

Strømrapport

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

Alida i

august - oktober 2020

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Alida. SR-1120-GH-Alida-101901-00-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
01	11.11.20	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	Alida	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 Sønslie	joakim.sandkjenn@akerbla.no oda.sonslien@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
Kontrollert av	Jenny-Lisa Reed	jenny.lisa@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (80m)	Bunn (ca. 380-420m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	45.5 (NV)	41.6 (NV)	24.1 (NV)	4.0 (SØ)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	8.3	7.1	4.1	1.2
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.7	2.3	9.0	47.1
Strømstyrke < 3cm/s (%)	13.9	18.2	48.4	98.1
Strømstyrke < 10cm/s (%)	68.5	80.0	93.2	100.0
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.5	0.6	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.5	0.5	0.3	0.1
10-års strøm (maksimal)	75	69	-	-
50-års strøm (maksimal)	84	77	-	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk.....	7
4. Resultater.....	10
4.1 Sammendrag av strømdata	10
4.2 Strømroser	11
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning	12
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	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.....	31
4.23 Tidevannsanalyse	33
4.24 Todagersperiode.....	36
4.25 Vind under måleperioden.....	37
4.26 Utslippskontur	40
4.27 CTD-profil.....	41
5. Diskusjon	42
5.1 Høye strømmålinger.....	42
5.2 Tidevannspåvirkning.....	42

5.3	Vindpåvirkning	42
5.4	Vannutskiftning.....	43
5.5	Mulig spredning av utslipp.....	43
5.6	Vannsøylens vertikale struktur.....	44
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	45
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	45
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	46
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	47
6.4	CTD-målinger	47
7.	Vedlegg – Riggoppsett	48
7.1	Riggoppsett	48
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	49
8.1	Databearbeiding	49
8.2	Kvalitetssikring av data.....	51
8.3	Fjernede dataverdier.....	56
8.3.1	Måleperiode	56
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	56
9.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	57
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner.....	58
11.	Vedlegg – Måleenheter	59
12.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse.....	60
13.	Vedlegg – Referanser.....	61

1. Forord

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

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

NYTEK-forskriften har som mål å begrense rømming av fisk fra oppdrettsanlegg. NS 9415:2009 krever at alle lokaliteter undersøkes og beskrives ut fra topografi og eksponeringsgrad i form av parametere som danner grunnlag for beregning av miljølaste på et anlegg.

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal også kunne ivareta artens krav til et godt levemiljø (Mattilsynet, 2016). Det må være tilstrekkelig tilførsel av vann av egnet kvalitet. Spesielt relevant er oksygen – som er vurdert etter blant annet strømforhold og vannutskiftning – og temperatur.

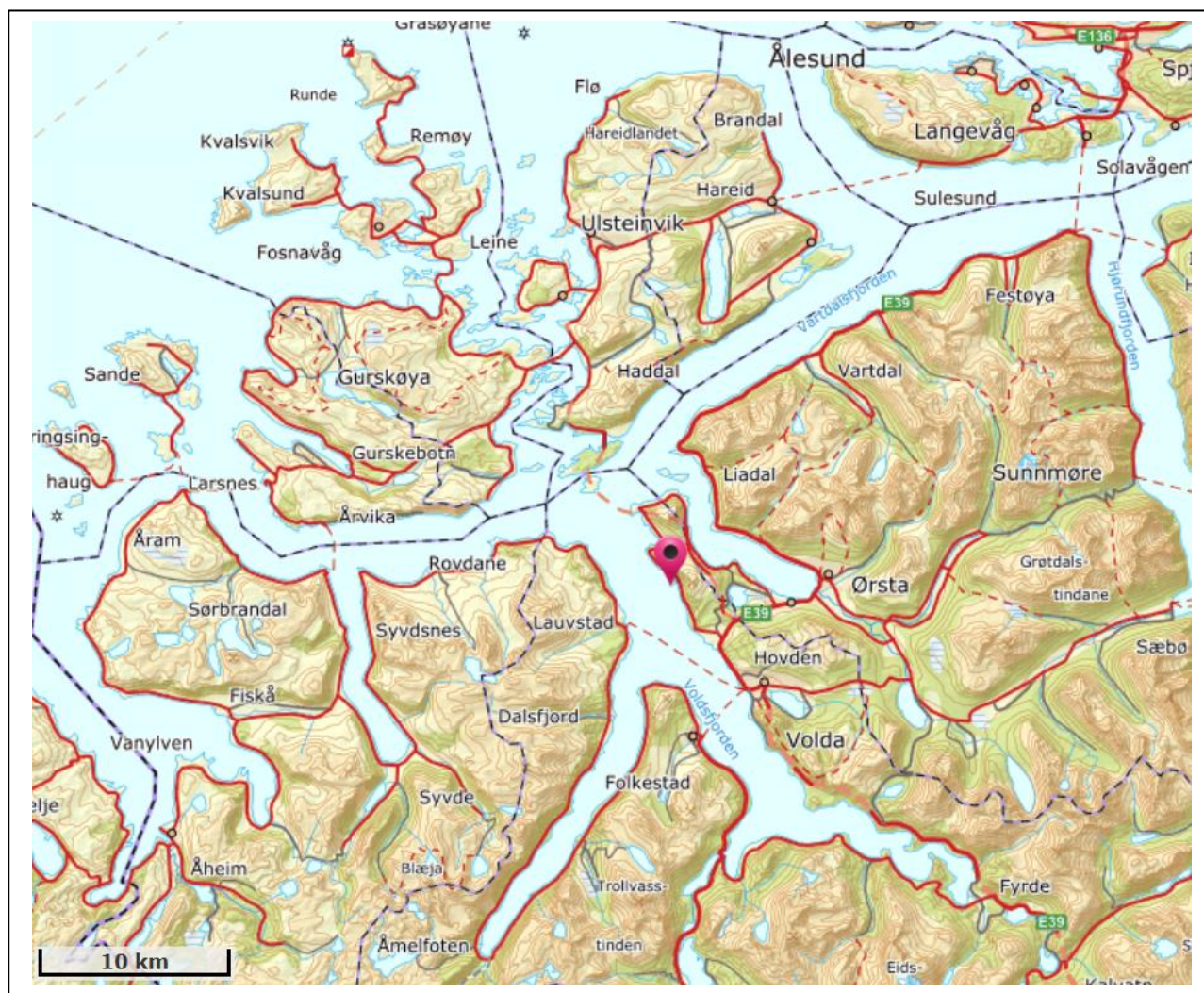
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Alida ligger i Volda kommune, Møre og Romsdal (Figur 2.1). Alida ligger nordøst for Lauvstad, på østsiden av Voldsfjorden. Plasseringen er åpen mot Austefjorden i sør/sørøst, Dalsfjorden i sør/sørvest, og Rovdefjorden, Ørstafjorden og Vartdalsfjorden i nordvest.

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

Bunntopografi er ca. 380-420m dyp og orientert NV – SØ i området for strømmålingsposisjonen.



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

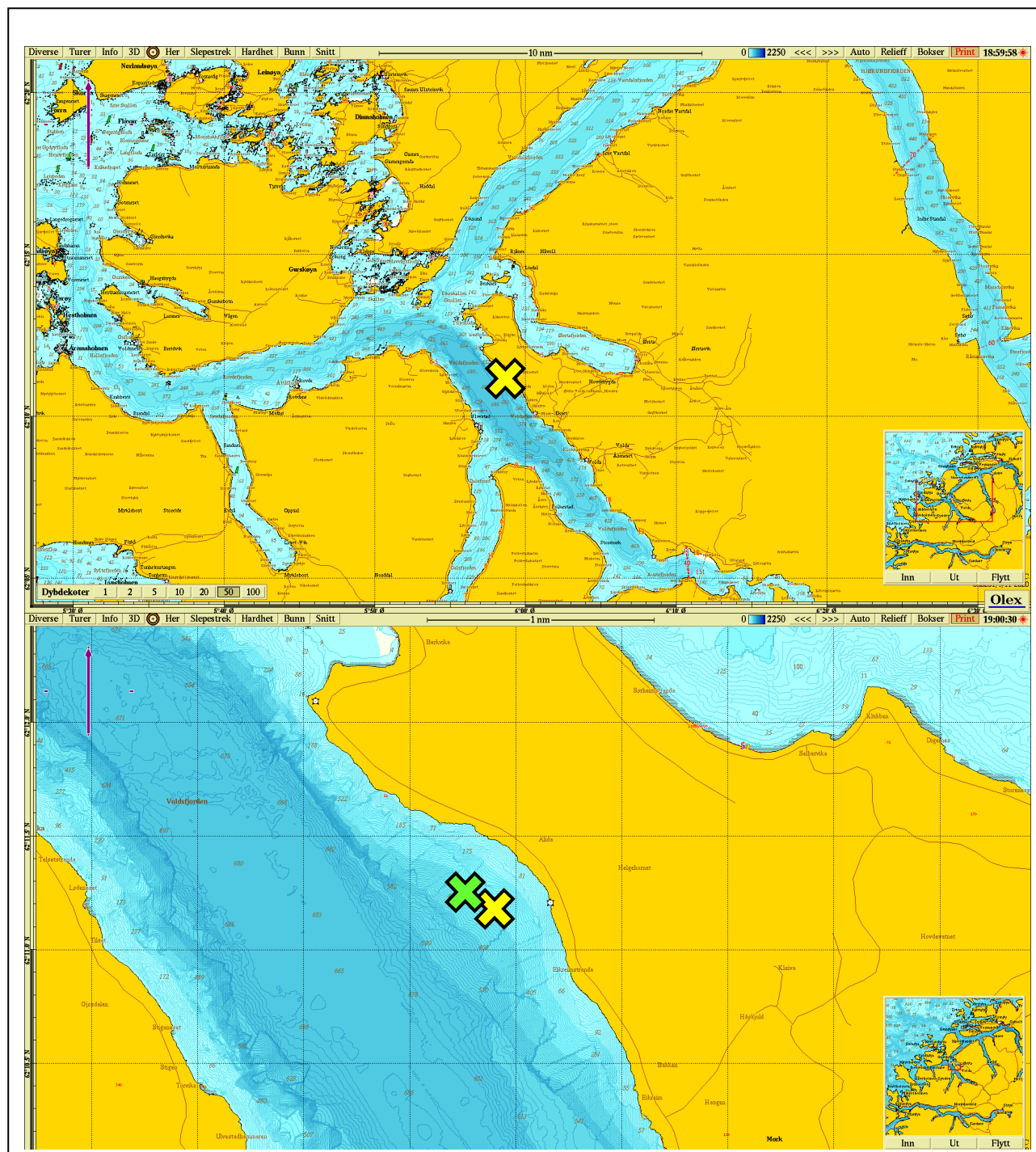
3. Metodikk

Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1. I perioden mellom utsett (26.05.20) og opptak (02.10.20) har riggen driftet ca. 271m mot nordvest til en litt dypere posisjon (ca. 420m dyp). Posisjonen til riggen etter driften er markert med grønt kryss i Figur 3.1. Dette har ikke påvirket datakvaliteten.

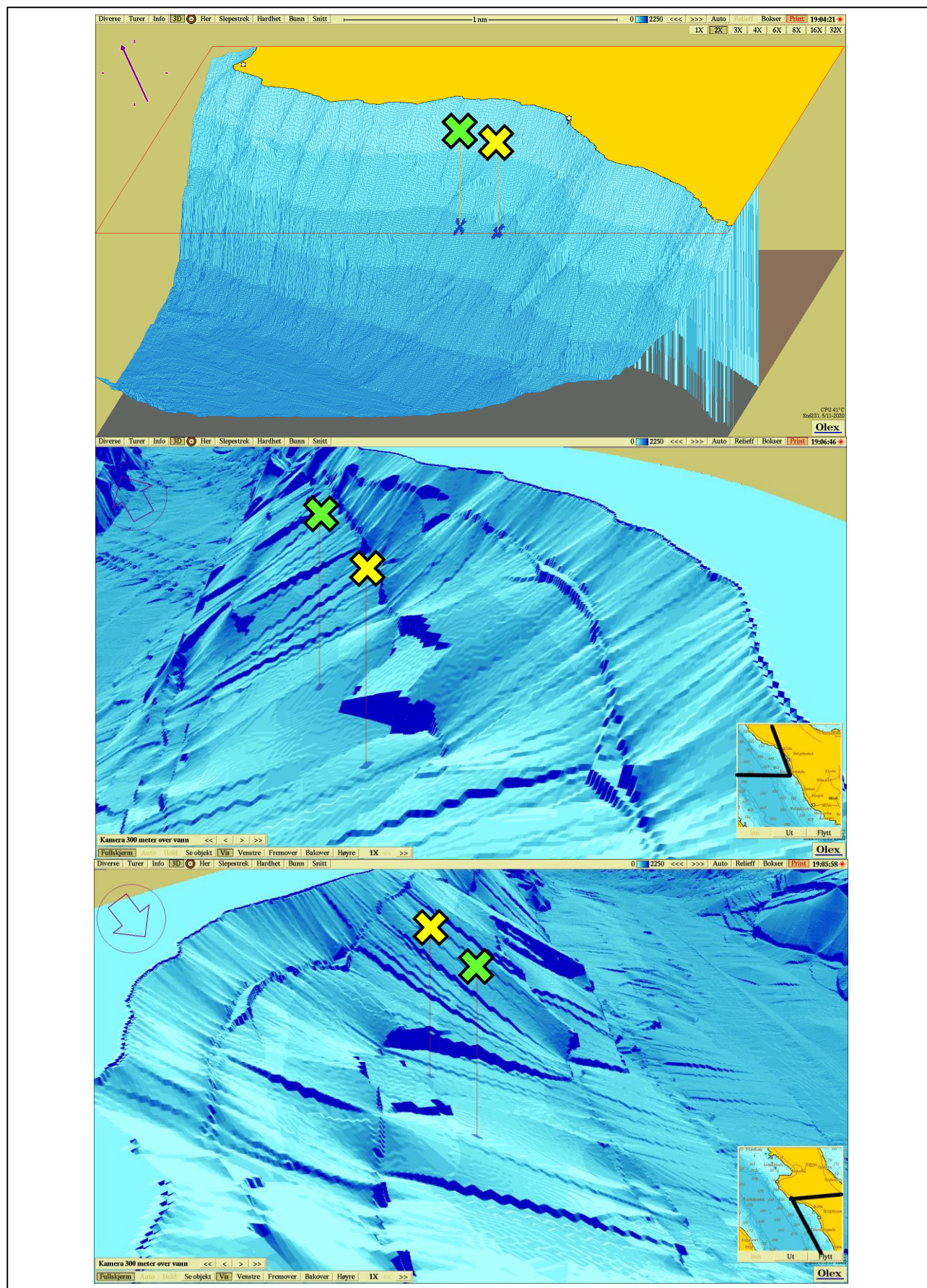
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 - Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (80m)	Bunn (ca. 380-420m)
Posisjonsanvisning	✗	✗	✗	✗
Posisjon	62° 11.162' N; 005° 58.789' Ø	62° 11.162' N; 005° 58.789' Ø	62° 11.162' N; 005° 58.789' Ø	62° 11.162' N; 005° 58.789' Ø
Dyp på målested	380-420m	380-420m	380-420m	380-420m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	26.08.20 - 02.10.20	26.08.20 - 02.10.20	26.08.20 - 02.10.20	26.08.20 - 02.10.20
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	36.7	36.7	36.7	36.7
Manglende datapunkt	6	-	-	-



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss. Posisjonen på riggen etter drift er markert med grønt kryss. Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



Figur 3.2. 3D-bilde av bunntopografi i området. Den tynne kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering (øverste bilde) og den tykke kompasspila indikerer kameraets orientering (midterste og nederste bilde). De små bildene viser kameraets utsiktspunkt for den tilhørende bunntopografien. Kartene er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

4. Resultater

4.1 Sammendrag av strømdata

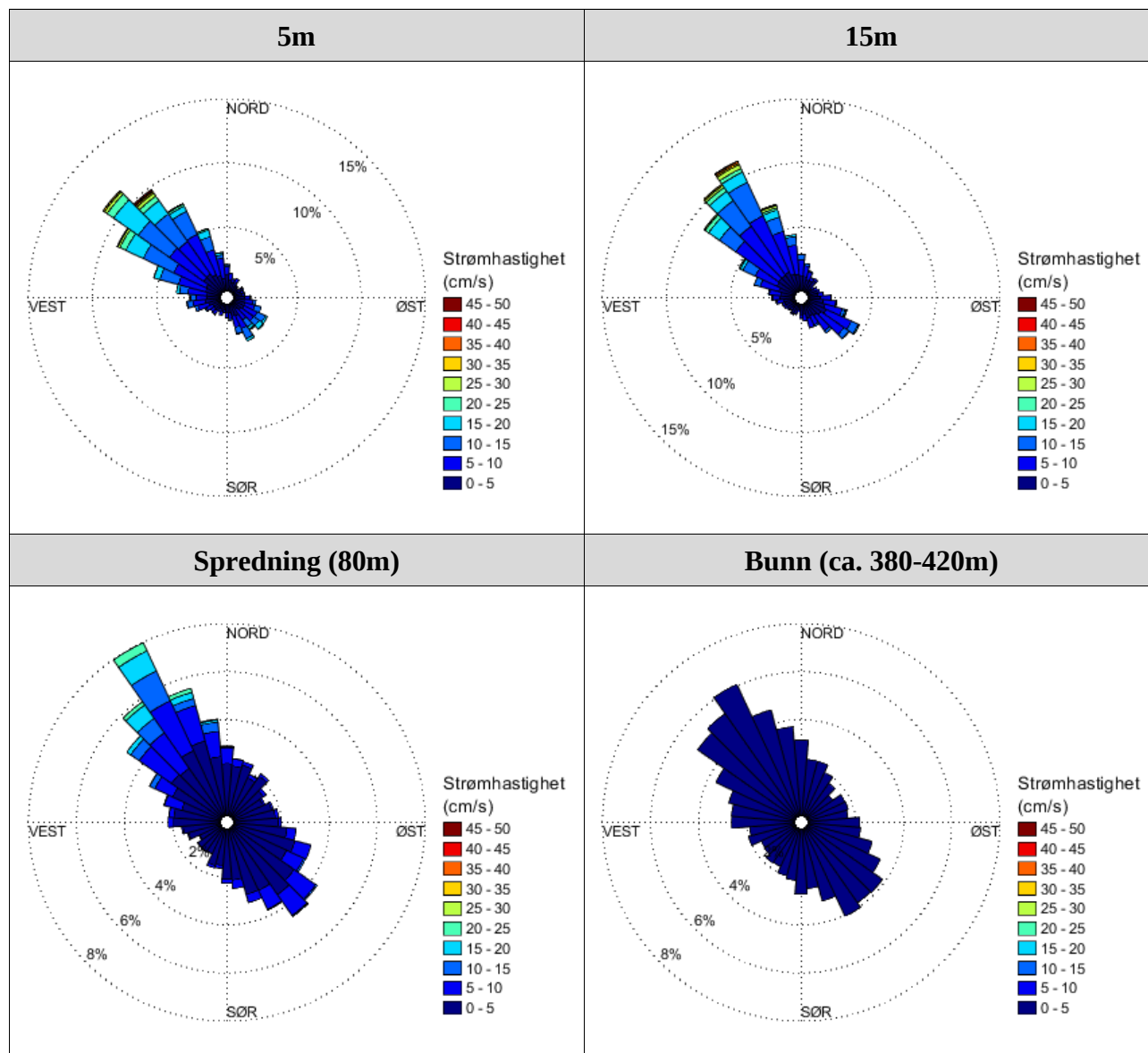
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m).

Måledyp	5m	15m	Spredning (80m)	Bunn (ca. 380-420m)
Sjøtemperatur (°C)	13.0 - 16.5	13.0 - 16.2	8.0 - 11.0	7.8 - 8.2
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	45.5	41.6	24.1	4.0
Gjennomsnitt (cm/s)	8.3	7.1	4.1	1.2
Minimum (cm/s)	0.1	0.0	0.1	0.0
Signifikant maks (cm/s)	14.7	12.6	7.8	2.0
Signifikant min (cm/s)	3.2	2.7	1.3	0.5
Varsians (cm/s) ²	31.6	26.3	13.3	0.5
Standardavvik (cm/s)	5.6	5.1	3.6	0.7
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.7	2.3	9.0	47.1
Lengst periode < 1cm/s (min)	50	40	50	200
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	13.9	18.2	48.4	98.1
Lengst periode < 3cm/s (min)	480	260	1030	7980
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	68.5	80.0	93.2	100.0
Lengst periode < 10cm/s (min)	3210	2990	17940	52880
% ≥ 30cm/s	0.5	0.6	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	120	130	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	4.2	3.6	1.3	0.2
Retning (grader)	310	330	337	327
Neumann-parameter	0.5	0.5	0.3	0.1
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	7190	6177	3548	1017

4.2 Strømroser

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



Figur 4.2.1. Strømroser på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m).

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	%	cm/s
N	0	3	35	57	54	11	2	0	0	0	0	0	0	0	162	3.1	4957	1.9	17.6
N	15	4	27	33	28	3	0	0	0	0	0	0	0	0	95	1.8	2587	1.0	12.2
NØ	30	4	27	35	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	89	1.7	2189	0.8	14.0
NØ	45	3	19	24	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	55	1.0	1247	0.5	13.9
NØ	60	4	20	31	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	69	1.3	1722	0.7	15.4
Ø	75	3	24	24	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.4	1932	0.7	12.3
Ø	90	2	32	30	33	7	0	0	0	0	0	0	0	0	104	2.0	3084	1.2	12.9
Ø	105	3	22	49	61	27	0	0	0	0	0	0	0	0	162	3.1	6096	2.3	14.4
SØ	120	5	27	49	84	55	12	0	0	0	0	0	0	0	232	4.4	10385	3.9	17.7
SØ	135	2	19	35	90	45	26	8	0	0	0	0	0	0	225	4.3	11980	4.5	22.2
SØ	150	3	18	53	93	67	16	0	0	0	0	0	0	0	250	4.7	12109	4.6	18.7
S	165	8	18	49	49	22	2	0	0	0	0	0	0	0	148	2.8	5309	2.0	17.0
S	180	4	16	21	29	4	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.4	2135	0.8	13.5
S	195	9	17	19	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	1.2	1446	0.5	9.1
SV	210	3	21	21	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	1.3	1747	0.7	10.0
SV	225	2	24	28	28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.6	2193	0.8	10.4
SV	240	4	23	34	45	10	1	0	0	0	0	0	0	0	117	2.2	3879	1.5	15.1
V	255	4	40	44	64	22	1	0	0	0	0	0	0	0	175	3.3	5851	2.2	15.7
V	270	1	43	44	80	35	11	0	0	0	0	0	0	0	214	4.0	8839	3.4	18.6
V	285	3	23	60	153	90	21	0	0	0	0	0	0	0	350	6.6	17129	6.5	19.2
NV	300	4	37	73	209	199	122	37	10	5	1	0	0	0	697	13.2	46959	17.8	40.8
NV	315	1	51	87	261	230	153	46	25	12	7	0	0	0	873	16.5	61884	23.5	45.5
NV	330	5	38	68	254	147	39	13	6	4	0	0	0	0	574	10.9	31971	12.1	37.3
N	345	4	28	53	153	52	29	6	2	0	0	0	0	0	327	6.2	15992	6.1	27.3
Antall obs.		88	649	1021	1864	1042	436	110	43	21	8	0	0	0	5282	100	0	0	0
%		1.7	12.3	19.3	35.2	19.7	8.2	2.1	0.8	0.4	0.2	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	%	cm/s
N	0	3	31	59	102	29	3	0	0	0	0	0	0	0	227	4.3	8385	3.7	18.9
N	15	7	30	40	59	8	0	0	0	0	0	0	0	0	144	2.7	4335	1.9	14.6
NØ	30	8	40	42	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	119	2.3	2746	1.2	13.4
NØ	45	8	27	23	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.4	1558	0.7	7.8
NØ	60	2	37	14	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	1.3	1402	0.6	8.7
Ø	75	3	29	33	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	93	1.8	2269	1.0	13.5
Ø	90	7	32	44	65	2	0	0	0	0	0	0	0	0	150	2.8	4211	1.9	13.1
Ø	105	0	40	60	98	12	4	1	0	0	0	0	0	0	215	4.1	7461	3.3	20.1
SØ	120	4	48	80	169	48	9	3	0	0	0	0	0	0	361	6.8	14648	6.5	21.8
SØ	135	8	35	55	138	19	0	0	0	0	0	0	0	0	255	4.8	9351	4.1	14.8
SØ	150	10	35	36	69	13	1	0	0	0	0	0	0	0	164	3.1	5238	2.3	15.9
S	165	4	30	51	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	2.5	3407	1.5	9.7
S	180	4	28	29	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.6	1932	0.9	11.5
S	195	2	24	22	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	61	1.2	1374	0.6	12.6
SV	210	5	40	15	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.4	1389	0.6	12.1
SV	225	4	26	23	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	69	1.3	1598	0.7	11.1
SV	240	4	32	26	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.5	1630	0.7	10.6
V	255	5	36	26	28	7	0	0	0	0	0	0	0	0	102	1.9	2633	1.2	12.9
V	270	6	38	38	42	4	0	0	0	0	0	0	0	0	128	2.4	3468	1.5	12.3
V	285	5	40	58	96	18	2	0	0	0	0	0	0	0	219	4.1	7382	3.3	17.6
NV	300	5	41	77	164	82	18	8	1	0	0	0	0	0	396	7.5	18860	8.3	26.3
NV	315	8	39	84	346	154	79	28	13	6	0	0	0	0	757	14.3	44235	19.5	33.3
NV	330	4	45	80	378	212	72	24	24	21	3	0	0	0	863	16.3	54692	24.1	41.6
N	345	5	41	61	231	74	31	6	6	1	0	0	0	0	456	8.6	22611	10.0	32.1
Antall obs.		121	844	1076	2190	693	219	70	44	28	3	0	0	0	5288	100	0	0	0
%		2.3	16.0	20.3	41.4	13.1	4.1	1.3	0.8	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredningsdyp (80m).

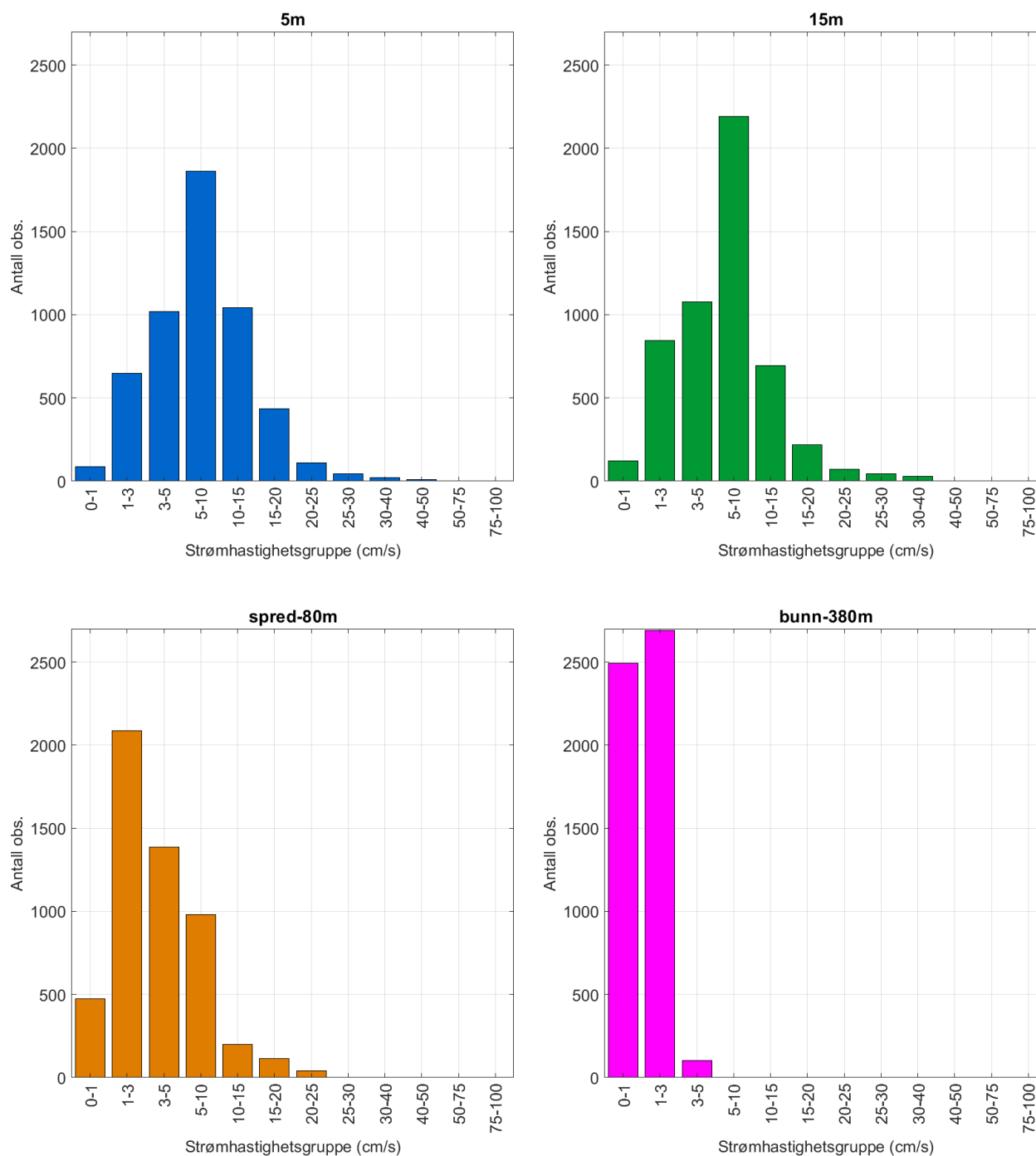
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maksstrøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	8	79	87	50	5	3	2	0	0	0	0	0	0	234	4.4	5871	4.5	22.2
N	15	22	89	58	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188	3.6	3196	2.5	8.9
NØ	30	21	86	44	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	165	3.1	2573	2.0	10.9
NØ	45	28	80	34	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	2.9	2147	1.6	6.6
NØ	60	17	79	22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	2.4	1729	1.3	6.3
Ø	75	27	78	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	2.6	1926	1.5	7.6
Ø	90	18	85	48	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162	3.1	2564	2.0	7.7
Ø	105	24	111	61	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236	4.5	4411	3.4	9.3
SØ	120	18	101	86	74	4	0	0	0	0	0	0	0	0	283	5.4	6415	4.9	12.3
SØ	135	23	118	130	82	5	0	0	0	0	0	0	0	0	358	6.8	8106	6.2	14.5
SØ	150	16	94	125	69	3	0	0	0	0	0	0	0	0	307	5.8	6943	5.3	10.5
S	165	23	101	66	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	215	4.1	3848	3.0	8.9
S	180	24	82	55	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	3.3	2868	2.2	9.7
S	195	17	76	34	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	2.6	2245	1.7	7.8
SV	210	17	58	26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	2.0	1439	1.1	6.6
SV	225	22	54	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	1.7	1000	0.8	5.0
SV	240	15	61	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	1.7	1141	0.9	6.1
V	255	27	63	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	2.1	1406	1.1	6.2
V	270	23	91	38	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	3.2	2543	2.0	8.5
V	285	15	76	49	37	2	0	0	0	0	0	0	0	0	179	3.4	3738	2.9	11.3
NV	300	22	92	69	80	17	3	0	0	0	0	0	0	0	283	5.4	7829	6.0	16.0
NV	315	14	97	82	133	42	31	3	0	0	0	0	0	0	402	7.6	15633	12.0	22.6
NV	330	17	122	101	168	95	66	29	0	0	0	0	0	0	598	11.3	28553	21.9	24.1
N	345	16	115	101	103	27	13	7	0	0	0	0	0	0	382	7.2	12125	9.3	23.0
Antall obs.		474	2088	1388	980	201	116	41	0	0	0	0	0	0	5288	100	0	0	0
%		9.0	39.5	26.2	18.5	3.8	2.2	0.8	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 (ca. 380-420m).

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	99	134	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	239	4.5	1760	4.7	4.0
N	15	107	69	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	3.3	967	2.6	3.7
NØ	30	101	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	3.0	874	2.3	2.5
NØ	45	78	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	2.6	733	2.0	2.4
NØ	60	88	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.5	648	1.7	1.9
Ø	75	78	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	2.3	672	1.8	2.1
Ø	90	98	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	3.4	1013	2.7	2.4
Ø	105	104	90	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	3.7	1266	3.4	3.6
SØ	120	120	142	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	271	5.1	2062	5.5	4.0
SØ	135	105	190	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	5.7	2454	6.6	3.8
SØ	150	121	181	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	5.9	2476	6.6	3.8
S	165	91	118	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	4.0	1614	4.3	3.6
S	180	120	90	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	4.0	1232	3.3	3.1
S	195	105	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	3.0	842	2.3	2.3
SV	210	95	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	2.7	787	2.1	2.6
SV	225	91	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	2.5	662	1.8	2.1
SV	240	96	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	2.4	595	1.6	2.1
V	255	92	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	2.9	899	2.4	2.5
V	270	109	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202	3.8	1243	3.3	2.8
V	285	99	108	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	4.0	1450	3.9	3.6
NV	300	116	168	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	299	5.7	2489	6.7	3.6
NV	315	123	262	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	401	7.6	3620	9.7	3.8
NV	330	138	311	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	472	8.9	4293	11.5	3.9
N	345	119	215	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	337	6.4	2693	7.2	3.9
Antall obs.		2493	2692	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5288	100	0	0	0
%		47.1	50.9	1.9	0.0	0.0	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

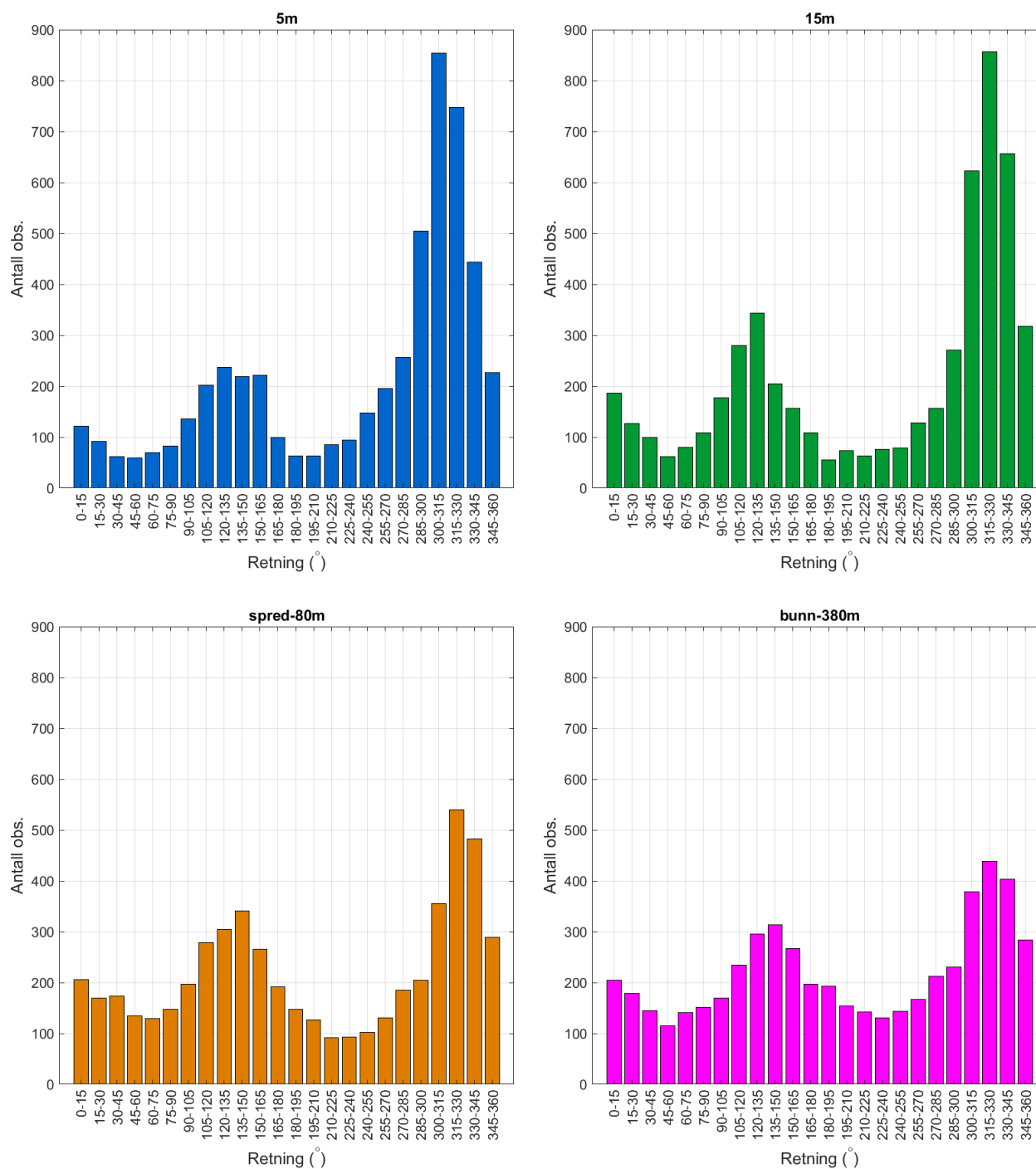
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

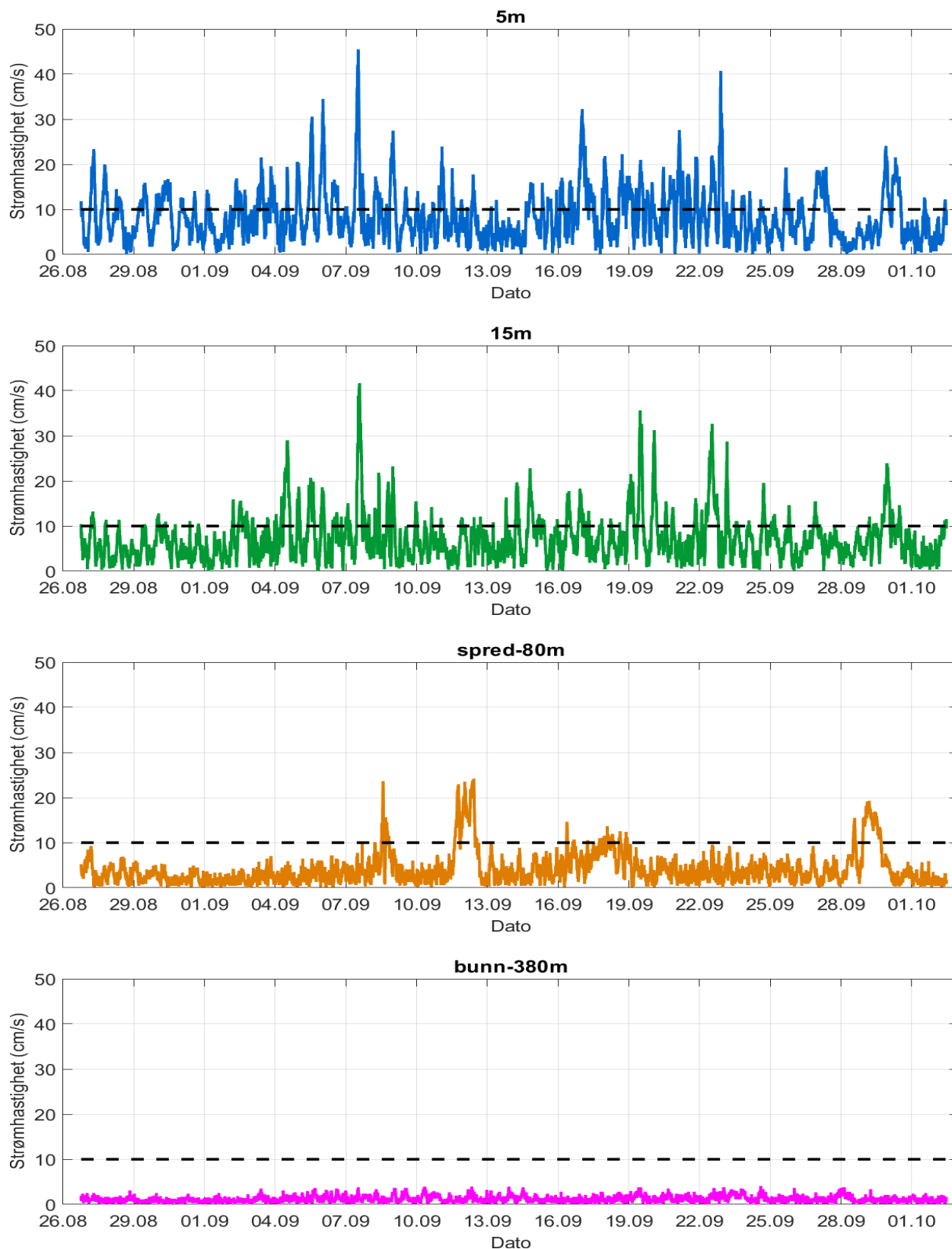
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

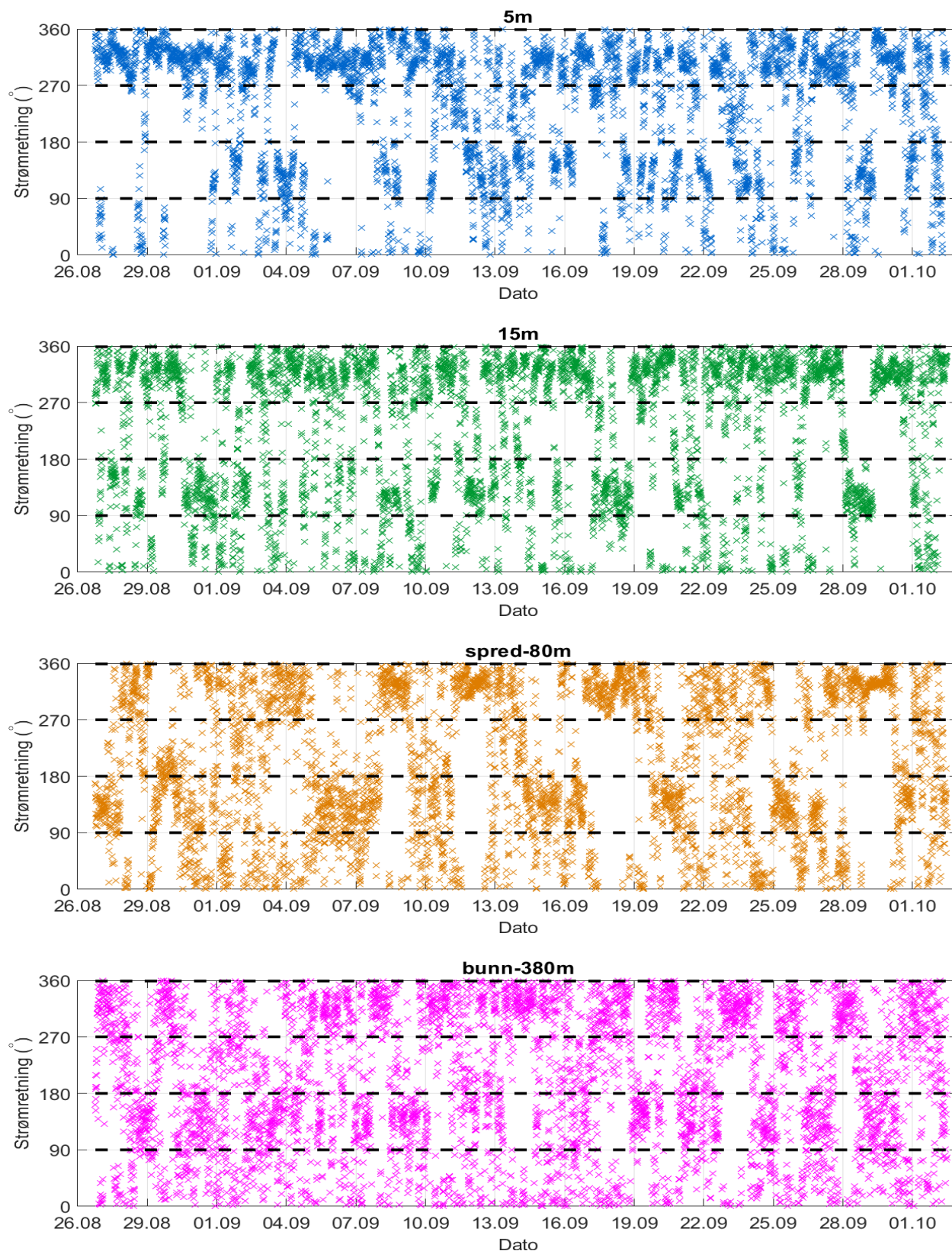
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

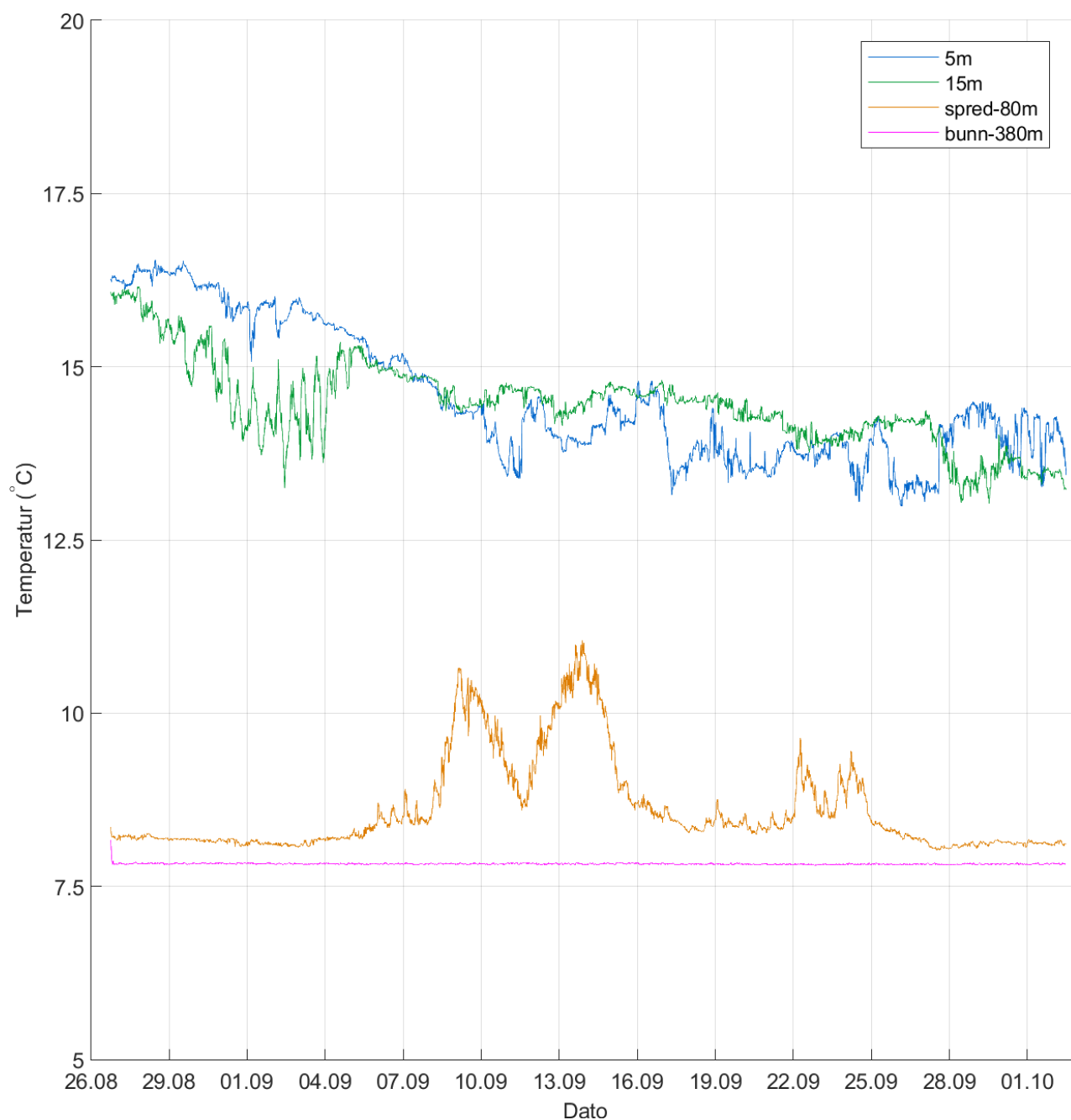
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

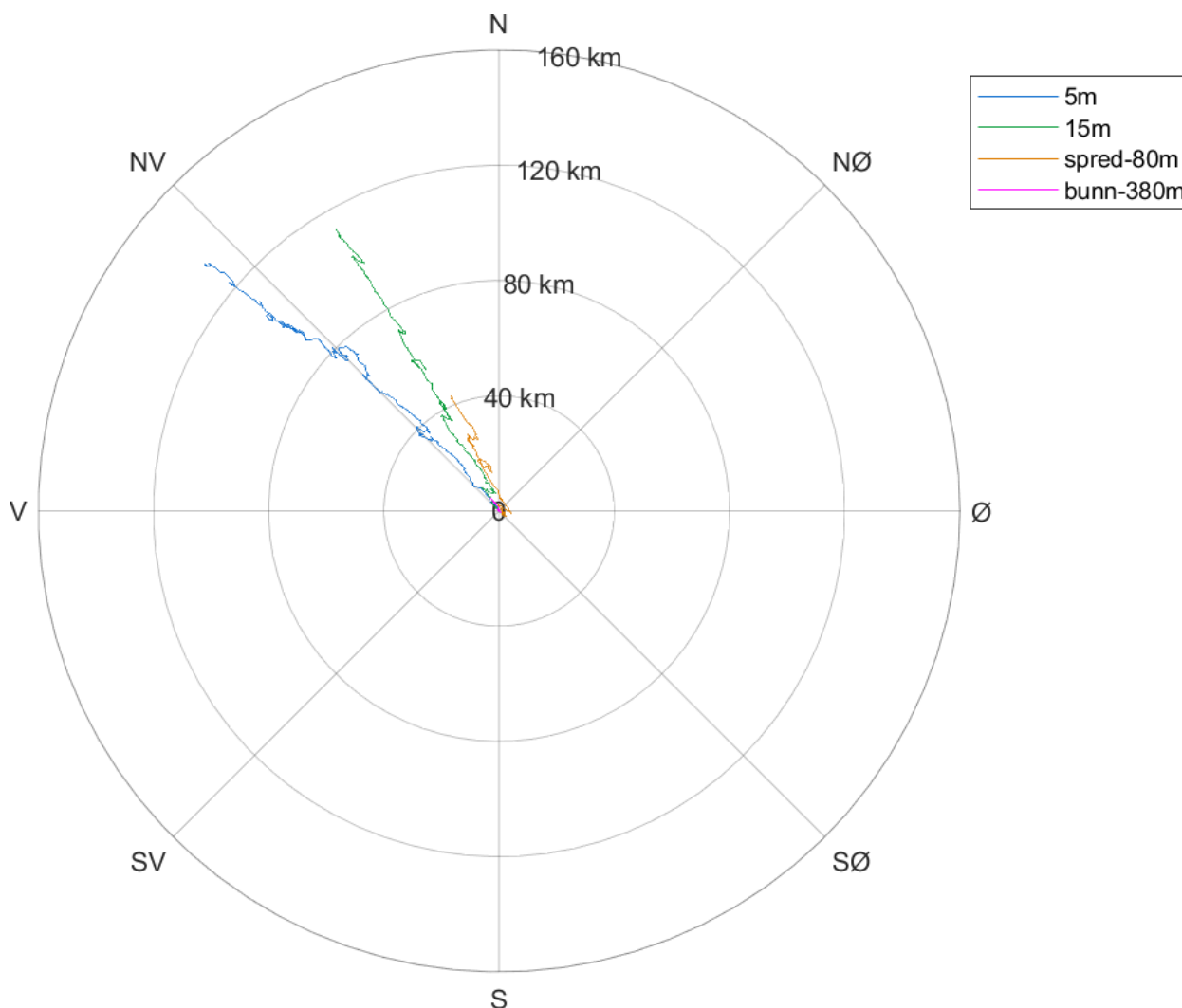
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

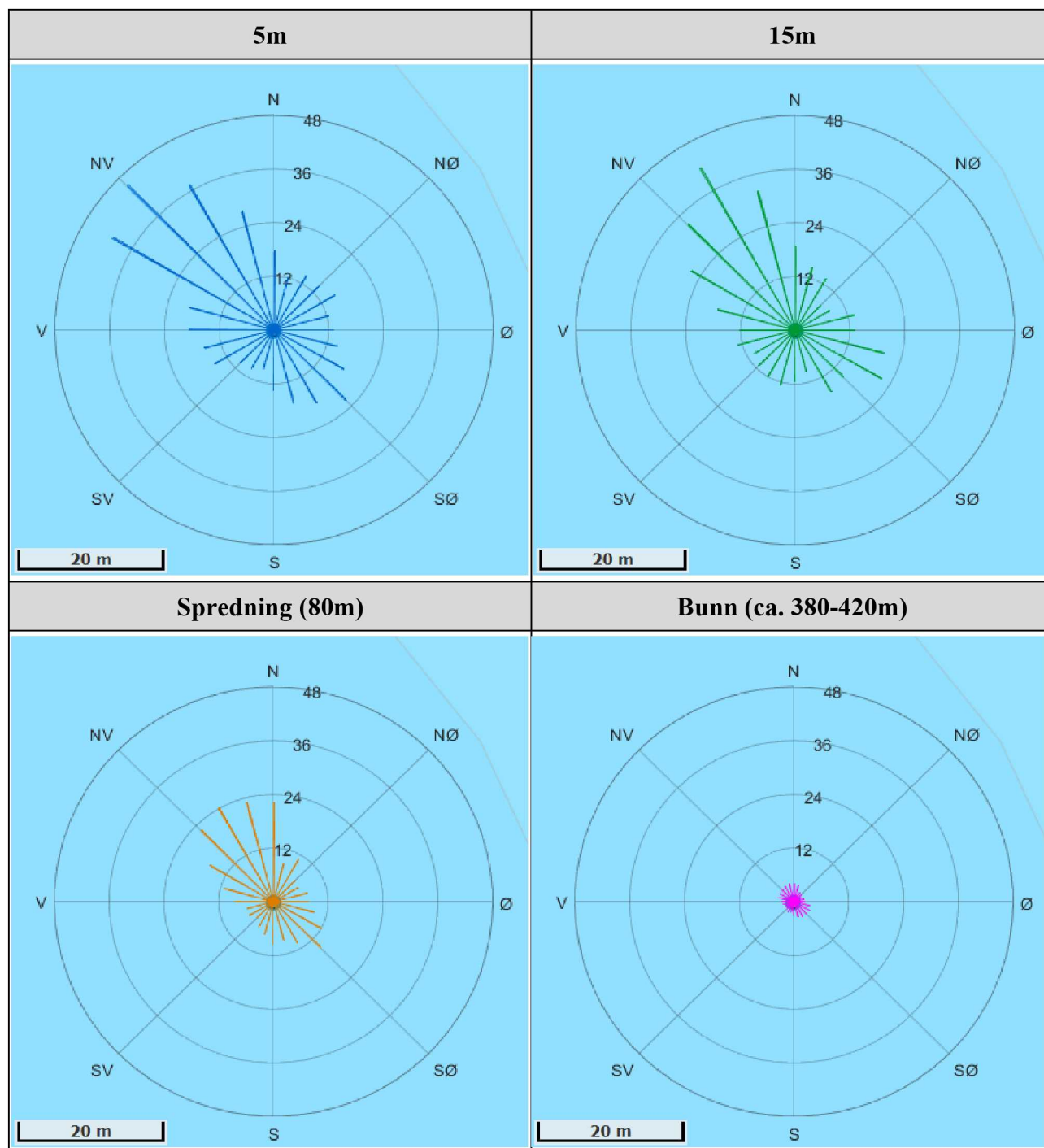
4.9 Progressivt vektordiagram

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



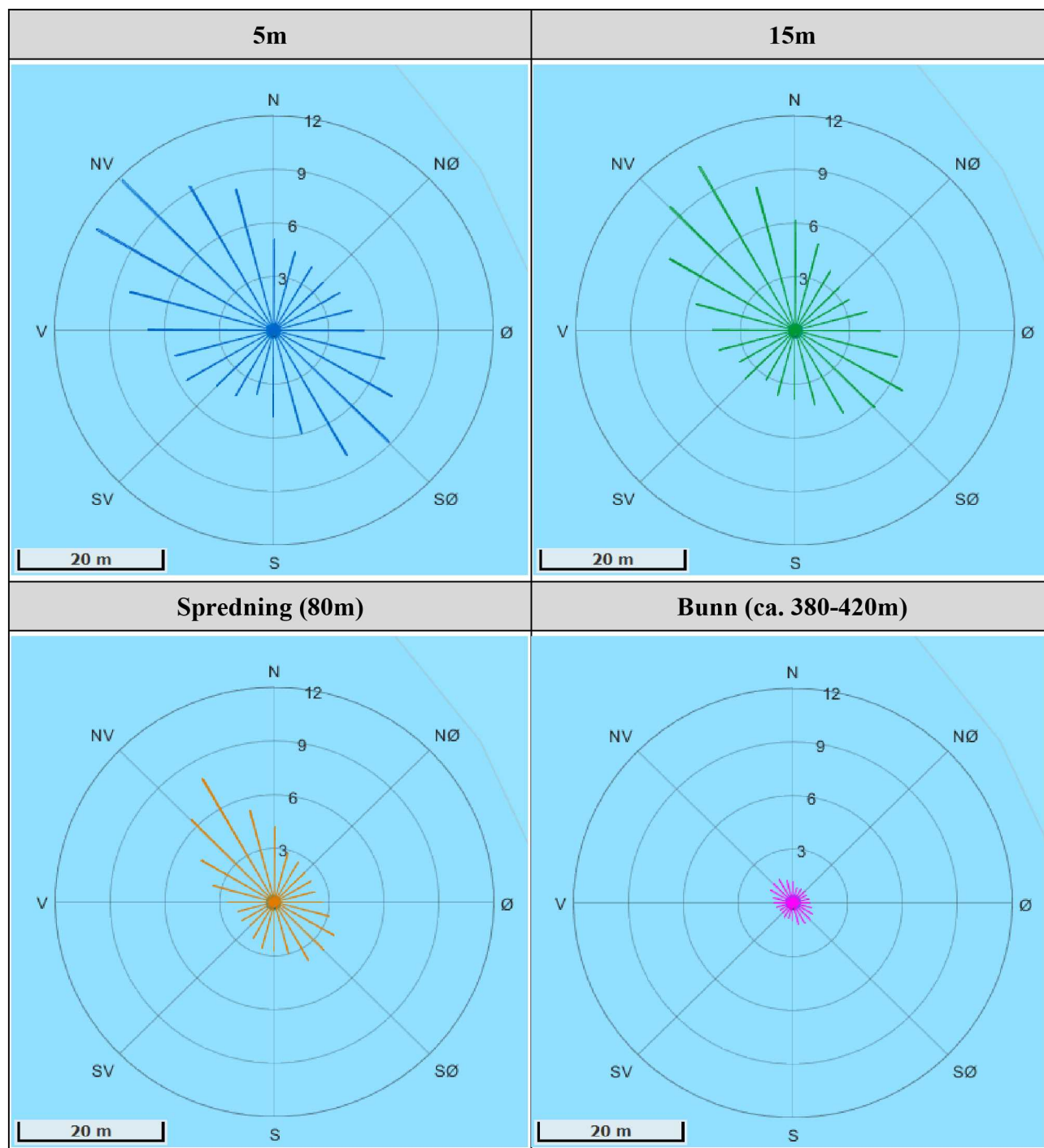
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m) dyp i løpet av måleperioden.

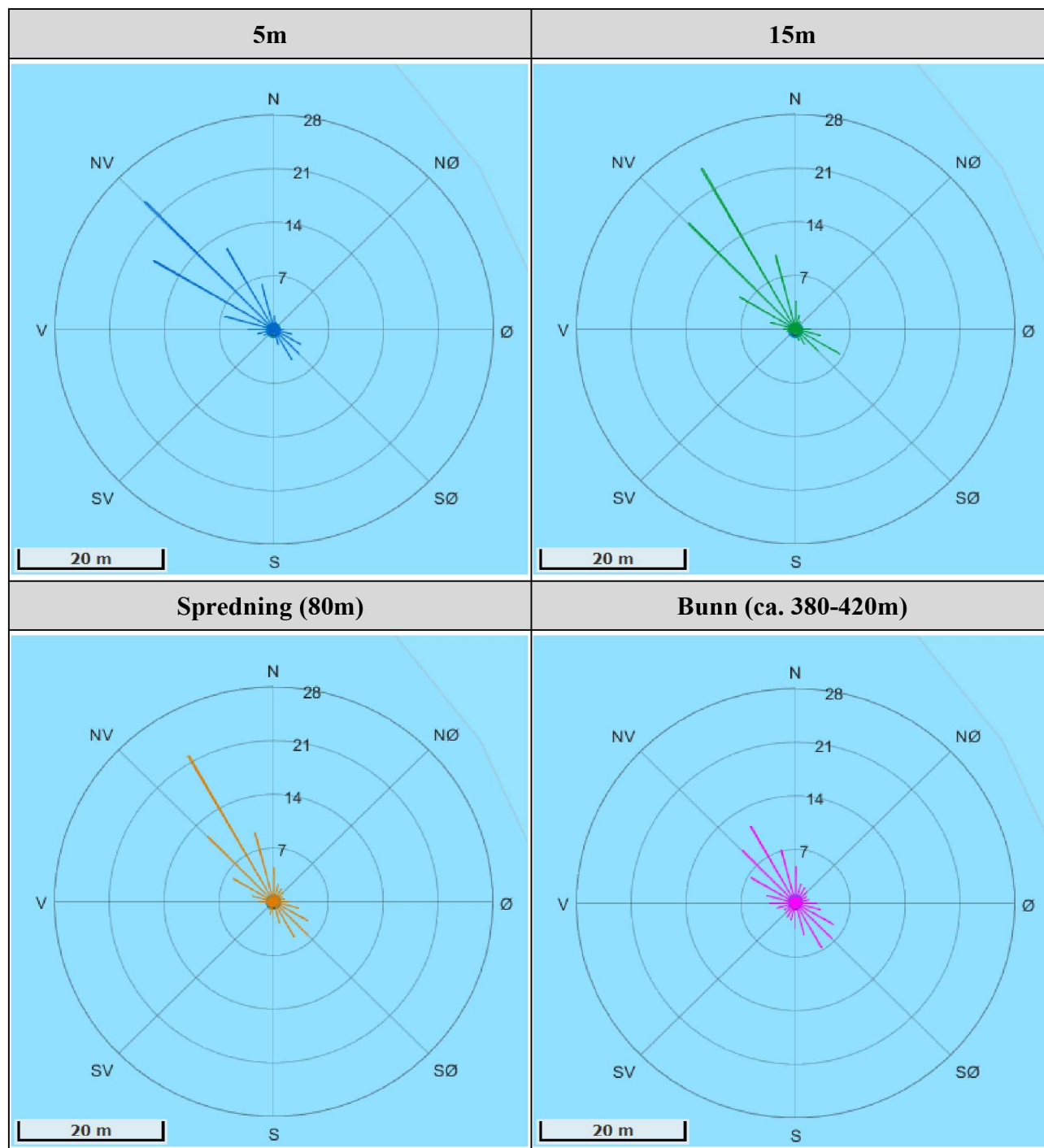
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m) dyp i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

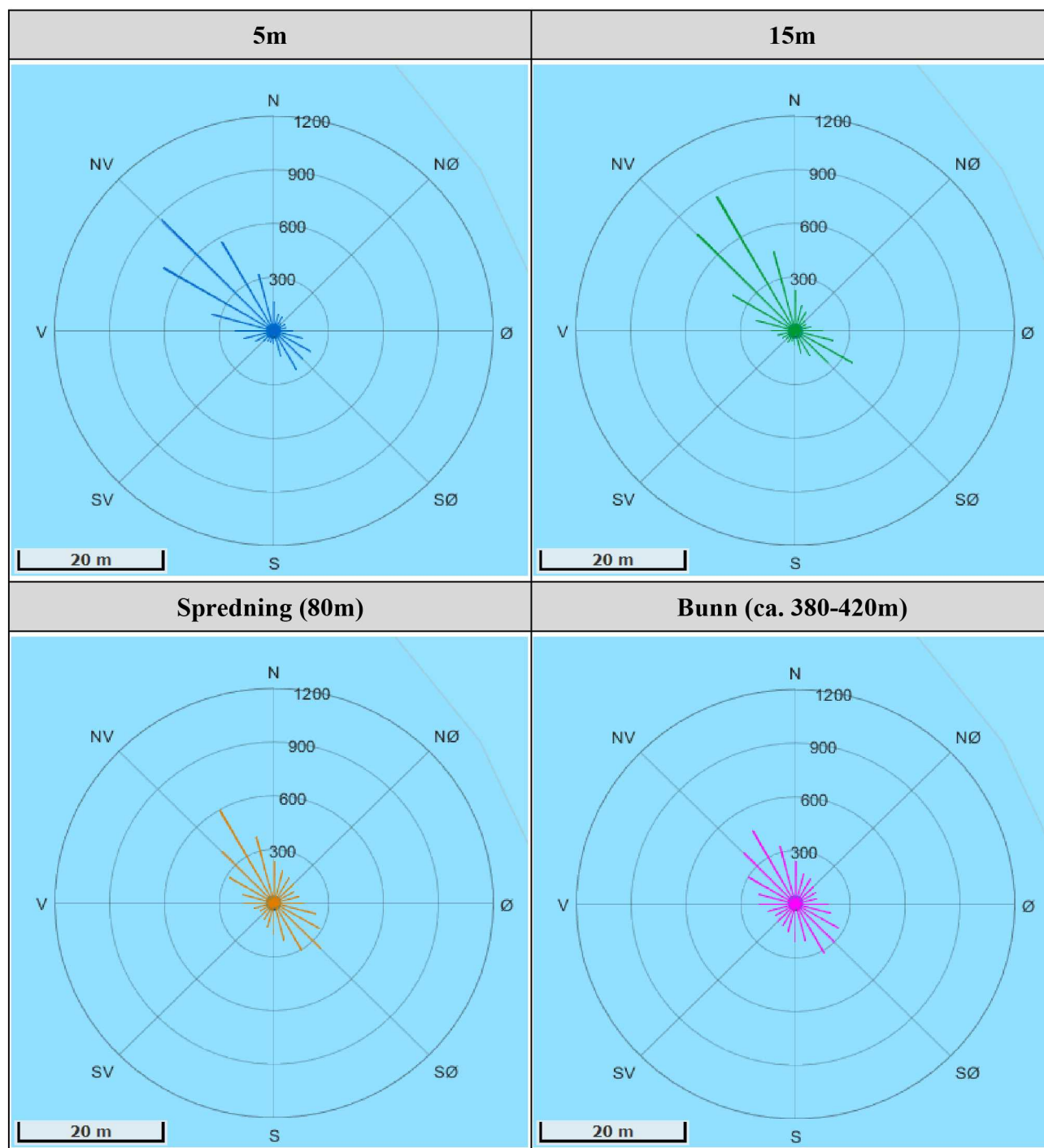
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m) dyp 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, sprednings- (80m) og bunndyp (ca. 380-420m) dyp 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	27.3	15.4	14.4	22.2	17.0	15.1	19.2	45.5
15m	32.1	13.4	20.1	21.8	12.6	12.1	17.6	41.6
Spredning (80m)	23.0	10.9	9.3	14.5	9.7	6.6	11.3	24.1
Bunn (ca. 380-420m)	4.0	2.5	3.6	4.0	3.6	2.6	3.6	3.9

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	6.1	4.0	5.5	8.1	5.2	4.8	7.2	10.9
15m	6.6	3.6	5.1	6.2	4.1	3.5	5.0	9.7
Spredning (80m)	4.1	2.4	2.8	3.8	2.8	2.1	2.8	6.8
Bunn (ca. 380-420m)	1.2	0.9	1.0	1.3	1.0	0.8	1.1	1.5

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	584	213	339	707	287	269	739	2144
15m	827	263	458	780	276	219	449	2016
Spredning (80m)	804	441	538	948	529	286	459	1283
Bunn (ca. 380-420m)	753	425	497	885	586	403	567	1172

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	8.1	2.0	4.3	13.2	3.4	3.0	12.2	53.9
15m	14.7	2.5	6.2	13.0	3.0	2.1	6.0	52.5
Spredning (80m)	15.5	5.0	6.9	16.6	6.9	2.8	6.0	40.3
Bunn (ca. 380-420m)	14.2	6.1	7.9	18.8	9.9	5.5	9.7	28.0

4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer

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

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

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	27.3	15.4	14.4	22.2	17.0	15.1	19.2	45.5
Retning (°)	342	64	112	140	160	243	281	315
10-år (cm/s)	45	25	24	37	28	25	32	75
50-år (cm/s)	51	28	27	41	31	28	35	84

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)	32.1	13.4	20.1	21.8	12.6	12.1	17.6	41.6
Retning (°)	340	25	110	117	200	203	282	334
10-år (cm/s)	53	22	33	36	21	20	29	69
50-år (cm/s)	59	25	37	40	23	22	32	77

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 (80m)	Bunn (ca. 380-420m)
1	0.8	0.7	0.3	0.1
10	2.5	2.1	1.0	0.4
20	3.6	3.2	1.5	0.6
30	4.7	4.2	2.0	0.7
40	5.7	5.2	2.5	0.9
50	7.0	6.0	3.1	1.0
60	8.5	7.2	3.7	1.2
70	10.3	8.5	4.5	1.4
80	12.6	10.0	5.7	1.7
90	15.6	13.0	8.2	2.2
95	18.4	17.0	11.5	2.5
99	27.5	27.5	19.0	3.3

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 (80m)	Bunn (ca. 380-420m)
1	98.3	97.7	91.0	52.9
3	86.0	81.8	51.6	1.9
5	66.7	61.4	25.3	
10	31.4	20.0	6.8	
20	3.4	2.7	0.8	
30	0.5	0.6		
40	0.2	0.06		

4.21 Strømfordeling

Verdiene i tabellene under indikerer prosent av data i ulike grupper av strømhastighet (cm/s), fordelt i 8 retningssektorer. Strømhastighetsgruppene er oppdelt slik at strømhastighetene er større enn oppgitt laveste grense og mindre eller lik oppgitt høyeste grense. Oppgitte verdier er rundet av til nærmeste desimaltall for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaltall. Lave verdier (< 0.01%) er oppgitt som 0.0%.

Tabell 4.21.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 5m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	1.8
1-5	4.4	3.0	3.4	3.8	2.7	2.9	4.8	6.7	31.7
5-10	4.4	0.7	2.1	5.1	1.9	1.8	5.6	13.7	35.3
10-20	1.8	0.2	0.8	4.2	0.5	0.2	3.4	16.8	27.9
20-30	0.2			0.2				2.6	3.0
30-40								0.4	0.4
40-50								0.2	0.2
Sum	11.0	4.1	6.5	13.5	5.5	5.1	14.0	40.6	100.0

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

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	2.2
1-5	5.0	3.5	4.5	5.5	3.5	3.1	4.5	6.9	36.5
5-10	7.4	1.1	3.6	7.1	1.5	0.8	3.1	16.8	41.4
10-20	2.7	0.08	0.4	1.7	0.04	0.08	0.6	11.7	17.3
20-30	0.2		0.02	0.06				1.9	2.2
30-40	0.02							0.5	0.5
40-50								0.06	0.06
Sum	15.6	5.0	8.7	14.8	5.2	4.2	8.5	38.2	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (80m).

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	0.9	1.2	1.3	1.1	1.2	1.0	1.2	1.0	8.9
1-5	10.0	6.5	7.8	12.4	7.8	4.2	6.4	10.6	65.7
5-10	3.3	0.5	1.1	4.3	1.0	0.2	1.0	7.2	18.6
10-20	0.9	0.02		0.2			0.04	4.8	6.0
20-30	0.2							0.6	0.8
30-40									0.0
40-50									0.0
Sum	15.3	8.2	10.2	18.0	10.0	5.4	8.6	24.2	100.0

Tabell 4.21.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (ca. 380-420m).

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	6.1	5.0	5.3	6.5	6.0	5.3	5.7	7.1	47.0
1-5	8.1	3.0	4.1	10.2	5.1	2.3	5.0	15.0	52.8
5-10									0.0
10-20									0.0
20-30									0.0
30-40									0.0
40-50									0.0
Sum	14.2	8.0	9.4	16.7	11.1	7.6	10.7	22.1	100.0

4.22 Strømvarighet

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

Tabell 4.22.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 5m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.6	0.09						
1-5	5.4	5.4	10.2	6.5	1.9	1.6	0.6	
5-10	7.8	9.7	9.6	5.2	2.0	1.1		
10-20	3.0	3.1	6.2	5.6	3.5	1.5	2.0	3.0
20-30	0.7	0.4	1.8					
30-40	0.3	0.08						
40-50	0.08	0.08						

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

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	2.2	0.08						
1-5	6.5	7.7	10.8	6.9	2.1	1.5		0.7
5-10	7.9	8.6	10.4	8.4	4.8	0.5		0.8
10-20	3.0	2.3	4.2	2.9	2.7	2.0		
20-30	0.4	0.6	0.9	0.3				
30-40	0.09	0.4						
40-50	0.06							

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (80m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	8.4	0.5						
1-5	8.3	10.2	17.2	13.1	6.1	4.0	2.5	4.3
5-10	5.6	3.7	3.3	2.8	1.2	1.0		0.9
10-20	0.7	1.0	0.5	0.8	0.4	0.5		2.1
20-30								
30-40								
40-50								

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (ca. 380-420m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	17.7	11.3	13.4	4.0	0.7			
1-5								
5-10								
10-20								
20-30								
30-40								
40-50								

4.23 Tidevannsanalyse

En tidevannsanalyse av strømdata er gjennomført for å vurdere hvor stor andel av det målte signalet som er forårsaket av tidevannet. Tidevannsanalysen er utført ved bruk av analyseverktøyet T_Tide (Pawlowic, et al., 2002).

Tidevannsanalysen inkluderer alle separerbare tidevannskomponenter. Det er også foretatt en analyse med fem separerbare tidevannskomponenter, M_2 (12.42 timers periode), S_2 (12.00 timers periode), N_2 (12.66 timers periode), O_1 (25.82 timers periode) og K_1 (23.93 timers periode), som benyttes i forbindelse med tidevannstabeller. Tidevannskomponentenes periode forklarer hvor ofte de oppstår, dvs. at M_2 , S_2 og N_2 oppstår omtrent to ganger daglig, mens O_1 og K_1 oppstår omtrent en gang per dag.

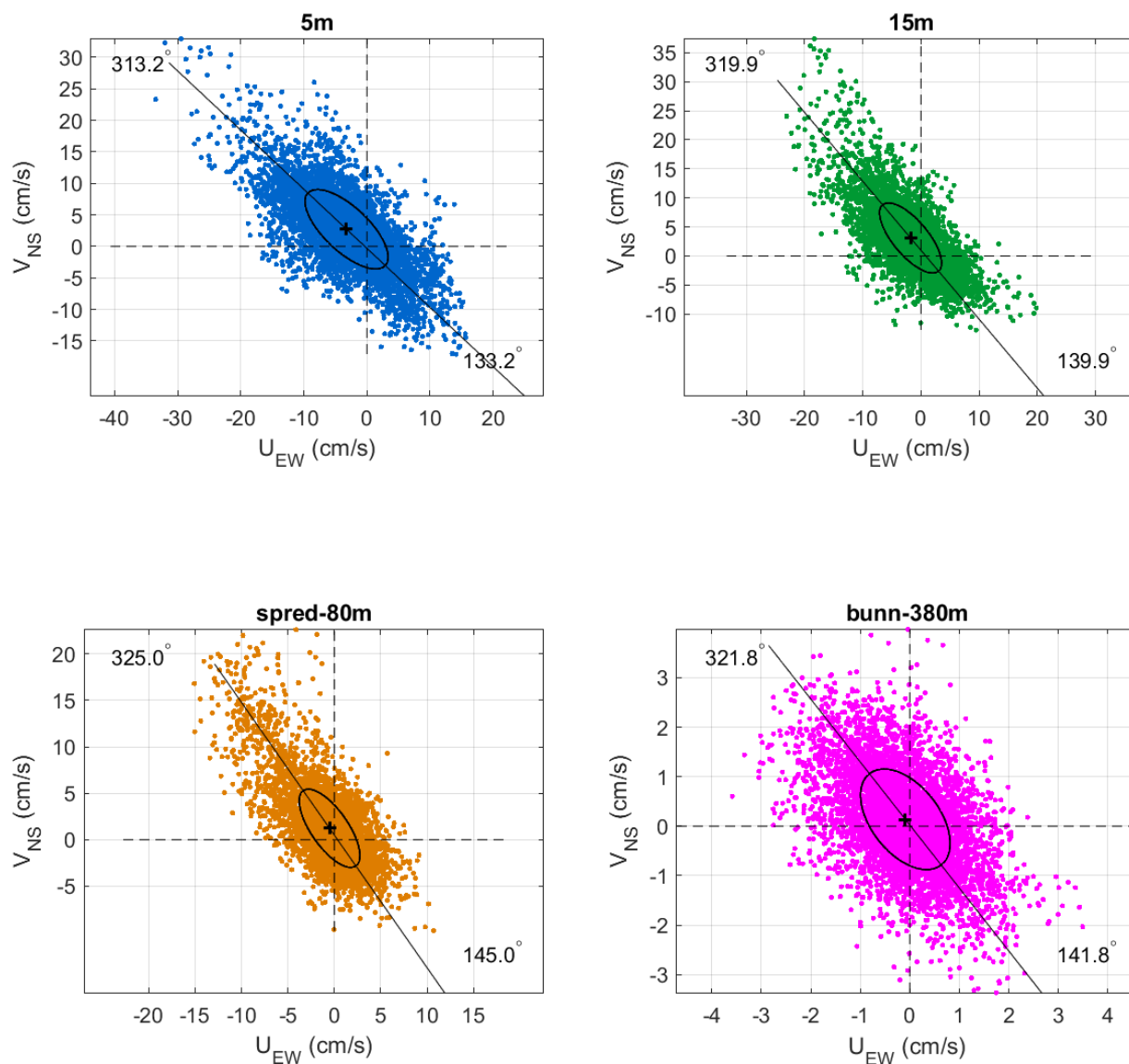
Målt strøm er splittet i øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) komponenter for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende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

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

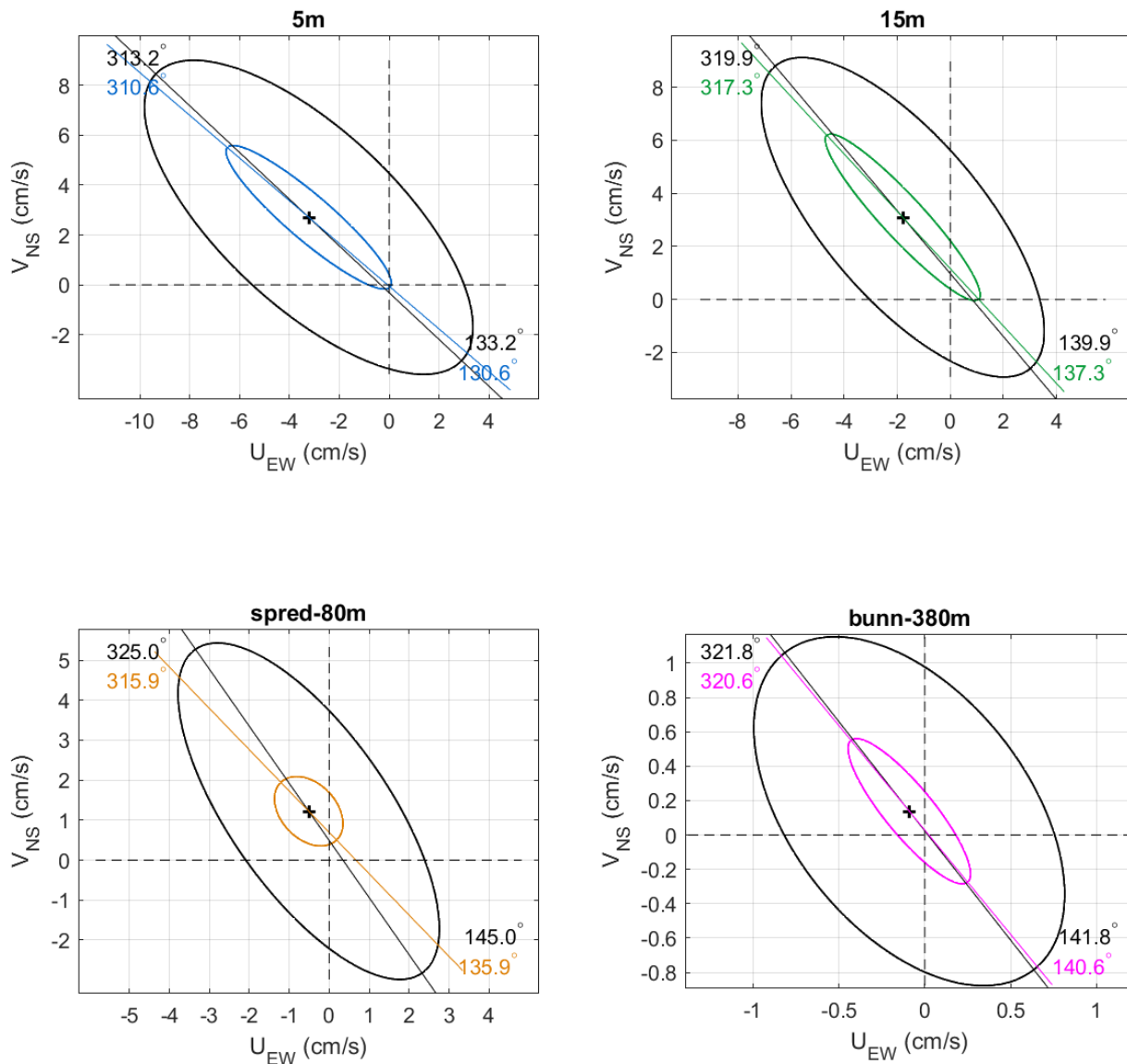
Måledyp	5m	15m	Spredning (80m)	Bunn (ca. 380-420m)
Strøm (%)	41.3	50.1	20.6	42.0

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

Måledyp	5m	15m	Spredning (80m)	Bunn (ca. 380-420m)
Strøm (%)	24.5	31.9	5.0	30.6



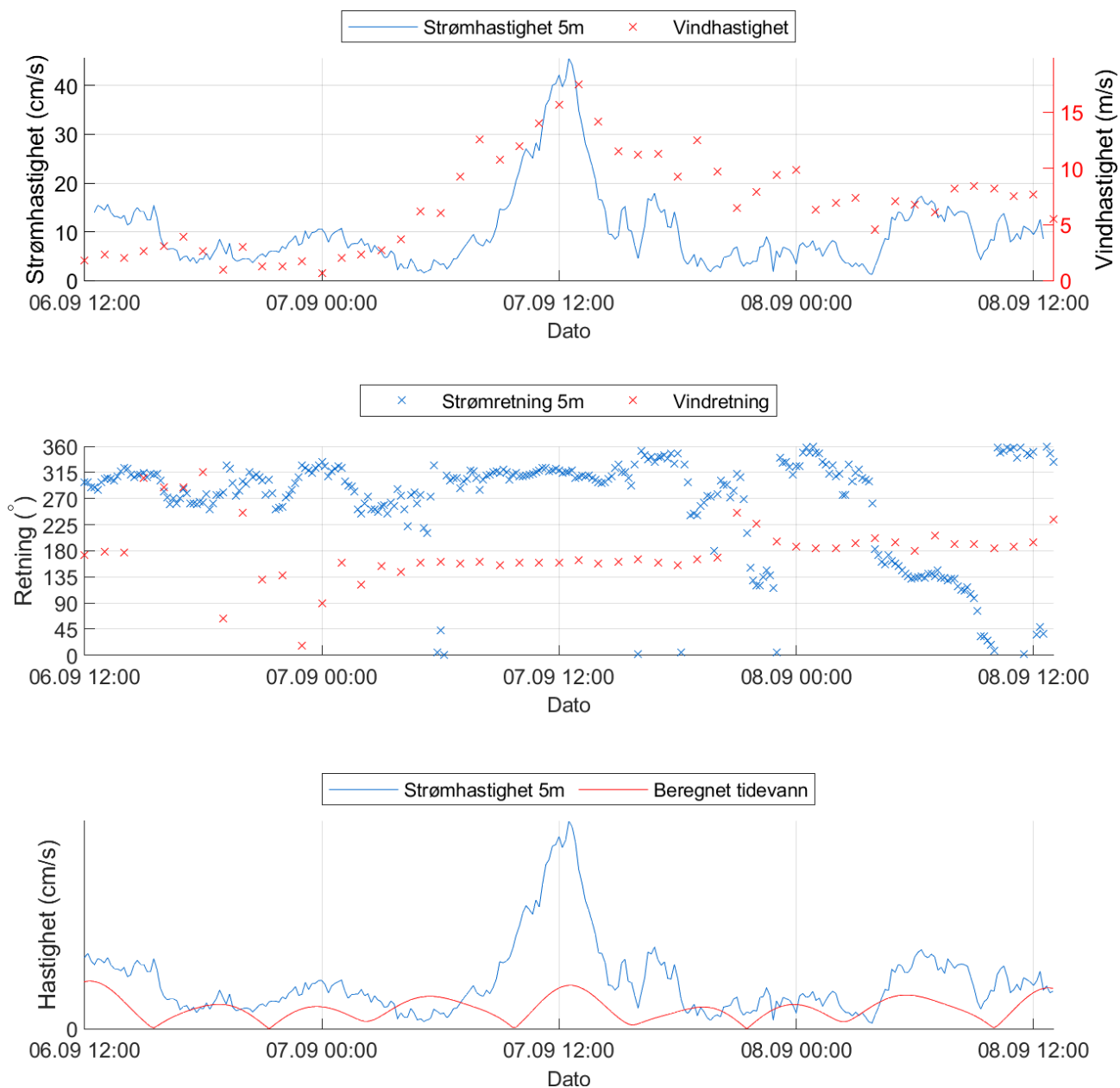
Figur 4.23.1. U_{EW} – V_{NS} punktdiagram med tilhørende strørellipse. Midtpunktet for strørellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist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



Figur 4.23.2. $U_{EW} - V_{NS}$ tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strørellipsen (svart linje). Midtpunktet for strørellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist med stiplede linjer.

4.24 Todagersperiode

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



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

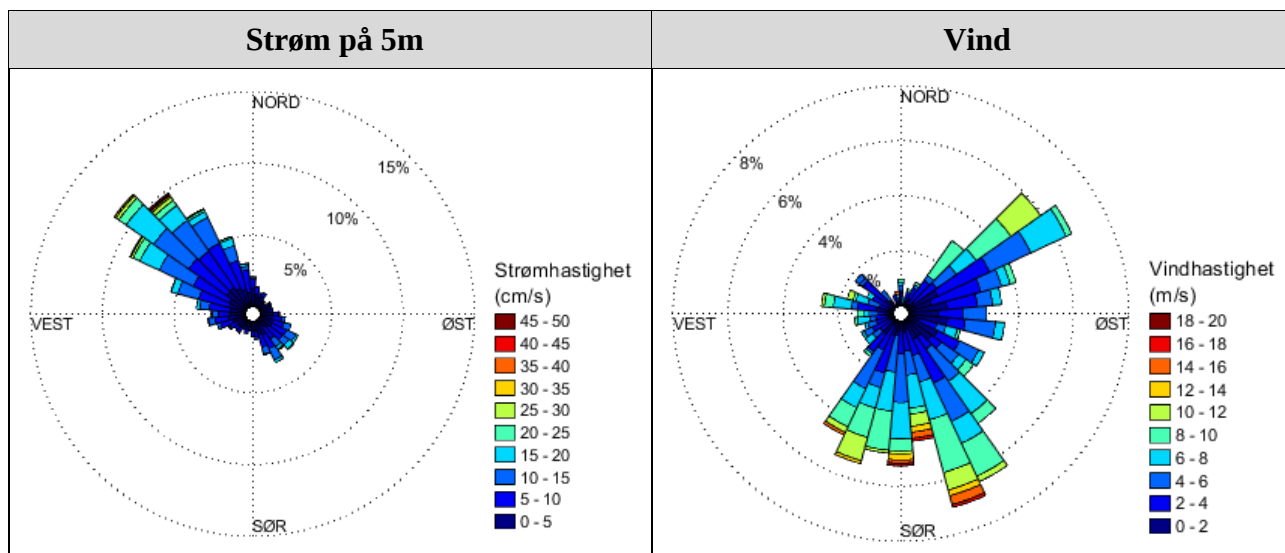
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjonen på Svinøy Fyr, som ligger ca. 40.3km nordvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3).

Strømtopper over 20cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Svinøy Fyr fra samme periode. Figur 4.25.2 indikerer hvilke tidspunkter vind på Svinøy Fyr og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne piler), samt vannstand i løpet av måleperioden. Vannstand er hentet fra tidevannsstationen i Ålesund (Kartverket, 2020), som ligger ca. 32.8km nordøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

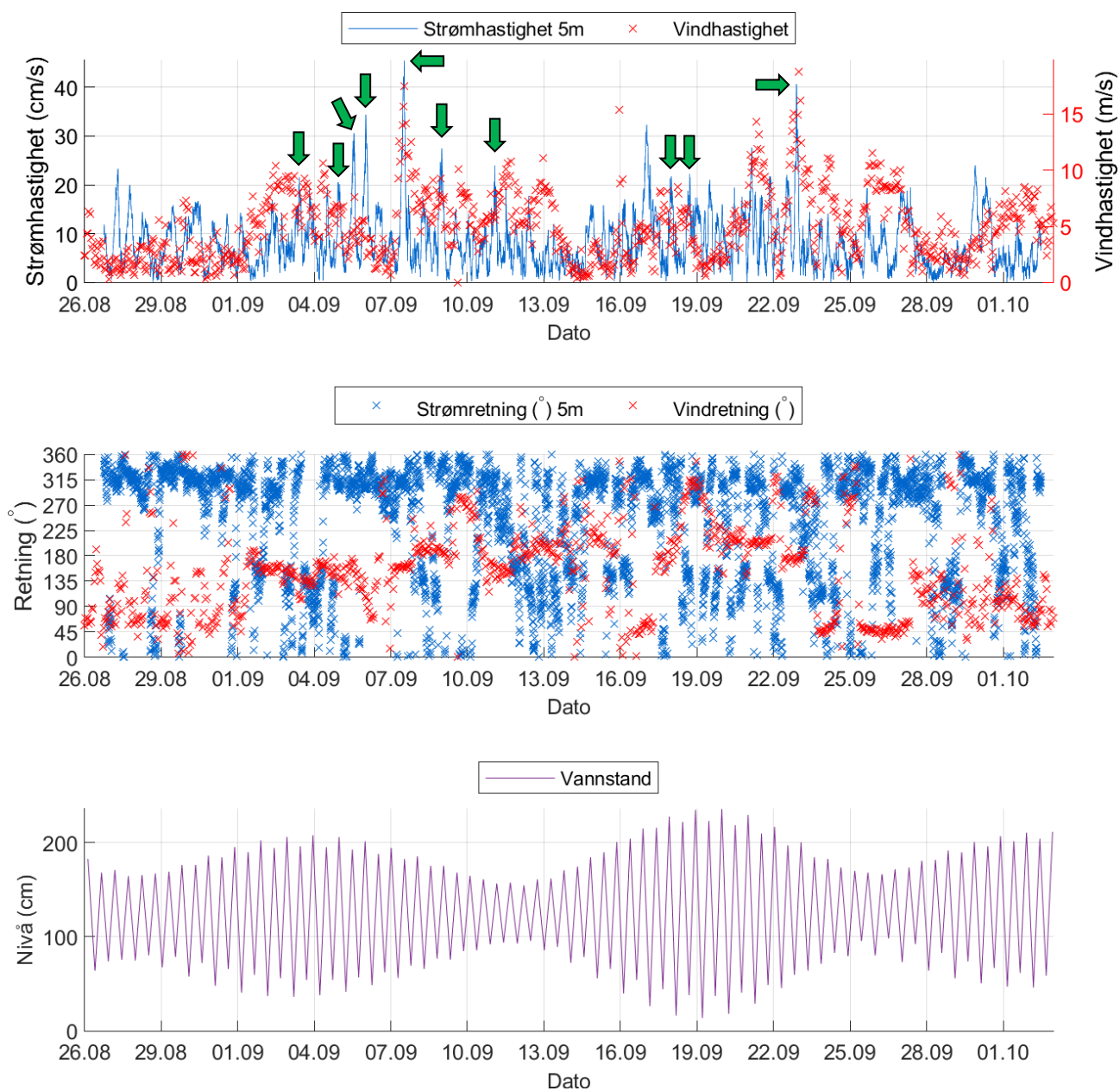
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	15.4	11.5	8.5	10.8	18.8	14.3	10.1	7.4
Tid (%)	2.5	17.3	14.9	18.2	23.9	10.9	7.7	4.6

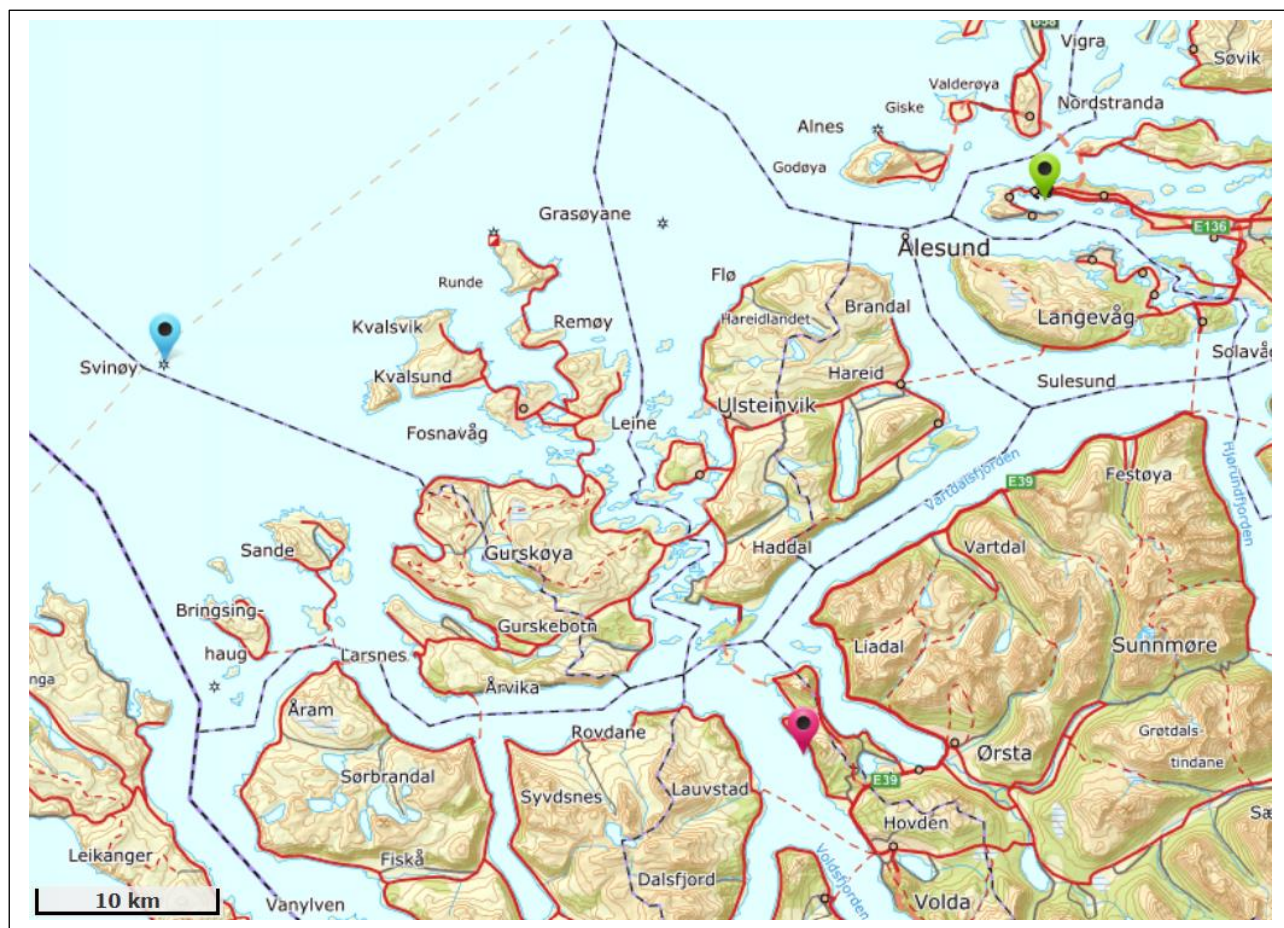


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Svinøy Fyr værstation under måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

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) under måleperioden. Grønne piler indikerer tidspunkt for vindpåvirket strømtopper, hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning.



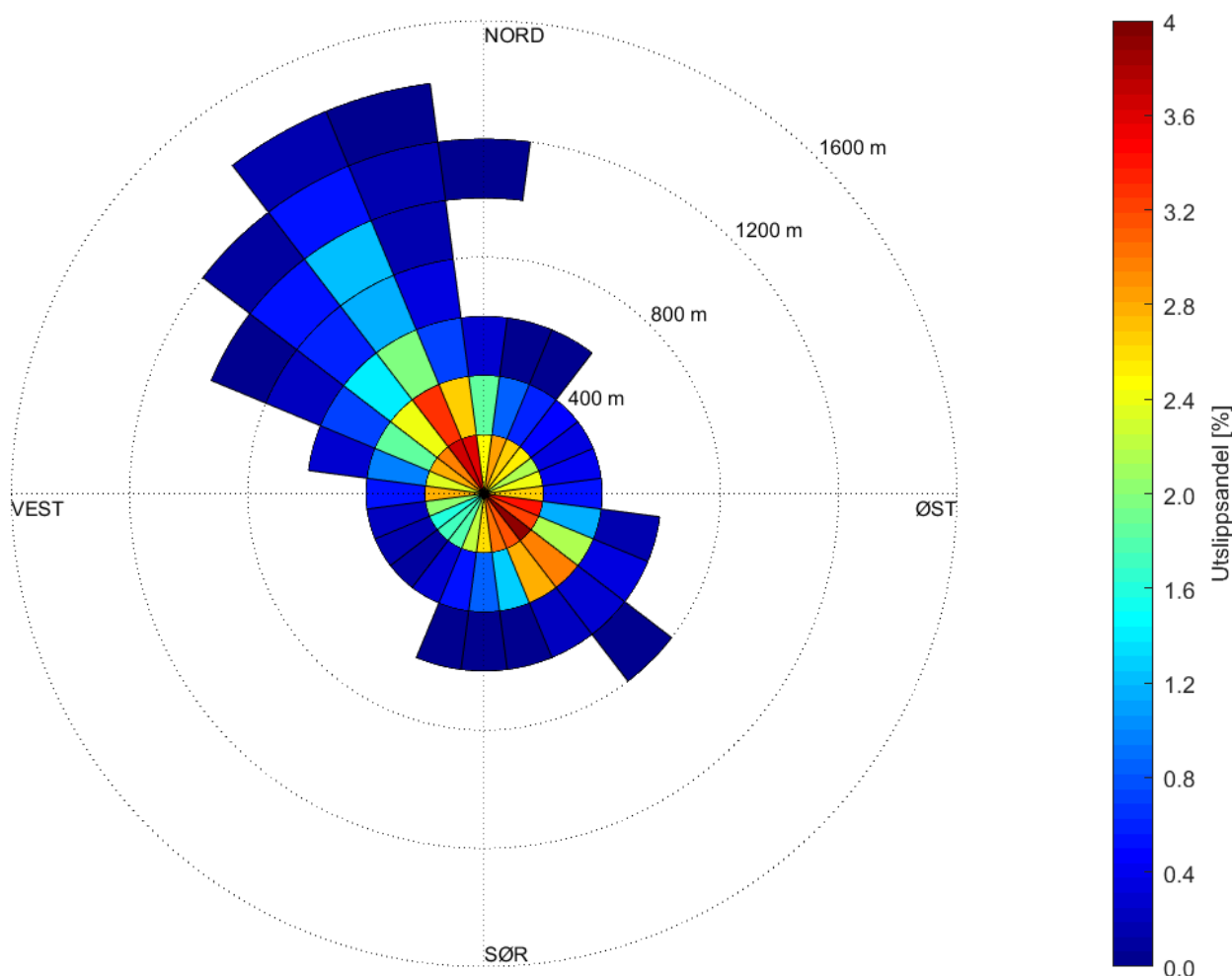
Figur 4.25.3. Posisjonen til Svinøy Fyr værstasjon (markert med blå pinne) og posisjonen til Ålesund tidevannsstasjon (markert med grønn pinne) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.26 Utslippskontur

Utslippskonturen tar utgangspunkt i strøm målt på spredningsdyp til å beregne spredningsavstand for avfallspartikler fra et utslippspunkt med en viss synkehastighet (

Figur 4.26.1). Figuren viser retning og avstand for spredning, og i hvilket område 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%).

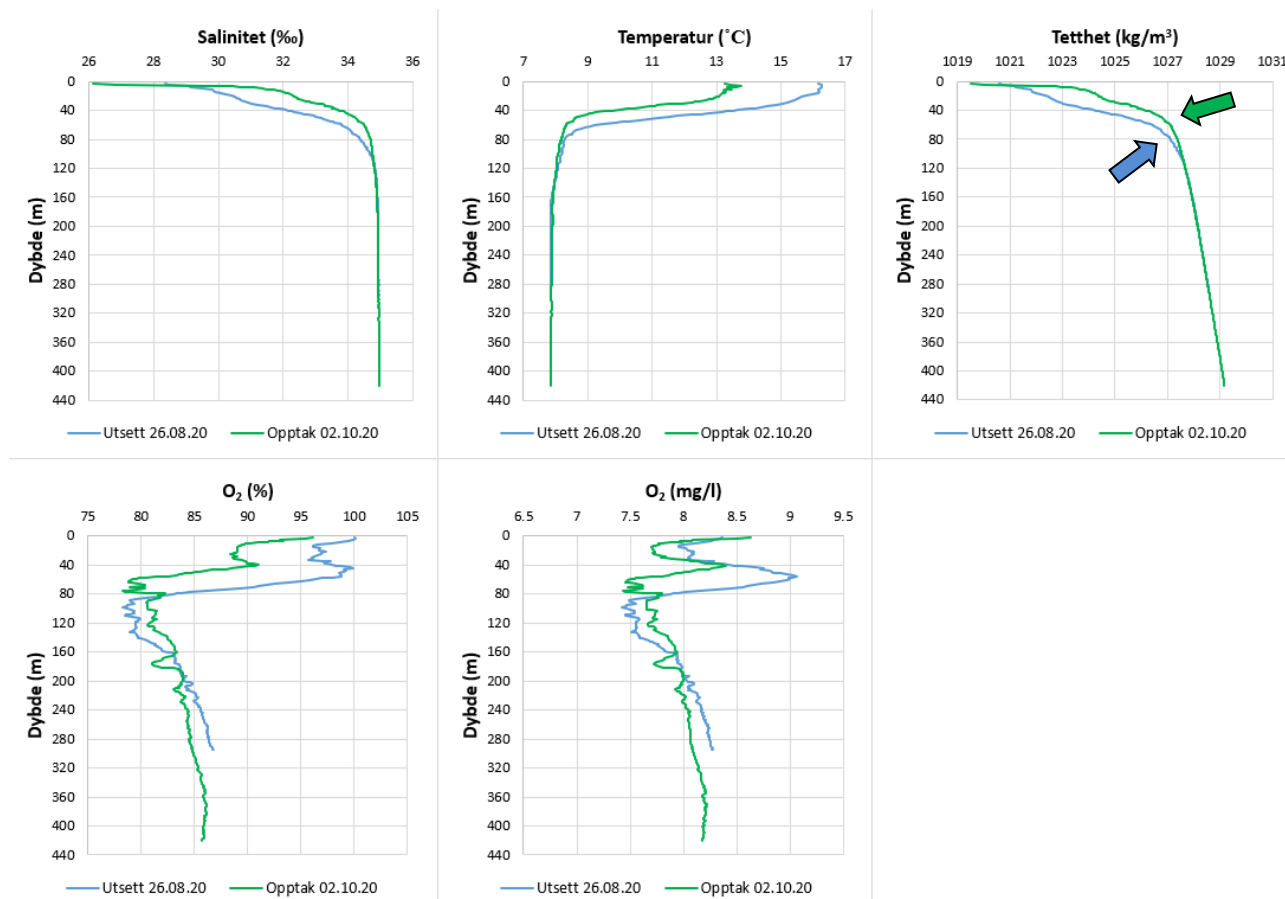
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.26.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (80m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner innenfor de ulike sektorene. Hver sektor er 200m lang.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett (26.08.20) og opptak (02.10.20) av strømmålere. Profilen for opptak er dypere enn ved utsett grunnet at riggen hadde driftet under måleperioden, og var tatt opp ca. 271m nordvest for opprinnelig posisjon. Dypet ved ny riggposisjon ved opptak var ca. 420m dypt.



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 Alida er mot V/NV – SØ på 5m, og mot NV/N – SØ på 15m, spredningsdyp (80m) og bunndyp (ca. 380-420m). Dette stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering. Strømretningen domineres av to motsatt rettede hovedstrømretninger, hvor retningene NV – SØ er hovedstrømakse på 5m og NV/N – SØ er hovedstrømakse på 15m, spredningsdyp (80m) og bunndyp (ca. 380-420m). 79.3% av relativ vannutskiftning på 5m, 80.2% på 15m, 72.4% på spredningsdyp og 61.0% på bunndyp skjer langs hovedstrømaksene.

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 45.5cm/s mot NV på 5m, 41.6cm/s mot NV på 15m, 24.1cm/s mot NV på spredningsdyp (80m) og 4.0cm/s mot SØ på bunndyp (ca. 380-420m). Maksstrømmen er langs hovedstrømaksen for alle dyp og er vurdert som sterk på 5m og 15m, middels sterk på spredningsdyp (80m) og svært svak på bunndyp (ca. 380-420m). Maksimalmålingen er bare én måling og gir ikke en indikasjon av om strømmen er sterk eller svak i området.

Signifikant maksimal strømhastighet er gjennomsnittet av den høyeste tredjedelen av målingene og gir en indikasjon av styrken på strømmen i området. Denne var 14.7cm/s på 5m, 12.6cm/s på 15m, 7.8cm/s på spredningsdyp (80m) og 2.0cm/s på bunndyp (ca. 380-420m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m, 15m og spredningsdyp (80m), og svært svak på bunndyp (ca. 380-420m).

Det var tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på både 5m og 15m dyp. Lengst varighet av strømhastighet $> 30\text{cm/s}$ var 120 minutter (2t) på 5m og 130 minutter (2t 10min) på 15m dyp. Høy strømhastighet oppstår jevnt med tidevannssyklusen, men varighet av disse i området er relativt kort. Høye strømhastigheter oppstår også uregelmessig og er vurdert forårsaket av vind.

5.2 Tidevannspåvirkning

Tidevannssignalet dominerte strømbildet på 5m, 15m og bunndyp (ca. 380-420m). Tidevannssignalet dominerte ikke strømbildet på spredningsdyp (80m) under måleperioden, som er indikert ved at tidevannsellipsen er vesentlig mindre enn strø mellipsen (Figur 4.24.2). Tidevannsbidrag til strøm er størst ved overflaten og ved bunnen. Dette indikerer at strømmen ved overflaten og bunnen er mer påvirket av tidevann i forhold til resten av vannsøylen.

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra SØ, SV og NV kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Strømtopper over 20cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Svinøy Fyr fra samme periode. Under måleperioden blåste vind mest fra NØ og SØ/S, og sterkest fra S (Tabell 4.26.1).

Hvis de lokale vindforholdene på strømmålingsposisjonen var like de på Svinøy Fyr under måleperioden, er det vurdert at vind fra Ø/SØ/S og NV kan ha påvirket strøm mot henholdsvis NV/N og SØ.

Det var tilfeller av vind der enten vindhastigheten var for lav, eller at vindretningen var ugunstig for at strømmen har vært vindpåvirket.

Værstasjonen har en annen 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 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 5m, 15m og spredningsdyp (80m). På bunndyp (ca. 380-420m) var gjennomsnittlig strømhastighet 1.2cm/s . Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og 15m, middels sterk på spredningsdyp (80m) og som svært svak på bunndyp (ca. 380-420m).

Neumann-parameteren er vurdert som stabil på 5m og 15m dyp, middels stabil på spredningsdyp (80m) og lite stabil på bunndyp (ca. 380-420m). Strømrretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god, fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på 5m, 15m og spredningsdyp (80m). Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var 47.1% på bunndyp (ca. 380-420m). Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 50 minutter på 5m, 40 minutter på 15m, 50 minutter på spredningsdyp (80m) og 200 minutter (3t 20min) på bunndyp (ca. 380-420m). Det var kort perioder med strømstille på både 5m, 15m og spredningsdyp (80m). Dette tyder på god vannutskiftning i området.

5.5 Mulig spredning av utslipp

Sprednings- og bunnstrøm er viktig for lokalitetens totale bæreevne. Opphopning av sediment under anlegget kan i noen tilfeller påvirke vannkvaliteten i merden og dermed fiskens levevilkår (Mattilsynet, 2016). På lokaliteter med kort avstand mellom havbunn og notbunn er det viktig at både sprednings- og bunnstrøm viser god vannutskiftning slik at sedimenter ikke hopper seg opp og påvirker vannkvaliteten i merden negativt (Mattilsynet, 2016). Bunntopografi og strømningsforhold har også betydning for utskifting og nedbryting av bunnsedimenter fra anlegget (Mattilsynet, 2016). En ujevn bunn eller en flat bunn med groper gir større risiko for opphopning av sedimenter enn en jevnt skrånende bunn.

Dyp ved målepunktet var ca. 380-420m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmåleposisjonen ligger over en bunn som skråner nedover mot SV til ca. 695m midt i fjorden. Bunntopografien er orientert NV – SØ i området for strømmålingsposisjonen. Det er ingen store groper i området.

Det var tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på spredningsdyp (80m). Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget. Det var ingen tilfeller av strøm $> 10\text{cm/s}$ på bunndyp (ca. 380-420m).

5.6 Vannsøylens vertikale struktur

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

Temperatur under måleperioden var 13.0 - 16.5°C på 5m, 13.0 - 16.2°C på 15m, 8.0 - 11.0°C på spredningsdyp (80m) og 7.8 - 8.2°C på bunndyp (380m). Temperaturen på både 5m og 15m dyp avtok i løpet av perioden august – oktober, som er normalt da høstavkjølingen skjer raskest ved overflaten. Bunndypet hadde en nokså konstant temperatur gjennom hele perioden. Temperaturen på spredningsdyp var også relativt konstant frem til 05. september og etter 26. september. I perioden 05. september til 26. september varierte temperaturen en del på spredningsdyp. Dette kan skyldes at dette måledypet ligger i nærheten av en sterk termoklin, hvor temperaturen endrer seg raskt med dypet. Dersom denne termoklinen blir forflyttet vertikalt opp eller ned i vannsøylen vil dette ha store utslag på temperaturmålingene på spredningsdyp. En annen mulighet er at det har vært variasjon i innstrømmende vann til strømmålingsposisjonen under denne tidsperioden. CTD-målinger ved utsett (26.08.20) og opptak (02.10.20) viser en avkjøling i overflatelaget ned til ca. 80m og en mer konstant temperatur i resten av vannsøylen. Dette er normalt på denne årstiden, når høstavkjøling skjer raskt i overflatelaget. Begge profilene fra utsett (26.08.20) og opptak (02.10.20) viser en raskt avtagende temperatur fra overflaten og ned til ca. 80m dyp ved utsett og ca. 60m dyp ved opptak. Herfra forholdt temperaturen seg relativt stabil ned til bunnen, både ved utsett og opptak.

Saliniteten ved utsett (26.08.20) økte raskt fra overflaten og ned til ca. 100m dyp. Fra 100m dyp og ned til bunnen var det lite endring i saliniteten. Ved opptak (02.10.20) økte også saliniteten raskt fra overflaten og ned til ca. 70m dyp. Fra 70m og ned til bunnen var det lite endring i saliniteten. Ett ferskere overflatelag kan være på grunn av ferskavrenning i området.

Tetthetsdata gjenspeiler salinitet og viser at vannsøylen var lagdelt. Ved utsett (26.08.20) økte tettheten raskt fra rett under overflaten og ned til ca. 100m dyp (blå pil i Figur 4.27.1). Tettheten ved opptak (02.10.20) økte også raskt fra rett under overflaten og ned til ca. 70m dyp (grønn pil i Figur 4.27.1). Fra henholdsvis 100m og 70m dyp og ned til bunnen var det en gradvis økning i tetthet.

Oksygenmetningen var høy (> 90%) ved overflaten for både utsett og opptak. Ved utsett (26.08.20) varierte oksygenmetningen noe fra overflaten og ned til ca. 55m, hvorpå oksygenmetningen avtok ned til ca. 100m dyp. Fra 100m og ned til bunnen økte oksygenmetning gradvis igjen. Oksygenmetningen ved opptak (02.10.20) varierte oksygenmetningen noe fra overflaten og ned til ca. 40m dyp, hvorpå oksygenmetningen avtok ned til ca. 70m. Fra 70m og ned til bunnen økte oksygenmetningen gradvis. Oksygeninnholdet viser tilsvarende 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 på 5m og 15m dyp skal plasseres i den posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokaliteten.

- Anleggets geografiske plassering og topografiske utforming av nærområdet må vurderes. Strømmen påvirkes av bukter, vikar og elveløp, møtepunkter for fjordsystemer, osv. Dette kan føre til at strømmen skifter retning e.l.
- Anlegget bør plasseres der vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn, og slik at vanntransporten på tvers av anlegget maksimeres. Dette er spesielt viktig i den varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv fôring, og drift av anlegget.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.

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

For strømmåling på sprednings- og bunndyp 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 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, strømrretning og temperatur.

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning (80m)	Bunn (ca. 380-420m)
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.	5264	5152	5151	53
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.

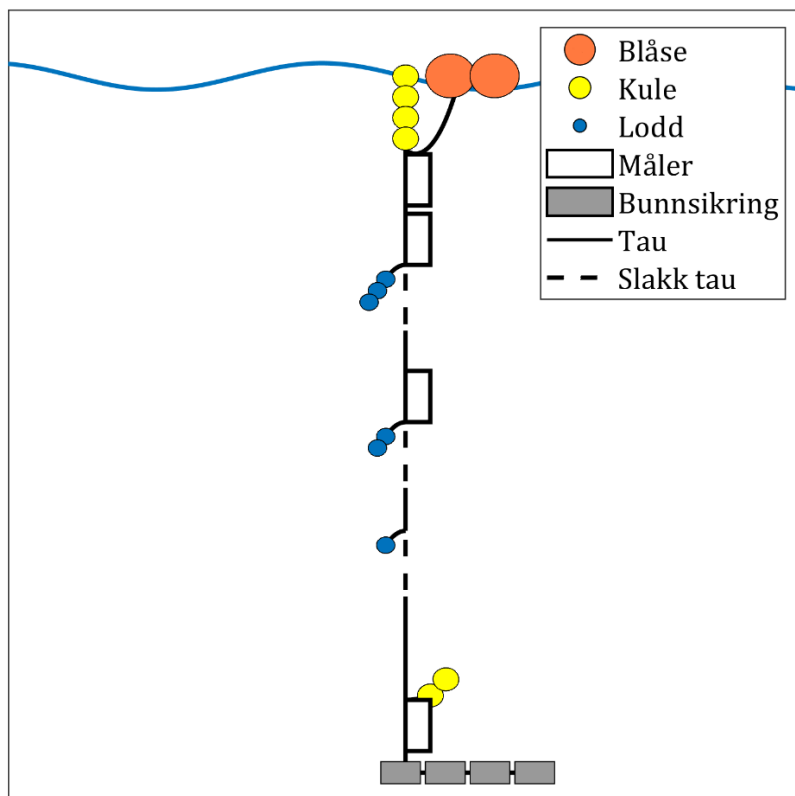
7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

Oppsett for riggen er oppgitt i Tabell 7.1.1 og Figur 7.1.1. Siden instrumentet på spredningsdyp har målt et gjennomsnittlig dyp på 80m, så har riggen mest sannsynlig blitt satt ut noe dypere enn planlagt utfra riggoppsett.

Tabell 7.1.1. Riggoppsett for målinger på 5m, 15m, sprednings- (75m) og bunndyp (ca. 380-420m).

Komponent	Komponenttype	Ant/Lengde	Dyp	Kg pr.enh
A2 - 35 kg oppdrift	Blåse	2,00		
Trålkule 11" - 7,5 kg oppdrift	Kule	4,00		
Danline 16 mm	Tau	5,00		
Punktmåler	Måler	1,00	5,0 m	
Danline 16 mm	Tau	10,00		
Punktmåler	Måler	1,00	15,0 m	
Pærelodd 5 kg	Lodd	3,00		5 kg
Danline 16 mm	Tau	60,00		
Punktmåler	Måler	1,00	75,0 m	
Pærelodd 5 kg	Lodd	2,00		5 kg
Danline 16 mm	Tau	65,00		
Pærelodd 5 kg	Lodd	1,00	140,0 m	
Danline 16 mm	Tau	280,00		
Trålkule 11" - 7,5 kg oppdrift	Kule	2,00		
Punktmåler	Måler	1,00	380,0 m	
Garnanker	Bunnsikring	4,00		50 kg



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 mellom utsett (26.05.20) og opptak (02.10.20) har riggen driftet ca. 271m mot nordvest til en litt dypere posisjon (ca. 420m dyp). Dette har ikke påvirket datakvaliteten.

Feil på instrument

Det var ikke registrert noen feil på instrumentene.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (80m)	Bunn (ca. 380-420m)
Filnavn for rådata	Alida 5m GH1020 AP5264.bin	Alida 15m GH1020 AP5152.bin	Alida spred GH1020 AP5151.bin	Alida bunn GH1020 AP0053.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Alida 5m GH1020 AP5264_eks_ØB.xlsx	Alida 15m GH1020 AP5152_eks_ØB.xlsx	Alida spred-80m GH1020 AP5151_eks_ØB.xlsx	Alida bunn-380m GH1020 AP53_eks_ØB.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Alida-5m_QC.xlsx	Alida-15m_QC.xlsx	Alida-spred-80m_QC.xlsx	Alida-bunn-380m_QC.xlsx
Data return (%)	99.89 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	5282 / 5288	5288 / 5288	5288 / 5288	5288 / 5288
Antall fjernede/manglende målinger	6 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	26.08.20 18:20 - 02.10.20 11:30	26.08.20 18:20 - 02.10.20 11:30	26.08.20 18:20 - 02.10.20 11:30	26.08.20 18:20 - 02.10.20 11:30
Dato og tid for start og slutt av instrument	25.08.20 11:10 - 07.10.20 09:20	25.08.20 11:20 - 07.10.20 10:10	25.08.20 12:50 - 07.10.20 10:20	25.08.20 11:10 - 07.10.20 10:40

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 flere episoder med «opptrekk» på spredningsdyp (Figur 8.2.3). Tilfellene var store, av lengre varighet og tidvis brå. De andre kvalitetssikringsparameterne var stabile under disse episodene og det er derfor vurdert ingen påvirkning. Ingen data er fjernet på spredningsdyp grunnet dette.

Imellom utsett (26.08.20) og opptak (02.10.20) har riggen driftet. Det er noe dypere ved den nye posisjonen, men nokså lik batymetri. Det er derfor CTD-profilen er dypere ved opptak enn ved utsett. Ingen data er fjernet grunnet driften av riggen.

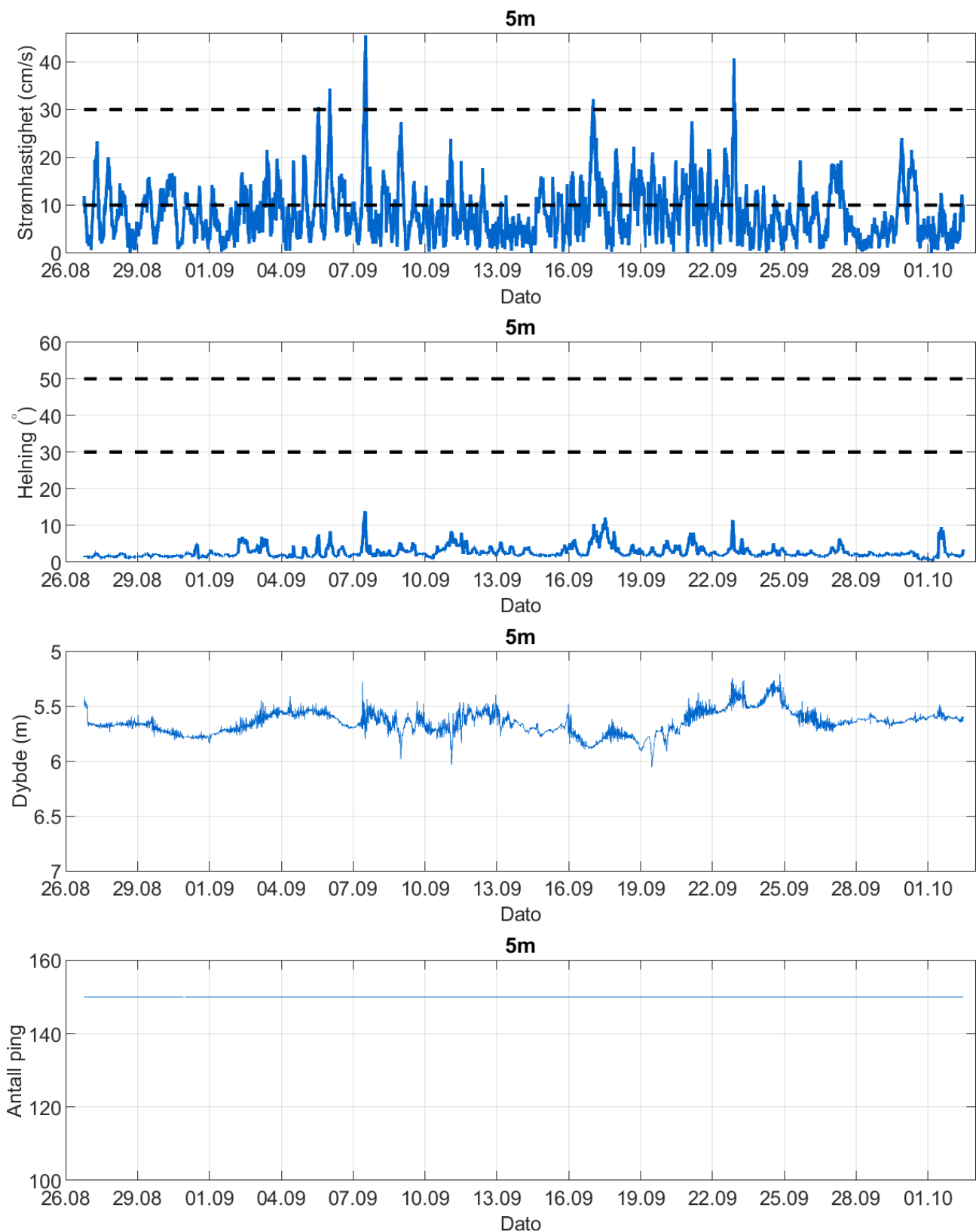
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Helning	$< 50^{\circ}$ (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
Ping count	150 (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
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).

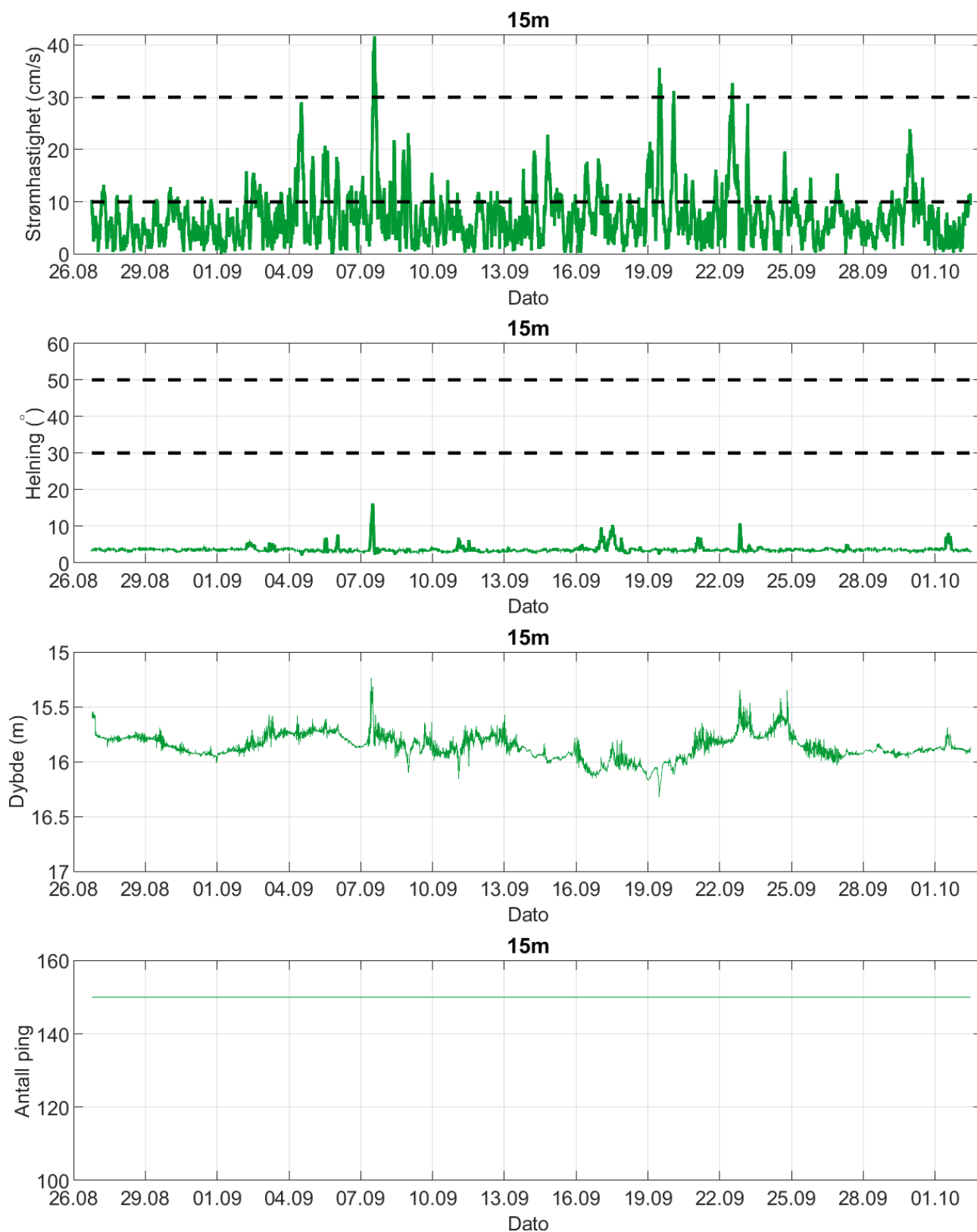
Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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.



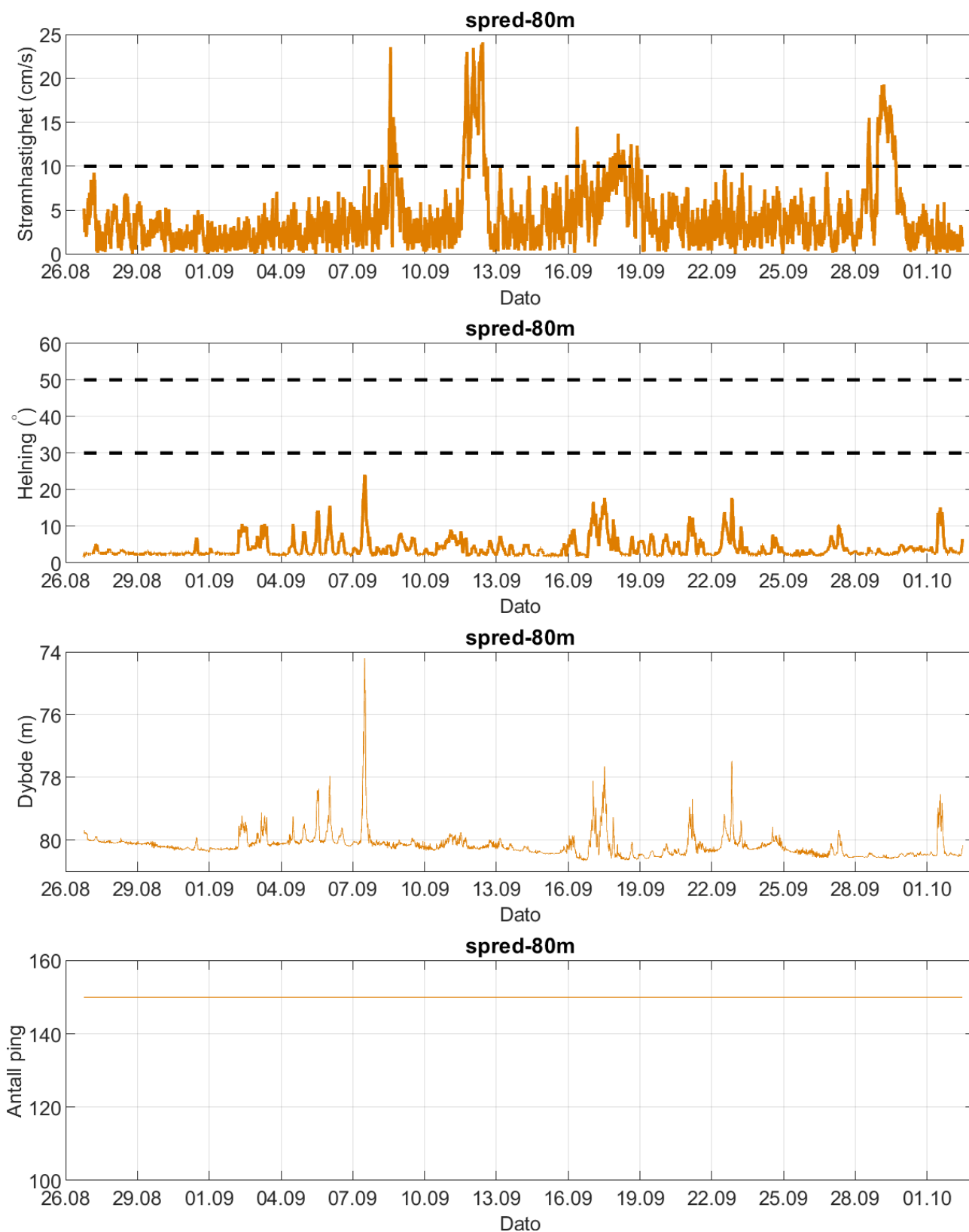
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 5.2m og 6.1m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.6m.



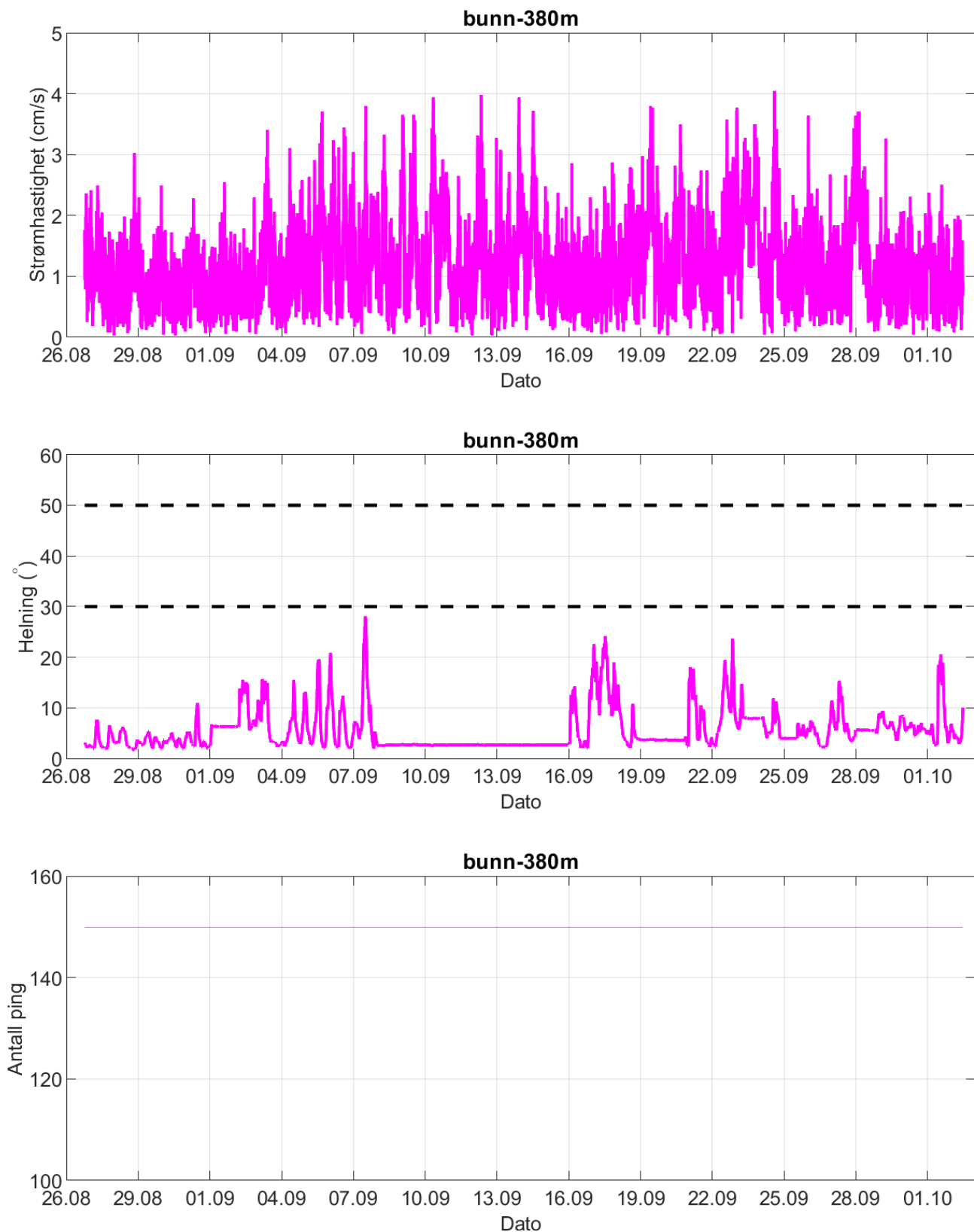
Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 15.2m og 16.3m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.9m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (80m).

Instrumentdypet varierte mellom 74.2m og 80.6m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 80.2m.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (ca. 380-420m).

Instrumentet hadde ikke trykksensor. Utfra riggoppsett skal instrumentet ha stått på gjennomsnittlig 380m dyp 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

Instrumentet på 5m registrerte ikke strømdata under et tilfelle og i en lengre sammenhengende tidsperiode under måleperioden. Derfor mangler totalt 6 datapunkter fra 5m dyp fra 30. august kl. 22:40 og i perioden 30. august kl. 23:00 – 30. august kl. 23:40 2020.

9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

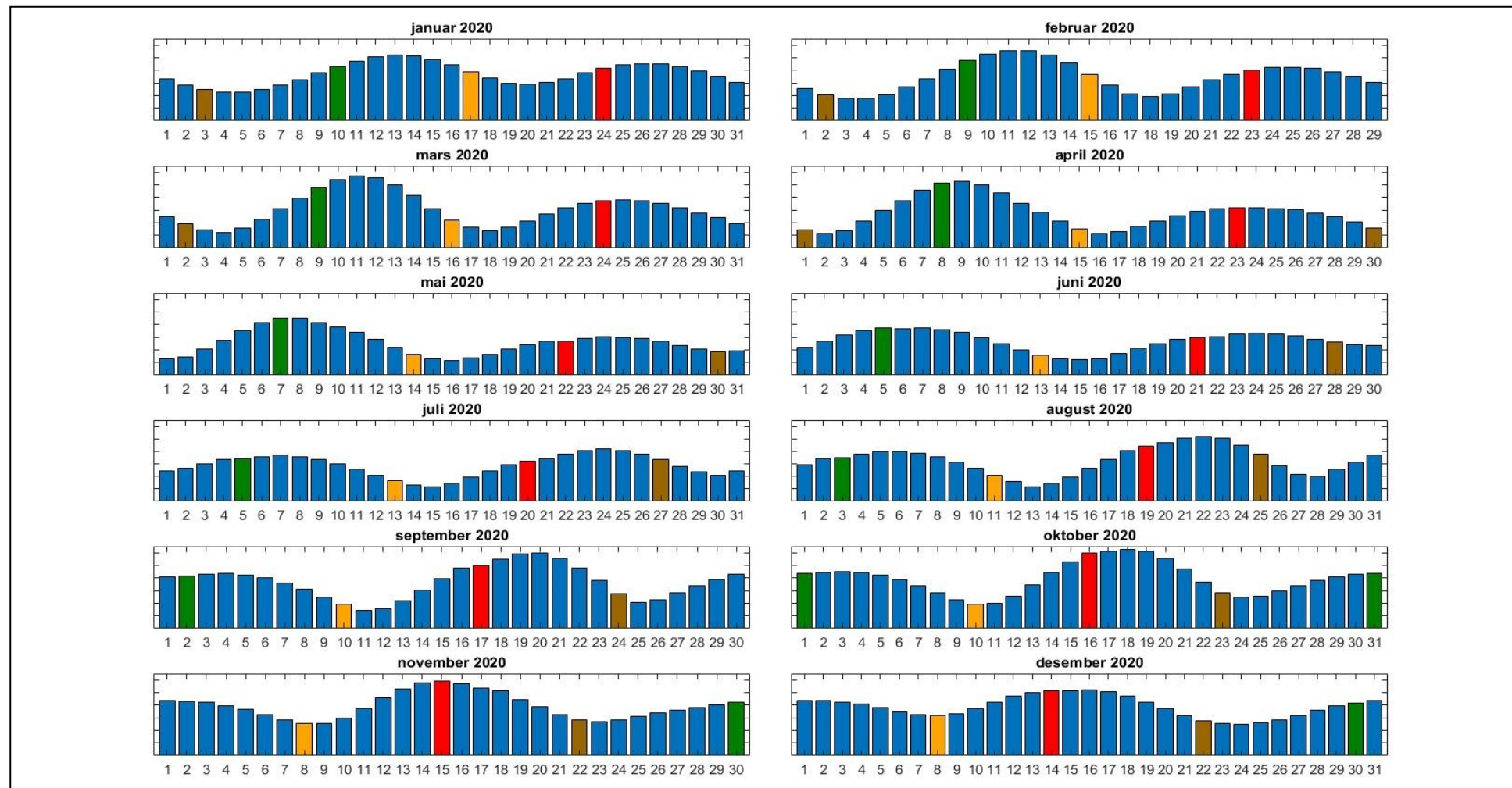
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

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

13. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmåler.
2. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
3. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
4. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data. Tilgjengelig: http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
5. Kartverket (2020). www.kartverket.no/sehavniva
6. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
7. Meteorologisk institutt. www.eklima.no
8. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
9. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
10. Pawlowicz, R., Beardsley, B. og Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
11. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.