

Strømrapport

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

Kalvhylla i

september 2024 - januar 2025

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Kalvhylla. SR-NS-Kalvhylla-110214127-3011-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	28.01.25	Første utgivelse. Presentasjon og vurdering av gjennomførte strømmålinger ved Kalvhylla.	
Rapportdistribusjon	Innhold fra denne rapporten kan brukes så lenge rapporten oppgis som kilde, og at alt benyttet materiale blir kreditert Åkerblå AS.		
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Kalvhylla	Lokalitetsnummer	36217
Kommune	Vevelstad	Fylke	Nordland
Oppdragsgiver			
Selskap	Nova Sea AS; Postboks 34, 8764 LOVUND, NORGE		
Kontaktperson	August Erlendsson Høyland	august.hoyland@novasea.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Robert Stien Andersen	robert.andersen@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Haiwa Pedersen	haiwa.pedersen@akerbla.no	
Kontrollert av	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall		
Måledyp	5m	15m
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	49.2 (S)	44.5 (Ø)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	11.1	8.6
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.2	1.5
Strømstyrke < 3cm/s (%)	9.2	12.7
Strømstyrke < 10cm/s (%)	53.2	68.6
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	2.3	0.5
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.2	0.2
10-års strøm (maksimal)	81	73
50-års strøm (maksimal)	91	82

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	15
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	16
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	17
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	18
4.9 Progressivt vektordiagram	19
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	21
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	21
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	22
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	22
4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	23
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	23
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	23
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	23
4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	24
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	25
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	25
4.21 Strømfordeling	26
4.22 Strømvarighet.....	27
4.23 Tidevannsanalyse	28
4.24 Vind under måleperioden.....	31
4.25 CTD-profil.....	36
5. Diskusjon	37
5.1 Høye strømmålinger.....	37
5.2 Tidevannspåvirkning.....	37
5.3 Vindpåvirkning	37
5.4 Vannutskiftning.....	38

5.5	Vannsøylens vertikale struktur	38
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	39
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger	39
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	40
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	41
6.4	CTD-målinger	41
7.	Vedlegg – Riggoppsett	42
7.1	Riggoppsett	42
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring	44
8.1	Databearbeiding	44
8.2	Kvalitetssikring av data	46
8.3	Ekstern påvirkning	49
8.4	Fjernede dataverdier	50
8.4.1	Måleperiode	50
8.4.2	Enkelte datapunkter	50
9.	Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm	51
10.	Vedlegg - Varighetsanalyse	56
11.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser	62
12.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner	63
13.	Vedlegg – Måleenheter	65
14.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	66
15.	Vedlegg – Referanser	67
16.	Vedlegg – Resultater per måned på 5m dyp	68
16.1	Sammendrag av strømdata	68
16.2	Strømroser	69
16.3	Tidsdiagram – strømhastighet	70
16.4	Tidsdiagram – strømretning	72
16.5	Persentilfordeling av strømhastighet	74
16.6	Prosentfordeling av strømhastighet	74
17.	Vedlegg – Resultater per måned på 15m dyp	75
17.1	Sammendrag av strømdata	75
17.2	Strømroser	76
17.3	Tidsdiagram – strømhastighet	77
17.4	Tidsdiagram – strømretning	79

17.5	Persentilfordeling av strømhastighet.....	81
17.6	Prosentfordeling av strømhastighet.....	81

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Nova Sea AS utført strømmålinger ved eksisterende oppdrettslokalitet Kalvhylla 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 Kalvhylla ligger i Vevelstad kommune, Nordland (Figur 2.1). Kalvhylla ligger på nordsiden av Visten. Plasseringen er åpen mot Stokkafjorden i N og Mindværffjorden i SV/V. Fjorden Visten er orientert SØ – NV.

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

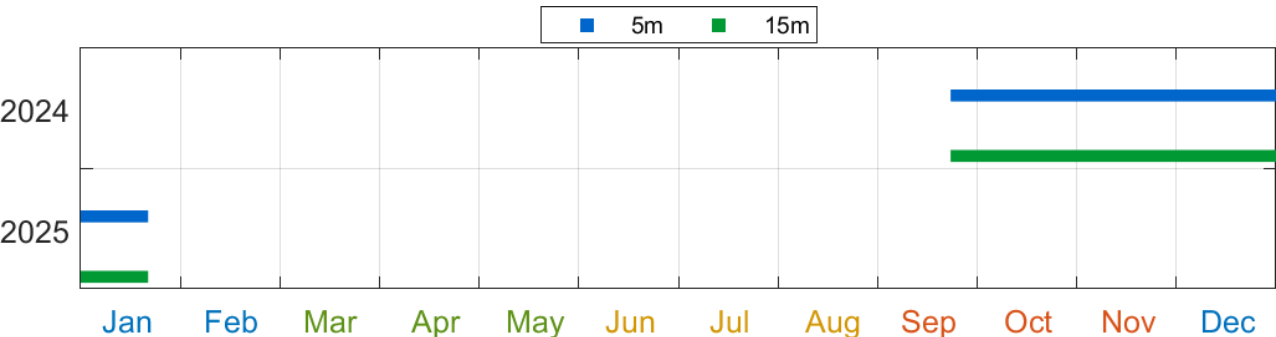
Bunntopografi er ca. 167m dyp og orientert SØ – NV i området for strømmålingsposisjonen.



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 23.09.24 til 17.12.24 (P1) og fra 17.12.24 til 21.01.25 (P2) (Figur 3.1).

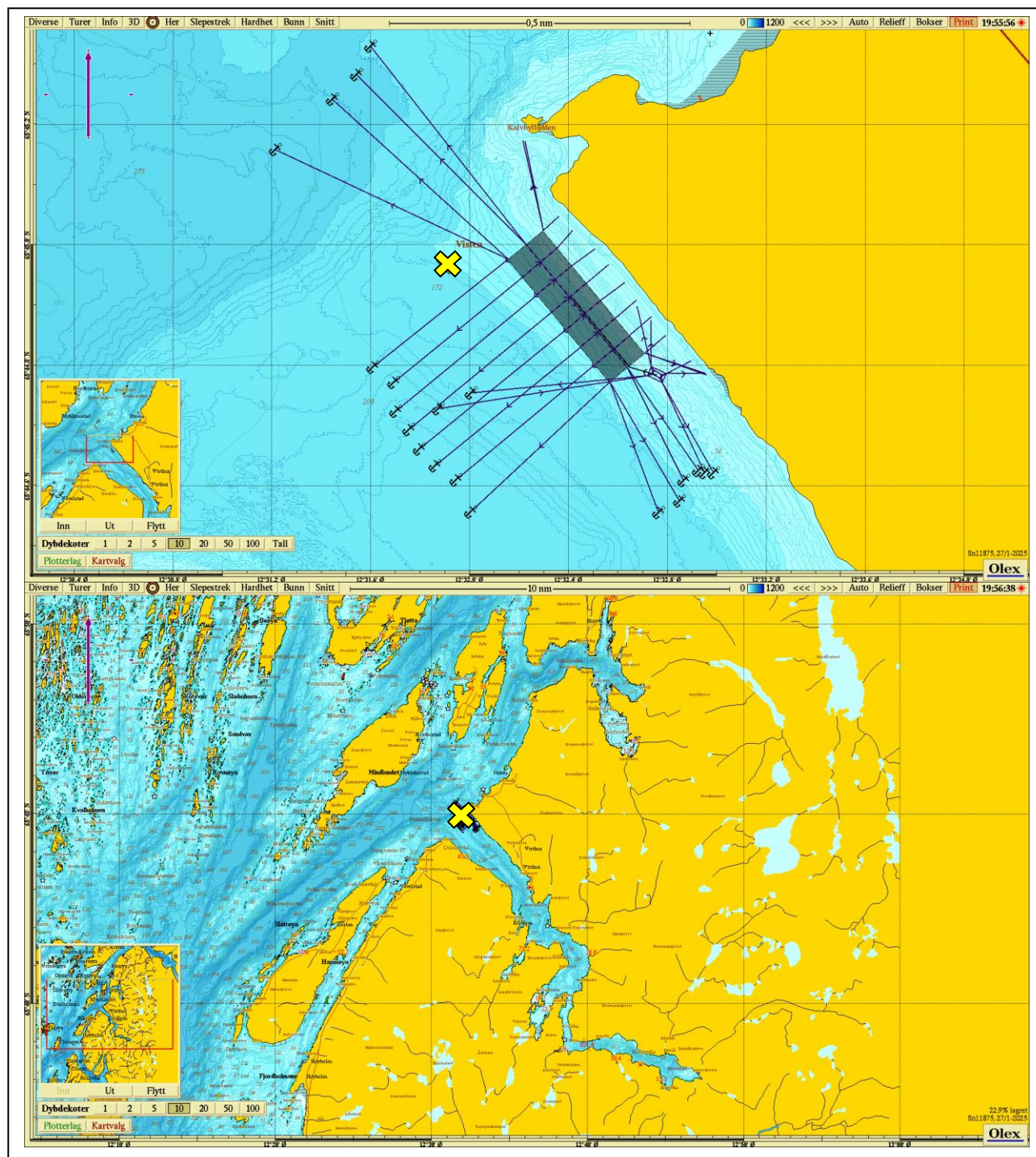


Figur 3.1. De fargede linjene i figuren viser hvilke år og måneder det er strømmålinger på 5m (blå linje) og 15m (grønn linje). Skriftfargene på månedene langs x-aksen illustrerer sesong; blå = vinter, grønn = vår, gul = sommer, og rød = høst. Målingene på 5m og 15m ble utført om høsten og vinteren.

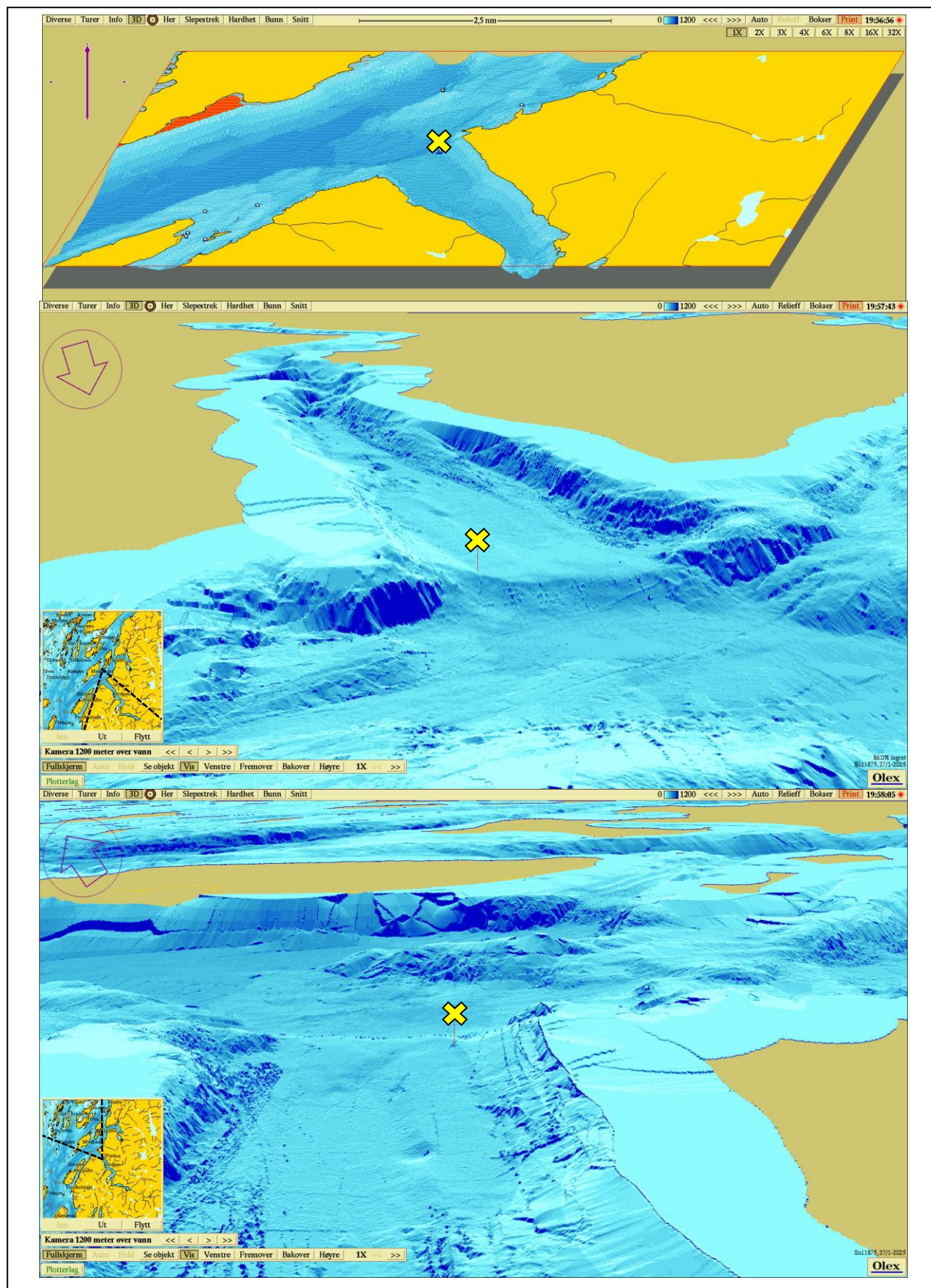
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.2 – Figur 3.3). Målerne på 5m og 15m er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området der anlegget ligger.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m
Posisjonsanvisning	✕	✕
Posisjon	65° 44.964' N; 012° 31.895' Ø	65° 44.964' N; 012° 31.895' Ø
Dyp på målested	167m	167m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	23.09.24 - 21.01.25	23.09.24 - 21.01.25
	P1: 23.09.24 - 17.12.24	P1: 23.09.24 - 17.12.24
	P2: 17.12.24 - 21.01.25	P2: 17.12.24 - 21.01.25
Måleintervall	10 minutter	10 minutter
Antall døgn (målt/planlagt)	119.7 / 119.8	119.7 / 119.8
	P1: 84.8 / 84.9	P1: 84.8 / 84.9
	P2: 34.9 / 34.9	P2: 34.9 / 34.9
Fjernede datapunkt	P1: 8	P1: 8
	P2: 0	P2: 0
Manglende datapunkt mellom perioder	P1 - P2: 9	P1 - P2: 9



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

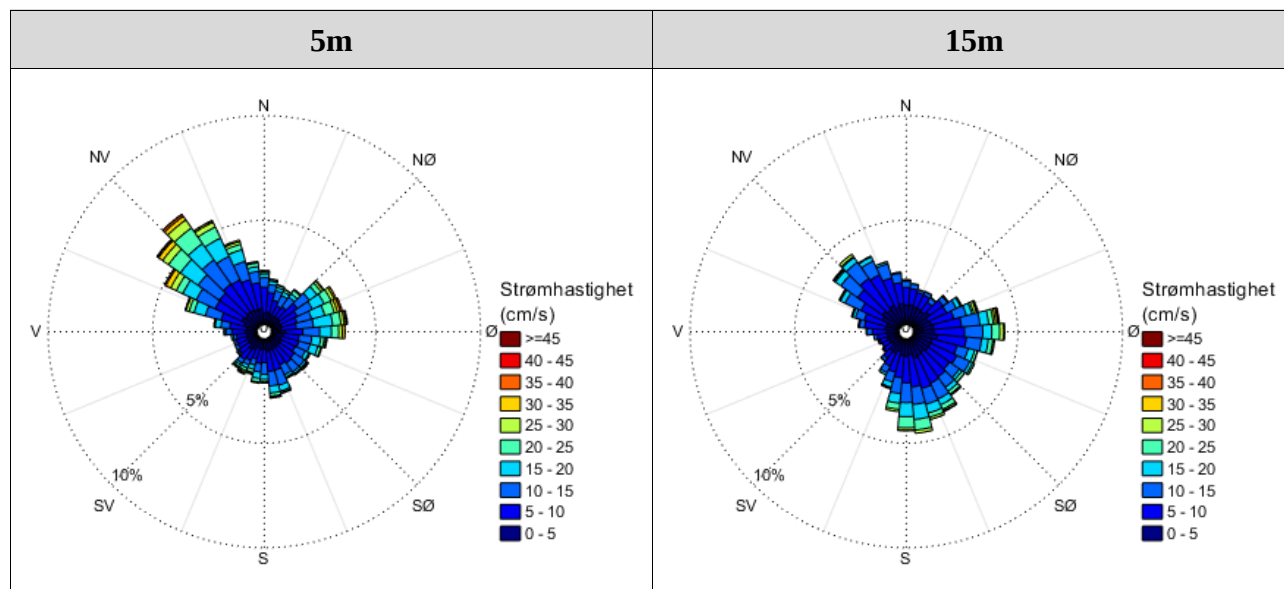
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

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

Måledyp	5m	15m
Sjøtemperatur (°C)	2.6 - 14.4	4.8 - 14.2
Strømhastighet	5m	15m
Maksimum (cm/s)	49.2	44.5
Gjennomsnitt (cm/s)	11.1	8.6
Minimum (cm/s)	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	19.7	15.2
Signifikant min (cm/s)	4.1	3.3
Varians (cm/s) ²	54.7	34.1
Standardavvik (cm/s)	7.4	5.8
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.2	1.5
Lengste periode < 1cm/s (min)	60	40
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	9.2	12.7
Lengste periode < 3cm/s (min)	200	270
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	53.2	68.6
Lengste periode < 10cm/s (min)	3280	5850
% ≥ 30cm/s	2.3	0.5
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	210	190
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0
Effektiv transport		
Hastighet (cm/s)	2.5	1.7
Retning (grader)	1	125
Neumann-parameter	0.2	0.2
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	9615	7436

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 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.

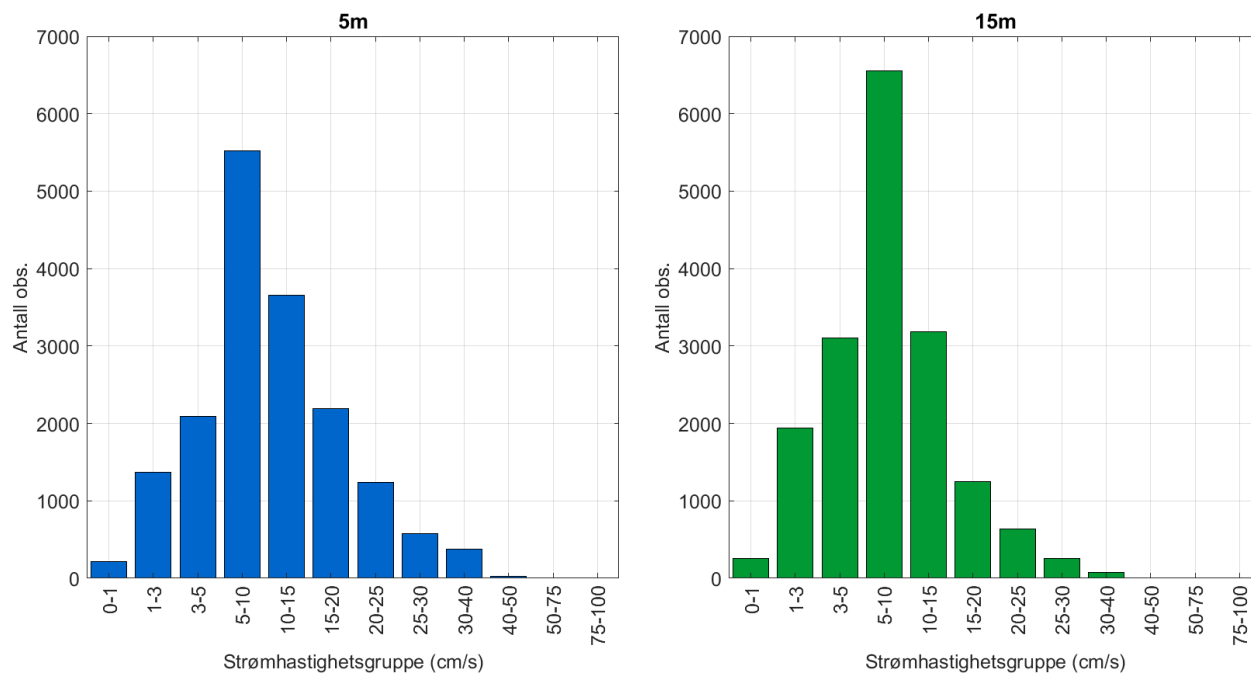
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	6	54	86	309	108	38	24	14	1	0	0	0	0	640	3.7	34024	3.0	36.8
N	15	8	49	94	198	111	48	24	8	3	0	0	0	0	543	3.1	29724	2.6	38.7
NØ	30	9	53	85	148	138	49	35	7	0	0	0	0	0	524	3.0	30477	2.6	29.5
NØ	45	13	50	76	216	162	78	55	23	8	0	0	0	0	681	3.9	44645	3.9	33.3
NØ	60	9	41	73	232	203	154	94	44	28	0	0	0	0	878	5.1	68991	6.0	37.9
Ø	75	7	40	80	205	208	208	115	36	47	6	0	0	0	952	5.5	81629	7.1	43.7
Ø	90	11	58	87	202	200	151	84	45	32	0	0	0	0	870	5.0	67488	5.9	38.7
Ø	105	8	59	79	212	142	114	44	13	12	0	0	0	0	683	4.0	44624	3.9	34.3
SØ	120	3	54	87	202	149	47	18	6	0	0	0	0	0	566	3.3	31067	2.7	29.9
SØ	135	10	45	90	236	146	29	12	14	1	0	0	0	0	583	3.4	30838	2.7	32.0
SØ	150	7	54	79	232	141	38	10	2	5	1	0	0	0	569	3.3	30060	2.6	40.5
S	165	12	56	90	249	184	80	33	14	6	0	0	0	0	724	4.2	43510	3.8	39.2
S	180	8	58	73	179	148	68	40	14	1	0	0	0	0	589	3.4	36296	3.2	32.2
S	195	6	43	68	163	89	79	38	11	4	5	0	0	0	506	2.9	33744	2.9	49.2
SV	210	8	69	84	150	66	42	35	28	18	1	0	0	0	501	2.9	31614	2.7	40.4
SV	225	8	65	81	150	40	18	12	4	1	0	0	0	0	379	2.2	16538	1.4	33.0
SV	240	13	53	77	144	36	5	0	0	0	0	0	0	0	328	1.9	11873	1.0	18.1
V	255	8	51	66	129	35	15	0	1	0	0	0	0	0	305	1.8	12056	1.0	25.7
V	270	7	68	63	171	74	27	3	2	0	0	0	0	0	415	2.4	18788	1.6	27.9
V	285	8	56	90	243	171	113	35	15	6	0	0	0	0	737	4.3	46293	4.0	36.8
NV	300	12	74	117	363	238	185	108	86	82	0	0	0	0	1265	7.3	102240	8.9	39.5
NV	315	12	76	133	410	352	256	208	98	74	8	0	0	0	1627	9.4	136514	11.9	44.5
NV	330	8	71	113	417	322	242	163	72	34	0	0	0	0	1442	8.4	111419	9.7	39.7
N	345	13	74	120	356	188	105	47	24	13	0	0	0	0	940	5.5	57210	5.0	34.2
Antall obs.		214	1371	2091	5516	3651	2189	1237	581	376	21	0	0	0	17247	100	0	0	0
%		1.2	7.9	12.1	32.0	21.2	12.7	7.2	3.4	2.2	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	14	93	136	230	77	19	1	0	0	0	0	0	0	570	3.3	21924	2.5	20.0
N	15	16	77	150	186	51	4	1	0	0	0	0	0	0	485	2.8	16655	1.9	24.9
NØ	30	7	91	130	169	45	8	0	0	0	0	0	0	0	450	2.6	15128	1.7	19.2
NØ	45	12	104	136	171	64	14	0	0	0	0	0	0	0	501	2.9	17897	2.0	18.9
NØ	60	5	97	119	256	122	44	8	11	3	0	0	0	0	665	3.9	32345	3.6	35.0
Ø	75	10	101	135	316	203	96	38	29	34	8	0	0	0	970	5.6	62175	7.0	44.5
Ø	90	8	101	146	370	224	109	94	42	17	0	0	0	0	1111	6.4	71735	8.1	38.5
Ø	105	8	109	159	353	165	85	38	14	1	0	0	0	0	932	5.4	48923	5.5	32.3
SØ	120	12	103	137	329	157	41	26	6	0	0	0	0	0	811	4.7	39107	4.4	28.6
SØ	135	15	80	139	359	158	52	44	4	4	0	0	0	0	855	5.0	44107	5.0	37.8
SØ	150	8	91	134	374	207	67	64	23	8	0	0	0	0	976	5.7	56927	6.4	37.9
S	165	6	76	144	398	199	156	91	35	1	0	0	0	0	1106	6.4	71091	8.0	30.1
S	180	7	70	140	322	245	179	132	41	5	0	0	0	0	1141	6.6	80509	9.0	30.7
S	195	11	61	117	270	159	84	44	10	0	0	0	0	0	756	4.4	43400	4.9	28.7
SV	210	12	71	107	186	88	33	1	0	0	0	0	0	0	498	2.9	21726	2.4	21.0
SV	225	17	51	108	115	28	6	0	0	0	0	0	0	0	325	1.9	10755	1.2	18.3
SV	240	10	52	75	104	6	0	0	0	0	0	0	0	0	247	1.4	7189	0.8	11.8
V	255	6	69	81	108	32	2	0	0	0	0	0	0	0	298	1.7	9791	1.1	15.4
V	270	11	64	71	182	61	6	5	0	0	0	0	0	0	400	2.3	16110	1.8	22.6
V	285	11	63	107	282	90	21	8	0	0	0	0	0	0	582	3.4	25566	2.9	24.0
NV	300	10	74	143	292	205	67	19	8	0	0	0	0	0	818	4.7	42900	4.8	26.1
NV	315	16	88	159	424	253	75	16	32	0	0	0	0	0	1063	6.2	57293	6.4	29.8
NV	330	10	76	176	440	192	54	7	3	0	0	0	0	0	958	5.6	45576	5.1	27.9
N	345	12	74	151	316	153	22	1	0	0	0	0	0	0	729	4.2	31791	3.6	24.6
Antall obs.		254	1936	3100	6552	3184	1244	638	258	73	8	0	0	0	17247	100	0	0	0
%		1.5	11.2	18.0	38.0	18.5	7.2	3.7	1.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

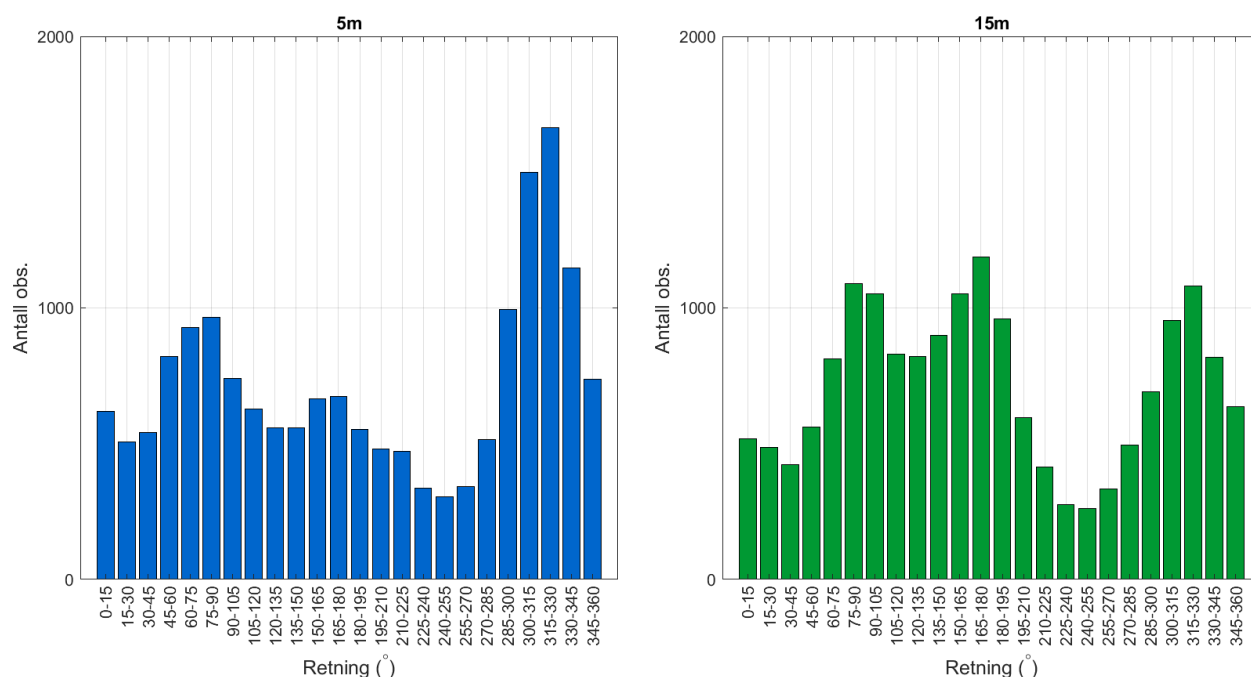
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under. Hastighetsfordelingen er $\geq$ (laveste verdi) og $<$ (høyeste verdi) av oppgitt intervall.



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

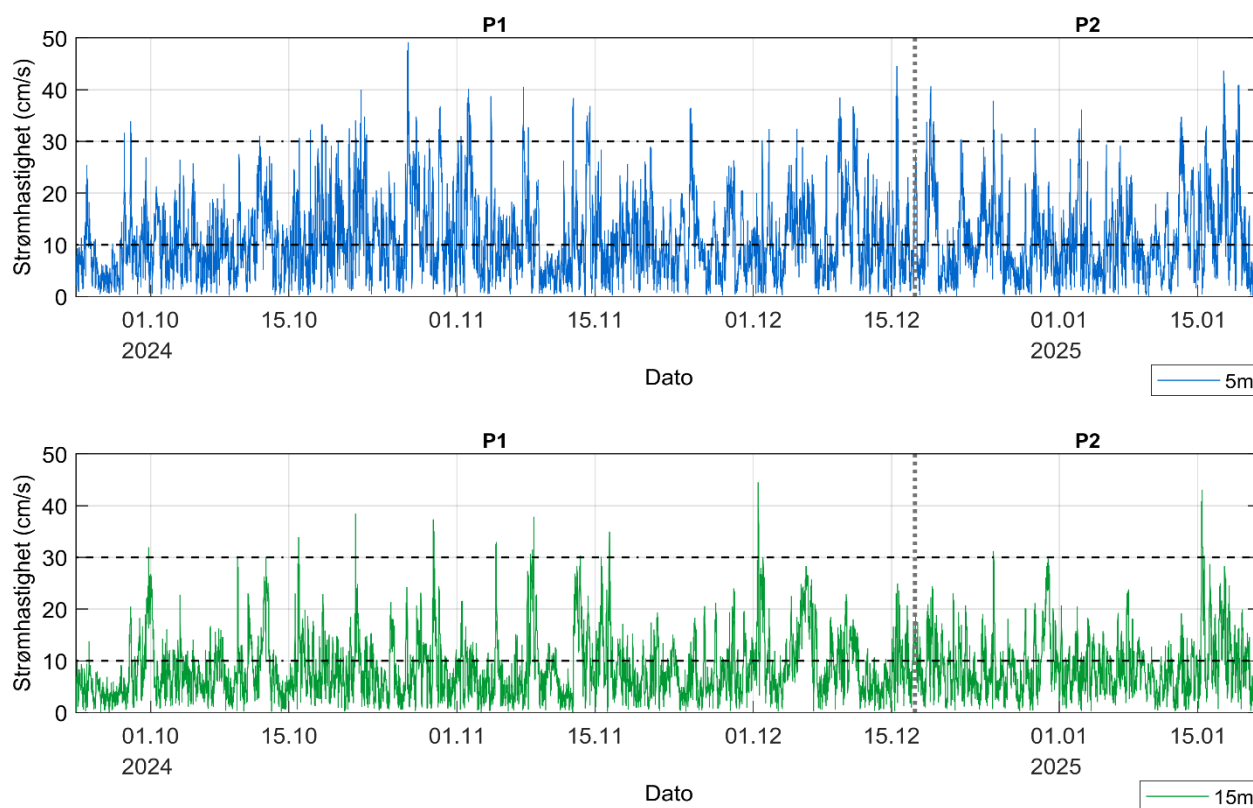
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under. Retningsfordelingen er $\geq$ (laveste verdi) og $<$ (høyeste verdi) av oppgitt intervall.



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

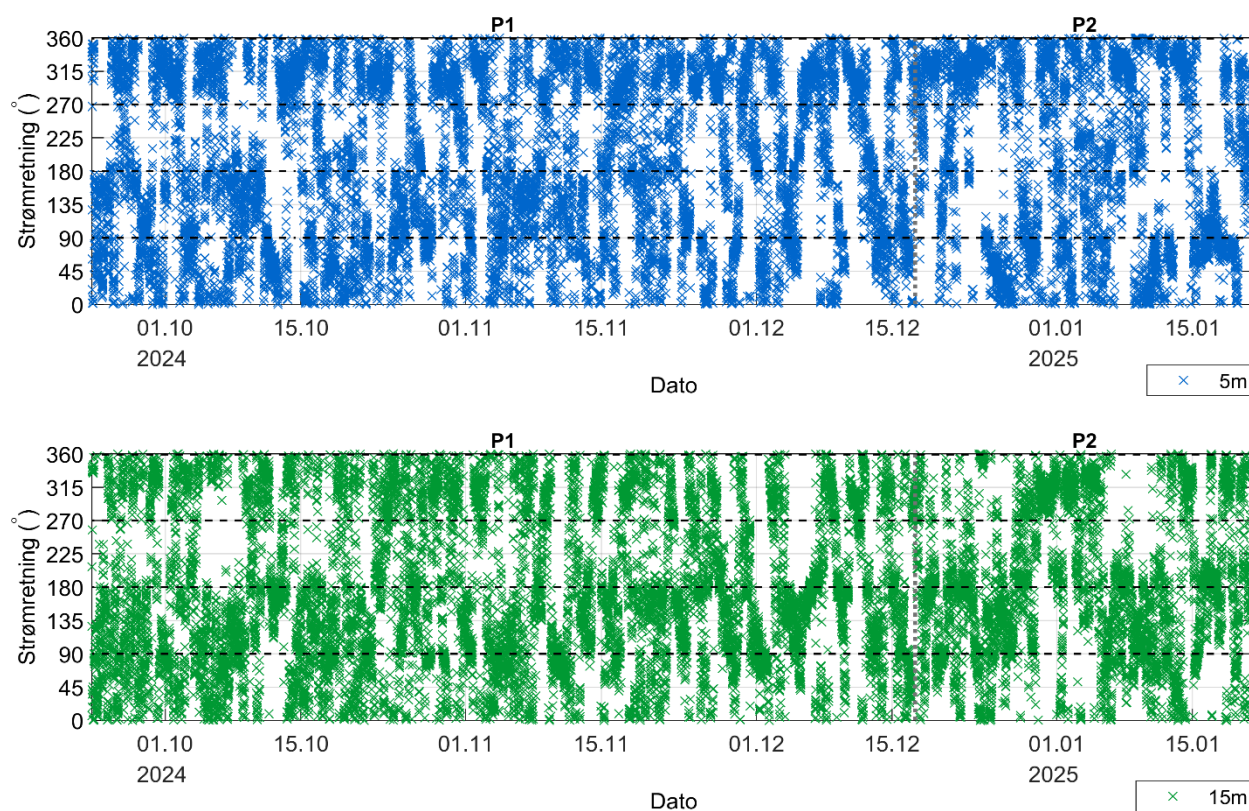
Strømmens hastighet under hele måleperioden er oppgitt under. Stiplede linjer indikerer tilfeller med strømhastigheter over 10cm/s og 30cm/s.



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

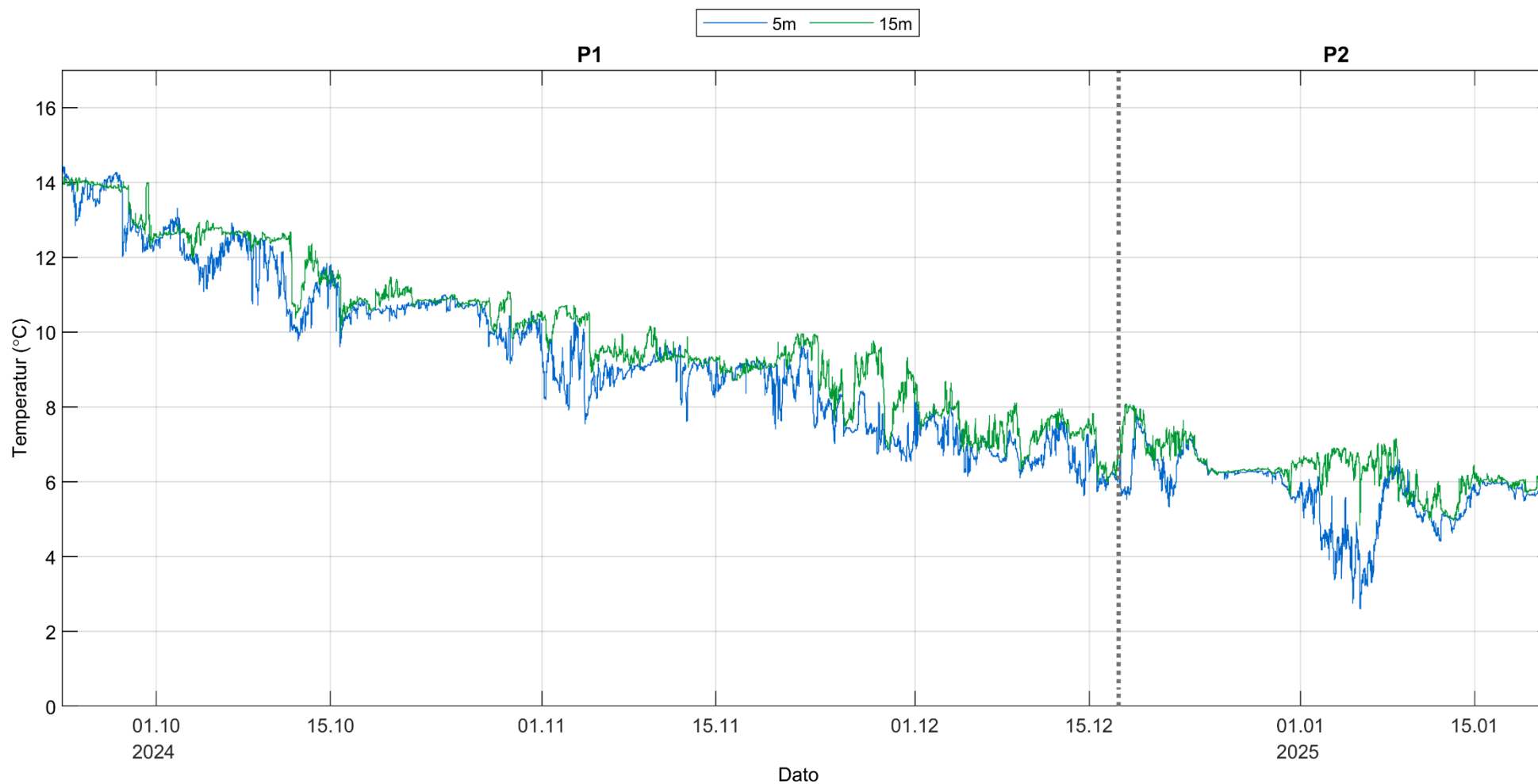
Strømmens retning under hele måleperioden er oppgitt under. Stiplede linjer er vist for 90°, 180°, 270° og 360° for å indikere kompassretningene øst, sør, vest og nord.



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

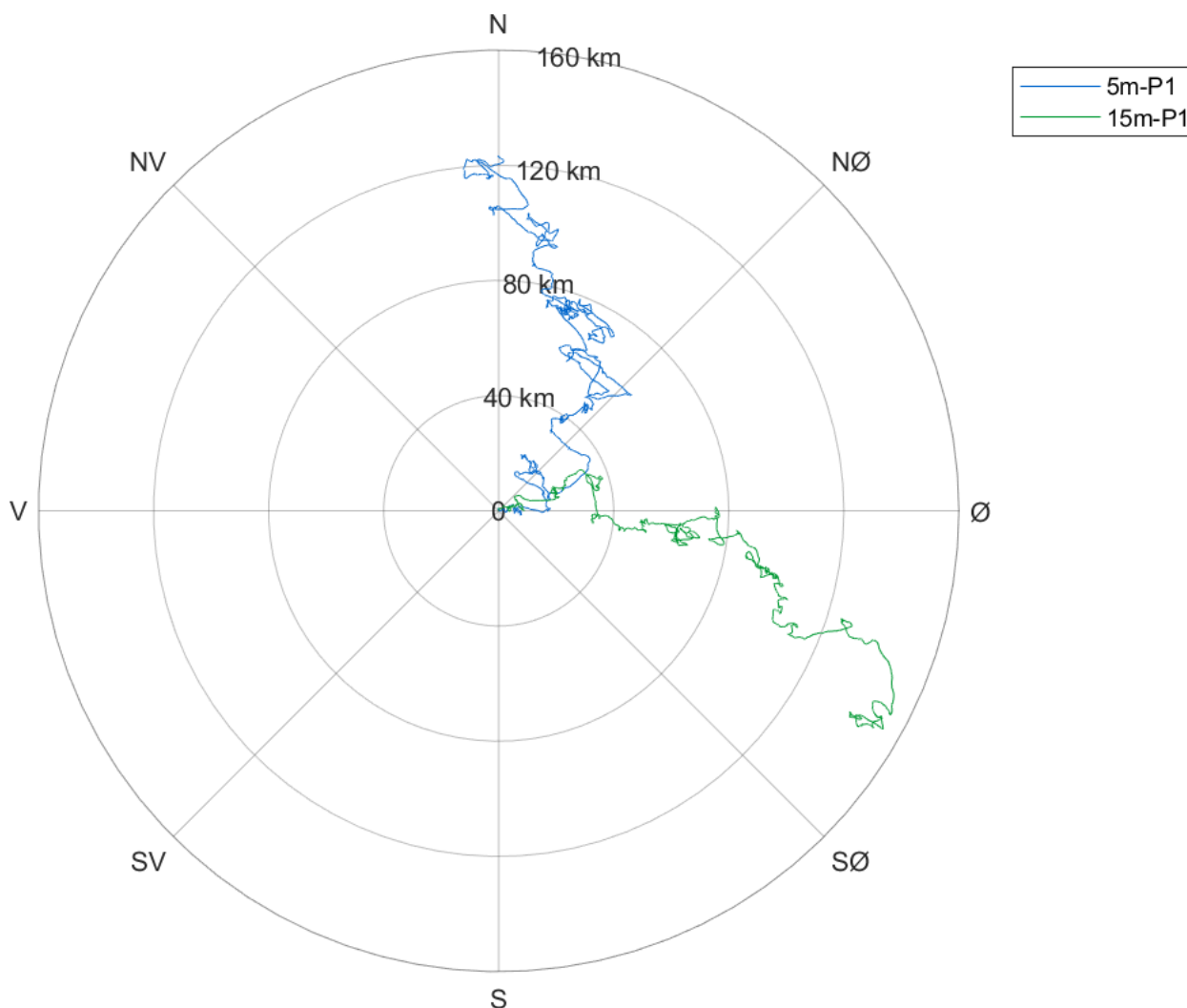
Temperatur under hele måleperioden er oppgitt under.



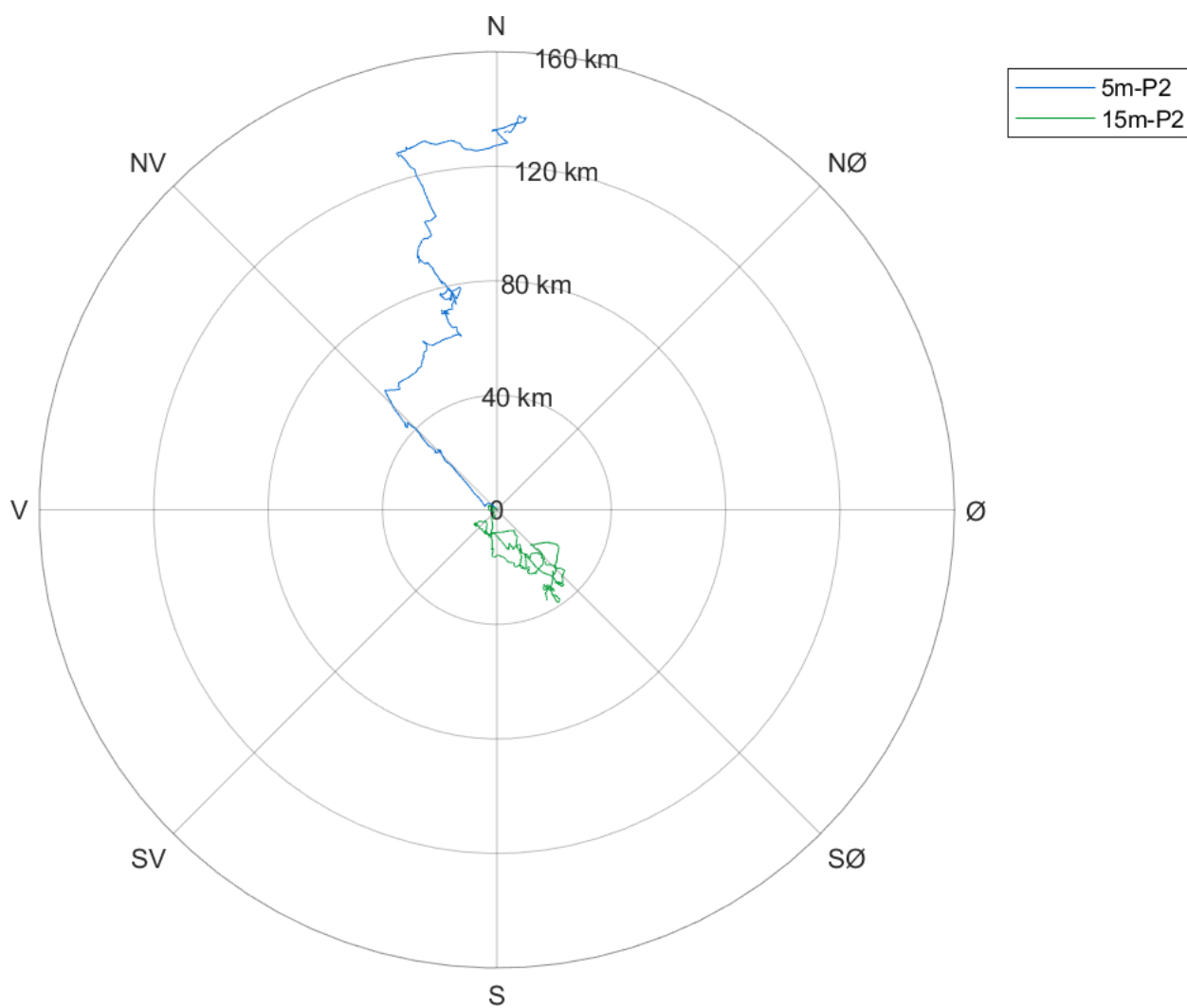
Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m og 15m dyp. Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

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.

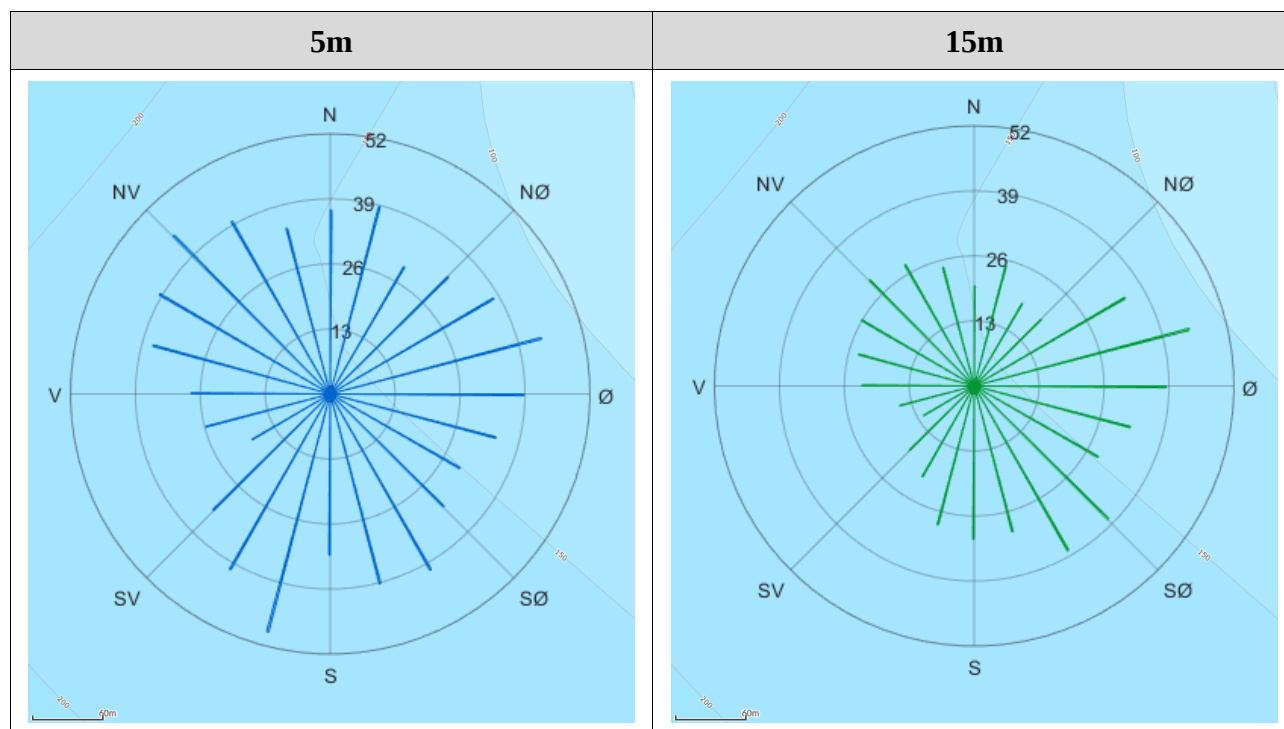


Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m og 15m dyp i P1.



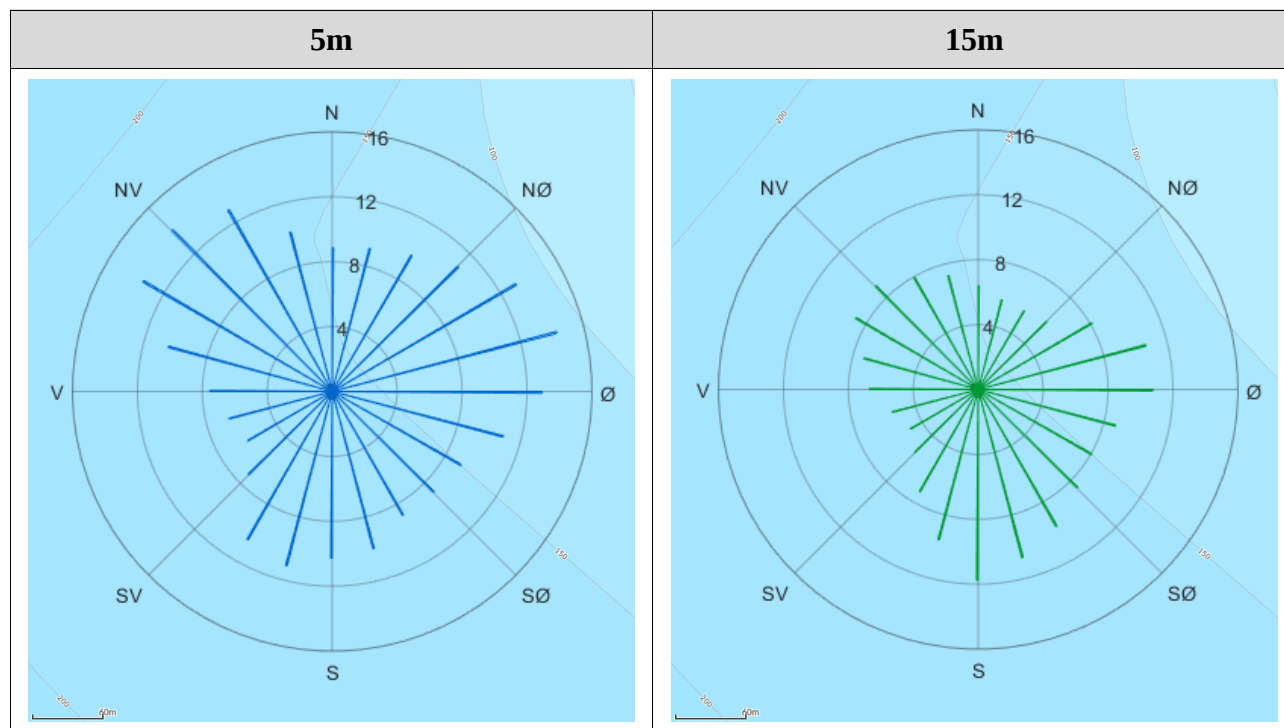
Figur 4.9.2. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m og 15m dyp i P2.

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.

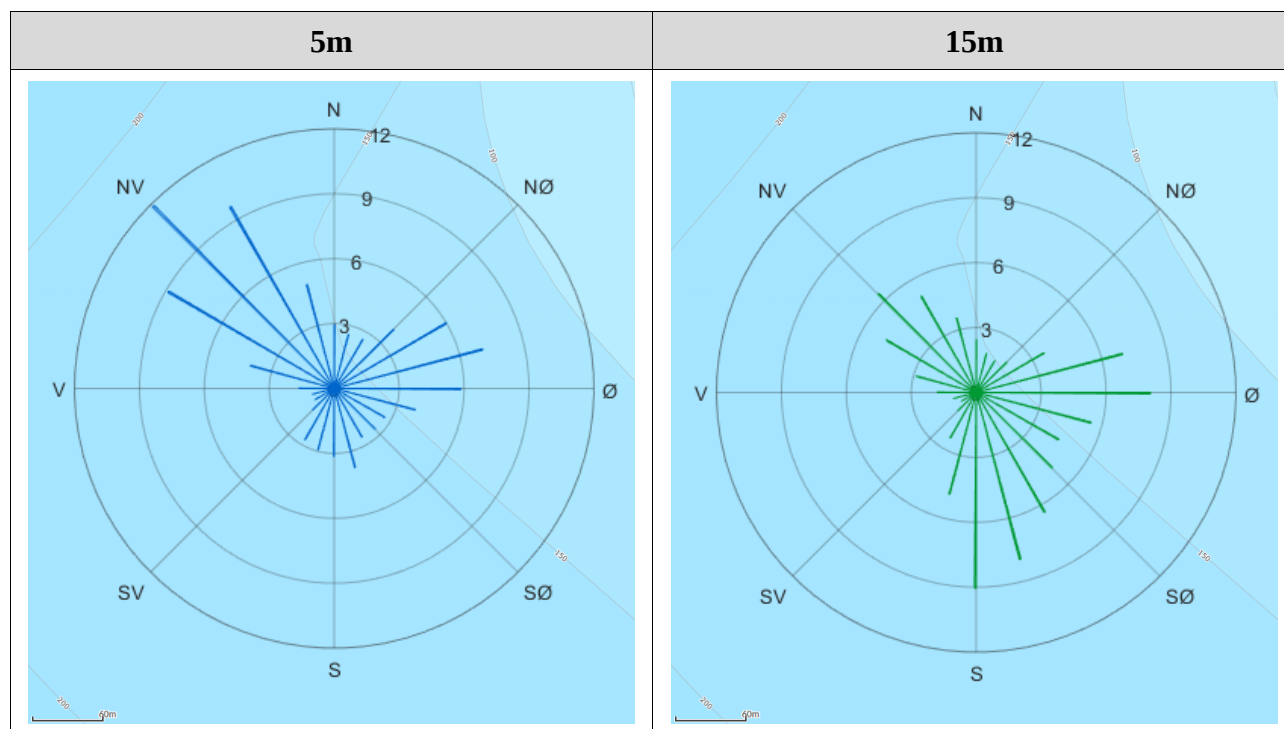
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



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

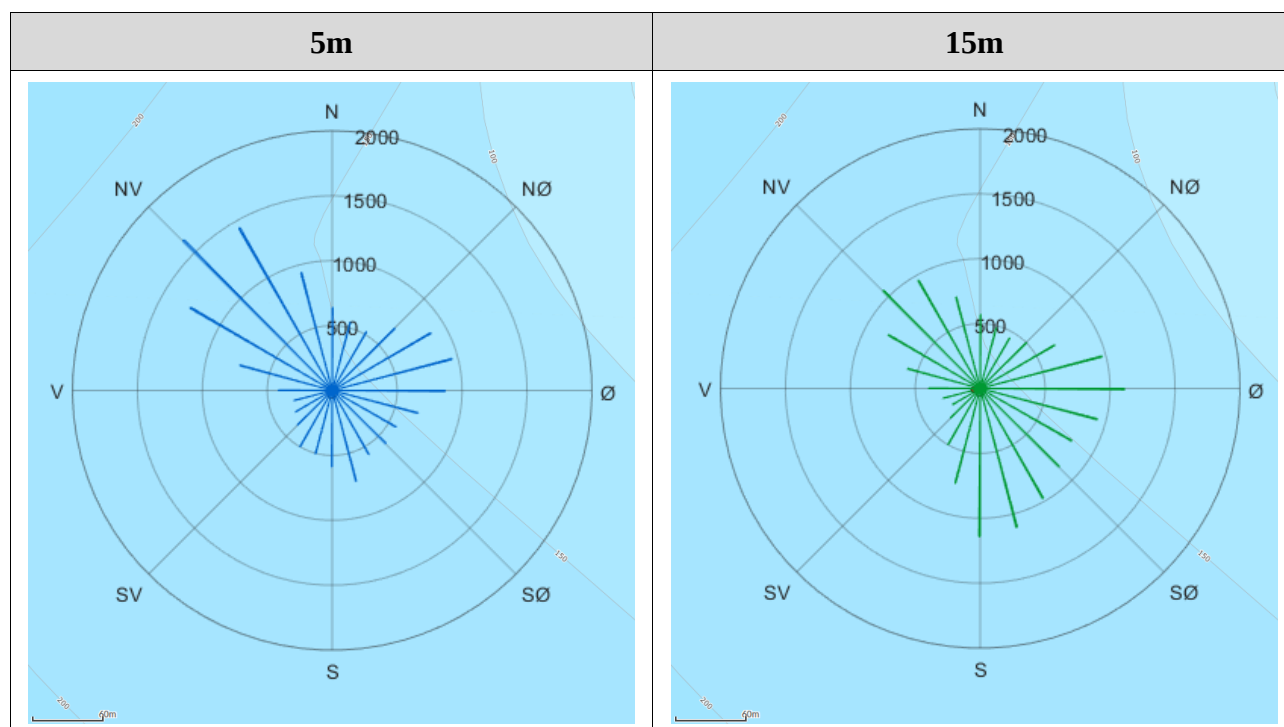
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

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	38.7	37.9	43.7	40.5	49.2	40.4	36.8	44.5
15m	24.9	35.0	44.5	37.9	30.7	21.0	24.0	29.8

4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer

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

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	9.4	11.5	12.9	8.9	10.4	8.3	8.8	13.5
15m	6.5	6.7	10.1	8.8	10.8	6.2	6.7	8.6

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	2123	2083	2505	1718	1819	1208	1457	4334
15m	1784	1616	3013	2642	3003	1070	1280	2839

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	10.4	12.5	16.8	8.0	9.9	5.2	6.7	30.4
15m	7.8	7.3	20.5	15.8	21.9	4.5	5.8	16.4

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)	38.7	37.9	43.7	40.5	49.2	40.4	36.8	44.5
Retning (°)	12	59	79	149	202	209	288	314
10-år (cm/s) (x1.65)	64	62	72	67	81	67	61	74
50-år (cm/s) (x1.85)	72	70	81	75	91	75	68	82

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)	24.9	35.0	44.5	37.9	30.7	21.0	24.0	29.8
Retning (°)	21	65	73	146	178	205	292	321
10-år (cm/s) (x1.65)	41	58	73	62	51	35	40	49
50-år (cm/s) (x1.85)	46	65	82	70	57	39	44	55

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	0.9	0.8
10	3.2	2.7
20	4.8	3.8
30	6.3	4.9
40	7.8	6.0
50	9.4	7.2
60	11.3	8.6
70	13.7	10.2
80	16.8	12.5
90	21.6	16.6
95	25.6	20.7
99	33.7	27.3

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	98.8	98.5
3	90.8	87.3
5	78.7	69.3
10	46.7	31.3
20	12.8	5.7
30	2.3	0.5
40	0.1	0.05

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	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	1.4
$1 < x \leq 5$	2.8	2.2	2.3	2.4	2.2	2.5	2.3	3.4	20.1
$5 < x \leq 10$	5.0	3.5	3.6	3.9	3.4	2.6	3.1	6.9	32.0
$10 < x \leq 20$	3.5	4.5	5.9	3.2	3.8	1.2	2.5	9.2	33.8
$20 < x \leq 30$	0.8	1.5	2.0	0.4	0.9	0.5	0.3	4.3	10.7
$30 < x \leq 40$	0.1	0.2	0.5	0.03	0.06	0.1	0.03	1.1	2.1
$40 < x \leq 50$	0	0	0.03	0.0	0.03	0.0	0	0.05	0.1
Sum	12.4	12.1	14.5	10.0	10.6	7.1	8.3	25.2	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°	
$0 < x \leq 1$	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	1.4
$1 < x \leq 5$	3.9	3.9	4.4	4.0	3.5	2.7	2.6	4.2	29.2
$5 < x \leq 10$	4.2	3.5	6.0	6.2	5.7	2.3	3.3	6.7	37.9
$10 < x \leq 20$	1.9	1.7	5.1	4.0	5.9	0.9	1.2	4.9	25.6
$20 < x \leq 30$	0.02	0.1	1.5	1.0	2.0	0.0	0.08	0.5	5.2
$30 < x \leq 40$	0	0.02	0.3	0.07	0.03	0	0	0	0.4
$40 < x \leq 50$	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0.05
Sum	10.2	9.3	17.6	15.5	17.2	6.1	7.4	16.5	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 4.22.1 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 begge dypene i måleperiodene. 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)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$> 6t$
$0 < x \leq 1$	33	3	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	291	170	97	27	8	3	0	1
$5 < x \leq 10$	516	270	159	33	11	5	4	1
$10 < x \leq 20$	310	217	176	61	21	9	5	7
$20 < x \leq 30$	142	77	57	13	6	4	0	0
$30 < x \leq 40$	25	21	16	2	0	0	0	0
$40 < x \leq 50$	1	2	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)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$> 6t$
$0 < x \leq 1$	46	1	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	299	201	159	56	18	7	1	3
$5 < x \leq 10$	440	279	201	58	20	12	3	4
$10 < x \leq 20$	173	130	111	48	19	17	1	11
$20 < x \leq 30$	39	30	28	3	6	2	1	2
$30 < x \leq 40$	6	3	4	0	0	0	0	0
$40 < x \leq 50$	1	1	0	0	0	0	0	0

4.23 Tidevannsanalyse

En tidevannsanalyse av strømdata er gjennomført for å vurdere hvor stor andel av det målte signalet som er forårsaket av tidevannet. Tidevannsanalysen er utført ved bruk av analyseverktøyet U_Tide (Codiga, 2011).

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

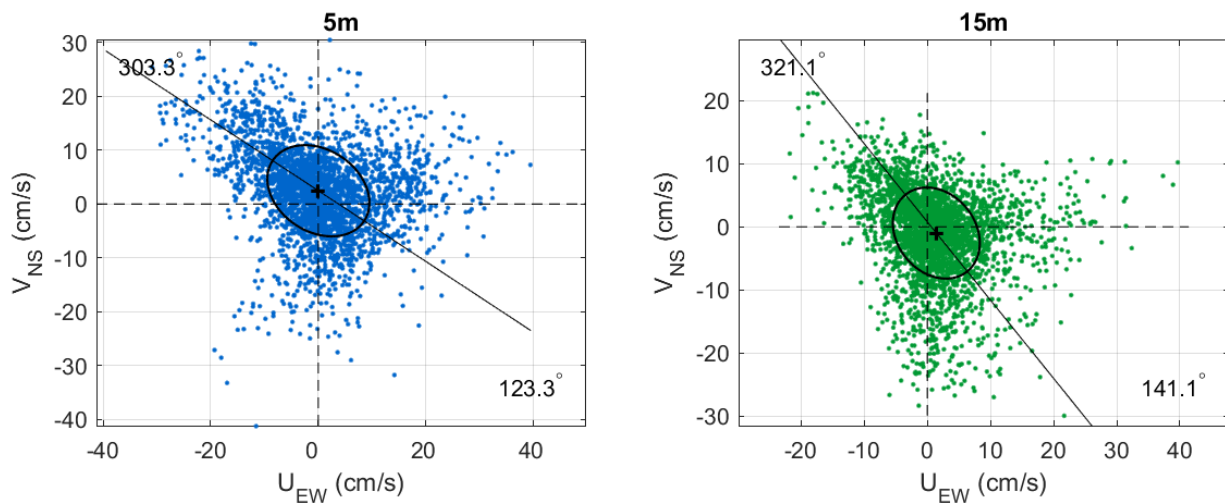
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere variasjon i strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning (Figur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

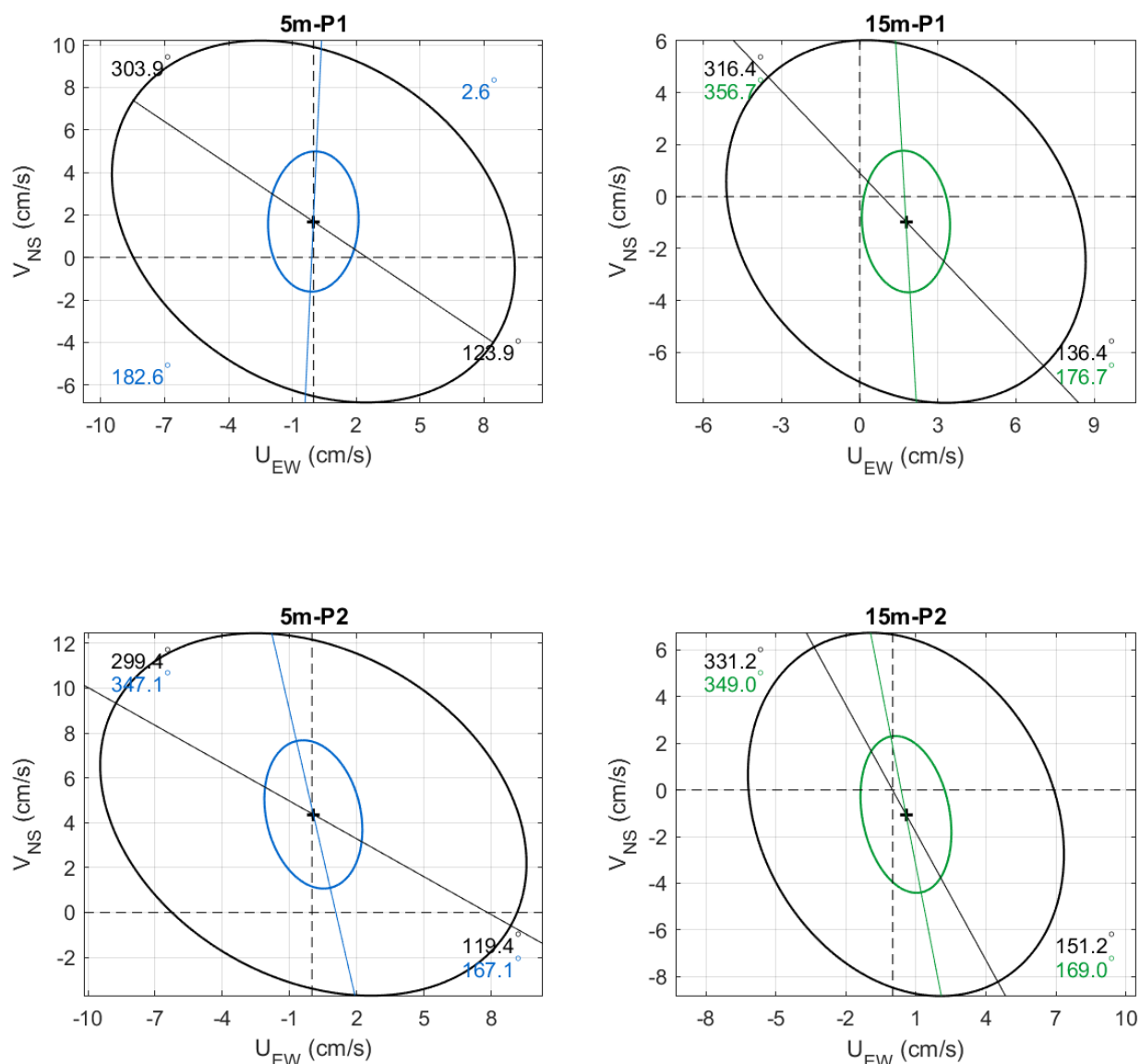
Strøm (%)	5m	15m
P1	20.9	24.0
P2	27.7	31.2

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

Strøm (%)	5m	15m
P1	14.8	19.4
P2	13.9	22.2



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 og P2. Midtpunktet for strørellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst - vest og nord - sør er vist med stiplede linjer.

4.24 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Tjøtta (Meteorologisk institutt, 2025), som ligger ca. 10.2km NV for strømmålingsposisjonen (Figur 4.24.1)



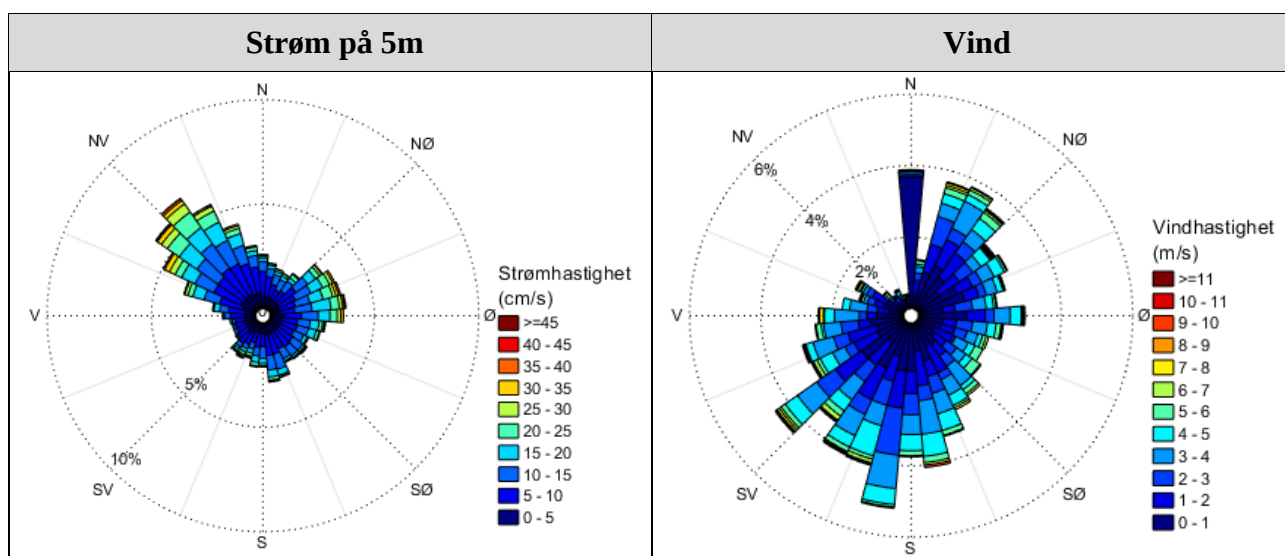
Figur 4.24.1. Posisjonen til Tjøtta værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Rørvik tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

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

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Tjøtta 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 Tjøtta 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. 116.3km SV for strømmålingsposisjonen (Figur 4.24.1). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

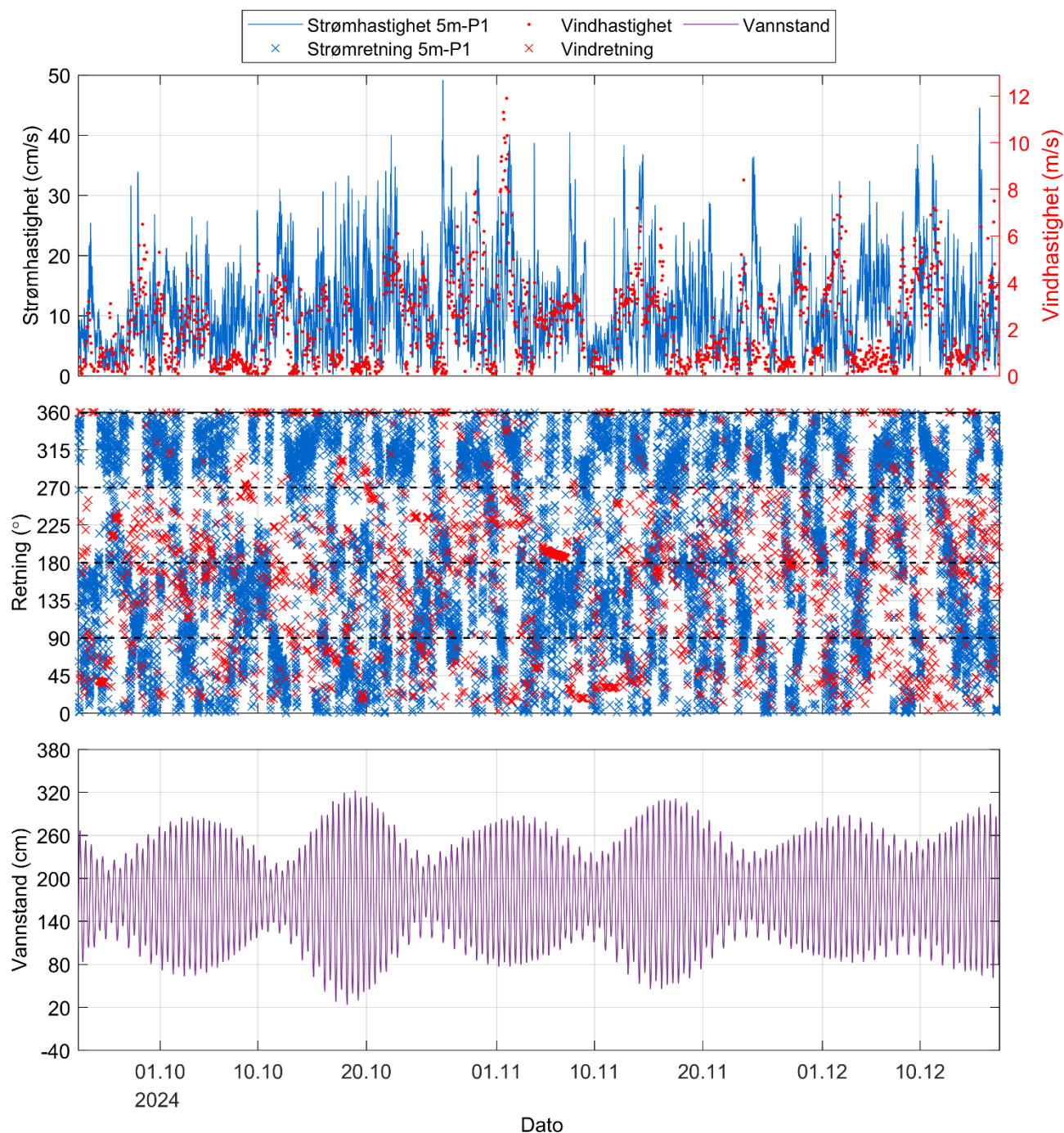
Tabell 4.24.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Tjøtta under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	10.0	11.0	8.6	7.9	9.6	11.9	11.3	9.4
Tid (%)	9.3	14.9	11.8	11.4	20.7	17.0	10.7	4.3

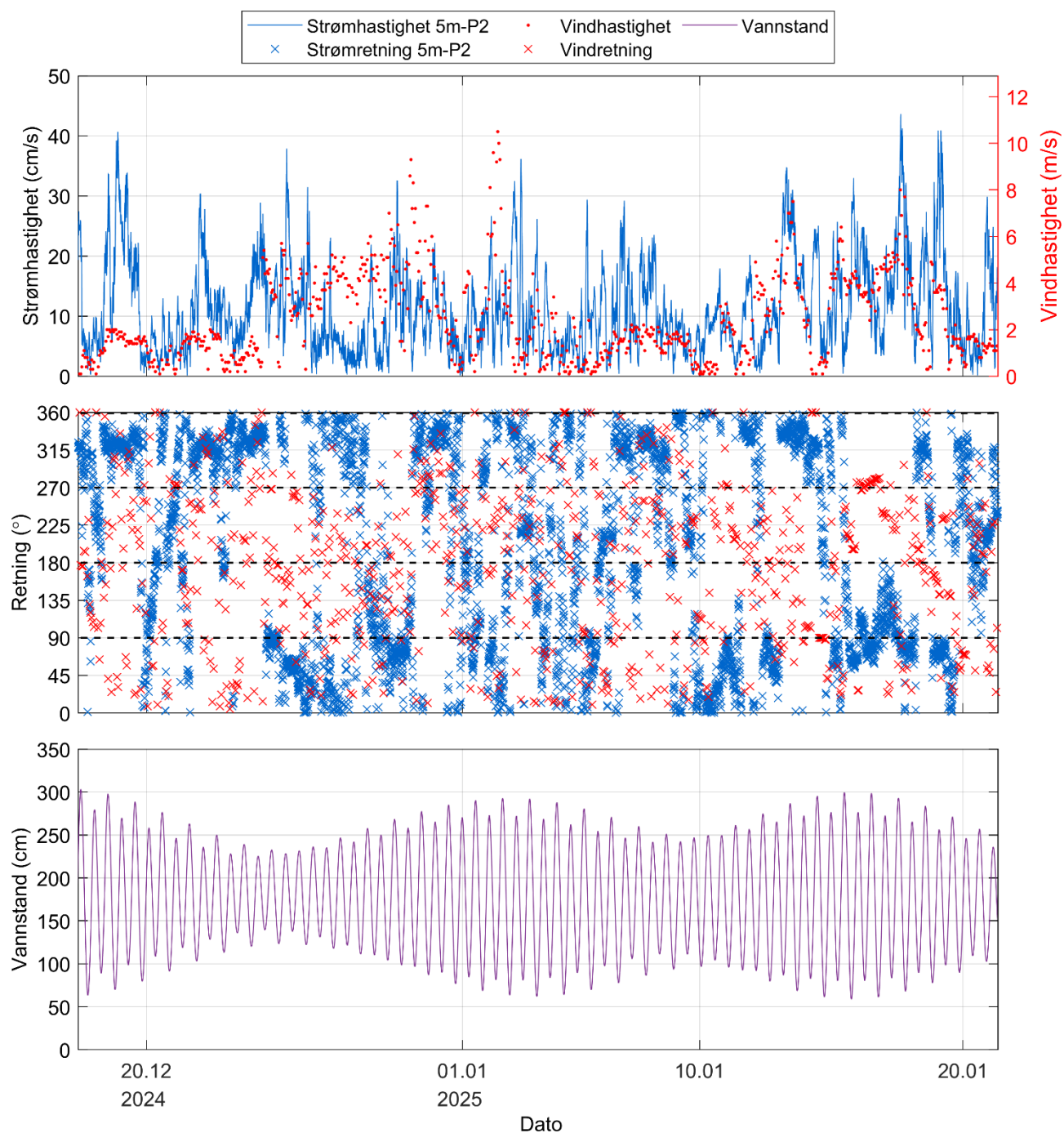


Figur 4.24.2. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Tjøtta værstasjon i måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

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.

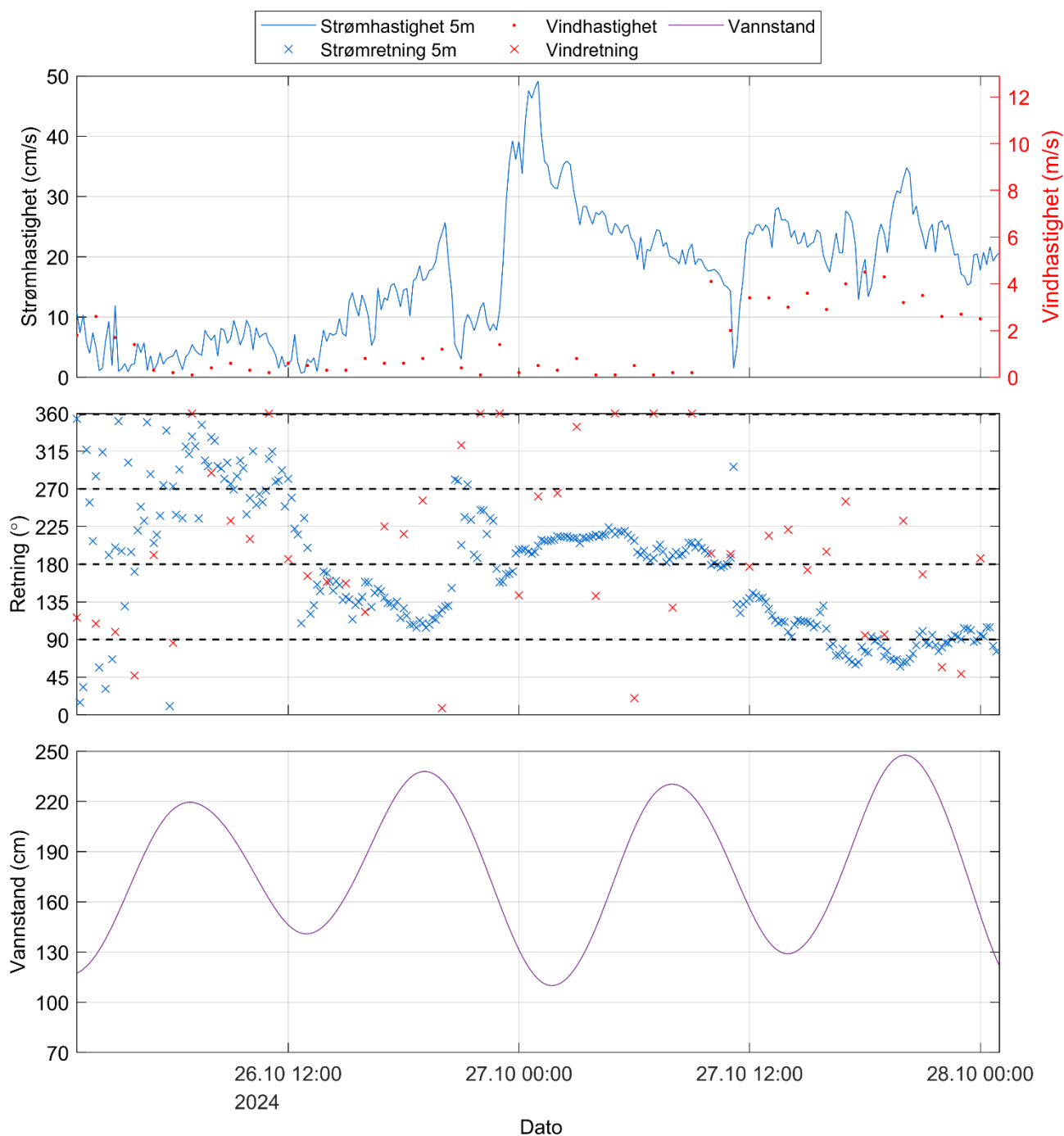


Figur 4.24.3. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Tjøtta, strøm- og vindretning, samt vannstand (Rørvik) i P1. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



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

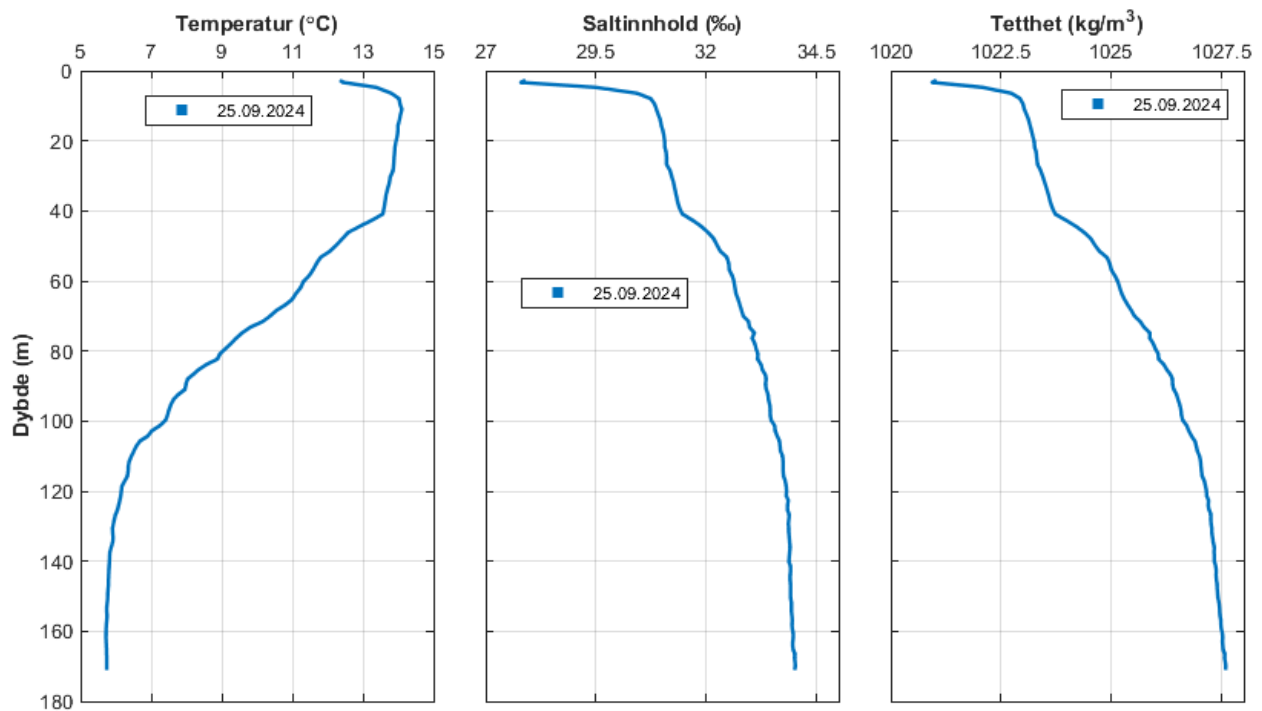
Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind er oppgitt i Figur 4.24.5 for en todagersperiode da maksimalstrømmen på 5m oppstod.



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

4.25 CTD-profil

CTD-profil ble målt i 25.09.24 av strømmålere i samme posisjon som strømriggeren. Grunnet defekt oksygensensor, er oksygen profilene ikke presentert.



Figur 4.25.1. Vertikalprofiler av saltinnhold, temperatur og tetthet. Dypet er oppgitt langs y-aksen.

5. Diskusjon

Strømmen på Kalvhylla er hovedsakelig mot NV og Ø på 5m dyp, og mot Ø/SØ/S – NV på 15m dyp som stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering. 47.2% av relativ vannutskiftning på 5m og 74.6% på 15m skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 49.2cm/s mot S på 5m og 44.5cm/s mot Ø på 15m dyp. Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på 15m 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 19.7cm/s på 5m og 15.2cm/s på 15m dyp. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på begge dyp.

Det var tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på begge dyp. Høy strømhastighet ($>30\text{cm/s}$) oppstår uregelmessig på måleposisjonen og kan være forårsaket av vind.

5.2 Tidevannspåvirkning

Tidevannssignalet dominerte ikke strømbildet under noen av måleperiodene (Tabell 4.23.1).

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra alle retninger, med unntak av Ø kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. I måleperiodene blåste vind mest fra S 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 Tjøtta er det vurdert at vind fra NØ kan ha påvirket strøm mot S, vind fra SØ kan ha påvirket strøm mot NV, vind fra S kan ha påvirket strøm mot N/NØ/NV, vind fra SV kan ha påvirket strøm mot NØ/Ø, vind fra V kan ha påvirket strøm mot Ø/SØ og vind fra NV kan ha påvirket strøm mot Ø/SØ.

Selv om det var tilfeller hvor strøm- og vindretning sammenfalt når vind blåste fra Ø, er det ikke forventet at vind fra Ø vil påvirke strømmen i så stor grad siden lokaliteten er relativt beskyttet for vind fra denne retningen.

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

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 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 60 minutter (1t) på 5m og 40 minutter på 15m dyp. Det var få varige tilfeller med strømstille på begge dyp (Tabell 4.23.1 – Tabell 4.23.2).

Neumann-parameteren er beregnet til 0.2 på 5m og 0.2 på 15m dyp. Neumann-parameteren er vurdert som middels stabil på begge dyp. Vannet på begge dyp hadde perioder hvor den skiftet retning og beveget seg mye 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 $2.6 - 14.4^{\circ}\text{C}$ på 5m og $4.8 - 14.2^{\circ}\text{C}$ på 15m dyp. Temperaturmålingene viser at 5m og 15m var relativt like gjennom P1 og P2 (Figur 4.8.1). Temperatur på begge dyp har relativt likt mønster, hvor temperaturen avtok gjennom hele P1. I P2 var temperaturene relativt uendret på begge dyp gjennom hele måleperioden. I starten av januar var det en periode der temperaturen på 5m avtok, og deretter økte.

CTD-måling i september 2024 viser en økning ned til ca. 10m, hvor den avtok sakte ned til ca. 40m. Deretter avtok temperaturen raskere ned til 120m, hvor den holdt seg relativt uendret helt ned til bunnen. Saltinnholdet økte raskt ned til ca. 10m. Deretter økte saltinnholdet sakte ned til 120m, hvor den holdt seg uendret helt ned til bunnen. Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var lagdelt. Det var ett tynt overflatelag, etterfulgt av ett vannlag fra ca. 10m og ned til 39m. Fra ca. 53m og helt ned til bunnen var det et dypere vannlag.

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: 5391	P1: 5340
	P2: 5391	P2: 5340
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. 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.

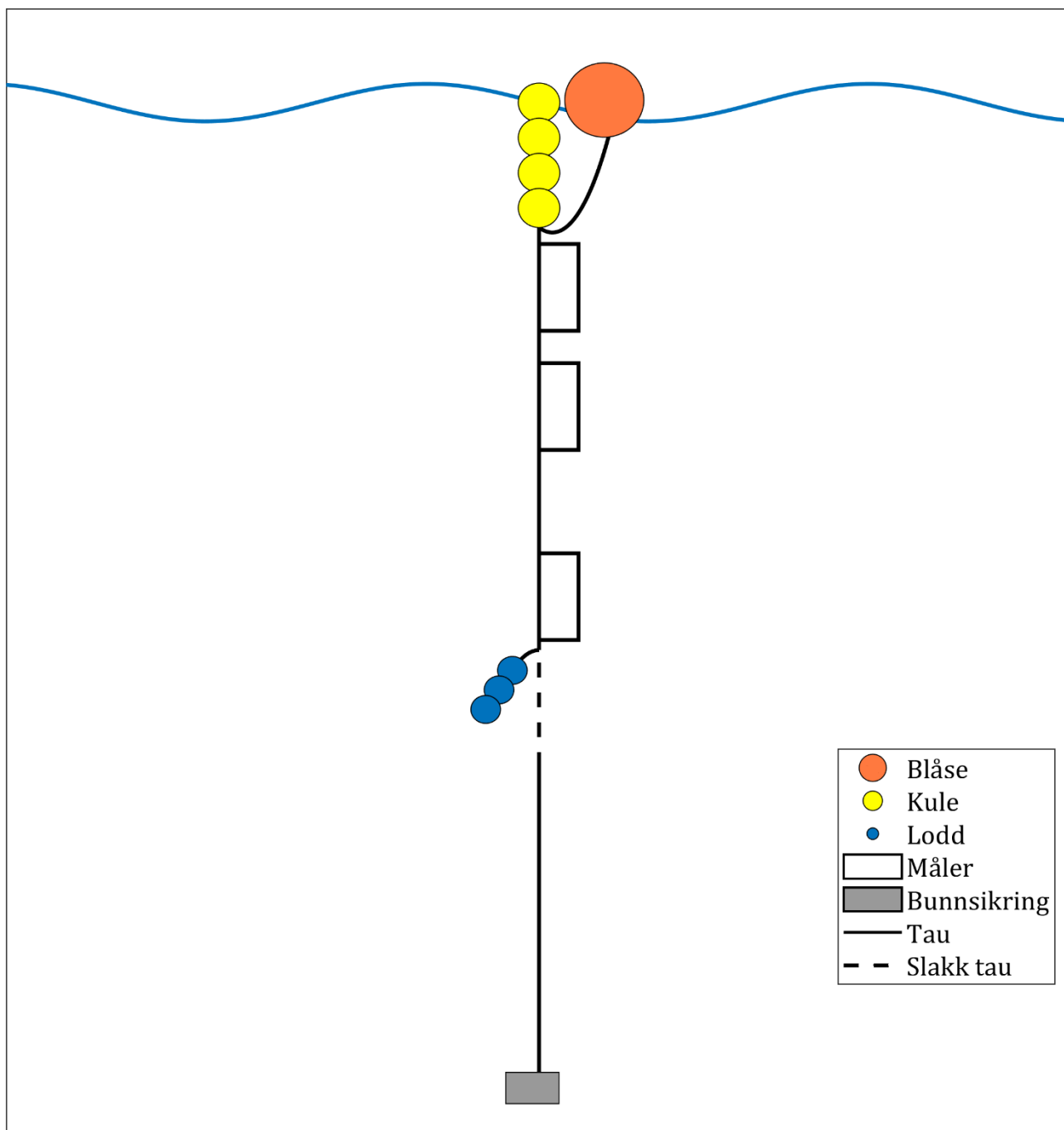
7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.1.1 og skissert i Figur 7.1.1. I riggoppsettet var det også inkludert ett profilerende instrument på 50m dyp, men disse målingene er ikke presentert i denne rapporten.

Tabell 7.1.1. 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	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	35.0m		
Profiler	Måler	1stk	50.0m	
Danline 14mm	Tau	3.0m		
Pærelodd	Lodd	3stk	53.0m	5kg
Danline 14mm	Tau	130.0m		
Garnanker	Bunnsikring	1stk	167.0m	100kg



Figur 7.1.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m i P1 og 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 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 feil på oksygensensor på CTD-instrumentet ved utsett. Oksygendata er dermed ikke presentert for utsett. Dette har ingen konsekvens for registrering av andre data eller parametere.

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: Kalvhylla 5m NS1224 AP5391.bin	P1: Kalvhylla 15m NS1224 AP5340.bin
	P2: Kalvhylla 5m NS0125 AP5391.bin	P2: Kalvhylla 15m NS0125 AP5340.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	P1: Kalvhylla 5m-P1 NS1224 AP5391_eks_HP.xlsx	P1: Kalvhylla 15m-P1 NS1224 AP5340_eks_HP.xlsx
	P2: Kalvhylla 5m-P2 NS0125 AP5391_eks_HP.xlsx	P2: Kalvhylla 15m-P2 NS0125 AP5340_eks_HP.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Kalvhylla-5m_QC.xlsx	Kalvhylla-15m_QC.xlsx
Prosentandel data (%)	99.90	99.90
Antall målinger	17247 / 17264	17247 / 17264
Antall fjernede/manglende målinger	17	17
Ekstern påvirkning på målinger	Ja, se vedlegg 8.2	
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	23.09.24 10:50 - 21.01.25 08:00	23.09.24 10:50 - 21.01.25 08:00
	P1: 23.09.24 10:50 - 17.12.24 08:00	P1: 23.09.24 10:50 - 17.12.24 08:00
	P2: 17.12.24 09:40 - 21.01.25 08:00	P2: 17.12.24 09:40 - 21.01.25 08:00
Dato og tid for start og slutt av instrument	20.09.24 12:30 - 21.01.25 09:10	23.09.24 05:50 - 21.01.25 09:00
	P1: 20.09.24 12:30 - 17.12.24 08:40	P1: 23.09.24 05:50 - 17.12.24 08:50
	P2: 17.12.24 09:00 - 21.01.25 09:10	P2: 17.12.24 09:10 - 21.01.25 09:00

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.

Under P1 var det perioder der måleinstrumentene på 5m og 15m opplevde nedtrekk. Data som ble målt under disse periodene ble kontrollert og vurdert representativ for de valgte måledypene.

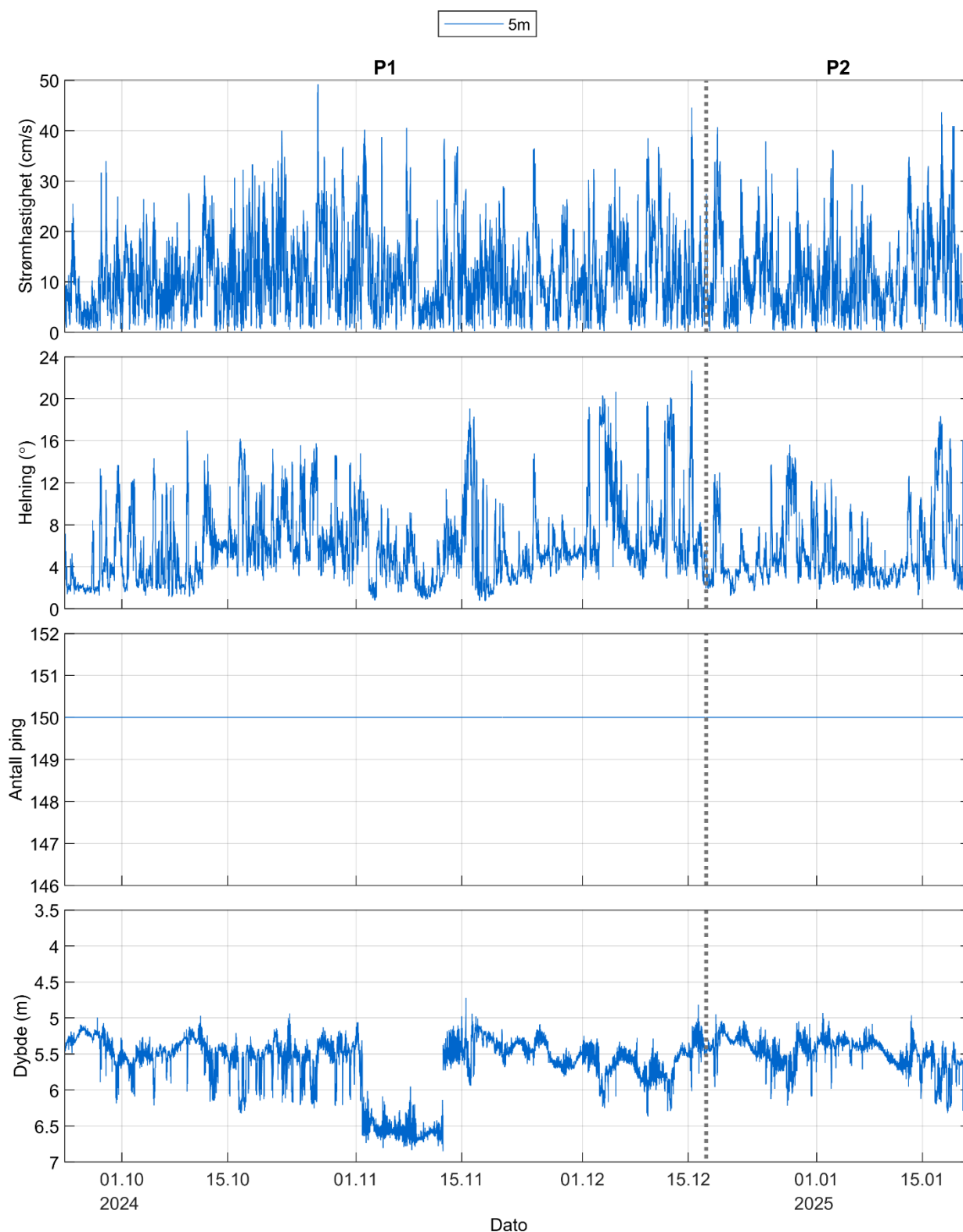
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

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

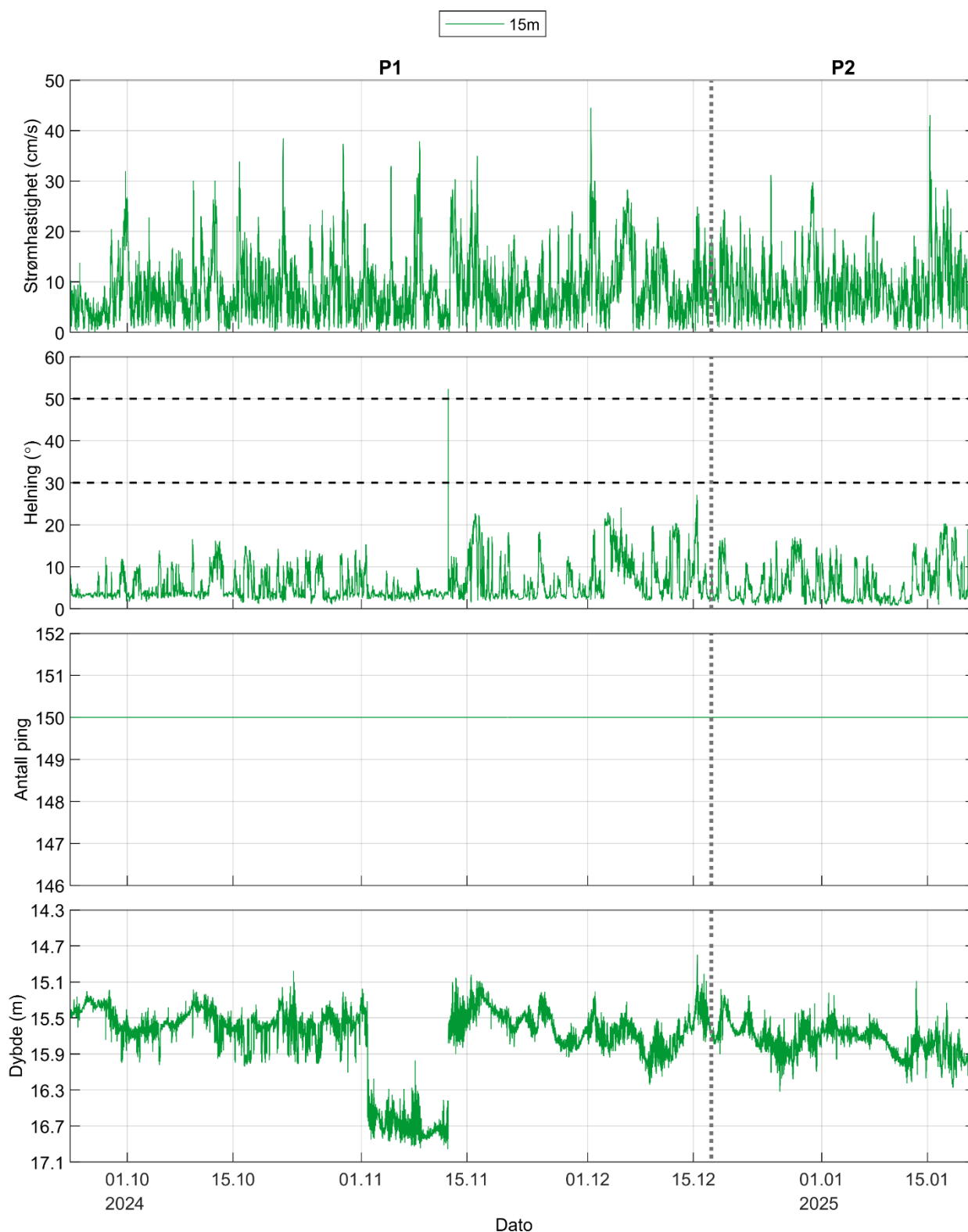
Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet, u_1 og u_2 , for forskjellige måleintervall, Δt (IOC,1993). For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har de teoretiske forskjellene 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 4.7m og 6.9m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.6m.

I løpet av P1 varierte instrumentdypet mellom 4.7m og 6.9m dyp, med snittdyp på 5.6m. I løpet av P2 varierte instrumentdypet mellom 4.9m og 6.3m dyp, med snittdyp på 5.5m.



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

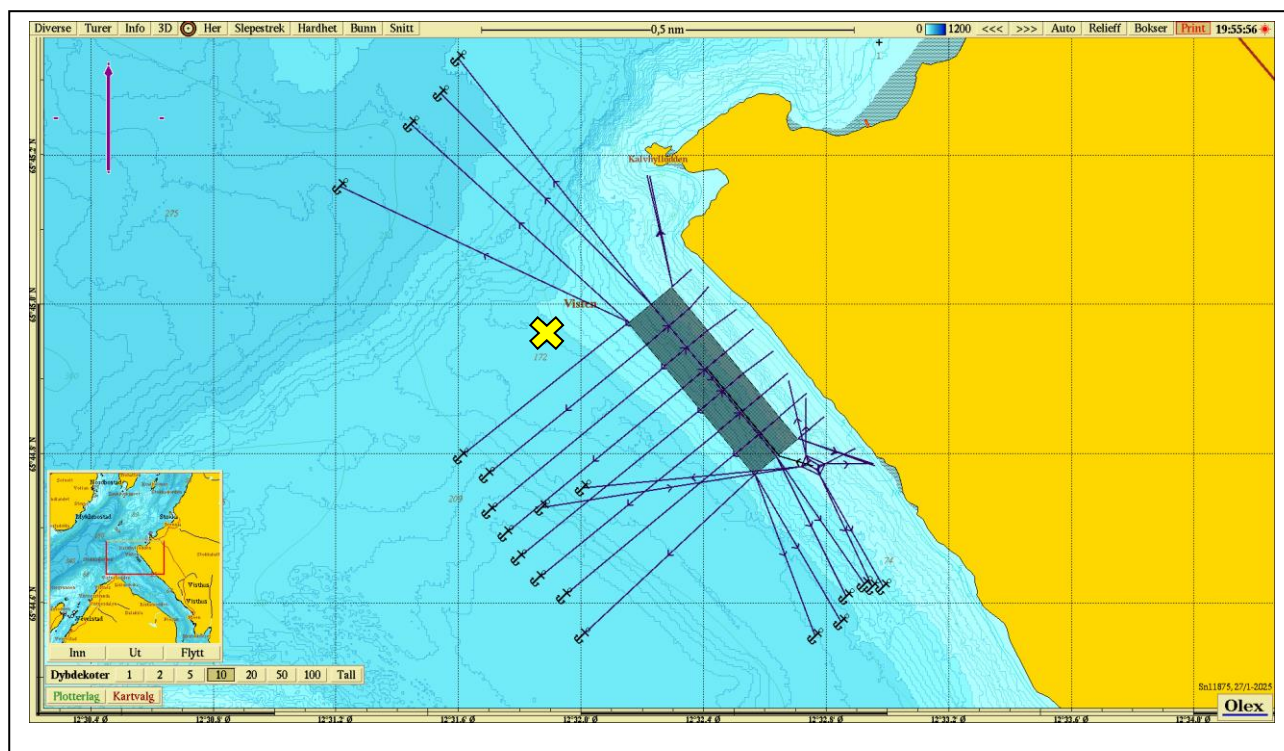
Instrumentdypet varierte mellom 14.8m og 17.0m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.7m.

I løpet av P1 varierte instrumentdypet mellom 14.8m og 17.0m dyp, med snittdyp på 15.7m. I løpet av P2 varierte instrumentdypet mellom 15.1m og 16.3m dyp, med snittdyp på 15.7m.

8.3 Ekstern påvirkning

Anlegget var i drift i deler av måleperioden. Avstand til nærmeste merd var ca. 200m. Strømriggens posisjon er anvist med gult kryss i Figur 8.3.1.

Hovedstrømretning på 5m er mot Ø og NV, og mot Ø/SØ/S – NV på 15m. Strøm mot Ø på begge dyp, og mot SØ/S på 15m er vurdert som upåvirket av at anlegget var i drift. Strøm mot NV på begge dyp kan ha blitt påvirket av at anlegget var i drift. Siden maksimal strøm mot NV var mot retning 314° på 5m, og mot 321° på 15m og strømmen mot NV ikke går gjennom anleggsrammen, vurderes strøm mot NV som lite påvirket. Strøm mot V på begge dyp kan ha blitt påvirket, men denne retningen er vurdert å ha mindre betydning for dimensjonerende strøm, vannutsiftning og spredning fra anlegget.



Figur 8.3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss i forhold til eksisterende anlegg. Kart er hentet fra. 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.

På grunn av batteribytte, mangler det 9 datapunkter mellom P1 og P2 på begge dyp.

8.4.2 Enkelte datapunkter

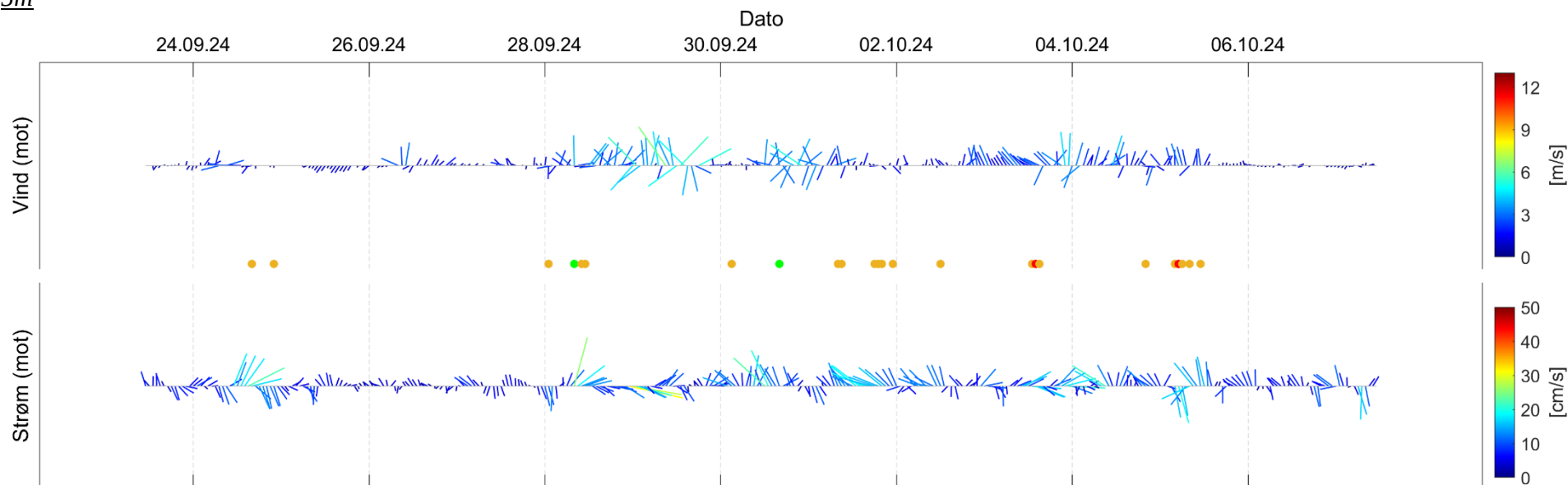
På 5m og 15m i P1 var det 7 datapunkter som ble automatisk fjernet grunnet høy instrumenthelning, og 1 datapunkt som ble manuelt fjernet grunnet opptrekk.

Ingen andre datapunkter er fjernet.

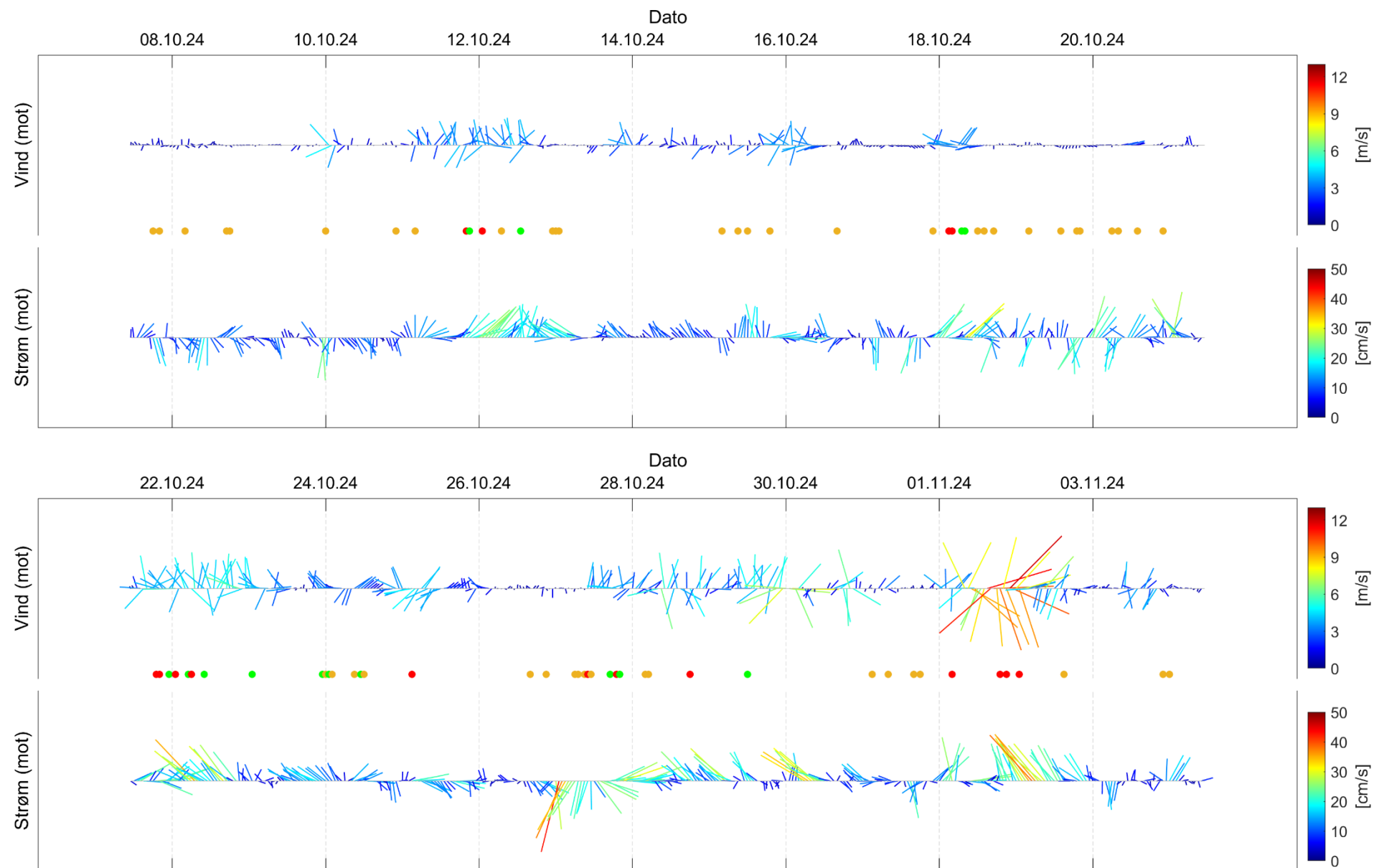
9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

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.

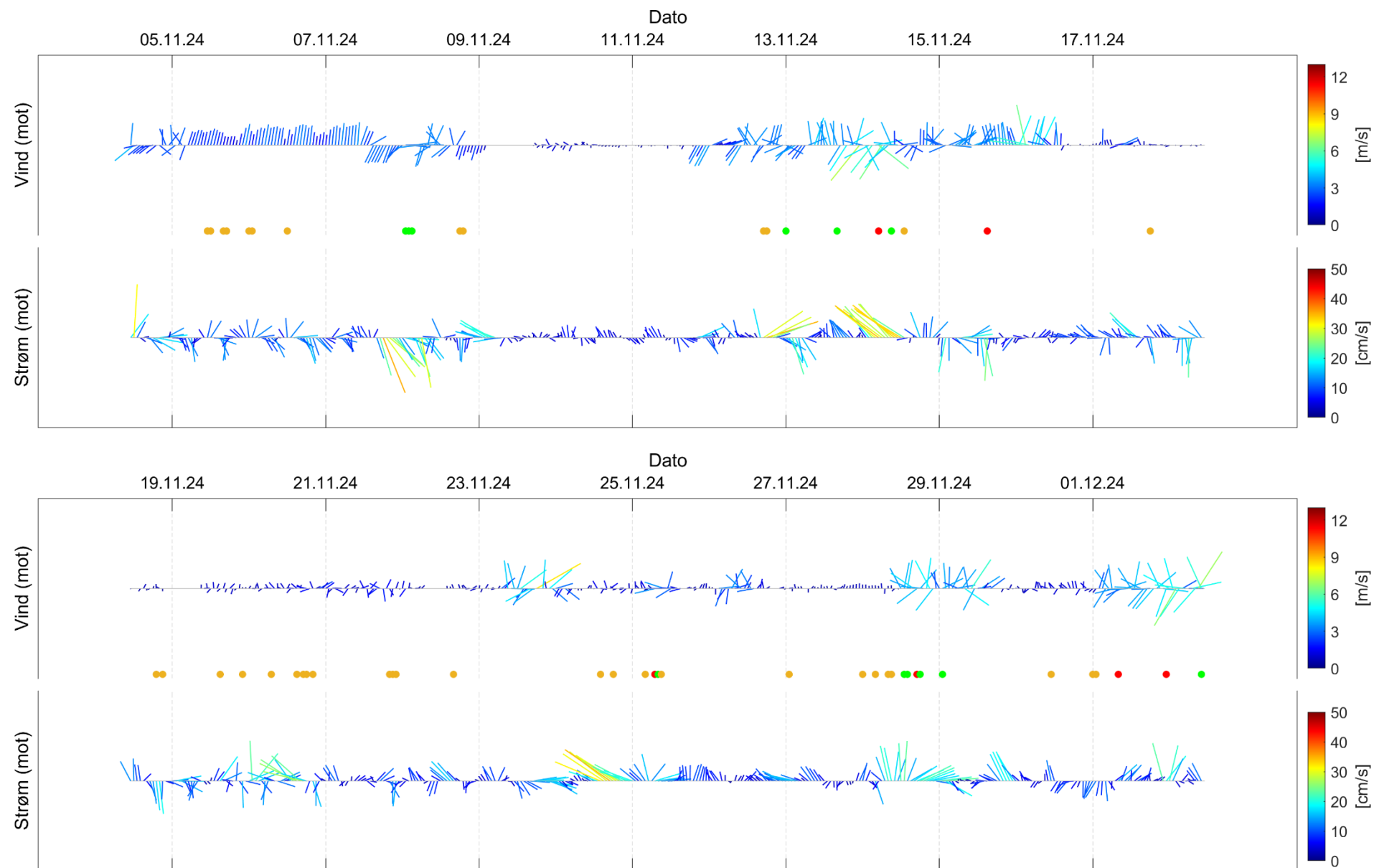
5m



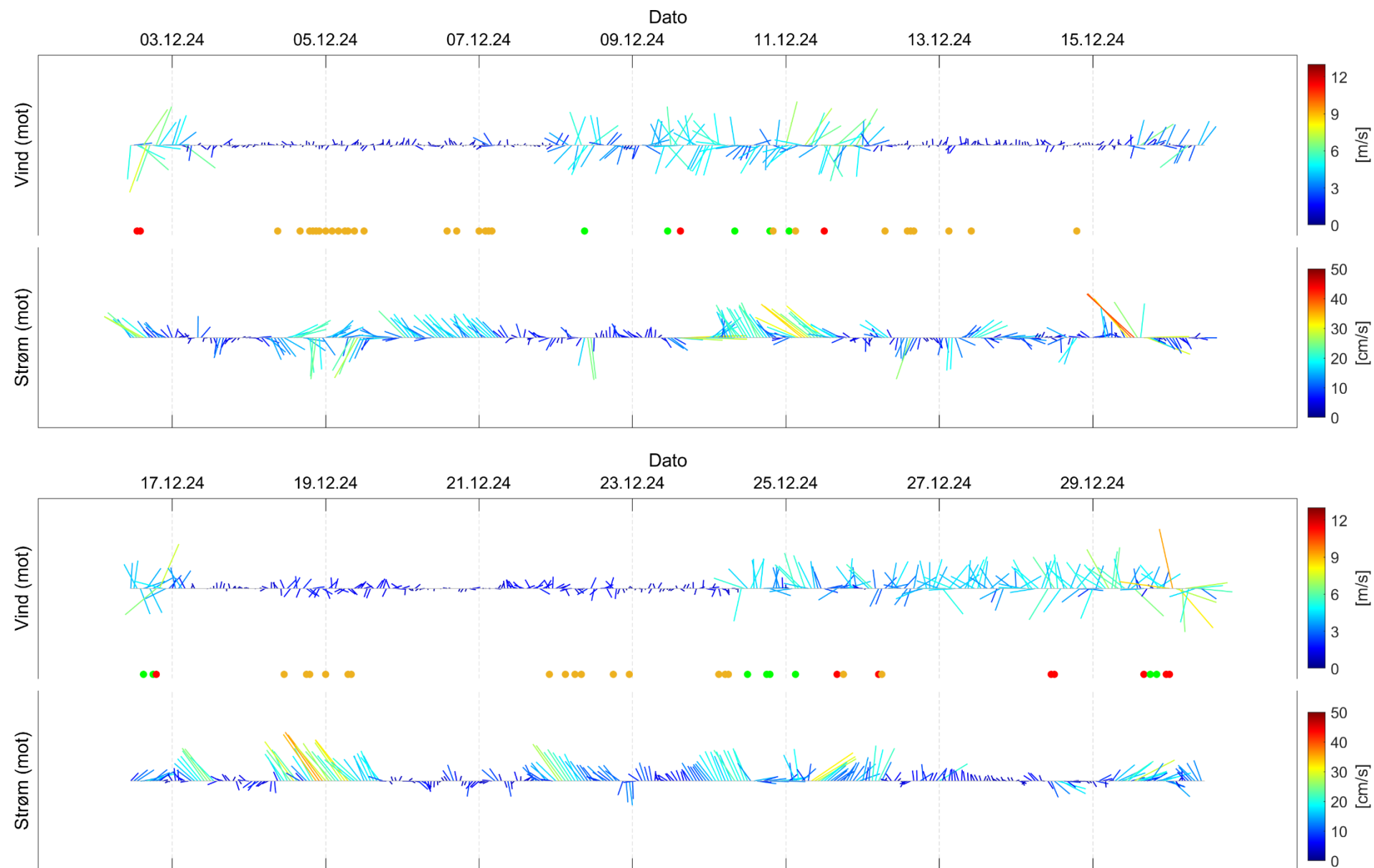
Figur 9.1. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Tjøtta (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



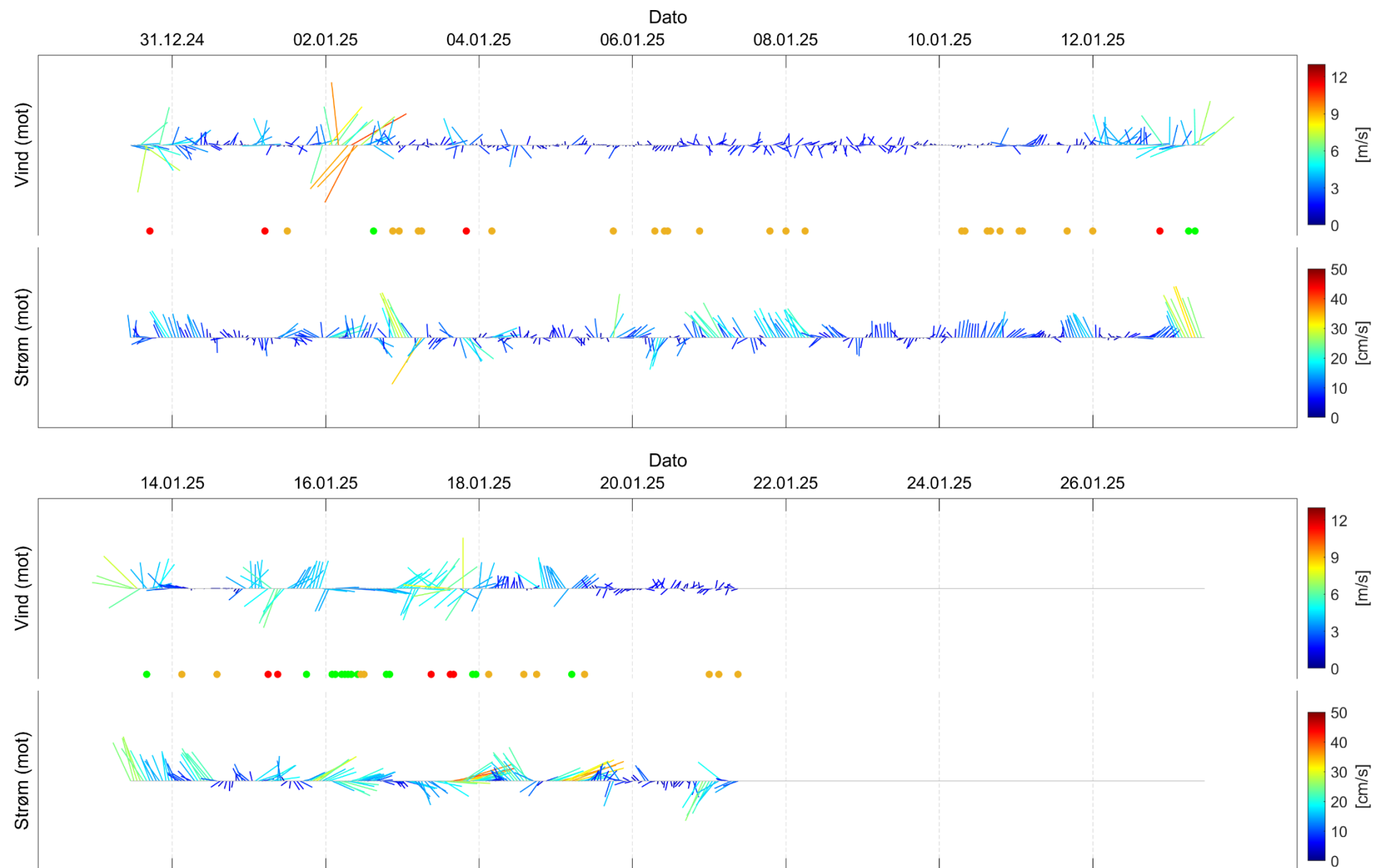
Figur 9.2. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Tjøtta (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



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



Figur 9.4. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Tjøtta (over) og strømshastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



Figur 9.5. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Tjøtta (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 begge 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 - $\leq$ 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	2	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	124	60	22	8	0	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	171	89	66	26	8	3	1	5
$\leq 10\text{cm/s}$	119	87	66	39	33	23	12	40

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

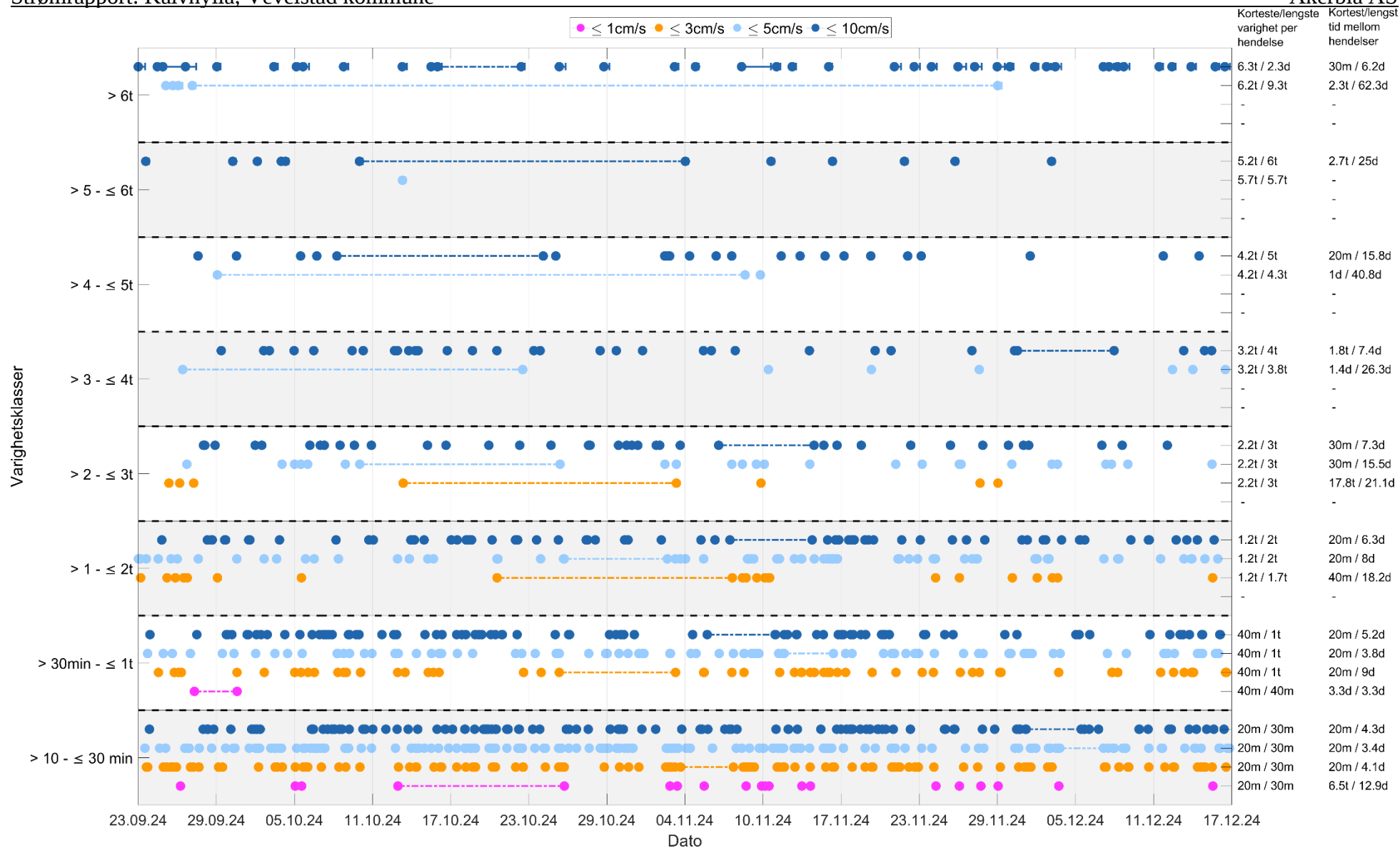
Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	>6t
$\leq 1\text{cm/s}$	13	1	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	49	33	13	0	1	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	60	30	27	14	7	2	2	0
$\leq 10\text{cm/s}$	53	24	31	10	12	4	6	17

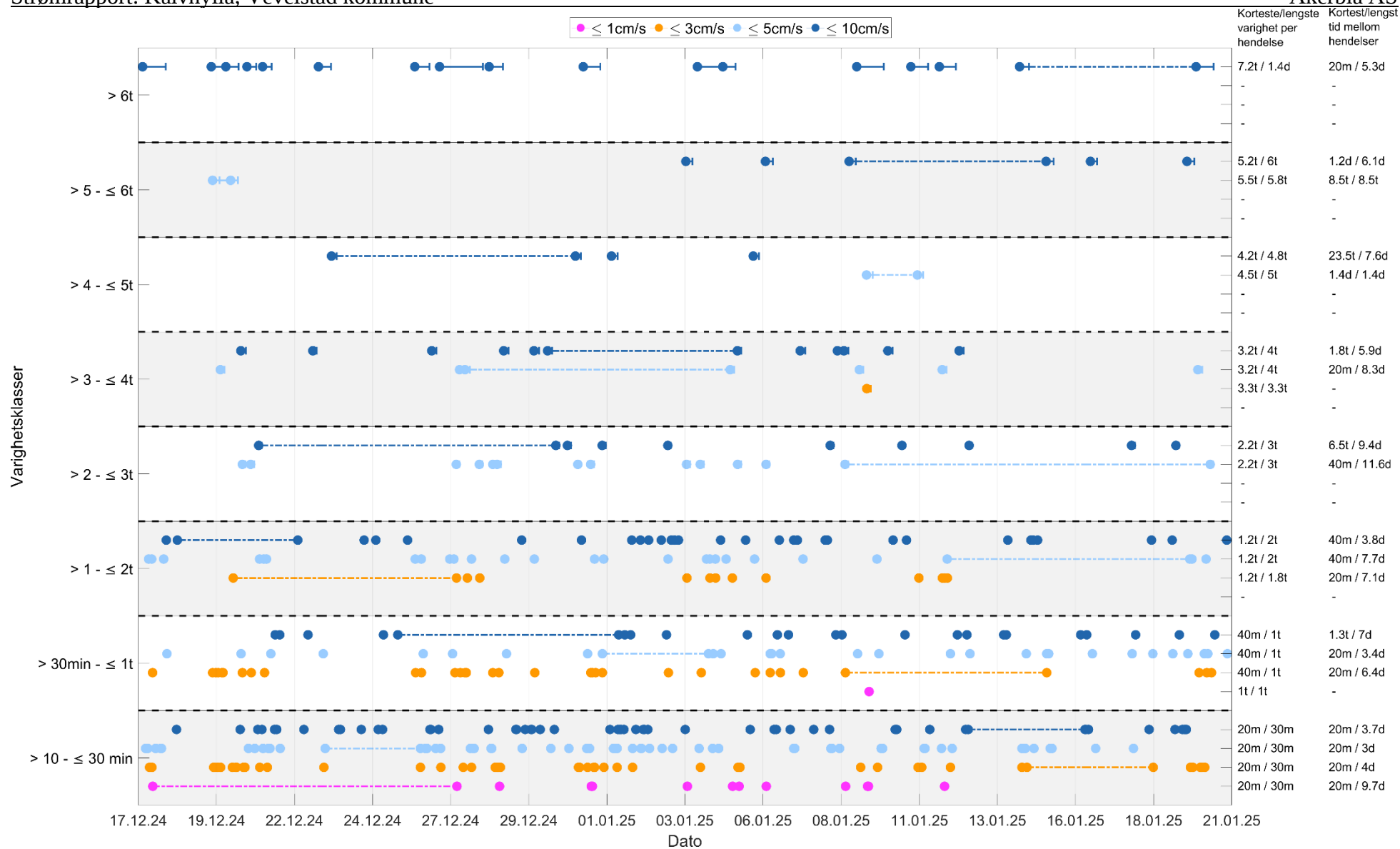
Tabell 10.3. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på 15m dyp i P1.

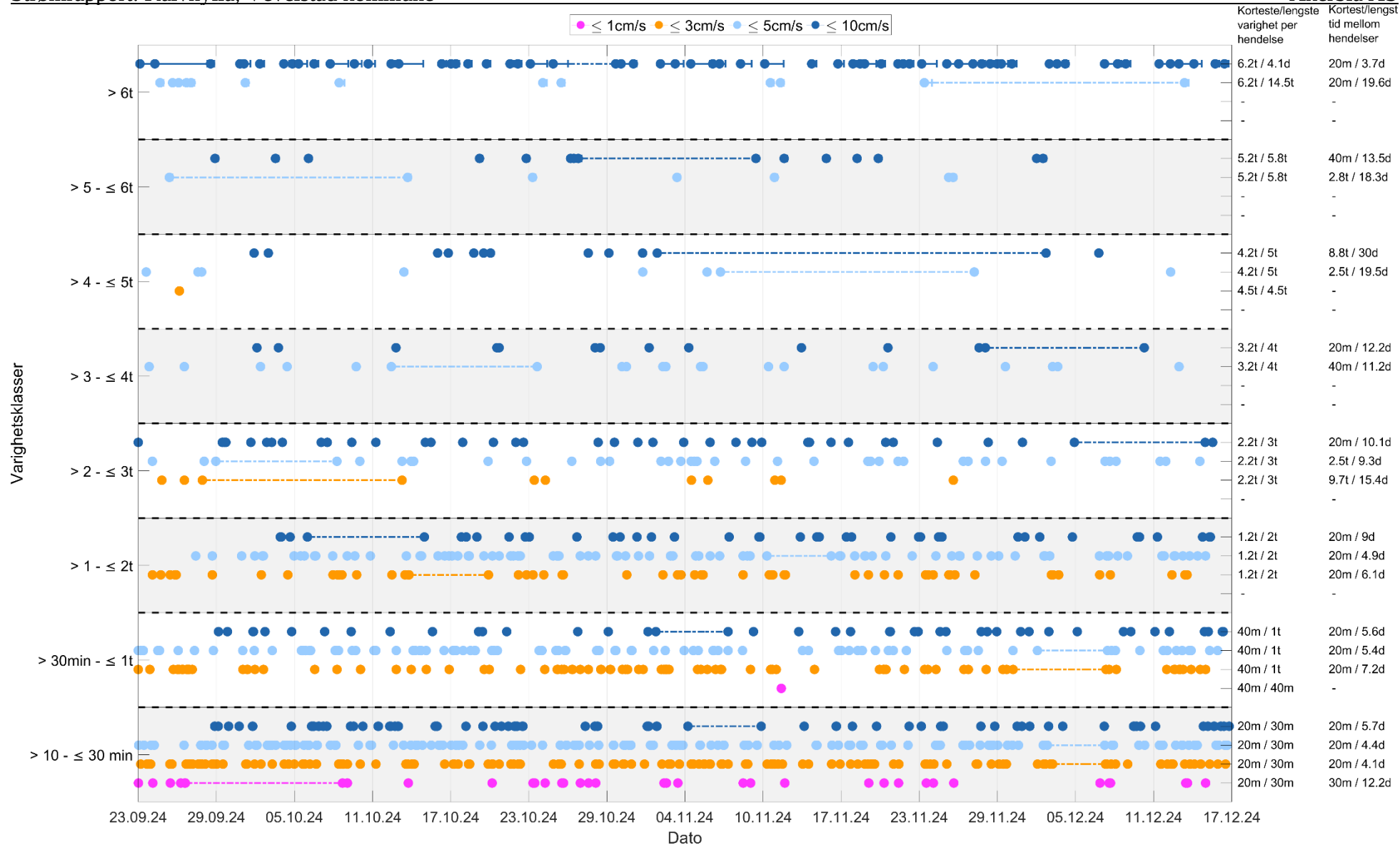
Hastighetsklasser	$> 10 - \leq 30\text{min}$	$> 30\text{min} - \leq 1\text{t}$	$> 1 - \leq 2\text{t}$	$> 2 - \leq 3\text{t}$	$> 3 - \leq 4\text{t}$	$> 4 - \leq 5\text{t}$	$> 5 - \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$\leq 1\text{cm/s}$	37	1	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	159	91	56	11	0	1	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	159	96	87	39	22	9	7	13
$\leq 10\text{cm/s}$	79	43	42	39	14	13	15	64

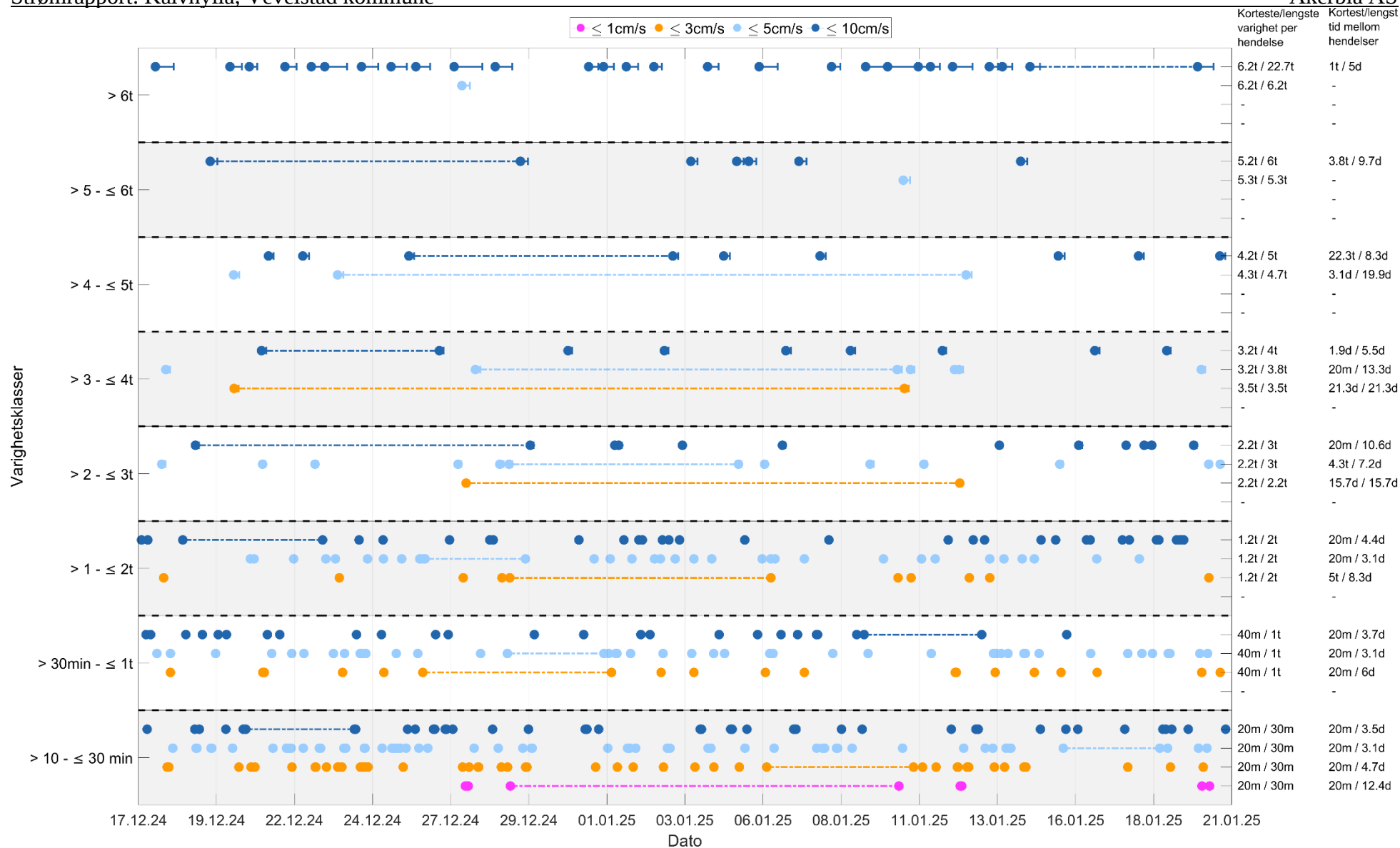
Tabell 10.4. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på 15m dyp i P2.

Hastighetsklasser	$> 10 - \leq 30\text{min}$	$> 30\text{min} - \leq 1\text{t}$	$> 1 - \leq 2\text{t}$	$> 2 - \leq 3\text{t}$	$> 3 - \leq 4\text{t}$	$> 4 - \leq 5\text{t}$	$> 5 - \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$\leq 1\text{cm/s}$	9	0	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	48	19	11	2	2	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	62	45	33	13	7	3	1	1
$\leq 10\text{cm/s}$	42	26	33	12	9	9	7	27

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

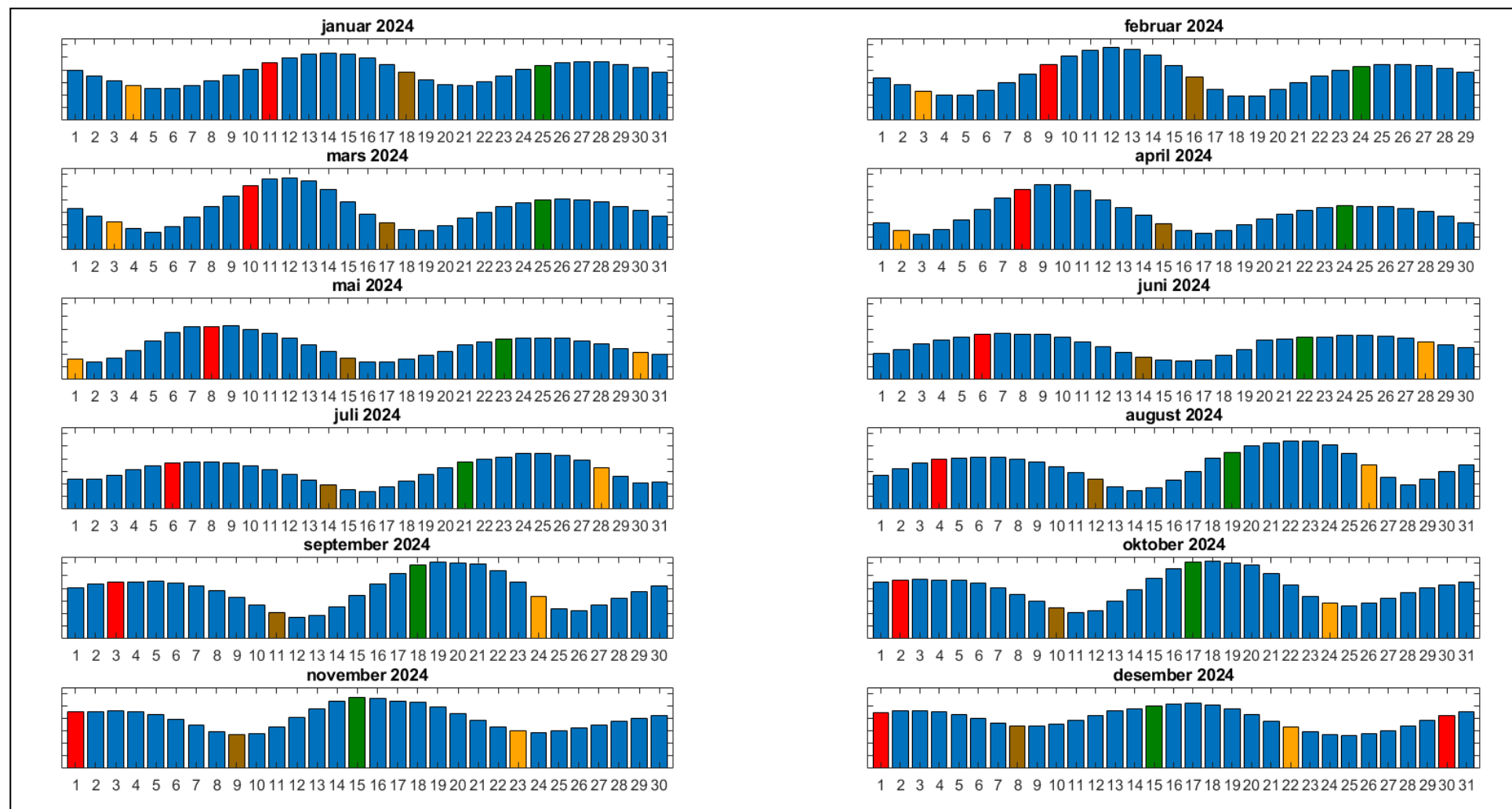
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i tabellen under. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 11.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

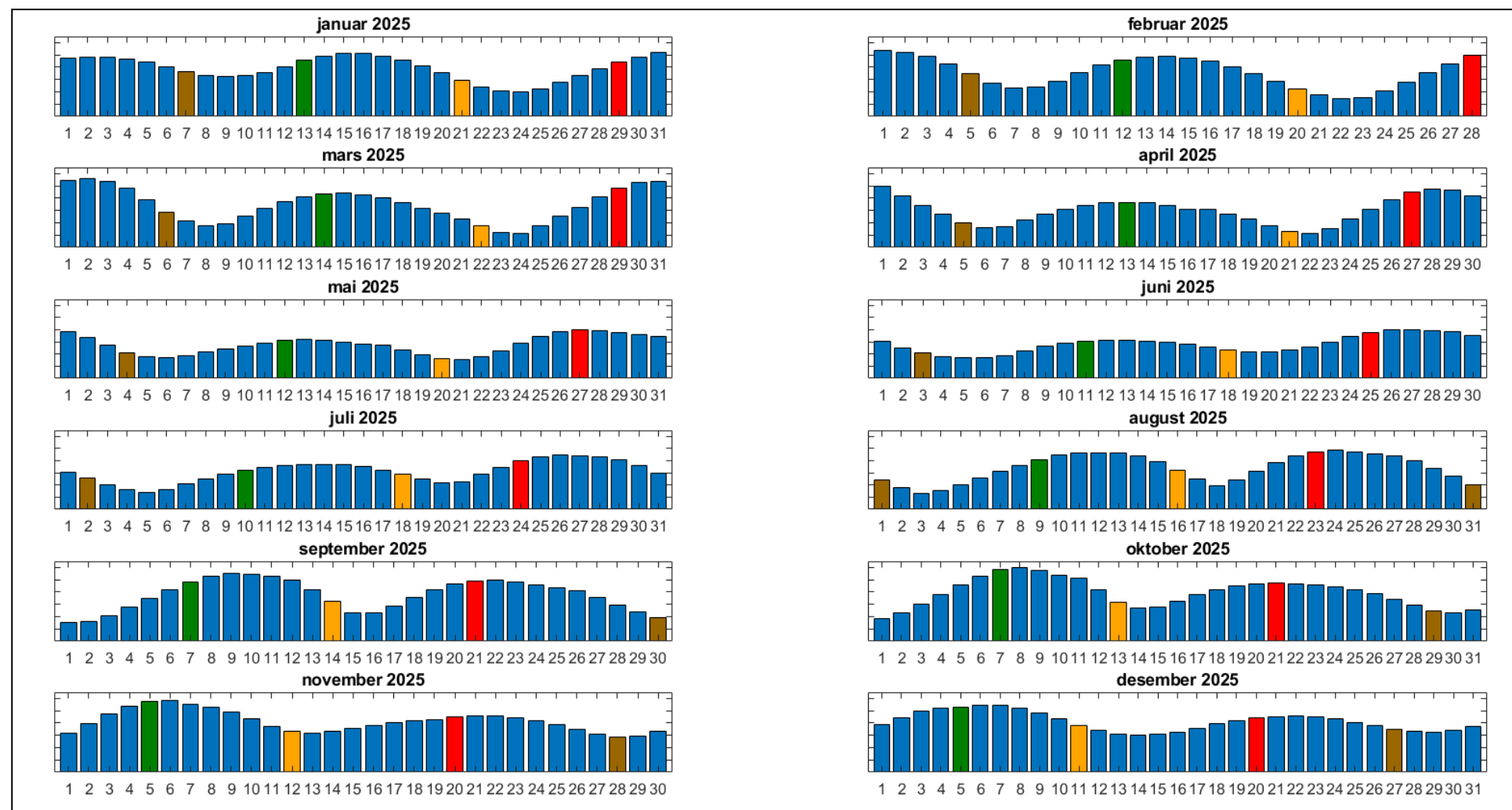
	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	$\geq 40 - < 55$	$\geq 26 - < 40$	$\geq 15 - < 26$	< 15
Utskifting	15	≥ 45	$\geq 30 - < 45$	$\geq 20 - < 30$	$\geq 10 - < 20$	< 10
Spredning		≥ 35	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$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



Figur 12.2. 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
Varians (cm/s) ²	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi, dvs. om data varierte mye mellom suksessivt høye og lave verdier. En høy varians indikerer at datapunkter er meget spredt ut rundt gjennomsnittsverdien, mens en lav varians indikerer at datapunkter er veldig nær gjennomsnittsverdien og derfor også hverandre. Varians = Gjennomsnittet av de kvadrerte forskjeller fra gjennomsnittsverdien.
Standardavvik (cm/s)	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi, dvs. gjennomsnittlig avstand fra gjennomsnittsverdi. Et høyt standardavvik indikerer stor spredning av data. Standardavvik = kvadratroten (varians).
% < x cm/s	Mengden strøm med strømhastighet < x cm/s
Lengst periode < x cm/s	Varighet av lengste periode med strømhastighet < x cm/s
Effektiv transport	
Hastighet (cm/s)	Hastighet er en funksjon av posisjon og tid. Gitt en tenkt partikkel som starter i strømmålerens posisjon og som driver med strømmen i løpet av måleperioden, da er effektiv hastighet gitt som den rettlinjede avstanden mellom partikkelens start- og sluttposisjon delt på total tid i måleperioden.
Retning (grader)	Retning er vinkelen til en linje ut fra origo. Gitt en tenkt partikkel som starter i strømmålerens posisjon og som driver med strømmen i løpet av måleperioden, er resultatretning eller retning av effektiv transport gitt som vinkelen fra partikkelens startposisjon til partikkelens posisjon ved måleperiodens slutt.
Neumann-parameter	Verdi som indikerer stabiliteten til strømmen. Neumann-parameteren beregnes ut fra forholdet mellom den rettlinjede avstanden mellom en tenkt drivende partikkels start- og sluttposisjon, og partikkelens totale bane i løpet av måleperioden. Stabil strøm (høy Neumann-parameter) betyr at vannet strømmer i «en» retning og beveger seg bort fra startpunktet hele tiden. Ustabil strøm (lav Neumann-parameter) betyr at vannet strømmer i ulike retninger og kanskje bare flyter fram og tilbake ved startpunktet. For eksempel, en Neumann-parameter på 0.7 betyr at strømmen i løpet av måleperioden strømmer med 70% stabilitet i en bestemt retning. Dette er klassifisert som svært stabil strøm.
Vannforflytning (m ³ /m ² /d)	Mengden vann som strømmer gjennom en tenkt flate på 1 m ² i løpet av et døgn.

15. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmåler.
2. 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 (2025). 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 (2025). 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

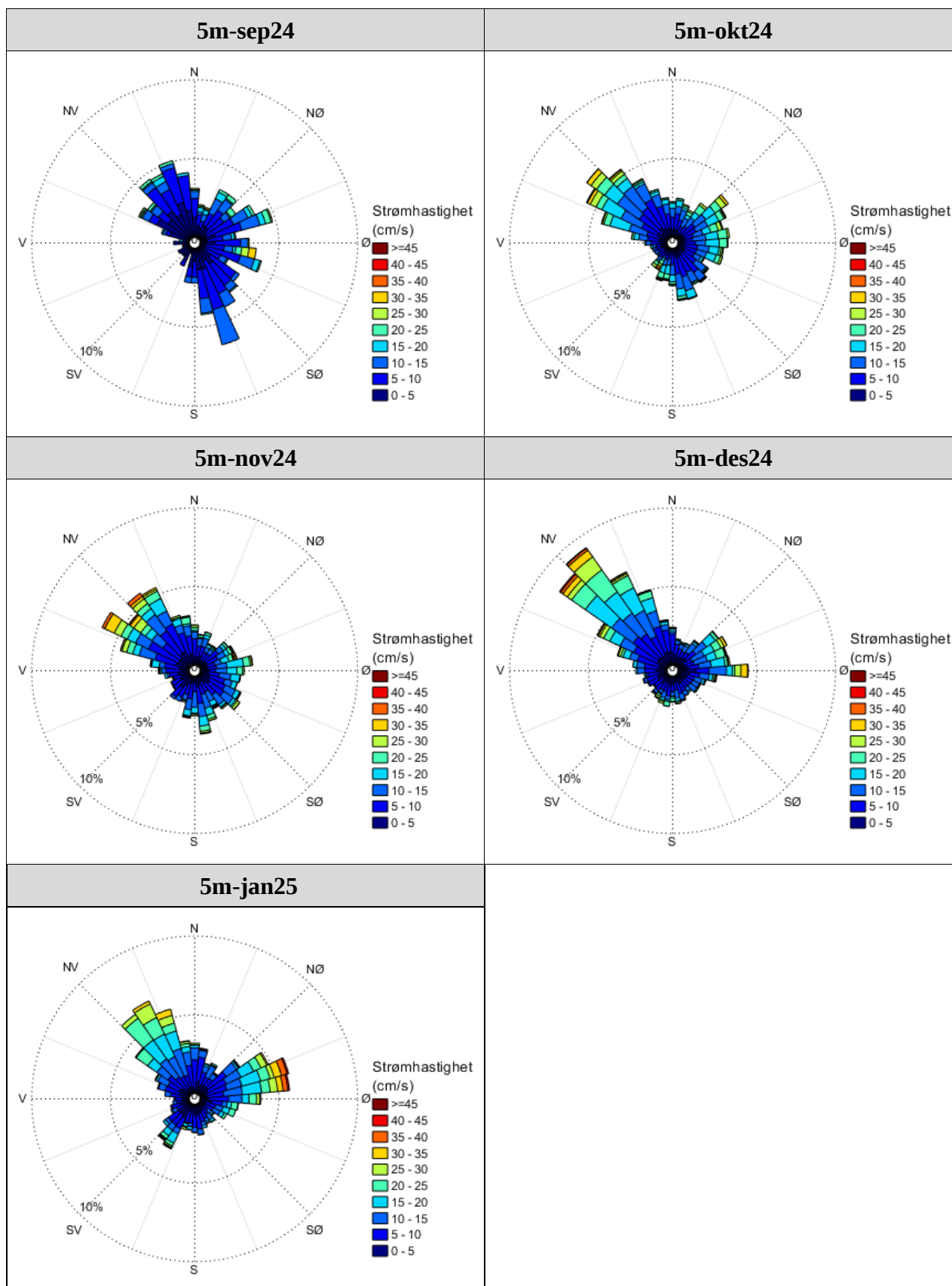
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 5m dyp er sammenfattet i Tabell 16.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og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

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

Måledyp - 5m	sep24	okt24	nov24	des24	jan25
Maksimum (cm/s)	33.9	49.2	40.5	44.5	43.7
Gjennomsnitt (cm/s)	7.7	11.8	10.8	11.3	11.6
Minimum (cm/s)	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0
Signifikant maks (cm/s)	13.6	19.9	19.3	20.2	20.7
Signifikant min (cm/s)	3.0	4.8	3.9	4.0	4.3
Varians (cm/s) ²	29.0	50.1	55.6	58.0	59.9
Standardavvik (cm/s)	5.4	7.1	7.5	7.6	7.7
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.8	0.9	1.5	1.1	1.4
Lengste periode < 1cm/s (min)	40	40	30	30	60
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	16.2	6.4	10.1	9.8	8.6
Lengste periode < 3cm/s (min)	180	140	150	110	200
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	74.8	47.3	56.4	52.3	51.0
Lengste periode < 10cm/s (min)	2510	720	3280	2000	1250
% ≥ 30cm/s	0.6	1.7	2.6	2.7	2.8
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	30	210	190	170	200
% ≥ 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)	2.6	1.8	1.6	3.9	3.7
Retning (grader)	67	11	345	342	19
Neumann-parameter	0.3	0.1	0.2	0.3	0.3
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	6676	10173	9320	9768	10060

16.2 Strømroser

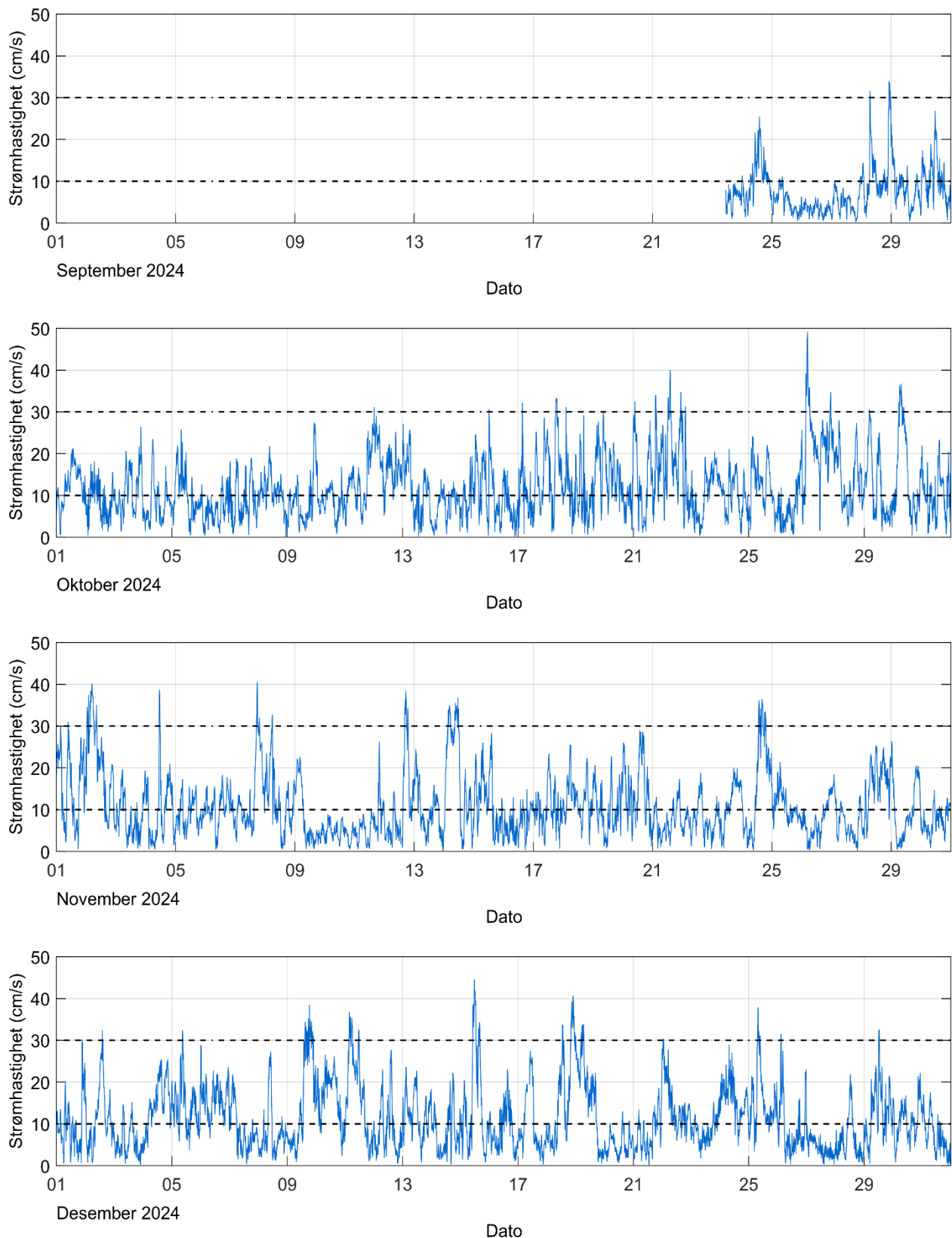
Strømrosene viser strømshastighet og strømretning for hver måned. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



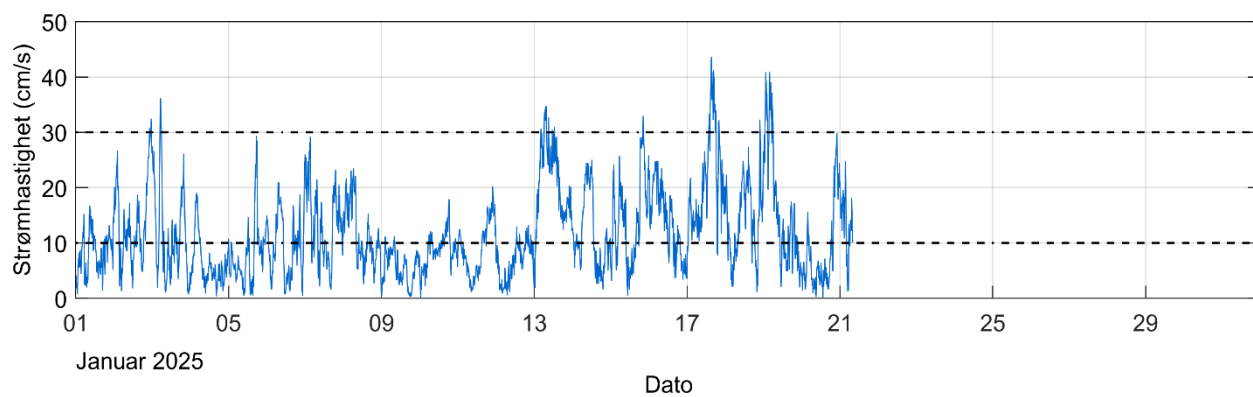
Figur 16.2.1. Strømroser på 5m dyp i september, oktober, november, desember 2024 og januar 2025.

16.3 Tidsdiagram – strømhastighet

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



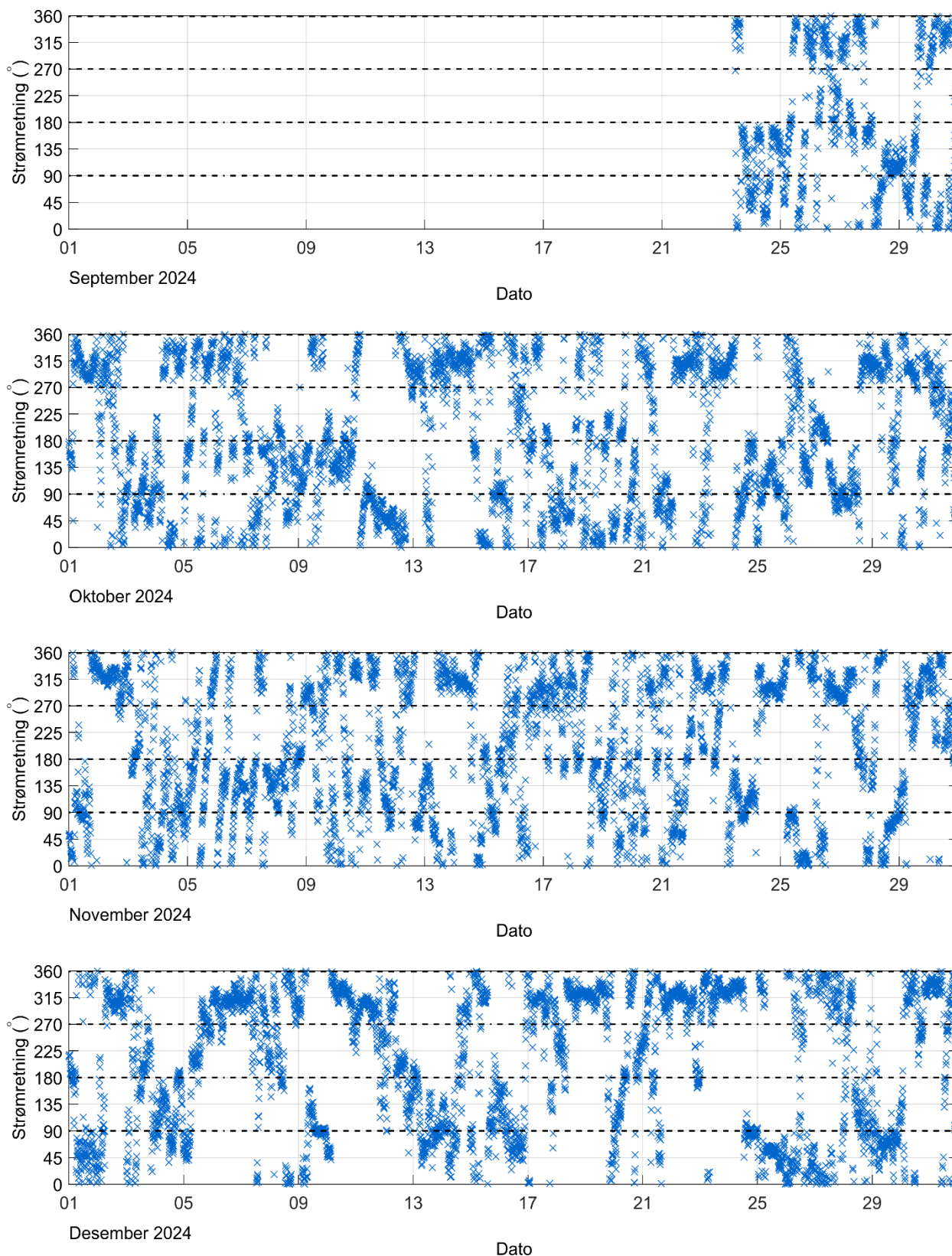
Figur 16.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i september, oktober, november og desember 2024. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



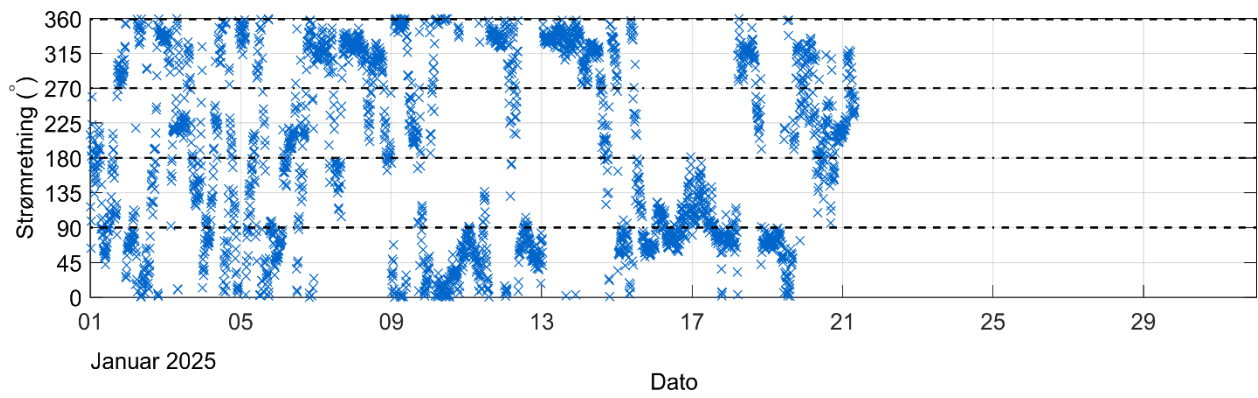
Figur 16.3.2. Tidsdiagram av strømshastighet på 5m dyp i januar 2025. Strømshastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

16.4 Tidsdiagram – strømretning

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i september, oktober, november og desember 2024. Strømretning er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.2. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i januar 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	sep24	okt24	nov24	des24	jan25
1	0.8	1.1	0.8	1.0	0.8
10	2.3	3.8	3.0	3.0	3.3
20	3.4	5.6	4.6	4.6	5.0
30	4.4	7.3	6.0	6.1	6.6
40	5.6	8.8	7.5	7.7	8.2
50	6.6	10.5	9.0	9.5	9.8
60	7.6	12.3	10.7	11.8	11.7
70	9.3	14.5	13.0	14.3	14.5
80	11.1	17.3	16.2	17.5	17.8
90	14.2	21.9	21.4	21.8	22.6
95	19.1	25.3	26.1	26.1	26.9
99	28.0	32.5	34.4	33.7	34.7

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	sep24	okt24	nov24	des24	jan25
1	98.2	99.1	98.5	98.9	98.6
3	83.8	93.6	89.9	90.2	91.4
5	64.9	83.4	77.3	77.7	80.1
10	25.2	52.7	43.5	47.6	49.0
20	4.4	13.2	12.0	13.8	15.2
30	0.6	1.7	2.6	2.7	2.8
40		0.2	0.05	0.1	0.2

17. Vedlegg – Resultater per måned på 15m dyp

17.1 Sammendrag av strømdata

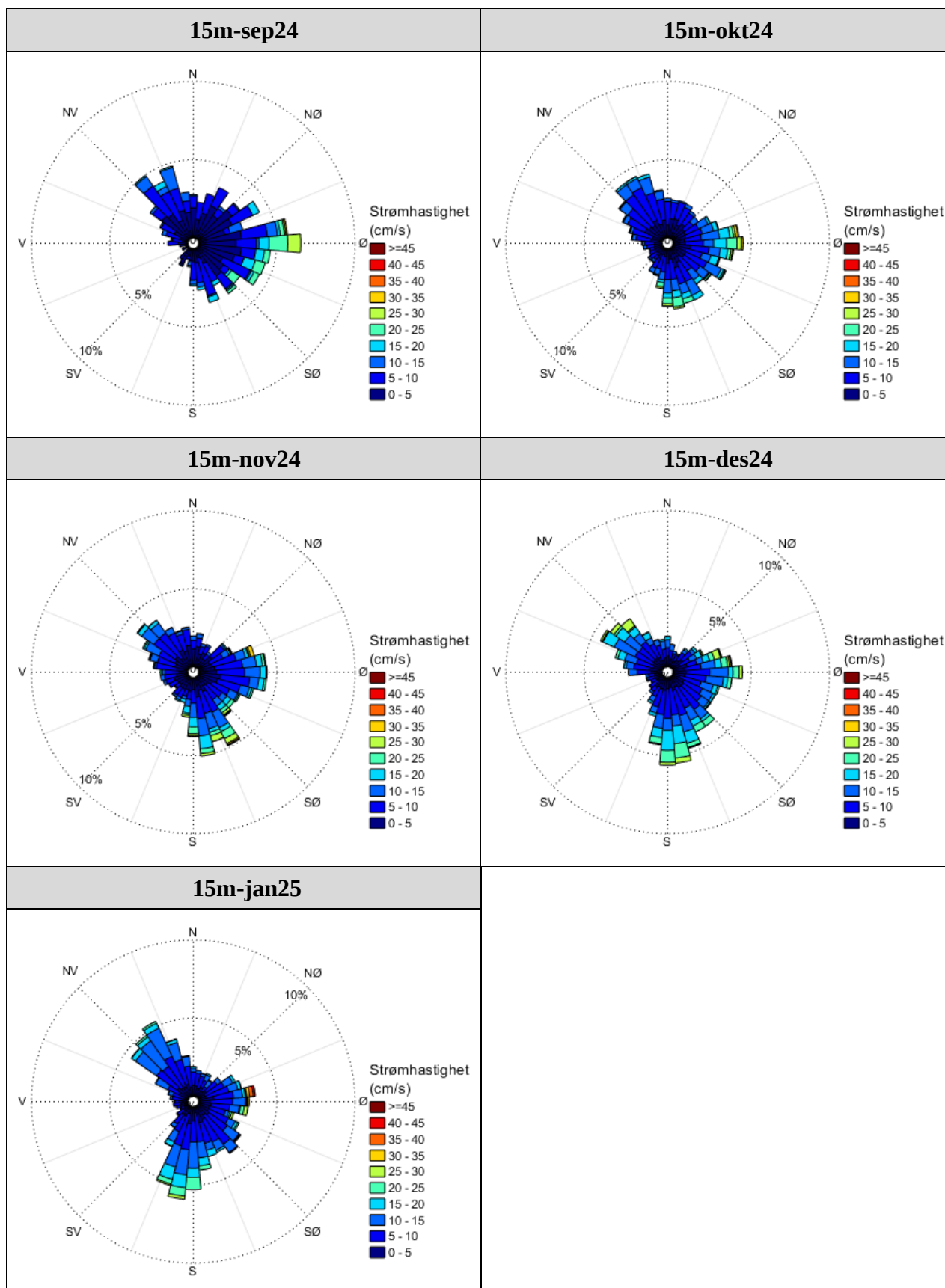
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 15m dyp er sammenfattet i Tabell 17.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og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

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

Måledyp - 15m	sep24	okt24	nov24	des24	jan25
Maksimum (cm/s)	32.0	38.5	37.9	44.5	43.1
Gjennomsnitt (cm/s)	6.5	8.2	8.1	9.7	8.9
Minimum (cm/s)	0.0	0.1	0.0	0.2	0.2
Signifikant maks (cm/s)	12.2	14.4	14.7	17.0	14.8
Signifikant min (cm/s)	2.3	3.3	3.0	3.8	3.9
Varians (cm/s) ²	28.5	30.5	34.6	39.0	29.5
Standardavvik (cm/s)	5.3	5.5	5.9	6.2	5.4
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	2.7	1.4	1.8	1.2	1.0
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	30	40	30	30
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	24.5	12.9	15.0	9.9	8.7
Lengste periode < 3cm/s (min)	270	170	160	210	200
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	83.8	71.7	72.1	60.5	65.5
Lengste periode < 10cm/s (min)	5850	2760	2460	1670	1350
% ≥ 30cm/s	0.09	0.4	0.7	0.2	0.7
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	10	80	100	90	190
% ≥ 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)	2.4	1.9	2.1	1.8	1.4
Retning (grader)	77	103	133	142	147
Neumann-parameter	0.4	0.2	0.3	0.2	0.2
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	5627	7098	7035	8409	7732

17.2 Strømroser

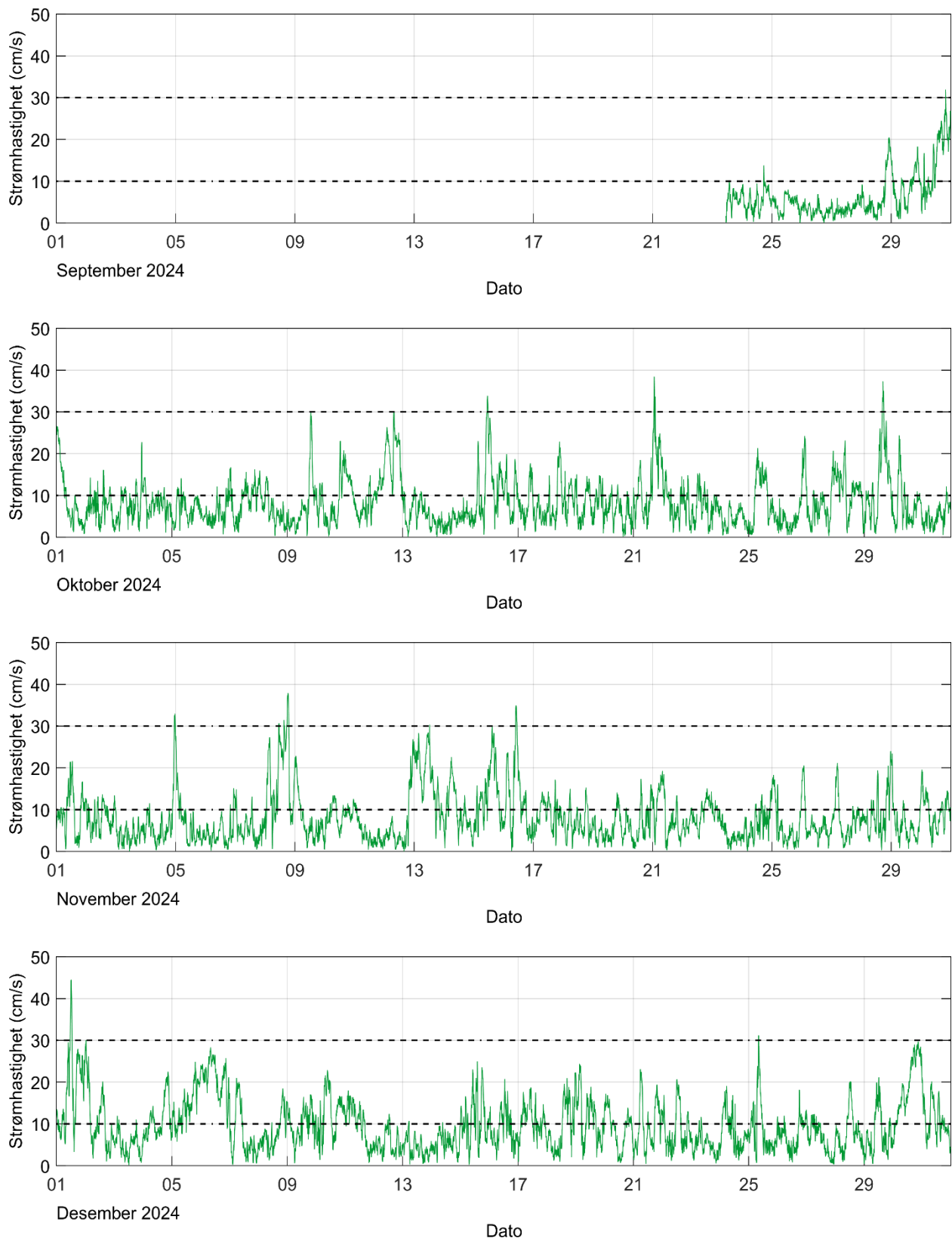
Strømrosene viser strømshastighet og strømretning for hver måned. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



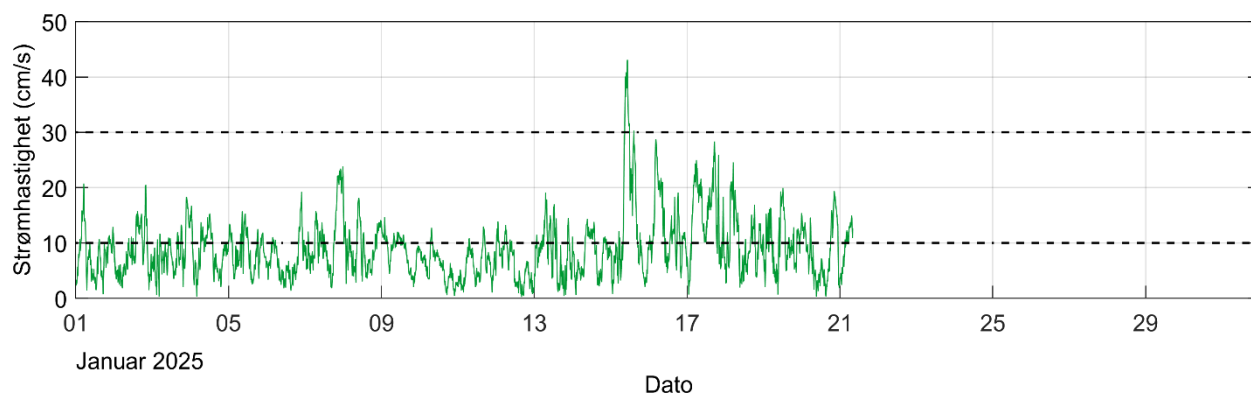
Figur 17.2.1. Strømroser på 15m dyp i september, oktober, november, desember 2024 og januar 2025.

17.3 Tidsdiagram – strømhastighet

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



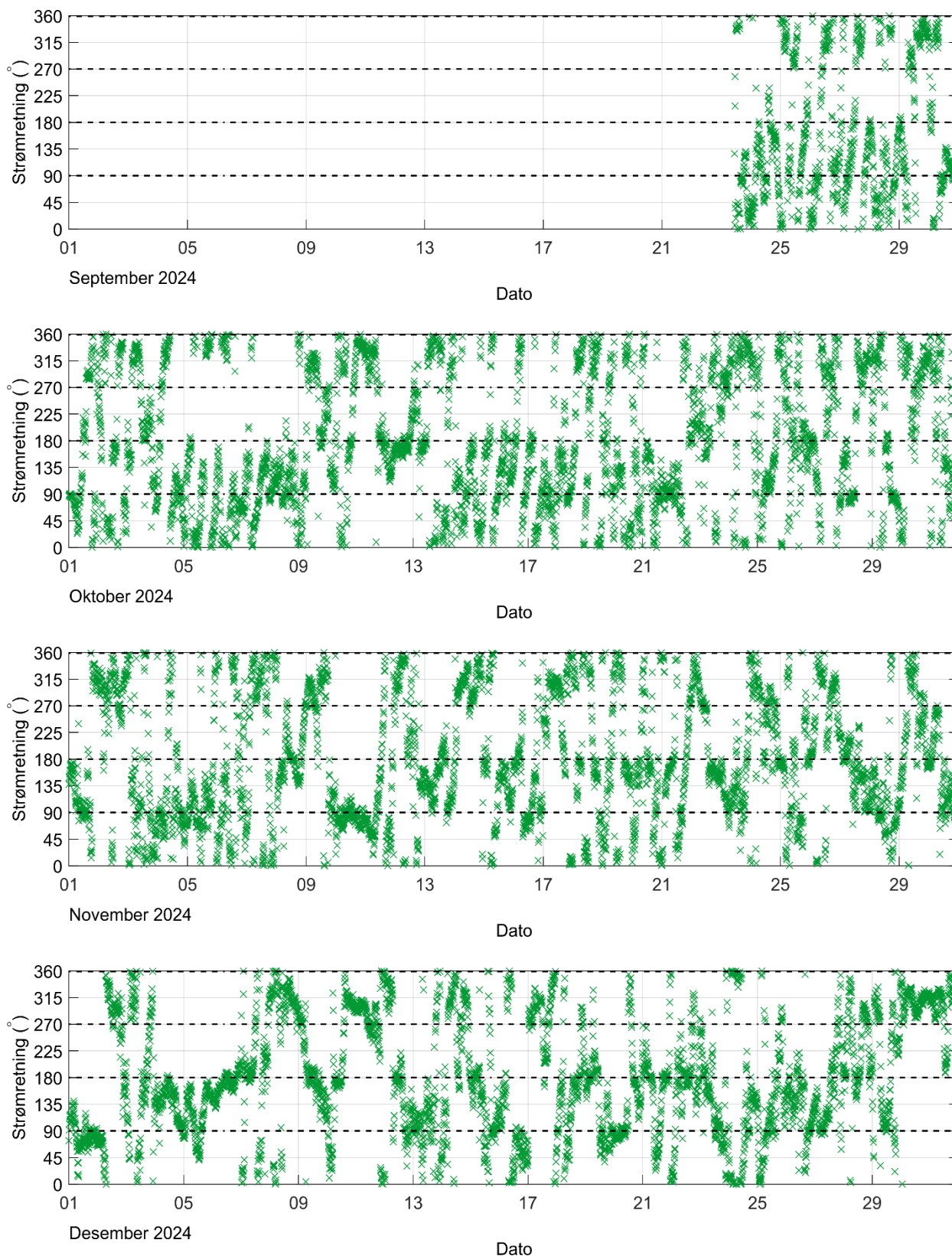
Figur 17.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i september, oktober, november og desember 2024. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



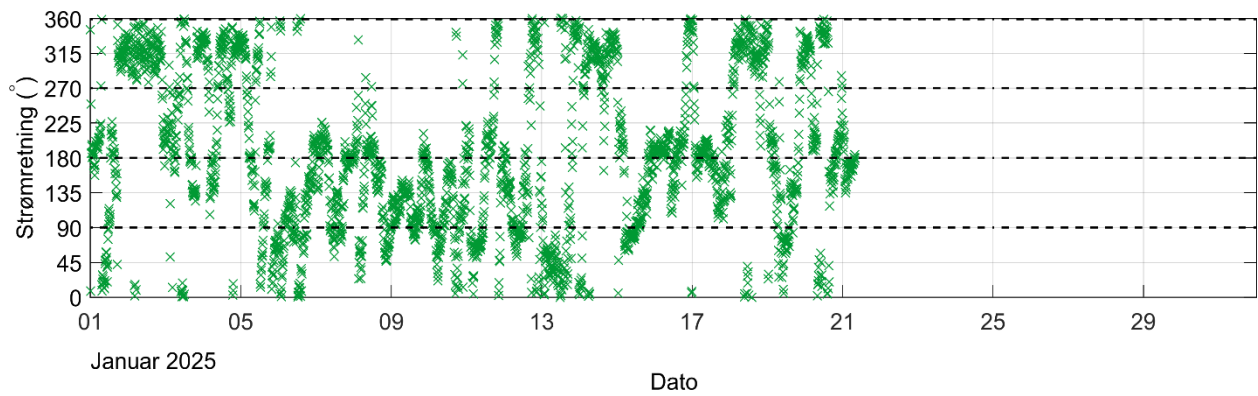
Figur 17.3.2. Tidsdiagram av strømshastighet på 15m dyp i januar 2025. Strømshastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

17.4 Tidsdiagram – strømretning

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i september, oktober, november og desember 2024. Strømretning er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.2. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i januar 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	sep24	okt24	nov24	des24	jan25
1	0.5	0.8	0.8	0.9	1.0
10	1.9	2.6	2.4	3.0	3.2
20	2.7	3.8	3.4	4.4	4.5
30	3.4	4.9	4.5	5.6	5.7
40	4.1	5.8	5.5	6.9	7.0
50	4.9	6.9	6.7	8.3	8.1
60	5.8	8.1	7.9	9.9	9.3
70	7.0	9.7	9.6	12.0	10.7
80	8.9	11.8	11.9	14.6	12.3
90	14.2	15.3	15.9	18.8	15.4
95	19.8	19.6	20.6	22.2	19.4
99	24.8	26.4	27.8	27.4	27.7

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	sep24	okt24	nov24	des24	jan25
1	97.3	98.6	98.2	98.8	99.0
3	75.5	87.1	85.0	90.0	91.3
5	48.5	68.4	65.1	75.2	75.7
10	16.2	28.3	27.8	39.4	34.5
20	4.7	4.7	5.3	8.0	4.4
30	0.09	0.4	0.7	0.2	0.7
40				0.09	0.1