

Søknad om permanent utslippstillatelse

Bakgrunn for søknad

I 2021 overtok Salmon Evolution alle aksjene i smoltprodusenten Kraft laks as. Det omdøpte selskapet, Salmon Evolution Dale AS, er nå en del av vår operasjon for å produsere smolt internt, noe som er viktig for driften av vårt landbaserte matfiskanlegg på Indre Harøy i Hustadvika kommune. Kapasiteten hos Salmon Evolution Dale AS, tidligere Kraft laks, støtter produksjonsbehovene for våre initiale byggetrinn.

I forbindelse med overtagelsen ble det identifisert at det forelå en midlertidig utslippstillatelse med produksjonsbegrensninger på grunn av utilstrekkelig avløpsrensing. Etter å ha kommunisert med statsforvalteren, oppnådde vi en forlengelse av denne tillatelsen til 31. desember 2023 under de samme produksjonsvilkårene.

Salmon Evolution har brukt tiden etter overtakelse til planlegging av utvidet produksjonskapasitet herunder nødvendige avtaler med grunneiere samt prosjektering og bygging av avløpsrensing.

Etter tidligere dialoger med statsforvalter har Salmon Evolution Dale en forventning om å reetablere produksjonsrammene som ble gitt gjennom utslippstillatelsen i 09.09.2011, men at dette er basert på dagens krav som stilles i en utslippstillatelse.

Salmon Evolution

Salmon Evolution, grunnlagt i 2017, er et selskap i akvakulturbransjen som fokuserer på utvikling av landbaserte oppdrettsanlegg ved bruk av friskt norsk sjøvann. Vår visjon er å produsere laks på en bærekraftig og miljøvennlig måte, samtidig som vi opprettholder høye standarder for kvalitet og fiskevelferd.

Selskapet streber etter å forbedre tradisjonelle oppdrettsmetoder ved å innføre kontrollerte vekstforhold. Dette bidrar til å redusere de vanlige utfordringene i fiskeoppdrett, inkludert miljøpåvirkning og spørsmål knyttet til fiskehelse. Ved å anvende innovative teknologier og metoder, arbeider Salmon Evolution mot å demonstrere effektiviteten av vår tilnærming i Norge.

Vårt engasjement for miljøvennlighet og bærekraft er sentralt i vår forretningsmodell. Vi er dedikert til å produsere laks som ikke bare møter høye kvalitetskrav, men som også er oppdrettet med en bevisst omtanke for miljøet. Vår landbaserte oppdrettsmetode gir oss muligheten til å minimere økologiske fotavtrykk sammenlignet med tradisjonelle oppdrettsmetoder.

Salmon Evolution prioriterer kontinuerlig forskning og utvikling for å forbedre bærekraftige praksiser i akvakulturindustrien. Vi mener at vår tilnærming og innovasjon vil bidra til å forme fremtiden for lakseoppdrett, og adressere globale utfordringer knyttet til matproduksjon og miljøbeskyttelse.

Som en del av vår innsats, søker Salmon Evolution å etablere seg som en ansvarlig og fremtidsrettet aktør i akvakulturindustrien, med et klart mål om å produsere laks som møter både dagens og morgendagens standarder for kvalitet og bærekraft.

Salmon Evolution Dale as

Med overtakelsen av Kraft laks as i 2021 tok Salmon Evolution Dale AS en viktig rolle i produksjonen hos Salmon Evolution. Dette skrittet er essensielt for å sikre egenproduksjon av smolt. Å ha full kontroll over egen smoltproduksjon gir oss muligheten til å sikre både kvaliteten og volumet av smolt som blir brukt i våre oppdrettsanlegg. Dette bidrar vesentlig til å stabilisere og forutsi produksjonsforløpet, samtidig som det reduserer vår avhengighet til tredjeparts leverandører.

Selvforsyningen har stor betydning for vår evne til å vedlikeholde en jevn og effektiv produksjonsflyt. Det gir oss muligheten til å ivareta og overvåke kvalitetsstandarder og fiskevelferd fra settefiskstadiet frem til voksen laks. Ved

å kontrollere hele produksjonskjeden kan vi også bedre implementere bærekraftige praksiser og teknologier.

Innføringen av moderne produksjonsteknologi og -metoder i smoltproduksjonen vår er sentralt for å minimere miljøpåvirkningen og fremme ansvarlig drift. Denne tilnærmingen understreker vår forpliktelse til bærekraft og viser en innovativ tilnærming til oppdrett som er til fordel for både miljøet og industrien.

Overtakelsen og utviklingen av Salmon Evolution Dale AS markerer et betydelig skritt mot å etablere selskapet som en integrert og fremtidsrettet aktør i akvakulturindustrien, med et sterkt søkelys på bærekraft og fornyelse.

På bakgrunn av understående bygget løsning på rensing av avløpsvann søkes det herved om utleppsløyve for en årlig produksjon av 5 mill sjøklar smolt med en snittvekt på ca. 130 gram, tilsvarende en årlig produksjon på ca. 650 tonn.

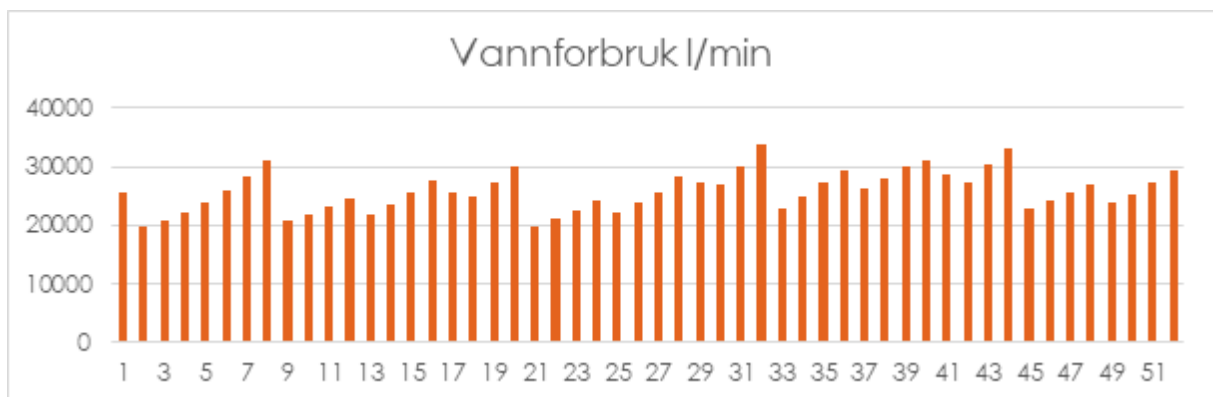
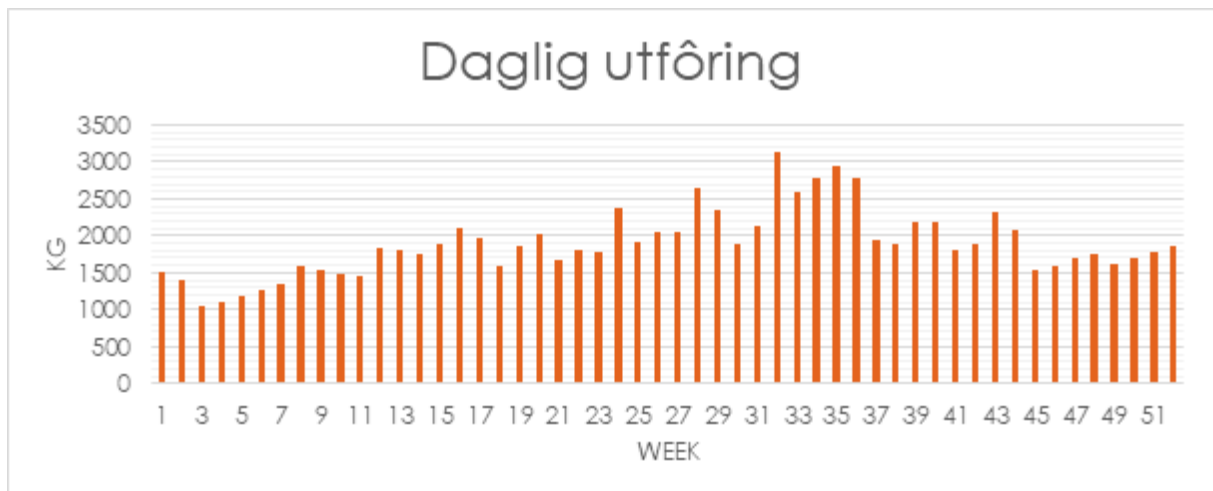
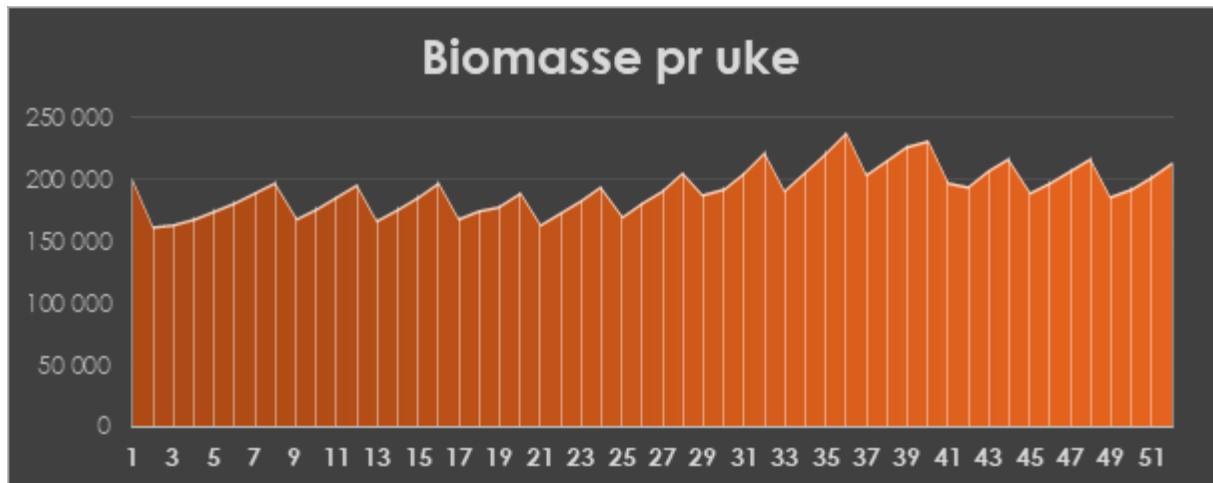
Produksjon

Produksjonsplanen vår innebærer fire rogninnlegg årlig, med månedlige leveranser av smolt. Hver leveranse vil bestå av omtrent 280 000 smolt, hvor hver veier cirka 130 gram.

Vi vil benytte oss av en kombinasjon av teknologier i produksjonsprosessen. Den første delen av produksjonen vil foregå i et gjennomstrømningsanlegg for startfôring. Deretter vil vi benytte vår HFS (hybrid flow-through system) teknologi, som tillater 50% gjenbruk av vann i yngel- og smoltavdelingen.

Den totale vannmengden som ledes til avløp vil være lik mengden av nytt vann som tas inn. Dette vil være innenfor de maksimale grensene for uttak av ferskvann fra Dalevassdraget, som er 33 kubikkmeter per minutt, i tillegg til bruk av UV-desinfisert sjøvann på opptil 17 kubikkmeter per minutt, totalt 50 kubikkmeter per minutt.

Grafene under viser budsjettet stående biomasse pr uke, daglig total utfôring samt forbruk av nytt vann i et produksjonsår.

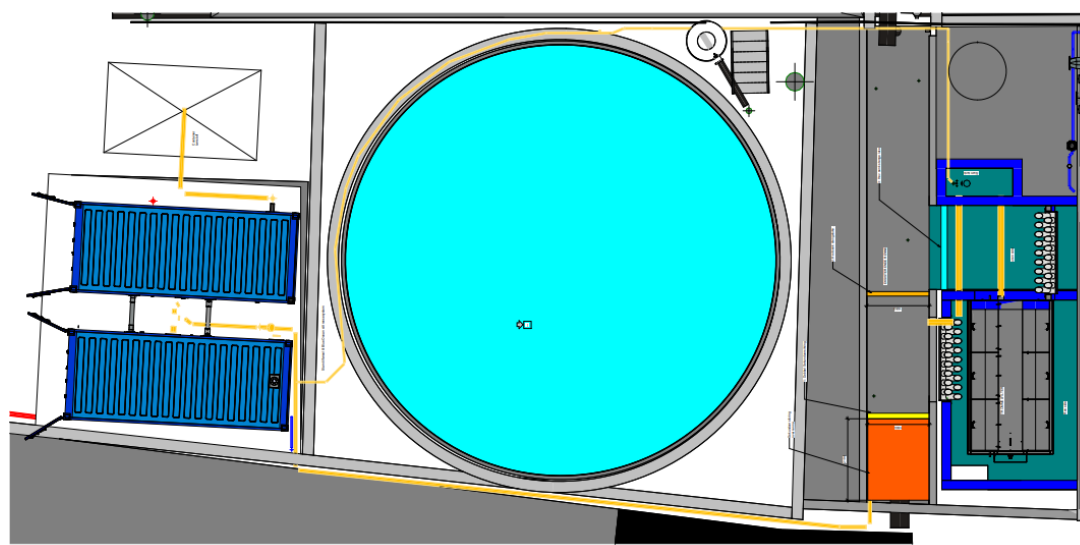


Beskrivelse av avløpsrensing

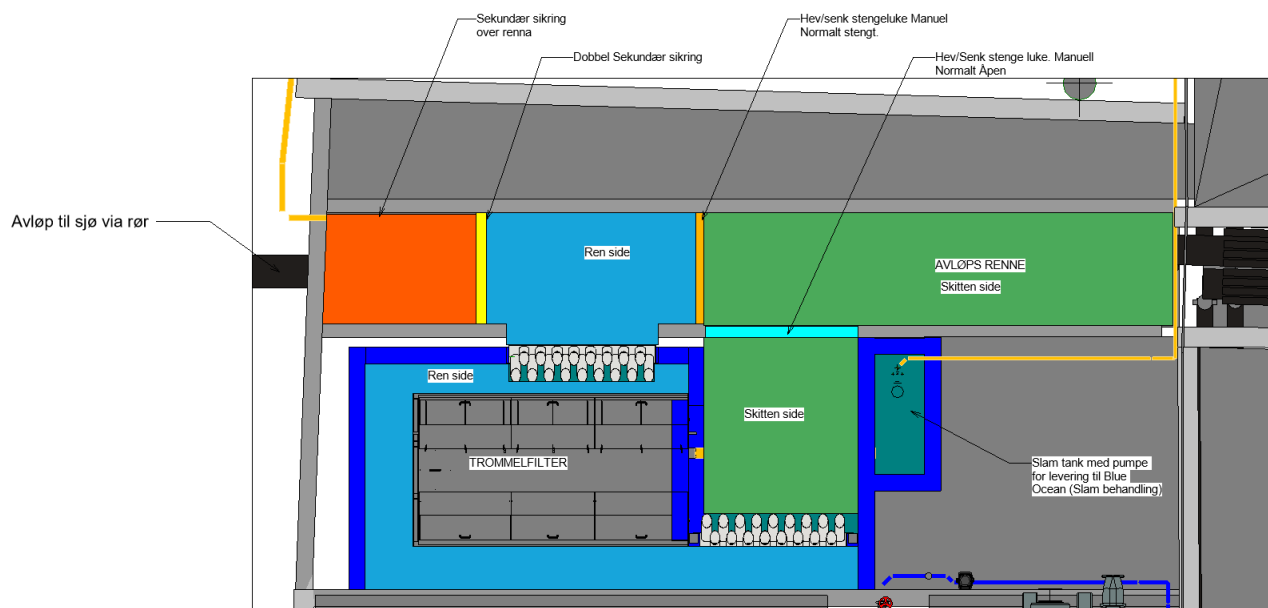
Alt avløpsvann vil bli samlet i felles avløpskanal. Her er det etablert et mekanisk trommelfilter med en kapasitet tilsvarende dimensjonerende vannmengde på 50 m³/min. Filteret har en lysåpning på 80 my, noe som etter våre opplysninger vil gi en rensegrad på 55 % basert på suspendert stoff (TSS) på 25 mg/l i avløpsvann. Trommelfilter er valgt som teknologi på grunn av at dette er den teknologien som over tid er mest utprøvd og er regnet som beste teknikk for å rense avløpsvann hos settefiskanlegg i Norge.

Tynnslam fra trommelfilter blir pumpet videre til et slam-behandlingsystem levert av Blue Ocean Technologies for avvanning til ca. 20 % tørrstoff (TS). Slam blir videre håndtert iht slamhåndteringsplan basert på vår avtale med Blue Ocean Technologies. Slam blir samlet i container for videre frakt. Slammet blir videre fraktet til Mjøsanlegget Biogass i Lillehammer frem til Vest Biogass i Hornindal står ferdig 2024. Veiling og prøvetaking av slammet blir utført.

Det vil bli satt opp massebalanseregnskap på suspendert stoff, fosfor og nitrogen og i tillegg vil det bli tatt regelmessig vannprøver før og etter trommelfilter for dokumentasjon av renseseffekt. Vi vil ta samleprøver ved vannprøvetaking. Avløpsvann vil etter rensing bli ført til sjø via eksisterende avløpsledning.



Oversiktsbilde av avløpsfilter og Blue Ocean slambehandling



Utsnitt av området rundt avløpsfilter.

Utslipp

Vi har satt opp en tabell med et estimat på brutto utslipp ved en årlig produksjon på 650 tonn biomasse og 813 tonn fôrforbruk. Det skal presiseres at å beregne utslipp ved bruk av massebalanseregnskap fører med seg mange usikkerheter og mulige feilkilder (Lomnes mfl. 2019, Skarra & Haaland 2020, Broch & Ellingsen 2020, Rosten 2015). Det finnes heller ingen standardisert metode for utregningene på utslipp fra akvakultur. I kalkulasjonen som er gjort her er det blant annet ikke tatt med at det vil være fôrspill (som vil bli rensset/fjernet med filteret) og at fôr har en tørrstoffandel på ca. 90-92%. Inkluderes tørrstoffandelen og fôrspill i massebalanseregnskapet så vil det totale bruttoutsippet etter rensing bli lavere enn oppgitt i teksten under. Verdiene og resultatene i tabellen skal derfor tolkes med forsiktighet, men de vil kunne gi en pekepinn på brutto utslipp før og etter rensing.

Basert på litteratur (Rosten, 2015) og erfaring er det anslått at det vil være en rensegrad på nitrogen på 10%, fosfor på 30%, biologisk oksygenforbruk (BOD) på 40% og TSS på 55% med bruk av mekanisk filter i kombinasjon med HFS teknologi.

Årlig utslipp til sjø etter rensing vil derfor være henholdsvis 36,7 tonn, 8,5 tonn, 106 tonn og 64,7 tonn for nitrogen, fosfor, BOD og TSS.

Spesifikt utslipp i kg/tonn biomasse er anslått å være 56,5 kg nitrogen/tonn fisk, 13,1 kg fosfor/tonn fisk, 163 kg BOD/tonn fisk og 99,6 kg TSS/tonn fisk.

Beregning av utslipp:	Brutto utslipp	
<u>Årlig fiskeproduksjon</u>	650	Tonn
<u>Årlig fôrforbruk</u>	813	Tonn
<u>Tørrstoffinnhold (25-30%)</u>	30	%
<u>Tørrstoff (TS)</u>	244	Tonn
<u>TS</u>	243750	kg
<u>Suspendert stoff (>0.45 µm)</u>	143813	kg
<u>TOC fôr (ca. 45%, men avhengig av fôrtype)</u>	45	%
<u>TOC fisk (20-45%)</u>	20	%
<u>Organisk karbon (TOC)</u>	118	Tonn
<u>Forholdstall (BOF5:TOC,1:1,5)</u>	1.5	-
<u>BOF5</u>	177	Tonn
<u>Fosfor (12-15 kg fosfor p. tonn fisk produsert)</u>	1.5	%
<u>Fosfor (12-15 kg fosfor p. tonn fisk produsert)</u>	12	Tonn
<u>Fosfor (70% er partikkelbundet)</u>	70	%
<u>Fosfor (70% er partikkelbundet)</u>	9	Tonn
<u>Fosfor (30% er løst)</u>	30	%
<u>Fosfor (30% er løst)</u>	4	Tonn
<u>Nitrogen fôr</u>	7.2	%
<u>Nitrogen fisk</u>	2.7	%
<u>Nitrogen</u>	41	Tonn
<u>Avløpsvann</u>	33000	l/min
<u>Avløpsvann</u>	17344800000	L/år
<u>TS i avløp</u>	14.1	mg/L
<u>Suspendert stoff (>0.45 µm)</u>	8.3	mg/L

Med vennlig hilsen,

Tomas Holte

Daglig leder
Salmon Evolution Dale as

MOBIL +47 970 15 400
Epost tomas.holte@salmone.no

Vedlegg:

1. Punktutslippsanalyse
2. Strømningsrapport

Litteratur:

Bente S. Lomnes, Asbjørn Senneset, & Geir Tevasvold. (2019). *KUNNSKAPSGRUNNLAG FOR RENSING AV UTSLIPP FRA LANDBASERT AKVAKULTUR.*

Hilde Skarra, & Inger Marie Haaland. (2020). *Standardisering og beregning av utslipp fra landbasert akvakultur Hilde Skarra og Inger Marie Haaland, Seksjon for Havforvaltning og marine næringer.*

Ole Jacob Broch, & Ingrid Ellingsen. (2020). *Kunnskaps- og erfaringskartlegging om effekter av og muligheter for utnyttelse av utslipp av organisk materiale og næringsalter fra havbruk.*

Trond, A., & Rosten, W. (2015). *Karakterisering av avløpsvann fra norske landbaserte settefiskanlegg.*

Strømrapport

Måling av strøm på 5m og
15m dyp ved utslippspunkt for

Dale i

februar - mars 2021

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Dale. SR-0521-KL-Dale-102728-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	03.05.21	Første utgivelse	
Rapportdistribusjon	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.		
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Dale	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Volda	Fylke	Møre og Romsdal
Oppdragsgiver			
Selskap	Kraft Laks AS; Dalsfjordvegen 2805, 6120 FOLKESTAD, NORGE		
Kontaktperson	Knut Endre Heltne	post@kraftlaks.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Vegard Aambø Langvatn	vegard.langvatn@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
Kontrollert av	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid er utført av Kraft Laks AS og er dermed ikke akkreditert. Rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall		
Måledyp	5m	15m
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	34.0 (SV)	35.9 (N)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	10.2	8.0
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.3	2.0
Strømstyrke < 3cm/s (%)	10.3	14.1
Strømstyrke < 10cm/s (%)	54.0	71.8
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.2	0.4
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.3	0.1
10-års strøm (maksimal)	56	59
50-års strøm (maksimal)	63	66

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk.....	7
4. Resultater.....	10
4.1 Sammen drag av strømdata	10
4.2 Strømroser	11
4.3 Matrise med strøm hastighet og -retning	12
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	14
4.5 Strømmens retningsfordeling	14
4.6 Tidsdiagram – Strøm hastighet	15
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	16
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	17
4.9 Progressivt vektordiagram	18
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strøm hastighet.....	19
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	19
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	20
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	20
4.14 Maksimal strøm hastighet i 8 retningssektorer	21
4.15 Gjennomsnittlig strøm hastighet i 8 retningssektorer	21
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	21
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	21
4.18 10-års og 50-års strøm hastighet i 8 retningssektorer	22
4.19 Persentilfordeling av strøm hastighet.....	23
4.20 Prosentfordeling av strøm hastighet.....	23
4.21 Strømfordeling	24
4.22 Strømvarighet.....	25
4.23 Tidevannsanalyse	26
4.24 CTD-profil.....	28
5. Diskusjon	29
5.1 Høye strømmålinger.....	29
5.2 Tidevannspåvirkning.....	29
5.3 Vannutskiftning.....	29
5.4 Mulig spredning av utslipp.....	30
5.5 Vannsøylens vertikale struktur.....	30

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	31
6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger	31
6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter	32
6.3 Måleprinsipp for strømmålinger	33
6.4 CTD-målinger	33
7. Vedlegg – Riggoppsett	34
7.1 Riggoppsett	34
8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	35
8.1 Databearbeiding	35
8.2 Kvalitetssikring av data.....	37
8.3 Fjernede dataverdier.....	41
8.3.1 Måleperiode	41
8.3.2 Enkelte datapunkter.....	41
9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	42
10. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner.....	43
11. Vedlegg – Måleenheter	44
12. Vedlegg – Parametere og beskrivelse.....	45
13. Vedlegg – Referanser	46

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Kraft Laks AS utført strømmålinger ved utslippspunkt Dale som er vurdert etter beliggenhet, strømforhold, temperatur, vannutskiftning og tidevann.

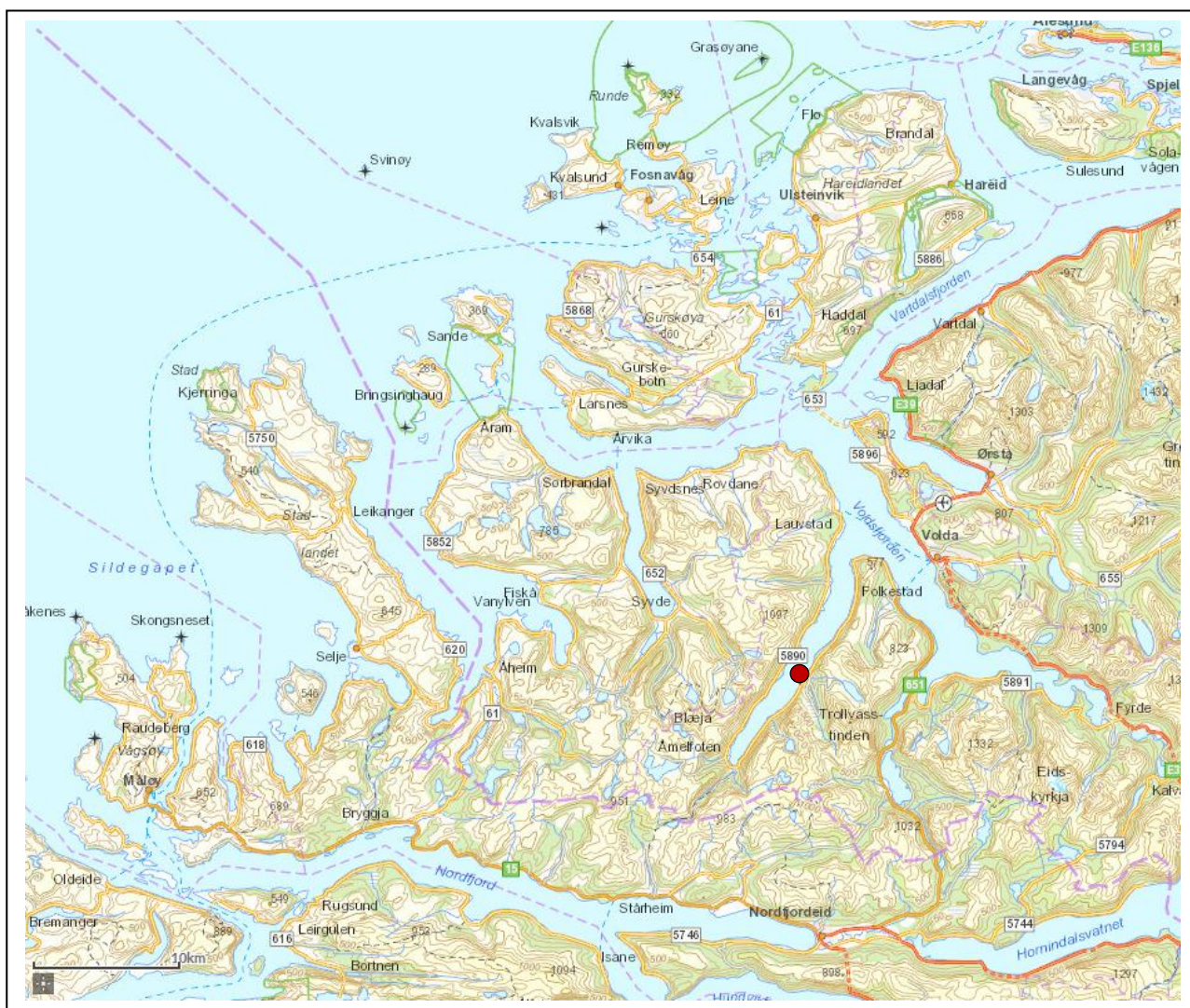
Resultatene fra undersøkelsen gjelder for gitte prøvepunkt og på gitt tidspunkt hvor vurderingen av strømforhold over området er vurdert på bakgrunn av resultatene.

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Dale ligger i Volda kommune, Møre og Romsdal (Figur 2.1). Dale ligger på østsiden av Dalsfjorden. Plasseringen er åpen mot Voldsfjorden i N/NØ.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra N/NØ og SV.

Bunntopografi er ca. 24m dyp og orientert N – S i området for strømmålingsposisjonen. Målepunktet ligger over en bunn som skråner nedover mot V til ca. 200m midt i fjorden. Dalsfjorden er orientert i retning NØ – SV i området rundt strømmålerposisjonen.



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt måleposisjonen, anvist med rød prikk. Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

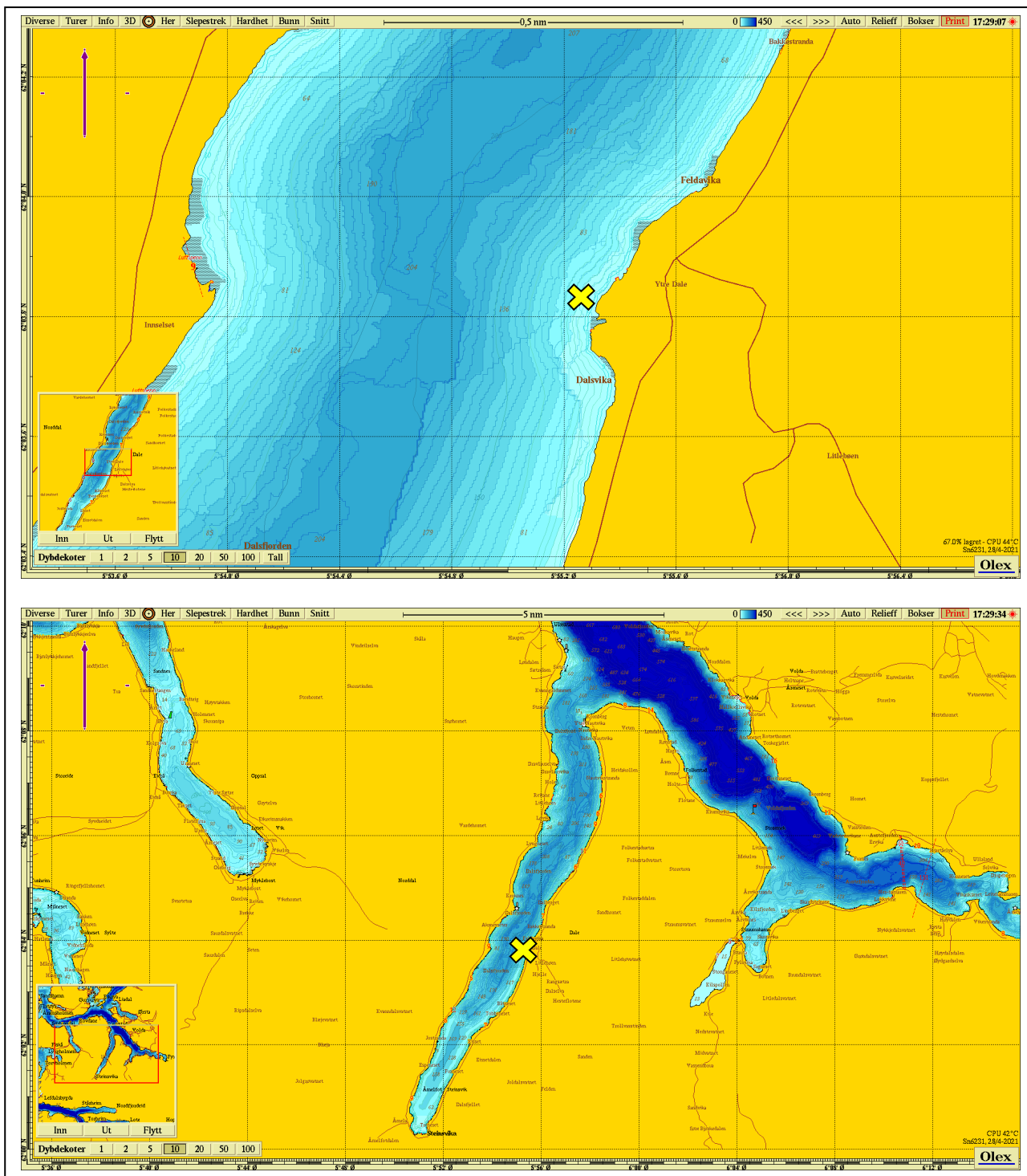
3. Metodikk

Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1. Målingene på 5m og 15m dyp er tatt for å måle strøm ved et utslippspunkt. Utslippspunktet ligger på ca. 18m dyp og i avstand på 15m fra strømmålerposisjonen (se Figur 8.2.1).

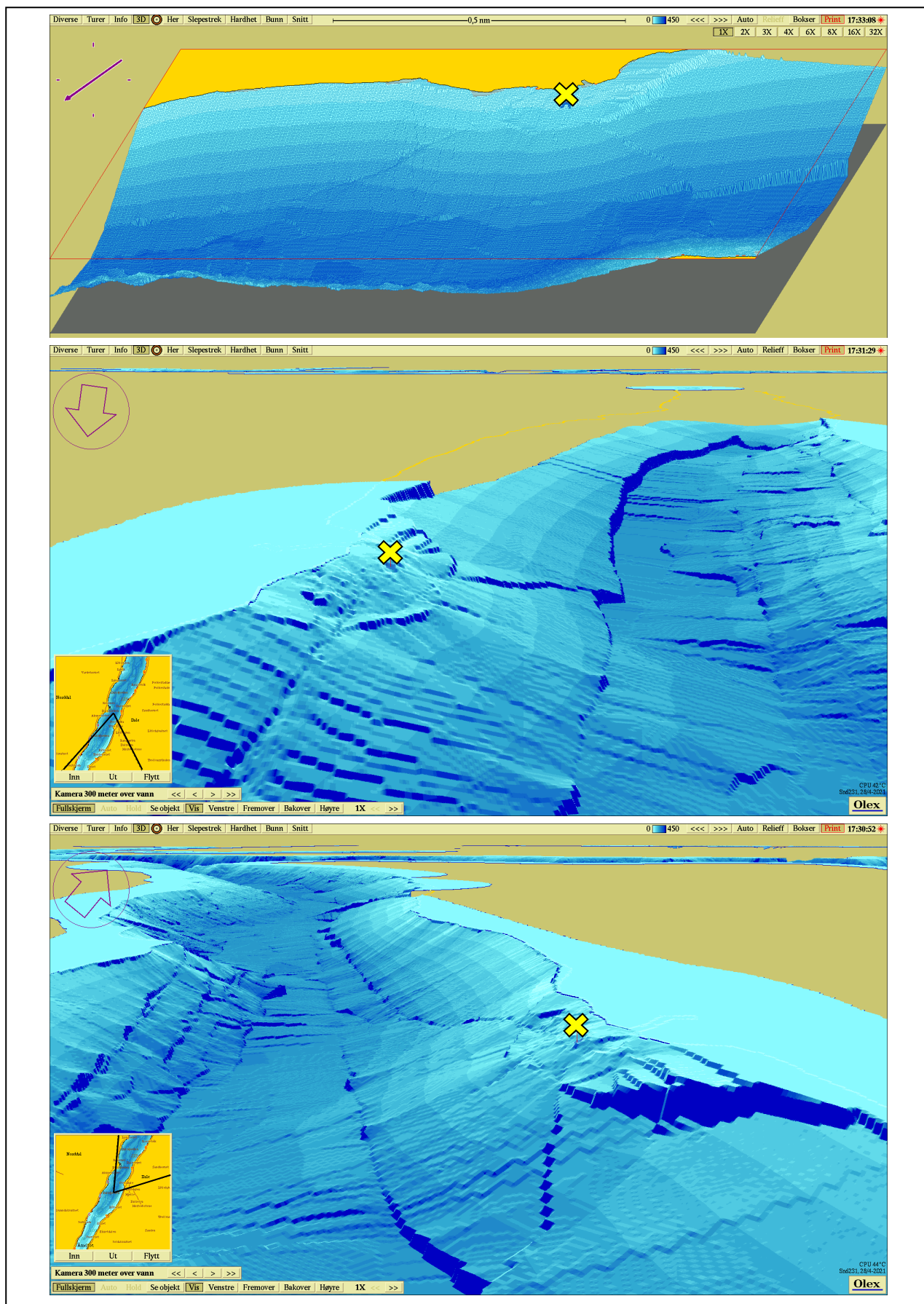
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 - Figur 3.2).

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m
Posisjonsanvisning	✘	✘
Posisjon	62° 03.830' N; 005° 55.272' Ø	62° 03.830' N; 005° 55.272' Ø
Dyp på målested	24m	24m
Instrumenttype	Nortek punktmåler	Nortek punktmåler
Måleperiode	23.02.21 - 28.03.21	23.02.21 - 28.03.21
Måleintervall	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	33.0 / 33.0	33.0 / 33.0
Manglende/fjernede datapunkt	0	0



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss. Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



Figur 3.2. 3D-bilde av bunntopografi i området. Den tynne kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering (øverste bilde) og den tykke kompasspila indikerer kameraets orientering (midterste og nederste bilde). De små bildene viser kameraets utsiktspunkt for den tilhørende bunntopografien. Kartene er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

4. Resultater

4.1 Sammendrag av strømdata

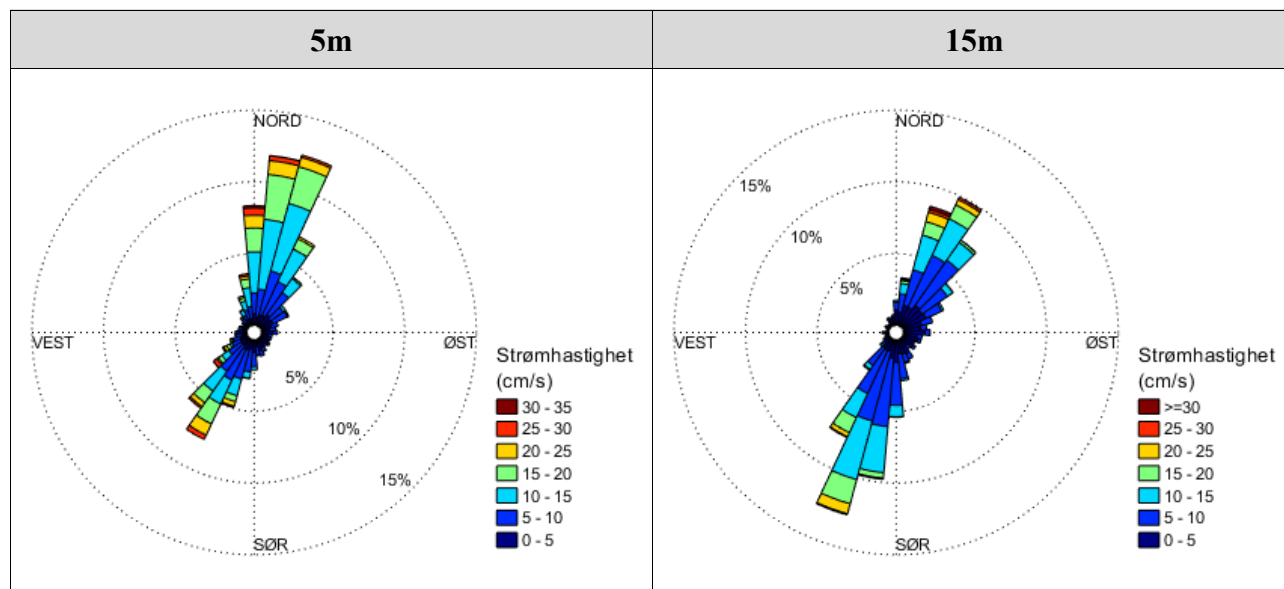
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m og 15m dyp.

Måledyp	5m	15m
Sjøtemperatur (°C)	4.4 - 6.3	4.9 - 6.6
Strømhastighet		
Maksimum (cm/s)	34.0	35.9
Gjennomsnitt (cm/s)	10.2	8.0
Minimum (cm/s)	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	17.3	13.7
Signifikant min (cm/s)	4.0	3.2
Varians (cm/s) ²	37.6	26.5
Standardavvik (cm/s)	6.1	5.1
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.3	2.0
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	20
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	10.3	14.1
Lengste periode < 3cm/s (min)	90	200
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	54.0	71.8
Lengste periode < 10cm/s (min)	650	1910
% ≥ 30cm/s	0.2	0.4
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	20	140
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0
Effektiv transport		
Hastighet (cm/s)	3.3	1.2
Retning (grader)	357	136
Neumann-parameter	0.3	0.1
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	8813	6933

4.2 Strømroser

Strømrosene viser strømhastighet og -retning under hele måleperioden. Strømrosene viser hvor stor andel av målingene som er registrert for hver 10°-sektor, vist som prosentandel i figurene, og hvilken strømhastighetsklasse som er registrert i de ulike sektorene. Strømroser gir en indikasjon på om strømmen har en dominerende retning eller ikke.



Figur 4.2.1. Strømroser på 5m og 15m dyp.

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

Strømretninger er fordelt i 15°-sektorer (sektorene er vist i venstre kolonne). Den nederste linjen viser den prosentvise fordelingen av de registrerte strømhastighetene. Kolonnen til høyre viser den prosentvise fordelingen i de ulike 15°-sektorene og antall kubikkmeter vann som i måleperioden vil passere et tenkt vindu på 1x1 meter i den aktuelle strømretningen. Kolonnen til høyre viser også maksimal strømhastighet i hver 15°-sektor.

Hastighetsfordeling er \geq (lavest verdi) og $<$ (høyest verdi) i oppgitt hastighetsrekkevidde.

Tabell 4.3.1. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra 5m dyp.

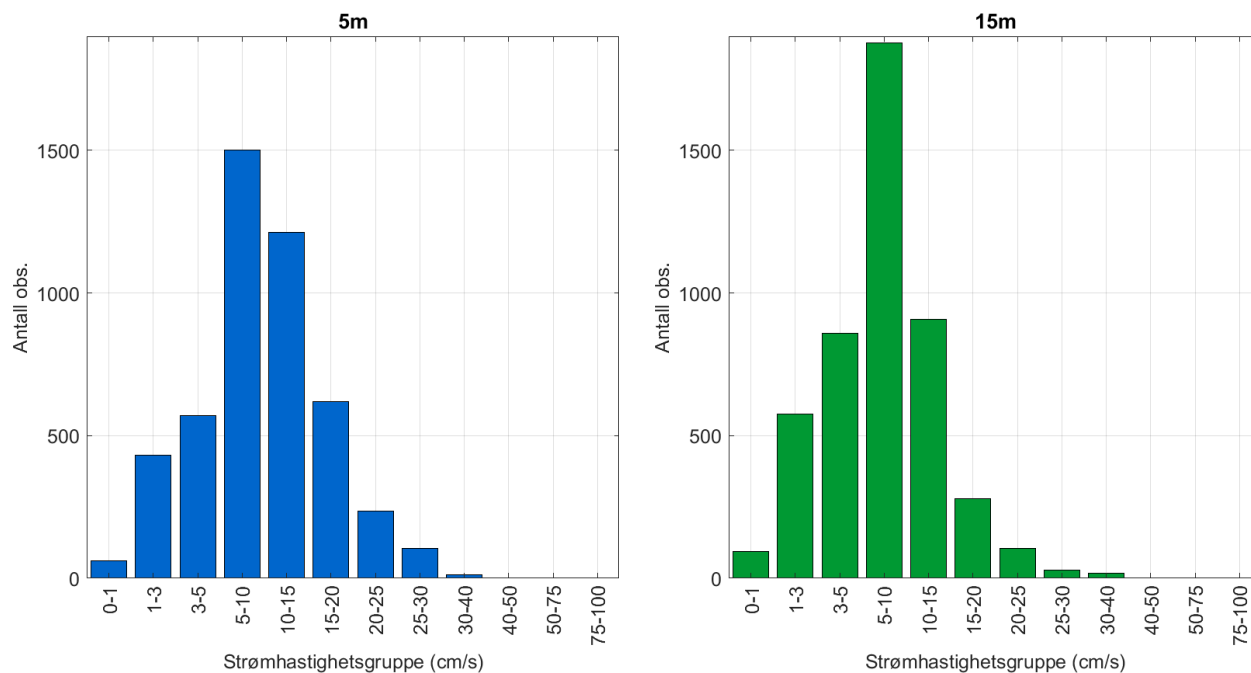
Retning (grader)	Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s	
	0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%		
N	0	7	24	20	106	208	133	66	36	8	0	0	0	0	608	12.8	51692	17.8	33.0
N	15	3	15	25	176	361	207	52	15	1	0	0	0	0	855	18.0	67067	23.1	30.4
NØ	30	1	24	38	198	184	65	12	0	0	0	0	0	0	522	11.0	32065	11.0	23.8
NØ	45	5	18	50	102	46	4	0	0	0	0	0	0	0	225	4.7	9659	3.3	17.4
NØ	60	4	27	34	68	6	0	0	0	0	0	0	0	0	139	2.9	4359	1.5	10.8
Ø	75	1	12	25	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.6	2366	0.8	9.9
Ø	90	3	29	26	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	1.6	1724	0.6	9.5
Ø	105	2	14	19	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.1	1221	0.4	8.3
SØ	120	1	18	22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	1.0	1017	0.3	8.3
SØ	135	2	21	21	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1.2	1340	0.5	9.3
SØ	150	5	23	22	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	68	1.4	1576	0.5	10.5
S	165	2	19	27	36	3	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.8	2619	0.9	13.0
S	180	4	19	33	77	12	0	0	0	0	0	0	0	0	145	3.1	5099	1.8	14.0
S	195	2	13	36	124	55	12	4	1	0	0	0	0	0	247	5.2	12648	4.4	27.2
SV	210	3	20	32	165	135	108	61	23	0	0	0	0	0	547	11.5	41914	14.4	29.1
SV	225	0	15	27	118	75	34	13	16	0	0	0	0	0	298	6.3	19340	6.7	29.6
SV	240	1	10	26	47	17	16	11	8	1	0	0	0	0	137	2.9	8562	2.9	34.0
V	255	4	17	12	36	2	7	1	0	0	0	0	0	0	79	1.7	3064	1.1	21.7
V	270	2	20	15	16	2	0	1	0	0	0	0	0	0	56	1.2	1516	0.5	20.4
V	285	1	12	10	19	0	3	0	0	0	0	0	0	0	45	0.9	1445	0.5	18.6
NV	300	1	15	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0.7	714	0.2	9.7
NV	315	2	12	10	20	2	1	0	0	0	0	0	0	0	47	1.0	1398	0.5	15.2
NV	330	2	19	13	25	36	3	0	0	0	0	0	0	0	98	2.1	4529	1.6	17.7
N	345	2	15	18	50	67	27	15	5	1	0	0	0	0	200	4.2	13631	4.7	30.2
Antall obs.		60	431	569	1501	1213	620	236	104	11	0	0	0	0	4746	100	0	0	0
%		1.3	9.1	12.0	31.6	25.6	13.1	5.0	2.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.2. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra 15m dyp.

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%	
N	0	5	30	28	38	11	1	0	0	0	0	0	0	0	113	2.4	3558	1.6	15.5
N	15	1	26	55	137	103	42	24	8	16	0	0	0	0	412	8.7	27655	12.1	35.9
NØ	30	2	44	67	269	200	65	28	13	1	0	0	0	0	689	14.5	41662	18.2	30.1
NØ	45	3	41	86	213	68	9	1	0	0	0	0	0	0	421	8.9	18044	7.9	23.5
NØ	60	5	36	84	100	11	0	0	0	0	0	0	0	0	236	5.0	7359	3.2	12.3
Ø	75	5	40	42	39	1	0	0	0	0	0	0	0	0	127	2.7	3155	1.4	11.0
Ø	90	8	42	50	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	2.7	2730	1.2	9.1
Ø	105	4	25	43	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	1.9	1990	0.9	8.1
SØ	120	2	30	28	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.5	1506	0.7	8.1
SØ	135	3	20	33	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	1.5	1648	0.7	8.6
SØ	150	3	31	48	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	113	2.4	2784	1.2	11.4
S	165	6	14	46	73	7	0	0	0	0	0	0	0	0	146	3.1	4938	2.2	11.9
S	180	11	36	62	237	59	1	1	0	0	0	0	0	0	407	8.6	17045	7.5	20.3
S	195	2	18	50	356	290	79	24	3	0	0	0	0	0	822	17.3	50832	22.2	28.6
SV	210	2	21	39	236	136	80	28	5	0	0	0	0	0	547	11.5	34879	15.3	27.6
SV	225	5	18	23	57	18	2	0	0	0	0	0	0	0	123	2.6	4720	2.1	15.3
SV	240	2	5	12	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0.7	890	0.4	10.7
V	255	0	15	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0.5	406	0.2	7.6
V	270	6	15	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0.6	385	0.2	5.5
V	285	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0.3	179	0.1	4.2
NV	300	5	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0.4	243	0.1	4.6
NV	315	3	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0.5	336	0.1	4.6
NV	330	5	23	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0.8	547	0.2	5.5
N	345	2	18	21	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	1.0	1018	0.4	9.4
Antall obs.		93	576	859	1878	908	279	106	29	17	0	0	0	0	4746	100	0	0	0
%		2.0	12.1	18.1	39.6	19.1	5.9	2.2	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

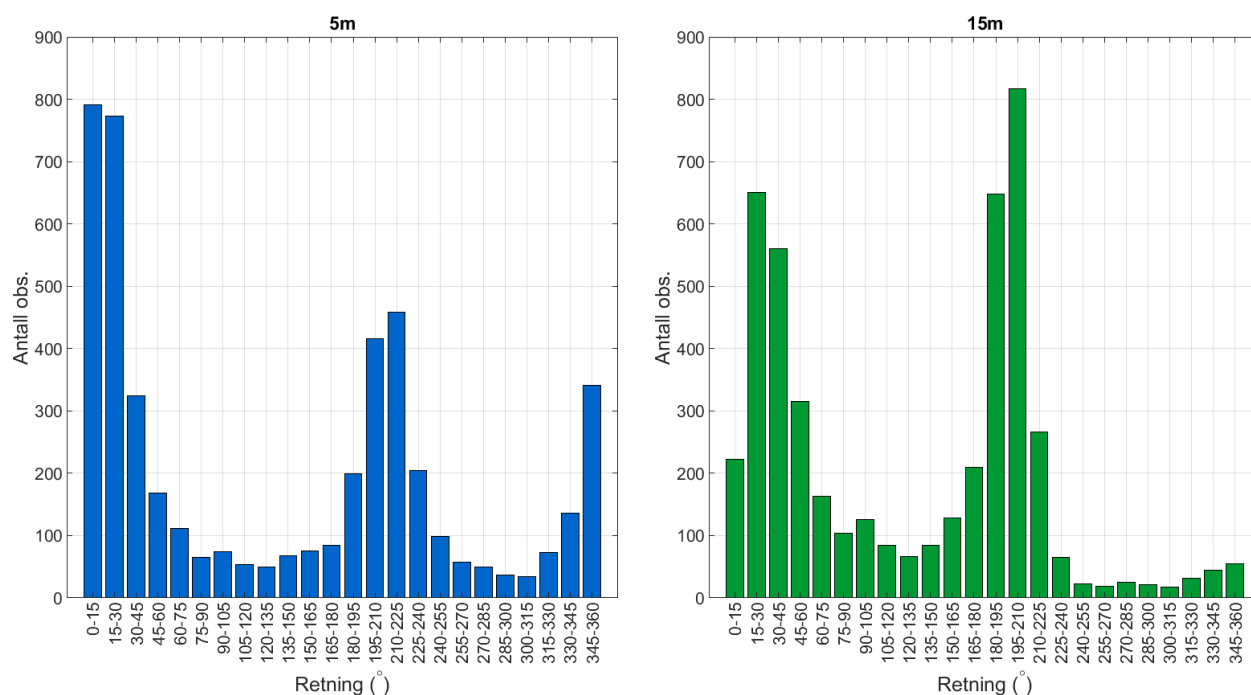
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m og 15m dyp. Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

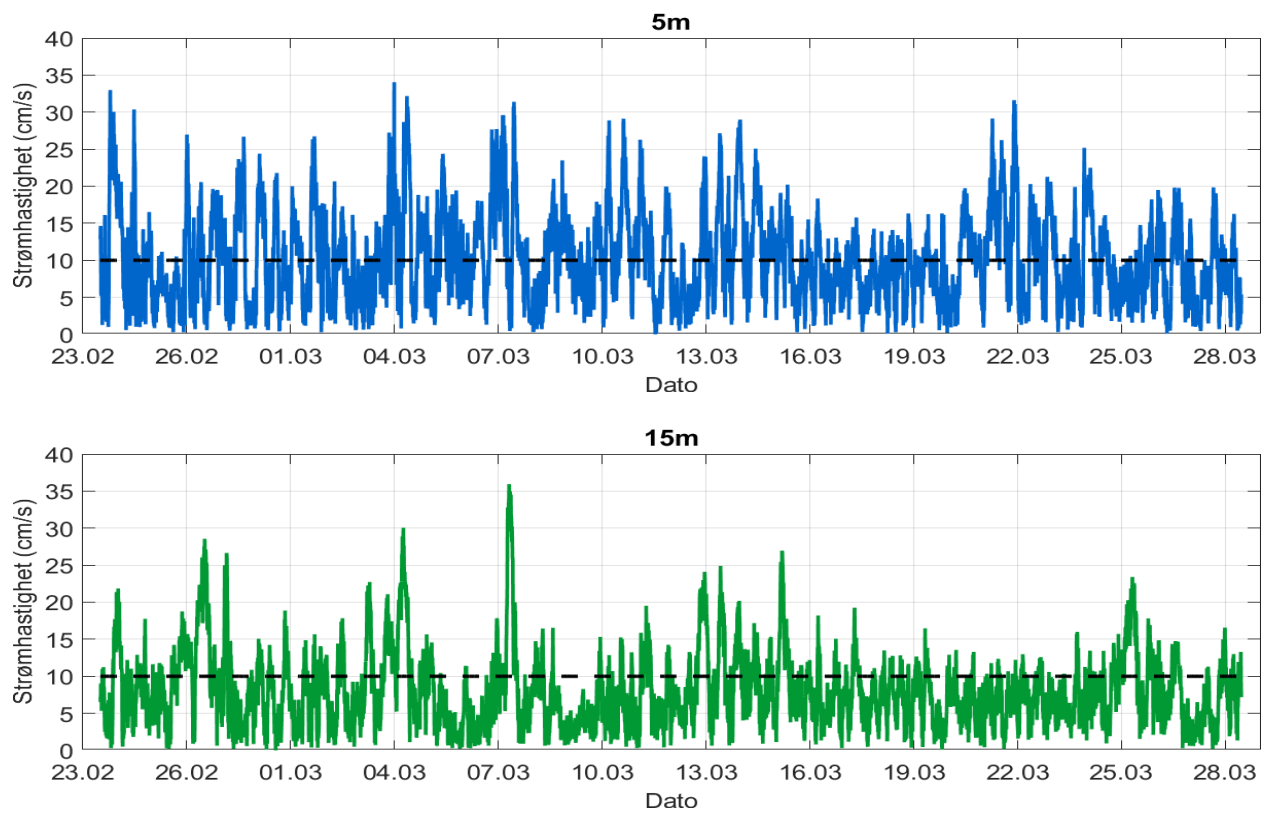
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m og 15m dyp. Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

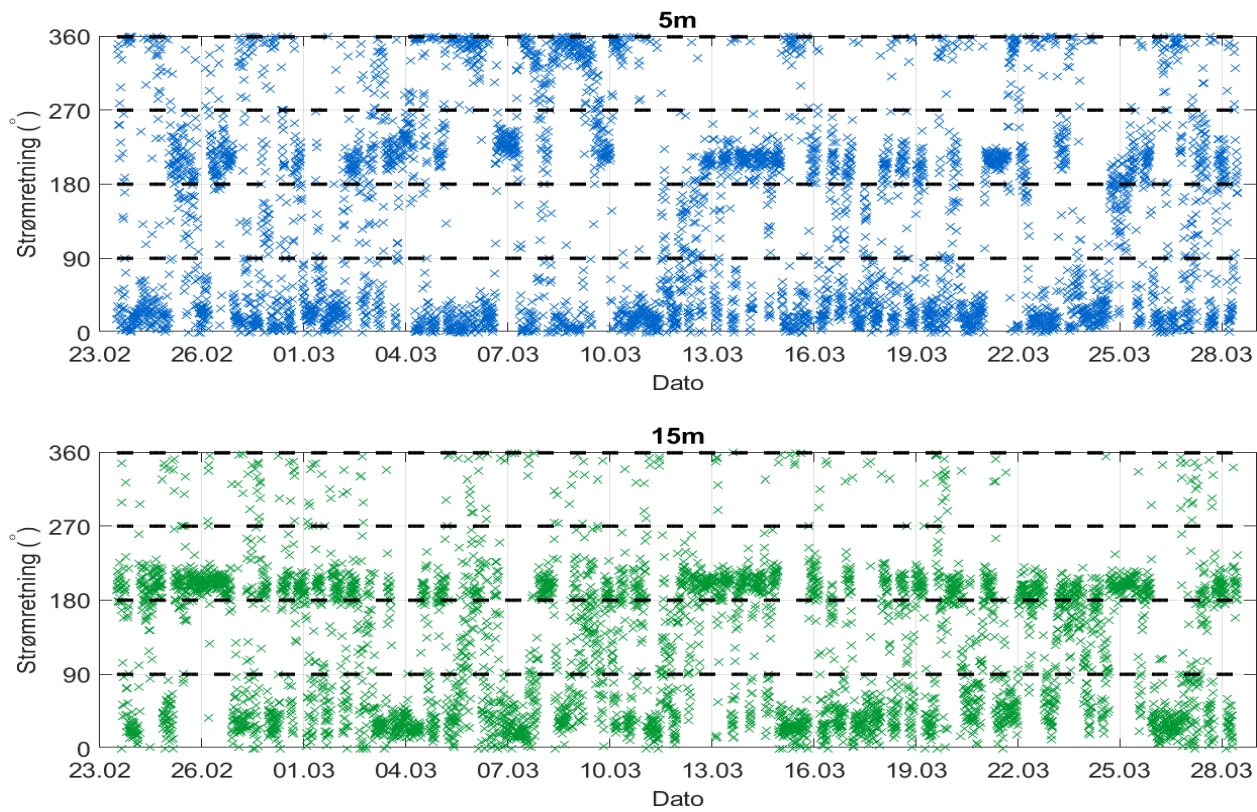
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m og 15m dyp. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

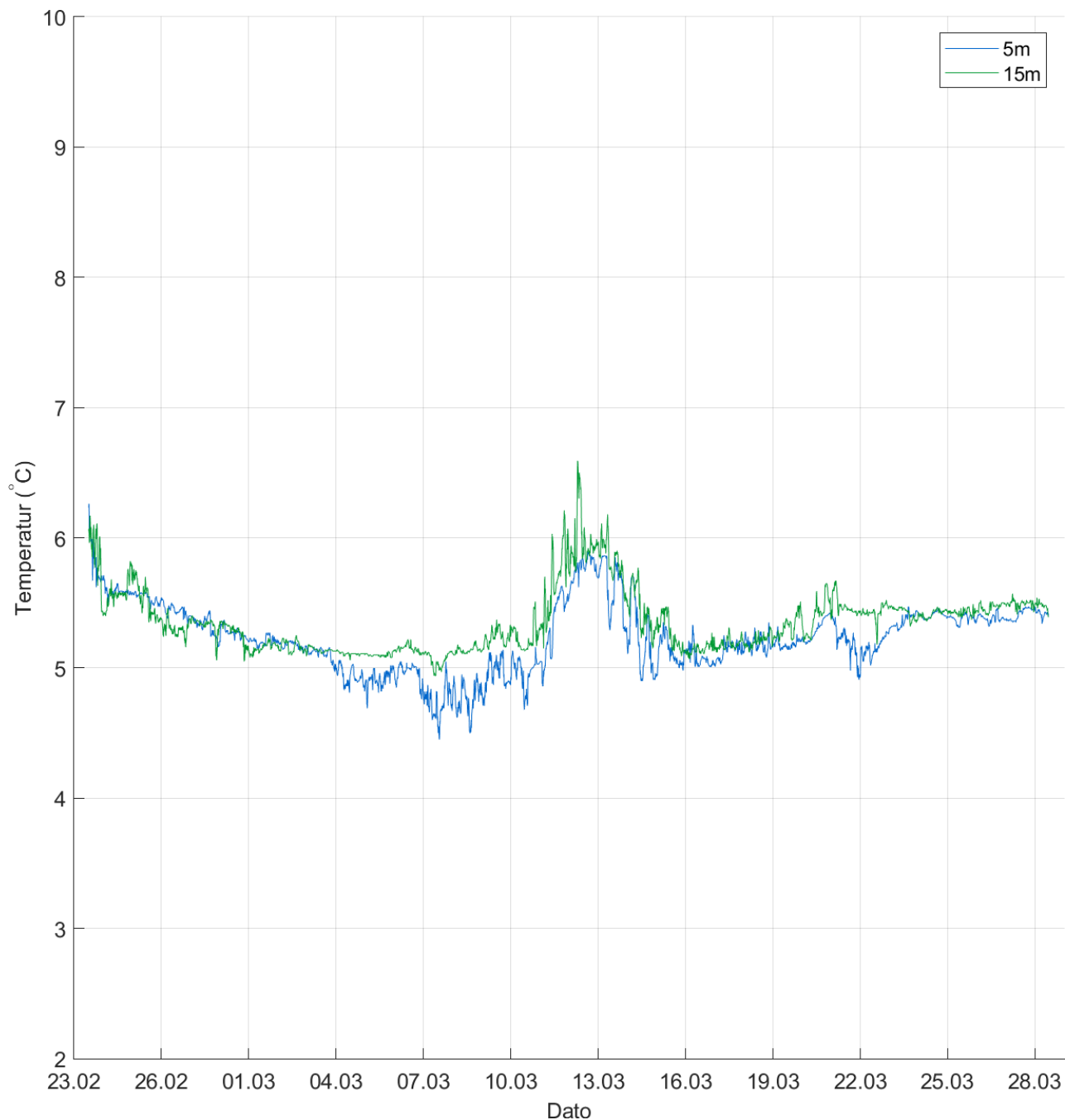
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m og 15m dyp. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

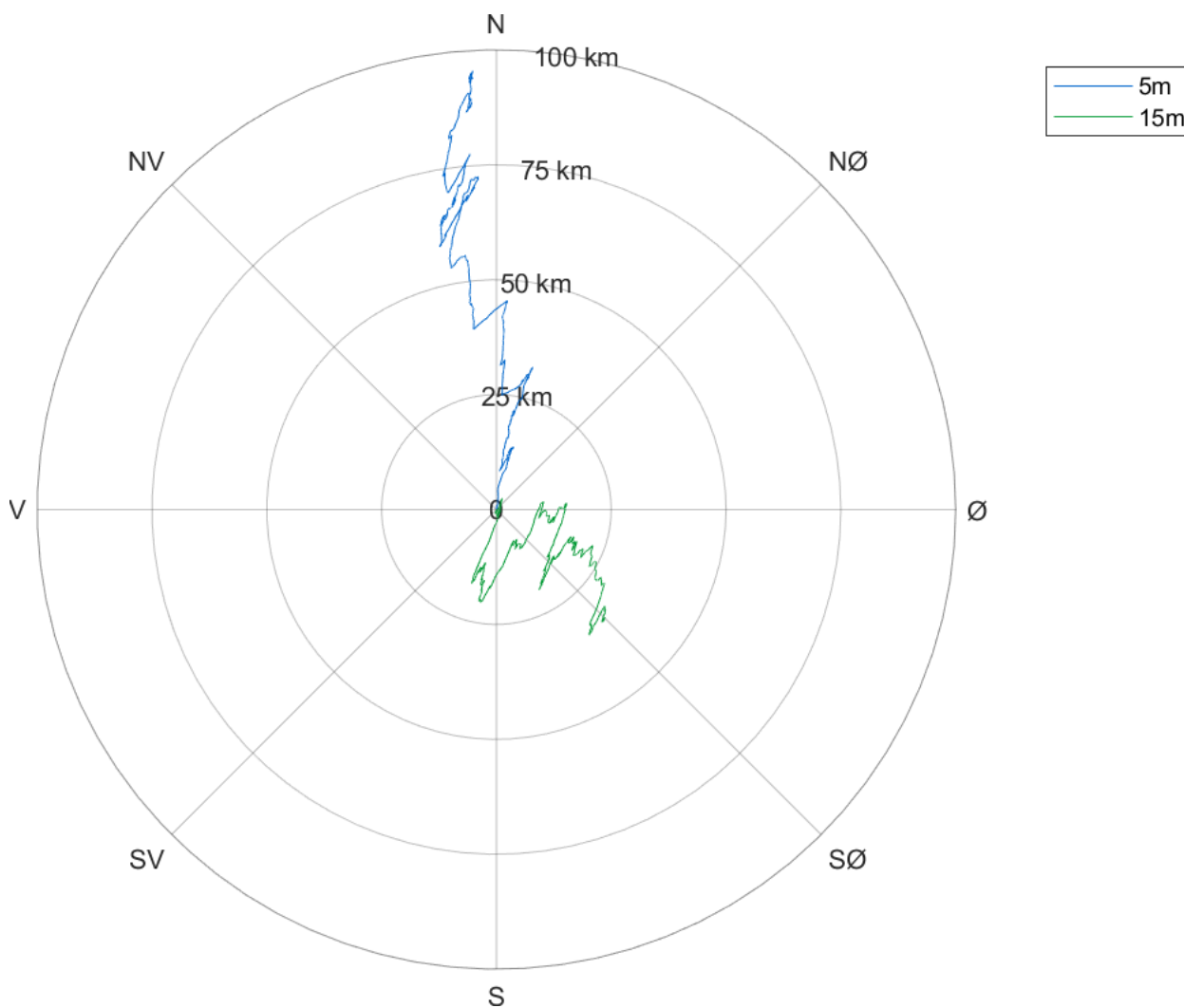
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m og 15m dyp. Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

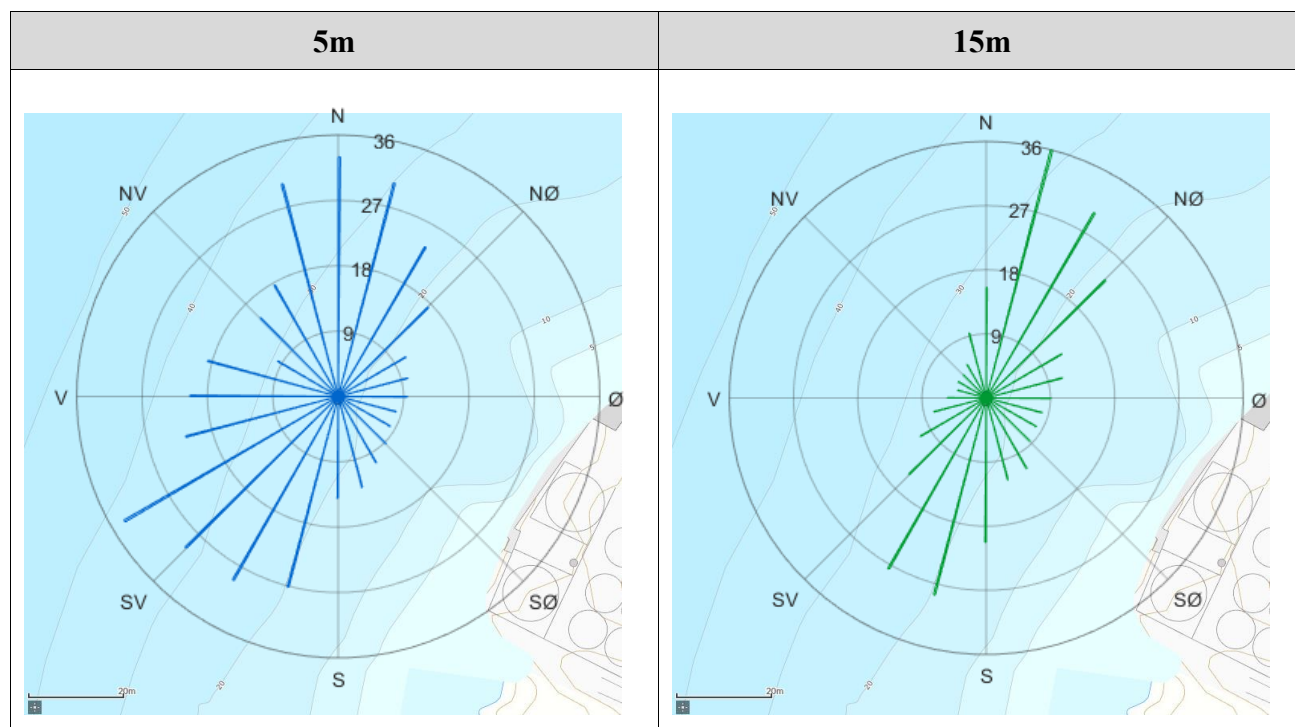
4.9 Progressivt vektordiagram

Et progressivt vektordiagram viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmålerens posisjon ved målestart, vil drive av sted i løpet av måleperioden (Figur 4.9.1). Dette gir en indikasjon på vannutskifting under måleperioden.



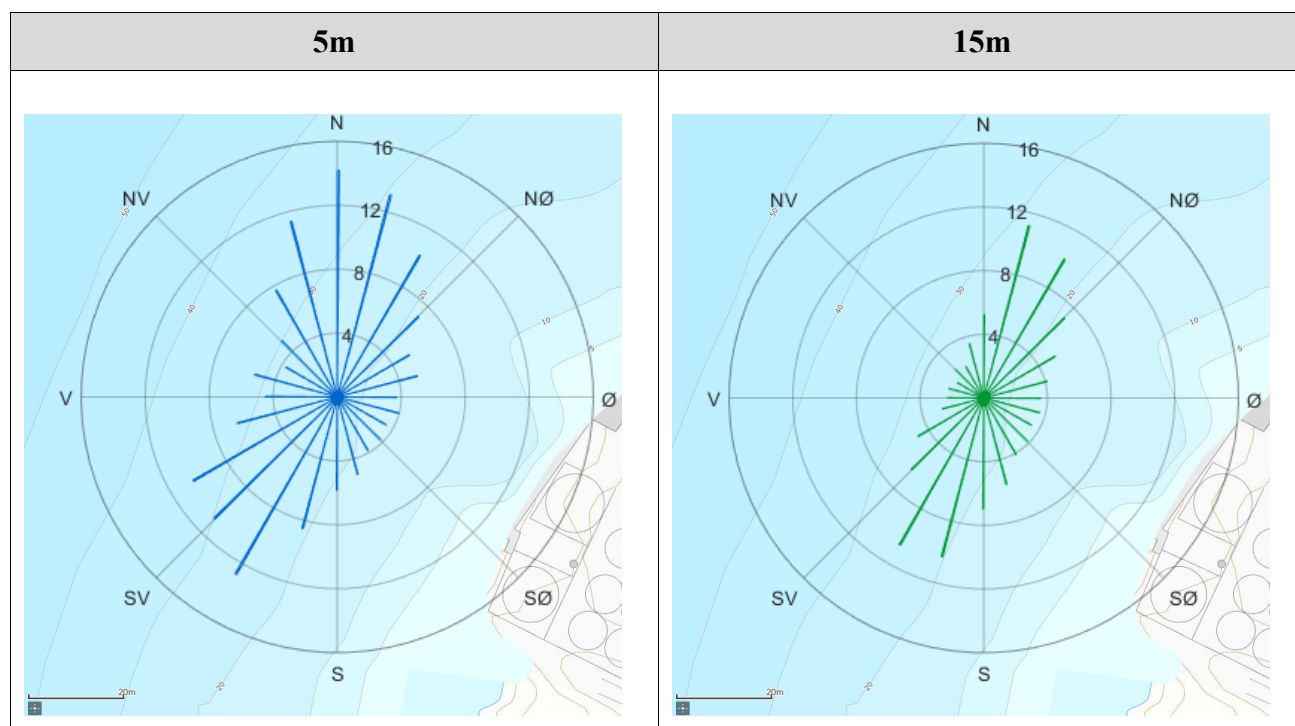
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m og 15m dyp.

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømshastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp i løpet av måleperioden.

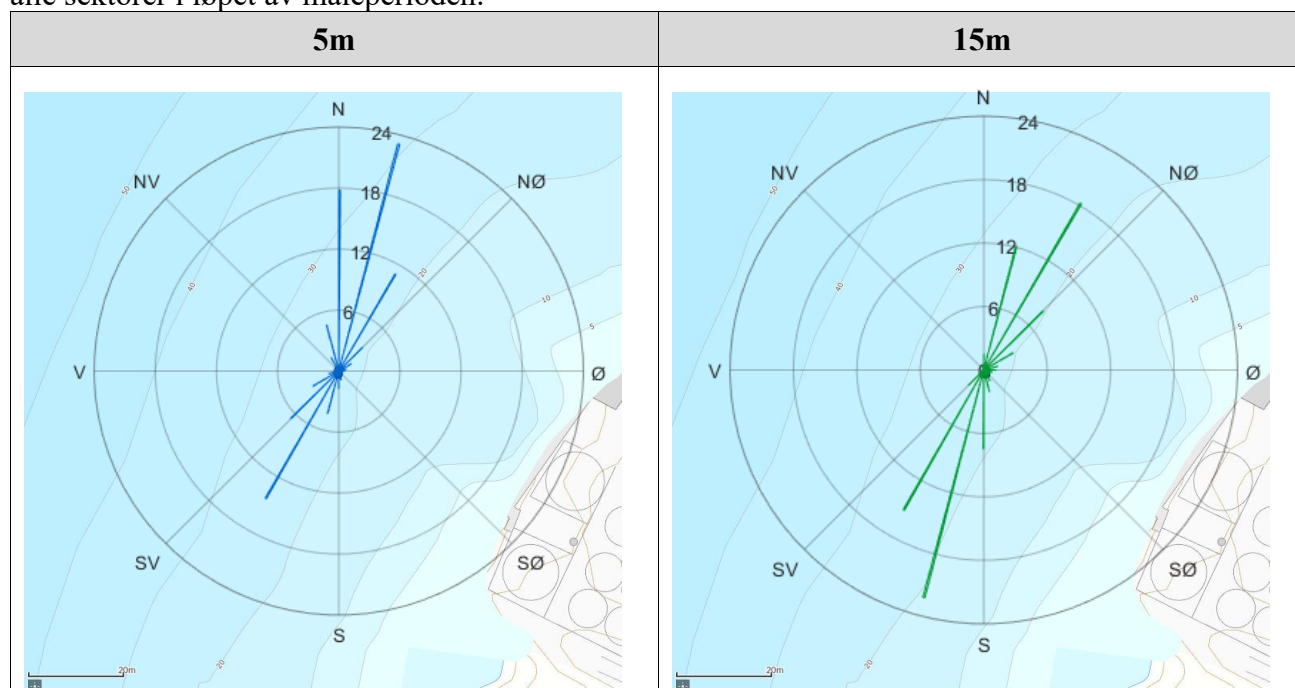
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

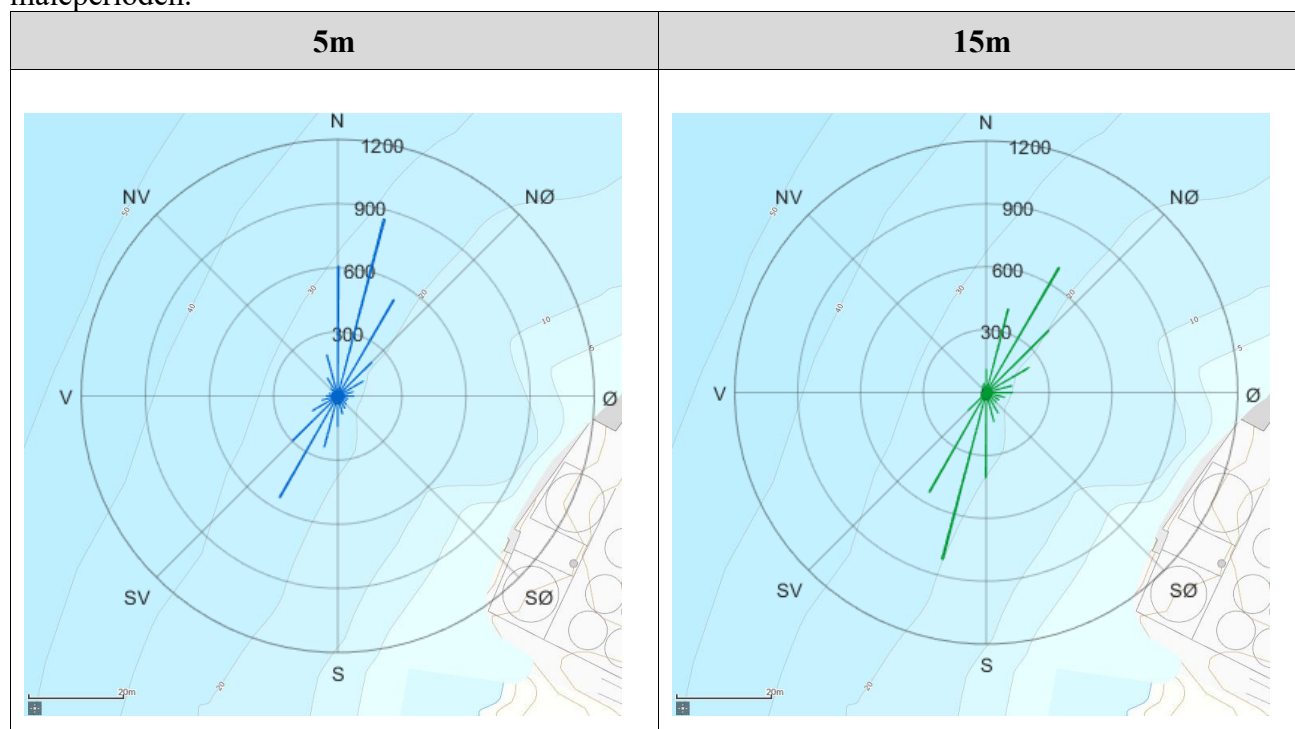
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp i løpet av måleperioden.

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner

Figuren viser hvor mange ganger strømretningen er observert i de ulike 15°-sektorene i løpet av måleperioden.



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp i løpet av måleperioden.

4.14 Maksimal strømshastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.14.1. Maksimal strømshastighet (cm/s) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	33.0	23.8	9.9	10.5	27.2	34.0	21.7	17.7
15m	35.9	30.1	11.0	11.4	28.6	27.6	7.6	5.5

4.15 Gjennomsnittlig strømshastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.15.1. Gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	13.1	8.7	4.3	3.8	7.1	11.8	5.6	6.3
15m	7.2	8.3	3.8	3.9	8.8	9.6	2.5	2.3

4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer

Tabell 4.16.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	1663	886	204	174	479	982	180	177
15m	573	1346	345	256	1375	701	66	83

4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer

Tabell 4.17.1. Relativ vannutskiftning (%) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	45.3	15.9	1.8	1.4	7.0	24.1	2.1	2.3
15m	11.2	30.3	3.6	2.7	32.9	18.3	0.4	0.5

4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer

Verdier for strøm med returperiode på 10 år (x1.65) og for returperiode på 50 år (x1.85). Retningene som er oppgitt i raden under maksstrømmen er retningen til den respektive maksimale strømhastigheten.

Tabell 4.18.1. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m dyp.

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	33.0	23.8	9.9	10.5	27.2	34.0	21.7	17.7
Retning (°)	4	24	71	157	201	234	253	337
10-år (cm/s)	54	39	16	17	45	56	36	29
50-år (cm/s)	61	44	18	19	50	63	40	33

Tabell 4.18.2. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 15m dyp.

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	35.9	30.1	11.0	11.4	28.6	27.6	7.6	5.5
Retning (°)	12	26	68	157	198	206	261	336
10-år (cm/s)	59	50	18	19	47	46	13	9
50-år (cm/s)	66	56	20	21	53	51	14	10

4.19 Persentilfordeling av strømhastighet

Kolonnen til venstre indikerer prosent av data (persentil) som er lik eller lavere enn oppgitt strømhastighet (cm/s).

Tabell 4.19.1. Persentilfordeling av strømhastighet (cm/s) for hvert dyp.

Persentil	5m	15m
1	0.9	0.7
10	2.9	2.4
20	4.6	3.7
30	6.2	4.8
40	7.7	6.0
50	9.3	7.3
60	11.0	8.4
70	12.9	9.7
80	15.2	11.5
90	18.8	14.5
95	21.9	18.2
99	27.0	25.0

4.20 Prosentfordeling av strømhastighet

Oppgitte verdier i tabellen under er rundet av til nærmeste desimaltall for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaltall. Lave verdier (< 0.01%) er oppgitt som 0.0%.

Tabell 4.20.1. Prosent (%) av data per dyp som er lik eller høyere enn oppgitt strømhastighet (cm/s).

Strømhastighet (cm/s)	5m	15m
1	98.7	97.9
3	89.6	85.9
5	77.6	67.8
10	46.0	28.2
20	7.4	3.2
30	0.2	0.4

4.21 Strømfordeling

Verdiene i tabellene under indikerer prosent av data i ulike grupper av strømhastighet (cm/s), fordelt i 8 retningssektorer. Strømhastighetsgruppene er oppdelt slik at strømhastighetene er større enn oppgitt laveste grense og mindre eller lik oppgitt høyeste grense. Oppgitte verdier er rundet av til nærmeste desimaltall for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaltall. Lave verdier (< 0.01%) er oppgitt som 0.0%.

Tabell 4.21.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 5m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.08	0.1	0.1	1.3
1-5	2.5	4.0	2.6	2.7	3.1	2.7	1.8	1.6	21.0
5-10	7.0	7.8	1.5	0.8	5.0	7.0	1.5	1.1	31.7
10-20	21.1	6.4		0.04	1.7	8.1	0.3	0.9	38.5
20-30	4.0	0.3			0.1	2.8	0.04		7.2
30-40	0.2					0.02			0.2
Sum	35.1	18.7	4.2	3.7	10.1	20.7	3.7	3.7	100.0

Tabell 4.21.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 15m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	2.1
1-5	3.7	7.5	5.1	4.0	4.7	2.5	1.2	1.5	30.2
5-10	3.8	12.3	1.8	1.2	14.0	6.4	0.04	0.02	39.6
10-20	3.3	7.4	0.02	0.04	9.2	5.0			25.0
20-30	0.7	0.9			0.6	0.7			2.9
30-40	0.3	0.02							0.3
Sum	12.0	28.3	7.3	5.4	28.9	14.8	1.4	1.8	100.0

4.22 Strømvarighet

Verdiene i tabellene under indikerer prosent av data i ulike intervaller av strømhastighet (cm/s) med forskjellig varighet. Strømhastighetsintervallene er oppdelt slik at strømhastighetene er større enn oppgitt laveste grense og mindre eller lik oppgitt høyeste grense. De ulike gruppene av varighet er oppdelt på samme måte som strømhastighetsintervallene. Oppgitte verdier er rundet av til nærmeste desimaltall for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaltall. Lave verdier (< 0.01%) er oppgitt som 0.0%.

Tabell 4.22.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 5m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.3							
1-5	11.2	5.0	3.3	1.0		0.5		
5-10	17.9	8.1	5.0	0.7				
10-20	10.1	7.9	7.7	4.8	4.0	1.2	2.1	0.8
20-30	2.2	1.5	2.7	0.3	0.4			
30-40	0.2							

Tabell 4.22.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 15m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	2.0							
1-5	10.8	9.3	7.1	1.7	0.4		0.8	
5-10	17.2	9.2	9.9	2.8	0.4			
10-20	7.7	4.8	6.0	3.4	1.3		0.7	1.1
20-30	1.3	0.2	0.7	0.6				
30-40	0.06			0.3				

4.23 Tidevannsanalyse

En tidevannsanalyse av strømdata er gjennomført for å vurdere hvor stor andel av det målte signalet som er forårsaket av tidevannet. Tidevannsanalysen er utført ved bruk av analyseverktøyet T_Tide (Pawlowic, et al., 2002).

Tidevannsanalysen inkluderer alle separerbare tidevannskomponenter. Det er også foretatt en analyse med fem separerbare tidevannskomponenter, M_2 (12.42 timers periode), S_2 (12.00 timers periode), N_2 (12.66 timers periode), O_1 (25.82 timers periode) og K_1 (23.93 timers periode), som benyttes i forbindelse med tidevannstabeller. Tidevannskomponentenes periode forklarer hvor ofte de oppstår, dvs. at M_2 , S_2 og N_2 oppstår omtrent to ganger daglig, mens O_1 og K_1 oppstår omtrent en gang per dag.

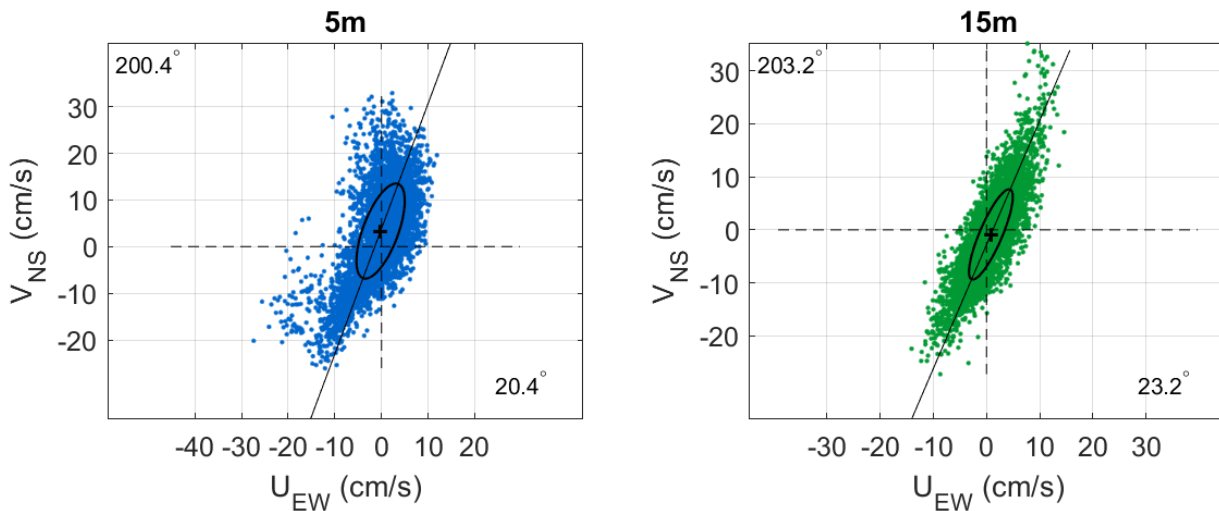
Målt strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning (Figur 4.23.1). Strørellipsens store halvakse (hovedakse) markerer retningen der variasjonen er størst.

Tabell 4.23.1. Tidevannsbidrag til strøm basert på tidevannsanalyse av målte data.

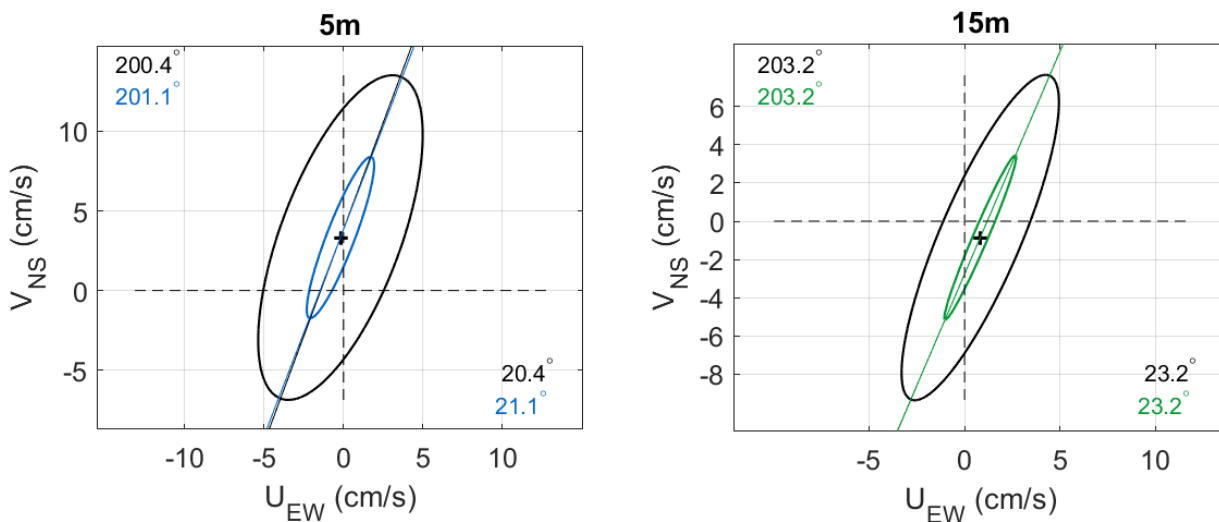
Måledyp	5m	15m
Strøm (%)	45.8	52.6

Tabell 4.23.2. Tidevannsbidrag til strøm fra tidevannskomponentene M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 .

Måledyp	5m	15m
Strøm (%)	24.0	32.6



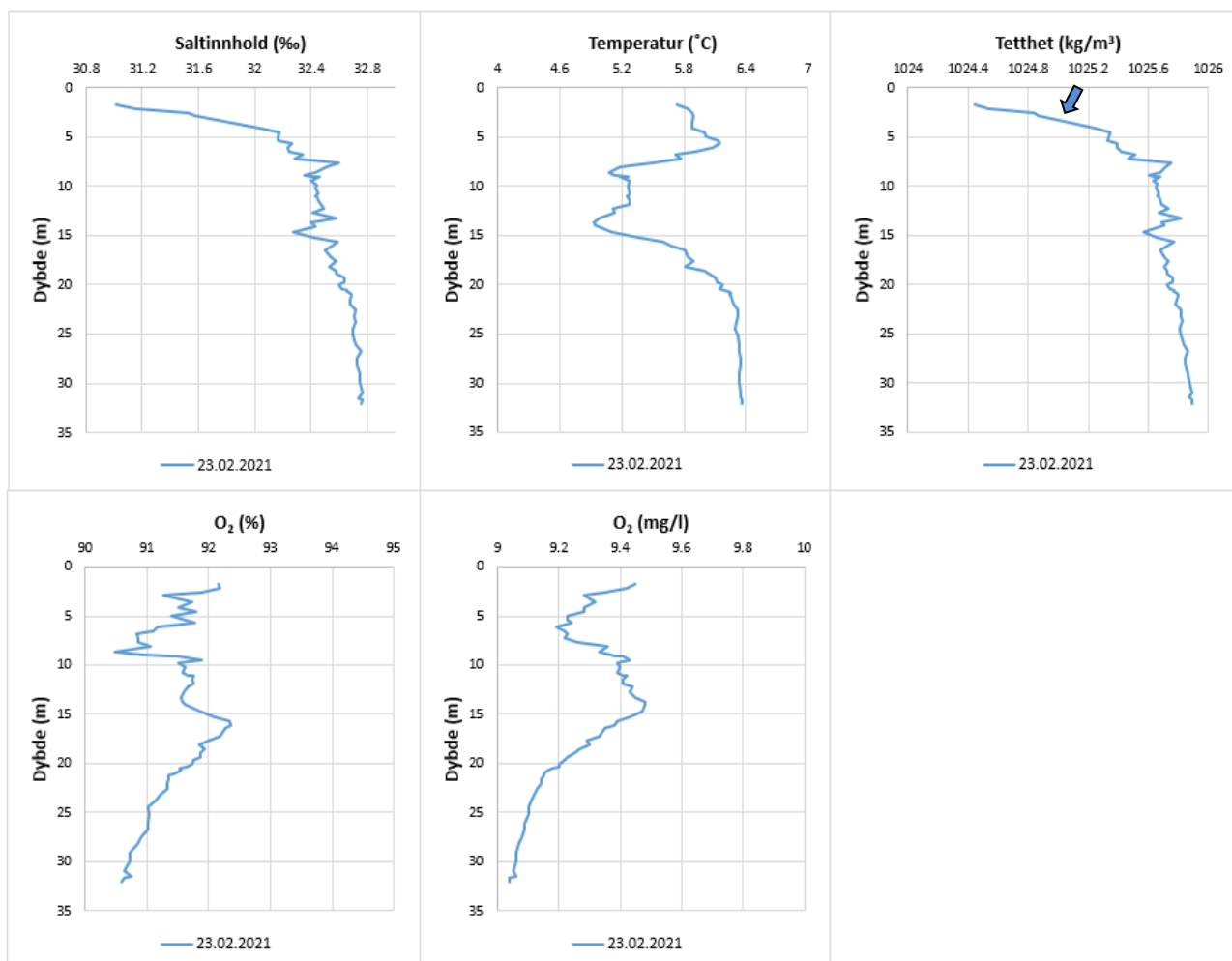
Figur 4.23.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram med tilhørende strømellipse. Midtpunktet for strømellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist med stiplede linjer.



Figur 4.23.2. $U_{EW} - V_{NS}$ tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strømellipsen (svart linje). Midtpunktet for strømellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist med stiplede linjer.

4.24 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett 23.02.21 av strømmålere i samme posisjon som strømriggen.



Figur 4.24.1. Vertikalprofiler av saltinnhold, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen. Blå pil indikerer dyp på lagdeling i vannsøylen.

5. Diskusjon

Strømmen på Dale er mot N/NØ – SV på 5m dyp og mot N/NØ – S/SV på 15m dyp og stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering. Strømretningen på 15m dyp domineres av motsatt rettede hovedstrømretninger. 85.3% av relativ vannutskiftning på 5m og 92.7% på 15m skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 34.0cm/s mot SV på 5m og 35.9cm/s mot N på 15m dyp. Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på begge dyp og er vurdert som middels sterk på 5m og sterk på 15m dyp. Maksimalmålingen er bare én måling og gir ikke en indikasjon av om strømmen er sterk eller svak i området.

Signifikant maksimal strømhastighet er gjennomsnittet av den høyeste tredjedelen av målingene og gir en indikasjon av styrken på strømmen i området. Denne var 17.3cm/s på 5m og 13.7cm/s på 15m dyp. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og middels sterk på 15m dyp.

Det var noen tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på begge dyp.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på begge dyp under måleperioden, fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strø mellipsen (Figur 4.23.2). Tidevannsbidrag til strøm på 5m er lavere enn lenger ned i vannsøylen. Dette indikerer at strømmen lenger opp i vannsøylen er mer påvirket av andre faktorer.

5.3 Vannutskiftning

Det er naturlig med strømstille når tidevannet skifter fra flo til fjære eller motsatt. Varigheten av strømstille perioder kan ha betydning for vannutskiftning i et område. Neumann-parameteren sier noe om stabiliteten til strømmen. En høy Neumann parameter (f.eks. 0.7) indikerer en retningsstabil strøm. Dette tyder på at vannet strømmer i en retning og beveger seg konstant bort fra startpunktet. En lav Neumann-parameter kan bety at vannstrømmen har skiftende retning og kanskje bare flyter fram og tilbake ved startpunktet. Neumann-parameteren kan brukes opp mot progressivt vektordiagram og gjennomsnittsstrømmen for å kunne si noe om vannutskiftningen ved det punktet hvor strømmen er målt.

Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{cm/s}$ på begge dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og som sterk på 15m dyp.

Neumann-parameteren er vurdert som middels stabil på 5m og lite stabil på 15m dyp. Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på alle dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 20 minutter på 5m og 20 minutter på 15m dyp. Det var kort periode med strømstille. Dette tyder på god vannutskiftning i området.

5.4 Mulig spredning av utslipp

Bunntopografi og strømningsforhold har også betydning for utskifting og nedbryting av bunnsedimenter fra anlegget (Mattilsynet, 2016). En ujevn bunn eller en flat bunn med groper gir større risiko for opphopning av sedimenter enn en jevnt skrånende bunn.

Dyp ved målepunktet var ca. 24m. Strømmålerposisjonen ligger over en bunn som skråner nedover mot V til ca. 200m midt i fjorden. Bunntopografien er orientert N – S i området for strømmålerposisjonen. Det er ingen store groper i området.

5.5 Vannsøylens vertikale struktur

Vannsøylens stabilitet har vesentlig betydning for sirkulasjon i området og mulighet for blanding vertikalt. En stabil vannsøyle har økende tetthet med økende dyp. Lagdeling i vannsøylen (forårsaket forskjellige grunner, for eksempel; ferskvannsavrenning, avkjøling/oppvarming av overflatevann, utveksling av vann ved bunn med kystvann) påvirker spredning av utslipp både horisontalt og vertikalt.

Temperatur under måleperioden er 4.4 - 6.3°C på 5m og 4.9 - 6.6°C på 15m dyp. Temperaturen mellom 5m og 15m dyp er hovedsakelig lik gjennom måleperioden, men hvor temperaturen på 15m dyp har en tendens til å være litt varmere enn på 5m dyp. Gjennomsnittlig synker temperaturen fra begynnelsen av måleperioden og frem til 4. mars og deretter er temperaturen mer varierende etterfulgt av en økning i perioden 10. – 13. mars. Fra 13. mars synker temperaturen igjen fram til 16. mars etterfulgt av en periode med mer varierende temperatur som varer til slutten av måleperioden.

CTD-målinger ved utsett viser svak økning i temperatur fra overflaten og ned til 6m dyp. Deretter synker temperaturen til 14m dyp bestående av et varmere lag mellom 9m og 11m dyp. Fra 14m øker temperaturen igjen fram til 22m og deretter holder temperaturen seg stabil ned til bunn.

Saltinnholdet minker fra et ferskere overflatelag og ned til ca. 5m dyp. Fra 5m og ned til 20m dyp varierer saltinnholdet etterfulgt av en svakere økning mot bunn. Den store økningen i saltinnhold ved overflaten og ned til 5m dyp kan forklares av ferskvannsavrenning i overflaten.

Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen er ustabil i store deler mellom 5m og 20m dyp. Vannsøylen har et overflatelag og et lag på bunn hvor pyknoklinen er vist med blå pil i Figur 4.24.1.

Oksygenmetningen ved utsett er høyere enn 90% i hele vannsøylen. Gjennomsnittlig synker oksygenmetningen fra overflaten og ned til 9m dyp etterfulgt av en økning til 16m dyp. Deretter synker oksygenmetningen gradvis mot bunn. Oksygeninnholdet viser lignende mønster som oksygenmetningen.

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon

6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger

Valg av målested

Plassering av riggen i forhold til det dypet strømmen skal måles på har stor betydning for målingene. Målingene er tatt for å måle strøm ved utslippspunkt. Bunntopografien i området bør vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.

Valg av måledyp

Målingene er tatt for å måle strøm på 5m og 15m dyp i nærheten av utslippspunkt.

Valg av måleperiode

Siden tidevannskomponentene M_2 og S_2 «pulserer» sammen hvert 14.77 døgn, som er tidevannssyklus for spring / nipp, er anbefalt minimum for måleperioden 30 dager.

Målingene på 5m og 15m dyp ble gjort i samsvar med NS 9415:2009, der kravet er at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst en måned.

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

Opplysninger om strøminstrumentene er oppgitt i Tabell 6.2.1. Målerne registrerer strømhastighet, strømretning og temperatur.

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m
Leverandør	Nortek AS	Nortek AS
Instrumenttype, modell	Aquadopp current meter (2MHz)	Aquadopp current meter (2MHz)
ID-nr.	9242	6707
Cellestørrelse	-	-
Kalibrering	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	1% av målt verdi $\pm 0.5\text{cm/s}$	1% av målt verdi $\pm 0.5\text{cm/s}$
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til $\pm 5\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)	0 til $\pm 5\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)
Strømretningens nøyaktighet	$\pm 2^\circ$ for helning $< 20^\circ$	$\pm 2^\circ$ for helning $< 20^\circ$
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei
Temperatures nøyaktighet og rekkevidde	0.1°C , -4°C til 40°C	0.1°C , -4°C til 40°C

6.3 Måleprinsipp for strømmålinger

Nortek Aquadopp punktmåler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Instrumentet sender ut en kort lydimpuls (akustisk puls) med en konstant, bestemt frekvens. Endring i styrken og frekvensen til de innkommende refleksjonene blir målt. Forskjellen mellom pulsen som ble sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastigheten. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og at de derfor beveger seg med samme hastighet som vannet.

Tabell 6.3.1. Måleprinsipp for Nortek Aquadopp punktmåler.

Tid (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Punktmåler																				

Gule og grønne felt indikerer aktive perioder innenfor en samplingsperiode på 10 minutter; måleren pulserer i 1 minutt, etterfulgt av 9 minutters hvile i løpet av en 10-minutters samplingsperiode. Den registrerte målingen hvert 10. minutt er gjennomsnittet av strømmålinger i løpet av det første minuttet i samplingsperioden.

6.4 CTD-målinger

Hydrografimålinger ble gjennomført med en SD 204 CTD-sonde med oksygensensor. Sonden med et påmontert lodd ble senket ned til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjør én registrering hvert 2. sekund, og den vil dermed lage en profil av vannsøylen ved senkning og en ved heving. Profil ved senkning av sonden ble benyttet.

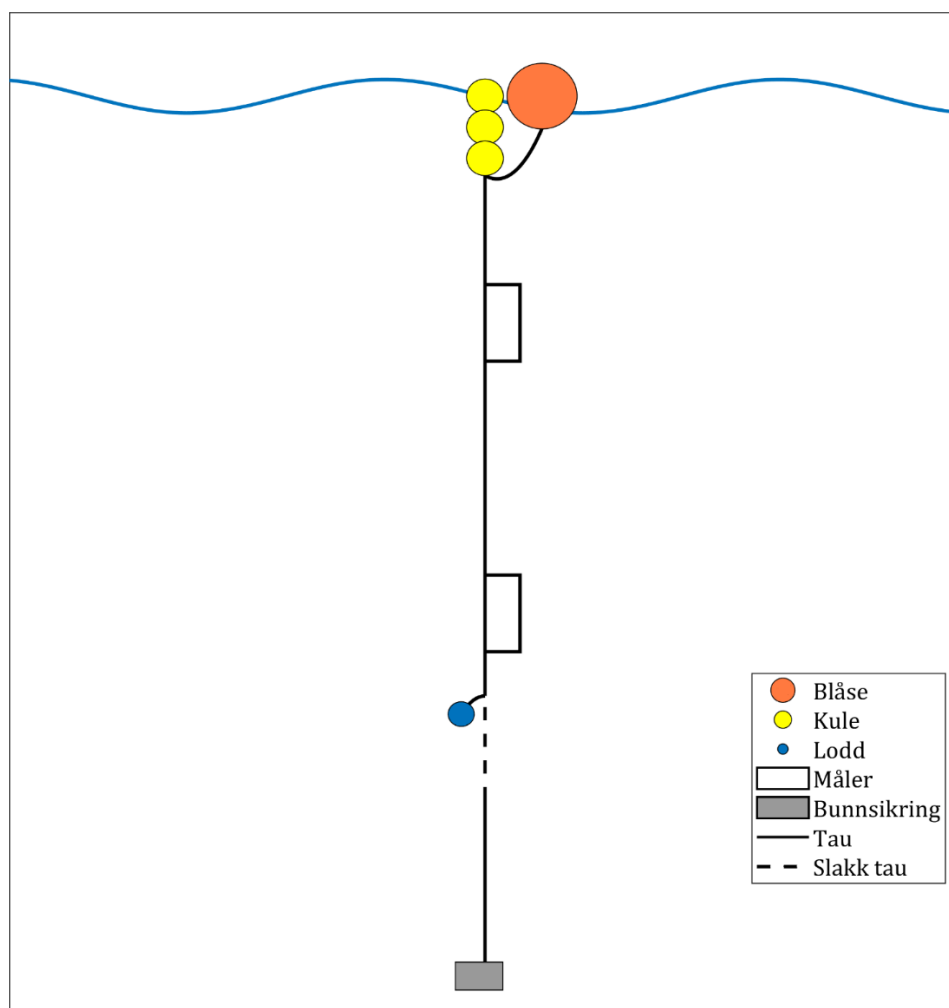
7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.1.1 og skissert i Figur 7.1.1.

Tabell 7.1.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
A2 - 35kg oppdrift	Blåse	1stk	0.0m	
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	3stk		
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Danline 14mm	Tau	2.0m		
Pærelodd 5kg	Lodd	1stk	17.0m	
Danline 14mm	Tau	7.0m		
Garnanker	Bunnsikring	1stk	24.0m	50kg



Figur 7.1.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp.

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

Før utsett ble fysisk status til hvert instrument kontrollert. Kontrollsjekk inkluderer: batteristatus, instrumentinnstilling, minnestatus og anoder.

Det benyttes et skjema som følger hver måler for teknisk dokumentasjon. Instrumenttilstand og eventuelt andre kommentarer angående instrumentet oppføres i egen logg etter hvert prosjekt.

Ved utsett av instrumenter benyttes eget riggskjema som inkluderer (etter NS 9425:1999): lokalitetsnavn, riggoppsett, posisjon, måledyp, kontaktperson og oppdragsgiver, tidspunkt for utsett og opptak, og et kommentarfelt for eventuelle observasjoner ved utsett og opptak.

Ved opptak blir måleinstrumentene undersøkt for begroing, annet som kan ha påvirket målingene, og fysisk skade. Dette kommenteres på riggskjema og i rapporten, og mulig påvirkning for resultatet blir vurdert. Verdier som er benyttet i rapporten er troverdige og uten behov for støyfiltrering eller annen korleksjon.

Data er kvalitetssikret gjennom interne prosedyrer utviklet i samarbeid med instrumentenes produsent etter bestemte kriterier. Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Enkeltstående datapunkter blir også vurdert og data fjernes om nødvendig. Både rådata og kvalitetssikret data er lagret på server.

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

Det var ingen begroing eller skade på instrumentene, og ingen data er vurdert som feil eller usikre på grunn av dette. Datakvaliteten anses å være god.

Feil på instrument

Det var ingen feil på instrumentenes sensorer under måleperioden. Datakvaliteten anses å være god.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m
Filnavn for rådata	Dale 5m KL0321 NPM9242.aqd	Dale 15m KL0321 NPM6707.aqd
Rådata først vurdert i	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport
Filnavn for eksportert data	Dale 5m KL0321 NPM9242_eks_AL.xlsx	Dale 15m KL0321 NPM6707_eks_AL.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Dale-5m_QC.xlsx	Dale-15m_QC.xlsx
Data return (%)	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	4746 / 4746	4746 / 4746
Antall fjernede/manglende målinger	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	23.02.21 12:10 - 28.03.21 11:00	23.02.21 12:10 - 28.03.21 11:00
Dato og tid for start og slutt av instrument	23.02.21 12:00 - 30.03.21 13:30	23.02.21 12:00 - 30.03.21 13:40

8.2 Kvalitetssikring av data

Data er kvalitetssikret etter bestemte kriterier (Tabell 8.2.1). Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Utstikkere blir også vurdert og data fjernet om nødvendig.

Under måleperioden er det én episode med «nedtrekk» på 5m og 15m dyp (Figur 8.2.2 og Figur 8.2.3), som forekom i sammenheng med høye strømhastigheter den 7. mars 2021. Tilfellet med nedtrekk er vurdert å ikke ha påvirket strømmålingene på 5m og 15m dyp, og data er derfor beholdt for nedtrekket.

Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

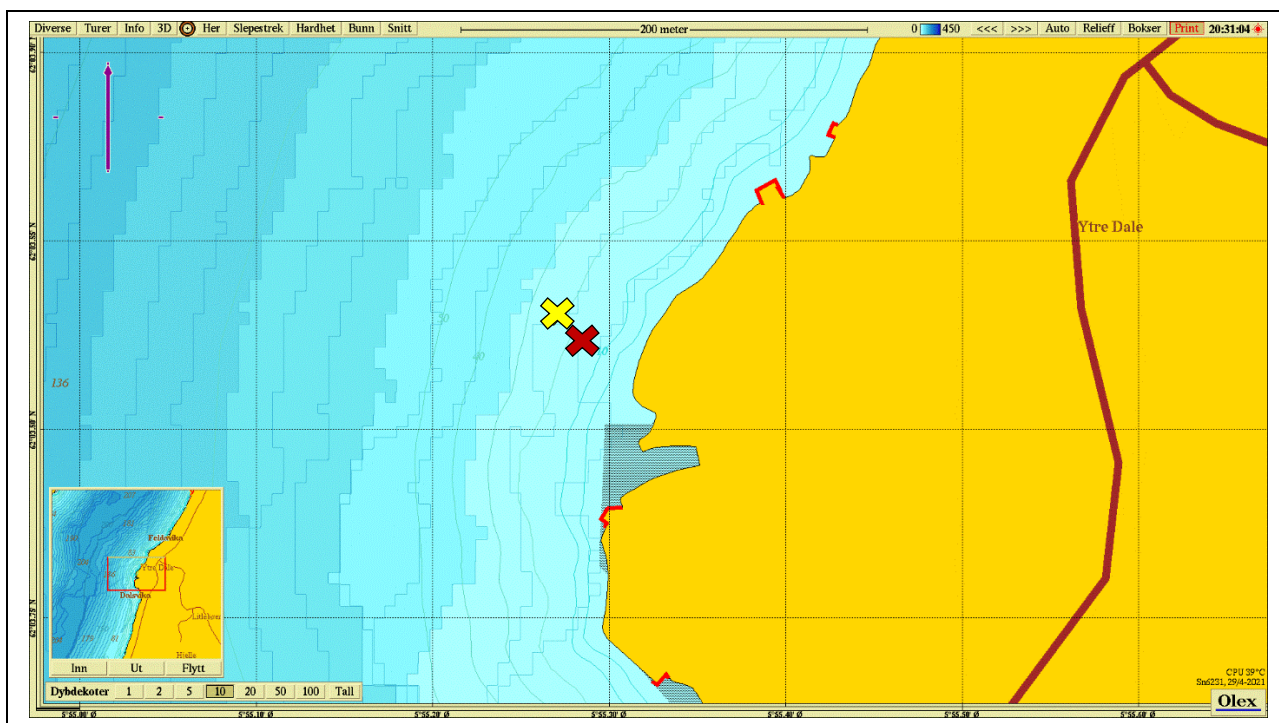
Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Helning	$< 20\text{-}30^{\circ}$ (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.3)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.3)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

Tabell 8.2.2. Teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste (IOC, 1993).

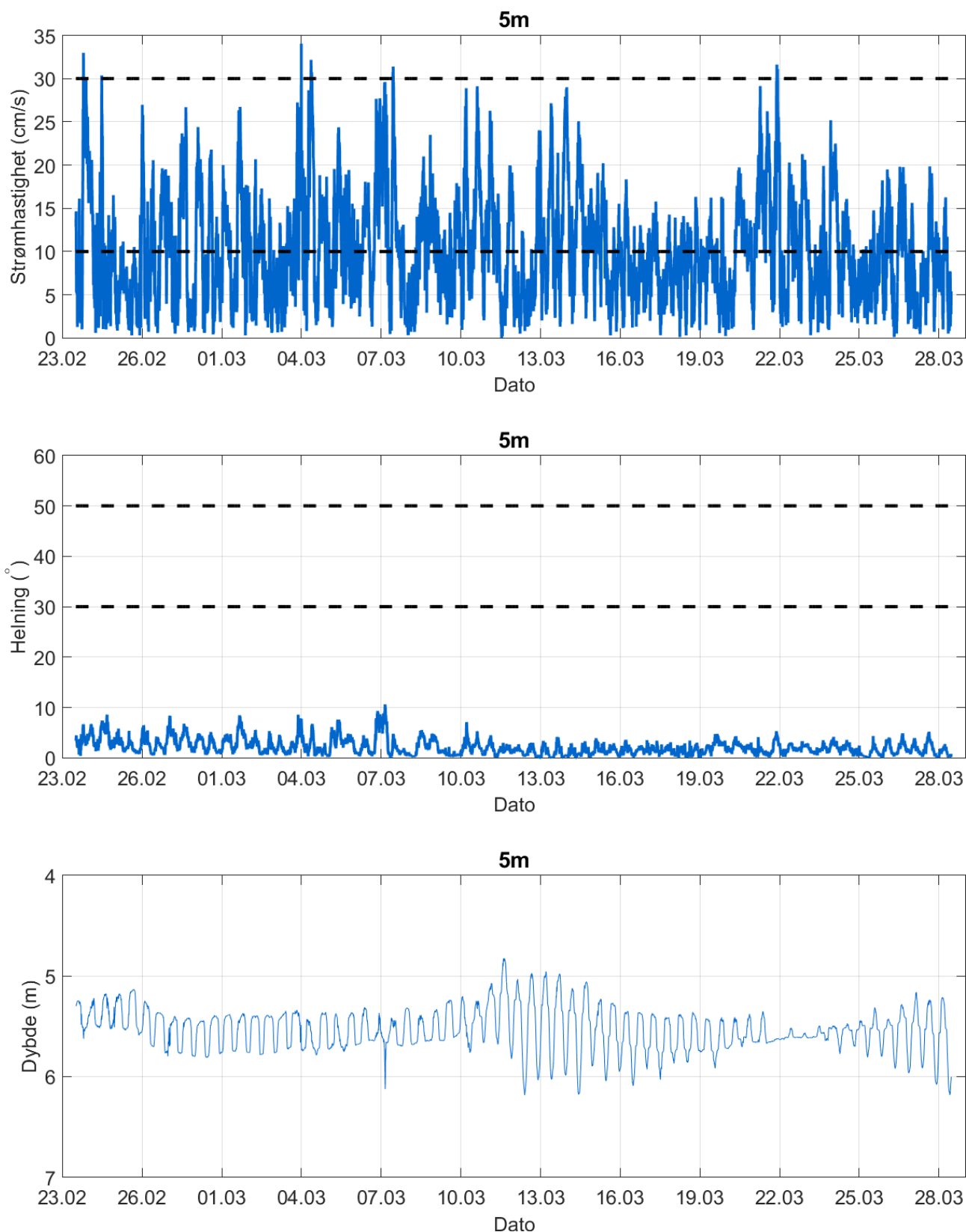
Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet, u_1 og u_2 , for forskjellige måleintervall, Δt (IOC,1993). For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har de teoretiske forskjellene blitt hevet med de oppgitte faktorene, mens strøm (u) er satt til 1m/s ettersom variabilitet øker med avtagende strøm.

Avstanden mellom utslippspunktet og strømmålerene er på ca. 18m (se Figur 8.2.1). Siden strømmålerene på 5m og 15m dyp har stått grunnere enn utslippspunktets dybde (ca. 18m) er det vurdert at strømmålingen ikke er påvirket av at anlegget var i drift under strømmålerperioden.

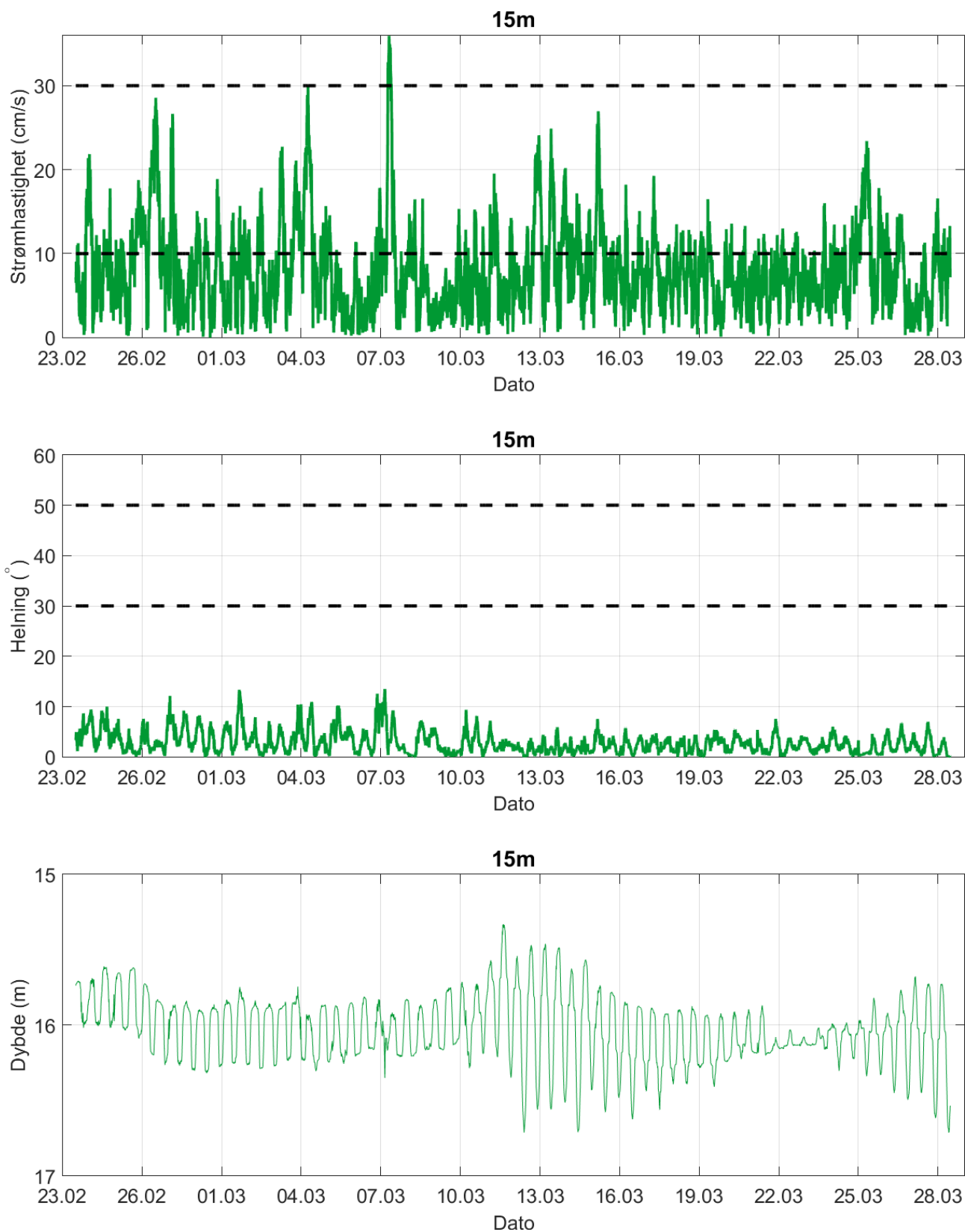


Figur 8.2.1. Posisjon til utslippspunkt (rødt kryss) i forhold til strømmålingsposisjonene (gult kryss). Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdyppet varierte mellom 4.6m og 6.2m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.5m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

Instrumentdyppet varierte mellom 15.3m og 16.7m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 16.0m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dyp i så stor grad som mulig.

8.3.2 Enkelte datapunkter

Ingen andre datapunkter er fjernet.

9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

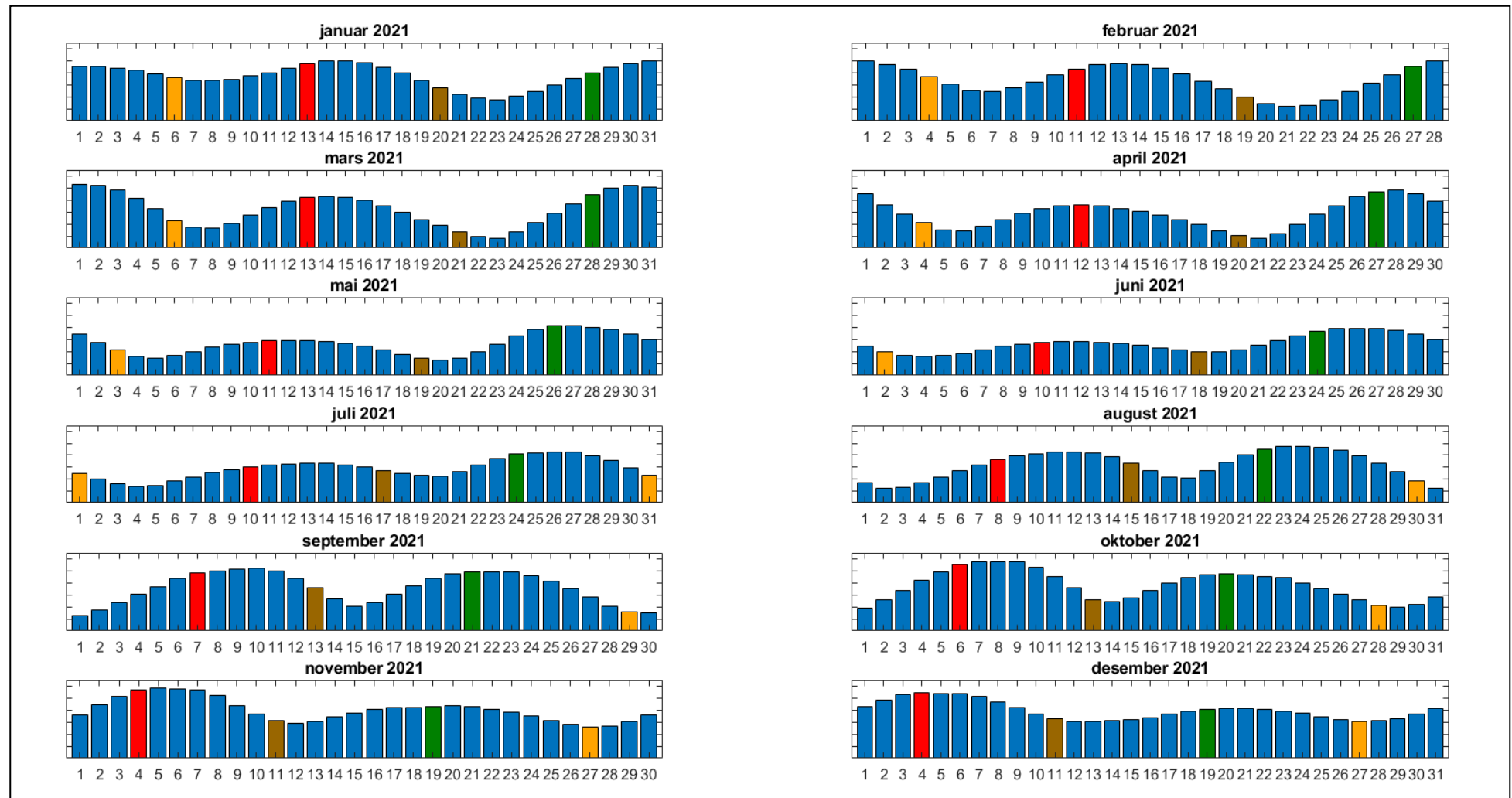
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	≥ 40 - < 55	≥ 26 - < 40	≥ 15 - < 26	< 15
Utskifting	15	≥ 45	≥ 30 - < 45	≥ 20 - < 30	≥ 10 - < 20	< 10
Spredning		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
Bunn		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 10	≥ 7 - < 10	≥ 6 - < 7	≥ 3 - < 6	< 3
Utskifting	15	≥ 9	≥ 6 - < 9	≥ 5 - < 6	≥ 2 - < 5	< 2
Spredning		≥ 8.5	≥ 5 - < 8.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Bunn		≥ 7.5	≥ 5 - < 7.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 25	≥ 17 - < 25	≥ 11 - < 17	≥ 5 - < 11	< 5
Utskifting	15	≥ 23	≥ 15 - < 23	≥ 8 - < 15	≥ 4 - < 8	< 4
Spredning		≥ 20	≥ 14 - < 20	≥ 7 - < 14	≥ 4 - < 7	< 4
Bunn		≥ 16	≥ 11 - < 16	≥ 6.5 - < 11	≥ 3 - < 6.5	< 3
Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 6	≥ 4 - < 6	≥ 2.5 - < 4	≥ 1.5 - < 2.5	< 1.5
Utskifting	15	≥ 5	≥ 3.5 - < 5	≥ 2.3 - < 3.5	≥ 1.5 - < 2.3	< 1.5
Spredning		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
Bunn		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
Andel strømstille (%) < 1cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 1	< 3 - ≥ 1	< 5 - ≥ 3	< 7 - ≥ 5	≥ 7
Utskifting	15	< 1	< 5 - ≥ 1	< 7 - ≥ 5	< 10 - ≥ 7	≥ 10
Spredning		< 3	< 8.5 - ≥ 3	< 15 - ≥ 8.5	< 20 - ≥ 15	≥ 20
Bunn		< 3	< 10 - ≥ 3	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Andel strømstille (%) < 3cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 5	< 10 - ≥ 5	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Utskifting	15	< 5	< 15 - ≥ 5	< 25 - ≥ 15	< 40 - ≥ 25	≥ 40
Spredning		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 50 - ≥ 35	≥ 50
Bunn		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 60 - ≥ 35	≥ 60
Effektiv transport (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 5	≥ 2.5 - < 5	≥ 1.5 - < 2.5	≥ 0.3 - < 1.5	< 0.3
Utskifting	15	≥ 3.5	≥ 2 - < 3.5	≥ 1 - < 2	≥ 0.2 - < 1	< 0.2
Spredning		≥ 3	≥ 1.8 - < 3	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
Bunn		≥ 3	≥ 1.8 - < 3	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
Neumann-parameter						
		svært stabil	stabil	middels stabil	lite stabil	svært lite stabil
Alle dyp (m)		> 0.6	0.4 - 0.6	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2	< 0.1

10. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner

Strømmålinger er påvirket av blant annet tidevannsstrøm og kan bli påvirket av vind og vær. Månedlige tidevannsvariasjoner er vist i figuren under.



Figur 10.1. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne).

11. Vedlegg – Måleenheter

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 11.1. Måleenheter brukt i rapporten.

Beskrivelse	Måleenhet
Dag og Tid Tidsstempel i tidsserier er gitt ved midnatt, slik at tidsserier starter midnatt før første målepunkt og slutter midnatt etter siste målepunkt.	dd.mm.yy hh:mm (UTC) dd.mm (UTC) dd.mm.yyyy hh (UTC)
Høyde / Dybde	Meter (m)
Avstand	Kilometer (km) Meter (m)
Posisjon / Koordinater Posisjon er oppgitt i koordinatsystemet WGS64 (World Geodetic System 1984).	GGG (°) MM.MM (')
Strømretning (mot)	Grader (°)
Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
Vindretning (fra)	Grader (°)
Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
Temperatur	Grader celsius (°C)
Helning	Grader (°)
Ping Count	Antall

12. Vedlegg – Parametere og beskrivelse

Tabell 12.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse.

Parameter	Beskrivelse
Sjøtemperatur (°C)	Temperatur i vannet målt ved måledyp
Strømhastighet	
Maksimum (cm/s)	Høyeste verdi av alle data
Gjennomsnitt (cm/s)	Matematisk gjennomsnittlig verdi av alle data
Minimum (cm/s)	Laveste verdi av alle data
Signifikant maks (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av høyeste 1/3 av data
Signifikant min (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av laveste 1/3 av data
Varians (cm/s) ²	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi, dvs. om data varierte mye mellom suksessivt høye og lave verdier. En høy varians indikerer at datapunkter er meget spredt ut rundt gjennomsnittsverdien, mens en lav varians indikerer at datapunkter er veldig nær gjennomsnittsverdien og derfor også hverandre. Varians = Gjennomsnittet av de kvadrerte forskjeller fra gjennomsnittsverdien.
Standardavvik (cm/s)	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi, dvs. gjennomsnittlig avstand fra gjennomsnittsverdi. Et høyt standardavvik indikerer stor spredning av data. Standardavvik = kvadratroten (varians).
% < x cm/s	Mengden strøm med strømhastighet < x cm/s
Lengst periode < x cm/s	Varighet av lengste periode med strømhastighet < x cm/s
Effektiv transport	
Hastighet (cm/s)	Hastighet er en funksjon av posisjon og tid. Gitt en tenkt partikkel som starter i strømmålerens posisjon og som driver med strømmen i løpet av måleperioden, da er effektiv hastighet gitt som den rettlinjede avstanden mellom partikkelens start- og sluttposisjon delt på total tid i måleperioden.
Retning (grader)	Retning er vinkelen til en linje ut fra origo. Gitt en tenkt partikkel som starter i strømmålerens posisjon og som driver med strømmen i løpet av måleperioden, er resultatretning eller retning av effektiv transport gitt som vinkelen fra partikkelens startposisjon til partikkelens posisjon ved måleperiodens slutt.
Neumann-parameter	Verdi som indikerer stabiliteten til strømmen. Neumann-parameteren beregnes ut fra forholdet mellom den rettlinjede avstanden mellom en tenkt drivende partikkels start- og sluttposisjon, og partikkelens totale bane i løpet av måleperioden. Stabil strøm (høy Neumann-parameter) betyr at vannet strømmer i «en» retning og beveger seg bort fra startpunktet hele tiden. Ustabil strøm (lav Neumann-parameter) betyr at vannet strømmer i ulike retninger og kanskje bare flyter fram og tilbake ved startpunktet. For eksempel, en Neumann-parameter på 0.7 betyr at strømmen i løpet av måleperioden strømmer med 70% stabilitet i en bestemt retning. Dette er klassifisert som svært stabil strøm.
Vannforflytning (m ³ /m ² /d)	Mengden vann som strømmer gjennom en tenkt flate på 1 m ² i løpet av et døgn.

13. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Nortek Aquadopp punktmåler.
2. Bannister, R. J., Johnsen, I. A., Hansen, P. K., Kutti, T., & Asplin, L. (2016). Near- and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems. *ICES Journal of Marine Science*, 73, 9, 2408-2419.
3. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
4. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
5. IOC (1993). *Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data*. Tilgjengelig: http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
6. Kartverket (2021). www.kartverket.no/sehavniva
7. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
8. Meteorologisk institutt. www.eklima.no
9. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
10. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
11. Pawlowicz, R., Beardsley, B. & Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
12. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rappport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.

Punktutslippsundersøkelse

NS-EN ISO 16665:2014

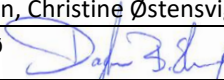
for

Dale

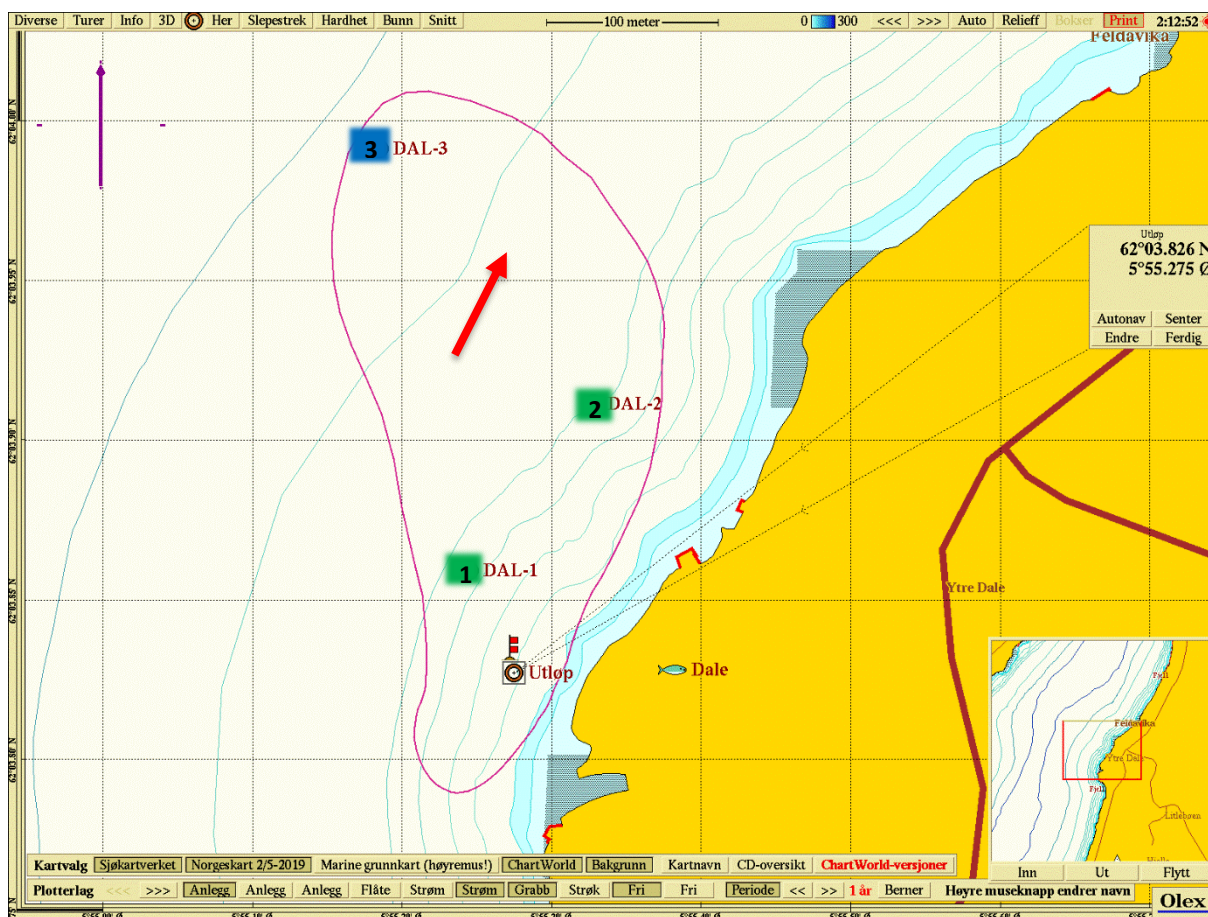


Feltarbeid
Oppdragsgiver

22.06.2021
Kraft Laks AS

Punktutslippsundersøkelse for Dale		
Rapportnummer / Rapportdato	103081-01-001 / 22.09.2021	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Dale	
	5 000 000 / 1 800 000 stk.	
	Volda kommune, Møre og Romsdal	
	Økoregion Norskehavet sør og vanntype ferskvannspåvirket beskyttet fjord	
Lokalitetsnummer	12217	
Oppdragsgiver		
Selskap	Kraft Laks AS	
Kontaktperson	Knut Endre Heltne	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Vegard Aambø Langvatn	
Forfatter (-e)	Vegard Aambø Langvatn, Christine Østensvig	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Eurofins Environment Testing Norway AS	
Vilkår og betingelser	<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. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.</i>	
Sammendrag		
<p>Denne rapporten omhandler en punktutslippsundersøkelse ved lokaliteten Dale i Volda kommune, Møre og Romsdal fylke. Undersøkelsen er utført i henhold til krav i gjeldende utslippstillatelse (SF i Møre og Romsdal, 2021), samt for å reetablere den opprinnelige tillatelsen på 5 million stk. Resultatene fra denne undersøkelsen er rapportert inn til vannmiljødatabasen av Åkerblå AS.</p> <p>Samlet viser faunaresultatene gode faunaforhold i resipienten til Dale, der samtlige stasjoner fikk beste eller nest beste tilstand. Det var hovedsakelig forurensningstolerante arter som var hyppigst forekommende i området, men det var også flere forurensningssensitive og -nøytrale arter til stede. Individene viste en jevn fordeling mellom artene, og ingen hadde noen stor dominans ved noen av stasjonene. De geokjemiske parameterne viste lave verdier og støtter oppunder faunaforholdene.</p> <p>Ved noen av stasjonene ble det funnet en forskjell i arts- og individantall mellom de to grabbene, noe som førte til litt ulik faunatilstand. Videre var det ikke alle grabber som ble godkjent for volum, men samtlige ble godkjent for uforstyrret overflate (Se diskusjon). Åkerblå vurderer likevel prøvene til å være gode nok til å overvåke den økologiske tilstanden i resipienten til Dale.</p> <p>Krav til frekvens for miljøundersøkelse i resipienten er iht. utslippstillatelsen hvert sjette år.</p>		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



Figur 1. Plassering av utslippspunkt (gult kryss), målepunkt for strømundersøkelse (flagg), hovedstrømsretning (rød pil) og antatt influensområde (lilla linje) over oppmålt bunntopografi. Prøvestasjoner er presentert 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 = DAL-1 osv) og R = 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) og klassifisering av kobber (Cu) er vurdert etter Veileder 02:2018 (2018).

Stasjon/ Parameter	DAL-1	DAL-2	DAL-3
Antall arter	42	45	73
Antall individ	238	124	303
H'	3,550	4,205	4,910
nEQR	0,752	0,777	0,863
Cu	9,48	7,76	9,55

Forord

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av punktutslipp ved Dale. Det er ikke utarbeidet egen standard for undersøkelse av punktutslipp (settefiskanlegg, kloakk, slakteri osv). Derfor ble denne undersøkelsen utført etter NS ISO 16665 (2014). Vi bruker en del av metodikken fra C-undersøkelser (NS9410 2016) da det er en del fellesnevnerne med hensikten til denne undersøkelsen. Formålet var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

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 02:2018. Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innhold

FORORD	4
INNHOOLD	5
1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODE	8
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	8
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	11
2.3 PRODUKSJON	14
3 RESULTATER	15
3.1 BUNNDYRSANALYSER	15
3.1.1 DAL-1	15
3.1.2 DAL-2	17
3.1.3 DAL-3	19
3.2 HYDROGRAFI	21
3.3 SEDIMENTANALYSER	22
3.3.1 Sensoriske vurderinger	22
3.3.2 Kornfordeling	22
3.3.3 Kjemiske parametere	22
4 DISKUSJON	23
5 LITTERATURLISTE	24
6 VEDLEGG	26
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	26
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS	27
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	36
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	38
VEDLEGG 5- REFERANSETILSTANDER	41
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE	45
VEDLEGG 7 – CTD RÅDATA	48
VEDLEGG 8 – BILDER AV SEDIMENT	52

1 Innledning

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 02:2018). 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 02:2018).

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 02:2018). 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.

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). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Bunnfauna vurderes etter gjennomsnittsverdier av indeksene fra de to prøvene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna. Veilederen

har delt norskekysten i seks økoregioner og definert åtte forskjellige vanntyper, hvorav fem av vanntypene er aktuelle for marine undersøkelser. En del kombinasjoner er slått sammen og det er definert totalt 11 sett med klassifiseringer. Hvert sett har egne grenseverdier for de ulike indeksene. Forskjellen på disse er stor fra Skagerak til Barentshavet, men gradvis varierer langs kysten ellers. Dette medfører at en gitt prøve for eksempel kan klassifiseres som god i Skagerak, men svært god etter indeksene definert for Barentshavet i nord. Grensene er dermed i større grad tilpasset naturlige variasjoner langs kysten (Veileder 02:2018).

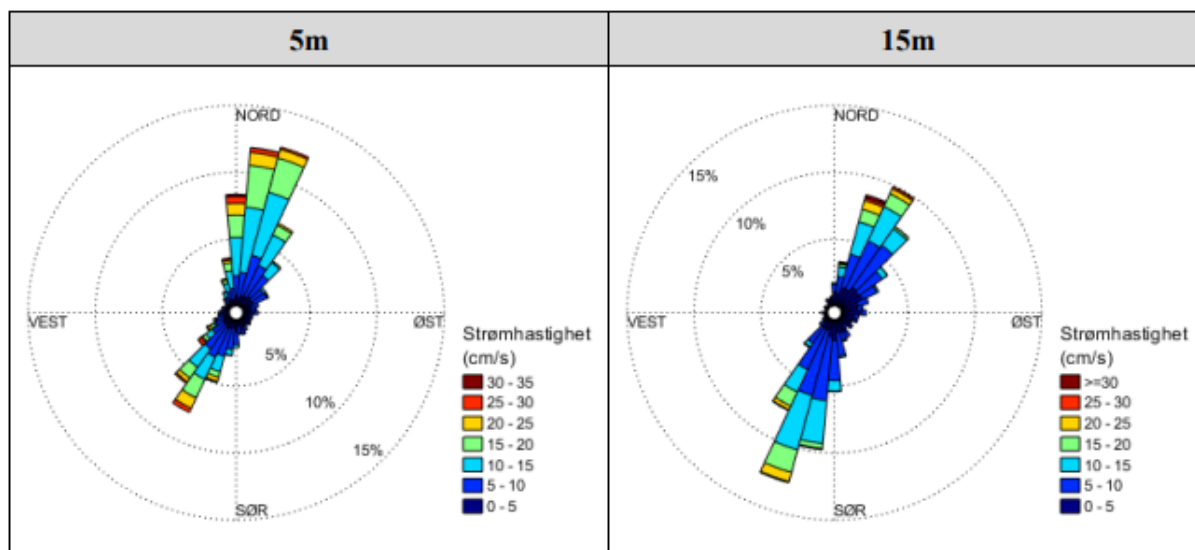
2 Materiale og metode

2.1 Område og prøvestasjoner

Lokaliteten Dale ligger i Dalsfjorden i Volda kommune, Møre og Romsdal. Utslippspunktet fra settefiskanlegget ligger plassert i økoregion Norskehavet sør med vanntype ferskvannspåvirket beskyttet fjord og ligger nærmere bestemt på østsiden ved Ytre Dale (figur 2.1.1). Det går en relativt jevn skråning mot nordvest, som ender midtfjords med dyp på rundt 200 meter. Der er ingen terskler i aktuelt område. Målinger viser at den relativt sterke spredningsstrømmen i hovedsak går mot nordøst, men denne vil trolig følge batymetrien og bøye av noe mer mot vest ved en bukt som ender i en rygg med retning mot nordvest. Elveløpet sør for anlegget vil også kunne tenkes å spre partikler fra produksjonen (figur 2.1.2). Undersøkelsen er utført i henhold til krav i gjeldende utslippstillatelse (SF i Møre og Romsdal, 2021), samt for å reetablere den opprinnelige tillatelsen på 5 million settefisk.

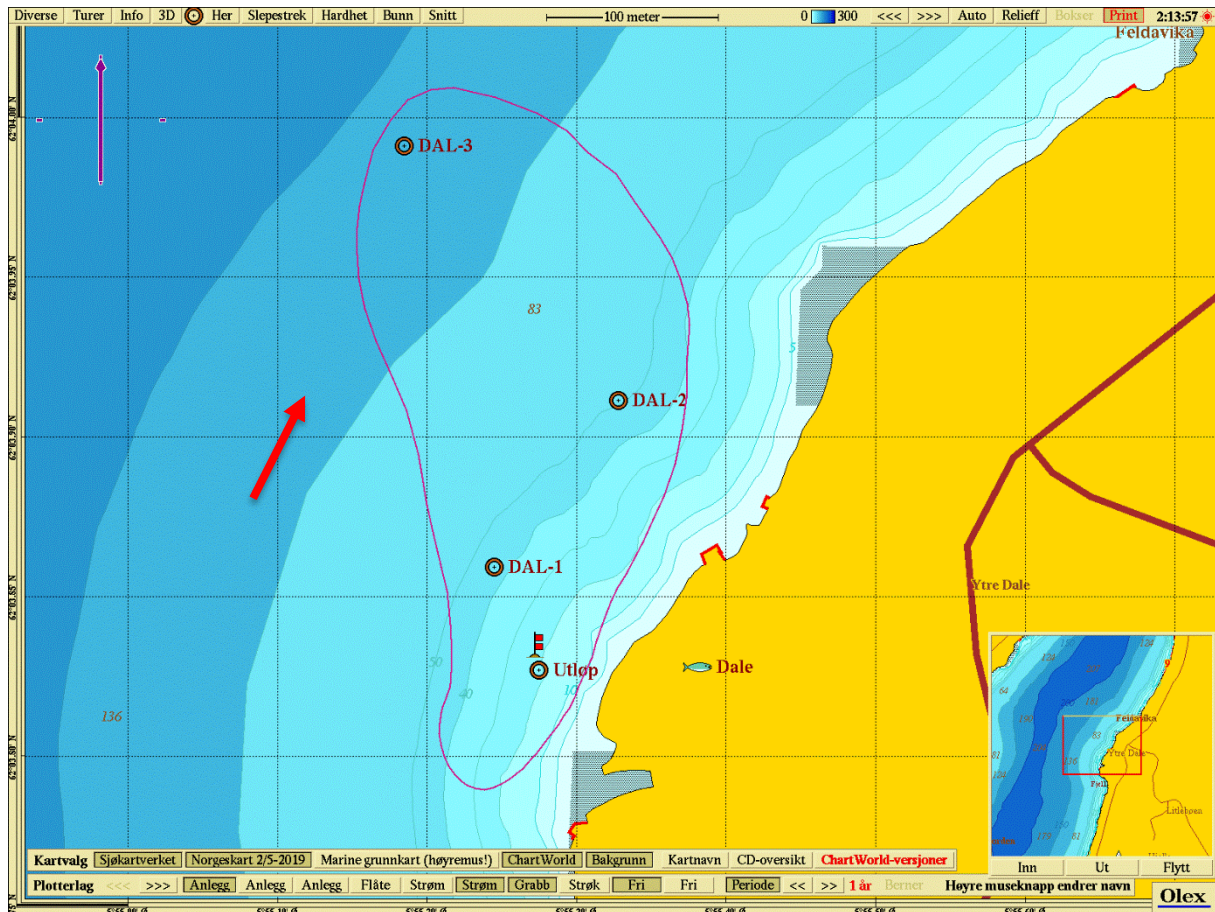


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten sentralt i kartet. Nærliggende anlegg er markert med røde sirkler. Kartet har nordlig orientering (Fiskeridirektoratet, 2021). Kartdatum WGS84.



Figur 2.1.2 Strømførhold. Fordelingsdiagrammene viser relativ vannfluks som angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Målingene er utført på dyp hhv. 5 m og 15 m. Kartdatum WGS84 (Åkerblå, 2021).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av ISO 16665 (2014) og utslippstillatelsen. Prøvene ble forsøkt lagt i en gradient nedstrøms fra utløpet og mot de dypere delene av fjorden. Stasjon DAL-1 ble først forsøkt prøvetatt 55 meter nord-nordvest for utslippspunktet, men på grunn av hardbunn måtte denne flyttes til en avstand på 65 meter. Plasseringen er vurdert til å godt kunne fange opp eventuelle sedimenteringer fra produksjonen. For DAL-2 var det også noen utfordringer med hardbunn. Det lyktes etter mange forsøk å få prøver 160 meter nord for avløpet. Dette punktet ligger i en buktformasjon og vil kunne representere en mulig oppsamlingsplass for organiske partikler fra utslippspunktet. DAL-3 ble lagt 310 meter fra utslippspunktet på en posisjon som er en fortsettelse av ryggen som danner viken ved DAL-2, noe som gjør at det også her kan samles opp partikulært avfall fra settefiskanlegget. Stasjonen ligger dypere og med noe mer finpartikulært sediment, som gav mer prøvemateriale og færre bomhugg (figur 2.1.3; tabell 2.1.1).



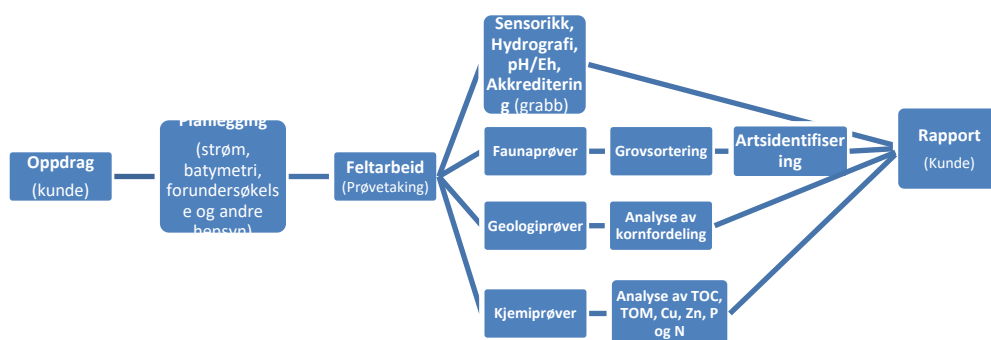
Figur 2.1.3 Plassering av utslippspunkt, prøvestasjoner (brune sirkler), målepunkt for strømundersøkelse (flagg), angitt hovedstrømsretning (rød pil) og antatt influensområde (lilla linje) over oppmålt bunntopografi. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. 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 utslippspunkt og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere
DAL-1	62°03.859'N / 5°55.244'Ø	65	41	FAU, KJE, GEO, PE
DAL-2	62°03.911'N / 5°55.327'Ø	160	52	FAU, KJE, GEO, PE
DAL-3	62°03.991'N / 5°55.184'Ø	310	310	FAU, KJE, GEO, PE, CTD

2.2 Prøvetaking og analyser

Dette er avhengig av oppdraget, utslippstillatelsen etc, men under følger en standardtekst. 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 grabbinnholdet. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell 2.2.1; vedlegg 1). For kjemiske parametere ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugg som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av underleverandøren (figur 2.2.1).



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,1 m ²
pH-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#17A100746)
Eh-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#17A100746)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (IMR)
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, EETN-AS = Eurofins Environment Testing Norway AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	LEV	Personell	AK	Standard
Sidemanskontroll	ÅB-AS	Dag Slettebø	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Vegard Aambø Langvatn	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Nathalie Skahjem	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Christine Østensvig	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Christine Østensvig	TEST 252: P32	V02:2018 (2018), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B -December 2000 (repealed sta
Glødetap*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12879 (S3a): 2001-02
Tørrvekt steg 1*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12880 (S2a): 2001-02
Total organisk karbon (TOC)*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	NF EN 15936 – Method B
Kornfordeling*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	DIN 18123; Internal Method 6
Nitrogen*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 13342, Internal Method (Soil)

* *underleverandør* av EETN-AS; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488.

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert 2. sekund og målte salinitet, temperatur og oksygeninnhold. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172 og Microsoft Excel (2007/2010/2013).

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

Utregningen av artsmangfold (ES_{100}) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2018. ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2018 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (vedlegg 6).

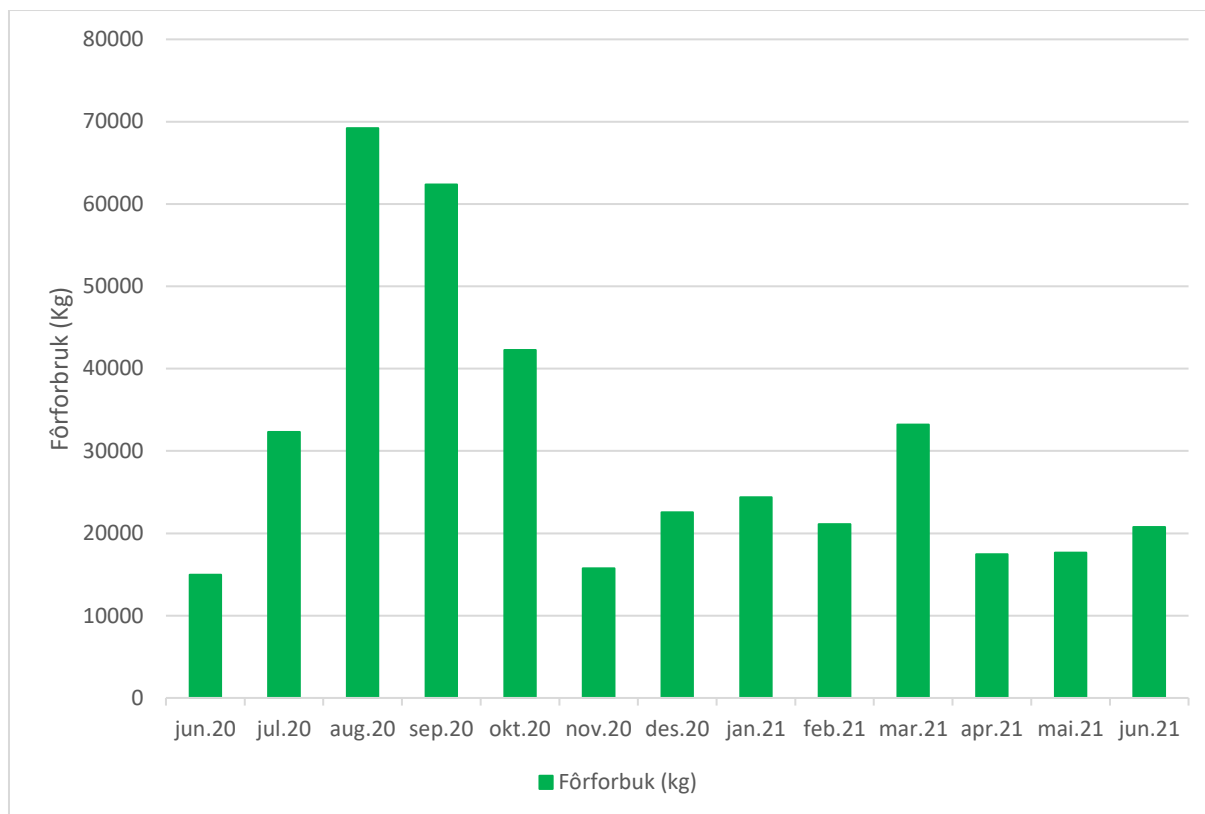
Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 6). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. Alle stasjoner bedømmes på bakgrunn av gjennomsnittlig nEQR-verdi av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
H'_{max}	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ES_{100}	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks som angir artenes forurensningsgrad
\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	Verdigrunnlaget for tilstandsvurdering

2.3 Produksjon

Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten omtrent 56 737 kg (figur 2.3.1; pers. med. Rønnaug Heltne).



Figur 2.3.1 Produksjonsinformasjon ved Dale det siste året frem til tidspunkt for undersøkelsen. Stolper indikerer fôrforbruk per måned.

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion Norskehavet sør og vanntype ferskvannspåvirket beskyttet fjord.

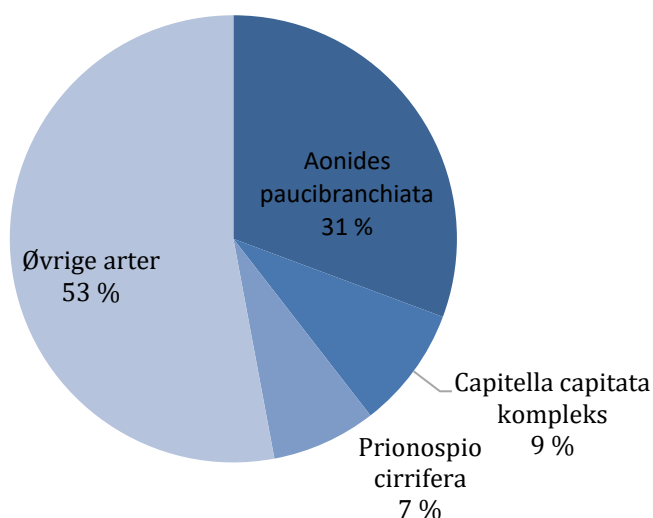
3.1.1 DAL-1

Ved DAL-1 ble det registrert 238 individer fordelt på 42 arter (tabell 3.1.1.1, tabell 3.1.1.2 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved DAL-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>Aonides paucibranchiata</i>	1	73	30,7
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	21	8,8
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	18	7,6
<i>Sosane sulcata</i>	1	17	7,1
<i>Cerianthus lloydii</i>	3	12	5,0
Edwardsiidae	2	11	4,6
<i>Chaetozone pseudosetosa</i>	4	8	3,4
<i>Glycera lapidum</i> kompleks	1	7	2,9
Pectinariidae		6	2,5
<i>Glycera alba</i>	2	5	2,1
Øvrige arter	-	60	25,2

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 DAL-1.

Tabell 3.1.1.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	DAL-1-1	DAL-1-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	36	19	28	
N	186	52	119	
NQI1	0,718	0,594	0,656	0,635
H'	3,818	3,282	3,550	0,763
J	0,739	0,773	0,756	
H'max	5,170	4,248	4,709	
ES100*	27,800		27,800	0,842
ISI	9,479	8,262	8,871	0,807
NSI	28,003	17,651	22,827	0,713
Grabbverdi				0,752

* Ikke beregnet for grabb 2 da N<100 individer

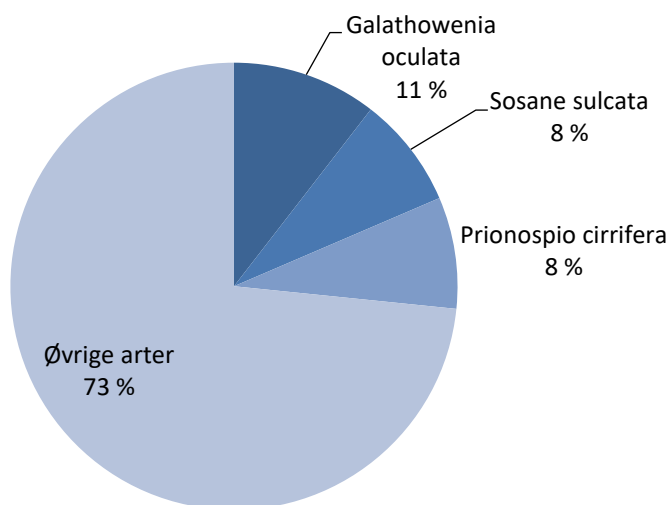
3.1.2 DAL-2

Ved DAL-2 ble det registrert 124 individer fordelt på 45 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved DAL-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>Galathowenia oculata</i>	3	13	10,5
<i>Sosane sulcata</i>	1	10	8,1
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	10	8,1
<i>Capitella capitata kompleks</i>	5	10	8,1
<i>Parexogone hebes</i>	1	6	4,8
<i>Cerianthus lloydii</i>	3	5	4,0
<i>Prionospio fallax</i>	2	5	4,0
Edwardsiidae	2	5	4,0
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	5	4,0
<i>Lucinoma borealis</i>	1	4	3,2
Øvrige arter	-	51	41,1

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 DAL-2.

Tabell 3.1.2.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	DAL-2-1	DAL-2-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	26	28	27	
N	60	64	62	
NQI1	0,686	0,762	0,724	0,787
H'	4,255	4,154	4,205	0,856
J	0,905	0,864	0,885	
H'max	4,700	4,807	4,754	
ES100*				
ISI	7,775	9,096	8,436	0,741
NSI	21,333	24,763	23,048	0,722
Grabbverdi				0,777

* Ikke beregnet da N<100 individer

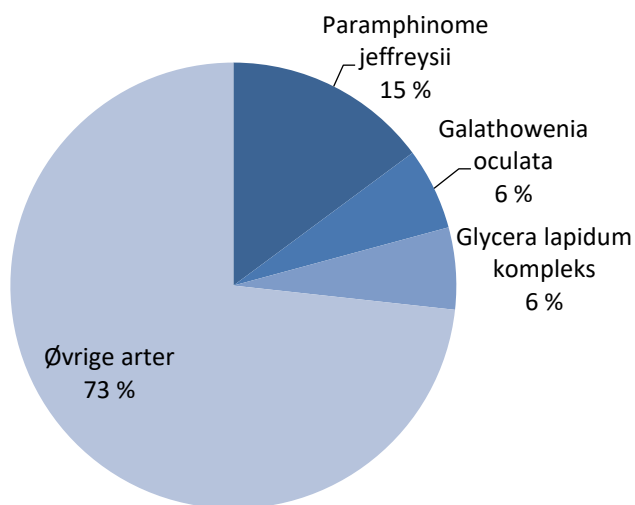
3.1.3 DAL-3

Ved DAL-3 ble det registrert 303 individer fordelt på 73 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved DAL-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>Paramphinome jeffreysii</i>	3	45	14,9
<i>Galathowenia oculata</i>	3	18	5,9
<i>Glycera lapidum kompleks</i>	1	18	5,9
<i>Prionospio fallax</i>	2	18	5,9
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	17	5,6
<i>Amphiura chiajei</i>	2	13	4,3
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	11	3,6
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	11	3,6
<i>Pectinariidae</i>		10	3,3
<i>Psamathe fusca</i>	2	7	2,3
Øvrige arter	-	135	44,6

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



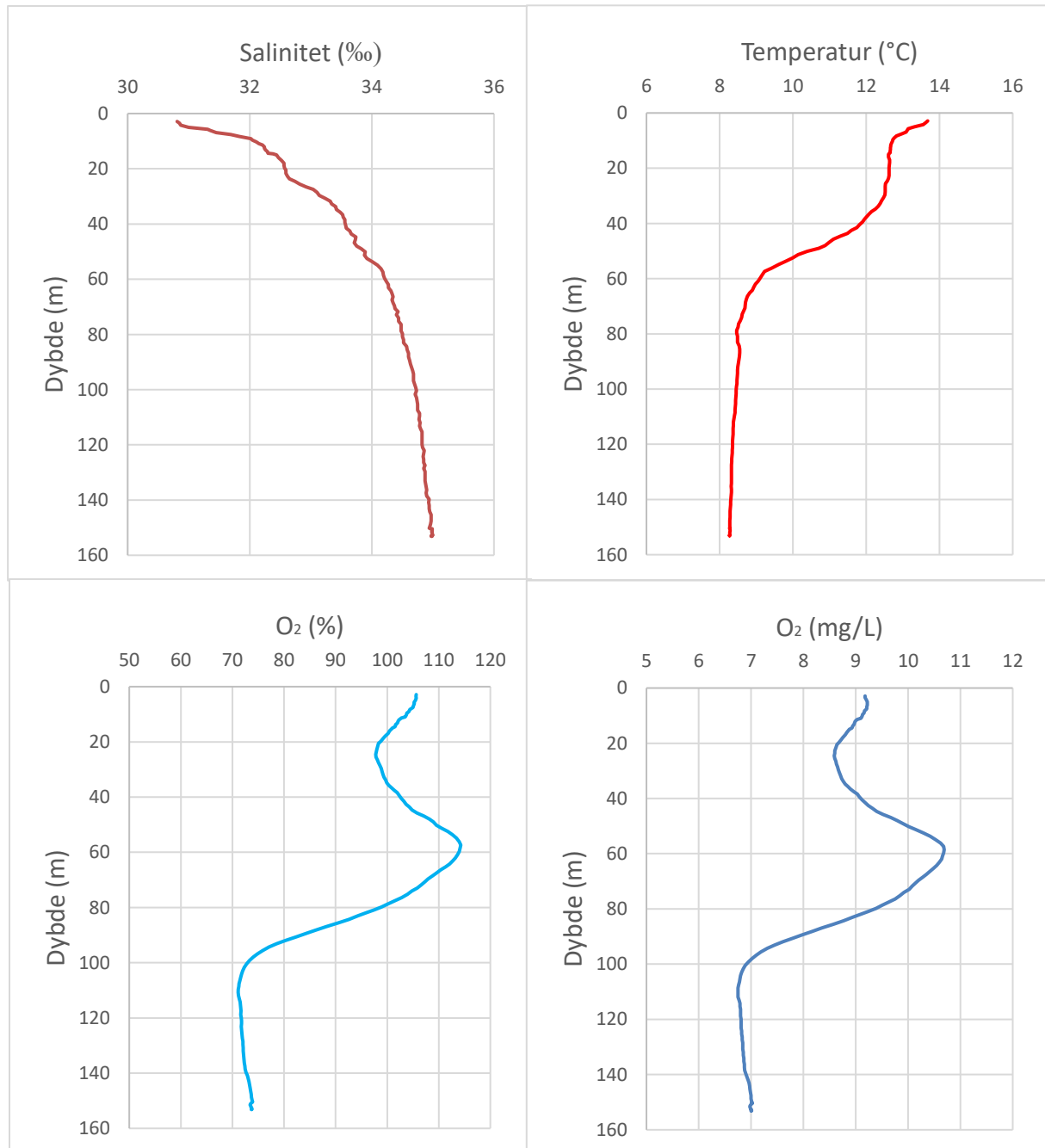
Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved DAL-3.

Tabell 3.1.3.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene (\bar{G}), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR \bar{G}). Gjennomsnittet av nEQR \bar{G} -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht tabell V5.2).

Indeks	DAL-3-1	DAL-3-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	44	55	50	
N	123	180	152	
NQI1	0,757	0,800	0,778	0,853
H'	4,601	5,218	4,910	0,934
J	0,843	0,903	0,873	
H'max	5,459	5,781	5,620	
ES100	38,580	42,520	40,550	0,953
ISI	8,611	8,823	8,717	0,801
NSI	23,945	24,633	24,289	0,772
Grabbverdi				0,863

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved stasjon DAL-3 (figur 3.2.1). Vannmassene var tydelig lagdelte hvor saliniteten økte mest ned til ca. 60 meter samtidig som temperaturen sank tilsvarende ned til samme dyp. Oksygennivåene sank noe i de øvre vannlagene før de hadde en stigning mellom ca. 25 meter og 60 meter for så å synke igjen og stabilisere seg fra ca. 100 meter og videre mot bunnen. Oksygenmetning og oksygeninnhold havnet til slutt på hhv. 73,7 % og 7,0 mg/L. Bunnvannet er klassifisert med tilstand 1, svært god i henhold til tabell V.5.3.



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

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

I hovedsak hadde sedimentet lys farge, bestod av sand og grus samtidig som det ikke ble registrert noe lukt eller mykere konsistens. Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet), fôr eller fekalier, gassdannelse eller *beggiatoa*. Prøvehuggene var godkjent bortsett fra DAL-1 gr. 2 og 3, DAL-2 som hadde lavt volum (Vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene i hovedsak bestod av sand. Ved DAL-1 og DAL-3 var det også en del grus (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 (%)
DAL-1	4,10	73,23	22,40
DAL-2	11,50	84,37	4,09
DAL-3	10,90	11,47	40,10

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene (Tabell 3.3.3.1).

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

Stasjon	pH	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
DAL-1	7,76	337	0	1
DAL-2	7,71	346	0	1
DAL-3	7,65	341	0	1

De kjemiske parameterne viste hovedsakelig lave verdier i det undersøkte området (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 FT Veileder 97:03 for normalisert TOC (nTOC; mg/g) og totalt organisk materiale (TOM; glødetap i % av TS). Sink (Zn; mg/kg TS) og kobber (Cu; mg/kg TS) klassifiseres etter Veileder 02:2018. 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. Måleusikkerhet er oppgitt i samme enhet som parameteren for kobber, sink, fosfor og nitrogen. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	TOM	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS
DAL-1	1,14	27,2	III	<500	-	19,1	1880	244	43,9	9,2	I	9,48	2,7	I
DAL-2	1,43	20,2	II	<500	-	8,6	3140	408	28,5	6,0	I	7,76	2,6	I
DAL-3	1,44	21,3	II	900	0,2	5,9	2520	328	32,4	6,8	I	9,55	2,7	I

4 Diskusjon

Samlet viser resultatene gode faunaforhold i resipienten, der samtlige stasjoner fikk beste eller nest beste tilstandsklasse. Det var hovedsakelig forurensningstolerante arter slik som *Galathowenia oculata* som var hyppigst forekommende i området, men det var også flere forurensningssensitive og -nøytrale arter til stede. Individene var jevnt fordelt mellom artene, uten noen stor dominans, som resulterte i god biodiversitet. De geokjemiske støtteparameterne viste også lave verdier, men karboninnholdet ved DAL-1 var noe høyere enn ved øvrige stasjoner. Uansett så indikerer disse verdiene at det ikke er noe stor belastning i området.

Ved DAL-1 og DAL-2 ble det observert noen ulikheter i arts- og individantallet mellom de to prøvene fra samme stasjon. Det er vanskelig å treffe nøyaktig sammen punkt med de to grabbene, og i områder hvor det er lokale variasjoner på havbunnen kan dette føre til noe ulik tilstand i prøver tatt på samme stasjon. Dette er ikke unormalt, og vil ikke ha noen betydning for resultatene i denne undersøkelsen, samlet sett.

Samtlige grabber ble godkjent for uforstyrret overflate, men ikke alle ble godkjent for tilstrekkelig volum. Dette er hovedsakelig grunnet grovt sediment med mye stein som kan gjøre grabbing utfordrende. Resultatene viste likevel et arts- og individantall som er godt innenfor det Veileder 02:2018 anser som «normalt». Mer volum gir ofte en større mengde dyr, men det er likevel lite sannsynlig at dette vil ha påvirket tilstanden i resipienten i nevneverdig grad, da forholdene uansett var gode. Åkerblå vurderer derfor prøvene til å være gode nok til å overvåke den økologiske tilstanden i influensområdet til Dale.

Krav til frekvens for miljøundersøkelse i resipienten er iht. utslippstillatelsen hvert sjette år.

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*.
- 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 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Åkerblå (2021). *Måling av strøm på 5m og 15m dyp ved utslippspunkt for Dale i februar – mars 2021*. Glindø, A. H., rapportnr. SR-0521-KL-Dale-102728-01-001. Side 1-46.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

Kunde	Kraft Laks AS							Lokalitet/P.nr.			Dale				
Dato	22.06.2021							Toktleder			Vegard Aambø Langvatn				
Prøvetaking	START:		SLUTT:					Alt. Personell							
Vær	Ok							Sjøtemperatur			13,4				
Utsyr ID / Kalibrering	Grabb:	ÅMV 0002	Sil:	ÅMV 0020	Eh:	ÅMV 0012	pH:	ÅMV 0012	pH- kal:	7,00	Sjø;	Eh:	350	pH:	7,95
Stasjonsnr./navn	DAL-1 / C1			DAL-2 / C2			DAL-3 / C3								
Koordinater (WGS84) planlagt	62°03.856'N / 5°55.264'Ø			62°03.907'N / 5°55.261'Ø			62°03.991'N / 5°55.184'Ø								
Koordinater (WGS84) gjennomført	62°03.859'N / 5°55.244'Ø			62°03.911'N / 5°55.327'Ø			62°03.991'N / 5°55.184'Ø								
Dybde (meter)	41			52			126								
Grabbhugg nummer	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
Antall forsøk	2	4	2	4	5	2	1	2	1						
Godkjent hugg, overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja						
Godkjent hugg, volum (ja/nei)	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja						
Volum (cm)	8	14	15	14	15	14	10	10	10						
Antall flasker	2	1	2	1	1	2	2	2	2						
pH	7,76			7,71			7,65								
E _h (mV)	337			346			341								
Sediment	Skjellsand														
	Sand	1	1	1	1	1	1	1	1						
	Grus	2	2	2	2	2	2	2	2						
	Mudder														
	Silt														
	Leire														
	Steinbunn														
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Brun/Sort (2)														
Lukt	Ingen (0)	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Noe (2)														
	Sterk (4)														
Kons	Fast (0)	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Myk (2)														
	Løs (4)														
Merknader / avvik									CTD						
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna															

Vedlegg 2 - Analysebevis



Åkerblå AS
Furene 24
8105 VOLDA
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-069444-01

EUNOMO-00301492

Provemottak: 09.07.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 09.07.2021-03.08.2021
Referanse: Dale 103081

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	488-2021-07080122	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Vegard Langvatn		
Prøvemerkning:	DAL-1 KJE	Analysestartdato:	09.07.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	9.48	mg/kg TS	5	2.777	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Sink (Zn)	43.9	mg/kg TS	5	9.24	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a)* Glødetap ved 560°C					
a)* Glødetap (550°C)	1.14	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	74.6	% rv	0.1	3.73	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Fosfor (P)	1880	mg/kg TS	1	244	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	<0.5	g/kg TS	0.5		Internal Method (Sol), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	9960	mg/kg TS	1000	1986	NF EN 15936 - Méthode B

Utlørende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr) 1-1488,

Moss 03.08.2021

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad

Analytical Service Manager

Tegnforklaring

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nå ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverd/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøver(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AS/001 V100

Side 1 av 1



Åkerblå AS
Furene 24
6105 VOLDA
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-069443-01

EUNOMO-00301492

Prøvetidspunkt: 09.07.2021
Temperatur: 09.07.2021-03.08.2021
Analyseperiode: 09.07.2021-03.08.2021
Referanse: Dale 103081

ANALYSERAPPORT

Provenr.:	438-2021-07080124	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Vegard Langvatn		
Prøvemerking:	DAL-2 KJE	Analysestartdato:	09.07.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	7.76	mg/kg TS	5	2.654	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Sink (Zn)	28.5	mg/kg TS	5	6.02	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a)* Glødetap ved 660°C					
a)* Glødetap (550°C)	1.43	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	70.0	% rv	0.1	3.50	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	3140	mg/kg TS	1	408	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	<0.5	g/kg TS	0.5		Internal Method (Sol), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	4290	mg/kg TS	1000	913	NF EN 15936 - Méthode B

Uttørende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr) 1-1488.

Moss 03.08.2021

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad

Analytical Service Manager

Tegnforklaring

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
< Mindre enn >: Større enn nd. Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr ikke påvist.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området. For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e). Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

ANOM - 100



Åkerblå AS
Furene 24
6105 VOLDA
Attn: Kundeinfo Miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Mollebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Environment_sales@eurofins.no

AR-21-MM-069440-01

EUNOMO-00301492

Prøvemottak: 09.07.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 09.07.2021-03.08.2021
Referanse: Dale 103081

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	438-2021-07080128	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Vegard Langvatn		
Prøvemerking:	DAL-3 KJE	Analysestartdato:	09.07.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOG	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	9.55	mg/kg TS	5	2.782	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Sink (Zn)	32.4	mg/kg TS	5	6.84	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a)* Glødetap ved 660°C					
a)* Glødetap (550°C)	1.44	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	69.6	% rv	0.1	3.48	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Fosforus (P)	2520	mg/kg TS	1	328	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.9	g/kg TS	0.5	0.22	Internal Method (Sol), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	5330	mg/kg TS	1000	1104	NF EN 15936 - Méthode B

Utløsende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr) 1-1488.

Moss 03.08.2021

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad

Analytical Service Manager

Tegnforklaring

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
< Mindre enn >: Større enn nd. Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,-50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, uttrent i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøver(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR001 v100

**EUROFINS ENVIRONMENT TESTING
NORWAY AS
Results**
Mollebakken 50
PB 3055
NO-1538 MOSS
NORVEGE

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E142428

Version of : 03/08/2021

Analytical report number: AR-21-LK-175132-01

Date of Technical Reception 12/07/2021

First date of physical receipt : 12/07/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00063447

Analytical service manager : Justine Bailly / JustineBailly@eurofins.com / +336 7538 2562

Sample	Matrix		Sample reference
001	Sediments	(SED)	439-2021-07090122 - DAL-1 KJE
002	Sediments	(SED)	439-2021-07090123 - DAL-1 GEO
003	Sediments	(SED)	439-2021-07090124 - DAL-2 KJE
004	Sediments	(SED)	439-2021-07090125 - DAL-2 GEO
005	Sediments	(SED)	439-2021-07090126 - DAL-3 KJE
006	Sediments	(SED)	439-2021-07090127 - DAL-3 GEO

ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E142428

Version of : 03/08/2021

Analytical report number: AR-21-LK-175132-01

Date of Technical Reception 12/07/2021

First date of physical receipt : 12/07/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00083447

Sample N°

Customer reference

Matrix

Sampling date

Start of analysis

Temperature of the air in the container

	001	002	003	004	005	006
Customer reference	439-2021-07 090122 SED	439-2021-07 090123 SED	439-2021-07 090124 SED	439-2021-07 090125 SED	439-2021-07 090126 SED	439-2021-07 090127 SED
Sampling date	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021
Start of analysis	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021
Temperature of the air in the container	19.7°C	19.7°C	19.7°C	19.7°C	19.7°C	19.7°C

Administrative
**LBKEY : Norway granulometry
specific report**
Physico-Chemical preparation
**XX006 : Pretreatment and drying
at 40°C**
LBAD7 : Dry weight
**XX007 : Prepa - Sieving and
refusal at 2 mm**

	001	002	003	004	005	006
LBAD7 : Dry weight % nw	74.6		70.0		69.6	
XX007 : Prepa - Sieving and refusal at 2 mm % nw	13.4	22.4	1.55	4.09	<1.00	40.1

Physical measurements
**LB995 : Loss on Ignition with
550°C**
**LB4WH : Cumulative percentage
0.02 to 2 µm**
**LB4P2 : Cumulative percentage
0.02 to 20 µm**
**LB0K3 : Cumulative percentage
0.02 to 63 µm**
**LB3PB : Cumulative percentage
0.02 to 200 µm**
**LB9AT : Cumulative percentage
0.02 to 2000 µm**
LB9AB : Fraction 2 - 20 µm
LB0KU : Fraction 20 - 63 µm
LB9AV : Fraction 63 - 200 µm
LB3PC : Fraction 200 - 2000 µm

	001	002	003	004	005	006
LB995 : Loss on Ignition with 550°C % DM	1.14		1.43		1.44	
LB4WH : Cumulative percentage 0.02 to 2 µm %		0.00		0.62		1.10
LB4P2 : Cumulative percentage 0.02 to 20 µm %		2.09		5.14		10.70
LB0K3 : Cumulative percentage 0.02 to 63 µm %		5.30		12.03		18.26
LB3PB : Cumulative percentage 0.02 to 200 µm %		33.34		60.39		29.85
LB9AT : Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm %		99.67		100.00		100.00
LB9AB : Fraction 2 - 20 µm %		2.09		4.53		9.60
LB0KU : Fraction 20 - 63 µm %		3.21		6.89		0.00
LB9AV : Fraction 63 - 200 µm %		28.04		48.36		11.59
LB3PC : Fraction 200 - 2000 µm %		66.33		39.61		7.56

Pollution index
LB916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)

	001	002	003	004	005	006
LB916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK) g/kg dry matter	<0.5		<0.5		0.9	

ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E142428

Version of : 03/08/2021

Analytical report number: AR-21-LK-175132-01

Date of Technical Reception 12/07/2021

First date of physical receipt : 12/07/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00063447

Sample N°	001	002	003	004	005	006
Customer reference	439-2021-07 090122	439-2021-07 090123	439-2021-07 090124	439-2021-07 090125	439-2021-07 090126	439-2021-07 090127
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date						
Start of analysis	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021	20/07/2021
Temperature of the air in the container	19.7°C	19.7°C	19.7°C	19.7°C	19.7°C	19.7°C

Pollution index

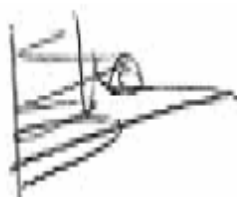
LOGM : Total Organic Carbon (TOC)	mg/kg dm	* 9960	* 4290	* 5330
--	----------	--------	--------	--------

Metals

XX001 : Mineralisation Water Regale on solides		* -	* -	* -
LOG74 : Copper (Cu)	mg/kg dm	* 9.48	* 7.76	* 9.55
LOG82 : Phosphorus (P)	mg/kg dry matter	* 1880	* 3140	* 2520
LOG84 : Zinc (Zn)	mg/kg dm	* 43.9	* 28.5	* 32.4

D : detected / ND : undetected

z2 or (2) : control zone



Caroline Eber
Analytical Service Manager

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverny Laboratory
5 rue d'Oterswiller - 67700 Saverny
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS**

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E142428

Version of : 03/08/2021

Analytical report number: AR-21-LK-175132-01

Date of Technical Reception 12/07/2021

First date of physical receipt : 12/07/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00063447

Reproduction of this document is only permitted in its entirety. It contains 6 page(s). This report concerns only the test objects. Any results and conclusions apply to the sample as received. The data transmitted by the client that may affect the validity of the results (date of sampling, matrix, sample reference and other information identified as coming from the client) shall not engage the responsibility of the laboratory.

Only certain parameters reported in this report are covered by accreditation. They are identified by the symbol *.

All changes are identified by bold, italics and underlining when a new version of the report is issued.

Information relating to the detection limit for a parameter is not covered by the Cofrac accreditation.

The results preceded by the sign < correspond to the limits of quantification, they are the responsibility of the laboratory and depend on the matrix.

All elements of traceability and uncertainty (determined with $k = 2$) are available on request.

For subcontracted results, reports from accredited laboratories are available on request.

Laboratory approved by the Minister in charge of the Environment - see the list of laboratories on the Ministry in charge of the Environment's approval management website:
<http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Approved laboratory for carrying out analyses of water health control parameters - detailed scope of approval available on request.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/en/v
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



Technical appendix
Batch N°21E142428

Analytical report number: AR-21-LK-175132-01

Order type :

EOL order

Project name :

Order Reference EUNOMO00063447

Sediments

Code	Analysis	Principle and reference of the method	LQI	Unit	Service carried out on the site of :
LS3PB	Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	Test done on Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm		0	%	
LS4P2	Cumulative percentage 0.02 to 20 µm		0	%	
LS4WH	Cumulative percentage 0.02 to 2 µm		0	%	
LS874	Copper (Cu)	ICP-OES (Mineralization with aqua regia) - NF EN ISO 11885 - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres)	5	mg/kg dm	
LS882	Phosphorus (P)		1	mg/kg dry matter	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg dm	
LS916	Nitrogen Kjeldahl (NTK)	Volumetry (Mineralization) - Internal Method (Sol) - NF EN 13342	0.5	g/kg dry matter	
LS995	Loss on ignition with 550°C	Gravimetry - NF EN 12879 (cancelled)	0.1	% DM	
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	
LS9AT	Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm		0	%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0	%	
LSA07	Dry weight	Gravimetry - NF EN 12880	0.1	% rw	
LSKEY	Norway granulometry specific report	Interpretation/Comment -			
LSQK3	Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	
LSSKM	Total Organic Carbon (TOC)	Combustion (Dry) - NF EN 15935 - Méthode B	1000	mg/kg dm	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	
XXS01	Mineralisation Water Regale on solides	Digestion (acid) -			
XXS06	Pretreatment and drying at 40°C	Drying [the Laboratory works on a fraction <2mm except clair demand for customer] - NF ISO 11464 (sludge and sediments)			
XXS07	Prepa - Sieving and refusal at 2 mm	Sieving [the Laboratory works on a fraction <2mm except clair demand for customer] -	1	% rw	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Sample traceability appendix

This traceability records the bottles of samples scanned in EOL on site before being sent to the laboratory.

Batch N° 21E142428

Analytical report number: AR-21-LK-175132-01

Order type :

EOL order

Project name :

Order Reference EUNOMO00063447

Sediments

Sampl	Customer reference	Sampling date and hour	Date of Physical Reception (1)	Date of Technical Reception (2)	Barcode	Bottle name
001	439-2021-07090122		12/07/2021	12/07/2021		
002	439-2021-07090123		12/07/2021	12/07/2021		
003	439-2021-07090124		12/07/2021	12/07/2021		
004	439-2021-07090125		12/07/2021	12/07/2021		
005	439-2021-07090126		12/07/2021	12/07/2021		
006	439-2021-07090127		12/07/2021	12/07/2021		

(1) : Date on which the sample was received at the laboratory. Where the information could not be retrieved, this is indicated by N/A (not applicable).

(2) : Date on which the laboratory had all the information necessary to finalise the registration of the sample.

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 flerbørstemarkere (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 flerbørstemarkere (Benevnelse - forurensingstolerante).

Gruppe 4 – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «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	Ny NSI/ISI hentet fra	Kilde
Tubificoides benedii	Oligochaeta (NSI 5)	Giere et. al. 1988; Giere et. al. 1999
Pista mediterranea	Pista cristata (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Pista cristata	Pista lornensis (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Owenia borealis	Oweina fusiformis	Koh et.al 2003
Terebellides sp.	Terebellides stroemii	Nygren et.al. 2018
Hermania sp.	Philine scabra (NSI 2)	Chaban et. al. 2015
Philinidae	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

Koh BS, Bhaud MR, Jirkov IA. (2003). Two new species of *Owenia* (Annelida: Polychaeta) in the northern part of the North Atlantic Ocean and remarks on previously erected species from the same area. *Sarsia* 88:175-188.

Nygren A, Parapar J, Pons J, Meißner K, Bakken T, et al. (2018). A mega-cryptic species complex hidden among one of the most common annelids in the North East Atlantic. *PLOS ONE* 13(6): e0198356.

Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

V4.1 Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} er beskrevet som

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

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

V4.2 Sensitivitet og tetthet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

AMBI 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

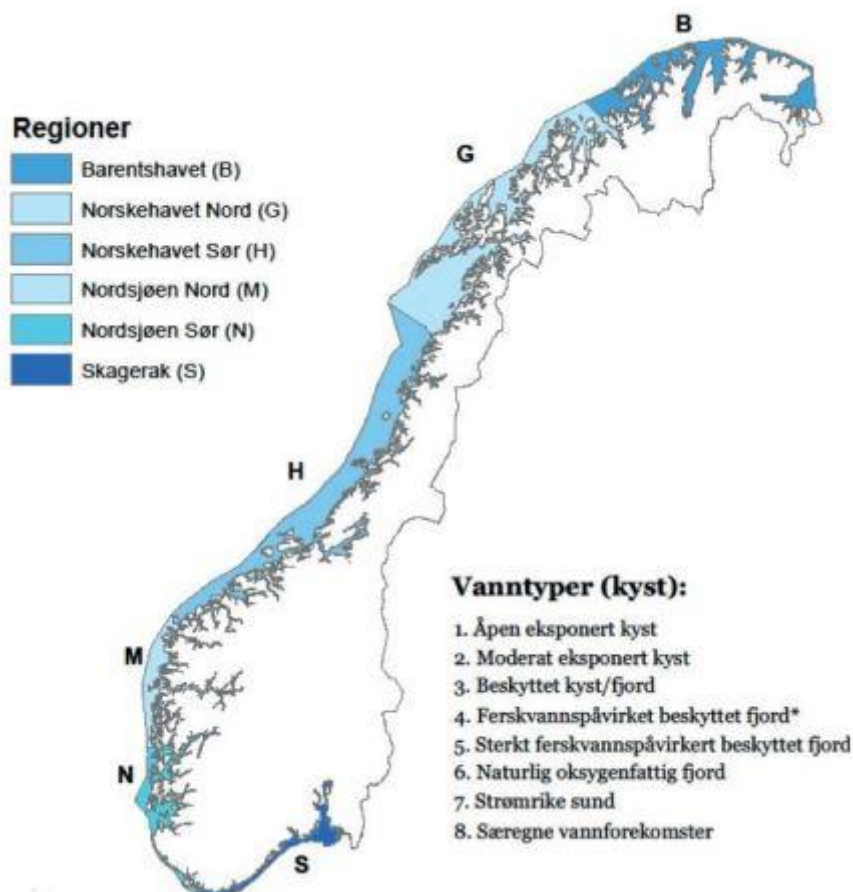
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 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- Referansetilstander

De forskjellige økoregionene er illustrert i Figur V6.1 og det er også gitt en forklaring på de forskjellige vanntypene i figuren. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V5.1-V5.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvare tilstand «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut ifra NS 9410 (2016; tabell V5.4) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2018 ved stasjoner utenfor anleggssonen.



Figur V5.1 Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

Tabell V5.1 Oversikt over klassegrenser og tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2018.

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerak 1-3 (S1-3)	NQI	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Skagerak 5 (S5)	NQI	0.86 - 0.69	0.69 - 0.6	0.6 - 0.47	0.47 - 0.3	0.3 - 0
	H	6 - 4	4 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
	ISI2012	11.8 - 7.6	7.6 - 6.8	6.8 - 5.6	5.6 - 4.1	4.1 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S 1-2 (N1-2)	NQI	0.94 - 0.75	0.75 - 0.66	0.66 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S 3-5 (N3-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Nordsjøen N 1-2 (M1-2)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen N 3-5 (M3-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Norskehavet S 1-3 (H1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet S 4-5 (H4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Norskehavet N 1-3 (G1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet N 4-5 (G4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Barentshavet 1-5 (B1-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	4.8 - 3.2	3.2 - 2.5	2.5 - 1.6	1.6 - 0.8	0.8 - 0
	ES100	39 - 19	19 - 13	13 - 8	8 - 4	4 - 0
	ISI2012	13.5 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.5	6.5 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Tabell V5.2 nEQR-basisverdi for hver tilstand*.

nEQR basisverdi		Tilstand
Klasse I	0,8	Svært god
Klasse II	0,6	God
Klasse III	0,4	Moderat
Klasse IV	0,2	Dårlig
Klasse V	0	Svært dårlig

*Tilstandsklasse

Tabell V5.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2018. Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

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

* Tilstandsklasse

** Regnet fra ml O₂/L til mg O₂/L hvor omregningsfaktoren til mg O₂/L er 1,42

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

Tabell V5.4 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 ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
2 - God	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
3 - Dårlig	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

**Miljøtilstand*

Vedlegg 6 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved Dale (Tabell V6.1).

Tabell V6.1 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)	DAL-1-1	DAL-1-2	DAL-2-1	DAL-2-2	DAL-3-1	DAL-3-2
Ampharete sp.	1	1					
Amphitrite birulai	1					1	
Amythasides macroglossus	1					5	6
Aonides paucibranchiata	1	69	4	1	1		1
Aricidea catherinae	1						1
Aricidea sp.	1	4				1	
Capitella capitata kompleks	5		21	10			
Chaetopterus norvegicus	1				1		
Chaetozone pseudosetosa	4	8				2	1
Chaetozone sp.	3				1		2
Cirratulus sp.	1			1			
Drilonereis filum	2						1
Euchone rubrocincta		1			1		
Galathowenia oculata	3	2		1	12	8	10
Glycera alba	2	3	2	2		1	
Glycera lapidum kompleks	1	6	1	2	2	6	12
Glycera unicornis	1	1		1			
Goniada maculata	2	4		3		1	
Hyalinoecia tubicola		1					
Jasmineira sp.	2				1		
Lumbrineridae	2	2					
Lumbrineris sp.	2	2		1	1		1
Lysippe labiata	2					1	
Maldanidae	2						1
Malmgrenia mcintoshii							1
Mediomastus fragilis	4			4	1	1	1
Melinna sp.						1	
Nephtyidae						1	
Nereimyra punctata	4		2				
Notomastus latericeus	1					1	3
Ophryotrocha sp.	4	3					
Orbinia sertulata	2	1					
Owenia borealis	2	1				1	
Paradoneis lyra	2						4
Paramphinome jeffreysii	3			1		26	19
Parexogone hebes	1	1		6			
Pectinariidae		4	2	1	1	2	8
Pholoe baltica	3						2
Pholoe pallida	1					1	1
Pholoe sp.	2			1			2

Phyllodoce rosea	1						1
Pista sp.							1
Poecilochaetus serpens					1		
Polycirrus norvegicus	4						2
Polycirrus plumosus	2					2	1
Polycirrus sp.	1						1
Polyphysia crassa	3					1	
Praxillella affinis	1	1					
Praxillella praetermissa	2					3	2
Prionospio cirrifera	3	12	6	4	6	6	5
Prionospio fallax	2	2		5		9	9
Psamathe fusca	2						7
Scalibregma inflatum kompleks	3						1
Scalibregma sp.						1	
Scoloplos armiger kompleks	3	3					
Sosane sulcata	1	15	2		10		
Spiophanes kroyeri	3		1		2	8	9
Spiophanes wigleyi	1						2
Terebellides sp.	2					1	3
Oligochaeta	5					1	3
Bivalvia	1	2					
Astarte sulcata	1					1	3
Cochlodesma praetenuae					1		
Devonia perrieri		1	1				
Fabulina fabula				1			
Kelliella miliaris	3						2
Lucinoma borealis	1		1	2	2		
Mendicula ferruginosa	1					1	4
Mya sp.	3			1			
Tellimya ferruginosa	2					2	
Thyasira obsoleta	1					1	4
Thyasira sarsii	4				2	1	
Tropidomya abbreviata	1					1	
Varicorbula gibba	4			1			
Yoldiella philippiana	1					5	2
Aporrhais pespelecani				1			
Cylichna cylindracea	2	2					
Eulimidae						1	
Euspira montagui	2			1			
Euspira nitida	2				1		1
Leptochiton alveolus						3	3
Leptochiton arcticus						1	3
Leptochiton asellus	1	2	1		3		
Pulsellum lofotense							1
zoa-larve					1		
Ampelisca sp.	1			2			
Harpinia sp.	3			1			
Lysianassoidea	1				2	1	1
Oedicerotidae		1		2			2
Cumacea	1						3
Decapoda (larver)		1			3		
Gnathia dentata						1	

Tanaidacea	1					1	
Philomedes globosus	1						1
Calanoida		56	52	14	25	3	10
Asteroidea	3		1				
Amphipholis squamata	1				1	2	
Amphiura chiajei	2					6	7
Amphiura filiformis	3					1	2
Ophiura sp.	2					1	1
Echinoidea	1	2	1				2
Brisaster fragilis	3					1	
Echinocardium sp.	3				1		
Echinocyamus pusillus	1	2	1		1		
Labidoplax buskii	2						4
Leptosynapta decaria		2					6
Asciacea	1		1		1		
Cerianthus lloydii	3	10	2		5		2
Edwardsiidae	2	10	1	4	1		
Nematoda		40	30	1500	6	12	73
Nemertea	3	3	1		1		
Nemertea 2	3	1					1
Phascolion (Phascolion) strombus strombus	2						1
Foraminifera			2		5		2
Veneridae		1					
Tellinidae					1		

Vedlegg 7 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved er presentert fra overflaten til like over bunnen (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 CTD data fra Dale

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
31	13,7	105,7	9,18	2,9	12:52:44
31	13,6	105,6	9,18	3,5	12:52:46
31	13,6	105,7	9,20	4,2	12:52:48
31	13,3	105,5	9,22	5,0	12:52:50
31	13,1	105,2	9,22	5,7	12:52:52
31	13,1	105,3	9,22	6,1	12:52:54
31	13,1	105,1	9,21	6,9	12:52:56
32	13,0	105,0	9,21	7,6	12:52:58
32	12,8	104,4	9,17	8,3	12:53:00
32	12,8	104,2	9,16	9,1	12:53:02
32	12,7	103,8	9,13	9,6	12:53:04
32	12,7	103,7	9,12	10,3	12:53:06
32	12,7	103,5	9,10	10,9	12:53:08
32	12,7	102,7	9,03	11,4	12:53:10
32	12,7	102,5	9,01	11,7	12:53:12
32	12,7	102,3	8,99	12,1	12:53:14
32	12,7	102,1	8,98	12,6	12:53:16
32	12,7	102,0	8,97	13,2	12:53:18
32	12,7	101,7	8,94	13,8	12:53:20
32	12,7	101,6	8,93	14,4	12:53:22
32	12,6	101,5	8,92	14,6	12:53:24
32	12,6	101,0	8,88	15,0	12:53:26
32	12,6	100,5	8,83	16,0	12:53:28
33	12,6	100,2	8,80	17,0	12:53:30
33	12,6	99,6	8,75	17,9	12:53:32
33	12,6	99,2	8,72	18,8	12:53:34
33	12,6	98,8	8,68	19,8	12:53:36
33	12,6	98,3	8,64	20,5	12:53:38
33	12,6	98,2	8,62	21,6	12:53:40
33	12,6	98,0	8,60	22,7	12:53:42
33	12,6	97,9	8,60	23,7	12:53:44
33	12,6	97,8	8,59	24,5	12:53:46
33	12,5	97,8	8,60	25,5	12:53:48
33	12,5	98,1	8,62	26,5	12:53:50
33	12,5	98,3	8,63	27,5	12:53:52
33	12,5	98,6	8,65	28,6	12:53:54
33	12,5	98,8	8,67	29,7	12:53:56
33	12,5	99,0	8,69	30,7	12:53:58
33	12,4	99,2	8,71	31,7	12:54:00

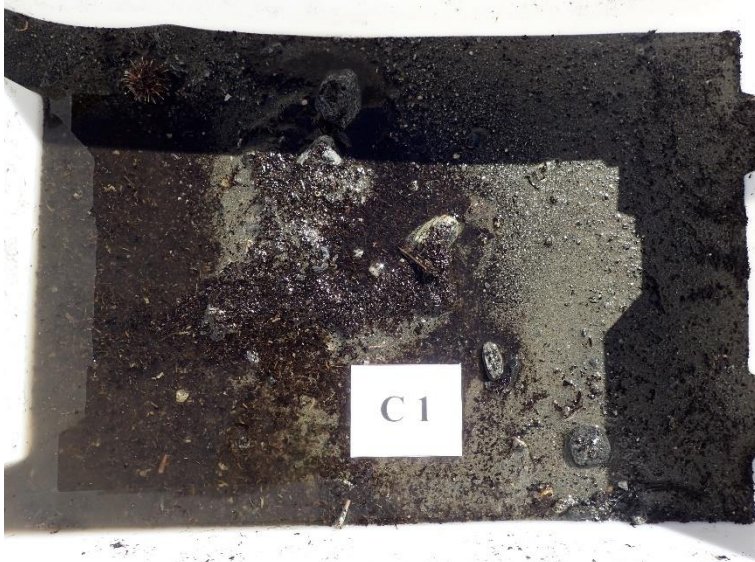
33	12,4	99,4	8,73	32,8	12:54:02
33	12,3	99,7	8,76	33,8	12:54:04
33	12,3	99,9	8,80	34,8	12:54:06
33	12,1	100,3	8,85	35,8	12:54:08
34	12,1	100,8	8,90	36,6	12:54:10
34	12,0	101,4	8,97	37,6	12:54:12
34	12,0	102,0	9,03	38,4	12:54:14
34	11,9	102,3	9,07	39,4	12:54:16
34	11,8	102,8	9,12	40,5	12:54:18
34	11,7	103,3	9,18	41,5	12:54:20
34	11,6	103,7	9,24	42,6	12:54:22
34	11,5	104,3	9,32	43,6	12:54:24
34	11,3	104,9	9,40	44,7	12:54:26
34	11,1	105,8	9,52	45,8	12:54:28
34	11,0	107,1	9,67	46,9	12:54:30
34	10,9	108,2	9,79	48,0	12:54:32
34	10,7	108,9	9,89	49,0	12:54:34
34	10,4	109,6	10,01	50,1	12:54:36
34	10,1	110,6	10,15	51,3	12:54:38
34	10,0	111,8	10,29	52,5	12:54:40
34	9,8	112,7	10,42	53,7	12:54:42
34	9,6	113,4	10,52	54,9	12:54:44
34	9,4	114,0	10,62	56,2	12:54:46
34	9,2	114,3	10,68	57,4	12:54:48
34	9,2	114,2	10,69	58,6	12:54:50
34	9,1	114,0	10,68	59,7	12:54:52
34	9,1	113,6	10,66	60,9	12:54:54
34	9,0	113,2	10,64	62,0	12:54:56
34	8,9	112,7	10,60	63,1	12:54:58
34	8,9	112,1	10,55	64,2	12:55:00
34	8,8	111,3	10,49	65,2	12:55:02
34	8,8	110,4	10,42	66,4	12:55:04
34	8,7	109,5	10,35	67,5	12:55:06
34	8,7	108,8	10,28	68,6	12:55:08
34	8,7	107,9	10,20	69,6	12:55:10
34	8,7	107,3	10,14	70,7	12:55:12
34	8,7	106,6	10,08	71,7	12:55:14
34	8,6	105,8	10,02	72,9	12:55:16
34	8,6	104,8	9,92	74,0	12:55:18
34	8,6	103,9	9,84	75,2	12:55:20
34	8,5	102,8	9,75	76,4	12:55:22
34	8,5	101,5	9,63	77,5	12:55:24
34	8,5	100,1	9,50	78,7	12:55:26
35	8,5	98,9	9,39	79,8	12:55:28
35	8,5	97,4	9,24	80,9	12:55:30
35	8,5	95,9	9,10	82,0	12:55:32

35	8,5	94,3	8,94	83,0	12:55:34
35	8,5	92,6	8,77	84,3	12:55:36
35	8,5	90,5	8,57	85,6	12:55:38
35	8,5	88,2	8,35	86,9	12:55:40
35	8,5	86,2	8,16	88,2	12:55:42
35	8,5	84,3	7,98	89,4	12:55:44
35	8,5	82,3	7,79	90,7	12:55:46
35	8,5	80,4	7,61	91,9	12:55:48
35	8,5	78,6	7,45	93,1	12:55:50
35	8,5	77,1	7,31	94,3	12:55:52
35	8,5	75,9	7,19	95,6	12:55:54
35	8,5	74,9	7,10	96,8	12:55:56
35	8,5	74,0	7,02	98,0	12:55:58
35	8,5	73,3	6,95	99,2	12:56:00
35	8,5	72,7	6,89	100,4	12:56:02
35	8,4	72,3	6,85	101,7	12:56:04
35	8,4	72,0	6,82	102,9	12:56:06
35	8,4	71,8	6,80	104,1	12:56:08
35	8,4	71,6	6,79	105,3	12:56:10
35	8,4	71,5	6,78	106,4	12:56:12
35	8,4	71,3	6,76	107,5	12:56:14
35	8,4	71,2	6,75	108,6	12:56:16
35	8,4	71,2	6,75	109,6	12:56:18
35	8,4	71,1	6,75	110,8	12:56:20
35	8,4	71,2	6,75	111,9	12:56:22
35	8,4	71,3	6,77	113,2	12:56:24
35	8,4	71,5	6,79	114,2	12:56:26
35	8,4	71,5	6,79	115,3	12:56:28
35	8,4	71,6	6,80	116,4	12:56:30
35	8,4	71,6	6,80	117,4	12:56:32
35	8,4	71,6	6,80	118,8	12:56:34
35	8,4	71,7	6,81	119,9	12:56:36
35	8,3	71,8	6,81	121,0	12:56:38
35	8,3	71,8	6,81	122,1	12:56:40
35	8,3	71,7	6,81	123,1	12:56:42
35	8,3	71,8	6,82	124,2	12:56:44
35	8,3	71,8	6,82	125,3	12:56:46
35	8,3	71,9	6,83	126,4	12:56:48
35	8,3	71,9	6,83	127,4	12:56:50
35	8,3	72,0	6,84	128,5	12:56:52
35	8,3	72,0	6,84	129,6	12:56:54
35	8,3	72,1	6,84	130,8	12:56:56
35	8,3	72,1	6,85	131,9	12:56:58
35	8,3	72,2	6,85	133,0	12:57:00
35	8,3	72,2	6,86	134,1	12:57:02
35	8,3	72,2	6,86	135,2	12:57:04

35	8,3	72,3	6,87	136,3	12:57:06
35	8,3	72,4	6,87	137,4	12:57:08
35	8,3	72,5	6,88	138,5	12:57:10
35	8,3	72,6	6,90	139,7	12:57:12
35	8,3	72,9	6,92	140,8	12:57:14
35	8,3	73,1	6,94	141,9	12:57:16
35	8,3	73,2	6,96	143,1	12:57:18
35	8,3	73,3	6,97	144,2	12:57:20
35	8,3	73,4	6,98	145,3	12:57:22
35	8,3	73,6	6,99	146,5	12:57:24
35	8,3	73,6	7,00	147,6	12:57:26
35	8,3	73,7	7,00	148,7	12:57:28
35	8,3	73,8	7,01	149,7	12:57:30
35	8,3	73,8	7,02	150,1	12:57:32
35	8,3	73,9	7,02	150,5	12:57:34
35	8,3	73,9	7,02	150,4	12:57:36
35	8,3	73,8	7,01	150,4	12:57:38
35	8,3	73,8	7,01	150,7	12:57:40
35	8,3	73,5	6,99	151,0	12:57:42
35	8,3	73,5	6,98	151,5	12:57:44
35	8,3	73,5	6,98	151,8	12:57:46
35	8,3	73,6	6,99	152,2	12:57:48
35	8,3	73,7	7,00	152,4	12:57:50
35	8,3	73,7	7,00	152,6	12:57:52
35	8,3	73,7	7,01	152,9	12:57:54
35	8,3	73,8	7,01	153,1	12:57:56
35	8,3	73,7	7,00	153,0	12:57:58
35	8,3	73,7	7,00	153,1	12:58:00
35	8,3	73,7	7,00	153,2	12:58:02

Vedlegg 8 – 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 V8.1 – V8.3).



Figur V8.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V8.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V8.3 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.