

Strømrappport

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

Batnfjorden i

desember 2021 - januar 2022

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Batnfjorden. SR-NH-Batnfjorden-103924-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	04.03.22	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	Batnfjorden	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Gjemnes	Fylke	Møre og Romsdal
Oppdragsgiver			
Selskap	Nordic Halibut AS; Hendnesveien 124, 6533 AVERØY, NORGE		
Kontaktperson	Ann Kristin Fladset	ann.kristin@nordichalibut.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Henry Køhler Haug	henry.haug@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no	
Kontrollert av	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (134m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	50.0 (NØ)	40.5 (SV)	17.4 (NØ)	16.2 (NØ)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	8.7	5.6	3.7	4.7
Strømstyrke < 1cm/s (%)	2.2	5.9	7.1	4.5
Strømstyrke < 3cm/s (%)	17.2	37.0	46.5	31.3
Strømstyrke < 10cm/s (%)	71.6	87.1	97.5	95.7
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	2.5	1.2	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.02	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.4	0.3	0.2	0.4
10-års strøm (maksimal)	83	67	-	-
50-års strøm (maksimal)	93	75	-	-

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	Test av riggoppsett før utsett.....	48
7.2	Riggoppsett	48
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	50
8.1	Databearbeiding	50
8.2	Kvalitetssikring av data.....	52
8.3	Fjernede dataverdier	57
8.3.1	Måleperiode	57
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	57
9.	Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm	58
10.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser	60
11.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner	61
12.	Vedlegg – Måleenheter	63
13.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	64
14.	Vedlegg – Referanser	65

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Nordic Halibut AS utført strømmålinger ved tenkt oppdrettslokalitet Batnfjorden 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). For måleperioder kortere enn ett år benyttes multiplikasjonsfaktor fra NS 9415:2021 for fastsettelse av dimensjonerende strømhastigheter, etter dispensasjon fra Fiskeridirektoratet.

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for lokalitet Batnfjorden ligger i Gjemnes kommune, Møre og Romsdal (Figur 2.1). Lokaliteten ligger i Batnfjorden, sørvest for bygda Gjemnes og nordøst for bygda Øre. Plasseringen er åpen mot Gjemnessundet og Bergsøyfjorden i nordøst.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra nordøst og sørvest.

Bunntopografi er ca. 140m dyp og orientert NØ – SV i området for strømmålingsposisjonen.



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

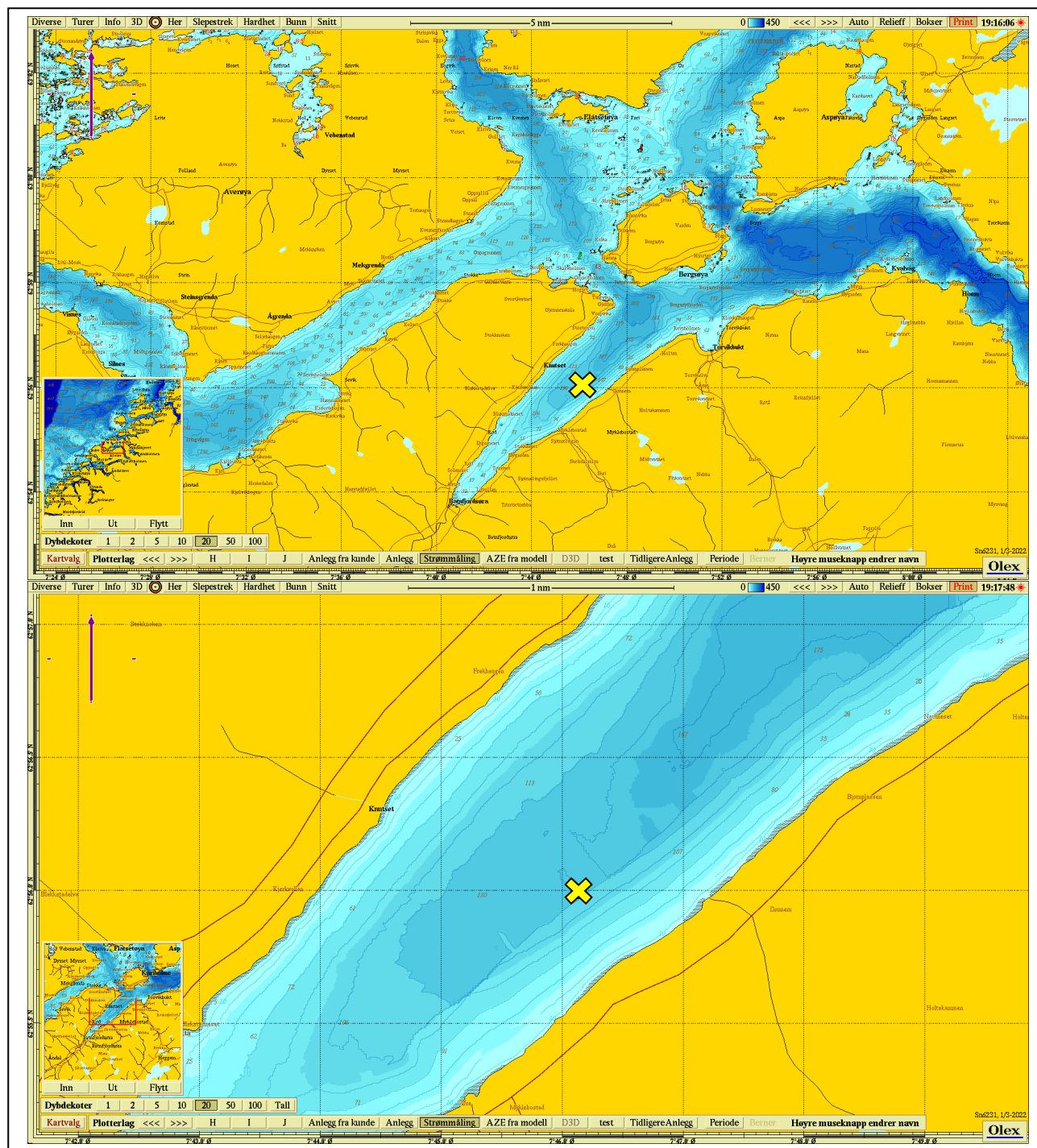
3. Metodikk

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

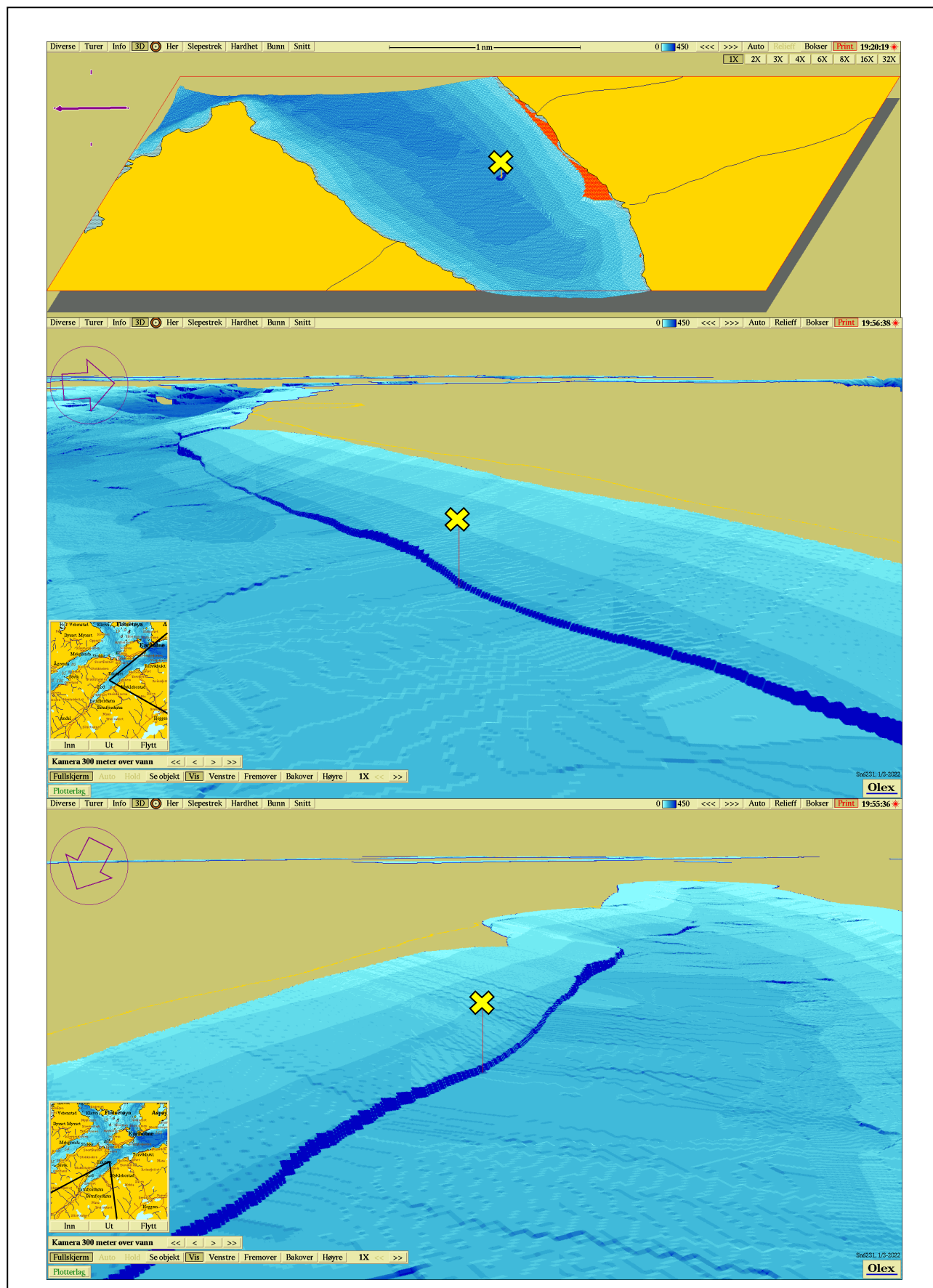
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 – Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (134m)
Posisjonsanvisning	✕	✕	✕	✕
Posisjon	62° 55.992' N; 007° 46.140' Ø	62° 55.992' N; 007° 46.140' Ø	62° 55.992' N; 007° 46.140' Ø	62° 55.992' N; 007° 46.140' Ø
Dyp på målested	140m	140m	140m	140m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	13.12.21 - 18.01.22	13.12.21 - 18.01.22	13.12.21 - 18.01.22	13.12.21 - 18.01.22
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	35.9 / 35.9	35.9 / 35.9	35.9 / 35.9	35.9 / 35.9
Manglende/fjernede datapunkt	0	0	0	0



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



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

4. Resultater

4.1 Sammendrag av strømdata

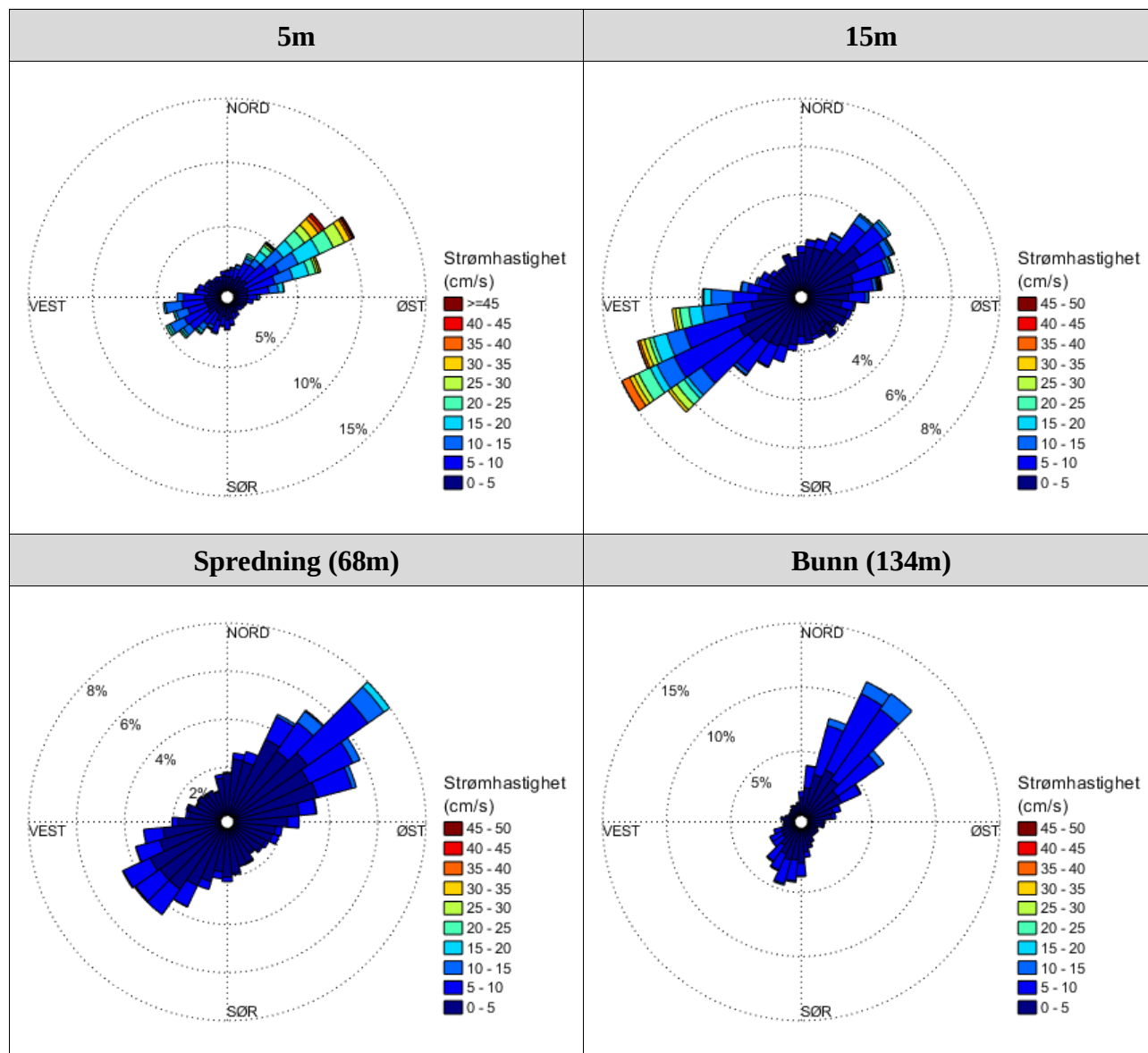
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m).

Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (134m)
Sjøtemperatur (°C)	4.9 - 10.1	7.5 - 10.6	8.3 - 10.2	8.4 - 8.9
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	50.0	40.5	17.4	16.2
Gjennomsnitt (cm/s)	8.7	5.6	3.7	4.7
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	16.8	11.2	6.4	7.9
Signifikant min (cm/s)	2.8	1.7	1.5	1.9
Varians (cm/s) ²	55.1	33.0	6.0	7.5
Standardavvik (cm/s)	7.4	5.7	2.5	2.7
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	2.2	5.9	7.1	4.5
Lengste periode < 1cm/s (min)	50	50	80	100
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	17.2	37.0	46.5	31.3
Lengste periode < 3cm/s (min)	220	460	810	300
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	71.6	87.1	97.5	95.7
Lengste periode < 10cm/s (min)	2820	8750	18540	6730
% ≥ 30cm/s	2.5	1.2	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	290	290	0	0
% ≥ 50cm/s	0.02	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	10	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	3.0	1.9	0.7	1.7
Retning (grader)	53	247	62	44
Neumann-parameter	0.4	0.3	0.2	0.4
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	7491	4878	3179	4099

4.2 Strømroser

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



Figur 4.2.1. Strømroser på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m).

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

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

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

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

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%	
N	0	8	29	48	36	6	0	0	0	0	0	0	0	0	127	2.5	3450	1.3	12.3
N	15	7	32	43	50	19	3	0	0	0	0	0	0	0	154	3.0	5064	1.9	16.1
NØ	30	5	37	55	101	28	20	15	0	0	0	0	0	0	261	5.0	12206	4.5	24.9
NØ	45	3	33	56	118	82	68	64	38	39	8	1	0	0	510	9.9	45336	16.8	50.0
NØ	60	5	28	56	207	130	124	91	58	62	16	0	0	0	777	15.0	72217	26.8	48.6
Ø	75	5	28	48	156	88	67	16	7	5	0	0	0	0	420	8.1	26231	9.7	34.3
Ø	90	5	32	47	72	17	2	0	0	0	0	0	0	0	175	3.4	6028	2.2	19.6
Ø	105	4	34	34	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	97	1.9	2234	0.8	11.5
SØ	120	6	18	32	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.5	1901	0.7	11.5
SØ	135	3	25	15	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	1.4	1807	0.7	9.0
SØ	150	3	30	29	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	1.6	1889	0.7	8.9
S	165	5	25	34	34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	99	1.9	2531	0.9	10.7
S	180	6	46	47	61	8	0	0	0	0	0	0	0	0	168	3.2	4701	1.7	11.2
S	195	3	36	62	64	7	1	0	0	0	0	0	0	0	173	3.3	5215	1.9	16.0
SV	210	6	31	35	79	25	5	4	0	0	0	0	0	0	185	3.6	7213	2.7	23.5
SV	225	2	29	56	109	41	17	10	2	0	0	0	0	0	266	5.1	12784	4.8	26.1
SV	240	4	25	54	161	85	17	14	0	0	0	0	0	0	360	7.0	18585	6.9	22.8
V	255	4	42	57	131	90	15	1	0	0	0	0	0	0	340	6.6	16084	6.0	20.6
V	270	4	27	54	114	43	1	0	0	0	0	0	0	0	243	4.7	9729	3.6	16.1
V	285	4	37	60	58	3	0	0	0	0	0	0	0	0	162	3.1	4420	1.6	11.6
NV	300	10	42	42	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	120	2.3	2599	1.0	12.5
NV	315	5	38	47	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	105	2.0	2294	0.9	10.7
NV	330	3	33	33	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	1.8	2222	0.8	9.5
N	345	4	41	37	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	2.0	2359	0.9	9.1
Antall obs.		114	778	1081	1730	679	340	215	105	106	24	1	0	0	5173	100	0	0	0
%		2.2	15.0	20.9	33.4	13.1	6.6	4.2	2.0	2.0	0.5	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		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	14	57	44	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	2.6	2451	1.4	8.5
N	15	15	71	59	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	175	3.4	3511	2.0	11.7
NØ	30	17	74	60	44	12	2	0	0	0	0	0	0	0	209	4.0	5287	3.0	18.7
NØ	45	12	97	92	106	30	8	1	0	0	0	0	0	0	346	6.7	10934	6.2	21.2
NØ	60	16	73	89	94	16	9	2	0	0	0	0	0	0	299	5.8	9236	5.3	23.3
Ø	75	10	71	71	90	13	4	3	6	3	0	0	0	0	271	5.2	9427	5.4	32.5
Ø	90	14	69	50	49	11	3	0	0	0	0	0	0	0	196	3.8	5182	3.0	17.5
Ø	105	15	66	38	29	3	0	0	0	0	0	0	0	0	151	2.9	3126	1.8	11.5
SØ	120	17	75	38	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	2.7	2148	1.2	6.3
SØ	135	9	67	39	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	2.4	2129	1.2	6.5
SØ	150	12	56	51	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	2.5	2204	1.3	7.5
S	165	16	55	42	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	2.4	2253	1.3	8.8
S	180	15	56	31	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	2.4	2264	1.3	8.7
S	195	17	68	59	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	3.5	3622	2.1	9.1
SV	210	11	69	74	74	6	0	0	0	0	0	0	0	0	234	4.5	5947	3.4	14.2
SV	225	11	84	79	152	29	2	14	9	5	0	0	0	0	385	7.4	15959	9.1	34.7
SV	240	13	78	105	227	62	30	40	21	35	1	0	0	0	612	11.8	37233	21.2	40.5
V	255	12	65	77	135	72	45	18	16	16	1	0	0	0	457	8.8	26731	15.3	40.1
V	270	7	67	54	72	65	24	9	1	0	0	0	0	0	299	5.8	13892	7.9	28.4
V	285	6	52	30	46	15	1	0	0	0	0	0	0	0	150	2.9	4509	2.6	17.0
NV	300	15	65	20	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	119	2.3	2119	1.2	10.5
NV	315	6	63	18	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.0	1670	1.0	7.6
NV	330	10	52	22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	1.8	1469	0.8	7.5
N	345	17	57	45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	2.4	1940	1.1	6.1
Antall obs.		307	1607	1287	1306	337	128	87	53	59	2	0	0	0	5173	100	0	0	0
%		5.9	31.1	24.9	25.2	6.5	2.5	1.7	1.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredningsdyp (68m).

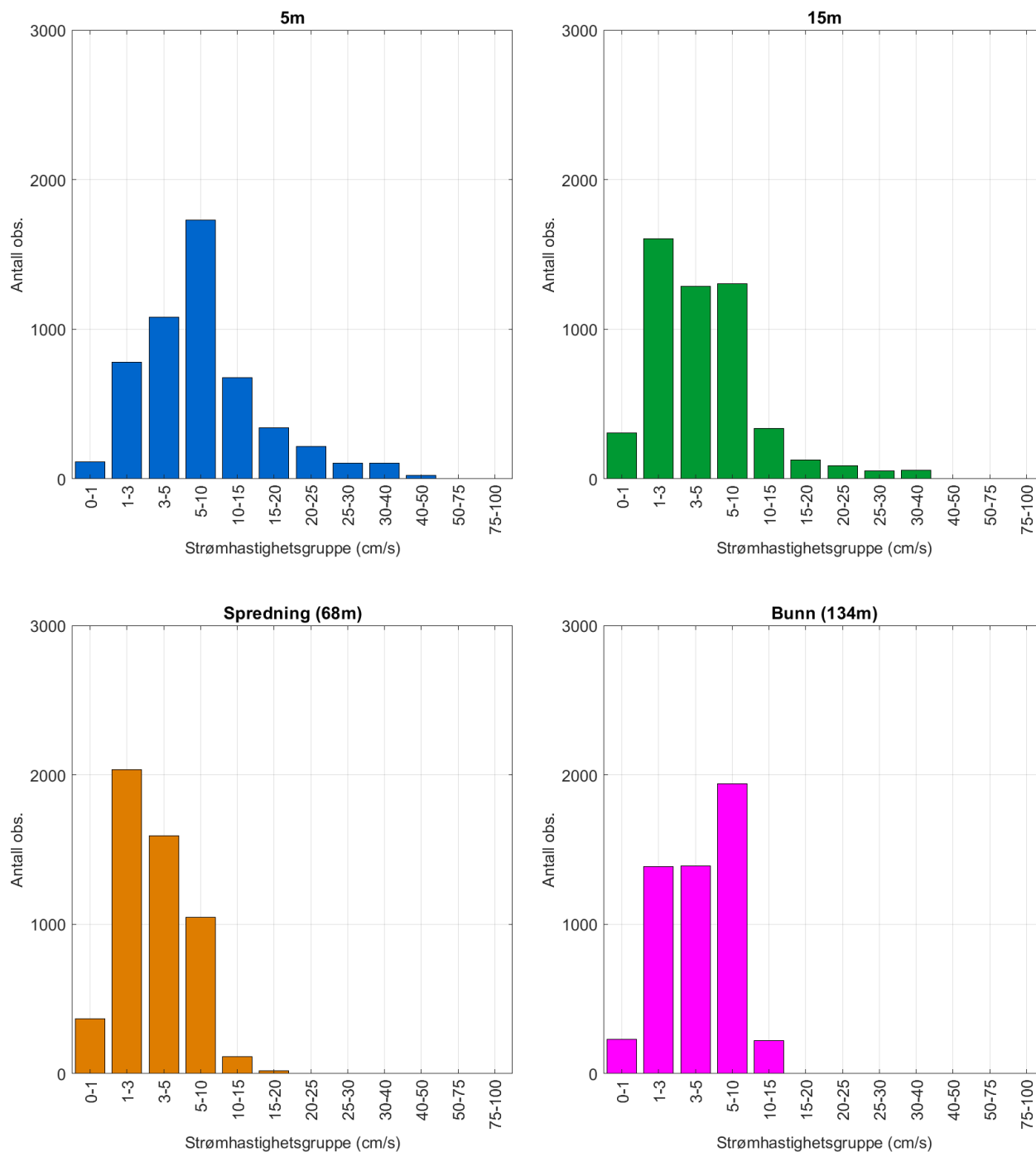
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	14	74	56	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	3.0	2544	2.2	6.5
N	15	12	89	76	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205	4.0	3941	3.5	9.1
NØ	30	14	122	116	73	10	0	0	0	0	0	0	0	0	335	6.5	7769	6.8	12.7
NØ	45	16	127	143	174	60	13	0	0	0	0	0	0	0	533	10.3	18138	15.9	17.4
NØ	60	11	120	140	176	27	5	0	0	0	0	0	0	0	479	9.3	14566	12.8	16.1
Ø	75	18	122	122	81	9	0	0	0	0	0	0	0	0	352	6.8	8481	7.4	11.4
Ø	90	18	80	62	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	3.8	3847	3.4	9.4
Ø	105	13	79	51	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	3.2	2877	2.5	8.2
SØ	120	16	61	29	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	2.3	1910	1.7	7.5
SØ	135	23	56	27	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	2.2	1579	1.4	6.9
SØ	150	9	85	30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	2.5	1909	1.7	7.4
S	165	13	81	46	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	2.8	2185	1.9	6.2
S	180	13	80	59	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	3.2	2948	2.6	7.0
S	195	9	84	65	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	184	3.6	3492	3.1	7.8
SV	210	27	112	70	66	1	0	0	0	0	0	0	0	0	276	5.3	5663	5.0	10.3
SV	225	13	128	106	100	3	0	0	0	0	0	0	0	0	350	6.8	8275	7.2	13.8
SV	240	17	99	128	96	2	0	0	0	0	0	0	0	0	342	6.6	8141	7.1	10.5
V	255	22	87	91	73	1	0	0	0	0	0	0	0	0	274	5.3	6078	5.3	10.4
V	270	13	69	63	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	3.2	3188	2.8	8.1
V	285	16	60	23	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	2.1	1574	1.4	6.2
NV	300	15	56	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	1.9	1281	1.1	5.9
NV	315	20	57	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.8	1064	0.9	4.5
NV	330	13	47	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1.7	1277	1.1	6.4
N	345	13	60	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	2.0	1489	1.3	7.5
Antall obs.		368	2035	1593	1046	113	18	0	0	0	0	0	0	0	5173	100	0	0	0
%		7.1	39.3	30.8	20.2	2.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.4. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra bunndyp (134m).

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	9	70	36	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	3.0	3342	2.3	9.3
N	15	10	89	108	212	22	0	0	0	0	0	0	0	0	441	8.5	14101	9.6	13.0
NØ	30	19	89	194	498	82	1	0	0	0	0	0	0	0	883	17.1	33125	22.5	16.2
NØ	45	7	87	157	426	81	0	0	0	0	0	0	0	0	758	14.7	28691	19.5	14.3
NØ	60	11	90	123	126	7	0	0	0	0	0	0	0	0	357	6.9	9746	6.6	12.4
Ø	75	18	72	63	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188	3.6	3701	2.5	9.8
Ø	90	15	59	30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	2.1	1654	1.1	9.3
Ø	105	10	51	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.6	1171	0.8	8.5
SØ	120	13	52	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	1.5	1052	0.7	6.6
SØ	135	11	43	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	1.3	853	0.6	4.7
SØ	150	7	74	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	2.0	1484	1.0	5.8
S	165	7	53	56	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	2.7	2935	2.0	9.8
S	180	12	93	104	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	283	5.5	6773	4.6	11.8
S	195	8	65	114	145	9	0	0	0	0	0	0	0	0	341	6.6	9973	6.8	12.2
SV	210	6	68	110	114	8	0	0	0	0	0	0	0	0	306	5.9	8785	6.0	11.7
SV	225	3	46	52	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	206	4.0	6301	4.3	11.8
SV	240	8	50	40	85	3	0	0	0	0	0	0	0	0	186	3.6	5314	3.6	12.5
V	255	6	38	28	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	1.8	2016	1.4	10.0
V	270	8	24	26	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	1.3	1318	0.9	8.8
V	285	9	32	24	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.4	1176	0.8	9.1
NV	300	9	30	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.0	717	0.5	6.0
NV	315	10	27	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	1.0	715	0.5	6.0
NV	330	7	44	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.4	1082	0.7	8.5
N	345	9	41	17	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.4	1208	0.8	9.9
Antall obs.		232	1387	1391	1941	221	1	0	0	0	0	0	0	0	5173	100	0	0	0
%		4.5	26.8	26.9	37.5	4.3	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

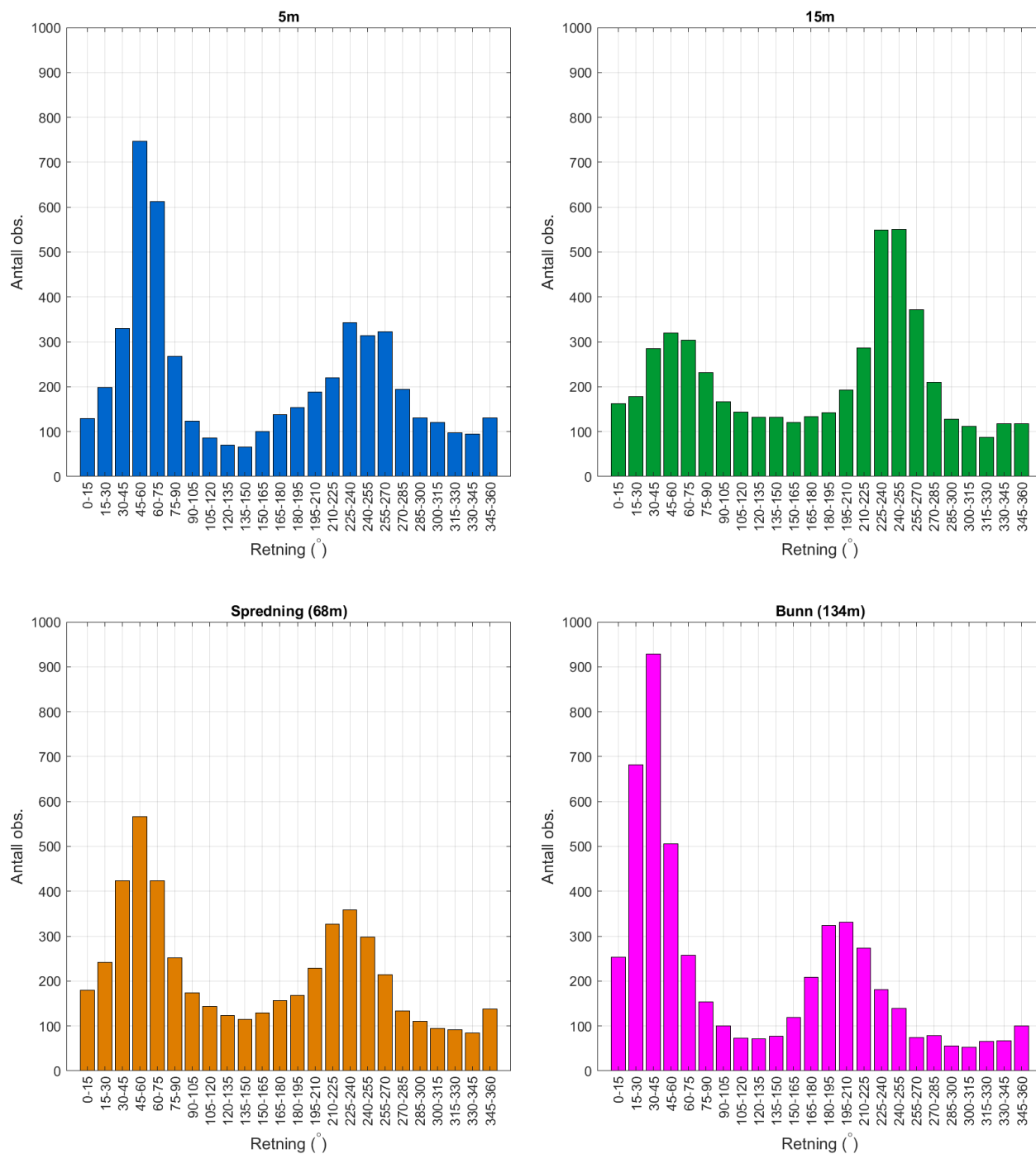
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

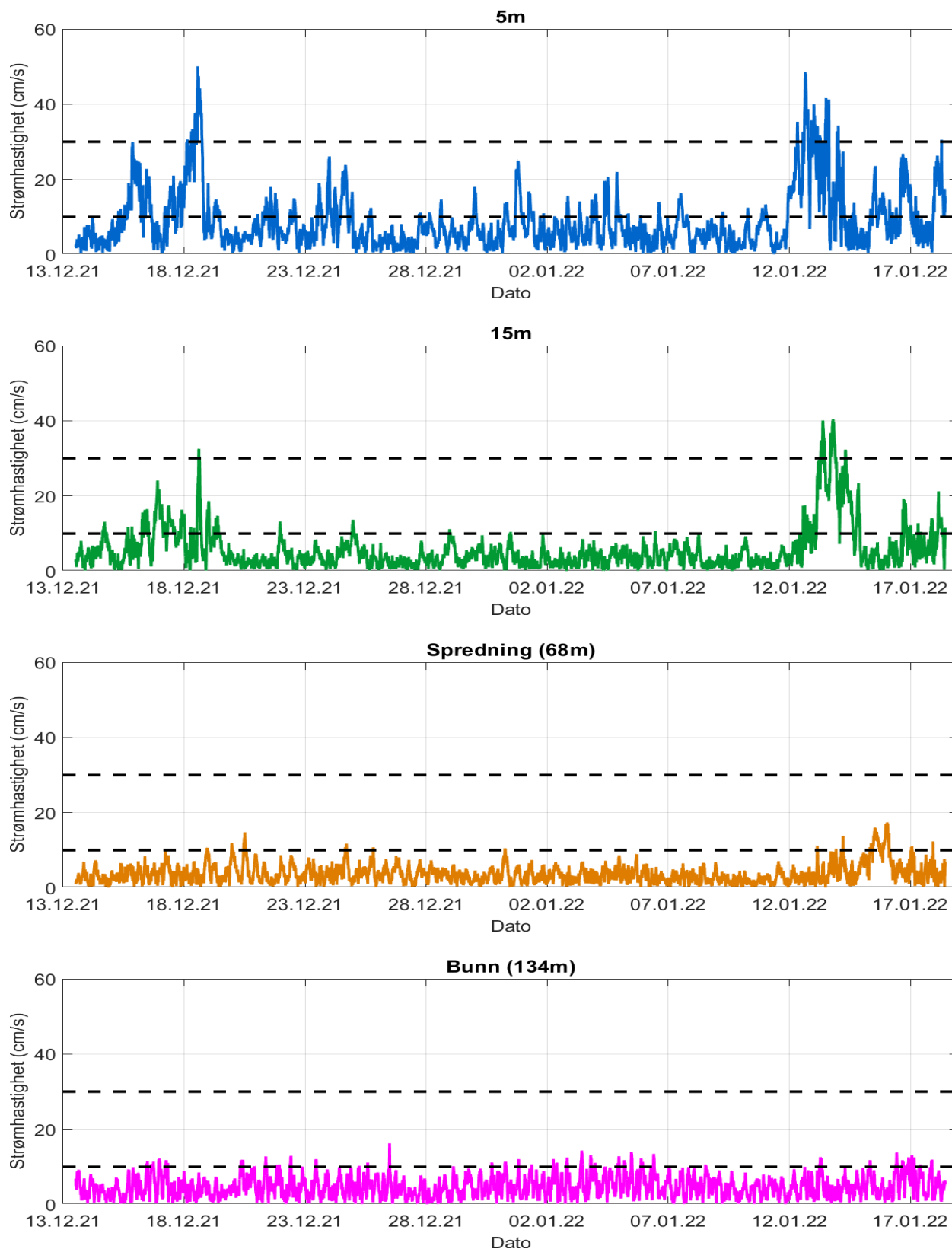
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

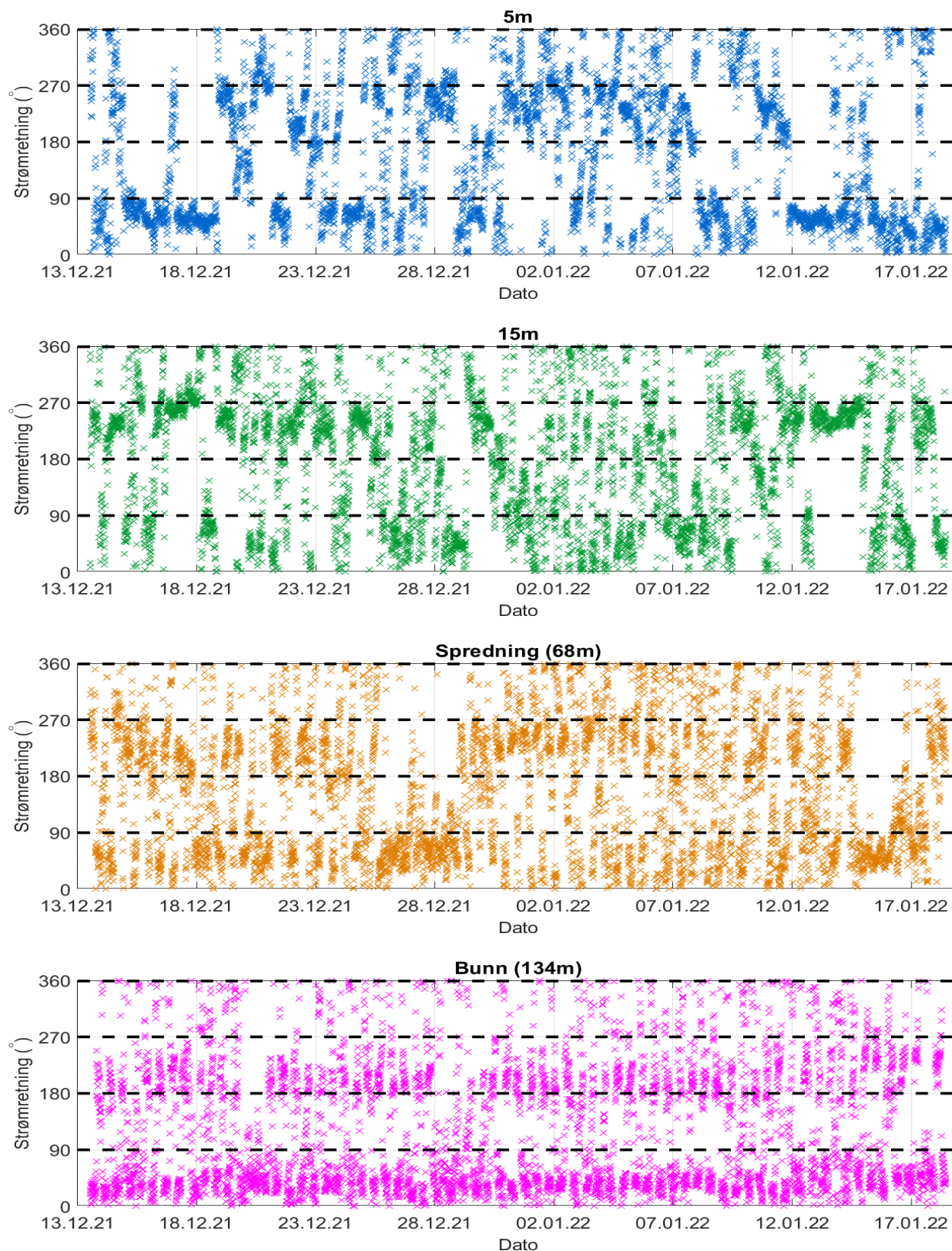
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunn dyp (134m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

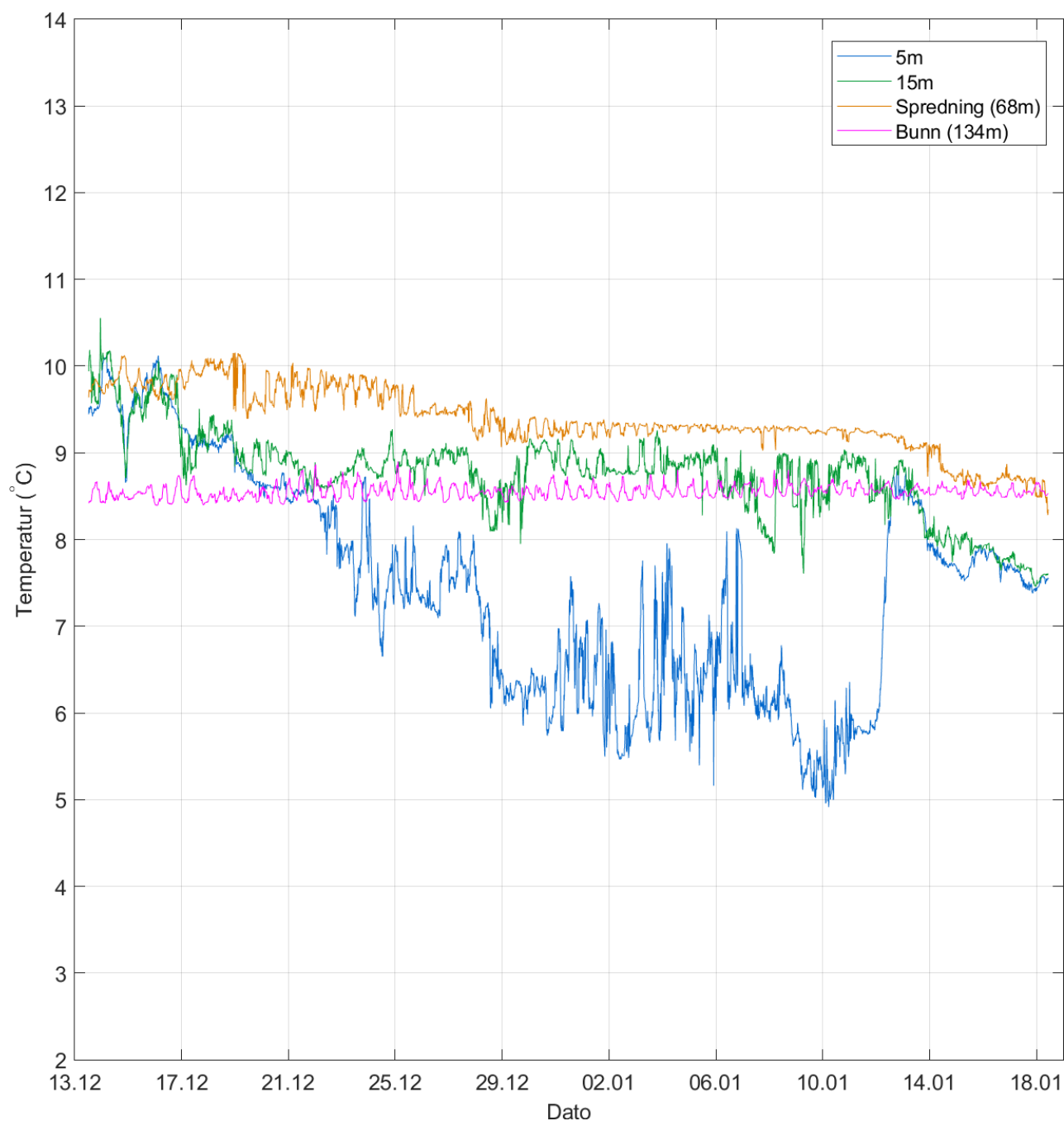
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

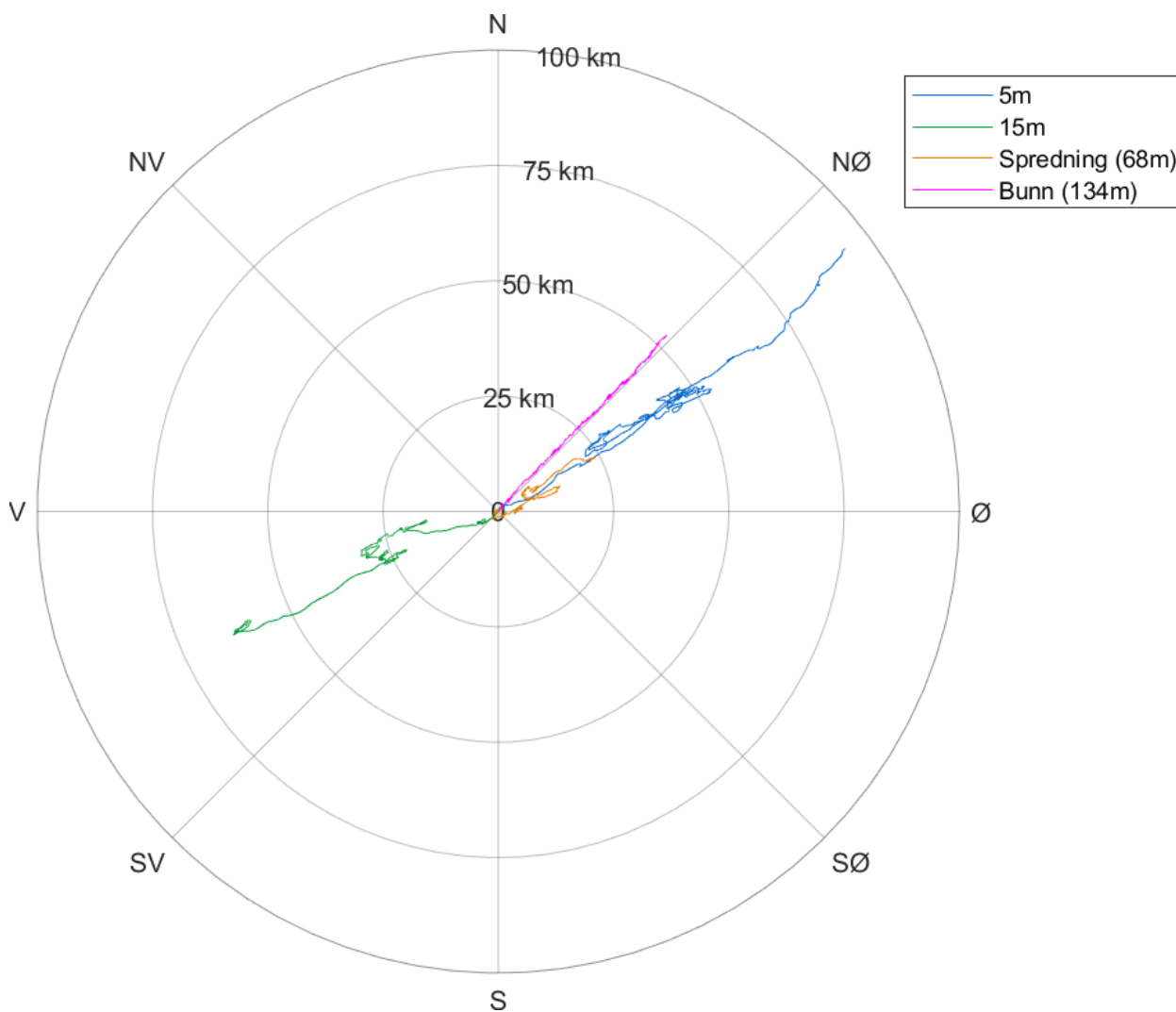
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

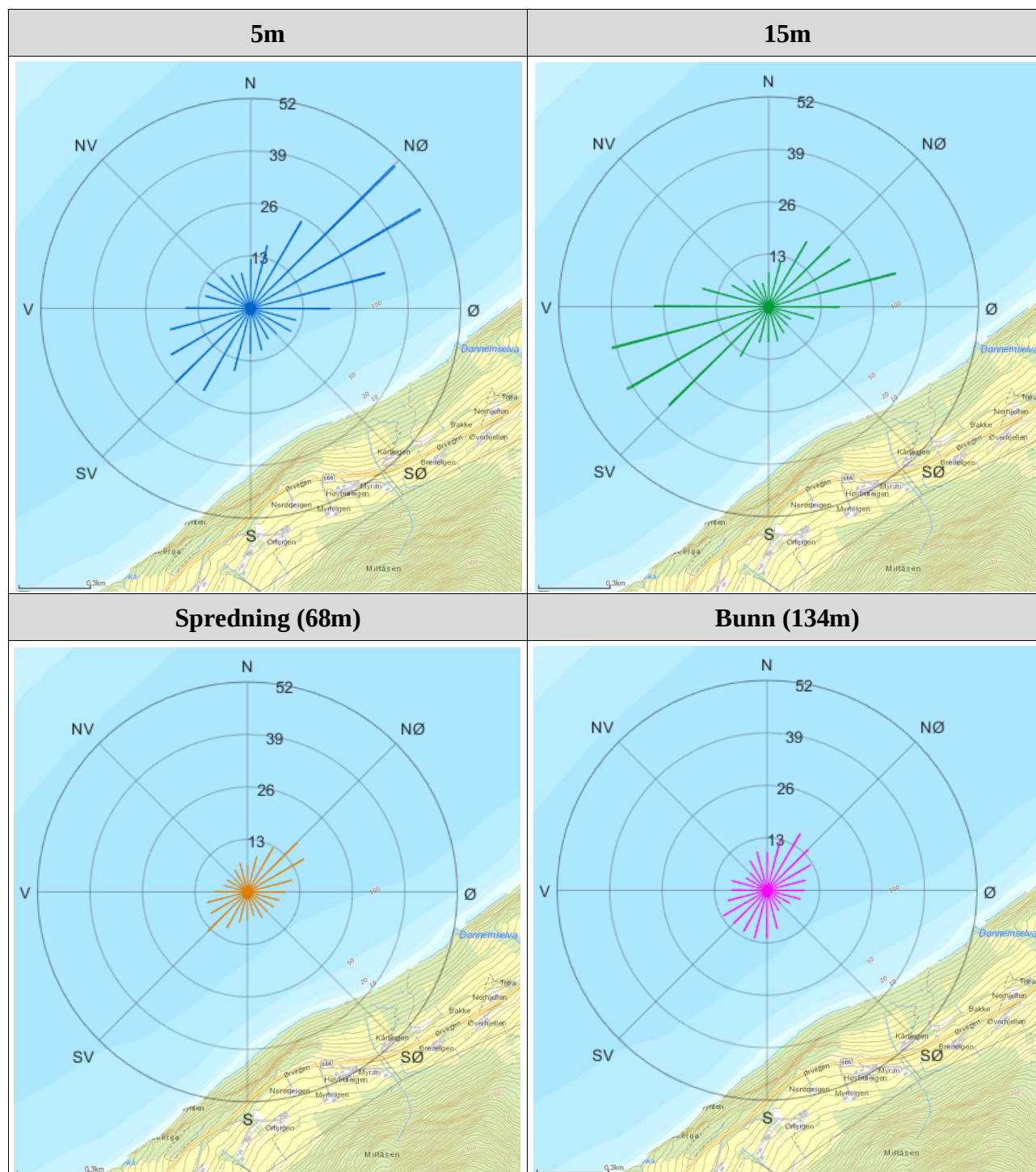
4.9 Progressivt vektordiagram

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



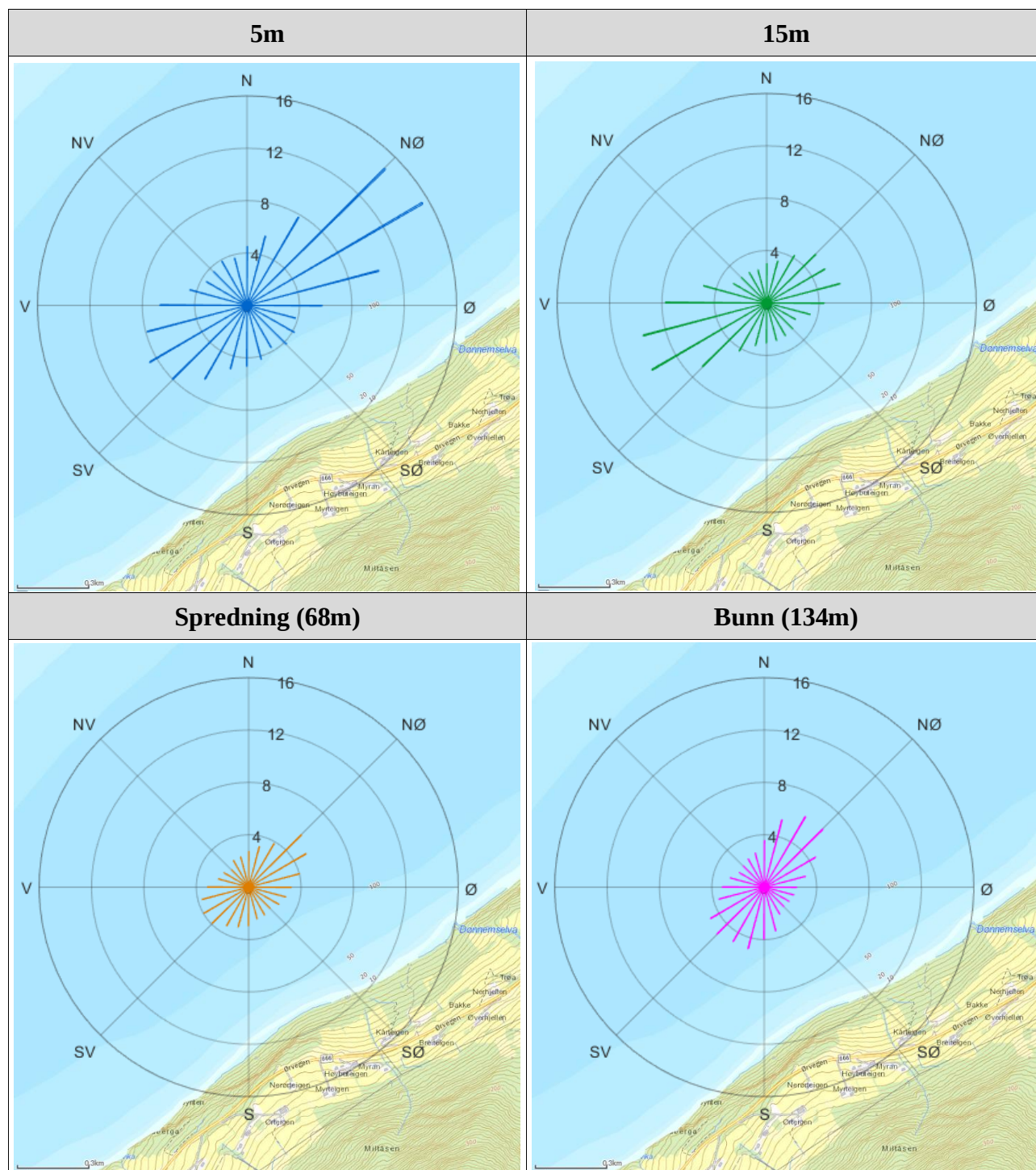
Figur 4.9.1 Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m) i løpet av måleperioden.

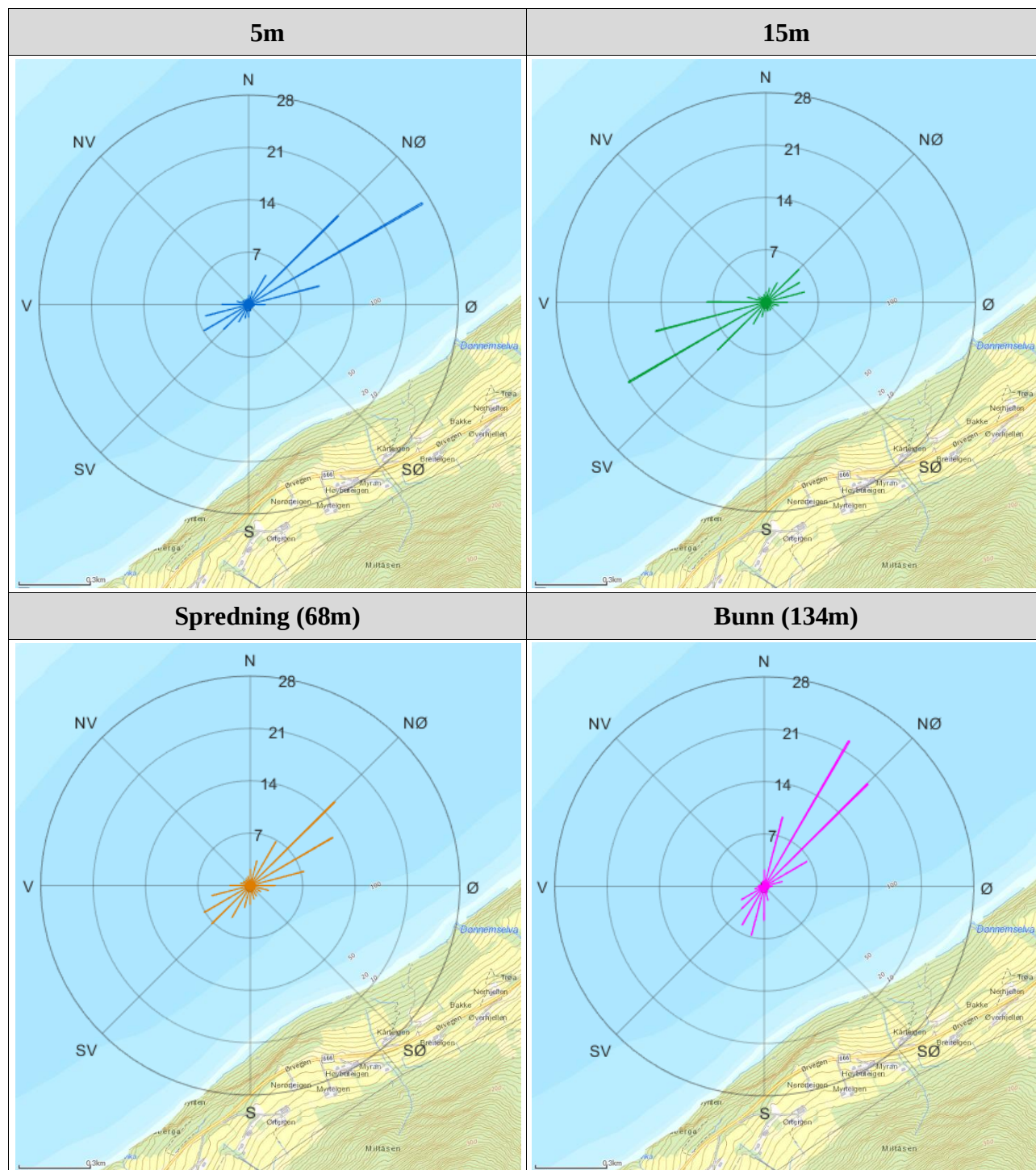
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m) i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

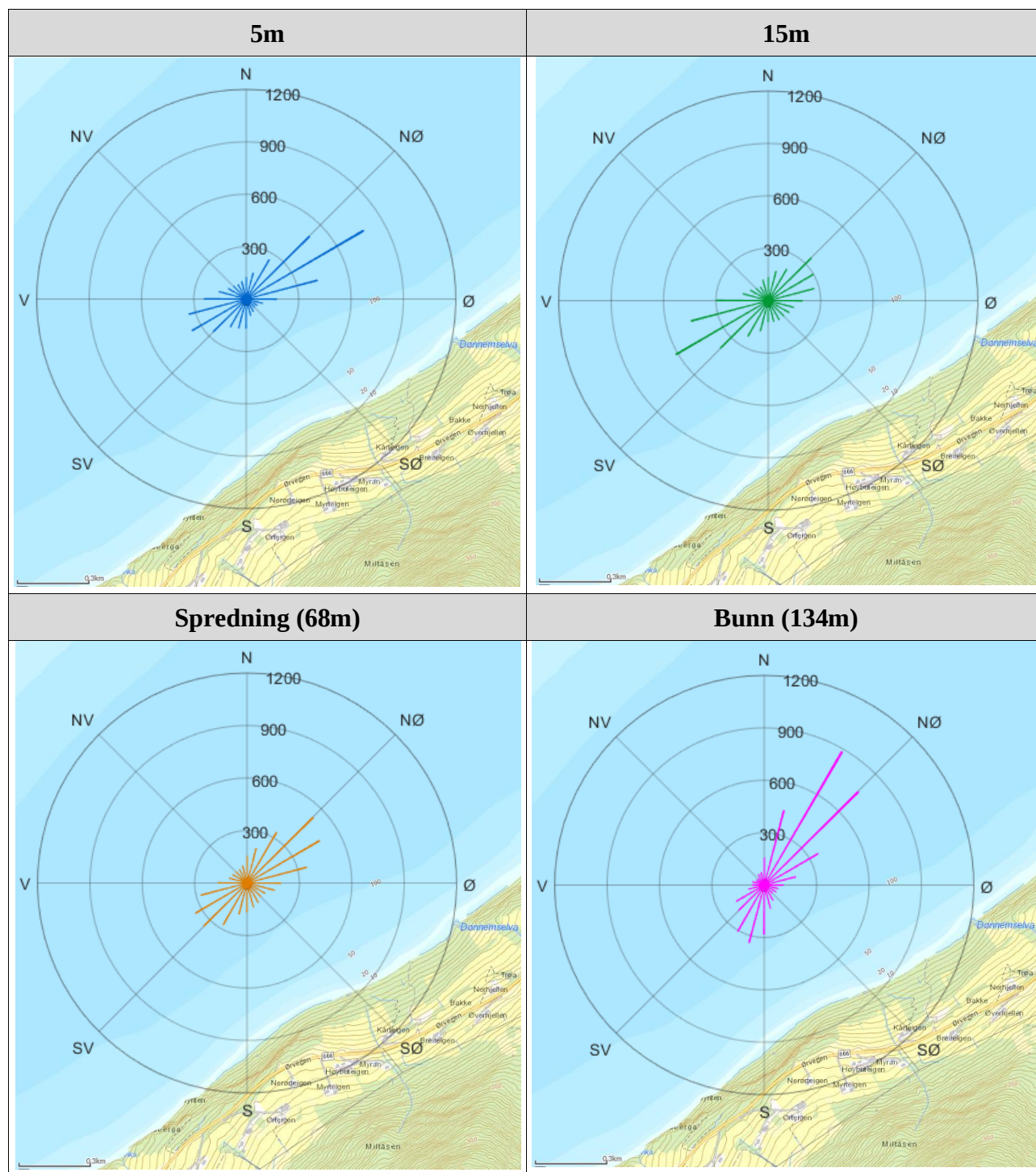
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m) i løpet av måleperioden.

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner

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



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m) 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	16.1	50.0	34.3	11.5	16.0	26.1	20.6	12.5
15m	11.7	23.3	32.5	7.5	9.1	40.5	40.1	10.5
Spredning (68m)	9.1	17.4	11.4	7.5	7.8	13.8	10.4	6.4
Bunn (134m)	13.0	16.2	9.8	6.6	12.2	12.5	10.0	8.5

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	4.7	14.0	8.3	4.0	4.7	7.9	6.8	3.7
15m	3.0	5.0	4.8	2.8	3.2	8.0	8.3	2.8
Spredning (68m)	2.8	5.0	3.6	2.5	2.9	3.8	3.3	2.2
Bunn (134m)	4.1	6.0	2.9	2.3	4.3	4.9	3.2	2.4

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	386	1548	692	231	440	811	745	320
15m	433	854	618	392	428	1231	906	311
Spredning (68m)	462	1347	711	361	494	968	550	280
Bunn (134m)	671	1998	381	250	765	698	233	177

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	4.0	48.2	12.8	2.1	4.6	14.3	11.2	2.6
15m	4.5	14.5	10.1	3.7	4.6	33.8	25.8	3.0
Spredning (68m)	6.9	35.5	13.3	4.7	7.6	19.4	9.5	3.2
Bunn (134m)	11.3	49.4	4.5	2.3	13.6	14.1	3.1	1.7

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

Verdier for strøm med returperiode på 10 år og 50 år beregnes ut fra målt maksimal strømhastighet sammen med en multiplikasjonsfaktor som avhenger av lengden på måleperioden (NS 9415:2021). Retningene som er oppgitt i raden under maksstrømmen er retningen til den respektive maksimale strømhastigheten (Tabell 4.18.1 – Tabell 4.18.2).

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)	16.1	50.0	34.3	11.5	16.0	26.1	20.6	12.5
Retning (°)	14	49	75	113	194	227	252	302
10-år (cm/s)	27	83	57	19	26	43	34	21
50-år (cm/s)	30	93	64	21	30	48	38	23

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)	11.7	23.3	32.5	7.5	9.1	40.5	40.1	10.5
Retning (°)	11	63	80	149	195	242	249	299
10-år (cm/s)	19	38	54	12	15	67	66	17
50-år (cm/s)	22	43	60	14	17	75	74	19

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 (68m)	Bunn (134m)
1	0.7	0.4	0.4	0.4
10	2.2	1.3	1.2	1.5
20	3.3	2.0	1.7	2.2
30	4.2	2.6	2.2	2.9
40	5.2	3.2	2.7	3.6
50	6.3	3.9	3.2	4.3
60	7.7	4.8	3.7	5.2
70	9.6	5.8	4.4	6.0
80	12.7	7.6	5.3	7.2
90	18.8	11.7	6.6	8.7
95	24.6	17.5	8.3	9.8
99	36.1	31.0	12.7	11.8

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 (68m)	Bunn (134m)
1	97.8	94.1	92.9	95.5
3	82.8	63.0	53.5	68.7
5	61.9	38.1	22.8	41.8
10	28.4	12.9	2.5	4.3
20	8.7	3.9		
30	2.5	1.2		
40	0.5	0.04		
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°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	2.2
1-5	4.4	5.1	4.3	2.9	4.8	4.4	5.4	4.5	35.8
5-10	2.1	8.2	4.9	1.3	3.1	6.7	5.9	1.3	33.5
10-20	0.5	8.7	3.4	0.06	0.3	3.7	2.9	0.04	19.6
20-30		5.1	0.4			0.6	0.02		6.1
30-40		2.0	0.1						2.1
40-50		0.5							0.5
50-60		0.02							0.02
Sum	7.4	29.9	13.4	4.5	8.5	15.6	14.4	6.1	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°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.9	0.9	0.8	0.7	0.9	0.7	0.5	0.6	6.0
1-5	6.4	9.4	7.1	6.3	6.0	9.5	6.7	4.6	56.0
5-10	1.0	4.7	3.2	0.5	1.3	8.8	4.9	0.8	25.2
10-20	0.04	1.5	0.7			2.5	4.3	0.02	9.1
20-30		0.06	0.2			1.6	0.9		2.8
30-40			0.06			0.8	0.3		1.2
40-50						0.02	0.02		0.04
50-60									0.0
Sum	8.3	16.6	12.1	7.5	8.2	23.9	17.6	6.0	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (68m).

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.8	0.8	0.9	0.9	0.7	1.1	1.0	0.9	7.1
1-5	7.3	14.8	10.0	5.6	8.0	12.4	7.6	4.3	70.0
5-10	0.8	8.2	2.6	0.5	0.9	5.1	2.0	0.1	20.2
10-20		2.2	0.2			0.1	0.02		2.5
20-30									0.0
30-40									0.0
40-50									0.0
50-60									0.0
Sum	8.9	26.0	13.7	7.0	9.6	18.7	10.6	5.3	100.0

Tabell 4.21.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (134m).

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.5	0.7	0.8	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	4.3
1-5	7.0	14.3	5.7	4.2	9.4	7.1	3.3	2.8	53.8
5-10	5.0	20.3	0.9	0.08	4.6	5.8	0.7	0.1	37.5
10-20	0.4	3.3			0.3	0.3			4.3
20-30									0.0
30-40									0.0
40-50									0.0
50-60									0.0
Sum	12.9	38.6	7.4	4.9	14.8	13.5	4.4	3.4	100.0

4.22 Strømvarighet

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

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

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	0.9	0.3						
1-5	3.9	5.8	9.7	7.4	2.3	1.7	1.8	0.9
5-10	4.3	7.2	9.1	5.6	2.0	1.1	1.3	
10-20	2.0	2.6	5.1	2.9	2.3	2.0		1.5
20-30	0.9	1.1	2.0	1.4				
30-40	0.3	0.7	0.5					
40-50	0.1		0.3					
50-60								

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	2.6	0.3						
1-5	5.8	7.3	11.5	11.8	5.4	4.2	1.2	5.7
5-10	3.8	4.6	7.0	3.1	1.2	1.6	1.3	
10-20	1.4	0.9	1.7	1.5	2.1		0.7	
20-30	0.4	0.5	1.3		0.4			
30-40	0.1	0.1	0.5	0.3				
40-50								
50-60								

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (68m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	2.3	1.2	0.2					
1-5	4.9	7.8	14.1	14.5	9.0	5.8	5.9	5.1
5-10	2.8	3.5	4.6	2.7	1.7	1.6		0.9
10-20	0.4	0.2		0.3			0.7	0.8
20-30								
30-40								
40-50								
50-60								

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (134m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.8	0.6	0.2					
1-5	4.7	6.3	18.9	11.2	4.0	3.2	1.4	1.7
5-10	3.8	5.7	12.6	8.4	3.6			0.7
10-20	0.9	1.7	1.1					
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. Tidevannsanalysen er utført ved bruk av analyseverktøyet U_Tide (Codiga, 2011).

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

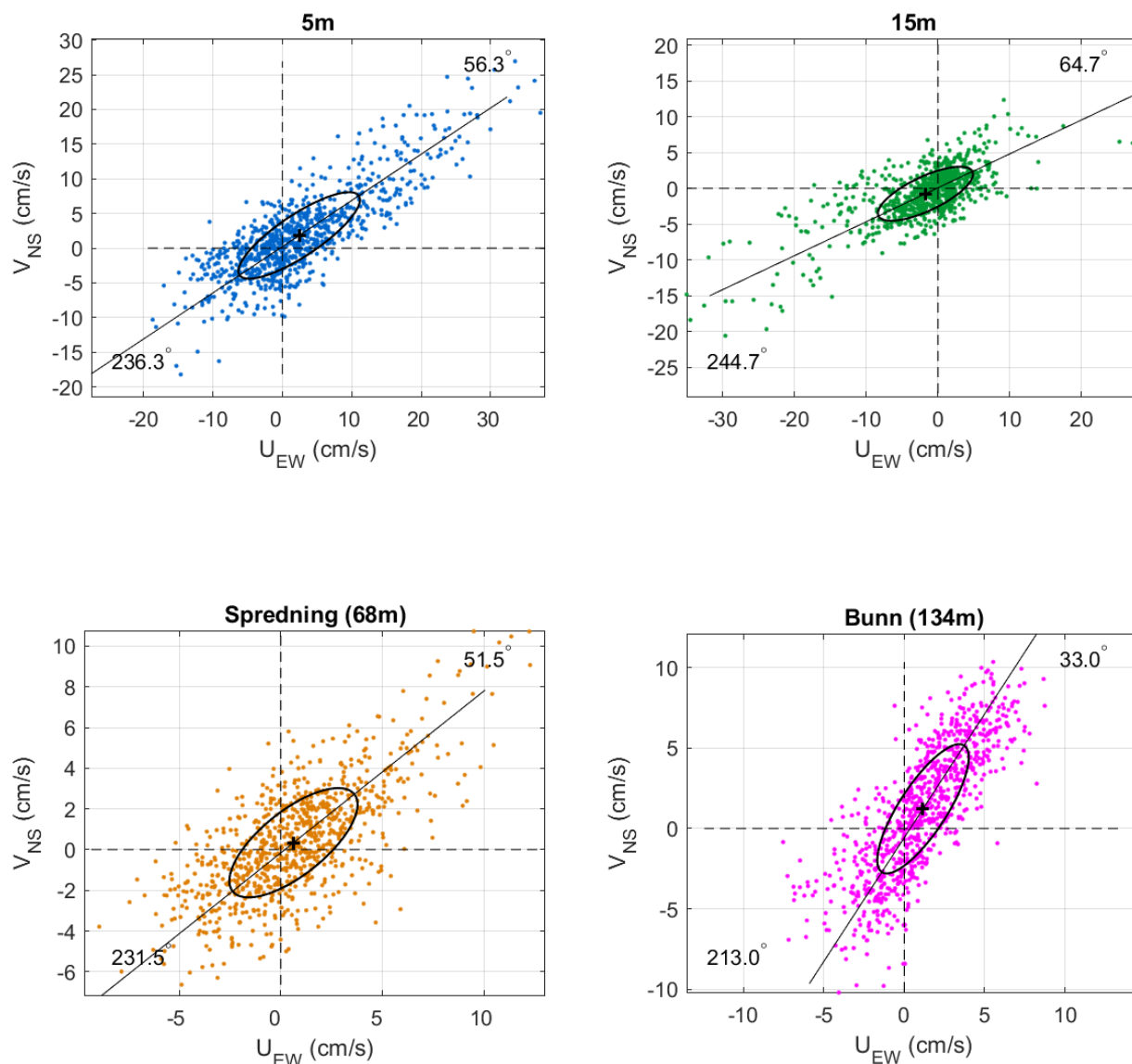
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende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

Tabell 4.23.1. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer basert på tidevannsanalyse av strømdata i timesverdier.

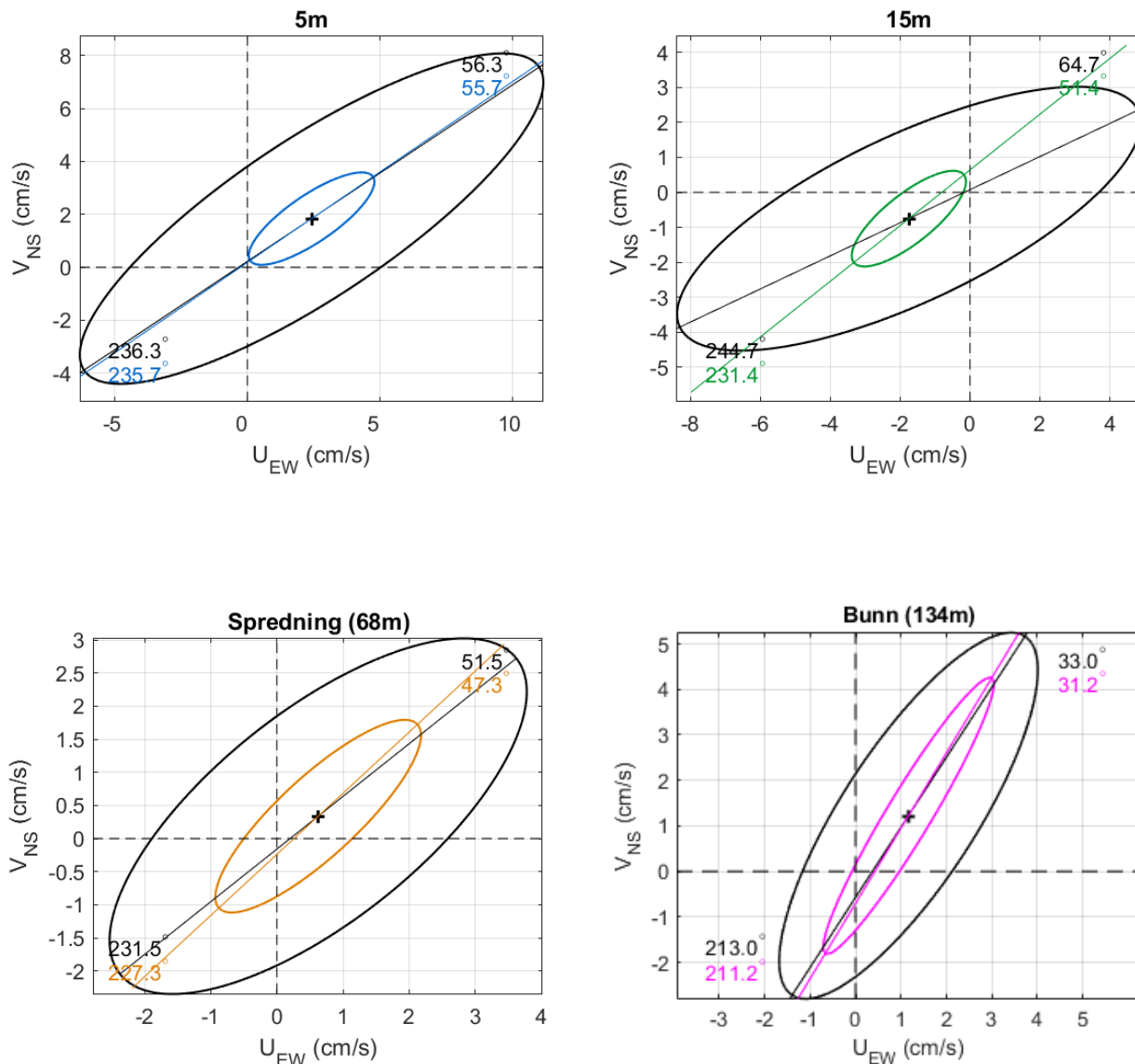
Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (134m)
Strøm (%)	25.3	27.6	46.0	55.9
Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (134m)
Trykk (%)	-	-	60.4	91.8

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 (68m)	Bunn (134m)
Strøm (%)	11.6	16.2	29.9	46.8
Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (134m)
Trykk (%)	-	-	4.4	68.1



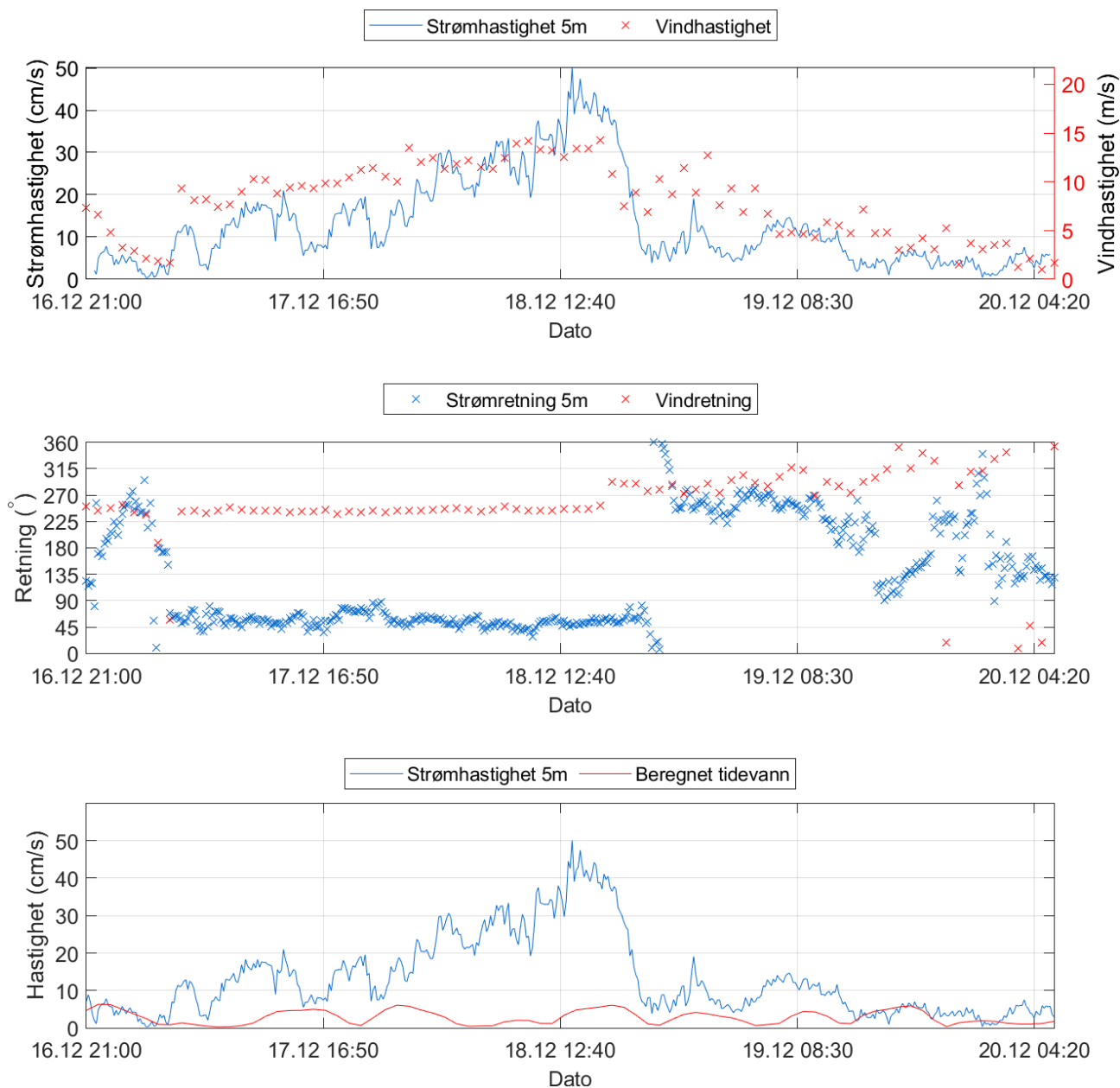
Figur 4.23.1. U_{EW} – V_{NS} punktdiagram av strømdata i timesverdier, med tilhørende strø mellipse. Midtpunktet for strø mellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for 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 (Kristiansund Lufthavn) for perioden hvor maksimalstrømmen på 5m dyp er registrert.

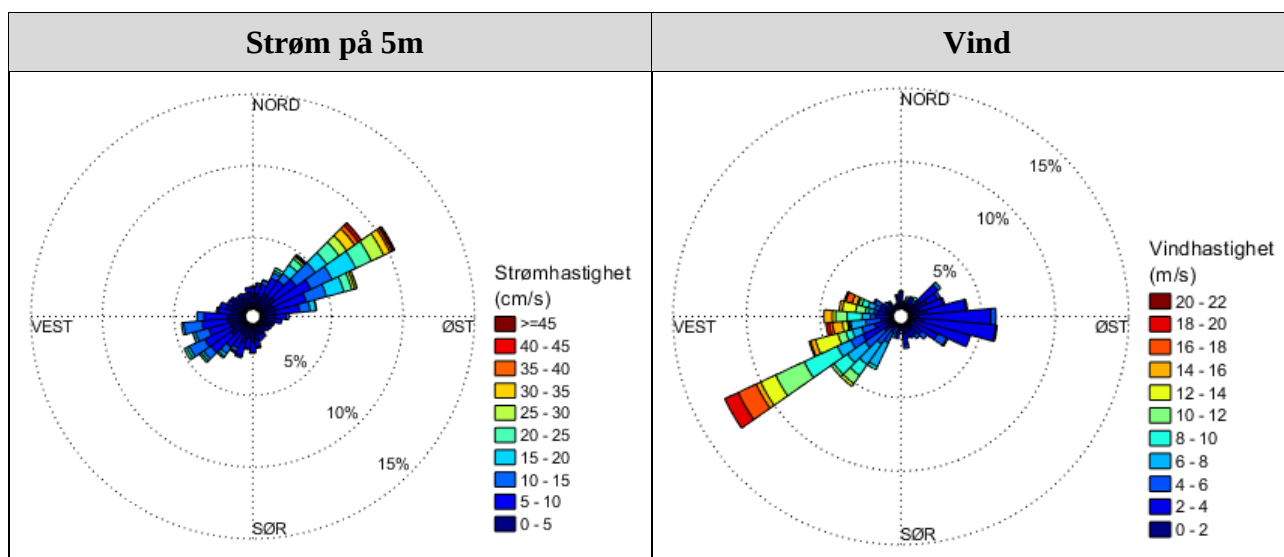
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Kristiansund Lufthavn, som ligger ca. 19.8km nord for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3).

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Kristiansund Lufthavn fra samme periode. Figur 4.25.2 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Kristiansund Lufthavn og målt strøm på 5m dyp hadde omtrent sammenfallende retning. Vannstand i løpet av måleperioden er vist i Figur 4.25.2 og er hentet fra tidevannsstasjon Kristiansund (Kartverket, 2022), som ligger ca. 20.2km nord for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

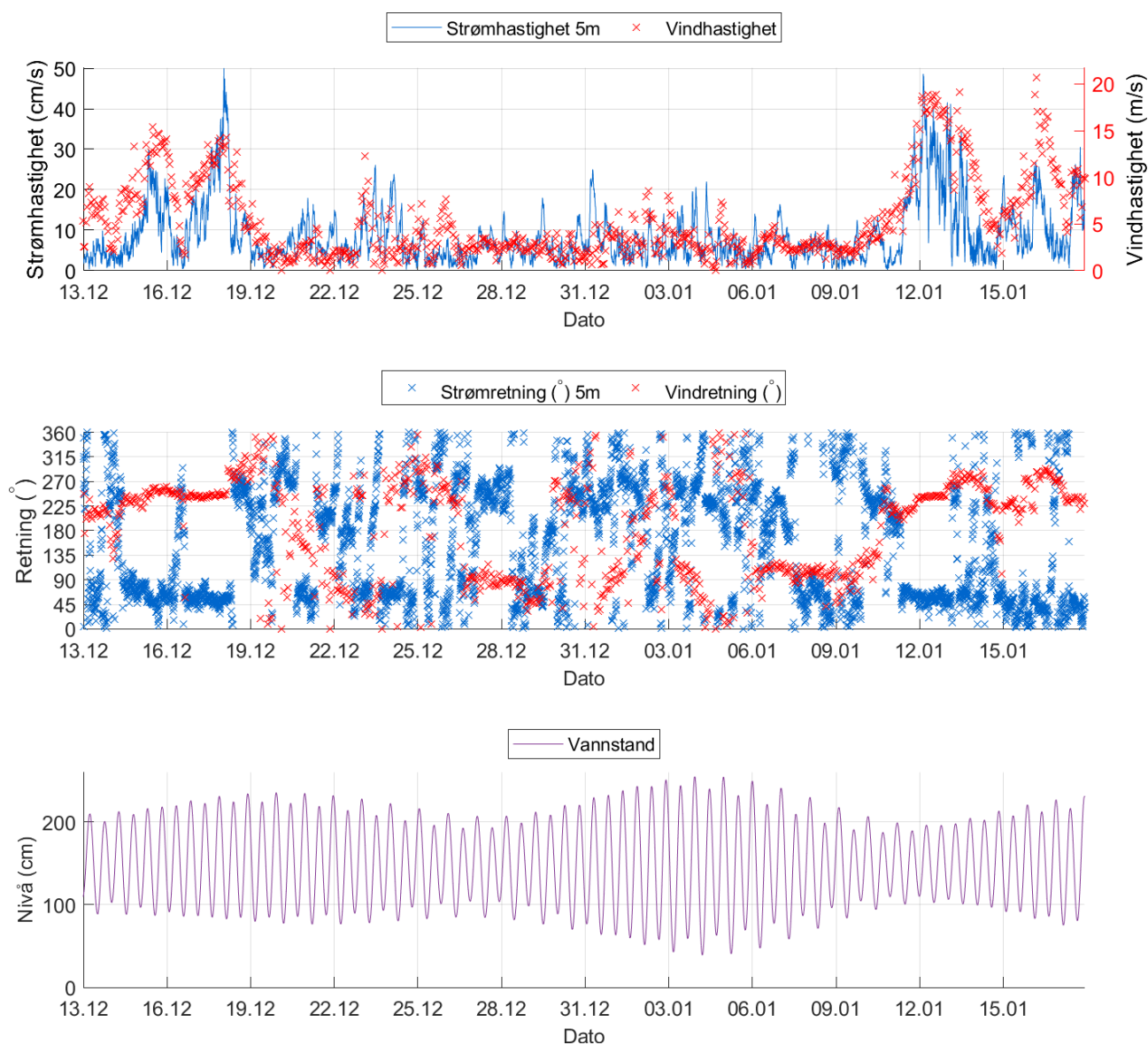
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Kristiansund Lufthavn under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	6.2	12.3	4.9	6.3	6.7	18.9	20.7	15.9
Tid (%)	3.8	8.0	21.8	8.4	4.7	28.3	20.8	4.1



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

Hastighet og retning for strøm og vind er oppgitt i Figur 4.25.2 og i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" for å vurdere vindpåvirkning på strømmen. I Figur 4.25.2 er vindretning oppgitt som at vind blåser fra en retning, mens i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" er vindretning oppgitt som at vind blåser mot en retning. Tidevann er også vist i Figur 4.25.2 for å vurdere tidevannspåvirkning.



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

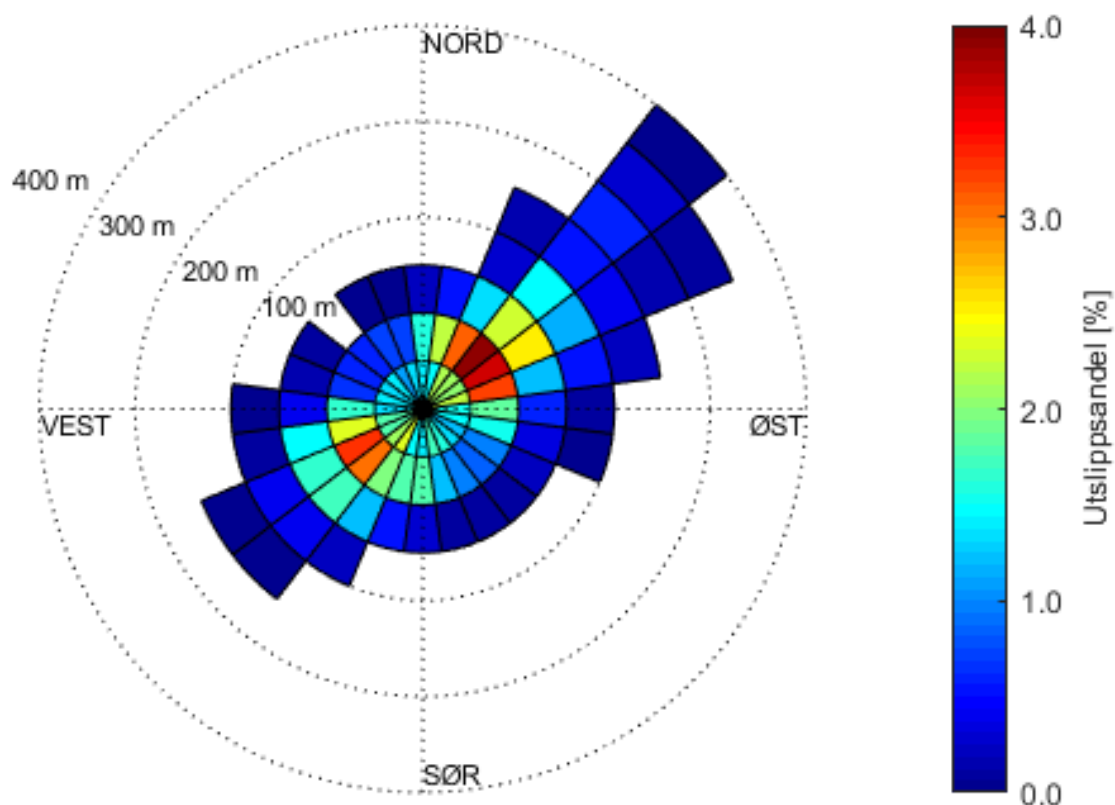


Figur 4.25.3. Posisjonen til Kristiansund Lufthavn værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Kristiansund tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.26 Utslippskontur

Utslippskonturen tar utgangspunkt i strøm målt på spredningsdyp til å beregne spredningsavstand for avfallspartikler fra et utslippspunkt med en viss synkehastighet (Bannister, et al., 2016). Figur 4.26.1 viser retning og avstand for spredning, og i hvilke områder det er mest utslipp som blir liggende på bunn. Fargeskalaen indikerer mengde sedimentasjon som prosentandel (%) av den totale mengden som blir sluppet ut, hvor de røde områdene vil ha størst mengde avfall. Summen av prosentnivået i alle sektorer er lik total mengde utslipp (100%).

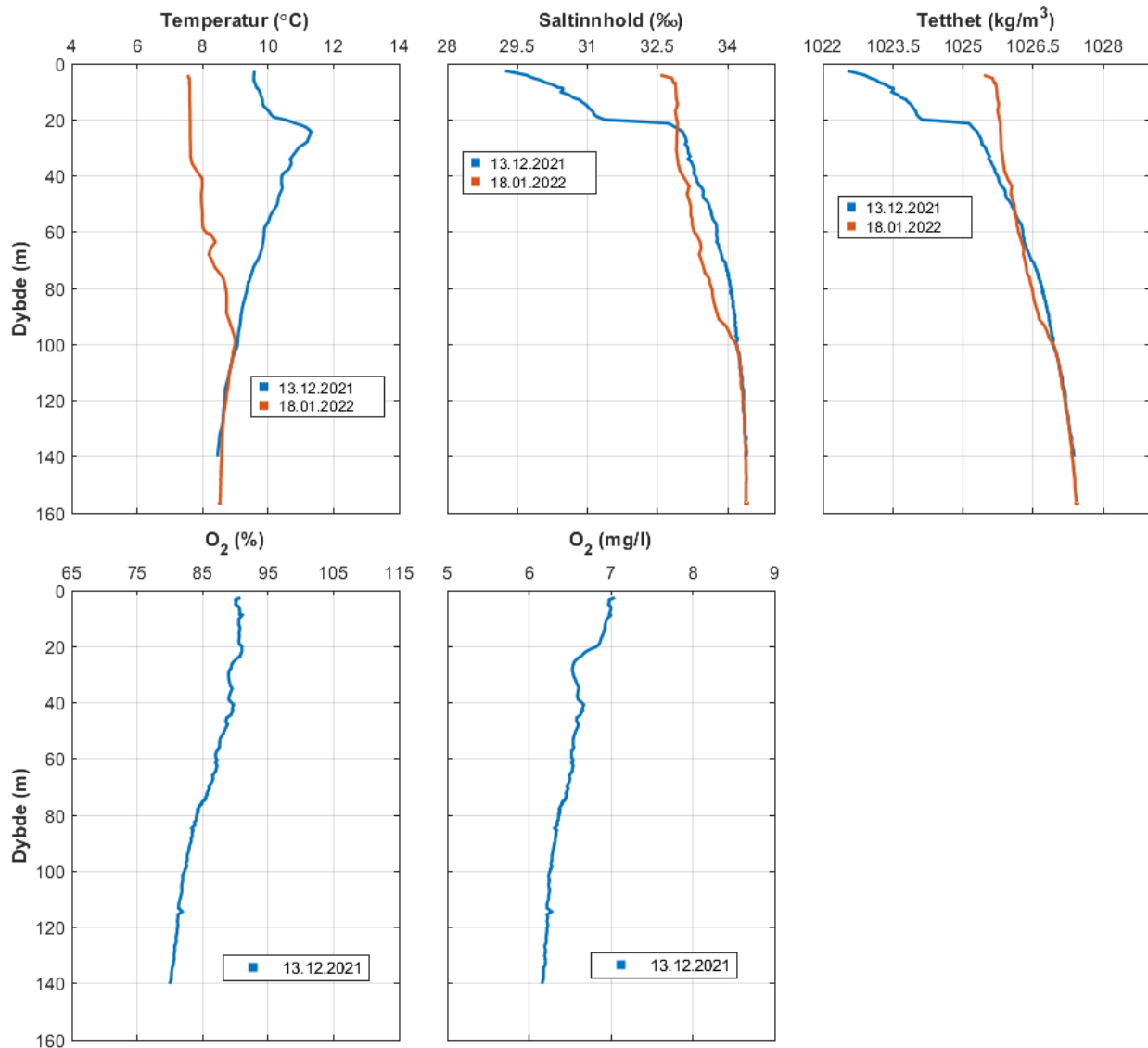
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.26.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (68m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner på bunnen, indikert av fargelagte sektorer. Oppløsningen på hver fargelagt sektor er 50m lang og 15° bred. Avstand fra utslippspunktet er markert med en stiplet sirkel for hver 100m.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett 13.12 og opptak 18.01 av strømmålere i samme posisjon som strømriggen. Oksygenmålinger den 18.01 er vurdert som feilmålinger og derfor ikke presentert i rapport.



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

5. Diskusjon

Strømmen på Batnfjorden er mot NØ/Ø – SV/V på 5m og 15m, mot NØ/Ø – SV på spredningsdyp (68m) og mot N/NØ – S/SV på bunndyp (134m). Dette stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering. Strømretningen domineres av motsatt rettede hovedstrømretninger. 86.5% av relativ vannutskiftning på 5m, 84.2% på 15m, 68.2% på spredningsdyp (68m) og 88.4% på bunndyp (134m) skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 50.0cm/s mot NØ på 5m, 40.5cm/s mot SV på 15m, 17.4cm/s mot NØ på spredningsdyp (68m) og 16.2cm/s mot NØ på bunndyp (134m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på alle dyp og er vurdert som sterk på 5m og 15m, og som middels sterk på spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m). 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 16.8cm/s på 5m, 11.2cm/s på 15m, 6.4cm/s på spredningsdyp (68m) og 7.9cm/s på bunndyp (134m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m, 15m og bunndyp (134m), og som svak på spredningsdyp (68m).

Det var tilfeller der strøm var > 30cm/s på 5m og 15m dyp. Høy strømhastighet oppstår uregelmessig på måleposisjonen, og varighet av disse i området er lang. Høye strømhastigheter er vurdert forårsaket av vind. I desember sammenfaller høye strømhastigheter målt ved 5m og 15m med høye vindhastigheter målt ved Kristiansund lufthavn. I januar sammenfaller høye strømhastigheter med høye vindhastigheter forårsaket av ekstremværet Gyda.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m) under måleperioden, fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strø mellipsen (Figur 4.23.2). Tidevannssignalet dominerte ikke på 5m eller 15m dyp under måleperioden, som er indikert ved at tidevannsellipsen er vesentlig mindre enn strø mellipsen (Figur 4.23.2). Tidevannsbidrag til strøm på 5m er lavere enn lenger ned i vannsøylen. Dette indikerer at strømmen lenger opp i vannsøylen er mer påvirket av andre faktorer.

5.3 Vindpåvirkning

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

Grunnet friksjon mellom vind og vannoverflate vil vind med betydelig hastighet (> 3m/s) og stabil retning som blåser over en lengre periode ha større innvirkning på strøm. Tilfeller med vindpåvirkning er i dette tilfellet beregnet utfra sammenfallende eller motsatt rettet retninger ved et bestemt tidspunkt, uten hensyn til vindens varighet eller stabilitet.

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

Siden vind blåste mest fra SV, kan strøm mot NØ ha blitt mest påvirket av vind under måleperioden. Vinden blåste sterkest fra SV/V og vind kan dermed hatt sterkeste påvirkning på strøm mot NØ/Ø. Dette passer med målt maksimal strømhastighet på 5m dyp mot NØ, som er vurdert vindpåvirket utfra sammenfallende retning mellom strøm og vind.

Værstasjonen har en annen beliggenhet enn strømmålerposisjonen, og det kan dermed forventes noen andre vindretninger lokalt ved måleposisjonen enn på Kristiansund Lufthavn. Det var enkelte tilfeller hvor strøm- og vindretning var motsatt rettet under måleperioden, hvor vind kan ha virket bremsende på målt strømhastighet.

5.4 Vannutskiftning

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

Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{cm/s}$ på alle dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som sterk på 5m, middels sterk på 15m og bunndyp (134m), og som svak på spredningsdyp (68m).

Neumann-parameteren er vurdert som stabil på 5m, middels stabil på 15m og spredningsdyp (68m), og stabil på bunndyp (134m). Strømrretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på bunn, fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. Vannutskiftningen på 5m, 15m og spredningsdyp er påvirket av at vann i perioder flytter seg fram og tilbake, og i andre perioder beveger seg vekk fra målepunktet.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på alle dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 50 minutter på 5m og 15m, 80 minutter (1t 20min) på spredningsdyp (68m) og 100 minutter (1t 40min) på bunndyp (134m). Det var korte perioder med strømstille på 5m og 15m dyp.

5.5 Mulig spredning av utslipp

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

Dyp ved målepunktet var ca. 140m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmåleposisjonen ligger over en relativt flat bunn som skråner gradvis oppover mot land mot SØ.

Bunntopografien er orientert NØ – SV i området for strømmålingsposisjonen. Det er ingen store groper i området.

Det var tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på både spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m). Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Spredning av utslipp følger strømmosen for spredningsdyp (Figur 4.2.1) og orienteringen til bunntopografien i området. Mye sedimentasjon legger seg mot NØ og SV (Figur 4.26.1), som er retningene med mest vannutskiftning (Tabell 4.17.1). Med utgangspunkt i målte strømhastigheter på spredningsdyp vil avfall spre seg lengst mot nordøst, opptil 400m vekk fra utslippspunktet.

5.6 Vannsøylens vertikale struktur

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

Temperatur under måleperioden var $4.9 - 10.1^{\circ}\text{C}$ på 5m, $7.5 - 10.6^{\circ}\text{C}$ på 15m, $8.3 - 10.2^{\circ}\text{C}$ på spredningsdyp (68m) og $8.4 - 8.9^{\circ}\text{C}$ på bunndyp (134m). Temperaturmålingene ved 5m dyp varierte en del i løpet av måleperioden, men hadde en avtagende trend fram til midten av januar. Mot slutten av måleperioden den 12.01 var det en rask økning før temperaturen avtok noe igjen. Temperaturmålingene ved 15m avtok og varierte litt i starten av måleperioden. Temperaturen var deretter relativt konstant før den avtok noe mot slutten av måleperioden igjen. Temperaturen på spredningsdyp (68m) avtok gradvis og varierte noe fra starten til slutten av måleperioden. Temperaturen på bunn var relativt konstant og varierte lite i løpet av måleperioden. Variasjoner i temperatur på sprednings- og bunndyp kan ha sammenheng med tidevann, grunnet periodiske endringer.

CTD-målinger viser at temperaturen avtok fra overflaten og ned til 100m i løpet av måleperioden. Fra 100m og ned til bunnen var temperaturen relativt lik mellom desember og januar. I desember økte temperaturen fra overflaten og ned til omtrent 22m for deretter å avta ned til bunnen. I januar var temperaturen relativt konstant fra overflaten og ned til 40m. Deretter økte den ned til 100m for deretter å avta ned til bunnen.

Saltinnholdet økte i løpet av måleperioden fra overflaten og ned til 25m dyp. Fra 25m til 100m dyp avtok saltinnholdet. Fra 100m og ned til bunnen var det lite endring i saltinnhold. I desember økte saltinnholdet fra overflaten og ned til 22m. Deretter økte saltinnholdet svakt ned til bunnen. I januar økte saltinnholdet svakt fra overflaten og ned til bunnen.

Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var lagdelt. I løpet av måleperioden økte tettheten fra overflaten og ned til 50m. Fra 50m til 100m økte den litt, men fra 100m og ned til bunnen var den relativt lik mellom desember og januar. I desember er et tydelig lagskille observert ved omtrent 20m, mens i januar var profilen mer blandet, med mulig indikasjon på et svakt lagskille øverst ved overflaten. I desember økte tettheten fra overflaten og ned til 22m. Deretter økte den svakt ned mot bunnen. I januar økte tettheten svakt fra overflaten og ned til bunnen.

Oksygenmetningen ved utsett var høy ($> 90\%$) ved overflaten. Oksygenmetningen var konstant fra overflate og ned til 22m. Deretter var det en liten økning etterfulgt av en liten avtagning ned til 40m og deretter en gradvis avtagning ned til bunnen. Oksygeninnholdet avtok fra overflate og ned til 27m for deretter å øke litt ned til 40m. Deretter var det en gradvis avtagning ned til bunnen.

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon

6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger

Valg av målested

Plassering av riggen i forhold til det dypet strømmen skal måles på har stor betydning for målingene. Et av kravene i NS 9415:2009 er at målerne skal plasseres i den posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokaliteten.

- Anleggets geografiske plassering og topografiske utforming av nærområdet må vurderes. Strømmen påvirkes av bukter, vikar og elveløp, møtepunkter for fjordsystemer, osv. Dette kan føre til at strømmen skifter retning e.l.
- Anlegget bør plasseres der vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn, og slik at vanntransporten på tvers av anlegget maksimeres. Dette er spesielt viktig i den varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv 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 bunn dyp er foretrukket plassering i anleggets senter, som gir grunnlag for å estimere den representative strømstyrken i anlegget med tanke på spredning av partikler.

Valg av måledyp

Overflatestrømmen måles på 5m dyp. Det tas ikke på 1m på grunn av støy fra bølger.

Vannutskiftningsstrøm måles på 15m dyp.

Sprednings- og bunnstrøm

- Spredningsstrøm måles midt mellom merdbunn og sjøbunn, men ikke dypere enn 50m fra merdbunn.
- Bunnstrøm måles enten ca. 2m over bunn, men ikke dypere enn 100m fra merdbunn, eller 2m over bunn.

Valg av måleperiode

Siden tidevannskomponentene M_2 og S_2 «pulserer» sammen hvert 14.77 døgn, som er tidevannssyklus for spring / nipp, er anbefalt minimum for måleperioden 30 dager.

Målingene på 5m og 15m dyp ble gjort i samsvar med NS 9415:2009, der kravet er at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst en måned.

Målingene på sprednings- og bunn dyp ble gjort i samsvar med retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (Mattilsynet, 2016), der det er anbefalt at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst 4 uker.

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (134m)
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.	5409	5404	5407	5406
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)
Strømretningens nøyaktighet	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperaturens nøyaktighet og rekkevidde	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C

6.3 Måleprinsipp for strømmålinger

Aanderaa punktmåler

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

Tabell 6.3.1. Måleprinsipp for en Aanderaa punktmåler.

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

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

6.4 CTD-målinger

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

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Test av riggoppsett før utsett

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

Utfra analysen av planlagt riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp ble riggen vurdert som egnet for utsett i antatt strømområde.

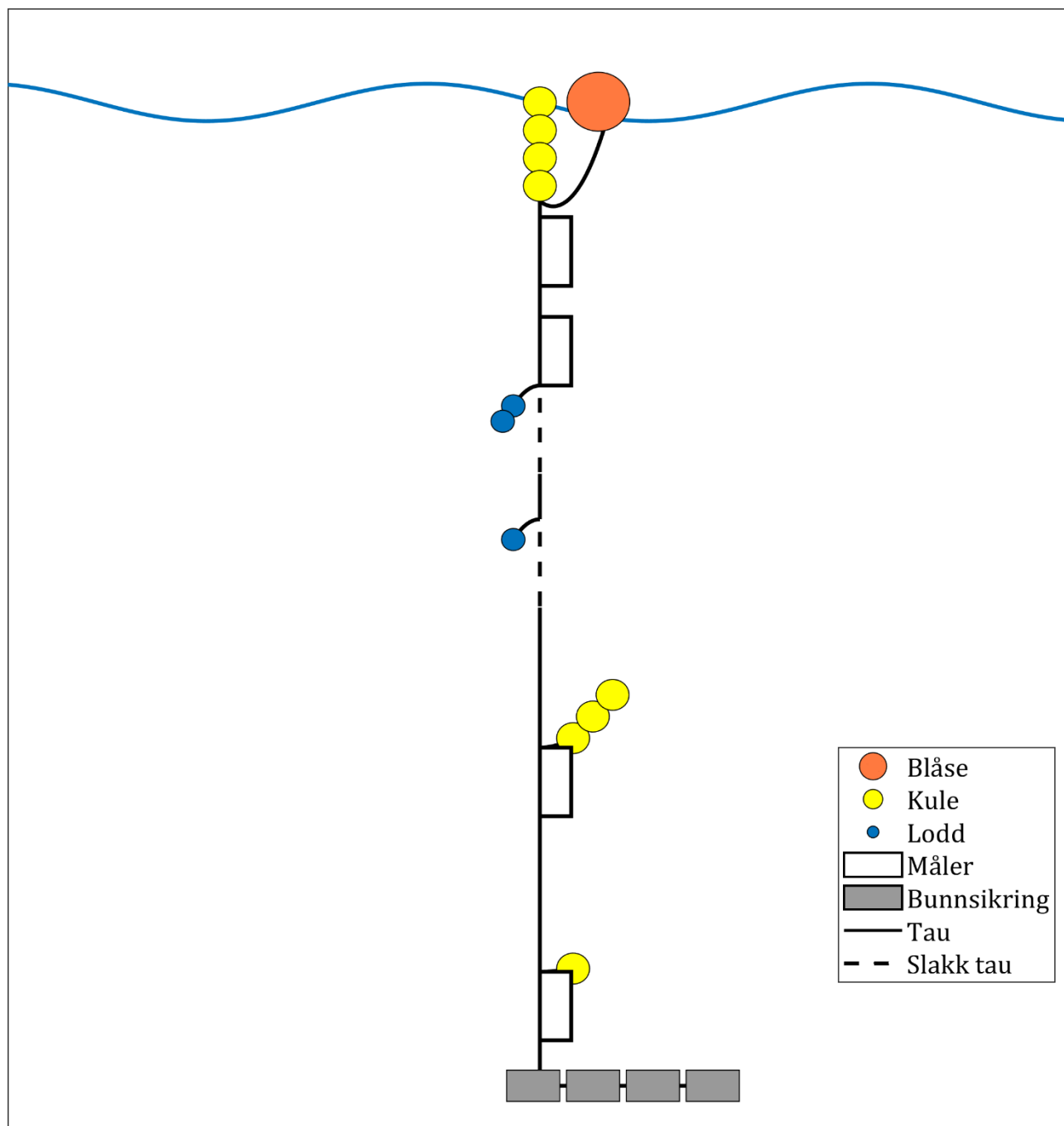
7.2 Riggoppsett

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

Instrumentene for sprednings- og bunndyp har stått litt grunnere enn planlagt i forhold til dybdene i riggskjema.

Tabell 7.2.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m).

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A3-blåse	Blåse	1stk		62kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	4stk		7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Pærelodd	Lodd	2stk	15.0m	5kg
Danline 14mm	Tau	15.0m		
Pærelodd	Lodd	1stk	30.0m	5kg
Danline 14mm	Tau	55.0m		
Trålkule 11"	Kule	3stk	75.0m	7.5kg oppdrift
Punktmåler	Måler	1stk	75.0m	
Danline 14mm	Tau	63.0m		
Trålkule 11"	Kule	1stk	138.0m	7.5kg oppdrift
Punktmåler	Måler	1stk	138.0m	
Danline 14mm	Tau	2.0m		
Garnanker	Bunnsikring	4stk	140.0m	50kg



Figur 7.2.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m, spredningsdyp (68m) og bunndyp (134m).

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

Før utsett ble fysisk status til hvert instrument kontrollert. Kontrollsjekk inkluderer: batteristatus, instrumentinnstilling, minnestatus og anoder.

Det benyttes et skjema som følger hver måler for teknisk dokumentasjon. Instrumenttilstand og eventuelt andre kommentarer angående instrumentet oppføres i egen logg etter hvert prosjekt.

Ved utsett av instrumenter benyttes eget riggskjema som inkluderer (etter NS 9425:1999): lokalitetsnavn, riggoppsett, posisjon, måledyp, kontaktperson og oppdragsgiver, tidspunkt for utsett og opptak, og et kommentarfelt for eventuelle observasjoner ved utsett og opptak.

Ved opptak blir måleinstrumentene undersøkt for begroing, annet som kan ha påvirket målingene, og fysisk skade. Dette kommenteres på riggskjema og i rapporten, og mulig påvirkning for resultatet blir vurdert. Verdier som er benyttet i rapporten er troverdige og uten behov for støyfiltrering eller annen korleksjon.

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

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

Et stort tre, som trolig kom drivende etter ekstremværet «Gyda», var festet i blåsen ved overflaten. Data er kritisk vurdert og ingen forstyrrelser i målinger er oppdaget.

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

Feil på instrument

Det var feil på oksygensensor på CTD-instrumentet ved røkting i januar. Oksygendata er dermed ikke presentert for røkting. Dette har ingen konsekvens for registrering av andre data eller parametere.

Det var ingen feil på instrumentenes sensorer under måleperioden. Datakvaliteten anses å være god.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (68m)	Bunn (134m)
Filnavn for rådata	Batnfjorden 5m NH0122 AP5409.bin	Batnfjorden 15m NH0122 AP5404.bin	Batnfjorden spred NH0122 AP5407.bin	Batnfjorden bunn NH0122 AP5406.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Batnfjorden 5m NH0122 AP5409_eks_TMAT.xlsx	Batnfjorden 15m NH0122 AP5404_eks_TMAT.xlsx	Batnfjorden spred-68m NH0122 AP5407_eks_TMAT.xlsx	Batnfjorden bunn-134m NH0122 AP5406_eks_TMAT.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Batnfjorden-5m_QC.xlsx	Batnfjorden-15m_QC.xlsx	Batnfjorden-Spredning (68m)_QC.xlsx	Batnfjorden-Bunn (134m)_QC.xlsx
Data return (%)	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	5173 / 5173	5173 / 5173	5173 / 5173	5173 / 5173
Antall fjernede/manglende målinger	0	0	0	0
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	13.12.21 12:40 - 18.01.22 10:40	13.12.21 12:40 - 18.01.22 10:40	13.12.21 12:40 - 18.01.22 10:40	13.12.21 12:40 - 18.01.22 10:40
Dato og tid for start og slutt av instrument	12.12.21 13:10 - 21.01.22 13:50	12.12.21 13:40 - 21.01.22 14:00	12.12.21 13:50 - 18.01.22 11:10	12.12.21 13:40 - 21.02.22 13:40

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.

Fra omtrent 13.01 og ut måleperioden ser man økte strømhastigheter på 5m og 15m dyp, som var forårsaket av ekstremværet Gyda (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.2). Videre ser man også økt instrumenthelning på alle dyp og større variasjon i trykkmålinger på 5m, 15m og spredningsdyp (68m) i sammenheng med dette (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.3). På bunndyp (134m) er det et nedtrekk 13.01 og etter dette står instrumentet på et dypere dyp ut måleperioden (Figur 8.2.4). Riggen har trolig flyttet seg litt dypere på dette tidspunktet. Data i perioden 13.01 og ut måleperioden er kritisk vurdert og datakvalitet anses å være god. På spredningsdyp ser vi også et varig nedtrekk rundt 17.12 trolig i sammenheng med høy strøm i øvre del av vannsøylen (Figur 8.2.3). Data er kritisk vurdert og datakvalitet anses å være god.

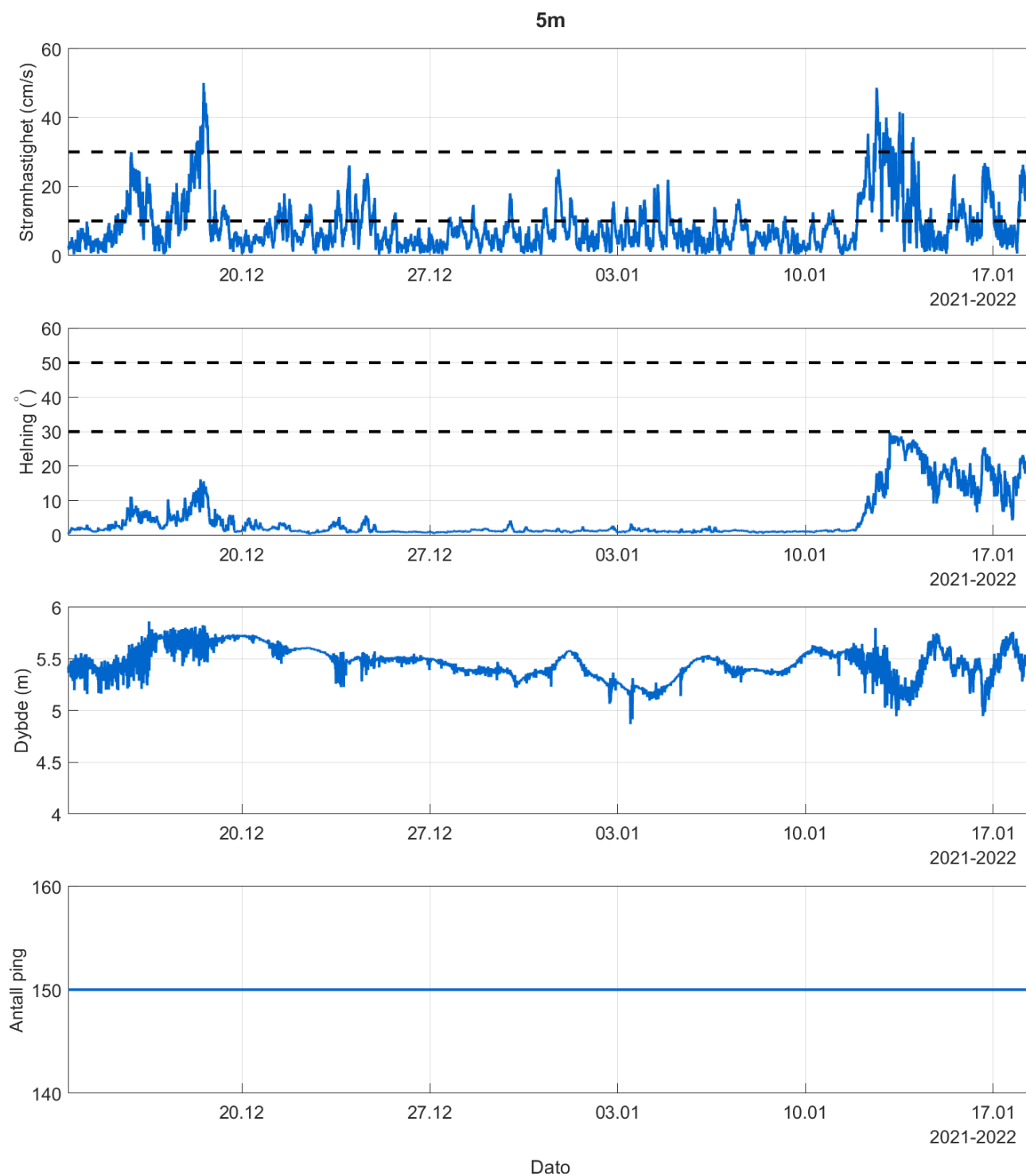
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

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).

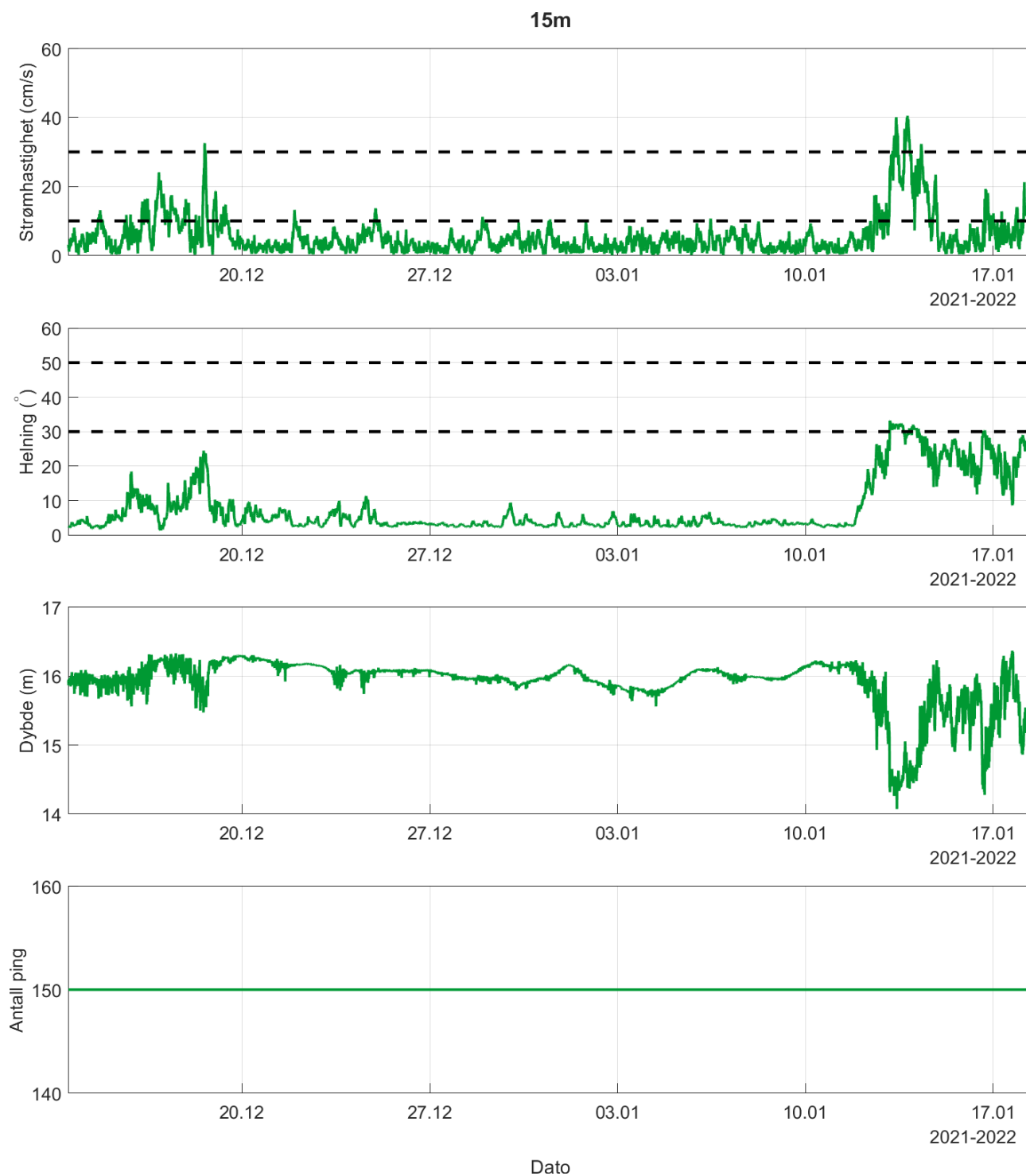
Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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.



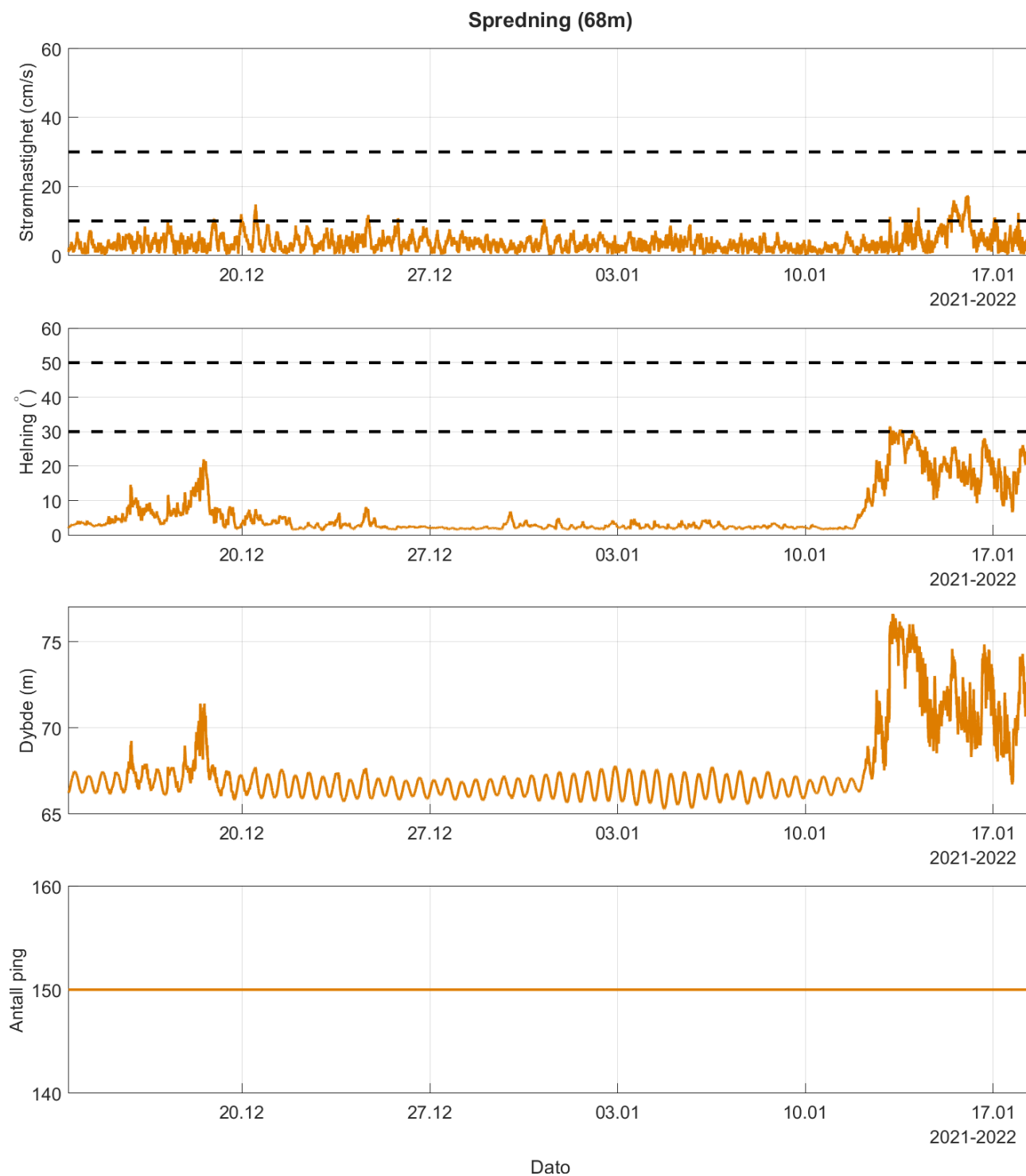
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

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



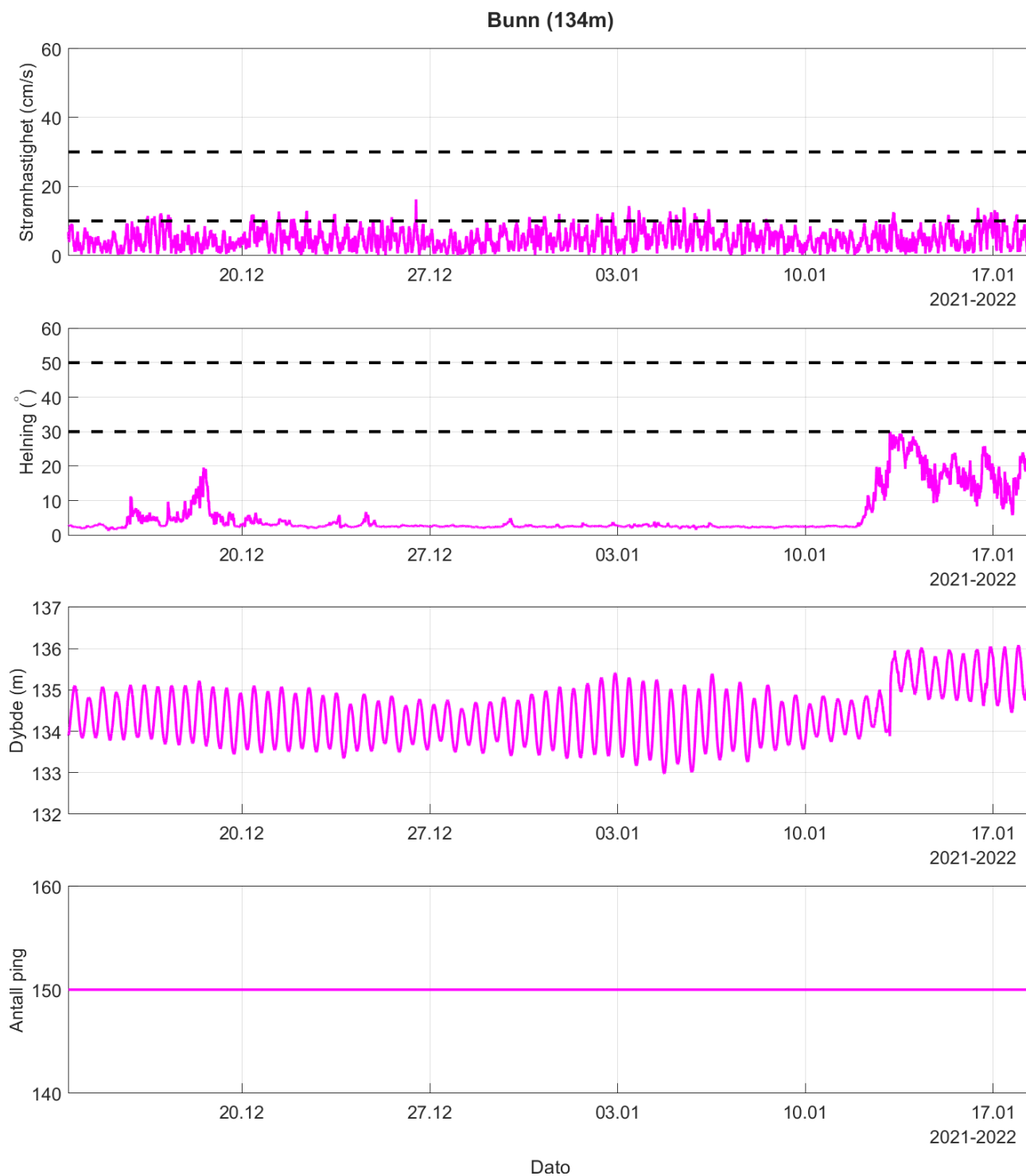
Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 14.1m og 16.4m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.9m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (68m).

Instrumentdypet varierte mellom 65.3m og 76.6m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 67.5m. Instrumentet for spredningsdyp har stått litt grunnere enn planlagt i forhold til dybden i riggskjema.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (134m).

Instrumentdypet varierte mellom 133.0m og 136.2m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 134.4m. Instrumentet for bunndyp har stått litt grunnere enn planlagt i forhold til dybden i riggskjema.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

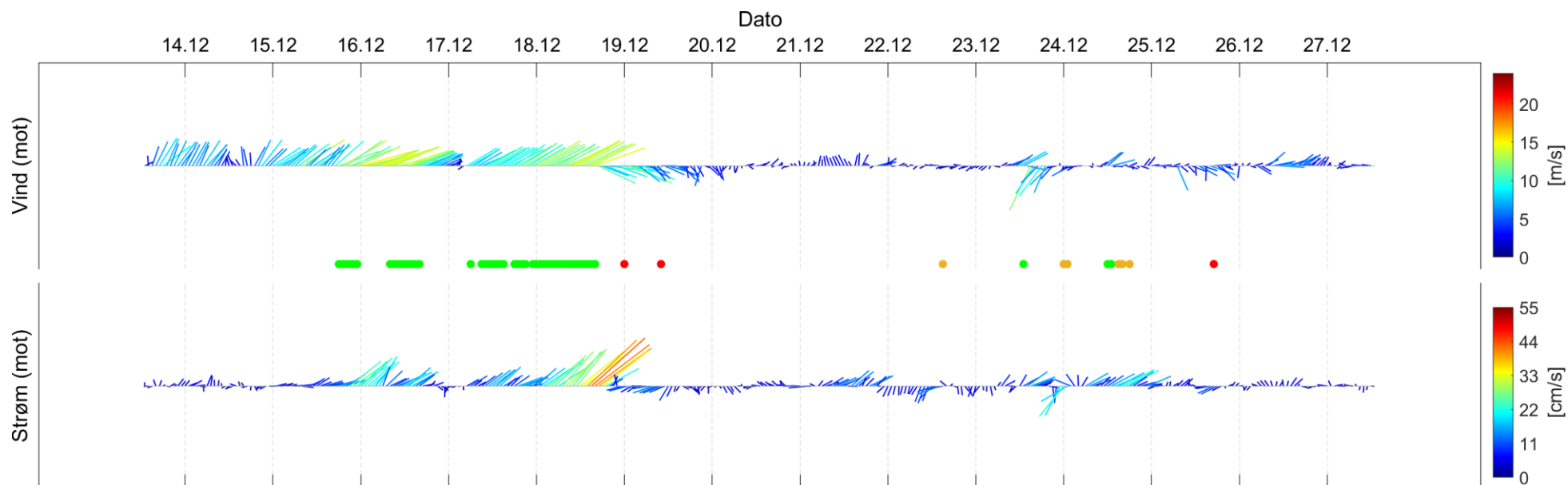
Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dyp i så stor grad som mulig.

8.3.2 Enkelte datapunkter

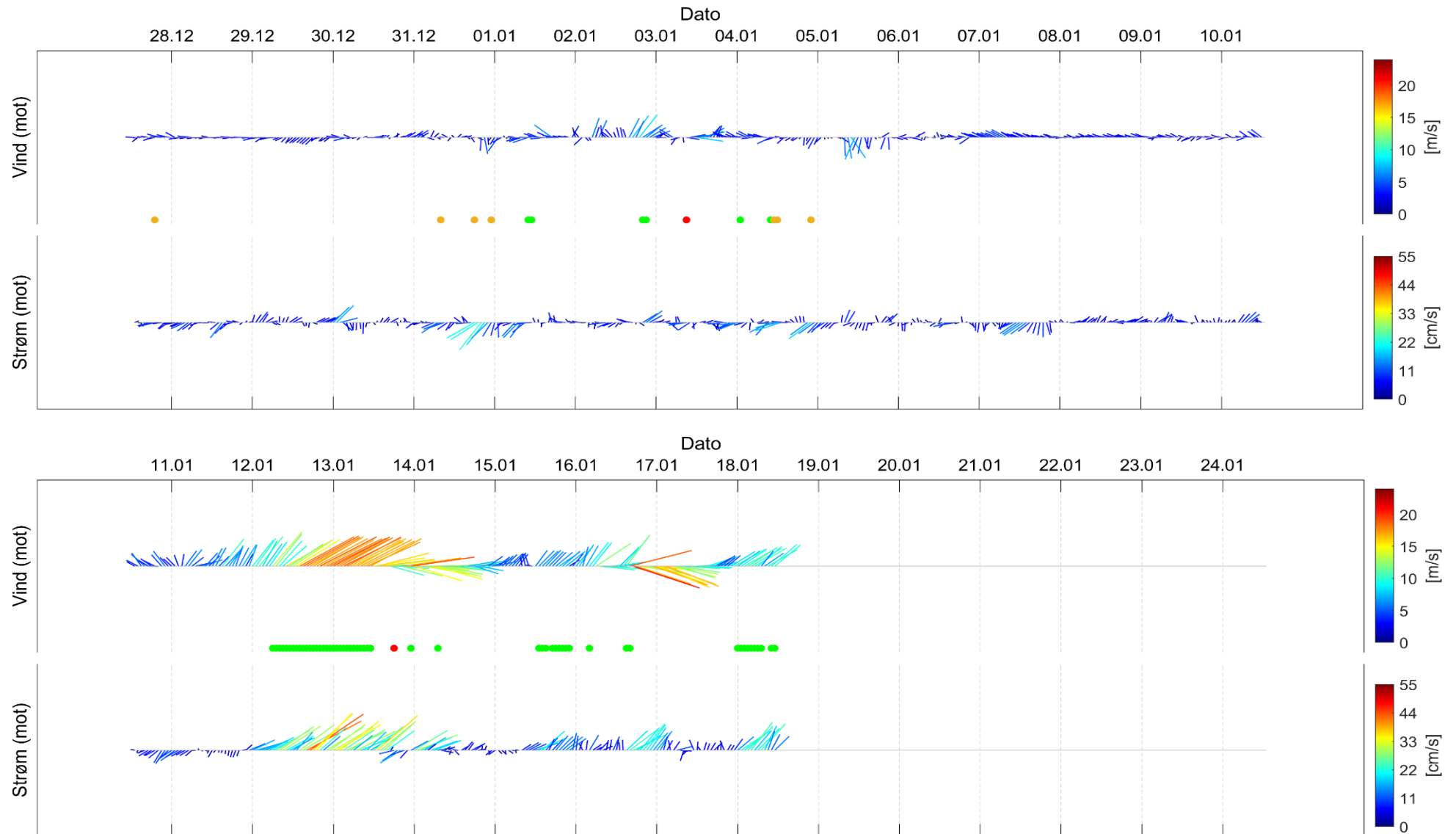
Ingen datapunkter er fjernet.

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

Figurene under viser vind- og strømhastighet i løpet av måleperioden, oppdelt i perioder på to uker. Tidspunkter hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne prikker) eller motsatt retning (røde prikker) indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm. Svak vind ($< 3\text{ m/s}$) hvor strøm og vind hadde sammenfallende eller motsatt retning er indikert med oransje prikker. Det er tillatt en vinkel på opptil $\pm 22.5^\circ$ ved beregning av om vind og strøm har omtrent sammenfallende eller motsatt retning.



Figur 9.1. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Kristiansund Lufthavn (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



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

10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

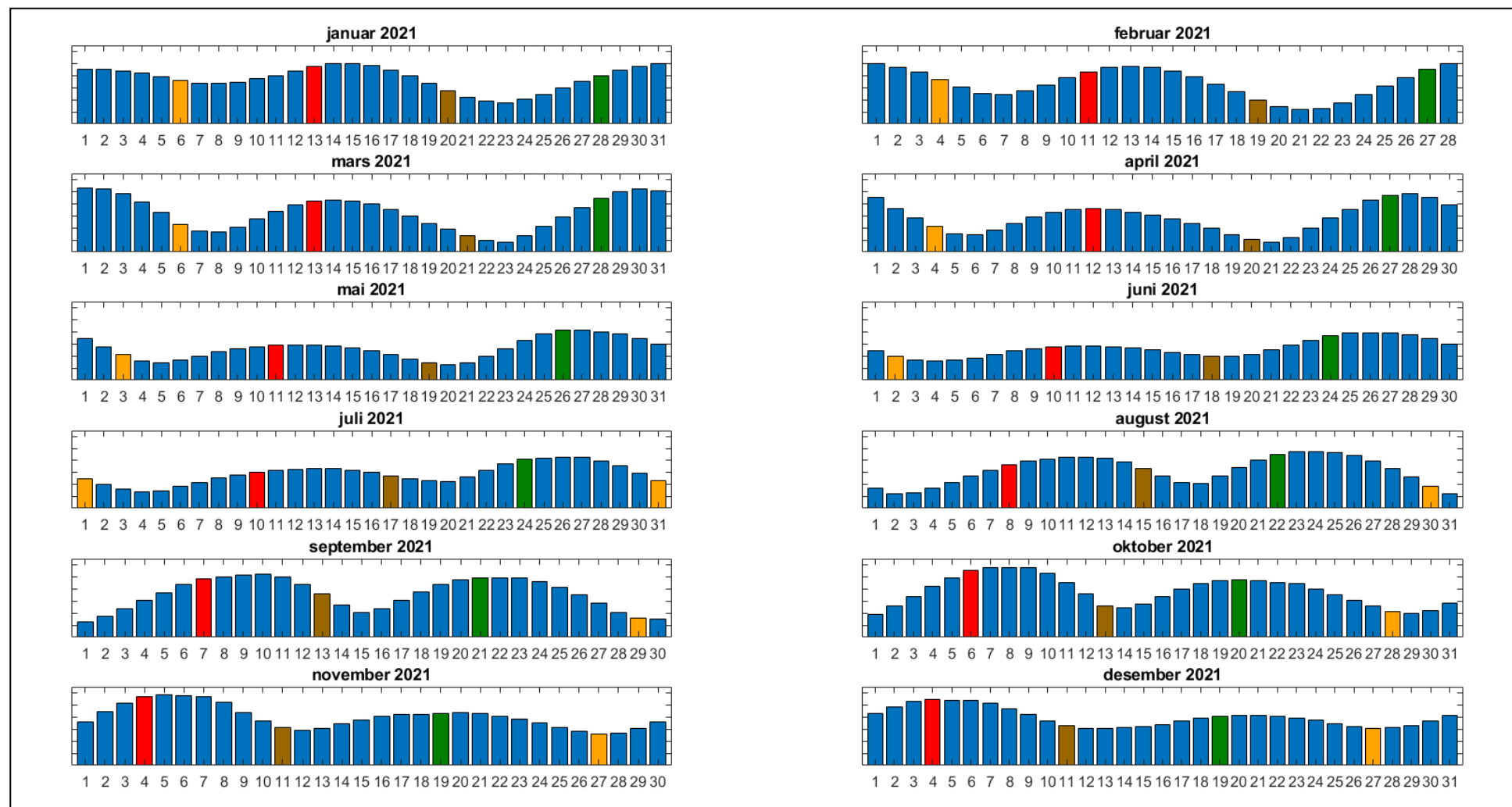
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 10.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 10.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

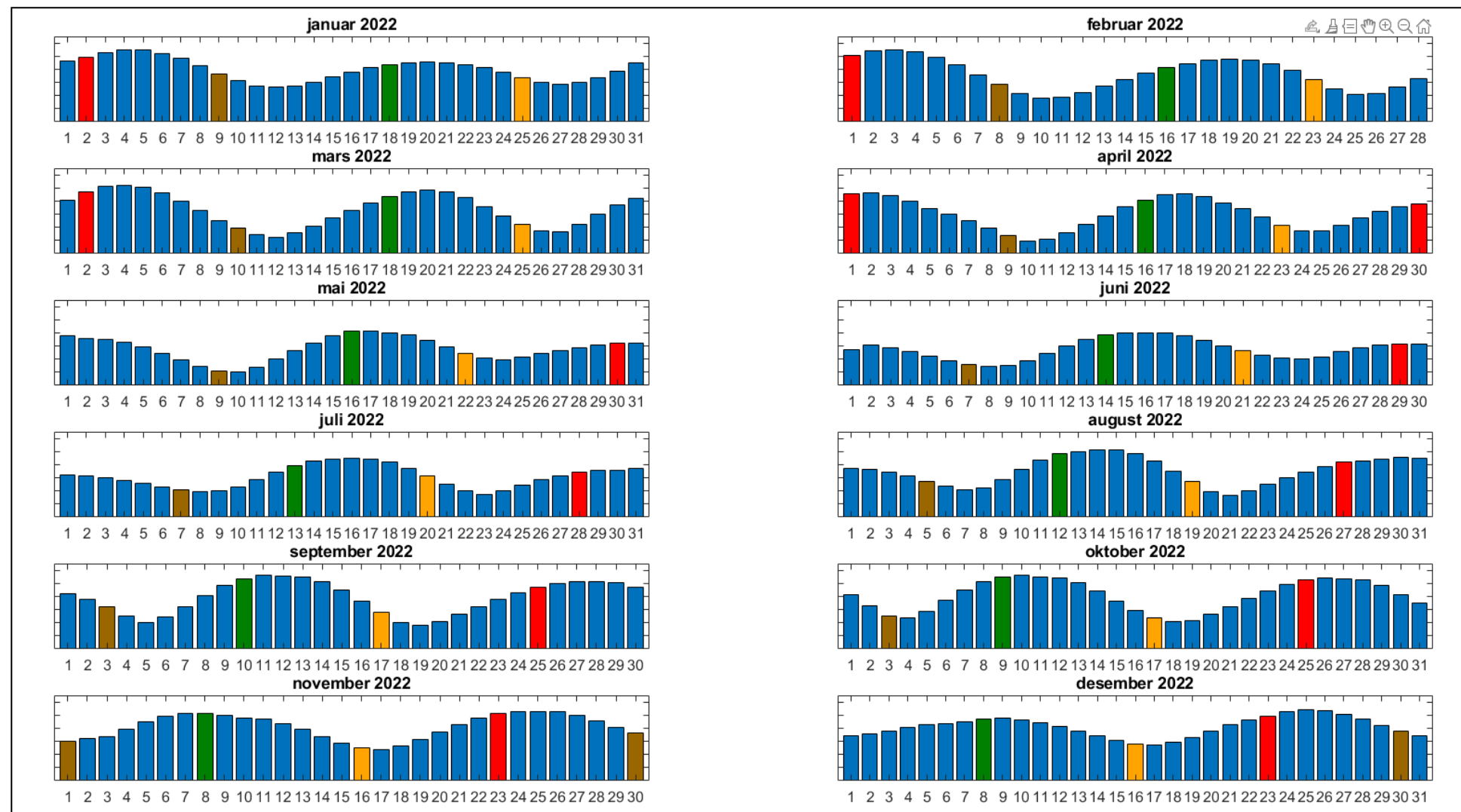
	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	$\geq 40 - < 55$	$\geq 26 - < 40$	$\geq 15 - < 26$	< 15
Utskifting	15	≥ 45	$\geq 30 - < 45$	$\geq 20 - < 30$	$\geq 10 - < 20$	< 10
Spredning		≥ 35	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$	$\geq 10 - < 15$	< 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

11. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner

Strømmålinger er påvirket av blant annet tidevannsstrøm og kan bli påvirket av vind og vær. Månedlige tidevannsvariasjoner er vist i figuren under.



Figur 11.1. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne).



Figur 11.2. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn – fullmåne).

12. Vedlegg – Måleenheter

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 12.1. Måleenheter brukt i rapporten.

Beskrivelse	Måleenhet
Dag og Tid Tidsstempel i tidsserier er gitt ved midnatt, slik at tidsserier starter midnatt før første målepunkt og slutter midnatt etter siste målepunkt.	dd.mm.yy hh:mm (UTC) dd.mm (UTC) dd.mm.yyyy hh (UTC)
Høyde / Dybde	Meter (m)
Avstand	Kilometer (km) Meter (m)
Posisjon / Koordinater Posisjon er oppgitt i koordinatsystemet WGS64 (World Geodetic System 1984).	GGG (°) MM.MM (')
Strømretning (mot)	Grader (°)
Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
Vindretning (fra)	Grader (°)
Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
Temperatur	Grader celsius (°C)
Helning	Grader (°)
Ping Count	Antall

13. Vedlegg – Parametere og beskrivelse

Tabell 13.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse.

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

14. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmåler.
2. Bannister, R. J., Johnsen, I. A., Hansen, P. K., Kutti, T., & Asplin, L. (2016). Near- and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems. *ICES Journal of Marine Science*, 73, 9, 2408-2419.
3. Codiga, D. L. (2021). Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions. Technical Report 2011-01. Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, RI. 59pp.
4. Dewey, K. R. (2006). Users Guide to Mooring Design & Dynamics. A Matlab Package for Designing and Analyzing Oceanographic Moorings and Towed Bodies. Centre for Earth and Ocean Research, University of Victoria, BC, Canada.
5. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
6. 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>
7. 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
8. Kartverket (2022). www.kartverket.no/sehavniva
9. 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.
10. Meteorologisk institutt (2022). www.eklima.no
11. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
12. NS 9415:2021. Flytende akvakulturanlegg. Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk. Norsk Standard 2021: 127s.
13. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
14. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering- AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.