

Strømrappport

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

Slettnes Vest i

januar - mars 2021

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Slettnes Vest. SR-0421-GS-SlettnesVest-102539-01-001.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	20.04.21	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	Slettnes Vest	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Gjemnes	Fylke	Møre og Romsdal
Oppdragsgiver			
Selskap	Gadus Settefisk AS; Borgundvågvegen 237, 6750 STADTLANDET, NORGE		
Kontaktperson	Tor Olav Seim	tor.olav.seim@gadusgroup.com	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Arild Kjerstad Hedda Østgaard Tormod Jacobsen Cato Brænden	arild@akerbla.no hedda.ostgaard@akerbla.no tormod.jacobsen@akerbla.no cato.brenden@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Kristine Torkildson	kristine.torkildson@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 (75m)	Bunn (140m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	46.1 (Ø)	32.0 (Ø)	20.0 (Ø)	21.0 (NØ)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	9.2	6.2	5.1	3.7
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.9	3.0	4.4	8.7
Strømstyrke < 3cm/s (%)	15.2	22.2	30.3	48.3
Strømstyrke < 10cm/s (%)	70.3	85.9	93.6	97.5
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	4.0	0.03	0.0	0.0
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.4	0.2	0.4	0.2
10-års strøm (maksimal)	76	53	-	-
50-års strøm (maksimal)	85	59	-	-

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	62
13.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	63
14.	Vedlegg – Referanser	64

1. Forord

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

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

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

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

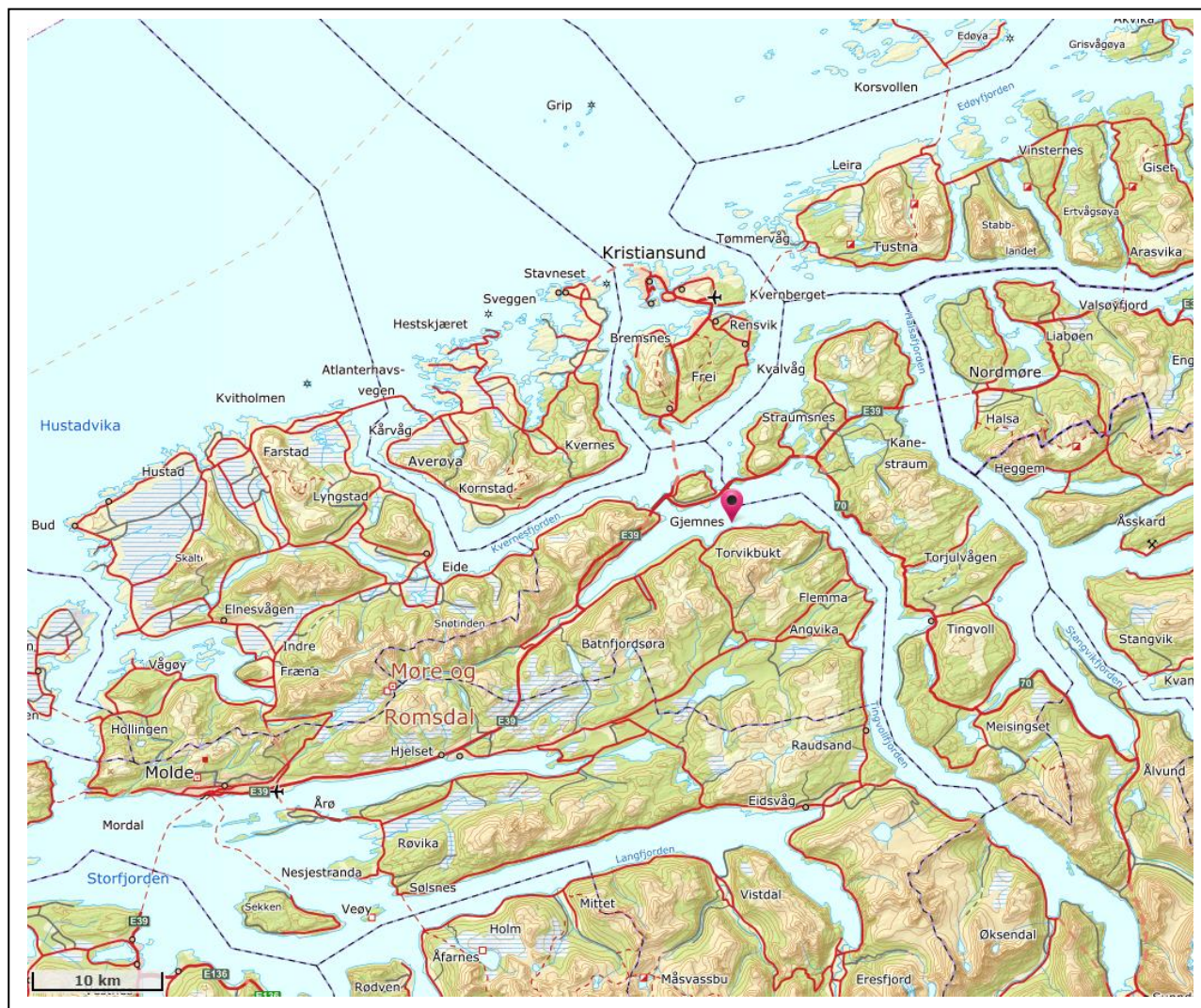
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Slettnes Vest ligger i Gjemnes kommune, Møre og Romsdal (Figur 2.1). Slettnes Vest ligger i Bergsøyfjorden, på nordsiden av Slettneset. Bergsøyfjorden er orientert SV/V – Ø. Plasseringen er åpen mot Bergsøysundet i N og Gjemnessundet i V.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra øst, vest og nord.

Bunntopografi er ca. 142m dyp og orientert Ø – V i området for strømmålingsposisjonen.



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

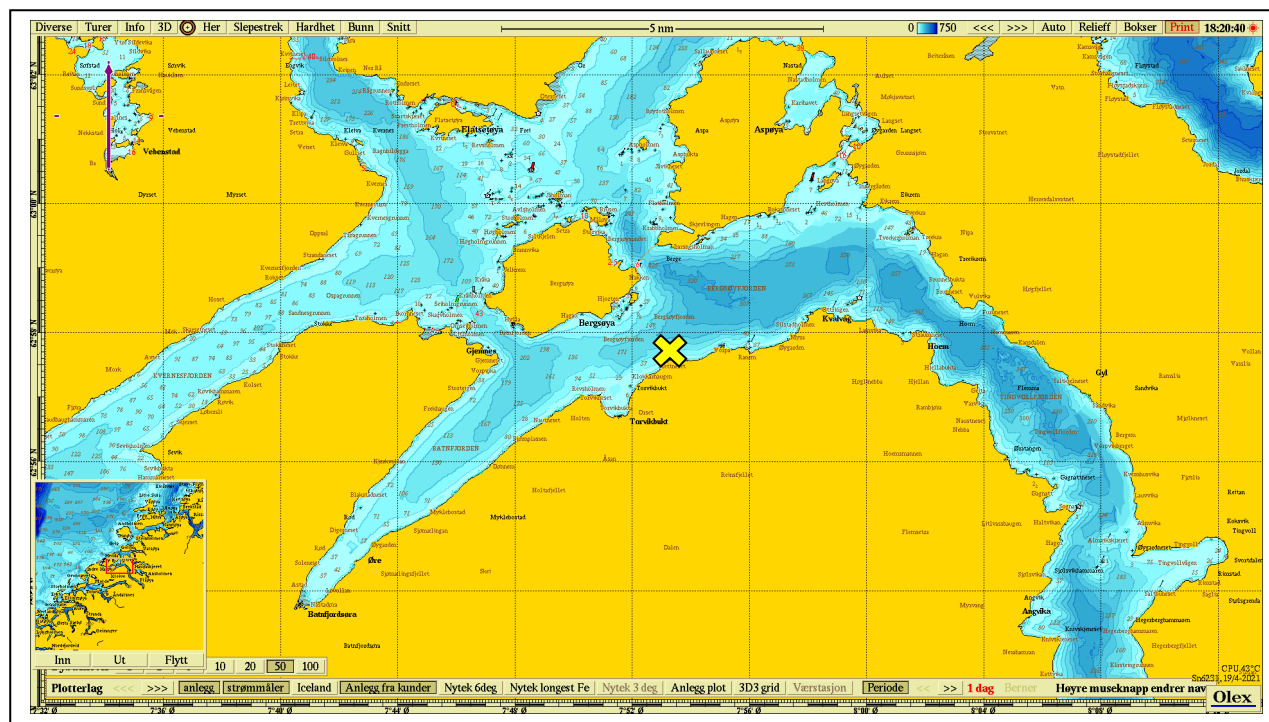
3. Metodikk

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

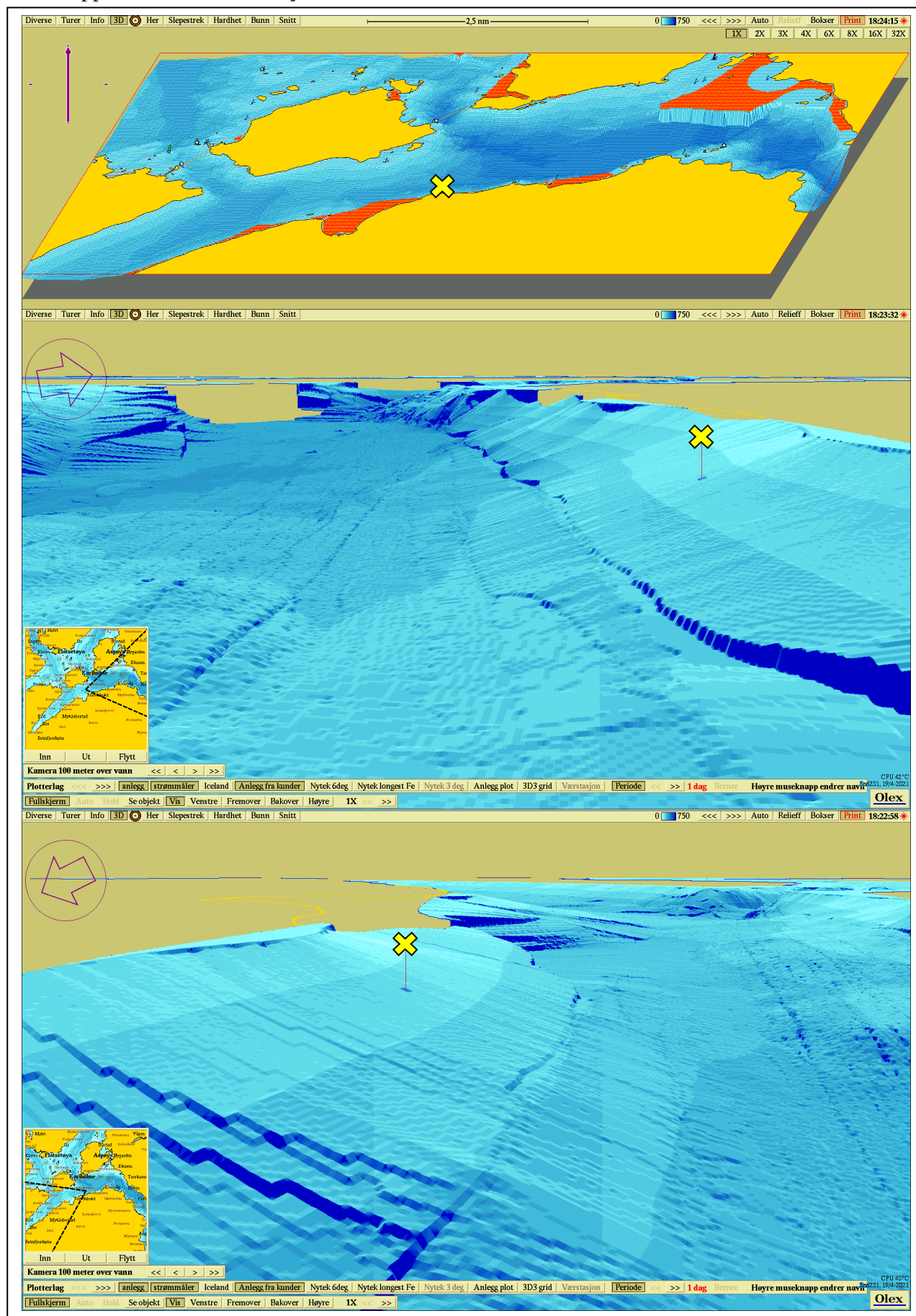
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 - Figur 3.2). Målerne på 5m og 15m dyp er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (75m)	Bunn (140m)
Posisjonsanvisning	✕	✕	✕	✕
Posisjon	62° 57.693' N; 007° 53.349' Ø	62° 57.693' N; 007° 53.349' Ø	62° 57.693' N; 007° 53.349' Ø	62° 57.693' N; 007° 53.349' Ø
Dyp på målested	142m	142m	142m	142m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	27.01.21 - 09.03.21	27.01.21 - 09.03.21	27.01.21 - 09.03.21	27.01.21 - 09.03.21
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	41.0 / 41.0	41.0 / 41.0	41.0 / 41.0	41.0 / 41.0
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. 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

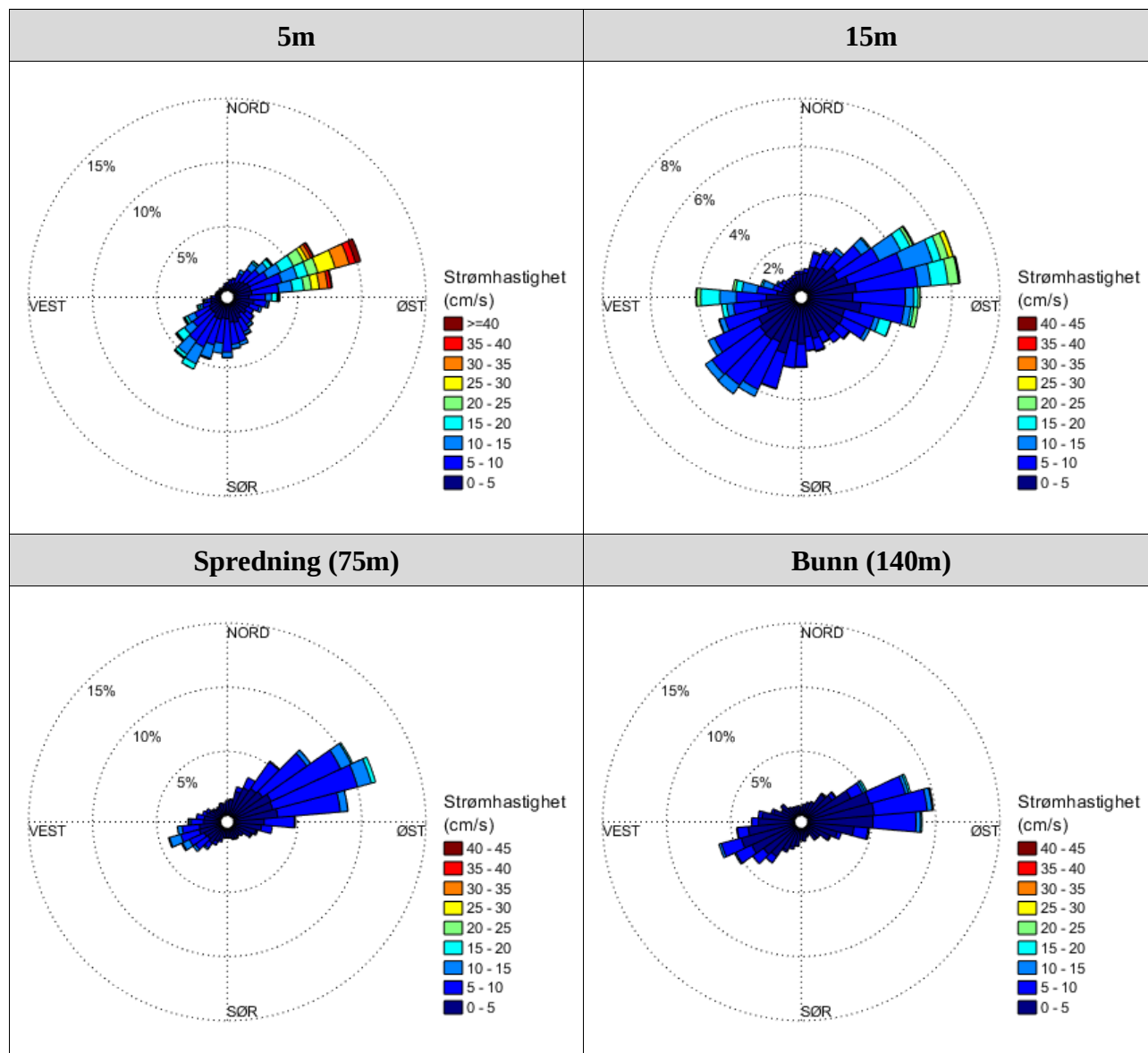
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m).

Måledyp	5m	15m	Spredning (75m)	Bunn (140m)
Sjøtemperatur (°C)	4.7 - 7.4	4.8 - 7.9	5.7 - 9.0	7.7 - 8.7
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	46.1	32.0	20.0	21.0
Gjennomsnitt (cm/s)	9.2	6.2	5.1	3.7
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.1	0.0
Signifikant maks (cm/s)	17.5	11.0	8.7	6.5
Signifikant min (cm/s)	3.1	2.4	2.0	1.4
Varians (cm/s) ²	61.0	19.7	9.8	6.7
Standardavvik (cm/s)	7.8	4.4	3.1	2.6
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.9	3.0	4.4	8.7
Lengste periode < 1cm/s (min)	50	90	50	60
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	15.2	22.2	30.3	48.3
Lengste periode < 3cm/s (min)	390	510	400	640
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	70.3	85.9	93.6	97.5
Lengste periode < 10cm/s (min)	5810	7000	11550	12590
% ≥ 30cm/s	4.0	0.03	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	430	20	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)	3.7	1.1	2.0	0.9
Retning (grader)	105	123	62	95
Neumann-parameter	0.4	0.2	0.4	0.2
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	7943	5365	4401	3166

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 (75m) og bunndyp (140m).

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	29	19	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	65	1.1	1446	0.4	10.2
N	15	3	14	23	37	5	1	0	0	0	0	0	0	0	83	1.4	2689	0.8	16.5
NØ	30	6	29	41	62	25	1	0	0	0	0	0	0	0	164	2.8	5855	1.8	15.9
NØ	45	5	45	44	111	61	26	7	0	0	0	0	0	0	299	5.1	14490	4.5	23.9
NØ	60	6	50	65	159	104	84	65	49	47	10	0	0	0	639	10.8	54602	16.8	46.0
Ø	75	3	49	80	204	100	77	64	88	124	24	0	0	0	813	13.8	81974	25.2	46.1
Ø	90	7	38	62	111	48	41	11	6	16	0	0	0	0	340	5.8	19847	6.1	37.0
Ø	105	3	51	74	80	18	0	0	0	0	0	0	0	0	226	3.8	7019	2.2	14.3
SØ	120	8	44	58	57	4	1	0	0	0	0	0	0	0	172	2.9	4590	1.4	17.7
SØ	135	3	48	52	83	13	0	0	0	0	0	0	0	0	199	3.4	6371	2.0	14.3
SØ	150	8	48	62	98	21	6	2	0	0	0	0	0	0	245	4.2	8773	2.7	20.6
S	165	6	38	90	149	26	3	0	0	0	0	0	0	0	312	5.3	11226	3.4	16.8
S	180	7	47	57	209	36	3	0	0	0	0	0	0	0	359	6.1	13995	4.3	17.1
S	195	1	47	62	163	88	2	0	0	0	0	0	0	0	363	6.2	15715	4.8	18.2
SV	210	10	28	75	235	124	38	3	0	0	0	0	0	0	513	8.7	25865	7.9	21.3
SV	225	7	28	49	187	88	38	6	4	3	0	0	0	0	410	6.9	22551	6.9	33.4
SV	240	7	30	56	116	51	32	4	0	8	0	0	0	0	304	5.2	15969	4.9	32.8
V	255	3	23	47	40	20	11	2	2	2	0	0	0	0	150	2.5	6740	2.1	32.0
V	270	4	21	12	26	4	0	2	0	0	0	0	0	0	69	1.2	2302	0.7	20.1
V	285	4	16	11	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0.7	836	0.3	8.0
NV	300	1	21	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.6	625	0.2	6.8
NV	315	2	15	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0.6	646	0.2	6.6
NV	330	3	13	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0.5	518	0.2	6.9
N	345	2	14	13	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0.7	915	0.3	6.8
Antall obs.		110	786	1075	2181	837	364	166	149	200	34	0	0	0	5902	100	0	0	0
%		1.9	13.3	18.2	37.0	14.2	6.2	2.8	2.5	3.4	0.6	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	2	33	27	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.3	1509	0.7	9.1
N	15	7	41	26	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	105	1.8	2507	1.1	11.4
NØ	30	6	47	50	67	10	0	0	0	0	0	0	0	0	180	3.0	5201	2.4	14.4
NØ	45	7	52	58	92	23	1	0	0	0	0	0	0	0	233	3.9	7666	3.5	16.7
NØ	60	6	48	87	177	88	30	12	8	0	0	0	0	0	456	7.7	23019	10.5	29.5
Ø	75	11	54	99	214	83	51	32	10	2	0	0	0	0	556	9.4	30322	13.8	32.0
Ø	90	7	53	110	195	30	21	21	0	0	0	0	0	0	437	7.4	18610	8.5	23.7
Ø	105	7	55	107	125	25	30	6	0	0	0	0	0	0	355	6.0	13927	6.3	23.4
SØ	120	5	59	89	94	10	5	0	0	0	0	0	0	0	262	4.4	7972	3.6	18.1
SØ	135	10	61	70	39	3	0	0	0	0	0	0	0	0	183	3.1	4268	1.9	13.0
SØ	150	12	54	62	42	3	0	0	0	0	0	0	0	0	173	2.9	4025	1.8	11.2
S	165	8	60	62	48	3	0	0	0	0	0	0	0	0	181	3.1	4278	1.9	10.9
S	180	7	62	69	74	3	0	0	0	0	0	0	0	0	215	3.6	5564	2.5	11.4
S	195	14	66	88	120	1	0	0	0	0	0	0	0	0	289	4.9	8096	3.7	10.1
SV	210	10	68	82	179	26	0	0	0	0	0	0	0	0	365	6.2	11993	5.5	14.3
SV	225	4	57	107	214	36	0	0	0	0	0	0	0	0	418	7.1	14947	6.8	14.1
SV	240	5	50	83	188	22	0	0	0	0	0	0	0	0	348	5.9	11997	5.5	13.9
V	255	11	41	77	132	23	7	0	0	0	0	0	0	0	291	4.9	10337	4.7	17.4
V	270	9	39	48	107	54	63	13	2	0	0	0	0	0	335	5.7	19181	8.7	25.8
V	285	6	25	31	48	46	12	4	0	0	0	0	0	0	172	2.9	8271	3.8	21.5
NV	300	3	24	22	26	12	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.5	2693	1.2	14.2
NV	315	3	26	18	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	62	1.1	1351	0.6	12.3
NV	330	11	19	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0.9	995	0.5	7.7
N	345	9	35	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	1.2	1169	0.5	8.1
Antall obs.		180	1129	1503	2256	504	220	88	20	2	0	0	0	0	5902	100	0	0	0
%		3.0	19.1	25.5	38.2	8.5	3.7	1.5	0.3	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 (75m).

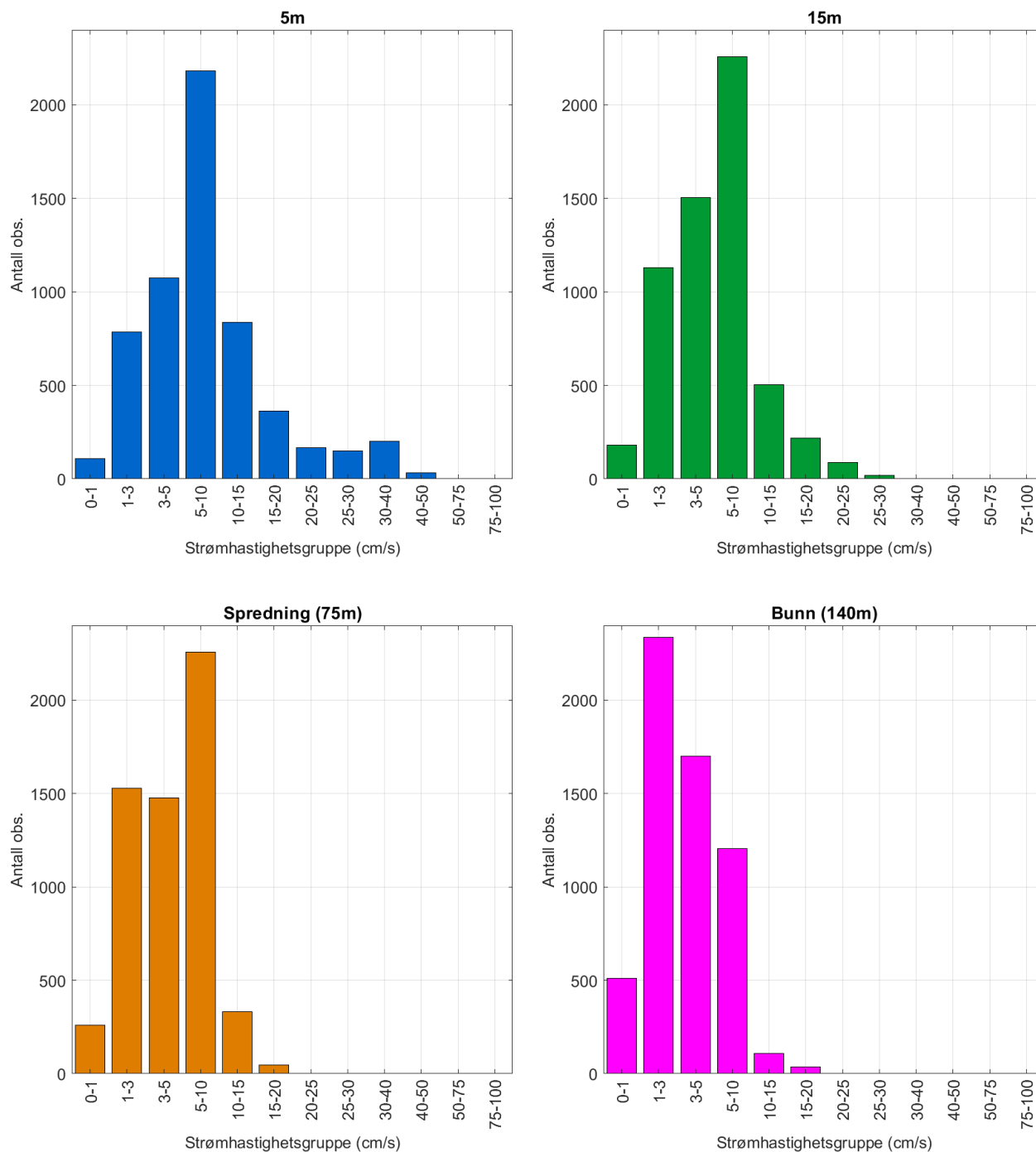
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	10	58	29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	1.7	1500	0.8	6.7
N	15	11	62	62	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	2.5	2836	1.6	9.1
NØ	30	8	97	108	82	3	0	0	0	0	0	0	0	0	298	5.0	7280	4.0	11.4
NØ	45	18	83	142	309	15	1	0	0	0	0	0	0	0	568	9.6	18964	10.5	15.4
NØ	60	11	108	162	520	75	15	0	0	0	0	0	0	0	891	15.1	34912	19.4	19.0
Ø	75	9	108	190	541	82	14	0	0	0	0	0	0	0	944	16.0	37095	20.6	20.0
Ø	90	9	98	120	217	10	0	0	0	0	0	0	0	0	454	7.7	13857	7.7	12.0
Ø	105	20	89	68	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	3.6	4122	2.3	9.8
SØ	120	12	68	54	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	2.4	2322	1.3	6.4
SØ	135	12	49	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1.4	1168	0.6	5.4
SØ	150	12	56	17	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	1.6	1335	0.7	6.6
S	165	6	48	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.2	976	0.5	5.5
S	180	10	37	18	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.2	1038	0.6	5.7
S	195	10	49	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	1.5	1395	0.8	9.4
SV	210	15	44	39	22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	124	2.1	2825	1.6	10.9
SV	225	10	64	60	72	15	0	0	0	0	0	0	0	0	221	3.7	6298	3.5	14.4
SV	240	10	54	73	121	50	7	0	0	0	0	0	0	0	315	5.3	12206	6.8	17.2
V	255	7	62	84	126	63	5	0	0	0	0	0	0	0	347	5.9	13677	7.6	16.8
V	270	8	62	47	86	15	6	0	0	0	0	0	0	0	224	3.8	7185	4.0	17.3
V	285	8	54	49	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	2.6	3426	1.9	8.2
NV	300	14	53	32	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	2.0	2059	1.1	8.1
NV	315	6	38	24	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	1.3	1338	0.7	8.1
NV	330	10	38	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.3	1182	0.7	8.0
N	345	12	51	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	1.6	1401	0.8	8.8
Antall obs.		258	1530	1478	2256	332	48	0	0	0	0	0	0	0	5902	100	0	0	0
%		4.4	25.9	25.0	38.2	5.6	0.8	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 (140m).

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	19	49	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1.3	819	0.6	5.0
N	15	23	49	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.4	873	0.7	4.9
NØ	30	22	80	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	2.1	1518	1.2	7.6
NØ	45	18	101	69	17	2	2	1	0	0	0	0	0	0	210	3.6	3965	3.1	21.0
NØ	60	21	162	148	96	14	13	0	0	0	0	0	0	0	454	7.7	11748	9.1	19.6
Ø	75	32	179	258	310	36	13	1	0	0	0	0	0	0	829	14.0	25134	19.4	20.3
Ø	90	25	183	237	301	24	8	0	0	0	0	0	0	0	778	13.2	22863	17.6	17.5
Ø	105	24	134	99	58	5	0	0	0	0	0	0	0	0	320	5.4	6677	5.1	14.1
SØ	120	19	113	41	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	3.0	2576	2.0	8.0
SØ	135	21	74	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	1.9	1426	1.1	6.0
SØ	150	16	43	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.1	620	0.5	5.0
S	165	21	50	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	1.4	830	0.6	4.2
S	180	19	51	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	1.5	1078	0.8	5.6
S	195	20	73	31	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	2.2	1848	1.4	7.2
SV	210	27	106	61	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	217	3.7	3702	2.9	10.4
SV	225	24	121	107	76	1	0	0	0	0	0	0	0	0	329	5.6	7053	5.4	11.5
SV	240	21	151	159	109	12	0	0	0	0	0	0	0	0	452	7.7	11037	8.5	12.7
V	255	23	155	185	114	10	0	0	0	0	0	0	0	0	487	8.3	11792	9.1	12.7
V	270	24	126	105	52	3	0	0	0	0	0	0	0	0	310	5.3	6283	4.8	13.9
V	285	26	112	55	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	3.6	3429	2.6	8.2
NV	300	15	71	34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	2.1	1769	1.4	7.6
NV	315	19	65	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	1.8	1348	1.0	6.8
NV	330	17	51	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.2	749	0.6	5.4
N	345	15	39	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1.0	620	0.5	4.4
Antall obs.		511	2338	1702	1205	108	36	2	0	0	0	0	0	0	5902	100	0	0	0
%		8.7	39.6	28.8	20.4	1.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

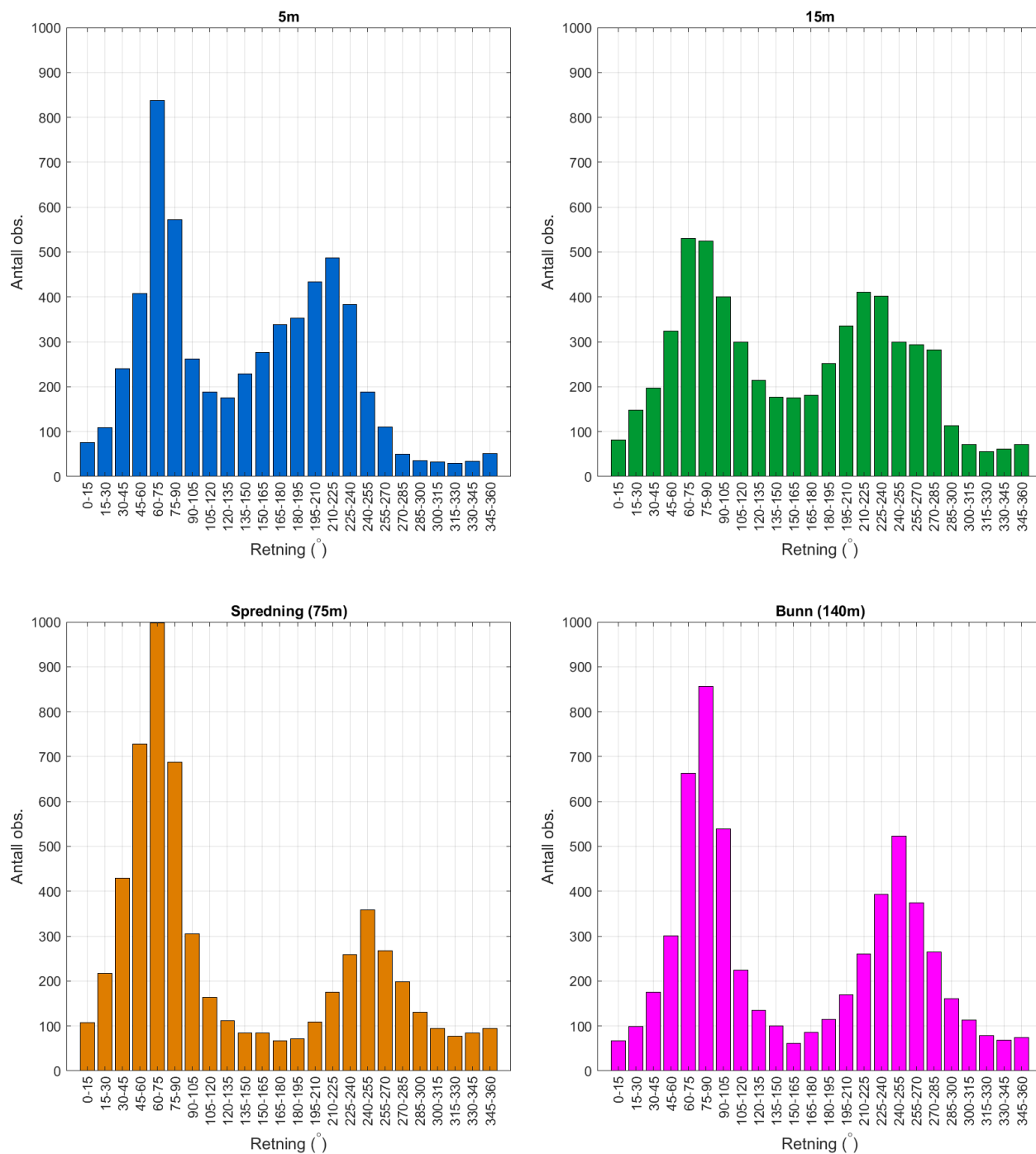
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

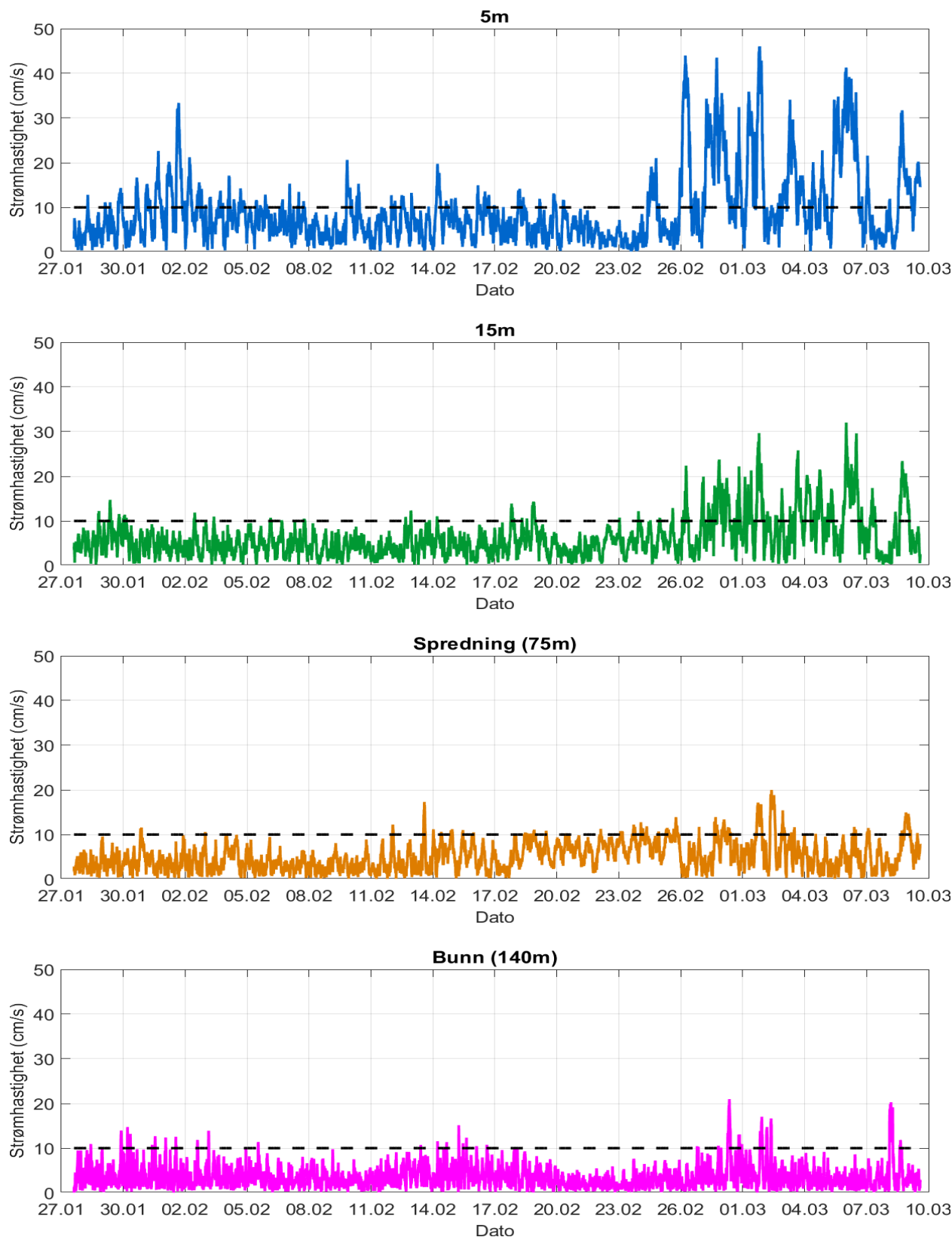
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

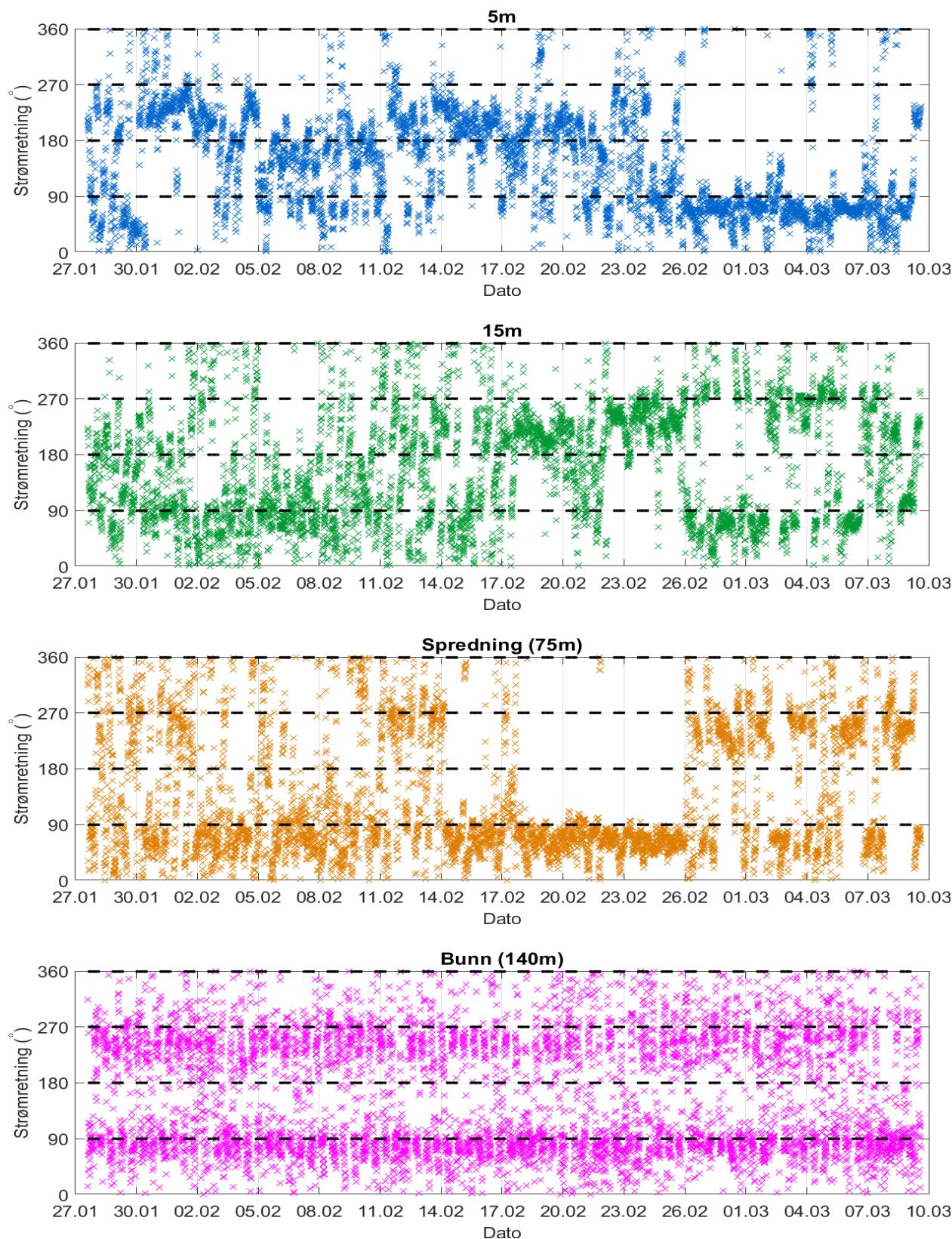
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

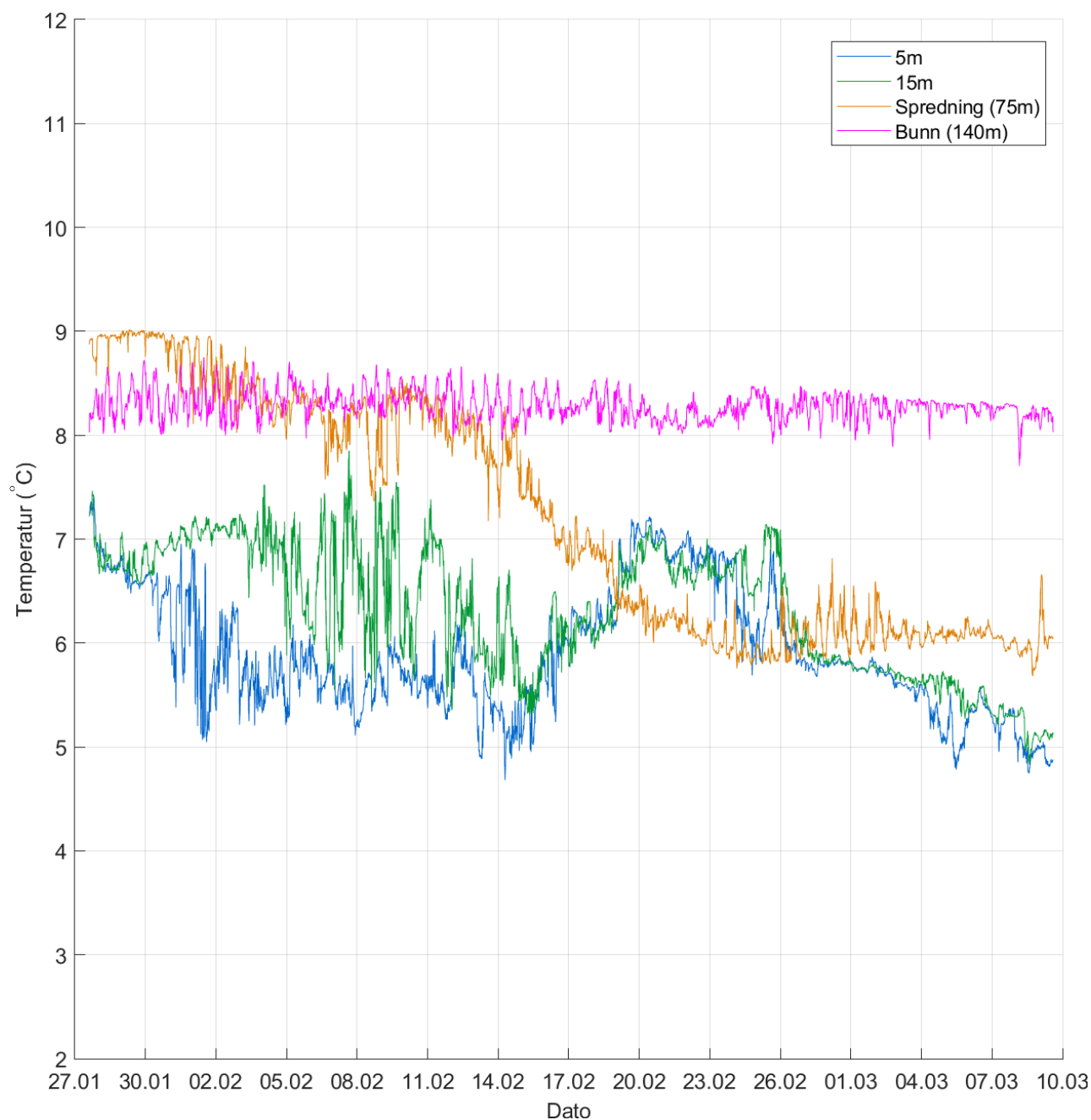
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

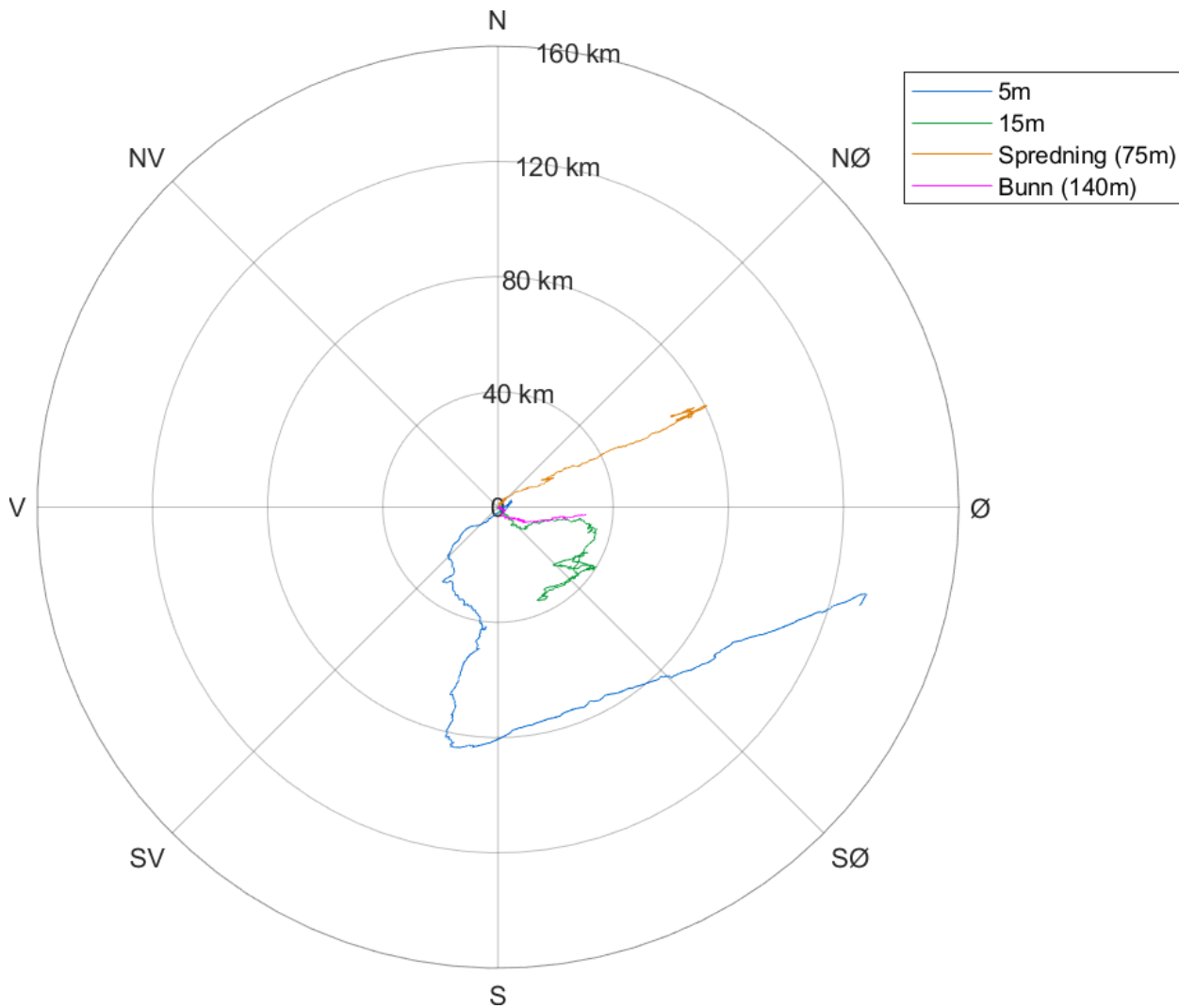
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

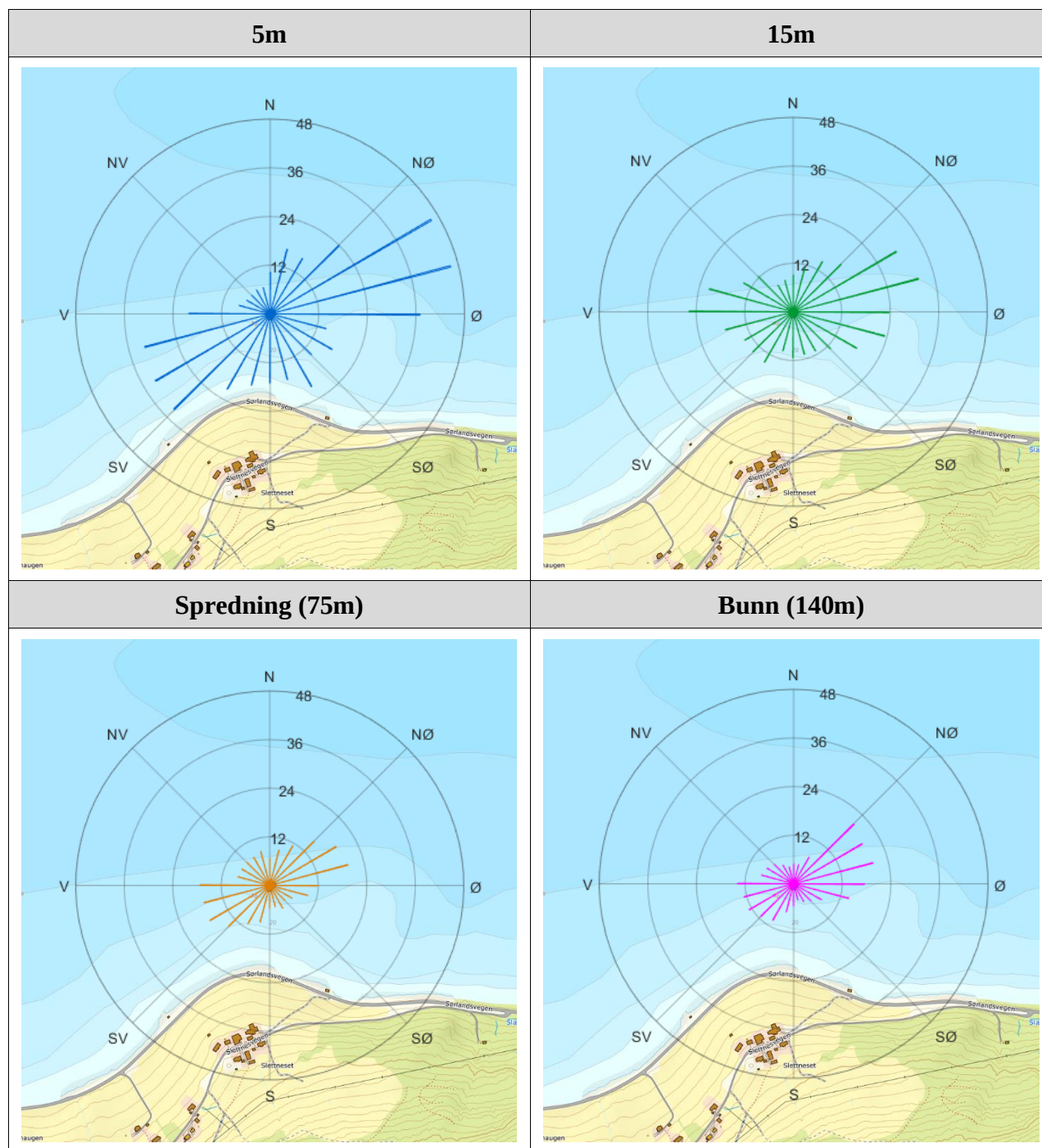
4.9 Progressivt vektordiagram

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.



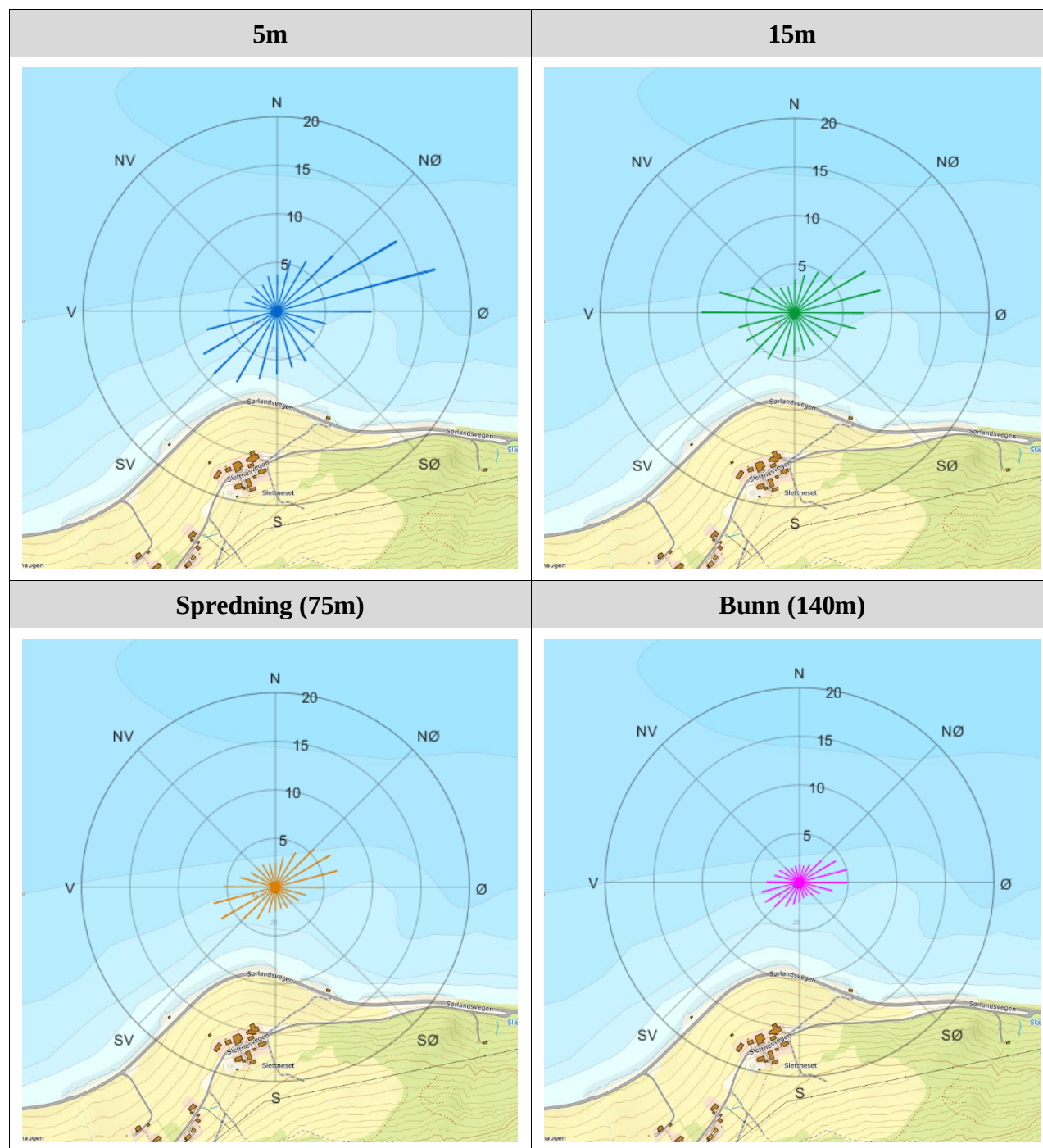
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømshastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m) i løpet av måleperioden.

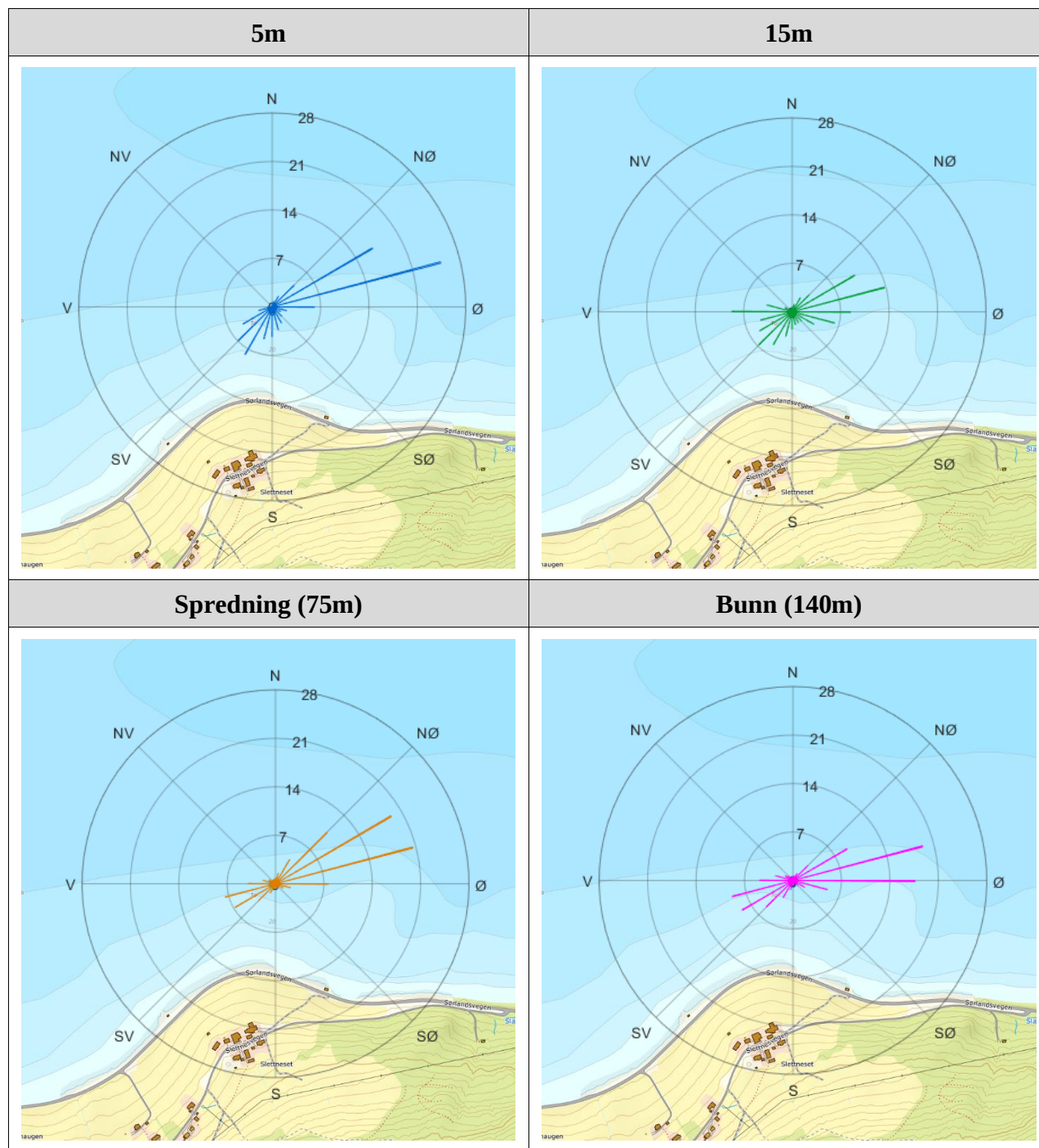
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m) i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

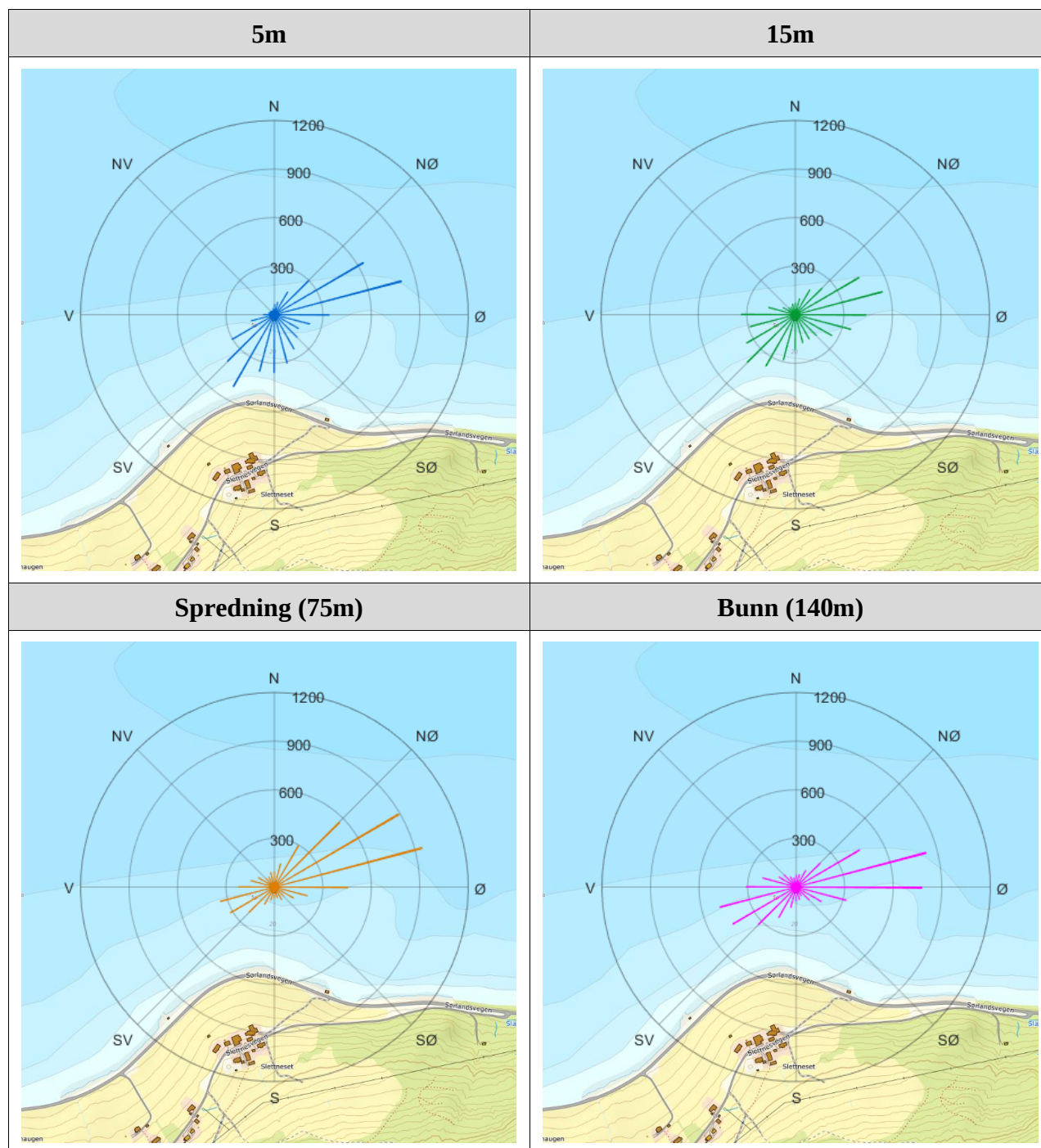
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 5m, 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m) 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 (75m) og bunndyp (140m) 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	16.5	46.0	46.1	20.6	18.2	33.4	32.0	6.9
15m	11.4	29.5	32.0	18.1	11.4	14.3	25.8	14.2
Spredning (75m)	9.1	19.0	20.0	6.6	9.4	17.2	17.3	8.1
Bunn (140m)	5.0	21.0	20.3	8.0	7.2	12.7	13.9	7.6

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	4.3	11.3	13.2	5.3	6.6	8.7	6.4	3.1
15m	3.4	6.9	7.8	4.4	4.4	5.7	7.9	4.1
Spredning (75m)	2.7	5.8	5.7	2.6	2.5	5.4	5.6	2.8
Bunn (140m)	1.8	3.7	4.7	2.1	2.1	3.6	3.5	2.1

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	189	1102	1379	616	1034	1227	259	96
15m	248	869	1348	618	685	1131	798	205
Spredning (75m)	344	1757	1609	314	226	660	724	268
Bunn (140m)	218	785	1927	359	301	998	1011	303

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	1.5	23.0	33.4	6.1	12.6	19.8	3.0	0.5
15m	2.3	16.3	28.6	7.4	8.2	17.7	17.2	2.3
Spredning (75m)	3.1	33.9	30.5	2.7	1.9	11.8	13.5	2.5
Bunn (140m)	1.8	13.3	42.1	3.6	2.9	16.8	16.6	3.0

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

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

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

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	16.5	46.0	46.1	20.6	18.2	33.4	32.0	6.9
Retning (°)	20	67	72	146	200	230	248	335
10-år (cm/s)	27	76	76	34	30	55	53	11
50-år (cm/s)	30	85	85	38	34	62	59	13

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)	11.4	29.5	32.0	18.1	11.4	14.3	25.8	14.2
Retning (°)	19	64	75	114	186	217	274	294
10-år (cm/s)	19	49	53	30	19	24	43	23
50-år (cm/s)	21	55	59	34	21	27	48	26

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 (75m)	Bunn (140m)
1	0.7	0.6	0.5	0.3
10	2.4	1.9	1.5	1.1
20	3.5	2.8	2.3	1.6
30	4.6	3.6	3.0	2.1
40	5.8	4.4	3.7	2.6
50	7.0	5.2	4.5	3.1
60	8.3	6.0	5.5	3.7
70	9.9	7.1	6.6	4.4
80	12.8	8.6	7.8	5.3
90	19.2	11.8	9.3	6.8
95	27.8	15.9	10.5	8.4
99	37.7	22.0	14.4	13.4

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 (75m)	Bunn (140m)
1	98.1	97.0	95.6	91.3
3	84.8	77.8	69.7	51.7
5	66.6	52.4	44.7	22.9
10	29.7	14.1	6.4	2.5
20	9.3	1.9		0.03
30	4.0	0.03		
40	0.6			

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	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.1	1.8
1-5	1.9	4.6	6.0	5.3	5.8	4.5	2.2	1.2	31.5
5-10	1.1	5.6	6.7	4.0	8.8	9.1	1.3	0.3	36.9
10-20	0.1	5.1	4.8	0.8	2.7	6.3	0.6		20.4
20-30		2.1	2.9	0.03		0.3	0.1		5.4
30-40		0.8	2.4			0.2	0.03		3.4
40-50		0.2	0.4						0.6
Sum	3.2	18.7	23.4	10.4	17.5	20.8	4.4	1.6	100.0

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

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3	3.0
1-5	3.0	5.8	8.1	6.7	6.9	7.6	4.4	2.1	44.6
5-10	0.9	5.7	9.0	3.0	4.1	9.8	4.9	0.8	38.2
10-20	0.03	2.6	4.1	0.4	0.1	1.4	3.5	0.2	12.3
20-30		0.3	1.2				0.3		1.8
30-40			0.03						0.03
40-50									0.0
Sum	4.2	14.7	22.8	10.6	11.6	19.1	13.5	3.4	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp (75m).

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	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	0.4	0.5	4.3
1-5	4.9	11.9	11.4	4.5	3.1	5.7	6.1	3.5	51.1
5-10	0.3	15.4	13.4	0.3	0.3	3.6	4.3	0.6	38.2
10-20		1.8	1.8			1.3	1.5		6.4
20-30									0.0
30-40									0.0
40-50									0.0
Sum	5.8	29.7	27.2	5.4	3.8	11.2	12.3	4.6	100.0

Tabell 4.21.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp (140m).

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	1.0	1.0	1.4	0.9	1.0	1.2	1.2	0.9	8.6
1-5	2.7	9.8	18.5	4.9	3.9	11.9	12.5	4.2	68.4
5-10	0.02	1.9	11.3	0.2	0.1	3.5	3.2	0.1	20.3
10-20		0.5	1.5			0.2	0.2		2.4
20-30		0.02	0.02						0.04
30-40									0.0
40-50									0.0
Sum	3.7	13.2	32.7	6.0	5.0	16.8	17.1	5.2	100.0

4.22 Strømvarighet

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

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

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.6	0.2						
1-5	5.6	3.4	8.2	5.4	2.7	2.7	1.1	2.4
5-10	6.6	5.2	9.4	8.5	5.1	0.9		1.3
10-20	2.8	2.1	4.6	3.6	2.4	1.8	0.6	2.4
20-30	1.1	1.1	1.7	1.1	0.4			
30-40	0.5	1.0	0.8	0.8	0.4			
40-50	0.2		0.3					

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	0.3	0.3					
1-5	7.2	4.7	12.6	7.7	6.4	3.2	2.8	
5-10	7.1	6.1	11.0	5.9	3.9	2.7		1.6
10-20	2.0	1.7	3.2	2.7	2.2	0.4		
20-30	0.4	0.3	1.1					
30-40	0.03							
40-50								

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (75m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	3.9	0.4						
1-5	5.7	6.3	13.2	9.3	4.4	3.2	4.4	4.4
5-10	5.5	3.8	9.9	7.7	4.2	0.9	1.7	4.5
10-20	2.2	0.7	0.5	1.1				2.0
20-30								
30-40								
40-50								

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (140m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	7.6	1.0						
1-5	10.2	10.7	22.4	11.7	6.4	3.7	2.2	1.4
5-10	7.3	6.7	4.6	1.7				
10-20	0.9	0.4	0.9	0.2				
20-30	0.03							
30-40								
40-50								

4.23 Tidevannsanalyse

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

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

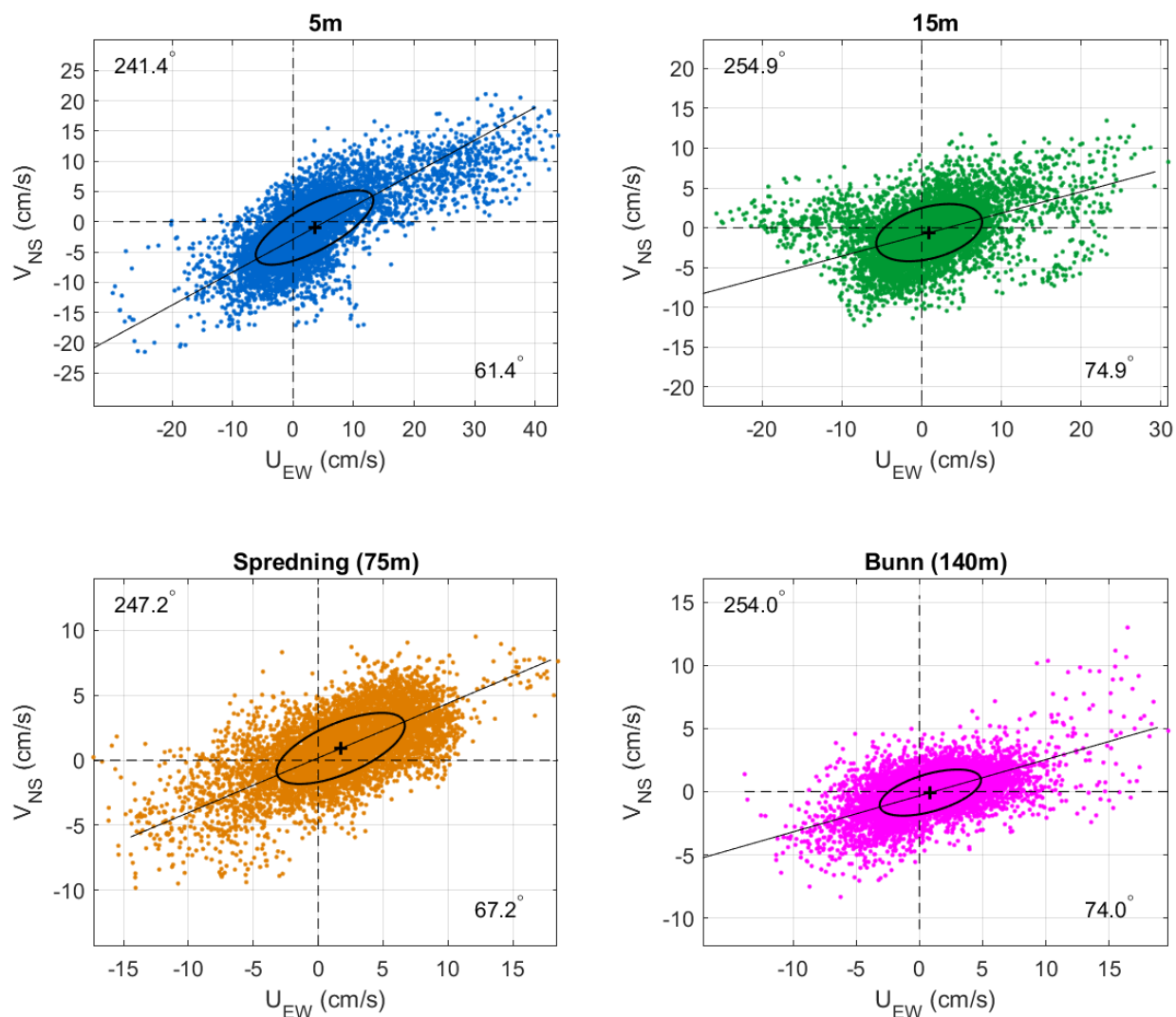
Målt strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende 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 målte data.

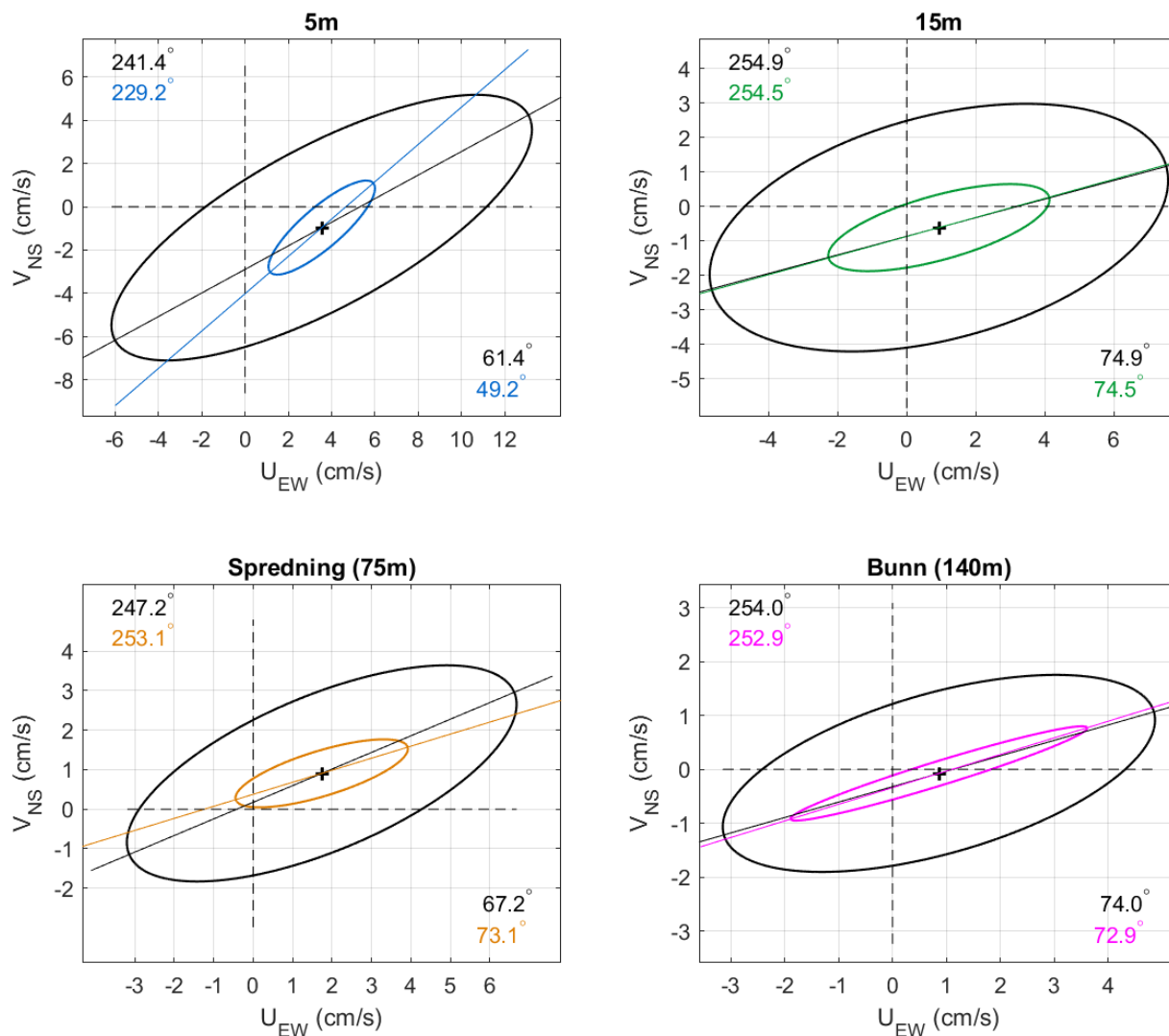
Måledyp	5m	15m	Spredning (75m)	Bunn (140m)
Strøm (%)	33.2	44.7	43.8	57.8
Måledyp	5m	15m	Spredning (75m)	Bunn (140m)
Trykk (%)	-	-	-	97.7

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 (75m)	Bunn (140m)
Strøm (%)	26.4	33.2	29.8	48.6
Måledyp	5m	15m	Spredning (75m)	Bunn (140m)
Trykk (%)	-	-	-	95.2



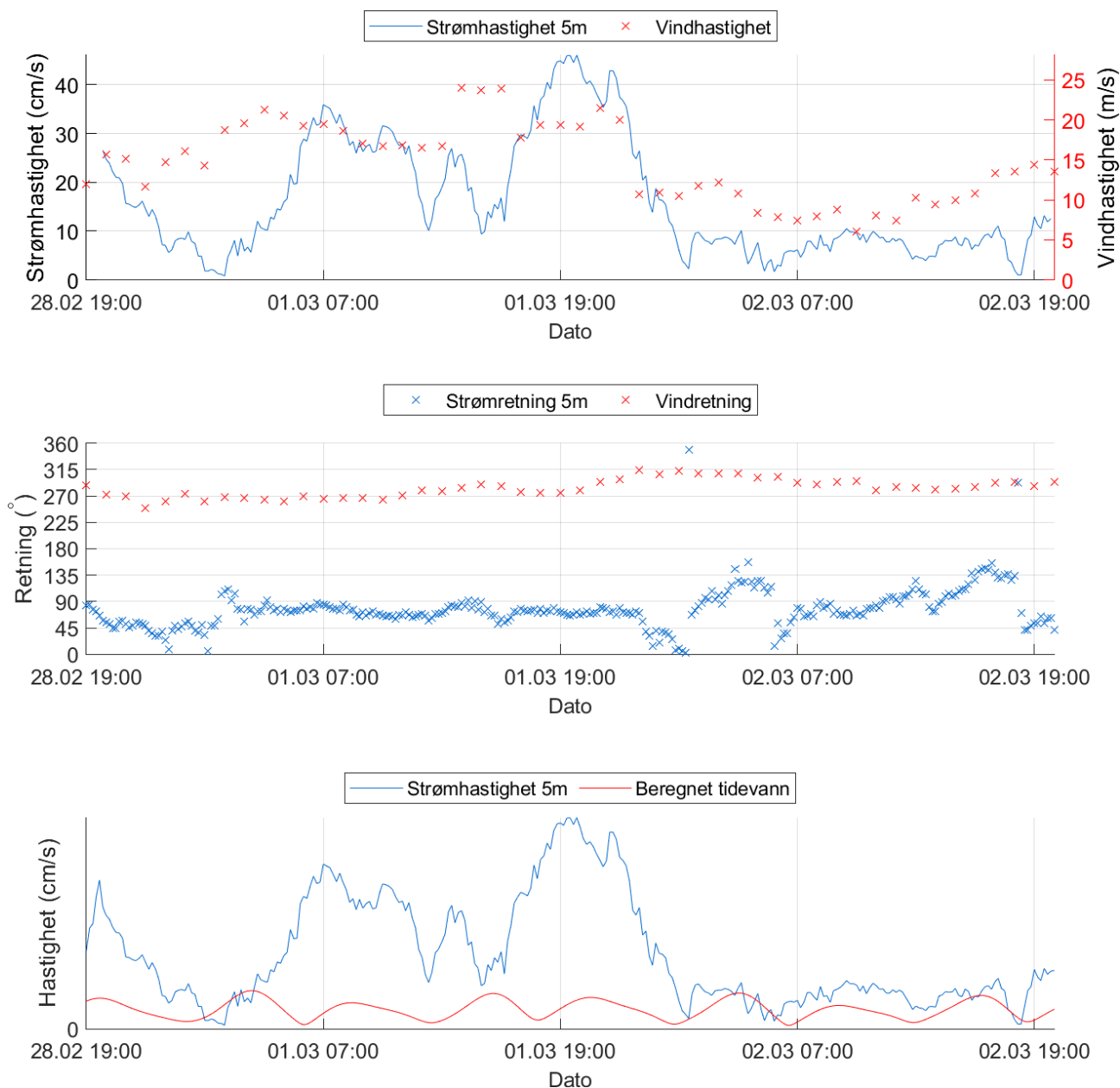
Figur 4.23.1. U_{EW} – V_{NS} punktdiagram med tilhørende strørellipse. Midtpunktet for strørellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist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



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

4.24 Todagersperiode

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



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

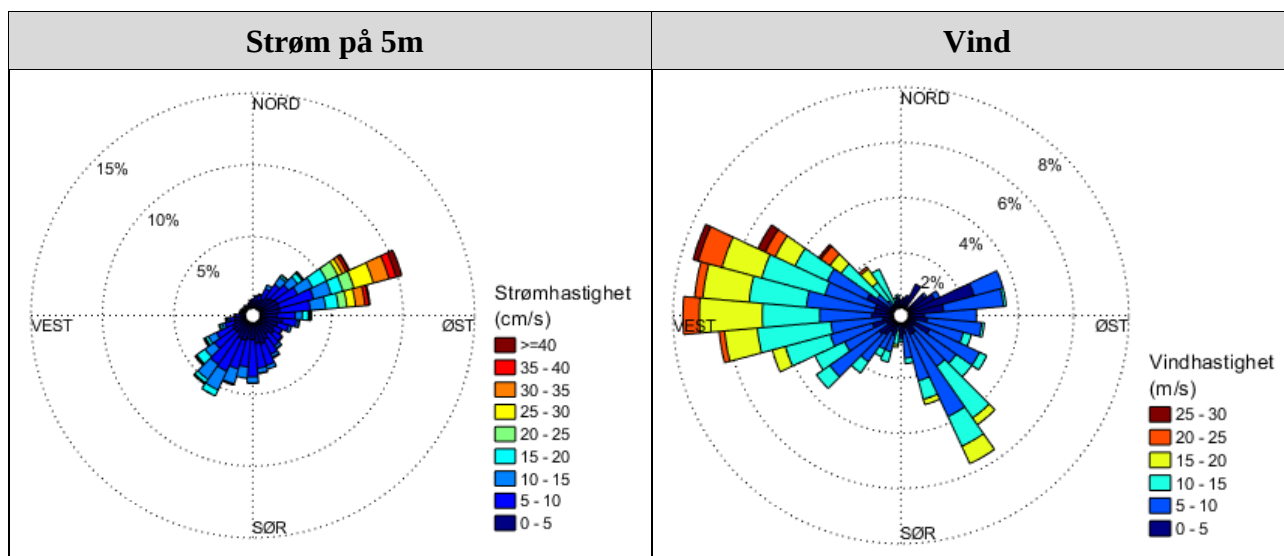
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Gjemnes - Reinsfjellet, som ligger ca. 4km sørøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3). Værstasjonen står plassert på et fjell ca. 990 moh., men er likevel vurdert som den mest representative værstasjonen for strømmålerposisjonen.

Strøm på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Gjemnes - Reinsfjellet fra samme periode. Figur 4.25.2 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Gjemnes - Reinsfjellet 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 tidevannsstation Kristiansund (Kartverket, 2020), som ligger ca. 18.7km nordvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

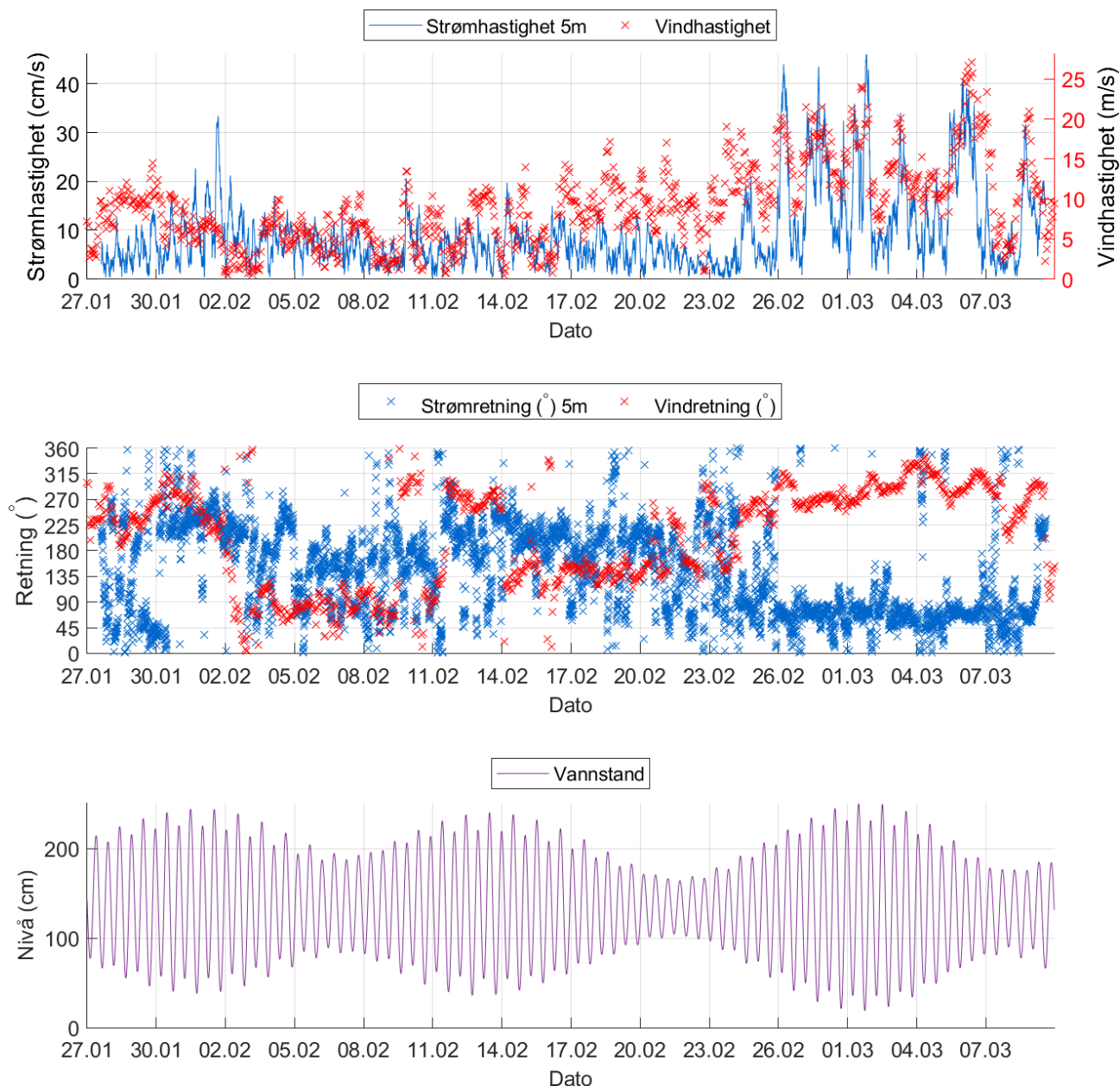
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	10.6	5.8	10.6	19.0	16.4	14.2	25.4	27.1
Tid (%)	1.7	4.6	12.9	18.1	6.4	11.4	29.9	15.1

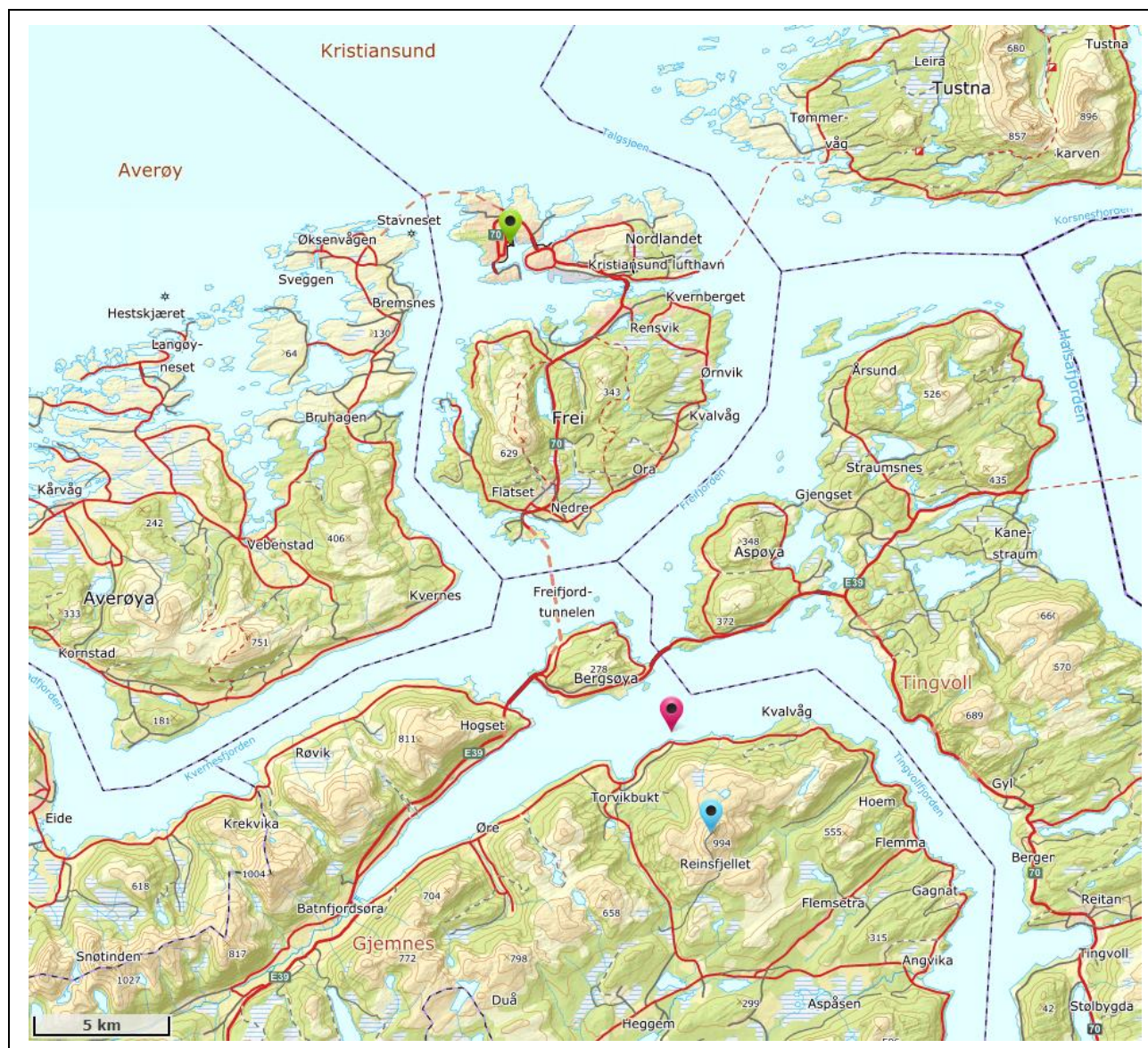


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Gjemnes – Reinsfjellet værstasjon under måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

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 Gjemnes - Reinsfjellet, strøm- og vindretning, samt vannstand (Kristiansund) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.

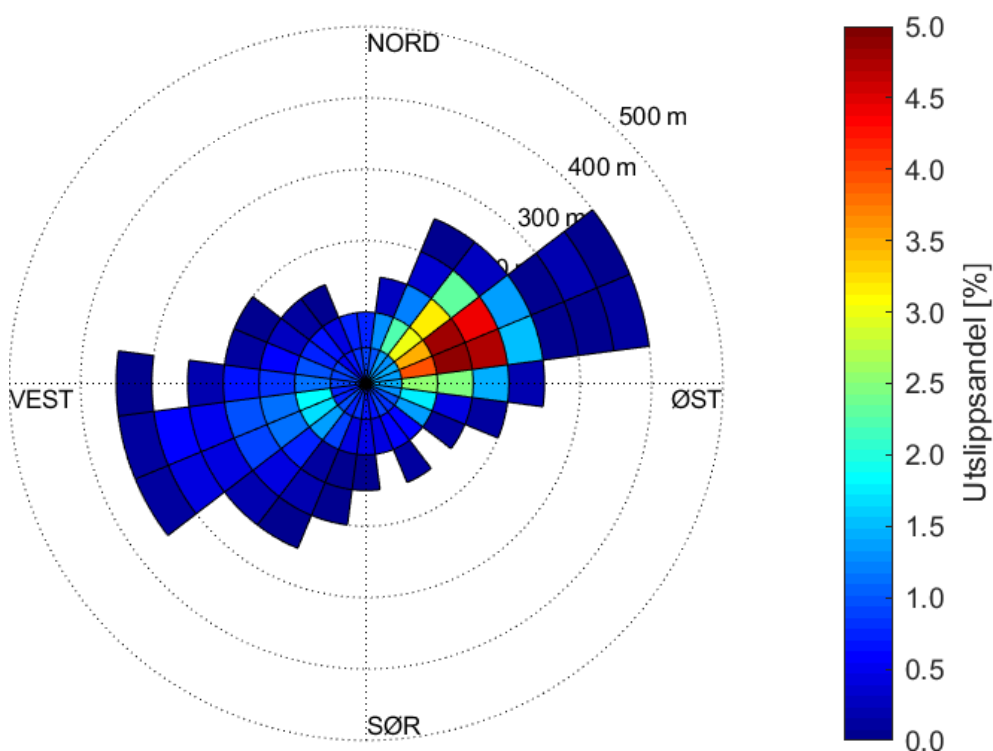


Figur 4.25.3. Posisjonen til Gjemnes - Reinsfjellet værstasjon (markert med blå pinne) og posisjonen til Kristiansund tidevannsstasjon (markert med grønn pinne) i forhold til strømmålingsposisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

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%).

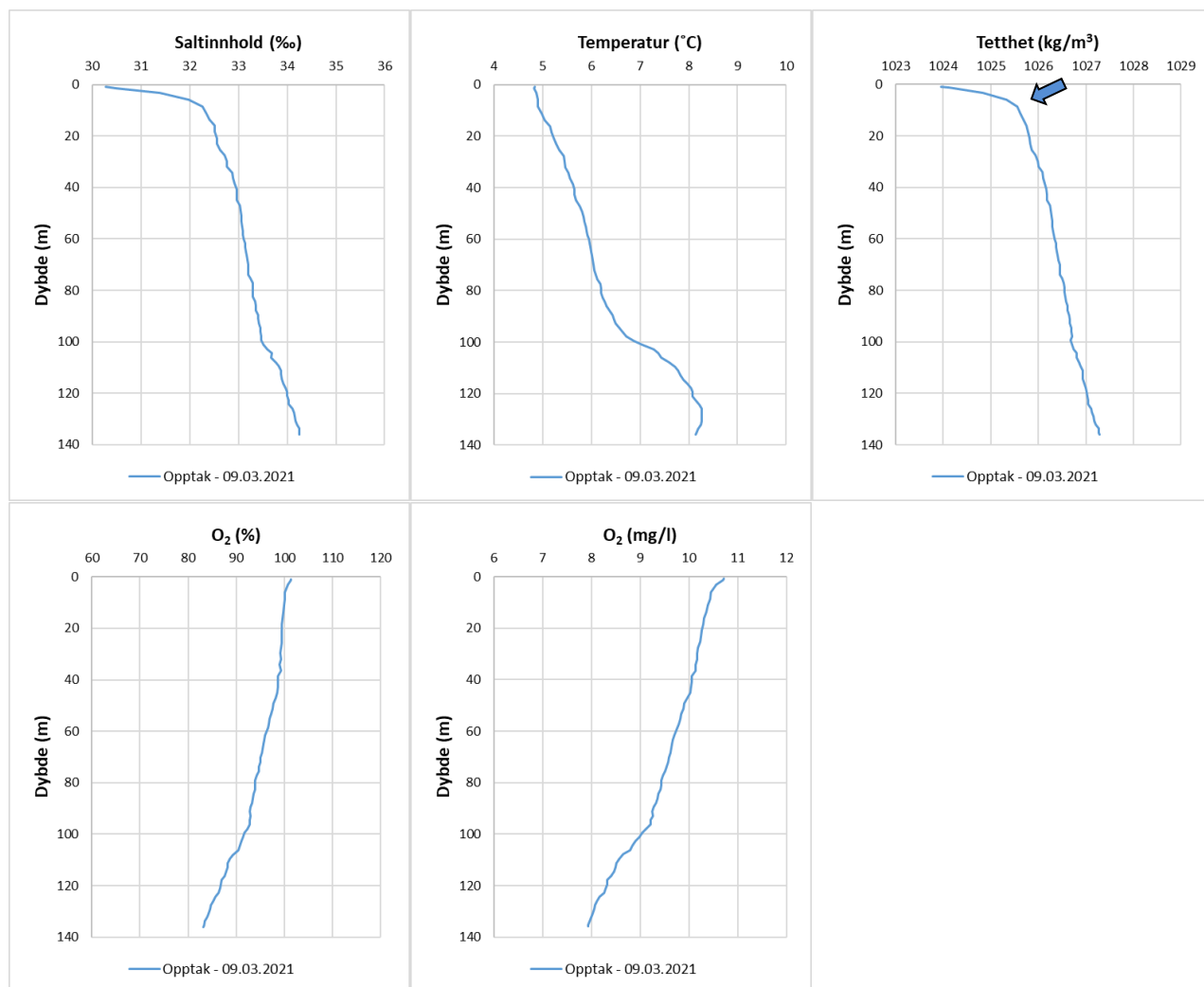
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 4.26.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (75m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner innenfor de ulike sektorene. Hver sektor er 50m lang.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med opptak 09.03.2021 av strømmålere i samme posisjon som strømriggen.



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

5. Diskusjon

Hovedstrømretningen på Slettnes Vest er mot NØ/Ø – SV på 5m, mot NØ/Ø – SV/V på 15m dyp, mot NØ/Ø på spredningsdyp (75m) og mot Ø – SV/V på bunndyp (140m). Dette stemmer med områdets bunntopografi og fjordens orientering. 76.2% av relativ vannutskiftning på 5m, 79.8% på 15m, 64.4% på spredningsdyp og 75.5% på bunndyp skjer langs hovedstrømretningene (Tabell 4.17.1).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 46.1cm/s mot Ø på 5m, 32.0cm/s mot Ø på 15m, 20.0cm/s mot Ø på spredningsdyp (75m) og 21.0cm/s mot NØ på bunndyp (140m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning på 5m, 15m og spredningsdyp. Maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og 15m dyp, og som middels sterk på spredningsdyp (75m) og på bunndyp (140m). 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 17.5cm/s på 5m, 11.0cm/s på 15m, 8.7cm/s på spredningsdyp (75m) og 6.5cm/s på bunndyp (140m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på 5m, og som middels sterk på 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m).

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 relativt lang. Høye strømhastigheter er vurdert forårsaket av vind.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på 15m, spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m) under måleperioden, fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strø mellipsen (Figur 4.23.2). Tidevannssignalet dominerte ikke på 5m 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 i større grad er mer påvirket av andre faktorer enn på de andre dypene.

5.3 Vindpåvirkning

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra Ø, V og N kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Under måleperioden blåste vind mest fra V og sterkest fra V/NV (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 Gjemnes - Reinsfjellet under måleperioden, er det vurdert at vind fra SV/V kan ha påvirket strømtopper mot NØ/Ø. Det var enkelte tilfeller hvor strøm- og vindretning var motsatt rettet under måleperioden, hvor vind kan ha virket bremsende på målt strømhastighet.

Værstasjonen har en mer åpen beliggenhet enn strømmålerposisjonen på toppen av et fjell 990 moh., og det kan dermed forventes noen andre vindretninger lokalt ved måleposisjonen enn på Gjemnes - Reinsfjellet. Værstasjonen er likevel vurdert som den mest representative værstasjonen for strømmålerposisjonen.

5.4 Vannutskiftning

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

Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{cm/s}$ på alle dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som sterk på 5m, 15m og på spredningsdyp (75m), og som svak på bunndyp (140m).

Neumann-parameteren er vurdert som stabil på 5m og spredningsdyp (75m), og som middels stabil på 15m og på bunndyp (140m). Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) var mindre enn 10% på alle dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 50 minutter på 5m, 90 minutter (1t 30min) på 15m, 50 minutter på spredningsdyp (75m) og 60 minutter (1t) på bunndyp (140m). Det var kort periode med strømstille. Dette tyder på god vannutskiftning i området.

5.5 Mulig spredning av utslipp

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

Dyp ved målepunktet var ca. 142m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmåleposisjonen ligger over en bunn som skråner nedover mot NØ til ca. 320m midt i fjorden.

Det var tilfeller der strøm var $> 10\text{cm/s}$ på både spredningsdyp (75m) og bunndyp (140m). Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Spredning av utslipp følger strømmen for spredningsdyp (Figur 4.2.1) og orienteringen til bunntopografien i området. Mye sedimentasjon legger seg mot NØ (Figur 4.26.1), som er retningen

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 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 4.7 - 7.4°C på 5m, 4.8 - 7.9°C på 15m, 5.7 - 9.0°C på spredningsdyp (75m) og 7.7 - 8.7°C på bunndyp (140m). Temperaturmålingene viser at overflatelaget stort sett var kaldere enn lenger ned i vannsøylen.

CTD-målinger ved opptak 09.03.2021 viser at temperaturen økte med økende dyp, med unntak av de nederste 5m av vannsøylen hvor temperaturen sank. Økende temperatur med dyp er normalt på denne årstiden, når avkjøling skjer raskt i overflatelaget.

Saltinnholdet økte nedover vannsøylen med raskest endring mellom overflaten og 9m dyp.

Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøylen var lagdelt. Lagdeling er indikert med blå pil i Figur 4.27.1.

Oksygenmetningen ved opptak var høy (> 90%) ved overflaten. Oksygenmetningen sank ned til bunnen. Oksygeninnholdet viser lignende mønster som oksygenmetningen.

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon

6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger

Valg av målested

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

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

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 ca. 2m over bunn, men ikke dypere enn 100m fra merdbunn.

Valg av måleperiode

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

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

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

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning (75m)	Bunn (140m)
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.	5282	5276	5067	5286
Cellestørrelse	-	-	-	-
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	±0.15cm/s	±0.15cm/s	±0.15cm/s	±0.15cm/s
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømrretningens nøyaktighet	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning	±5° for 0-15° helning; ±7.5° for 15-35° helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperaturens nøyaktighet og rekkevidde	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C

6.3 Måleprinsipp for strømmålinger

Aanderaa punktmåler

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

Tabell 6.3.1. Måleprinsipp for en Aanderaa punktmåler.

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

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

6.4 CTD-målinger

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

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Test av riggoppsett før utsett

Før utsett ble planlagt riggoppsett testet i Matlab-programmet Mooring Design & Dynamics (Dewey, 2006) for å kontrollere om riggoppsettet teoretisk sett ville tåle forventet strømhastighet i området slik at instrumentdyp, 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.

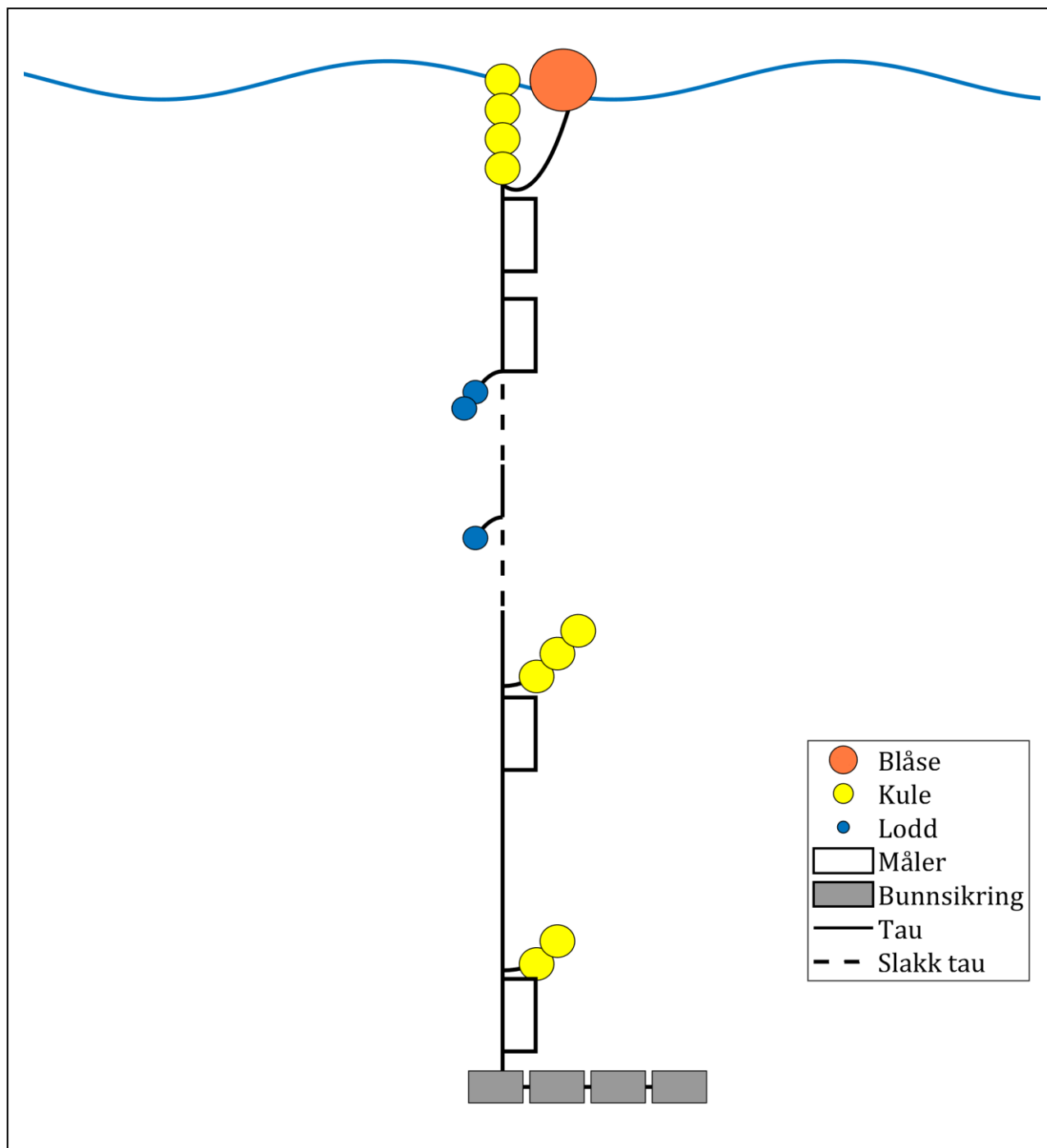
Utfra analysen av planlagt riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp ble riggen vurdert som egnet for utsett i antatt strømområde.

7.2 Riggoppsett

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

Tabell 7.2.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m sprednings- og bunndyp.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt per enhet
A3 - 62kg oppdrift	Blåse	1stk	0.0m	
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	4stk	0.0m	7.5kg
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Pærelodd 5kg	Lodd	2stk	16.0m	5kg
Danline 14mm	Tau	20.0m		
Pærelodd 5kg	Lodd	1stk	35.0m	5kg
Danline 14mm	Tau	30.0m		
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	3stk		7.5kg
Danline 14mm	Tau	4.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	75.0m	
Danline 14mm	Tau	105.0m		
Trålkule 8" - 3.1kg oppdrift	Kule	2stk		3.1kg
Danline 14mm	Tau	3.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	140.0m	
Danline 14mm	Tau	1.0m		
Garnanker	Bunnsikring	4stk		50kg



Figur 7.2.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m, 15m, sprednings- og bunndyp.

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 feil på trykksensor på instrumentet satt ut på spredningsdyp. Sensor registrerte ikke trykk under måleperioden. Dette har ingen konsekvens for registrering av andre data eller parameter.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (75m)	Bunn (140m)
Filnavn for rådata	Slettnes vest 5m GS0321 AP5282.bin	Slettnes vest 15m GS0321 AP5276.bin	Slettnes vest spred GS0321 AP5067.bin	Slettnes vest bunn GS0321 AP5286.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Slettnes Vest 5m GS0321 AP5282_eks_KT.xlsx	Slettnes Vest 15m GS0321 AP5276_eks_KT.xlsx	Slettnes Vest Spred-75m GS0321 AP5067_eks_KT.xlsx	Slettnes Vest Bunn-140m GS0321 AP5286_eks_KT.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Slettnes Vest-5m_QC.xlsx	Slettnes Vest-15m_QC.xlsx	Slettnes Vest-Spredning (75m)_QC.xlsx	Slettnes Vest-Bunn (140m)_QC.xlsx
Data return (%)	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00	100.00 / 100.00
Antall målinger	5902 / 5902	5902 / 5902	5902 / 5902	5902 / 5902
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	27.01.21 14:50 - 09.03.21 14:20	27.01.21 14:50 - 09.03.21 14:20	27.01.21 14:50 - 09.03.21 14:20	27.01.21 14:50 - 09.03.21 14:20
Dato og tid for start og slutt av instrument	26.01.21 07:40 - 12.03.21 09:00	26.01.21 07:40 - 12.03.21 09:10	26.01.21 07:30 - 12.03.21 09:20	26.01.21 07:30 - 12.03.21 09:30

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.

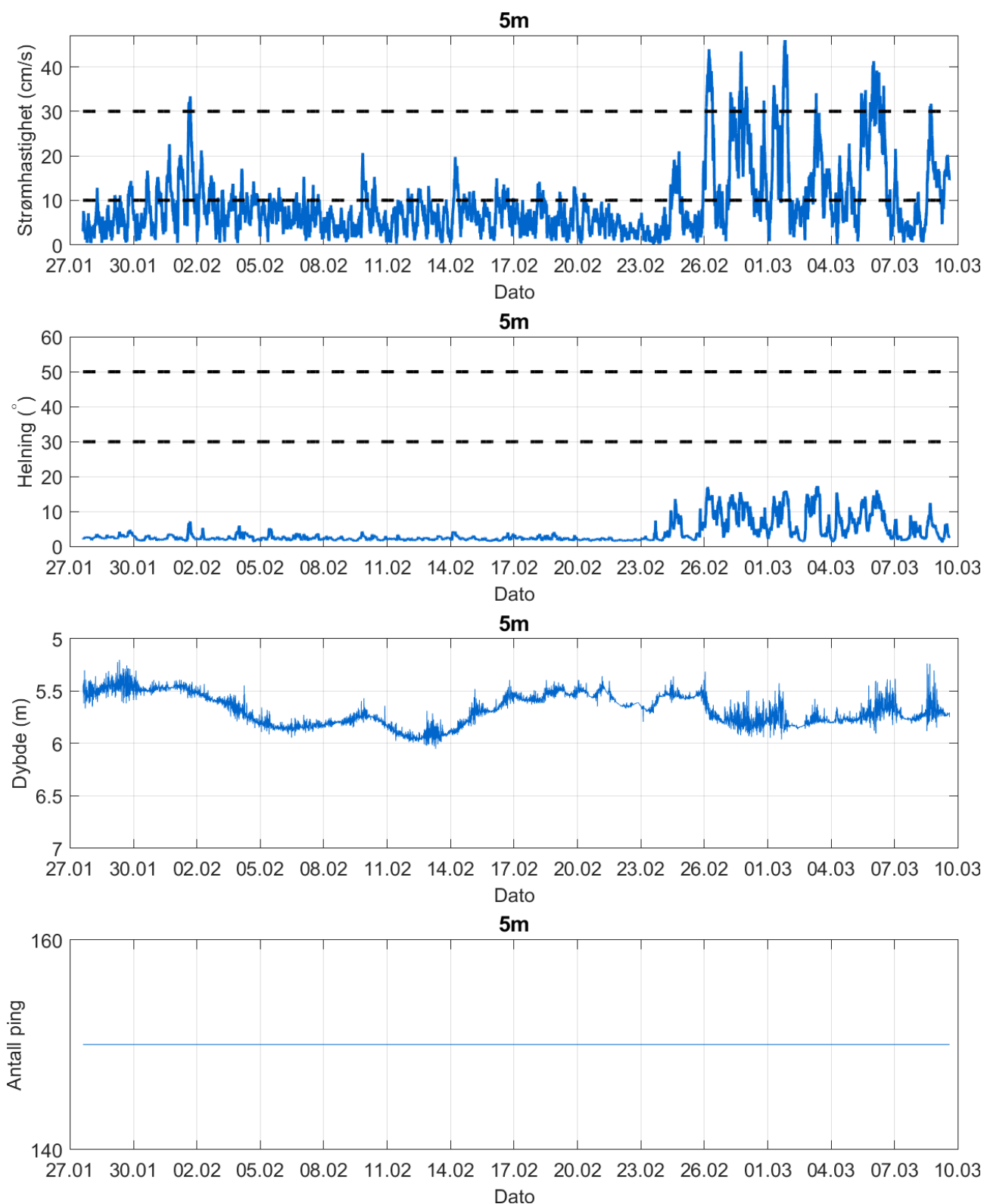
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

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 8.2.4)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

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

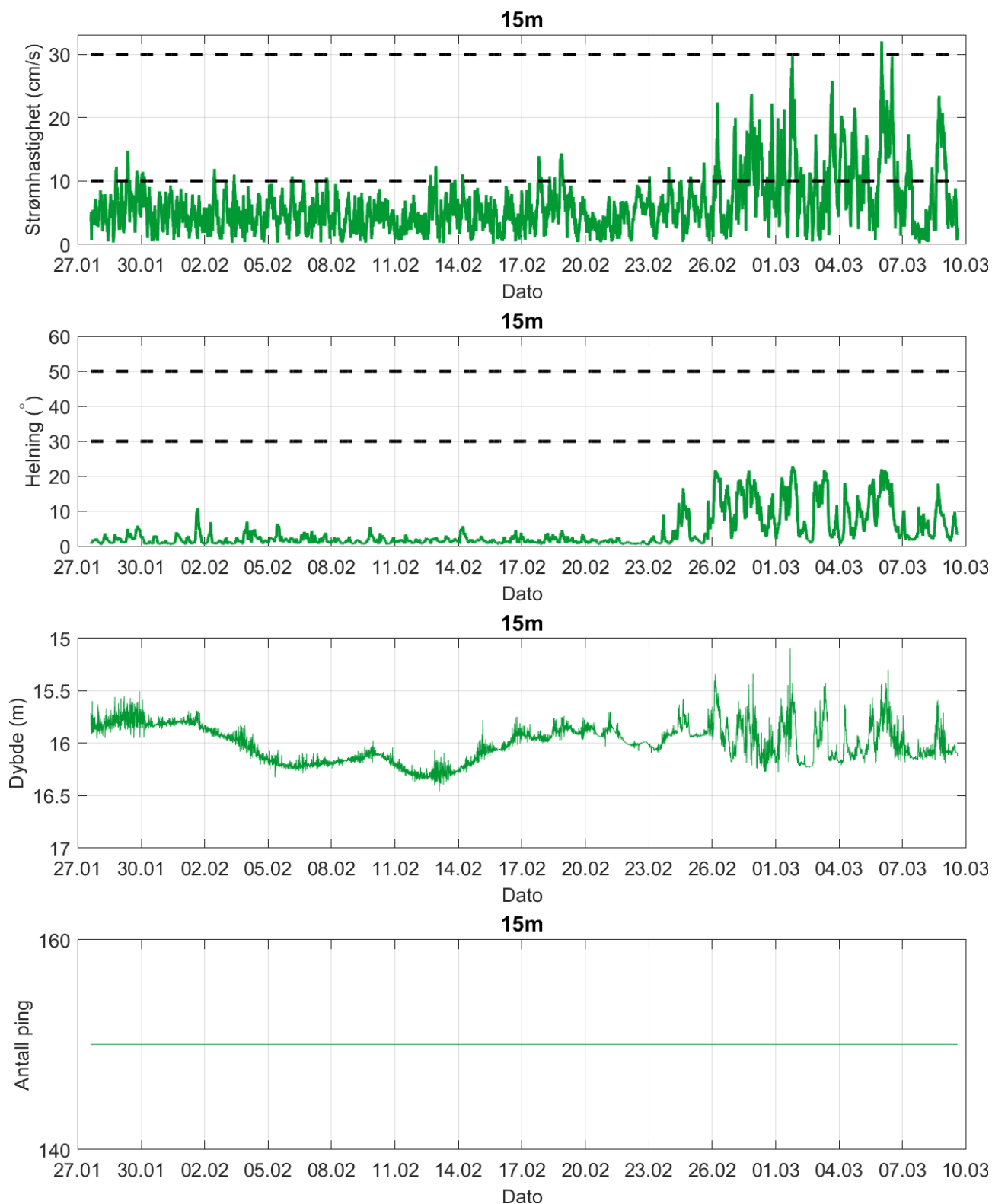
Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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



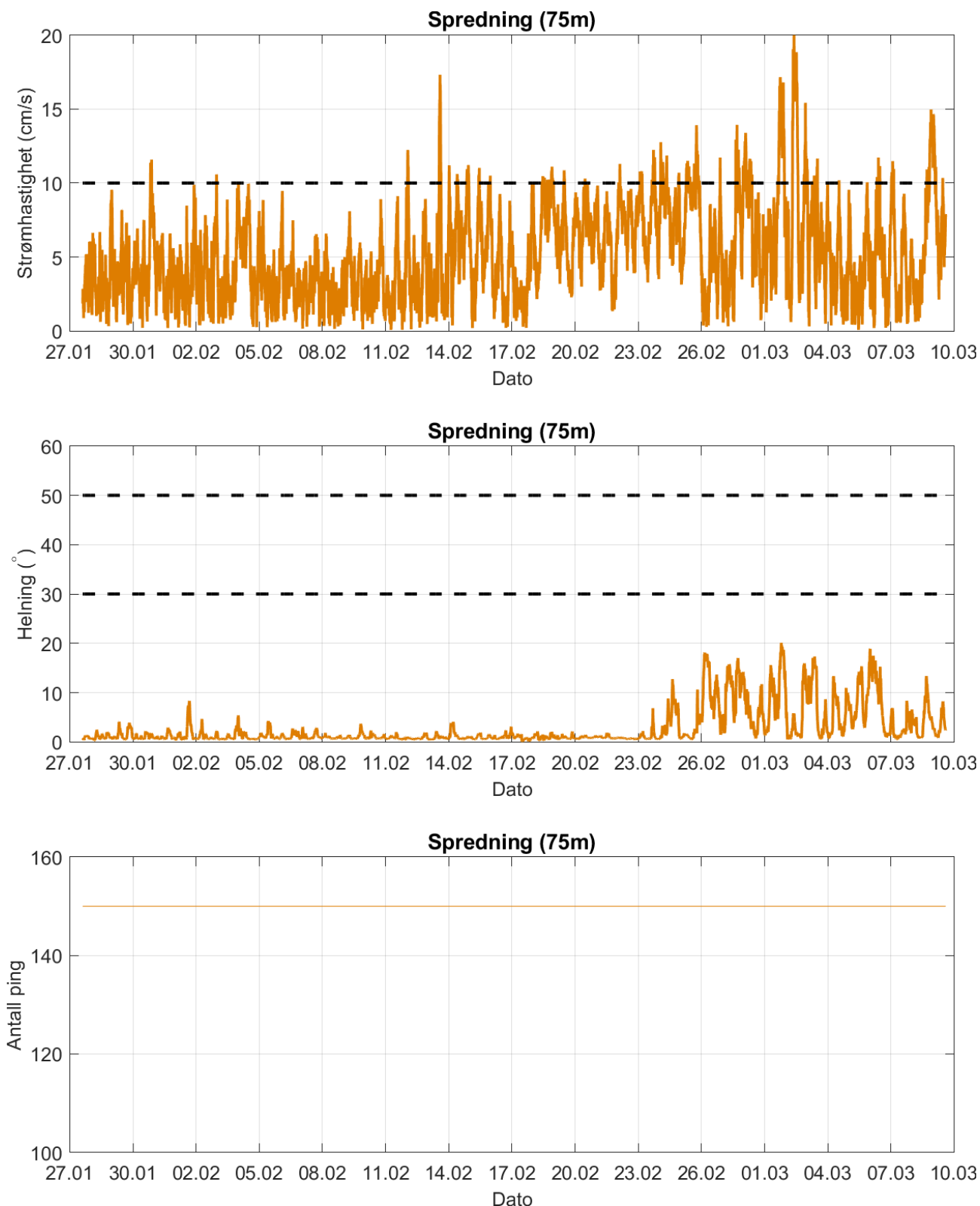
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 5.2m og 6.0m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 5.7m.



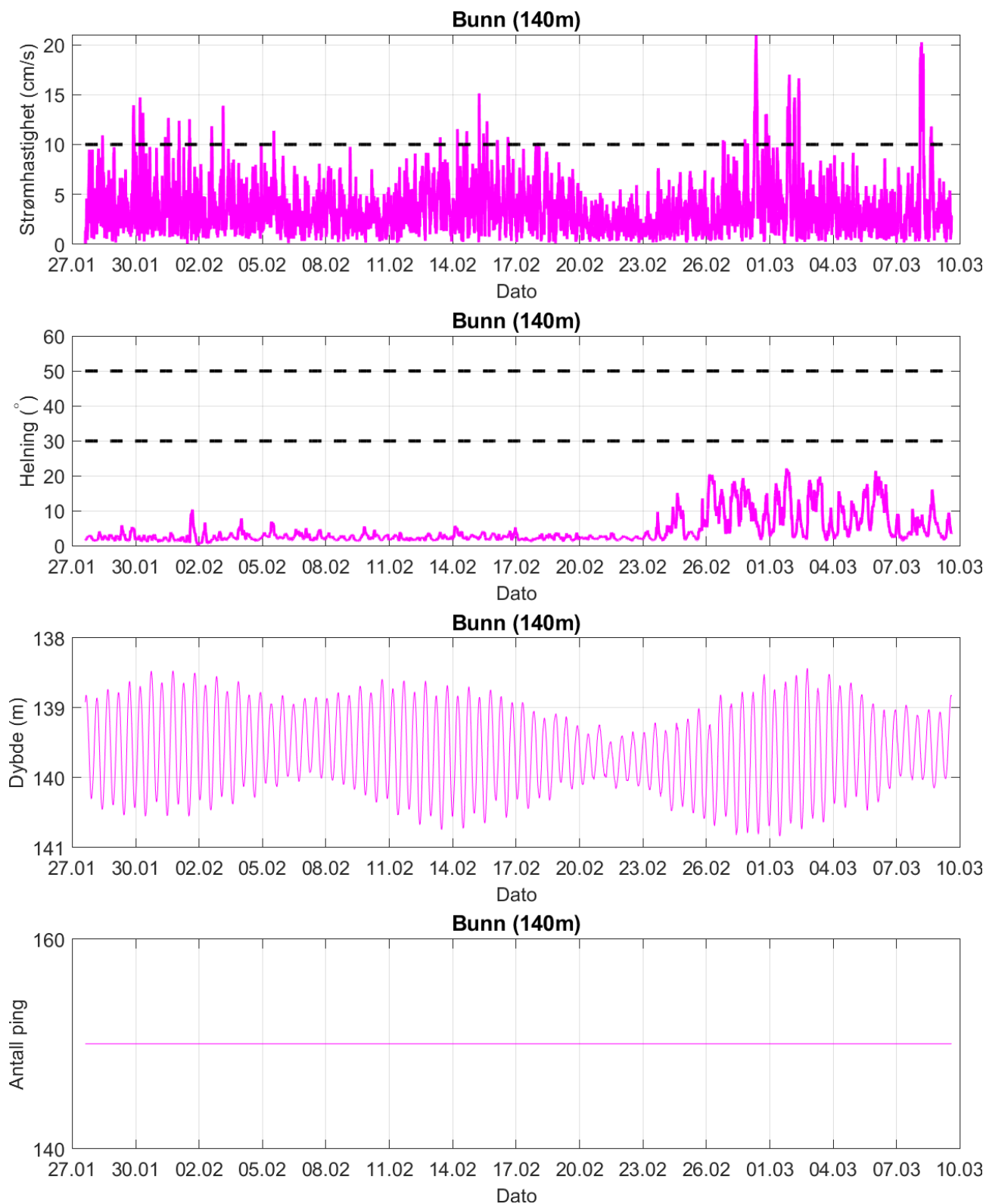
Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 15.1m og 16.5m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 16.0m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (75m).

Instrumentet hadde ikke trykksensor. Utfra riggoppsett skal instrumentet ha stått på gjennomsnittlig 75m dyp under måleperioden.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (140m).

Instrumentdypet varierte mellom 138.4m og 140.8m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 139.6m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

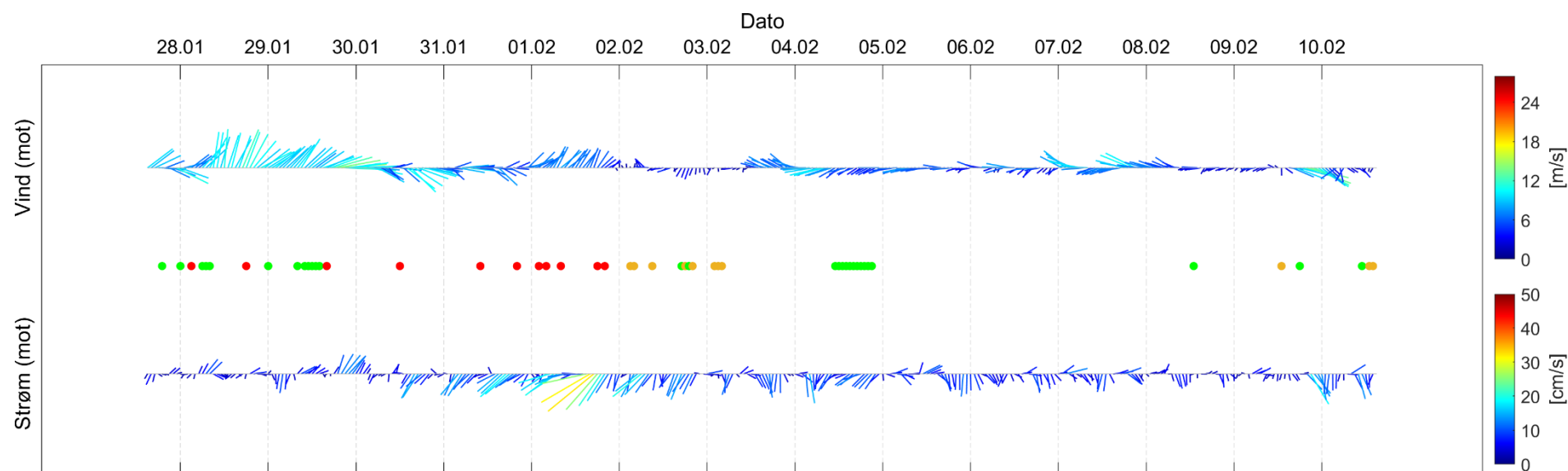
Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dyp i så stor grad som mulig.

8.3.2 Enkelte datapunkter

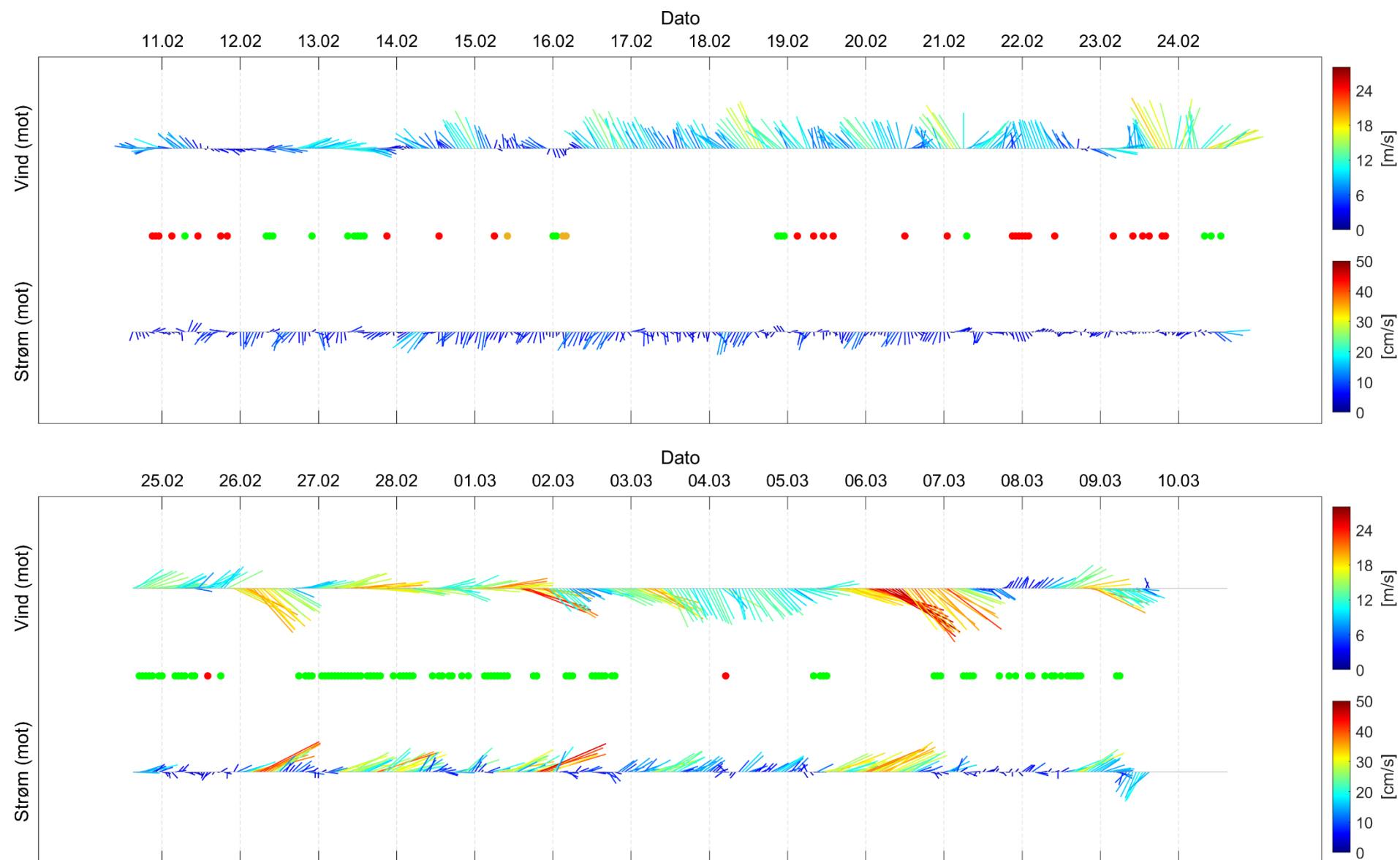
Ingen andre datapunkter er fjernet.

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 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 Gjemnes - Reinsfjellet (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under), 27. januar til 10. februar 2021.



Figur 9.2. Fyrstikkdiagram av vindhastighet (mot retning) på Gjemnes - Reinsfjellet (over) og strømhastighet (mot retning) på 5m dyp (under), 10. februar til 09. mars 2021.

10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

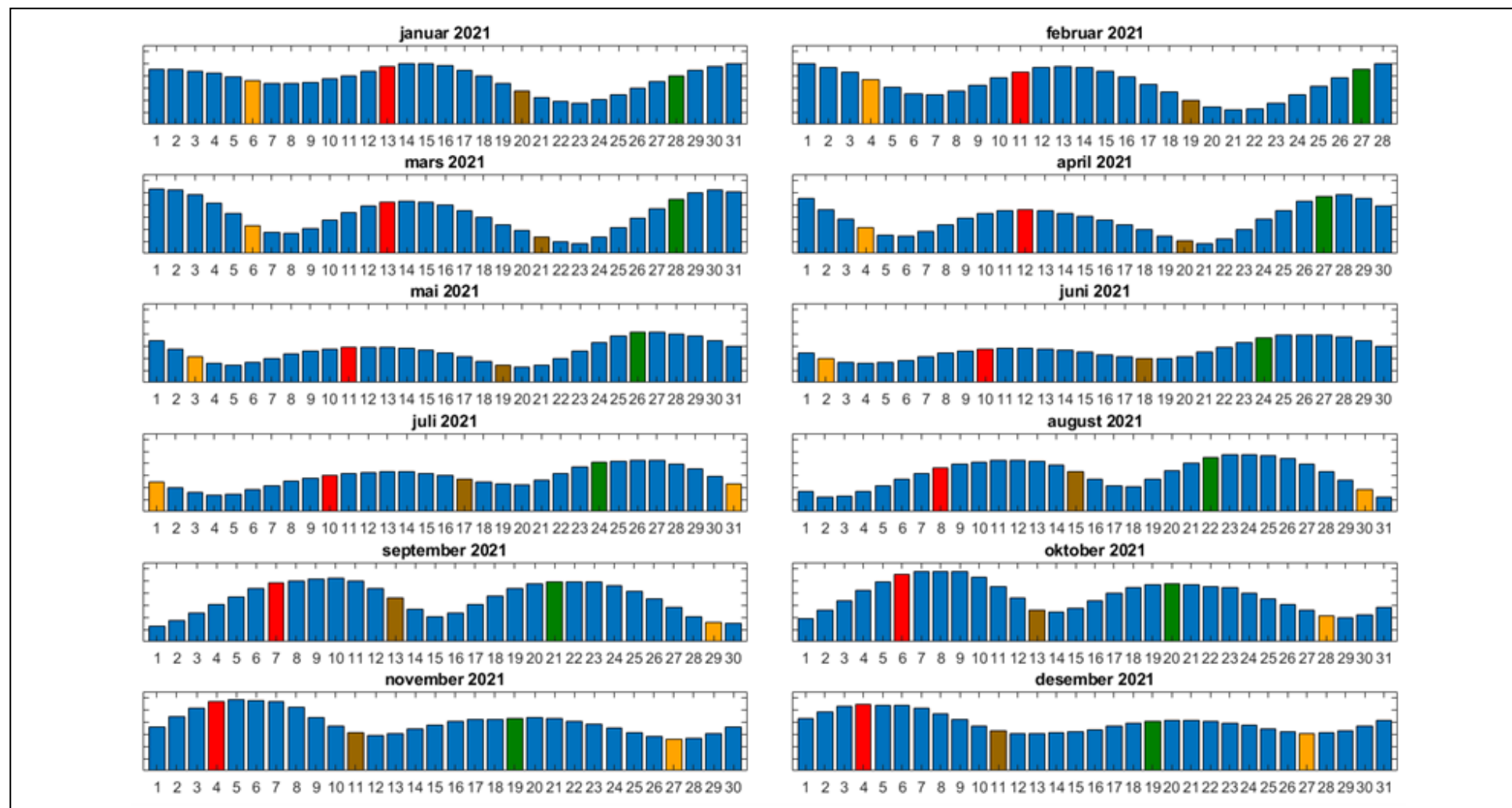
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 10.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

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).

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

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. 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.
4. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Elsevier Science.
5. 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>
6. 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
7. Kartverket (2021). www.kartverket.no/sehavniva
8. 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.
9. Meteorologisk institutt. www.eklima.no
10. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
11. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
12. Pawlowicz, R., Beardsley, B. & Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
13. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.