

Strømrapport

**Måling av overflate- (5m),
dimensjonerings- (15m), sprednings- (82m)
og bunnstrøm (169m) ved**

Bolværet i

februar - mai 2025

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn		Vurdering av strømforhold ved Bolværet. SR-TF-Bolværet-110213209-3011-01-002.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	04.07.25	Første utgivelse. Presentasjon og vurdering av gjennomførte strømmålinger ved Bolværet.	
002	15.08.25	Andre utgivelse. Oppdatering med korrekt riggposisjon for strømmåling på 5m og 15m.	
Rapportdistribusjon		Innhold fra denne rapporten kan brukes så lenge rapporten oppgis som kilde, og at alt benyttet materiale blir kreditert Åkerblå AS.	
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Bolværet	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Brønnøy	Fylke	Nordland
Oppdragsgiver			
Selskap	Torghatten Farming AS; Toftveien 80, 8909 BRØNNØYSUND, NORGE		
Kontaktperson	Magnus Røkke	magnus.rokke@aquacultureinnovation.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Marthe Olsen	marthe.olsen@dnv.com	
Rapportansvarlig ver001 ver002	Tore Magnus Arnesen Taklo Tore Magnus Arnesen Taklo	tore.magnus.arnesen.taklo@dnv.com tore.magnus.arnesen.taklo@dnv.com	
Kontrollert av ver001 ver002	Astri Maatje Glindø Lise Apelthun	astri.maatje.glindo@dnv.com lise.apelthun@dnv.com	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	49.9 (NØ)	45.9 (N)	31.9 (NØ)	30.3 (NØ)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	10.1	7.6	6.5	10.0
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.1	2.0	2.4	2.6
Strømstyrke < 3cm/s (%)	9.4	15.6	19.3	15.3
Strømstyrke < 10cm/s (%)	58.3	75.3	82.9	54.0
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	1.1	0.2	0.1	0.04
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.1	0.0	0.0	0.4
10-års strøm (maksimal)	82	76	-	-
50-års strøm (maksimal)	92	85	-	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord	6
2. Områdebeskrivelse	7
3. Metodikk.....	8
4. Resultater.....	12
4.1 Sammendrag av strømdata	12
4.2 Strømrose	13
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning	14
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	18
4.5 Strømmens retningsfordeling	19
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	20
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	21
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	22
4.9 Progressivt vektordiagram	23
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	25
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	26
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	27
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	28
4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	29
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	29
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	29
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	29
4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	30
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	31
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	31
4.21 Strømfordeling	32
4.22 Strømvarighet.....	34
4.23 Tidevannsanalyse	36
4.24 Vind under måleperioden.....	40
4.25 Utslippskontur	45
4.26 CTD-profil.....	46
5. Diskusjon	47
5.1 Høye strømmålinger.....	47
5.2 Tidevannspåvirkning.....	47
5.3 Vindpåvirkning	47

5.4	Vannutskiftning.....	48
5.5	Mulig spredning av utslipp.....	48
5.6	Vannsøylens vertikale struktur.....	49
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	50
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	50
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	51
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	52
6.4	CTD-målinger	52
7.	Vedlegg – Riggoppsett	53
7.1	Test av riggoppsett før utsett.....	53
7.2	Riggoppsett	53
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	56
8.1	Databearbeiding	56
8.2	Kvalitetssikring av data.....	59
8.3	Fjernede dataverdier.....	64
8.3.1	Måleperiode	64
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	64
9.	Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm.....	65
10.	Vedlegg - Varighetsanalyse	69
11.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	77
12.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner.....	78
13.	Vedlegg – Måleenheter	79
14.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse.....	80
15.	Vedlegg – Referanser.....	81
16.	Vedlegg – Resultater per måned på 5m dyp.....	82
16.1	Sammendrag av strømdata	82
16.2	Strømroser	83
16.3	Tidsdiagram – strømhastighet	84
16.4	Tidsdiagram – strømretning	85
16.5	Persentilfordeling av strømhastighet.....	86
16.6	Prosentfordeling av strømhastighet.....	86
17.	Vedlegg – Resultater per måned på 15m dyp.....	87
17.1	Sammendrag av strømdata	87
17.2	Strømroser	88

17.3	Tidsdiagram – strømhastighet	89
17.4	Tidsdiagram – strømretning	90
17.5	Persentilfordeling av strømhastighet.....	91
17.6	Prosentfordeling av strømhastighet.....	91

1. Forord

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

Resultatene fra strømmålingene gjelder for gitte prøvepunkt og for oppgitt tidsperiode. Vurderingen av strømforhold i området er gjort på bakgrunn av disse resultatene.

NYTEK-forskriften har som mål å begrense rømming av fisk fra oppdrettsanlegg. NS 9415:2021 krever at alle lokaliteter undersøkes og beskrives ut fra topografi og eksponeringsgrad i form av parametere som danner grunnlag for beregning av miljølasten 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 påvirkes av blant annet strømforhold og vannutskiftning – og temperatur.

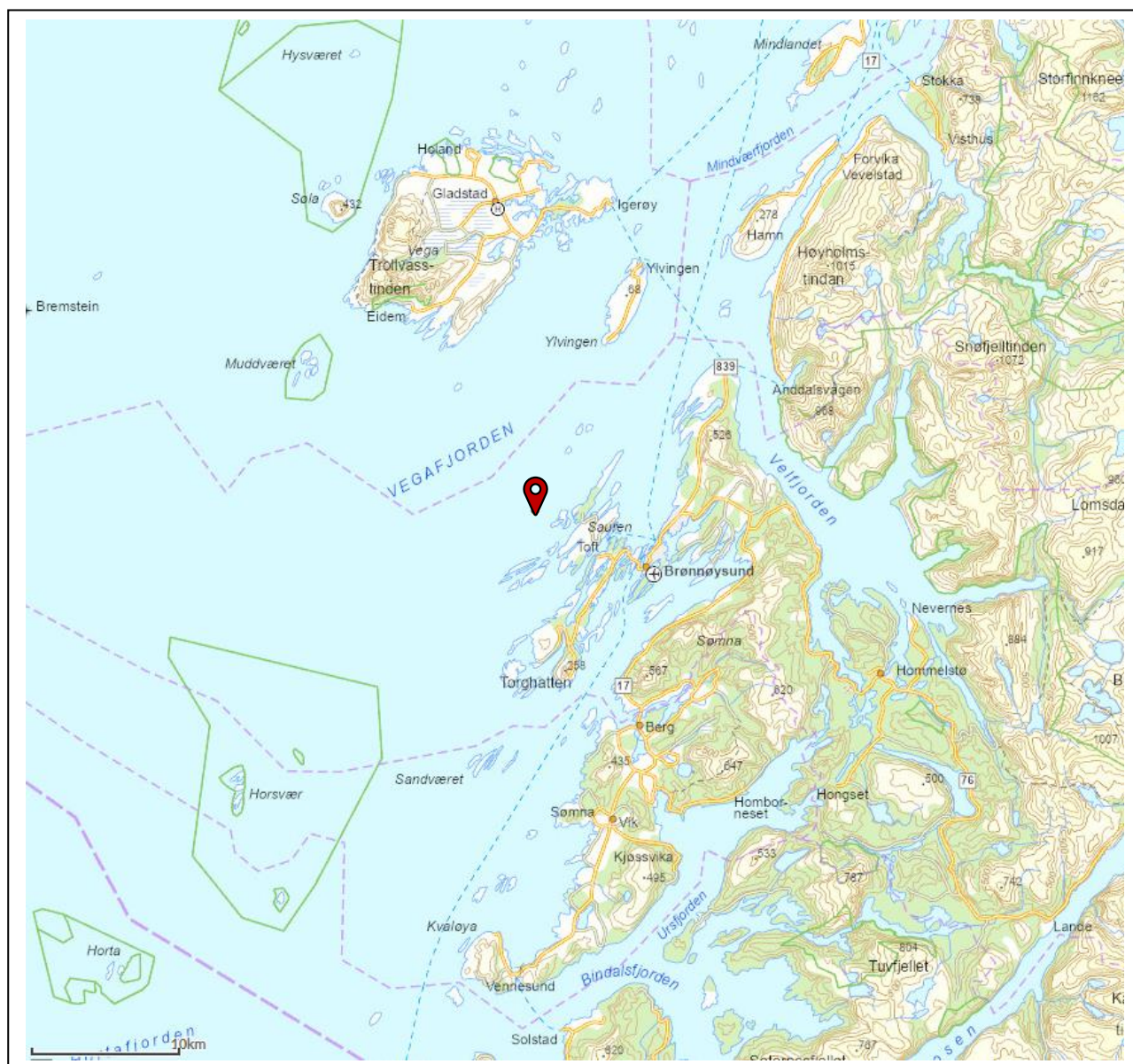
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9425-1:1999, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktene for Bolværet ligger i Brønnøy kommune, Nordland (Figur 2.1). Bolværet ligger på sørøstlig side av Vegafjorden, NV for øyene Bolværet og Risøya. Plasseringen er åpen mot Vegafjorden og Ylvingsfjorden i N, og er eksponert for åpent hav mot SV, V og NV.

På grunn av omkringliggende topografi er de mest aktuelle vindretningene, med tanke på strøm, fra alle retninger.

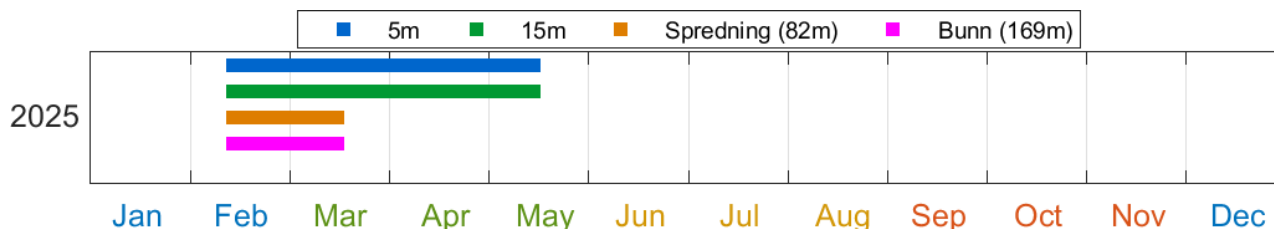
Bunntopografi er ca. 168 – 171m dyp og orientert NØ – SV i området for strømmålingsposisjonene.



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt måleposisjonene, anvist med rød pinne. Kart 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 og Figur 3.1. Strømmen ble målt i to rigger, hvor avstanden mellom disse var ca. 251m. Strømmen på 5m og 15m dyp ble målt over to måleperioder; fra 11.02.25 til 17.03.25 (P1) og fra 17.03.25 til 16.05.25 (P2) (Figur 3.1).



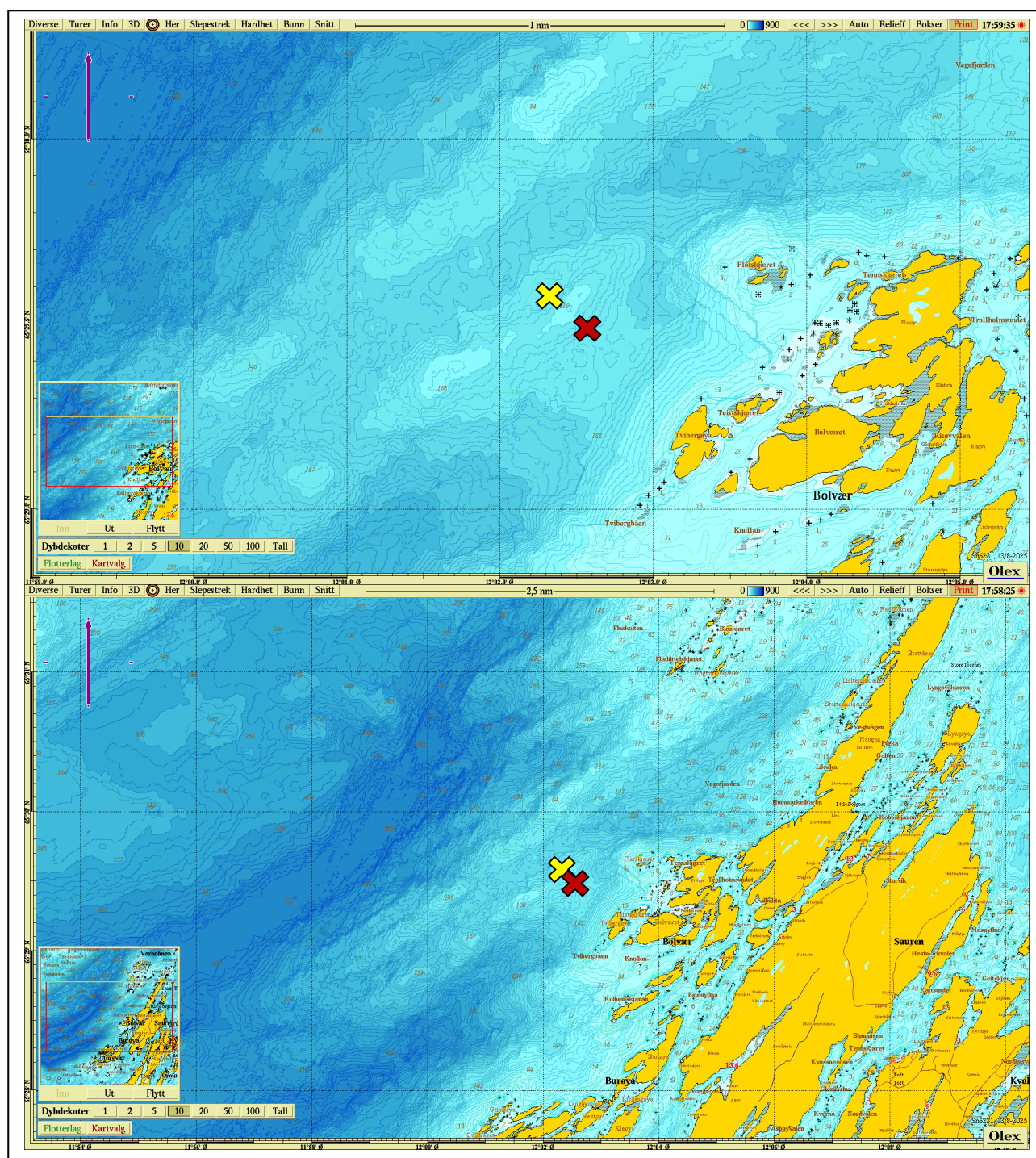
Figur 3.1. De fargede linjene i figuren viser hvilke år og måneder det er strømmålinger på 5m (blå linje), 15m (grønn linje), spredning (oransje linje) og bunn (rosa linje). Skriftfargene på månedene langs x-aksen illustrerer sesong; blå = vinter, grønn = vår, gul = sommer, og rød = høst. Målingene på 5m, 15m, sprednings- og bunndyp ble utført om vinteren og våren.

Maksimal strømhastighet på 49.9cm/s på 5m dyp ble målt mens punktmåleren ble trukket ned til ca. 7.2m. Selv om målt maksimal strømhastighet er målt utenfor krav til måledybde i NS 9415:2021 ($5m \pm 2m$) er strømhastigheten likevel inkludert siden nedtrekket er kortvarig og forårsaket av sterk strøm i området på måletidspunktet. Dette for å sikre at målt strøm er representativ for området.

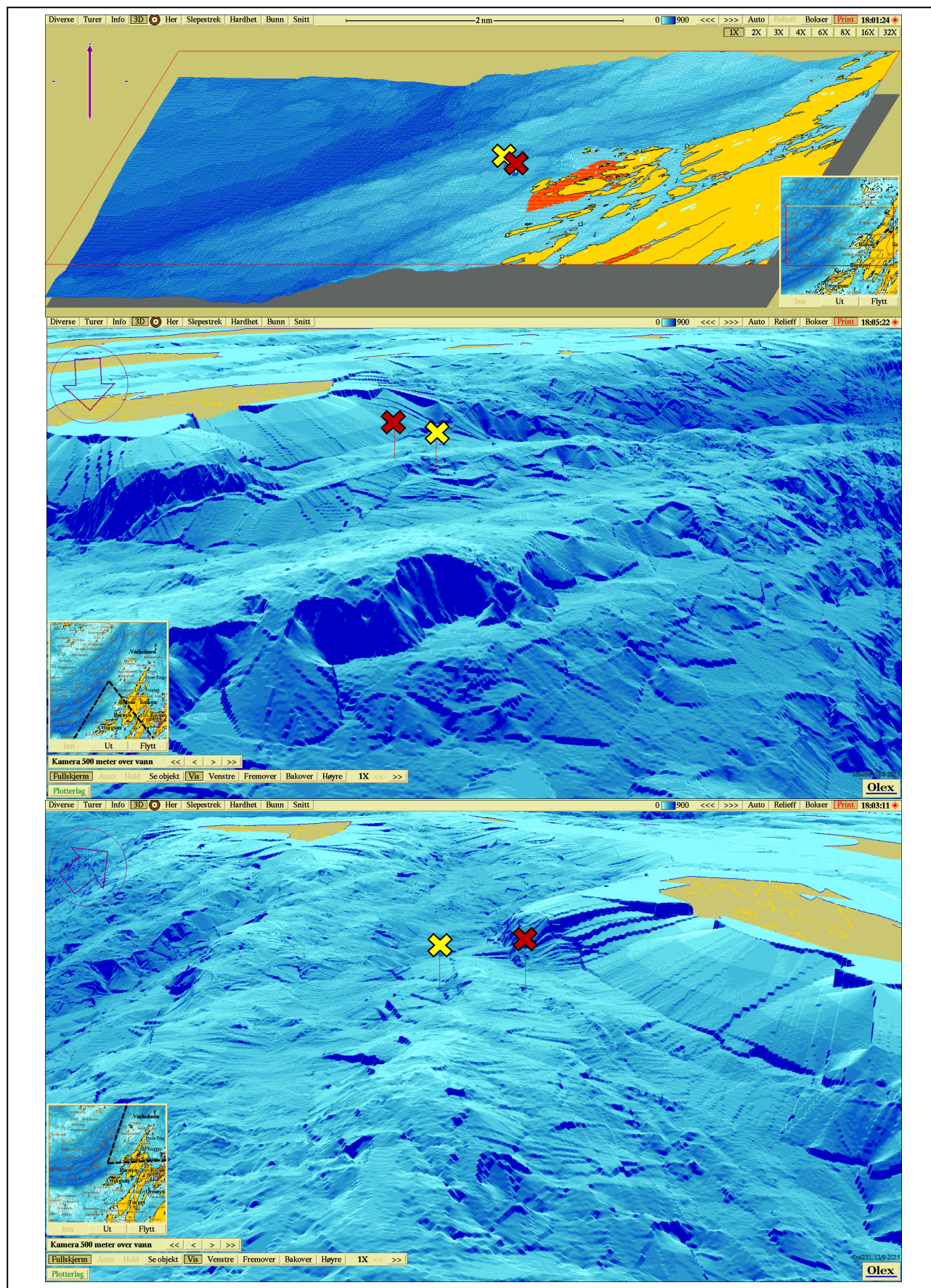
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.2 – Figur 3.3).

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
Posisjonsanvisning	✕	✕	✕	✕
Posisjon	65° 29.583' N; 012° 02.327' Ø	65° 29.583' N; 012° 02.327' Ø	65° 29.487' N; 012° 02.558' Ø	65° 29.487' N; 012° 02.558' Ø
Dyp på målested	168m	168m	171m	171m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	11.02.25 - 16.05.25	11.02.25 - 16.05.25	11.02.25 - 17.03.25	11.02.25 - 17.03.25
	P1: 11.02.25 - 17.03.25	P1: 11.02.25 - 17.03.25	P1: 11.02.25 - 17.03.25	P1: 11.02.25 - 17.03.25
	P2: 17.03.25 - 16.05.25	P2: 17.03.25 - 16.05.25	P2: -	P2: -
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn (målt/planlagt)	93.8 / 93.8	93.8 / 93.8	33.9 / 33.9	33.9 / 33.9
	P1: 33.9 / 33.9	P1: 33.9 / 33.9	P1: 33.9 / 33.9	P1: 33.9 / 33.9
	P2: 59.9 / 59.9	P2: 59.9 / 59.9	P2: -	P2: -
Fjernede datapunkt	P1: 6	P1: 0	P1: 0	P1: 0
	P2: 0	P2: 0	P2: -	P2: -
Manglende datapunkt	P1 - P2: 4	P1 - P2: 4	P1 - P2: 0	P1 - P2: 0



Figur 3.2. Plassering av strømmålere i området anvist med gult (5m og 15m) og rødt kryss (sprednings- og bunndyp). Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer orientering til kart. Kart er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



Figur 3.3. 3D-kart/bilder av bunntopografi i området. Den tynne kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering (øverste bilde) og den tykke kompasspila indikerer kameraets orientering (midterste og nederste bilde). De små bildene viser kameraets utsiktspunkt for den tilhørende bunntopografien. Kartene er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

4. Resultater

4.1 Sammendrag av strømdata

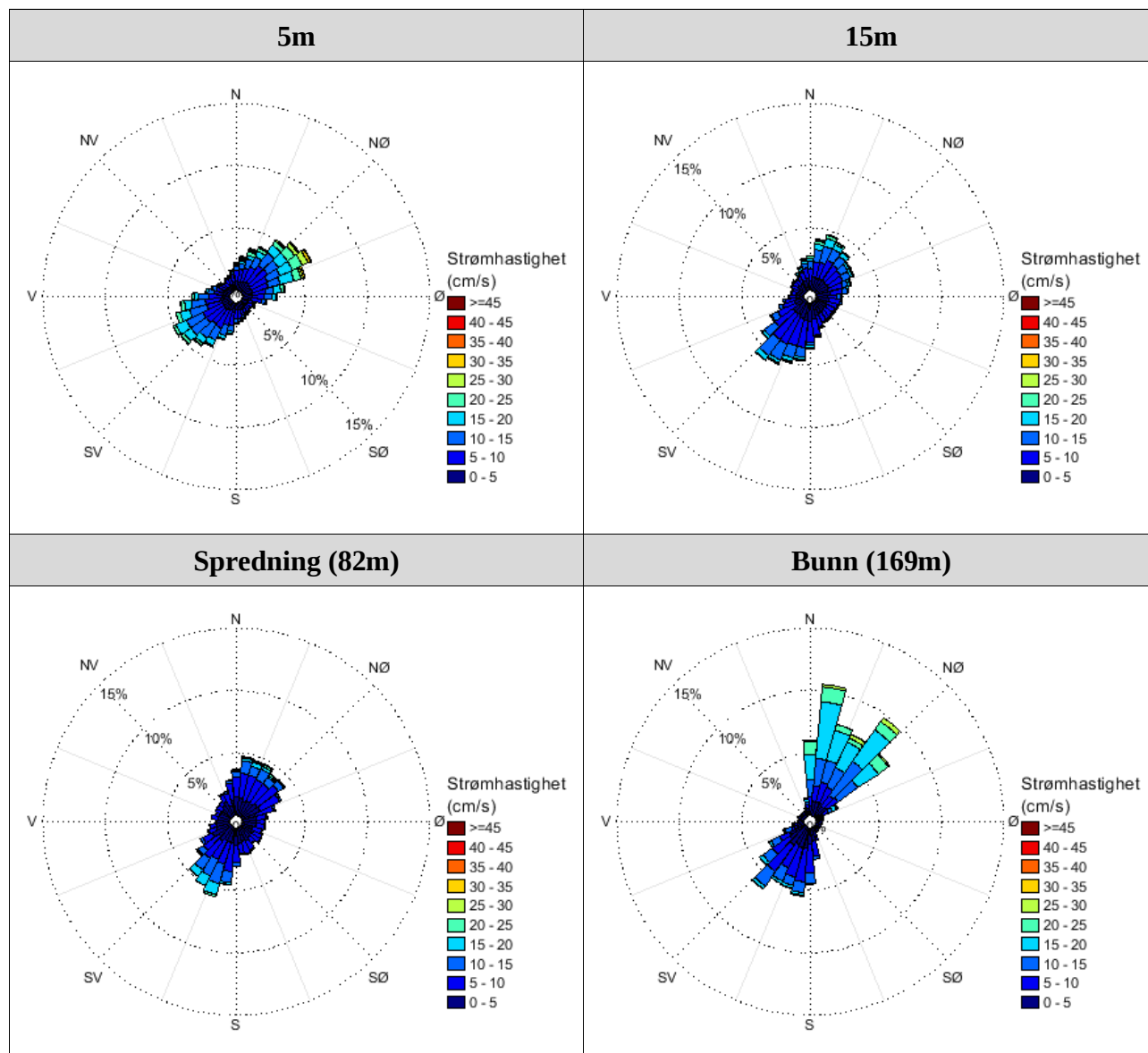
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m).

Måledyp	5m-P1	5m-P2	15m-P1	15m-P2	Spredning-P1 (82m)	Bunn-P1 (169m)
Sjøtemperatur (°C)	4.7 - 5.8	4.8 - 7.7	4.7 - 5.8	4.9 - 7.7	5.1 - 7.5	7.1 - 7.7
Strømhastighet	5m		15m		Spredning (82m)	Bunn (169m)
Maksimum (cm/s)	49.9		45.9		31.9	30.3
Gjennomsnitt (cm/s)	10.1		7.6		6.5	10.0
Minimum (cm/s)	0.0		0.1		0.1	0.1
Signifikant maks (cm/s)	17.7		13.1		11.3	17.6
Signifikant min (cm/s)	3.9		3.0		2.6	3.2
Varians (cm/s) ²	43.2		24.3		18.6	40.5
Standardavvik (cm/s)	6.6		4.9		4.3	6.4
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.1		2.0		2.4	2.6
Lengste periode < 1cm/s (min)	40		60		50	50
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	9.4		15.6		19.3	15.3
Lengste periode < 3cm/s (min)	190		210		200	210
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	58.3		75.3		82.9	54.0
Lengste periode < 10cm/s (min)	2970		4150		2880	1200
% ≥ 30cm/s	1.1		0.2		0.1	0.04
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	200		60		40	20
% ≥ 50cm/s	0.0		0.0		0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0		0		0	0
Effektiv transport						
Hastighet (cm/s)	1.0		0.3		0.2	3.9
Retning (grader)	39		95		133	23
Neumann-parameter	0.1		0.0		0.0	0.4
Gjennomsnittlig vannforflytning (m³/m²/d)	8750		6543		5658	8664

4.2 Strømrose

En strømrose viser strømshastighet og -retning under hele måleperioden. Strømrosen viser hvor stor andel av målingene som er registrert for hver 10°-sektor, vist som prosentandel i figuren, og hvilken strømshastighetsklasse som er registrert i de ulike sektorene. Strømrosen gir en indikasjon på om strømmen har en dominerende retning eller ikke.



Figur 4.2.1. Strømroser på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m).

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

Strømretning er fordelt i 15°-sektorer (sektorene er vist i venstre kolonne). Retningssektorene er sentrert ($\pm 7.5^\circ$) rundt oppgitt verdi. Strømhastighet er fordelt i ulike intervaller (vist i øverste rad). Både retningssektorer og hastighetsintervaller er $\geq$ (laveste verdi) og $<$ (høyeste verdi). Antall observasjoner i de ulike retningssektorene og hastighetsintervallene er vist i kolonnen til høyre og raden under matrisen. Raden under og kolonnen til høyre for antall observasjoner viser den prosentvise fordelingen i henholdsvis de ulike intervallene og sektorene. Kolonnene helt til høyre viser antall kubikkmeter vann som i måleperioden vil passere et tenkt vindu på 1x1 meter, prosentvis fordeling av vannutskiftning og til slutt maksimal strømhastighet i hver retningssektor.

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

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%	
N	0	8	37	90	179	65	23	12	19	7	0	0	0	0	440	3.3	23665	2.9	32.9
N	15	3	51	99	220	104	50	43	16	42	4	0	0	0	632	4.7	43528	5.3	42.0
NØ	30	4	56	105	274	209	102	57	19	7	4	0	0	0	837	6.2	54826	6.7	49.9
NØ	45	1	54	122	346	227	163	112	48	13	0	0	0	0	1086	8.0	78894	9.6	39.7
NØ	60	12	46	106	308	222	225	169	92	51	3	0	0	0	1234	9.1	105264	12.8	42.0
Ø	75	8	57	97	234	151	179	87	24	17	0	0	0	0	854	6.3	61748	7.5	33.1
Ø	90	11	50	90	205	117	63	14	5	0	0	0	0	0	555	4.1	29662	3.6	27.8
Ø	105	5	49	69	125	42	15	3	1	0	0	0	0	0	309	2.3	12665	1.5	25.9
SØ	120	6	35	70	98	32	3	0	0	0	0	0	0	0	244	1.8	8842	1.1	16.5
SØ	135	7	28	62	84	18	4	2	3	2	0	0	0	0	210	1.6	8201	1.0	31.4
SØ	150	6	39	59	97	24	6	8	6	0	0	0	0	0	245	1.8	10591	1.3	28.6
S	165	8	57	68	120	47	11	6	0	0	0	0	0	0	317	2.3	13034	1.6	23.3
S	180	4	30	75	160	52	10	12	12	1	0	0	0	0	356	2.6	17614	2.1	31.0
S	195	9	41	87	229	149	44	14	5	1	0	0	0	0	579	4.3	30844	3.8	31.9
SV	210	8	54	80	322	207	97	20	5	0	0	0	0	0	793	5.9	45683	5.6	26.4
SV	225	4	49	87	333	279	120	55	9	0	0	0	0	0	936	6.9	59340	7.2	27.9
SV	240	5	58	88	340	311	179	51	3	0	0	0	0	0	1035	7.7	67042	8.2	26.8
V	255	5	59	85	235	254	142	62	4	0	0	0	0	0	846	6.3	55571	6.8	26.1
V	270	9	57	67	198	170	66	34	1	0	0	0	0	0	602	4.5	35571	4.3	25.9
V	285	9	49	58	148	79	28	7	0	0	0	0	0	0	378	2.8	18257	2.2	24.1
NV	300	6	48	47	112	37	9	2	0	0	0	0	0	0	261	1.9	10254	1.2	23.3
NV	315	1	42	54	102	24	1	0	0	0	0	0	0	0	224	1.7	7946	1.0	15.2
NV	330	8	41	62	94	16	4	4	1	0	0	0	0	0	230	1.7	8095	1.0	27.0
N	345	3	37	82	127	25	6	13	6	3	0	0	0	0	302	2.2	13522	1.6	32.4
Antall obs.		150	1124	1909	4690	2861	1550	787	279	144	11	0	0	0	13505	100	0	0	0
%		1.1	8.3	14.1	34.7	21.2	11.5	5.8	2.1	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

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

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	13	63	108	186	118	41	37	8	5	0	0	0	0	579	4.3	31490	5.1	35.4
N	15	11	87	106	272	241	114	45	18	7	1	0	0	0	902	6.7	56078	9.1	45.9
NØ	30	11	87	133	320	218	94	36	6	3	1	0	0	0	909	6.7	50676	8.3	43.2
NØ	45	14	79	127	282	159	57	15	2	2	0	0	0	0	737	5.5	37054	6.0	34.9
NØ	60	10	86	113	269	129	46	13	11	3	0	0	0	0	680	5.0	33455	5.5	36.0
Ø	75	16	83	120	215	85	34	3	5	1	0	0	0	0	562	4.2	24186	3.9	34.4
Ø	90	4	85	106	161	64	12	1	0	0	0	0	0	0	433	3.2	16688	2.7	20.0
Ø	105	11	75	104	179	25	0	1	0	0	0	0	0	0	395	2.9	13187	2.1	23.1
SØ	120	8	77	97	171	17	4	0	0	0	0	0	0	0	374	2.8	11940	1.9	18.3
SØ	135	10	75	106	153	27	5	0	0	0	0	0	0	0	376	2.8	12164	2.0	18.6
SØ	150	12	72	111	163	18	2	0	1	0	0	0	0	0	379	2.8	12075	2.0	25.2
S	165	13	98	141	208	22	10	4	1	0	0	0	0	0	497	3.7	16510	2.7	25.9
S	180	18	101	178	352	61	34	15	1	0	0	0	0	0	760	5.6	30908	5.0	26.8
S	195	15	93	170	449	179	49	17	11	2	0	0	0	0	985	7.3	47490	7.7	30.5
SV	210	10	90	150	520	283	65	13	4	1	0	0	0	0	1136	8.4	58110	9.5	30.6
SV	225	7	94	129	444	273	67	7	1	0	0	0	0	0	1022	7.6	51750	8.4	26.4
SV	240	8	51	108	317	120	22	6	0	0	0	0	0	0	632	4.7	28889	4.7	21.9
V	255	9	79	70	176	47	3	0	0	0	0	0	0	0	384	2.8	13851	2.3	16.6
V	270	8	61	51	106	29	0	0	0	0	0	0	0	0	255	1.9	8555	1.4	14.2
V	285	16	54	49	79	16	1	0	0	0	0	0	0	0	215	1.6	6586	1.1	15.8
NV	300	6	54	61	99	15	0	0	0	0	0	0	0	0	235	1.7	7327	1.2	14.0
NV	315	13	63	62	95	22	6	0	0	0	0	0	0	0	261	1.9	8409	1.4	18.3
NV	330	18	54	70	127	23	28	5	0	0	0	0	0	0	325	2.4	12882	2.1	21.3
N	345	12	75	98	158	57	50	16	12	0	0	0	0	0	478	3.5	23351	3.8	30.0
Antall obs.		273	1836	2568	5501	2248	744	234	81	24	2	0	0	0	13511	100	0	0	0
%		2.0	13.6	19.0	40.7	16.6	5.5	1.7	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredningsdyp (82m).

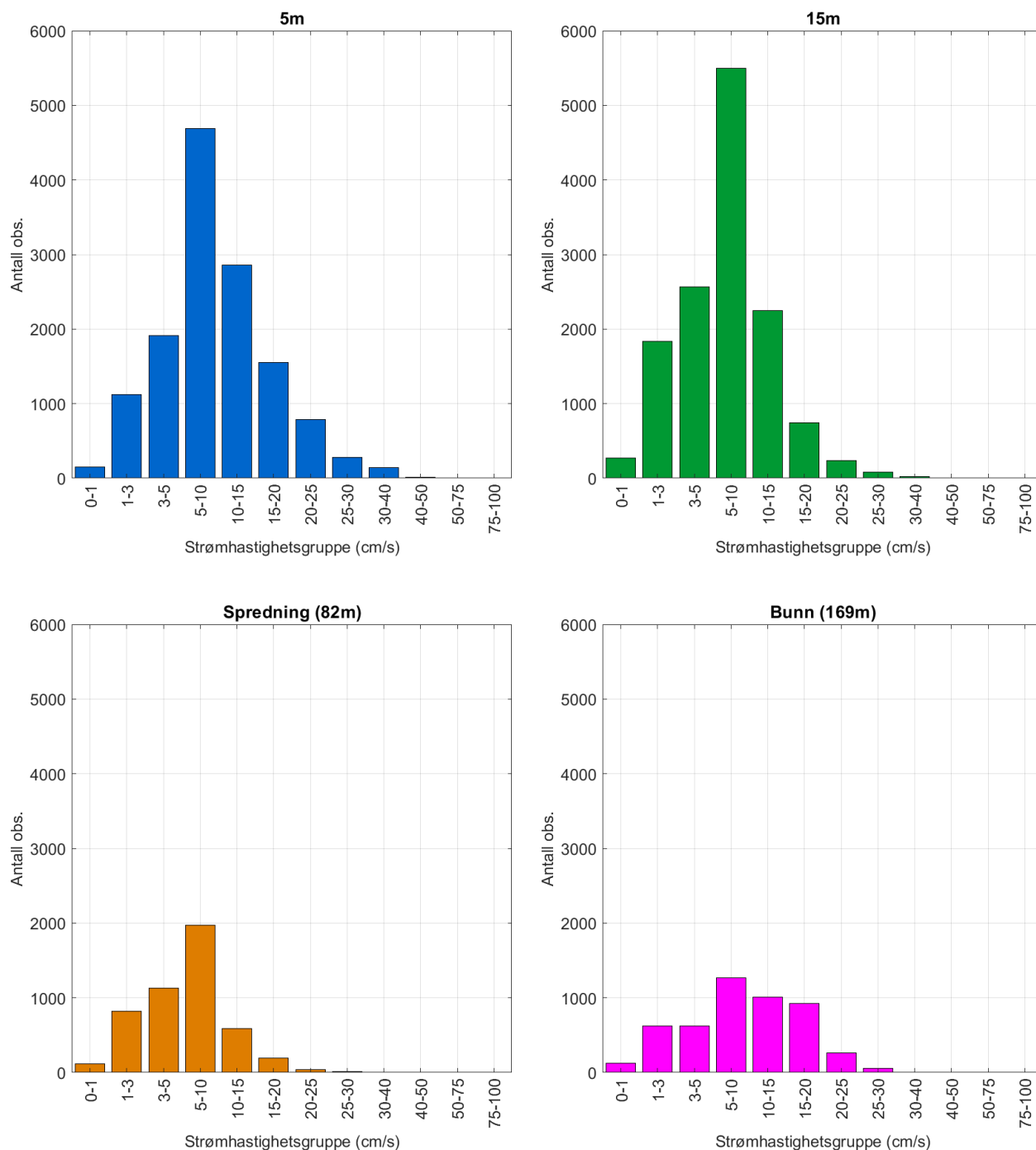
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	5	45	51	114	43	6	0	3	0	0	0	0	0	267	5.5	10971	5.7	29.4
N	15	6	36	63	152	65	22	4	7	1	0	0	0	0	356	7.3	17436	9.1	30.7
NØ	30	5	42	50	141	59	18	12	3	4	0	0	0	0	334	6.8	16886	8.8	31.9
NØ	45	3	41	55	152	40	10	4	0	0	0	0	0	0	305	6.2	12879	6.7	24.7
NØ	60	8	41	67	121	15	0	0	0	0	0	0	0	0	252	5.2	8275	4.3	14.5
Ø	75	2	32	42	95	13	0	0	0	0	0	0	0	0	184	3.8	6447	3.4	15.0
Ø	90	4	30	40	53	3	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.7	3723	1.9	11.6
Ø	105	5	30	40	51	4	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.7	3765	2.0	13.0
SØ	120	2	24	45	51	1	0	0	0	0	0	0	0	0	123	2.5	3507	1.8	10.4
SØ	135	6	28	48	61	4	0	0	0	0	0	0	0	0	147	3.0	4165	2.2	12.9
SØ	150	3	34	45	53	7	0	0	0	0	0	0	0	0	142	2.9	4195	2.2	11.8
S	165	7	31	47	67	7	0	0	0	0	0	0	0	0	159	3.3	4742	2.5	13.4
S	180	3	33	58	104	19	0	0	0	0	0	0	0	0	217	4.4	7424	3.9	13.0
S	195	8	32	49	155	101	43	11	0	0	0	0	0	0	399	8.2	21731	11.3	21.4
SV	210	3	43	46	128	98	65	3	0	0	0	0	0	0	386	7.9	21463	11.2	23.7
SV	225	8	25	56	122	69	23	1	0	0	0	0	0	0	304	6.2	14640	7.6	20.7
SV	240	4	34	76	69	15	1	0	0	0	0	0	0	0	199	4.1	6303	3.3	16.4
V	255	0	35	45	42	5	0	0	0	0	0	0	0	0	127	2.6	3548	1.9	12.0
V	270	6	36	38	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	2.0	2055	1.1	8.3
V	285	4	33	32	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	2.0	2347	1.2	9.1
NV	300	6	28	32	31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	98	2.0	2360	1.2	13.7
NV	315	5	32	31	32	1	1	0	0	0	0	0	0	0	102	2.1	2545	1.3	15.5
NV	330	9	44	42	43	7	1	0	0	0	0	0	0	0	146	3.0	3884	2.0	16.6
N	345	7	33	34	92	13	2	1	0	0	0	0	0	0	182	3.7	6474	3.4	20.2
Antall obs.		119	822	1132	1975	590	192	36	13	5	0	0	0	0	4884	100	0	0	0
%		2.4	16.8	23.2	40.4	12.1	3.9	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.4. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra bunndyp (169m).

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	3	24	30	62	90	160	75	6	0	0	0	0	0	450	9.2	36375	12.5	26.4
N	15	5	31	50	99	163	263	59	9	0	0	0	0	0	679	13.9	54967	18.8	27.7
NØ	30	7	40	43	104	131	168	26	23	2	0	0	0	0	544	11.1	40942	14.0	30.3
NØ	45	5	34	36	86	219	201	72	17	0	0	0	0	0	670	13.7	55639	19.1	29.5
NØ	60	7	19	20	36	24	30	16	2	0	0	0	0	0	154	3.2	9700	3.3	26.1
Ø	75	4	15	13	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	47	1.0	1209	0.4	15.3
Ø	90	5	14	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0.6	455	0.2	7.0
Ø	105	11	20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0.8	378	0.1	4.1
SØ	120	7	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0.4	270	0.1	6.2
SØ	135	5	18	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0.6	437	0.1	8.1
SØ	150	5	21	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0.9	816	0.3	6.3
S	165	5	23	35	43	6	0	0	0	0	0	0	0	0	112	2.3	3225	1.1	11.9
S	180	4	35	66	177	53	7	3	0	0	0	0	0	0	345	7.1	14761	5.1	22.7
S	195	5	37	66	189	64	16	4	0	0	0	0	0	0	381	7.8	17080	5.9	21.5
SV	210	5	53	69	155	86	18	0	0	0	0	0	0	0	386	7.9	17174	5.9	19.6
SV	225	10	42	62	163	83	19	2	0	0	0	0	0	0	381	7.8	17415	6.0	23.0
SV	240	2	49	40	72	58	19	0	0	0	0	0	0	0	240	4.9	10973	3.8	19.2
V	255	1	25	12	21	22	7	0	0	0	0	0	0	0	88	1.8	3845	1.3	17.3
V	270	3	16	14	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0.8	881	0.3	10.8
V	285	5	19	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0.8	735	0.3	7.5
NV	300	4	18	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0.6	513	0.2	9.9
NV	315	3	19	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0.6	417	0.1	8.2
NV	330	9	15	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0.7	475	0.2	9.0
N	345	5	26	7	8	7	12	4	0	0	0	0	0	0	69	1.4	3131	1.1	21.0
Antall obs.		125	622	622	1266	1008	921	261	57	2	0	0	0	0	4884	100	0	0	0
%		2.6	12.7	12.7	25.9	20.6	18.9	5.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

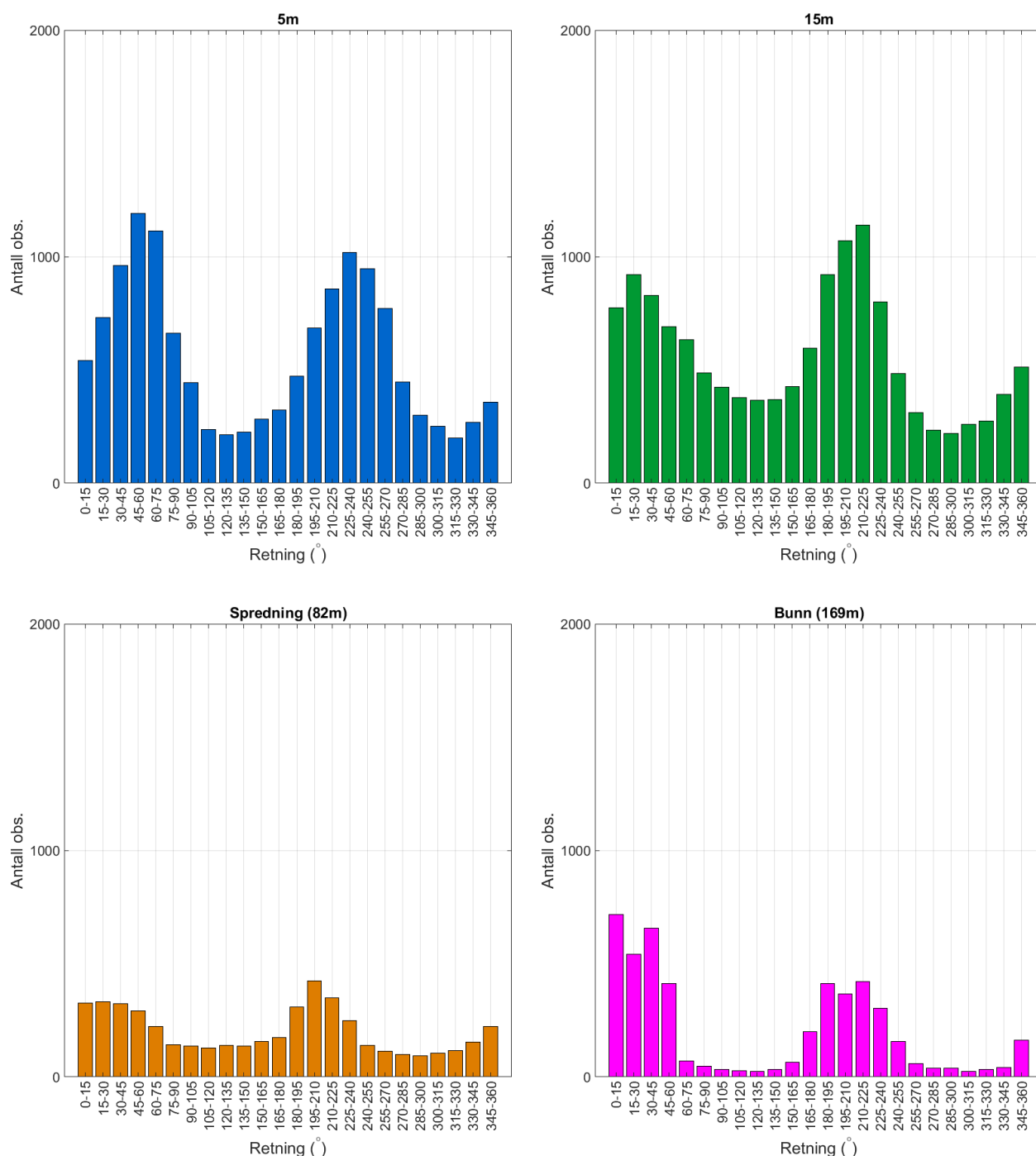
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under. Hastighetsfordelingen er $\geq$ (laveste verdi) og $<$ (høyeste verdi) av oppgitt intervall.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

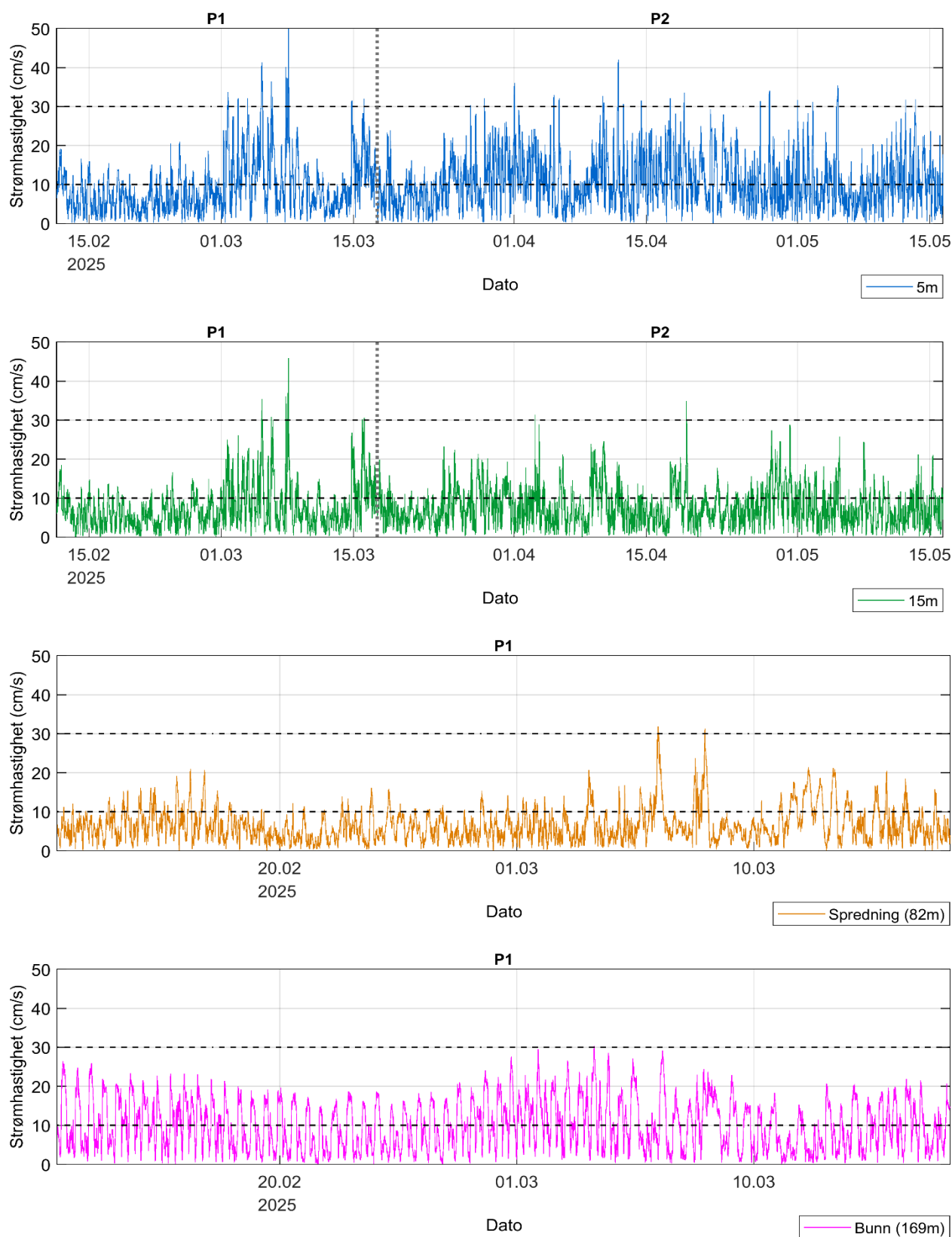
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under. Retningsfordelingen er $\geq$ (laveste verdi) og $<$ (høyeste verdi) av oppgitt intervall.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

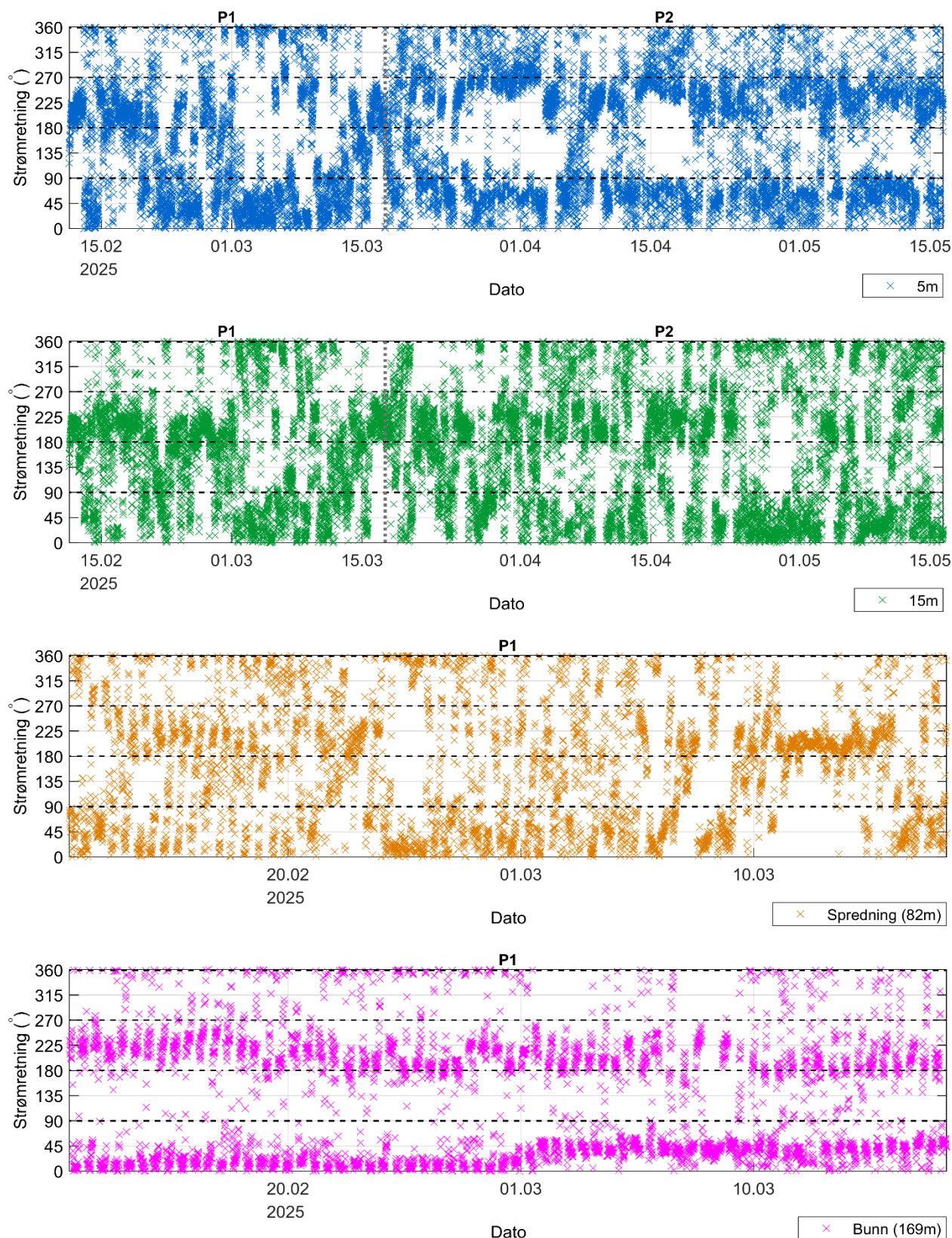
Strømmens hastighet under hele måleperioden er oppgitt under. Stiplede linjer indikerer tilfeller med strømhastigheter over 10cm/s og 30cm/s.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

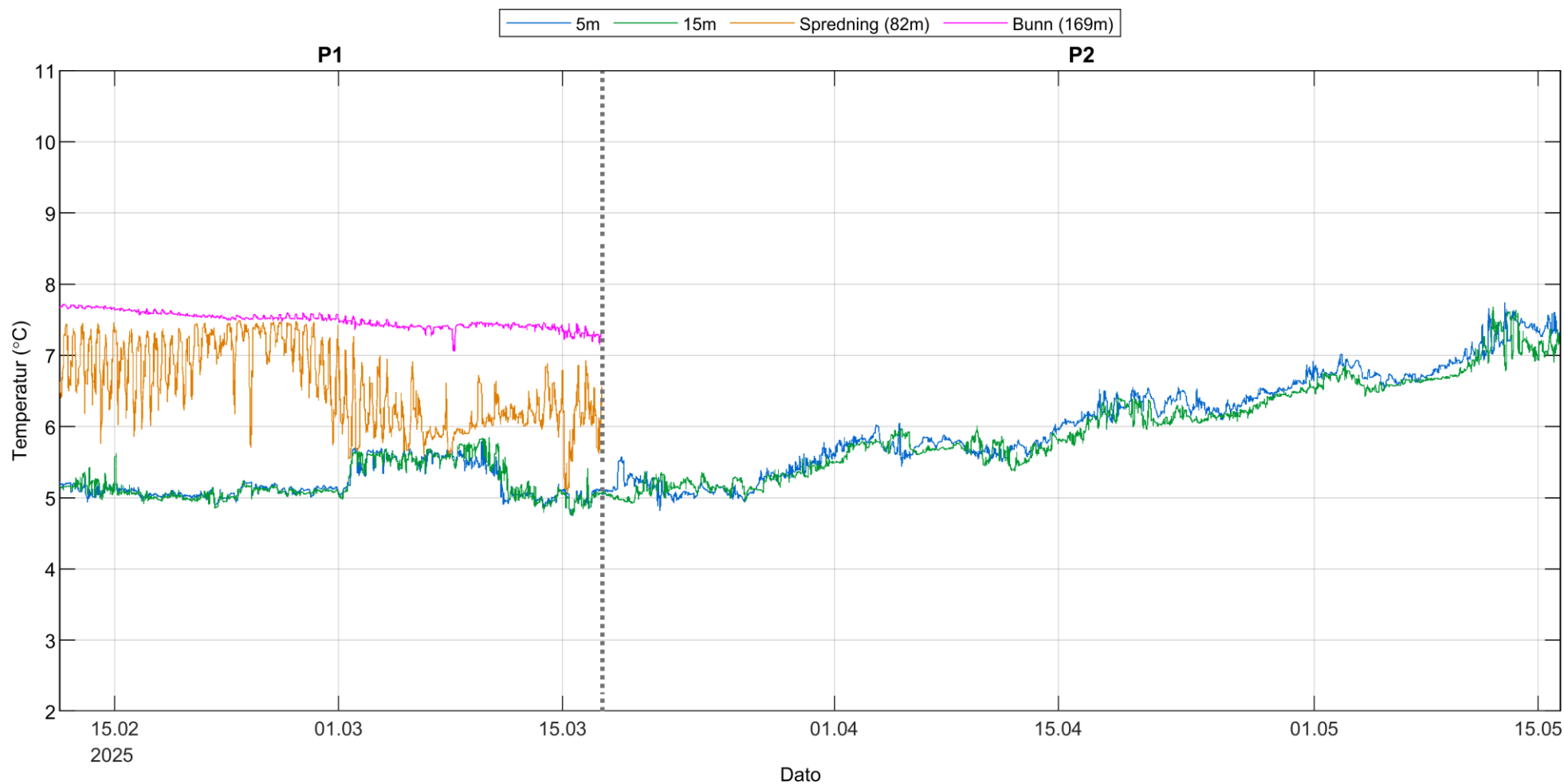
Strømmens retning under hele måleperioden er oppgitt under. Stiplede linjer er vist for 90°, 180°, 270° og 360° for å indikere kompassretningene øst, sør, vest og nord.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

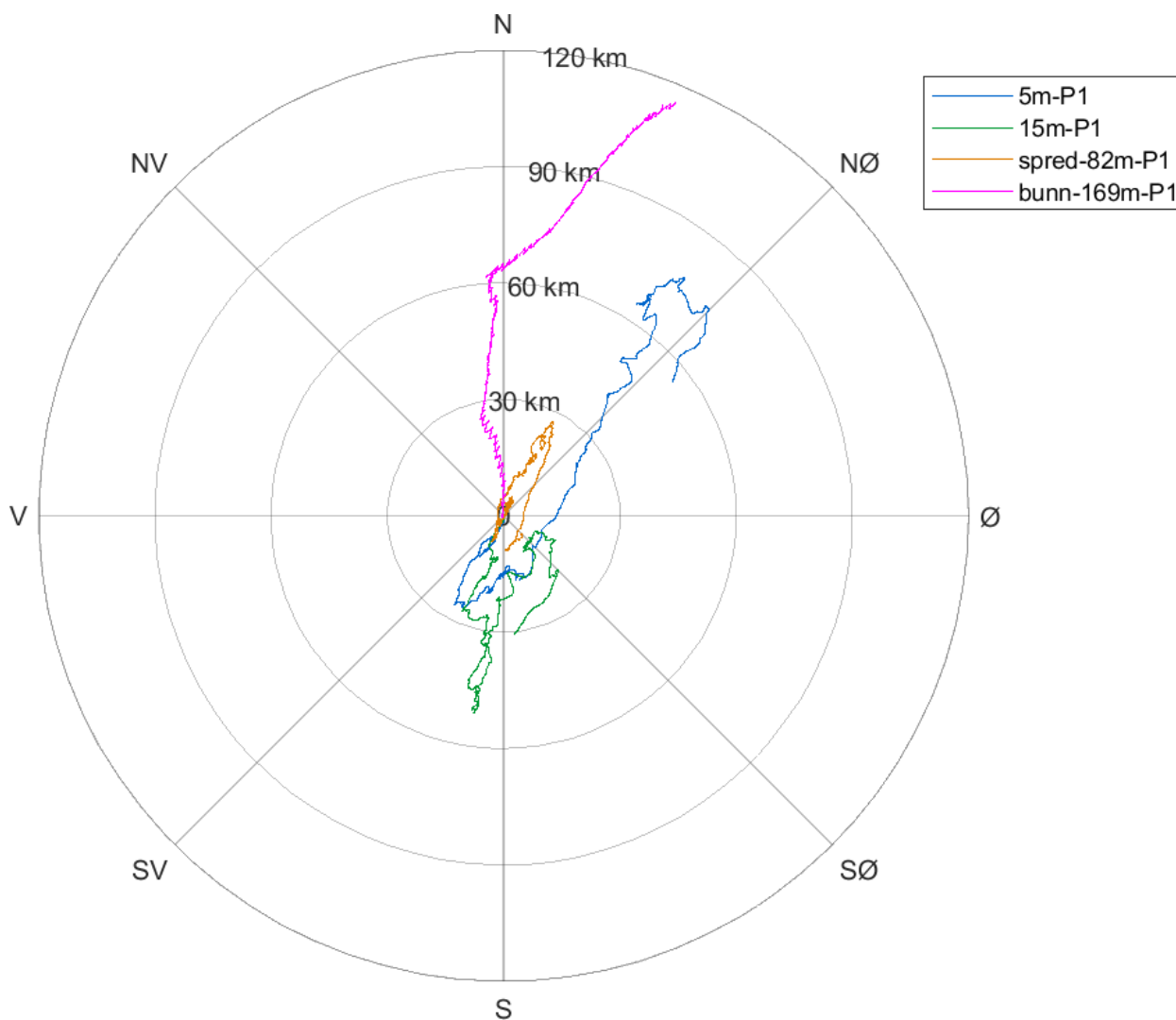
Temperatur under hele måleperioden er oppgitt under.



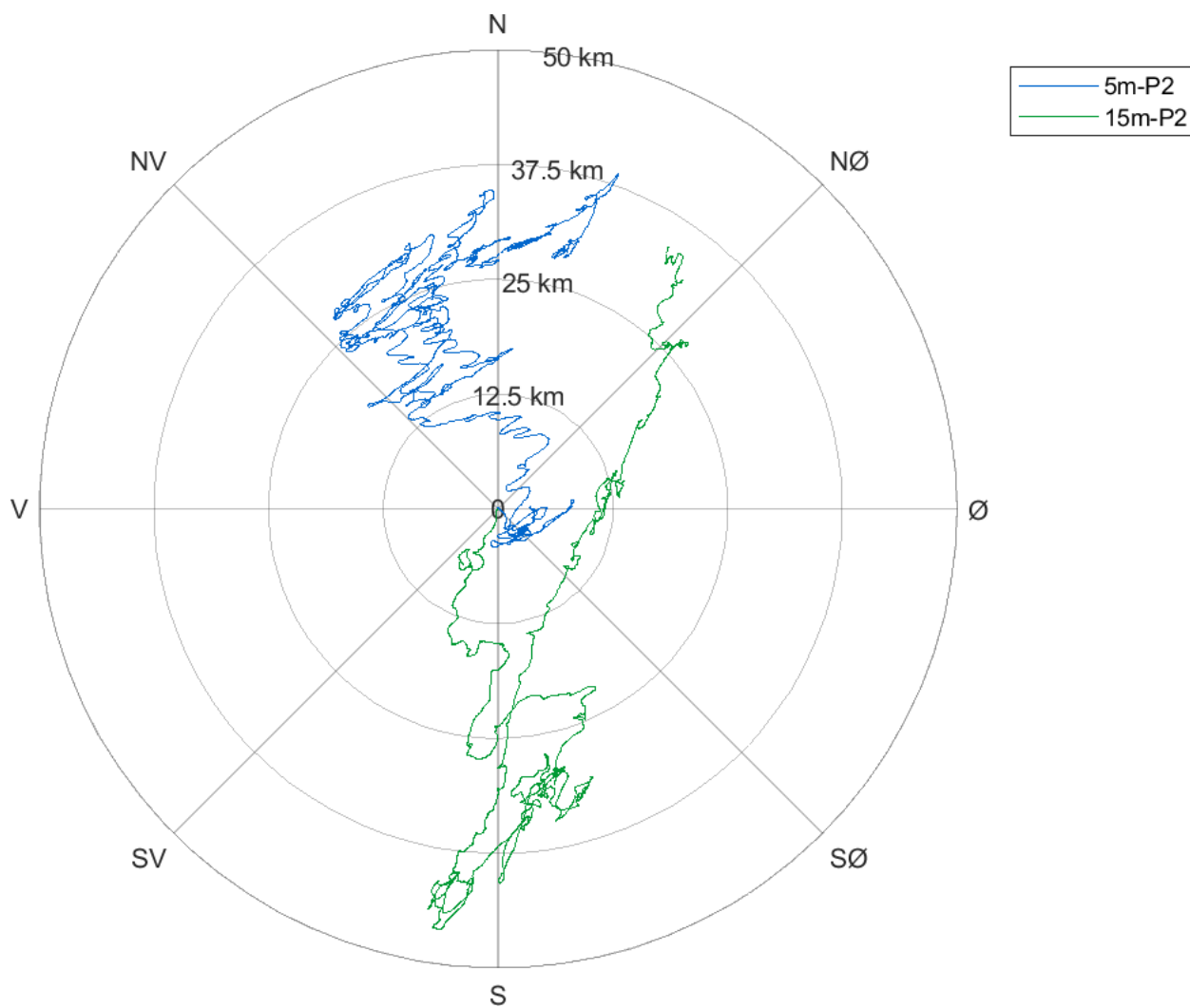
Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

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 - Figur 4.9.2). Dette gir en indikasjon på vannutskiftning under måleperioden.

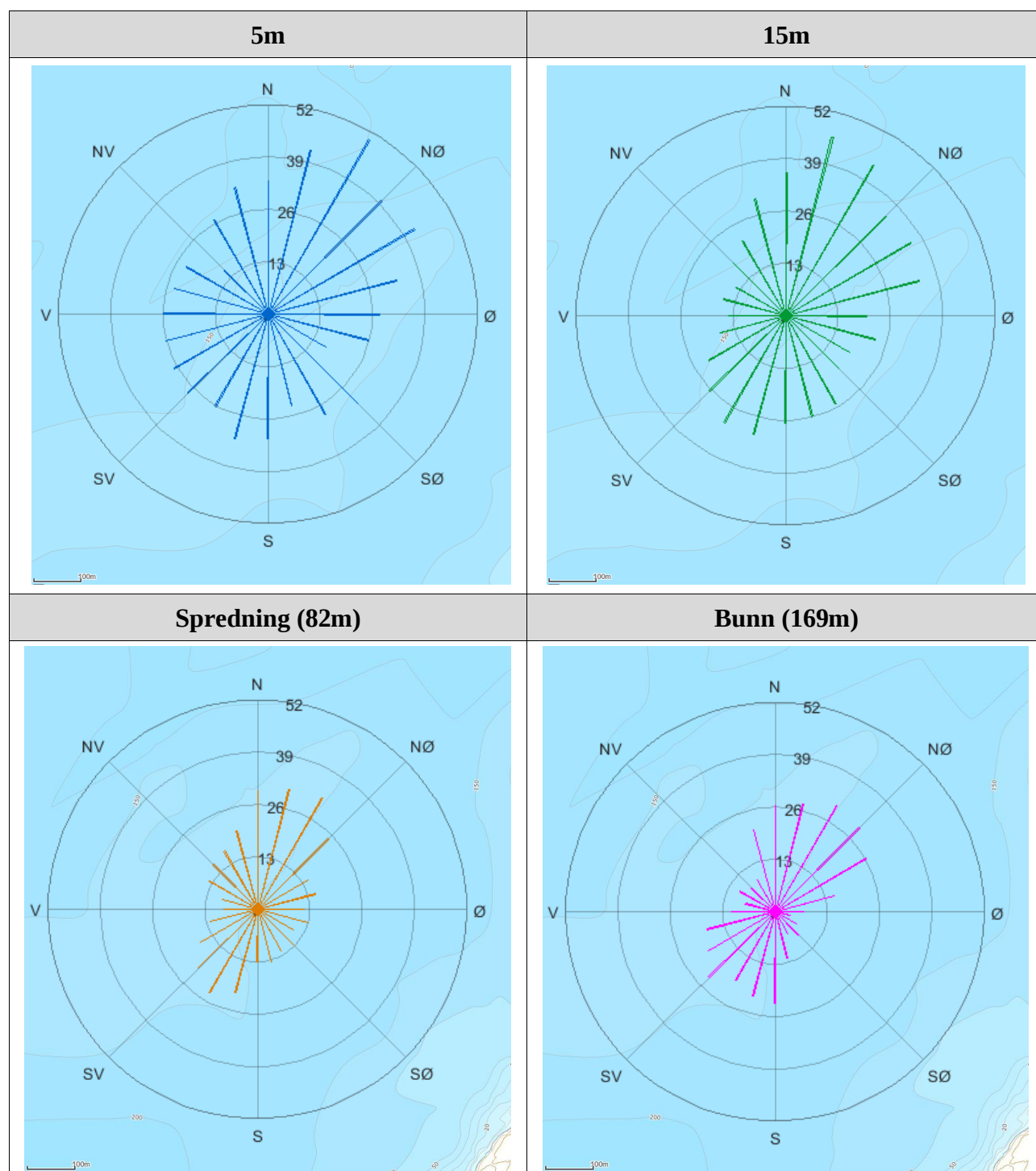


Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m) i P1.



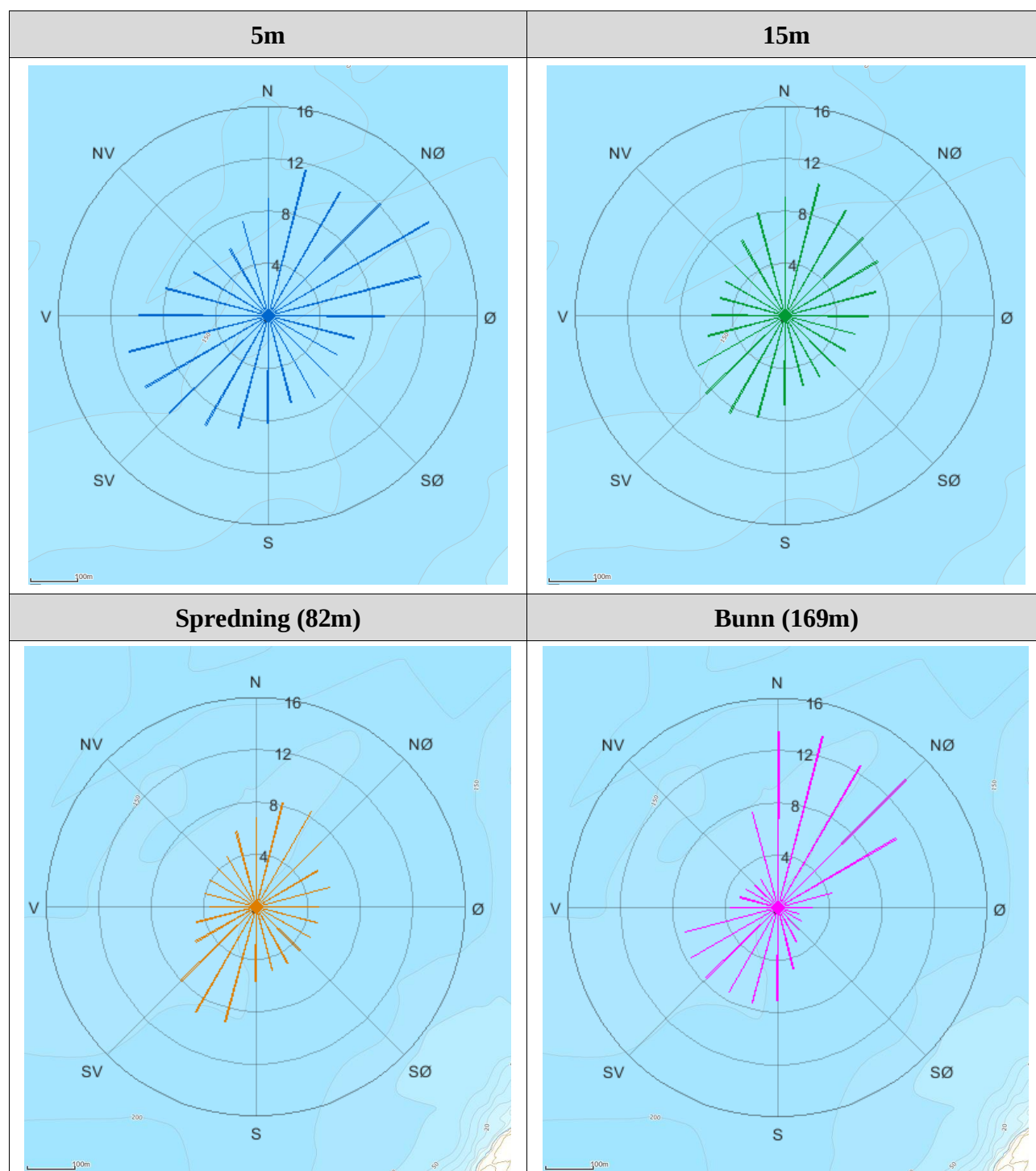
Figur 4.9.2. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m og 15m dyp i P2.

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m) i løpet av måleperioden.

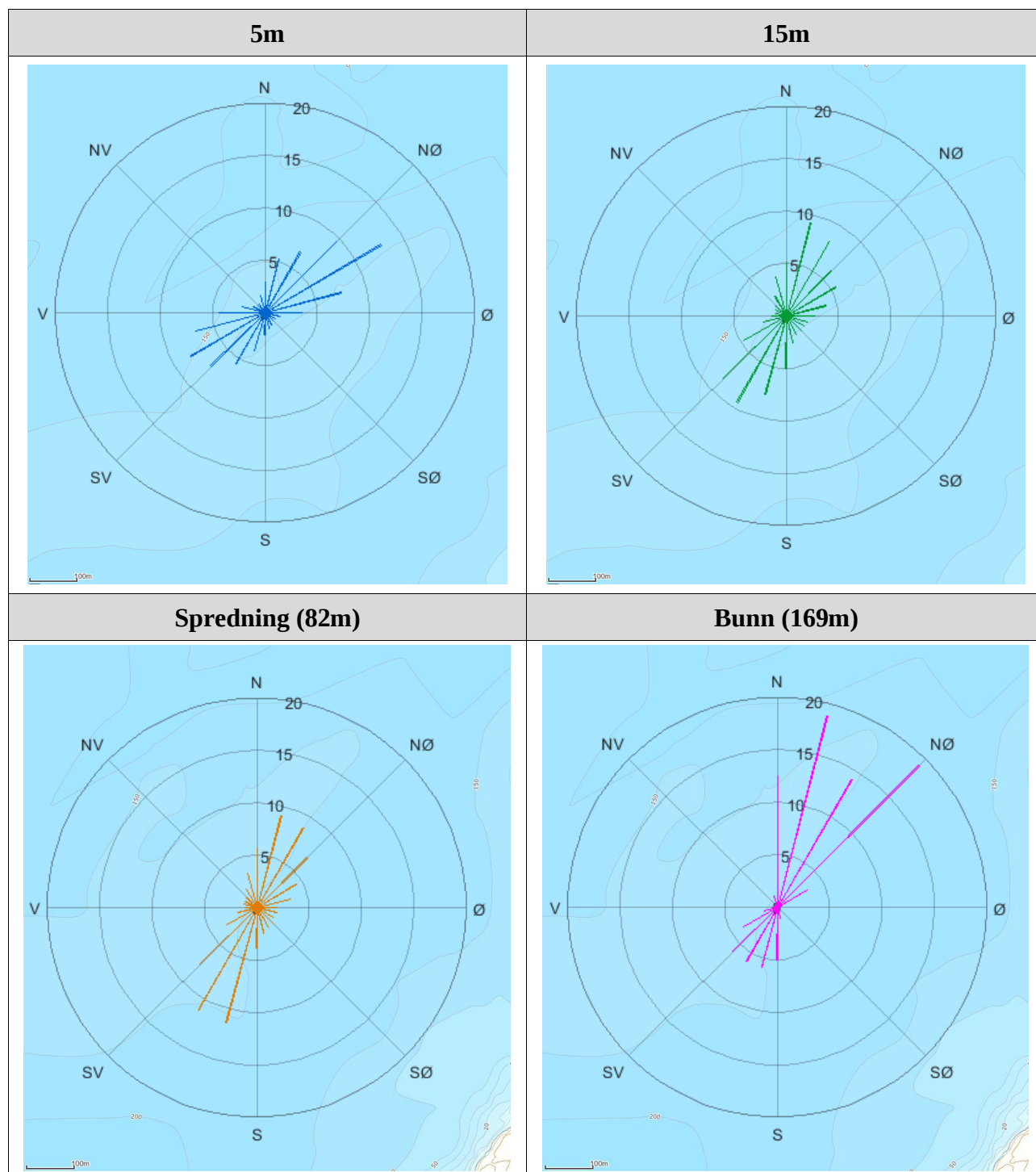
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m) i løpet av måleperioden.

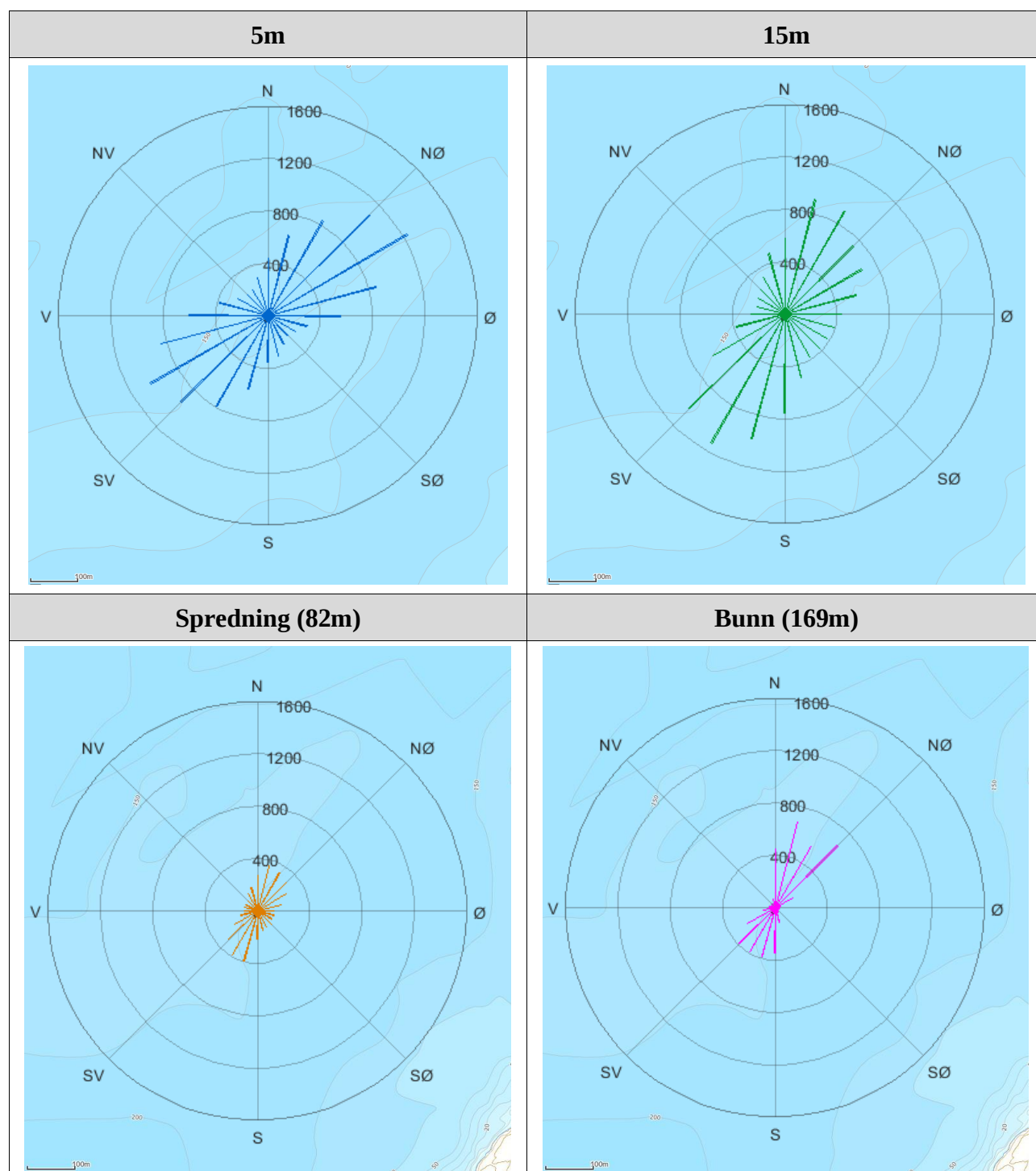
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

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



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m) i løpet av måleperioden.

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m) 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	42.0	49.9	33.1	31.4	31.9	27.9	26.1	27.0
15m	45.9	43.2	34.4	25.2	30.5	30.6	16.6	21.3
Spredning (82m)	30.7	31.9	15.0	12.9	21.4	23.7	12.0	16.6
Bunn (169m)	27.7	30.3	15.3	8.1	22.7	23.0	17.3	9.9

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	9.4	12.6	10.1	6.6	8.2	10.4	10.0	6.1
15m	9.2	8.7	6.5	5.3	7.1	8.3	5.7	5.8
Spredning (82m)	7.0	7.1	5.2	4.8	7.3	8.0	4.1	4.2
Bunn (169m)	12.2	12.9	3.0	2.6	7.0	7.5	5.4	2.5

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	1374	3157	1718	699	1252	2764	1826	715
15m	1959	2326	1390	1129	2242	2790	854	821
Spredning (82m)	805	891	444	412	775	889	322	346
Bunn (169m)	1198	1368	113	98	838	1007	170	92

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	9.5	29.2	12.7	3.4	7.5	21.0	13.4	3.2
15m	17.7	19.8	8.8	5.9	15.5	22.7	4.7	4.7
Spredning (82m)	17.7	19.9	7.3	6.2	17.8	22.2	4.2	4.6
Bunn (169m)	30.7	37.3	0.7	0.5	12.3	16.0	1.9	0.5

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

Verdier for strøm med returperiode på 10 år og 50 år beregnes ut fra målt maksimal strømhastighet sammen med en multiplikasjonsfaktor som avhenger av lengden på måleperioden (NS 9415:2021). Retningen som er oppgitt i raden under maksstrømmen er retningen til den respektive maksimale strømhastigheten (Tabell 4.18.1 - Tabell 4.18.2).

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

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	42.0	49.9	33.1	31.4	31.9	27.9	26.1	27.0
Retning (°)	21	25	68	135	188	225	260	335
10-år (cm/s) (x1.65)	69	82	55	52	53	46	43	45
50-år (cm/s) (x1.85)	78	92	61	58	59	52	48	50

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)	45.9	43.2	34.4	25.2	30.5	30.6	16.6	21.3
Retning (°)	22	23	68	153	202	214	252	337
10-år (cm/s) (x1.65)	76	71	57	42	50	50	27	35
50-år (cm/s) (x1.85)	85	80	64	47	56	57	31	39

4.19 Persentilfordeling av strømhastighet

Kolonnen til venstre i Tabell 4.19.1 indikerer prosent av data (persentil) som er lik eller lavere enn oppgitt strømhastighet (cm/s).

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

Persentil	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
1	0.9	0.7	0.6	0.6
10	3.1	2.3	2.0	2.2
20	4.5	3.5	3.1	3.7
30	5.8	4.5	3.9	5.3
40	7.2	5.6	4.8	7.0
50	8.7	6.6	5.6	9.0
60	10.3	7.7	6.6	11.7
70	12.4	9.1	7.8	14.0
80	15.2	10.9	9.4	16.3
90	19.4	14.0	12.3	18.8
95	22.8	17.0	15.0	20.9
99	30.5	23.8	20.2	25.6

4.20 Prosentfordeling av strømhastighet

Oppgitte verdier i Tabell 4.20.1 er rundet av til nærmeste desimal for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimal. Lave verdier (< 0.01%) er oppgitt som 0.0%.

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

Strømhastighet (cm/s)	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
1	98.9	98.0	97.6	97.4
3	90.6	84.4	80.7	84.7
5	76.4	65.4	57.6	72.0
10	41.7	24.7	17.1	46.0
20	9.0	2.5	1.1	6.6
30	1.1	0.2	0.1	0.04
40	0.08	0.01		

4.21 Strømfordeling

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

Tabell 4.21.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 5m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere prosentandel av data.

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°	
$0 < x \leq 1$	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	1.1
$1 < x \leq 5$	2.9	3.6	3.1	2.2	2.7	3.1	2.8	2.2	22.6
$5 < x \leq 10$	3.9	6.9	4.2	2.1	3.8	7.4	4.3	2.3	34.9
$10 < x \leq 20$	2.0	8.5	4.2	0.6	2.3	8.8	5.5	0.7	32.6
$20 < x \leq 30$	0.8	3.7	1.0	0.1	0.4	1.1	0.8	0.05	7.9
$30 < x \leq 40$	0.4	0.5	0.1	0.01	0.01	0	0	0	1.0
$40 < x \leq 50$	0.03	0.05	0	0	0	0	0	0	0.08
Sum	10.1	23.4	12.8	5.1	9.4	20.5	13.6	5.3	100.0

Tabell 4.21.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 15m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere prosentandel av data.

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°	
$0 < x \leq 1$	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	2.0
$1 < x \leq 5$	4.0	4.6	4.2	4.0	5.8	4.6	2.7	2.7	32.6
$5 < x \leq 10$	4.6	6.4	4.1	3.6	7.5	9.5	2.7	2.4	40.8
$10 < x \leq 20$	4.6	5.2	1.6	0.5	2.6	6.1	0.7	0.7	22.0
$20 < x \leq 30$	1.0	0.6	0.07	0.0	0.4	0.2	0	0.04	2.3
$30 < x \leq 40$	0.09	0.06	0.0	0	0.01	0.0	0	0	0.2
$40 < x \leq 50$	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0.0
Sum	14.6	17.2	10.2	8.3	16.6	20.6	6.3	6.1	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (82m). Mørkere farge i tabellen representerer høyere prosentandel av data.

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°	
$0 < x \leq 1$	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.4	2.4
$1 < x \leq 5$	5.4	6.1	4.4	4.6	5.1	5.7	4.5	4.3	40.1
$5 < x \leq 10$	7.3	8.5	4.1	3.4	6.7	6.5	1.8	2.2	40.5
$10 < x \leq 20$	3.1	2.9	0.4	0.2	3.5	5.5	0.1	0.2	15.9
$20 < x \leq 30$	0.3	0.4	0	0	0.2	0.08	0	0	1.0
$30 < x \leq 40$	0.02	0.08	0	0	0	0	0	0	0.1
$40 < x \leq 50$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Sum	16.5	18.3	9.1	8.4	15.9	18.1	6.6	7.1	100.0

Tabell 4.21.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (169m). Mørkere farge i tabellen representerer høyere prosentandel av data.

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°	
$0 < x \leq 1$	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	2.5
$1 < x \leq 5$	3.4	3.9	1.5	1.5	5.4	6.4	1.9	1.3	25.3
$5 < x \leq 10$	3.5	4.6	0.3	0.2	8.4	8.0	0.7	0.2	25.9
$10 < x \leq 20$	14.2	15.8	0.04	0	3.0	5.8	0.6	0	39.4
$20 < x \leq 30$	3.1	3.2	0	0	0.1	0.04	0	0	6.4
$30 < x \leq 40$	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0.04
$40 < x \leq 50$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Sum	24.5	27.9	2.2	2.0	17.2	20.5	3.4	1.8	100.0

4.22 Strømvarighet

En varighetsanalyse viser antall hendelser av strømhastigheter (cm/s) fordelt på hastighets- og tidsintervaller (hastighets- og varighetsklasse). Varighetsklasser er $>$ (lavest verdi) og $\leq$ (høyest verdi) av oppgitt intervall.

En registrert måling er gjennomsnittet av strømmålinger i ett 10 minutters måleintervall. Alle strømhastigheter som er innenfor en strømklasse for en varighet av kun en registrert måling (10 minutter) er ekskludert fra tabeller og figurer, da varighetsklassene starter fra > 10 minutter.

I Tabell 4.22.1 – Tabell 4.22.4 er antall hendelser av strømhastigheter (cm/s) per varighets- og hastighetsklasse gitt for hele måleperioden. I disse tabellene er hastighetsklasser $>$ (lavest verdi) og $\leq$ (høyest verdi) av oppgitt intervall.

Lave ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) og høye ($\geq 50, 60, 70$ og 80cm/s) strømhastigheter kan ha betydning for fiskens helse. I Vedlegg 10 vises varighet av lave ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) strømhastigheter på hvert av de målte dypene i måleperioden. Det var ingen tilfeller av strøm $\geq 50\text{cm/s}$ på noen av dypene.

Tabell 4.22.1. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på 5m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$> 6t$
$0 < x \leq 1$	20	1	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	244	142	83	26	9	1	2	1
$5 < x \leq 10$	388	235	134	41	8	2	2	0
$10 < x \leq 20$	231	144	120	59	18	6	3	7
$20 < x \leq 30$	80	47	38	7	3	1	0	0
$30 < x \leq 40$	19	8	5	0	0	0	0	0
$40 < x \leq 50$	2	1	0	0	0	0	0	0

Tabell 4.22.2. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på 15m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$> 6t$
$0 < x \leq 1$	40	5	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	296	189	138	55	12	5	0	0
$5 < x \leq 10$	424	253	171	39	13	7	1	2
$10 < x \leq 20$	185	95	70	21	14	4	1	9
$20 < x \leq 30$	29	15	7	3	1	0	0	0
$30 < x \leq 40$	2	2	0	0	0	0	0	0
$40 < x \leq 50$	1	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 4.22.3. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på spredningsdyp (82m). Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$>6t$
$0 < x \leq 1$	18	2	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	116	85	66	26	2	3	0	0
$5 < x \leq 10$	151	88	61	21	5	0	2	0
$10 < x \leq 20$	46	15	23	11	1	3	0	2
$20 < x \leq 30$	2	3	2	0	0	0	0	0
$30 < x \leq 40$	0	1	0	0	0	0	0	0
$40 < x \leq 50$	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 4.22.4. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på bunndyp (169m). Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$>6t$
$0 < x \leq 1$	24	2	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	95	65	45	10	2	1	0	0
$5 < x \leq 10$	132	74	38	9	0	0	0	0
$10 < x \leq 20$	54	42	31	22	17	13	2	3
$20 < x \leq 30$	28	8	4	4	4	0	0	0
$30 < x \leq 40$	1	0	0	0	0	0	0	0
$40 < x \leq 50$	0	0	0	0	0	0	0	0

4.23 Tidevannsanalyse

En tidevannsanalyse av strømdata og trykkdata er gjennomført for å vurdere hvor stor andel av det målte signalet som er forårsaket av tidevannet. Tidevannsanalyse av trykkdata er kun gjennomført for bunnrefererte instrumenter, da overflaterrefererte instrumenter ikke måler tidevannssignal i trykkdata. Tidevannsanalysen er utført ved bruk av analyseverktøyet U_Tide (Codiga, 2011).

Tidevannsanalysen inkluderer alle separerbare tidevannskomponenter (Tabell 4.23.1). Det er også foretatt en analyse med fem separerbare tidevannskomponenter, M_2 (12.42 timers periode), S_2 (12.00 timers periode), N_2 (12.66 timers periode), O_1 (25.82 timers periode) og K_1 (23.93 timers periode), som benyttes i forbindelse med tidevannstabeller (Tabell 4.23.2).

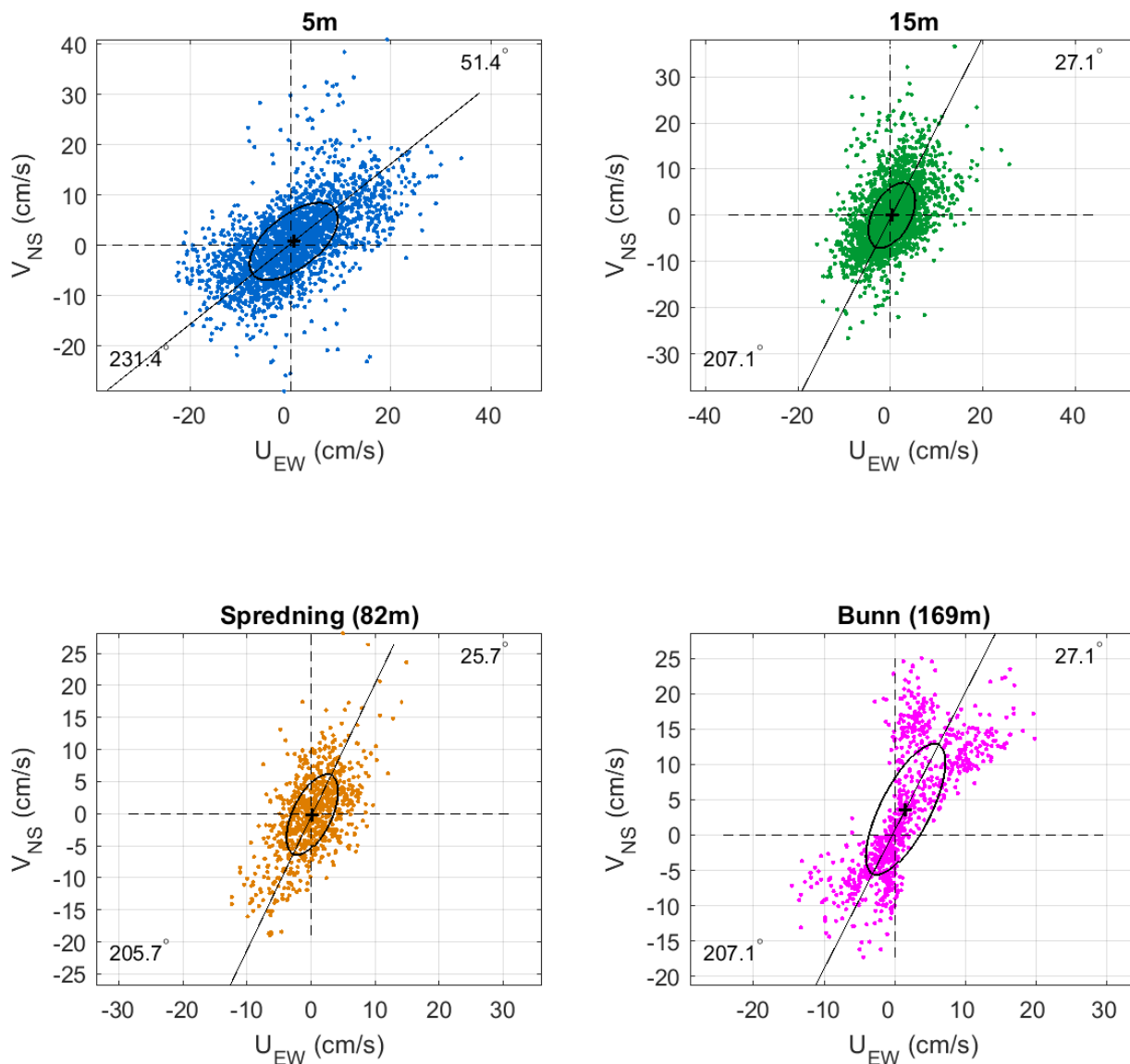
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere variasjon i strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning (Figur 4.23.1). Strørellipsens store halvakse (hovedakse) markerer retningen der variasjonen er størst. Figur 4.23.2 – Figur 4.23.3 viser strørellipsen sammen med tidevannsellipsen for hvert måledyp.

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

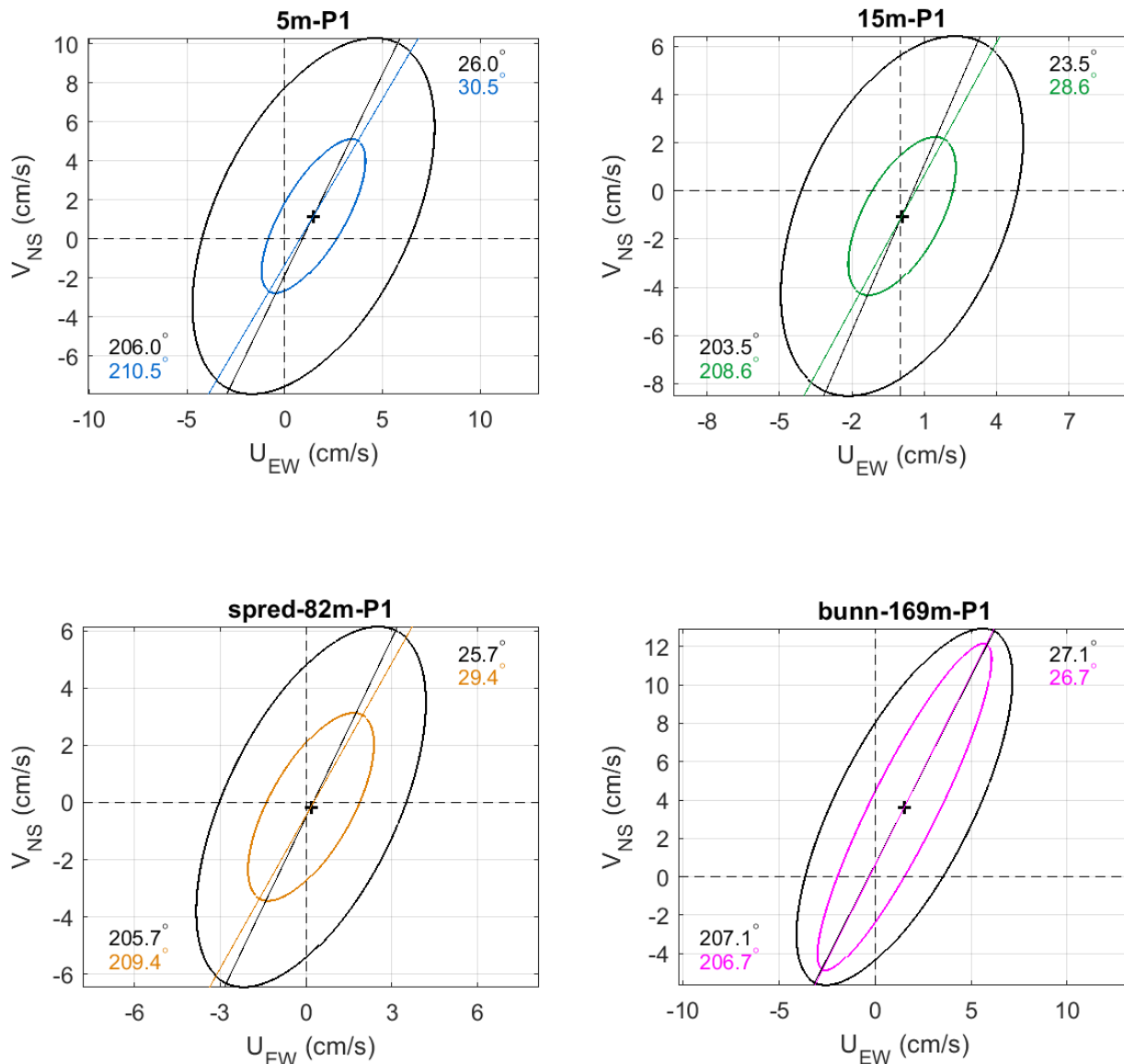
Strøm (%)	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
P1	45.4	42.1	46.2	84.9
P2	51.1	26.5	-	-
Trykk (%)	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
P1	-	-	39.0	98.4
P2	-	-	-	-

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

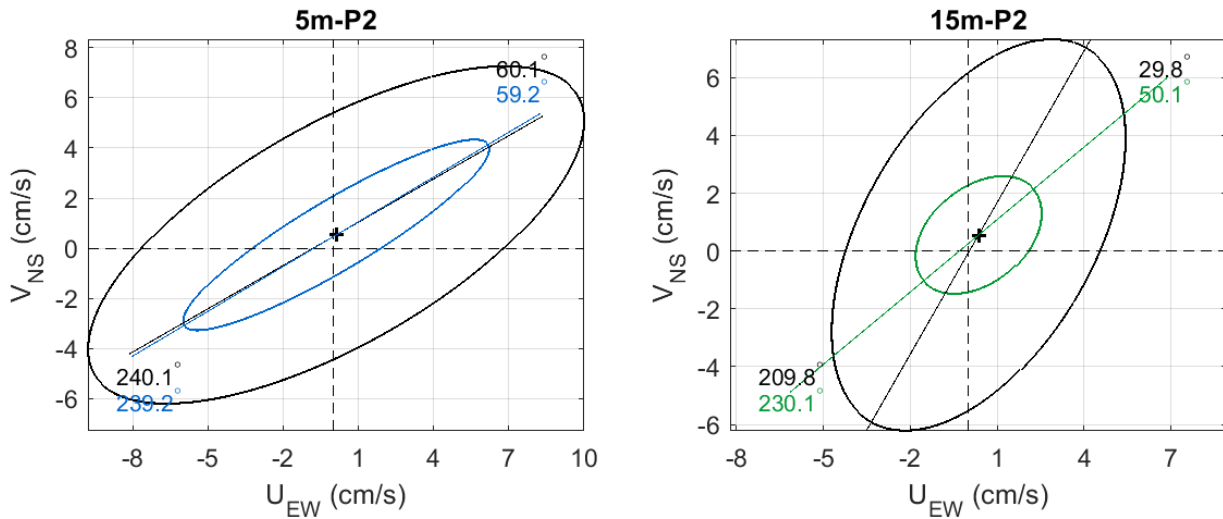
Strøm (%)	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
P1	22.8	24.2	27.2	77.4
P2	42.3	18.1	-	-
Trykk (%)	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
P1	-	-	37.7	97.0
P2	-	-	-	-



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



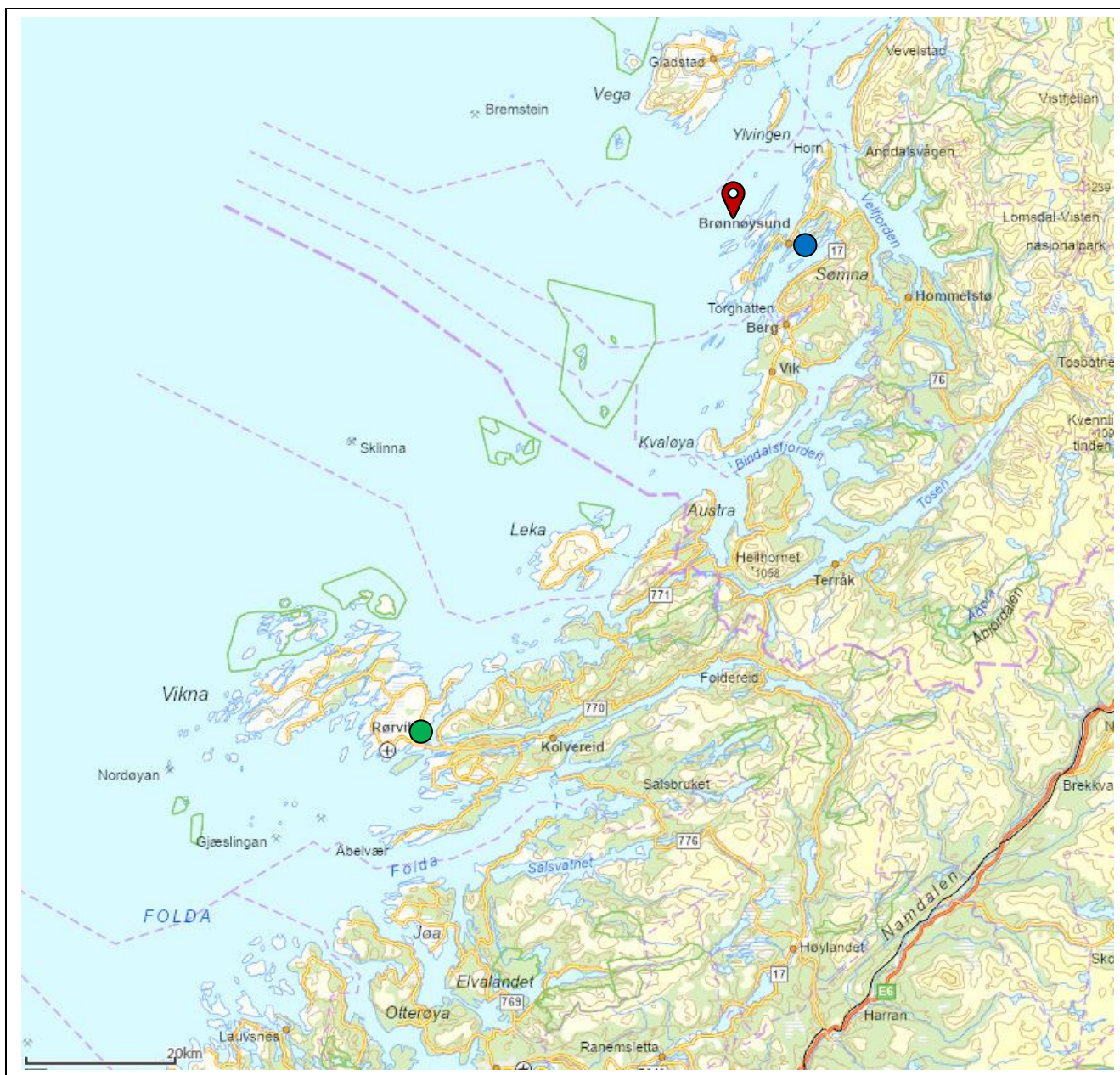
Figur 4.23.2. U_{EW} - V_{NS} tidevannsellipser (fargede linjer) vist sammen med strørellipser (svarte linjer) for 5m, 15m, spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m) i P1. Midtpunktet for strørellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst - vest og nord - sør er vist med stiplede linjer.



Figur 4.23.3. U_{EW} - V_{NS} tidevannsellipser (fargede linjer) vist sammen med strø mellipser (svarte linjer) for 5m og 15m i P2. Midtpunktet for strø mellipsene 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 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Brønnøysund Lufthavn (Meteorologisk institutt, 2025), som ligger ca. 9.4km SØ for strømmålingsposisjonen for 5m (Figur 4.24.1).



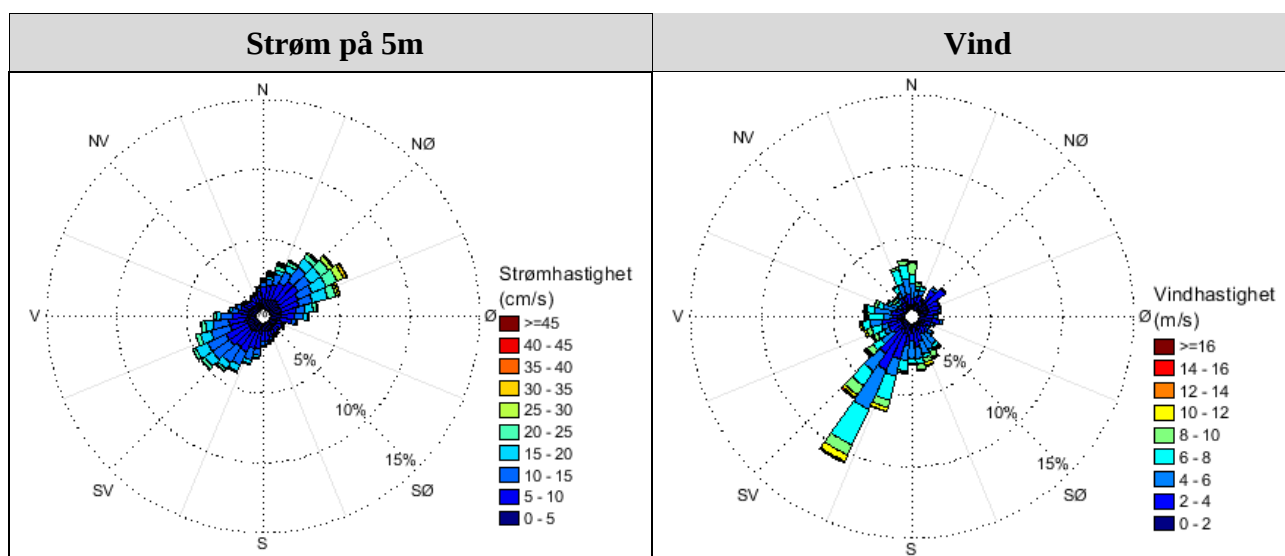
Figur 4.24.1. Posisjonen til Brønnøysund Lufthavn værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Rørvik tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) i forhold til strømmålingsposisjon for 5m (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

Tabell 4.24.1 viser retningsfordeling og maksimal vindhastighet i hver retningssektor ved Brønnøysund Lufthavn. Figur 4.24.2 viser strømrose på 5m og vindrose på Brønnøysund Lufthavn.

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Brønnøysund Lufthavn fra samme periode. Figur 4.24.3 - Figur 4.24.4 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Brønnøysund Lufthavn og målt strøm på 5m dyp hadde omtrent sammenfallende retning. Vannstand i løpet av måleperioden er vist i Figur 4.24.3 - Figur 4.24.4 og er hentet fra tidevannsstasjon Rørvik (Kartverket, 2025), som ligger ca. 80.7km SV for strømmålingsposisjonen for 5m (Figur 4.24.1). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

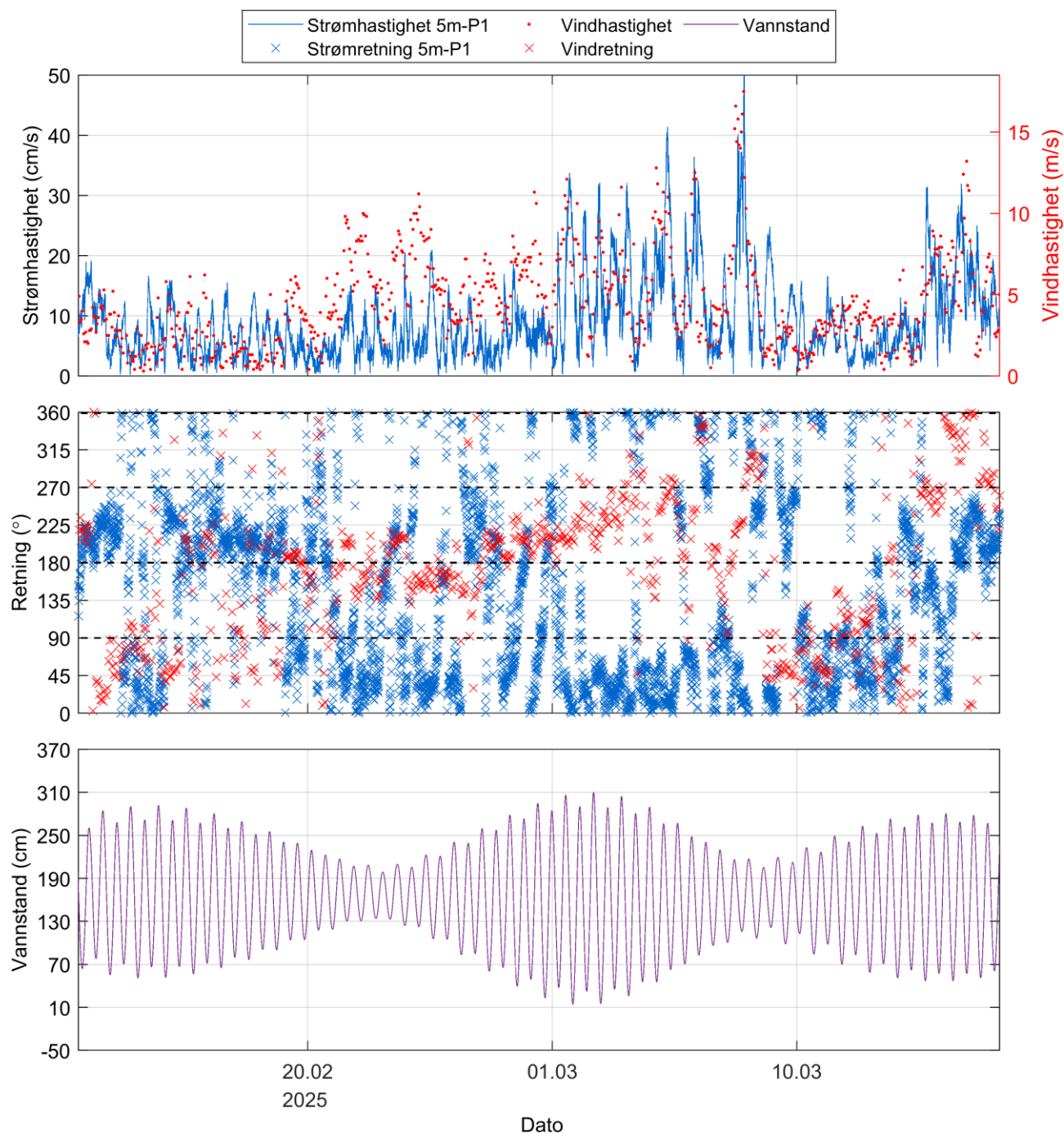
Tabell 4.24.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Brønnøysund Lufthavn under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	13.2	5.8	6.4	11.5	12.8	17.5	12.2	10.9
Tid (%)	13.2	7.8	6.7	8.7	16.5	27.0	13.2	6.9

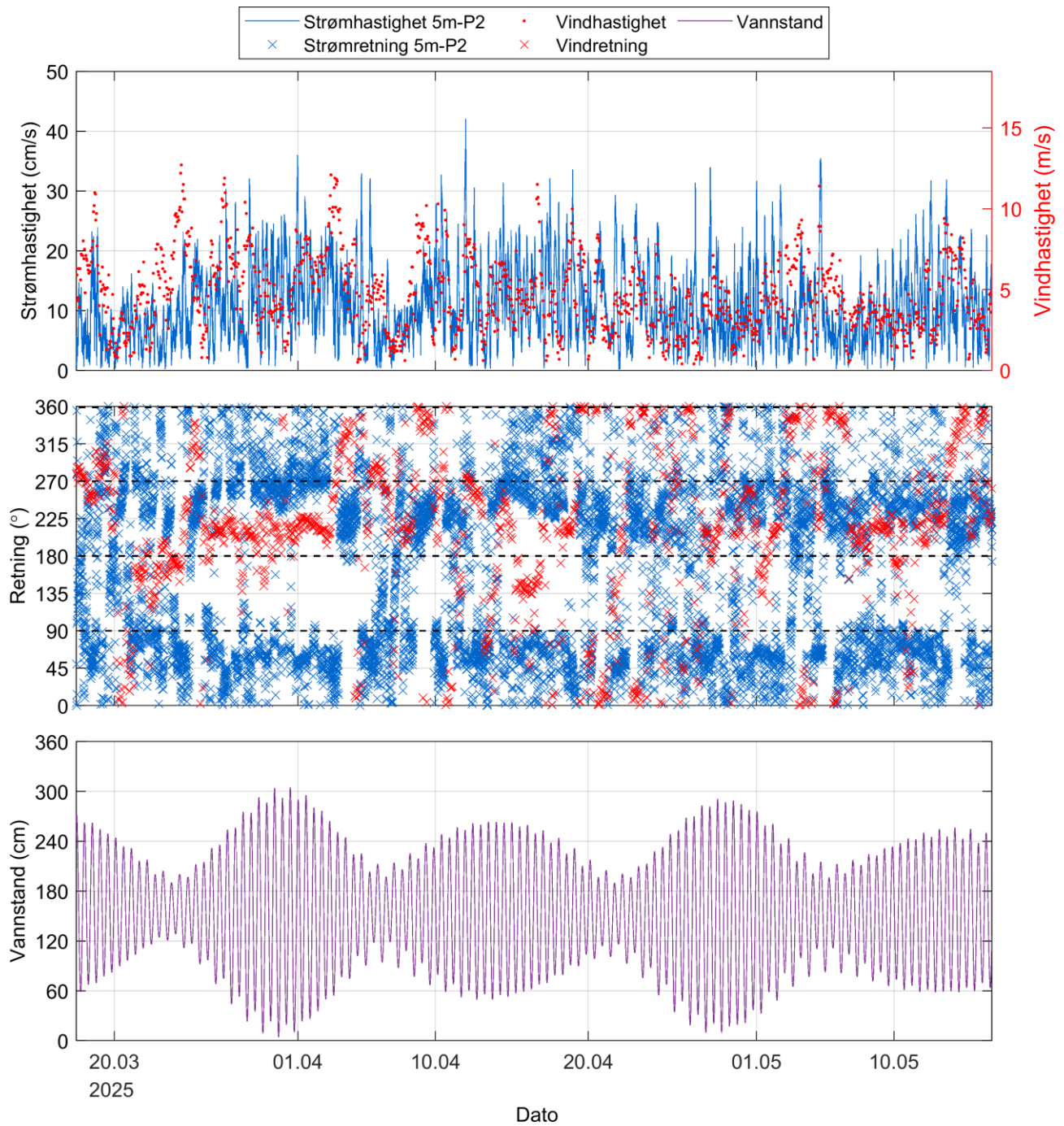


Figur 4.24.2. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Brønnøysund Lufthavn værstasjon i måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.24.3 - Figur 4.24.4 og i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. I Figur 4.24.3 - Figur 4.24.4 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 4.24.3 - Figur 4.24.4 for å vurdere tidevannspåvirkning.

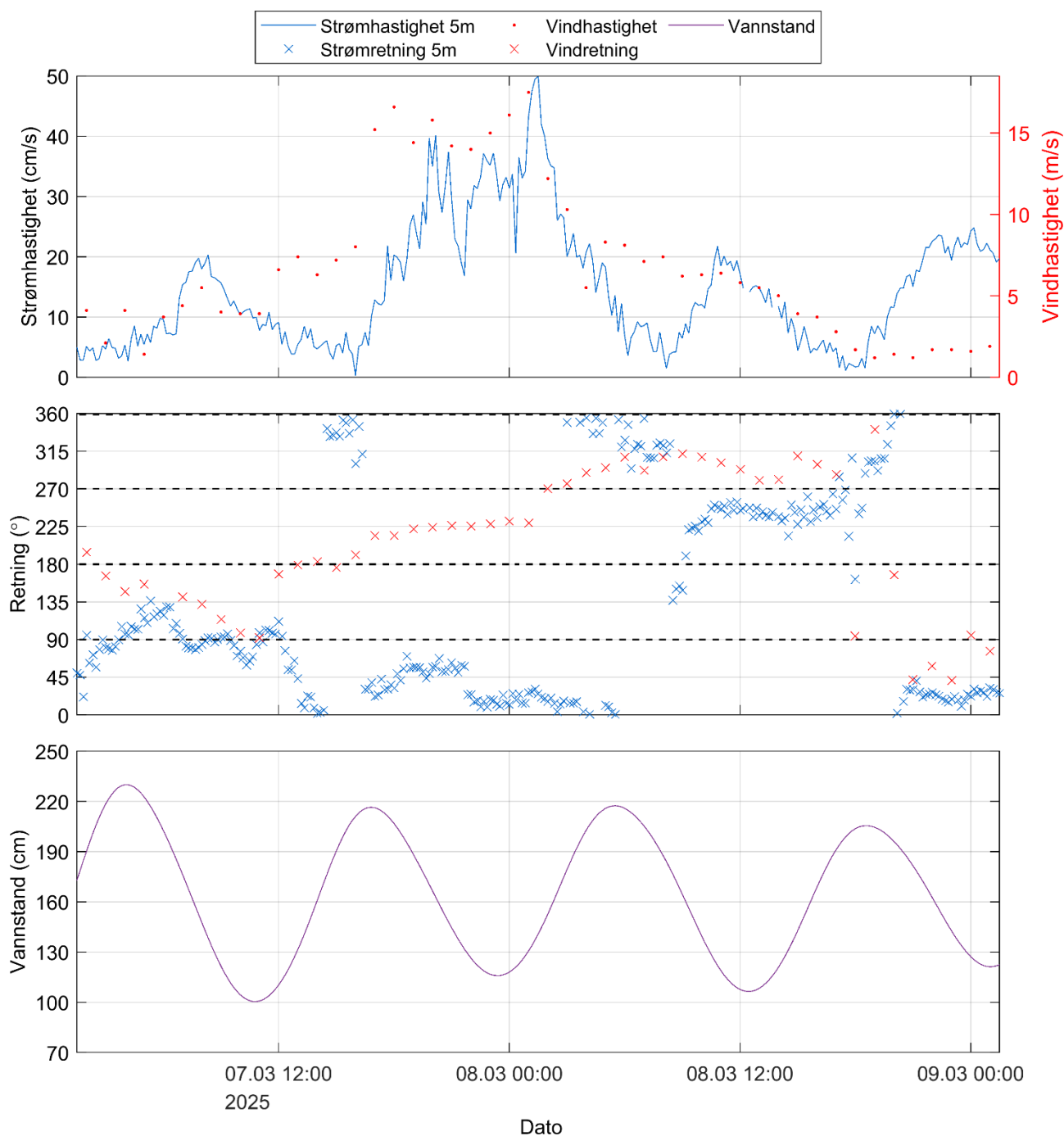


Figur 4.24.3. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Brønnøysund Lufthavn, strøm- og vindretning, samt vannstand (Rørvik) i P1. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



Figur 4.24.4. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Brønnøysund Lufthavn, strøm- og vindretning, samt vannstand (Rørvik) i P2. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.

Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind er oppgitt i Figur 4.24.5 for en todagersperiode da maksimalstrømmen på 5m oppstod.

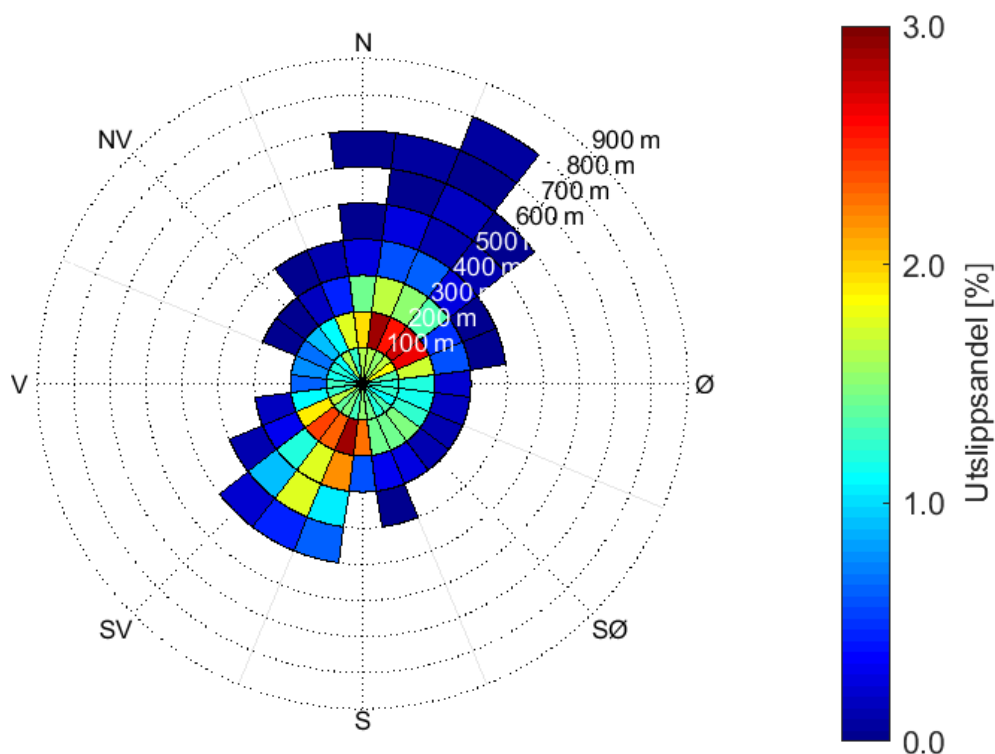


Figur 4.24.5. Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind (Brønnøysund Lufthavn) for perioden hvor maksimalstrømmen på 5m dyp er registrert.

4.25 Utslippskontur

Partikler som slippes ut i et gitt punkt med en viss synkehastighet (Bannister, et al., 2016) vil spres med strømmen mens de synker mot bunnen. Med utgangspunkt i målt strøm på spredningsdyp, beregnes utslippskonturen som summen av partikkelens vertikale og horisontale bevegelse bort fra utslippspunktet ved overflaten. Figur 4.25.1 viser retning og avstand for spredning, og i hvilke områder det er mest utslipp som blir liggende på bunn. Fargeskalaen indikerer mengde sedimentasjon som prosentandel (%) av den totale mengden som blir sluppet ut, hvor de røde områdene vil ha størst mengde avfall. Summen av prosentnivået i alle sektorer er lik total mengde utslipp (100%).

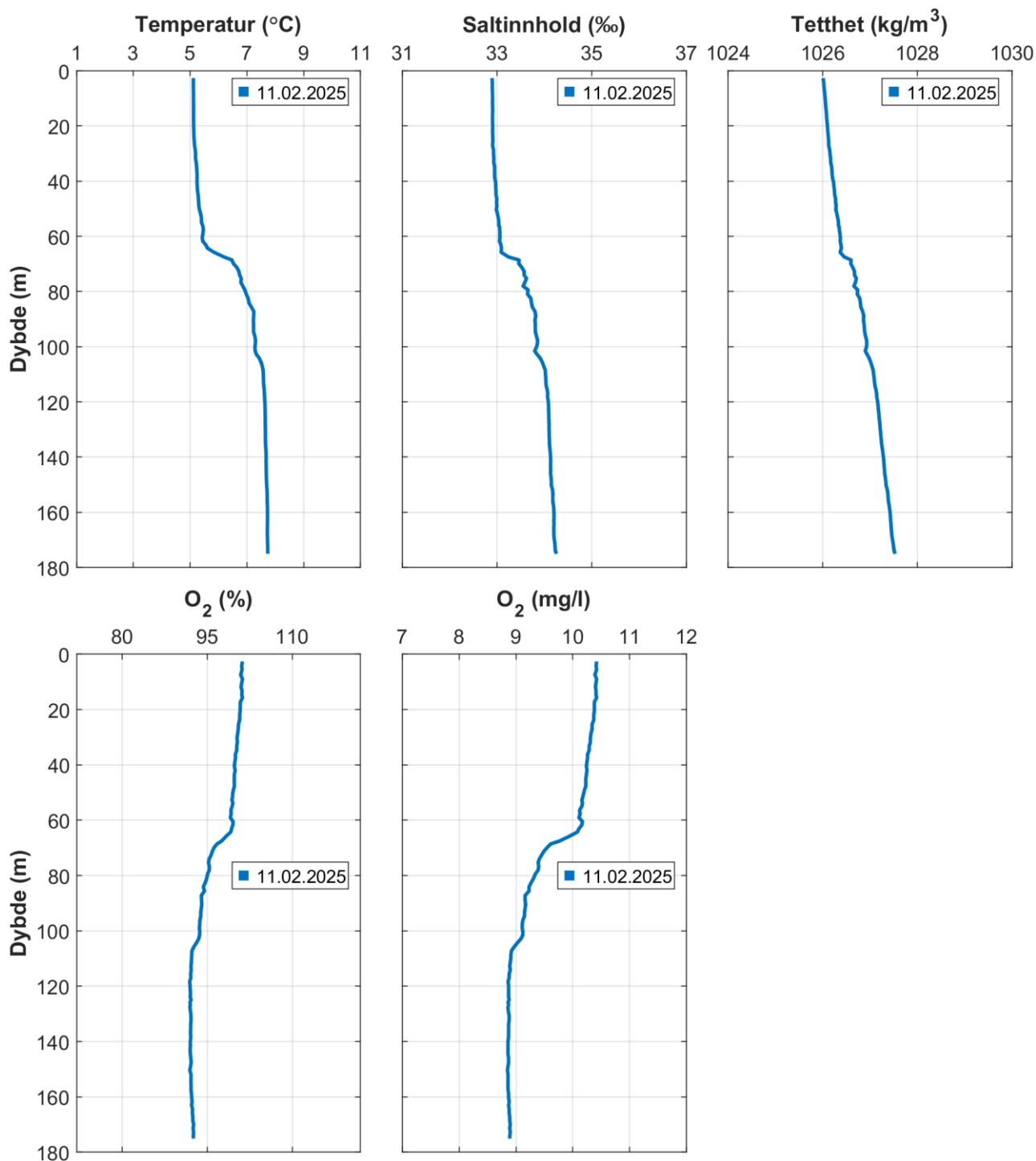
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.25.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (82m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner på bunnen, indikert av fargelagte sektorer. Oppløsningen på hver fargelagt sektor er 100m lang og 15° bred. Avstand fra utslippspunktet er markert med en stiplet sirkel for hver 100m.

4.26 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett 11.02.2025 av strømmålere i området ved strømriggene.



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

5. Diskusjon

Strømmen på Bolværet er hovedsakelig mot NØ/Ø – SV/V på 5m dyp og mot N/NØ – S/SV på 15m, sprednings- (82m) og bunndyp (169m). Dette stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering. 76.3% av relativ vannutskiftning på 5m, 75.7% på 15m, 77.6% på spredningsdyp (82m) og 96.3% på bunndyp (169m) skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 49.9cm/s mot NØ på 5m, 45.9cm/s mot N på 15m, 31.9cm/s mot NØ på spredningsdyp (82m) og 30.3cm/s mot NØ på bunndyp (169m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på alle dyp og er vurdert som sterk på 5m, sprednings- og bunndyp, og svært sterk på 15m. Maksimalmålingen er bare én måling og gir ikke en indikasjon av om strømmen er sterk eller svak i området.

Signifikant maksimal strømhastighet er gjennomsnittet av den høyeste tredjedelen av målingene og gir en indikasjon av styrken på strømmen i området. Denne var 17.7cm/s på 5m, 13.1cm/s på 15m, 11.3cm/s på spredningsdyp (82m) og 17.6cm/s på bunndyp (169m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på 5m, middels sterk på 15m og spredningsdyp (82m), og svært sterk på bunndyp (169m).

Det var tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på alle dyp. Høy strømhastighet ($>30\text{cm/s}$) oppstår med tidevannssyklusen, og varighet av disse i området er relativt kort (Tabell 4.22.1 – Tabell 4.22.4). I tillegg er vind medvirkende (Figur 4.24.3 – Figur 4.24.5). Høye strømhastigheter ($>30\text{cm/s}$) er vurdert forårsaket av tidevann og vind.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på alle dyp i P1 og på 5m i P2, da tidevannsbidraget var $\geq 40\%$ (Tabell 4.23.1). Tidevannssignalet dominerte ikke på 15m i P2 (Tabell 4.23.1).

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra alle retninger kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. I måleperiodene blåste vind mest og sterkest fra SV (Tabell 4.24.1).

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 innvirkning på strømmen. Tilfeller med vindpåvirkning er i dette tilfellet beregnet utfra sammenfallende eller motsatt rettet retninger ved et bestemt tidspunkt, uten hensyn til vindens varighet eller stabilitet.

Hvis de lokale vindforholdene på strømmålingsposisjonen for 5m var like de på værstasjon Brønnøysund Lufthavn er det vurdert at vind fra N kan ha påvirket strøm mot S/SV, vind fra NØ kan ha påvirket strøm mot SV/V, vind fra Ø kan ha påvirket strøm mot SV/V, vind fra S kan ha påvirket strøm mot N/NØ, vind fra SV kan ha påvirket strøm mot N/NØ/Ø, vind fra V kan ha påvirket strøm mot NØ/Ø og vind fra NV kan ha påvirket strøm mot SØ.

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

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

5.4 Vannutskiftning

Det er naturlig med strømstille når tidevannet skifter fra flo til fjære eller motsatt. Varigheten av strømstille perioder kan ha betydning for vannutskiftning i et område. Siden vann vil strømme rundt, i tillegg til gjennom eller under et anlegg, er anleggsorientering viktig. Et anlegg orientert slik at det ligger med langsiden mot den dominerende strømretningen vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn et anlegg hvor mange av merdene ligger etter hverandre langs hovedstrømmen. Neumann-parameteren sier noe om stabiliteten til strømmen. En høy Neumann parameter (f.eks. 0.7) indikerer en retningsstabil strøm. Dette tyder på at vannet strømmer i en retning og beveger seg konstant bort fra startpunktet. En lav Neumann-parameter kan bety at vannstrømmen har skiftende retning og kanskje bare flyter fram og tilbake ved startpunktet. Neumann-parameteren kan brukes opp mot progressivt vektordiagram og gjennomsnittsstrømmen for å kunne si noe om vannutskiftningen ved det punktet hvor strømmen er målt.

Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{cm/s}$ på alle dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og bunndyp (169m), og sterk på 15m og spredningsdyp (82m).

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på alle dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 40 minutter på 5m, 60 minutter (1t) på 15m, 50 minutter på spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m). Det var noen varige tilfeller med strømstille på alle dyp, men ofte med kort varighet fra 10 til 30 minutter (Tabell 4.22.1 – Tabell 4.22.4).

Neumann-parameteren er beregnet til 0.1 på 5m, 0.0 på 15m og spredningsdyp (82m), og 0.4 på bunndyp (169m). Neumann-parameteren er vurdert som lite stabil på 5m, svært lite stabil på 15m og spredningsdyp (82m), og stabil på bunndyp (169m). Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi (Figur 4.2.1 og Figur 4.9.1 – Figur 4.9.2). Vannutskiftningen er vurdert som god på bunndyp (169m), fordi vannet stort sett beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. På 5m, 15m og spredningsdyp er vannutskiftningen preget av at vannet tidvis flyter mye fram og tilbake. Vannutskiftningen trenger ikke nødvendigvis å være dårlig selv om Neumann-parameteren er < 0.2 , ettersom det har vært perioder med strøm i én retning over lengre distanser. Det er ikke nødvendigvis det samme vannet som har returnert til startpunktet.

5.5 Mulig spredning av utslipp

Sprednings- og bunnstrøm er viktig for lokalitetens totale bæreevne. Opphopning av sediment under anlegget kan i noen tilfeller påvirke vannkvaliteten i merden og dermed fiskens levevilkår (Mattilsynet, 2016). På lokaliteter med kort avstand mellom havbunn og notbunn er det viktig at både sprednings- og bunnstrøm viser god vannutskiftning slik at sedimenter ikke hopper seg opp og påvirker vannkvaliteten i merden negativt (Mattilsynet, 2016). Bunntopografi og strømningsforhold har også betydning for utskifting og nedbryting av bunnsedimenter fra anlegget (Mattilsynet, 2016). En ujevn bunn eller en flat bunn med groper gir større risiko for opphopning av sedimenter enn en jevnt skrånende bunn.

Dyp ved målepunktet for sprednings- (82m) og bunndyp (169m) var ca. 171m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmåleposisjonen ligger over en bunn som skråner nedover mot SV til over 300m dyp. N for strømmåleposisjonen er det en forhøyning i batymetrien. Bunntopografien er orientert NØ – SV i området for strømmåleposisjonen. Det er ingen store groper i området.

Det var tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på både spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m). Strømhastigheter $> 10\text{cm/s}$ er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Spredning av utslipp følger strømmosen for spredningsdyp (Figur 4.2.1) og orienteringen til bunntopografien i området. Mye sedimentasjon legger seg mot N/NØ – S/SV (Figur 4.25.1), som er retningene med mest vannutskiftning på spredningsdyp (82m) (Tabell 4.17.1). Med utgangspunkt i målte strømhastigheter på spredningsdyp (82m) vil avfall spre seg lengst mot NØ, opptil 800m vekk fra utslippspunktet.

5.6 Vannsøylens vertikale struktur

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

Temperatur under måleperioden var 4.7 - 7.7°C på 5m, 4.7 - 7.7°C på 15m, 5.1 - 7.5°C på spredningsdyp (82m) og 7.1 - 7.7°C på bunndyp (169m). Temperaturmålingene viser at overflatelaget var kaldere enn lenger ned i vannsøylen (Figur 4.8.1). Dette er normalt på denne årstiden, når avkjøling skjer raskt i overflatelaget. I februar og mars er temperaturen relativt konstant på alle dyp, mens fra mars til mai øker temperaturen gradvis på 5m og 15m dyp. Der er også mindre periodiske svingninger i temperatur som mest trolig er forårsaket av tidevann. Temperaturmålingene viser forventet sesongvariasjon ved overflatelaget, med økende temperaturer inn i sommerhalvåret.

CTD-målinger ved utsett i februar viser at vannlaget fra overflaten og ned til ca. 65m dyp var kaldere enn lenger ned i vannsøylen. Dette stemmer med temperaturtidsserien (Figur 4.8.1), og er forventet sesongvariasjon.

Saltinnholdet endret seg lite fra overflaten og ned til ca. 65m (Figur 4.26.1). Fra ca. 65m til 70m var det en økning, før saltinnholdet mer gradvis økte ned mot bunnen.

Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var svakt lagdelt (Figur 4.26.1). I profilen er det antydning til et vannlag ned til ca. 65m og et nytt vannlag fra ca. 70m og ned til bunnen.

Oksygenmetningen i februar var høy (> 90%) ved overflaten (Figur 4.26.1). Oksygenmetningen avtok gradvis fra overflaten og ned til ca. 65m. Deretter avtok oksygenmetningen mer i dybdesjiktet fra 65m til 70m, før den igjen avtok mer gradvis ned mot bunnen. Oksygeninnholdet viser lignende mønster som oksygenmetningen. Forskjellen i profilene til oksygenmetning og -innhold kommer av at oksygenmetningen avhenger av temperaturen til sjøvannet. Kaldere vann kan holde på mer oksygen, mens varmere vann kan holde på mindre.

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 9415:2021 er at målerne skal plasseres i den posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokaliteten.

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

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

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

Valg av måledyp

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

Vannutskiftningsstrøm måles på 15m.

Sprednings- og bunnstrøm

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

Valg av måleperiode

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

Målingene på 5m og 15m ble gjort i samsvar med NS 9415:2021, der kravet er at delmålinger skal gjennomføres sammenhengende i minst 30 dager. Disse delmålingene kan benyttes til å settes sammen til ett datasett på minst 90 dager.

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

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	P1: 5255	P1: 5248	P1: 5162	P1: 5344
	P2: 5153	P2: 5248	P2: -	P2: -
Cellestørrelse	-	-	-	-
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	±0.15cm/s	±0.15cm/s	±0.15cm/s	±0.15cm/s
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretningens nøyaktighet	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperaturens nøyaktighet og rekkevidde	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C

6.3 Måleprinsipp for strømmålinger

Aanderaa punktmåler

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

Tabell 6.3.1. Måleprinsipp for en Aanderaa punktmåler.

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

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

6.4 CTD-målinger

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

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Test av riggoppsett før utsett

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

Analysen av planlagt riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m ga nedtrekk av instrumentet i riggen. Riggen ble derfor modifisert med ekstra oppdrift og ekstra tau før utsett.

7.2 Riggoppsett

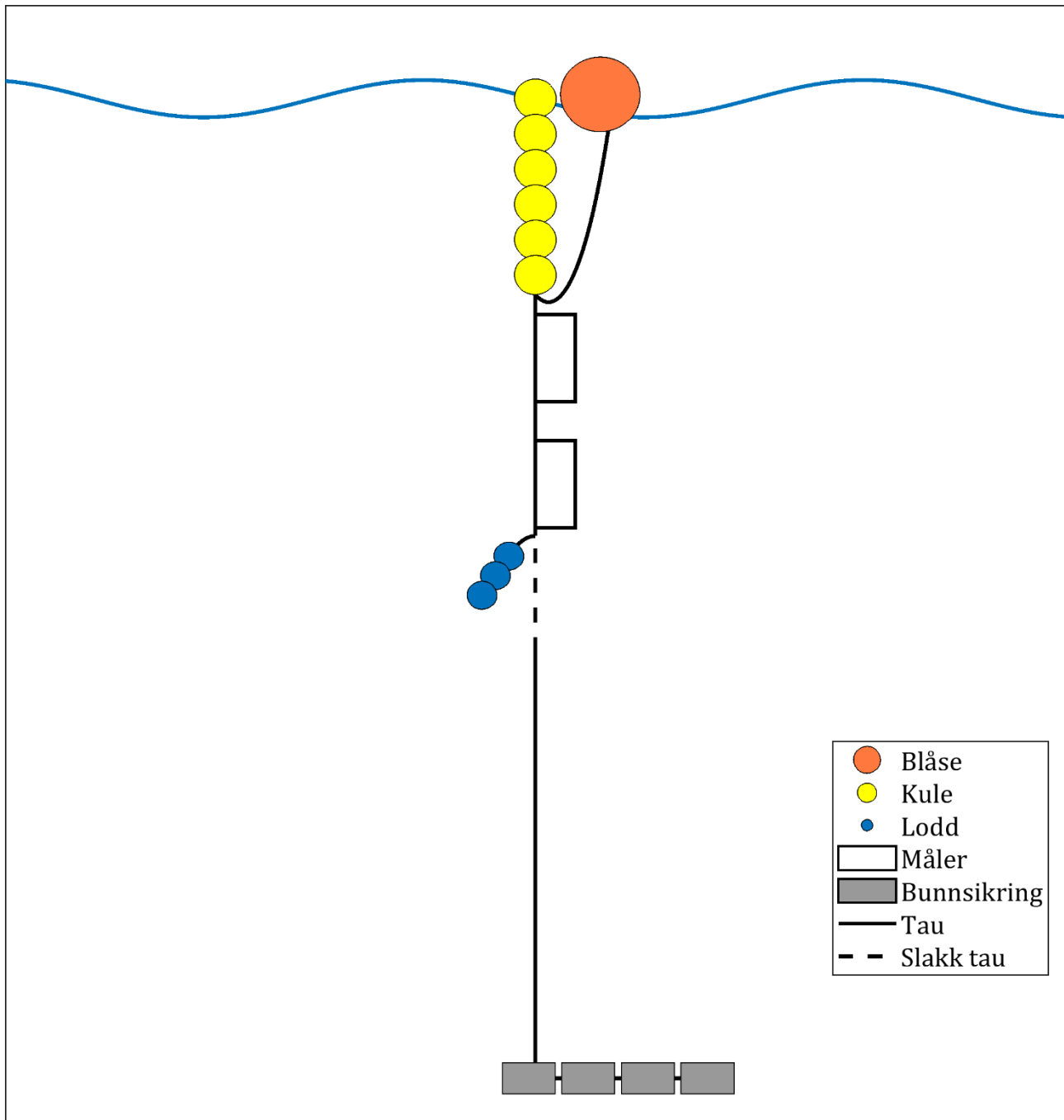
Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.2.1 – Tabell 7.2.2 og skissert i Figur 7.2.1 – 7.2.2. Instrumentene på sprednings- (82m) og bunndyp (169m) stod litt dypere enn planlagt i riggoppsett under måleperioden.

Tabell 7.2.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m i P1 og P2.

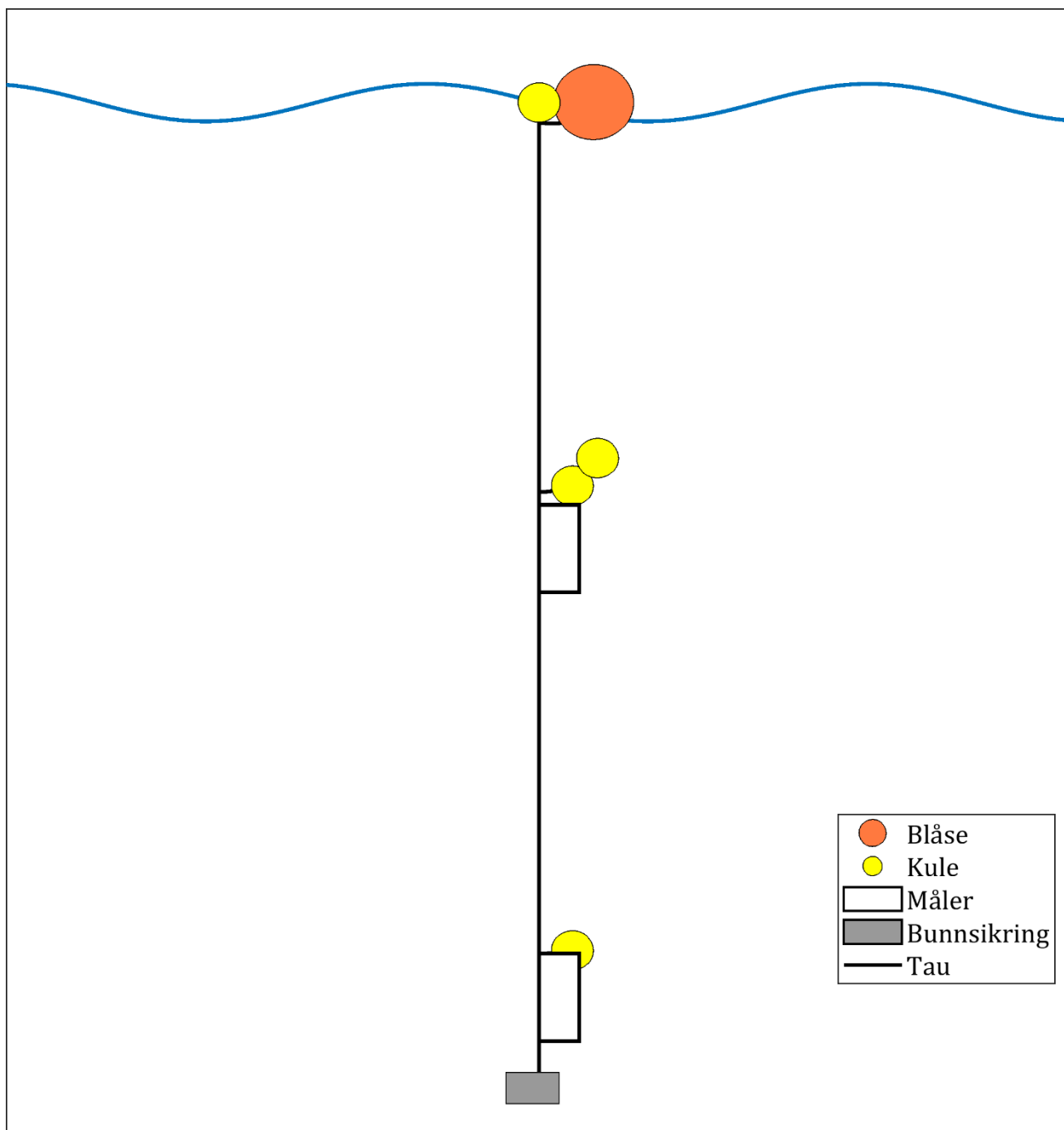
Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A3-blåse	Blåse	1stk		62kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	6stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Danline 14mm	Tau	2.0m		
Pærelodd	Lodd	3stk		5kg
Danline 14mm	Tau	175.0m		
Garnanker	Bunnsikring	4stk		40kg

Tabell 7.2.2. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m) i P1.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A3-blåse	Blåse	1stk		62kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	1stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	88.0m		
Trålkule 11"	Kule	2stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	2.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	80.0m	
Danline 14mm	Tau	85.0m		
Trålkule 11"	Kule	1stk		7.5kg oppdrift
Punktmåler	Måler	1stk	166.0m	
Danline 14mm	Tau	1.0m		
Garnanker	Bunnsikring	1stk		120kg



Figur 7.2.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m i P1 og P2.



Figur 7.2.2. Riggoppsett for strømmålinger på spredningsdyp (82m) og bunndyp (169m) i P1.

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

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

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

Ved utsett av instrumenter benyttes et internt kvalitetssystem som inkluderer (etter NS 9425-1:1999): lokalitetsnavn, riggoppsett, posisjon, måledyp, kontaktperson og oppdragsgiver, tidspunkt for utsett og opptak, og et kommentarfelt for eventuelle observasjoner ved utsett og opptak.

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

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

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

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

Feil på instrument

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

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
Filnavn for rådata	P1: Bolværet 5m TF0325 AP5255.bin	P1: Bolværet 15m TF0325 AP5248.bin	P1: Bolværet spred TF0325 AP5162.bin	P1: Bolværet bunn TF0325 AP5344.bin
	P2: Bolværet 5m TF0525 AP5153.bin	P2: Bolværet 15m TF0525 AP5248.bin	P2: -	P2: -
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	P1: Bolværet 5m-P1 TF0325 AP5255_eks_TMAT.xlsx	P1: Bolværet 15m-P1 TF0325 AP5248_eks_TMAT.xlsx	P1: Bolværet spred-82m-P1 TF0325 AP5162_eks_TMAT.xlsx	P1: Bolværet bunn-169m-P1 TF0325 AP5344_eks_TMAT.xlsx
	P2: Bolværet 5m-P2 TF0525 AP5153_eks_TMAT.xlsx	P2: Bolværet 15m-P2 TF0525 AP5248_eks_TMAT.xlsx	P2: -	P2: -
Filnavn for kvalitetssikret data	Bolværet-5m_QC.xlsx	Bolværet-15m_QC.xlsx	Bolværet-Spredning (82m)_QC.xlsx	Bolværet-Bunn (169m)_QC.xlsx
Prosentandel data (%)	99.93	99.97	100.00	100.00
Antall målinger	13505 / 13515	13511 / 13515	4884 / 4884	4884 / 4884
Antall fjernede/manglende målinger	10	4	0	0
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	11.02.25 13:20 - 16.05.25 09:40	11.02.25 13:20 - 16.05.25 09:40	11.02.25 13:00 - 17.03.25 10:50	11.02.25 13:00 - 17.03.25 10:50
	P1: 11.02.25 13:20 - 17.03.25 11:10	P1: 11.02.25 13:20 - 17.03.25 11:10	P1: 11.02.25 13:00 - 17.03.25 10:50	P1: 11.02.25 13:00 - 17.03.25 10:50
	P2: 17.03.25 12:00 - 16.05.25 09:40	P2: 17.03.25 12:00 - 16.05.25 09:40	P2: -	P2: -

Måledyp	5m	15m	Spredning (82m)	Bunn (169m)
Dato og tid for start og slutt av instrument	05.02.25 15:20 - 16.05.25 10:10	05.02.25 13:40 - 19.05.25 16:50	05.02.25 14:10 - 18.03.25 09:10	05.02.25 14:40 - 18.03.25 09:40
	P1: 05.02.25 15:20 - 17.03.25 11:20	P1: 05.02.25 13:40 - 17.03.25 11:20	P1: 05.02.25 14:10 - 18.03.25 09:10	P1: 05.02.25 14:40 - 18.03.25 09:40
	P2: 17.03.25 10:20 - 16.05.25 10:10	P2: 17.03.25 11:30 - 19.05.25 16:50	P2: -	P2: -

8.2 Kvalitetssikring av data

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

Under måleperiodene var det noen episoder med nedtrekk på 5m, 15m og spredningsdyp (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.3). Data er kontrollert og vurdert til å være av tilfredsstillende kvalitet under nedtrekkene.

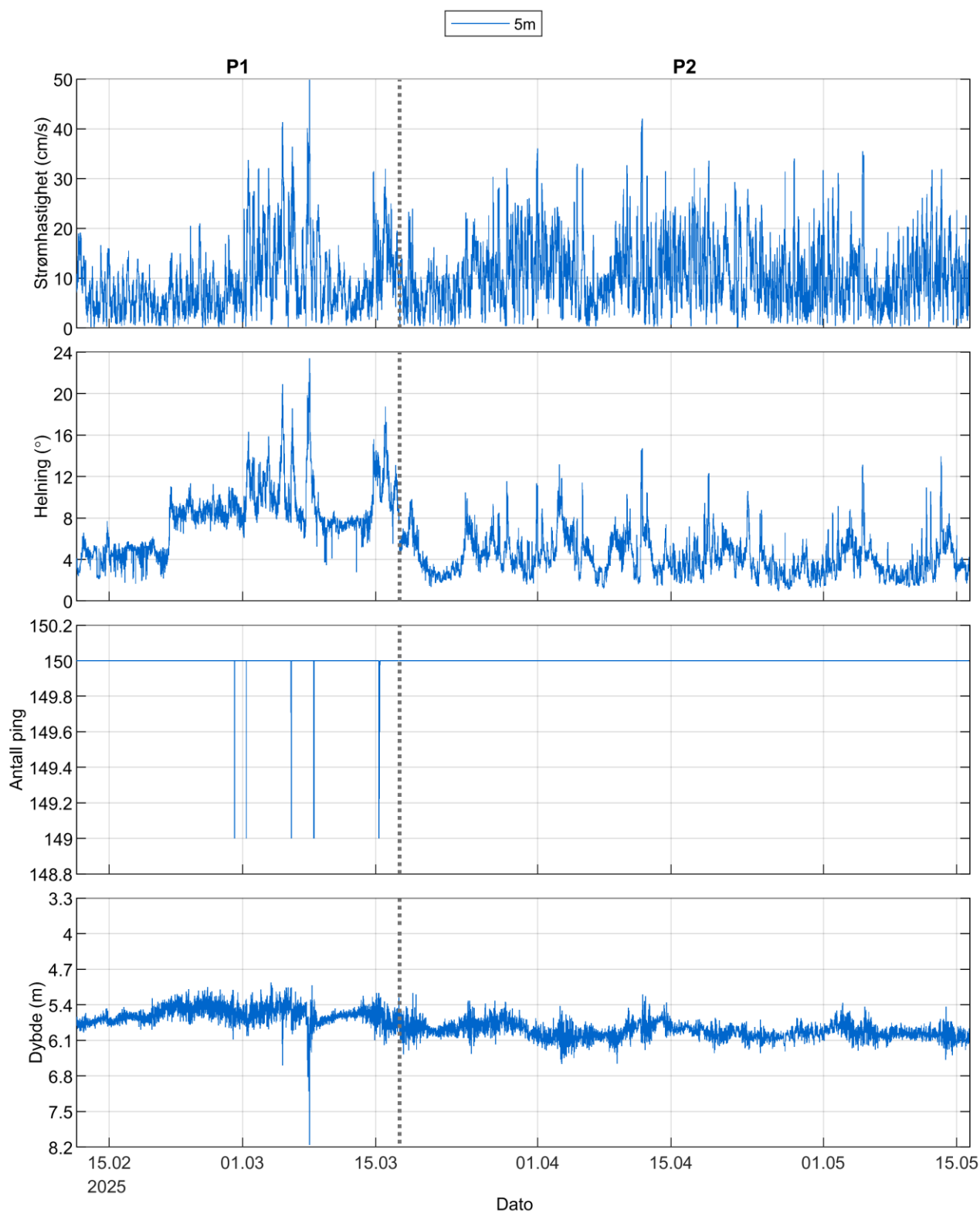
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Helning	$< 50^{\circ}$ (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
Ping count	150 (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

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

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

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

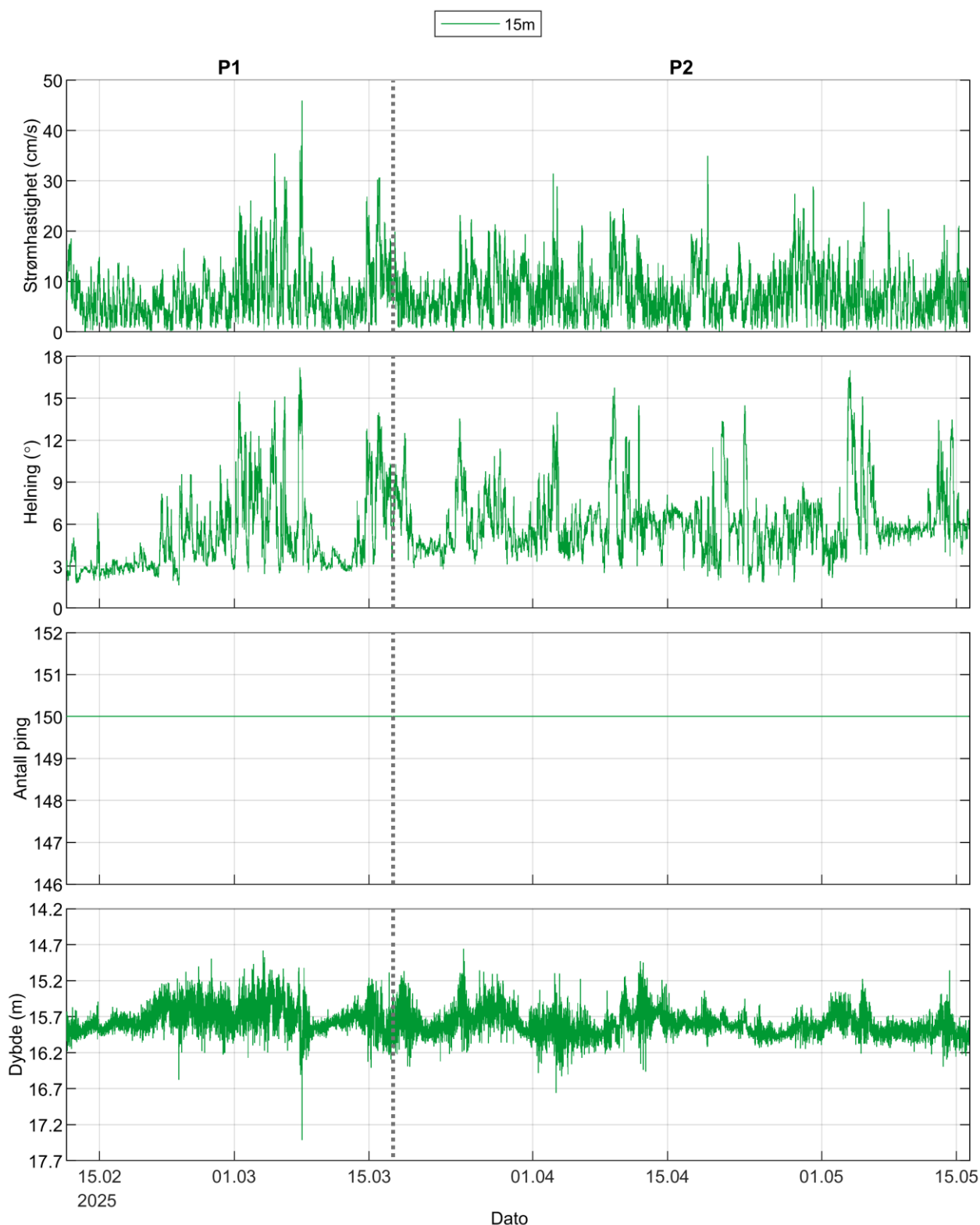


Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 5.0m og 8.2m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.8m.

I løpet av P1 varierte instrumentdypet mellom 5.0m og 8.2m dyp, med snittdyp på 5.6m.

I løpet av P2 varierte instrumentdypet mellom 5.2m og 6.6m dyp, med snittdyp på 5.9m.

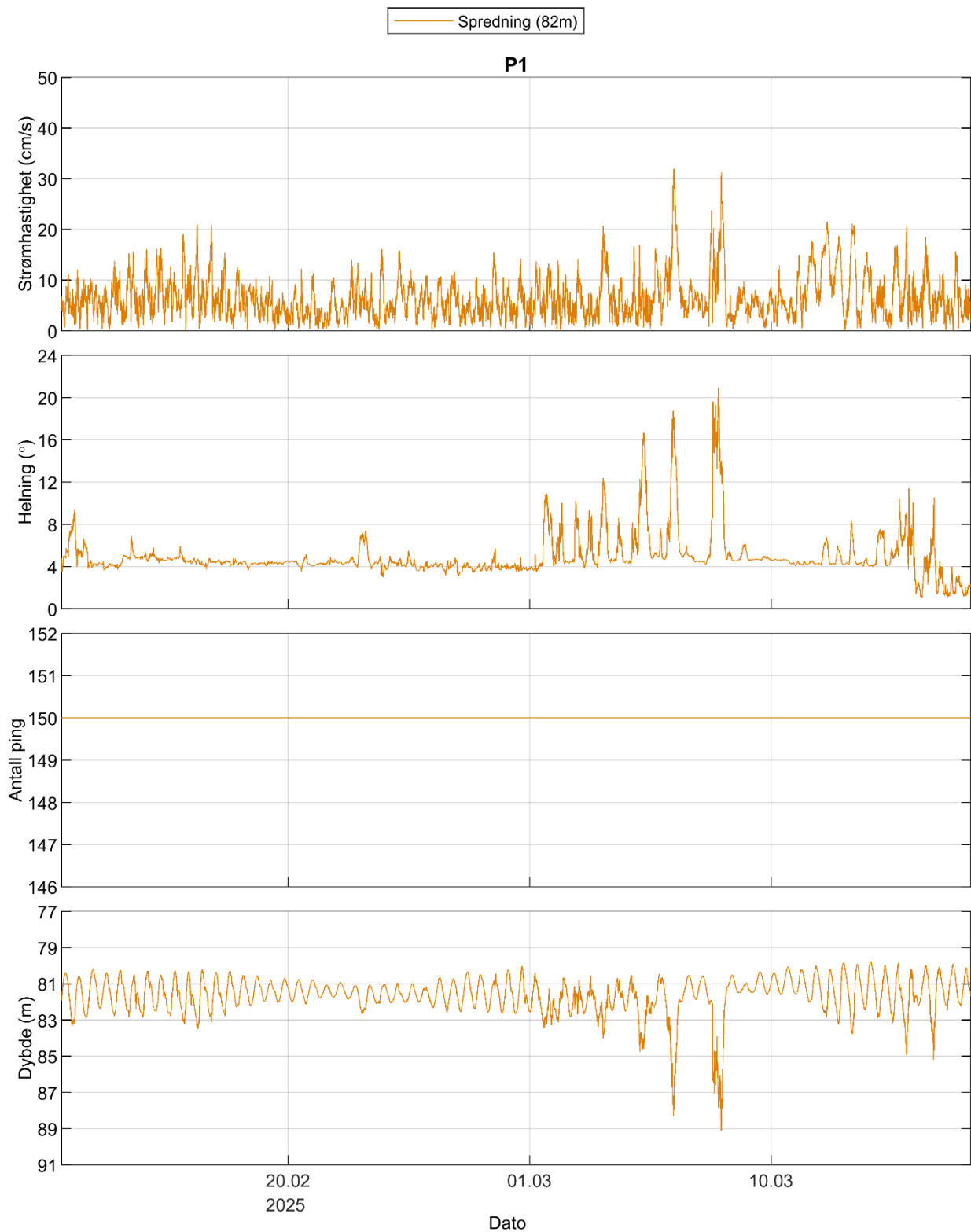


Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 14.8m og 17.4m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.8m.

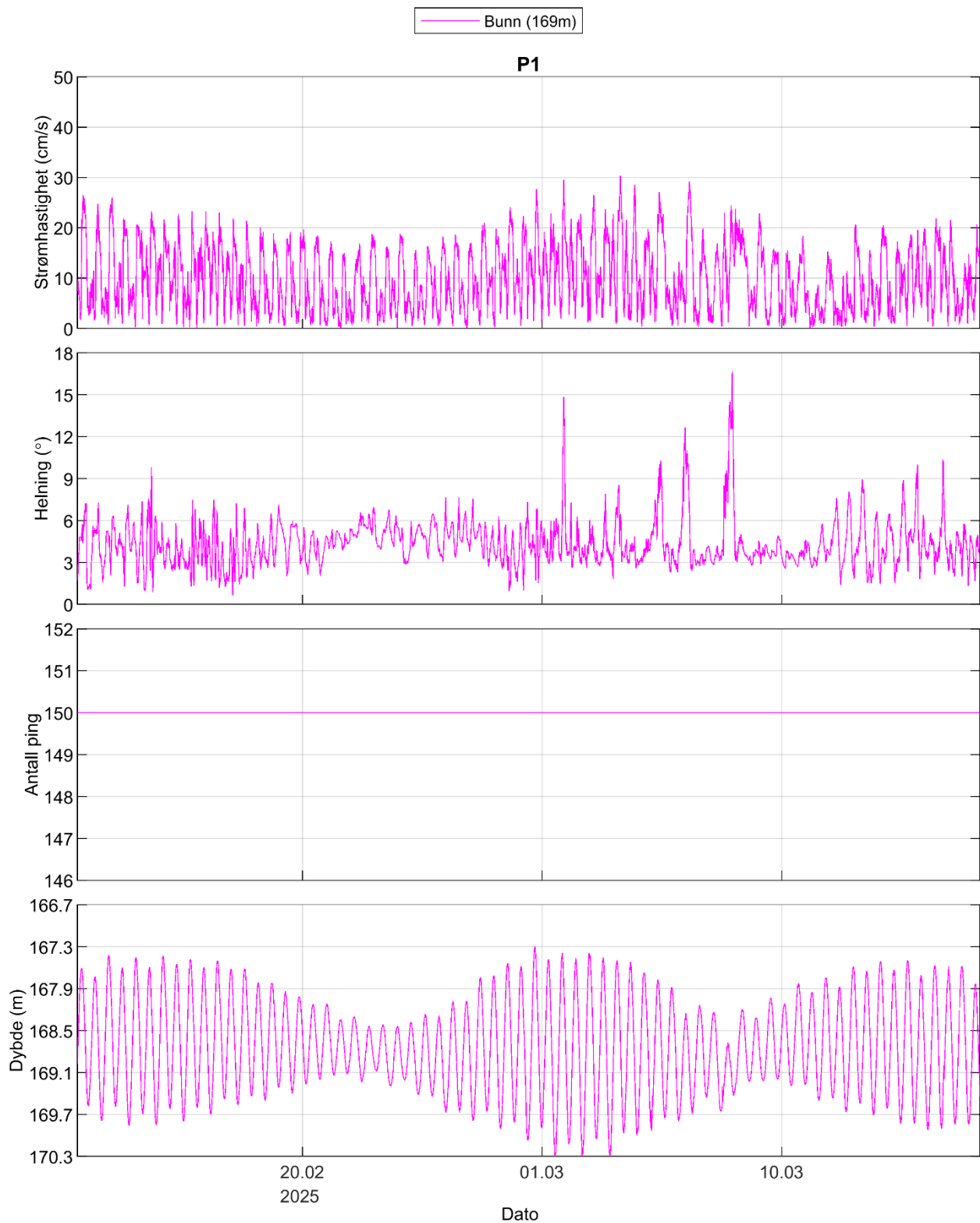
I løpet av P1 varierte instrumentdypet mellom 14.8m og 17.4m dyp, med snittdyp på 15.7m.

I løpet av P2 varierte instrumentdypet mellom 14.8m og 16.8m dyp, med snittdyp på 15.8m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (82m).

Instrumentdypet varierte mellom 79.8m og 89.1m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 81.6m.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (169m).

Instrumentdypet varierte mellom 167.3m og 170.3m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 168.7m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

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

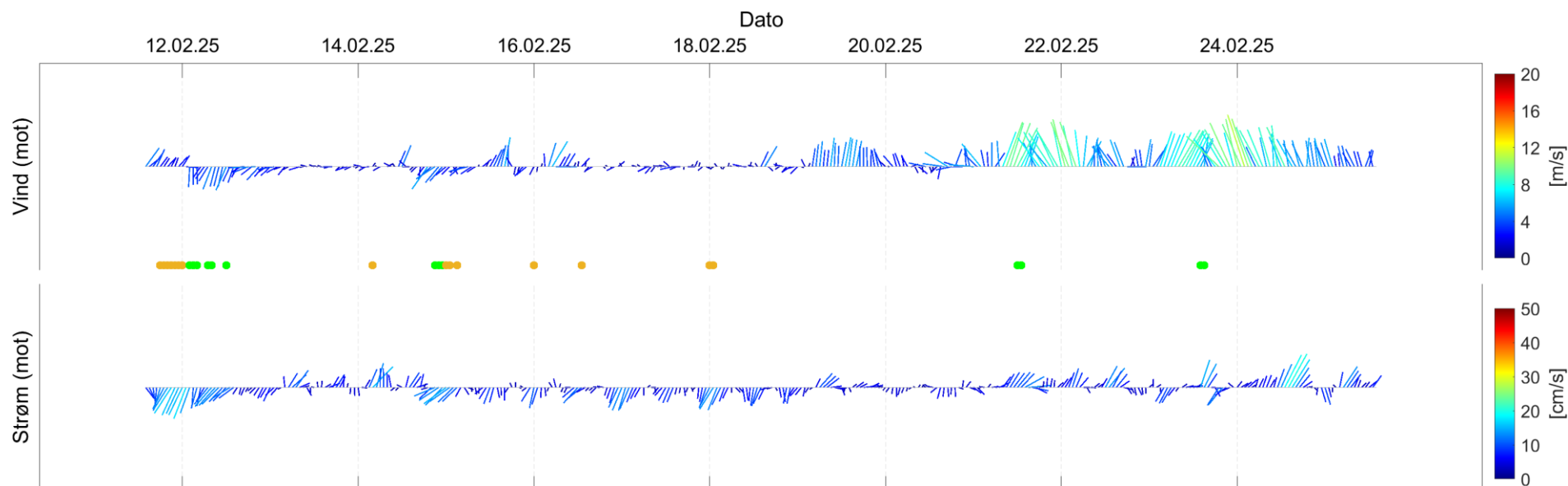
8.3.2 Enkelte datapunkter

På 5m dyp i P1 er 6 datapunkt automatisk fjernet på grunn av høy helning.

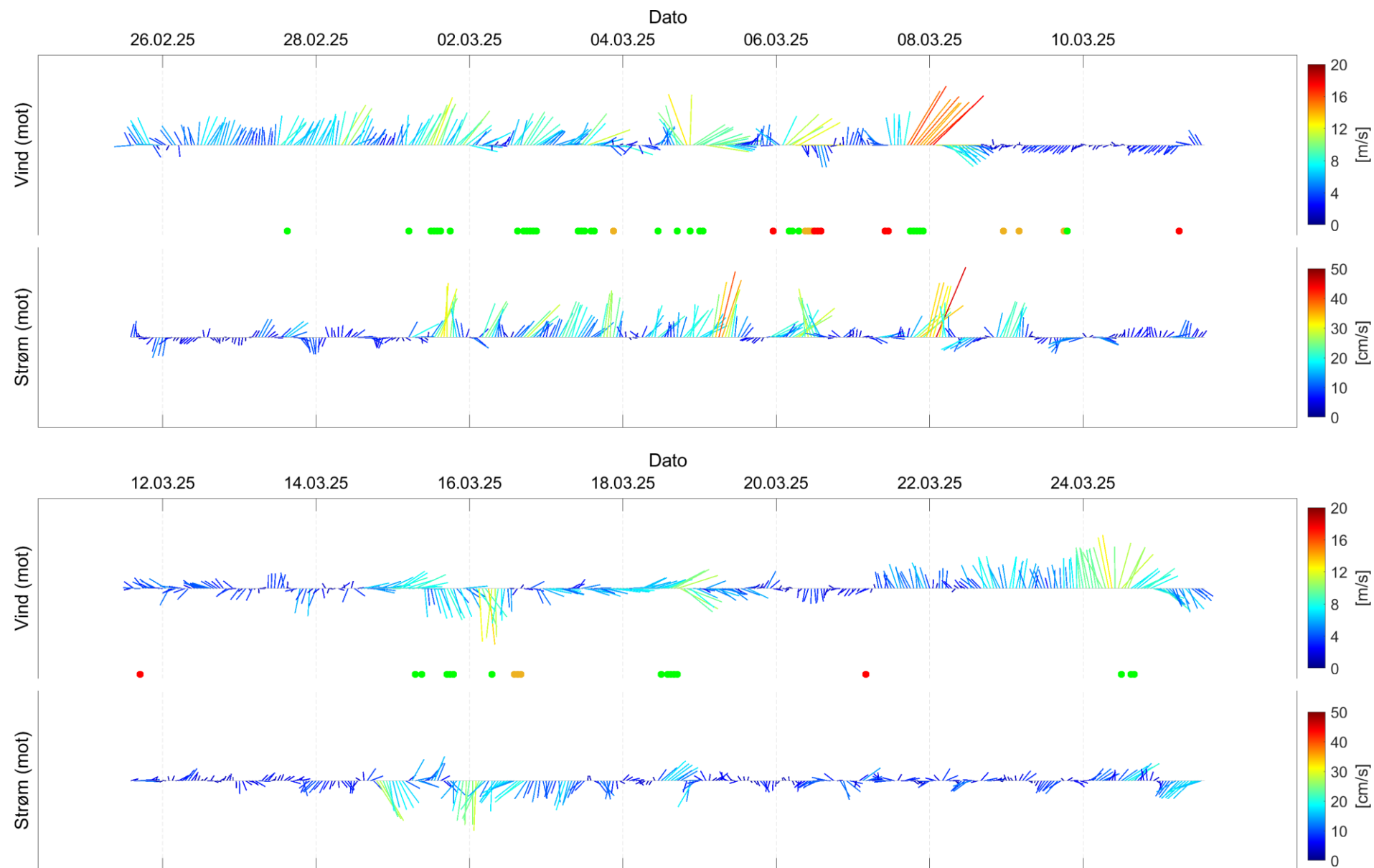
Ingen andre datapunkter er fjernet.

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

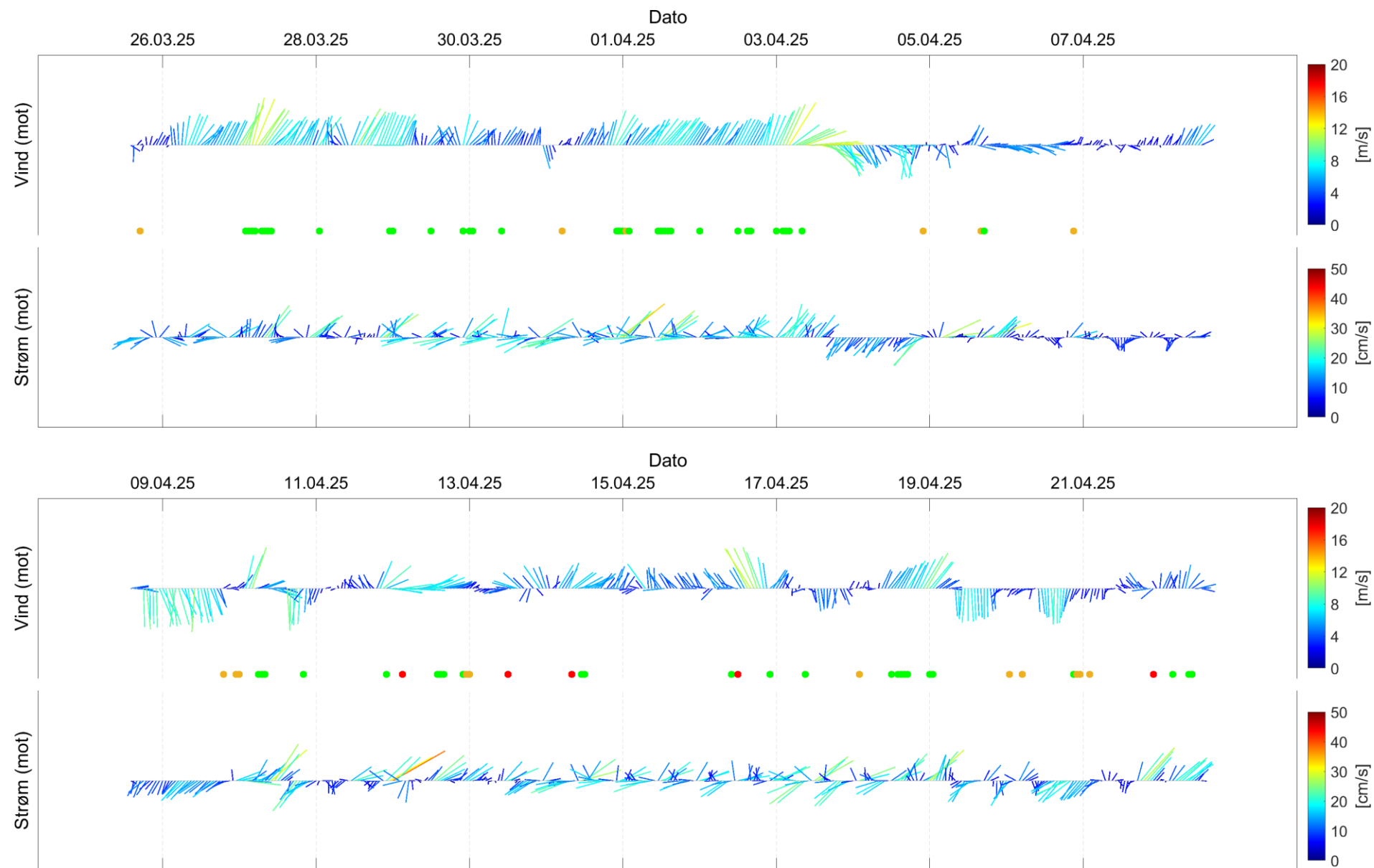
Figurene under viser vind- og strømhastighet i løpet av måleperioden, oppdelt i perioder på to uker. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne prikker) eller motsatt retning (røde prikker) indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm. Svak vind ($< 3\text{m/s}$) hvor strøm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



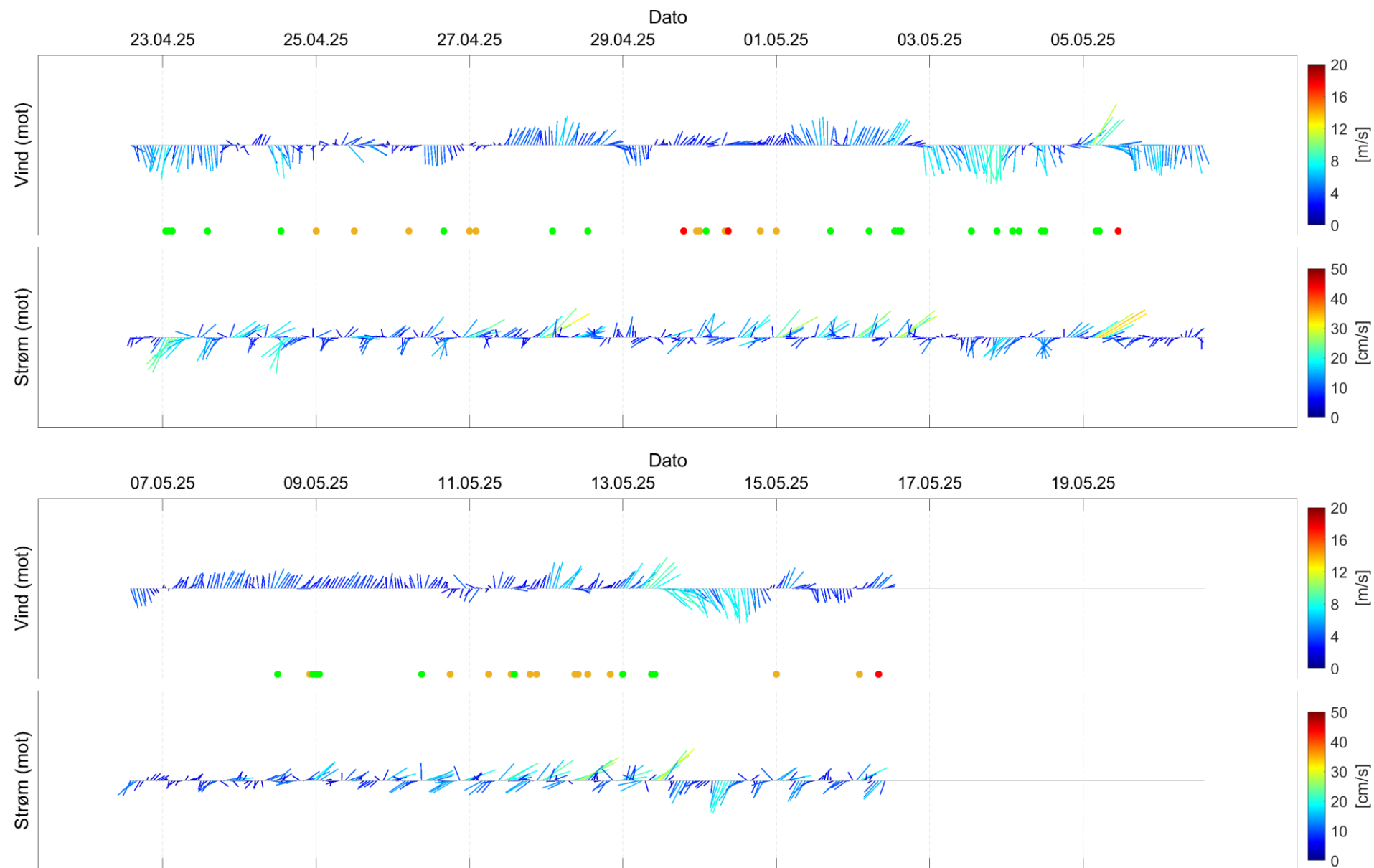
Figur 9.1. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Brønnøysund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



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



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



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

10. Vedlegg - Varighetsanalyse

Lave ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) og høye ($\geq 50, 60, 70$ og 80cm/s) strømhastigheter kan ha betydning for fiskens helse. I Figur 10.1 – Figur 10.6 vises varighet av lave ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) strømhastigheter på hvert av de målte dypene i måleperioden. Én hendelse er anvist som én prikk og den tilhørende heltrukne linjen fra prikken indikerer hendelsens varighet. For de korteste varighetsklassene vises ikke den heltrukne linjen på grunn av den korte varigheten i forhold til lengden av måleperioden. Det var ingen tilfeller av strøm $\geq 50\text{cm/s}$ på noen av dypene.

I Figur 10.1 – Figur 10.6 er varighetsklassene vist på venstre stående akse og tid langs liggende akse. Høyre stående akse viser den korteste og lengste varigheten per hendelse, og den korteste og lengste perioden mellom to hendelser. Enhetene på høyre stående akse er gitt som minutter (m), timer (t) og døgn (d). For de lave strømhastighetene ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) er den lengste perioden hvor strøm er høyere enn hastighetsklassene vist med stiplet linje.

I Tabell 10.1 – Tabell 10.6 gjenspeiler antall hendelser antall prikker per varighets- og hastighetsklasse i Figur 10.1 – Figur 10.6.

Tabell 10.1. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på 5m dyp i P1.

Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	> 6t
$\leq 1\text{cm/s}$	7	0	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	65	34	12	2	1	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	78	34	33	16	11	3	3	2
$\leq 10\text{cm/s}$	38	22	10	7	6	2	4	30

Tabell 10.2. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på 5m dyp i P2.

Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	> 6t
$\leq 1\text{cm/s}$	13	1	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	84	35	12	3	0	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	106	75	46	14	6	1	2	1
$\leq 10\text{cm/s}$	89	64	38	43	29	16	11	24

Tabell 10.3. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse (≤ 1 , 3, 5 og 10cm/s) på 15m dyp i P1.

Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	>6t
$\leq 1\text{cm/s}$	20	4	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	64	41	22	11	1	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	69	35	37	17	6	10	4	5
$\leq 10\text{cm/s}$	47	21	19	6	5	4	5	24

Tabell 10.4. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse (≤ 1 , 3, 5 og 10cm/s) på 15m dyp i P2.

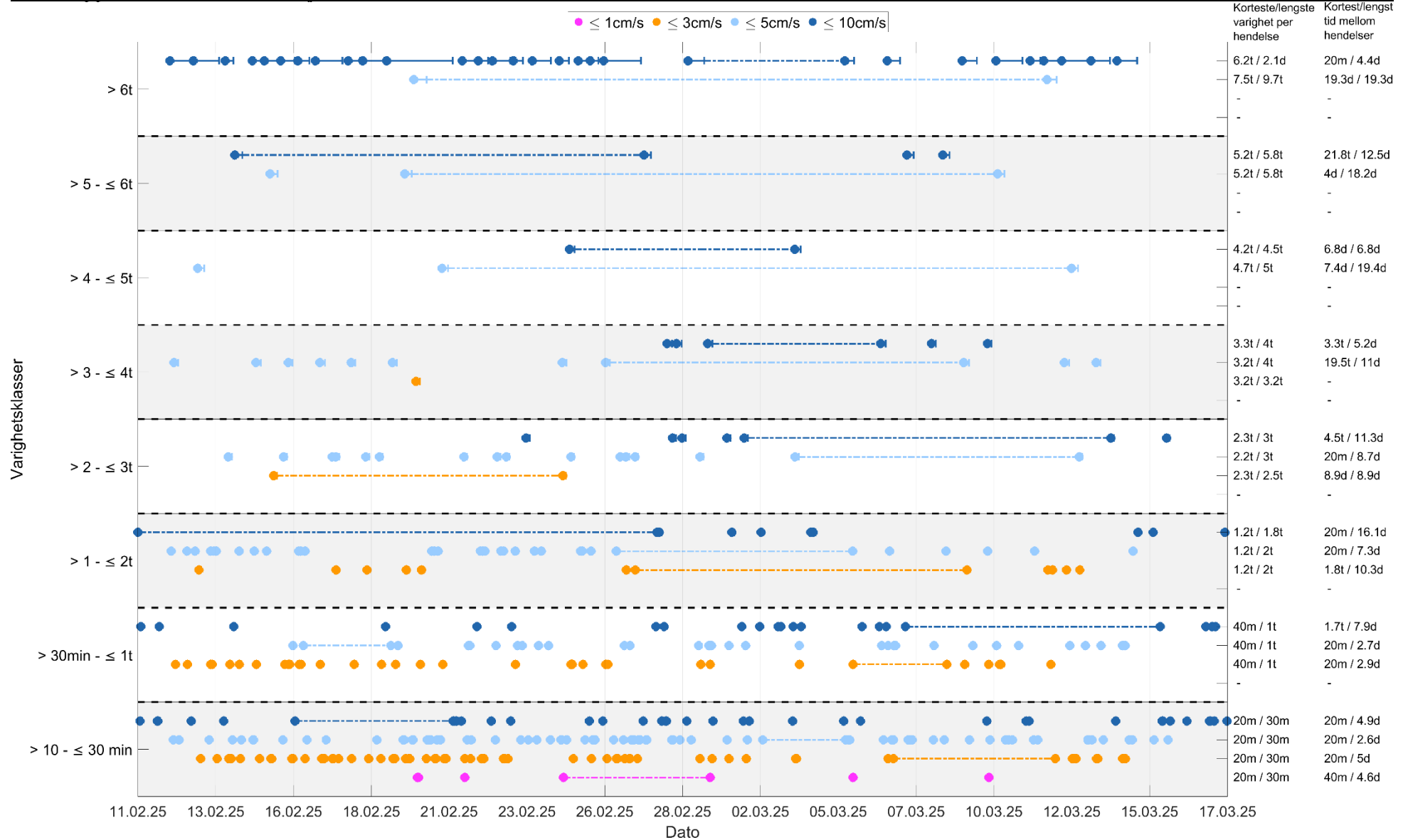
Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	>6t
$\leq 1\text{cm/s}$	20	1	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	161	66	28	5	0	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	154	83	62	40	15	7	3	2
$\leq 10\text{cm/s}$	92	55	39	16	23	15	1	54

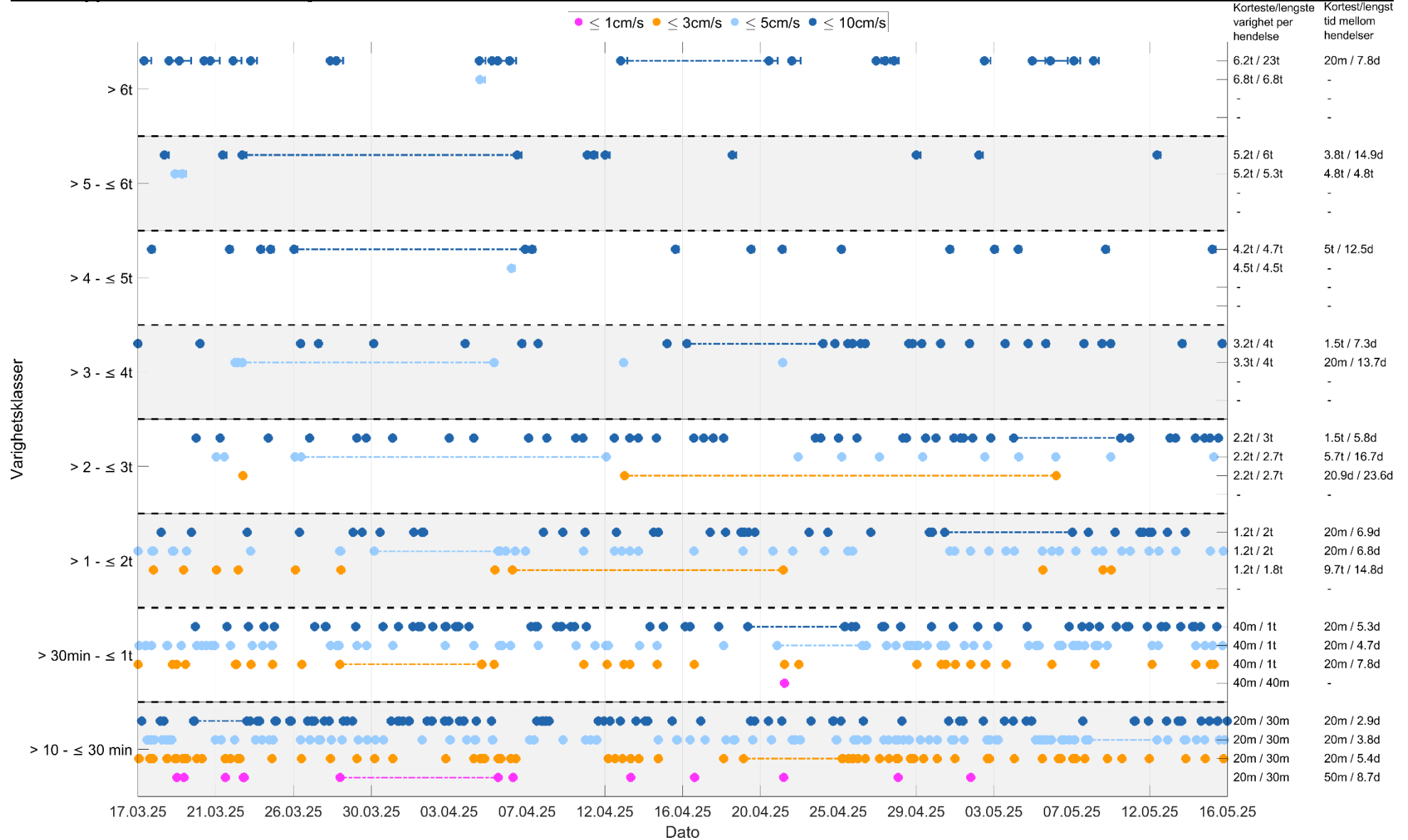
Tabell 10.5. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse (≤ 1 , 3, 5 og 10cm/s) på spredningsdyp (82m) i P1.

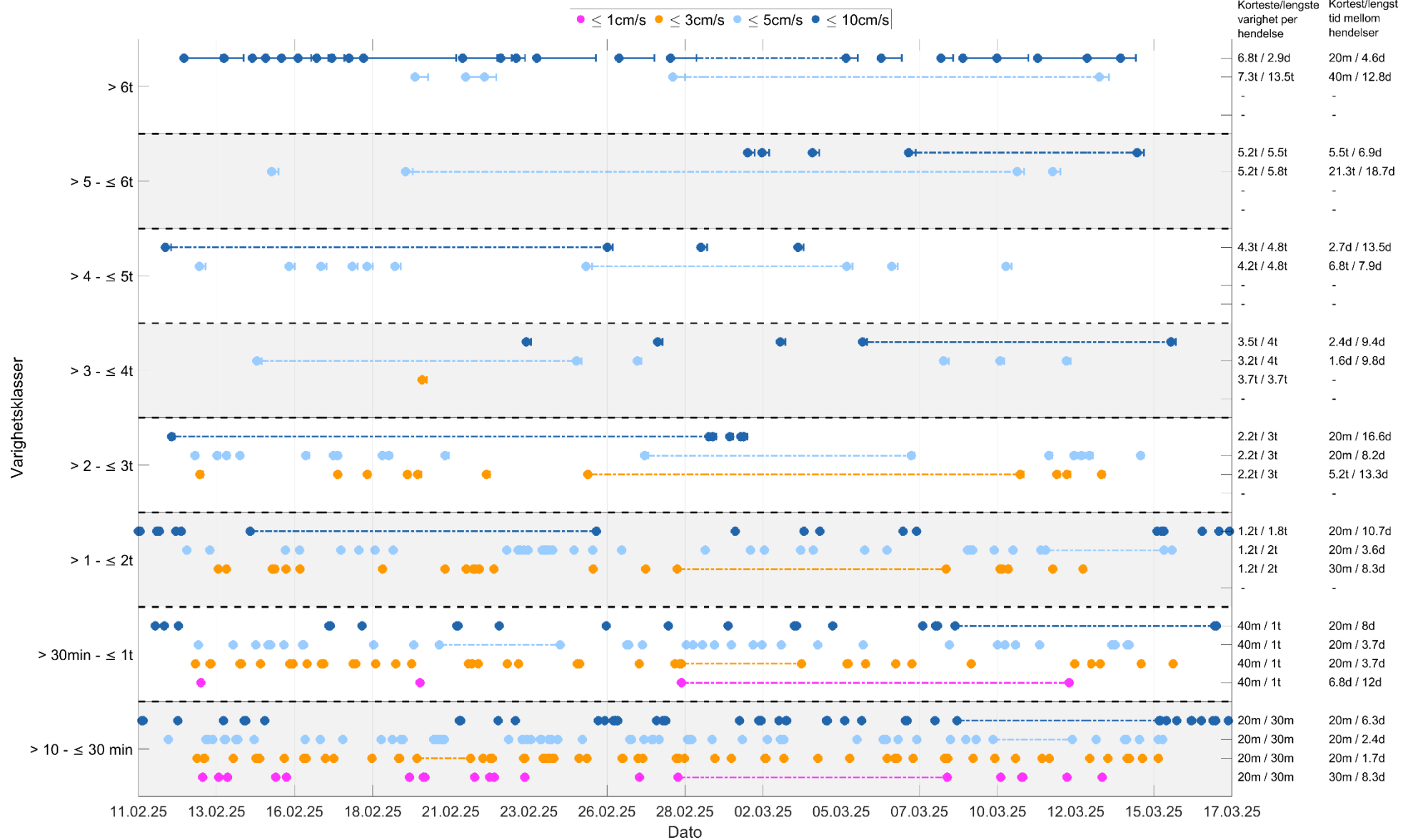
Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	>6t
$\leq 1\text{cm/s}$	18	2	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	100	61	21	4	2	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	85	71	49	18	10	6	4	3
$\leq 10\text{cm/s}$	23	11	13	4	8	3	10	42

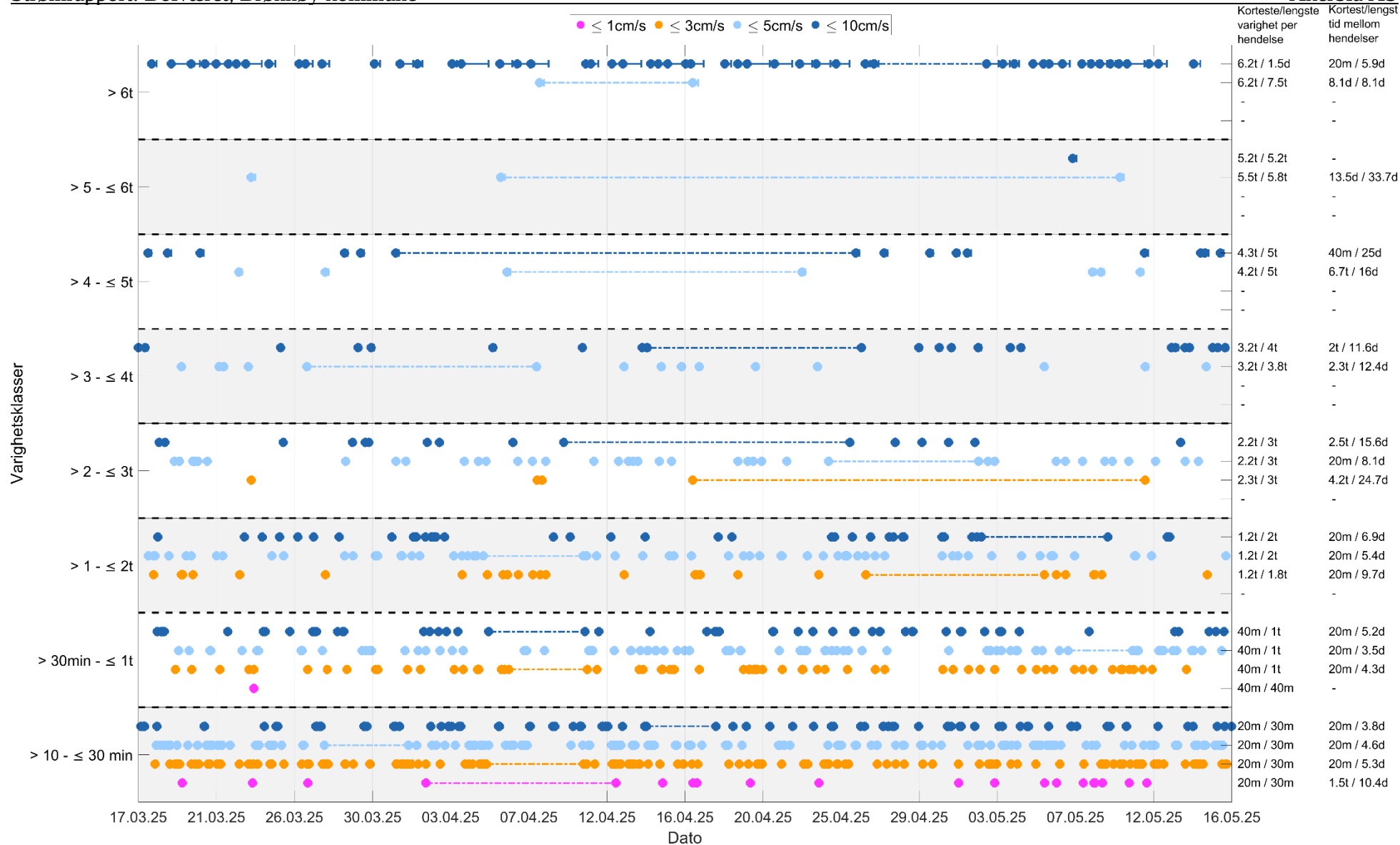
Tabell 10.6. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse (≤ 1 , 3, 5 og 10cm/s) på bunndyp (169m) i P1.

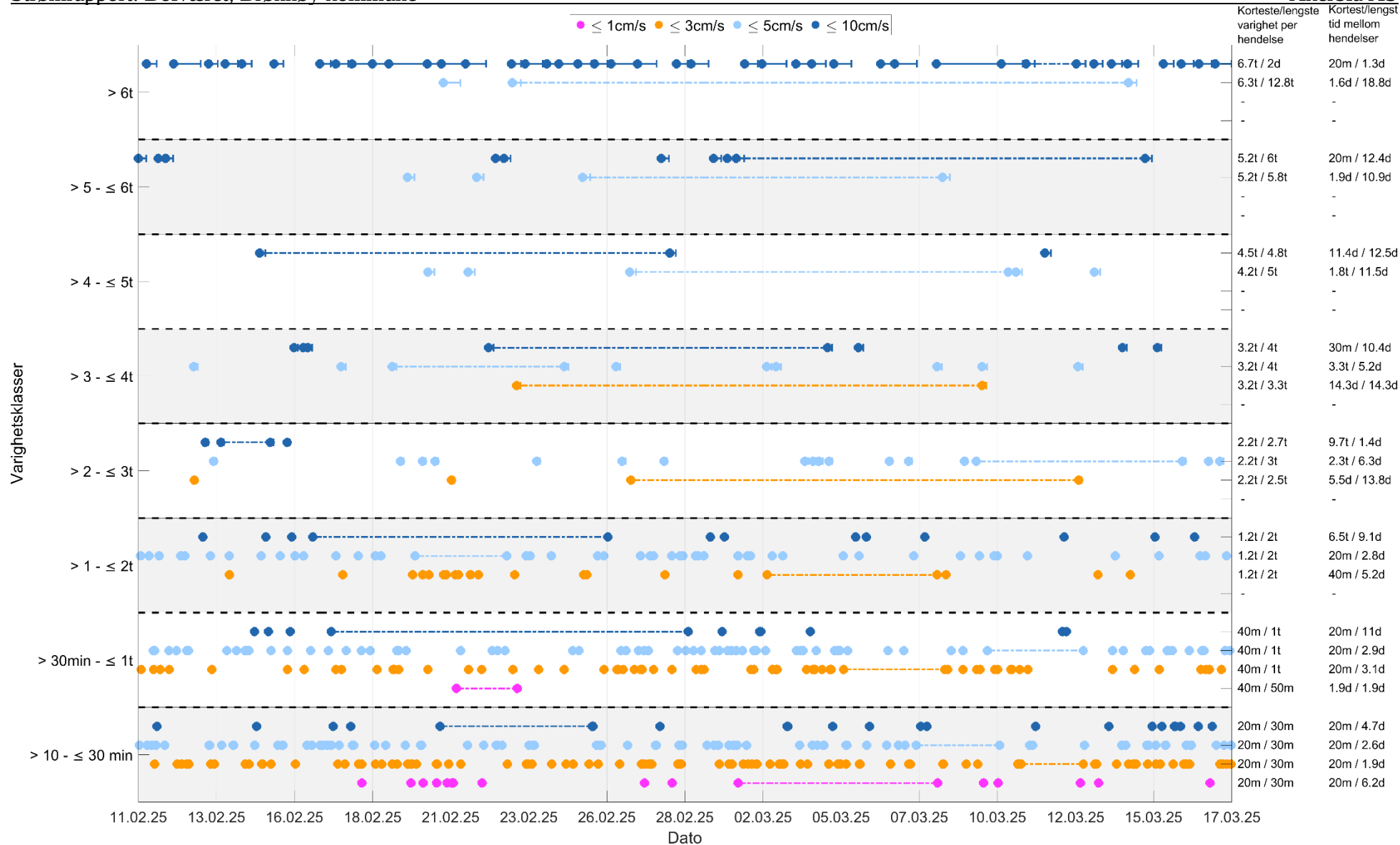
Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	>6t
$\leq 1\text{cm/s}$	24	2	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	66	39	18	8	2	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	57	46	28	13	14	3	1	2
$\leq 10\text{cm/s}$	18	11	35	26	11	3	8	24

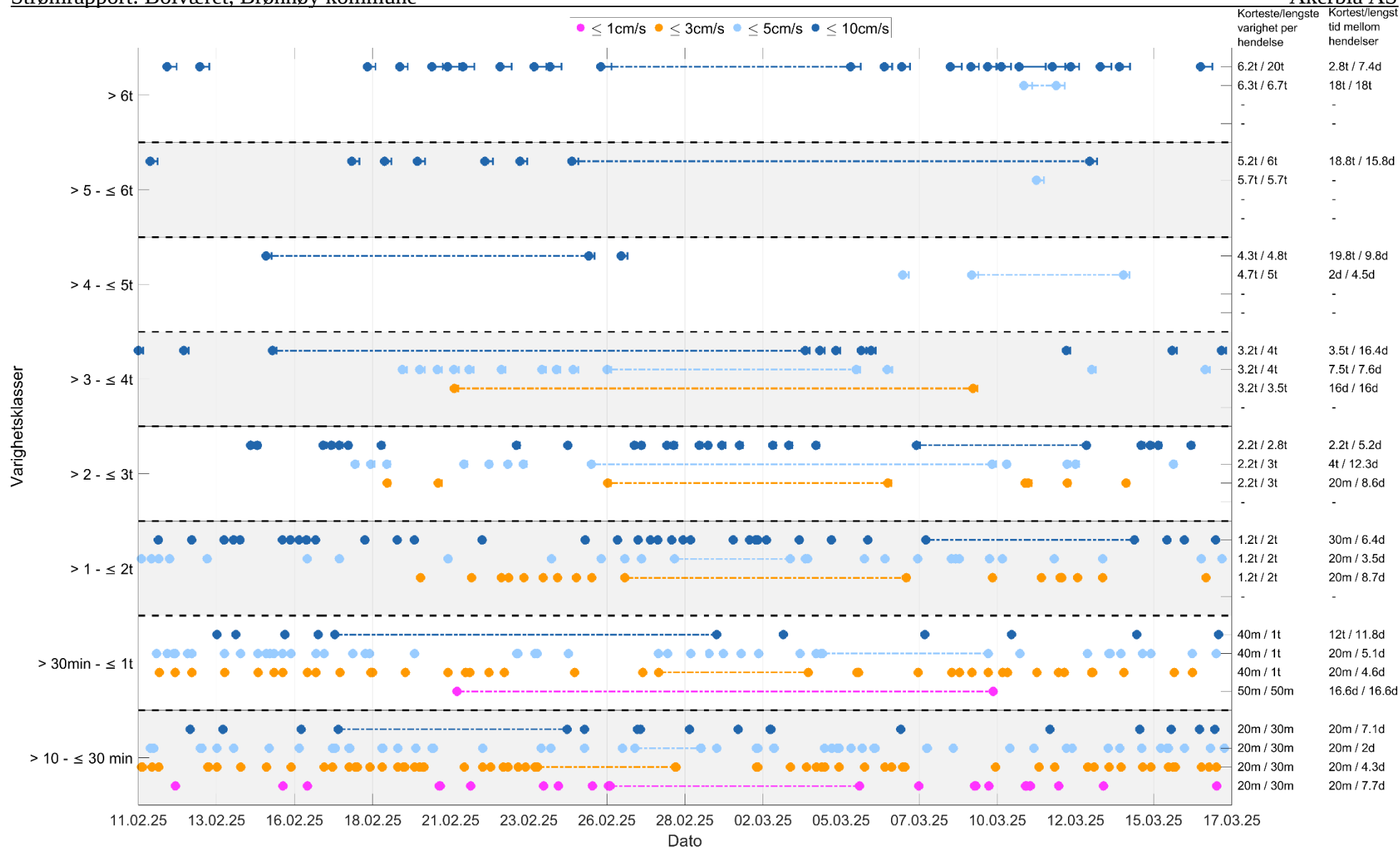
Figur 10.1. Varigheter med strømhastigheter $\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s (strømhastighetsklasser) på 5m i P1.

Figur 10.2. Varigheter med strømhastigheter $\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s (strømhastighetsklasser) på 5m i P2.

Figur 10.3. Varigheter med strømhastigheter $\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s (strømhastighetsklasser) på 15m i P1.

Figur 10.4. Varigheter med strømhastigheter $\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s (strømhastighetsklasser) på 15m i P2.

Figur 10.5. Varigheter med strømhastigheter $\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s (strømhastighetsklasser) på spredningsdyp (82m) i P1.

Figur 10.6. Varigheter med strømhastigheter $\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s (strømhastighetsklasser) på bunndyp (169m) i P1.

11. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

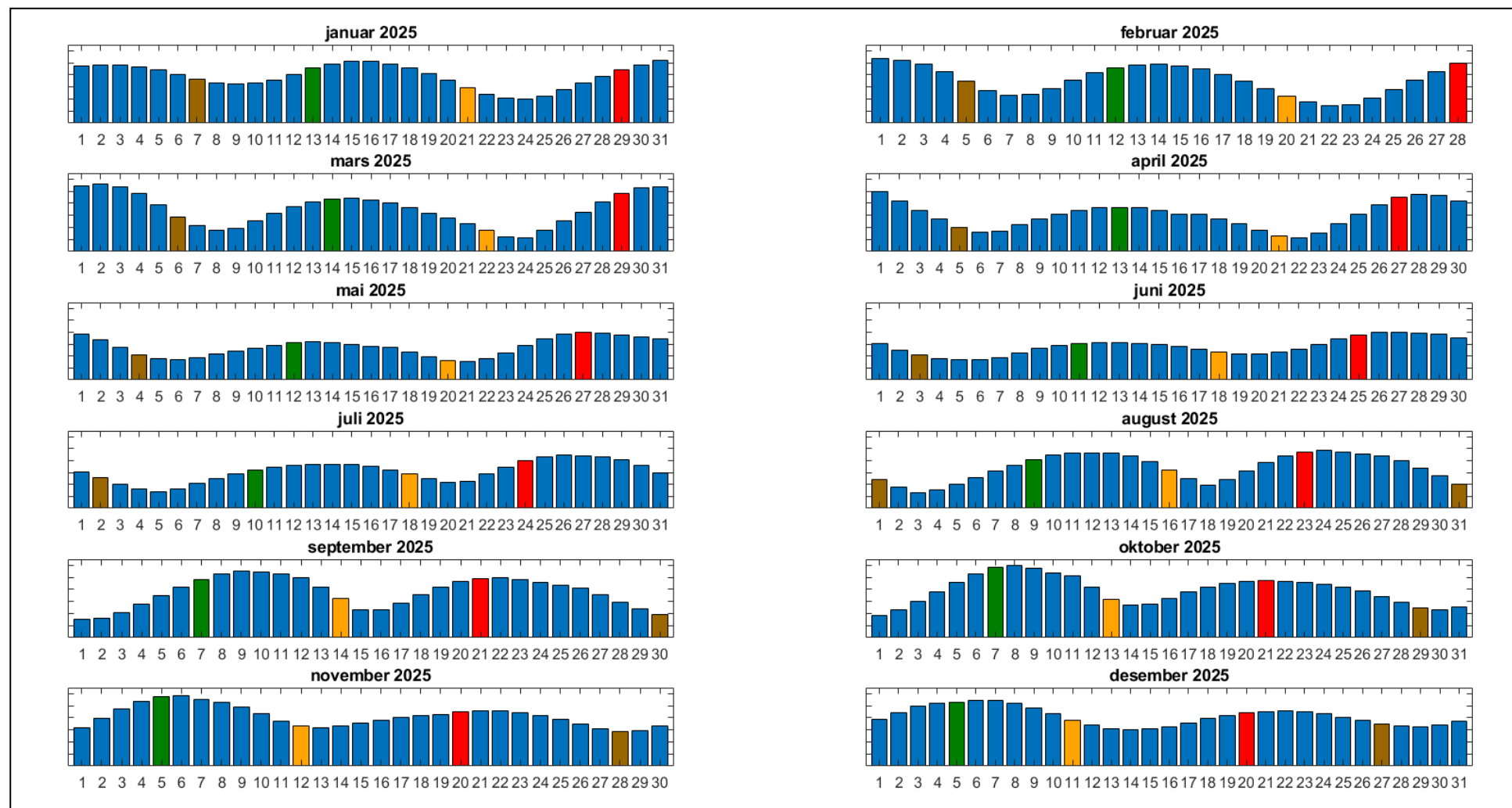
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i tabellen under. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 11.1. 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	$\geq 0.4 - < 0.6$	$\geq 0.2 - < 0.4$	$\geq 0.1 - < 0.2$	< 0.1

12. 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 12.1. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne).

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
Varsians (cm/s) ²	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi, dvs. om data varierte mye mellom suksessivt høye og lave verdier. En høy varsians indikerer at datapunkter er meget spredt ut rundt gjennomsnittsverdien, mens en lav varsians indikerer at datapunkter er veldig nær gjennomsnittsverdien og derfor også hverandre. Varsians = 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 (varsians).
% < 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. Dewey, K. R. (2006). Users Guide to Mooring Design & Dynamics. A Matlab Package for Designing and Analyzing Oceanographic Moorings and Towed Bodies. Centre for Earth and Ocean Research, University of Victoria, BC, Canada.
5. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
6. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
7. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data. Tilgjengelig: http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
8. Kartverket (2025). www.kartverket.no/sehavniva
9. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
10. Meteorologisk institutt (2025). www.seklima.met.no
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

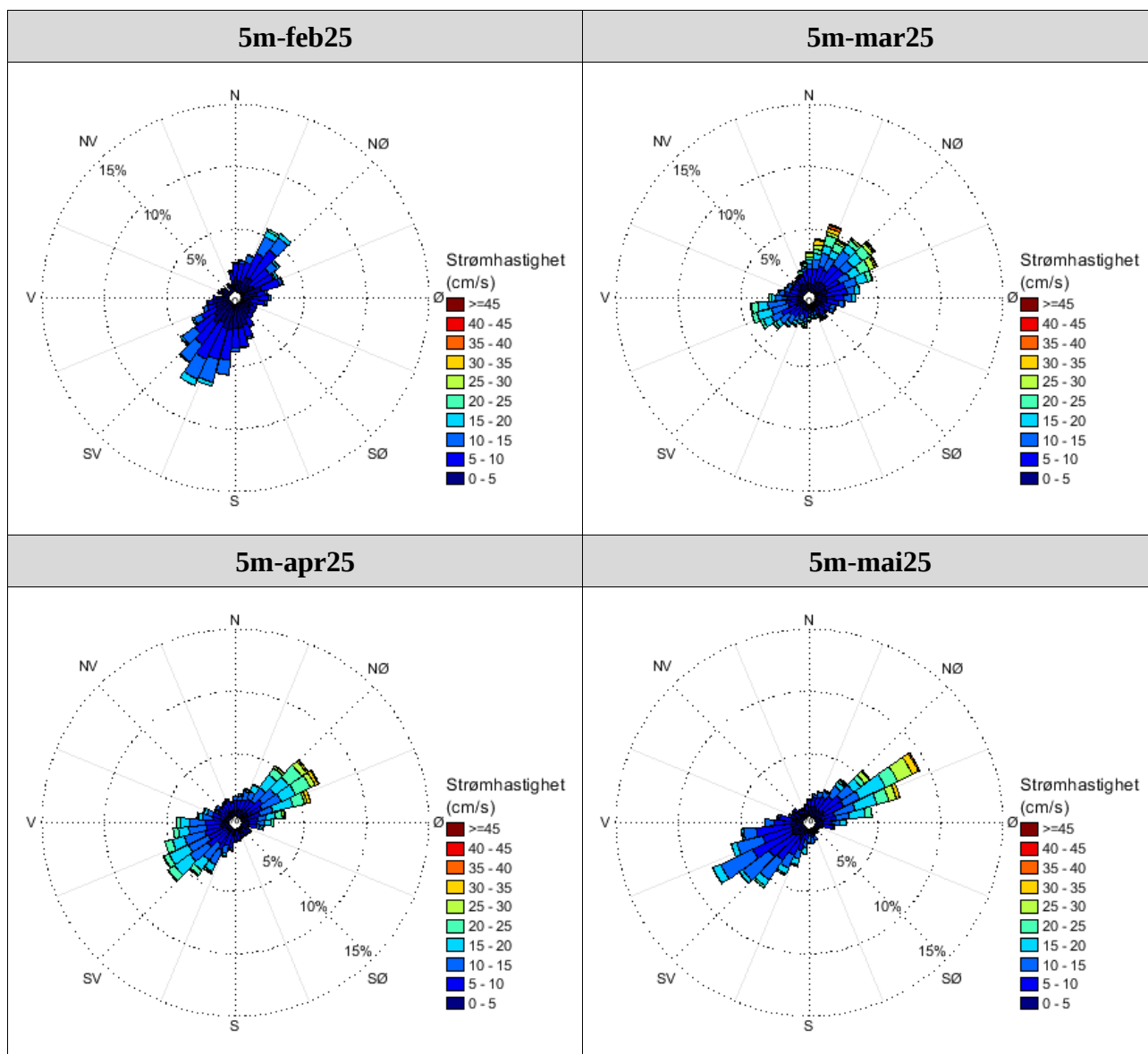
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 5m dyp er sammenfattet i Tabell 16.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 16.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m dyp per måned.

Måledyp - 5m	feb25	mar25	apr25	mai25
Maksimum (cm/s)	20.9	49.9	42.0	35.5
Gjennomsnitt (cm/s)	6.6	10.9	11.4	10.1
Minimum (cm/s)	0.0	0.2	0.2	0.2
Signifikant maks (cm/s)	11.0	19.4	19.0	17.1
Signifikant min (cm/s)	2.8	4.0	4.9	4.2
Varians (cm/s) ²	14.6	53.3	41.9	38.8
Standardavvik (cm/s)	3.8	7.3	6.5	6.2
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.8	1.0	0.9	0.9
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	30	40	20
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	17.0	9.3	5.9	8.0
Lengste periode < 3cm/s (min)	190	160	130	130
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	81.8	54.7	48.9	57.0
Lengste periode < 10cm/s (min)	2970	1300	750	1380
% ≥ 30cm/s	0.0	2.1	0.9	1.1
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	200	110	120
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	1.1	2.6	0.6	1.0
Retning (grader)	165	27	2	87
Neumann-parameter	0.2	0.2	0.1	0.1
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	5659	9418	9887	8690

16.2 Strømroser

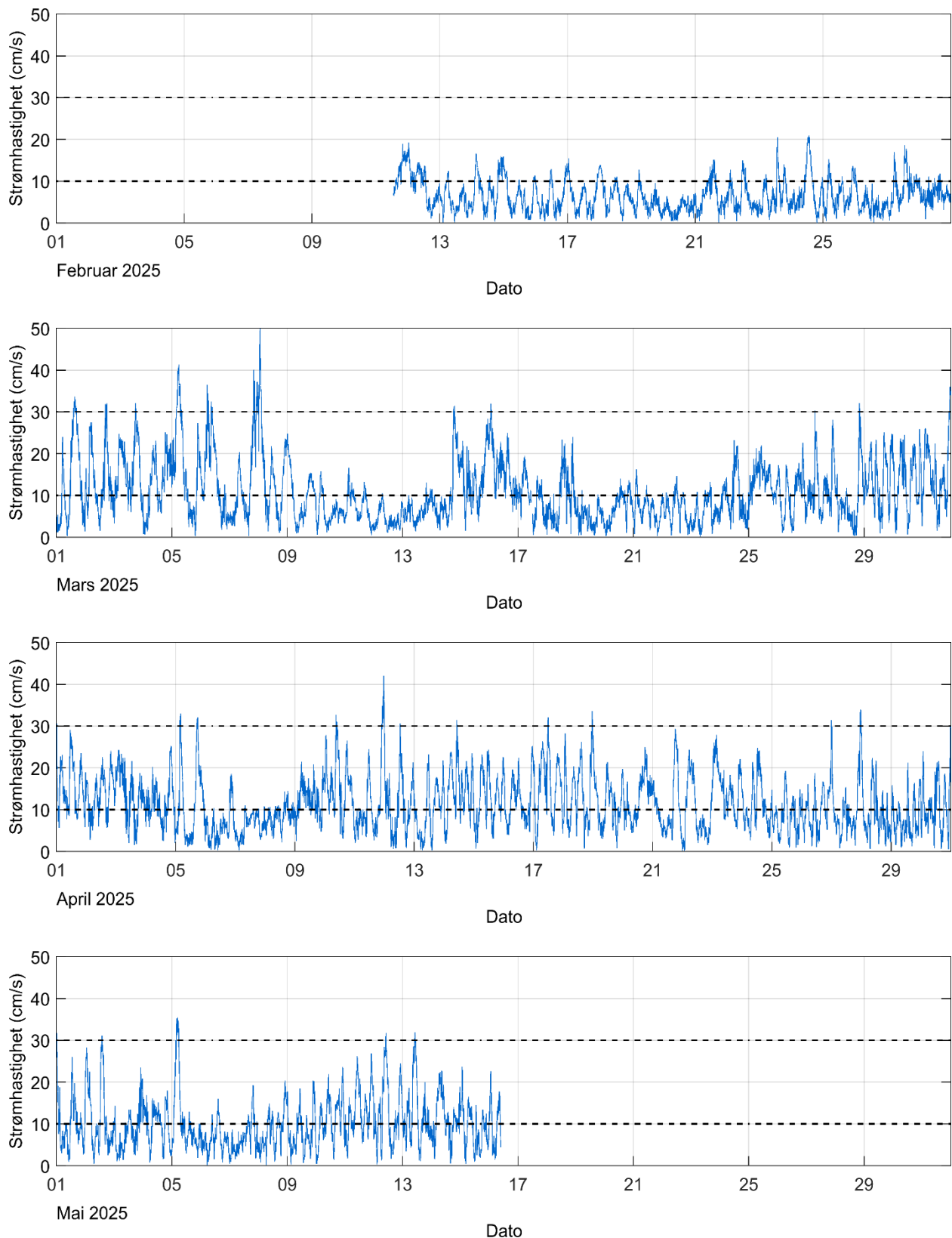
Strømrosene viser strømhastighet og strømretning for hver måned. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



Figur 16.2.1. Strømroser på 5m dyp i februar, mars, april og mai 2025.

16.3 Tidsdiagram – strømhastighet

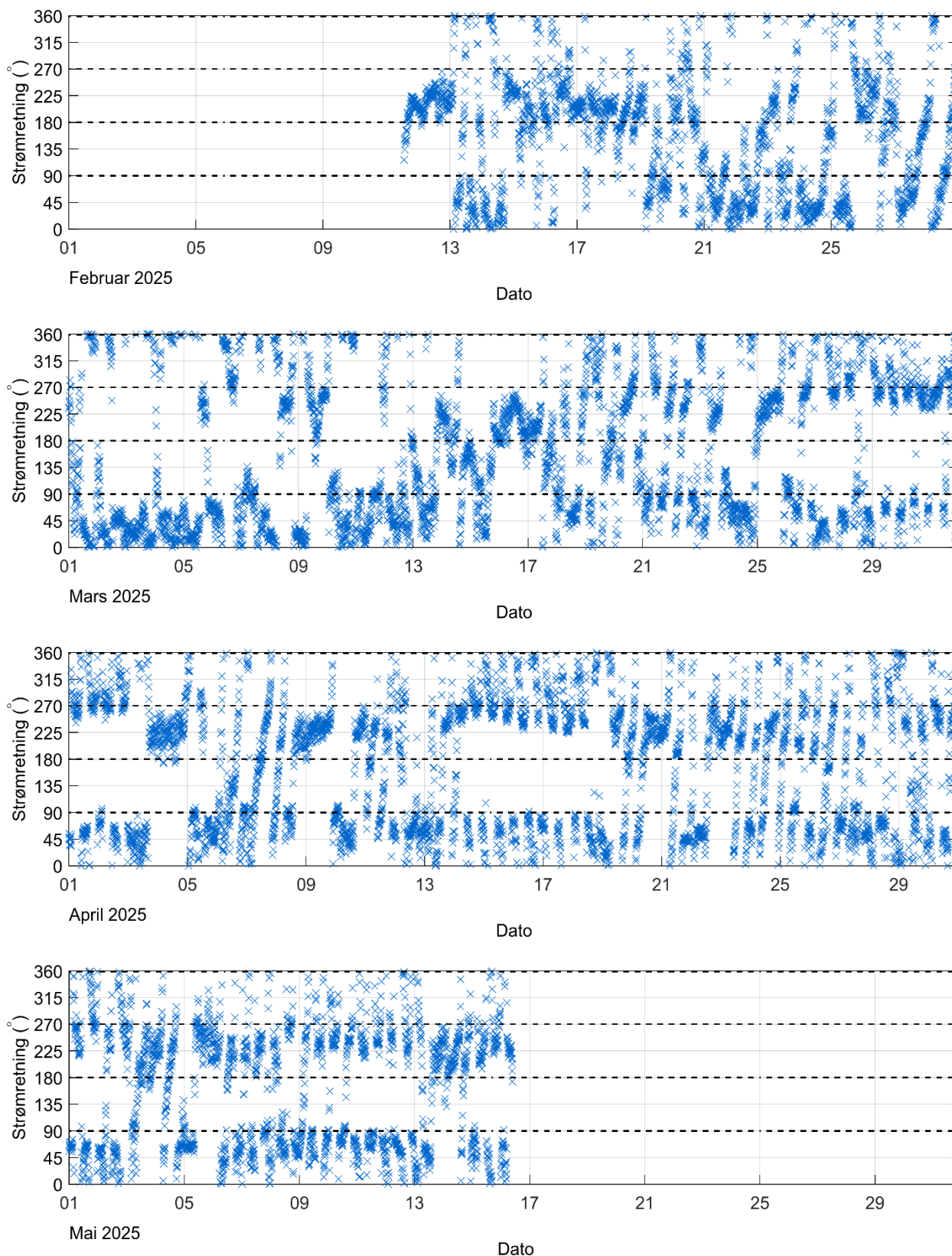
Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i februar, mars, april og mai 2025. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

16.4 Tidsdiagram – strømretning

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i februar, mars, april og mai 2025. Strømretning er indikert 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	feb25	mar25	apr25	mai25
1	0.7	0.9	1.0	1.0
10	2.3	3.1	3.9	3.3
20	3.2	4.6	5.8	4.8
30	4.1	6.0	7.2	6.1
40	4.9	7.7	8.7	7.5
50	5.7	9.2	10.2	8.8
60	6.9	11.0	12.1	10.4
70	8.1	13.4	14.5	12.2
80	9.7	16.7	17.0	14.6
90	12.1	21.2	20.5	18.1
95	13.9	25.1	23.3	22.6
99	17.3	33.0	29.3	30.3

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 dyp som er lik eller høyere enn oppgitt hastighet.

Strømhastighet (cm/s) - 5m	feb25	mar25	apr25	mai25
1	98.2	99.0	99.1	99.1
3	83.0	90.7	94.1	92.0
5	58.4	77.5	84.7	78.6
10	18.2	45.2	51.1	43.0
20	0.2	12.6	11.3	7.4
30		2.1	0.9	1.1
40		0.2	0.05	

17. Vedlegg – Resultater per måned på 15m dyp

17.1 Sammendrag av strømdata

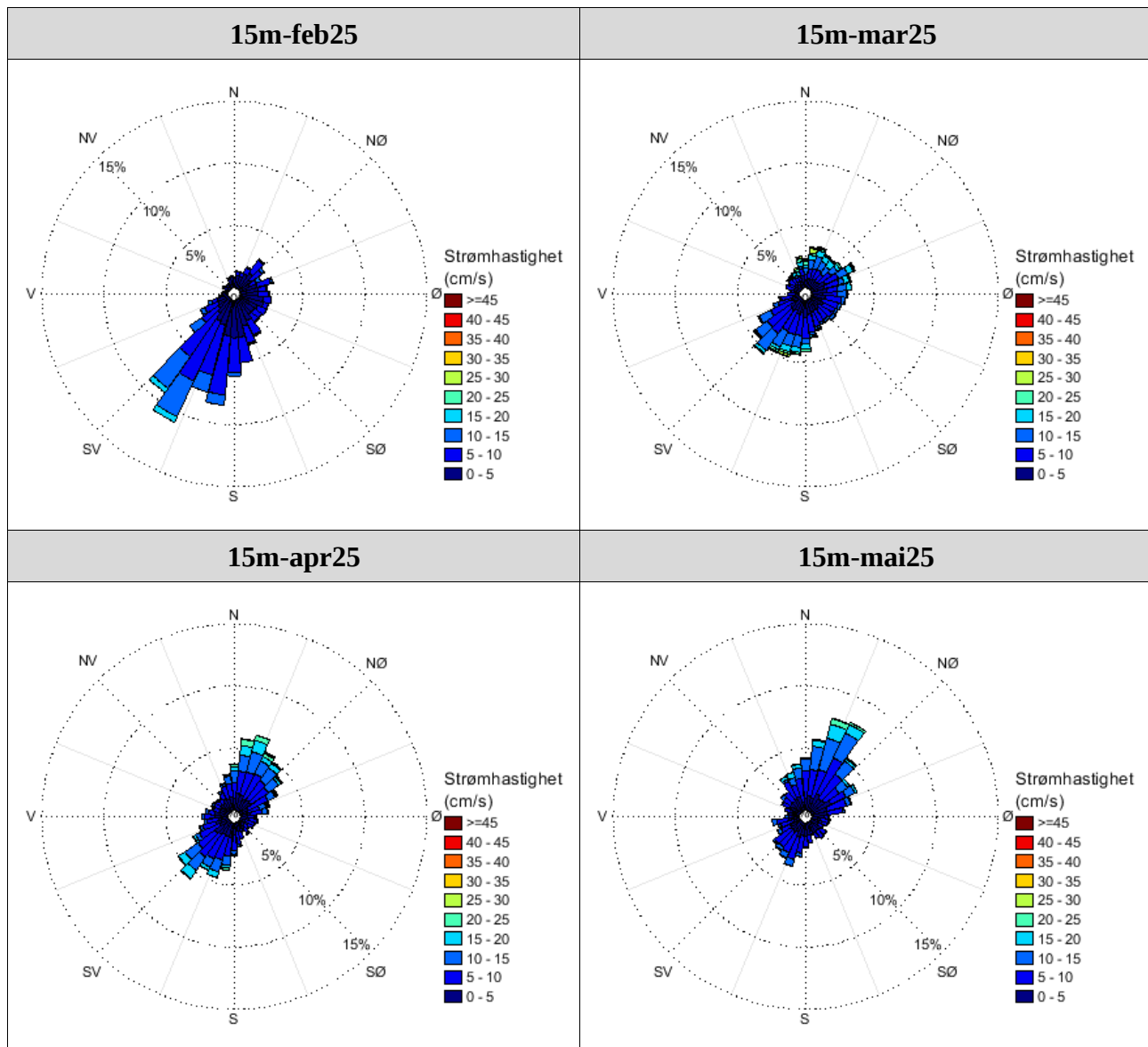
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 15m dyp er sammenfattet i Tabell 17.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 17.1.1. Sammendrag av strømdata fra 15m dyp per måned.

Måledyp - 15m	feb25	mar25	apr25	mai25
Maksimum (cm/s)	18.5	45.9	34.9	25.8
Gjennomsnitt (cm/s)	5.9	8.5	7.8	7.1
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.1	0.2
Signifikant maks (cm/s)	9.9	14.9	13.4	11.9
Signifikant min (cm/s)	2.4	3.4	3.2	3.0
Varians (cm/s) ²	11.5	32.2	24.3	17.3
Standardavvik (cm/s)	3.4	5.7	4.9	4.2
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	3.7	1.4	1.8	2.0
Lengste periode < 1cm/s (min)	60	50	20	20
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	22.4	13.0	14.4	15.6
Lengste periode < 3cm/s (min)	210	180	180	170
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	86.7	69.7	73.1	78.1
Lengste periode < 10cm/s (min)	4150	2190	2150	1360
% ≥ 30cm/s	0.0	0.5	0.1	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	60	30	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	3.3	0.7	1.0	2.6
Retning (grader)	189	130	8	17
Neumann-parameter	0.6	0.1	0.1	0.4
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	5087	7352	6760	6146

17.2 Strømroser

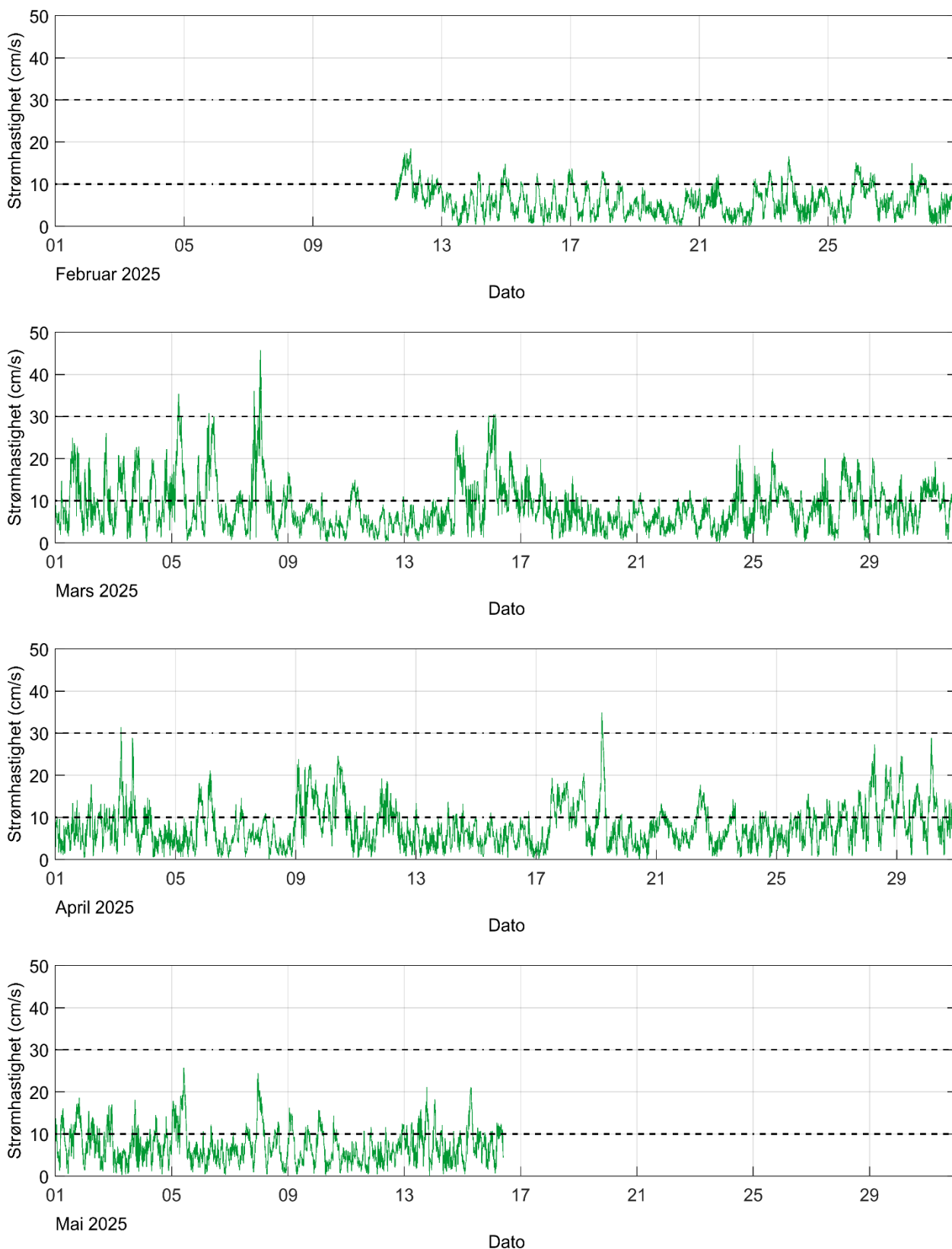
Strømrosene viser strømhastighet og strømretning for hver måned. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



Figur 17.2.1. Strømroser på 15m dyp i februar, mars, april og mai 2025.

17.3 Tidsdiagram – strømhastighet

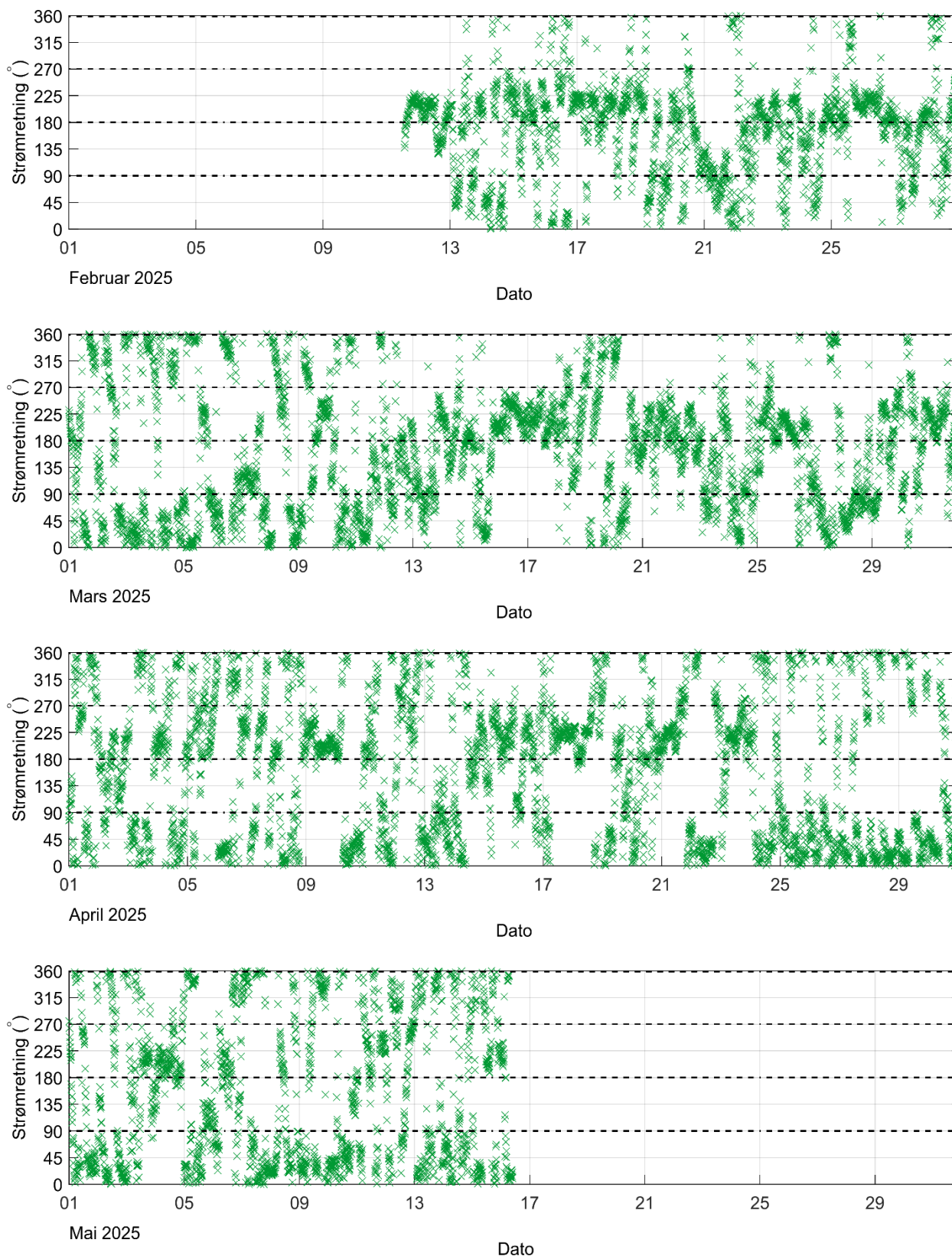
Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i februar, mars, april og mai 2025. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

17.4 Tidsdiagram – strømretning

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i februar, mars, april og mai 2025. Strømretning er indikert 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	feb25	mar25	apr25	mai25
1	0.5	0.9	0.8	0.7
10	1.9	2.7	2.4	2.3
20	2.8	3.9	3.7	3.5
30	3.7	5.0	4.7	4.6
40	4.4	6.1	5.7	5.5
50	5.3	7.2	6.8	6.4
60	6.4	8.5	8.0	7.5
70	7.5	10.0	9.5	8.7
80	8.9	12.3	11.4	10.3
90	10.7	16.3	14.6	12.7
95	12.1	19.8	17.2	15.3
99	14.8	27.2	22.9	19.3

17.6 Prosentfordeling av strømhastighet

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

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

Strømhastighet (cm/s) - 15m	feb25	mar25	apr25	mai25
1	96.3	98.6	98.2	98.0
3	77.6	87.0	85.6	84.4
5	53.2	70.2	67.4	65.5
10	13.3	30.3	26.9	21.9
20		4.6	2.7	0.9
30		0.5	0.1	
40		0.04		