

Strømrappport

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

Hallarøy V i

**mai – juni
og
juli – november 2020**

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Hallarøy V. SR-1220-SF-HallarøyV-101442-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
01	07.12.20	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	Hallarøy V	Lokalitetsnummer	13886
Kommune	Frøya	Fylke	Trøndelag
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	Oda Felix Sønslie	oda.sonslien@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
Kontrollert av	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	57.1 (SØ)	52.3 (SØ)	39.0 (SØ)	35.1 (SØ)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	13.2	11.4	6.9	6.5
Strømstyrke < 1cm/s (%)	0.8	1.3	3.5	8.2
Strømstyrke < 3cm/s (%)	6.7	11.6	23.7	38.1
Strømstyrke < 10cm/s (%)	44.4	59.7	78.7	79.3
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	7.3	7.2	0.4	0.3
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.05	0.03	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.6	0.6	0.4	0.3
10-års strøm (maksimal)	94	86	-	-
50-års strøm (maksimal)	106	97	-	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk.....	7
4. Resultater.....	10
4.1 Sammendrag av strømdata	10
4.2 Strømroser	11
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning	12
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	16
4.5 Strømmens retningsfordeling	17
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	18
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	19
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	20
4.9 Progressivt vektordiagram	22
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	23
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	24
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	25
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	26
4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	27
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	27
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	27
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	27
4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	28
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	29
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	29
4.21 Strømfordeling	30
4.22 Strømvarighet.....	32
4.23 Tidevannsanalyse	34
4.24 Todagersperiode.....	37
4.25 Vind under måleperioden.....	38
4.26 Utslippskontur	43
4.27 CTD-profil.....	44
5. Diskusjon	45
5.1 Høye strømmålinger.....	45
5.2 Tidevannspåvirkning.....	45

5.3	Vindpåvirkning	45
5.4	Vannutskiftning.....	46
5.5	Mulig spredning av utslipp.....	46
5.6	Vannsøylens vertikale struktur.....	47
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	49
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	49
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	50
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	51
6.4	CTD-målinger	51
7.	Vedlegg – Riggoppsett	52
7.1	Test av riggoppsett før utsett.....	52
7.2	Riggoppsett	52
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	54
8.1	Databearbeiding	54
8.2	Kvalitetssikring av data.....	56
8.3	Fjernede dataverdier	62
8.3.1	Måleperiode	62
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	62
9.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser	63
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner	64
11.	Vedlegg – Måleenheter	65
12.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	66
13.	Vedlegg – Referanser	67

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra SalMar Farming AS utført strømmålinger ved eksisterende oppdrettslokalitet Hallarøy V 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 tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktene for Hallarøy V ligger i Frøya kommune, Trøndelag (Figur 2.1). Hallarøy V ligger i øygruppa Froan, omkranset av øyene Sauøya mot øst, Ytre Nuverøya mot sørøst, Prestøya mot sør og Store Hallarøya mot nordvest. Plasseringen ligger ute langs kysten og er eksponert for åpent hav.

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

Bunntopografi er ca. 62-64m dyp og orientert NØ/Ø – SV/V i området for strømmålingsposisjonene. Det er også en grunnere bunntopografi som er orientert NV – SØ i området ved målepunktene, hvor vann kan komme strømmende til målepunktene mellom øyene Store Hallarøy og Fiskeskjæret nord-nordvest for strømmålingsposisjonene.



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

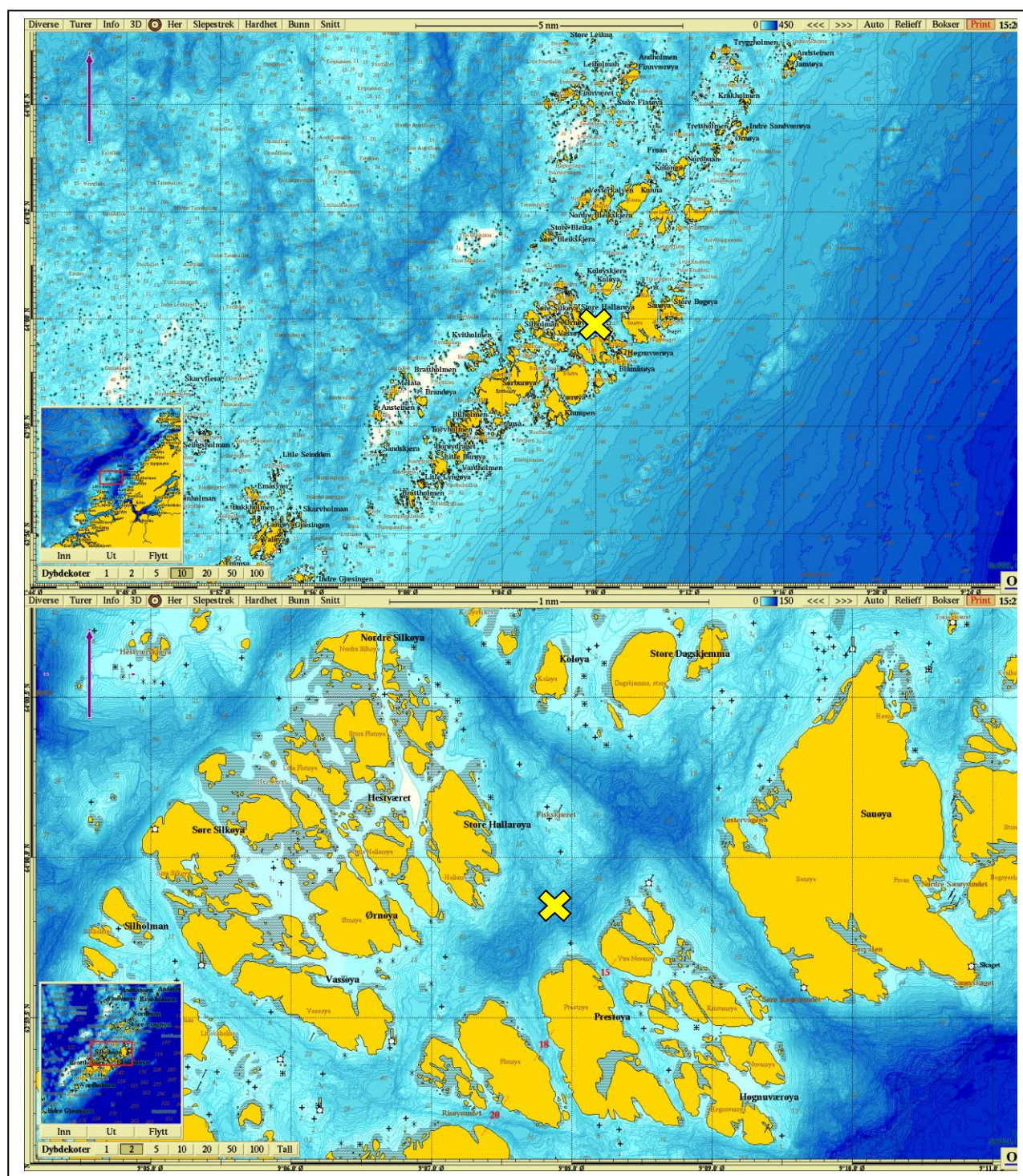
3. Metodikk

Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1. Strømmen ble målt over to måleperioder, da instrumentet som skulle ha målt strøm på 15m dyp under første måleperiode stod for dypt. Derfor er sprednings- og bunnstrøm målt i mai-juni 2020 (P1), mens strøm på 5m og 15m dyp er målt i juli-november 2020 (P2). Måleperioden for målt strøm på sprednings- og bunn dyp er kortere enn for målt strøm på 5m og 15m dyp. Lengden på måleperioden for sprednings- og bunnstrøm samsvarer allikevel med anbefalingene fra Mattilsynet (Mattilsynet, 2016) om en sammenhengende måleperiode på minimum 4 uker. Siden strømmen ble målt over to måleperioder ble den målt i to rigger, hvor avstanden mellom disse var ca. 9m.

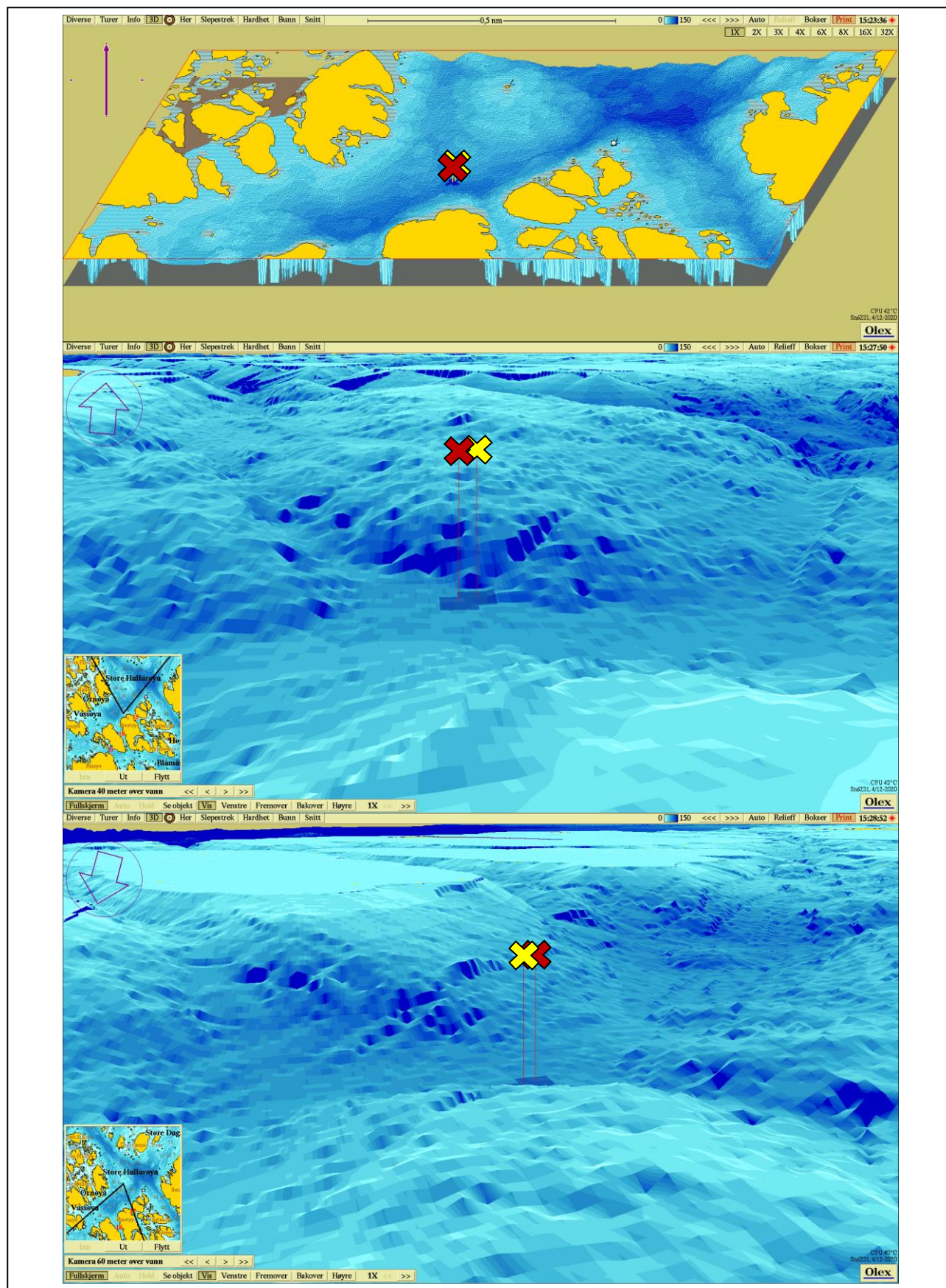
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 - Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
Posisjonsanvisning	✗	✗	✗	✗
Posisjon	63° 59.844' N; 009° 07.879' Ø	63° 59.844' N; 009° 07.879' Ø	63° 59.841' N; 009° 07.870' Ø	63° 59.841' N; 009° 07.870' Ø
Dyp på målested	62m	62m	64m	64m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	P2: 30.07.20 - 11.11.20	P2: 30.07.20 - 11.11.20	P1: 20.05.20 - 24.06.20	P1: 20.05.20 - 24.06.20
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	104.2	104.2	34.8	34.8
Manglende datapunkt	-	-	-	-



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området er 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. Strømmålere er anvist med gult kryss for 5m og 15m dyp, og med rødt kryss for sprednings- og bunndyp. 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

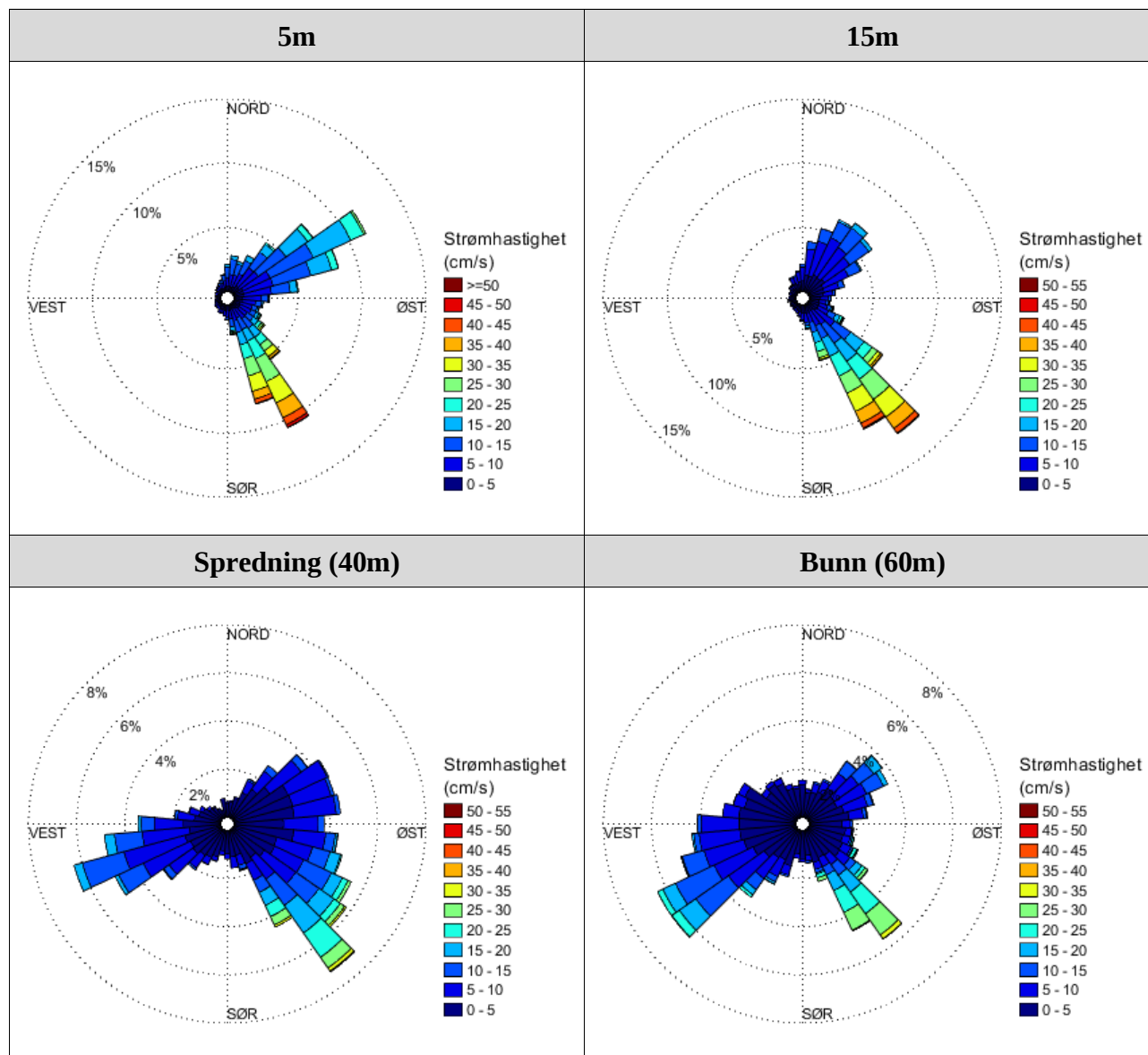
Resultater per måledyp for de respektive måleperiodene er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode.

Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
Sjøtemperatur (°C)	9.1 - 15.1	9.3 - 15.0	7.0 - 8.8	7.0 - 8.4
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	57.1	52.3	39.0	35.1
Gjennomsnitt (cm/s)	13.2	11.4	6.9	6.5
Minimum (cm/s)	0.0	0.0	0.1	0.1
Signifikant maks (cm/s)	23.6	22.3	13.1	13.6
Signifikant min (cm/s)	4.8	3.5	2.3	1.5
Varsians (cm/s) ²	83.9	89.6	30.9	40.4
Standardavvik (cm/s)	9.2	9.5	5.6	6.4
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	0.8	1.3	3.5	8.2
Lengst periode < 1cm/s (min)	40	30	50	50
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	6.7	11.6	23.7	38.1
Lengst periode < 3cm/s (min)	160	170	280	560
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	44.4	59.7	78.7	79.3
Lengst periode < 10cm/s (min)	1190	1550	5010	7240
% ≥ 30cm/s	7.3	7.2	0.4	0.3
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	290	230	50	80
% ≥ 50cm/s	0.05	0.03	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 50cm/s (min)	30	20	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	7.8	7.1	2.7	2.0
Retning (grader)	107	121	144	177
Neumann-parameter	0.6	0.6	0.4	0.3
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	11386	9834	5963	5624

4.2 Strømroser

Strømrosene viser strømhastighet og -retning under de respektive måleperiodene. 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 og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode.

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 under andre måleperiode.

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%	
N	0	3	34	60	160	184	43	0	0	0	0	0	0	0	484	3.2	26819	2.3	19.5
N	15	3	34	67	217	242	65	2	0	0	0	0	0	0	630	4.2	36034	3.0	20.2
NØ	30	5	39	65	262	248	87	4	0	0	0	0	0	0	710	4.7	42050	3.5	22.8
NØ	45	6	55	94	404	463	281	69	6	0	0	0	0	0	1378	9.2	94812	8.0	27.2
NØ	60	5	47	127	502	806	698	222	29	1	0	0	0	0	2437	16.2	194197	16.4	30.9
Ø	75	8	50	118	530	502	233	56	3	0	0	0	0	0	1500	10.0	96233	8.1	25.5
Ø	90	8	39	99	352	138	26	8	0	0	0	0	0	0	670	4.5	31915	2.7	24.2
Ø	105	6	41	87	236	97	26	9	2	0	0	0	0	0	504	3.4	24458	2.1	27.6
SØ	120	13	46	82	204	99	54	27	18	6	0	0	0	0	549	3.7	31992	2.7	36.4
SØ	135	6	35	74	201	160	151	106	75	79	6	0	0	0	893	6.0	82870	7.0	45.0
SØ	150	1	36	47	200	230	236	329	415	623	163	8	0	0	2288	15.2	339473	28.6	57.1
S	165	6	33	65	171	178	141	119	141	189	25	0	0	0	1068	7.1	122003	10.3	46.8
S	180	3	32	56	135	47	9	1	0	1	0	0	0	0	284	1.9	12258	1.0	35.0
S	195	6	35	56	71	6	0	0	0	0	0	0	0	0	174	1.2	5095	0.4	13.3
SV	210	4	44	57	71	3	0	0	0	0	0	0	0	0	179	1.2	4972	0.4	11.2
SV	225	3	31	49	44	2	0	0	0	0	0	0	0	0	129	0.9	3571	0.3	11.5
SV	240	1	30	56	45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0.9	3644	0.3	10.5
V	255	4	34	45	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	0.7	2373	0.2	8.2
V	270	3	30	37	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0.6	1996	0.2	7.9
V	285	5	34	35	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	0.7	2286	0.2	9.8
NV	300	7	34	36	29	4	1	0	0	0	0	0	0	0	111	0.7	2889	0.2	15.1
NV	315	3	27	39	68	13	2	1	0	0	0	0	0	0	153	1.0	5355	0.5	23.6
NV	330	5	39	30	71	30	7	0	0	0	0	0	0	0	182	1.2	7346	0.6	19.5
N	345	7	26	44	84	81	10	0	0	0	0	0	0	0	252	1.7	11950	1.0	18.4
Antall obs.		121	885	1525	4128	3536	2070	953	689	899	194	8	0	0	15008	100	0	0	0
%		0.8	5.9	10.2	27.5	23.6	13.8	6.3	4.6	6.0	1.3	0.1	0.0	0.0	100	0	0	0	0

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

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	7	69	106	257	46	0	0	0	0	0	0	0	0	485	3.2	17671	1.7	15.0
N	15	7	94	211	543	184	5	0	0	0	0	0	0	0	1044	7.0	43696	4.3	16.0
NØ	30	6	87	225	720	313	44	1	0	0	0	0	0	0	1396	9.3	65597	6.4	21.4
NØ	45	5	103	249	600	440	89	0	0	0	0	0	0	0	1486	9.9	74384	7.3	19.1
NØ	60	16	87	194	465	223	32	1	0	0	0	0	0	0	1018	6.8	45470	4.4	20.3
Ø	75	9	89	167	215	56	6	0	0	0	0	0	0	0	542	3.6	18823	1.8	18.2
Ø	90	7	82	115	132	44	11	1	0	0	0	0	0	0	392	2.6	13768	1.3	20.2
Ø	105	10	72	106	136	45	17	8	3	3	0	0	0	0	400	2.7	16514	1.6	31.5
SØ	120	6	60	120	220	151	99	50	22	19	2	0	0	0	749	5.0	49310	4.8	45.3
SØ	135	13	67	90	370	397	342	289	266	336	56	2	0	0	2228	14.8	251439	24.5	51.1
SØ	150	6	49	89	254	256	343	374	345	549	100	2	0	0	2367	15.8	316378	30.9	52.3
S	165	5	69	79	164	123	103	69	44	13	1	0	0	0	670	4.5	49287	4.8	40.1
S	180	12	55	93	116	23	6	1	0	0	0	0	0	0	306	2.0	10178	1.0	21.1
S	195	10	42	69	55	8	0	0	0	0	0	0	0	0	184	1.2	4929	0.5	14.4
SV	210	5	55	43	45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	149	1.0	3682	0.4	13.6
SV	225	7	44	49	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	0.9	3138	0.3	9.2
SV	240	12	55	32	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	0.8	2359	0.2	8.4
V	255	13	58	37	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0.9	2560	0.2	9.3
V	270	5	47	46	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	0.8	2820	0.3	9.0
V	285	6	44	37	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	123	0.8	3007	0.3	10.8
NV	300	8	46	41	40	4	1	0	0	0	0	0	0	0	140	0.9	3655	0.4	16.6
NV	315	12	44	45	59	15	4	0	0	0	0	0	0	0	179	1.2	5609	0.5	18.6
NV	330	5	63	86	109	24	1	0	0	0	0	0	0	0	288	1.9	9132	0.9	15.4
N	345	7	60	100	157	23	1	0	0	0	0	0	0	0	348	2.3	11523	1.1	15.5
Antall obs.		199	1541	2429	4797	2381	1104	794	680	920	159	4	0	0	15008	100	0	0	0
%		1.3	10.3	16.2	32.0	15.9	7.4	5.3	4.5	6.1	1.1	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredningsdyp (40m) under første måleperiode.

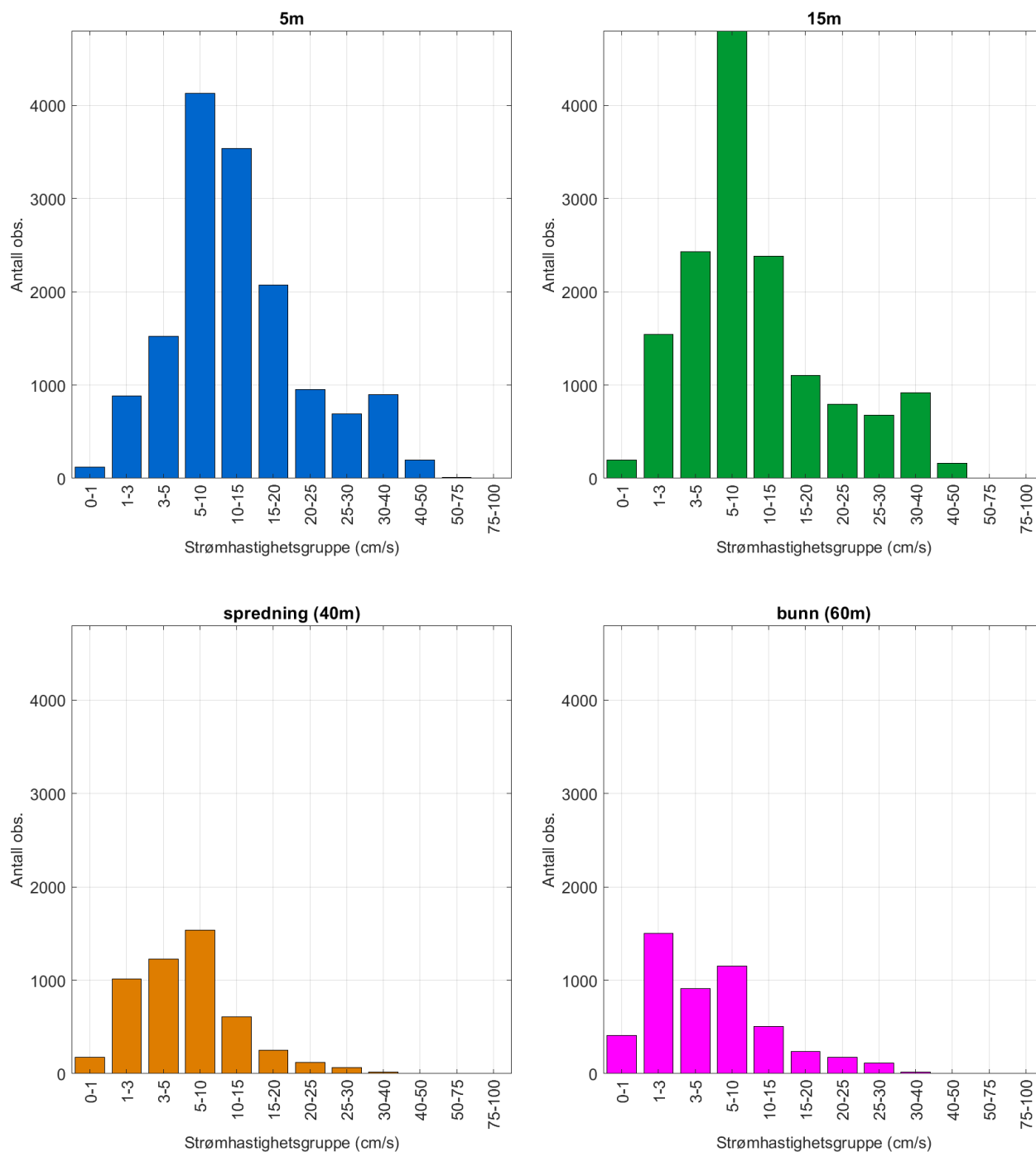
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%	
N	0	7	30	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1.0	708	0.3	6.1
N	15	9	29	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1.2	919	0.4	7.5
NØ	30	7	26	55	39	7	1	0	0	0	0	0	0	0	135	2.7	3740	1.8	15.7
NØ	45	12	40	71	97	24	1	0	0	0	0	0	0	0	245	4.9	8169	3.9	15.0
NØ	60	5	50	133	130	8	0	0	0	0	0	0	0	0	326	6.5	9742	4.7	12.3
Ø	75	8	67	111	126	13	0	0	0	0	0	0	0	0	325	6.5	9634	4.6	15.0
Ø	90	9	58	101	112	19	0	0	0	0	0	0	0	0	299	6.0	9105	4.4	14.5
Ø	105	11	71	84	109	36	22	3	0	0	0	0	0	0	336	6.7	12794	6.2	22.9
SØ	120	9	54	82	100	94	37	18	8	0	0	0	0	0	402	8.0	21594	10.4	28.5
SØ	135	10	56	54	106	101	87	64	32	12	0	0	0	0	522	10.4	39223	18.9	39.0
SØ	150	11	53	37	57	43	45	37	25	7	0	0	0	0	315	6.3	22216	10.7	34.6
S	165	7	41	37	37	5	1	0	0	0	0	0	0	0	128	2.6	3308	1.6	16.8
S	180	8	39	26	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1.8	1803	0.9	9.0
S	195	7	43	23	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	1.7	1558	0.7	9.5
SV	210	11	42	47	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	127	2.5	2753	1.3	12.2
SV	225	2	40	64	66	13	0	0	0	0	0	0	0	0	185	3.7	5694	2.7	14.2
SV	240	7	43	58	159	85	14	0	0	0	0	0	0	0	366	7.3	16424	7.9	17.9
V	255	7	51	52	180	113	31	0	0	0	0	0	0	0	434	8.6	21112	10.2	19.1
V	270	3	46	61	93	42	12	0	0	0	0	0	0	0	257	5.1	10106	4.9	18.1
V	285	7	28	40	43	4	0	0	0	0	0	0	0	0	122	2.4	3479	1.7	13.1
NV	300	4	32	28	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.6	1718	0.8	9.4
NV	315	3	25	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.0	957	0.5	9.6
NV	330	3	23	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0.8	589	0.3	5.5
N	345	10	24	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0.8	487	0.2	5.3
Antall obs.		177	1011	1225	1539	610	251	122	65	19	0	0	0	0	5019	100	0	0	0
%		3.5	20.1	24.4	30.7	12.2	5.0	2.4	1.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.4. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra bunndyp (60m) under første måleperiode.

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%	
N	0	18	56	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	2.1	1666	0.8	8.7
N	15	15	48	21	21	5	0	0	0	0	0	0	0	0	110	2.2	2332	1.2	11.5
NØ	30	12	47	29	36	9	0	0	0	0	0	0	0	0	133	2.6	3500	1.8	14.1
NØ	45	19	49	41	74	48	18	1	0	0	0	0	0	0	250	5.0	10323	5.3	20.7
NØ	60	13	55	42	105	60	15	0	0	0	0	0	0	0	290	5.8	12427	6.3	19.9
Ø	75	21	50	47	58	13	3	0	0	0	0	0	0	0	192	3.8	5459	2.8	16.7
Ø	90	15	53	44	27	4	1	0	0	0	0	0	0	0	144	2.9	3194	1.6	15.8
Ø	105	18	67	29	19	4	2	3	0	0	0	0	0	0	142	2.8	3252	1.7	24.8
SØ	120	12	60	39	30	10	8	9	4	2	0	0	0	0	174	3.5	6616	3.4	33.3
SØ	135	16	65	33	38	24	40	45	47	10	0	0	0	0	318	6.3	24944	12.7	35.1
SØ	150	23	48	31	34	34	50	71	59	4	0	0	0	0	354	7.1	30658	15.6	33.7
S	165	22	47	14	19	9	3	4	2	0	0	0	0	0	120	2.4	3634	1.9	28.7
S	180	16	52	21	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	2.0	1532	0.8	9.1
S	195	14	50	25	24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	117	2.3	2500	1.3	12.1
SV	210	24	58	36	52	20	6	1	0	0	0	0	0	0	197	3.9	6086	3.1	20.1
SV	225	19	55	42	114	79	42	20	1	0	0	0	0	0	372	7.4	19638	10.0	25.6
SV	240	17	71	55	139	130	42	18	0	0	0	0	0	0	472	9.4	24926	12.7	24.3
V	255	15	77	82	126	37	5	0	0	0	0	0	0	0	342	6.8	11504	5.9	17.8
V	270	17	98	64	108	11	1	0	0	0	0	0	0	0	299	6.0	7966	4.1	15.2
V	285	19	100	56	42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	218	4.3	4313	2.2	10.6
NV	300	21	97	56	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199	4.0	3469	1.8	9.8
NV	315	16	70	27	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	2.5	1960	1.0	7.3
NV	330	13	74	37	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	145	2.9	2588	1.3	12.3
N	345	15	54	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	2.0	1539	0.8	8.8
Antall obs.		410	1501	913	1155	503	236	172	113	16	0	0	0	0	5019	100	0	0	0
%		8.2	29.9	18.2	23.0	10.0	4.7	3.4	2.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

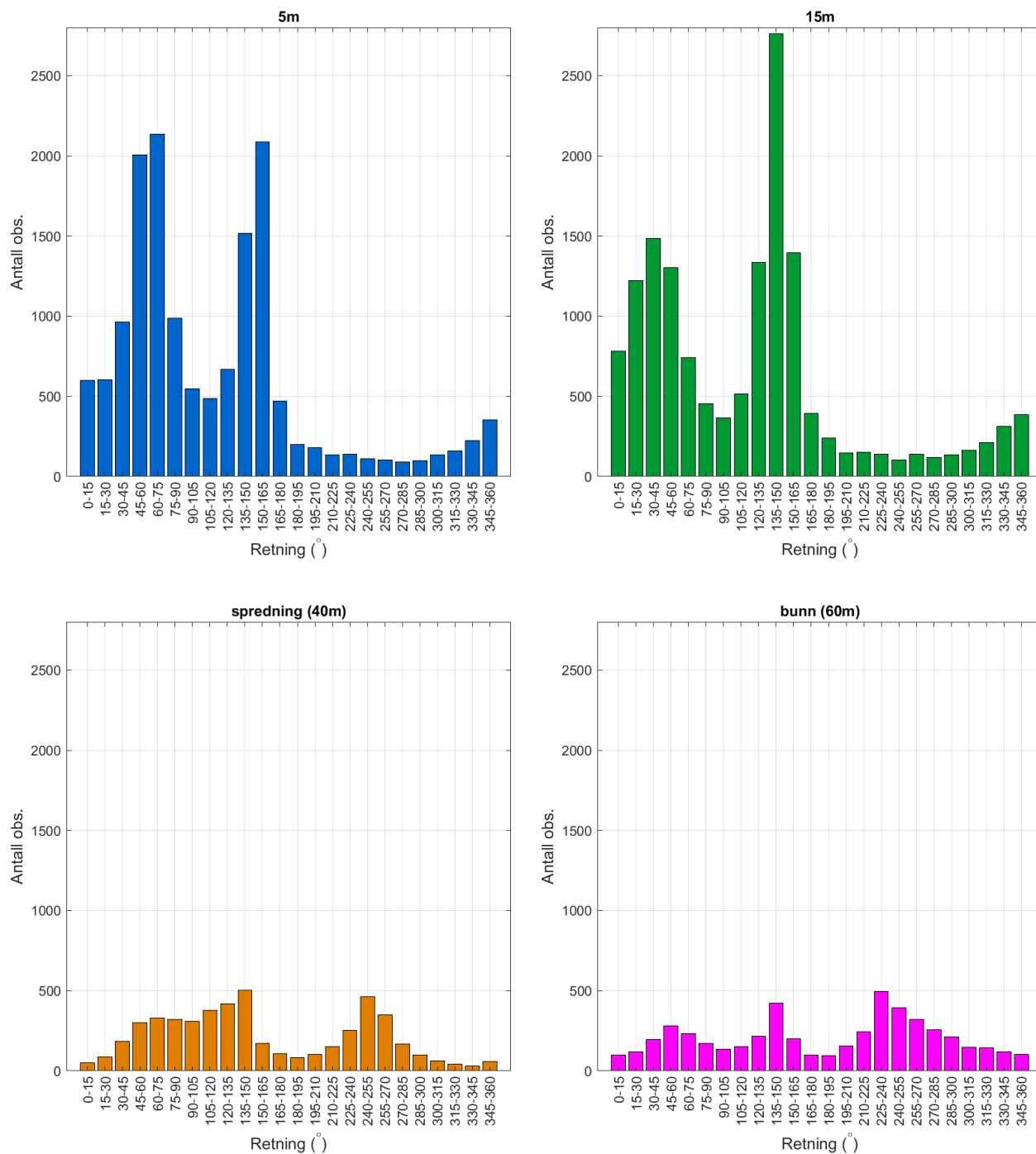
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode. Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

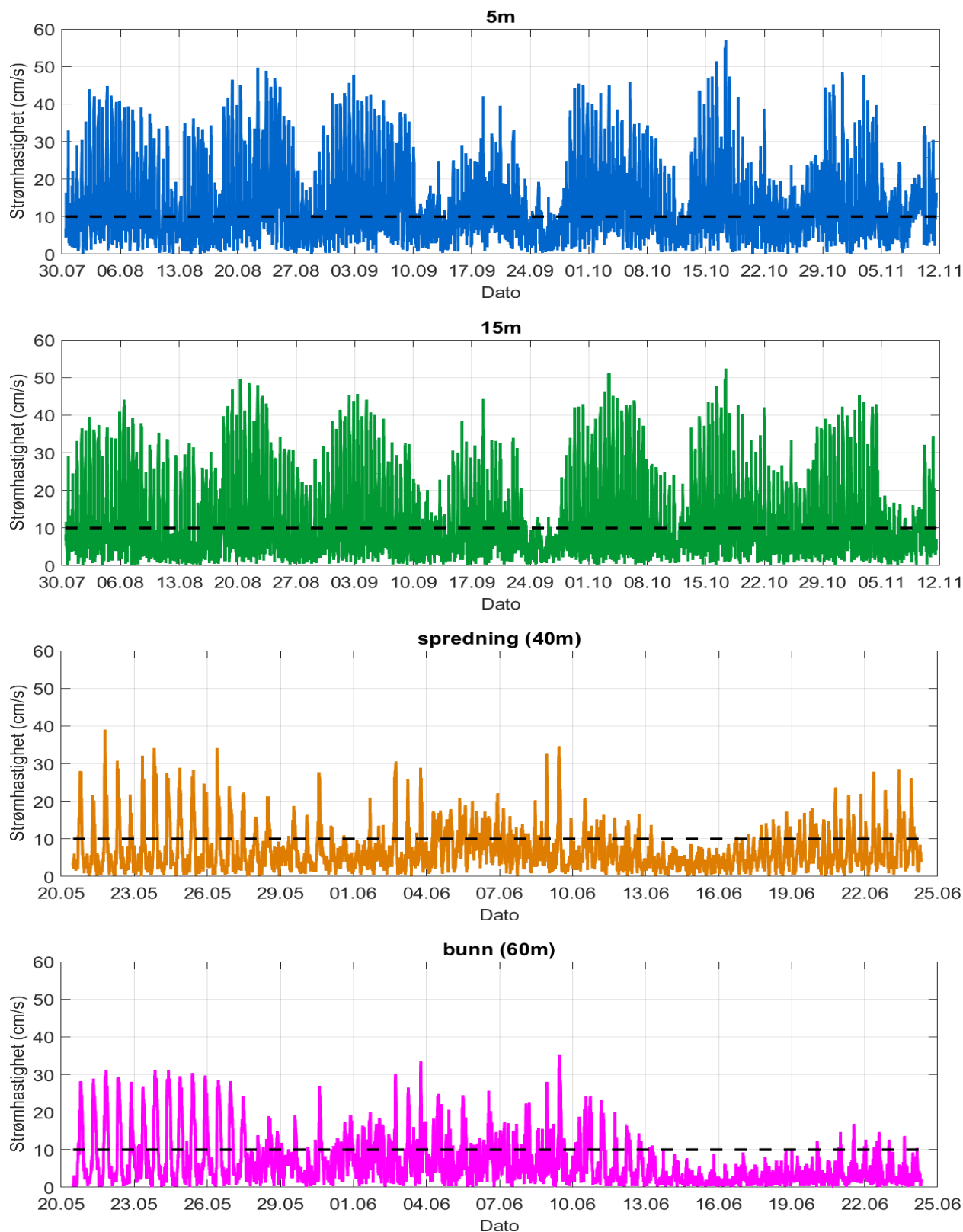
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode. Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

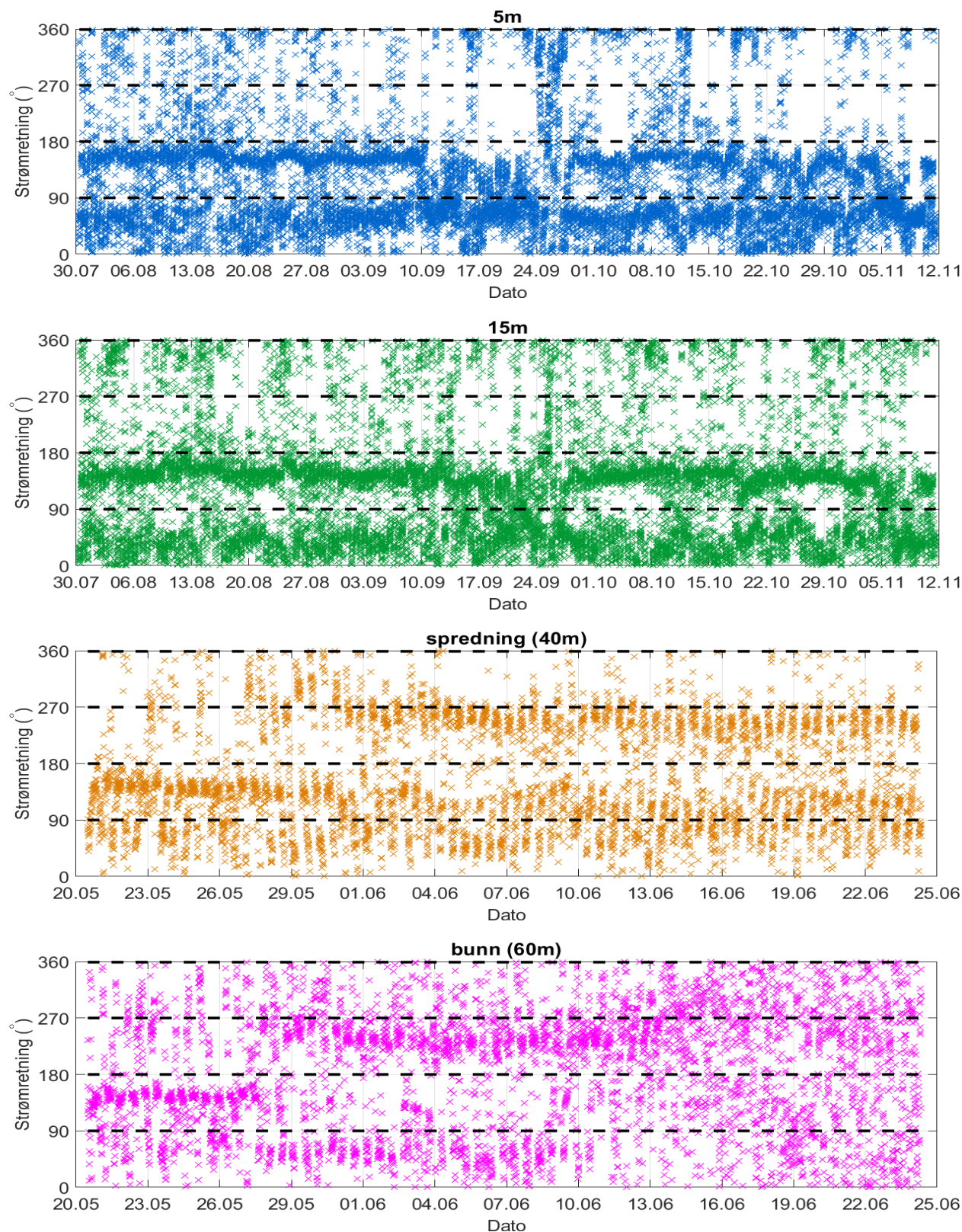
Strømmens hastighet under de respektive måleperiodene er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

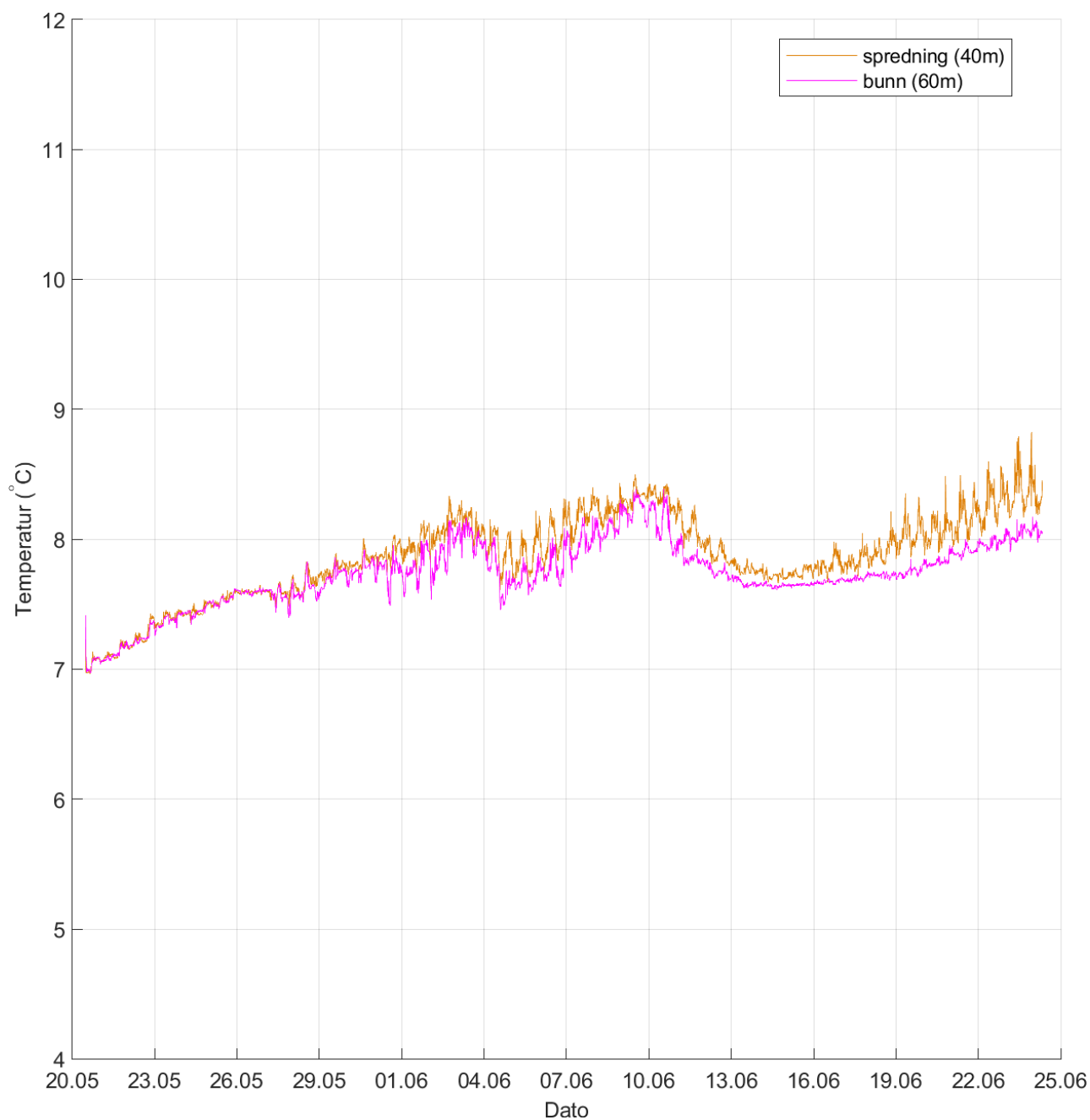
Strømmens retning under de respektive måleperiodene er oppgitt under.



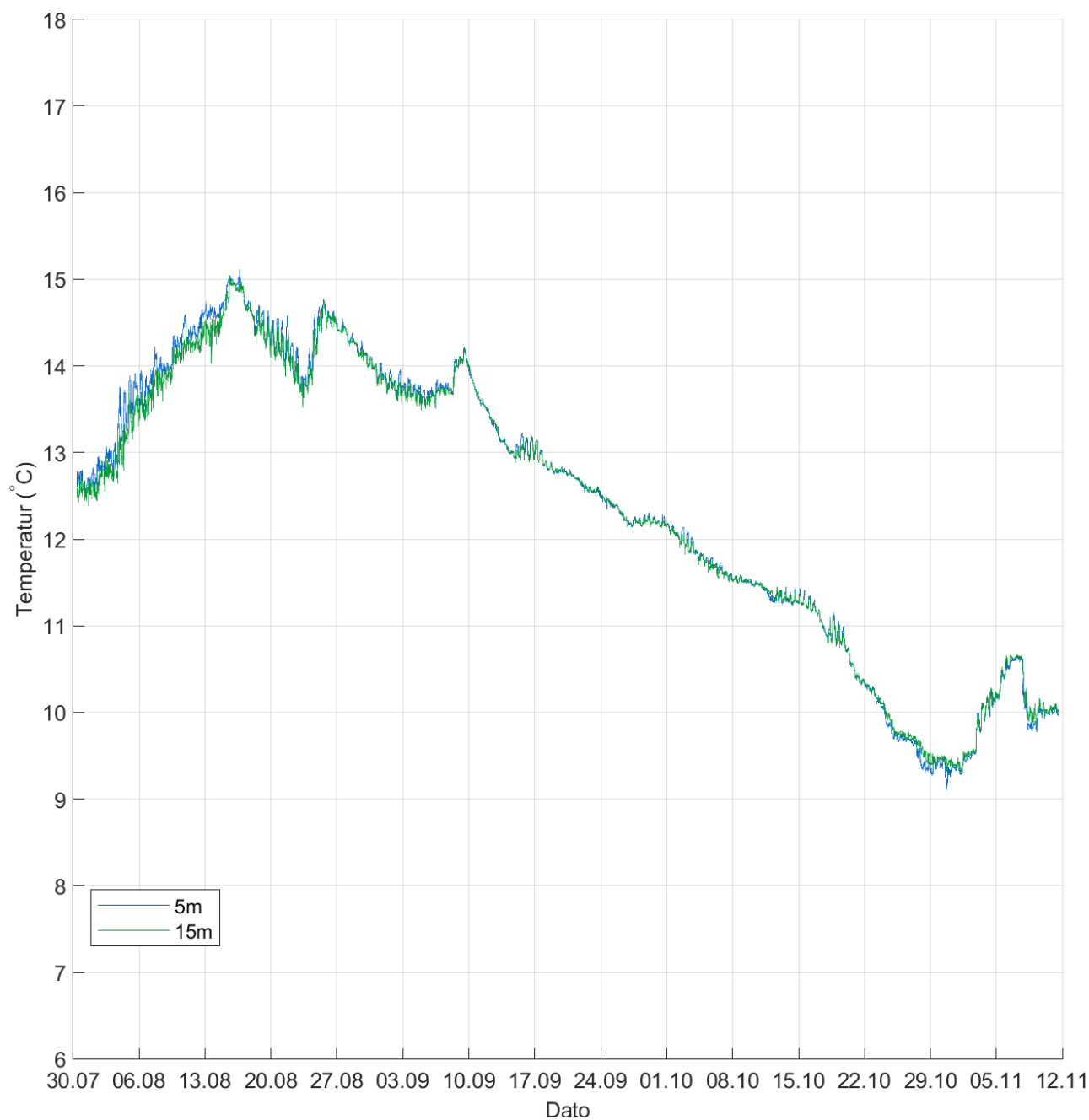
Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

Temperatur under begge måleperiodene er oppgitt under.



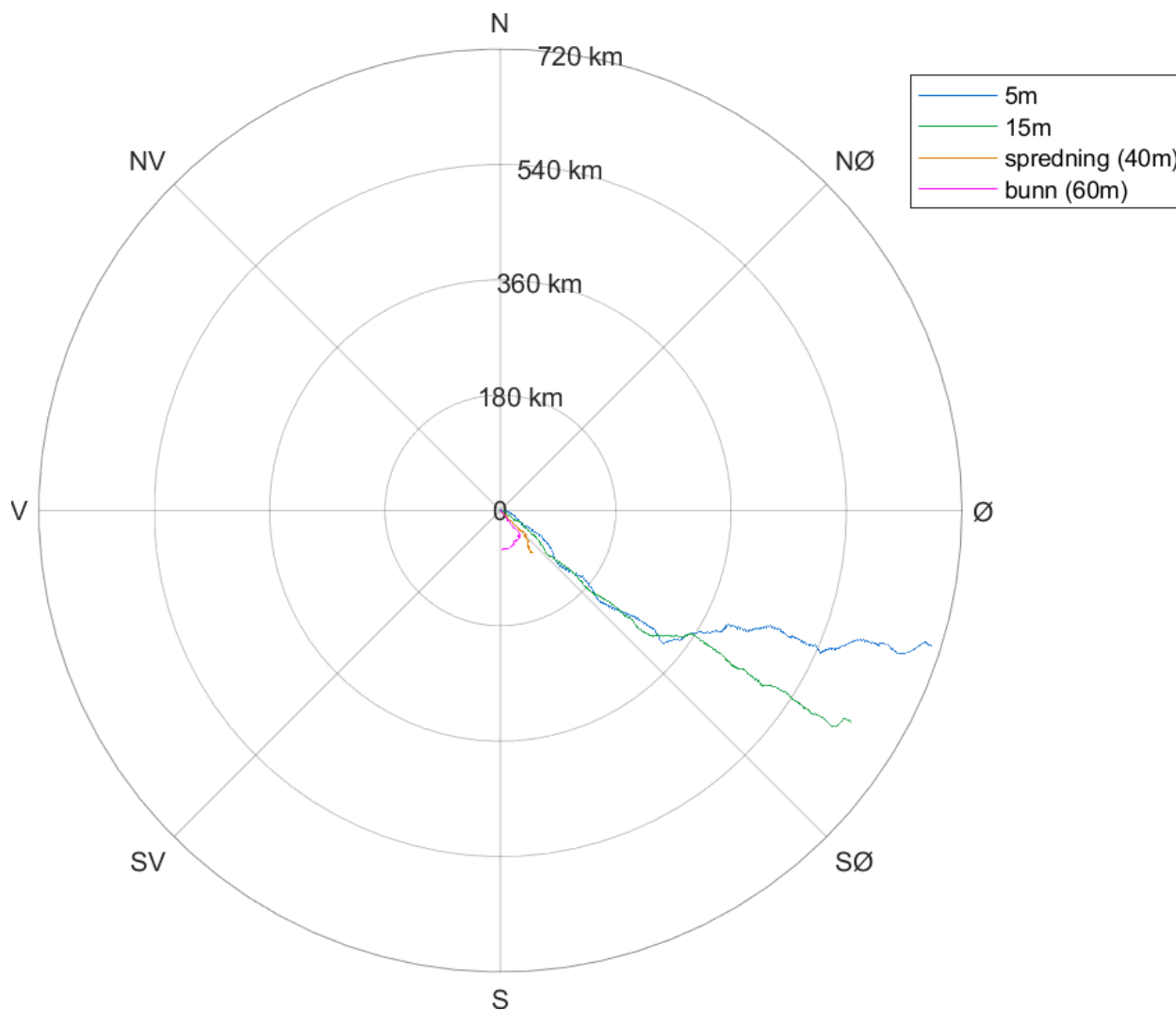
Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på sprednings- (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode. Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



Figur 4.8.2. Tidsdiagram av temperatur på 5m og 15m dyp under andre måleperiode. Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.

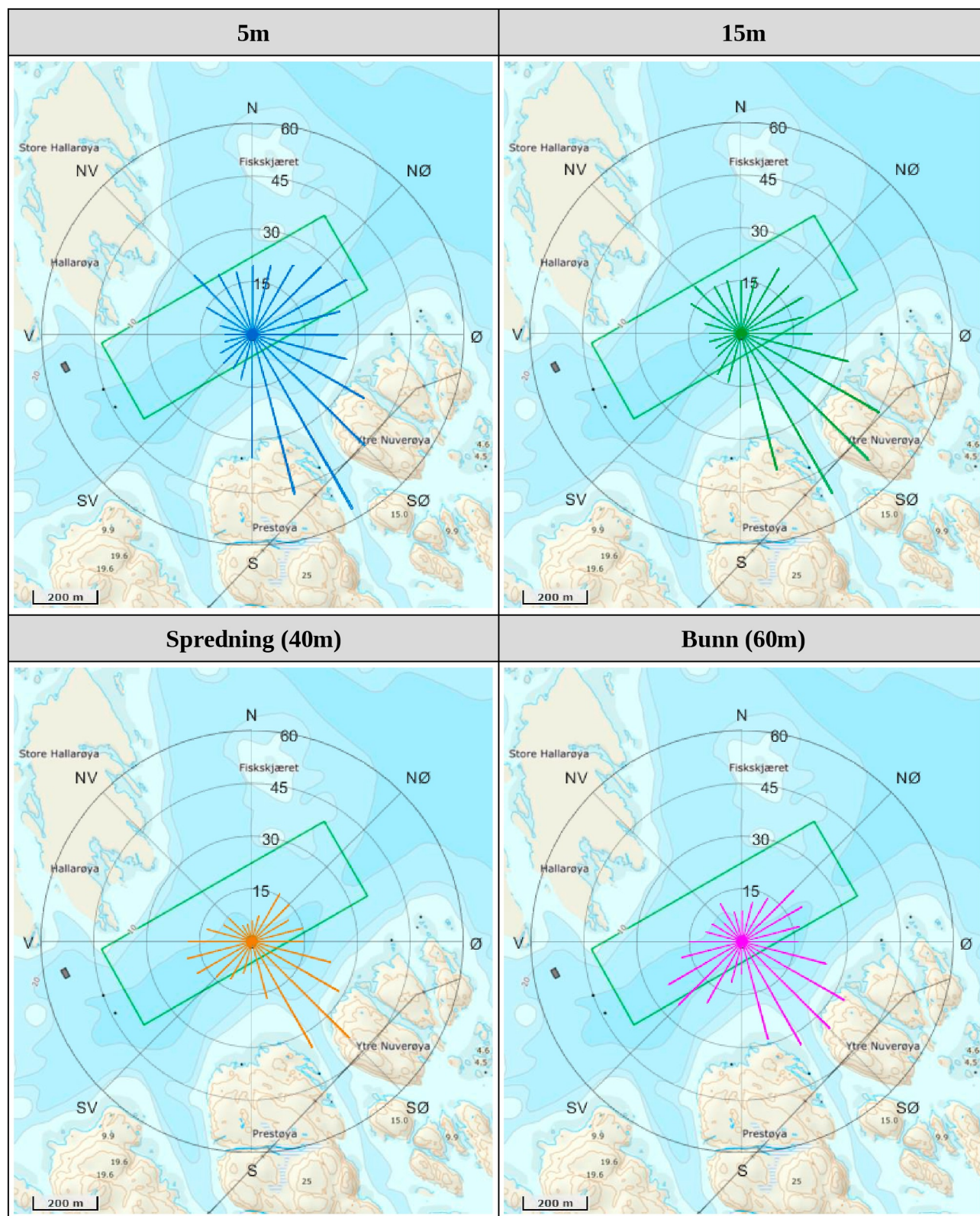
4.9 Progressivt vektordiagram

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 de respektive måleperiodene (Figur 4.9.1). Dette gir en indikasjon på vannutskifting under de respektive måleperiodene.



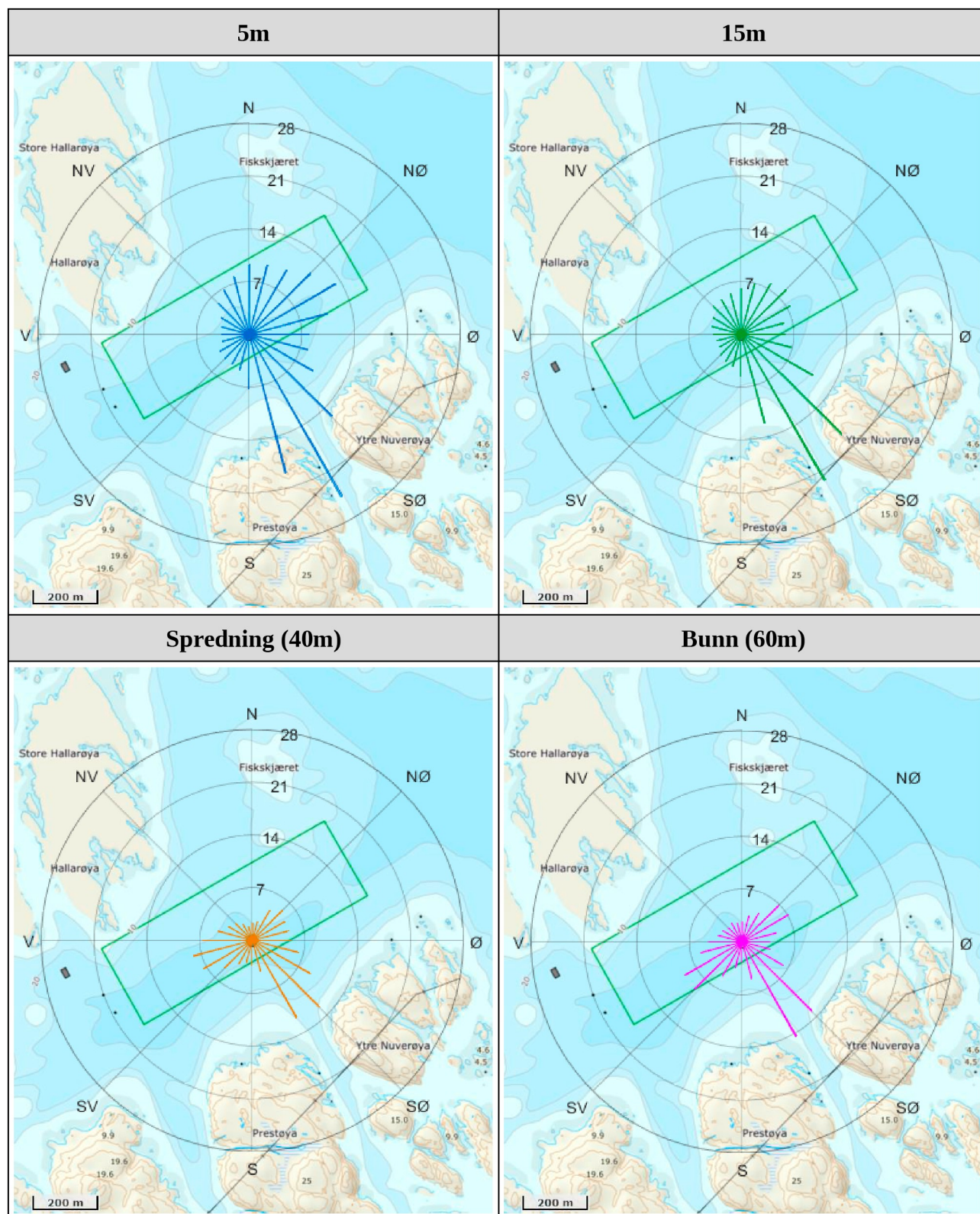
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode.

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømshastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunn dyp (60m) under første måleperiode.

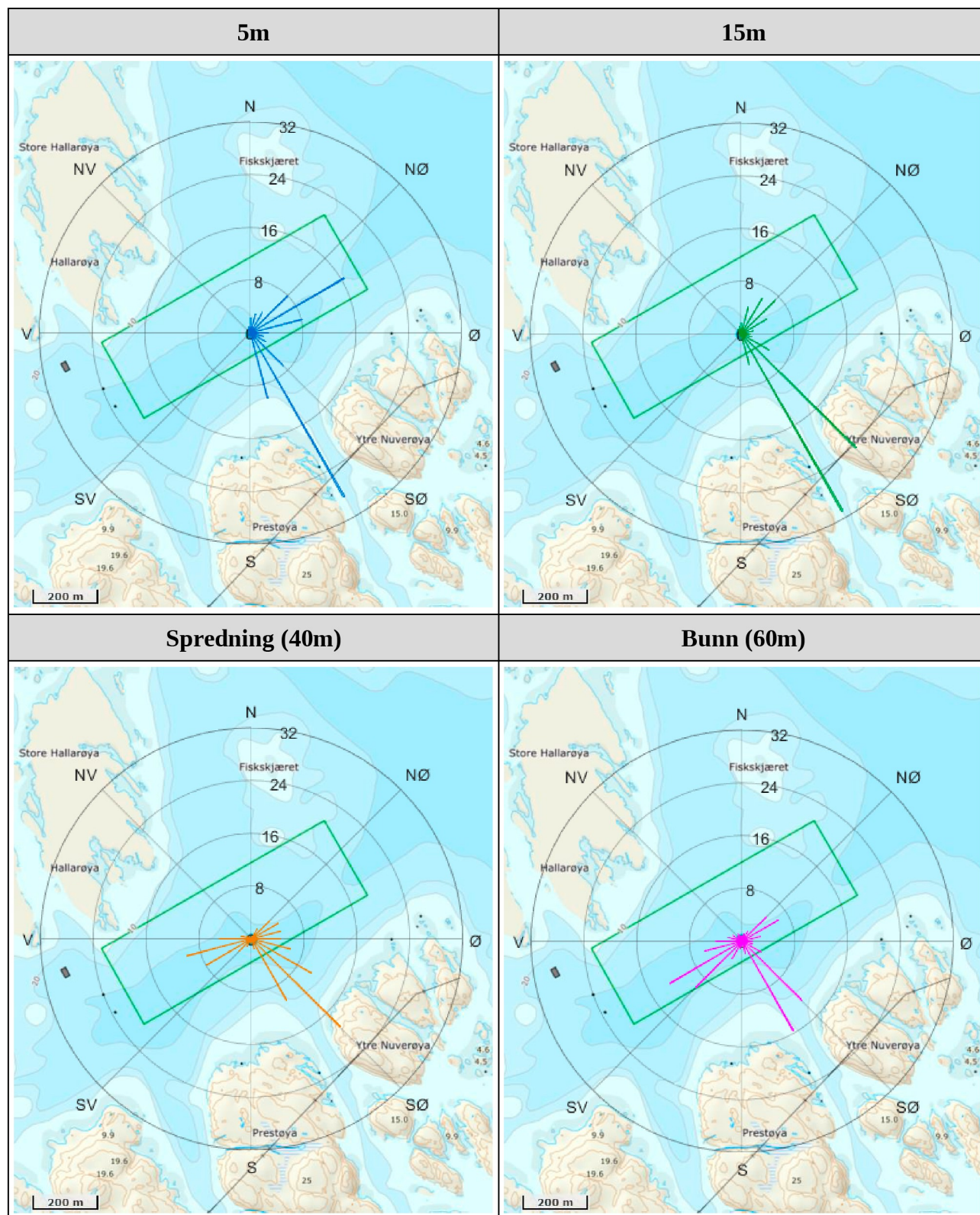
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunn dyp (60m) under første måleperiode.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

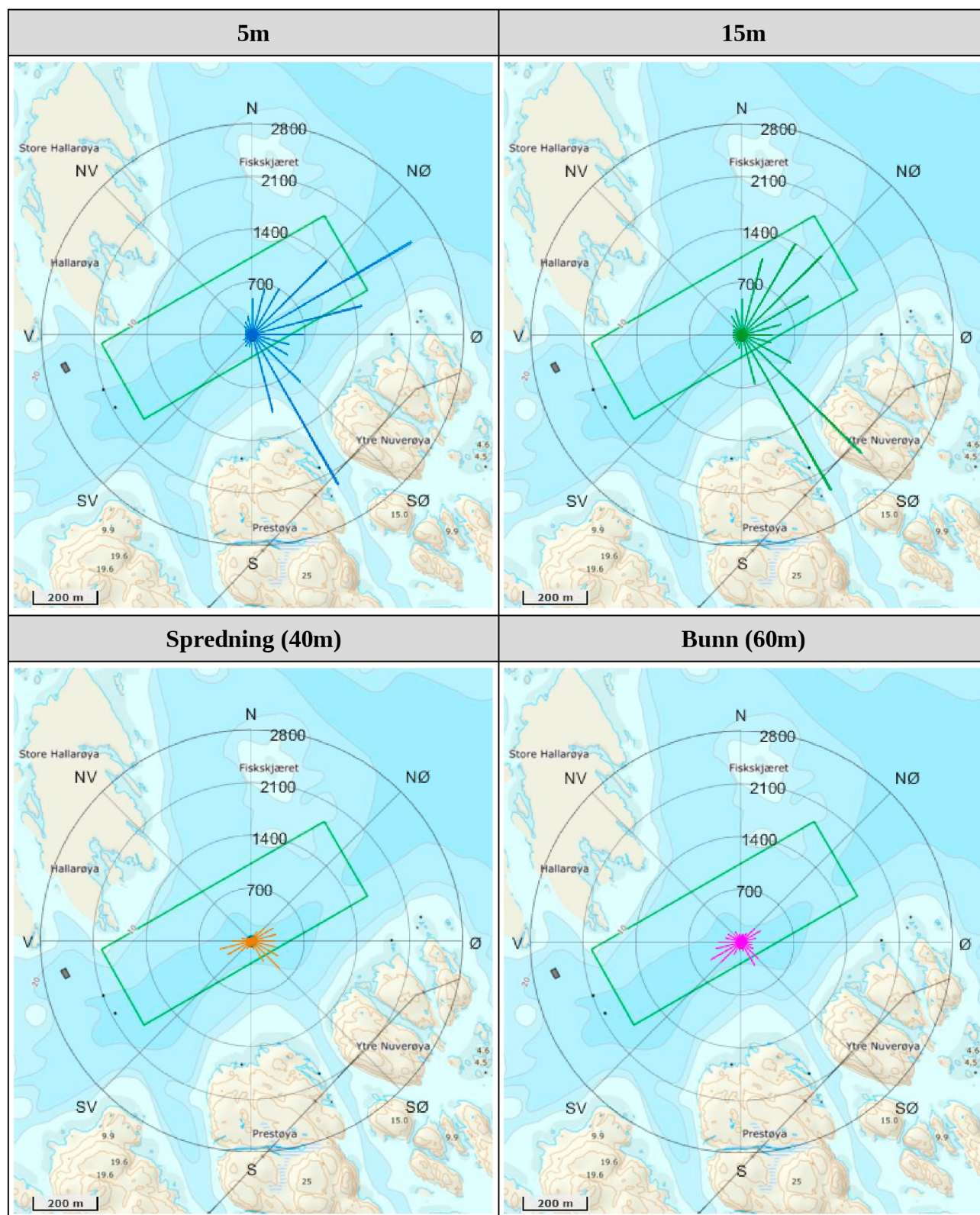
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av de respektive måleperiodene.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunnndyp (60m) under første måleperiode.

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner

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



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode.

4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.14.1. Maksimal strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunndyp under første måleperiode.

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	20.2	30.9	27.6	57.1	46.8	11.5	9.8	23.6
15m	16.0	21.4	31.5	52.3	40.1	13.6	10.8	18.6
Spredning (40m)	7.5	15.7	22.9	39.0	16.8	17.9	19.1	9.6
Bunn (60m)	11.5	20.7	24.8	35.1	28.7	25.6	17.8	12.3

4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.15.1. Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunndyp under første måleperiode.

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	9.0	12.2	9.5	20.3	15.2	4.6	3.7	5.8
15m	6.2	7.9	6.1	19.2	9.3	3.8	3.7	5.1
Spredning (40m)	2.3	5.1	5.5	11.2	3.7	6.1	7.1	3.2
Bunn (60m)	2.9	6.5	4.2	12.3	3.8	8.1	4.6	2.8

4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer

Tabell 4.16.1. Antall målinger per retningssektor på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunndyp under første måleperiode.

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	1366	4525	2674	3730	1526	443	298	446
15m	1877	3900	1334	5344	1160	407	379	607
Spredning (40m)	151	706	960	1239	303	678	813	169
Bunn (60m)	316	673	478	846	335	1041	859	471

4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer

Tabell 4.17.1. Relativ vannutskiftning (%) per retningssektor på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunndyp under første måleperiode.

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	6.2	27.9	12.9	38.3	11.8	1.0	0.6	1.3
15m	6.9	18.1	4.8	60.4	6.3	0.9	0.8	1.8
Spredning (40m)	1.0	10.4	15.2	40.0	3.2	12.0	16.7	1.6
Bunn (60m)	2.8	13.4	6.1	31.7	3.9	25.8	12.1	4.1

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 under andre måleperiode.

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)	20.2	30.9	27.6	57.1	46.8	11.5	9.8	23.6
Retning (°)	18	66	111	146	164	230	280	311
10-år (cm/s)	33	51	46	94	77	19	16	39
50-år (cm/s)	37	57	51	106	87	21	18	44

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

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)	16.0	21.4	31.5	52.3	40.1	13.6	10.8	18.6
Retning (°)	18	37	112	147	160	210	291	320
10-år (cm/s)	26	35	52	86	66	22	18	31
50-år (cm/s)	30	40	58	97	74	25	20	34

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 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunndyp under første måleperiode.

Persentil	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
1	1.1	0.9	0.4	0.3
10	3.7	2.8	1.7	1.1
20	5.6	4.1	2.7	1.8
30	7.4	5.3	3.5	2.4
40	9.2	6.6	4.3	3.2
50	11.0	8.1	5.2	4.3
60	13.1	10.1	6.3	5.6
70	15.5	12.7	7.9	7.4
80	19.0	17.6	10.4	10.2
90	27.1	26.9	14.5	15.6
95	32.8	32.6	18.5	21.3
99	41.2	40.2	26.6	28.1

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 som er lik eller høyere enn oppgitt strømhastighet (cm/s) på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunndyp under første måleperiode.

Strømhastighet (cm/s)	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
1	99.2	98.7	96.5	91.8
3	93.3	88.4	76.3	61.9
5	83.1	72.2	51.9	43.7
10	55.6	40.3	21.3	20.7
20	18.3	17.0	4.1	6.0
30	7.3	7.2	0.4	0.3
40	1.3	1.1		
50	0.05	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 under andre måleperiode.

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	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.08	0.1	0.7
1-5	1.8	2.8	2.9	2.1	1.8	1.8	1.4	1.4	16.0
5-10	3.1	7.8	7.4	4.0	2.5	1.1	0.5	1.1	27.5
10-20	4.2	17.2	6.8	6.2	2.5	0.05		0.4	37.3
20-30	0.01	2.2	0.5	6.5	1.7			0.0	10.9
30-40		0.0		4.7	1.3				6.0
40-50				1.1	0.2				1.3
50-60				0.05					0.05
Sum	9.2	30.1	17.7	24.8	10.1	3.0	2.0	3.0	100.0

Tabell 4.21.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 15m dyp under andre måleperiode.

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	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.5
1-5	4.3	6.3	4.2	3.2	2.7	1.9	1.8	2.2	26.6
5-10	6.4	11.9	3.2	5.6	2.2	0.7	0.5	1.4	31.9
10-20	1.7	7.6	1.2	10.6	1.8	0.0	0.03	0.3	23.2
20-30		0.01	0.08	9.0	0.8				9.9
30-40			0.02	6.0	0.09				6.1
40-50				1.1	0.0				1.1
50-60				0.03					0.03
Sum	12.5	26.0	8.9	35.7	7.8	2.8	2.5	4.1	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (40m) under første måleperiode.

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	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	3.5
1-5	2.3	7.5	9.8	6.7	4.2	5.9	5.5	2.7	44.6
5-10	0.2	5.3	6.9	5.2	1.3	5.0	6.3	0.5	30.7
10-20		0.8	1.8	8.1	0.1	2.3	4.0		17.1
20-30			0.06	3.7					3.8
30-40				0.4					0.4
40-50									0.0
50-60									0.0
Sum	3.0	14.1	19.2	24.7	6.0	13.6	16.1	3.4	100.0

Tabell 4.21.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (60m) under første måleperiode.

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	1.0	0.9	1.1	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	8.2
1-5	4.4	5.2	5.8	5.5	4.2	6.3	9.5	7.2	48.1
5-10	0.8	4.3	2.1	2.0	1.0	6.1	5.5	1.2	23.0
10-20	0.1	3.0	0.5	3.3	0.3	6.4	1.1	0.02	14.7
20-30		0.02	0.06	4.7	0.1	0.8			5.7
30-40				0.3					0.3
40-50									0.0
50-60									0.0
Sum	6.3	13.4	9.6	16.8	6.6	20.8	17.1	9.4	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 under andre måleperiode.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	0.8	0.03						
1-5	5.2	3.8	3.8	2.4	0.7	0.2		
5-10	9.9	7.7	6.7	1.7	1.2	0.4		
10-20	6.6	5.8	7.1	6.1	5.0	3.4	1.9	1.5
20-30	3.6	3.0	3.2	0.9	0.3			
30-40	1.8	2.0	1.5	0.5	0.1			
40-50	0.6	0.4	0.2		0.1			
50-60	0.03	0.03						

Tabell 4.22.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 15m dyp under andre måleperiode.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.3							
1-5	7.0	6.7	8.3	2.4	0.8	0.5	0.2	0.4
5-10	11.5	8.3	8.0	2.9	0.7	0.4	0.2	
10-20	6.2	6.3	6.3	2.6	1.8	0.2		
20-30	3.3	3.1	2.7	0.8				
30-40	1.8	1.6	2.2	0.5				
40-50	0.6	0.3	0.1					
50-60	0.03							

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (40m) under første måleperiode.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	3.3	0.2						
1-5	10.1	9.1	15.1	6.5	2.5		0.6	0.8
5-10	13.2	7.9	7.6	1.9				
10-20	5.4	4.1	5.5	1.0	1.2			
20-30	1.7	0.8	0.9	0.3				
30-40								
40-50								
50-60								

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (60m) under første måleperiode.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	7.5	0.7						
1-5	12.1	13.2	14.4	5.0	1.7	1.7		
5-10	11.7	6.7	3.6	0.6	0.4			
10-20	4.9	3.8	4.5	1.2	0.4			
20-30	0.8	0.8	1.8	1.9	0.4			
30-40								
40-50								
50-60								

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.

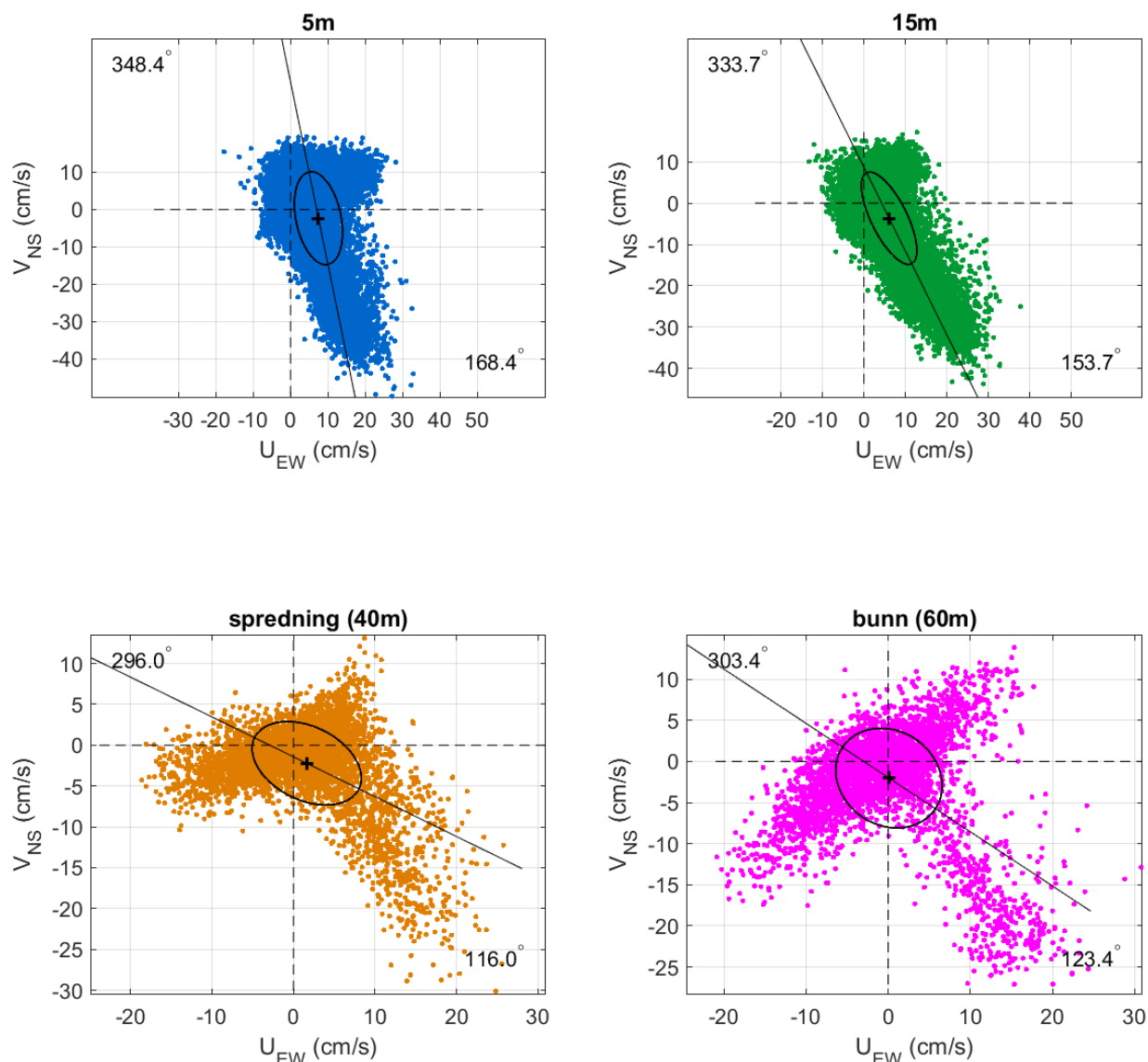
Målt strøm er splittet i øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) komponenter for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende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

Tabell 4.23.1. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer basert på tidevannsanalyse av målte data fra 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunn dyp under første måleperiode.

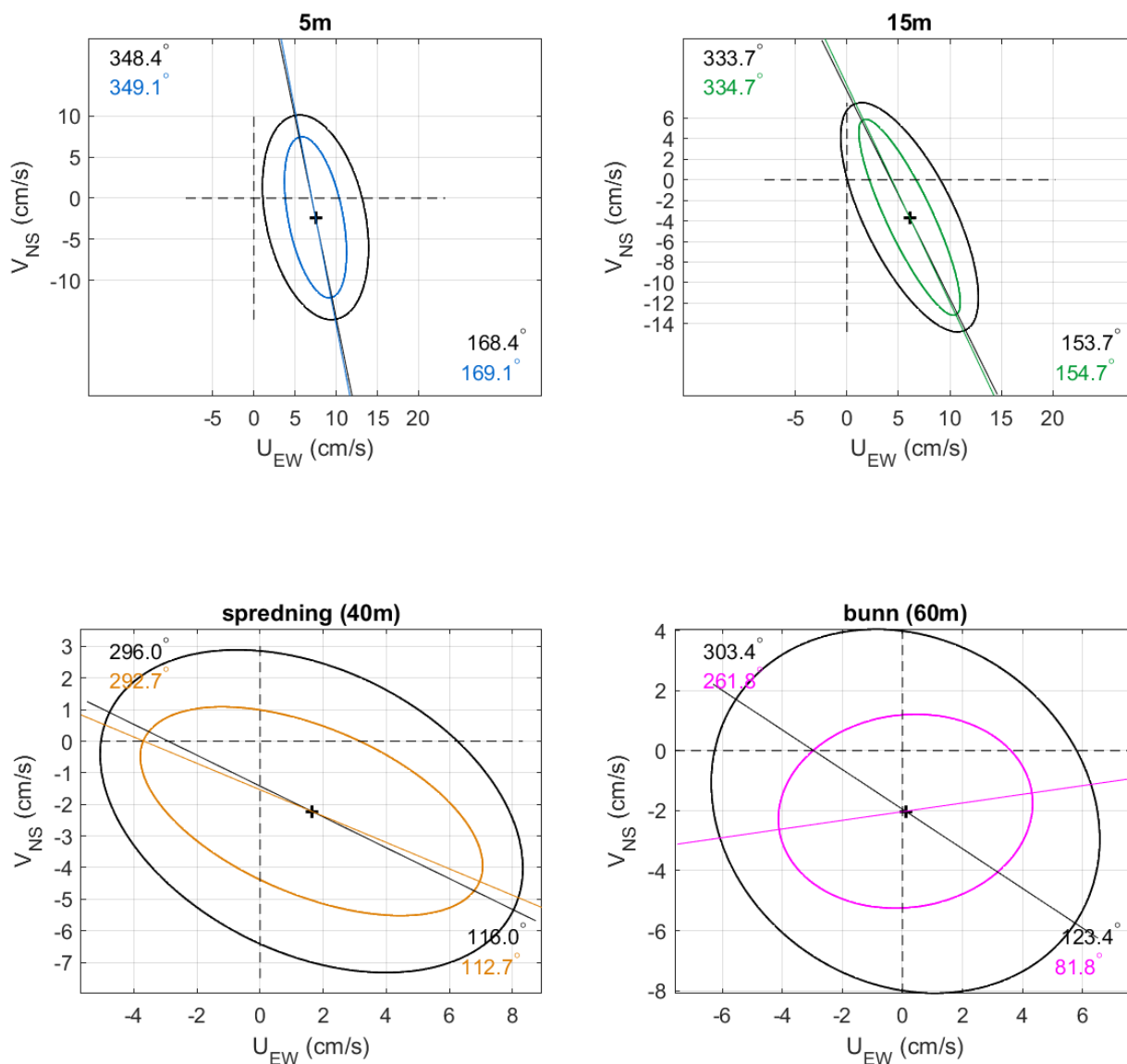
Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
Strøm (%)	71.2	79.5	69.2	50.7
Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
Trykk (%)	-	-	99.5	99.6

Tabell 4.23.2. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer fra tidevannskomponentene M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunn dyp under første måleperiode.

Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
Strøm (%)	62.6	69.3	53.4	27.7
Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
Trykk (%)	-	-	97.7	97.9



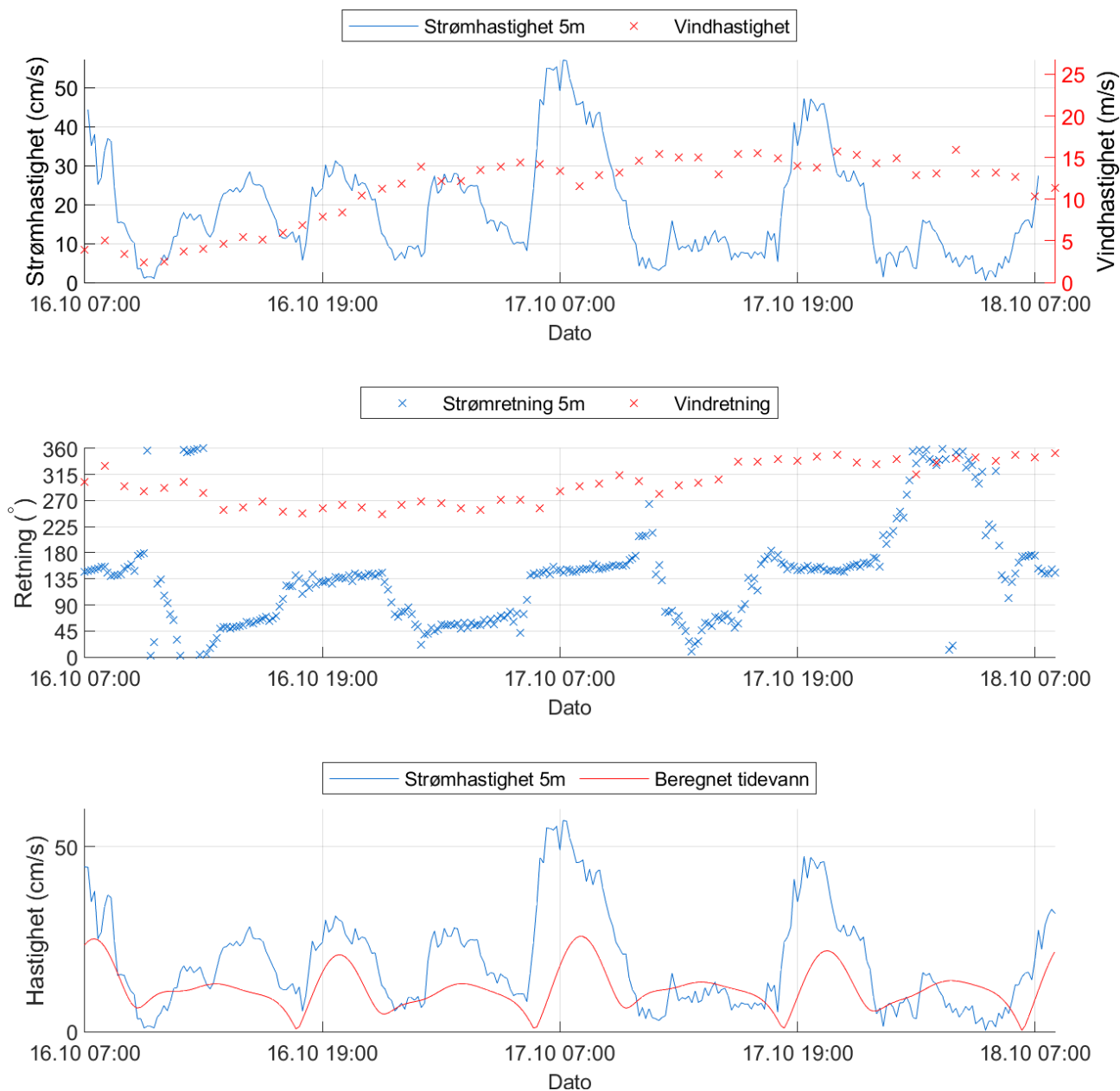
Figur 4.23.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram med tilhørende strørellipse på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunndyp under første måleperiode. Midtpunktet for strørellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store 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) for 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og sprednings- og bunndyp under første måleperiode. 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 under andre måleperiode.



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

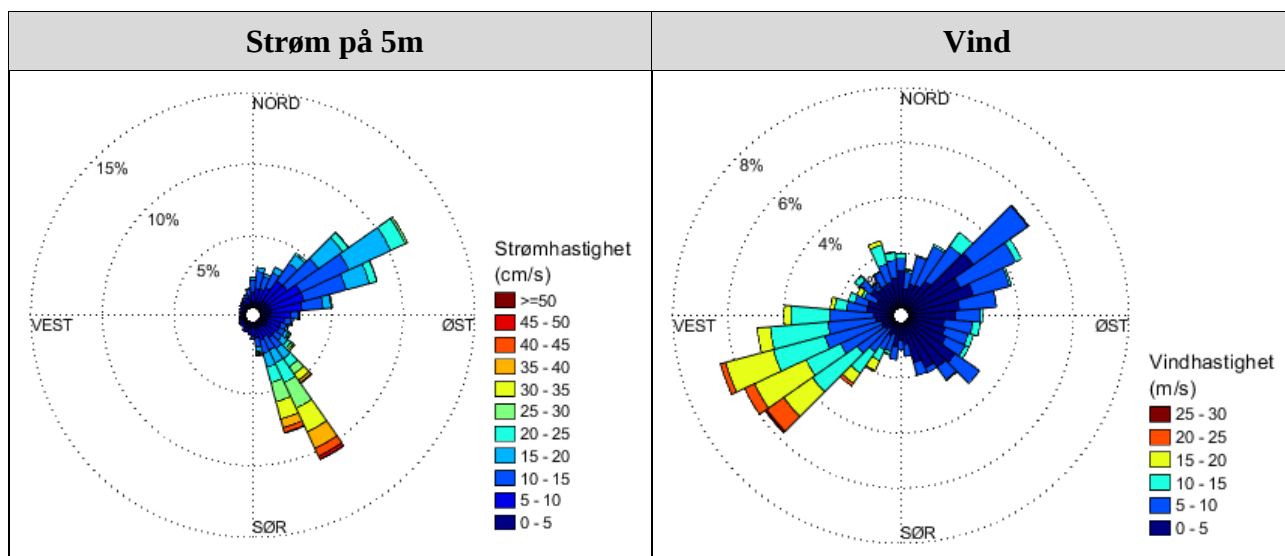
4.25 Vind under måleperioden

Værstasjonen Halten Fyr ligger ca. 23.7km nord-nordøst for strømmålingsposisjonen, og er nærmeste værstasjon. Vinndata målt på Halten Fyr har derimot flere perioder med målinger av upålitelig kvalitet under andre måleperiode. Værstasjonen Sula ligger ca. 36.7km sørvest for målepunktet. Vinndata fra Sula har derimot flere perioder med vindstille under andre måleperiode, som er vurdert som feilmålinger utfra at værstasjonen ligger eksponert for vind. Vinndata er derfor hentet fra værstasjon Veiholmen, som ligger ca. 78.9km sørvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.5). Selv om avstanden fra målepunktet til Veiholmen værstasjon er stor, er målt vind vurdert som relevant for å representere vind ved målepunktet siden Veiholmen ligger tilsvarende eksponert som strømmålingsposisjonen.

Strøm på 5m dyp ble sammenlignet med vinndata fra Veiholmen fra andre måleperiode, 30. juli – 11. november 2020. Figur 4.25.2 – Figur 4.25.4 indikerer hvilke tidspunkter vind på Veiholmen og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning. Vannstand i løpet av andre måleperiode er vist i Figur 4.25.2 og er hentet fra tidevannsstasjon Mausund (Kartverket, 2020), som ligger ca. 27.0km sørvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.5). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

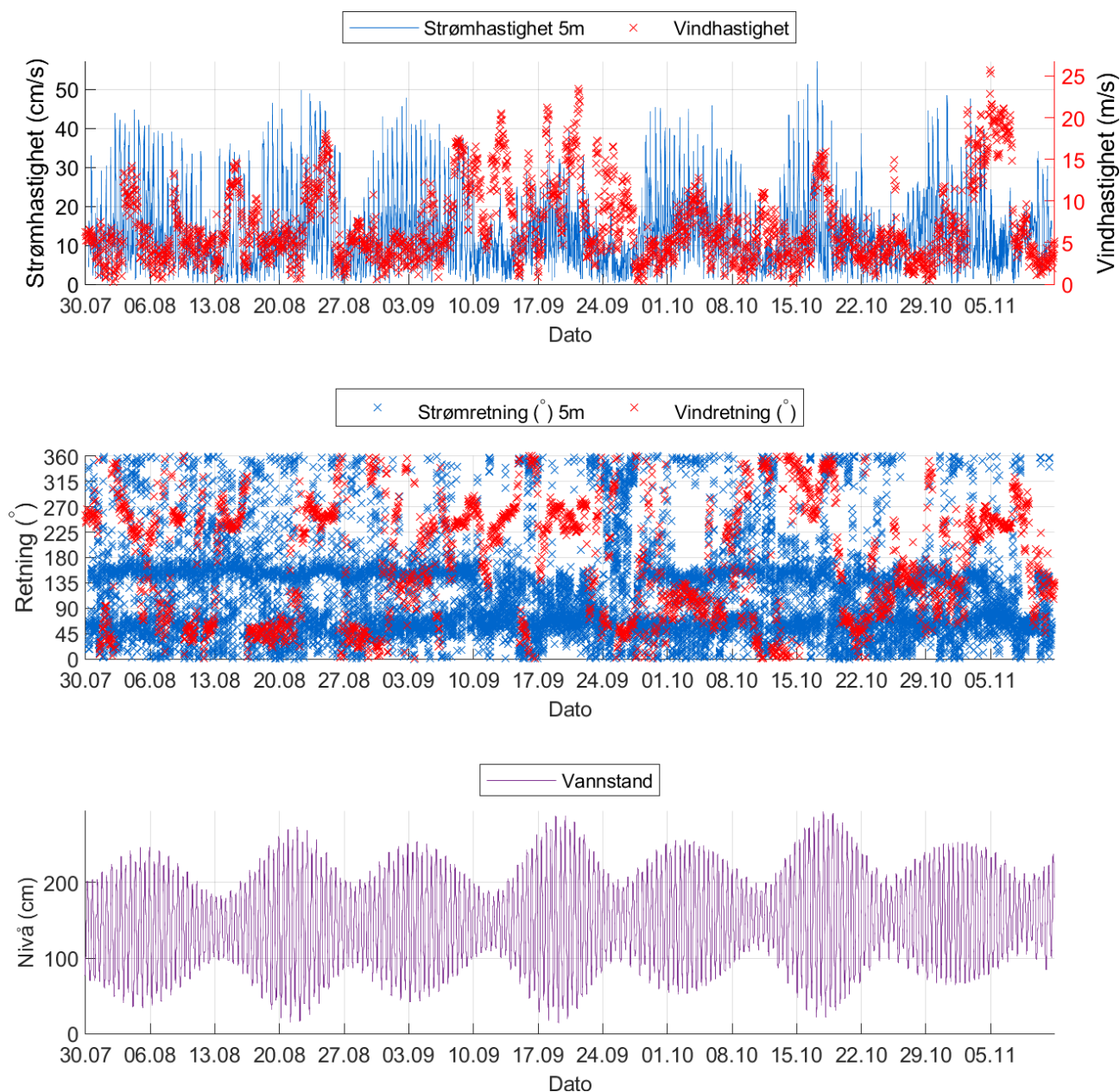
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under andre måleperiode, 30. juli – 11. november 2020.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	15.9	14.9	13.9	11.8	10.6	25.7	21.5	16.5
Tid (%)	8.8	17.4	13.2	11.6	5.9	18.1	18.0	6.9

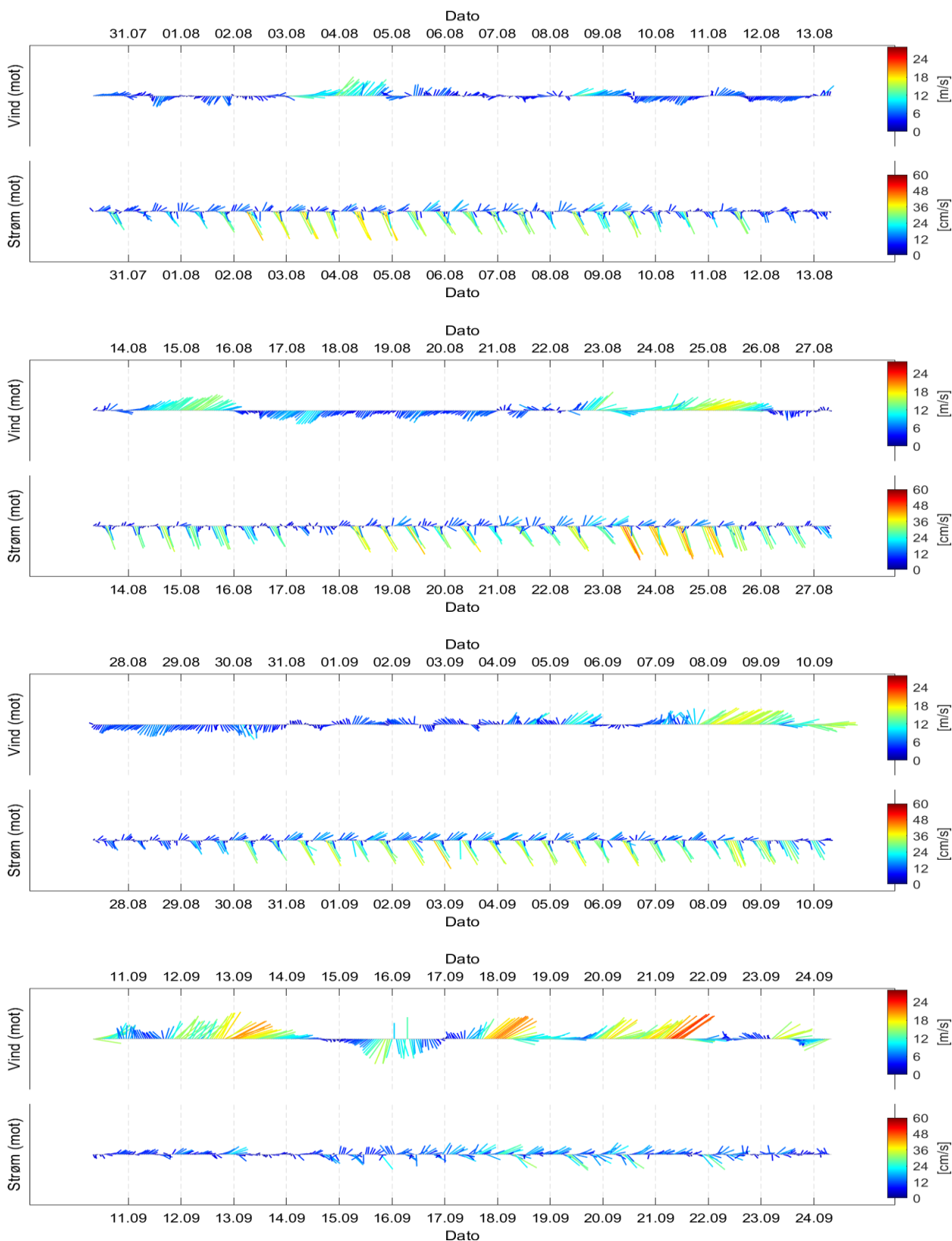


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Veiholmen værstasjon under andre måleperiode. Skalaen på diagrammene er ulik.

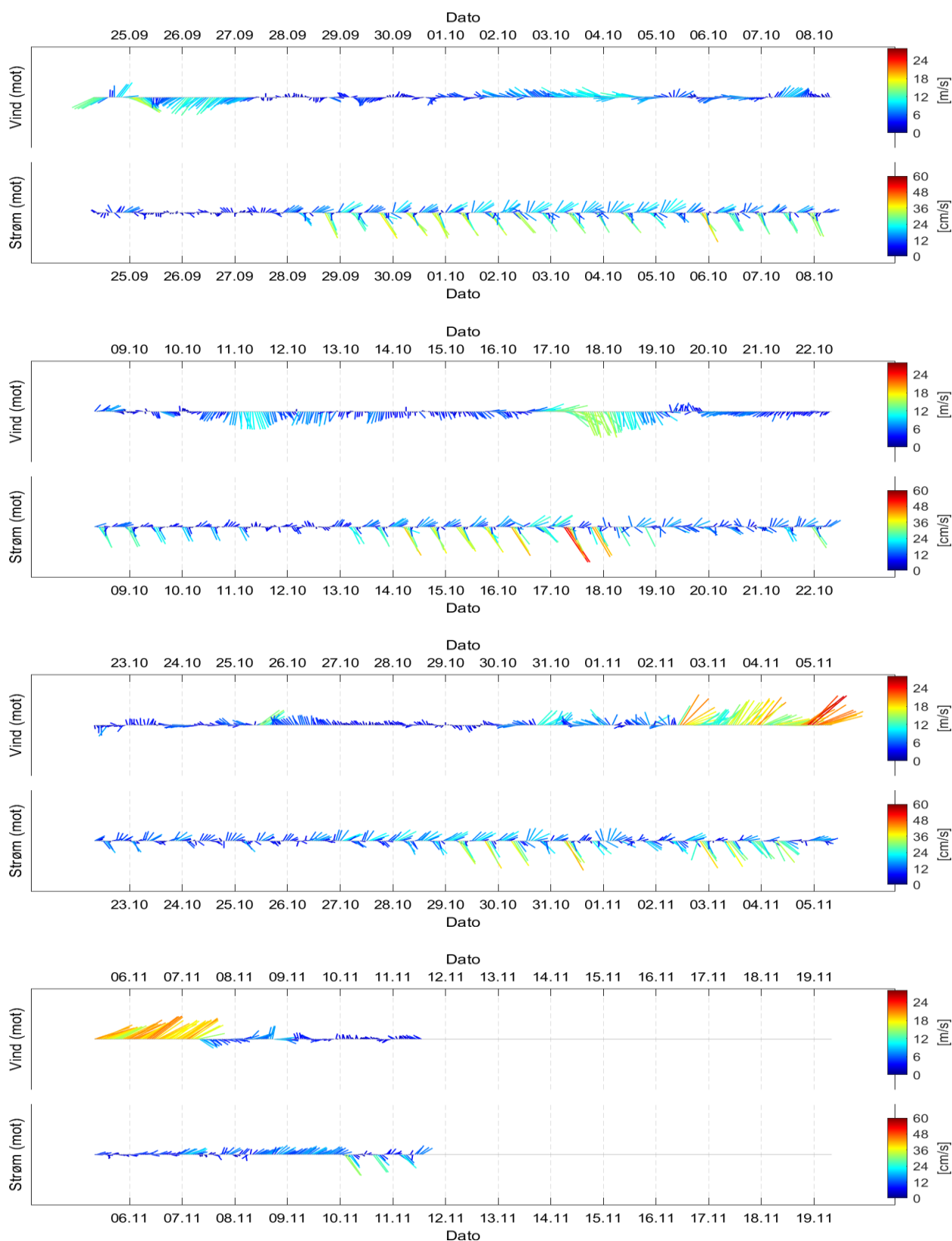
Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.25.2 – Figur 4.25.10 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. I Figur 4.25.2 er vindretning oppgitt som at vind blåser fra en retning, mens i Figur 4.25.3 – Figur 4.25.4 er vindretning oppgitt som at vind blåser mot en retning. Tidevann er også vist i Figur 4.25.2 for å vurdere tidevannspåvirkning.



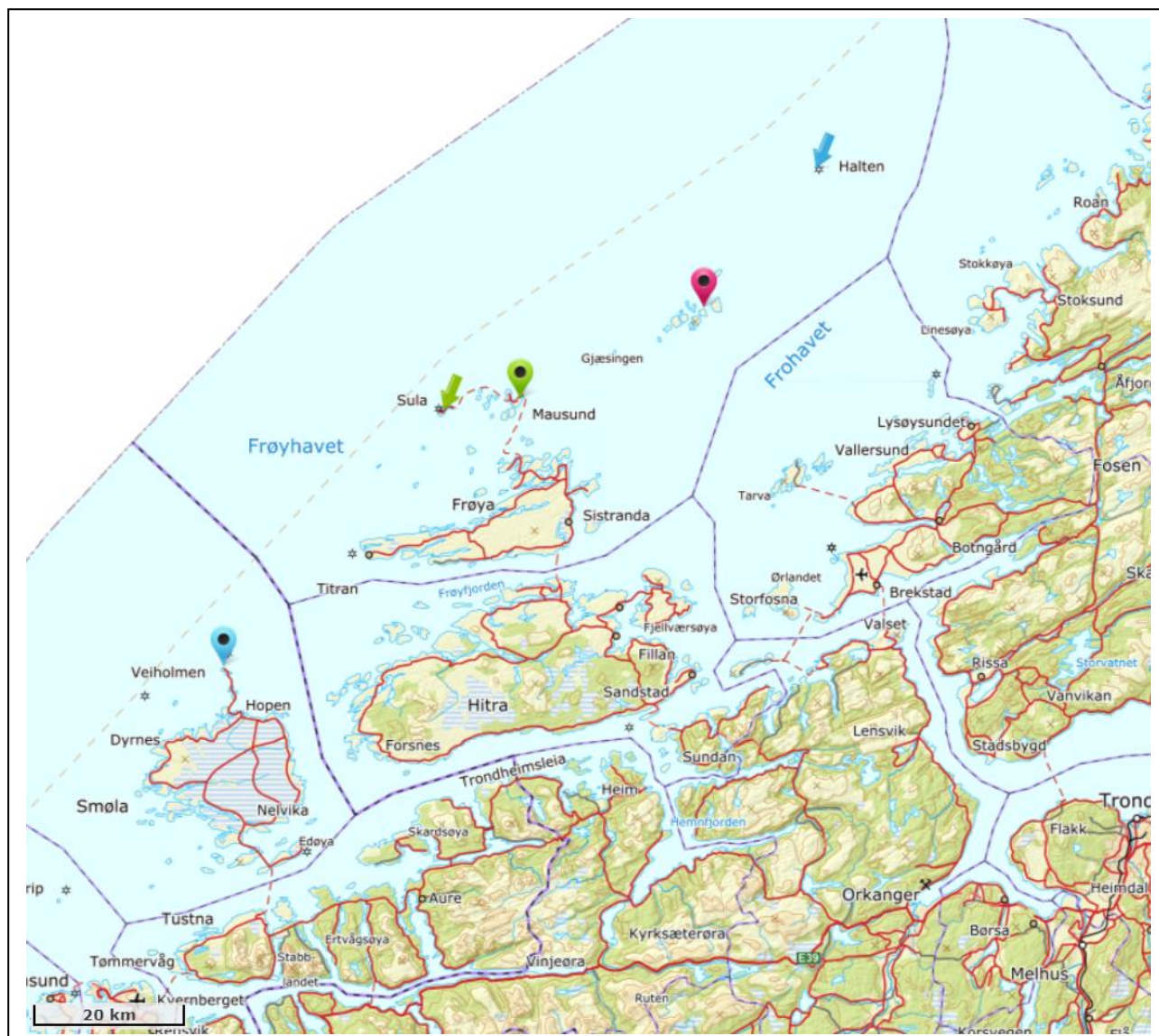
Figur 4.25.2. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Veiholmen, strøm- og vindretning, samt vannstand (Mausund) under andre måleperiode. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



Figur 4.25.3. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Veiholmen (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under perioden 30. juli – 24. september 2020. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



Figur 4.25.4. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Veiholmen (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under perioden 24. september – 11. november 2020. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.

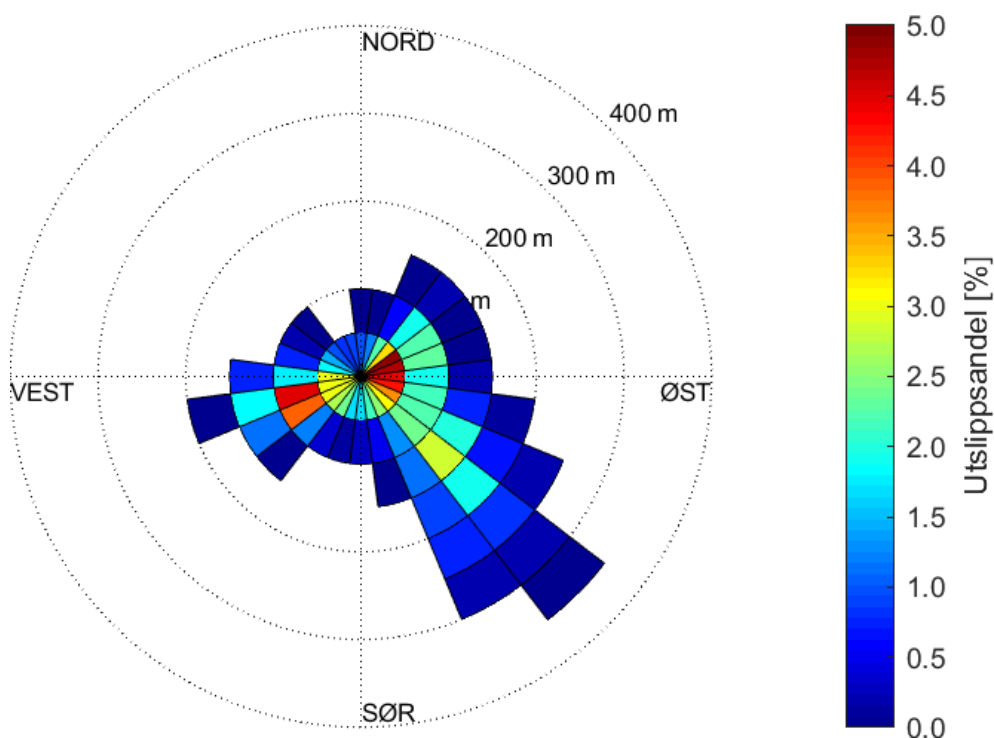


Figur 4.25.5. Posisjonen til Veiholmen værstasjon (markert med blå pinne) og posisjonen til Mausund tidevannsstasjon (markert med grønn pinne) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Posisjonene til Halten Fyr værstasjon (markert med blå pil) og Sula værstasjon (markert med grønn pil) er også anvist. Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.26 Utslippskontur

Utslippskonturen tar utgangspunkt i strøm målt på spredningsdyp under første måleperiode til å beregne spredningsavstand for avfallspartikler fra et utslippspunkt med en viss synkehastighet (Figur 4.26.1). 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%).

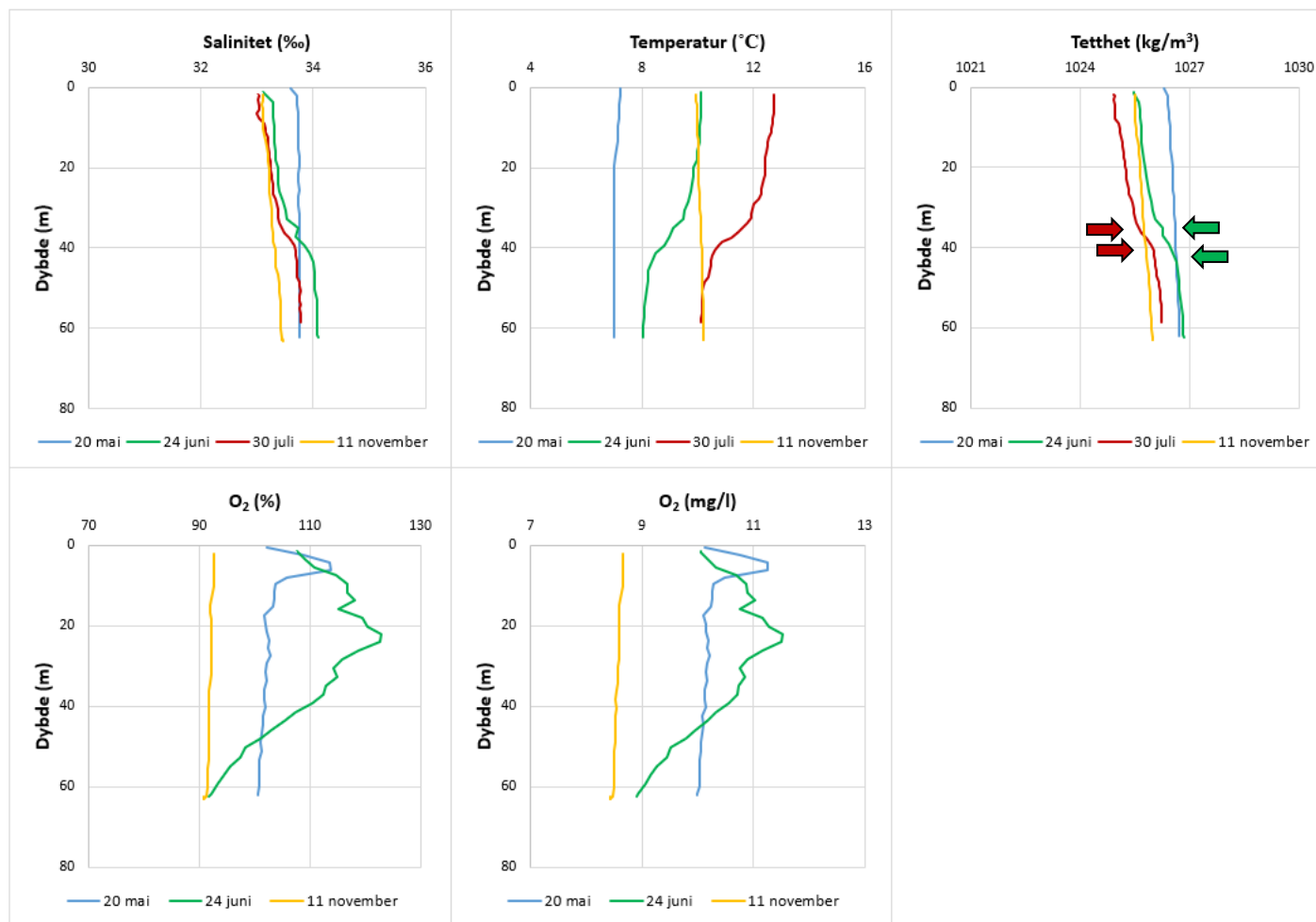
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.26.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (40m) under første måleperiode. Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner innenfor de ulike sektorene. Hver sektor er 50m lang.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt 20. mai, 24. juni, 30. juli og 11. november 20 i sammenheng med utsett og opptak av strømmålere for begge måleperioder. CTD-profil ble målt i samme posisjon som den respektive strømriggeren for måleperioden. Grunnet feil på oksygensensor er ikke oksygenprofilene fra 30. juli presentert.



Figur 4.27.1. Vertikalprofiler av salinitet, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen. Piler indikerer dyp på lagdeling.

5. Diskusjon

Hovedstrømretning på Hallarøy V er mot NØ/Ø/SØ/S på 5m dyp, og mot NØ og SØ 15m dyp under andre måleperiode. På spredningsdyp er hovedstrømretning mot NØ/Ø/SØ – SV/V og på bunndyp er den mot NØ og SØ – SV/V under første måleperiode. Strømretninger stemmer med områdets bunntopografi. 90.9% av relativ vannutskiftning på 5m, 78.5% på 15m, 94.3% på spredningsdyp og 83.0% på bunndyp skjer langs hovedstrømaksen.

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 57.1cm/s mot SØ på 5m dyp og 52.3cm/s mot SØ på 15m dyp under andre måleperiode, og 39.0cm/s mot SØ på spredningsdyp (40m) og 35.1cm/s mot SØ på bunndyp (60m) under første måleperiode. Maksstrømmen er langs hovedstrømretning for alle dyp og er vurdert som svært sterk på alle dyp. 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 23.6cm/s på 5m dyp og 22.3cm/s på 15m dyp under andre måleperiode, og 13.1cm/s på spredningsdyp (40m) og 13.6cm/s på bunndyp (60m) under første måleperiode. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på 5m, 15m og bunndyp (60m), og som middels sterk på spredningsdyp (40m).

Det var tilfeller der strøm var > 30cm/s på alle dyp. Lengst varighet av strømhastighet > 30cm/s var 290 minutter (4 timer 50 minutter) på 5m dyp og 230 minutter (3 timer 50 minutter) på 15m dyp under andre måleperiode, og 50 minutter på spredningsdyp (40m) og 80 minutter (1 time 20 minutter) på bunndyp (60m) under første måleperiode. Høy strømhastighet oppstår jevnt med tidevannssyklusen under begge måleperioder.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert under begge måleperioder, fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strø mellipsen (Figur 4.23.2). Vanligvis øker tidevannsbidraget med økende dyp, men i dette tilfellet er tidevannsbidraget til strøm på sprednings- (40m) og bunndyp (60m) lavere enn på 5m og 15m dyp. Årsaken til dette er trolig at strømretninger på sprednings- (40m) og bunndyp (60m) blir mer styrt av bunntopografien, som ikke blir tatt hensyn til i tidevannsanalysen. I tillegg ble strøm på 5m og 15m dyp målt under en annen måleperiode enn sprednings- og bunndyp, hvor strømmen kan ha vært mindre påvirket av andre faktorer enn tidevann.

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra alle retninger kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Strømdata på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Veiholmen fra andre måleperiode, 30. juli – 11. november 2020. Under andre måleperiode 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 andre måleperiode, er det vurdert at vind fra S/SV/V kan ha påvirket strøm mot NØ/Ø og vind fra NV/N kan ha påvirket strøm mot SØ.

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

Under store deler av andre måleperiode øker og minker strømhastigheten periodisk, samtidig som at strømrretningen dreier fram og tilbake. Dette forekommer tilsynelatende uavhengig av vindhastighet og -retning. Dette indikerer at målt strøm er tidevannsdominert.

5.4 Vannutskiftning

Det er naturlig med strømstille når tidevannet skifter fra flo til fjære eller motsatt. Varigheten av strømstille perioder kan ha betydning for vannutskiftning i et område. Siden vann vil strømme rundt, i tillegg til gjennom eller under, et anlegg er anleggsorientering viktig. Et anlegg orientert slik at det ligger med langsiden mot den dominerende strømrretningen vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn et anlegg hvor mange av merdene ligger etter hverandre langs hovedstrømmen. Neumann-parameteren sier noe om stabiliteten til strømmen. En høy Neumann parameter (f.eks. 0.7) indikerer en retningsstabil strøm. Dette tyder på at vannet strømmer i en retning og beveger seg konstant bort fra startpunktet. En lav Neumann-parameter kan bety at vannstrømmen har skiftende retning og kanskje bare flyter fram og tilbake ved startpunktet. Neumann-parameteren kan brukes opp mot progressivt vektordiagram og gjennomsnittsstrømmen for å kunne si noe om vannutskiftningen ved det punktet hvor strømmen er målt.

Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{cm/s}$ på alle dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og som sterk på spredningsdyp (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode.

Neumann-parameteren er vurdert som svært stabil på 5m og 15m dyp under andre måleperiode, og stabil på spredningsdyp (40m) og middels stabil på bunndyp (60m) under første måleperiode. Strømrretninger og vannutskiftning stemmer med omkransende landtopografi i området. Vannutskiftningen er vurdert som god under begge måleperioder, 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 40 minutter på 5m dyp og 30 minutter på 15m dyp under andre måleperiode, og 50 minutter på spredningsdyp (40m) og 50 minutter på bunndyp (60m) under første måleperiode. Det var kort periode med strømstille under begge måleperioder. Dette tyder på god vannutskiftning i anlegget.

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. 62-64m. Strømmåleposisjonen ligger omkranset av øyer og bunntopografien i området er kupert. Bunntopografien er orientert NØ/Ø – SV/V i området for strømmålingsposisjonene, med en grunnere bunnkontur orientert NV – SØ.

Det var flere tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på både spredningsdyp (40m) og bunndyp (60m) under første måleperiode. Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Siden utslippskonturen er basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (40m) under første måleperiode, avsettes hovedsakelig utslipp i samme retninger som hovedstrømretningene NØ/Ø/SØ – SV/V på spredningsdyp. Utslipp blir spredt over en større avstand mot SØ, som sammenfaller med retningen til maksimal strømhastighet på spredningsdyp og retningssektoren med mest vannutskiftning. Utslipp blir spredt mindre mot NØ/Ø og SV/V selv om det er betraktelig vannutskiftning i disse retningene, siden strømhastigheten er lavere.

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 første måleperiode var 7.0 - 8.8°C på spredningsdyp (40m) og 7.0 - 8.4°C på bunn dyp (60m). Temperaturmålingene viser en generell økning i temperatur på begge dyp i løpet av første måleperiode, 20. mai til 24. juni 2020. Dette er normalt om våren og sommeren, når solen varmer. Tidsserien viser også periodiske svingninger i perioder på begge dyp. Dette er trolig forårsaket av tidevann, som når det flør og ebber vekselvis bringer vannmasser med ulik temperatur til målepunktet.

Temperatur under andre måleperiode var 9.1 - 15.1°C på 5m dyp og 9.3 - 15.0°C på 15m dyp. Temperaturmålingene viser økende temperatur fra 30. juli og frem til omtrent 16. august, hvorpå temperaturen generelt avtar resten av andre måleperiode. Dette er normalt om sommeren og høsten, hvor solen først varmer og det deretter forekommer høstavkjøling.

CTD-målinger viser at temperaturen i vannsøylen økte fra 20. mai til 24. juni, og igjen til 30. juli. Mellom 30. juli og 11. november sank temperaturen fra overflaten og ned til ca. 51m dyp, hvorpå temperaturen var relativt lik fra 51m dyp og ned til bunnen. Profilene ved utsett 20. mai og opptak 11. november viser en relativt lik temperatur i hele vannsøylen. Profilene fra 24. juni og 30. juli viser en relativt lik temperatur i de øverste 33m av vannsøylen, etterfulgt av en avkjøling ned til omtrent 44m dyp og deretter relativt lik temperatur ned til bunnen.

Saliniteten minket generelt i løpet av måleperiodene i vannsøylen. Ved utsett 20. mai var det lite endring i salinitet fra overflaten og ned til bunnen. Fra overflaten og ned til omtrent 37m dyp var saliniteten lavere ved opptak 24. juni enn i mai. Fra 37m dyp og ned til bunnen var saliniteten høyere i juni enn i mai. I juni var det lite endring i saliniteten fra overflaten og ned til ca. 33m dyp, hvorpå saliniteten økte fra 33m dyp og ned til omtrent 44m dyp. Fra 44m dyp og ned til bunnen var det igjen lite endring i saliniteten. Salinitetsprofilen fra nytt utsett 30. juli viser samme mønster som i juni, men med litt lavere salinitet i hele vannsøylen. Ved nytt opptak 11. november hadde saliniteten fra ca. 20m dyp og ned til bunnen minket siden juli, mens saliniteten fra overflaten og ned til omtrent 20m dyp var relativt lik som i juli. I november var det lite endring i salinitet fra overflaten og ned til bunnen.

Tetthetsdata gjenspeiler salinitet og viser at vannsøylen var stabil ved alle tilfellene, med økende tetthet med dyp. I profilene for 20. mai og 11. november økte tettheten gradvis med økende dyp, som indikerer at vannsøylen var blandet ved disse tidspunktene. I profilene for 24. juni og 30. juli økte tettheten gradvis fra overflaten og ned til ca. 33-35m dyp. Herfra økte tettheten litt raskere ned til omtrent 41-44m dyp, etterfulgt av gradvis økning igjen ned til bunnen. Sjøttet hvor tettheten økte raskere indikerer lagdeling i vannsøylen (indikert av piler i Figur 4.27.1). I profilene for salinitet og temperatur er det også raskere endring i det samme dybdelaget, hvor saliniteten økte og temperaturen

avtok. Dette indikerer videre at vannsøylen var todelt; med et varmere og ferskere vannlag i øvre delen av vannsøylen og et kaldere og saltare vannlag i den nedre delen.

Oksygenmetningen var høy (> 90%) ved overflaten 20. mai, 24. juni og 11. november. Ved utsett 20. mai økte oksygenmetningen fra overflaten og ned til omtrent 6m dyp, hvorpå den avtok igjen ned til ca. 11m dyp. Herfra var det lite endring i oksygenmetning ned til bunnen. Oksygenmetningen økte også fra overflaten 24. juni, men økte i dette tilfellet ned til omtrent 22m dyp. Herfra avtok oksygenmetningen ned til bunnen. Slike økninger i oksygenmetning under overflaten er trolig grunnet primær produksjon, som forekommer om våren og sommeren. Ved opptak 11. november var det lite endring i oksygenmetning fra overflaten og ned til bunnen. 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.
- Anlegget bør plasseres der vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn, og slik at vanntransporten på tvers av anlegget maksimeres. Dette er spesielt viktig i den varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv fôring, og drift av anlegget.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.
- 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	Spredning (40m)	Bunn (60m)
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	5249	5224	5247	5243
Cellestørrelse	-	-	-	-
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	±0.15cm/s	±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)	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	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	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	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 Test av riggoppsett før utsett

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

Analysen av riggoppsett for første måleperiode ga noe nedtrekk og advarsel om for lite vekt i riggen. Derfor ble det før utsett brukt et tynnere tau for å minske drag i riggen og festet to ekstra lodd under punktmåleren på 15m dyp.

7.2 Riggoppsett

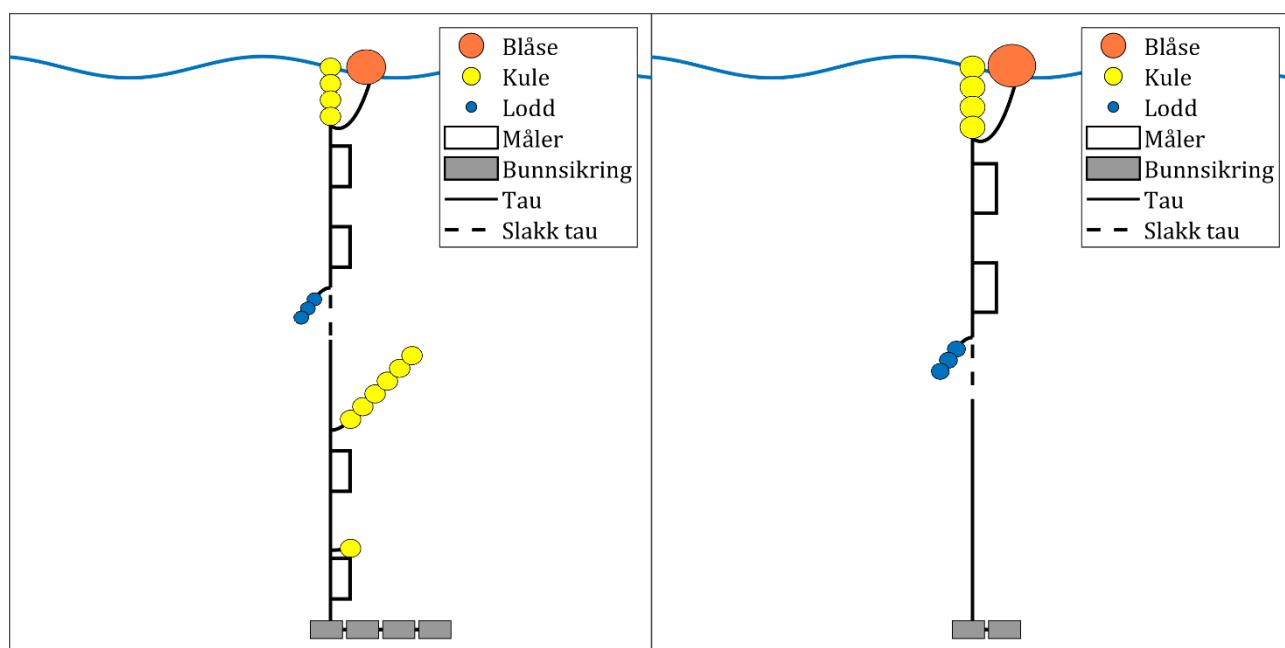
Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.2.1 – Tabell 7.2.2 og skissert i Figur 7.2.1.

Tabell 7.2.1. Riggbeskrivelse av oppsett for første måleperiode, med målinger på sprednings- og bunndyp.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
A3 - 62kg oppdrift	Blåse	1,00		
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	4,00		
Dynema 6mm	Tau	5,00		
Punktmåler	Måler	1,00	5m	
Dynema 6mm	Tau	10,00		
Punktmåler	Måler	1,00	15m	
Dynema 6mm	Tau	5,00		
Pærelodd 5kg	Lodd	3,00	20m	5kg
Dynema 6mm	Tau	24,00		
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	6,00		
Dynema 6mm	Tau	5,00		
Punktmåler	Måler	1,00	40m	
Dynema 6mm	Tau	15,00		
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	1,00		
Dynema 6mm	Tau	2,00		
Punktmåler	Måler	1,00	60m	
Dynema 6mm	Tau	2,00		
Garnanker	Bunnsikring	4,00	62m	50kg

Tabell 7.2.1. Riggbeskrivelse av oppsett for andre måleperiode, med målinger på 5m og 15m dyp.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
A2 - 35kg oppdrift	Blåse	1,00		
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	4,00		
Danline 16mm	Tau	5,00		
Punktmåler	Måler	1,00	5m	
Danline 16mm	Tau	10,00		
Punktmåler	Måler	1,00	15m	
Danline 16mm	Tau	5,00		
Pærelodd 5kg	Lodd	3,00	20m	5 kg
Danline 16mm	Tau	48,00		
Garnanker	Bunnsikring	2,00	64m	50 kg



Figur 7.2.1. Riggoppsett for første måleperiode (venstre) og andre måleperiode til (høyre). Første måleperiode målte strøm på sprednings- og bunndyp, mens andre måleperiode målte 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 begroing på instrumentene etter både første og andre måleperiode, men ingen data er vurdert som feil eller usikre på grunn av dette. Datakvaliteten anses å være god.

Feil på instrument

Det var feil på oksygensensor på CTD-instrumentet ved utsett for andre måleperiode, 30. juli 2020. Oksygendata er dermed ikke presentert for utsett. Dette har ingen konsekvens for registrering av andre data eller parametere.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (60m)
Filnavn for rådata	Hallarøy V 5m SF1120 AP5249.bin	HallarøyV 15m SF1120 AP5224.bin	HallarøyV spred SF0620 AP5247.bin	HallarøyV bunn SF0620 AP5243.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	HallarøyV 5m SF1120 AP5249_eks_AHG.xlsx	HallarøyV 15m SF1120 AP5224_eks_AHG.xlsx	HallarøyV spred-40m SF0620 AP5247_eks_JLR.xlsx	HallarøyV bunn-60m SF0620 AP5243_eks_JLR.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	HallarøyV-5m_QC.xlsx	HallarøyV-15m_QC.xlsx	HallarøyV-spredning (40m)_QC.xlsx	HallarøyV-bunn (60m)_QC.xlsx
Data return (%)	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	15 008 / 15008	15 008 / 15008	5 019 / 5 019	5 019 / 5 019
Antall fjernede/manglende målinger	0	0	0	0
Ekstern påvirkning på målinger	Ja, se vedlegg 8.2	Ja, se vedlegg 8.2	Ja, se vedlegg 8.2	Ja, se vedlegg 8.2
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	30.07.20 08:30 - 11.11.20 13:40	30.07.20 08:30 - 11.11.20 13:40	20.05.20 11:40 - 24.06.20 08:00	20.05.20 11:40 - 24.06.20 08:00
Dato og tid for start og slutt av instrument	28.07.20 07:00 - 12.11.20 09:00	28.07.20 07:10 - 12.11.20 09:10	19.05.20 10:30 - 25.06.20 07:50	19.05.20 10:20 - 25.06.20 07:50

8.2 Kvalitetssikring av data

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

Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Helning	$< 50^{\circ}$ (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.5)
Ping count	150 (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.5)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.5)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

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

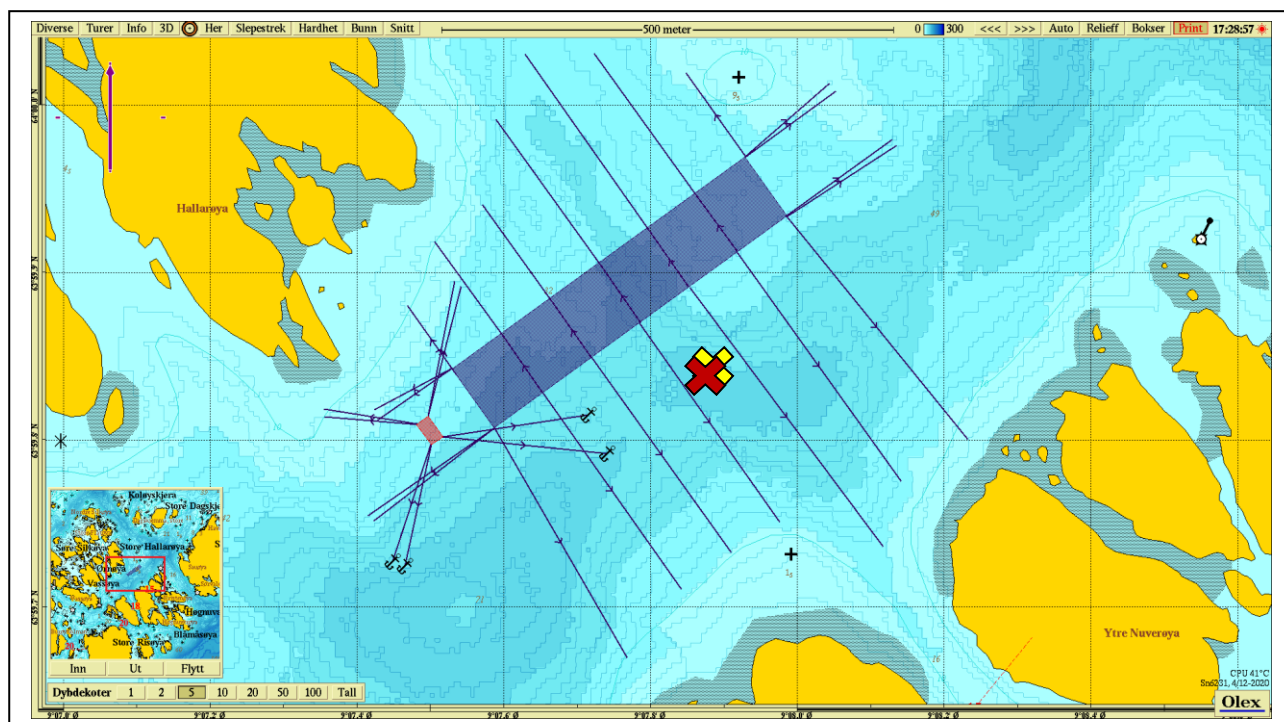
Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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

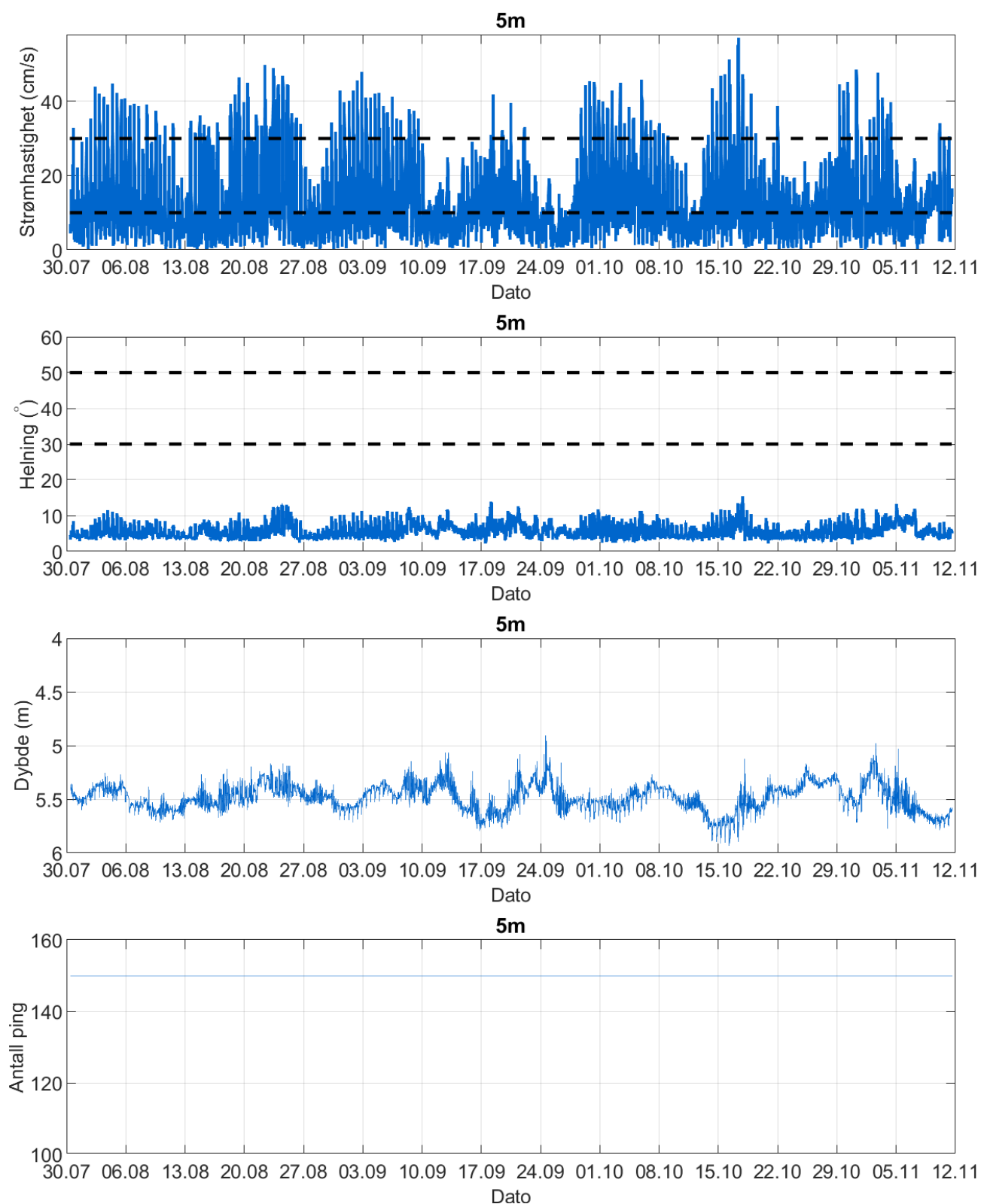
Anlegget var i drift under begge måleperiodene. Avstand fra begge riggposisjonene til anlegget var ca. 83m. Strømriggenes posisjoner er anvist med gult og rødt kryss i Figur 8.2.1.

Hovedstrømretning på 5m dyp er mot NØ/Ø/SØ/S og mot NØ og SØ på 15m dyp under andre måleperiode. Strøm mot NØ er vurdert upåvirket, mens strøm mot Ø/SØ/S derimot kan ha blitt redusert av at anlegget var i drift.

På sprednings- (40m) er hovedstrømretning mot NØ/Ø/SØ – SV, mens på bunndyp er den mot NØ og SØ – SV/V under første måleperiode. Strøm mot NØ og SV/V er vurdert upåvirket og grunnet målingenes dyp er strøm mot Ø/SØ vurdert lite påvirket av at anlegget var i drift.

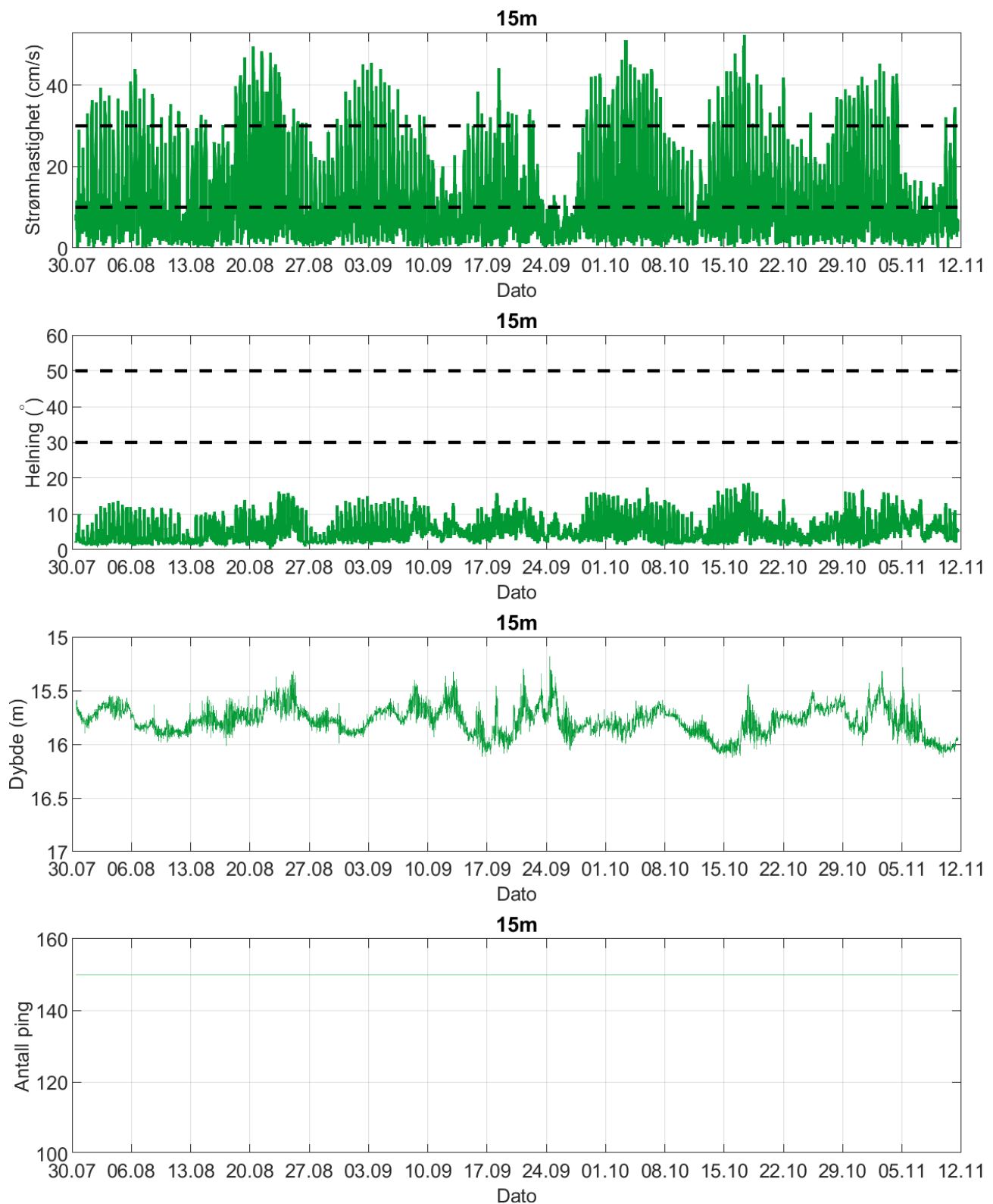


Figur 8.2.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss for 5m og 15m dyp, og med rødt kryss for sprednings- og bunndyp. Kart er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



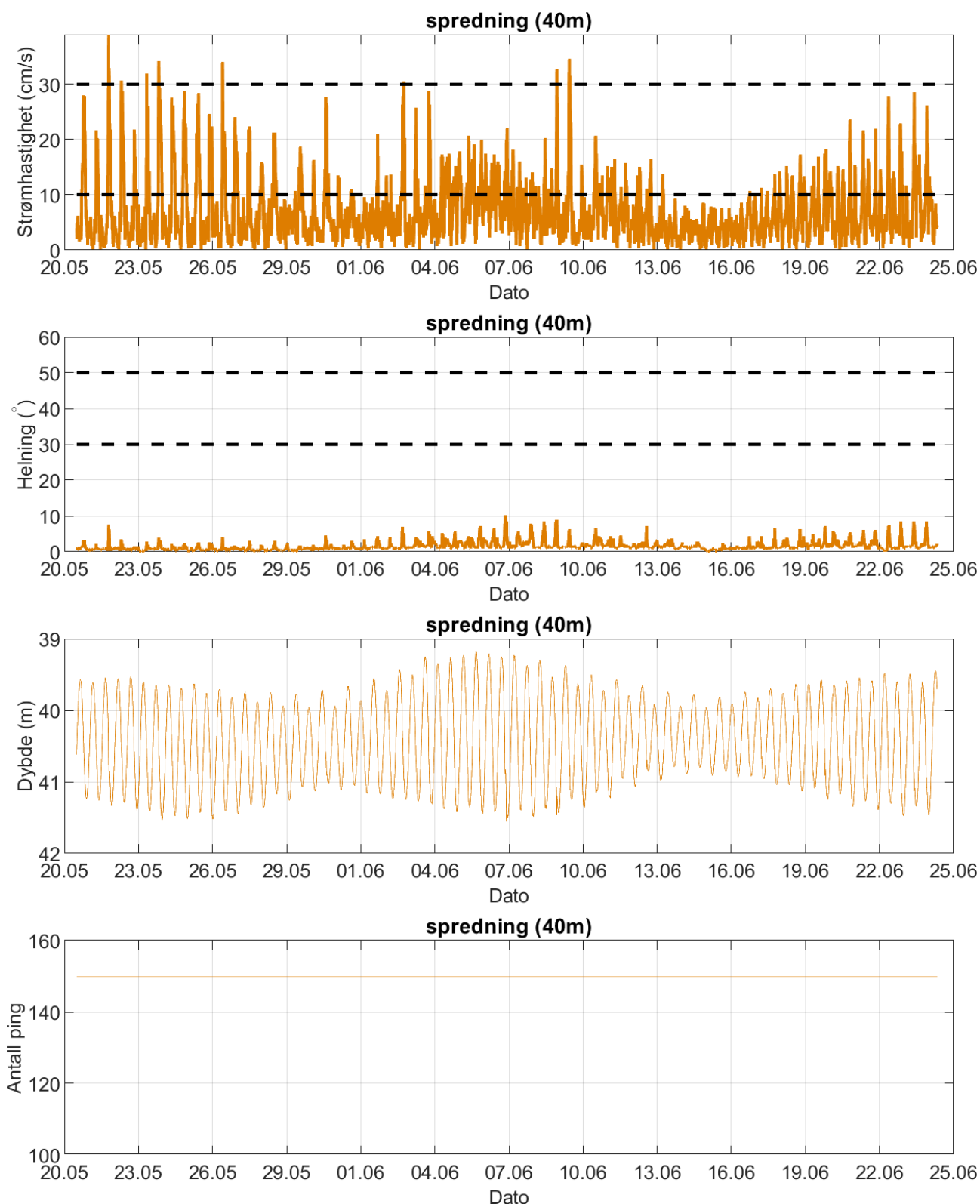
Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 4.9m og 5.9m i løpet av andre måleperiode. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.5m.



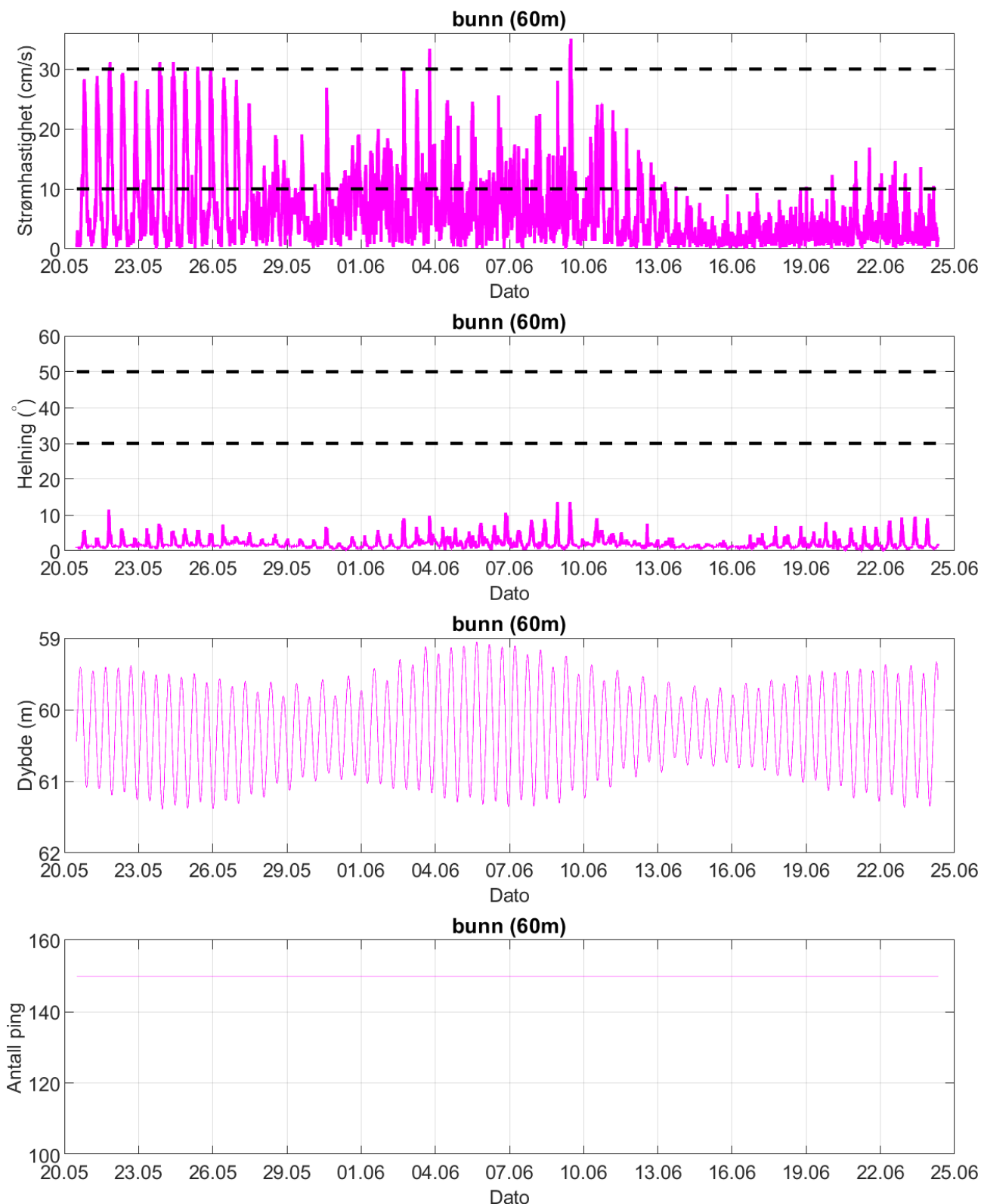
Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 15.2m og 16.1m i løpet av andre måleperiode. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.8m.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (40m).

Instrumentdypet varierte mellom 39.2m og 41.6m i løpet av første måleperiode. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 40.4m.



Figur 8.2.5. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (60m).

Instrumentdypet varierte mellom 59.1m og 61.4m i løpet av første måleperiode. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 60.3m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor første måleperiode for å bruke overlappende periode mellom sprednings- og bunndyp, og utenfor andre måleperiode for 5m og 15m dyp.

8.3.2 Enkelte datapunkter

Ingen andre datapunkter er fjernet.

Merknad

Det var tilfeller med sprang i hastighet. For alle tilfeller er datakvaliteten vurdert som god utfra andre stabile parametere for kvalitetssikring. Hastighetssprangene forekommer ofte kort tid etter at strømretning dreier og er gjerne oppstarten av en varig strømtopp. Dette kan trolig være forårsaket av tidevann.

9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

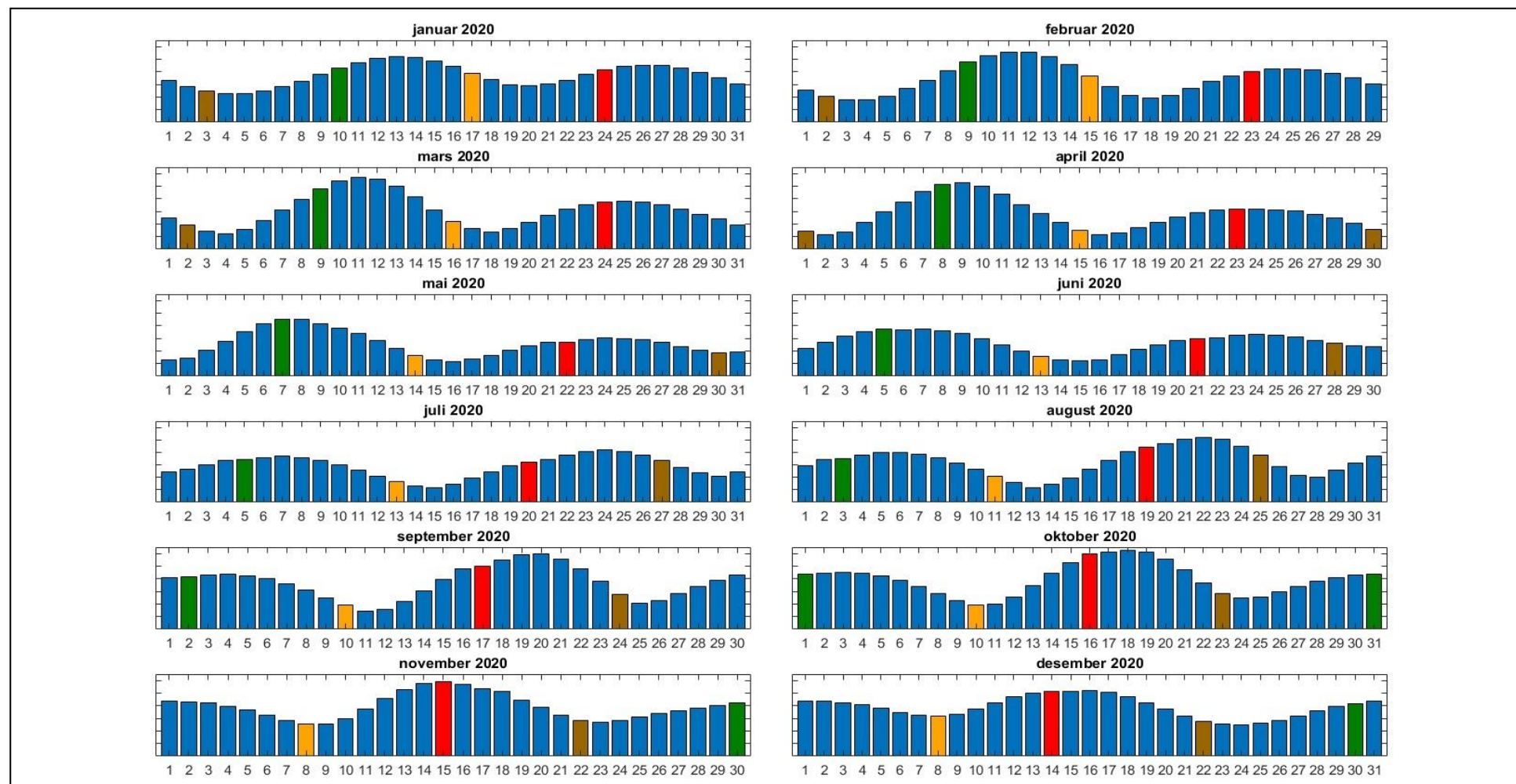
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

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. Dewey, K. R. (2006). Users Guide to Mooring Design & Dynamics. A Matlab Package for Designing and Analyzing Oceanographic Moorings and Towed Bodies. Centre for Earth and Ocean Research, University of Victoria, BC, Canada.
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
6. Kartverket (2020). 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. 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. og 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.