

Strømrapport

**Måling av overflate- (5m),
dimensjonerings- (15m), sprednings- og
bunnstrøm ved**

Stranda i

november - desember 2020

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Stranda. SR-0121-GH-Stranda-102202-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	20.01.21	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	Stranda	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Heim	Fylke	Trøndelag
Oppdragsgiver			
Selskap	Gadus Settefisk AS; Borgundvågvegen 237, 6750 STADTLANDET, NORGE		
Kontaktperson	Kenneth Brandal	kenneth.brandal@gadusgroup.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Arild Kjerstad Joakim Sandkjenn Hedda Østgaard	arild@akerbla.no joakim.sandkjenn@akerbla.no hedda.ostgaard@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
Kontrollert av	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (71m)	Bunn (128m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	32.0 (Ø)	26.1 (Ø)	17.0 (Ø)	17.1 (Ø)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	5.9	6.2	4.7	3.6
Strømstyrke < 1cm/s (%)	3.5	3.0	5.4	11.6
Strømstyrke < 3cm/s (%)	22.5	23.3	33.5	54.6
Strømstyrke < 10cm/s (%)	88.3	81.9	93.2	95.8
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.1	0.0	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.5	0.6	0.2	0.4
10-års strøm (maksimal)	53	43	-	-
50-års strøm (maksimal)	59	48	-	-

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 strømhastighet og -retning	12
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	16
4.5 Strømmens retningsfordeling	17
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	18
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	19
4.8 Tidsdiagram – Temperatur.....	20
4.9 Progressivt vektordiagram	21
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet.....	22
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	23
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	24
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	25
4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	26
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	26
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	26
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	26
4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	27
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	28
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	28
4.21 Strømfordeling	29
4.22 Strømvarighet.....	31
4.23 Tidevannsanalyse	33
4.24 Todagersperiode.....	36
4.25 Vind under måleperioden.....	37
4.26 Utslippskontur	41
4.27 CTD-profil.....	42
5. Diskusjon	43
5.1 Høye strømmålinger.....	43
5.2 Tidevannspåvirkning.....	43

5.3	Vindpåvirkning	43
5.4	Vannutskiftning.....	44
5.5	Mulig spredning av utslipp.....	44
5.6	Vannsøylens vertikale struktur.....	45
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	46
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	46
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	47
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	48
6.4	CTD-målinger	48
7.	Vedlegg – Riggoppsett	49
7.1	Riggoppsett	49
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	50
8.1	Databearbeiding	50
8.2	Kvalitetssikring av data.....	52
8.3	Fjernede dataverdier.....	57
8.3.1	Måleperiode	57
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	57
9.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	58
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner.....	59
11.	Vedlegg – Måleenheter	60
12.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse.....	61
13.	Vedlegg – Referanser.....	62

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Gadus Settefisk AS utført strømmålinger ved tenkt oppdrettslokalitet Stranda som er vurdert etter beliggenhet, strømforhold, temperatur, vannutskiftning, tidevann og vind.

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

NYTEK-forskriften har som mål å begrense rømming av fisk fra oppdrettsanlegg. NS 9415:2009 krever at alle lokaliteter undersøkes og beskrives ut fra topografi og eksponeringsgrad i form av parametere som danner grunnlag for beregning av miljølaste på et anlegg.

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal også kunne ivareta artens krav til et godt levemiljø (Mattilsynet, 2016). Det må være tilstrekkelig tilførsel av vann av egnet kvalitet. Spesielt relevant er oksygen – som er vurdert etter blant annet strømforhold og vannutskiftning – og temperatur.

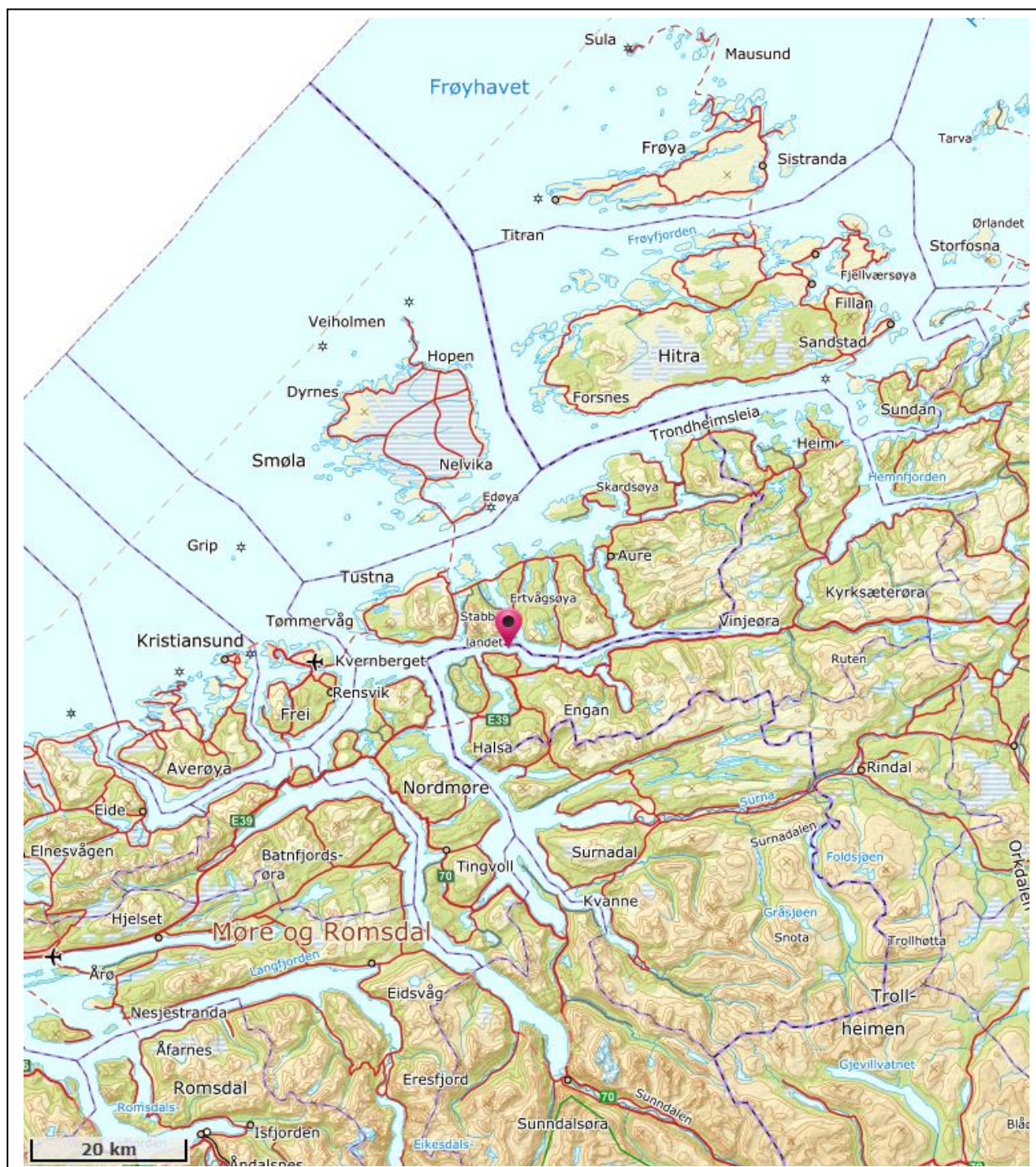
Denne rapporten tilfredsstillte kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Stranda ligger i Heim kommune, Trøndelag (Figur 2.1). Stranda ligger på sørøstsiden av Stabblandet, i sørsiden av Strandafjorden. Nordøst for plasseringen ligger Imarsundet, som forbinder Strandafjorden med Edøyfjorden. Øst for målepunktet møtes Strandafjorden og Arasvikfjorden, mens vest for plasseringen møtes Strandafjorden og Korsnesfjorden.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra nordøst, øst og vest.

Bunntopografi er ca. 131m dyp og orientert Ø – V i området for strømmålingsposisjonen.



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

3. Metodikk

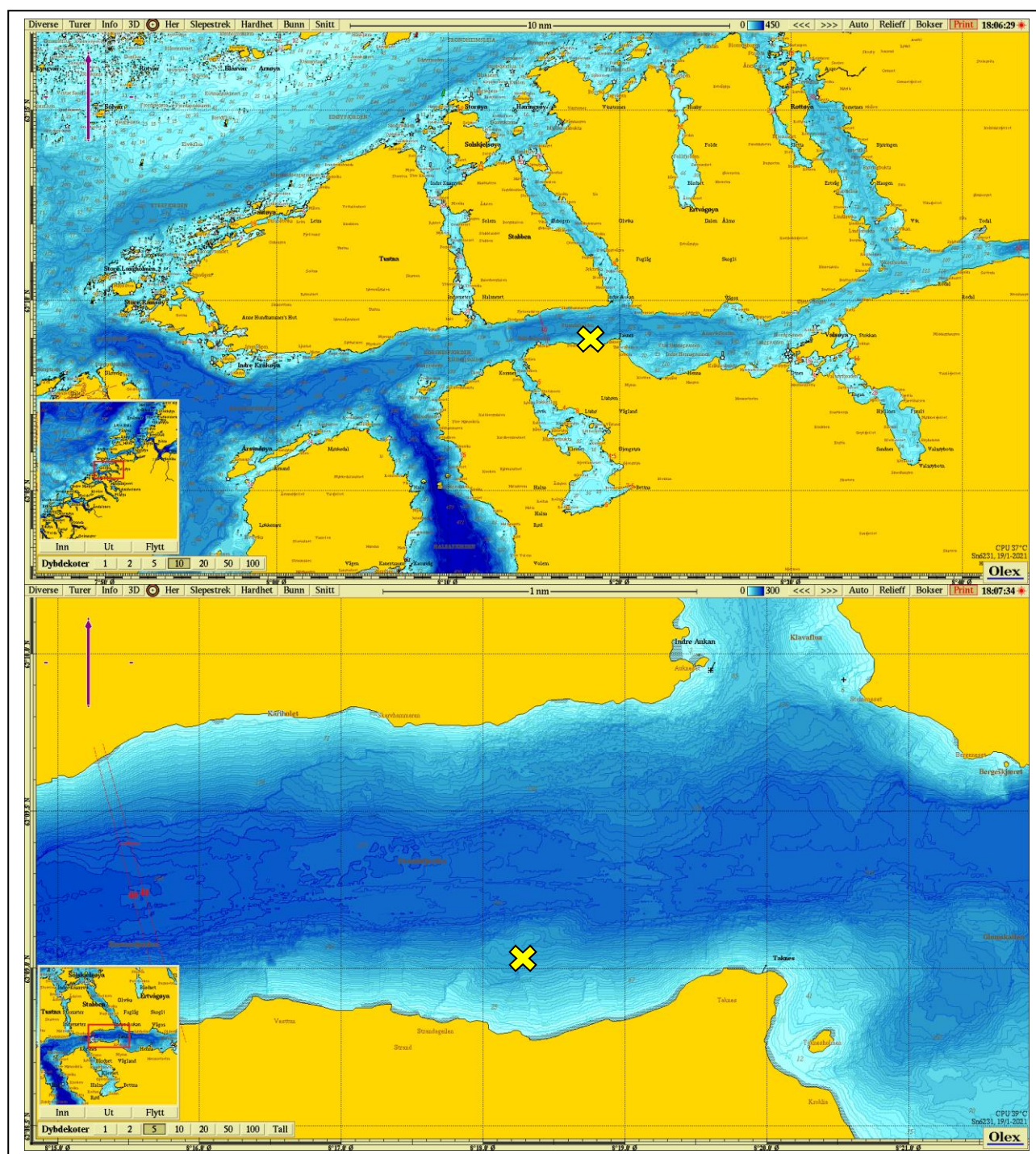
Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1.

Under måleperioden viklet riggen seg inn i et fiskegarn. Dette skjedde trolig 26. november, 2 dager etter utsett 24. november. Riggen ble derfor tatt opp og satt ut igjen på ny 01. desember, hvorpå den stod uforstyrret fram til opptak 22. desember. Strømmålinger er allikevel brukt fra første utsett til siste opptak, slik at hele måleperioden er fra 24. november til 22. desember 2020.

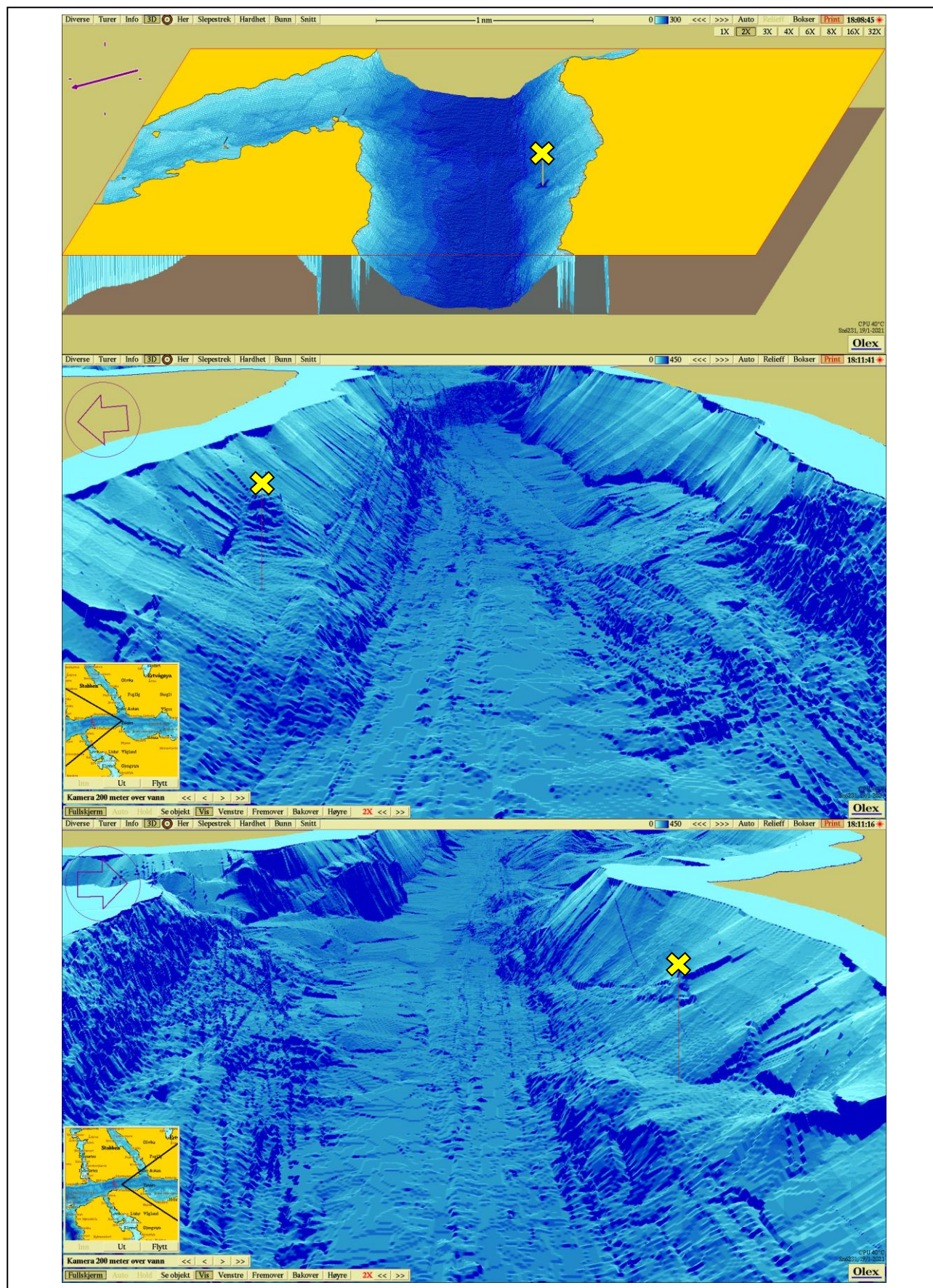
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 - Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (71m)	Bunn (128m)
Posisjonsanvisning	✘	✘	✘	✘
Posisjon	63° 09.033' N; 008° 18.271' Ø	63° 09.033' N; 008° 18.271' Ø	63° 09.033' N; 008° 18.271' Ø	63° 09.033' N; 008° 18.271' Ø
Dyp på målested	131m	131m	131m	131m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	24.11.20 – 22.12.20	24.11.20 – 22.12.20	24.11.20 – 22.12.20	24.11.20 – 22.12.20
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	28.2	28.2	28.2	28.2
Manglende datapunkt	6	6	5	4
Fjernede datapunkt	1	1	2	3



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

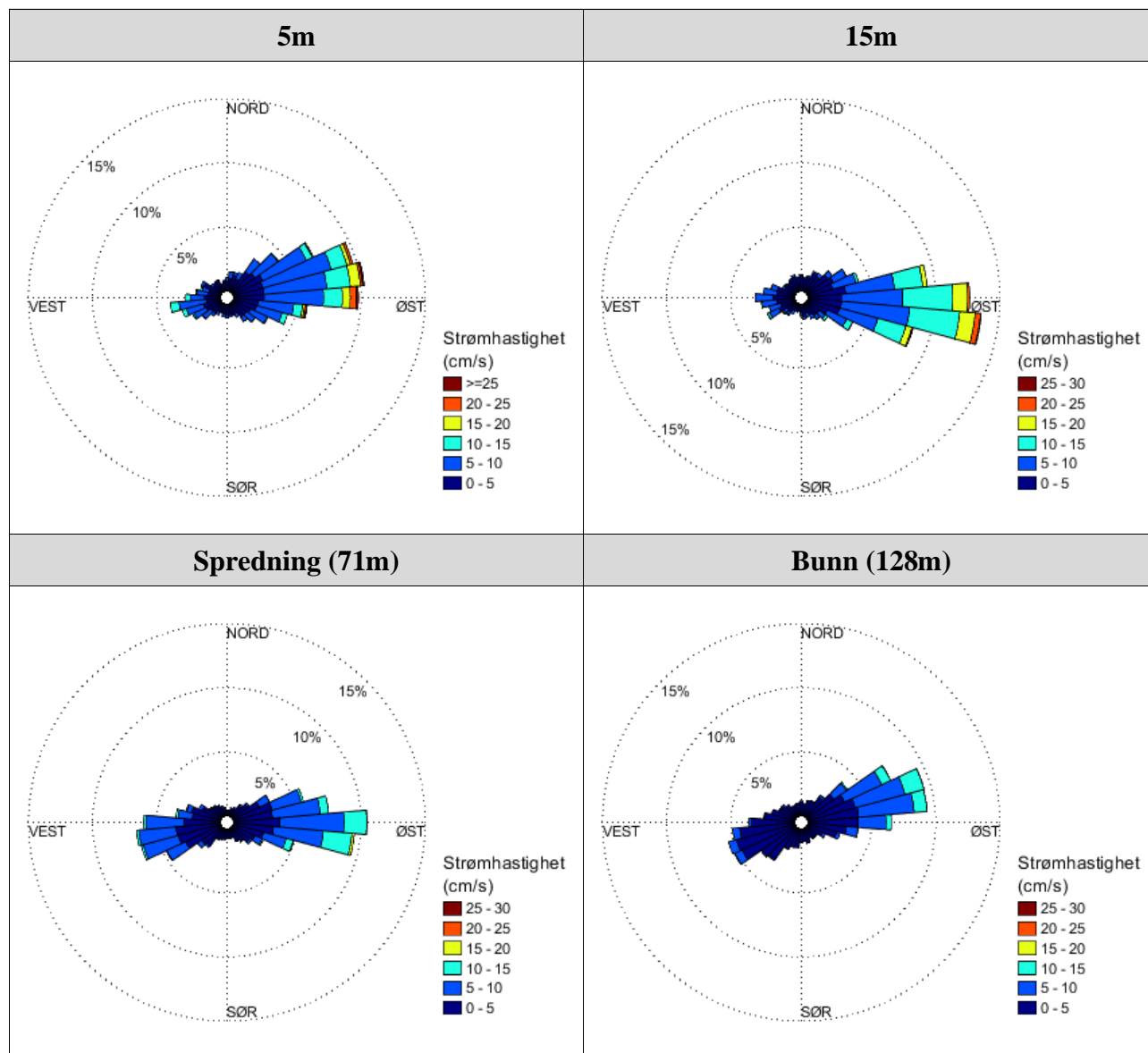
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m).

Måledyp	5m	15m	Spredning (71m)	Bunn (128m)
Sjøtemperatur (°C)	6.3 - 9.6	6.8 - 10.3	6.4 - 10.8	6.4 - 10.1
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	32.0	26.1	17.0	17.1
Gjennomsnitt (cm/s)	5.9	6.2	4.7	3.6
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.1	0.0
Signifikant maks (cm/s)	10.1	11.1	8.1	6.8
Signifikant min (cm/s)	2.4	2.4	1.8	1.2
Varians (cm/s) ²	15.8	17.3	8.8	7.7
Standardavvik (cm/s)	4.0	4.2	3.0	2.8
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	3.5	3.0	5.4	11.6
Lengst periode < 1cm/s (min)	60	50	70	70
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	22.5	23.3	33.5	54.6
Lengst periode < 3cm/s (min)	270	240	370	420
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	88.3	81.9	93.2	95.8
Lengst periode < 10cm/s (min)	4000	6020	6770	3990
% ≥ 30cm/s	0.1	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	60	0	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	2.9	3.8	1.1	1.5
Retning (grader)	82	96	106	76
Neumann-parameter	0.5	0.6	0.2	0.4
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	5119	5358	4051	3089

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, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m).

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	6	25	19	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.8	1724	1.2	10.7
N	15	7	31	31	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	2.1	1845	1.3	9.9
NØ	30	3	41	38	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	3.1	2952	2.0	9.8
NØ	45	7	43	74	83	2	0	0	0	0	0	0	0	0	209	5.1	5745	4.0	10.8
NØ	60	9	52	93	244	27	8	0	0	0	0	0	0	0	433	10.7	15758	10.9	19.8
Ø	75	7	42	96	315	105	24	13	4	1	0	0	0	0	607	15.0	29253	20.3	30.3
Ø	90	7	47	92	282	87	42	22	5	5	0	0	0	0	589	14.5	30213	21.0	32.0
Ø	105	3	46	63	150	32	5	4	0	0	0	0	0	0	303	7.5	11695	8.1	22.3
SØ	120	6	41	59	83	8	0	0	0	0	0	0	0	0	197	4.9	5897	4.1	13.3
SØ	135	6	31	44	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	2.8	2772	1.9	9.6
SØ	150	5	27	25	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1.8	1590	1.1	7.8
S	165	7	27	18	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	1.5	1084	0.8	7.5
S	180	9	27	16	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	1.7	1262	0.9	8.0
S	195	6	22	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	1.2	930	0.6	7.7
SV	210	5	23	21	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.6	1380	1.0	9.3
SV	225	1	26	23	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	81	2.0	2218	1.5	10.4
SV	240	7	29	49	67	9	0	0	0	0	0	0	0	0	161	4.0	5044	3.5	11.6
V	255	7	18	46	113	31	0	0	0	0	0	0	0	0	215	5.3	8438	5.9	13.2
V	270	6	28	42	77	23	0	0	0	0	0	0	0	0	176	4.3	6271	4.4	14.1
V	285	6	21	29	37	8	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.5	3070	2.1	14.0
NV	300	3	44	40	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	2.7	2295	1.6	8.3
NV	315	4	28	22	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	1.5	1072	0.7	7.9
NV	330	8	29	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	1.4	870	0.6	6.4
N	345	6	23	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	1.1	645	0.4	5.9
Antall obs.		141	771	981	1692	334	79	39	9	6	0	0	0	0	4052	100	0	0	0
%		3.5	19.0	24.2	41.7	8.2	1.9	1.0	0.2	0.1	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	35	29	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.8	1298	0.9	7.6
N	15	5	37	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.8	1271	0.8	8.6
NØ	30	4	50	43	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	2.6	1942	1.3	6.9
NØ	45	3	47	57	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	3.1	2668	1.8	8.4
NØ	60	7	49	76	66	2	0	0	0	0	0	0	0	0	200	4.9	5272	3.5	11.2
Ø	75	5	45	104	173	60	5	0	0	0	0	0	0	0	392	9.7	15308	10.2	17.3
Ø	90	5	47	118	290	231	71	9	0	0	0	0	0	0	771	19.0	41887	27.8	22.1
Ø	105	6	48	104	265	206	52	18	2	0	0	0	0	0	701	17.3	38138	25.3	26.1
SØ	120	14	43	61	101	36	3	0	0	0	0	0	0	0	258	6.4	9272	6.2	15.4
SØ	135	4	23	41	23	7	0	0	0	0	0	0	0	0	98	2.4	2686	1.8	14.0
SØ	150	9	23	26	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.9	1706	1.1	9.5
S	165	0	19	32	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.7	1759	1.2	10.2
S	180	3	29	12	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1.4	1235	0.8	10.5
S	195	3	13	15	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	40	1.0	884	0.6	11.0
SV	210	4	16	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	1.2	1077	0.7	9.3
SV	225	4	36	19	15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	79	1.9	1967	1.3	15.1
SV	240	5	34	34	46	11	1	0	0	0	0	0	0	0	131	3.2	4202	2.8	15.1
V	255	6	29	47	61	2	0	0	0	0	0	0	0	0	145	3.6	4210	2.8	10.3
V	270	7	26	60	82	2	0	0	0	0	0	0	0	0	177	4.4	5275	3.5	10.4
V	285	2	37	44	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	134	3.3	3507	2.3	10.0
NV	300	7	28	35	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	2.0	1628	1.1	7.1
NV	315	5	29	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	1.5	997	0.7	6.6
NV	330	4	43	16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.8	1125	0.7	7.1
N	345	6	38	25	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.9	1439	1.0	7.7
Antall obs.		123	824	1066	1310	567	133	27	2	0	0	0	0	0	4052	100	0	0	0
%		3.0	20.3	26.3	32.3	14.0	3.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredningsdyp (71m).

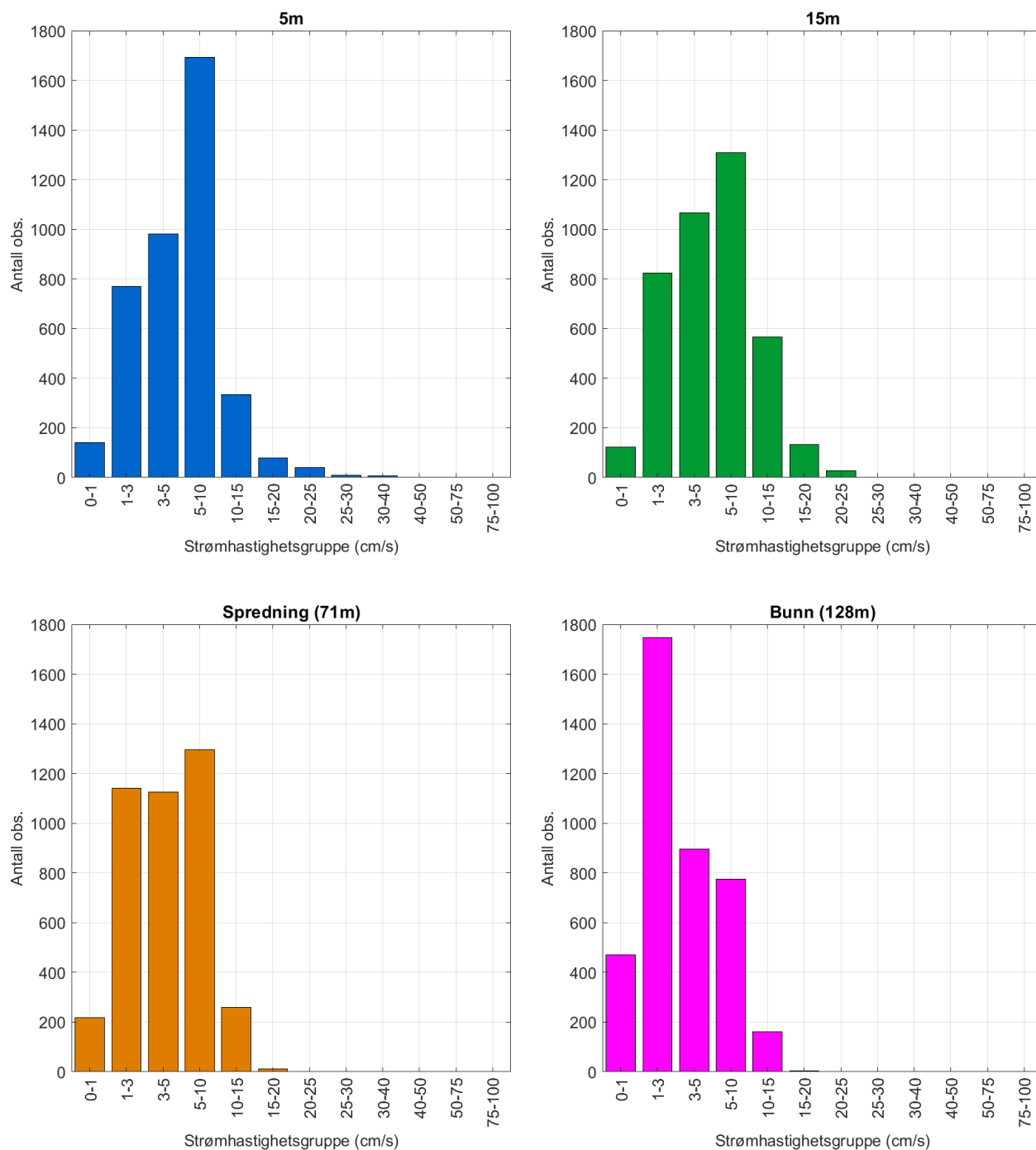
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%	
N	0	9	18	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0.8	354	0.3	5.2
N	15	3	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0.8	384	0.3	4.7
NØ	30	3	35	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	1.1	611	0.5	4.9
NØ	45	8	40	33	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	2.3	1689	1.5	7.4
NØ	60	13	51	75	52	3	0	0	0	0	0	0	0	0	194	4.8	4766	4.2	10.5
Ø	75	11	86	99	185	23	0	0	0	0	0	0	0	0	404	10.0	12578	11.0	14.8
Ø	90	13	75	123	303	115	1	0	0	0	0	0	0	0	630	15.5	25220	22.1	15.4
Ø	105	10	60	90	165	80	9	0	0	0	0	0	0	0	414	10.2	16667	14.6	17.0
SØ	120	9	54	67	41	6	1	0	0	0	0	0	0	0	178	4.4	4422	3.9	15.6
SØ	135	10	51	31	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	100	2.5	1673	1.5	10.4
SØ	150	11	42	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	1.7	925	0.8	6.5
S	165	8	31	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	1.2	572	0.5	5.7
S	180	9	32	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	1.2	551	0.5	5.0
S	195	9	33	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1.4	794	0.7	5.5
SV	210	4	38	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	1.5	958	0.8	5.8
SV	225	9	50	54	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	3.2	2574	2.3	7.4
SV	240	8	71	104	97	4	0	0	0	0	0	0	0	0	284	7.0	7236	6.3	12.2
V	255	8	80	120	179	12	0	0	0	0	0	0	0	0	399	9.8	12309	10.8	14.3
V	270	9	72	104	163	8	0	0	0	0	0	0	0	0	356	8.8	10597	9.3	12.4
V	285	7	52	70	45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	181	4.5	4512	4.0	11.0
NV	300	10	46	48	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	118	2.9	2312	2.0	11.1
NV	315	10	39	22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1.8	1121	1.0	6.0
NV	330	14	29	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.4	706	0.6	5.4
N	345	13	28	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	1.1	474	0.4	4.0
Antall obs.		218	1140	1126	1297	260	11	0	0	0	0	0	0	0	4052	100	0	0	0
%		5.4	28.1	27.7	32.0	6.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.4. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra bunn dyp (128m).

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	11	47	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	1.5	646	0.7	5.0
N	15	24	40	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.8	806	0.9	6.9
NØ	30	14	52	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	2.2	1182	1.4	7.8
NØ	45	23	63	42	35	4	0	0	0	0	0	0	0	0	167	4.1	3415	3.9	12.0
NØ	60	18	96	94	187	46	1	0	0	0	0	0	0	0	442	10.9	14890	17.1	16.1
Ø	75	18	90	133	266	80	2	0	0	0	0	0	0	0	589	14.5	21869	25.2	17.1
Ø	90	20	105	110	140	28	0	0	0	0	0	0	0	0	403	9.9	11830	13.6	14.1
Ø	105	25	86	56	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	4.8	3588	4.1	8.9
SØ	120	21	47	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	2.3	1362	1.6	8.1
SØ	135	18	39	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.7	781	0.9	6.4
SØ	150	18	33	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.4	572	0.7	4.2
S	165	19	41	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1.6	599	0.7	4.0
S	180	20	51	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.8	638	0.7	3.3
S	195	23	56	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	2.1	803	0.9	4.1
SV	210	25	79	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	3.2	1560	1.8	6.5
SV	225	16	117	46	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185	4.6	2722	3.1	7.3
SV	240	15	157	101	31	2	0	0	0	0	0	0	0	0	306	7.5	5589	6.4	10.6
V	255	30	154	99	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321	7.9	5677	6.5	8.3
V	270	23	117	68	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224	5.5	3692	4.2	8.8
V	285	17	83	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	3.2	1635	1.9	6.7
NV	300	20	64	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	2.2	931	1.1	8.9
NV	315	23	56	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	2.1	900	1.0	7.2
NV	330	11	36	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.3	568	0.7	11.9
N	345	18	39	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.6	672	0.8	9.2
Antall obs.		470	1748	895	775	161	3	0	0	0	0	0	0	0	4052	100	0	0	0
%		11.6	43.1	22.0	19.1	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

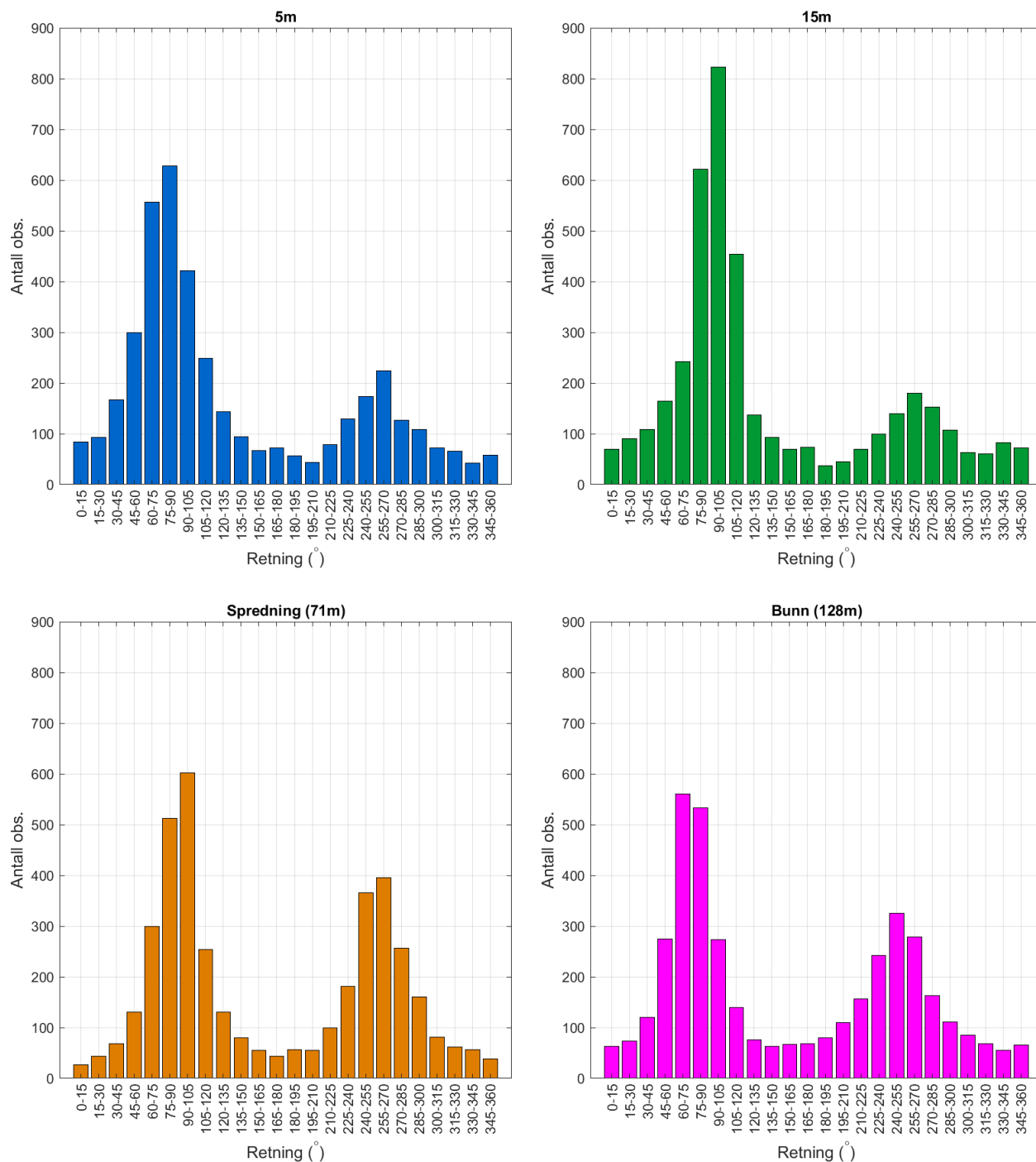
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

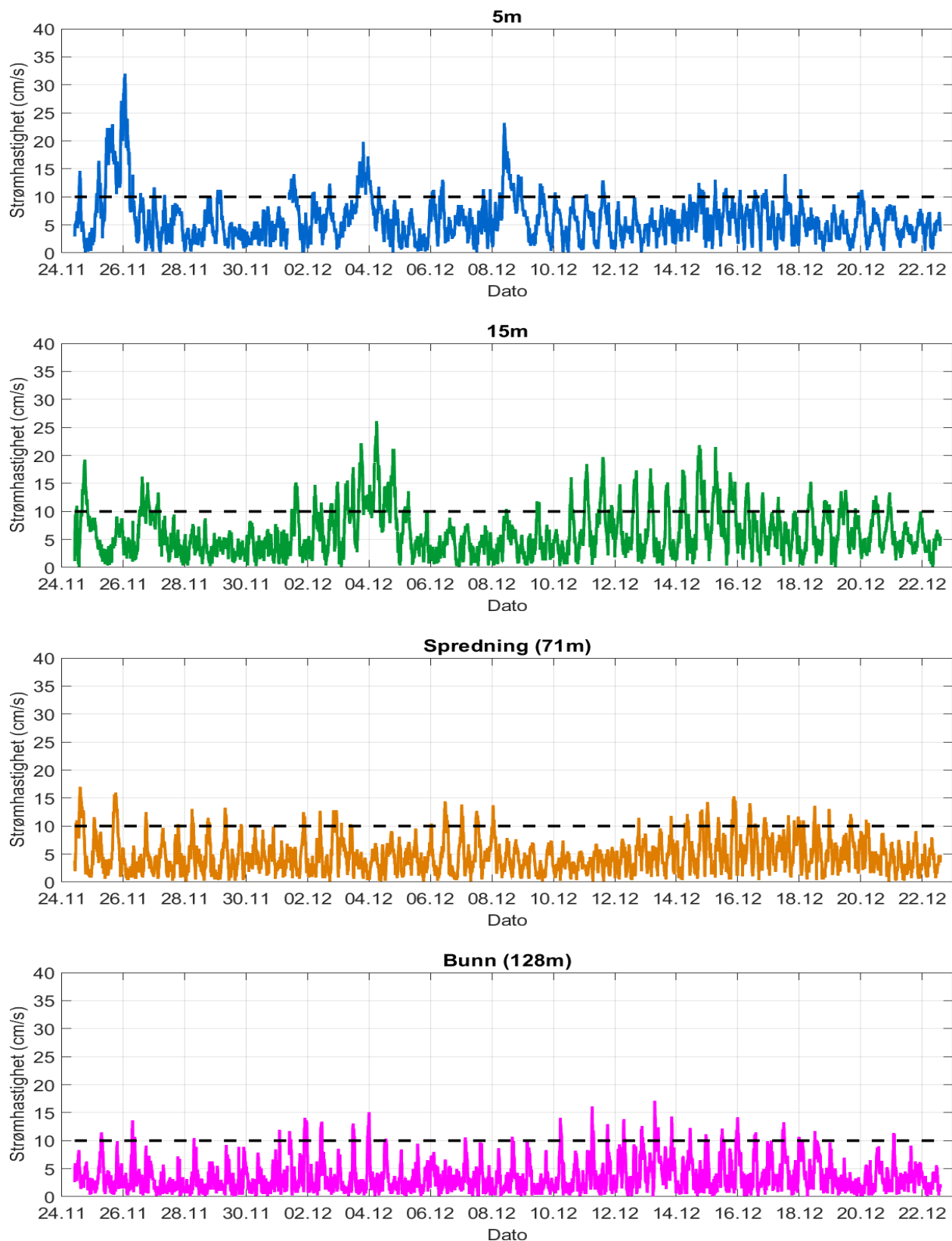
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

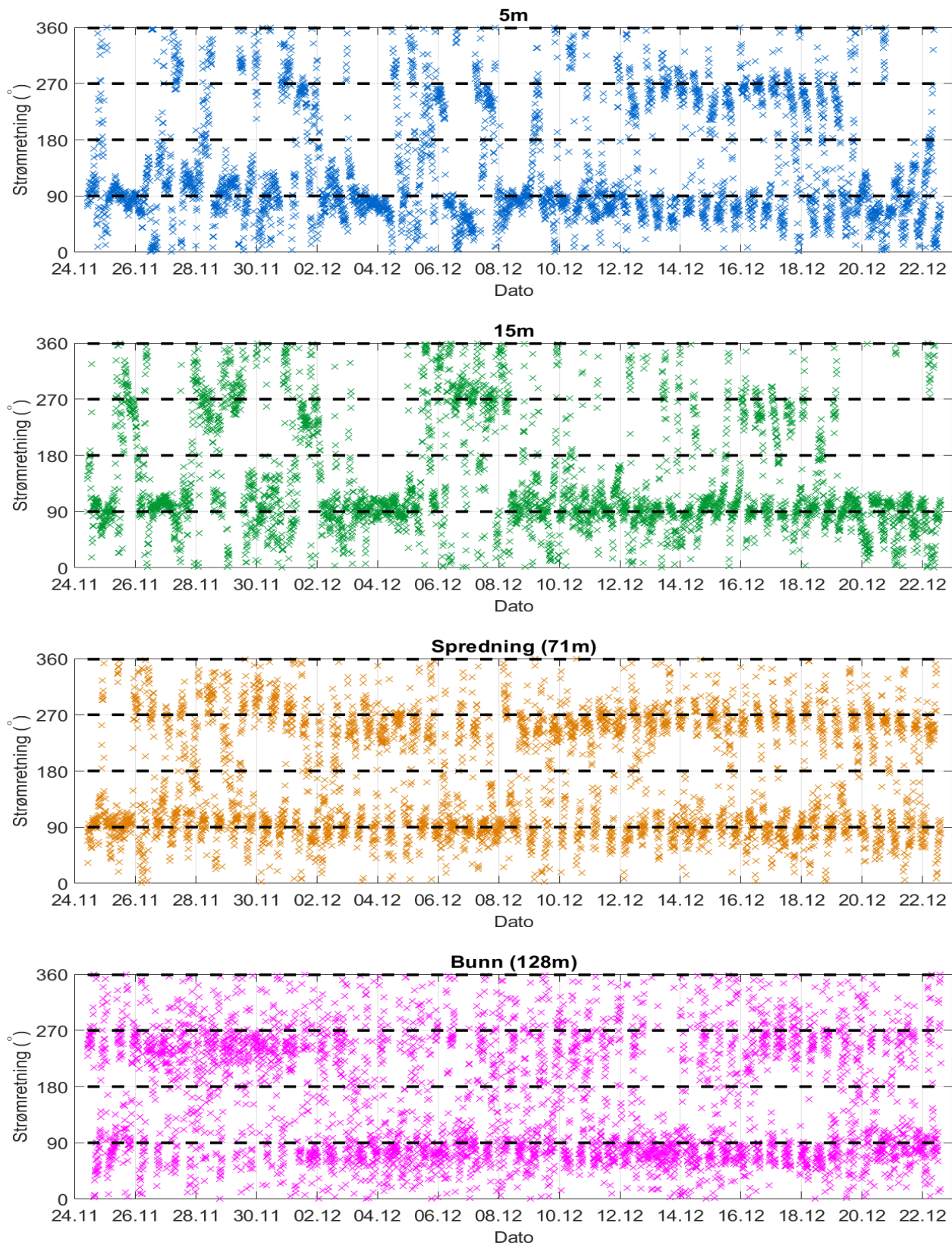
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunn dyp (128m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

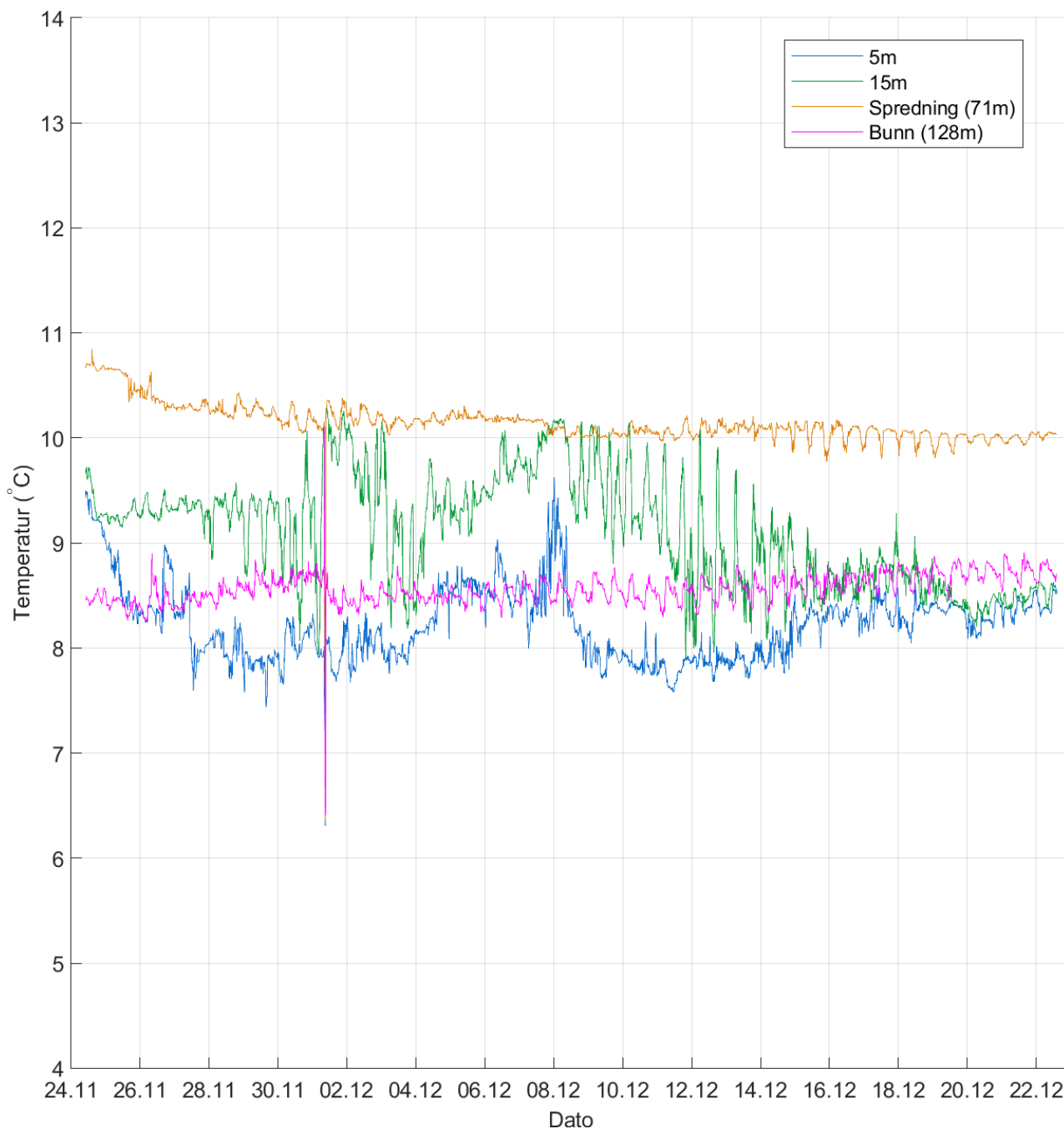
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

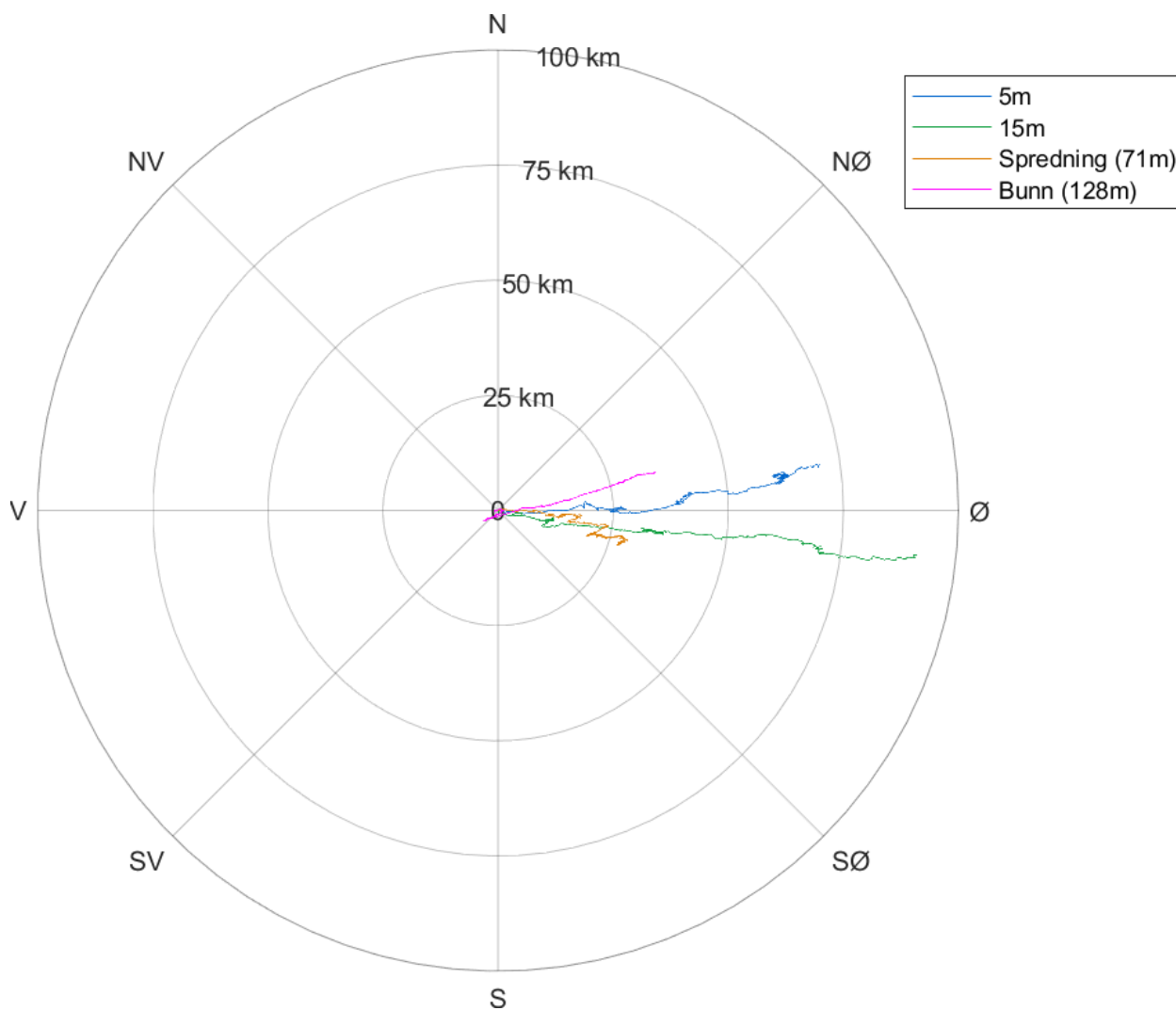
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

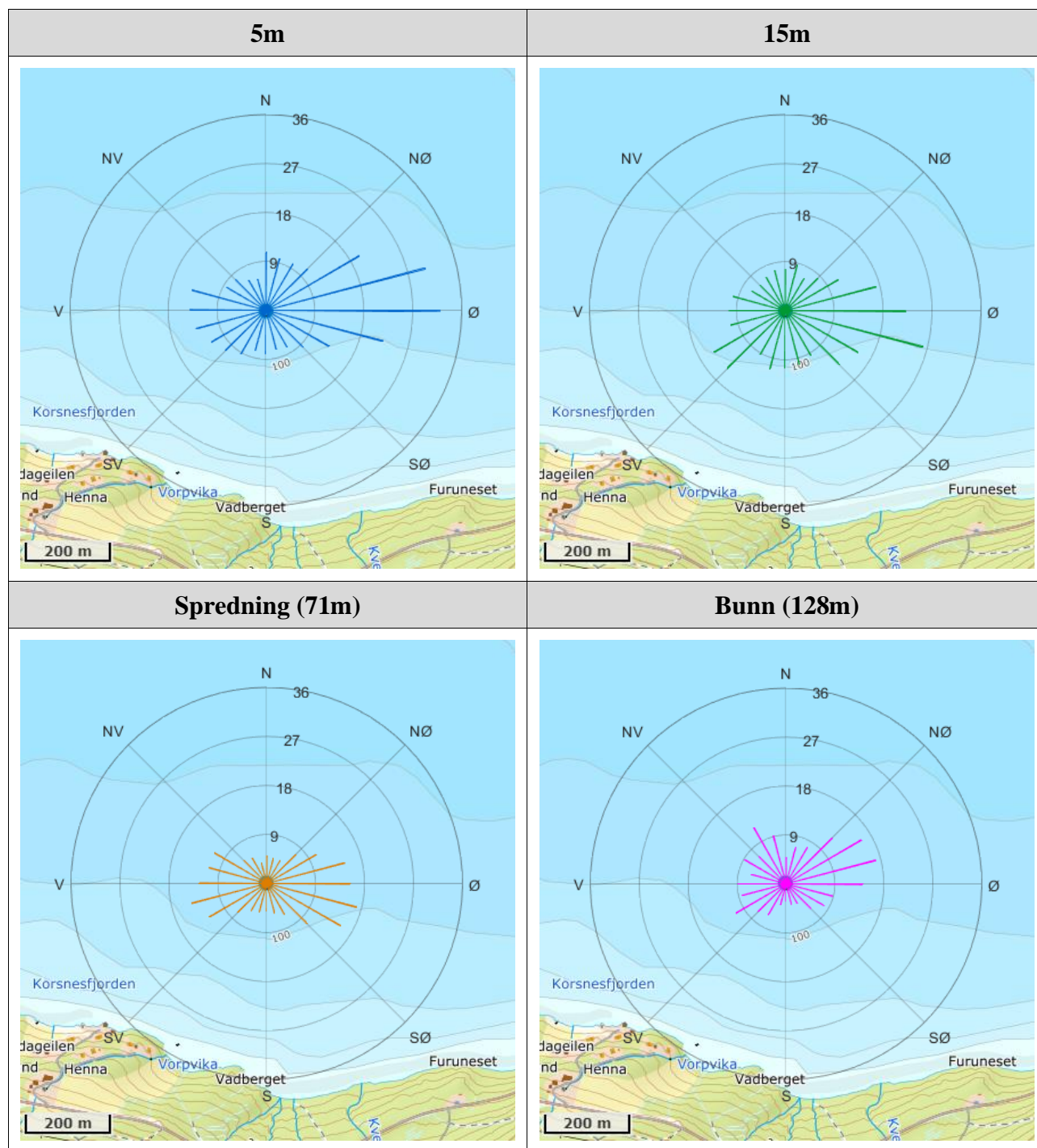
4.9 Progressivt vektordiagram

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 vannutskiftning under måleperioden.



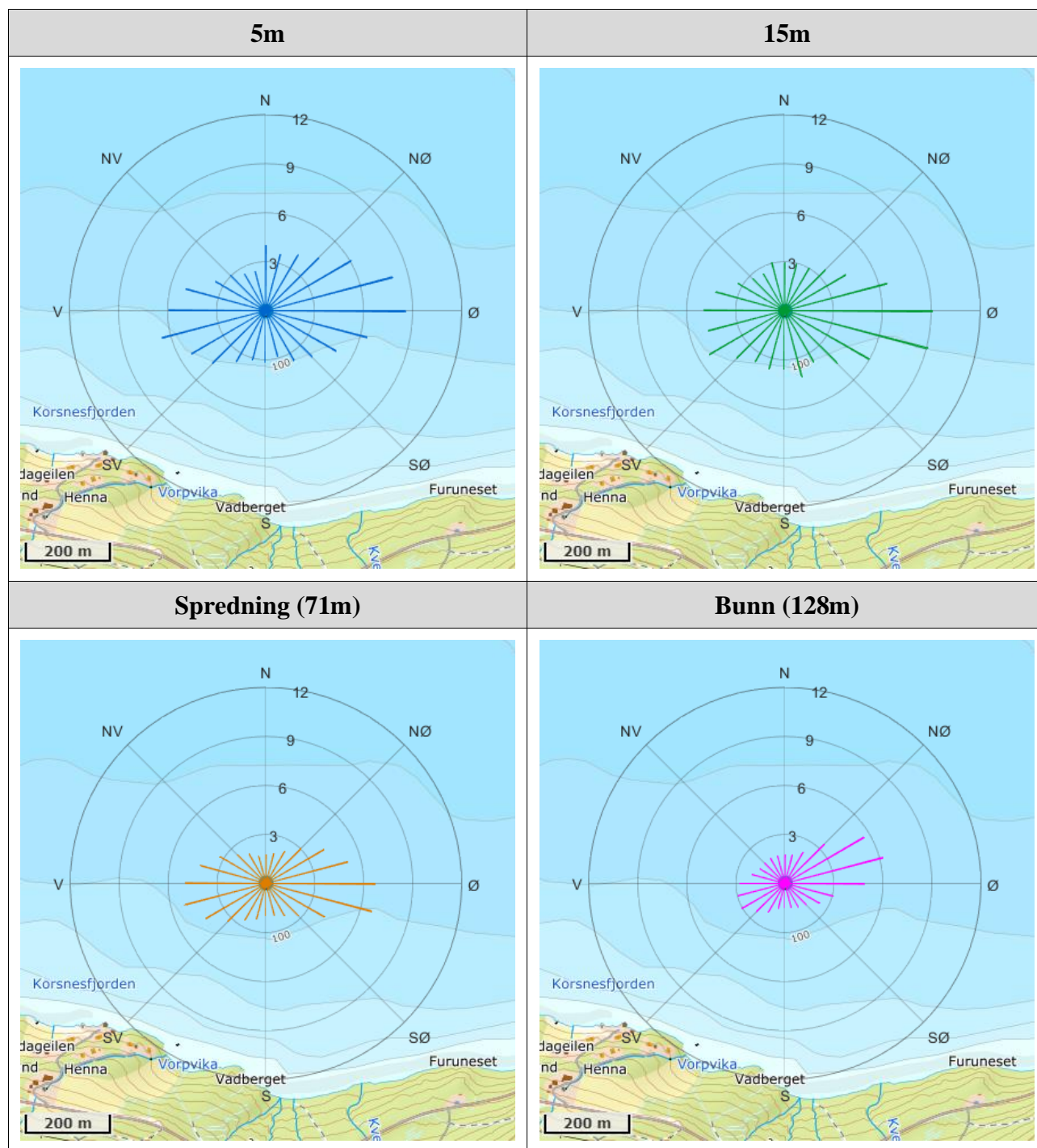
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunn (128m) i løpet av måleperioden.

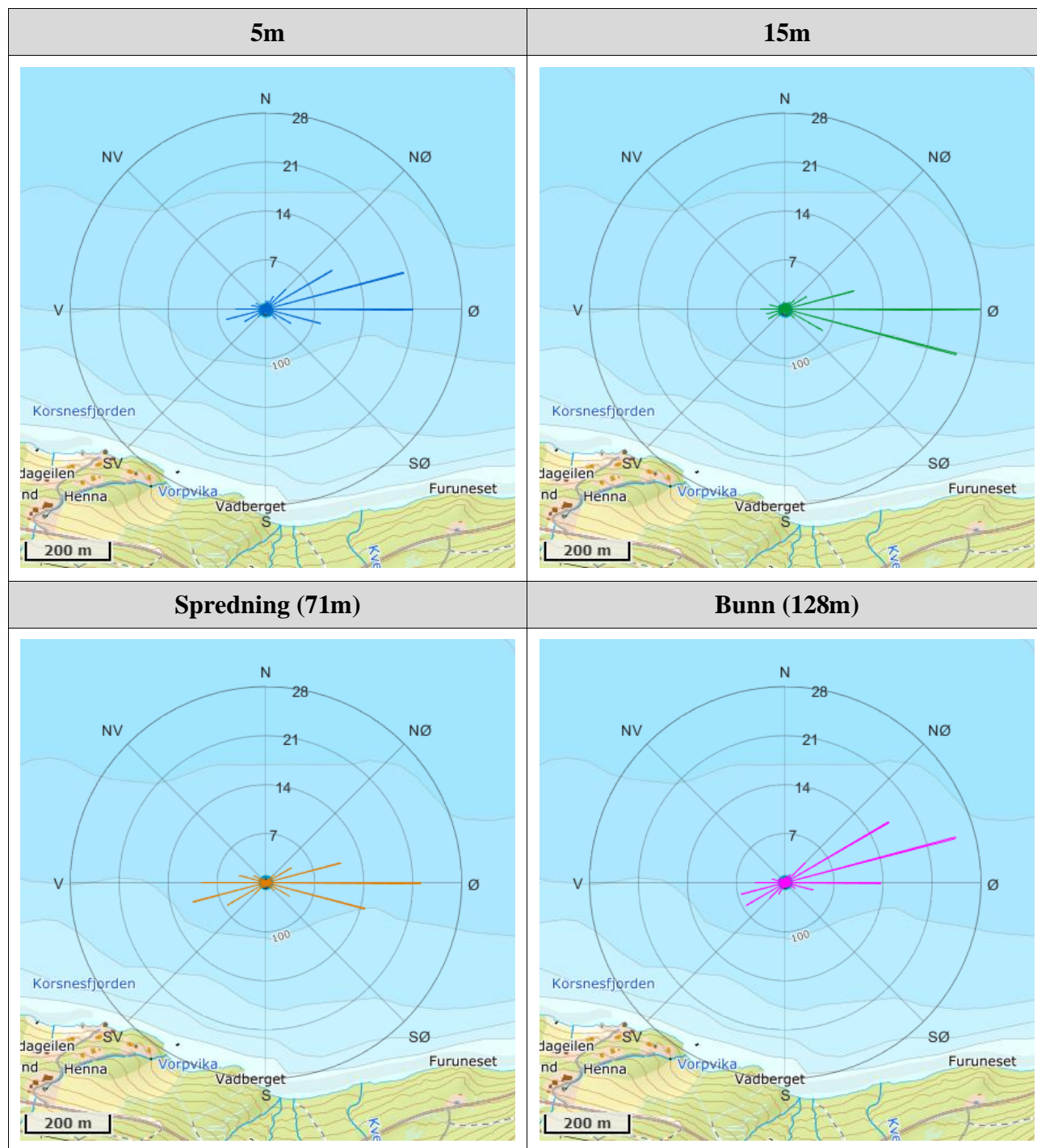
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m) i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

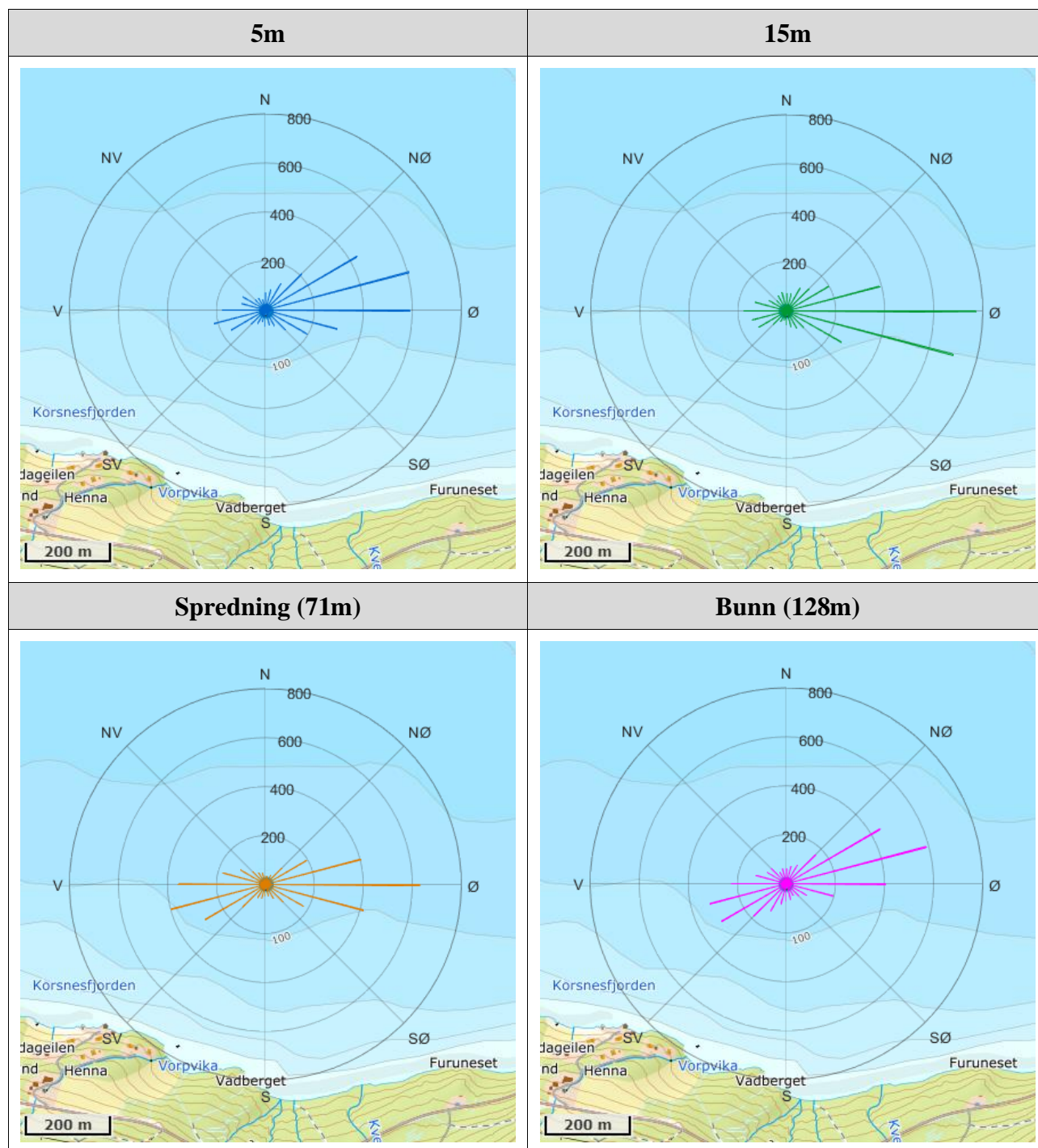
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m) 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, 15m, spredningsdyp (71m) og bunndyp (128m) 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	10.7	19.8	32.0	13.3	8.0	11.6	14.1	8.3
15m	8.6	11.2	26.1	15.4	11.0	15.1	10.4	7.1
Spredning (71m)	5.2	10.5	17.0	15.6	5.7	12.2	14.3	11.1
Bunn (128m)	9.2	16.1	17.1	8.1	4.1	10.6	8.8	11.9

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	3.4	5.3	7.9	4.4	3.1	4.7	6.0	3.2
15m	3.0	3.8	8.5	5.2	3.8	4.6	4.7	2.9
Spredning (71m)	1.8	3.5	6.3	3.4	2.1	3.8	4.9	2.8
Bunn (128m)	1.8	4.7	5.2	2.1	1.5	2.7	2.7	1.8

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	201	766	1499	386	179	306	492	223
15m	224	432	1864	435	168	260	456	213
Spredning (71m)	112	332	1448	346	152	476	936	250
Bunn (128m)	200	697	1188	220	224	620	675	228

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	2.9	17.0	49.4	7.1	2.3	6.0	12.4	2.9
15m	2.7	6.6	63.2	9.1	2.6	4.8	8.6	2.5
Spredning (71m)	1.1	6.2	47.8	6.2	1.7	9.4	24.0	3.6
Bunn (128m)	2.4	22.4	42.9	3.1	2.3	11.4	12.7	2.8

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)	10.7	19.8	32.0	13.3	8.0	11.6	14.1	8.3
Retning (°)	7	67	87	118	177	234	263	297
10-år (cm/s)	18	33	53	22	13	19	23	14
50-år (cm/s)	20	37	59	25	15	21	26	15

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)	8.6	11.2	26.1	15.4	11.0	15.1	10.4	7.1
Retning (°)	22	66	102	114	188	228	265	329
10-år (cm/s)	14	19	43	25	18	25	17	12
50-år (cm/s)	16	21	48	28	20	28	19	13

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	Spredning (71m)	Bunn (128m)
1	0.5	0.5	0.4	0.2
10	1.8	1.9	1.4	0.9
20	2.8	2.8	2.1	1.4
30	3.6	3.5	2.8	1.8
40	4.4	4.2	3.4	2.2
50	5.2	5.0	4.1	2.7
60	6.1	6.2	4.9	3.3
70	7.1	7.6	5.8	4.2
80	8.2	9.5	6.9	5.6
90	10.4	12.2	8.9	7.7
95	12.9	14.5	10.7	9.5
99	21.1	19.1	13.4	12.3

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	Spredning (71m)	Bunn (128m)
1	96.5	97.0	94.6	88.4
3	77.5	76.6	66.5	45.3
5	53.3	50.3	38.7	23.2
10	11.5	18.0	6.7	4.0
20	1.3	0.7		
30	0.1			

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°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.3	0.5	0.4	3.5
1-5	3.5	8.4	9.5	5.6	3.1	4.2	4.5	4.4	43.2
5-10	1.0	9.1	18.4	3.3	0.8	2.8	5.6	0.7	41.7
10-20	0.02	0.9	7.3	0.2		0.2	1.5		10.1
20-30			1.2						1.2
30-40			0.1						0.1
Sum	5.0	18.9	36.9	9.5	4.4	7.5	12.1	5.5	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°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.4	0.3	0.4	0.7	0.1	0.3	0.4	0.4	3.0
1-5	4.7	7.9	11.5	5.4	3.0	3.9	6.0	4.3	46.7
5-10	0.4	2.3	18.0	3.6	0.9	1.8	4.8	0.5	32.3
10-20		0.05	15.4	1.1	0.1	0.4	0.1		17.2
20-30			0.7						0.7
30-40									0.0
Sum	5.5	10.6	46.0	10.8	4.1	6.4	11.3	5.2	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (71m).

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°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.6	0.6	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6	0.8	5.2
1-5	2.1	5.9	13.2	6.3	3.0	8.2	12.3	4.8	55.8
5-10	0.02	1.6	16.1	1.3	0.1	2.9	9.6	0.5	32.1
10-20		0.07	5.6	0.2		0.1	0.7	0.02	6.7
20-30									0.0
30-40									0.0
Sum	2.7	8.2	35.7	8.5	3.7	11.7	23.2	6.1	100.0

Tabell 4.21.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunnndyp (128m).

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°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	1.3	1.4	1.6	1.4	1.5	1.4	1.7	1.3	11.6
1-5	3.6	9.0	14.3	3.7	4.0	12.9	13.5	4.2	65.2
5-10	0.07	5.6	10.7	0.3		1.0	1.4	0.05	19.1
10-20		1.3	2.7			0.05		0.02	4.1
20-30									0.0
30-40									0.0
Sum	5.0	17.3	29.3	5.4	5.5	15.4	16.6	5.6	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	2.8	0.7						
1-5	5.5	6.6	12.7	6.0	7.1	0.7	2.4	2.1
5-10	5.3	4.8	12.0	10.2	3.0	3.4	0.8	2.2
10-20	1.8	1.3	3.2	0.3				3.7
20-30	0.2	0.2	0.7					
30-40		0.1						

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	2.8	0.2						
1-5	5.1	7.5	14.1	10.3	5.0	2.0	0.8	1.9
5-10	7.1	6.0	8.9	2.5	2.5	2.5	1.7	1.1
10-20	1.1	1.2	4.6	5.7	2.6	1.3	0.8	
20-30								
30-40								

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (71m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	4.5	0.7	0.2					
1-5	6.4	9.1	17.2	10.6	7.6	1.9	0.8	2.3
5-10	6.3	6.9	10.7	6.0	1.5	0.6		
10-20								
20-30								
30-40								

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (128m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	10.5	1.0	0.2					
1-5	9.2	13.9	19.4	12.6	5.9	3.2		1.1
5-10	5.1	5.3	5.8	2.4	0.5			
10-20								
20-30								
30-40								

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.

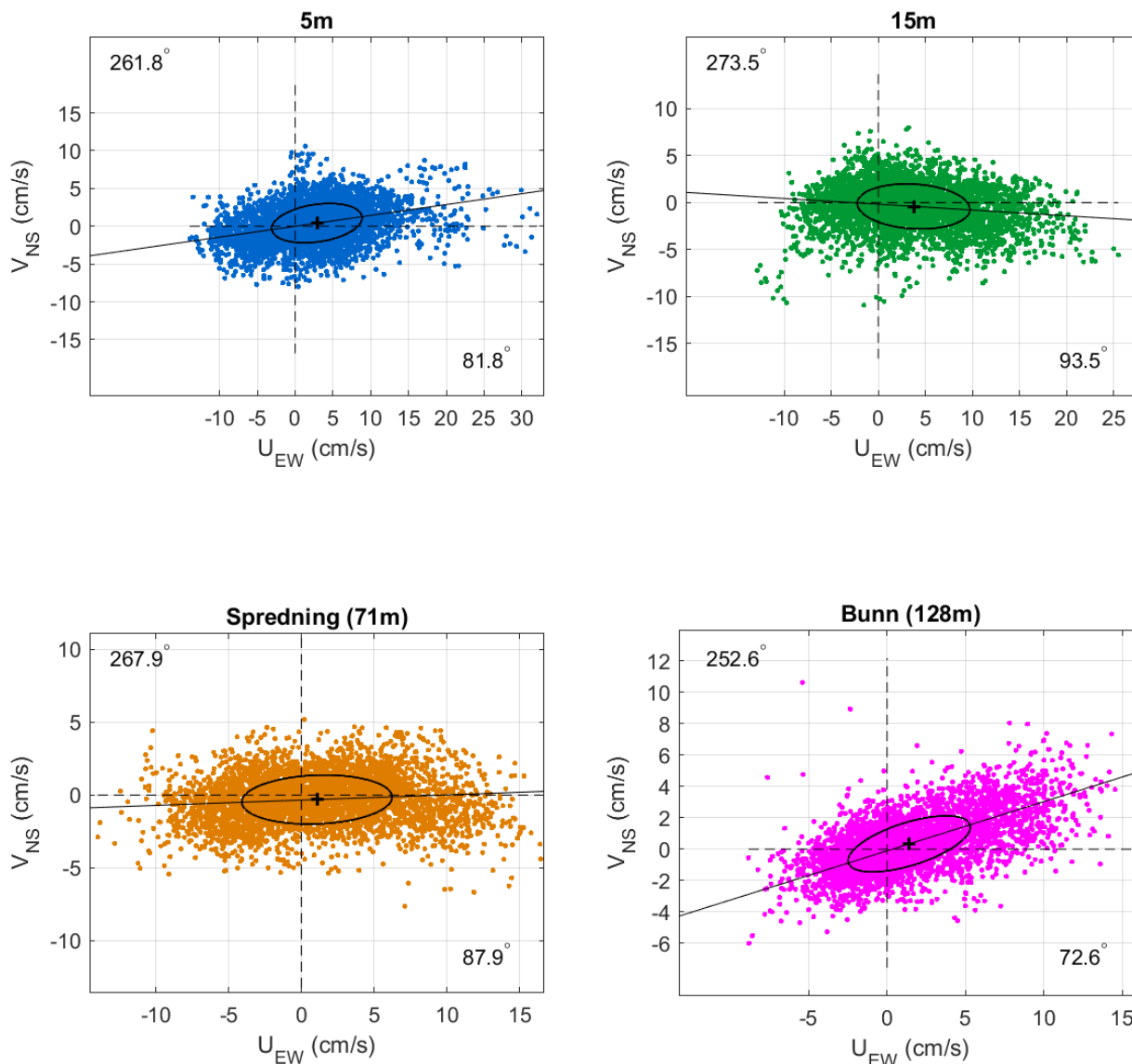
Målt strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende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

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

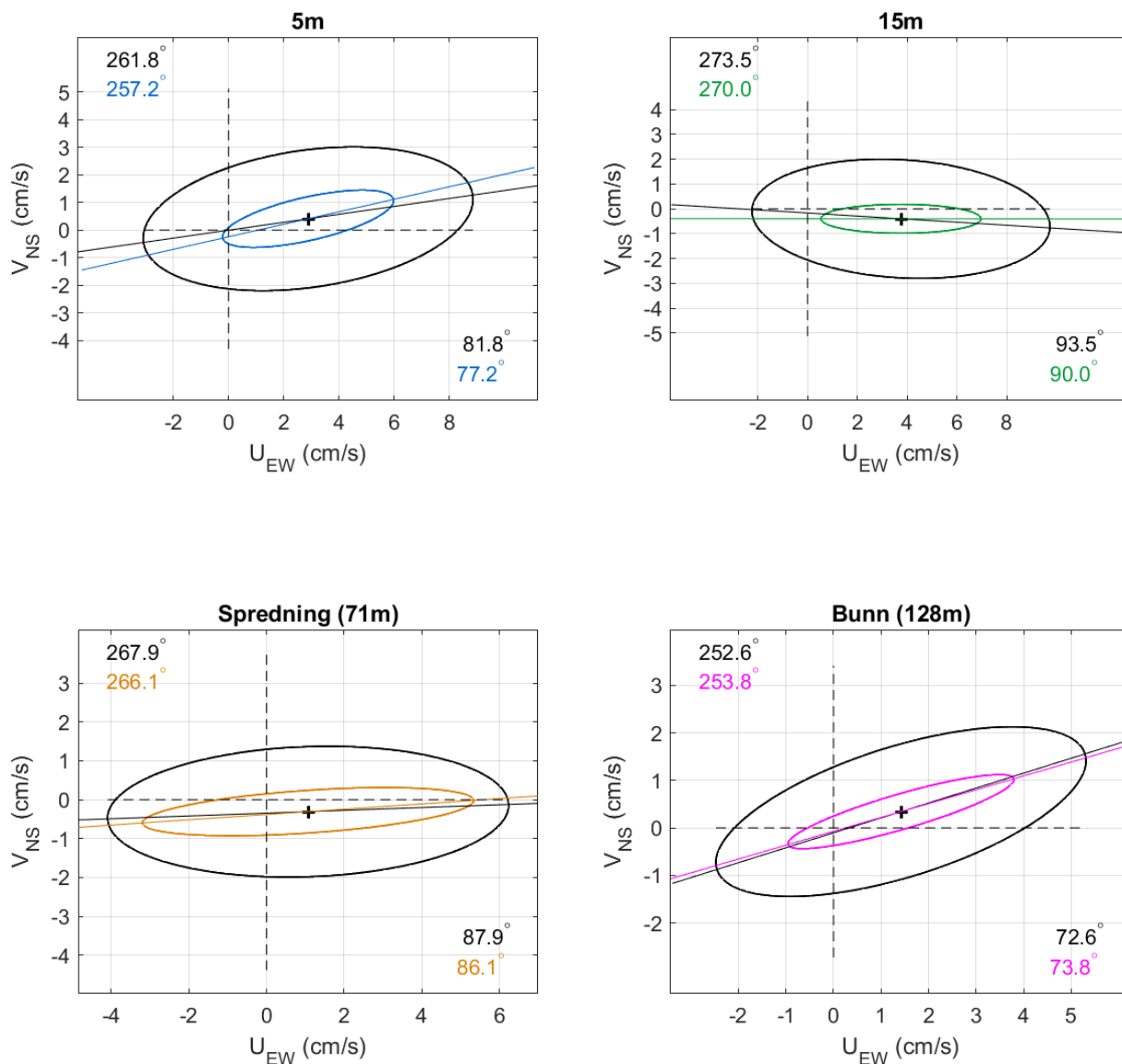
Måledyp	5m	15m	Spredning (71m)	Bunn (128m)
Strøm (%)	50.0	49.9	79.0	48.4
Måledyp	5m	15m	Spredning (71m)	Bunn (128m)
Trykk (%)	-	-	74.9	78.6

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

Måledyp	5m	15m	Spredning (71m)	Bunn (128m)
Strøm (%)	44.9	44.9	72.4	30.3
Måledyp	5m	15m	Spredning (71m)	Bunn (128m)
Trykk (%)	-	-	67.3	78.0



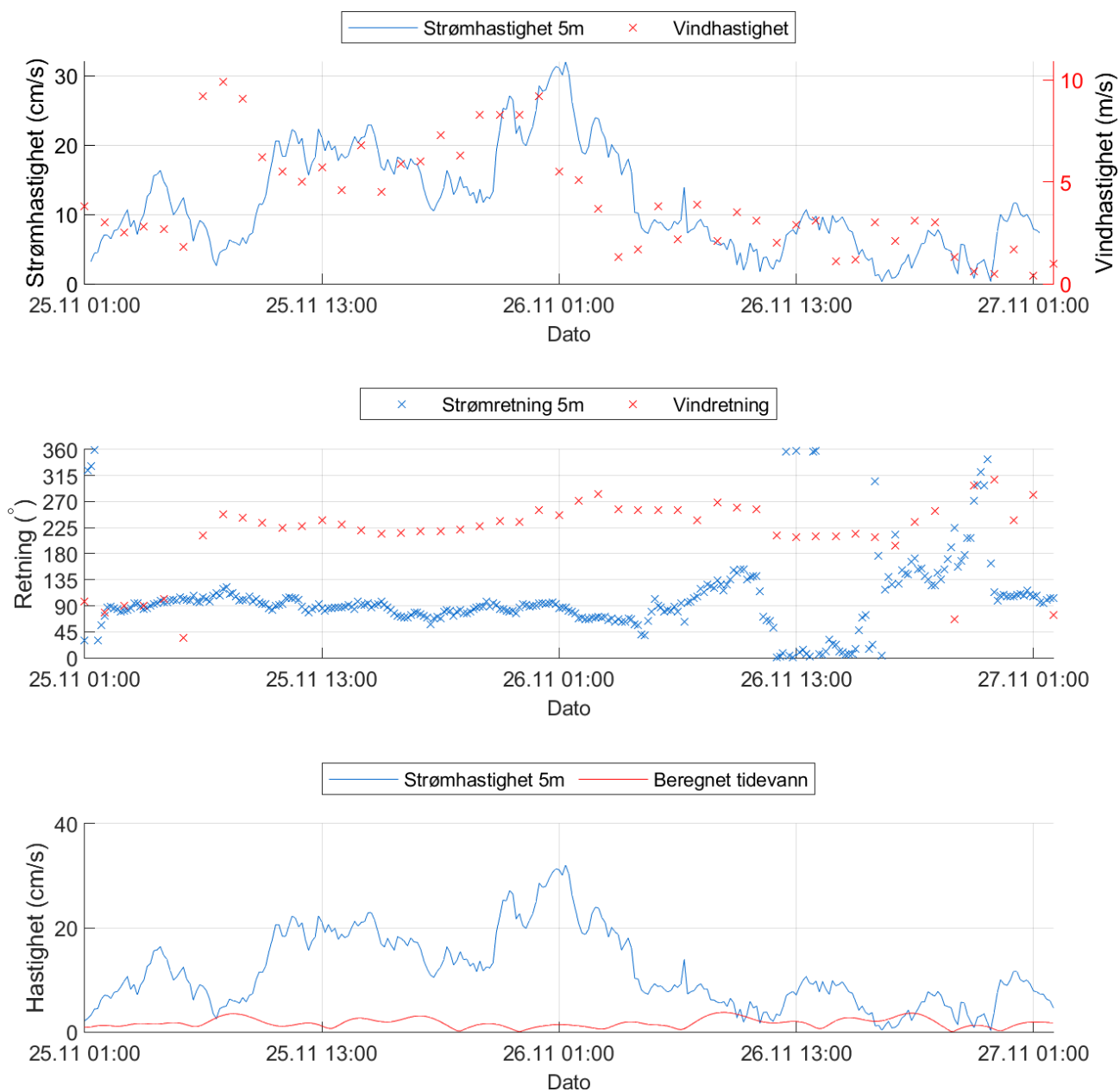
Figur 4.23.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram med tilhørende strømeellipse. Midtpunktet for strøme ellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er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



Figur 4.23.2. $U_{EW} - V_{NS}$ tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strørellipsen (svart linje). Midtpunktet for strørellipsene 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 Todagersperiode

Strømhastighet og -retning på 5m dyp, samt tidevann og vind er oppgitt i figuren under for en todagersperiode da maksimalstrømmen ved 5m dyp oppstod.



Figur 4.24.1. Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind for perioden hvor maksimalstrømmen ved 5m dyp er registrert.

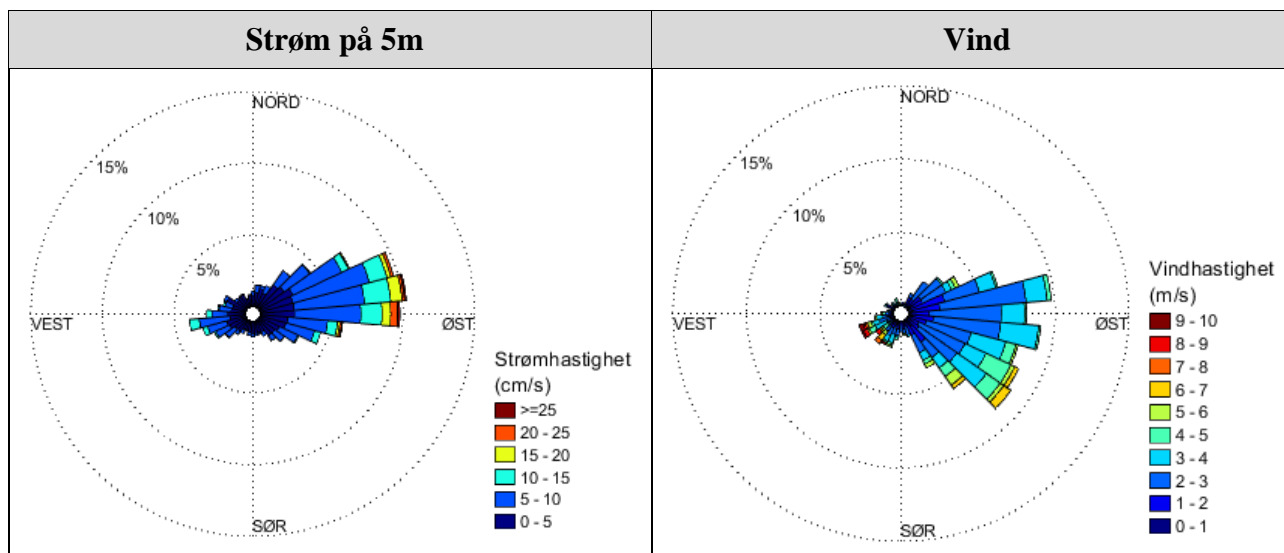
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Kristiansund Lufthavn, som ligger ca. 25.1km vest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.4).

Strøm på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Kristiansund Lufthavn fra samme periode. Figur 4.25.2 - Figur 4.25.3 indikerer hvilke tidspunkter vind på Kristiansund Lufthavn og målt strøm på 5m dyp hadde omtrent sammenfallende retning. Vannstand i løpet av måleperioden er vist i Figur 4.25.2 og er hentet fra tidevannsstasjon Kristiansund (Kartverket, 2020), som ligger ca. 29.1km vest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.4). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

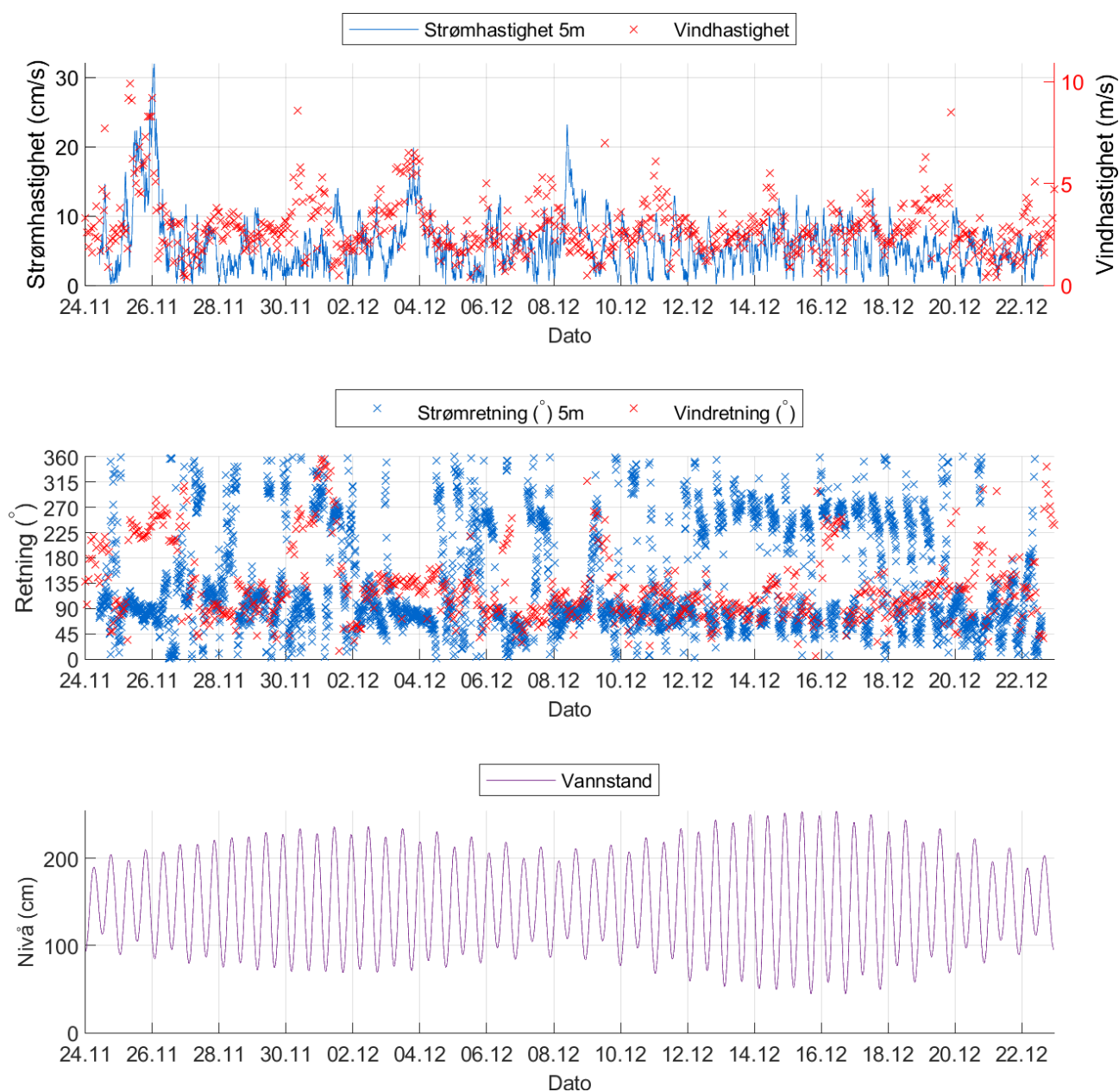
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	5.3	5.3	4.7	6.5	5.1	9.2	9.9	3.7
Tid (%)	1.3	11.0	37.7	29.3	4.9	9.4	4.6	1.9

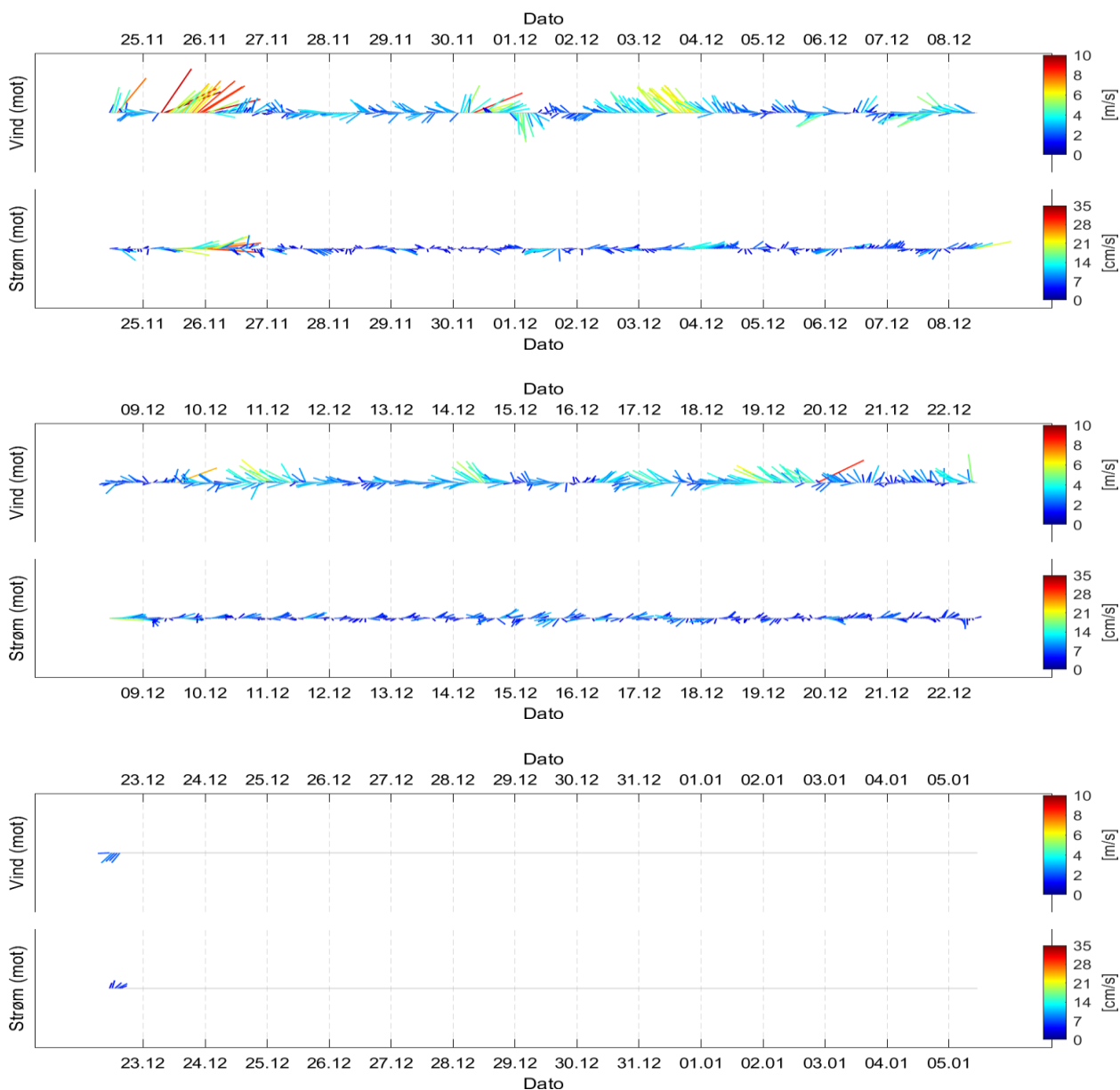


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Kristiansund Lufthavn værstasjon under måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

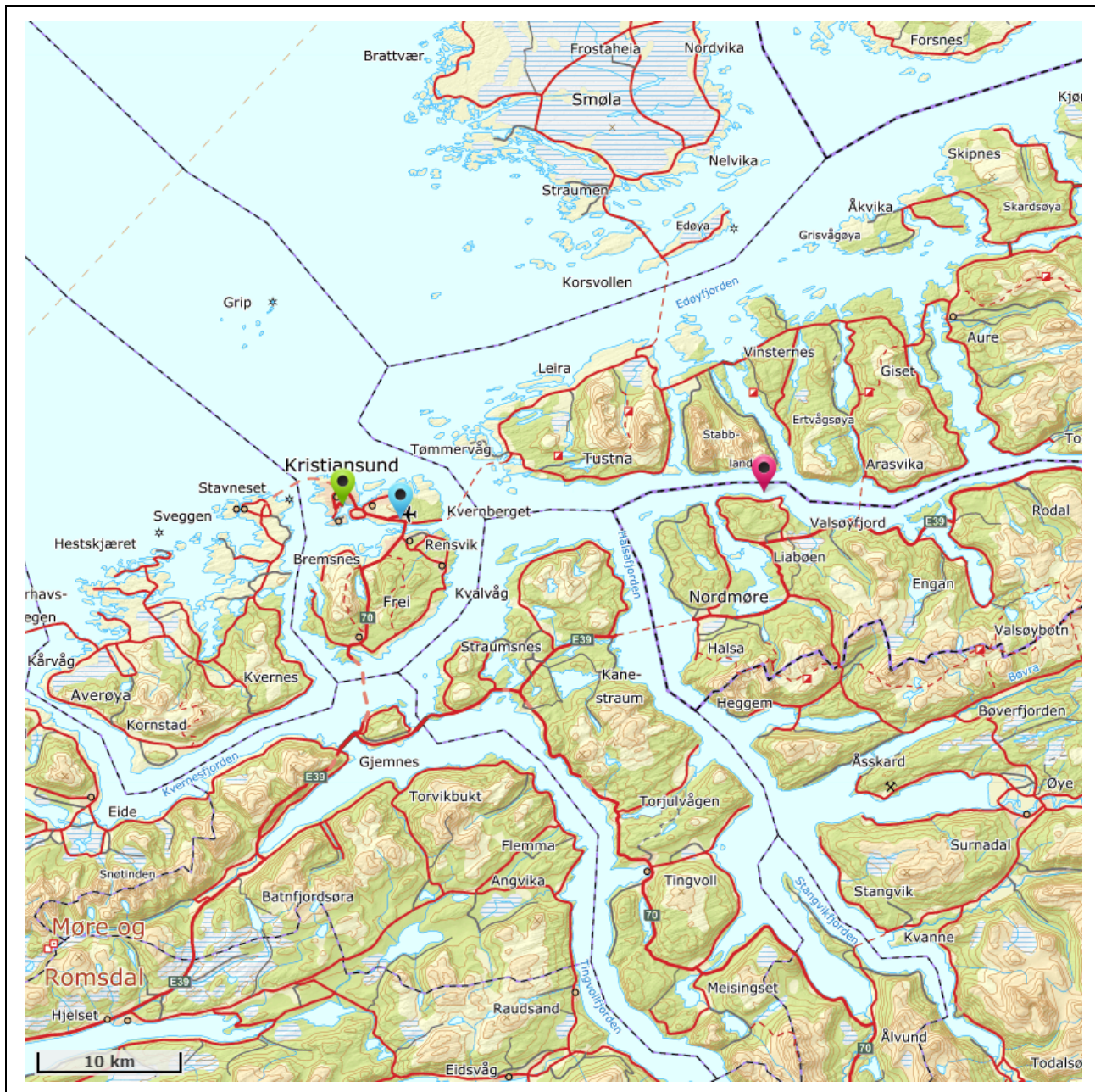
Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.25.2 - Figur 4.25.3 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. I Figur 4.25.2 er vindretning oppgitt som at vind blåser fra en retning, mens i Figur 4.25.3 er vindretning oppgitt som at vind blåser mot en retning. Tidevann er også vist i Figur 4.25.2 for å vurdere tidevannspåvirkning.



Figur 4.25.2. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Kristiansund Lufthavn, strøm- og vindretning, samt vannstand (Kristiansund) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



Figur 4.25.3. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.

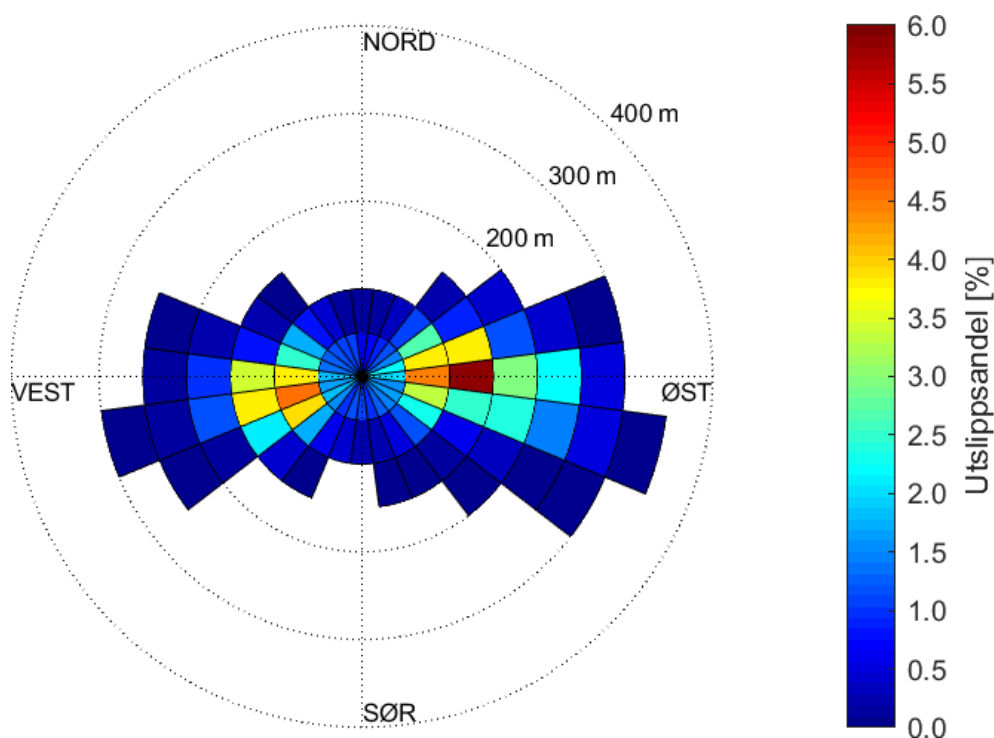


Figur 4.25.4. Posisjonen til Kristiansund Lufthavn værstasjon (markert med blå pinne) og posisjonen til Kristiansund tidevannsstasjon (markert med grønn pinne) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.26 Utslippskontur

Utslippskonturen tar utgangspunkt i strøm målt på spredningsdyp til å beregne spredningsavstand for avfallspartikler fra et utslippspunkt med en viss synkehastighet (Bannister, et al., 2016). Figur 4.26.1 viser retning og avstand for spredning, og i hvilke områder det er mest utslipp som blir liggende på bunn. Fargeskalaen indikerer mengde sedimentasjon som prosentandel (%) av den totale mengden som blir sluppet ut, hvor de røde områdene vil ha størst mengde avfall. Summen av prosentnivået i alle sektorer er lik total mengde utslipp (100%).

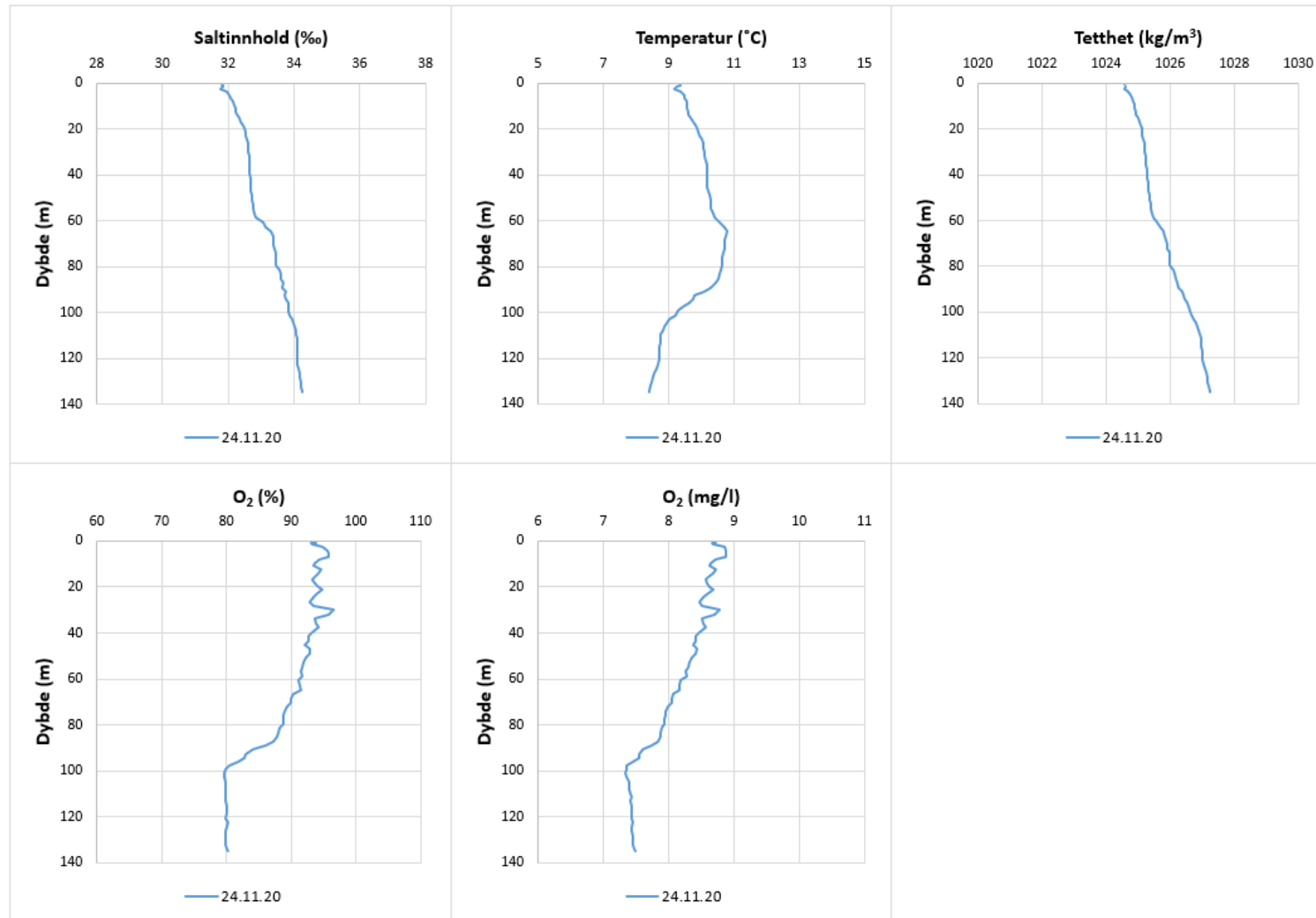
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.26.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (71m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner innenfor de ulike sektorene. Hver sektor er 50m lang.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett 24. november 2020 av strømmålere i samme posisjon som strømriggeren.



Figur 4.27.1. Vertikalprofiler av saltinnhold, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen.

5. Diskusjon

Strømmen på Stranda er mot NØ/Ø – V på 5m, mot Ø på 15m, Ø – V på spredningsdyp (71m) og NØ/Ø – SV/V på bunndyp (128m). Strømretningene passer med områdets bunntopografi og Strandafjordens orientering. Strømretningen domineres av motsatt rettede hovedstrømretninger, hvor alle retningene ligger rundt NØ/Ø – SV/V og som da er hovedstrømakse. 78.8% av relativ vannutskiftning på 5m, 63.2% på 15m, 71.8% på spredningsdyp (71m) og 89.4% på bunndyp (128m) skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 32.0cm/s mot Ø på 5m, 26.1cm/s mot Ø på 15m, 17.0cm/s mot Ø på spredningsdyp (71m) og 17.1cm/s mot Ø på bunndyp (128m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning for alle dyp og er også i samme retning på alle dyp. Maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på alle 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 10.1cm/s på 5m, 11.1cm/s på 15m, 8.1cm/s på spredningsdyp (71m) og 6.8cm/s på bunndyp (128m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som svak på 5m og middels sterk på alle andre dyp.

Det var et enkelt tilfelle der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på 5m dyp, og ingen tilfeller på noen av de andre dypene. Lengst varighet av strømhastighet $> 30\text{cm/s}$ var 60 minutter (1t) på 5m dyp. Strømhastighet øker og synker jevnt med tidevannssyklusen, men også uregelmessig trolig grunnet vindpåvirkning.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strø mellipsen (Figur 4.23.2).

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra NØ, Ø og V kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Under måleperioden blåste vind mest fra SØ/Ø og sterkest fra SV/V (Tabell 4.25.1).

Hvis de lokale vindforholdene på strømmålingsposisjonen var like de på Kristiansund Lufthavn under måleperioden, er det vurdert at vind fra NØ/Ø og S/SV/V kan ha påvirket strøm mot SV/V og N/NØ/Ø.

Det er ikke forventet at vind fra S/SV vil påvirke strømmen i så stor grad siden Stranda er relativt beskyttet for vind fra disse retningene, da Strandafjorden er orientert Ø – V ved strømmålingsposisjonen. Derimot har værstasjonen en annen beliggenhet enn strømmålerposisjonen, og det kan dermed forventes noen andre vindretninger lokalt ved måleposisjonen enn på Kristiansund Lufthavn. Trolig kan vind fra S/SV ved værstasjonen bli topografisk styrt i Strandafjorden, slik at vind lokalt ved målepunktet er mer fra V.

Vind kan ha påvirket noen av strømtoppene. Vindhastigheten var derimot veldig lav under hele måleperioden ($< 10\text{m/s}$), slik at selv om vind er vurdert å påvirke strøm i noen tilfeller har den ikke hatt en sterk innflytelse.

Det var enkelte tilfeller hvor strøm- og vindretning var motsatt rettet under måleperioden, hvor vind kan ha virket bremsende på målt strømhastighet.

5.4 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. Siden vann vil strømme rundt, i tillegg til gjennom eller under, et anlegg er anleggsorientering viktig. Et anlegg orientert slik at det ligger med langsiden mot den dominerende strømretningen vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn et anlegg hvor mange av merdene ligger etter hverandre langs hovedstrømmen. 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 alle dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svak på 5m, sterk på 15m, middels sterk på spredningsdyp (71m) og som svak på bunndyp (128m).

Neumann-parameteren er vurdert som stabil på 5m, svært stabil på 15m, middels stabil på spredningsdyp (71m) og stabil på bunndyp (128m). 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 5m, 15m og spredningsdyp (71m). Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var 11.6% på bunndyp (128m). Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 60 minutter (1t) på 5m, 50 minutter på 15m, 70 minutter (1t 10min) på spredningsdyp (71m) og 70 minutter (1t 20min) på bunndyp (128m). Det var kort periode med strømstille. Dette tyder på god vannutskiftning i området.

5.5 Mulig spredning av utslipp

Sprednings- og bunnstrøm er viktig for lokalitetens totale bæreevne. Opphopning av sediment under anlegget kan i noen tilfeller påvirke vannkvaliteten i merden og dermed fiskens levevilkår (Mattilsynet, 2016). På lokaliteter med kort avstand mellom havbunn og notbunn er det viktig at både sprednings- og bunnstrøm viser god vannutskiftning slik at sedimenter ikke hopper seg opp og påvirker vannkvaliteten i merden negativt (Mattilsynet, 2016). 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. 131m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmåleposisjonen ligger over en bunn som skråner nedover mot N til ca. 211m midt i Strandafjorden. Bunntopografien er orientert Ø – V i området for strømmålingsposisjonene. Det er ingen store groper i området.

Det var tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på både sprednings- (71m) og bunndyp (128m). Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Spredning av utslipp følger strømrøsen for spredningsdyp (Figur 4.2.1) og orienteringen til bunntopografien i området. Mye sedimentasjon legger seg mot Ø (Figur 4.26.1), som er retningen med mest vannutskifting (Tabell 4.17.1). Med utgangspunkt i målte strømhastigheter på spredningsdyp vil avfall spre seg lengst mot øst, opptil 350m vekk fra utslippspunkt.

5.6 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 var 6.3 - 9.6°C på 5m, 6.8 - 10.3°C på 15m, 6.4 - 10.8°C på spredningsdyp (71m) og 6.4 - 10.1°C på bunndyp (128m). Temperaturmålingene viser at vannsøylen hadde økende temperatur med dyp ned til spredningsdyp (71m), hvorpå temperaturen på bunndyp (128m) var lavere igjen. Alle dyp viser en stor endring i temperatur 01. desember, hvor riggen ble tatt opp for å settes ut på ny. Temperaturen på 5m dyp avtok stort sett fra utsett 24. november og fram til 30. november, hvorpå temperaturen svingte fram til opptak 22. desember. Temperaturen på 15m dyp hadde en avtagende trend i løpet av måleperioden, med tidvis store periodiske variasjoner i temperaturen. I disse periodene har trolig tidevann påvirket temperatur målt på 15m dyp, ved å bringe vannmasser med forskjellige temperaturer til målepunktet ved flo og fjære. Mindre periodiske variasjoner vises også i temperaturmålingene på sprednings- (71m) og bunndyp (128m), trolig av samme årsak som på 15m dyp. Temperaturen på spredningsdyp (71m) avtok gradvis i første halvdel av måleperioden og var deretter relativt stabil, mens temperaturen på bunndyp (128m) gradvis økte igjennom hele måleperioden.

CTD-måling ved utsett 24. november viser at det var en økende temperatur fra overflaten og ned til ca. 65m. Fra 65m og ned til omtrent 87m var det en gradvis avtagende temperatur, hvorpå temperaturen avtok raskere fra 87m og ned til ca. 106m. Herfra avtok temperaturen igjen gradvis ned til bunnen. Saltinnholdet økte gradvis fra overflaten og ned til bunnen. Dette gjenspeiles i tetthetsdataen, som viser at vannsøylen var blandet og stabil med gradvis økende tetthet med økende dyp. Oksygenmetningen var høy (> 90%) ved overflaten, men avtok gradvis ned til ca. 87m. Fra 87m og ned til omtrent 101m avtok oksygenmetningen raskere, hvorpå det var lite endring ned til bunnen. 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. Et av kravene i NS 9415:2009 er at målerne skal plasseres i den posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokaliteten.

- Anleggets geografiske plassering og topografiske utforming av nærområdet må vurderes. Strømmen påvirkes av buker, vikar og elveløp, møtepunkter for fjordsystemer, osv. Dette kan føre til at strømmen skifter retning e.l.
- Anlegget bør plasseres der vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn, og slik at vanntransporten på tvers av anlegget maksimeres. Dette er spesielt viktig i den varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv føring, og drift av anlegget.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.

Plasseringen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på en lokalitet er ofte rett utenfor anlegget, lengst unna land. Strømmåling på 5m og 15m dyp som foretas her gir grunnlag for å estimere den sterkeste strømmen anlegget kan bli utsatt for med tanke på dimensjonering.

Valg av måledyp

Overflatestrømmen måles på 5m dyp. Det tas ikke på 1m på grunn av støy fra bølger.

Vannutskiftningsstrøm måles på 15m dyp.

Sprednings- og bunnstrøm

- Spredningsstrøm måles midt mellom merdbunn og sjøbunn, men ikke dypere enn 50m fra merdbunn.
- Bunnstrøm måles enten ca. 2m over bunn, men ikke dypere enn 100m fra merdbunn, eller 2m over bunn.

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.

Målingene på sprednings- og bunn dyp ble gjort i samsvar med retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (Mattilsynet, 2016), der det er anbefalt at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst 4 uker.

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	Spredning (71m)	Bunn (128m)
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	5285	5283	5279	5187
Cellestørrelse	-	-	-	-
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	±0.15cm/s	±0.15cm/s	±0.15cm/s	±0.15cm/s
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretningens nøyaktighet	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperaturens nøyaktighet og rekkevidde	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C

6.3 Måleprinsipp for strømmålinger

Aanderaa punktmåler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Det sendes ut en kort lydimpuls (akustisk impuls) 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. En punktmåler er satt opp for å måle strøm med én datalogging i et intervall på 10 minutter, basert på 150 ping.

Tabell 6.3.1. Måleprinsipp for en Aanderaa 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 samplingsperioder på 10 minutter. I løpet av denne perioden sender instrumentet ut 150 ping. Ett datapunkt gir gjennomsnittet over en 10-minuttersperiode.

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.

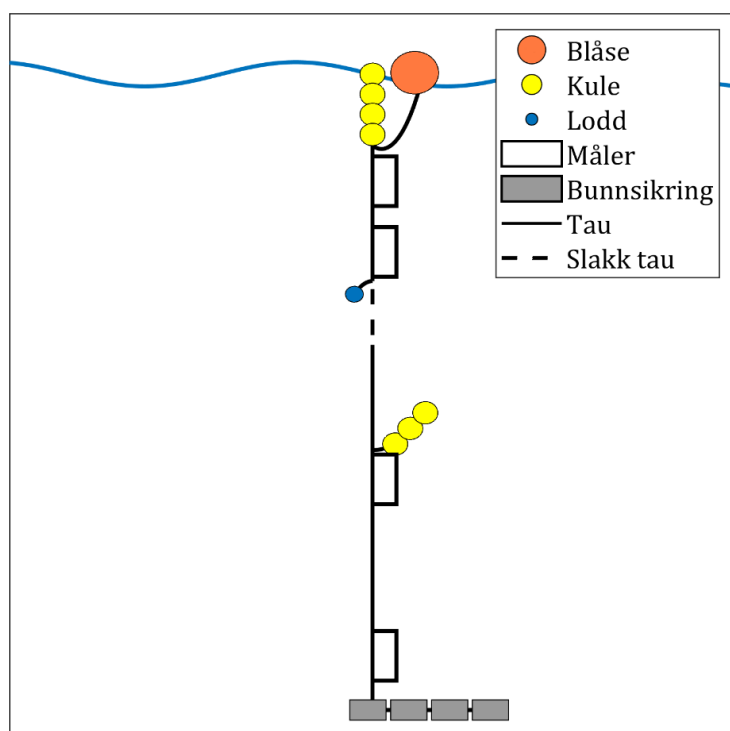
7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.1.1 og skissert i Figur 7.1.1. Instrumentet på spredningsdyp (71m) stod i gjennomsnitt litt grunnere enn planlagt utfra riggskjema, men representerer fortsatt spredningsstrøm.

Tabell 7.1.1. Riggbeskrivelse av oppsett for strømmålinger på 5m, 15m, sprednings- og bunndyp.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
A3 – 62kg oppdrift	Blåse	1,00		
Trålkule 11" – 7.5kg oppdrift	Kule	4,00		
Danline 16mm	Tau	5,00		
Punktmåler	Måler	1,00	5m	
Danline 16mm	Tau	10,00		
Punktmåler	Måler	1,00	15m	
Danline 16mm	Tau	2,00		
Pærelodd 5kg	Lodd	1,00		
Danline 16mm	Tau	61,00		
Trålkule 11" – 7.5kg oppdrift	Kule	3,00		
Danline 16mm	Tau	2,00		
Punktmåler	Måler	1,00	75m	
Danline 16mm	Tau	78,00		
Punktmåler	Måler	1,00	129m	
Danline 16mm	Tau	2,00		
Garnanker	Bunnsikring	4,00	131m	50kg



Figur 7.1.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m, sprednings- og bunndyp.

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 sensorfeil registrert på noen av instrumentene.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (71m)	Bunn (128m)
Filnavn for rådata	Stranda 5m GH1220 AP5285.bin	Stranda 15m GH1220 AP5283.bin	Stranda Spred (75m) GH1220 AP5279.bin	Stranda Bunn (130m) GH1220 AP5187.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Stranda 5m GH1220 AP5285_eks_AHG.xlsx	Stranda 15m GH1220 AP5283_eks_AHG.xlsx	Stranda spredning-71m GH1220 AP5279_eks_AHG.xlsx	Stranda bunn-128m GH1220 AP5187_eks_AHG.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Stranda-5m_QC.xlsx	Stranda-15m_QC.xlsx	Stranda-Spredning (71m)_QC.xlsx	Stranda-Bunn (128m)_QC.xlsx
Data return (%)	99.83 / 100.00	99.83 / 100.00	99.83 / 100.00	99.83 / 100.00
Antall målinger	4052 / 4059	4052 / 4059	4052 / 4059	4052 / 4059
Antall fjernede/manglende målinger	7 (se vedlegg 8.3)	7 (se vedlegg 8.3)	7 (se vedlegg 8.3)	7 (se vedlegg 8.3)
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	24.11.20 10:00 - 22.12.20 14:20	24.11.20 10:00 - 22.12.20 14:20	24.11.20 10:00 - 22.12.20 14:20	24.11.20 10:00 - 22.12.20 14:20
Dato og tid for start og slutt av instrument	23.11.20 14:30 - 05.01.21 12:20	23.11.20 14:30 - 05.01.21 12:30	23.11.20 14:30 - 05.01.21 12:40	23.11.20 14:40 - 05.01.21 12:50

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.

Riggen ble tatt opp og satt ut på nytt 01. desember, da riggen hadde viklet seg inn i et fiskegarn. Dette vises i målte trykkdata til alle måledyp, hvor trykksensoren registrerer noen datapunkter på 0m ved dette tidspunktet. Målte strømdata i tidsperioden fra riggen blir tatt opp og til riggen står på plass igjen etter nytt utsett er fjernet.

Instrumentet på 15m dyp opplevde et lite og kortvarig opptrekk 30. november, opp til 12.9m. Målte strømdata i denne tidsperioden er kritisk vurdert, men datapunktet er ikke fjernet da kvalitetssikringsparametere var stabile under tilfellet.

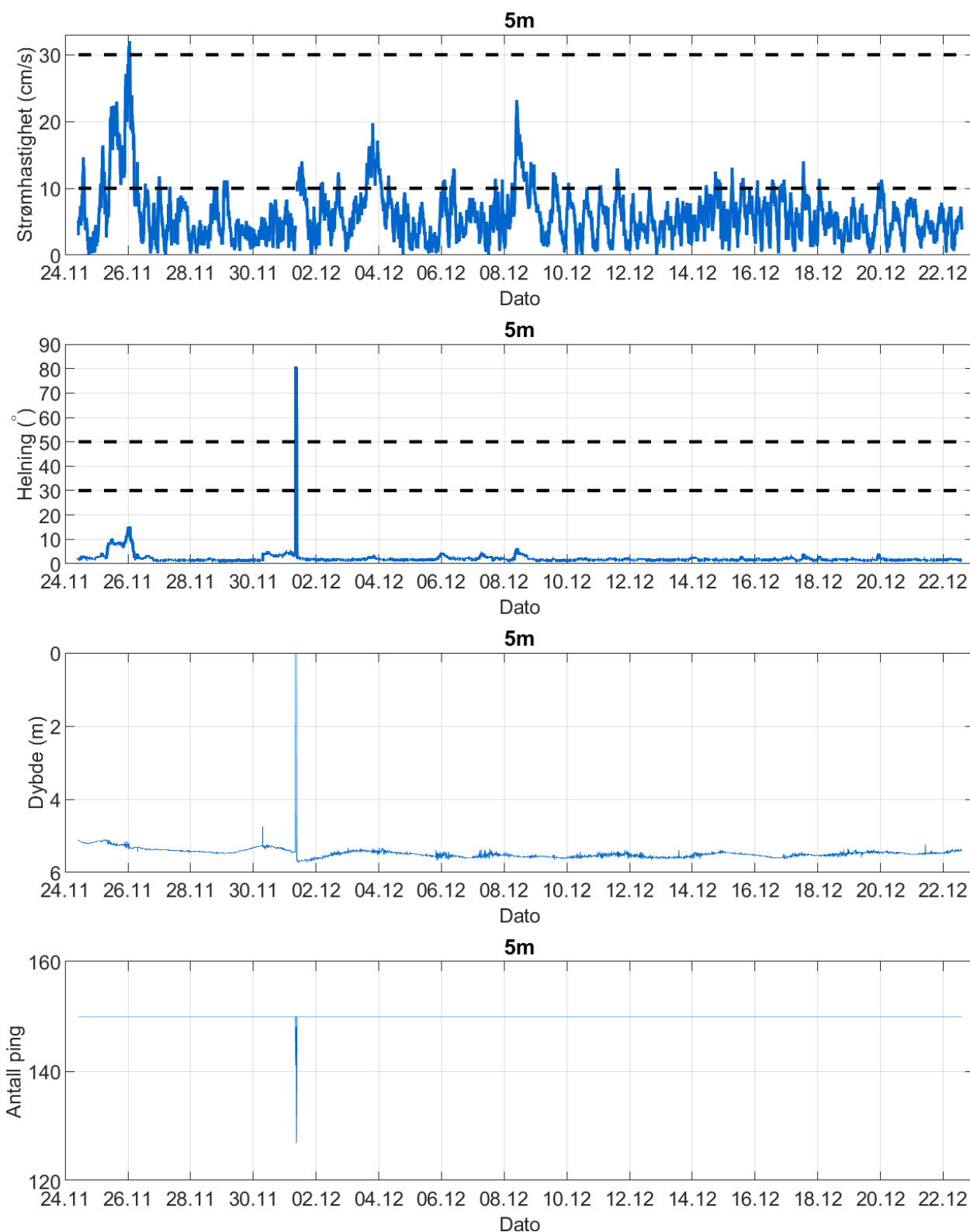
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Helning	$< 50^{\circ}$ (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
Ping count	150 (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
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).

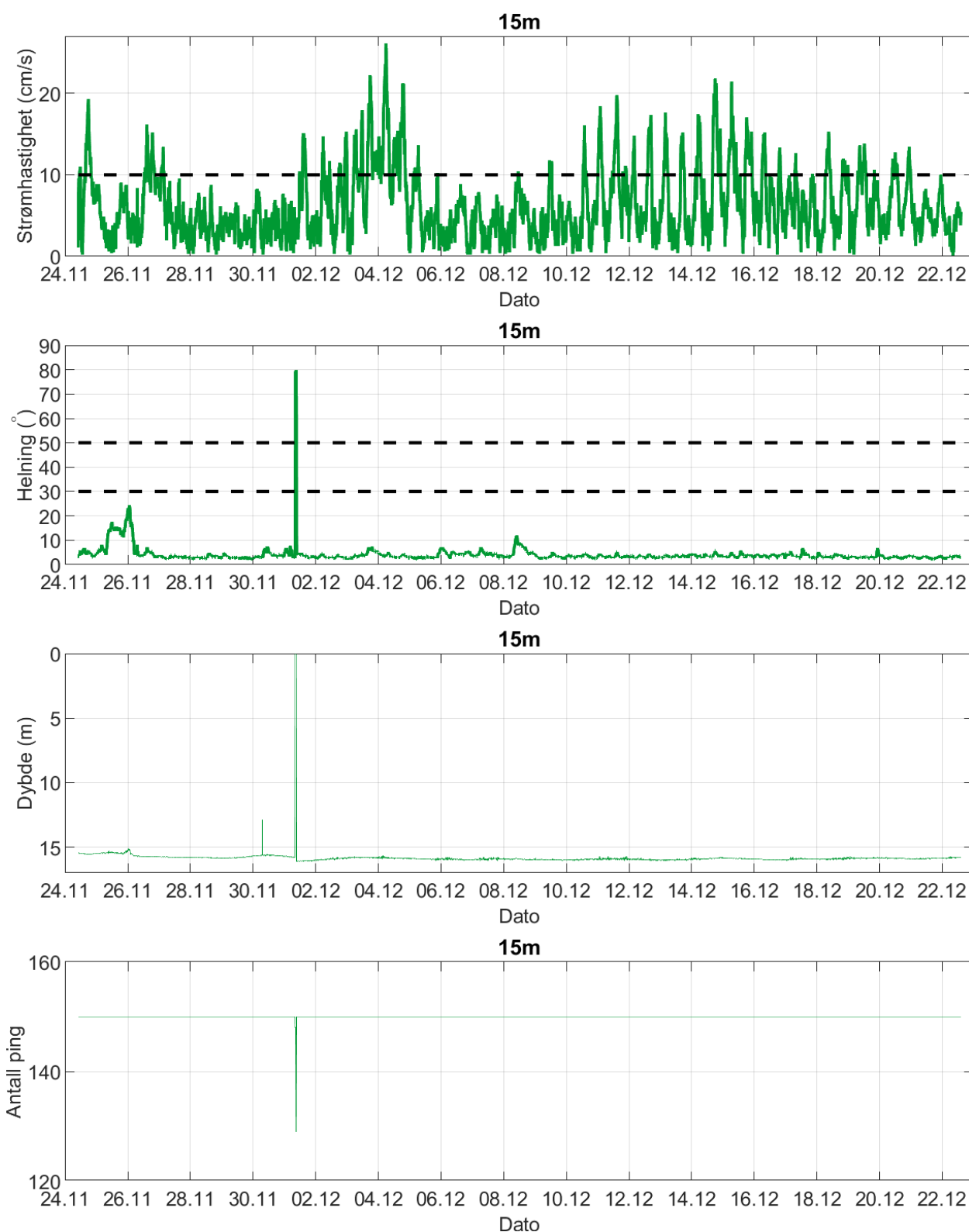
Δt (min)	Teoretisk $u_1 - u_2$ (m/s)	Faktor	Godkjent $u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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.



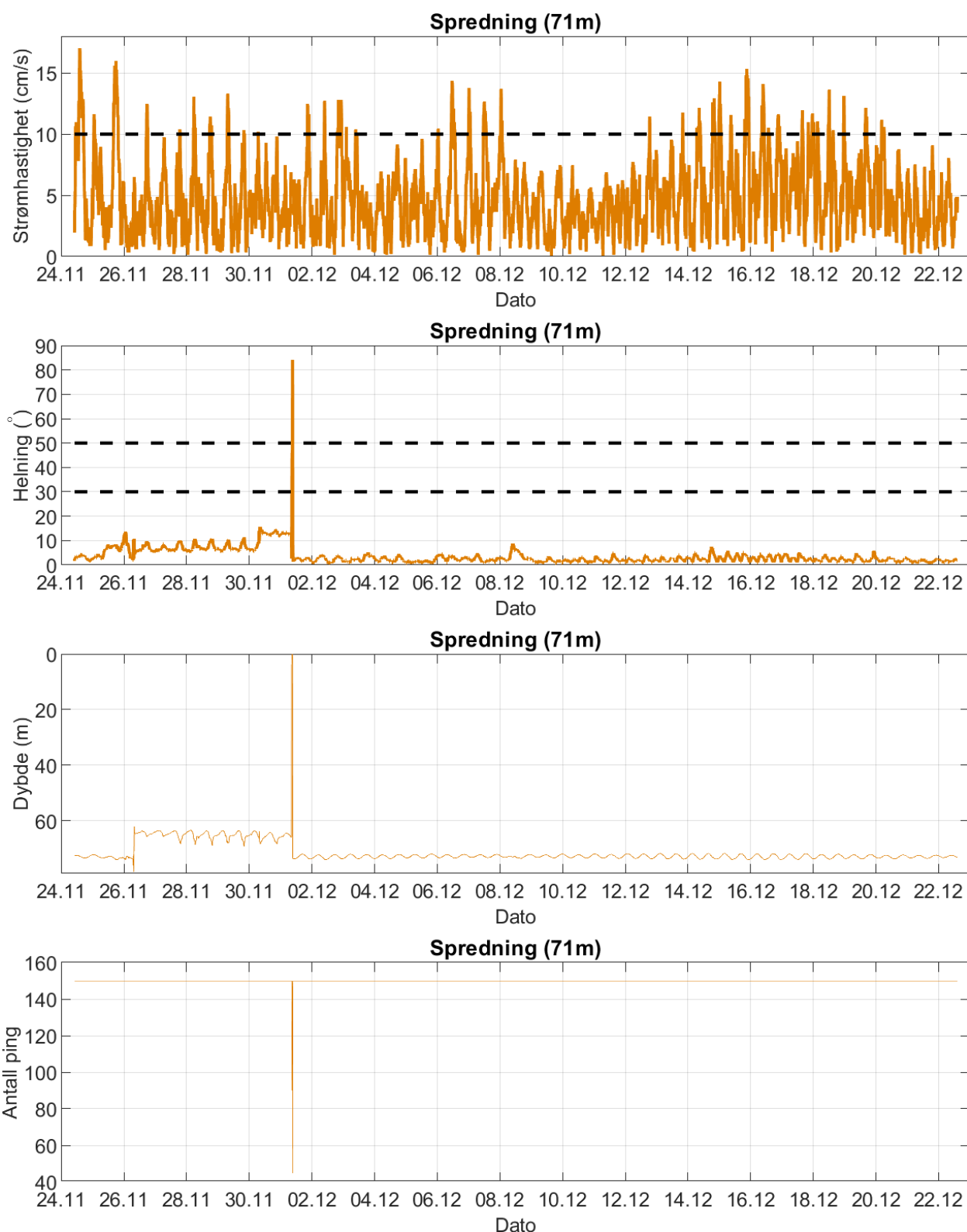
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Riggen ble tatt opp og satt ut igjen på ny 01. desember, da riggen hadde viklet seg inn i et fiskegarn. Utenom dette varierte instrumentdypet mellom 4.7m og 5.7m i løpet av måleperioden, hvor gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.5m.



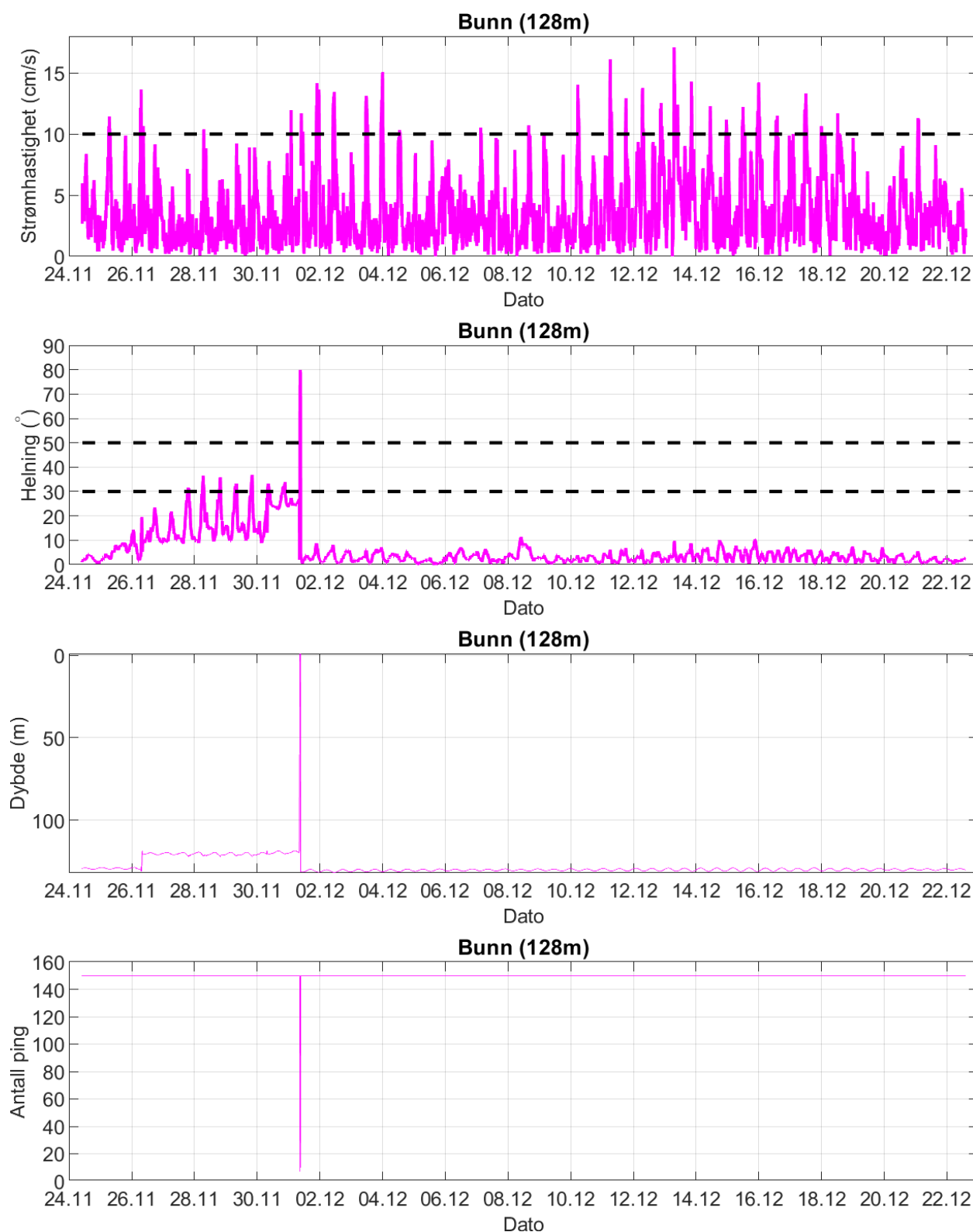
Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

Instrumentet opplevde et lite og kortvarig opptrekk 30. november, opp til 12.9m. Videre ble riggen tatt opp og satt ut igjen på ny 01. desember, da riggen hadde viklet seg inn i et fiskegarn. Utenom dette varierte instrumentdypet mellom 12.9m og 16.1m i løpet av måleperioden, hvor gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.9m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (71m).

Instrumentet ble i utgangspunktet satt ut 24. november på gjennomsnittlig dyp på 73.1m. Her stod instrumentet fram til 26. november, hvor riggen viklet seg inn i et fiskegarn og instrumentet ble dratt opp til et nytt måledyp på gjennomsnittlig 65.2m. Riggen ble tatt opp og satt ut igjen på ny 01. desember, hvor nytt gjennomsnittlig instrumentdyp var på 71.5m. Utenom opptak og utsett 01. desember varierte instrumentdypet mellom 62.1m og 78.2m i løpet av måleperioden.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (128m).

Instrumentet ble i utgangspunktet satt ut 24. november på gjennomsnittlig dyp på 129.3m. Her stod instrumentet fram til 26. november, hvor riggen viklet seg inn i et fiskegarn og instrumentet ble dratt opp til et nytt måledyp på gjennomsnittlig 120.3m. Riggen ble tatt opp og satt ut igjen på ny 01. desember, hvor nytt gjennomsnittlig instrumentdyp var på 130.2m. Utenom opptak og utsett 01. desember varierte instrumentdypet mellom 118.5m og 131.7m i løpet av måleperioden.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dypene.

Riggen ble tatt opp og satt ut igjen på ny 01. desember, da riggen hadde viklet seg inn i et fiskegarn. I sammenheng med dette mangler 6 datapunkter fra 5m og 15m dyp, 5 datapunkter fra spredningsdyp og 4 datapunkter fra bunndyp, da instrumentene målte i luft.

8.3.2 Enkelte datapunkter

I sammenheng med nytt opptak og utsett av rigg 01. desember er det fjernet 1 datapunkt på både 5m og 15m, 2 datapunkter på spredningsdyp og 3 datapunkter på bunndyp.

Ingen andre datapunkter er fjernet.

9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

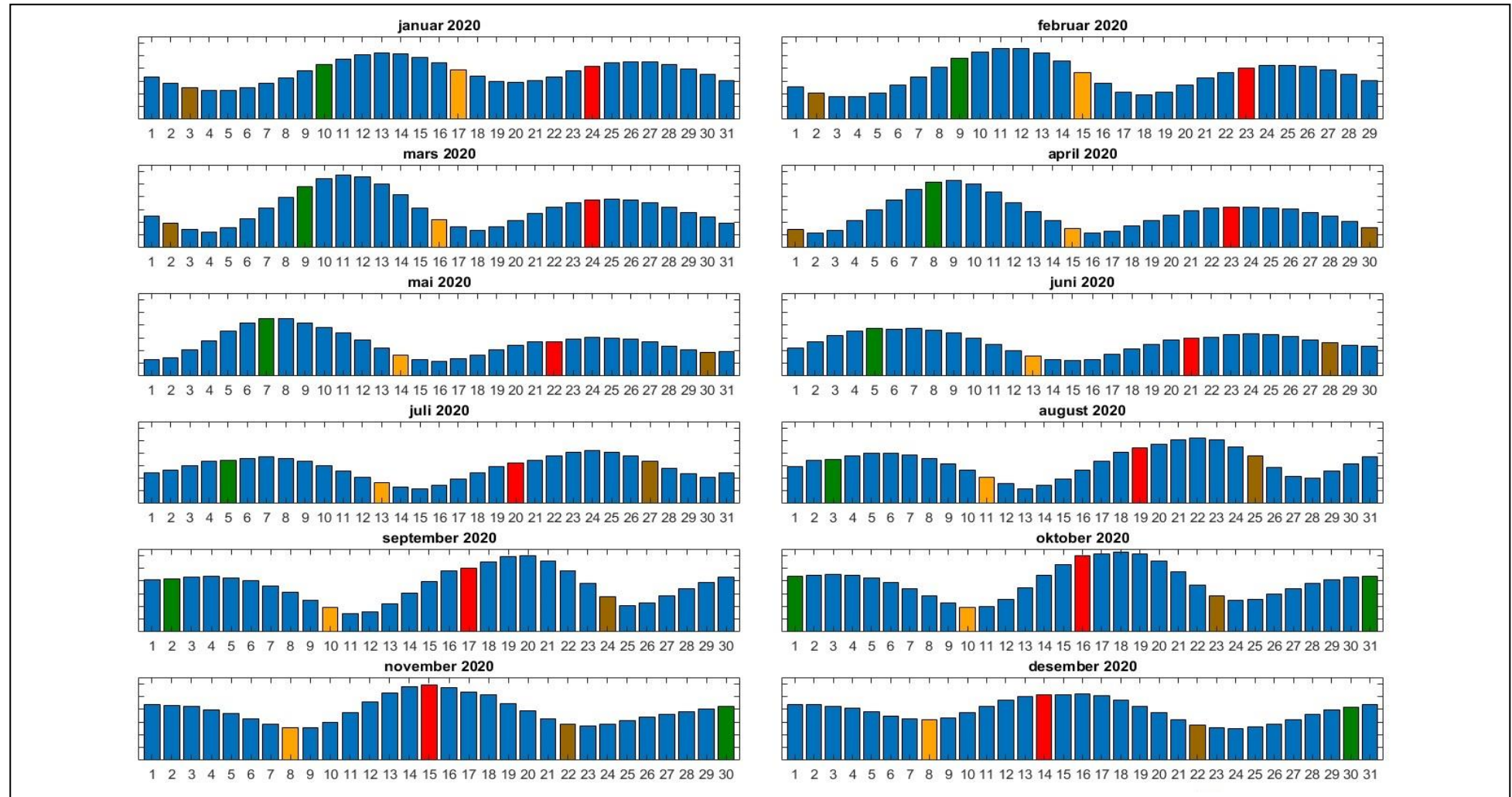
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

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. Aanderaa RCM Blue 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 (2020). 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-rapport: Strøm- Klassifisering- AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.