

# Strømrapport

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

Kya i

juni - juli 2021

Rapport			
<b>Rapportbeskrivelse og -navn</b>	Vurdering av strømforhold ved Kya. SR-0821-SF-Kya-103174-01-001.pdf		
<b>Rapportversjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	
001	19.08.21	Første utgivelse	
<b>Rapportdistribusjon</b>	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			
<b>Lokalitetsnavn</b>	Kya	<b>Lokalitetsnummer</b>	ny
<b>Kommune</b>	Frøya	<b>Fylke</b>	Trøndelag
Oppdragsgiver			
<b>Selskap</b>	SalMar Farming AS; Industriveien 51, 7266 KVERVA, NORGE		
<b>Kontaktperson</b>	Trond Baarset	trond.baarset@salmar.no	
Oppdragsansvarlig			
<b>Selskap</b>	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
<b>Feltarbeidsansvarlig</b>	Arild Kjerstad Lindis Konst	arild@akerbla.no lindis.konst@akerbla.no	
<b>Rapportansvarlig</b>	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
<b>Kontrollert av</b>	Kristine Torkildson	kristine.torkildson@akerbla.no	
<b>Akkreditering</b>	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (39m)	Bunn (50m)
<b>Maksimal strøm (cm/s) (retning)</b>	52.5 (N)	42.2 (N)	20.6 (Ø)	27.0 (N)
<b>Gjennomsnittlig strøm (cm/s)</b>	11.7	8.4	4.9	3.8
<b>Strømstyrke &lt; 1cm/s (%)</b>	0.5	1.6	4.9	8.5
<b>Strømstyrke &lt; 3cm/s (%)</b>	6.0	12.0	35.5	50.3
<b>Strømstyrke &lt; 10cm/s (%)</b>	47.6	68.5	90.5	94.4
<b>Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)</b>	2.8	0.3	0.0	0.0
<b>Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)</b>	0.07	0.0	0.0	0.0
<b>Neumann-parameter</b>	0.3	0.3	0.4	0.3
<b>10-års strøm (maksimal)</b>	87	70	-	-
<b>50-års strøm (maksimal)</b>	97	78	-	-

## Innholdsfortegnelse

---

<b>1. Forord .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Områdebeskrivelse .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Metodikk .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Resultater .....</b>	<b>10</b>
4.1 Sammen drag 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
<b>5. Diskusjon .....</b>	<b>43</b>
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
<b>6.</b>	<b>Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon .....</b>	<b>46</b>
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
<b>7.</b>	<b>Vedlegg – Riggoppsett .....</b>	<b>49</b>
7.1	Riggoppsett .....	49
<b>8.</b>	<b>Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....</b>	<b>50</b>
8.1	Databearbeiding .....	50
8.2	Kvalitetssikring av data.....	52
8.3	Fjernede dataverdier .....	57
8.3.1	Måleperiode .....	57
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	57
<b>9.</b>	<b>Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm .....</b>	<b>58</b>
<b>10.</b>	<b>Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser .....</b>	<b>60</b>
<b>11.</b>	<b>Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner .....</b>	<b>61</b>
<b>12.</b>	<b>Vedlegg – Måleenheter .....</b>	<b>62</b>
<b>13.</b>	<b>Vedlegg – Parametere og beskrivelse .....</b>	<b>63</b>
<b>14.</b>	<b>Vedlegg – Referanser .....</b>	<b>64</b>

## 1. Forord

---

Åkerblå AS har på oppdrag fra SalMar Farming AS utført strømmålinger ved tenkt oppdrettslokalitet Kya 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 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 er vurdert etter blant annet strømforhold og vannutskiftning – og temperatur.

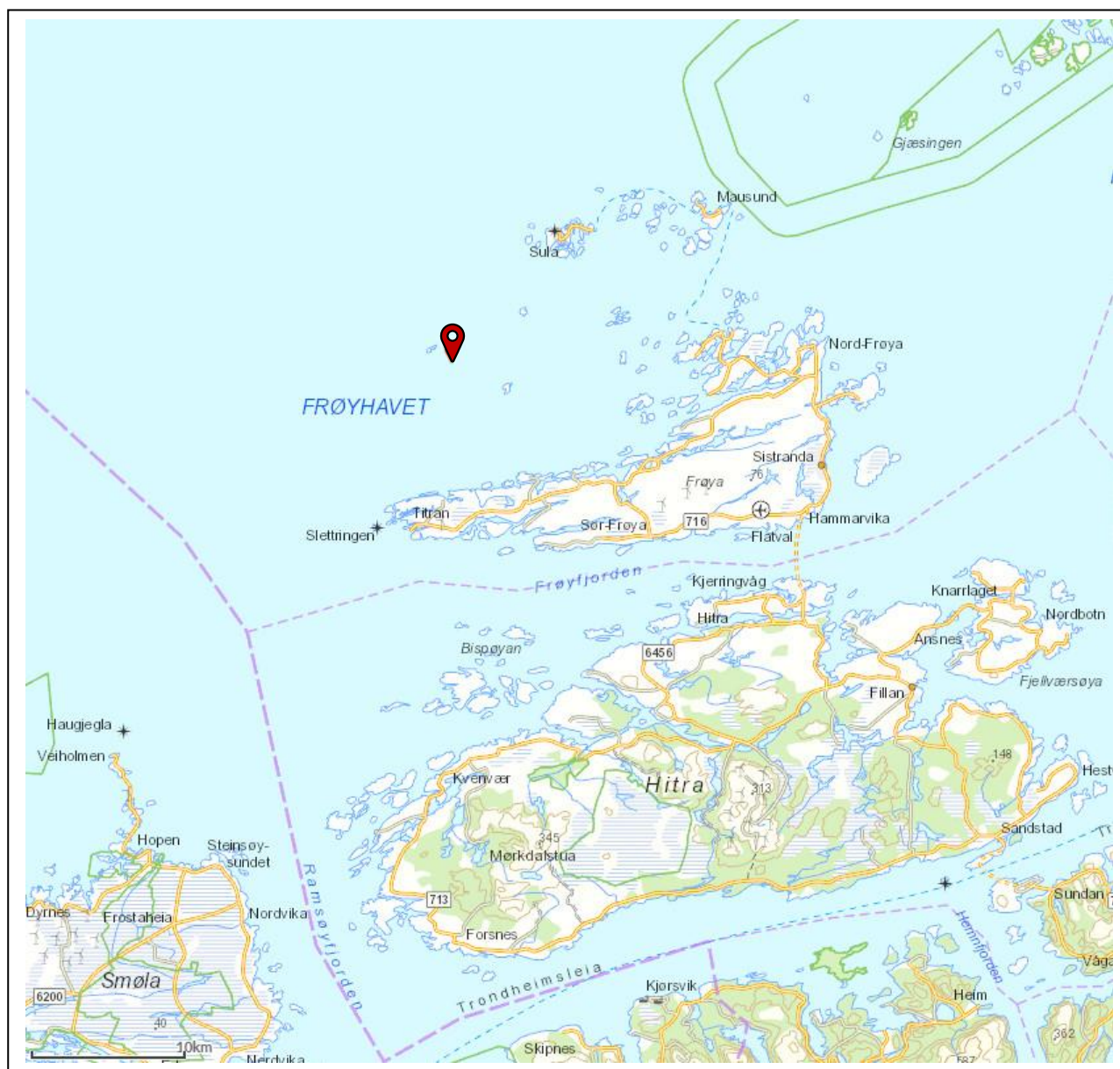
Denne rapporten tilfredsstillter kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

## 2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Kya ligger i Frøya kommune, Trøndelag (Figur 2.1). Kya ligger nordvest for Frøya og sørvest for Sula. Plasseringen er omkranset av øyer og skjær, og er eksponert for åpent hav da posisjonen ligger ute ved kystlinjen.

På grunn av lite omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra alle retninger.

Bunntopografi er ca. 52m dyp og orientert Ø – V i området for strømmålingsposisjonen. Målepunktet er plassert i et kupert område, med mange holmer og banker.



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

### 3. Metodikk

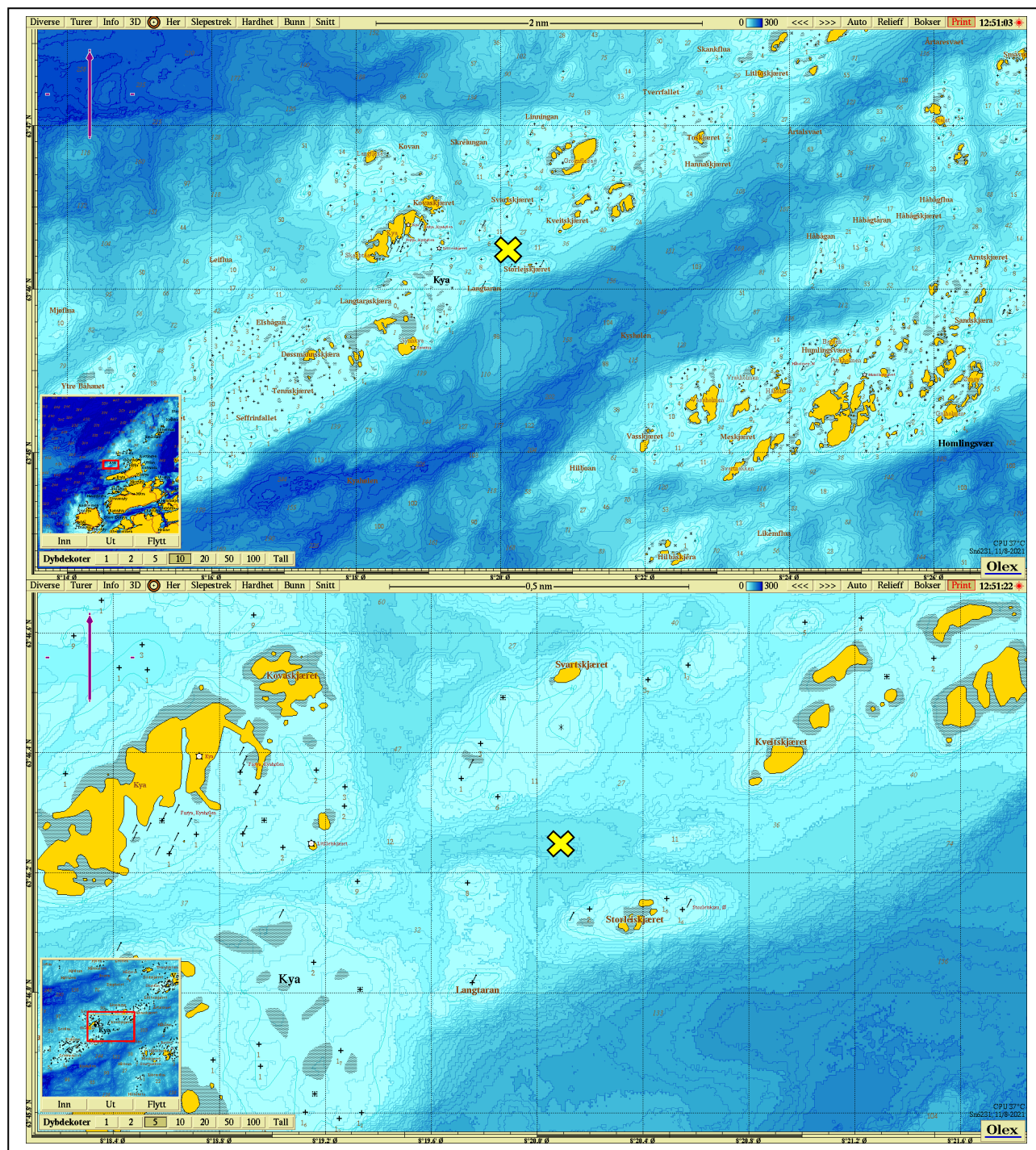
Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1.

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.

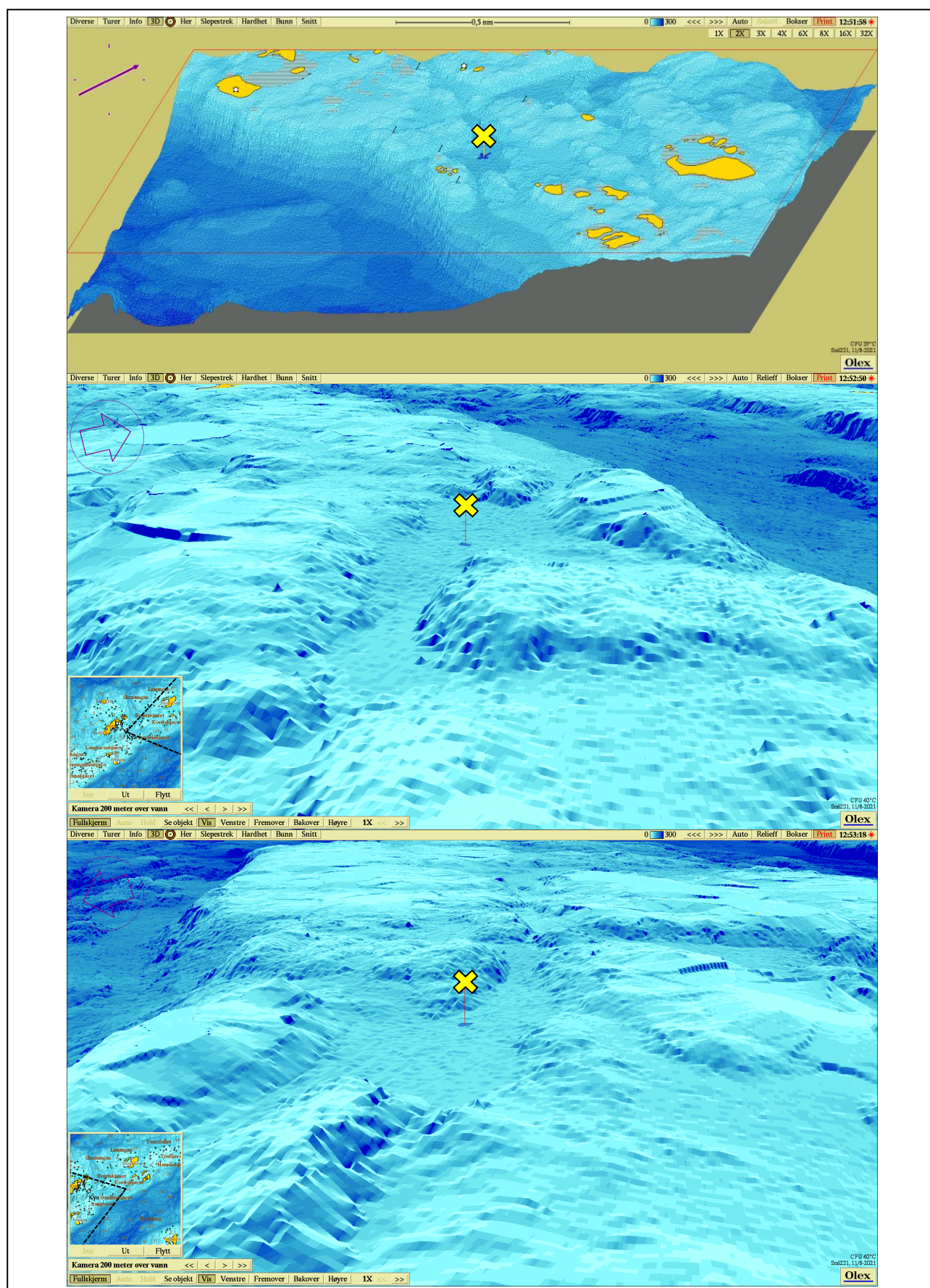
Måledyp	5m	15m	Spredning (39m)	Bunn (50m)
Posisjonsanvisning	✘	✘	✘	✘
Posisjon	63° 46.247' N; 008° 20.081' Ø	63° 46.247' N; 008° 20.081' Ø	63° 46.247' N; 008° 20.081' Ø	63° 46.247' N; 008° 20.081' Ø
Dyp på målested	52m	52m	52m	52m
Instrumenttype	Nortek AWAC	Nortek AWAC	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	17.06.21 - 27.07.21	17.06.21 - 27.07.21	17.06.21 - 27.07.21	17.06.21 - 27.07.21
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	39.6 / 39.6	39.6 / 39.6	39.6 / 39.6	39.6 / 39.6
Manglende/fjernede datapunkt	0	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

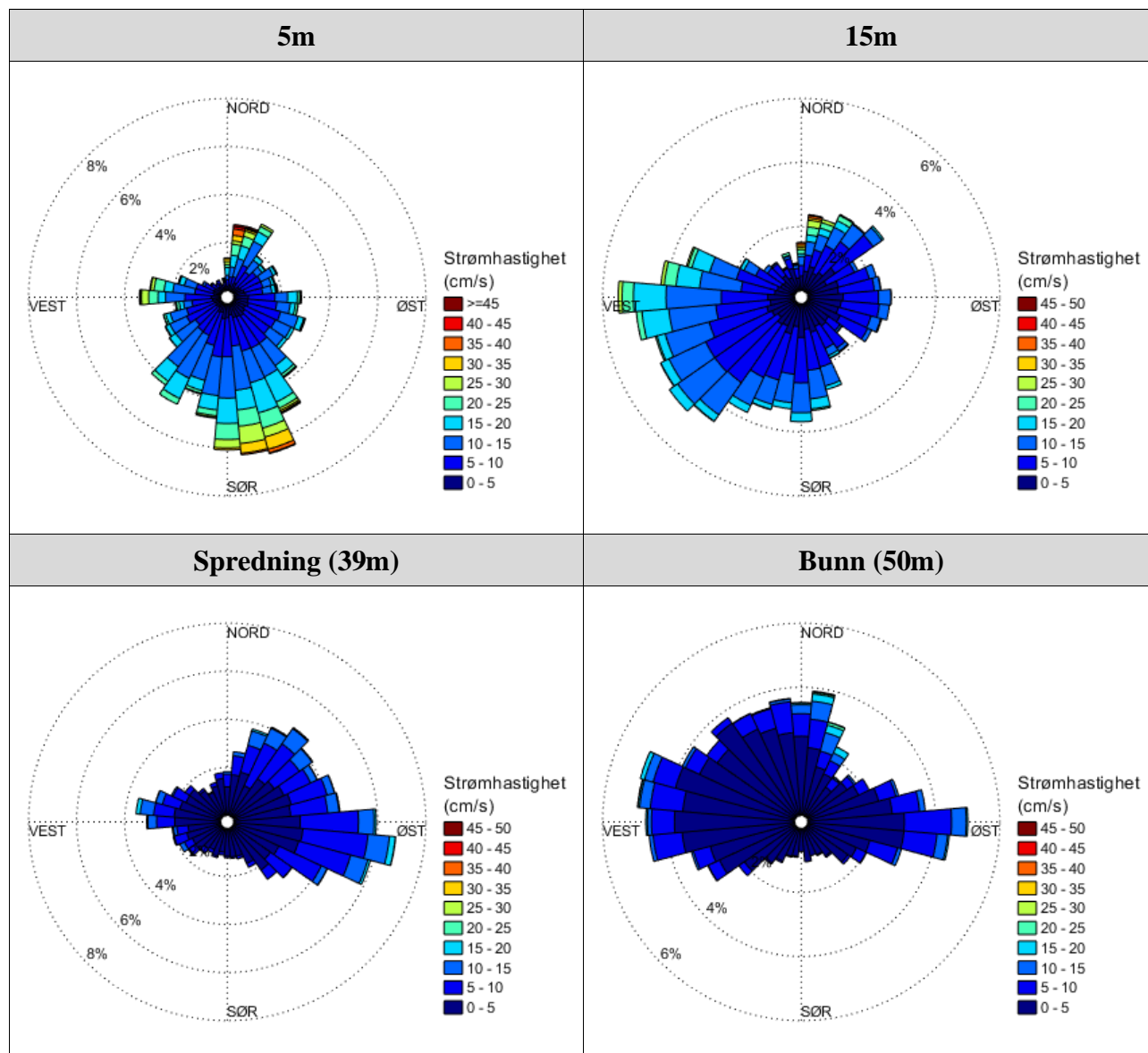
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m).

Måledyp	Instrument (23m)		Spredning (39m)	Bunn (50m)
Sjøtemperatur (°C)	10.6 - 13.9		10.0 - 13.3	-
Strømhastighet	5m	15m	Spredning (39m)	Bunn (50m)
Maksimum (cm/s)	52.5	42.2	20.6	27.0
Gjennomsnitt (cm/s)	11.7	8.4	4.9	3.8
Minimum (cm/s)	0.0	0.1	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	19.6	14.1	8.8	7.2
Signifikant min (cm/s)	5.1	3.5	1.8	1.4
Varians (cm/s) <sup>2</sup>	51.4	26.5	11.4	10.0
Standardavvik (cm/s)	7.2	5.1	3.4	3.2
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	0.5	1.6	4.9	8.5
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	20	50	70
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	6.0	12.0	35.5	50.3
Lengste periode < 3cm/s (min)	90	80	280	370
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	47.6	68.5	90.5	94.4
Lengste periode < 10cm/s (min)	790	1200	3550	6890
% ≥ 30cm/s	2.8	0.3	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	240	70	0	0
% ≥ 50cm/s	0.07	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	20	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	4.0	2.4	1.8	1.1
Retning (grader)	172	243	68	352
Neumann-parameter	0.3	0.3	0.4	0.3
Gjennomsnittlig vannforflytning (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	10123	7224	4240	3322

## 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 (39m) og bunndyp (50m).

### 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 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 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%	
N	0	0	8	9	24	17	30	13	11	17	2	0	0	0	131	2.3	12992	3.2	46.7
N	15	2	5	11	30	56	40	40	17	27	11	4	0	0	243	4.3	28098	7.0	52.5
NØ	30	3	12	15	61	82	33	18	7	0	0	0	0	0	231	4.1	16235	4.1	27.5
NØ	45	0	10	15	75	37	17	1	0	0	0	0	0	0	155	2.7	8440	2.1	24.5
NØ	60	2	12	20	73	37	13	3	2	0	0	0	0	0	162	2.8	8660	2.2	27.1
Ø	75	1	11	26	68	36	9	3	1	3	0	0	0	0	158	2.8	8346	2.1	39.1
Ø	90	0	21	31	80	41	29	8	5	1	0	0	0	0	216	3.8	12821	3.2	35.6
Ø	105	2	14	35	118	61	22	6	1	0	0	0	0	0	259	4.5	13834	3.5	26.3
SØ	120	2	23	26	119	59	12	1	0	0	0	0	0	0	242	4.2	11583	2.9	20.0
SØ	135	0	24	33	106	76	21	4	0	1	0	0	0	0	265	4.7	14317	3.6	36.0
SØ	150	1	16	34	126	109	98	30	6	13	2	0	0	0	435	7.6	33181	8.3	42.8
S	165	2	14	30	121	138	91	57	56	60	1	0	0	0	570	10.0	55231	13.8	40.9
S	180	2	18	27	133	156	82	50	28	8	0	0	0	0	504	8.8	39928	10.0	33.7
S	195	2	22	24	126	131	37	17	4	1	0	0	0	0	364	6.4	23215	5.8	31.7
SV	210	0	14	21	102	157	72	19	1	0	0	0	0	0	386	6.8	27102	6.8	29.9
SV	225	3	6	15	89	117	46	8	0	0	0	0	0	0	284	5.0	18979	4.7	22.1
SV	240	2	5	13	115	76	17	4	0	0	0	0	0	0	232	4.1	13509	3.4	24.3
V	255	1	9	18	80	38	18	9	2	0	0	0	0	0	175	3.1	10219	2.6	28.7
V	270	1	16	19	89	65	23	33	24	6	0	0	0	0	276	4.8	21438	5.4	36.4
V	285	1	6	21	71	65	30	15	4	2	0	0	0	0	215	3.8	14819	3.7	36.3
NV	300	0	14	16	36	12	1	0	0	0	0	0	0	0	79	1.4	3095	0.8	17.8
NV	315	0	8	9	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0.6	1315	0.3	12.4
NV	330	1	15	11	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0.7	986	0.2	10.4
N	345	3	9	7	10	2	3	3	2	0	0	0	0	0	39	0.7	1872	0.5	26.2
Antall obs.		31	312	486	1881	1572	744	342	171	139	16	4	0	0	5698	100	0	0	0
%		0.5	5.5	8.5	33.0	27.6	13.1	6.0	3.0	2.4	0.3	0.1	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			m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%	
N	0	7	14	16	27	21	8	9	7	8	3	0	0	0	120	2.1	8464	3.0	42.2
N	15	6	30	25	55	42	20	19	16	8	0	0	0	0	221	3.9	15309	5.4	38.0
NØ	30	2	14	41	72	53	17	13	2	0	0	0	0	0	214	3.8	11988	4.2	25.5
NØ	45	7	37	47	114	41	3	0	0	0	0	0	0	0	249	4.4	9765	3.4	16.2
NØ	60	2	20	32	91	18	1	0	0	0	0	0	0	0	164	2.9	6261	2.2	16.0
Ø	75	7	27	53	85	16	1	0	0	0	0	0	0	0	189	3.3	6446	2.3	15.8
Ø	90	5	37	52	97	28	1	0	0	0	0	0	0	0	220	3.9	7924	2.8	18.1
Ø	105	3	38	45	102	27	2	0	0	0	0	0	0	0	217	3.8	8034	2.8	15.7
SØ	120	3	33	54	71	13	0	0	0	0	0	0	0	0	174	3.1	5516	1.9	13.6
SØ	135	8	23	40	52	10	3	0	0	0	0	0	0	0	136	2.4	4326	1.5	16.7
SØ	150	1	29	38	74	19	6	1	0	0	0	0	0	0	168	2.9	6681	2.3	20.6
S	165	2	33	42	109	67	19	2	0	0	0	0	0	0	274	4.8	13395	4.7	22.0
S	180	4	29	51	118	82	25	1	0	0	0	0	0	0	310	5.4	15642	5.5	20.1
S	195	4	21	46	115	72	14	1	0	0	0	0	0	0	273	4.8	13347	4.7	20.6
SV	210	6	19	48	169	86	19	1	0	0	0	0	0	0	348	6.1	17206	6.0	21.1
SV	225	4	18	44	191	116	24	0	0	0	0	0	0	0	397	7.0	20333	7.1	18.0
SV	240	5	25	41	182	102	24	1	0	0	0	0	0	0	380	6.7	19568	6.9	21.0
V	255	5	21	46	160	128	47	8	0	0	0	0	0	0	415	7.3	23692	8.3	23.4
V	270	1	26	44	123	139	87	28	7	0	0	0	0	0	455	8.0	31157	10.9	27.2
V	285	3	17	29	101	96	54	24	8	0	0	0	0	0	332	5.8	22577	7.9	28.0
NV	300	1	20	19	79	32	12	2	1	0	0	0	0	0	166	2.9	8265	2.9	27.5
NV	315	5	28	18	51	9	1	0	0	0	0	0	0	0	112	2.0	3783	1.3	15.5
NV	330	2	14	22	23	1	2	1	0	0	0	0	0	0	65	1.1	2102	0.7	22.9
N	345	0	18	40	24	9	2	6	0	0	0	0	0	0	99	1.7	3802	1.3	23.2
Antall obs.		93	591	933	2285	1227	392	117	41	16	3	0	0	0	5698	100	0	0	0
%		1.6	10.4	16.4	40.1	21.5	6.9	2.1	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredningsdyp (39m).

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 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%	
N	0	17	50	50	47	8	0	0	0	0	0	0	0	0	172	3.0	4161	2.5	12.0
N	15	8	74	62	78	32	1	0	0	0	0	0	0	0	255	4.5	8458	5.0	17.5
NØ	30	15	67	57	153	62	8	0	0	0	0	0	0	0	362	6.4	14019	8.4	17.8
NØ	45	12	83	69	133	63	4	0	0	0	0	0	0	0	364	6.4	13396	8.0	18.8
NØ	60	16	95	92	108	26	1	0	0	0	0	0	0	0	338	5.9	9865	5.9	17.2
Ø	75	12	100	107	134	37	2	0	0	0	0	0	0	0	392	6.9	12205	7.3	15.3
Ø	90	15	93	122	194	52	6	0	0	0	0	0	0	0	482	8.5	16721	10.0	17.9
Ø	105	14	108	121	219	76	20	1	0	0	0	0	0	0	559	9.8	21345	12.7	20.6
SØ	120	11	71	111	153	22	1	0	0	0	0	0	0	0	369	6.5	11552	6.9	16.2
SØ	135	7	76	89	70	1	0	0	0	0	0	0	0	0	243	4.3	5914	3.5	10.3
SØ	150	11	86	47	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	2.9	2898	1.7	8.2
S	165	12	68	25	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	1.9	1695	1.0	7.4
S	180	13	57	19	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	1.7	1458	0.9	7.4
S	195	10	59	25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	1.8	1599	1.0	6.5
SV	210	11	55	27	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	106	1.9	1861	1.1	11.4
SV	225	12	58	33	22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	129	2.3	2680	1.6	12.9
SV	240	6	71	43	35	13	0	0	0	0	0	0	0	0	168	2.9	4344	2.6	13.6
V	255	13	58	45	42	5	2	0	0	0	0	0	0	0	165	2.9	4131	2.5	16.1
V	270	12	90	66	59	38	9	0	0	0	0	0	0	0	274	4.8	9008	5.4	19.4
V	285	9	67	83	72	33	6	0	0	0	0	0	0	0	270	4.7	8820	5.3	17.3
NV	300	7	60	65	48	7	0	0	0	0	0	0	0	0	187	3.3	4806	2.9	13.2
NV	315	10	75	44	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	2.5	2534	1.5	9.7
NV	330	14	51	33	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	1.9	1722	1.0	6.9
N	345	15	68	40	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	2.5	2474	1.5	9.2
Antall obs.		282	1740	1475	1660	480	60	1	0	0	0	0	0	0	5698	100	0	0	0
%		4.9	30.5	25.9	29.1	8.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

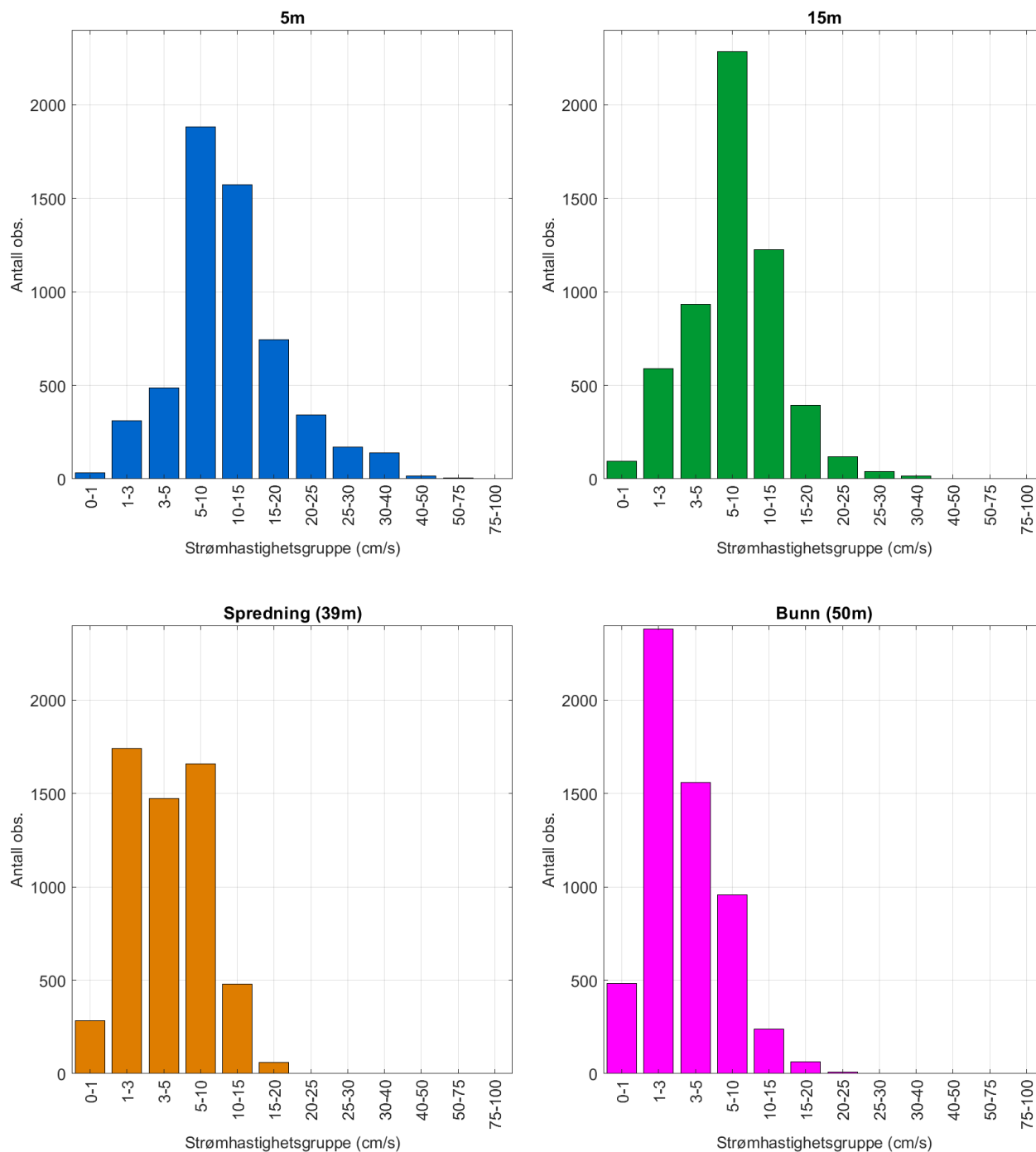


Tabell 4.3.4. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra bunndyp (50m).

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	26	110	65	71	25	5	2	0	0	0	0	0	0	304	5.3	8462	6.4	22.0
N	15	23	88	44	60	52	24	7	2	0	0	0	0	0	300	5.3	12360	9.4	27.0
NØ	30	21	64	35	39	24	14	0	1	0	0	0	0	0	198	3.5	6834	5.2	26.8
NØ	45	21	70	24	24	6	1	0	0	0	0	0	0	0	146	2.6	3011	2.3	18.2
NØ	60	18	91	48	36	1	0	0	0	0	0	0	0	0	194	3.4	3848	2.9	11.3
Ø	75	18	120	74	51	9	0	0	0	0	0	0	0	0	272	4.8	5920	4.5	14.6
Ø	90	20	115	123	119	36	3	0	0	0	0	0	0	0	416	7.3	12038	9.2	16.3
Ø	105	22	104	87	83	22	3	0	0	0	0	0	0	0	321	5.6	8765	6.7	16.8
SØ	120	20	79	50	32	1	0	0	0	0	0	0	0	0	182	3.2	3557	2.7	12.9
SØ	135	19	65	32	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	2.1	1768	1.3	5.5
SØ	150	13	49	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1.3	900	0.7	6.2
S	165	15	63	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	1.5	914	0.7	4.0
S	180	14	43	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1.2	706	0.5	4.2
S	195	14	39	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1.3	1007	0.8	5.5
SV	210	14	70	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	2.0	1560	1.2	5.6
SV	225	24	79	36	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	2.6	2124	1.6	5.8
SV	240	19	102	90	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	247	4.3	4722	3.6	11.0
V	255	21	131	103	59	7	0	0	0	0	0	0	0	0	321	5.6	6966	5.3	12.4
V	270	29	174	126	76	16	5	0	0	0	0	0	0	0	426	7.5	10035	7.6	17.8
V	285	23	165	129	71	23	7	1	0	0	0	0	0	0	419	7.4	10541	8.0	20.8
NV	300	23	154	108	46	13	2	0	0	0	0	0	0	0	346	6.1	7545	5.7	16.7
NV	315	19	152	115	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	5.4	5529	4.2	8.9
NV	330	22	130	102	40	1	0	0	0	0	0	0	0	0	295	5.2	5622	4.3	10.1
N	345	26	123	98	66	3	0	0	0	0	0	0	0	0	316	5.5	6708	5.1	11.8
Antall obs.		484	2380	1560	957	240	64	10	3	0	0	0	0	0	5698	100	0	0	0
%		8.5	41.8	27.4	16.8	4.2	1.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

#### 4.4 Strømmens hastighetsfordeling

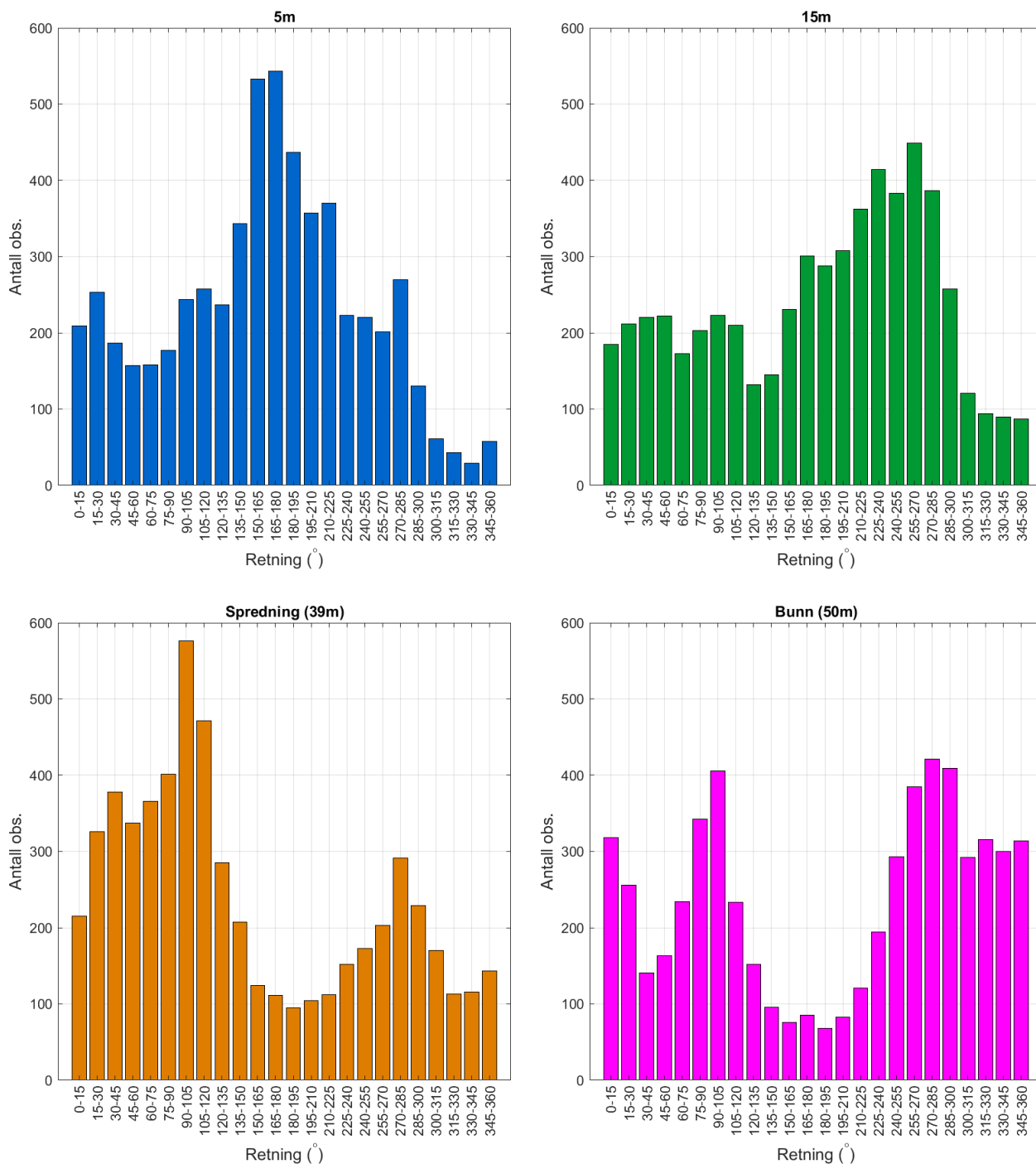
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

## 4.5 Strømmens retningsfordeling

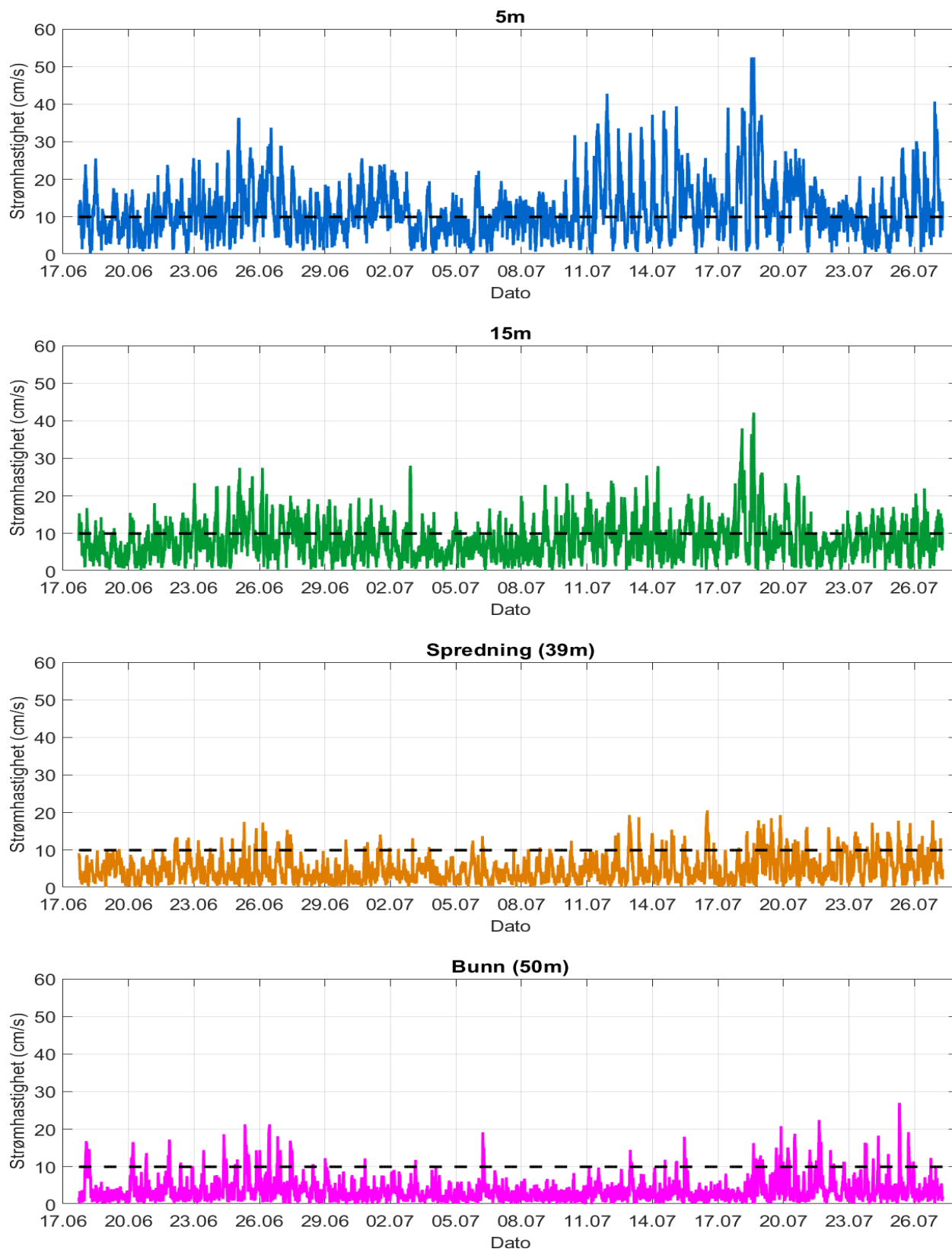
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyb (39m) og bunndyp (50m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

#### 4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

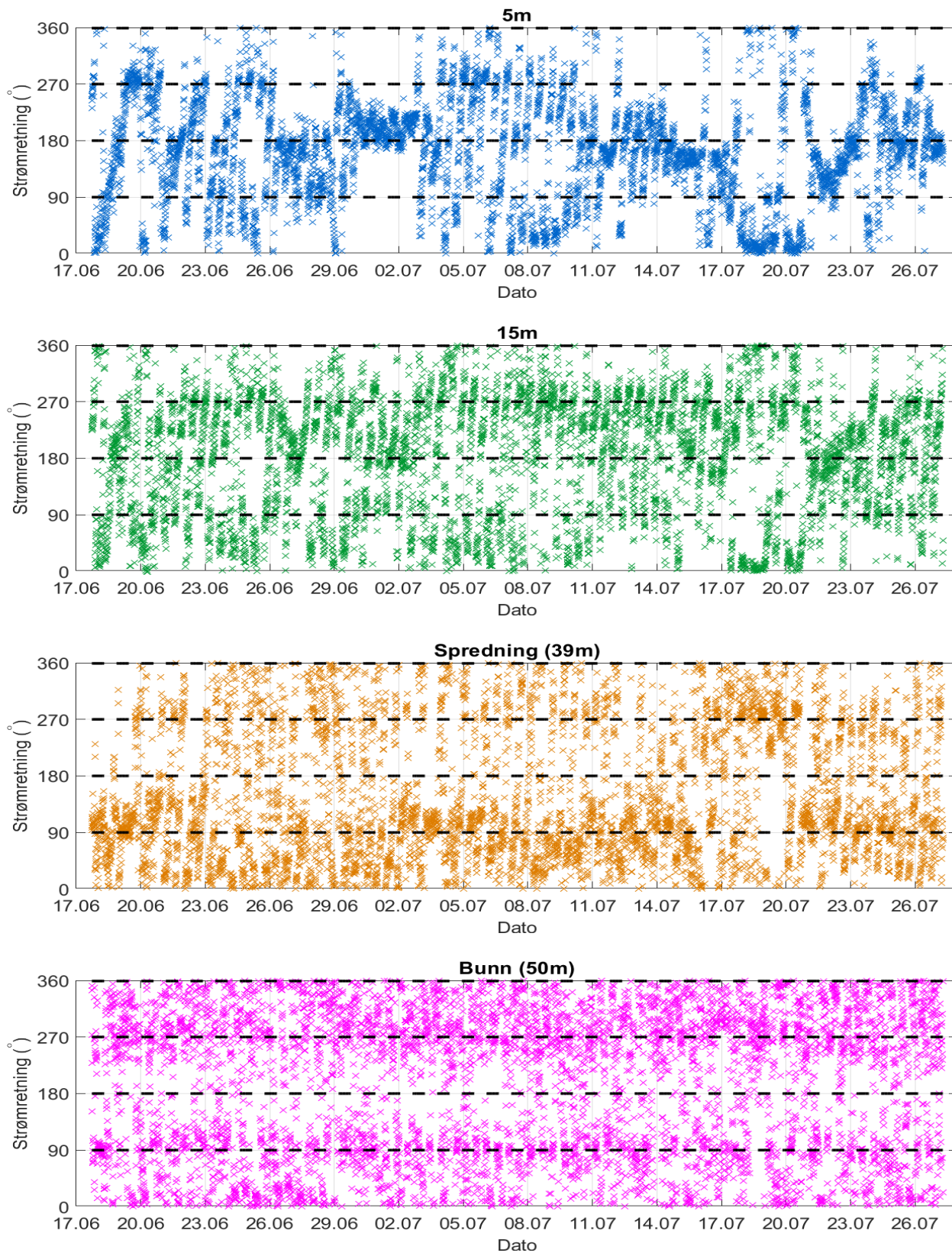
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

## 4.7 Tidsdiagram – Strømretning

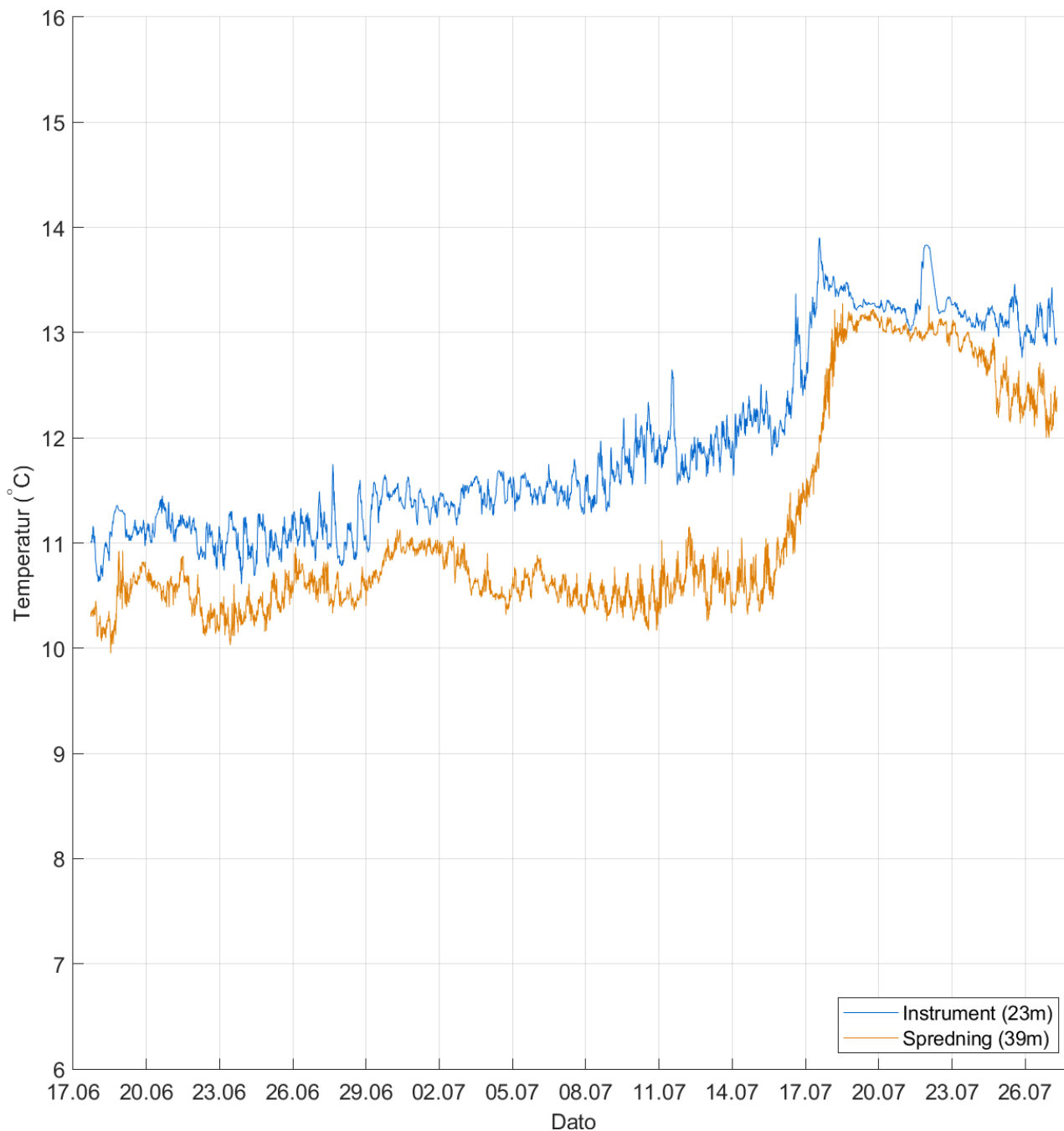
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

#### 4.8 Tidsdiagram – Temperatur

Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



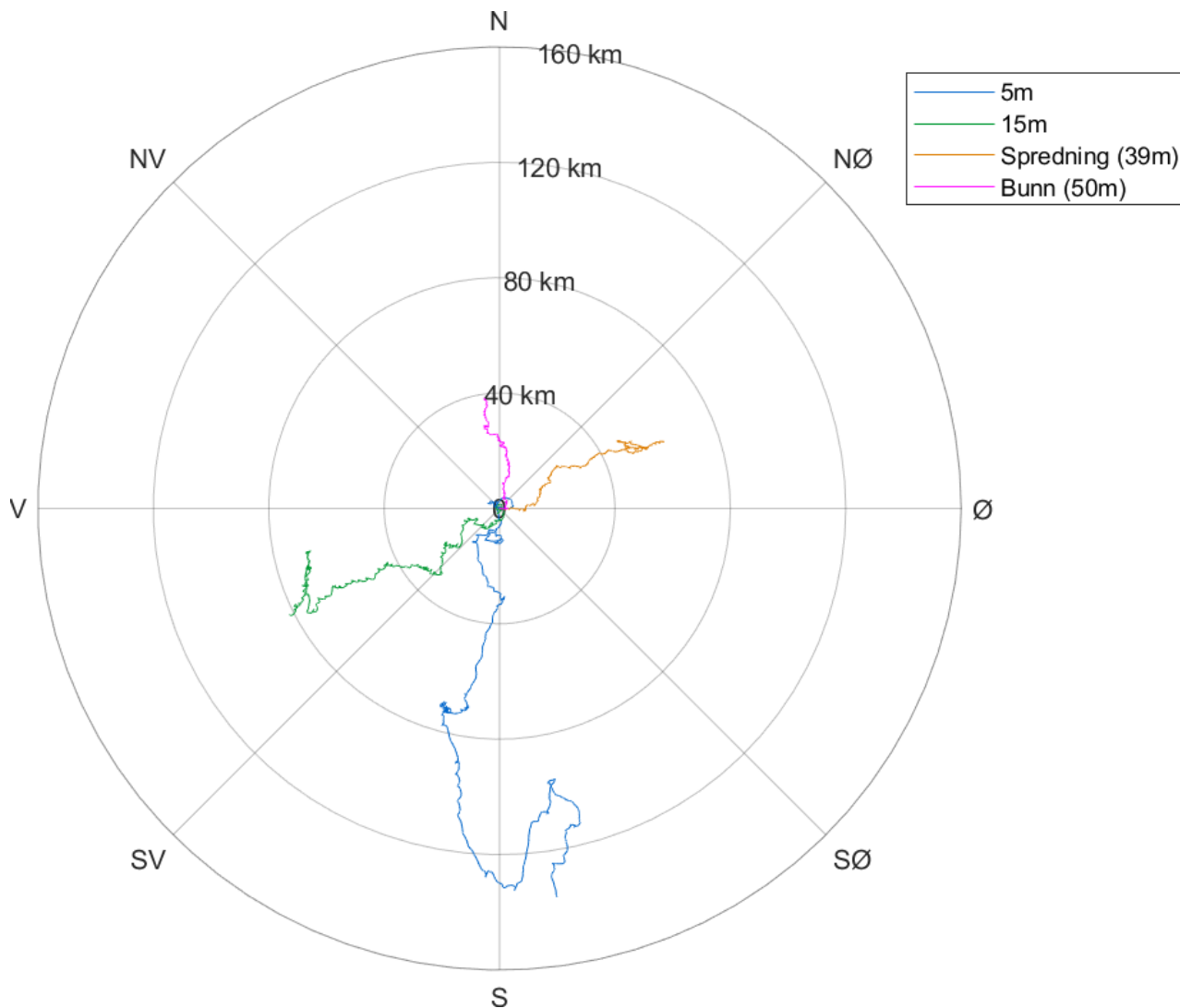
Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på instrumentdyp (23m) og spredningsdyp (39m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



#### 4.9 Progressivt vektordiagram

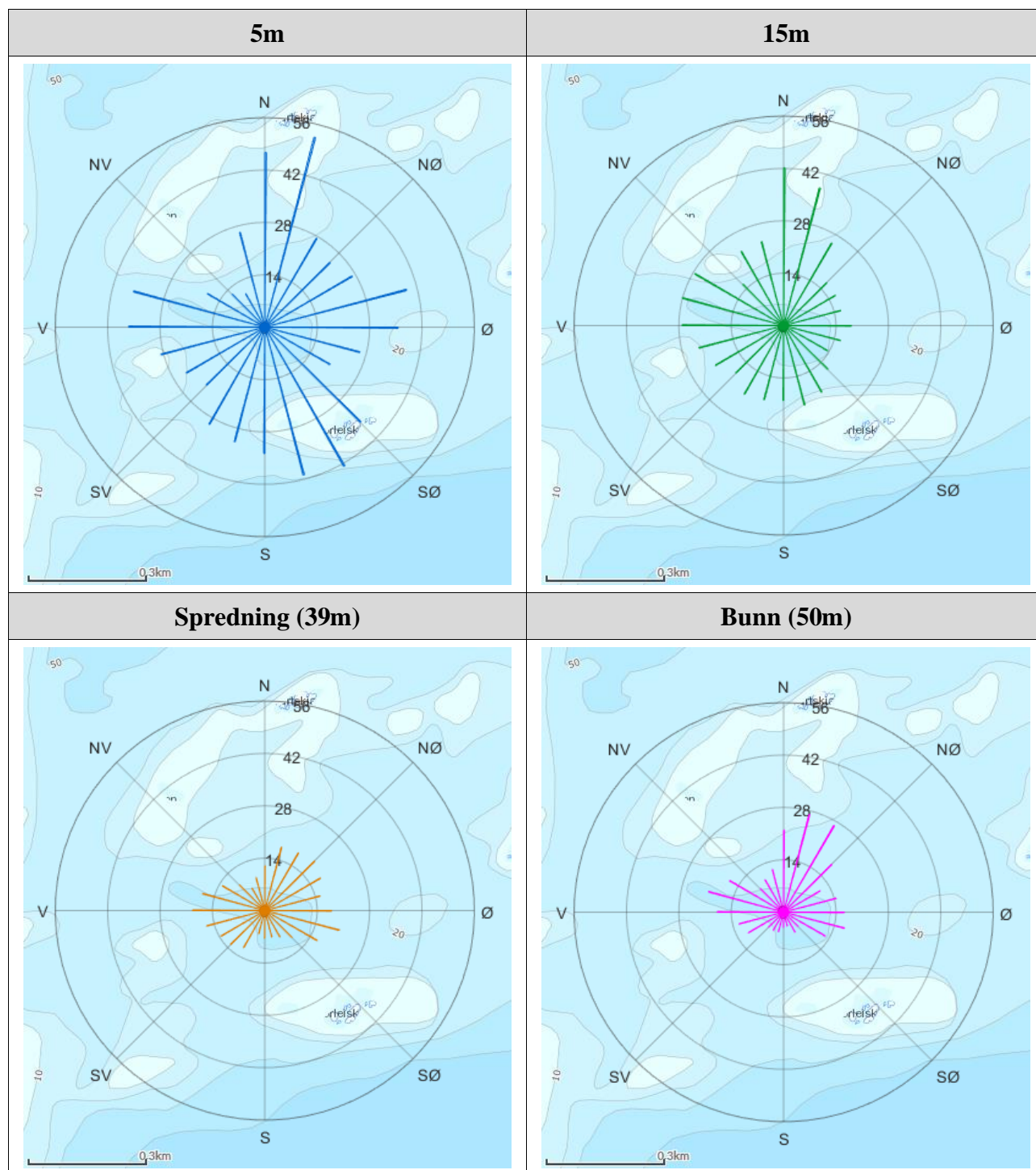
Et progressivt vektordiagram viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmålerens posisjon ved målestart, vil drive av sted i løpet av måleperioden (

Figur 4.9.1). Dette gir en indikasjon på vannutskiftning under måleperioden.



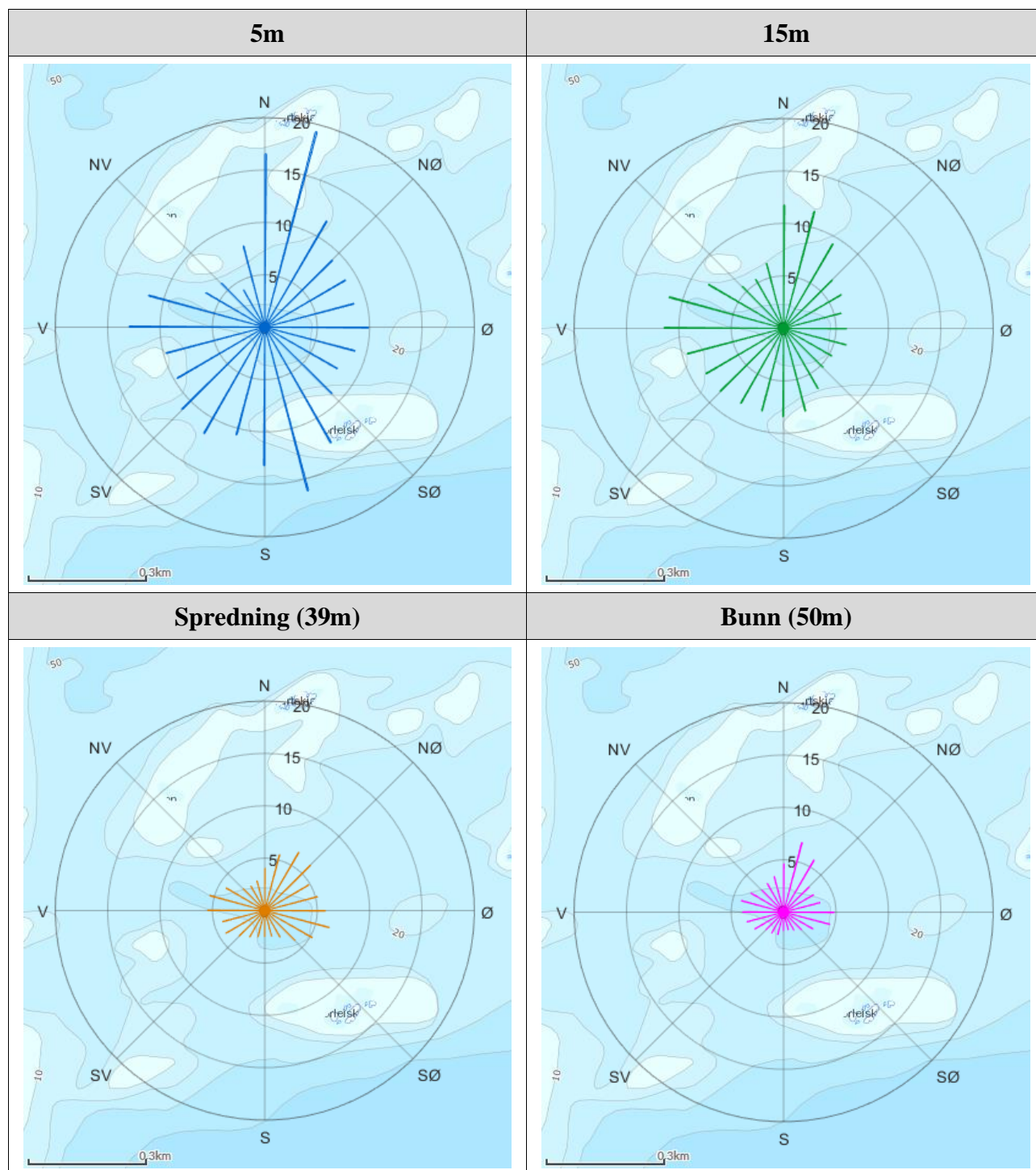
Figur 4.9.1 Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m).

## 4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m) i løpet av måleperioden.

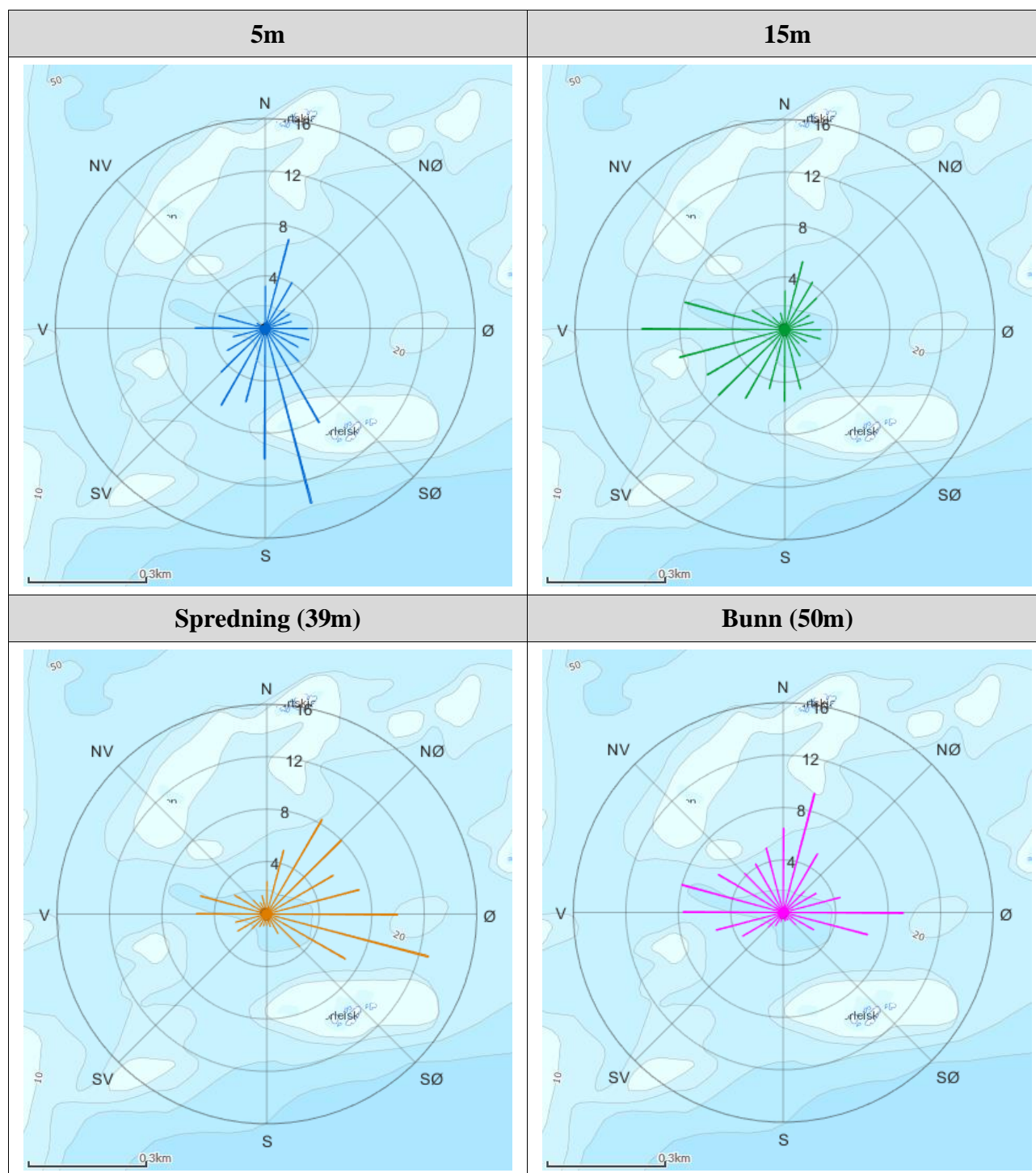
## 4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m) 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.

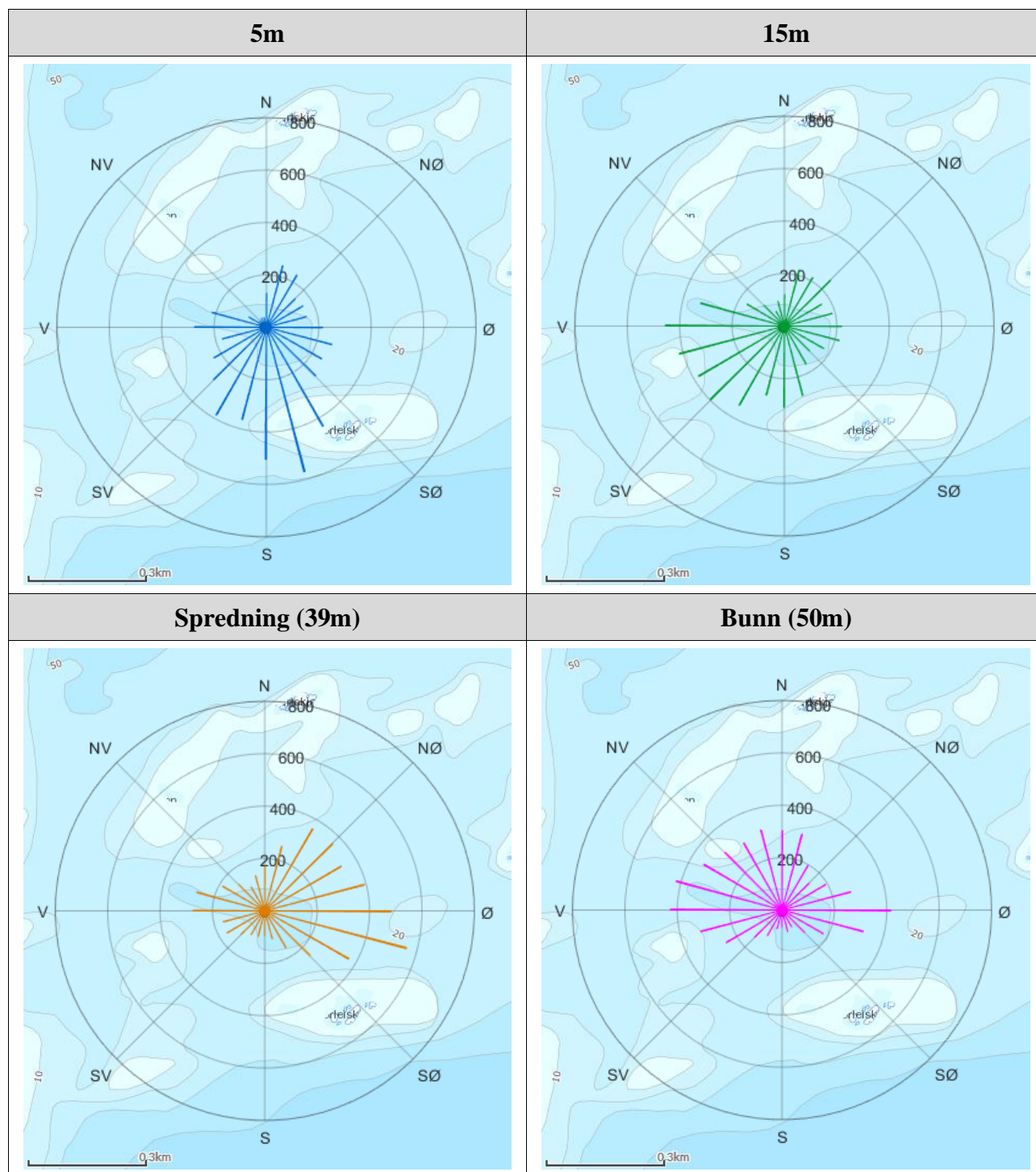


Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m) i løpet av måleperioden.



### 4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner

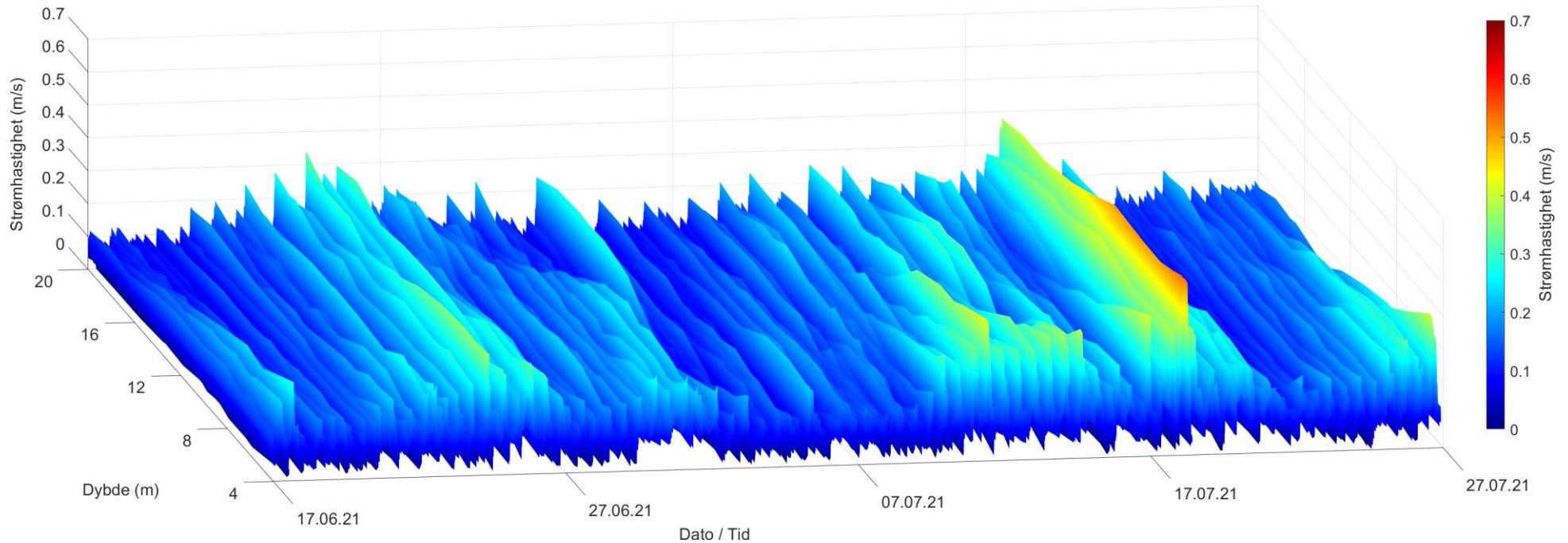
Figuren viser hvor mange ganger strømretningen er observert i de ulike 15°-sektorene i løpet av måleperioden.



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (39m) og bunn (50m) 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 23m 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	52.5	27.5	39.1	42.8	40.9	29.9	36.4	17.8
15m	42.2	25.5	18.1	20.6	22.0	21.1	28.0	27.5
Spredning (39m)	17.5	18.8	20.6	16.2	7.4	13.6	19.4	13.2
Bunn (50m)	27.0	26.8	16.8	12.9	5.5	11.0	20.8	16.7

#### 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	15.1	10.1	9.2	10.5	13.7	11.0	11.6	5.8
15m	9.8	7.4	6.0	5.8	8.2	8.5	10.7	6.9
Spredning (39m)	4.2	5.8	5.8	4.4	2.6	3.7	5.2	3.5
Bunn (50m)	5.0	4.2	4.4	2.7	1.9	2.8	3.9	3.3

#### 4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer

Tabell 4.17.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	413	548	633	942	1438	902	666	156
15m	440	627	626	478	857	1125	1202	343
Spredning (39m)	567	1064	1433	776	310	403	709	436
Bunn (50m)	920	538	1009	379	227	508	1166	951

#### 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	9.5	8.4	8.9	15.0	30.0	15.1	11.8	1.4
15m	9.1	9.9	7.9	5.8	14.9	20.1	27.3	5.0
Spredning (39m)	8.5	22.3	30.1	12.2	2.8	5.3	13.2	5.4
Bunn (50m)	21.0	10.4	20.3	4.7	2.0	6.4	20.9	14.2

#### 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°
<b>Maks (cm/s)</b>	52.5	27.5	39.1	42.8	40.9	29.9	36.4	17.8
<b>Retning (°)</b>	9	28	77	157	161	204	276	303
<b>10-år (cm/s)</b>	87	45	64	71	67	49	60	29
<b>50-år (cm/s)</b>	97	51	72	79	76	55	67	33

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°
<b>Maks (cm/s)</b>	42.2	25.5	18.1	20.6	22.0	21.1	28.0	27.5
<b>Retning (°)</b>	6	26	86	154	167	217	281	293
<b>10-år (cm/s)</b>	70	42	30	34	36	35	46	45
<b>50-år (cm/s)</b>	78	47	33	38	41	39	52	51

#### 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 (39m)	Bunn (50m)
1	1.3	0.8	0.5	0.3
10	4.0	2.7	1.4	1.1
20	5.9	4.1	2.1	1.6
30	7.5	5.2	2.7	2.0
40	8.9	6.3	3.3	2.5
50	10.3	7.4	4.0	3.0
60	12.0	8.7	4.9	3.5
70	13.8	10.2	6.0	4.2
80	16.4	12.1	7.5	5.3
90	21.0	15.0	9.9	7.8
95	26.0	17.6	11.8	10.4
99	35.4	25.2	15.1	15.9

#### 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 (39m)	Bunn (50m)
1	99.5	98.4	95.1	91.5
3	94.0	88.0	64.5	49.7
5	85.5	71.6	38.6	22.4
10	52.4	31.5	9.5	5.6
20	11.8	3.1	0.02	0.2
30	2.8	0.3		
40	0.4	0.05		
50	0.07			

## 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°	
<b>0-1</b>	0.09	0.09	0.05	0.05	0.1	0.09	0.05	0.02	0.5
<b>1-5</b>	0.9	1.5	2.4	2.7	2.4	1.3	1.6	1.3	14.1
<b>5-10</b>	1.1	3.7	4.7	6.2	6.7	5.4	4.2	1.1	33.1
<b>10-20</b>	2.6	3.8	3.5	6.6	11.1	8.5	4.2	0.3	40.6
<b>20-30</b>	1.5	0.5	0.4	0.7	3.7	0.6	1.5		8.9
<b>30-40</b>	0.8		0.07	0.2	1.2		0.1		2.4
<b>40-50</b>	0.2			0.04	0.02				0.3
<b>50-60</b>	0.07								0.07
<b>Sum</b>	7.3	9.6	11.1	16.5	25.2	15.9	11.7	2.7	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°	
<b>0-1</b>	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	1.7
<b>1-5</b>	2.5	3.4	4.4	3.8	3.9	3.4	3.2	2.1	26.7
<b>5-10</b>	1.9	4.9	5.0	3.5	6.0	9.5	6.7	2.7	40.2
<b>10-20</b>	1.8	2.3	1.3	0.9	4.9	6.5	9.7	1.0	28.4
<b>20-30</b>	1.0	0.3		0.02	0.07	0.04	1.3	0.07	2.8
<b>30-40</b>	0.3								0.3
<b>40-50</b>	0.05								0.05
<b>50-60</b>									0.0
<b>Sum</b>	7.7	11.1	11.0	8.4	15.1	19.7	21.1	6.0	100.0

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (39m).

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°	
<b>0-1</b>	0.7	0.8	0.7	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	4.9
<b>1-5</b>	6.0	8.1	11.4	8.4	4.4	5.0	7.2	5.8	56.3
<b>5-10</b>	2.5	6.9	9.6	4.3	0.4	1.2	3.0	1.2	29.1
<b>10-20</b>	0.7	2.9	3.4	0.4		0.3	1.6	0.1	9.4
<b>20-30</b>			0.02						0.02
<b>30-40</b>									0.0
<b>40-50</b>									0.0
<b>50-60</b>									0.0
<b>Sum</b>	9.9	18.7	25.1	13.6	5.4	7.0	12.4	7.6	100.0

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (50m).

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°	
<b>0-1</b>	1.3	1.1	1.1	0.9	0.8	1.0	1.3	1.1	8.6
<b>1-5</b>	9.3	5.8	10.9	5.0	3.2	7.1	14.5	13.4	69.2
<b>5-10</b>	3.5	1.7	4.4	0.7	0.07	0.8	3.6	1.9	16.7
<b>10-20</b>	1.9	0.8	1.3	0.02		0.02	1.0	0.3	5.3
<b>20-30</b>	0.2	0.02					0.02		0.2
<b>30-40</b>									0.0
<b>40-50</b>									0.0
<b>50-60</b>									0.0
<b>Sum</b>	16.2	9.4	17.7	6.6	4.1	8.9	20.4	16.7	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	0.5							
1-5	6.1	3.5	4.0	0.5				
5-10	12.7	8.7	8.7	2.6	0.4			
10-20	8.4	7.2	12.0	8.3	4.3	0.5		
20-30	3.2	1.8	2.3	0.8	0.4	0.5		
30-40	0.6	0.4	1.1	0.3				
40-50	0.2	0.09						
50-60	0.07							

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	1.6							
1-5	10.2	7.2	7.7	1.5				
5-10	16.5	11.8	10.1	1.4	0.4			
10-20	8.0	5.3	7.9	3.5	3.3	0.5		
20-30	1.3	0.6	0.6	0.3				
30-40	0.07	0.09	0.1					
40-50	0.05							
50-60								



Tabell 4.23.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (39m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	4.4	0.5						
1-5	8.4	10.2	15.5	10.6	6.9	2.9	0.5	1.4
5-10	9.9	7.9	7.8	3.1	0.4			
10-20	2.8	2.5	2.3	1.6	0.3			
20-30	0.02							
30-40								
40-50								
50-60								

Tabell 4.23.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (50m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	7.6	0.6	0.2					
1-5	9.0	12.5	22.9	12.7	8.9	1.8	0.6	0.8
5-10	8.2	5.1	3.2	0.3				
10-20	1.9	1.4	1.2	0.8				
20-30	0.1	0.09						
30-40								
40-50								
50-60								

#### 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.

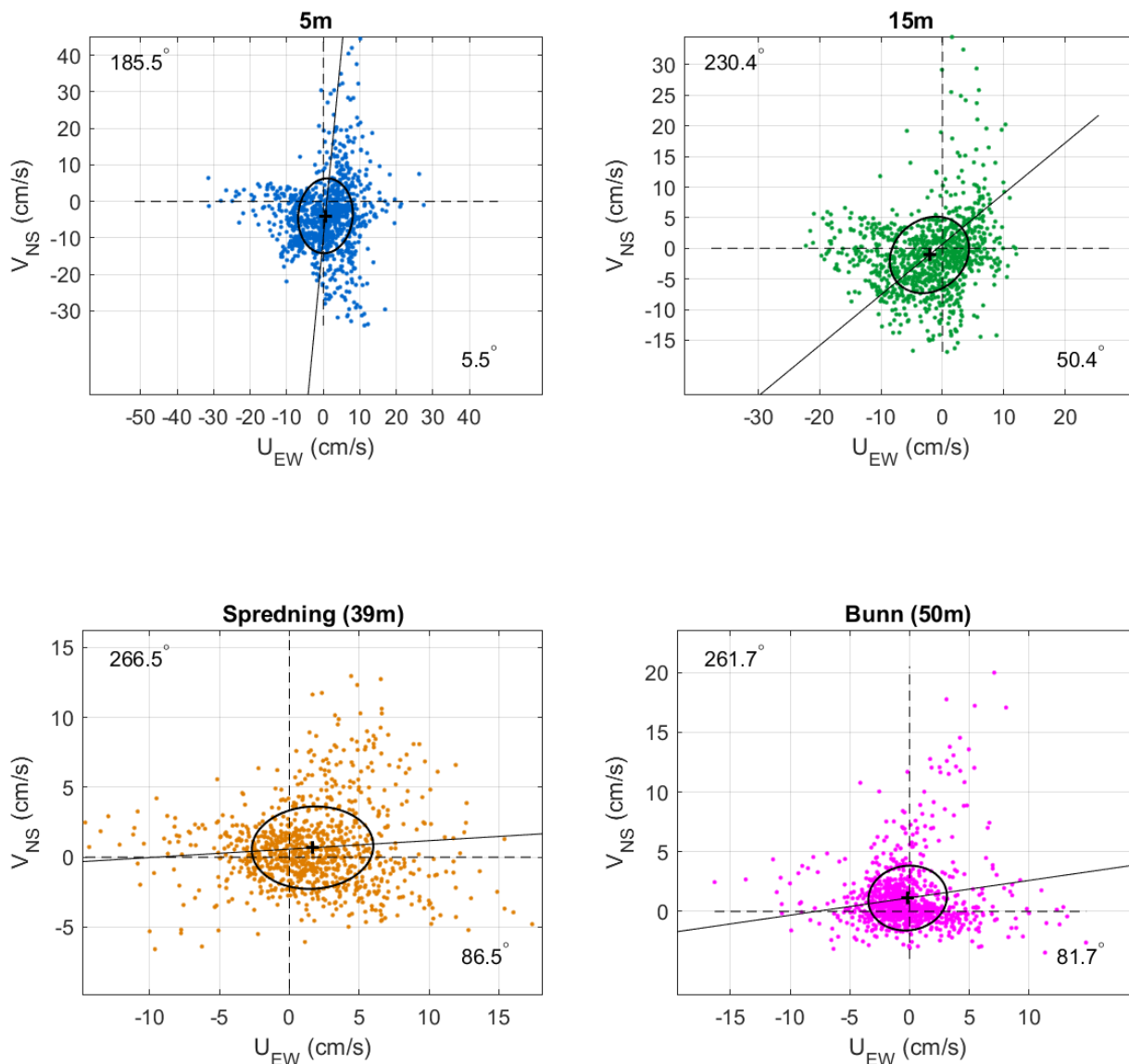
Strøm er splittet i komponentene øst-vest ( $U_{EW}$ ) og nord-sør ( $V_{NS}$ ) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med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

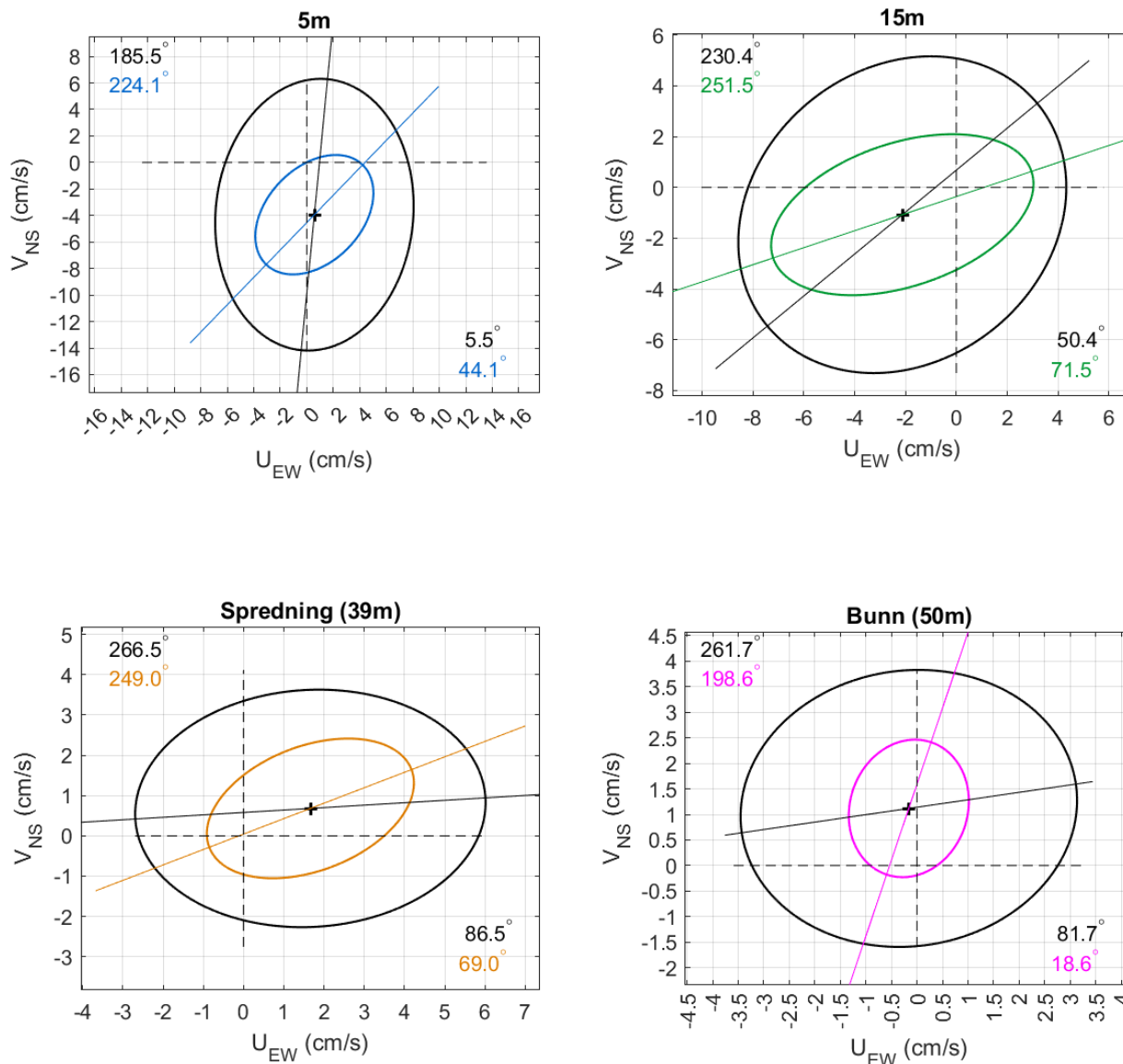
Måledyp	5m	15m	Spredning (39m)	Bunn (50m)
Strøm (%)	50.1	60.2	44.4	20.5
Måledyp	Instrument (23m)		Spredning (39m)	Bunn (50m)
Trykk (%)	99.3		99.3	97.1

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 (39m)	Bunn (50m)
Strøm (%)	42.2	51.9	32.8	10.4
Måledyp	Instrument (23m)		Spredning (39m)	Bunn (50m)
Trykk (%)	98.7		98.7	95.4



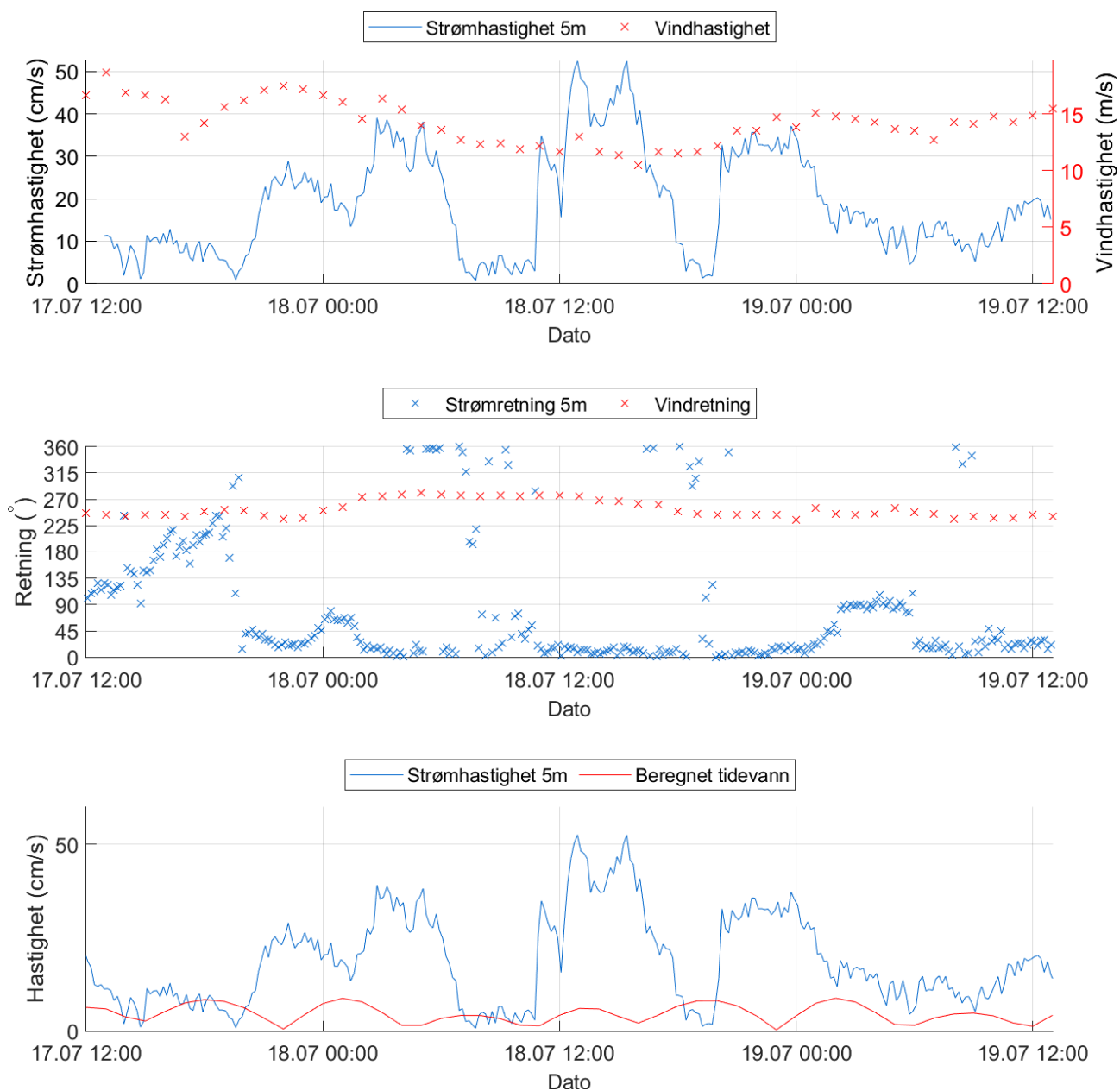
Figur 4.24.1.  $U_{EW} - V_{NS}$  punktdiagram av strømdata i timesverdier, med tilhørende strøme ellipse. Midtpunktet for strøme ellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors 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. Aksekors 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 for perioden hvor maksimalstrømmen ved 5m dyp er registrert.

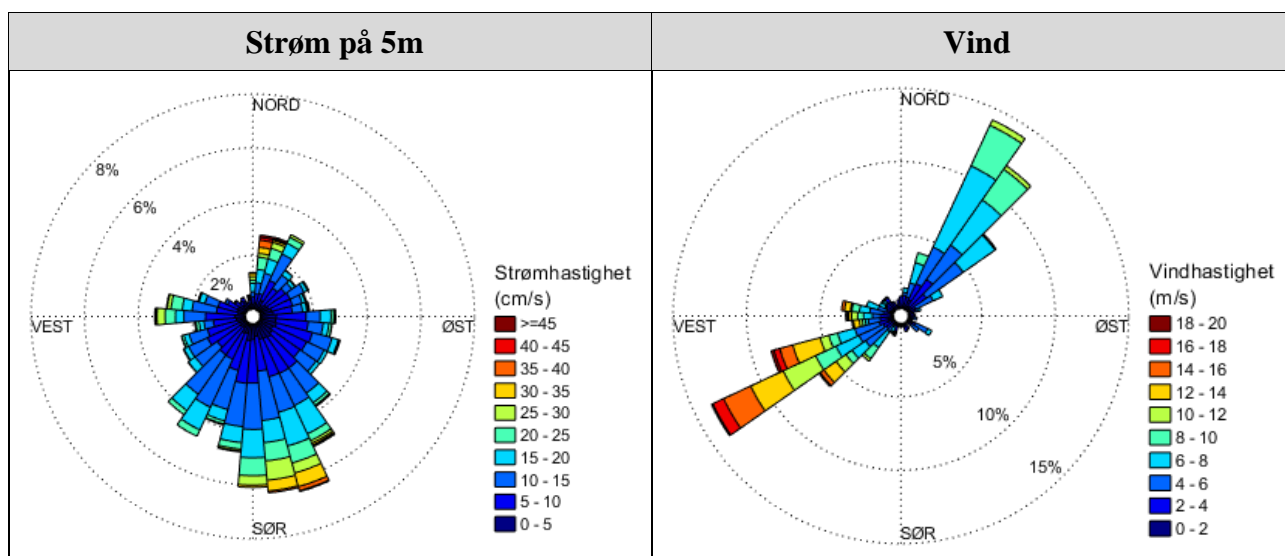
## 4.26 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Veiholmen, som ligger ca. 33.7km sørvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.26.3). Værstasjon Sula ligger nærmere målepunktet, ca. 10.7km nordøst (Figur 4.26.3). Derimot manglet Sula vinddata i perioden 17. juni – 30. juni og derfor er vinddata fra Veiholmen benyttet.

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Veiholmen fra samme periode. Figur 4.26.2 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Veiholmen 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, 2021), som ligger ca. 19.7km nordøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.26.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

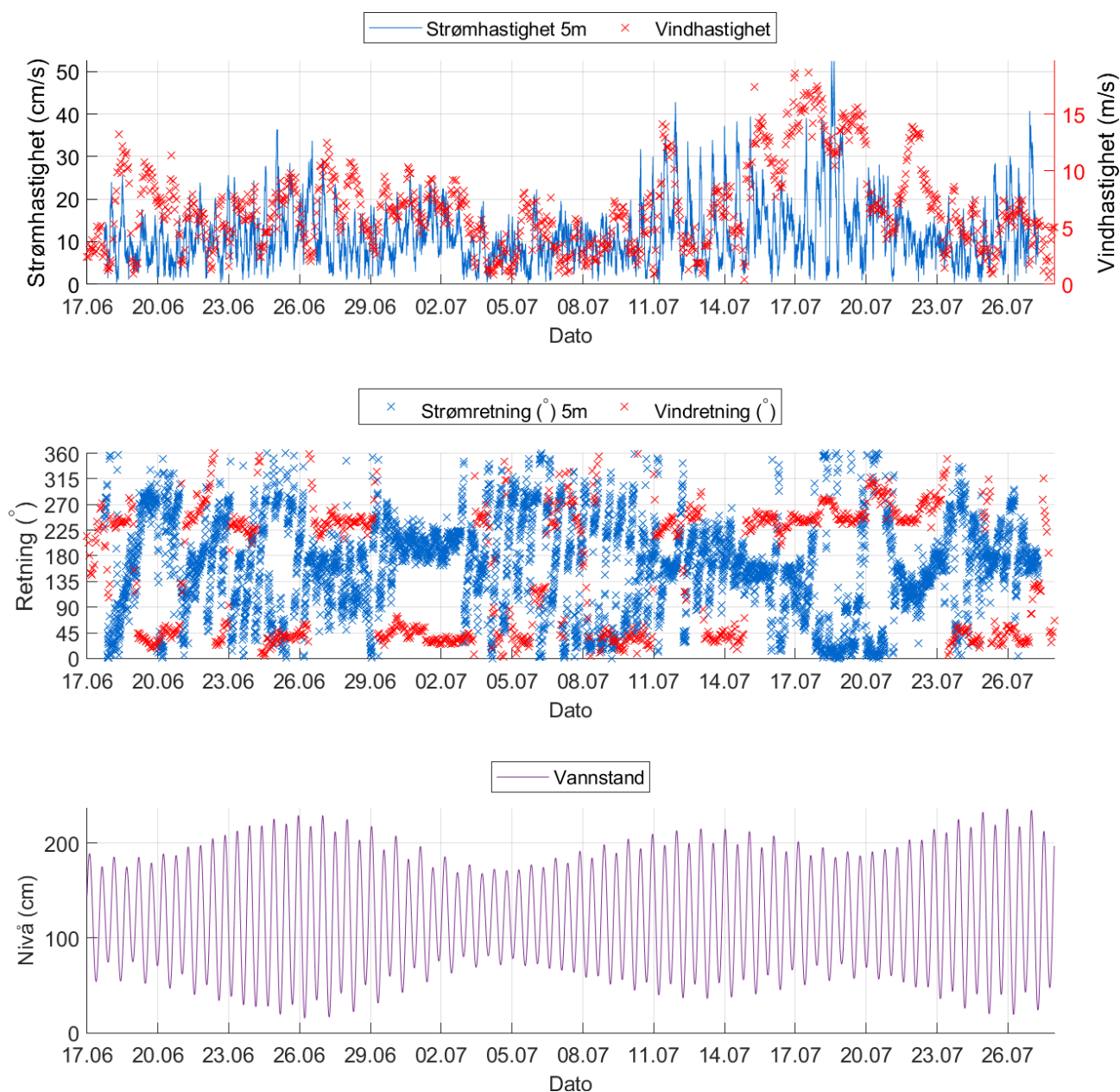
Tabell 4.26.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
<b>Maksimal vindhastighet (m/s)</b>	9.4	11.4	6.1	7.3	10.0	18.7	18.6	8.1
<b>Tid (%)</b>	5.3	38.2	2.4	3.7	1.6	27.0	17.2	4.6



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



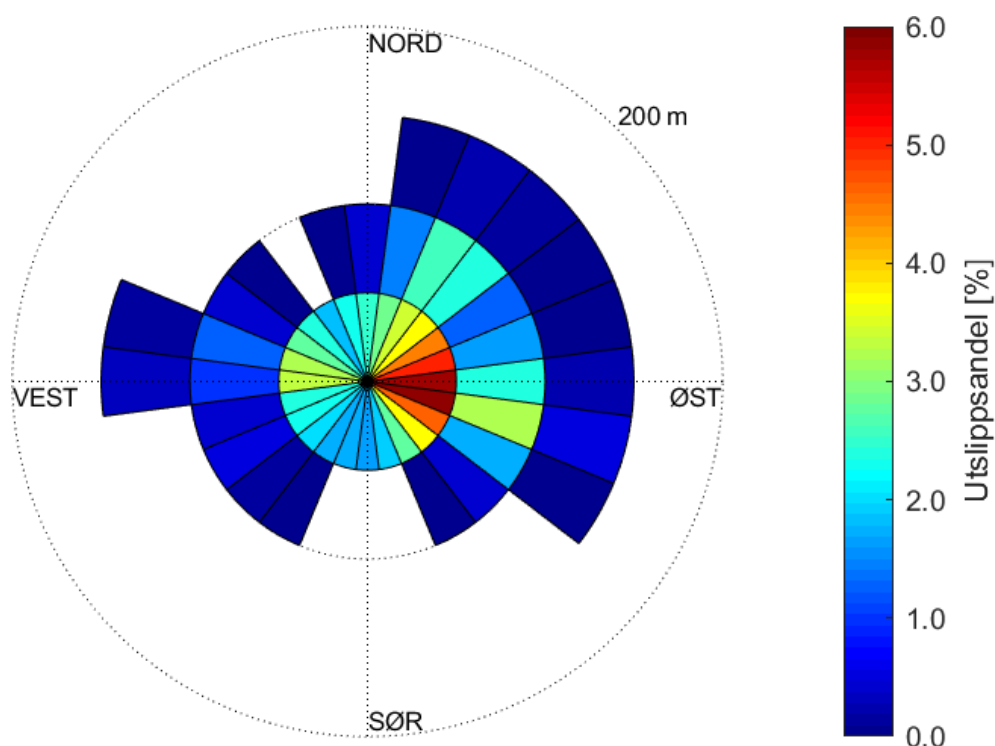


Figur 4.26.3. Posisjonen til Veiholmen værstasjon (markert med blå sirkel), posisjonen til Sula værstasjon (markert med oransje sirkel) og posisjonen til Mausund tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets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

## 4.27 Utslippskontur

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%).

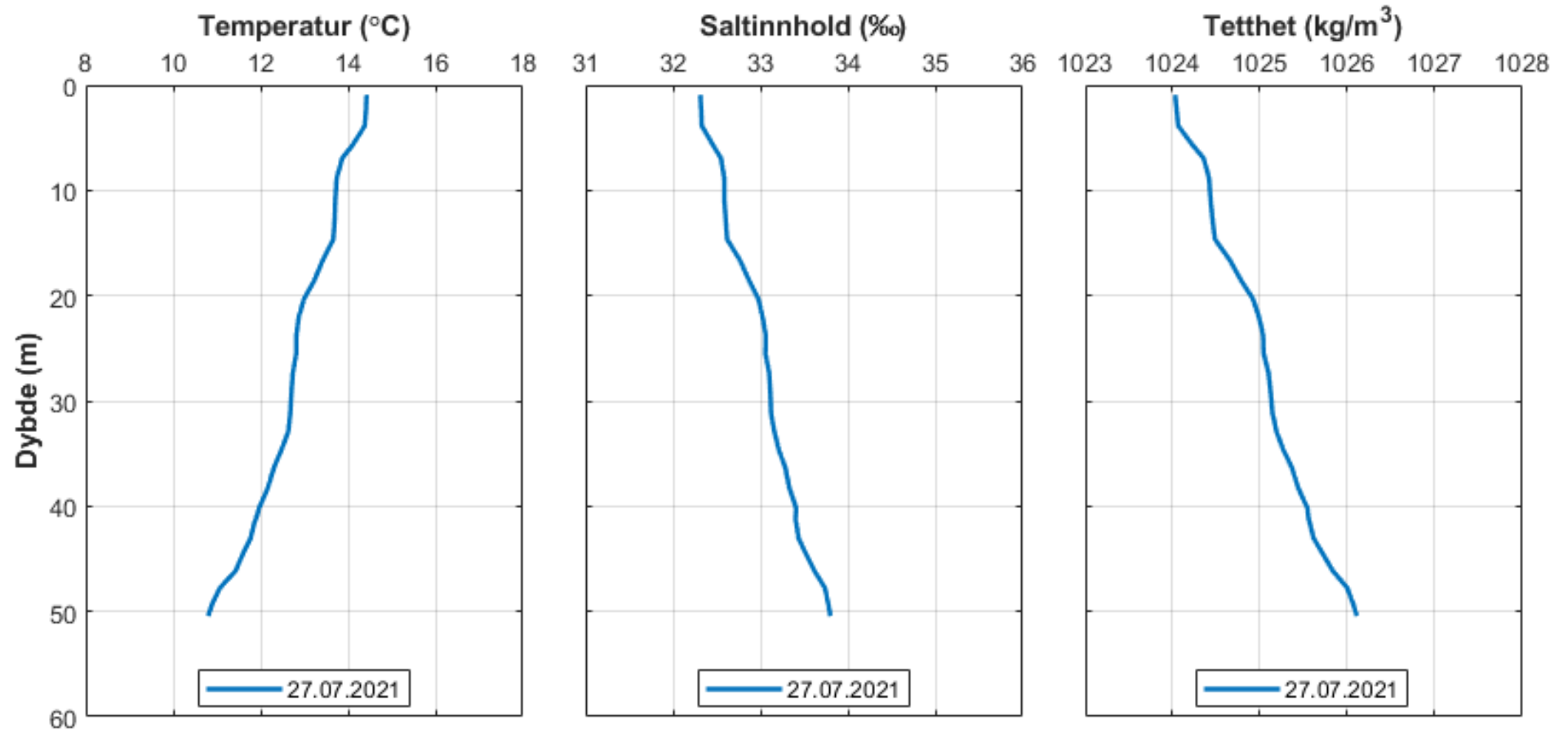
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.27.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (39m). 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 27. juli 2021 av strømmålere i samme posisjon som strømriggeren.



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

## 5. Diskusjon

---

Strømmen på Kya er mot flere retninger på alle dyp, som stemmer med området bunntopografi og med et eksponert område. Mest vannutskifting på 5m er mot S (30.0%), mot V på 15m (27.3%), mot Ø på spredningsdyp (39m) (30.1%), og mot N og V på bunndyp (50m) (henholdsvis 21.0% og 20.9%) (Tabell 4.18.1).

### 5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 52.5cm/s mot N på 5m, 42.2cm/s mot N på 15m, 20.6cm/s mot Ø på spredningsdyp (39m) og 27.0cm/s mot N på bunndyp (50m). Maksstrømmen er vurdert som sterk på 5m, 15m og bunndyp (50m), og middels sterk på spredningsdyp (39m). Maksimalmålingen er bare én måling og gir ikke en indikasjon av om strømmen er sterk eller svak i området.

Signifikant maksimal strømhastighet er gjennomsnittet av den høyeste tredjedelen av målingene og gir en indikasjon av styrken på strømmen i området. Denne var 19.6cm/s på 5m, 14.1cm/s på 15m, 8.8cm/s på spredningsdyp (39m) og 7.2cm/s på bunndyp (50m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på 5m, og middels sterk på 15m, spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m).

Det var tilfeller der strøm var  $> 30\text{cm/s}$  på 5m og 15m dyp. Høy strømhastighet oppstår jevnt med tidevannssyklusen, men også uregelmessig på måleposisjonen forårsaket av vind.

### 5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på 5m, 15m og spredningsdyp (39m) under måleperioden, fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strø mellipsen (Figur 4.24.2). Tidevannssignalet dominerte ikke på bunndyp (50m) under måleperioden, som er indikert ved at tidevannsellipsen er vesentlig mindre enn strø mellipsen (Figur 4.24.2). Dette indikerer at strømmen nær sjøbunnen er mer påvirket av andre faktorer.

### 5.3 Vindpåvirkning

Ut fra lite omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra alle retninger kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Under måleperioden blåste vind mest fra NØ, SV og V, og sterkest fra SV/V (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 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 Veiholmen under måleperioden, er det vurdert at vind kan ha påvirket strøm mot alle andre retninger enn NV.

Vindhastigheten fra Ø/SØ var veldig lav under hele måleperiode ( $< 8\text{m/s}$ ). Selv om vind fra disse retningene er vurdert å påvirke strøm mot V i noen tilfeller, har den ikke hatt en sterk innflytelse.

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, sterk på 15m, middels sterk på spredningsdyp (39m) og som svak på bunndyp (50m).

Neumann-parameteren er vurdert som middels stabil på 5m, 15m og bunndyp (50m), og stabil på spredningsdyp (39m). Vannutskiftningen er vurdert som god, fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake.

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 og 15m dyp, 50 minutter på spredningsdyp (39m) og 70 minutter (1t 10min) på bunndyp (50m). 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 ca. 52m. Strømmåleposisjonen ligger i et kupert område, i en renne som skråner nedover mot Ø og S til ca. 130m og ca. 150m midt i Kyahølen. Bunntopografien er orientert Ø – V i området for strømmålingsposisjonen. Målepunktet ligger i en liten grop.

Det var tilfeller der strøm var  $> 10\text{cm/s}$  på både spredningsdyp (39m) og bunndyp (50m). 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 Ø (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 opptil 150m 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 10.6 - 13.9°C på instrumentdyp (23m) og 10.0 - 13.3°C på spredningsdyp (39m). Temperaturmålingene viser at 23m dyp var varmere enn 39m dyp under hele måleperioden. Temperaturen på 23m dyp økte gradvis fra utsett 17. juni til 16. juli, og økte deretter raskt fram til 18. juli. Fra 18. juli var temperaturen relativt stabil ut måleperioden. Temperaturen på 39m dyp var forholdsvis stabil fram til 16. juli, hvorpå temperaturen økte betraktelig også på dette måledypet fram til 18. juli. Fra 18. juli avtok temperaturen igjen litt til opptak 27. juli. Begge måledyp hadde en økende trend i temperatur i løpet av måleperioden, som er normal sesongvariasjon.

CTD-målinger opptak 27. juli viser en avtagende temperatur og økende saltinnhold med økende dyp i vannsøylen. Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var svakt lagdelt; med et overflatelag ned til ca. 4m dyp, svak lagdeling mellom ca. 4m og ca. 7m dyp, vannlag fra ca. 7m til ca. 15m dyp, svak lagdeling mellom ca. 15m og ca. 20m dyp, og deretter et nytt vannlag fra ca. 20m 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 føring, 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, strømrretning og temperatur.

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning (39m)	Bunn (50m)
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.	6296	6296	5255	5249
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 $300\text{cm/s}$ (vektor gjennomsnitt)	0 til $300\text{cm/s}$ (vektor gjennomsnitt)
Strømrretningens 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	$0.1^\circ\text{C}$ , $-4^\circ\text{C}$ til $40^\circ\text{C}$	$0.1^\circ\text{C}$ , $-4^\circ\text{C}$ til $40^\circ\text{C}$	$0.05^\circ\text{C}$ , $-5^\circ\text{C}$ til $40^\circ\text{C}$	$0.05^\circ\text{C}$ , $-5^\circ\text{C}$ til $40^\circ\text{C}$

### 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 samplingsperioder på 10 minutter, hvor måleren pulserer hele 10-minutters samplingsperioden. Ett datapunkt gir gjennomsnittet over en 10-minuttersperiode.

### 6.4 CTD-målinger

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

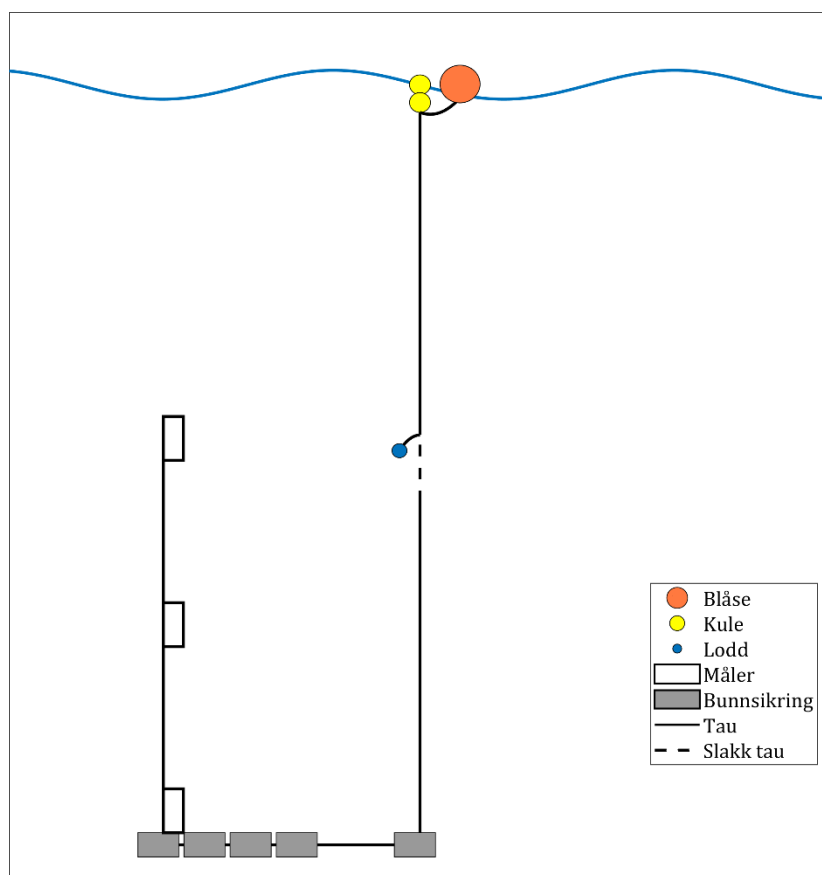
## 7. Vedlegg – Riggoppsett

### 7.1 Riggoppsett

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

Tabell 7.1.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på alle måledyp.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
Profiler	Måler/Bøye	1stk	25.0m	40.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	12.0m		
Punktmåler	Måler	1stk		
Danline 14mm	Tau	12.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	51.0m	
Garnanker	Bunnsikring	4stk	52.0m	50kg
Synketau 20mm	Tau	110.0m		
Garnanker	Bunnsikring	1stk	50.0m	40kg
Danline 14mm	Tau	30.0m		
Pærelodd	Lodd	1stk	30.0m	5kg
Synketau 20mm	Tau	30.0m		
A2-blåse	Blåse	1stk	0.0m	35kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	2stk	0.0m	7.5kg oppdrift



Figur 7.1.1. Riggoppsett for strømmålinger på alle måledyp. Et profilerende instrument ble benyttet på 23m dyp pekende oppover, for å måle strøm på 5m og 15m dyp.

## 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 temperatursensor på instrumentet satt ut på bunndyp (50m). Sensor registrerte ikke temperatur under måleperioden. Dette har ingen konsekvens for registrering av andre data eller parametere.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (39m)	Bunn (50m)
<b>Filnavn for rådata</b>	Kya 5m15m SF0721 NA6296.wpr	Kya 5m15m SF0721 NA6296.wpr	Kya Spred SF0721 AP5255.bin	Kya Bunn SF0721 AP5249.bin
<b>Rådata først vurdert i</b>	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
<b>Filnavn for eksportert data</b>	Kya 5m SF0721 NA6296_eks_AHG.xlsx	Kya 15m SF0721 NA6296_eks_AHG.xlsx	Kya spred-39m SF0721 AP5255_eks_AHG.xlsx	Kya bunn-50m SF0721 AP5249_eks_AHG.xlsx
<b>Filnavn for kvalitetssikret data</b>	Kya-5m_QC.xlsx	Kya-15m_QC.xlsx	Kya-Spredning (39m)_QC.xlsx	Kya-Bunn (50m)_QC.xlsx
<b>Data return (%)</b>	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00
<b>Antall målinger</b>	5698 / 5698	5698 / 5698	5698 / 5698	5698 / 5698
<b>Antall fjernede/manglende målinger</b>	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)
<b>Ekstern påvirkning på målinger</b>	Nei	Nei	Nei	Nei
<b>Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling</b>	17.06.21 17:24 - 27.07.21 06:54	17.06.21 17:24 - 27.07.21 06:54	17.06.21 17:30 - 27.07.21 07:00	17.06.21 17:30 - 27.07.21 07:00
<b>Dato og tid for start og slutt av instrument</b>	17.06.21 09:34 - 30.07.21 10:34	17.06.21 09:34 - 30.07.21 10:34	17.06.21 09:40 - 29.07.21 12:20	17.06.21 09:40 - 29.07.21 12:00

## 8.2 Kvalitetssikring av data

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

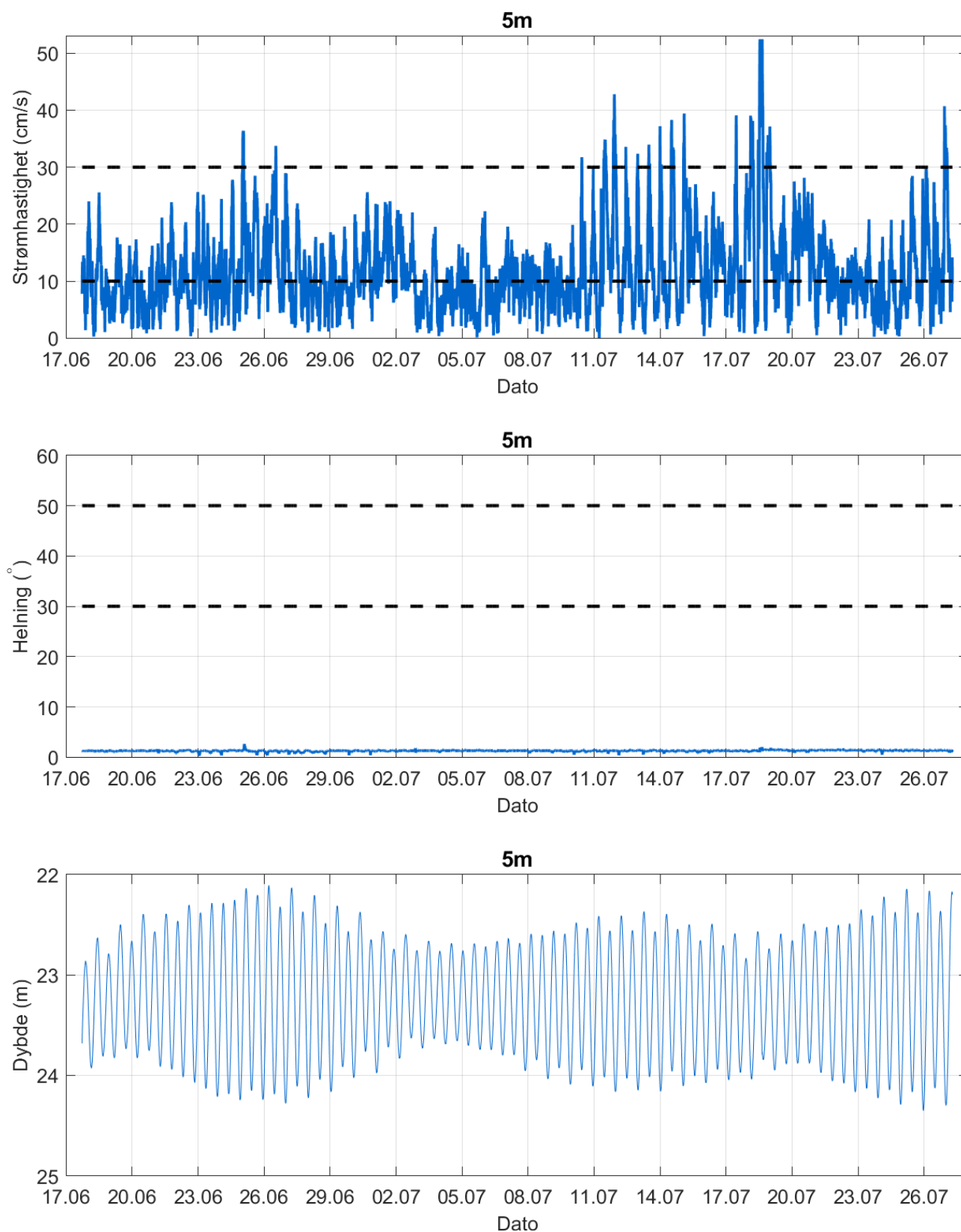
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ( $\Delta < 1^{\circ}\text{C}$ )
Helning	< 50° (Figur 8.2.3 – Figur 8.2.4) – Aanderaa punktmåler < 20-30° (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).

$\Delta t$ (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,  $\Delta t$  (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.

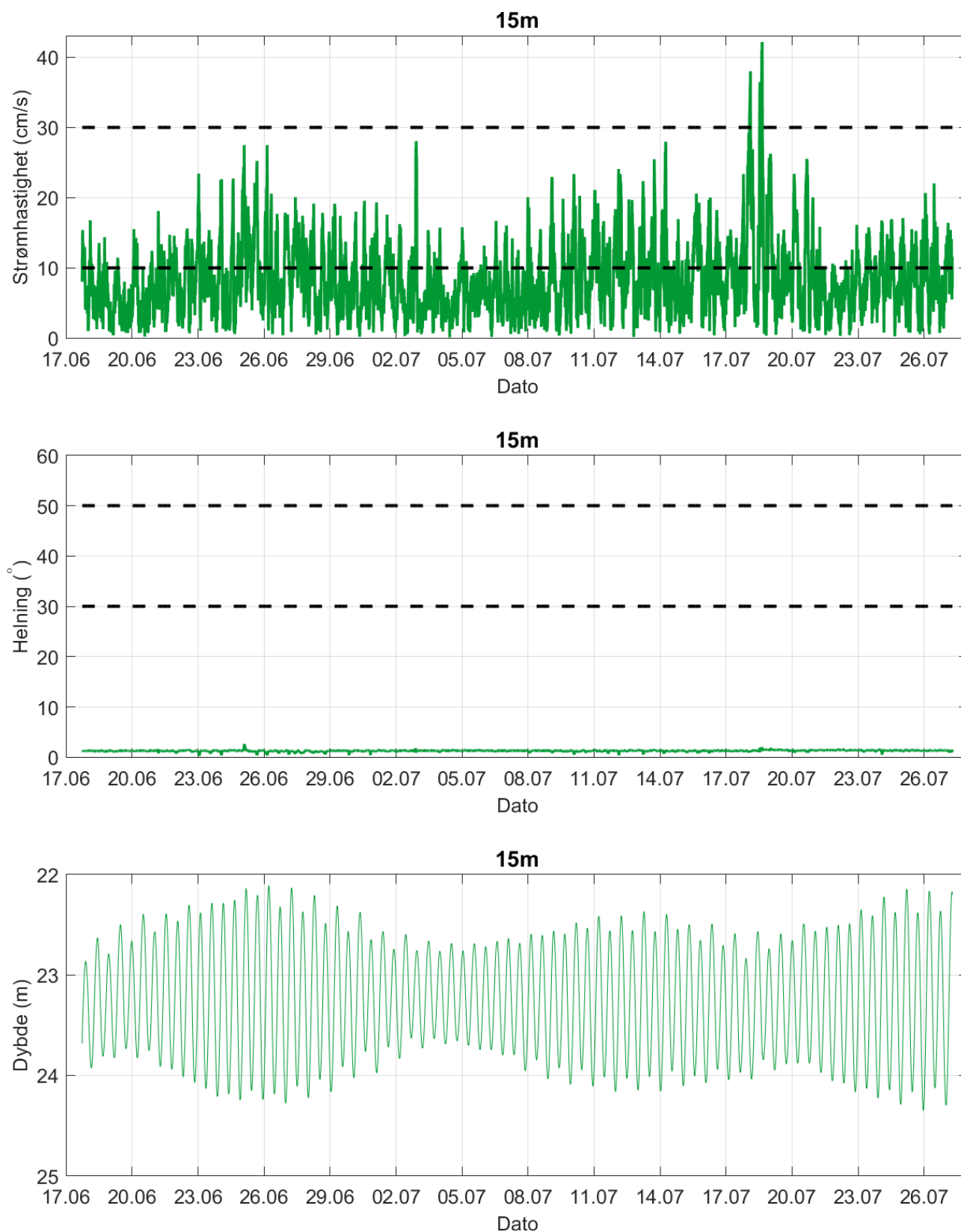


Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 22.1m og 24.4m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 23.2m.

Merknad: Etersom 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.

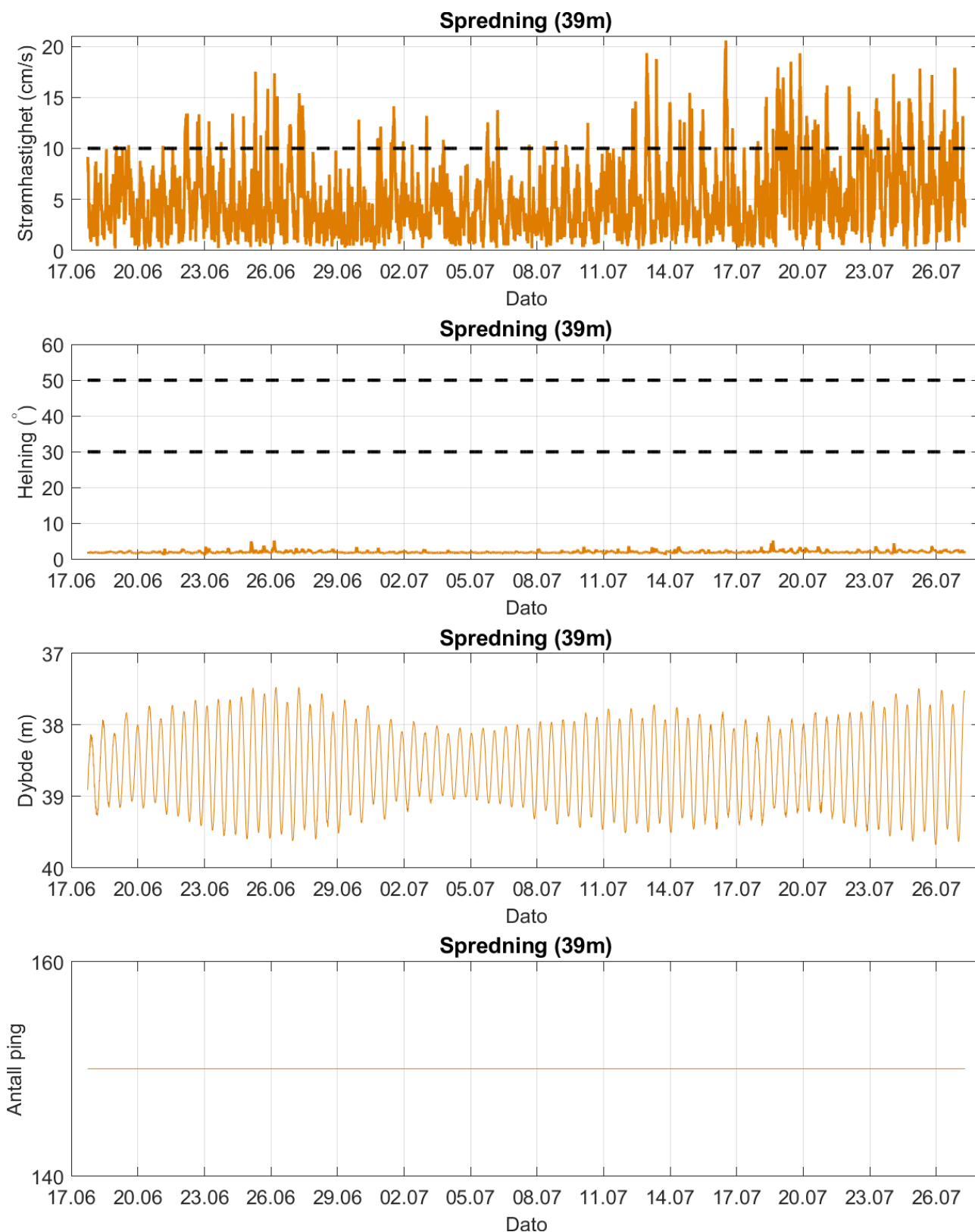




Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

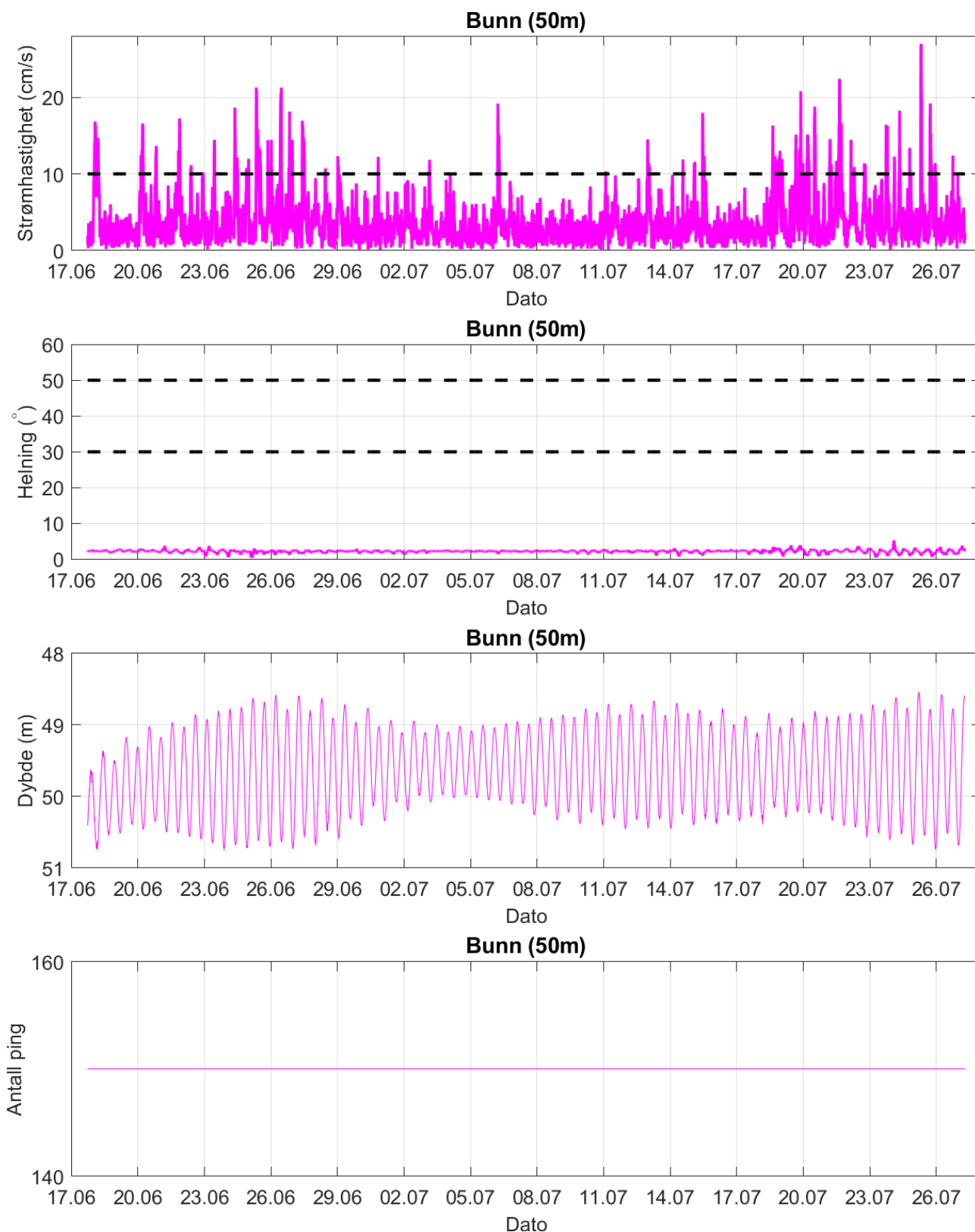
Instrumentdypet varierte mellom 22.1m og 24.4m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 23.2m.

Merknad: Etersom 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 (39m).

Instrumentdyptet varierte mellom 37.5m og 39.7m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 38.6m.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (50m).

Instrumentdyptet varierte mellom 48.5m og 50.8m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 49.6m.

### 8.3 Fjernede dataverdier

#### 8.3.1 Måleperiode

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

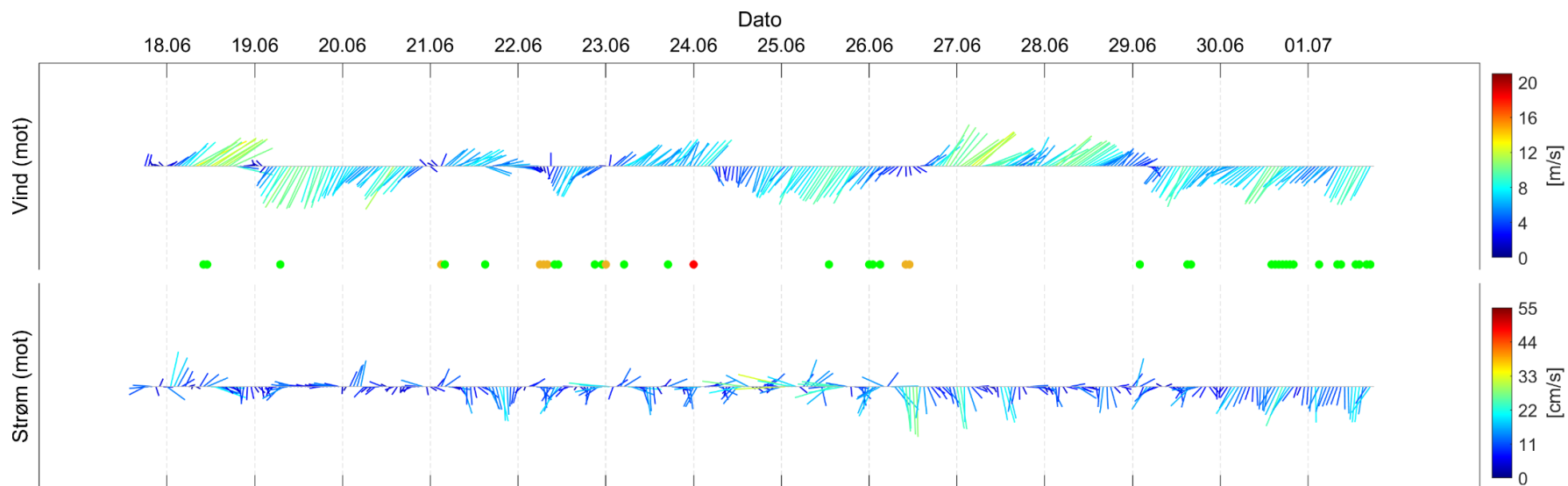
Data er fjernet utenfor måleperioden på sprednings- (39m) og bunndyp (50m) for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige måledypene i så stor grad som mulig.

#### 8.3.2 Enkelte datapunkter

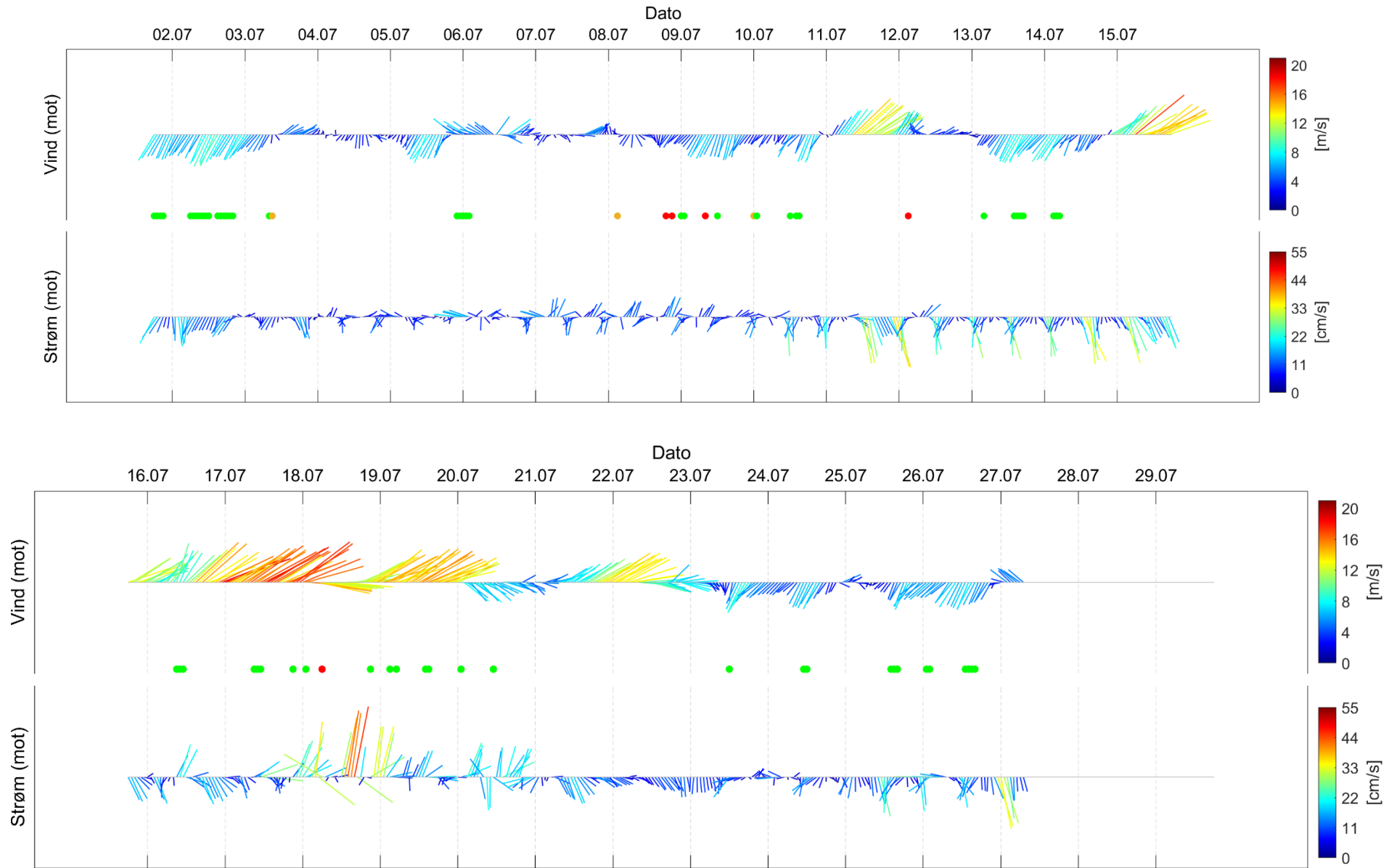
Ingen andre datapunkter er fjernet.

## 9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

Figurene under viser vind- og strømhastighet i løpet av måleperioden, oppdelt i perioder på to uker. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne prikker) eller motsatt retning (røde prikker) indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm. Svak vind (< 3m/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 Veiholmen (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



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



## 10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

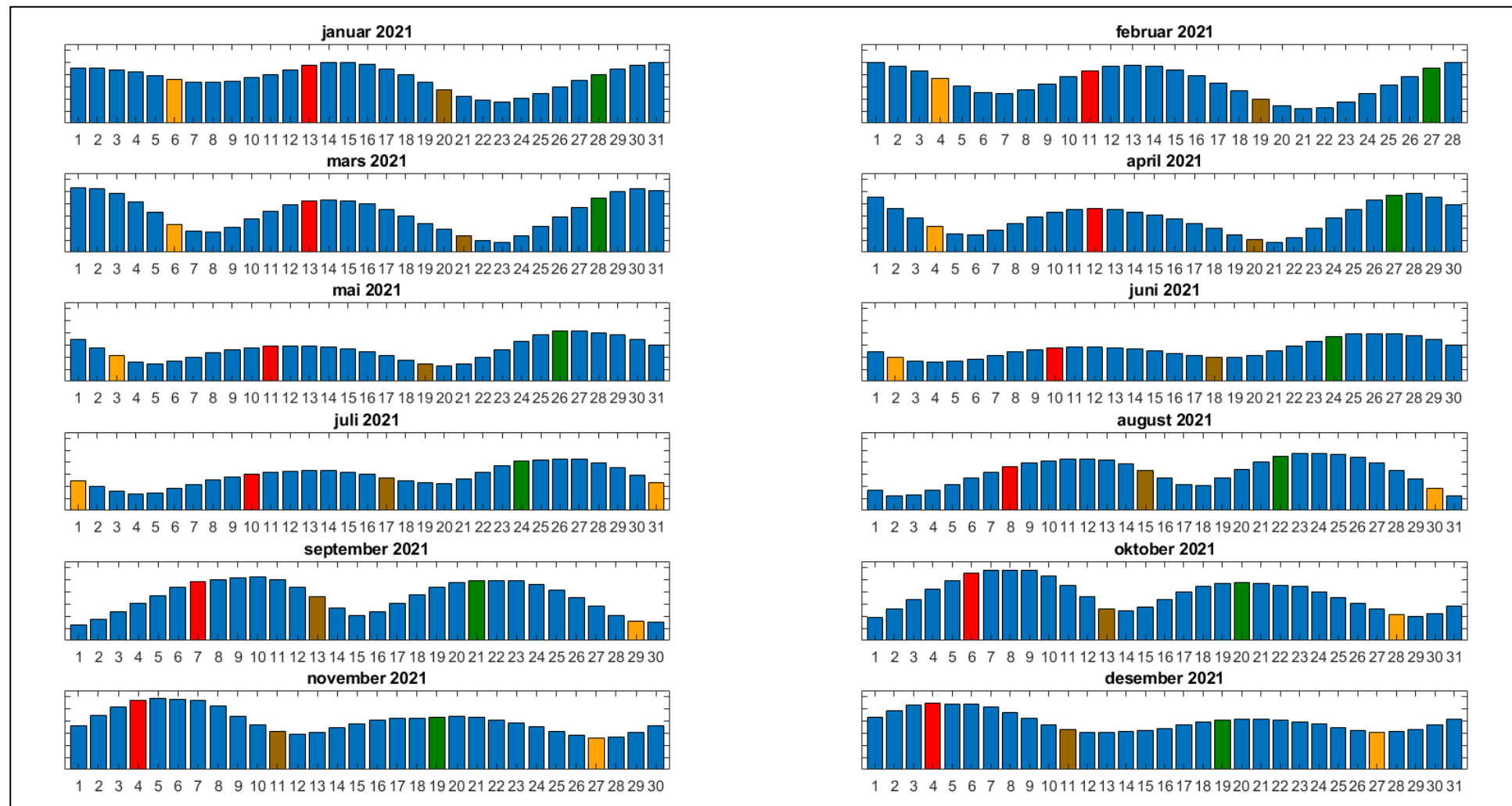
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 10.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 10.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

	Dyp (m)	1	2	3	4	5
<b>Maksimal strømhastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	≥ 40 - < 55	≥ 26 - < 40	≥ 15 - < 26	< 15
Utskifting	15	≥ 45	≥ 30 - < 45	≥ 20 - < 30	≥ 10 - < 20	< 10
Spredning		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
Bunn		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
<b>Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 10	≥ 7 - < 10	≥ 6 - < 7	≥ 3 - < 6	< 3
Utskifting	15	≥ 9	≥ 6 - < 9	≥ 5 - < 6	≥ 2 - < 5	< 2
Spredning		≥ 8.5	≥ 5 - < 8.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Bunn		≥ 7.5	≥ 5 - < 7.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
<b>Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 25	≥ 17 - < 25	≥ 11 - < 17	≥ 5 - < 11	< 5
Utskifting	15	≥ 23	≥ 15 - < 23	≥ 8 - < 15	≥ 4 - < 8	< 4
Spredning		≥ 20	≥ 14 - < 20	≥ 7 - < 14	≥ 4 - < 7	< 4
Bunn		≥ 16	≥ 11 - < 16	≥ 6.5 - < 11	≥ 3 - < 6.5	< 3
<b>Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 6	≥ 4 - < 6	≥ 2.5 - < 4	≥ 1.5 - < 2.5	< 1.5
Utskifting	15	≥ 5	≥ 3.5 - < 5	≥ 2.3 - < 3.5	≥ 1.5 - < 2.3	< 1.5
Spredning		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
Bunn		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
<b>Andel strømstille (%) &lt; 1cm/s</b>						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 1	< 3 - ≥ 1	< 5 - ≥ 3	< 7 - ≥ 5	≥ 7
Utskifting	15	< 1	< 5 - ≥ 1	< 7 - ≥ 5	< 10 - ≥ 7	≥ 10
Spredning		< 3	< 8.5 - ≥ 3	< 15 - ≥ 8.5	< 20 - ≥ 15	≥ 20
Bunn		< 3	< 10 - ≥ 3	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
<b>Andel strømstille (%) &lt; 3cm/s</b>						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 5	< 10 - ≥ 5	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Utskifting	15	< 5	< 15 - ≥ 5	< 25 - ≥ 15	< 40 - ≥ 25	≥ 40
Spredning		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 50 - ≥ 35	≥ 50
Bunn		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 60 - ≥ 35	≥ 60
<b>Effektiv transport (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 5	≥ 2.5 - < 5	≥ 1.5 - < 2.5	≥ 0.3 - < 1.5	< 0.3
Utskifting	15	≥ 3.5	≥ 2 - < 3.5	≥ 1 - < 2	≥ 0.2 - < 1	< 0.2
Spredning		≥ 3	≥ 1.8 - < 3	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
Bunn		≥ 3	≥ 1.8 - < 3	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
<b>Neumann-parameter</b>						
		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
<b>Strømhastighet</b>	
Maksimum (cm/s)	Høyeste verdi av alle data
Gjennomsnitt (cm/s)	Matematisk gjennomsnittlig verdi av alle data
Minimum (cm/s)	Laveste verdi av alle data
Signifikant maks (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av høyeste 1/3 av data
Signifikant min (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av laveste 1/3 av data
Varians (cm/s) <sup>2</sup>	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi, dvs. om data varierte mye mellom suksessivt høye og lave verdier. En høy varians indikerer at datapunkter er meget spredt ut rundt gjennomsnittsverdien, mens en lav varians indikerer at datapunkter er veldig nær gjennomsnittsverdien og derfor også hverandre. Varians = Gjennomsnittet av de kvadrerte forskjeller fra gjennomsnittsverdien.
Standardavvik (cm/s)	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi, dvs. gjennomsnittlig avstand fra gjennomsnittsverdi. Et høyt standardavvik indikerer stor spredning av data. Standardavvik = kvadratroten (varians).
% < x cm/s	Mengden strøm med strømhastighet < x cm/s
Lengst periode < x cm/s	Varighet av lengste periode med strømhastighet < x cm/s
<b>Effektiv transport</b>	
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 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	Mengden vann som strømmer gjennom en tenkt flate på 1 m <sup>2</sup> 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. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
4. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
5. IOC (1993). *Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data*. Tilgjengelig: [http://www.iode.org/components/com\\_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1](http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1)
6. Kartverket (2021). [www.kartverket.no/sehavniva](http://www.kartverket.no/sehavniva)
7. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
8. Meteorologisk institutt (2021). [www.eklima.no](http://www.eklima.no)
9. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
10. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
11. Pawlowicz, R., Beardsley, B. & Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T\_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
12. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering- AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.