

Strømrapport

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

Lamholmen i

april - august 2024

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn		Vurdering av strømforhold ved Lamholmen. SR-NH-Lamholmen-110211760-3011-01-001.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	19.08.24	Første utgivelse. Presentasjon og vurdering av gjennomførte strømmålinger ved Lamholmen.	
Rapportdistribusjon		Innhold fra denne rapporten kan brukes så lenge rapporten oppgis som kilde, og at alt benyttet materiale blir kreditert Åkerblå AS.	
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Lamholmen	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Brønnøy	Fylke	Nordland
Oppdragsgiver			
Selskap	Norsk Havbrukssenter AS; Toftsundet, 8909 BRØNNØYSUND, NORGE		
Kontaktperson	Knut Idar Torgnes	knut.idar.torgnes@torghattenaqua.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Robert Stien Andersen	robert.andersen@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Tore Magnus Arnesen Taklo	tore.taklo@akerbla.no	
Kontrollert av	Andriani Glykofridi-Fragkou	andriani.fragkou@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall		
Måledyp	5m	15m
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	48.3 (NØ)	40.0 (Ø)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	11.6	7.7
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.4	2.5
Strømstyrke < 3cm/s (%)	11.8	19.0
Strømstyrke < 10cm/s (%)	55.6	74.7
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	5.3	0.7
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.5	0.3
10-års strøm (maksimal)	80	66
50-års strøm (maksimal)	89	74

Innholdsfortegnelse

1. Forord	6
2. Områdebeskrivelse	7
3. Metodikk.....	8
4. Resultater.....	11
4.1 Sammendrag av strømdata	11
4.2 Strømrose	12
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning	13
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	15
4.5 Strømmens retningsfordeling	16
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	17
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	18
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	19
4.9 Progressivt vektordiagram	20
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	22
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	22
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	23
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	23
4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	24
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	24
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	24
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	24
4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	25
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	26
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	26
4.21 Strømfordeling	27
4.22 Strømvarighet.....	28
4.23 Tidevannsanalyse	29
4.24 Vind under måleperioden.....	32
4.25 CTD-profil.....	37
5. Diskusjon	38
5.1 Høye strømmålinger.....	38
5.2 Tidevannspåvirkning.....	38
5.3 Vindpåvirkning	38
5.4 Vannutskiftning.....	39

5.5	Vannsøylens vertikale struktur	39
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	40
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger	40
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	41
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	42
6.4	CTD-målinger	42
7.	Vedlegg – Riggoppsett	43
7.1	Riggoppsett	43
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring	46
8.1	Databearbeiding	46
8.2	Kvalitetssikring av data	48
8.3	Ekstern påvirkning	51
8.4	Fjernede dataverdier	52
8.4.1	Måleperiode	52
8.4.2	Enkelte datapunkter	52
9.	Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm	53
10.	Vedlegg - Varighetsanalyse	58
11.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser	64
12.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner	65
13.	Vedlegg – Måleenheter	66
14.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	67
15.	Vedlegg – Referanser	68
16.	Vedlegg – Resultater per måned på 5m dyp	69
16.1	Sammendrag av strømdata	69
16.2	Strømroser	70
16.3	Tidsdiagram – strømhastighet	72
16.4	Tidsdiagram – strømretning	74
16.5	Persentilfordeling av strømhastighet	76
16.6	Prosentfordeling av strømhastighet	76
17.	Vedlegg – Resultater per måned på 15m dyp	77
17.1	Sammendrag av strømdata	77
17.2	Strømroser	78
17.3	Tidsdiagram – strømhastighet	80
17.4	Tidsdiagram – strømretning	82

17.5	Persentilfordeling av strømhastighet.....	84
17.6	Prosentfordeling av strømhastighet.....	84

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Norsk Havbrukssenter AS utført strømmålinger ved eksisterende oppdrettslokalitet Lamholmen 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.

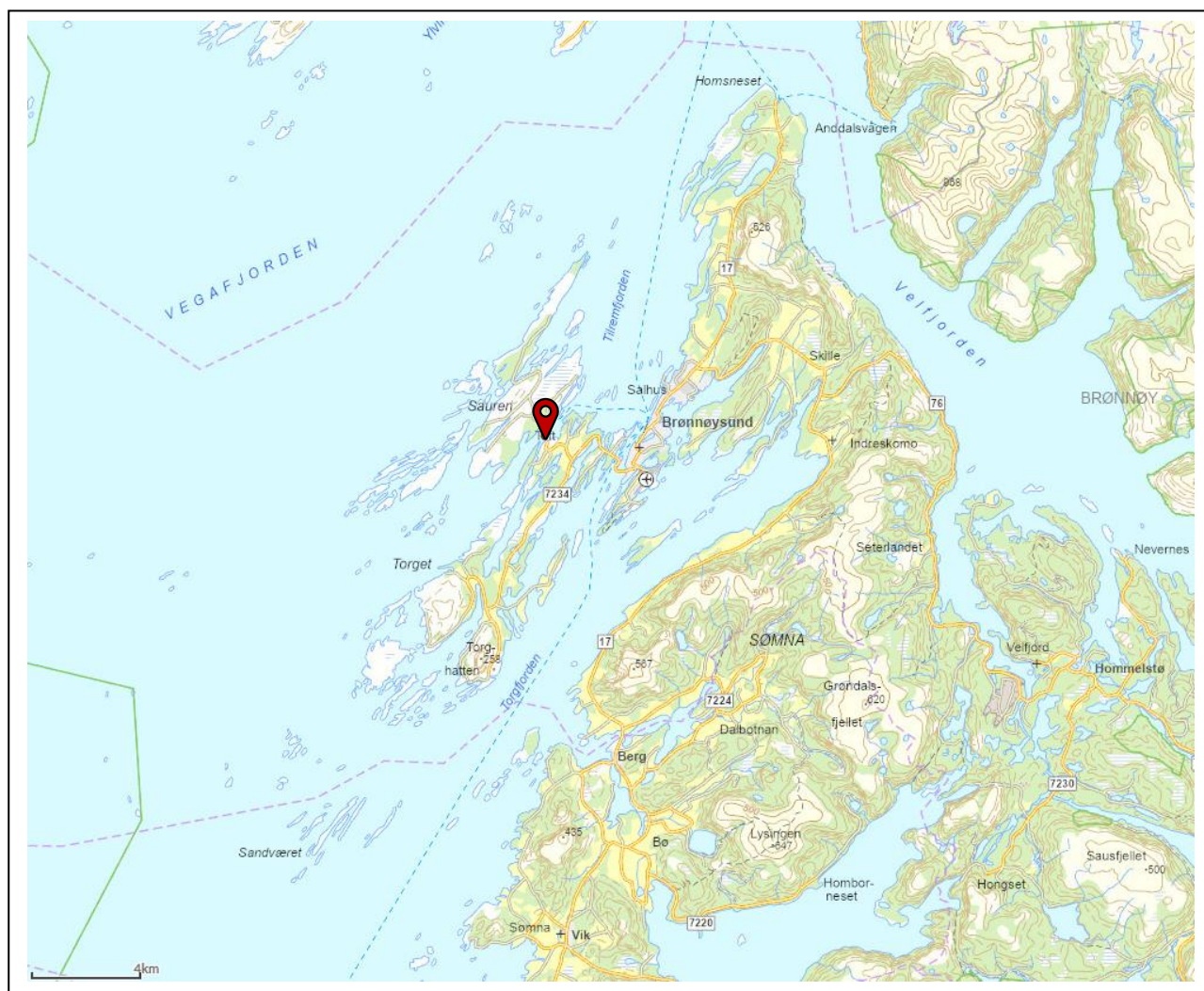
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9425-1:1999, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016). For måleperioder på 3 måneder eller lengre benyttes multiplikasjonsfaktor for NS 9415:2021 for beregning av returverdier.

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Lamholmen ligger i Brønnøy kommune, Nordland (Figur 2.1). Lamholmen er plassert på østsiden av Toftsundet og er åpen mot sundet fra SV til NØ. Toftsundet er åpent mot Kattsundet i NØ og mot åpent hav med øyer, holmer og skjær i SV.

På grunn av omkringliggende topografi er de mest aktuelle vindretningene, med tanke på strøm, fra N, NØ, SV og V.

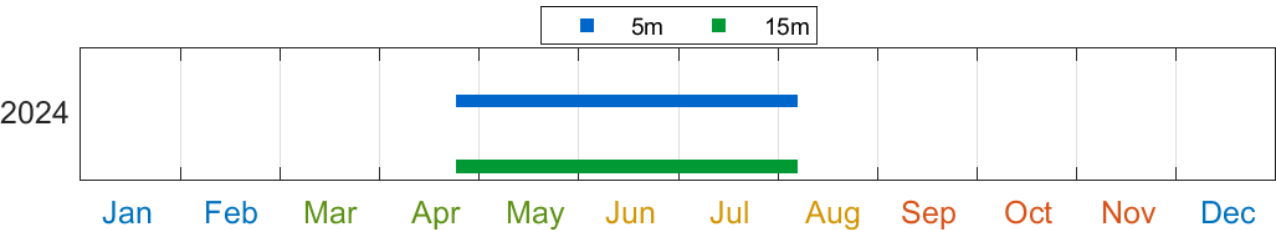
Bunntopografi er ca. 65m dyp og orientert NØ – SV i området for strømmålingsposisjonen.



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt måleposisjonen, 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 over to måleperioder; fra 24.04.24 til 06.06.24 (P1) og fra 06.06.24 til 06.08.24 (P2) (Figur 3.1).



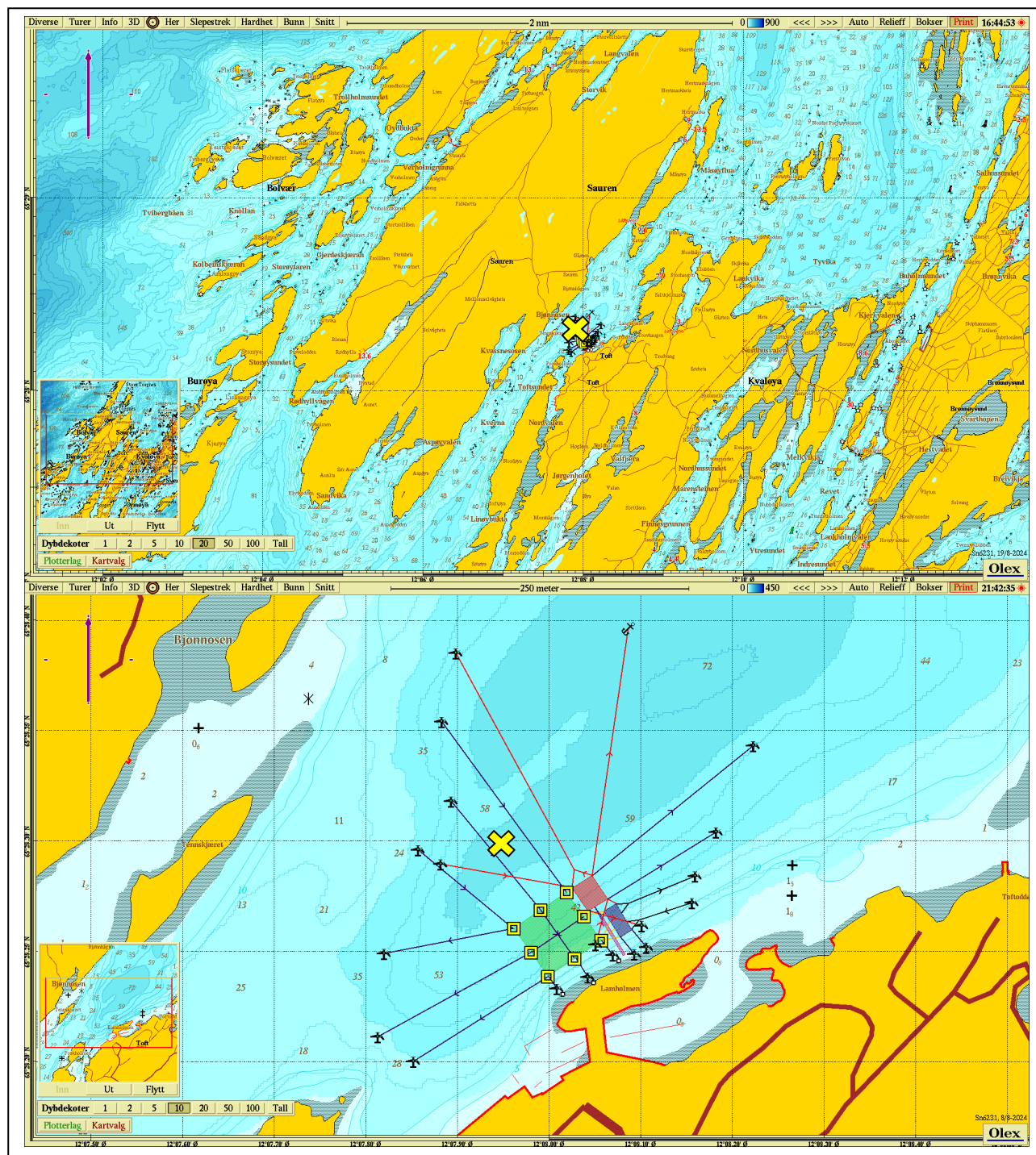
Figur 3.1. De fargede linjene i figuren viser hvilke år og måneder det er strømmålinger på 5m (blå linje) og 15m (grønn linje). Skriftfargene på månedene langs x-aksen illustrerer sesong; blå = vinter, grønn = vår, gul = sommer, og rød = høst. Målingene på 5m og 15m ble utført om våren og sommeren.

Anlegg var i drift under måleperioden. Eventuell påvirkning på målt strøm er vurdert i «Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring».

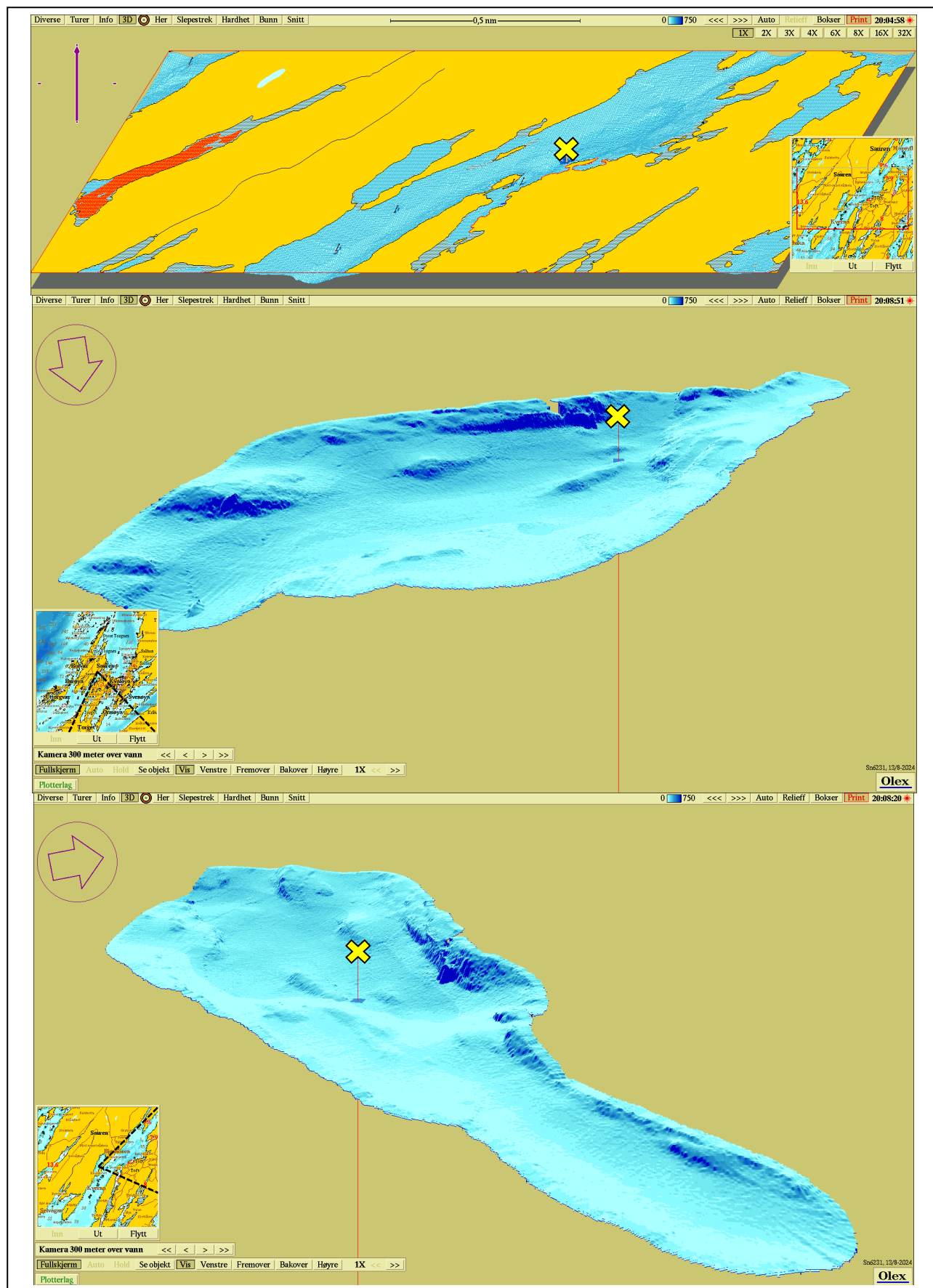
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.2 – Figur 3.3). Målerne på 5m og 15m er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området der anlegget ligger.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m
Posisjonsanvisning	✕	✕
Posisjon	65° 28.299' N; 012° 07.951' Ø	65° 28.299' N; 012° 07.951' Ø
Dyp på målested	65m	65m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	24.04.24 - 06.08.24	24.04.24 - 06.08.24
	P1: 24.04.24 - 06.06.24	P1: 24.04.24 - 06.06.24
	P2: 06.06.24 - 06.08.24	P2: 06.06.24 - 06.08.24
Måleintervall	10 minutter	10 minutter
Antall døgn (målt/planlagt)	104.1 / 104.1	104.1 / 104.1
	P1: 43.0 / 43.0	P1: 43.0 / 43.0
	P2: 61.1 / 61.1	P2: 61.1 / 61.1
Fjernede datapunkt	P1: 0	P1: 0
	P2: 0	P2: 0
Manglende datapunkt	P1 - P2: 6	P1 - P2: 6



Figur 3.2. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss, i forhold til eksisterende anlegg. 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

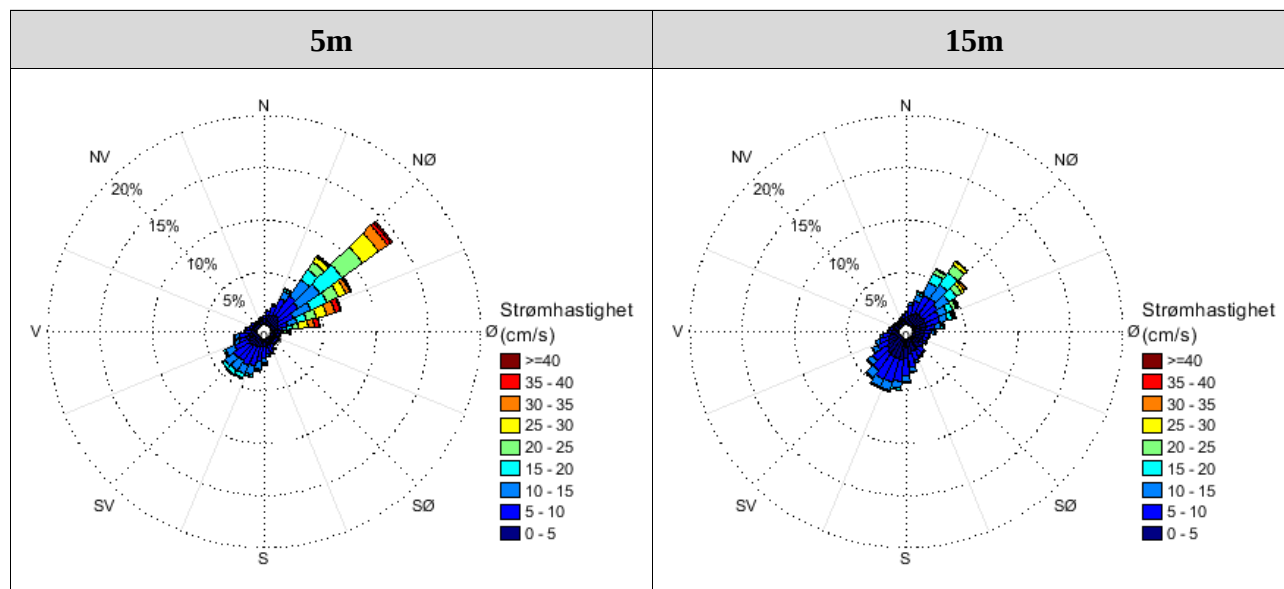
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

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

Måledyp	5m-P1	5m-P2	15m-P1	15m-P2
Sjøtemperatur (°C)	5.2 - 13.3	11.6 - 17.3	5.2 - 12.5	10.5 - 16.1
Strømhastighet	5m		15m	
Maksimum (cm/s)	48.3		40.0	
Gjennomsnitt (cm/s)	11.6		7.7	
Minimum (cm/s)	0.1		0.0	
Signifikant maks (cm/s)	22.2		14.1	
Signifikant min (cm/s)	3.7		2.7	
Varians (cm/s) ²	80.2		33.4	
Standardavvik (cm/s)	9.0		5.8	
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.4		2.5	
Lengste periode < 1cm/s (min)	30		50	
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	11.8		19.0	
Lengste periode < 3cm/s (min)	190		200	
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	55.6		74.7	
Lengste periode < 10cm/s (min)	1000		2740	
% ≥ 30cm/s	5.3		0.7	
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	270		120	
% ≥ 50cm/s	0.0		0.0	
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0		0	
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	5.7		2.0	
Retning (grader)	68		76	
Neumann-parameter	0.5		0.3	
Gjennomsnittlig vannforflytning (m³/m²/d)	10064		6615	

4.2 Strømrose

En strømrose viser strømhastighet 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 strømhastighetsklasse 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 og 15m dyp.

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.

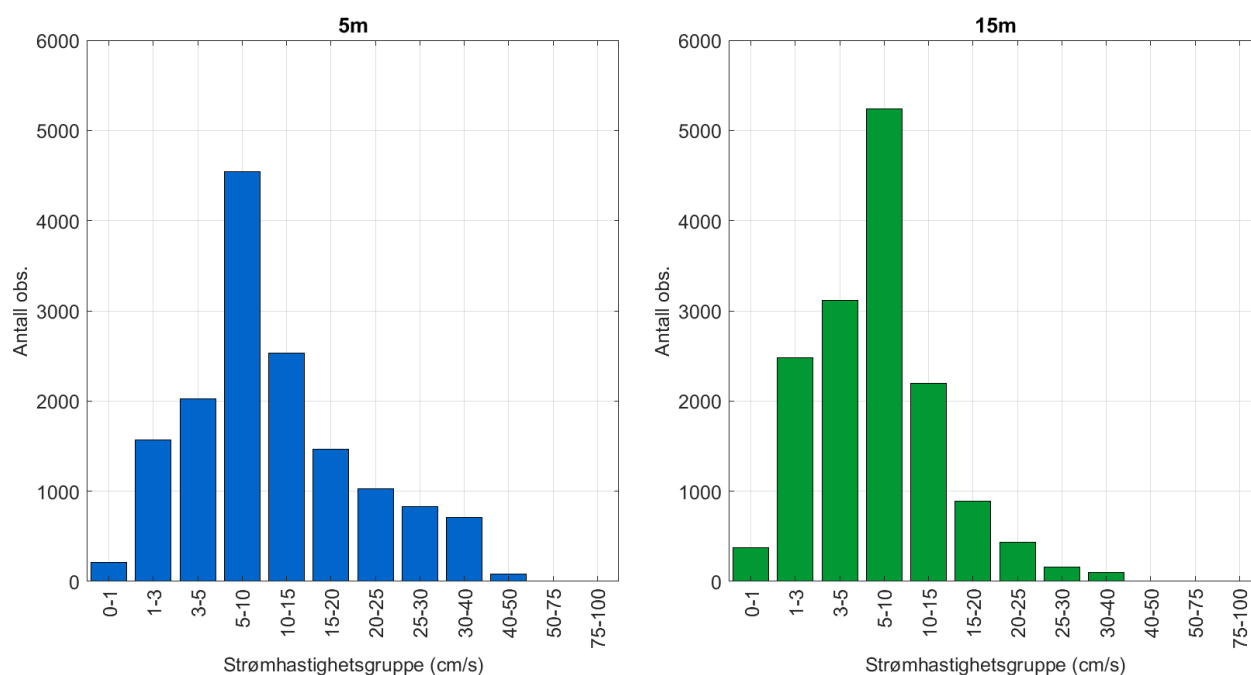
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	6	74	60	57	6	0	0	0	0	0	0	0	0	203	1.4	5089	0.5	14.1
N	15	7	90	124	150	17	5	0	0	0	0	0	0	0	393	2.6	11821	1.1	16.5
NØ	30	7	78	155	391	180	59	22	10	5	0	0	0	0	907	6.1	46805	4.5	32.5
NØ	45	14	74	152	539	528	446	388	280	179	27	0	0	0	2627	17.5	256089	24.4	48.3
NØ	60	9	72	109	368	403	380	306	220	161	24	0	0	0	2052	13.7	206440	19.7	47.1
Ø	75	5	67	62	155	143	169	183	258	297	27	0	0	0	1366	9.1	173282	16.5	48.1
Ø	90	10	49	62	64	31	49	50	52	68	5	0	0	0	440	2.9	42496	4.1	43.6
Ø	105	5	52	49	50	6	12	11	4	1	0	0	0	0	190	1.3	7781	0.7	36.0
SØ	120	8	64	65	53	11	5	2	0	0	0	0	0	0	208	1.4	6015	0.6	24.6
SØ	135	6	52	53	84	6	0	0	0	0	0	0	0	0	201	1.3	5901	0.6	15.0
SØ	150	8	54	79	114	20	3	1	0	0	0	0	0	0	279	1.9	9276	0.9	20.2
S	165	6	57	86	164	48	5	4	0	0	0	0	0	0	370	2.5	14504	1.4	24.3
S	180	6	65	89	265	97	36	13	1	0	0	0	0	0	572	3.8	27137	2.6	26.4
S	195	13	77	98	362	180	34	14	4	0	0	0	0	0	782	5.2	38602	3.7	29.0
SV	210	5	76	118	462	218	95	25	1	0	0	0	0	0	1000	6.7	53681	5.1	28.1
SV	225	11	66	136	389	255	94	9	2	0	0	0	0	0	962	6.4	51265	4.9	26.3
SV	240	9	92	129	327	207	40	1	0	0	0	0	0	0	805	5.4	38132	3.6	21.0
V	255	13	64	106	224	109	18	0	0	0	0	0	0	0	534	3.6	22879	2.2	19.9
V	270	10	59	64	132	49	12	0	0	0	0	0	0	0	326	2.2	12718	1.2	18.8
V	285	13	51	63	75	10	0	0	0	0	0	0	0	0	212	1.4	6001	0.6	14.0
NV	300	14	48	46	52	3	0	0	0	0	0	0	0	0	163	1.1	3931	0.4	10.8
NV	315	8	58	41	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	0.9	2641	0.3	8.2
NV	330	4	46	36	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	0.7	1979	0.2	9.5
N	345	11	82	46	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	161	1.1	2986	0.3	13.1
Antall obs.		208	1567	2028	4539	2528	1462	1029	832	711	83	0	0	0	14987	100	0	0	0
%		1.4	10.5	13.5	30.3	16.9	9.8	6.9	5.6	4.7	0.6	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

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

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	19	81	81	101	22	2	0	0	0	0	0	0	0	306	2.0	8743	1.3	16.8
N	15	9	90	122	266	97	35	7	2	0	0	0	0	0	628	4.2	27306	4.0	27.6
NØ	30	22	103	166	374	285	202	109	24	8	0	0	0	0	1293	8.6	84373	12.3	35.1
NØ	45	10	111	170	419	348	270	179	81	38	0	0	0	0	1626	10.8	122731	17.8	36.9
NØ	60	16	89	190	348	203	136	82	32	38	0	0	0	0	1134	7.6	74697	10.9	38.7
Ø	75	14	107	149	239	145	78	33	21	17	0	0	0	0	803	5.4	45235	6.6	40.0
Ø	90	15	102	120	158	67	24	6	1	0	0	0	0	0	493	3.3	19095	2.8	25.6
Ø	105	19	116	102	98	14	8	1	0	0	0	0	0	0	358	2.4	9826	1.4	20.5
SØ	120	20	108	110	88	8	2	0	0	0	0	0	0	0	336	2.2	8311	1.2	17.1
SØ	135	14	99	104	129	7	0	0	0	0	0	0	0	0	353	2.4	9406	1.4	13.7
SØ	150	15	123	146	177	25	2	0	0	0	0	0	0	0	488	3.3	14243	2.1	17.2
S	165	17	115	152	248	79	6	0	0	0	0	0	0	0	617	4.1	22031	3.2	17.4
S	180	27	157	220	378	130	25	1	0	0	0	0	0	0	938	6.3	35482	5.2	20.1
S	195	12	177	266	491	164	35	2	0	0	0	0	0	0	1147	7.7	45775	6.7	21.7
SV	210	15	168	276	522	188	28	6	0	0	0	0	0	0	1203	8.0	48364	7.0	22.5
SV	225	11	127	232	437	161	23	3	0	0	0	0	0	0	994	6.6	40368	5.9	22.7
SV	240	16	130	143	260	119	12	4	0	0	0	0	0	0	684	4.6	26420	3.8	23.2
V	255	22	98	97	184	71	2	0	0	0	0	0	0	0	474	3.2	16697	2.4	16.1
V	270	13	70	67	92	32	1	0	0	0	0	0	0	0	275	1.8	8730	1.3	17.0
V	285	9	75	51	57	15	0	0	0	0	0	0	0	0	207	1.4	5632	0.8	14.4
NV	300	14	66	34	34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	150	1.0	3166	0.5	13.4
NV	315	13	62	35	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	141	0.9	2959	0.4	12.4
NV	330	12	45	32	42	5	0	0	0	0	0	0	0	0	136	0.9	3319	0.5	13.3
N	345	21	59	48	66	8	1	0	0	0	0	0	0	0	203	1.4	5398	0.8	16.4
Antall obs.		375	2478	3113	5237	2197	892	433	161	101	0	0	0	0	14987	100	0	0	0
%		2.5	16.5	20.8	34.9	14.7	6.0	2.9	1.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

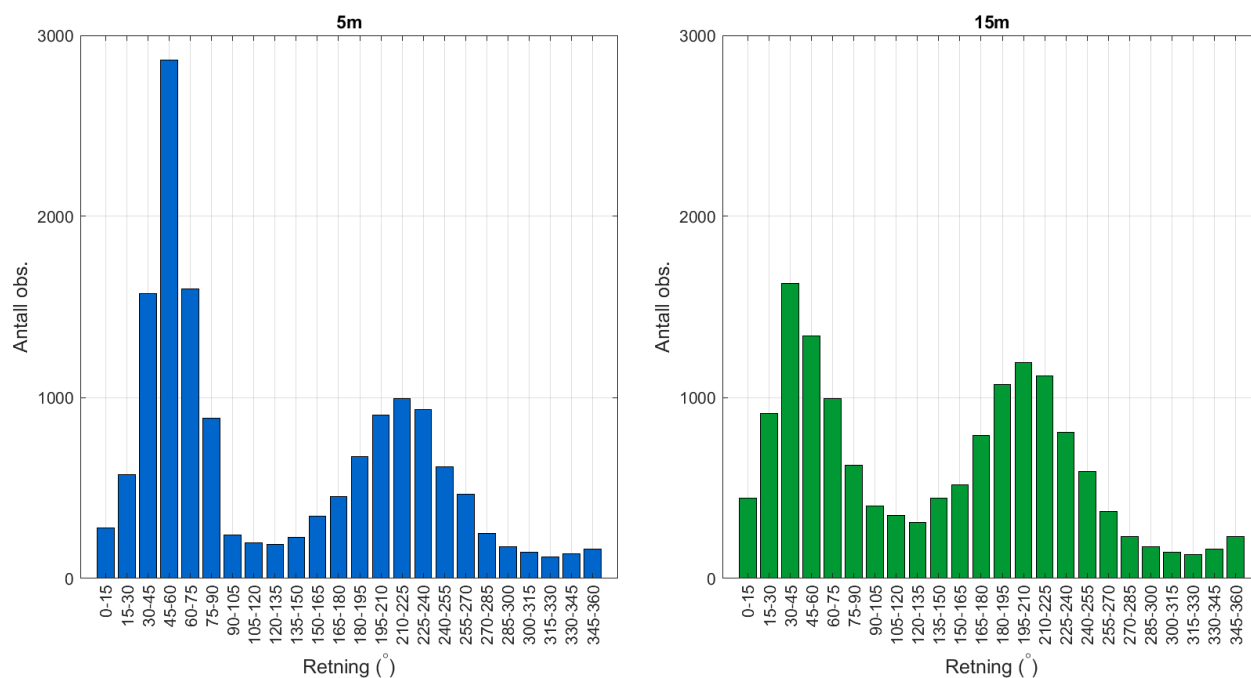
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under. Hastighetsfordelingen er $\geq$ (laveste verdi) og $<$ (høyeste verdi) av oppgitt intervall.



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

4.5 Strømmens retningsfordeling

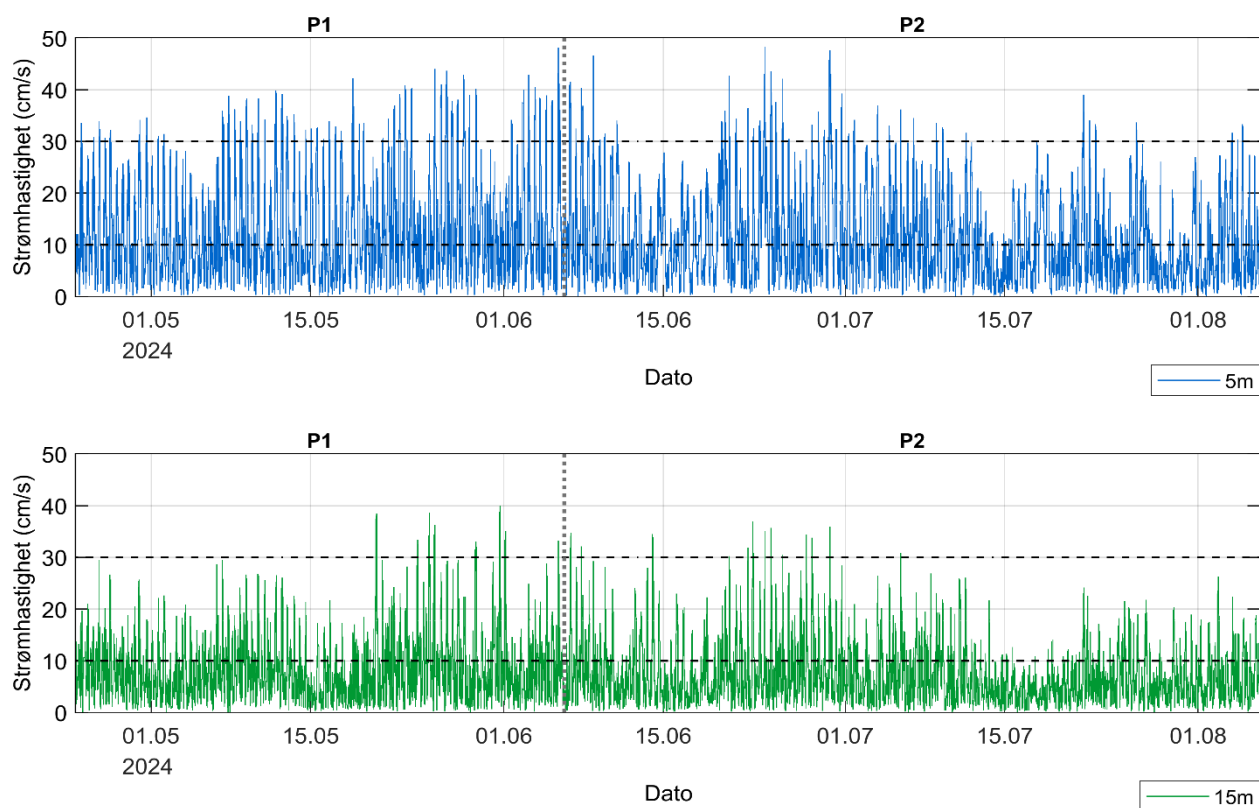
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under. Retningsfordelingen er $\geq$ (laveste verdi) og $<$ (høyeste verdi) av oppgitt intervall.



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

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

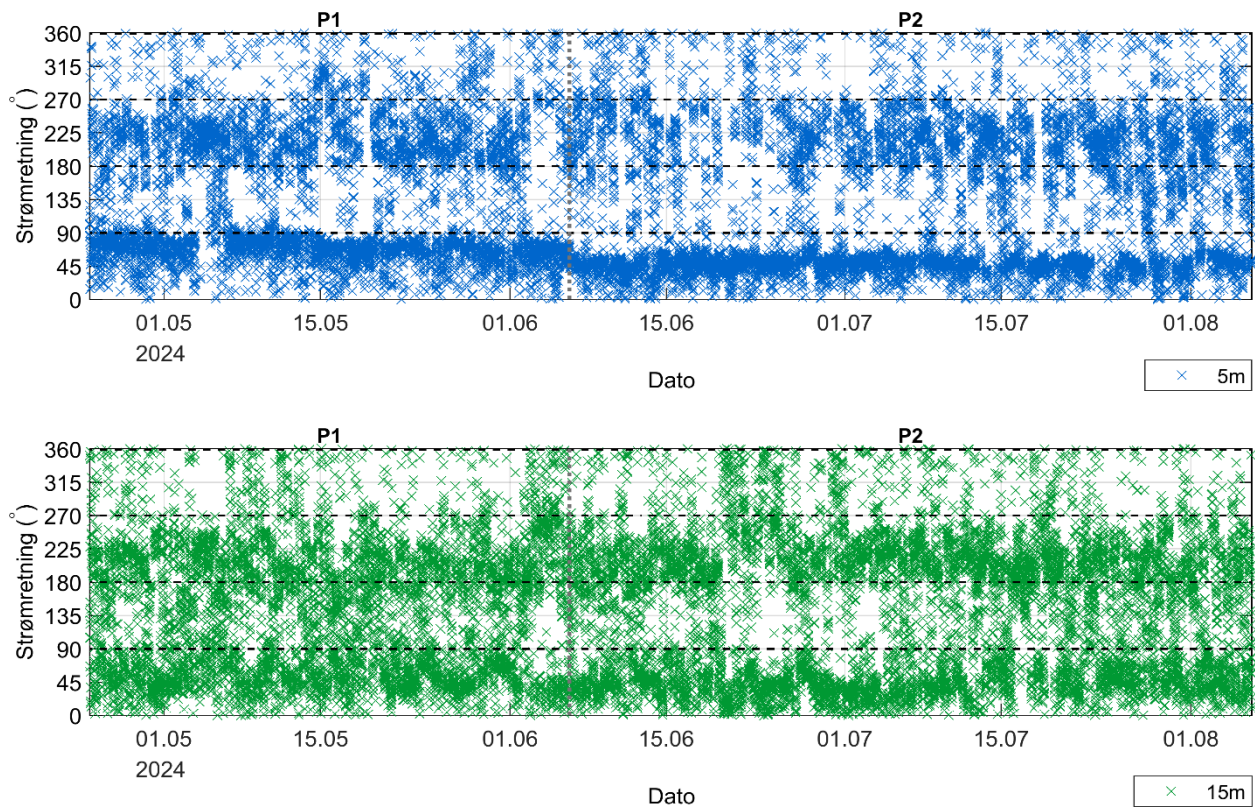
Strømmens hastighet under hele måleperioden er oppgitt under. Stiplede linjer indikerer tilfeller med strømhastigheter over 10cm/s og 30cm/s.



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

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

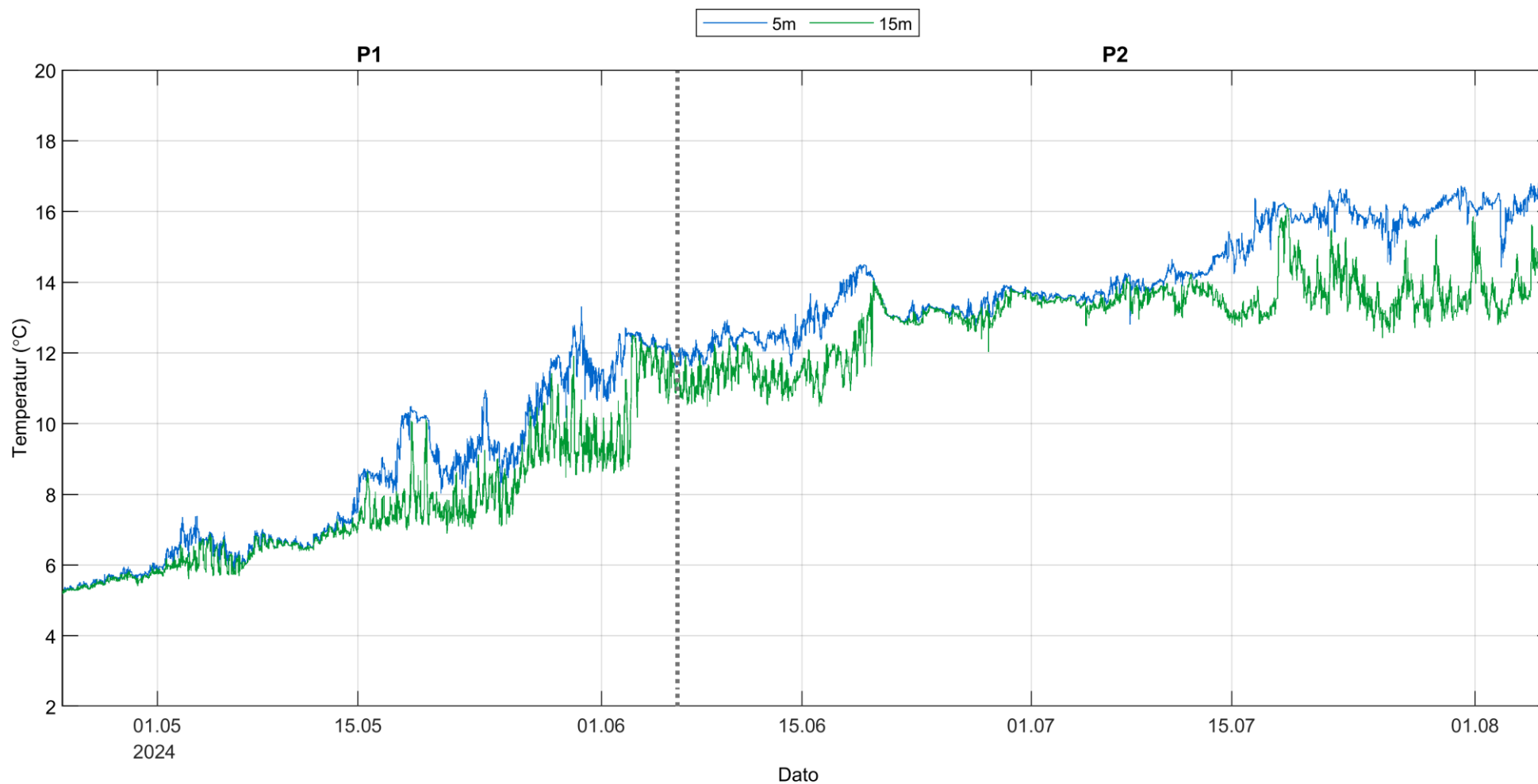
Strømmens retning under hele måleperioden er oppgitt under. Stiplede linjer er vist for 90°, 180°, 270° og 360° for å indikere kompassretningene øst, sør, vest og nord.



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

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

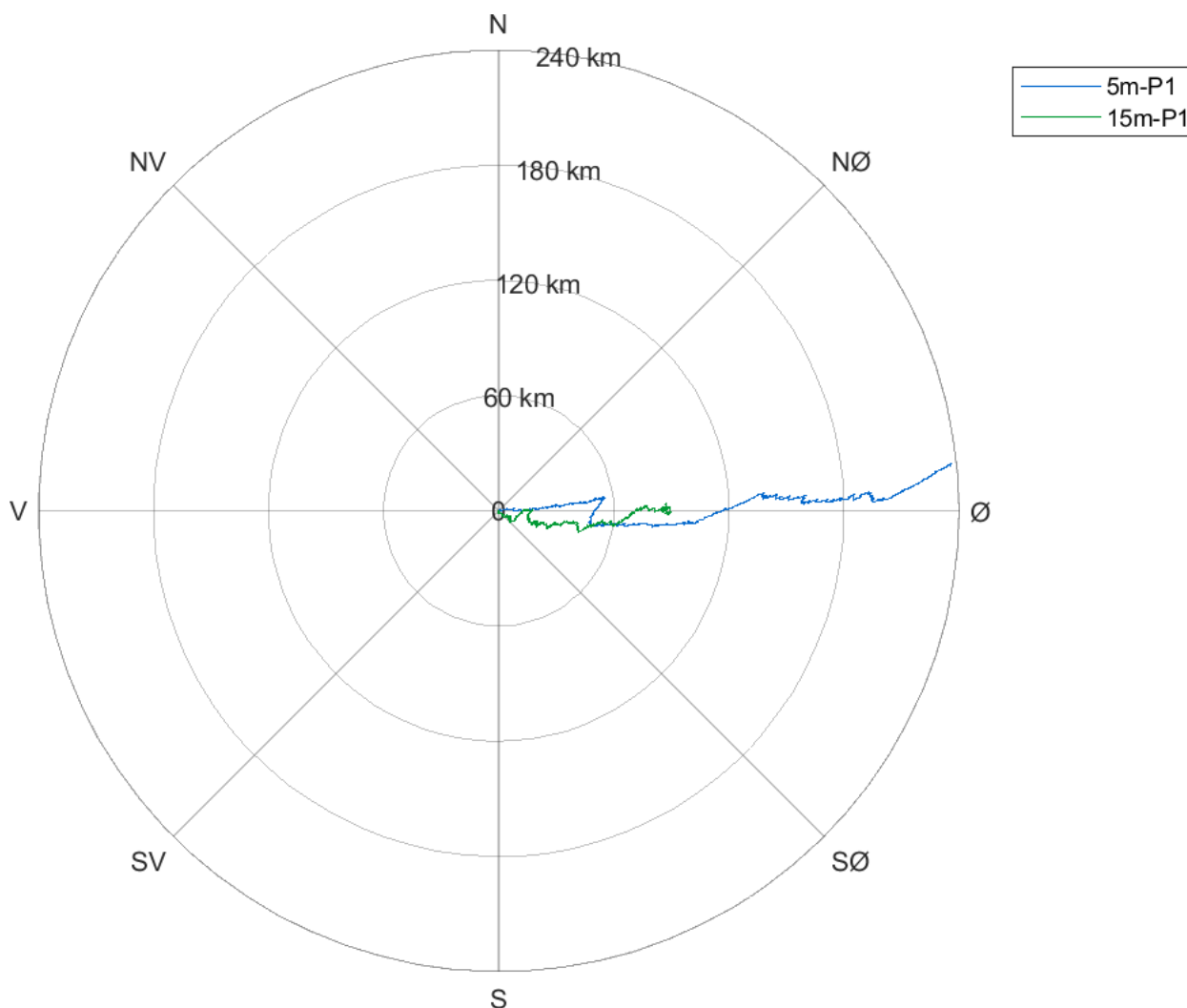
Temperatur under hele måleperioden er oppgitt under.



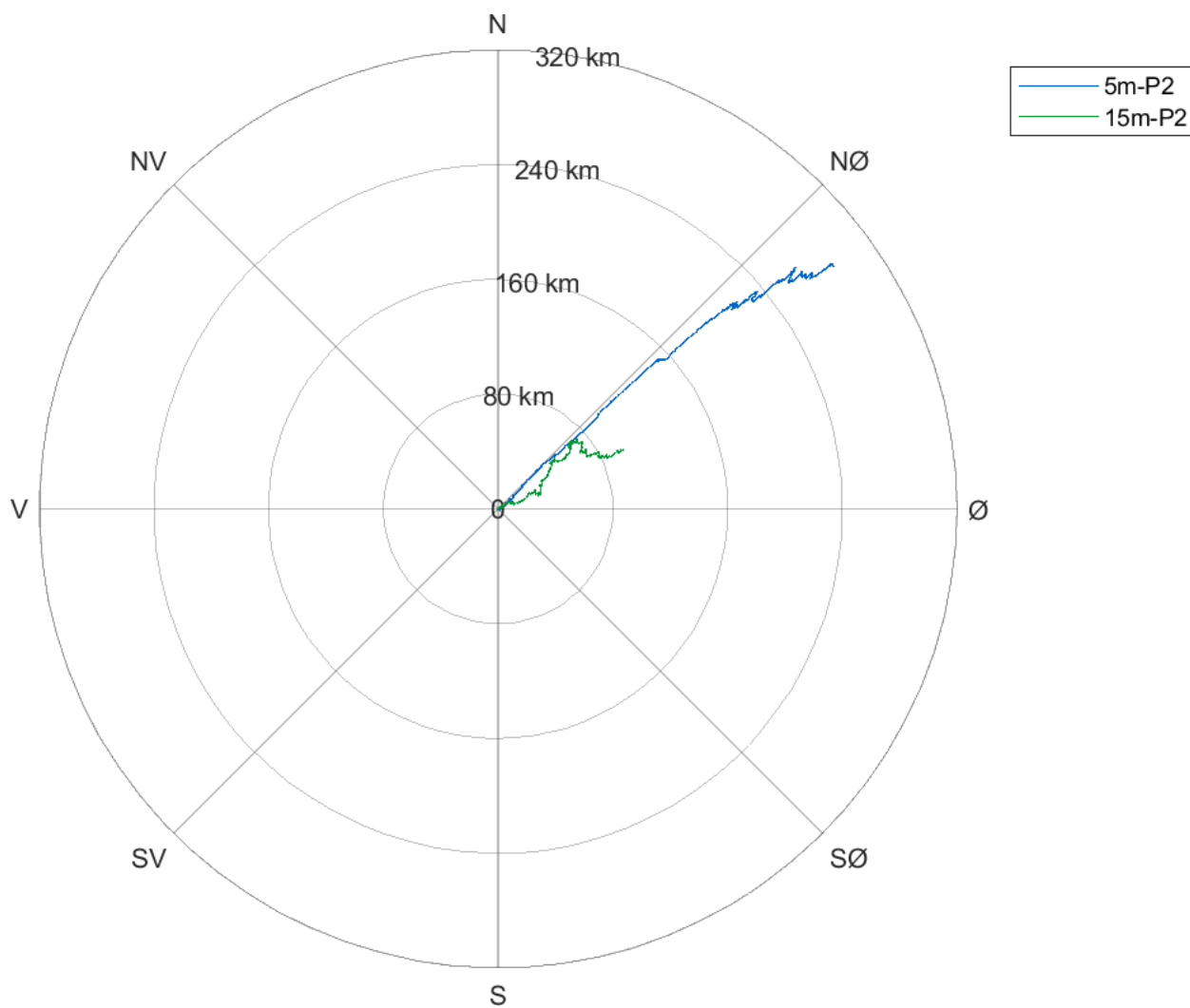
Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m og 15m dyp. Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.9 Progressivt vektordiagram

Et progressivt vektordiagram viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmålerens posisjon ved målestart, vil drive av sted i løpet av måleperioden (Figur 4.9.1 - Figur 4.9.2). Dette gir en indikasjon på vannutskiftning under måleperioden.

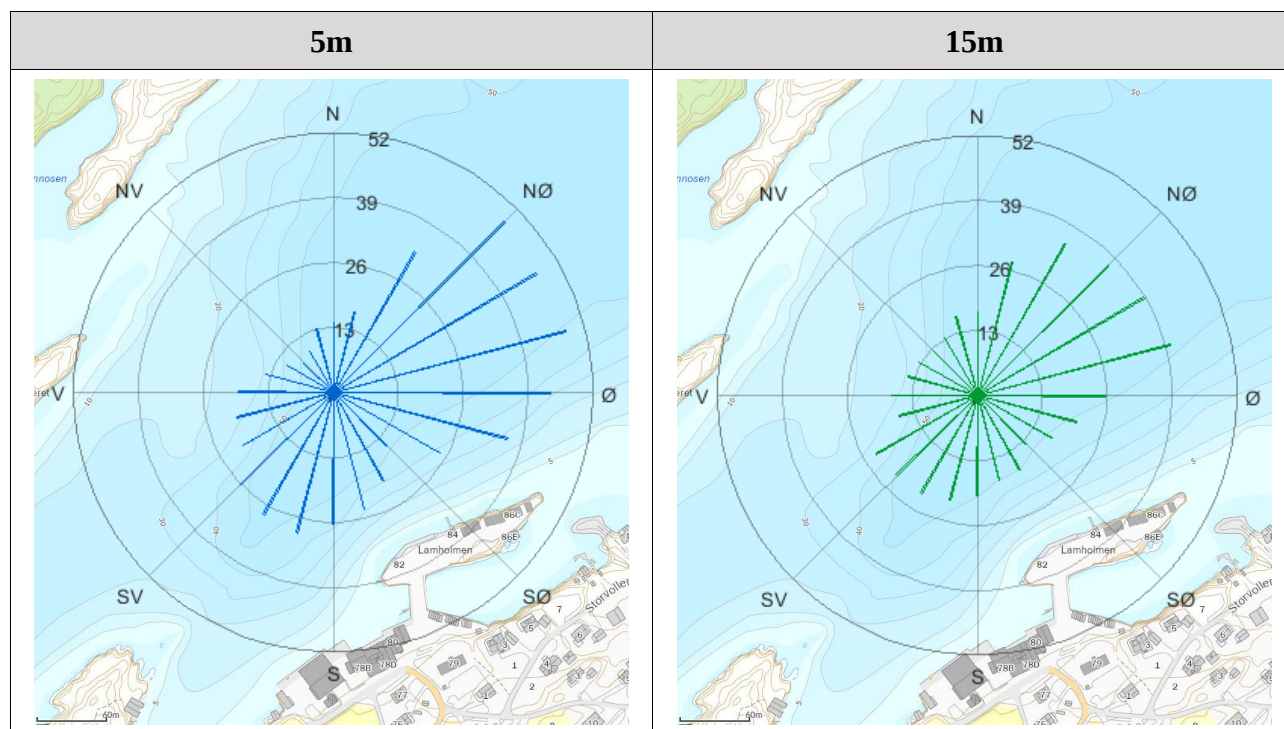


Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m og 15m dyp i P1.



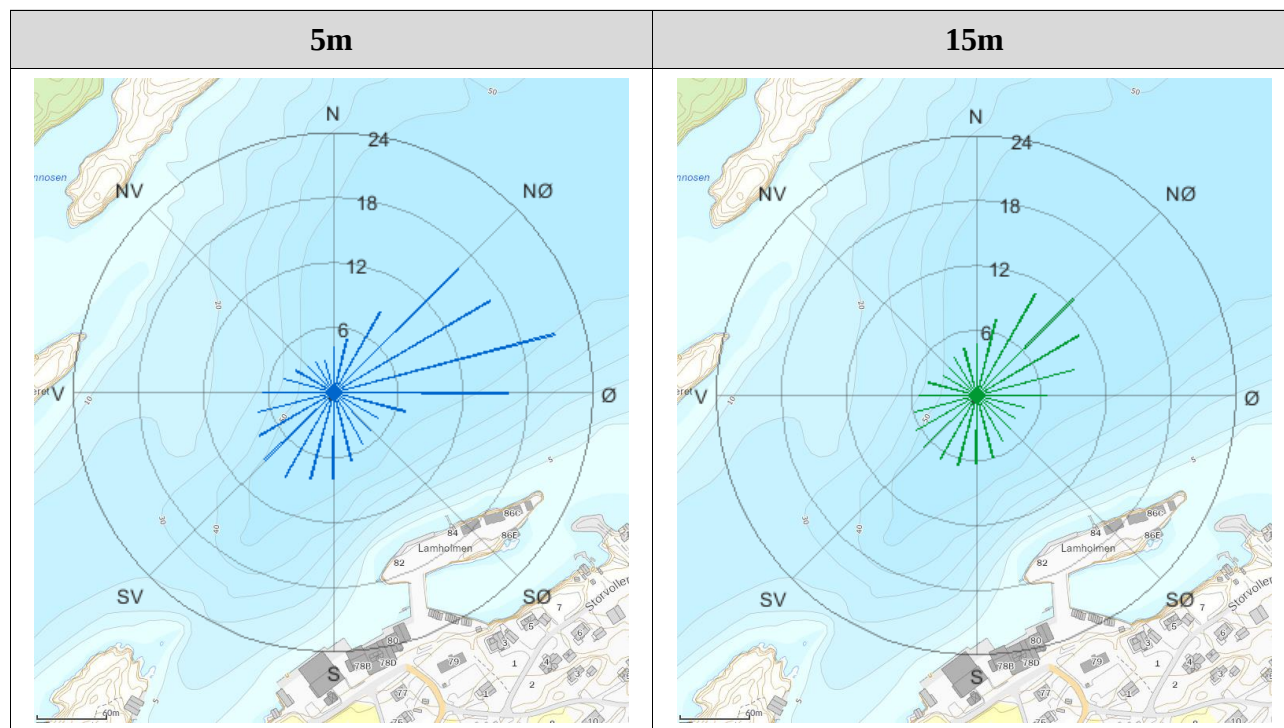
Figur 4.9.2. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m og 15m dyp i P2.

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømshastighet



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

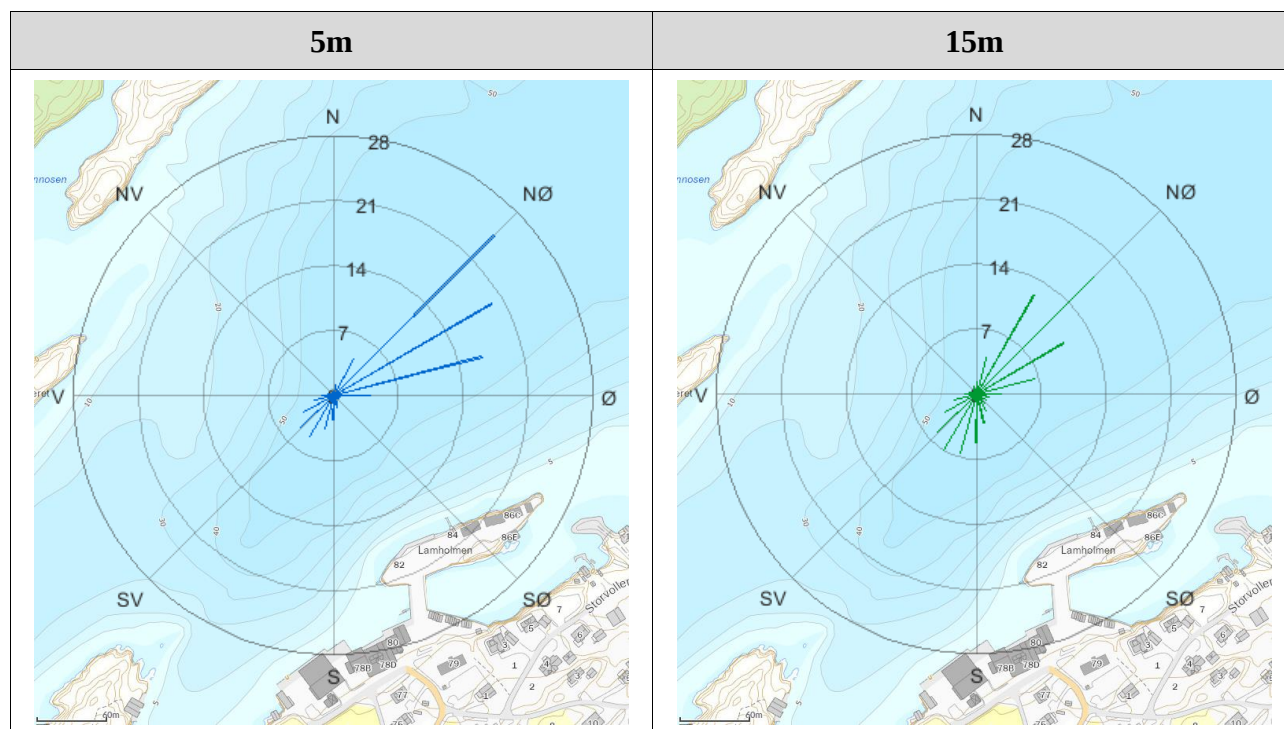
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



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

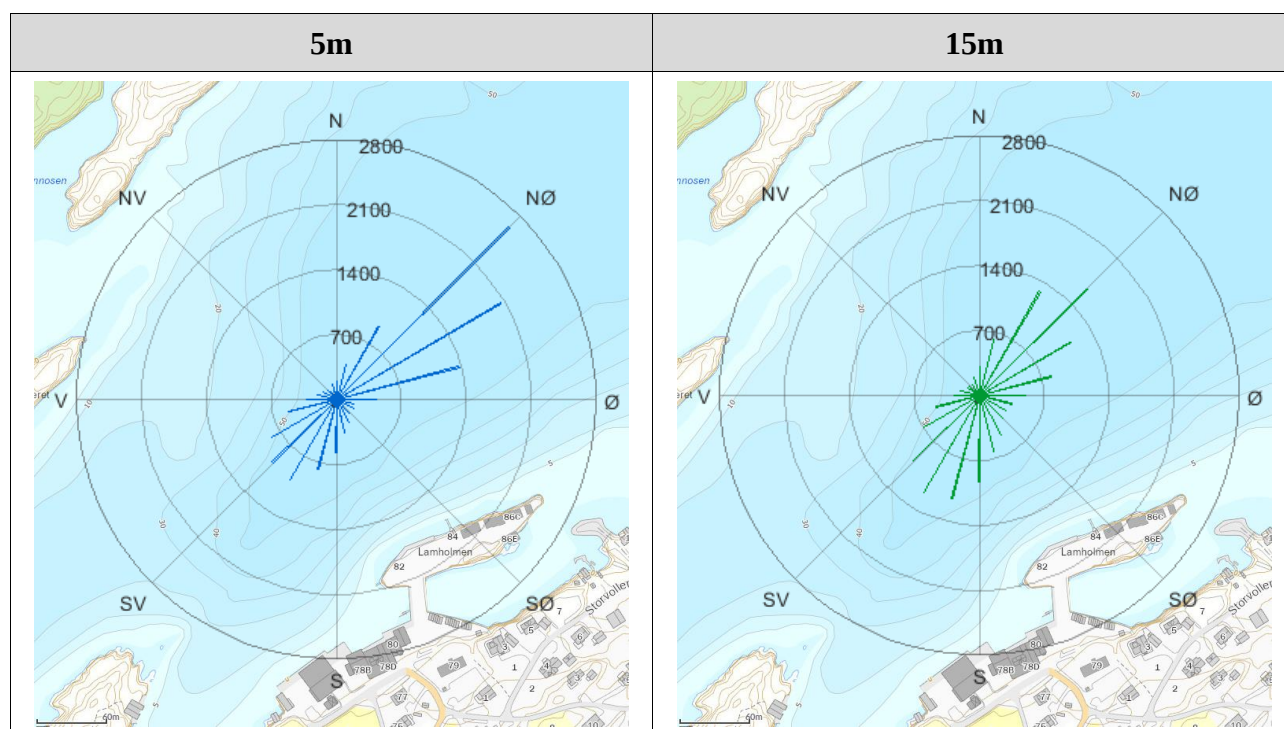
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

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 og 15m dyp i løpet av måleperioden.

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner



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

4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.14.1. Maksimal strømhastighet (cm/s) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	16.5	48.3	48.1	24.6	29.0	28.1	19.9	10.8
15m	27.6	38.7	40.0	17.2	21.7	23.2	17.0	13.4

4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.15.1. Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	4.1	15.2	18.7	5.1	7.8	8.6	6.5	3.6
15m	5.6	11.6	7.5	4.5	6.4	6.7	5.4	3.7

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	757	5586	1996	688	1724	2767	1072	397
15m	1137	4053	1654	1177	2702	2881	956	427

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	1.8	48.7	21.4	2.0	7.7	13.7	4.0	0.8
15m	5.6	41.1	10.8	4.7	15.1	16.8	4.5	1.4

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)	16.5	48.3	48.1	24.6	29.0	28.1	19.9	10.8
Retning (°)	18	51	72	113	191	208	262	298
10-år (cm/s) (x1.65)	27	80	79	41	48	46	33	18
50-år (cm/s) (x1.85)	31	89	89	45	54	52	37	20

Tabell 4.18.2. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 15m dyp.

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	27.6	38.7	40.0	17.2	21.7	23.2	17.0	13.4
Retning (°)	20	54	71	155	192	235	271	297
10-år (cm/s) (x1.65)	46	64	66	28	36	38	28	22
50-år (cm/s) (x1.85)	51	72	74	32	40	43	31	25

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
1	0.8	0.6
10	2.8	2.1
20	4.3	3.1
30	5.6	4.1
40	7.1	5.0
50	8.9	6.1
60	11.0	7.4
70	14.0	9.1
80	18.7	11.2
90	25.6	15.3
95	30.4	19.6
99	38.2	28.2

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
1	98.6	97.5
3	88.2	81.0
5	74.6	60.2
10	44.3	25.2
20	17.7	4.6
30	5.3	0.7
40	0.6	

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°	
$0 < x \leq 1$	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	1.4
$1 < x \leq 5$	3.2	4.3	2.3	2.4	3.1	4.1	2.7	1.8	23.9
$5 < x \leq 10$	1.5	8.7	1.8	1.7	5.3	7.9	2.9	0.6	30.4
$10 < x \leq 20$	0.2	13.3	2.7	0.3	2.7	6.1	1.3	0.02	26.6
$20 < x \leq 30$	0	8.2	3.7	0.02	0.2	0.3	0	0	12.4
$30 < x \leq 40$	0	2.3	2.4	0	0	0	0	0	4.7
$40 < x \leq 50$	0	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0.5
Sum	5.1	37.3	13.2	4.5	11.5	18.6	7.1	2.6	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	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	2.5
$1 < x \leq 5$	3.2	5.5	4.6	4.6	7.3	7.2	3.1	1.8	37.3
$5 < x \leq 10$	2.9	7.6	3.3	2.6	7.5	8.1	2.2	0.7	34.9
$10 < x \leq 20$	1.1	9.6	2.2	0.3	2.9	3.5	0.8	0.06	20.5
$20 < x \leq 30$	0.06	3.4	0.4	0	0.02	0.09	0	0	4.0
$30 < x \leq 40$	0	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0.7
$40 < x \leq 50$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Sum	7.6	27.0	10.9	7.8	18.1	19.2	6.4	2.9	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 4.22.2 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 $\geq 50\text{cm/s}$.

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)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$> 6t$
$0 < x \leq 1$	32	0	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	242	200	140	27	2	2	0	1
$5 < x \leq 10$	442	284	127	28	7	1	0	0
$10 < x \leq 20$	267	191	164	33	7	2	1	0
$20 < x \leq 30$	165	96	62	12	2	2	0	0
$30 < x \leq 40$	63	41	23	5	1	0	0	0
$40 < x \leq 50$	6	3	2	1	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)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$> 6t$
$0 < x \leq 1$	62	5	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	382	243	199	46	17	6	2	1
$5 < x \leq 10$	568	331	153	18	3	1	0	0
$10 < x \leq 20$	222	194	101	20	5	1	0	0
$20 < x \leq 30$	77	36	14	2	0	0	0	0
$30 < x \leq 40$	11	3	5	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).

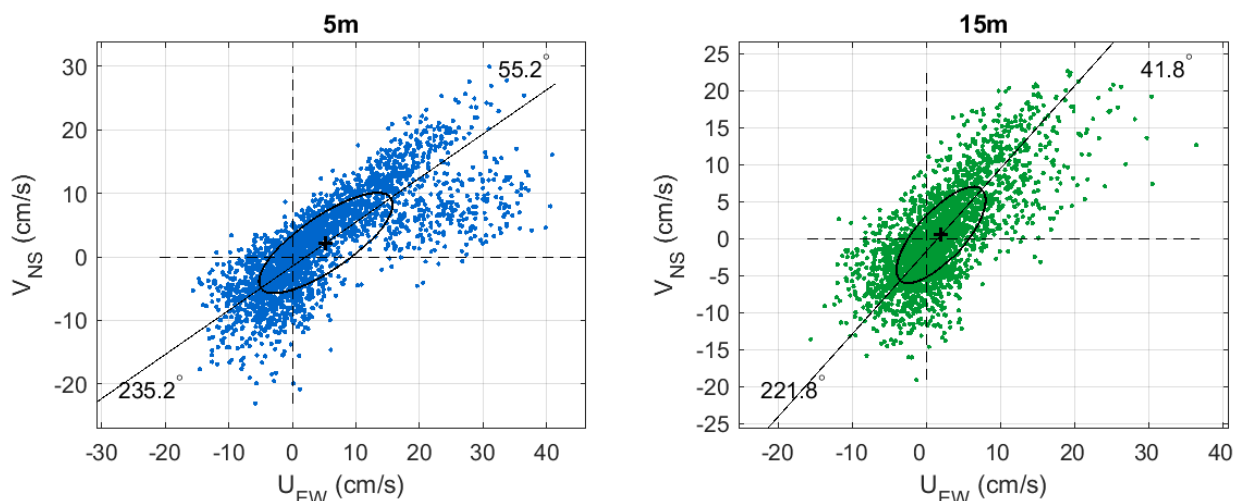
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere variasjon i strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning (Figur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

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

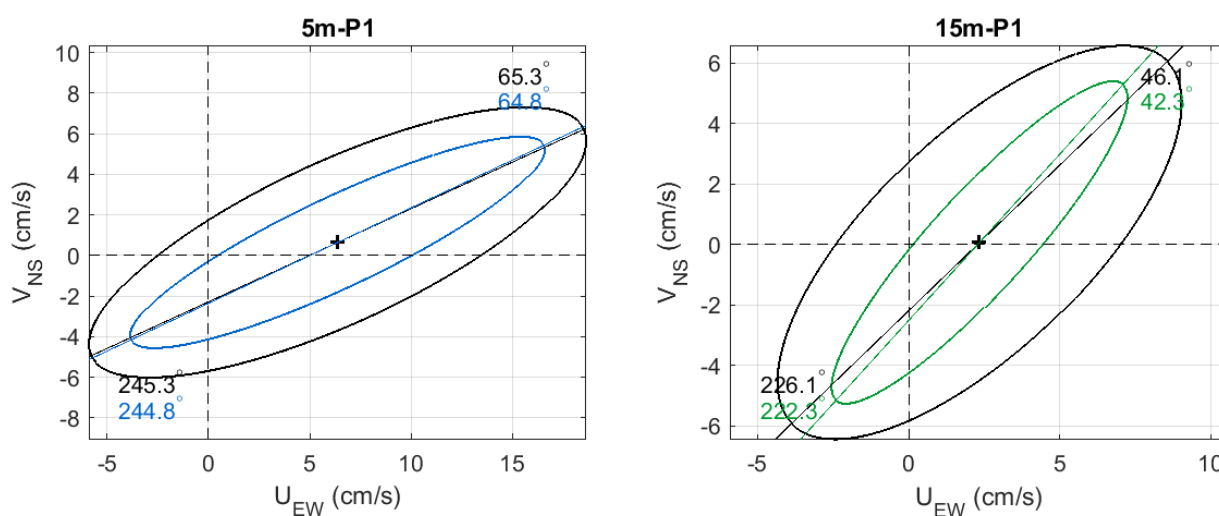
Strøm (%)	5m	15m
P1	77.3	66.6
P2	57.2	51.0
Trykk (%)	5m	15m
P1	2.3	23.2
P2	32.4	28.7

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

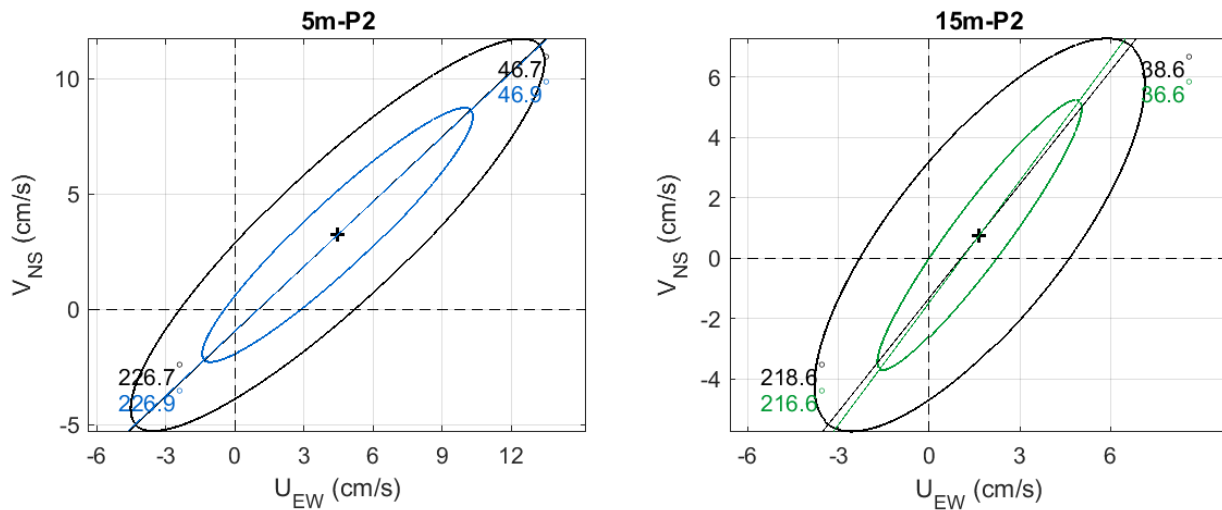
Strøm (%)	5m	15m
P1	67.6	59.8
P2	52.3	44.0
Trykk (%)	5m	15m
P1	0.3	9.1
P2	9.2	1.4



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



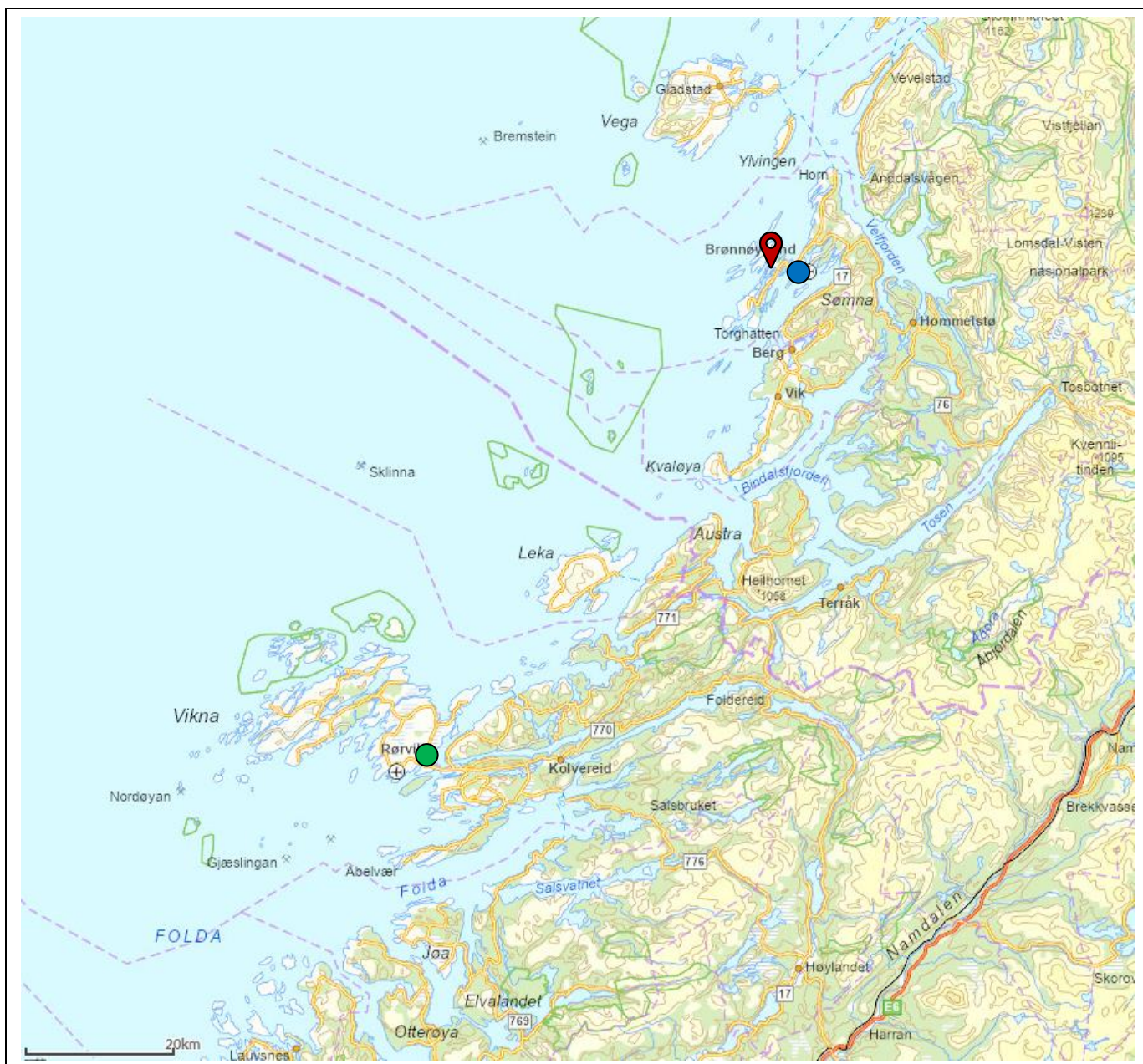
Figur 4.23.2. $U_{EW} - V_{NS}$ tidevannsellipser (fargede linjer) vist sammen med strørellipser (svarte linjer) for 5m og 15m i P1. Midtpunktet for strørellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold 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 strømsellipser (svarte linjer) for 5m og 15m i P2. Midtpunktet for strømsellipsene 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, 2023), som ligger ca. 4.2 km Ø/SØ for strømmålingsposisjonen (Figur 4.24.1)



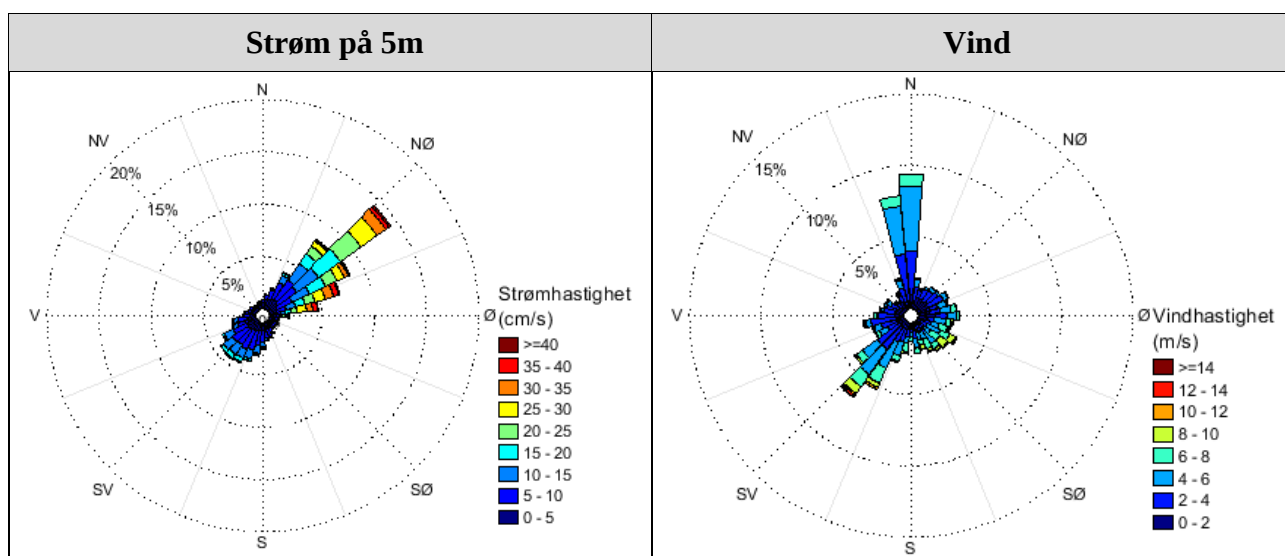
Figur 4.24.1. Posisjonen til Brønnøysund Lufthavn værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Rørvik tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

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, 2024), som ligger ca. 80.3km SV for strømmålingsposisjonen (Figur 4.24.1). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

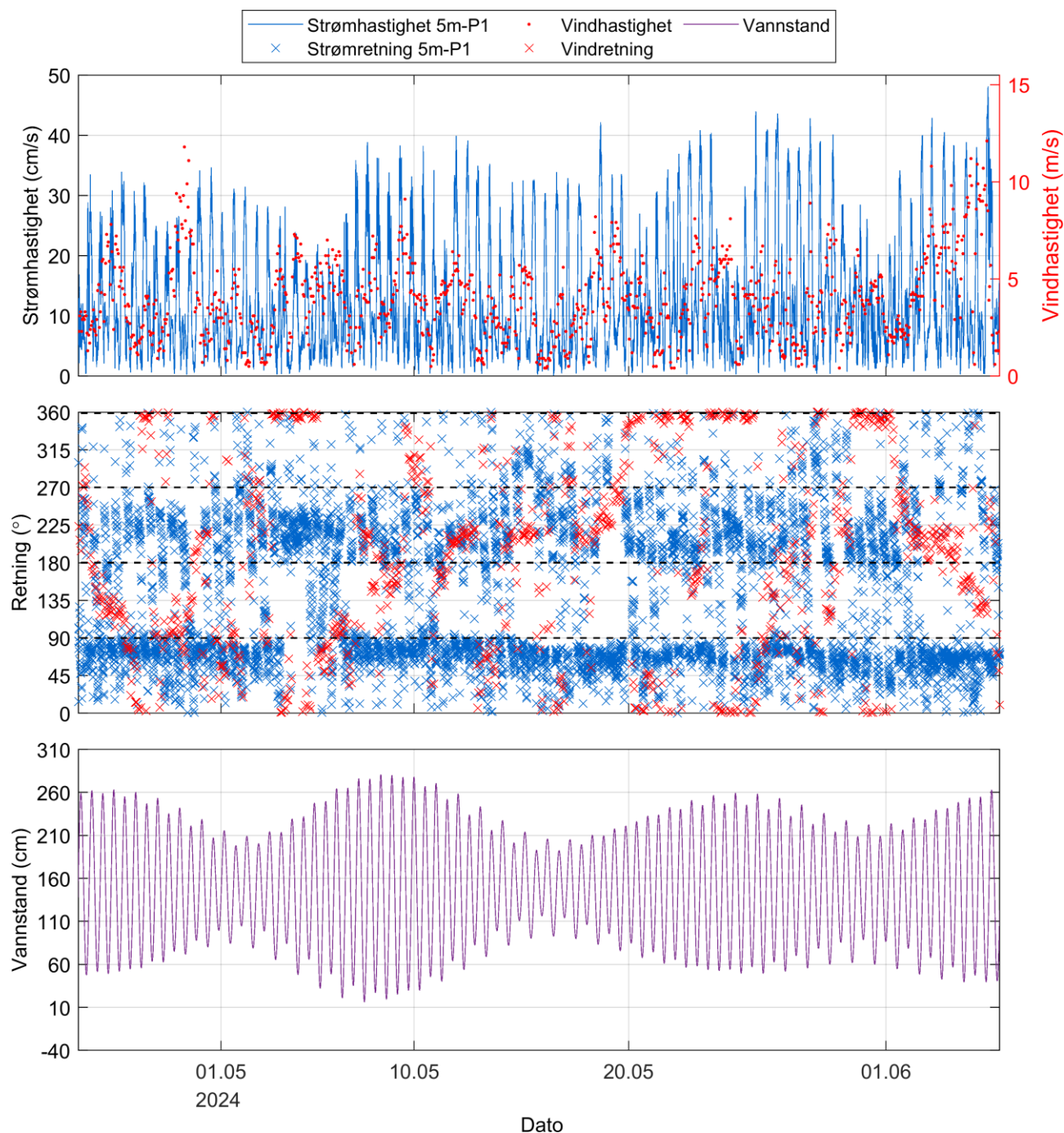
Tabell 4.24.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Brønnøysund Lufthavn under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	9.1	7.1	11.8	12.1	11.2	14.5	10.7	7.3
Tid (%)	22.8	9.0	11.7	12.1	9.2	19.9	9.9	5.4

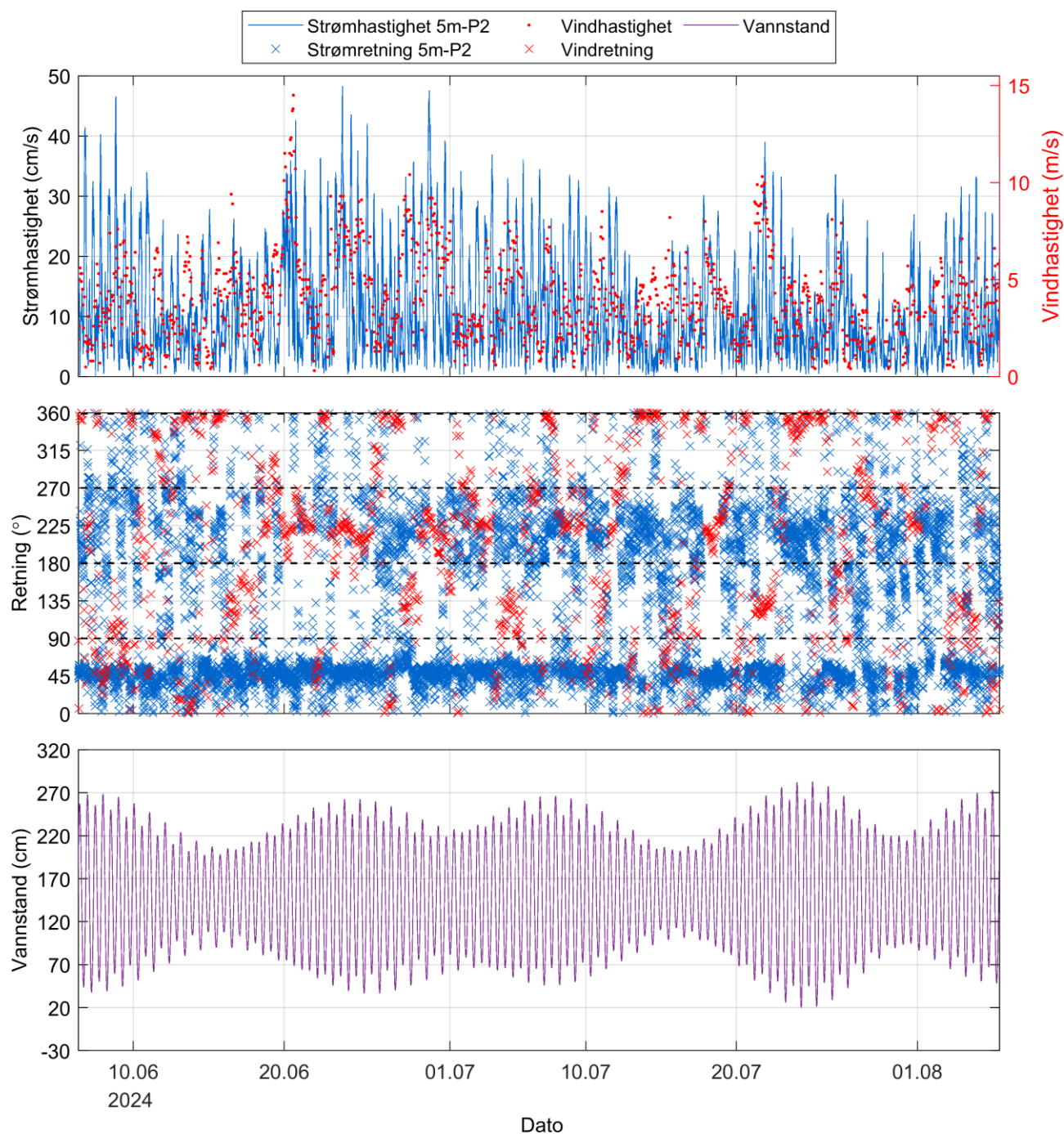


Figur 4.24.2. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Brønnøysund Lufthavn værstasjon i måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

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.

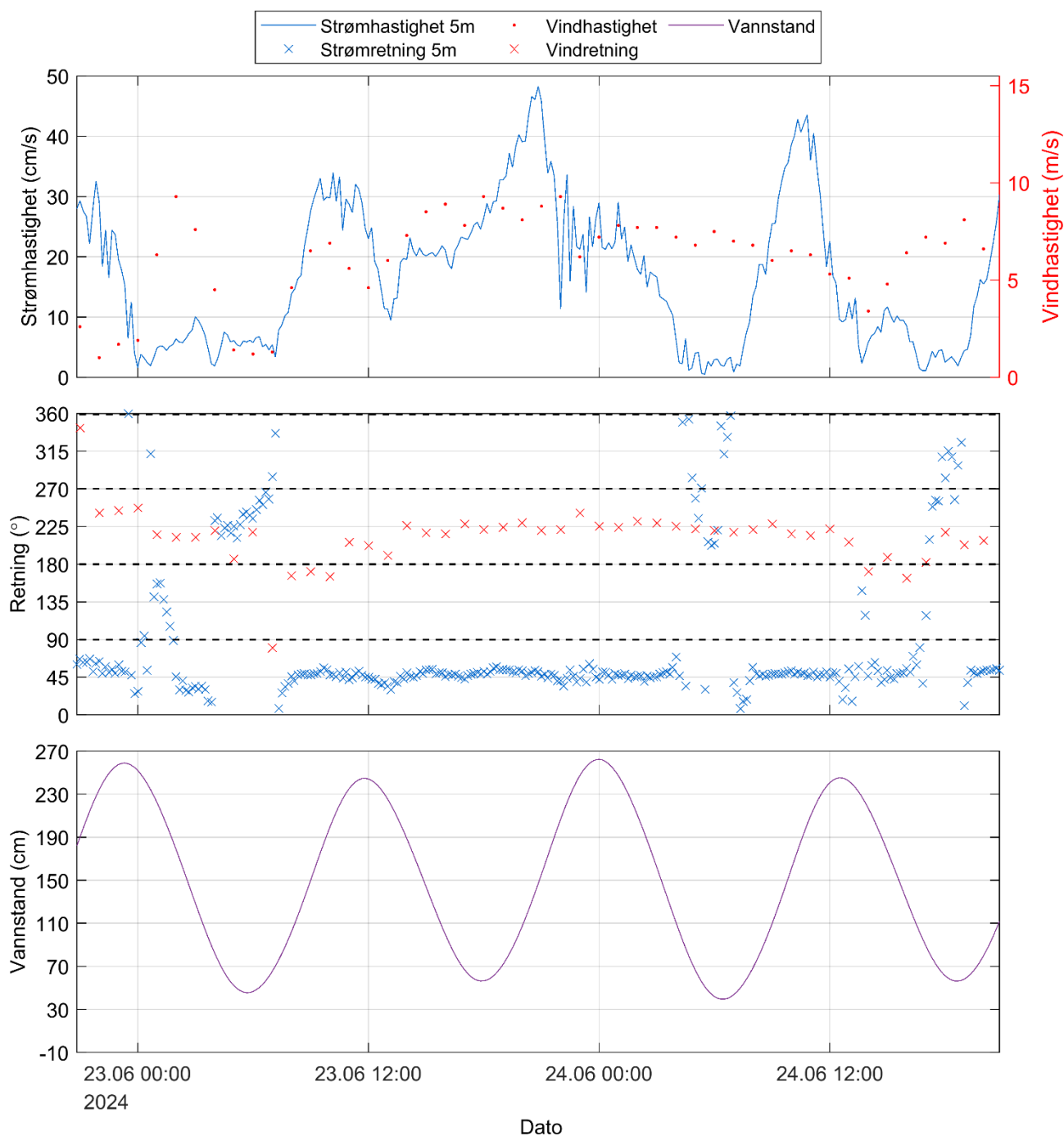


Figur 4.24.3. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Brønnøysund Lufthavn, strøm- og vindretning, samt vannstand (Rørvik) i P1. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



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.

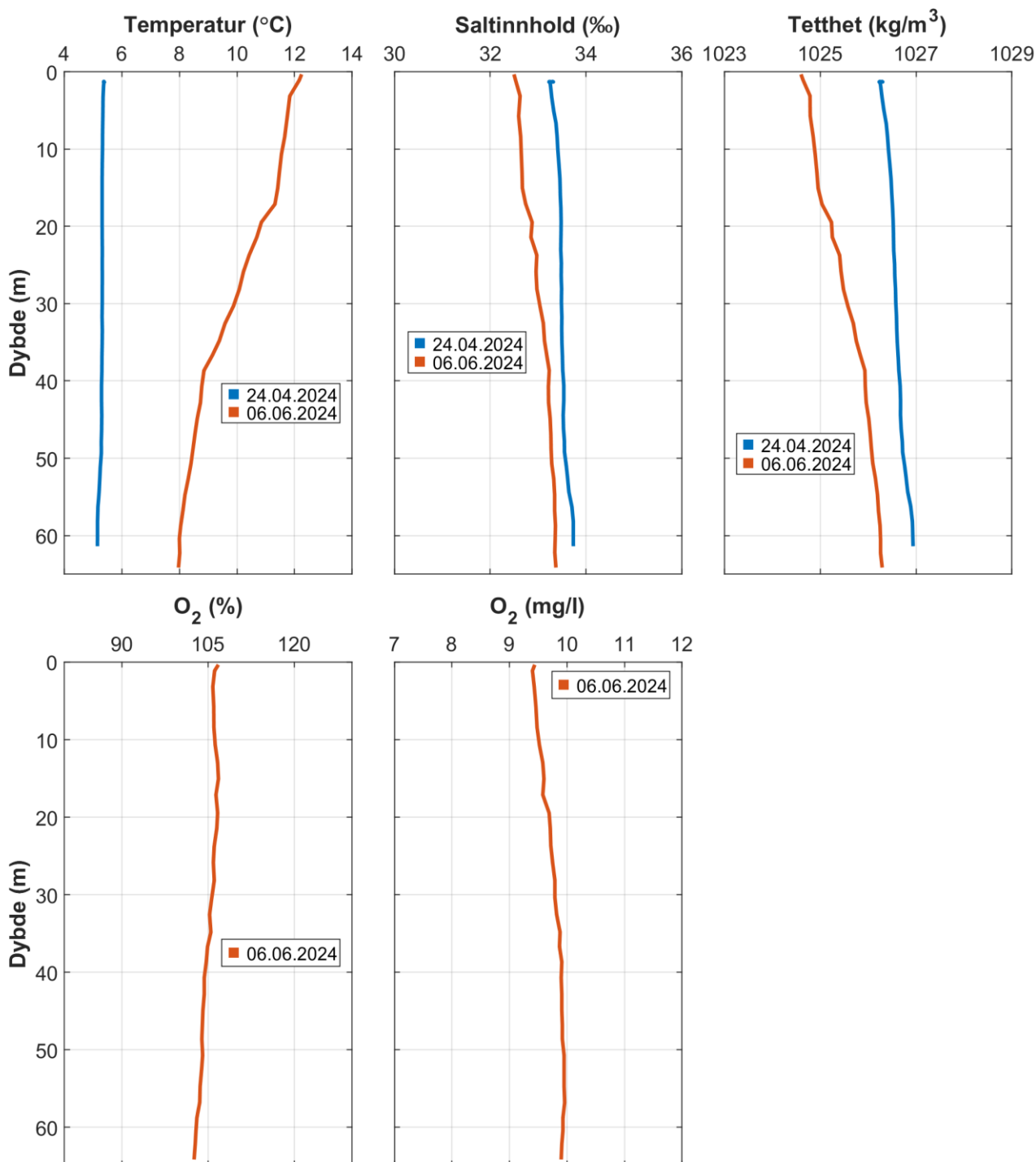
Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind er oppgitt i Figur 4.24.5 for en todagersperiode da maksimalstrømmen på 5m oppstod.



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

4.25 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett 24.04.2024 og røkting 06.06.2024 av strømmålere i området ved strømriggen.



Figur 4.25.1. Vertikalprofiler av saltinnhold, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen. Det var feil på oksygensensor ved utsett så oksygenprofiler er ikke vist.

5. Diskusjon

Strømmen på Lamholmen er mot NØ/Ø – SV på 5m dyp, og mot NØ – S/SV på 15m dyp. Dette stemmer med områdets bunntopografi og sundets orientering. 83.8% av relativ vannutskiftning på 5m og 73.0% på 15m skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 48.3cm/s mot NØ på 5m og 40.0cm/s mot Ø på 15m dyp. Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på 5m dyp og er vurdert som sterk på begge dyp. Maksimalmålingen er bare én måling og gir ikke en indikasjon av om strømmen er sterk eller svak i området.

Signifikant maksimal strømhastighet er gjennomsnittet av den høyeste tredjedelen av målingene og gir en indikasjon av styrken på strømmen i området. Denne var 22.2cm/s på 5m og 14.1cm/s på 15m dyp. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og middels sterk på 15m dyp.

Det var tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på begge dyp. Høy strømhastighet ($>30\text{cm/s}$) oppstår jevnt med tidevannssyklusen, men varighet av disse i området er relativt kort (Tabell 4.22.1 – Tabell 4.22.2, Figur 4.24.3 og Figur 4.24.5).

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på alle dyp under alle måleperiodene, da tidevannsbidraget var $\geq 40\%$ (Tabell 4.23.1).

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra N, NØ, SV og V kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. I måleperiodene blåste vind mest fra N og sterkest fra SV (Tabell 4.26.1).

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

På grunn av omgivende topografi er vind med høy hastighet fra Ø lite sannsynlig og eventuell påvirkning på strømmen er dermed vurdert som liten, selv om det er tilfeller hvor strøm- og vindretning sammenfaller når vind blåser fra Ø.

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. Neumann-parameteren sier noe om stabiliteten til strømmen. En høy Neumann parameter (f.eks. 0.7) indikerer en retningsstabil strøm. Dette tyder på at vannet strømmer i en retning og beveger seg konstant bort fra startpunktet. En lav Neumann-parameter kan bety at vannstrømmen har skiftende retning og kanskje bare flyter fram og tilbake ved startpunktet. Neumann-parameteren kan brukes opp mot progressivt vektordiagram og gjennomsnittsstrømmen for å kunne si noe om vannutskiftningen ved det punktet hvor strømmen er målt.

Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{ cm/s}$ på begge dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og som sterk på 15m dyp.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{ cm/s}$) var mindre enn 10% på begge dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{ cm/s}$ var 30 minutter på 5m og 50 minutter på 15m dyp. Det var kort periode med strømstille på 5m (≤ 30 minutter). Det var flere varige tilfeller med strømstille på begge dyp, men ofte med kort varighet fra 10 til 30 minutter (Tabell 4.22.1 – Tabell 4.22.2).

Neumann-parameteren er beregnet til 0.5 på 5m og 0.3 på 15m dyp. Neumann-parameteren er vurdert som stabil på 5m og middels stabil på 15m dyp. 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, fordi vannet stort sett beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake.

5.5 Vannsøylens vertikale struktur

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

Temperatur under måleperioden var $5.2 - 17.3^{\circ}\text{C}$ på 5m og $5.2 - 16.1^{\circ}\text{C}$ på 15m dyp. Temperaturmålingene viser at overflatelaget for det meste var varmere enn lenger ned i vannsøylen (Figur 4.8.1). Temperaturmålingene viser forventet sesongvariasjon ved 5m og 15m dyp, med økende temperaturer i sommerhalvåret.

CTD-målinger ved utsett i april og røkting i juni viser at det var en oppvarming av vannsøylen fra april til juni (Figur 4.25.1). Dette stemmer med temperaturtidsserien (Figur 4.8.1), og er forventet sesongvariasjon. I april var temperaturen konstant fra overflaten og ned til bunnen, mens i juni avtok temperaturen gradvis fra overflaten og ned til bunnen.

Saltinnholdet minket litt fra april til juni. I april var saltinnholdet relativt konstant fra overflaten og ned til bunnen. I juni økte saltinnholdet litt fra overflaten og ned til bunnen.

Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var blandet.

Oksygenmetningen i juni var høy ($> 90\%$) ved overflaten. Oksygenmetningen avtok svakt fra overflaten og 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 buker, vikar og elveløp, møtepunkter for fjordsystemer, osv. Dette kan føre til at strømmen skifter retning e.l.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og retning.
- Anleggets driftsstatus må vurderes der selve anlegget kan forstyrre målinger på overflatestrømmen. Utestående nøter og fiskebiomasse kan frembringe en skyggeeffekt og muligens redusere strømmen i noen retninger på målinger på både 5m og 15m.

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.

Valg av måledyp

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

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.

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
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	P1: 5258	P1: 5162
	P2: 5326	P2: 5162
Cellestørrelse	-	-
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	±0.15cm/s	±0.15cm/s
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretningens nøyaktighet	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei
Temperatures nøyaktighet og rekkevidde	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C

6.3 Måleprinsipp for strømmålinger

Aanderaa punktmåler

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

Tabell 6.3.1. Måleprinsipp for en Aanderaa punktmåler.

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

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

6.4 CTD-målinger

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

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

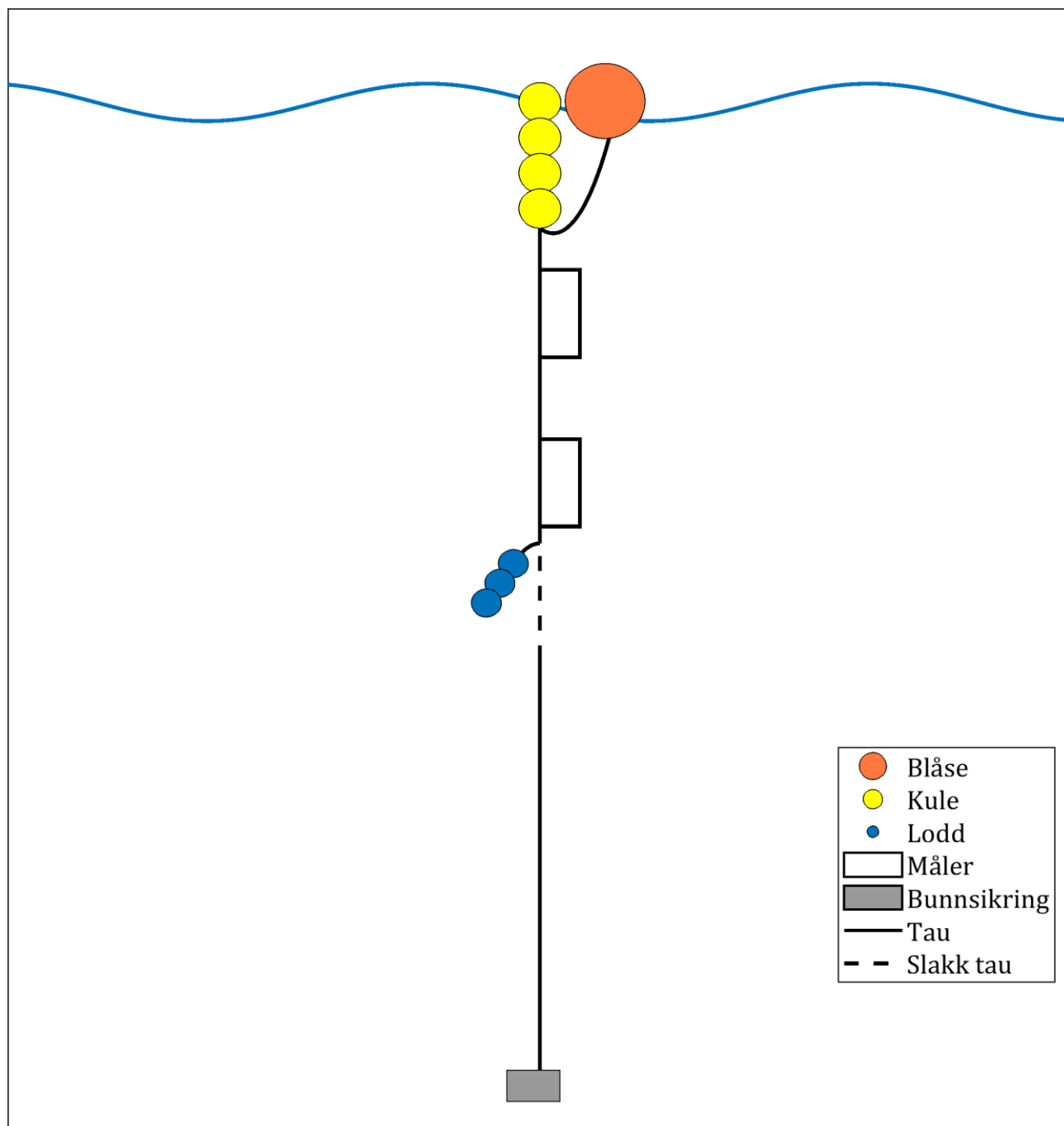
Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.1.1 – Tabell 7.1.2 og skissert i Figur 7.1.1 – Figur 7.1.2.

Tabell 7.1.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m i P1.

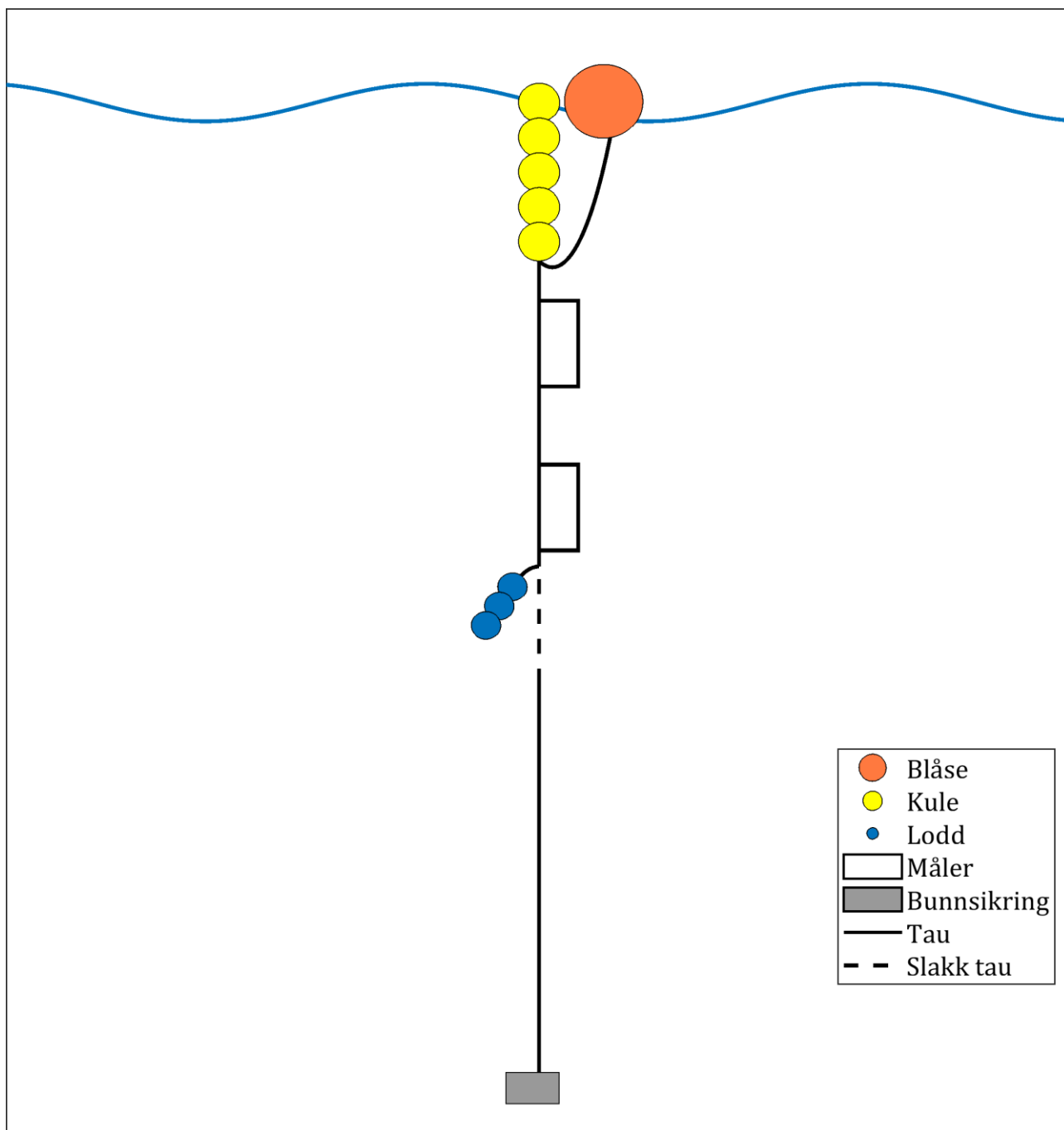
Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A2-blåse	Blåse	1stk		35kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	4stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Danline 14mm	Tau	2.0m		
Pærelodd	Lodd	3stk	17.0m	5kg
Danline 14mm	Tau	58.0m		
Garnanker	Bunnsikring	1stk	65.0m	105kg

Tabell 7.1.2. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m i P2.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A2-blåse	Blåse	1stk		35kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	5stk		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	17.0m	5kg
Danline 14mm	Tau	58.0m		
Garnanker	Bunnsikring	1stk	65.0m	105kg



Figur 7.1.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m i P1.



Figur 7.1.2. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m i P2.

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 litt begroing på tau i rigg ved opptak til P2, men 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
Filnavn for rådata	P1: Lamholmen 5m NH0624 AP5258.bin	P1: Lamholmen 15m NH0824 AP5162.bin
	P2: Lamholmen 5m NH0824 AP5326.bin	P2: Lamholmen 15m NH0824 AP5162.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	P1: Lamholmen 5m-P1 NH0624 AP5258_eks_HP.xlsx	P1: Lamholmen 15m-P1 NH0824 AP5162_eks_TMAT.xlsx
	P2: Lamholmen 5m-P2 NH0824 AP5326_eks_TMAT.xlsx	P2: Lamholmen 15m-P2 NH0824 AP5162_eks_TMAT.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Lamholmen-5m_QC.xlsx	Lamholmen-15m_QC.xlsx
Prosentandel data (%)	100.00	100.00
Antall målinger	14987 / 14987	14987 / 14987
Antall fjernede/manglende målinger	6	6
Ekstern påvirkning på målinger	Ja, se vedlegg 8.2	Ja, se vedlegg 8.2
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	24.04.24 08:20 - 06.08.24 11:00	24.04.24 08:20 - 06.08.24 11:00
	P1: 24.04.24 08:20 - 06.06.24 07:10	P1: 24.04.24 08:20 - 06.06.24 07:10
	P2: 06.06.24 08:20 - 06.08.24 11:00	P2: 06.06.24 08:20 - 06.08.24 11:00
Dato og tid for start og slutt av instrument	23.04.24 14:00 - 07.08.24 07:40	23.04.24 14:00 - 07.08.24 08:00
	P1: 23.04.24 14:00 - 06.06.24 07:30	P1: 23.04.24 14:00 - 06.06.24 07:30
	P2: 06.06.24 07:20 - 07.08.24 07:40	P2: 06.06.24 07:40 - 07.08.24 08:00

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.

I P2 er det episoder med «nedtrekk» (Figur 8.2.2) på 15m. Under nedtrekkene har instrumentets parametere brukt til kvalitetssikring av data holdt seg innenfor kriteriene (Tabell 8.2.1), og målt strømhastighet og -retning på 15m er vurdert upåvirket av nedtrekkene som forekommer. Ingen data er fjernet i sammenheng med nedtrekkene.

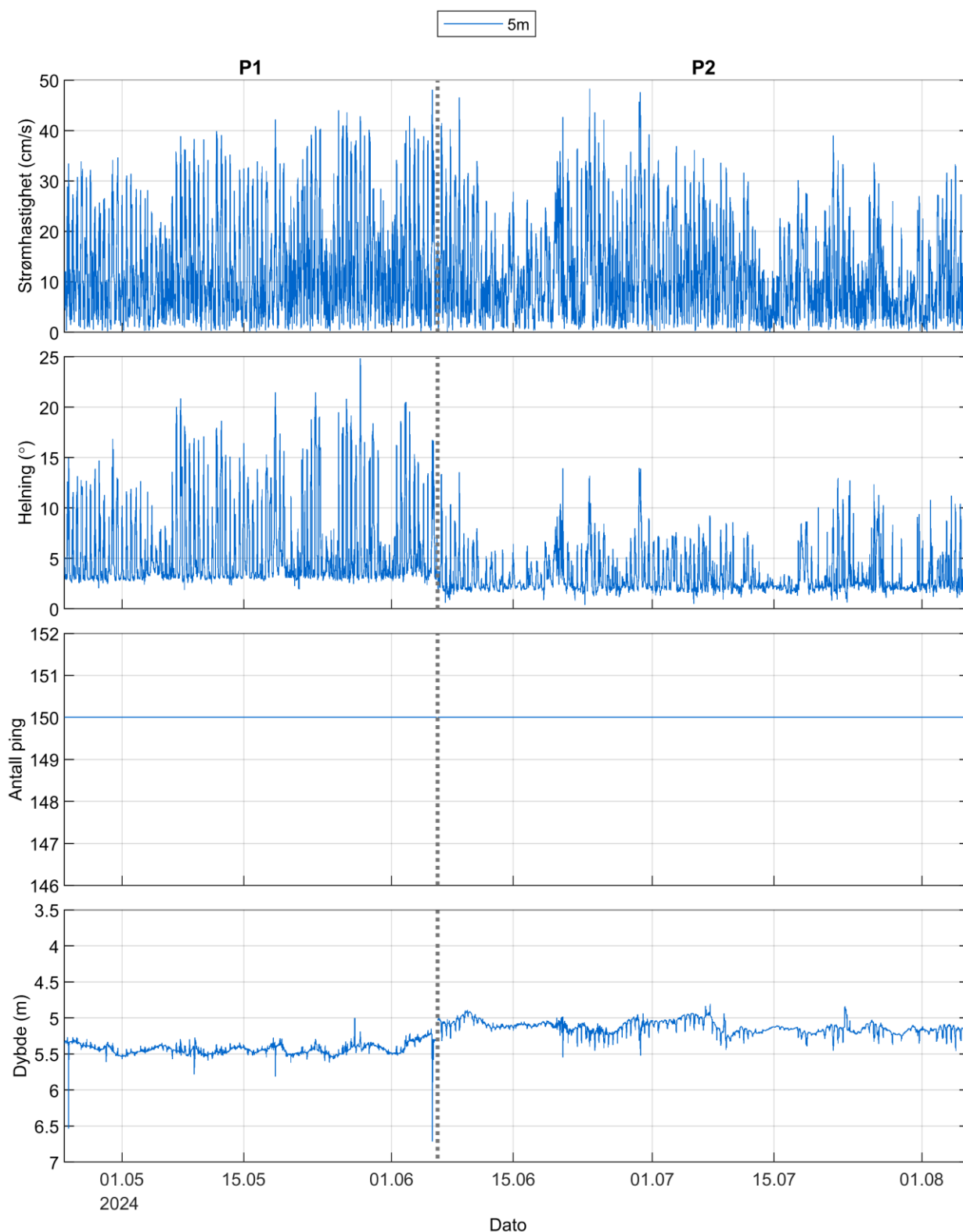
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

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

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

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

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

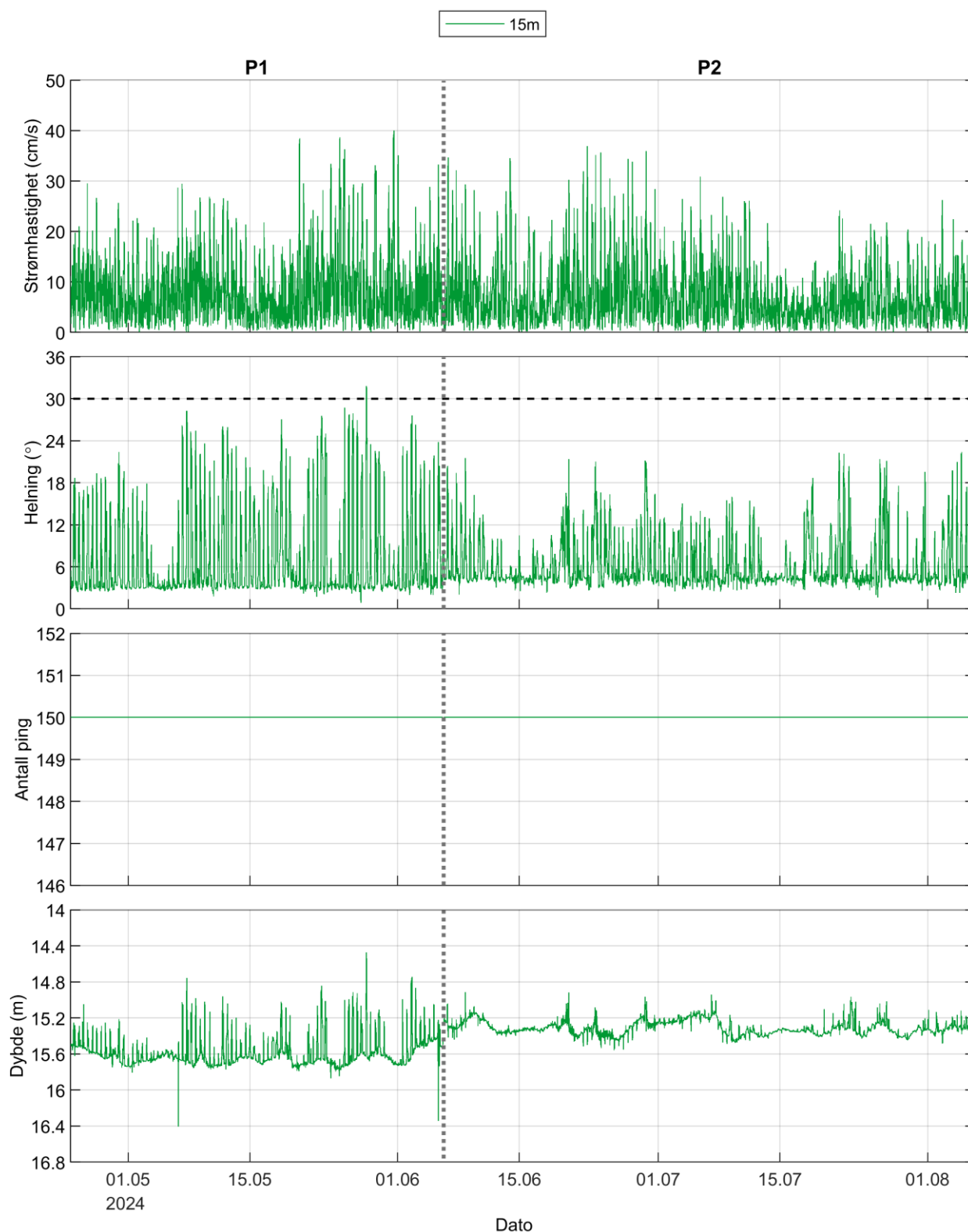


Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 4.8m og 6.7m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.3m.

I løpet av P1 varierte instrumentdypet mellom 5.0m og 6.7m dyp, med snittdyp på 5.4m.

I løpet av P2 varierte instrumentdypet mellom 4.8m og 5.6m dyp, med snittdyp på 5.1m.



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

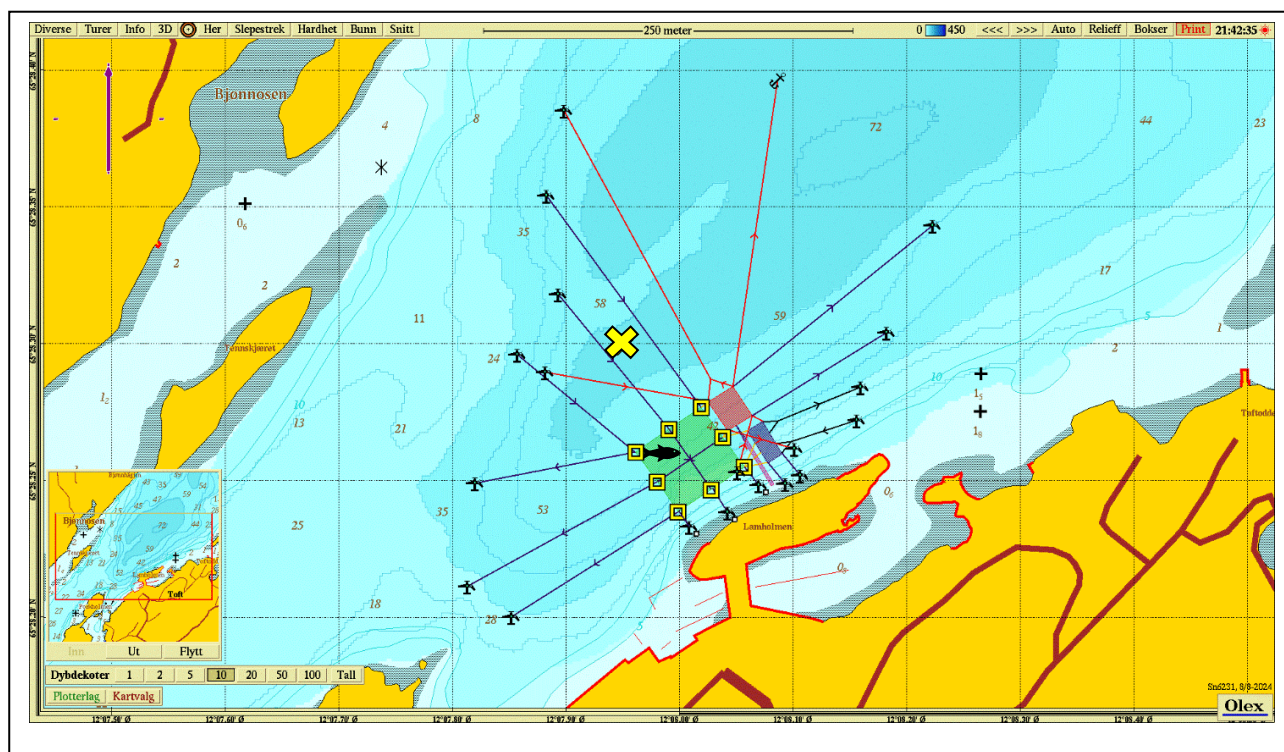
Instrumentdypet varierte mellom 14.5m og 16.4m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.4m.

I løpet av P1 varierte instrumentdypet mellom 14.5m og 16.4m dyp, med snittdyp på 15.6m.

I løpet av P2 varierte instrumentdypet mellom 14.9m og 15.6m dyp, med snittdyp på 15.3m.

8.3 Ekstern påvirkning

Anlegget var i drift under måleperiodene. Strømriggens posisjon i forhold til anleggets plassering er anvist med gult kryss i Figur 8.3.1, og symbol viser merd med fisk under måleperiodene. Hovedstrømretning var mot NØ/Ø – SV på 5m dyp, og mot NØ – S/SV på 15m dyp. På grunn av avstand fra anlegget er strøm mot NØ/Ø og SV på 5m og mot NØ og S/SV på 15m dyp vurdert upåvirket av at anlegget var i drift. Strøm mot N og NV kan ha blitt påvirket av at anlegget var i drift, men påvirkning er derimot vurdert å ha liten betydning for vannutskiftning, dimensjonerende strøm og spredning i anlegget.



Figur 8.3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss. Kart er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

8.4 Fjernede dataverdier

8.4.1 Måleperiode

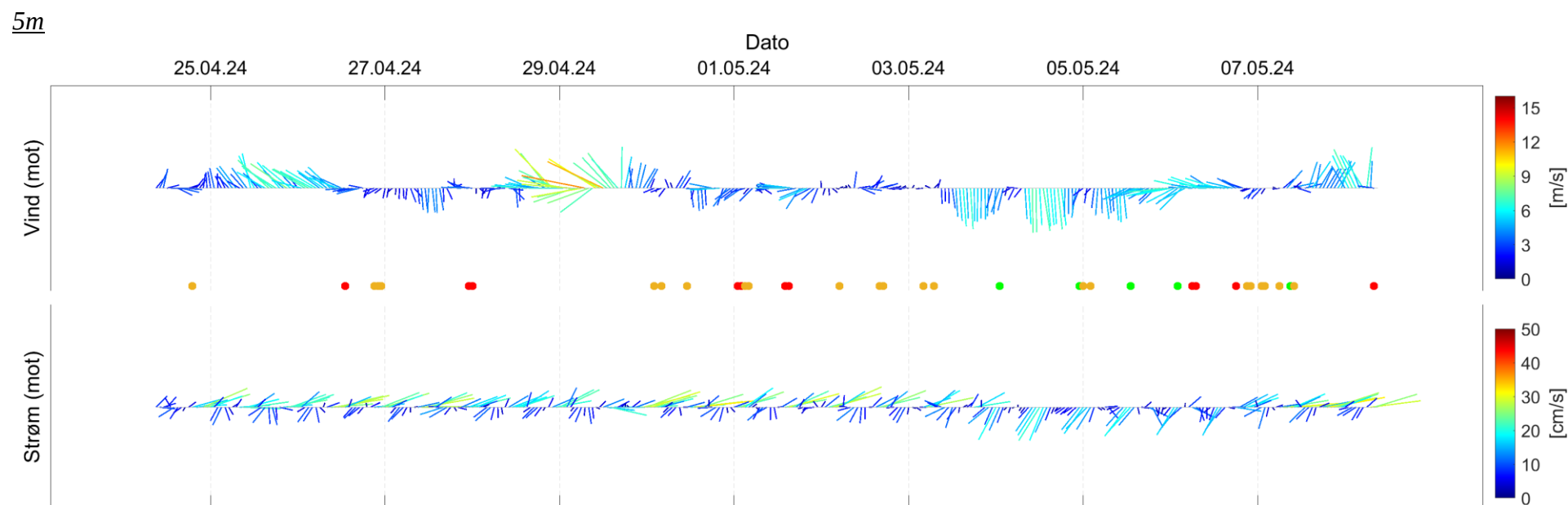
Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dyp i så stor grad som mulig.

8.4.2 Enkelte datapunkter

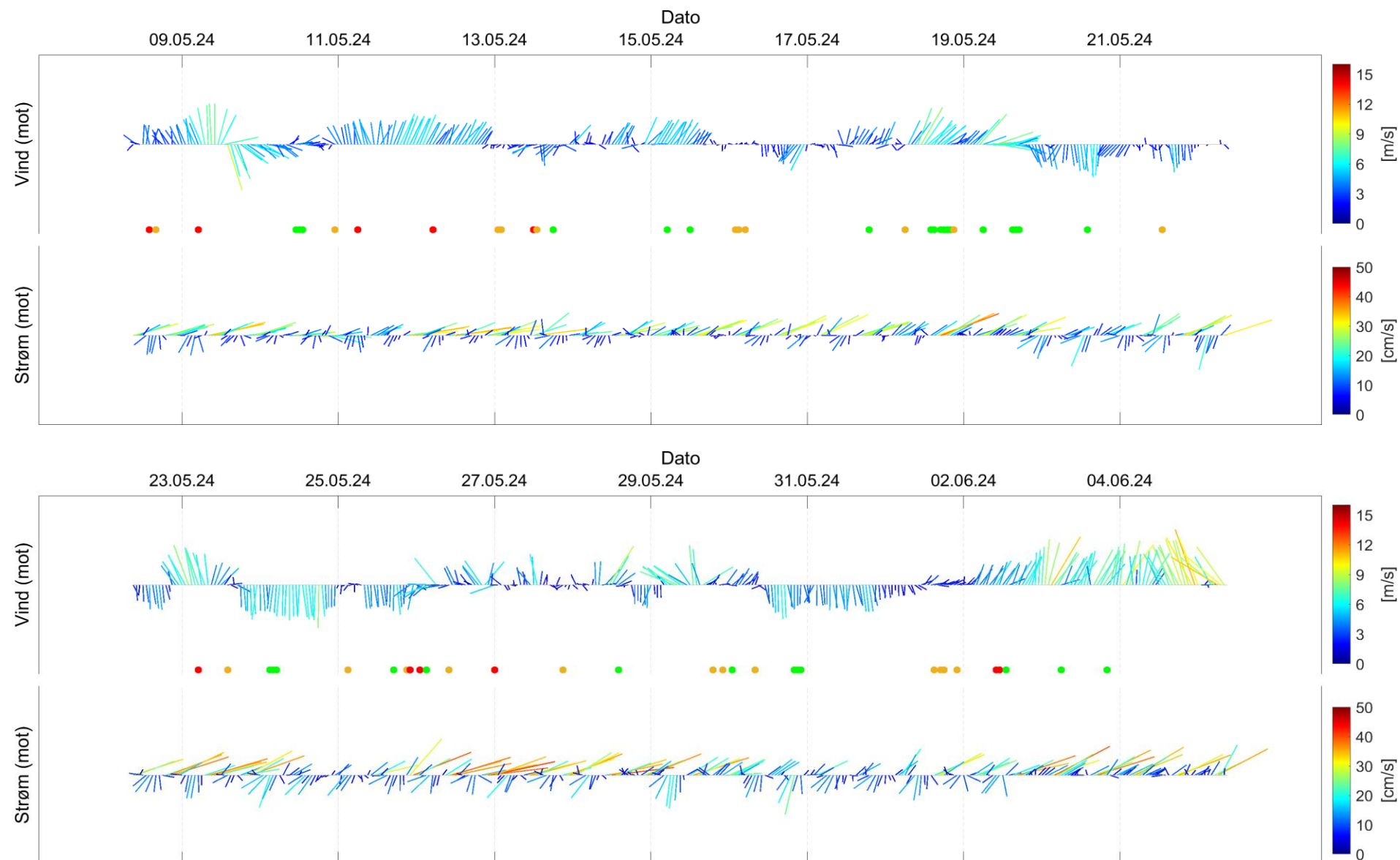
Ingen andre datapunkter er fjernet.

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

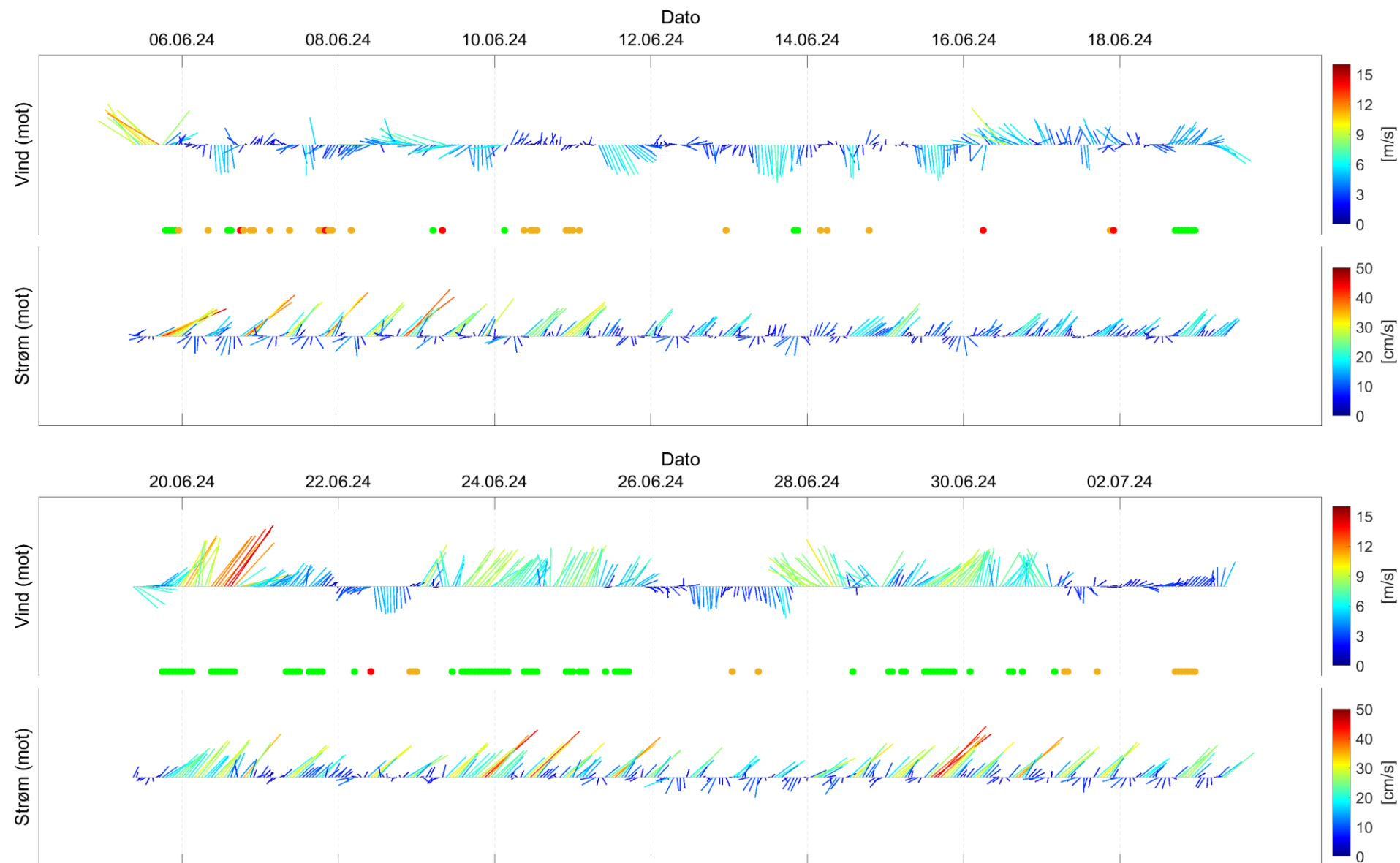
Figurene under viser vind- og strømhastighet i løpet av måleperioden, oppdelt i perioder på to uker. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne prikker) eller motsatt retning (røde prikker) indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm. Svak vind ($< 3\text{m/s}$) hvor strøm 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.



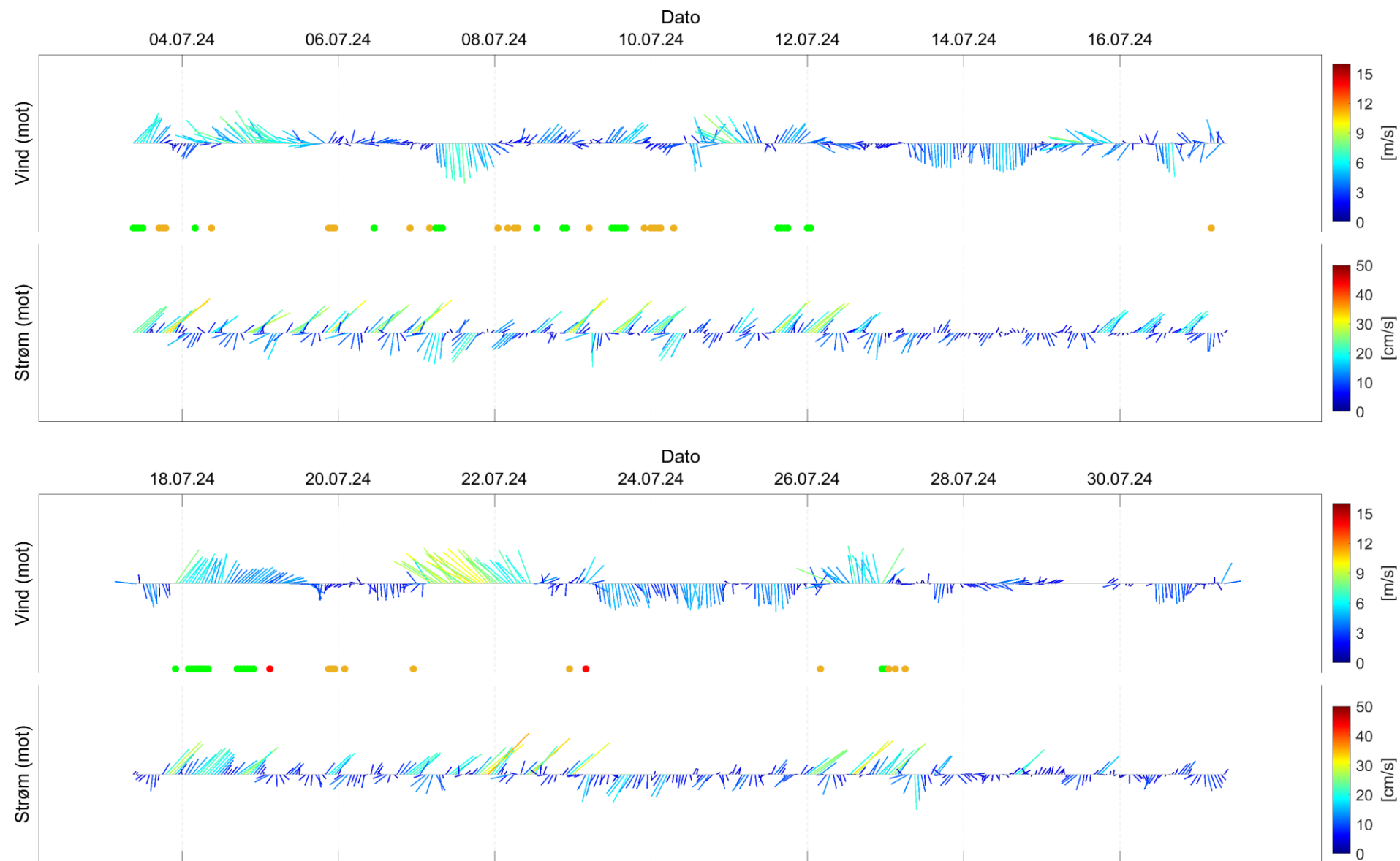
Figur 9.1. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Brønnøysund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



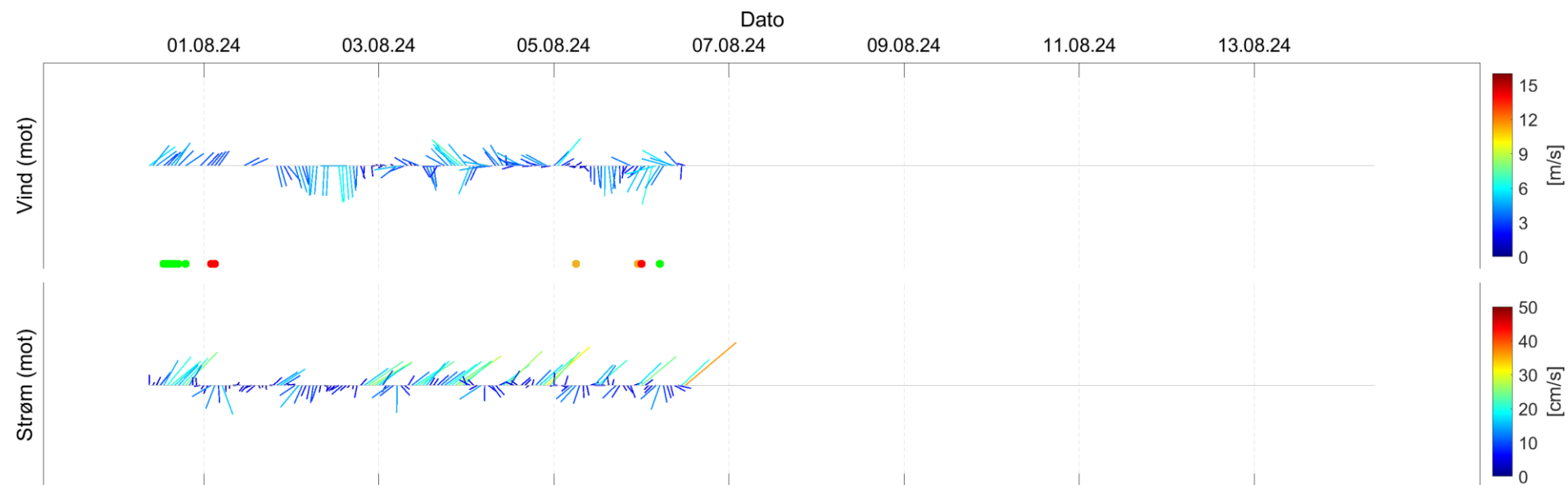
Figur 9.2. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Brønnøysund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



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.



Figur 9.5. 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 10.4 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 $\geq 50\text{cm/s}$.

I Figur 10.1 – Figur 10.4 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 10.4 gjenspeiler antall hendelser antall prikker per varighets- og hastighetsklasse i Figur 10.1 – Figur 10.4.

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

Hastighetsklasser	$> 10 - \leq 30\text{min}$	$> 30\text{min} - \leq 1\text{t}$	$> 1 - \leq 2\text{t}$	$> 2 - \leq 3\text{t}$	$> 3 - \leq 4\text{t}$	$> 4 - \leq 5\text{t}$	$> 5 - \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$\leq 1\text{cm/s}$	13	0	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	80	40	14	2	0	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	62	76	50	14	3	0	1	0
$\leq 10\text{cm/s}$	51	20	58	30	24	17	11	15

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

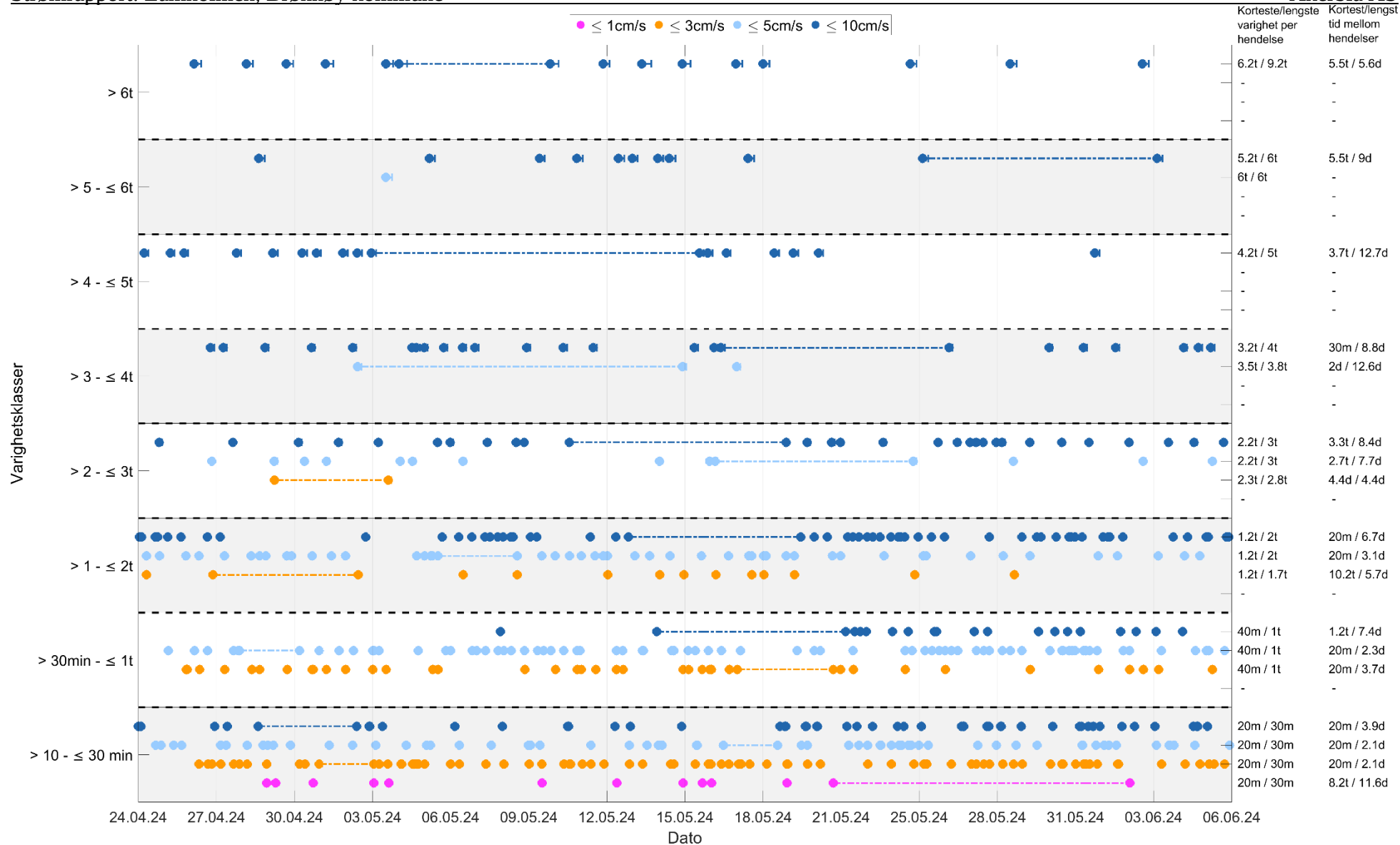
Hastighetsklasser	$> 10 - \leq 30\text{min}$	$> 30\text{min} - \leq 1\text{t}$	$> 1 - \leq 2\text{t}$	$> 2 - \leq 3\text{t}$	$> 3 - \leq 4\text{t}$	$> 4 - \leq 5\text{t}$	$> 5 - \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$\leq 1\text{cm/s}$	19	0	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	126	58	37	5	2	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	102	88	74	20	11	6	3	4
$\leq 10\text{cm/s}$	53	33	30	54	31	23	17	32

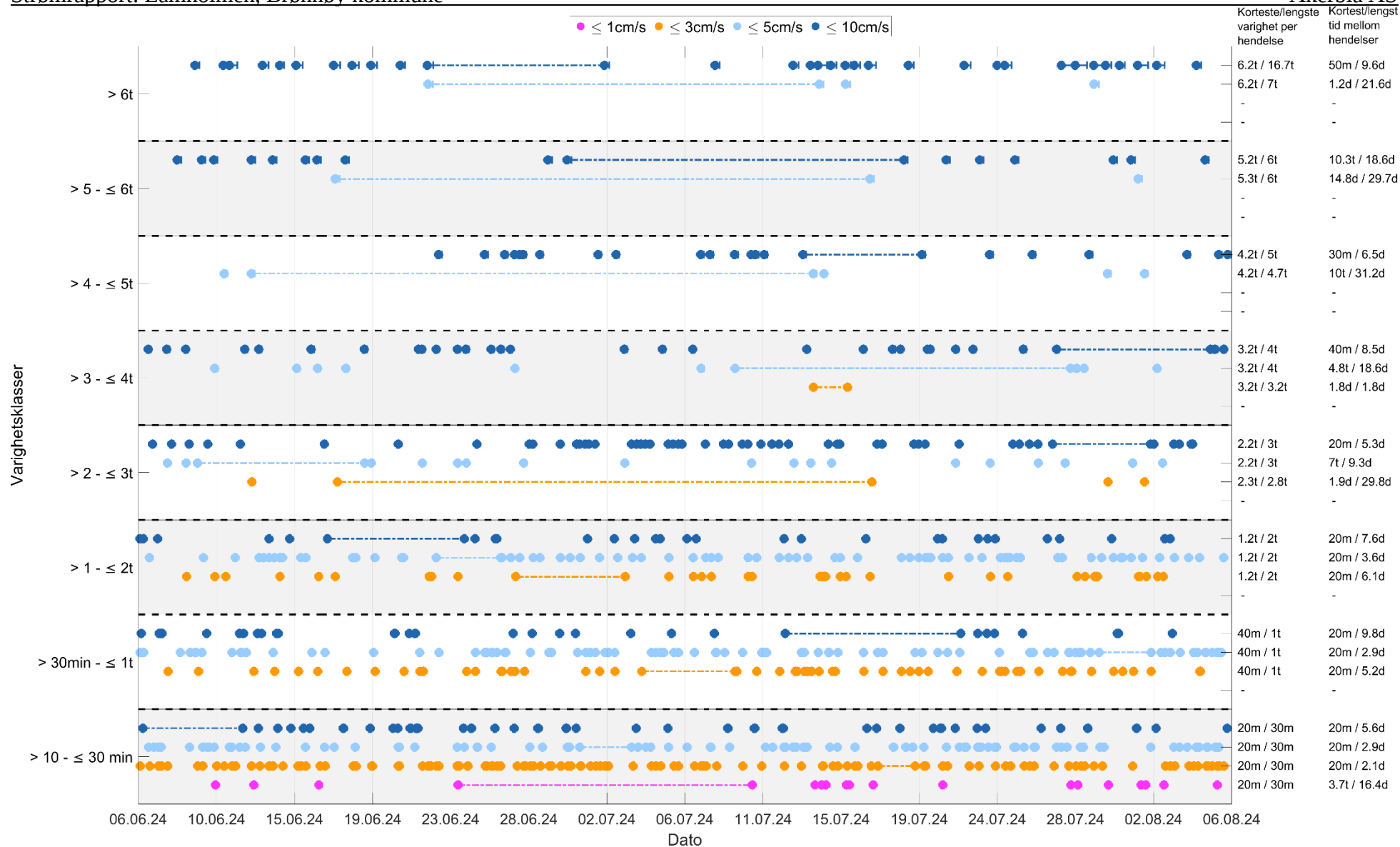
Tabell 10.3. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på 15m dyp i P1.

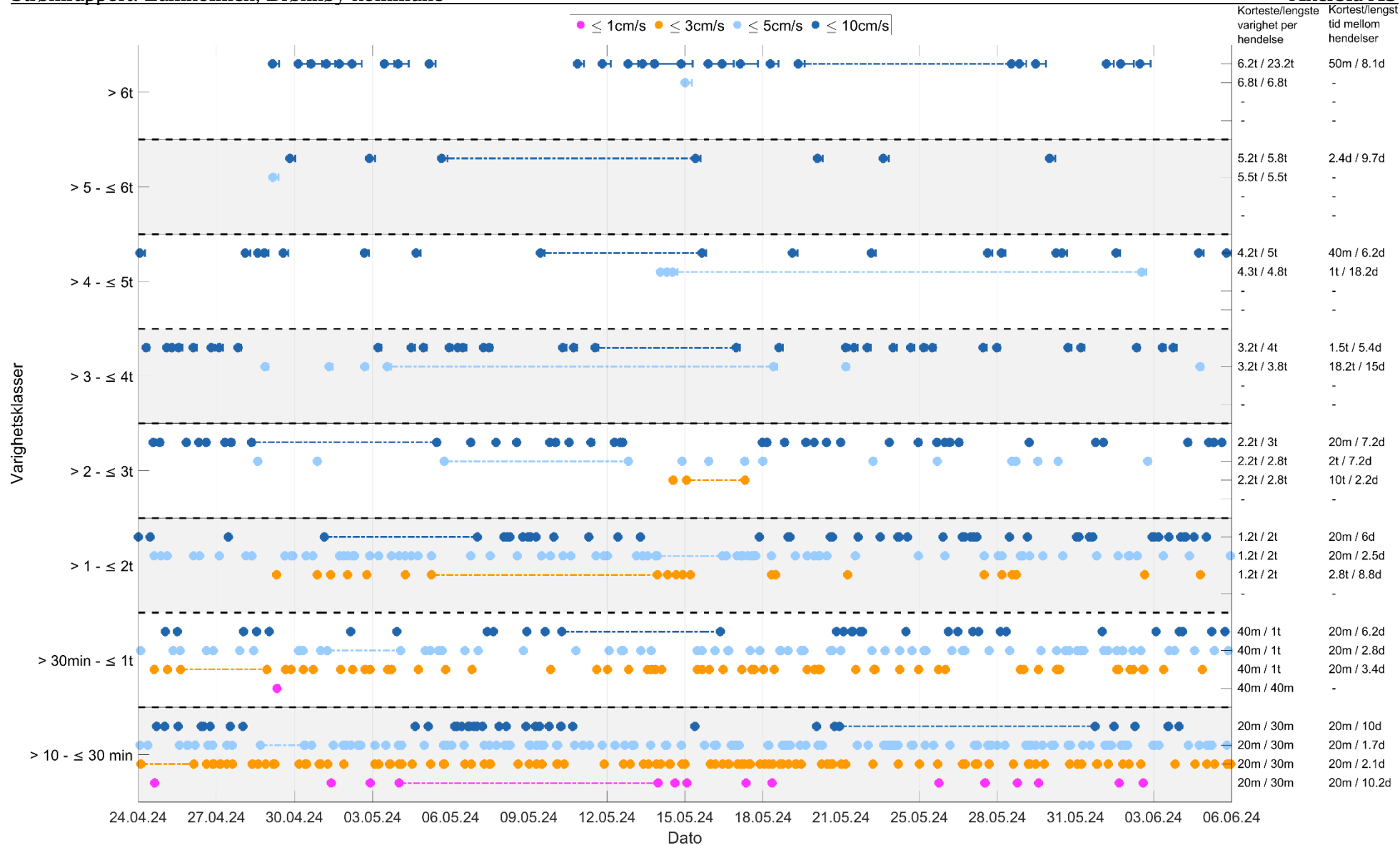
Hastighetsklasser	$> 10 - \leq 30\text{min}$	$> 30\text{min} - \leq 1\text{t}$	$> 1 - \leq 2\text{t}$	$> 2 - \leq 3\text{t}$	$> 3 - \leq 4\text{t}$	$> 4 - \leq 5\text{t}$	$> 5 - \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$\leq 1\text{cm/s}$	16	1	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	113	60	21	3	0	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	131	71	76	15	7	4	1	1
$\leq 10\text{cm/s}$	38	32	47	39	35	18	7	26

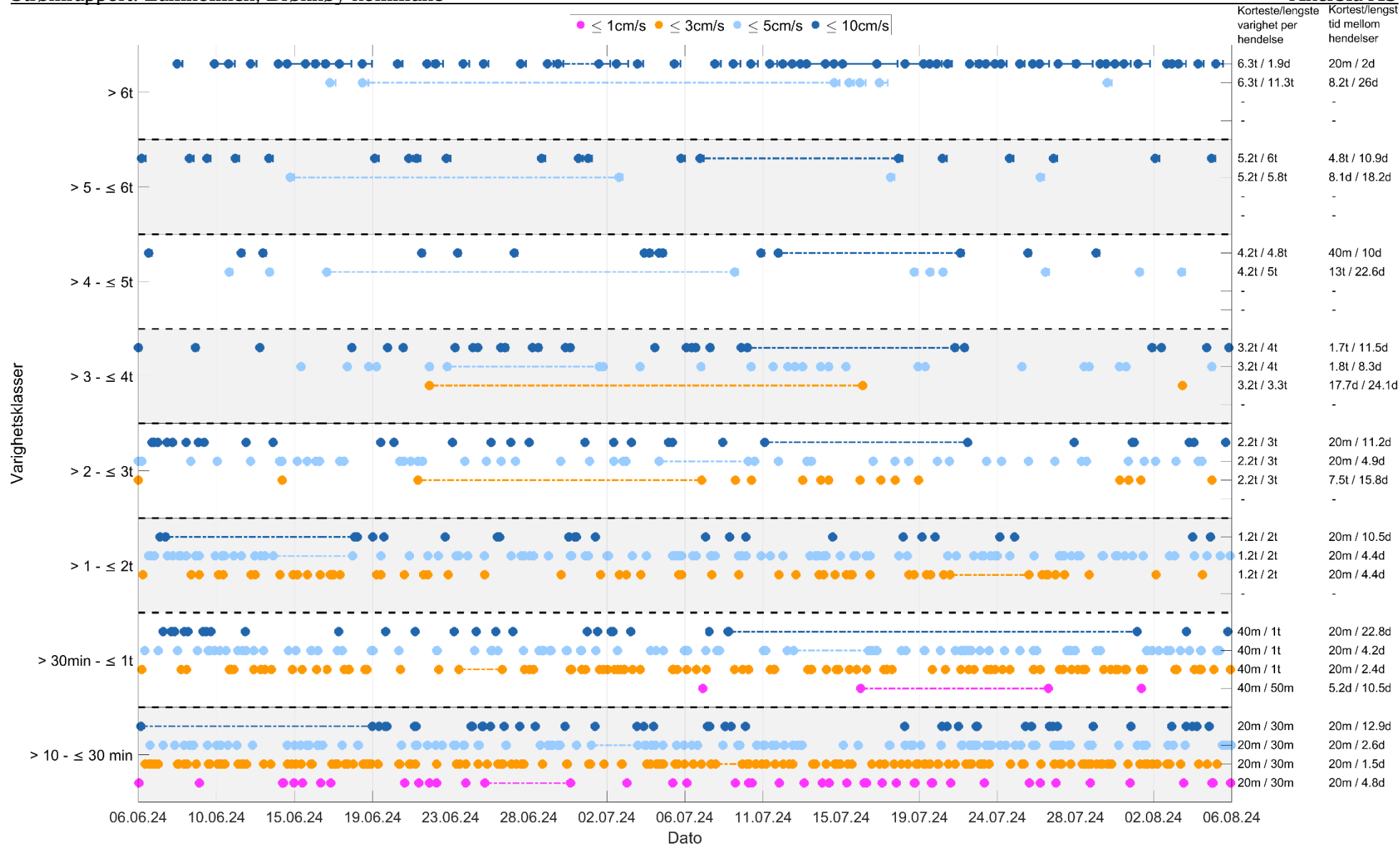
Tabell 10.4. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på 15m dyp i P2.

Hastighetsklasser	$> 10 - \leq 30\text{min}$	$> 30\text{min} - \leq 1\text{t}$	$> 1 - \leq 2\text{t}$	$> 2 - \leq 3\text{t}$	$> 3 - \leq 4\text{t}$	$> 4 - \leq 5\text{t}$	$> 5 - \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$\leq 1\text{cm/s}$	46	4	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	169	102	56	17	3	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	120	97	102	50	26	10	4	7
$\leq 10\text{cm/s}$	47	27	24	30	28	15	20	60

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.

11. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

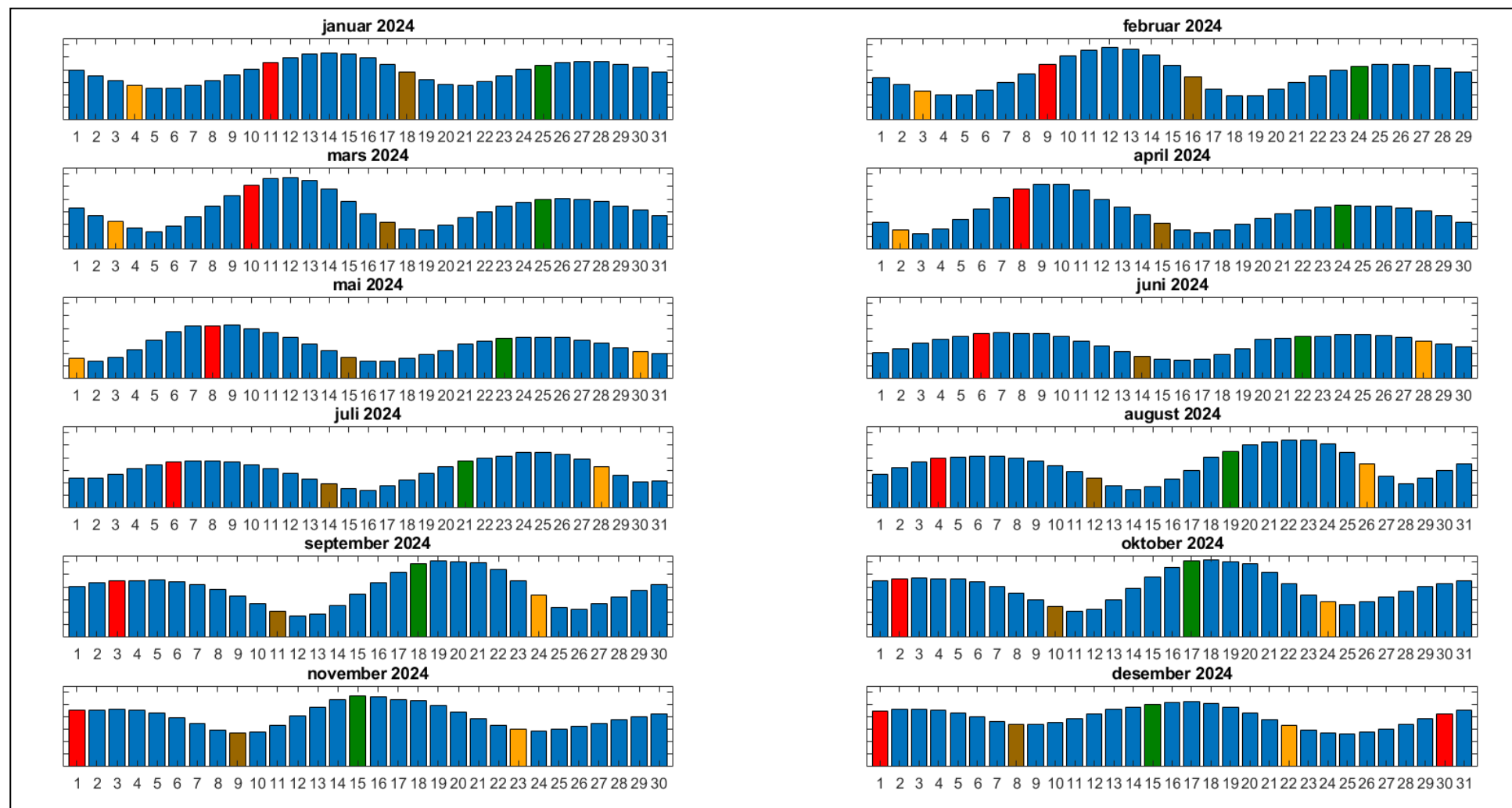
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i tabellen under. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

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. 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.
3. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Elsevier Science.
4. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
5. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data. Tilgjengelig: http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
6. Kartverket (2024). www.kartverket.no/sehavniva
7. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
8. Meteorologisk institutt (2024). www.seklima.met.no
9. NS 9415:2021. Flytende akvakulturanlegg. Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk. Norsk Standard 2021: 127s.
10. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
11. 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

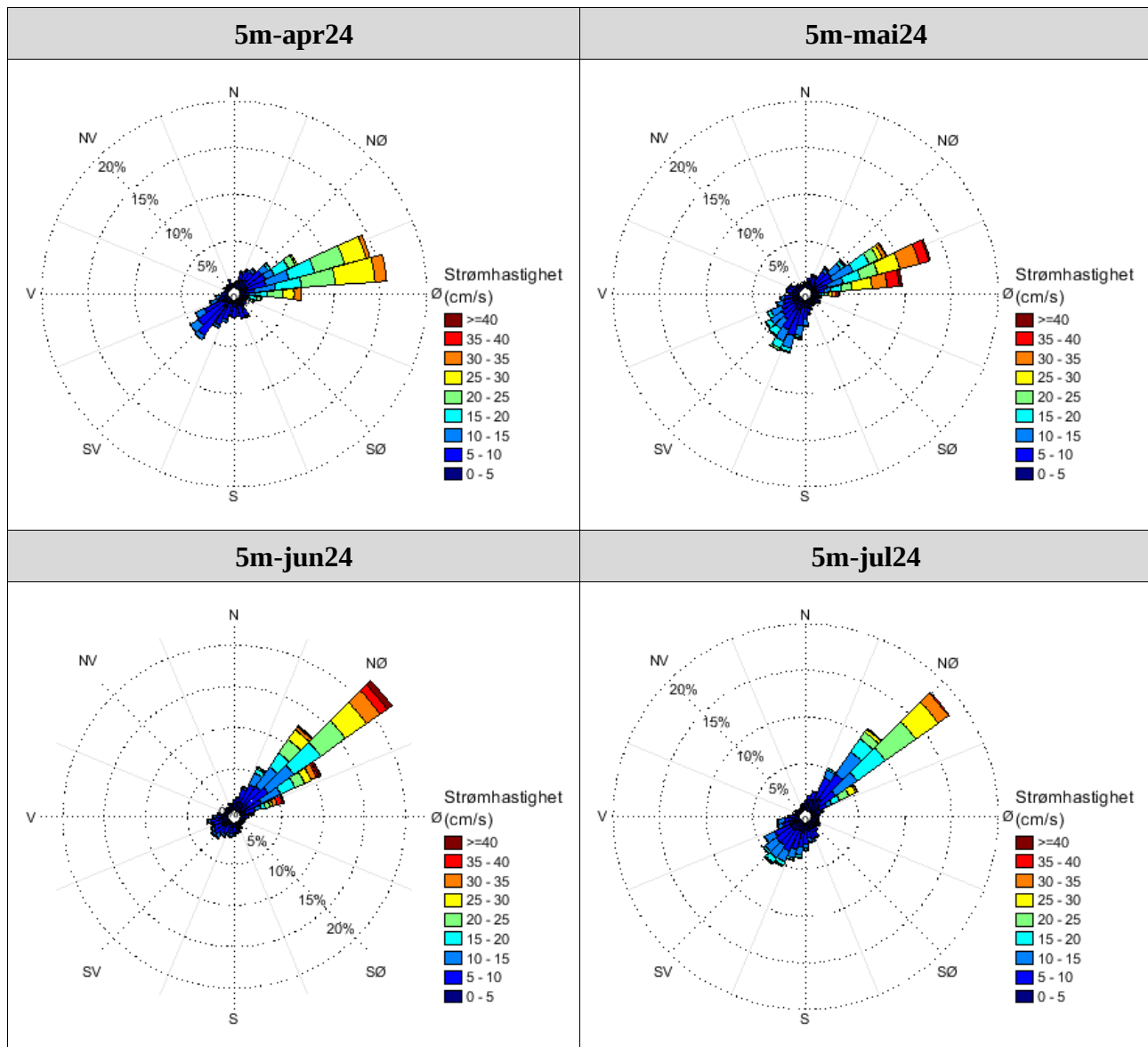
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 5m dyp er sammenfattet i Tabell 16.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og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

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

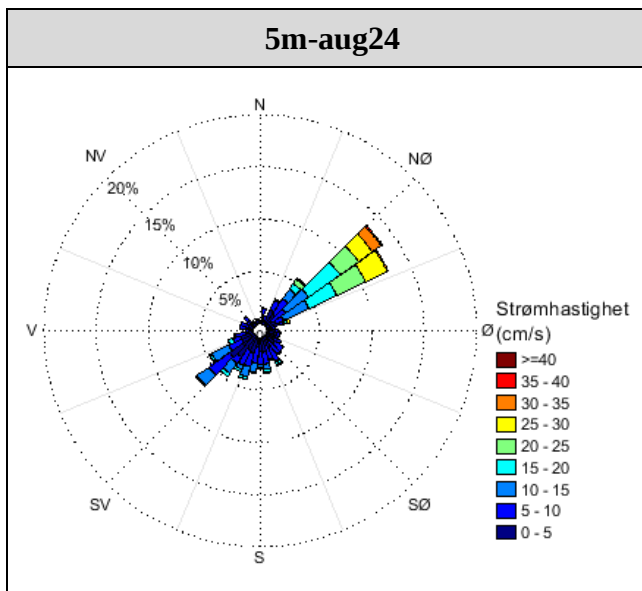
Måledyp - 5m	apr24	mai24	jun24	jul24	aug24
Maksimum (cm/s)	34.6	44.0	48.3	39.0	36.4
Gjennomsnitt (cm/s)	12.0	12.5	12.7	10.1	9.6
Minimum (cm/s)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
Signifikant maks (cm/s)	22.2	23.8	24.3	19.0	18.5
Signifikant min (cm/s)	4.0	3.9	3.9	3.3	3.1
Varians (cm/s) ²	68.8	91.0	95.6	56.8	54.7
Standardavvik (cm/s)	8.3	9.5	9.8	7.5	7.4
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.3	1.3	1.2	1.5	2.0
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	30	30	30	30
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	10.4	10.6	10.4	14.2	15.2
Lengste periode < 3cm/s (min)	140	170	160	190	130
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	54.9	52.7	52.1	60.7	63.8
Lengste periode < 10cm/s (min)	420	550	660	1000	860
% ≥ 30cm/s	2.5	8.0	7.4	1.9	1.3
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	50	220	270	110	60
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0	0
Effektiv transport					
Hastighet (cm/s)	7.4	5.7	8.9	3.3	3.5
Retning (grader)	85	89	52	63	73
Neumann-parameter	0.6	0.5	0.7	0.3	0.4
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	10357	10771	10931	8769	8299

16.2 Strømroser

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



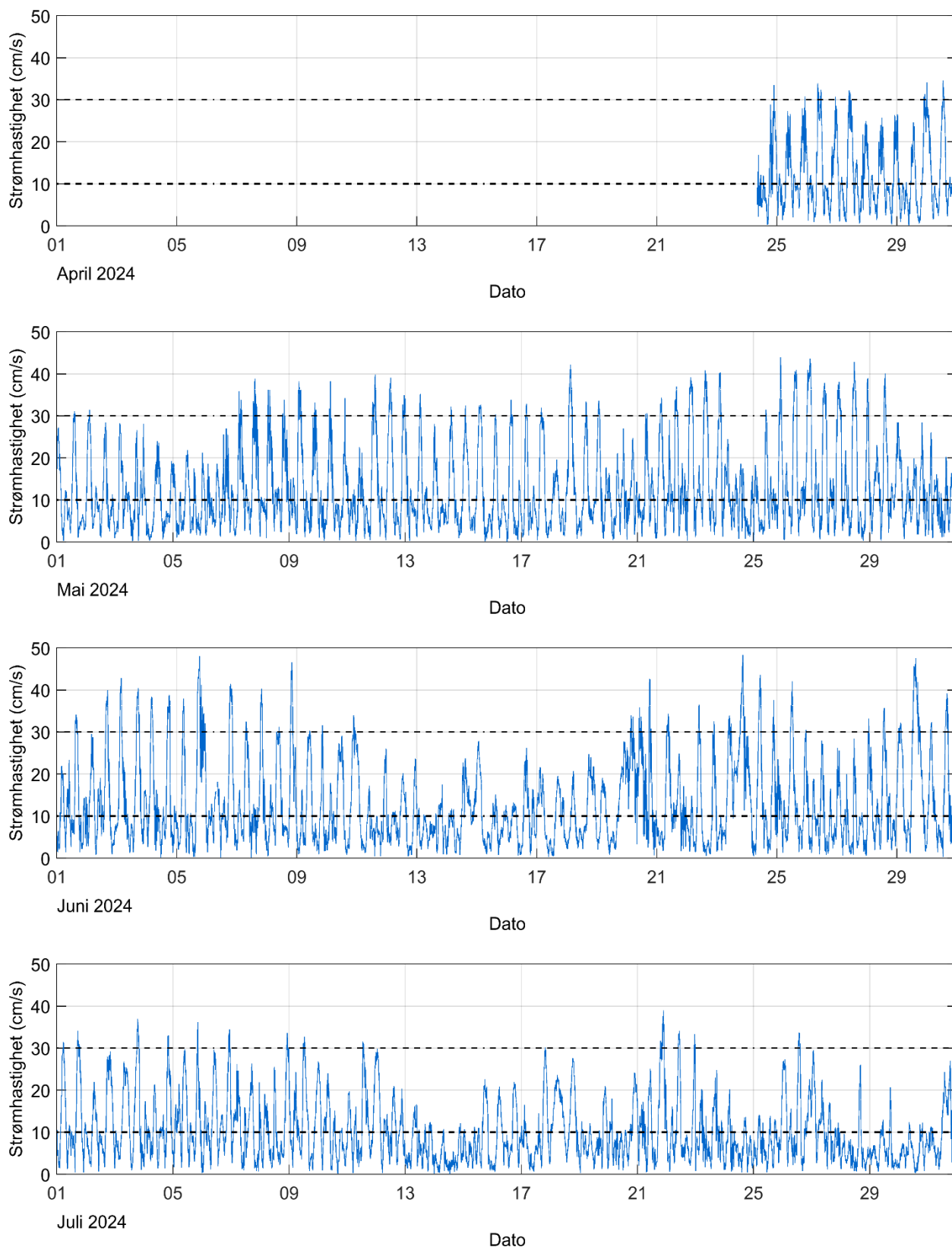
Figur 16.2.1. Strømroser på 5m dyp i april, mai, juni og juli 2024.



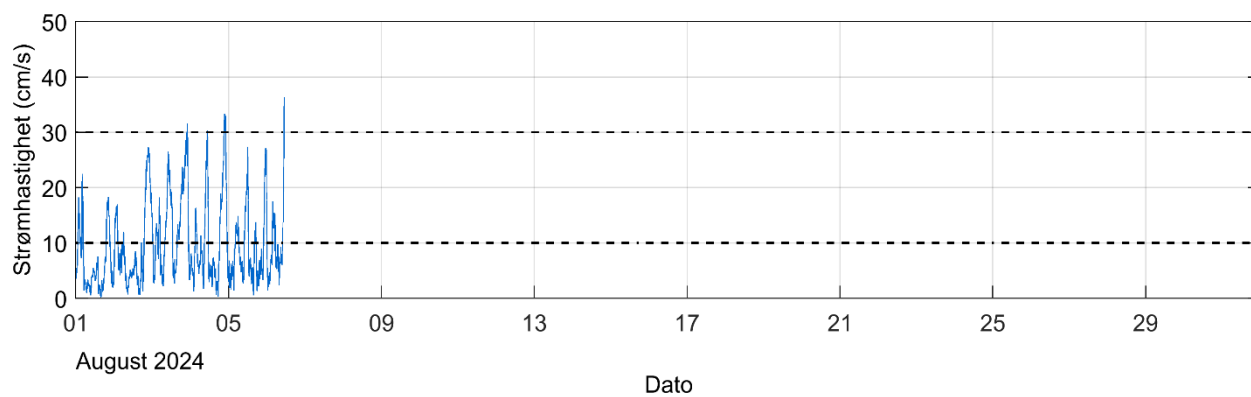
Figur 16.2.2. Strømrøser på 5m dyp i august 2024.

16.3 Tidsdiagram – strømhastighet

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



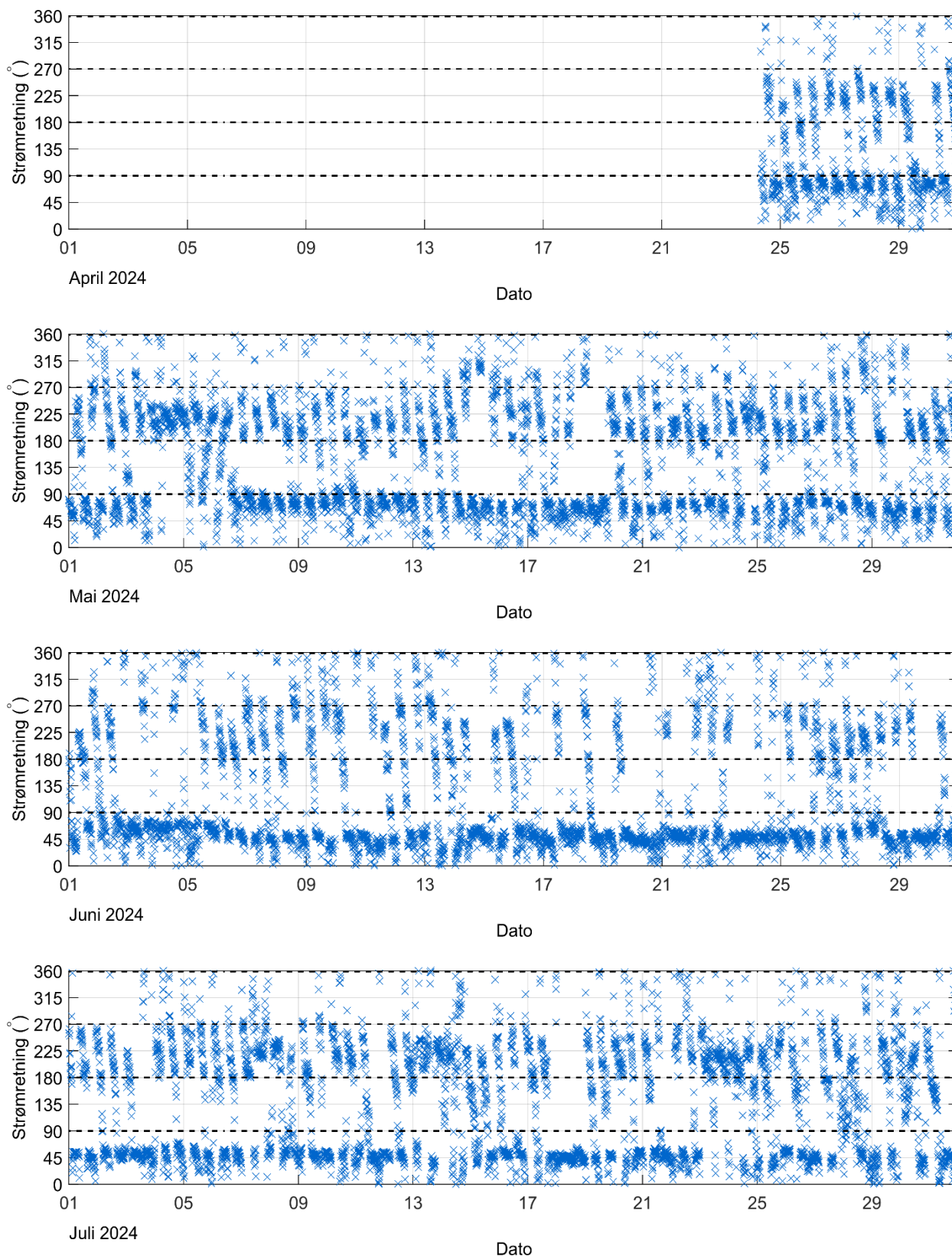
Figur 16.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i april, mai, juni og juli 2024. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



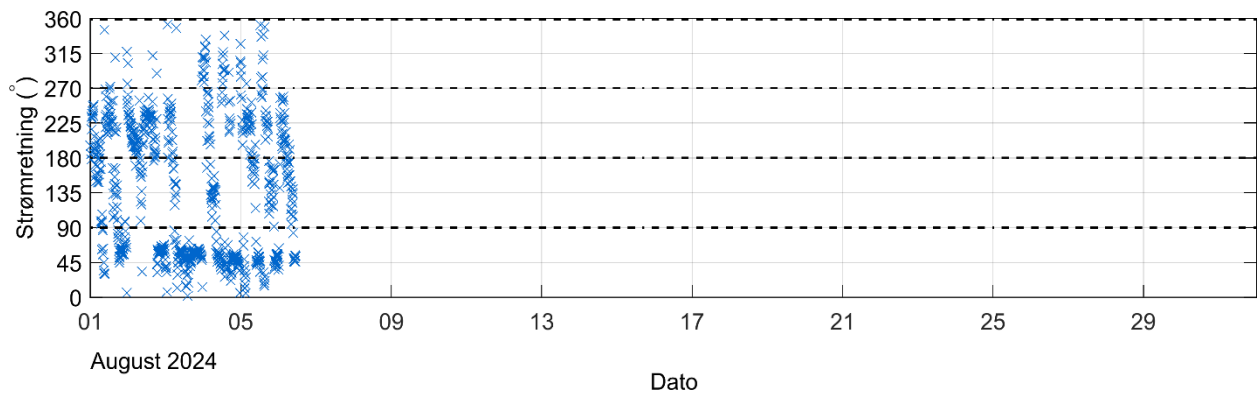
Figur 16.3.2. Tidsdiagram av strømshastighet på 5m dyp i august 2024. Strømshastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

16.4 Tidsdiagram – strømretning

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i april, mai, juni og juli 2024. Strømretning er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.2. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i august 2024. 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	apr24	mai24	jun24	jul24	aug24
1	1.0	0.8	0.9	0.8	0.6
10	2.9	2.9	2.9	2.5	2.4
20	4.7	4.6	4.5	3.9	3.7
30	6.3	6.1	6.0	5.1	4.6
40	7.9	7.6	7.6	6.5	5.8
50	9.3	9.4	9.5	7.9	6.8
60	11.4	11.8	12.0	9.9	8.8
70	15.7	14.8	15.5	12.1	12.0
80	20.6	19.7	20.9	16.1	15.8
90	25.3	28.5	27.8	21.8	21.2
95	27.8	32.6	32.9	26.1	25.5
99	32.3	38.6	40.9	31.8	31.1

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	apr24	mai24	jun24	jul24	aug24
1	98.7	98.7	98.8	98.5	98.0
3	89.6	89.4	89.5	85.8	84.8
5	78.4	77.2	76.4	71.0	66.1
10	45.1	47.3	47.8	39.3	36.2
20	21.1	19.5	21.3	12.8	11.6
30	2.5	8.0	7.4	1.9	1.3
40		0.6	1.3		

17. Vedlegg – Resultater per måned på 15m dyp

17.1 Sammendrag av strømdata

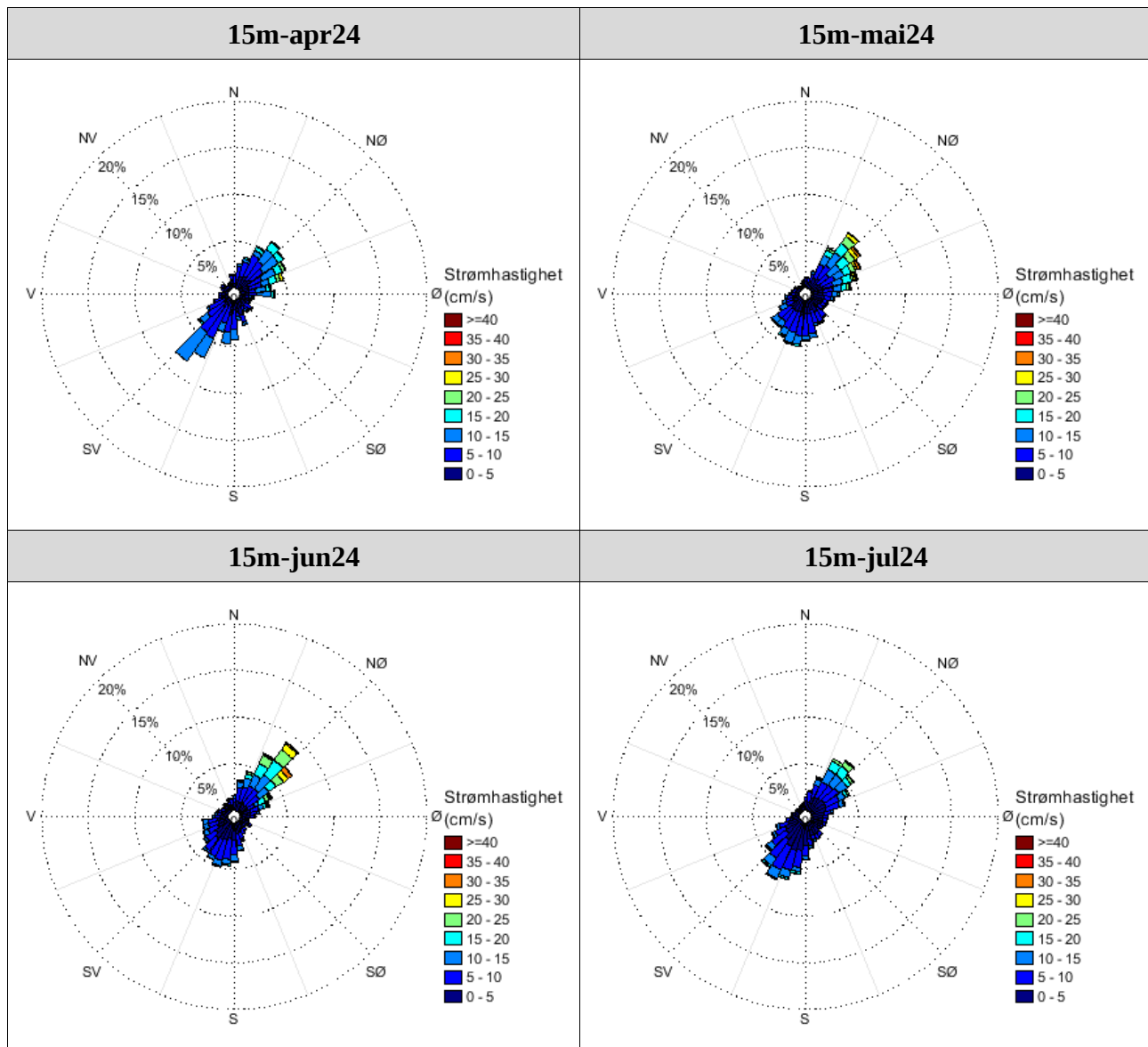
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 15m dyp er sammenfattet i Tabell 17.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og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

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

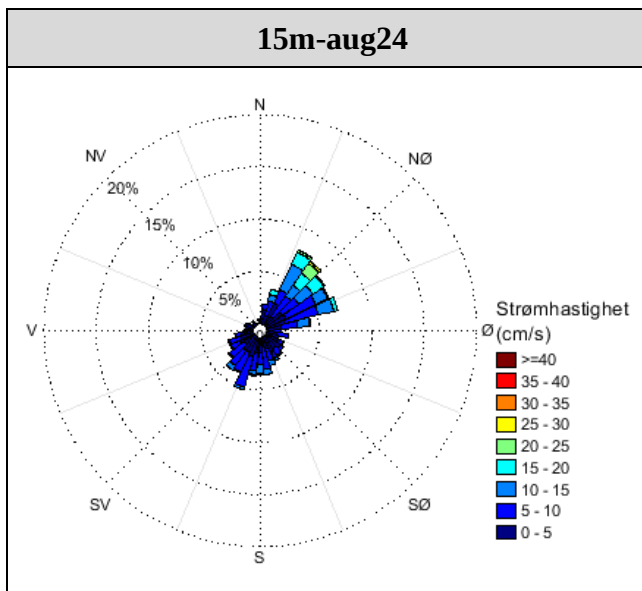
Måledyp - 15m	apr24	mai24	jun24	jul24	aug24
Maksimum (cm/s)	29.5	40.0	36.9	30.8	26.2
Gjennomsnitt (cm/s)	7.9	8.4	8.3	6.4	7.0
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.2	0.0	0.2
Signifikant maks (cm/s)	13.0	15.2	15.6	11.7	12.3
Signifikant min (cm/s)	3.5	3.0	2.8	2.3	2.6
Varians (cm/s) ²	20.2	38.4	42.0	22.2	21.9
Standardavvik (cm/s)	4.5	6.2	6.5	4.7	4.7
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.5	2.2	2.4	3.2	2.8
Lengste periode < 1cm/s (min)	40	30	30	50	30
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	11.5	15.8	18.1	24.5	20.7
Lengste periode < 3cm/s (min)	120	170	200	190	190
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	70.6	71.0	71.6	81.6	78.7
Lengste periode < 10cm/s (min)	530	1390	1400	2740	970
% ≥ 30cm/s	0.0	1.1	1.2	0.02	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	110	120	10	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0	0
Effektiv transport					
Hastighet (cm/s)	1.7	2.8	2.7	1.0	2.5
Retning (grader)	109	88	48	102	76
Neumann-parameter	0.2	0.3	0.3	0.2	0.4
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	6855	7231	7163	5523	6019

17.2 Strømroser

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



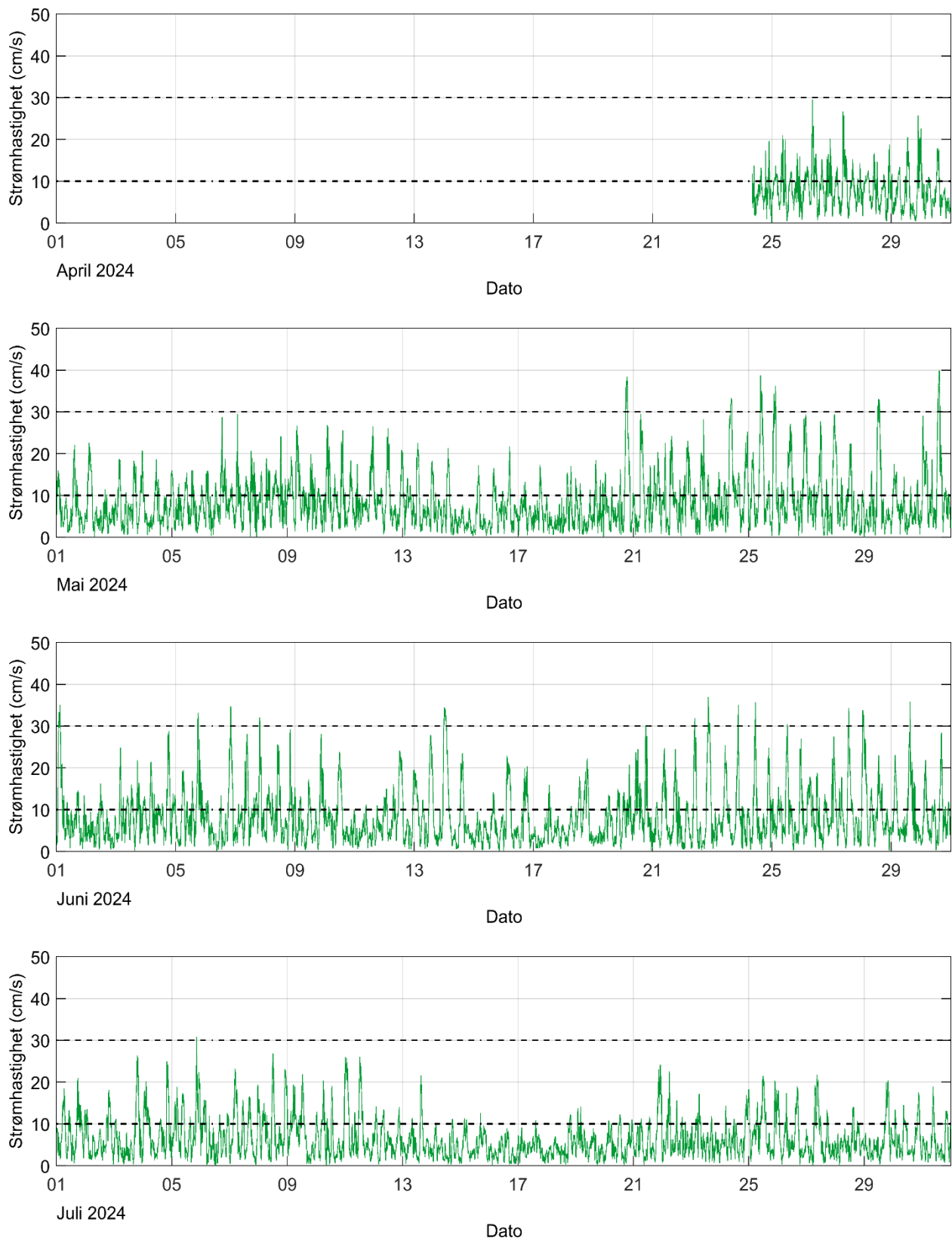
Figur 17.2.1. Strømroser på 15m dyp i april, mai, juni og juli 2024.



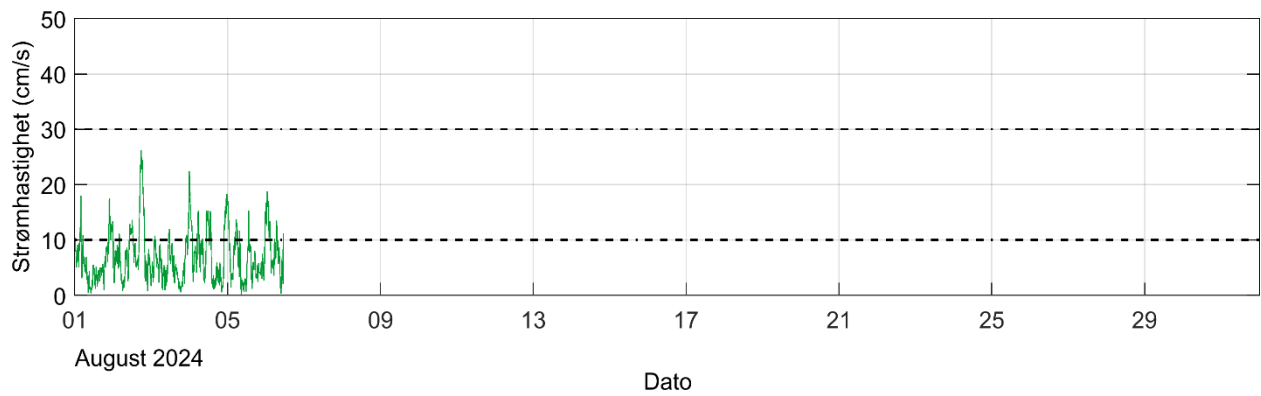
Figur 17.2.2. Strømrøser på 15m dyp i august 2024.

17.3 Tidsdiagram – strømhastighet

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



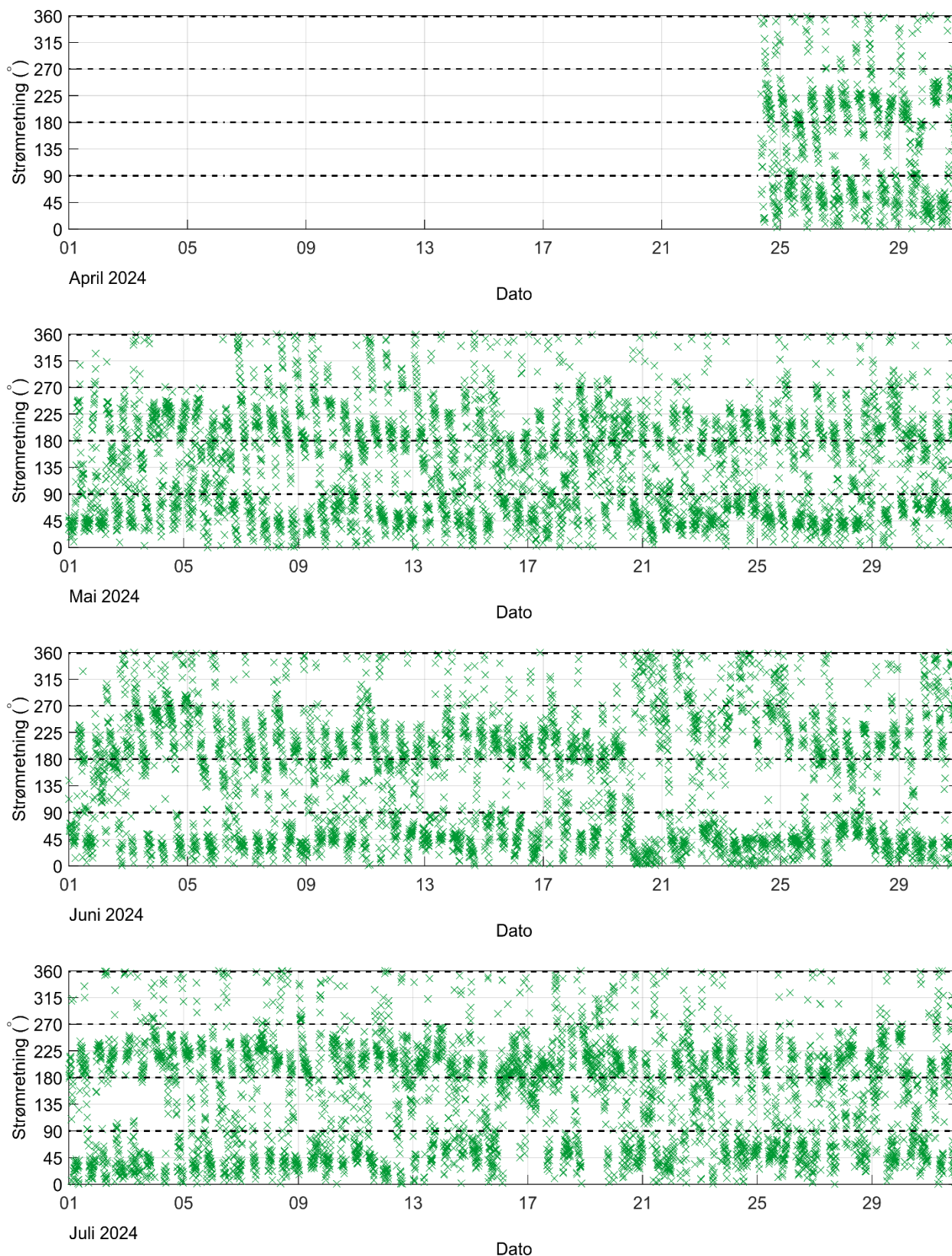
Figur 17.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i april, mai, juni og juli 2024. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



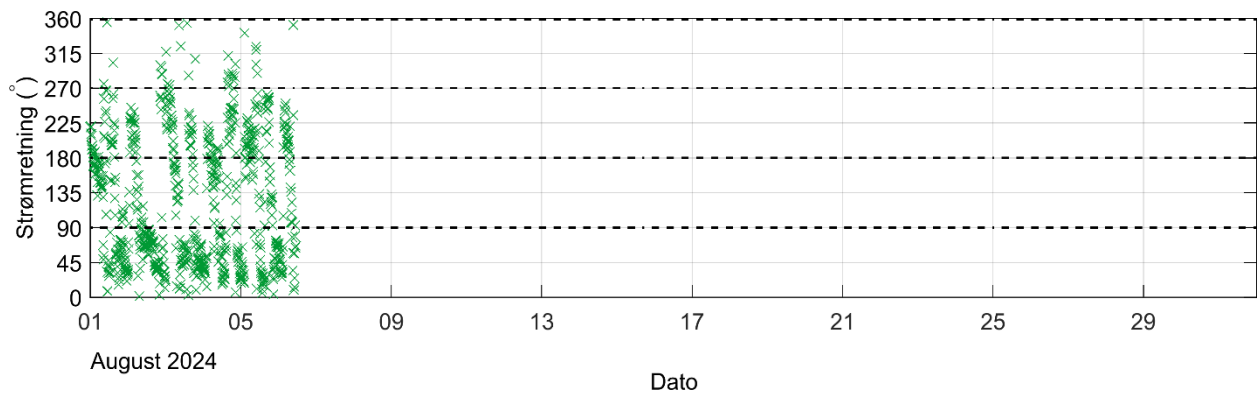
Figur 17.3.2. Tidsdiagram av strømshastighet på 15m dyp i august 2024. Strømshastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

17.4 Tidsdiagram – strømretning

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i april, mai, juni og juli 2024. Strømretning er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.2. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i august 2024. 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	apr24	mai24	jun24	jul24	aug24
1	0.8	0.7	0.7	0.5	0.6
10	2.7	2.3	2.1	1.8	2.0
20	4.1	3.5	3.2	2.7	2.9
30	5.1	4.6	4.1	3.4	3.9
40	6.1	5.6	5.2	4.2	5.0
50	7.2	6.8	6.4	5.1	5.9
60	8.6	8.1	7.9	6.1	7.1
70	9.9	9.8	9.7	7.5	8.7
80	11.2	12.3	12.3	9.6	10.4
90	13.7	16.4	17.7	12.9	13.4
95	16.3	20.8	22.1	16.5	16.1
99	22.5	30.6	30.4	22.3	22.8

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	apr24	mai24	jun24	jul24	aug24
1	98.5	97.8	97.6	96.8	97.2
3	88.5	84.2	81.9	75.5	79.3
5	70.7	65.5	62.3	50.6	59.8
10	29.4	29.0	28.3	18.4	21.3
20	2.0	5.8	7.2	2.1	1.8
30		1.1	1.2	0.02	