

Strømrapport

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

Hjortholman i

juli - oktober 2020

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Hjortholman. SR-1120-SF-Hjortholman-101706-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
01	20.11.20	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	Hjortholman	Lokalitetsnummer	12483
Kommune	Smøla	Fylke	Møre og Romsdal
Oppdragsgiver			
Selskap	SalMar Farming AS; Industriveien 51, 7266 KVERVA, NORGE		
Kontaktperson	Trond Baarset	trond.baarset@salmar.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Nickolas James Hawkes Joakim Sandkjenn Oda Felix Sønslie Hedda Østgaard	nickolas.hawkes@akerbla.no joakim.sandkjenn@akerbla.no oda.sonslien@akerbla.no hedda.ostgaard@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no	
Kontrollert av	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall			
Måledyp	5m	15m	Bunn (28m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	44.9 (NØ)	41.8 (NØ)	11.5 (Ø)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	8.2	6.9	1.8
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.4	2.5	29.8
Strømstyrke < 3cm/s (%)	12.7	18.1	87.0
Strømstyrke < 10cm/s (%)	74.6	81.5	99.8
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.9	0.5	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.5	0.4	0.1
10-års strøm (maksimal)	74	69	-
50-års strøm (maksimal)	83	77	-

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	15
4.5 Strømmens retningsfordeling.....	16
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet.....	17
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	18
4.8 Tidsdiagram – Temperatur.....	19
4.9 Progressivt vektordiagram	20
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	21
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet	22
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	23
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	24
4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	25
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	25
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer	25
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	25
4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	26
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	27
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	27
4.21 Strømfordeling.....	28
4.22 Strømvarighet	30
4.23 Tidevannsanalyse	32
4.24 Todagersperiode	35
4.25 Vind under måleperioden.....	36
4.26 Utslippskontur.....	41
4.27 CTD-profil	42
5. Diskusjon.....	43
5.1 Høye strømmålinger	43
5.2 Tidevannspåvirkning.....	43

5.3	Vindpåvirkning	43
5.4	Vannutskiftning	43
5.5	Mulig spredning av utslipp	44
5.6	Vannsøylens vertikale struktur	44
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	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 – Strømmens tilstandsklasser	59
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner	60
11.	Vedlegg – Måleenheter	61
12.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	62
13.	Vedlegg – Referanser	63

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra SalMar Farming AS utført strømmålinger ved eksisterende oppdrettslokalitet Hjortholman 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.

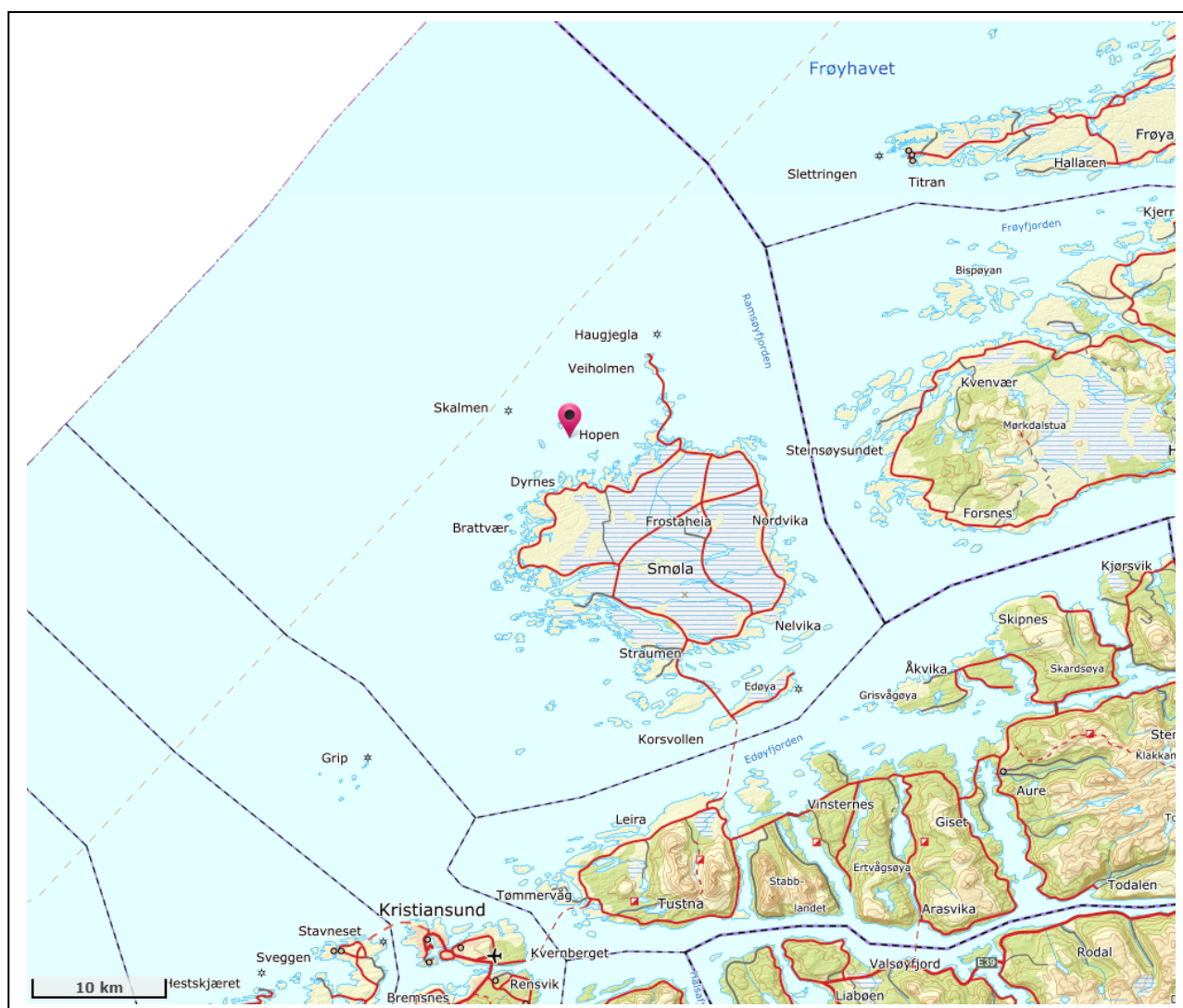
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktene for Hjortholman ligger i Smøla kommune, Møre og Romsdal (Figur 2.1). Hjortholman ligger nord for Smøla, mellom Vardskjæret mot vest/nordvest, øya Hjortholman mot nordøst/øst og Leikua mot sørøst/sør. Plasseringen ligger langs kysten og er eksponert for åpent hav i vestlige og nordlige retninger.

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

Bunntopografi er ca. 38m dyp og orientert N/NØ – S/SV i området for strømmålingsposisjonene på 5m og 15m. Bunntopografi er ca. 31m dyp og NV – SØ i området for strømmålingsposisjonen på bunndyp (28m).



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

3. Metodikk

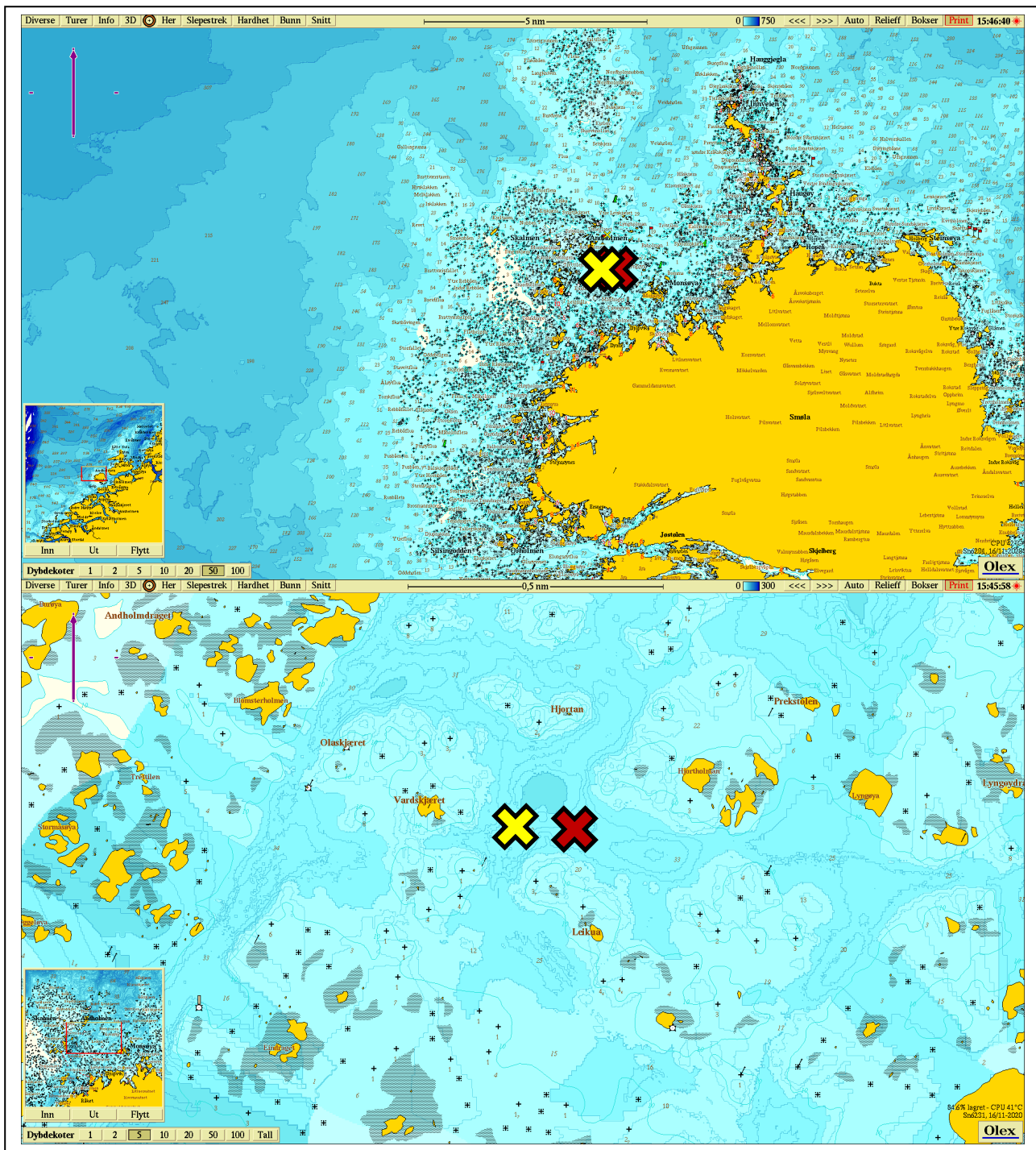
Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1. Strømmen ble målt i to rigger, hvor avstanden mellom disse var ca. 206m.

Måleperioden på bunndyp (28m) er kortere enn måleperioden for 5m og 15m dyp. Lengden på måleperioden for bunndyp er 1 måned, som samsvarer med kravene i fra Mattilsynet (Mattilsynet, 2016) om en sammenhengende måleperiode på minimum 4 uker for sprednings- og bunndyp.

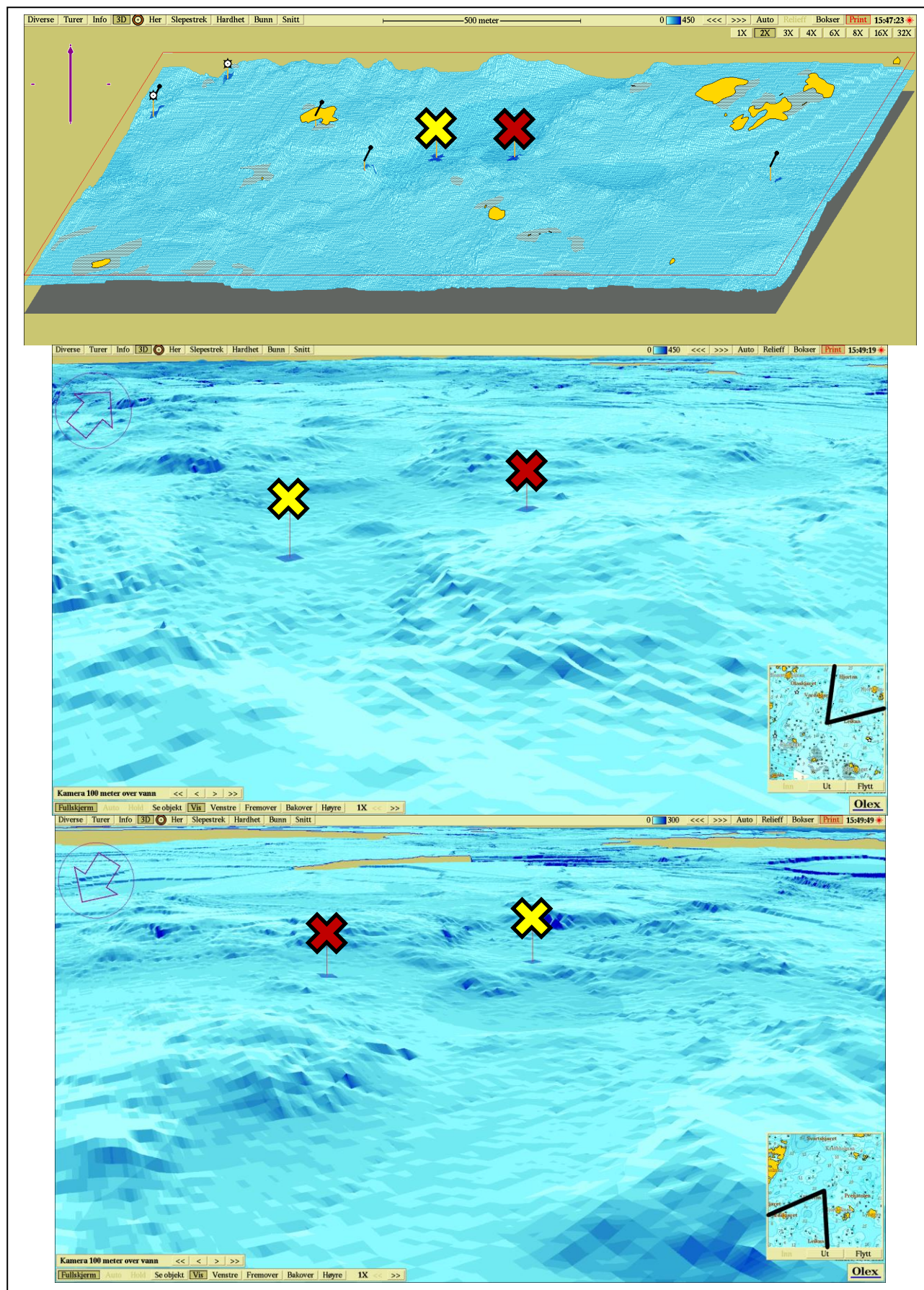
Målerne på 5m og 15m dyp er plassert på vestlig del av anlegget (gult kryss i Figur 8.2.1). Denne posisjonen oppgir sannsynligvis høyeste strømhastighet for vestlig del av anlegget, langs bunntopografien i NØ – SV retning grunnet mer eksponering mot åpent hav. Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringene vurdert som gode for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 - Figur 3.2). Det kan sannsynligvis forvente lavere strømhastigheter og andre strømretninger på østlig side av anlegget, da denne posisjonen er litt mer skjermet og har en annen retning på bunntopografien (NV – SØ) i forhold til vestlig side av anlegget.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Bunn (28m)
Posisjonsanvisning			
Posisjon	63° 27.488' N; 007° 51.006' Ø	63° 27.488' N; 007° 51.006' Ø	63° 27.477' N; 007° 51.253' Ø
Dyp på målested	38m	38m	31m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	02.07.20 - 15.10.20	02.07.20 - 15.10.20	02.07.20 - 10.08.20
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	104.8	104.8	39.1
Manglende datapunkt	-	-	-



Figur 3.1. Plassering av strømmålere for 5m og 15m i området anvist med gult kryss. Rødt kryss viser plasseringen til strømmåler for bunndyp (28m). 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

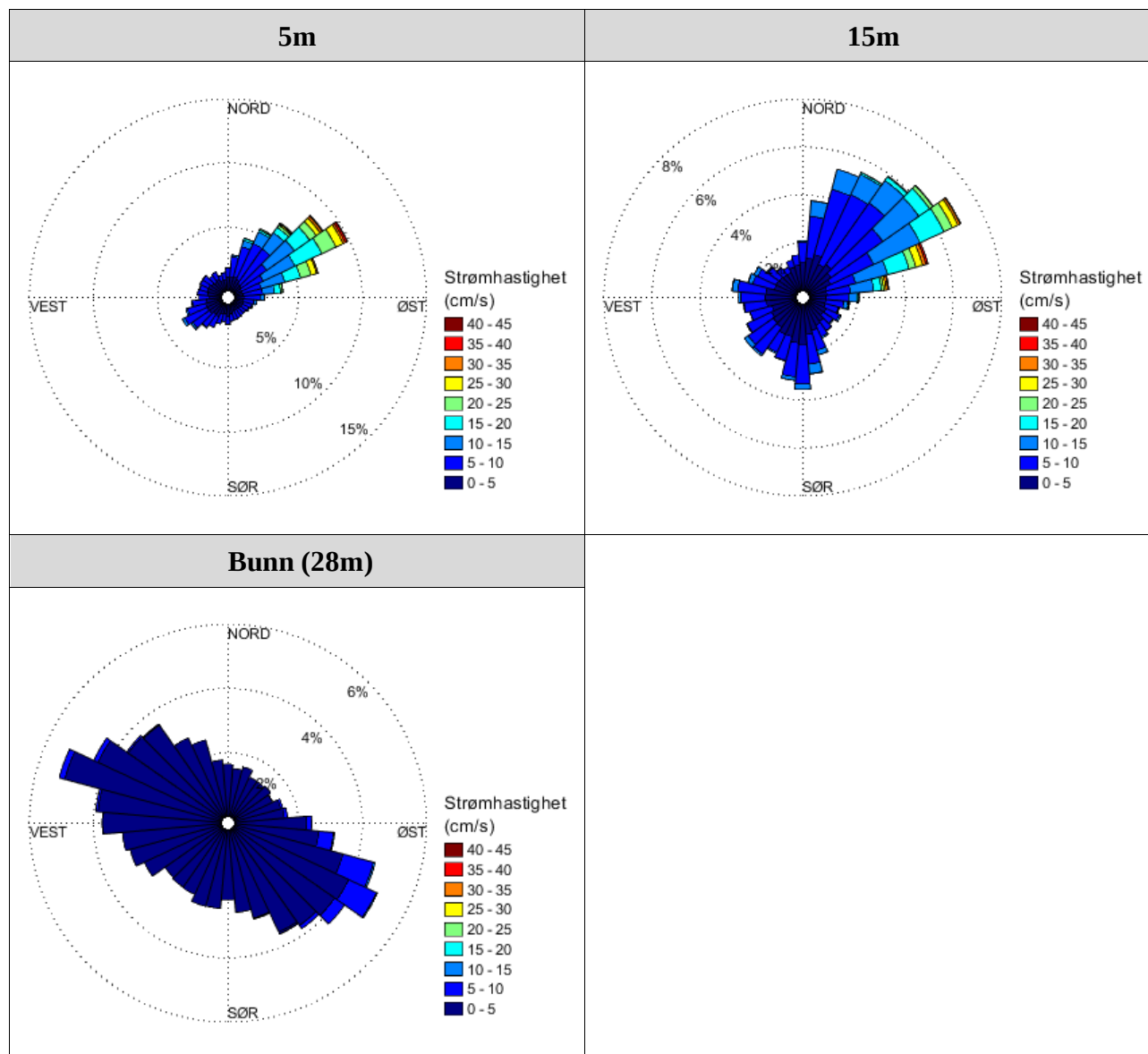
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m og bunndyp (28m).

Måledyp	5m	15m	Bunn (28m)
Sjøtemperatur (°C)	11.4 - 16.0	10.3 - 15.8	8.4 - 14.1
Strømhastighet			
Maksimum (cm/s)	44.9	41.8	11.5
Gjennomsnitt (cm/s)	8.2	6.9	1.8
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.0
Signifikant maks (cm/s)	14.7	12.0	3.3
Signifikant min (cm/s)	3.3	2.7	0.7
Varians (cm/s) ²	36.1	23.6	2.0
Standardavvik (cm/s)	6.0	4.9	1.4
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.4	2.5	29.8
Lengst periode < 1cm/s (min)	50	50	150
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	12.7	18.1	87.0
Lengst periode < 3cm/s (min)	280	450	2520
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	74.6	81.5	99.8
Lengst periode < 10cm/s (min)	2820	2590	32920
% ≥ 30cm/s	0.9	0.5	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	280	90	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0
Effektiv transport			
Hastighet (cm/s)	4.4	2.6	0.2
Retning (grader)	53	56	159
Neumann-parameter	0.5	0.4	0.1
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	7084	5952	1547

4.2 Strømroser

Strømosene viser strømhastighet og -retning under hele måleperioden. Strømosene 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 og bunndyp (28m).

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

Strømrørninger 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 strømrørningen. 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		Maksstrøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	10	80	147	202	3	0	0	0	0	0	0	0	0	442	2.9	12690	1.7	12.0
N	15	11	76	181	421	72	21	4	0	0	0	0	0	0	786	5.2	31355	4.2	20.8
NØ	30	8	80	146	716	214	43	20	6	2	0	0	0	0	1235	8.2	60769	8.2	34.7
NØ	45	8	47	117	647	481	210	76	53	44	0	0	0	0	1683	11.2	117518	15.8	39.7
NØ	60	8	52	92	427	606	499	273	134	73	10	0	0	0	2174	14.4	196184	26.4	44.9
Ø	75	4	47	103	355	317	188	106	47	12	0	0	0	0	1179	7.8	85979	11.6	37.0
Ø	90	9	49	127	256	90	13	3	2	0	0	0	0	0	549	3.6	23310	3.1	29.5
Ø	105	7	52	102	172	31	1	0	0	0	0	0	0	0	365	2.4	12460	1.7	15.7
SØ	120	9	58	103	119	16	0	0	0	0	0	0	0	0	305	2.0	9276	1.2	14.3
SØ	135	7	71	84	126	2	0	0	0	0	0	0	0	0	290	1.9	8268	1.1	13.8
SØ	150	8	47	80	147	7	0	0	0	0	0	0	0	0	289	1.9	9047	1.2	11.9
S	165	8	84	82	128	5	0	0	0	0	0	0	0	0	307	2.0	8674	1.2	12.6
S	180	10	74	112	133	12	0	0	0	0	0	0	0	0	341	2.3	9902	1.3	13.5
S	195	10	66	116	156	5	0	0	0	0	0	0	0	0	353	2.3	10579	1.4	11.8
SV	210	11	86	147	222	3	0	0	0	0	0	0	0	0	469	3.1	13949	1.9	11.1
SV	225	10	79	167	314	25	1	0	0	0	0	0	0	0	596	3.9	19673	2.7	15.1
SV	240	11	85	198	426	50	0	0	0	0	0	0	0	0	770	5.1	27331	3.7	14.4
V	255	12	82	190	294	24	0	0	0	0	0	0	0	0	602	4.0	19344	2.6	13.2
V	270	10	65	155	180	4	0	0	0	0	0	0	0	0	414	2.7	12142	1.6	10.8
V	285	5	94	167	160	8	0	0	0	0	0	0	0	0	434	2.9	12309	1.7	11.7
NV	300	7	96	159	153	12	0	0	0	0	0	0	0	0	427	2.8	12120	1.6	11.8
NV	315	11	81	139	168	2	0	0	0	0	0	0	0	0	401	2.7	11415	1.5	11.1
NV	330	12	79	132	146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	369	2.4	9808	1.3	9.0
N	345	11	68	129	100	3	0	0	0	0	0	0	0	0	311	2.1	8102	1.1	10.5
Antall obs.		217	1698	3175	6168	1992	976	482	242	131	10	0	0	0	15091	100	0	0	0
%		1.4	11.3	21.0	40.9	13.2	6.5	3.2	1.6	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

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

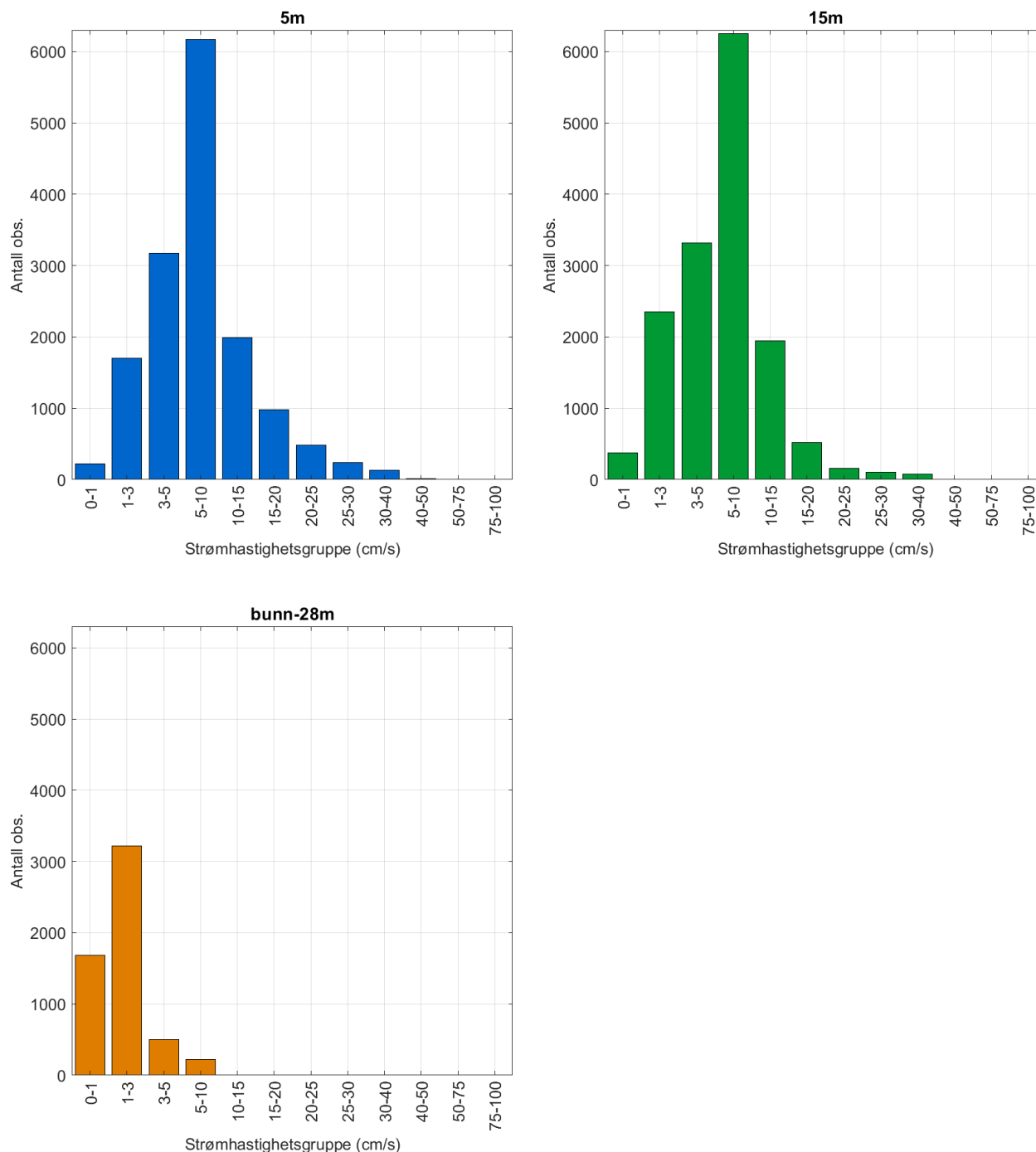
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maksstrøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	10	105	155	190	21	0	0	0	0	0	0	0	0	481	3.2	14270	2.3	14.5
N	15	18	110	215	527	183	2	0	0	0	0	0	0	0	1055	7.0	43060	6.9	15.3
NØ	30	17	112	175	731	216	16	2	0	0	0	0	0	0	1269	8.4	55490	8.9	20.6
NØ	45	20	117	158	646	341	73	17	0	0	0	0	0	0	1372	9.1	68961	11.1	24.7
NØ	60	14	81	123	437	444	239	90	54	28	4	0	0	0	1514	10.0	108747	17.4	41.8
Ø	75	12	78	87	234	271	142	37	44	37	1	0	0	0	943	6.2	68829	11.0	41.0
Ø	90	13	70	76	225	83	19	5	4	10	0	0	0	0	505	3.3	23571	3.8	36.7
Ø	105	21	70	70	151	24	8	4	1	0	0	0	0	0	349	2.3	12071	1.9	27.2
SØ	120	7	79	77	128	14	2	0	0	0	0	0	0	0	307	2.0	9189	1.5	18.5
SØ	135	20	79	109	98	7	0	0	0	0	0	0	0	0	313	2.1	7907	1.3	11.9
SØ	150	18	86	125	127	18	1	0	0	0	0	0	0	0	375	2.5	10512	1.7	15.2
S	165	17	107	143	245	72	4	0	0	0	0	0	0	0	588	3.9	20584	3.3	16.0
S	180	22	130	229	358	53	1	0	0	0	0	0	0	0	793	5.3	25603	4.1	15.1
S	195	15	117	219	267	21	0	0	0	0	0	0	0	0	639	4.2	18717	3.0	12.8
SV	210	13	92	194	211	9	0	0	0	0	0	0	0	0	519	3.4	14721	2.4	13.1
SV	225	15	115	167	302	36	0	0	0	0	0	0	0	0	635	4.2	20433	3.3	14.3
SV	240	20	94	131	255	12	0	0	0	0	0	0	0	0	512	3.4	15823	2.5	12.9
V	255	15	91	174	210	7	0	0	0	0	0	0	0	0	497	3.3	14174	2.3	11.6
V	270	13	103	155	240	22	1	0	0	0	0	0	0	0	534	3.5	16471	2.6	15.0
V	285	16	119	131	233	46	5	0	0	0	0	0	0	0	550	3.6	18467	3.0	15.7
NV	300	16	80	113	183	38	2	0	0	0	0	0	0	0	432	2.9	14244	2.3	16.3
NV	315	17	104	88	112	7	0	0	0	0	0	0	0	0	328	2.2	8476	1.4	11.8
NV	330	8	100	96	52	1	0	0	0	0	0	0	0	0	257	1.7	5556	0.9	11.1
N	345	20	108	106	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	324	2.1	7615	1.2	9.9
Antall obs.		377	2347	3316	6252	1946	515	155	103	75	5	0	0	0	15091	100	0	0	0
%		2.5	15.6	22.0	41.4	12.9	3.4	1.0	0.7	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 bunndyp (28m).

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maksstrøm 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	63	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	2.5	933	1.5	2.9
N	15	54	77	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	2.3	968	1.6	3.5
NØ	30	56	62	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	2.1	809	1.3	4.0
NØ	45	54	58	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	2.0	813	1.3	4.8
NØ	60	52	62	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	2.1	970	1.6	8.5
Ø	75	45	70	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	2.3	1315	2.2	8.8
Ø	90	58	105	23	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202	3.6	2479	4.1	9.7
Ø	105	58	141	67	59	5	0	0	0	0	0	0	0	0	330	5.9	6108	10.1	11.5
SØ	120	65	174	75	78	2	0	0	0	0	0	0	0	0	394	7.0	7316	12.1	11.0
SØ	135	80	191	61	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	353	6.3	4556	7.5	9.4
SØ	150	72	190	30	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	299	5.3	3257	5.4	10.1
S	165	68	151	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	238	4.2	2332	3.9	10.9
S	180	61	126	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	3.4	1560	2.6	3.3
S	195	72	132	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	3.8	1769	2.9	4.3
SV	210	72	103	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	3.2	1307	2.2	3.4
SV	225	82	114	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	3.6	1507	2.5	4.6
SV	240	86	129	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	3.9	1697	2.8	4.3
V	255	84	170	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	4.6	2144	3.5	3.3
V	270	76	192	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298	5.3	3003	5.0	5.9
V	285	101	223	57	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	392	7.0	4553	7.5	7.0
NV	300	80	241	52	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	384	6.8	4527	7.5	7.8
NV	315	92	184	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312	5.5	3182	5.3	6.0
NV	330	77	138	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225	4.0	1946	3.2	4.9
N	345	72	109	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	184	3.3	1424	2.4	3.3
Antall obs.		1680	3220	504	217	9	0	0	0	0	0	0	0	0	5630	100	0	0	0
%		29.8	57.2	9.0	3.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

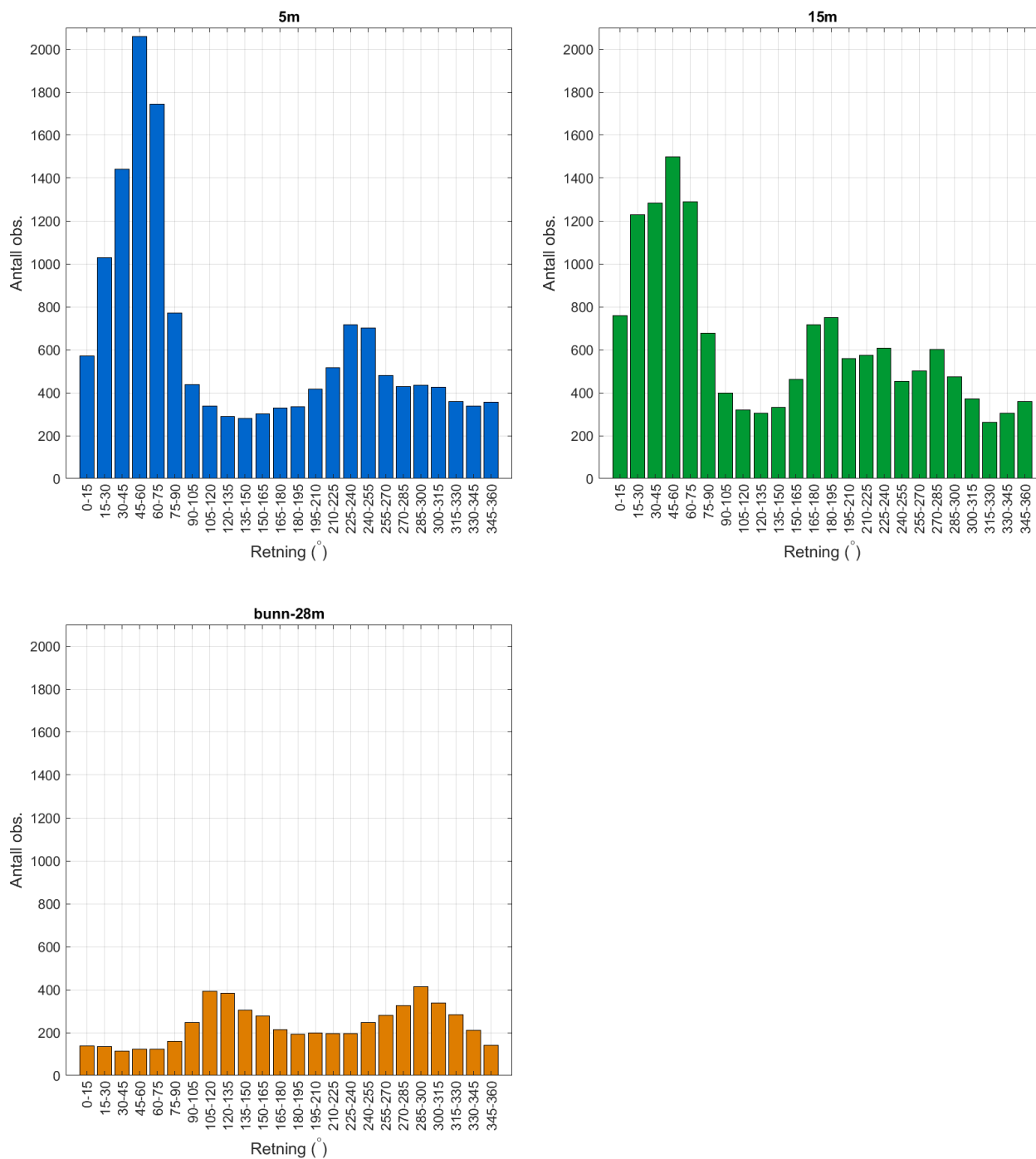
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m og bunndyp (28m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

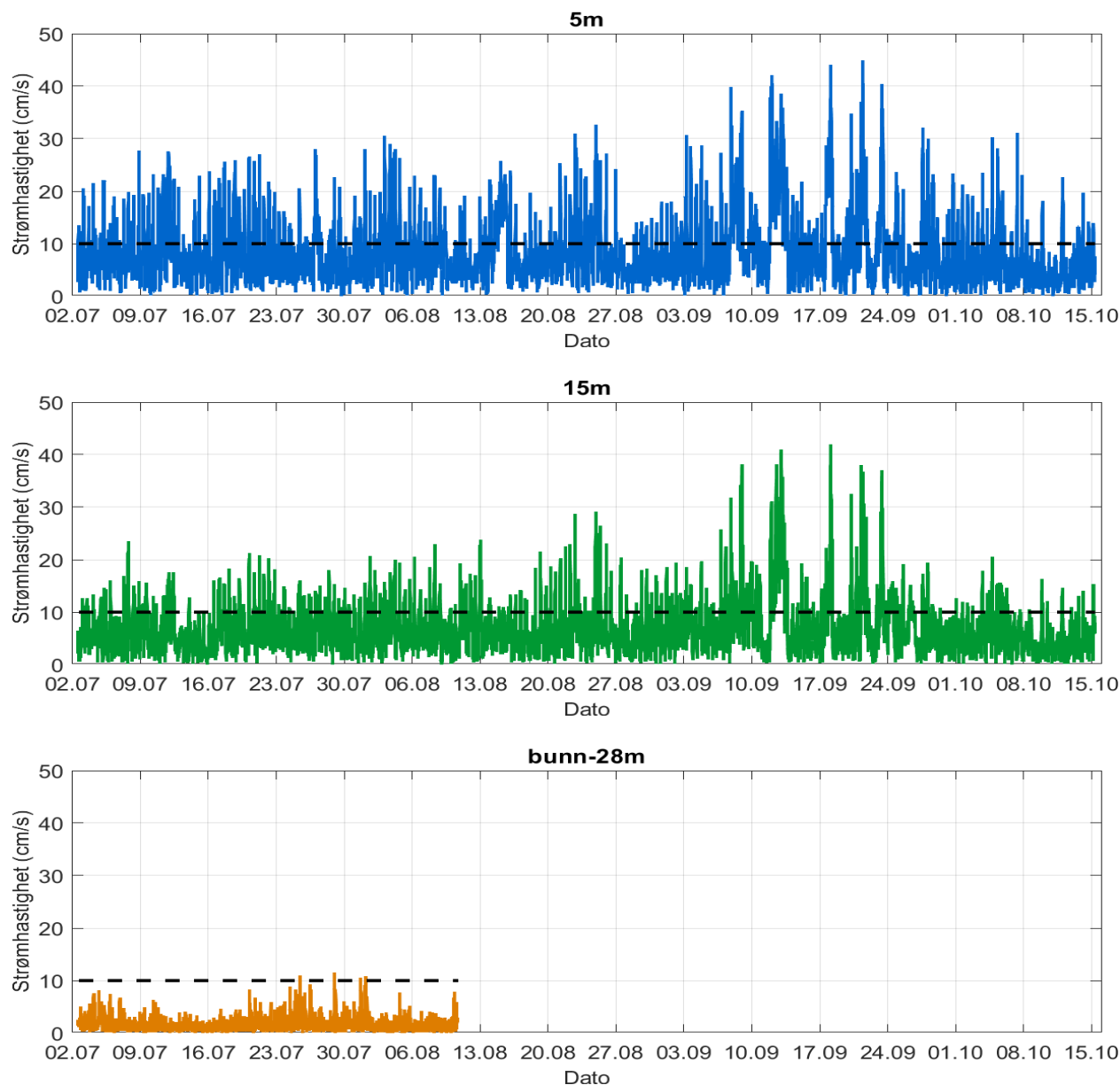
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m og bunndyp (28m) dyp. Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

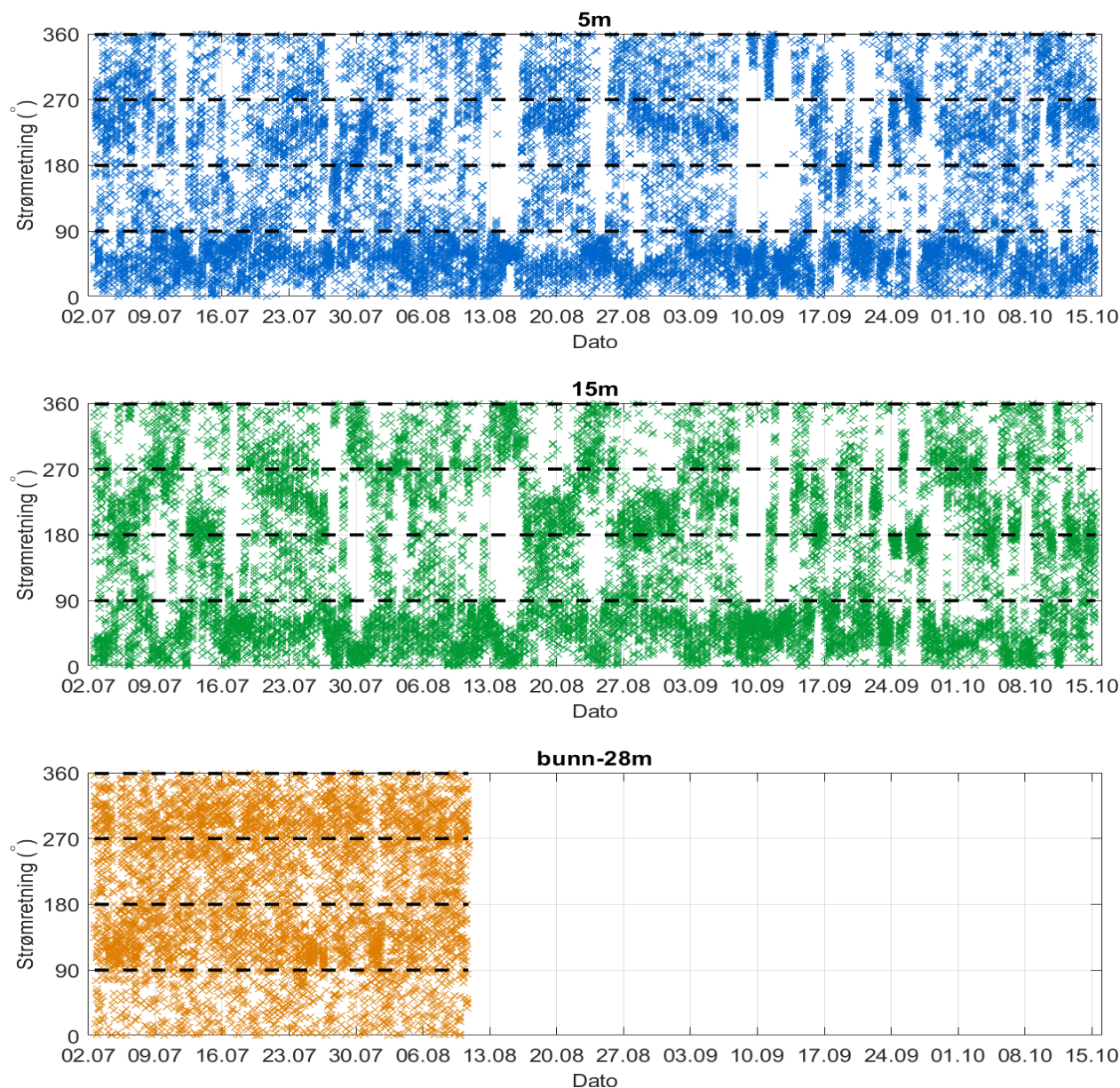
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m og bunndyp (28m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

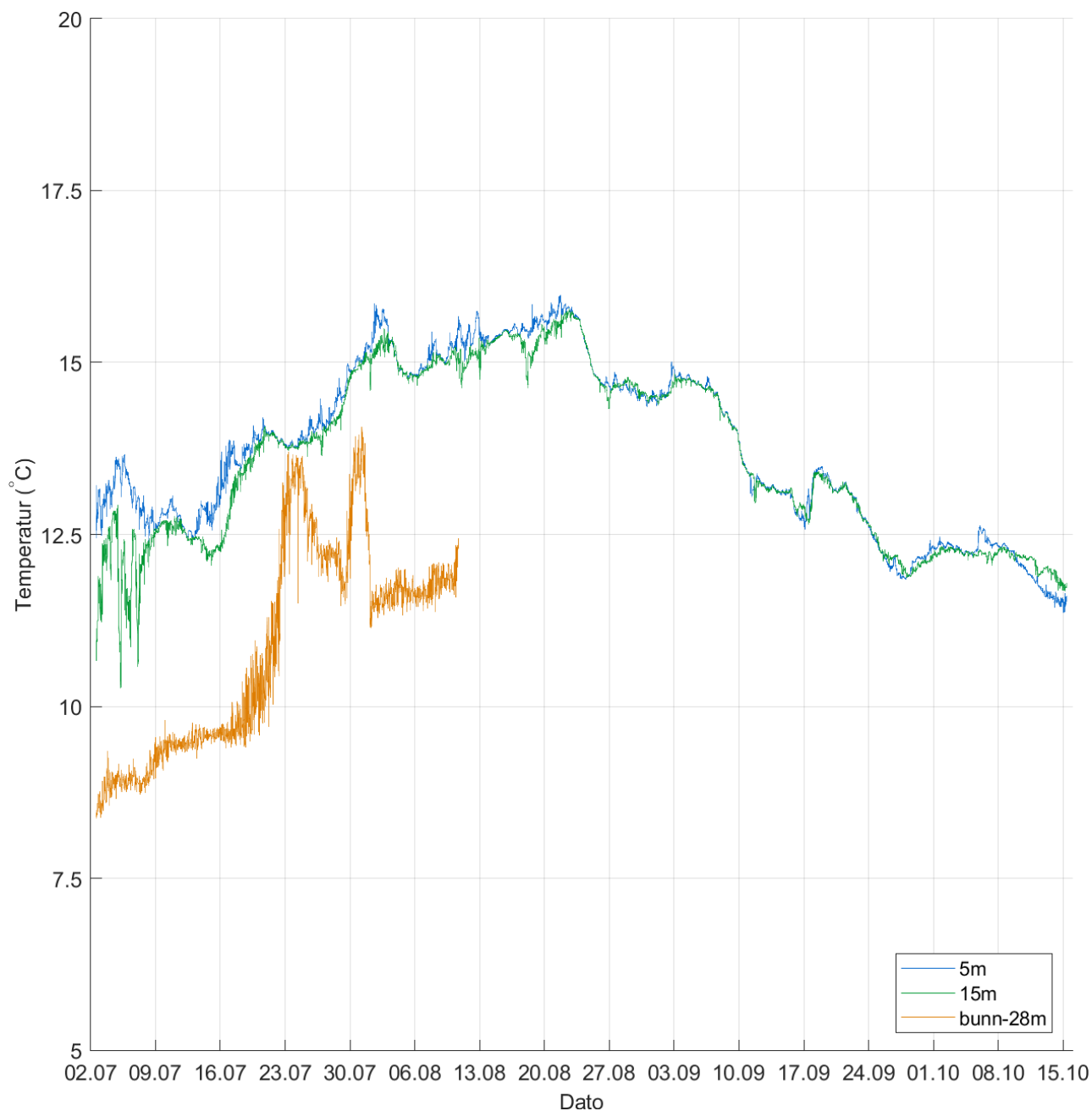
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m og bunndyp (28m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

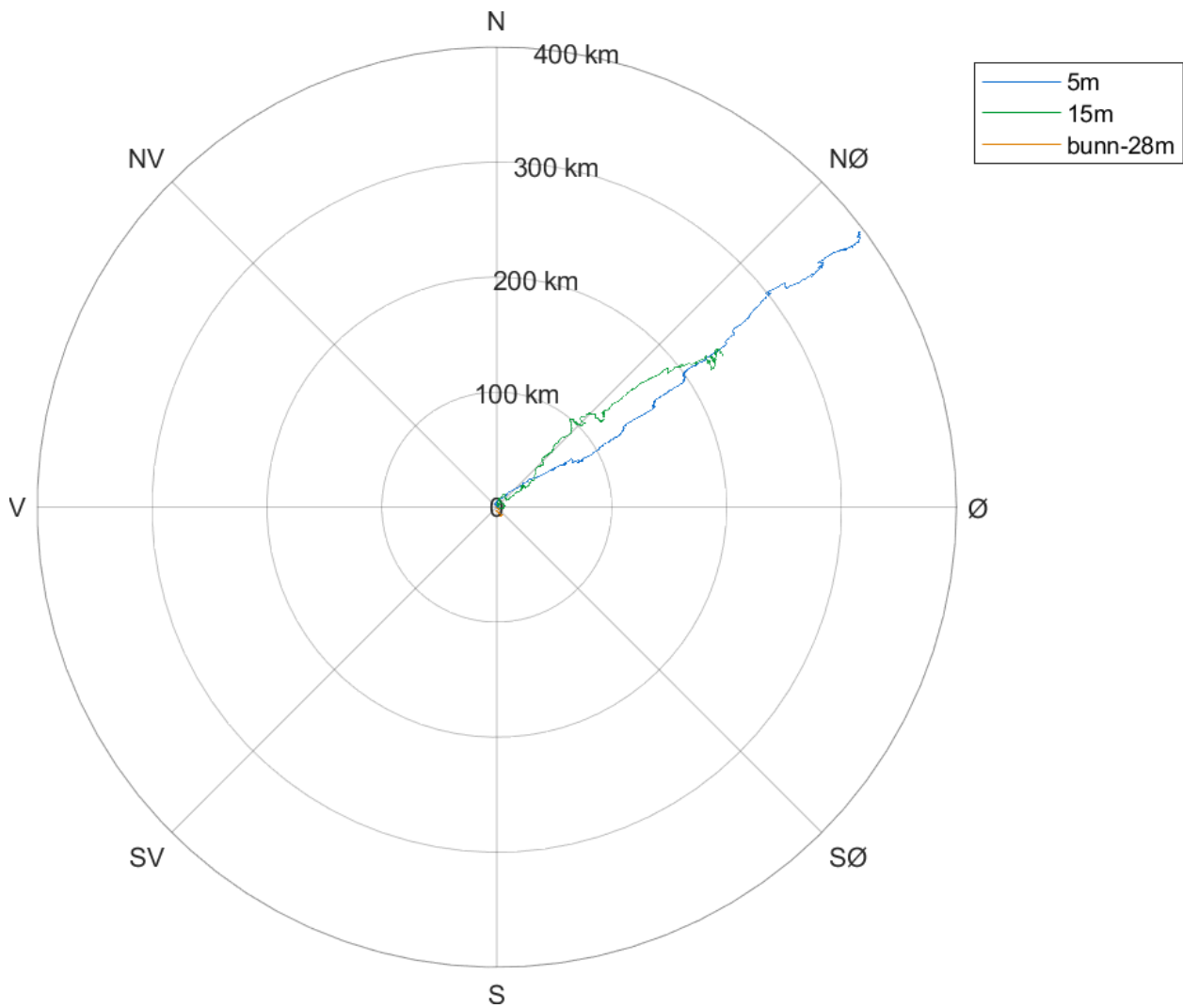
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m og bunndyp (28m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

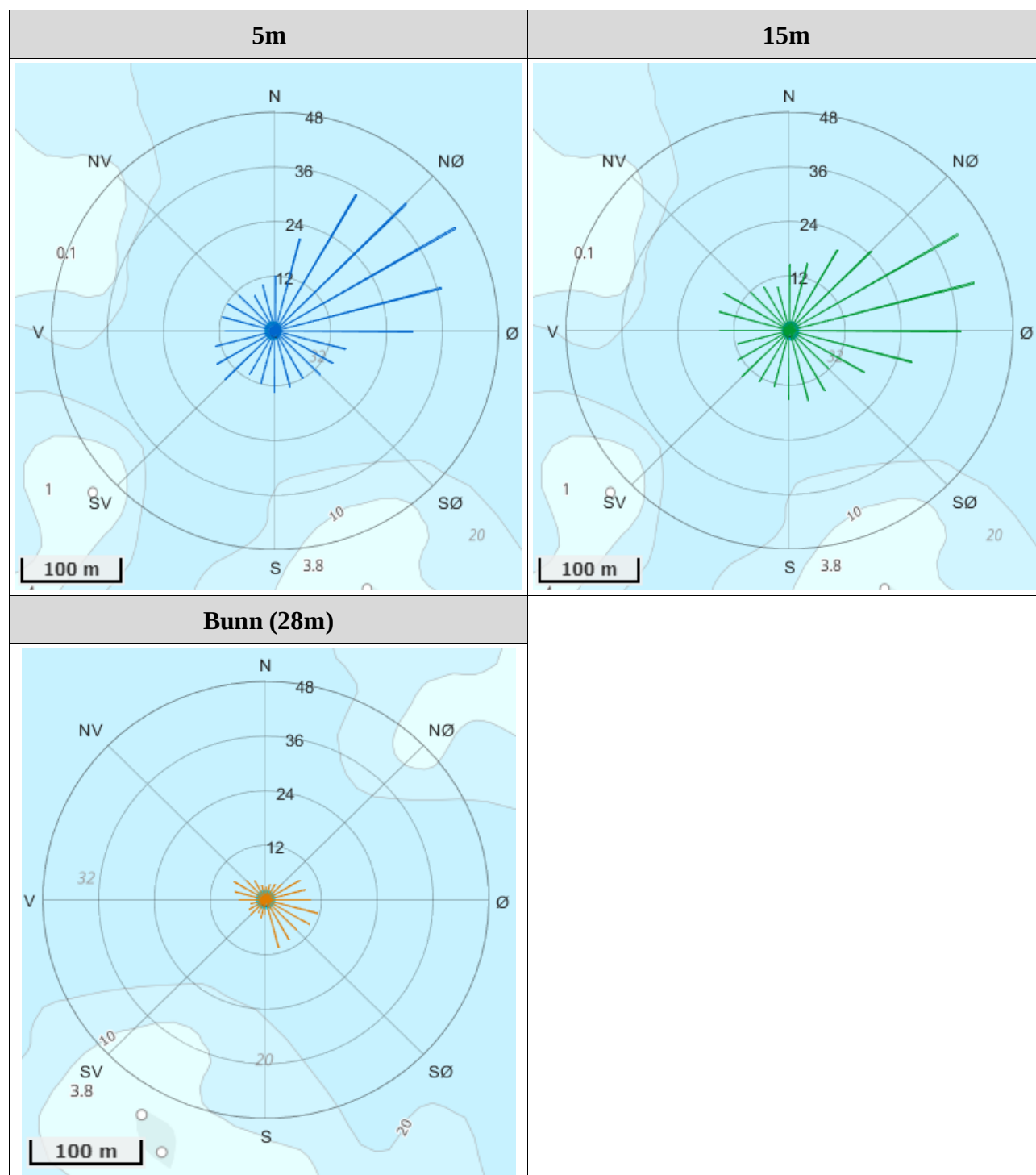
4.9 Progressivt vektordiagram

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



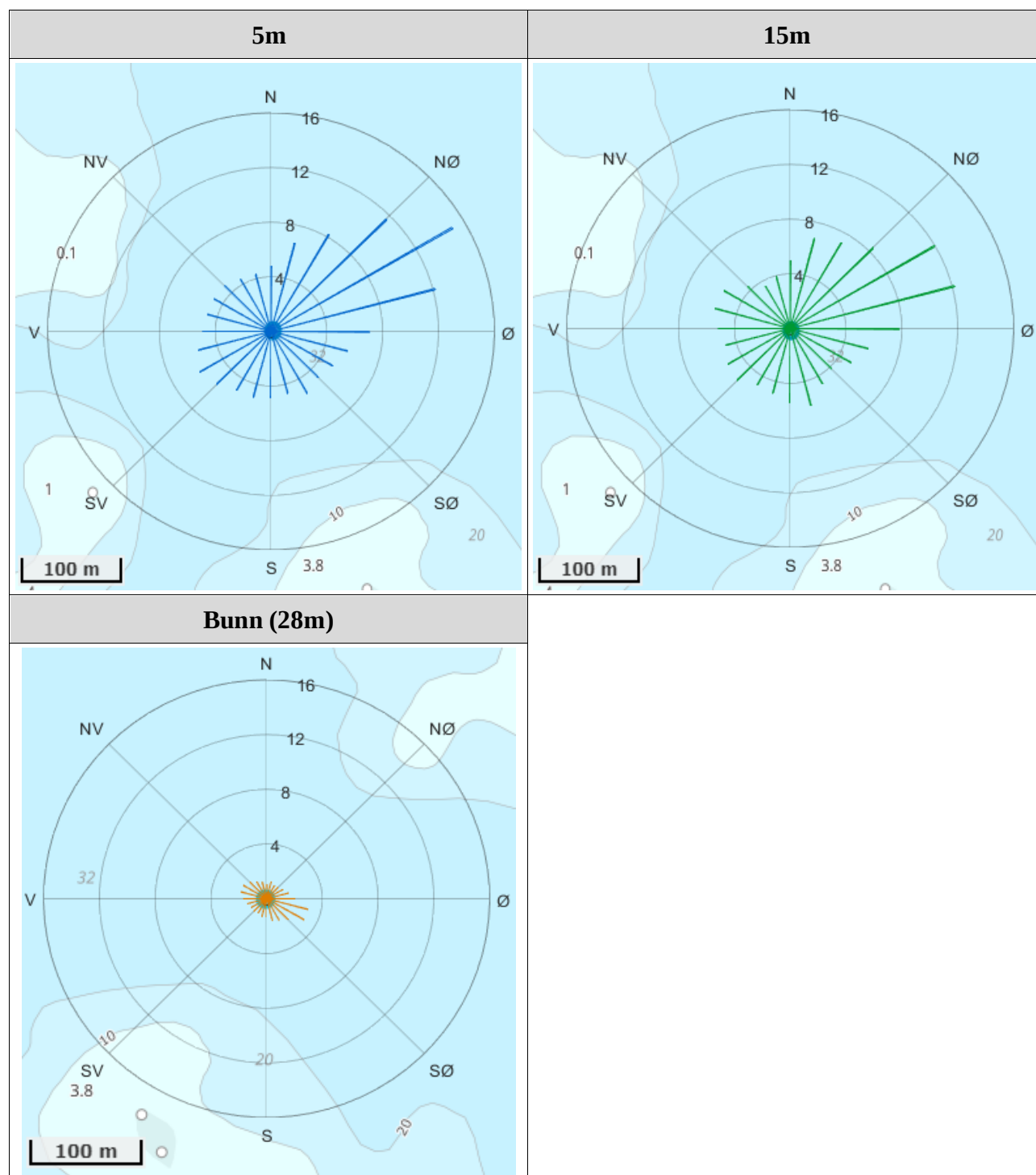
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m og bunndyp (28m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m og bunndyp (28m) i løpet av måleperioden.

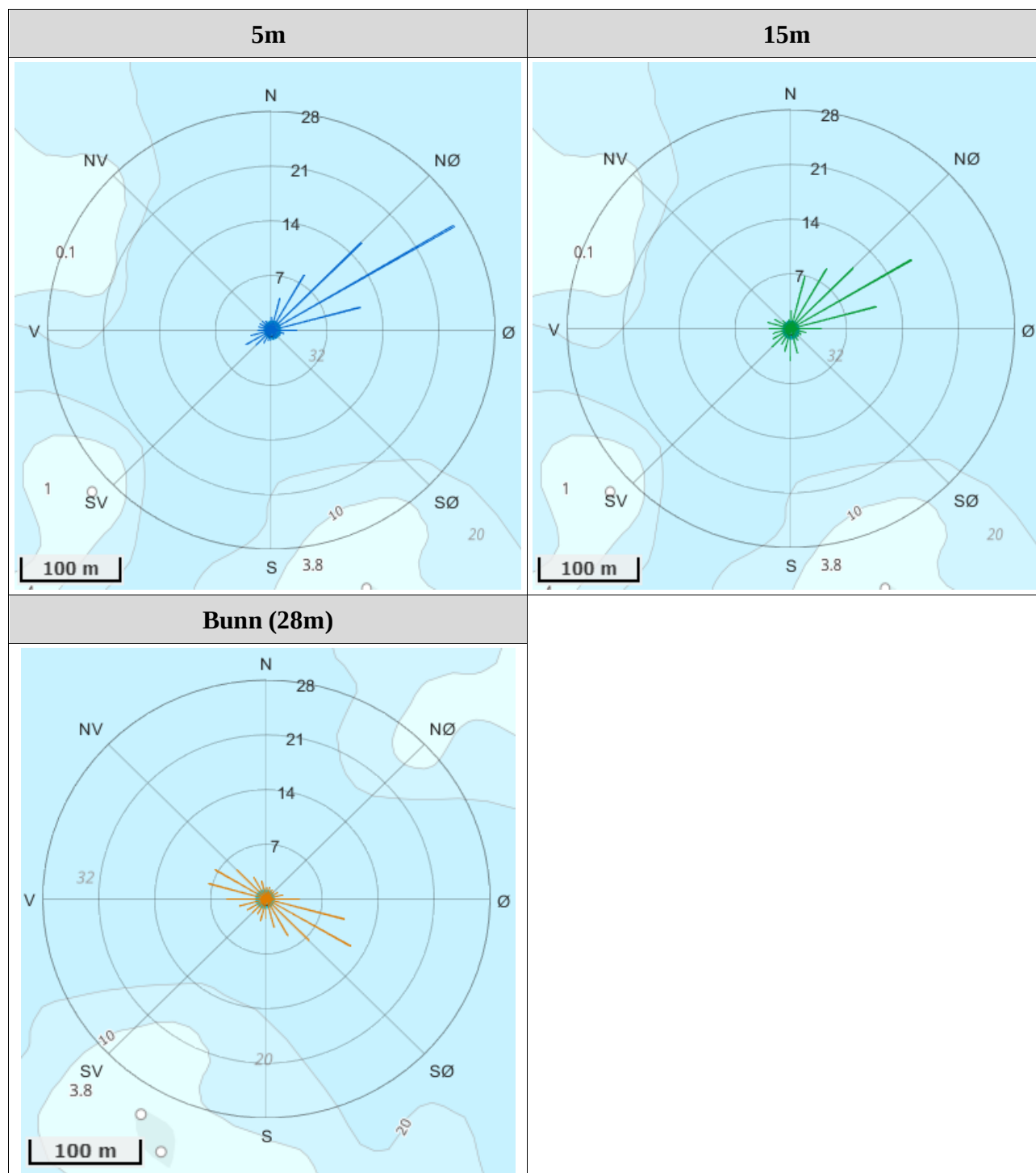
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m og bunndyp (28m) i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

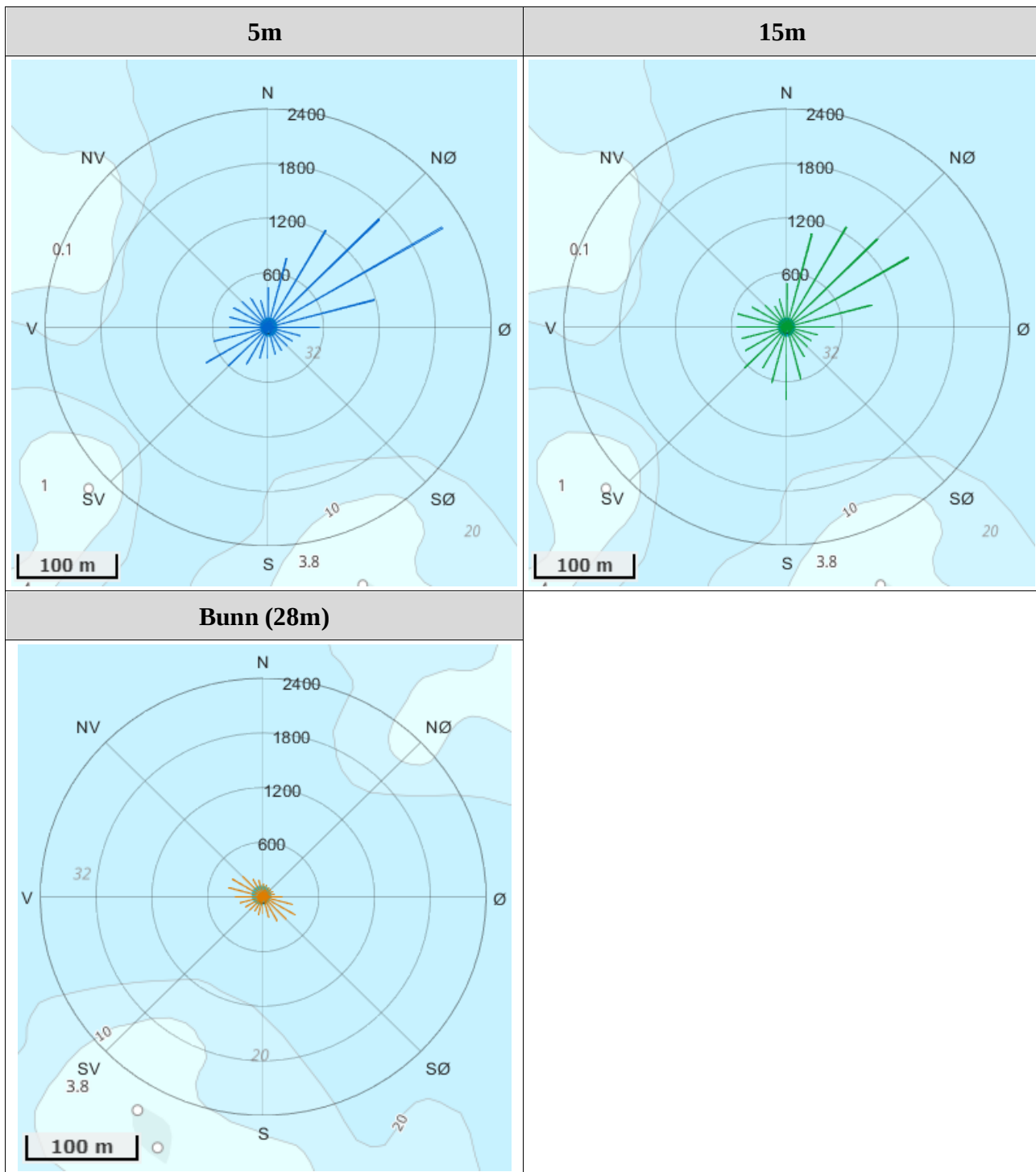
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningsektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m og bunndyp (28m) 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 og bunndyp (28m) i løpet av måleperioden.

4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.14.1. Maksimal strømhastighet (cm/s) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	20.8	44.9	37.0	14.3	13.5	15.1	13.2	11.8
15m	15.3	41.8	41.0	18.5	16.0	14.3	15.7	16.3
Bunn (28m)	3.5	8.5	11.5	11.0	10.9	4.6	7.0	7.8

4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer

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

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	5.3	12.3	9.7	5.0	4.9	5.5	5.0	4.6
15m	5.3	9.4	9.7	4.6	5.4	5.1	5.2	4.6
Bunn (28m)	1.2	1.2	2.5	2.4	1.5	1.3	1.7	1.7

4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer

Tabell 4.16.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	1539	5092	2093	884	1001	1835	1450	1197
15m	1860	4155	1797	995	2020	1666	1581	1017
Bunn (28m)	457	355	663	1046	641	599	948	921

4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer

Tabell 4.17.1. Relativ vannutskiftning (%) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	6.7	50.7	16.5	3.6	3.9	8.2	5.9	4.5
15m	9.6	37.7	16.9	4.5	10.5	8.3	7.9	4.6
Bunn (28m)	5.5	4.3	16.4	25.0	9.4	7.5	16.0	16.0

4.18 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 4.18.1. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m dyp.

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	20.8	44.9	37.0	14.3	13.5	15.1	13.2	11.8
Retning (°)	18	67	75	116	176	225	248	296
10-år (cm/s)	34	74	61	24	22	25	22	20
50-år (cm/s)	39	83	68	26	25	28	24	22

Tabell 4.18.2. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 15m dyp.

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	15.3	41.8	41.0	18.5	16.0	14.3	15.7	16.3
Retning (°)	12	66	82	116	167	226	285	294
10-år (cm/s)	25	69	68	31	26	24	26	27
50-år (cm/s)	28	77	76	34	30	26	29	30

4.19 Persentilfordeling av strømhastighet

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

Tabell 4.19.1. Persentilfordeling av strømhastighet (cm/s) for hvert dyp.

Persentil	5m	15m	Bunn (28m)
1	0.8	0.6	0.2
10	2.7	2.1	0.5
20	3.8	3.2	0.8
30	4.7	4.1	1.0
40	5.6	5.0	1.2
50	6.5	5.9	1.4
60	7.7	6.9	1.7
70	9.1	8.0	2.0
80	11.5	9.7	2.5
90	16.5	12.6	3.4
95	20.8	15.5	4.6
99	29.5	26.6	7.7

4.20 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 4.20.1. Prosent (%) av data per dyp som er lik eller høyere enn oppgitt strømhastighet (cm/s).

Strømhastighet (cm/s)	5m	15m	Bunn (28m)
1	98.6	97.5	70.2
3	87.3	81.9	13.0
5	66.3	60.0	4.0
10	25.4	18.5	0.2
20	5.7	2.2	
30	0.9	0.5	
40	0.07	0.03	

4.21 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 4.21.1. 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°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.5
1-5	4.5	3.5	3.2	2.9	3.5	5.0	5.0	4.5	32.1
5-10	4.8	11.9	5.2	2.6	2.8	6.4	4.2	3.1	41.0
10-20	0.7	13.6	4.2	0.2	0.1	0.5	0.2	0.09	19.6
20-30	0.03	3.7	1.0						4.7
30-40		0.8	0.08						0.9
40-50		0.07							0.07
Sum	10.2	33.8	13.8	5.9	6.6	12.1	9.6	7.9	100.0

Tabell 4.21.2. 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°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	2.5
1-5	5.3	5.1	3.0	3.7	6.3	5.3	5.1	3.8	37.6
5-10	5.3	12.0	4.0	2.3	5.8	5.1	4.5	2.3	41.3
10-20	1.4	8.8	3.6	0.3	1.0	0.4	0.5	0.3	16.3
20-30		1.1	0.6						1.7
30-40		0.2	0.3						0.5
40-50		0.03	0.0						0.03
Sum	12.3	27.5	11.8	6.6	13.5	11.1	10.4	6.7	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (28m).

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°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	3.4	2.9	2.9	3.9	3.6	4.3	4.6	4.4	30.0
1-5	4.8	3.4	7.4	12.8	7.8	6.4	12.0	11.7	66.3
5-10		0.04	1.4	1.9			0.2	0.3	3.8
10-20			0.09	0.05	0.02				0.2
20-30									0.0
30-40									0.0
40-50									0.0
Sum	8.2	6.3	11.8	18.6	11.4	10.7	16.8	16.4	100.0

4.22 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 4.22.1. 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	1.4	0.09						
1-5	6.3	5.6	8.6	5.8	2.9	1.1	1.4	0.6
5-10	9.0	7.3	12.4	6.0	3.5	2.0	0.2	0.5
10-20	4.6	3.5	6.0	3.0	1.3	0.7	0.2	0.3
20-30	1.6	0.8	1.5	0.3	0.2	0.2	0.2	
30-40	0.3	0.2	0.3					
40-50	0.07							

Tabell 4.22.2. 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	2.2	0.3						
1-5	6.9	7.4	9.1	7.4	3.2	2.0	1.1	0.5
5-10	8.6	8.1	12.7	7.1	2.5	1.6	0.7	0.2
10-20	3.9	2.6	4.6	2.4	1.4	0.6	0.6	0.3
20-30	0.8	0.4	0.2	0.2	0.1			
30-40	0.2	0.2	0.1					
40-50	0.03							

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (28m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	21.7	6.1	1.8	0.3				
1-5	19.1	13.3	17.8	8.7	4.9	2.3		
5-10	1.2	0.9	1.4	0.3				
10-20								
20-30								
30-40								
40-50								

4.23 Tidevannsanalyse

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

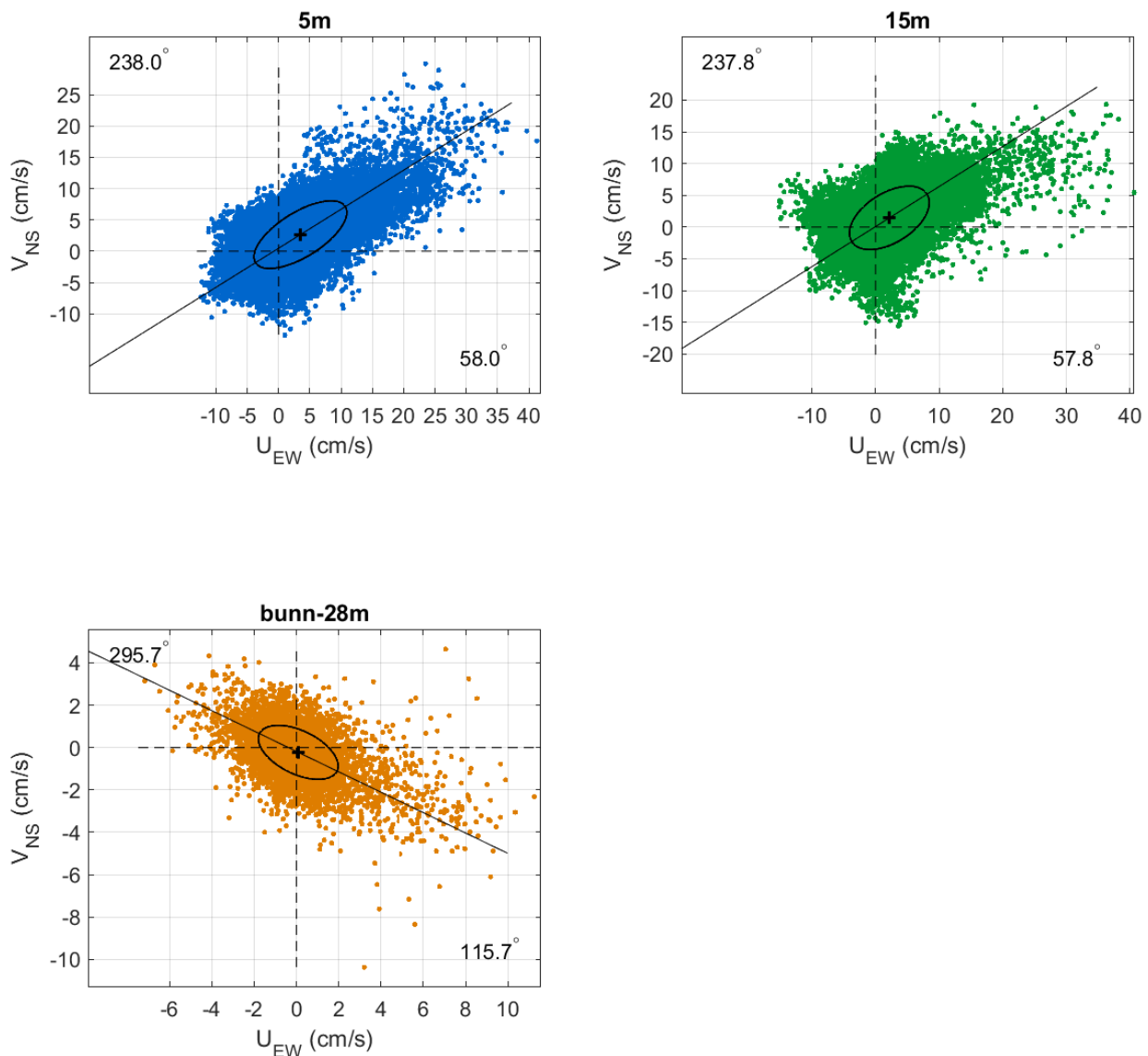
Målt strøm er splittet i øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) komponenter for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning (Figur 4.23.1). Strømellipsens store halvakse (hovedakse) markerer retningen der variasjonen er størst.

Tabell 4.23.1. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer basert på tidevannsanalyse av målte data.

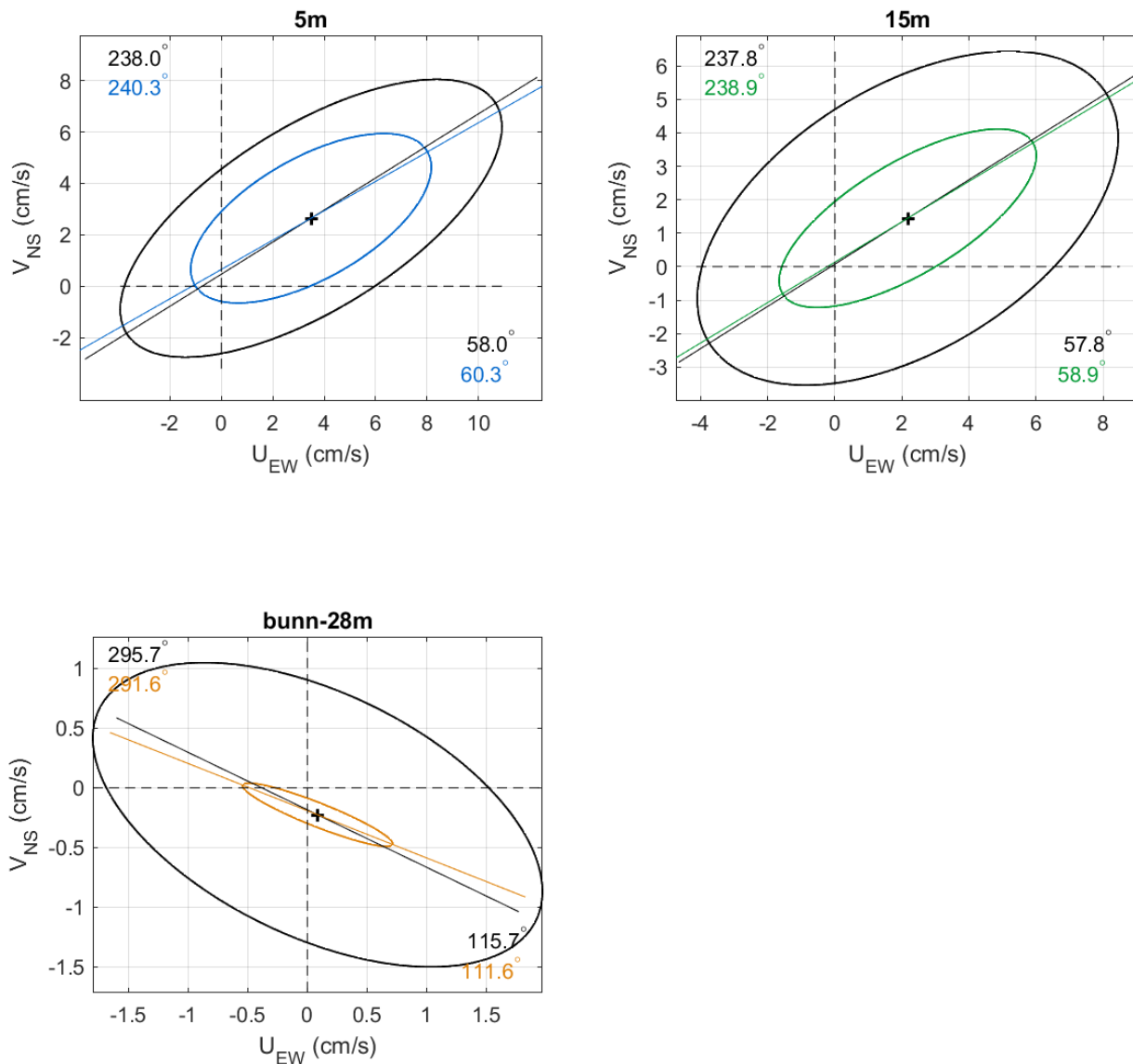
Måledyp	5m	15m	Bunn (28m)
Strøm (%)	68.3	59.2	14.9
Måledyp	5m	15m	Bunn (28m)
Trykk (%)	-	-	98.6

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

Måledyp	5m	15m	Bunn (28m)
Strøm (%)	65.2	55.0	5.1
Måledyp	5m	15m	Bunn (28m)
Trykk (%)	-	-	98.3



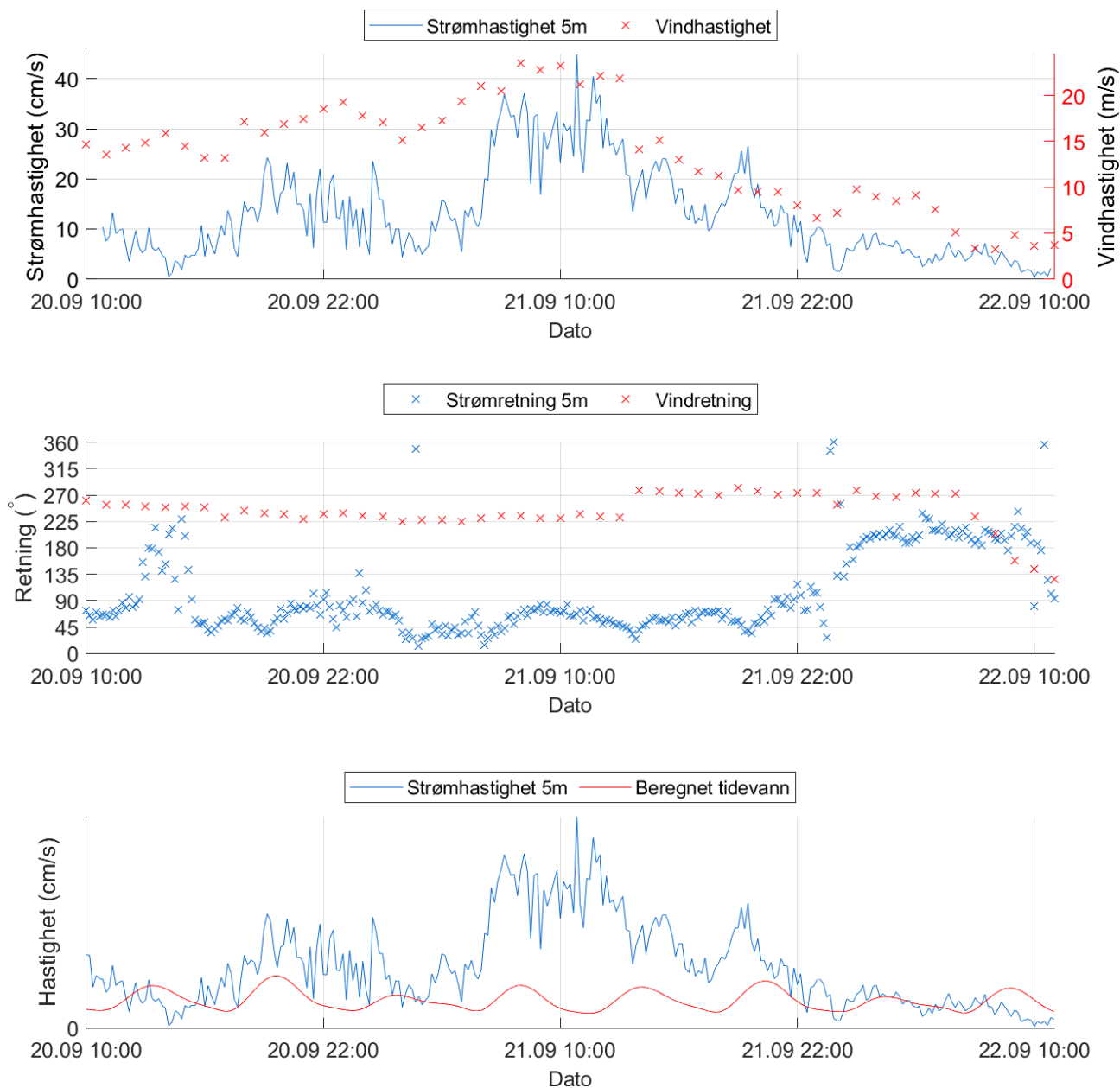
Figur 4.23.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram med tilhørende strømeellipse. Midtpunktet for strøme ellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist med stiplede linjer.



Figur 4.23.2. $U_{EW} - V_{NS}$ 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.

4.24 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 4.24.1. Strømhastighet og -retning, samt tidevann og vind for perioden hvor maksimalstrømmen ved 5m dyp er registrert.

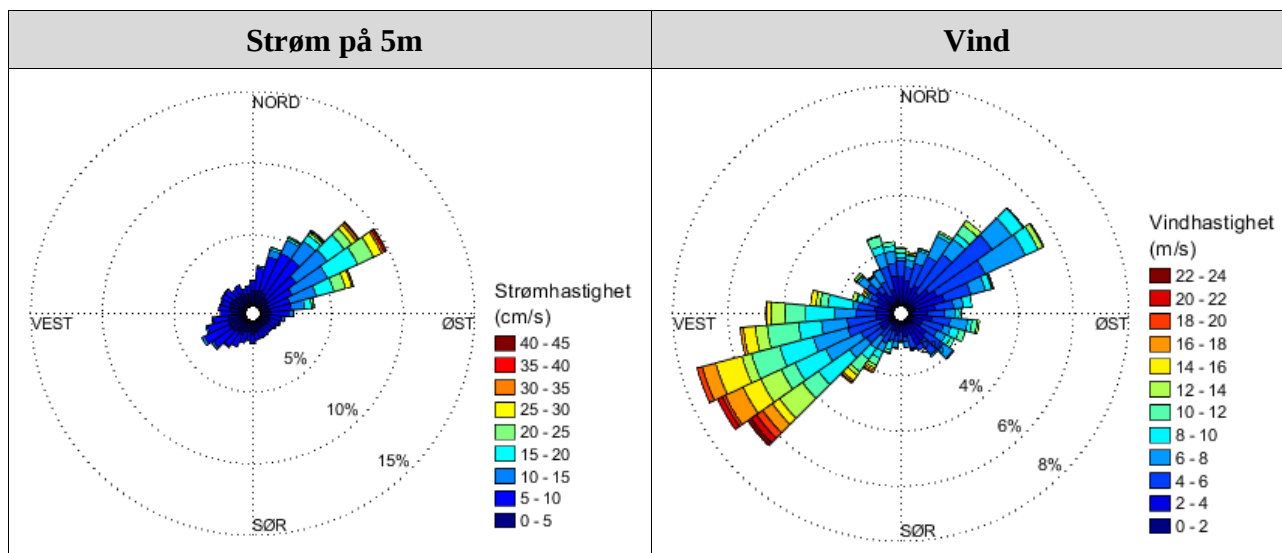
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjonen på Veiholmen, som ligger ca. 8.5km nordøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.5).

Strømtopper ble sammenlignet med vinddata fra Veiholmen fra samme periode. Figur 4.25.2 – Figur 4.25.4 indikerer hvilke tidspunkter vind på Veiholmen og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning. Vannstand er vist i Figur 4.25.2 og hentet fra tidevannsstasjonen i Kristiansund (Kartverket, 2020), som ligger ca. 38.5km sør/sørvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.5). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

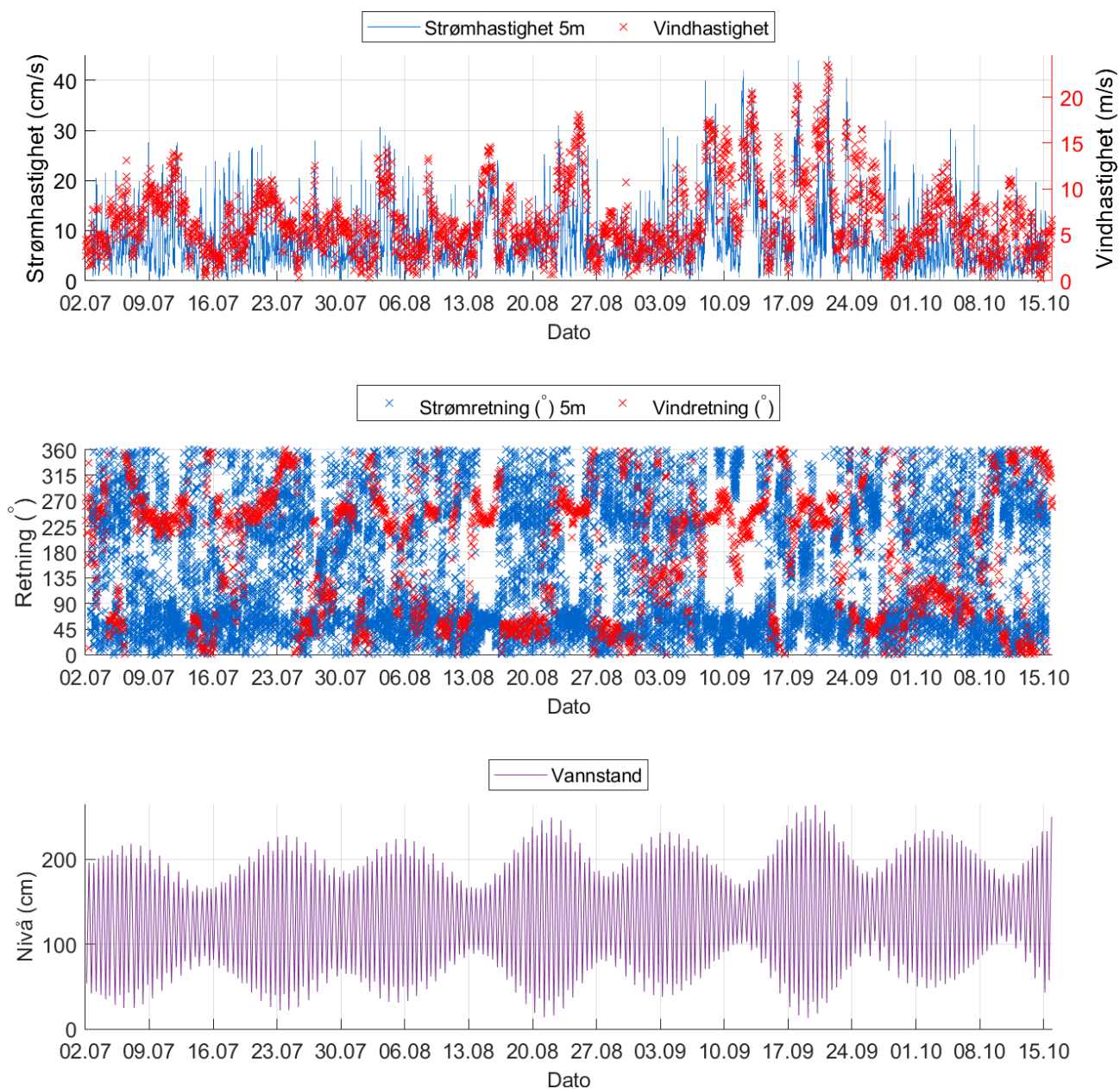
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	15.7	14.9	13.9	11.8	10.6	23.5	19.7	16.5
Tid (%)	10.2	19.0	10.8	7.9	4.2	20.2	20.7	6.9

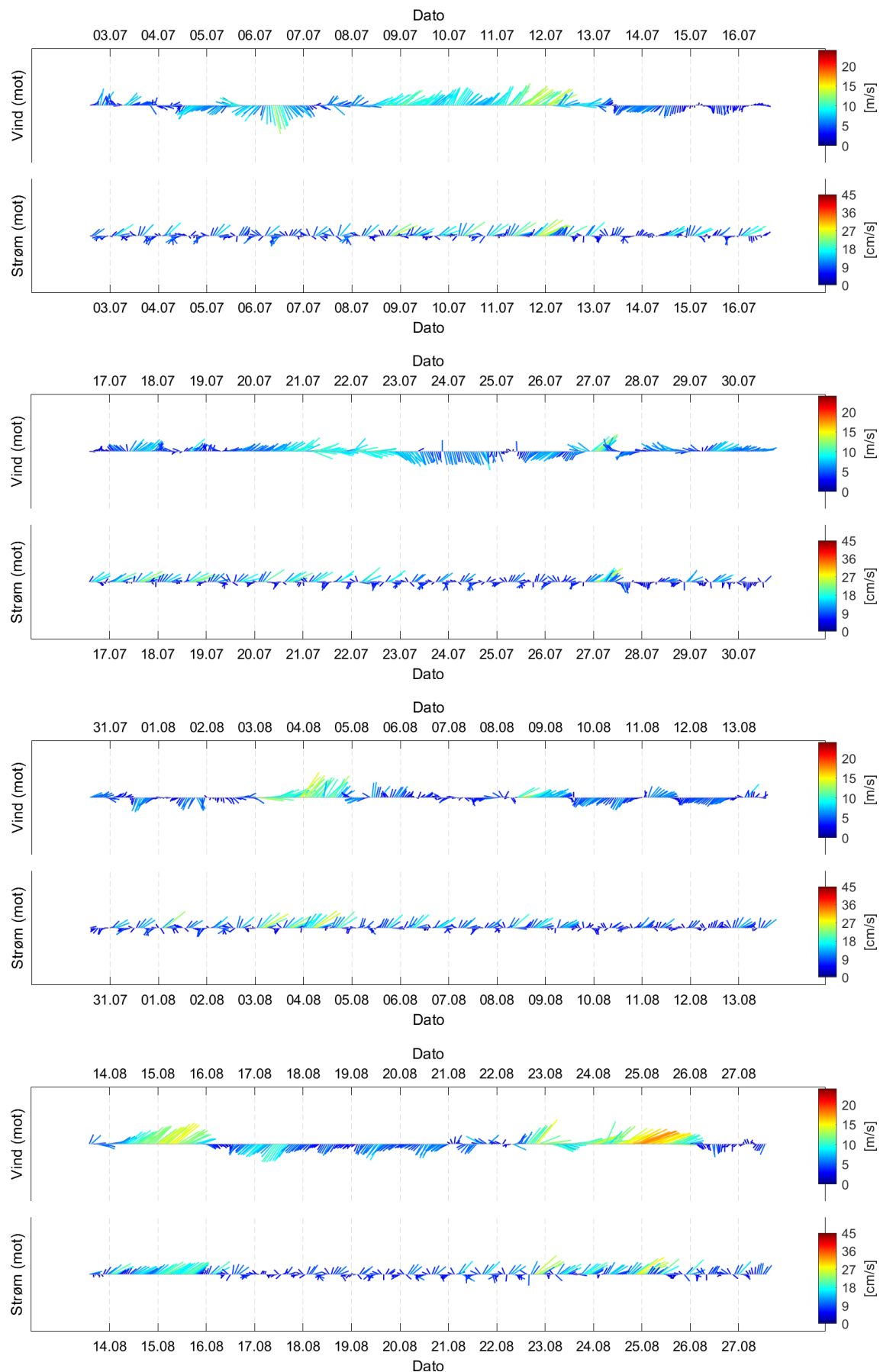


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Veiholmen værstasjon under måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

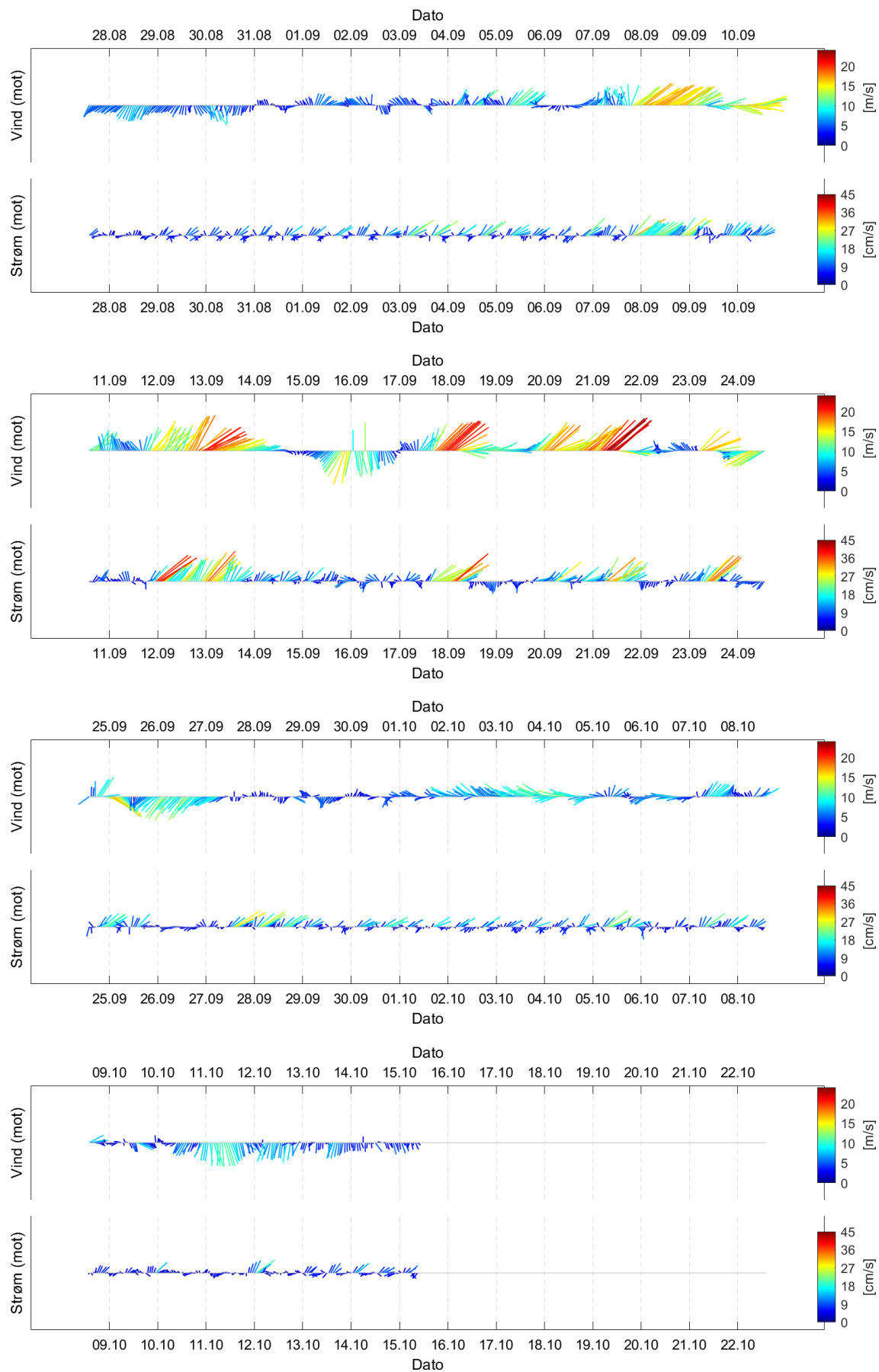
Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.25.2 – Figur 4.25.4 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. I Figur 4.25.2 er vindretning oppgitt som at vind blåser fra en retning, mens i Figur 4.25.3 – Figur 4.25.4 er vindretning oppgitt som at vind blåser mot en retning. Tidevann er også vist i Figur 4.25.2 for å vurdere tidevannspåvirkning.



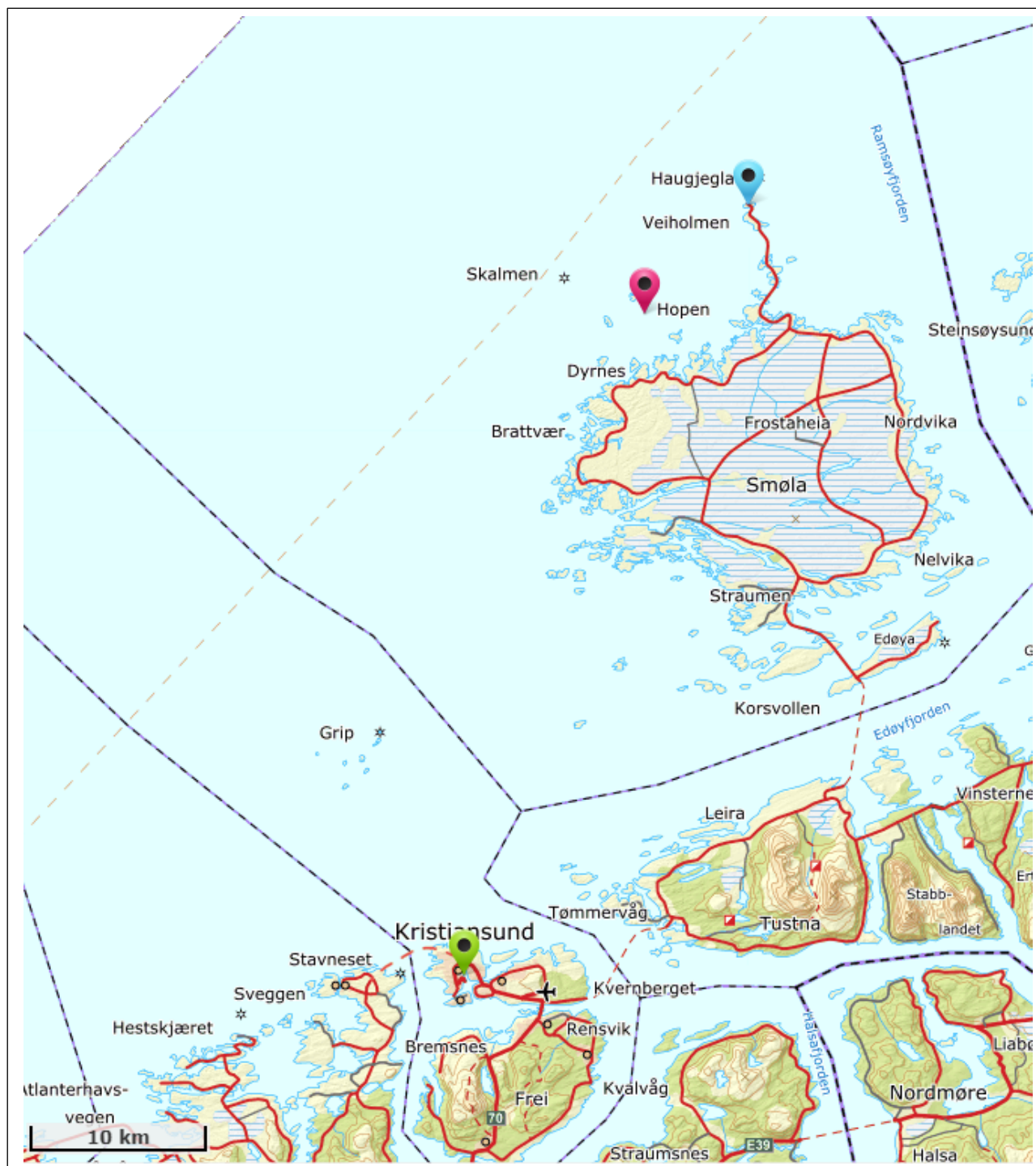
Figur 4.25.2. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Veiholmen, strøm- og vindretning, samt vannstand (Kristiansund) under måleperioden. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strømtopper.



Figur 4.25.3. Fyrstikkdiagram av vind (mot retning) på Veiholmen (over) og strøm (mot retning) på 5m dyp (under) i perioden 02.07.20 – 27.08.20. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strømtopper.



Figur 4.25.4. Fyrstikkdiagram av vind (mot retning) på Veiholmen (over) og strøm (mot retning) på 5m dyp (under) i perioden 27.08-20 – 15.10.20. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strømtopper.

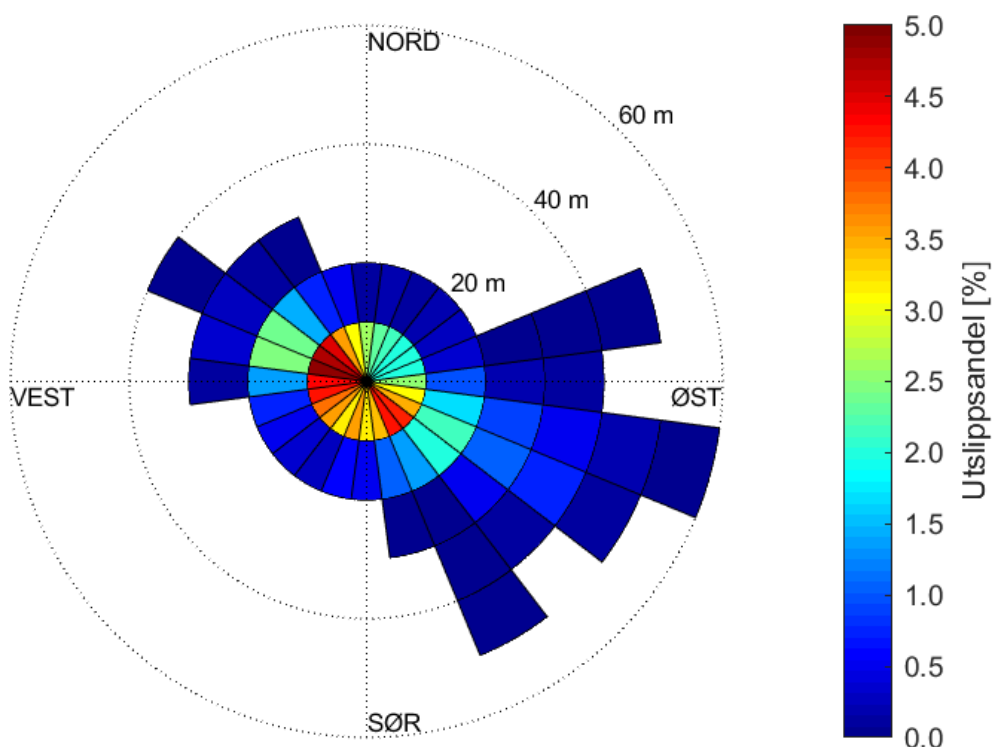


Figur 4.25.5. Posisjonen til Veiholmen værstasjon (markert med blå pinne) og posisjonen til Kristiansund tidevannsstasjon (markert med grønn pinne) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.26 Utslippskontur

Utslippskonturen tar utgangspunkt i strøm målt på spredningsdyp til å beregne spredningsavstand for avfallspartikler fra et utslippspunkt med en viss synkehastighet (Figur 4.26.1). Dyp på posisjon for bunndyp er 31m. Siden dypet er såpass grunt vil bunndypet representere både bunndyp og spredningsdyp for denne posisjonen. Figuren viser retning og avstand for spredning, og i hvilke området det er mest utslipp som blir liggende på bunn. Fargeskalaen indikerer mengde sedimentering 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%).

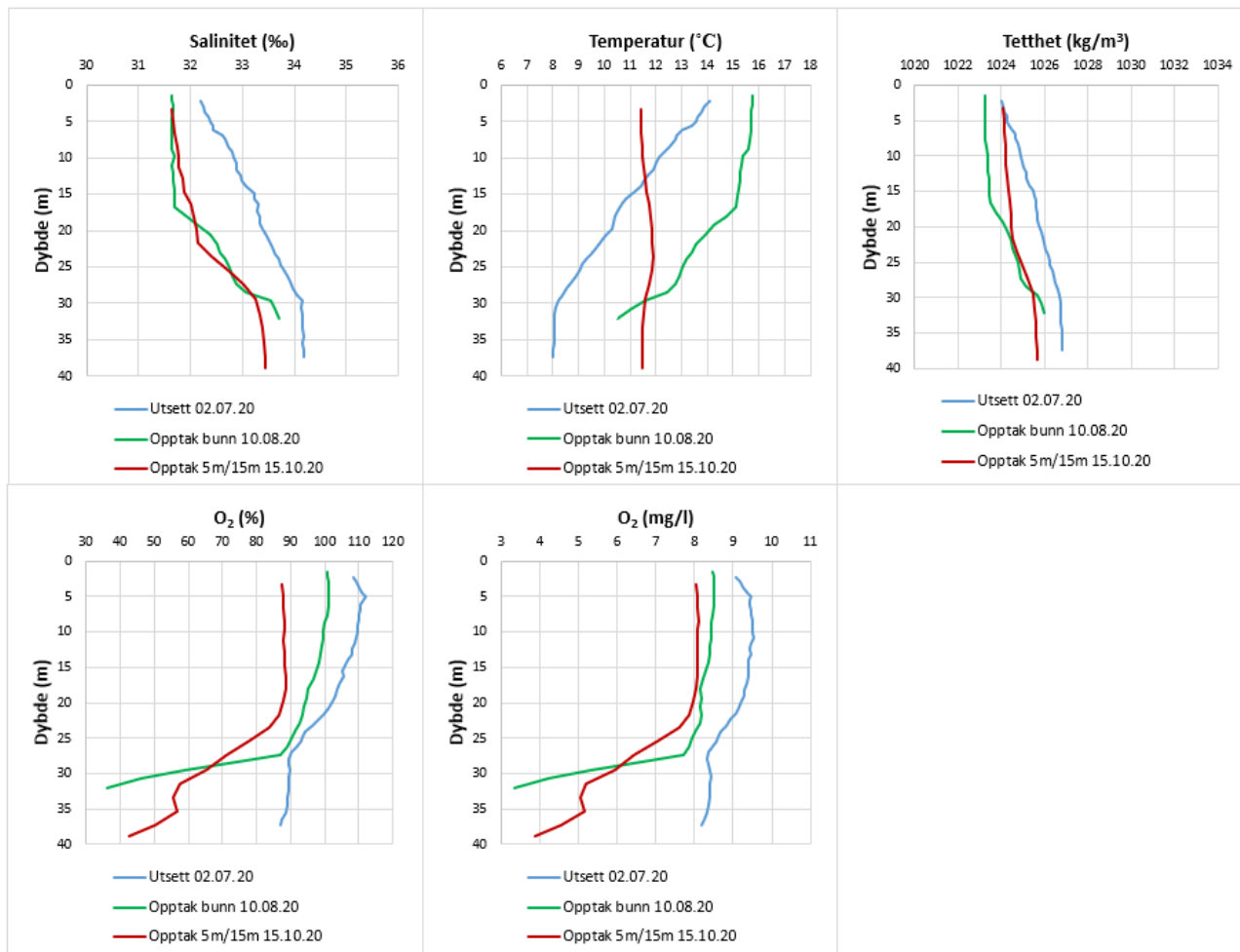
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.26.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på bunndyp (28m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner innenfor de ulike sektorene. Hver sektor er 10m lang.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett 02.07.20 i samme posisjon som strømrigg med målinger på 5m og 15m dyp. CTD-profiler ble også målt i sammenheng med opptak av strømmåler på bunndyp 10.08.20 og strømmålere på 5m og 15m dyp 15.10.20, i samme posisjon som de respektive strømriggene.



Figur 4.27.1. Vertikalprofiler av salinitet, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen.

5. Diskusjon

Strømmen på Hjortholman er mot NØ/Ø på 5m, mot N/NØ/Ø – S/SV/V på 15m og mot SØ/Ø – NV/V på bunndyp (28m). Dette stemmer med områdets bunntopografi. Strømretningen domineres av to motsatt rettede hovedstrømretninger på 15m og bunndyp (28m), hvor retningene N/NØ/Ø – S/SV/V er hovedstrømakse på 15m og retningene SØ/Ø – NV/V er hovedstrømakse på bunndyp (28m). 67.2% av relativ vannutskiftning på 5m, 90.9% på 15m og 73.4% på bunndyp (28m) skjer langs hovedstrømretningene.

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 44.9cm/s mot NØ på 5m, 41.8cm/s mot NØ på 15m og 11.5cm/s mot Ø på bunndyp (28m). Maksstrømmen er vurdert som sterk på både 5m og 15m, og svak på bunndyp (28m). 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 14.7cm/s på 5m, 12.0cm/s på 15m og 3.3cm/s på bunndyp (28m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m og 15m, og svak på bunndyp (28m).

Det var tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på 5m og 15m dyp. Lengst varighet av strømhastighet $> 30\text{cm/s}$ var 280 minutter (4t 40min) på 5m og 90 minutter (1t 30min) på 15m dyp. Høy strømhastighet oppstår jevnt med tidevannssyklusen. Varigheten av tilfellene for høye strømhastigheter i området er vurdert som lang på 5m, og vurdert som kort på 15m dyp. Høye strømhastigheter er vurdert forårsaket av vind og tidevann.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på 5m og 15m dyp fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strømsellipsen (Figur 4.23.2). Tidevannssignalet dominerte ikke strømbildet på bunndyp (28m) under måleperioden, som er indikert ved at tidevannsellipsen er vesentlig mindre enn strømsellipsen (Figur 4.23.2). Tidevannsbidrag til strøm på 5m er høyere enn lenger ned i vannsøylen. Dette indikerer at strømmen lenger ned i vannsøylen er mer påvirket av andre faktorer.

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra alle retninger kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Under måleperioden blåste vind mest fra NØ og SV/V, og sterkest fra SV/V (Tabell 4.25.1).

Hvis de lokale vindforholdene på strømmålingsposisjonen var like de på Veiholmen under måleperioden, er det vurdert at vind fra SV/V kan ha påvirket strøm mot NØ/Ø.

I løpet av måleperioden var det også tilfeller der det ikke var vindpåvirkning på grunn av enten for lav vindhastighet eller ugunstig vindretning.

5.4 Vannutskiftning

Det er naturlig med strømstille når tidevannet skifter fra flo til fjære eller motsatt. Varigheten av strømstille perioder kan ha betydning for vannutskiftning i et område. Siden vann vil strømme rundt, i tillegg til gjennom eller under, et anlegg er anleggsorientering viktig. Et anlegg orientert slik at det

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

Gjennomsnittlig strømhastighet var 1.8cm/s på bunndyp (28m). På resten av måledypene (5m og 15m) var snitthastigheten ≥ 2 cm/s. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og 15m, og som svært svak på bunndyp (28m).

Neumann-parameteren er vurdert som stabil på 5m og 15m, og lite stabil på bunndyp (28m). Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på 5m og 15m, fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. På 5m og 15m dyp strømmer vannet ved flere anledninger i samme retning over lengre tid enn en tidevannsperiode. På bunndyp (28m) var vannutskiftningen mindre god.

Prosent nullmålinger (< 1 cm/s) var mindre enn 10% på 5m og 15m dyp. Prosent nullmålinger (< 1 cm/s) var 29.8% på bunndyp (28m). Lengst varighet for strøm < 1 cm/s var 50 minutter på 5m og 15m dyp, og 150 minutter (2t 30min) på bunndyp (28m). Det var kort periode med strømstille på 5m og 15m dyp. Dette tyder på god vannutskiftning på 5m og 15m dyp.

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. 31-38m. Strømmåleposisjonen ligger over en nokså kupert bunn. Bunntopografien er orientert N/NØ – S/SV i området for strømmålingsposisjonene på 5m og 15m. Bunntopografien er orientert NV – SØ i området for strømmålingsposisjonen på bunndyp (28m). Det er ingen store groper i området.

Det var enkelte tilfeller der strøm var > 10 cm/s på bunndyp (28m). Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

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 vannsøyle (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 for 5m og 15m (02.07.20-15.10.20) var 11.4 - 16.0°C på 5m og 10.3 - 15.8°C på 15m. Temperatur under måleperioden for bunndyp (02.07.20-10.08.20) var 8.4 - 14.1°C på bunndyp (28m). Temperaturmålingene viser at overflatelaget (5m og 15m) ble varmere fra 02.juli frem til ca. 22.august. Temperaturen på bunndyp (28m) økte for det meste gjennom perioden i fra 02.juli til 10.august. Dette er normalt på grunn av oppvarming fra sola gjennom sommermånedene. I perioden fra 22.august til 15.oktober sank temperaturen på 5m og 15m, som er på grunn av høstavkjølingen. CTD-måling ved utsett (02.07.20) viser at temperaturen avtok i mesteparten av vannsøylen, hvor temperaturen sank fra overflaten og ned til ca. 30m. Fra 30m og ned til bunn var den nokså konstant. Ved opptak (10.08.20) avtok også temperaturen med økende dyp. For sommermånedene stemmer det godt med varmere vann ved overflaten på grunn av oppvarming fra solen. Ved opptak (15.10.20) hadde hele vannsøylen nokså lik samme temperatur.

Saliniteten ved utsett (02.07.20) økte gradvis med økende dyp ned til ca. 30m dyp. Fra 30m og ned til bunn var saliniteten rimelig konstant. Ved opptak (10.08.20) var saliniteten nokså konstant fra overflaten og ned til ca. 17m. Fra 17m og ned til bunnen var det en økning i salinitet. Ved opptak (15.10.20) var det en økning i salinitet med økende dyp, med en noe raskere økning i fra 23m til 29m dyp.

Tetthetsdata gjenspeiler salinitet og viser at vannsøylen var blandet. For utsett (02.07.20) var vannsøylen stabil med økende tetthet med økende dyp. Ved opptak (10.08.20) var tettheten nokså konstant ned til ca. 17m. Fra 17m og ned til bunnen økte tettheten gradvis. Ved opptak (15.10.20) er det en svak økning i tetthet ved økende dyp, med en noe raskere økning imellom 23m og 29m dyp.

Oksygenmetningen ved utsett (02.07.20) og en av opptakene (10.08.20) var høy (> 90%) ved overflaten. Ved utsett avtok oksygenmetningen gradvis ned til ca. 30m, hvor den fra 30m og ned til bunnen var noenlunde konstant. Oksygenmetningen ved opptak (10.08.20) avtok gradvis med dyp ned til ca. 27m. Fra 27m og ned til bunnen sank oksygenmetningen raskt ned til bunnen, fra 88% til 36%. Ved opptak (15.10.20) var oksygenmetningen nokså konstant fra overflaten og ned til 23m. Fra 23m og ned til bunnen avtok oksygenmetningen gradvis. Oksygeninnholdet viser lignende mønster som oksygenmetningen.

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.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.
- Anleggets driftsstatus må vurderes der selve anlegget kan forstyrre målinger på overflatestrømmen. Utestående nøter og fiskebiomasse kan frembringe en skyggeeffekt og muligens redusere strømmen i noen retninger på målinger på både 5m og 15m dyp.

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	Bunn (28m)
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	5255	5256	5238
Cellestørrelse	-	-	-
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av
Strømhastighetens nøyaktighet	±0.15cm/s	±0.15cm/s	±0.15cm/s
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømrretningens nøyaktighet	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei	Nei
Temperaturens nøyaktighet og rekkevidde	0.05°C, -5°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.

6.4 CTD-målinger

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

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

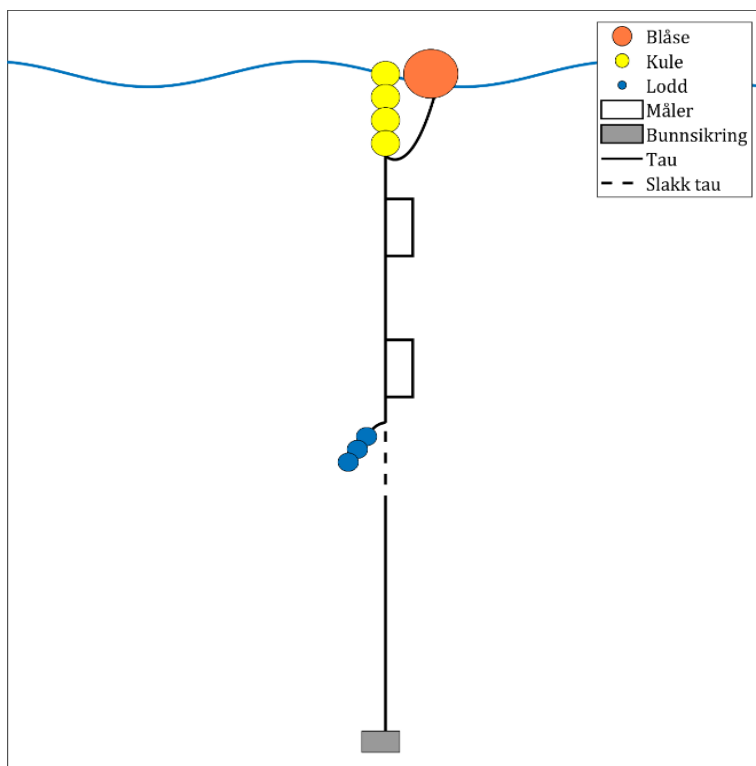
Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.1.1 – Figur 7.1.2 og skissert i Figur 7.1.1 – Figur 7.1.2. Rikken for bunndyp var festet i merd og trålkulen i overflaten er brukt som markør.

Tabell 7.1.1. Riggbeskrivelse av 5m og 15m dyp.

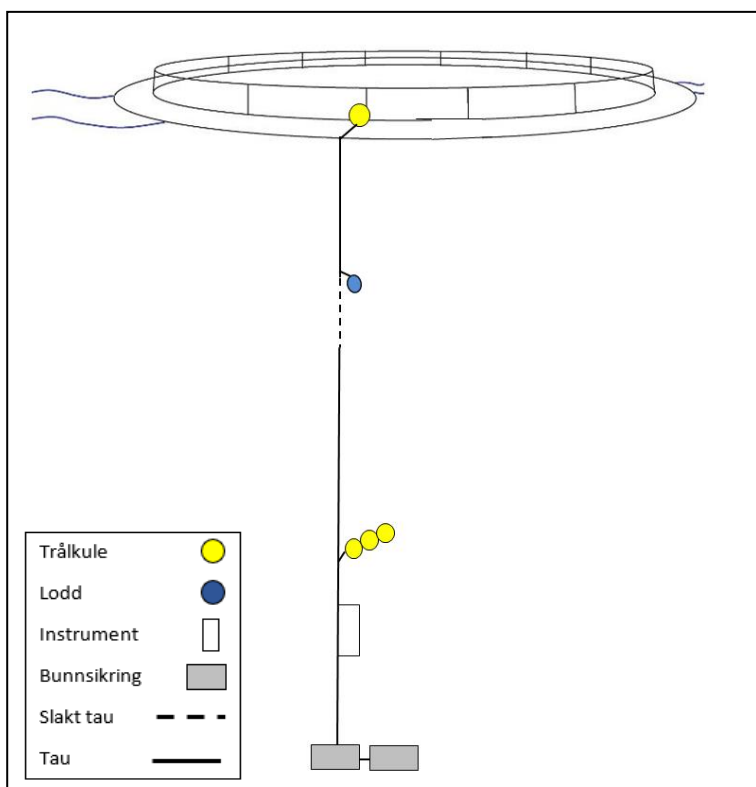
Komponent	Komponenttype	Ant/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
A3 - 62kg oppdrift	Blåse	1,00		
Trålkule 11" - 7,5kg oppdrift	Kule	4,00		
Danline 14mm	Tau	5,00		
Punktmåler	Måler	1,00	5m	
Danline 14mm	Tau	10,00		
Punktmåler	Måler	1,00	15m	
Danline 14mm	Tau	3,00		
Pærelodd 5kg	Lodd	3,00		5kg
Danline 14mm	Tau	28,00		
Garnanker	Bunnsikring	1,00		30kg
Garnanker	Bunnsikring	1,00		40kg

Tabell 7.1.2. Riggbeskrivelse av bunndyp (28m).

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
Trålkule 11" - 7,5kg oppdrift	Kule	1,00		
Danline 14mm	Tau	7,50		
Pærelodd 5kg	Lodd	1,00		5kg
Danline 14mm	Tau	17,50		
Trålkule 11" - 7,5kg oppdrift	Kule	3,00	25m	
Danline 14mm	Tau	3,00		
Punktmåler	Måler	1,00	28m	
Danline 1mm	Tau	3,00		
Garnanker	Bunnsikring	2,00		40kg



Figur 7.1.1. Riggoppsett for 5m og 15m dyp.



Figur 7.1.2. Riggoppsett for bunndyp (28m).

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 mye begroing på instrument og tau ved opptak av instrument på 5m og 15m i oktober 2020. Ingen data er vurdert som feil eller usikre på grunn av dette. Datakvaliteten anses å være god.

Feil på instrument

Det var ingen feil på instrumentene.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Bunn (28m)
Filnavn for rådata	Hjortholman 5m SF1020 AP5255.bin	Hjortholman 15m SF1020 AP5256.bin	Hjortholman bunn SF0820 AP5238.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Hjortholman 5m SF1020 AP5255_eks_ØB.xlsx	Hjortholman 15m SF1020 AP5256_eks_ØB.xlsx	Hjortholman bunn-28m SF0820 AP5238_eks_ØB.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Hjortholman-5m_QC.xlsx	Hjortholman-15m_QC.xlsx	Hjortholman-bunn-28m_QC.xlsx
Data return (%)	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	15 091 / 15 091	15 091 / 15 091	5 630 / 5 630
Antall fjernede/manglende målinger	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)
Ekstern påvirkning på målinger	Ja, se vedlegg 8.2	Ja, se vedlegg 8.2	Ja, se vedlegg 8.2
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	02.07.20 14:40 - 15.10.20 09:40	02.07.20 14:40 - 15.10.20 09:40	02.07.20 15:20 - 10.08.20 17:30
Dato og tid for start og slutt av instrument	02.07.20 11:00 - 16.10.20 10:30	02.07.20 10:40 - 16.10.20 10:20	02.07.20 11:20 - 13.08.20 07:00

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.

Måleperioden på bunndyp (28m) er kortere enn måleperioden for 5m og 15m. Dette er grunnet at det ikke var tatt strømmålinger ved bunndyp før, og det derfor var tilstrekkelig med kun 1 måned med målinger, i forhold til 3 måneder.

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 8.2.2 – Figur 8.2.4)
Ping count	150 (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.4)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.2 – 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 $u_1 - u_2$ (m/s)	Faktor	Godkjent $u_1 - u_2$ (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

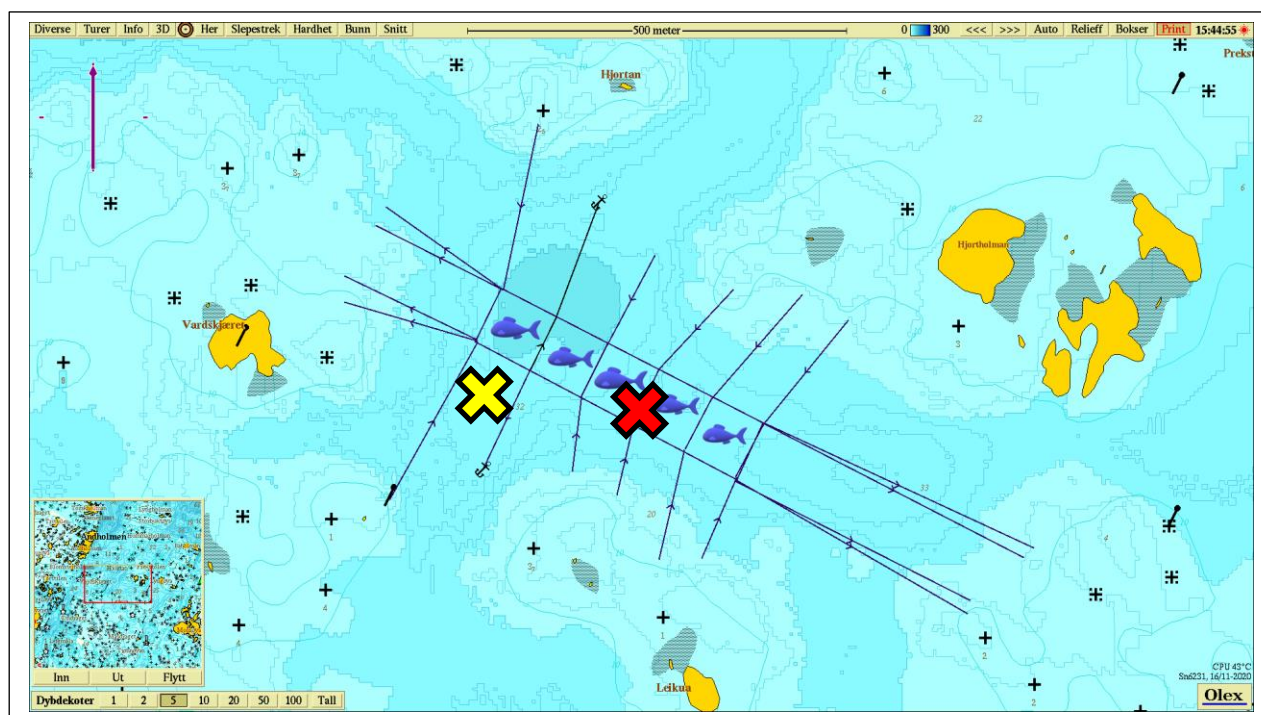
Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet, u_1 og u_2 , for forskjellige måleintervall, Δt (IOC,1993). For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har de teoretiske forskjellene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

Anlegget var i sjøen, men ikke drift under utsett (02.07.20) og opptak av instrument på bunndyp (10.08.20). Anlegget var derimot i drift under opptak av instrument for 5m og 15m dyp (15.10.20). Avstanden fra måleposisjon for 5m og 15m til anlegget var ca. 53m. Strømriggenes posisjoner er anvist med gult og rødt kryss (Figur 8.2.1).

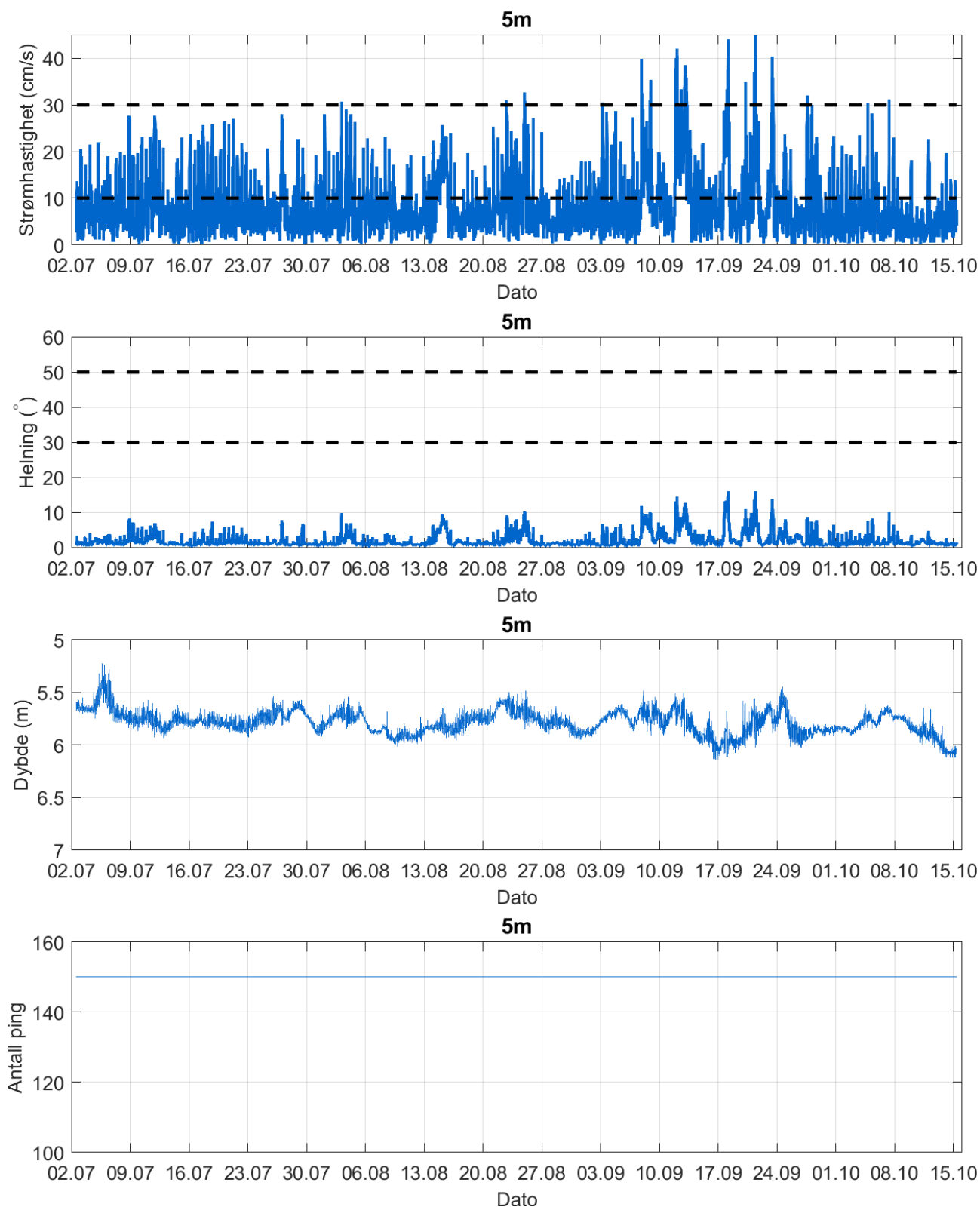
Hovedstrømretningen på 5m er mot NØ/Ø og maksimal strømhastighet er mot NØ. Derfor er det vurdert at det var ingen til liten påvirkning på strømmen på 5m at anlegget var i drift under deler av måleperioden.

Siden hovedstrømretningene på 15m er mot N/NØ/Ø – S/SV/V er det vurdert at strøm mot S/SV/V kan ha blitt påvirket av at anlegget var i drift under deler av måleperioden. Strøm mot N/NØ/Ø er derimot vurdert til å være lite påvirket av at anlegget var i drift.

Strømretningene på bunndyp (28m) er rettet langs med anlegget i retningene Ø/SØ – V/NV. På grunn av målingenes dyp, er strøm på 28m vurdert å ha blitt lite påvirket av at anlegget var i sjøen under måleperioden. Anlegget var ikke i drift under målingene for bunndyp (28m).

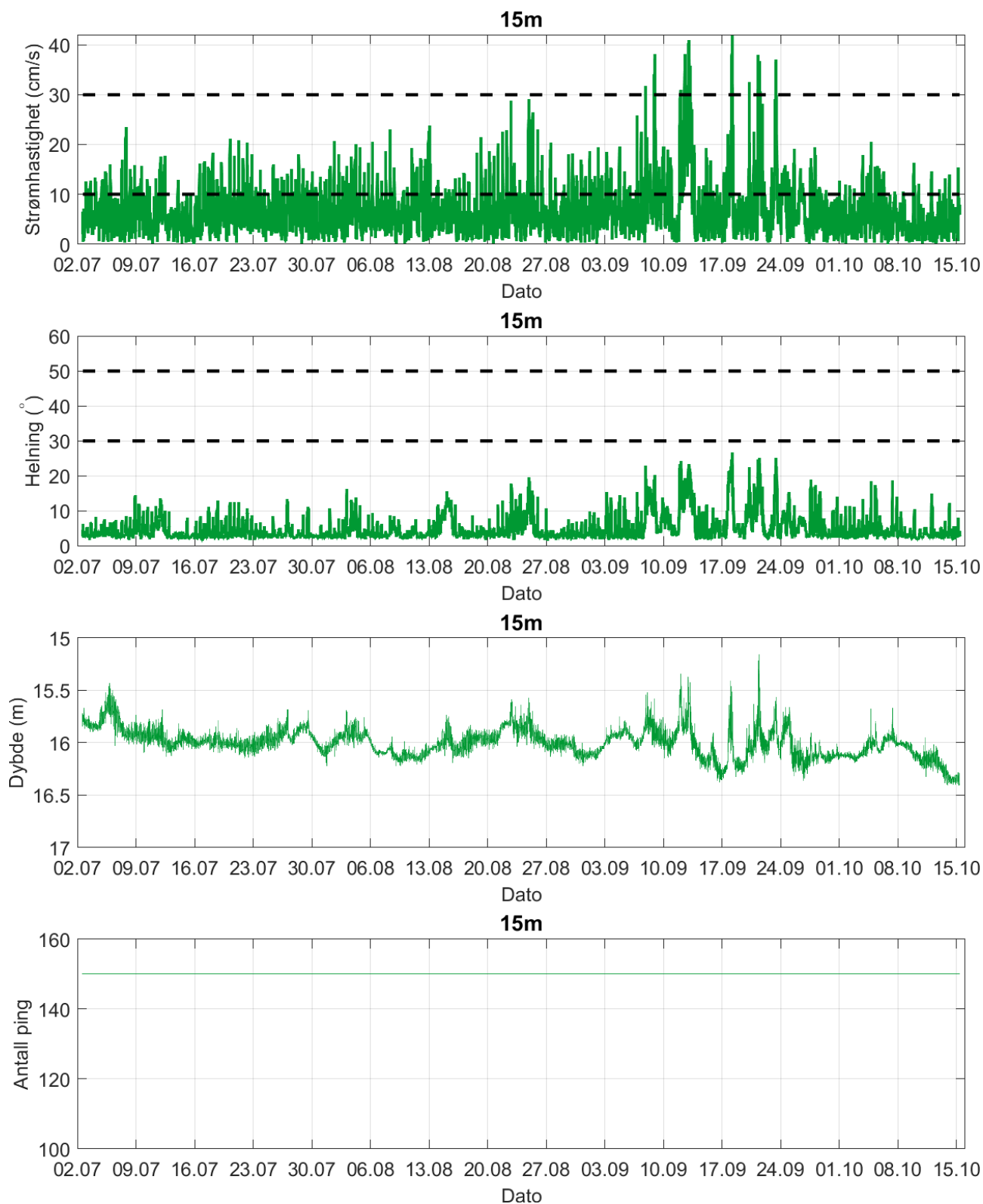


Figur 8.2.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss (5m og 15m) og rødt kryss (bunndyp). Fisk indikerer at det var fisk i anlegget under måleperioden for 5m og 15m (07.20-10.20). Under perioden for måling av bunndyp (07.20-08.20) var ikke anlegget i bruk. Kart er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



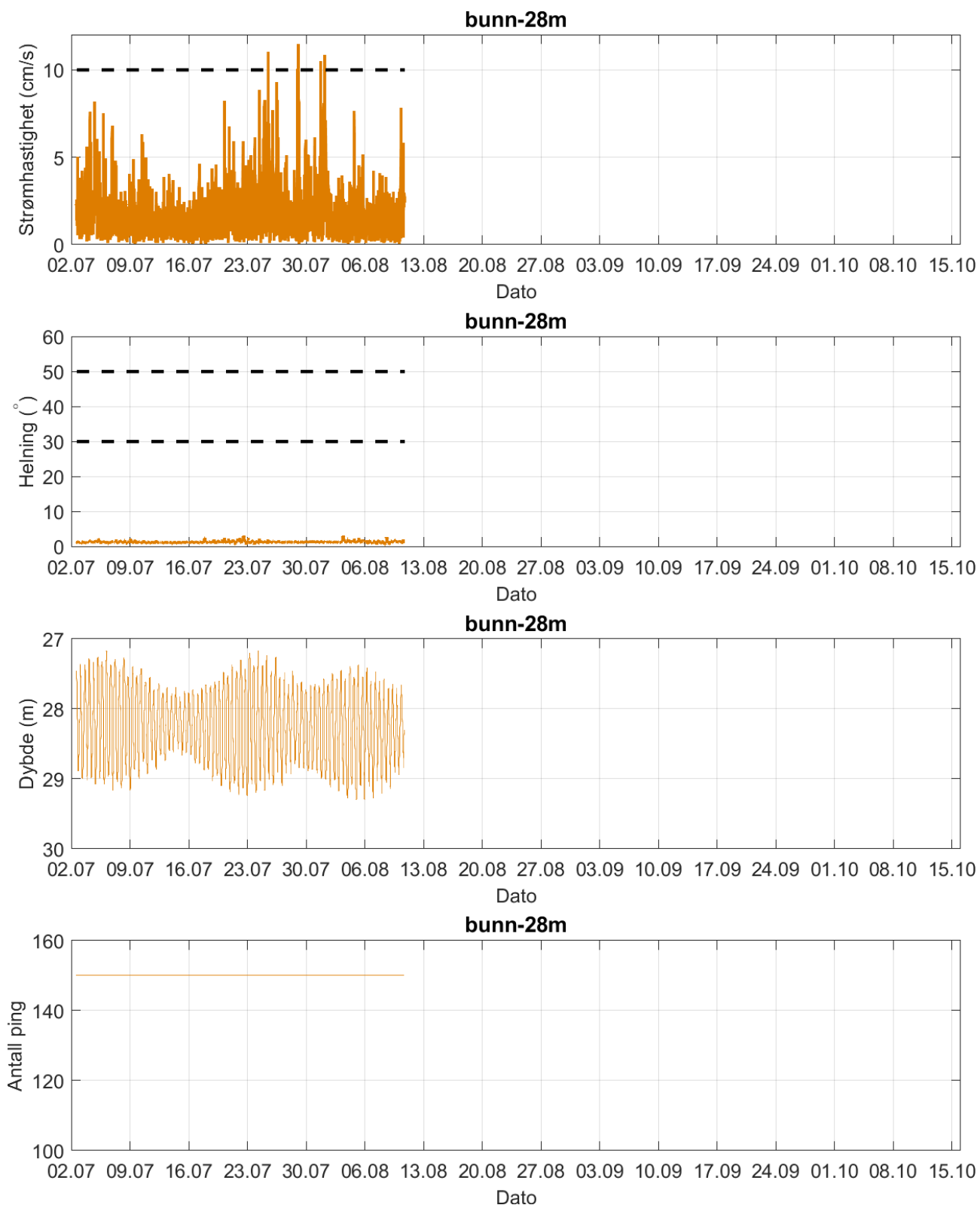
Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 5.2m og 6.1m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.8m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 15.2m og 16.4m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 16.0m.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (28m).

Instrumentdypet varierte mellom 27.2m og 29.3m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 28.2m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden for 5m og 15m (02.07.20-15.10.20) for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dyp i så stor grad som mulig.

Bunndyp (28m) har en annen måleperiode som ikke har tatt hensyn til målinger på 5m og 15m dyp.

8.3.2 Enkelte datapunkter

Ingen andre datapunkter er fjernet.

9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

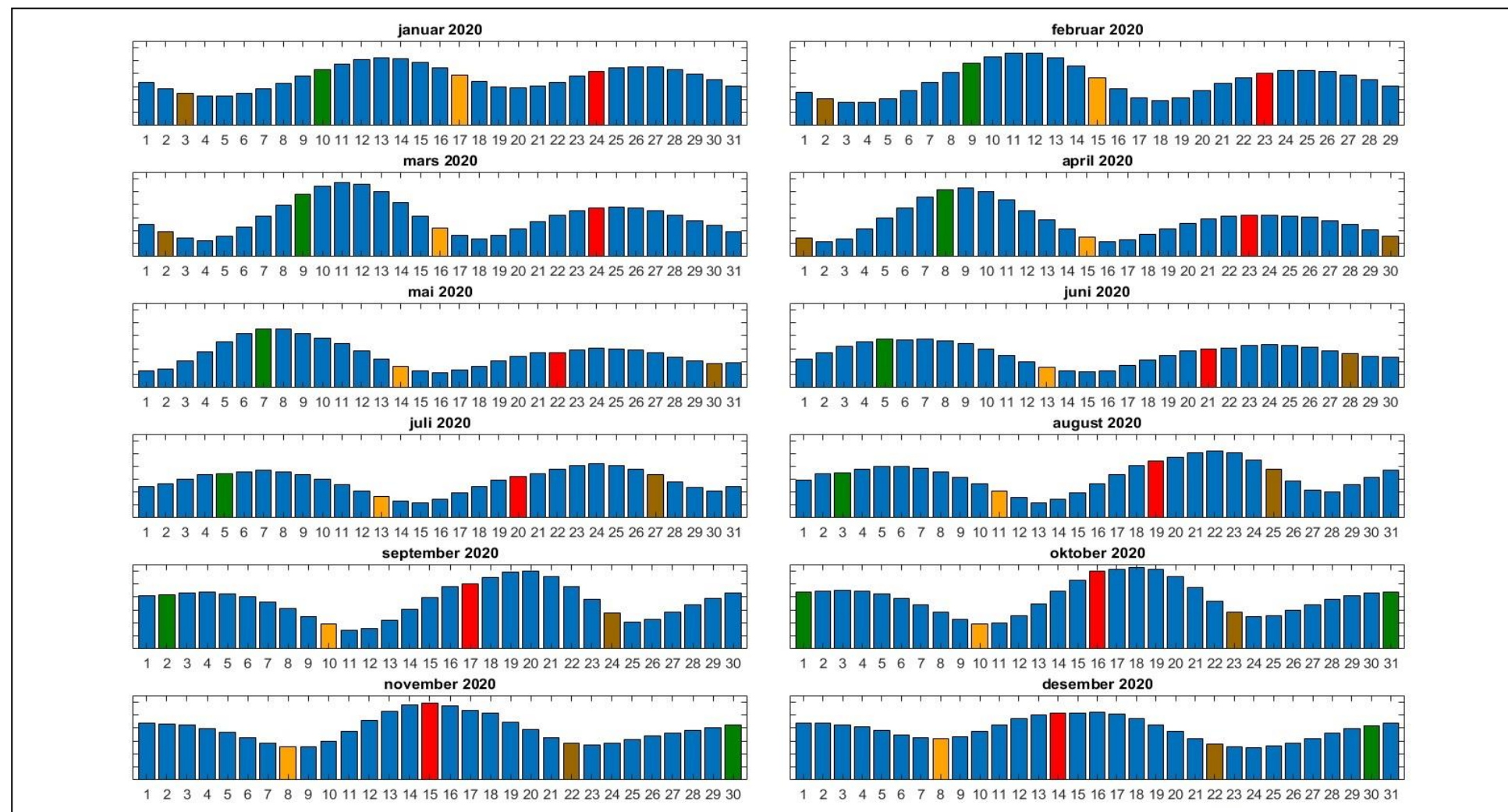
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 9.1. 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

10. 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 10.1. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn – fullmåne).

11. Vedlegg – Måleenheter

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 11.1. 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

12. Vedlegg – Parametere og beskrivelse

Tabell 12.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse.

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

13. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmåler
2. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
3. 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>
4. 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
5. Kartverket (2020). www.kartverket.no/sehavniva
6. 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.
7. Meteorologisk institutt. www.eklima.no
8. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
9. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
10. Pawlowicz, R., Beardsley, B. og Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
11. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.