

Strømrapport

**Måling av overflate- (5m) og
dimensjoneringsstrøm (15m) ved**

Fætten i

**april 2019 – november 2020
oktober 2021 – desember 2021**

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Fætten. SR-LM-Fætten-101705-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	03.02.22	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	Fætten	Lokalitetsnummer	10229
Kommune	Heim	Fylke	Trøndelag
Oppdragsgiver			
Selskap	Lerøy Midt AS; Industriparkveien 31, 7246 SANDSTAD, NORGE		
Kontaktperson	Jøran Skar	joran.skar@leroymidt.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Henry Køhler Haug	henry.haug@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Marit Stokke	marit.stokke@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
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	67.9 (Ø)	55.5 (Ø)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	10.7	6.3
Strømstyrke < 1cm/s (%)	0.7	2.7
Strømstyrke < 3cm/s (%)	4.8	19.5
Strømstyrke < 10cm/s (%)	23.8	67.7
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	1.5	0.2
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.09	0.00
Neumann-parameter	0.1	0.3

10-års og 50-års strømhastighet fra EVA

Retningene som er oppgitt i raden under maksstrømmen er retningen til den respektive maksimalmålingen. Data er samlet for alle måleperioder. 10-års og 50-års strøm er beregnet ved bruk av ekstremverdianalyse (EVA) etter NS 9415:2009.

10-års og 50-års strøm 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)	18.7	50.1	67.9	39.4	16.6	39.3	55.2	32.0
Retning (°)	11	52	95	116	201	247	258	296
10-år (cm/s)	24	49	85	43	21	49	70	34
50-år (cm/s)	27	55	95	48	24	55	79	42

10-års og 50-års strøm 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)	19.4	41.1	55.5	26.4	12.8	21.4	32.5	23.8
Retning (°)	358	55	71	113	191	240	284	295
10-år (cm/s)	27	48	68	47	25	33	47	32
50-år (cm/s)	35	63	88	61	32	43	61	42

Innholdsfortegnelse

1. Forord	7
2. Områdebeskrivelse	8
3. Metodikk.....	9
4. Resultater.....	12
4.1 Sammendrag av strømdata	12
4.2 Strømroser	13
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning	14
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.....	22
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	23
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	24
4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	25
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	25
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	25
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	25
4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	26
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	27
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	27
4.21 Strømfordeling	28
4.22 Strømvarighet.....	30
4.23 Tidevannsanalyse	31
4.24 Todagersperiode	34
4.25 Vind under måleperioden.....	35
4.26 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	Vannsøylens vertikale struktur.....	43
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	Riggoppsett	48
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	52
8.1	Databearbeiding	53
8.2	Kvalitetssikring av data.....	56
8.3	Fjernede dataverdier.....	60
8.3.1	Måleperiode	60
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	60
9.	Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm	61
10.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser	77
11.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner	78
12.	EVA	81
12.1	5m dyp.....	81
12.2	15m dyp.....	81
13.	Vedlegg – Måleenheter	82
14.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	83
15.	Vedlegg – Referanser	84
16.	Vedlegg - Resultater per måned på 5m dyp	85
16.1	Sammendrag av strømdata	85
16.2	Strømroser	87
16.3	Tidsdiagram – strømhastighet	91
16.4	Tidsdiagram – strømhastighet	96
16.5	Persentilfordeling av strømhastighet.....	101
16.6	Prosentfordeling av strømhastighet.....	102
17.	Vedlegg - Resultater per måned på 15m dyp	103
17.1	Sammendrag av strømdata	103
17.2	Strømroser	105

17.3	Tidsdiagram – strømhastighet	109
17.4	Tidsdiagram – strømhastighet	114
17.5	Persentilfordeling av strømhastighet.....	119
17.6	Prosentfordeling av strømhastighet.....	120

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Lerøy Midt utført strømmålinger ved oppdrettslokalitet Fætten 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).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Fætten ligger i Heim kommune, Trøndelag (Figur 2.1). Fætten ligger i Arasvikfjorden, nord for Hennset og sør for Arasvika ferjekai.

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

Bunntopografi er ca. 105m – 152m dyp og forholdsvis flat 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 i en posisjon for måleperiode P1 og P2, og i en annen posisjon for P3, P4 og P5. Det er ca. 253m mellom de to måleposisjonene. I løpet av P3 hadde riggen flyttet seg ca. 80m øst fra utsett til opptak. Det var målt strøm mellom P2 og P3, men de instrumentene forsvant.

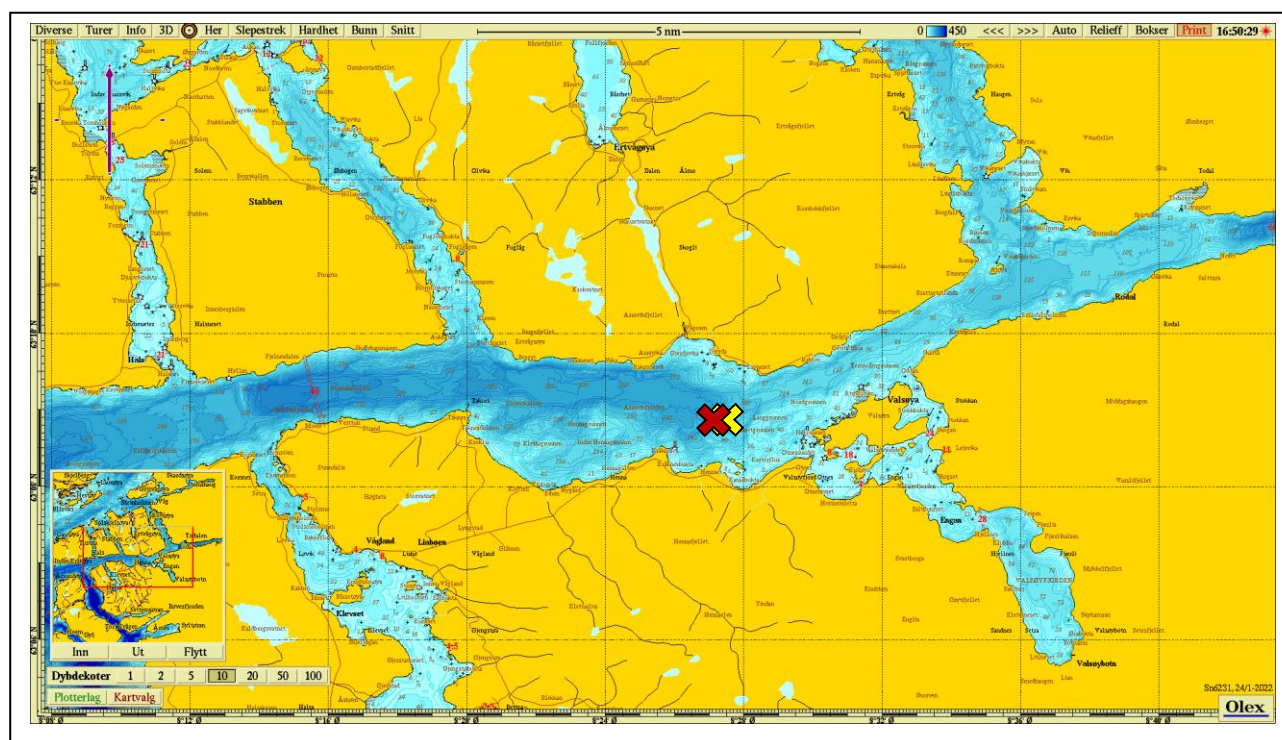
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringene for alle måleperiodene vurdert som gode for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 – Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonene som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonene.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

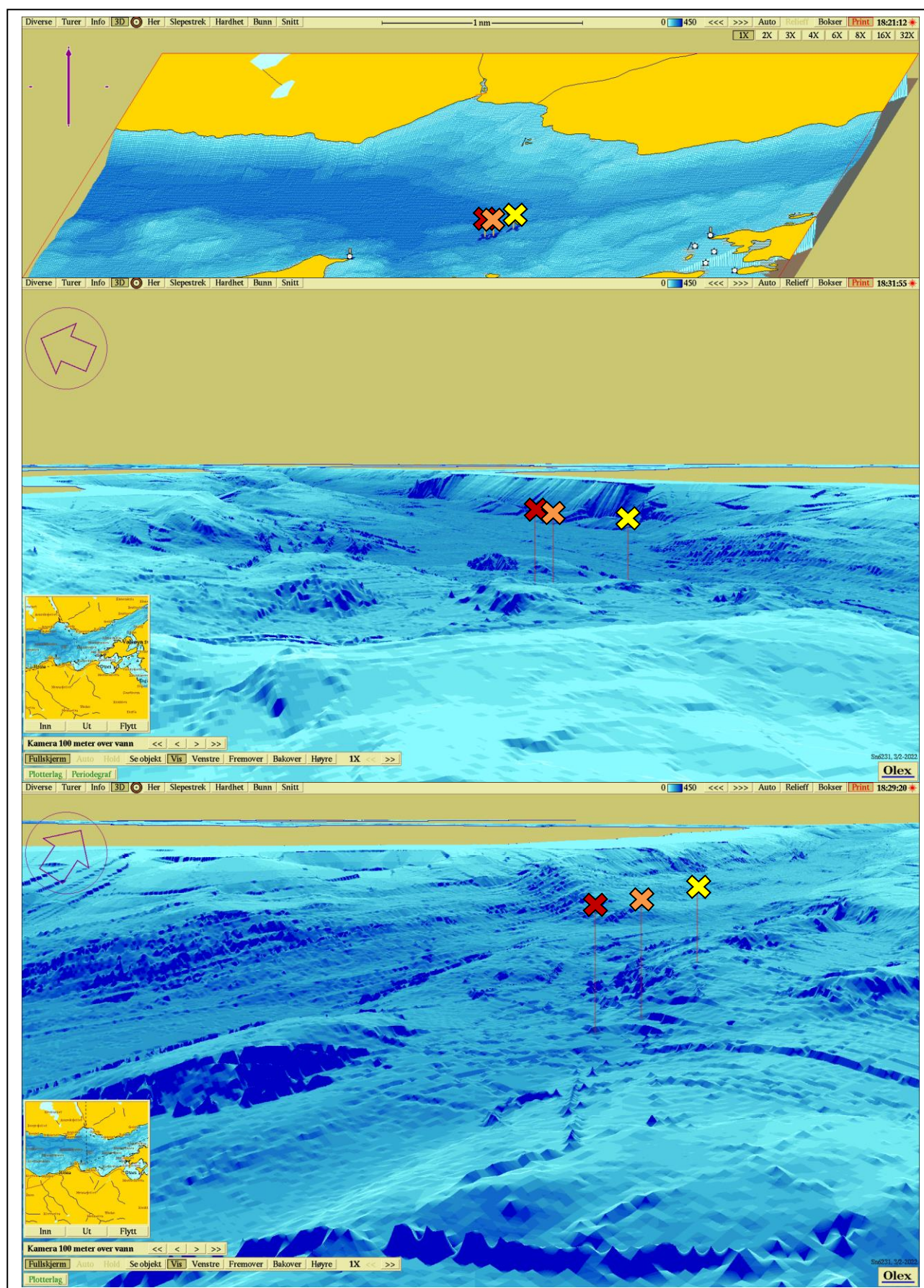
Måledyp	5m	15m
Posisjonsanvisning	P1/P2: ✖ P3/P5: ✖ P3 ved opptak: ✖	P1/P2: ✖ P3/P4: ✖ P3 ved opptak: ✖
Posisjon	P1: 63° 08.866' N; 008° 27.523' Ø	P1: 63° 08.866' N; 008° 27.523' Ø
	P2: 63° 08.866' N; 008° 27.523' Ø	P2: 63° 08.866' N; 008° 27.523' Ø
	P3: 63° 08.838' N; 008° 27.227' Ø	P3: 63° 08.838' N; 008° 27.227' Ø
	P3 opptak: 63° 08.838' N; 008° 27.318' Ø	P3 opptak: 63° 08.838' N; 008° 27.318' Ø
	P4: -	P4: 63° 08.838' N; 008° 27.227' Ø
Dyp på målested	P5: 63° 08.838' N; 008° 27.227' Ø	P5: -
	P1: 105m	P1: 105m
	P2: 105m	P2: 105m
	P3: 152m	P3: 152m
	P4: -	P4: 152m
Instrumenttype	P5: 152m	P5: -
	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	26.04.19 - 11.12.21	26.04.19 - 12.11.20
	P1: 26.04.19 - 11.09.19	P1: 26.04.19 - 11.09.19
	P2: 11.09.19 - 10.12.19	P2: 11.09.19 - 10.12.19
	P3: 27.03.20 - 02.07.20	P3: 27.03.20 - 02.07.20
	P4: -	P4: 02.07.20 - 12.11.20
	P5: 05.10.21 – 11.12.21	P5: -
Måleintervall	10 minutter	10 minutter

Forts. Tabell 3.1.

Måledyp	5m	15m
Antall døgn	391.8 / 391.9	457.8 / 457.9
	P1: 137.9 / 137.9	P1: 137.9 / 137.9
	P2: 90.1 / 90.1	P2: 90.1 / 90.1
	P3: 97.1 / 97.1	P3: 97.1 / 205.2
	P4: -	P4: 132.8 / 132.8
Manuelt/automatisk fjernede datapunkt	P5: 66.8 / 66.8	P5: -
	P1: 2	P1: 2
	P2: 6	P2: 6
	P3: 8	P3: 8
	P4: -	P4: 0
Manglende datapunkt mellom perioder	P5: 0	P5: -
	P1 - P2: 7	P1 - P2: 7
	P2 - P3: 15 568	P2 - P3: 15 568
	P3 - P5: 66 224	P3 - P4: 16



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss for P1-P2 og med rødt kryss for P3-P5. Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



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

4. Resultater

4.1 Sammendrag av strømdata

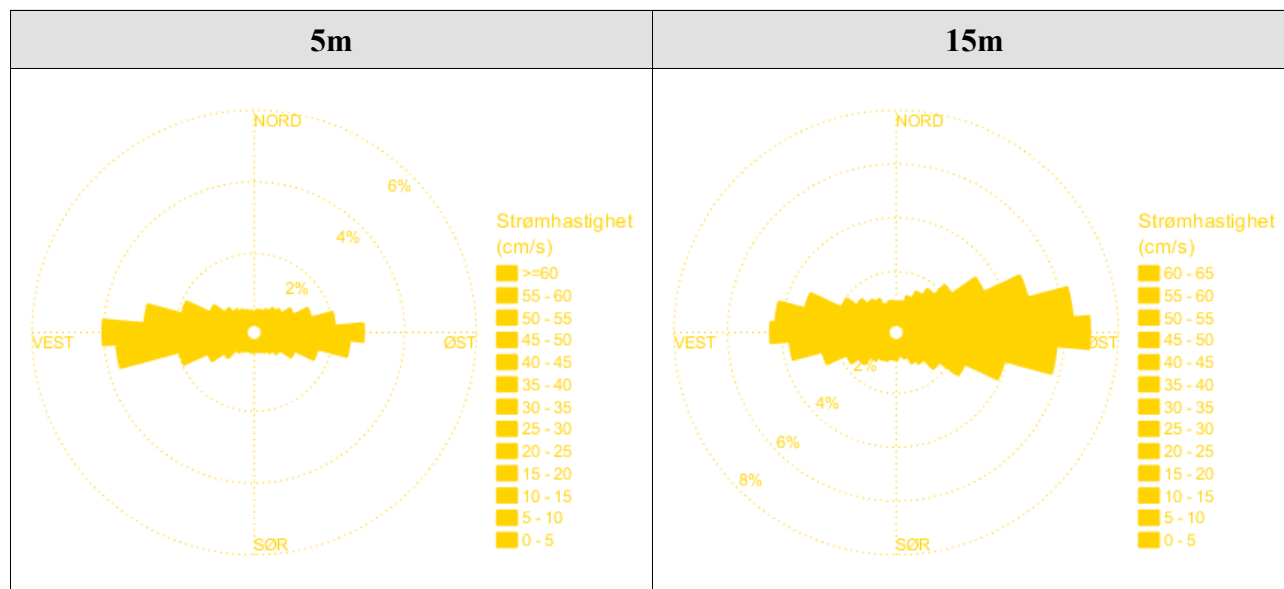
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

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

Måledyp	5m	15m
Sjøtemperatur (°C)	4.3 - 14.9	-0.2 - 15.8
Strømhastighet		
Maksimum (cm/s)	67.9	55.5
Gjennomsnitt (cm/s)	10.7	6.3
Minimum (cm/s)	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	12.6	10.3
Signifikant min (cm/s)	7.5	2.6
Varians (cm/s) ²	69.3	20.6
Standardavvik (cm/s)	8.3	4.5
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	0.7	2.7
Lengste periode < 1cm/s (min)	70	90
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	4.8	19.5
Lengste periode < 3cm/s (min)	440	490
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	23.8	67.7
Lengste periode < 10cm/s (min)	2910	14420
% ≥ 30cm/s	1.5	0.2
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	780	250
% ≥ 50cm/s	0.09	0.00
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	280	20
Effektiv transport		
Hastighet (cm/s)	1.2	1.7
Retning (grader)	263	81
Neumann-parameter	0.1	0.3
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	9253	5410

4.2 Strømroser

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



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

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

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

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

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

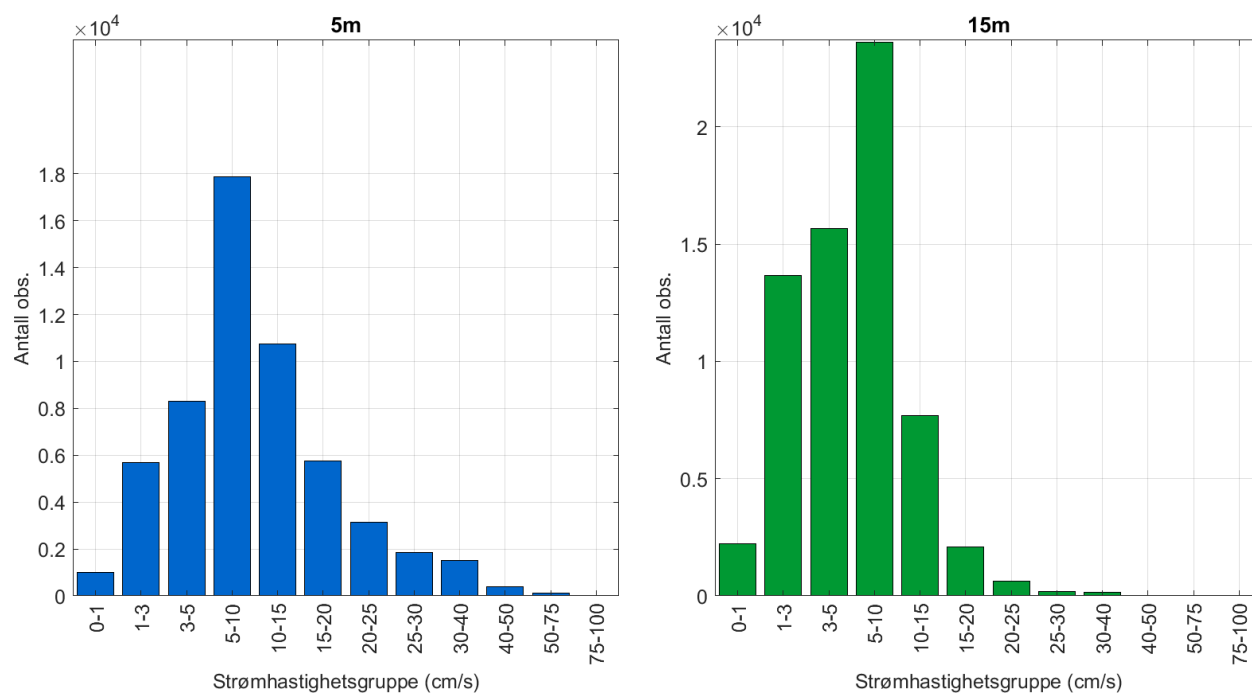
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	42	216	271	274	47	4	0	0	0	0	0	0	0	854	0.6	24294	0.7	17.6
N	15	47	225	273	334	60	11	0	0	0	0	0	0	0	950	0.7	29227	0.8	18.7
NØ	30	44	276	263	398	93	22	8	1	1	0	0	0	0	1106	0.8	37036	1.0	31.4
NØ	45	45	240	314	530	191	83	30	7	6	2	1	0	0	1449	1.0	62978	1.7	50.1
NØ	60	44	241	358	730	373	169	100	50	18	0	0	0	0	2083	1.5	114170	3.1	39.9
Ø	75	31	251	409	1184	723	453	284	144	119	53	22	0	0	3673	2.7	273782	7.6	66.8
Ø	90	41	240	452	1351	1317	879	535	385	354	134	86	0	0	5774	4.2	536812	14.8	67.9
Ø	105	37	228	403	1197	1014	595	346	198	186	29	5	0	0	4238	3.1	328018	9.0	61.9
SØ	120	39	229	373	866	447	137	60	31	9	0	0	0	0	2191	1.6	111797	3.1	39.4
SØ	135	37	224	316	490	131	24	4	0	0	0	0	0	0	1226	0.9	43465	1.2	23.7
SØ	150	37	213	303	340	47	1	0	0	0	0	0	0	0	941	0.7	27489	0.8	16.6
S	165	30	163	258	300	25	0	0	0	0	0	0	0	0	776	0.6	22387	0.6	13.5
S	180	35	187	241	273	20	0	0	0	0	0	0	0	0	756	0.5	20761	0.6	12.8
S	195	34	169	265	296	20	1	0	0	0	0	0	0	0	785	0.6	22155	0.6	16.6
SV	210	39	169	273	326	36	4	0	0	0	0	0	0	0	847	0.6	25221	0.7	18.8
SV	225	49	191	289	574	178	67	23	3	3	0	0	0	0	1377	1.0	58224	1.6	31.6
SV	240	52	240	343	891	599	247	120	44	34	0	0	0	0	2570	1.9	150872	4.2	39.3
V	255	57	275	448	1419	1266	882	570	375	342	106	12	0	0	5752	4.2	503857	13.9	55.2
V	270	50	303	513	1990	2180	1412	787	522	408	71	0	0	0	8236	6.0	708253	19.5	48.6
V	285	37	264	516	1801	1312	601	226	99	31	2	0	0	0	4889	3.5	307444	8.5	42.7
NV	300	39	307	496	1017	447	122	33	7	2	0	0	0	0	2470	1.8	110828	3.1	32.0
NV	315	46	328	339	578	131	18	0	0	0	0	0	0	0	1440	1.0	47575	1.3	19.1
NV	330	42	259	301	433	73	6	0	0	0	0	0	0	0	1114	0.8	33974	0.9	19.5
N	345	39	258	301	295	29	2	0	0	0	0	0	0	0	924	0.7	24770	0.7	16.5
Antall obs.		993	5696	8318	17887	10759	5740	3126	1866	1513	397	126	0	0	56421	100	0	0	0
%		0.7	4.1	6.0	12.9	7.8	4.2	2.3	1.4	1.1	0.3	0.1	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	97	430	364	182	10	2	0	0	0	0	0	0	0	1085	1.3	21994	0.9	19.4
N	15	82	487	400	276	24	6	0	0	0	0	0	0	0	1275	1.6	28661	1.2	18.0
NØ	30	91	542	567	469	54	11	0	1	0	0	0	0	0	1735	2.1	44680	1.8	29.6
NØ	45	96	607	667	847	173	32	11	1	0	0	0	0	0	2434	3.0	76759	3.1	25.3
NØ	60	95	633	949	1658	568	117	34	19	7	1	0	0	0	4081	5.0	163938	6.6	41.1
Ø	75	106	716	1307	2900	1211	368	91	62	52	17	4	0	0	6834	8.4	331380	13.4	55.5
Ø	90	91	795	1346	3448	1663	683	252	54	56	6	0	0	0	8394	10.3	442088	17.9	48.0
Ø	105	93	711	1003	2390	1200	324	120	31	20	0	0	0	0	5892	7.2	282628	11.4	38.2
SØ	120	94	625	785	1140	379	122	44	2	0	0	0	0	0	3191	3.9	121694	4.9	26.4
SØ	135	90	545	468	480	70	4	1	0	0	0	0	0	0	1658	2.0	43180	1.7	21.1
SØ	150	85	459	371	302	22	0	0	0	0	0	0	0	0	1239	1.5	27966	1.1	13.3
S	165	79	394	227	141	6	0	0	0	0	0	0	0	0	847	1.0	16108	0.7	10.8
S	180	89	428	246	129	9	0	0	0	0	0	0	0	0	901	1.1	16630	0.7	11.0
S	195	97	428	265	201	14	0	0	0	0	0	0	0	0	1005	1.2	20376	0.8	12.8
SV	210	74	457	315	221	20	0	0	0	0	0	0	0	0	1087	1.3	23700	1.0	12.9
SV	225	92	519	439	410	53	3	0	0	0	0	0	0	0	1516	1.9	37721	1.5	16.9
SV	240	86	538	679	767	112	15	4	0	0	0	0	0	0	2201	2.7	64622	2.6	21.4
V	255	106	652	989	1581	407	88	21	2	0	0	0	0	0	3846	4.7	140500	5.7	25.6
V	270	89	710	1101	2409	877	183	32	4	0	0	0	0	0	5405	6.6	227047	9.2	27.4
V	285	102	748	1093	1922	618	107	31	9	5	0	0	0	0	4635	5.7	181085	7.3	32.5
NV	300	102	600	763	879	127	11	1	0	0	0	0	0	0	2483	3.0	72292	2.9	23.8
NV	315	99	608	558	429	37	2	0	0	0	0	0	0	0	1733	2.1	41156	1.7	16.6
NV	330	105	546	430	236	29	1	0	0	0	0	0	0	0	1347	1.7	28462	1.1	16.2
N	345	88	483	329	187	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1100	1.3	21980	0.9	14.0
Antall obs.		2228	13661	15661	23604	7696	2079	642	185	140	24	4	0	0	65924	100	0	0	0
%		2.7	16.8	19.2	29.0	9.4	2.6	0.8	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

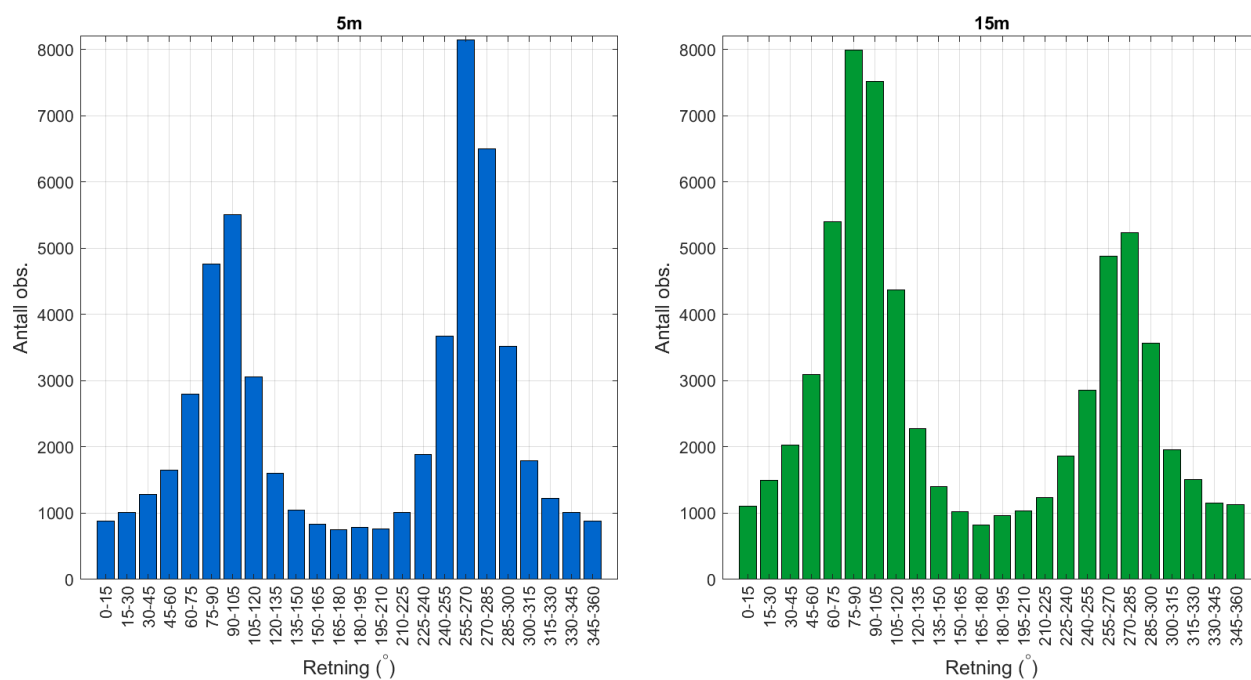
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



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

4.5 Strømmens retningsfordeling

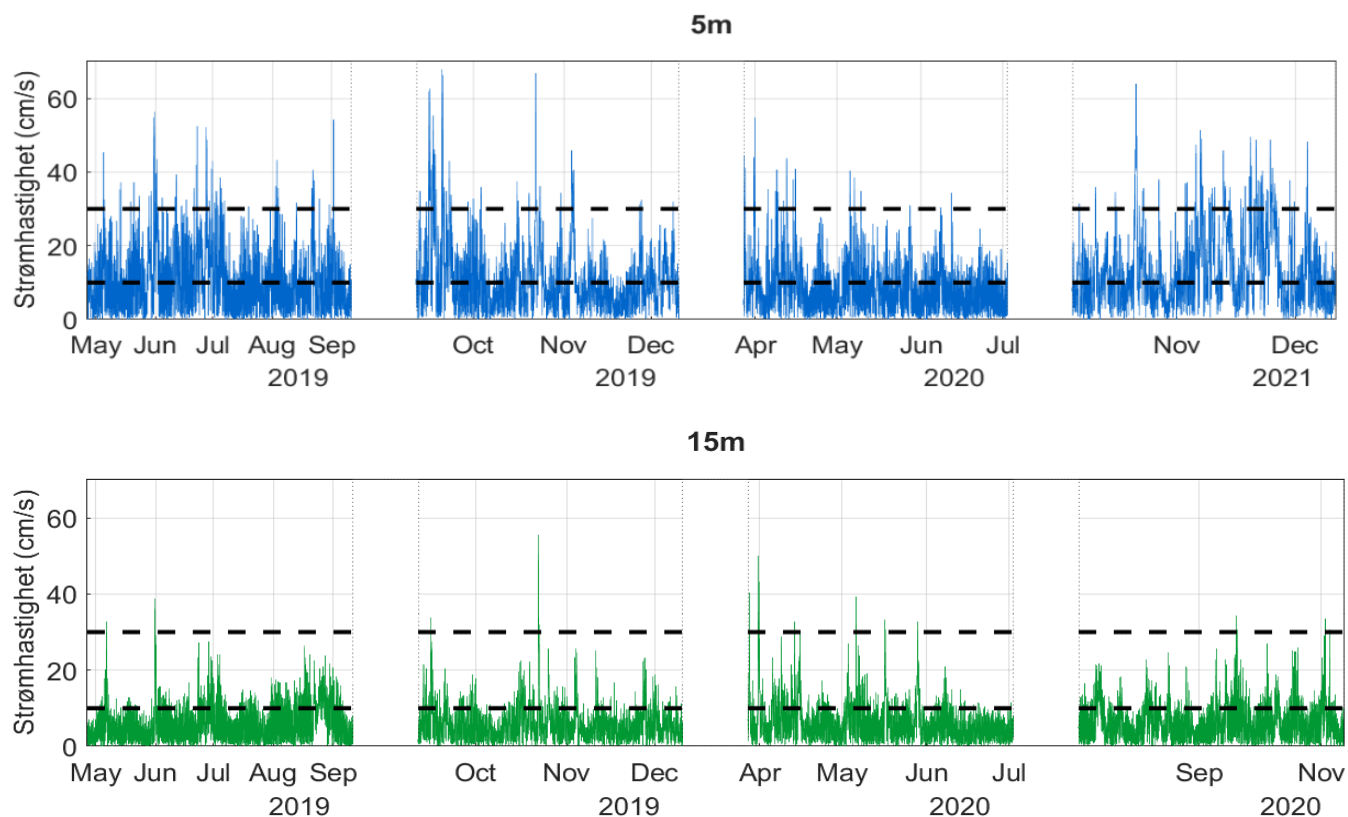
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



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

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

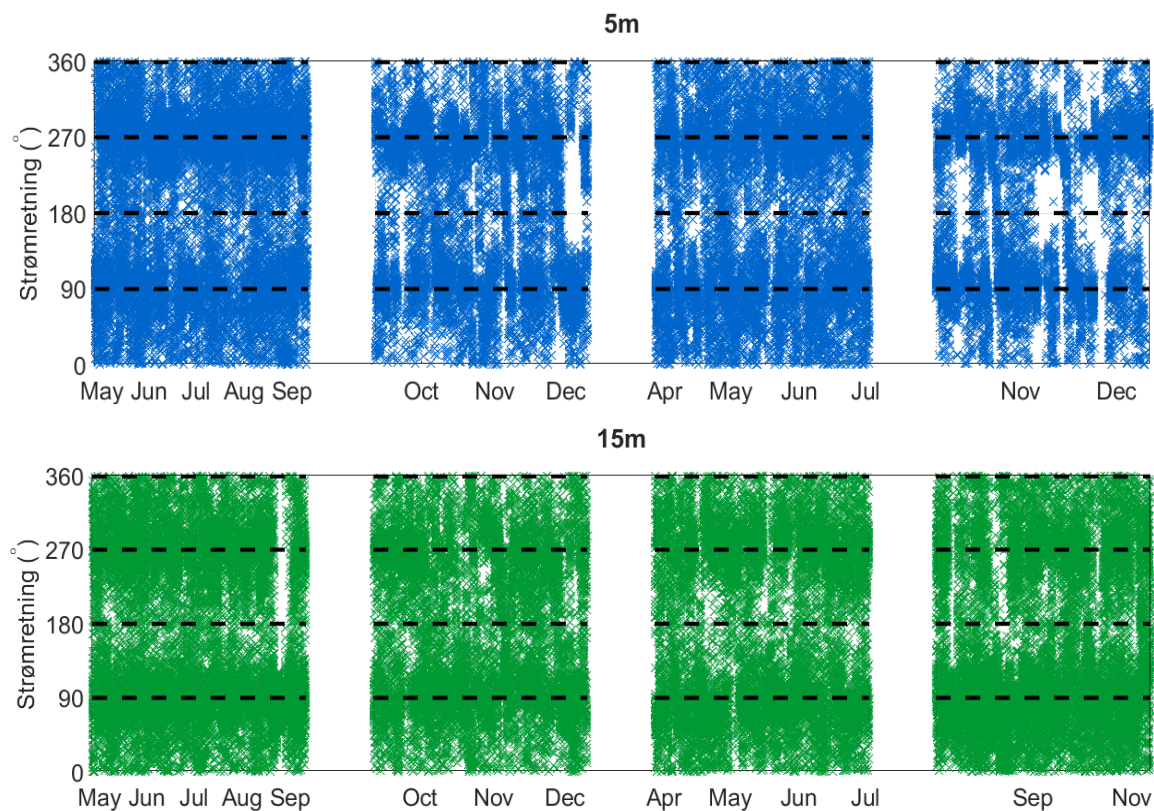
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



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

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



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

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

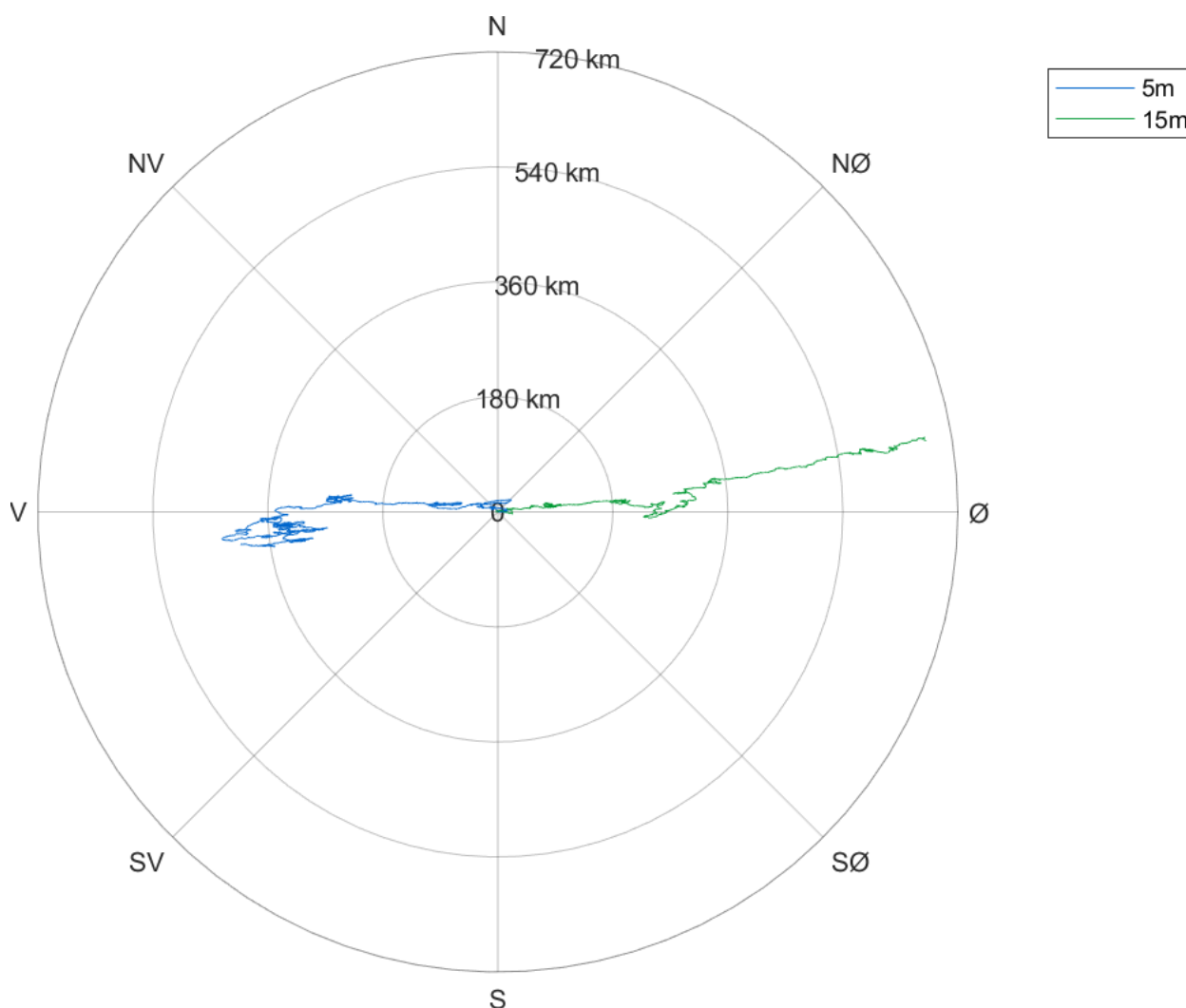
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



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

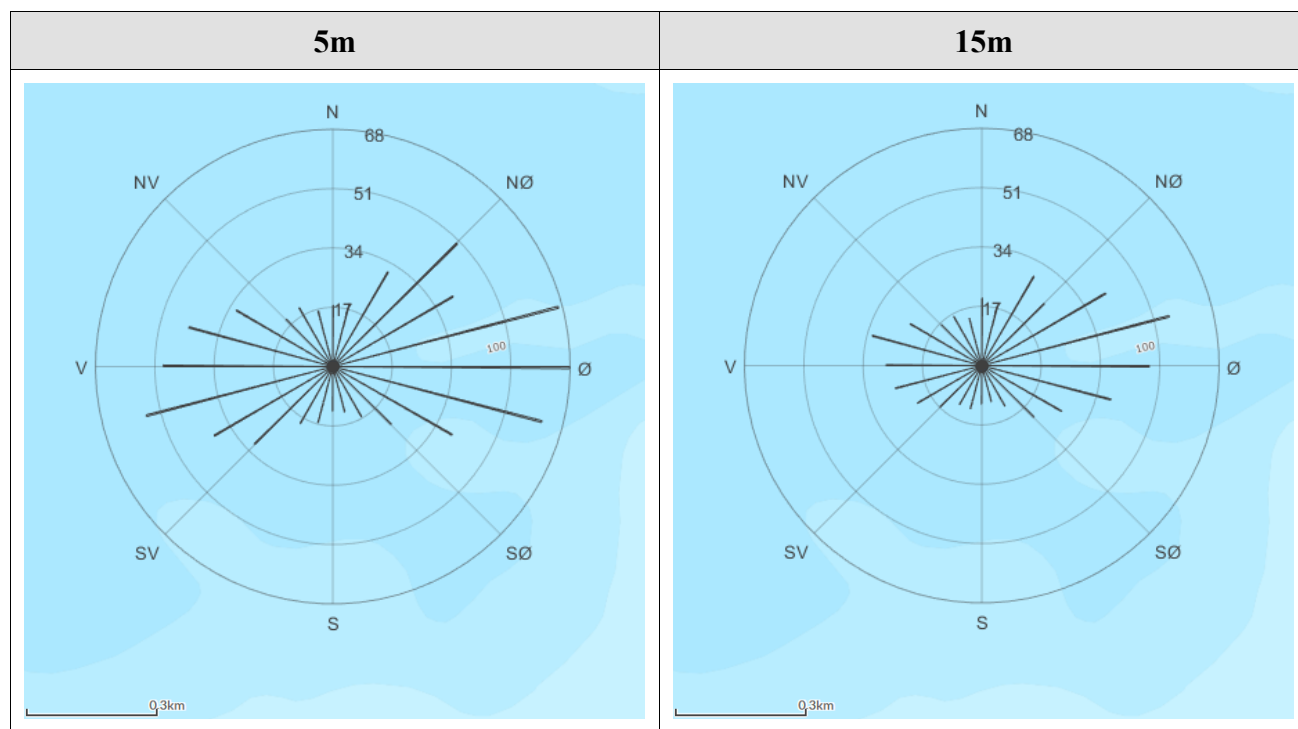
4.9 Progressivt vektordiagram

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



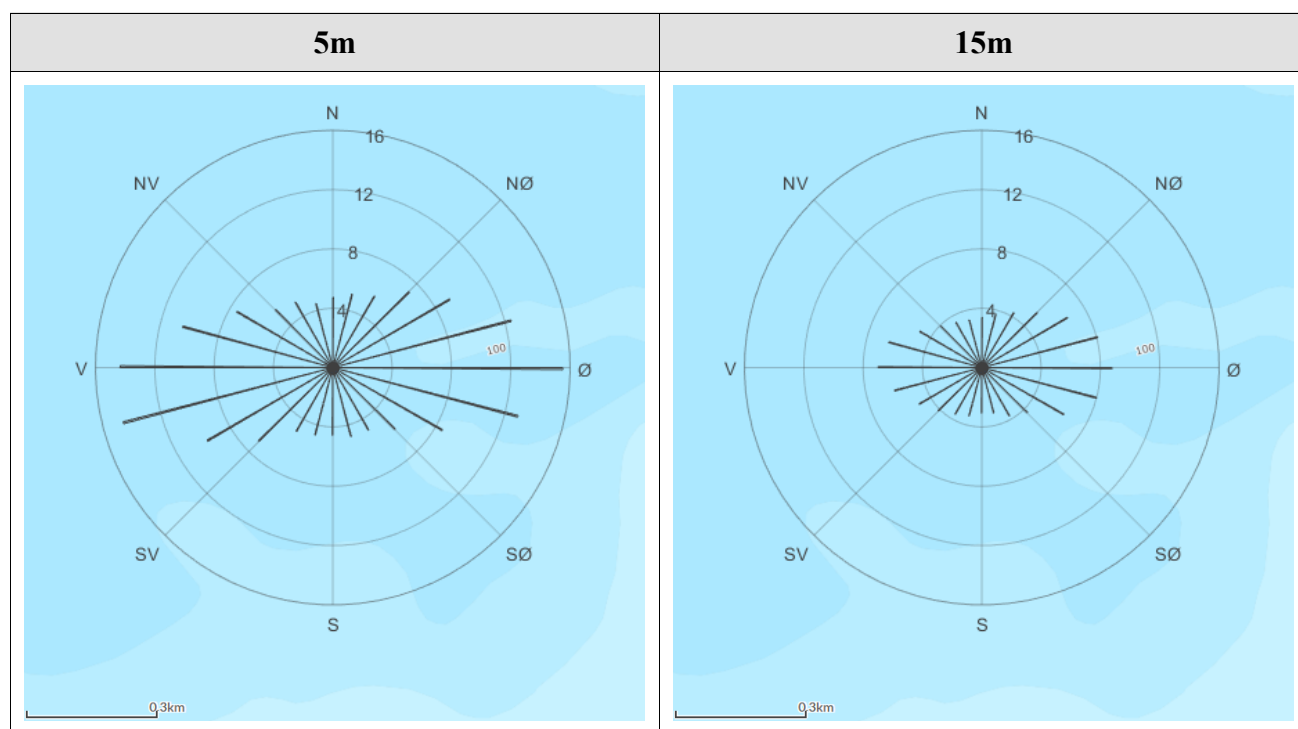
Figur 4.9.1 Progressivt vektordiagram for strøm på 5m og 15m dyp.

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømshastighet



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

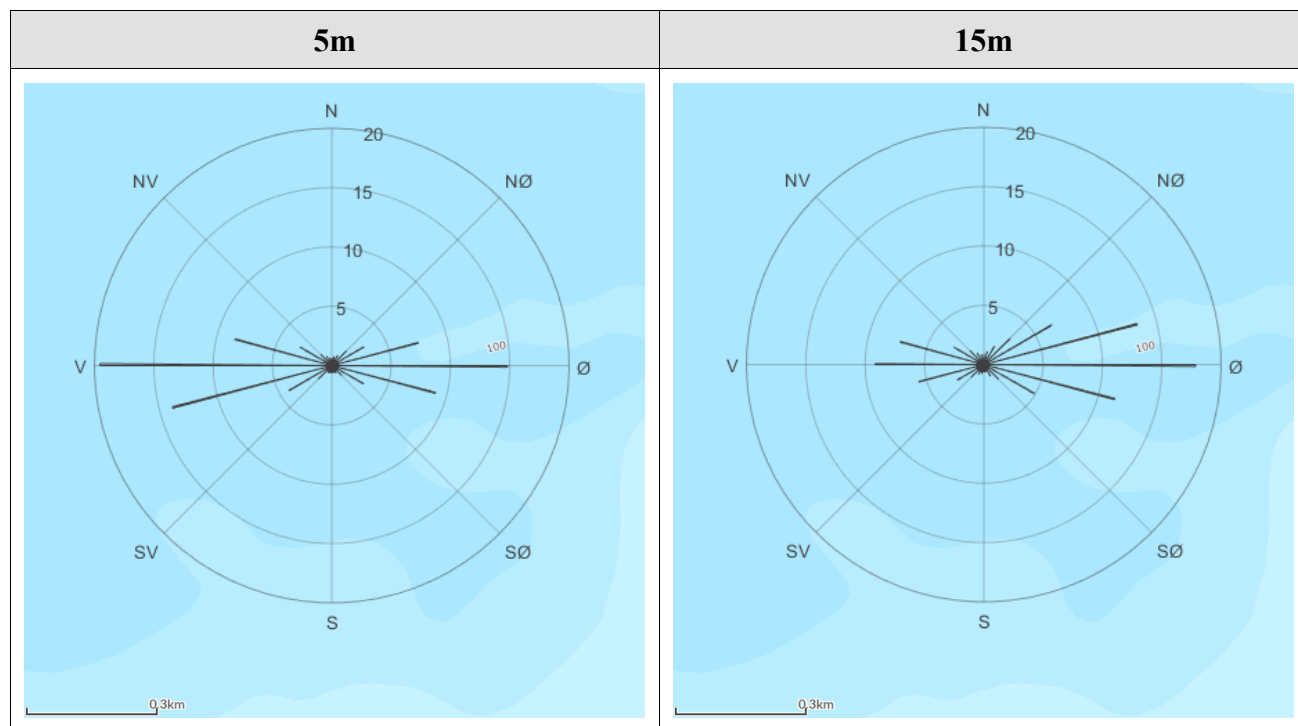
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



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

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

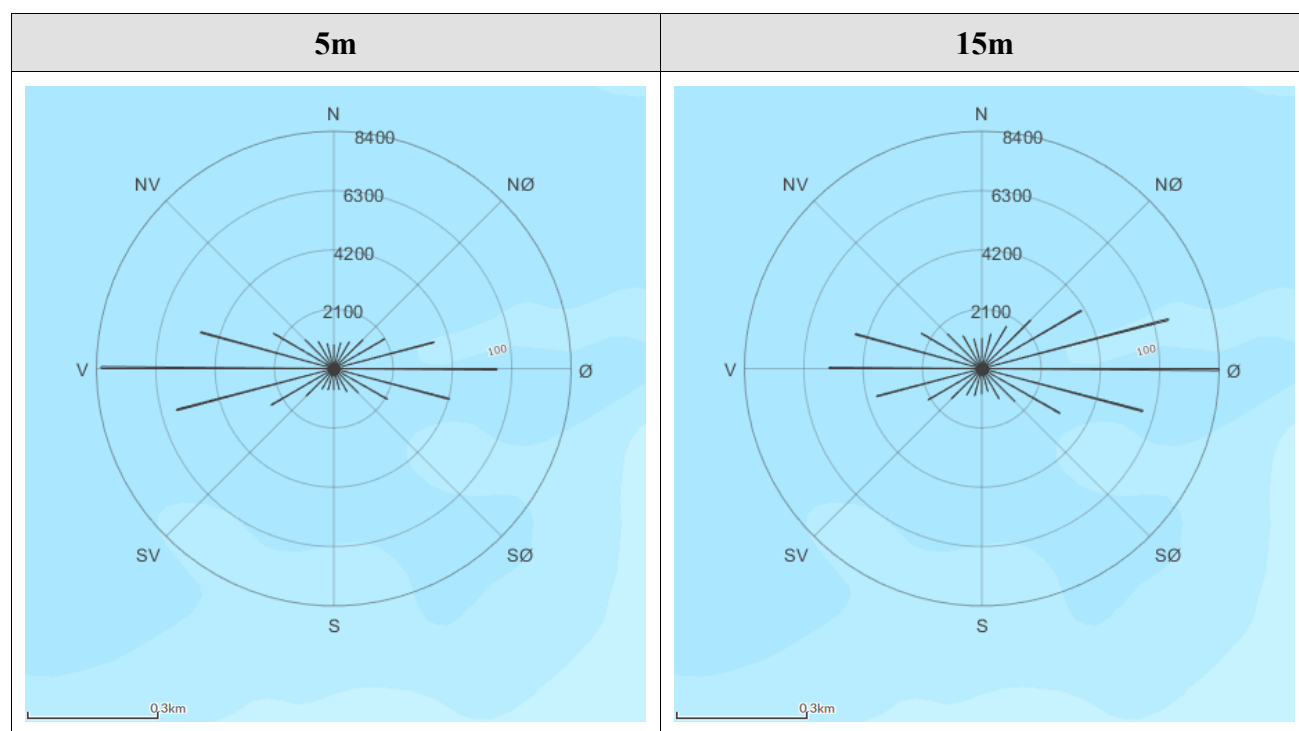
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



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

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner

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



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

4.14 Maksimal 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	18.7	50.1	67.9	39.4	16.6	39.3	55.2	32.0
15m	19.4	41.1	55.5	26.4	12.8	21.4	32.5	23.8

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	4.8	7.7	13.9	7.0	4.7	8.1	13.4	6.4
15m	3.5	5.8	8.3	5.3	3.2	4.4	6.6	4.3

4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer

Tabell 4.16.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	2728	4638	13685	4358	2317	4794	18877	5024
15m	3460	8250	21120	6088	2753	4804	13886	5563

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	2.2	5.9	31.4	5.0	1.8	6.5	41.9	5.3
15m	2.9	11.5	42.6	7.8	2.1	5.1	22.2	5.7

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

Verdier for strøm med returperiode på 10 år og 50 år beregne ved bruk av en ekstremverdianalyse (EVA) på hele måleperioden (NS 9415:2021). GEV-fordeling med blokkperiode på 4 dager er best tilpasset dataene på 5m dyp og GEV-fordeling med blokkperiode på 1 dag er best tilpasset dataene på 15m dyp. Fordelingene på begge dyp er brukt med konfidensintervall på 95%.

EVA er beregnet for alle data (omnidirectional) og deretter er returperiodeverdiene vektet per retning etter 99. persentil for hver retningssektor. 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)	18.7	50.1	67.9	39.4	16.6	39.3	55.2	32.0
Retning (°)	11	52	95	116	201	247	258	296
99. persentil	13.6	27.8	48.3	24.4	11.9	28.1	40.0	19.5
10-år (cm/s)	24	49	85	43	21	49	70	34
50-år (cm/s)	27	55	95	48	24	55	79	42

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)	19.4	41.1	55.5	26.4	12.8	21.4	32.5	23.8
Retning (°)	358	55	71	113	191	240	284	295
99. persentil	11.0	19.6	27.7	19.0	10.1	13.4	19.2	13.1
10-år (cm/s)	27	48	68	47	25	33	47	32
50-år (cm/s)	35	63	88	61	32	43	61	42

4.19 Persentilfordeling av strømhastighet

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

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

Persentil	5m	15m
1	0.7	0.5
10	2.7	1.8
20	4.2	2.7
30	5.5	3.5
40	6.9	4.3
50	8.5	5.2
60	10.3	6.2
70	12.7	7.5
80	16.0	9.2
90	22.0	12.0
95	27.5	14.7
99	39.4	21.8

4.20 Prosentfordeling av strømhastighet

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

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

Strømhastighet (cm/s)	5m	15m
1	98.2	96.6
3	88.1	75.9
5	73.4	52.1
10	41.7	16.3
20	12.5	1.5
30	3.6	0.3
40	0.9	0.04
50	0.2	0.0
60	0.06	

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	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	1.7
1-5	2.7	3.0	3.5	2.9	2.3	2.7	4.1	3.6	24.8
5-10	1.6	2.9	6.6	3.0	1.5	3.2	9.2	3.6	31.6
10-20	0.3	1.7	8.8	1.4	0.1	2.0	13.6	1.4	29.3
20-30		0.3	3.4	0.2		0.3	4.6	0.07	8.9
30-40		0.04	1.2	0.02		0.07	1.4	0.0	2.7
40-50		0.0	0.4				0.3		0.7
50-60		0.0	0.1				0.02		0.1
60-70			0.06						0.06
Sum	4.8	8.1	24.3	7.7	4.1	8.5	33.5	8.9	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	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	3.4
1-5	3.8	6.0	8.9	4.9	3.0	4.5	8.0	5.3	44.4
5-10	1.0	4.5	13.3	2.9	0.7	2.1	9.0	2.3	35.8
10-20	0.08	1.4	8.3	0.9	0.04	0.3	3.5	0.3	14.8
20-30		0.1	0.9	0.07		0.0	0.2	0.0	1.3
30-40		0.01	0.2				0.0		0.2
40-50		0.0	0.03						0.03
50-60			0.0						0.0
60-70									0.0
Sum	5.3	12.4	32.0	9.2	4.1	7.3	21.2	8.4	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	0.7	0.1	0.01					
1-5	3.8	6.3	7.2	3.1	1.2	0.7	0.4	0.2
5-10	5.4	7.4	9.3	4.3	1.6	0.6	0.2	0.2
10-20	2.0	3.5	6.8	6.7	3.4	2.1	1.6	1.5
20-30	0.8	1.4	2.9	1.5	0.7	0.3	0.3	0.4
30-40	0.3	0.6	0.7	0.5	0.2	0.04	0.06	
40-50	0.09	0.2	0.2	0.1	0.03	0.04		
50-60	0.05	0.03	0.06					
60-70	0.01	0.0	0.01	0.03				

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	1.4	0.4	0.04					
1-5	3.8	6.4	12.7	8.3	4.9	2.4	1.4	2.2
5-10	3.9	6.0	10.5	6.9	3.4	1.9	0.5	0.2
10-20	1.2	1.6	3.0	2.5	2.0	1.3	0.7	1.6
20-30	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2			
30-40	0.02	0.06	0.07	0.05				
40-50	0.0	0.0	0.02					
50-60		0.0						
60-70								

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.

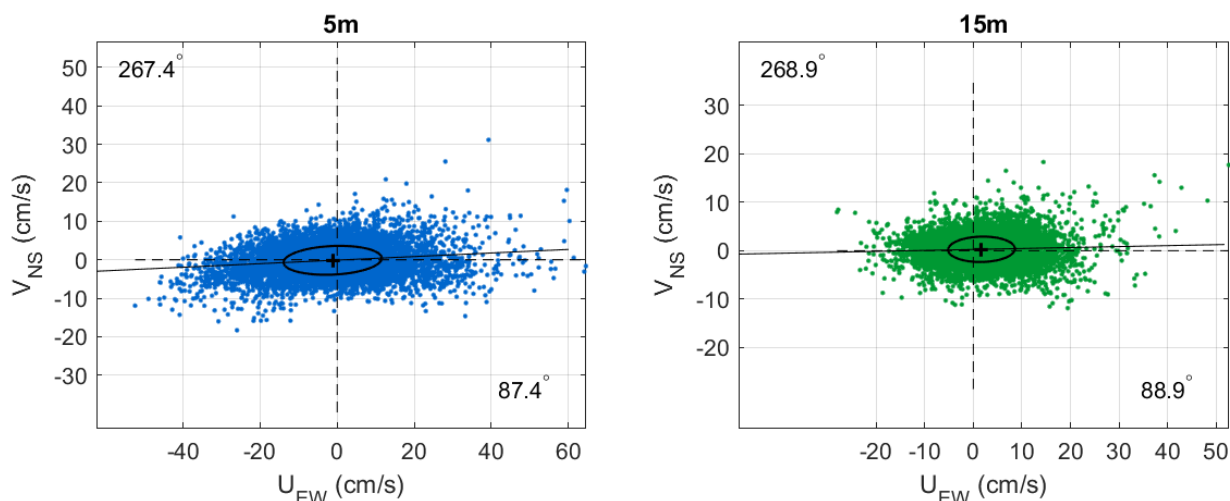
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende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

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

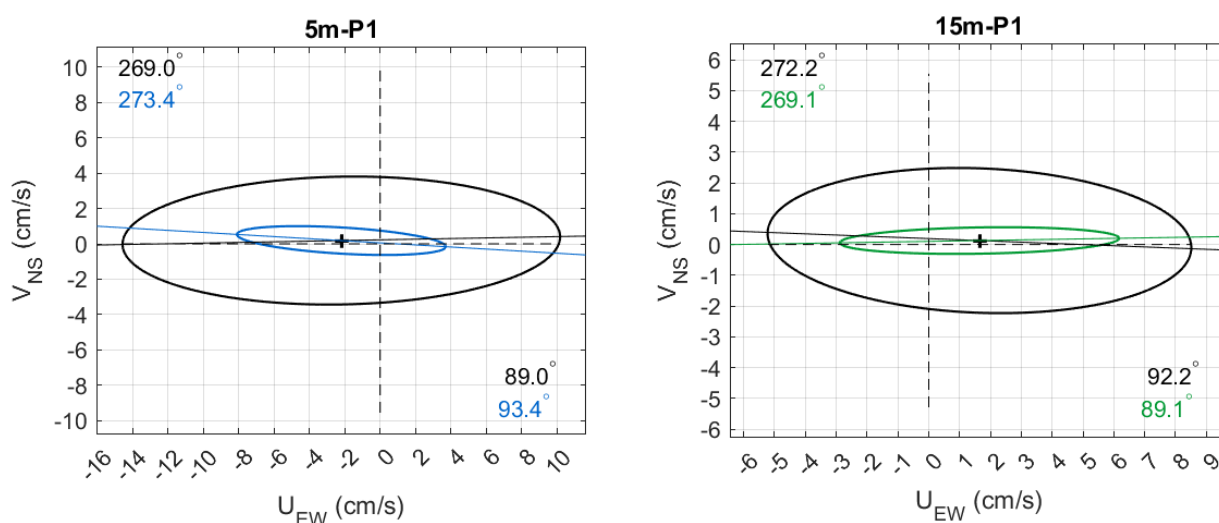
Strøm (%)	5m	15m
P1	51.6	64.2
P2	47.4	57.1
P3	46.1	58.4
P4	-	50.1
P5	56.5	-

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

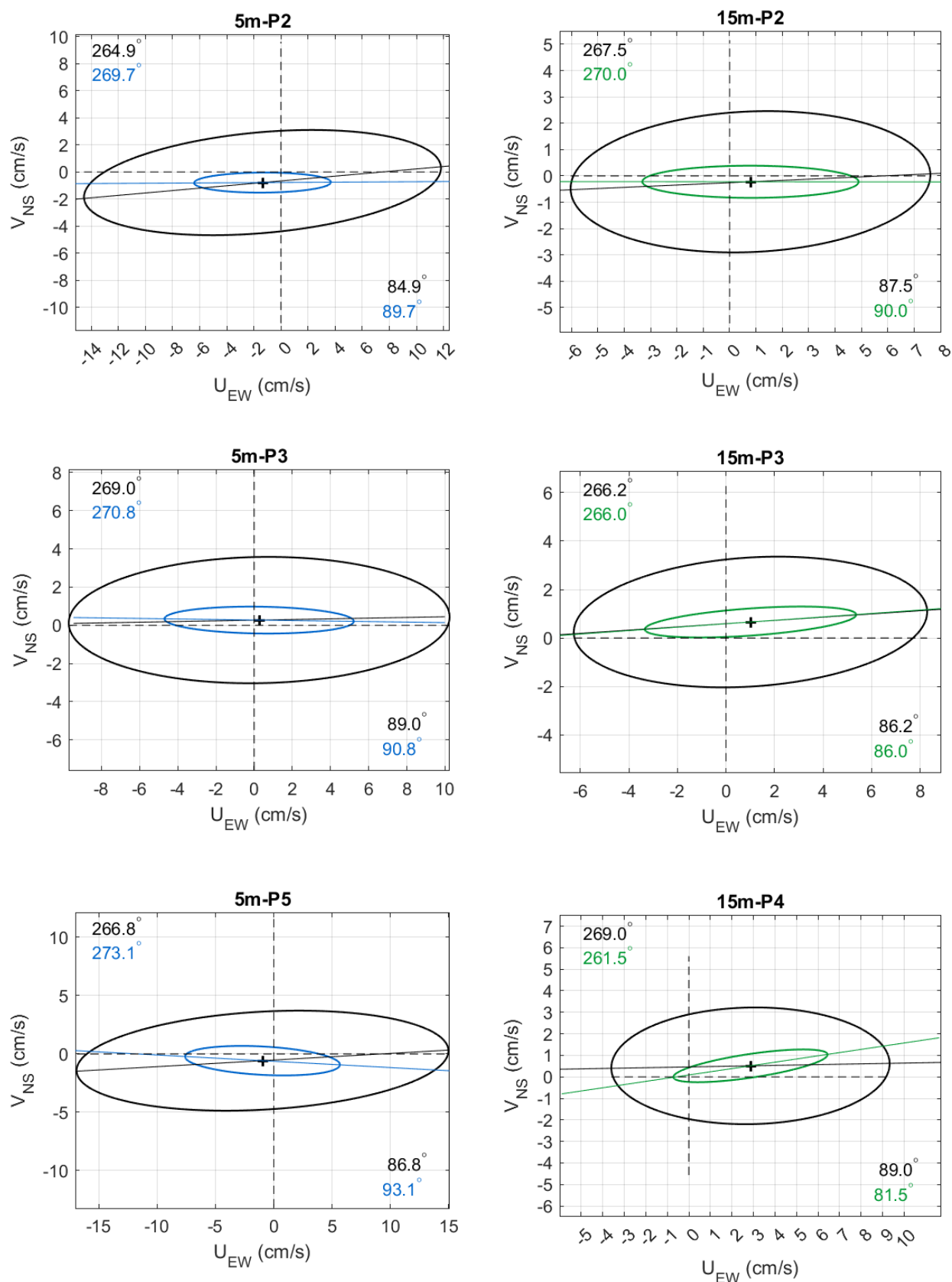
Strøm (%)	5m	15m
P1	49.8	62.5
P2	45.1	54.4
P3	41.8	56.2
P4	-	45.7
P5	53.6	-



Figur 4.23.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram av strømdata i timesverdier, med tilhørende strørellipse. Midtpunktet for strørellipsen 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.



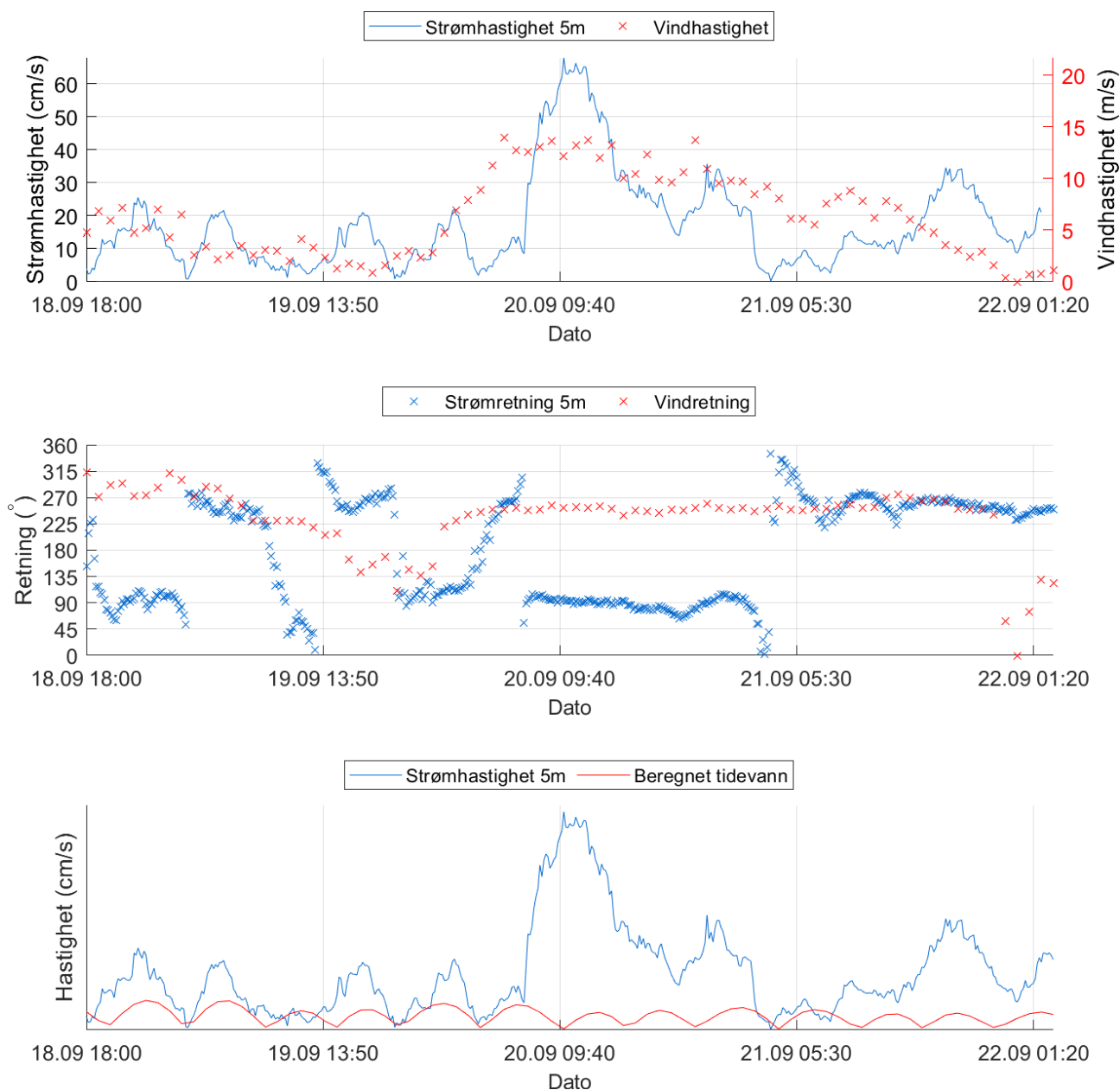
Figur 4.23.2. $U_{EW} - V_{NS}$ tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strørellipsen (svart linje) for P1. Midtpunktet for strørellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist med stiplede linjer.



Figur 4.23.3. forts. U_{EW} – V_{NS} tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strømellipsen (svart linje) for P2-P5. 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 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 (Kristiansund Lufthavn) for perioden hvor maksimalstrømmen på 5m dyp er registrert.

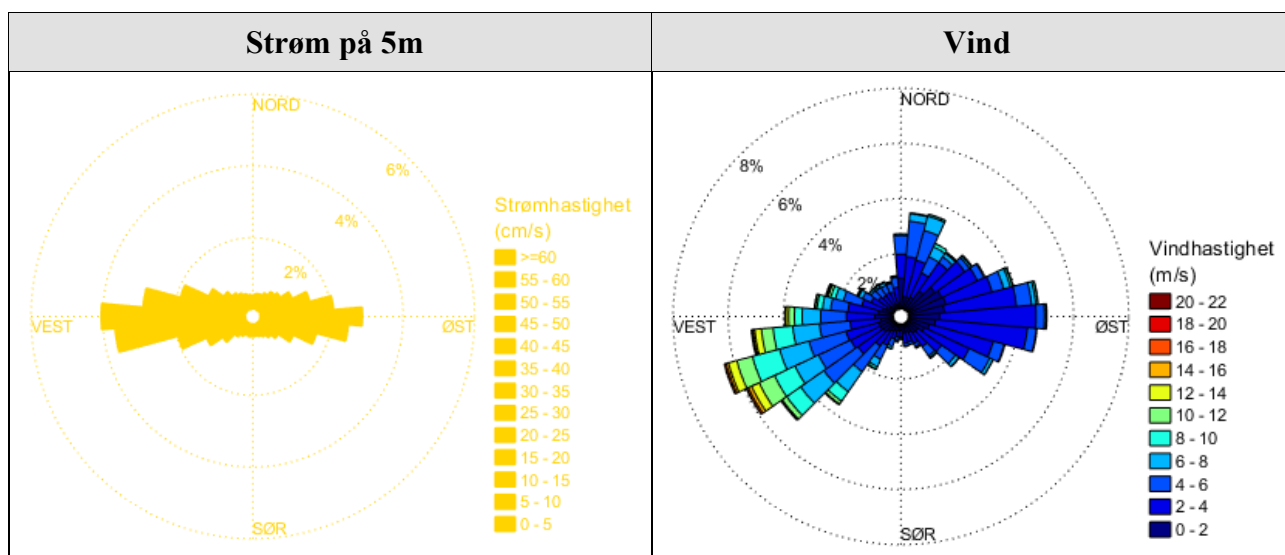
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Kristiansund Lufthavn, som ligger ca. 32.6km vest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.6).

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Kristiansund Lufthavn fra samme periode. Figur 4.25.2 - Figur 4.25.5 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Kristiansund Lufthavn og målt strøm på 5m dyp hadde omtrent sammenfallende retning. Vannstand i løpet av måleperioden er vist i Figur 4.25.2 - Figur 4.25.5 og er hentet fra tidevannsstation Kristiansund (Kartverket, 2021), som ligger ca. 36.5km vest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.6). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

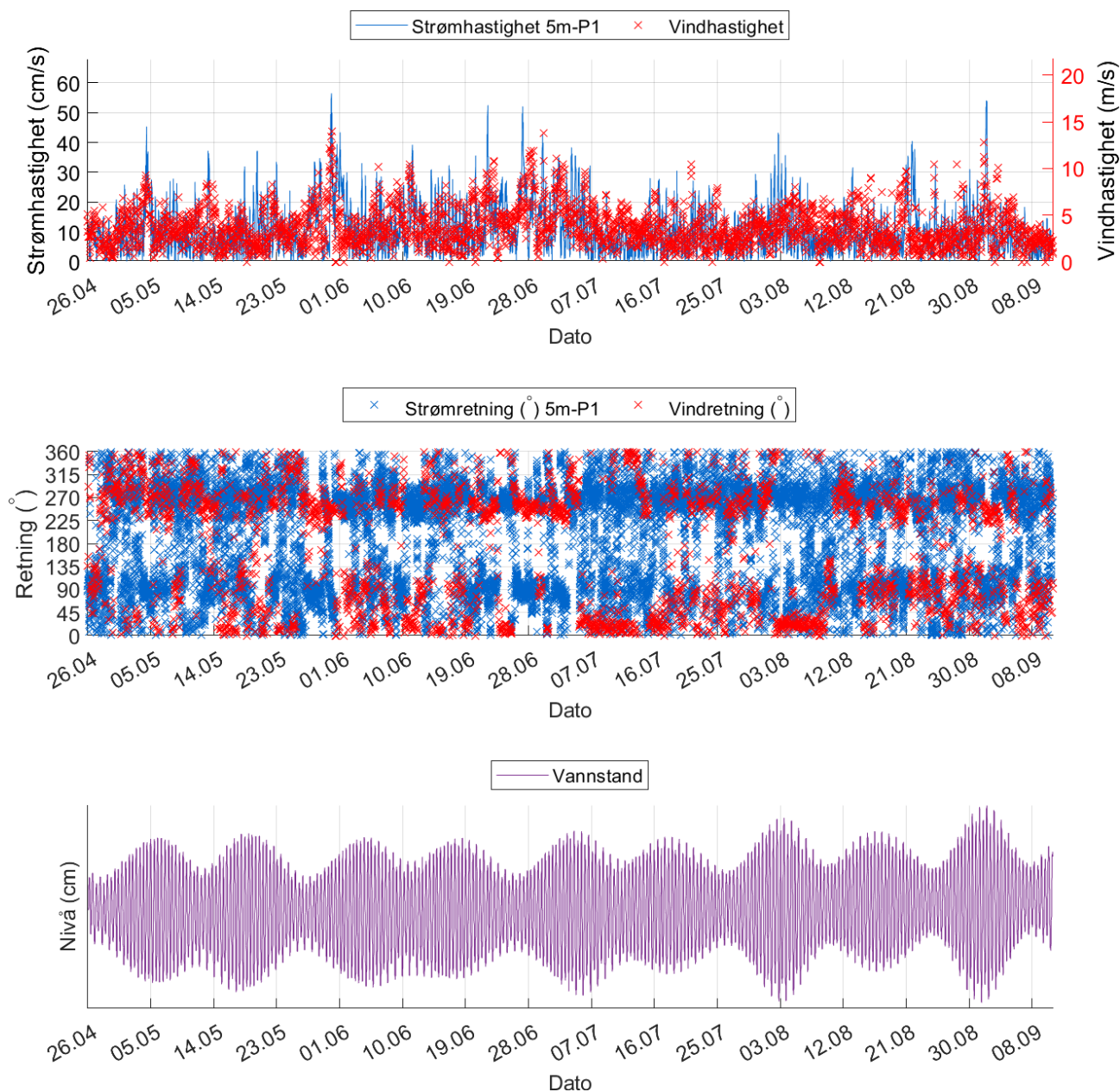
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Kristiansund Lufthavn under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	10.5	12.3	13.4	11.2	10.3	19.0	20.7	15.5
Tid (%)	11.0	12.7	20.4	9.6	3.4	18.1	19.0	5.8

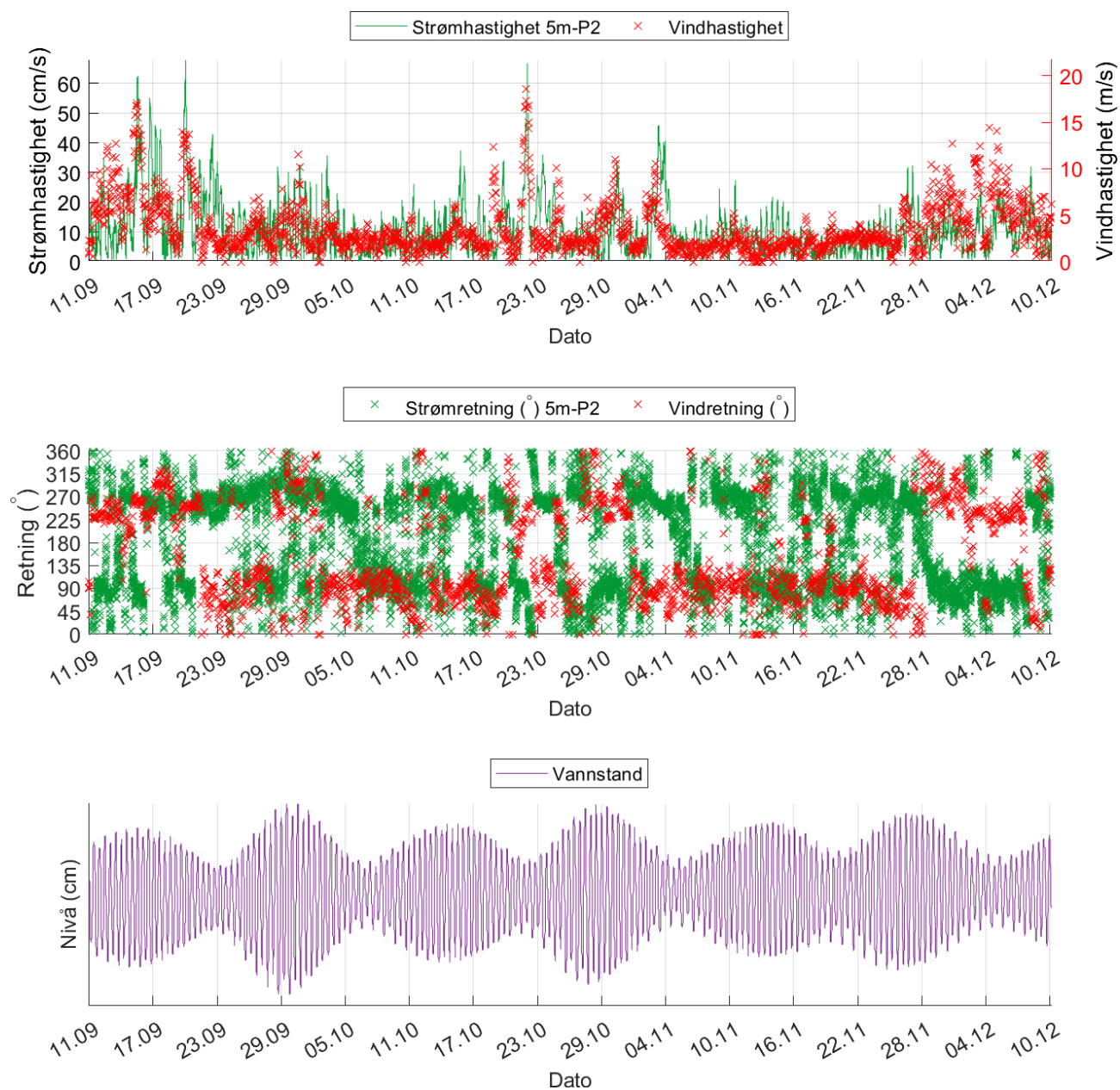


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Kristiansund Lufthavn værstation under måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

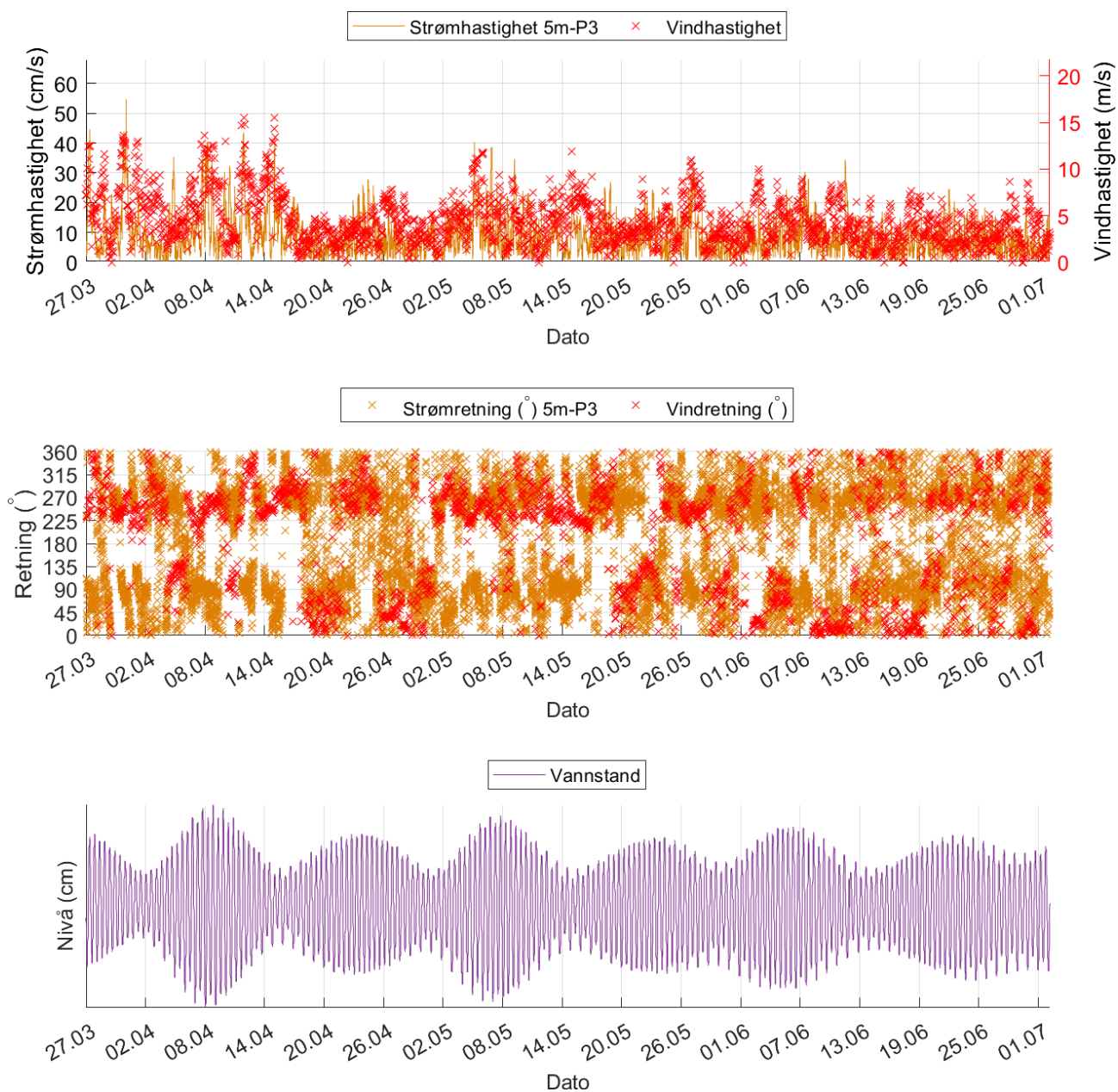
Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.25.2 - Figur 4.25.5 og i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. I Figur 4.25.2 - Figur 4.25.5 er vindretning oppgitt som at vind blåser fra en retning, mens i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" er vindretning oppgitt som at vind blåser mot en retning. Tidevann er også vist i Figur 4.25.2 - Figur 4.25.5 for å vurdere tidevannspåvirkning.



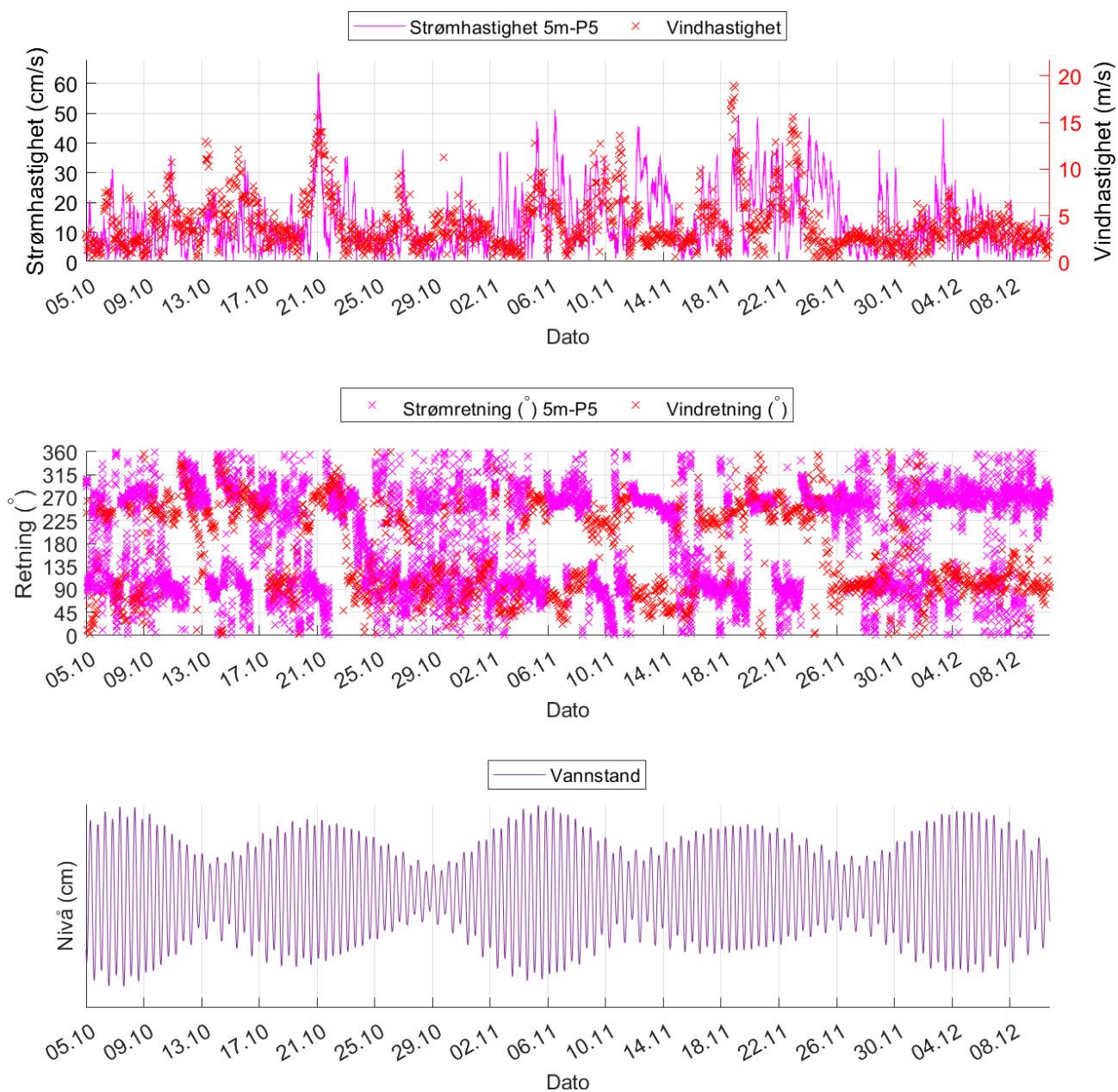
Figur 4.25.2. Strømhastighet (mot retning) på 5m-P1 dyp og vindhastighet (fra retning) på Kristiansund Lufthavn, strøm- og vindretning, samt vannstand (Kristiansund) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



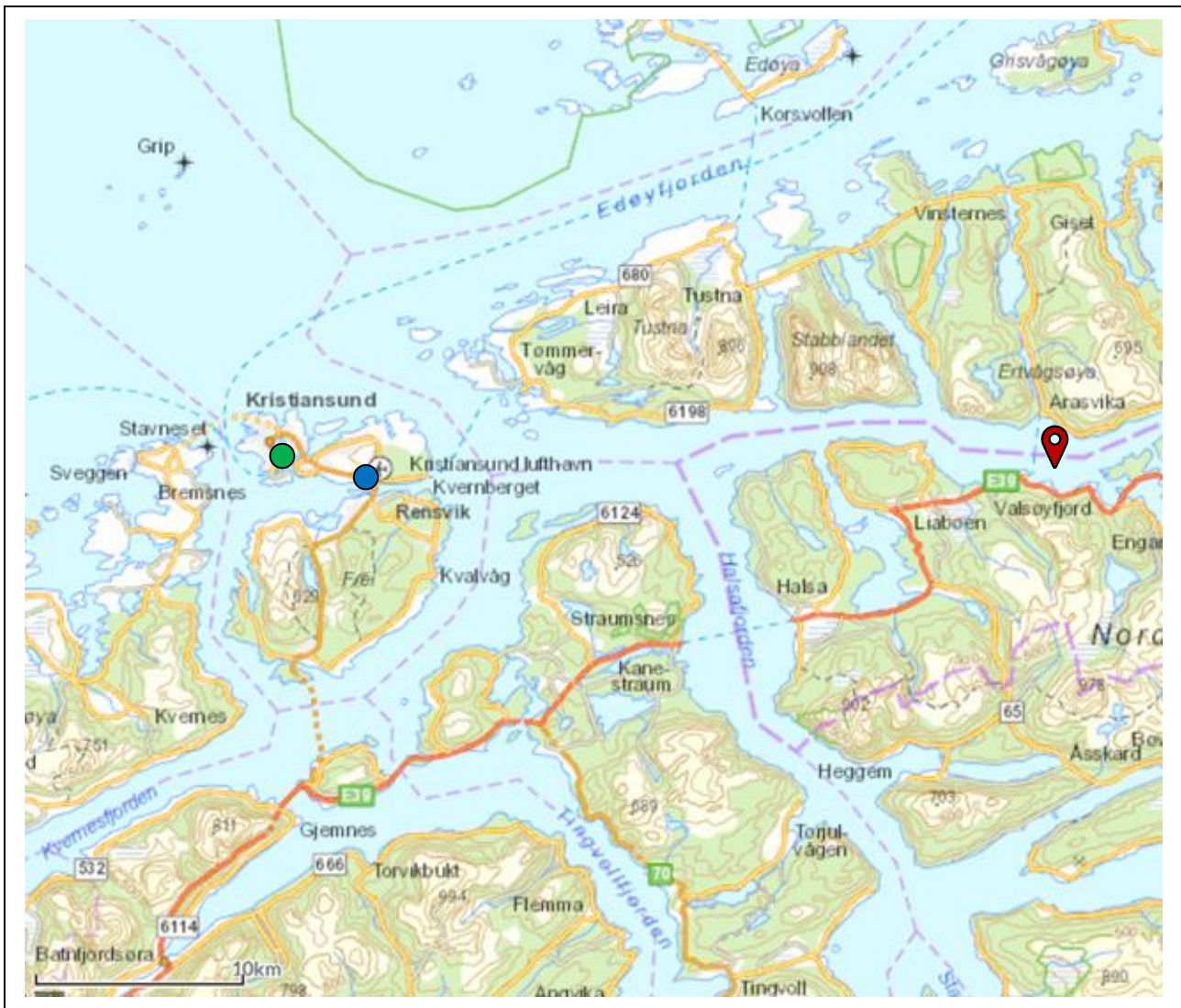
Figur 4.25.3. Strømhastighet (mot retning) på 5m-P2 dyp og vindhastighet (fra retning) på Kristiansund Lufthavn, strøm- og vindretning, samt vannstand (Kristiansund) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



Figur 4.25.4. Strømhastighet (mot retning) på 5m-P3 dyp og vindhastighet (fra retning) på Kristiansund Lufthavn, strøm- og vindretning, samt vannstand (Kristiansund) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



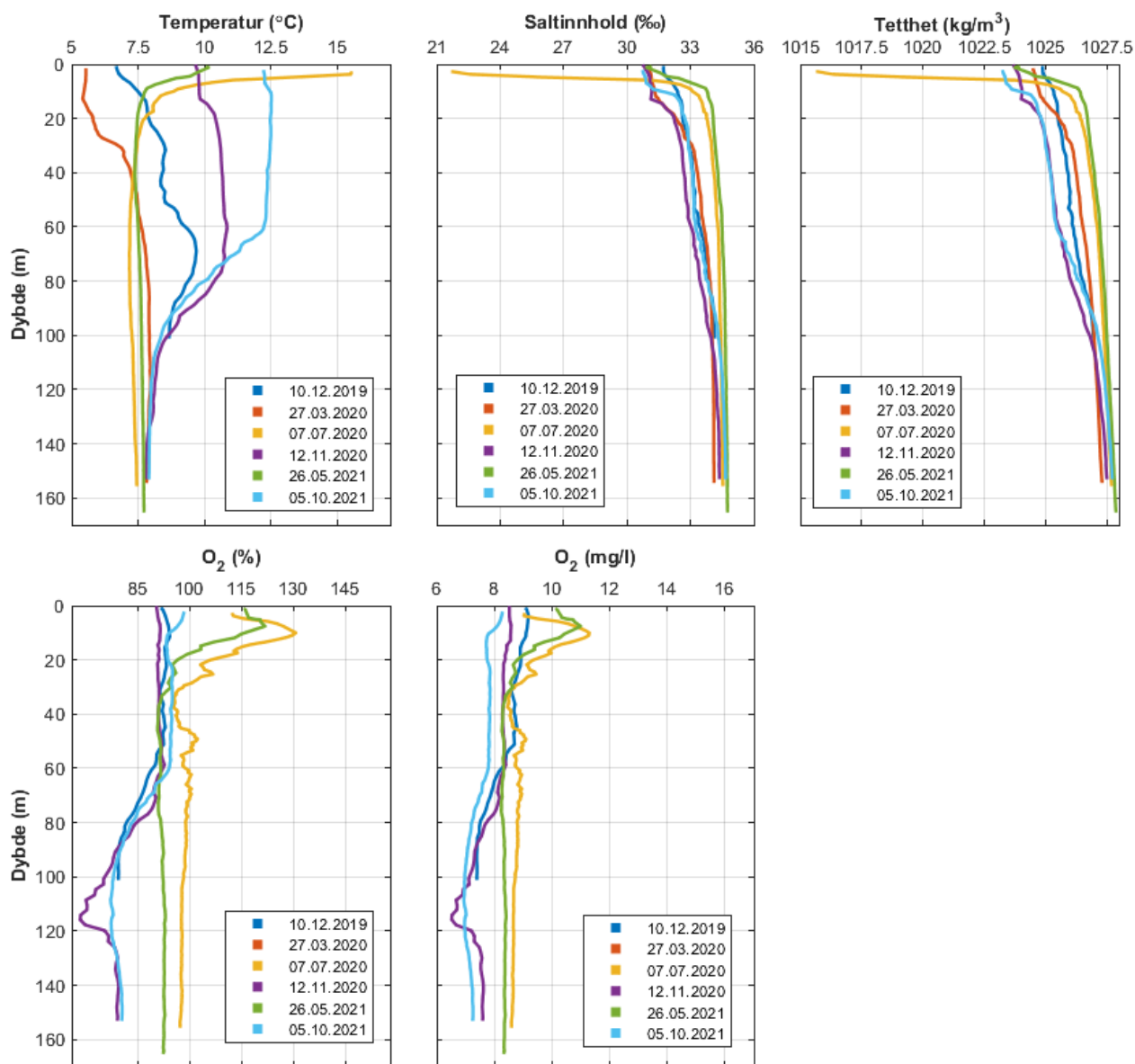
Figur 4.25.5. Strømhastighet (mot retning) på 5m-P5 dyp og vindhastighet (fra retning) på Kristiansund Lufthavn, strøm- og vindretning, samt vannstand (Kristiansund) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



Figur 4.25.6. Posisjonen til Kristiansund Lufthavn værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Kristiansund 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-profil ble målt 10.12.19, 27.03.20, 02.07.20, 12.11.20, 26.05.21 og 05.10.21 i samme posisjon som strømriggeren. Okysgendata er ikke presentert for 27.03.2020.



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

5. Diskusjon

Strømmen på Fætten er mot Ø – V på begge dyp, som stemmer med fjordens orientering. Strømretningen domineres av motsatt rettede hovedstrømretninger. 73.3% av relativ vannutskiftning på 5m dyp og 64.8% på 15m dyp skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 67.9cm/s mot Ø på 5m og 55.5cm/s mot Ø på 15m dyp. Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på begge dyp og er vurdert som svært sterk på begge 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 12.6cm/s på 5m og 10.3cm/s på 15m dyp. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på begge dyp.

Det var tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på begge dyp. Høy strømhastighet oppstår jevnt med tidevannssyklusen. Vind fra SV/V kan føre til oppstuvning i fjorden, noe som kan gi relativt korte, men kraftige overflatestrømmer.

5.2 Tidevannspåvirkning

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

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra V, NV, NØ og Ø kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Under måleperioden blåste vind mest fra Ø, V og SV, og sterkest fra V og SV (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 Kristiansund Lufthavn under måleperioden, er det vurdert at:

- vind fra N kan ha påvirket strøm mot S,
- vind fra NØ kan ha påvirket strøm mot SV/V,
- vind fra Ø kan ha påvirket strøm mot SV/V/NV,
- vind fra SØ kan ha påvirket strøm mot V/NV,
- vind fra S kan ha påvirket strøm mot NØ,
- vind fra SV kan ha påvirket strøm mot NØ/Ø,
- vind fra V kan ha påvirket strøm mot NØ/Ø/SØ,
- og vind fra NV kan ha påvirket strøm mot Ø/SØ.

Siden vind blåste mest og sterkest fra SV/V, kan strøm mot NØ/Ø ha blitt mest og sterkest påvirket av vind under måleperioden. Dette passer med målt maksimal strømhastighet på 5m dyp, som er vurdert vindpåvirket utfra sammenfallende retning mellom strøm og vind.

Værstasjonen har en mer åpen beliggenhet enn strømmålerposisjonen, og det kan dermed forventes noen andre vindretninger lokalt ved måleposisjonen enn på Kristiansund Lufthavn.

Det var flere 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 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 begge dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og som sterk på 15m dyp.

Neumann-parameteren er vurdert som lite stabil på 5m og middels stabil på 15m dyp. Strømrretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på 15m dyp, fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. På 5m strømmer vannet ved flere anledninger i samme retning over lengre tid enn en tidevannsperiode, men det er noen perioder der strømmen på 5m dyp går mer frem og tilbake.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på begge dyp. Lengste varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 70 minutter (1t 10min) på 5m og 90 minutter (1t 30min) på 15m dyp.

5.5 Vannsøylens vertikale struktur

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

Temperatur under måleperioden var $4.3 - 14.9^{\circ}\text{C}$ på 5m og $-0.2 - 15.8^{\circ}\text{C}$ på 15m dyp. Temperaturmålingene viser at overflatelaget var varmere enn lenger ned i vannsøylen om sommeren og våren. Videre viser temperaturmålingene at vannsøylen i perioder hadde økende temperatur med dyp om høsten. Det er noen fall i temperatur på 15m, som ikke sees på 5m, det kan indikere at det er et skille i vannsøyla mellom 5m og 15m.

CTD-målinger av temperatur viser at det skjer en avkjøling fra overflaten og ned til ca. 80m dyp, avkjølingen starter på høsten og fortsetter utover vinteren. Temperaturen er ganske lik fra 100m dyp til bunnen, for alle målingene. Overflatetemperaturen er lavest i mars. I mai og juli er temperaturen lik fra ca. 20m dyp og ned til bunnen, og utover vår og sommer gjør økning i overflatetemperaturen at det gradvis blir varmere og varmere lenger ned over vannsøylen.

Saltinnholdet ved overflaten var lavest på sommeren, økte utover høsten, var høyest på vinteren og sank utover våren. Ved ca. 10m dyp og ned til bunnen, var saltinnholdet høyest på sen vår, for så å minke gradvis utover sommeren, vinteren og tidlig vår. Fra 100m dyp og ned til bunnen var det lite endring i saltinnhold mellom målingene.

Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var lagdelt fra overflaten til rundt 10m dyp og blandet videre mot bunnen, i mai 2021 og juli 2020. I oktober 2021 var det et lag fra overflaten til ca. 10m dyp (sterk lagdeling), deretter et vannlag ned til 60m dyp (sterk lagdeling) og derfra svak lagdeling til 100m dyp og derfra til bunnen var det blandet. I november 2020 var det lignende profil, men det var blandet fra overflaten til ca. 15m dyp (sterk lagdeling) og deretter blandet videre mot bunnen. I desember 2019 var det et lite overflatelag, og blandet derfra til bunnen. I mars 2020 var det et lag fra overflaten til ca. 15m dyp, lagdeling til 30m dyp og forholdsvis blandet derfra til bunnen.

Oksygenmetningen var høy (> 90%) ved overflaten i alle profilene. I mai 2021 og juli 2020 var det ekstra høy oksygenmetning ved overflaten og den økte ned til ca. 10m dyp, hvorpå den sank hurtig ned til ca. 20m dyp og var ganske uendret derfra til bunnen. Den høye oksygenmetningen ved overflaten kan forklares med algeoppblomstring. I oktober 2021, november 2020 og desember 2019 var oksygenmetningen ganske lik og stabil fra overflaten til ca. 60m dyp, og derfra sank den ned til ca. 90m dyp i desember, til ca. 100m dyp i oktober og ca. 120m dyp i november. 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.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.
- Anleggets driftsstatus må vurderes der selve anlegget kan forstyrre målinger på overflatestrømmen. Utestående nøter og fiskebiomasse kan frembringe en skyggeeffekt og muligens redusere strømmen i noen retninger på målinger på både 5m og 15m dyp.

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

Valg av måledyp

Overflatestrømmen måles på 5m dyp. Det tas ikke på 1m på grunn av støy fra bølger.
Vannutskiftningsstrøm måles på 15m dyp.

Valg av måleperiode

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

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

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	P1: 5184	P1: 5072
	P2: 5192	P2: 5065
	P3: 5225	P3: 5224
	P4: -	P4: 5247
	P5: 5313	P5: -
Kalibrering	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
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	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
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei
Temperatures nøyaktighet og rekkevidde	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C

6.3 Måleprinsipp for strømmålinger

Aanderaa punktmåler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Det sendes ut en kort lydimpuls (akustisk impuls) med en konstant, bestemt frekvens. Endring i styrken og frekvensen til de innkommende refleksjonene blir målt. Forskjellen mellom pulsen som ble sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastigheten. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og at de derfor beveger seg med samme hastighet som vannet. En punktmåler er satt opp for å måle strøm med én datalogging i et intervall på 10 minutter, basert på 150 ping.

Tabell 6.3.1. Måleprinsipp for en Aanderaa punktmåler.

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

Gule og grønne felt indikerer samplingsperioder på 10 minutter. I løpet av denne perioden sender instrumentet ut 150 ping. Ett datapunkt gir gjennomsnittet over en 10-minuttersperiode.

6.4 CTD-målinger

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

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.1.1 – Tabell 7.1.3 og skissert i Figur 7.1.1 – Figur 7.1.3. Rigggen for strømmålinger ble hengt fra merd i anlegg under P1 og P2.

Tabell 7.1.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp under P1 og P2.

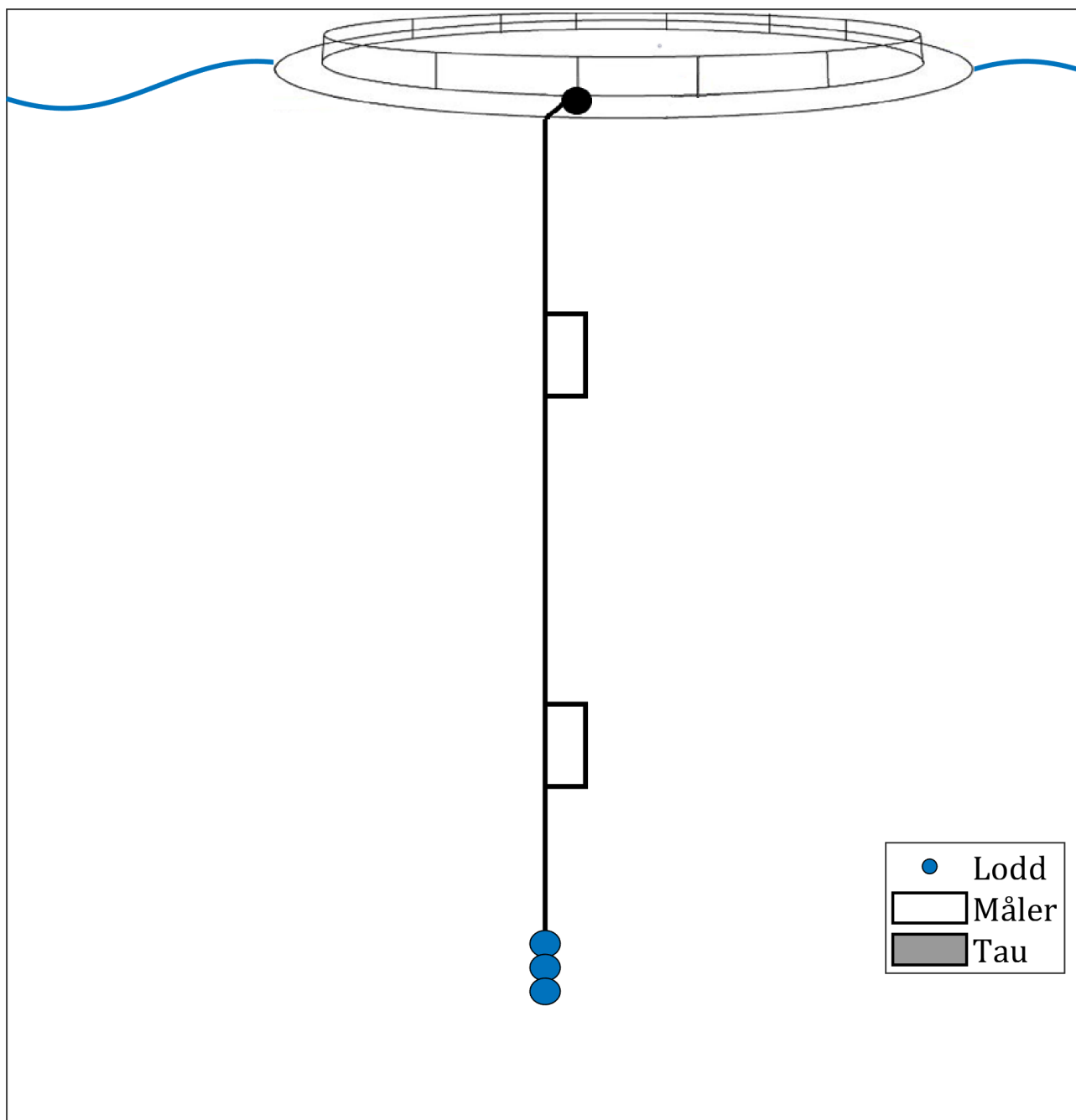
Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
Danline 16mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 16mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Danline 16mm	Tau	5.0m		
Pærelodd	Lodd	3stk		5kg

Tabell 7.1.2. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp under P3 og P4.

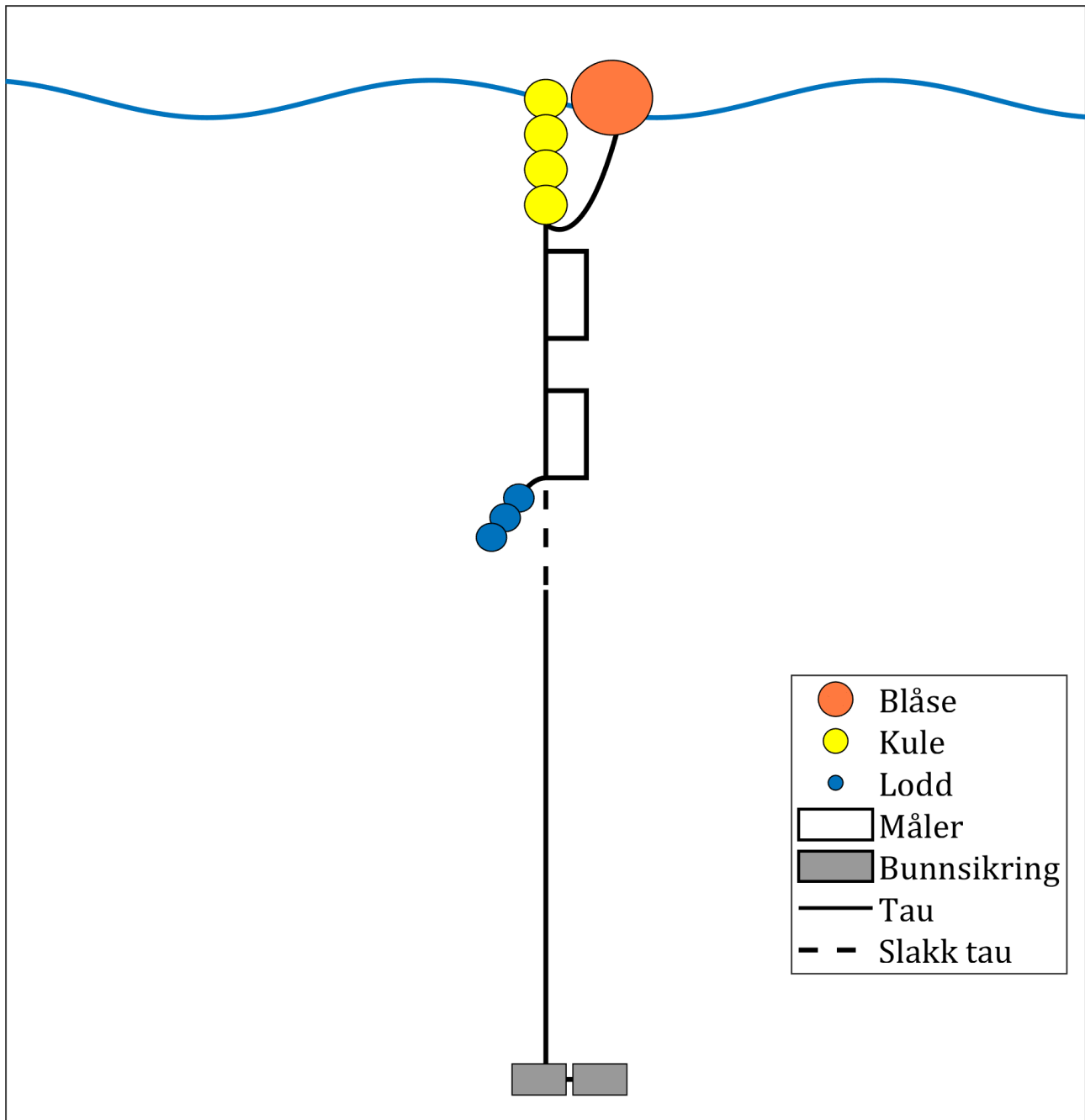
Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A3-blåse	Blåse	1stk	0.0m	62kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	4stk	0.0m	7.5kg oppdrift
Danline 16mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 16mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Pærelodd	Lodd	3stk		5kg
Danline 16mm	Tau	137.0m		
Garnanker	Bunnsikring	2stk		40kg

Tabell 7.1.3. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m dyp under P5.

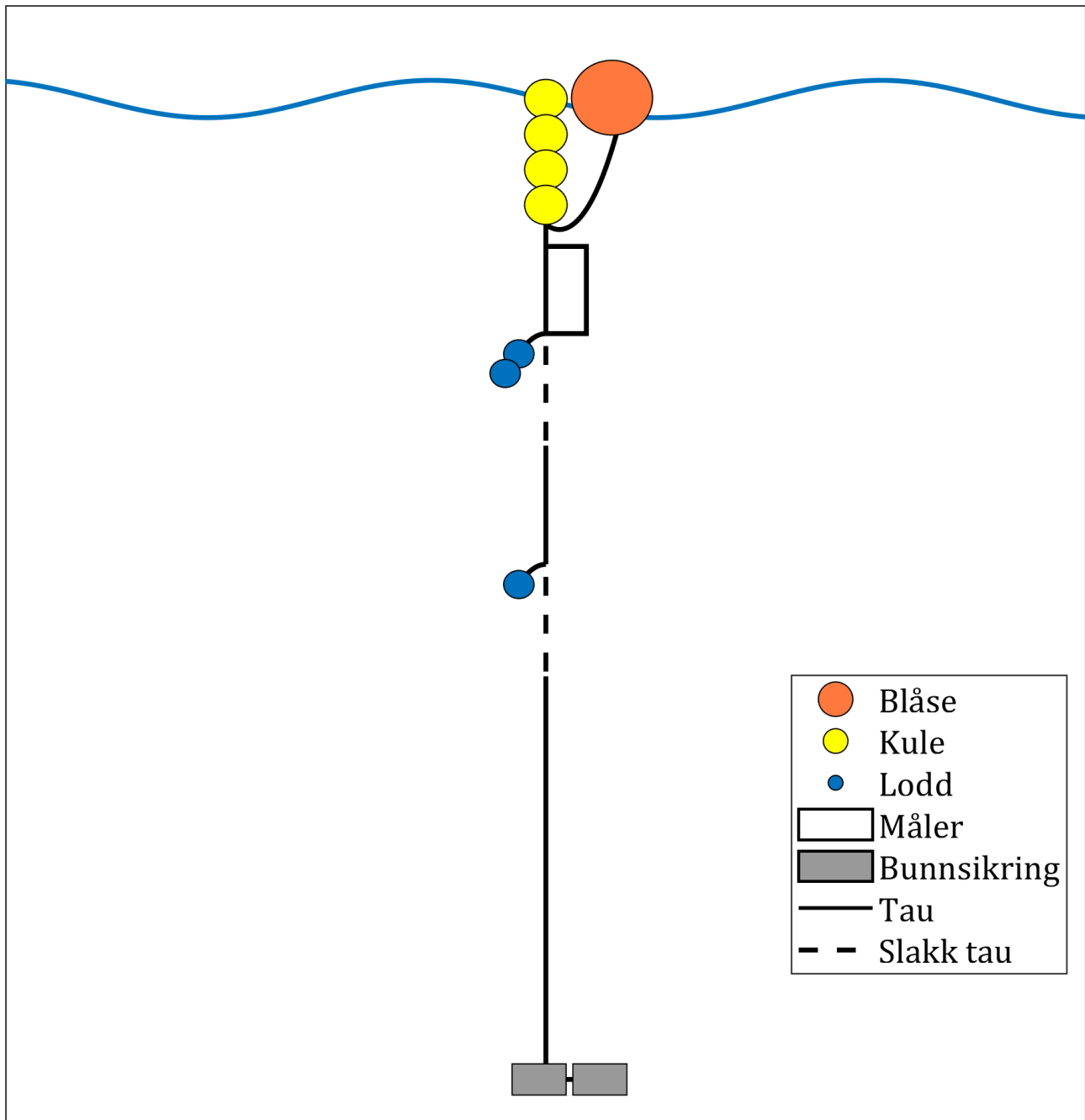
Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A3-blåse	Blåse	1stk		62kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	4stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk		
Pærelodd	Lodd	2stk		5kg
Danline 14mm	Tau	30.0m		
Pærelodd	Lodd	1stk		5kg
Danline 14mm	Tau	130.0m		
Garnanker	Bunnsikring	2stk	152.0m	50kg



Figur 7.1.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp under P1 og P2.



Figur 7.1.2. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp under P3 og P4.



Figur 7.1.3. Riggoppsett for strømmålinger på 5m dyp under P5.

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.

På Fætten gjelder det målingene på 5m og 15m dyp.

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

P1: 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.

P2: 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.

Etter P2 ble det gjennomført en måleperiode, men de målerne forsvant da strømflåten gikk rundt under uvær.

P3: Rikken hadde flyttet seg 80m øst. 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.

P4: Det var ingen begroing eller skade på instrumentet på 15m, og ingen data er vurdert som feil eller usikre på grunn av dette. Datakvaliteten anses å være god.

P5: Det var ingen begroing eller skade på instrumentet, og ingen data er vurdert som feil eller usikre på grunn av dette. Datakvaliteten anses å være god.

Feil på instrument

P3: Det var feil på oksygensensor på CTD-instrumentet ved utsett. Oksygendata er dermed ikke presentert for utsett. Dette har ingen konsekvens for registrering av andre data eller parametere.

P4: Det ble målt strøm på 5m, men det var ingen data på grunn av teknisk feil på instrumentet.

Ellers var det var ingen feil på instrumentenes sensorer under noen av måleperiodene. Datakvaliteten anses å være god.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m
Filnavn for rådata	P1: Fætten 5m LM0919 AP5184.bin	P1 : Fætten 15m LM0919 AP5072.bin
	P2: Fætten 5m LM1219 AP5192.bin	P2: Fætten 15m LM1219 AP5065.bin
	P3: Fætten 5m LM0720 AP5225.bin	P3: Fætten 15m LM0720 AP5224.bin
	P4: -	P4: Fætten 15m LM1120 AP5247.bin
	P5: Fætten 5m LM1221 AP5313.bin	P5: -
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	P1: Fætten 5m-P1 LM0919 AP5184_eks_MS.xlsx	P1: Fætten 15m-P1 LM0919 AP5072_eks_MS.xlsx
	P2: Fætten 5m-P2 LM1219 AP5192_eks_MS.xlsx	P2: Fætten 15m-P2 LM1219 AP5065_eks_MS.xlsx
	P3: Fætten 5m-P3 LM0720 AP5225_eks_MS.xlsx	P3: Fætten 15m-P3 LM0720 AP5224_eks_MS.xlsx
	P4: -	P4: Fætten 15m-P4 LM1120 AP5247_eks_MS.xlsx
	P5: Fætten 5m-P5 LM1221 AP5313_eks_MS.xlsx	P5: -
Filnavn for kvalitetssikret data	Fætten-5m_QC.xlsx	Fætten-15m_QC.xlsx
Data return (%)	99.97 / 100.00	99.98 / 100.00
Antall målinger	56 421 / 56 437	65 924 / 65 940
Antall fjernede/manglende målinger	16	16
Ekstern påvirkning på målinger	Ja, se vedlegg 8.2	Ja, se vedlegg 8.2

Forts. Tabell 8.1.2.

Måledyp	5m	15m
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	26.04.19 12:20 - 11.12.21 08:50	26.04.19 12:20 - 12.11.20 14:00
	P1: 26.04.19 12:20 - 11.09.19 10:00	P1: 26.04.19 12:20 - 11.09.19 10:00
	P2: 11.09.19 11:00 - 10.12.19 13:10	P2: 11.09.19 11:00 - 10.12.19 13:10
	P3: 27.03.20 15:00 - 02.07.20 18:20	P3: 27.03.20 15:00 - 02.07.20 18:20
	P4: -	P4: 02.07.20 19:50 - 12.11.20 14:00
	P5: 05.10.21 14:30 - 11.12.21 08:50	P5: -
Dato og tid for start og slutt av instrument	23.04.19 09:30 - 16.12.21 12:40	23.04.19 09:50 - 16.11.20 11:20
	P1: 23.04.19 09:30 - 12.09.19 06:10	P1: 23.04.19 09:50 - 12.09.19 06:40
	P2: 04.09.19 12:00 - 10.12.19 13:30	P2: 04.09.19 12:00 - 10.12.19 13:40
	P3: 26.03.20 10:30 - 07.07.20 10:30	P3: 26.03.20 10:30 - 07.07.20 10:50
	P4: -	P4: 01.07.20 15:50 - 16.11.20 11:20
	P5: 04.10.21 23:10 - 16.12.21 12:40	P5: -

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 8.2.2)
Ping count	150 (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.2)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.2)
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.

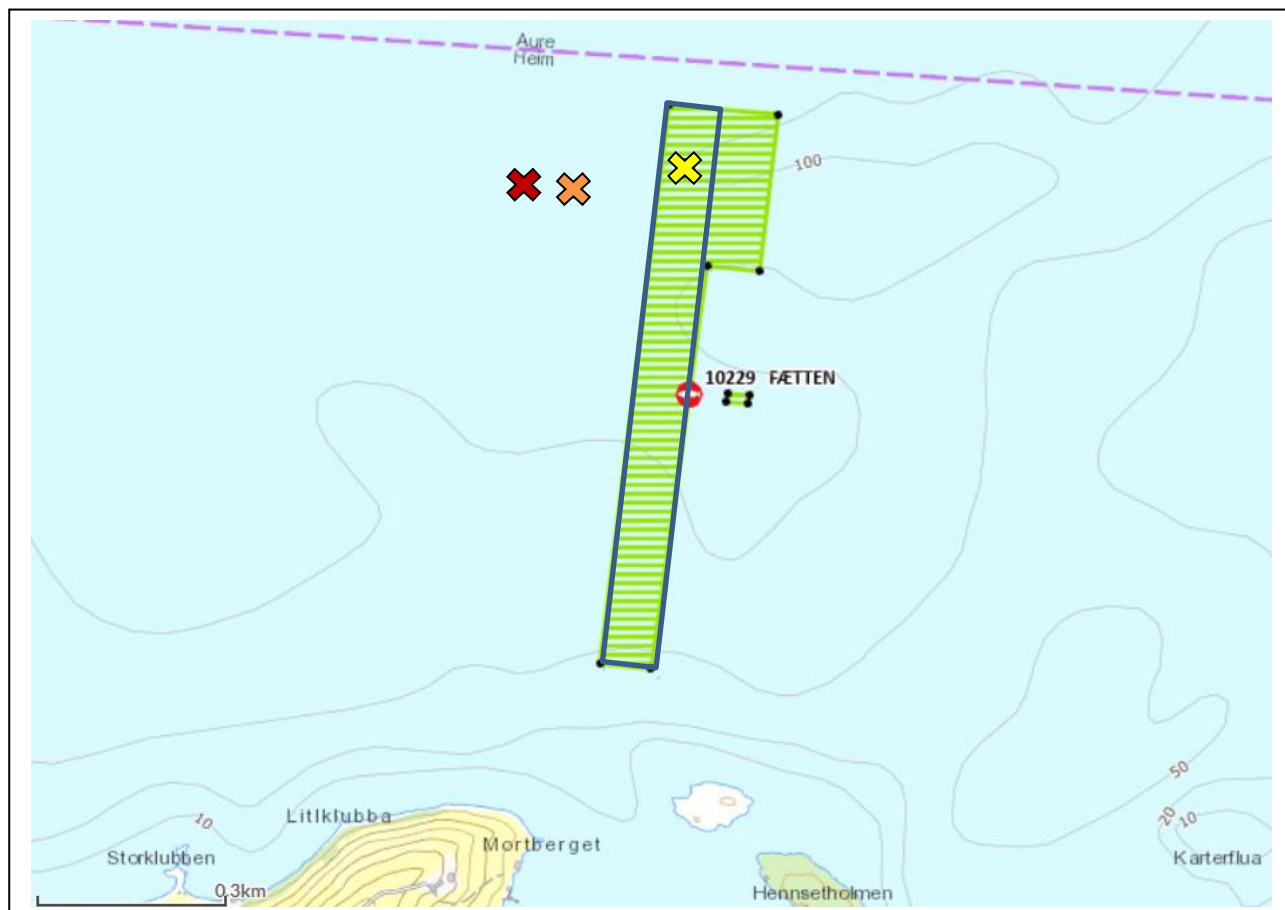
Tabell 8.2.2. Teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste (IOC, 1993).

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

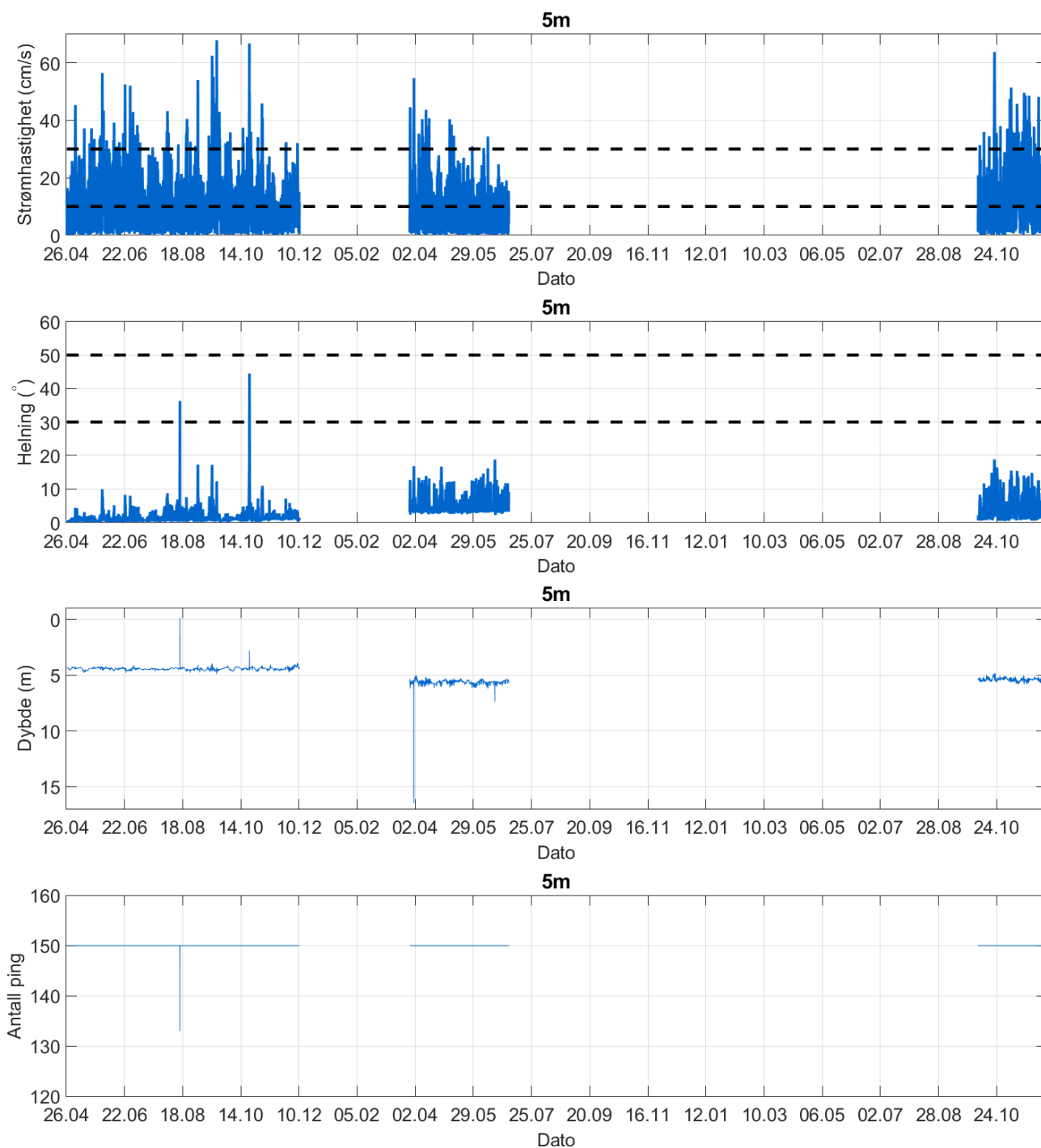
Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet, u_1 og u_2 , for forskjellige måleintervall, Δt (IOC, 1993). For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har de teoretiske forskjellene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

P1/P2: Riggen hang i merd i anlegget. Anlegget var ikke i drift og det er ikke forventet påvirkning målingene.

P3/P4/P5: Anlegget var i drift under måleperiodene, det var fisk i merdene markert med et blått rektangel. Avstand til nærmeste merd med fisk var ca. 200m (140m i P3 etter at riggen hadde flyttet seg). Hovedstrømretning er mot Ø – V på begge dyp, på grunn av avstand er påvirkningen av at anlegget var i drift under måleperioden vurdert til liten. Det kan ikke utelukkes noe påvirkning.



Figur 8.2.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss (P1/P2), rødt kryss (P3/P4/P5) og oransje kryss (P3 ved opptak). Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.



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

Instrumentdypet varierte mellom -0.1m og 16.5m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 4.9m.

I løpet av P1 varierte instrumentdypet mellom -0.1m og 4.8m dyp, med snittdyp på 4.4m. I løpet av P2 varierte instrumentdypet mellom 2.8m og 4.9m dyp, med snittdyp på 4.4m. I løpet av P3 varierte instrumentdypet mellom 5.0m og 16.5m dyp, med snittdyp på 5.6m. I løpet av P5 varierte instrumentdypet mellom 4.8m og 5.8m dyp, med snittdyp på 5.4m.



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

Instrumentdypet varierte mellom 15.6m og 26.5m dyp i løpet av måleperiodene P3 og P4. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 16.3m.

Instrumentet hadde ikke trykksensor under P1 eller P2, men skal ha stått på snittdypet 15m ifølge riggoppsett. I løpet av P3 varierte instrumentdypet mellom 15.7m og 26.5m dyp, med snittdyp på 16.3m. I løpet av P4 varierte instrumentdypet mellom 15.6m og 19.0m dyp, med snittdyp på 16.3m.

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.

Mellom P1 og P2 mangler det 7 datapunkt på grunn av batteribytte.

Det var et lengre opphold mellom P2 og P3, da målerne som målte like etter P2 ble mistet.

Mellom P3 og P4 mangler det 16 datapunkt på grunn av batteribytte.

8.3.2 Enkelte datapunkter

P1: To datapunkter er fjernet i forbindelse med at instrumentet var tatt opp for rengjøring 15.08.19, på både 5m og 15m dyp.

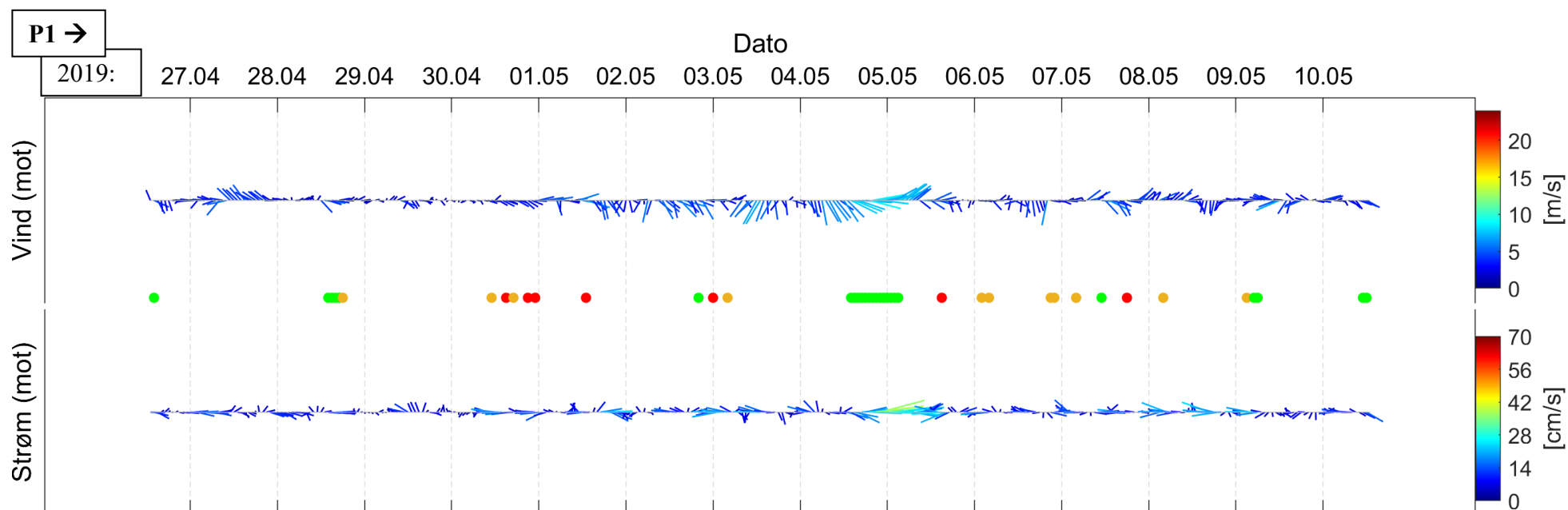
P2: Seks datapunkt er fjernet på grunn av opptrekk av instrumentene, sammenfallende med hurtig økning i hastighet, høy tilt og signalstyrke, på både 5m og 15m dyp.

P3: 8 datapunkt er fjernet på grunn av veldig langt nedtrekk av instrumentene og utslag i kvalitetssikringsparameterne, på både 5m og 15m dyp.

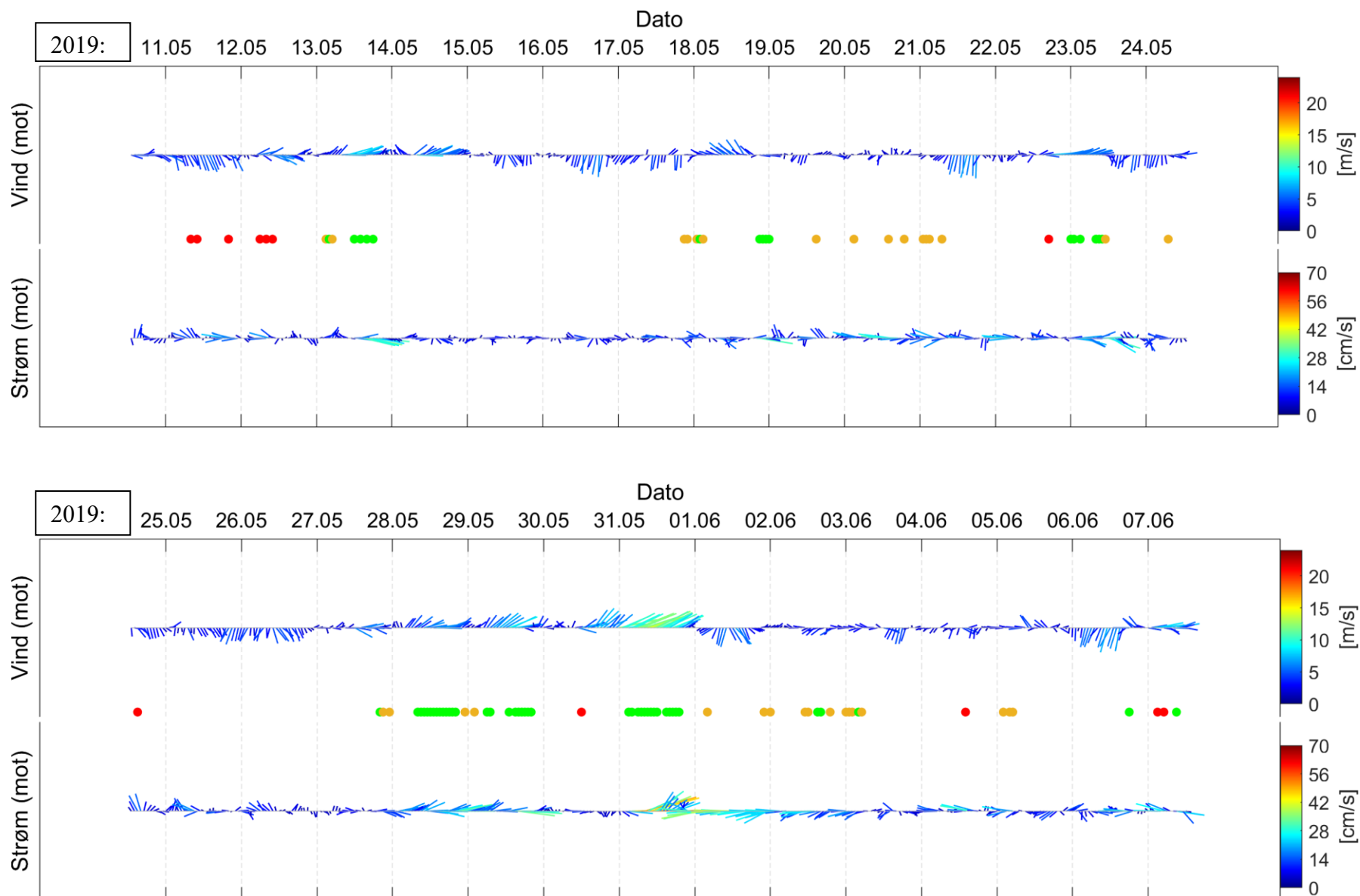
Ingen datapunkt er fjernet fra P4 eller P5.

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

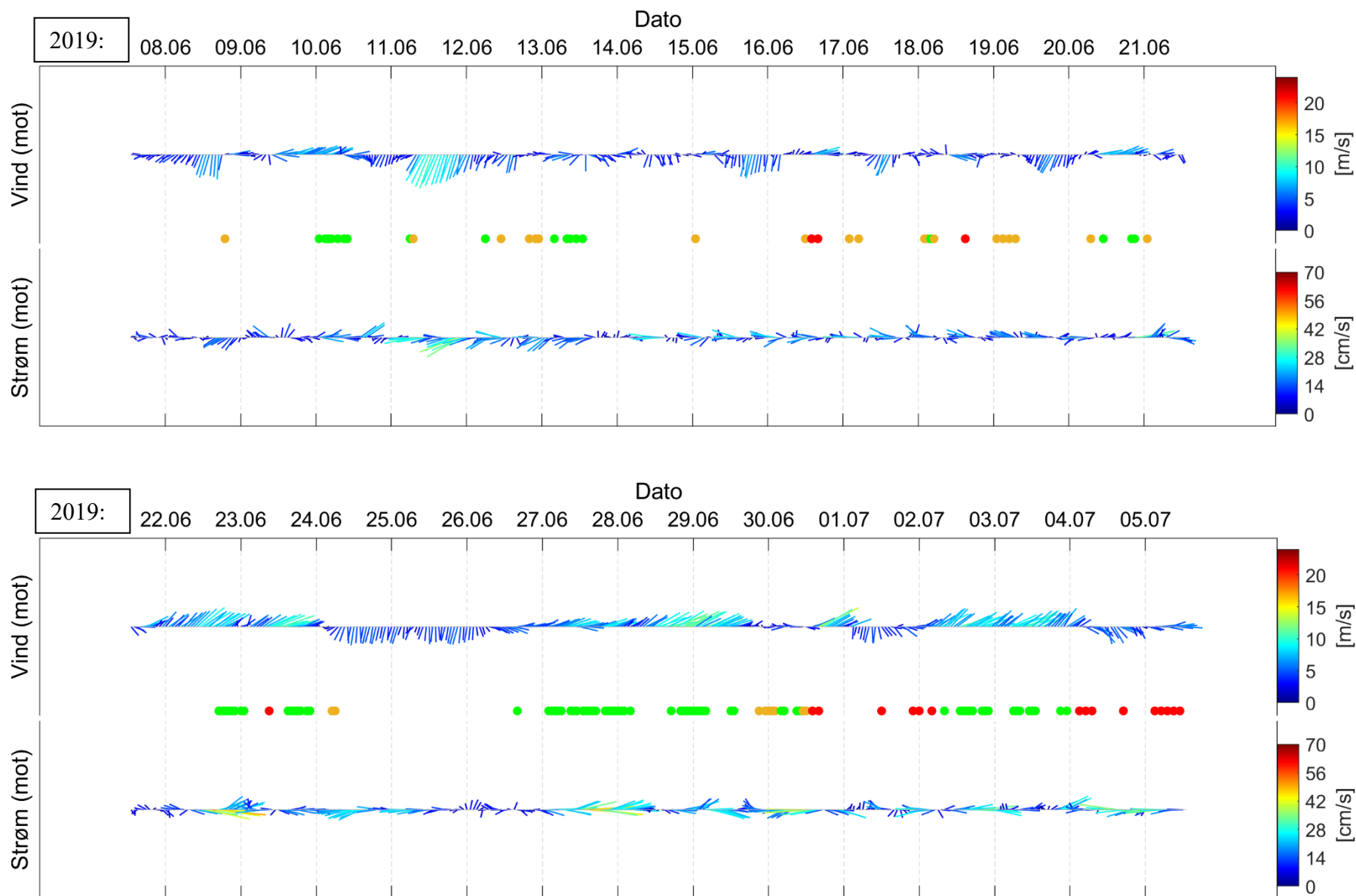
Figurene under viser vind- og strømhastighet i løpet av måleperioden, oppdelt i perioder på to uker. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne prikker) eller motsatt retning (røde prikker) indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm. Svak vind (< 3m/s) hvor strøm og vind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



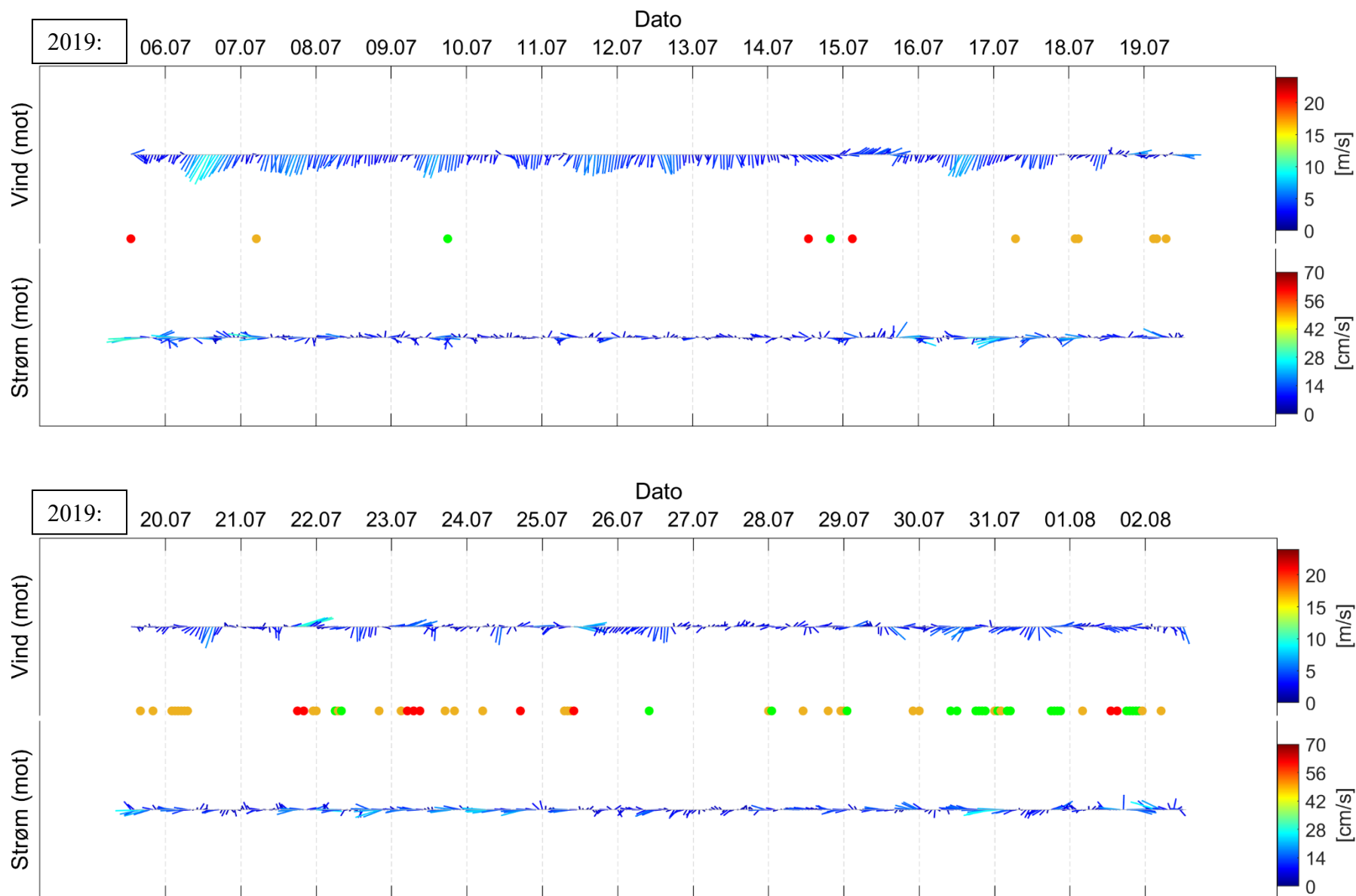
Figur 9.1. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



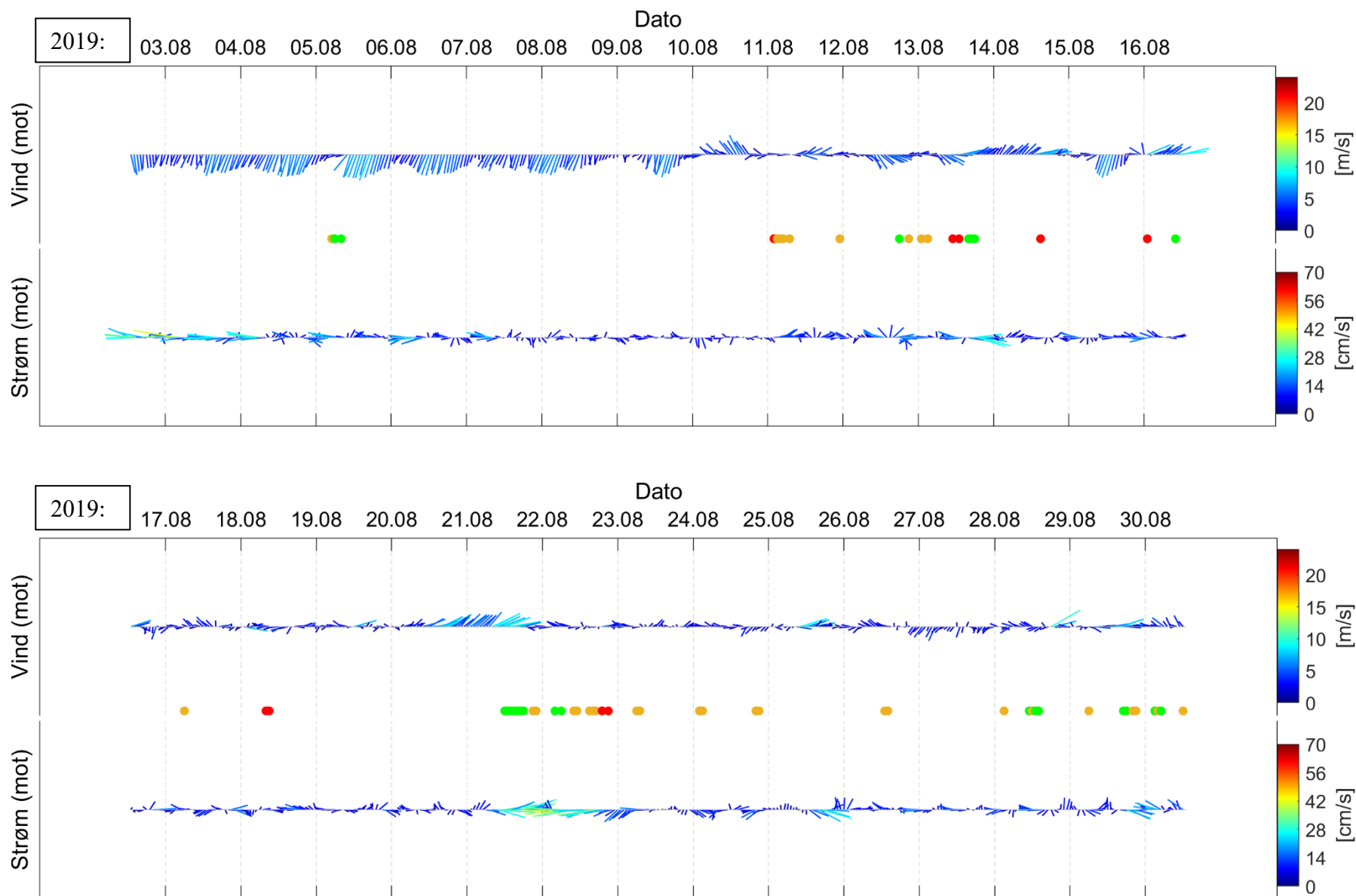
Figur 9.2. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



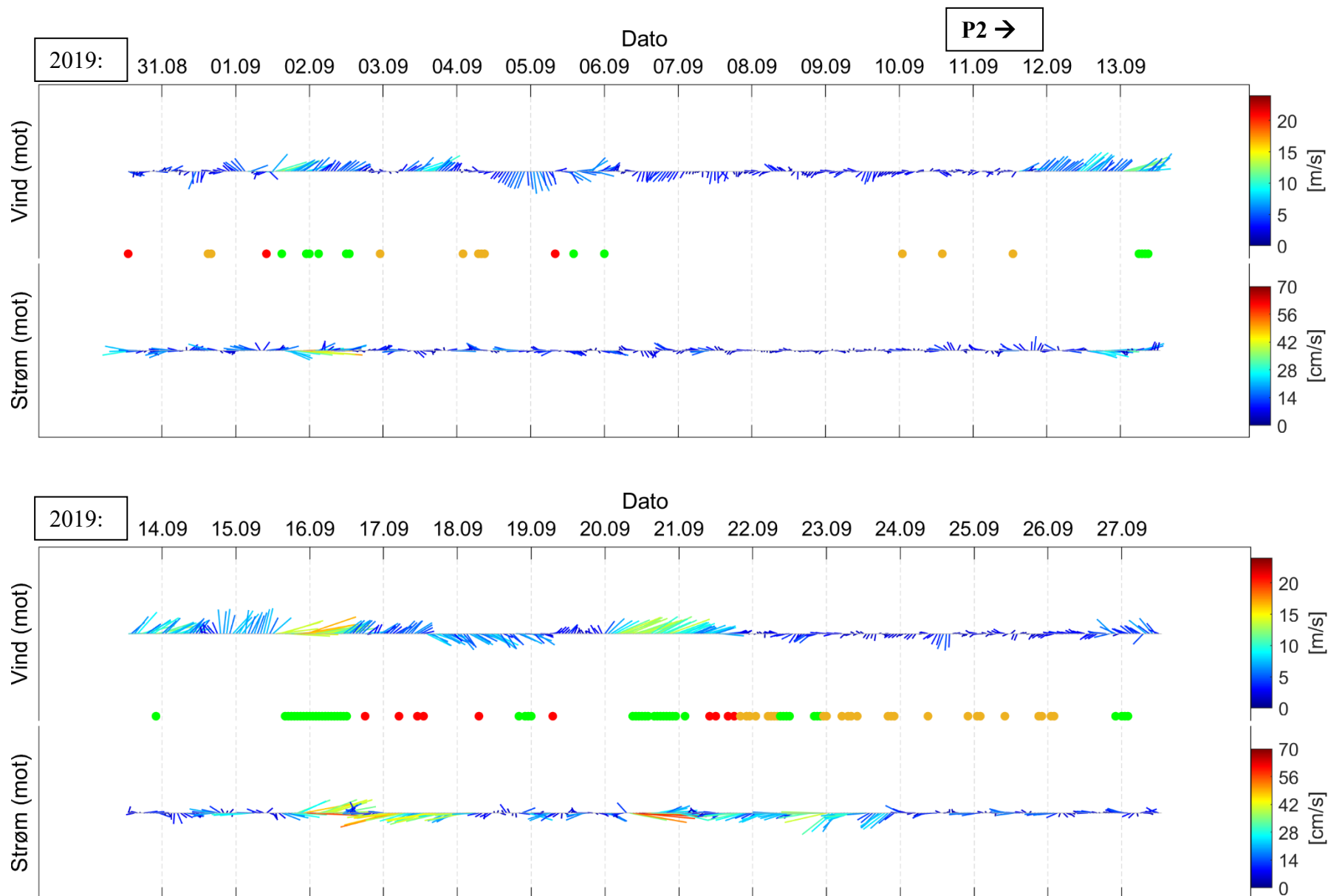
Figur 9.3. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



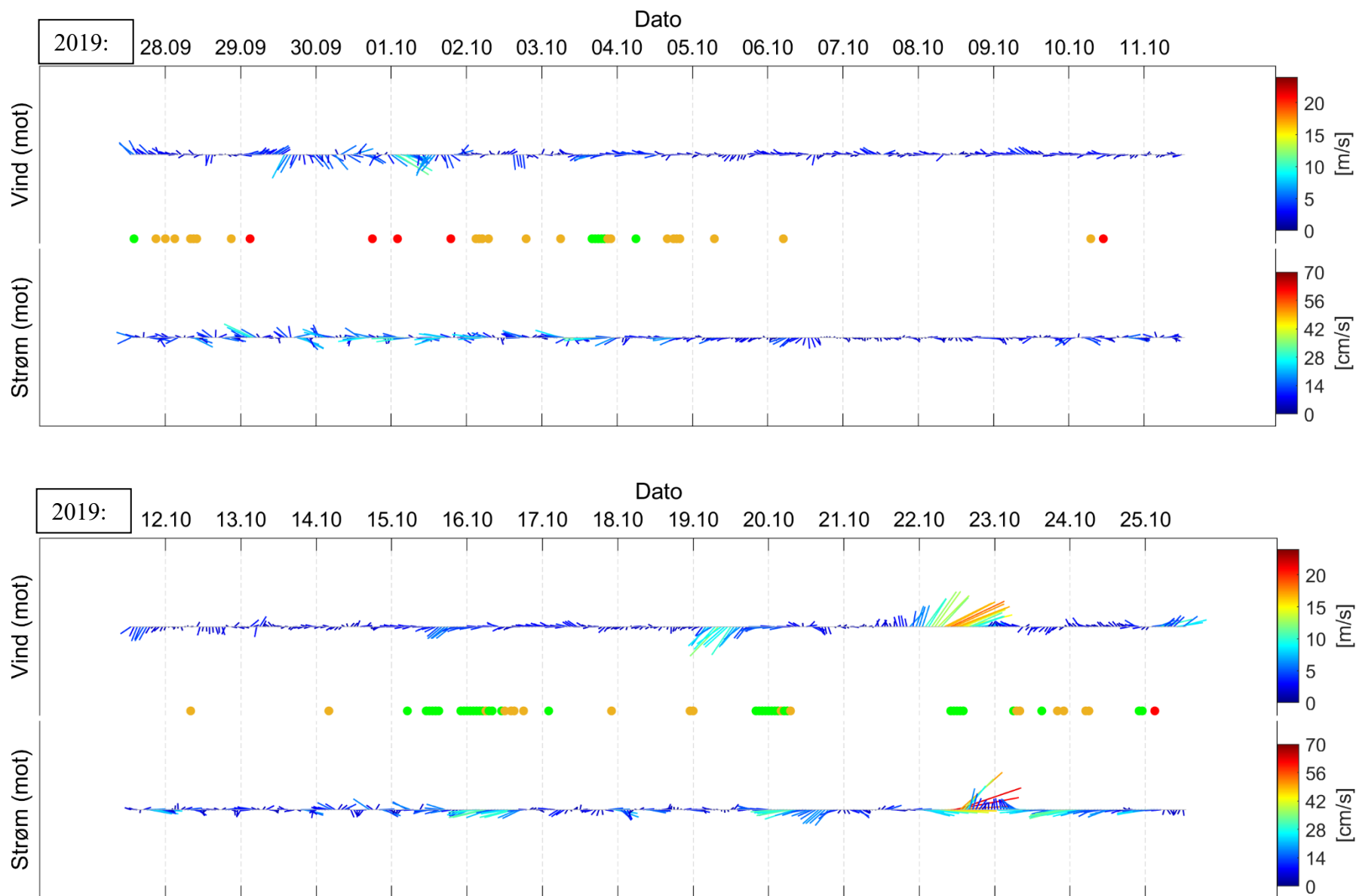
Figur 9.4. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



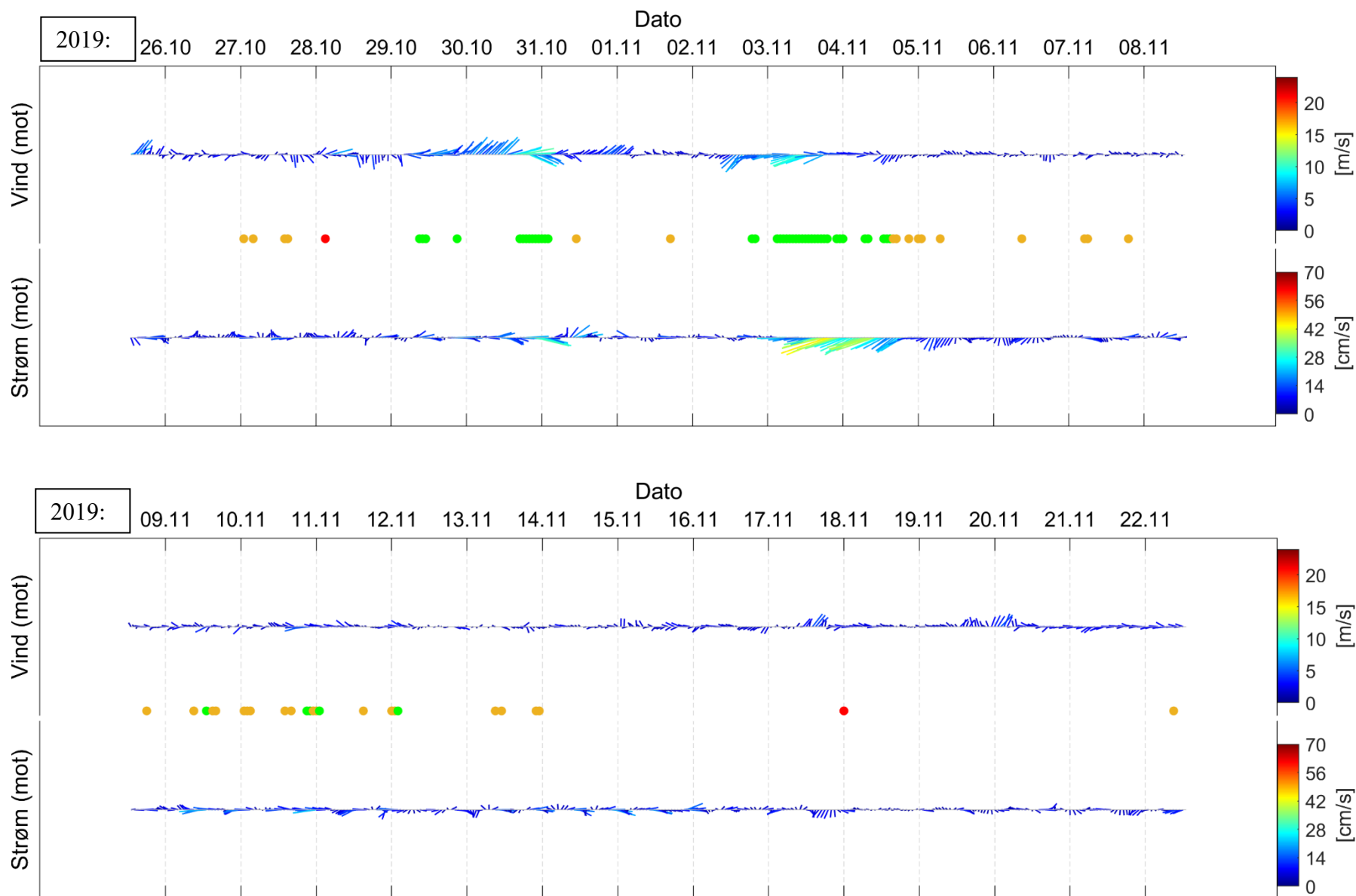
Figur 9.5. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



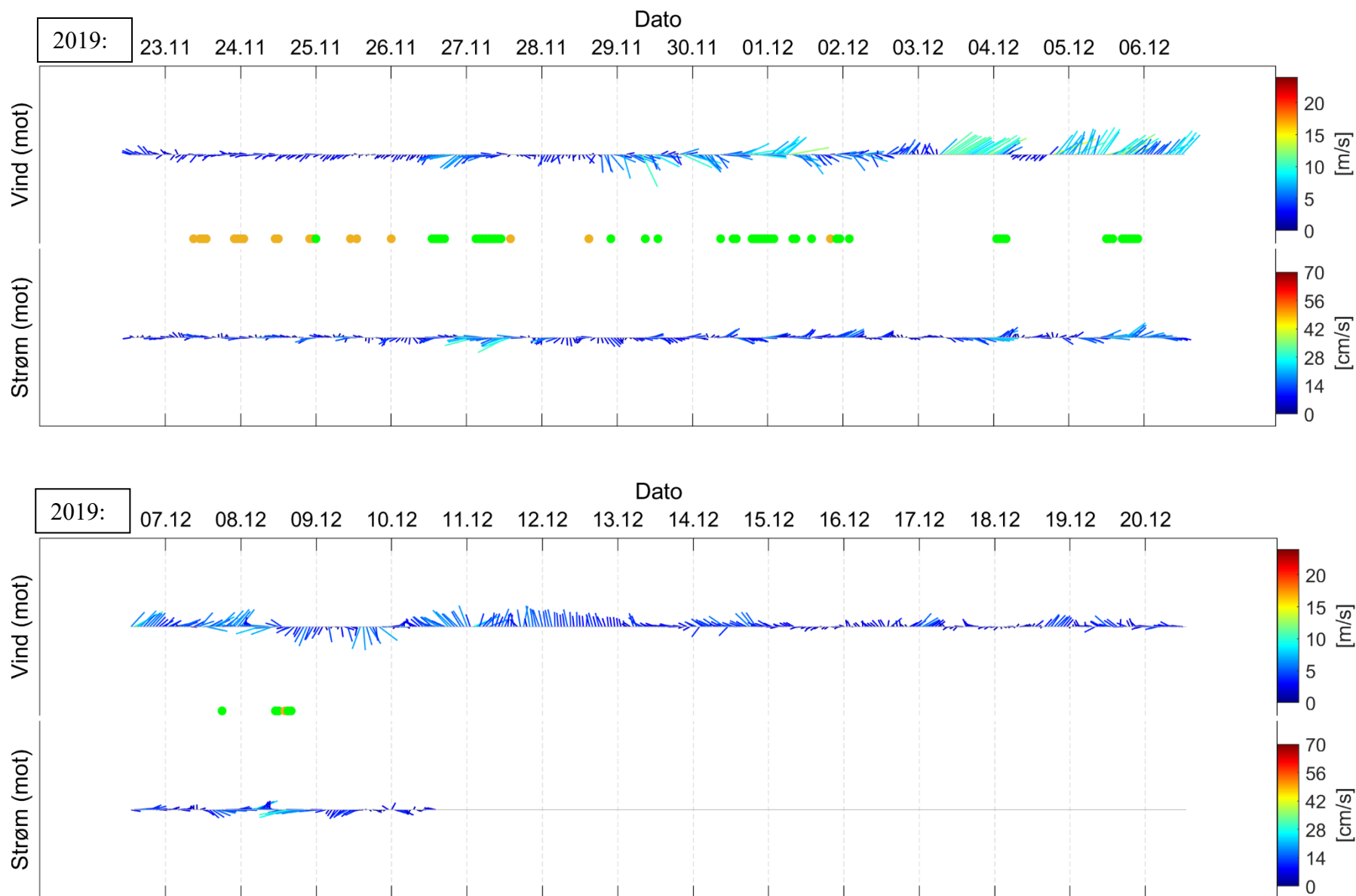
Figur 9.6. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



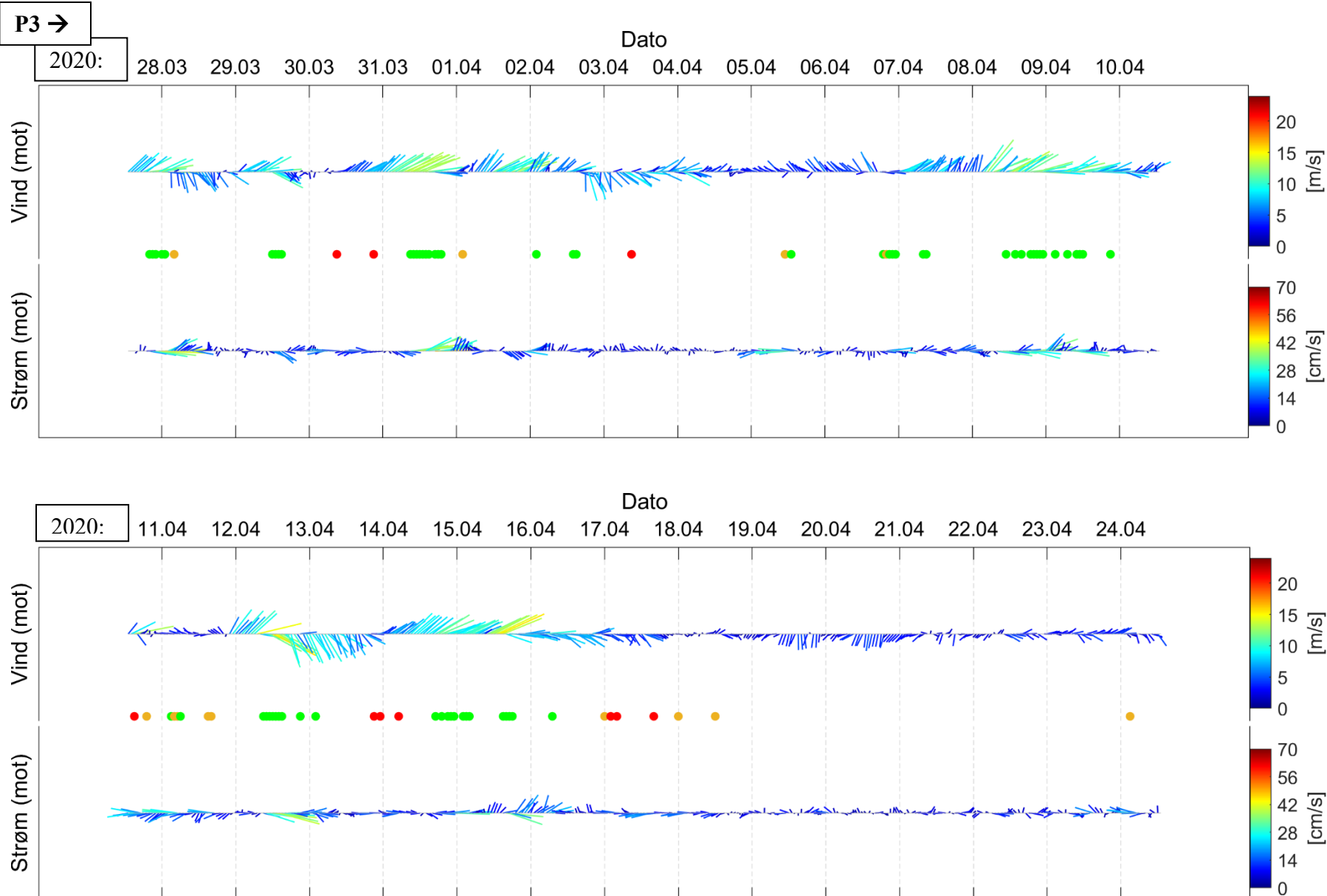
Figur 9.7. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



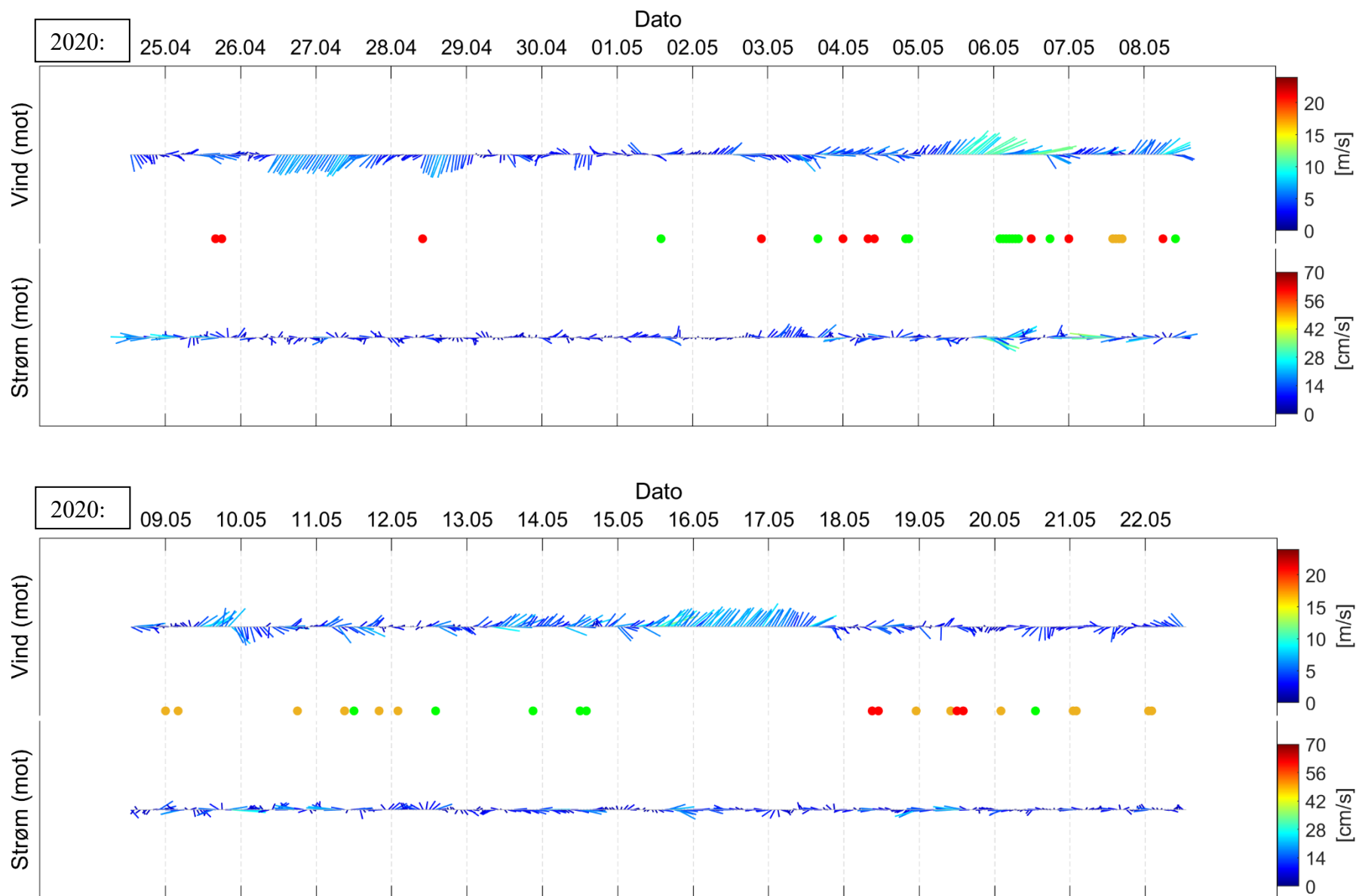
Figur 9.8. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



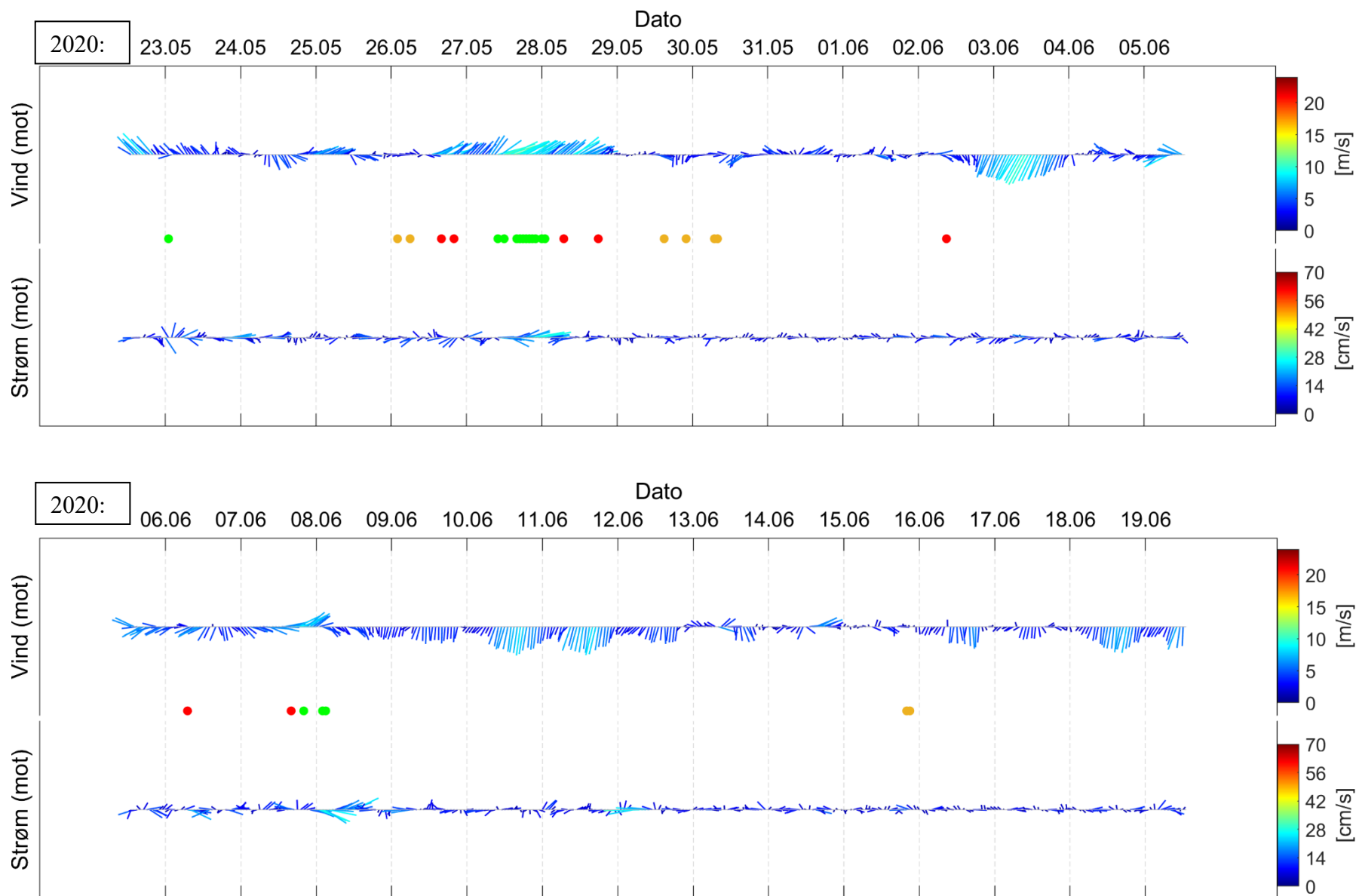
Figur 9.9. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



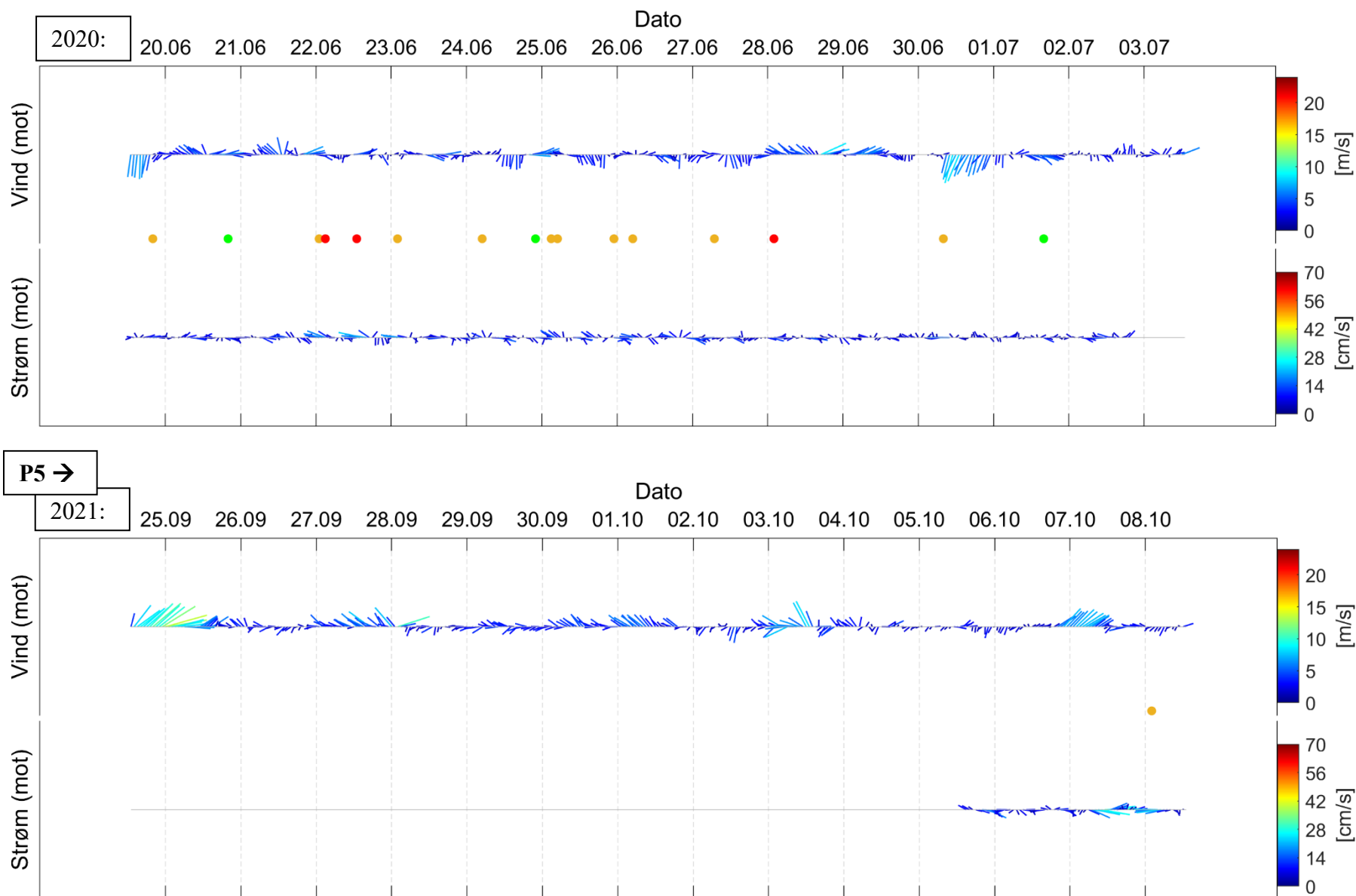
Figur 9.10. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



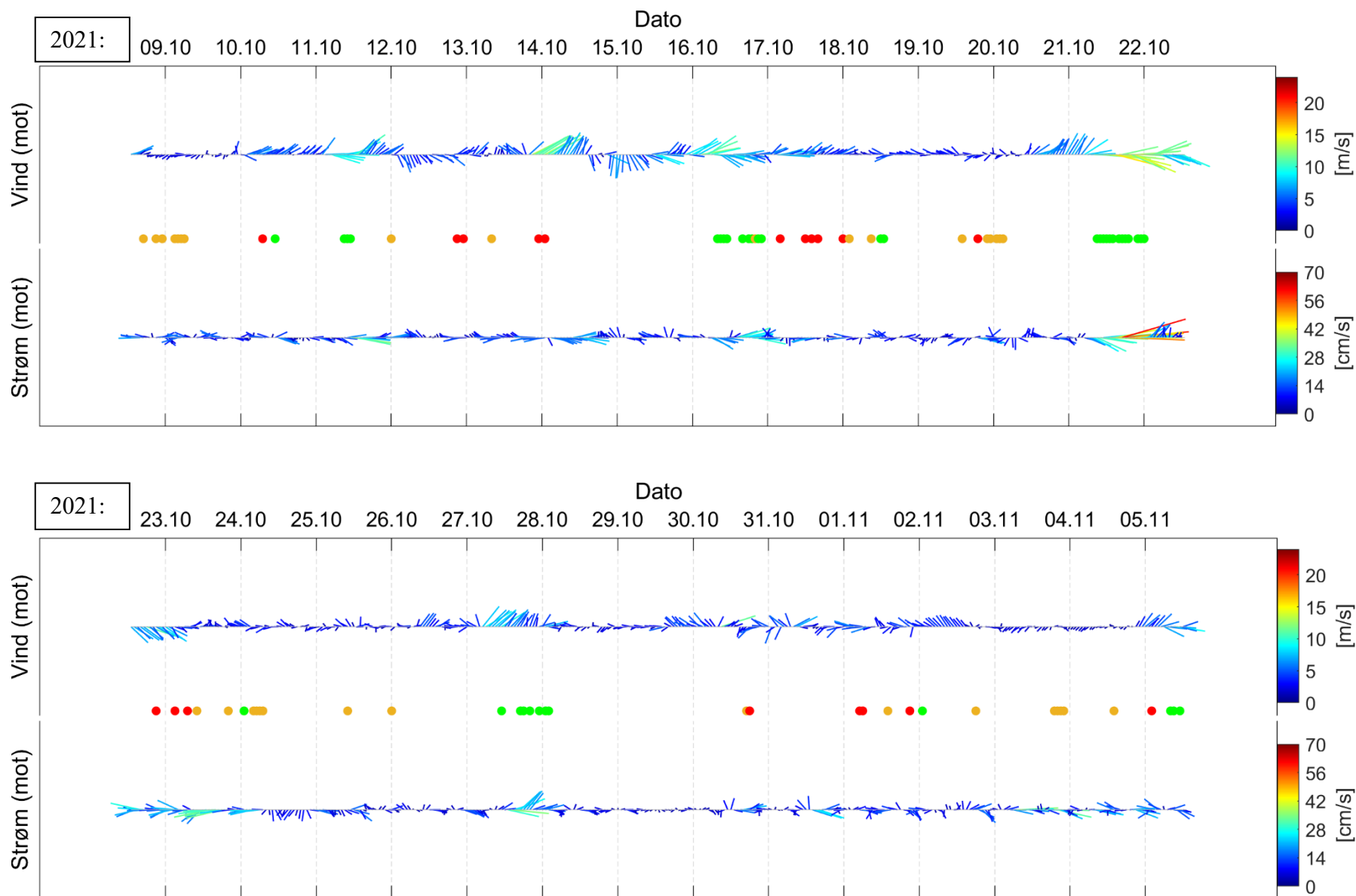
Figur 9.11. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømshastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



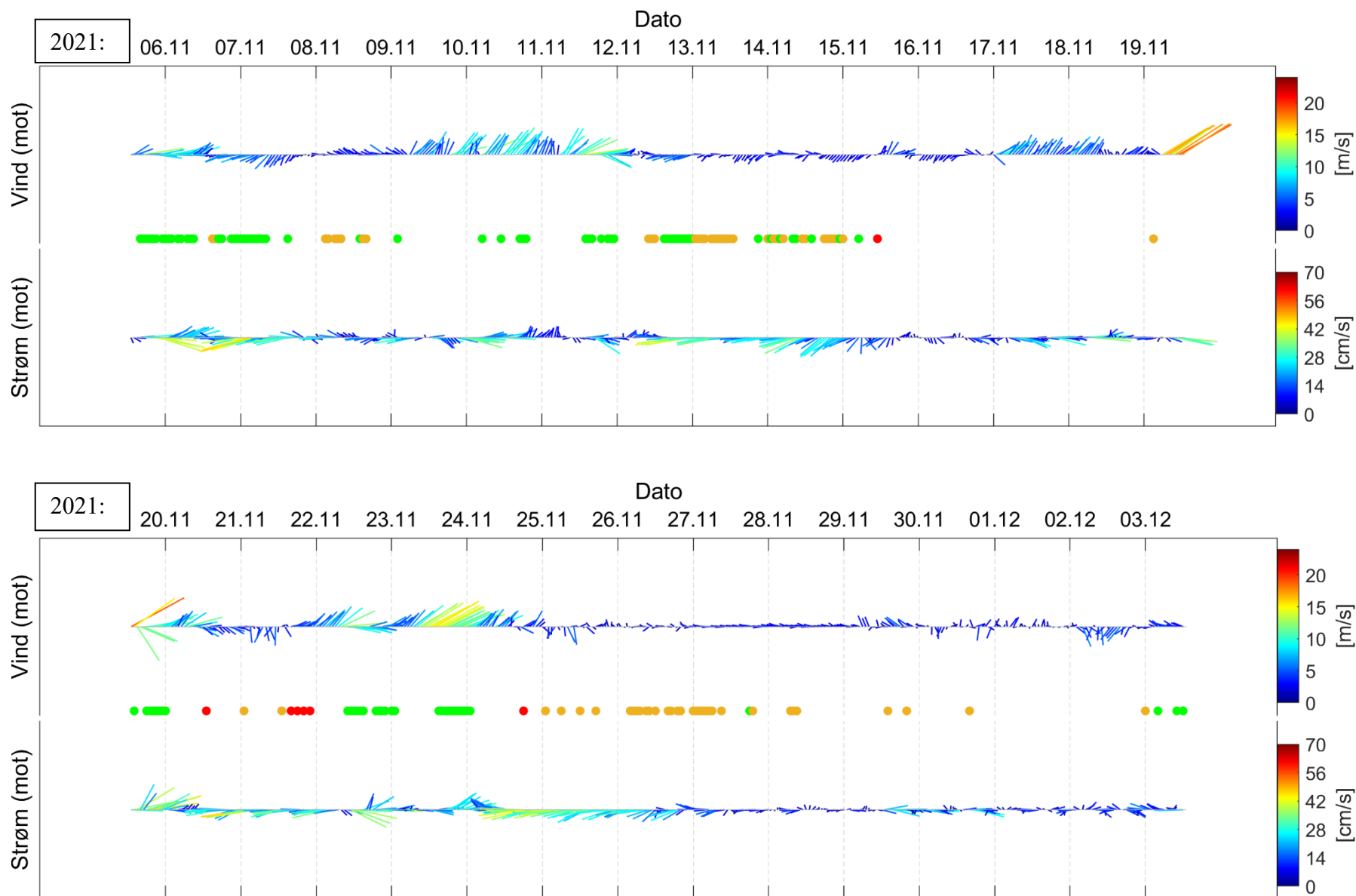
Figur 9.12. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømshastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



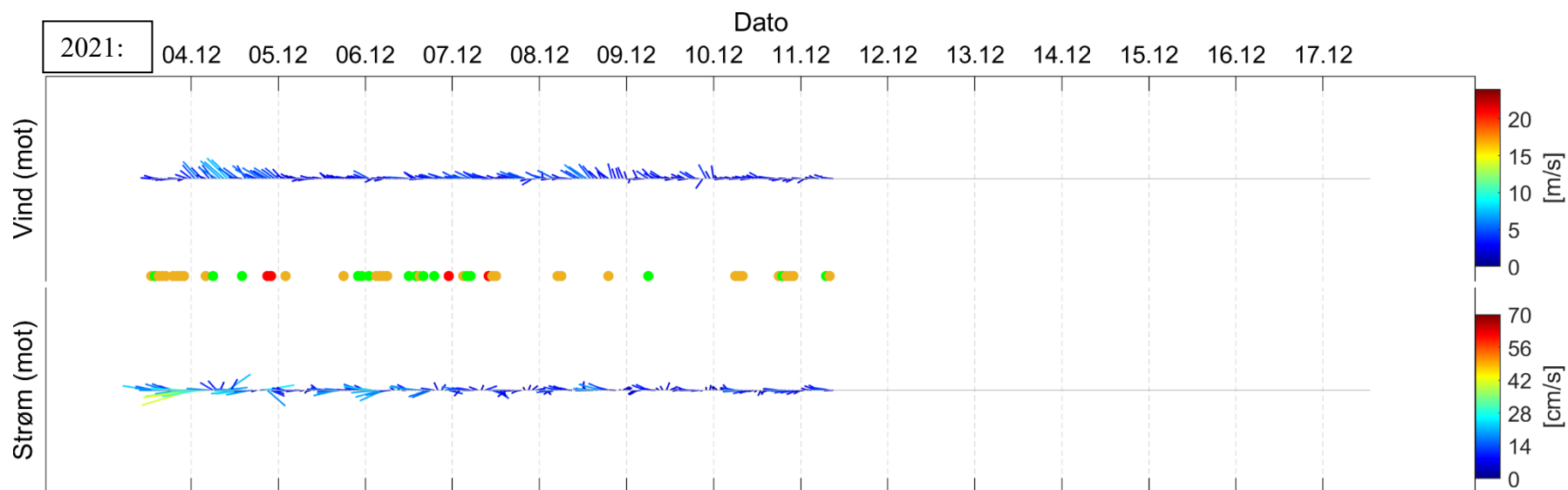
Figur 9.13. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



Figur 9.14. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømshastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



Figur 9.15. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømshastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



Figur 9.16. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.

10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

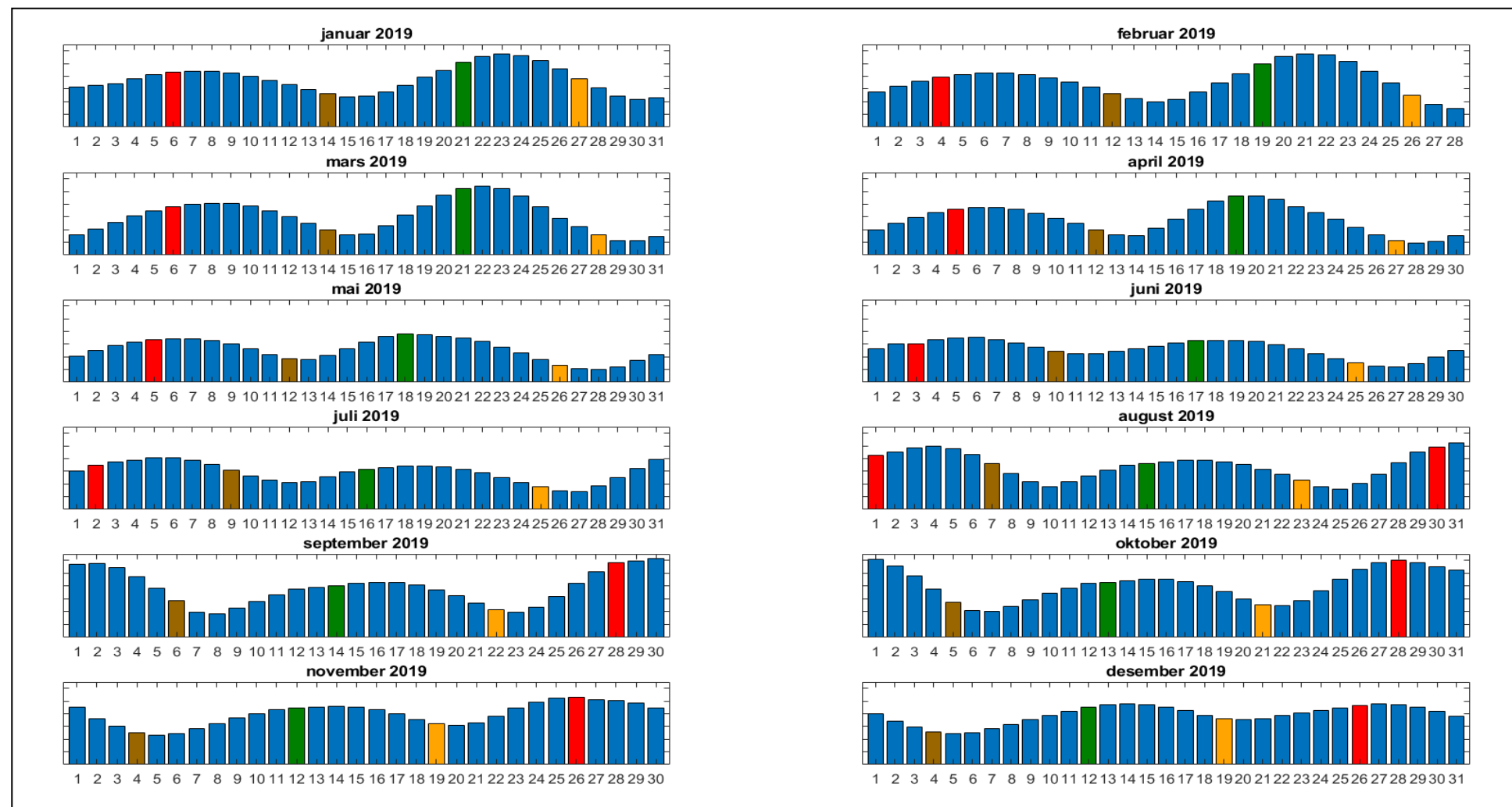
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 10.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 10.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

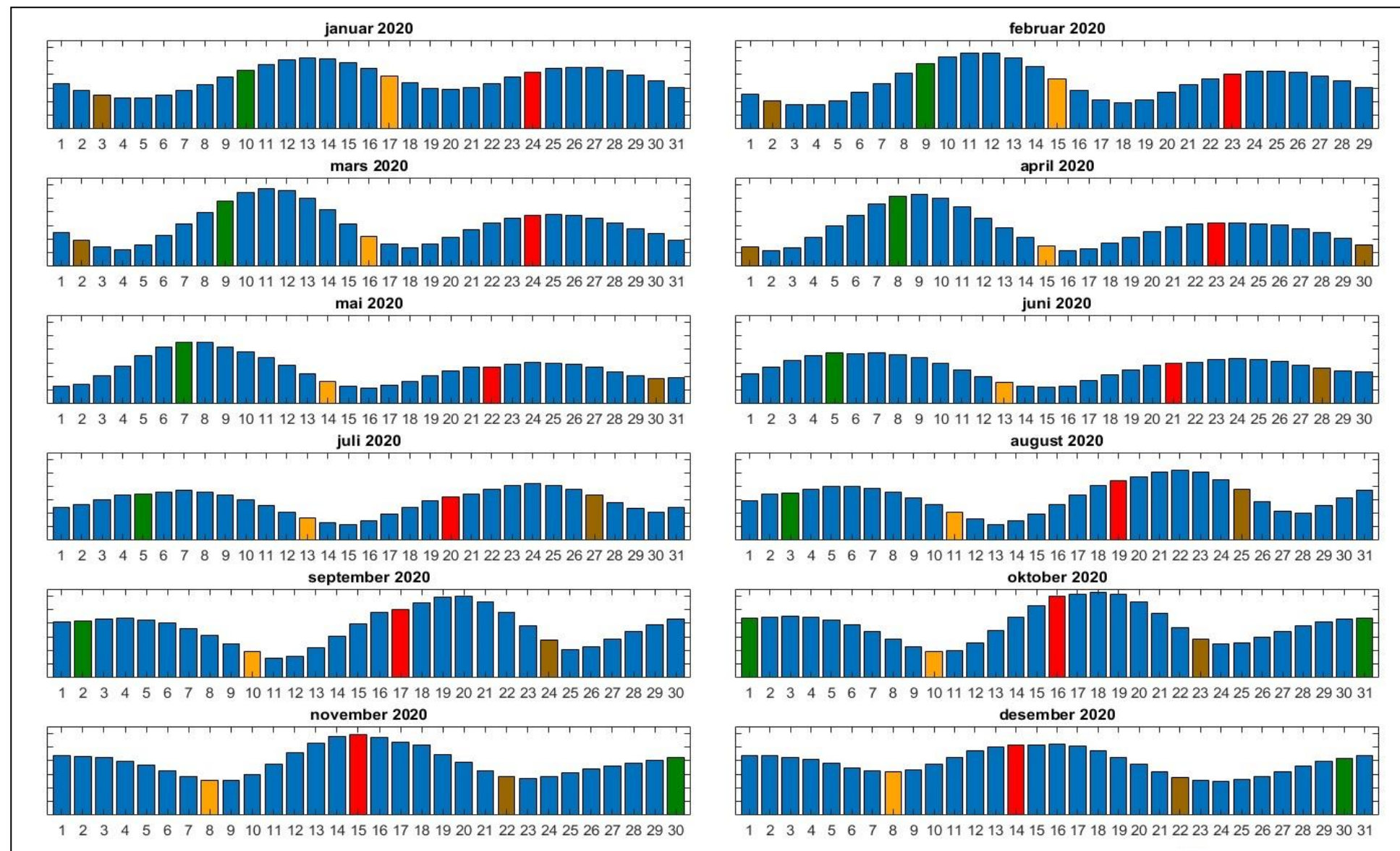
	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	$\geq 40 - < 55$	$\geq 26 - < 40$	$\geq 15 - < 26$	< 15
Utskifting	15	≥ 45	$\geq 30 - < 45$	$\geq 20 - < 30$	$\geq 10 - < 20$	< 10
Spredning		≥ 35	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$	$\geq 10 - < 15$	< 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

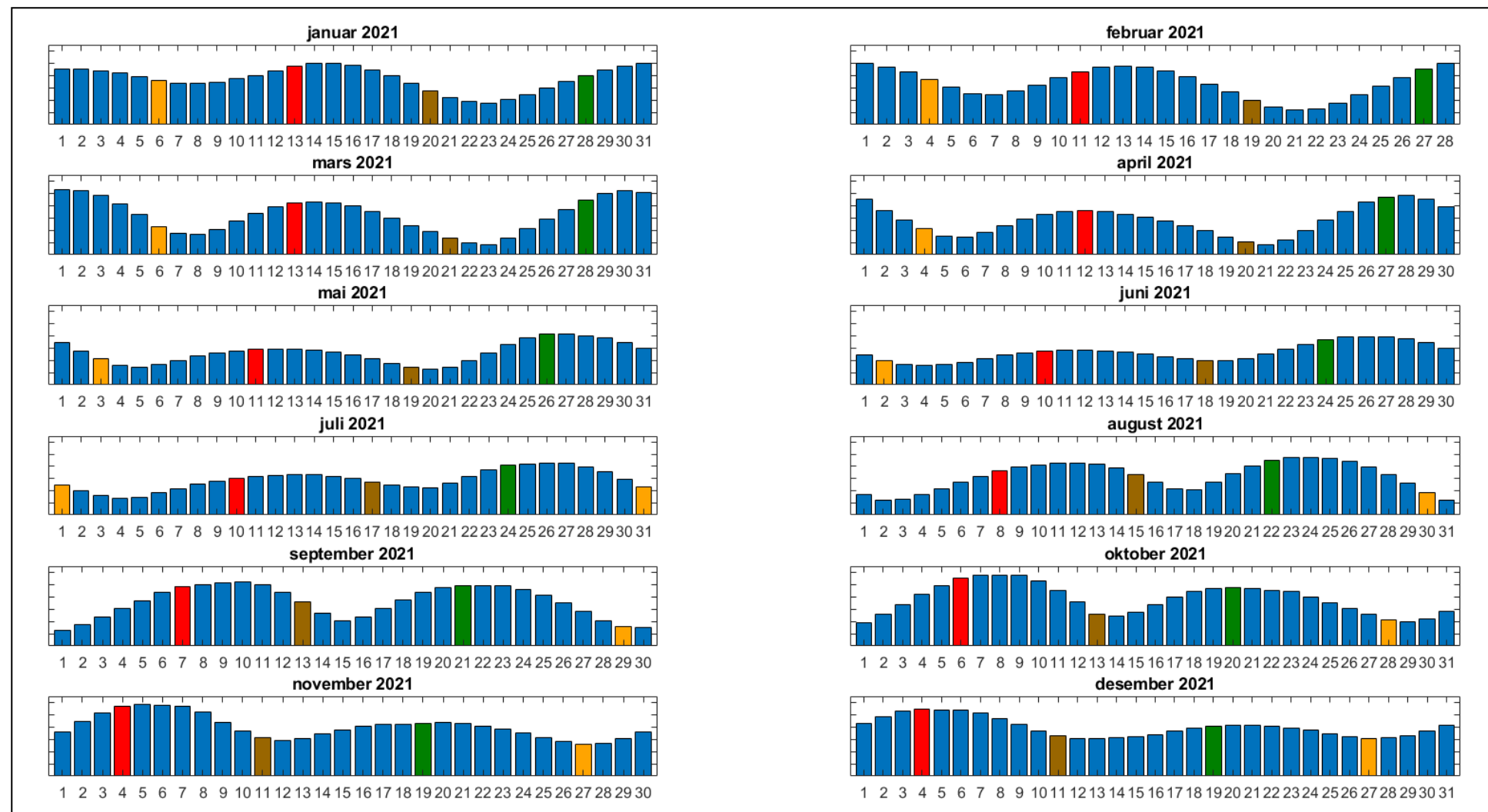
Strømmålinger er påvirket av blant annet tidevannsstrøm og kan bli påvirket av vind og vær. Månedlige tidevannsvariasjoner er vist i figuren under.



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).

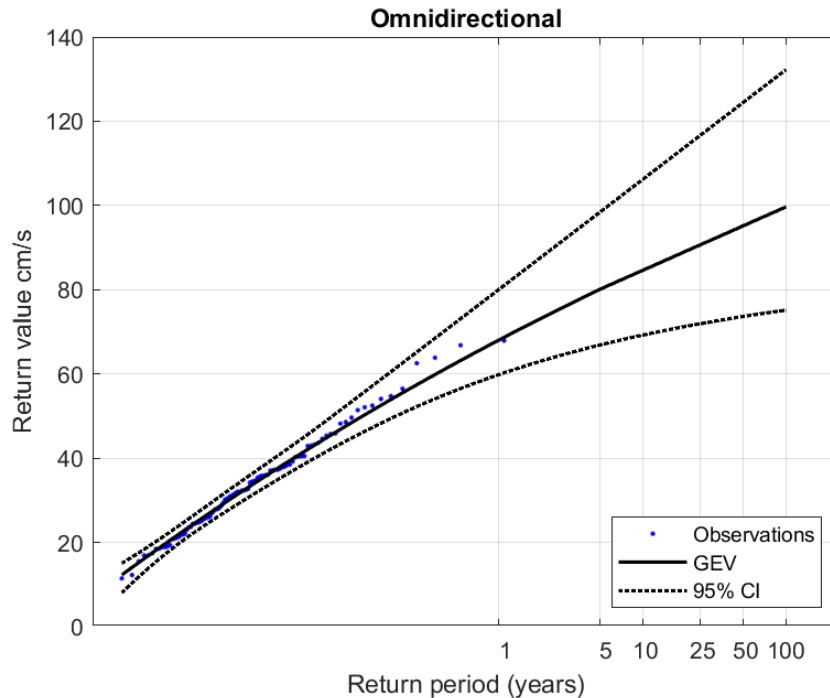


Figur 11.3. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn – fullmåne).

12. EVA

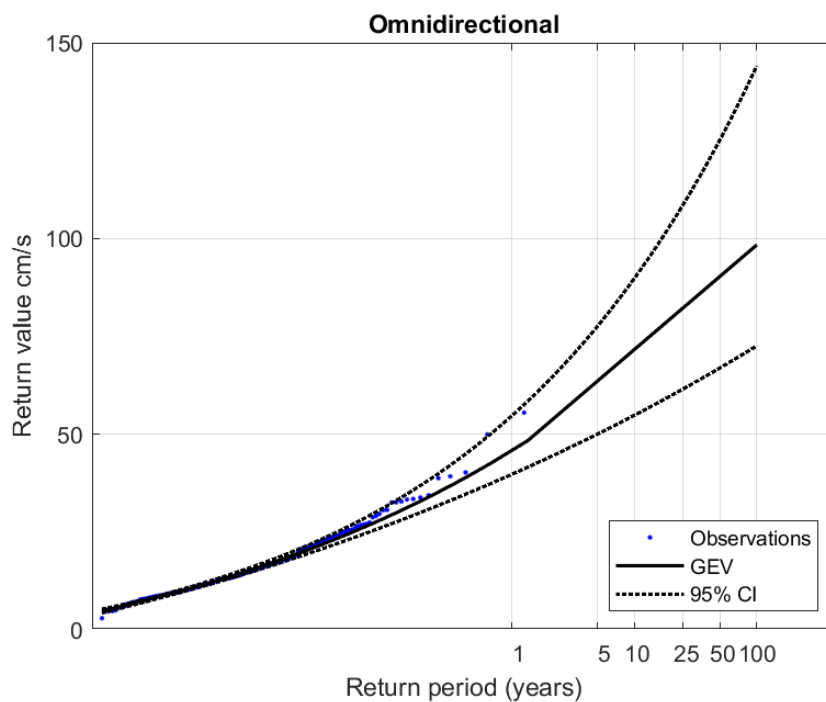
Metodene brukt for ekstremverdianalysen (EVA) var GEV-fordelingen med blokkperiode på 4 dager for 5m og GEV-fordelingen med blokkperiode på 1 dag for 15m dyp.

12.1 5m dyp



Figur 4.1 GEV-fordelingen med blokkperiode på 4 dager.

12.2 15m dyp



Figur 12.2 GEV-fordelingen med blokkperiode på 1 dag.

13. Vedlegg – Måleenheter

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 13.1. 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

14. Vedlegg – Parametere og beskrivelse

Tabell 14.1. 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.

15. 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 (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>
6. 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
7. Kartverket (2021). www.kartverket.no/sehavniva
8. 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.
9. Meteorologisk institutt (2021). www.eklima.no
10. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
11. NS 9415:2021. Flytende akvakulturanlegg. Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk. Norsk Standard 2021: 127s.
12. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
13. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.

16. Vedlegg - Resultater per måned på 5m dyp

16.1 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 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 5m dyp per måned.

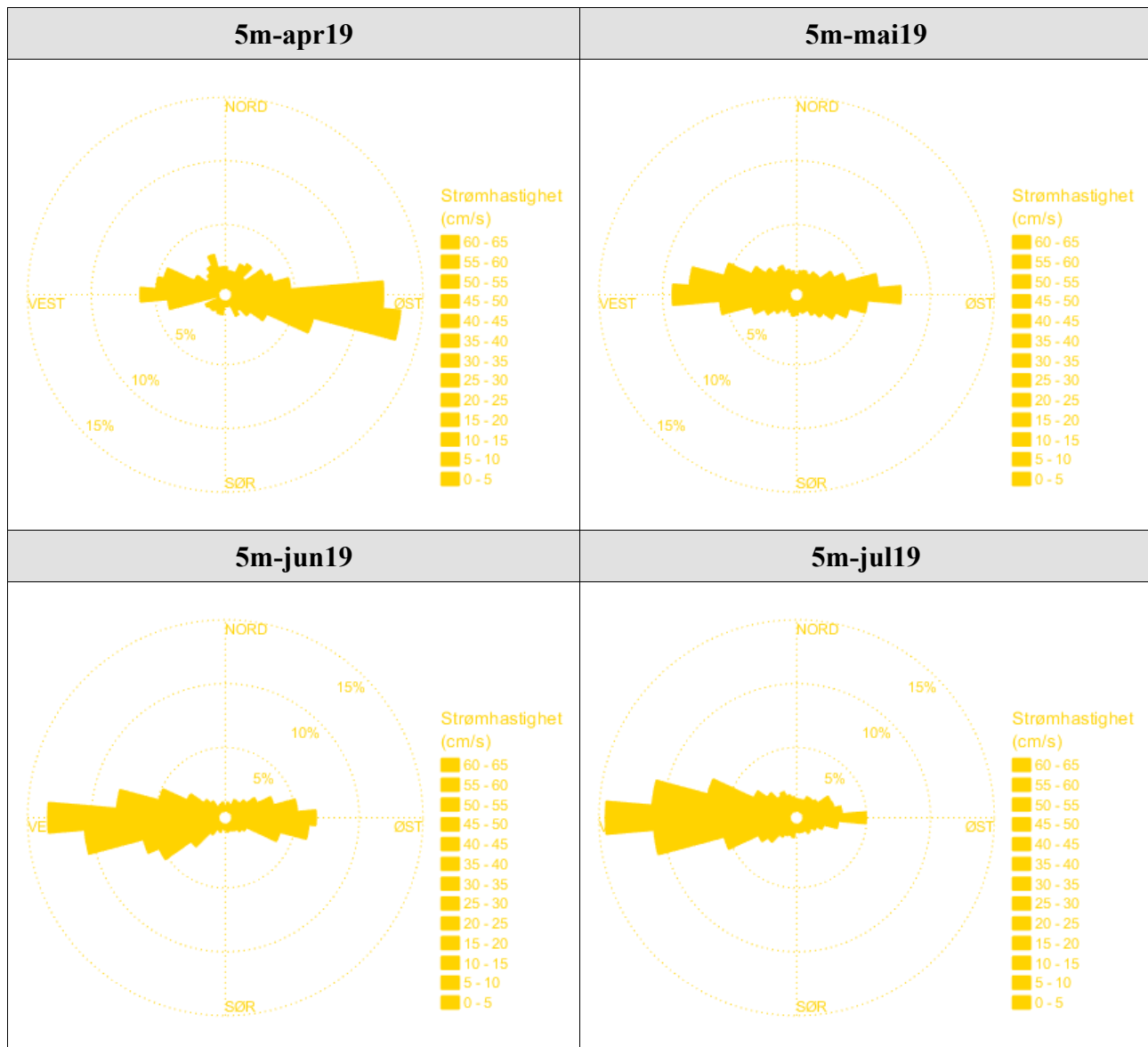
Måledyp	5m-apr19	5m-mai19	5m-jun19	5m-jul19	5m-aug19	5m-sep19	5m-okt19	5m-nov19	5m-des19	5m-mar20	5m-apr20	5m-mai20	5m-jun20	5m-jul20	5m-okt21	5m-nov21	5m-des21
Maksimum (cm/s)	20.9	56.5	52.5	38.4	43.2	67.9	66.8	45.9	32.1	54.7	43.7	40.4	34.4	15.5	63.8	51.4	48.2
Gjennomsnitt (cm/s)	7.7	10.8	13.8	9.7	9.9	12.9	10.3	8.5	10.5	13.5	9.2	8.9	7.4	5.6	11.2	16.8	10.4
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
Signifikant maks (cm/s)	13.0	19.7	24.1	17.7	17.9	25.1	19.2	15.7	10.5	13.5	17.2	15.9	12.8	5.6	18.9	29.7	18.0
Signifikant min (cm/s)	2.8	3.7	5.0	3.2	3.6	3.7	3.3	3.0	10.5	13.5	3.1	3.2	3.0	5.6	4.6	5.6	4.1
Varsians (cm/s) ²	20.4	63.6	80.1	48.5	51.7	124.5	65.1	46.2	34.8	115.4	52.1	37.6	23.1	10.6	69.0	116.8	47.6
Standardavvik (cm/s)	4.5	8.0	9.0	7.0	7.2	11.2	8.1	6.8	5.9	10.7	7.2	6.1	4.8	3.3	8.3	10.8	6.9
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	4.5	1.8	1.0	2.7	1.6	1.7	2.3	1.7	0.2	0.1	2.3	2.1	2.1	0.2	1.1	0.7	0.9
Lengste periode < 1cm/s (min)	70	30	30	50	40	40	50	40	20	20	30	20	30	20	30	20	10

Forts. Tabell 16.1.1.

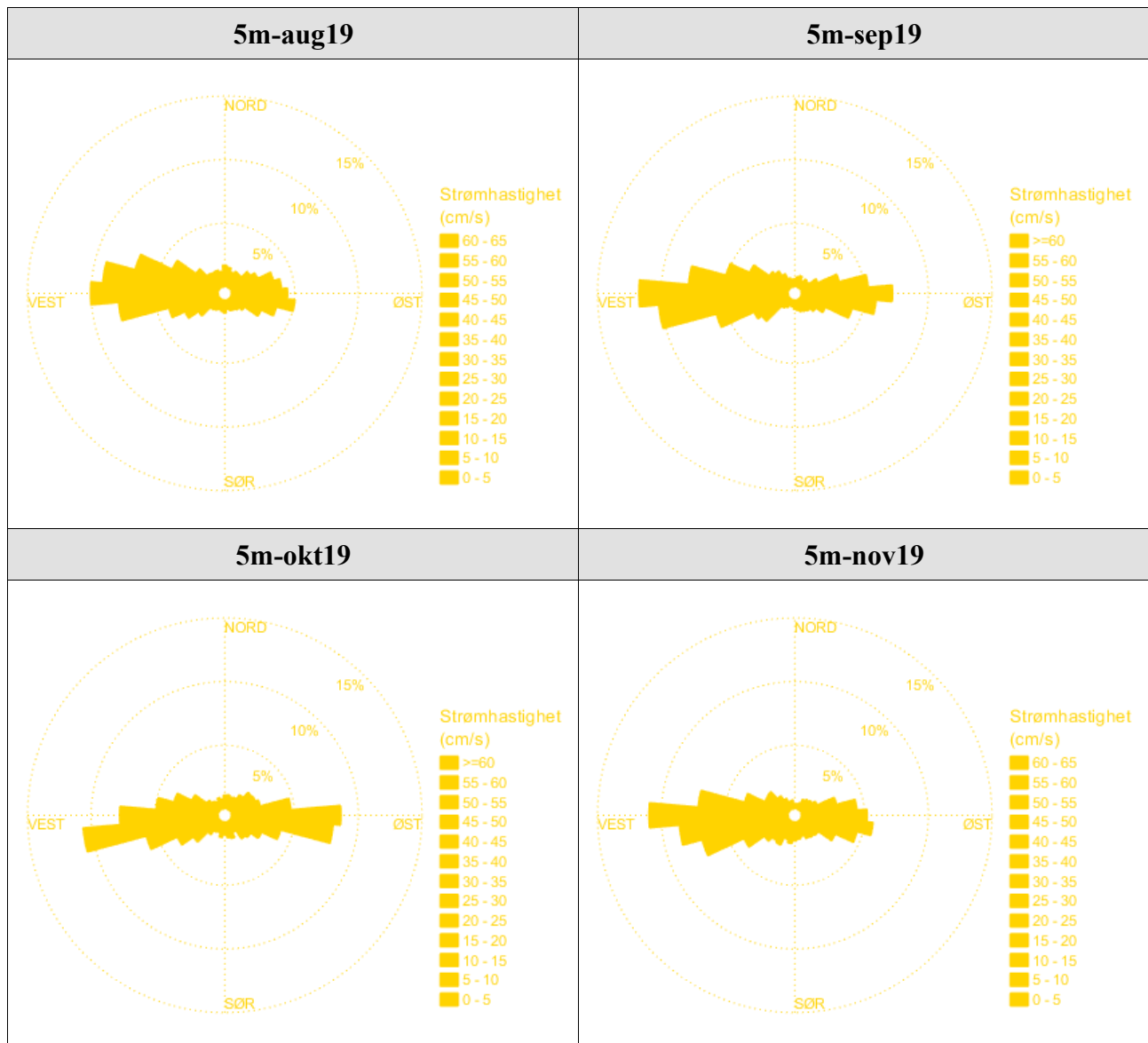
Måledyp	5m- apr19	5m- mai19	5m- jun19	5m- jul19	5m- aug19	5m- sep19	5m- okt19	5m- nov19	5m- des19	5m- mar20	5m- apr20	5m- mai20	5m- jun20	5m- jul20	5m- okt21	5m- nov21	5m- des21
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	18.0	10.9	6.9	14.0	11.7	11.7	13.4	15.7	2.6	1.3	15.0	13.8	15.2	1.1	7.4	5.7	9.0
Lengste periode < 3cm/s (min)	240	250	90	210	280	290	440	240	140	70	260	410	170	80	150	150	110
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	67.0	56.4	41.1	60.6	62.4	51.6	59.9	70.8	15.2	6.5	67.1	65.5	76.4	5.2	46.1	34.4	56.6
Lengste periode < 10cm/s (min)	1230	1020	1050	1420	1360	2910	2210	2180	1280	1320	2250	1990	850	670	1910	960	630
% ≥ 30cm/s	0.0	3.0	4.9	1.7	2.4	8.0	2.7	2.1	0.07	1.6	2.6	0.7	0.2	0.0	2.9	13.2	1.6
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	320	460	210	330	780	360	470	10	240	190	130	50	0	650	420	210
% ≥ 50cm/s	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	1.7	0.4	0.0	0.0	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.02	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	50	30	0	0	280	160	0	0	20	0	0	0	0	120	10	0
Hastighet (cm/s)	1.6	0.8	3.4	4.5	2.8	2.0	1.3	3.1	5.7	6.9	0.4	0.2	0.5	1.0	2.0	2.2	5.9
Retning (grader)	79	34	264	271	276	256	240	244	84	80	43	7	293	37	98	237	273
Neumann- parameter	0.2	0.1	0.3	0.5	0.3	0.2	0.1	0.4	0.5	0.5	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.6
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	6628	9309	11891	8380	8533	11130	8888	7350	9058	11676	7965	7652	6374	4856	9714	14489	8954

16.2 Strømroser

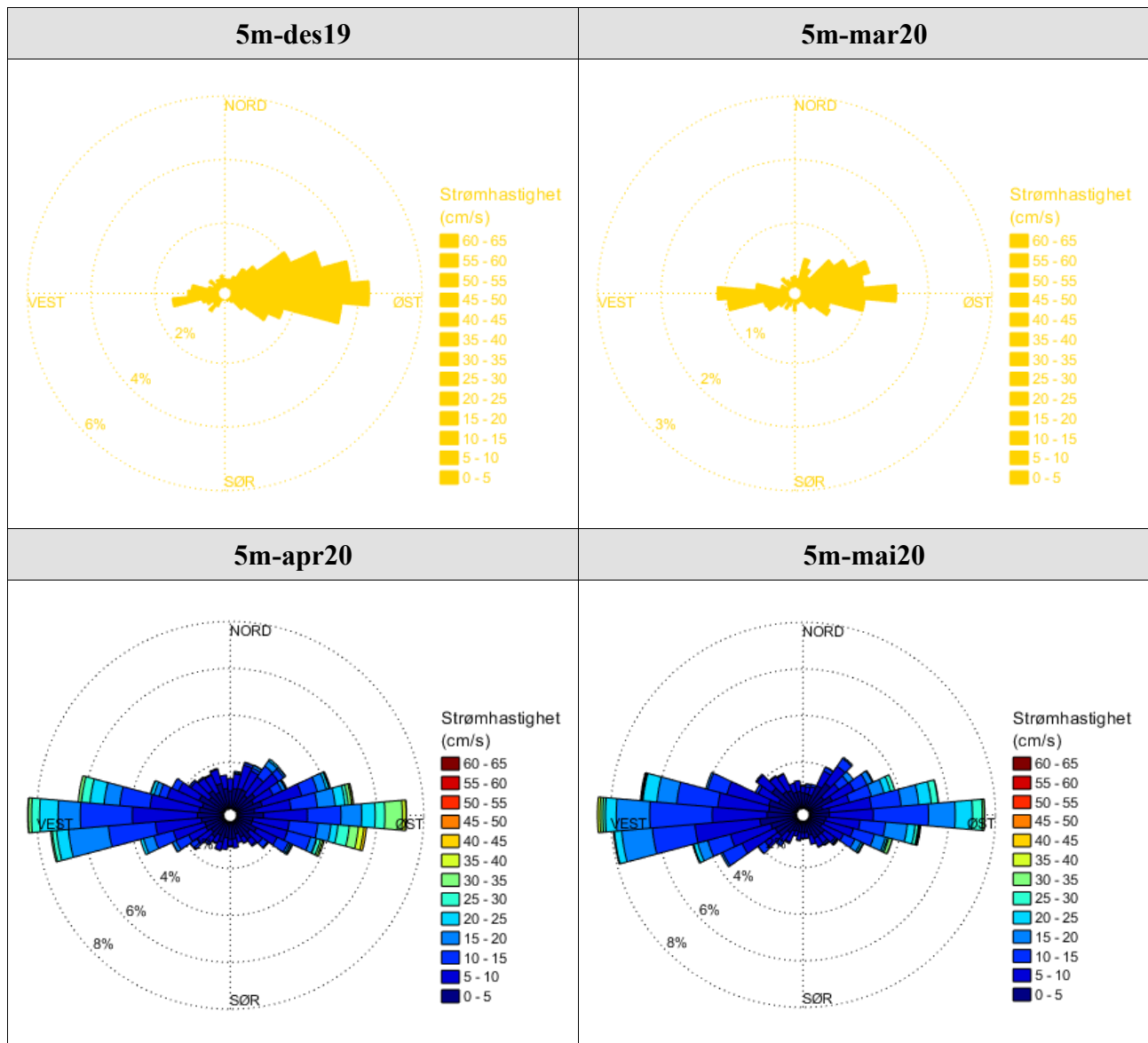
Strømrosene viser strømshastighet og strømretning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



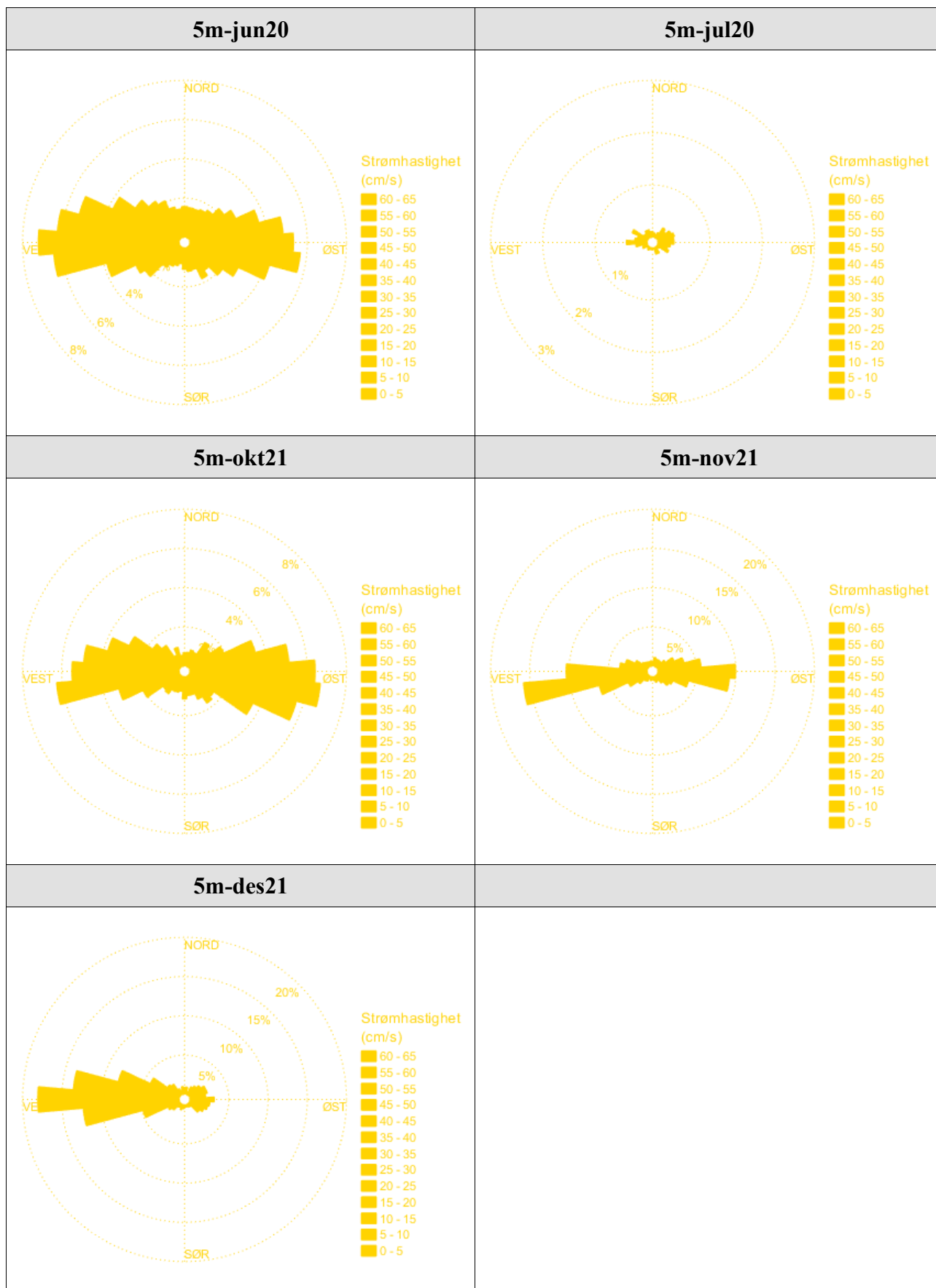
Figur 16.2.1. Strømroser på 5m dyp i april, mai, juni og juli 2019.



Figur 16.2.2. Strømrøser på 5m dyp i august, september, oktober og november 2019.



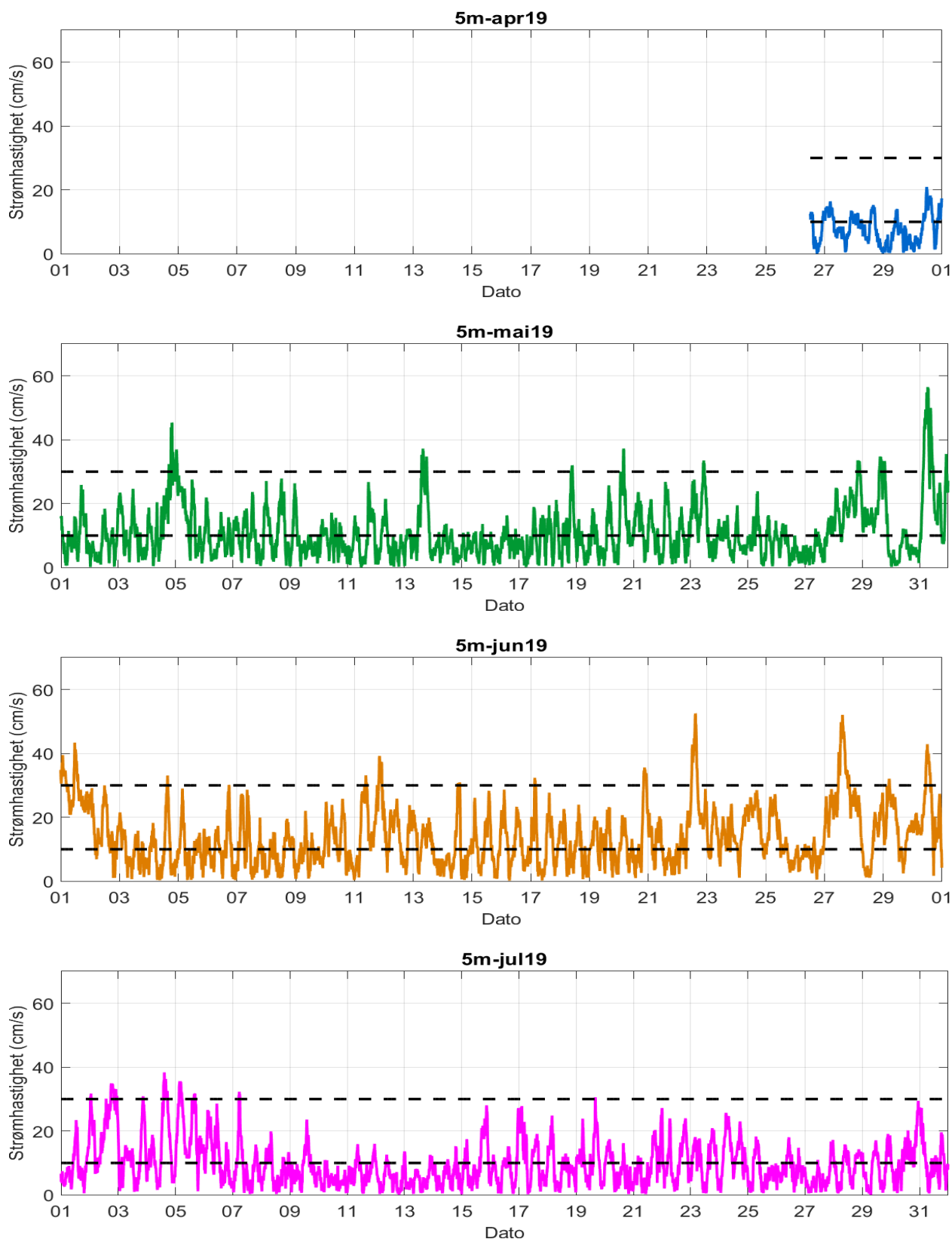
Figur 16.2.3. Strømrøser på 5m dyp i desember 2019, og januar, februar og mars 2020.



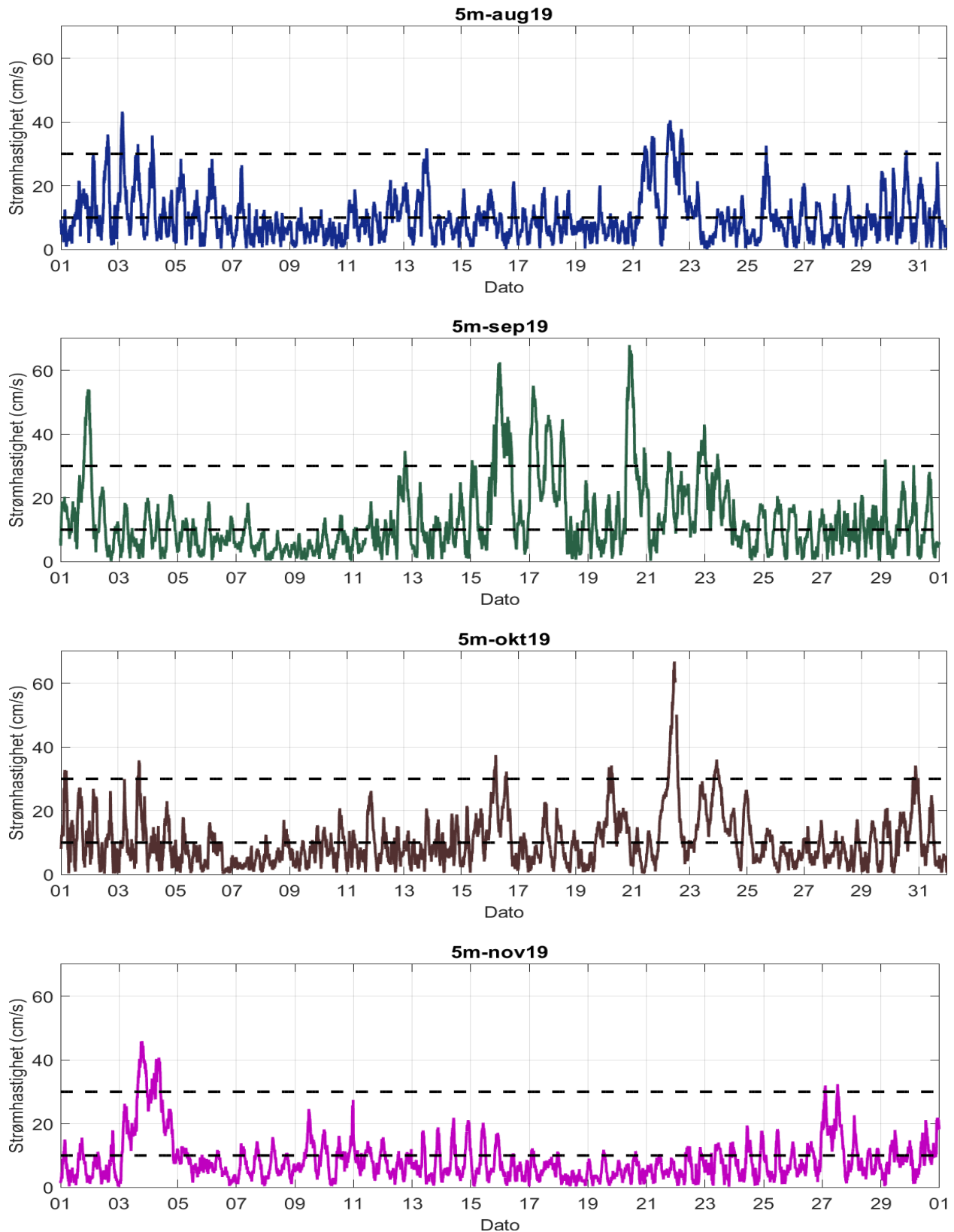
Figur 16.2.4. Strømrøser på 5m dyp i juni og juli 2020, og oktober, november og desember 2021.

16.3 Tidsdiagram – strømhastighet

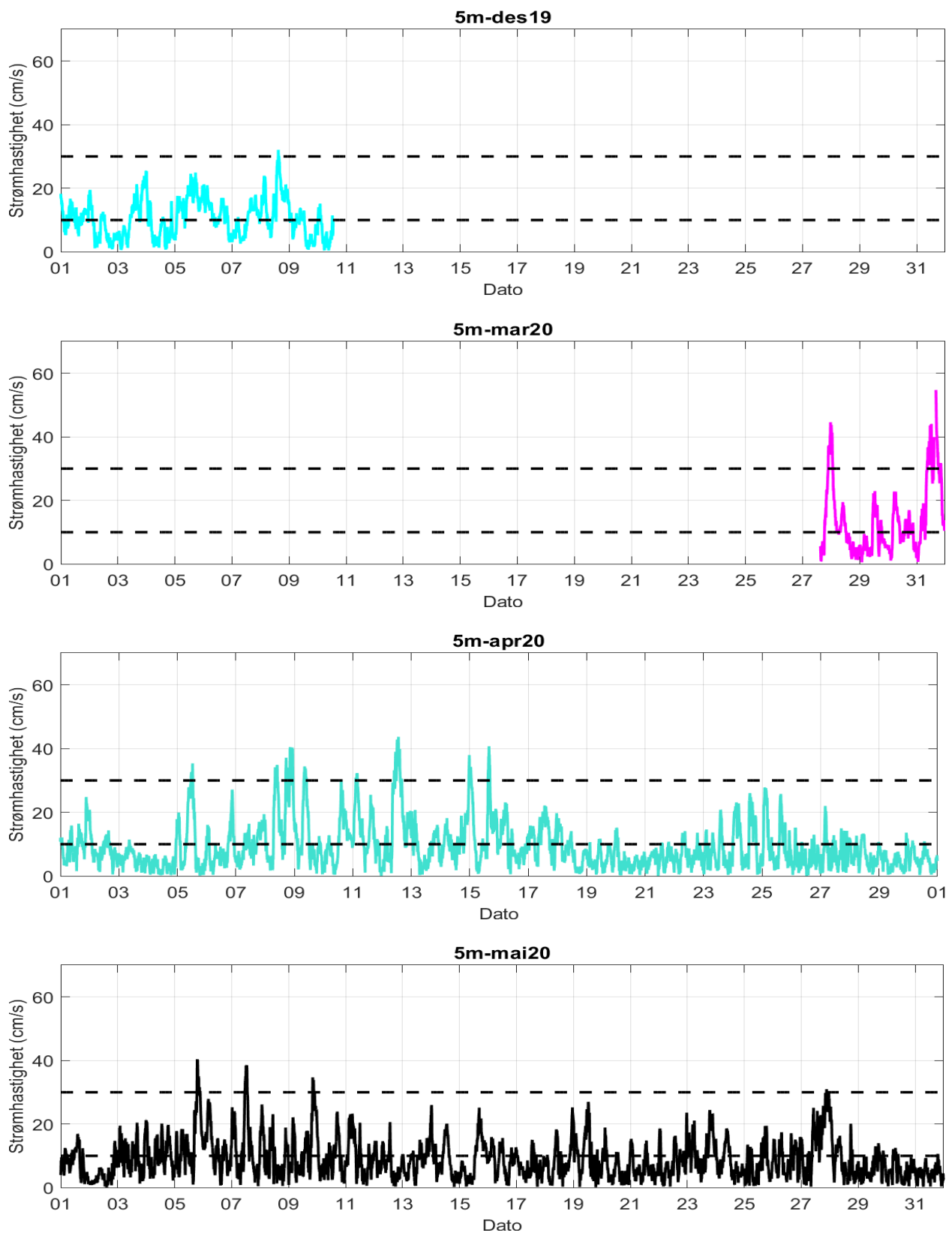
Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



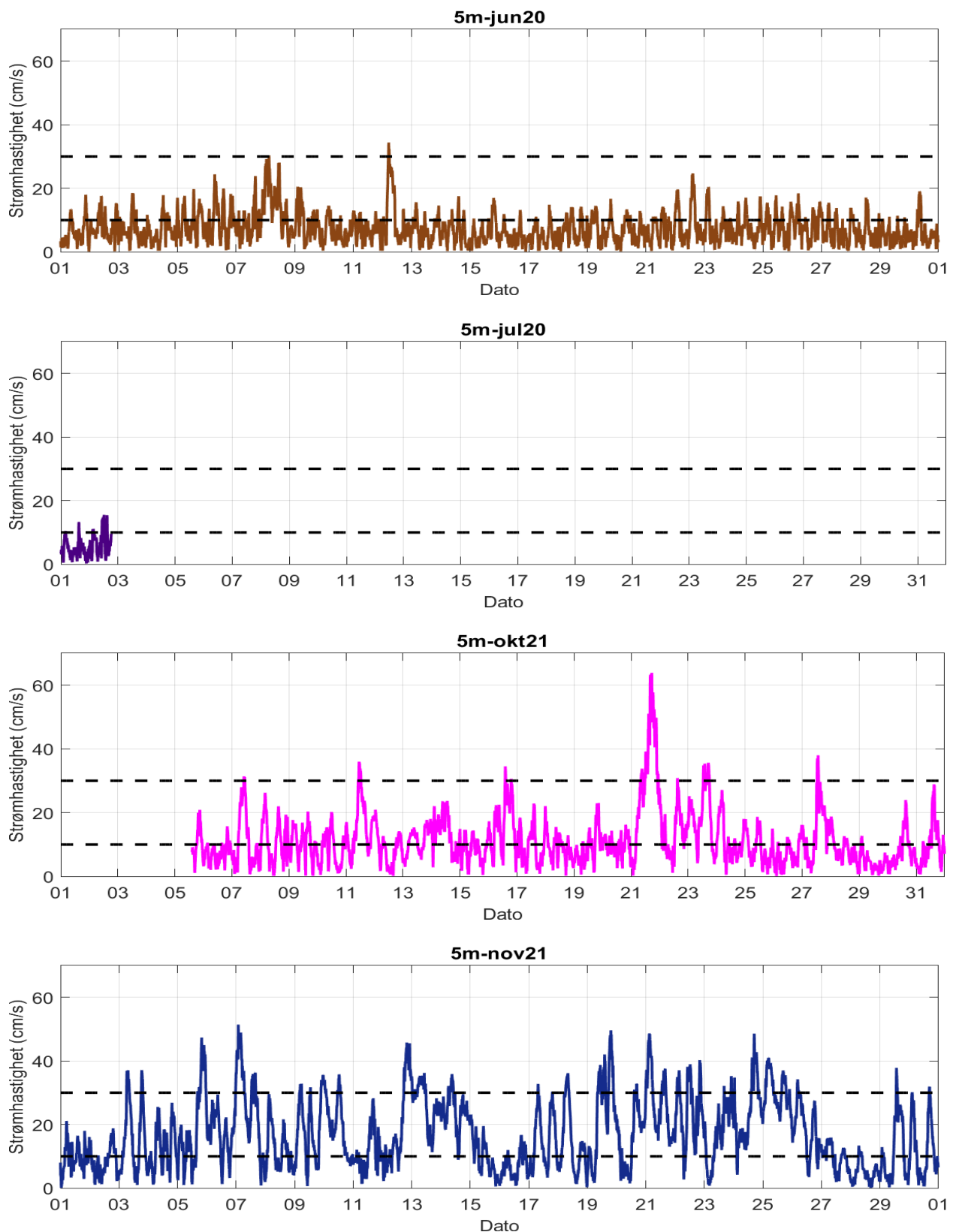
Figur 16.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i april, mai, juni og juli 2019. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



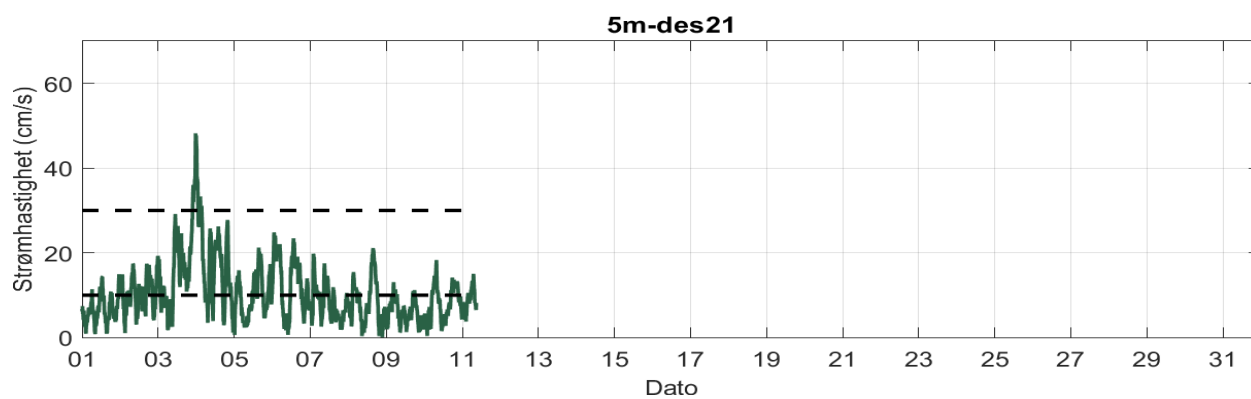
Figur 16.3.2. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i august, september, oktober og november 2019. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.3.3. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i desember 2019, og mars, april og mai 2020. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



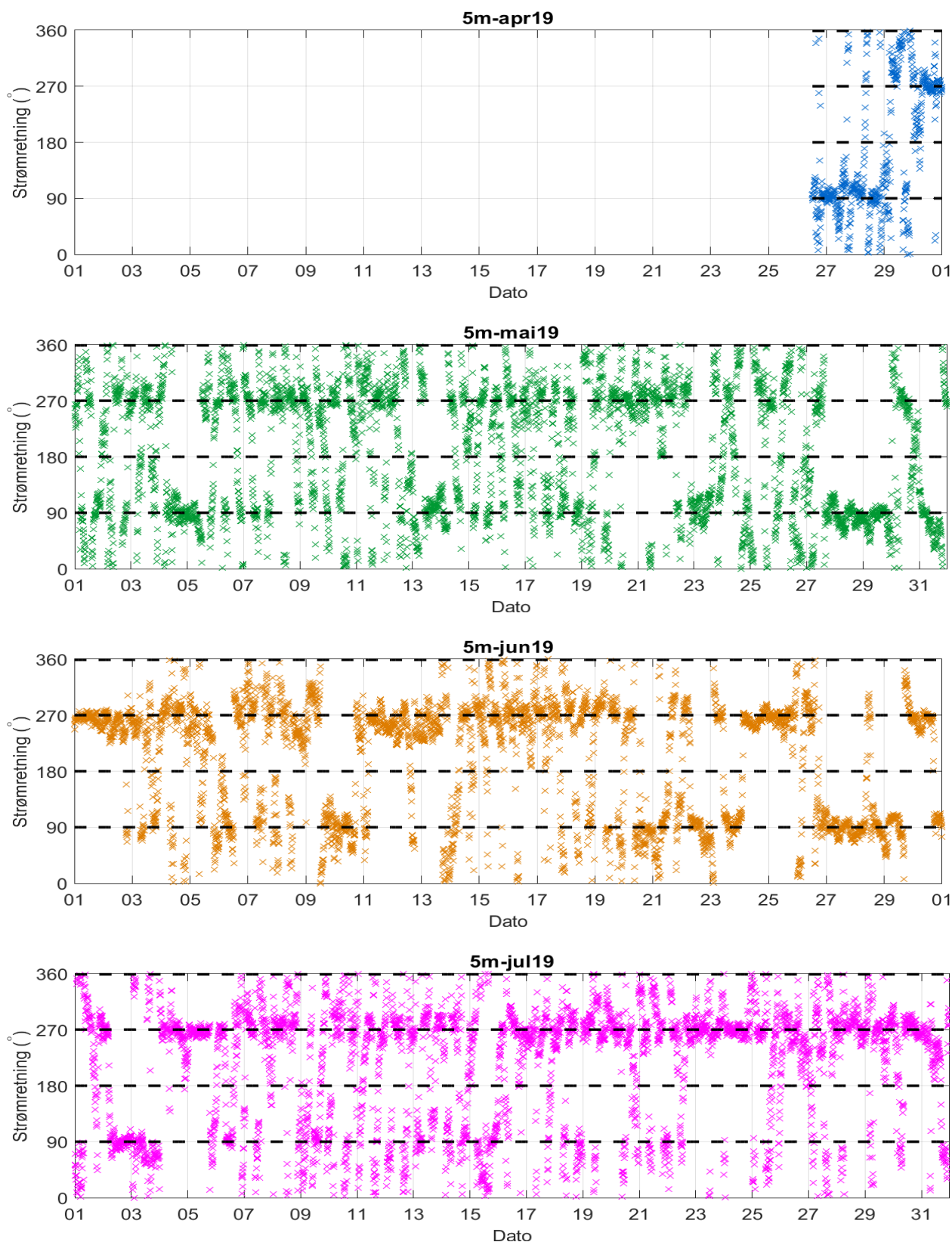
Figur 16.3.4. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i juni og juli 2020. og oktober og november 2021. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



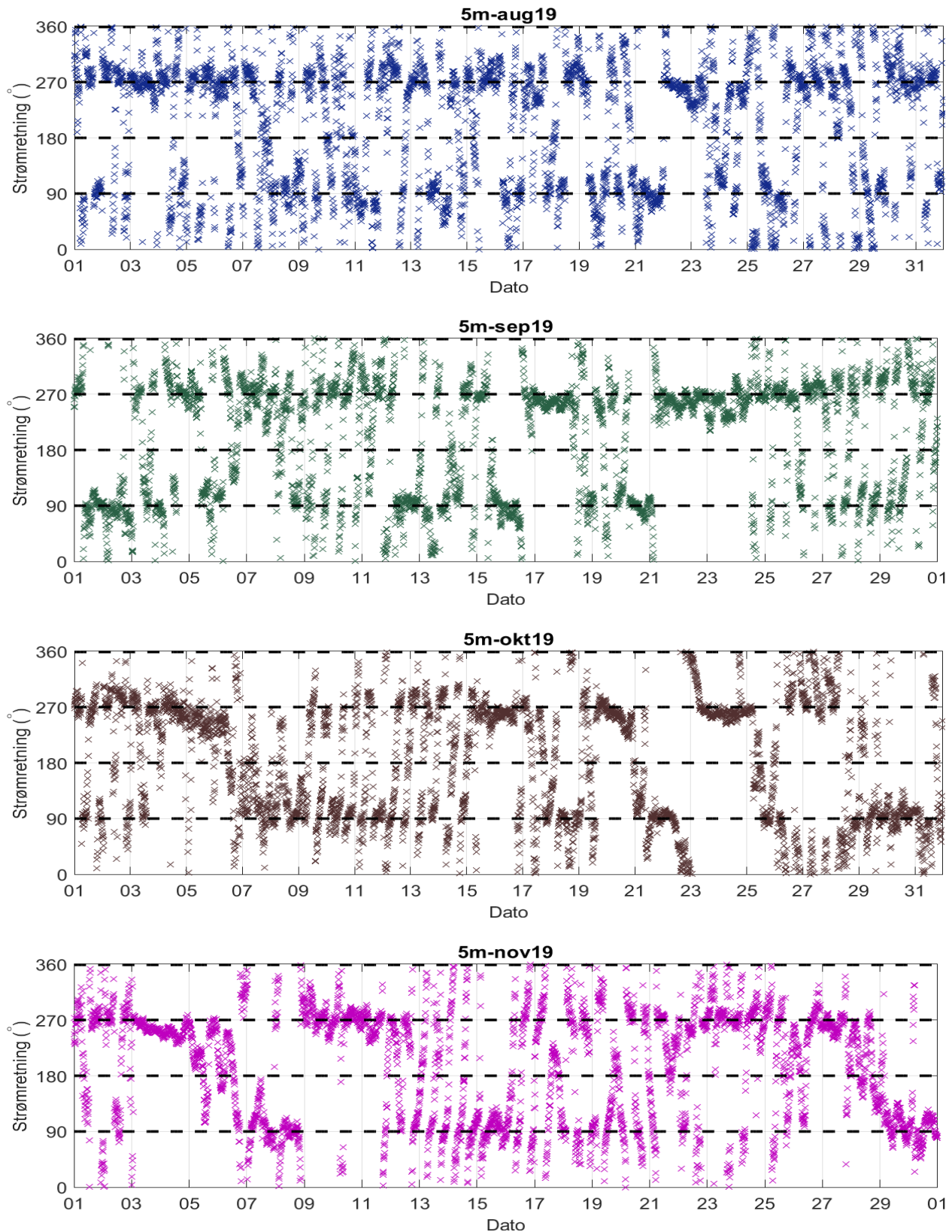
Figur 16.3.5. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i desember 2021. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

16.4 Tidsdiagram – strømhastighet

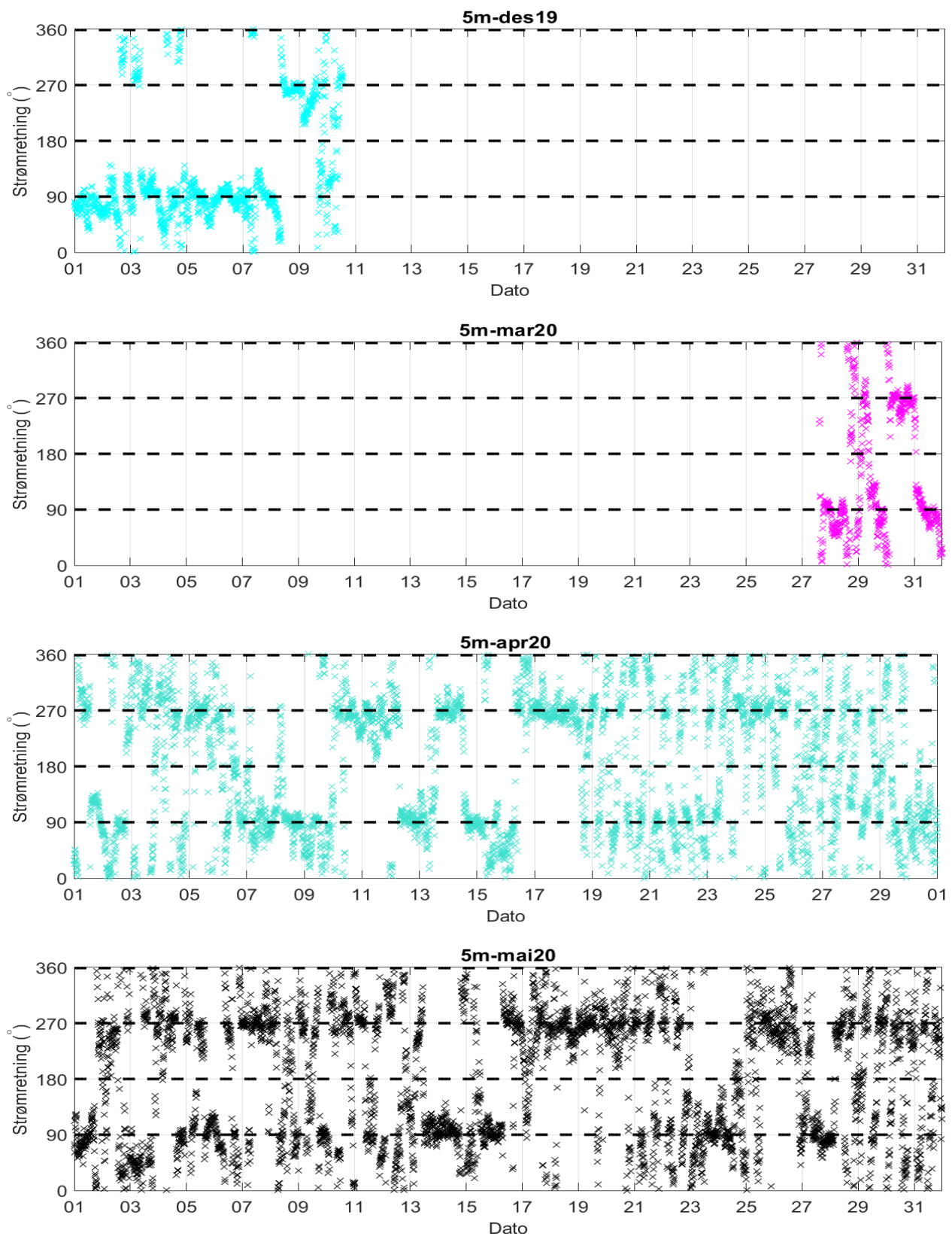
Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



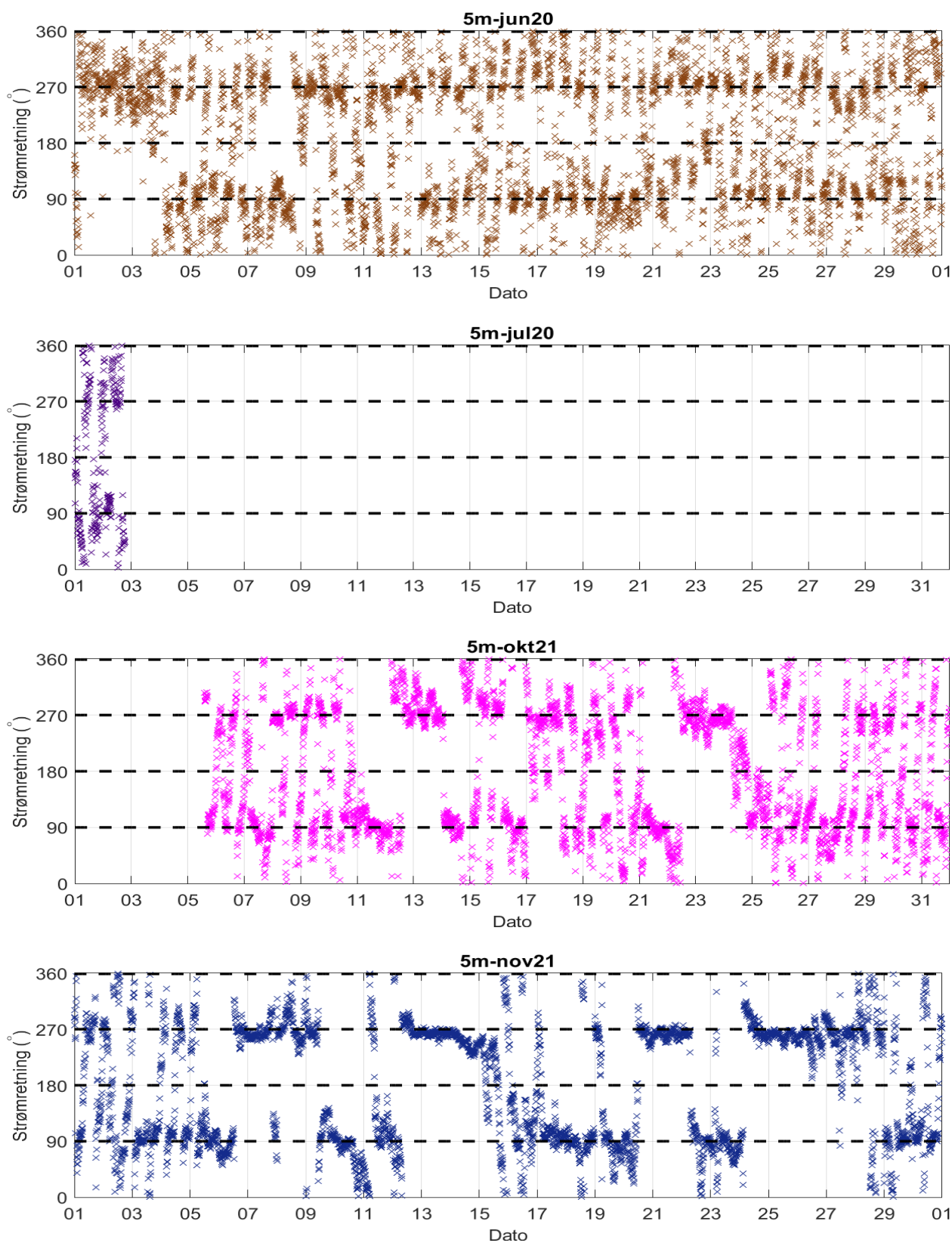
Figur 16.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i april, mai, juni og juli 2019. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



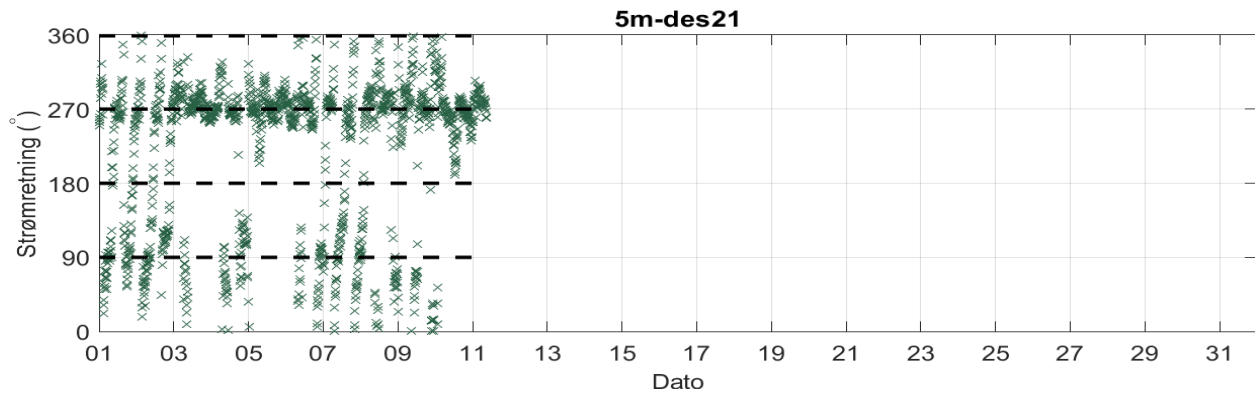
Figur 16.4.2. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i august, september, oktober og november 2019. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.3. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i desember 2019, og mars, april og mai 2020. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.4. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i juni og juli 2020, og oktober og november 2021. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.5. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i desember 2021. 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 5m dyp per måned.

Persentil	5m-apr19	5m-mai19	5m-jun19	5m-jul19	5m-aug19	5m-sep19	5m-okt19	5m-nov19	5m-des19	5m-mar20	5m-apr20	5m-mai20	5m-jun20	5m-jul20	5m-okt21	5m-nov21	5m-des21
1	0.4	0.6	1.0	0.6	0.8	0.8	0.6	0.7	1.1	1.2	0.6	0.7	0.6	0.5	0.8	1.2	1.1
10	1.8	2.9	3.7	2.3	2.7	2.7	2.5	2.3	3.3	3.2	2.3	2.5	2.4	2.0	3.2	4.1	3.2
20	3.3	4.4	5.8	3.8	4.2	4.3	3.9	3.5	4.6	4.7	3.6	3.8	3.5	3.0	4.8	6.3	4.7
30	4.6	5.7	7.8	5.1	5.4	5.9	5.2	4.6	6.3	6.4	4.8	4.8	4.4	3.6	6.2	8.8	6.1
40	5.9	7.1	9.8	6.6	6.7	7.6	6.6	5.5	8.6	7.9	5.9	6.0	5.4	4.2	7.8	11.8	7.3
50	7.2	8.7	12.0	8.1	8.0	9.7	8.2	6.7	10.1	10.6	7.2	7.4	6.3	5.1	9.2	14.8	8.9
60	8.5	10.7	14.6	9.8	9.6	11.9	10.0	8.1	11.8	12.7	8.7	9.0	7.4	5.8	11.1	18.4	10.5
70	10.6	13.0	17.6	12.1	11.4	15.0	12.4	9.8	13.4	15.6	10.6	10.9	8.8	6.8	13.3	22.6	12.4
80	12.0	16.2	21.2	14.7	14.6	19.5	15.6	12.0	15.5	19.8	13.6	13.4	10.7	8.2	16.2	26.7	14.9
90	13.8	21.4	25.7	19.3	19.4	26.9	21.0	16.8	18.2	31.3	19.0	17.1	13.6	10.0	21.5	32.5	19.4
95	15.1	26.4	29.8	24.1	25.0	37.1	25.9	21.1	21.1	37.0	24.6	20.8	16.6	12.3	27.0	36.4	23.4
99	18.3	36.7	41.2	31.9	34.9	53.8	34.6	37.5	25.5	43.8	34.2	28.8	24.5	14.9	43.1	44.3	35.3

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 5m som er lik eller høyere enn oppgitt hastighet.

Strømhastighet (cm/s)	5m- apr19	5m- mai19	5m- jun19	5m- jul19	5m- aug19	5m- sep19	5m- okt19	5m- nov19	5m- des19	5m- mar20	5m- apr20	5m- mai20	5m- jun20	5m- jul20	5m- okt21	5m- nov21	5m- des21
1	95.5	98.2	99.0	97.3	98.4	98.3	97.7	98.3	99.2	99.2	97.7	97.9	97.9	96.1	98.7	99.3	99.1
3	82.0	89.1	93.1	86.0	88.3	88.3	86.6	84.3	91.4	90.7	85.0	86.2	84.8	80.0	91.3	94.3	91.0
5	67.3	75.2	83.8	70.7	73.1	75.8	71.1	65.8	76.7	78.5	68.1	68.7	63.6	51.0	78.7	86.2	77.5
10	33.0	43.6	58.9	39.4	37.6	48.3	40.0	29.2	50.7	53.1	32.9	34.5	23.6	9.8	45.8	65.6	43.4
20	0.3	12.1	23.1	9.2	9.4	18.9	11.2	5.6	6.3	19.8	8.6	5.8	2.2		12.1	36.3	9.0
30		3.0	4.9	1.7	2.4	8.0	2.7	2.1	0.2	11.3	2.6	0.7	0.2		3.4	13.2	1.6
40		0.8	1.3		0.2	4.2	0.7	0.4		3.9	0.2	0.04			1.1	2.6	0.4
50		0.2	0.1			1.7	0.4			0.3					0.5	0.02	
60						0.5	0.2								0.2		

17. Vedlegg - Resultater per måned på 15m dyp

17.1 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 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 15m dyp per måned.

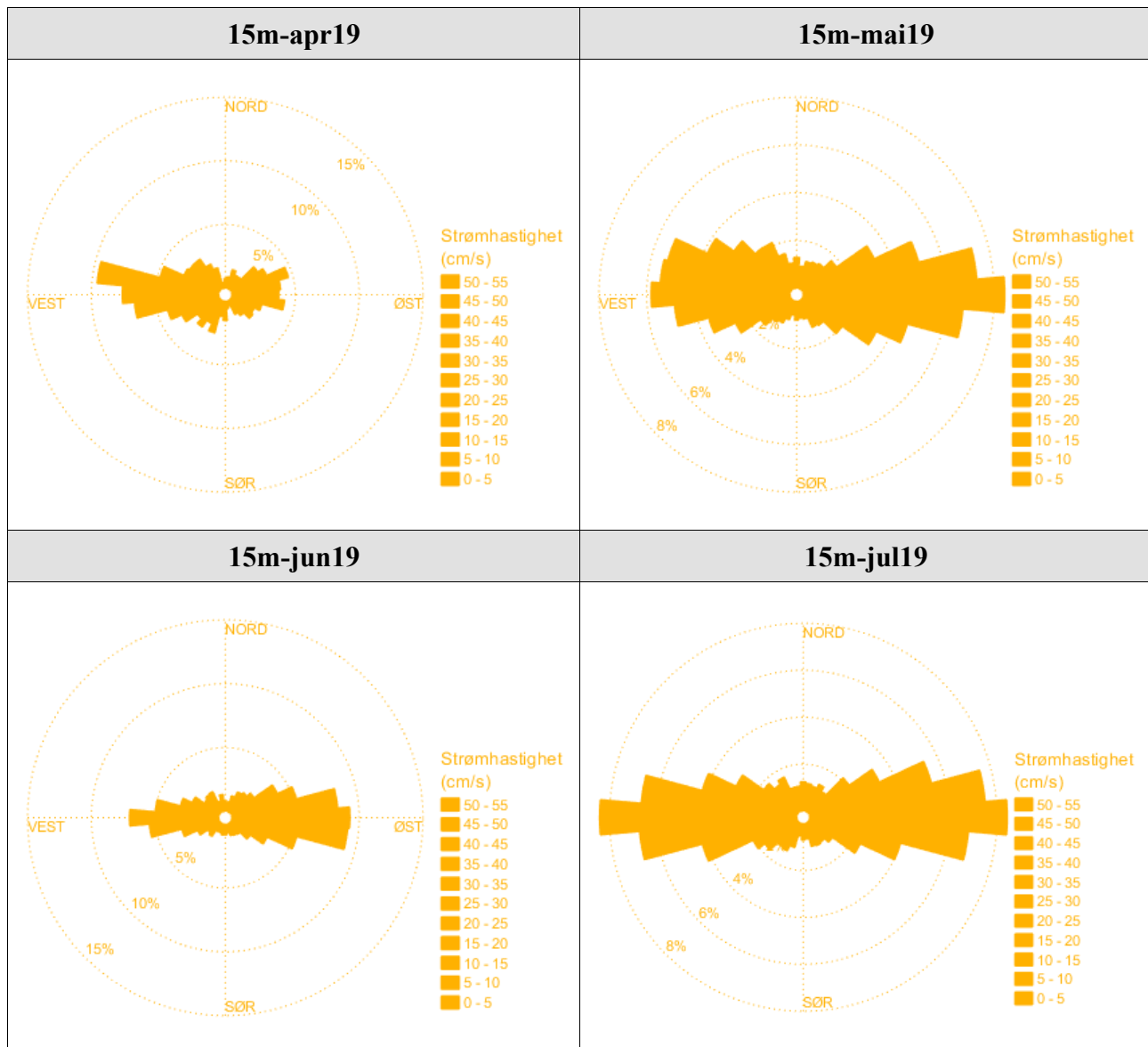
Måledyp	15m-apr19	15m-mai19	15m-jun19	15m-jul19	15m-aug19	15m-sep19	15m-okt19	15m-nov19	15m-des19	15m-mar20	15m-apr20	15m-mai20	15m-jun20	15m-jul20	15m-aug20	15m-sep20	15m-okt20	15m-nov20
Maksimum (cm/s)	7.2	38.8	27.4	24.1	26.5	33.8	55.5	25.6	16.3	49.9	32.5	39.2	20.9	21.6	24.6	34.4	26.8	33.5
Gjennomsnitt (cm/s)	2.8	5.2	6.6	5.5	8.4	6.0	6.4	5.7	5.2	10.4	6.7	7.1	4.8	6.1	5.9	6.5	6.6	7.1
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
Signifikant maks (cm/s)	4.7	9.5	11.4	9.6	13.7	10.8	11.4	9.9	5.2	10.4	11.9	12.6	8.1	11.0	10.3	12.0	11.4	13.3
Signifikant min (cm/s)	1.2	1.9	2.5	2.1	3.6	2.1	2.3	2.3	5.2	10.4	2.6	2.6	2.0	2.2	2.3	2.3	2.6	2.3
Varsians (cm/s) ²	2.5	21.4	18.7	13.2	20.8	17.9	25.0	15.2	9.6	97.0	21.9	27.2	8.4	17.9	15.1	23.8	18.4	31.0
Standardavvik (cm/s)	1.6	4.6	4.3	3.6	4.6	4.2	5.0	3.9	3.1	9.8	4.7	5.2	2.9	4.2	3.9	4.9	4.3	5.6
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	10.8	5.0	3.4	3.8	1.6	4.5	3.8	2.9	1.0	0.2	2.3	3.0	4.1	2.9	3.6	3.1	2.6	3.1
Lengste periode < 1cm/s (min)	60	80	40	90	20	50	50	50	40	20	40	50	60	50	70	50	50	40

Forts. Tabell 17.1.1.

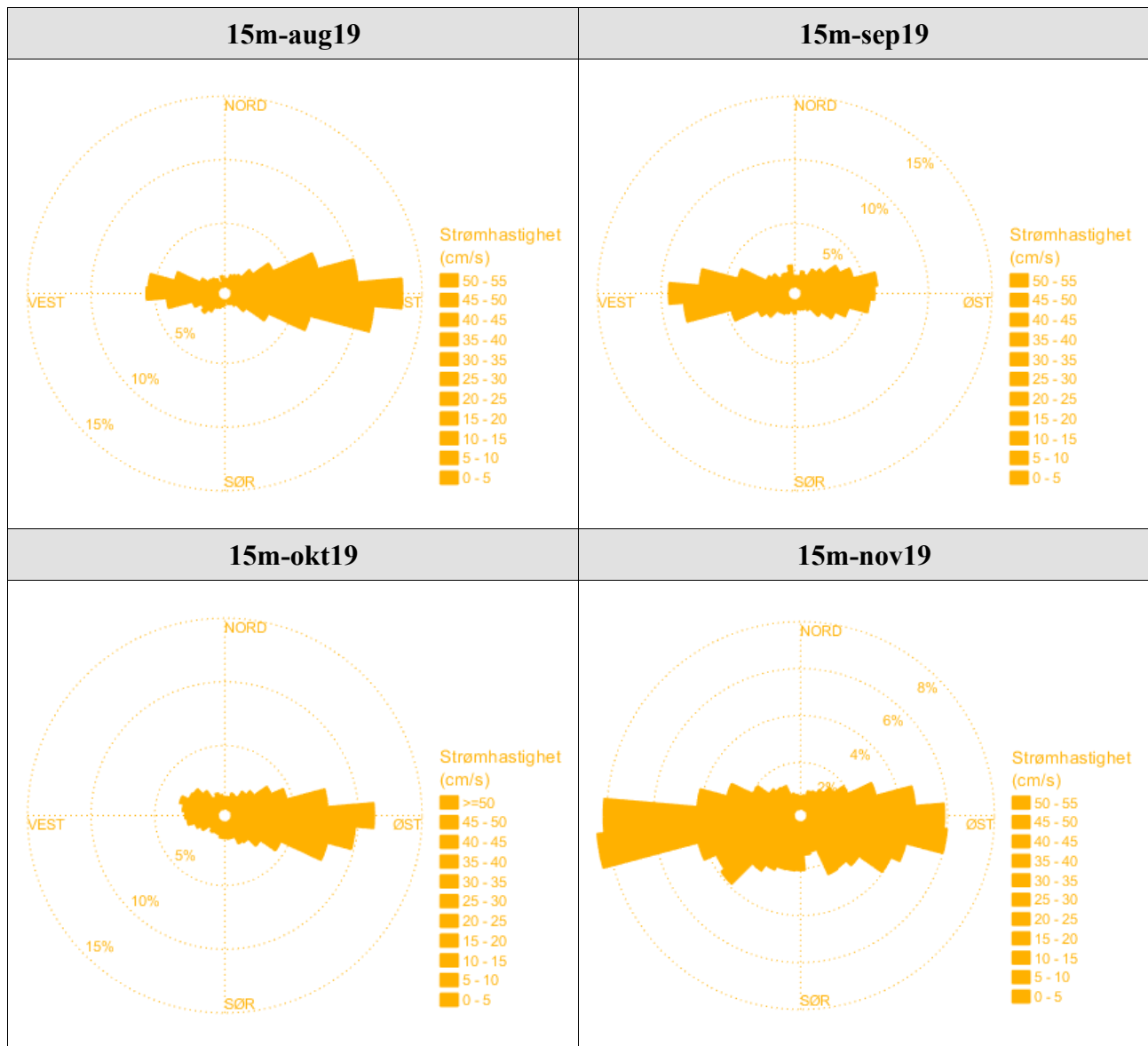
Måledyp	15m-apr19	15m-mai19	15m-jun19	15m-jul19	15m-aug19	15m-sep19	15m-okt19	15m-nov19	15m-des19	15m-mar20	15m-apr20	15m-mai20	15m-jun20	15m-jul20	15m-aug20	15m-sep20	15m-okt20	15m-nov20
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	60.1	31.6	20.6	27.3	11.9	27.0	23.3	25.0	8.3	2.3	19.6	19.9	30.7	25.7	24.6	25.4	19.6	24.7
Lengste periode < 3cm/s (min)	410	380	210	490	140	300	230	290	250	120	250	300	300	400	350	470	250	260
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	100.0	92.4	81.8	88.0	64.0	84.1	85.9	89.4	28.0	9.4	81.1	79.3	94.4	82.8	86.1	81.1	81.0	76.9
Lengste periode < 10cm/s (min)	6460	11470	6100	10040	2260	8010	6510	5930	2330	2300	6120	2770	7280	10800	5290	2940	4730	4820
% ≥ 30cm/s	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.02	0.5	0.0	0.0	1.0	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	180	0	0	0	10	150	0	0	240	30	140	0	0	0	60	0	70
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hastighet (cm/s)	0.8	1.4	1.9	0.2	3.7	0.4	3.2	1.3	2.3	6.7	1.1	1.9	0.4	3.7	3.7	1.7	2.2	3.6
Retning (grader)	287	85	86	38	88	269	91	224	70	67	37	73	317	81	79	75	81	84
Neumann-parameter	0.3	0.3	0.3	0.0	0.4	0.1	0.5	0.2	0.4	0.6	0.2	0.3	0.1	0.6	0.6	0.3	0.3	0.5
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	2445	4533	5695	4719	7299	5188	5494	4920	4516	8972	5815	6123	4171	5266	5076	5651	5703	6105

17.2 Strømroser

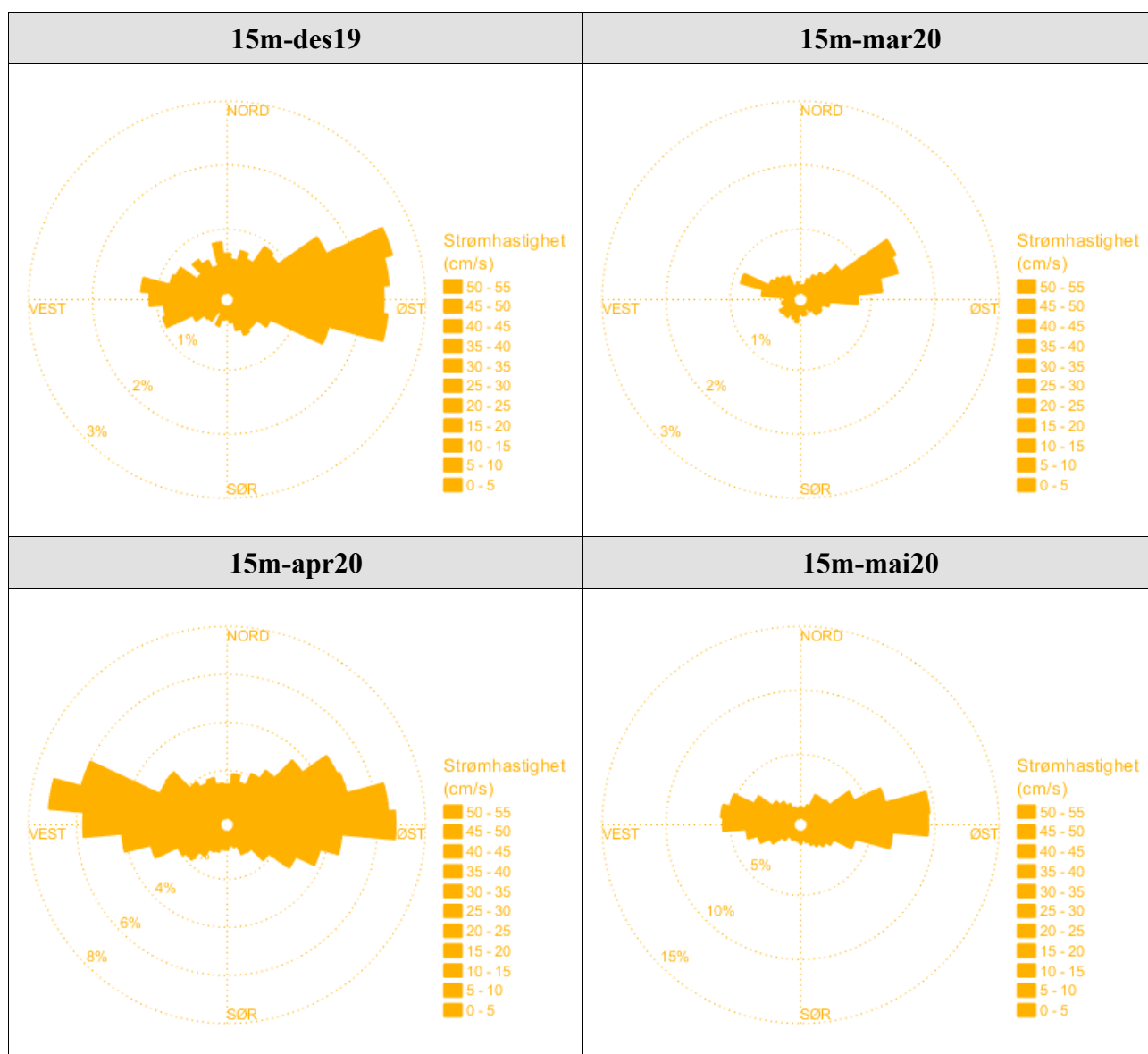
Strømrosene viser strømshastighet og strømretning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



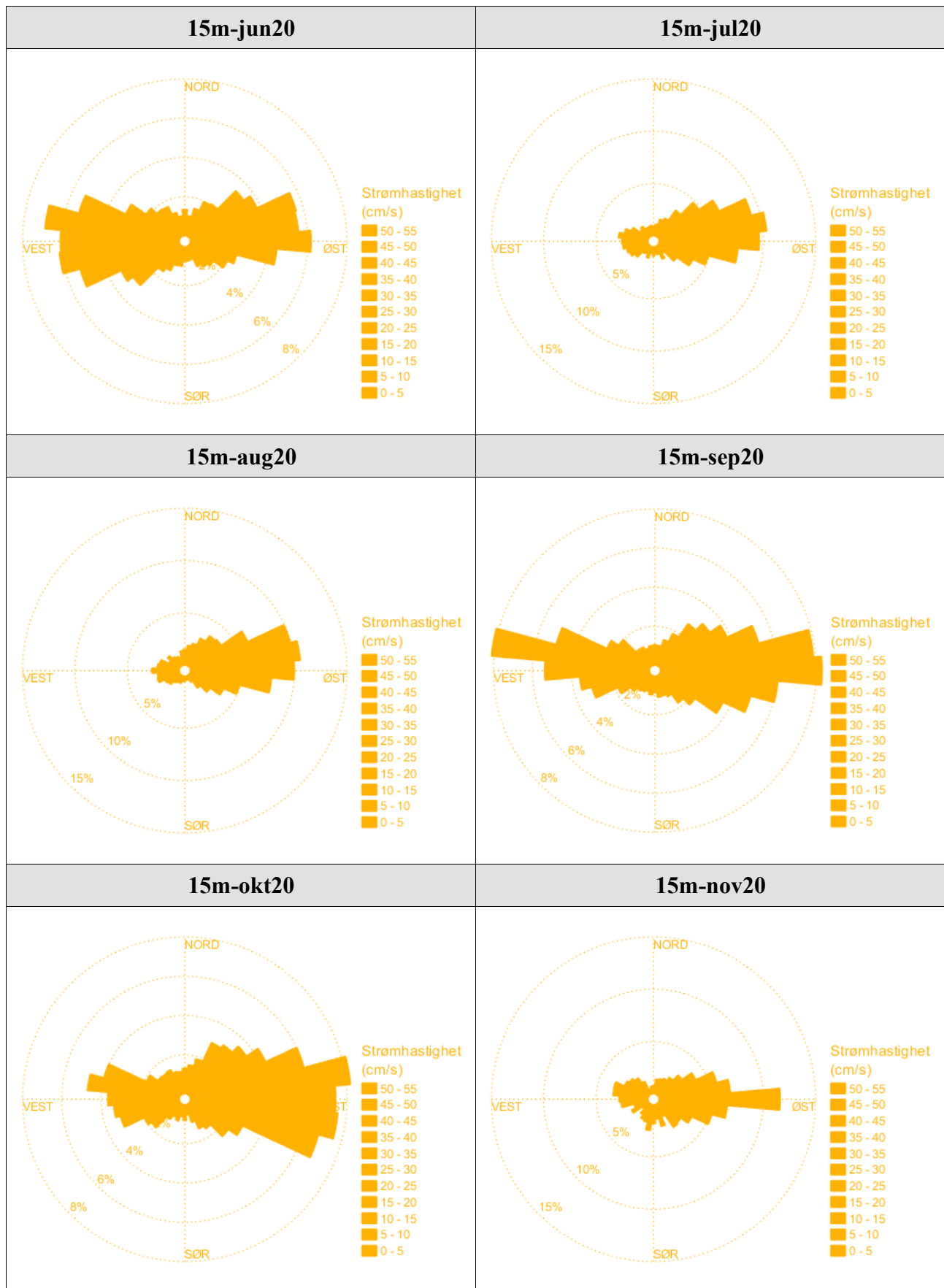
Figur 17.2.1. Strømroser på 15m dyp i april, mai, juni og juli 2019.



Figur 17.2.2. Strømrøser på 15m dyp i august, september, oktober og november 2019.



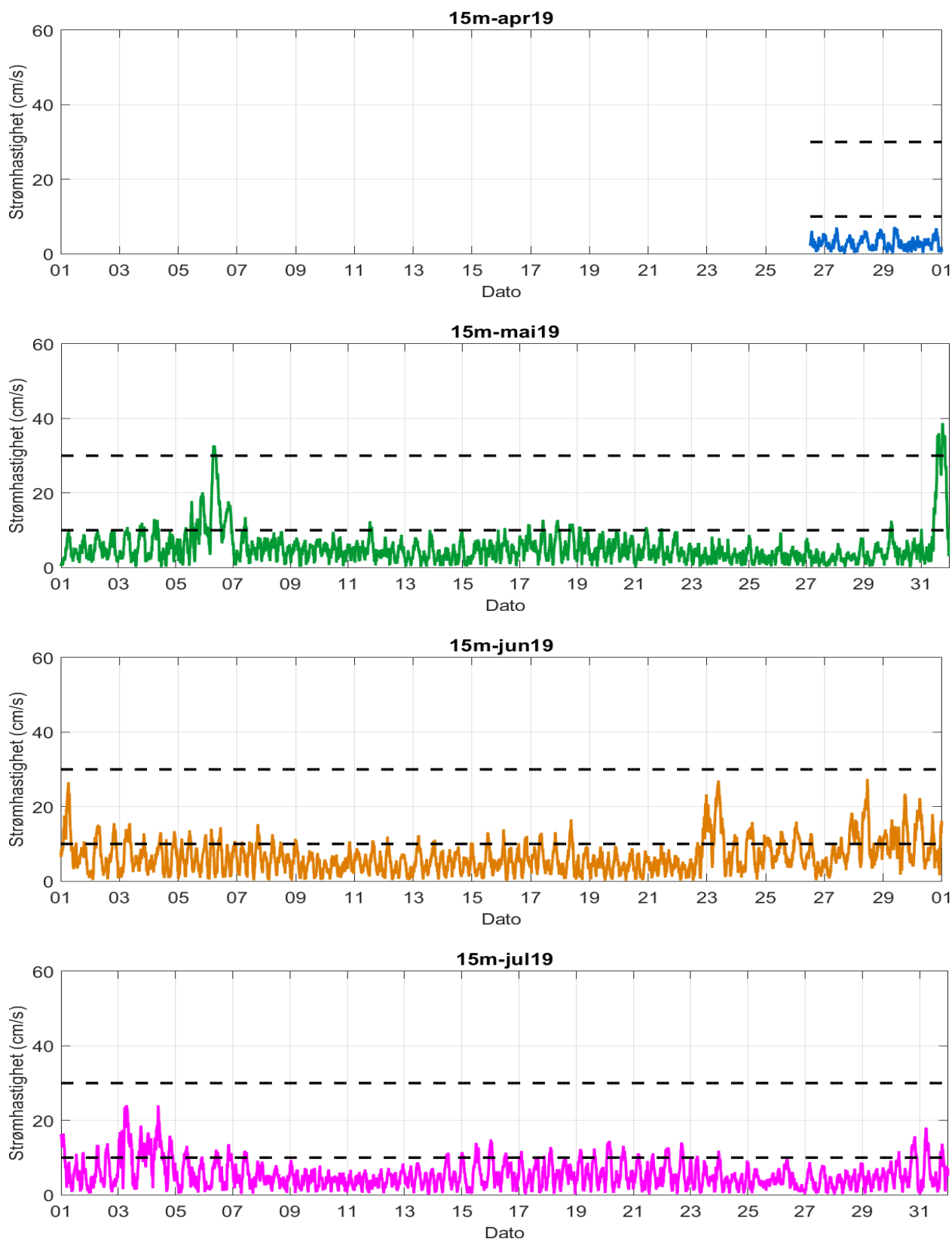
Figur 17.2.3. Strømrøser på 15m dyp i desember 2019, og mars, april og mai 2020.



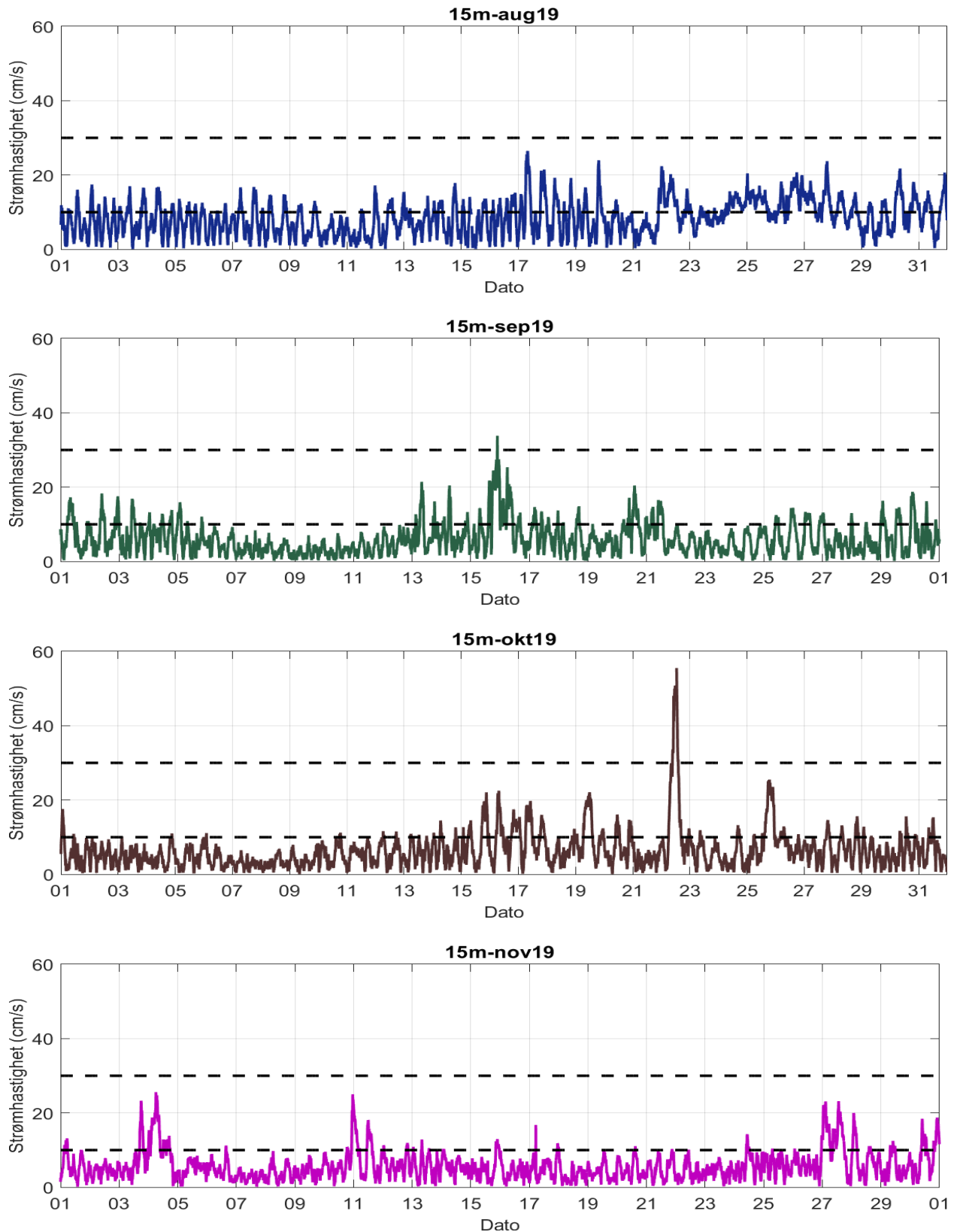
Figur 17.2.4. Strømrøser på 15m dyp i juni, juli, august, september, oktober og november 2020.

17.3 Tidsdiagram – strømhastighet

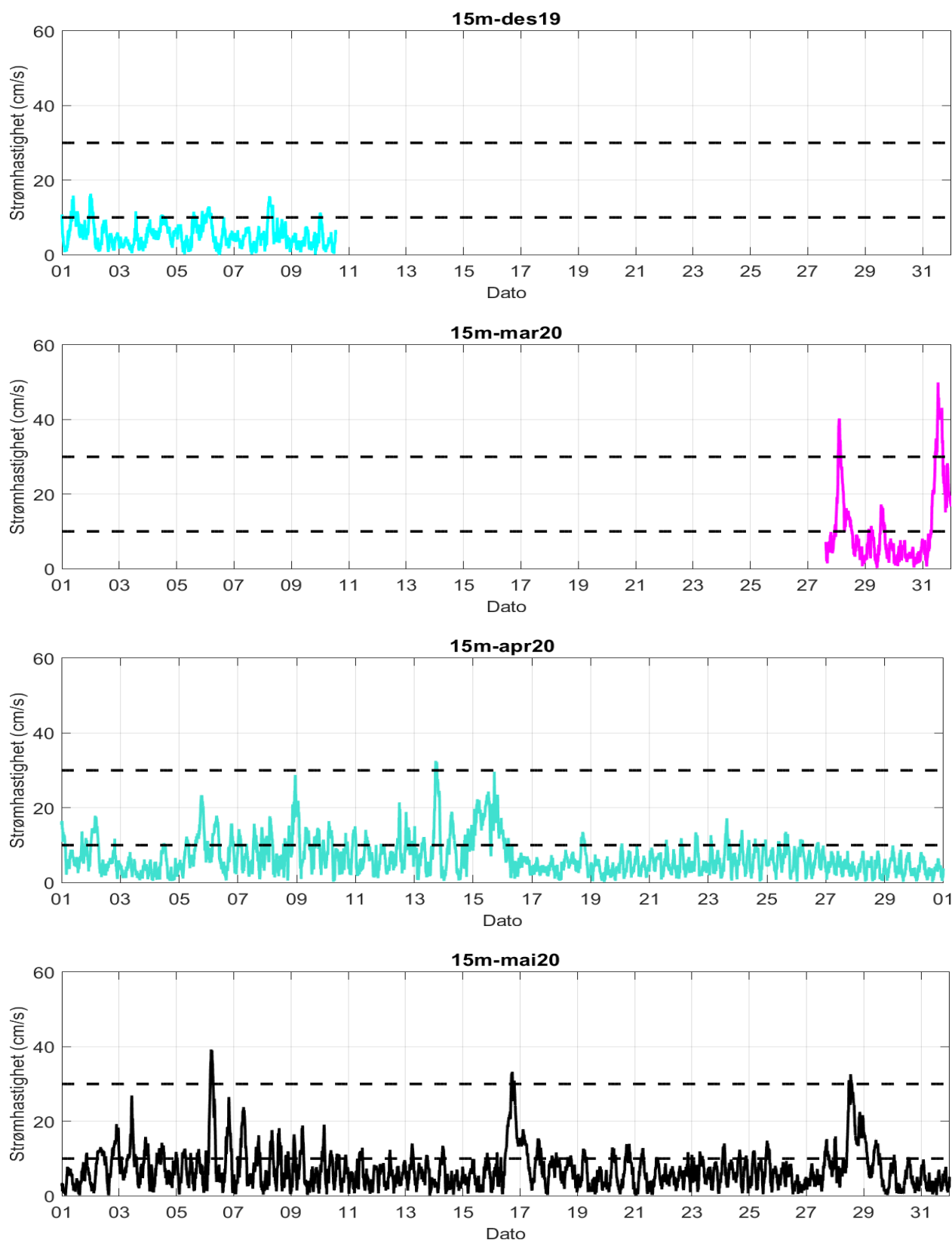
Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



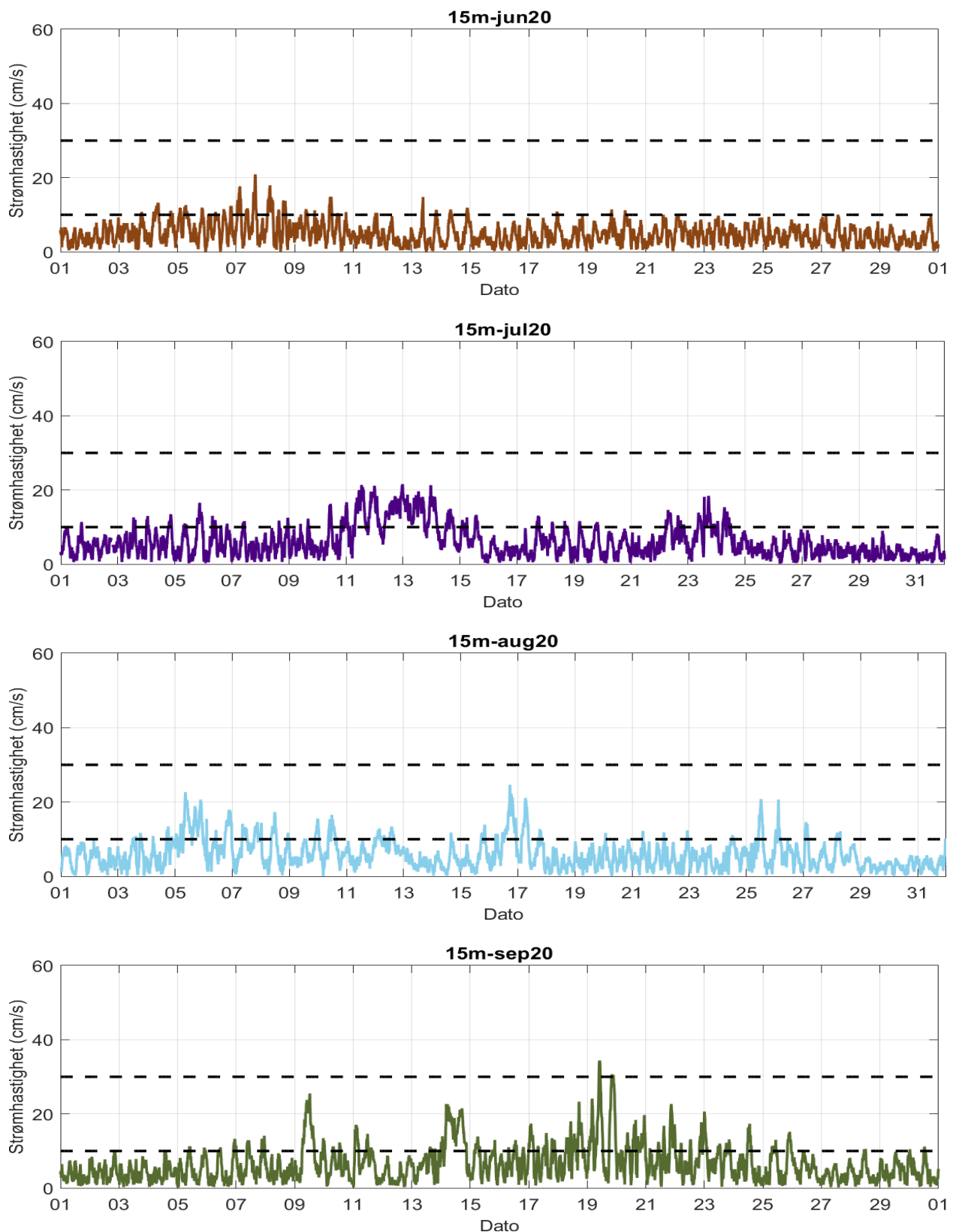
Figur 17.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i april, mai, juni og juli 2019. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



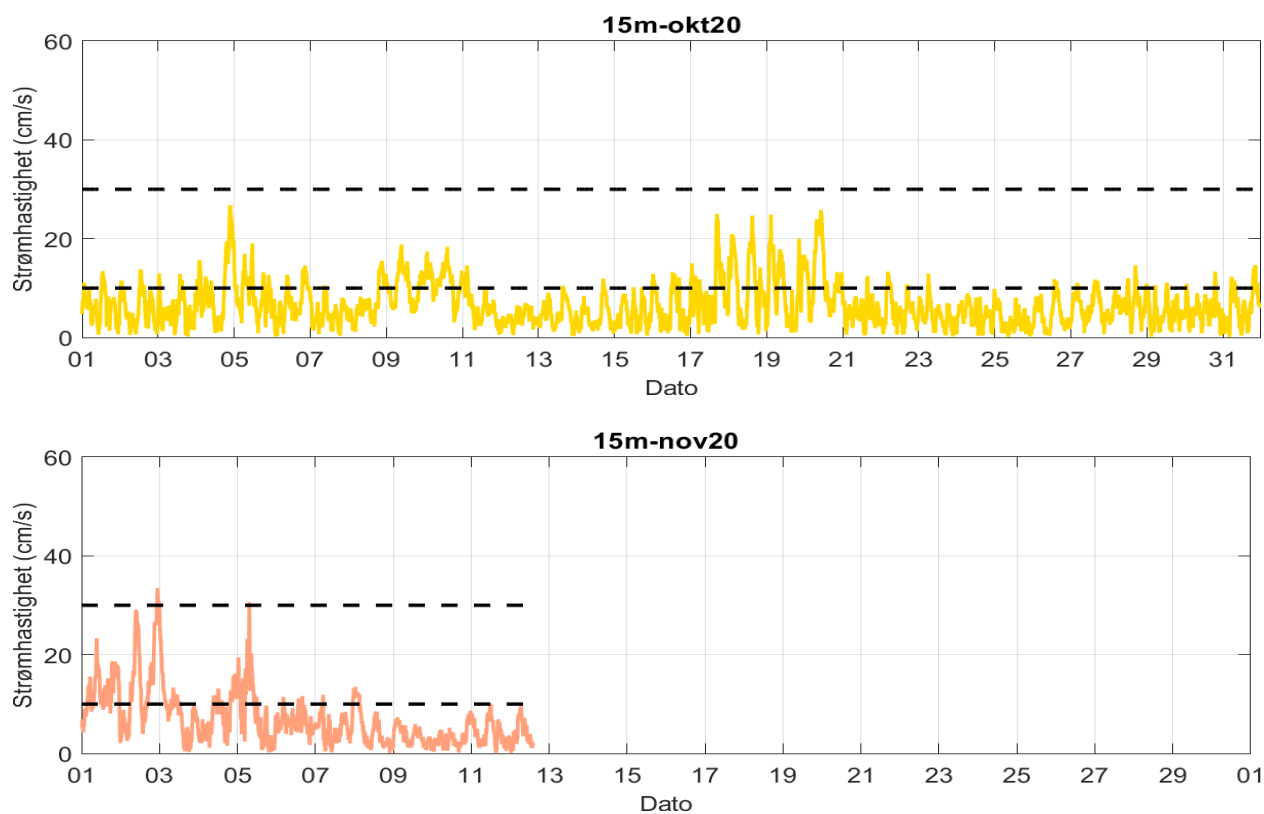
Figur 17.3.2. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i august, september, oktober og november 2019. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.3.3. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i desember 2019, og mars, april og mai 2020. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



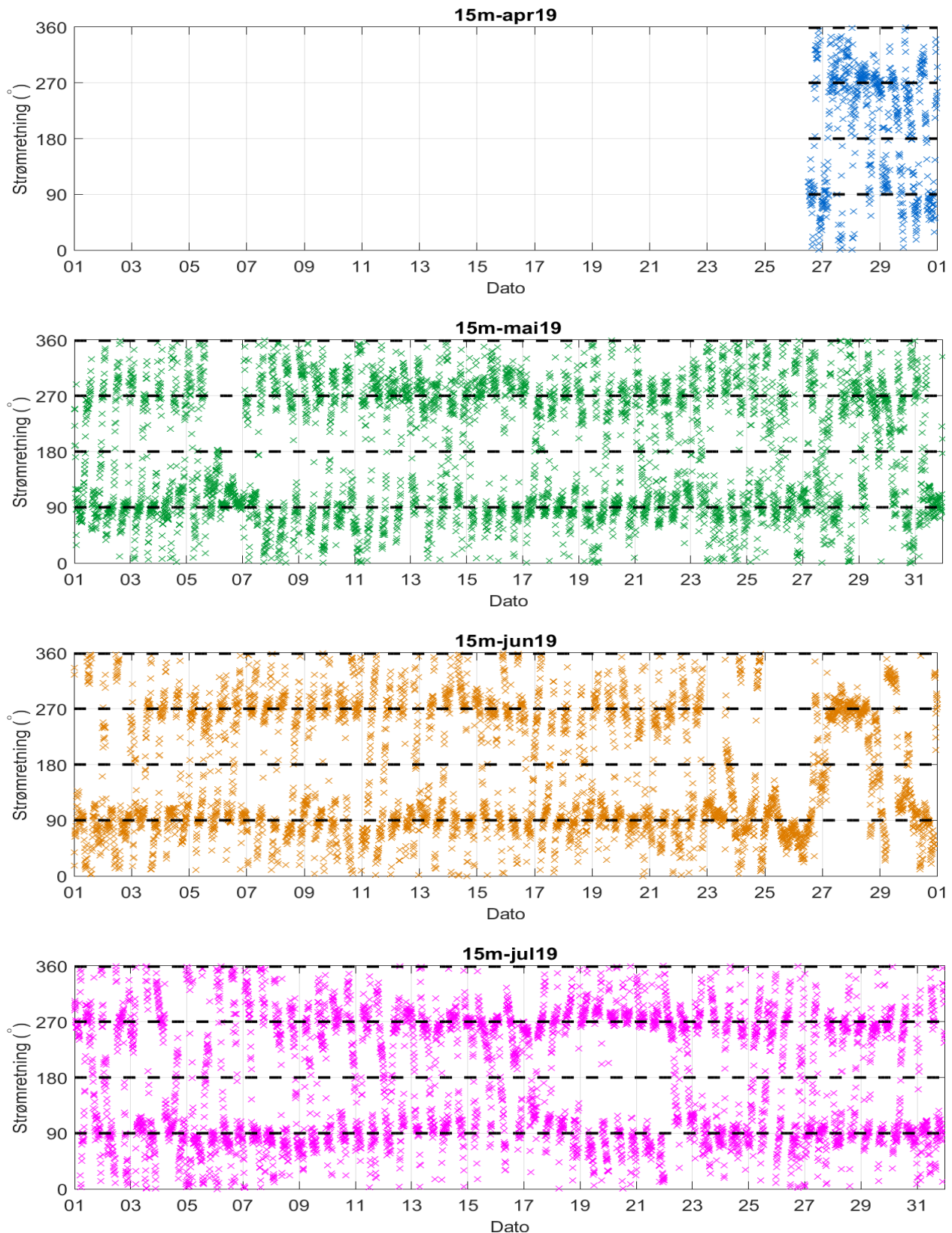
Figur 17.3.4. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i juni, juli, august og september 2020. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



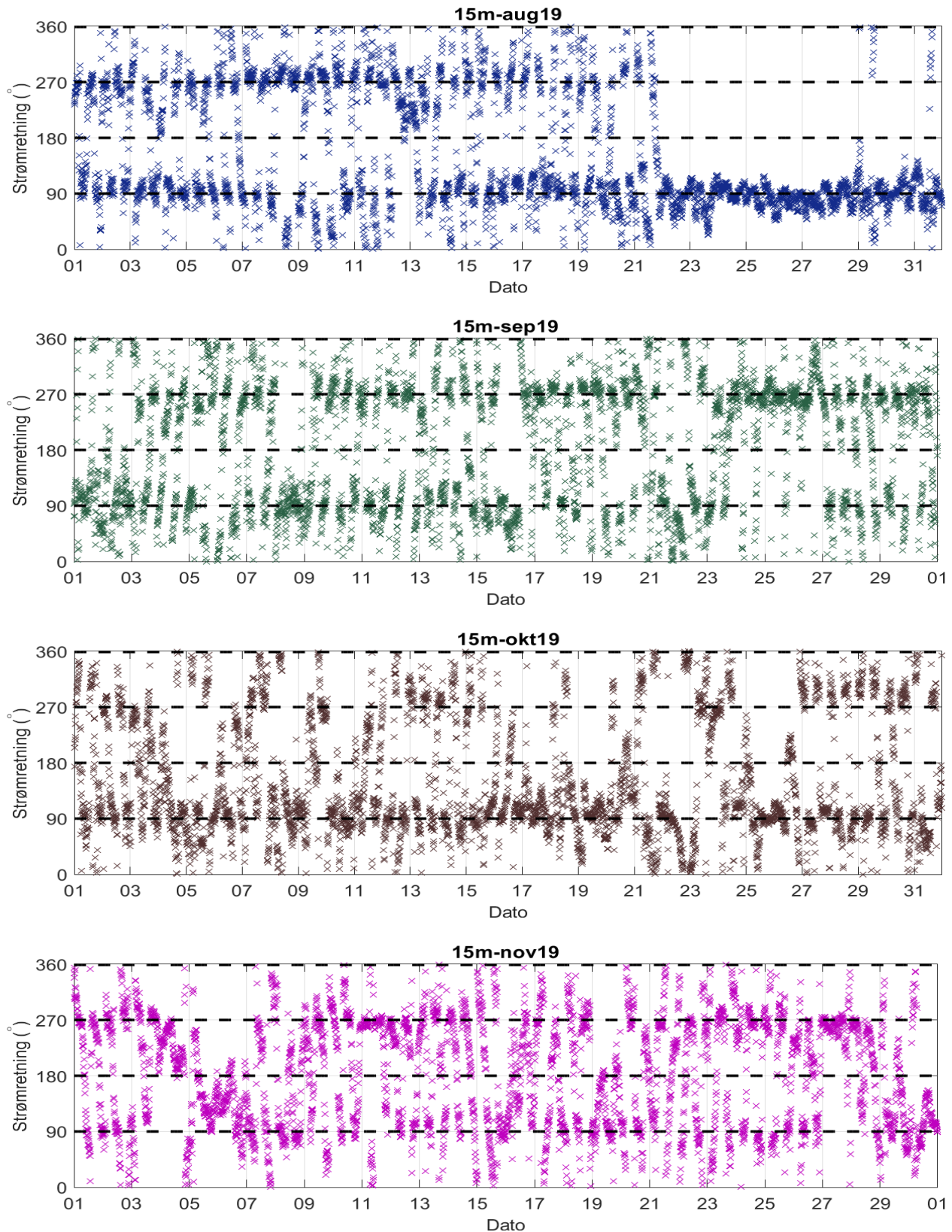
Figur 17.3.5. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i oktober og november 2020. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

17.4 Tidsdiagram – strømshastighet

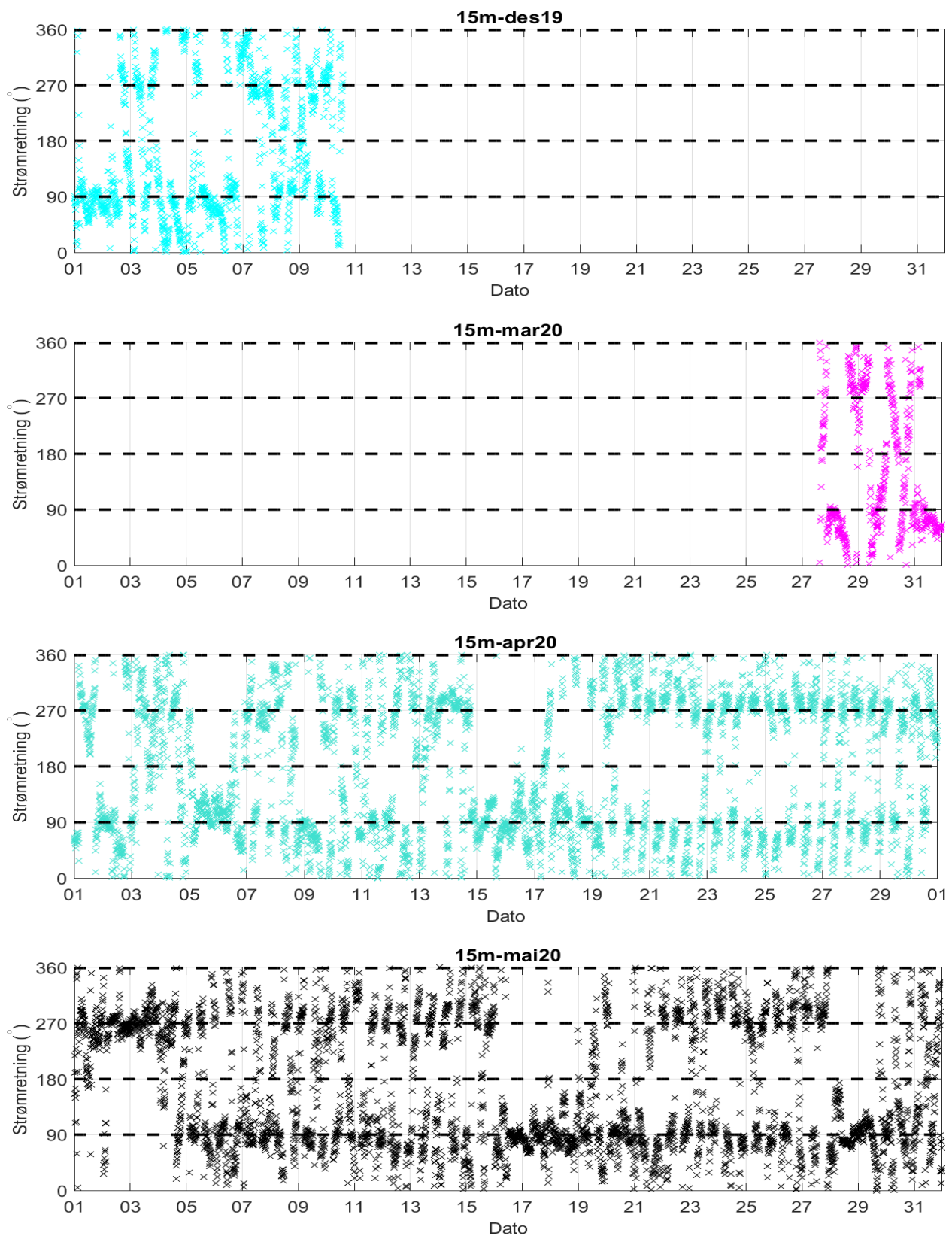
Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



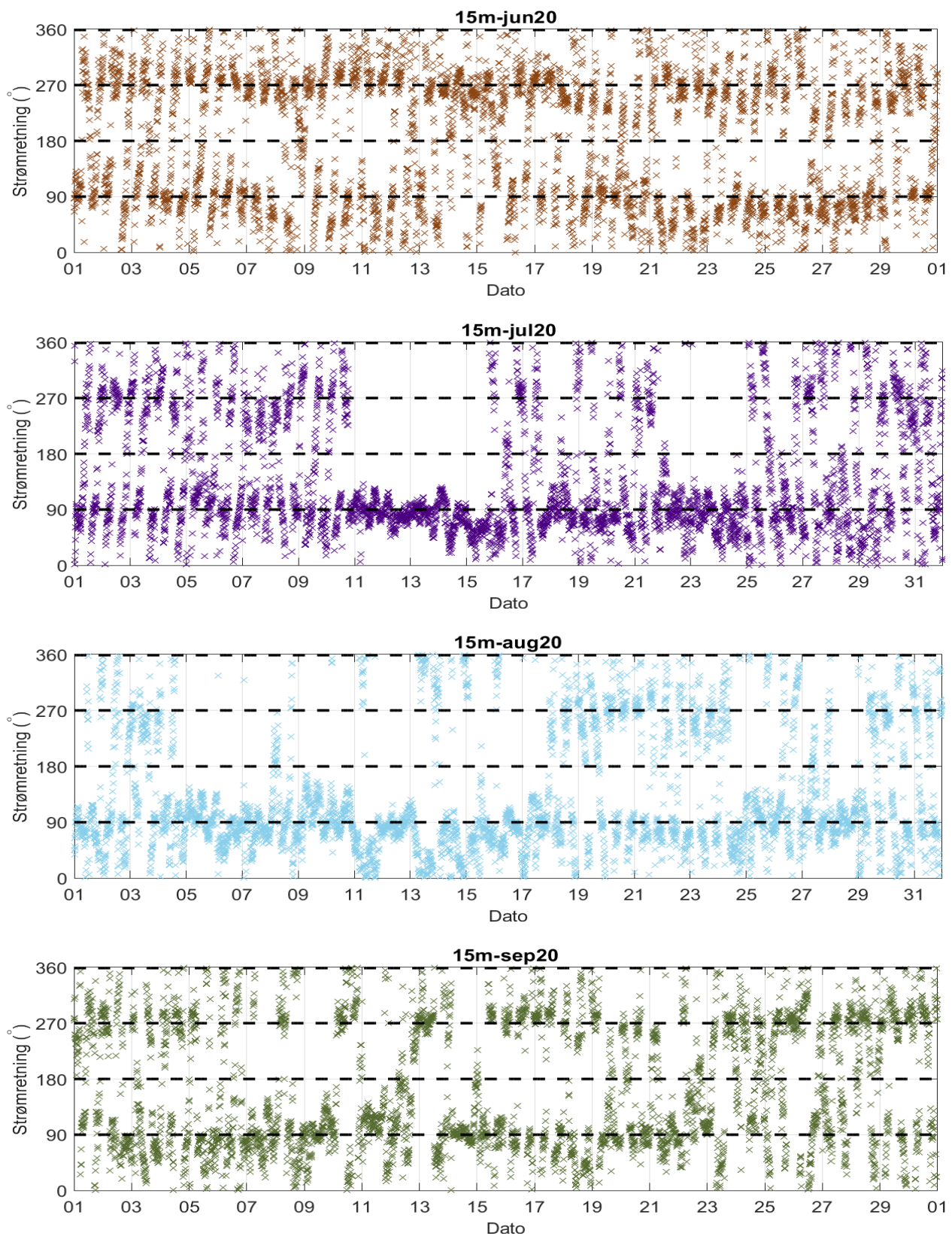
Figur 17.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i april, mai, juni og juli 2019. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



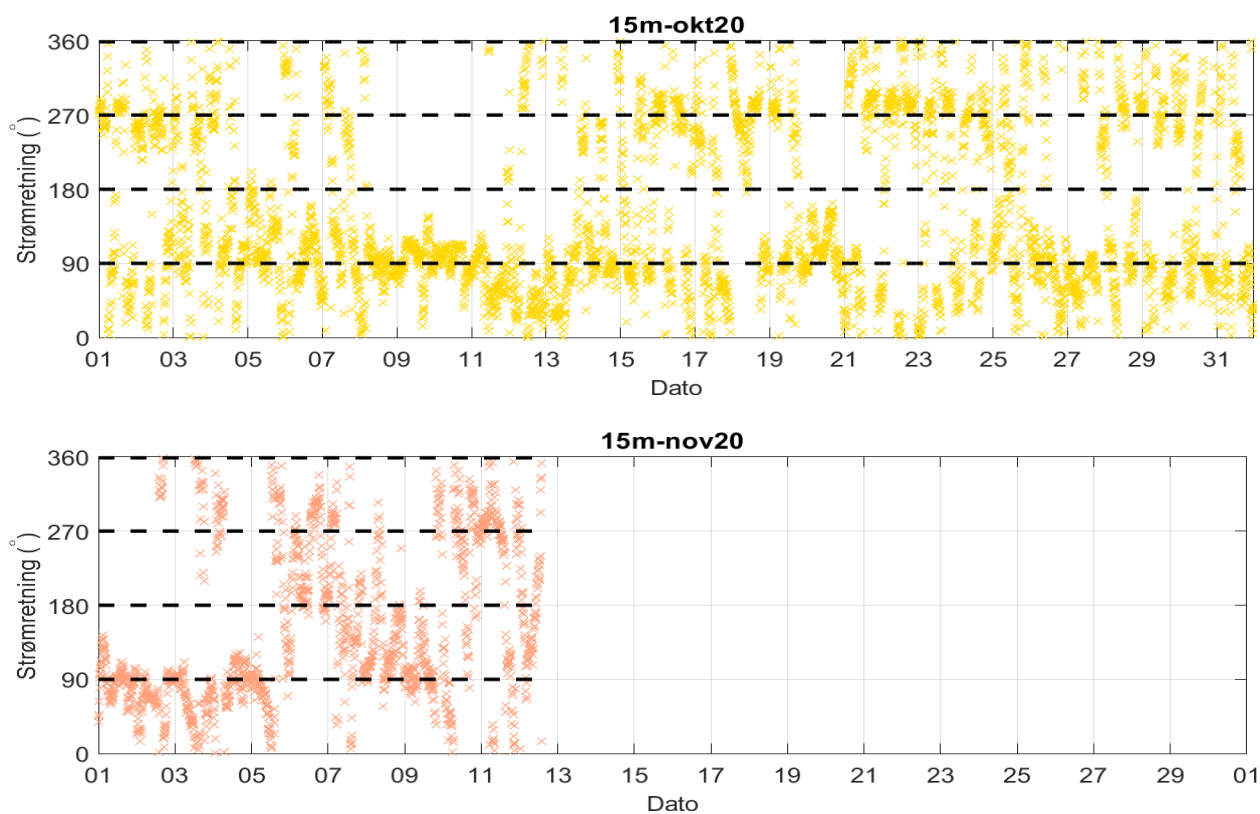
Figur 17.4.2. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i august, september, oktober og november 2019. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.3. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i desember 2019, og januar, februar og mars 2020. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.4. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i juni, juli, august og september 2020. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.5. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i oktober og november 2020. 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 15m dyp per måned.

Persentil	15m-apr19	15m-mai19	15m-jun19	15m-jul19	15m-aug19	15m-sep19	15m-okt19	15m-nov19	15m-des19	15m-mar20	15m-apr20	15m-mai20	15m-jun20	15m-jul20	15m-aug20	15m-sep20	15m-okt20	15m-nov20
1	0.3	0.4	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5
10	1.0	1.5	2.0	1.6	2.6	1.6	1.8	1.8	1.7	2.3	2.1	1.9	1.6	1.7	1.8	1.8	2.0	1.7
20	1.3	2.3	2.9	2.4	4.1	2.5	2.7	2.7	2.5	3.3	3.0	3.0	2.3	2.5	2.7	2.6	3.0	2.6
30	1.8	2.9	3.9	3.2	5.4	3.2	3.5	3.4	3.2	4.2	3.9	3.9	2.9	3.3	3.4	3.4	3.9	3.5
40	2.2	3.5	4.8	3.9	6.8	4.1	4.4	4.1	4.0	5.4	4.7	5.0	3.6	4.2	4.2	4.3	4.8	4.5
50	2.6	4.2	5.8	4.7	8.1	5.0	5.3	4.8	4.7	6.5	5.6	6.0	4.3	5.0	4.9	5.3	5.8	5.5
60	3.0	5.0	6.8	5.5	9.4	6.1	6.4	5.7	5.5	8.1	6.6	7.1	5.1	6.0	6.0	6.5	6.7	6.9
70	3.6	5.9	8.0	6.5	10.9	7.4	7.6	6.7	6.4	11.1	7.9	8.5	6.0	7.3	7.1	8.0	7.8	8.5
80	4.3	7.2	9.6	8.0	12.4	9.0	9.0	8.0	7.6	16.7	9.8	10.2	7.1	9.2	8.6	9.7	9.8	10.7
90	5.2	9.2	12.2	10.6	14.6	11.8	11.3	10.3	9.9	24.8	12.9	13.0	8.7	12.3	11.3	12.7	12.4	14.0
95	5.7	11.5	14.5	12.7	16.3	14.2	14.8	13.8	11.1	33.7	16.2	16.2	10.2	15.4	13.4	16.2	14.7	17.7
99	6.7	30.1	21.5	16.6	20.4	19.8	24.6	20.0	14.4	43.1	22.8	27.8	13.6	18.5	18.8	22.8	20.9	27.7

17.6 Prosentfordeling av strømhastighet

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

Tabell 17.6.1. Prosent (%) av data for 15m som er lik eller høgere enn oppgitt hastighet.

Strømhastighet (cm/s)	15m- apr19	15m- mai19	15m- jun19	15m- jul19	15m- aug19	15m- sep19	15m- okt19	15m- nov19	15m- des19	15m- mar20	15m- apr20	15m- mai20	15m- jun20	15m- jul20	15m- aug20	15m- sep20	15m- okt20	15m- nov20
1	89.2	95.0	96.6	96.2	98.4	95.5	96.2	97.1	96.7	98.4	97.7	97.0	95.9	97.1	96.4	96.9	97.4	96.9
3	39.9	68.4	79.4	72.7	88.1	73.0	76.6	75.0	73.0	83.4	80.4	80.1	69.3	74.3	75.4	74.6	80.4	75.3
5	11.5	39.8	58.1	45.5	73.4	50.2	53.4	47.9	45.5	64.0	55.7	59.8	41.8	49.8	49.4	52.6	58.0	54.3
10		7.6	18.2	12.0	36.0	15.8	14.0	10.6	9.2	32.8	18.9	20.7	5.6	17.1	13.9	18.9	19.0	23.1
20		2.0	1.6	0.4	1.2	1.0	2.0	1.0		15.4	2.2	3.1	0.05	0.4	0.6	2.5	1.3	3.7
30		1.0				0.02	0.5			7.1	0.1	0.7				0.2		0.5
40							0.3			2.4								
50							0.09											