

Strømrapport

**Måling av overflate- (5m),
dimensjonerings- (15m), sprednings- (34m)
og bunnstrøm (52m) ved**

Buskjæret i

september - november 2023

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn		Vurdering av strømforhold ved Buskjæret. SR-MF-Buskjæret-110209108-3011-01-001.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	13.12.23	Første utgivelse. Presentasjon og vurdering av gjennomførte strømmålinger ved Buskjæret.	
Rapportdistribusjon	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.		
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Buskjæret	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Frøya	Fylke	Trøndelag
Oppdragsgiver			
Selskap	Måsøval AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE		
Kontaktperson	Harry Osvald Hansen	h2o@masoval.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Henry Køhler Haug	henry.haug@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no	
Kontrollert av	Aleksander Libæk	aleksander.libaek@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (34m)	Bunn (52m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	35.4 (Ø)	30.4 (Ø)	25.7 (Ø)	31.4 (N)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	10.2	7.1	7.2	7.7
Strømstyrke < 1cm/s (%)	0.2	1.0	2.6	2.7
Strømstyrke < 3cm/s (%)	4.6	13.5	16.6	15.3
Strømstyrke < 10cm/s (%)	53.9	79.5	69.8	59.2
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.3	0.01	0.0	0.06
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.2	0.3	0.5	0.5
10-års strøm (maksimal)	58	50	-	-
50-års strøm (maksimal)	66	56	-	-

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.....	17
4.5 Strømmens retningsfordeling	18
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	19
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	20
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	21
4.9 Progressivt vektordiagram	22
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	23
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	24
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	25
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	26
4.14 Strømhastighetsprofil	27
4.15 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	28
4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	28
4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	28
4.18 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	28
4.19 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	29
4.20 Persentilfordeling av strømhastighet.....	30
4.21 Prosentfordeling av strømhastighet.....	30
4.22 Strømfordeling	31
4.23 Strømvarighet.....	33
4.24 Tidevannsanalyse	35
4.25 Maksimal strømhastighet, tidevann og vind	38
4.26 Vind under måleperioden.....	39
4.27 Utslippskontur	42
5. Diskusjon	43
5.1 Høye strømmålinger.....	43
5.2 Tidevannspåvirkning.....	43

5.3	Vindpåvirkning	43
5.4	Vannutskiftning.....	44
5.5	Mulig spredning av utslipp.....	44
5.6	Vannsøylens vertikale struktur.....	45
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	46
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	46
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	47
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	48
7.	Vedlegg – Riggoppsett	49
7.1	Test av riggoppsett før utsett.....	49
7.2	Riggoppsett	49
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	51
8.1	Databearbeiding	51
8.2	Kvalitetssikring av data.....	53
8.3	Fjernede dataverdier.....	58
8.3.1	Måleperiode	58
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	58
9.	Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm.....	59
10.	Vedlegg - Varighetsanalyse	63
11.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	69
12.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner.....	70
13.	Vedlegg – Måleenheter	71
14.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse.....	72
15.	Vedlegg – Referanser	73
16.	Vedlegg – Resultater per måned på 5m dyp.....	74
16.1	Sammendrag av strømdata	74
16.2	Strømroser	75
16.3	Tidsdiagram – strømhastighet	76
16.4	Tidsdiagram – strømretning	77
16.5	Persentilfordeling av strømhastighet.....	78
16.6	Prosentfordeling av strømhastighet.....	78
17.	Vedlegg – Resultater per måned på 15m dyp.....	79
17.1	Sammendrag av strømdata	79
17.2	Strømroser	80

17.3	Tidsdiagram – strømhastighet	81
17.4	Tidsdiagram – strømretning	82
17.5	Persentilfordeling av strømhastighet.....	83
17.6	Prosentfordeling av strømhastighet.....	83

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Måsøval AS utført strømmålinger ved tenkt oppdrettslokalitet Buskjæret 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). For måleperioder kortere enn 3 måneder benyttes multiplikasjonsfaktor fra NS 9415:2009 ved beregning av returverdier.

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Buskjæret ligger i Frøya kommune, Trøndelag (Figur 2.1). Buskjæret ligger langs kysten, på nordsiden av Sula og Frøya. Plasseringen er eksponert mot åpent hav fra SV til NØ.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind, med tanke på strøm, fra alle retninger.

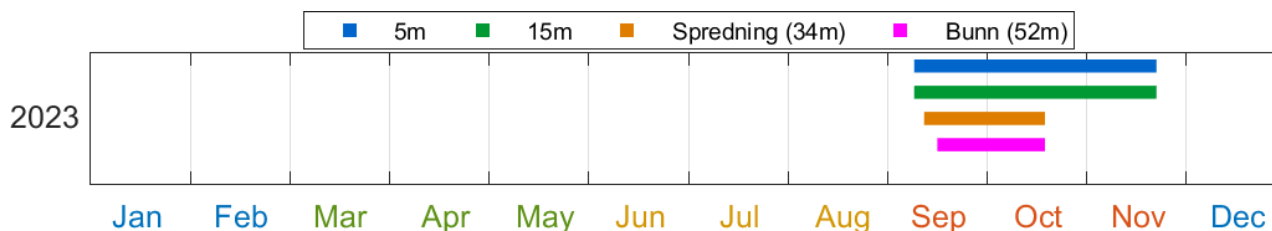
Bunntopografi er ca. 53m dyp og kupert. Strømmålerposisjonen ligger i en renne som er orientert NV/N – SØ/S i området.



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. Strøm på 5m og 15m er målt i perioden 09.09.23 – 21.11.23, mens strøm på sprednings- og bunndyp er målt i perioden 09.09.23 – 18.10.23 (Figur 3.1).

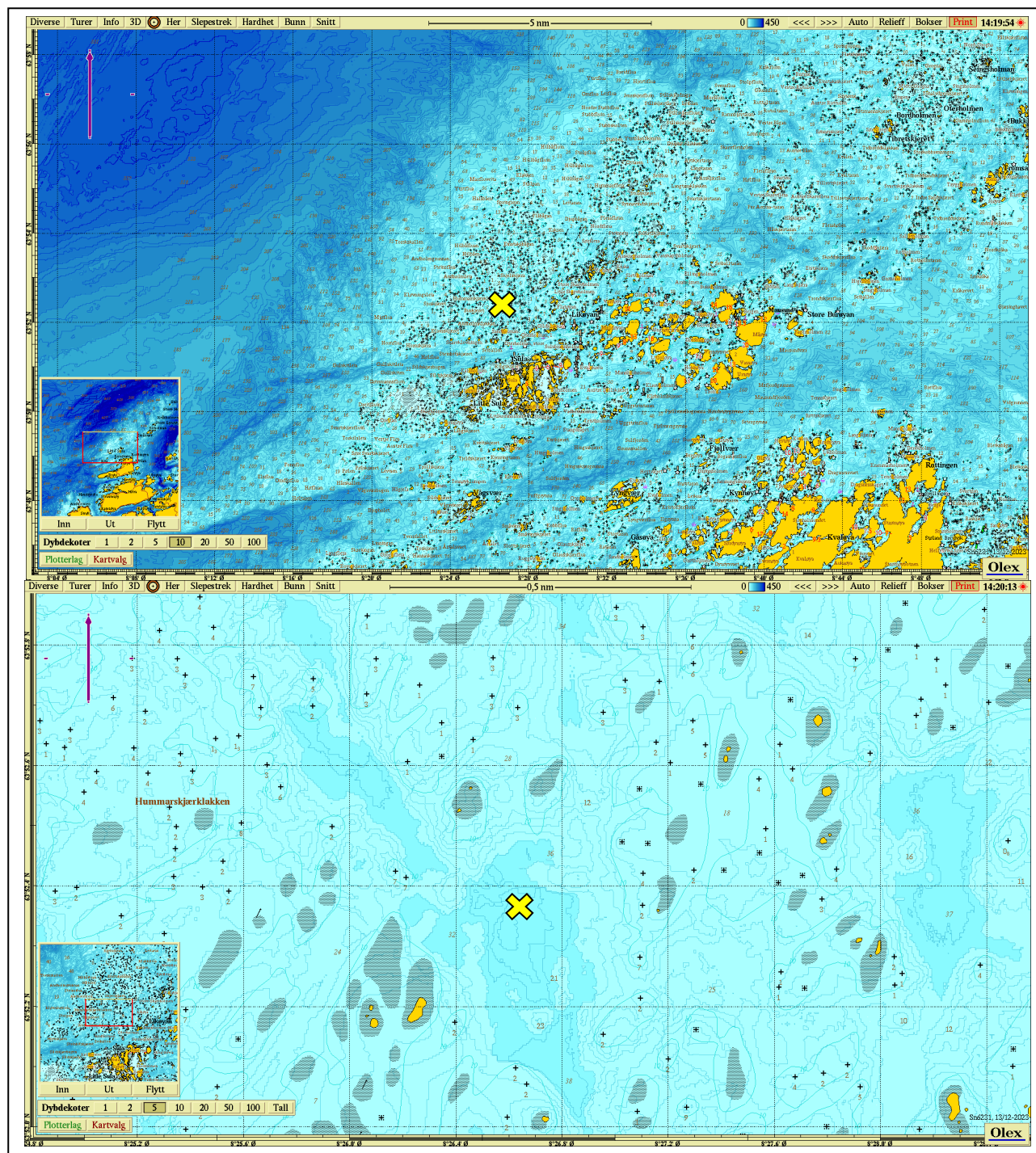


Figur 3.1. De fargede linjene i figuren viser hvilke år og måneder det er strømmålinger på 5m (blå linje), 15m (grønn linje), spredningsdyp (34m; oransje linje) og bunndyp (52m; rosa linje). Skriftfargene på månedene langs x-aksen illustrerer sesong; blå = vinter, grønn = vår, gul = sommer, og rød = høst. Målingene på 5m, 15m, sprednings- og bunndyp ble utført om høsten.

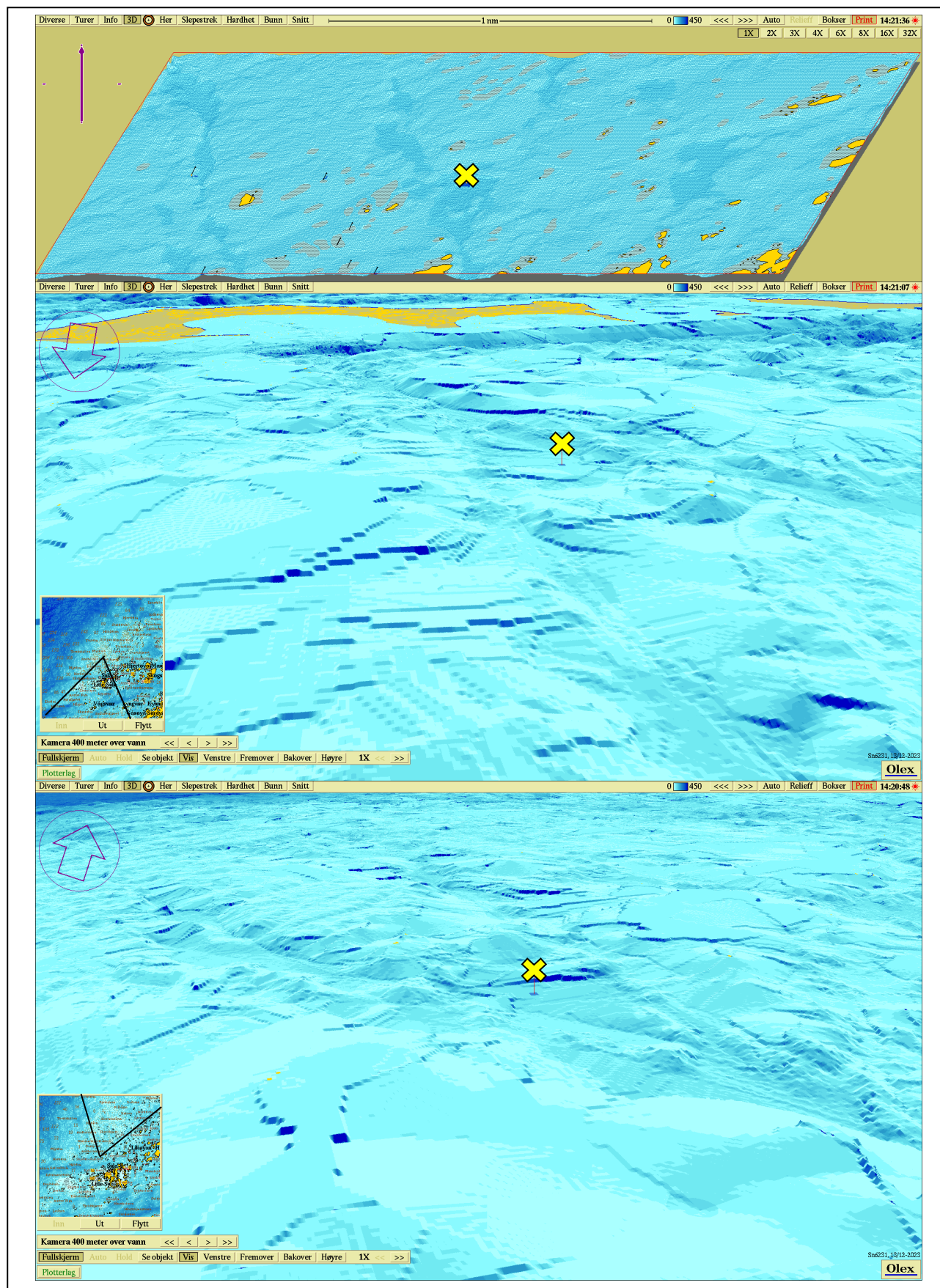
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.2 – Figur 3.3).

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (34m)	Bunn (52m)
Posisjonsanvisning	✕	✕	✕	✕
Posisjon	63° 52.366' N; 008° 26.642' Ø	63° 52.366' N; 008° 26.642' Ø	63° 52.366' N; 008° 26.642' Ø	63° 52.366' N; 008° 26.642' Ø
Dyp på målested	53m	53m	53m	53m
Instrumenttype	Nortek Signature	Nortek Signature	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	09.09.23 - 21.11.23	09.09.23 - 21.11.23	09.09.23 - 18.10.23	09.09.23 - 18.10.23
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn (målt/planlagt)	72.7 / 72.7	72.7 / 72.7	36.2 / 38.8	32.1 / 38.8
Fjernede datapunkt	5	5	370	954



Figur 3.2. Plassering av strømmålere i området anvist med gult 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

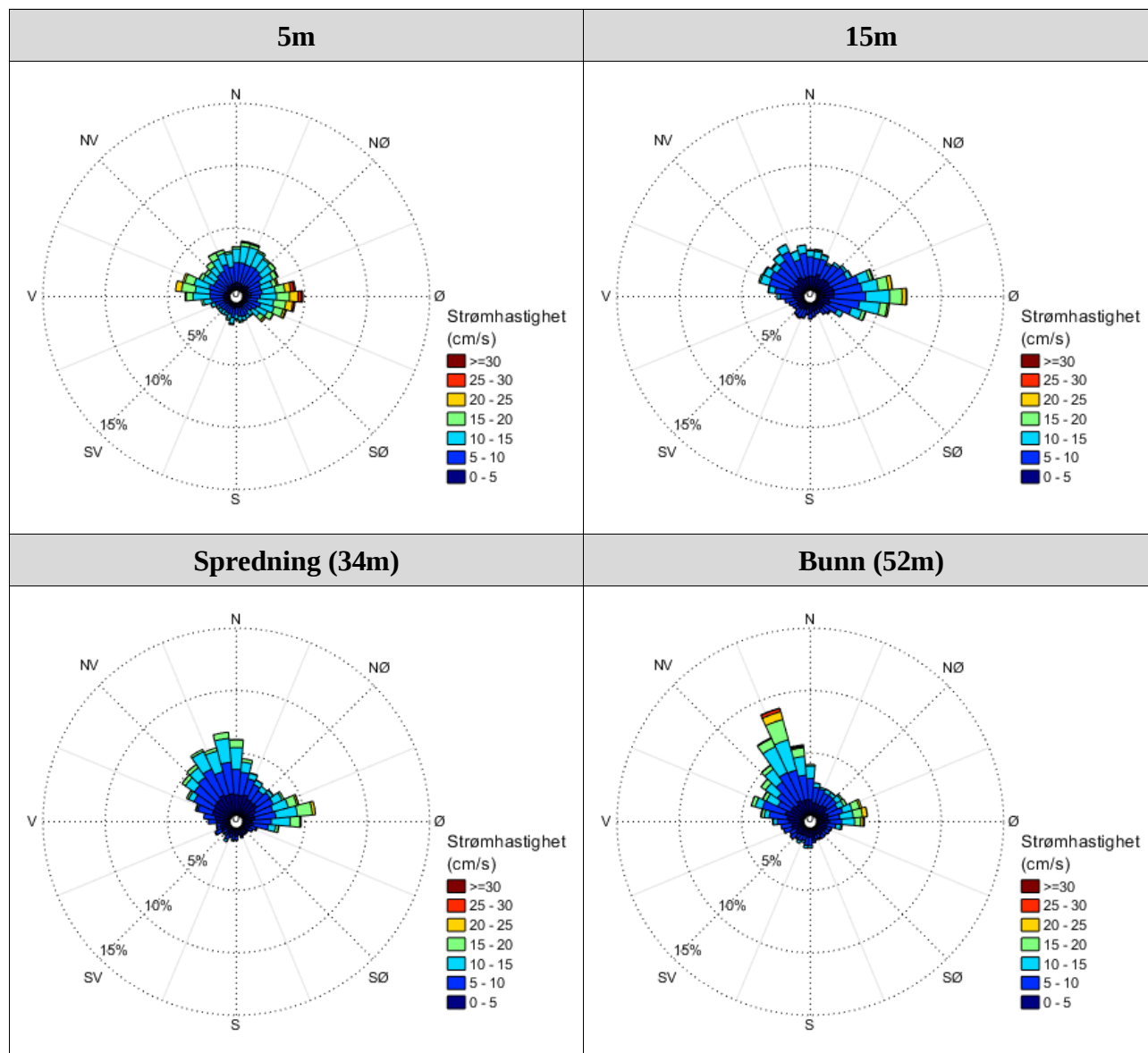
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m).

Måledyp	Instrument (29m)		Spredning (34m)	Bunn (52m)
Sjøtemperatur (°C)	8.6 - 14.1	8.6 - 14.1	11.8 - 14.0	11.8 - 14.1
Strømhastighet	5m	15m	Spredning (34m)	Bunn (52m)
Maksimum (cm/s)	35.4	30.4	25.7	31.4
Gjennomsnitt (cm/s)	10.2	7.1	7.2	7.7
Minimum (cm/s)	0.4	0.0	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	16.0	11.8	12.5	13.7
Signifikant min (cm/s)	5.0	3.2	2.7	2.7
Varsians (cm/s) ²	26.9	17.0	20.1	26.3
Standardavvik (cm/s)	5.2	4.1	4.5	5.1
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	0.2	1.0	2.6	2.7
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	30	40	50
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	4.6	13.5	16.6	15.3
Lengste periode < 3cm/s (min)	110	210	280	690
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	53.9	79.5	69.8	59.2
Lengste periode < 10cm/s (min)	680	3200	2220	1830
% ≥ 30cm/s	0.3	0.01	0.0	0.06
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	150	10	0	10
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	2.4	2.4	3.5	3.5
Retning (grader)	35	44	13	351
Neumann-parameter	0.2	0.3	0.5	0.5
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	8791	6155	6221	6686

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, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m).

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

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

Hastighetsfordeling er $\geq$ (lavest verdi) og $<$ (høyest verdi) av oppgitt hastighetsintervall.

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

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%	
N	0	0	29	77	240	178	26	3	0	0	0	0	0	0	553	5.3	29114	4.6	24.9
N	15	1	28	62	245	224	46	21	1	0	0	0	0	0	628	6.0	37016	5.8	25.5
NØ	30	0	18	56	267	205	27	2	0	0	0	0	0	0	575	5.5	31501	4.9	22.0
NØ	45	0	22	68	237	157	24	1	0	0	0	0	0	0	509	4.9	26413	4.1	21.1
NØ	60	0	27	56	174	161	71	15	0	0	0	0	0	0	504	4.8	30607	4.8	23.3
Ø	75	3	13	48	182	152	74	45	17	8	0	0	0	0	542	5.2	38878	6.1	34.4
Ø	90	1	21	36	173	204	168	103	41	22	0	0	0	0	769	7.3	66612	10.4	35.4
Ø	105	0	13	42	157	197	143	61	18	4	0	0	0	0	635	6.1	49859	7.8	35.1
SØ	120	2	13	43	152	147	70	10	2	0	0	0	0	0	439	4.2	27963	4.4	25.4
SØ	135	0	14	27	115	85	44	16	2	0	0	0	0	0	303	2.9	19473	3.0	25.5
SØ	150	2	15	44	115	41	2	0	0	0	0	0	0	0	219	2.1	9863	1.5	18.0
S	165	2	20	37	124	54	11	4	0	0	0	0	0	0	252	2.4	12299	1.9	23.8
S	180	0	17	38	94	55	14	0	0	0	0	0	0	0	218	2.1	10607	1.7	19.7
S	195	1	15	51	103	73	22	0	0	0	0	0	0	0	265	2.5	13596	2.1	18.9
SV	210	1	13	40	100	44	10	0	0	0	0	0	0	0	208	2.0	9825	1.5	17.5
SV	225	1	13	35	94	47	2	0	0	0	0	0	0	0	192	1.8	8704	1.4	16.0
SV	240	1	18	56	100	36	4	0	0	0	0	0	0	0	215	2.1	8878	1.4	16.6
V	255	2	23	47	141	74	13	0	0	0	0	0	0	0	300	2.9	14147	2.2	18.9
V	270	1	24	59	164	185	85	17	1	0	0	0	0	0	536	5.1	34198	5.4	27.1
V	285	1	18	48	191	202	157	59	0	0	0	0	0	0	676	6.5	49245	7.7	24.9
NV	300	1	20	43	186	149	49	4	0	0	0	0	0	0	452	4.3	26427	4.1	24.8
NV	315	1	20	56	180	122	63	1	0	0	0	0	0	0	443	4.2	25258	4.0	22.8
NV	330	2	19	45	218	162	79	5	0	0	0	0	0	0	530	5.1	31694	5.0	21.8
N	345	3	23	56	236	150	33	3	0	0	0	0	0	0	504	4.8	26722	4.2	20.7
Antall obs.		26	456	1170	3988	3104	1237	370	82	34	0	0	0	0	10467	100	0	0	0
%		0.2	4.4	11.2	38.1	29.7	11.8	3.5	0.8	0.3	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	1	56	106	242	78	9	2	0	0	0	0	0	0	494	4.7	20308	4.5	21.5
N	15	7	66	120	209	71	17	6	0	0	0	0	0	0	496	4.7	20052	4.5	21.7
NØ	30	6	67	107	210	38	2	0	0	0	0	0	0	0	430	4.1	15358	3.4	17.9
NØ	45	5	74	128	232	26	2	0	0	0	0	0	0	0	467	4.5	15940	3.6	19.1
NØ	60	6	74	122	240	69	10	0	0	0	0	0	0	0	521	5.0	19983	4.5	18.3
Ø	75	5	56	161	354	153	67	28	2	0	0	0	0	0	826	7.9	42213	9.4	25.6
Ø	90	5	55	143	379	302	162	50	9	0	0	0	0	0	1105	10.6	68500	15.3	29.5
Ø	105	5	55	110	353	210	72	15	1	1	0	0	0	0	822	7.9	44436	9.9	30.4
SØ	120	7	46	82	175	71	8	2	0	0	0	0	0	0	391	3.7	16325	3.6	20.5
SØ	135	2	43	74	87	13	1	0	0	0	0	0	0	0	220	2.1	6761	1.5	19.0
SØ	150	6	55	47	53	1	0	0	0	0	0	0	0	0	162	1.5	4026	0.9	12.1
S	165	7	50	52	57	6	0	0	0	0	0	0	0	0	172	1.6	4655	1.0	14.4
S	180	1	48	69	62	7	1	0	0	0	0	0	0	0	188	1.8	5336	1.2	15.4
S	195	2	33	55	80	16	0	0	0	0	0	0	0	0	186	1.8	6120	1.4	15.0
SV	210	6	40	54	110	12	0	0	0	0	0	0	0	0	222	2.1	7395	1.7	14.8
SV	225	3	45	65	72	7	0	0	0	0	0	0	0	0	192	1.8	5509	1.2	13.5
SV	240	7	51	52	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	1.7	4723	1.1	9.9
V	255	5	41	59	102	5	0	0	0	0	0	0	0	0	212	2.0	6559	1.5	14.0
V	270	2	57	76	174	32	1	0	0	0	0	0	0	0	342	3.3	12148	2.7	19.2
V	285	4	68	96	236	98	15	1	0	0	0	0	0	0	518	4.9	22162	5.0	22.6
NV	300	4	58	92	316	95	17	0	0	0	0	0	0	0	582	5.6	25379	5.7	19.6
NV	315	3	52	90	298	95	14	0	0	0	0	0	0	0	552	5.3	24093	5.4	20.0
NV	330	4	56	137	337	96	5	0	0	0	0	0	0	0	635	6.1	25929	5.8	16.3
N	345	6	54	108	269	114	4	0	0	0	0	0	0	0	555	5.3	23440	5.2	16.1
Antall obs.		109	1300	2205	4714	1615	407	104	12	1	0	0	0	0	10467	100	0	0	0
%		1.0	12.4	21.1	45.0	15.4	3.9	1.0	0.1	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 spredningsdyp (34m).

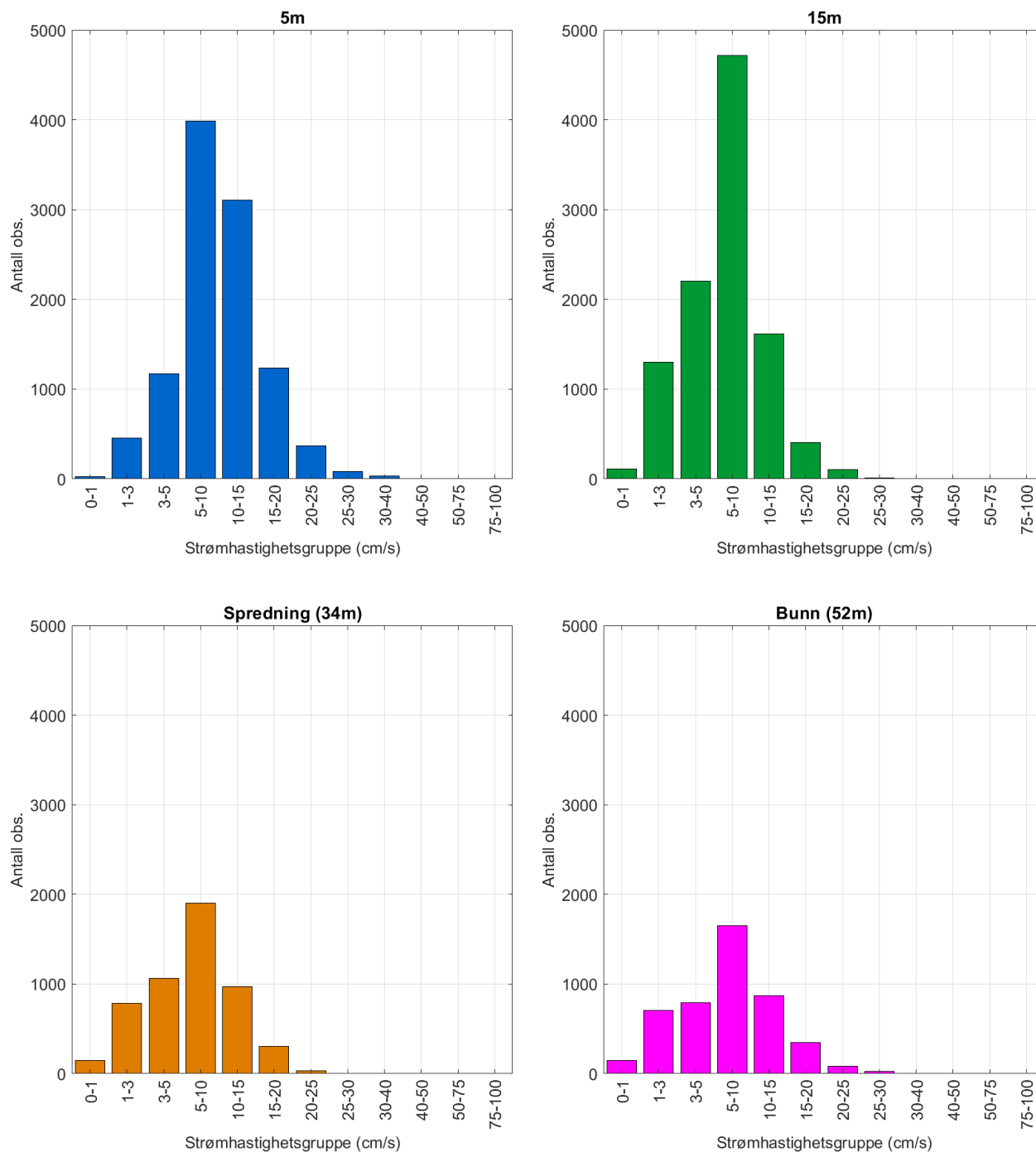
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	7	46	78	151	125	42	2	0	0	0	0	0	0	451	8.7	23006	10.2	22.2
N	15	9	51	69	136	49	11	0	0	0	0	0	0	0	325	6.2	12781	5.7	17.9
NØ	30	9	55	63	93	32	3	0	0	0	0	0	0	0	255	4.9	8799	3.9	16.7
NØ	45	10	43	60	100	27	1	0	0	0	0	0	0	0	241	4.6	8265	3.7	16.5
NØ	60	7	34	53	116	56	17	1	0	0	0	0	0	0	284	5.5	12603	5.6	23.6
Ø	75	5	29	44	131	131	86	18	1	0	0	0	0	0	445	8.5	28295	12.6	25.7
Ø	90	4	27	28	112	108	52	9	0	0	0	0	0	0	340	6.5	20598	9.2	24.2
Ø	105	5	24	29	70	26	9	0	0	0	0	0	0	0	163	3.1	7004	3.1	18.3
SØ	120	6	19	26	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.5	2017	0.9	13.3
SØ	135	3	21	19	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	1.0	1203	0.5	9.8
SØ	150	6	32	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.0	811	0.4	7.1
S	165	7	27	16	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	1.2	1122	0.5	9.1
S	180	6	25	20	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.4	1772	0.8	13.7
S	195	6	19	17	26	9	0	0	0	0	0	0	0	0	77	1.5	2406	1.1	14.7
SV	210	8	16	24	32	12	0	0	0	0	0	0	0	0	92	1.8	3117	1.4	13.6
SV	225	2	19	19	24	12	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.5	2664	1.2	13.7
SV	240	3	20	29	37	5	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.8	2820	1.3	12.6
V	255	4	24	36	24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1.7	2224	1.0	10.3
V	270	8	29	52	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	2.7	3763	1.7	9.2
V	285	6	41	55	83	1	1	0	0	0	0	0	0	0	187	3.6	5319	2.4	15.6
NV	300	7	38	72	133	37	16	2	0	0	0	0	0	0	305	5.9	12329	5.5	21.9
NV	315	5	46	86	168	77	24	1	0	0	0	0	0	0	407	7.8	18301	8.1	20.1
NV	330	6	50	81	171	114	17	0	0	0	0	0	0	0	439	8.4	20079	8.9	19.6
N	345	8	47	77	175	143	29	0	0	0	0	0	0	0	479	9.2	23749	10.6	19.0
Antall obs.		147	782	1064	1904	971	308	33	1	0	0	0	0	0	5210	100	0	0	0
%		2.8	15.0	20.4	36.5	18.6	5.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.4. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra bunndyp (52m).

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	3	40	46	128	69	11	0	0	0	0	0	0	0	297	6.4	13208	6.2	18.1
N	15	3	30	32	81	15	1	0	0	0	0	0	0	0	162	3.5	5804	2.7	16.7
NØ	30	8	28	39	73	18	1	0	0	0	0	0	0	0	167	3.6	5807	2.7	16.4
NØ	45	8	35	32	55	25	6	0	0	0	0	0	0	0	161	3.5	6024	2.8	16.5
NØ	60	4	25	38	80	37	21	2	0	0	0	0	0	0	207	4.5	9868	4.6	21.4
Ø	75	6	26	31	81	62	50	22	1	0	0	0	0	0	279	6.0	17712	8.3	25.0
Ø	90	6	26	34	58	73	32	13	4	0	0	0	0	0	246	5.3	14506	6.8	28.0
Ø	105	7	26	29	38	14	4	0	0	0	0	0	0	0	118	2.6	4150	1.9	19.2
SØ	120	7	18	24	32	2	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.8	2329	1.1	12.6
SØ	135	6	36	16	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	81	1.8	1819	0.8	10.2
SØ	150	5	27	16	27	6	2	0	0	0	0	0	0	0	83	1.8	2367	1.1	16.9
S	165	7	30	15	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.6	1743	0.8	13.5
S	180	8	24	23	41	12	0	0	0	0	0	0	0	0	108	2.3	3587	1.7	13.9
S	195	7	20	23	35	11	0	0	0	0	0	0	0	0	96	2.1	3225	1.5	14.8
SV	210	7	19	21	33	16	0	0	0	0	0	0	0	0	96	2.1	3316	1.5	14.0
SV	225	9	25	23	33	5	0	0	0	0	0	0	0	0	95	2.1	2614	1.2	13.0
SV	240	8	28	24	40	1	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.2	2615	1.2	11.8
V	255	8	26	40	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	125	2.7	3465	1.6	10.3
V	270	6	35	40	69	17	6	1	0	0	0	0	0	0	174	3.8	6435	3.0	21.6
V	285	2	49	49	117	37	14	3	0	0	0	0	0	0	271	5.9	11341	5.3	21.6
NV	300	7	37	51	96	63	29	2	0	0	0	0	0	0	285	6.2	13851	6.5	20.2
NV	315	3	33	48	125	83	22	2	0	0	0	0	0	0	316	6.8	15570	7.3	21.9
NV	330	6	30	51	164	159	51	10	1	0	0	0	0	0	472	10.2	27355	12.7	27.7
N	345	7	34	50	160	135	96	30	16	3	0	0	0	0	531	11.5	35955	16.7	31.4
Antall obs.		148	707	795	1652	868	346	85	22	3	0	0	0	0	4626	100	0	0	0
%		3.2	15.3	17.2	35.7	18.8	7.5	1.8	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

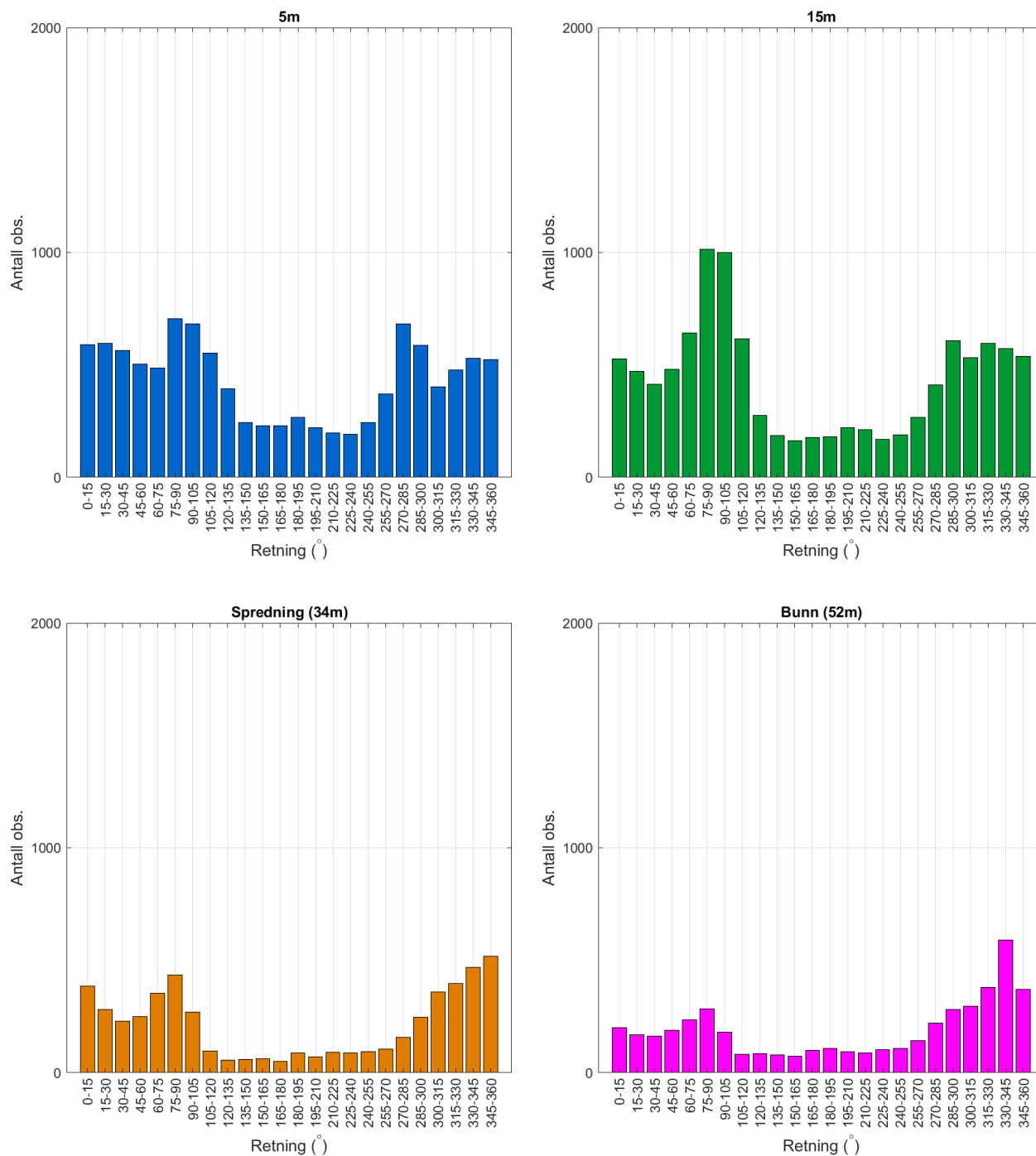
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

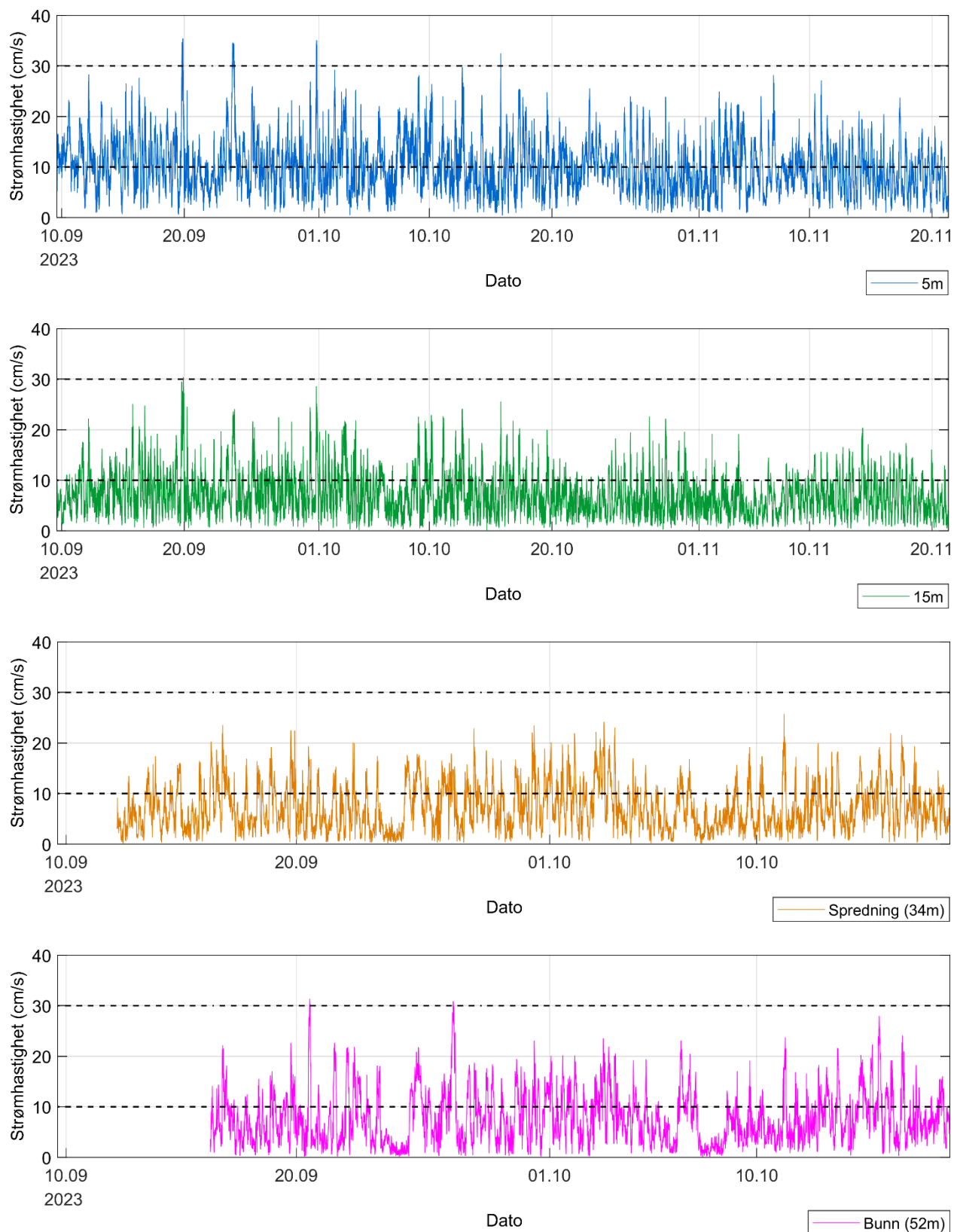
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

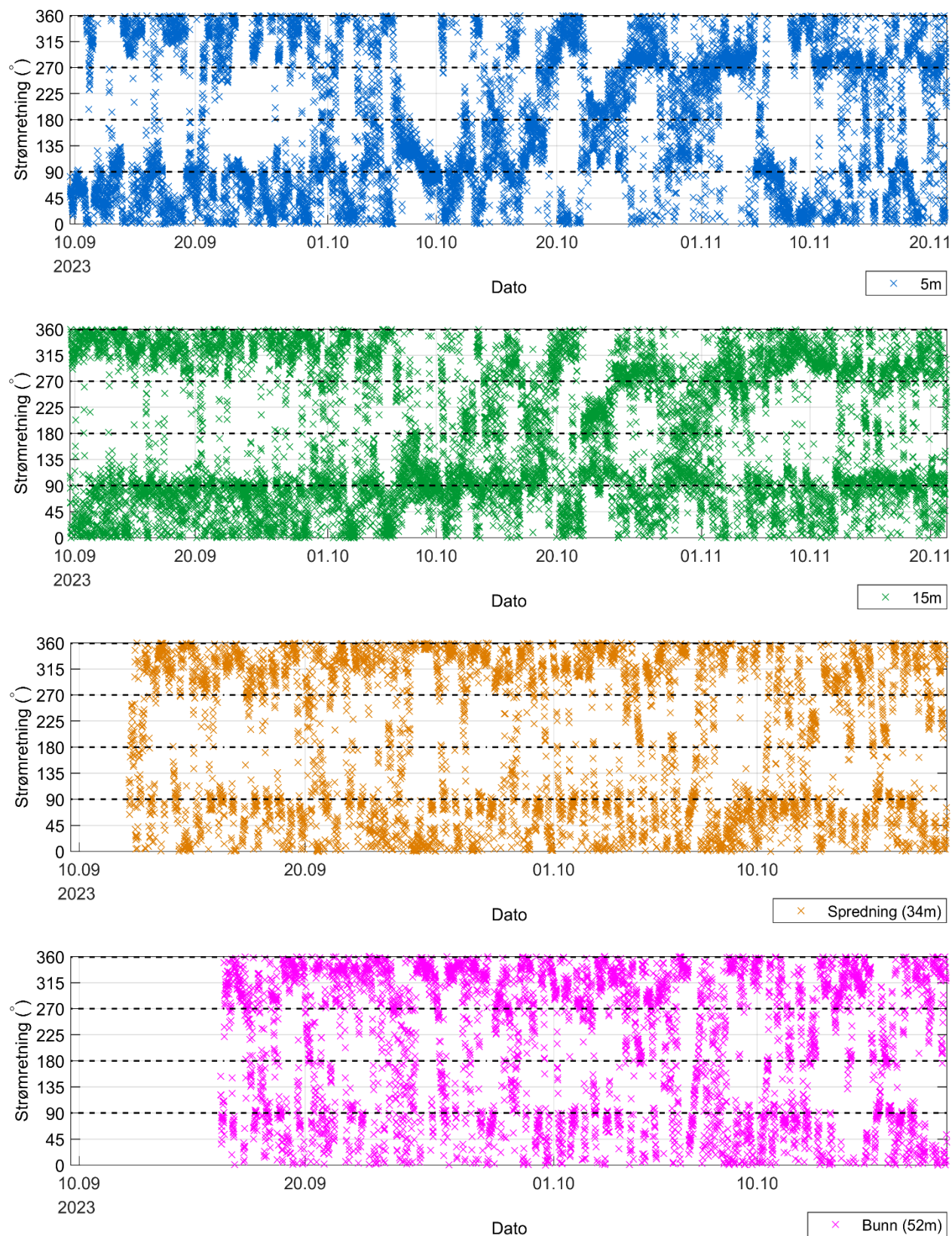
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

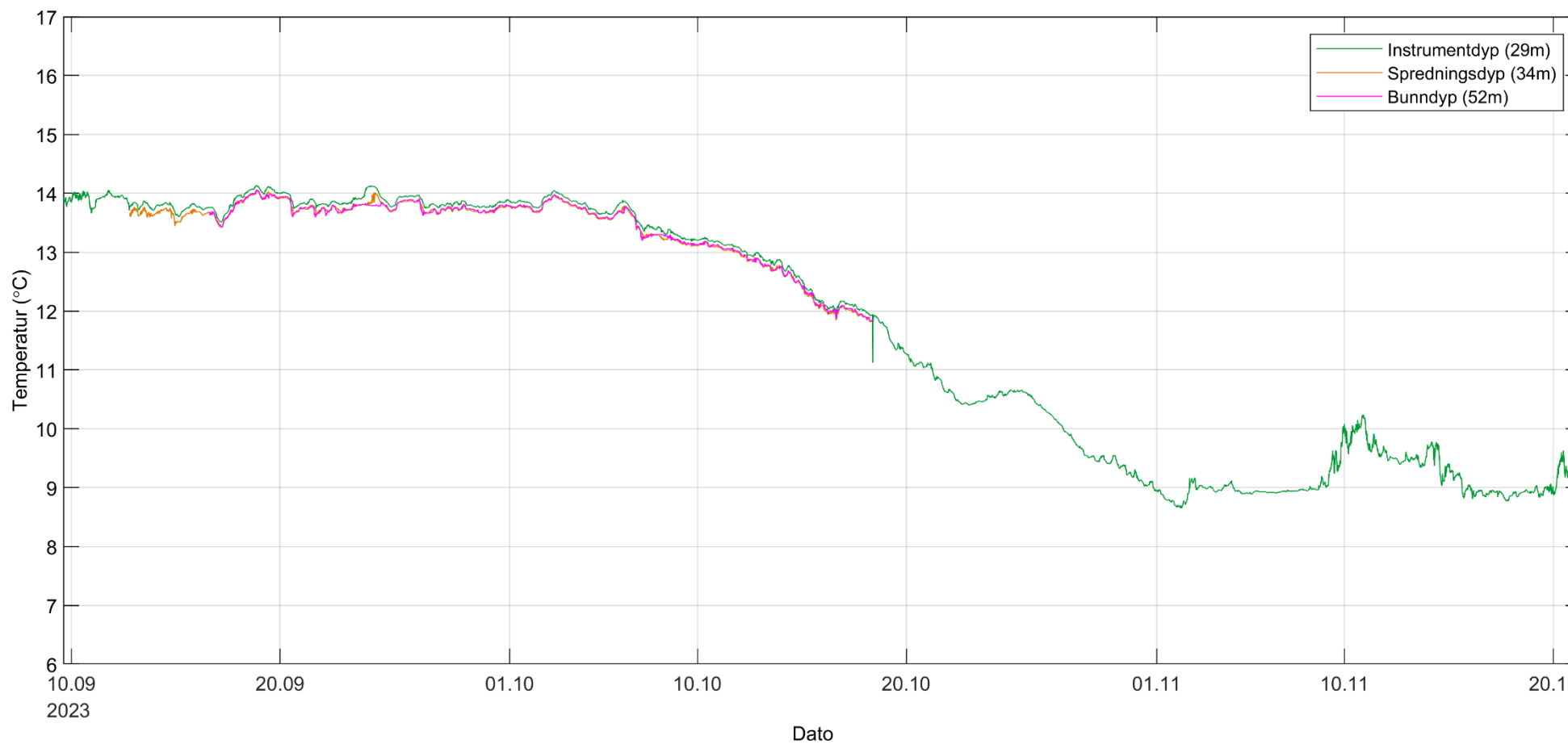
Strømmens retning under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

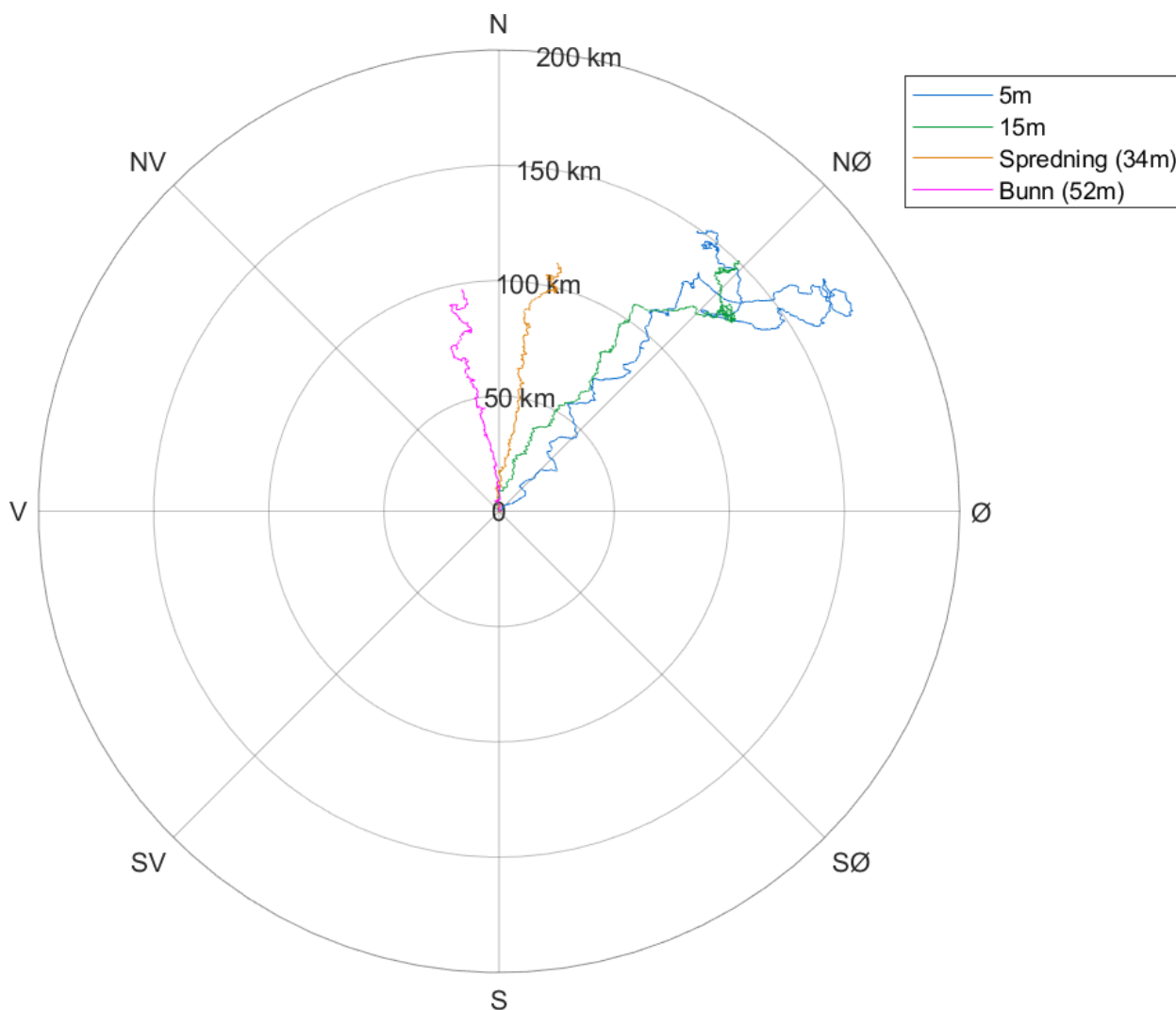
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på instrumentdyp (29m), spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

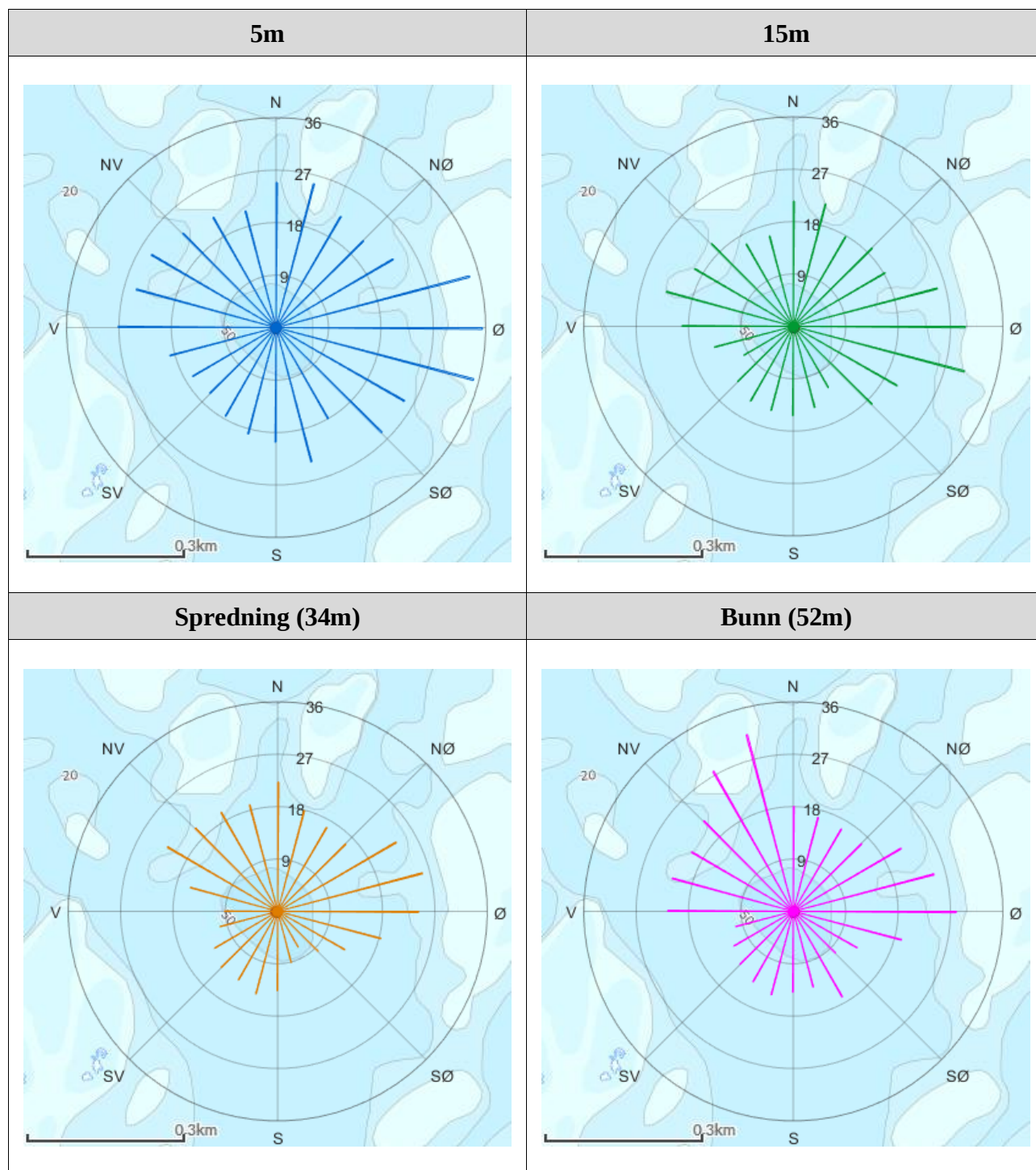
4.9 Progressivt vektordiagram

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.



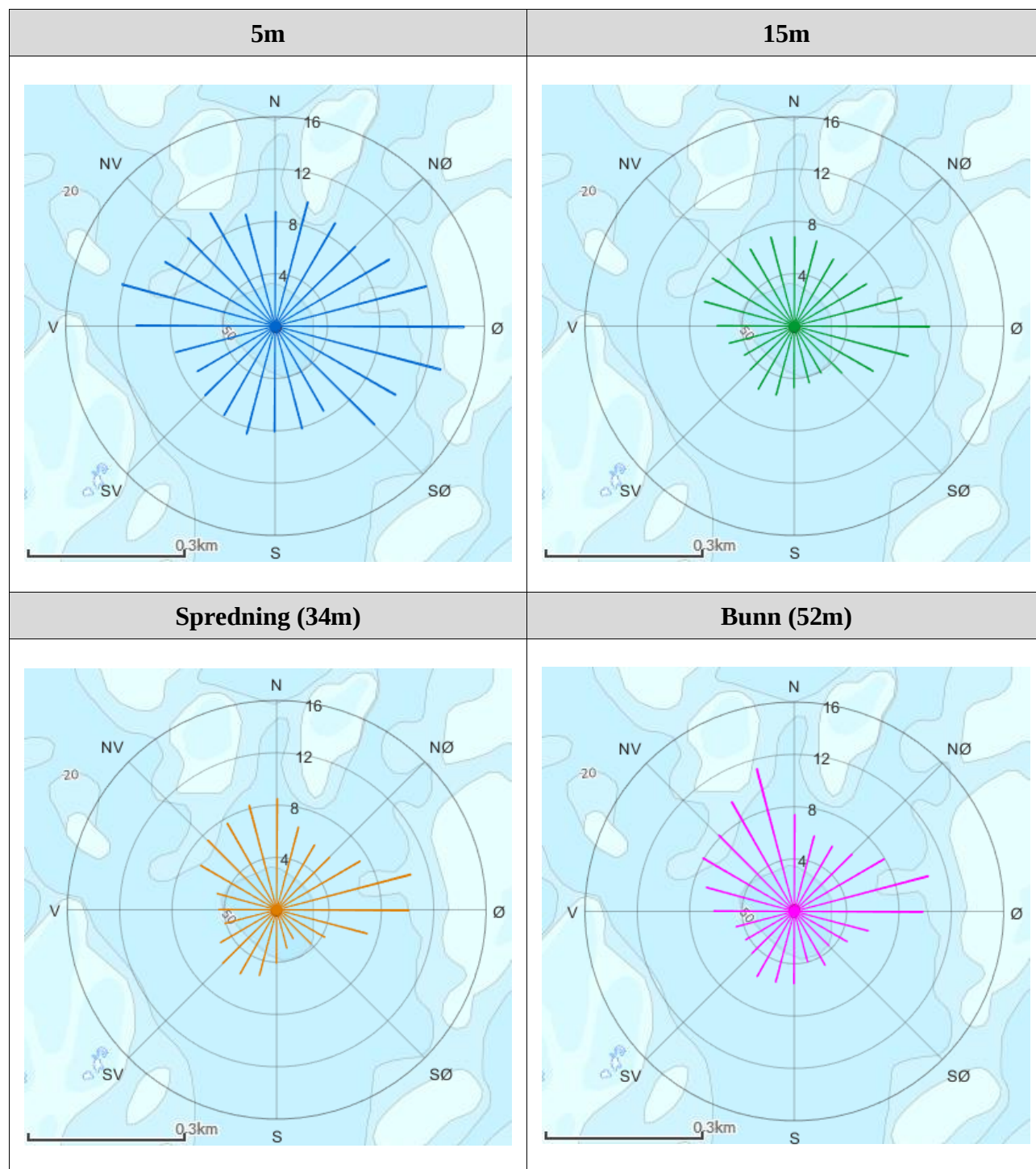
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m) i løpet av måleperioden.

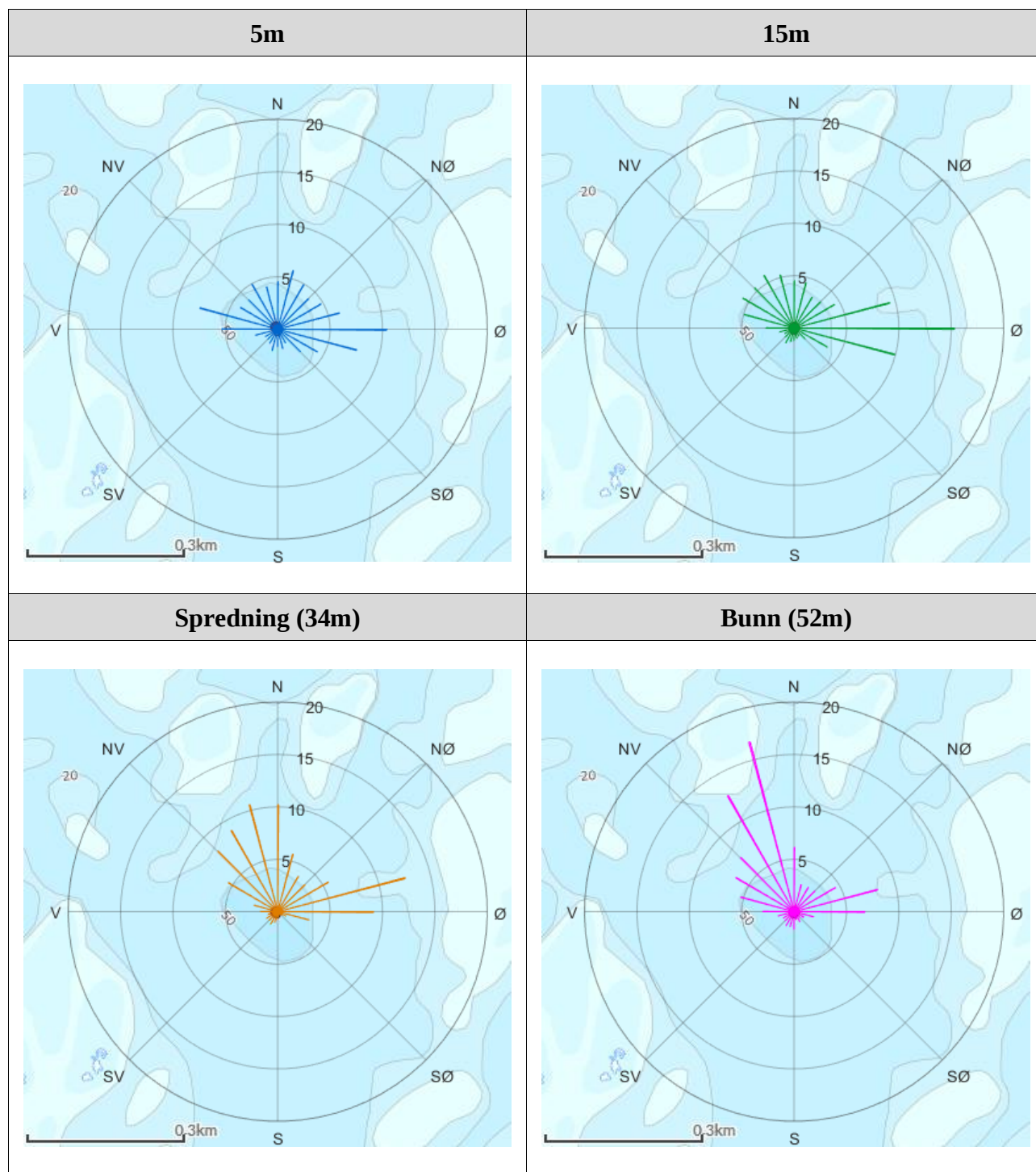
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m) i løpet av måleperioden.

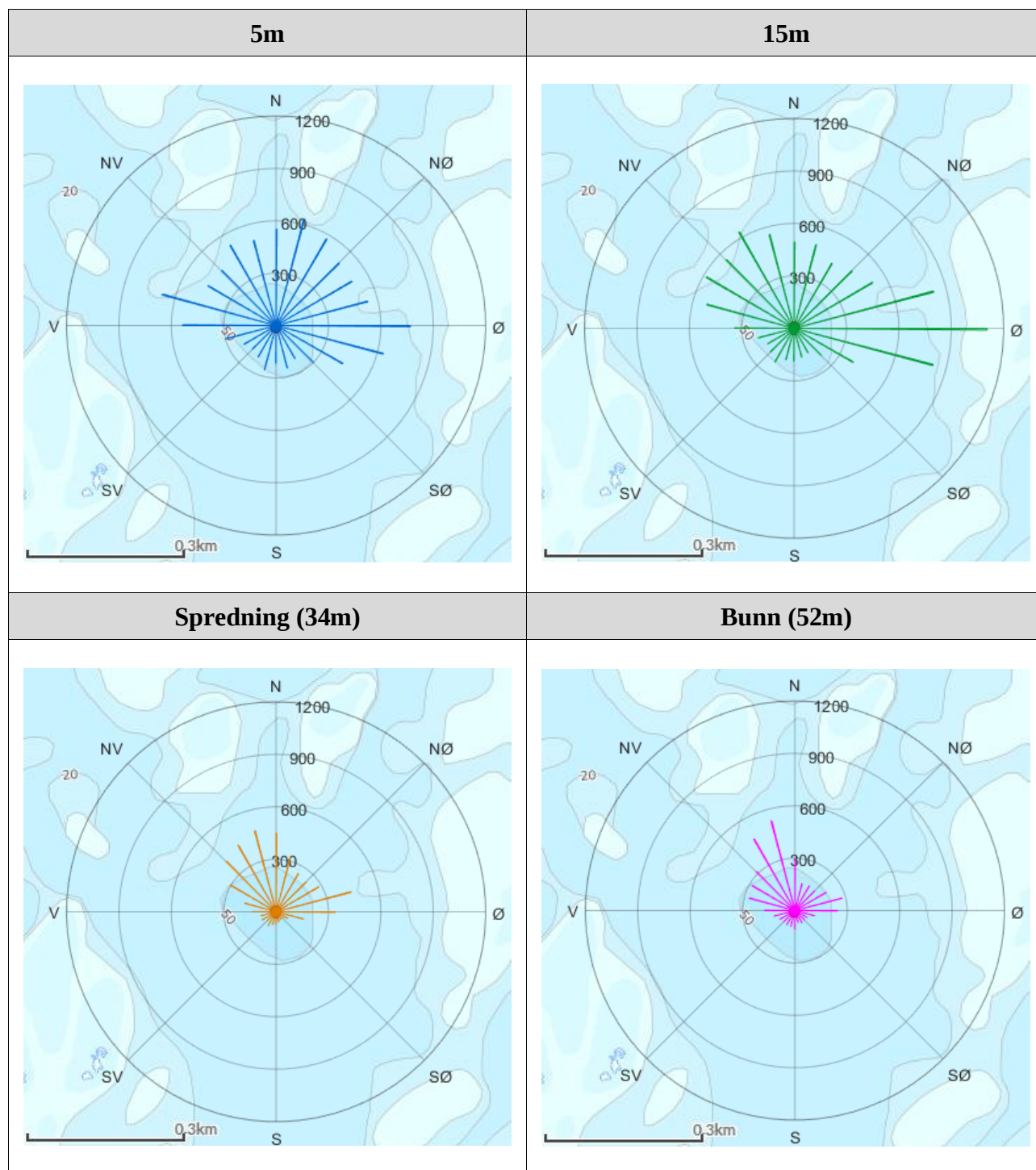
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

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



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m) i løpet av måleperioden.

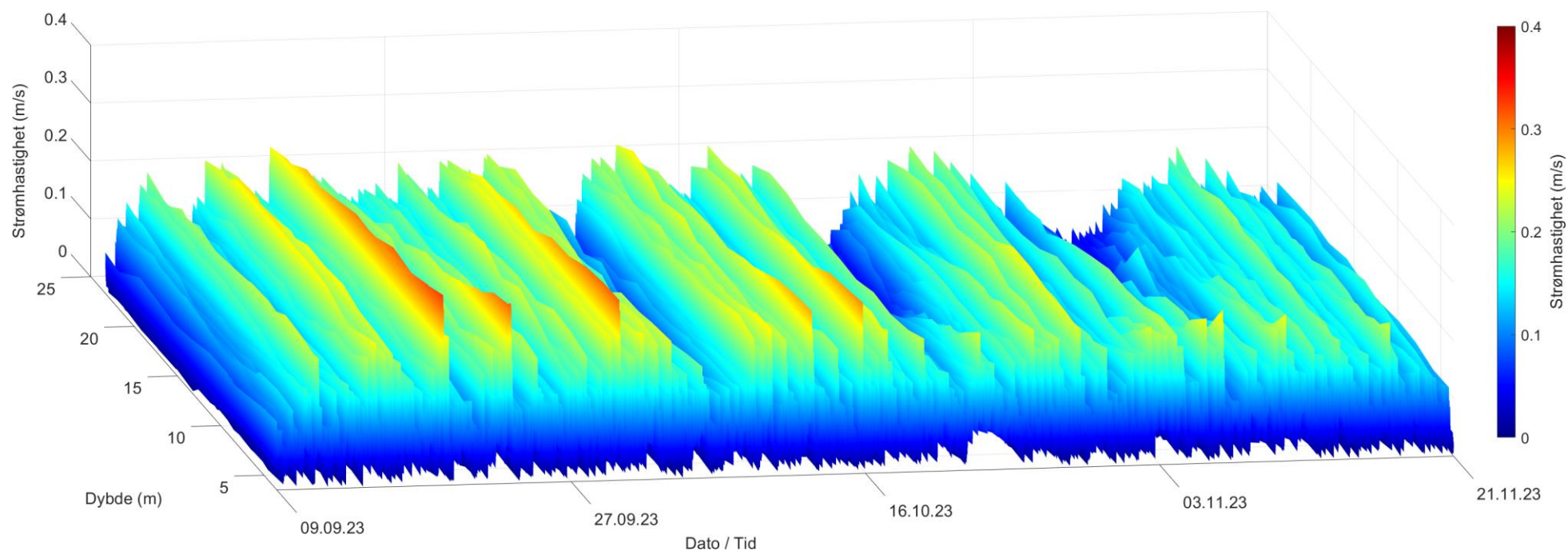
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m) 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 29m 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	25.5	23.3	35.4	25.5	23.8	17.5	27.1	24.8
15m	21.7	19.1	30.4	20.5	15.4	14.8	22.6	20.0
Spredning (34m)	22.2	23.6	25.7	13.3	14.7	13.7	15.6	21.9
Bunn (52m)	31.4	21.4	28.0	16.9	14.8	14.0	21.6	27.7

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	9.1	9.3	13.3	9.9	8.3	7.4	10.8	9.8
15m	6.9	6.0	9.4	5.8	4.9	5.0	6.4	7.1
Spredning (34m)	7.8	6.3	9.8	3.6	4.2	5.5	4.5	7.3
Bunn (52m)	8.4	6.8	9.4	4.4	5.2	4.9	6.2	8.8

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	1685	1588	1946	961	735	615	1512	1425
15m	1545	1418	2753	773	546	591	1072	1769
Spredning (34m)	1255	780	948	186	210	262	418	1151
Bunn (52m)	990	535	643	247	276	292	570	1073

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	14.5	13.9	24.3	9.0	5.7	4.3	15.3	13.1
15m	14.3	11.5	34.7	6.1	3.6	3.9	9.1	16.9
Spredning (34m)	26.2	13.2	24.9	1.8	2.4	3.8	5.0	22.6
Bunn (52m)	23.9	10.3	17.3	3.1	4.1	4.1	10.1	27.1

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).

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)	25.5	23.3	35.4	25.5	23.8	17.5	27.1	24.8
Retning (°)	11	59	95	133	165	203	273	296
10-år (cm/s) (x1.65)	42	38	58	42	39	29	45	41
50-år (cm/s) (x1.85)	47	43	66	47	44	32	50	46

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)	21.7	19.1	30.4	20.5	15.4	14.8	22.6	20.0
Retning (°)	14	41	99	113	182	216	292	309
10-år (cm/s) (x1.65)	36	32	50	34	25	24	37	33
50-år (cm/s) (x1.85)	40	35	56	38	28	27	42	37

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	Spredning (34m)	Bunn (52m)
1	1.7	1.0	0.6	0.5
10	4.1	2.6	2.1	2.0
20	5.6	3.7	3.2	3.1
30	7.0	4.6	4.2	4.3
40	8.2	5.5	5.2	5.5
50	9.5	6.4	6.3	6.8
60	10.8	7.4	7.6	8.2
70	12.3	8.5	9.2	9.8
80	14.2	10.1	11.0	11.9
90	17.1	12.5	13.7	14.9
95	19.7	15.0	15.7	17.4
99	25.2	20.4	19.2	22.5

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	Spredning (34m)	Bunn (52m)
1	99.8	99.0	97.2	96.8
3	95.4	86.5	82.2	81.5
5	84.2	65.5	61.7	64.3
10	46.1	20.4	25.2	28.6
20	4.6	1.1	0.7	2.4
30	0.3	0.0		0.06

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°	
$0 < x \leq 1$	0.04	0	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.3
$1 < x \leq 5$	2.6	2.4	1.7	1.5	1.7	1.7	2.1	1.9	15.6
$5 < x \leq 10$	6.9	6.5	4.9	3.6	3.1	2.8	4.7	5.6	38.1
$10 < x \leq 20$	6.3	6.2	9.0	3.7	2.2	1.4	6.8	6.0	41.6
$20 < x \leq 30$	0.3	0.2	2.7	0.3	0.04	0	0.7	0.1	4.3
$30 < x \leq 40$	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0.3
Sum	16.1	15.3	18.6	9.1	7.1	5.9	14.3	13.6	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°	
$0 < x \leq 1$	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	1.0
$1 < x \leq 5$	4.9	5.5	5.5	3.3	2.9	2.9	3.8	4.6	33.4
$5 < x \leq 10$	6.9	6.5	10.4	3.0	1.9	2.4	4.9	9.1	45.1
$10 < x \leq 20$	2.8	1.4	9.2	0.9	0.3	0.2	1.4	3.1	19.3
$20 < x \leq 30$	0.08	0	1.0	0.02	0	0	0.0	0	1.1
$30 < x \leq 40$	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0.0
Sum	14.8	13.6	26.2	7.3	5.2	5.7	10.2	16.9	100.0

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (34m). 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	0.5	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	2.8
$1 < x \leq 5$	7.1	5.9	3.5	2.5	2.4	2.4	4.5	7.2	35.5
$5 < x \leq 10$	8.9	5.9	6.0	0.8	1.1	1.8	3.1	9.1	36.7
$10 < x \leq 20$	7.7	2.6	7.9	0.04	0.2	0.6	0.08	5.5	24.6
$20 < x \leq 30$	0.04	0.02	0.5	0	0	0	0	0.06	0.6
$30 < x \leq 40$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Sum	24.2	14.9	18.2	3.6	4.1	5.0	8.0	22.2	100.0

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (52m). Mørkere farge i tabellen representerer høyere prosentandel av data.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
$0 < x \leq 1$	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3	3.1
$1 < x \leq 5$	5.0	4.3	3.7	3.0	2.9	3.0	5.2	5.4	32.5
$5 < x \leq 10$	8.0	4.5	3.8	1.8	1.9	2.3	5.1	8.3	35.7
$10 < x \leq 20$	7.1	2.3	5.1	0.2	0.6	0.5	1.6	8.8	26.2
$20 < x \leq 30$	1.0	0.04	0.9	0	0	0	0.09	0.3	2.3
$30 < x \leq 40$	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0.06
Sum	21.5	11.5	13.9	5.4	5.9	6.3	12.3	23.1	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 4.23.4 er antall hendelser av strømhastigheter (cm/s) per varighets- og hastighetsklasse gitt for hele måleperioden. I disse tabellene er hastighetsklasser $>$ (lavest verdi) og $\leq$ (høyest verdi) av oppgitt intervall.

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

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

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2\text{t}$	$2 < x \leq 3\text{t}$	$3 < x \leq 4\text{t}$	$4 < x \leq 5\text{t}$	$5 < x \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$0 < x \leq 1$	3	0	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	161	72	52	6	0	1	0	1
$5 < x \leq 10$	365	212	127	26	4	0	1	0
$10 < x \leq 20$	202	139	110	51	28	5	7	3
$20 < x \leq 30$	50	17	17	2	0	0	0	0
$30 < x \leq 40$	3	1	0	1	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)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2\text{t}$	$2 < x \leq 3\text{t}$	$3 < x \leq 4\text{t}$	$4 < x \leq 5\text{t}$	$5 < x \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$0 < x \leq 1$	13	0	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	292	150	115	22	9	3	0	0
$5 < x \leq 10$	435	273	123	27	10	2	1	0
$10 < x \leq 20$	173	99	62	16	4	0	0	0
$20 < x \leq 30$	12	5	2	0	0	0	0	0
$30 < x \leq 40$	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 4.23.3. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på spredningsdyp (34m). Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$>6t$
$0 < x \leq 1$	15	4	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	147	89	58	21	3	1	0	0
$5 < x \leq 10$	191	122	48	11	2	0	0	0
$10 < x \leq 20$	82	46	38	14	5	0	2	0
$20 < x \leq 30$	6	0	0	0	0	0	0	0
$30 < x \leq 40$	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 4.23.4. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på bunndyp (52m). Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	$10 < x \leq 30\text{min}$	$30 < x \leq 60\text{min}$	$1 < x \leq 2t$	$2 < x \leq 3t$	$3 < x \leq 4t$	$4 < x \leq 5t$	$5 < x \leq 6t$	$>6t$
$0 < x \leq 1$	21	3	0	0	0	0	0	0
$1 < x \leq 5$	133	73	44	8	6	0	0	1
$5 < x \leq 10$	173	101	41	8	3	0	0	0
$10 < x \leq 20$	81	48	33	11	6	2	1	0
$20 < x \leq 30$	15	3	3	0	0	0	0	0
$30 < x \leq 40$	0	0	0	0	0	0	0	0

4.24 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 4.24.1). 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).

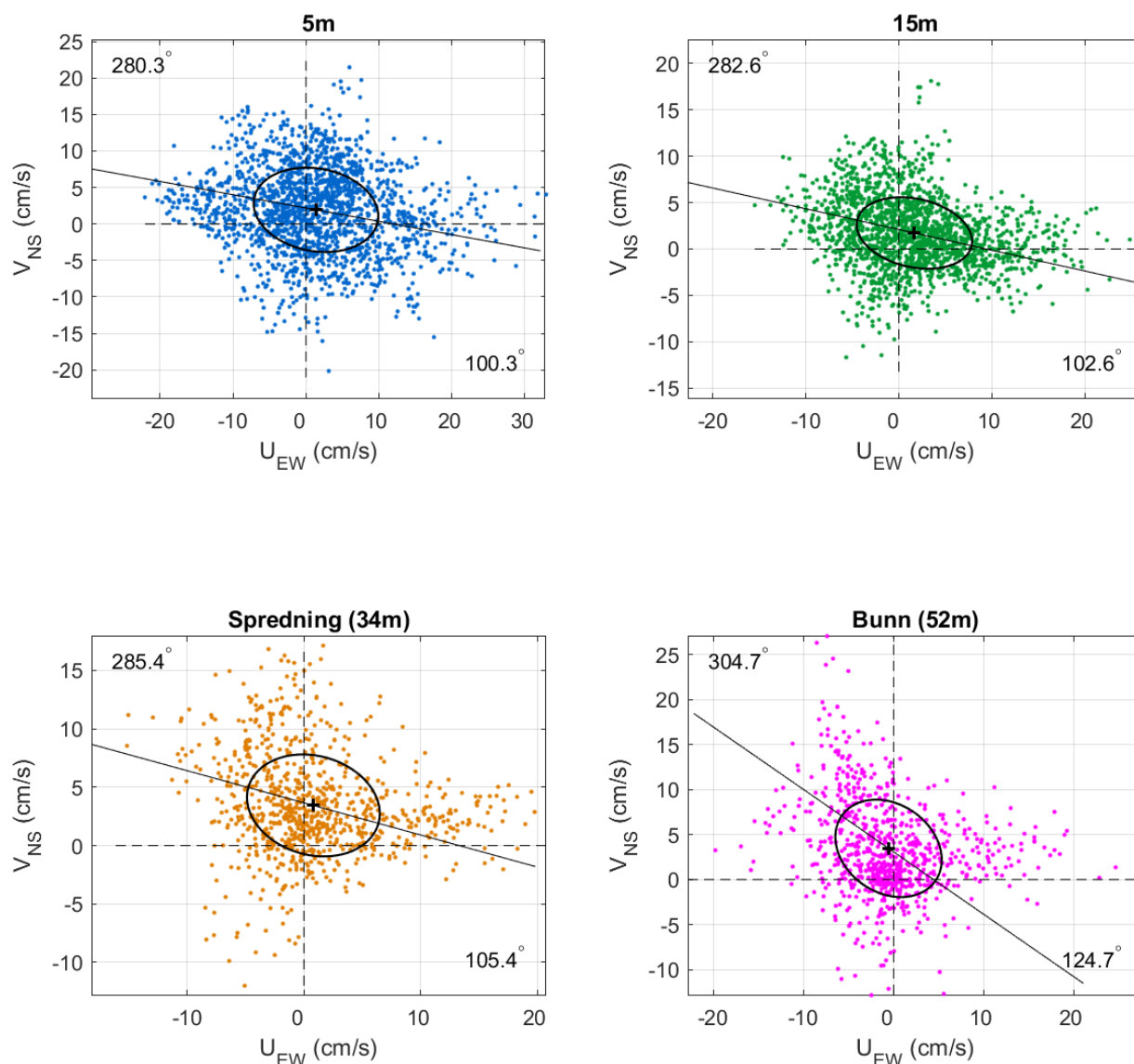
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere variasjon i strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning (Figur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

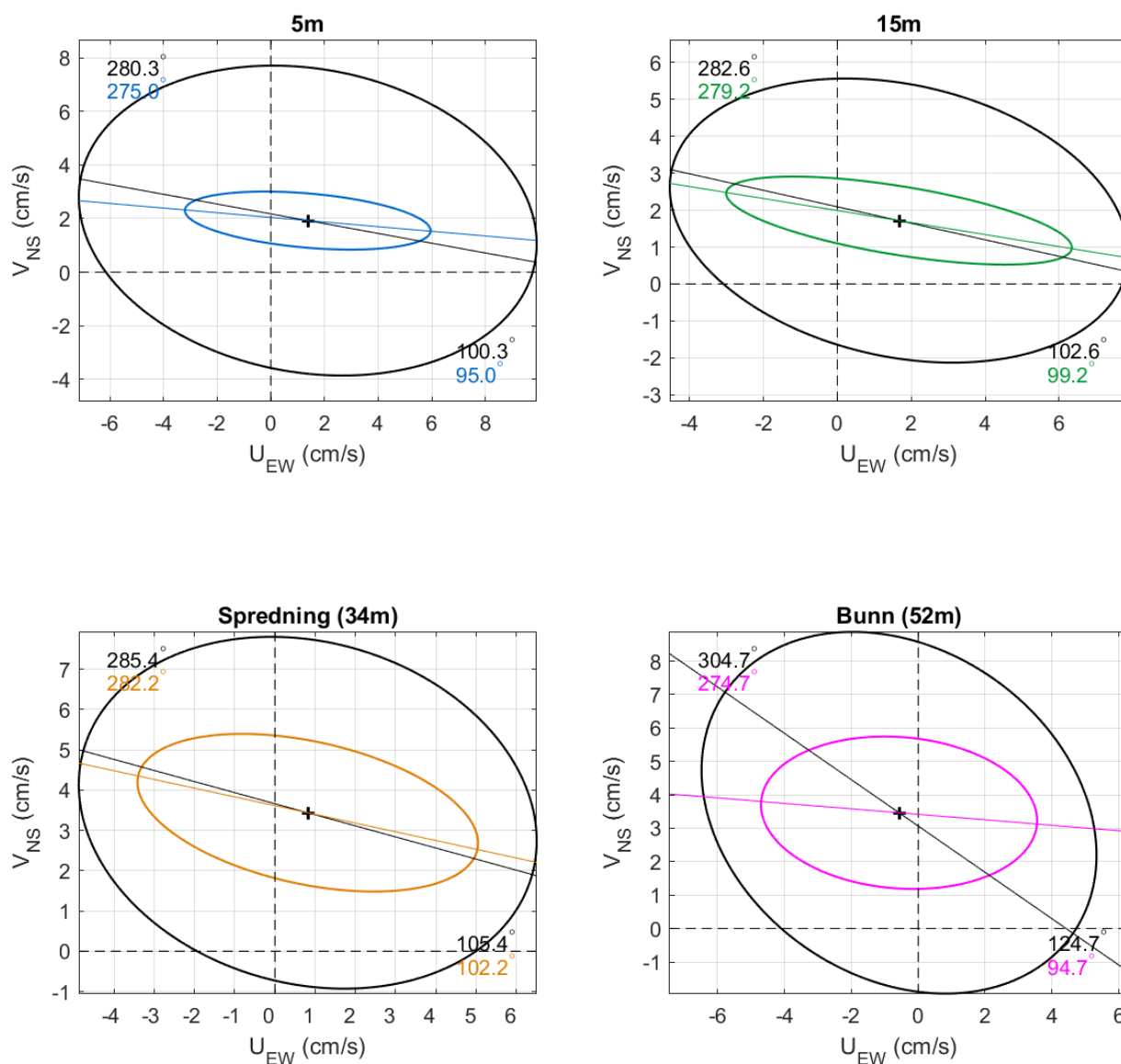
Måledyp	5m	15m	Spredning (34m)	Bunn (52m)
Strøm (%)	49.1	60.5	54.4	43.0
Måledyp	Instrumentdyp (29m)		Spredning (34m)	Bunn (52m)
Trykk (%)	41.5		-	99.0

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	Spredning (34m)	Bunn (52m)
Strøm (%)	44.9	56.7	46.7	30.8
Måledyp	Instrumentdyp (29m)		Spredning (34m)	Bunn (52m)
Trykk (%)	38.2		-	98.3



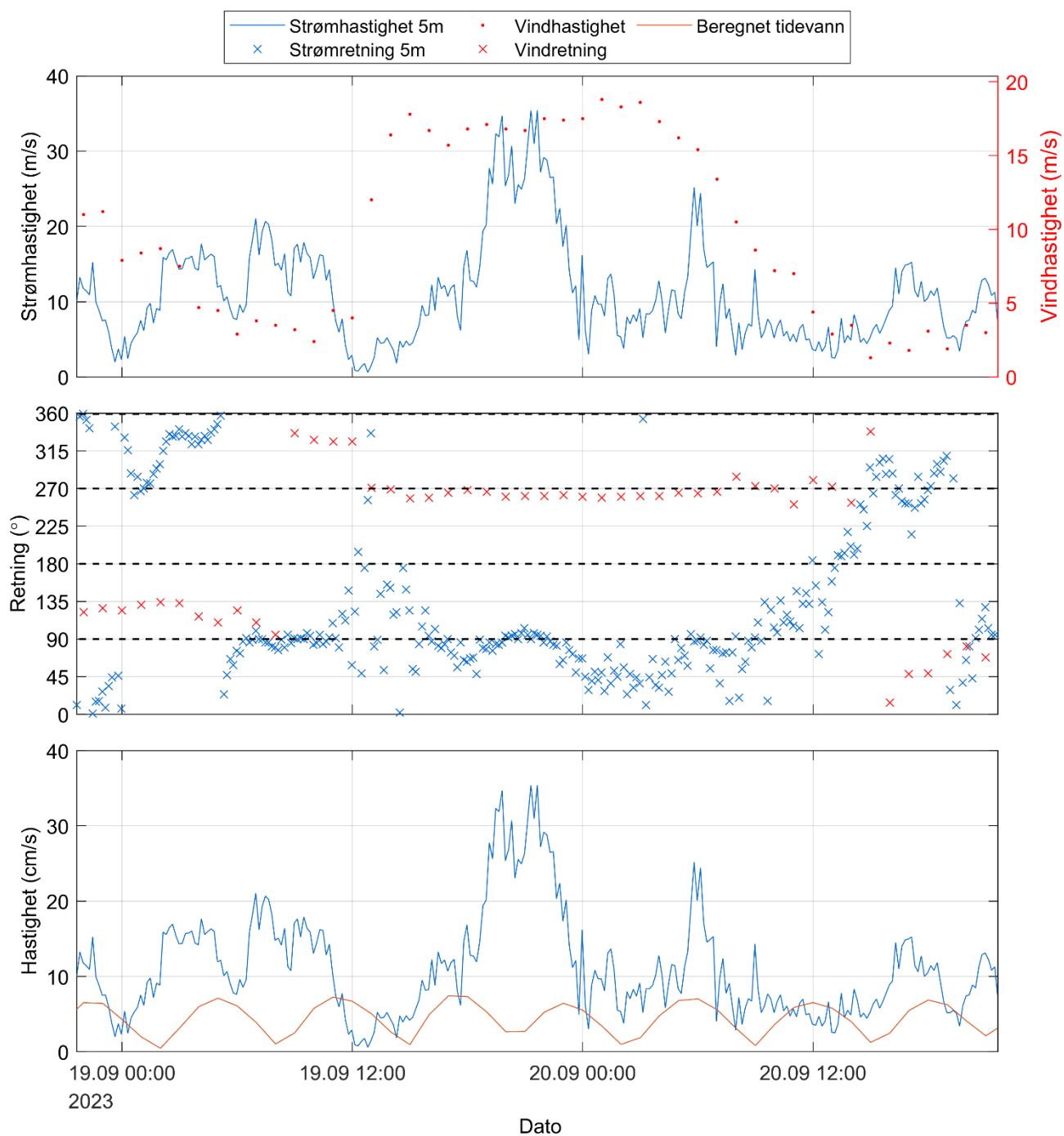
Figur 4.24.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram av strømdata i timesverdier, med tilhørende strø mellipse. Midtpunktet for strø mellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for 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, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). 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 Maksimal strømshastighet, tidevann og vind

Strømshastighet og -retning på 5m dyp, samt tidevann og vind er oppgitt under for en todagersperiode da maksimalstrømmen ved 5m dyp oppstod.



Figur 4.25.1. Strømshastighet og -retning, samt tidevann og vind (Sula) for perioden hvor maksimalstrømmen på 5m dyp er registrert.

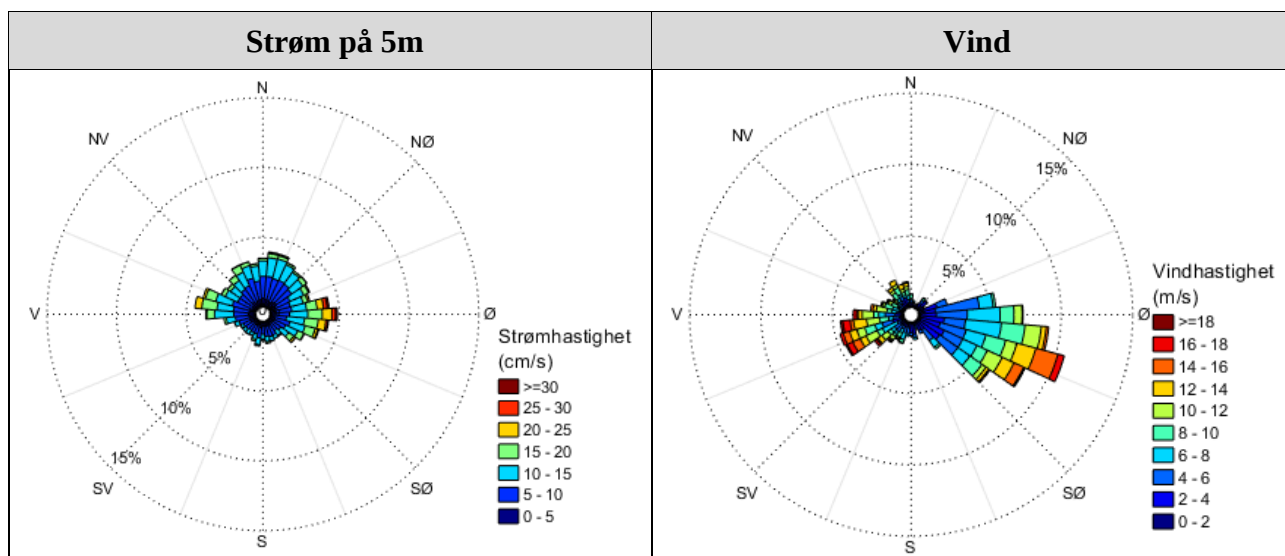
4.26 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Sula (Meteorologisk institutt, 2023), som ligger ca. 3.1km sør for strømmålingsposisjonen (Figur 4.26.3). Tabell 4.26.1 viser retningsfordeling og maksimal vindhastighet i hver retningssektor ved Sula.

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Sula fra samme periode. Figur 4.26.2 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Sula og målt strøm på 5m dyp hadde omtrent sammenfallende retning. Vannstand i løpet av måleperioden er vist i Figur 4.26.2 og er hentet fra tidevannsstasjon Mausund (Kartverket, 2023), som ligger ca. 11.0km øst/sørøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.26.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

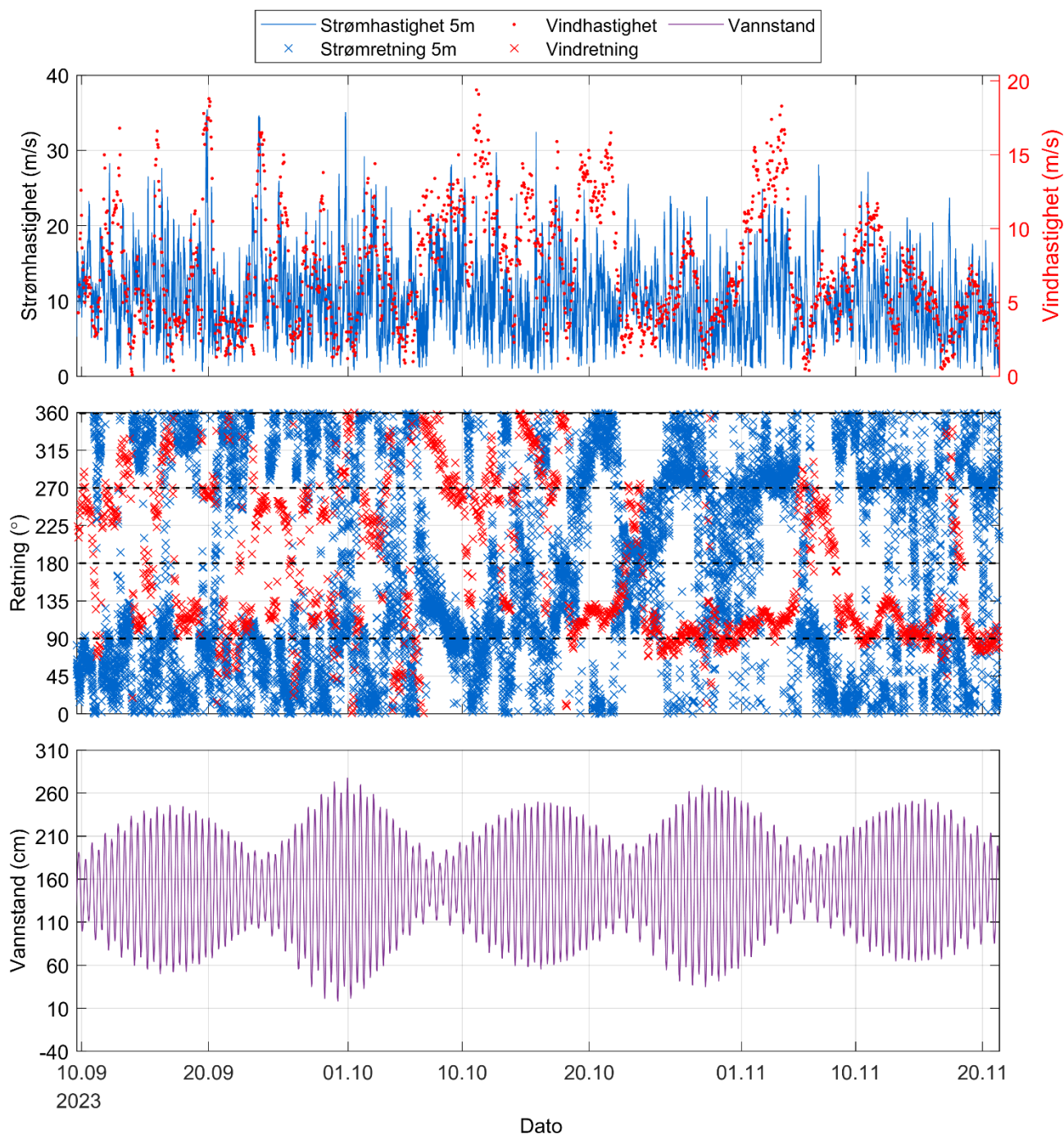
Tabell 4.26.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Sula under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	14.4	11.2	17.7	18.3	8.9	19.4	18.8	16.8
Tid (%)	4.7	2.9	31.7	20.8	4.9	11.6	15.9	7.4

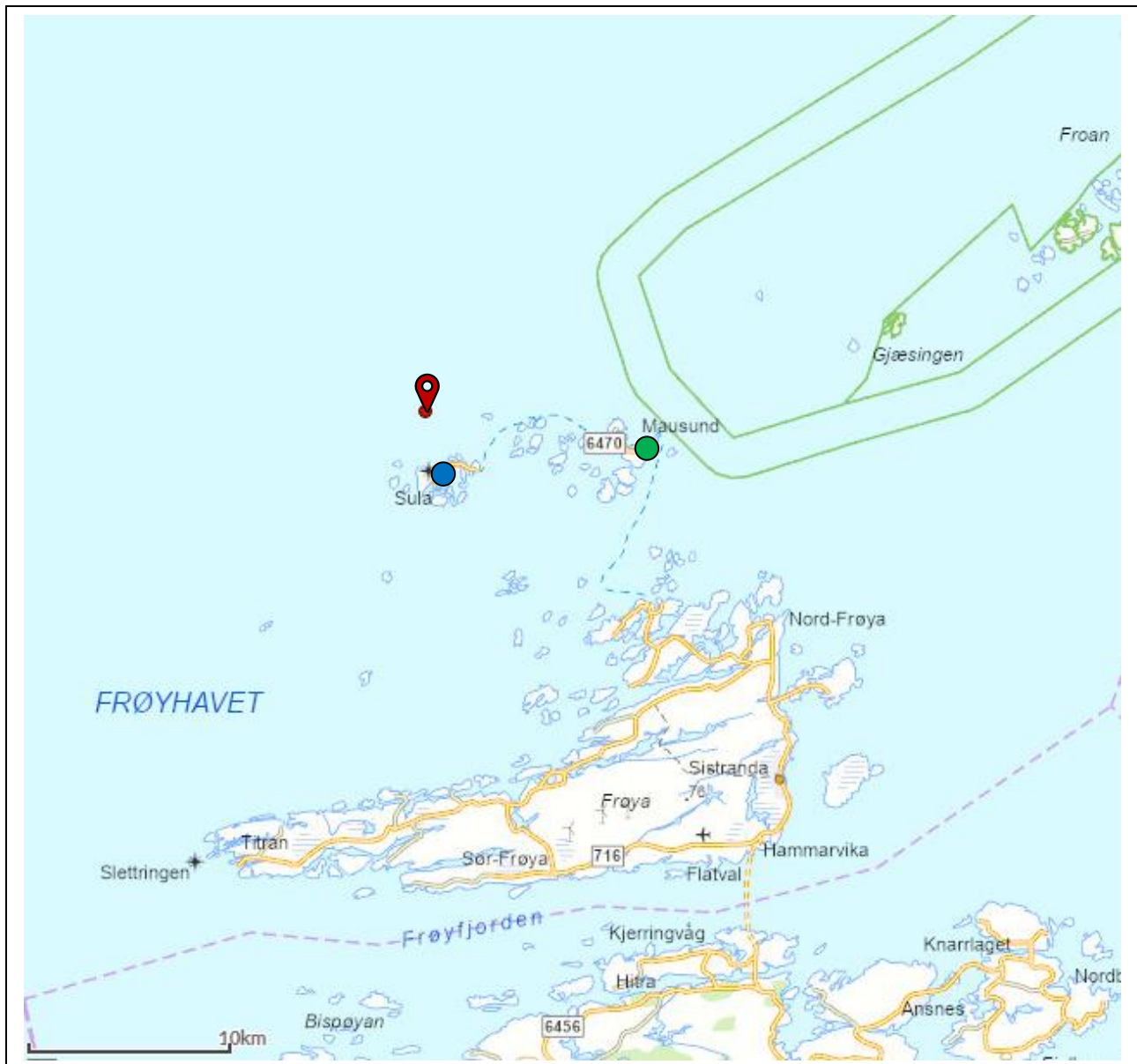


Figur 4.26.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Sula værstasjon i måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.26.2 og i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. I Figur 4.26.2 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 4.26.2 for å vurdere tidevannspåvirkning.



Figur 4.26.2. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Sula, strøm- og vindretning, samt vannstand (Mausund) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.

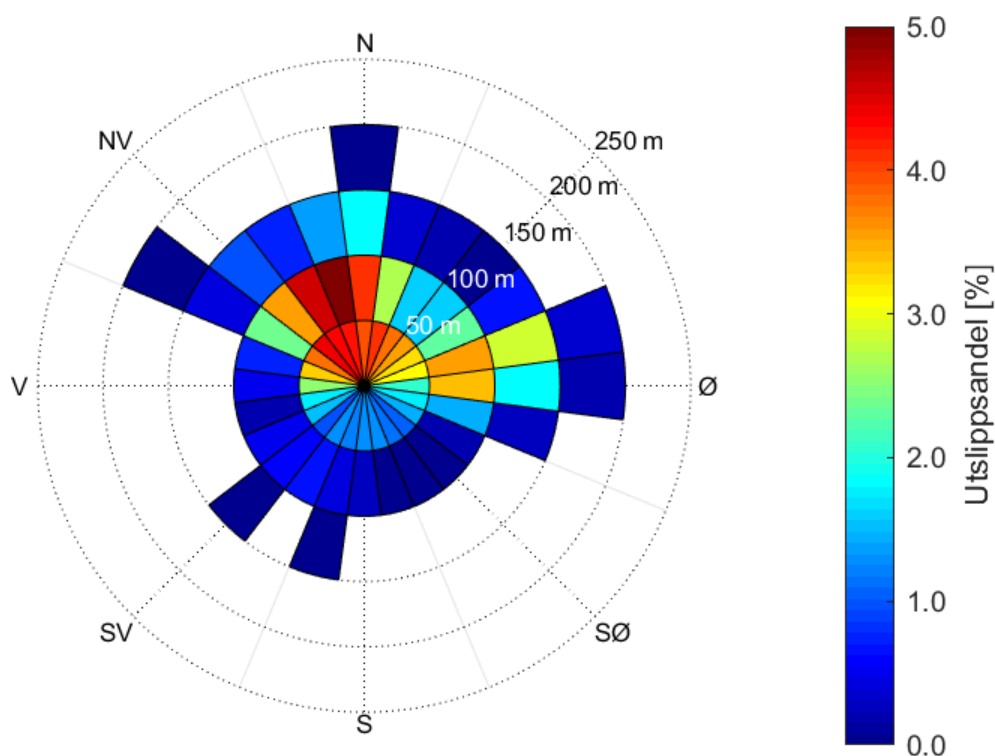


Figur 4.26.3. Posisjonen til Sula værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Mausund tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.27 Utslippskontur

Partikler som slippes ut i et gitt punkt med en viss synkehastighet (Bannister, et al., 2016) vil spres med strømmen mens de synker mot bunnen. Med utgangspunkt i målt strøm på spredningsdyp, beregnes utslippskonturen som summen av partikkelens vertikale og horisontale bevegelse bort fra utslippspunktet ved overflaten. Figur 4.27.1 viser retning og avstand for spredning, og i hvilke områder det er mest utslipp som blir liggende på bunn. Fargeskalaen indikerer mengde sedimentasjon som prosentandel (%) av den totale mengden som blir sluppet ut, hvor de røde områdene vil ha størst mengde avfall. Summen av prosentnivået i alle sektorer er lik total mengde utslipp (100%).

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



Figur 4.27.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (34m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner på bunnen, indikert av fargelagte sektorer. Oppløsningen på hver fargelagt sektor er 50m lang og 15° bred. Avstand fra utslippspunktet er markert med en stiplet sirkel for hver 50m.

5. Diskusjon

Strømmen på Buskjæret er mot NV/N – Ø på 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). 65.9% av relativ vannutskiftning på 15m, 73.7% på spredningsdyp og 68.3% på bunndyp skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.18.1). Strømmen på Buskjæret er mot flere retninger på 5m dyp, som stemmer med områdets bunntopografi og med et eksponert område. Strømretning er ikke dominert av motsatt rettede hovedstrømretninger. Mest vannutskiftning på 5m er mot Ø (24.3%) (Tabell 4.18.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 35.4cm/s mot Ø på 5m, 30.4cm/s mot Ø på 15m, 25.7cm/s mot Ø på spredningsdyp (34m) og 31.4cm/s mot N på bunndyp (52m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på alle dyp og er vurdert som middels sterk på 5m, og som sterk på 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). 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 16.0cm/s på 5m, 11.8cm/s på 15m, 12.5cm/s på spredningsdyp (34m) og 13.7cm/s på bunndyp (52m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m, 15m og spredningsdyp (34m) og som sterk på bunndyp (52m).

Det var tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på 5m, 15m og bunndyp (52m). Høy strømhastighet oppstår uregelmessig på måleposisjonen, og med en varighet på opptil 3 timer på 5m, og mindre enn 20 minutter på 15m og bunndyp (Tabell 4.23.1, Tabell 4.23.2 og Tabell 4.23.4). Høye strømhastigheter er vurdert forårsaket av vind og tidevann.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på alle dyp under måleperioden, da tidevannsbidraget var $\geq 40\%$ (Tabell 4.24.1).

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra alle retninger kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. I måleperioden blåste vind mest fra Ø og sterkest fra SV (Tabell 4.26.1).

Grunnet friksjon mellom vind og vannoverflate vil vind med betydelig hastighet ($> 3\text{m/s}$) og stabil retning som blåser over en lengre periode ha innvirkning på strømmen. Tilfeller med vindpåvirkning er i dette tilfellet beregnet utfra sammenfallende eller motsatt rettet retninger ved et bestemt tidspunkt, uten hensyn til vindens varighet eller stabilitet.

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

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

Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{cm/s}$ på alle dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og bunndyp (52m) og som sterk på 15m og spredningsdyp (34m).

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på alle dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 20 minutter på 5m, 30 minutter på 15m, 40 minutter på spredningsdyp (34m) og 50 minutter på bunndyp (52m). Det var kort periode med strømstille på 5m og 15m dyp (≤ 30 minutter). Det var få tilfeller med strømstille på alle dyp (Tabell 4.23.1 – Tabell 4.23.4).

Neumann-parameteren er beregnet til 0.2 på 5m, 0.3 på 15m, 0.5 på spredningsdyp (34m) og 0.5 på bunndyp (52m). Neumann-parameteren er vurdert som middels stabil på 5m og 15m, og som stabil på spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). Strømrretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på alle dyp fordi vannet stort sett beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. Det forekommer derimot enkelte perioder på 5m og 15m hvor vannet beveger seg mer frem og tilbake ved startpunktet.

5.5 Mulig spredning av utslipp

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

Dyp ved målepunktet var ca. 53m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmåleposisjonen ligger over en kupert bunn. Måleposisjonene ligger i en renne som er orientert NV/N – SØ/S i området rundt posisjonen.

Det var tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på både spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m). Strømhastigheter $> 10\text{cm/s}$ er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Spredning av utslipp følger strømmen for spredningsdyp (Figur 4.2.1) og orienteringen til bunntopografien i området. Mye sedimentasjon legger seg mot NV/N og Ø (Figur 4.27.1), som er retningene med mest vannutskiftning (Tabell 4.18.1). Med utgangspunkt i målte strømhastigheter på spredningsdyp vil avfall spre seg lengst mot NV, N og Ø, opptil 200m vekk fra utslippspunktet.

5.6 Vannsøylens vertikale struktur

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

Temperatur under måleperioden var 8.6 - 14.1°C på instrumentdyp (29m), 11.8 - 14.0°C på spredningsdyp (34m) og 11.8 - 14.1°C på bunndyp (52m). Målingene viser at temperaturen på 29m dyp var relativt stabil frem til starten av oktober, avtok deretter frem til starten av november og var nokså lik frem til slutten av november. Temperaturfallet den 18. oktober 2023 på instrumentdyp (29m) forekommer i sammenheng med opptak av instrumentene på spredning- og bunndyp. Temperaturen på 34m og 52m dyp var også relativt stabil frem til starten av oktober, og avtok frem til midten av oktober.

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon

6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger

Valg av målested

Plassering av riggen i forhold til det dypet strømmen skal måles på har stor betydning for målingene. Et av kravene i NS 9415:2021 er at målerne skal plasseres i den posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokaliteten.

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

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

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

Valg av måledyp

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

Vannutskiftningsstrøm måles på 15m dyp.

Sprednings- og bunnstrøm

- Spredningsstrøm måles midt mellom merdbunn og sjøbunn, men ikke dypere enn 50m fra merdbunn.
- 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 dyp ble gjort i samsvar med NS 9415:2021, der kravet er at delmålinger skal gjennomføres sammenhengende i minst 30 dager.

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

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning (34m)	Bunn (52m)
Leverandør	Nortek AS	Nortek AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	Signature500	Signature500	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	100913	100913	5070	5314
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.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	0.3% av målt verdi $\pm 0.3\text{cm/s}$	0.3% av målt verdi $\pm 0.3\text{cm/s}$	$\pm 0.15\text{cm/s}$	$\pm 0.15\text{cm/s}$
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til $\pm 2.5\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)	0 til $\pm 2.5\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretningens nøyaktighet	$\pm 2^\circ$ for helning $< 20^\circ$	$\pm 2^\circ$ for helning $< 20^\circ$	$\pm 5^\circ$ for $0-15^\circ$ helning; $\pm 7.5^\circ$ for $15-35^\circ$ helning	$\pm 5^\circ$ for $0-15^\circ$ helning; $\pm 7.5^\circ$ for $15-35^\circ$ helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperaturens 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	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 Signature

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 Signature.

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 kontinuerlig i løpet av en 10-minutters samplingsperiode. Den registrerte målingen hvert 10. minutt er gjennomsnittet av strømmålinger i løpet av disse 10 minuttene i samplingsperioden.

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.

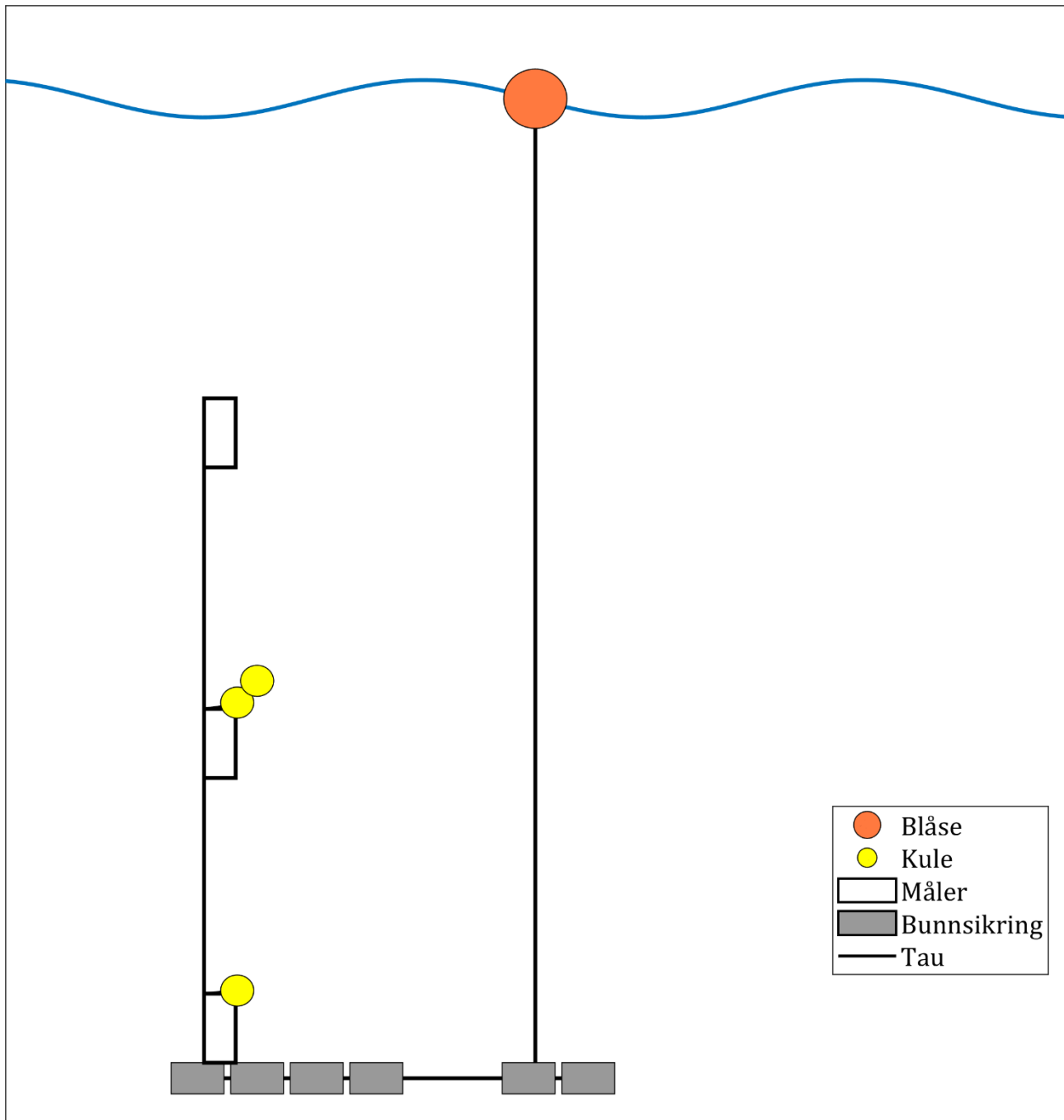
Basert på resultater fra analysen, er modifisert riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp optimalisert for å sikre så gode strømdata som mulig.

7.2 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.2.1 og skissert i Figur 7.2.1. Den 18. oktober ble riggen røktet og strømmålerne på spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m) ble tatt ut av riggen. Deretter ble riggen satt ut igjen, for resten av måleperioden for strøm på 5m og 15m dyp.

Tabell 7.2.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m, spredningsdyp (34m) og bunndyp (52m).

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
Profiler	Bøye	1stk	25.0m	55kg oppdrift
Danline 12mm	Tau	9.0m		
Trålkule 11"	Kule	2stk		7.5kg oppdrift
Punktmåler	Måler	1stk	34.0m	
Danline 12mm	Tau	8.0m		
Trålkule 11"	Kule	1stk		7.5kg oppdrift
Punktmåler	Måler	1stk	42.0m	
Garnanker	Bunnsikring	4stk		50kg
Synketau 20mm	Tau	100.0m		
Garnanker	Bunnsikring	2stk		40kg
Danline 12mm	Tau	40.0m		
A3-blåse	Blåse	1stk		62kg oppdrift



Figur 7.2.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m, sprednings- og bunndyp under måleperioden.

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

Instrumentet for måling av 5m og 15m dyp var innstilt til å måle i lokaltid. Strømdataene er korrigert til koordinert universaltid (UTC). Tidskorrigeringen har ingen konsekvens for datakvaliteten.

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

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (34m)	Bunn (52m)
Filnavn for rådata	Buskjæret 5m15m MF1123 NS100913_avgd.ad2cp		Buskjæret spred MF1023 AP5070.bin	Buskjæret bunn MF1023 AP5314.bin
Rådata først vurdert i	Ocean Contour	Ocean Contour	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Buskjæret 5m MF1123 NS100913_eks_AGF.xlsx	Buskjæret 15m MF1123 NS100913_eks_AGF.xlsx	Buskjæret spred-34m MF1023 AP5070_eks_AGF.xlsx	Buskjæret bunn-52m MF1023 AP5314_eks_AGF.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Buskjæret-5m_QC.xlsx	Buskjæret-15m_QC.xlsx	Buskjæret-Spredning (34m)_QC.xlsx	Buskjæret-Bunn (52m)_QC.xlsx
Prosentandel data (%)	99.95	99.95	93.37	82.90
Antall målinger	10467 / 10472	10467 / 10472	5210 / 5580	4626 / 5580
Antall fjernede/manglende målinger	5	5	370	954
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	09.09.23 14:58 – 21.11.23 08:08	09.09.23 14:58 – 21.11.23 08:08	09.09.23 15:20 – 18.10.23 09:10	09.09.23 15:20 – 18.10.23 09:10
Dato og tid for start og slutt av instrument	04.09.23 13:18 – 24.11.23 08:38*	04.09.23 13:18 – 24.11.23 08:38*	01.09.23 11:40 – 19.10.23 12:30	01.09.23 12:10 – 19.10.23 12:50

*Tidspunktene for start og slutt av instrument er oppgitt i lokaltid.

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 måleperioden er det en episode med «opptrekk» på 5m og 15m. Episoden forekommer i sammenheng med opptak av strømmålerne på sprednings- og bunndyp. Strømdata under episoden med opptrekk er enten manuelt eller automatisk fjernet fra 5m og 15m dyp.

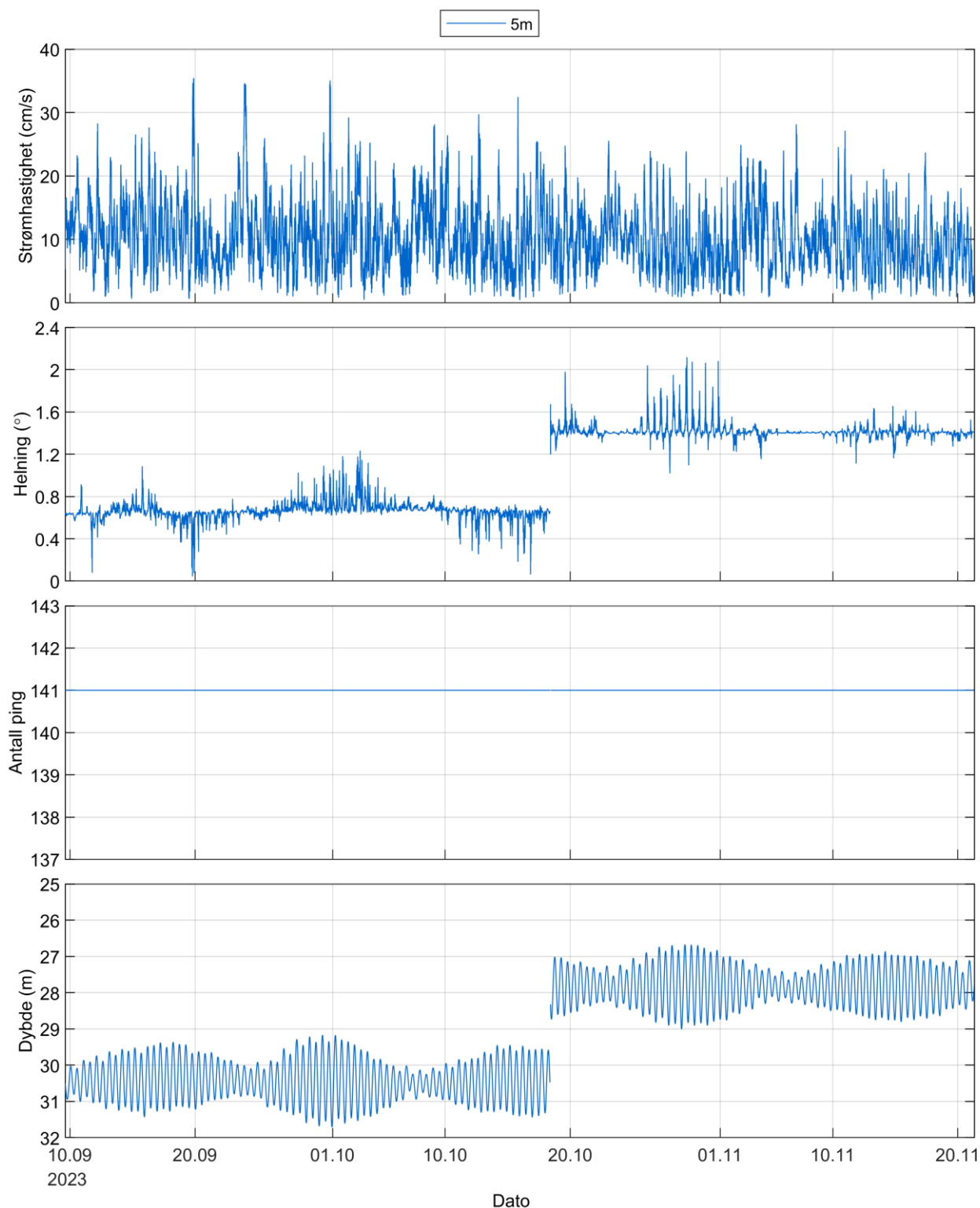
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Helning	$< 50^{\circ}$ (Figur 8.2.3 – Figur 8.2.4) $< 20\text{-}30^{\circ}$ (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.2)
Ping count	150 (Figur 8.2.3 – Figur 8.2.4)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.1, Figur 8.2.2 og Figur 8.2.4)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

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

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

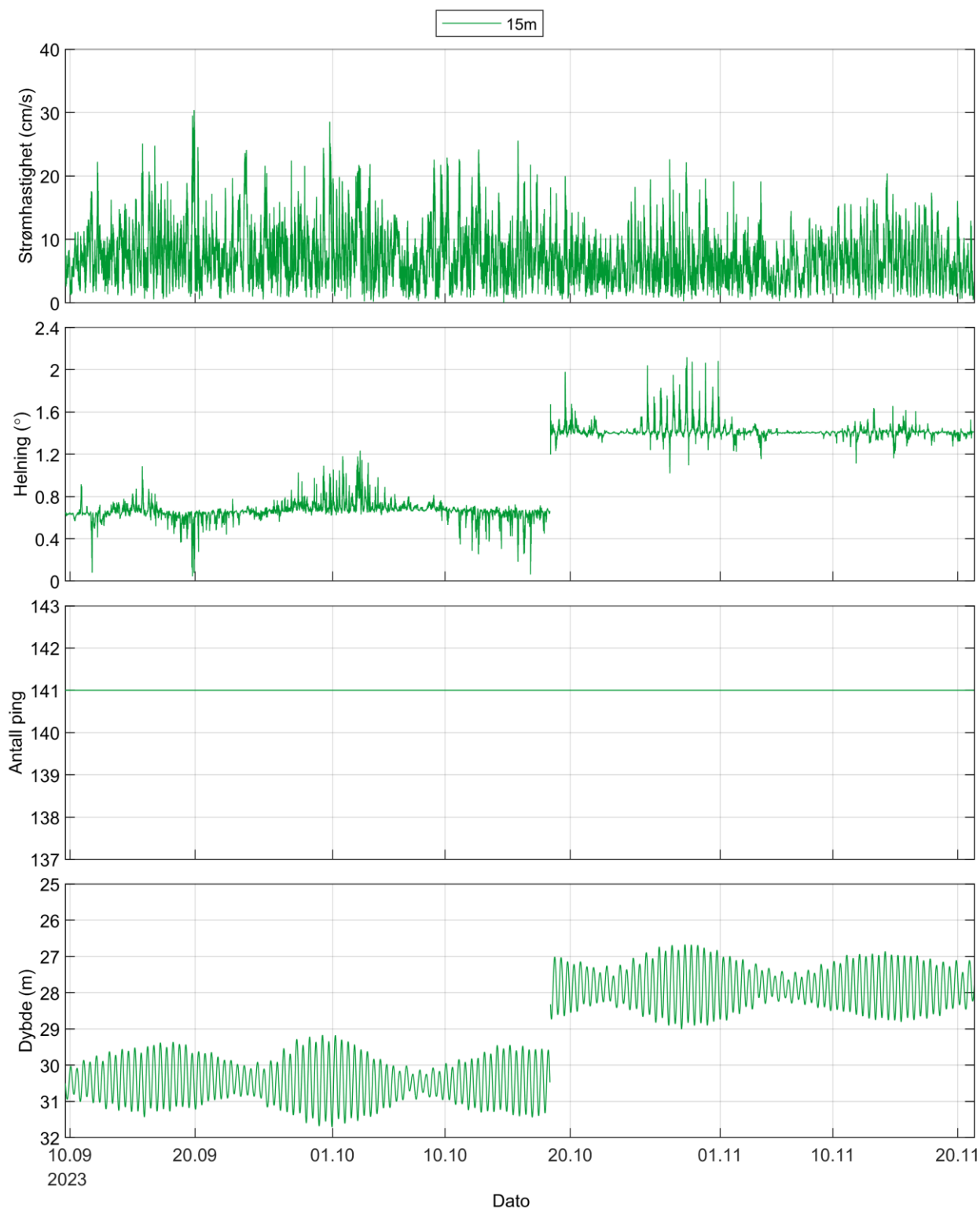
Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet, u_1 og u_2 , for forskjellige måleintervall, Δt (IOC, 1993). For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har de teoretiske forskjellene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



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

Instrumentdypet varierte mellom 26.7m og 31.7m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 29.2m.

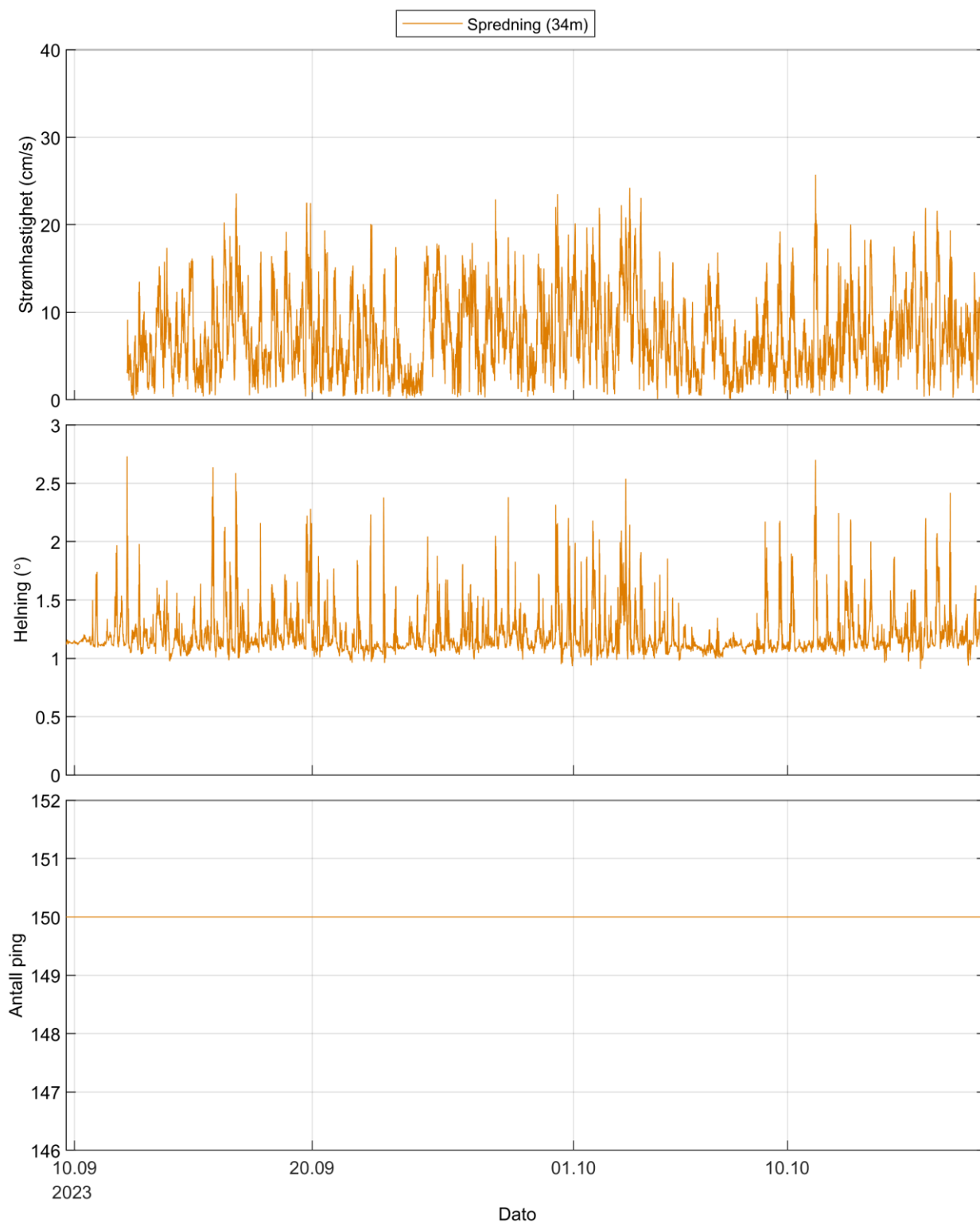
Merknad: Ettersom strømmen på 5m og 15m ble målt med samme instrument (profilerende instrument) er samme helning- og trykkdata oppgitt for 5m og 15m, fordi dette gjelder disse dypene.



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

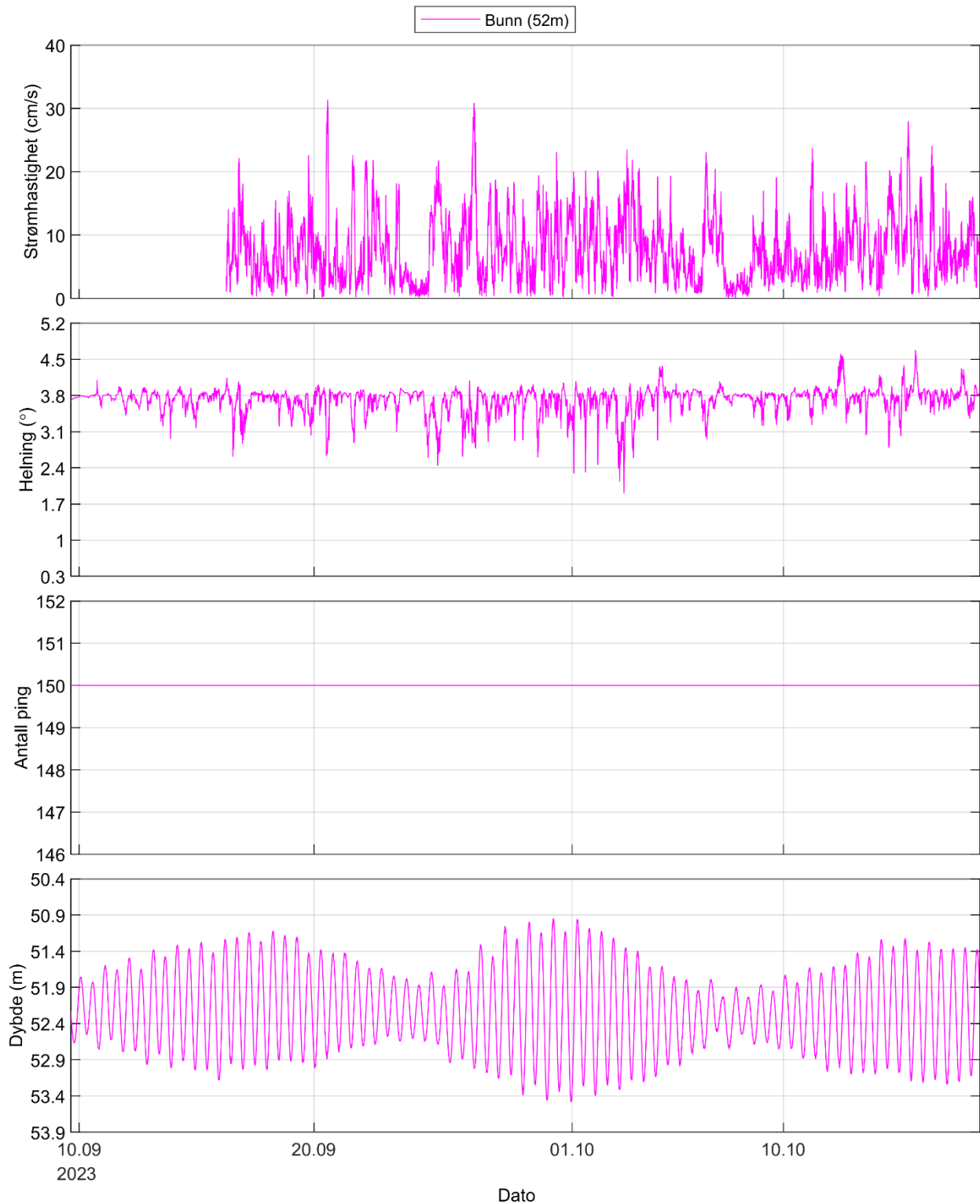
Instrumentdypet varierte mellom 26.7m og 31.7m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 29.2m.

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, spredningsdyp (34m).

Instrumentet hadde ikke trykksensor. Utfra riggoppsett skal instrumentet ha stått på gjennomsnittlig 34m dyp under måleperioden.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (52m).

Instrumentdypet varierte mellom 51.0m og 53.5m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 52.2m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom spredningsdyp og bunndyp i så stor grad som mulig.

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

8.3.2 Enkelte datapunkter

Totalt er 5 datapunkter fjernet fra både 5m og 15m dyp. På 5m dyp er ett datapunkt manuelt fjernet og 4 datapunkter automatisk fjernet, mens på 15m dyp er 5 datapunkter automatisk fjernet. De fjernede datapunktene på 5m og 15m dyp er fjernet grunnet opptrekk i sammenheng med opptak av strømmålere på sprednings- og bunndyp.

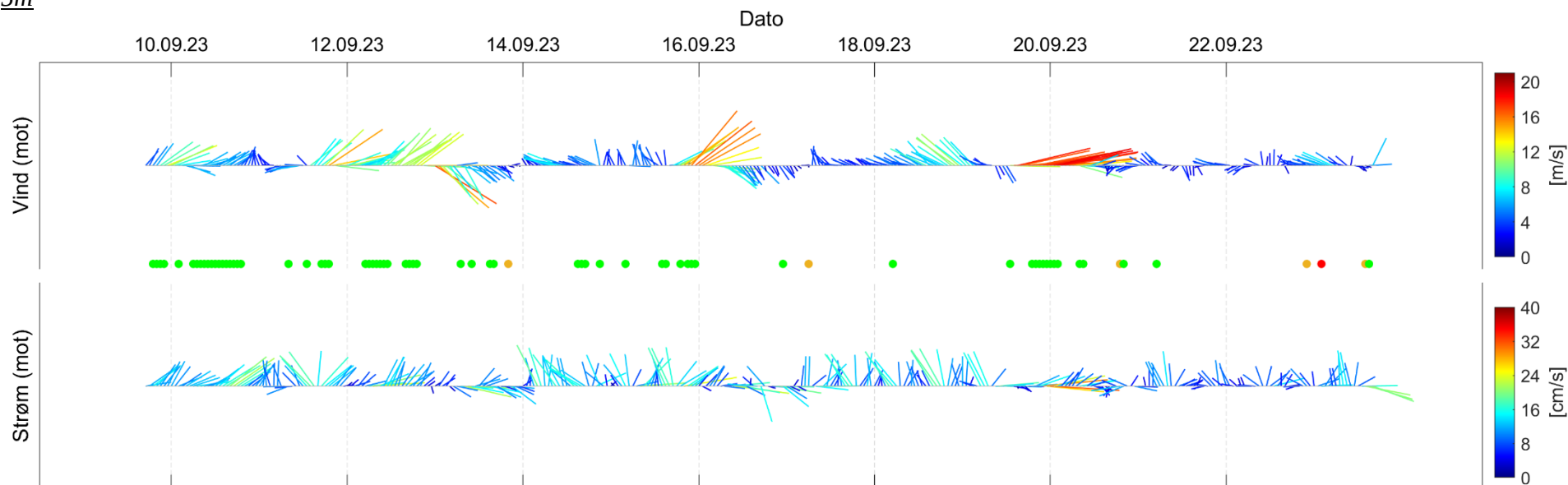
På spredningsdyp (34m) er 370 datapunkter manuelt fjernet i starten av måleperioden ettersom strømmålingene viser urealistiske verdier og er vurdert som feilmålinger. På bunndyp (52m) er 954 datapunkter fjernet manuelt i starten av måleperioden grunnet at strømmålingene viser urealistiske verdier og er vurdert som feilmålinger.

455 temperaturverdier er fjernet fra målingene på spredningsdyp i perioden 09.09.23 – 12.09.23, på grunn av urealistiske verdier som vurderes som feilmålinger. 1001 temperaturverdier er fjernet fra målingene på bunndyp i perioden 09.09.23 – 16.09.23, på grunn av urealistiske verdier som vurderes som feilmålinger.

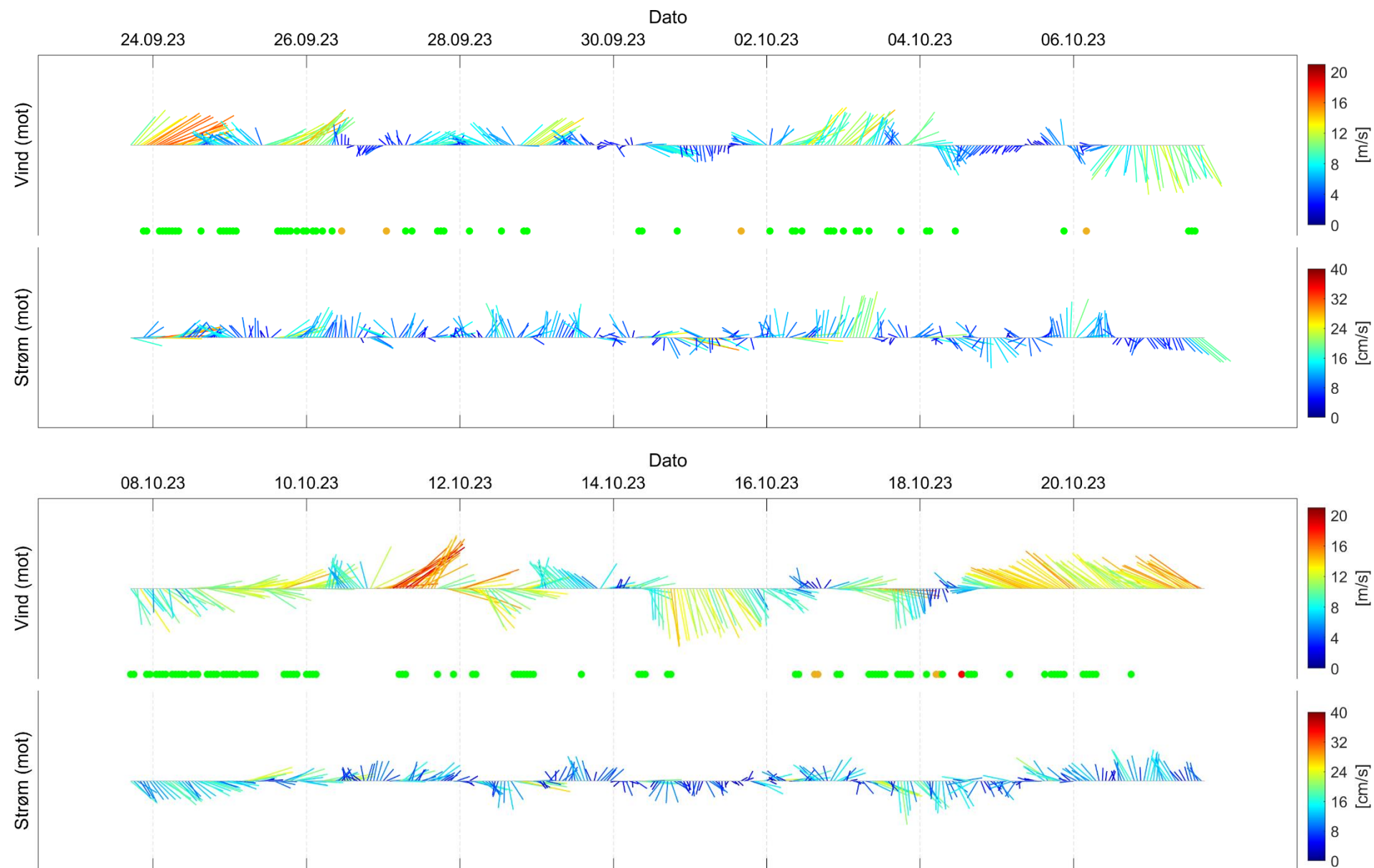
9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

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.

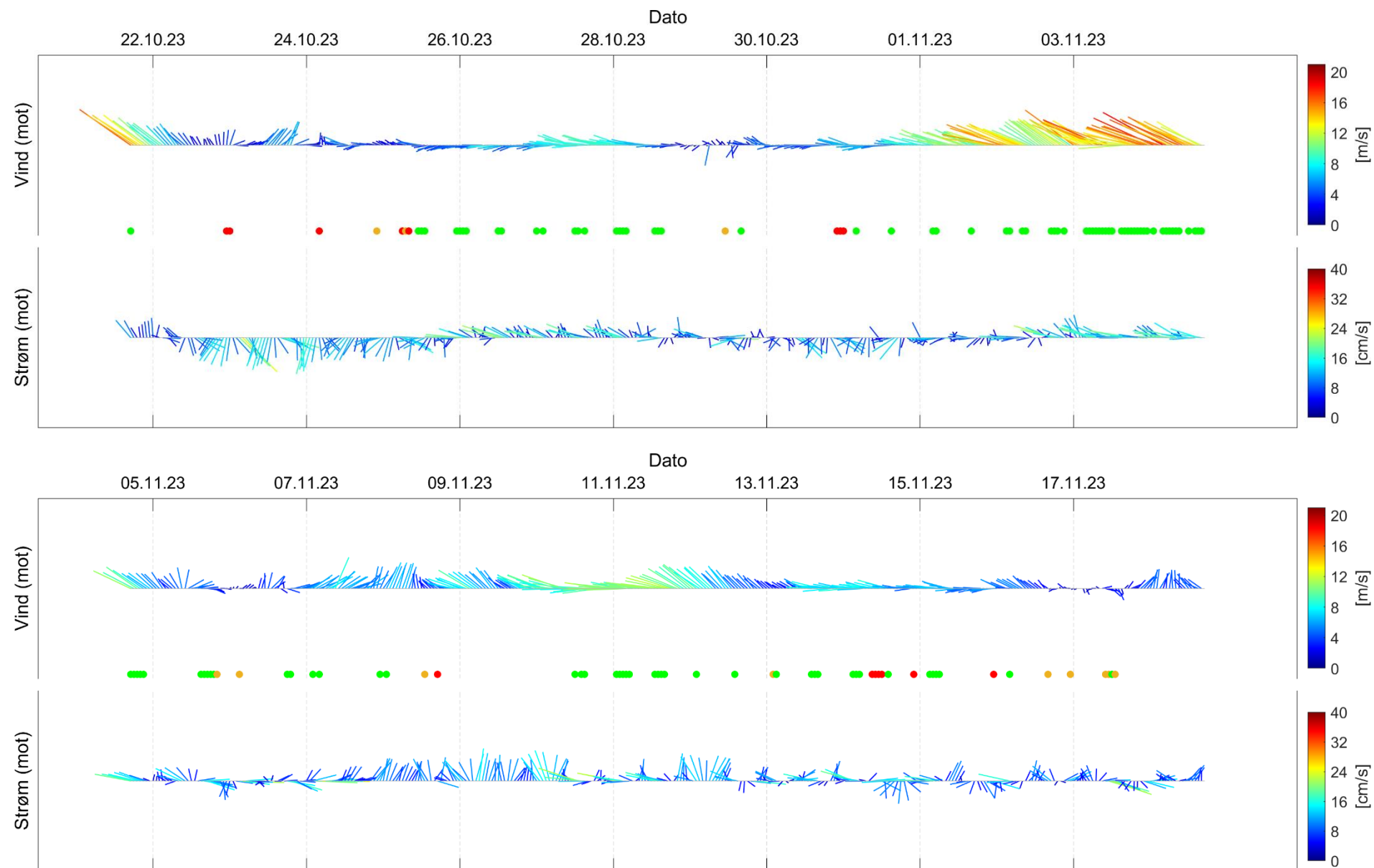
5m



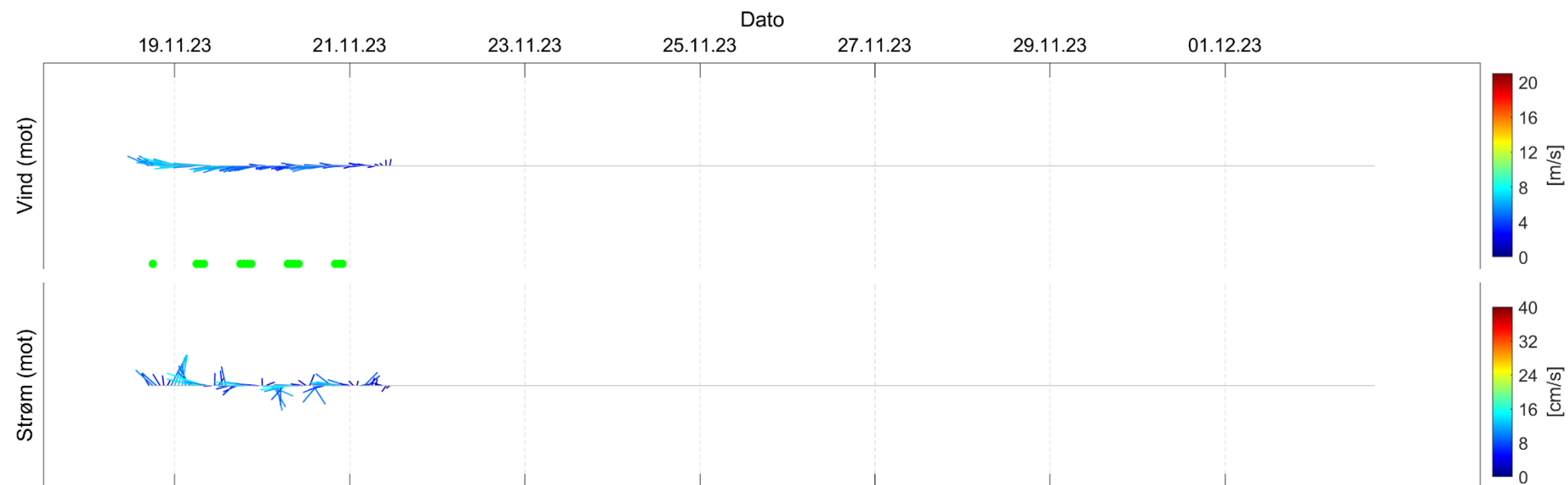
Figur 9.1. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Sula (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



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



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



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

10. Vedlegg - Varighetsanalyse

Lave ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) og høye ($\geq 50, 60, 70$ og 80cm/s) strømhastigheter kan ha betydning for fiskens helse. I Figur 10.1 – Figur 10.4 vises varighet av lave ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) strømhastigheter på hvert av de målte dypene i måleperioden. Én hendelse er anvist som én prikk og den tilhørende heltrukne linjen fra prikken indikerer hendelsens varighet. For de korteste varighetsklassene vises ikke den heltrukne linjen på grunn av den korte varigheten i forhold til lengden av måleperioden. Det var ingen tilfeller av strøm $\geq 50\text{cm/s}$ på noen av dypene.

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.

Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	> 6t
$\leq 1\text{cm/s}$	3	0	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	76	21	5	0	0	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	141	74	57	8	0	1	0	1
$\leq 10\text{cm/s}$	166	79	67	44	48	33	8	23

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

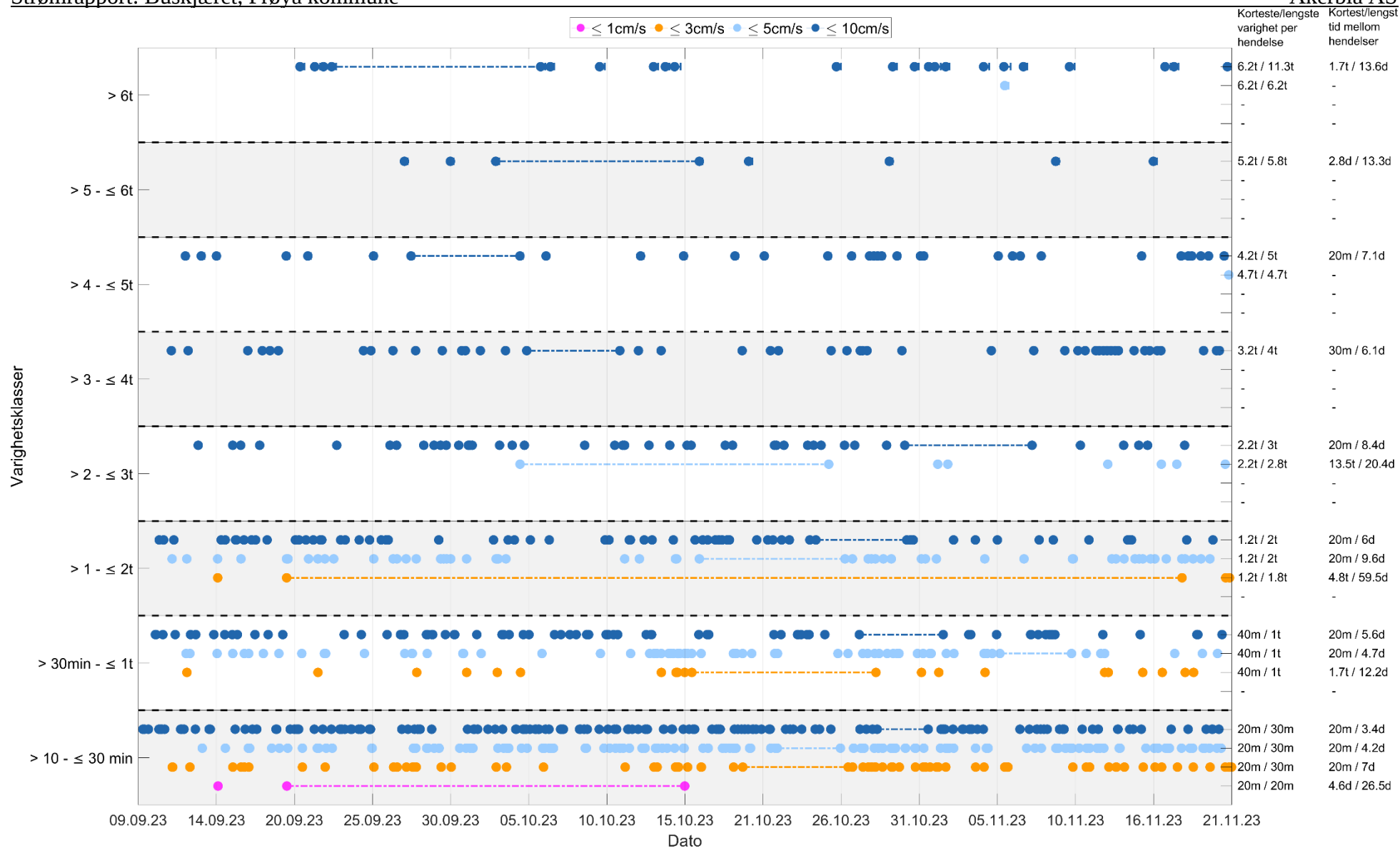
Hastighetsklasser	> 10 - $\leq$ 30min	> 30min - $\leq$ 1t	> 1 - $\leq$ 2t	> 2 - $\leq$ 3t	> 3 - $\leq$ 4t	> 4 - $\leq$ 5t	> 5 - $\leq$ 6t	> 6t
$\leq 1\text{cm/s}$	13	0	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	193	80	17	3	1	0	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	263	123	117	33	14	0	2	1
$\leq 10\text{cm/s}$	99	63	49	36	37	37	20	61

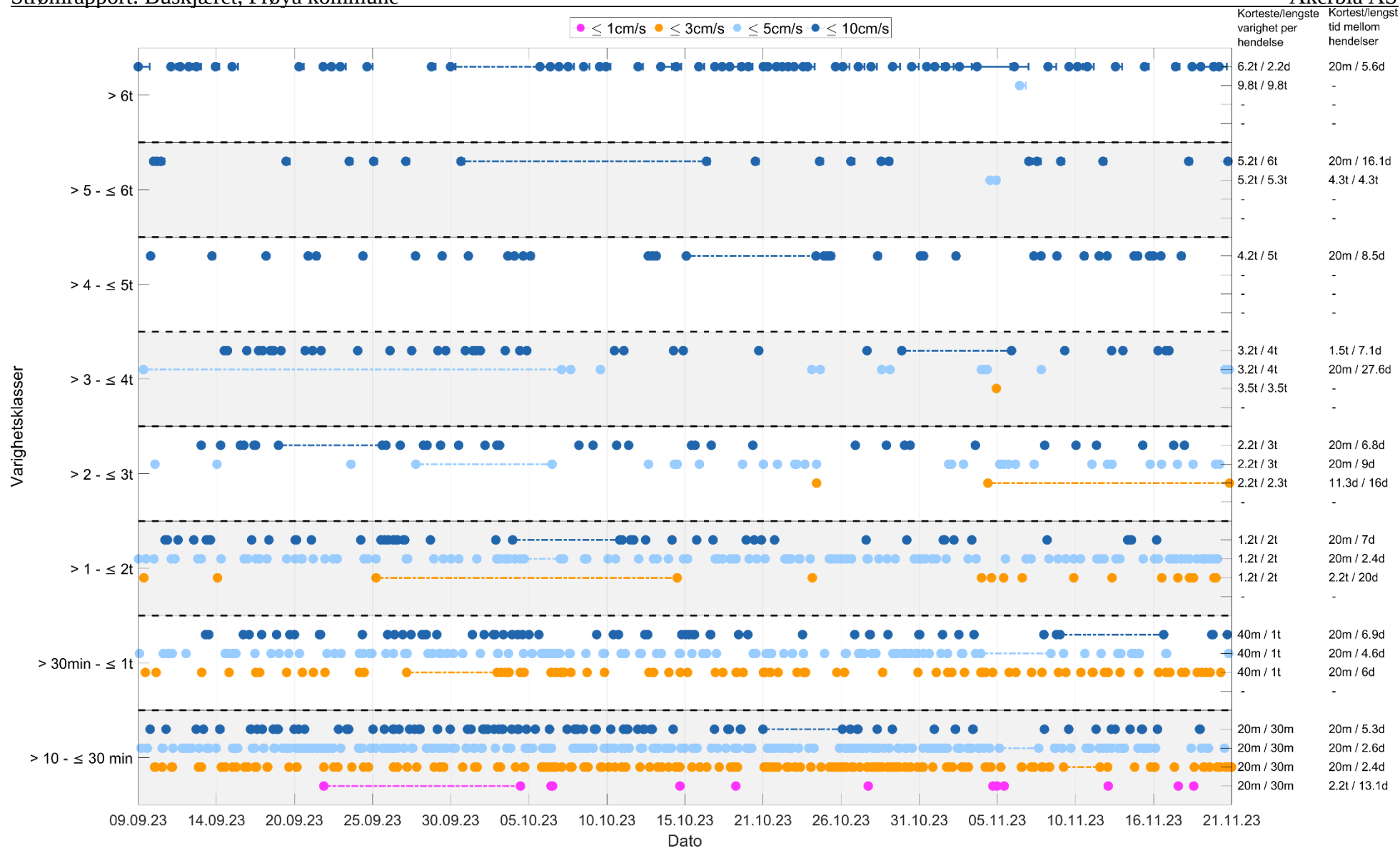
Tabell 10.3. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på spredningsdyp (34m).

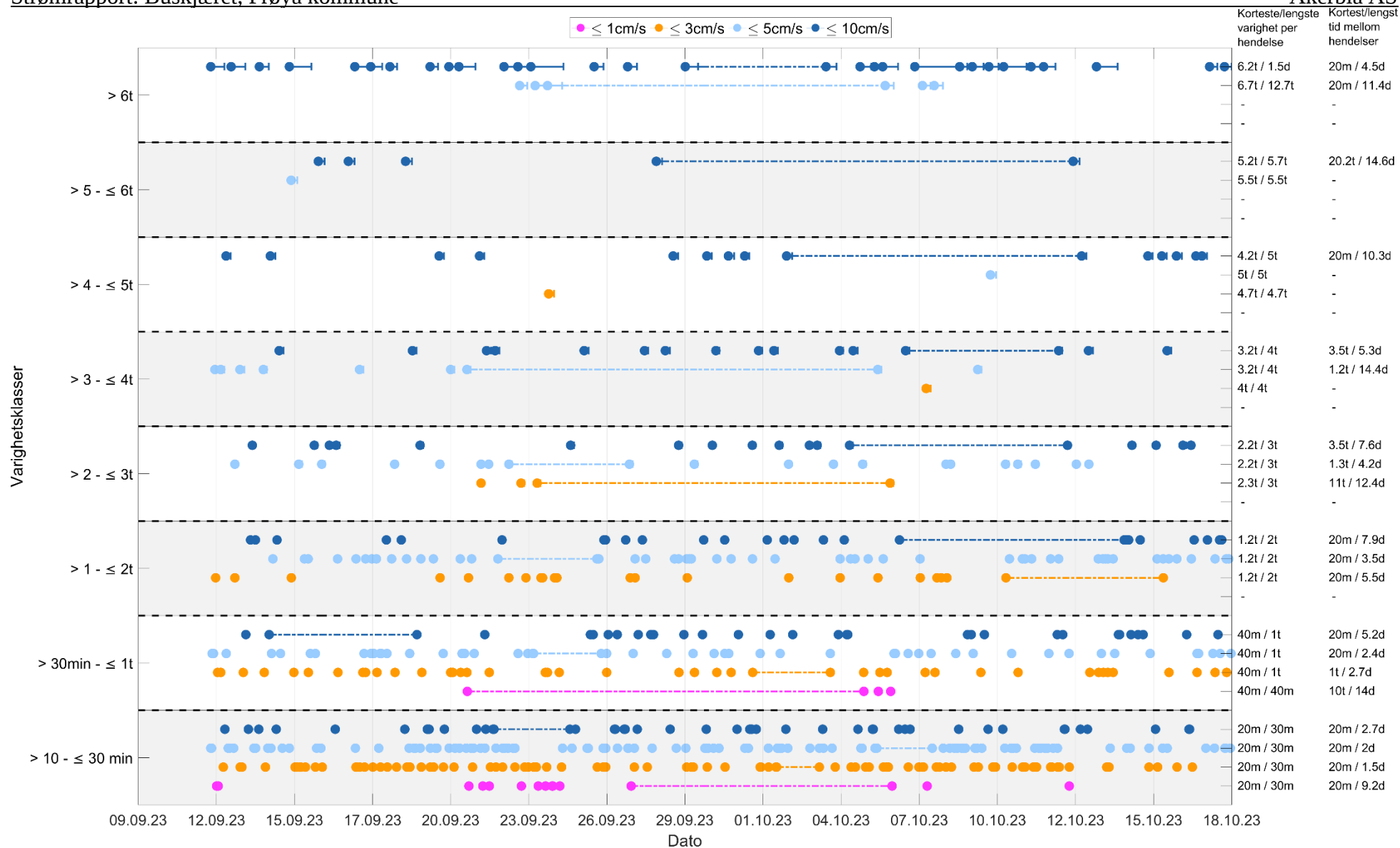
Hastighetsklasser	$> 10 - \leq 30\text{min}$	$> 30\text{min} - \leq 1\text{t}$	$> 1 - \leq 2\text{t}$	$> 2 - \leq 3\text{t}$	$> 3 - \leq 4\text{t}$	$> 4 - \leq 5\text{t}$	$> 5 - \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$\leq 1\text{cm/s}$	15	4	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	96	43	23	4	1	1	0	0
$\leq 5\text{cm/s}$	109	51	53	20	9	1	1	6
$\leq 10\text{cm/s}$	45	32	26	18	16	15	5	30

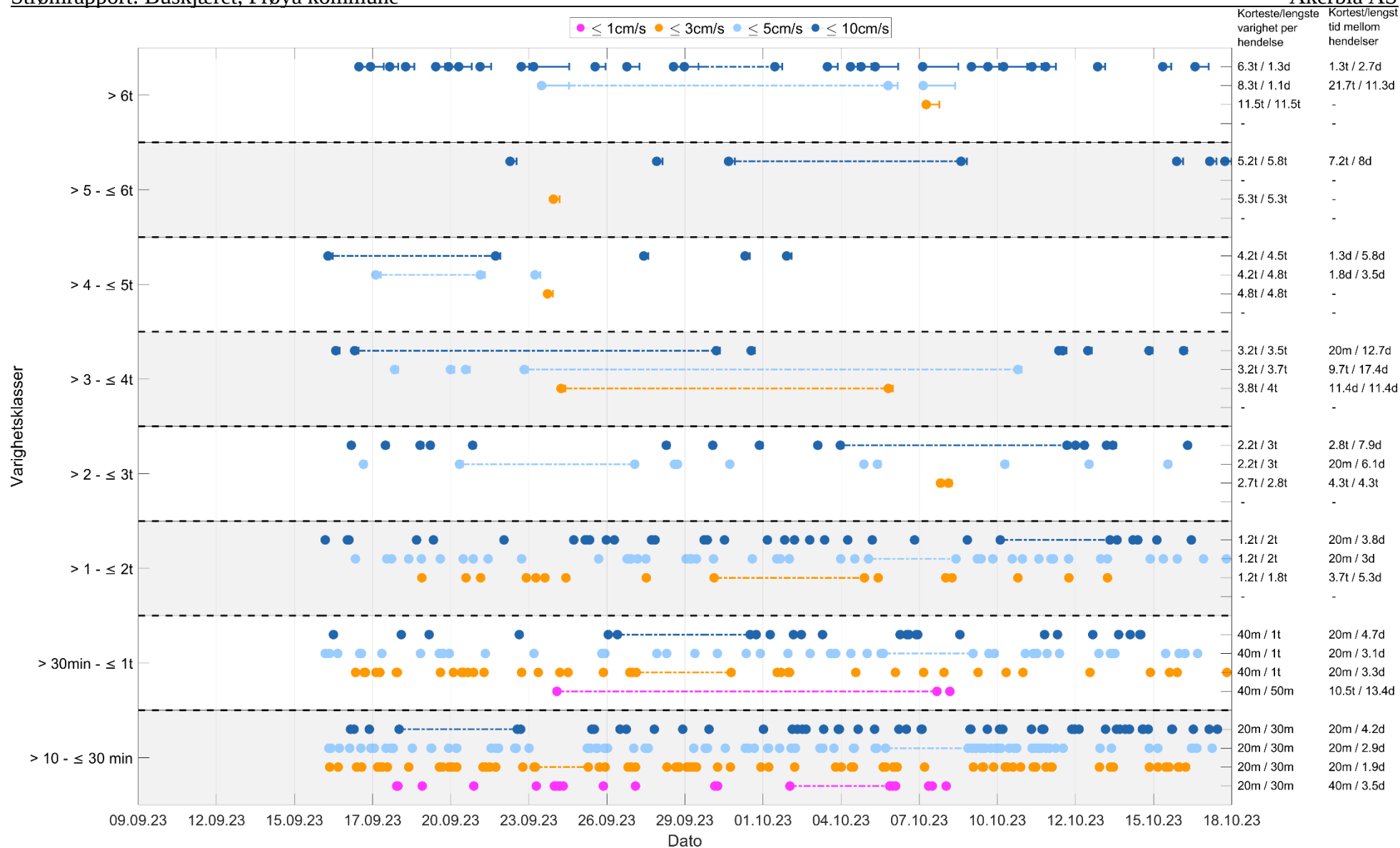
Tabell 10.4. Antall hendelser per varighetsklasse for hver hastighetsklasse ($\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s) på bunndyp (52m).

Hastighetsklasser	$> 10 - \leq 30\text{min}$	$> 30\text{min} - \leq 1\text{t}$	$> 1 - \leq 2\text{t}$	$> 2 - \leq 3\text{t}$	$> 3 - \leq 4\text{t}$	$> 4 - \leq 5\text{t}$	$> 5 - \leq 6\text{t}$	$> 6\text{t}$
$\leq 1\text{cm/s}$	21	3	0	0	0	0	0	0
$\leq 3\text{cm/s}$	85	39	16	2	2	1	1	1
$\leq 5\text{cm/s}$	85	48	45	11	5	3	0	3
$\leq 10\text{cm/s}$	54	25	33	16	9	5	7	28

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 spredningsdyp (34m).

Figur 10.4. Varigheter med strømhastigheter $\leq 1, 3, 5$ og 10cm/s (strømhastighetsklasser) på bunndyp (52m).

11. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

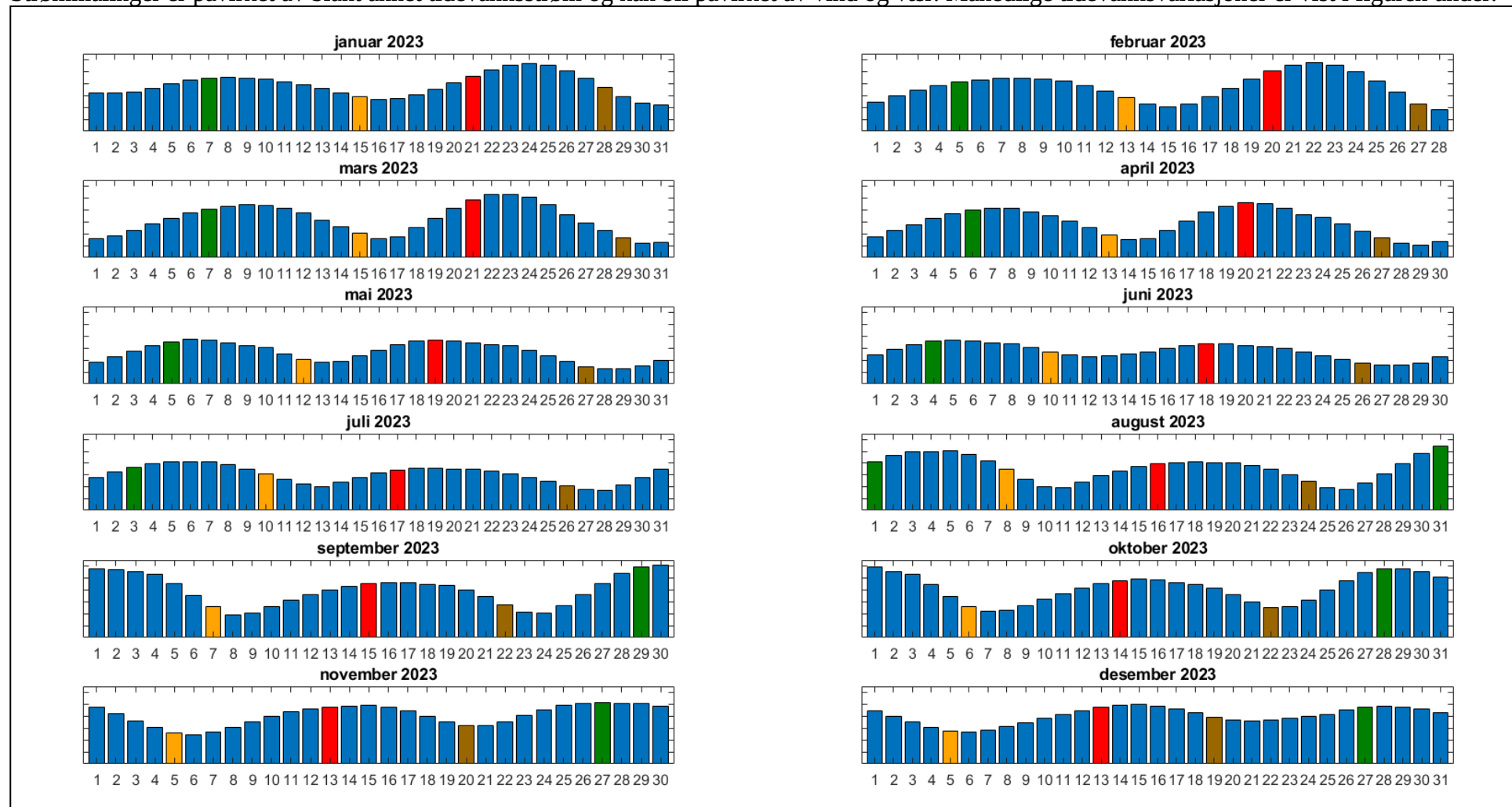
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i tabellen under. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 11.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	$\geq 40 - < 55$	$\geq 26 - < 40$	$\geq 15 - < 26$	< 15
Utskifting	15	≥ 45	$\geq 30 - < 45$	$\geq 20 - < 30$	$\geq 10 - < 20$	< 10
Spredning		≥ 35	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$	$\geq 10 - < 15$	< 10
Bunn		≥ 35	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$	$\geq 10 - < 15$	< 10
Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 10	$\geq 7 - < 10$	$\geq 6 - < 7$	$\geq 3 - < 6$	< 3
Utskifting	15	≥ 9	$\geq 6 - < 9$	$\geq 5 - < 6$	$\geq 2 - < 5$	< 2
Spredning		≥ 8.5	$\geq 5 - < 8.5$	$\geq 4 - < 5$	$\geq 2 - < 4$	< 2
Bunn		≥ 7.5	$\geq 5 - < 7.5$	$\geq 4 - < 5$	$\geq 2 - < 4$	< 2
Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 25	$\geq 17 - < 25$	$\geq 11 - < 17$	$\geq 5 - < 11$	< 5
Utskifting	15	≥ 23	$\geq 15 - < 23$	$\geq 8 - < 15$	$\geq 4 - < 8$	< 4
Spredning		≥ 20	$\geq 14 - < 20$	$\geq 7 - < 14$	$\geq 4 - < 7$	< 4
Bunn		≥ 16	$\geq 11 - < 16$	$\geq 6.5 - < 11$	$\geq 3 - < 6.5$	< 3
Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 6	$\geq 4 - < 6$	$\geq 2.5 - < 4$	$\geq 1.5 - < 2.5$	< 1.5
Utskifting	15	≥ 5	$\geq 3.5 - < 5$	$\geq 2.3 - < 3.5$	$\geq 1.5 - < 2.3$	< 1.5
Spredning		≥ 4	$\geq 3 - < 4$	$\geq 2 - < 3$	$\geq 1 - < 2$	< 1
Bunn		≥ 4	$\geq 3 - < 4$	$\geq 2 - < 3$	$\geq 1 - < 2$	< 1
Andel strømstille (%) < 1cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 1	$< 3 - \geq 1$	$< 5 - \geq 3$	$< 7 - \geq 5$	≥ 7
Utskifting	15	< 1	$< 5 - \geq 1$	$< 7 - \geq 5$	$< 10 - \geq 7$	≥ 10
Spredning		< 3	$< 8.5 - \geq 3$	$< 15 - \geq 8.5$	$< 20 - \geq 15$	≥ 20
Bunn		< 3	$< 10 - \geq 3$	$< 20 - \geq 10$	$< 30 - \geq 20$	≥ 30
Andel strømstille (%) < 3cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 5	$< 10 - \geq 5$	$< 20 - \geq 10$	$< 30 - \geq 20$	≥ 30
Utskifting	15	< 5	$< 15 - \geq 5$	$< 25 - \geq 15$	$< 40 - \geq 25$	≥ 40
Spredning		< 10	$< 20 - \geq 10$	$< 35 - \geq 20$	$< 50 - \geq 35$	≥ 50
Bunn		< 10	$< 20 - \geq 10$	$< 35 - \geq 20$	$< 60 - \geq 35$	≥ 60
Effektiv transport (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 5	$\geq 2.5 - < 5$	$\geq 1.5 - < 2.5$	$\geq 0.3 - < 1.5$	< 0.3
Utskifting	15	≥ 3.5	$\geq 2 - < 3.5$	$\geq 1 - < 2$	$\geq 0.2 - < 1$	< 0.2
Spredning		≥ 3	$\geq 1.8 - < 3$	$\geq 0.6 - < 1.8$	$\geq 0.1 - < 0.6$	< 0.1
Bunn		≥ 3	$\geq 1.8 - < 3$	$\geq 0.6 - < 1.8$	$\geq 0.1 - < 0.6$	< 0.1
Neumann-parameter						
		svært stabil	stabil	middels stabil	lite stabil	svært lite stabil
Alle dyp (m)		≥ 0.6	$\geq 0.4 - < 0.6$	$\geq 0.2 - < 0.4$	$\geq 0.1 - < 0.2$	< 0.1

12. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner

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



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

13. Vedlegg – Måleenheter

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 13.1. Måleenheter brukt i rapporten.

Beskrivelse	Måleenhet
Dag og Tid Tidsstempel i tidsserier er gitt ved midnatt, slik at tidsserier starter midnatt før første målepunkt og slutter midnatt etter siste målepunkt.	dd.mm.yy hh:mm (UTC) dd.mm (UTC) dd.mm.yyyy hh (UTC)
Høyde / Dybde	Meter (m)
Avstand	Kilometer (km) Meter (m)
Posisjon / Koordinater Posisjon er oppgitt i koordinatsystemet WGS64 (World Geodetic System 1984).	GGG (°) MM.MM (')
Strømretning (mot)	Grader (°)
Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
Vindretning (fra)	Grader (°)
Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
Temperatur	Grader celsius (°C)
Helning	Grader (°)
Ping Count	Antall

14. Vedlegg – Parametere og beskrivelse

Tabell 14.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse.

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

15. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmålerer og Nortek Signature.
2. Bannister, R. J., Johnsen, I. A., Hansen, P. K., Kutti, T., & Asplin, L. (2016). Near- and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems. *ICES Journal of Marine Science*, 73, 9, 2408-2419.
3. Codiga, D. L. (2021). Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions. Technical Report 2011-01. Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, RI. 59pp.
4. Dewey, K. R. (2006). Users Guide to Mooring Design & Dynamics. A Matlab Package for Designing and Analyzing Oceanographic Moorings and Towed Bodies. Centre for Earth and Ocean Research, University of Victoria, BC, Canada.
5. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
6. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
7. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data. Tilgjengelig: http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
8. Kartverket (2023). 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 (2023). www.seklima.met.no
11. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
12. NS 9415:2021. Flytende akvakulturanlegg. Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk. Norsk Standard 2021: 127s.
13. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
14. 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

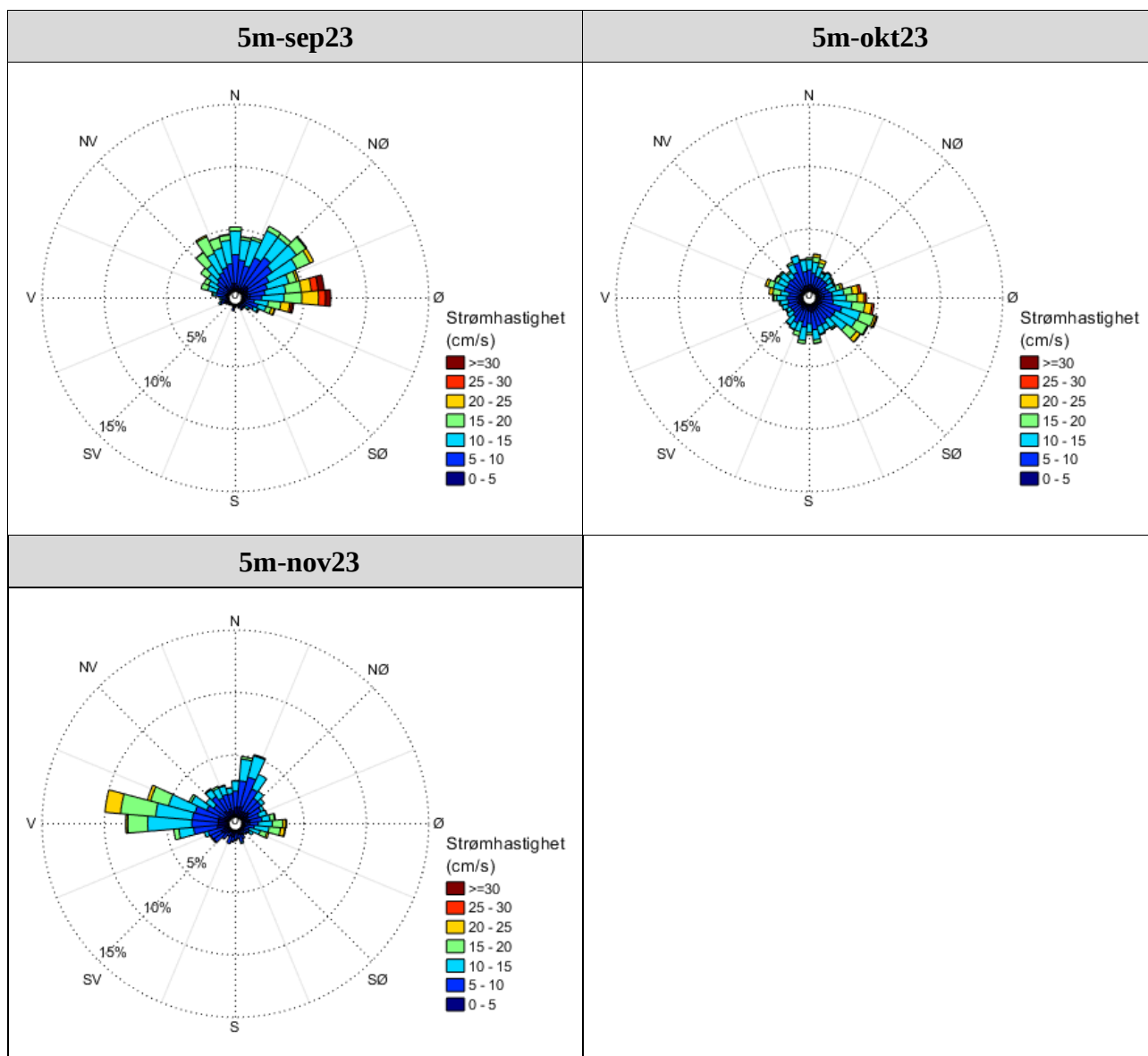
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 5m dyp er sammenfattet i Tabell 16.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og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

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

Måledyp	5m-sep23	5m-okt23	5m-nov23
Maksimum (cm/s)	35.4	32.5	28.2
Gjennomsnitt (cm/s)	11.1	10.1	9.3
Minimum (cm/s)	0.6	0.4	0.5
Signifikant maks (cm/s)	17.3	15.9	14.7
Signifikant min (cm/s)	5.6	5.0	4.4
Varsians (cm/s) ²	31.2	25.8	22.4
Standardavvik (cm/s)	5.6	5.1	4.7
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	0.2	0.3	0.2
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	20	10
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	3.6	4.3	6.2
Lengste periode < 3cm/s (min)	90	50	110
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	46.4	55.0	59.8
Lengste periode < 10cm/s (min)	680	590	660
% ≥ 30cm/s	1.1	0.02	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	150	10	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0
Effektiv transport			
Hastighet (cm/s)	6.1	1.8	3.1
Retning (grader)	40	97	320
Neumann-parameter	0.6	0.2	0.3
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	9598	8727	8046

16.2 Strømroser

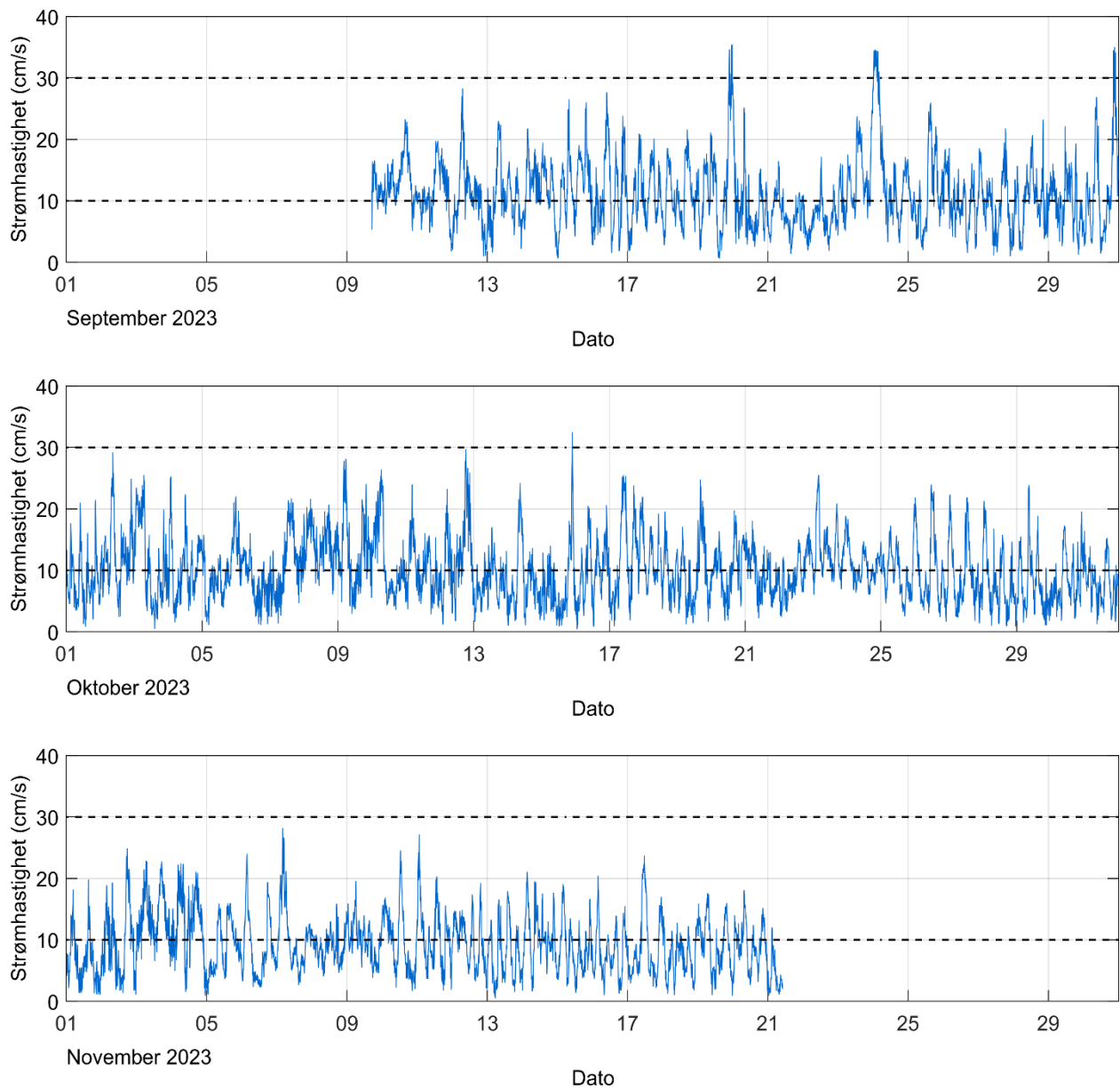
Strømrosene viser strømhastighet og strømretning for hver måned. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



Figur 16.2.1. Strømroser på 5m dyp i september, oktober og november 2023.

16.3 Tidsdiagram – strømhastighet

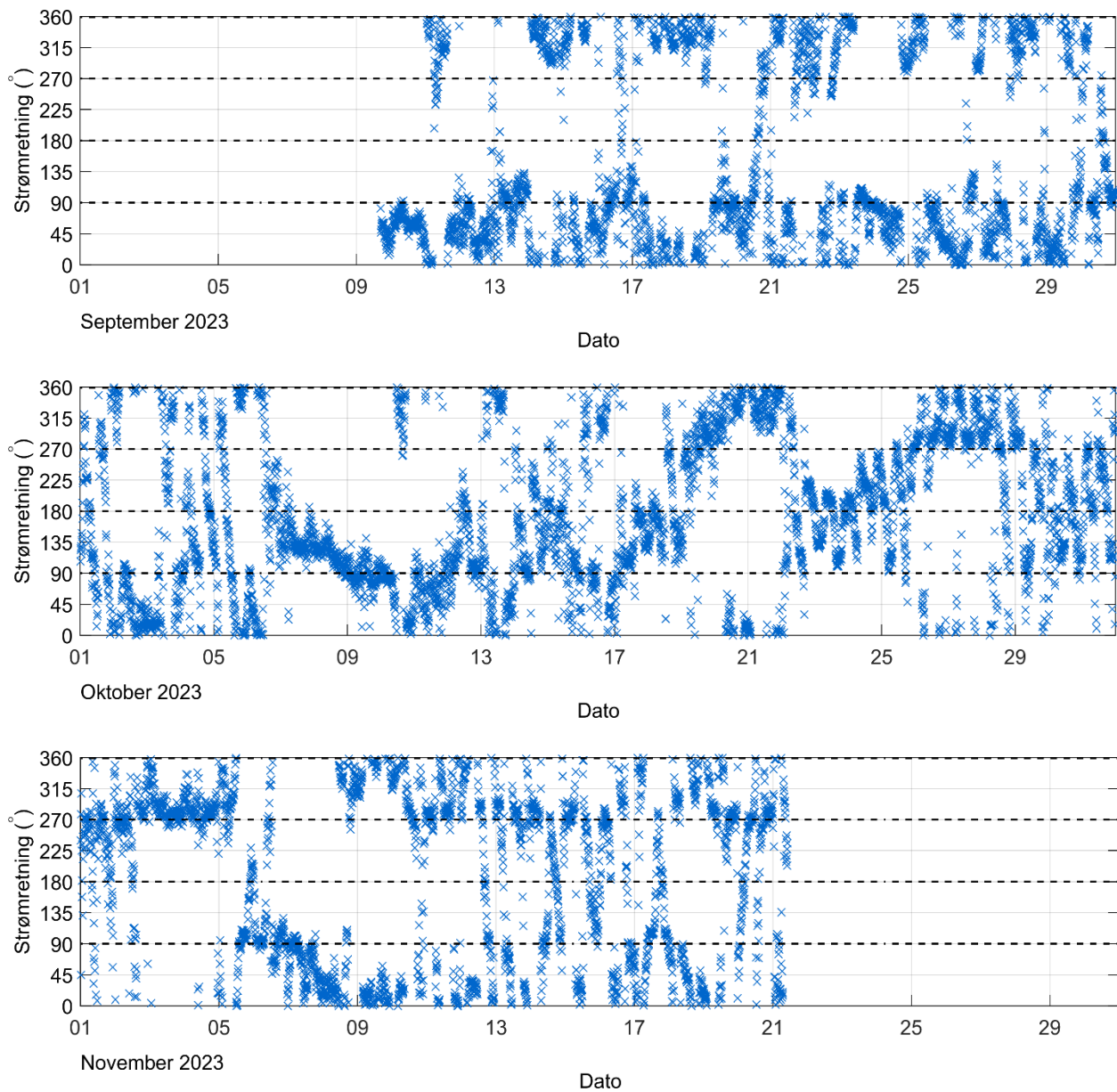
Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m dyp i september, oktober og november 2023. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

16.4 Tidsdiagram – strømretning

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 16.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m dyp i september, oktober og november 2023. 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-sep23	5m-okt23	5m-nov23
1	1.9	1.7	1.4
10	4.6	4.2	3.7
20	6.5	5.6	5.0
30	7.9	6.9	6.2
40	9.2	8.1	7.5
50	10.5	9.3	8.7
60	11.6	10.7	10.0
70	13.1	12.3	11.5
80	15.2	14.1	13.2
90	18.0	17.2	15.8
95	21.3	19.7	18.2
99	30.2	24.2	21.6

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-sep23	5m-okt23	5m-nov23
1	99.8	99.7	99.8
3	96.4	95.7	93.8
5	88.0	84.3	80.1
10	53.6	44.9	40.2
20	6.5	4.7	2.7
30	1.1	0.02	

17. Vedlegg – Resultater per måned på 15m dyp

17.1 Sammendrag av strømdata

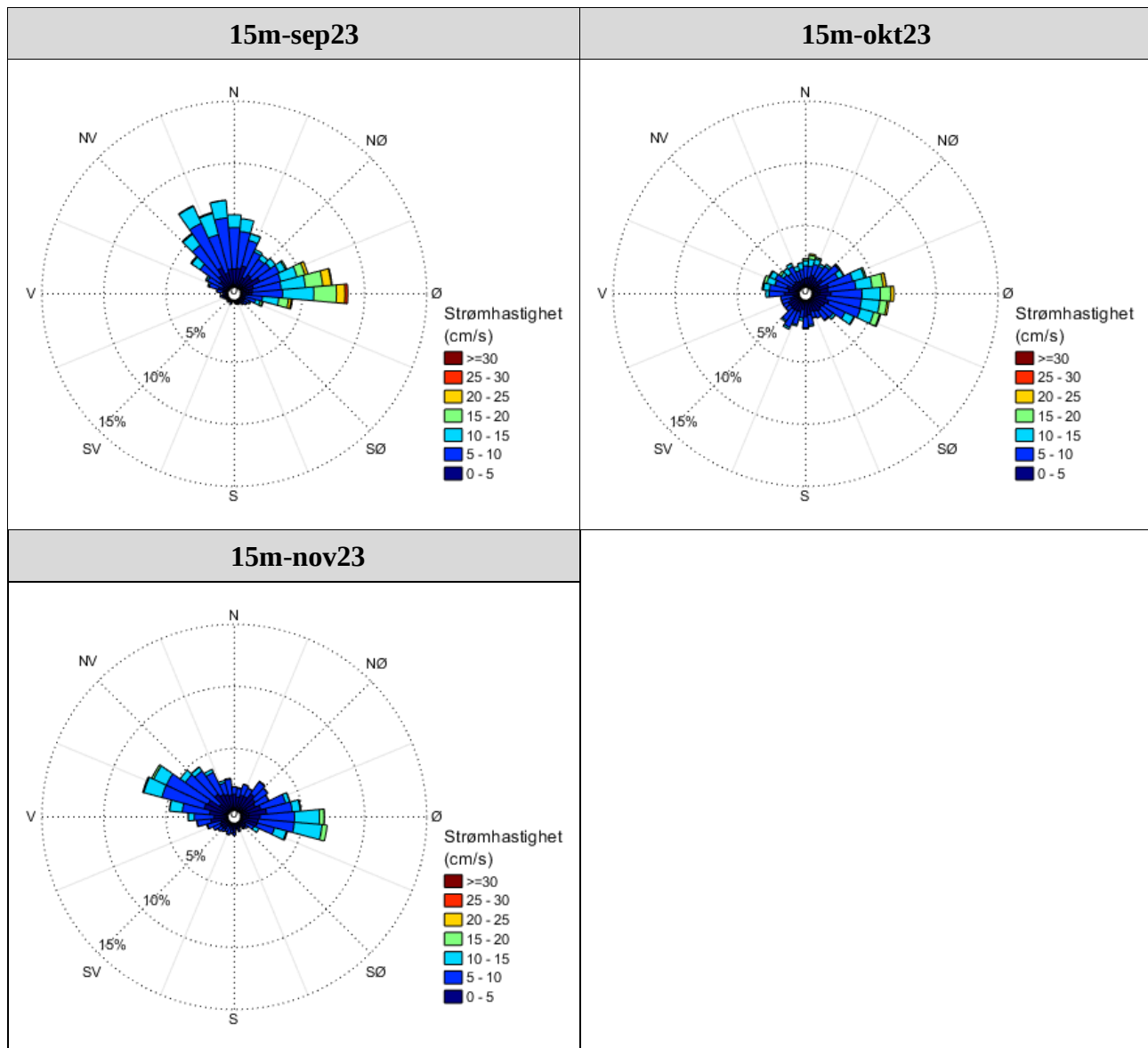
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Resultater per måned for 15m dyp er sammenfattet i Tabell 17.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og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

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

Måledyp	15m-sep23	15m-okt23	15m-nov23
Maksimum (cm/s)	30.4	25.6	20.4
Gjennomsnitt (cm/s)	8.0	7.1	6.3
Minimum (cm/s)	0.5	0.0	0.3
Signifikant maks (cm/s)	13.0	11.8	10.2
Signifikant min (cm/s)	3.8	3.1	2.8
Varsians (cm/s) ²	20.1	17.3	11.6
Standardavvik (cm/s)	4.5	4.2	3.4
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	0.7	1.2	1.2
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	20	30
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	8.8	14.2	17.2
Lengste periode < 3cm/s (min)	110	140	210
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	73.3	79.7	85.8
Lengste periode < 10cm/s (min)	1110	1070	3200
% ≥ 30cm/s	0.03	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	10	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0
Effektiv transport			
Hastighet (cm/s)	4.6	2.1	1.4
Retning (grader)	35	75	4
Neumann-parameter	0.6	0.3	0.2
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	6911	6118	5423

17.2 Strømroser

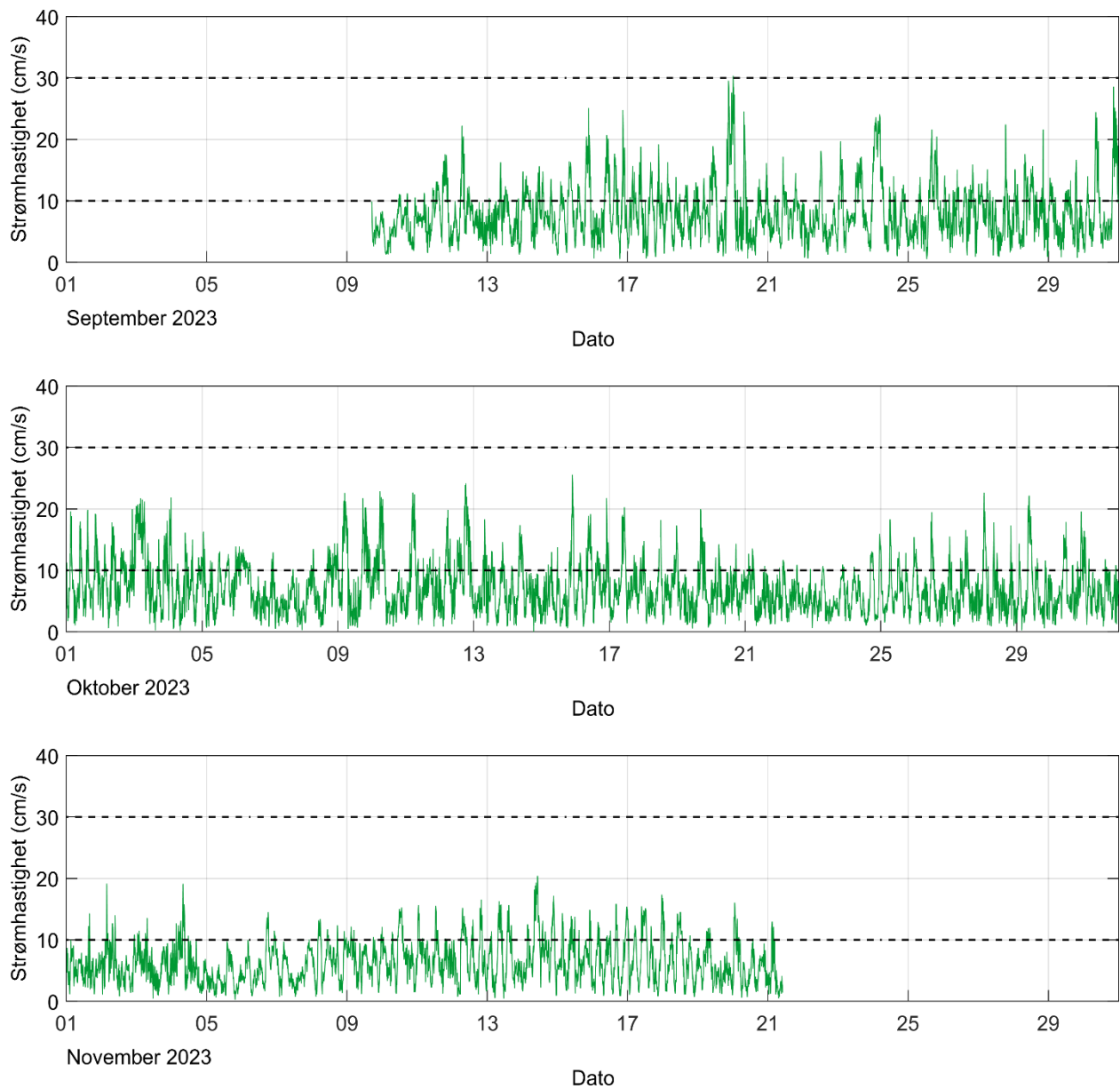
Strømrosene viser strømhastighet og strømretning for hver måned. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



Figur 17.2.1. Strømroser på 15m dyp i september, oktober og november 2023.

17.3 Tidsdiagram – strømhastighet

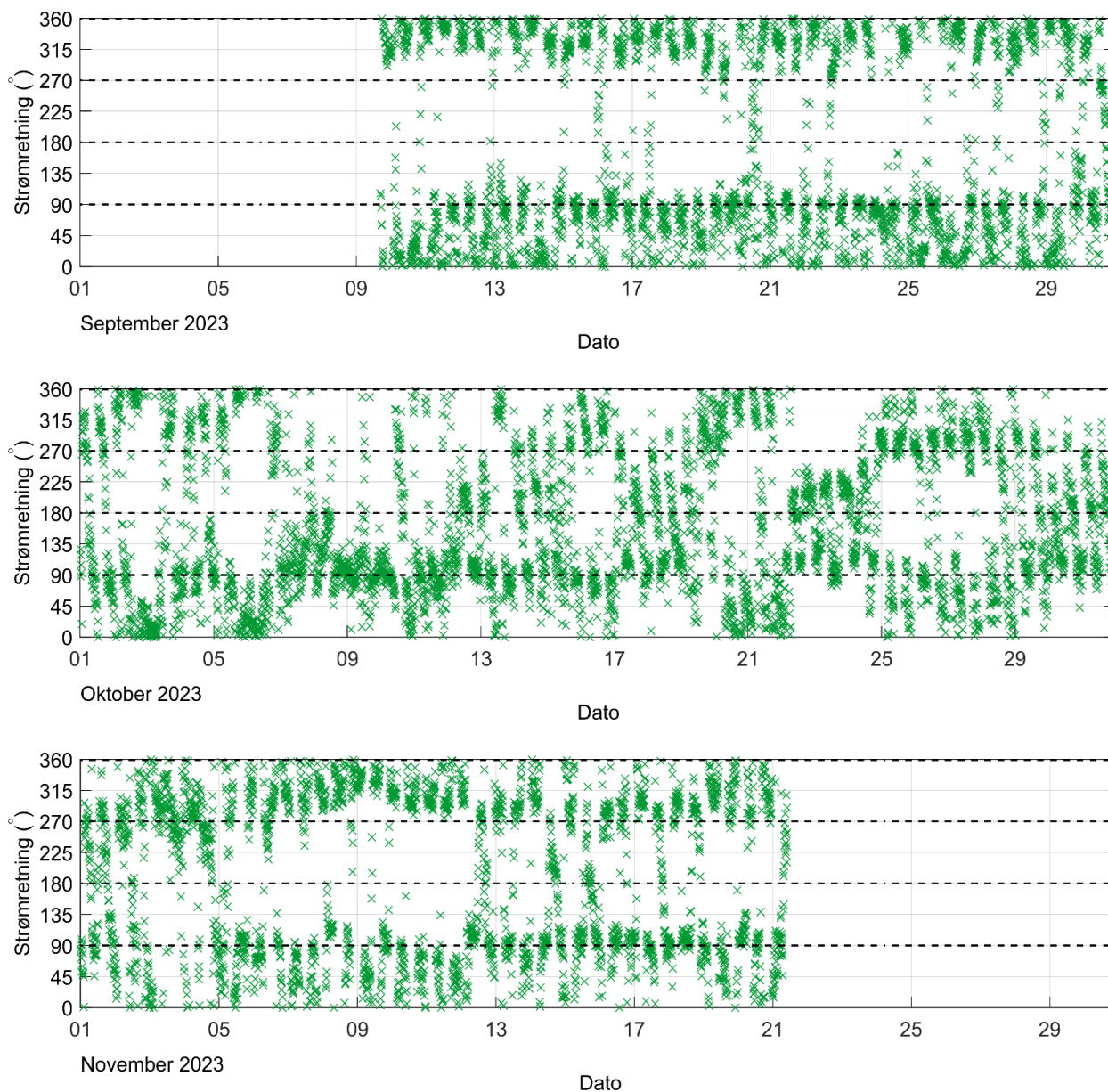
Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.3.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 15m dyp i september, oktober og november 2023. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

17.4 Tidsdiagram – strømretning

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 17.4.1. Tidsdiagram av strømretning på 15m dyp i september, oktober og november 2023. 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-sep23	15m-okt23	15m-nov23
1	1.3	0.9	0.9
10	3.2	2.5	2.3
20	4.3	3.6	3.2
30	5.3	4.5	4.1
40	6.2	5.4	4.9
50	7.1	6.3	5.9
60	8.2	7.3	6.7
70	9.5	8.5	7.7
80	11.2	10.0	8.9
90	13.8	12.7	11.1
95	16.5	15.4	12.8
99	22.8	20.2	15.6

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-sep23	15m-okt23	15m-nov23
1	99.3	98.8	98.8
3	91.2	85.8	82.8
5	72.8	64.5	59.3
10	26.7	20.2	14.2
20	2.3	1.0	0.03
30	0.03		