

Strømrapport

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

Abelholman i

mars - april 2021

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Abelholman. SR-0521-KL-Abelholman-102701-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	07.05.21	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	Abelholman	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Herøy	Fylke	Nordland
Oppdragsgiver			
Selskap	Kobbvågslaks AS; Flatøyveien 58, 8850 HERØY, NORGE		
Kontaktperson	Jan-Terje Mikalsen	post@kobbvag.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Erling Nilsen Riseth	erling.riseth@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Aleksander Libæk	aleksander.libaek@akerbla.no	
Kontrollert av	Øystein Breiteig	oystein.breiteig@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (52m)	Bunn (84m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	27.1 (SV)	28.5 (N)	19.7 (N)	14.9 (N)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	7.3	5.9	2.3	1.9
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.5	2.7	18.2	22.4
Strømstyrke < 3cm/s (%)	13.5	22.1	76.7	83.8
Strømstyrke < 10cm/s (%)	76.2	86.9	98.2	99.8
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.1	0.2	0.1	0.2
10-års strøm (maksimal)	45	47	-	-
50-års strøm (maksimal)	50	53	-	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk	7
4. Resultater	10
4.1 Sammen drag av strøm data	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.....	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	62
13.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	63
14.	Vedlegg – Referanser	64

1. Forord

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

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

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

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

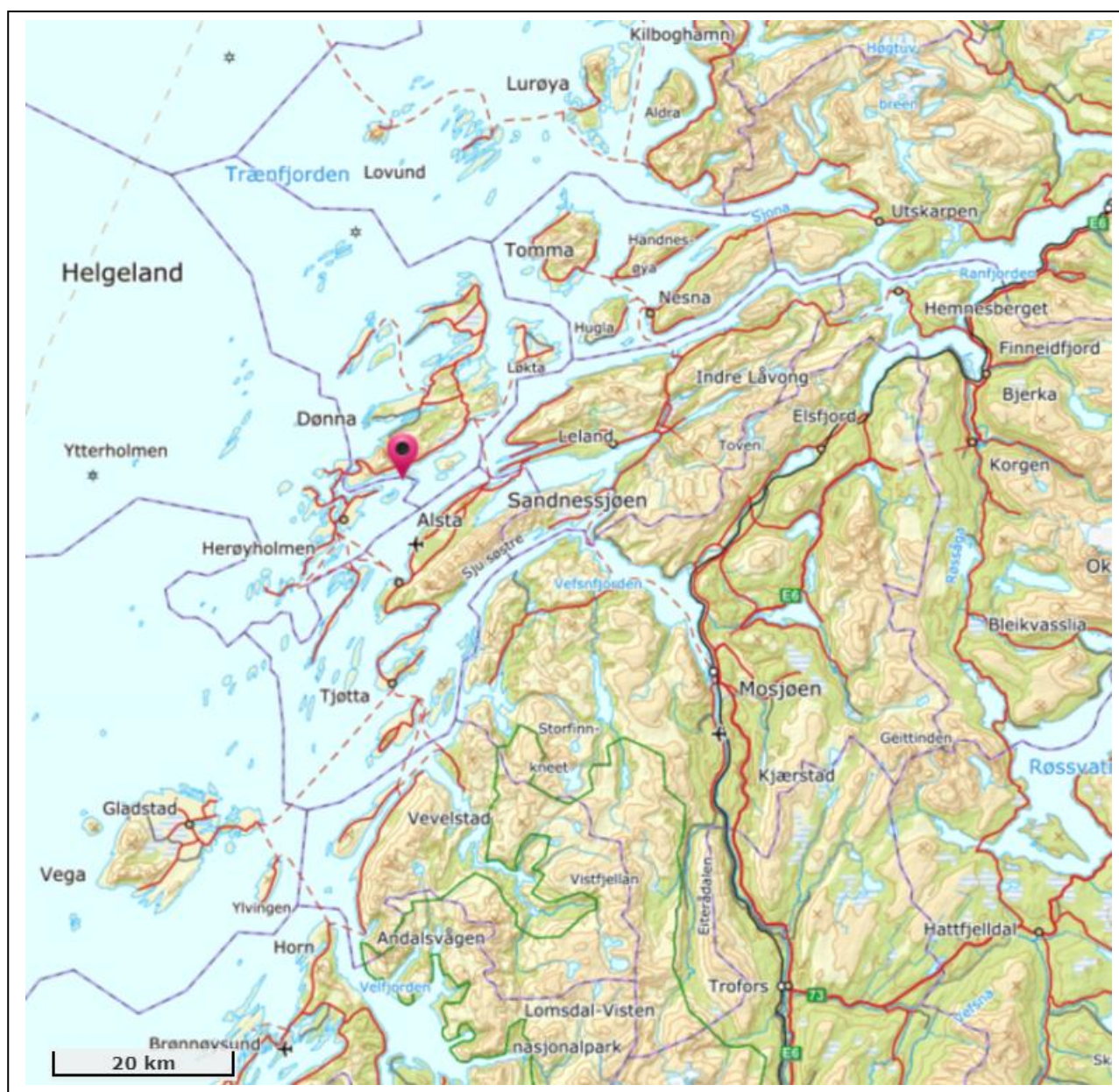
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Abelholman ligger i Herøy kommune, Nordland (Figur 2.1). Abelholman ligger V for Tranøya mellom Dønnessundet i V og Hestadsundet i NØ. Plasseringen er delvis åpen mot Alstenfjorden i SØ/S.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra NØ, SØ/S og V.

Bunntopografi er ca. 84 – 90m dyp og har varierende orientering i området for strømmålingsposisjonen. Bunnkonturene under riggen for strømmålinger på 5m og 15m har retning N – S og bunnkonturene under riggen for strømmålinger på spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m) har retning Ø – V.



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

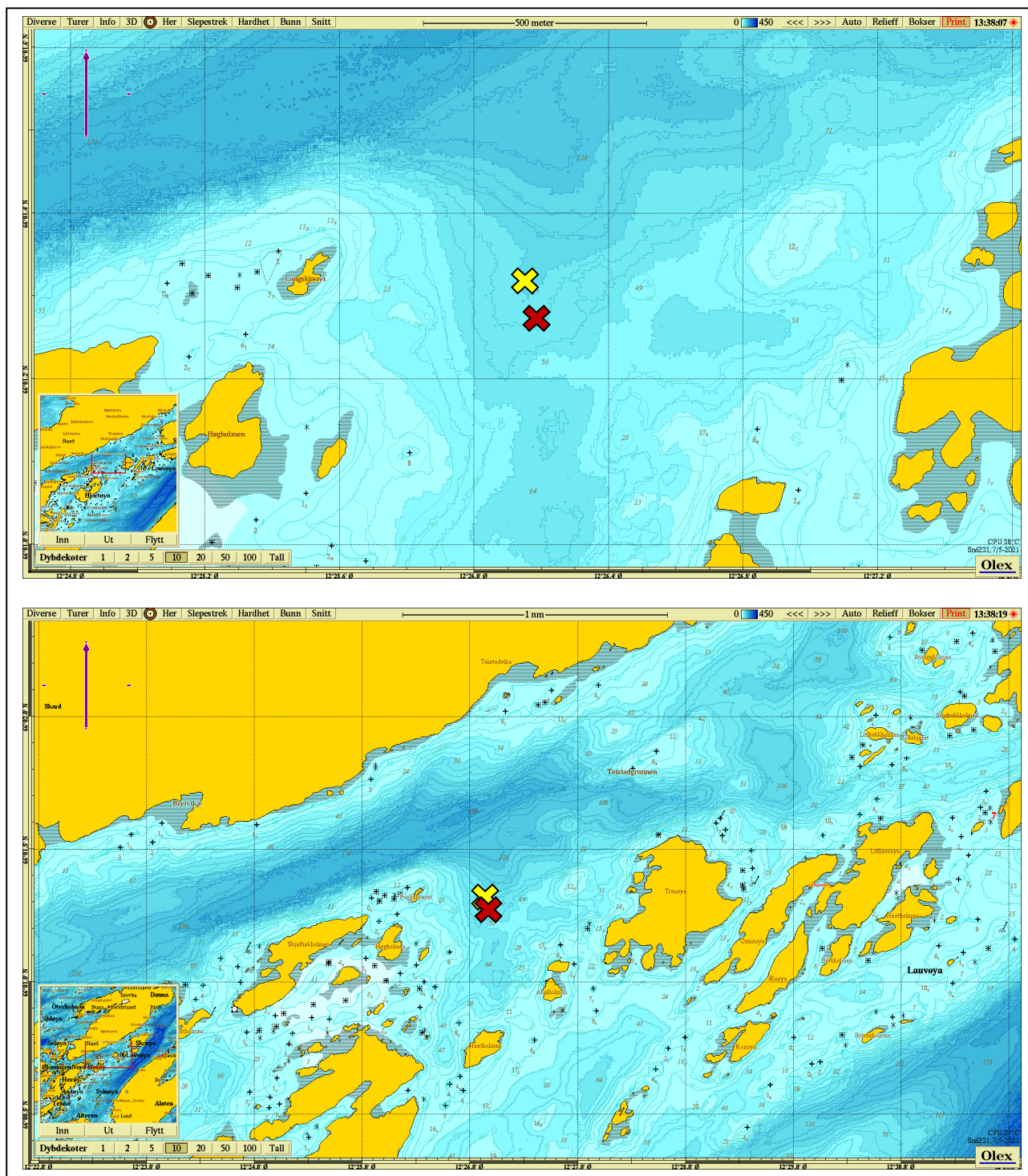
3. Metodikk

Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1. Strømmen ble målt i to rigger hvor den ene riggen har strømmålinger på 5m og 15m dyp og den andre riggen har strømmålinger på spredningsdyp (65m) og bunndyp (84m). Avstanden mellom riggene var ca. 86m.

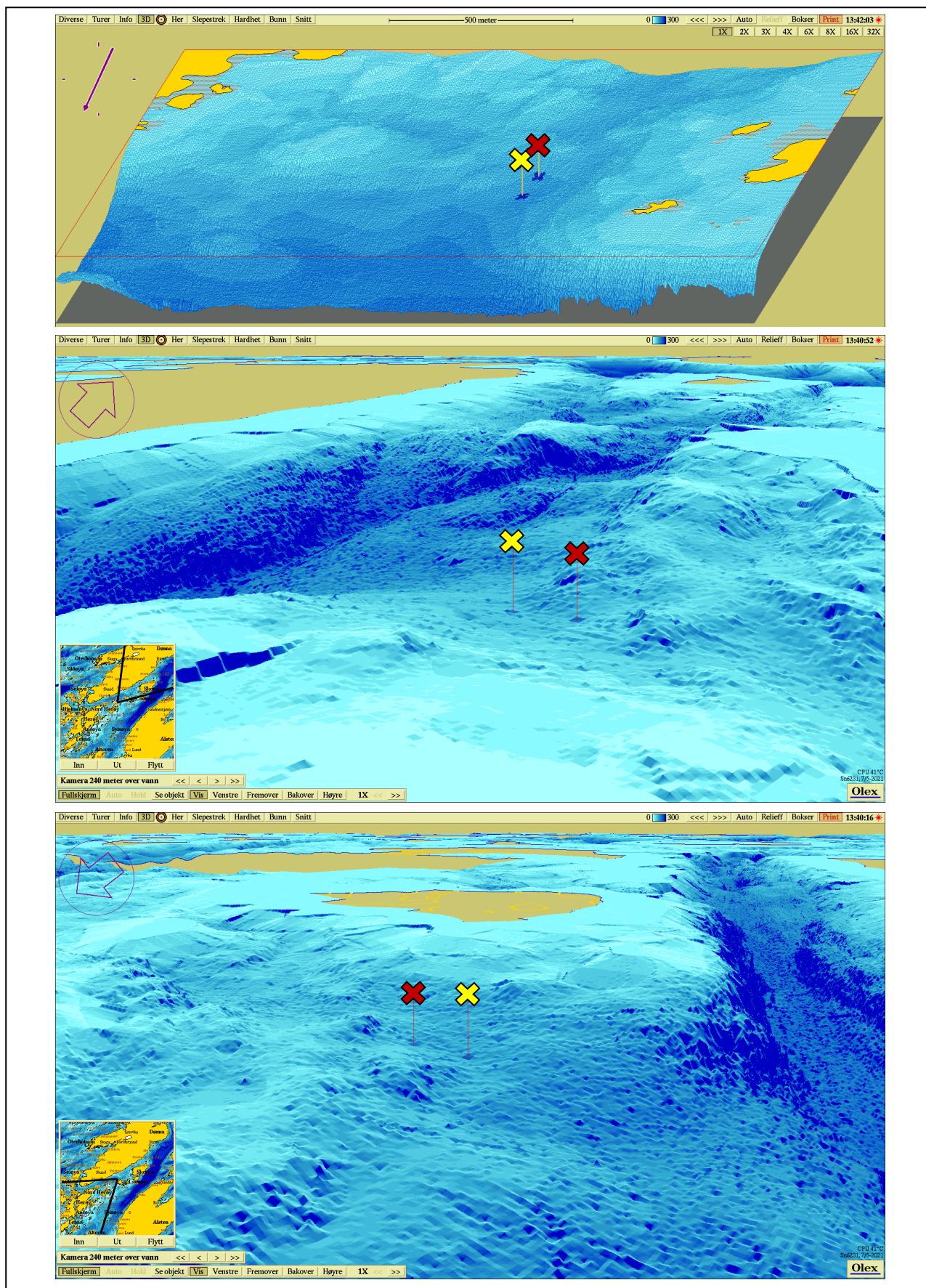
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 - Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (52m)	Bunn (84m)
Posisjonsanvisning	✘	✘	✘	✘
Posisjon	66° 01.316' N; 012° 26.155' Ø	66° 01.316' N; 012° 26.155' Ø	66° 01.271' N; 012° 26.183' Ø	66° 01.271' N; 012° 26.183' Ø
Dyp på målested	90m	90m	84m	84m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	12.03.21 - 12.04.21	12.03.21 - 12.04.21	12.03.21 - 12.04.21	12.03.21 - 12.04.21
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	31.2 / 31.2	31.2 / 31.2	31.1 / 31.1	31.1 / 31.1
Manglende/fjernede datapunkt	0	0	0	0



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss (5m og 15m) og rødt kryss (spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m)). 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

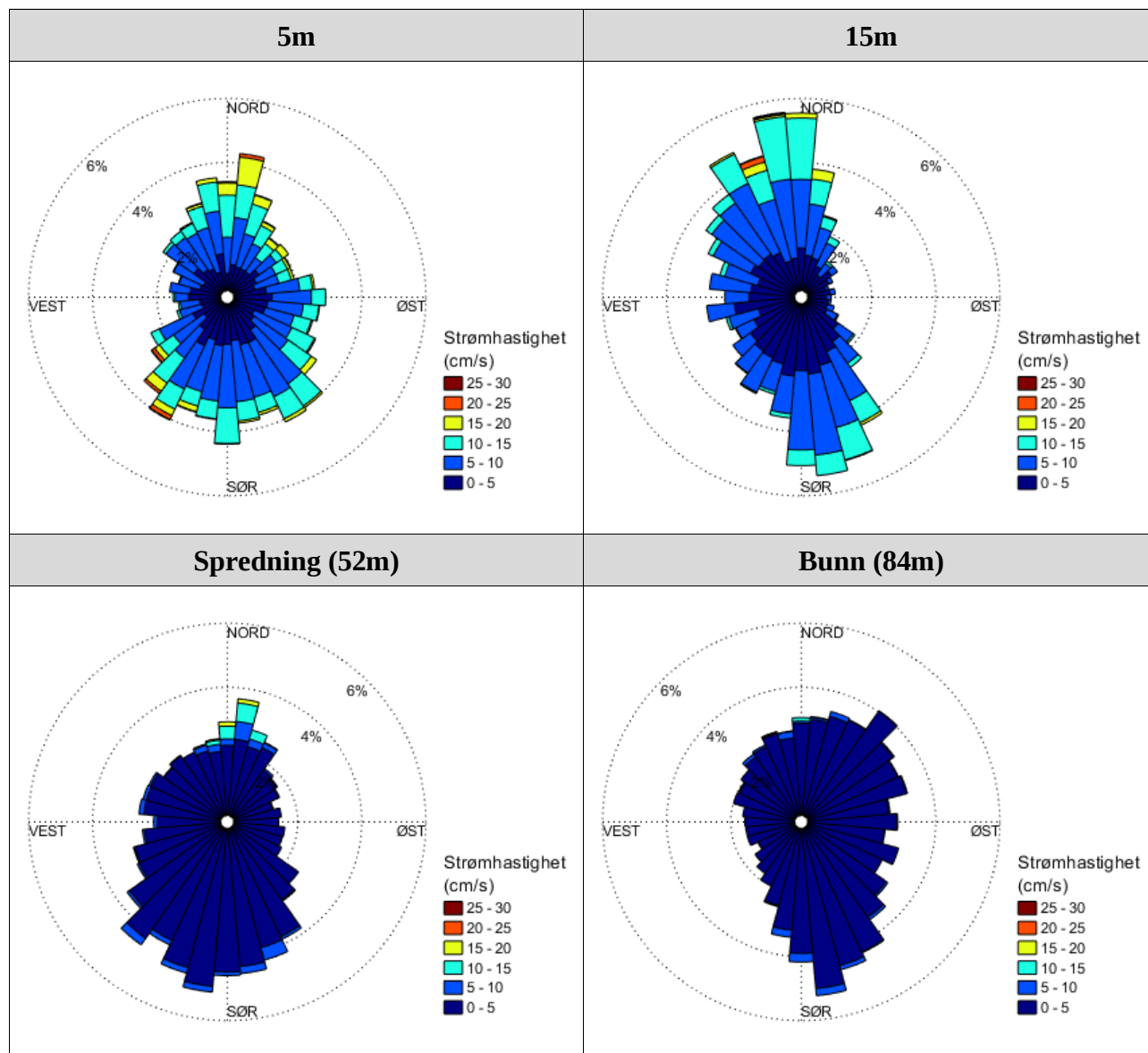
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m).

Måledyp	5m	15m	Spredning (52m)	Bunn (84m)
Sjøtemperatur (°C)	2.8 - 4.8	3.2 - 4.8	4.2 - 4.9	4.3 - 4.8
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	27.1	28.5	19.7	14.9
Gjennomsnitt (cm/s)	7.3	5.9	2.3	1.9
Minimum (cm/s)	0.1	0.0	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	12.0	9.9	4.2	3.3
Signifikant min (cm/s)	3.2	2.5	0.9	0.8
Varians (cm/s) ²	16.9	12.2	3.9	1.6
Standardavvik (cm/s)	4.1	3.5	2.0	1.3
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.5	2.7	18.2	22.4
Lengste periode < 1cm/s (min)	40	50	90	90
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	13.5	22.1	76.7	83.8
Lengste periode < 3cm/s (min)	230	220	1870	1400
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	76.2	86.9	98.2	99.8
Lengste periode < 10cm/s (min)	1480	4580	17980	26120
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	0	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	0.8	1.1	0.3	0.3
Retning (grader)	123	306	234	117
Neumann-parameter	0.1	0.2	0.1	0.2
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	6310	5069	2027	1669

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 (52m) og bunndyp (84m).

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	1	21	25	80	82	23	3	0	0	0	0	0	0	235	5.2	13303	6.8	24.3
N	15	1	21	33	86	68	46	4	1	0	0	0	0	0	260	5.8	15477	7.9	26.2
NØ	30	6	13	25	61	43	10	1	0	0	0	0	0	0	159	3.5	7835	4.0	24.8
NØ	45	1	27	36	38	24	17	1	0	0	0	0	0	0	144	3.2	6376	3.2	20.1
NØ	60	3	16	36	46	28	6	1	0	0	0	0	0	0	136	3.0	5908	3.0	21.2
Ø	75	1	18	38	60	25	5	0	0	0	0	0	0	0	147	3.3	5971	3.0	18.0
Ø	90	2	26	52	78	29	1	0	0	0	0	0	0	0	188	4.2	7040	3.6	15.1
Ø	105	3	29	39	67	34	2	0	0	0	0	0	0	0	174	3.9	6830	3.5	16.7
SØ	120	3	23	28	88	53	6	0	0	0	0	0	0	0	201	4.5	9451	4.8	18.2
SØ	135	5	23	33	113	56	8	0	0	0	0	0	0	0	238	5.3	11035	5.6	18.0
SØ	150	3	21	66	130	55	7	0	0	0	0	0	0	0	282	6.3	12328	6.3	18.5
S	165	2	24	53	122	33	6	0	0	0	0	0	0	0	240	5.3	9752	5.0	18.1
S	180	3	25	64	129	66	1	0	0	0	0	0	0	0	288	6.4	12069	6.1	16.7
S	195	2	23	63	108	34	9	0	0	0	0	0	0	0	239	5.3	9751	5.0	19.5
SV	210	3	31	52	99	47	14	9	1	0	0	0	0	0	256	5.7	12040	6.1	27.1
SV	225	1	19	36	78	50	18	5	0	0	0	0	0	0	207	4.6	10864	5.5	24.6
SV	240	4	18	37	70	19	0	2	1	0	0	0	0	0	151	3.4	5911	3.0	27.1
V	255	2	14	25	47	5	0	0	0	0	0	0	0	0	93	2.1	3029	1.5	13.5
V	270	3	23	36	34	4	0	0	0	0	0	0	0	0	100	2.2	2828	1.4	13.6
V	285	5	21	31	38	1	0	0	0	0	0	0	0	0	96	2.1	2584	1.3	10.2
NV	300	2	22	30	70	2	0	0	0	0	0	0	0	0	126	2.8	4081	2.1	10.5
NV	315	5	21	34	77	10	0	0	0	0	0	0	0	0	147	3.3	5203	2.6	12.4
NV	330	3	30	20	81	30	2	0	0	0	0	0	0	0	166	3.7	6971	3.5	17.1
N	345	3	28	27	99	52	7	1	0	0	0	0	0	0	217	4.8	10103	5.1	20.4
Antall obs.		67	537	919	1899	850	188	27	3	0	0	0	0	0	4490	100	0	0	0
%		1.5	12.0	20.5	42.3	18.9	4.2	0.6	0.1	0.0	0.0	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			m ³ /m ²	%	
N	0	6	21	59	138	117	13	0	0	0	0	0	0	0	354	7.9	17814	11.3	17.8
N	15	5	30	38	84	34	11	0	0	0	0	0	0	0	202	4.5	8497	5.4	19.8
NØ	30	4	22	32	52	14	1	0	0	0	0	0	0	0	125	2.8	4266	2.7	17.5
NØ	45	5	23	25	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.7	1940	1.2	11.3
NØ	60	5	28	23	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	1.4	1236	0.8	7.3
Ø	75	4	33	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	1.2	966	0.6	7.4
Ø	90	2	25	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	1.1	892	0.6	8.2
Ø	105	6	27	13	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.3	1120	0.7	9.9
SØ	120	3	22	20	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.6	2002	1.3	14.2
SØ	135	8	35	52	45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	142	3.2	3712	2.3	13.7
SØ	150	7	45	64	104	49	4	0	0	0	0	0	0	0	273	6.1	10351	6.5	15.8
S	165	6	43	94	155	62	1	0	0	0	0	0	0	0	361	8.0	14062	8.9	15.2
S	180	4	50	91	155	29	0	0	0	0	0	0	0	0	329	7.3	11559	7.3	14.7
S	195	6	49	88	67	8	0	0	0	0	0	0	0	0	218	4.9	6008	3.8	12.9
SV	210	5	49	63	79	2	0	0	0	0	0	0	0	0	198	4.4	5281	3.3	11.4
SV	225	10	52	71	48	1	0	0	0	0	0	0	0	0	182	4.1	4294	2.7	11.1
SV	240	1	39	48	42	2	0	0	0	0	0	0	0	0	132	2.9	3463	2.2	11.2
V	255	5	51	51	65	3	0	0	0	0	0	0	0	0	175	3.9	4670	3.0	13.4
V	270	7	42	50	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	3.7	4563	2.9	10.0
V	285	5	42	42	72	5	0	0	0	0	0	0	0	0	166	3.7	4967	3.1	13.0
NV	300	6	42	50	88	14	0	0	0	0	0	0	0	0	200	4.5	6576	4.2	14.0
NV	315	7	41	54	124	16	0	0	0	0	0	0	0	0	242	5.4	8099	5.1	13.6
NV	330	4	26	50	163	57	8	1	0	0	0	0	0	0	309	6.9	13862	8.8	20.6
N	345	2	32	31	149	106	8	9	2	0	0	0	0	0	339	7.6	17835	11.3	28.5
Antall obs.		123	869	1130	1782	528	46	10	2	0	0	0	0	0	4490	100	0	0	0
%		2.7	19.4	25.2	39.7	11.8	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredningsdyp (52m).

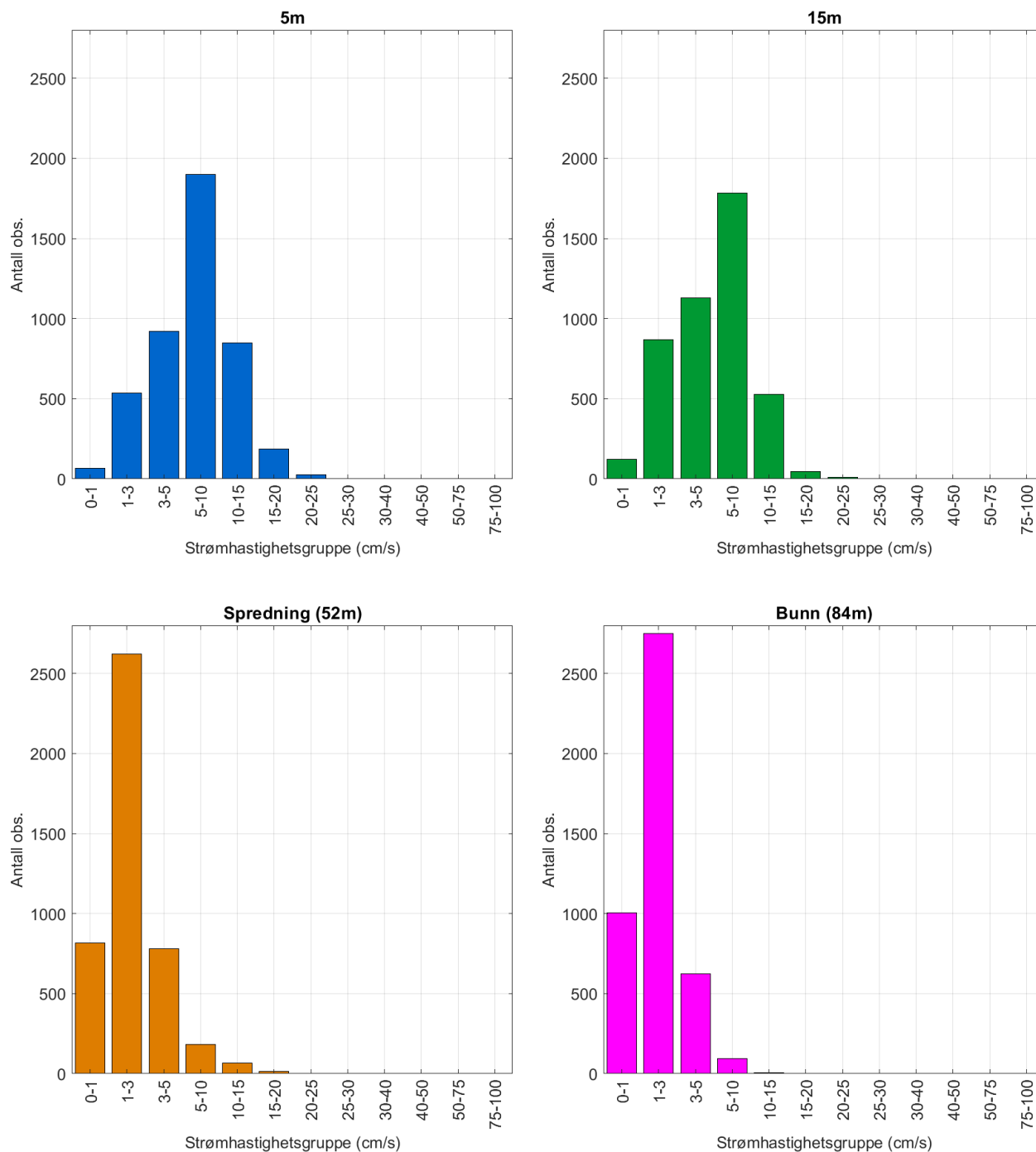
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m ³ /m ²	%	
N	0	29	89	23	23	27	7	0	0	0	0	0	0	0	198	4.4	5356	8.5	19.7
N	15	35	92	36	27	30	5	0	0	0	0	0	0	0	225	5.0	5844	9.3	16.6
NØ	30	34	78	38	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	161	3.6	2342	3.7	12.4
NØ	45	30	73	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	2.7	1393	2.2	6.2
NØ	60	32	63	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	2.4	1099	1.7	5.2
Ø	75	25	57	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	2.0	847	1.3	5.1
Ø	90	32	58	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	2.1	879	1.4	3.4
Ø	105	30	74	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	2.5	968	1.5	3.6
SØ	120	24	87	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	2.7	1259	2.0	4.2
SØ	135	28	120	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	3.9	2040	3.2	5.2
SØ	150	47	142	59	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255	5.7	3402	5.4	6.0
S	165	44	164	69	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	301	6.7	4495	7.1	6.4
S	180	32	175	89	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304	6.8	4443	7.0	7.7
S	195	52	203	75	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	7.6	4562	7.2	7.7
SV	210	51	172	43	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	277	6.2	3475	5.5	6.0
SV	225	39	180	43	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	275	6.1	3646	5.8	7.1
SV	240	38	121	35	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	4.4	2441	3.9	5.6
V	255	31	112	38	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	4.1	2296	3.6	6.6
V	270	25	69	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	3.2	2104	3.3	6.4
V	285	41	103	23	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	3.9	2097	3.3	6.6
NV	300	33	102	24	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	3.7	1950	3.1	6.4
NV	315	32	90	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	3.2	1730	2.7	5.0
NV	330	27	109	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	3.6	1836	2.9	8.1
N	345	26	89	20	12	6	2	0	0	0	0	0	0	0	155	3.5	2594	4.1	15.2
Antall obs.		817	2622	781	183	66	14	0	0	0	0	0	0	0	4483	100	0	0	0
%		18.2	58.5	17.4	4.1	1.5	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 (84m).

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	32	134	22	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	198	4.4	2674	5.1	14.9
N	15	39	151	19	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	218	4.9	2660	5.1	13.4
NØ	30	47	146	28	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224	5.0	2541	4.9	7.7
NØ	45	59	180	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	261	5.8	2725	5.2	5.9
NØ	60	49	138	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205	4.6	2052	3.9	6.8
Ø	75	45	132	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	197	4.4	2050	3.9	5.6
Ø	90	48	129	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186	4.1	1685	3.2	5.5
Ø	105	49	115	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	3.8	1576	3.0	6.6
SØ	120	57	133	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199	4.4	1845	3.5	4.5
SØ	135	49	138	22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216	4.8	2407	4.6	6.2
SØ	150	41	172	63	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	279	6.2	3693	7.1	6.1
S	165	44	159	117	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	332	7.4	5130	9.9	7.0
S	180	36	149	89	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290	6.5	4389	8.4	6.3
S	195	35	109	43	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	4.4	2650	5.1	6.2
SV	210	37	89	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	3.3	1579	3.0	5.1
SV	225	38	62	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	2.3	956	1.8	3.8
SV	240	26	51	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.9	789	1.5	5.8
V	255	41	59	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	2.5	1018	2.0	4.7
V	270	37	54	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.3	963	1.9	3.9
V	285	31	82	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	2.9	1354	2.6	4.0
NV	300	35	80	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.9	1388	2.7	6.1
NV	315	39	87	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	3.2	1517	2.9	8.2
NV	330	48	91	27	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	3.8	1985	3.8	7.6
N	345	44	111	21	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	187	4.2	2346	4.5	13.6
Antall obs.		1006	2751	625	93	8	0	0	0	0	0	0	0	0	4483	100	0	0	0
%		22.4	61.4	13.9	2.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

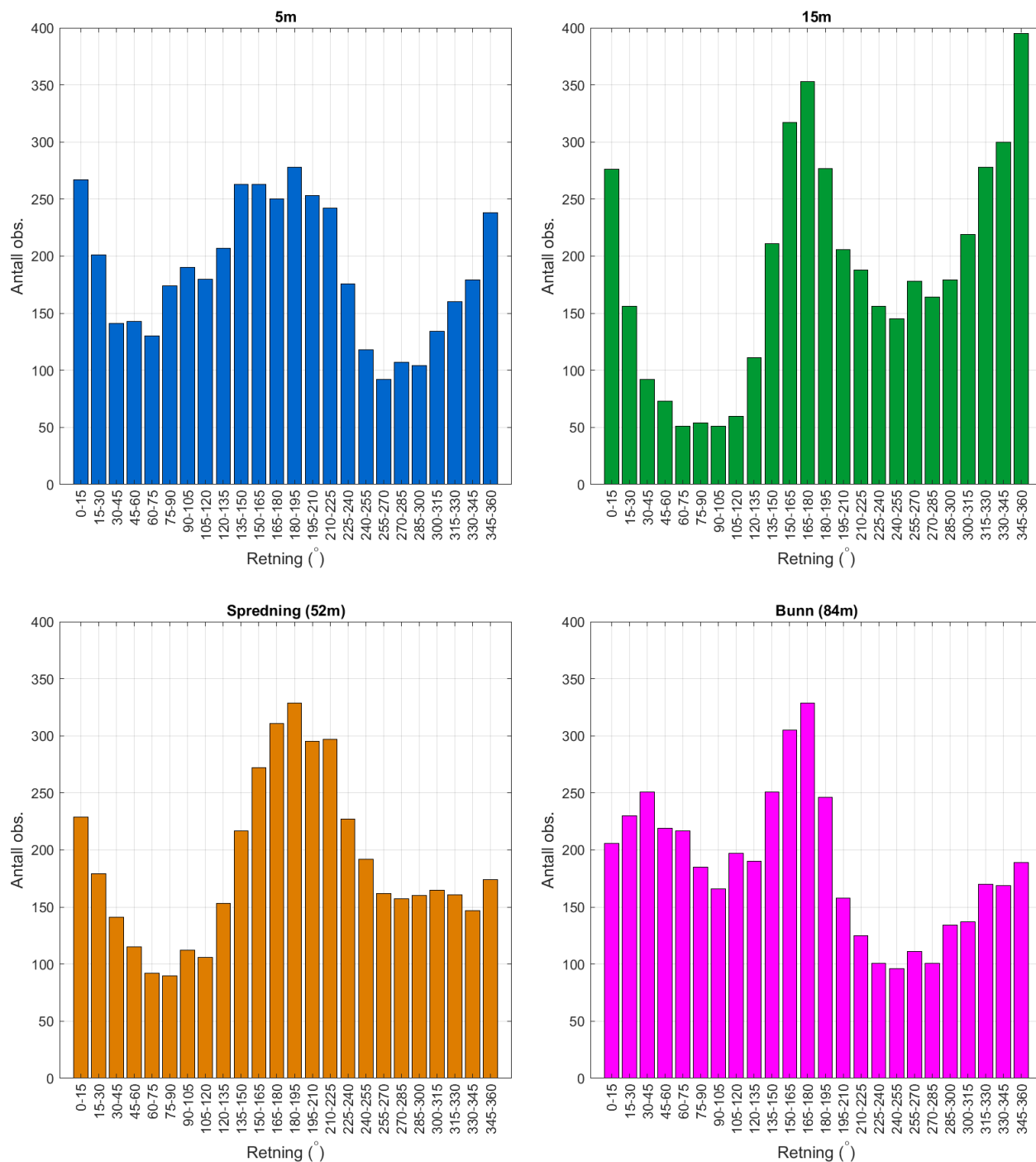
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

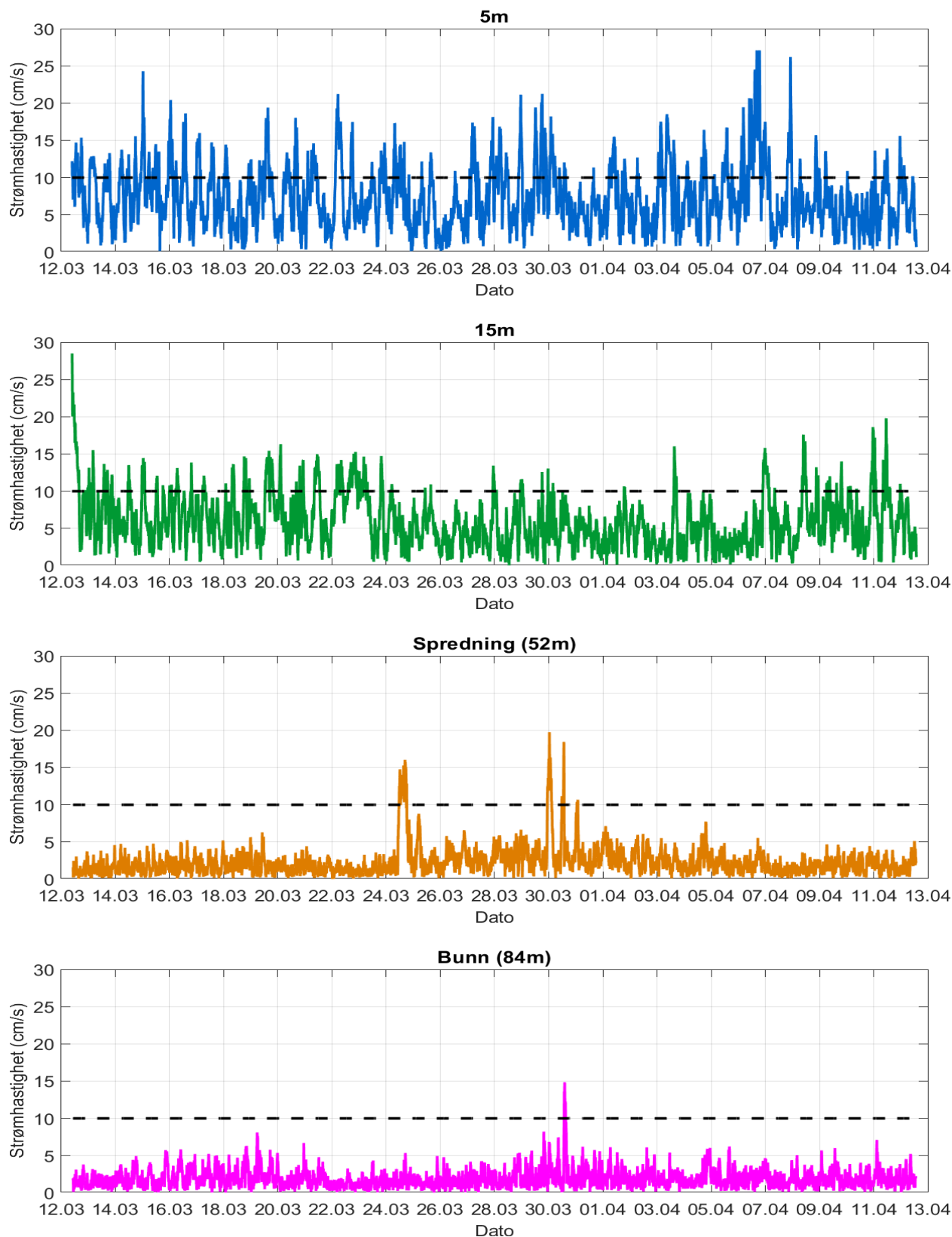
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyb (52m) og bunndyp (84m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

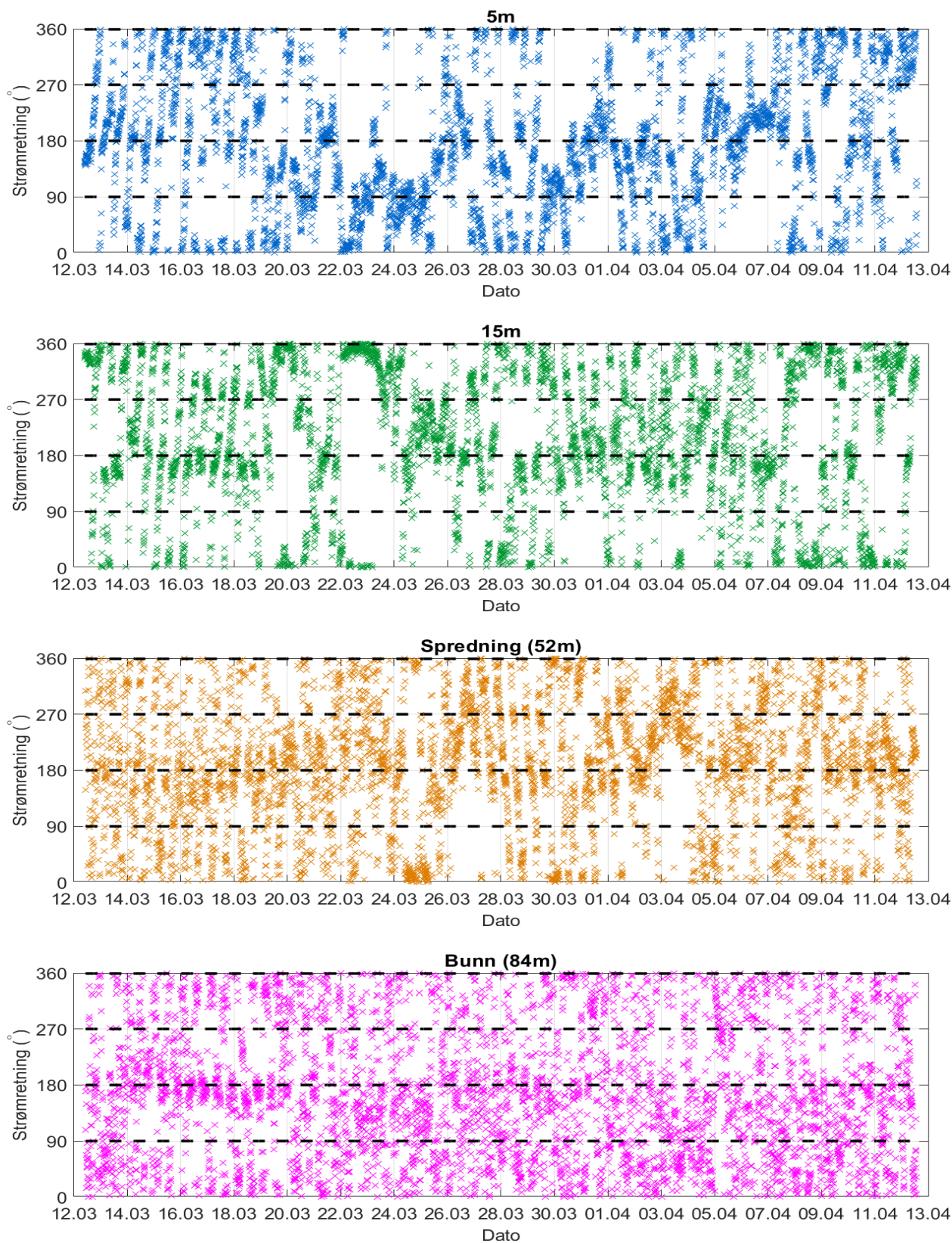
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

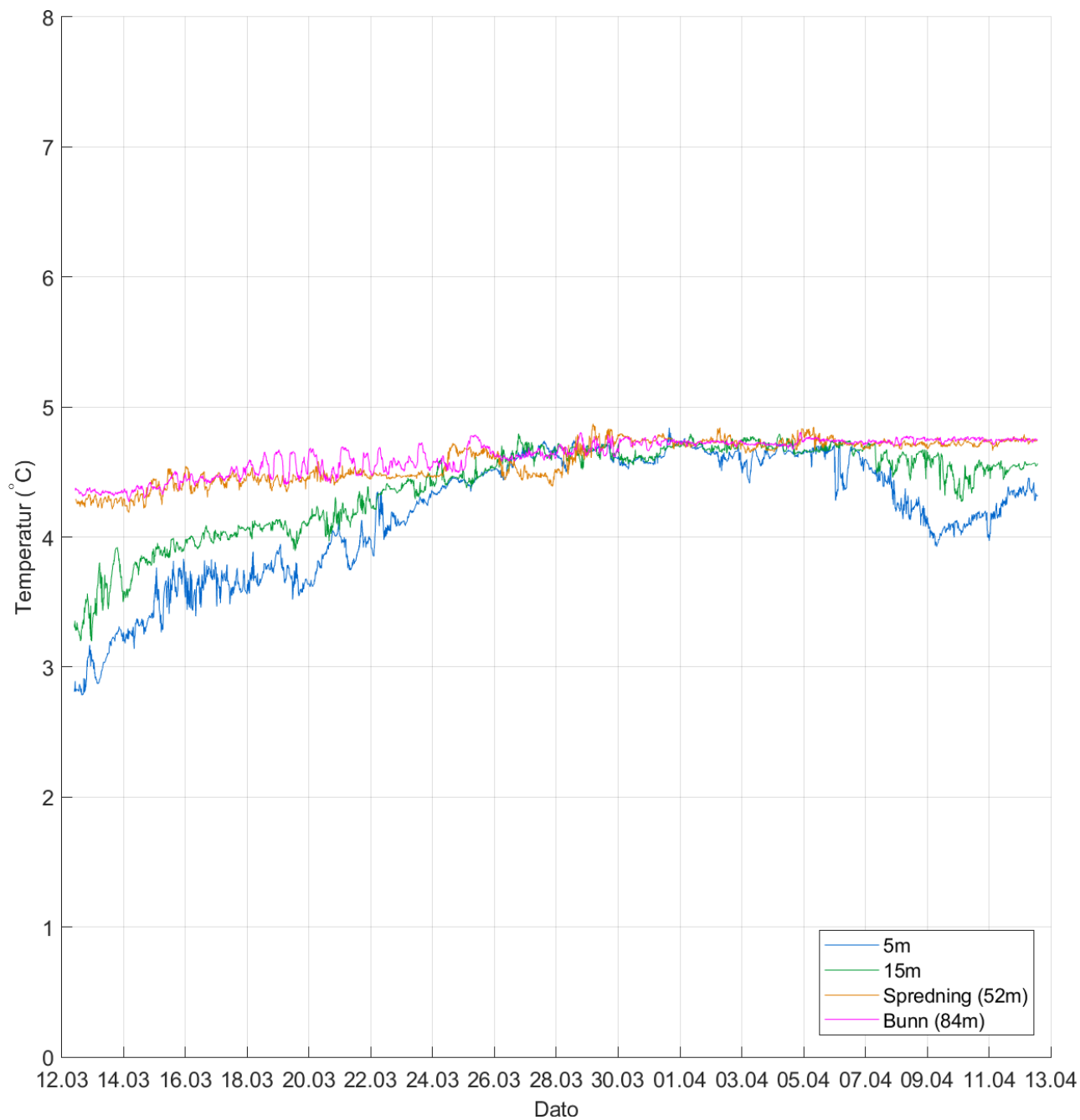
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredningsdyp (52m) og bunn (84m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

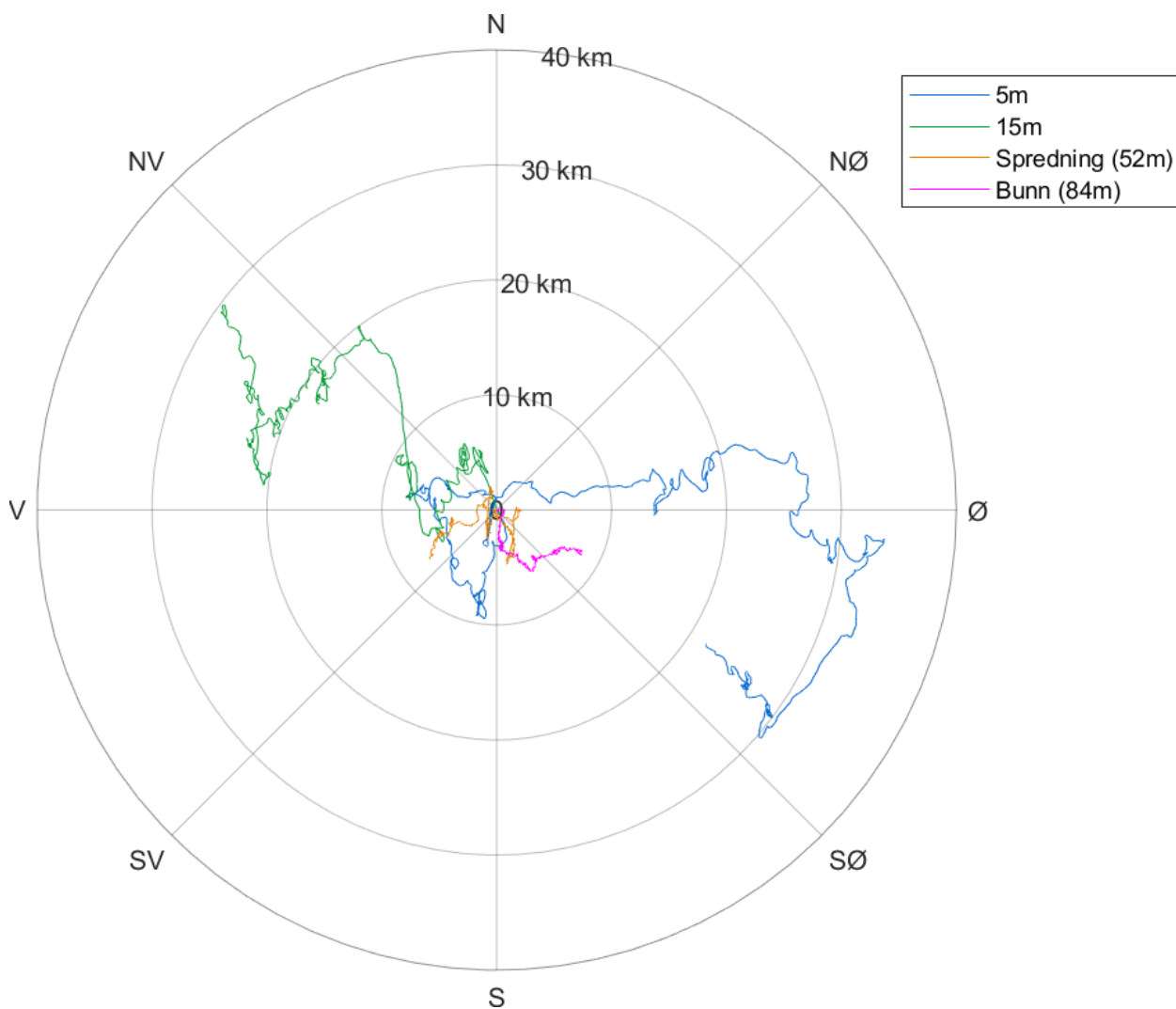
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m, spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

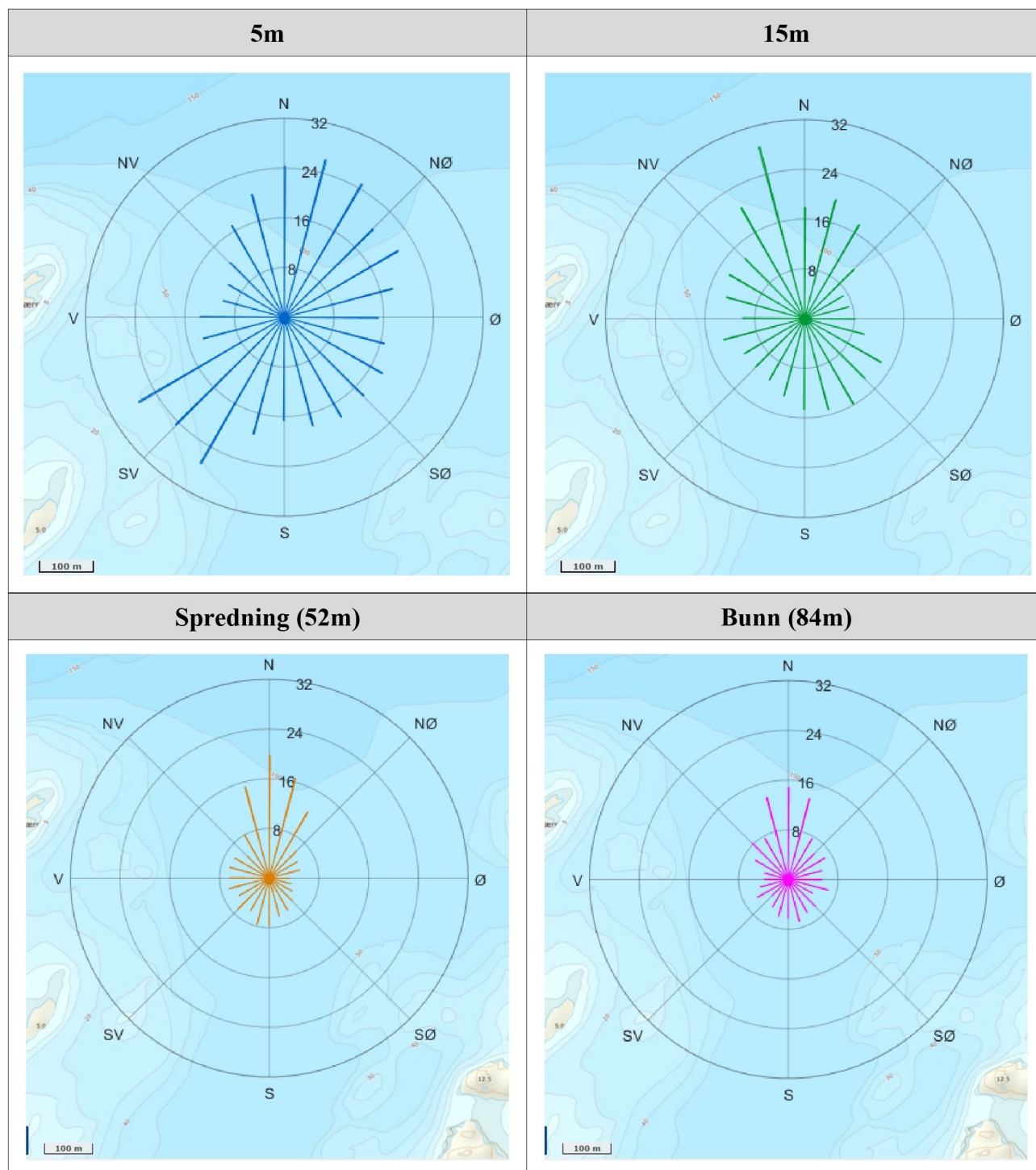
4.9 Progressivt vektordiagram

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.



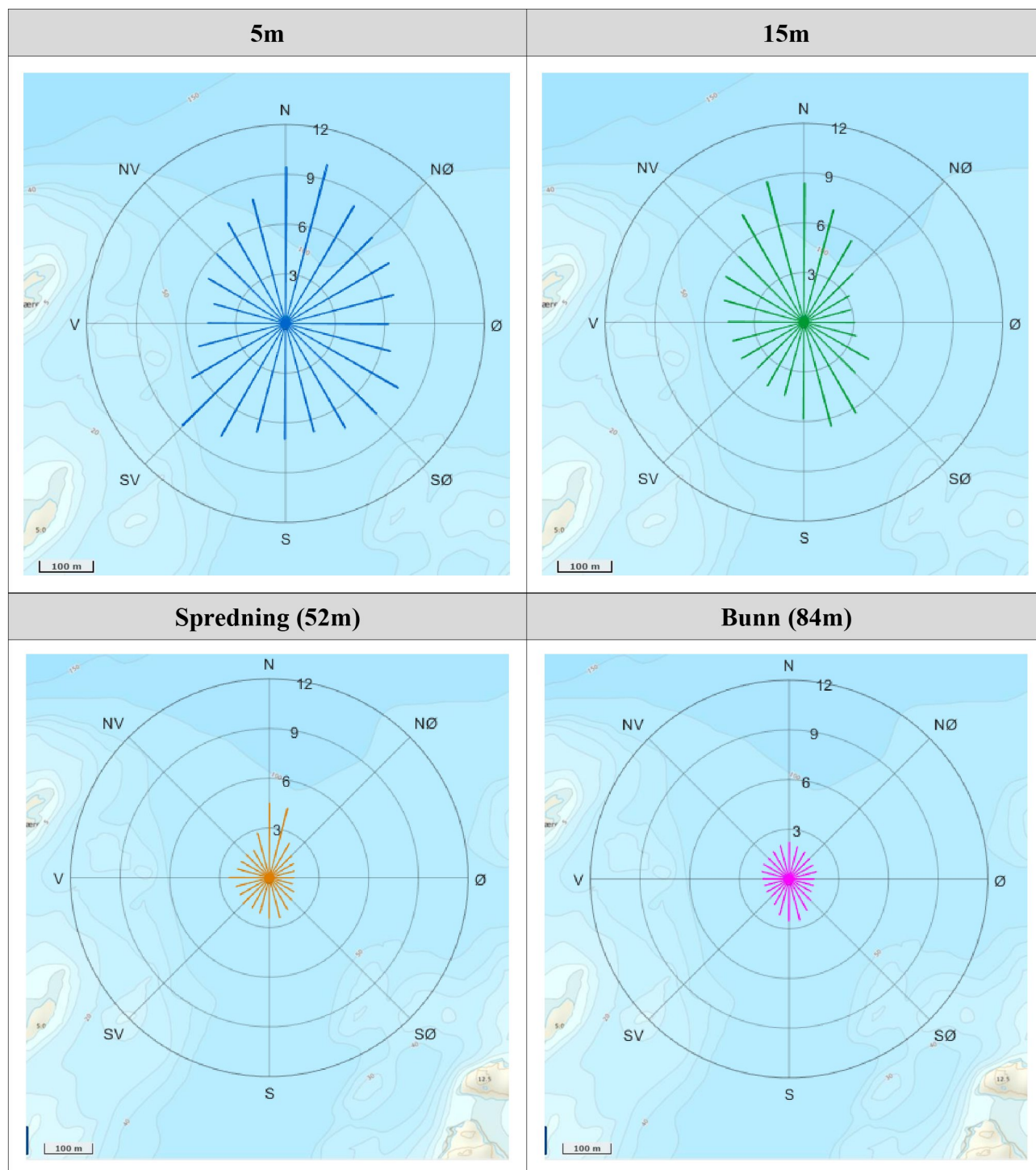
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømshastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (52m) og bunn (84m) i løpet av måleperioden.

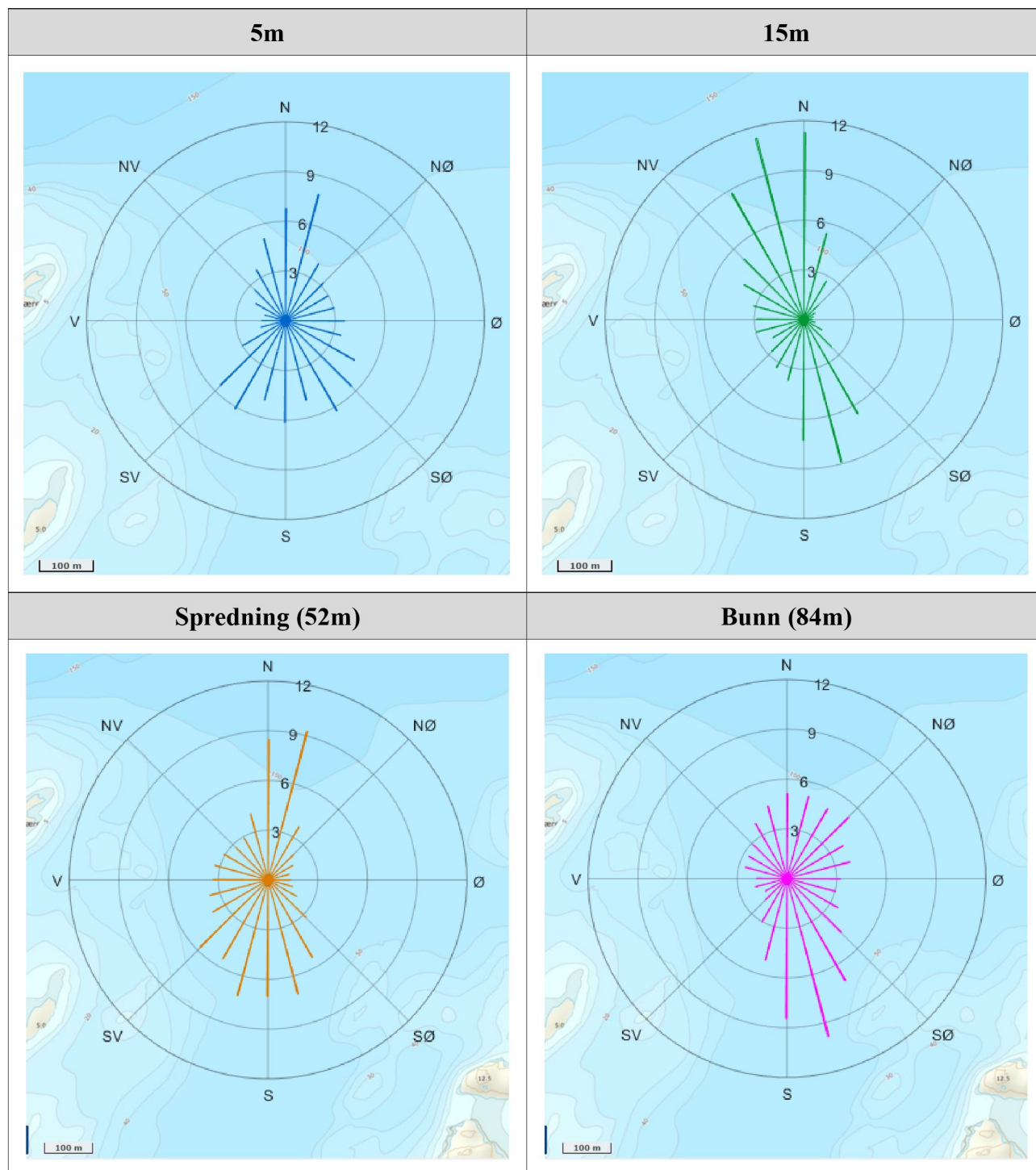
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m) i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

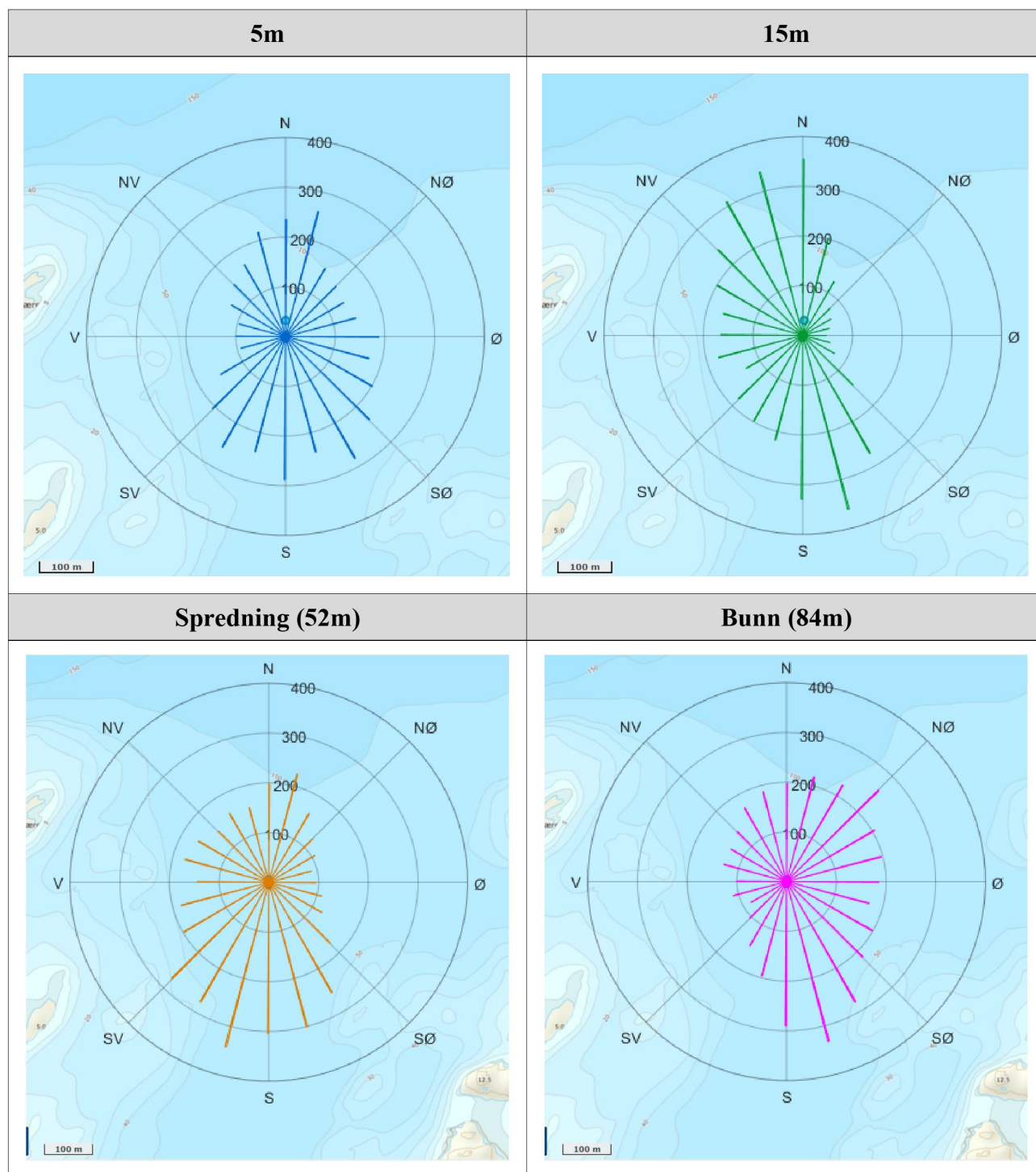
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m) 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 (52m) og bunndyp (84m) 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	26.2	24.8	18.0	18.5	19.5	27.1	13.6	17.1
15m	28.5	17.5	9.9	15.8	15.2	11.4	13.4	20.6
Spredning (52m)	19.7	12.4	5.1	6.0	7.7	7.1	6.6	8.1
Bunn (84m)	14.9	7.7	6.6	6.2	7.0	5.8	4.7	8.2

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	9.0	7.6	6.5	7.6	6.9	7.8	4.9	6.2
15m	8.1	4.6	3.1	5.5	5.8	4.2	4.7	6.3
Spredning (52m)	3.9	2.1	1.5	2.0	2.4	2.1	2.2	2.0
Bunn (84m)	2.1	1.8	1.6	1.9	2.5	1.6	1.6	1.8

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	712	439	509	721	767	614	289	439
15m	895	268	160	489	908	512	507	751
Spredning (52m)	578	391	295	552	947	750	502	468
Bunn (84m)	603	690	555	694	818	337	343	443

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	19.7	10.2	10.1	16.7	16.1	14.7	4.3	8.3
15m	27.7	4.7	1.9	10.2	20.1	8.3	9.0	18.1
Spredning (52m)	21.5	7.7	4.3	10.7	21.5	15.2	10.3	8.8
Bunn (84m)	14.8	14.1	10.2	15.3	23.4	6.4	6.4	9.4

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)	26.2	24.8	18.0	18.5	19.5	27.1	13.6	17.1
Retning (°)	20	30	70	154	202	234	265	333
10-år (cm/s)	43	41	30	31	32	45	22	28
50-år (cm/s)	48	46	33	34	36	50	25	32

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)	28.5	17.5	9.9	15.8	15.2	11.4	13.4	20.6
Retning (°)	345	23	108	155	161	208	254	337
10-år (cm/s)	47	29	16	26	25	19	22	34
50-år (cm/s)	53	32	18	29	28	21	25	38

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 (52m)	Bunn (84m)
1	0.8	0.6	0.2	0.2
10	2.6	1.9	0.7	0.7
20	3.7	2.8	1.0	0.9
30	4.7	3.6	1.3	1.2
40	5.6	4.4	1.6	1.4
50	6.6	5.2	1.9	1.7
60	7.8	6.1	2.2	2.0
70	9.1	7.2	2.6	2.3
80	10.7	8.6	3.2	2.7
90	12.9	10.8	4.1	3.5
95	14.9	12.6	5.2	4.2
99	18.8	15.8	12.5	5.8

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 (52m)	Bunn (84m)
1	98.5	97.3	81.8	77.6
3	86.5	77.9	23.3	16.2
5	66.1	52.7	5.9	2.3
10	23.8	13.1	1.8	0.2
20	0.7	0.3		

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°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.4
1-5	3.5	3.4	4.5	4.3	5.6	4.3	3.3	3.5	32.4
5-10	5.9	3.2	4.6	7.4	8.0	5.5	2.7	5.1	42.4
10-20	6.2	2.9	2.1	4.1	3.3	3.3	0.2	1.0	23.1
20-30	0.2	0.07				0.4			0.7
Sum	15.9	9.8	11.3	16.0	17.1	13.7	6.4	9.8	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°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.9
1-5	4.7	3.4	2.7	5.3	9.2	7.2	6.2	5.9	44.6
5-10	8.3	1.8	0.6	3.9	8.4	3.8	4.5	8.4	39.7
10-20	6.4	0.4		1.3	2.2	0.1	0.2	2.1	12.7
20-30	0.2							0.02	0.2
Sum	19.9	5.9	3.6	10.9	20.2	11.5	11.3	16.8	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (52m).

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°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	2.0	2.1	1.9	2.2	2.9	2.9	2.2	2.1	18.3
1-5	7.8	6.2	4.6	9.9	17.3	13.3	8.6	8.2	75.9
5-10	1.4	0.3	0.02	0.2	1.0	0.6	0.4	0.2	4.1
10-20	1.7	0.07							1.8
20-30									0.0
Sum	12.9	8.7	6.5	12.3	21.2	16.8	11.2	10.5	100.0

Tabell 4.21.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (84m).

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°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	2.6	3.5	3.2	3.3	2.6	2.3	2.4	2.7	22.6
1-5	10.2	11.8	9.1	12.0	14.9	5.2	5.2	6.9	75.3
5-10	0.5	0.2	0.1	0.2	0.8	0.04		0.2	2.0
10-20	0.2								0.2
20-30									0.0
Sum	13.5	15.5	12.4	15.5	18.3	7.5	7.6	9.8	100.0

4.22 Strømvarighet

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

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

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.4	0.09						
1-5	7.1	6.6	11.0	2.9	2.7	1.2	0.7	
5-10	10.2	7.4	13.2	10.0	1.5			
10-20	3.3	4.1	6.1	5.1	3.3	0.6	0.7	
20-30	0.3	0.4						

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	2.5	0.2						
1-5	6.7	7.6	12.4	6.7	5.1	4.3	0.7	1.0
5-10	8.4	6.5	11.1	5.9	4.5	1.8	1.4	
10-20	2.0	1.4	3.2	2.8	0.4	1.2	0.7	1.1
20-30			0.3					

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (52m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	13.5	3.0	1.7					
1-5	11.0	8.6	16.1	13.5	8.5	8.9	2.3	7.0
5-10	2.0	0.7	0.7	0.7				
10-20	0.1		0.2	0.3	0.5	0.7		
20-30								

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (84m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	17.9	4.0	0.6					
1-5	13.0	11.6	20.2	15.7	5.7	3.0	3.7	2.4
5-10	1.5	0.4	0.2					
10-20			0.2					
20-30								

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.

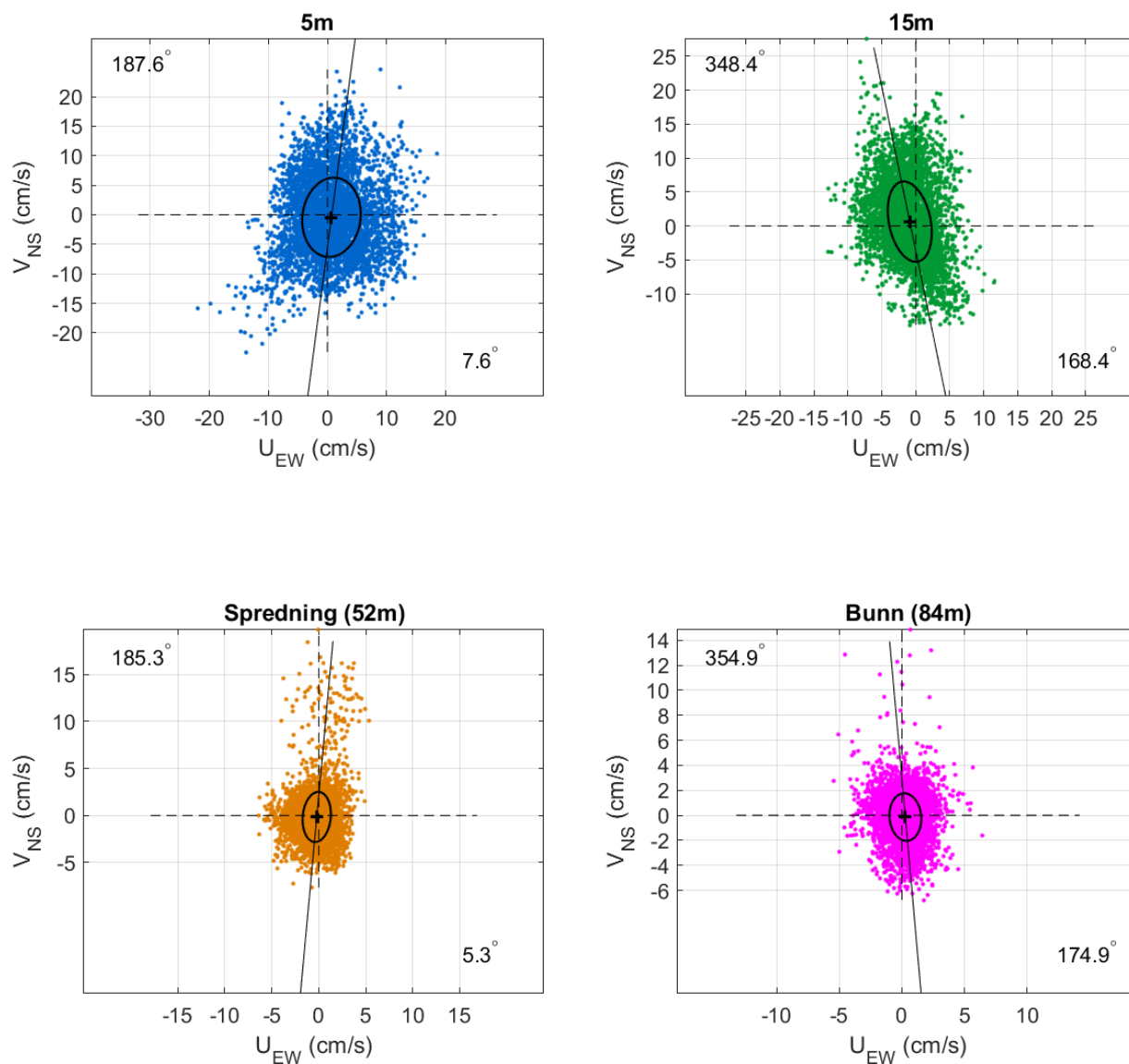
Målt strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende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

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

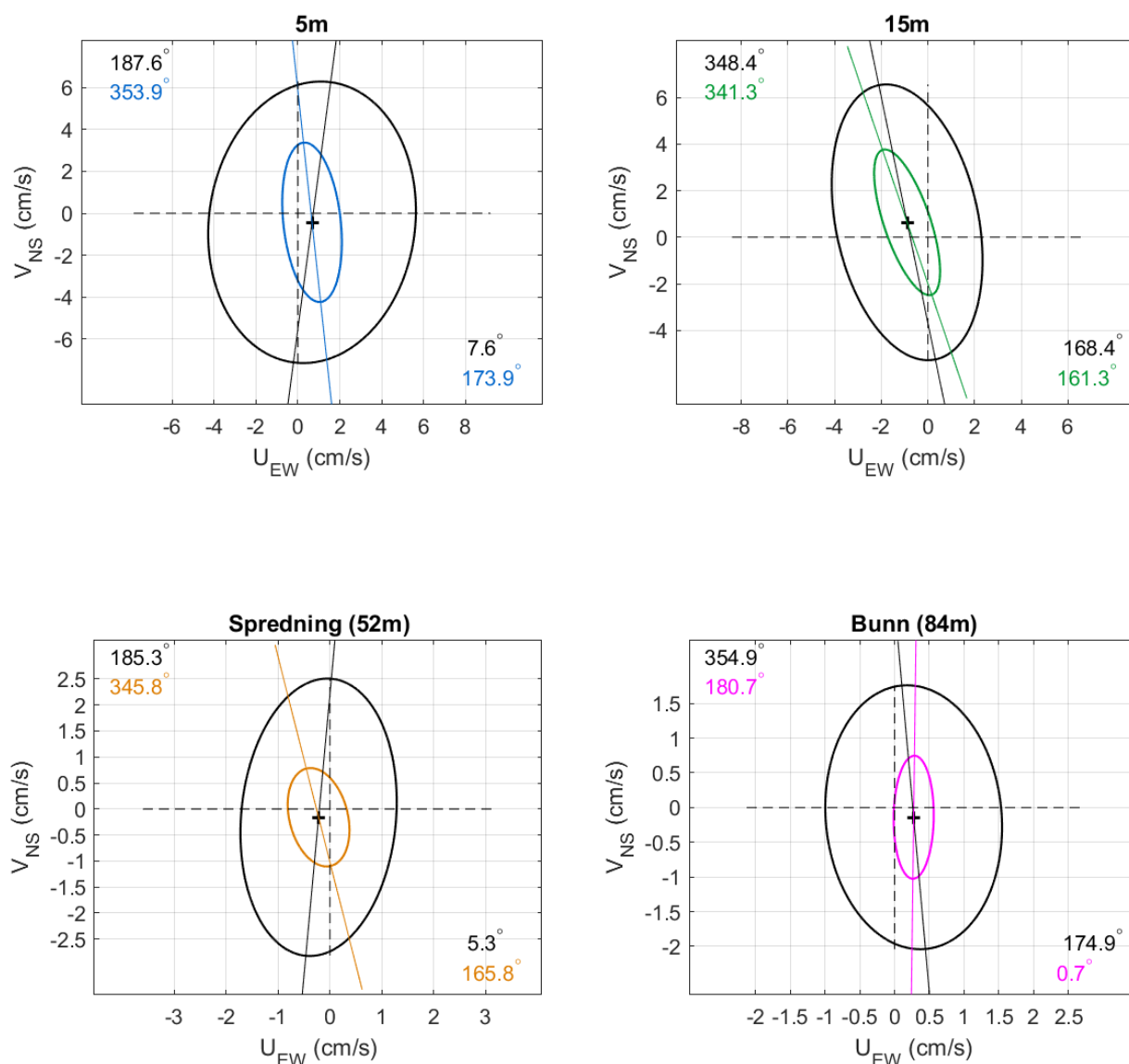
Måledyp	5m	15m	Spredning (52m)	Bunn (84m)
Strøm (%)	41.4	45.9	22.5	24.1
Måledyp	5m	15m	Spredning (52m)	Bunn (84m)
Trykk (%)	-	-	96.5	-

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 (52m)	Bunn (84m)
Strøm (%)	35.1	38.0	15.5	14.4
Måledyp	5m	15m	Spredning (52m)	Bunn (84m)
Trykk (%)	-	-	94.4	-



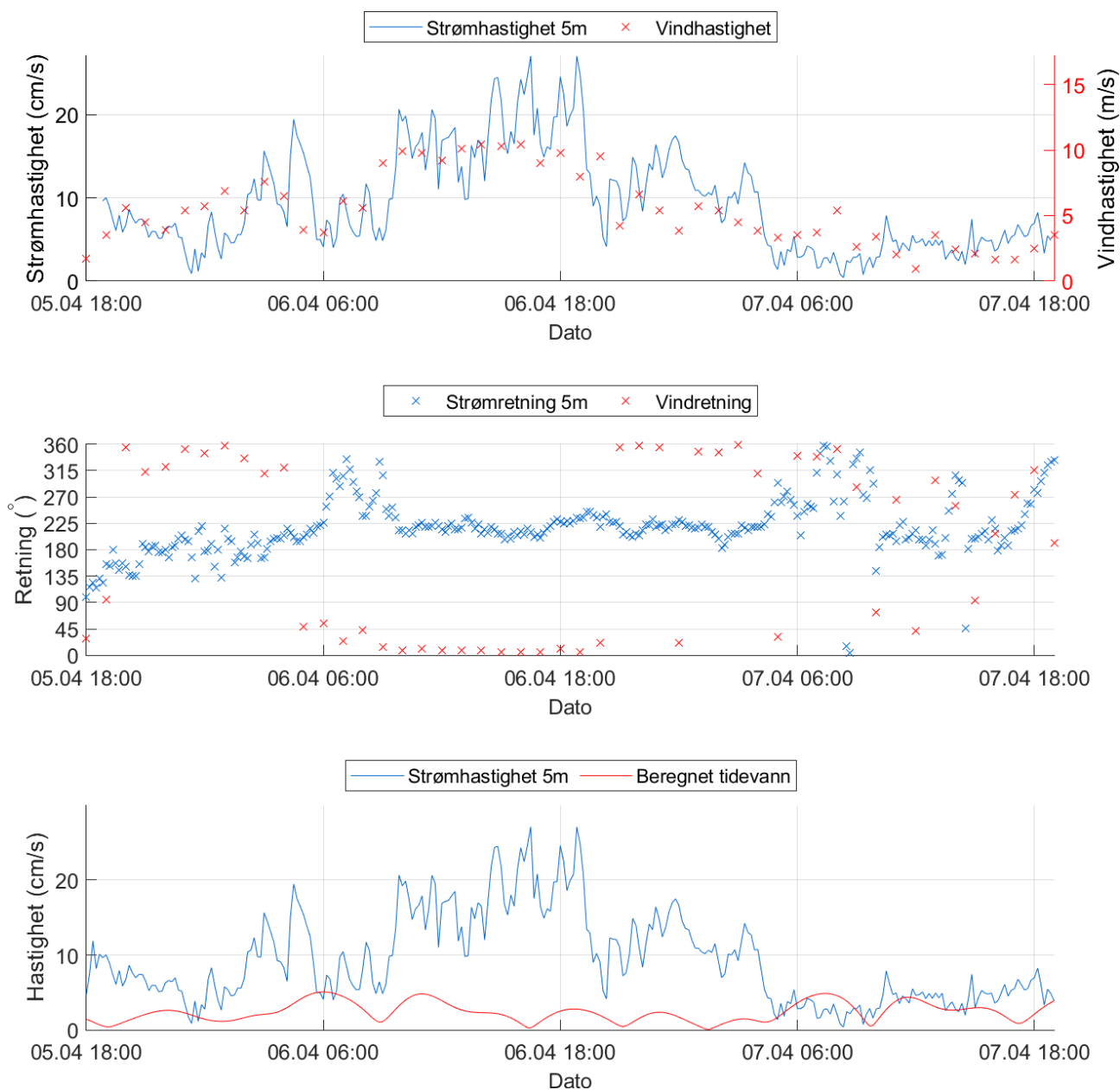
Figur 4.23.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram med tilhørende strømeellipse. Midtpunktet for strøme ellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er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



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

4.24 Todagersperiode

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



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

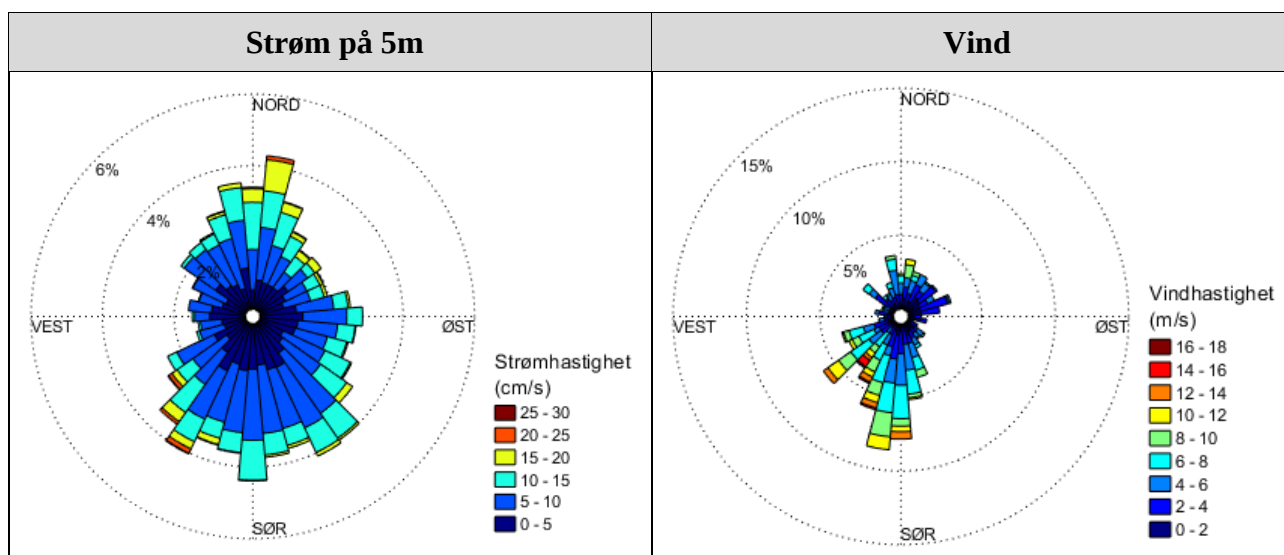
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Sandnessjøen LH - Stokka, som ligger ca. 6.7km S for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3).

Strøm på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Sandnessjøen LH - Stokka fra samme periode. Figur 4.25.2 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Sandnessjøen LH - Stokka 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 Rørvik (Kartverket, 2021), som ligger ca. 141.0km S/SV for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

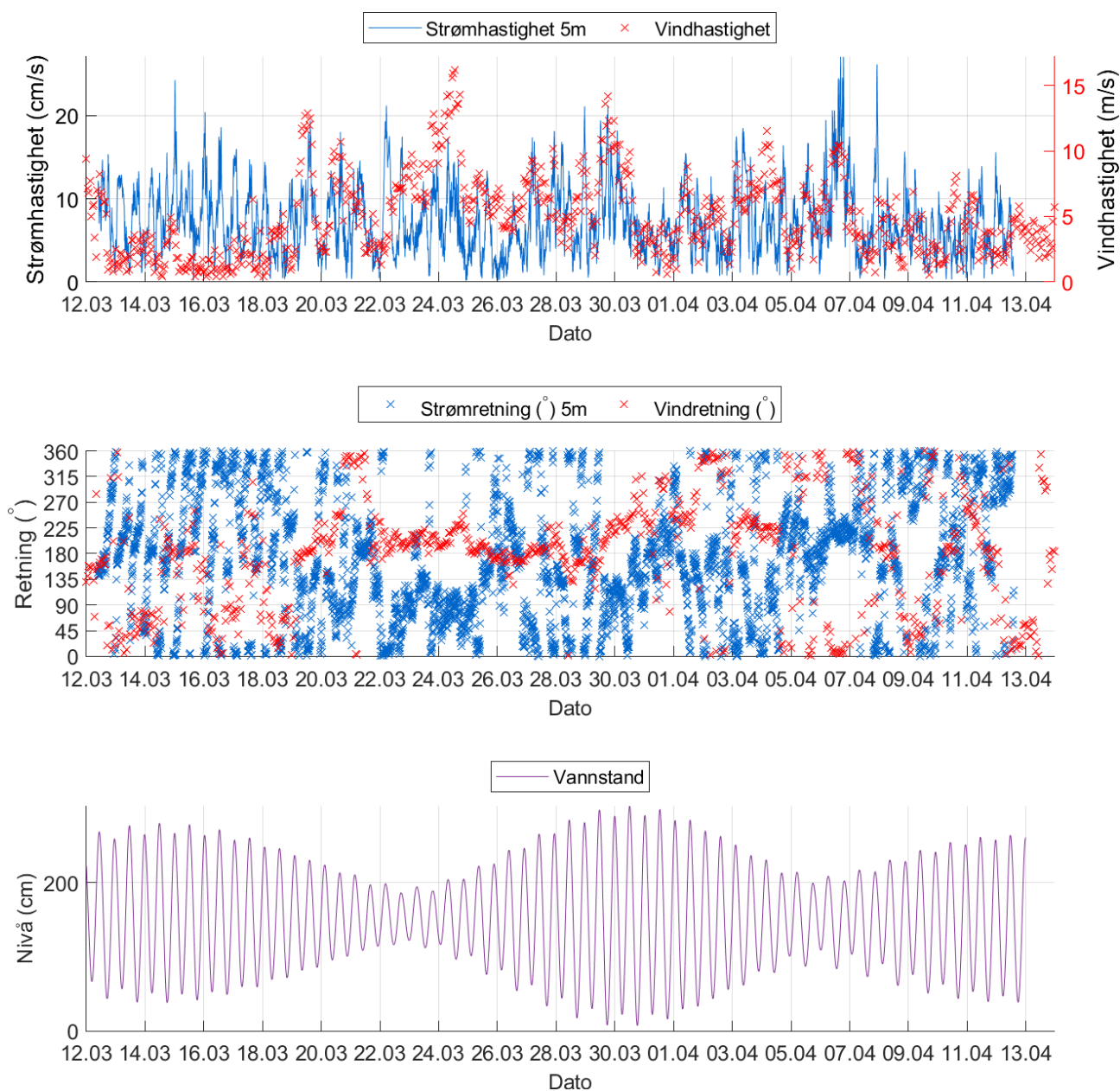
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	10.4	7.7	6.9	9.4	14.2	16.2	9.5	7.6
Tid (%)	12.9	11.4	6.7	6.2	29.7	20.4	6.1	6.5



Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Sandnessjøen LH - Stokka 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 Sandnessjøen LH - Stokka, strøm- og vindretning, samt vannstand (Rørvik) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.

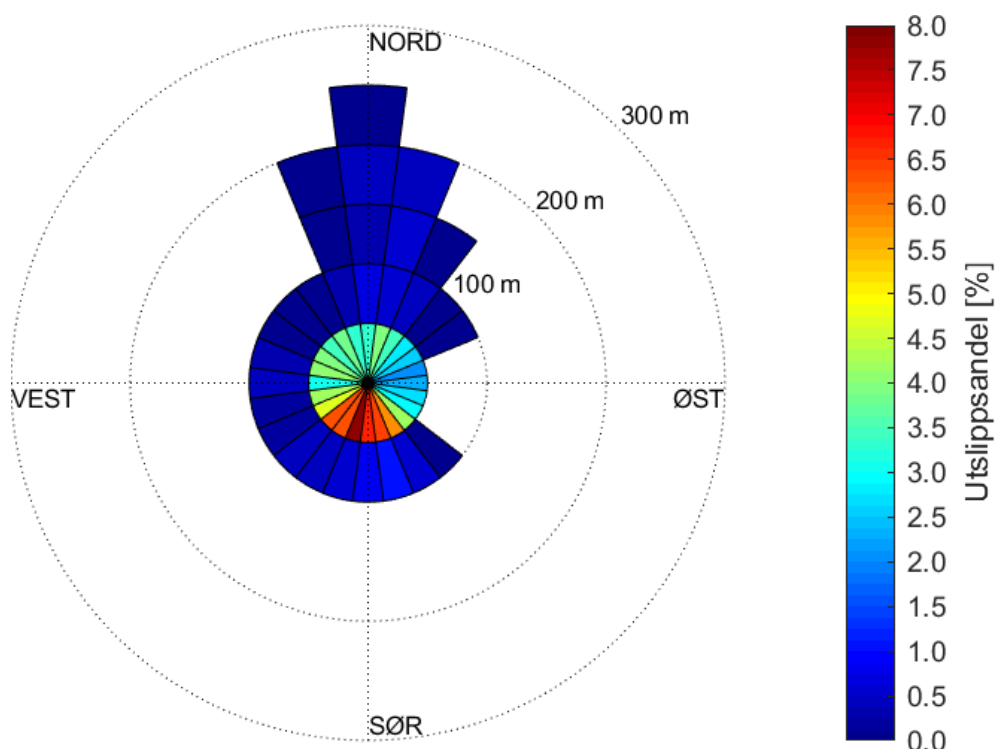


Figur 4.25.3. Posisjonen til Sandnessjøen LH - Stokka værstasjon (markert med blå pinne) og posisjonen til Rørvik tidevannsstasjon (markert med grønn pinne) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.26 Utslippskontur

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

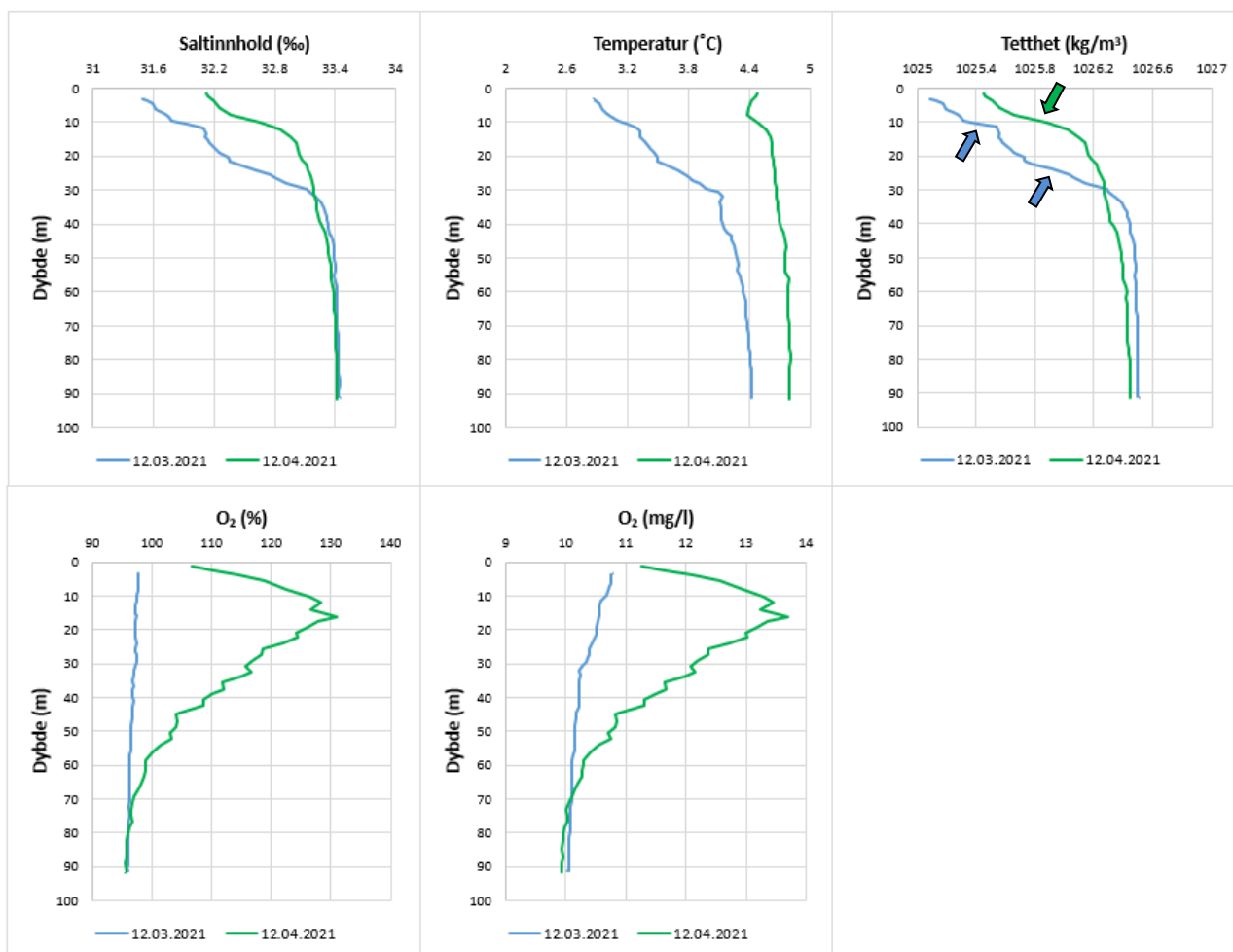
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.26.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (52m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner innenfor de ulike sektorene.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett 12.03.21 og opptak 12.04.21 av strømmålere i samme posisjon som strømriggeren for instrumenter på 5m og 15m dyp.



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

5. Diskusjon

Strømmen på Abelholman er mot flere retninger på 5m dyp og bunndyp (84m) og stemmer med områdets bunntopografi og med et eksponert område. Strømretning er ikke dominert av motsatt rettede hovedstrømretninger siden strømmen skifter retning i løpet av perioden. Mest vannutskiftning er mot N (19.7%) på 5m og mot S (23.4%) på bunndyp (84m) (Tabell 4.17.1).

Strømmen på Abelholman er mot NV/N – S på 15m dyp og mot N – S/SV på spredningsdyp (52m) og stemmer med områdets topografi. 65.9% av relativ vannutskiftning på 15m og 58.2% på spredningsdyp (52m) langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 27.1cm/s mot SV på 5m, 28.5cm/s mot N på 15m, 19.7cm/s mot N på spredningsdyp (52m) og 14.9cm/s mot N på bunndyp (84m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på 15m og spredningsdyp (52m) og er vurdert som middels sterk på 5m, 15m og spredningsdyp (52m) og som svak på bunndyp (84m). 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 12.0cm/s på 5m, 9.9cm/s på 15m, 4.2cm/s på spredningsdyp (52m) og 3.3cm/s på bunndyp (84m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m og 15m, og som svak på spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m).

Det var ingen tilfeller der strøm var > 30cm/s.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på 5m og 15m dyp under måleperioden, fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strø mellipsen (Figur 4.23.2). Tidevannssignalet dominerte ikke på spredningsdyp (52m) eller bunndyp (84m) under måleperioden, som er indikert ved at tidevannsellipsen er vesentlig mindre enn strø mellipsen (Figur 4.23.2).

5.3 Vindpåvirkning

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

Grunnet friksjon mellom vind og vannoverflate vil vind med høy hastighet 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 Sandnessjøen LH – Stokka værstasjon under måleperioden, er det vurdert at vind fra N kan ha påvirket strøm mot S og SV, vind fra NØ kan ha påvirket strøm mot SV, vind fra S kan ha påvirket strøm mot N og NØ, vind fra SV kan ha påvirket strøm mot N, NØ og Ø, og vind fra V kan ha påvirket strøm mot Ø.

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

Gjennomsnittlig strømhastighet var 1.9cm/s på bunndyp (84m). På resten av måledypene var snitthastigheten ≥ 2 cm/s. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som sterk på 5m, middels sterk på 15m, svak på spredningsdyp (52m) og som svært svak på bunndyp (84m).

Neumann-parameteren er vurdert som lite stabil på 5m, middels stabil på 15m, lite stabil på spredningsdyp (52m) og middels stabil på bunndyp (84m). Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets topografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på 5m og 15m fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. På spredningsdyp (52m) beveger vannet seg mer fram og tilbake i løpet av måleperioden. Det er derimot flere varige perioder hvor vannet beveger seg i én retning. På bunndyp (84m) beveger vannet seg vekk fra startpunktet, men i en kort avstand fra startpunktet i løpet av måleperioden.

Prosent nullmålinger (< 1 cm/s) var mindre enn 10% på 5m og 15m dyp. Prosent nullmålinger (< 1 cm/s) var 18.2% på spredningsdyp (52m) og 22.4% på bunndyp (84m). Lengst varighet for strøm < 1 cm/s var 40 minutter på 5m, 50 minutter på 15m, 90 minutter (1t 30min) på spredningsdyp (52m) og 90 minutter (1t 30min) på bunndyp (84m). Det var korte perioder med strømstille.

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 84m – 90m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Bunnkonturene under riggen for strømmålinger på 5m og 15m har retning N – S og bunnkonturene under riggen for strømmålinger på spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m) har retning Ø – V. Generelt skråner bunnen nedover mot N til ca. 180m midt i sundet. Dette sundet blir en fordypning i bunntopografien og er orientert mot NØ – SV.

Det var tilfeller der strøm var > 10 cm/s på spredningsdyp (52m) og ett tilfelle på bunndyp (84m). Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Spredning av utslipp følger strømmosen for spredningsdyp (52m) (Figur 4.2.1). Mye sedimentasjon legger seg mot S/SV og N (Figur 4.26.1), som er retningene med mest vannutskiftning (Tabell 4.17.1). Med utgangspunkt i målte strømhastigheter på spredningsdyp (52m) vil avfall spre seg lengst mot N, opptil 250m vekk fra utslippspunkt.

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 2.8 - 4.8°C på 5m, 3.2 - 4.8°C på 15m, 4.2 - 4.9°C på spredningsdyp (52m) og 4.3 - 4.8°C på bunndyp (84m). Temperatur øker svakt gjennom måleperioden på alle dyp. På 5m og 15m øker den frem til slutten av mars, før den er mer konstant for resten av perioden.

CTD-målingene mellom utsett (12. mars) og opptak (12. april) viser en oppvarming i hele vannsøylen hvor det er størst endring ved overflaten. Ved utsett øker temperaturen med dybde, men for opptak synker temperaturen fra overflaten og ned til 8m og deretter øker gradvis ned til bunnen. Temperaturendringen med dybde er større for utsett enn for opptak.

CTD-målingene mellom utsett (12. mars) og opptak (12. april) viser en økning i saltinnhold i den øvre delen av vannsøylen (overflaten og ned til 30m dyp). Den nedre delen av vannsøylen (30m dyp og ned til bunn) er saltinnholdet nærmest uendret mellom utsett og opptak. Saltinnholdet øker generelt med dybde for både utsett og opptak.

Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var lagdelt (se piler i Figur 4.27.1).

Oksygenmetningen ved opptak (12.april) var høy i hele vannsøylen hvor oksygenmetningen var > 100% fra overflaten og ned til ca. 56m dyp. Dette kan forklares av primær produksjon i vannsøylen. Oksygenmetningen økte raskt fra overflaten og ned til 16m. Oksygenmetningen avtar gradvis fra 16m og ned til ca. 70m dyp, hvorpå det er lite endring ned til bunnen. Oksygenmetningen ved utsett (12. mars) er omtrent konstant med økende dyp. Oksygeninnholdet viser lignende mønster som oksygenmetningen.

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon

6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger

Valg av målested

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

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

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, strømrctning og temperatur.

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning (52m)	Bunn (84m)
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.	5172	5149	5188	5073
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)
Strømrctningens 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

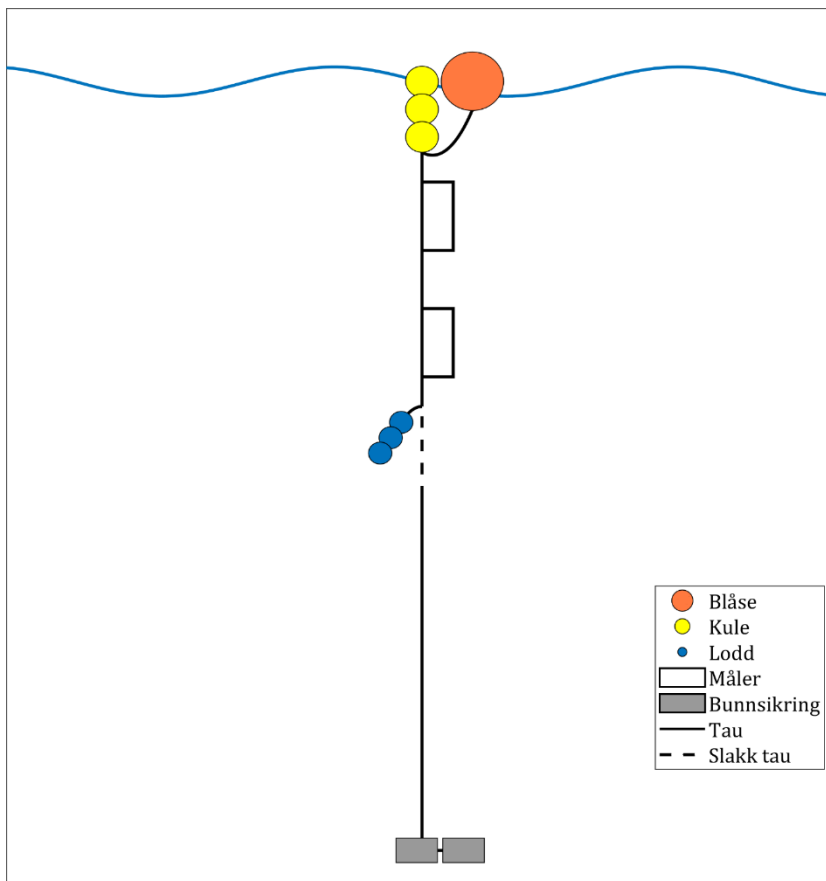
Riggoppsett for målt strøm på 5m og 15m dyp er beskrevet i Tabell 7.1.1 og skissert i Figur og 7.1.1. Riggoppsett for målt strøm på spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m) er beskrevet i Tabell 7.1.2 og skissert i Figur 7.1.2.

Tabell 7.1.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp.

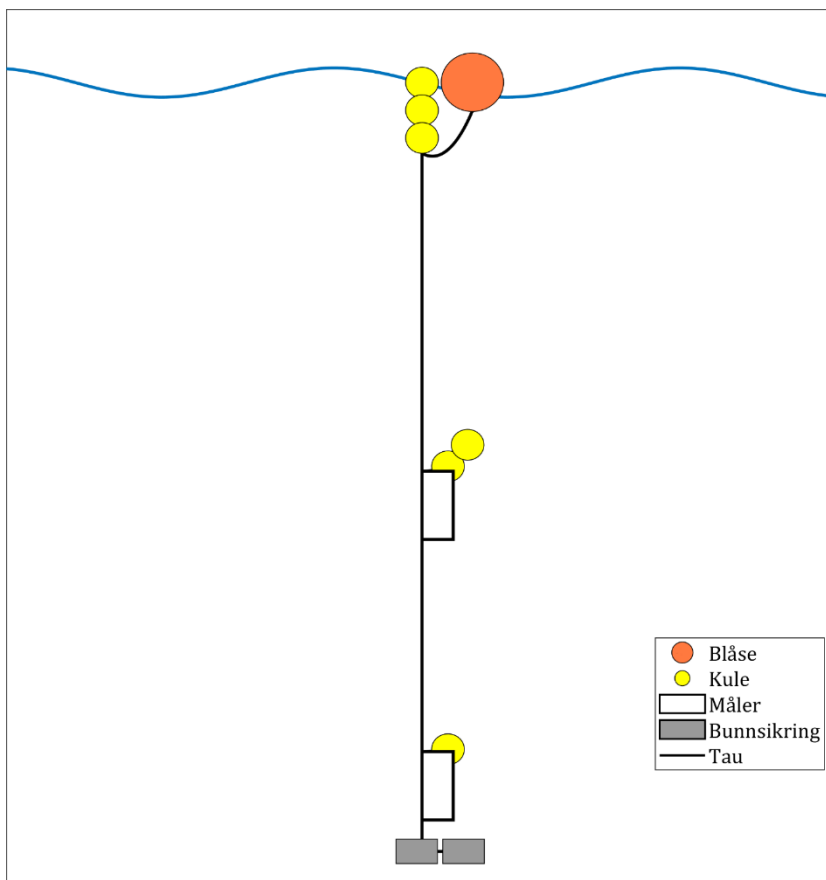
Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
A3 - 62kg oppdrift	Blåse	1stk	0.0m	
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	3stk		
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Jernstein 2kg	Lodd	3stk	20.0m	4kg
Danline 14mm	Tau	70.0m		
Garnanker	Bunnsikring	2stk	84.0m	45kg

Tabell 7.1.2. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m).

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
A3 - 62kg oppdrift	Blåse	1stk	0.0m	
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	3stk		
Danline 14mm	Tau	52.0m		
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	2stk		
Punktmåler	Måler	1stk	52.0m	
Danline 14mm	Tau	32.0m		
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	1stk		
Punktmåler	Måler	1stk	84.0m	
Garnanker	Bunnsikring	2stk	84.0m	45kg



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



Figur 7.1.2. Riggoppsett for strømmålinger på spredningsdyp (52m) og bunndyp (84m).

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

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

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

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

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

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

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

Det var 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 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 (52m)	Bunn (84m)
Filnavn for rådata	Abelholman 5m KL0421 AP5172.bin	Abelholman 15m KL0421 AP5149.bin	Abelholman spred KL0421 AP5188.bin	Abelholman bunn KL0421 AP5073.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Abelholman 5m KL0421 AP5172_eks_AL.xlsx	Abelholman 15m KL0421 AP5149_eks_AL.xlsx	Abelholman Spred-52m KL0421 AP5188_eks_AL.xlsx	Abelholman Bunn-84m KL0421 AP5073_eks_AL.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Abelholman-5m_QC.xlsx	Abelholman-15m_QC.xlsx	Abelholman-Spredning (52m)_QC.xlsx	Abelholman-Bunn (84m)_QC.xlsx
Data return (%)	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	4490 / 4490	4490 / 4490	4483 / 4483	4483 / 4483
Antall fjernede/manglende målinger	0 (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	12.03.21 09:40 - 12.04.21 13:50	12.03.21 09:40 - 12.04.21 13:50	12.03.21 10:30 - 12.04.21 13:30	12.03.21 10:30 - 12.04.21 13:30
Dato og tid for start og slutt av instrument	11.03.21 12:30 - 14.04.21 08:30	11.03.21 11:20 - 14.04.21 08:10	11.03.21 12:30 - 14.04.21 07:50	11.03.21 12:20 - 14.04.21 08:20

8.2 Kvalitetssikring av data

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

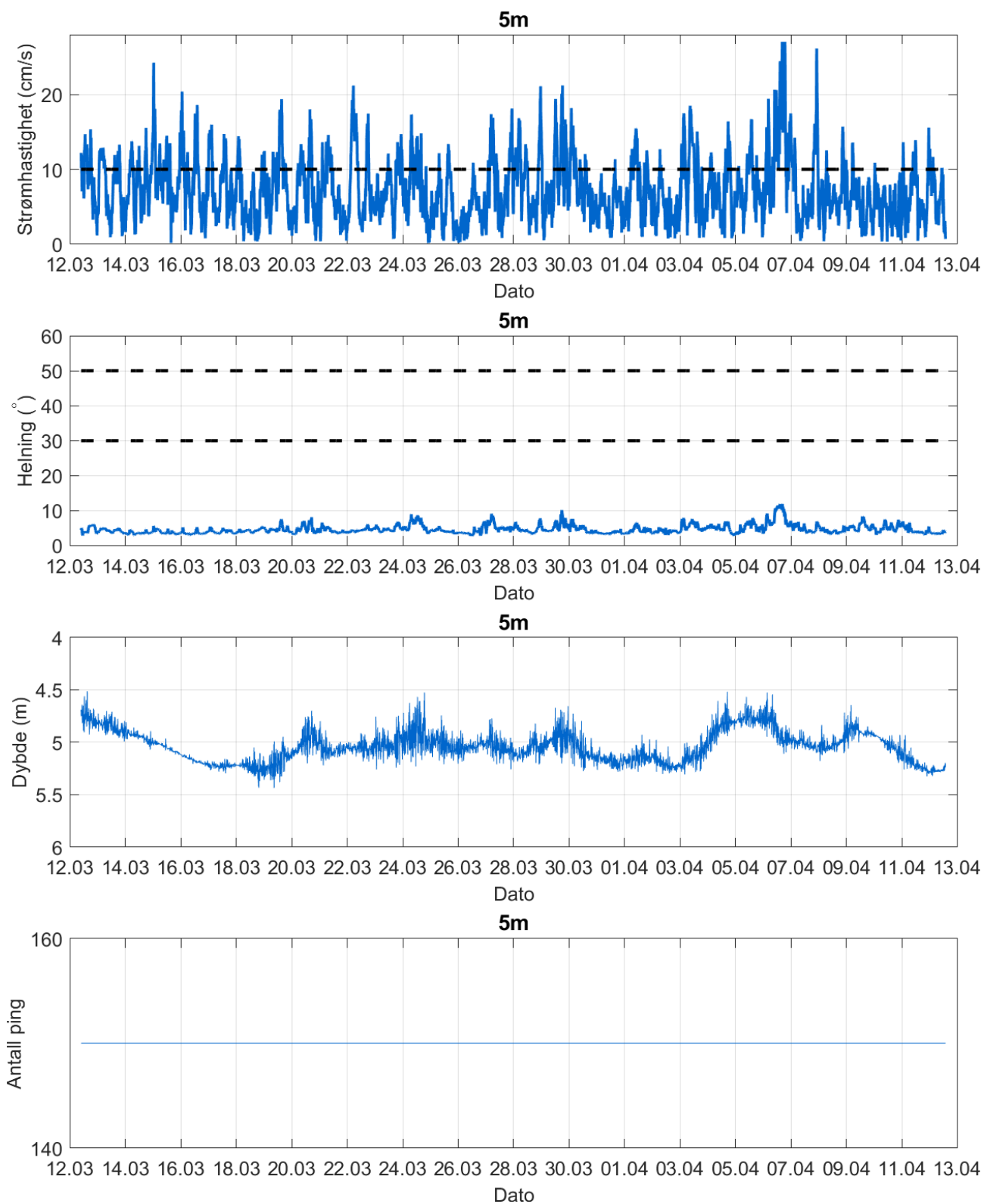
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Helning	$< 50^{\circ}$ (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
Ping count	150 (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.3)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

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

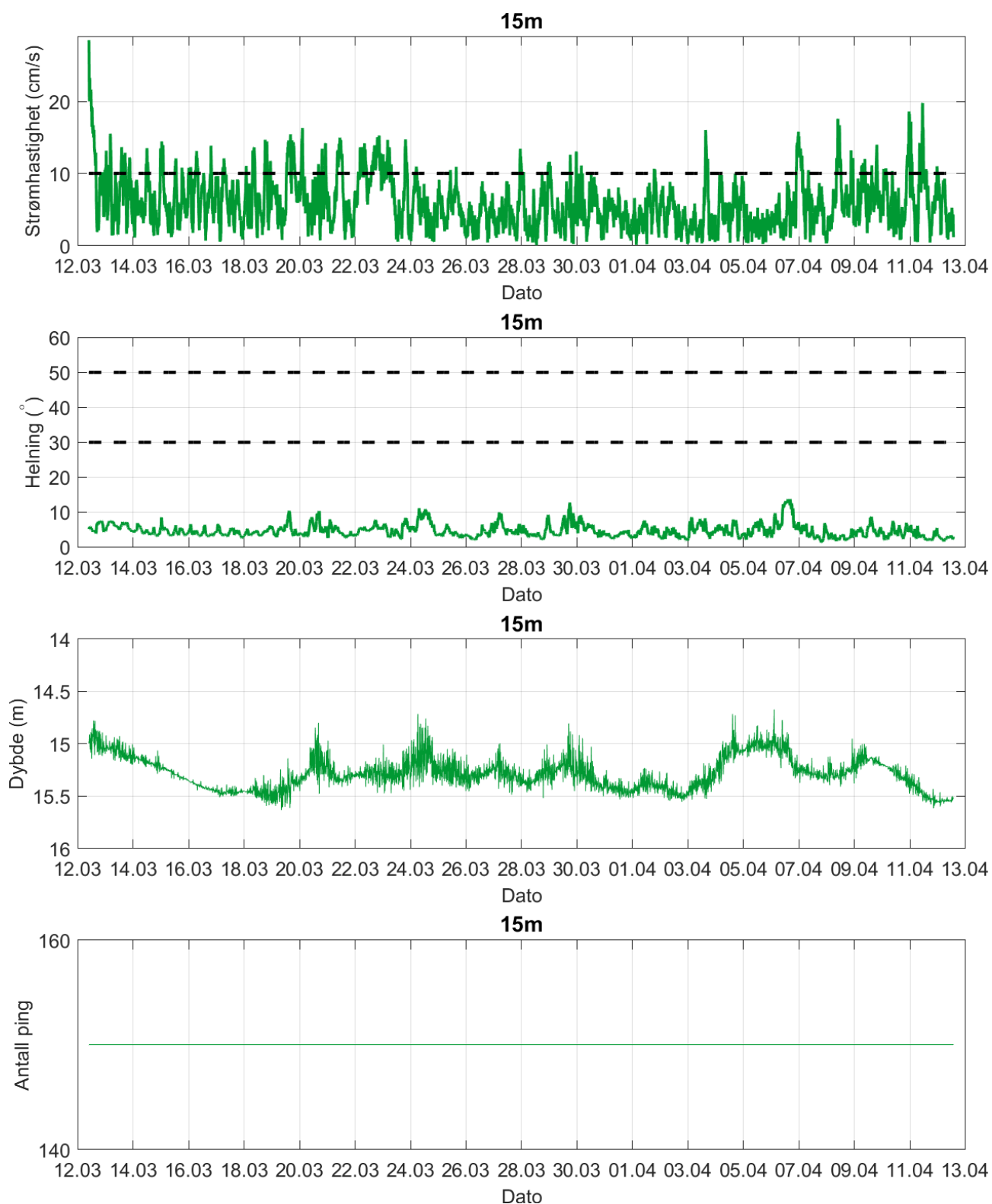
Δt (min)	Teoretisk $u_1 - u_2$ (m/s)	Faktor	Godkjent $u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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



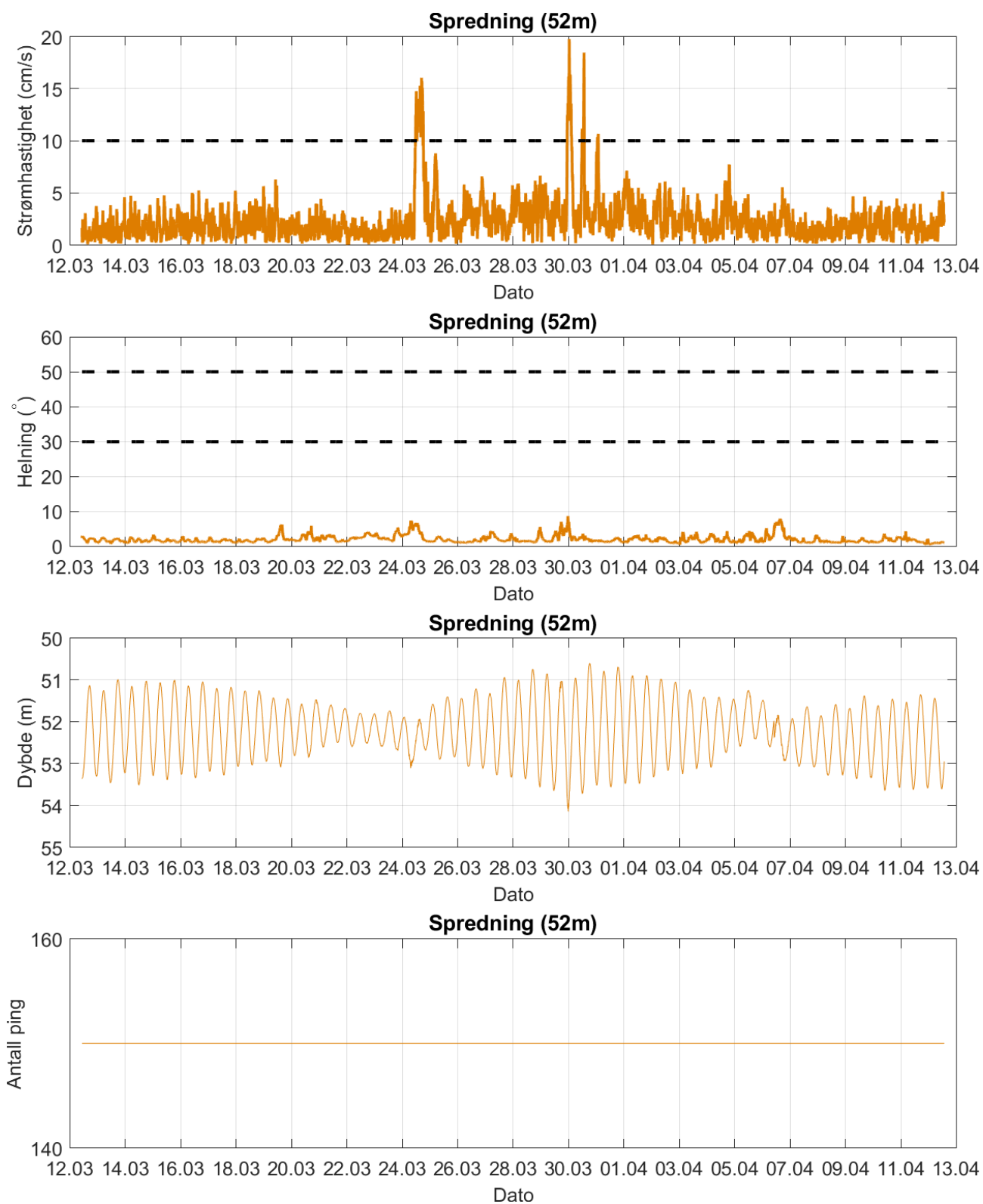
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 4.5m og 5.4m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.0m.



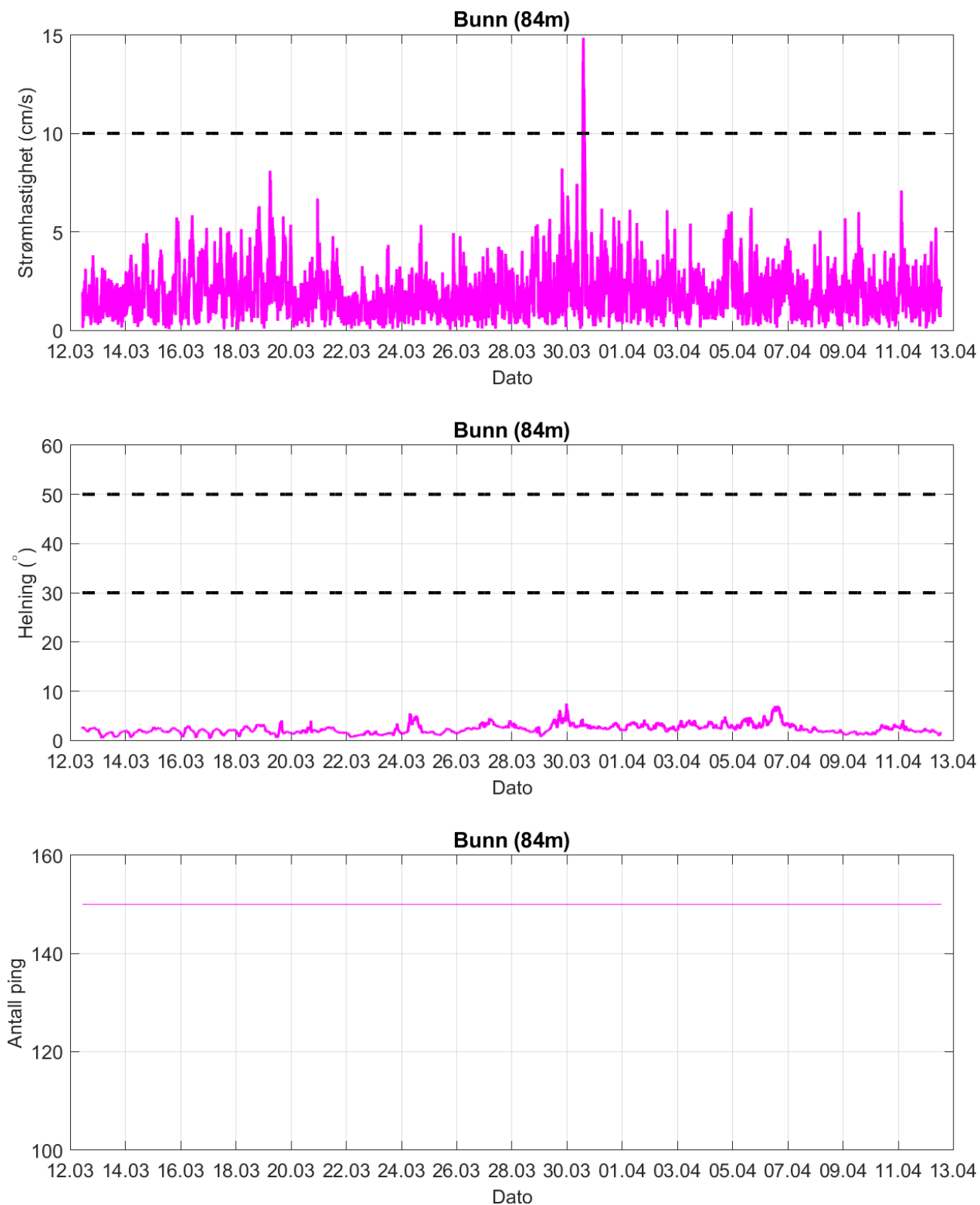
Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 14.7m og 15.6m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 15.3m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (52m).

Instrumentdypet varierte mellom 50.6m og 54.1m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 52.2m.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (84m).

Instrumentet hadde ikke trykksensor. Utfra riggoppsett skal instrumentet ha stått på gjennomsnittlig 84m dyp under måleperioden.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

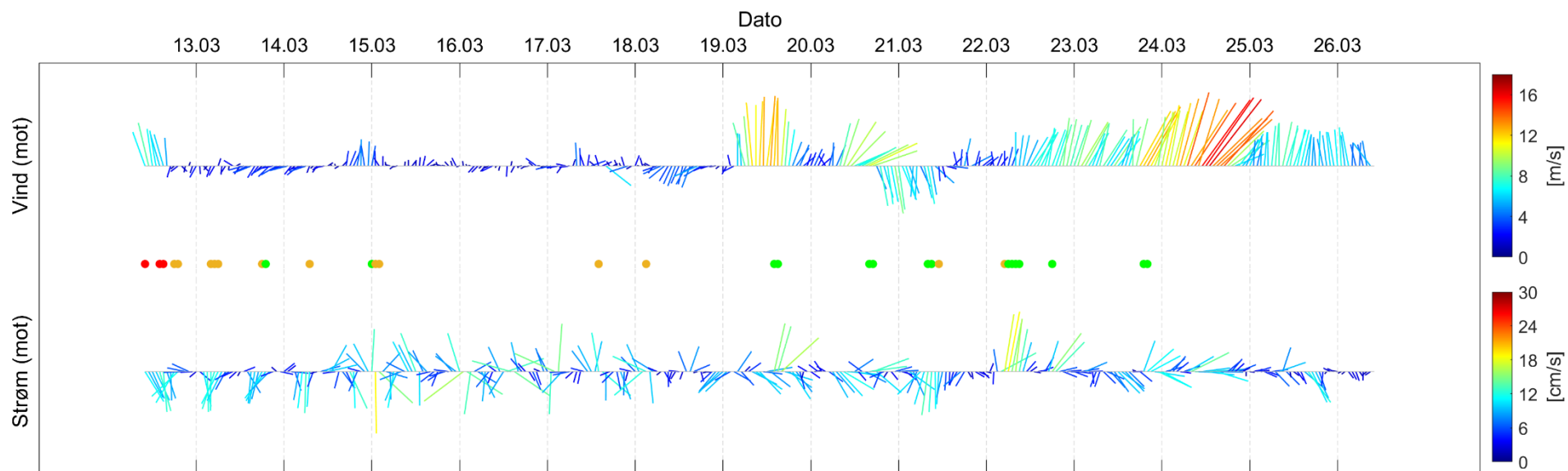
Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom 5m og 15m dyp, og mellom sprednings- og bunndyp, i så stor grad som mulig.

8.3.2 Enkelte datapunkter

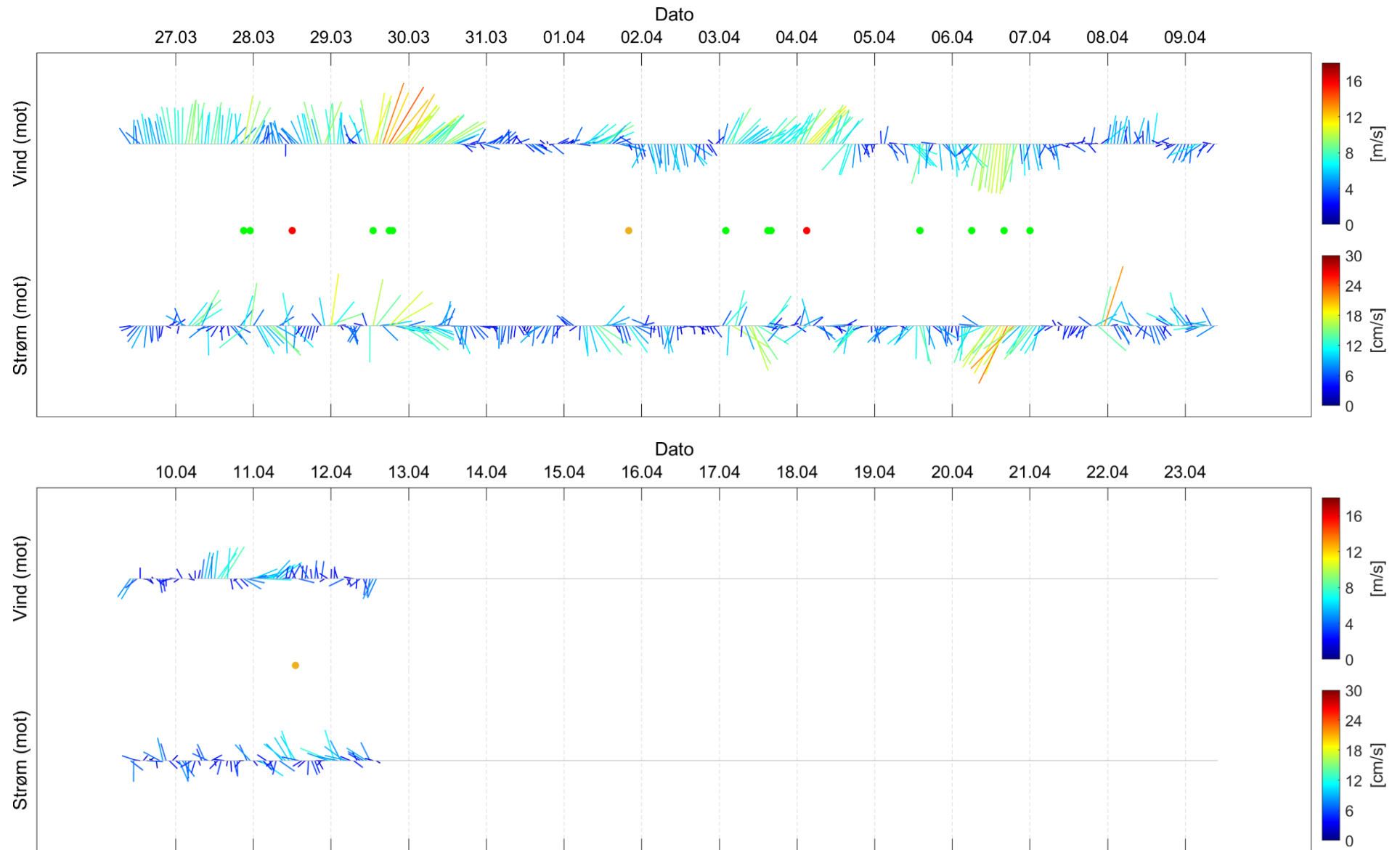
Ingen andre datapunkter er fjernet.

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

Figurene under viser vind- og strømshastighet i løpet av måleperioden, oppdelt i perioder på to uker. Tidspunkter hvor vind ($> 3\text{m/s}$) og strøm ($> 10\text{cm/s}$) 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 prikk. 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 Sandnessjøen LH - Stokka (over) og strømshastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.



Figur 9.2. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Sandnessjøen LH - Stokka (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under) under måleperioden.

10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

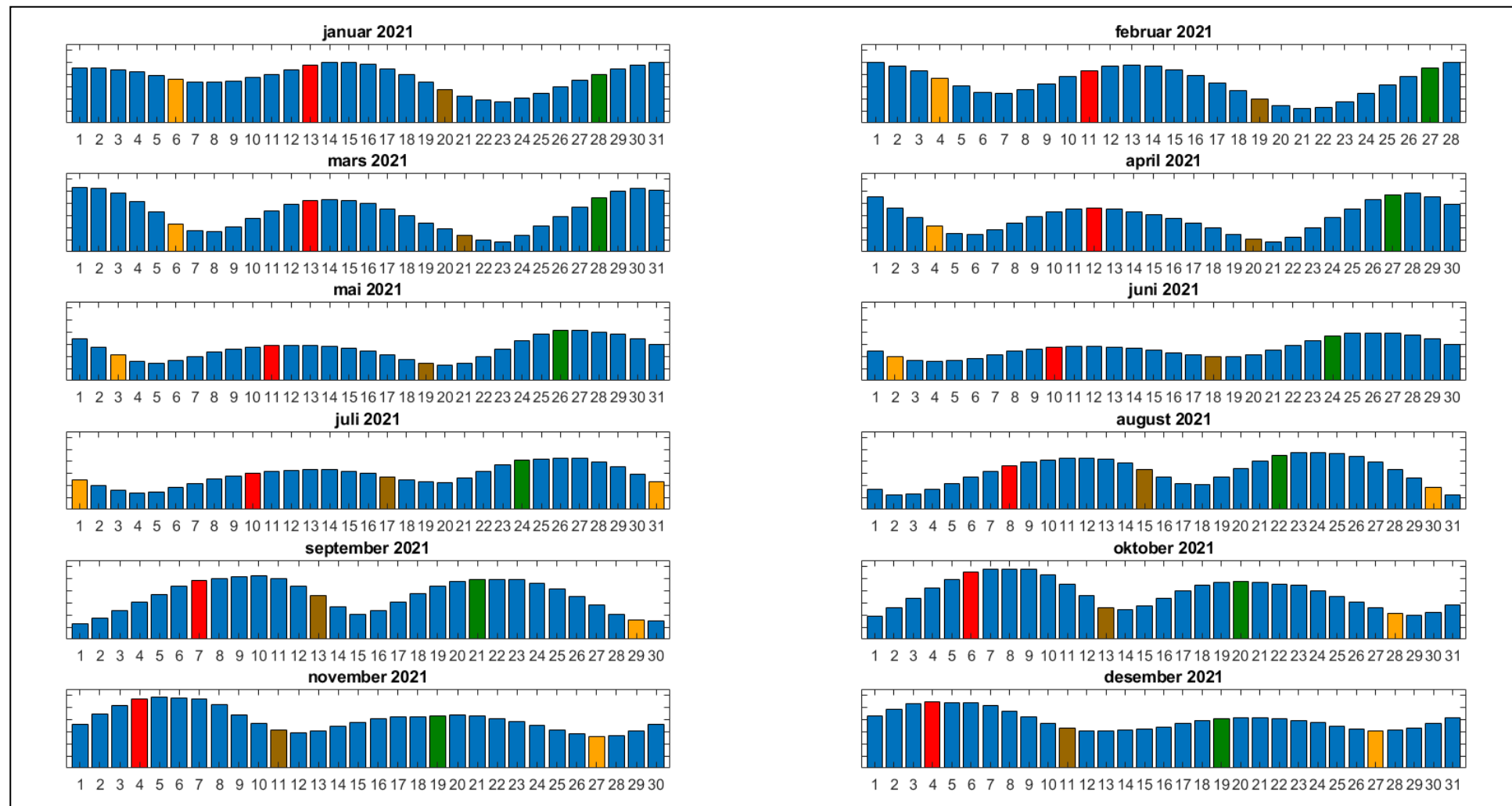
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 10.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

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	≥ 40 - < 55	≥ 26 - < 40	≥ 15 - < 26	< 15
Utskifting	15	≥ 45	≥ 30 - < 45	≥ 20 - < 30	≥ 10 - < 20	< 10
Spredning		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
Bunn		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 10	≥ 7 - < 10	≥ 6 - < 7	≥ 3 - < 6	< 3
Utskifting	15	≥ 9	≥ 6 - < 9	≥ 5 - < 6	≥ 2 - < 5	< 2
Spredning		≥ 8.5	≥ 5 - < 8.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Bunn		≥ 7.5	≥ 5 - < 7.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 25	≥ 17 - < 25	≥ 11 - < 17	≥ 5 - < 11	< 5
Utskifting	15	≥ 23	≥ 15 - < 23	≥ 8 - < 15	≥ 4 - < 8	< 4
Spredning		≥ 20	≥ 14 - < 20	≥ 7 - < 14	≥ 4 - < 7	< 4
Bunn		≥ 16	≥ 11 - < 16	≥ 6.5 - < 11	≥ 3 - < 6.5	< 3
Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 6	≥ 4 - < 6	≥ 2.5 - < 4	≥ 1.5 - < 2.5	< 1.5
Utskifting	15	≥ 5	≥ 3.5 - < 5	≥ 2.3 - < 3.5	≥ 1.5 - < 2.3	< 1.5
Spredning		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
Bunn		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
Andel strømstille (%) < 1cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 1	< 3 - ≥ 1	< 5 - ≥ 3	< 7 - ≥ 5	≥ 7
Utskifting	15	< 1	< 5 - ≥ 1	< 7 - ≥ 5	< 10 - ≥ 7	≥ 10
Spredning		< 3	< 8.5 - ≥ 3	< 15 - ≥ 8.5	< 20 - ≥ 15	≥ 20
Bunn		< 3	< 10 - ≥ 3	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Andel strømstille (%) < 3cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 5	< 10 - ≥ 5	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Utskifting	15	< 5	< 15 - ≥ 5	< 25 - ≥ 15	< 40 - ≥ 25	≥ 40
Spredning		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 50 - ≥ 35	≥ 50
Bunn		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 60 - ≥ 35	≥ 60
Effektiv transport (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 5	≥ 2.5 - < 5	≥ 1.5 - < 2.5	≥ 0.3 - < 1.5	< 0.3
Utskifting	15	≥ 3.5	≥ 2 - < 3.5	≥ 1 - < 2	≥ 0.2 - < 1	< 0.2
Spredning		≥ 3	≥ 1.8 - < 3	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
Bunn		≥ 3	≥ 1.8 - < 3	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
Neumann-parameter						
		svært stabil	stabil	middels stabil	lite stabil	svært lite stabil
Alle dyp (m)		> 0.6	0.4 - 0.6	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2	< 0.1

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).

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. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
4. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
5. IOC (1993). *Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data*. Tilgjengelig: http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
6. Kartverket (2021). www.kartverket.no/sehavniva
7. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
8. Meteorologisk institutt. www.eklima.no
9. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
10. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
11. Pawlowicz, R., Beardsley, B. & Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
12. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.