

Strømrapport

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

Støylen i

august - oktober 2020

Rapport					
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Støylen. SR-1120-GH-Støylen-101905-00-001.pdf				
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse			
01	12.11.20	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	Støylen	Lokalitetsnummer	ny		
Kommune	Volda	Fylke	Møre og Romsdal		
Oppdragsgiver					
Selskap	Gadus Holding AS; 6750 STADLANDET, NORGE				
Kontaktperson	Rune Vartdal	rune.vartdal@gadusgroup.com			
Oppdragsansvarlig					
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816				
Feltarbeidsansvarlig	Joakim Sandkjenn Oda Felix Sønslien	joakim.sandkjenn@akerbla.no oda.sonslien@akerbla.no			
Rapportansvarlig	Jenny-Lisa Reed	jenny.lisa@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	spredning (60m)	bunn (173m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	50.8 (SØ)	49.0 (SØ)	20.6 (SØ)	8.5 (S)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	11.1	11.0	5.0	2.2
Strømstyrke < 1cm/s (%)	0.9	0.8	5.1	18.3
Strømstyrke < 3cm/s (%)	8.1	7.8	34.0	75.1
Strømstyrke < 10cm/s (%)	52.5	49.8	90.8	100.0
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	2.5	1.9	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.02	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.2	0.1	0.1	0.2
10-års strøm (maksimal)	84	81	-	-
50-års strøm (maksimal)	94	91	-	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk	7
4. Resultater	10
4.1 Sammendrag av strømdata	10
4.2 Strømrosor	11
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning	12
4.4 Strømmens hastighetsfordeling	16
4.5 Strømmens retningsfordeling	17
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	18
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	19
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	20
4.9 Progressivt vektordiagram	21
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	22
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet	23
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	24
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	25
4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	26
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	26
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer	26
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	26
4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	27
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet	28
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet	28
4.21 Strømfordeling	29
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	Vannutskifting.....	45
5.5	Mulig spredning av utslipp.....	46
5.6	Vannsøyens vertikale struktur.....	46
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	48
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	48
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	49
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	50
6.4	CTD-målinger	50
7.	Vedlegg – Riggoppsett	51
7.1	Riggoppsett	51
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	53
8.1	Databearbeiding	53
8.2	Kvalitetssikring av data.....	55
8.3	Fjernede dataverdier.....	60
8.3.1	Måleperiode	60
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	60
9.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	61
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner	62
11.	Vedlegg – Måleenheter	63
12.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	64
13.	Vedlegg – Referanser	65

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Gadus Holding AS utført strømmålinger ved tenkt oppdrettslokalitet Støylen 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.

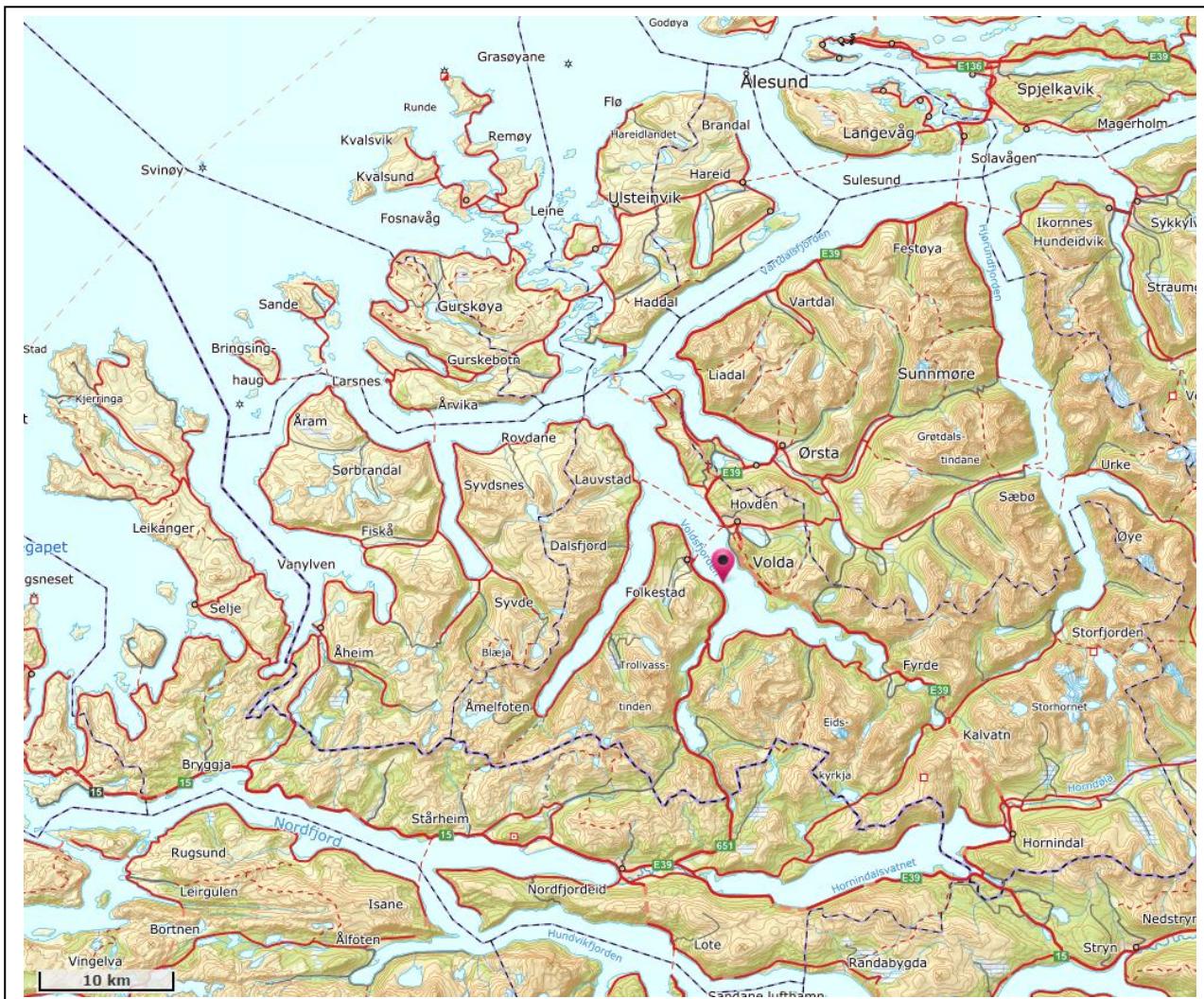
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Støylen ligger i Volda kommune, Møre og Romsdal (Figur 2.1). Støylen ligger langt inn i Voldsfjorden, på vestsiden. Plasseringen er åpen mot Austefjorden i sør/sørøst.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra nordvest og sørøst.

Bunntopografi er ca. 175m dyp og orientert NV – SØ i området for strømmålingsposisjonen. Strømmålingsposisjonen ligger på en bratt skråning som skråner nedover mot Ø til ca. 470m dyp midt i fjorden. Rett nord for strømmålingsposisjonen er det en forhøyning / rygg i bunntopografien som strekker seg på tvers av fjorden og nesten deler den i to bassenger. Dypeste punkt her er ca. 430m.



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

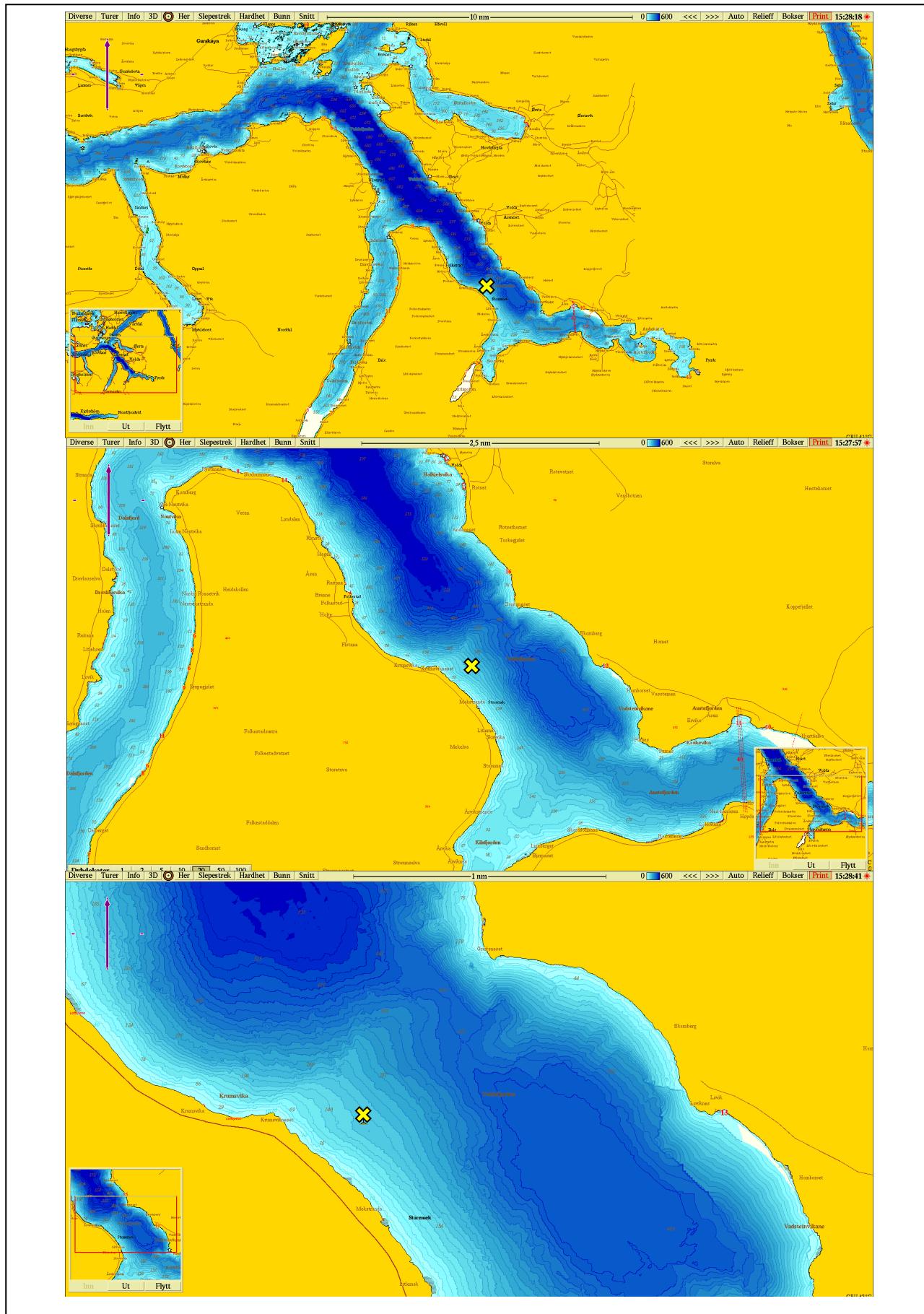
3. Metodikk

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

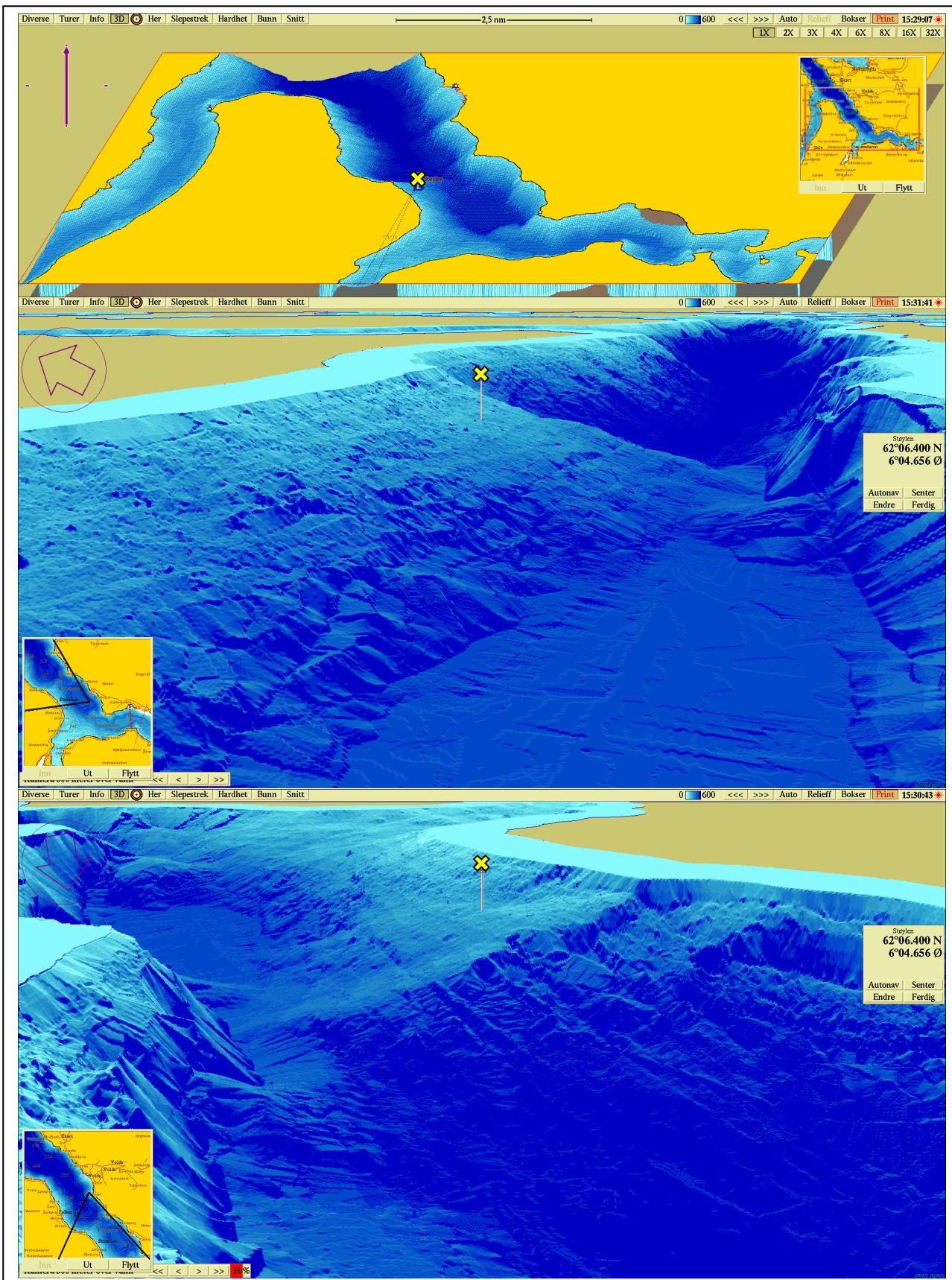
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 - Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	spredning (60m)	bunn (173m)
Posisjonsanvisning				
Posisjon	62° 06.400' N; 006° 04.656' Ø			
Dyp på målested	175m	175m	175m	175m
Instrumenttype	Nortek punktmåler	Nortek punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	27.08.20 - 02.10.20	27.08.20 - 02.10.20	27.08.20 - 02.10.20	27.08.20 - 02.10.20
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	35.9	35.9	35.9	35.9
Manglende datapunkt	-	-	6	-



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



Figur 3.2. 3D-bilde av bunntopografi i området. Den tynne komasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering (øverste bilde) og den tykke komasspila 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

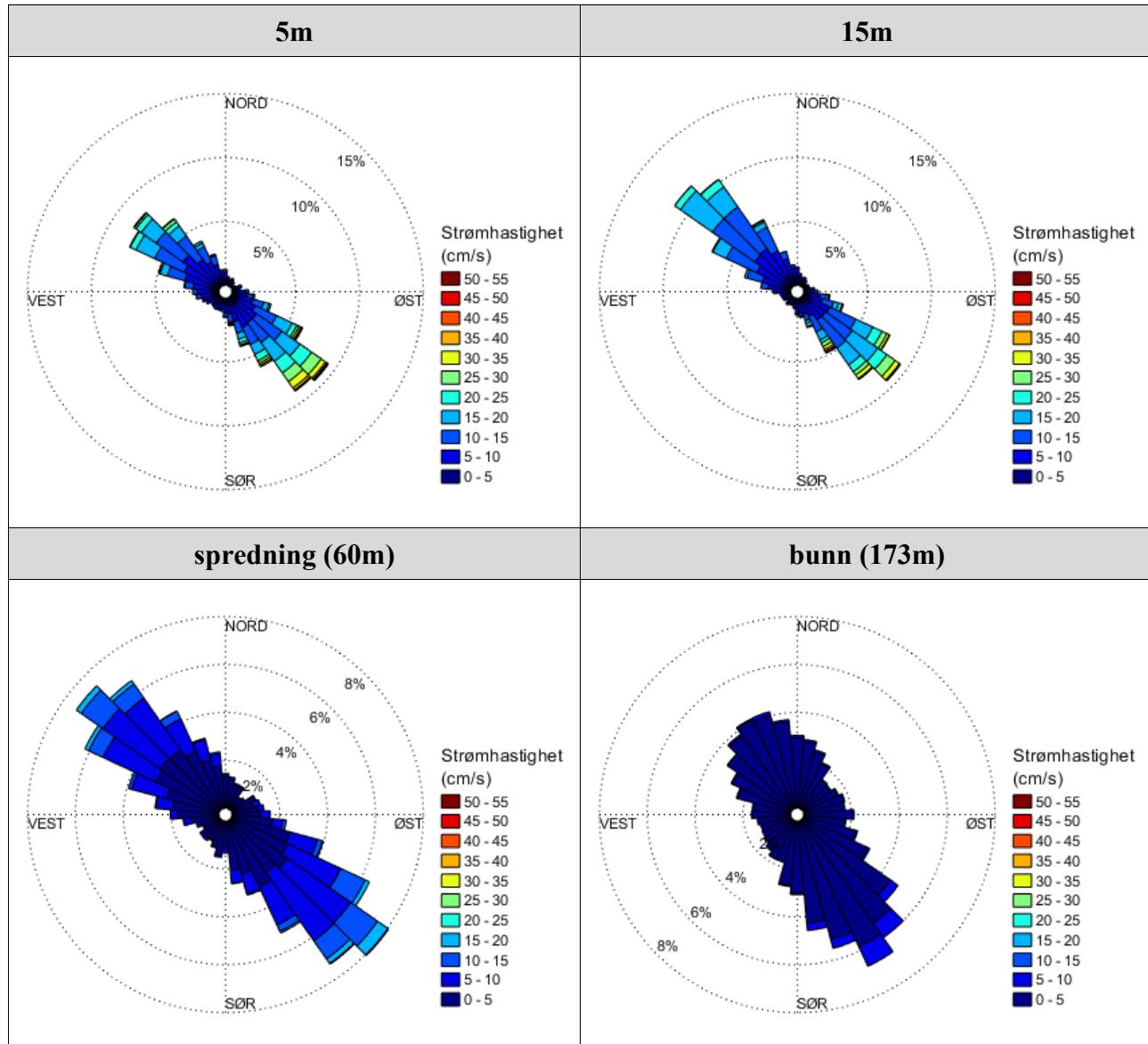
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m).

Måledyp	5m	15m	spredning (60m)	bunn (173m)
Sjøtemperatur (°C)	13.0 - 16.8	12.8 - 16.3	8.1 - 14.3	7.8 - 8.2
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	50.8	49.0	20.6	8.5
Gjennomsnitt (cm/s)	11.1	11.0	5.0	2.2
Minimum (cm/s)	0.0	0.1	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	19.1	18.5	8.9	3.8
Signifikant min (cm/s)	4.4	4.5	1.8	0.9
Varians (cm/s) ²	52.4	45.8	12.0	1.8
Standardavvik (cm/s)	7.2	6.8	3.5	1.3
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	0.9	0.8	5.1	18.3
Lengst periode < 1cm/s (min)	20	20	90	100
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	8.1	7.8	34.0	75.1
Lengst periode < 3cm/s (min)	120	90	890	2430
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	52.5	49.8	90.8	100.0
Lengst periode < 10cm/s (min)	1840	890	13470	51640
% ≥ 30cm/s	2.5	1.9	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	220	180	0	0
% ≥ 50cm/s	0.02	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 50cm/s (min)	10	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	1.9	0.7	0.4	0.4
Retning (grader)	161	133	141	132
Neumann-parameter	0.2	0.1	0.1	0.2
Gjennomsnittlig vannflytning (m ³ /m ² /d)	9569	9503	4287	1931

4.2 Strømrosor

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



Figur 4.2.1. Strømrosor på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m).

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

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

Hastighetsfordeling er \geq (lavest verdi) og $<$ (høyest verdi) i oppgitt hastighetsrekkevidde.

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

Retning (grader)	Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		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	0	10	25	39	16	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1.7	3455	1.0	14.2
N 15	1	8	16	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.0	1692	0.5	11.5
NØ 30	2	20	13	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0.9	935	0.3	10.0
NØ 45	2	12	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0.6	741	0.2	8.3
NØ 60	2	16	11	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.7	784	0.2	10.2
Ø 75	2	13	17	24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1.1	1780	0.5	12.7
Ø 90	2	16	22	43	15	0	0	3	0	0	0	0	0	101	2.0	4092	1.2	29.5
Ø 105	2	13	23	70	46	20	6	1	0	0	0	0	0	181	3.5	10403	3.0	25.5
SØ 120	2	17	24	121	142	90	40	19	18	6	1	0	0	480	9.3	40261	11.7	50.8
SØ 135	3	11	37	144	178	151	85	75	58	9	0	0	0	751	14.5	74017	21.6	48.7
SØ 150	5	19	27	140	101	71	48	20	26	1	0	0	0	458	8.9	37302	10.9	42.7
S 165	0	14	23	83	59	23	13	10	3	1	0	0	0	229	4.4	15361	4.5	41.7
S 180	1	19	15	60	27	1	3	3	0	0	0	0	0	129	2.5	6101	1.8	28.3
S 195	1	17	9	35	13	1	0	0	0	0	0	0	0	76	1.5	3028	0.9	15.8
SV 210	4	18	18	39	4	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.6	2639	0.8	12.6
SV 225	3	19	15	27	2	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1.3	1859	0.5	10.9
SV 240	0	19	24	47	11	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.0	3546	1.0	13.8
V 255	3	15	28	58	18	2	0	0	0	0	0	0	0	124	2.4	4828	1.4	15.4
V 270	2	16	30	74	30	0	0	0	0	0	0	0	0	152	2.9	6298	1.8	14.9
V 285	2	21	46	137	75	25	4	0	0	0	0	0	0	310	6.0	16023	4.7	23.4
NV 300	2	14	31	182	194	108	32	5	2	0	0	0	0	570	11.0	39891	11.6	32.2
NV 315	0	20	26	208	182	100	40	20	4	1	0	0	0	601	11.6	43892	12.8	40.6
NV 330	1	16	32	114	109	27	12	1	0	0	0	0	0	312	6.0	18521	5.4	26.5
N 345	2	12	26	49	32	5	0	0	0	0	0	0	0	126	2.4	5699	1.7	17.5
Antall obs.	44	375	545	1745	1260	624	283	157	111	18	1	0	0	5164	100	0	0	0
%	0.9	7.3	10.6	33.8	24.4	12.1	5.5	3.0	2.1	0.3	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	7	27	23	47	4	0	0	0	0	0	0	0	0	108	2.1	3194	0.9	12.9
N 15	2	20	22	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.2	1647	0.5	11.5
NØ 30	1	18	14	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.0	1434	0.4	10.8
NØ 45	1	11	10	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0.8	1115	0.3	9.9
NØ 60	1	10	13	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0.8	1305	0.4	14.0
Ø 75	1	10	14	13	12	1	0	0	0	0	0	0	0	51	1.0	1966	0.6	15.1
Ø 90	1	13	15	36	15	6	1	0	0	0	0	0	0	87	1.7	3892	1.1	21.9
Ø 105	1	11	29	76	54	23	11	2	2	1	0	0	0	210	4.1	13088	3.8	40.0
SØ 120	1	10	28	118	169	115	62	36	21	1	0	0	0	561	10.9	49533	14.5	42.3
SØ 135	0	18	34	132	203	165	58	41	32	3	0	0	0	686	13.3	61185	18.0	46.7
SØ 150	0	4	21	102	108	54	22	19	28	9	0	0	0	367	7.1	33304	9.8	49.0
S 165	1	10	17	71	27	14	8	4	1	0	0	0	0	153	3.0	9181	2.7	33.7
S 180	5	18	21	44	6	3	2	0	0	0	0	0	0	99	1.9	3601	1.1	23.7
S 195	2	14	12	23	2	2	0	0	0	0	0	0	0	55	1.1	1729	0.5	18.1
SV 210	1	10	15	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0.9	1527	0.4	12.5
SV 225	3	23	14	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1.2	1457	0.4	8.8
SV 240	1	13	19	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	1.0	1375	0.4	9.9
V 255	1	14	19	28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	63	1.2	1763	0.5	10.3
V 270	1	19	23	49	11	0	0	0	0	0	0	0	0	103	2.0	3435	1.0	12.5
V 285	1	25	37	105	71	5	0	0	0	0	0	0	0	244	4.7	11382	3.3	18.4
NV 300	3	18	25	187	206	103	6	0	0	0	0	0	0	548	10.6	36037	10.6	21.5
NV 315	1	14	41	223	316	203	58	2	0	0	0	0	0	858	16.6	64077	18.8	27.3
NV 330	2	17	52	161	163	40	11	4	0	0	0	0	0	450	8.7	26879	7.9	27.3
N 345	3	14	33	83	30	1	0	0	0	0	0	0	0	164	3.2	6749	2.0	15.7
Antall obs.	41	361	551	1620	1411	735	239	108	84	14	0	0	0	5164	100	0	0	0
%	0.8	7.0	10.7	31.4	27.3	14.2	4.6	2.1	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredning (60m).

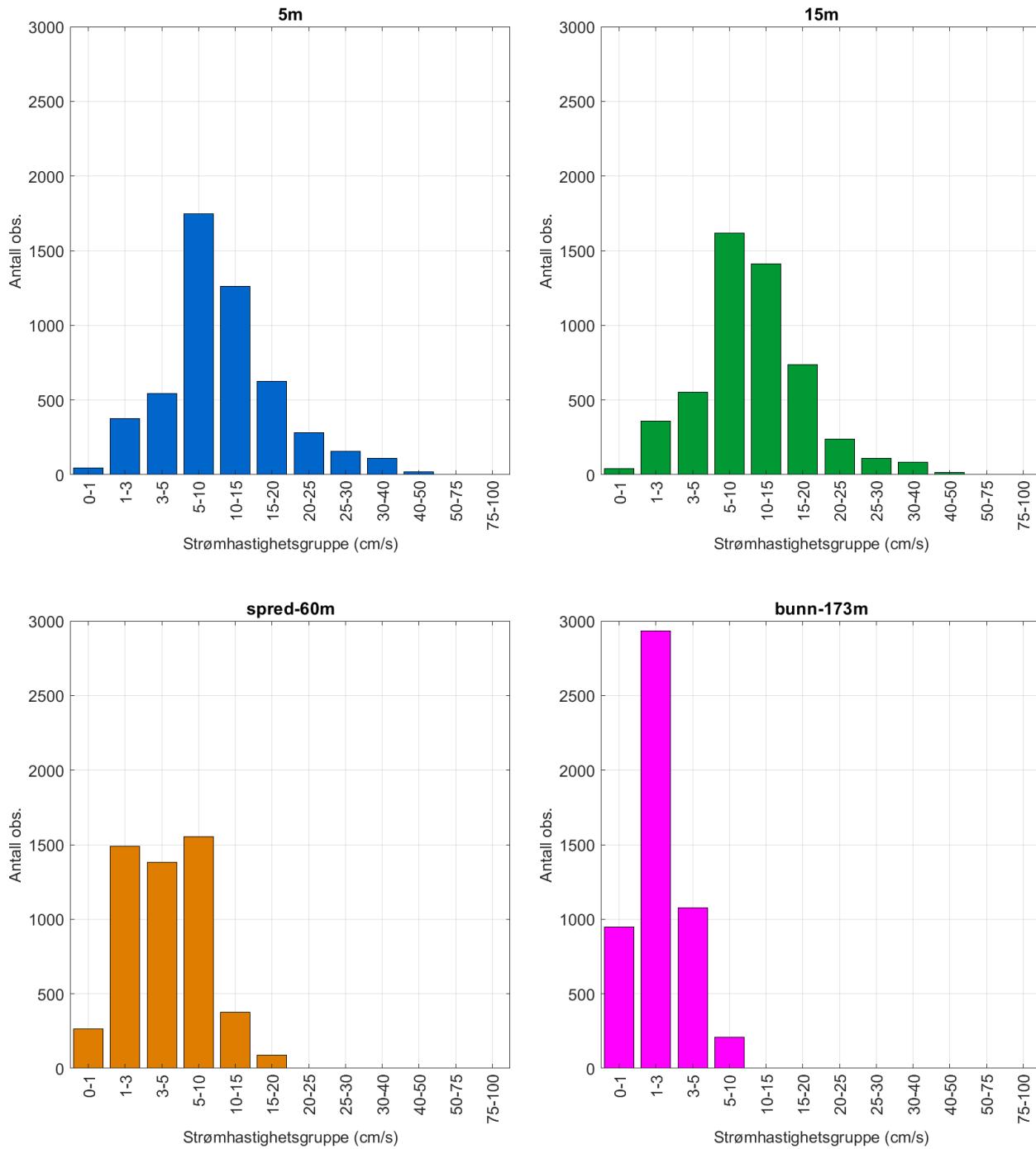
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	% %	Relativ vannfluks		Maksstrøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	8	66	37	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	126	2.4	2320	1.5	11.7
N	15	15	50	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.6	1122	0.7	6.2
NØ	30	10	50	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.6	1123	0.7	6.7
NØ	45	4	29	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0.9	713	0.5	5.2
NØ	60	14	41	26	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	1.8	1492	1.0	6.7
Ø	75	11	36	27	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.8	1842	1.2	9.1
Ø	90	7	54	43	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	2.6	2756	1.8	8.7
Ø	105	8	59	92	58	12	2	0	0	0	0	0	0	0	231	4.5	6344	4.1	15.6
SØ	120	9	77	120	187	76	14	2	0	0	0	0	0	0	485	9.4	19219	12.5	20.6
SØ	135	10	78	127	262	97	34	2	0	0	0	0	0	0	610	11.8	26469	17.2	20.4
SØ	150	16	87	121	155	26	5	0	0	0	0	0	0	0	410	7.9	13106	8.5	17.2
S	165	6	78	90	53	2	0	0	0	0	0	0	0	0	229	4.4	5387	3.5	11.3
S	180	8	51	38	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	2.2	2127	1.4	7.1
S	195	15	55	31	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	108	2.1	1750	1.1	11.0
SV	210	14	43	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	1.5	1078	0.7	9.0
SV	225	10	40	16	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.4	1205	0.8	7.5
SV	240	10	38	17	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	1.4	1091	0.7	8.0
V	255	7	47	20	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	1.9	1917	1.2	9.9
V	270	13	69	48	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	157	3.0	3205	2.1	12.8
V	285	14	75	71	84	7	0	0	0	0	0	0	0	0	251	4.9	6720	4.4	13.7
NV	300	14	103	111	187	47	11	0	0	0	0	0	0	0	473	9.2	16610	10.8	19.0
NV	315	19	96	122	226	73	20	0	0	0	0	0	0	0	556	10.8	20617	13.4	17.3
NV	330	12	86	100	112	28	1	0	0	0	0	0	0	0	339	6.6	10249	6.7	15.1
N	345	11	81	65	57	4	0	0	0	0	0	0	0	0	218	4.2	5082	3.3	11.0
Antall obs.		265	1489	1383	1553	377	87	4	0	0	0	0	0	0	5158	100	0	0	0
%		5.1	28.8	26.8	30.1	7.3	1.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.4. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra bunndyp (173m).

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			m³/m²	%	
N	0	35	130	56	7	0	0	0	0	0	0	0	0	228	4.4	3174	4.6	7.0
N	15	32	150	29	5	0	0	0	0	0	0	0	0	216	4.2	2689	3.9	7.8
NØ	30	32	96	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	164	3.2	2104	3.0	8.2
NØ	45	37	73	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	126	2.4	1358	2.0	6.2
NØ	60	30	59	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	114	2.2	1283	1.9	5.3
Ø	75	43	79	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	141	2.7	1483	2.1	6.8
Ø	90	47	95	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	3.0	1429	2.1	4.9
Ø	105	44	95	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	162	3.1	1808	2.6	7.6
SØ	120	44	140	45	8	0	0	0	0	0	0	0	0	237	4.6	3234	4.7	7.1
SØ	135	40	188	142	46	0	0	0	0	0	0	0	0	416	8.1	7422	10.7	8.1
SØ	150	44	220	200	61	0	0	0	0	0	0	0	0	525	10.2	9623	13.9	7.8
S	165	42	187	126	24	0	0	0	0	0	0	0	0	379	7.3	6133	8.9	6.5
S	180	51	146	49	12	0	0	0	0	0	0	0	0	258	5.0	3497	5.0	8.5
S	195	42	106	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	178	3.4	1982	2.9	5.7
SV	210	40	84	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	2.6	1346	1.9	4.8
SV	225	41	77	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	2.4	1059	1.5	4.4
SV	240	36	61	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	1.9	767	1.1	3.8
V	255	35	65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.0	820	1.2	3.7
V	270	27	85	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	2.3	1175	1.7	4.3
V	285	39	103	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	163	3.2	1804	2.6	5.5
NV	300	42	135	31	3	0	0	0	0	0	0	0	0	211	4.1	2467	3.6	5.9
NV	315	45	173	65	4	0	0	0	0	0	0	0	0	287	5.6	3805	5.5	7.3
NV	330	33	211	70	6	0	0	0	0	0	0	0	0	320	6.2	4438	6.4	7.2
N	345	45	174	78	11	0	0	0	0	0	0	0	0	308	6.0	4344	6.3	6.1
Antall obs.		946	2932	1078	208	0	0	0	0	0	0	0	0	5164	100	0	0	0
%		18.3	56.8	20.9	4.0	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

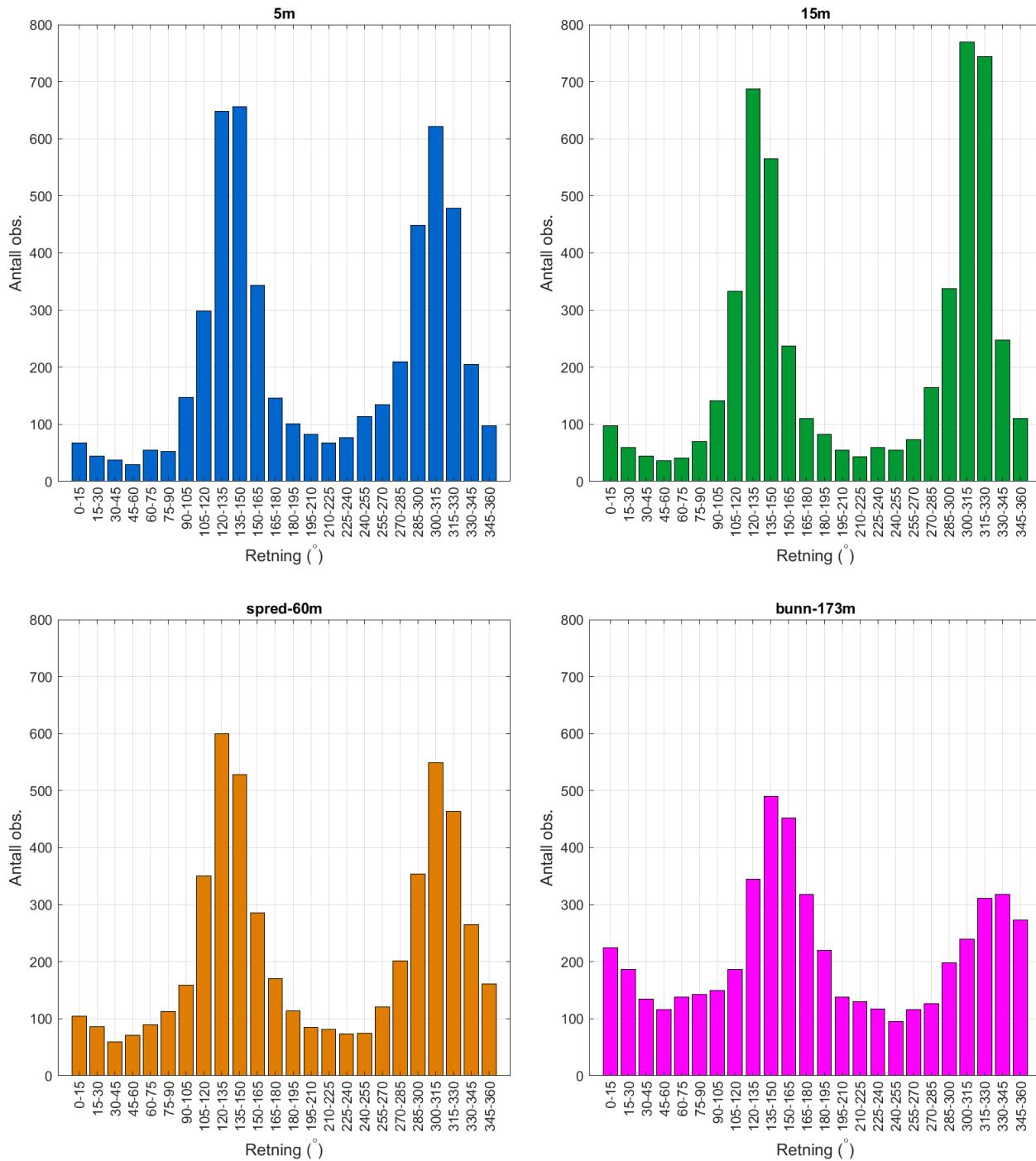
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

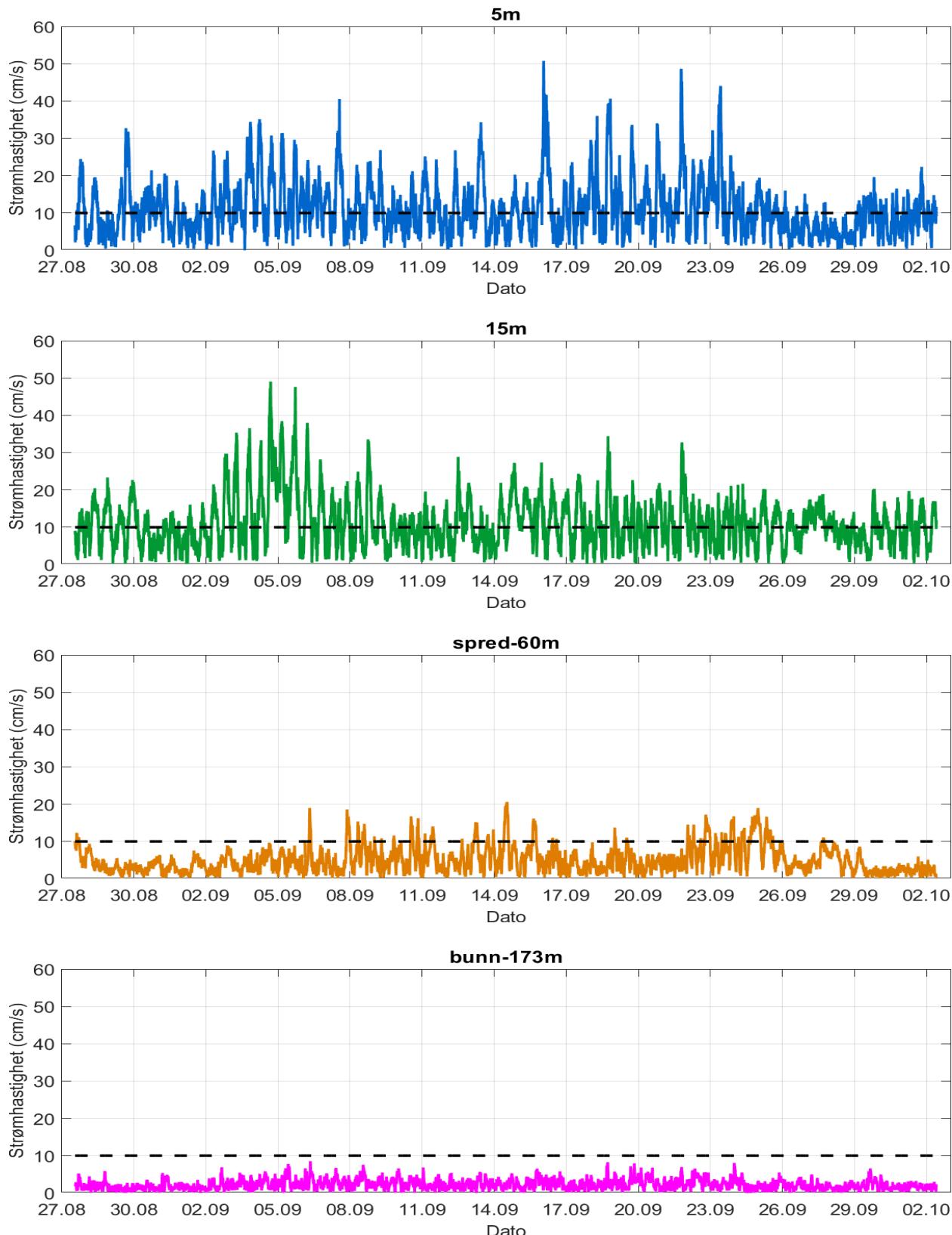
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

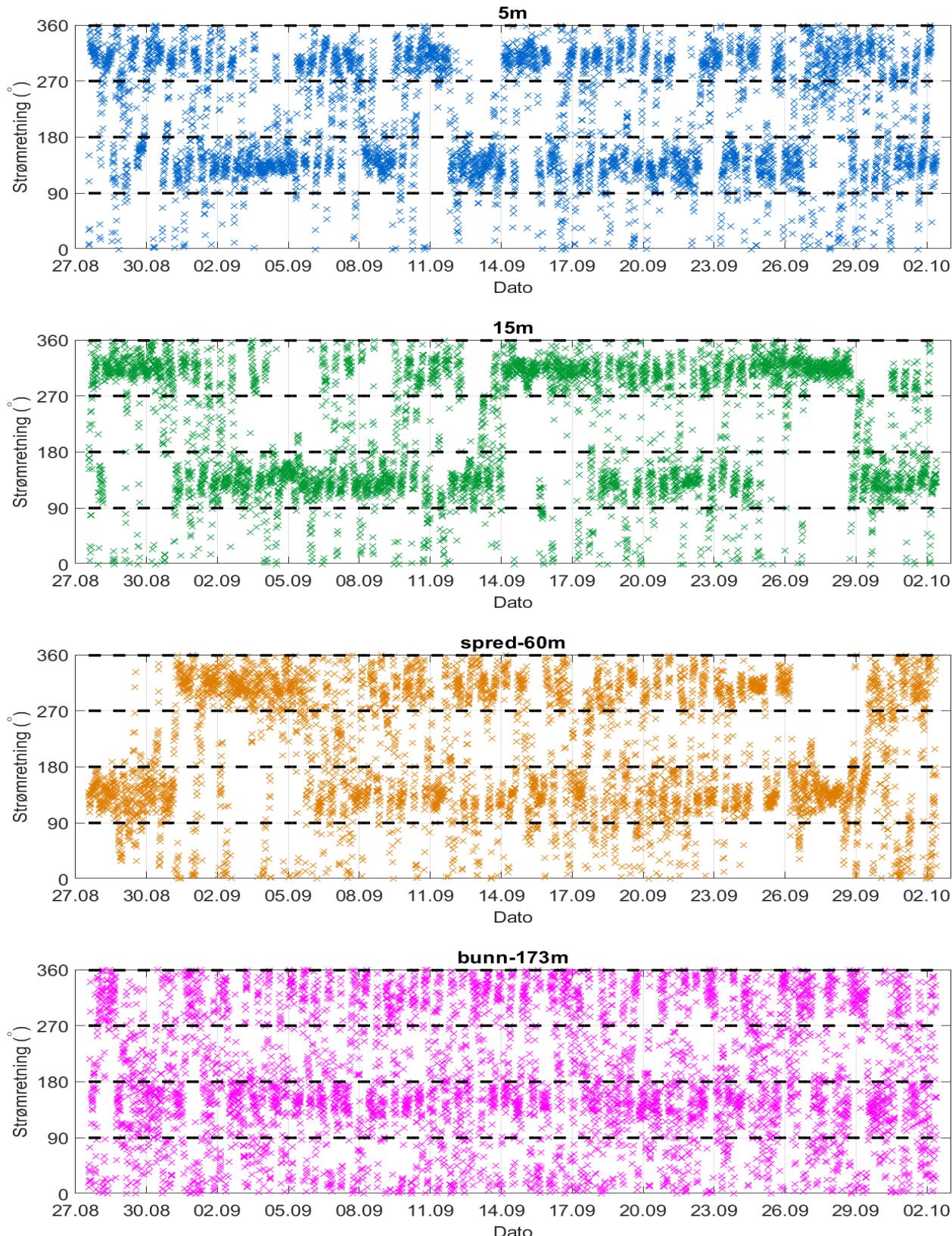
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

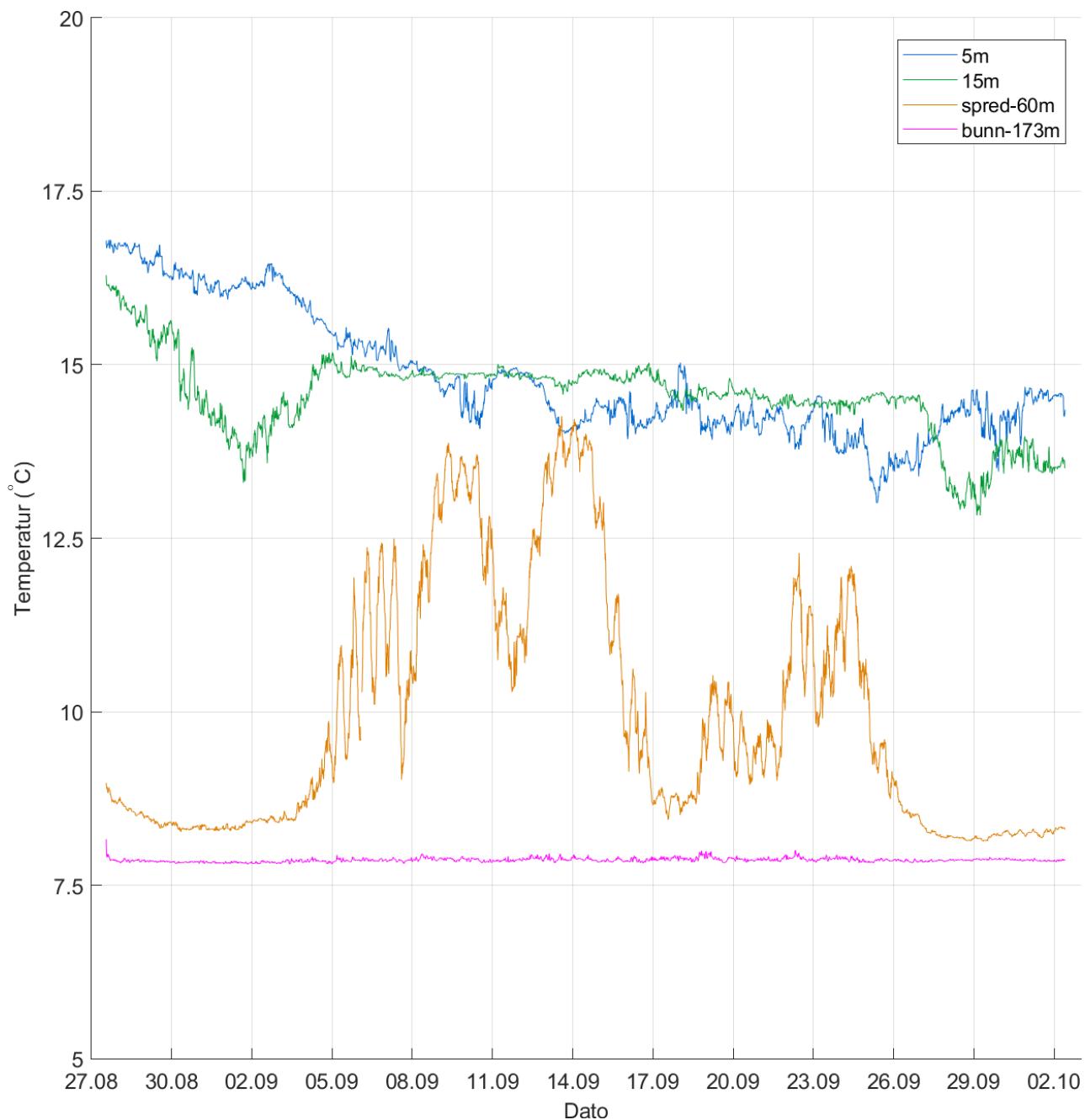
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

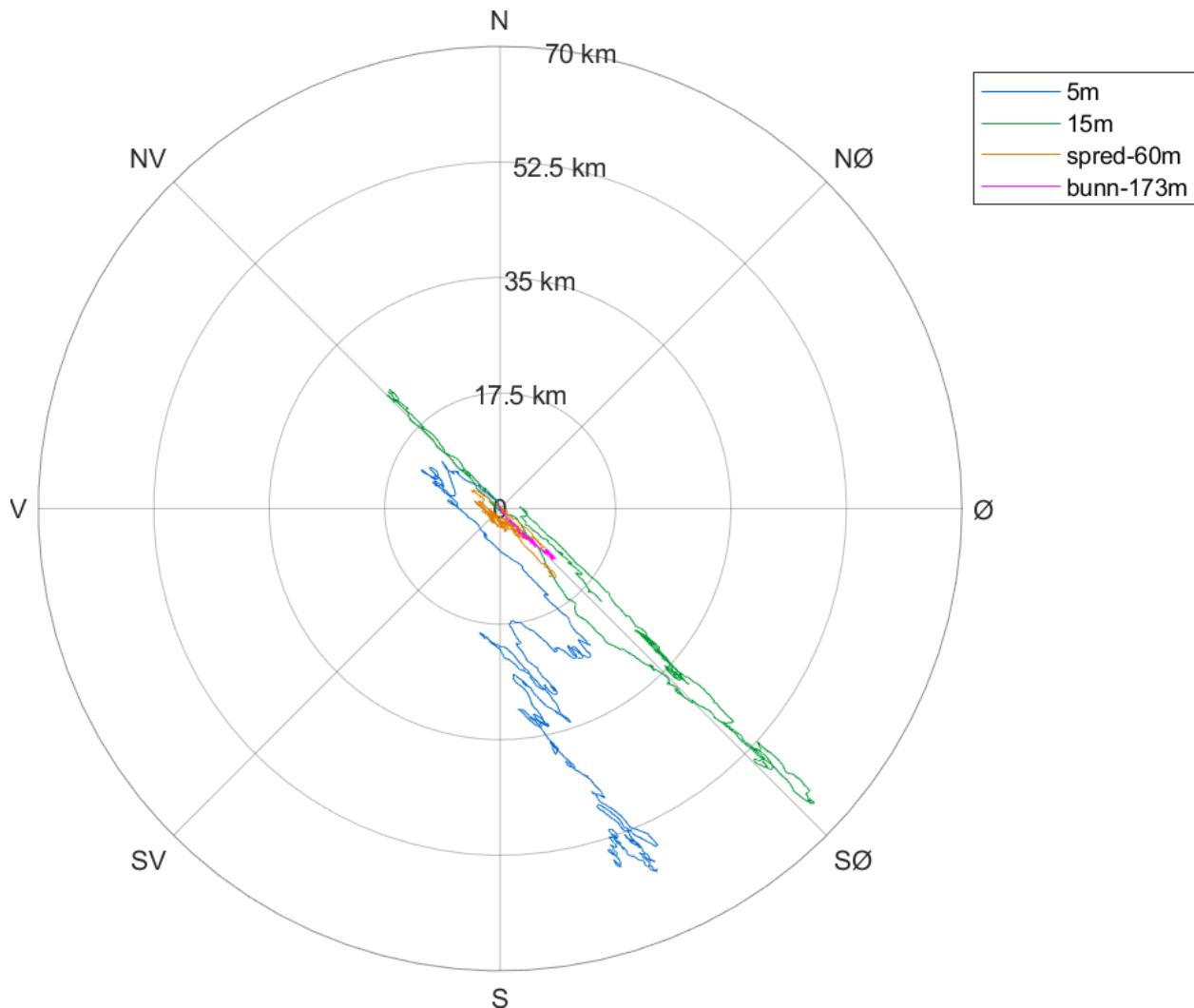
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

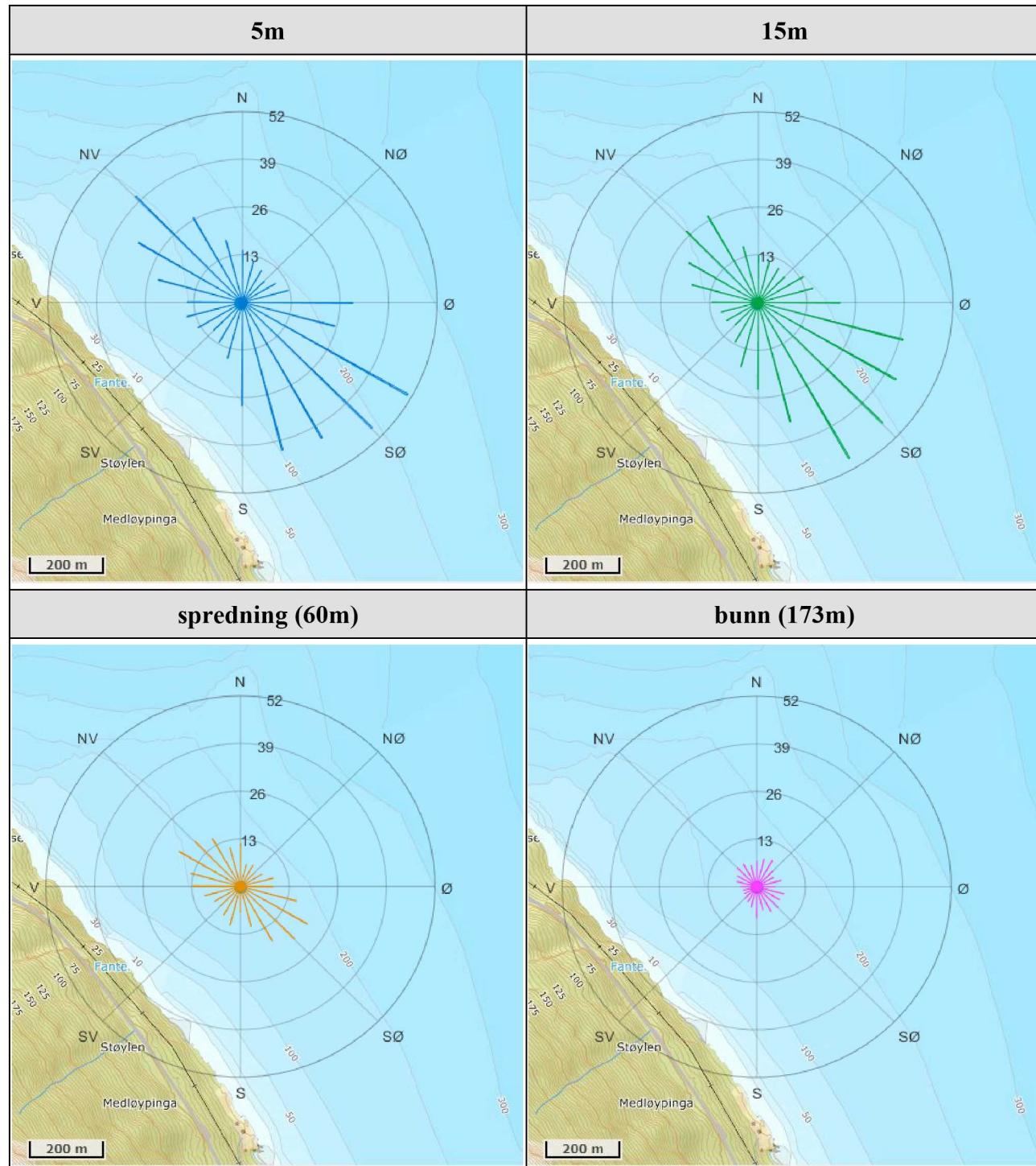
4.9 Progressivt vektordiagram

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



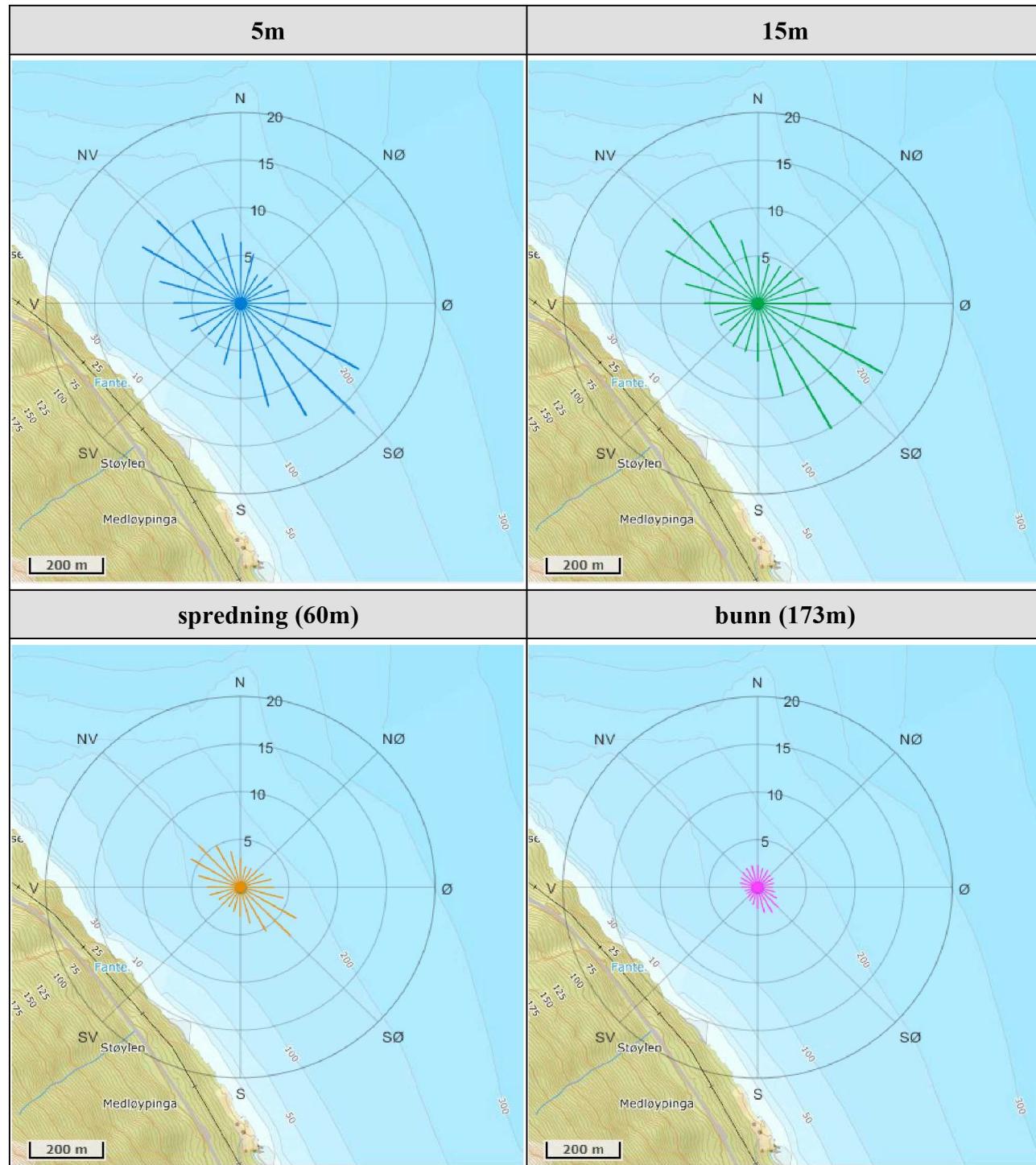
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m) i løpet av måleperioden.

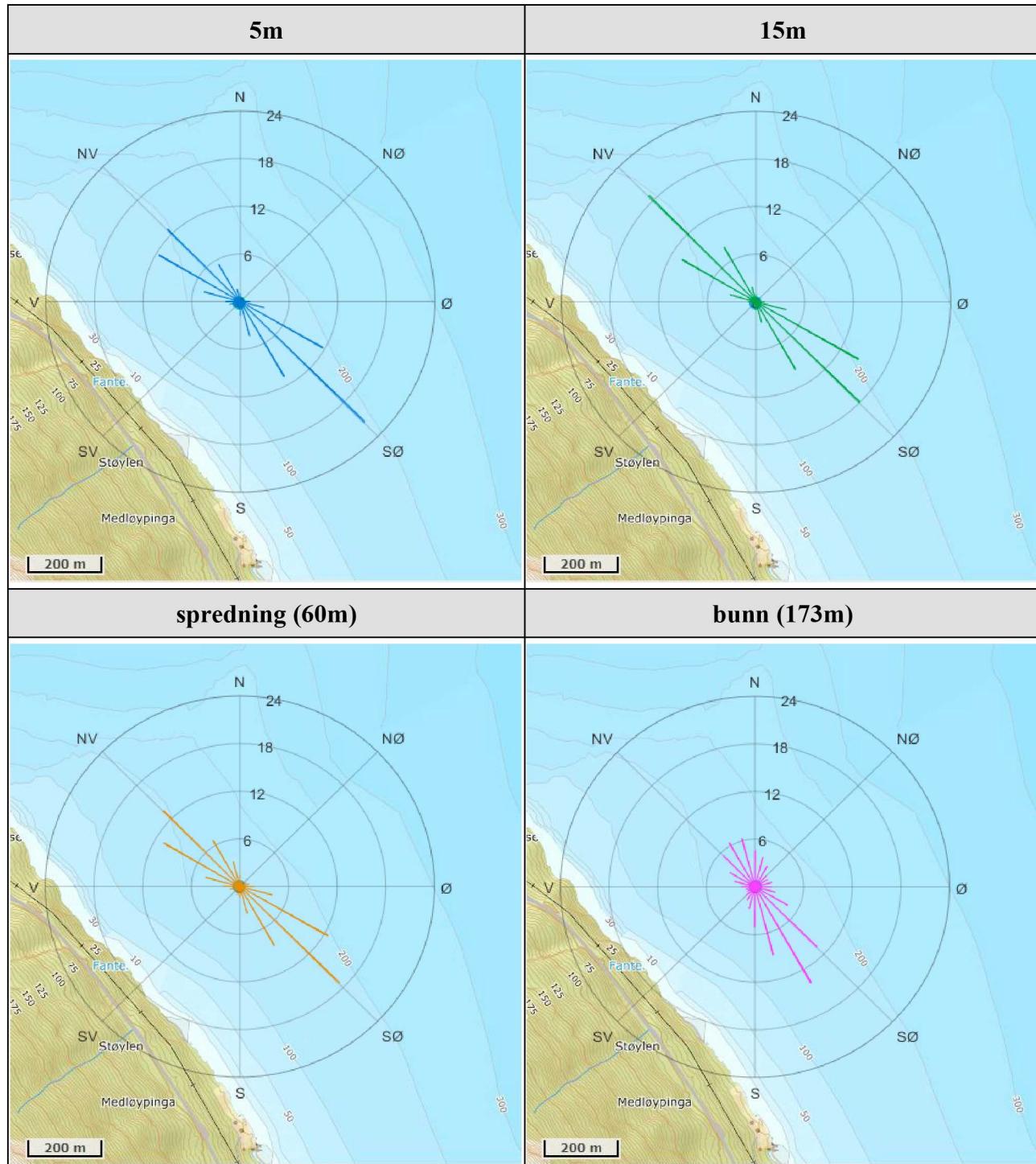
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m) i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

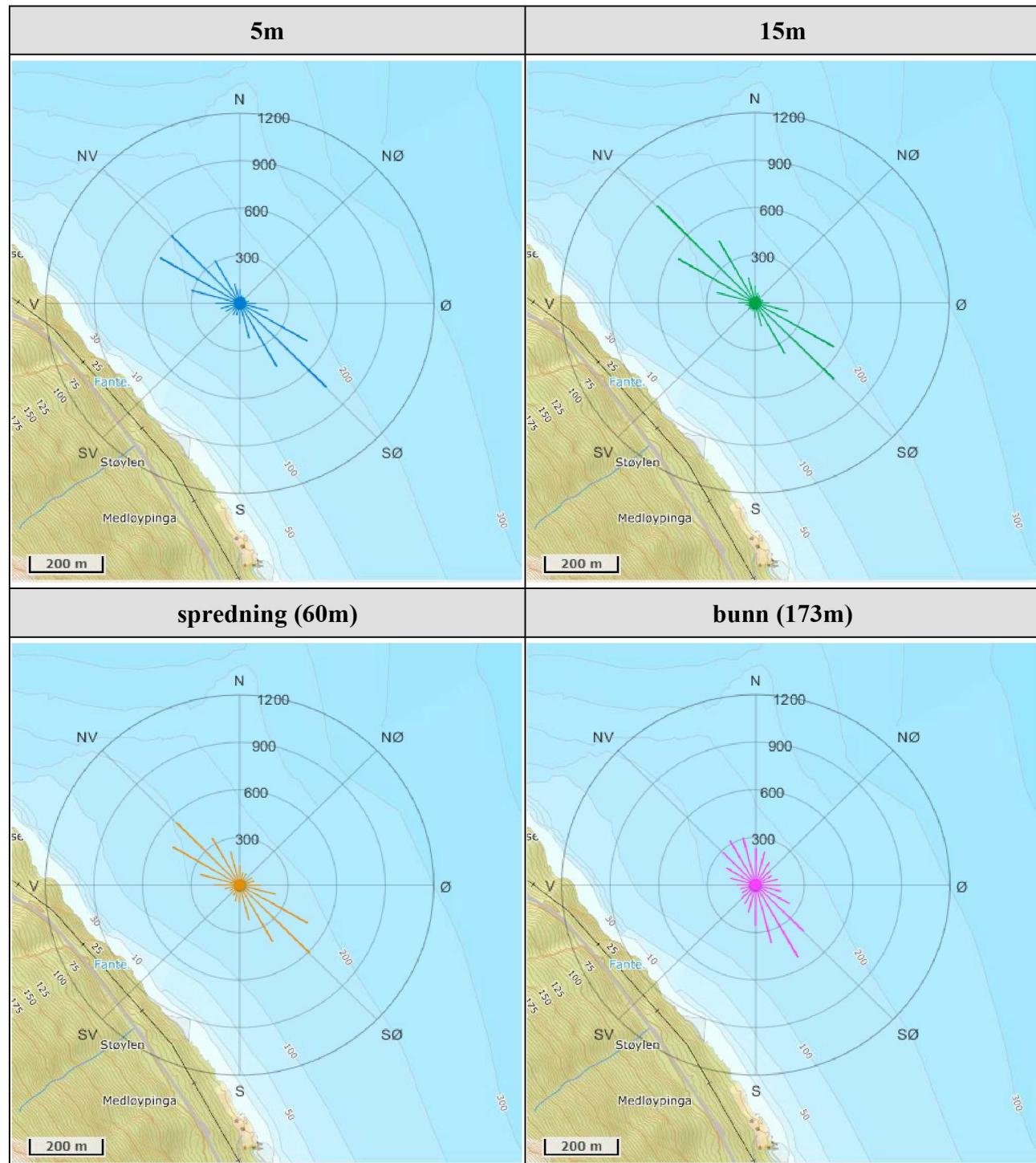
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredning (60m) og bunndyp (173m) 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, spredning (60m) og bunndyp (173m) 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	17.5	10.2	29.5	50.8	41.7	13.8	23.4	40.6
15m	15.7	14.0	40.0	49.0	33.7	12.5	18.4	27.3
spredning (60m)	11.7	6.7	15.6	20.6	11.3	9.0	13.7	19.0
bunn (173m)	7.8	8.2	7.6	8.1	8.5	4.8	5.5	7.3

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	6.5	3.7	8.0	15.0	9.4	5.4	7.7	11.5
15m	5.4	4.8	9.1	14.9	7.9	4.5	6.7	11.4
spredning (60m)	3.1	2.5	4.0	6.5	3.4	2.5	3.9	5.8
bunn (173m)	2.2	2.0	1.7	2.9	2.4	1.5	1.7	2.2

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	269	112	340	1689	434	250	586	1483
15m	336	133	348	1614	307	160	410	1856
spredning (60m)	427	222	458	1505	451	222	505	1368
bunn (173m)	752	404	456	1178	815	359	382	818

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	3.0	0.7	4.7	44.2	7.1	2.3	7.9	29.8
15m	3.2	1.1	5.6	42.3	4.3	1.3	4.9	37.3
spredning (60m)	5.2	2.2	7.2	38.4	6.1	2.2	7.7	31.0
bunn (173m)	14.7	6.9	6.8	29.3	16.8	4.6	5.5	15.5

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)	17.5	10.2	29.5	50.8	41.7	13.8	23.4	40.6
Retning (°)	339	64	91	125	165	247	290	313
10-år (cm/s)	29	17	49	84	69	23	39	67
50-år (cm/s)	32	19	55	94	77	26	43	75

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)	15.7	14.0	40.0	49.0	33.7	12.5	18.4	27.3
Retning (°)	341	57	109	148	158	203	289	311
10-år (cm/s)	26	23	66	81	56	21	30	45
50-år (cm/s)	29	26	74	91	62	23	34	51

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	spredning (60m)	bunn (173m)
1	1.0	1.1	0.4	0.2
10	3.4	3.4	1.4	0.7
20	5.2	5.2	2.1	1.1
30	6.7	6.8	2.8	1.4
40	8.1	8.5	3.4	1.7
50	9.6	10.0	4.1	2.0
60	11.2	11.6	4.9	2.4
70	13.1	13.5	5.9	2.8
80	15.9	15.8	7.4	3.3
90	20.6	19.3	9.6	4.1
95	25.6	23.3	12.4	4.8
99	34.4	33.7	16.0	6.1

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 per dyp som er lik eller høyere enn oppgitt strømhastighet (cm/s).

Strømhastighet (cm/s)	5m	15m	spredning (60m)	bunn (173m)
1	99.1	99.1	94.9	81.7
3	91.8	92.2	66.0	24.9
5	81.3	81.5	39.2	4.0
10	47.5	50.2	9.1	
20	11.0	8.6	0.08	
30	2.5	1.9		
40	0.4	0.3		
50	0.02			

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	0.06	0.1	0.1	0.2	0.08	0.2	0.1	0.06	0.9
1-5	1.9	1.5	2.0	2.6	1.8	2.2	3.0	2.7	17.7
5-10	2.2	0.5	2.7	7.8	3.4	2.2	5.2	9.8	33.8
10-20	1.1	0.04	1.6	14.2	2.4	0.3	2.9	13.9	36.4
20-30			0.2	5.6	0.6		0.08	2.1	8.6
30-40				2.0	0.06			0.1	2.2
40-50				0.3	0.02			0.02	0.3
50-60				0.02					0.02
Sum	5.3	2.1	6.6	32.7	8.4	4.9	11.3	28.7	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	0.06	0.06	0.02	0.2	0.1	0.08	0.1	0.9
1-5	2.7	1.5	1.8	2.2	1.8	1.8	2.7	3.2	17.7
5-10	2.8	0.9	2.4	6.8	2.7	1.1	3.5	11.1	31.3
10-20	0.7	0.1	2.1	15.8	1.0	0.08	1.7	20.0	41.5
20-30			0.3	4.6	0.3			1.6	6.8
30-40			0.04	1.6	0.02				1.7
40-50			0.02	0.3					0.3
50-60									0.0
Sum	6.5	2.6	6.7	31.3	6.0	3.1	8.0	36.0	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredning (60m).

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	0.7	0.5	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7	0.9	5.3
1-5	6.1	3.5	6.0	11.8	6.6	3.3	6.4	12.0	55.7
5-10	1.4	0.3	2.1	11.7	1.5	0.4	2.6	10.2	30.2
10-20	0.1		0.3	4.9	0.06		0.2	3.5	9.1
20-30				0.08					0.08
30-40									0.0
40-50									0.0
50-60									0.0
Sum	8.3	4.3	8.9	29.2	8.8	4.4	9.9	26.6	100.0

Tabell 4.21.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (173m).

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	2.2	1.9	2.6	2.5	2.6	2.3	2.0	2.3	18.4
1-5	11.9	5.7	6.1	18.1	12.4	4.7	5.4	13.3	77.6
5-10	0.4	0.2	0.1	2.2	0.7		0.04	0.3	3.9
10-20									0.0
20-30									0.0
30-40									0.0
40-50									0.0
50-60									0.0
Sum	14.5	7.8	8.8	22.8	15.7	7.0	7.4	15.9	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 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	0.9							
1-5	9.1	4.3	3.0	0.6	0.9			
5-10	16.5	9.9	6.0	1.4				
10-20	9.1	5.8	10.6	3.7	3.7	2.1	0.7	0.7
20-30	3.0	2.0	3.0	0.6				
30-40	0.6	0.6	0.5		0.4			
40-50	0.1	0.08	0.1					
50-60	0.02							

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	0.9							
1-5	7.5	4.5	4.3	1.4				
5-10	14.1	9.1	6.4	0.8	0.4	0.5		
10-20	7.4	5.1	10.8	7.6	5.1	1.5	1.3	2.7
20-30	2.3	1.5	1.8	0.3	0.8			
30-40	0.5	0.5	0.3	0.3				
40-50								
50-60								

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredning (60m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	4.3	0.6	0.2					
1-5	8.0	7.0	14.8	9.2	7.4	2.2	1.9	5.2
5-10	7.8	4.4	8.2	3.6	1.2	1.7	1.3	1.8
10-20	1.2	0.9	2.0	0.9	1.6	0.5	0.6	1.2
20-30								
30-40								
40-50								
50-60								

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (173m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	13.8	3.8	0.7					
1-5	10.9	8.7	16.8	14.0	11.7	7.4	3.9	4.3
5-10								
10-20								
20-30								
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. Tidevannsanalsysen er utført ved bruk av analyseverktøyet T_Tide (Pawlowic, et al., 2002).

Tidevannsanalsysen 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.

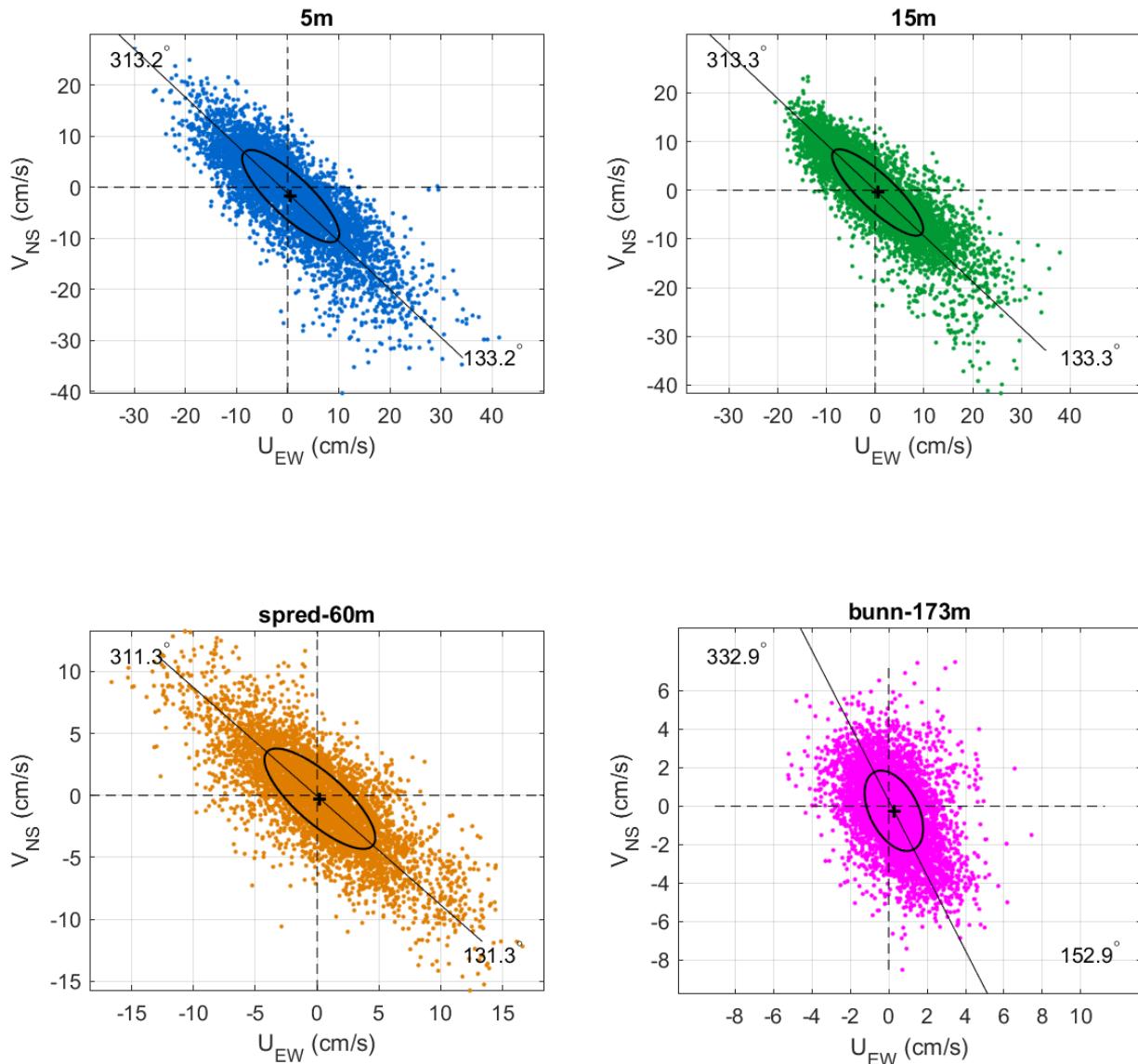
Tabell 4.23.1. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer basert på tidevannsanalyse av målte data.

Måledyp	5m	15m	spredning (60m)	bunn (173m)
Strøm (%)	58.0	59.6	41.7	43.3
Måledyp	5m	15m	spredning (60m)	bunn (173m)
Trykk (%)	-	-	41.4*	-

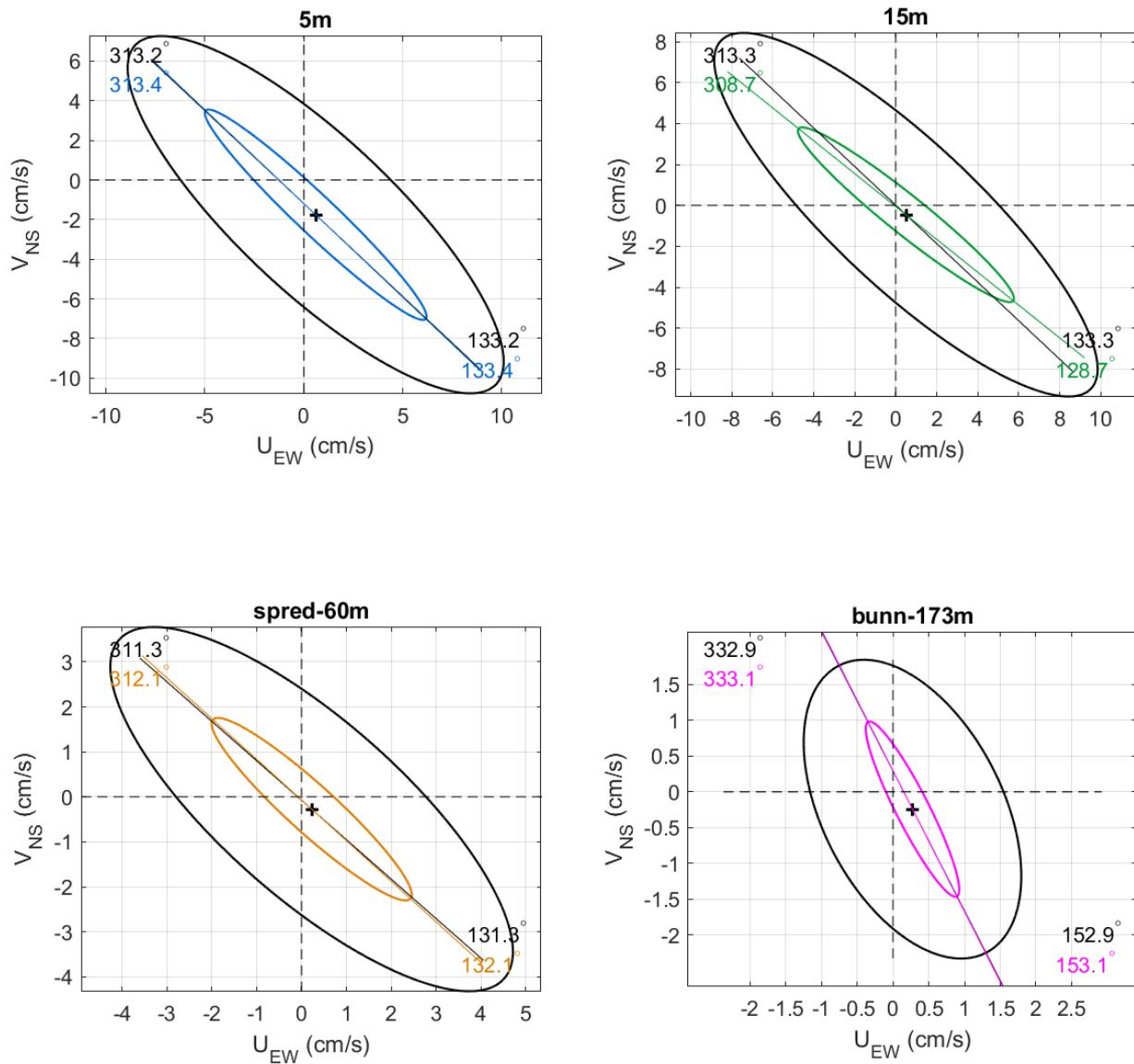
Tabell 4.23.2. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer fra tidevannskomponentene M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 .

Måledyp	5m	15m	spredning (60m)	bunn (173m)
Strøm (%)	48.2	51.6	28.5	31.8
Måledyp	5m	15m	spredning (60m)	bunn (173m)
Trykk (%)	-	-	7.4*	-

* disse verdiene er lave på grunn av nedtrekk som forstyrrer de sykliske tidevannssignalene i trykkdata.



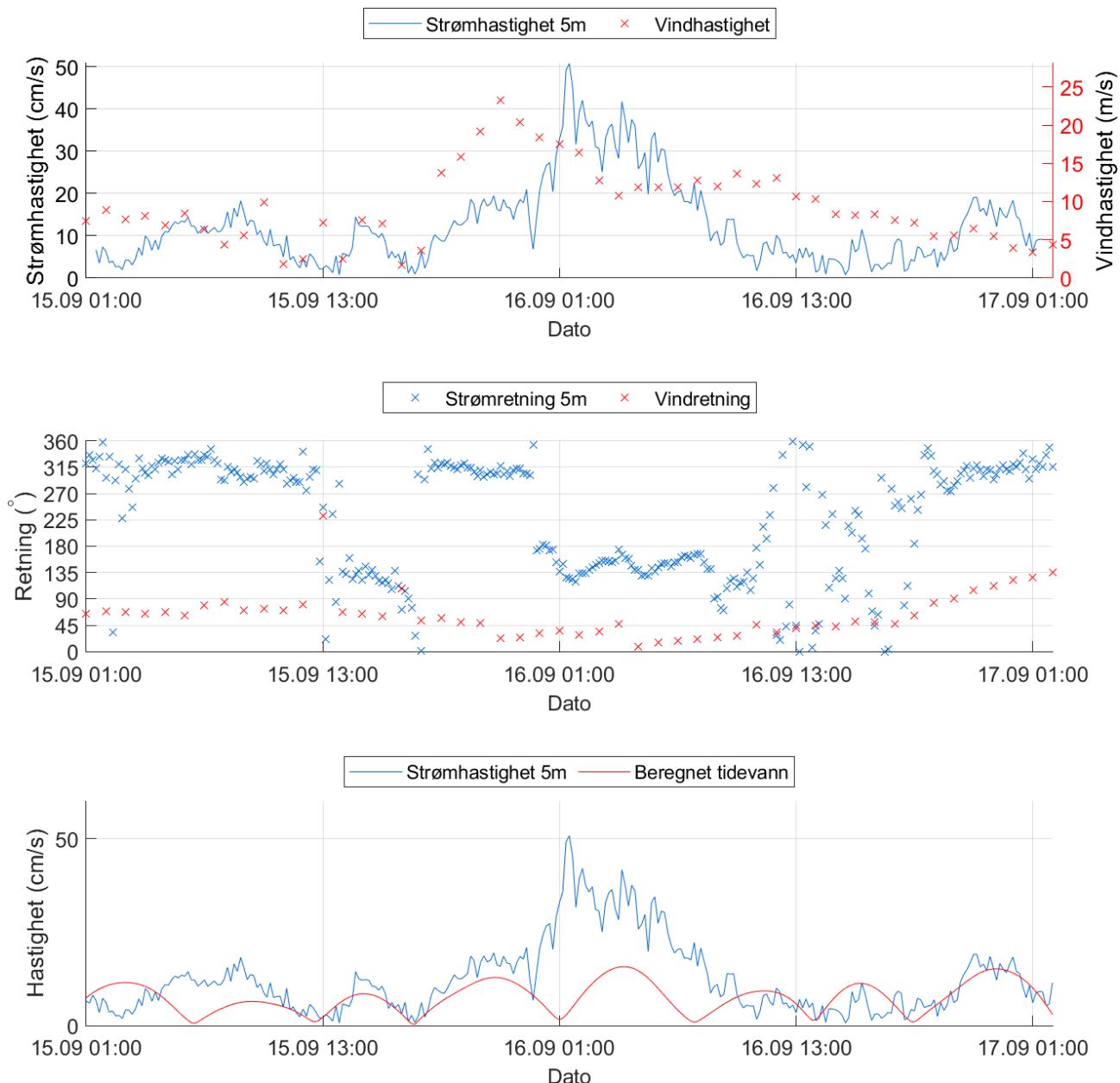
Figur 4.23.1. U_{EW} – V_{NS} punktdiagram med tilhørende strømellipse. Midtpunktet for strømellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transports hastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist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



Figur 4.23.2. U_{EW} – V_{NS} tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strømellipsen (svart linje). Midtpunktet for strømellipsene 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 værstasjon Svinøy Fyr som ligger ca. 48.9km NV for strømmålingsposisjonen, og Ørsta-Volda Lufthavn som ligger ca. 8.3km N for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.4). Wind er tatt fra to værstasjoner fordi vind på Ørsta-Volda Lufthamn er målt 74m over havet og er vurdert styrt av omgivende topografi. Wind her, selv om den er nærmere måleposisjonen, er vurdert å ikke være representativ for vind på måleposisjonen. Svinøy Fyr ligger mer eksponert, og vind her er ikke vurdert som topografisk styrt som på Ørsta-Volda. Wind roses er presentert for begge værstasjonen for å sammenligne de to. De hadde likt mønster under måleperioden. Svinøy Fyr er brukt for vurdering av strømtopper opp mot vind siden at denne værstasjonen er vurdert mest representativt for måleposisjonen.

Vind som påvirker strøm på måleposisjonen i Voldfjorden er mest sannsynlig styrt av topografiens slik at vind fra NV og SØ er vurdert å ha mest betydning for strømmen ved Støylen.

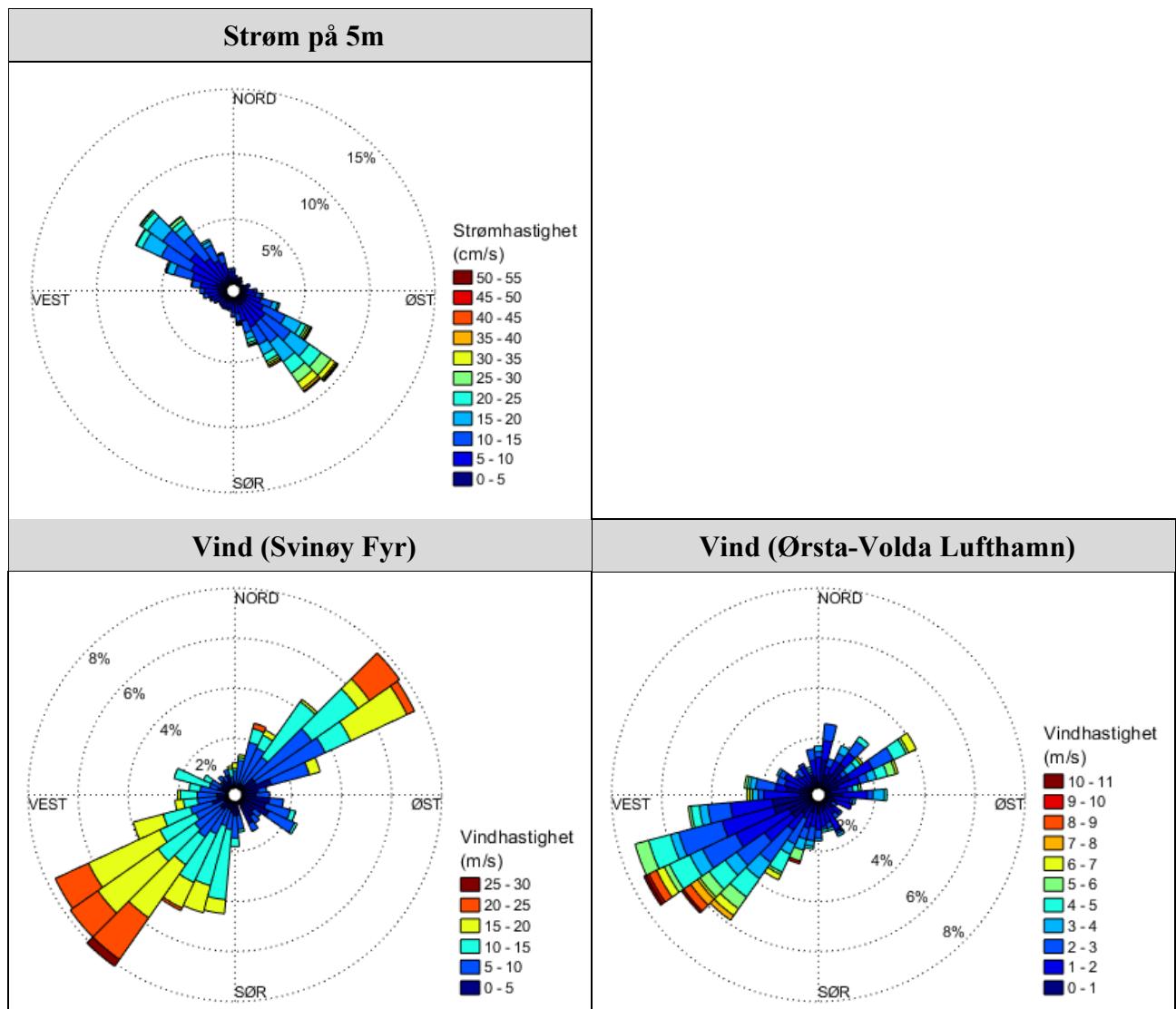
Strømtopper ble sammenlignet med vinddata fra Svinøy Fyr fra samme periode. Figur 4.25.2 og Figur 4.25.3 indikerer hvilke tidspunkter vind på Svinøy Fyr og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning, hvor Figur 4.25.2 også viser vannstand i løpet av måleperioden. Vannstand er hentet fra tidevannsstasjon Ålesund (Kartverket, 2020), som ligger ca. 40.3km N for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.4). 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 på Svinøy Fyr.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	18.0	24.0	15.2	11.5	18.7	27.1	17.2	13.7
Tid (%)	5.6	24.4	7.5	6.9	11.4	30.3	10.4	3.5

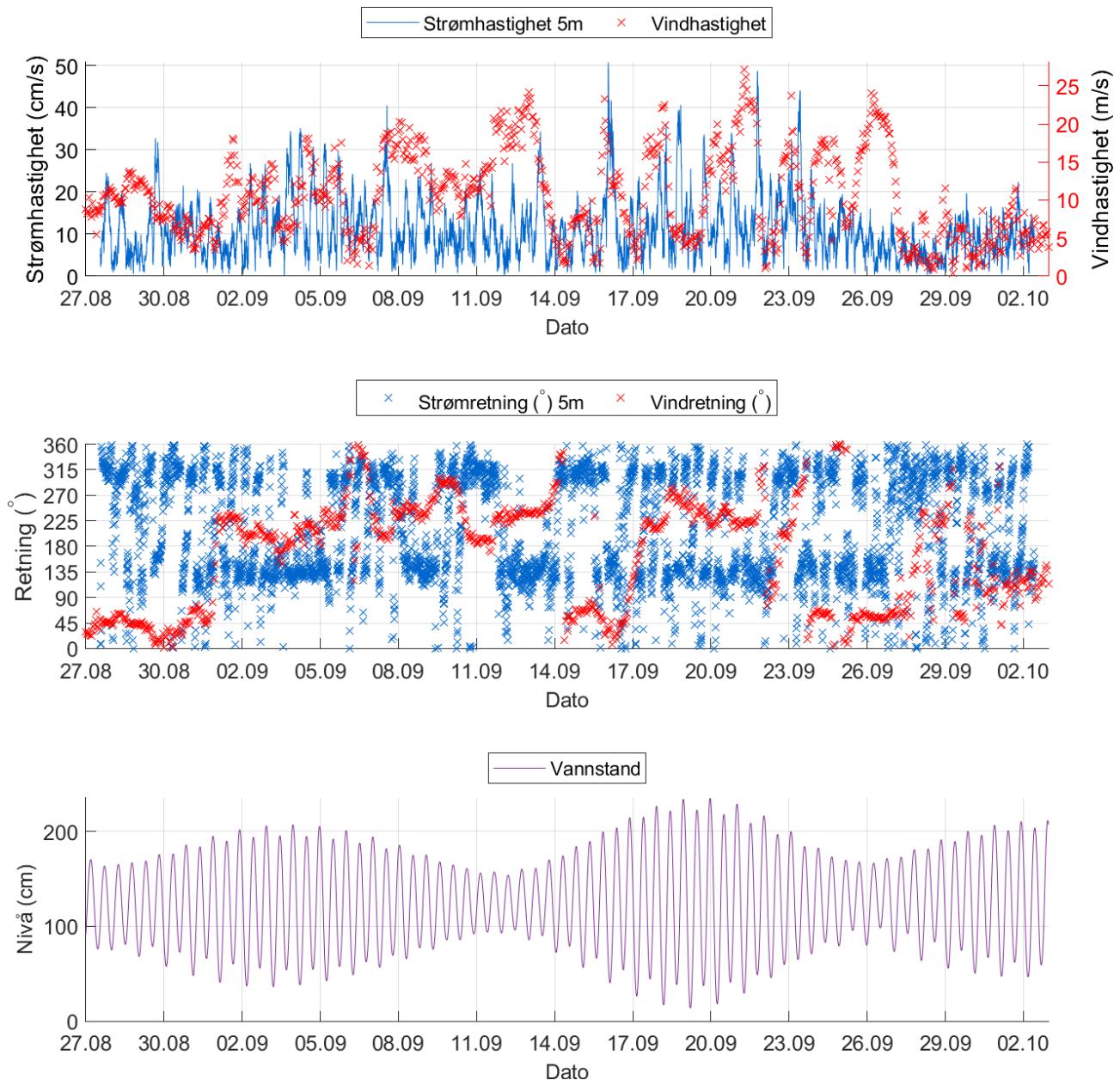
Tabell 4.25.2. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden på Ørsta-Volda Lufthamn.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	4.0	6.6	6.2	3.6	4.3	10.8	6.6	3.5
Tid (%)	8.5	12.9	10.1	5.2	8.3	30.2	19.1	5.7

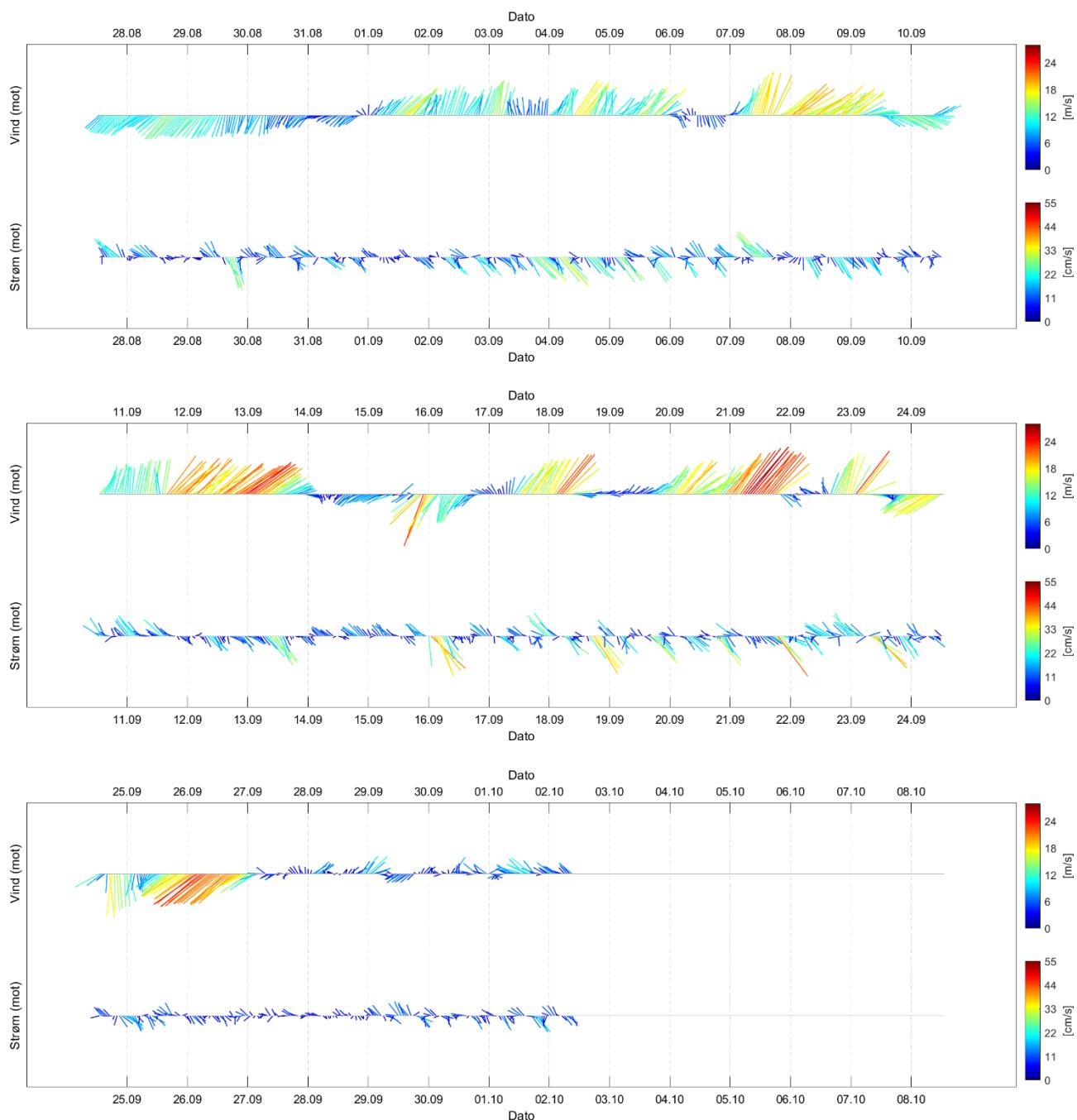


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Svinøy Fyr (nederst til venstre) og Ørsta-Volda Lufthamn (nederst til høyre) værstasjoner under måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.25.2 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. Tidevann er også vist for å vurdere tidevannspåvirkning.

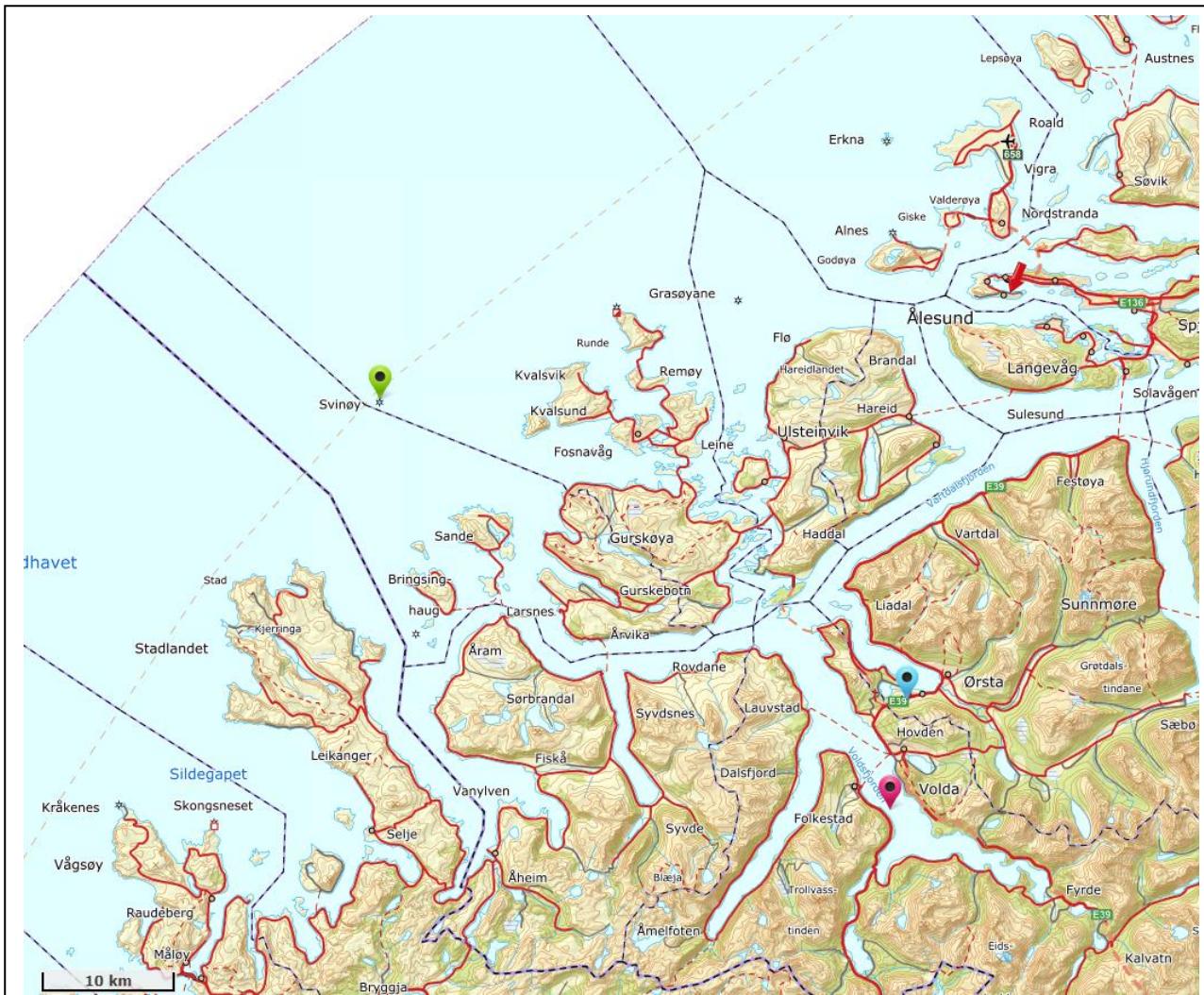


Figur 4.25.2. Strømhastighet på 5m og vindhastighet (Svinøy Fyr), strøm- og vindretning, samt vannstand (Ålesund målestasjon) under måleperioden.



Figur 4.25.3. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Svinøy Fyr (øverst) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.

Merk at vind retning er mot oppgitt retninger og ikke fra oppgitt retning. Dvs at hvor vind og strøm har samme retninger i figur over har vind muligens påvirket strømmen.

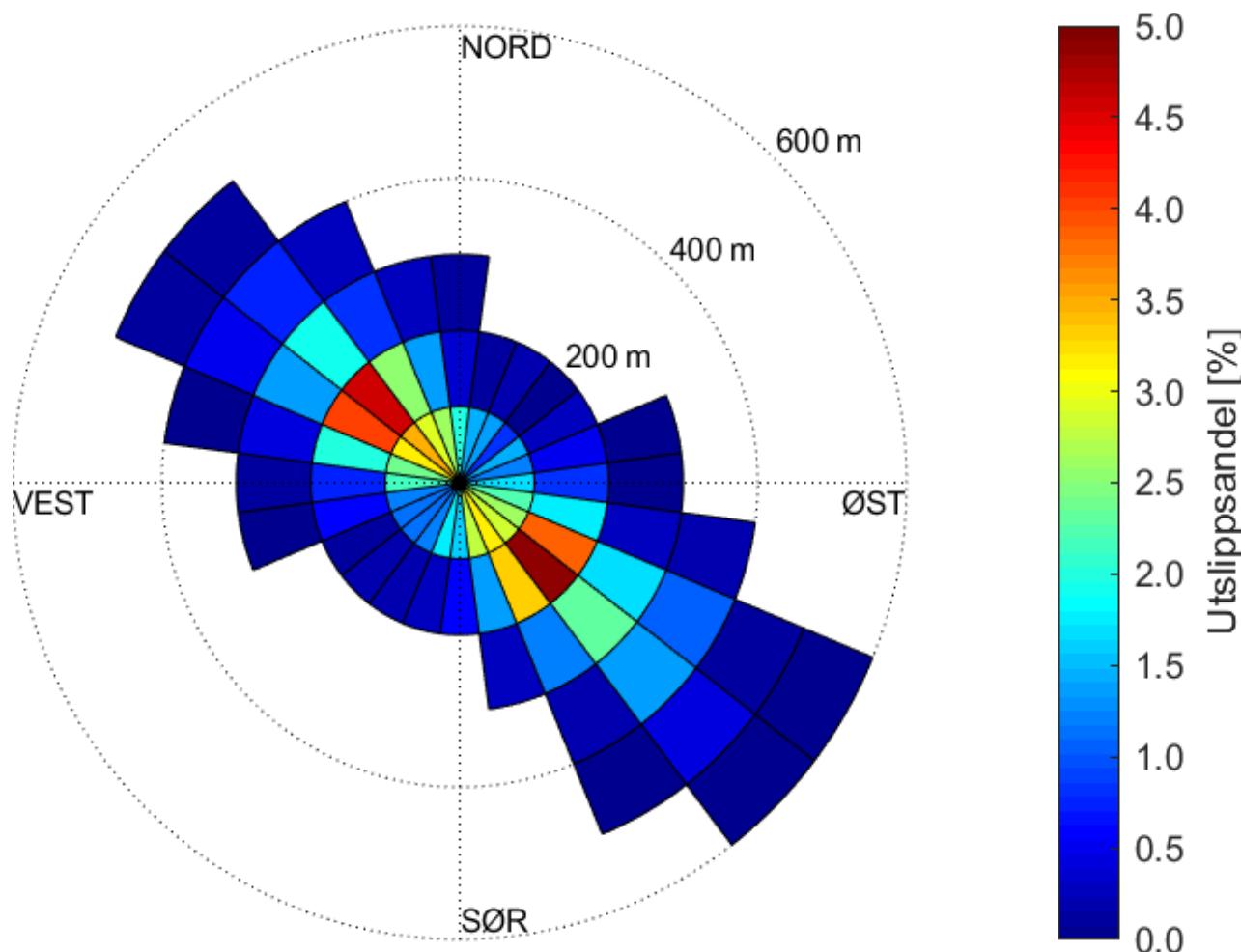


Figur 4.25.4. Posisjonen til Svinøy Fyr værstasjon (markert med grønn pinne), Ørsta-Volda Lufthamn værstasjon (markert med blå pinne) og posisjonen til Ålesund tidevannsstasjon (markert med rød pil) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.26 Utslippskontur

Utslippskonturen tar utgangspunkt i strøm målt på spredningsdyp til å beregne spredningsavstand for avfallspartikler fra et utslipppunkt med en viss synkehastighet (Figur 4.26.1). Figuren viser retning og avstand for spredning, og i hvilke området det er mest utsipp 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 utsipp (100%).

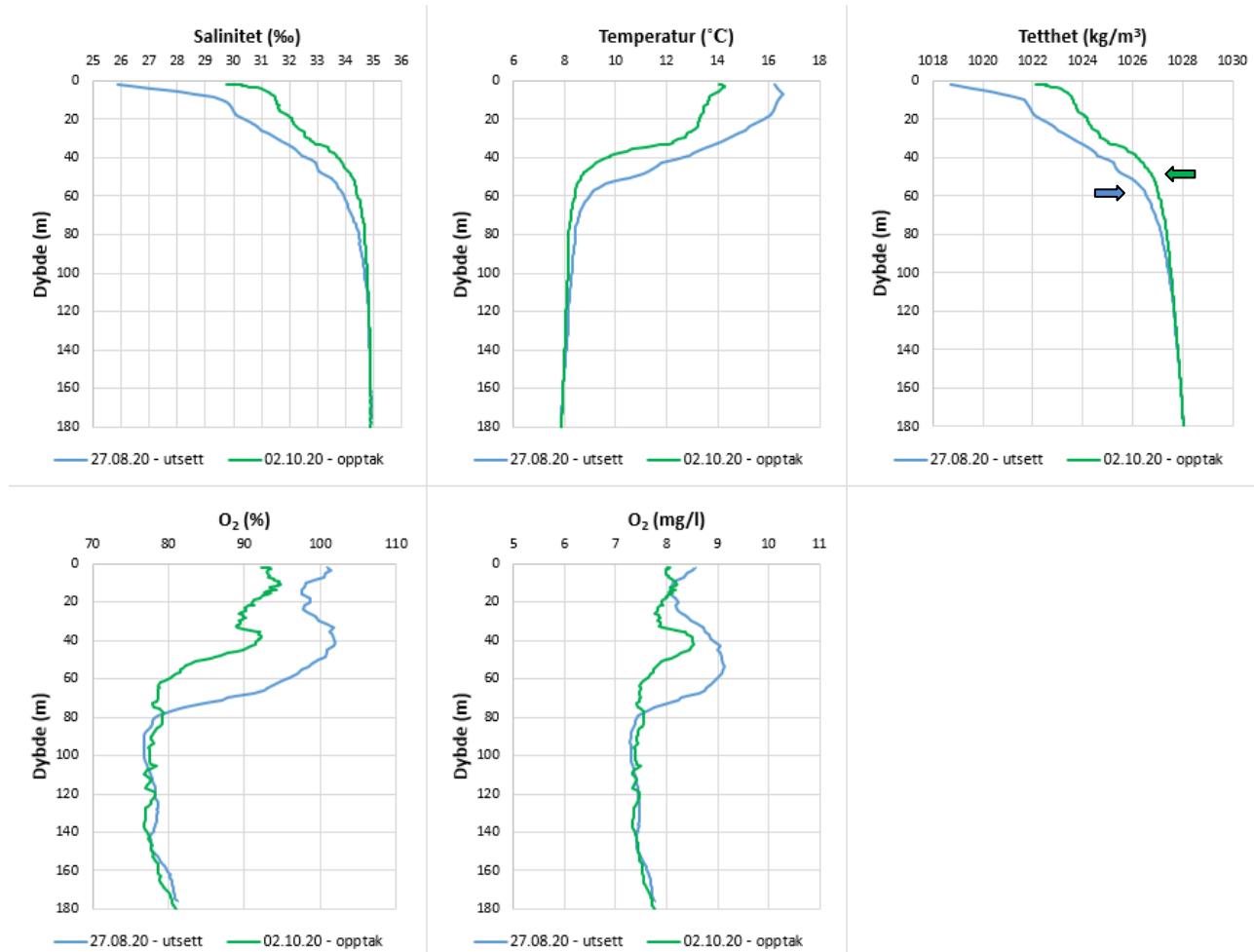
Merk at figuren viser utsipp fra ett punkt. Med utsipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslipppunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utsipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utsipp.



Figur 4.26.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (60m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utsipp som havner innenfor de ulike sektorene. Hver sektor er 100m lang.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett 27.08.20 og opptak 02.10.20 av strømmålere i samme posisjon som strømriggen.



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

5. Diskusjon

Strømmen på Støylen er mot NV – SØ på 5m, 15m og spredning (60m), og mot NV/N – SØ/S på bunndyp (173m). Dette stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering. Strømretningen domineres av to motsatt rettede hovedstrømretninger, hvor retningene oppgitt over er hovedstrømaksen. 74.0% av relativ vannutskiftning på 5m, 79.6% på 15m, 69.4% på spredning og 76.3% på bunndyp skjer langs hovedstrømaksen.

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 50.8cm/s mot SØ på 5m, 49.0cm/s mot SØ på 15m, 20.6cm/s mot SØ på spredning (60m) og 8.5cm/s mot S på bunndyp (173m). Maksstrømmen er langs hovedstrømaksen for alle dyp og er vurdert som sterk på 5m, svært sterk på 15m, middels sterk på spredning (60m) og svært svak på bunndyp (173m). Maksimalmålingen er bare én måling og gir ikke en indikasjon av om strømmen er sterk eller svak i området.

Signifikant maksimal strømhastighet er gjennomsnittet av den høyeste tredjedelen av målingene og gir en indikasjon av styrken på strømmen i området. Denne var 19.1cm/s på 5m, 18.5cm/s på 15m, 8.9cm/s på spredning (60m) og 3.8cm/s på bunndyp (173m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og 15m dyp, middels sterk på spredning (60m) og svak på bunndyp (173m).

Det var tilfeller der strøm var > 30cm/s på 5m og 15m dyp. Lengst varighet av strømhastighet > 30cm/s var 220 minutter (3t 40min) på 5m og 180 minutter (3t) på 15m dyp. Høy strømhastighet oppstår jevnt med tidevannssyklusen og vind.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strømellipsen (Figur 4.23.2). Tidevannsbidrag til strøm på 5m er høyere enn lenger ned i vannsøylen. Dette kan forårsakes av bunntopografisk styring av strømmen nær bunnen.

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra NV og SØ kan ha betydning for strømforholdene på måleposisjonen. Under måleperioden blåste vind mest og sterkest fra SV på både Svinøy Fyr og Ørsta-Volda Lyfthamn (Tabell 4.25.1). Fra Figur 4.25.2 og Figur 4.25.3 er det ikke mange tilfeller hvor vind og strøm har sammenfallende retning. Svinøy Fyr værstasjonen har en mer åpen beliggenhet enn strømmålerposisjonen, og det kan dermed forventes noen andre vindretninger lokalt ved måleposisjonen enn på Svinøy Fyr.

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 $\geq 2\text{cm/s}$ på alle dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og 15m dyp, sterk på spredning (60m) og som svak på bunndyp (173m).

Neumann-parameteren er vurdert som middels stabil på 5m og bunndyp (173m), og som lite stabil på 15m og spredning (60m). Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god (selv om Neumann-parameteren er lav), fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. Vannutskiftningen trenger ikke nødvendigvis å være dårlig selv om Neumann-parameteren er lav, ettersom det har vært perioder med strøm i én retning med varighet over en dag. Det er ikke nødvendigvis det samme vannet som har returnert til startpunktet.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på 5m, 15m og spredning (60m). Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var 18.3% på bunndyp (173m). Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 20 minutter på 5m og 15m, 90 minutter (1t 30min) på spredning (60m) og 100 minutter (1t 40min) på bunndyp (173m). Det var kort periode med strømstille. 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 hoper 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. 175m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmåleposisjonen ligger over en bunn som skrånner nedover mot Ø til ca. 430 midt i fjorden. Nord for strømmålingposisjonen er det en forhøyning i batymetriien. Bunntopografien er orientert NV – SØ i området for strømmålingsposisjonene. Det er ingen store groper i området.

Det var flere tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på spredning (60m) dyp. Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget. Det var ingen tilfeller på bunndyp (173m).

5.6 Vannsøybens vertikale struktur

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

Temperatur under måleperioden var 13.0 - 16.8°C på 5m, 12.8 - 16.3°C på 15m, 8.1 - 14.3°C på spredning (60m) og 7.8 - 8.2°C på bunndyp (173m). Temperaturmålingene viser at overflatelaget var varmere enn lenger ned i vannsøyben. Ved overflaten var det perioder hvor temperaturen var varmere på 15m enn på 5m dyp, som kan forklares av høstavkjøling av overflatelaget. Det var stor variasjon i temperatur på spredningsdyp som muligens kan forklares av at spredningsdyp ligger mellom to

vannlag. Temperatur på bunndyp var stabilt kaldt. CTD-målinger ved utsett 27.08.20 og opptak 02.10.20 viser at det var en avkjøling i vannsøylen ned til ca. 100m i løpet av måleperioden. Forskjell i temperatur er størst ved overflate og minker med økende dyp. Dette er normalt på denne årstiden, når høstavkjøling skjer raskt i overflatelaget. Temperaturen i begge profiler er høyest ved overflaten og avtar ned til ca. 60m dyp ved utsett 27.08.20 og ned til ca. 50m dyp ved opptak 02.10.20. Herfra var det gradvis avtagende temperatur med økende dyp i begge tilfeller.

Saliniteten økte i løpet av måleperioden fra overflaten og ned til ca. 100m dyp. Fra 100m dyp og ned til bunnen var det lite endring i saliniteten. Dette kan forklares av ferskvannsavrenning i overflaten i august. Saliniteten i begge profiler var lavest ved overflaten og økte ned til ca. 80m dyp ved utsett 27.08.20 og ned til ca. 60m dyp ved opptak 02.10.20. Herfra var det lite endring i saliniteten ned til bunnen for begge tilfellene.

Tetthetsdata gjenspeiler salinitet og viser at vannsøylen var stabil, med økende tetthet med økende dyp i øverste vannlag ned til ca. 60m i august og ned til ca. 40m i oktober. På disse dyp er det et skille hvor tetthet øker saktere med dyp ned til bunnen (piler i Figur 4.27.1).

Oksygenmetningen ved utsett i august var høy ($> 90\%$) ved overflaten, som kan forklares av primær produksjon i vannsøylen. Ved både utsett i august og opptak i oktober sank oksygenmetningen fra overflaten og ned til bunnen, med raskest endring fra 40m dyp til 60-80m dyp. Oksygeninnholdet viser lignende mønster som oksygenmetningen.

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon

6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger

Valg av målestedssted

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, viker 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 ujevheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.

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

For strømmåling på sprednings- og bunndyp er foretrukket plassering i anleggets sentrum, 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.

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

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	spredning (60m)	bunn (173m)
Leverandør	Nortek AS	Nortek AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	Aquadopp current meter (2MHz)	Aquadopp current meter (2MHz)	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	9242	6707	5258	5063
Cellestørrelse	-	-	-	-
Kalibrering	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	1% av målt verdi ±0.5cm/s	1% av målt verdi ±0.5cm/s	±0.15cm/s	±0.15cm/s
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til ±5m/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±5m/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretningens nøyaktighet	±2° for helning < 20°	±2° for helning < 20°	±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	0.1°C, -4°C til 40°C	0.1°C, -4°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C

6.3 Måleprinsipp for strømmålinger

Aanderaa punktmåler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Det sendes ut en kort lydpuls (akustisk puls) med en konstant, bestemt frekvens. Endring i styrken og frekvensen til de innkommende refleksjonene blir målt. Forskjellen mellom pulsen som ble sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastigheten. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og at de derfor beveger seg med samme hastighet som vannet. En punktmåler er satt opp for å måle strøm med én datalogging i et intervall på 10 minutter, basert på 150 ping.

Tabell 6.3.1. Måleprinsipp for en Aanderaa punktmåler.

Tid (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Punktmåler																				

Gule og grønne felt indikerer samplingsperioder på 10 minutter. I løpet av denne perioden sender instrumentet ut 150 ping. Ett datapunkt gir gjennomsnittet over en 10-minuttersperiode.

Nortek punktmåler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Instrumentet sender ut en kort lydpuls (akustisk puls) med en konstant, bestemt frekvens. Endring i styrken og frekvensen til de innkommende refleksjonene blir målt. Forskjellen mellom pulsen som ble sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastigheten. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og at de derfor beveger seg med samme hastighet som vannet.

Tabell 6.3.2. Måleprinsipp for Nortek AquaPro Doppler 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 aktive perioder innenfor en samplingsperiode på 10 minutter; måleren pulserer i 1 minutt, etterfulgt av 9 minutters hvile i løpet av en 10-minutters samplingsperiode. Den registrerte målingen hvert 10. minutt er gjennomsnittet av strømmålinger i løpet av det første minuttet i samplingsperioden.

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.

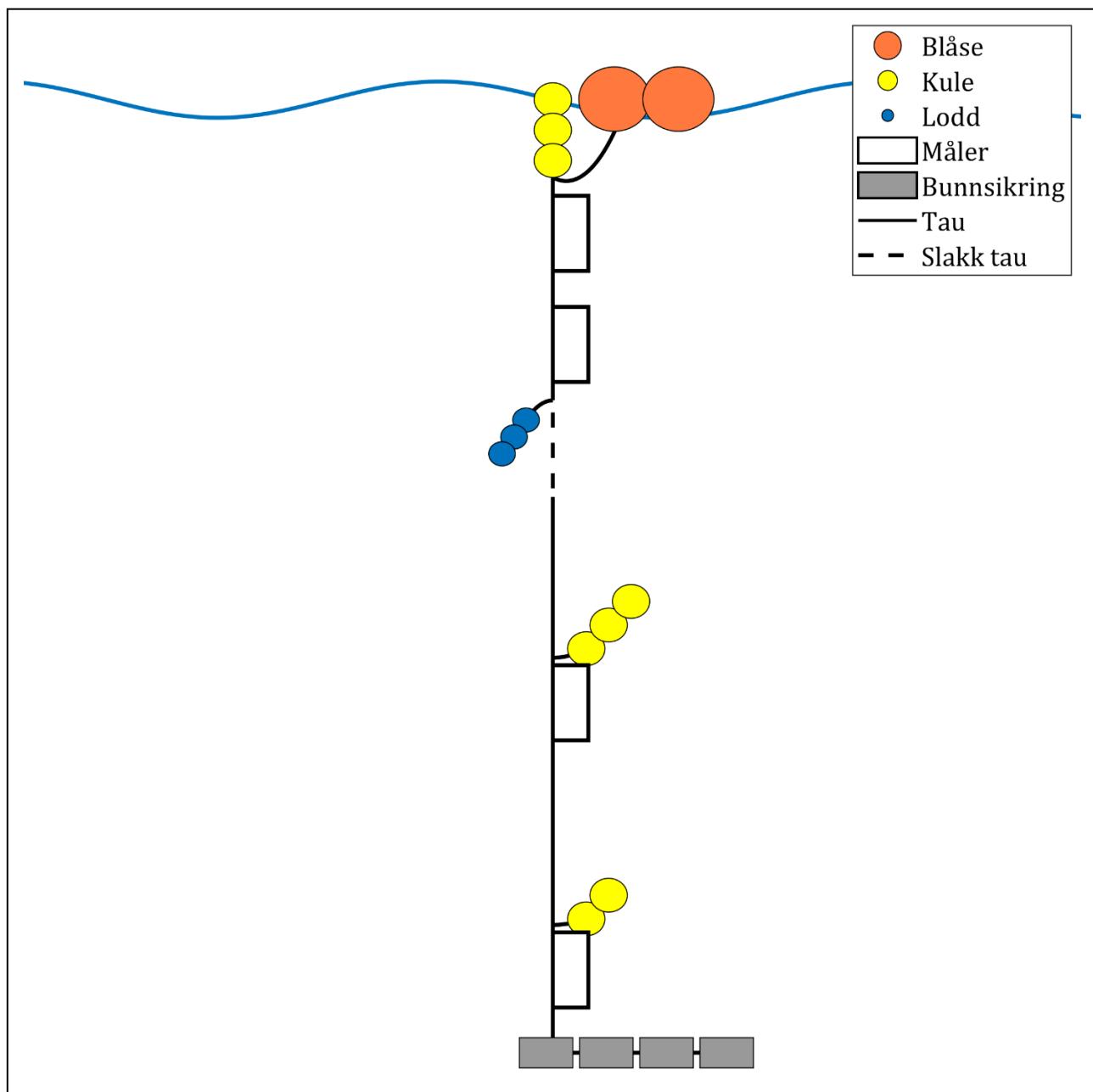
7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

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

Tabell 7.1.1. Riggbeskrivelse av alle målte dyp.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
A2 - 35 kg oppdrift	Blåse	2,00		
Trålkule 11" - 7,5 kg oppdrift	Kule	3,00		
Danline 16 mm	Tau	5,00		
Punktmåler	Måler	1,00	5m	
Danline 16 mm	Tau	10,00		
Punktmåler	Måler	1,00	15m	
Danline 16 mm	Tau	5,00		
Pærelodd 5 kg	Lodd	3,00		5kg
Danline 16 mm	Tau	38,00		
Trålkule 11" - 7,5 kg oppdrift	Kule	3,00		
Danline 16 mm	Tau	2,00		
Punktmåler	Måler	1,00	60m	
Danline 16 mm	Tau	111,00		
Trålkule 11" - 7,5 kg oppdrift	Kule	2,00		
Danline 16 mm	Tau	2,00		
Punktmåler	Måler	1,00	140m	
Danline 16 mm	Tau	2,00		
Garnanker	Bunnsikring	4,00	175,0m	50kg



Figur 7.1.1. Riggoppsett for alle målte 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 korreksjon.

Data er kvalitetssikret gjennom interne prosedyrer utviklet i samarbeid med instrumentenes produsent etter bestemte kriterier. Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Enkeltstående datapunkter blir også vurdert og data fjernes om nødvendig. Både rådata og kvalitetssikret data er lagret på server.

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

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

I perioden 07.09.20 13:30 – 16:30 har riggen driftet, slik at spredningsdyp har gått fra snitt 60m dyp til en litt dypere posisjon (snitt ca. 62.3m dyp). Dette har ikke påvirket datakvaliteten.

Feil på instrument

Det var ingen feil på instrumentet sensorene og data er av god kvalitet.

Instrumentet sluttet å måle i perioden mellom 06.09.20 kl.01:50 – 06.09.20 kl.02:40 (1 time) på spredningsdyp. Årsaken er ukjent, og instrumentet måler både før og etter denne tidsperioden. Dette har ikke påvirket datakvaliteten på strømmålingene.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	spredning (60m)	bunn (173m)
Filnavn for rådata	Støylen 5m GH1020 NPM9242.aqd	Støylen 15m GH1020 NPM6707.aqd	Støylen spred GH1020 AP5258.bin	Støylen bunn GH1020 AP5063.bin
Rådata først vurdert i	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Støylen 5m GH1020 NPM9242_eks_JLR.xlsx	Støylen 15m GH1020 NPM6707_eks_JLR.xlsx	Støylen spred-60m GH1020 AP5258_eks_JLR.xlsx	Støylen bunn-173m GH1020 AP5063_eks_JLR.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Støylen-5m_QC.xlsx	Støylen-15m_QC.xlsx	Støylen-spred-60m_QC.xlsx	Støylen-bunn-173m_QC.xlsx
Data return (%)	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	99.88 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	5 164 / 5 164	5 164 / 5 164	5 158 / 5 164	5 164 / 5 164
Antall fjernede/manglende målinger	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	6 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	27.08.20 13:20 - 02.10.20 09:50	27.08.20 13:20 - 02.10.20 09:50	27.08.20 13:20 - 02.10.20 09:50	27.08.20 13:20 - 02.10.20 09:50
Dato og tid for start og slutt av instrument	27.08.20 12:00 - 20.10.20 12:10	27.08.20 12:00 - 20.10.20 12:20	27.08.20 11:10 - 07.10.20 10:50	27.08.20 10:20 - 07.10.20 11:10

8.2 Kvalitetssikring av data

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

Under måleperioden er det noen episoder med «nedtrekk» på spredningsdyp (60m) (Figur 8.2.1). Punktmåler-instrumentet fortsetter å måle data, under slike tilfeller, så lenge instrumentets helning holder seg under grenseverdien for kvalitetskontroll (strøm < 50°). Data er vurdert å fortsatt representere spredningsdyp og er av god kvalitet.

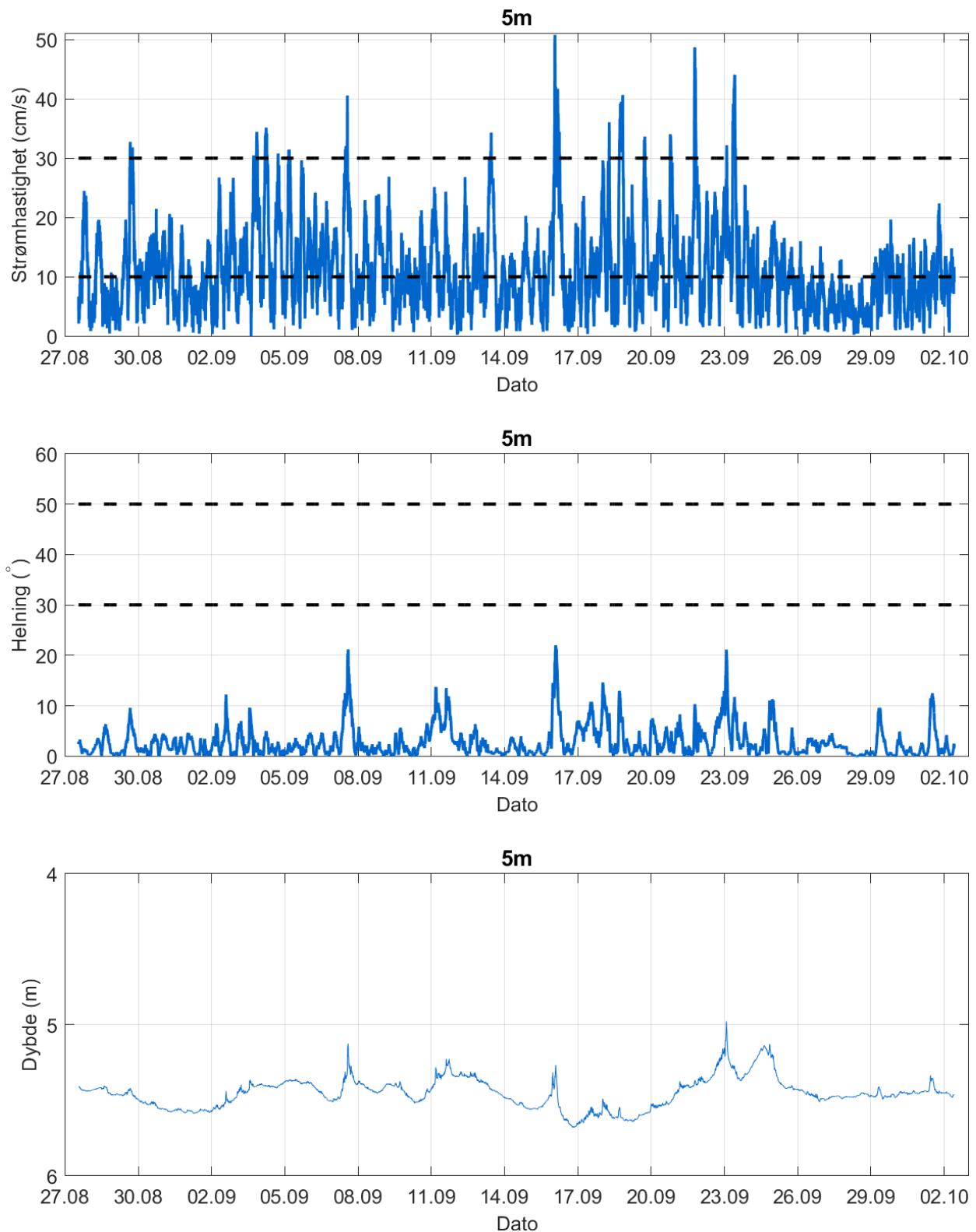
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

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

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

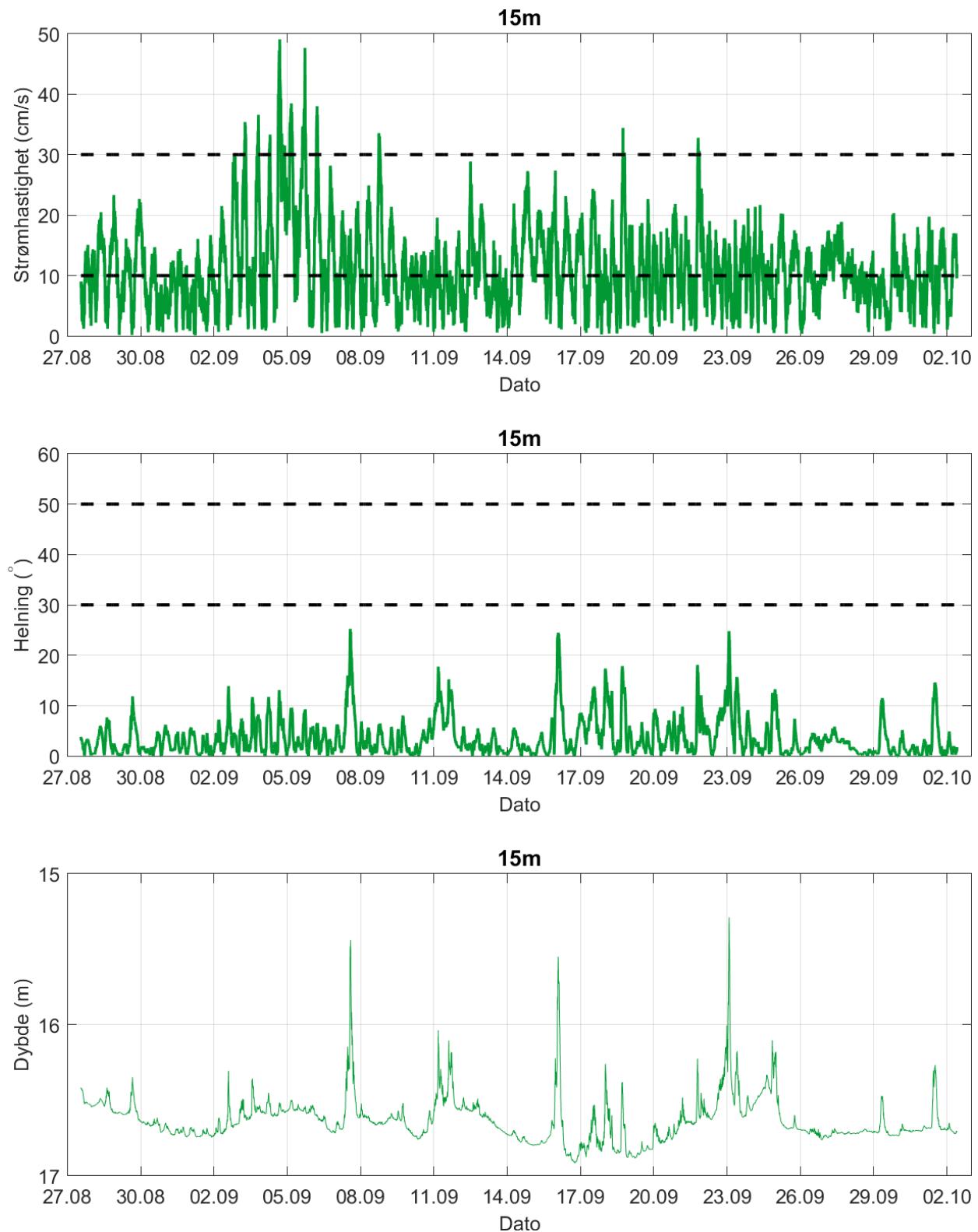
Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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



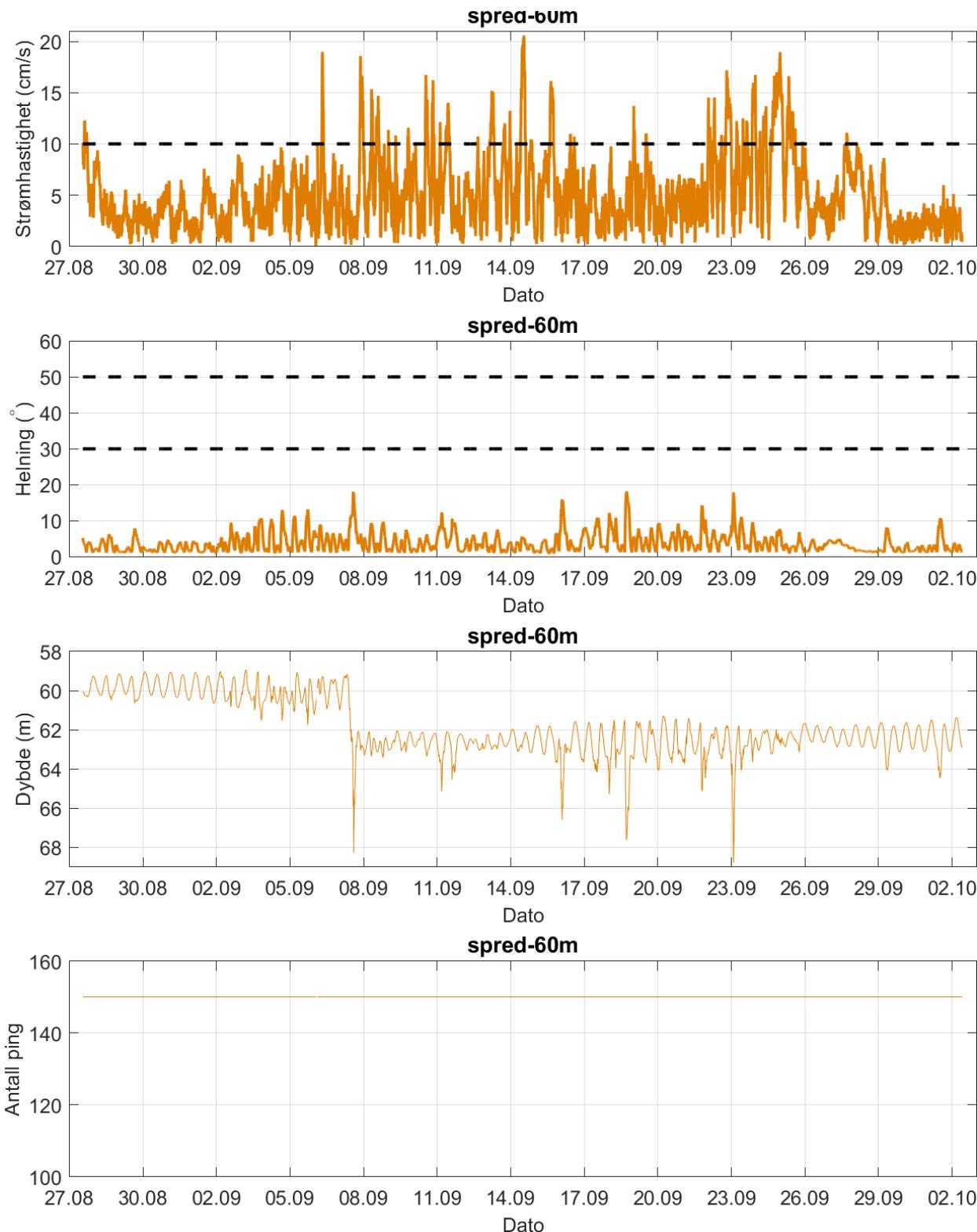
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 5.0m og 5.7m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.4m.



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

Instrumentdypet varierte mellom 15.3m og 16.9m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 16.6m.

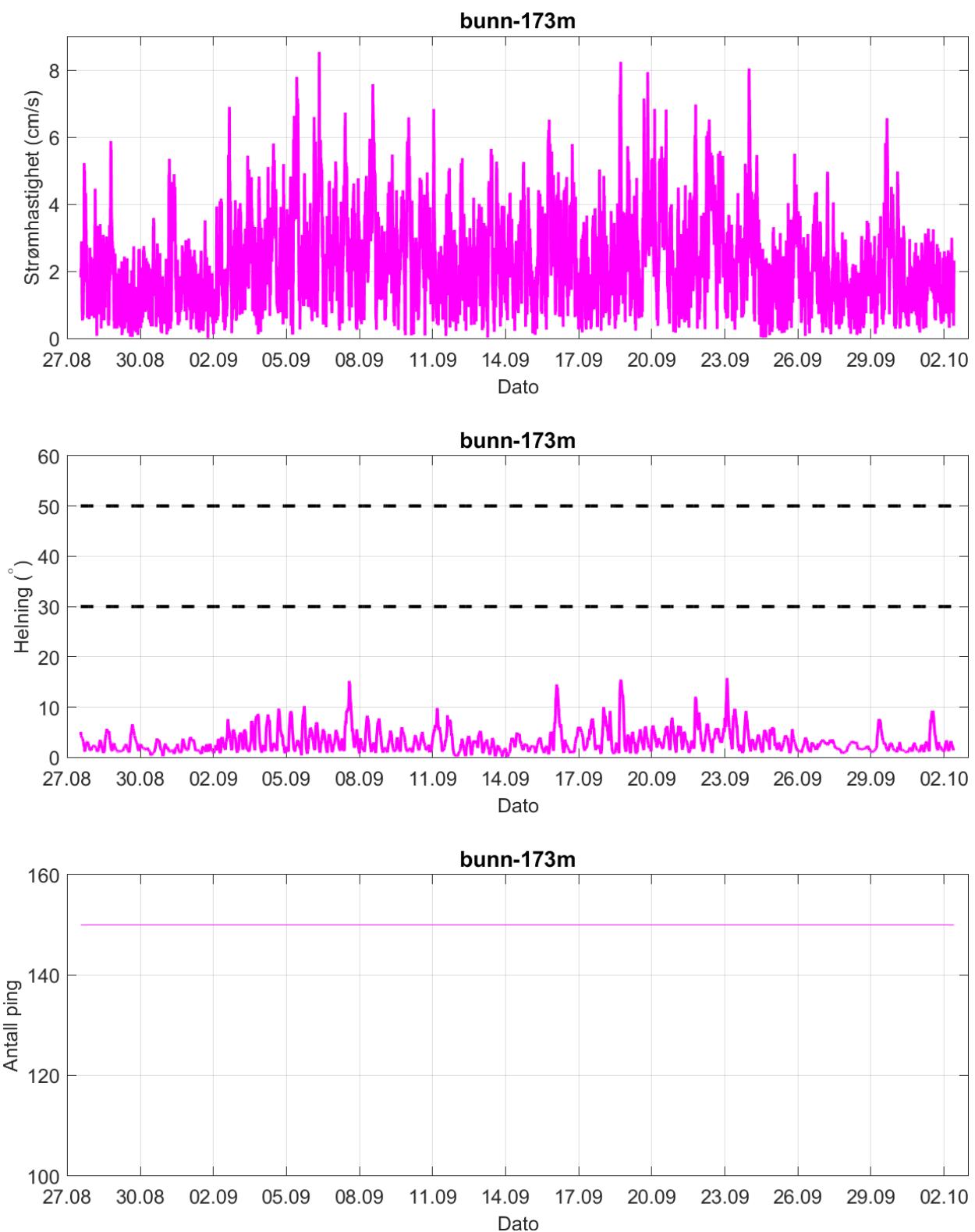


Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (60m).

Instrumentdypet varierte mellom 59.0m og 68.8m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 61.9m. Spredningsdyp er omtalt som 60m i rapport siden at målinger både før og etter nedtrekks episode er vurdert å representer spredningsdyp.

Fra 27.08.20 – 07.09.20 varierte instrumentdypet mellom 59.0m og 63.1m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 60m.

Fra 07.09.20 – 02.10.20 varierte instrumentdypet mellom 61.3m og 68.8m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 62.7m.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (173m).

Instrumentet hadde ikke trykksensor. Ut fra riggoppsett skal instrumentet ha stått på gjennomsnittlig 173m dyp (2m over bunn) under måleperioden.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

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

8.3.2 Enkelte datapunkter

Ingen andre datapunkter er fjernet.

Instrumentet på spredningsdyp (60m) registrerte ikke strømdata i en sammenhengende tidsperiode under måleperioden. Derfor mangler totalt 6 datapunkter fra 06.09.20 kl.01:50 – 06.09.20 kl.02:40 (1 time).

9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

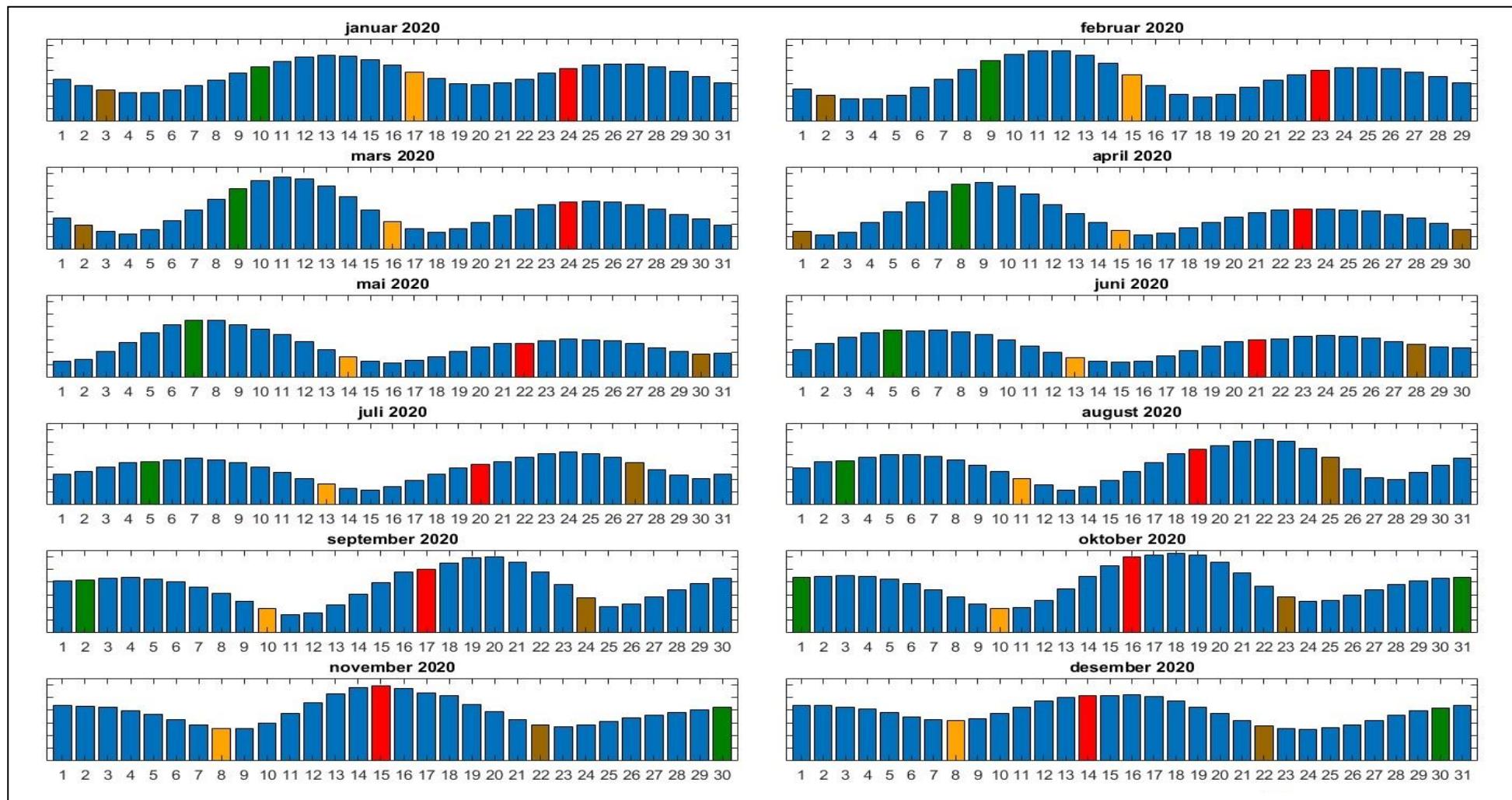
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterke	sterk	middels sterke	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	≥ 40 - < 55	≥ 26 - < 40	≥ 15 - < 26	< 15
Utskifting	15	≥ 45	≥ 30 - < 45	≥ 20 - < 30	≥ 10 - < 20	< 10
Spredning		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
Bunn		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s)						
		svært sterke	sterk	middels sterke	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 10	≥ 7 - < 10	≥ 6 - < 7	≥ 3 - < 6	< 3
Utskifting	15	≥ 9	≥ 6 - < 9	≥ 5 - < 6	≥ 2 - < 5	< 2
Spredning		≥ 8.5	≥ 5 - < 8.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Bunn		≥ 7.5	≥ 5 - < 7.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterke	sterk	middels sterke	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 25	≥ 17 - < 25	≥ 11 - < 17	≥ 5 - < 11	< 5
Utskifting	15	≥ 23	≥ 15 - < 23	≥ 8 - < 15	≥ 4 - < 8	< 4
Spredning		≥ 20	≥ 14 - < 20	≥ 7 - < 14	≥ 4 - < 7	< 4
Bunn		≥ 16	≥ 11 - < 16	≥ 6.5 - < 11	≥ 3 - < 6.5	< 3
Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterke	sterk	middels sterke	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 6	≥ 4 - < 6	≥ 2.5 - < 4	≥ 1.5 - < 2.5	< 1.5
Utskifting	15	≥ 5	≥ 3.5 - < 5	≥ 2.3 - < 3.5	≥ 1.5 - < 2.3	< 1.5
Spredning		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
Bunn		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
Andel strømstille (%) < 1cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 1	< 3 - ≥ 1	< 5 - ≥ 3	< 7 - ≥ 5	≥ 7
Utskifting	15	< 1	< 5 - ≥ 1	< 7 - ≥ 5	< 10 - ≥ 7	≥ 10
Spredning		< 3	< 8.5 - ≥ 3	< 15 - ≥ 8.5	< 20 - ≥ 15	≥ 20
Bunn		< 3	< 10 - ≥ 3	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Andel strømstille (%) < 3cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 5	< 10 - ≥ 5	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Utskifting	15	< 5	< 15 - ≥ 5	< 25 - ≥ 15	< 40 - ≥ 25	≥ 40
Spredning		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 50 - ≥ 35	≥ 50
Bunn		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 60 - ≥ 35	≥ 60
Effektiv transport (cm/s)						
		svært sterke	sterk	middels sterke	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 5	≥ 2.5 - < 5	≥ 1.5 - < 2.5	≥ 0.3 - < 1.5	< 0.3
Utskifting	15	≥ 3.5	≥ 2 - < 3.5	≥ 1 - < 2	≥ 0.2 - < 1	< 0.2
Spredning		≥ 3	≥ 1.8 - < 3	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
Bunn		≥ 3	≥ 1.8 - < 3	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
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 ($^{\circ}$) MM.MM (')
Strømretning (mot)	Grader ($^{\circ}$)
Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
Vindretning (fra)	Grader ($^{\circ}$)
Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
Temperatur	Grader celsius ($^{\circ}$ C)
Helning	Grader ($^{\circ}$)
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 = kvadratrot (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 partikkelenes 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 partikkelenes startposisjon til partikkelenes 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 partikkelenes 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 og Nortek 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.