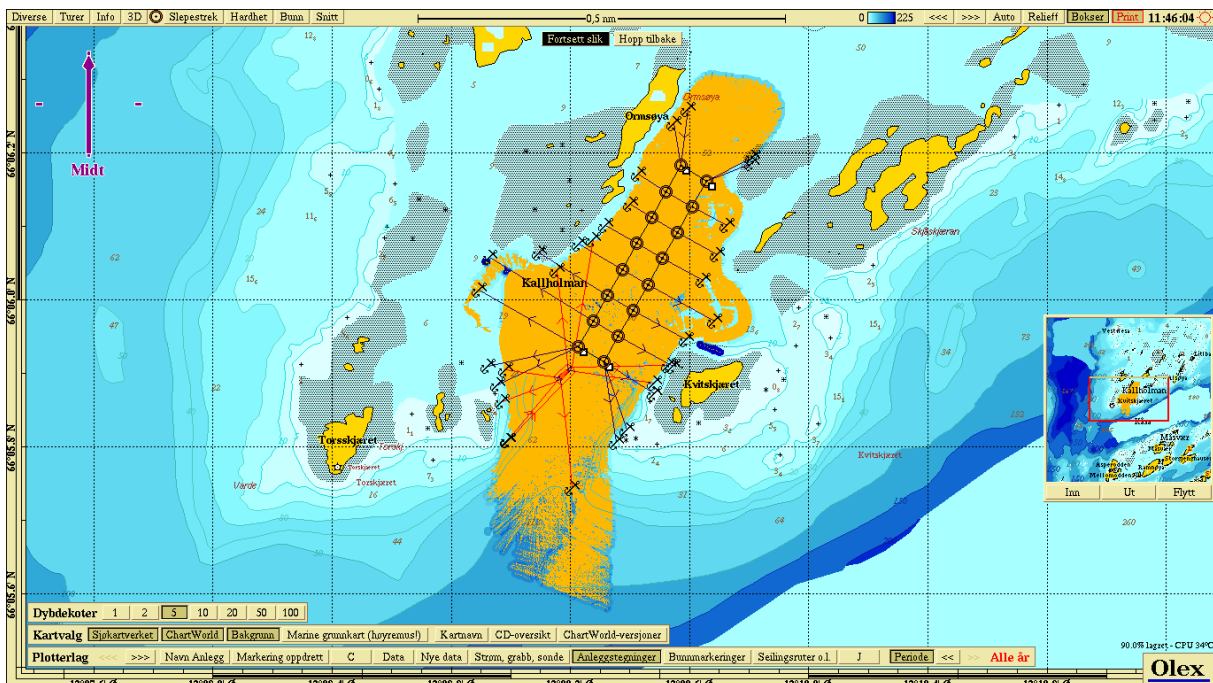




Figur 2.1.2 Topografisk kart (nordlig orientering) med avmerking (★) av lokaliteten (kartdatum WGS84).

## 2.2 Bunntopografi

Kartleggingen av bunntopografien og relativ hardhet ble utført av Midt-Norsk Kystservice AS i februar 2015. Det aktuelle området ble kartlagt ved bruk av Olex tilkoblet multistråle ekkolodd av type WASSP Multibeam 80 kHz. Data fra kartlegging av området ble tilsendt fra Midt-Norsk Kystservice AS. Området ble kartlagt av servicebåten 'Amron' med Olex tilkoblet multistråle som viser dybder, bunntopografi og hardhet i det aktuelle området (figur 2.2.1).



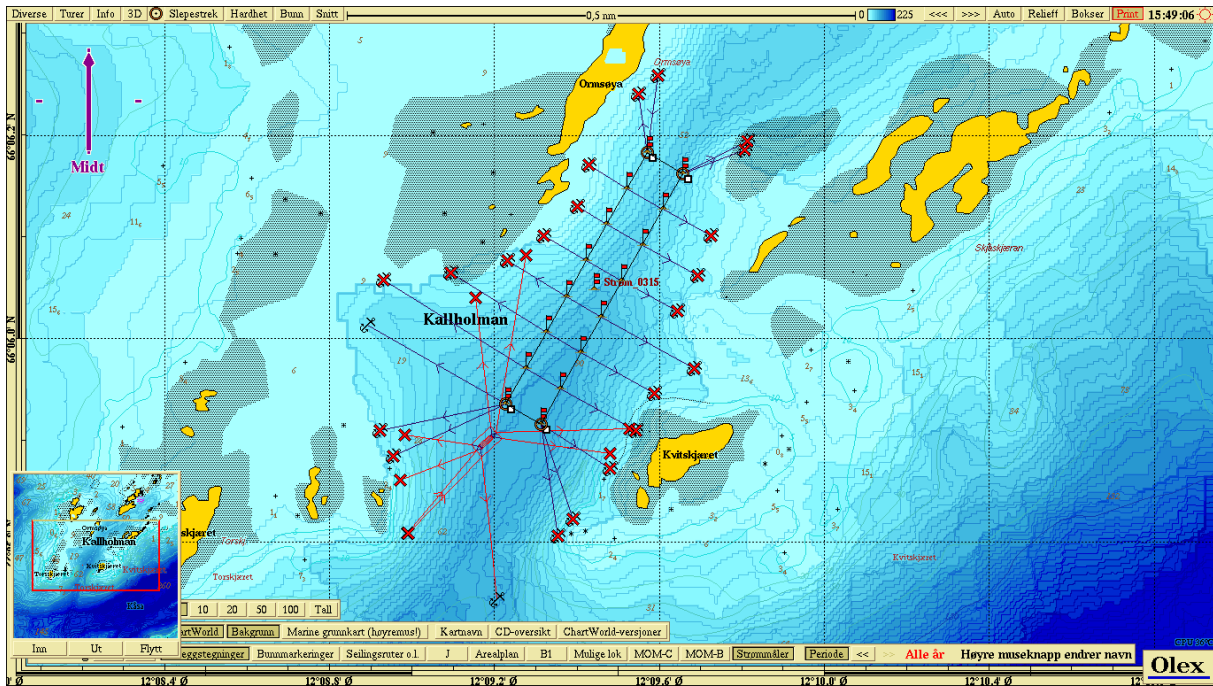
Figur 2.2.1 Området som ble hardhetskartlagt. Punkt/felt farget i oransje representerer kartleggingen som ble utført av Midt-Norsk Kystservice AS.

Ettersom det er en annen leverandør enn Åkerblå AS for bunnoppmåling er den eksakte gjennomføringen av undersøkelsene ukjent, men på generelt grunnlag er gjennomføringen som følgende: Utstyret kobles sammen og startes opp når man har kommet fram til angitt posisjon. Utstyret starter da måling og lagring av data. Hastigheten på båten holdes til enhver tid lavere enn 7 knop. Data fra oppmålingen tas det sikkerhetskopi av. Olex dataene sendes som .gz fil i lag med rapport til oppdragsgiver. Spesifikke detaljer for ekkolodd og posisjoneringsutstyr brukt ved undersøkelsen kan fås ved henvendelse til Midt-Norsk Kystservice AS.

Relativ bunnhardhet gir et uttrykk for havbunnens evne til å reflektere signaler. Bløtt sediment gir svakere refleksjon og vises med blå farge. Det samme gjelder bratte områder. Hardere, flatere områder som reflekterer signaler effektivt vises med fargeskala fra rødt til mykere substrat som illustreres med blå-lilla farger. Relativ hardhet gir kun et bilde av havbunnens «synlige» overflate og når ikke lenger ned i sedimentet (Olex AS, pers. med.). Resultatene fra bunnkartlegging kan derfor kun brukes veiledende ved f. eks. valg av type anker som burde brukes ved forankring.

### 2.3 Strøm

Resultater av strømmålinger presentert i gjeldende dokument er basert på publiserte data fra to rapporter av Helgeland Havbruksstasjon (2015a; 2015b). Strømmålingene utført av Helgeland Havbruksstasjon AS ble utført mellom 14.02.15-17.03.15, hvor en strømrigg ble utplassert på posisjon 66°06.048 N, 012°09.441 Ø (figur 2.3.1). Det ble benyttet en profilerende Aquadopp profiler (400 kHz) fra Nortek til strømmålinger ved 15 meter (vannutskifting/dimensjonering), 35 meter (spredning) og 53 meter (bunn) (2015a). Måleren stod på 53 meters dyp og det ble brukt en cellestørrelse på 2,5 meter (Helgeland Havbruksstasjon, 2015a). En propellmåler fra Sensor Data, type SD6000, ble benyttet til strømmåling ved 5 meters dyp (Helgeland Havbruksstasjon, 2015b). Resultatene ble benyttet og vektlagt i planleggingsprosessen av stasjoner til C-undersøkelsen og utstrekning av overgangssonen.



**Figur 2.3.1** Topografisk kart med avmerking av anlegget, forflåte, fortøyninger og strømrigg ('Strøm\_0315') ved lokalitet Kvitskjæret. Kartdatum WGS84 (5 meters koter).

## 2.4 B-undersøkelse

Resultatene som omhandler B-undersøkelsen presenteres i gjeldende dokument etter rapporten Åkerblå Nord (2018); se denne for utfyllende informasjon. Historiske trender er ikke mulig å kartlegge ved tidspunkt av forundersøkelsen, da det har kun blitt utført én B-undersøkelse tidligere (Helgeland Havbruksstasjon, 2015c), hvor den sistnevnte undersøkelsen ble gjort før drift på lokaliteten. B-undersøkelsen utført i 2018 (Åkerblå Nord) var gjort i starten av første produksjonssyklus på lokaliteten og ble gjort i forbindelse med søknad om utvidelse i produksjon. B-undersøkelsen er en enkel trendovervåking av bunnforholdene under et oppdrettsanlegg. Ved at undersøkelsen gjentas, med en frekvens bestemt av hvor belastet miljøet er, kan man følge utviklingen av miljøbelastningen fortløpende. Undersøkelsen omfatter en serie grabbprøver som vurderes etter fauna og biodiversitet, kjemiske forhold (pH og redokspotensiale) og sensoriske forhold (gass, farge, lukt, konsistens, volum og slamtykkelse). Alle parametere får tilstandsverdi etter hvor mye sedimentet er påvirket av organisk belastning. Skillet mellom «dårlig» og «meget dårlig» tilstand er satt til den største akkumuleringen som tillater gravende bunndyr å leve i sedimentet. Lokaliteten får en samlet tilstandsverdi fra 1 til 4, hvor 1 er best (meget god) og 4 dårligst (meget dårlig).

## 2.5 C-undersøkelse

Resultatene publisert i gjeldende dokument er fra rapporten Åkerblå (2018); se denne for mer utfyllende informasjon. En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende utforskning av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske støtteparametere (hydrografi, sediment, miljøgifter;

NS9410 2016). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2013).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimalt tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømretning og bunntopografi. Antall stasjoner og plasseringen av stasjonene er presentert i det siste avsnittet.

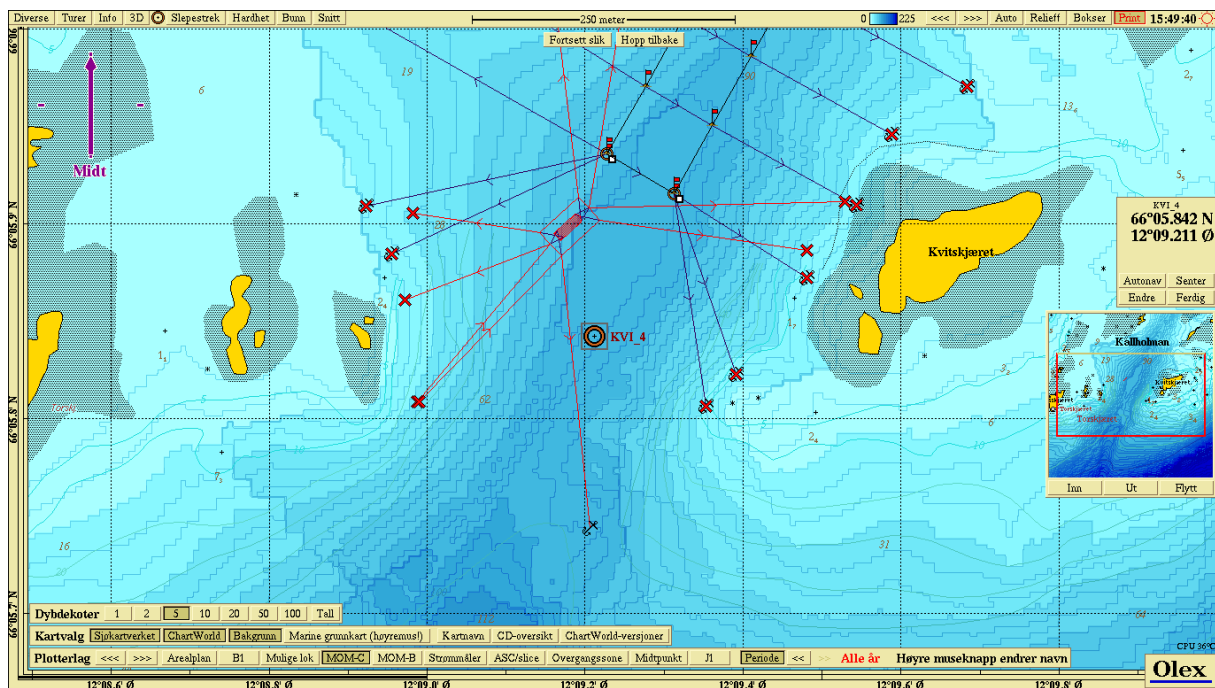
Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS9410 (2016) og NS-EN ISO 16665 (2013). Det ble tatt tre grabbhugg på hver prøvestasjon med en grabb hvorav to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske- og kjemiske undersøkelser. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For kjemianalyser ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av overflaten, mens for de geologiske prøvene (kornfordeling) fra de øverste 5 cm. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks. For de kjemiske parameterne ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugg som det ble tatt ut prøve for kornfordeling som alle ble analysert av vår underleverandør.

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av omsøkt produksjon, bunntopografi, bunnhardhet og strømforhold (NS9410 2016). På bakgrunn av omsøkt MTB på 3120 tonn ble det tatt fire stasjoner. Stasjon KVI-1 ble plassert omtrent 25 m nord fra tiltenkt merdkant i den nordligste delen av anleggsrammen, i overgangen mellom den anslåtte anleggssonen og overgangssonen. KVI-2 ble plassert 408 m nordøst for anleggsrammen i kanten av den anslåtte overgangssonen, en avstand valgt etter gjeldende anbefaling. KVI-3 ble plassert 140 m nord for anleggsrammen, noe mer vestover enn KVI-2. KVI-1, KVI-2 og KVI-3 ble alle sammen plassert ut i retningen av hovedstrømmen som er nord-nordøstlig. KVI-4 ble plassert 153 m sør for anleggsrammen i et noe dypere område (rundt 90 m), for å undersøke om noe organisk spredning skjedde i denne retningen. Det ble også tatt en CTD-måling ved KVI-4, da dette var den dypeste stasjonen. En referansestasjon (KVI-REF) ble opprettet omtrent 3 km nordøst for

anleggs plassering, i et område med tilsvarende dyp og sedimentkvalitet som øvrige prøvestasjoner.

## 2.6 Hydrografi

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden (CTD/STD Model SD204, SAIV AS) med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. CTDO-målingen ble foretatt i samband med C-undersøkelsen utført 15.05.2018 (Åkerblå, 2018). Målingen ble gjort ved stasjon KVI-4 (figur 2.6.1). Sonden gjorde én registrering hvert sekund og målte konduktivitet, temperatur og trykk. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.22.3.238 (Hammersland, 2018) og Microsoft Excel (2016). Tilstandsklassifisering av bunnvannet bør gjøres med forsiktighet og med et godt antall målinger. En klassifisering kan allikevel gi en indikasjon på vannkvaliteten og vil bli oppgit, men resultatet kan ikke brukes som konkluderende. Klassifisering av tilstand ble gjort i henhold til Molvær *et al.* (1997; Vedlegg 1).

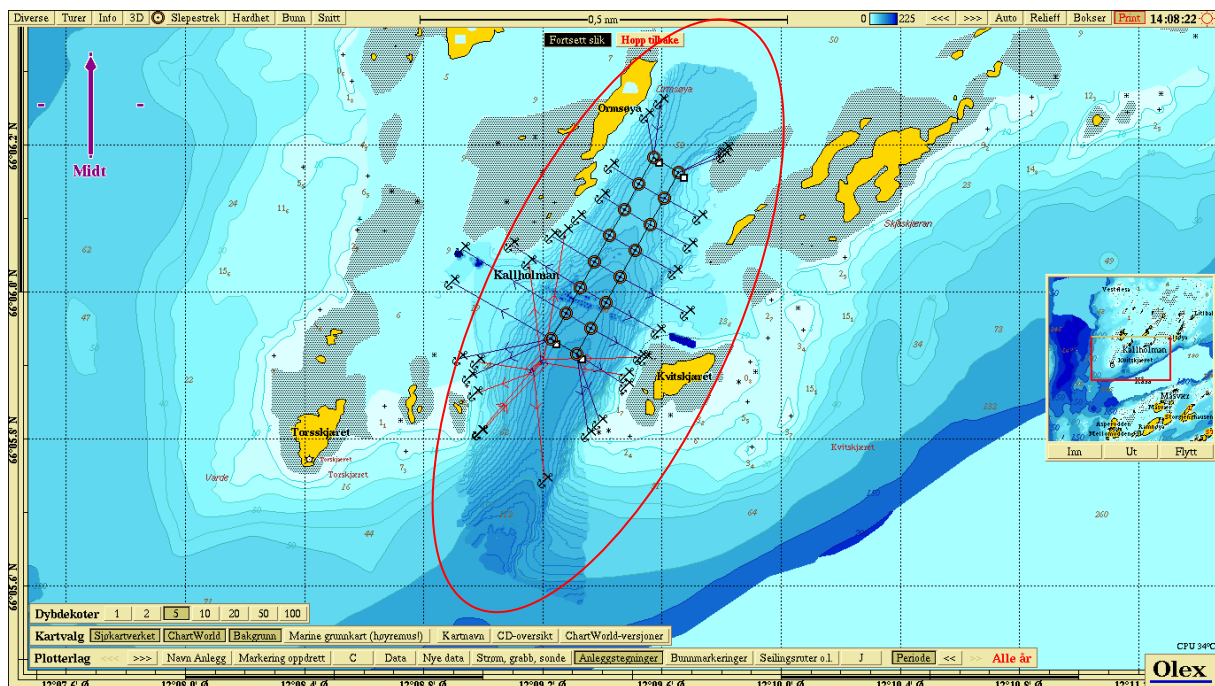


**Figur 2.6.1** Topografisk kart med avmerking av anlegget, forflåte, fortøyninger og posisjon av CTDO-måling (brun ring, 'KVI-4') ved lokalitet Kvitskjæret. Kartdatum WGS84 (5 meters koter).

## 3. Resultater

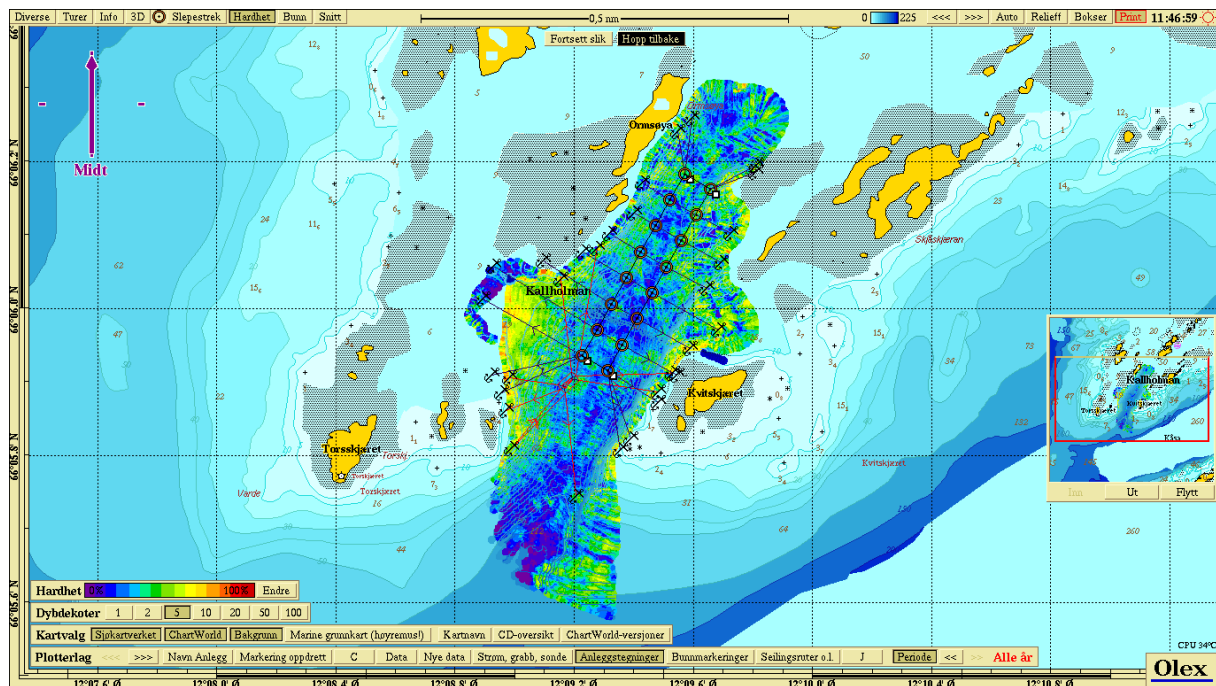
### 3.1 Bunnkartlegging

Bunnen som ble vurdert å være innenfor influensområdet og områder som var benyttet til forankring av anlegget ble kartlagt. Oppkjørt bunnkartlegging viste at anlegget er plassert over en renneformasjon orientert nord-nordøst til sør-sørvest. Rennen åpner nord for anleggsrammen og flater ut mot dybder på 55 til 60 meter. Rennen under selve anleggsrammen skrår svakt mot større dybder og et flatt parti i sør-sørvestlig retning ( $\approx 3,7^\circ$ , 'Snitt'). Dybdene under det nordligste og sørligste buret er på henholdsvis (ca.) 55 og 90 meter. Det flate partiet under det sørligste buret brer seg omtrent 225 meter i sør-sørvestlig retning før et nytt skrånede parti (økende dybder mot sør-sørvest også) mot fjorden Kåsa forekommer. Det må påpekes at det var noe støy i bunndatene rundt anleggsrammens midtpunkt og i området under og vest/øst for anleggets nest sørligste bur (figur 3.1.1).



**Figur 3.1.1** Kartlagt batymetri (området innenfor den røde ellipsen) med avmerking av anlegget, fôrflåte, og fortøyninger. Kartdatum WGS84 (5 meters koter).

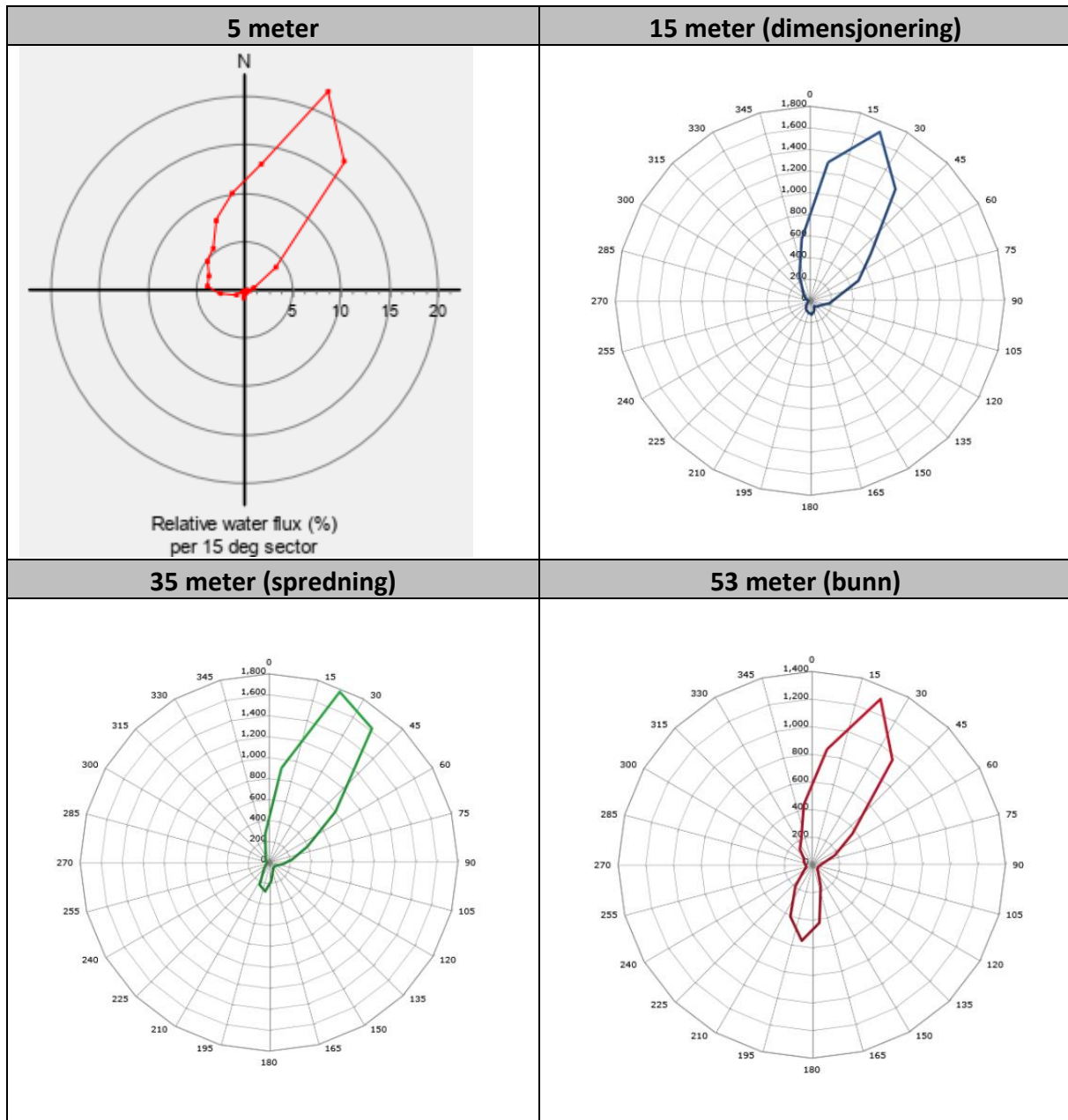
Oppkjørt hardhet viste en heterogen sedimentoverflate, med registreringer av primært blå og grønne farger under og i omegn anlegget (finere sedimenttyper). Det var ingen klar gradient i samme retning som den skrånede rennen anlegget var plassert over (nord-nordøst til sør-sørvest), men det var en økende hardhetsgradient på tvers på anleggets orientering mot både øst og vest. Dette visest klart i området under og i omegn av anleggets sørligste bur (figur 3.1.2), hvor hardhetsskalaen i figur 3.1.2 går fra mykere sedimenttyper under anlegget (blå og grønn) til hardere sedimenttyper mot vest (oransje og rød). Fordypninger assosieres ofte med kaldere farger, og helt mykt sediment ble registrert mot kanten av oppkjørt hardhet i sør (figur 3.1.2).



**Figur 3.1.2** Relativ hardhet på sedimentet rundt anlegget illustrert med en fargegradient fra rødt (hardbunn) til blått/lilla (bløtbunn). Fortøyningslinjer og anleggsplassering er gitt i kartet. Kartet er nordlig orientert. Kartdatum WGS84. 5 meters koter.

### 3.2 Strømmålinger

Strømmålinger indikerte at vannføringen av overflatevann (5 meter; Helgeland Havbruksstasjon 2015b), dimensjoneringsdyp (15 meter), spredning- (35 meter) og bunn- (53 meter) over måleperioden skjedde hovedsakelig mot nord-nordøst, men med noe vannføring mot sør-sørvest også ved bunnen (Helgeland Havbruksstasjon, 2015a) (figur 3.2.1). Strømretninger og vannutskifting stemmer med områdets bunntopografi. Vanntransport mot nord-nordøst i måleperioden visest også i den progressive vektoren på alle målte dyp (Helgeland Havbruksstasjon, 2015a; 2015b). Gjennomsnittshastighet i måleperioden ved 5, 15, 35 og 53 meter var på henholdsvis 11, 9, 9 og 8 cm/s, noe som kan klassifiseres som 'svært sterk' i henhold til Åkerblå sitt klassifiseringssystem (Åkerblå, 2015). Signifikant maksimal og minimal strømhastighet kan klassifiseres som sterk på alle målte dyp (Åkerblå, 2015). Det var lite strømtulle perioder (< 1 cm/s) ved 5 og 15 meter, og svært lite strømtulle perioder på spredningsdyp og bunn i måleperioden i henhold til klassifiseringssystemet. Stabiliteten av strømmen (Neumann parameteret) kan klassifiseres som svært stabil på 5, 15 og 35 meter, og middels stabil ved bunn i henhold til klassifiseringssystemet.



**Figur 3.2.1** Strømforhold ved Kvitskjæret. Fordelingsdiagrammene viser relativ vannfluks i måleperioden ved 5 m (øverst til venstre; 15° sektorer), 15 m (øverst til høyre, 20° sektorer), spredningsdyp (nederst til venstre, 20° sektorer) og bunn (nederst til høyre, 20° sektorer). Relativ vannfluks angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Strømrøsene er fra strømrappporter av Helgeland Havbruksstasjon AS (2015a; 2015b).

### 3.3 B-undersøkelse

Det har totalt sett vært gjennomført to B-undersøkelser for Kvitskjæret (Helgeland Havbruksstasjon, 2015c; Åkerblå Nord, 2018). Kun resultatene fra den siste B-undersøkelsen er presentert i denne rapporten, da den er utført etter den nyeste standarden og gir en bedre referanse for trendovervåkingen av anleggssonen (Åkerblå Nord, 2018). Stasjonsutvalget i undersøkelsen utført i 2015 dekker også et areal utenfor det planlagte anleggsarealet, noe



som gjør at lokalitetstilstanden vil ikke være direkte sammenlignbart med fremtidige undersøkelser. Det ble opprettet 13 stasjoner i henhold til standard (NS9410:2016), hvor samtlige prøver indikerte et meget godt sedimentmiljø (Tabell 3.3.1).

**Type sediment:** Det ble samlet sediment ved 12 av 13 stasjoner, og stasjon 8 ble etter NS 9410 definert til hardbunn da det ikke lyktes å samle mineralsk sediment. Sedimentet bestod av skjellsand (samtlige av bløtbunnsprøvene), med hyppige forekomster av sand (N = 11) og noen forekomster (N = 3) av grus. Fyllingsgraden var mellom en fjerdedel og tre fjerdedeler i 11 prøver, mens resterende prøver hadde et grabbvolum mindre enn en fjerdedel (St. 2 & St. 8).

**Fauna:** Det ble registrert bunngravende børstemark i 11 av 13 prøver og fauna i 12 av 13 prøver. Individtallet var lavt i nesten samtlige prøver (11 av 12), men noe høyere i prøven tatt ved stasjon 7 (25 individ) som kanskje var individ fra slekten *Capitella* (25 individ). Det ble observert en divers fauna bestående av børstemark, krepsdyr, skjell, pigghuder og sekkdyr.

**Kjemiske målinger:** Kjemiske målinger ble gjennomført ved 12 av 13 stasjoner. Stasjon 8 hadde ikke tilstrekkelig mengde sediment for denne prosedyren (vedlegg 1: 8A og 8B). Både surhetsgraden og redokspotensialet i samtlige prøver fikk tilstand 1 og ingen av prøvene ble gitt poeng. De kjemiske målingene fikk samlet **tilstand 1, «Meget god»**.

**Sensoriske vurderinger:** Det ble ikke funnet noen sensoriske tegn på organisk belastning i majoriteten av prøvene (N = 10), men tre prøver (St. 6, St. 7 & St. 9) viste noen sensoriske tegn på organisk belastning og ble vurdert til tilstand 2. Det ble registrert noe lukt og myk sedimentkonsistens i disse prøvene, og misfarget sediment i prøven tatt ved stasjon 7. Misfargelsen var likevel mer trolig knytt til en naturlig oppsamling av organisk materiale enn påvirkelse fra oppdrett, da den bestod hovedsakelig av algerester (vedlegg 1: 7A og 7B) og ble kun funnet i det øverste laget av sedimentet. Det ble funnet fôrrester og fekalier i prøven tatt ved stasjon 9. Samlet fikk de sensoriske vurderingene **tilstand 1, «Meget god»**.

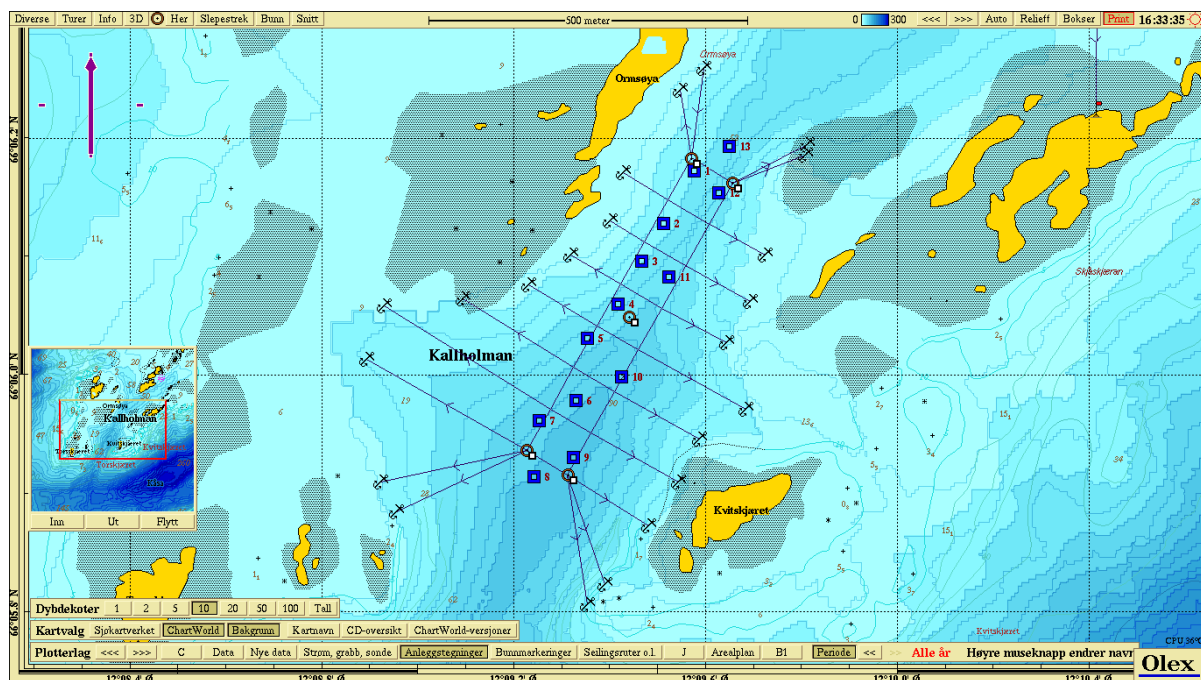
#### **Miljø / Bæreevne:**

Sedimentmiljøet var meget god i den gjeldende undersøkelsen, noe som var forventet da det hadde ikke vært fisk her tidligere og undersøkelsen ble gjort i den første måneden av drift på lokaliteten. Et meget godt sedimentmiljø var understøttet av en divers og veletablert bunnfauna. Det er likevel ikke helt usannsynlig at den organiske påvirkningen funnet i form av mykere sediment og lukt kan være et resultat av oppdrettsvirksomheten her, da de påvirkede prøvene ble funnet i de tre burene lengst sør i anleggsrammen som også var i bruk når den gjeldende B-undersøkelsen ble utført. Bæreevnen av lokaliteten kan ikke kommenteres ved tidspunkt av den gjeldende B-undersøkelse da den ble tatt i startfasen av den første produksjonssyklusen.

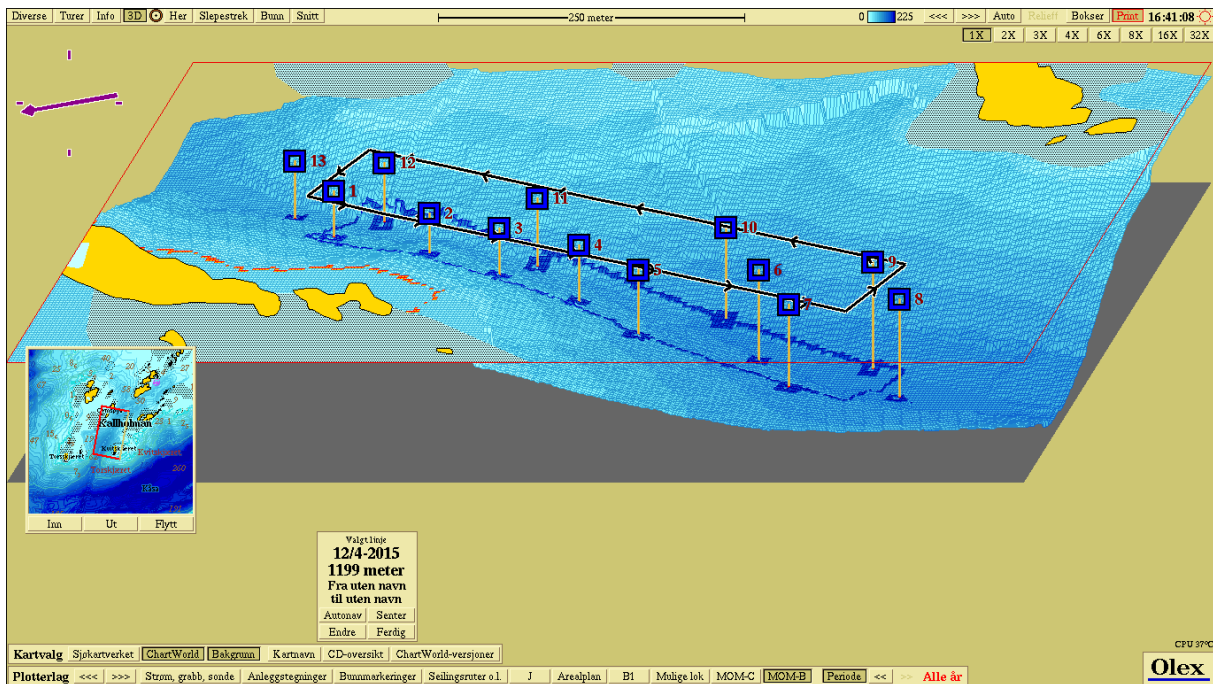
**Helhetsvurdering:** Lokaliteten får i B-undersøkelsen **lokalitetstilstand 1**. Gjeldende B-undersøkelse vil være et godt referansepunkt for fremtidige B-undersøkelser tatt ved lokaliteten Kvitskjæret.

**Tabell 3.3.1** Oppsummering av resultater fra B-undersøkelsen.

Hovedresultater fra B-undersøkelsen							
Parametergruppe og indeks		Parametergruppe og tilstand					
Gr. II pH/Eh	0,00	Gr. II pH/Eh	1				
Gr. III Sensorikk	0,42	Gr. III Sensorisk	1				
Gr. II+III	0,21	Gr. II + III	1				
Dato feltarbeid	22.05.18	Dato rapport	18.06.18				
Lokalitetstilstand			<b>1</b>				
Delresultater fra B-undersøkelsen							
Ant. grabbstasjoner	13	Ant. grabbhugg	16				
Type sediment	Dominerende	Mindre dominerende	Minst dominerende				
	Skjellsand	Sand	Grus				
Antall grabbstasjoner (gruppe II og III) med følgende tilstand							
Tilstand 1	13	Tilstand 3	0				
Tilstand 2	0	Tilstand 4	0				
Indeks illustrert tilstand	<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td style="background-color:blue; color:white;">1</td> <td style="background-color:green; color:white;">2</td> <td style="background-color:yellow; color:black;">3</td> <td style="background-color:red; color:white;">4</td> </tr> </table>			1	2	3	4
	1	2	3	4			
↑							



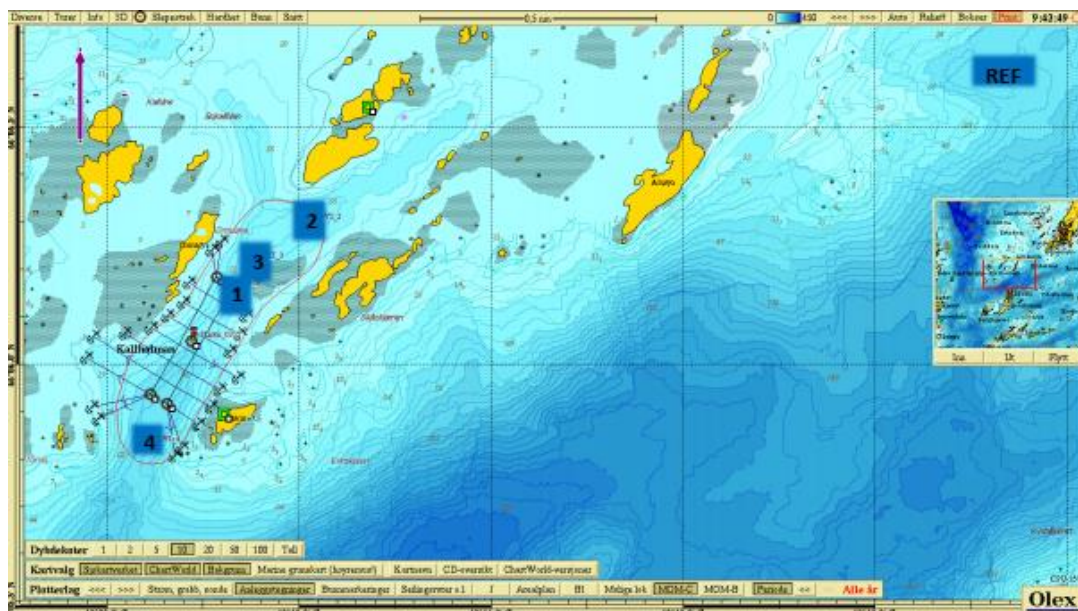
**Figur 3.3.1** Topografisk kart (nordlig orientering) med avmerking av anlegget og prøvestasjoner. Blå firkant; Tilstand 1, Grønn firkant; Tilstand 2, Gul firkant; Tilstand 3, Rød firkant; Tilstand 4.



**Figur 3.3.2** 3D-visninger av anleggsramme og prøvestasjoner med representert tilstand. Blå firkant; Tilstand 1, Grønn firkant; Tilstand 2, Gul firkant; Tilstand 3, Rød firkant; Tilstand 4.

### 3.4 C-undersøkelse

C-undersøkelsen gjennomført i forbindelse med forundersøkelsen var den første som ble utført i overgangssonen for å kartlegge området før en eventuell utvidelse av anlegget (Åkerblå, 2018). Resultatene fra rapporten er presentert under (figur 3.4.1).



**Figur 3.4.1** Plassering av anleggsramme og fortløyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), antatt utstrekning av overgangssonen (rød linje) og prøvestasjon med faunatilstand: blå = Svært/meget god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, oransje = dårlig tilstand og rød = svært/meget dårlig tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = KVI-1 osv) og REF = referansestasjonen. Kartdatum WGS84. 10 meters koter.

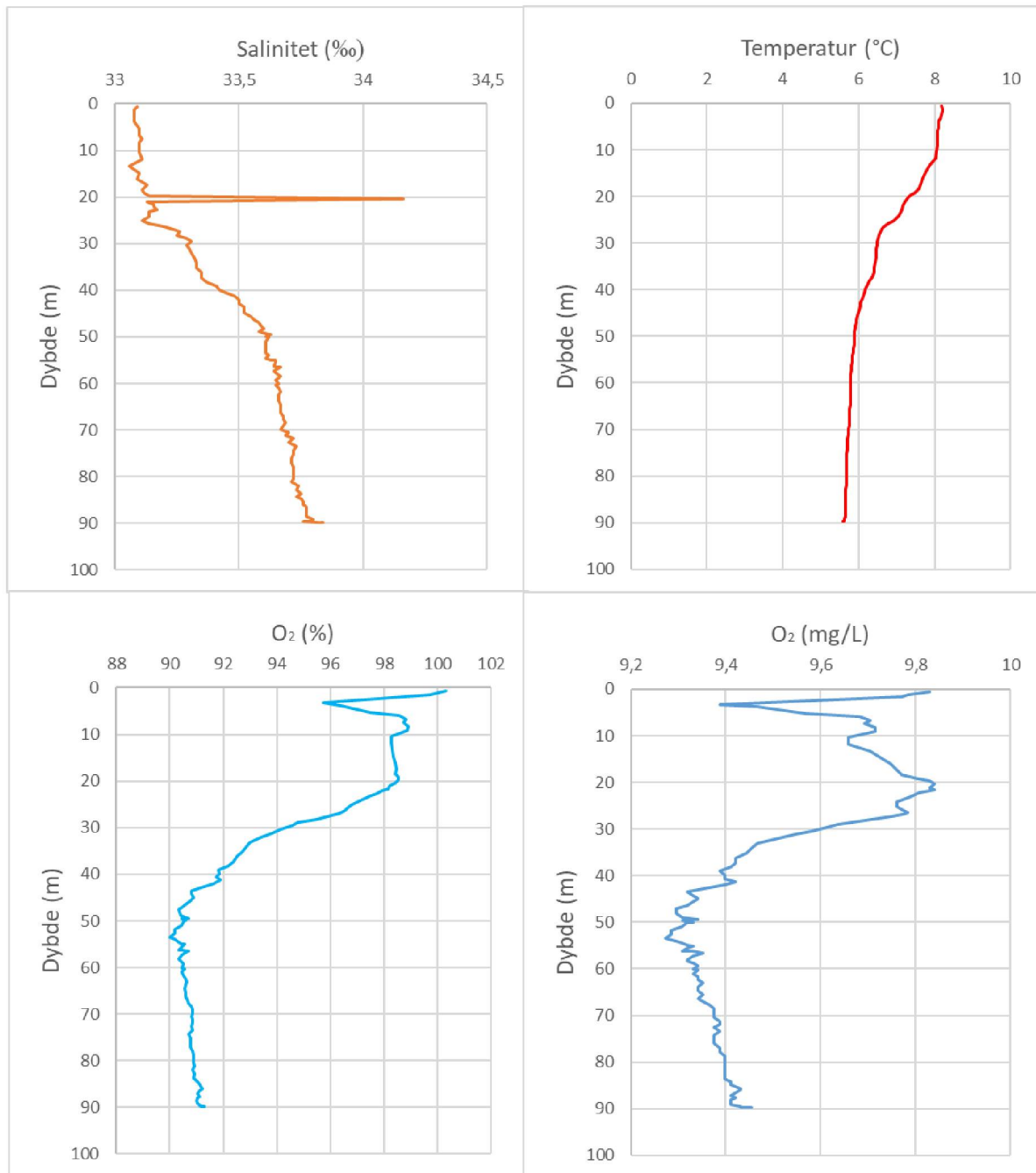
Resipientundersøkelsen viste at området rundt anleggsplasseringen ikke bar preg av organisk belastning, med gode verdier for bunnfauna i hele overgangssonen. Forurensingssensitive taxa var tilstede i hele området og det ble ikke registrert dominans av enkeltarter, hvilket forbindes med mer uberørte forhold. Samtidig ble det ikke registrert betydelige forekomster av forurensningsindikerende taxa. De kjemiske parameterne viste jevne nivåer mellom prøvestasjonene i overgangssonen, med god til moderat innhold av organisk karbon (høyest ved KVI-2) og bakgrunnsnivåer av sink og kobber ved samtlige stasjoner. pH/E<sub>h</sub>-målingene viste også gode forhold ved samtlige stasjoner. Området nærmest anlegget, C1 (KVI-1), viste de samme gode forholdene som det øvrige prøvetakingsområdet.

Volumet av sediment hentet opp ved KVI-3 var noe lavt og ble ikke akkreditert. Biodiversiteten ved disse grabbene var tilsvarende til øvrige stasjoner, derfor ville et større volum sediment sannsynligvis kun vise enda høyere biodiversitet. Etersom resultatene for KVI-3 med hensyn på biodiversitet er innenfor tilstandsklassen svært god konkluderes det med at prøvene fra KVI-3 er gode nok for formålet.

En referansestasjon ble opprettet omtrent 3 km (1,6 nautiske mil; luftlinje) nordøst for anleggsplasseringen med det formål å representere lignende tilstander som rundt anlegget, uten å selv skulle inngå i den regulære overvåkingen. Stasjonen kan benyttes ved senere undersøkelser. Den generelle artssammensetningen liknet svært mye på øvrige stasjoner; blant annet var de to børstemarkene *Pholoe baltica* og *Galathowenia oculata* tilstede blant de ti hyppigst forekommende artene ved de fleste av undersøkelsens prøvestasjoner. Kornfordelingen viste at stasjonen hadde en tilsvarende sedimentsammensetning som de øvrige stasjonene, med hovedsakelig sand. Dypet var også tilsvarende som de øvrige stasjoner, nærmest KVI-4. Videre viste kjemieresultatene at det er referansestasjonen som mottar høyest belastning ved denne undersøkelsen. Det er i skrivende stund ikke kjente utslippskilder i dette området, hvilket sannsynliggjør at kilden til de noe høyere innholdet av flere kjemiske parametere er av naturlig opphav (for eksempel plantemateriale). Totalt sett tyder funnene på at stasjonen er egnet som referansestasjon for bunnfauna til C-undersøkelser for Kvitskjæret. Med hensyn på kjemiske parametere må det tas hensyn til at stasjonen har noe et høyere naturlig innhold av nitrogen og karbon.

### 3.5 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved KVI-4 (figur 3.5.1). Målingene viser et svakt sjikt ved rundt 20 meters dyp, og temperatur og oksygen synker noe samtidig som saliniteten øker noe. Oksygenmetningen i bunnvannet var på 9,45 mg/L (91%), hvilket tilsvarer **tilstandsklasse 1, 'bakgrunn'** (Molvær *et al.*, 1997).



**Figur 3.5.1** Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen på prøvepunktet. En korreksjonsfaktor på 1,132 for oksygeninnhold og -metning ble benyttet.

## 4. Diskusjon

Oppdrettsanleggets influensområde, hvor organisk avfall forventes å akkumulere i målbar grad og påvirke miljøet, ble bestemt etter batymetri, sedimenthardhet, data fra strømmålinger, forventet anleggsplassering og maksimalt tillatt biomasse. Veiledende avstand fra akvakulturanlegg, som ønsker produksjon med en MTB på 3 120 tonn, til overgangssonens ytterkant er etter NS9410:2016 400 meter.

Foreliggende strømmålinger viste primært vannføring mot nord-nordøst. Strømmålinger på bunn viste også primært vannføring mot nord-nordøst, men det ble også registrert betydelig vannføring mot sør-sørvest i måleperioden. Strømmålingene ble tatt sentralt i anleggsrammen og det ble registrert en vannføring med høy gjennomsnittsfart på samtlige målte dyp og en høy stabilitet på nesten samtlige målte dyp (middels stabil på bunnen). Batymetrisk oppmåling viser to flater parti nord-nordøst og sør-sørøst for anlegget, og i tråd med strømbildet representerer dette naturlige akkumuleringsområder for organiske biprodukter fra anlegget. Det er mulig at denne akkumuleringen vil forsterkes på grunn av renneformasjonen, da organiske biprodukter kan bli kanalisert i disse retningene grunnet begrenset spredningspotensialet mot øst og vest.

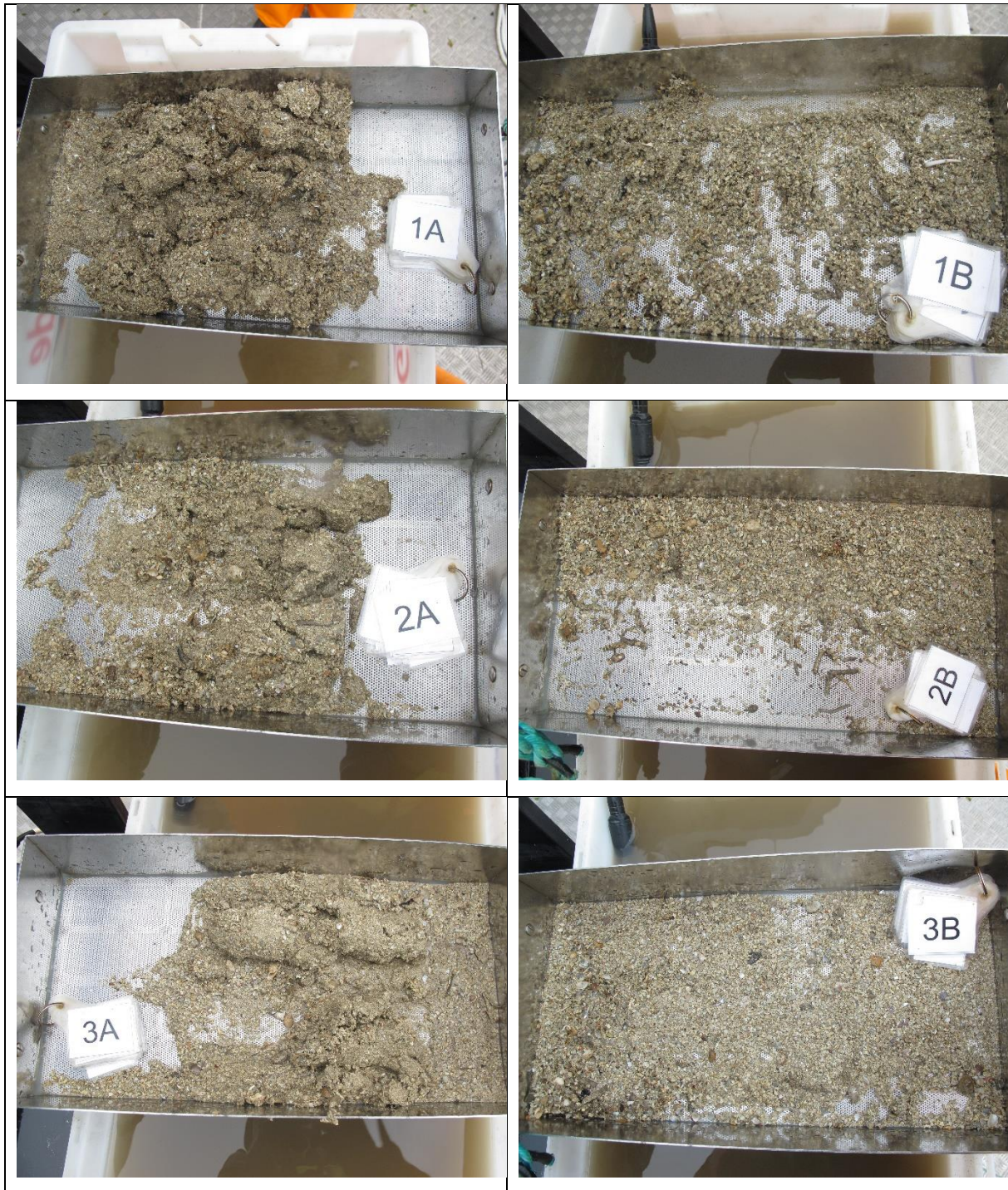
Trendovervåkingen av anleggssonen (B-undersøkelse) og overgangssonen (C-undersøkelse) er fortsatt i en startfase, da miljøundersøkelsene ble utført før (Helgeland Havbruksstasjon, 2015c) og i oppstarten (Åkerblå Nord, 2018; Åkerblå, 2018) av den første produksjonen på lokaliteten. Det ble registrert et meget godt sedimentmiljø i begge B-undersøkelsene og i C-undersøkelsen, men dette kan også forventes da undersøkelsene ble utført før og i oppstart av den første produksjonen på lokaliteten. Neste B- og C-undersøkelse utført ved maksimal belastning vil kunne gi det første innblikket i lokalitetens evne til å prosessere organisk materiale, samt identifisere og undersøke om foreliggende informasjon og vurderinger tilsvarer faktiske akkumuleringsområder. Miljøundersøkelsene danner uansett en essensiell referanse for videre trendovervåking.

## Litteratur

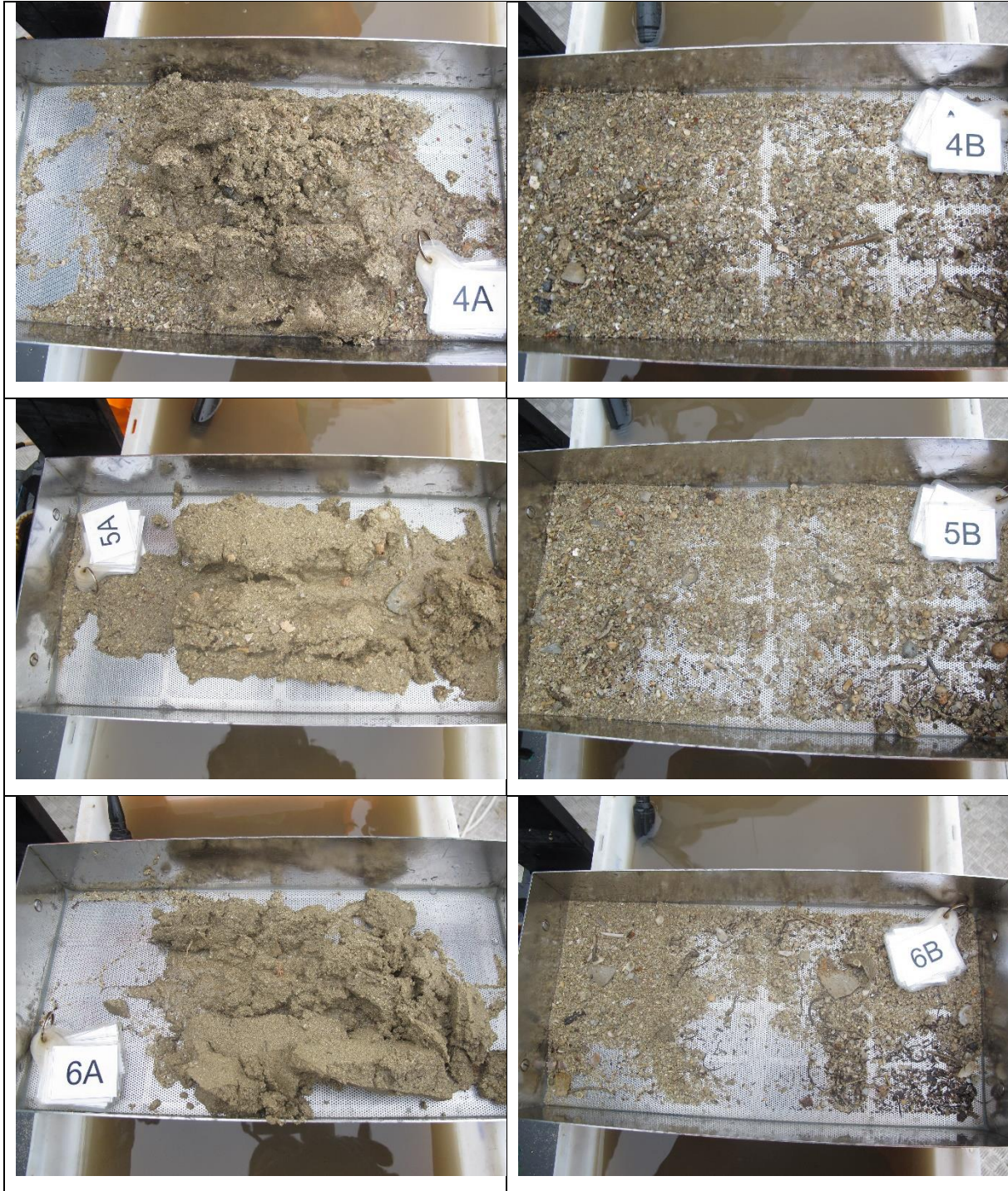
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Fiskeridirektoratet (2016). *Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg*, Lastet ned 01.11.16 fra <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
- Hammersland, M. (2018). *Minisoft SD200W*, v. 3.22.3.238, SAIV AS.
- Helgeland Havbruksstasjon AS (2015a). *Strømundersøkelse Kvitskjæret Mars 2015*. s. 1-25. Rapportansvarlig: Jeremiah Peder Ness.
- Helgeland Havbruksstasjon AS (2015b). *Strømundersøkelse på lokalitet Kvitskjæret Mars 2015*. s. 1-13. Rapportansvarlig: Jeremiah Peder Ness.
- Helgeland Havbruksstasjon AS (2015c). *MOM-B undersøkelse, lokalitet Kvitskjæret*. s. 1-20. Rapportansvarlig: Jeremiah Peder Ness.
- 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 9410 (2016). *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg*. Standard Norge.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665 (2013). *Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)*. Standard Norge.
- Veileder 02:2013 (2015) *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk Klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Revidert 2015. Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Åkerblå AS (2015). *Strømklassifisering AanderaaPunktMåler-Okt2015*, 2 sider.
- Åkerblå AS (2018). *C-undersøkelse for Kvitskjæret*. MCR-M-18067-Kvitskjæret / 09-08-2018, s. 1-58.
- Åkerblå Nord AS (2018). *B-undersøkelse for lokalitet Kvitskjæret*. Rapportnummer: B-M-18104-Kvitskjæret 0518, s. 1-25. Forfatter: Nickolas James Hawkes.

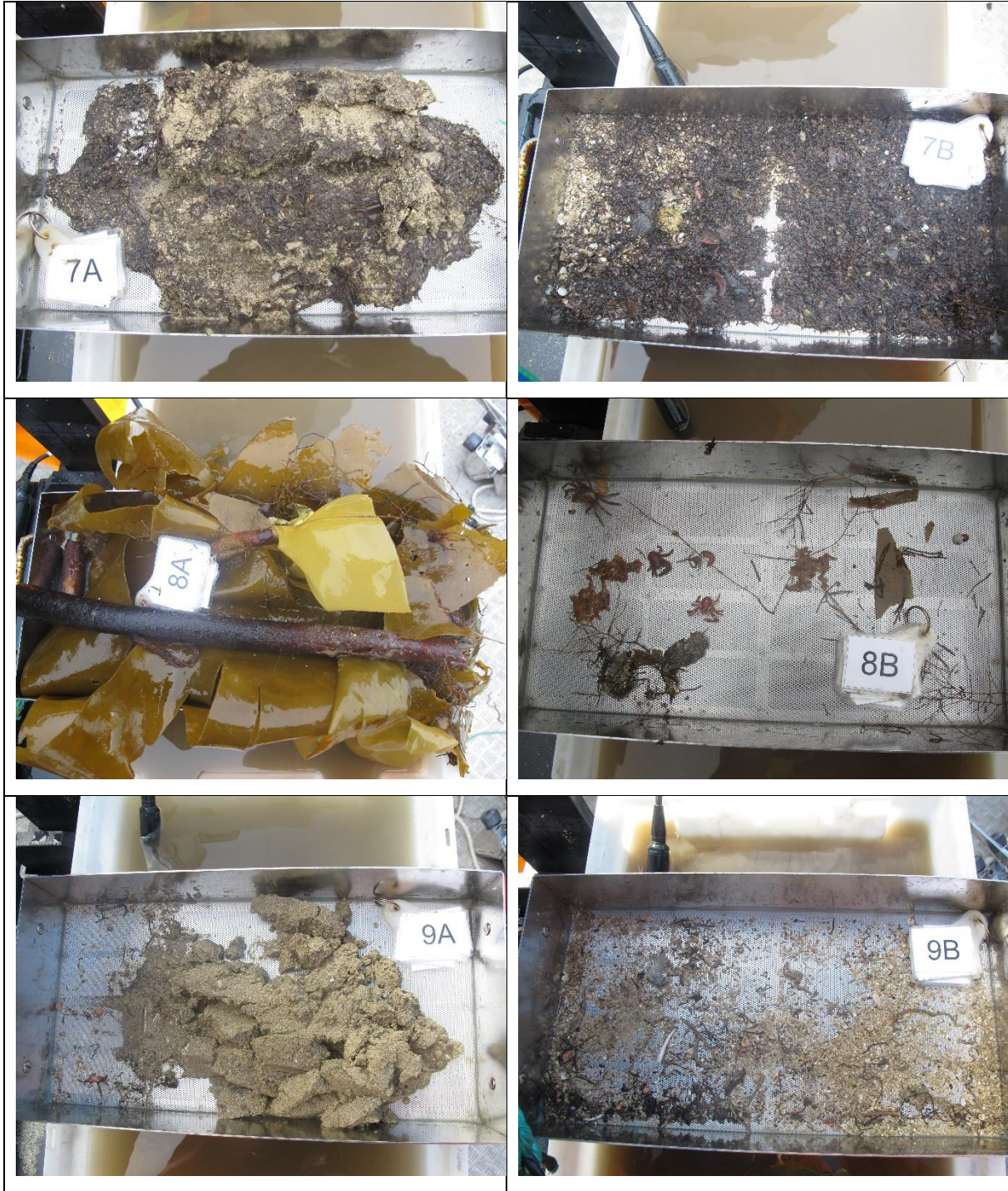
**Vedlegg****Vedlegg 1 Bilder sediment B-undersøkelse**

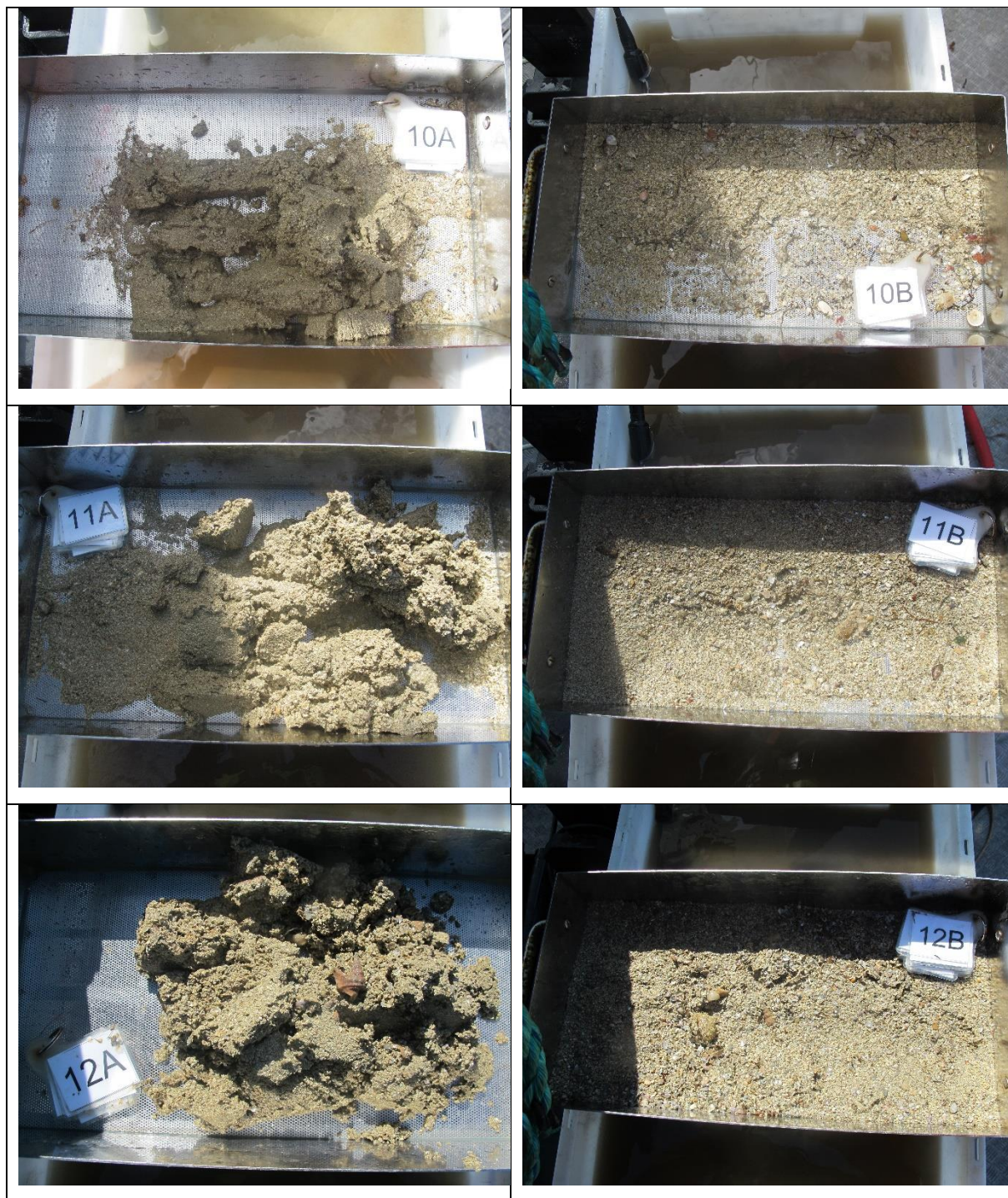
Bilder nedenfor viser sediment (A) og ferdig vasket prøve (B) ved stasjonene.














## Vedlegg 2 Feltlogg C-undersøkelse og referansestasjon

				Dok.id.: B.5.5.6	
<b>Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser</b>					Skjema
Utarbeidet av: <b>AK / ANH</b>	Godkjent av: <b>Anette Narmo Hammervold</b>	Versjon: <b>10.00</b>	Gjelder fra: <b>14.12.2017</b>	Side nr: <b>1 av 2</b>	

<b>Kunde</b>	<b>Kobbvåglaks AS</b>				<b>Lokalitet/P.nr</b>	<b>Kvitskjæret - 18067</b>							
<b>Dato</b>	<b>15.05.18</b>				<b>Toktleder</b>	<b>Nickolas James Hawkes</b>							
<b>Prøvetaking</b>	<b>START:</b>	<b>09:45</b>	<b>SLUTT:</b>	<b>14:15</b>	<b>Alt Personell</b>	<b>2 stk, Kobbvåglaks</b>							
<b>Vær</b>	<b>Lite strøm/vind, fint, skodde</b>				<b>Sjøtemperatur</b>	<b>9.2 °C</b>							
<b>Utsyr ID / Kalibrering</b>	<b>Grab;</b>	<b>Sil;</b>	<b>Eh;</b>	<b>pH:</b>	<b>pH- kalibrering:</b>				<b>Sjø; Eh: 263 mV pH: 8.26</b>				
<b>Stasjon nr/navn</b>	<b>1 KVI_1</b>				<b>2 KVI_2</b>				<b>3 KVI_3</b>				
<b>Posisjon N / Ø</b>	<b>66°06.170 'N/12°09.628 'Ø</b>				<b>66°06.310'N/12°10.050'Ø</b>				<b>66°06.228 'N/12°09.749 'Ø</b>				
<b>Dybde (meter)</b>	<b>47</b>				<b>48</b>				<b>56</b>				
<b>Hugg nr</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
<b>Antall forsøk</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>Akkreditert hugg overflate (ja/nei)</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>		<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>		<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>		
<b>Akkreditert hugg volum (ja/nei)</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>		<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>		<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>		
<b>Volum (cm)</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>		<b>11</b>	<b>11</b>	<b>8</b>		
<b>Antall flasker</b>	<b>-</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		<b>-</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>-</b>	<b>2</b>			
<b>pH</b>	<b>8.08</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		<b>8.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		<b>8.04</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		
<b>Eh (mV)</b>	<b>226.9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		<b>221.1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		<b>216.4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		
<b>Sediment</b>	<b>Skjellsand</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
	<b>Sand</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
	<b>Grus</b>							<b>3</b>					
	<b>Mudder</b>					<b>3</b>	<b>3</b>						
	<b>Silt</b>	<b>3</b>	<b>3</b>							<b>3</b>	<b>3</b>		
	<b>Leire</b>												
	<b>Steinbunn</b>												
<b>Farge</b>	<b>Lys/Grå (0)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	<b>Brun/Sort (2)</b>												
<b>Lukt</b>	<b>Ingen (0)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	<b>Noe (2)</b>												
	<b>Sterk (4)</b>												
<b>Kons</b>	<b>Fast (0)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	<b>Myk (2)</b>												
	<b>Løs (4)</b>												
<b>Merknader / avvik:</b>	<b>Mye skjellsand i alle grabbene.</b>												

<b>Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser</b>	Dok.id.: B.5.5.6 Versjon: 10.00 Side: 2 av 2
--	--

<b>Kunde</b>	Kobbvåglaks AS				<b>Lokalitet/P.nr</b>	Kvitskjæret							
<b>Dato</b>	15.05.18				<b>Toktleder</b>	Nickolas James Hawkes							
<b>Prøvetaking</b>	START: 09:45 SLUTT: 14:15				<b>Alt Personell</b>	2 stk, Kobbvåglaks							
<b>Vær</b>	Lite strøm/vind, fint, skodde				<b>Sjøtemperatur</b>	9.2 °C							
<b>Utsyr ID / Kalibrering</b>	Grab;	Sil;	Eh;	pH:	pH- kalibrering:				Sjø; Eh: 263 mV pH: 8.26				
<b>Stasjon nr/navn</b>	4 KVI_4				5 KVI_REF				6				
<b>Posisjon N / Ø</b>	66°05.842 'N/12°09.211 'Ø				66°06.624'N/12°13.599'Ø				/				
<b>Dybde (meter)</b>	89				84								
<b>Hugg nr</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>Antall forsøk</b>	1	1	1		1	1	2						
<b>Akkreditert hugg overflate (ja/nei)</b>	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja						
<b>Akkreditert hugg volum (ja/nei)</b>	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja						
<b>Volum (cm)</b>	9	9	7		8	8	7						
<b>Antall flasker</b>	-	3	2		-	1	3						
<b>pH</b>	8.04	-	-		7.88	-	-						
<b>Eh (mV)</b>	257.2	-	-		231.2	-	-						
<b>Sediment</b>	Skjellsand	2	2	2		2	2	2					
	Sand	1	1	1		1	1	1					
	Grus	3	3	3		4	4	4					
	Mudder												
	Silt					3	3	3					
	Leire												
	Steinbunn												
<b>Farge</b>	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0					
	Brun/Sort (2)												
<b>Lukt</b>	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0					
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
<b>Kons</b>	Fast (0)	0	0	0		0	0	0					
	Myk (2)												
	Løs (4)												
<b>Merknader / avvik:</b>	3. grabb litt meir volum og sandholdig. CTD stasjon				Litt rar lukt i alle grabb, men ikkje H <sub>2</sub> S lukt.				31 fauna flasker totalt.				

**Vedlegg 3 Bilder C-undersøkelse.**

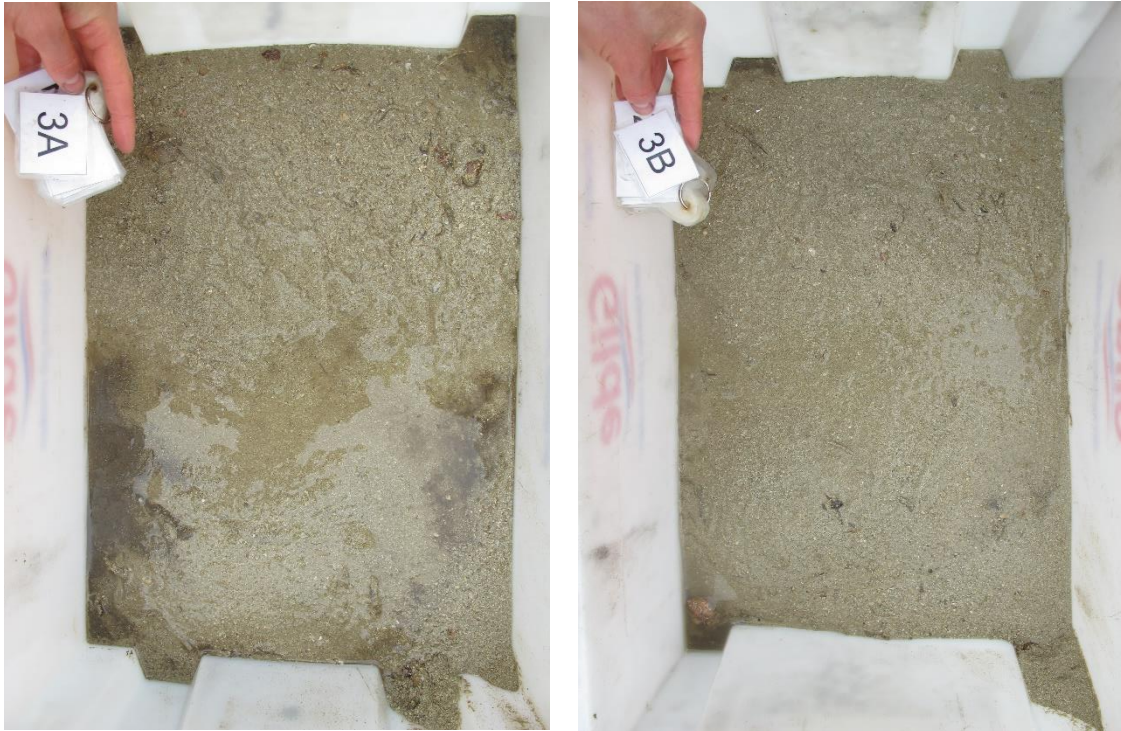
Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (figur V9.1 – V9.4).



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



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



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



Figur V9.4 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.





**Figur V9.5** Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.

## Vedlegg 4 - Bestemmelse av tilstandsklasse etter oksygentilgjengelighet bunnvann

Tabell V.1. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et al.* (1997).

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasser					
		I	II	III	IV	V	
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
<b>Dypvann</b>	O <sub>2</sub> innhold*	mg O <sub>2</sub> / l	>6,39	6,39-4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O <sub>2</sub> metning**	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20

\* Regnet fra ml O<sub>2</sub>/L til mg O<sub>2</sub>/L hvor omregningsfaktoren til mg O<sub>2</sub>/L er 1,42

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