Strømrapport

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

Brønnøyskjæran i

november 2021 - mai 2022

ÅKERBLÅ

NORSK AKKREDITERING TEST 252

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Brønnøyskjæran. SR-VM-Brønnøyskjæran-103773-01-002.pdf		
Rapportversjon	**Dato**	**Beskrivelse**	
001	24.01.22	Første utgivelse.	
002	20.06.22	Andre utgivelse. Rapport oppdatert med strømmålinger for 5m og 15m dyp med varighet på 3 måneder. Strømmåling fra 18.2m dyp fra ver001 er brukt som bunnmåling.	
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	Brønnøyskjæran	**Lokalitetsnummer**	36857
Kommune	Bodø	**Fylke**	Nordland
Oppdragsgiver			
Selskap	Vestfjord Marine AS; Sørvær, 8095 HELLIGVÆR, NORGE		
Kontaktperson	Stig Karlsen	stig.karlsen@live.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Oda Ravnås Waldeland Peter Glad Sondre Jørstad	oda.waldeland@akerbla.no peter.glad@akerbla.no sondre.jorstad@akerbla.no	
Rapportansvarlig **Ver01** **Ver02**	 Anne Kari Meisingset Tore Magnus Arnesen Taklo	 anne.meisingset@akerbla.no tore.taklo@akerbla.no	
Kontrollert av **Ver01** **Ver02**	 Astri Horge Glindø Øystein Breiteig	 astri.glindo@akerbla.no oystein.breiteig@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall			
Måledyp	**5m**	**15m**	**Bunn (18m)**
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	29.8 (NØ)	28.2 (NØ)	18.9 (SV)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	7.2	6.1	5.2
Strømstyrke < 1cm/s (%)	3.9	5.2	3.6
Strømstyrke < 3cm/s (%)	22.0	26.8	24.5
Strømstyrke < 10cm/s (%)	74.1	82.7	81.4
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.0	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.0	0.2	0.4
10-års strøm (maksimal)	49	47	-
50-års strøm (maksimal)	55	52	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord 6

2. Områdebeskrivelse 7

3. Metodikk 8

4. Resultater 11

4.1 Sammendrag av strømdata 11
4.2 Strømroser 12
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning 13
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 32
4.24 Maksimal strømhastighet, tidevann og vind 35
4.25 Vind under måleperioden 36
4.26 CTD-profil 39

5. Diskusjon 40

5.1 Høye strømmålinger 40
5.2 Tidevannspåvirkning 40
5.3 Vindpåvirkning 40

5.4 Vannutskiftning 40
5.5 Vannsøylens vertikale struktur 41

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon 42

6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger 42
6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter 43
6.3 Måleprinsipp for strømmålinger 44
6.4 CTD-målinger 44

7. Vedlegg – Riggoppsett 45

7.1 Riggoppsett 45

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring 48

8.1 Databearbeiding 48
8.2 Kvalitetssikring av data 50
8.3 Fjernede dataverdier 54
8.3.1 Måleperiode 54
8.3.2 Enkelte datapunkter 54

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm 55

10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser 59

11. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner 60

12. Vedlegg – Måleenheter 62

13. Vedlegg – Parametere og beskrivelse 63

14. Vedlegg – Referanser 64

15. Vedlegg - Resultater per måned på 5m dyp 65

15.1 Sammendrag av strømdata 65
15.2 Strømroser 66
15.3 Tidsdiagram – strømhastighet 68
15.4 Tidsdiagram – strømhastighet 70
15.5 Persentilfordeling av strømhastighet 72
15.6 Prosentfordeling av strømhastighet 72

16. Vedlegg - Resultater per måned på 15m dyp 73

16.1 Sammendrag av strømdata 73
16.2 Strømroser 74
16.3 Tidsdiagram – strømhastighet 76
16.4 Tidsdiagram – strømhastighet 78
16.5 Persentilfordeling av strømhastighet 80

16.6 Prosentfordeling av strømhastighet 80

17. Vedlegg – Resultater per måned på bunndyp (18m) 81

17.1 Sammendrag av strømdata 81
17.2 Strømroser 82
17.3 Tidsdiagram – strømhastighet 83
17.4 Tidsdiagram – strømhastighet 84
17.5 Persentilfordeling av strømhastighet 85
17.6 Prosentfordeling av strømhastighet 85

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Vestfjord Marine AS utført strømmålinger ved oppdrettslokalitet Brønnøyskjæran som er vurdert etter beliggenhet, strømforhold, temperatur, vannutskiftning, tidevann og vind.

Resultatene fra strømmålingene gjelder for gitte prøvepunkt og for oppgitt tidsperiode. Vurderingen av strømforhold i området er gjort på bakgrunn av disse 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 miljølaster 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 9425, 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 (Fiskeridirektoratet, 2021).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Brønnøyskjæran ligger i Bodø kommune, Nordland (Figur 2.1). Brønnøyskjæran ligger midt i øygruppen Helligvær, som ligger ytterst i Vestfjorden og nordvest for Bodø. Plasseringen er åpen mot Norskehavet i nordvest, vest og sørvest.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra alle retninger.

Bunntopografi er ca. 19m dyp og orientert NØ – SV 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

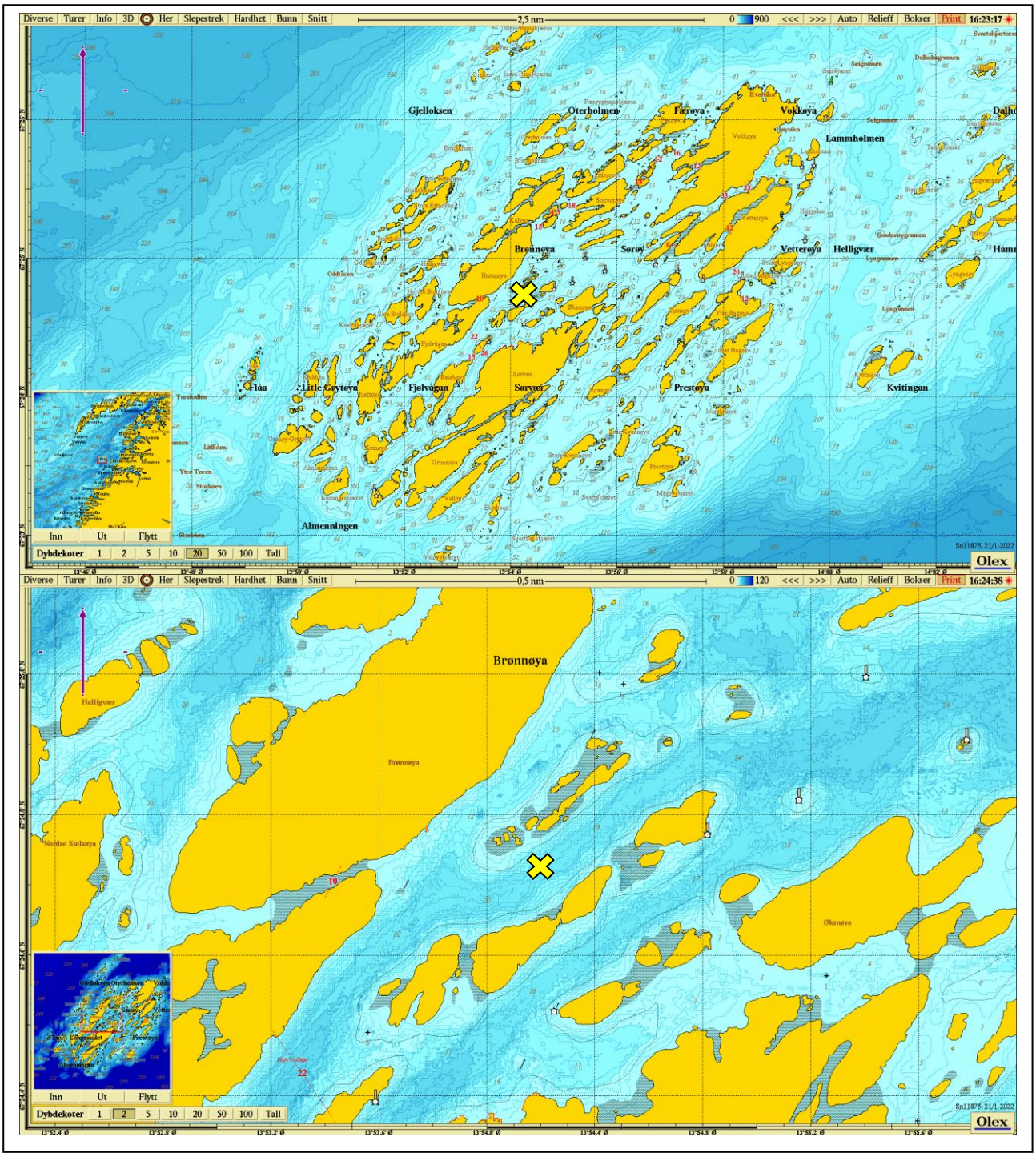
Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1. Strømmen ble målt over to måleperioder med identisk rigg; for 5m og 15m fra 25.01.22 til 03.05.22 og for bunn fra 25.11.21 til 19.01.22.

I måleperioden 25.11.21 til 19.01.22 skulle strømmålerne opprinnelig settes ut på 5m og 15m, men ble satt ut litt for dypt. Måleren som skulle måle strøm på 5m stod på 7.6m og måleren som skulle måle på 15m stod på 18.2m. I denne rapporten er målingen fra 18.2m fra denne perioden brukt som bunnmåling.

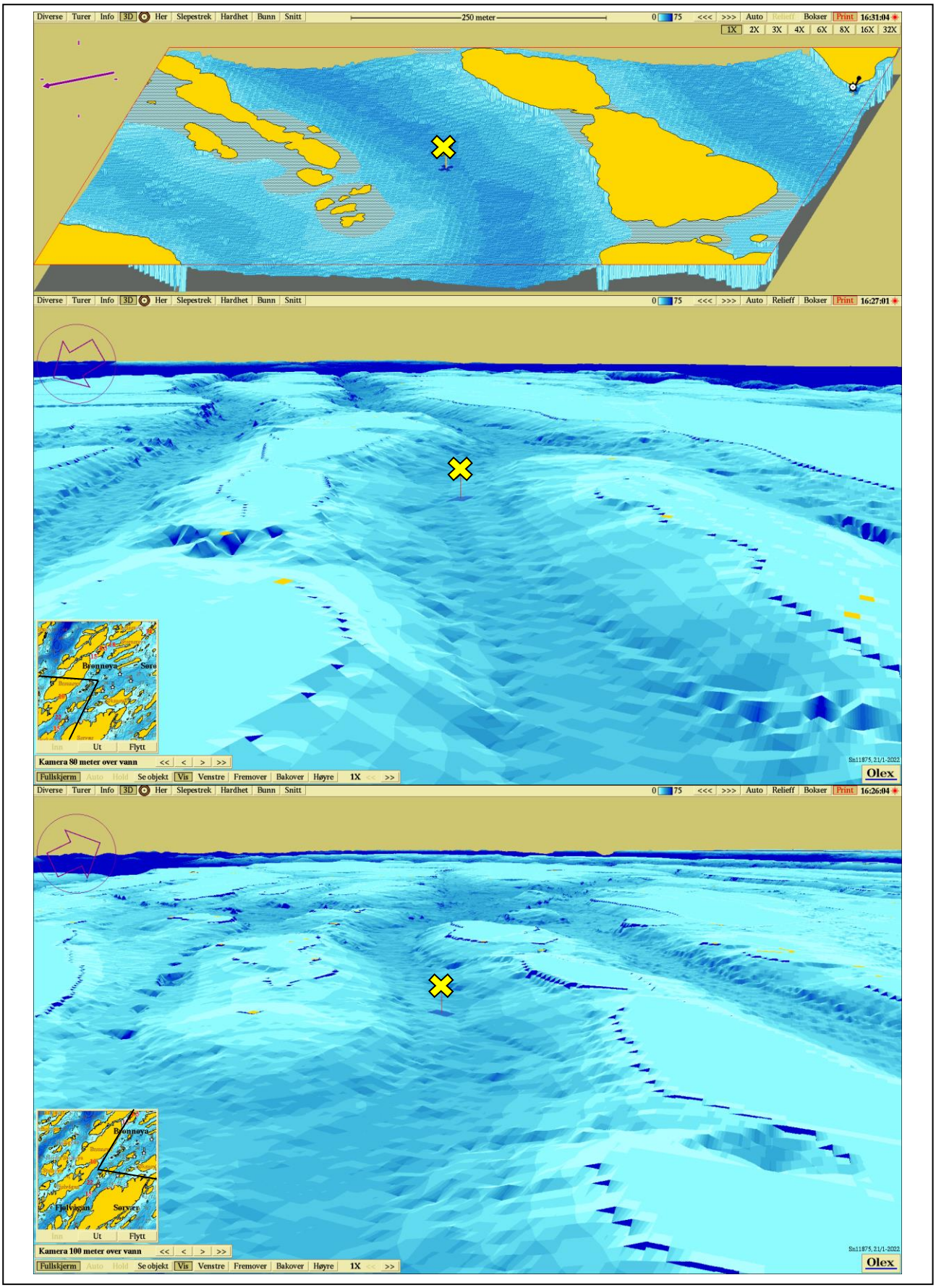
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 – Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området der anlegget ligger.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	**5m**	**15m**	**Bunn (18m)**
Posisjonsanvisning	✖	✖	✖
Posisjon	67° 24.723' N; 013° 54.203' Ø	67° 24.723' N; 013° 54.203' Ø	67° 24.723' N; 013° 54.203' Ø
Dyp på målested	19m	19m	19m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	25.01.22 - 03.05.22	25.01.22 - 03.05.22	25.11.21 - 19.01.22
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	98.0 / 98.0	98.0 / 98.0	47.7 / 54.6
Fjernede datapunkt	0	0	991
Manglende datapunkt	0	0	0



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



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

4. Resultater

4.1 Sammendrag av strømdata

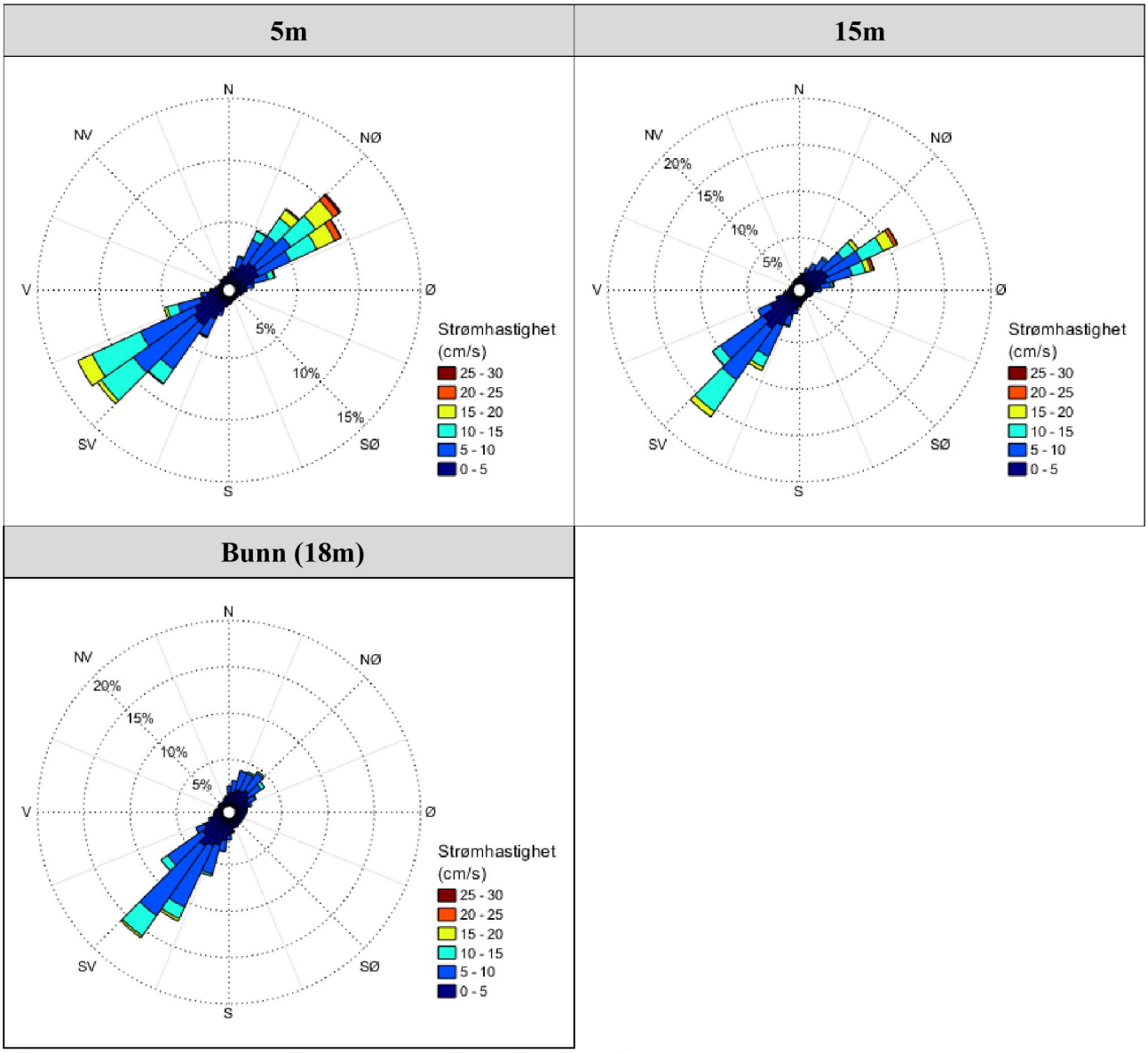
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m og bunndyp (18m).

Måledyp	**5m**	**15m**	**Bunn (18m)**
Sjøtemperatur (°C)	2.4 - 6.0	2.4 - 5.9	3.7 - 7.9
Strømhastighet			
Maksimum (cm/s)	29.8	28.2	18.9
Gjennomsnitt (cm/s)	7.2	6.1	5.2
Minimum (cm/s)	0.0	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	12.9	11.0	8.7
Signifikant min (cm/s)	2.4	2.1	2.1
Varians $(cm/s)^2$	23.9	18.7	9.3
Standardavvik (cm/s)	4.9	4.3	3.1
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	3.9	5.2	3.6
Lengste periode < 1cm/s (min)	70	80	70
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	22.0	26.8	24.5
Lengste periode < 3cm/s (min)	390	390	310
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	74.1	82.7	81.4
Lengste periode < 10cm/s (min)	9230	7610	4930
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0
Effektiv transport			
Hastighet (cm/s)	0.2	0.9	2.0
Retning (grader)	325	151	215
Neumann-parameter	0.0	0.2	0.4
Gjennomsnittlig vannforflytning $(m^3/m^2/d)$	6231	5251	4470

4.2 Strømroser

Strømrosene viser strømhastighet og -retning under hele måleperioden. Strømrosene viser hvor stor andel av målingene som er registrert for hver 10º-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 og bunndyp (18m).

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

Strømretninger er fordelt i 15º-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 15º-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 15º-sektor.

Hastighetsfordeling er ≥ (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
		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	%	cm/s
N	**0**	18	76	68	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	1.4	3881	0.6	8.2
N	**15**	19	118	105	116	11	0	0	0	0	0	0	0	0	369	2.6	9468	1.6	13.7
NØ	**30**	21	164	215	450	174	17	0	0	0	0	0	0	0	1041	7.4	41152	6.7	19.4
NØ	**45**	30	165	275	618	438	267	58	15	0	0	0	0	0	1866	13.2	105667	17.3	27.8
NØ	**60**	22	169	254	588	465	322	111	19	0	0	0	0	0	1950	13.8	119790	19.6	29.8
Ø	**75**	19	108	133	169	40	11	1	0	0	0	0	0	0	481	3.4	15542	2.5	20.3
Ø	**90**	26	86	55	37	2	0	0	0	0	0	0	0	0	206	1.5	4001	0.7	13.7
Ø	**105**	25	74	26	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	1.0	1958	0.3	8.1
SØ	**120**	24	42	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0.5	761	0.1	6.0
SØ	**135**	19	50	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	0.6	904	0.1	6.5
SØ	**150**	19	53	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0.6	895	0.1	6.3
S	**165**	16	59	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0.7	1217	0.2	6.5
S	**180**	15	88	21	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	1.0	2072	0.3	8.8
S	**195**	21	130	94	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	282	2.0	5219	0.9	8.0
SV	**210**	23	172	225	353	33	5	0	0	0	0	0	0	0	811	5.7	24928	4.1	18.1
SV	**225**	23	233	382	1126	480	36	0	0	0	0	0	0	0	2280	16.2	100503	16.5	19.3
SV	**240**	30	219	309	1006	819	225	0	0	0	0	0	0	0	2608	18.5	138504	22.7	19.9
V	**255**	26	149	153	195	87	17	1	0	0	0	0	0	0	628	4.5	22478	3.7	20.1
V	**270**	41	105	49	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	221	1.6	3615	0.6	12.4
V	**285**	27	64	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	0.8	1492	0.2	7.3
NV	**300**	24	45	22	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0.7	1272	0.2	10.7
NV	**315**	20	54	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0.6	1048	0.2	6.5
NV	**330**	22	65	22	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0.8	1690	0.3	9.7
N	**345**	27	62	37	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	145	1.0	2338	0.4	10.1
Antall obs.		557	2550	2517	4824	2554	900	171	34	0	0	0	0	0	14107	100	0	0	0
%		3.9	18.1	17.8	34.2	18.1	6.4	1.2	0.2	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.

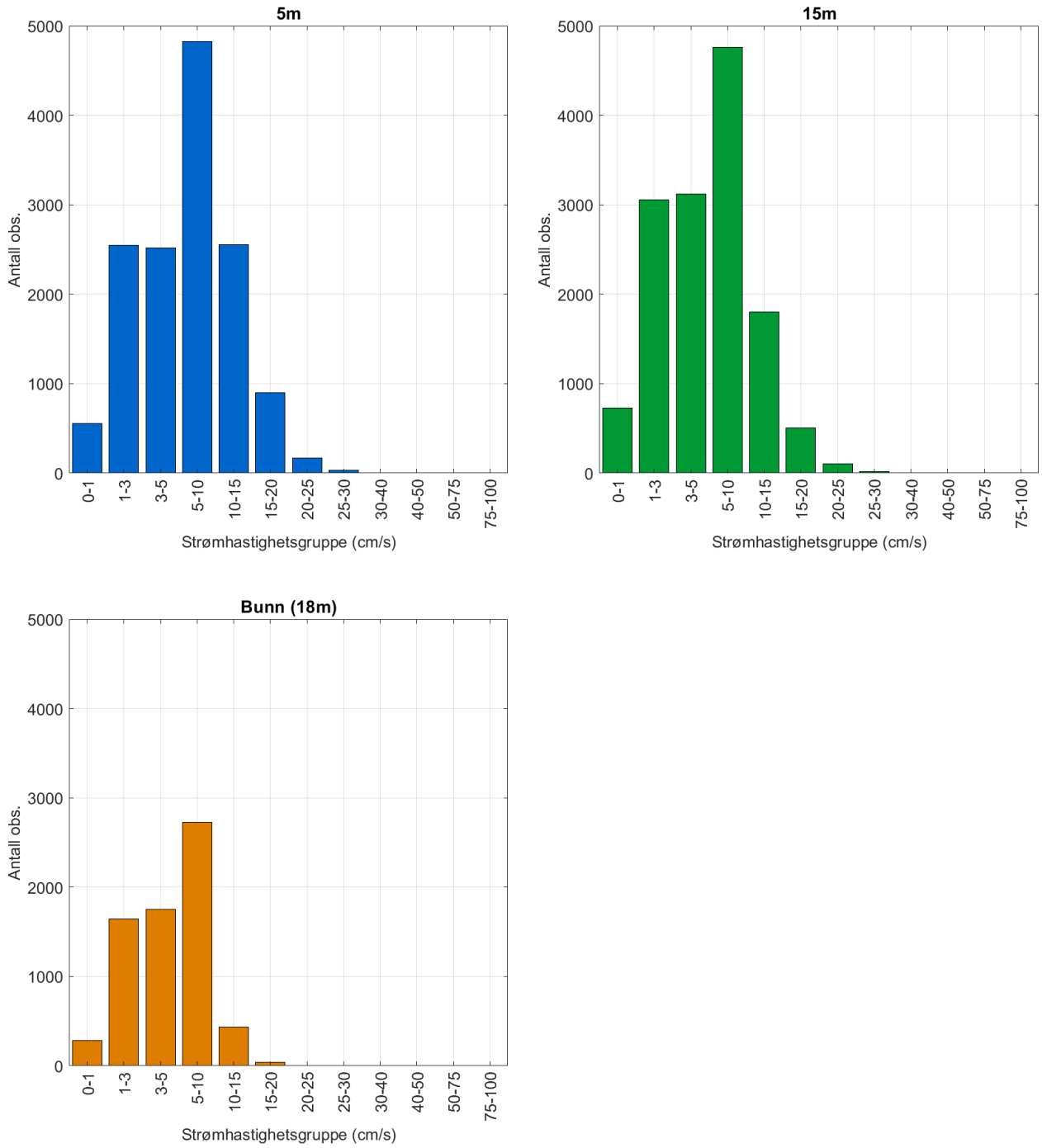
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks-strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m^3/m^2	%	cm/s
N	0	32	81	45	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	1.2	2718	0.5	9.2
N	15	24	132	98	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	319	2.3	6385	1.2	9.6
NØ	30	26	157	174	189	4	0	0	0	0	0	0	0	0	550	3.9	14129	2.7	13.1
NØ	45	33	179	297	387	173	32	1	0	0	0	0	0	0	1102	7.8	42109	8.2	20.1
NØ	60	44	182	325	829	510	253	69	15	0	0	0	0	0	2227	15.8	121579	23.6	28.2
Ø	75	36	158	226	398	165	59	32	5	0	0	0	0	0	1079	7.6	47411	9.2	28.0
Ø	90	29	129	88	80	7	1	0	0	0	0	0	0	0	334	2.4	7445	1.4	15.5
Ø	105	29	87	39	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	1.2	2547	0.5	7.6
SØ	120	31	79	29	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	1.0	1791	0.3	7.4
SØ	135	26	52	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0.7	1244	0.2	5.5
SØ	150	21	73	27	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	0.9	1649	0.3	6.6
S	165	16	85	42	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	156	1.1	2498	0.5	10.2
S	180	38	118	57	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	1.8	4289	0.8	9.1
S	195	33	200	147	160	14	0	0	0	0	0	0	0	0	554	3.9	13481	2.6	13.5
SV	210	47	280	413	773	319	96	2	0	0	0	0	0	0	1930	13.7	80041	15.6	20.4
SV	225	33	302	583	1402	604	66	1	0	0	0	0	0	0	2991	21.2	127989	24.9	20.1
SV	240	33	250	338	362	7	0	0	0	0	0	0	0	0	990	7.0	25767	5.0	12.6
V	255	30	141	89	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	279	2.0	4513	0.9	8.1
V	270	27	84	24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	1.0	1623	0.3	5.3
V	285	34	56	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0.7	978	0.2	5.3
NV	300	28	38	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0.5	665	0.1	3.8
NV	315	30	46	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0.6	752	0.1	5.9
NV	330	25	78	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	0.8	1262	0.2	5.5
N	345	25	68	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	0.9	1541	0.3	6.0
Antall obs.		730	3055	3123	4763	1804	507	105	20	0	0	0	0	0	14107	100	0	0	0
%		5.2	21.7	22.1	33.8	12.8	3.6	0.7	0.1	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 bunndyp (18m).

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			m^3/m^2	%	cm/s
N	**0**	13	42	75	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	2.9	4999	2.3	8.3
N	**15**	11	60	108	191	1	0	0	0	0	0	0	0	0	371	5.4	11033	5.2	10.9
NØ	**30**	7	81	107	214	18	0	0	0	0	0	0	0	0	427	6.2	13771	6.5	14.6
NØ	**45**	12	80	119	207	31	2	0	0	0	0	0	0	0	451	6.6	15547	7.3	16.1
NØ	**60**	15	85	85	84	20	0	0	0	0	0	0	0	0	289	4.2	8072	3.8	14.1
Ø	**75**	14	69	61	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	2.4	2950	1.4	7.1
Ø	**90**	11	60	46	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	126	1.8	2145	1.0	11.8
Ø	**105**	14	71	33	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	1.7	1700	0.8	5.4
SØ	**120**	13	49	32	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	1.4	1505	0.7	5.9
SØ	**135**	12	67	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	1.5	1470	0.7	5.5
SØ	**150**	12	73	37	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	1.8	1932	0.9	5.5
S	**165**	1	63	49	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	1.8	2215	1.0	7.2
S	**180**	11	94	84	46	1	0	0	0	0	0	0	0	0	236	3.4	4986	2.3	10.4
S	**195**	14	119	141	203	14	0	0	0	0	0	0	0	0	491	7.1	14017	6.6	13.0
SV	**210**	11	120	214	756	143	26	0	0	0	0	0	0	0	1270	18.5	52548	24.6	18.9
SV	**225**	14	111	231	745	197	12	0	0	0	0	0	0	0	1310	19.1	55459	26.0	17.5
SV	**240**	13	109	116	106	6	0	0	0	0	0	0	0	0	350	5.1	8784	4.1	11.6
V	**255**	7	62	45	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	1.9	2380	1.1	9.0
V	**270**	8	61	28	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	1.5	1663	0.8	7.3
V	**285**	10	35	17	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.1	1251	0.6	7.9
NV	**300**	10	27	17	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0.9	1112	0.5	6.3
NV	**315**	14	39	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	1.0	879	0.4	4.8
NV	**330**	11	38	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.1	1102	0.5	6.7
N	**345**	22	30	43	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	1.5	1801	0.8	7.2
Antall obs.		280	1645	1751	2726	432	40	0	0	0	0	0	0	0	6874	100	0	0	0
%		4.1	23.9	25.5	39.7	6.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

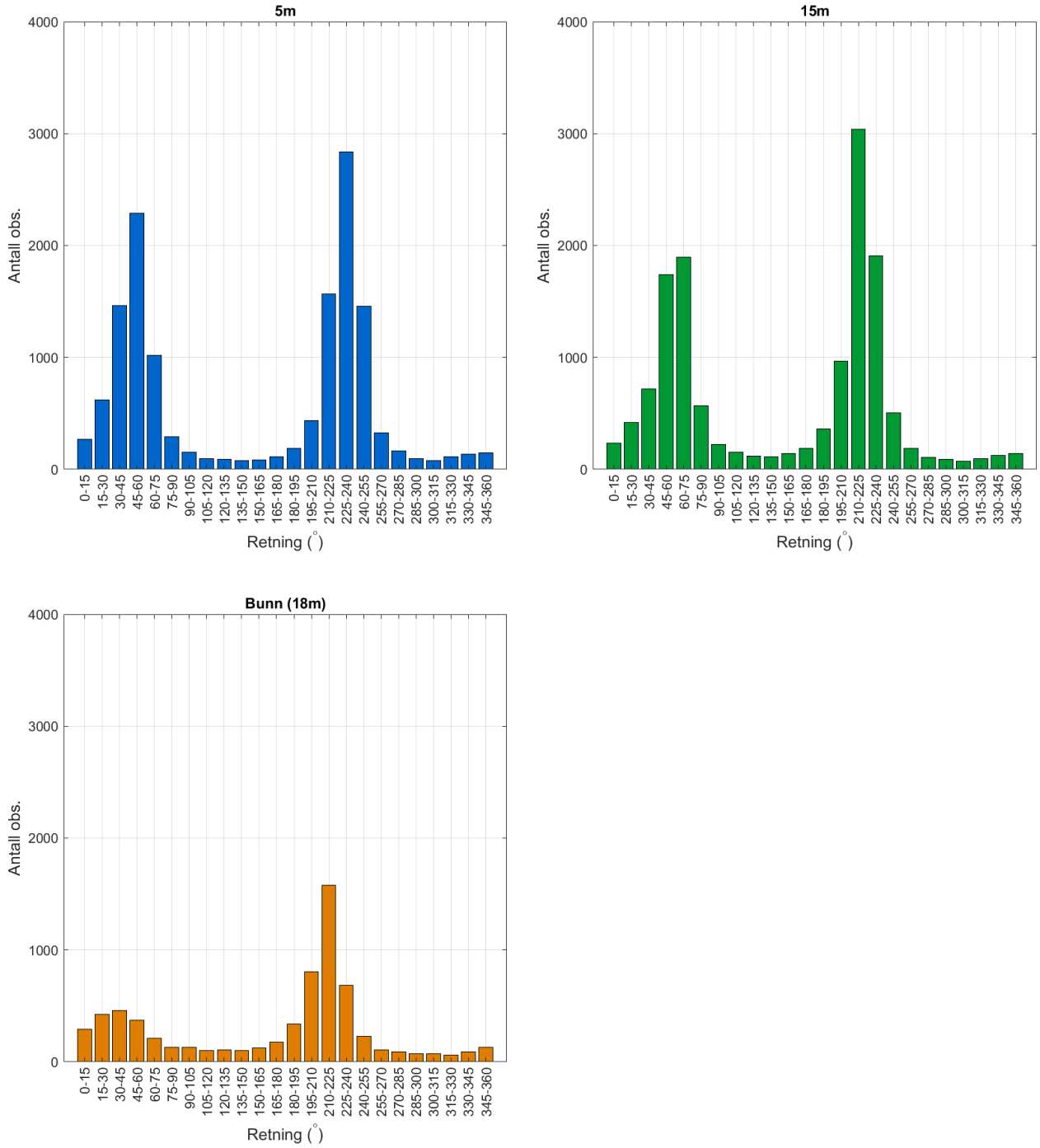
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m og bunndyp (18m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

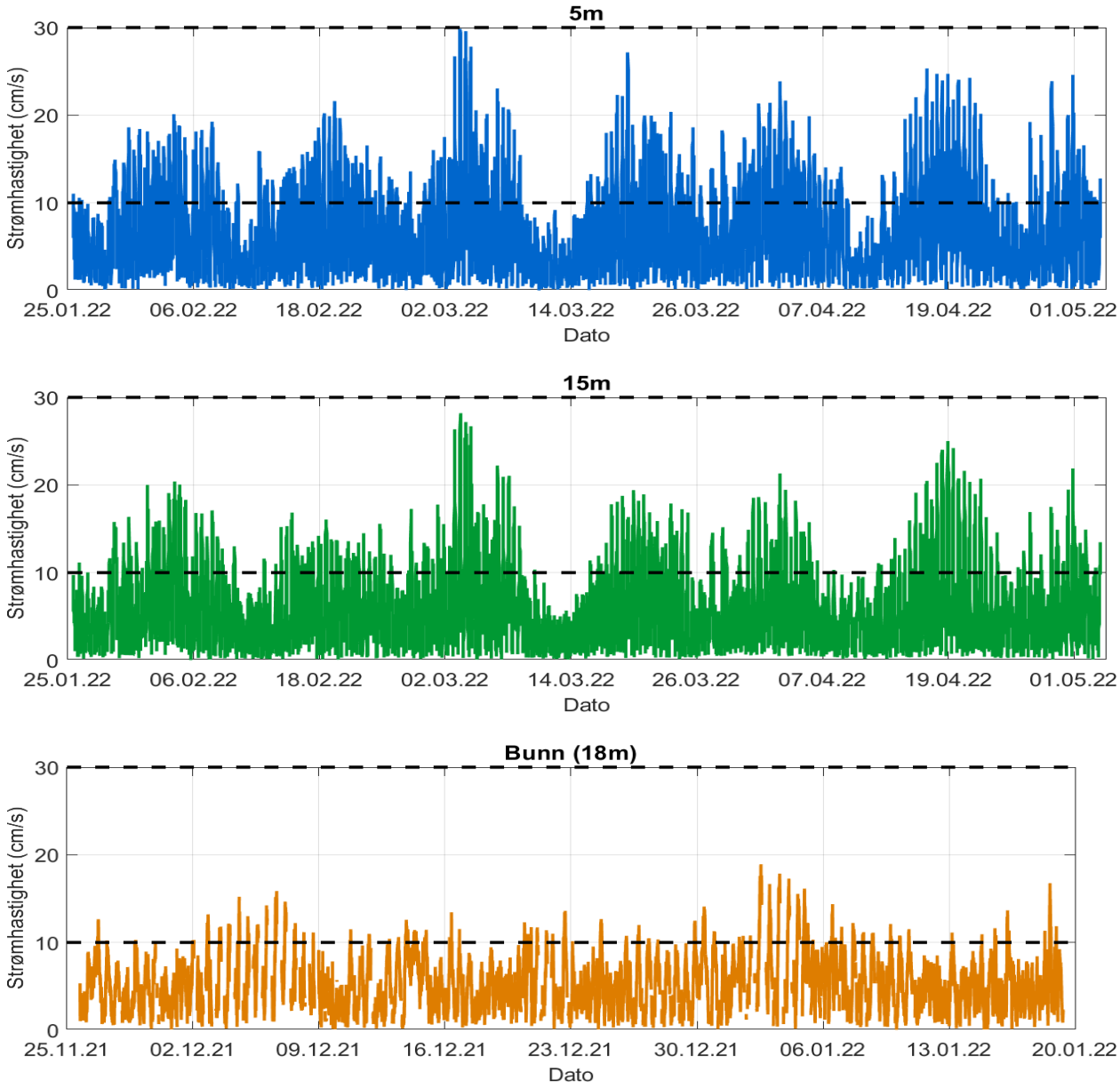
Strømmens retning fordelt i 15º-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m og bunndyp (18m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15º-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

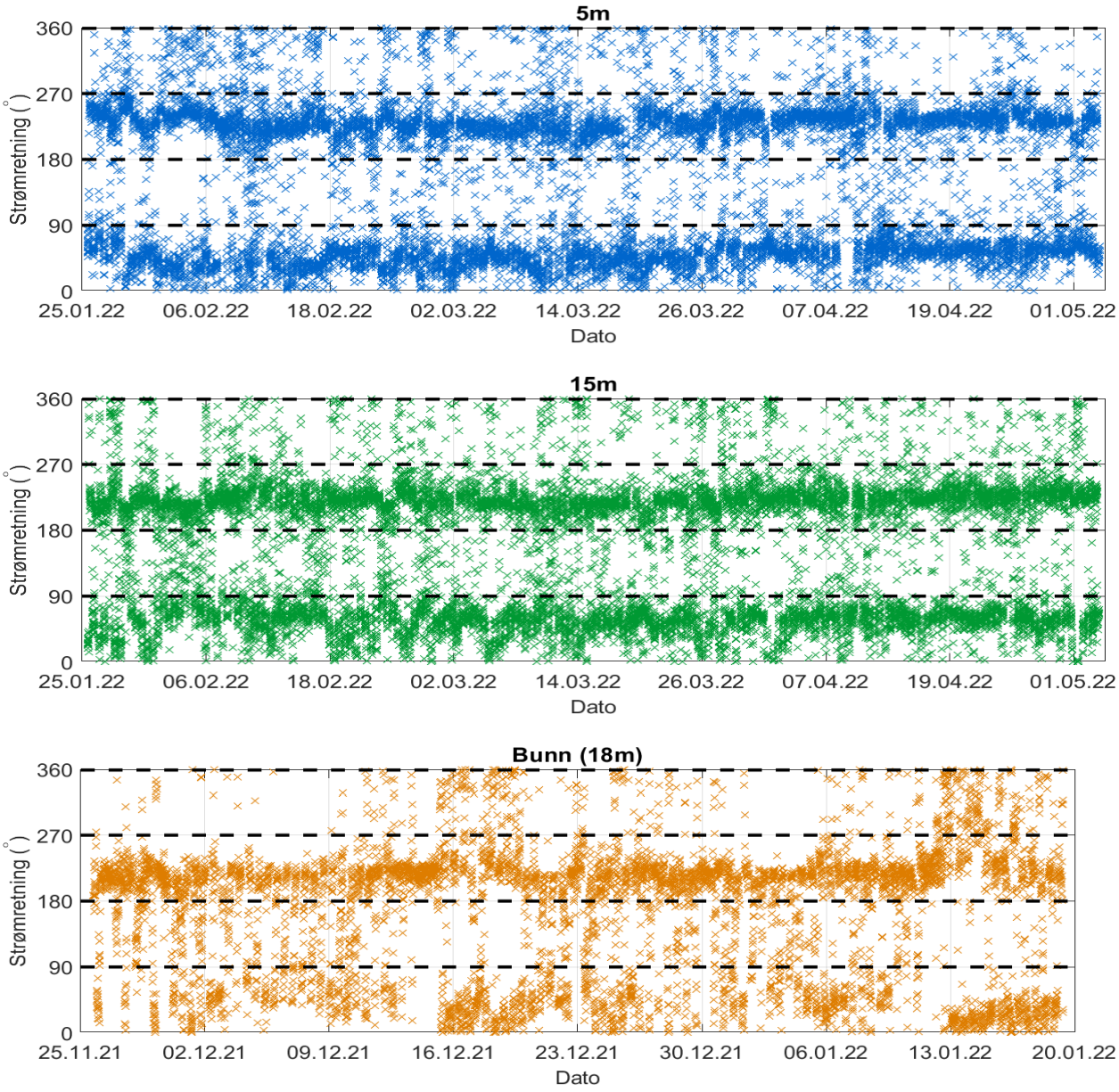
Strømmens hastighet under måleperiodene er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m og bunndyp (18m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

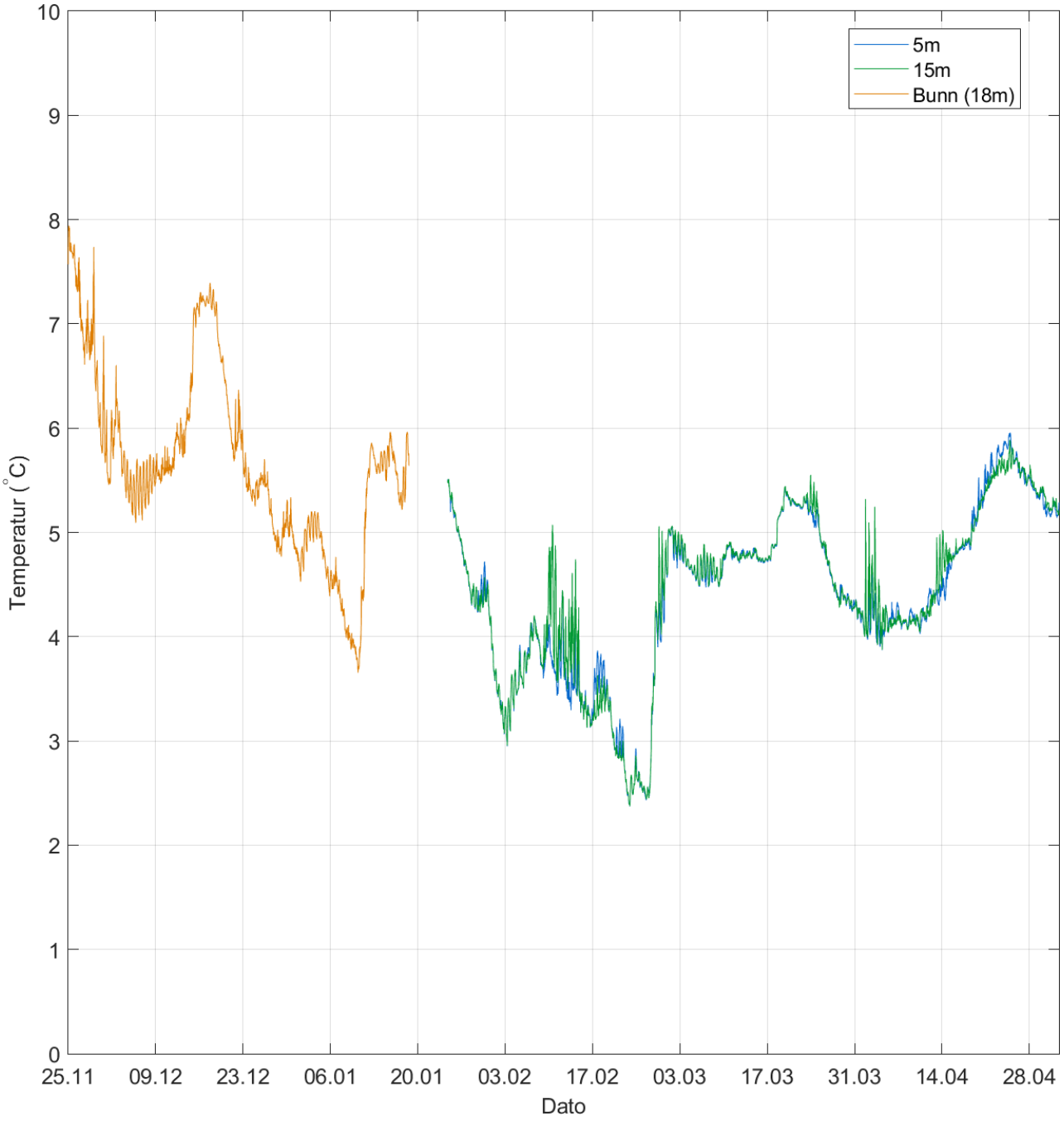
Strømmens retning under måleperiodene er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m og bunndyp (18m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

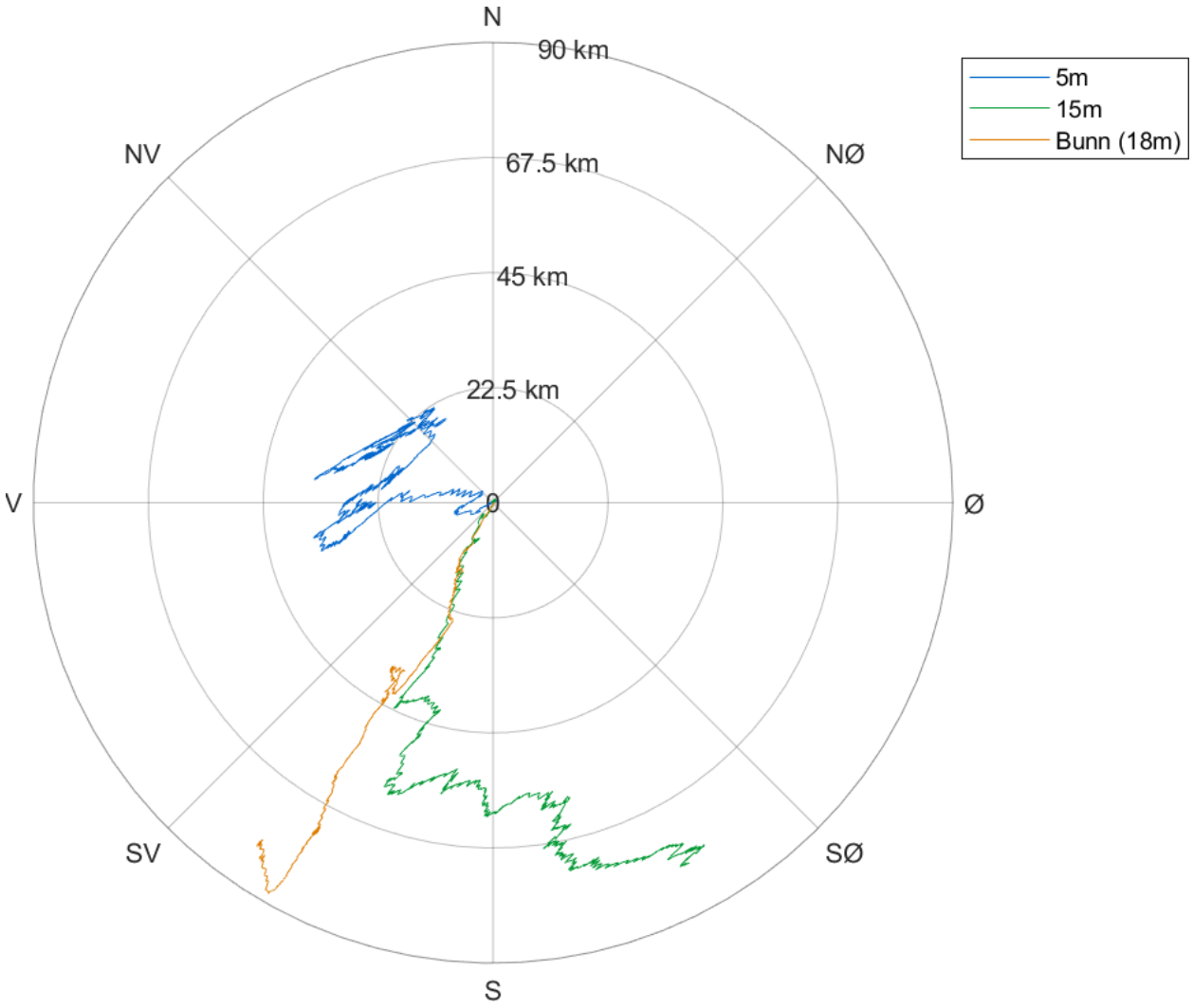
Temperatur under måleperiodene er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m og bunndyp (18m). Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.

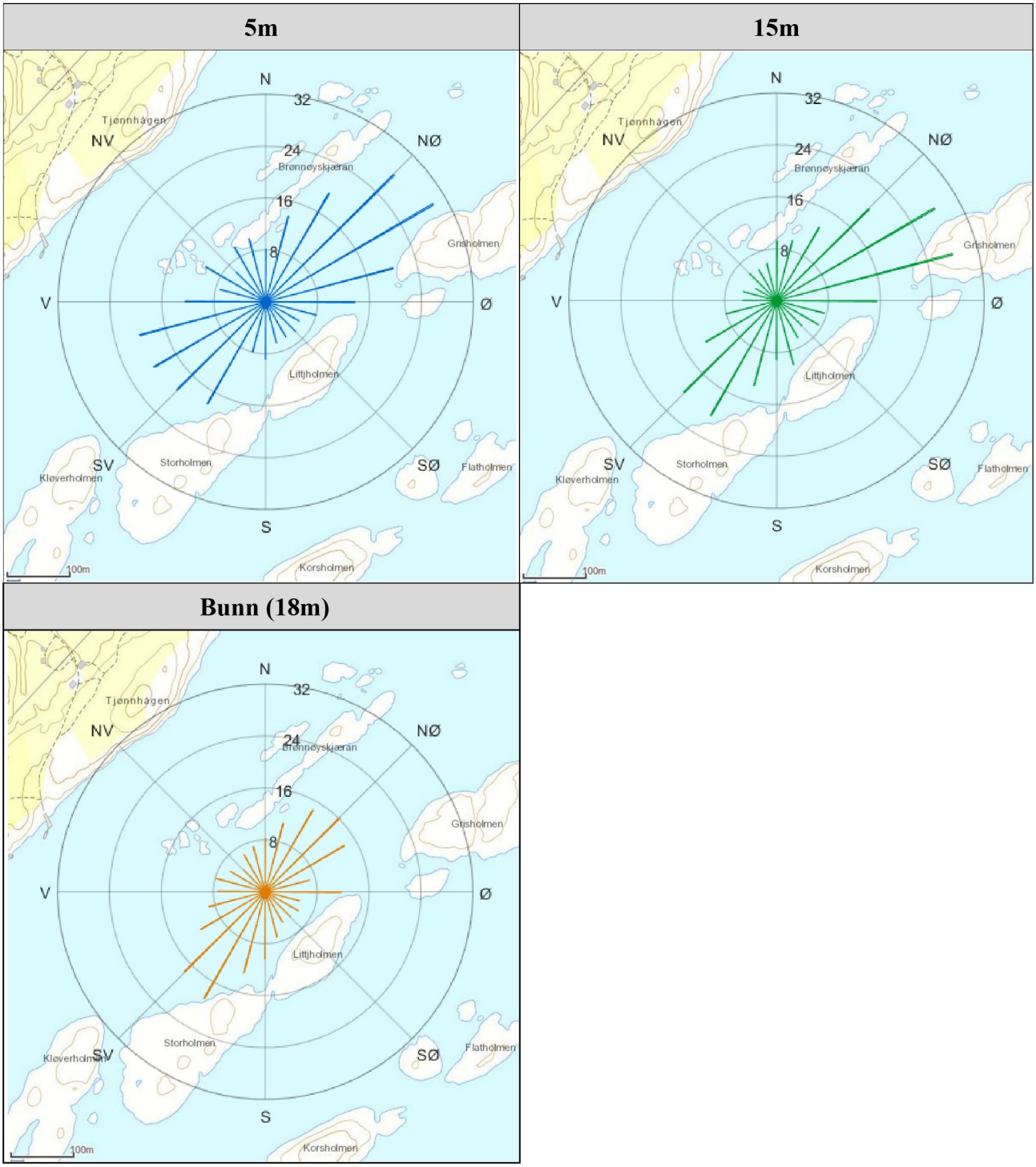
4.9 Progressivt vektordiagram

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 måleperiodene (Figur 4.9.1). Dette gir en indikasjon på vannutskiftning under måleperioden.



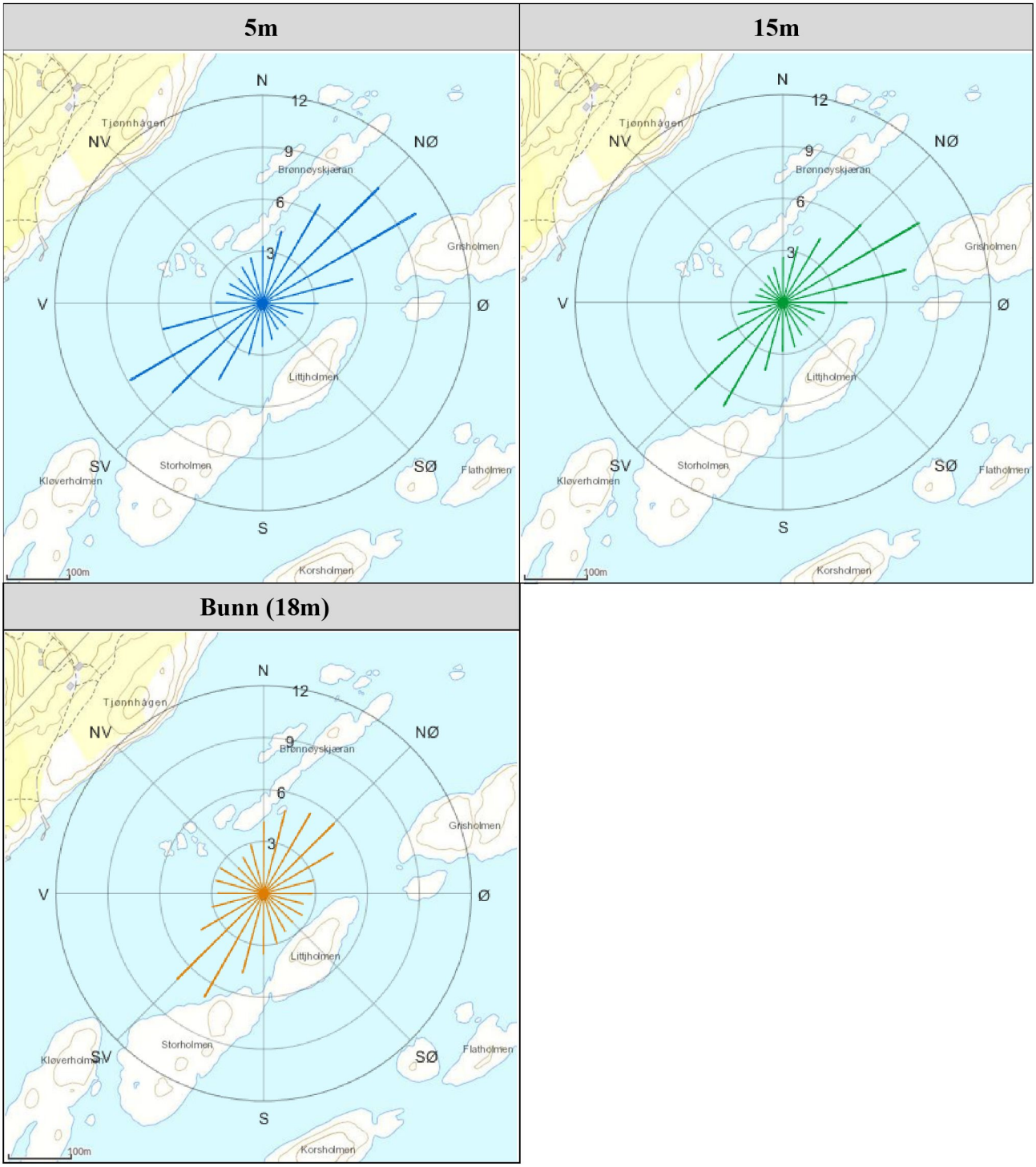
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m og bunndyp (18m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15º-sektor på 5m, 15m og bunndyp (18m) i løpet av måleperiodene.

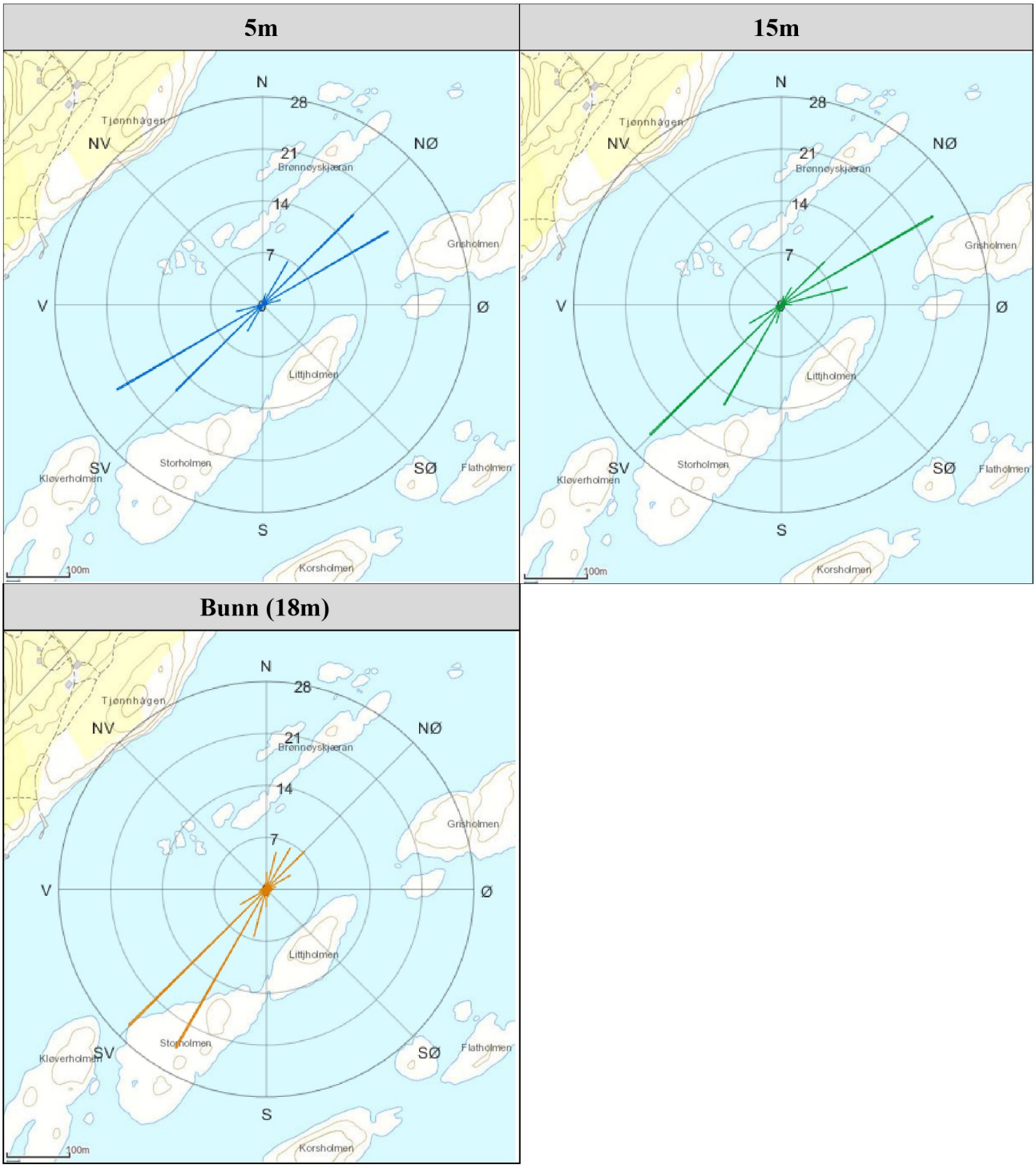
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15º-sektor på 5m, 15m og bunndyp (18m) i løpet av måleperiodene.

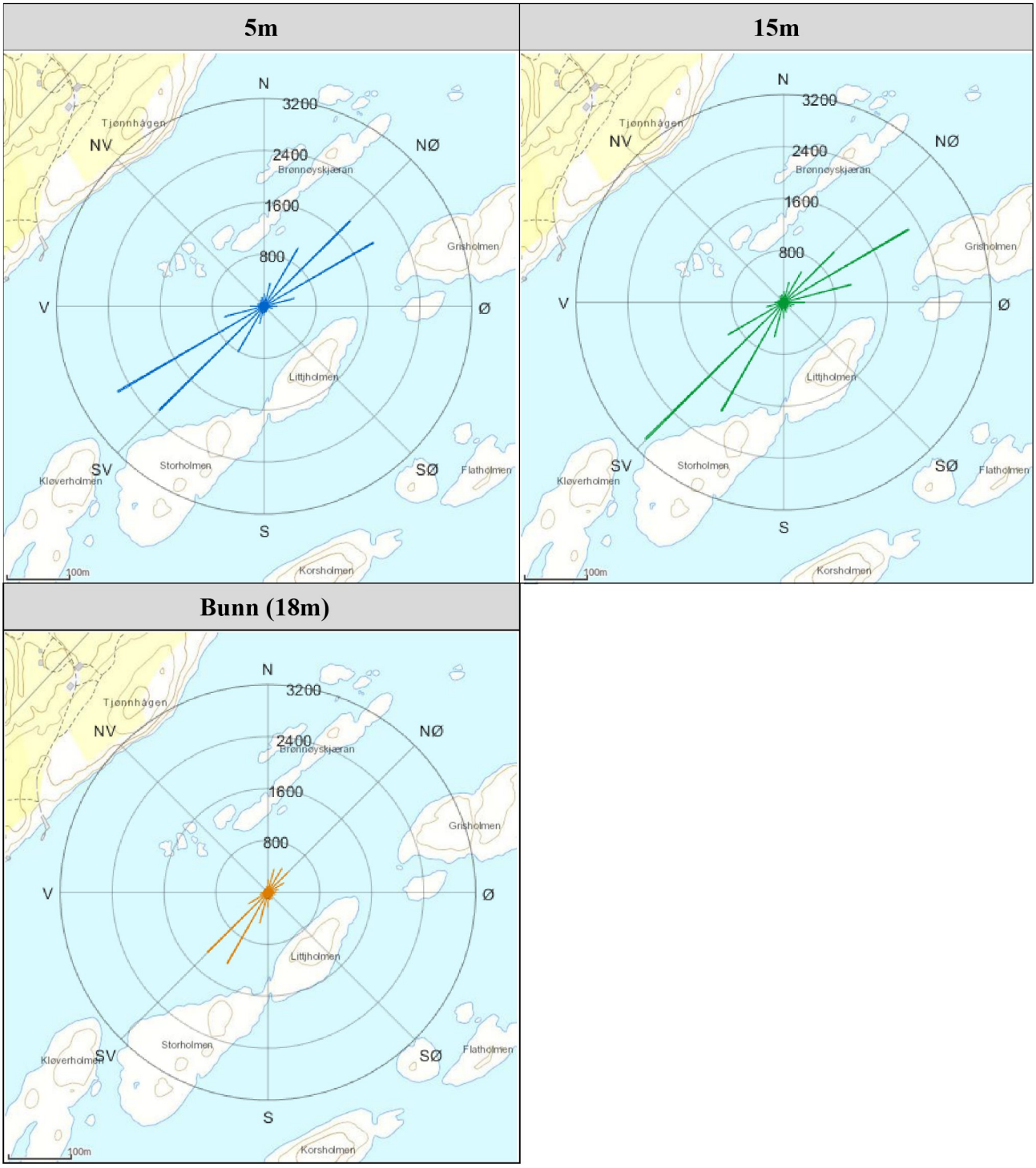
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

Relativ vannfluks (%) angir mengden vann som strømmer gjennom en 15˚-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 15º-sektor på 5m, 15m og bunndyp (18m) i løpet av måleperiodene.

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15º-sektor på 5m, 15m og bunndyp (18m) i løpet av måleperiodene.

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	13.7	29.8	20.3	6.5	8.8	19.9	20.1	10.7
15m	9.6	28.2	28.0	7.4	13.5	20.4	8.1	5.9
Bunn (18m)	10.9	16.1	11.8	5.9	13.0	18.9	9.0	6.7

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	3.5	9.1	4.4	1.8	2.8	7.7	4.8	2.2
15m	2.7	7.6	6.0	2.1	3.5	6.6	2.3	1.6
Bunn (18m)	4.1	5.3	2.8	2.5	4.2	6.6	2.9	2.4

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	710	4857	823	241	512	5699	965	300
15m	614	3879	1584	371	960	5911	516	272
Bunn (18m)	674	1167	409	328	849	2930	306	211

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	2.4	43.7	3.5	0.4	1.4	43.3	4.5	0.7
15m	1.9	34.6	11.2	0.9	3.9	45.5	1.4	0.5
Bunn (18m)	7.8	17.6	3.2	2.3	10.0	55.1	2.5	1.5

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). Retningen som er oppgitt i raden under maksstrømmen er retningen til den respektive maksimale strømhastigheten (Tabell 4.18.1 - Tabell 4.18.2).

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)	13.7	29.8	20.3	6.5	8.8	19.9	20.1	10.7
Retning (°)	21	57	68	129	181	238	251	302
10-år (cm/s)	23	49	33	11	15	33	33	18
50-år (cm/s)	25	55	38	12	16	37	37	20

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)	9.6	28.2	28.0	7.4	13.5	20.4	8.1	5.9
Retning (°)	17	65	69	114	201	208	249	312
10-år (cm/s)	16	47	46	12	22	34	13	10
50-år (cm/s)	18	52	52	14	25	38	15	11

4.19 Persentilfordeling av strømhastighet

Kolonnen til venstre i Tabell 4.19.1 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	Bunn (18m)
1	0.5	0.4	0.5
10	1.7	1.5	1.6
20	2.8	2.4	2.4
30	3.9	3.3	3.1
40	5.0	4.2	3.9
50	6.2	5.1	4.7
60	7.6	6.1	5.6
70	9.3	7.4	6.6
80	11.3	9.3	7.8
90	14.0	12.3	9.3
95	16.5	14.5	10.7
99	21.1	19.5	13.8

4.20 Prosentfordeling av strømhastighet

Oppgitte verdier i Tabell 4.20.1 er rundet av til nærmeste desimal for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimal. 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	Bunn (18m)
1	96.1	94.8	95.9
3	78.0	73.2	72.0
5	60.1	51.0	46.5
10	25.9	17.3	6.9
20	1.5	0.9	

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 desimal for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaler. 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	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.7	0.5	4.0
1-5	3.3	8.8	3.4	1.2	2.9	10.9	3.8	1.6	35.9
5-10	1.2	11.7	1.5	0.05	0.4	17.6	1.6	0.1	34.2
10-20	0.09	11.9	0.4			11.3	0.8	0.0	24.5
20-30		1.4	0.0				0.0		1.4
Sum	5.1	34.3	5.8	1.7	3.7	40.3	6.9	2.2	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	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	5.2
1-5	3.2	9.3	5.2	2.0	4.6	15.4	2.9	1.3	43.9
5-10	0.6	10.0	3.5	0.06	1.5	18.0	0.2	0.03	33.9
10-20		6.9	1.6		0.1	7.7			16.3
20-30		0.6	0.3			0.02			0.9
Sum	4.4	27.5	11.3	2.7	6.8	41.9	3.7	1.9	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (18m).

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	0.7	0.5	0.6	0.5	0.4	0.6	0.4	0.5	4.2
1-5	5.2	8.1	4.9	4.1	8.0	13.1	3.6	2.4	49.4
5-10	3.9	7.3	0.4	0.2	3.8	23.4	0.5	0.2	39.7
10-20	0.01	1.0	0.01		0.2	5.6			6.8
20-30									0.0
Sum	9.8	16.9	5.9	4.8	12.4	42.7	4.5	3.1	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 desimal for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaler. 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	1.6	0.3	0.05					
1-5	3.8	7.7	12.7	5.4	1.6	0.4	1.4	
5-10	3.8	8.1	10.6	5.3	2.1	0.9		
10-20	1.0	1.9	4.5	5.4	5.7	3.0	1.4	
20-30	0.2	0.2	0.7	0.2				

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

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	2.1	0.7	0.1					
1-5	4.7	9.0	13.9	8.3	1.6	1.8	0.7	0.3
5-10	4.9	8.2	10.2	3.6	1.1	2.1	0.2	0.3
10-20	1.2	1.5	3.7	3.9	3.3	1.4		
20-30	0.1	0.04	0.4	0.3				

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (18m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.7	0.2	0.1					
1-5	4.7	6.8	16.5	9.5	3.3	1.6	0.5	3.1
5-10	4.0	5.7	8.9	8.4	4.3	3.9		0.7
10-20	1.4	1.3	1.4	1.1	0.9			
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 (Tabell 4.23.1). 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 (Tabell 4.23.2).

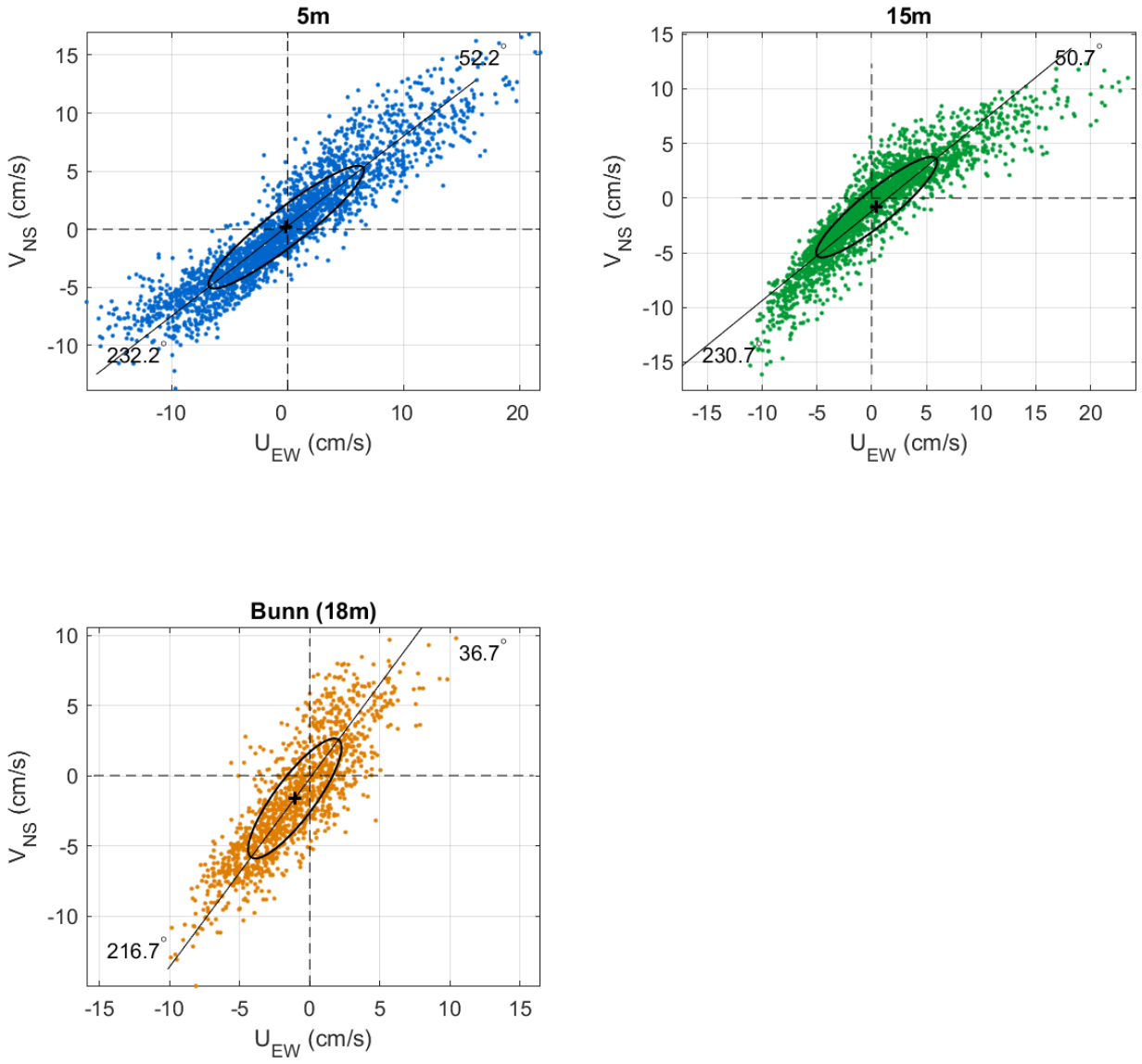
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere variasjon i strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning (Figur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

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

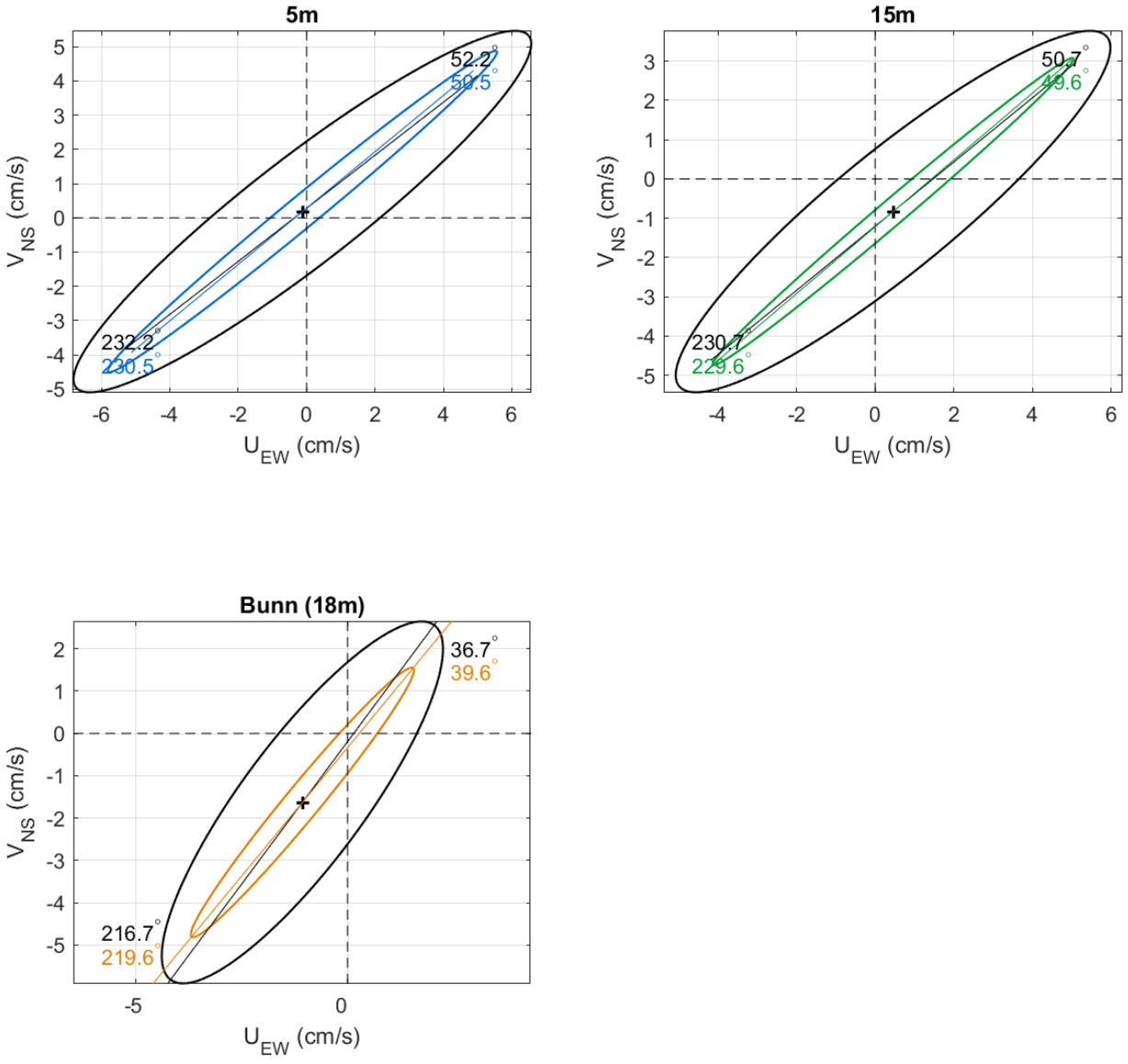
Måledyp	**5m**	**15m**	**Bunn (18m)**
Strøm (%)	87.6	82.9	80.4

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

Måledyp	**5m**	**15m**	**Bunn (18m)**
Strøm (%)	83.4	78.3	75.7



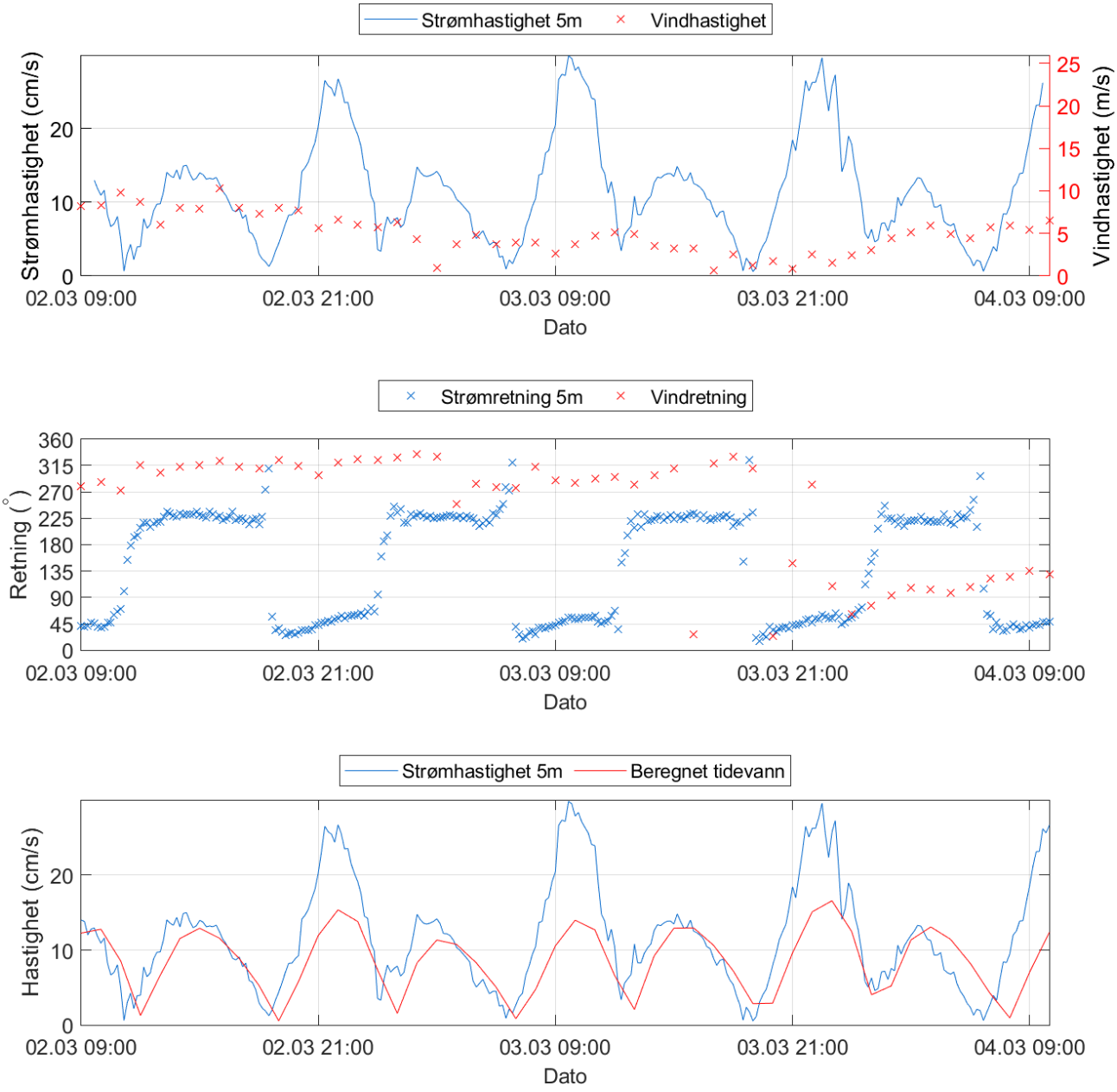
Figur 4.23.1. U_{EW} – V_{NS} punktdiagram av strømdata i timesverdier, med tilhørende strømellipse. Midtpunktet for strømellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst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



Figur 4.23.2. U_{EW} - V_{NS} tidevannsellipser (fargede linjer) vist sammen med strømellipser (svarte linjer) for 5m, 15m og bunn (18m). Midtpunktet for strømellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst - vest og nord - sør er vist med stiplede linjer.

4.24 Maksimal strømhastighet, tidevann og vind

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



Figur 4.24.1. Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind (Helligvær II) for perioden hvor maksimalstrømmen på 5m dyp er registrert.

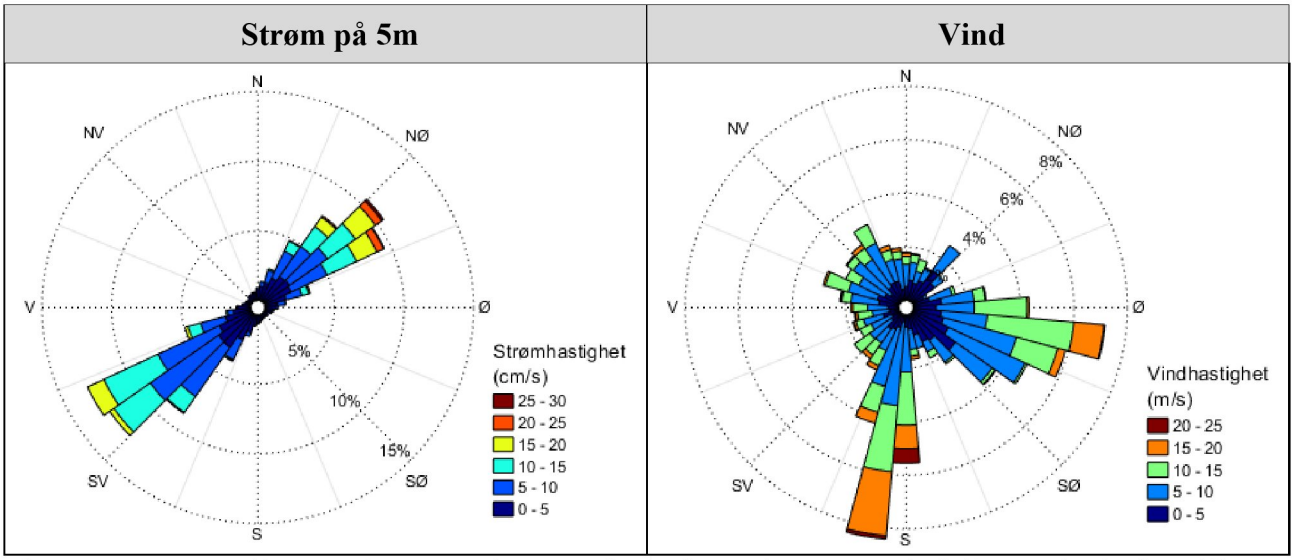
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Helligvær II (Meteorologisk institutt, 2022), som ligger ca. ca. 830m sør/sørvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3).

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Helligvær II fra samme periode. Figur 4.25.2 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Helligvær II 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 Bodø (Kartverket, 2022), som ligger ca. 25.0km sørvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

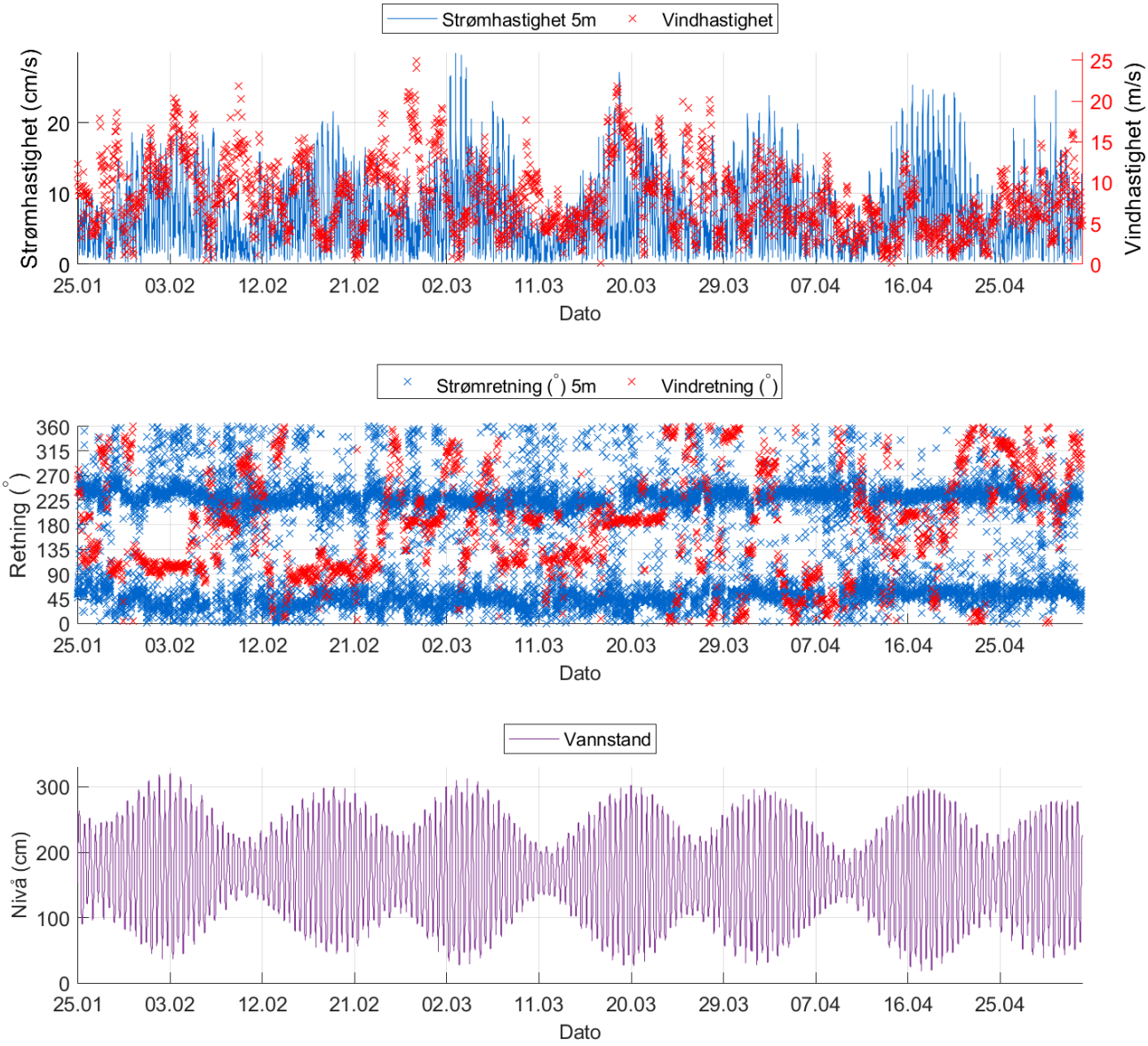
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Helligvær II under måleperioden januar – mai for 5m og 15m.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	20.2	12.3	20.4	15.6	24.9	18.6	21.9	17.9
Tid (%)	8.6	6.6	20.1	14.4	19.8	9.3	9.3	11.7

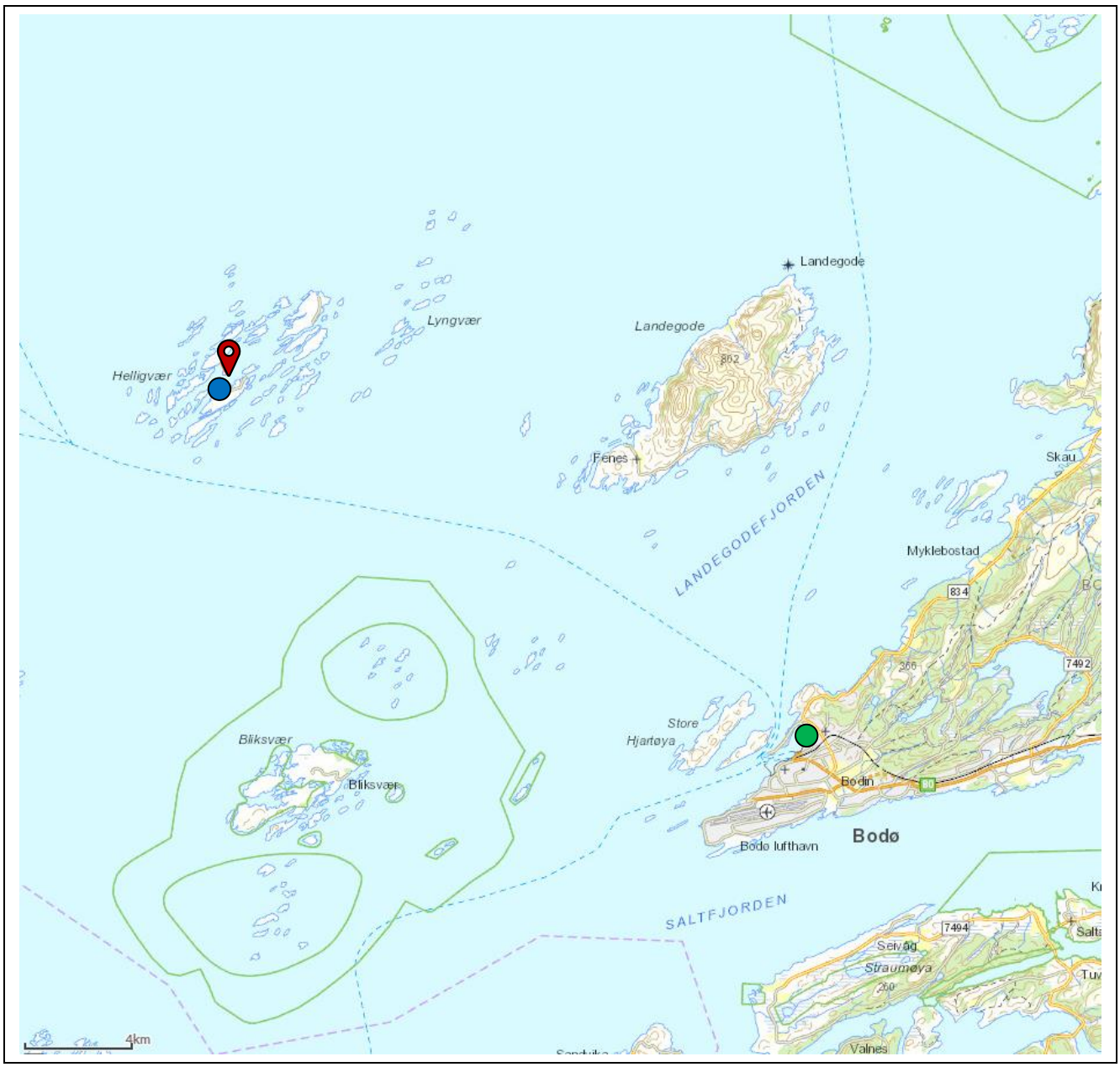


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Helligvær II værstasjon under måleperioden januar – mai. Skalaen på diagrammene er ulik.

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.



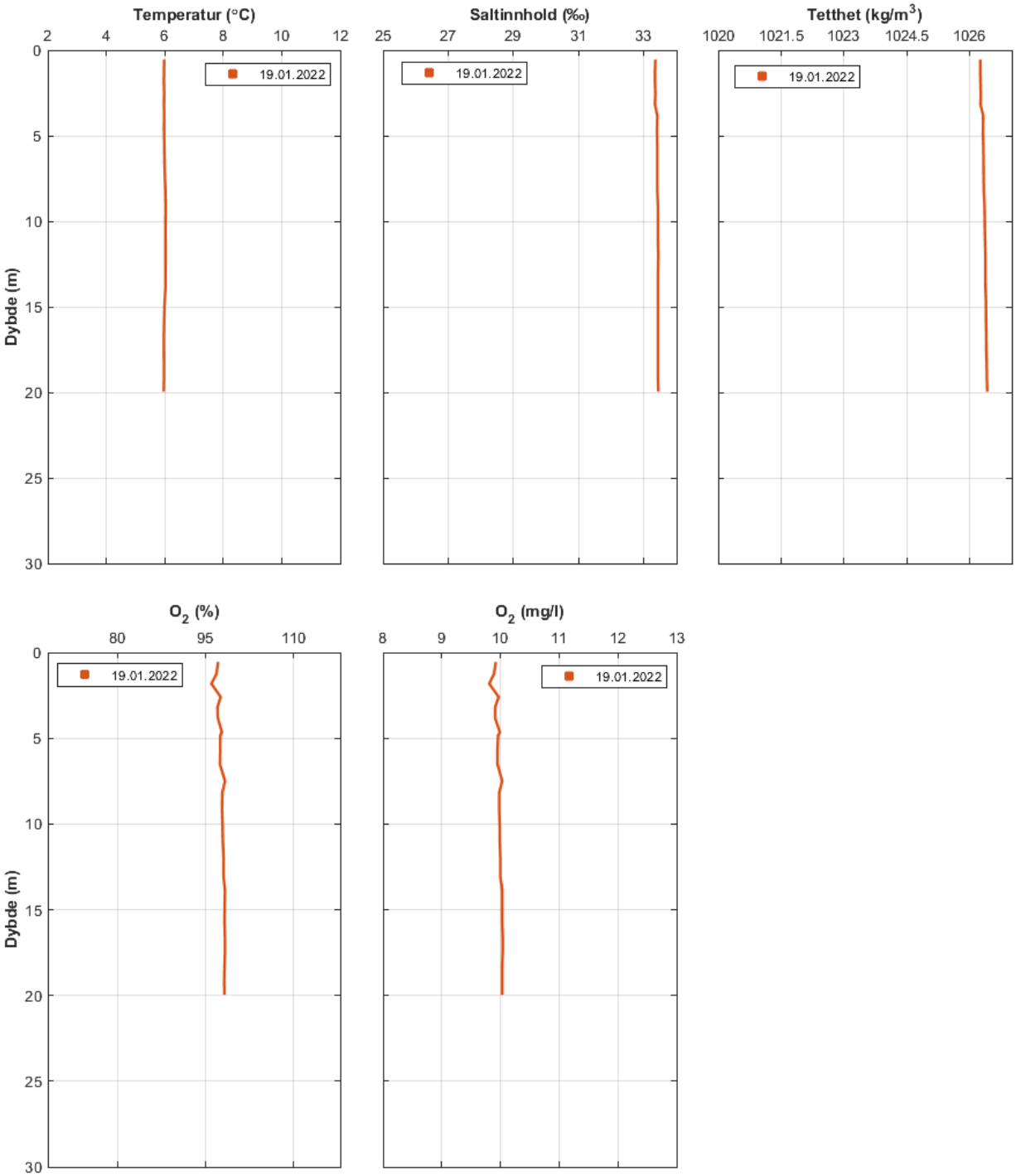
Figur 4.25.2. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Helligvær II, strøm- og vindretning, samt vannstand (Bodø) under måleperioden januar – mai. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



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

4.26 CTD-profil

CTD-profiler ble målt i sammenheng med utsett 25.11.21 og opptak 19.01.22 i perioden november – januar for bunnmåling i samme posisjon som strømriggen. Verdiene som ble målt ved utsett er vurdert som feilverdier og er ikke tatt med i rapporten.



Figur 4.26.1. Vertikalprofiler av temperatur og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen.

5. Diskusjon

Strømmen på Brønnøyskjæran er mot NØ – SV på alle dyp og stemmer med områdets bunntopografi. Strømretningen domineres av motsatt rettede hovedstrømretninger. 87.0% av relativ vannutskiftning på 5m, 80.1% på 15m og 72.7% på bunndyp skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 29.8cm/s mot NØ på 5m, 28.2cm/s mot NØ på 15m og 18.9cm/s mot SV på bunndyp (18m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning og 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 12.9cm/s på 5m, 11.0cm/s på 15m og 8.7cm/s på bunndyp (18m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på alle dyp.

Det var ingen tilfeller der strøm var > 30cm/s.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på alle dyp under måleperiodene, fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strømellipsen (Figur 4.23.2).

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra NØ, Ø, SØ, S og SV kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Under måleperioden for 5m og 15m blåste vind mest fra Ø og S og sterkest fra S (Tabell 4.25.1).

Grunnet friksjon mellom vind og vannoverflate vil vind med betydelig hastighet (> 3m/s) og stabil retning som blåser over en lengre periode ha innvirkning på strømmen. 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 Helligvær II under måleperioden er det vurdert at vind fra NØ/Ø kan ha påvirket strøm mot SV, vind fra S kan ha påvirket strøm mot N/NØ, og vind fra SV/V kan ha påvirket strøm mot NØ.

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 ≥ 2cm/s på alle dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som sterk på alle dyp.

Neumann-parameteren er vurdert som svært lite stabil på 5m, middels stabil på 15m og stabil på bunndyp (18m). Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på 15m og bunndyp, fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. På 5m er vannutskiftningen preget av perioder der vannet flyter mer frem og tilbake, men vannutskiftning er vurdert som god ettersom det har vært perioder med strøm i én retning med varighet over en dag. Det er ikke nødvendigvis det samme vannet som har returnert til startpunktet.

Prosent nullmålinger (< 1cm/s) var mindre enn 10% på alle dyp. Lengst varighet for strøm < 1cm/s var 70 minutter (1t 10min) på 5m, 80 minutter (1t 20min) på 15m og 70 minutter (1t 10min) på bunndyp (18m). Det var kort periode med strømstille. Dette tyder på god vannutskiftning i området.

5.5 Vannsøylens vertikale struktur

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

Temperatur under måleperioden var 2.4 - 6.0°C på 5m, 2.4 - 5.9°C på 15m og 3.7 - 7.9°C på bunndyp (18m).

Temperaturmålingene på 5m og 15m dyp i perioden januar – mai viser at temperaturen hadde en økende trend i løpet av måleperioden. I starten av måleperioden i januar avtok temperaturen før den økte raskt en kort periode i slutten av februar. Mot slutten av måleperioden økte temperaturen gradvis. Temperaturen på 5m og 15m dyp var omtrentlig lik.

Temperaturmålingene på bunndyp (18m) i perioden november – januar viser at temperaturen hadde en avtagende trend. I desember økte temperaturen i en kort periode raskt før den avtok raskt igjen og mot slutten av måleperioden i januar økte også temperaturen raskt en kort periode.

CTD-målinger fra opptak viser at temperaturen var konstant fra overflaten og ned til bunnen.

Saltinnholdet ved opptak var relativt kontant gjennom hele vannsøylen.

Tetthetsdata viser at vannsøylen var blandet.

Oksygenmetningen ved utsett og opptak var høyt (> 90%) ved overflaten og økte gjennom hele vannsøylen fra november til januar. I november minket metningen litt fra overflaten og ned til ca. 4m. Deretter holdt den seg mellom 88-92% helt ned til bunnen. I januar var metningen høy og relativt konstant gjennom hele vannsøylen. Oksygeninnholdet viser lignende mønster som oksygenmetningen, men forholdet mellom utsett og opptak er motsatt.

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, viker 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 merdene 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 retning.

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 bunndyp 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.

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 måleperiode 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 bunndyp 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. Måleperioden for 5m og 15m var januar – mai 2022, mens for bunn (18m) november 2021 – januar 2022.

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	**5m**	**15m**	**Bunn (18m)**
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	5276	5245	5245
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.
Strømhastighetens nøyaktighet	±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)
Strømretningens nøyaktighet	±5º for 0-15º helning; ±7.5º for 15-35º helning	±5º for 0-15º helning; ±7.5º for 15-35º helning	±5º for 0-15º helning; ±7.5º for 15-35º helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei	Nei
Temperaturens nøyaktighet og rekkevidde	0.05ºC, -5ºC til 40ºC	0.05ºC, -5ºC til 40ºC	0.05ºC, -5ºC til 40ºC

6.3 Måleprinsipp for strømmålinger

Aanderaa punktmåler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Det sendes ut en kort lydpuls (akustisk puls) med en konstant, bestemt frekvens. Endring i styrken og frekvensen til de innkommende refleksjonene blir målt. Forskjellen mellom pulsen som ble sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastigheten. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og at de derfor beveger seg med samme hastighet som vannet. 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 på 5m og 15m er beskrevet i Tabell 7.1.1 og skissert i Figur 7.1.1 og for bunndyp (18m) i Tabell 7.1.2 og Figur 7.1.2.

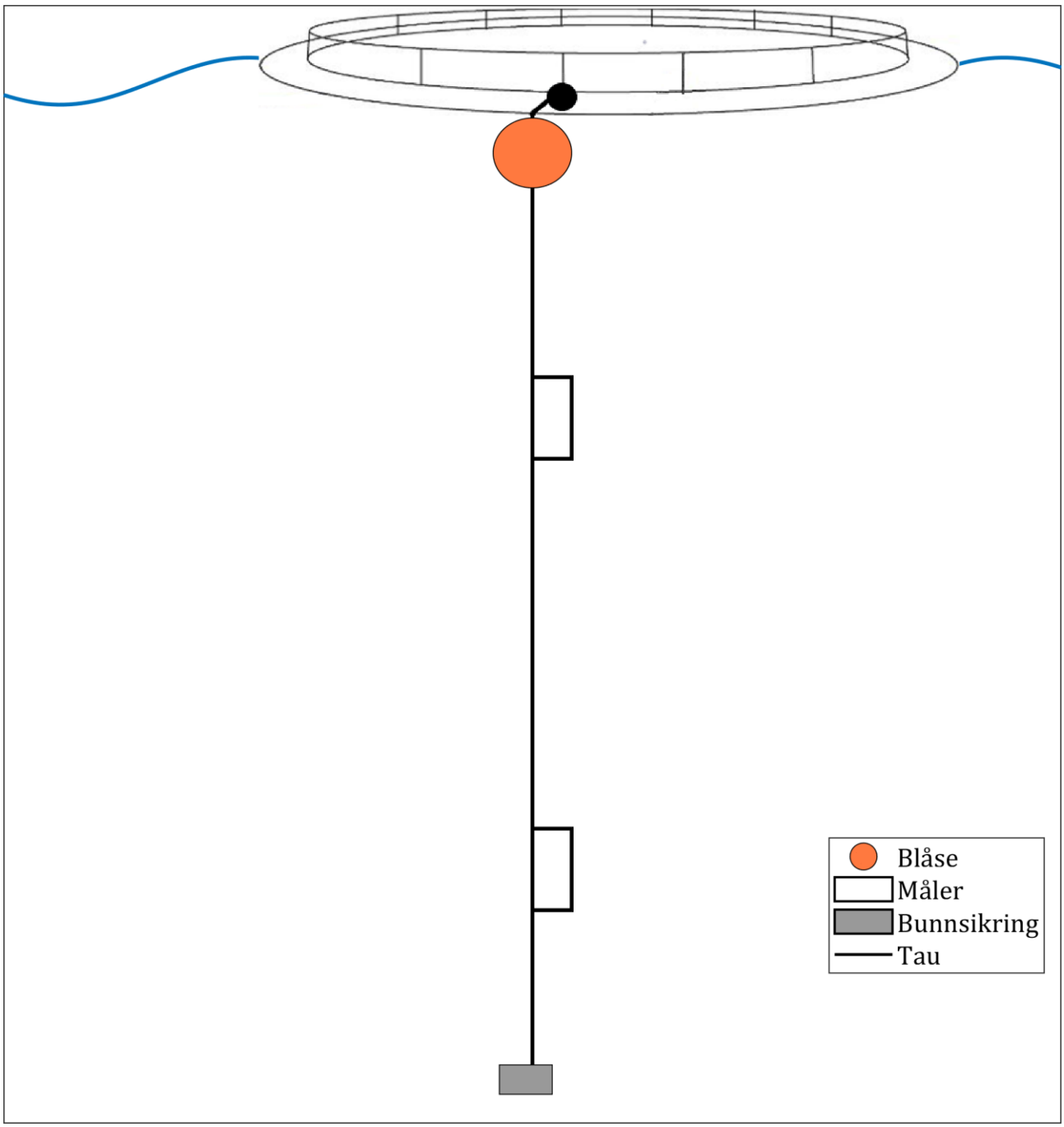
I måleperioden fra 25.11.21 til 19.01.22 skulle strømmålerne opprinnelig settes ut på 5m og 15m, men ble satt ut litt for dypt. Måleren som skulle måle strøm på 5m stod på 7.6m og måleren som skulle måle på 15m stod på 18.2m. I denne rapporten er målingen fra 18.2m fra denne perioden brukt som bunnmåling. Utenom om dette var riggen for de to periodene identisk og ble hengt fra merd i anlegg.

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

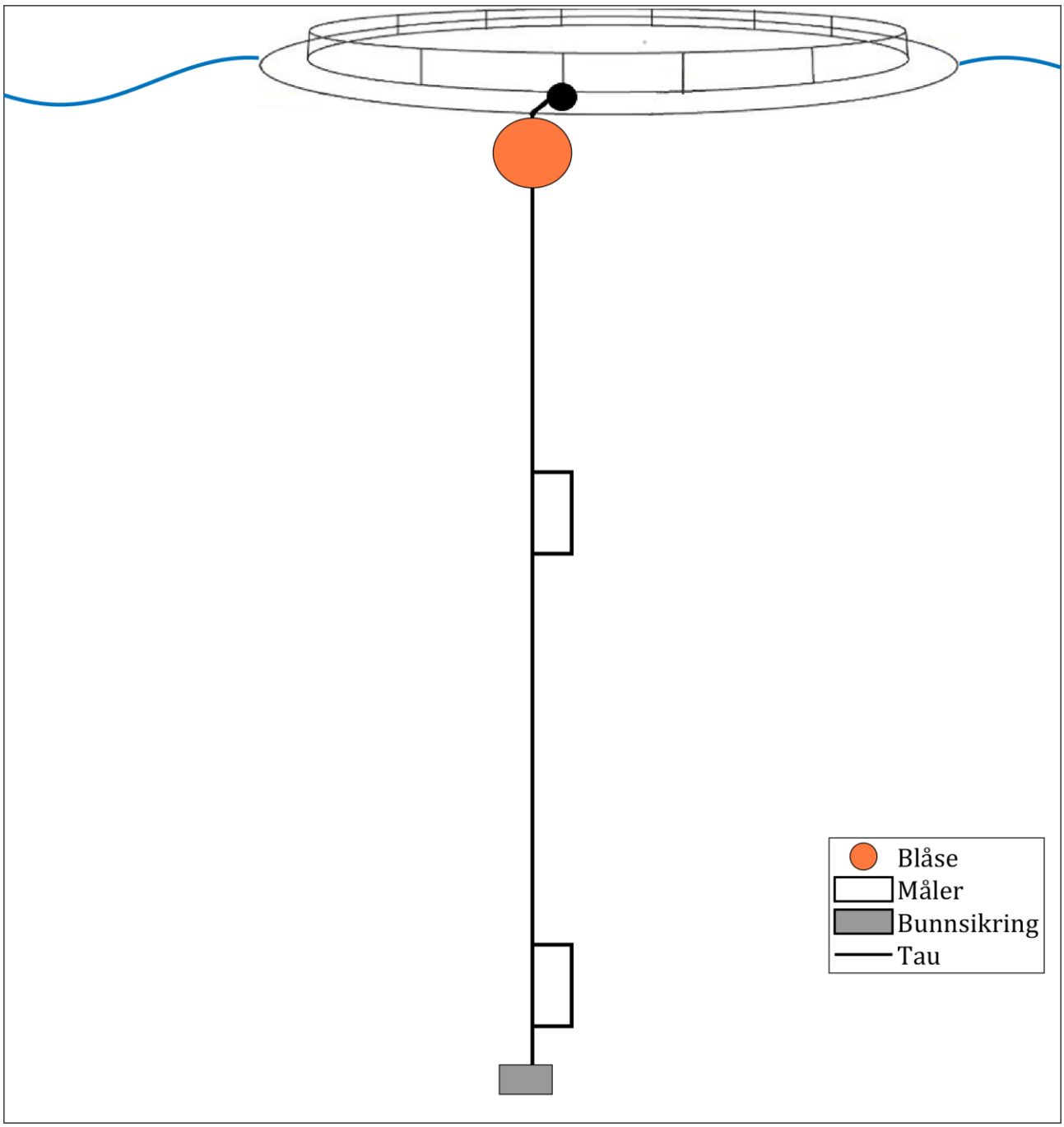
Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
Anleggm/markør	Blåse	1stk	0.0m	
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Danline 14mm	Tau	4.0m		
Garnanker	Bunnsikring	1stk	19.0m	50kg

Tabell 7.1.2. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på bunndyp (18m).

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
Anleggm/markør	Blåse	1stk	0.0m	
Danline 14mm	Tau	7.60m		
Punktmåler	Måler	1stk	7.6m	
Danline 14mm	Tau	10.60m		
Punktmåler	Måler	1stk	18.2m	
Danline 14mm	Tau	0.80m		
Garnanker	Bunnsikring	1stk	19.0m	50kg



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



Figur 7.1.2. Riggoppsett for strømmålinger på bunndyp (18m).

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

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

Det benyttes et internt kvalitetssystem som følger hver måler for teknisk dokumentasjon. Instrumenttilstand og eventuelt andre kommentarer angående instrumentet oppføres i kvalitetssystemet etter hvert prosjekt.

Ved utsett av instrumenter benyttes et internt kvalitetssystem 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 i kvalitetssystemet 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 korreksjon.

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 feil på sensoren som målte saltinnhold på CTD-instrumentet ved utsett. Salt- og tetthetsdata er dermed ikke presentert for utsett. Dette har ingen konsekvens for registrering av andre data eller parametere.

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

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding. Måleperioden for 5m og 15m var januar – mai 2022, mens for bunn (18m) november 2021 – januar 2022.

Måledyp	**5m**	**15m**	**Bunn (18m)**
Filnavn for rådata	Brønnøyskjæran 5m VM0522 AP5276.bin	Brønnøyskjæran 15m VM0522 AP5245.bin	Brønnøyskjæran 18.2m VM0122 AP5245.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Brønnøyskjæran 5m VM0522 AP5276_eks_TMAT.xlsx	Brønnøyskjæran 15m VM0522 AP5245_eks_TMAT.xlsx	Brønnøyskjæran bunn-18m VM0122 AP5245_eks_TMAT.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Brønnøyskjæran-5m_QC.xlsx	Brønnøyskjæran-15m_QC.xlsx	Brønnøyskjæran-Bunn (18m)_QC.xlsx
Data retur (%)	100.00	100.00	87.40
Antall målinger	14107 / 14107	14107 / 14107	6874 / 7865
Antall fjernede/manglende målinger	0	0	991
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	25.01.22 12:40 - 03.05.22 11:40	25.01.22 12:40 - 03.05.22 11:40	25.11.21 17:30 - 19.01.22 08:10
Dato og tid for start og slutt av instrument	19.01.22 09:30 - 11.05.22 08:50	19.01.22 09:30 - 11.05.22 08:10	19.11.21 15:00 - 19.01.22 08:30

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.

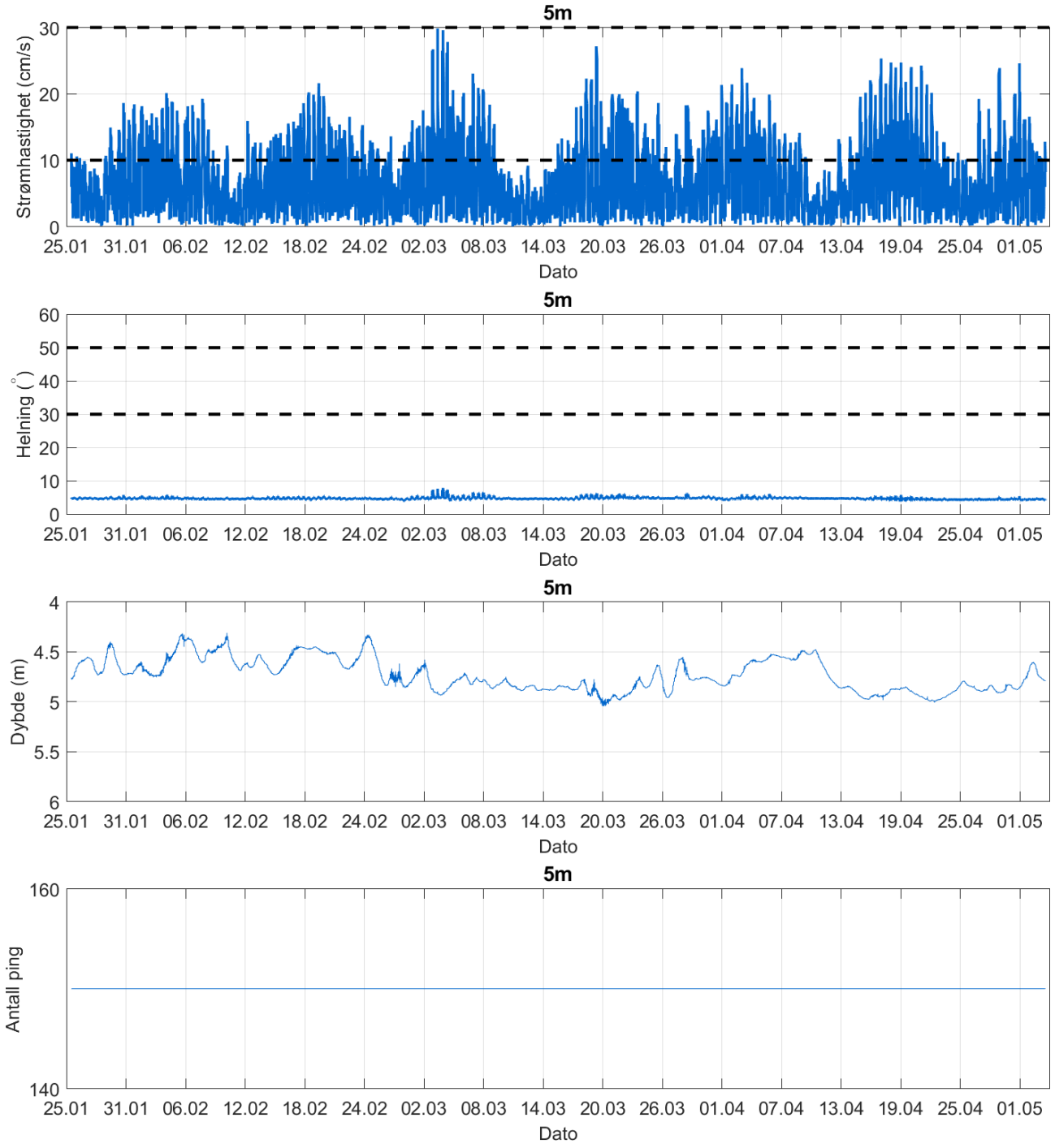
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	**QC**
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp (Δ < 1°C)
Helning	< 50º (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.3)
Ping count	150 (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.3)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.3)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

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

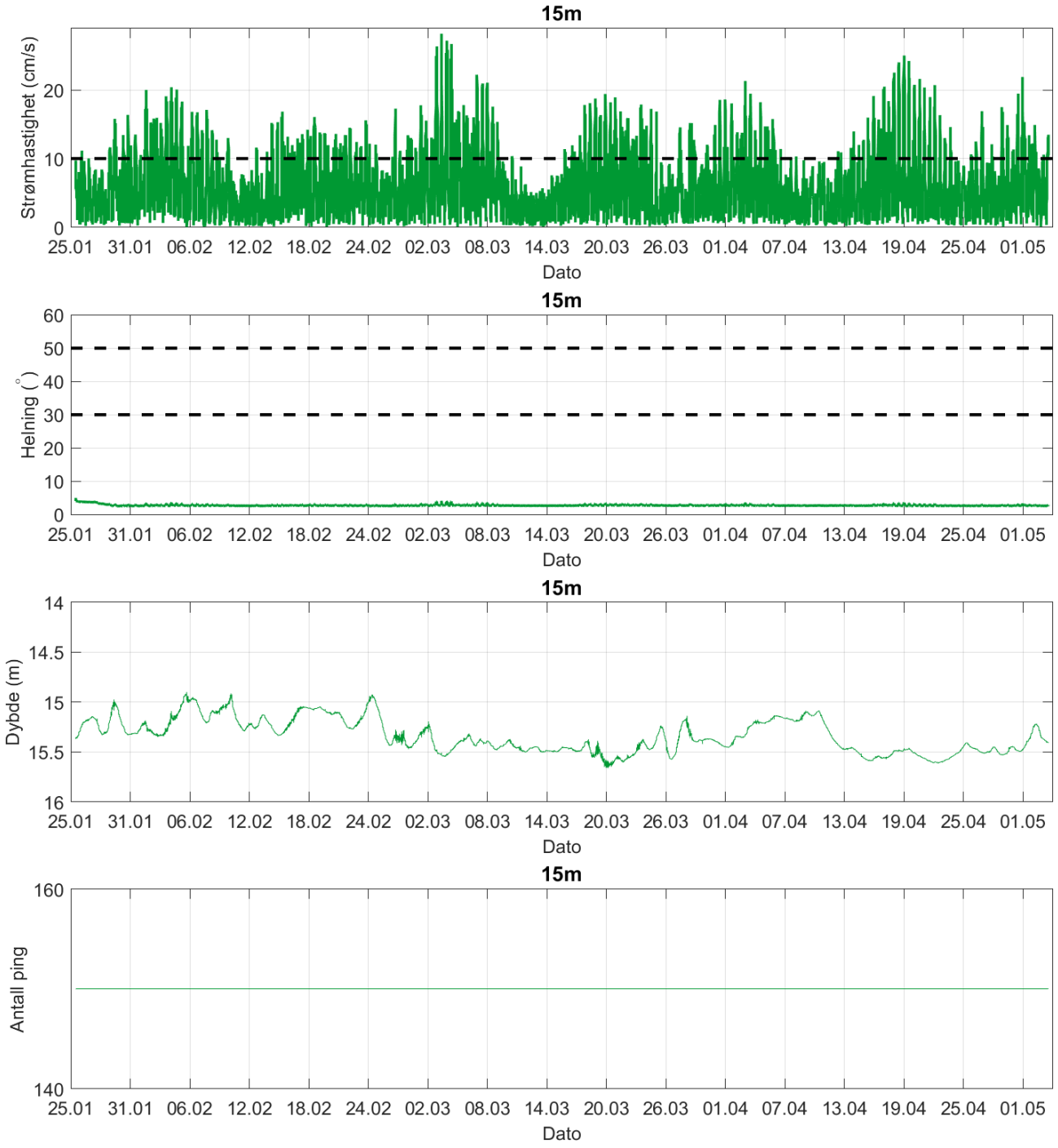
Δt (min)	**Teoretisk**	**Faktor**	**Godkjent**
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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



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

Instrumentdypet varierte mellom 4.3m og 5.0m dyp i løpet av måleperioden januar – mai. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 4.7m.



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

Instrumentdypet varierte mellom 14.9m og 15.7m dyp i løpet av måleperioden januar – mai. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.3m.

Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (18m).

Instrumentdypet varierte mellom 17.8m og 18.5m dyp i løpet av måleperioden november – januar. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 18.2m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

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

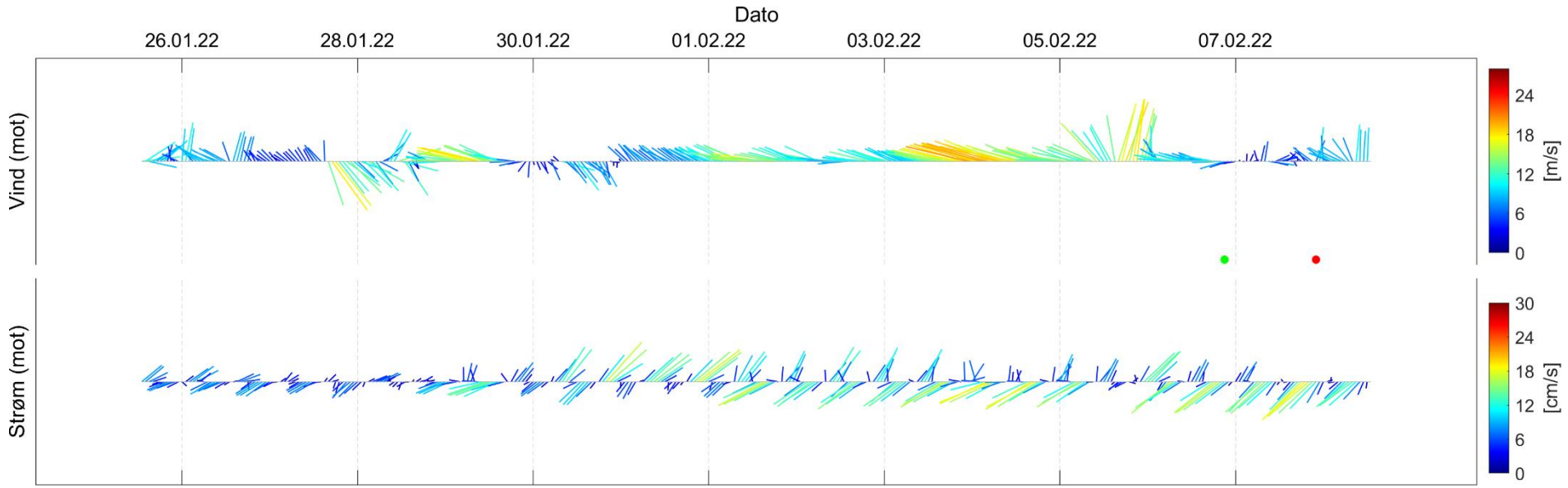
8.3.2 Enkelte datapunkter

På bunndyp (18m) er 991 datapunkter fjernet manuelt på grunn av høy instrumenthelning og signalforstyrrelser. Det er usikkert hva som er årsak til den høye helningen.

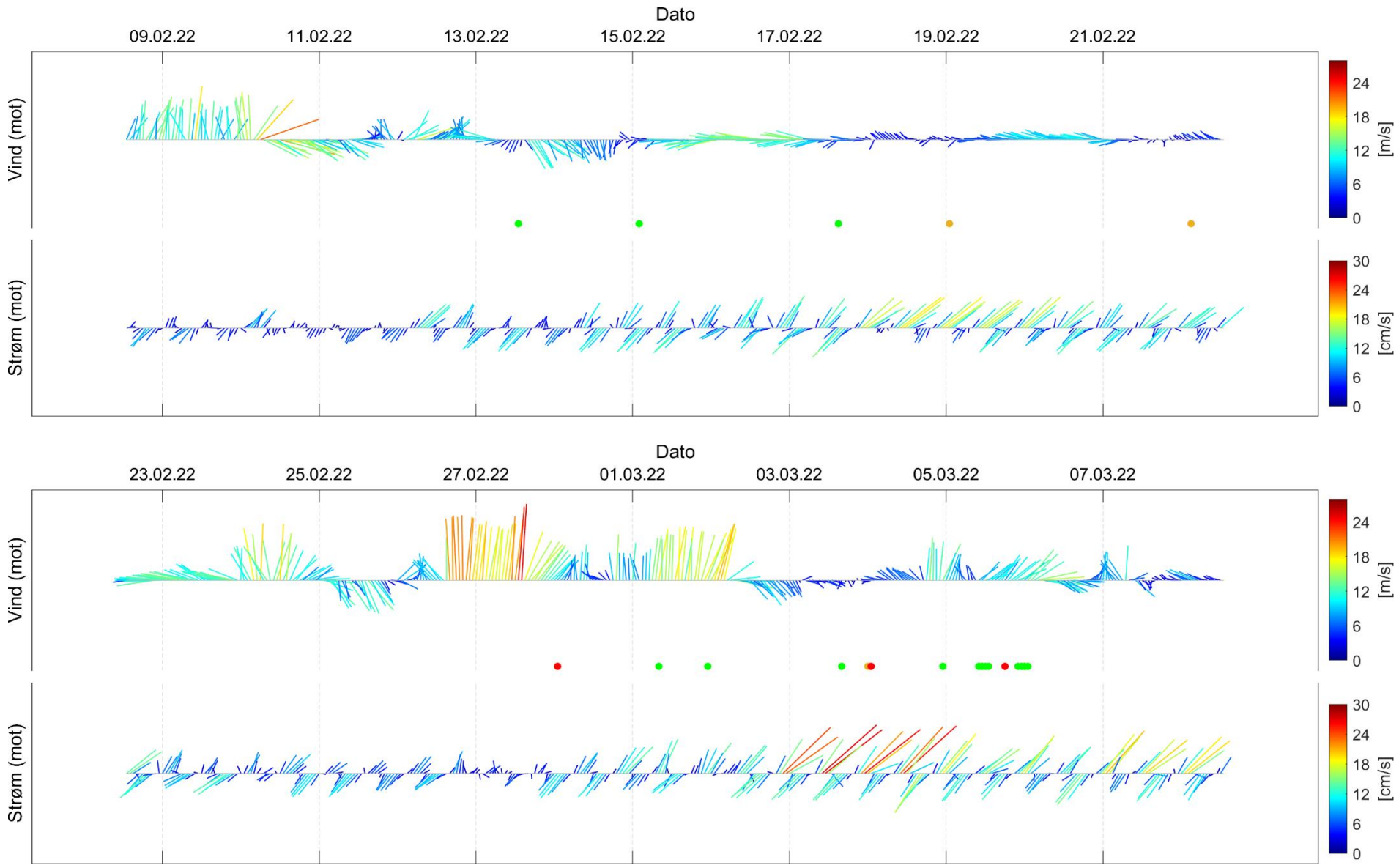
Ingen andre datapunkter er fjernet.

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

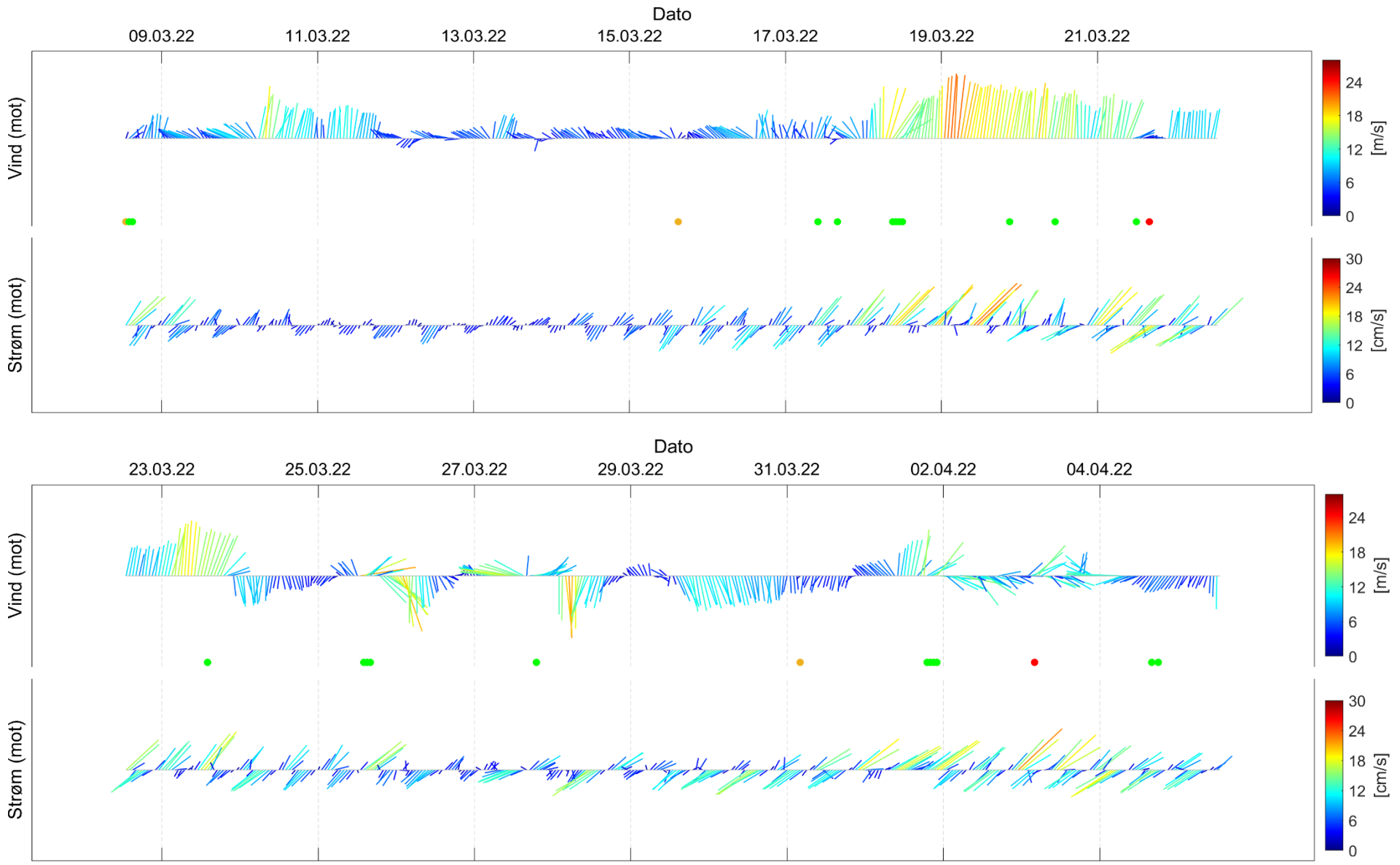
Figurene under viser vind- og strømhastighet i løpet av måleperioden, oppdelt i perioder på to uker. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne prikker) eller motsatt retning (røde prikker) indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm. Svak vind (< 3m/s) hvor strøm og vind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



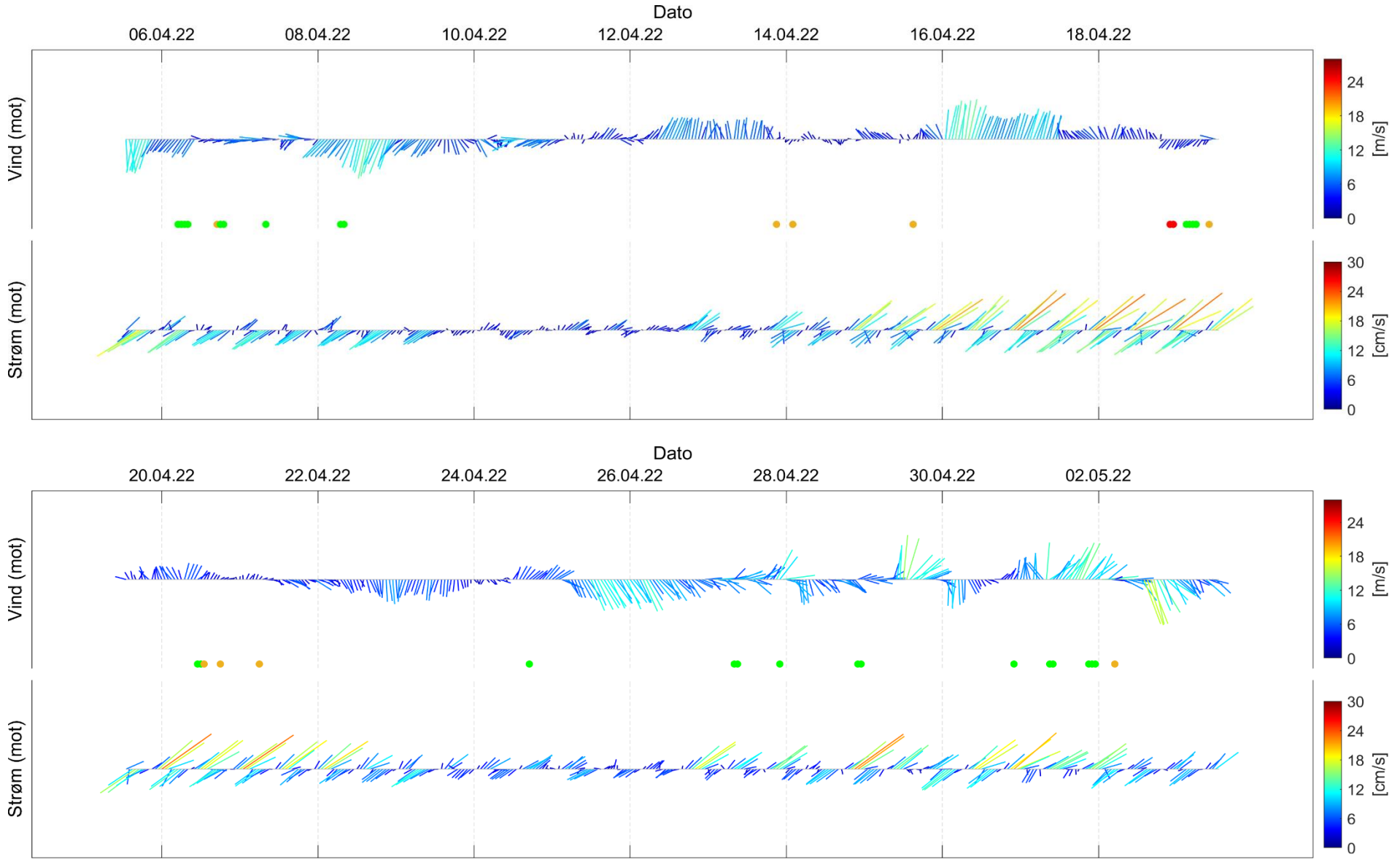
Figur 9.1. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Helligvær II (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden januar – mai.



Figur 9.2. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Helligvær II (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden januar – mai.



Figur 9.3. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Helligvær II (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden januar – mai.



Figur 9.4. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Helligvær II (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden januar – mai.

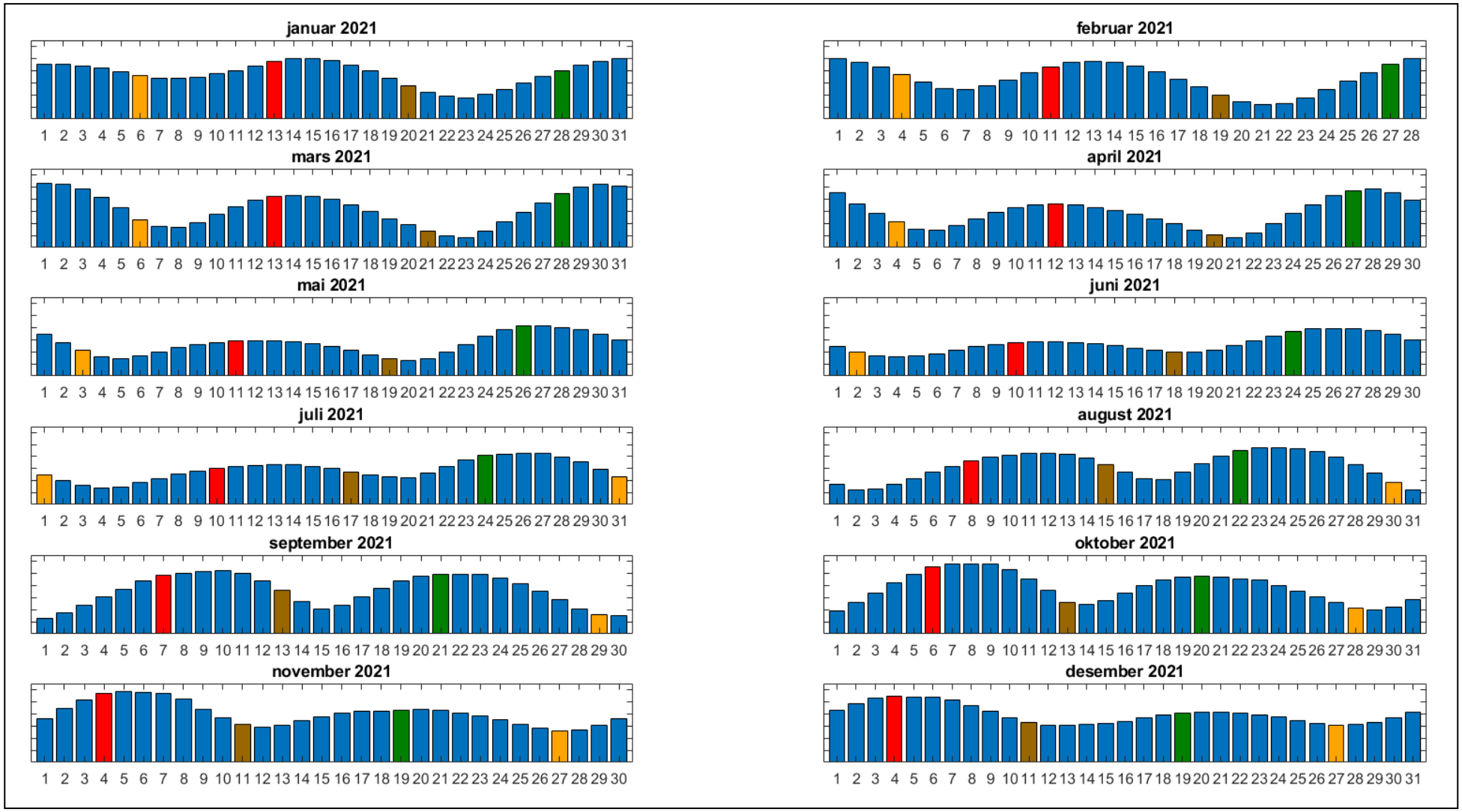
10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

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

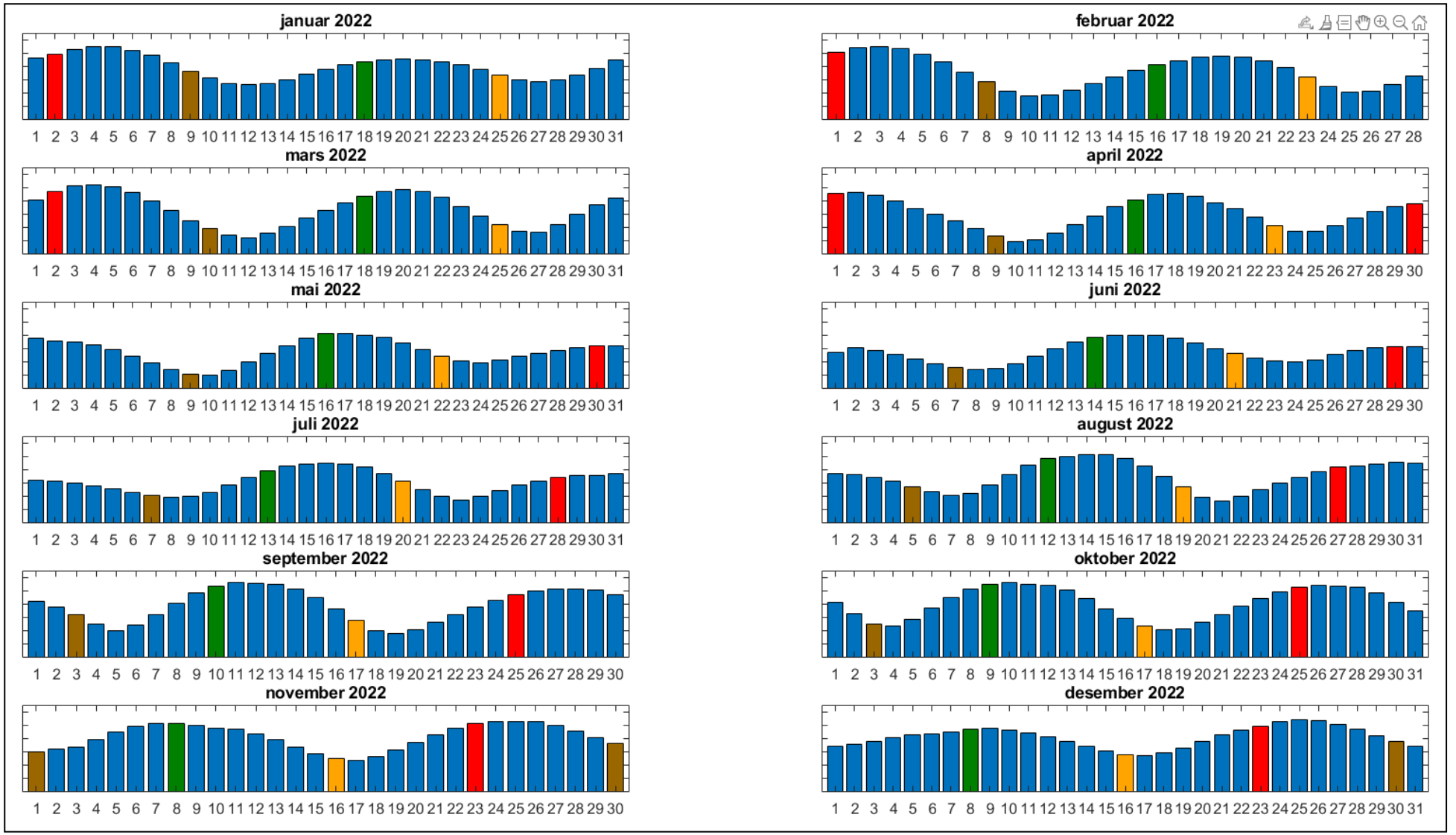
Tabell 10.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	**sterk**	**middels sterk**	**svak**	**svært svak**
Overflate	**5**	≥ 55	≥ 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

11. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner



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 (º) MM.MM (')
Strømretning (mot)	Grader (º)
Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
Vindretning (fra)	Grader (º)
Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
Temperatur	Grader celsius (°C)
Helning	Grader (º)
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 = kvadratrot (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. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Elsevier Science.

5. Fiskeridirektoratet (2021). Avklaring – Bruk av multiplikasjonsfaktorer iht. NS 9415:2021 for fastsettelse av dimensjonerende strømhastigheter basert på måling av strøm over en kortere periode enn ett år. Avklaring – Bruk av multiplikasjonsfaktorer iht. NS 94152021 for fastsettelse av dimensjonerende strømhastighet basert på måling av strøm over e (4023635).pdf, 3 sider.

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 (2022). 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 (2022). www.seklima.met.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.

15. Vedlegg - Resultater per måned på 5m dyp

15.1 Sammendrag av strømdata

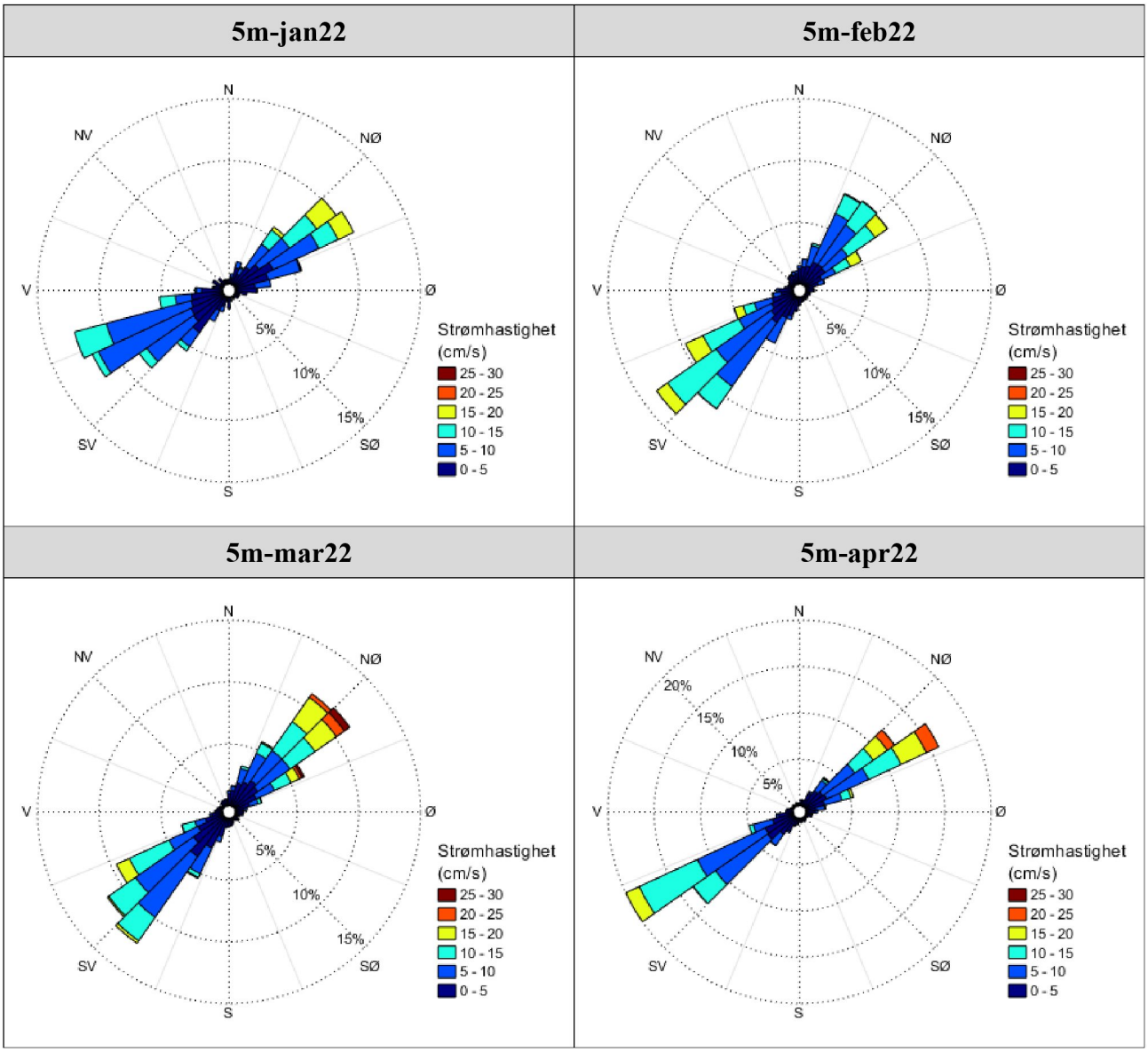
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 5m dyp er sammenfattet i Tabell 15.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 15.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m dyp per måned.

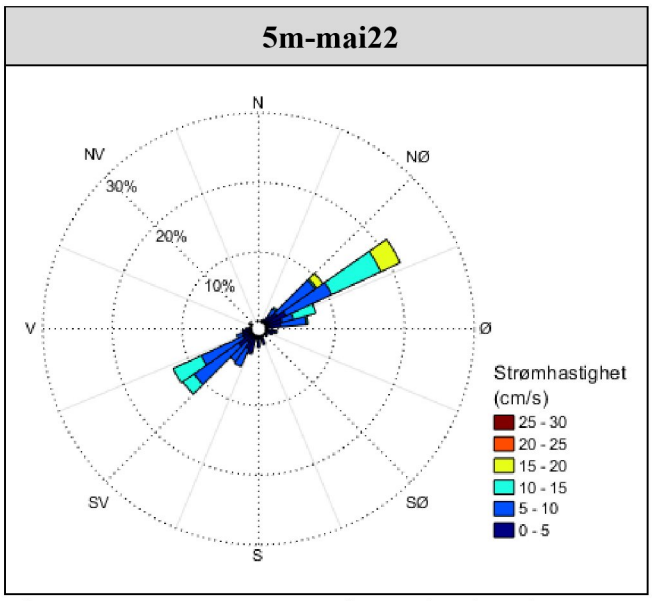
Måledyp	**5m-jan22**	**5m-feb22**	**5m-mar22**	**5m-apr22**	**5m-mai22**
Maksimum (cm/s)	18.6	21.6	29.8	25.3	16.6
Gjennomsnitt (cm/s)	6.1	7.1	7.4	7.4	7.0
Minimum (cm/s)	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
Signifikant maks (cm/s)	10.6	12.3	13.5	13.4	11.6
Signifikant min (cm/s)	2.3	2.5	2.3	2.4	2.7
Varians $(cm/s)^2$	15.2	19.7	27.3	26.4	16.1
Standardavvik (cm/s)	3.9	4.4	5.2	5.1	4.0
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	3.3	3.2	4.4	4.3	3.9
Lengste periode < 1cm/s (min)	30	50	70	50	20
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	24.8	21.0	22.7	22.0	18.1
Lengste periode < 3cm/s (min)	230	370	390	390	100
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	84.5	74.6	72.6	72.6	77.4
Lengste periode < 10cm/s (min)	3670	2890	9230	4720	480
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	0	0	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0	0
Effektiv transport					
Hastighet (cm/s)	0.5	1.1	0.5	0.4	1.5
Retning (grader)	310	262	22	70	80
Neumann-parameter	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2
Gjennomsnittlig vannforflytning $(m^3/m^2/d)$	5291	6096	6370	6431	6038

15.2 Strømroser

Strømrosene viser strømhastighet og strømretning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



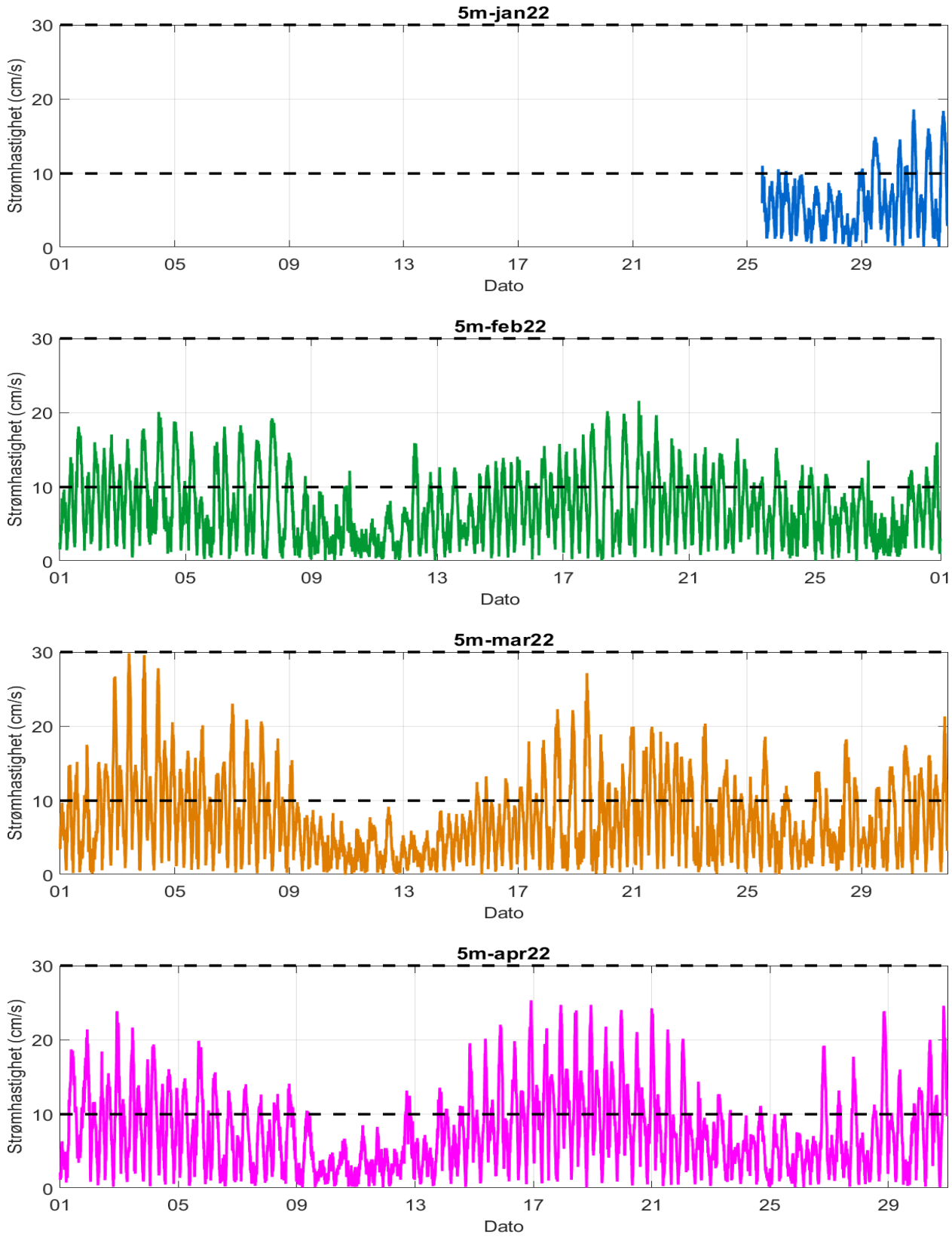
Figur 15.2.1. Strømroser på 5m dyp i januar, februar, mars og april 2022.



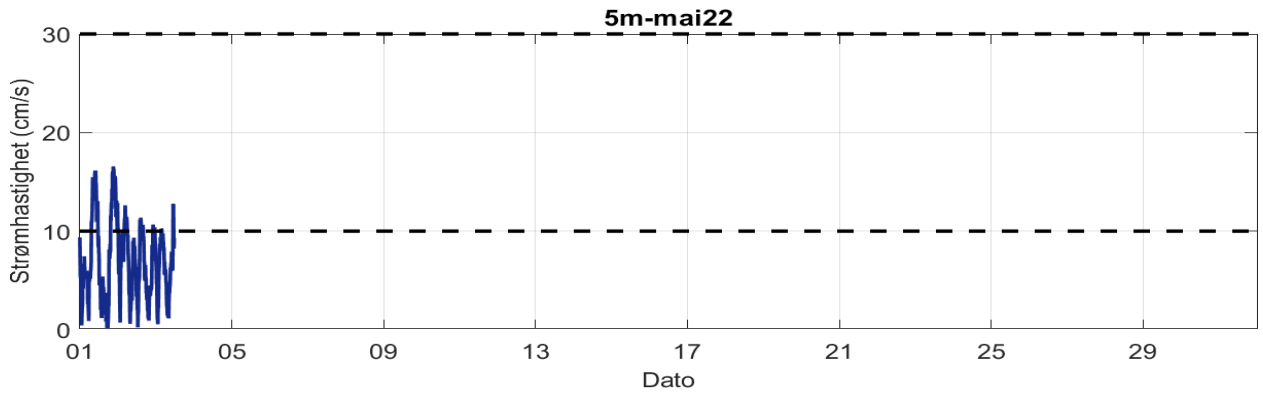
Figur 15.2.2. Strømroser på 5m dyp i mai 2022.

15.3 Tidsdiagram – strømhastighet

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



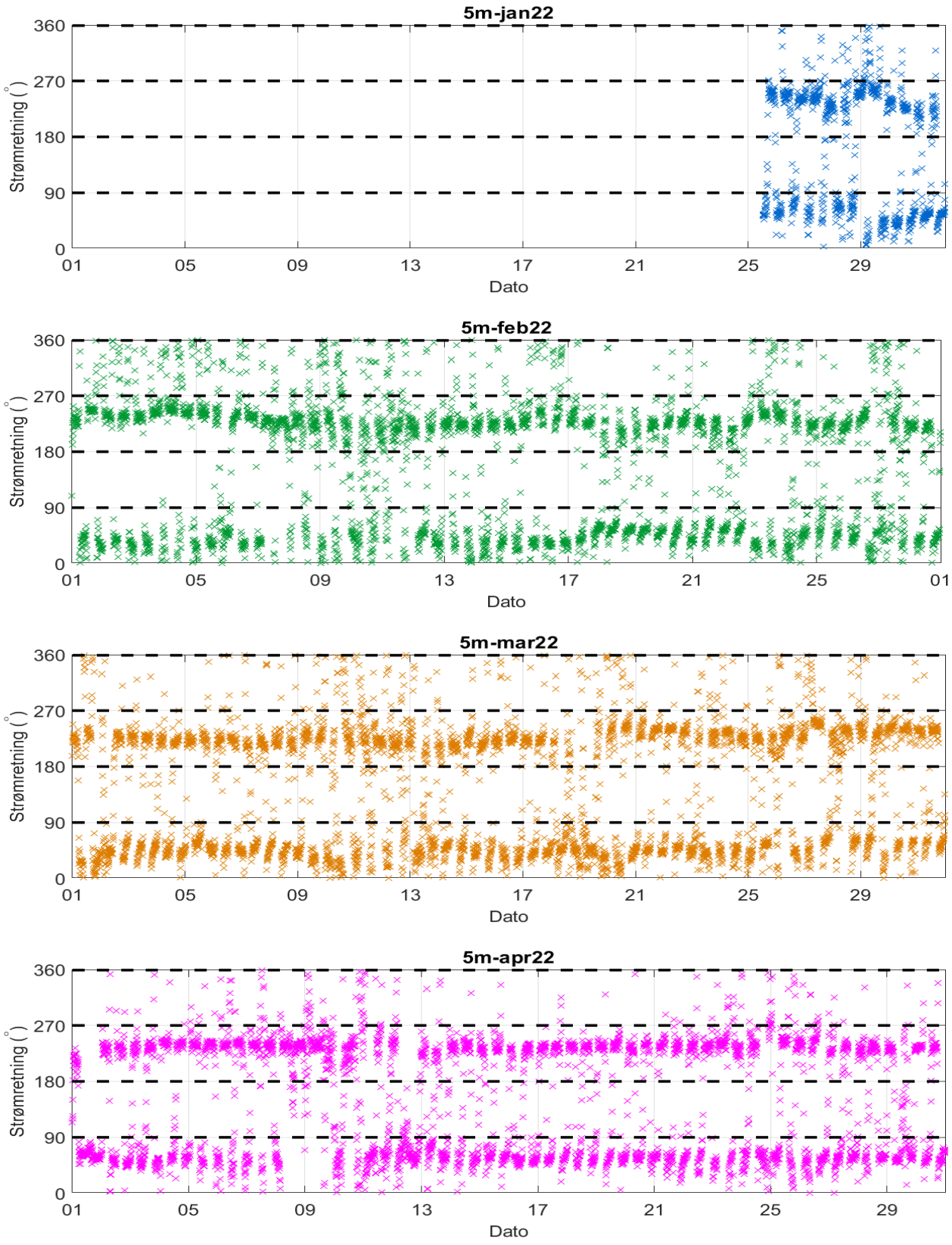
Figur 15.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i januar, februar, mars og april 2022. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



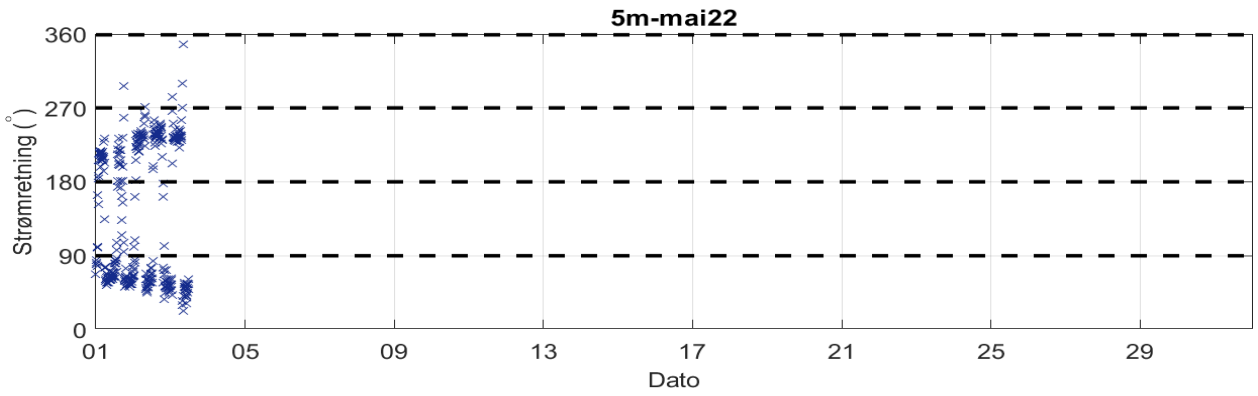
Figur 15.3.2. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i mai 2022. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

15.4 Tidsdiagram – strømhastighet

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 15.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i januar, februar, mars og april 2022. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 15.4.2. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i mai 2022. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

15.5 Persentilfordeling av strømhastighet

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

Tabell 15.5.1. Persentilfordeling av strømhastighet (cm/s) for 5m dyp per måned.

Persentil	5m-jan22	5m-feb22	5m-mar22	5m-apr22	5m-mai22
1	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4
10	1.8	1.9	1.7	1.7	1.9
20	2.6	2.9	2.7	2.8	3.2
30	3.5	4.0	3.8	3.9	4.5
40	4.4	5.1	4.9	5.1	5.5
50	5.6	6.2	6.1	6.3	6.4
60	6.6	7.6	7.7	7.9	7.9
70	7.4	9.3	9.5	9.5	9.3
80	8.8	11.1	11.9	11.5	10.2
90	12.0	13.5	14.6	14.8	12.8
95	14.2	15.5	17.2	17.8	14.6
99	17.2	18.3	23.1	22.2	16.1

15.6 Prosentfordeling av strømhastighet

Verdiene i tabellen indikerer prosent av data som er lik eller høyere enn strømhastighet (cm/s) oppgitt i kolonnen til venstre.

Tabell 15.6.1. Prosent (%) av data for 5m som er lik eller høyere enn oppgitt hastighet.

Strømhastighet (cm/s)	5m-jan22	5m-feb22	5m-mar22	5m-apr22	5m-mai22
1	96.7	96.8	95.6	95.7	96.1
3	75.2	79.0	77.3	78.0	81.9
5	55.2	60.8	59.2	61.1	65.5
10	15.5	25.4	27.4	27.4	22.6
20		0.07	2.1	2.5	

16. Vedlegg - Resultater per måned på 15m dyp

16.1 Sammendrag av strømdata

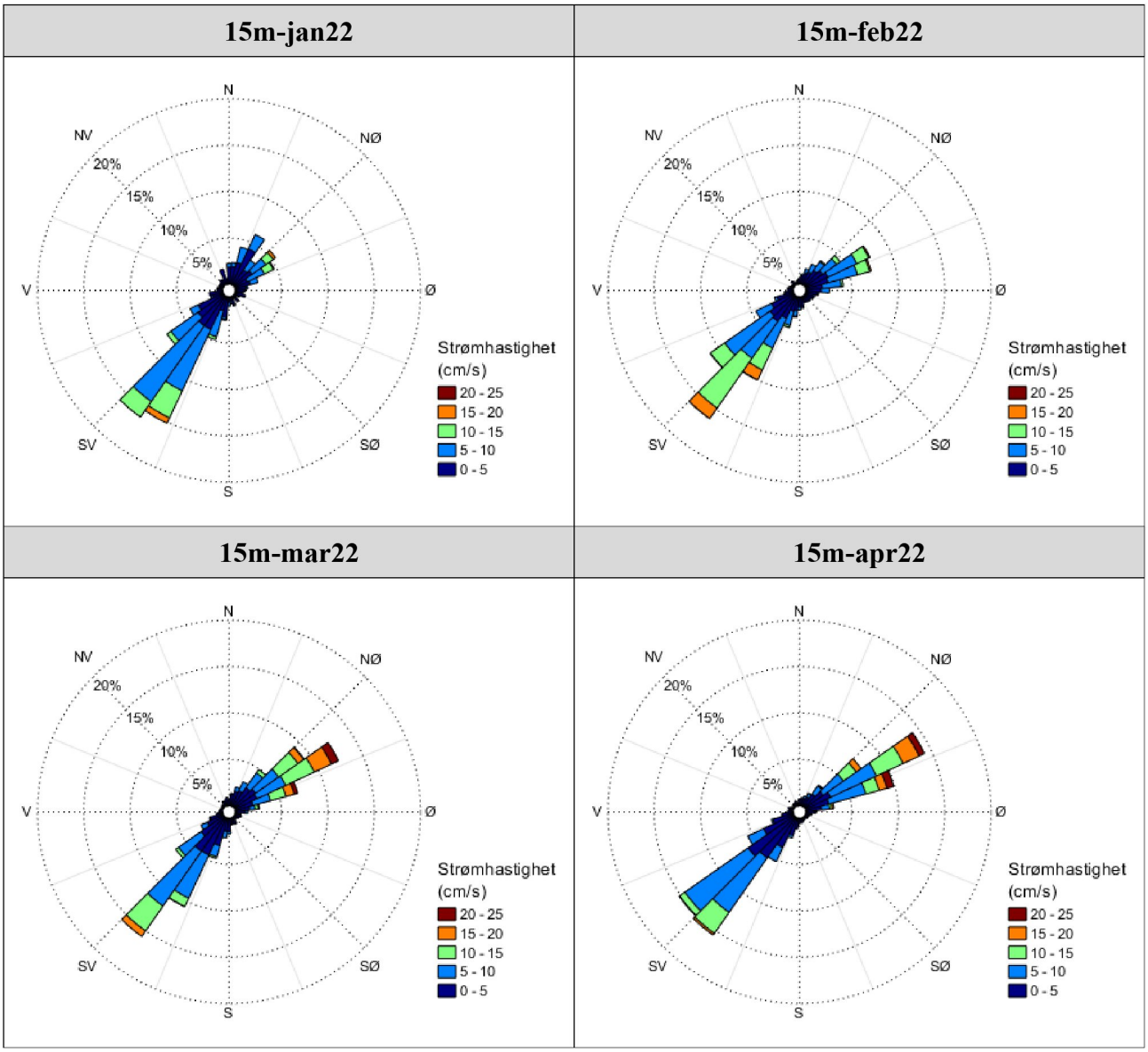
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 15m dyp er sammenfattet i Tabell 16.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 16.1.1. Sammendrag av strømdata fra 15m dyp per måned.

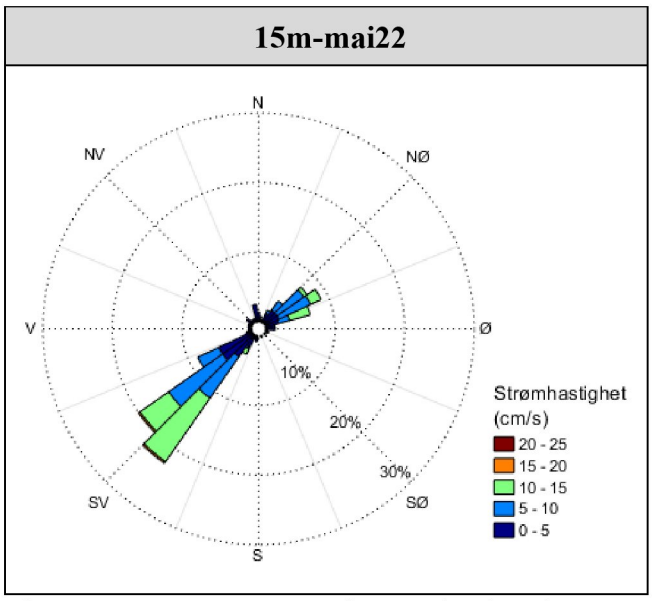
Måledyp	**15m-jan22**	**15m-feb22**	**15m-mar22**	**15m-apr22**	**15m-mai22**
Maksimum (cm/s)	16.4	20.4	28.2	25.0	15.3
Gjennomsnitt (cm/s)	5.2	6.1	6.3	6.0	6.5
Minimum (cm/s)	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1
Signifikant maks (cm/s)	9.0	10.8	11.8	10.9	10.9
Signifikant min (cm/s)	2.0	2.1	2.0	2.0	2.5
Varians (cm/s)²	10.6	16.1	22.1	19.5	13.7
Standardavvik (cm/s)	3.3	4.0	4.7	4.4	3.7
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	5.0	5.0	5.2	5.5	3.6
Lengste periode < 1cm/s (min)	40	60	80	80	50
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	29.0	26.0	27.6	26.9	19.8
Lengste periode < 3cm/s (min)	140	250	390	350	140
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	90.7	81.9	80.8	84.3	77.2
Lengste periode < 10cm/s (min)	2920	4040	7600	6040	1020
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	0	0	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0	0
Effektiv transport					
Hastighet (cm/s)	1.8	2.1	1.3	1.0	2.1
Retning (grader)	210	197	100	99	219
Neumann-parameter	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3
Gjennomsnittlig vannforflytning (m³/m²/d)	4491	5231	5467	5181	5615

16.2 Strømroser

Strømrosene viser strømhastighet og strømretning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



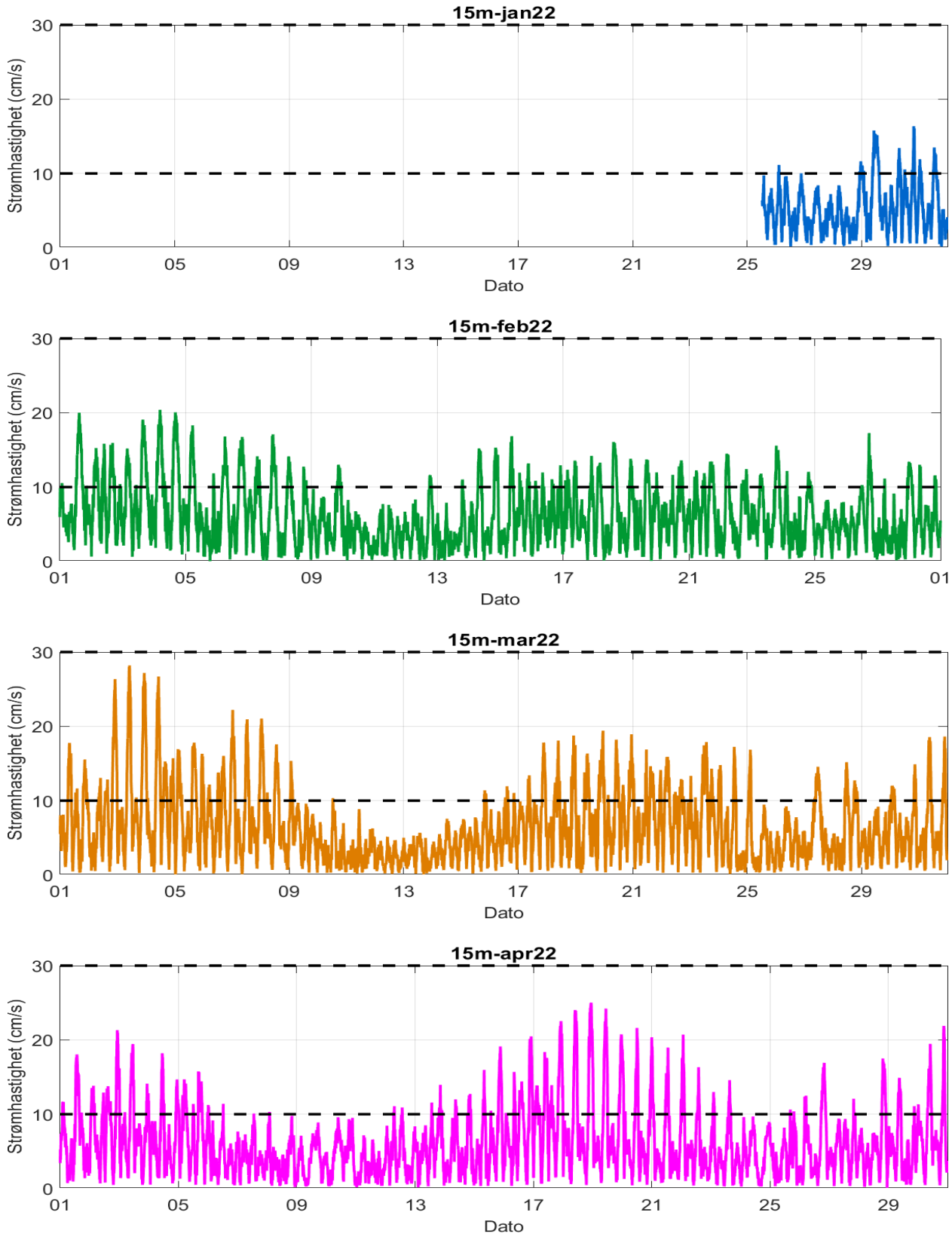
Figur 16.2.1. Strømroser på 15m dyp i januar, februar, mars og april 2022.



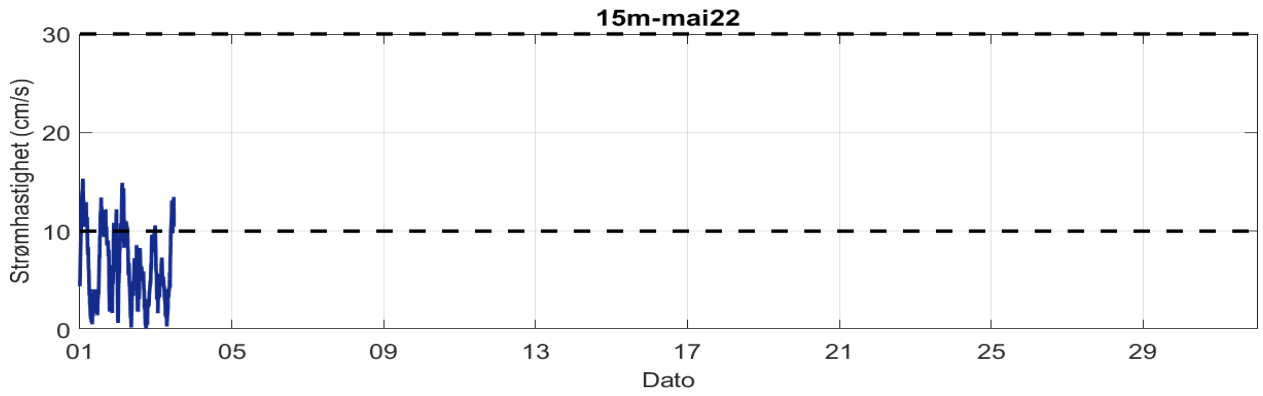
Figur 16.2.2. Strømroser på 15m dyp i mai 2022.

16.3 Tidsdiagram – strømhastighet

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



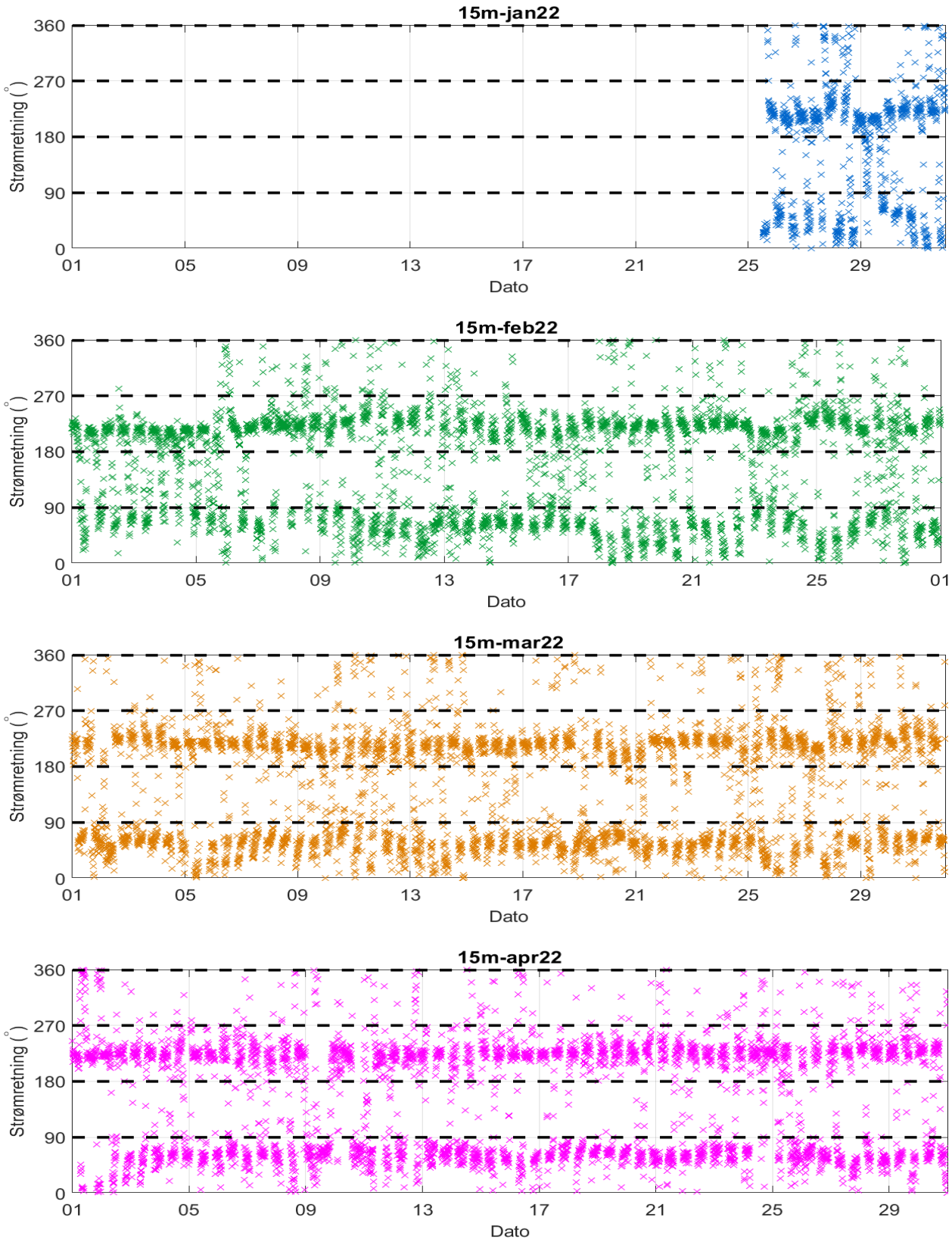
Figur 16.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i januar, februar, mars og april 2022. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



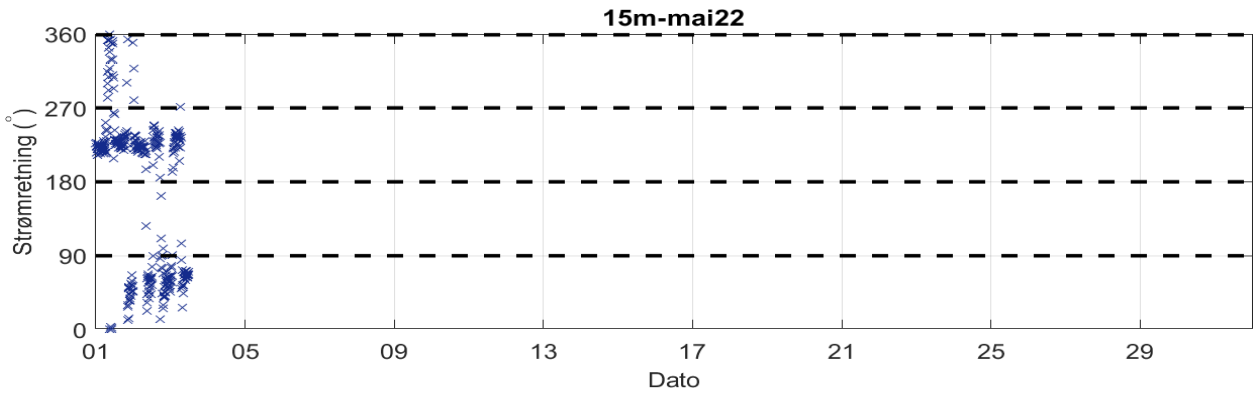
Figur 16.3.2. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i mai 2022. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

16.4 Tidsdiagram – strømhastighet

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i januar, februar, mars og april 2022. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.2. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i mai 2022. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

16.5 Persentilfordeling av strømhastighet

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

Tabell 16.5.1. Persentilfordeling av strømhastighet (cm/s) for 15m dyp per måned.

Persentil	15m-jan22	15m-feb22	15m-mar22	15m-apr22	15m-mai22
1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
10	1.5	1.5	1.5	1.4	1.7
20	2.4	2.5	2.4	2.4	3.0
30	3.1	3.4	3.2	3.2	4.0
40	3.7	4.3	4.1	4.1	4.8
50	4.7	5.2	5.1	5.0	5.9
60	5.5	6.2	6.2	5.9	7.6
70	6.3	7.5	7.8	7.1	9.0
80	7.8	9.5	9.8	8.7	10.4
90	9.8	12.0	13.1	12.0	11.4
95	11.6	13.8	15.5	15.5	12.8
99	15.1	17.4	21.3	20.9	14.3

16.6 Prosentfordeling av strømhastighet

Verdiene i tabellen indikerer prosent av data som er lik eller høyere enn strømhastighet (cm/s) oppgitt i kolonnen til venstre.

Tabell 16.6.1. Prosent (%) av data for 15m som er lik eller høyere enn oppgitt hastighet.

Strømhastighet (cm/s)	15m-jan22	15m-feb22	15m-mar22	15m-apr22	15m-mai22
1	95.0	95.0	94.8	94.5	96.4
3	71.0	74.0	72.4	73.1	80.2
5	45.9	52.1	51.1	50.6	57.4
10	9.3	18.1	19.2	15.7	22.8
20		0.07	1.3	1.4	

17. Vedlegg – Resultater per måned på bunndyp (18m)

17.1 Sammendrag av strømdata

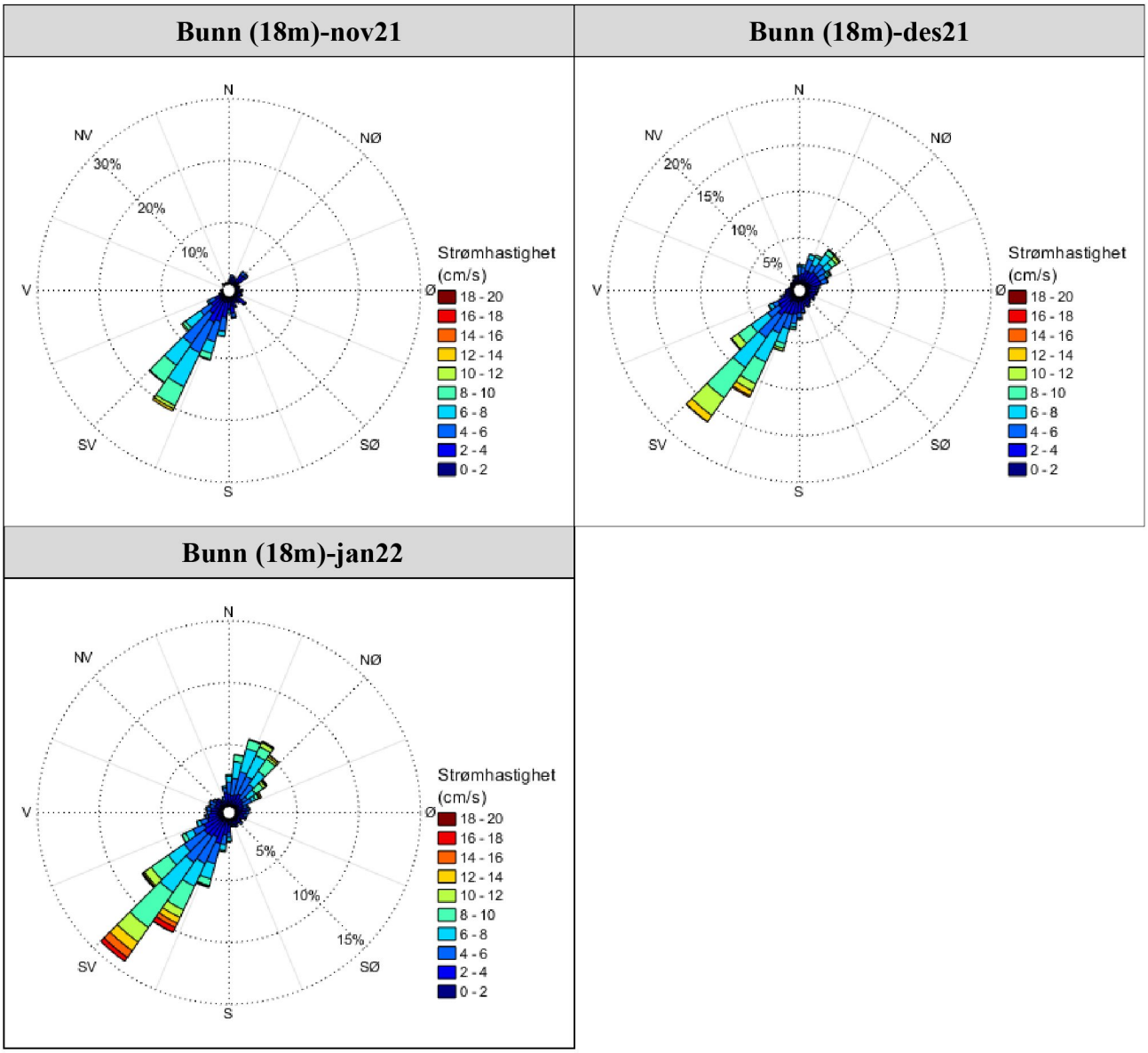
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for bunndyp (18m) er sammenfattet i Tabell 17.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 17.1.1. Sammendrag av strømdata fra bunndyp (18m) per måned.

Måledyp	**Bunn (18m)-nov21**	**Bunn (18m)-des21**	**Bunn (18m)-jan22**
Maksimum (cm/s)	12.6	15.9	18.9
Gjennomsnitt (cm/s)	4.4	5.0	5.6
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.0
Signifikant maks (cm/s)	7.3	8.6	9.3
Signifikant min (cm/s)	1.8	2.0	2.4
Varians $(cm/s)^2$	6.0	9.0	10.4
Standardavvik (cm/s)	2.5	3.0	3.2
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	3.8	3.8	3.1
Lengste periode < 1cm/s (min)	40	70	30
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	31.9	25.7	20.3
Lengste periode < 3cm/s (min)	280	310	190
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	92.2	79.1	82.2
Lengste periode < 10cm/s (min)	1510	4930	2970
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0
Effektiv transport			
Hastighet (cm/s)	3.3	2.1	1.4
Retning (grader)	208	210	230
Neumann-parameter	0.8	0.4	0.3
Gjennomsnittlig vannforflytning ($m^3/m^2/d$)	3805	4358	4848

17.2 Strømroser

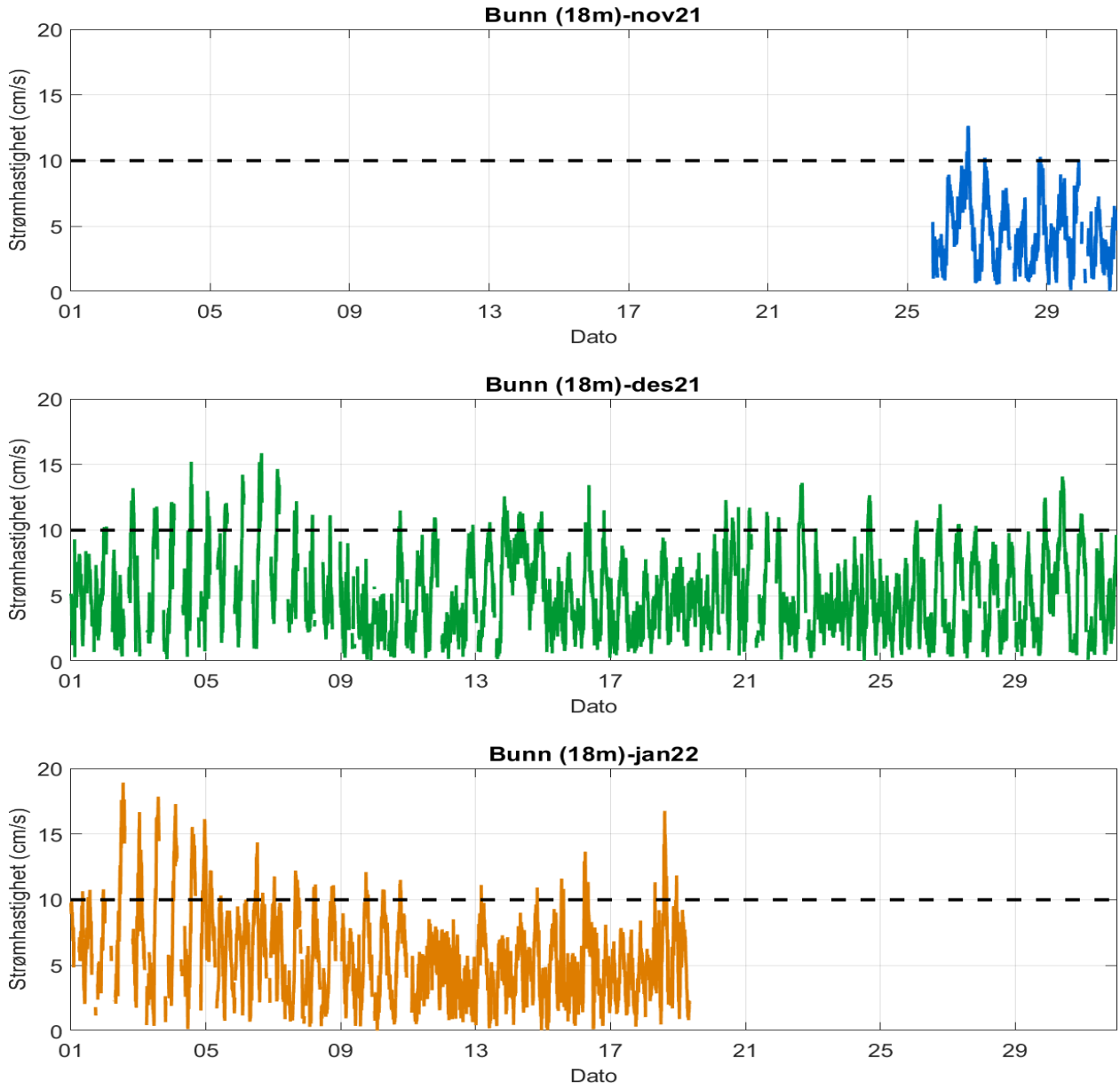
Strømrosene viser strømhastighet og strømretning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



Figur 17.2.1. Strømroser på bunndyp i november, desember og januar 2021 – 2022.

17.3 Tidsdiagram – strømhastighet

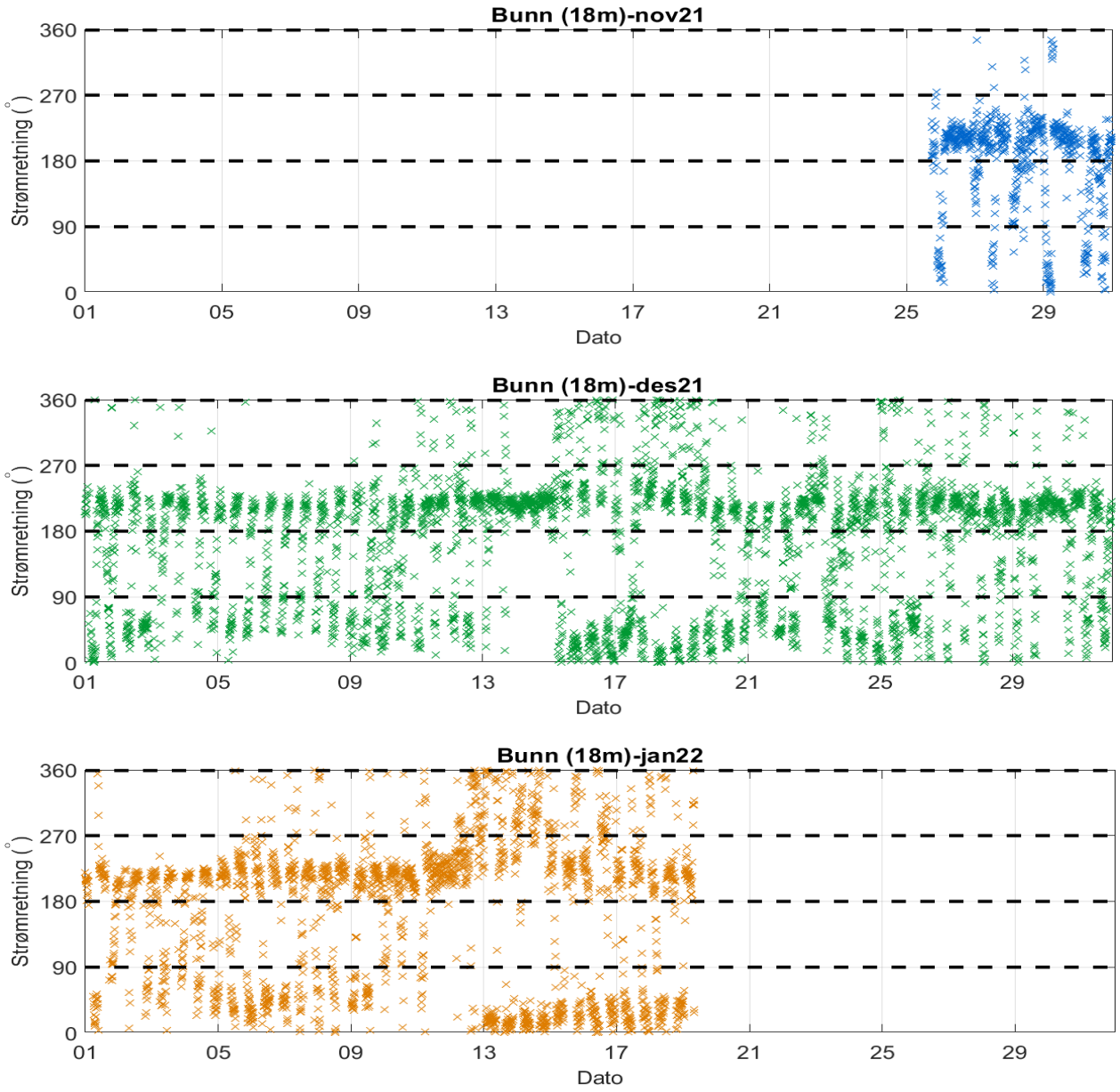
Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på bunndyp i november, desember og januar 2021 – 2022. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

17.4 Tidsdiagram – strømhastighet

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.1. Tidsdiagram av strømretning på bunndyp i november, desember og januar 2021 – 2022. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

17.5 Persentilfordeling av strømhastighet

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

Tabell 17.5.1. Persentilfordeling av strømhastighet (cm/s) for bunndyp (18m) per måned.

Persentil	Bunn (18m)-nov21	Bunn (18m)-des21	Bunn (18m)-jan22
1	0.7	0.5	0.5
10	1.4	1.5	1.9
20	2.1	2.3	2.8
30	2.7	3.0	3.6
40	3.4	3.7	4.4
50	4.1	4.5	5.2
60	4.8	5.5	6.0
70	5.7	6.5	7.0
80	6.6	7.7	8.2
90	8.0	9.4	9.6
95	8.8	10.6	11.4
99	10.4	12.7	15.9

17.6 Prosentfordeling av strømhastighet

Verdiene i tabellen indikerer prosent av data som er lik eller høyere enn strømhastighet (cm/s) oppgitt i kolonnen til venstre.

Tabell 17.6.1. Prosent (%) av data for bunndyp (18m) som er lik eller høyere enn oppgitt hastighet.

Strømhastighet (cm/s)	Bunn (18m)-nov21	Bunn (18m)-des21	Bunn (18m)-jan22
1	95.9	95.5	96.6
3	66.0	69.8	77.3
5	37.7	44.5	52.4
10	1.5	7.0	8.3