

Strømrapport

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

Rokset i

august - september 2021

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Rokset. SR-1021-MF-Rokset-103414-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	08.10.21	Første utgivelse	
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	Rokset	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Averøy	Fylke	Møre og Romsdal
Oppdragsgiver			
Selskap	Måsøval Fiskeoppdrett 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 Tormod Jacobsen Lindis Konst Nicolas Sperre	henry.haug@akerbla.no tormod.jacobsen@akerbla.no lindis.konst@akerbla.no nicolas.sperre@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Anne Kari Meisingset	anne.meisingset@akerbla.no	
Kontrollert av	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (46m)	Bunn (68m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	44.0 (NØ)	39.9 (SV)	20.0 (SV)	16.3 (S)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	8.0	8.9	4.8	3.4
Strømstyrke < 1cm/s (%)	2.2	3.0	7.3	13.7
Strømstyrke < 3cm/s (%)	18.3	19.7	38.1	56.0
Strømstyrke < 10cm/s (%)	71.6	62.8	91.5	97.4
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	1.2	0.5	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.3	0.2	0.5	0.5
10-års strøm (maksimal)	73	66	-	-
50-års strøm (maksimal)	81	74	-	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk.....	7
4. Resultater.....	10
4.1 Sammendrag av strømdata	10
4.2 Strømroser	11
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning	12
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	16
4.5 Strømmens retningsfordeling	17
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	18
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	19
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	20
4.9 Progressivt vektordiagram	21
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	22
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	23
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	24
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	25
4.14 Strømhastighetsprofil	26
4.15 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	27
4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	27
4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	27
4.18 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	27
4.19 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	28
4.20 Persentilfordeling av strømhastighet.....	29
4.21 Prosentfordeling av strømhastighet.....	29
4.22 Strømfordeling	30
4.23 Strømvarighet.....	32
4.24 Tidevannsanalyse	34
4.25 Todagersperiode	37
4.26 Vind under måleperioden.....	38
4.27 Utslippskontur	41
4.28 CTD-profil.....	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
6.4	CTD-målinger	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 – Strømmens tilstandsklasser	61
11.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner	62
12.	Vedlegg – Måleenheter	63
13.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	64
14.	Vedlegg – Referanser	65

1. Forord

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

Resultatene fra undersøkelsen gjelder for gitte prøvepunkt og på gitt tidspunkt hvor vurderingen av strømforhold over området er vurdert på bakgrunn av resultatene.

NYTEK-forskriften har som mål å begrense rømming av fisk fra oppdrettsanlegg. NS 9415:2009 krever at alle lokaliteter undersøkes og beskrives ut fra topografi og eksponeringsgrad i form av parametere som danner grunnlag for beregning av miljølaste 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 er vurdert etter blant annet strømforhold og vannutskiftning – og temperatur.

Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Rokset ligger i Averøy kommune, Møre og Romsdal (Figur 2.1). Rokset ligger på sørøstsiden av Averøya i Kvernesfjorden. Plasseringen er åpen mot Freifjorden i nordøst.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra nordøst og sørvest.

Bunntopografi er ca. 71m dyp og orientert NØ – SV i området for strømmålingsposisjonen.



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt måleposisjonen, anvist med rød pinne. Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

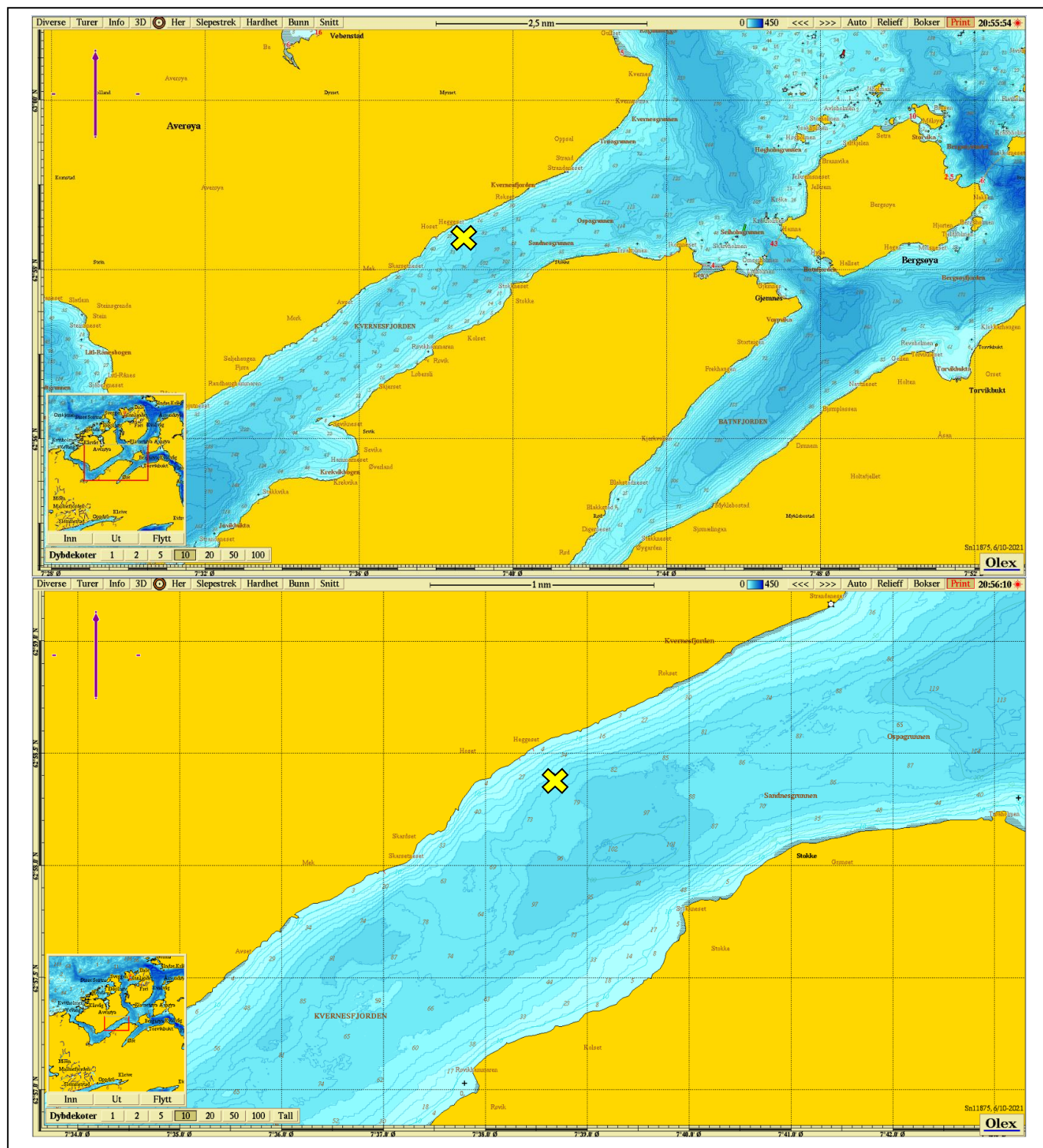
3. Metodikk

Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1.

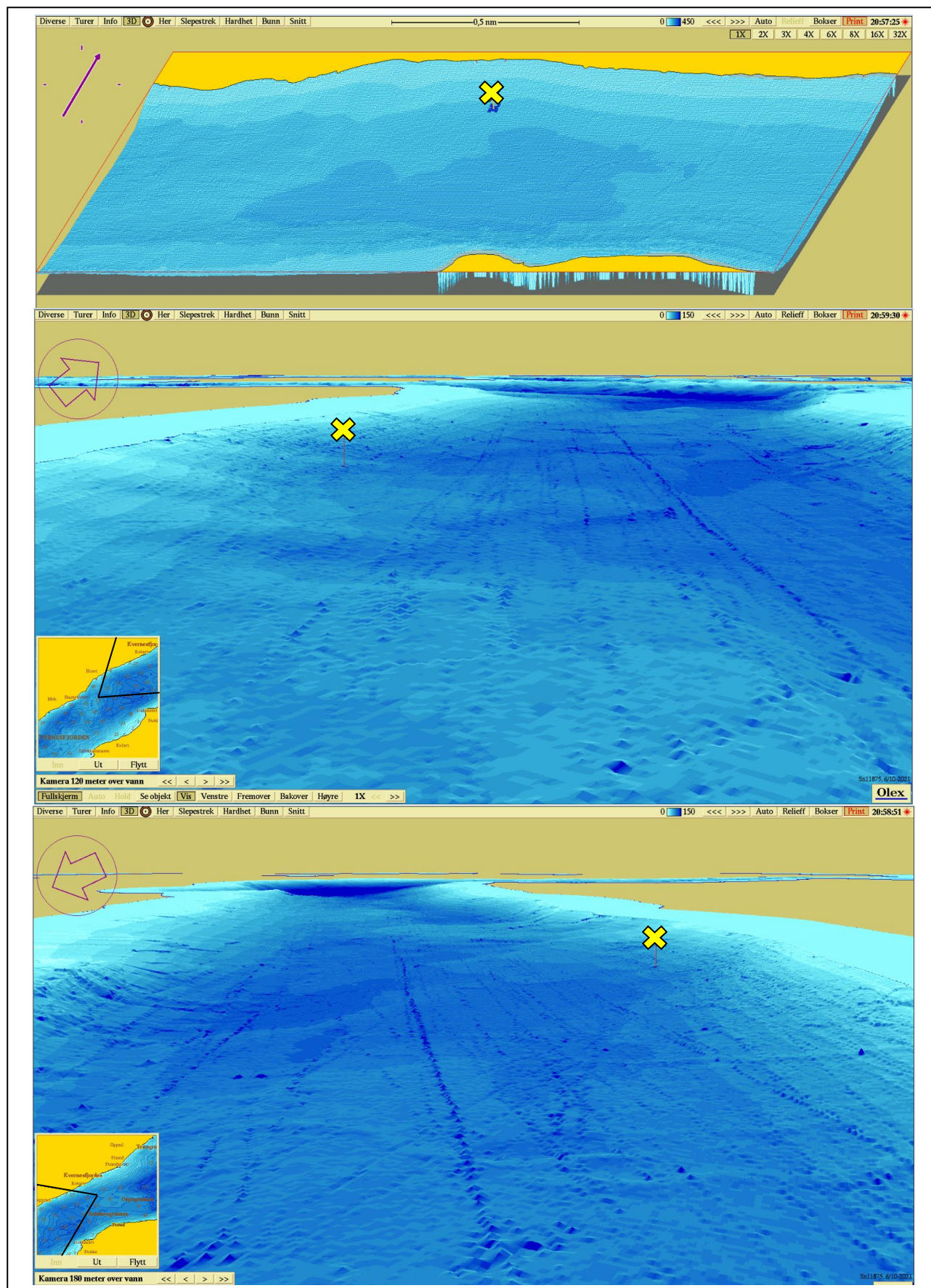
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 – Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (46m)	Bunn (68m)
Posisjonsanvisning	✗	✗	✗	✗
Posisjon	62° 58.380' N; 007° 38.718' Ø	62° 58.380' N; 007° 38.718' Ø	62° 58.380' N; 007° 38.718' Ø	62° 58.380' N; 007° 38.718' Ø
Dyp på målested	71m	71m	71m	71m
Instrumenttype	Nortek AWAC	Nortek AWAC	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	16.08.21 - 16.09.21	16.08.21 - 16.09.21	16.08.21 - 16.09.21	16.08.21 - 16.09.21
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	31.0 / 31.0	31.0 / 31.0	31.0 / 31.0	31.0 / 31.0
Manglende/fjernede datapunkt	1	0	0	0



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss. Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



Figur 3.2. 3D-bilde 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

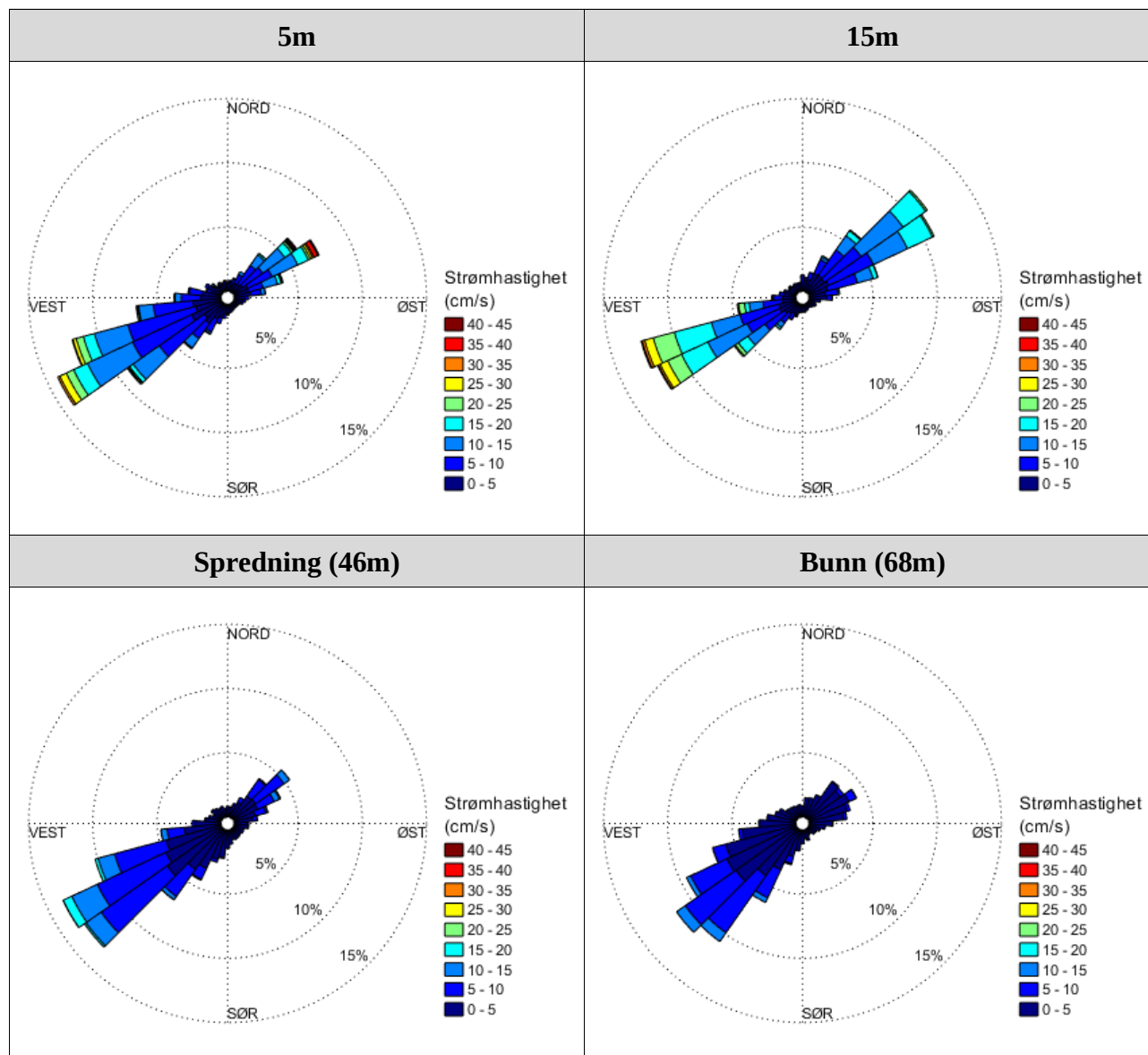
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m).

Måledyp	Instrument (21m)		Spredning (46m)	Bunn (68m)
Sjøtemperatur (°C)	8.5 - 13.5		8.1 - 12.5	8.0 - 8.5
Strømhastighet	5m	15m		
Maksimum (cm/s)	44.0	39.9	20.0	16.3
Gjennomsnitt (cm/s)	8.0	8.9	4.8	3.4
Minimum (cm/s)	0.0	0.1	0.1	0.0
Signifikant maks (cm/s)	14.4	16.5	8.7	6.4
Signifikant min (cm/s)	2.8	2.7	1.6	1.1
Varians (cm/s) ²	36.4	41.6	11.6	6.7
Standardavvik (cm/s)	6.0	6.5	3.4	2.6
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	2.2	3.0	7.3	13.7
Lengste periode < 1cm/s (min)	30	40	100	100
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	18.3	19.7	38.1	56.0
Lengste periode < 3cm/s (min)	160	250	770	1300
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	71.6	62.8	91.5	97.4
Lengste periode < 10cm/s (min)	4110	2920	9000	11240
% ≥ 30cm/s	1.2	0.5	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	360	100	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	2.2	1.4	2.3	1.8
Retning (grader)	253	272	237	228
Neumann-parameter	0.3	0.2	0.5	0.5
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	6913	7727	4106	2934

4.2 Strømroser

Strømrosene viser strømhastighet og -retning under hele måleperioden. Strømrosene viser hvor stor andel av målingene som er registrert for hver 10°-sektor, vist som prosentandel i figurene, og hvilken strømhastighetsklasse som er registrert i de ulike sektorene. Strømroser gir en indikasjon på om strømmen har en dominerende retning eller ikke.



Figur 4.2.1. Strømroser på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m).

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

Strømretninger 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) i oppgitt hastighetsrekkevidde.

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	10	3	2	0	0	0	0	0	0	0	50	1.1	949	0.4	13.9	
N	15	6	25	13	15	3	0	0	0	0	0	0	0	62	1.4	1423	0.7	12.0	
NØ	30	2	28	25	52	25	0	0	0	0	0	0	0	132	3.0	5123	2.4	13.6	
NØ	45	2	17	28	126	107	29	5	2	5	3	0	0	324	7.3	20297	9.5	40.8	
NØ	60	4	36	47	143	137	51	12	11	24	7	0	0	472	10.6	33675	15.7	44.0	
Ø	75	4	34	39	64	42	10	3	0	1	0	0	0	197	4.4	8749	4.1	34.7	
Ø	90	2	26	33	24	4	0	0	0	0	0	0	0	89	2.0	2342	1.1	13.9	
Ø	105	4	23	21	14	1	0	0	0	0	0	0	0	63	1.4	1451	0.7	13.3	
SØ	120	2	22	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0.7	537	0.3	9.4	
SØ	135	7	20	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0.9	538	0.3	6.4	
SØ	150	1	18	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0.7	530	0.2	6.0	
S	165	5	16	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	43	1.0	726	0.3	6.7	
S	180	2	28	19	8	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.3	1109	0.5	8.8	
S	195	6	29	29	25	1	0	0	0	0	0	0	0	90	2.0	2146	1.0	11.9	
SV	210	5	40	50	68	17	4	0	0	0	0	0	0	184	4.1	6125	2.9	17.2	
SV	225	3	36	83	186	108	9	2	3	2	0	0	0	432	9.7	20742	9.7	33.1	
SV	240	7	46	100	356	250	76	37	32	10	0	0	0	914	20.5	57440	26.8	32.8	
V	255	3	53	93	281	119	28	22	8	2	0	0	0	609	13.6	31792	14.8	30.9	
V	270	5	52	59	114	32	5	0	0	0	0	0	0	267	6.0	9801	4.6	17.1	
V	285	4	38	38	40	4	0	0	0	0	0	0	0	124	2.8	3232	1.5	13.4	
NV	300	8	30	29	15	2	0	0	0	0	0	0	0	84	1.9	1797	0.8	13.4	
NV	315	5	22	19	6	7	1	0	0	0	0	0	0	60	1.3	1636	0.8	16.7	
NV	330	2	25	15	9	3	0	0	0	0	0	0	0	54	1.2	1243	0.6	14.8	
N	345	3	27	20	7	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.3	1050	0.5	7.1	
Antall obs.		97	721	814	1566	864	213	81	56	44	10	0	0	4466	100	0	0	0	
%		2.2	16.1	18.2	35.1	19.3	4.8	1.8	1.3	1.0	0.2	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	8	38	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.6	1090	0.5	5.8
N	15	5	36	30	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	97	2.2	2174	0.9	11.3
NØ	30	8	39	44	82	15	5	1	0	0	0	0	0	0	194	4.3	6593	2.8	20.4
NØ	45	8	40	66	205	172	83	6	0	0	0	0	0	0	580	13.0	33190	13.8	23.2
NØ	60	6	31	71	250	209	141	11	0	0	0	0	0	0	719	16.1	44717	18.7	24.2
Ø	75	8	45	48	107	44	6	1	0	0	0	0	0	0	259	5.8	10470	4.4	20.2
Ø	90	3	45	35	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	109	2.4	2523	1.1	14.5
Ø	105	3	25	24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	1.2	933	0.4	5.9
SØ	120	5	25	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	1.0	673	0.3	7.2
SØ	135	5	21	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0.8	493	0.2	4.9
SØ	150	5	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0.6	343	0.1	4.9
S	165	9	22	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0.9	526	0.2	6.2
S	180	4	26	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	1.0	720	0.3	7.1
S	195	3	23	20	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	55	1.2	1220	0.5	10.2
SV	210	4	31	21	33	6	1	0	0	0	0	0	0	0	96	2.1	2854	1.2	15.8
SV	225	3	39	35	90	62	30	10	3	0	0	0	0	0	272	6.1	14747	6.2	28.7
SV	240	4	43	54	198	208	161	79	39	14	0	0	0	0	800	17.9	63034	26.3	39.9
V	255	5	29	44	151	114	103	73	28	9	0	0	0	0	556	12.4	43869	18.3	36.5
V	270	7	29	26	50	13	4	3	0	0	0	0	0	0	132	3.0	4875	2.0	23.2
V	285	9	32	25	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.7	1534	0.6	8.8
NV	300	7	28	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	1.2	764	0.3	5.9
NV	315	3	31	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.2	869	0.4	8.1
NV	330	7	27	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1.1	734	0.3	6.0
N	345	5	30	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1.1	755	0.3	5.9
Antall obs.		134	747	663	1263	849	534	184	70	23	0	0	0	0	4467	100	0	0	0
%		3.0	16.7	14.8	28.3	19.0	12.0	4.1	1.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredningsdyp (46m).

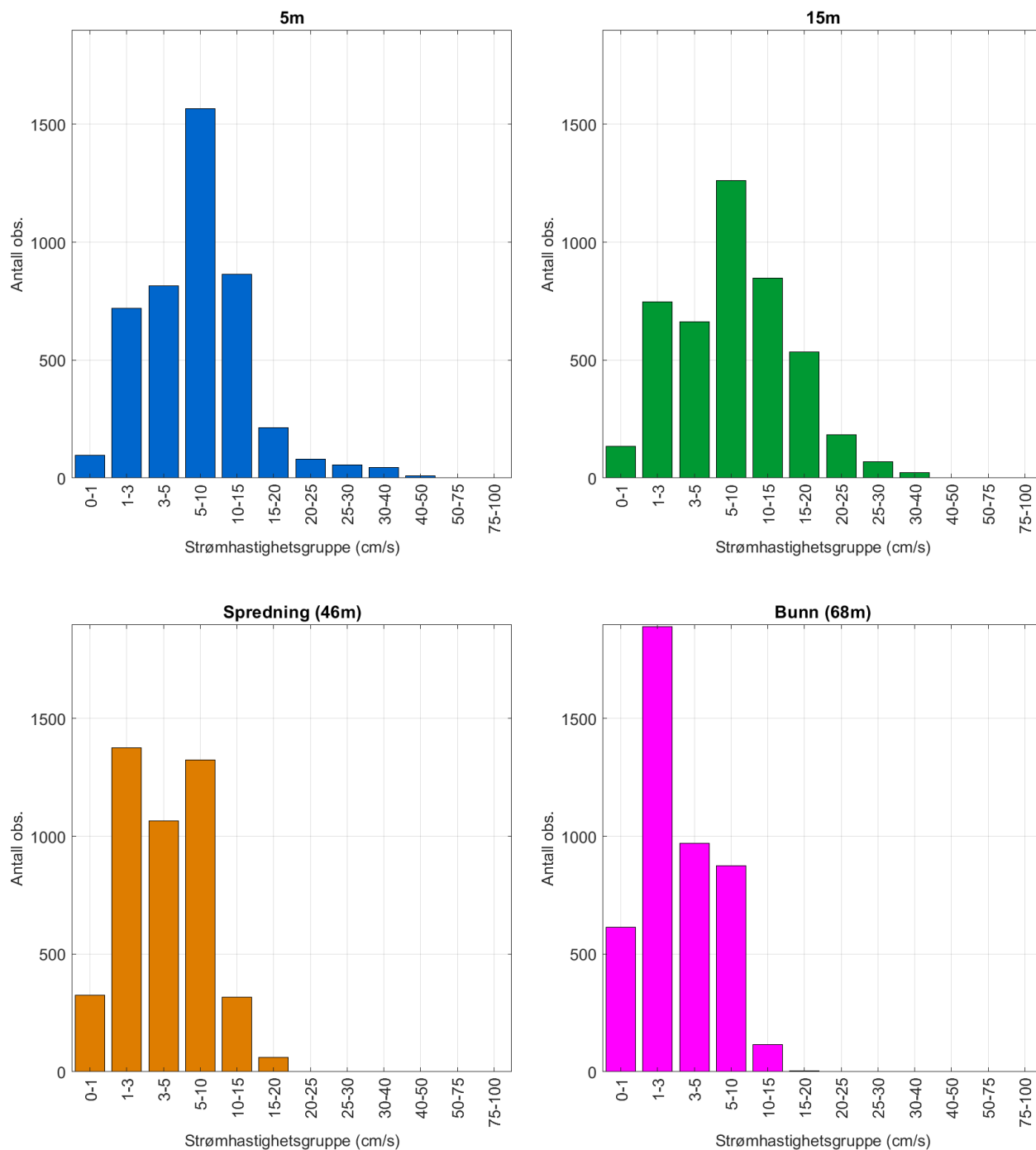
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	11	43	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.3	600	0.5	4.6
N	15	9	34	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1.3	855	0.7	7.1
NØ	30	14	43	34	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	2.8	2693	2.1	9.4
NØ	45	17	58	73	146	18	1	0	0	0	0	0	0	0	313	7.0	9905	7.8	15.7
NØ	60	21	62	63	111	32	6	0	0	0	0	0	0	0	295	6.6	9858	7.7	15.8
Ø	75	10	52	37	39	6	1	0	0	0	0	0	0	0	145	3.2	3631	2.8	15.4
Ø	90	9	53	17	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	2.0	1437	1.1	9.6
Ø	105	13	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	1.4	730	0.6	4.7
SØ	120	9	40	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.3	623	0.5	4.4
SØ	135	10	40	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	1.3	560	0.4	3.8
SØ	150	8	44	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.3	637	0.5	4.1
S	165	13	45	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	1.5	778	0.6	4.6
S	180	9	59	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	2.1	1357	1.1	6.9
S	195	18	85	58	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	3.9	2894	2.3	7.8
SV	210	22	90	88	56	4	0	0	0	0	0	0	0	0	260	5.8	5634	4.4	12.0
SV	225	16	117	182	299	67	5	0	0	0	0	0	0	0	686	15.4	23990	18.8	19.1
SV	240	13	109	207	402	134	43	1	0	0	0	0	0	0	909	20.3	38174	30.0	20.0
V	255	19	80	146	182	54	5	0	0	0	0	0	0	0	486	10.9	16651	13.1	17.5
V	270	12	76	52	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	162	3.6	3116	2.4	11.5
V	285	12	55	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.8	898	0.7	4.7
NV	300	16	35	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	1.3	680	0.5	5.3
NV	315	19	47	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	1.6	697	0.5	5.0
NV	330	16	34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.2	470	0.4	5.0
N	345	10	35	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.1	540	0.4	4.3
Antall obs.		326	1376	1065	1323	316	61	1	0	0	0	0	0	0	4468	100	0	0	0
%		7.3	30.8	23.8	29.6	7.1	1.4	0.0	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 (68m).

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	17	44	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.4	543	0.6	3.9
N	15	25	74	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	2.4	1052	1.2	4.3
NØ	30	39	88	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	3.4	1715	1.9	5.3
NØ	45	19	112	69	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	4.7	3508	3.9	9.2
NØ	60	31	114	98	36	2	0	0	0	0	0	0	0	0	281	6.3	5183	5.7	11.8
Ø	75	23	109	63	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	4.8	3523	3.9	9.5
Ø	90	22	77	33	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	137	3.1	2033	2.2	13.2
Ø	105	21	42	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.6	733	0.8	5.1
SØ	120	19	27	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	1.1	451	0.5	6.6
SØ	135	17	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0.8	288	0.3	4.9
SØ	150	13	23	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0.9	373	0.4	4.3
S	165	23	26	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.2	472	0.5	7.8
S	180	26	39	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	1.7	882	1.0	8.7
S	195	34	51	33	22	1	3	0	0	0	0	0	0	0	144	3.2	2711	3.0	16.3
SV	210	29	115	86	168	29	0	0	0	0	0	0	0	0	427	9.6	12585	13.8	14.9
SV	225	22	163	164	364	54	0	0	0	0	0	0	0	0	767	17.2	24962	27.4	15.0
SV	240	35	185	168	195	27	0	0	0	0	0	0	0	0	610	13.7	16222	17.8	14.7
V	255	36	191	112	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	383	8.6	6691	7.4	9.6
V	270	23	129	56	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	4.8	3086	3.4	6.4
V	285	24	94	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.9	1426	1.6	5.2
NV	300	32	63	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.3	891	1.0	4.5
NV	315	32	39	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.7	570	0.6	3.6
NV	330	27	33	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	1.4	489	0.5	3.8
N	345	24	36	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1.5	641	0.7	5.2
Antall obs.		613	1891	971	875	115	3	0	0	0	0	0	0	0	4468	100	0	0	0
%		13.7	42.3	21.7	19.6	2.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

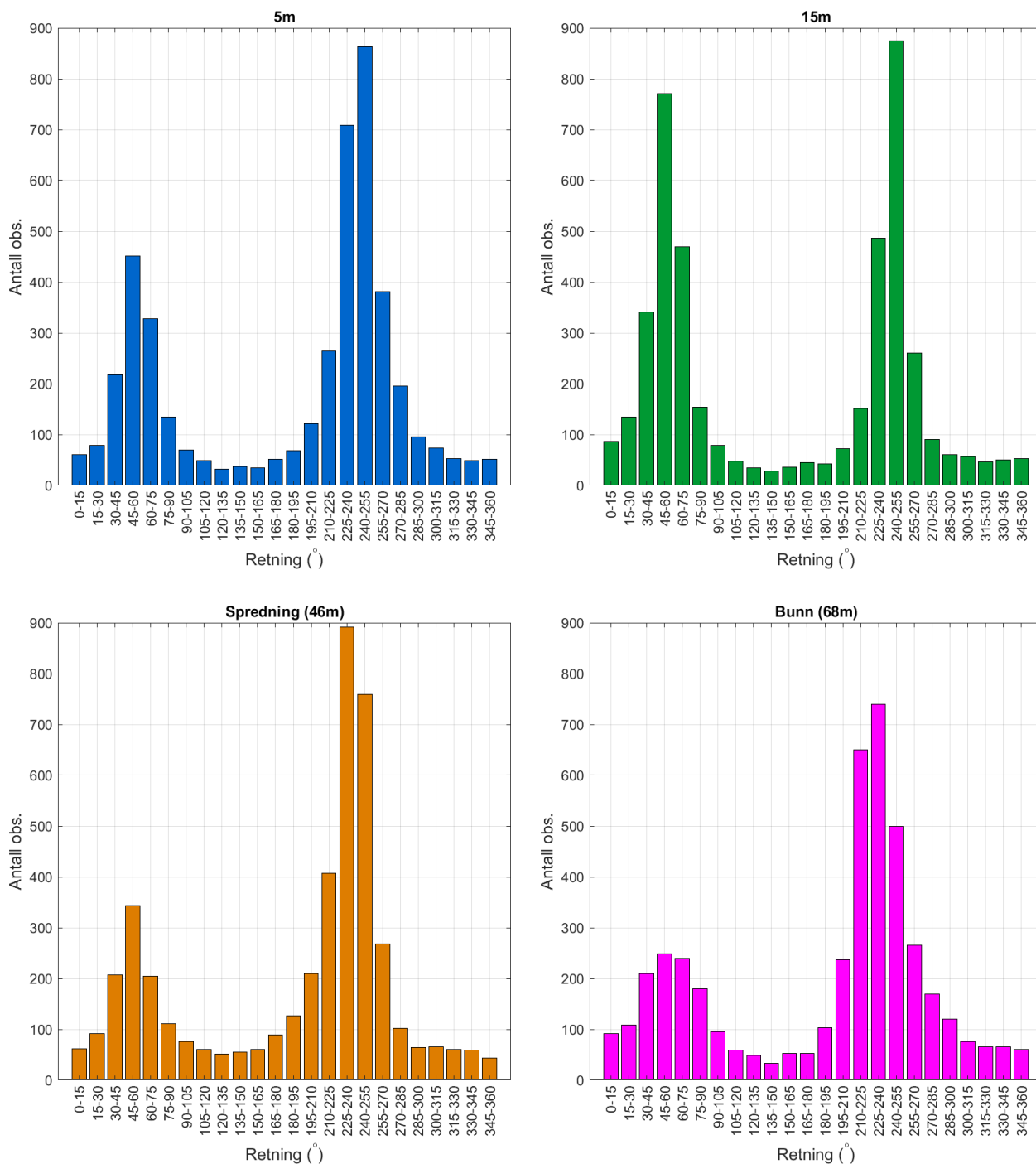
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

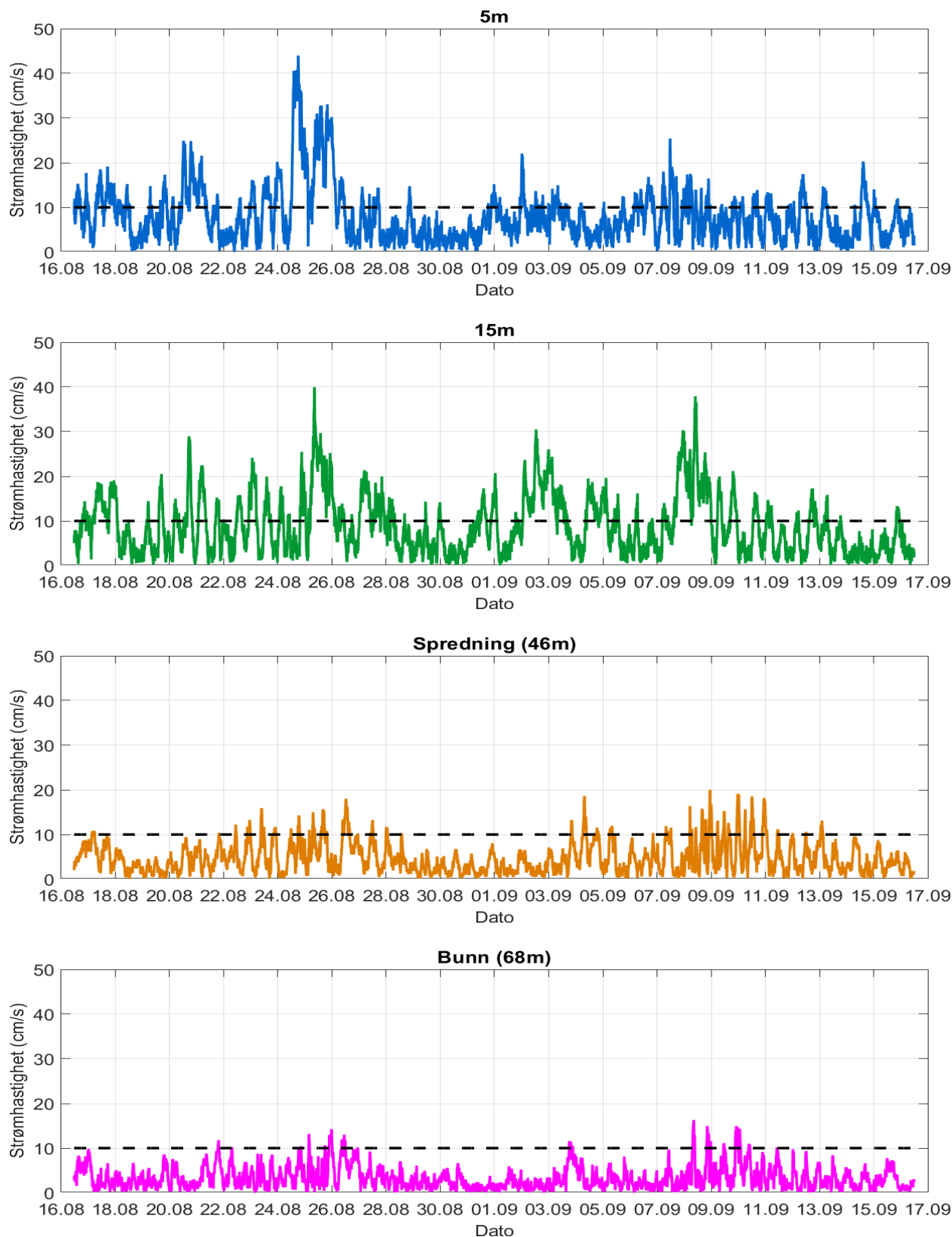
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

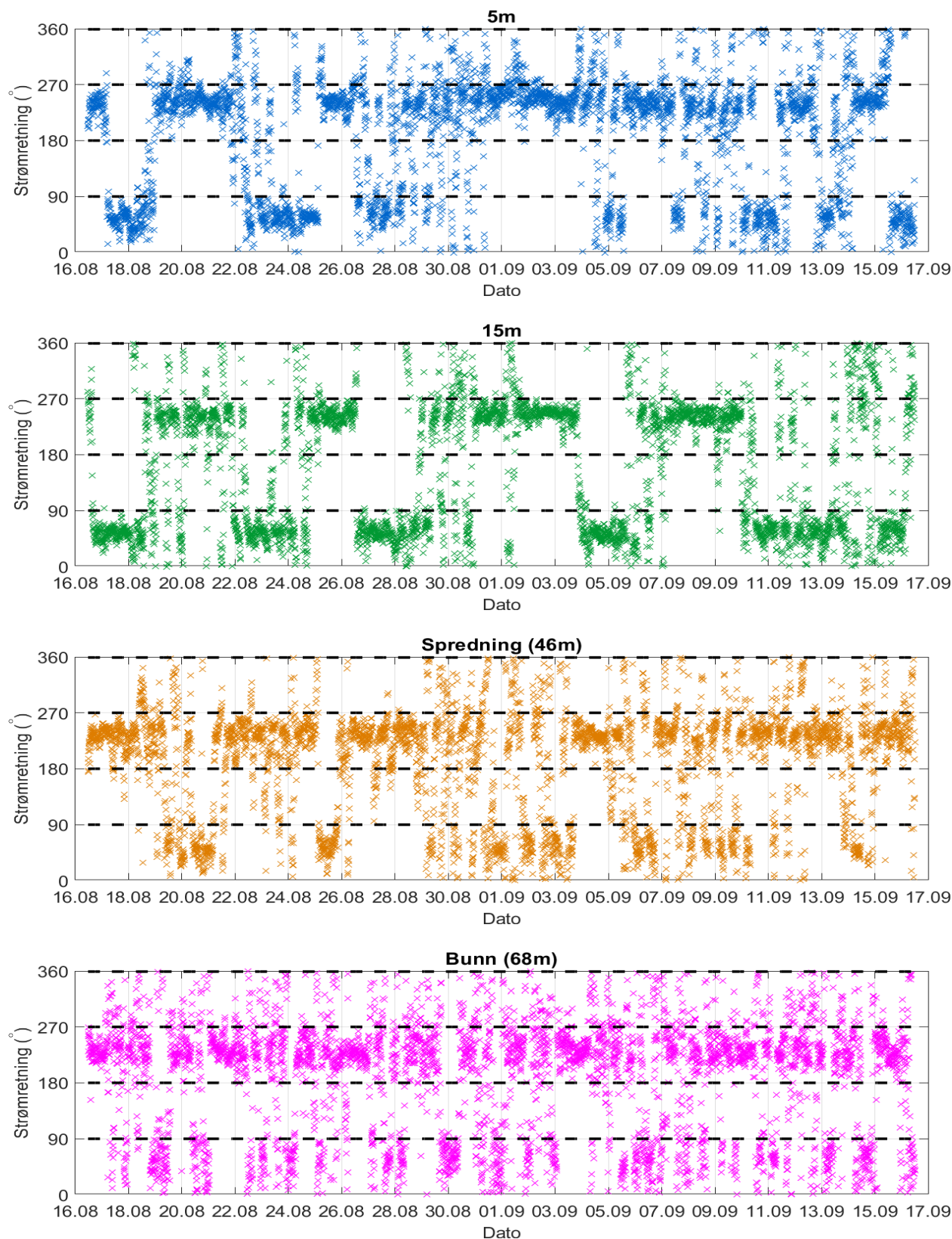
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

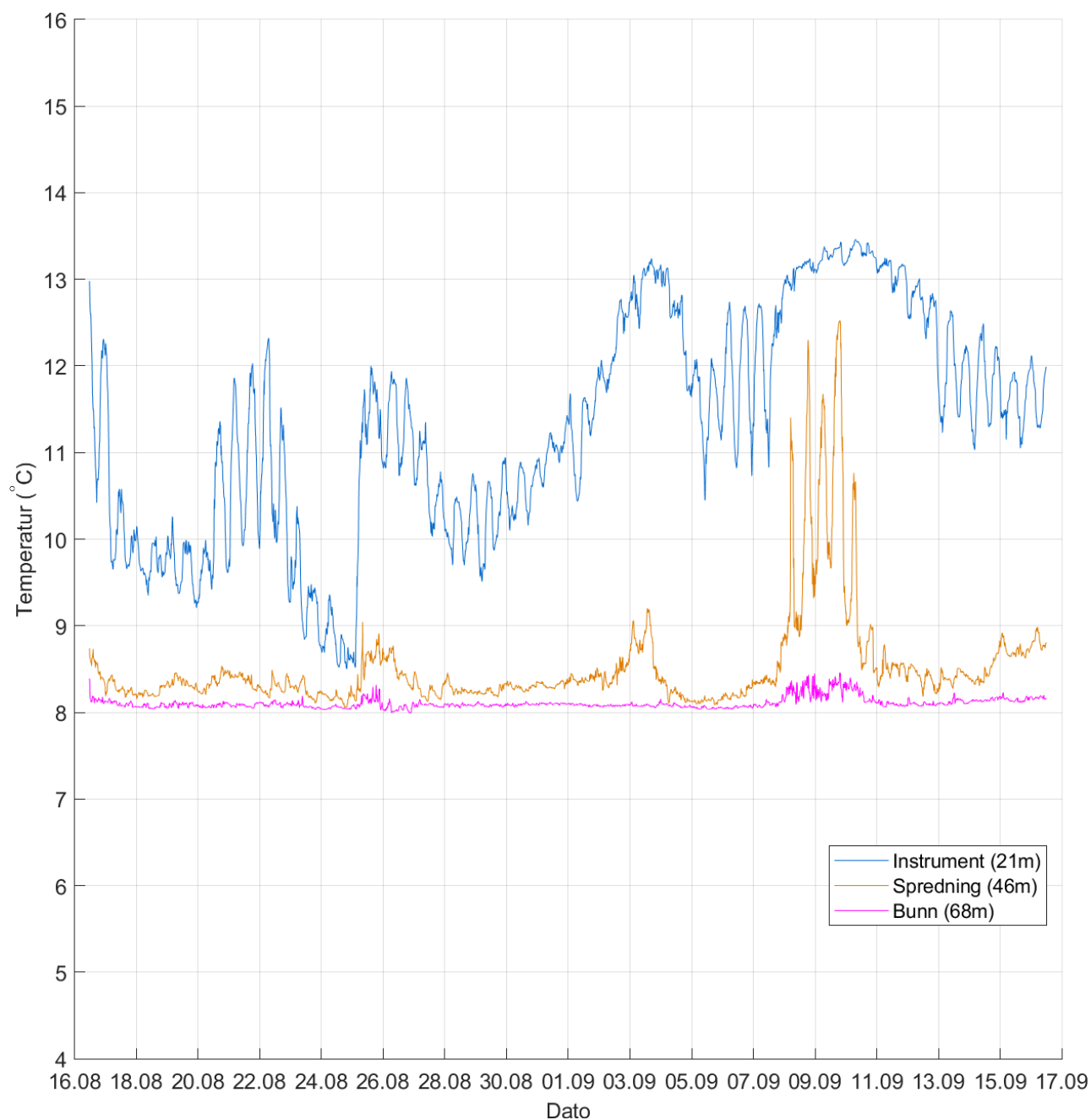
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunn (68m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

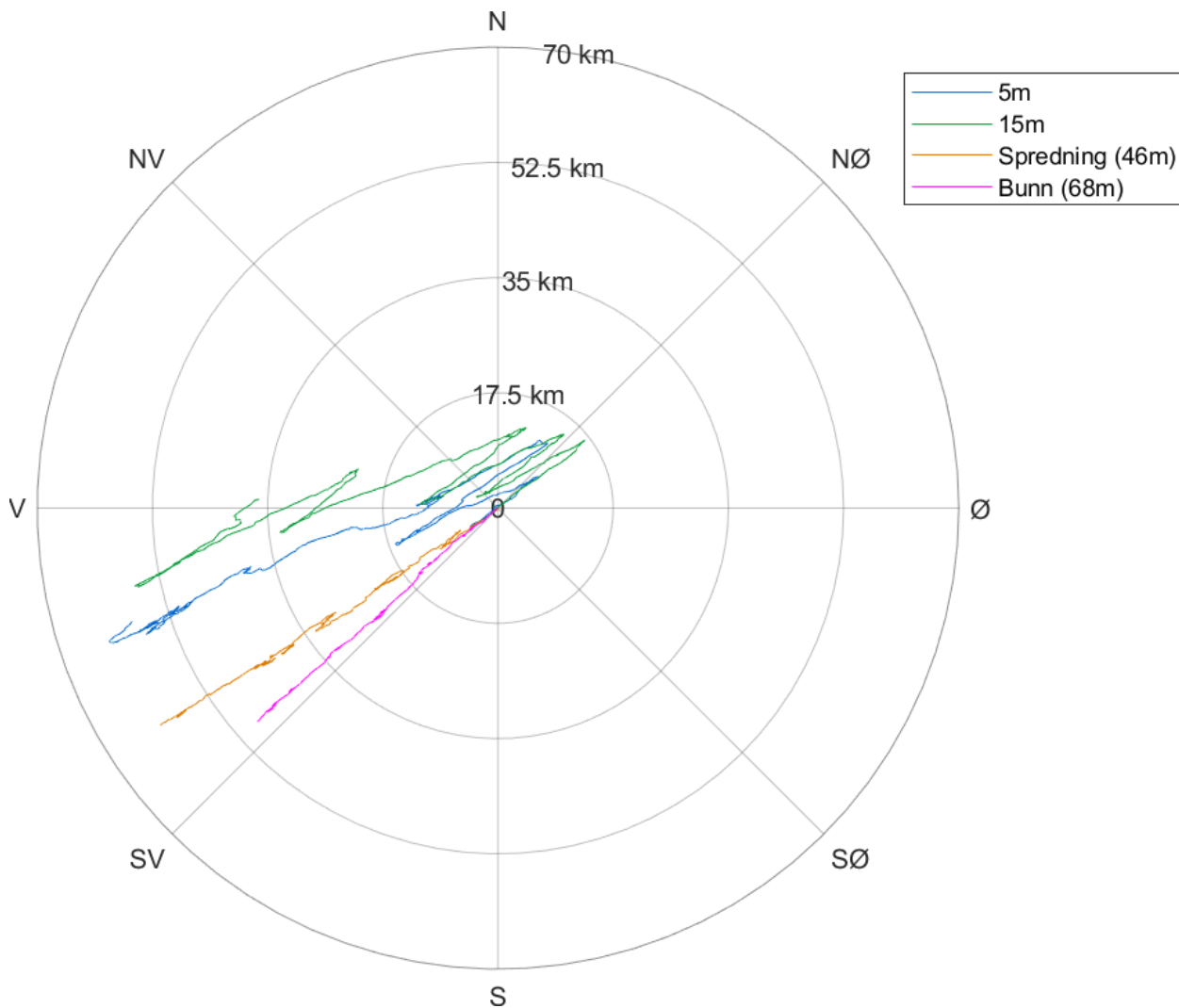
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på instrument (21m), spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

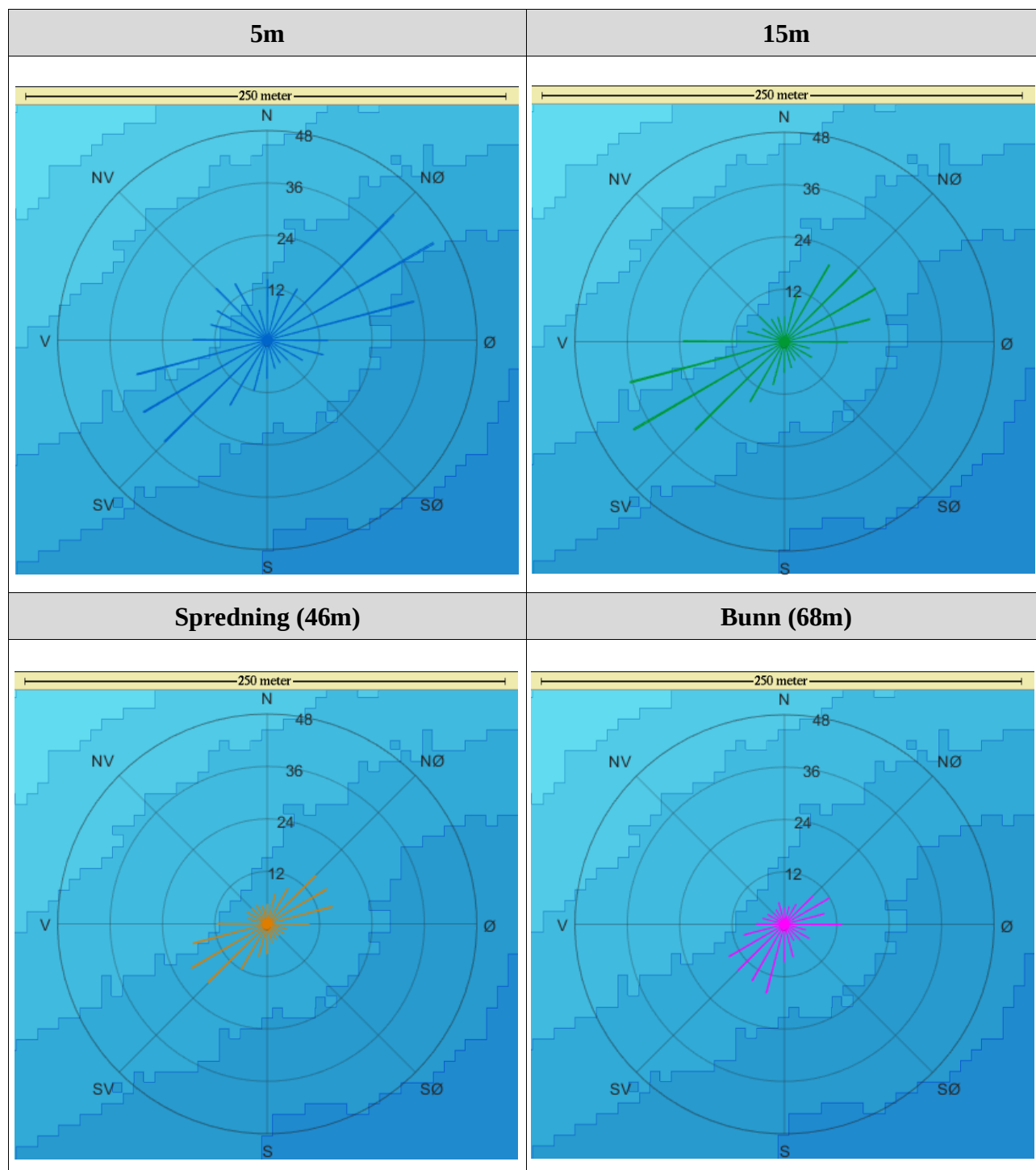
4.9 Progressivt vektordiagram

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.



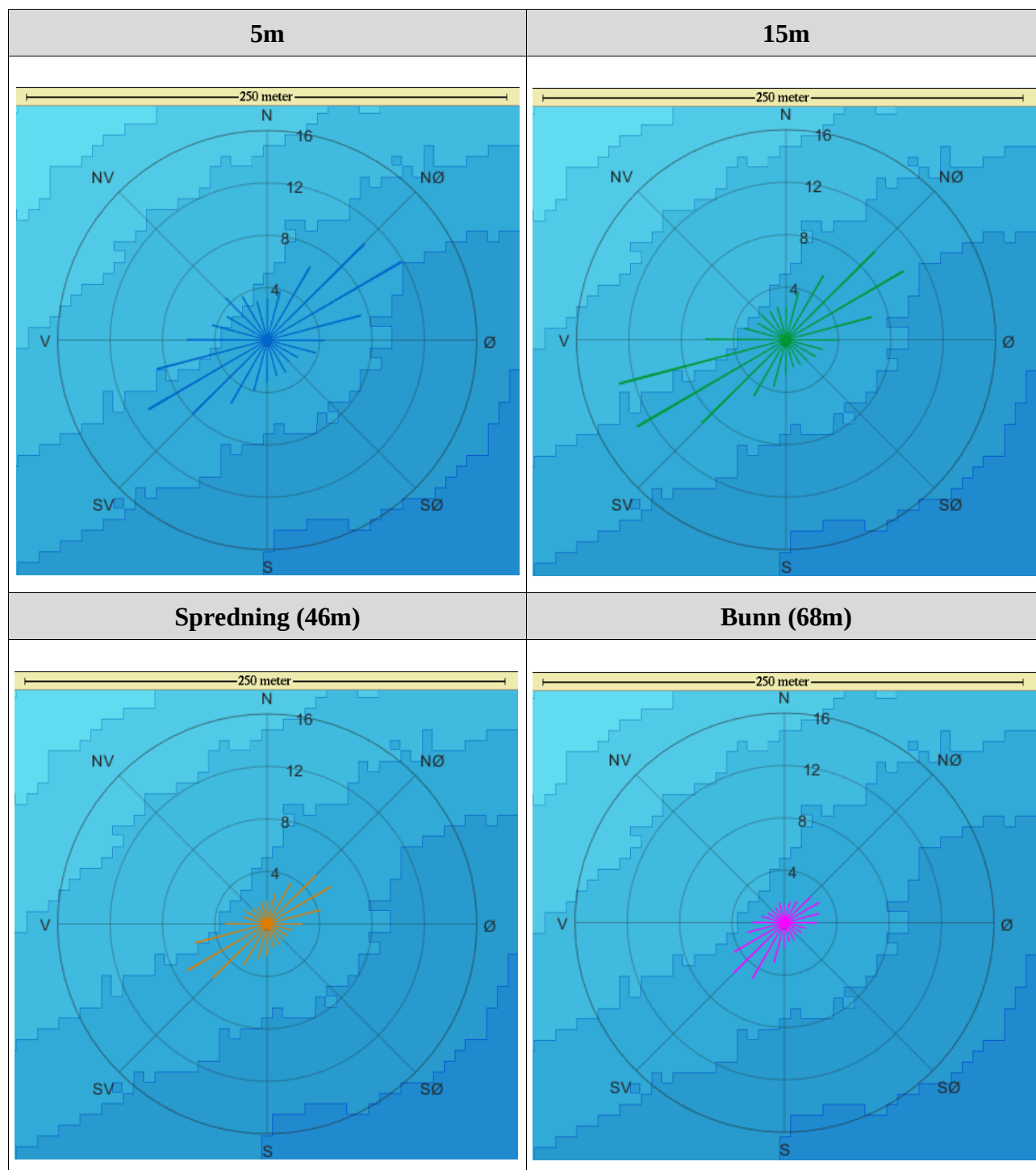
Figur 4.9.1 Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømshastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunn (68m) i løpet av måleperioden.

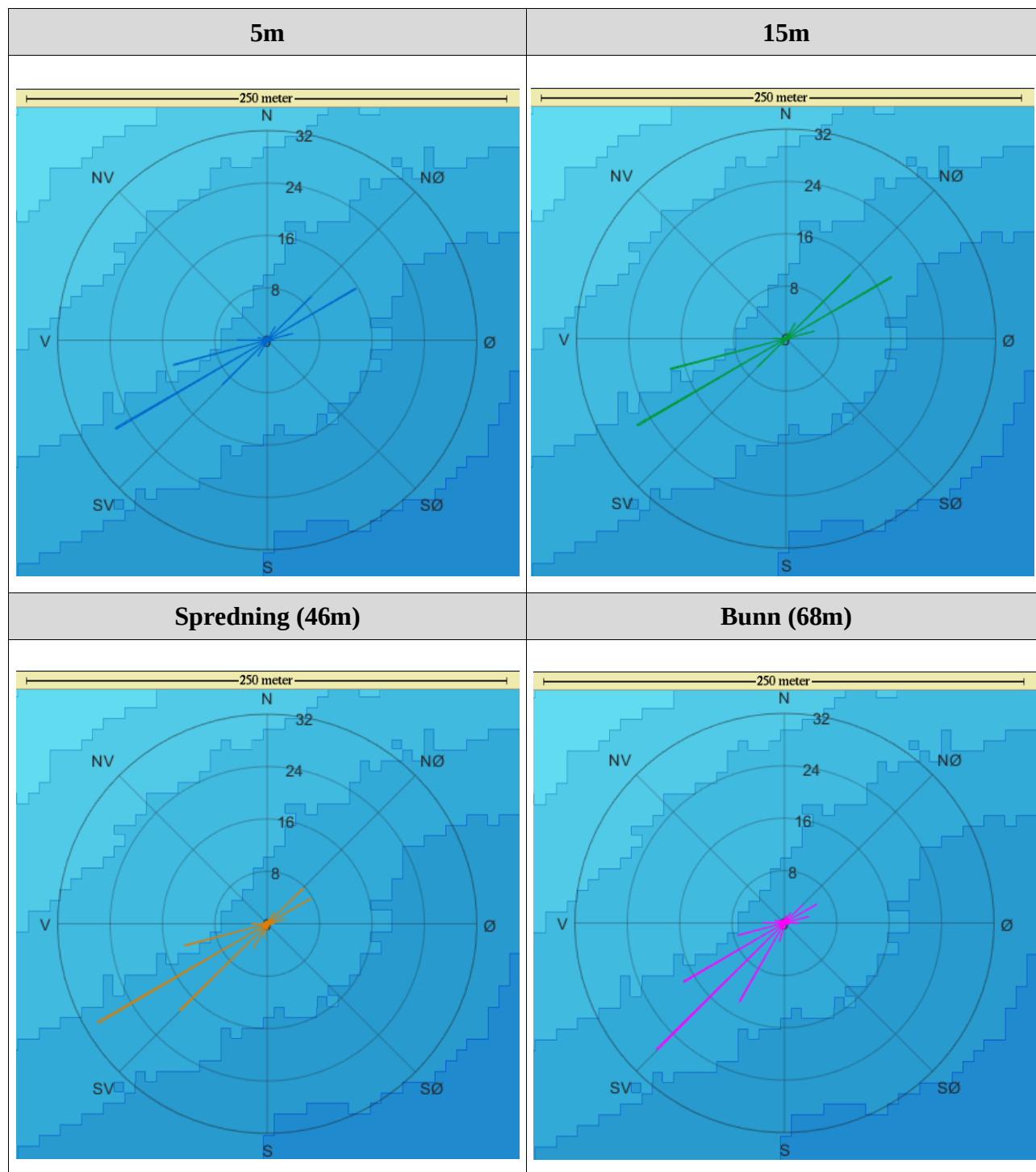
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m) i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

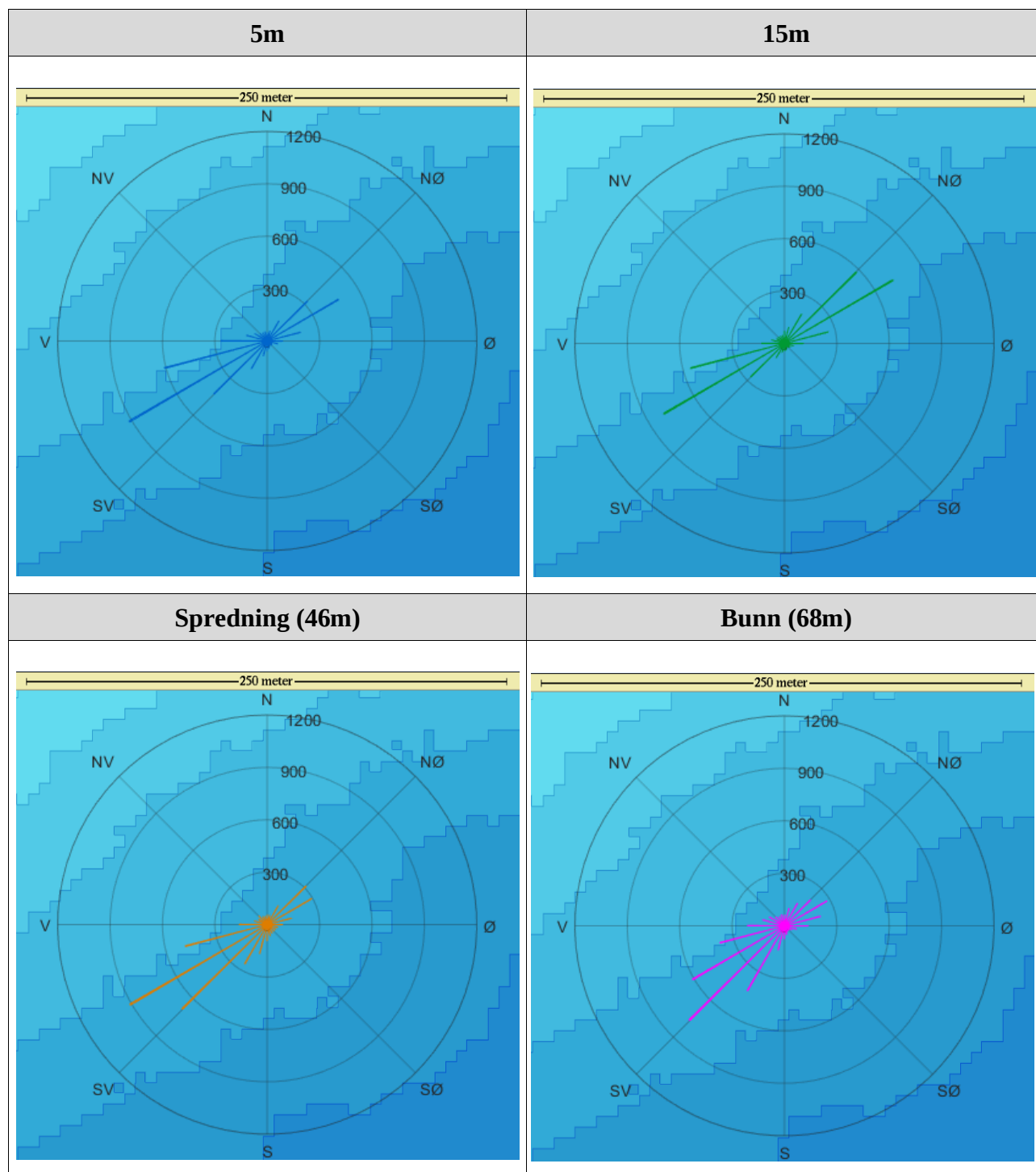
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m) i løpet av måleperioden.

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner

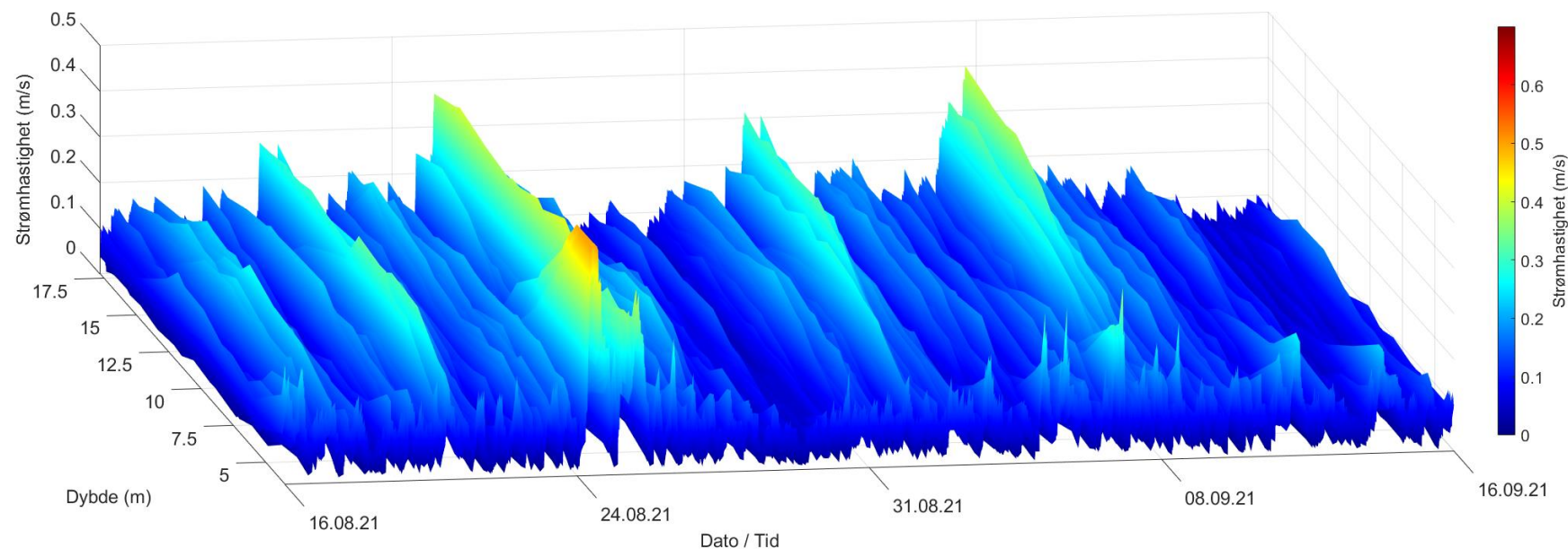
Figuren viser hvor mange ganger strømretningen er observert i de ulike 15°-sektorene i løpet av måleperioden.



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m) i løpet av måleperioden.

4.14 Strømhastighetsprofil

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



Figur 4.14.1. Strømhastighetsprofil målt av instrument på 21m dyp, pekende oppover. 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	13.9	44.0	34.7	9.4	11.9	33.1	30.9	16.7
15m	11.3	24.2	20.2	7.2	10.2	39.9	36.5	8.1
Spredning (46m)	7.1	15.8	15.4	4.4	7.8	20.0	17.5	5.3
Bunn (68m)	5.2	11.8	13.2	6.6	16.3	15.0	9.6	4.5

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	3.3	10.6	6.0	2.6	3.5	9.2	7.5	3.9
15m	3.0	9.4	5.5	2.4	2.9	11.5	10.9	2.6
Spredning (46m)	2.0	5.1	3.3	1.8	2.5	6.1	4.7	1.7
Bunn (68m)	1.6	2.7	2.5	1.5	2.5	5.0	2.6	1.4

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	169	928	349	102	190	1530	1000	198
15m	218	1493	422	105	141	1168	766	154
Spredning (46m)	166	733	297	170	337	1855	727	183
Bunn (68m)	235	642	423	127	274	1804	726	237

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	1.6	27.6	5.9	0.7	1.9	39.3	20.9	2.2
15m	1.6	35.3	5.8	0.6	1.0	33.7	21.0	1.0
Spredning (46m)	1.5	17.6	4.6	1.4	3.9	53.2	16.2	1.5
Bunn (68m)	2.5	11.4	6.9	1.2	4.5	59.1	12.3	2.1

4.19 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer

Verdier for strøm med returperiode på 10 år (x1.65) og for returperiode på 50 år (x1.85). Retningene som er oppgitt i raden under maksstrømmen er retningen til den respektive maksimale strømhastigheten.

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)	13.9	44.0	34.7	9.4	11.9	33.1	30.9	16.7
Retning (°)	359	61	73	115	200	232	248	311
10-år (cm/s)	23	73	57	15	20	55	51	28
50-år (cm/s)	26	81	64	17	22	61	57	31

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)	11.3	24.2	20.2	7.2	10.2	39.9	36.5	8.1
Retning (°)	22	58	73	119	195	241	252	310
10-år (cm/s)	19	40	33	12	17	66	60	13
50-år (cm/s)	21	45	37	13	19	74	68	15

4.20 Persentilfordeling av strømhastighet

Kolonnen til venstre 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 (46m)	Bunn (68m)
1	0.6	0.6	0.4	0.2
10	2.2	2.0	1.2	0.8
20	3.2	3.0	1.8	1.3
30	4.3	4.3	2.4	1.7
40	5.4	5.9	3.1	2.1
50	6.8	7.6	3.9	2.6
60	8.2	9.3	4.8	3.3
70	9.7	11.7	5.9	4.1
80	11.6	14.3	7.5	5.3
90	14.6	17.8	9.6	7.0
95	18.8	21.4	11.2	8.6
99	31.1	28.0	15.7	11.8

4.21 Prosentfordeling av strømhastighet

Oppgitte verdier i tabellen under er rundet av til nærmeste desimaltall for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaltall. 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 (46m)	Bunn (68m)
1	97.8	97.0	92.7	86.3
3	81.7	80.3	61.9	44.0
5	63.5	65.4	38.1	22.2
10	28.4	37.2	8.5	2.6
20	4.3	6.2	0.02	
30	1.2	0.5		
40	0.2			

4.22 Strømfordeling

Verdiene i tabellene under indikerer 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 desimaltall for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaltall. 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.

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°	
0-1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	2.1
1-5	2.8	4.1	3.9	1.9	3.1	7.9	7.5	3.1	34.3
5-10	0.6	7.2	2.3	0.2	0.8	13.7	9.7	0.7	35.2
10-20	0.1	7.8	1.3		0.02	10.4	4.2	0.3	24.1
20-30		0.7	0.07			1.7	0.7		3.2
30-40		0.6	0.02			0.3	0.04		1.0
40-50		0.2							0.2
Sum	3.8	20.8	7.8	2.3	4.2	34.3	22.4	4.4	100.0

Tabell 4.22.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 15m dyp.

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°	
0-1	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.2	0.5	0.4	3.0
1-5	3.8	6.5	5.0	1.9	2.5	5.0	4.1	2.8	31.6
5-10	0.7	12.0	3.0	0.1	0.2	7.2	4.8	0.3	28.3
10-20	0.02	14.0	1.2		0.04	10.5	5.2		31.0
20-30		0.4	0.02			2.9	2.3		5.6
30-40						0.3	0.2		0.5
40-50									0.0
Sum	4.9	33.4	9.5	2.3	3.1	26.1	17.1	3.5	100.0

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (46m).

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°	
0-1	0.7	1.2	0.7	0.6	0.9	1.1	1.0	1.1	7.3
1-5	2.9	7.5	4.7	3.2	6.3	17.7	9.4	2.9	54.6
5-10	0.2	6.5	1.1		0.3	16.9	4.5	0.04	29.5
10-20		1.3	0.2			5.7	1.3		8.5
20-30						0.02			0.02
30-40									0.0
40-50									0.0
Sum	3.8	16.5	6.7	3.8	7.5	41.4	16.2	4.0	100.0

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (68m).

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°	
0-1	1.5	2.0	1.5	1.1	1.9	1.9	1.9	2.0	13.8
1-5	3.8	11.3	7.4	1.7	3.6	19.7	13.3	3.3	64.1
5-10	0.02	1.1	0.5	0.02	0.6	16.3	1.1		19.6
10-20		0.04	0.04		0.09	2.5			2.7
20-30									0.0
30-40									0.0
40-50									0.0
Sum	5.3	14.4	9.4	2.8	6.2	40.4	16.3	5.3	100.0

4.23 Strømvarighet

Verdiene i tabellene under indikerer prosent av data i ulike intervaller av strømhastighet (cm/s) med forskjellig varighet. Strømhastighetsintervallene er oppdelt slik at strømhastighetene er større enn oppgitt laveste grense og mindre eller lik oppgitt høyeste grense. De ulike gruppene av varighet er oppdelt på samme måte som strømhastighetsintervallene. Oppgitte verdier er rundet av til nærmeste desimaltall for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaltall. Lave verdier (< 0.01%) er oppgitt som 0.0%.

Tabell 4.23.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 5m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1								
1-5	7.7	11.7	5.0	0.9	0.6			
5-10	7.8	12.0	1.8	1.3				
10-20	3.6	3.2	3.9	1.8	3.0		3.0	
20-30	0.8	0.6	0.4	0.5				
30-40	0.2	0.2						
40-50								

Tabell 4.23.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 15m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	0.2							
1-5	7.0	9.9	4.8	2.8	1.2			
5-10	7.5	7.2	3.4	1.9	0.6			
10-20	2.7	4.4	5.5	4.8	3.6	0.8	5.4	
20-30	0.6	1.3	0.6		1.2	0.8		
30-40		0.4						
40-50								

Tabell 4.23.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (46m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.7	0.5						
1-5	6.2	10.5	8.6	11.7	5.5	1.5	4.1	
5-10	5.0	6.6	5.1	3.6	0.7	2.2	0.9	
10-20	1.5	2.4	1.8	1.4				
20-30								
30-40								
40-50								

Tabell 4.23.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunnndyp (68m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	4.1	1.1						
1-5	9.7	15.1	12.3	7.2	6.7		3.2	
5-10	3.4	6.2	3.4	0.5	1.1		0.9	
10-20	0.5	1.1	0.4					
20-30								
30-40								
40-50								

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 T_Tide (Pawlowic, et al., 2002).

Tidevannsanalysen inkluderer alle separerbare tidevannskomponenter. 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. Tidevannskomponentenes periode forklarer hvor ofte de oppstår, dvs. at M_2 , S_2 og N_2 oppstår omtrent to ganger daglig, mens O_1 og K_1 oppstår omtrent en gang per dag.

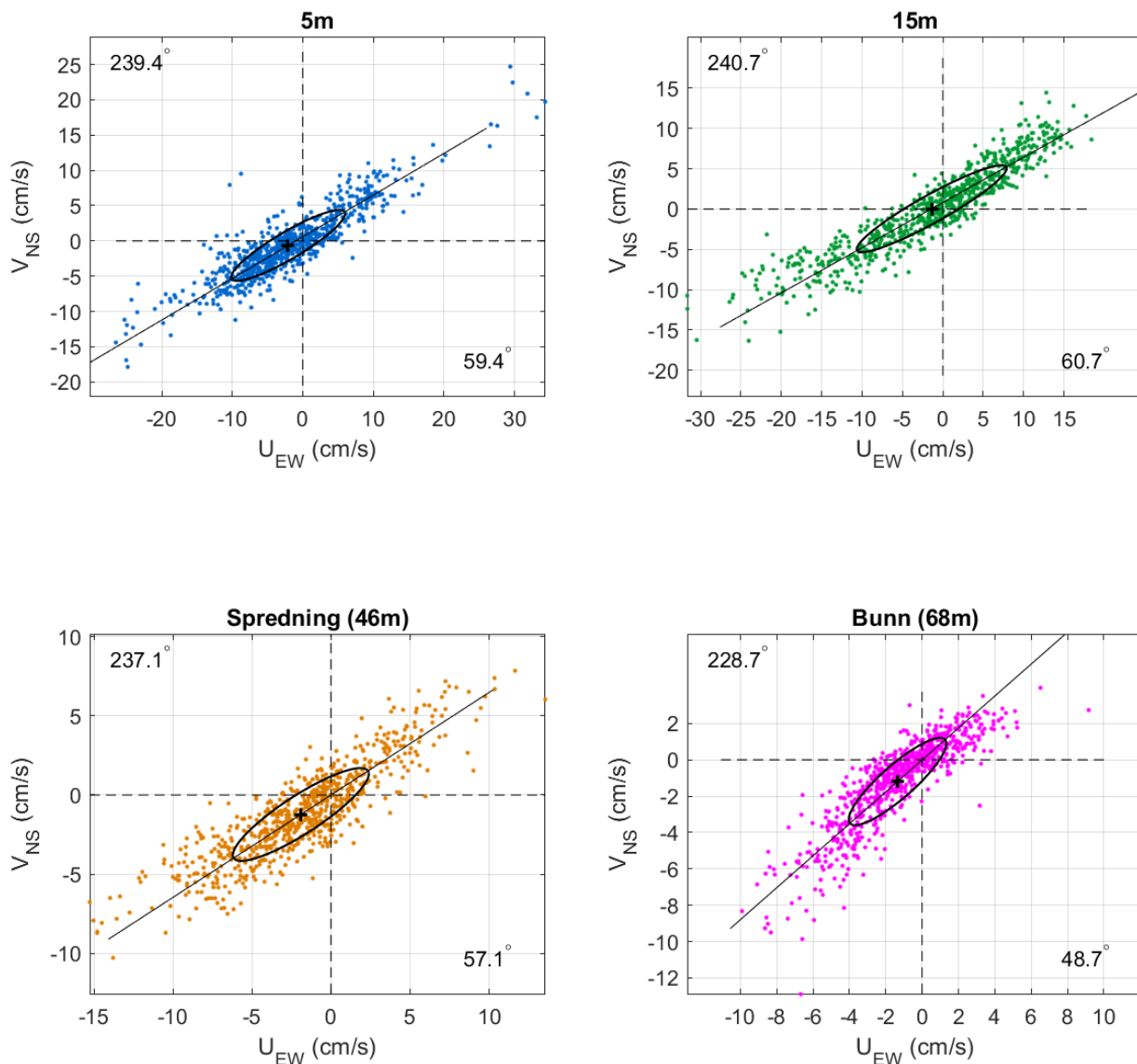
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende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

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

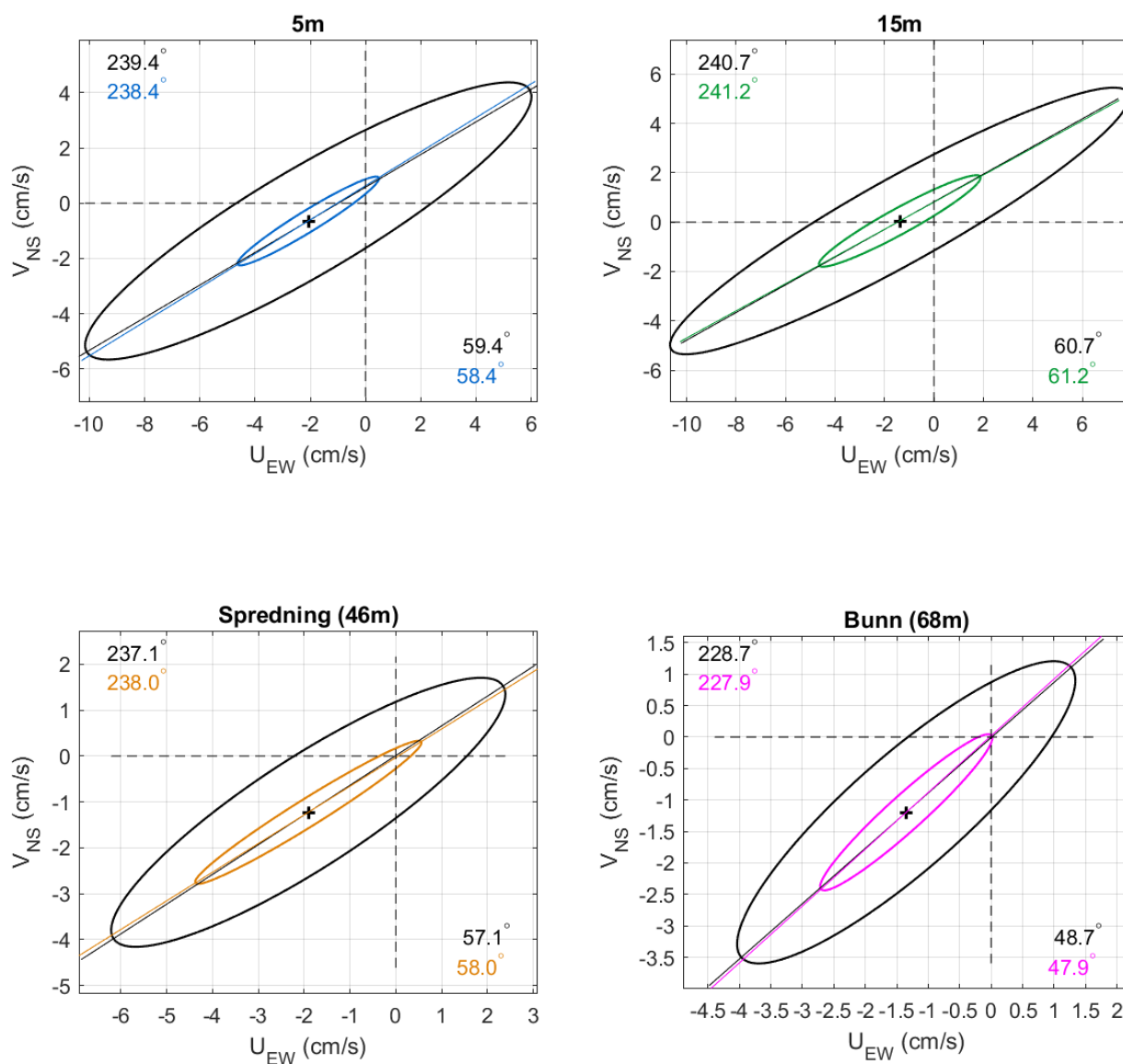
Måledyp	5m	15m	Spredning (46m)	Bunn (68m)
Strøm (%)	35.4	57.4	57.3	42.7
Måledyp	Instrument (21m)		Spredning (46m)	Bunn (68m)
Trykk (%)	99.2		99.2	99.2

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	Spredning (46m)	Bunn (68m)
Strøm (%)	29.8	52.9	51.4	35.1
Måledyp	Instrument (21m)		Spredning (46m)	Bunn (68m)
Trykk (%)	98.9		98.8	98.8



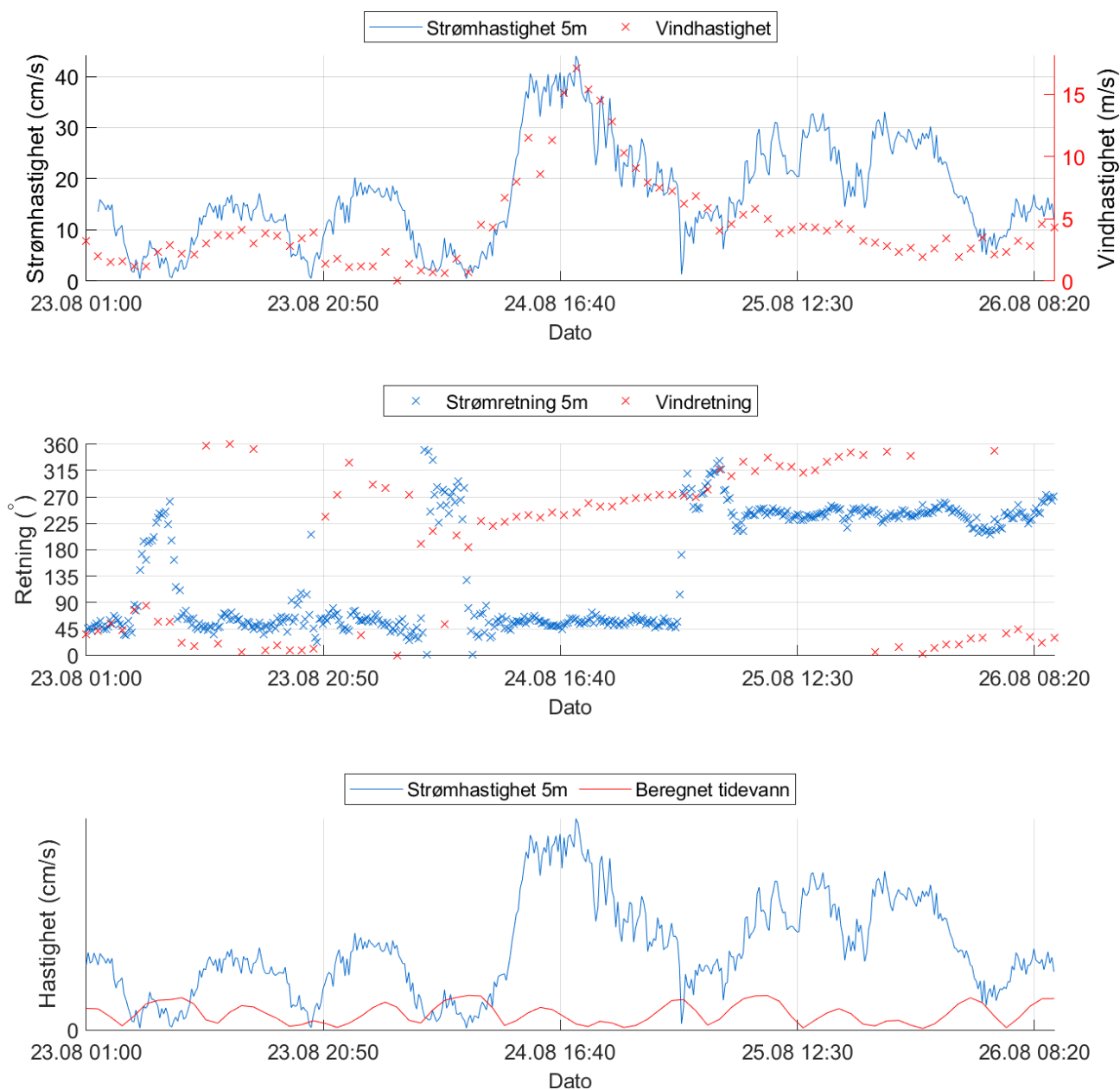
Figur 4.24.1. U_{EW} – V_{NS} punktdiagram av strømdata i timesverdier, med tilhørende strø mellipse. Midtpunktet for strø mellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist med stiplede linjer.



Figur 4.24.2. $U_{EW} - V_{NS}$ tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strørellipsen (svart linje). Midtpunktet for strørellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekor for øst – vest og nord – sør er vist med stiplede linjer.

4.25 Todagersperiode

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



Figur 4.25.1. Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind (Kristiansund Lufthavn værstasjon) for perioden hvor maksimalstrømmen på 5m dyp er registrert.

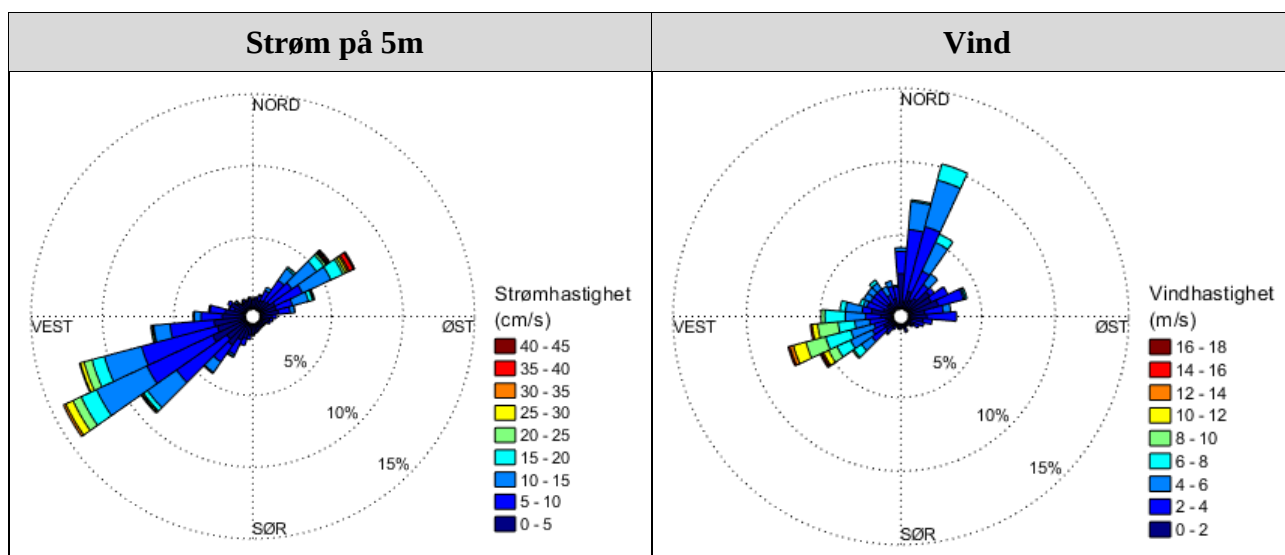
4.26 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra Kristiansund Lufthavn værstasjon, som ligger ca. 17.5km nordøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.26.3).

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Kristiansund Lufthavn fra samme periode. Figur 4.26.2 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Kristiansund Lufthavn 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 Kristiansund tidevannsstasjon (Kartverket, 2021), som ligger ca. 16.5km nordøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.26.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

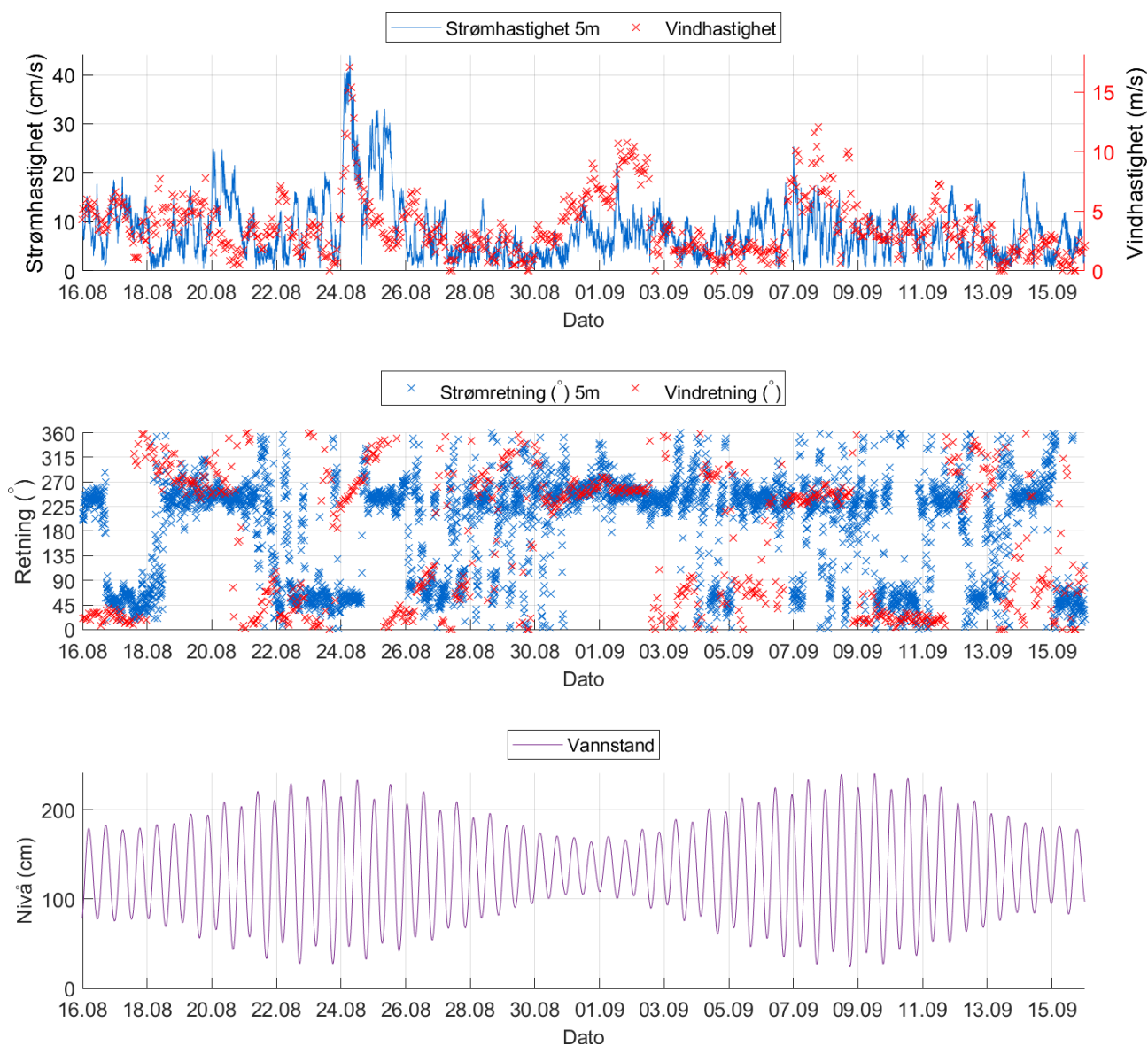
Tabell 4.26.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Kristiansund Lufthavn under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	7.3	7.1	6.7	3.5	1.8	17.1	15.4	6.4
Tid (%)	23.1	16.8	11.9	2.3	1.6	11.7	22.3	10.2



Figur 4.26.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Kristiansund Lufthavn under 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 Kristiansund Lufthavn, strøm- og vindretning, samt vannstand (Kristiansund tidevannsstasjon) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.

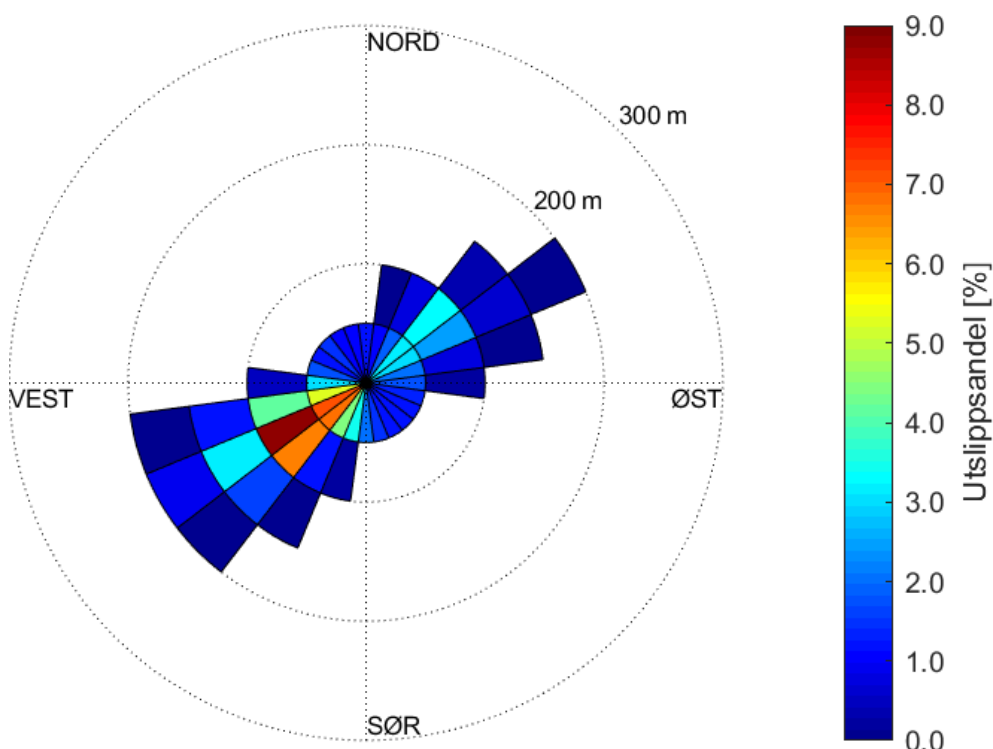


Figur 4.26.3. Posisjonen til Kristiansund Lufthavn værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Kristiansund tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.27 Utslippskontur

Utslippskonturen tar utgangspunkt i strøm målt på spredningsdyp til å beregne spredningsavstand for avfallspartikler fra et utslippspunkt med en viss synkehastighet (Bannister, et al., 2016). 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%).

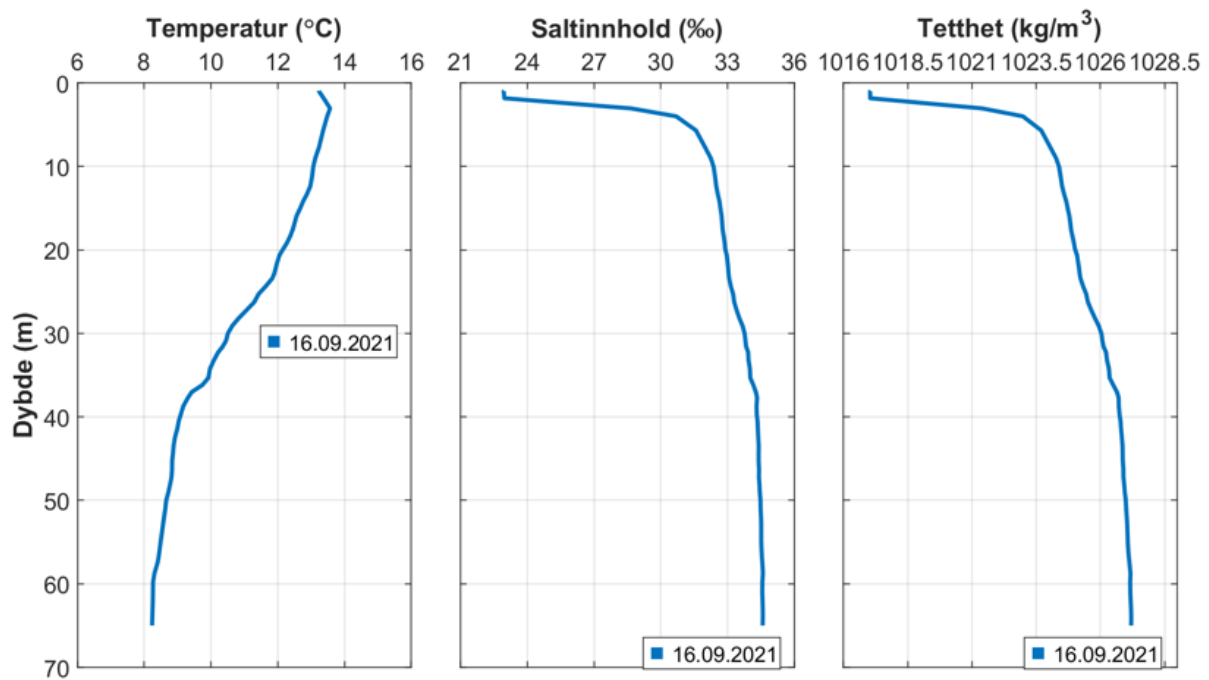
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.27.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (46m). 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 100m.

4.28 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med opptak 16.09.21 av strømmålere i samme posisjon som strømriggeren. Det var feil på oksygensensoren og oksygendata er derfor ikke tatt med i rapporten.



Figur 4.28.1. Vertikalprofiler av saltinnhold, temperatur og tetthet. Dypet er oppgitt langs y-aksen.

5. Diskusjon

Strømmen på Rokset er mot NØ – SV/V på alle dyp og stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering. 87.8% av relativ vannutskiftning på 5m, 90.0% på 15m, 87.0% på spredningsdyp og 82.8% på bunndyp skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.18.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 44.0cm/s mot NØ på 5m, 39.9cm/s mot SV på 15m, 20.0cm/s mot SV på spredningsdyp (46m) og 16.3cm/s mot S på bunndyp (68m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på 5m, 15m og på spredningsdyp og er vurdert som sterk på 5m og 15m, og som middels sterk på spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m). 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 14.4cm/s på 5m, 16.5cm/s på 15m, 8.7cm/s på spredningsdyp (46m) og 6.4cm/s på bunndyp (68m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m, sterk på 15m, middels sterk på spredningsdyp (46m) og svak på bunndyp (68m).

Det var tilfeller der strøm var > 30cm/s på 5m og 15m dyp. Høy strømhastighet oppstår uregelmessig på måleposisjonen, og varighet av disse i området er relativt kort. Høye strømhastigheter er vurdert forårsaket av vind.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m) under måleperioden, fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strø mellipsen (Figur 4.24.2). Tidevannssignalet dominerte ikke på 5m under måleperioden, som er indikert ved at tidevannsellipsen er vesentlig mindre enn strø mellipsen (Figur 4.24.2). Tidevannsbidrag til strøm på 5m er lavere enn lenger ned i vannsøylen. Dette indikerer at strømmen lenger opp i vannsøylen er mer påvirket av andre faktorer.

5.3 Vindpåvirkning

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

Grunnet friksjon mellom vind og vannoverflate vil vind med betydelig hastighet (> 3m/s) og stabil retning som blåser over en lengre periode ha større innvirkning på strøm. 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 var like de på Kristiansund Lufthavn under måleperioden, er det vurdert at vind fra NØ kan ha påvirket strøm mot SV, vind fra SV kan ha påvirket strøm mot NØ/Ø og vind fra V kan ha påvirket strøm mot NØ.

Vinden blåste mest fra N, men det er ikke forventet at vind fra N vil påvirke strømmen i så stor grad siden Rokset er relativt beskyttet for vind fra N. Vinden blåste derimot sterkest fra SV og vind kan dermed hatt sterkeste påvirkning på strøm mot NØ. Dette passer med målt maksimal strømhastighet på 5m dyp mot NØ, som er vurdert vindpåvirket utfra sammenfallende retning mellom strøm og vind.

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

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

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 sterk på 5m og 15m, middels sterk på spredningsdyp (46m) og som svak på bunndyp (68m).

Neumann-parameteren er vurdert som middels stabil på 5m og 15m, og som stabil på spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m). Strømrretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på 5m og 15m fordi det er perioder på over en tidevannsperiode der vannet strømmer i én retning, samt at gjennomsnittsstrømmen er sterk. Vannutskiftningen er også vurdert som god på spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m).

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på 5m, 15m og spredningsdyp (46m), og 13.7% på bunndyp (68m). Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 30 minutter på 5m, 40 minutter på 15m, 100 minutter (1t 40min) på spredningsdyp (46m) og 100 minutter (1t 40min) på bunndyp (68m). Det var kort periode med strømstille. Dette tyder på god vannutskiftning i området.

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 71m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmåleposisjonen ligger over en bunn som skråner nedover mot SØ til ca. 102m midt i fjorden. Bunntopografien er orientert NØ - SV i området for strømmålingsposisjonene. Det er ingen store groper i området.

Det var tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på både spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m). Dette 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 SV (Figur 4.27.1), som er retningen med mest vannutskiftning (Tabell 4.18.1). Med utgangspunkt i målte strømhastigheter på spredningsdyp vil avfall spre seg lengst mot sørvest/vest og nordøst, 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 forskjellige grunner, for eksempel; ferskvannsavrenning, avkjøling/oppvarming av overflatevann, utveksling av vann ved bunn med kystvann) påvirker spredning av utslipp både horisontalt og vertikalt.

Temperatur under måleperioden var $8.5 - 13.5^{\circ}\text{C}$ på instrumentdyp (21m), $8.1 - 12.5^{\circ}\text{C}$ på spredningsdyp (46m) og $8.0 - 8.5^{\circ}\text{C}$ på bunndyp (68m). Temperaturmålingene viser at temperaturen på instrumentdyp (21m) var varmere enn lenger ned i vannsøylen gjennom hele måleperioden. Det var mye variasjon i temperaturen på instrumentdyp (21m) og temperaturen varierte periodisk samsvarende med tidevannssvingningene. På spredningsdyp (46m) holdt temperaturen seg relativt stabil, bortsett fra en periode med kraftig økning mellom 08.09 og 11.09 der det også var store periodiske temperatursvingninger. På bunndyp (68m) holdt temperaturen seg stabil gjennom hele måleperioden, men med perioder med noe mer variasjon som samsvarer med variasjonene på spredningsdyp (46m).

CTD-målinger ved opptak viser at temperaturen økte litt de første 2-3 meterne, før den gradvis minket ned mot bunn. Fra ca. 37m og ned til bunn minket temperaturen litt saktere enn lenger opp i vannsøylen.

Saltinnholdet var lavt og homogent de første 1-2 meterne, før det var en kraftig økning ned til ca. 5m. Deretter økte saltinnholdet gradvis ned mot ca. 37m og var relativt homogent fra 37m og ned til bunnen. Det lave saltinnholdet i overflaten kan forklares med ferskvannsavrenning.

Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var lagdelt ved opptak 16.09. Det var et overflatelag fra overflaten og ned til ca. 2m. Deretter var det lagdeling fra 2m – 5m, før et nytt lag fra 5m og ned til bunnen.

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 9415:2009 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 anlegget 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 dreining.

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

For strømmåling på sprednings- og bunn dyp 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 enten ca. 2m over bunn, men ikke dypere enn 100m fra merdbunn, eller 2m over bunn.

Valg av måleperiode

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

Målingene på 5m og 15m dyp ble gjort i samsvar med NS 9415:2009, der kravet er at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst en måned.

Målingene på sprednings- og bunn dyp 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 (46m)	Bunn (68m)
Leverandør	Nortek AS	Nortek AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	AWAC (400kHz)	AWAC (400kHz)	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	7509	7509	5278	5239
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	1% av målt verdi $\pm 0.5\text{cm/s}$	1% av målt verdi $\pm 0.5\text{cm/s}$	$\pm 0.15\text{cm/s}$	$\pm 0.15\text{cm/s}$
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)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretningens nøyaktighet	$\pm 2^\circ$ for helning $< 15^\circ$	$\pm 2^\circ$ for helning $< 15^\circ$	$\pm 5^\circ$ 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 AWAC

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 AWAC.

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 10 minutter og den registrerte målingen hvert 10. minutt er gjennomsnittet av strømmålinger i løpet av disse minuttene.

6.4 CTD-målinger

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

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 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.

Ut fra analysen av planlagt riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m, sprednings- og bunndyp ble riggen vurdert som egnet for utsett i antatt strømområde.

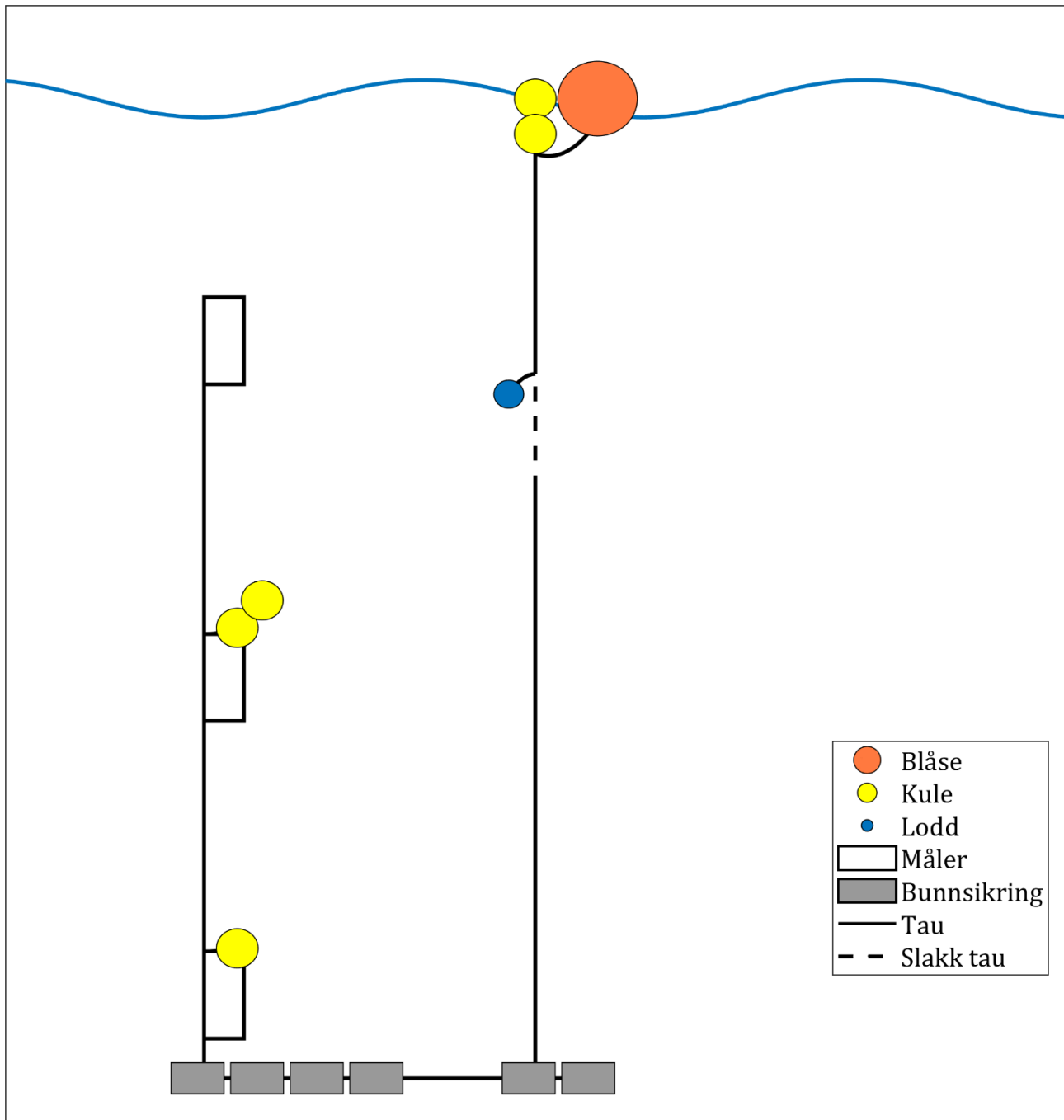
7.2 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.2.1 og skissert i Figur 7.2.1.

Riggen har mest sannsynlig blitt satt ut på rundt 70m (i stedet for planlagte 71m), slik at punktmåleren havnet på gjennomsnittlig 68m dyp i stedet for 69m. Dette har ingen påvirkning på resultatet da bunnstrømmen uansett ble målt 2m over bunn på posisjonen.

Tabell 7.2.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m).

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A3	Blåse	1stk		62kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	2stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	20.0m		
Pærelodd	Lodd	1stk	20.0m	5kg
Danline 14mm	Tau	61.0m		
Garnanker	Bunnsikring	2stk	71.0m	40kg
Synketau 20mm	Tau	110.0m		
Garnanker	Bunnsikring	4stk	71.0m	50kg
Danline 14mm	Tau	2.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	69.0m	
Trålkule 11"	Kule	1stk	69.0m	7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	21.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	48.0m	
Trålkule 11"	Kule	2stk	48.0m	7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	23.0m		
Profiler	Måler/Bøye	1stk	25.0m	40.5kg oppdrift



Figur 7.2.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m, spredningsdyp (46m) og bunndyp (68m).

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

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

Det benyttes et skjema som følger hver måler for teknisk dokumentasjon. Instrumenttilstand og eventuelt andre kommentarer angående instrumentet oppføres i egen logg etter hvert prosjekt.

Ved utsett av instrumenter benyttes eget riggskjema som inkluderer (etter NS 9425:1999): 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 på riggskjema 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 korleksjon.

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

Feil på instrument

Det var feil på oksygensensor og oksygendata er derfor ekskludert fra rapporten.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (46m)	Bunn (68m)
Filnavn for rådata	Rokset 5m15m MF0921 NA7509.wpr	Rokset 5m15m MF0921 NA7509.wpr	Rokset spred MF0921 AP5278.bin	Rokset bunn MF0921 AP5239.bin
Rådata først vurdert i	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Rokset 5m MF0921 NA7509_eks_AKM.xls.xlsx	Rokset 15m MF0921 NA7509_eks_AKM.xls.xlsx	Rokset spred-46m MF0921 AP5278_eks_AKM.xls.xlsx	Rokset bunn-68m MF0921 AP5239_eks_AKM.xls.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Rokset-5m_QC.xlsx	Rokset-15m_QC.xlsx	Rokset-Spredning (46m)_QC.xlsx	Rokset-Bunn (68m)_QC.xlsx
Data return (%)	99.98 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	4466 / 4467	4467 / 4467	4468 / 4468	4468 / 4468
Antall fjernede/manglende målinger	1 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	16.08.21 11:29 - 16.09.21 11:49	16.08.21 11:29 - 16.09.21 11:49	16.08.21 11:30 - 16.09.21 12:00	16.08.21 11:30 - 16.09.21 12:00
Dato og tid for start og slutt av instrument	15.08.21 23:59 - 23.09.21 08:09	15.08.21 23:59 - 23.09.21 08:09	11.08.21 09:00 - 23.09.21 07:40	11.08.21 09:00 - 23.09.21 07:50

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.

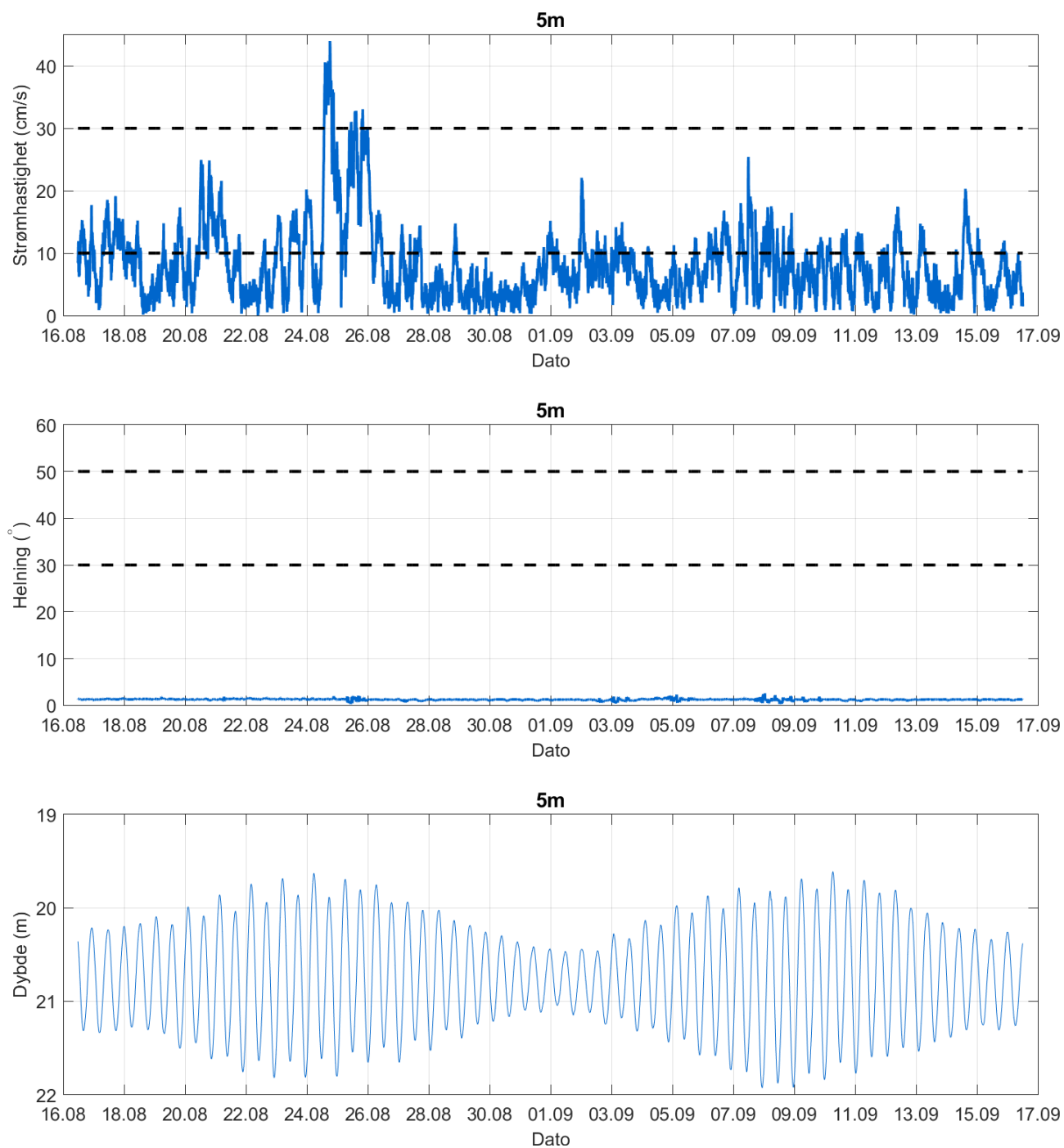
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

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

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

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

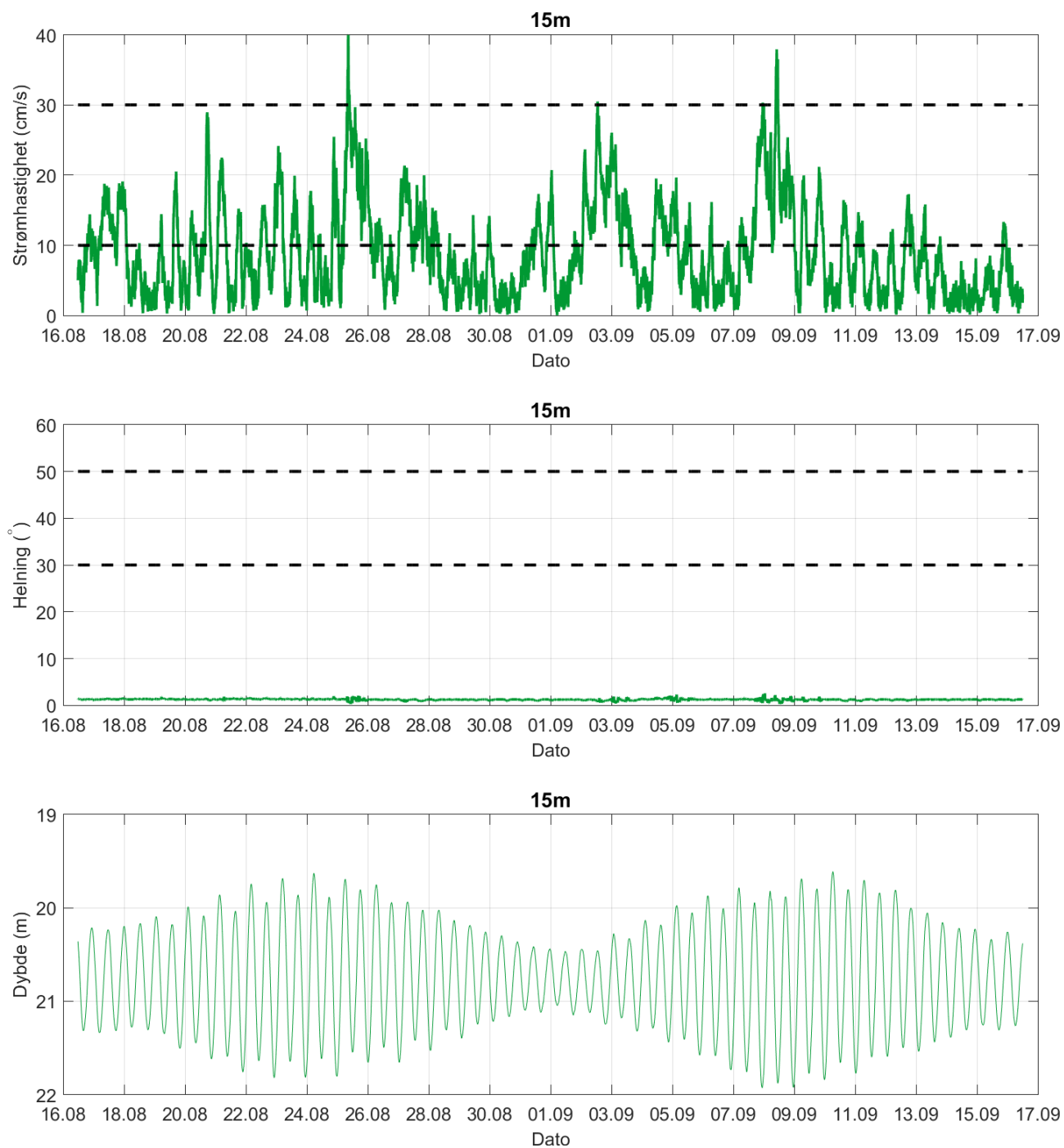
Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet, u_1 og u_2 , for forskjellige måleintervall, Δt (IOC, 1993). For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har de teoretiske forskjellene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



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

Instrumentdypet varierte mellom 19.6m og 21.9m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 20.8m.

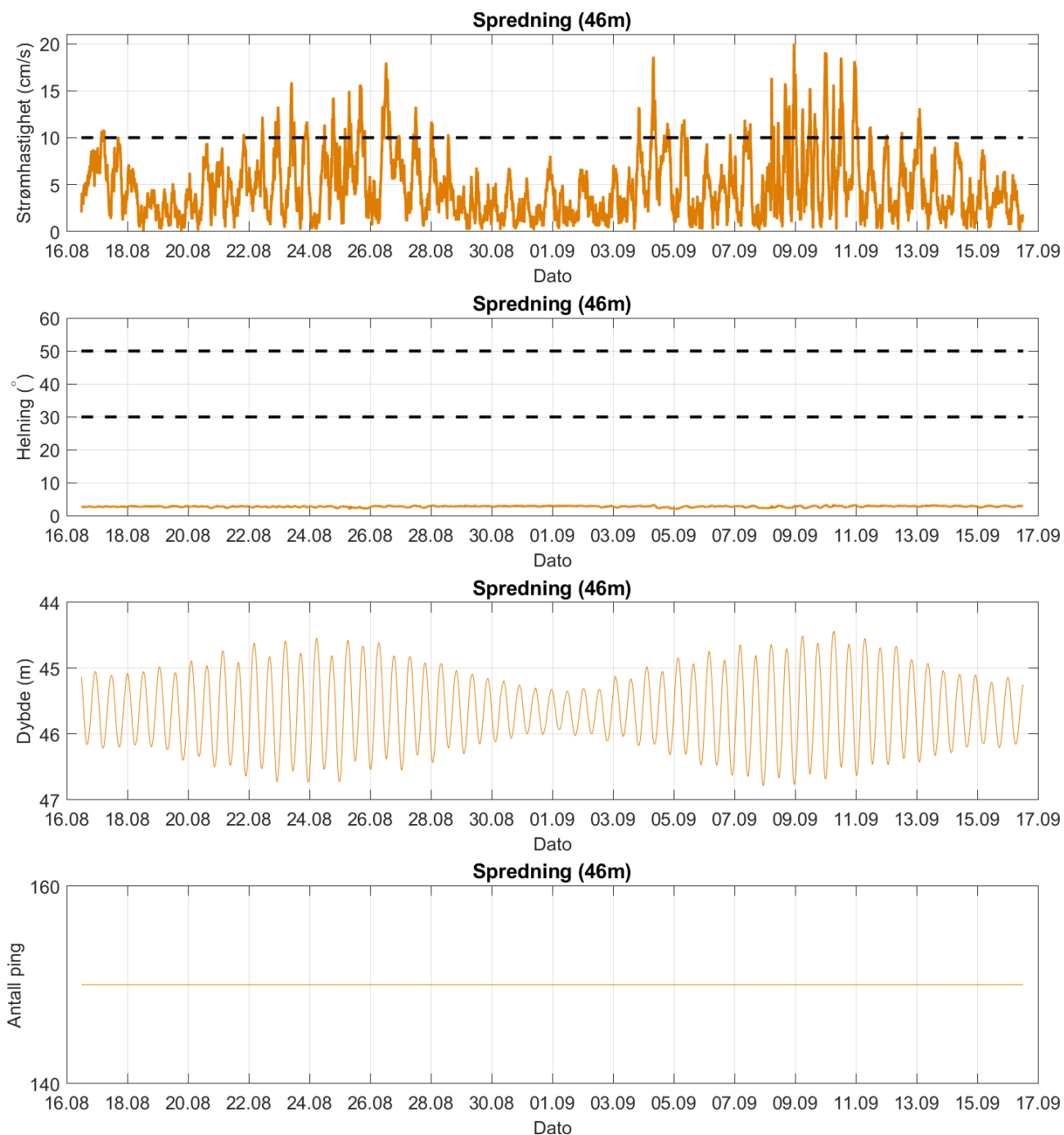
Merknad: Ettersom strømmen på 5m og 15m ble målt med samme instrument (profilerende instrument) er samme helning- og trykkdata oppgitt for 5m og 15m, fordi dette gjelder disse dypene.



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

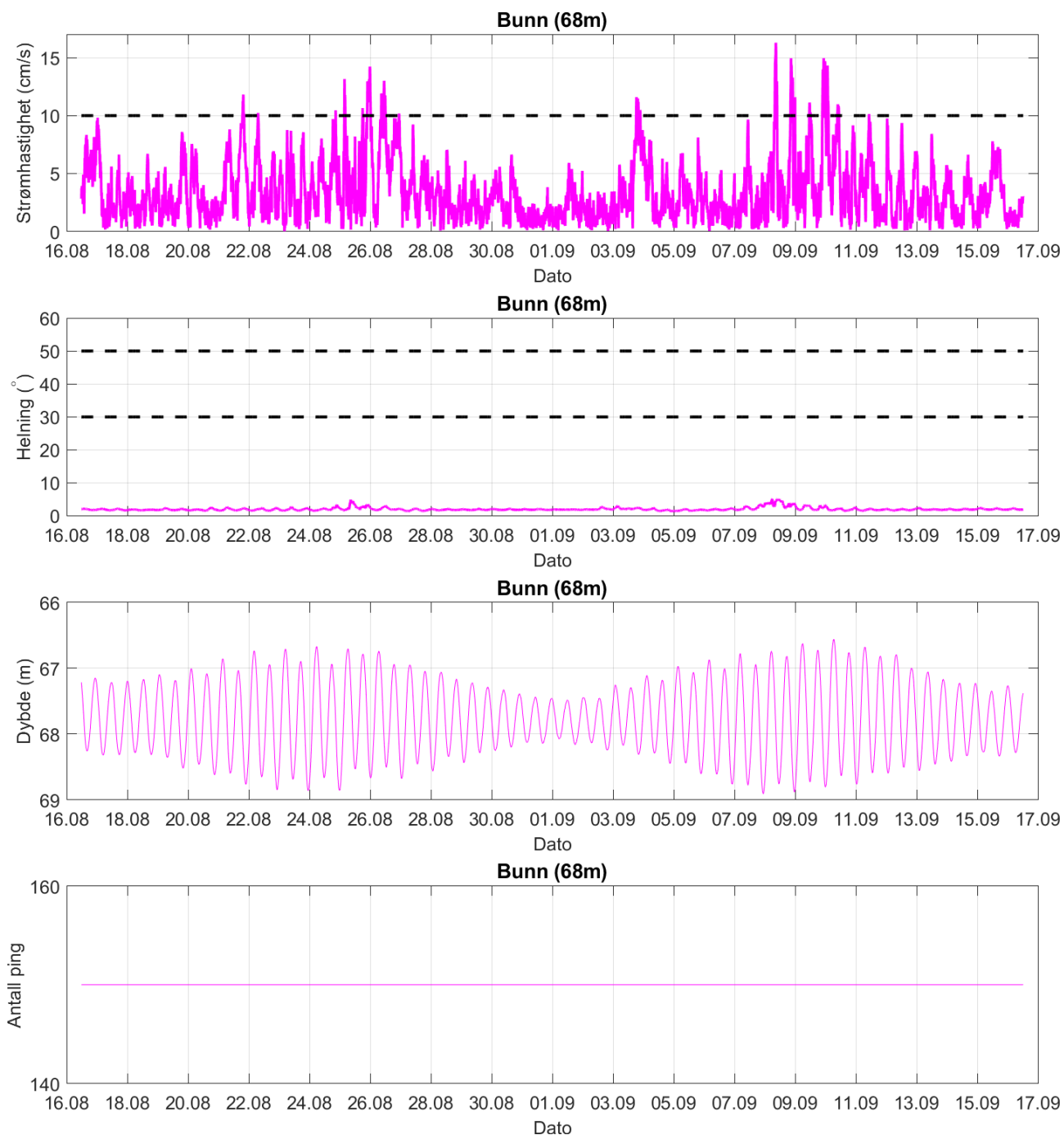
Instrumentdypet varierte mellom 19.6m og 21.9m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 20.8m.

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 (46m).

Instrumentdypet varierte mellom 44.4m og 46.8m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 45.6m.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (68m).

Instrumentdypet varierte mellom 66.6m og 68.9m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 67.8m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

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

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

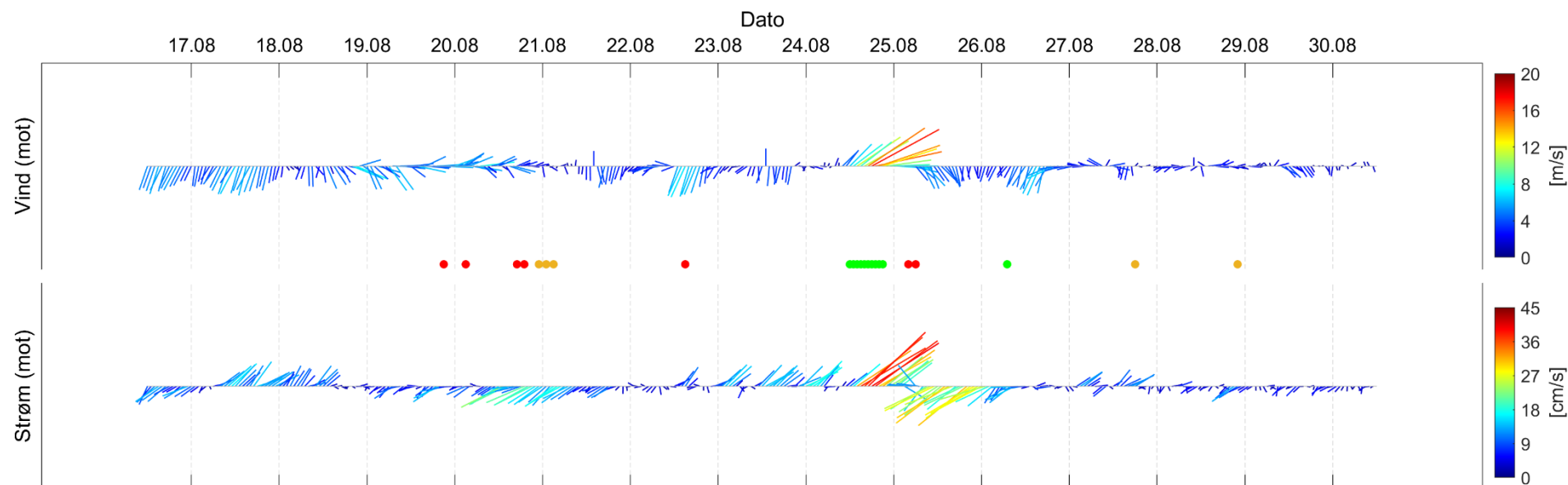
8.3.2 Enkelte datapunkter

Ett datapunkt er fjernet fra 5m på grunn av urealistisk hastighetshopp og høy vertikalhastighet.

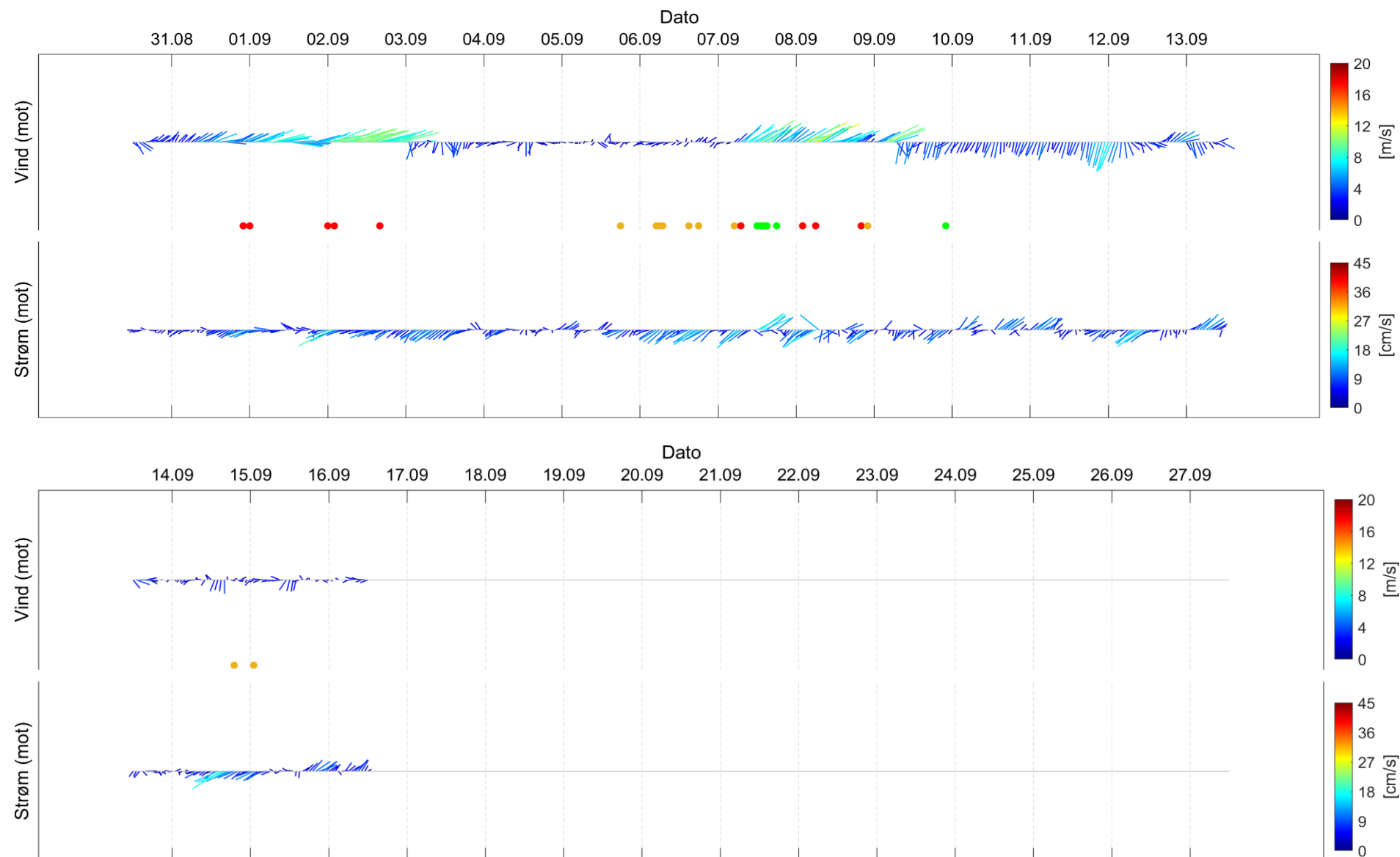
Ingen andre datapunkter er fjernet.

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

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



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



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

10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

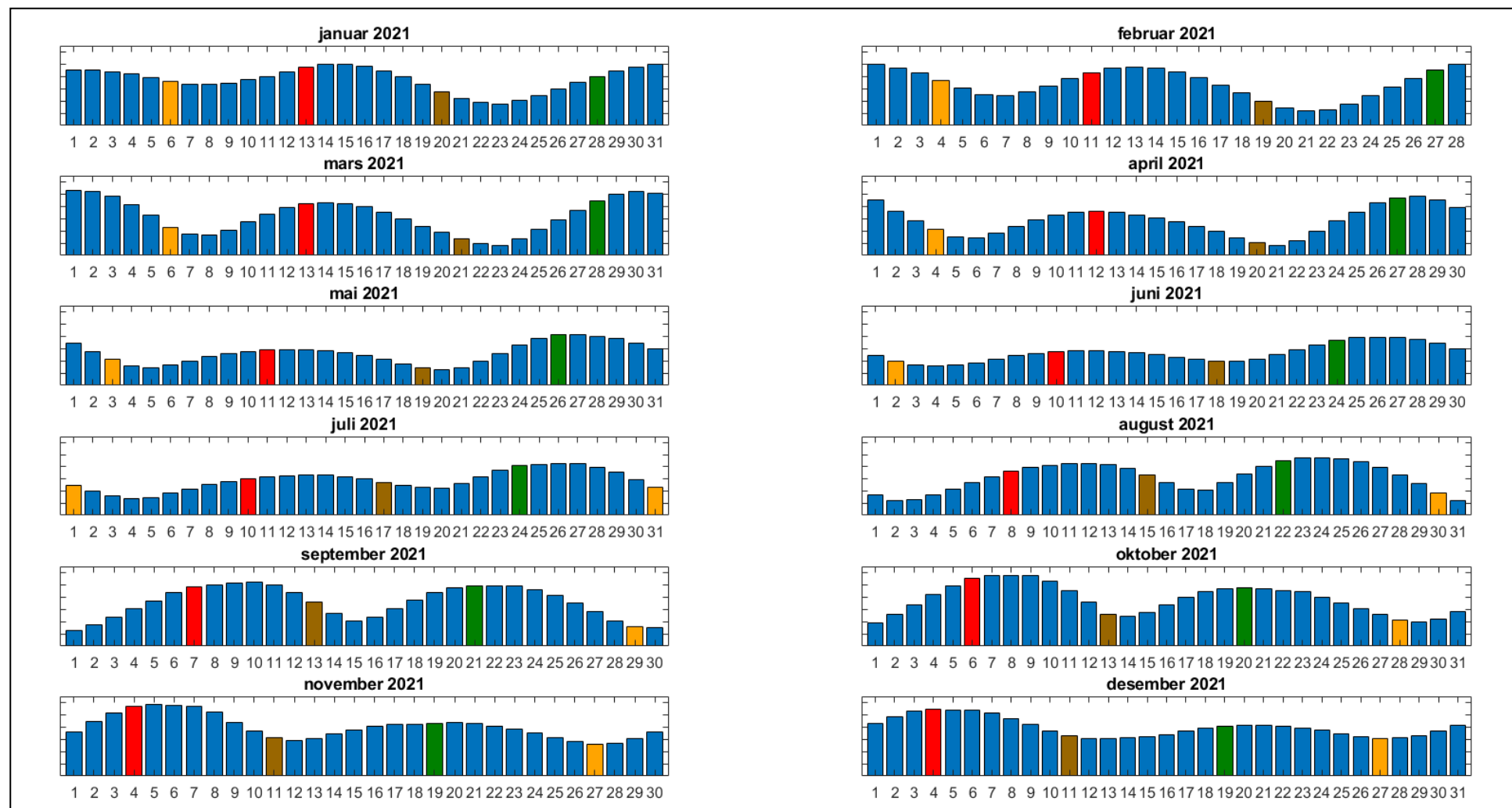
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 10.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 10.1. 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	0.4 - 0.6	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2	< 0.1

11. 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 11.1. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne).

12. Vedlegg – Måleenheter

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 12.1. 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

13. Vedlegg – Parametere og beskrivelse

Tabell 13.1. 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.

14. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmåler og Nortek AWAC.
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. 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.
4. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
5. 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>
6. 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
7. Kartverket (2021). www.kartverket.no/sehavniva
8. 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.
9. Meteorologisk institutt (2021). www.eklima.no
10. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
11. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
12. Pawlowicz, R., Beardsley, B. & Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
13. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.