

Strømrappport

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

Ytre Jøvik i

september 2021 - januar 2022

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Ytre Jøvik. SR-WF-YtreJøvik-103575-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	20.01.22	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	Ytre Jøvik	Lokalitetsnummer	24155
Kommune	Senja	Fylke	Troms og Finnmark
Oppdragsgiver			
Selskap	Wilsgård Fiskeoppdrett AS; Værnesveien 105, 9381 TORSKEN, NORGE		
Kontaktperson	Martin Pedersen	martin@wilsgaard.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Knut Halvor Renneflott Bjørnebye	knut.bjornebye@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Anne Kari Meisingset	anne.meisingset@akerbla.no	
Kontrollert av	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (119m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	25.5 (NV)	20.1 (NV)	13.5 (SØ)	6.7 (SØ)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	6.7	4.5	3.0	2.1
Strømstyrke < 1cm/s (%)	2.3	4.3	10.8	15.9
Strømstyrke < 3cm/s (%)	16.4	31.1	57.3	80.0
Strømstyrke < 10cm/s (%)	81.5	96.9	99.6	100.0
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.6	0.6	0.2	0.7
10-års strøm (maksimal)	42	33	-	-
50-års strøm (maksimal)	47	37	-	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk.....	7
4. Resultater.....	10
4.1 Sammendrag 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	40
4.27 CTD-profil.....	41
5. Diskusjon	42
5.1 Høye strømmålinger.....	42
5.2 Tidevannspåvirkning.....	42

5.3	Vindpåvirkning	42
5.4	Vannutskiftning.....	43
5.5	Mulig spredning av utslipp.....	43
5.6	Vannsøylens vertikale struktur.....	44
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	45
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	45
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	46
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	47
6.4	CTD-målinger	47
7.	Vedlegg – Riggoppsett	48
7.1	Test av riggoppsett før utsett.....	48
7.2	Riggoppsett	48
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	51
8.1	Databearbeiding	51
8.2	Kvalitetssikring av data.....	53
8.3	Fjernede dataverdier	58
8.3.1	Måleperiode	58
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	58
9.	Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm	59
10.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser	62
11.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner	63
12.	Vedlegg – Måleenheter	65
13.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	66
14.	Vedlegg – Referanser	67

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Wilsgård Fiskeoppdrett AS utført strømmålinger ved eksisterende oppdrettslokalitet Ytre Jøvik 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.

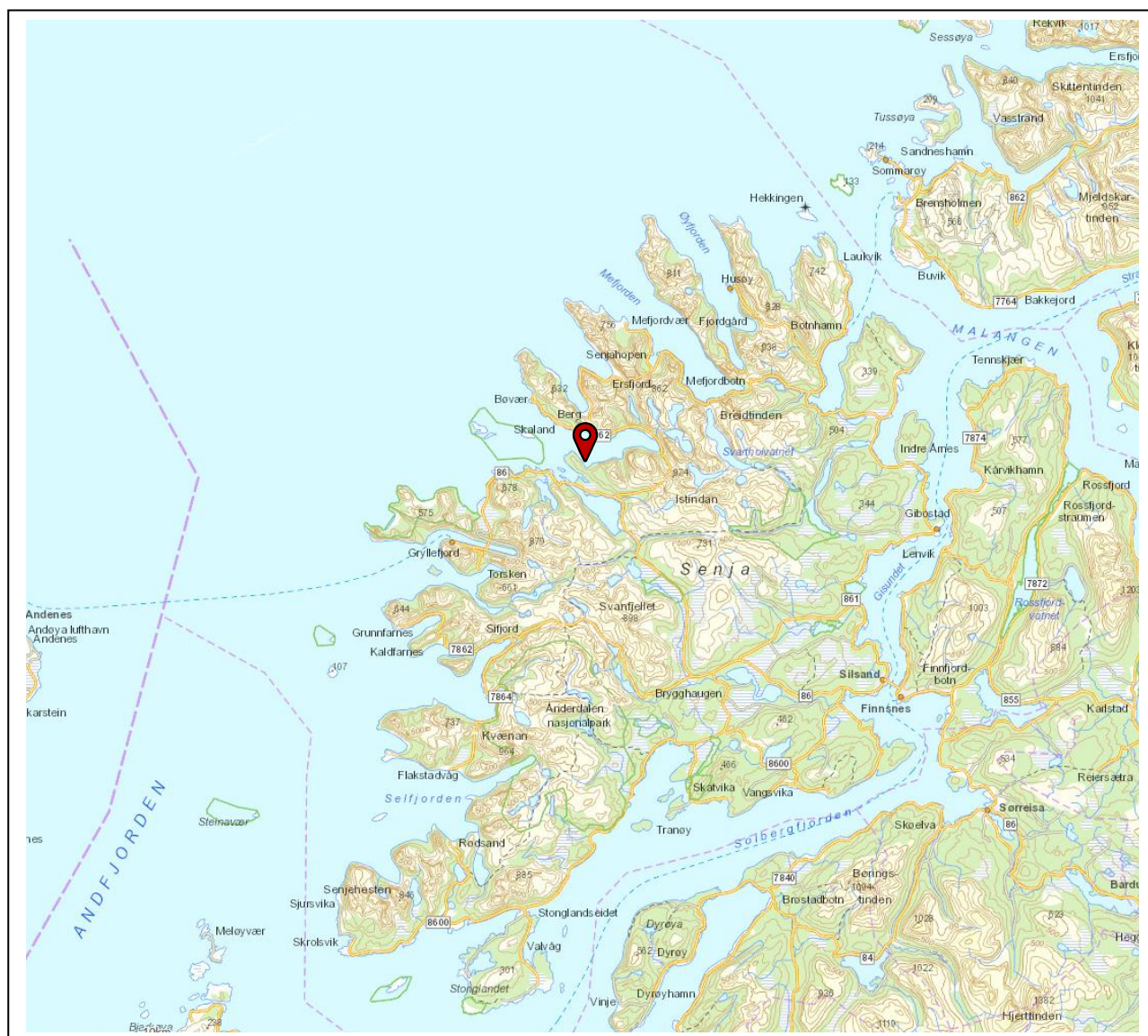
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016). For måleperioder kortere enn ett år benyttes multiplikasjonsfaktor fra NS 9415:2021 for fastsettelse av dimensjonerende strømhastigheter, etter dispensasjon fra Fiskeridirektoratet.

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Ytre Jøvik ligger i Senja kommune, Troms og Finnmark (Figur 2.1). Ytre Jøvik ligger inne i Bergsfjorden, ca. 650m fra land. Plasseringen ligger på innsiden av Flatneset.

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

Bunntopografi er ca. 230m dyp og orientert NV – SØ 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

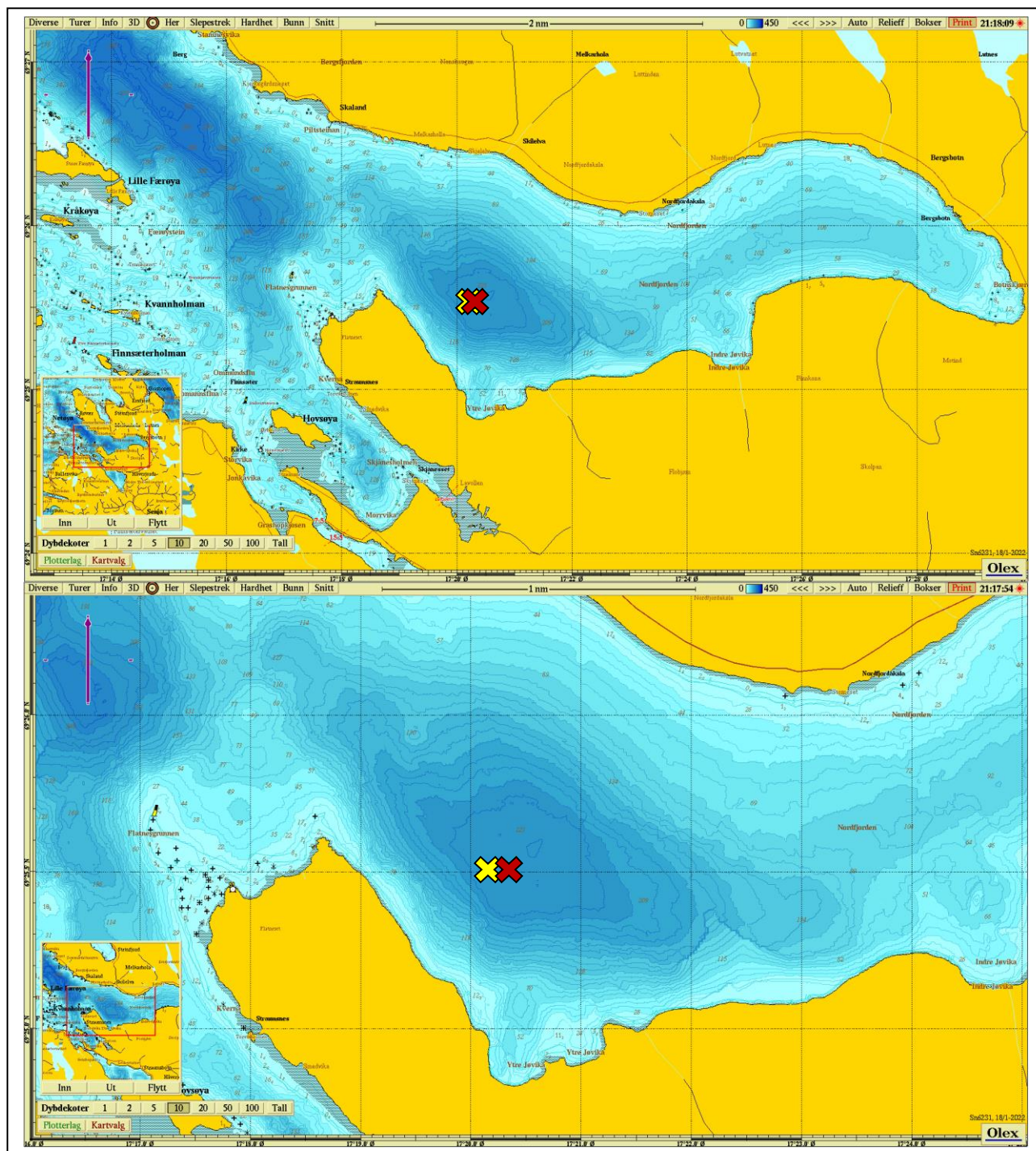
Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 4.1.1. Strømmen ble målt i to rigger, hvor avstanden mellom disse var ca. 110m.

Instrumentet på 5m dyp gikk tomt for strøm på grunn av en batterifeil den 18.11.21, før den planlagte måleperioden (24.09.21 – 10.01.22) var over.

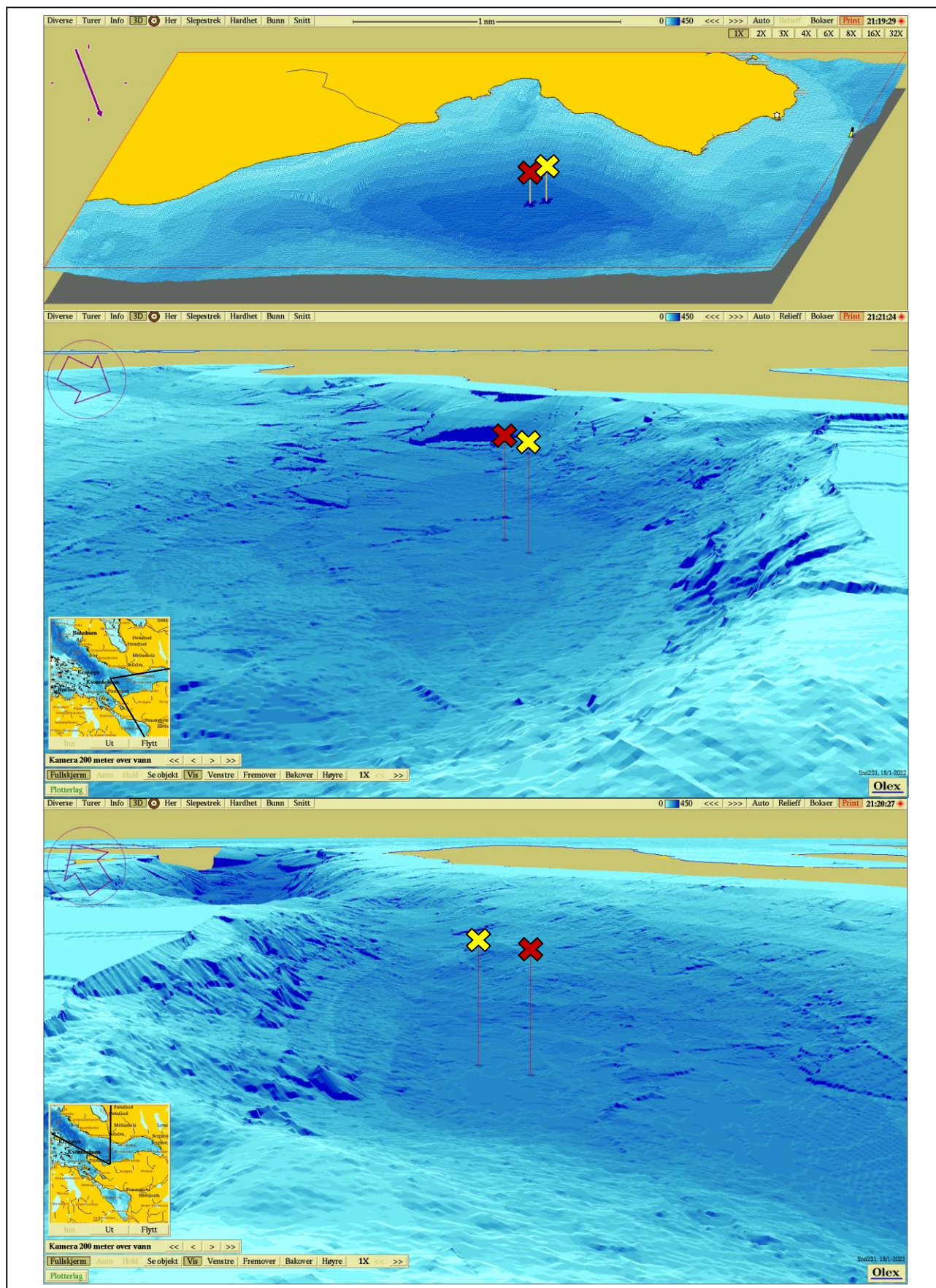
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 – Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 4.1.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (119m)
Posisjonsanvisning	✗	✗	✗	✗
Posisjon	69° 25.508' N; 017° 20.166' Ø	69° 25.508' N; 017° 20.166' Ø	69° 25.507' N; 017° 20.329' Ø	69° 25.507' N; 017° 20.329' Ø
Dyp på målested	230m	230m	230m	230m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	24.09.21 - 18.11.21	24.09.21 - 10.01.22	24.09.21 - 10.01.22	24.09.21 - 28.11.21
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	54.5 / 54.5	107.9 / 107.9	107.9 / 107.9	65.4 / 65.4
Manglende/fjernede datapunkt	1	3	1	0



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult (5m og 15m dyp) og rødt kryss (sprednings- (68m) og bunndyp (119m)). 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

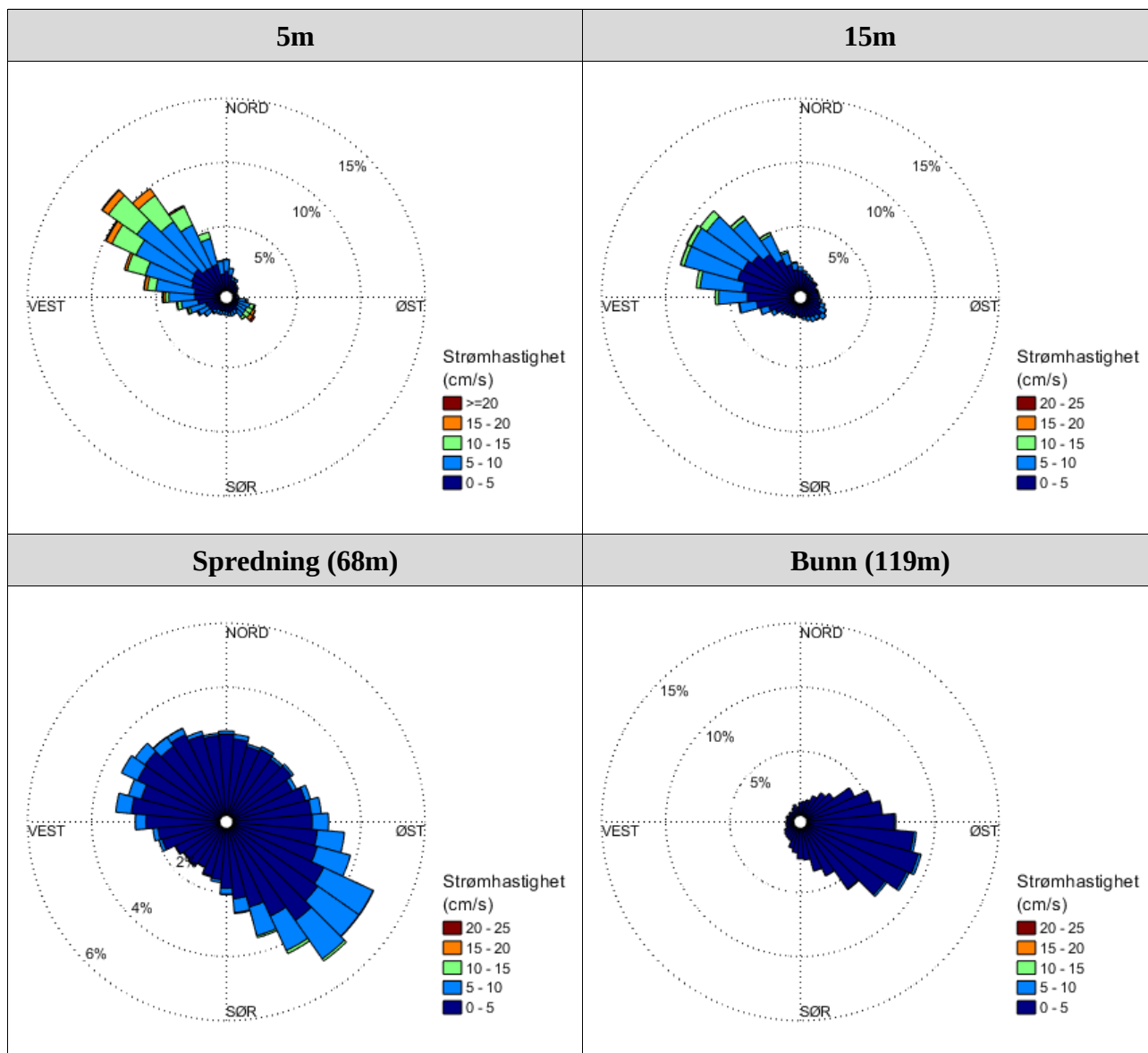
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m).

Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (119m)
Sjøtemperatur (°C)	6.0 - 10.1	4.2 - 10.1	4.3 - 7.1	4.5 - 5.1
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	25.5	20.1	13.5	6.7
Gjennomsnitt (cm/s)	6.7	4.5	3.0	2.1
Minimum (cm/s)	0.1	0.0	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	11.3	7.3	5.2	3.3
Signifikant min (cm/s)	2.9	2.0	1.2	1.0
Varsians (cm/s) ²	15.7	6.3	3.6	1.2
Standardavvik (cm/s)	4.0	2.5	1.9	1.1
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	2.3	4.3	10.8	15.9
Lengste periode < 1cm/s (min)	40	80	150	200
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	16.4	31.1	57.3	80.0
Lengste periode < 3cm/s (min)	360	620	2960	1420
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	81.5	96.9	99.6	100.0
Lengste periode < 10cm/s (min)	4560	19260	71300	94220
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	0	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	4.0	2.6	0.6	1.5
Retning (grader)	303	298	116	109
Neumann-parameter	0.6	0.6	0.2	0.7
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	5802	3870	2629	1817

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 (68m) og bunndyp (119m).

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	5	66	94	105	3	0	0	0	0	0	0	0	0	273	3.5	7576	2.4	10.7
N	15	9	58	55	43	2	0	0	0	0	0	0	0	0	167	2.1	3833	1.2	10.6
NØ	30	7	49	43	27	2	0	0	0	0	0	0	0	0	128	1.6	2817	0.9	11.3
NØ	45	9	35	21	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.0	1525	0.5	10.3
NØ	60	9	22	22	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	0.8	1130	0.4	7.3
Ø	75	4	13	11	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0.5	806	0.3	11.6
Ø	90	5	24	20	17	3	1	0	0	0	0	0	0	0	70	0.9	1865	0.6	15.7
Ø	105	4	20	20	100	29	6	3	0	0	0	0	0	0	182	2.3	8223	2.6	20.9
SØ	120	6	26	30	88	48	23	7	0	0	0	0	0	0	228	2.9	11755	3.7	22.1
SØ	135	8	23	45	86	51	21	12	0	0	0	0	0	0	246	3.1	12635	4.0	22.2
SØ	150	5	45	33	44	2	0	0	0	0	0	0	0	0	129	1.6	3282	1.0	11.9
S	165	5	31	45	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	1.4	2466	0.8	8.9
S	180	7	33	31	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	1.4	2598	0.8	9.2
S	195	7	31	30	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	1.3	2469	0.8	9.1
SV	210	8	40	36	33	3	0	0	0	0	0	0	0	0	120	1.5	2852	0.9	14.4
SV	225	4	53	48	44	6	7	0	0	0	0	0	0	0	162	2.1	4802	1.5	16.9
SV	240	7	50	64	105	5	9	1	0	0	0	0	0	0	241	3.1	7752	2.5	20.7
V	255	11	59	105	151	32	11	3	0	0	0	0	0	0	372	4.7	13543	4.3	20.8
V	270	11	66	143	236	32	20	8	0	0	0	0	0	0	516	6.6	19597	6.2	23.2
V	285	6	78	174	390	129	27	2	0	0	0	0	0	0	806	10.3	34140	10.8	20.5
NV	300	7	77	202	575	245	54	8	1	0	0	0	0	0	1169	14.9	55658	17.6	25.5
NV	315	20	86	179	569	314	74	5	0	0	0	0	0	0	1247	15.9	61642	19.5	24.7
NV	330	9	55	178	430	188	19	2	0	0	0	0	0	0	881	11.2	39925	12.6	21.5
N	345	7	67	136	178	27	0	0	0	0	0	0	0	0	415	5.3	13237	4.2	15.0
Antall obs.		180	1107	1765	3347	1124	272	51	1	0	0	0	0	0	7847	100	0	0	0
%		2.3	14.1	22.5	42.6	14.3	3.5	0.6	0.0	0.0	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			m³/m²	%	
N	0	27	152	174	79	2	0	0	0	0	0	0	0	0	434	2.8	9138	2.2	12.5
N	15	28	143	116	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	335	2.2	6308	1.5	8.8
NØ	30	20	119	107	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	281	1.8	5294	1.3	8.1
NØ	45	19	129	83	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	261	1.7	4641	1.1	7.6
NØ	60	32	97	80	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223	1.4	3733	0.9	7.1
Ø	75	13	119	63	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224	1.4	4060	1.0	8.4
Ø	90	18	114	90	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	246	1.6	4497	1.1	9.2
Ø	105	18	127	93	71	8	0	0	0	0	0	0	0	0	317	2.0	7192	1.7	11.6
SØ	120	23	138	125	106	10	0	0	0	0	0	0	0	0	402	2.6	9732	2.3	12.9
SØ	135	29	143	181	88	14	1	0	0	0	0	0	0	0	456	2.9	10766	2.6	16.1
SØ	150	25	120	127	85	2	0	0	0	0	0	0	0	0	359	2.3	8011	1.9	13.5
S	165	31	137	100	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	329	2.1	6542	1.6	9.3
S	180	25	126	75	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	252	1.6	4421	1.1	8.9
S	195	23	129	66	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	1.6	4389	1.1	8.8
SV	210	26	125	69	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257	1.7	4622	1.1	8.2
SV	225	28	146	86	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	296	1.9	5291	1.3	10.2
SV	240	44	180	171	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480	3.1	9663	2.3	9.0
V	255	28	219	335	233	11	0	0	0	0	0	0	0	0	826	5.3	20442	4.9	12.4
V	270	41	278	511	521	54	0	0	0	0	0	0	0	0	1405	9.0	40586	9.7	14.0
V	285	37	313	654	899	74	4	0	0	0	0	0	0	0	1981	12.7	62265	14.9	19.3
NV	300	31	335	663	1038	79	11	0	0	0	0	0	0	0	2157	13.9	68844	16.5	19.9
NV	315	36	308	553	911	112	6	0	0	0	0	0	0	0	1926	12.4	64288	15.4	19.9
NV	330	44	264	357	479	52	9	1	0	0	0	0	0	0	1206	7.8	36276	8.7	20.1
N	345	21	204	200	179	26	2	0	0	0	0	0	0	0	632	4.1	16432	3.9	15.6
Antall obs.		667	4165	5079	5145	445	33	1	0	0	0	0	0	0	15535	100	0	0	0
%		4.3	26.8	32.7	33.1	2.9	0.2	0.0	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 (68m).

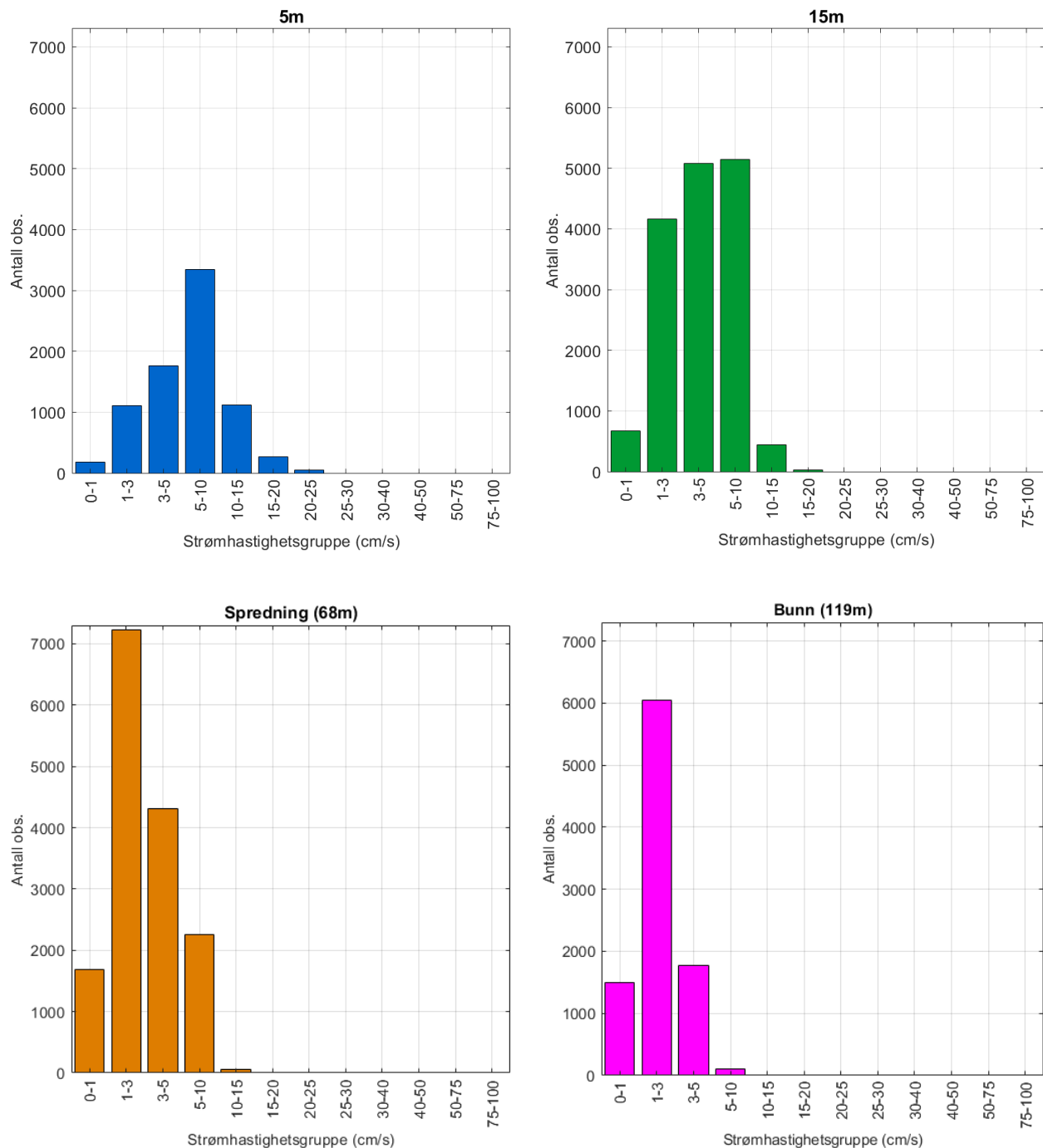
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	81	344	179	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	626	4.0	9358	3.3	9.2
N	15	76	311	148	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	566	3.6	8579	3.0	9.4
NØ	30	64	300	166	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	549	3.5	8209	2.9	7.1
NØ	45	72	313	137	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	536	3.4	7423	2.6	7.0
NØ	60	81	288	128	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	535	3.4	7879	2.8	6.7
Ø	75	75	300	171	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	602	3.9	9965	3.5	8.6
Ø	90	73	324	213	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	728	4.7	13400	4.7	8.3
Ø	105	69	292	281	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	868	5.6	18907	6.7	9.7
SØ	120	69	330	299	374	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1077	6.9	27210	9.6	10.6
SØ	135	83	332	388	357	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1165	7.5	28303	10.0	12.7
SØ	150	62	336	316	273	28	0	0	0	0	0	0	0	0	1015	6.5	24453	8.6	13.5
S	165	45	299	208	154	11	0	0	0	0	0	0	0	0	717	4.6	15341	5.4	13.0
S	180	66	251	121	49	4	0	0	0	0	0	0	0	0	491	3.2	8106	2.9	10.8
S	195	69	229	71	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	384	2.5	5194	1.8	9.6
SV	210	72	182	70	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	330	2.1	4193	1.5	6.8
SV	225	76	195	65	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	2.2	4234	1.5	5.5
SV	240	60	218	64	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	349	2.2	4496	1.6	6.4
V	255	66	288	112	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	497	3.2	7268	2.6	7.9
V	270	68	315	151	74	1	0	0	0	0	0	0	0	0	609	3.9	10275	3.6	10.1
V	285	74	326	238	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	750	4.8	13971	4.9	8.9
NV	300	84	353	217	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	774	5.0	14066	5.0	9.1
NV	315	60	354	235	84	1	0	0	0	0	0	0	0	0	734	4.7	13106	4.6	11.1
NV	330	76	400	169	46	4	0	0	0	0	0	0	0	0	695	4.5	10742	3.8	11.0
N	345	62	342	170	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	599	3.9	9021	3.2	9.1
Antall obs.		1683	7222	4317	2257	59	0	0	0	0	0	0	0	0	15538	100	0	0	0
%		10.8	46.5	27.8	14.5	0.4	0.0	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 bunndyp (119m).

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			m³/m²	%	
N	0	51	88	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	1.5	1162	1.0	5.0
N	15	41	108	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	1.7	1525	1.3	4.2
NØ	30	55	174	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	249	2.6	2504	2.1	4.5
NØ	45	70	232	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	354	3.8	4048	3.4	4.3
NØ	60	67	422	86	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	576	6.1	7169	6.0	5.3
Ø	75	100	524	160	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	789	8.4	10293	8.7	5.7
Ø	90	90	618	275	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	999	10.6	14501	12.2	5.8
Ø	105	101	760	380	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1275	13.5	19378	16.3	6.0
SØ	120	105	734	365	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1232	13.1	18537	15.6	6.7
SØ	135	97	656	203	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	976	10.4	13489	11.3	6.1
SØ	150	83	425	108	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	621	6.6	7758	6.5	6.0
S	165	61	295	49	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	4.3	4664	3.9	5.6
S	180	71	241	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	337	3.6	3515	3.0	5.2
S	195	82	149	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	246	2.6	2211	1.9	4.0
SV	210	54	103	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	1.8	1430	1.2	3.7
SV	225	60	88	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	1.6	1238	1.0	3.3
SV	240	47	69	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	1.2	858	0.7	3.1
V	255	42	51	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	1.0	652	0.5	3.5
V	270	40	43	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	0.9	591	0.5	3.1
V	285	38	39	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	0.9	573	0.5	3.3
NV	300	38	48	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0.9	574	0.5	3.0
NV	315	27	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0.8	560	0.5	2.8
NV	330	43	54	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	1.0	735	0.6	3.1
N	345	31	72	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	1.1	924	0.8	3.3
Antall obs.		1494	6041	1774	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9422	100	0	0	0
%		15.9	64.1	18.8	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

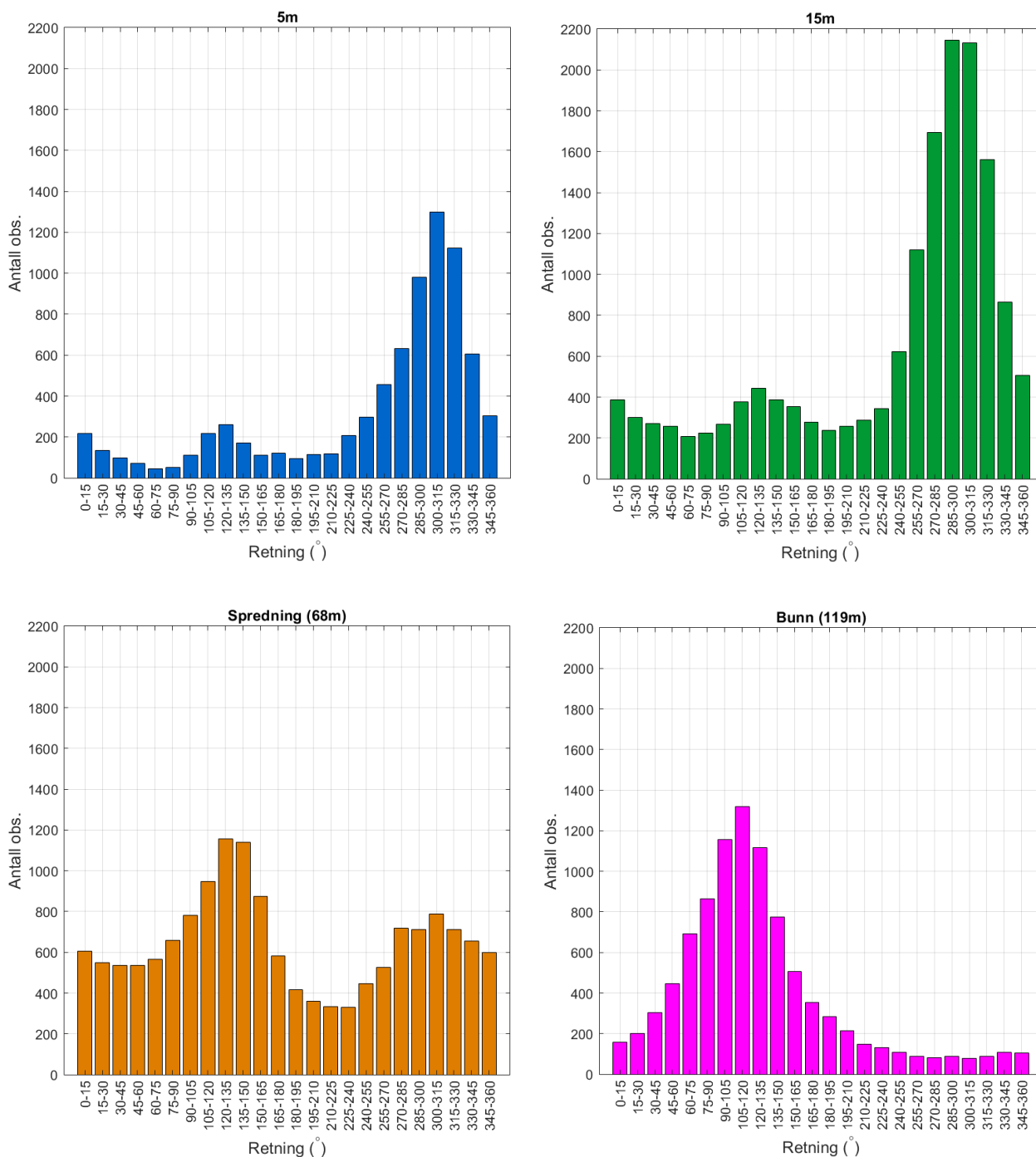
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

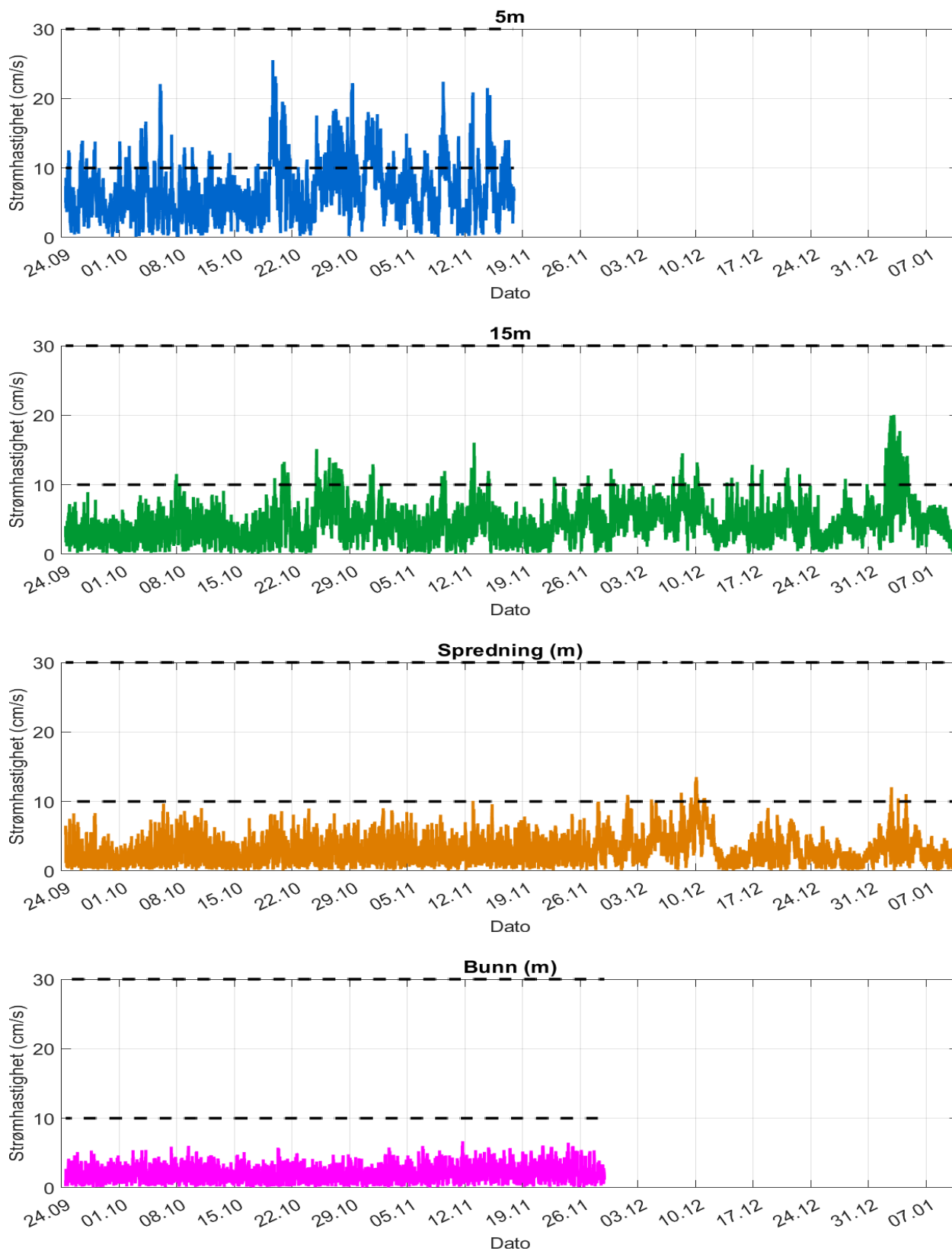
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunn dyp (119m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

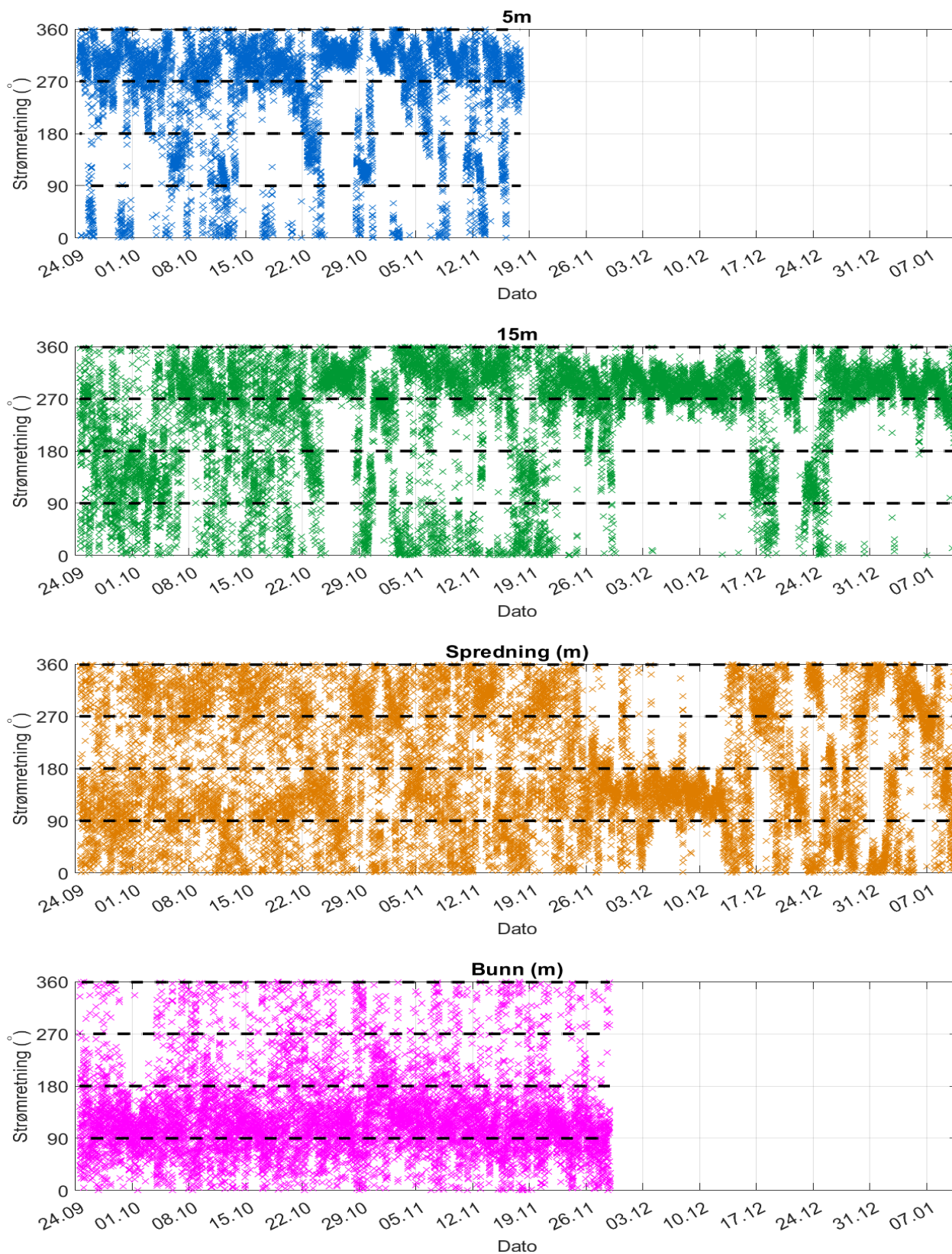
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

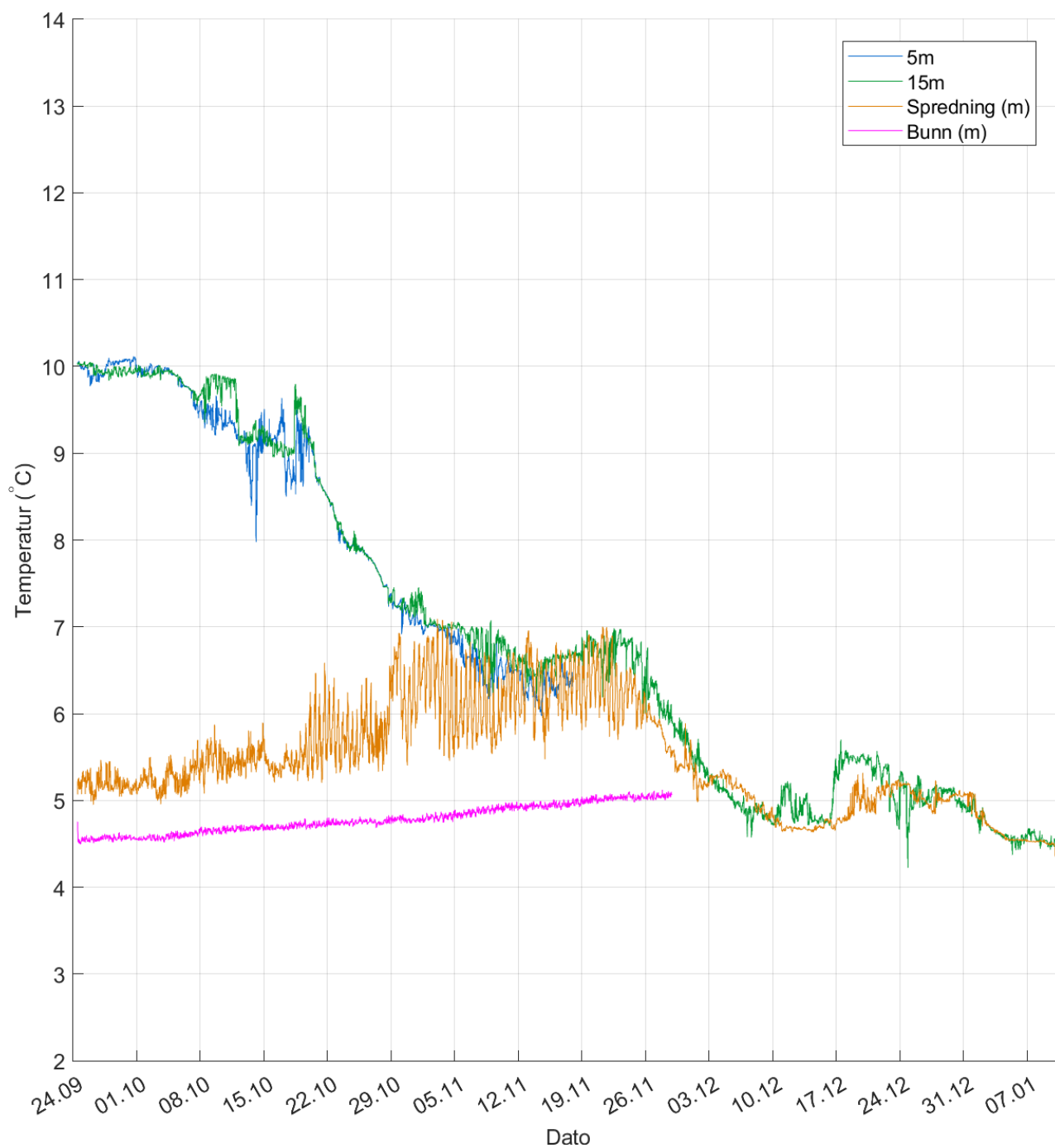
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

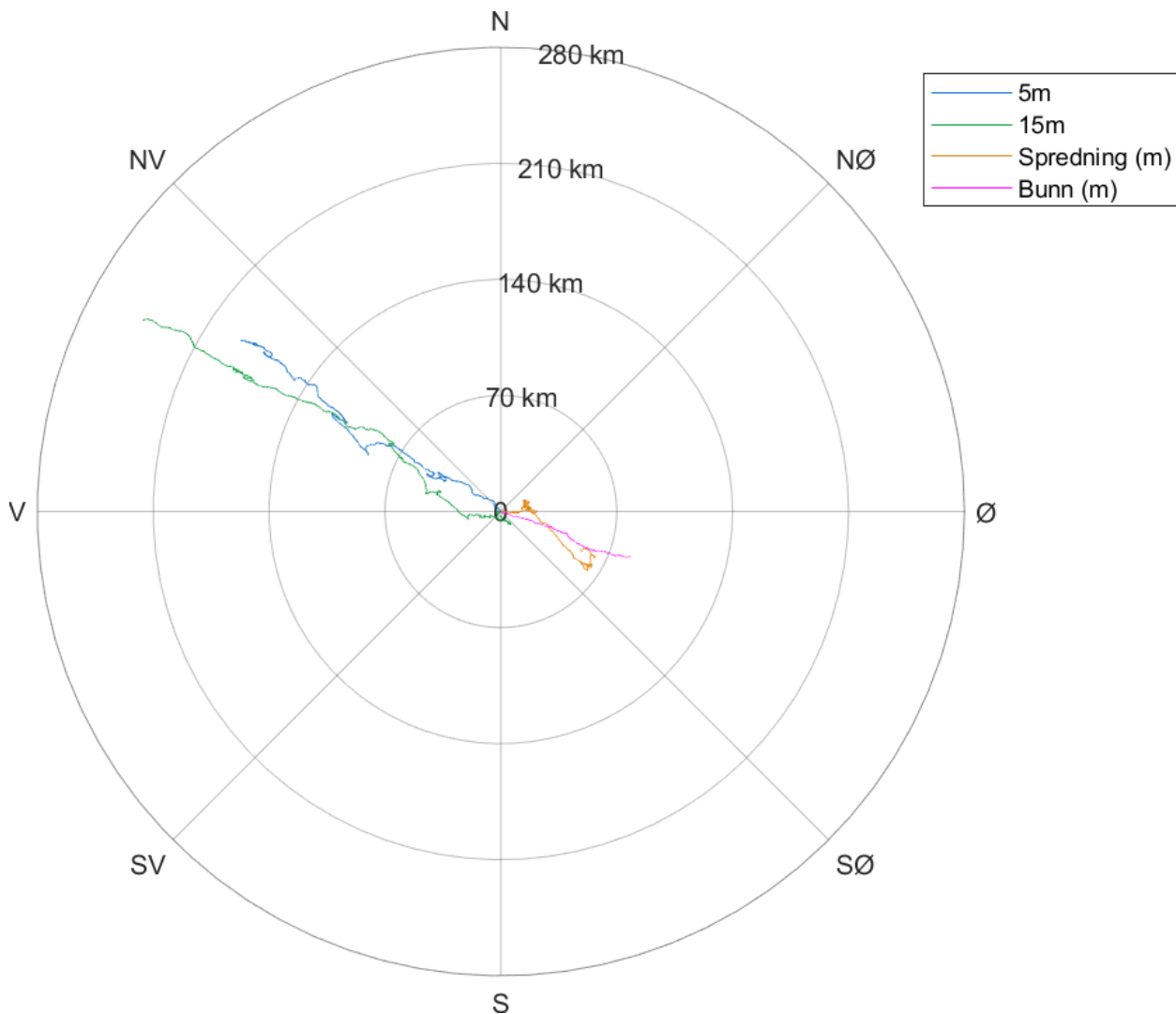
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

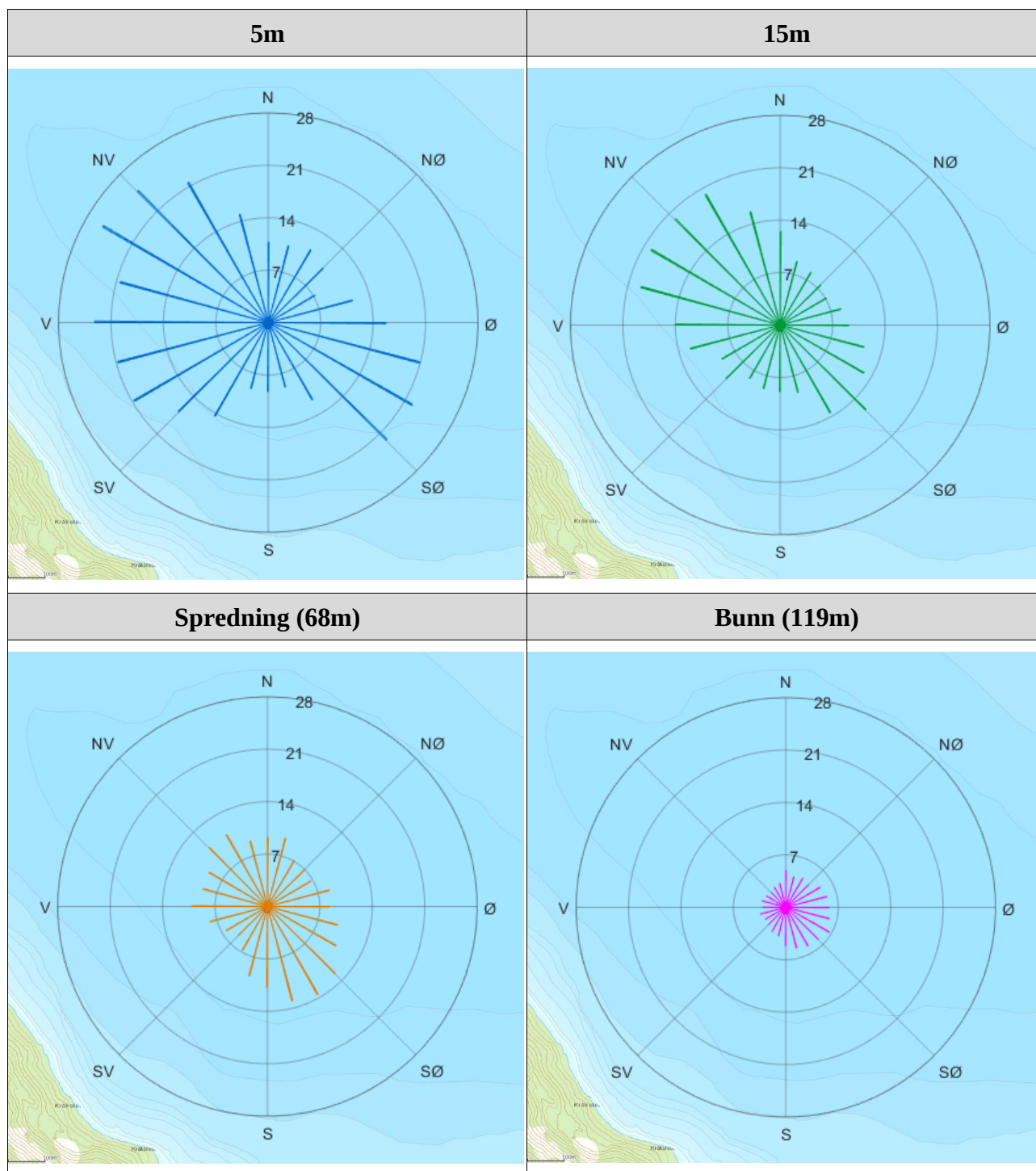
4.9 Progressivt vektordiagram

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.



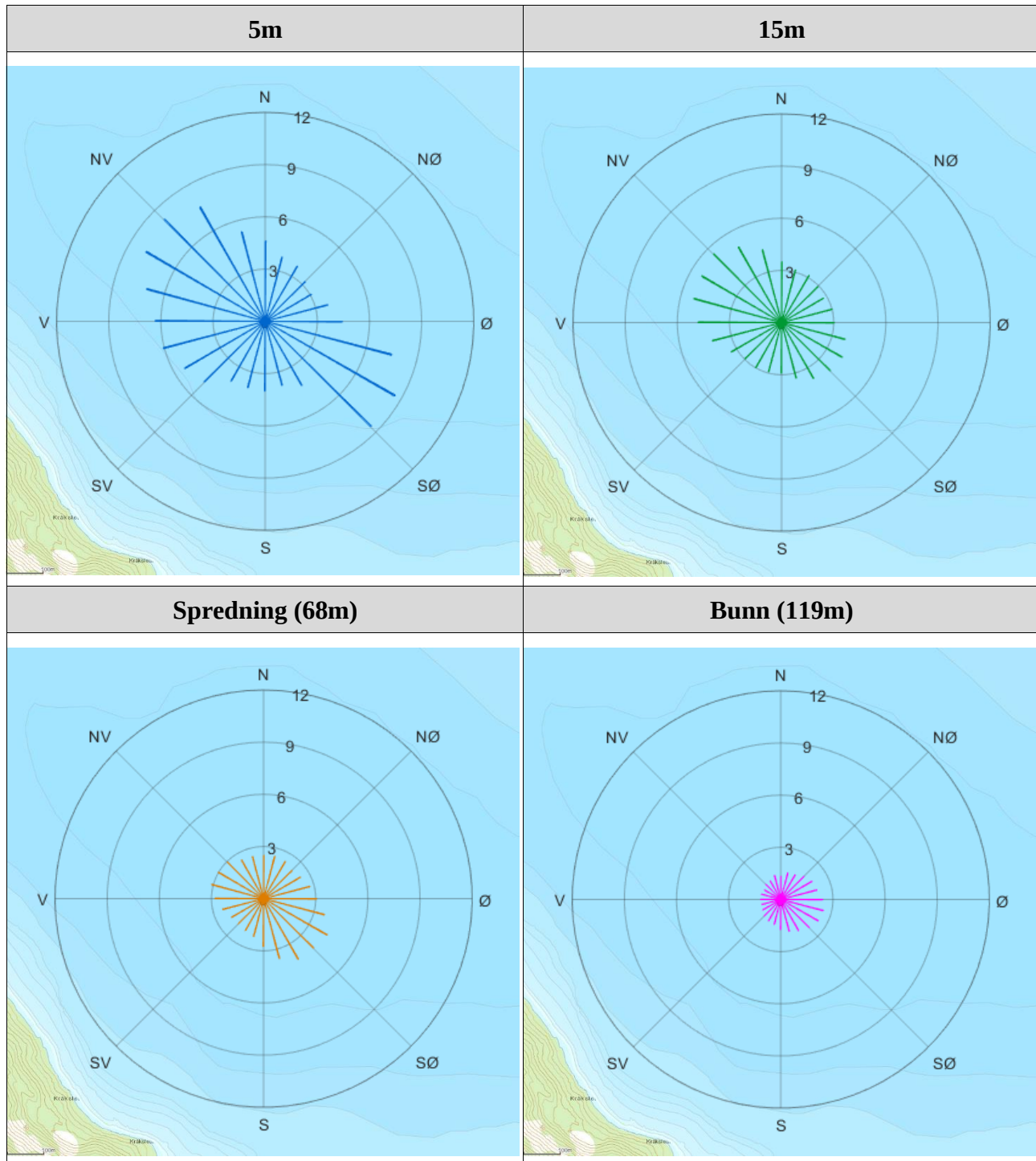
Figur 4.9.1 Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m) i løpet av måleperioden.

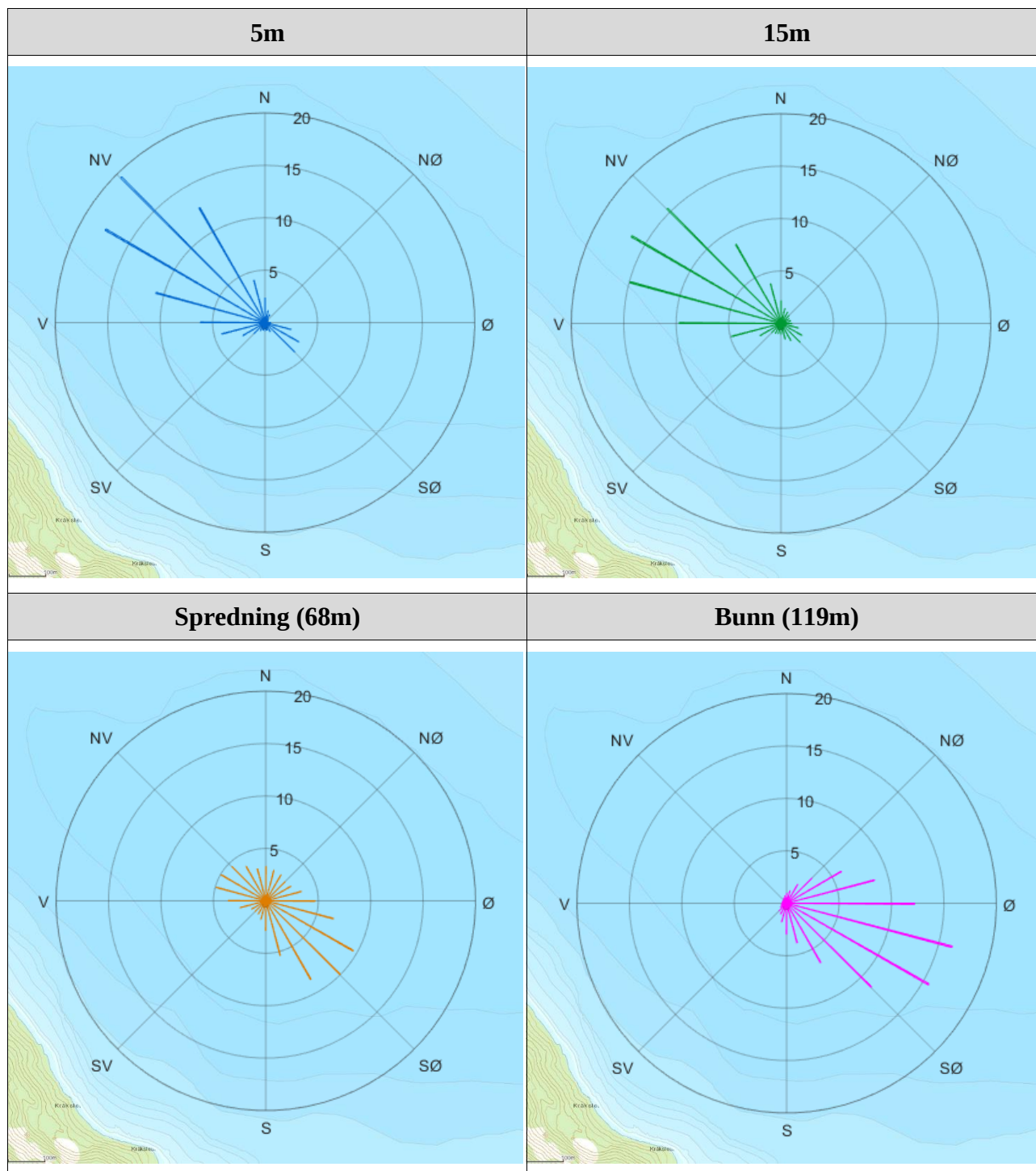
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m) i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

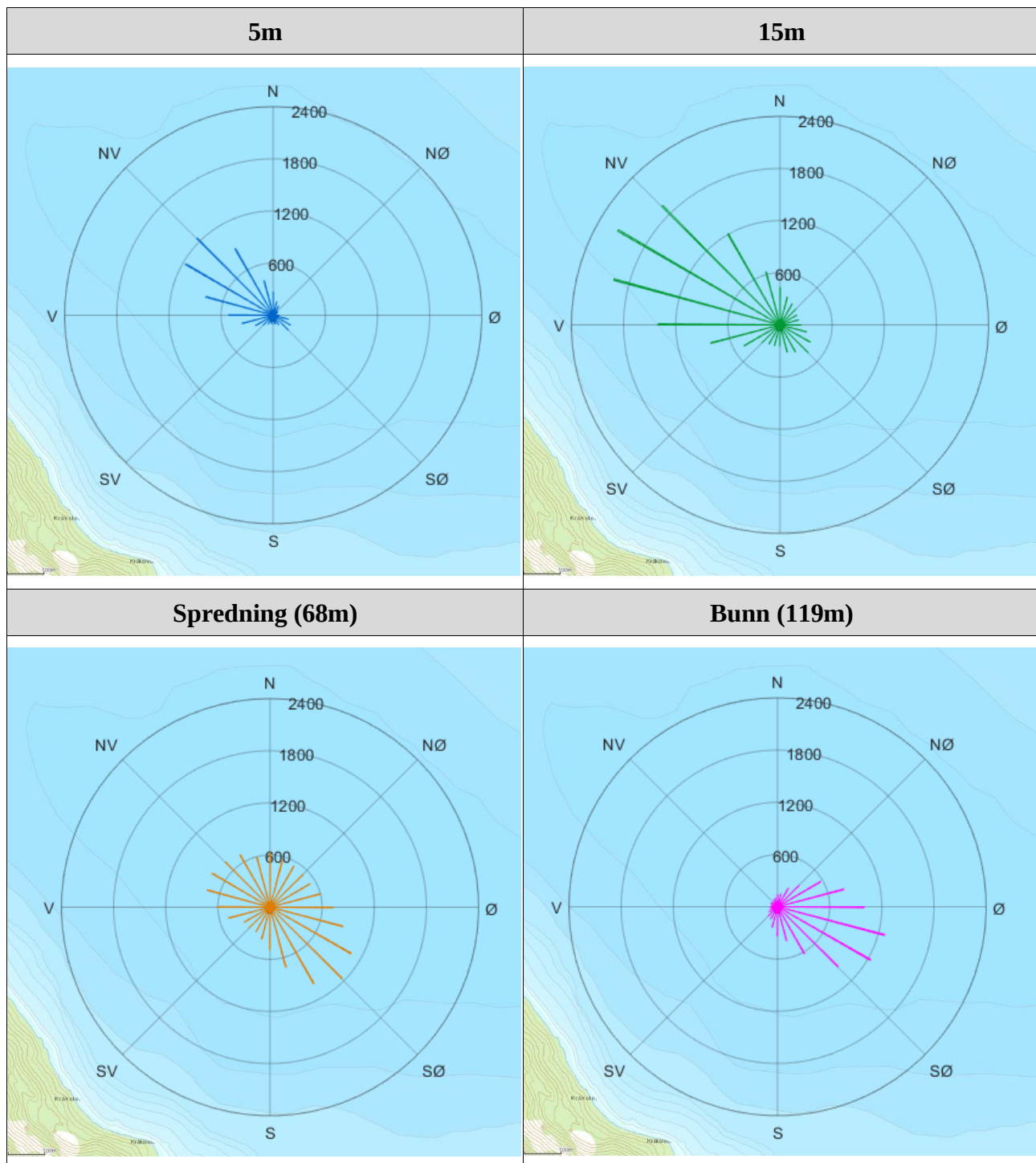
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m) 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 (68m) og bunndyp (119m) i løpet av måleperioden.

4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.14.1. Maksimal strømhastighet (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	15.0	11.3	20.9	22.2	9.2	20.7	23.2	25.5
15m	15.6	8.1	11.6	16.1	9.3	10.2	19.3	20.1
Spredning (68m)	9.4	7.1	9.7	13.5	13.0	6.8	10.1	11.1
Bunn (119m)	5.0	5.3	6.0	6.7	5.6	3.7	3.5	3.1

4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.15.1. Gjennomsnittlig strømhastighet (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	4.6	3.4	6.3	7.6	3.9	4.9	6.6	7.9
15m	3.7	3.0	3.3	3.9	3.1	3.2	4.9	5.3
Spredning (68m)	2.5	2.4	3.2	4.1	3.0	2.1	2.8	2.9
Bunn (119m)	1.5	1.9	2.4	2.3	1.7	1.4	1.2	1.2

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	855	267	288	603	320	523	1694	3297
15m	1401	765	787	1217	831	1033	4212	5289
Spredning (68m)	1791	1620	2198	3257	1592	1021	1856	2203
Bunn (119m)	408	1179	3063	2829	990	433	260	260

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	7.5	1.7	3.5	8.8	2.4	4.9	21.3	49.9
15m	7.4	3.3	3.8	6.8	3.7	4.7	29.6	40.7
Spredning (68m)	9.5	8.3	14.9	28.2	10.1	4.6	11.1	13.4
Bunn (119m)	3.0	11.5	37.2	33.5	8.7	3.0	1.5	1.6

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

Verdier for strøm med returperiode på 10 år og 50 år beregnes ut fra målt maksimal strømhastighet sammen med en multiplikasjonsfaktor som avhenger av lengden på måleperioden (NS 9415:2021). 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)	15.0	11.3	20.9	22.2	9.2	20.7	23.2	25.5
Retning (°)	338	27	110	128	173	246	273	307
10-år (cm/s)	25	19	34	37	15	34	38	42
50-år (cm/s)	28	21	39	41	17	38	43	47

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)	15.6	8.1	11.6	16.1	9.3	10.2	19.3	20.1
Retning (°)	341	33	104	133	165	220	291	330
10-år (cm/s)	26	13	19	26	15	17	32	33
50-år (cm/s)	29	15	21	30	17	19	36	37

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 (68m)	Bunn (119m)
1	0.7	0.5	0.3	0.2
10	2.3	1.6	1.0	0.8
20	3.4	2.3	1.4	1.1
30	4.2	2.9	1.8	1.4
40	5.1	3.5	2.2	1.7
50	6.0	4.1	2.7	2.0
60	7.0	4.8	3.1	2.3
70	8.2	5.5	3.7	2.6
80	9.7	6.4	4.5	3.0
90	12.2	7.8	5.7	3.6
95	14.4	9.0	6.7	4.1
99	18.8	12.1	9.0	5.1

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 (68m)	Bunn (119m)
1	97.7	95.7	89.2	84.1
3	83.6	68.9	42.7	20.0
5	61.1	36.2	14.9	1.2
10	18.5	3.1	0.4	
20	0.7	0.0		

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°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	2.3
1-5	6.1	2.4	1.4	2.6	2.6	3.7	8.0	9.9	36.7
5-10	4.2	0.6	1.6	2.8	1.3	2.3	9.9	20.1	42.8
10-20	0.4	0.04	0.5	1.8		0.4	3.2	11.4	17.7
20-30			0.04	0.2		0.01	0.2	0.2	0.7
Sum	11.0	3.3	3.7	7.6	4.1	6.6	21.7	42.1	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°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	4.3
1-5	6.4	4.0	3.9	5.4	4.1	5.0	14.9	16.0	59.7
5-10	2.0	0.5	0.8	1.8	0.8	1.0	10.6	15.6	33.1
10-20	0.2		0.05	0.2		0.0	0.9	1.7	3.0
20-30								0.0	0.0
Sum	9.1	5.0	5.0	7.9	5.4	6.6	27.1	34.0	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (68m).

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°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.3	1.3	1.4	10.8
1-5	9.6	8.6	10.2	12.9	7.6	5.1	9.2	11.1	74.3
5-10	0.5	0.5	2.6	6.5	1.4	0.1	1.4	1.6	14.6
10-20				0.2	0.1		0.0	0.03	0.3
20-30									0.0
Sum	11.5	10.5	14.2	21.0	10.3	6.5	11.9	14.1	100.0

Tabell 4.21.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (119m).

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°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	1.3	2.0	3.1	3.0	2.3	1.7	1.3	1.1	15.8
1-5	3.0	10.5	28.8	26.4	8.2	2.9	1.5	1.6	82.9
5-10		0.01	0.6	0.6	0.04				1.2
10-20									0.0
20-30									0.0
Sum	4.3	12.5	32.5	30.0	10.5	4.6	2.8	2.7	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	1.1	0.2						
1-5	4.0	4.6	8.2	6.4	4.3	2.7	2.0	0.6
5-10	5.2	7.1	9.2	8.5	3.2	1.7	1.8	1.6
10-20	2.4	1.9	2.9	2.2	1.8	1.4	0.4	3.1
20-30	0.3	0.1	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	1.7	0.5	0.1					
1-5	5.5	6.7	10.7	7.8	6.1	4.6	4.1	9.7
5-10	4.6	5.2	6.5	4.1	2.2	0.9	1.8	3.8
10-20	0.7	0.8	0.5	0.1			0.2	
20-30								

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (68m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	4.3	1.5	0.8	0.4				
1-5	5.2	6.2	12.6	13.1	7.5	4.4	4.0	17.1
5-10	2.2	1.9	3.4	1.7	1.1	0.7	0.4	1.4
10-20	0.06	0.05		0.2				
20-30								

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (119m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	6.0	3.3	1.2		0.2			
1-5	4.6	4.7	8.5	8.6	11.2	11.3	9.6	20.0
5-10	0.4	0.3	0.2					
10-20								
20-30								

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 U_Tide (Codiga, 2011).

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.

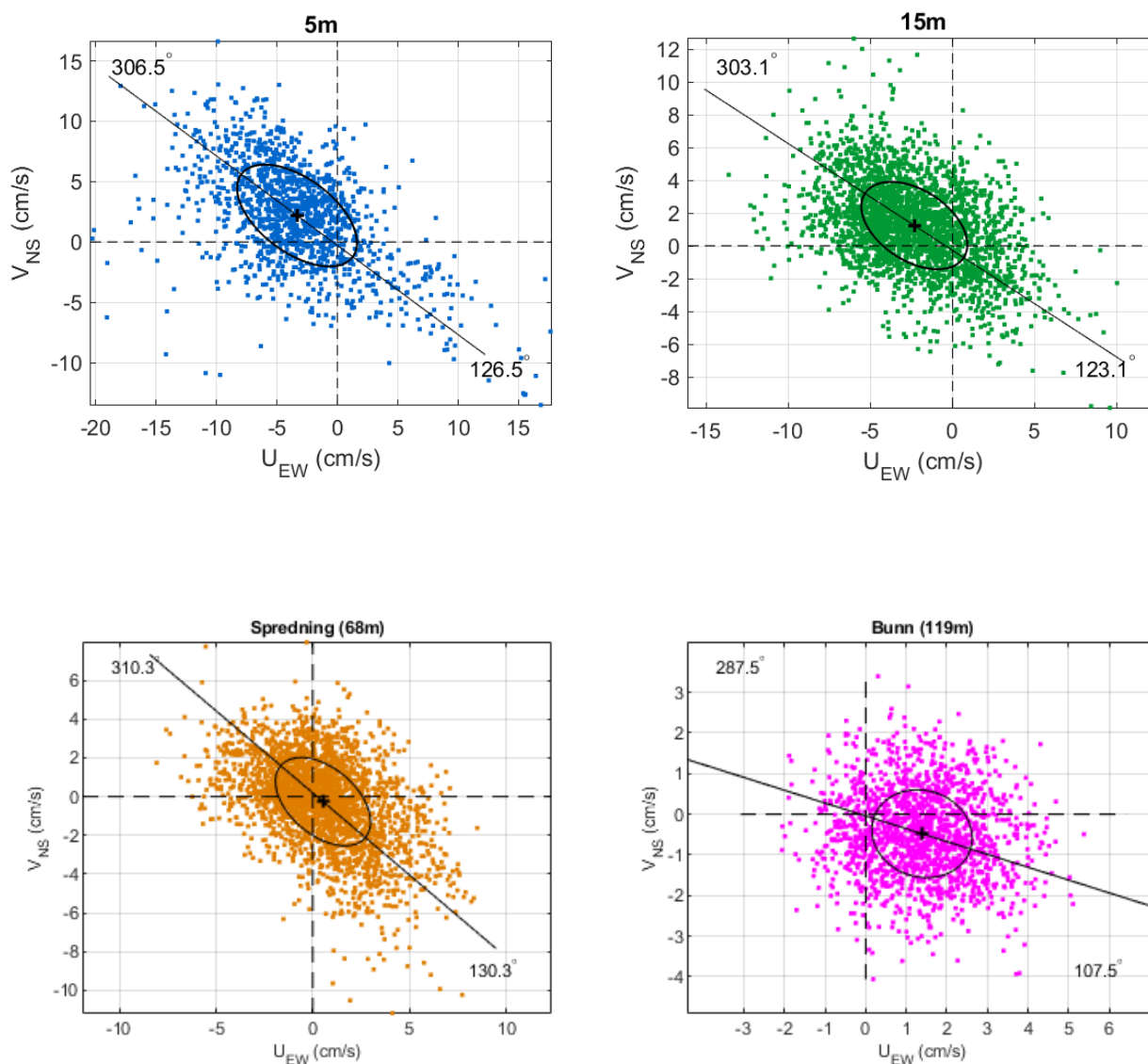
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende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

Tabell 4.23.1. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer basert på tidevannsanalyse av strømdata i timesverdier.

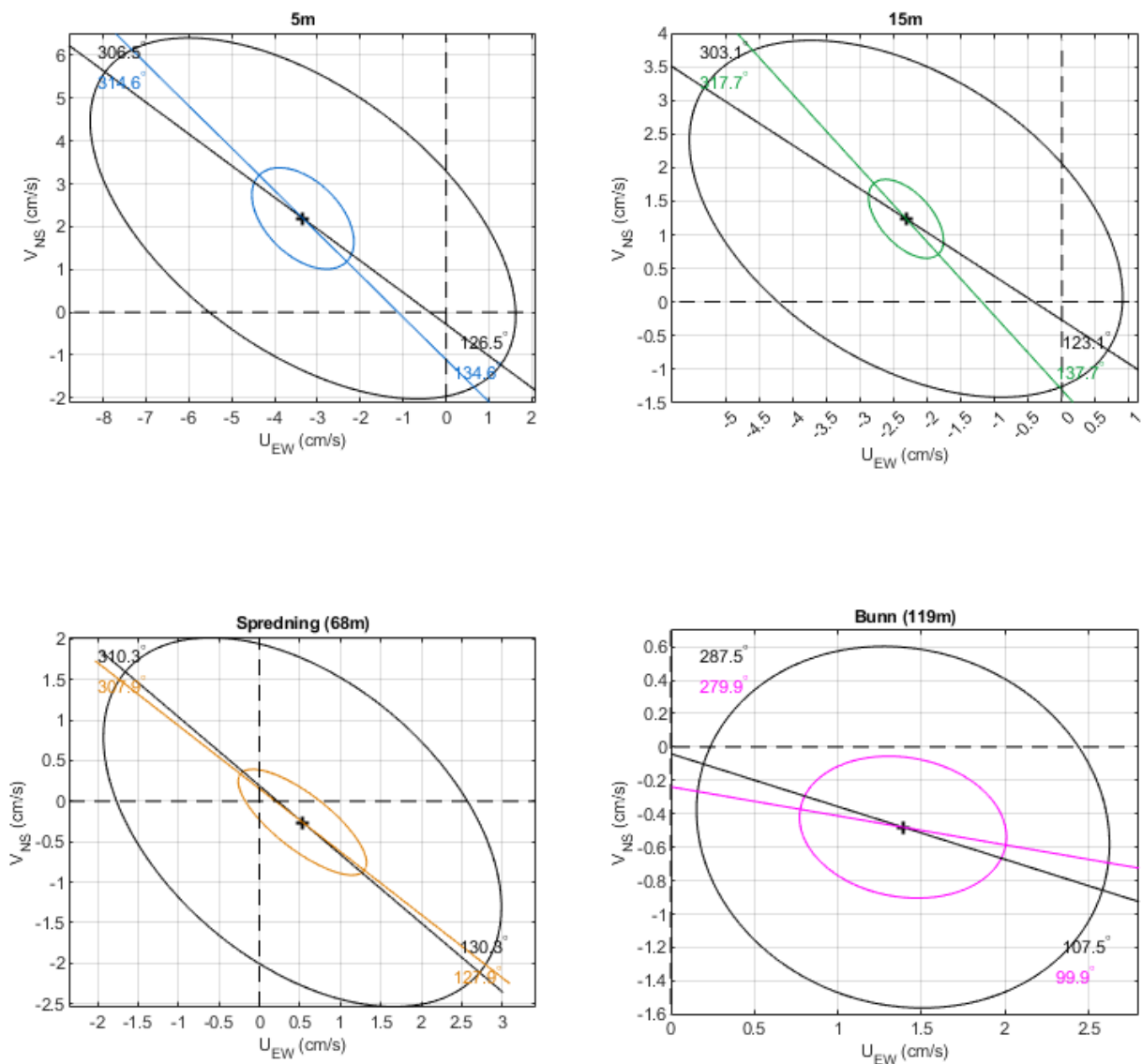
Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (119m)
Strøm (%)	21.1	11.0	18.5	24.7
Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (119m)
Trykk (%)	-	-	95.7	97.7

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 (68m)	Bunn (119m)
Strøm (%)	11.3	6.4	13.1	11.9
Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (119m)
Trykk (%)	-	-	94.8	96.5



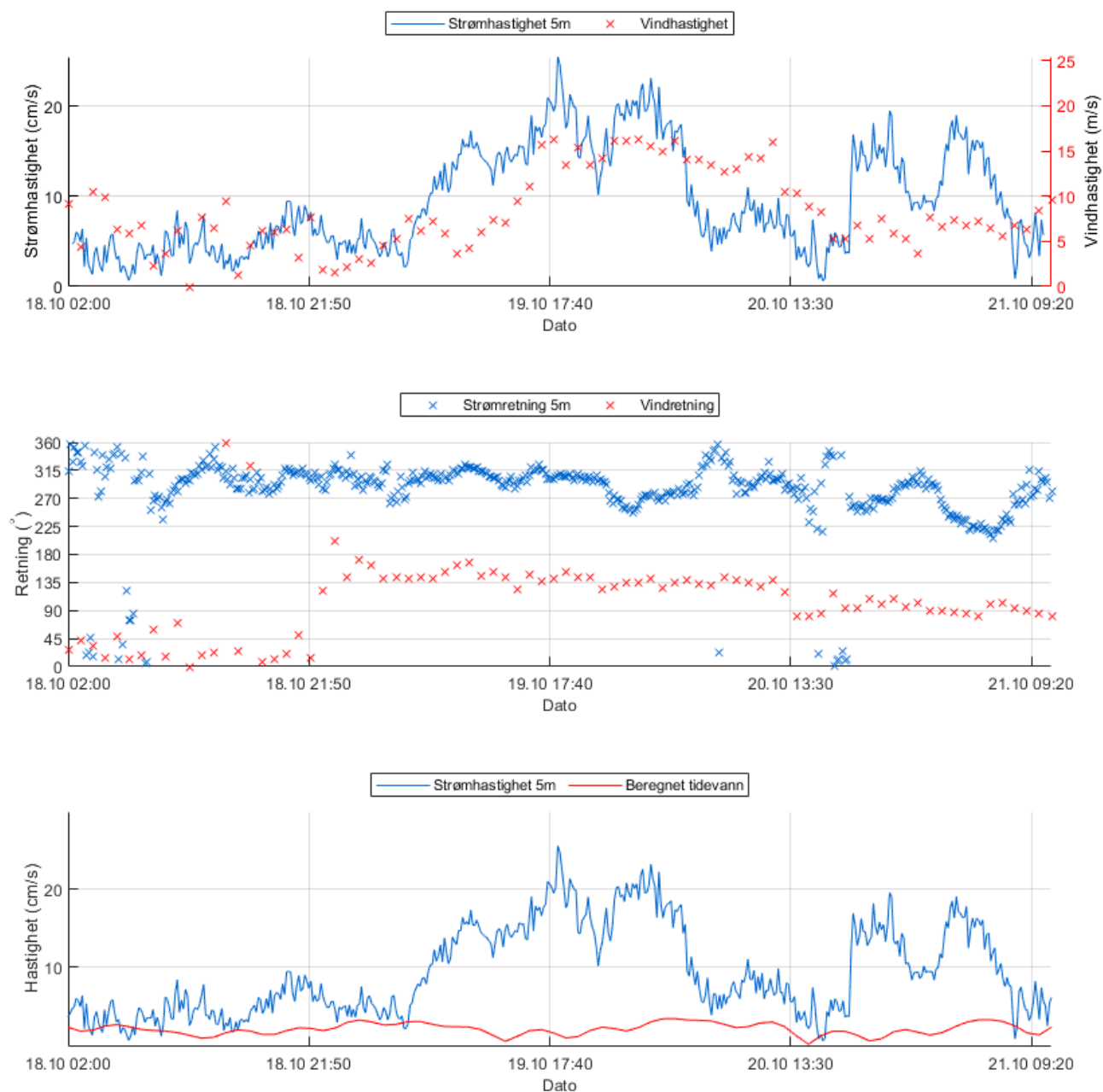
Figur 4.23.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram av strømdata i timesverdier, med tilhørende strø mellipse. Midtpunktet for strø mellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for 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 (Hekkingen Fyr) for perioden hvor maksimalstrømmen på 5m dyp er registrert.

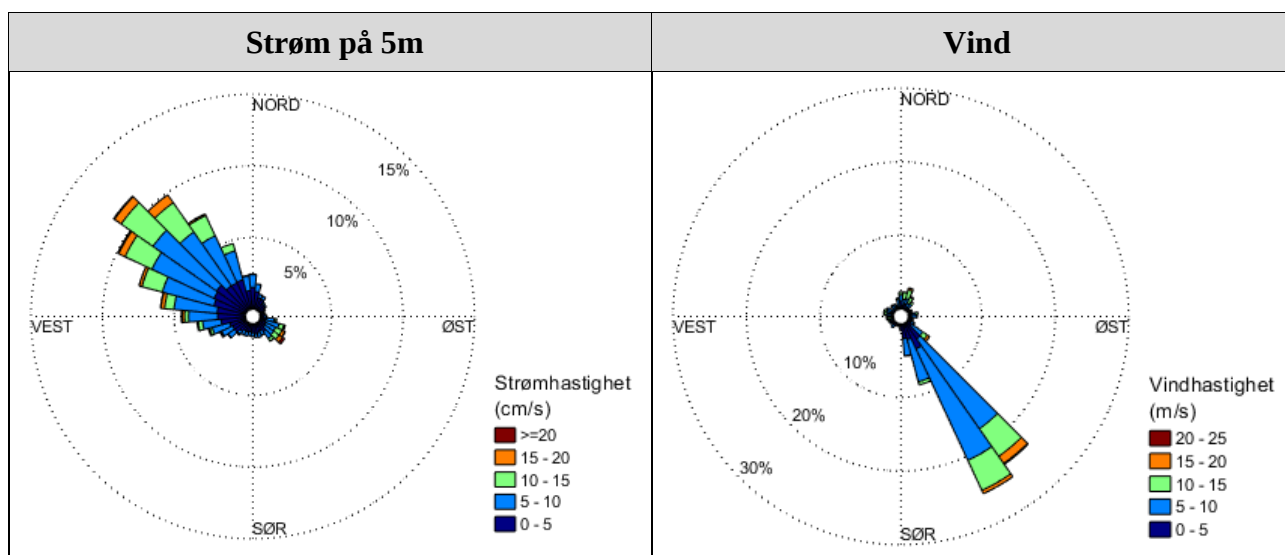
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Hekkingen Fyr, som ligger ca. 27.7km nordøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3).

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Hekkingen Fyr fra samme periode. Figur 4.25.2 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Hekkingen Fyr 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 Andenes tidevannsstasjon (Kartverket, 2021), som ligger ca. 48.5km sørvest/vest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

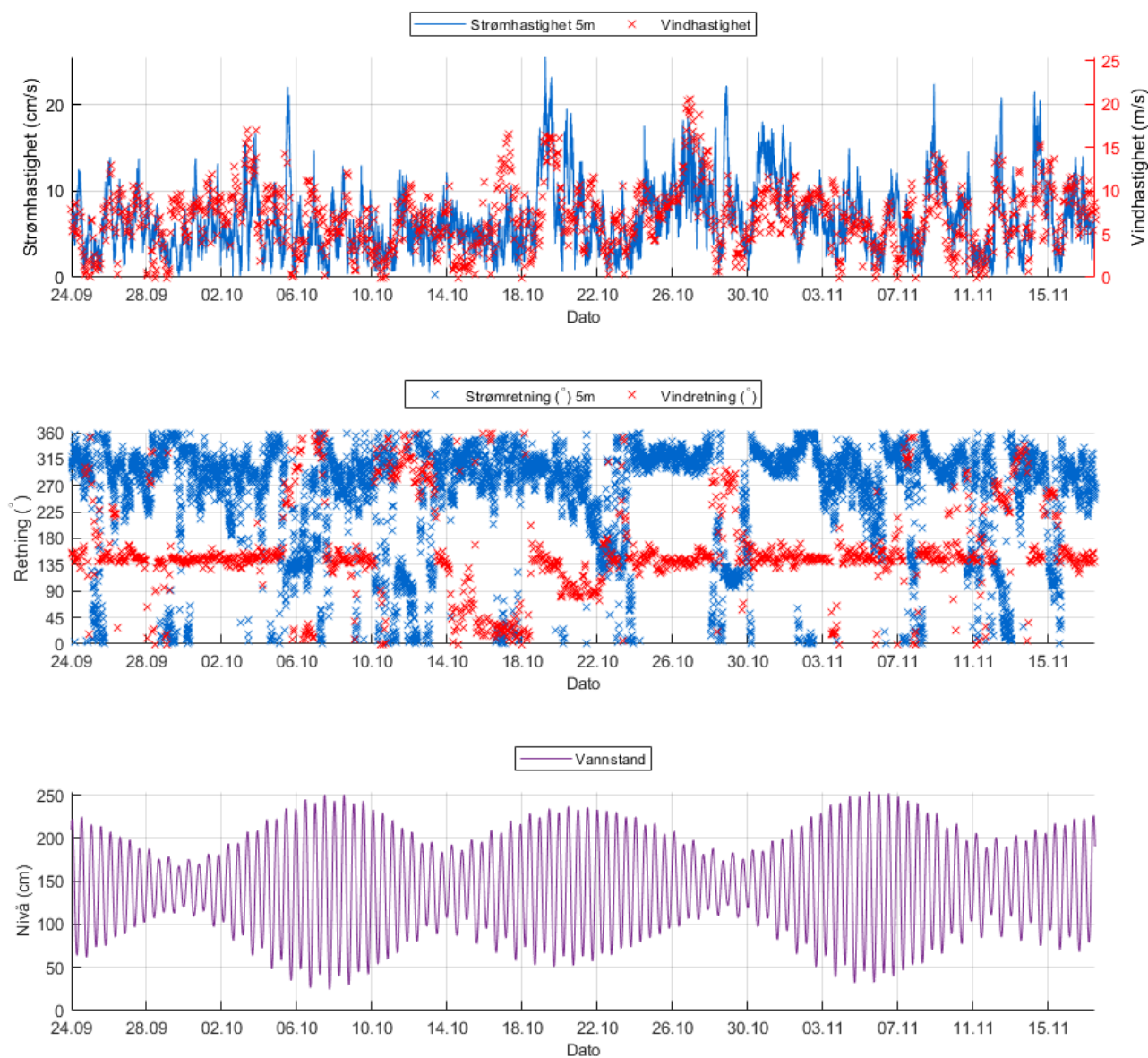
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Hekkingen Fyr under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	17.0	20.1	11.6	24.4	12.3	13.5	20.6	13.2
Tid (%)	9.0	5.6	4.4	56.7	12.2	2.9	5.1	4.1

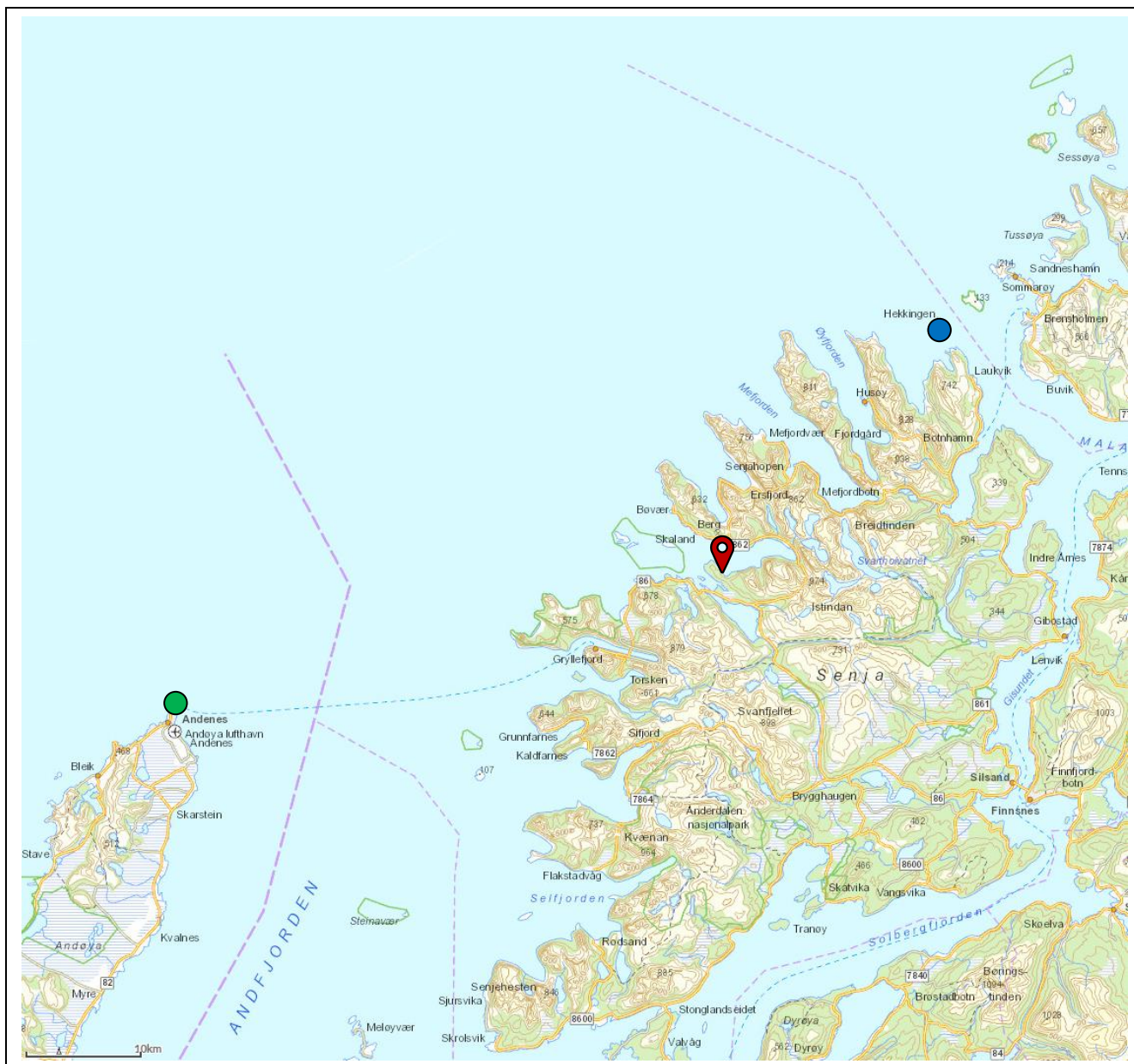


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Hekkingen Fyr værstasjon under måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.25.2 og i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. I Figur 4.25.2 er vindretning oppgitt som at vind blåser fra en retning, mens i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" 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 Hekkingen Fyr, strøm- og vindretning, samt vannstand (Andenes) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.

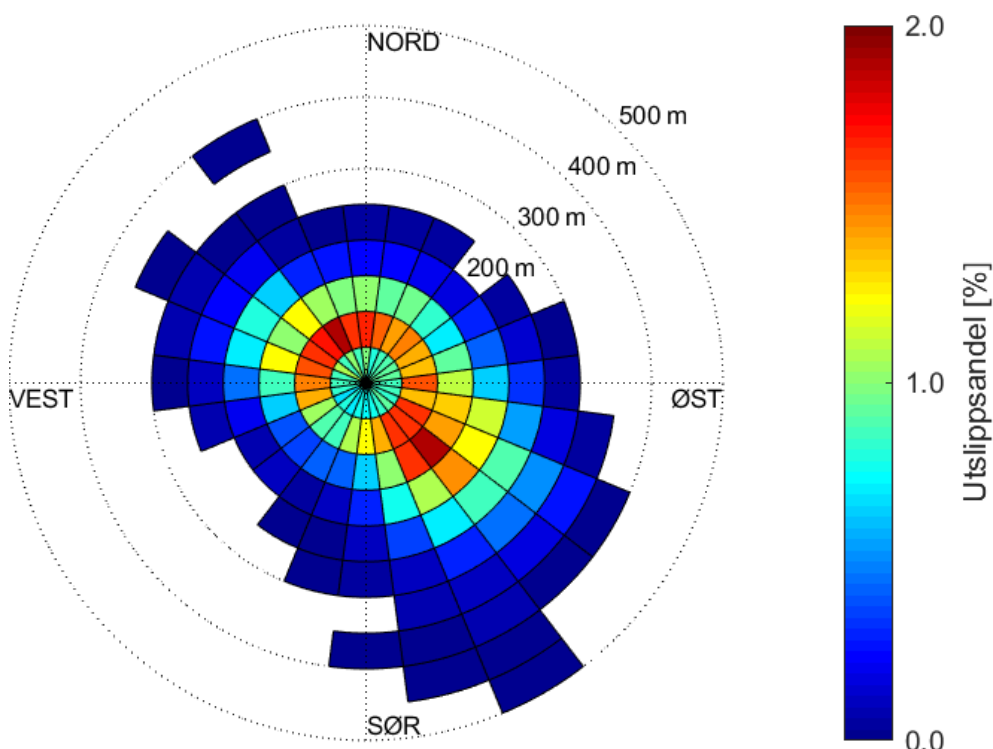


Figur 4.25.3. Posisjonen til Hekkingen Fyr værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Andenes tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

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%).

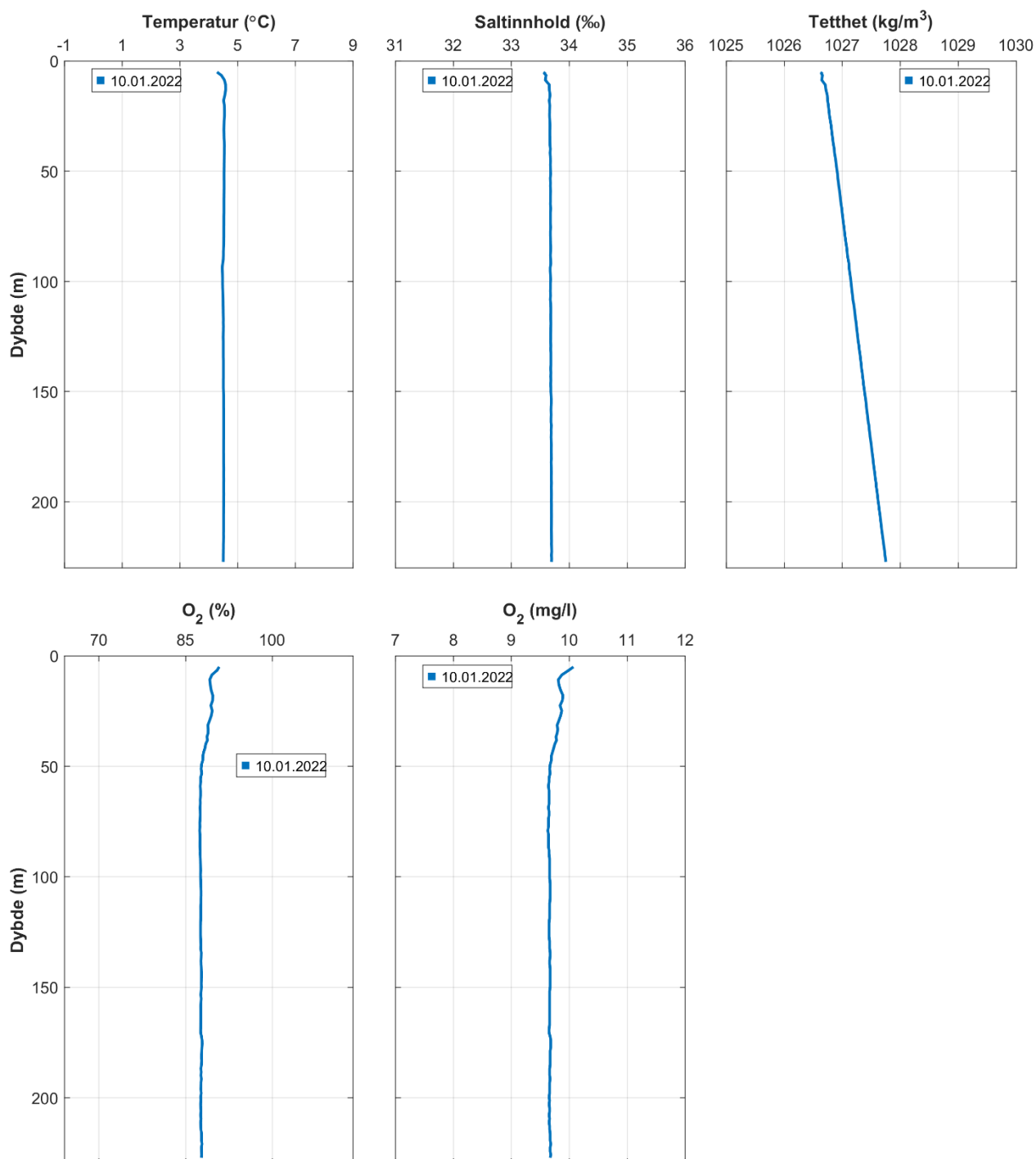
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.26.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (68m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner på bunnen, indikert av fargelagte sektorer. Oppløsningen på hver fargelagt sektor er 50m lang og 15° bred. Avstand fra utslippspunktet er markert med en stiplet sirkel for hver 100m.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med opptak 10.01.21 av strømmålere i samme posisjon som strømriggen.



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

5. Diskusjon

Strømmen på Ytre Jøvik er mot NV/V på 5m og 15m, mot NV – SØ/Ø på spredningsdyp (68m) og mot SØ/Ø på bunndyp (119m). Dette stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering. Strømretningen domineres av motsatt rettede hovedstrømretninger på spredningsdyp (68m). 71.2% av relativ vannutskiftning på 5m, 70.3% på 15m, 56.5% på spredningsdyp (68m) og 70.7% på bunndyp (119m) skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 25.5cm/s mot NV på 5m, 20.1cm/s mot NV på 15m, 13.5cm/s mot SØ på spredningsdyp (68m) og 6.7cm/s mot SØ på bunndyp (119m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på alle dyp og er vurdert som svak på 5m, middels sterk på 15m, svak på spredningsdyp (68m) og svært svak på bunndyp (119m). 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 11.3cm/s på 5m, 7.3cm/s på 15m, 5.2cm/s på spredningsdyp (68m) og 3.3cm/s på bunndyp (119m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m, og svak på 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m).

Det var ingen tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$.

5.2 Tidevannspåvirkning

Tidevannssignalet dominerte ikke strømbildet under måleperioden, som er indikert ved at tidevannsellipsen er vesentlig mindre enn strø mellipsen (Figur 4.23.2).

5.3 Vindpåvirkning

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

Grunnet friksjon mellom vind og vannoverflate vil vind med betydelig hastighet ($> 3\text{m/s}$) og stabil retning som blåser over en lengre periode ha større innvirkning på strøm. Tilfeller med vindpåvirkning er i dette tilfellet beregnet utfra sammenfallende eller motsatt rettet retninger ved et bestemt tidspunkt, uten hensyn til vindens varighet eller stabilitet.

Hvis de lokale vindforholdene på strømmålingsposisjonen var like de på Hekkingen Fyr under måleperioden er det vurdert at vind fra Ø kan ha påvirket strøm mot V, vind fra SØ kan ha påvirket strøm mot NV, vind fra S kan ha påvirket strøm mot N/NV, vind fra V kan ha påvirket strøm mot SØ/Ø og vind fra NV kan ha påvirket strøm mot SØ.

Det er ikke forventet at vind fra SØ, S og V vil påvirke strømmen i så stor grad siden Ytre Jøvik er relativt beskyttet for vind fra SØ. Analyse av vind og strøm viser derimot at vind fra SØ sannsynligvis kan ha påvirket noen av strømtoppene mot NV.

Det var ett enkelt tilfelle 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 strømrretningen 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 middels sterk på 5m, og som svak på 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m).

Neumann-parameteren er vurdert som svært stabil på 5m, 15m og bunndyp (119m), og som middels stabil på spredningsdyp (68m). Strømrretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på 5m, 15m og bunndyp (119m) fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. Vannutskiftningen på spredningsdyp (68m) er preget av perioder med strøm i én retning og perioder der strømmen beveger seg fram og tilbake over startpunktet.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på 5m og 15m dyp. Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var 10.8% på spredningsdyp (68m) og 15.9% på bunndyp (119m). Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 40 minutter på 5m, 80 minutter (1t 20min) på 15m, 150 minutter (2t 30min) på spredningsdyp (68m) og 200 minutter (3t 20min) på bunndyp (119m).

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 målepunktene var ca. 230m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmåleposisjonene ligger over en flat bunn på det dypeste punktet i fjordarmen. Det er ingen store groper i området.

Det var tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på spredningsdyp (68m). Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget. Det var ingen tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på bunndyp (119m).

Spredning av utslipp følger strømrretningen for spredningsdyp (Figur 4.2.1) og orienteringen til bunntopografien i området. Mye sedimentasjon legger seg mot NV og SØ (Figur 4.26.1), som er retningene med mest vannutskiftning (Tabell 4.17.1). Med utgangspunkt i målte strømhastigheter på spredningsdyp vil avfall spre seg lengst mot sørøst, opptil 500m vekk fra utslippspunktet.

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 6.0 - 10.1°C på 5m, 4.2 - 10.1°C på 15m, 4.3 - 7.1°C på spredningsdyp (68m) og 4.5 - 5.1°C på bunndyp (119m). Temperaturmålingen på 5m varte fram til 18.11.21, på bunndyp (119m) fram til 28.11.21, og på 15m og spredningsdyp (68m) fram til 10.01.22 og viser at overflatelaget var varmere enn lenger ned i vannsøylen fra målestart og fram til ca. 03.11.21. Deretter var temperaturen på 5m, 15m og spredningsdyp (68m) relativt lik ut måleperiodene. Temperaturen på 5m og 15m hadde en minkende trend gjennom måleperioden. På spredningsdyp (68m) hadde temperaturen en økende trend fram til ca. 26.11, og deretter en minkende trend ut måleperioden. Det var flere perioder der temperaturen på spredningsdyp (68m) svingte periodisk. Her har tidevannet mest sannsynlig flyttet vannmasser med ulik temperatur fram og tilbake over målepunktet. På bunndyp (119m) øker temperaturen svakt gjennom måleperioden og viser svake periodiske variasjoner.

CTD-målinger ved opptak viser at temperaturen økte litt de første meterne fra overflaten og ned og deretter var konstant gjennom vannsøylen.

Saltinnholdet økte også litt de første meterne fra overflaten og ned og var deretter konstant gjennom vannsøylen.

Tetthetsdata viser at tettheten økte jevnt fra overflaten og ned til bunnen, og viser at vannsøylen var blandet.

Oksygenmetningen ved opptak var høy (> 90%) ved overflaten. Deretter sank metningen raskt fra 6m til 11m, og økte litt igjen mellom 11m og 18m. Oksygenmetningen sank deretter jevnt ned til ca. 51m før den var konstant 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 bukter, 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 fôring, 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.

For strømmåling på sprednings- og bunn dyp er foretrukket plassering i anleggets senter, som gir grunnlag for å estimere den representative strømstyrken i anlegget med tanke på spredning av partikler.

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 ca. 2m over bunn, men ikke dypere enn 100m fra merdbunn.

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, strømrretning og temperatur.

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (119m)
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.	5341	5392	5393	5143
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)
Strømrretningens 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 Test av riggoppsett før utsett

Før utsett ble planlagt riggoppsett testet i Matlab-programmet Mooring Design & Dynamics (Dewey, 2006) for å kontrollere om riggoppsettet teoretisk sett ville tåle forventet strømhastighet i området slik at instrumentdyp, helning og andre kvalitetssikringsparametere ville forholde seg innenfor aksepterte grenseverdier. Programmet gir en teoretisk tilnærming for å optimalisere forholdet mellom oppdriftskuler og lodd i riggen for det aktuelle området.

Analysen av planlagt riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp ga nedtrekk av instrumentene i riggen og advarsel om for lite vekt i bunn. Derfor ble forankring økt med 30 kg i riggoppsettet før utsett, og det ble lagt til 20m tau under pæreloddet.

7.2 Riggoppsett

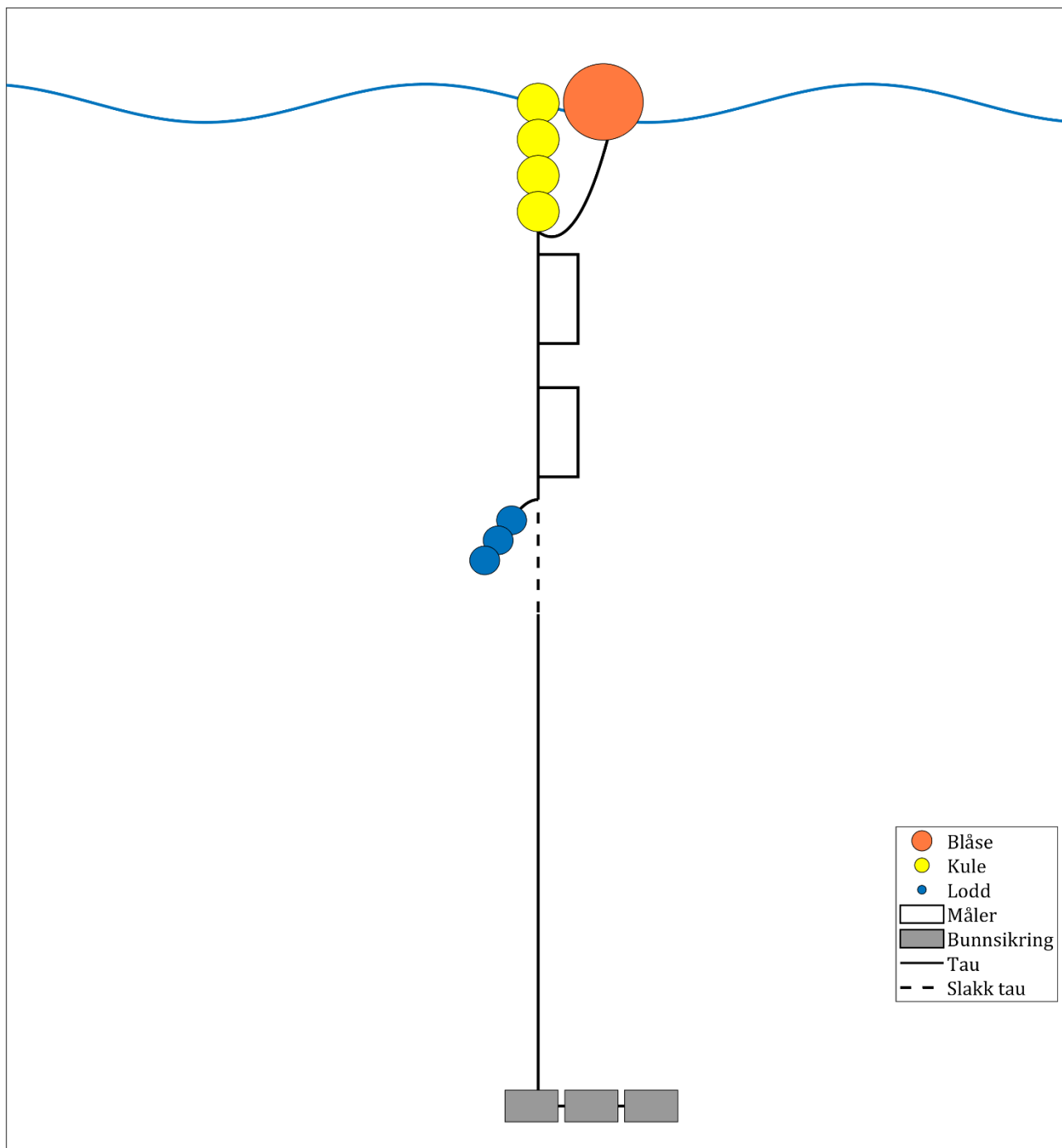
Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.2.1 – Tabell 7.2.2 og skissert i Figur 7.2.1 – Figur 7.2.2.

Tabell 7.2.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m.

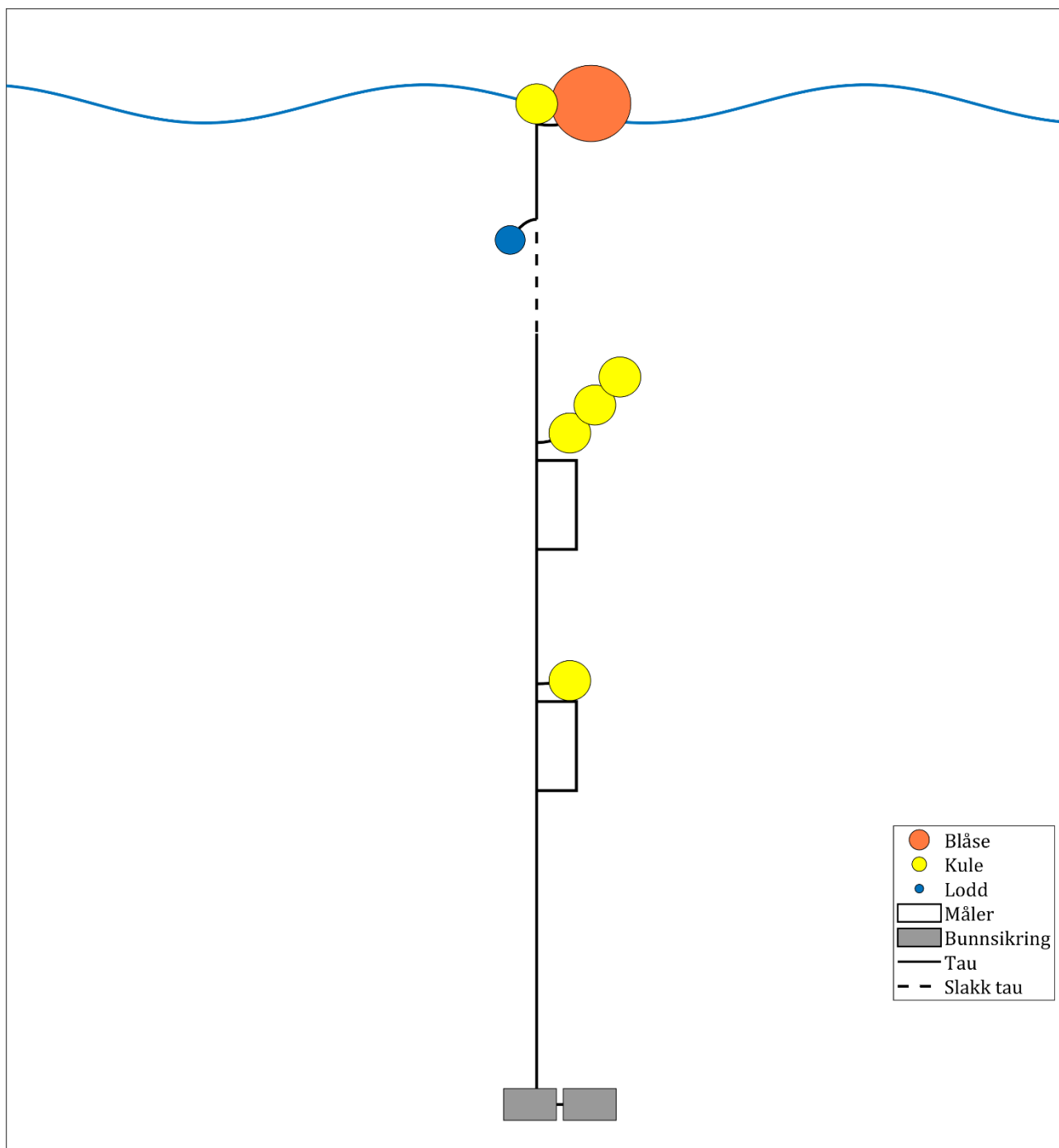
Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A2-blåse	Blåse	1stk		35kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	4stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Pærelodd	Lodd	3stk	20.0m	5kg
Danline 14mm	Tau	225.0m		
Garnanker	Bunnsikring	3stk	230.0m	30kg

Tabell 7.2.2. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m).

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A2-blåse	Blåse	1stk		35kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	1stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	30.0m		
Jernstein	Lodd	1stk	30.0m	2kg
Danline 14mm	Tau	35.0m		
Trålkule 11"	Kule	3stk	65.0m	7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	70.0m	
Danline 14mm	Tau	45.0m		
Trålkule 11"	Kule	1stk	115.0m	7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	120.0m	
Danline 14mm	Tau	120.0m		
Garnanker	Bunnsikring	2stk	230.0m	30kg



Figur 7.2.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp.



Figur 7.2.2. Riggoppsett for strømmålinger på spredningsdyp (68m) og bunndyp (119m).

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

Batteriet på instrumentet på 5m gikk tomt før den planlagte måleperioden var over og data er kun registrert i 54.5 døgn. Data er av god kvalitet. Batteriet på bunndyp (119m) gikk også tomt før opptak, men dette påvirket ikke den planlagte måleperioden på én måned.

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	Spredning (68m)	Bunn (119m)
Filnavn for rådata	YtreJøvik 5m WF1121 AP5341.bin	YtreJøvik 15m WF0122 AP5392.bin	YtreJøvik spred WF0122 AP5393.bin	YtreJøvik bunn WF1121 AP5143.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	YtreJøvik 5m WF1121 AP5341_eks_AKM.xlsx	YtreJøvik 15m WF0122 AP5392_eks_AKM.xlsx	YtreJøvik spred-68m WF0122 AP5393_eks_AKM.xlsx	YtreJøvik bunn-119m WF1121 AP5143_eks_AKM.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	YtreJøvik-5m_QC.xlsx	YtreJøvik-15m_QC.xlsx	YtreJøvik-Spredning (m)_QC.xlsx	YtreJøvik-Bunn (m)_QC.xlsx
Data return (%)	99.99 / 100.00	99.98 / 100.00	99.99 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	7 847 / 7 848	15 535 / 15 538	15 538 / 15 539	9 422 / 9 422
Antall fjernede/manglende målinger	1	3	1	0
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	24.09.21 12:50 - 18.11.21 00:40	24.09.21 12:50 - 10.01.22 10:20	24.09.21 13:30 - 10.01.22 11:10	24.09.21 13:30 - 28.11.21 23:40
Dato og tid for start og slutt av instrument	10.09.21 11:40 - 18.11.21 00:40	10.09.21 11:30 - 10.01.22 11:40	08.09.21 13:10 - 10.01.22 19:00	23.09.21 12:10 - 28.11.21 23:40

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.

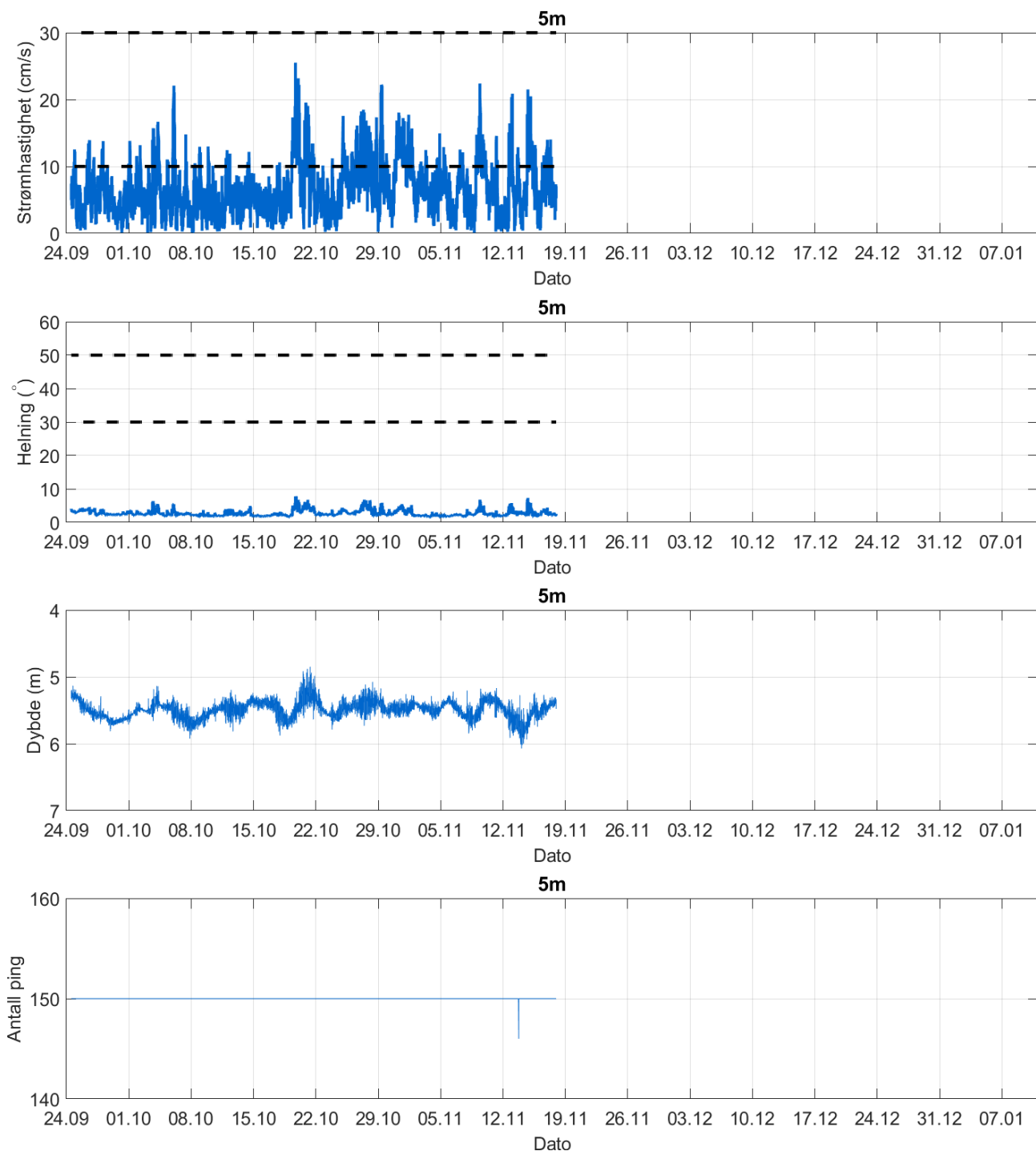
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

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	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

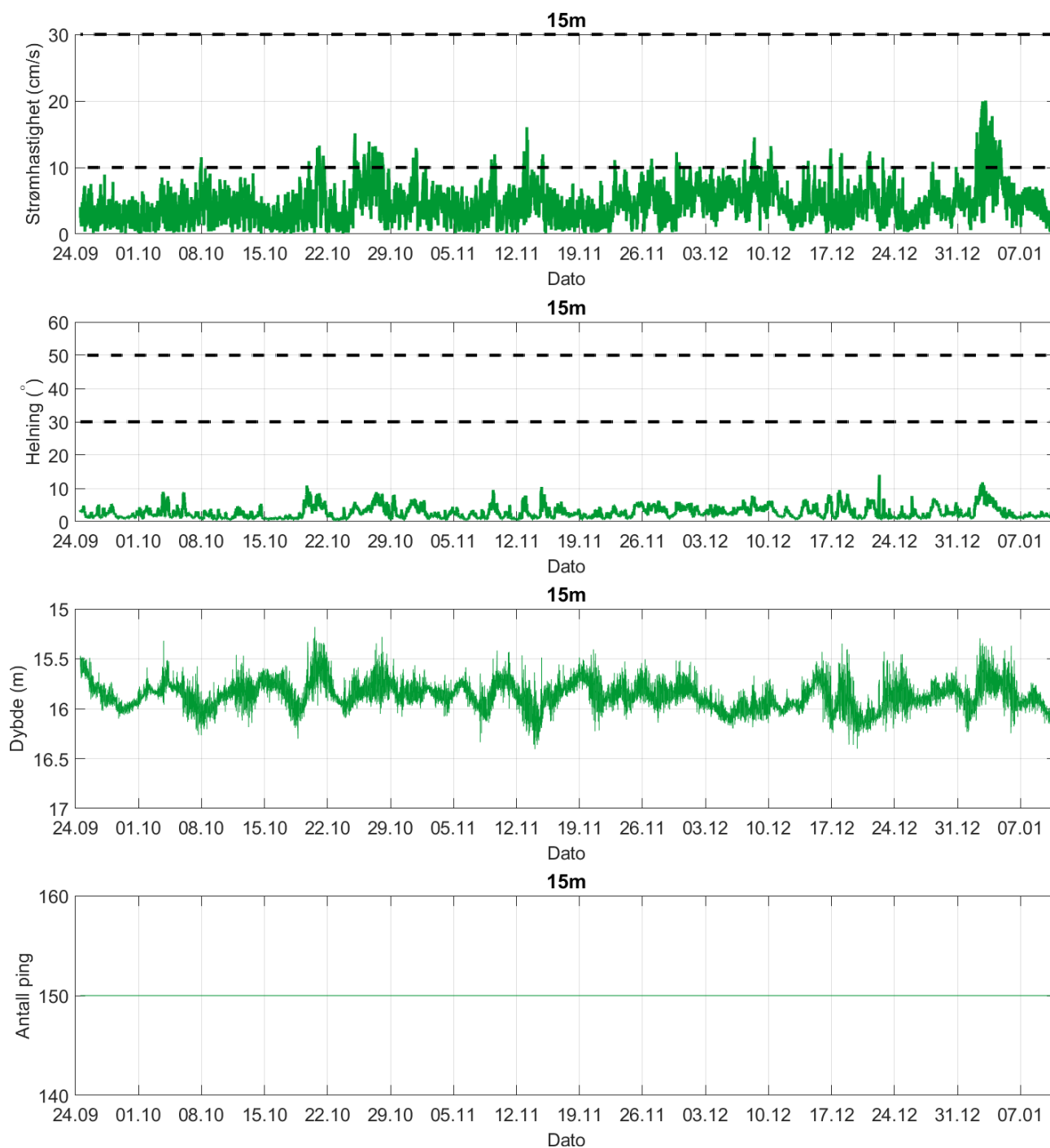
Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet, u_1 og u_2 , for forskjellige måleintervall, Δt (IOC, 1993). For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har de teoretiske forskjellene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



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

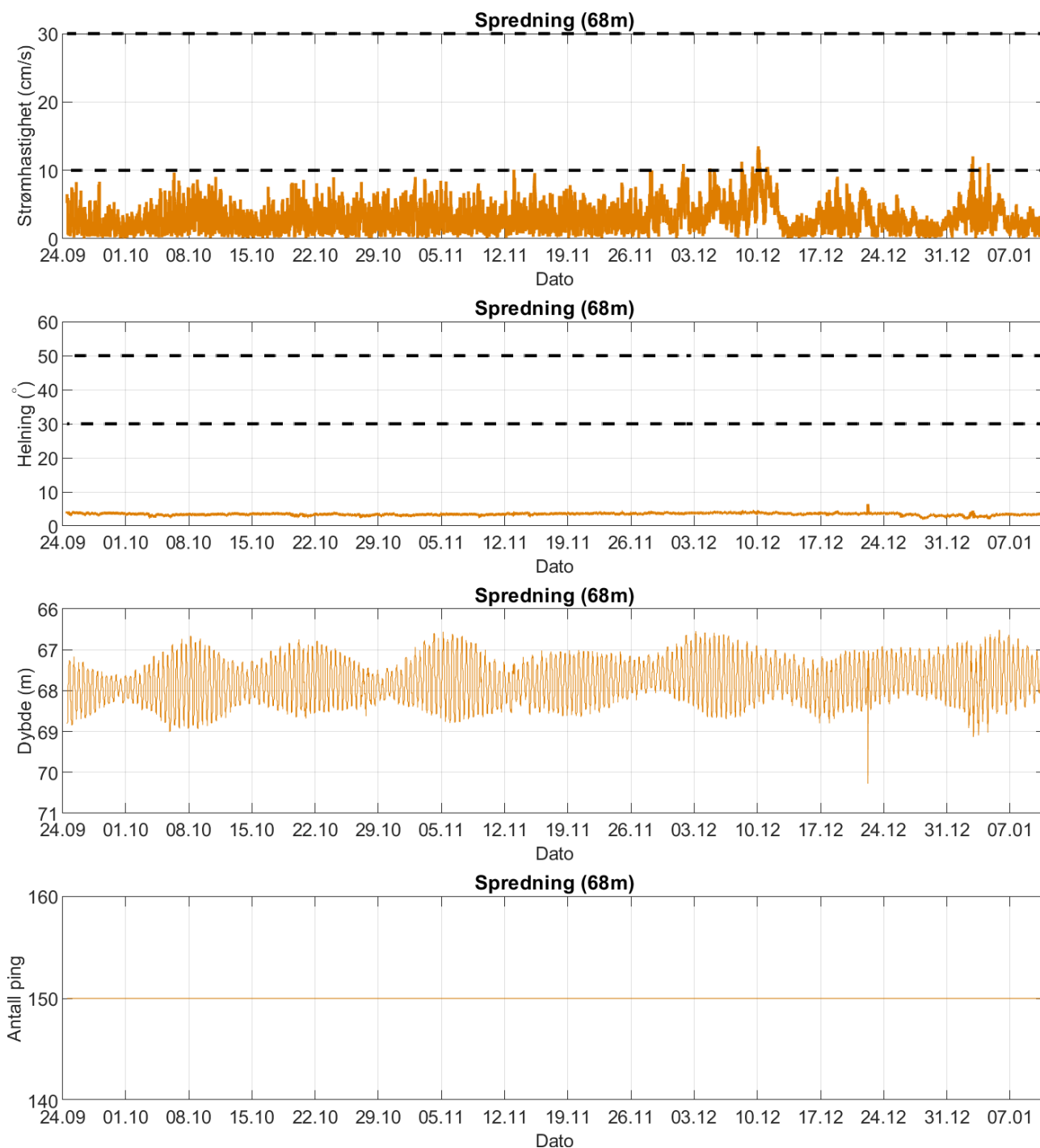
Instrumentdypet varierte mellom 4.8m og 6.1m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.5m.

Måleperioden ble kortere enn planlagt på grunn av en batterifeil. Den 13.11.21 skrudde instrumentet seg av i opptil 10 minutter. Dette kan sees i Figur 8.2.1, der antall ping er lavere enn ellers. Ett datapunkt ble påvirket av dette og er fjernet.



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

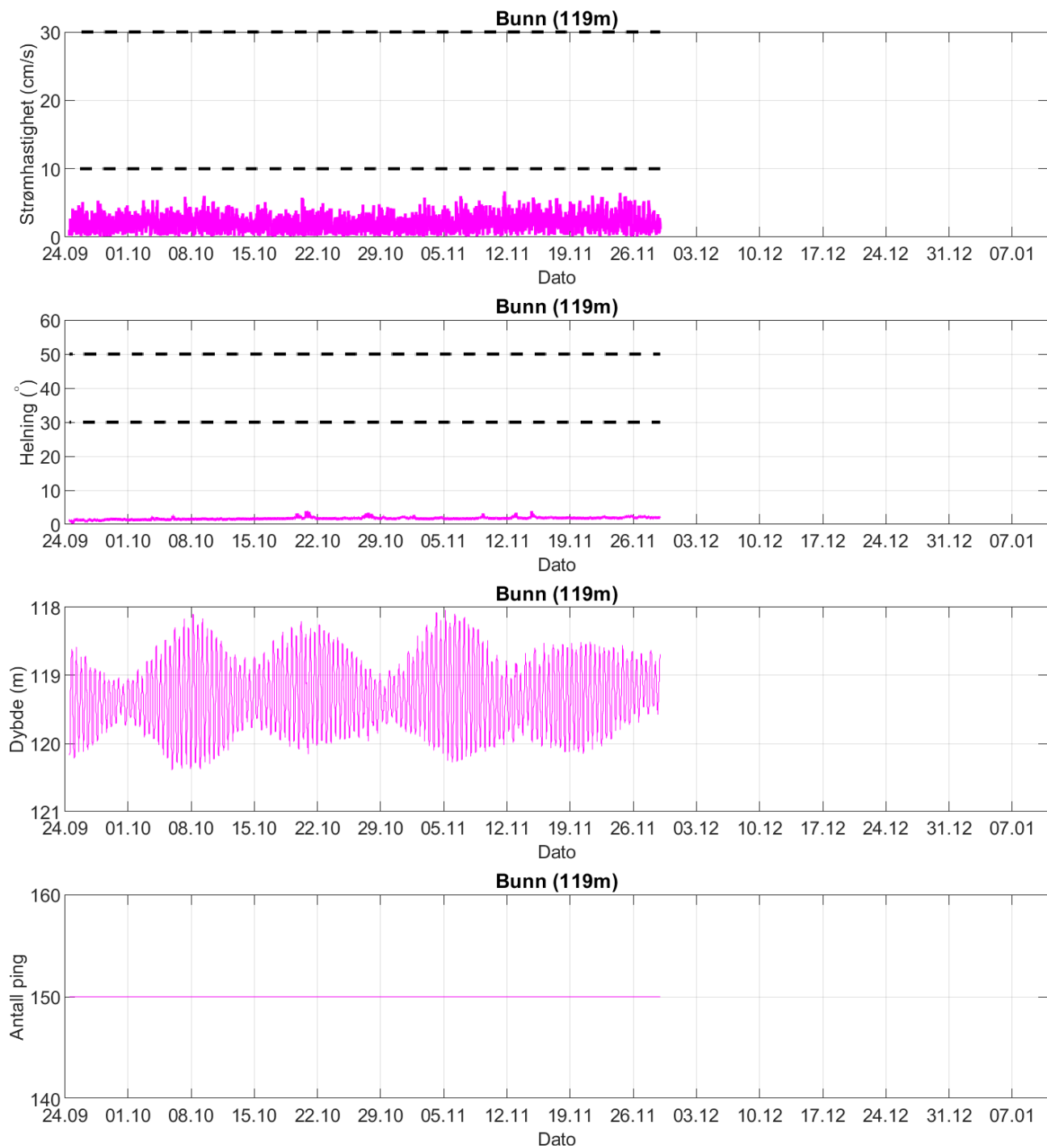
Instrumentdypet varierte mellom 15.2m og 16.4m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.9m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (68m).

Instrumentdypet varierte mellom 66.5m og 70.3m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 67.8m.

Under måleperioden er det noen episoder med «nedtrekk». Ett datapunkt er fjernet på bakgrunn av dette. Ellers målte instrumentet på representativt dyp og datakvaliteten er god.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (119m).

Instrumentdypet varierte mellom 118.0m og 120.4m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 119.3m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Instrumentet som målte strøm på 5m skrudde seg av i opptil ti minutter den 13.11.21. Instrumentet skrudde seg på igjen like etterpå. Den 18.11.21 skrudde det seg helt av. Årsaken var en feil på batteriet.

Instrumentet på bunndyp (119m) gikk tomt for strøm den 28.11.21 på grunn av en batterifeil. Det ble allikevel målt strøm i over en måned, som var den opprinnelige planlagte måleperioden.

8.3.2 Enkelte datapunkter

5m: Ett datapunkt er fjernet den 13.11.21 fordi instrumentet midlertidig skrudde seg av, grunnet lav batterispenning.

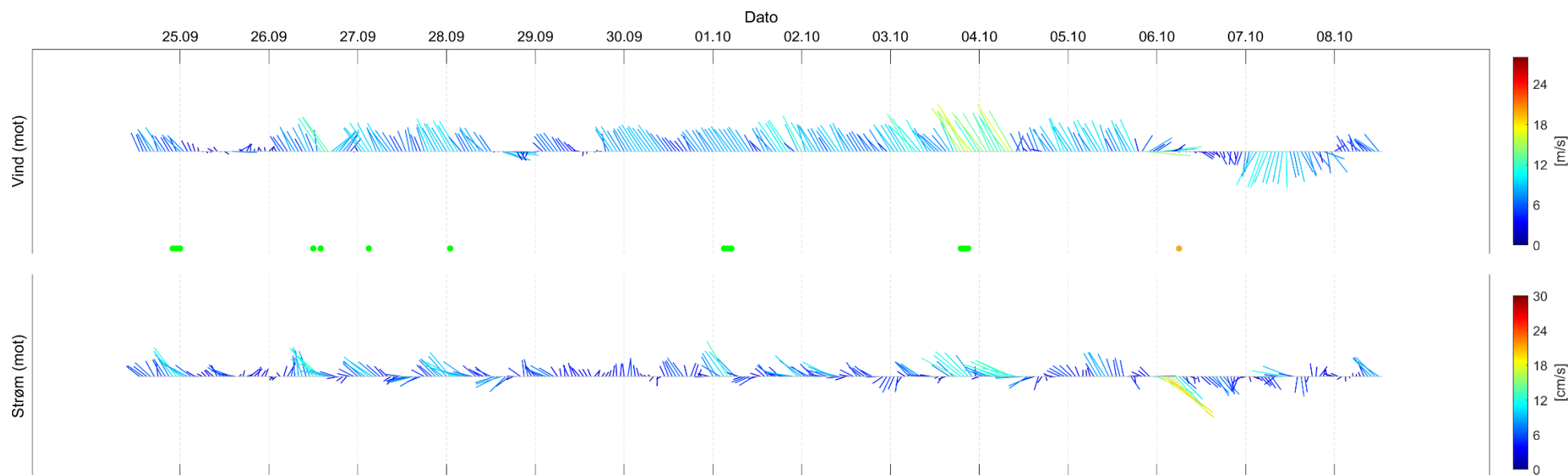
15m: Til sammen tre datapunkter er fjernet. To datapunkter fjernet på grunn av signalforstyrrelser, og ett på grunn av urealistisk hastighetssprang.

Spredningsdyp (68m): Ett datapunkt fjernet på grunn av nedtrekk.

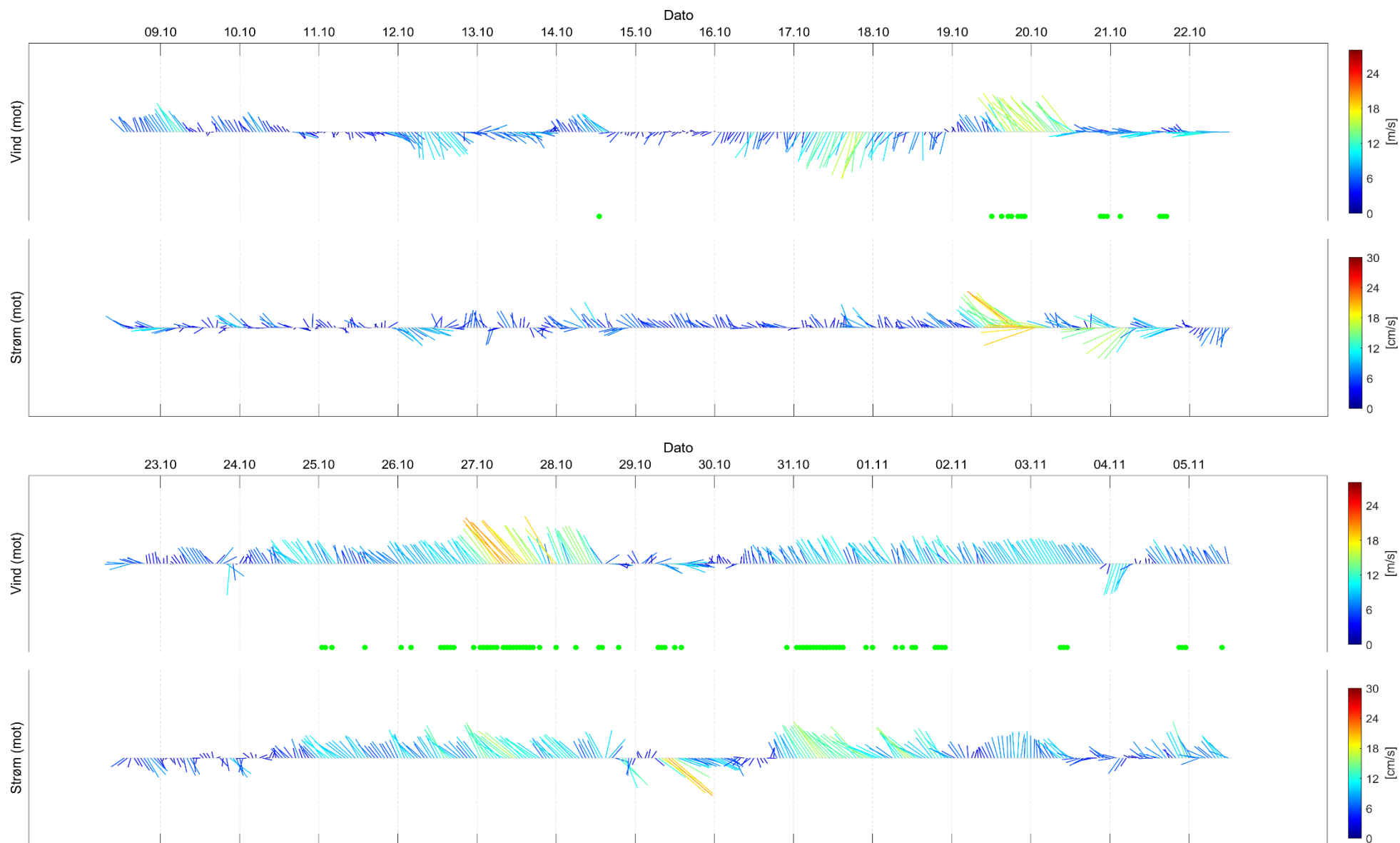
Bunndyp (119m): Ingen datapunkter fjernet.

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

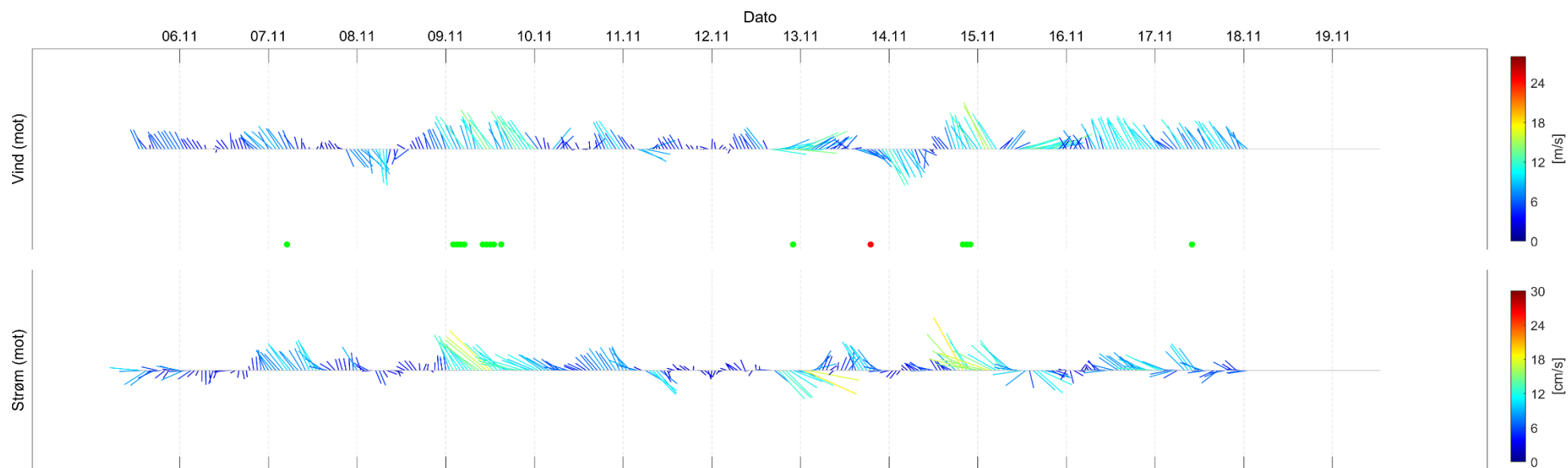
Figurene under viser vind- og strømshastighet i løpet av måleperioden, oppdelt i perioder på to uker. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne prikker) eller motsatt retning (røde prikker) indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm. Svak vind ($< 3\text{m/s}$) hvor strøm og vind hadde sammenfallende eller motsatt retning er indikert med oransje prikker. Det er tillatt en vinkel på opptil $\pm 22.5^\circ$ ved beregning av om vind og strøm har omtrent sammenfallende eller motsatt retning.



Figur 9.1. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Hekkingen Fyr (over) og strømshastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



Figur 9.2. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Hekkingen Fyr (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



Figur 9.3. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Hekkingen Fyr (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.

10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

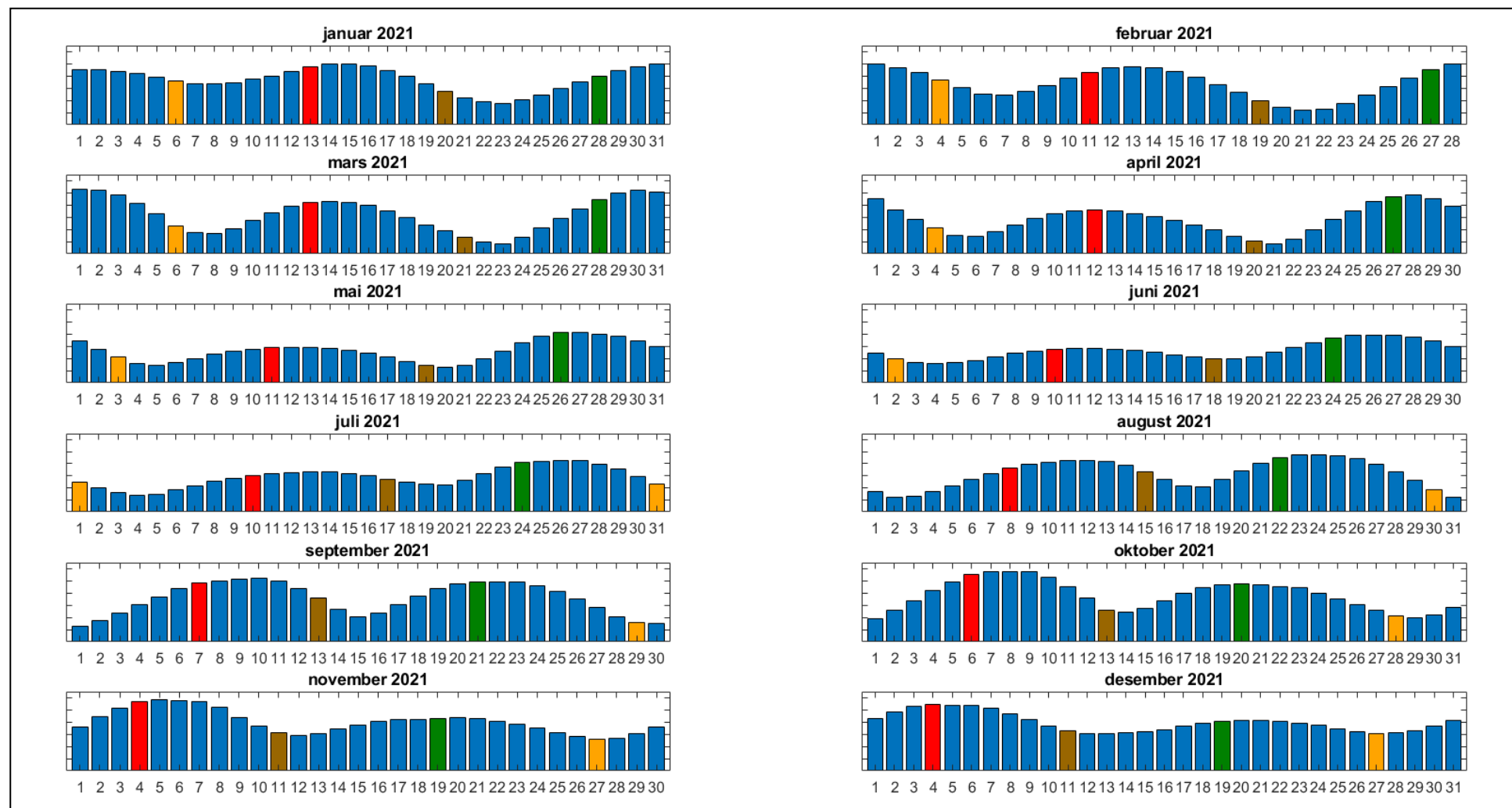
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 10.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 10.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

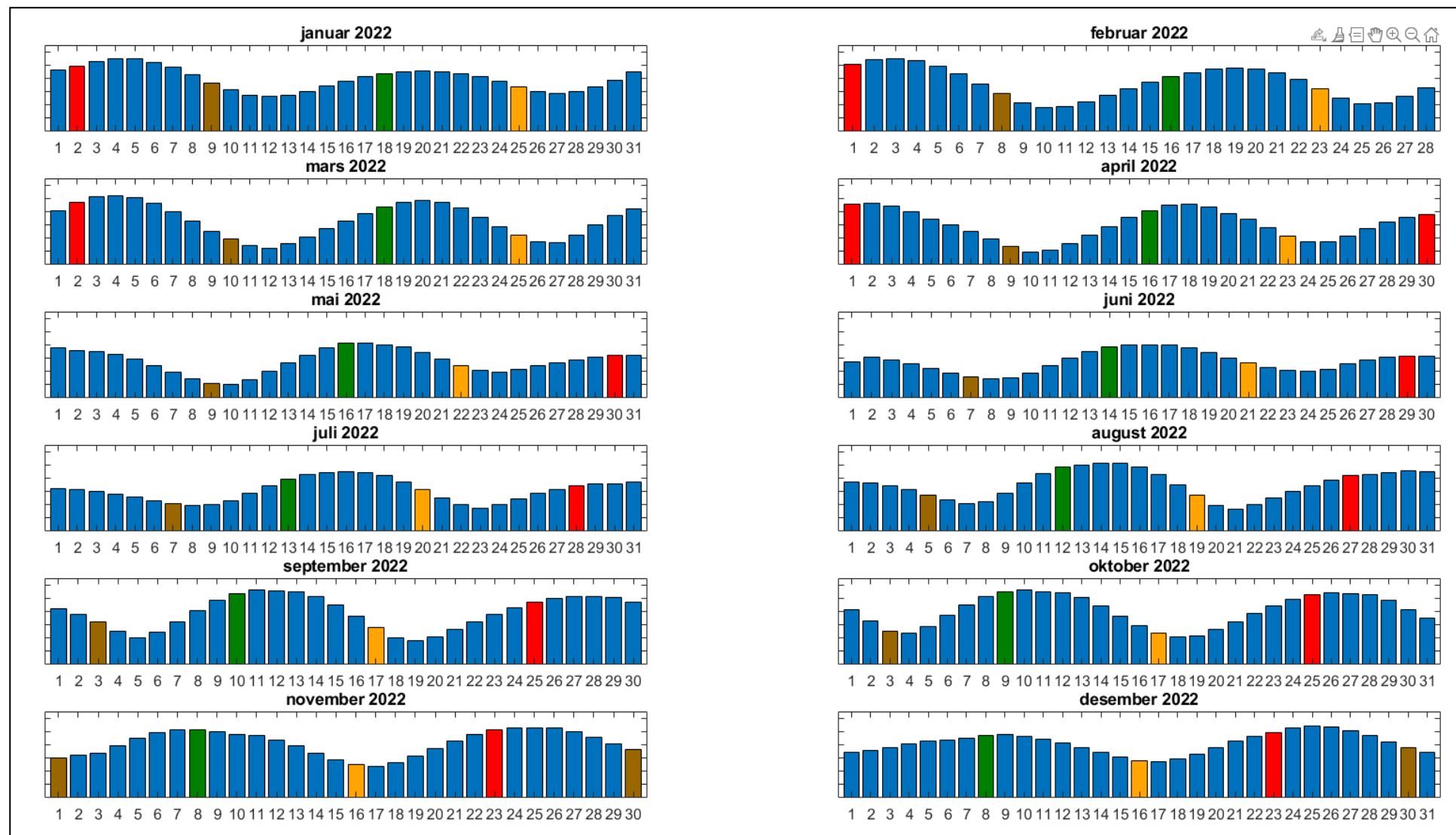
	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	$\geq 40 - < 55$	$\geq 26 - < 40$	$\geq 15 - < 26$	< 15
Utskifting	15	≥ 45	$\geq 30 - < 45$	$\geq 20 - < 30$	$\geq 10 - < 20$	< 10
Spredning		≥ 35	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$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

11. 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 11.1. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne).



Figur 11.2. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn – fullmåne).

12. Vedlegg – Måleenheter

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 12.1. 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

13. Vedlegg – Parametere og beskrivelse

Tabell 13.1. 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.

14. 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. Codiga, D. L. (2021). Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions. Technical Report 2011-01. Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, RI. 59pp.
4. Dewey, K. R. (2006). Users Guide to Mooring Design & Dynamics. A Matlab Package for Designing and Analyzing Oceanographic Moorings and Towed Bodies. Centre for Earth and Ocean Research, University of Victoria, BC, Canada.
5. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
6. 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>
7. 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
8. Kartverket (2021). www.kartverket.no/sehavniva
9. 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.
10. Meteorologisk institutt (2021). www.eklima.no
11. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
12. NS 9415:2021. Flytende akvakulturanlegg. Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk. Norsk Standard 2021: 127s.
13. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
14. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.