

Strømrappport

**Måling av overflate- (5m),
dimensjonerings- (15m) og bunnstrøm
(49m) ved**

Vorfjorden i

april - juni 2024

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn		Vurdering av strømforhold ved Vorfjorden. SR-MGA-Vorfjorden-110211928-3011-01-001.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	01.11.24	Første utgivelse. Presentasjon og vurdering av gjennomførte strømmålinger ved Vorfjorden.	
Rapportdistribusjon		Innhold fra denne rapporten kan brukes så lenge rapporten oppgis som kilde, og at alt benyttet materiale blir kreditert Åkerblå AS.	
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Vorfjorden	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Moskenes	Fylke	Nordland
Oppdragsgiver			
Selskap	Multigen Akva AS; Langhaugen 17, 8310 Kabelvåg, NORGE		
Kontaktperson	Kristoffer Høyning	kristoffer@multigen.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Andreas Eilefsen	andreas.eilefsen@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Aleksander Libæk	aleksander.libaek@akerbla.no	
Kontrollert av	Haiwa Pedersen	haiwa.pedersen@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall			
Måledyp	5m	15m	Bunn (49m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	22.8 (N)	18.6 (N)	27.6 (SØ)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	6.2	4.7	4.4
Strømstyrke < 1cm/s (%)	2.4	3.6	12.8
Strømstyrke < 3cm/s (%)	19.1	28.8	54.8
Strømstyrke < 10cm/s (%)	86.1	96.0	87.7
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.0	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.1	0.1	0.6
10-års strøm (maksimal)	45	36	-
50-års strøm (maksimal)	50	41	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk.....	7
4. Resultater.....	10
4.1 Sammendrag av strømdata	10
4.2 Strømrose	11
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning	12
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	21
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	22
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	23
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	24
4.14 Strømhastighetsprofil	25
4.15 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	26
4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	26
4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	26
4.18 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	26
4.19 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	27
4.20 Persentilfordeling av strømhastighet.....	28
4.21 Prosentfordeling av strømhastighet.....	28
4.22 Strømfordeling	29
4.23 Strømvarighet.....	31
4.24 Tidevannsanalyse	33
4.25 Vind under måleperioden.....	36
4.26 CTD-profil.....	40
5. Diskusjon	41
5.1 Høye strømmålinger.....	41
5.2 Tidevannspåvirkning.....	41
5.3 Vindpåvirkning	41

5.4	Vannutskiftning.....	42
5.5	Vannsøylens vertikale struktur.....	42
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	43
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	43
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	44
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	45
6.4	CTD-målinger	45
7.	Vedlegg – Riggoppsett	46
7.1	Test av riggoppsett før utsett.....	46
7.2	Riggoppsett	46
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	49
8.1	Databearbeiding	49
8.2	Kvalitetssikring av data.....	51
8.3	Fjernede dataverdier.....	55
8.3.1	Måleperiode	55
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	55
9.	Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm.....	56
10.	Vedlegg - Varighetsanalyse	59
11.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	63
12.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner.....	64
13.	Vedlegg – Måleenheter	65
14.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse.....	66
15.	Vedlegg – Referanser	67

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Multigen Akva utført strømmålinger ved tenkt oppdrettslokalitet Vorfjorden 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 miljølaster på et anlegg.

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal også kunne ivareta artens krav til et godt levemiljø (Mattilsynet, 2016). Det må være tilstrekkelig tilførsel av vann av egnet kvalitet. Spesielt relevant er oksygen – som påvirkes av blant annet strømforhold og vannutskiftning – og temperatur.

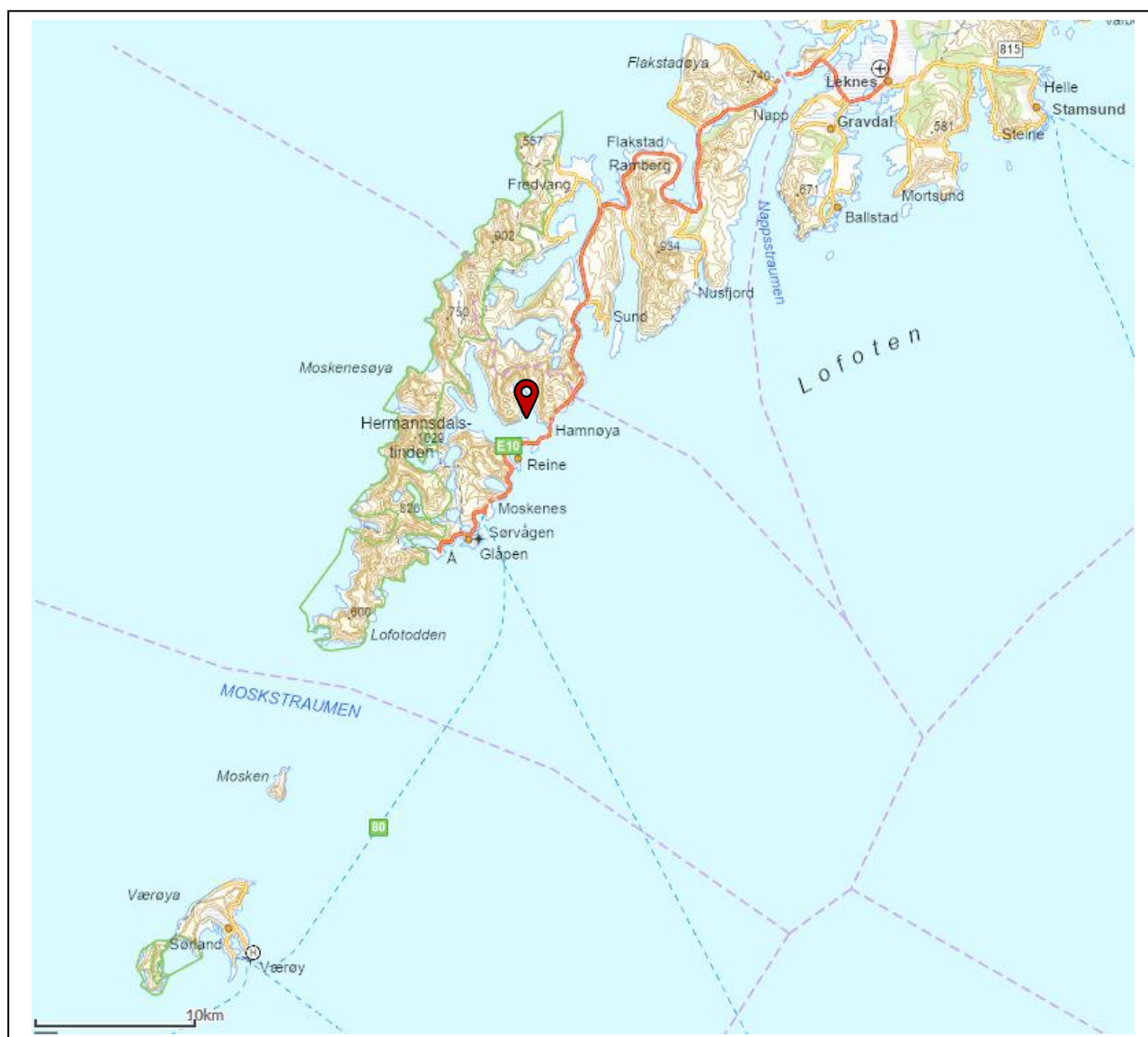
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9425-1:1999, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Vorfjorden ligger i Moskenes kommune, Nordland (Figur 2.1). Vorfjorden ligger innenfor Reinefjorden og nord for Reine. Plasseringen ligger delvis beskyttet fra Vestfjorden i sør.

På grunn av omkringliggende topografi er de mest aktuelle vindretningene, med tanke på strøm, fra N og SØ og S.

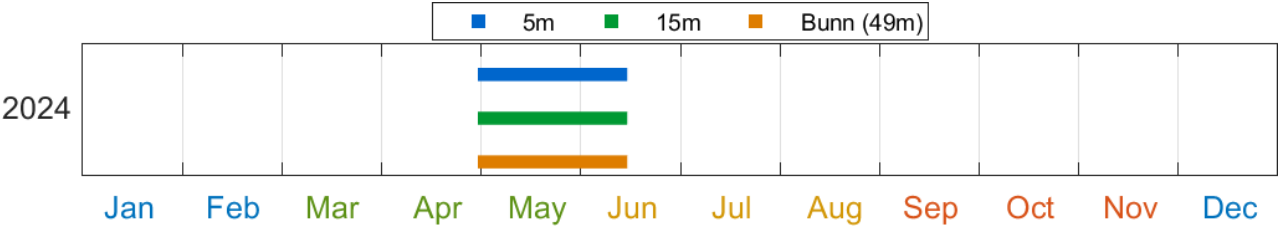
Bunntopografi er ca. 35m dyp under strømmålerposisjonen for 5m og 15m, og ca. 49m under strømmålerposisjonen for bunndyp (49m). Bunnen er orientert N – S i området for begge strømmålingsposisjonene.



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 i to rigger, en rigg med strøm på 5m og 15m, og en rigg med strøm på bunndyp (49m). Avstanden mellom disse var ca. 500m. Strømmen på alle tre dypene ble målt fra 30.04.24 til 14.06.24 (Figur 3.1).

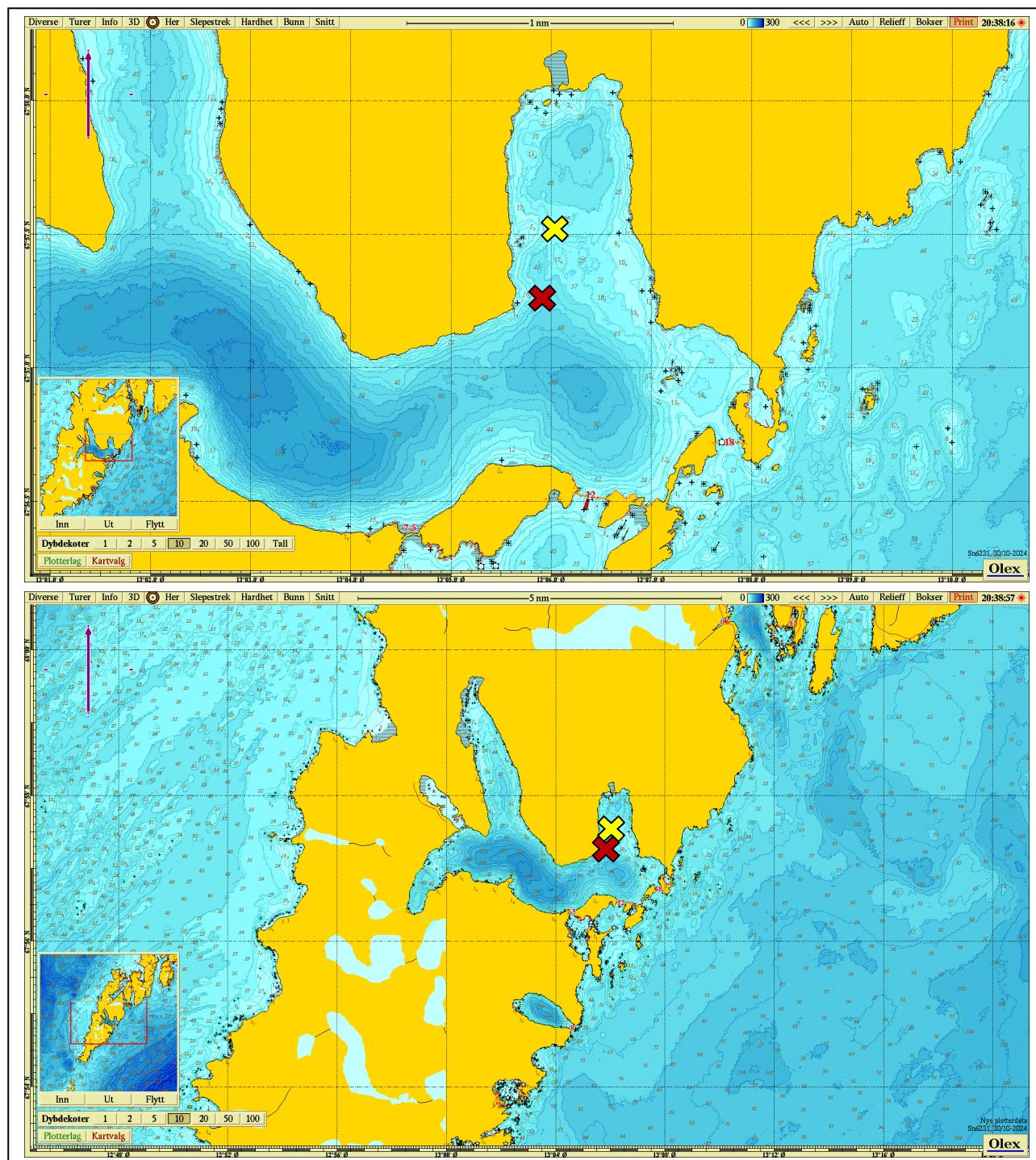


Figur 3.1. De fargede linjene i figuren viser hvilke år og måneder det er strømmålinger på 5m (blå linje) og 15m (grønn linje) og bunndyp (49m, oransje linje). Skriftfargene på månedene langs x-aksen illustrerer sesong; blå = vinter, grønn = vår, gul = sommer, og rød = høst. Målingene på 5m og 15m og bunndyp (49m) ble utført om våren og sommeren.

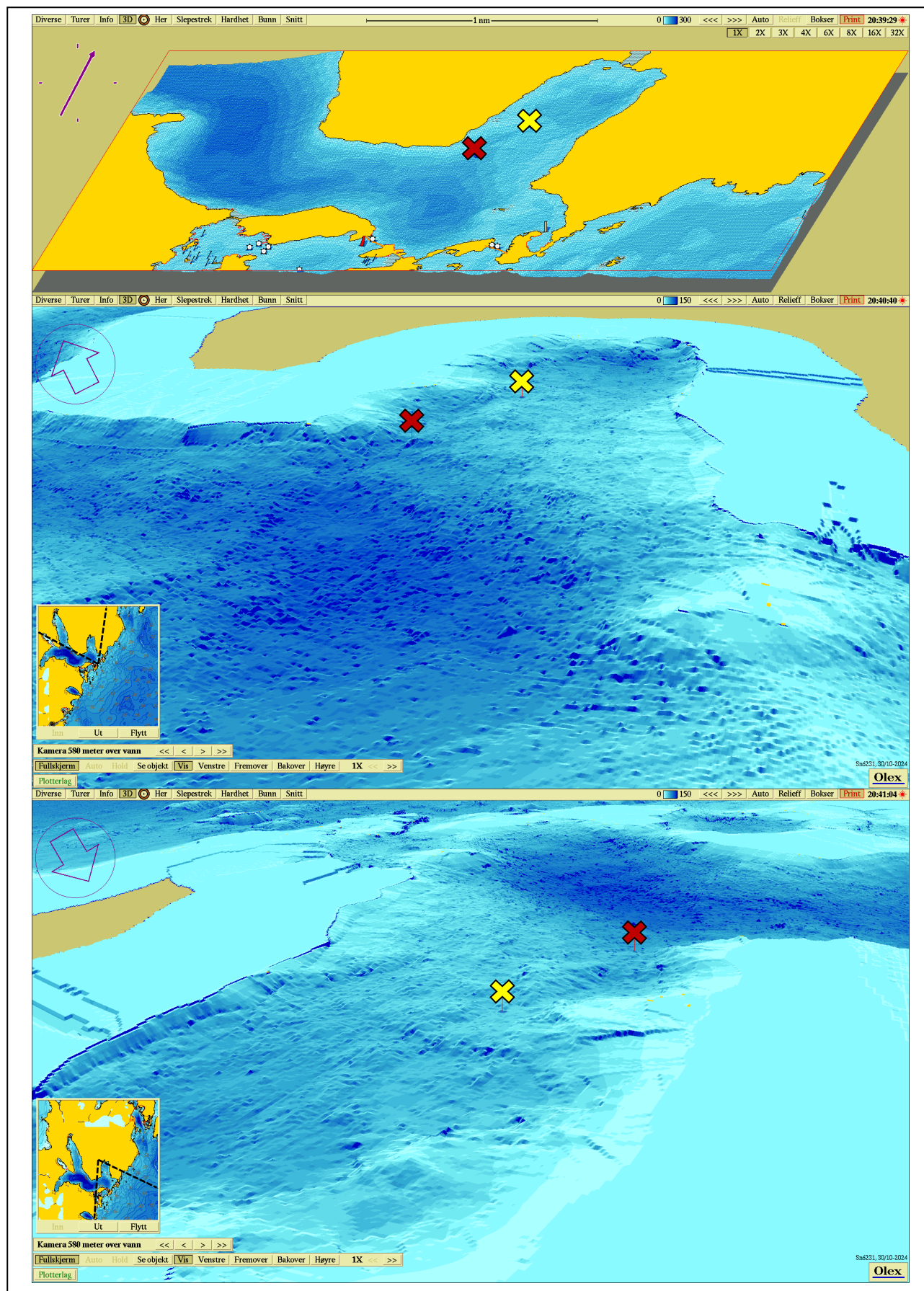
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.2 – Figur 3.3).

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Bunn (49m)
Posisjonsanvisning	✕	✕	✕
Posisjon	67° 57.523' N; 013° 06.047' Ø	67° 57.523' N; 013° 06.047' Ø	67° 57.261' N; 013° 05.910' Ø
Dyp på målested	35m	35m	49m
Instrumenttype	Nortek profiler	Nortek profiler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	30.04.24 - 14.06.24	30.04.24 - 14.06.24	30.04.24 - 14.06.24
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn (målt/planlagt)	45.0 / 45.0	45.0 / 45.0	45.0 / 45.0
Fjernede datapunkt	0	0	0



Figur 3.2. Plassering av strømmålere i området anvist med gult (5m og 15m) og rødt (bunndyp-49m) kryss. Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer orientering til kart. Kart er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



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

4. Resultater

4.1 Sammendrag av strømdata

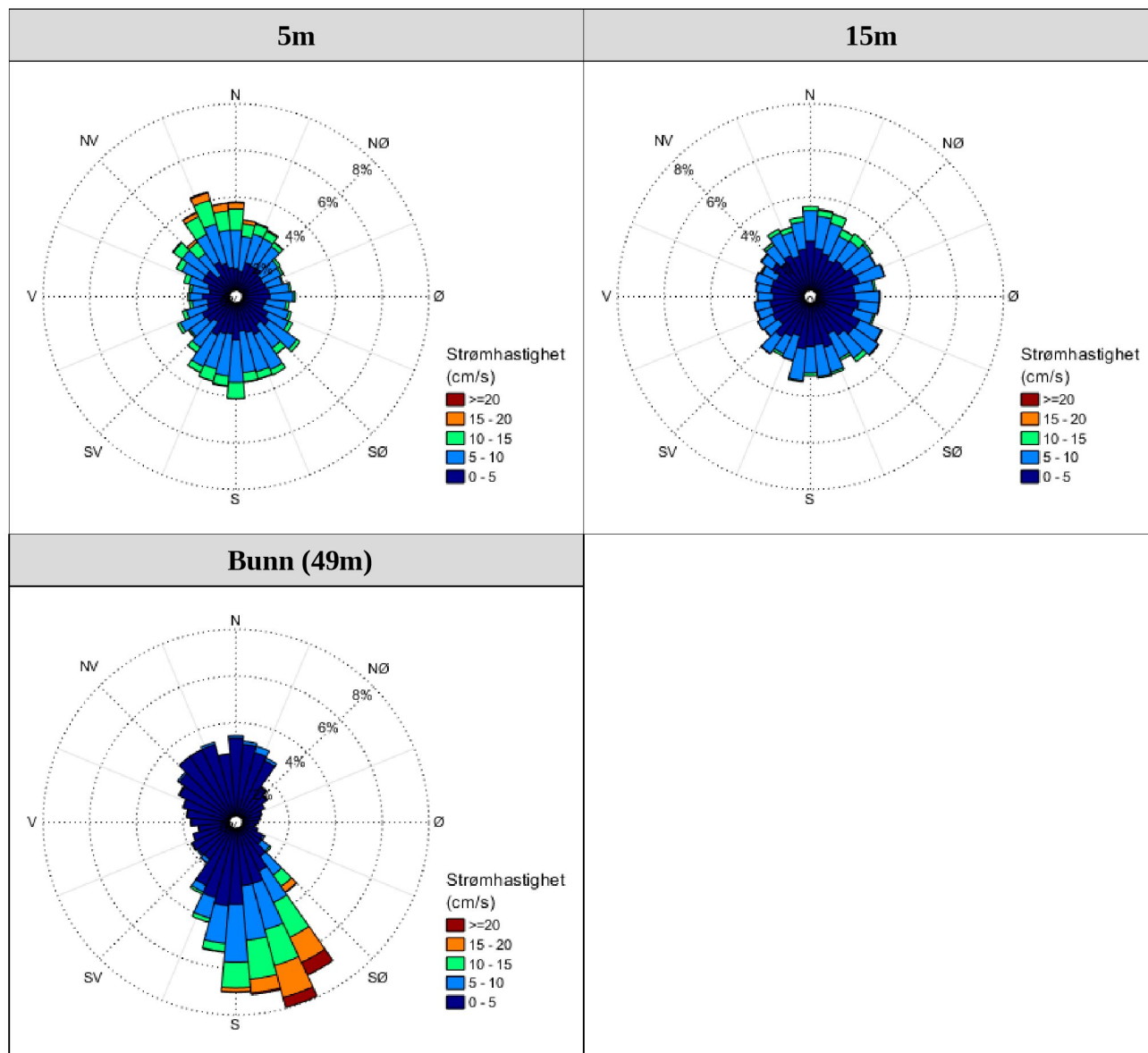
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m og bunndyp (49m).

Måledyp	Instrument (34m)		Bunn (49m)
Sjøtemperatur (°C)	3.6 - 6.5		3.5 - 6.3
Strømhastighet	5m	15m	Bunn (49m)
Maksimum (cm/s)	22.8	18.6	27.6
Gjennomsnitt (cm/s)	6.2	4.7	4.4
Minimum (cm/s)	0.0	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	10.2	7.7	9.4
Signifikant min (cm/s)	2.6	2.1	1.1
Varians (cm/s) ²	12.3	6.8	20.4
Standardavvik (cm/s)	3.5	2.6	4.5
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	2.4	3.6	12.8
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	20	110
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	19.1	28.8	54.8
Lengste periode < 3cm/s (min)	80	80	710
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	86.1	96.0	87.7
Lengste periode < 10cm/s (min)	1270	5470	3320
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0
Effektiv transport			
Hastighet (cm/s)	0.4	0.5	2.5
Retning (grader)	333	68	168
Neumann-parameter	0.1	0.1	0.6
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	5316	4070	3825

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, 15m og bunndyp (49m).

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	5	30	57	163	79	22	3	0	0	0	0	0	0	359	5.5	17119	7.2	22.8
N	15	5	45	52	131	53	11	1	0	0	0	0	0	0	298	4.6	12701	5.3	20.5
NØ	30	6	47	54	124	28	4	0	0	0	0	0	0	0	263	4.1	9679	4.0	19.4
NØ	45	4	50	56	98	17	2	0	0	0	0	0	0	0	227	3.5	7479	3.1	15.7
NØ	60	3	45	61	82	9	1	0	0	0	0	0	0	0	201	3.1	6173	2.6	16.0
Ø	75	7	45	55	70	8	0	0	0	0	0	0	0	0	185	2.9	5446	2.3	13.0
Ø	90	8	45	57	96	7	0	0	0	0	0	0	0	0	213	3.3	6279	2.6	12.4
Ø	105	7	40	50	107	12	0	0	0	0	0	0	0	0	216	3.3	6997	2.9	12.7
SØ	120	5	42	68	98	19	0	0	0	0	0	0	0	0	232	3.6	7694	3.2	14.3
SØ	135	6	48	80	135	24	0	0	0	0	0	0	0	0	293	4.5	9853	4.1	14.7
SØ	150	8	57	82	147	27	1	0	0	0	0	0	0	0	322	5.0	11026	4.6	16.0
S	165	3	45	73	177	35	4	0	0	0	0	0	0	0	337	5.2	12895	5.4	17.0
S	180	19	53	73	178	59	1	0	0	0	0	0	0	0	383	5.9	14298	6.0	17.0
S	195	3	44	83	159	45	4	0	0	0	0	0	0	0	338	5.2	13104	5.5	16.1
SV	210	6	52	83	147	26	1	0	0	0	0	0	0	0	315	4.9	10685	4.5	17.2
SV	225	6	43	63	99	20	2	0	0	0	0	0	0	0	233	3.6	7790	3.3	16.6
SV	240	3	43	82	94	15	0	0	0	0	0	0	0	0	237	3.7	7447	3.1	13.8
V	255	6	42	48	86	11	0	0	0	0	0	0	0	0	193	3.0	6084	2.5	13.6
V	270	8	43	59	54	9	0	0	0	0	0	0	0	0	173	2.7	4723	2.0	13.7
V	285	8	36	38	77	17	1	0	0	0	0	0	0	0	177	2.7	5969	2.5	16.5
NV	300	7	51	61	95	30	1	0	0	0	0	0	0	0	245	3.8	8289	3.5	15.3
NV	315	7	36	66	119	51	6	0	0	0	0	0	0	0	285	4.4	11637	4.9	17.9
NV	330	10	47	62	134	77	22	4	0	0	0	0	0	0	356	5.5	16254	6.8	21.3
N	345	5	54	47	162	95	33	3	0	0	0	0	0	0	399	6.2	19792	8.3	20.6
Antall obs.		155	1083	1510	2832	773	116	11	0	0	0	0	0	0	6483	100	0	0	0
%		2.4	16.7	23.3	43.7	11.9	1.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

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

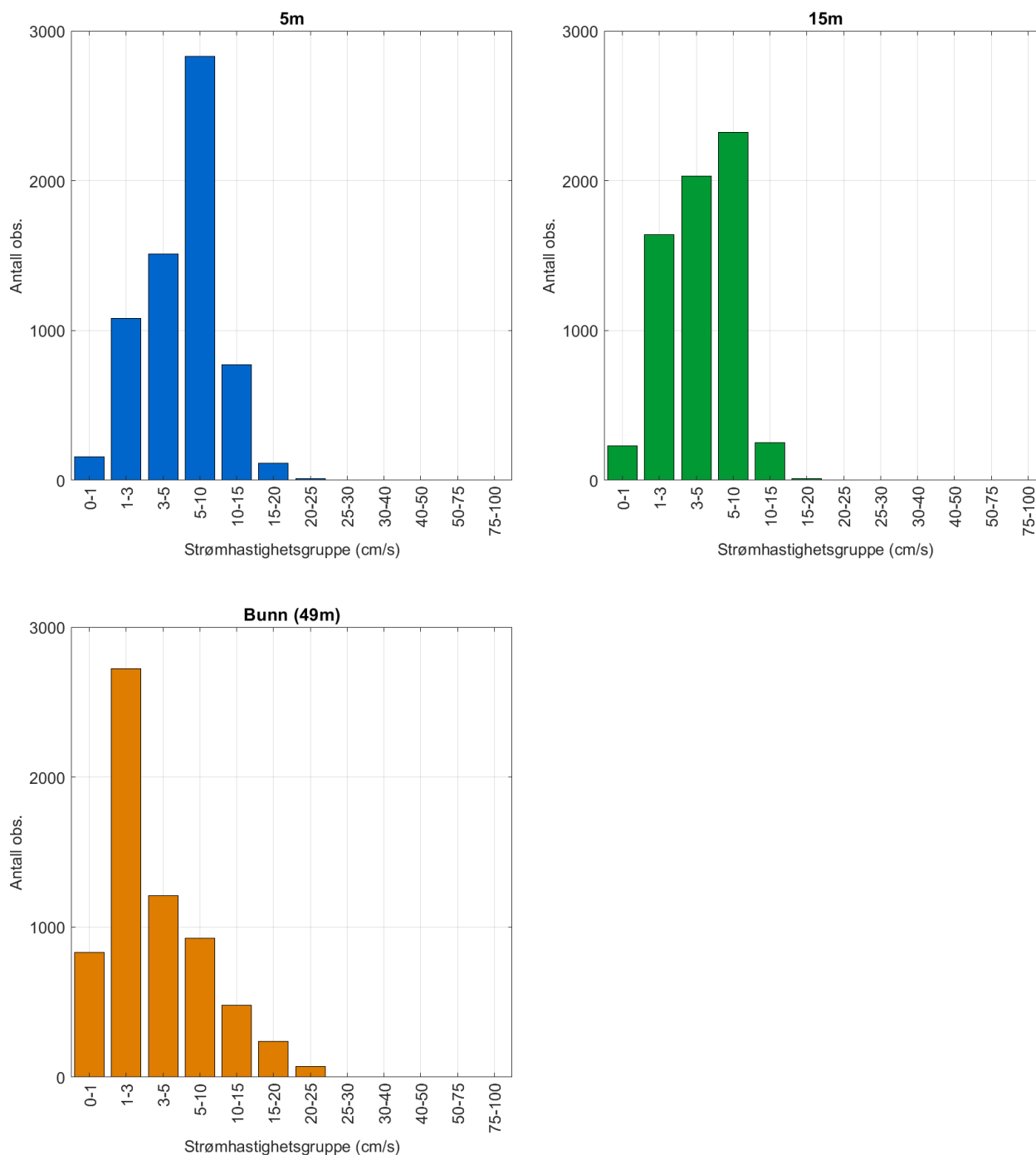
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	10	84	104	144	19	0	0	0	0	0	0	0	0	361	5.6	10893	5.9	14.8
N	15	13	77	78	120	31	5	0	0	0	0	0	0	0	324	5.0	10581	5.8	18.6
NØ	30	9	46	101	113	33	1	0	0	0	0	0	0	0	303	4.7	10214	5.6	15.7
NØ	45	9	60	84	113	25	0	0	0	0	0	0	0	0	291	4.5	9310	5.1	15.0
NØ	60	8	71	95	104	4	0	0	0	0	0	0	0	0	282	4.3	7655	4.2	12.2
Ø	75	11	75	87	94	8	0	0	0	0	0	0	0	0	275	4.2	7489	4.1	13.4
Ø	90	6	67	80	89	3	0	0	0	0	0	0	0	0	245	3.8	6678	3.6	12.0
Ø	105	13	76	84	92	8	0	0	0	0	0	0	0	0	273	4.2	7225	3.9	11.4
SØ	120	13	90	89	103	3	0	0	0	0	0	0	0	0	298	4.6	7522	4.1	11.7
SØ	135	7	73	100	113	11	0	0	0	0	0	0	0	0	304	4.7	8781	4.8	13.5
SØ	150	4	59	98	112	15	0	0	0	0	0	0	0	0	288	4.4	8737	4.8	14.9
S	165	5	75	100	128	7	1	0	0	0	0	0	0	0	316	4.9	9279	5.1	15.8
S	180	10	70	104	110	8	0	0	0	0	0	0	0	0	302	4.7	8429	4.6	14.3
S	195	9	65	96	123	6	0	0	0	0	0	0	0	0	299	4.6	8533	4.7	11.9
SV	210	18	52	99	80	8	0	0	0	0	0	0	0	0	257	4.0	6860	3.7	12.7
SV	225	10	60	76	81	3	0	0	0	0	0	0	0	0	230	3.5	6065	3.3	11.9
SV	240	11	55	76	73	2	0	0	0	0	0	0	0	0	217	3.3	5387	2.9	10.6
V	255	7	72	71	60	3	0	0	0	0	0	0	0	0	213	3.3	5294	2.9	11.2
V	270	7	67	58	65	5	0	0	0	0	0	0	0	0	202	3.1	5180	2.8	12.9
V	285	9	68	55	61	1	0	0	0	0	0	0	0	0	194	3.0	4704	2.6	11.1
NV	300	12	66	67	63	4	1	0	0	0	0	0	0	0	213	3.3	5288	2.9	15.5
NV	315	12	70	77	72	8	0	0	0	0	0	0	0	0	239	3.7	6210	3.4	12.5
NV	330	10	68	81	102	17	2	0	0	0	0	0	0	0	280	4.3	8493	4.6	15.9
N	345	8	72	71	108	18	0	0	0	0	0	0	0	0	277	4.3	8443	4.6	14.2
Antall obs.		231	1638	2031	2323	250	10	0	0	0	0	0	0	0	6483	100	0	0	0
%		3.6	25.3	31.3	35.8	3.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra bunndyp (49m).

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	45	179	76	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308	4.8	4304	2.5	6.0
N	15	39	174	80	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	4.8	4928	2.9	8.4
NØ	30	39	148	52	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255	3.9	3662	2.1	7.8
NØ	45	42	77	28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	2.3	1800	1.0	6.2
NØ	60	24	67	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	1.6	1168	0.7	5.7
Ø	75	27	43	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.2	677	0.4	4.4
Ø	90	27	41	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.1	581	0.3	4.7
Ø	105	28	24	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	1.0	655	0.4	7.9
SØ	120	27	50	17	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	109	1.7	1689	1.0	11.0
SØ	135	30	66	25	63	25	6	2	0	0	0	0	0	0	217	3.3	6929	4.0	21.8
SØ	150	35	88	69	141	150	108	48	3	0	0	0	0	0	642	9.9	38119	22.1	27.6
S	165	26	125	82	230	157	105	19	1	0	0	0	0	0	745	11.5	38947	22.6	25.0
S	180	25	143	146	233	109	18	4	0	0	0	0	0	0	678	10.5	25732	14.9	21.7
S	195	31	161	122	118	23	2	0	0	0	0	0	0	0	457	7.0	11672	6.8	18.6
SV	210	37	135	84	31	12	0	0	0	0	0	0	0	0	299	4.6	5657	3.3	14.4
SV	225	29	99	41	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181	2.8	2607	1.5	6.8
SV	240	39	107	22	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	173	2.7	1977	1.1	11.2
V	255	47	86	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	2.3	1552	0.9	9.4
V	270	37	100	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	2.4	1726	1.0	8.2
V	285	37	128	27	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	3.0	2226	1.3	5.6
NV	300	37	143	47	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	235	3.6	3108	1.8	6.5
NV	315	47	161	74	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286	4.4	3923	2.3	7.3
NV	330	40	186	88	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315	4.9	4388	2.5	5.2
N	345	35	190	70	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	303	4.7	4181	2.4	6.5
Antall obs.		830	2721	1209	928	479	239	73	4	0	0	0	0	0	6483	100	0	0	0
%		12.8	42.0	18.6	14.3	7.4	3.7	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

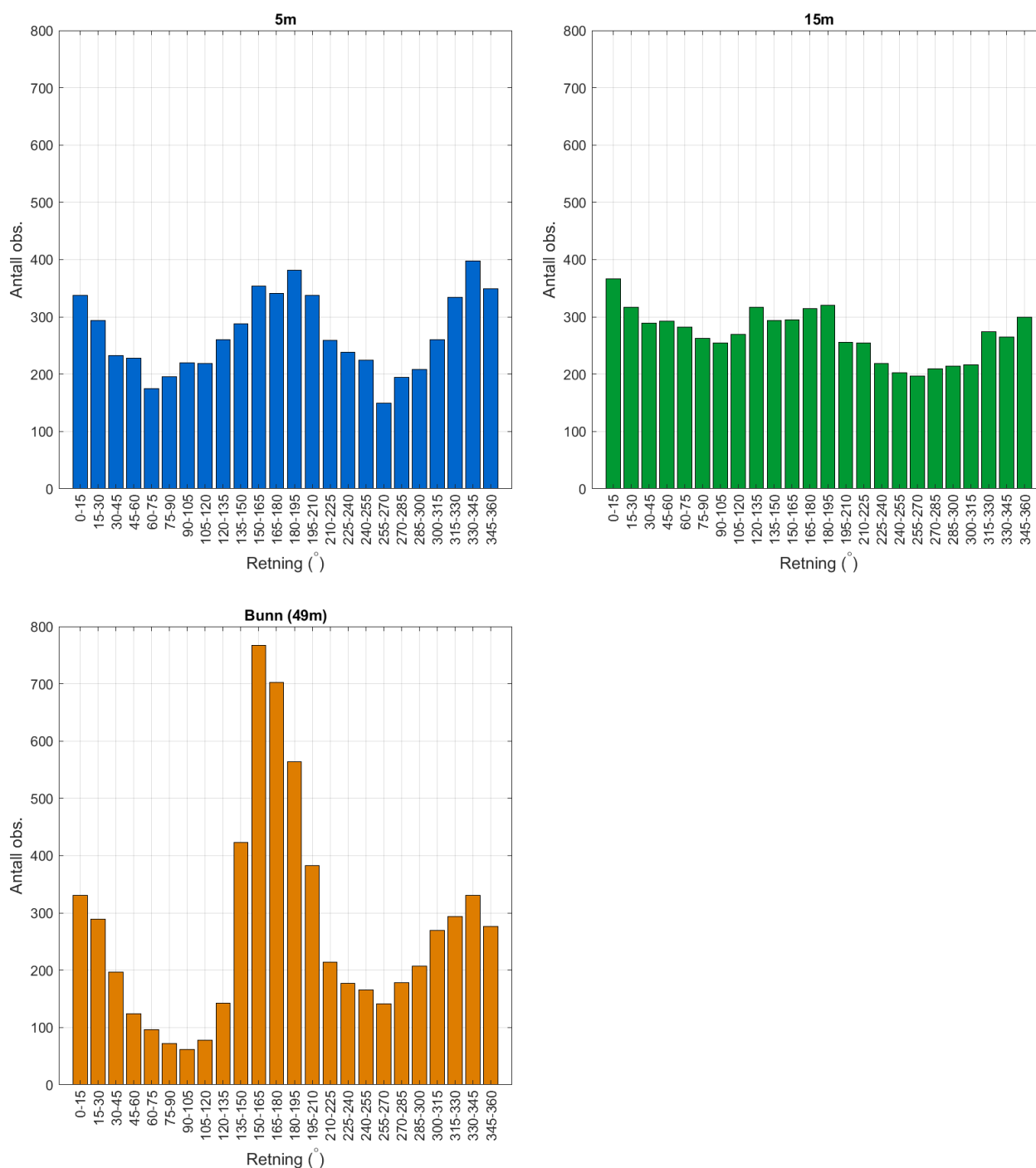
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under. Hastighetsfordelingen er $\geq$ (laveste verdi) og $<$ (høyeste verdi) av oppgitt intervall.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m og bunndyp (49m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

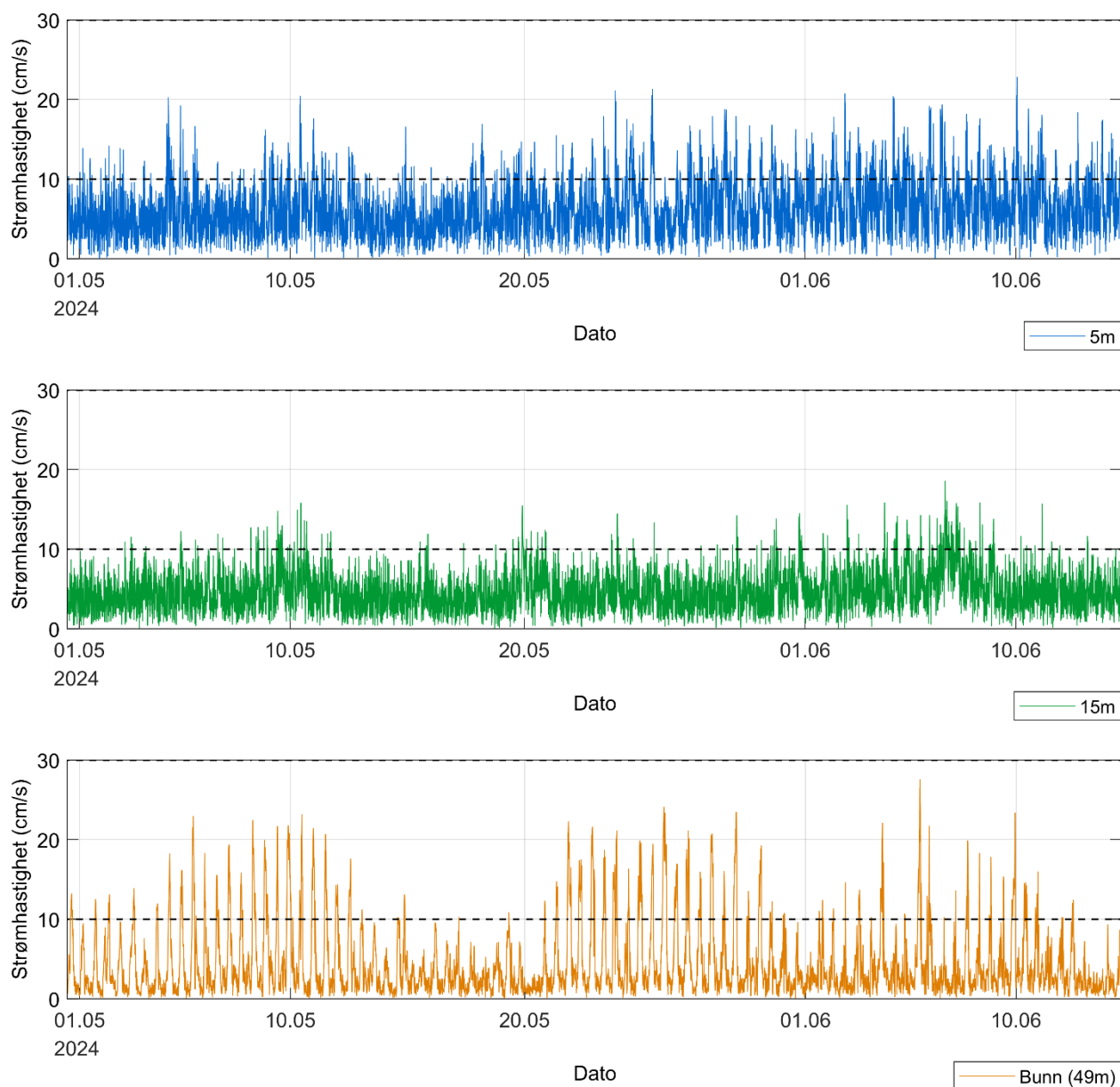
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under. Retningsfordelingen er $\geq$ (laveste verdi) og $<$ (høyeste verdi) av oppgitt intervall.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m og bunndyp (49m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

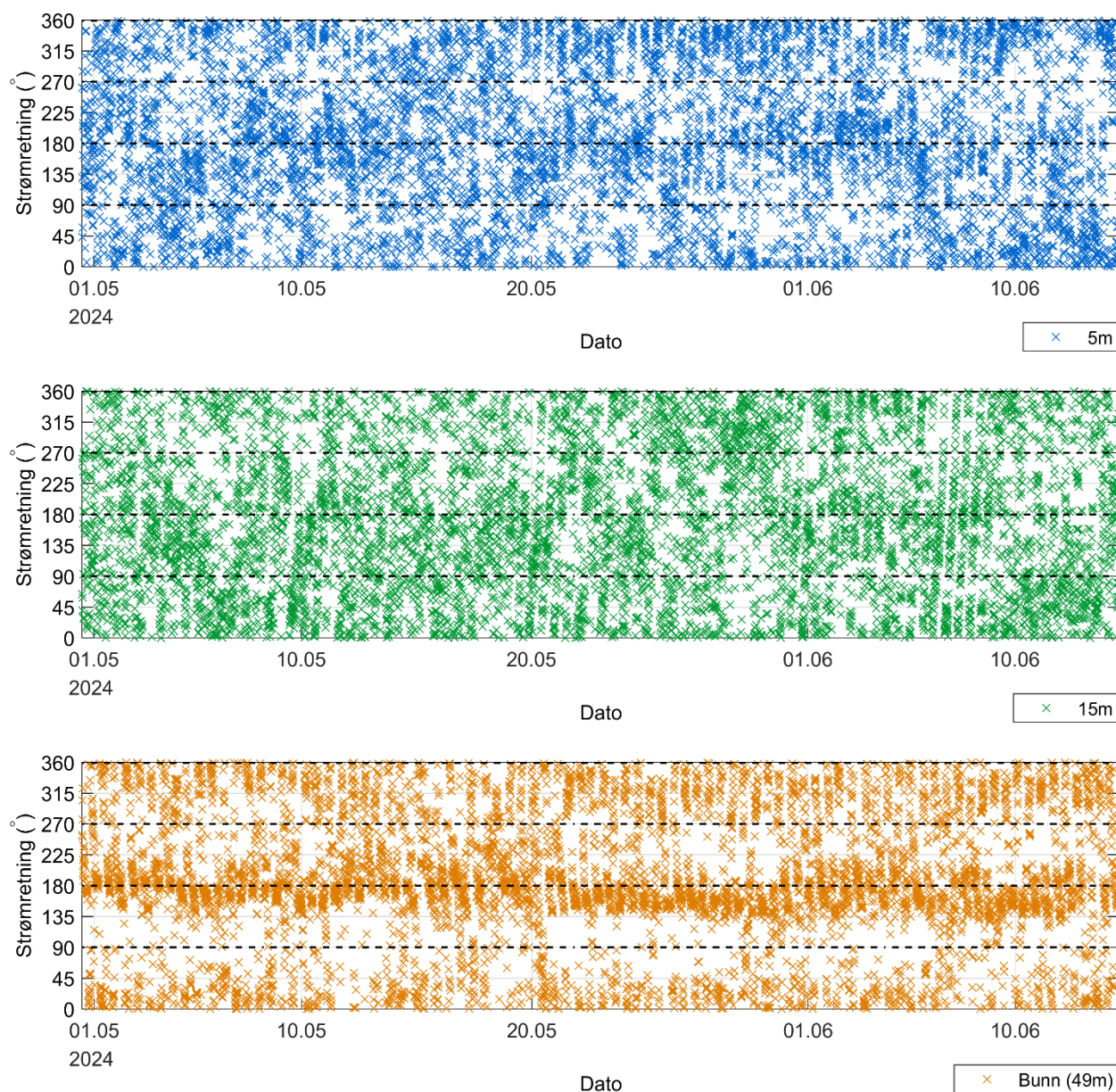
Strømmens hastighet under hele måleperioden er oppgitt under. Stiplede linjer indikerer tilfeller med strømhastigheter over 10cm/s og 30cm/s.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m og bunndyp (49m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

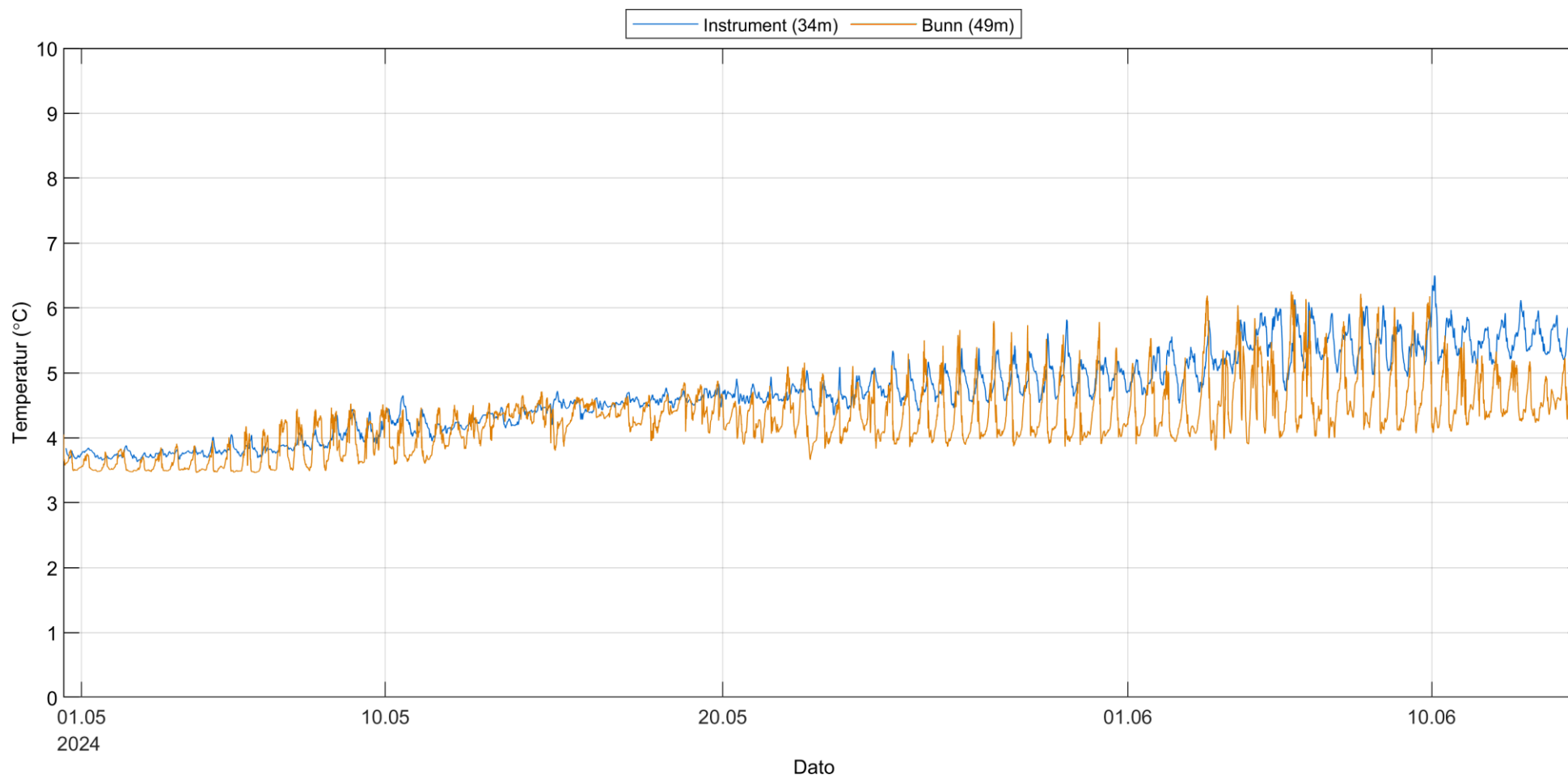
Strømmens retning under hele måleperioden er oppgitt under. Stiplede linjer er vist for 90°, 180°, 270° og 360° for å indikere kompassretningene øst, sør, vest og nord.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m og bunndyp (49m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

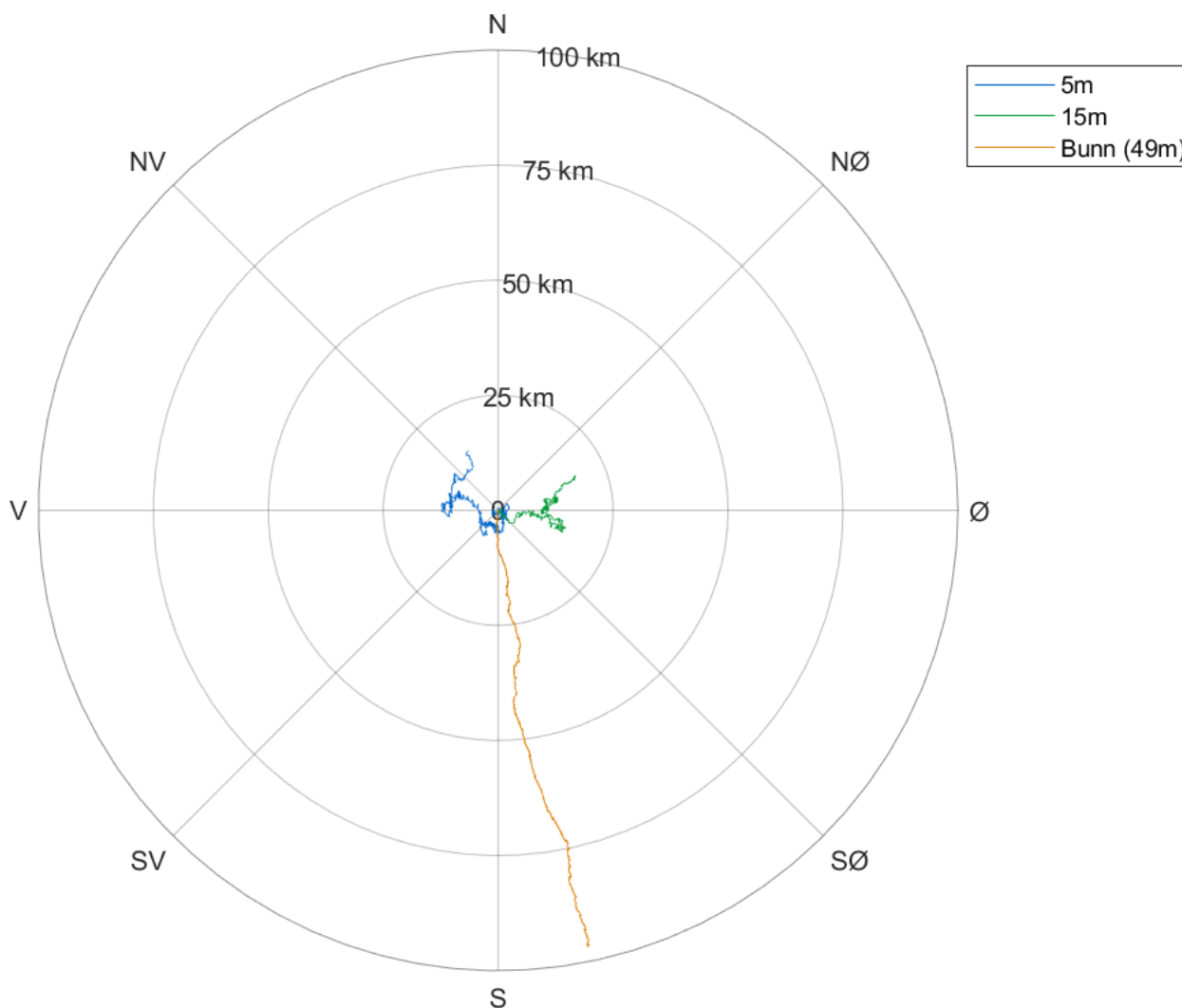
Temperatur under hele måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på instrumentdyp (34m) og bunndyp (49m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

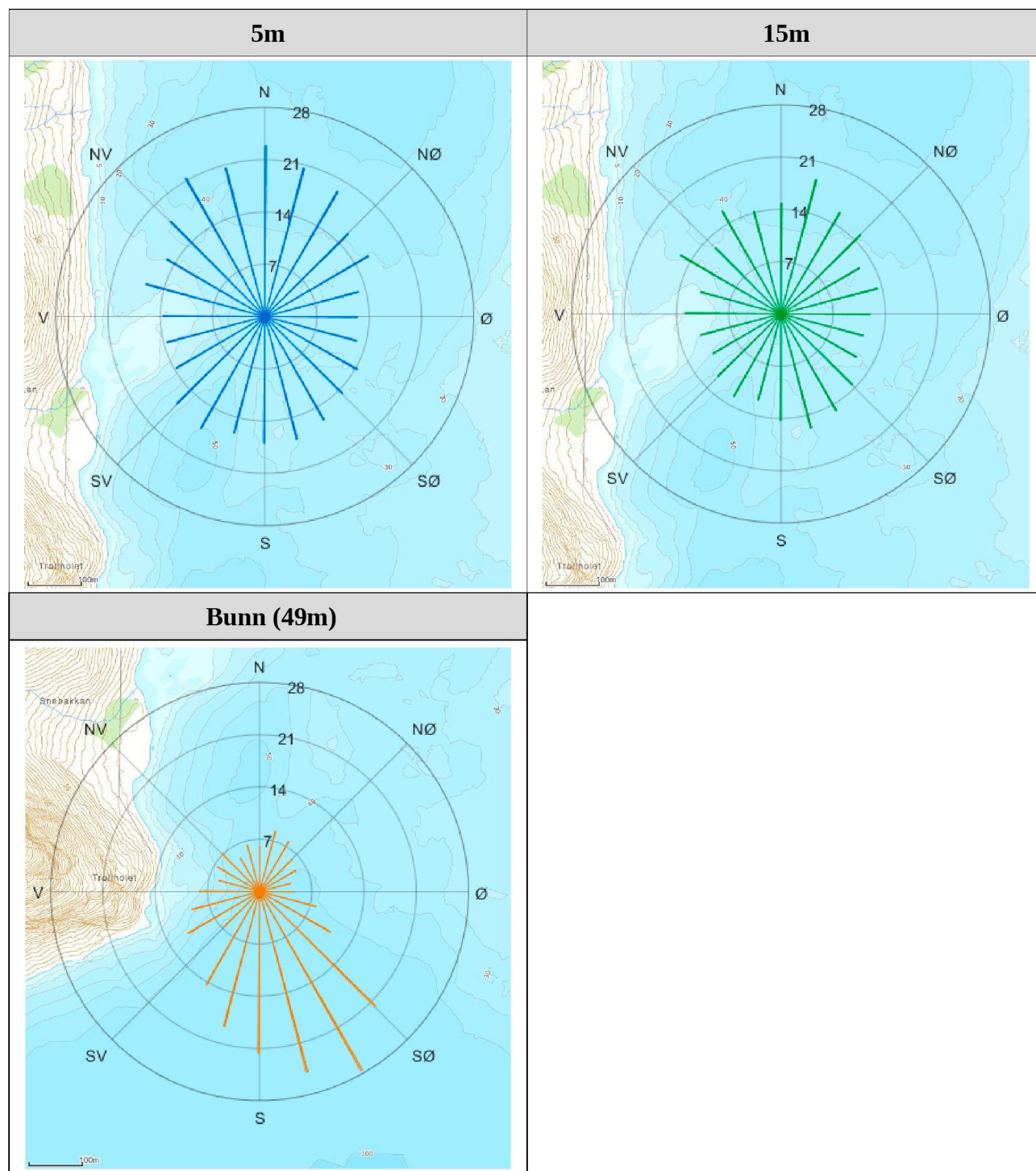
4.9 Progressivt vektordiagram

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



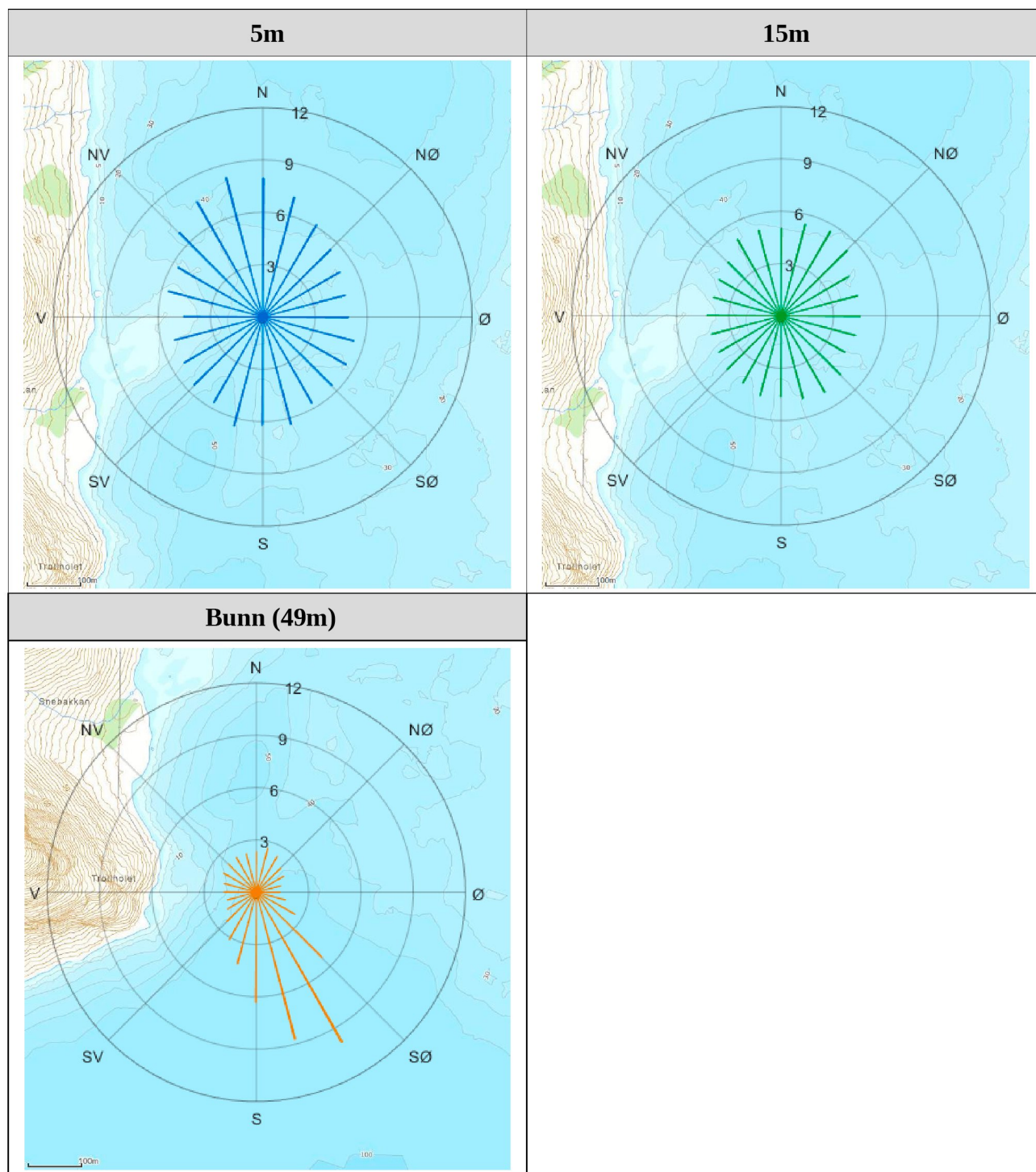
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m og bunndyp (49m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m og bunndyp (49m) i løpet av måleperioden.

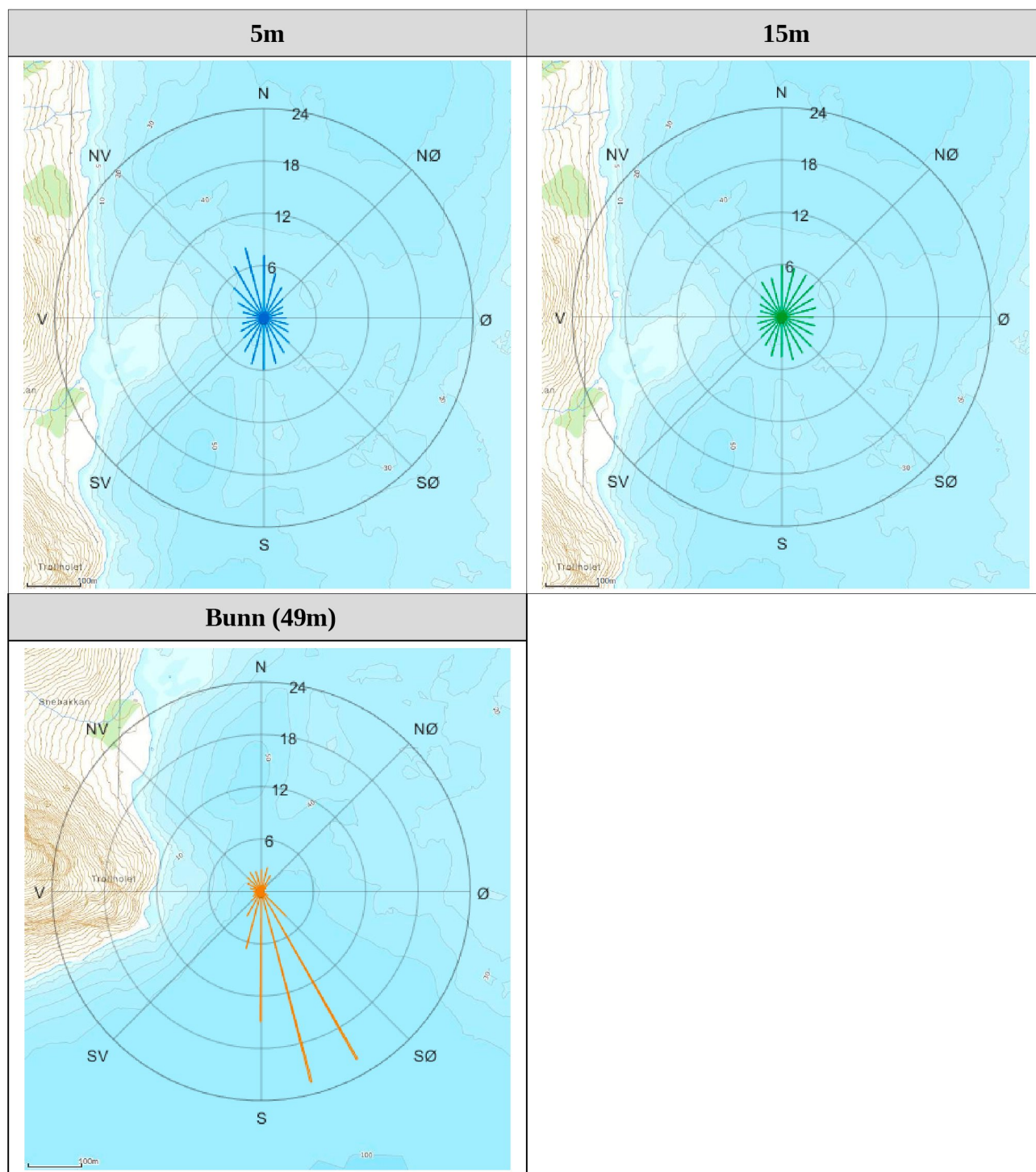
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m og bunndyp (49m) i løpet av måleperioden.

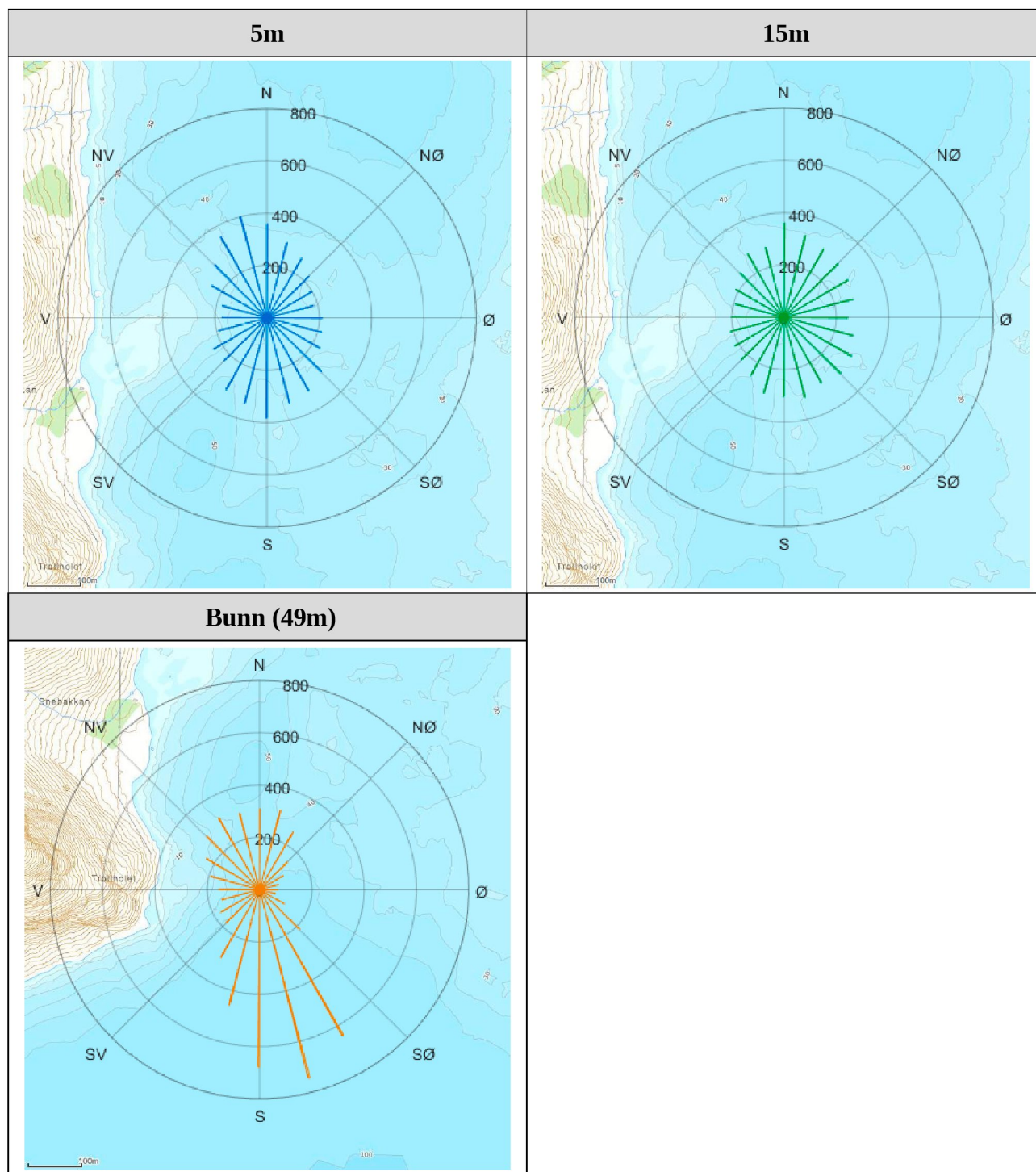
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

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



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m og bunndyp (49m) i løpet av måleperioden.

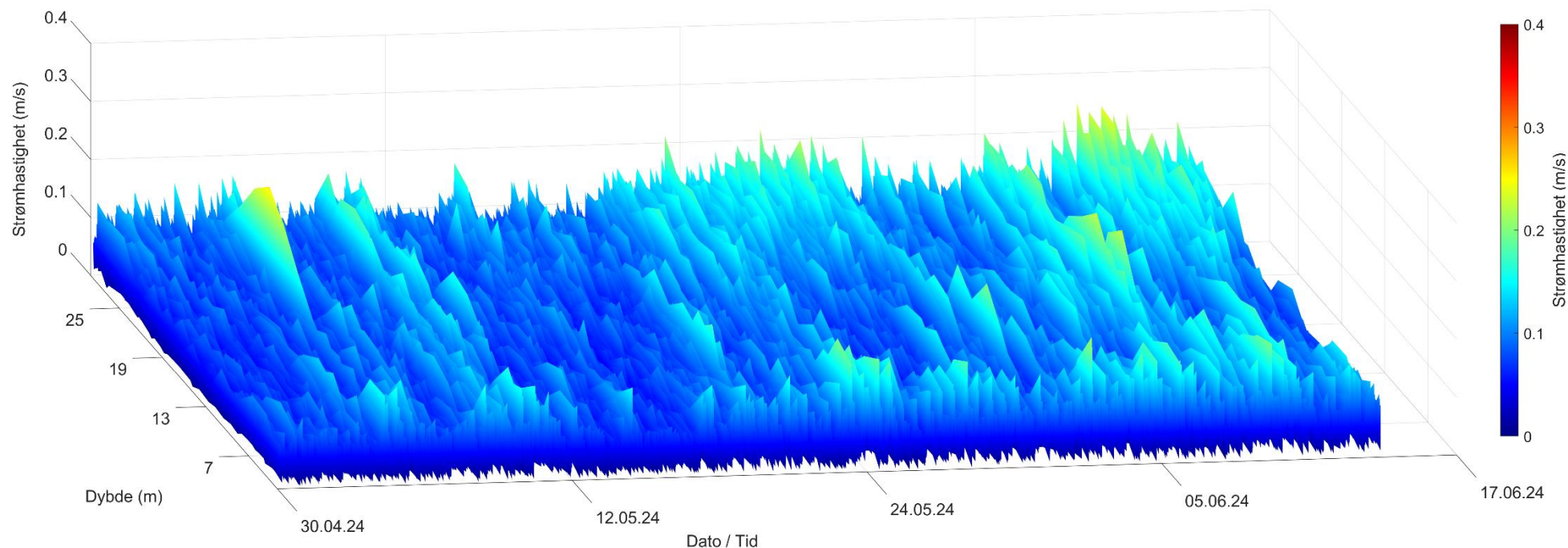
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 5m, 15m og bunndyp (49m) i løpet av måleperioden.

4.14 Strømhastighetsprofil

Strømhastighet med dybde i løpet av måleperioden er oppgitt under. Det er rådata som er vist og kan dermed avvike fra kvalitetssikrede resultater som er oppgitt i rapporten.



Figur 4.14.1. Strømhastighetsprofil målt av instrument på 34m dyp, pekende oppover. Instrumentet var stilt inn til å måle 2m celler. Dato er indikert på x-aksen, dyp på y-aksen og strømhastighet på z-aksen.

4.15 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.15.1. 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	22.8	19.4	13.0	16.0	17.0	17.2	16.5	21.3
15m	18.6	15.7	13.4	14.9	15.8	12.7	12.9	15.9
Bunn (49m)	8.4	7.8	7.9	27.6	25.0	14.4	9.4	7.3

4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.16.1. 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	7.8	5.6	5.1	5.6	6.3	5.5	5.1	6.8
15m	5.2	5.2	4.5	4.7	4.8	4.3	4.2	4.6
Bunn (49m)	2.4	2.2	1.5	8.0	6.8	2.6	1.8	2.3

4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer

Tabell 4.17.1. 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	1056	691	614	847	1058	785	543	886
15m	962	876	793	890	917	704	609	732
Bunn (49m)	925	512	209	968	1880	653	500	836

4.18 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer

Tabell 4.18.1. 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	20.6	9.8	7.8	12.0	16.9	10.8	7.0	15.1
15m	16.3	14.8	11.7	13.7	14.3	10.0	8.3	10.9
Bunn (49m)	7.8	3.9	1.1	27.1	44.3	5.9	3.2	6.6

4.19 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 (NS 9415:2009). Da måleperioden er under 3 måneder tilfredsstiller den ikke krav iht. NS 9415:2021, men kan brukes som en delmåling siden måleperioden er minst 30 dager. Retningen som er oppgitt i raden under maksstrømmen er retningen til den respektive maksimale strømhastigheten (Tabell 4.19.1 - Tabell 4.19.2). Den høyeste beregnede dimensjonerende strømhastigheten for en returperiode på 50 år var mindre enn 50cm/s. I slike tilfeller skal høyeste dimensjonerende strømhastighet settes lik 50cm/s og strømhastigheter for andre retningssektorer og dybder skal økes med tilsvarende faktor, i dette tilfellet x1.20, både for en returperiode på 10 år og 50 år. Dimensjonerende strømhastigheter som er justert på denne måten er presentert i Tabell 4.19.1 - Tabell 4.19.2.

Tabell 4.19.1. 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)	22.8	19.4	13.0	16.0	17.0	17.2	16.5	21.3
Retning (°)	4	27	78	144	180	205	282	335
10-år (cm/s) (x1.65)	45	38	25	31	33	34	32	42
50-år (cm/s) (x1.85)	50	42	28	35	37	38	36	47

Tabell 4.19.2. 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)	18.6	15.7	13.4	14.9	15.8	12.7	12.9	15.9
Retning (°)	10	29	79	152	166	208	275	324
10-år (cm/s) (x1.65)	36	31	26	29	31	25	25	31
50-år (cm/s) (x1.85)	41	34	29	33	35	28	28	35

4.20 Persentilfordeling av strømhastighet

Kolonnen til venstre i Tabell 4.20.1 indikerer prosent av data (persentil) som er lik eller lavere enn oppgitt strømhastighet (cm/s).

Tabell 4.20.1. Persentilfordeling av strømhastighet (cm/s) for hvert dyp.

Persentil	5m	15m	Bunn (49m)
1	0.6	0.5	0.3
10	2.1	1.7	0.9
20	3.1	2.4	1.3
30	3.9	3.1	1.7
40	4.8	3.7	2.2
50	5.6	4.4	2.7
60	6.5	5.0	3.4
70	7.6	5.8	4.4
80	8.9	6.8	6.7
90	10.9	8.2	11.1
95	12.7	9.6	14.8
99	16.8	12.3	20.2

4.21 Prosentfordeling av strømhastighet

Oppgitte verdier i Tabell 4.21.1 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 4.21.1. Prosent (%) av data per dyp som er lik eller høyere enn oppgitt strømhastighet (cm/s).

Strømhastighet (cm/s)	5m	15m	Bunn (49m)
1	97.6	96.4	87.2
3	80.9	71.2	45.2
5	57.6	39.8	26.6
10	13.9	4.0	12.3
20	0.2		1.2

4.22 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 4.22.1. 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	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4	2.4
$1 < x \leq 5$	4.4	4.8	4.5	5.8	5.7	5.6	4.1	5.0	39.9
$5 < x \leq 10$	7.1	4.7	4.2	5.8	7.9	5.2	3.3	5.4	43.6
$10 < x \leq 20$	4.5	0.9	0.4	1.1	2.3	1.0	0.6	2.9	13.7
$20 < x \leq 30$	0.1	0	0	0	0	0	0	0.06	0.2
Sum	16.3	10.6	9.4	13.0	16.3	12.0	8.4	13.8	100.0

Tabell 4.22.2. 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°	
$0 < x \leq 1$	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5	3.7
$1 < x \leq 5$	7.5	7.0	7.2	7.9	7.9	6.4	6.0	6.6	56.5
$5 < x \leq 10$	5.7	5.1	4.2	5.1	5.6	3.6	2.9	3.7	35.9
$10 < x \leq 20$	1.1	1.0	0.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.5	3.9
$20 < x \leq 30$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Sum	14.8	13.5	12.2	13.8	14.2	10.8	9.4	11.3	100.0

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (49m). 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°	
$0 < x \leq 1$	1.8	1.6	1.3	1.4	1.3	1.6	1.9	1.9	12.8
$1 < x \leq 5$	11.9	5.9	1.9	4.9	12.0	7.5	5.7	10.8	60.6
$5 < x \leq 10$	0.6	0.3	0.06	3.3	9.0	0.7	0.1	0.2	14.3
$10 < x \leq 20$	0	0	0	4.5	6.4	0.2	0	0	11.1
$20 < x \leq 30$	0	0	0	0.8	0.4	0	0	0	1.2
Sum	14.3	7.8	3.3	14.9	29.1	10.0	7.7	12.9	100.0

4.23 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 4.23.1 – Tabell 4.23.3 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 4.23.1. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på 5m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$> 6t$
$0 < x \leq 1$	7	0	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	412	148	29	2	0	0	0	0
$5 < x \leq 10$	494	148	24	1	0	0	0	0
$10 < x \leq 20$	118	29	15	0	0	0	0	0
$20 < x \leq 30$	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 4.23.2. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på 15m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$> 6t$
$0 < x \leq 1$	13	0	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	437	230	102	7	3	0	0	0
$5 < x \leq 10$	423	99	17	0	0	0	0	0
$10 < x \leq 20$	35	3	3	0	0	0	0	0
$20 < x \leq 30$	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 4.23.3. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på bunndyp (49m). Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$>6t$
$0 < x \leq 1$	136	39	8	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	170	122	141	36	20	10	4	2
$5 < x \leq 10$	121	50	20	4	2	0	0	0
$10 < x \leq 20$	31	28	23	14	3	0	0	0
$20 < x \leq 30$	9	8	1	0	0	0	0	0

4.24 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 4.24.1). 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 4.24.2).

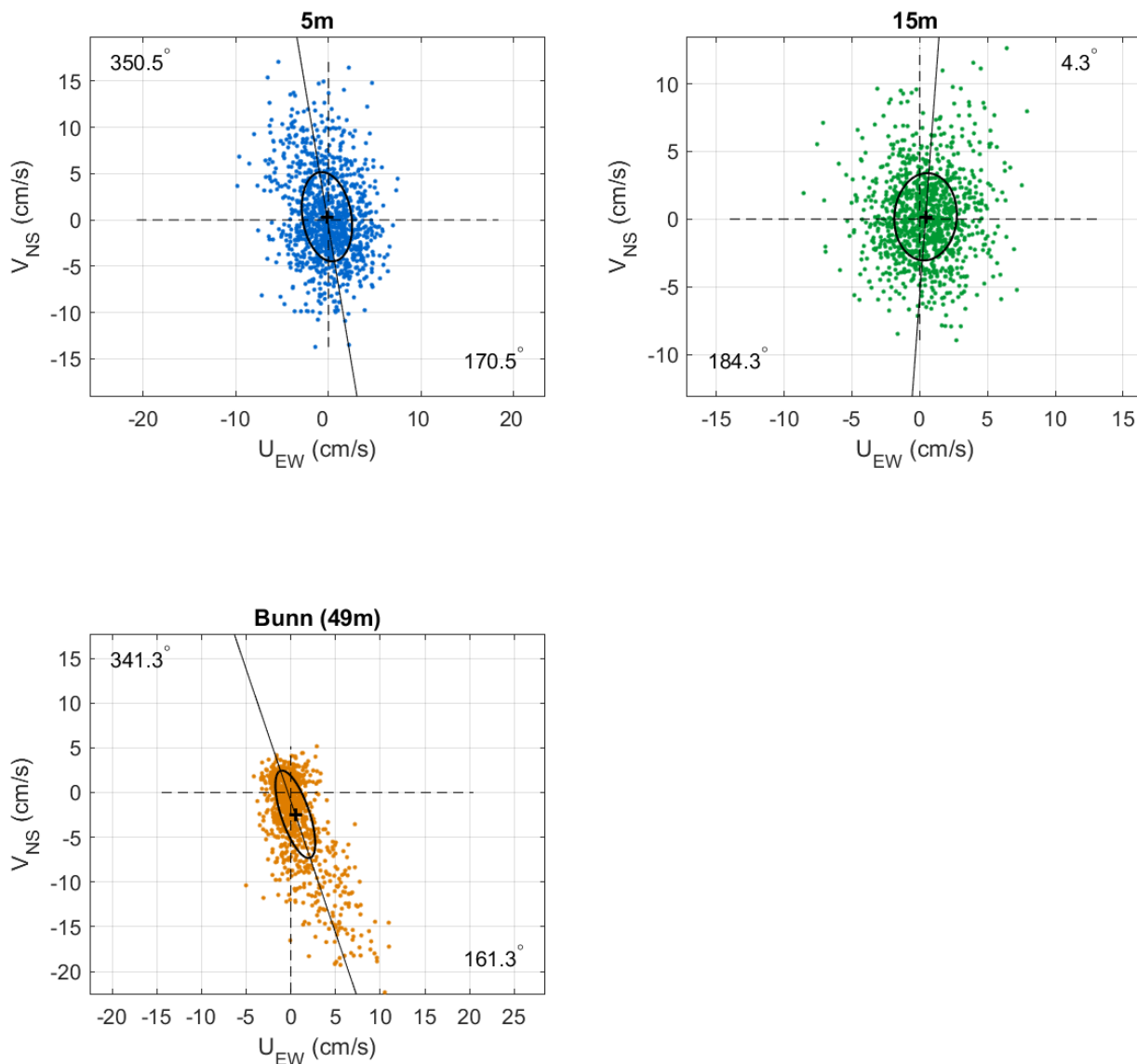
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere variasjon i strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning (Figur 4.24.1). Strømmellipsens store halvakse (hovedakse) markerer retningen der variasjonen er størst. Figur 4.24.2 viser strømmellipsen sammen med tidevannsellipsen for hvert måledyp.

Tabell 4.24.1. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer basert på tidevannsanalyse av strømdata i timesverdier.

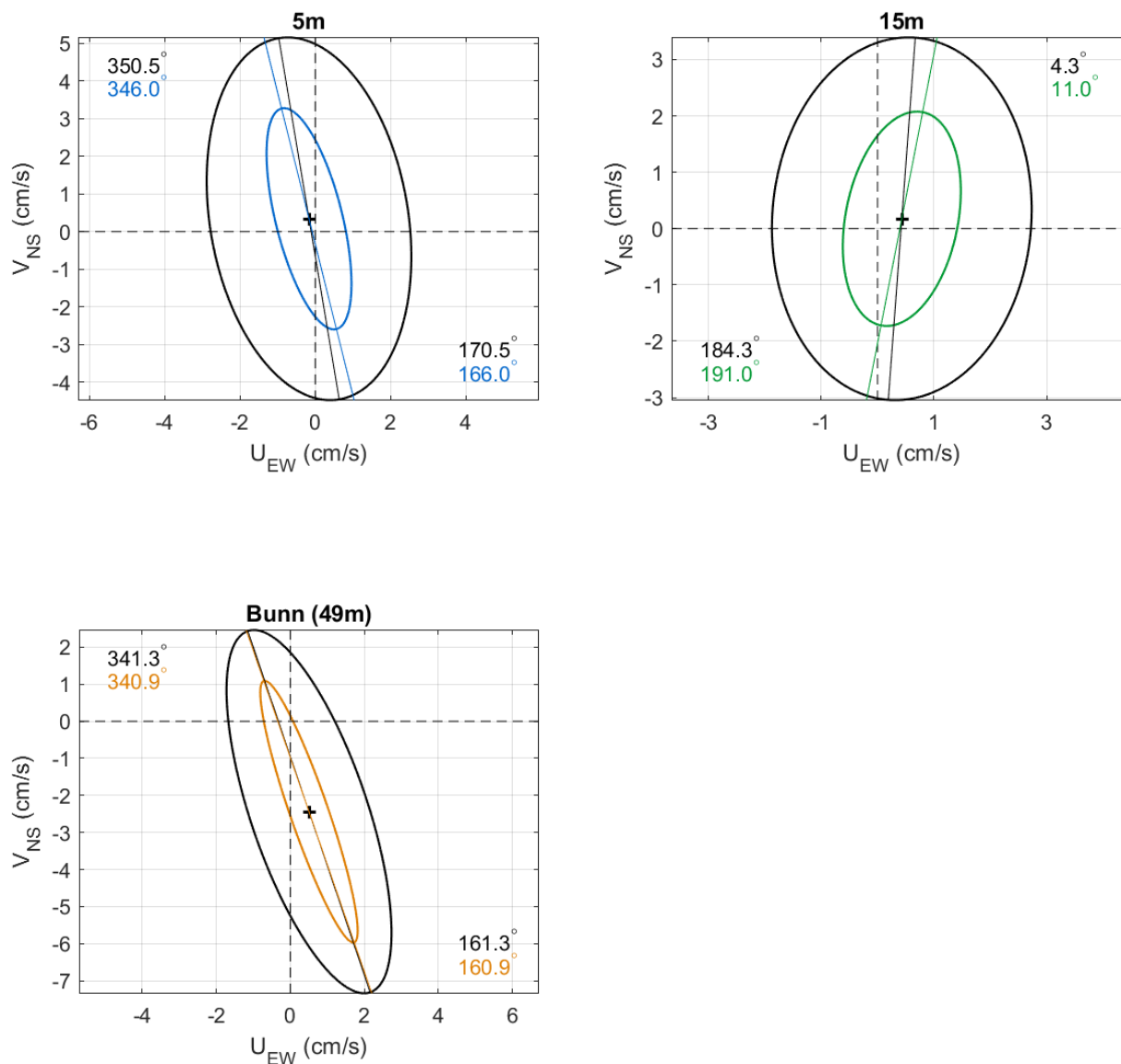
Måledyp	5m	15m	Bunn (49m)
Strøm (%)	37.6	34.7	53.5
Trykk (%)	42.9		99.2

Tabell 4.24.2. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer fra tidevannskomponentene M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 .

Måledyp	5m	15m	Bunn (49m)
Strøm (%)	26.5	22.2	42.2
Trykk (%)	0.2		99.0



Figur 4.24.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram av strømdata i timesverdier, med tilhørende strø mellipse. Midtpunktet for strø mellipsen 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 4.24.2. U_{EW} - V_{NS} tidevannsellipser (fargede linjer) vist sammen med strørellipser (svarte linjer) for 5m, 15m og bunndyp (49m). 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.

4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Leknes Lufthavn (Meteorologisk institutt, 2024), som ligger ca. 40km NØ for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.1)



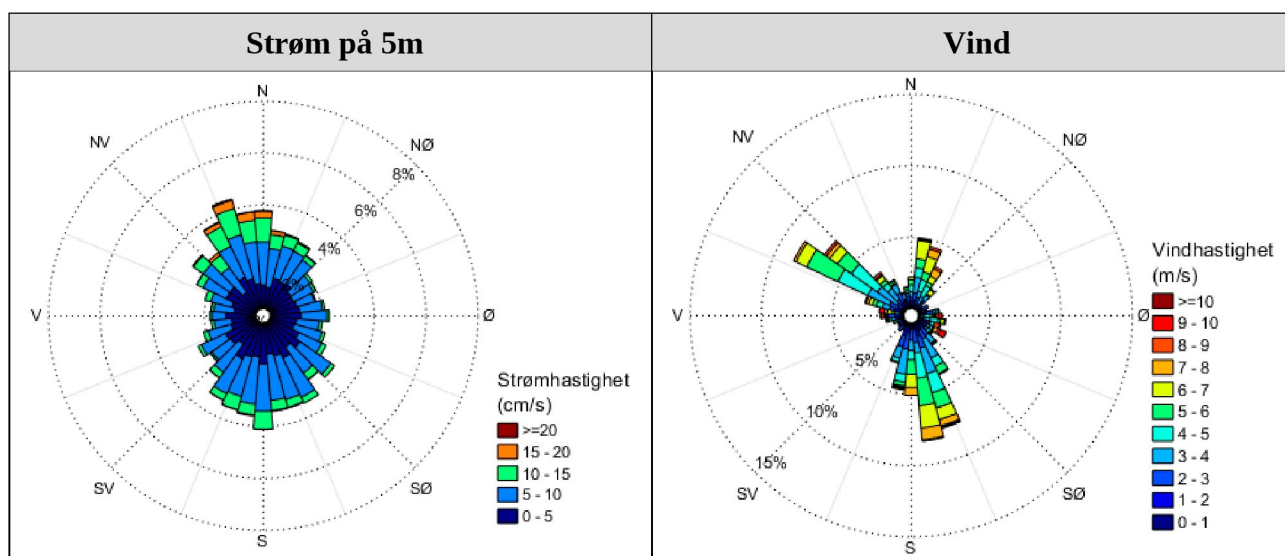
Figur 4.25.1. Posisjonen til Leknes Lufthavn værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Bodø tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

Tabell 4.25.1 viser retningsfordeling og maksimal vindhastighet i hver retningssektor ved Leknes Lufthavn. Figur 4.25.2 viser strømrose på 5m og vindrose på Leknes Lufthavn.

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Leknes Lufthavn fra samme periode. Figur 4.25.3 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Leknes Lufthavn og målt strøm på 5m dyp hadde omtrent sammenfallende retning. Vannstand i løpet av måleperioden er vist i Figur 4.25.3 og er hentet fra tidevannsstasjon Bodø (Kartverket, 2024), som ligger ca. 92km sørøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.1). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

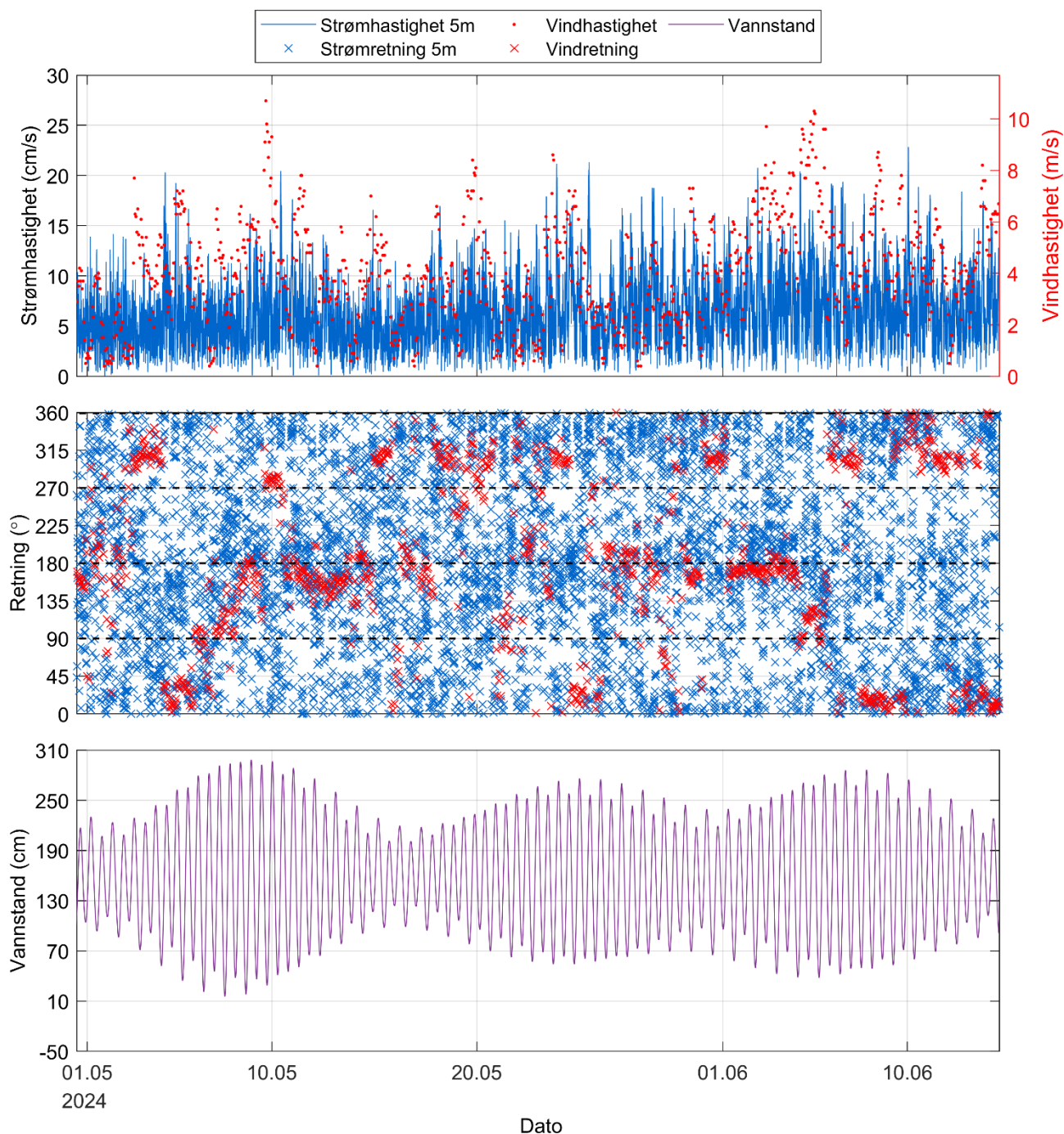
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Leknes Lufthavn under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	8.7	8.5	9.6	10.3	9.7	4.9	10.7	8.6
Tid (%)	13.3	7.6	6.6	11.7	27.5	3.4	6.9	23.1



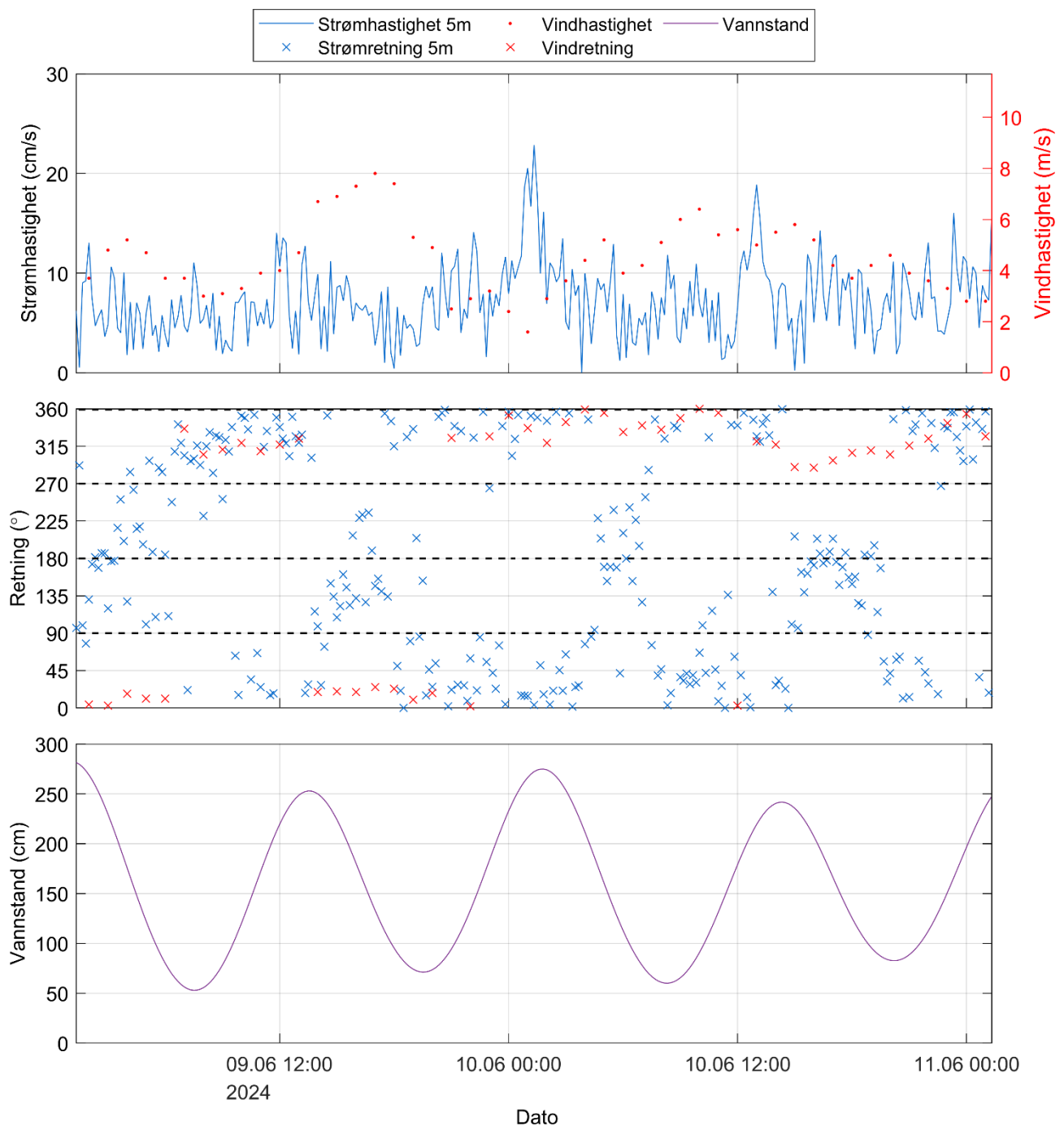
Figur 4.25.2. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Leknes Lufthavn værstasjon i måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.25.3 og i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. I Figur 4.25.3 er vindretning oppgitt som at vind blåser fra en retning, mens i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" er vindretning oppgitt som at vind blåser mot en retning. Tidevann er også vist i Figur 4.25.3 for å vurdere tidevannspåvirkning.



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

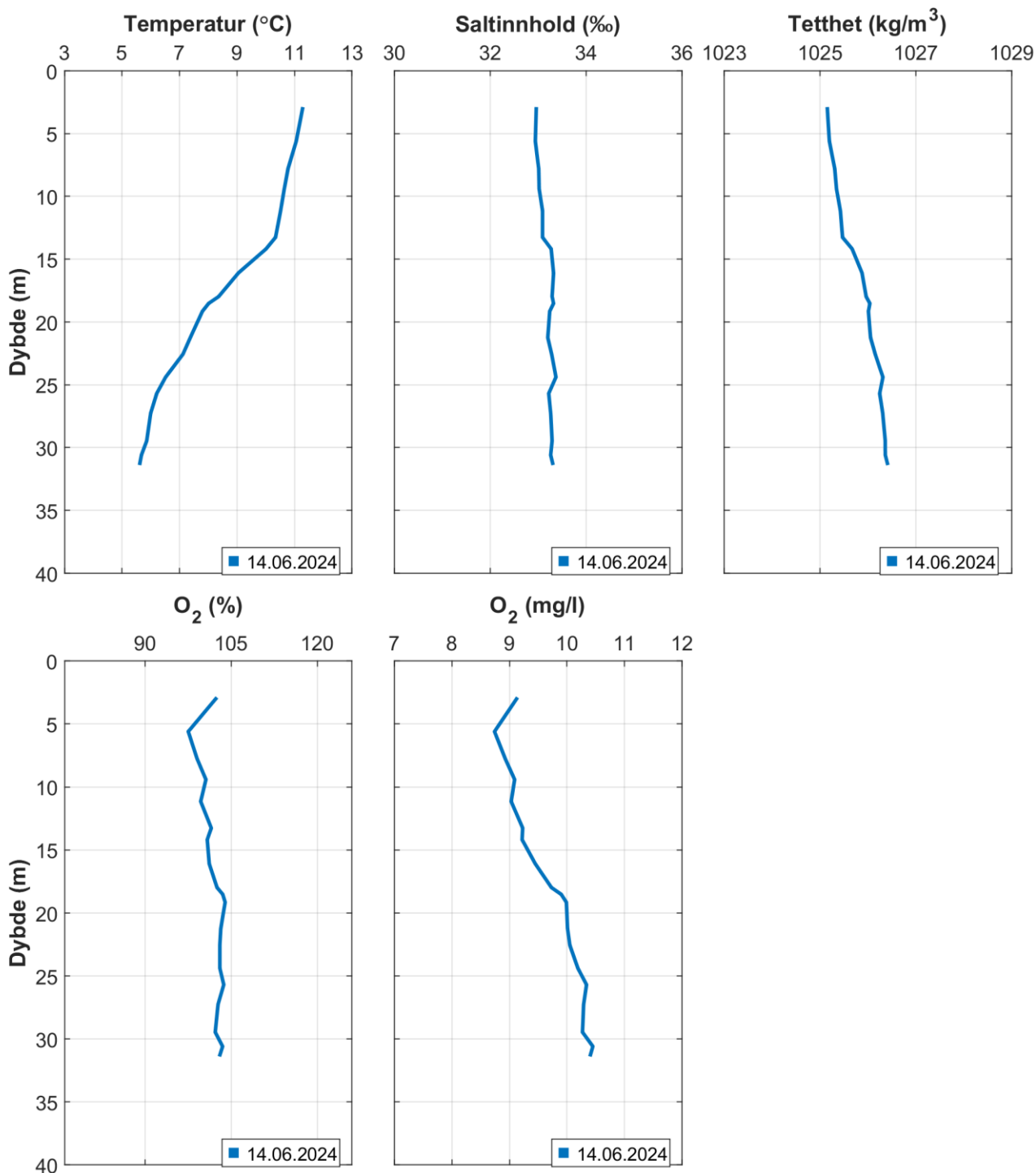
Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind er oppgitt i Figur 4.25.4 for en todagersperiode da maksimalstrømmen på 5m oppstod.



Figur 4.25.4. Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind (Leknes Lufthavn) for perioden hvor maksimalstrømmen på 5m dyp er registrert.

4.26 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med opptak 14.06.24 av strømmålere i området ved strømriggene.



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

5. Diskusjon

Strømmen på Vorfjorden er mot flere retninger på 5m og 15m, men er hovedsakelig N – S orientert, som stemmer med bunntopografi og fjordens orientering. På 5m er det mest vannutskiftning mot N (20.6%), og på 15m er det også mest vannutskiftning mot N (16.3%) (Tabell 4.17.1). Strømmen på bunndyp (49m) er hovedsakelig mot SØ/S (71.4%), som også stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 22.8cm/s mot N på 5m, 18.6cm/s mot N på 15m og 27.6cm/s mot SØ på bunndyp (49m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på alle dyp og er vurdert som svak på 5m og 15m, og som sterk på bunndyp (49m). 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 10.2cm/s på 5m, 7.7cm/s på 15m og 9.4cm/s på bunndyp (49m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som svak på 5m og 15m, og som middels sterk på bunndyp (49m).

Det var ingen tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på bunndyp (49m) under måleperioden, da tidevannsbidraget var $\geq 40\%$ (Tabell 4.24.1). Tidevannssignalet dominerte ikke på 5m eller 15m dyp under måleperioden (Tabell 4.24.1).

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra N, SØ og S kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. I måleperioden blåste vind mest fra S og sterkest fra V (Tabell 4.25.1).

Grunnet friksjon mellom vind og vannoverflate vil vind med betydelig hastighet ($> 3\text{m/s}$) og stabil retning som blåser over en lengre periode ha 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 Leknes Lufthavn er det vurdert at vind fra N kan ha påvirket strøm mot S, vind fra SØ kan ha påvirket strøm mot NV og vind fra S kan ha påvirket strøm mot N/NV.

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

Værstasjonen har en annen omkringliggende topografi enn strømmålerposisjonen og ligger i avstand på ca. 40km. Dermed kan det forventes noen andre vindretninger lokalt ved måleposisjonen enn på Leknes Lufthavn.

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

5.4 Vannutskiftning

Det er naturlig med strømstille når tidevannet skifter fra flo til fjære eller motsatt. Varigheten av strømstille perioder kan ha betydning for vannutskiftning i et område. Neumann-parameteren sier noe om stabiliteten til strømmen. En høy Neumann parameter (f.eks. 0.7) indikerer en retningsstabil strøm. Dette tyder på at vannet strømmer i en retning og beveger seg konstant bort fra startpunktet. En lav Neumann-parameter kan bety at vannstrømmen har skiftende retning og kanskje bare flyter fram og tilbake ved startpunktet. Neumann-parameteren kan brukes opp mot progressivt vektordiagram og gjennomsnittsstrømmen for å kunne si noe om vannutskiftningen ved det punktet hvor strømmen er målt.

Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{cm/s}$ på alle dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m og bunndyp (49m), og som svak på 15m.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på 5m og 15m dyp. Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var 12.8% på bunndyp (49m). Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 20 minutter på 5m, 20 minutter på 15m og 110 minutter (1t 50min) på bunndyp (49m). Det var få tilfeller med strømstille på 5m og 15m dyp (Tabell 4.23.1 – Tabell 4.23.2). På bunndyp (49m) var det flere tilfeller med strømstille, men ofte med kort varighet fra 10 til 30 minutter (Tabell 4.23.3).

Neumann-parameteren er beregnet til 0.1 på 5m, 0.1 på 15m og 0.6 på bunndyp (49m). Neumann-parameteren er vurdert som lite stabil på 5m og 15m, og som svært stabil på bunndyp (49m). Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi (Figur 4.2.1 og Figur 4.9.1). Vannutskiftningen er vurdert som god på bunndyp (49m), fordi vannet stort sett beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. På 5m og 15m er vannutskiftningen preget av at vannet flyter mye fram og tilbake, og beveger seg kort avstand fra målepunktet.

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.

Temperaturen øker gjennomsnittlig gjennom måleperioden på både 34m (instrumentdyp) og 49m (bunndyp). Periodiske svingninger i temperatur på begge dyp skyldes tidevannspåvirkning.

CTD-målinger ved opptak viser at temperaturen avtar med dyp (Figur 4.26.1). Dette stemmer med temperaturtidsserien (Figur 4.8.1), og er forventet sesongvariasjon.

Saltinnholdet er nærmest lik gjennom vannsøyla (Figur 4.26.1). Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var blandet (Figur 4.26.1).

Oksygenmetningen var høy ($> 90\%$) ved overflaten (Figur 4.26.1). Oksygenmetningen synker fra overflaten og ned til 5m, og derfra er det lite endring av oksygenmetning med dyp. 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.

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.

Målingene på bunndyp (49m) er tatt for å måle strøm ved utslippspunkt.

Valg av måledyp

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

Vannutskiftningsstrøm måles på 15m.

Bunnstrøm måles ca. 2m over bunn, men ikke dypere enn 100m fra merdbunn.

Valg av måleperiode

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

Målingene på 5m og 15m ble utført i 45 dager.

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

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Bunn (49m)
Leverandør	Nortek AS	Nortek AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	Aquadopp Current Profiler (AquaPro) (400kHz)	Aquadopp Current Profiler (AquaPro) (400kHz)	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	5656	5656	5387
Cellestørrelse	2m	2m	-
Kalibrering	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	1% av målt verdi $\pm 0.5\text{cm/s}$	1% av målt verdi $\pm 0.5\text{cm/s}$	$\pm 0.15\text{cm/s}$
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til $\pm 10\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)	0 til $\pm 10\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømrretningens nøyaktighet	$\pm 2^\circ$ for helning $< 20^\circ$	$\pm 2^\circ$ for helning $< 20^\circ$	$\pm 5^\circ$ for $0\text{--}15^\circ$ helning; $\pm 7.5^\circ$ for $15\text{--}35^\circ$ helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei	Nei
Temperatures nøyaktighet og rekkevidde	0.1°C , -4°C til 40°C	0.1°C , -4°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.

Nortek Aquadopp profiler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Instrumentet sender 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.

Tabell 6.3.2. Måleprinsipp for Nortek Aquadopp profiler og punktmåler.

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

Gule og grønne felt indikerer aktive perioder innenfor en samplingsperiode på 10 minutter; måleren pulserer i 1 minutt, etterfulgt av 9 minutters hvile i løpet av en 10-minutters samplingsperiode. Den registrerte målingen hvert 10. minutt er gjennomsnittet av strømmålinger i løpet av det første minuttet i samplingsperioden.

6.4 CTD-målinger

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

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Test av riggoppsett før utsett

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

Basert på resultater fra analysen, er planlagt riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m optimalisert for å sikre så gode strømdata som mulig.

7.2 Riggoppsett

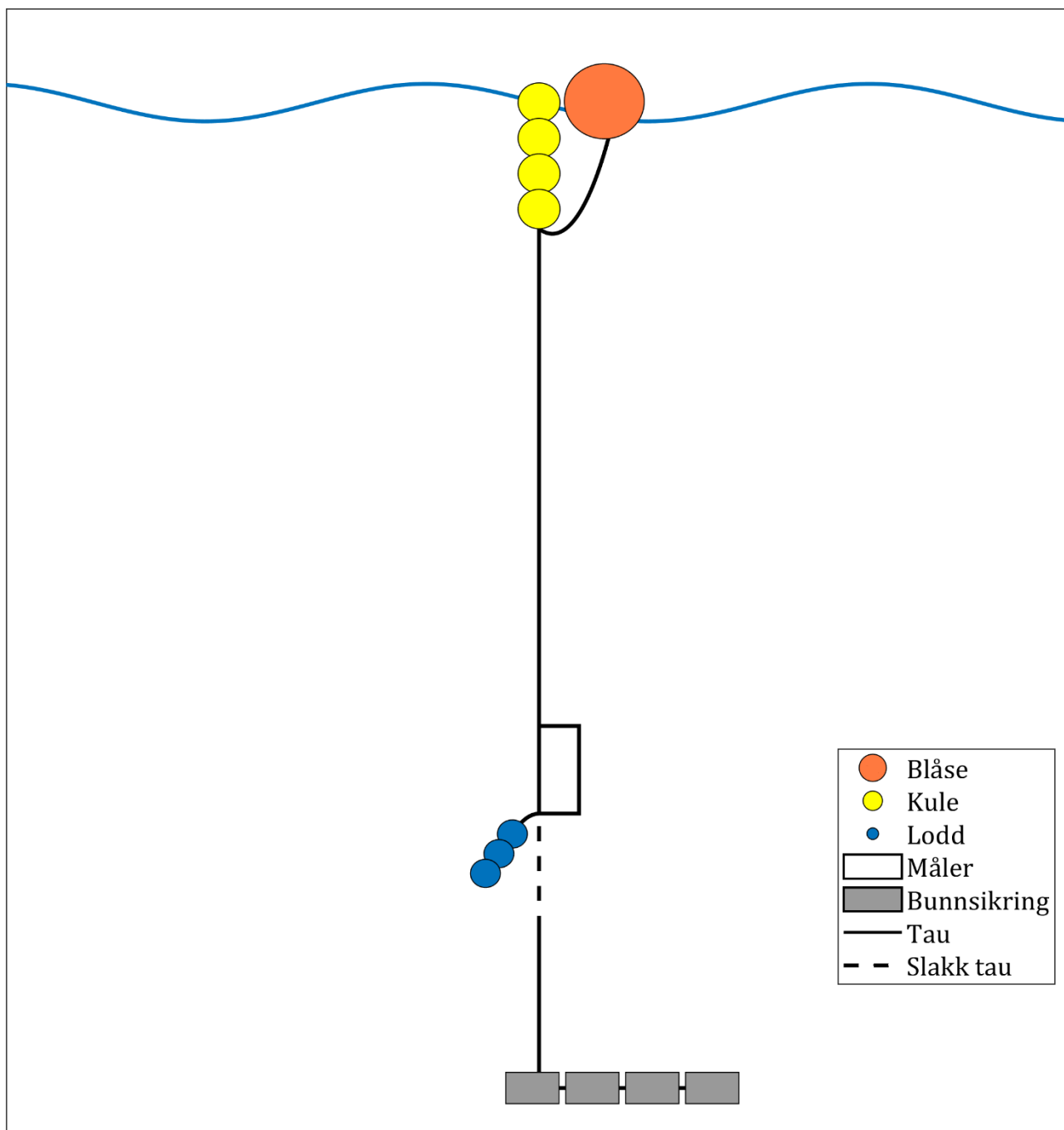
Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.2.1 – Tabell 7.2.2 og skissert i Figur 7.2.1 – Figur 7.2.2. Instrumentene på bunndyp stod litt grunnere enn planlagt i riggoppsett under måleperioden.

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

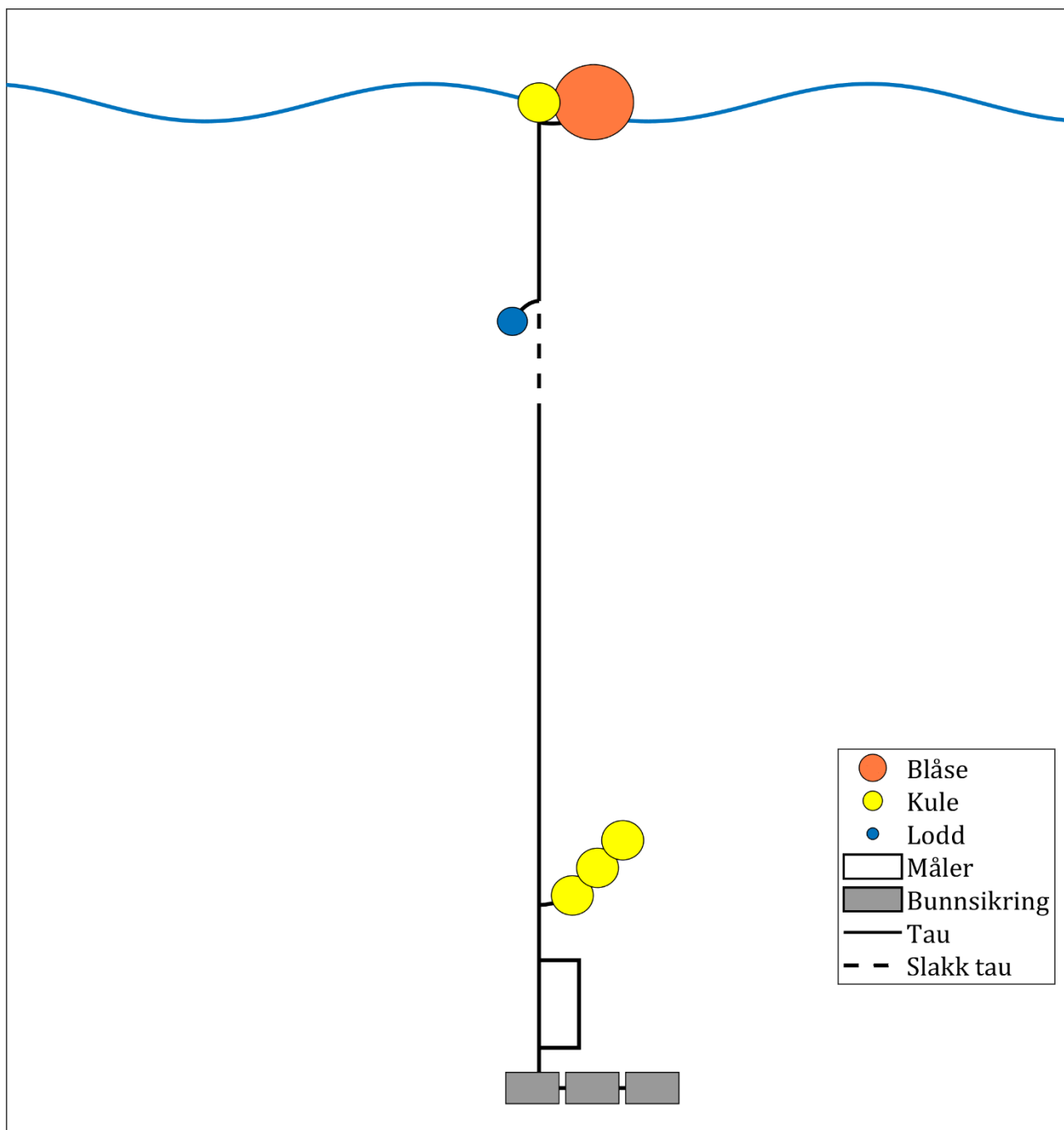
Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A2	Blåse	1stk	0.0m	35kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	4stk	0.0m	7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	30.0m		
Profiler	Måler	1stk	30.0m	
Pærelodd	Lodd	3stk		5kg
Synketau 20mm	Tau	7.0m		
Garnanker	Bunnsikring	4stk	35.0m	25kg

Tabell 7.2.2. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på bunndyp (49m).

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A2	Blåse	1stk	0.0m	35kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	1stk	0.0m	7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Jernstein	Lodd	1stk		2kg
Danline 14mm	Tau	30.0m		
Trålkule 11"	Kule	3stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	3.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	43.0m	
Garnanker	Bunnsikring	3stk	43.0m	25kg



Figur 7.2.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m.



Figur 7.2.2. Riggoppsett for strømmålinger på bunndyp (49m).

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

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

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

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

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

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

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

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

Feil på instrument

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

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Bunn (49m)
Filnavn for rådata	Vorfjorden 5m15 MGA0624 NPR5656.prf	Vorfjorden 5m15m MGA0624 NPR5656.prf	Vorfjorden bunn MGA0624 AP5387.bin
Rådata først vurdert i	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Vorfjorden 5m MGA0624 NPR5656_eks_AL.xlsx	Vorfjorden 15m MGA0624 NPR5656_eks_AL.xlsx	Vorfjorden bunn-49m MGA0624 AP5387_eks_AL.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Vorfjorden-5m_QC.xlsx	Vorfjorden-15m_QC.xlsx	Vorfjorden-Bunn (49m)_QC.xlsx
Prosentandel data (%)	100.00	100.00	100.00
Antall målinger	6483 / 6483	6483 / 6483	6483 / 6483
Antall fjernede/manglende målinger	0	0	0
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	30.04.24 11:40 - 14.06.24 12:00	30.04.24 11:40 - 14.06.24 12:00	30.04.24 11:20 - 14.06.24 11:40
Dato og tid for start og slutt av instrument	30.04.24 09:00 - 17.06.24 13:20	30.04.24 09:00 - 17.06.24 13:20	29.04.24 09:40 - 17.06.24 13:10

8.2 Kvalitetssikring av data

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

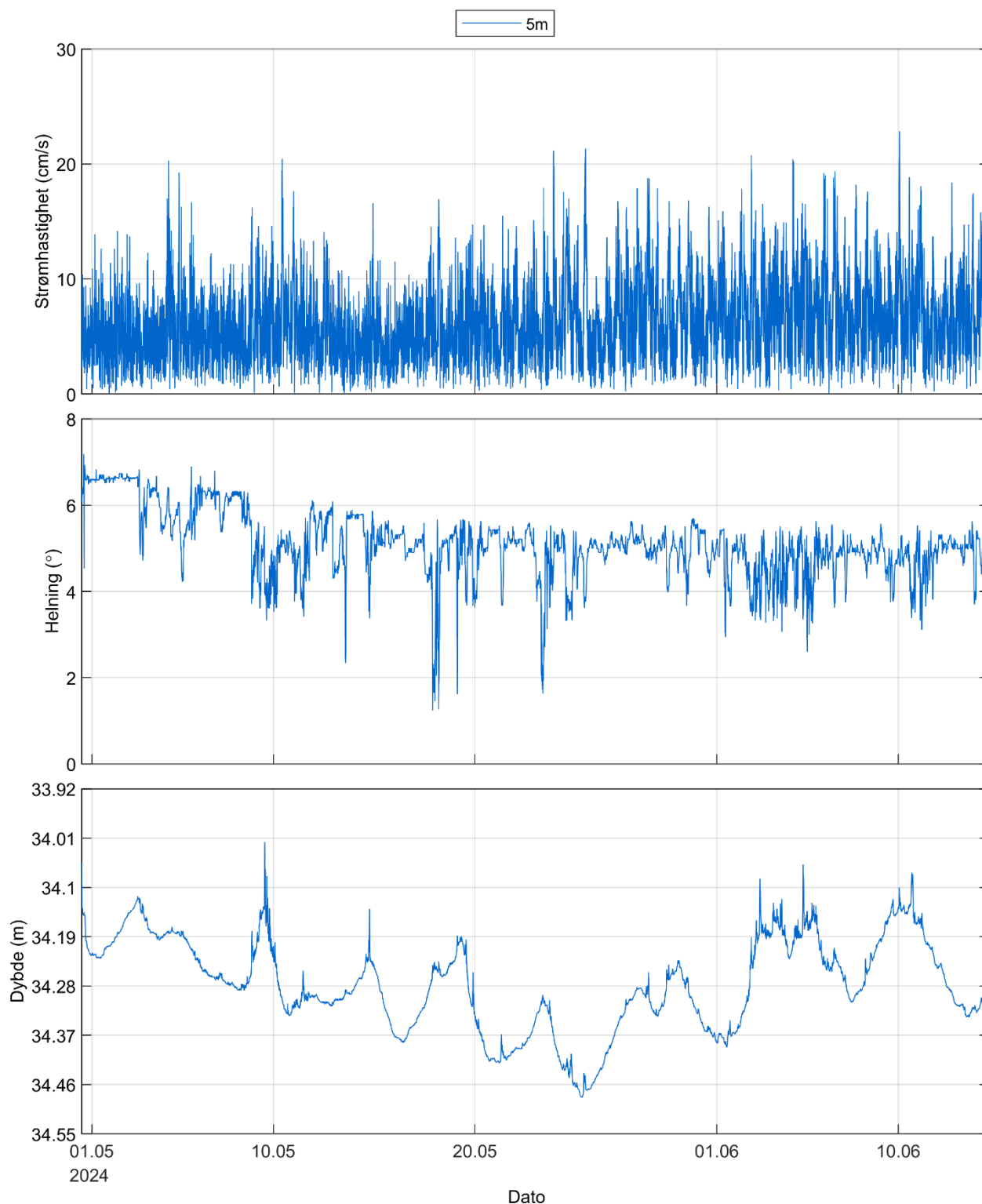
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Helning	$< 50^{\circ}$ (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.2) $< 20\text{-}30^{\circ}$ (Figur 8.2.3)
Ping count	150 (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.2)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.3)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

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

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

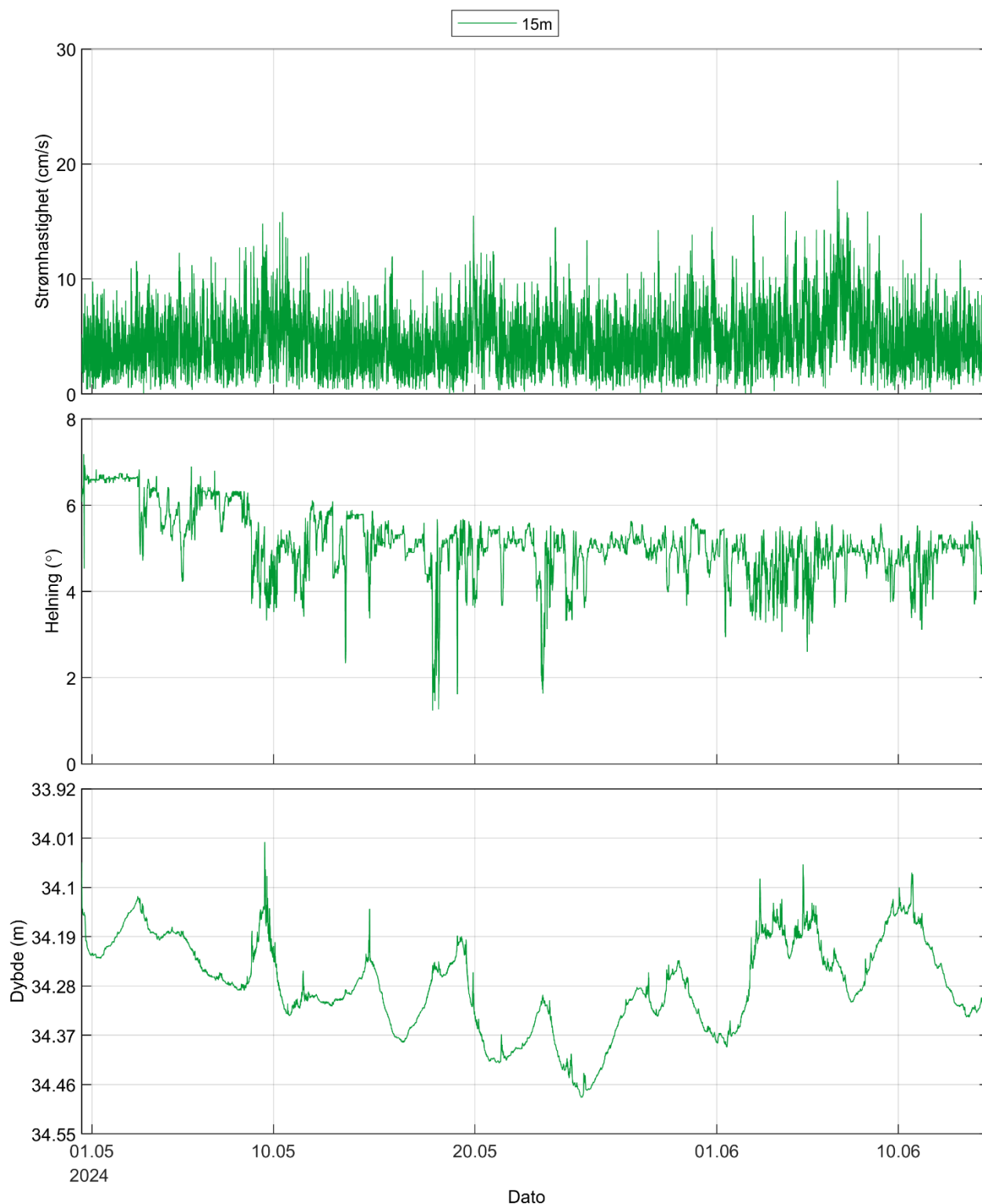
Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet, u_1 og u_2 , for forskjellige måleintervall, Δt (IOC,1993). For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har de teoretiske forskjellene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



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

Instrumentdypet varierte mellom 34.0m og 34.5m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 34.3m.

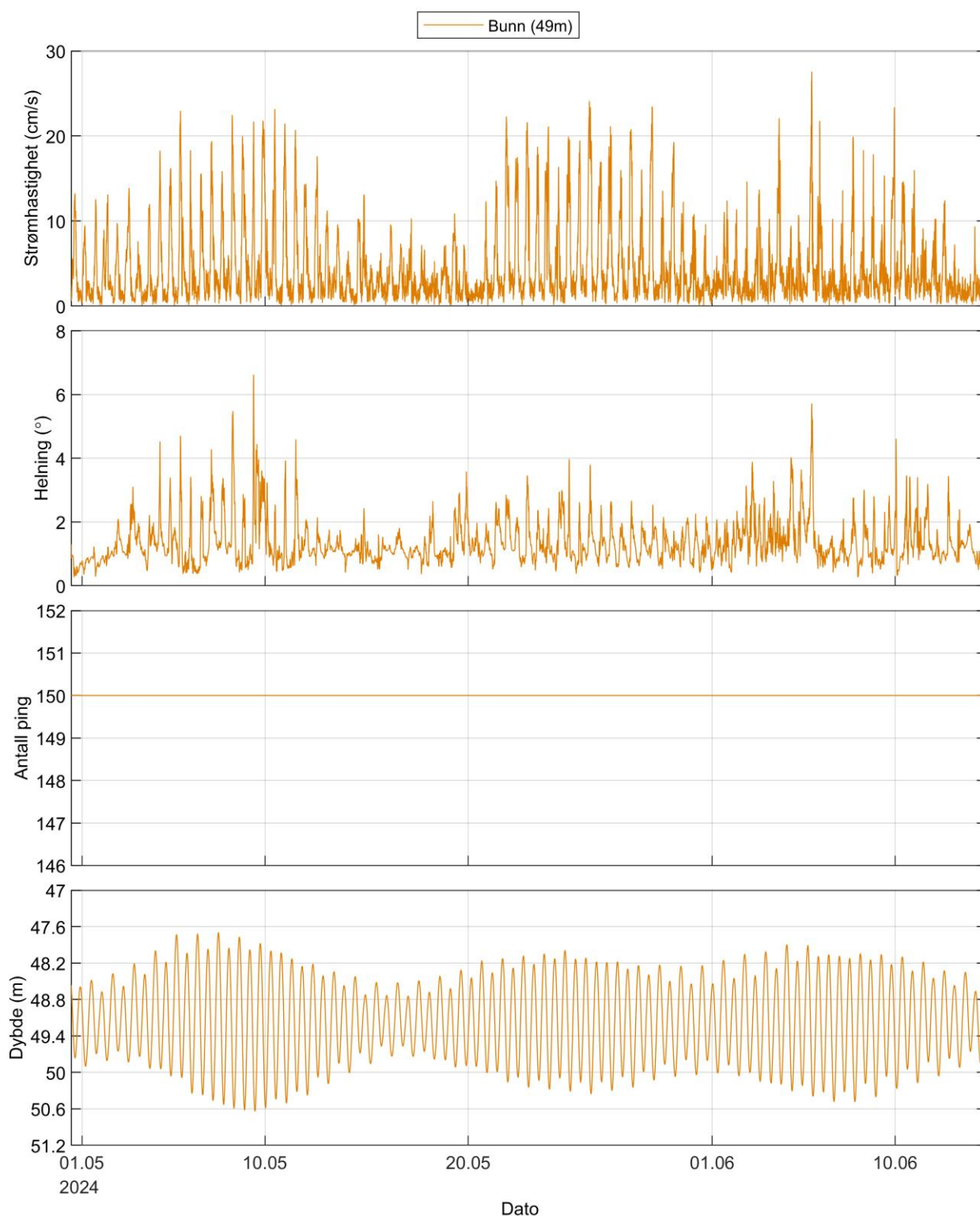
Merknad: Ettersom strømmen på 5m og 15m ble målt med samme instrument (profilerende instrument) er samme helning- og trykkdata oppgitt for 5m og 15m, fordi dette gjelder disse dypene.



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

Instrumentdypet varierte mellom 34.0m og 34.5m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 34.3m.

Merknad: Ettersom strømmen på 5m og 15m ble målt med samme instrument (profilerende instrument) er samme helning- og trykkdata oppgitt for 5m og 15m, fordi dette gjelder disse dypene.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (49m).

Instrumentdypet varierte mellom 47.7m og 50.6m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 49.1m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Strøm fra 5m og 15m er målt med samme instrument (profilerende instrument) og har derfor samme måleperiode.

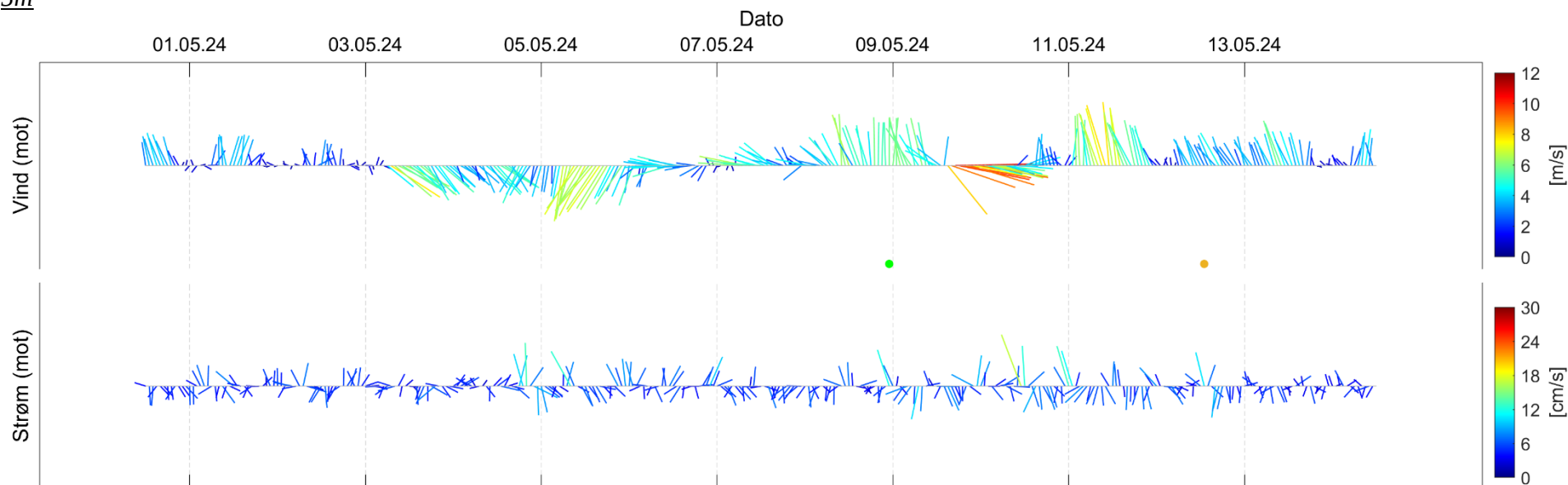
8.3.2 Enkelte datapunkter

Ingen datapunkter er fjernet.

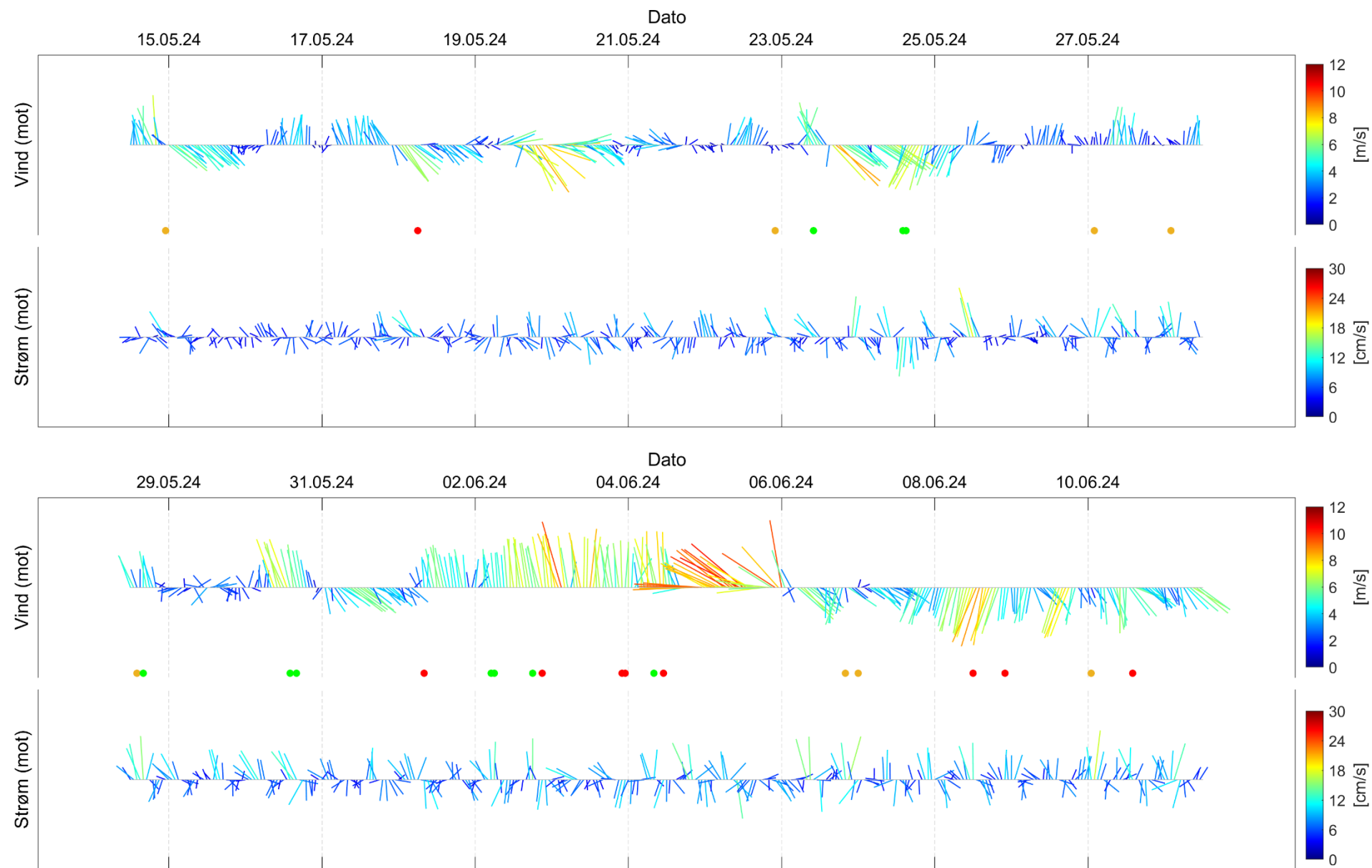
9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

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.

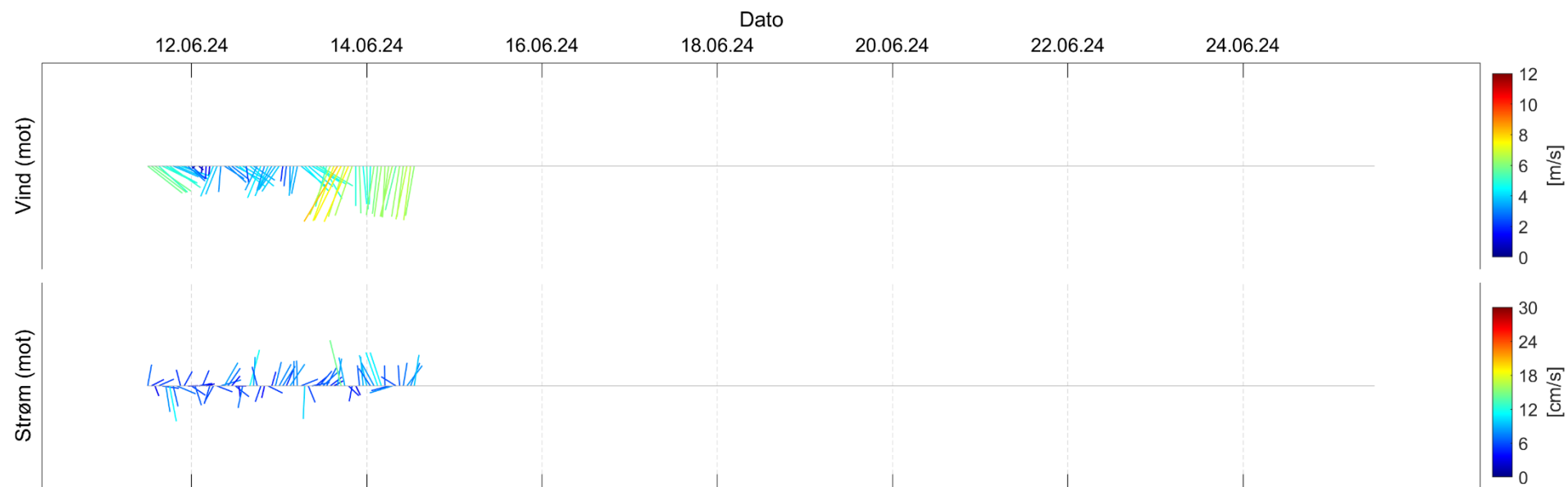
5m



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



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



Figur 9.3. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Leknes 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 10.3 vises varighet av lave ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) strømhastigheter på hvert av de målte dypene i måleperioden. En 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 10.3 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 10.3 gjenspeiler antall hendelser antall prikker per varighets- og hastighetsklasse i Figur 10.1 – Figur 10.3.

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

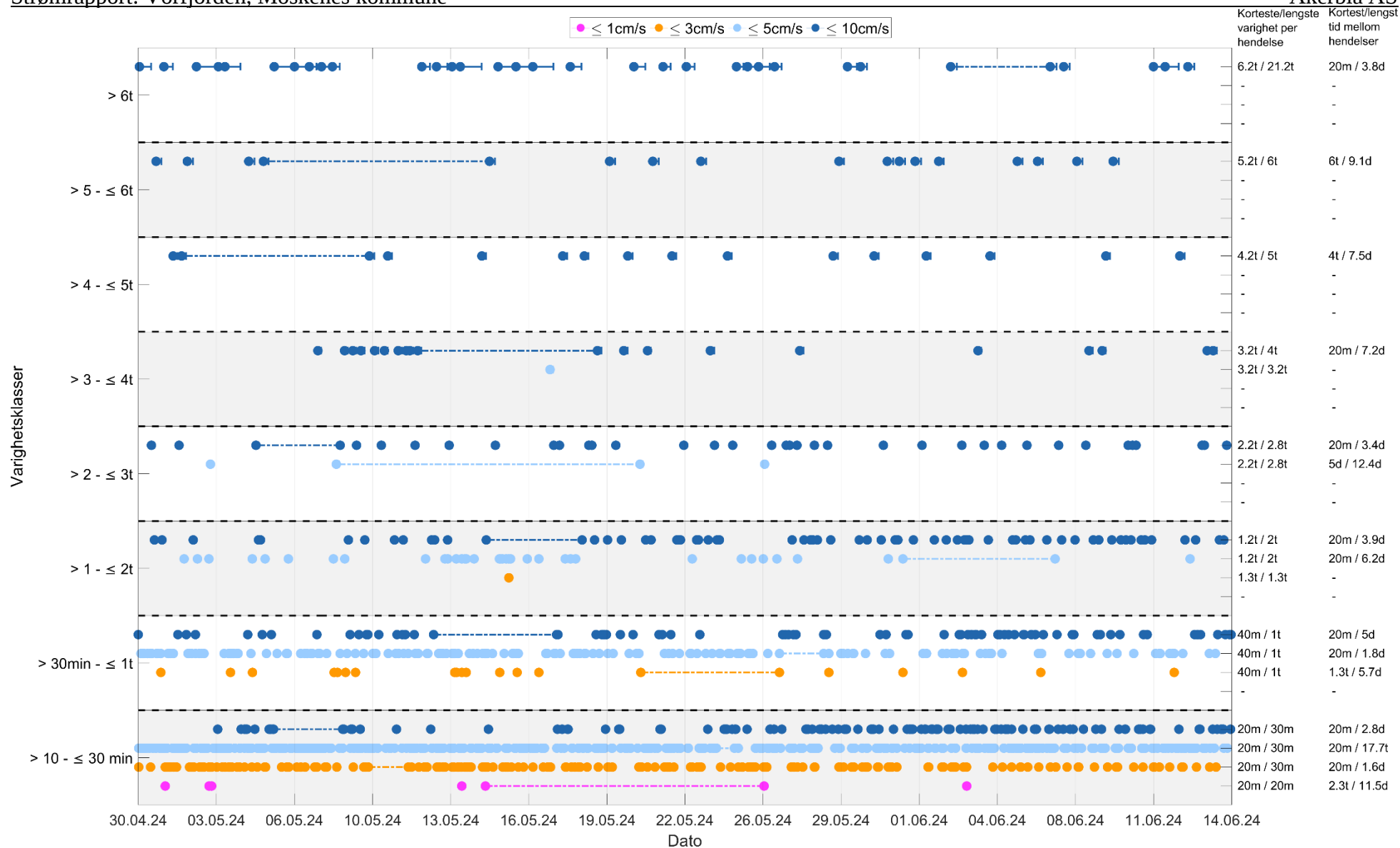
Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	>6t
$\leq 1\text{cm/s}$	7	0	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	188	21	1	0	0	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	406	164	37	4	1	0	0	0
$\leq 10\text{cm/s}$	125	79	67	37	20	16	17	33

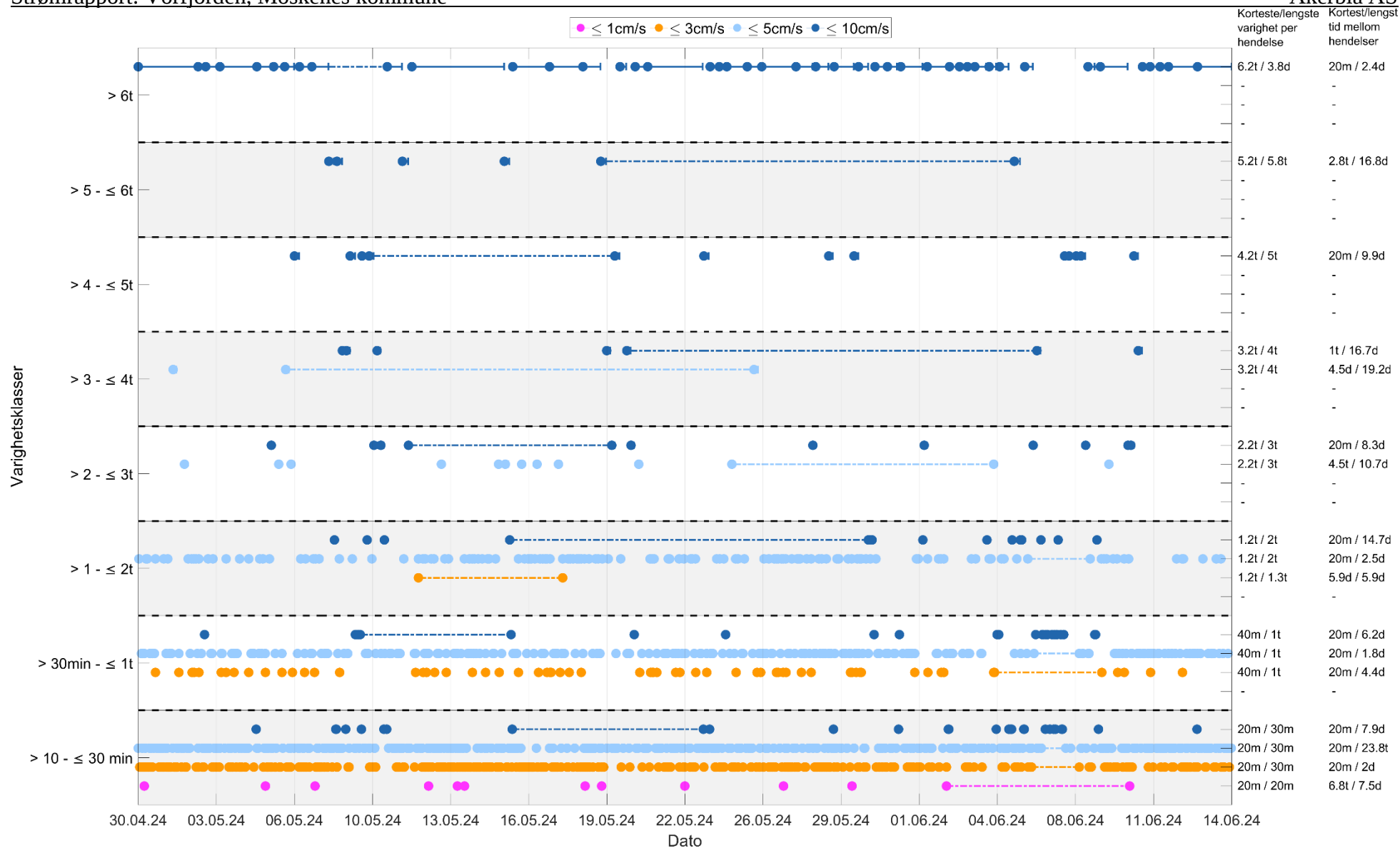
Tabell 10.2. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på 15m dyp.

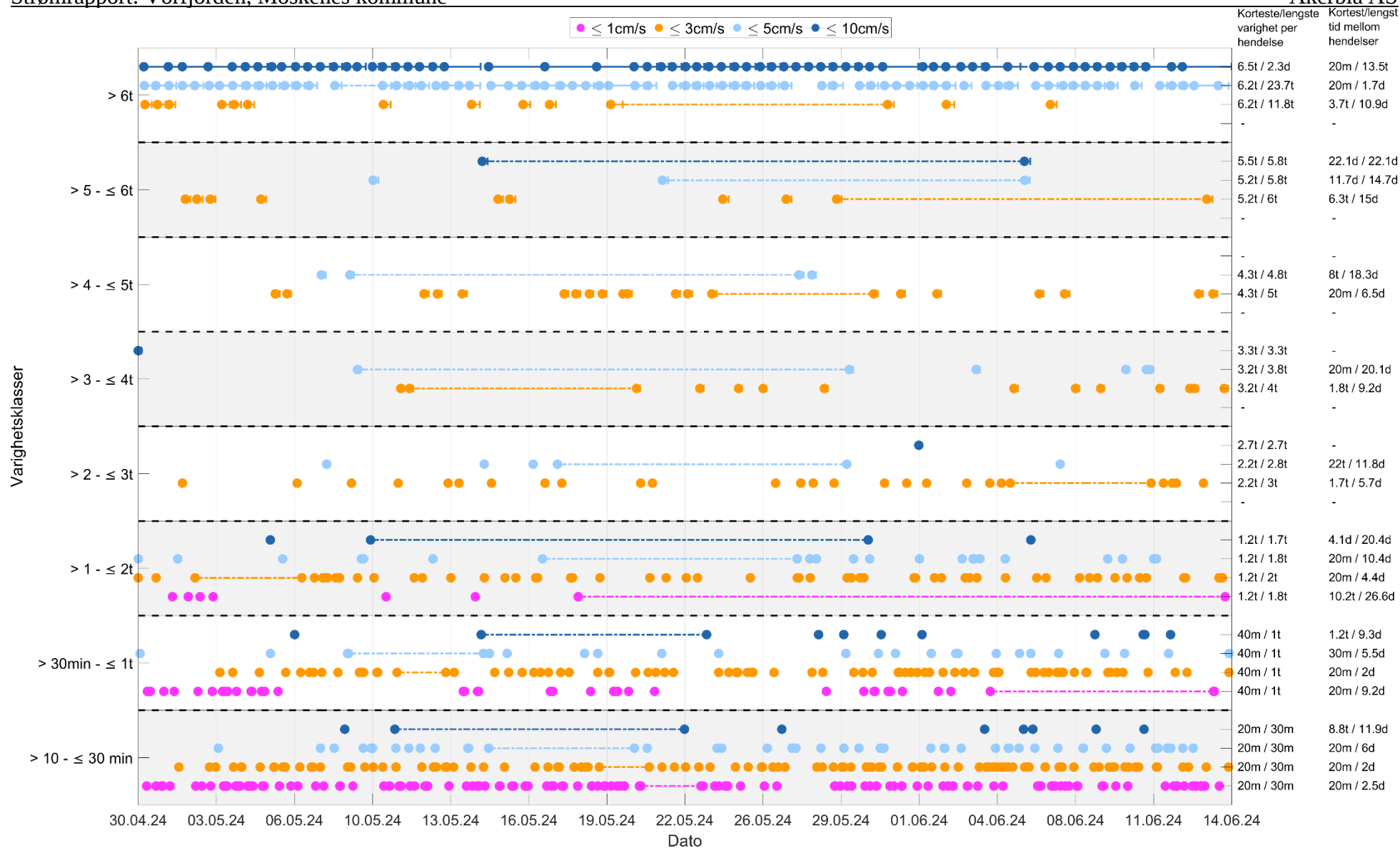
Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	>6t
$\leq 1\text{cm/s}$	13	0	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	331	65	2	0	0	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	397	219	140	13	3	0	0	0
$\leq 10\text{cm/s}$	28	26	15	12	7	13	6	44

Tabell 10.3. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på bunn dyp (49m).

Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	>6t
$\leq 1\text{cm/s}$	136	39	8	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	110	80	57	27	14	21	10	14
$\leq 5\text{cm/s}$	46	25	22	6	6	4	3	72
$\leq 10\text{cm/s}$	9	11	4	1	1	0	2	65

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

Figur 10.2. Varigheter med strømhastigheter $\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s (strømhastighetsklasser) på 15m.

Figur 10.3. Varigheter med strømhastigheter $\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s (strømhastighetsklasser) på bunndyp (49m).

11. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

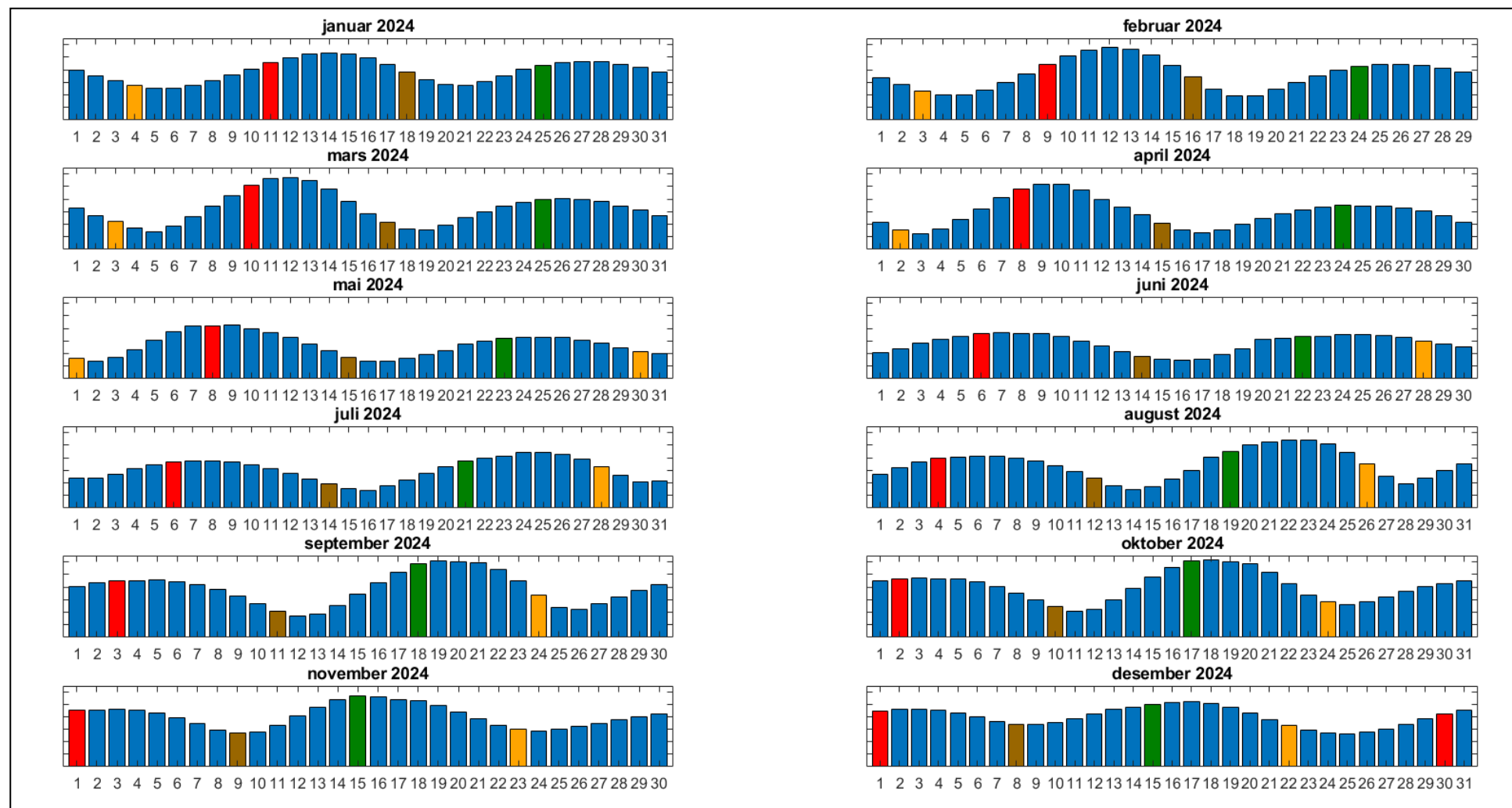
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i tabellen under. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

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
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. Brukerveiledning. Nortek Aquadopp profiler.
3. Codiga, D. L. (2021). Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions. Technical Report 2011-01. Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, RI. 59pp.
4. Dewey, K. R. (2006). Users Guide to Mooring Design & Dynamics. A Matlab Package for Designing and Analyzing Oceanographic Moorings and Towed Bodies. Centre for Earth and Ocean Research, University of Victoria, BC, Canada.
5. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Elsevier Science.
6. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
7. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data. Tilgjengelig: http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
8. Kartverket (2024). www.kartverket.no/sehavniva
9. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
10. Meteorologisk institutt (2024). www.seklima.met.no
11. NS 9415:2021. Flytende akvakulturanlegg. Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk. Norsk Standard 2021: 127s.
12. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
13. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.