

Strømrappport

**Måling av strøm på 6m, 20m og 59m dyp
ved Skjelvika i**

juni - august 2020

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Skjelvika. SR-M-05120-Skjelvika0820-ver01.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
01	20.08.20	Første utgivelse	
Rapportdistribusjon	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.		
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Skjelvika	Lokalitetsnummer	Ny lokalitet
Kommune	Frøya	Fylke	Trøndelag
Oppdragsgiver			
Selskap	Måsøval Settefisk AS; 7260 Sistranda		
Kontaktperson	Lars Jørgen Ulvan	lars.jorgen@masoval.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Oda Felix Sønslie	oda.sonslien@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Iris Hestnes	iris.hestnes@akerbla.no	
Kontrollert av	Jenny-Lisa Reed	jenny.lisa@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall			
Måledyp	6m	20m	59m
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	28.3 (V)	16.5 (SØ)	34.5 (Ø)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	4.6	3.2	8.2
Strømstyrke < 1cm/s (%)	5.0	7.5	4.2
Strømstyrke < 3cm/s (%)	37.8	56.5	22.1
Strømstyrke < 10cm/s (%)	93.6	99.3	65.2
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.0	0.0	0.07
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.3	0.1	0.1

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk.....	7
4. Resultater.....	9
4.1 Sammendrag av strømdata	9
4.2 Strømroser	10
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning	11
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	14
4.5 Strømmens retningsfordeling	15
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	16
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	17
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	18
4.9 Progressivt vektordiagram	19
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	20
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	21
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	22
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	23
4.14 Strømhastighetsprofil	24
4.15 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	25
4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	25
4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	25
4.18 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	25
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	26
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	26
4.21 Strømfordeling	27
4.22 Strømvarighet.....	29
4.23 Tidevannsanalyse	30
4.24 Todagersperiode.....	33
4.25 Vind under måleperioden.....	34
4.26 CTD-profil.....	37
5. Diskusjon	38
5.1.1 Høye strømmålinger.....	38
5.1.2 Tidevannspåvirkning på strømmen.....	38
5.1.3 Vindpåvirkning på strømmen.....	38

5.1.4	Vannutskiftning.....	38
5.1.5	Mulig spredning av utslipp	39
5.1.6	Vannsøylens vertikale struktur.....	39
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon for målinger.....	40
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	40
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	41
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	42
6.4	CTD-målinger	42
7.	Vedlegg – Riggoppsett	43
7.1	Riggoppsett	43
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	44
8.1	Databearbeiding	44
8.2	Kvalitetssikring av data.....	46
8.3	Fjernede dataverdier	50
8.3.1	Måleperiode	50
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	50
9.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	51
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner.....	52
11.	Vedlegg – Måleenheter	53
12.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse.....	54
13.	Vedlegg – Referanser	55

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Måsøval Settefisk AS utført strømmålinger ved tenkt utslipps- og inntakspunkt for Skjelvika 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.

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

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Skjelvika ligger i Frøya kommune, Trøndelag (Figur 2.1). Skjelvika ligger på nordsiden av Frøyfjorden. Plasseringen er åpen mot Ramsøyfjorden i vest.

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

Bunndypet ved måleposisjonene er ca. 25-72m dyp. Bunndypet er orientert omtrent Ø - V i området.



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

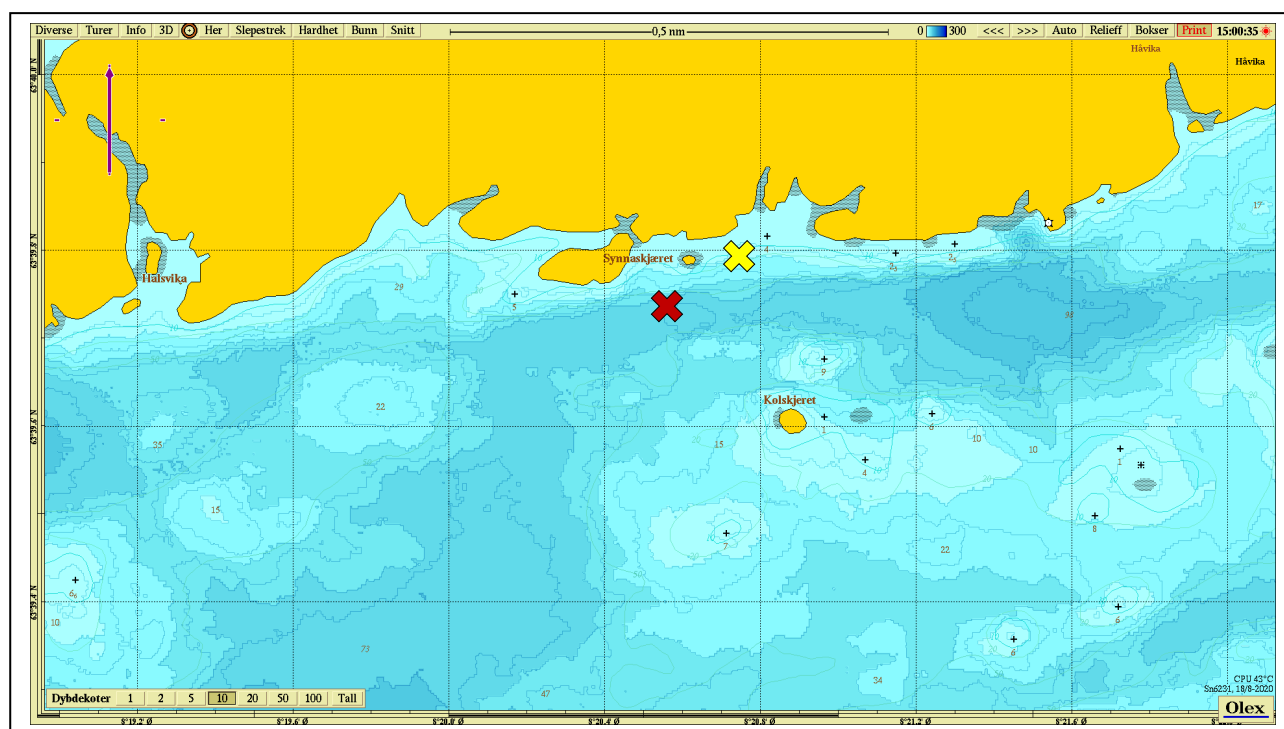
3. Metodikk

Strømmålinger er kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i Tabell 3.1. Strøm ble målt på 6m (nærmest mulig overflaten), 20m (nærmest mulig instrumentet) i to rigger, avstanden mellom disse var 182m.

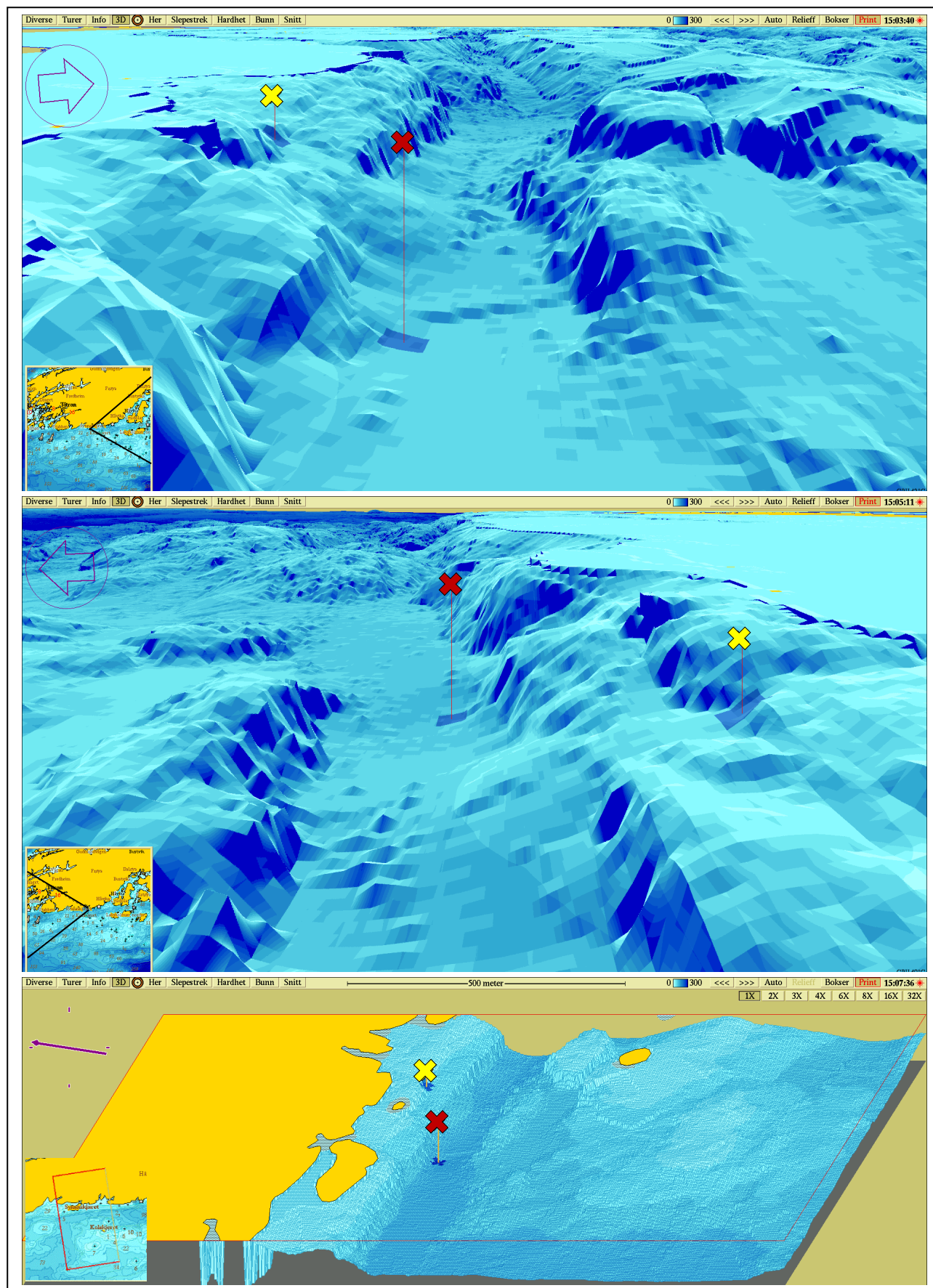
Signature-instrumentet (6m og 20m) er plassert ved planlagt utslippspunkt og Aanderaa punktmåler (59m) er plassert ved planlagt inntakspunkt (Figur 3.1 - Figur 3.2).

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	6m	20m	59m
Posisjonsanvisning	✕		✕
Posisjon	63° 39.790' N; 008° 20.748' Ø		63° 39.735' N; 008° 20.564' Ø
Dyp på målested	25m		72m
Instrumenttype	Nortek Signature		Aanderaa punktmåler
Måleperiode	18.06.20 - 07.08.20		18.06.20 - 07.08.20
Måleintervall	10 minutter		10 minutter
Antall døgn	50.0		50.0



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss og rødt kryss for henholdsvis Nortek Signature (6m og 20m) og Aanderaa punktmåler (59m). Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



Figur 3.2. Øverst og i midten: 3D-bilder av bunntopografien i området. Den tykke kompasspila indikerer kameraets orientering i forhold til et nordlig orientert kart (illustrert i minikartene nederst i venstre hjørne). Nederst: 3D-kart av området. Den tynne kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering og minikartet i nedre venstre hjørne viser området 3D-kartet dekker. Kartene er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

4. Resultater

4.1 Sammendrag av strømdata

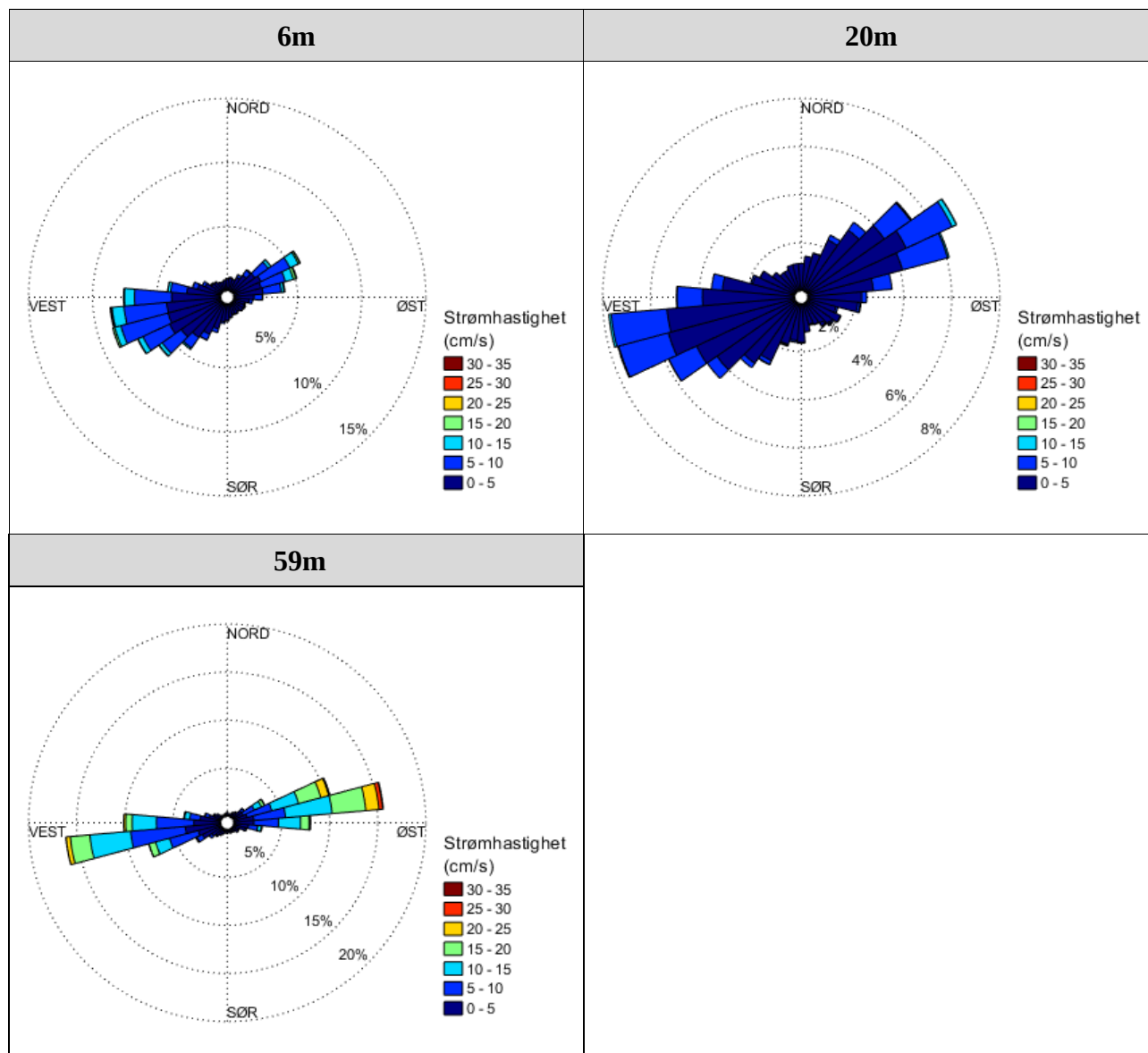
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 6m, 20m og 59m dyp.

Måledyp	24m		59m
Sjøtemperatur (°C)	8.2 - 14.6		7.6 - 11.6
Strømhastighet	6m	20m	59m
Maksimum (cm/s)	28.3	16.5	34.5
Gjennomsnitt (cm/s)	4.6	3.2	8.2
Minimum (cm/s)	0.0	0.1	0.1
Signifikant maks (cm/s)	8.1	5.4	15.1
Signifikant min (cm/s)	1.7	1.4	2.4
Varsians (cm/s) ²	10.2	3.9	33.8
Standardavvik (cm/s)	3.2	2.0	5.8
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	5.0	7.5	4.2
Lengst periode < 1cm/s (min)	40	40	60
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	37.8	56.5	22.1
Lengst periode < 3cm/s (min)	250	320	280
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	93.6	99.3	65.2
Lengst periode < 10cm/s (min)	4440	11890	2140
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.07
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	0	0	50
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0
Effektiv transport			
Hastighet (cm/s)	1.2	0.2	1.0
Retning (grader)	255	273	69
Neumann-parameter	0.3	0.1	0.1
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	3938	2741	7092

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 6m, 20m og 59m dyp.

4.3 Matrise med strømhastighet og -retning

Strømrørninger 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 strømrørningen. 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 6m dyp.

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm
		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	12	74	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	1.5	1380	0.7	8.1
N	15	14	67	24	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	1.5	1627	0.8	7.8
NØ	30	15	74	37	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	149	2.1	2758	1.4	10.7
NØ	45	16	87	98	79	13	0	1	0	0	0	0	0	0	294	4.1	7768	3.9	23.0
NØ	60	12	111	127	259	71	14	5	0	0	0	0	0	0	599	8.3	22948	11.6	23.0
Ø	75	10	114	130	188	52	17	3	0	0	0	0	0	0	514	7.1	18511	9.4	22.1
Ø	90	18	90	64	75	4	1	0	0	0	0	0	0	0	252	3.5	6012	3.1	15.2
Ø	105	14	69	39	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	1.9	2403	1.2	9.9
SØ	120	12	64	25	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	1.5	1674	0.8	7.5
SØ	135	18	65	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	1.4	1319	0.7	6.0
SØ	150	10	64	30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	1.5	1608	0.8	5.6
S	165	14	62	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	1.5	1516	0.8	7.6
S	180	14	88	36	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	2.1	2337	1.2	8.5
S	195	18	115	45	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	2.8	3371	1.7	8.5
SV	210	21	135	143	48	3	0	0	0	0	0	0	0	0	350	4.9	7079	3.6	13.2
SV	225	18	157	198	143	22	2	1	0	0	0	0	0	0	541	7.5	14405	7.3	23.0
SV	240	17	191	269	266	42	3	1	0	0	0	0	0	0	789	10.9	23488	11.9	21.7
V	255	18	176	277	400	78	16	0	2	0	0	0	0	0	967	13.4	33581	17.0	25.7
V	270	15	152	226	309	82	6	1	3	0	0	0	0	0	794	11.0	27474	13.9	28.3
V	285	18	136	108	80	13	1	0	0	0	0	0	0	0	356	4.9	8585	4.4	15.4
NV	300	13	93	46	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182	2.5	3411	1.7	9.6
NV	315	17	67	19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	1.5	1462	0.7	7.3
NV	330	10	59	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	1.2	1123	0.6	9.9
N	345	17	55	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1.2	1157	0.6	10.3
Antall obs.		361	2365	2029	1990	382	60	12	5	0	0	0	0	0	7204	100	0	0	0
%		5.0	32.8	28.2	27.6	5.3	0.8	0.2	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 20m dyp.

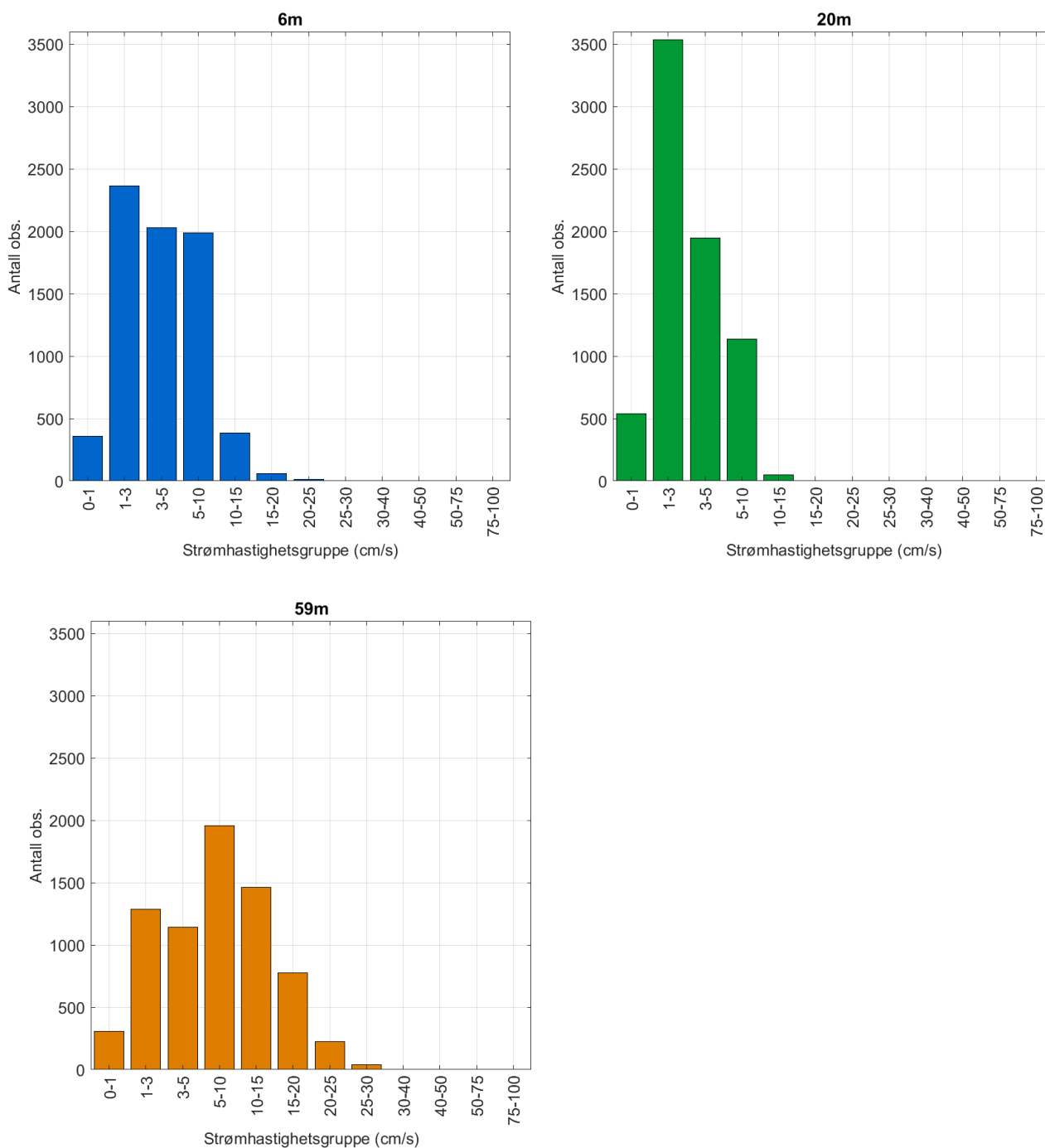
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	16	97	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	1.8	1519	1.1	4.2
N	15	16	121	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	2.2	1956	1.4	5.7
NØ	30	24	155	76	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	3.8	4293	3.1	7.4
NØ	45	29	184	160	80	2	0	0	0	0	0	0	0	0	455	6.3	9202	6.7	12.5
NØ	60	17	215	236	238	17	1	0	0	0	0	0	0	0	724	10.0	19254	14.0	15.7
Ø	75	19	210	166	143	4	0	0	0	0	0	0	0	0	542	7.5	12545	9.1	12.9
Ø	90	13	156	76	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	3.7	4628	3.4	8.5
Ø	105	20	126	43	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	204	2.8	3251	2.4	12.6
SØ	120	23	94	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	2.0	1873	1.4	7.0
SØ	135	29	97	13	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	146	2.0	1794	1.3	15.3
SØ	150	19	87	12	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	122	1.7	1590	1.2	16.5
S	165	20	76	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	107	1.5	1245	0.9	12.9
S	180	22	120	23	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169	2.3	2149	1.6	8.5
S	195	21	107	49	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	186	2.6	2766	2.0	11.2
SV	210	25	180	71	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	293	4.1	4651	3.4	11.8
SV	225	29	202	136	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	402	5.6	6960	5.1	9.4
SV	240	23	244	242	133	2	0	0	0	0	0	0	0	0	644	8.9	13889	10.1	10.8
V	255	29	292	272	248	6	0	0	0	0	0	0	0	0	847	11.8	20414	14.9	12.9
V	270	27	227	178	144	5	0	0	0	0	0	0	0	0	581	8.1	13026	9.5	11.8
V	285	22	166	72	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	280	3.9	4485	3.3	8.8
NV	300	24	127	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	2.4	2117	1.5	5.0
NV	315	28	82	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	1.7	1181	0.9	4.3
NV	330	24	76	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	1.5	1046	0.8	4.1
N	345	18	92	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	1.7	1319	1.0	4.2
Antall obs.		537	3533	1948	1137	48	3	0	0	0	0	0	0	0	7206	100	0	0	0
%		7.5	49.0	27.0	15.8	0.7	0.0	0.0	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 59m dyp.

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm
		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	16	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0.6	430	0.1	3.8
N	15	10	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0.4	283	0.1	3.7
NØ	30	11	29	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0.8	843	0.2	7.1
NØ	45	7	58	24	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	115	1.6	2377	0.7	12.9
NØ	60	18	65	61	140	88	50	9	0	0	0	0	0	0	431	6.0	21220	6.0	21.5
Ø	75	12	68	113	336	469	352	140	29	4	0	0	0	0	1523	21.1	114564	32.3	34.5
Ø	90	14	73	128	263	239	117	25	10	1	0	0	0	0	870	12.1	50397	14.2	34.5
Ø	105	18	73	72	57	14	2	0	0	0	0	0	0	0	236	3.3	6038	1.7	17.8
SØ	120	14	44	16	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	85	1.2	1354	0.4	10.1
SØ	135	10	44	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0.9	873	0.2	7.5
SØ	150	15	25	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0.7	627	0.2	5.1
S	165	13	24	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0.6	452	0.1	5.2
S	180	11	33	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0.7	512	0.1	5.6
S	195	11	36	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0.7	530	0.1	4.4
SV	210	15	51	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.2	1182	0.3	7.3
SV	225	17	66	41	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	2.0	2606	0.7	10.0
SV	240	14	93	109	82	16	3	1	0	0	0	0	0	0	318	4.4	8481	2.4	20.5
V	255	17	115	210	519	341	167	28	1	0	0	0	0	0	1398	19.4	75911	21.4	25.4
V	270	15	134	175	395	264	80	22	1	0	0	0	0	0	1086	15.1	54067	15.2	26.0
V	285	11	84	83	78	28	3	0	0	0	0	0	0	0	287	4.0	8690	2.5	19.1
NV	300	10	57	26	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	109	1.5	1978	0.6	12.8
NV	315	8	28	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0.7	653	0.2	5.5
NV	330	9	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0.4	270	0.1	3.0
N	345	9	24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.5	345	0.1	4.2
Antall obs.		305	1288	1144	1957	1463	774	225	41	5	0	0	0	0	7202	100	0	0	0
%		4.2	17.9	15.9	27.2	20.3	10.7	3.1	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

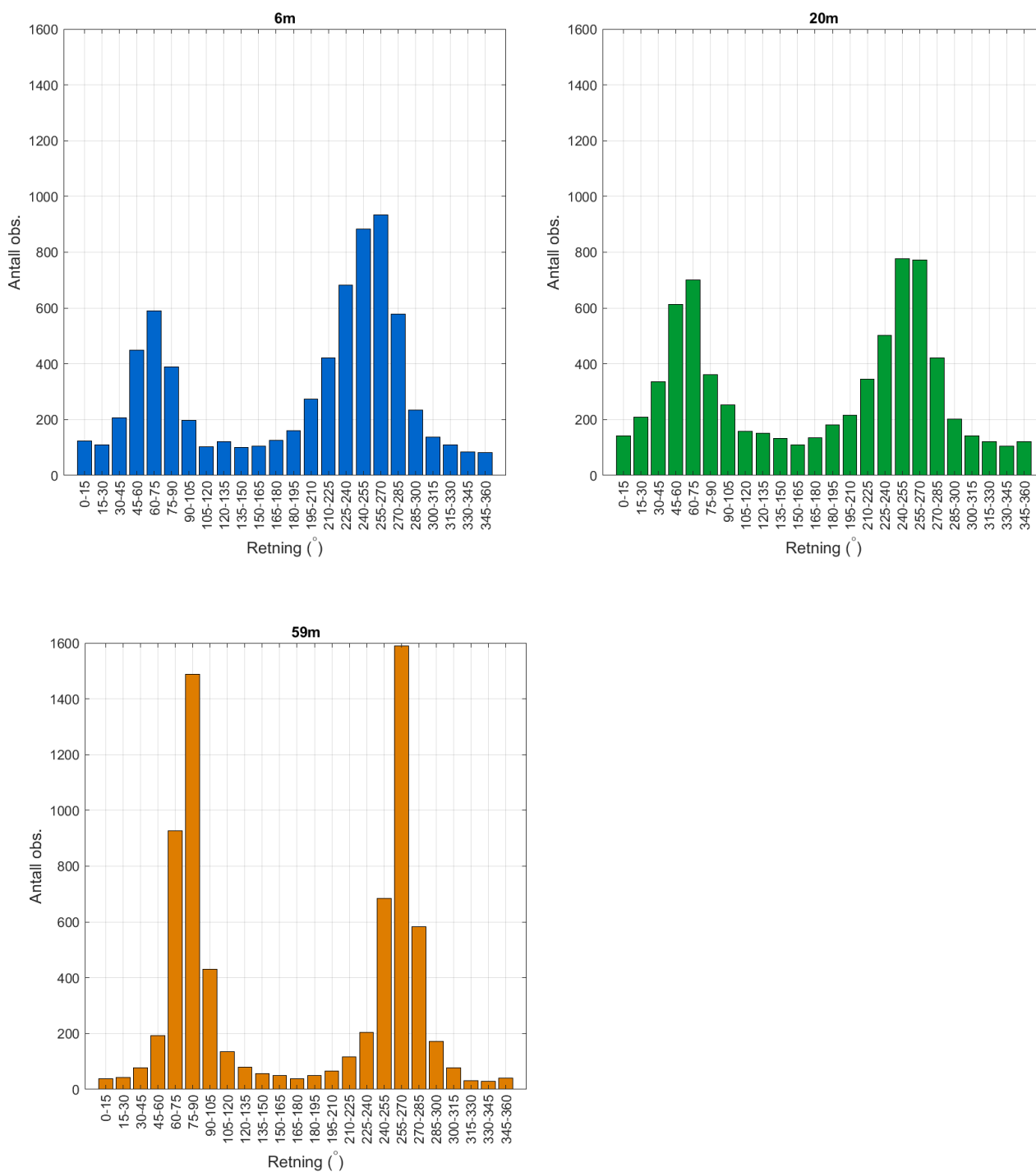
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 6m, 20m og 59m dyp. Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

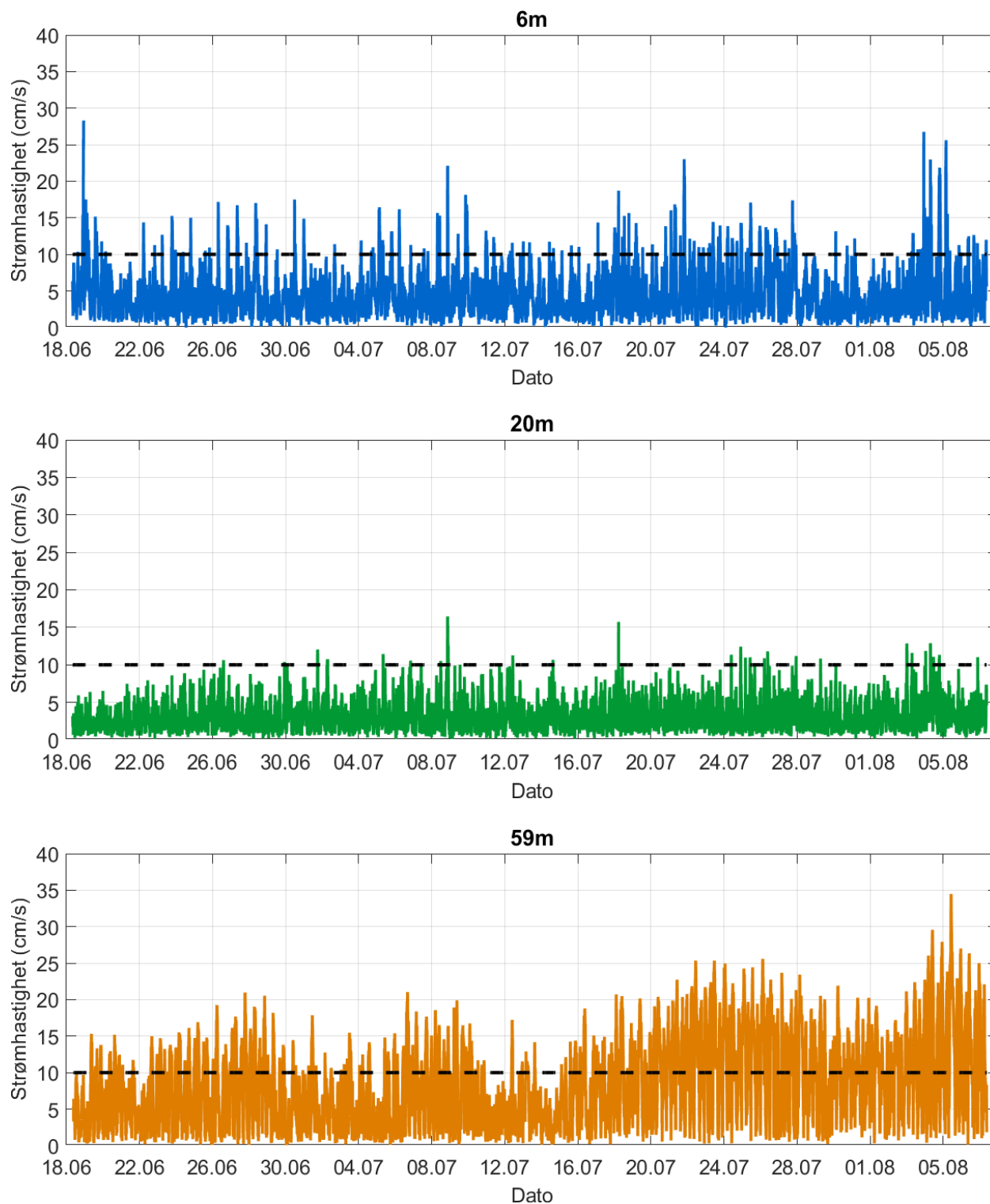
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 6m, 20m og 59m dyp. Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

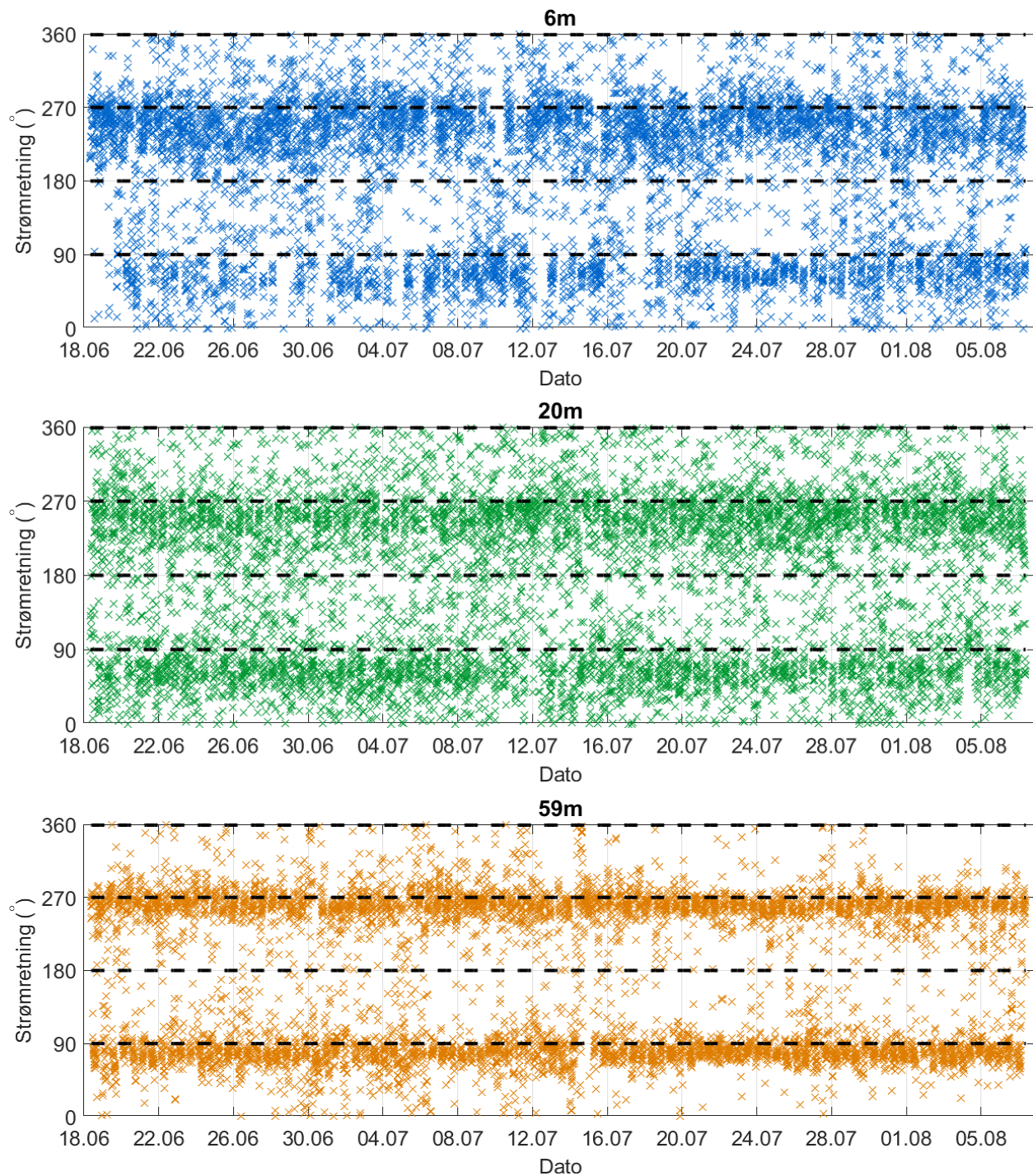
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 6m, 20m og 59m dyp. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

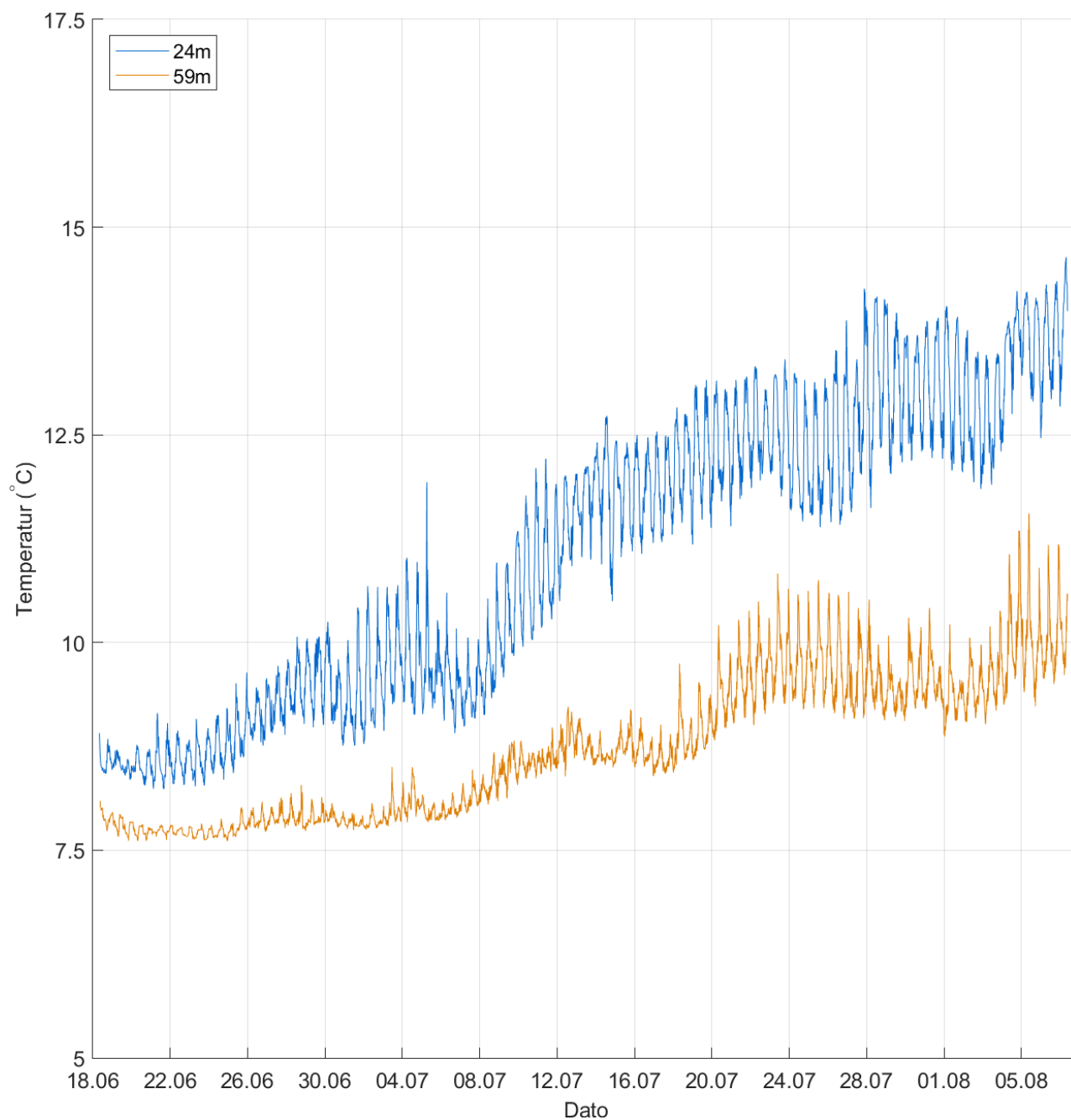
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 6m, 20m og 59m dyp. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

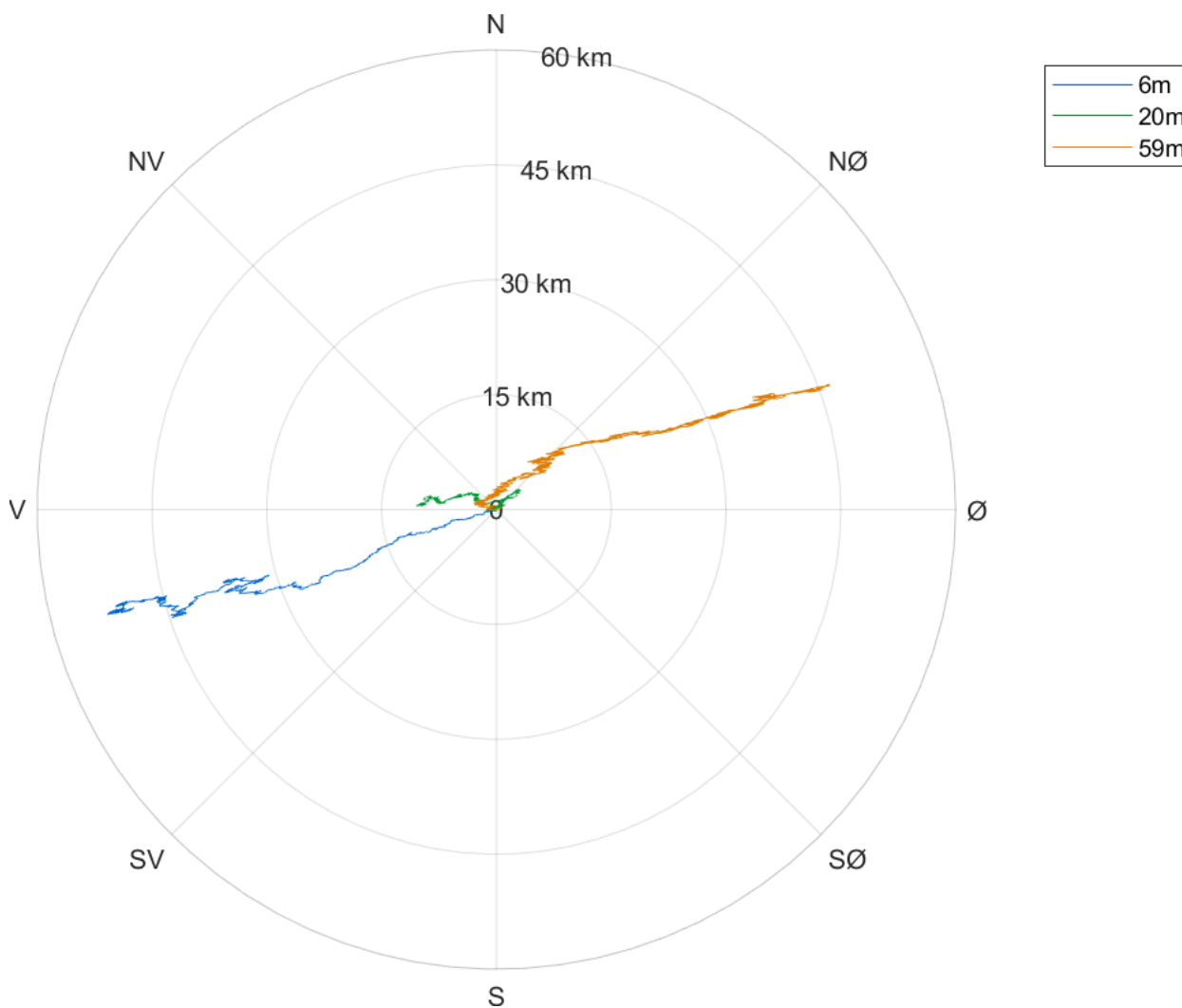
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 24m og 59m dyp. Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

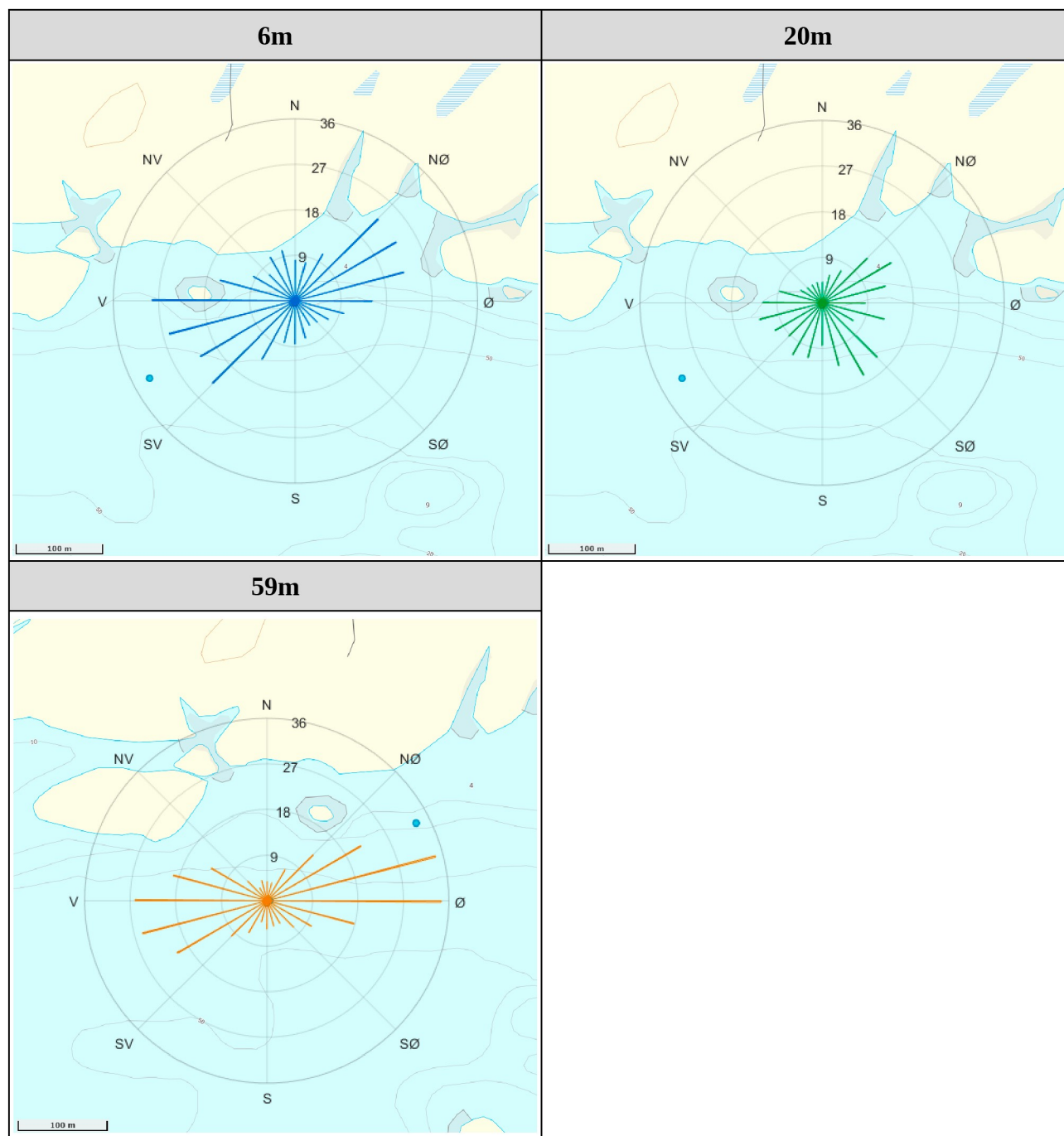
4.9 Progressivt vektordiagram

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.



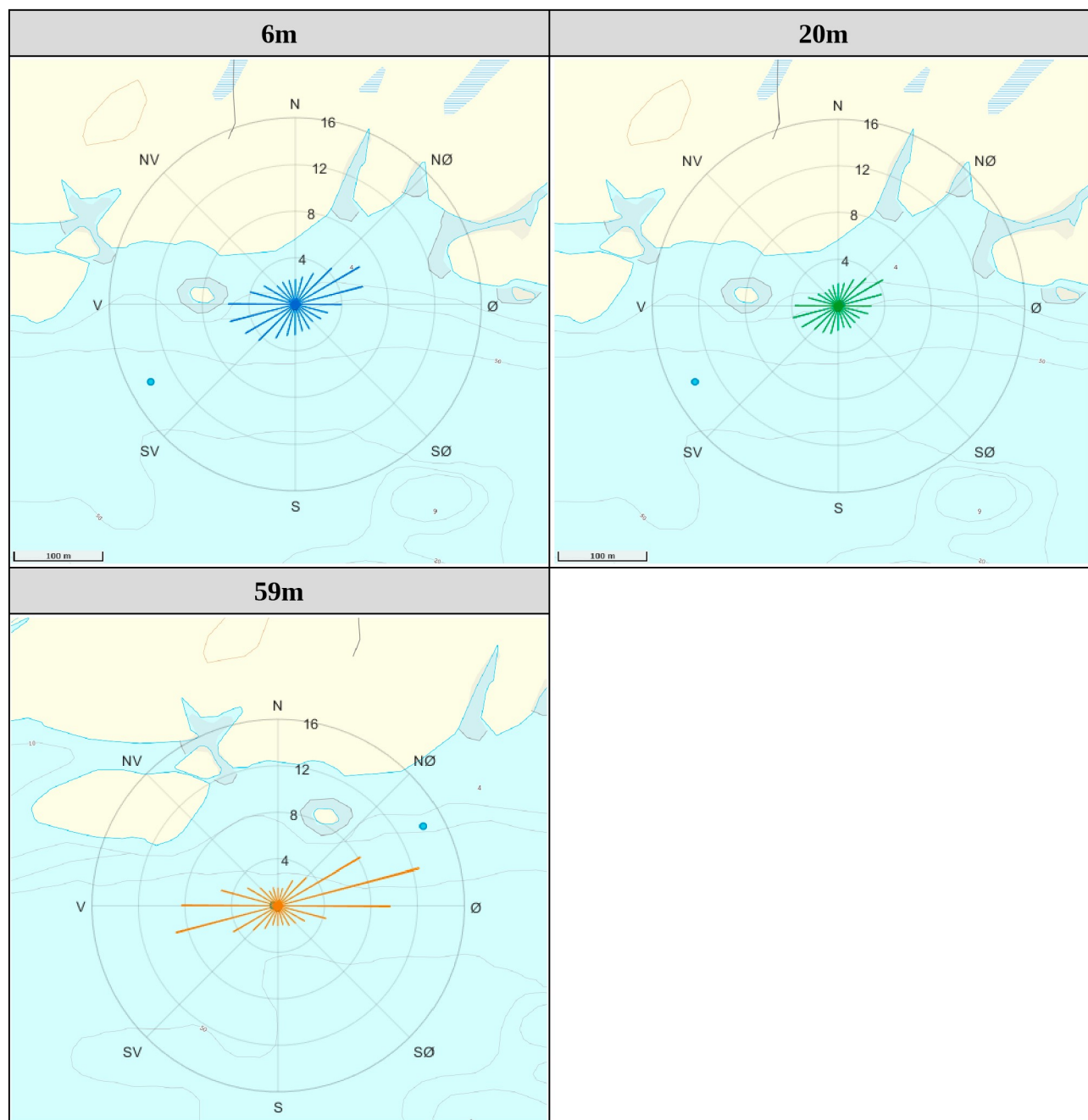
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 6m, 20m og 59m dyp.

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 6m, 20m og 59m dyp i løpet av måleperioden.

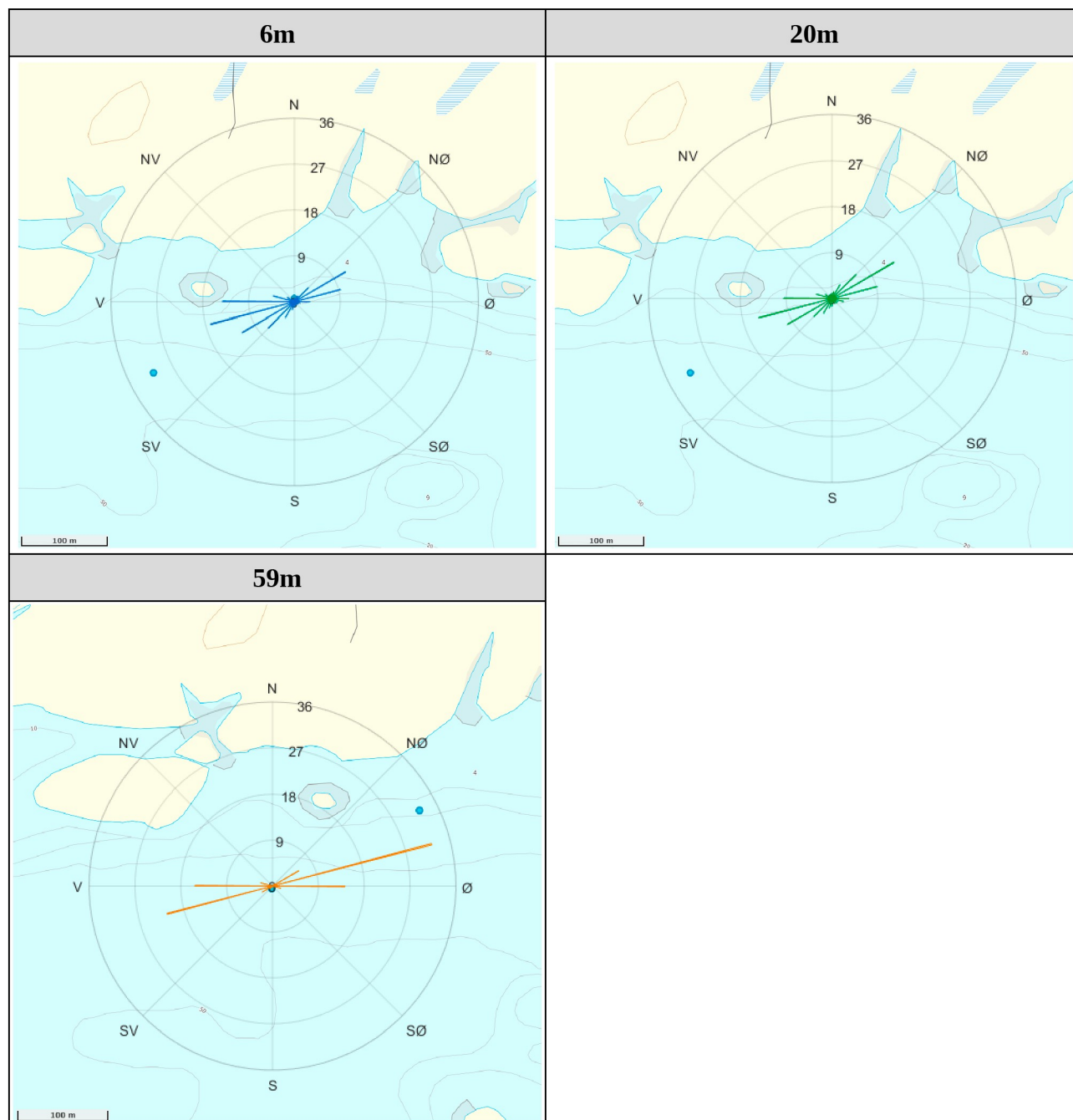
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 6m, 20m og 59m dyp i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

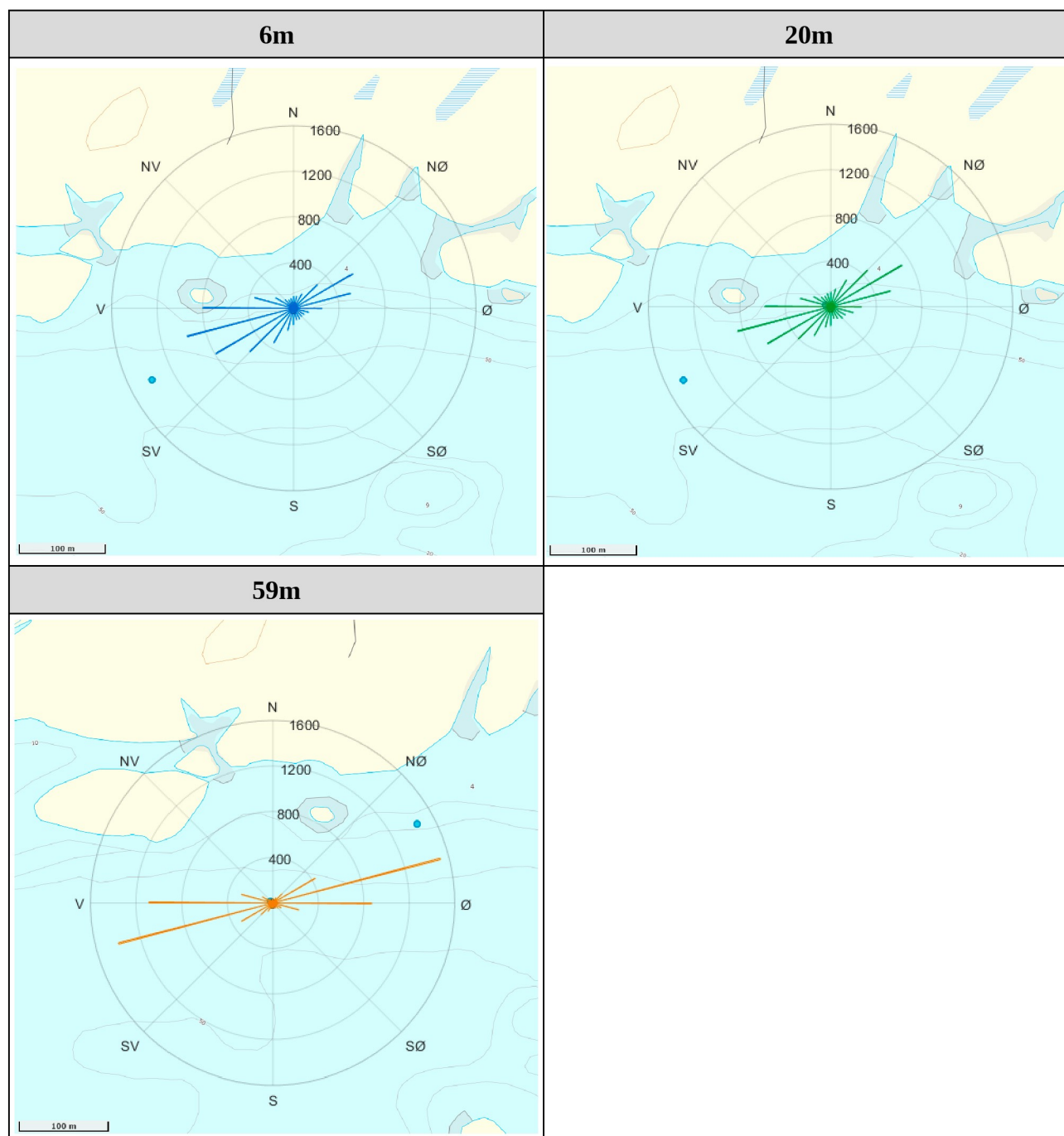
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor i forhold til total vannfluks. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på 6m, 20m og 59m dyp i løpet av måleperioden.

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner

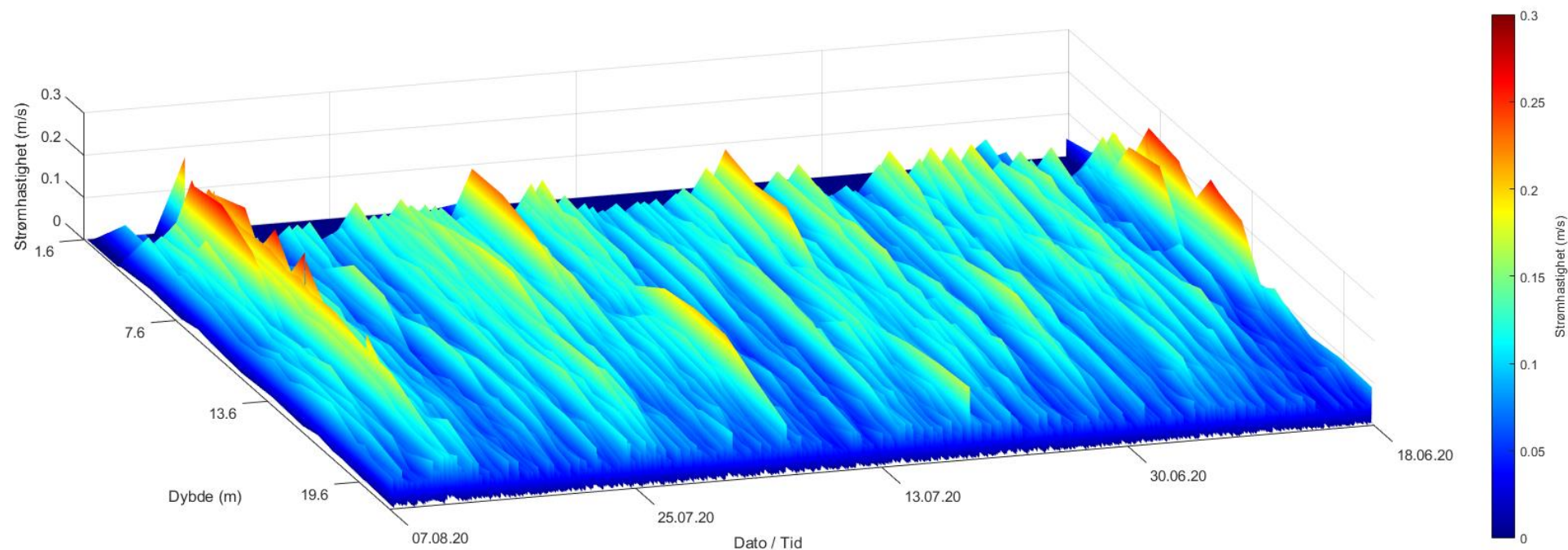
Figuren viser hvor mange ganger strømretningen er observert i de ulike 15°-sektorene i løpet av måleperioden.



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 6m, 20m og 59m dyp i løpet av måleperioden.

4.14 Strømhastighetsprofil

Figuren viser strømhastighet med dybde i løpet av måleperioden. Det er rådata som er vist i figuren under og kan dermed avvike fra kvalitetssikrede resultater som er oppgitt i rapporten.



Figur 4.14.1. Strømhastighetsprofil målt av instrument på 24m dyp, pekende oppover. Dato er indikert på x-aksen, dyp på y-aksen og strømhastighet på z-aksen.

4.15 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.15.1. 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°
6m	10.3	23.0	22.1	7.5	8.5	23.0	28.3	9.9
20m	5.7	15.7	12.9	16.5	12.9	11.8	12.9	5.0
59m	4.2	21.5	34.5	10.1	5.6	20.5	26.0	12.8

4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.16.1. 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°
6m	2.2	5.4	5.0	2.4	2.6	4.5	5.5	2.7
20m	1.9	3.8	3.4	2.1	2.2	3.2	3.7	1.8
59m	1.6	6.8	10.8	2.3	1.7	3.7	8.3	2.6

4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer

Tabell 4.17.1. 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°
6m	308	1042	904	322	455	1680	2117	376
20m	411	1453	1016	415	462	1339	1708	402
59m	111	602	2629	206	144	550	2771	189

4.18 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer

Tabell 4.18.1. 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°
6m	2.1	17.0	13.6	2.3	3.7	22.8	35.4	3.0
20m	3.5	23.9	14.9	3.8	4.5	18.6	27.7	3.2
59m	0.3	6.9	48.2	0.8	0.4	3.5	39.1	0.8

4.19 Persentilfordeling av strømhastighet

Kolonnen til venstre indikerer prosent av data (persentil) som er lik eller lavere enn oppgitt hastighet (cm/s).

Tabell 4.19.1. Persentilfordeling av strømhastighet (cm/s) for hvert dyp.

Persentil	6m	20m	59m
1	0.5	0.5	0.5
10	1.4	1.1	1.7
20	2.0	1.6	2.7
30	2.6	1.9	3.9
40	3.1	2.3	5.3
50	3.8	2.7	7.1
60	4.5	3.2	9.0
70	5.4	3.8	11.0
80	6.7	4.6	13.3
90	8.8	5.8	16.7
95	10.9	7.0	19.2
99	15.1	9.6	23.7

4.20 Prosentfordeling av strømhastighet

Tabell 4.20.1. Prosent (%) av data per dyp som er lik eller høyere enn oppgitt strømhastighet (cm/s).

Strømhastighet (cm/s)	6m	20m	59m
1	95.0	92.5	95.8
3	62.2	43.5	77.9
5	34.0	16.5	62.0
10	6.4	0.7	34.8
20	0.2		3.8
30			0.07

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 6m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.6	5.1
1-5	3.5	7.4	7.0	3.7	5.2	15.2	14.9	4.1	61.0
5-10	0.2	5.0	3.9	0.2	0.5	6.3	11.0	0.5	27.6
10-20	0.01	1.4	1.0			1.0	2.7		6.1
20-30		0.08	0.04			0.03	0.08		0.2
30-40									0.0
Sum	4.3	14.5	12.5	4.5	6.3	23.3	29.4	5.2	100.0

Tabell 4.21.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 20m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.7	1.0	0.7	1.0	0.9	1.1	1.1	1.1	7.6
1-5	5.0	14.2	10.8	4.6	5.3	14.9	16.7	4.5	76.0
5-10	0.03	4.7	2.5	0.1	0.2	2.5	5.7	0.01	15.7
10-20		0.3	0.1	0.07	0.04	0.07	0.2		0.8
20-30									0.0
30-40									0.0
Sum	5.7	20.2	14.1	5.8	6.4	18.6	23.7	5.6	100.0

Tabell 4.21.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 59m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	4.2
1-5	1.1	3.4	7.3	2.1	1.5	5.2	11.1	2.0	33.7
5-10		2.4	9.1	0.2	0.03	1.5	13.8	0.2	27.2
10-20		1.9	16.6	0.01		0.3	12.3	0.03	31.1
20-30		0.1	2.8			0.01	0.7		3.6
30-40			0.07						0.07
Sum	1.6	8.3	36.5	2.8	2.0	7.6	38.5	2.6	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, slik at lave verdier ($< 0.1\%$) er oppgitt som 0.0%.

Tabell 4.22.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 6m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	4.9	0.06						
1-5	11.8	15.7	18.1	6.6	4.4	3.4	0.9	
5-10	13.9	8.1	4.8	0.8				
10-20	3.4	1.5	1.3					
20-30	0.2	0.06						
30-40								

Tabell 4.22.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 20m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	7.4	0.06						
1-5	12.0	15.3	25.5	12.9	6.4	2.7	1.3	
5-10	10.7	4.0	1.0					
10-20	0.8							
20-30								
30-40								

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 59m dyp.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	3.7	0.6						
1-5	8.4	11.4	9.3	3.4	1.4			
5-10	11.7	8.9	4.7	1.5	0.3			
10-20	4.1	4.0	10.7	8.4	2.8	1.2		
20-30	0.9	0.8	1.4	0.6				
30-40		0.07						

4.23 Tidevannsanalyse

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

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

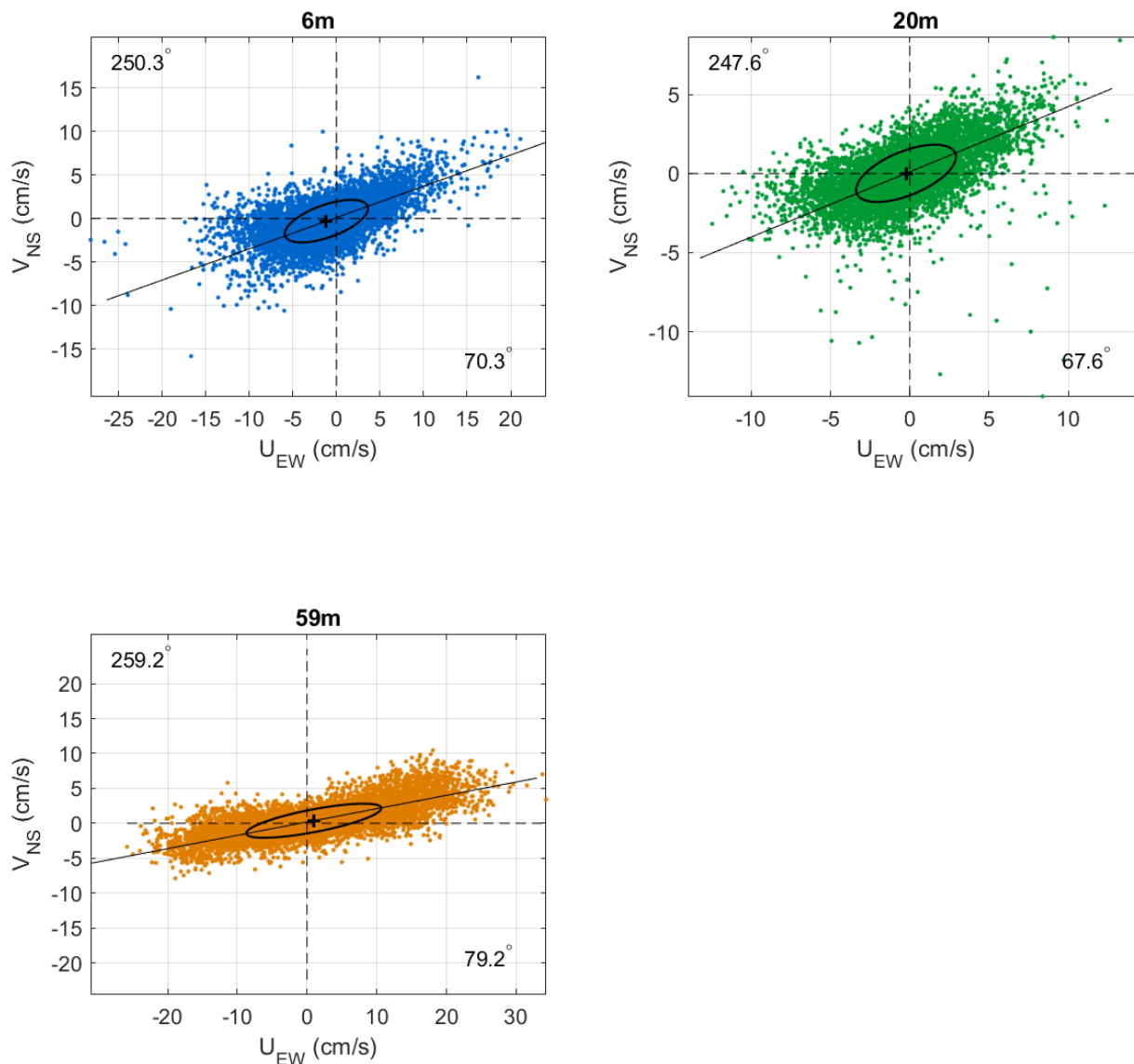
Målt strøm er splittet i øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) komponenter for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende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

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

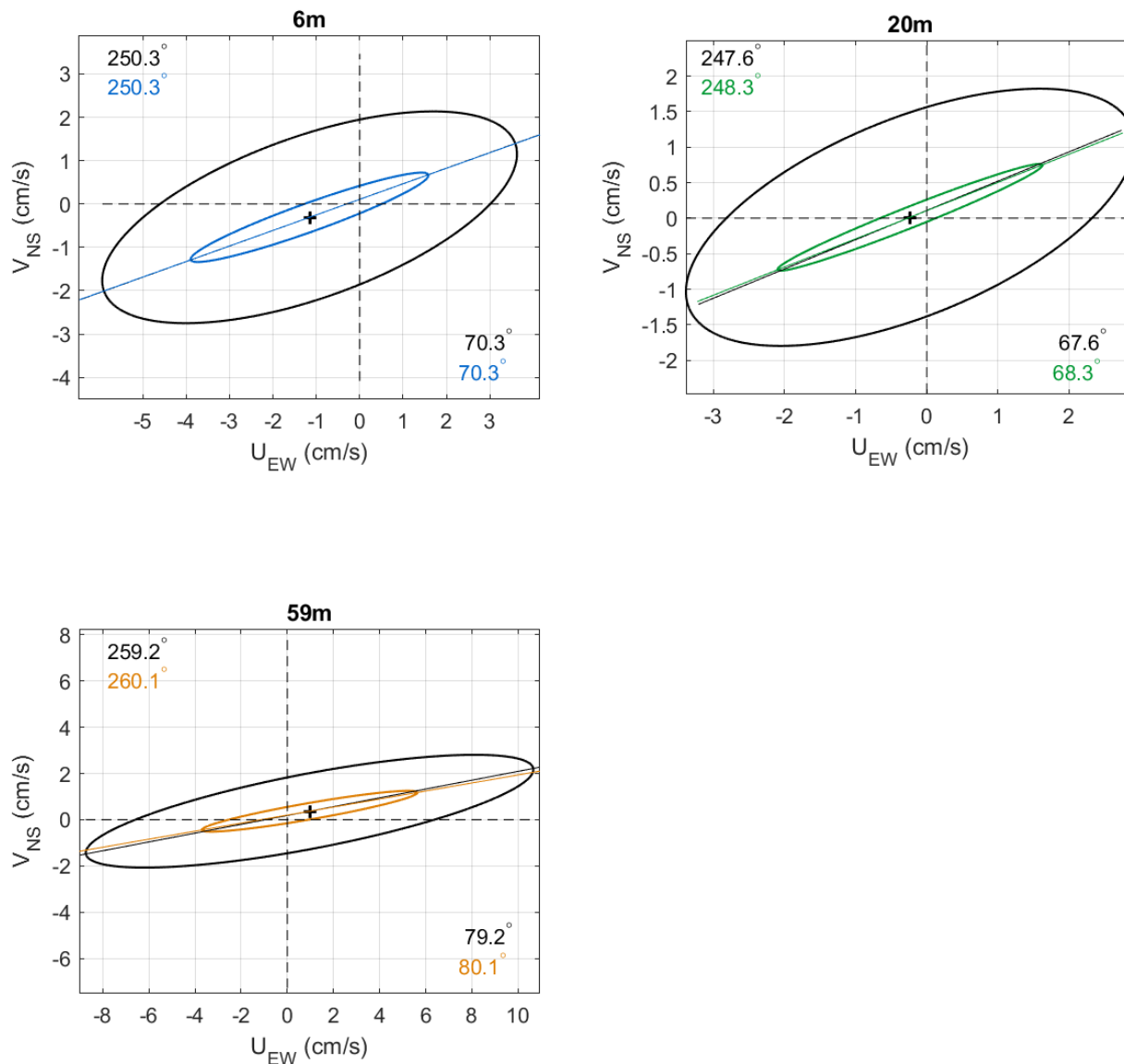
Måledyp	6m	20m	59m
Strøm (%)	44.6	46.9	24.3
Måledyp	24m		59m
Trykk (%)	99.1		98.6

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

Måledyp	6m	20m	59m
Strøm (%)	30.9	40.3	20.5
Måledyp	24m		59m
Trykk (%)	98.7		97.7



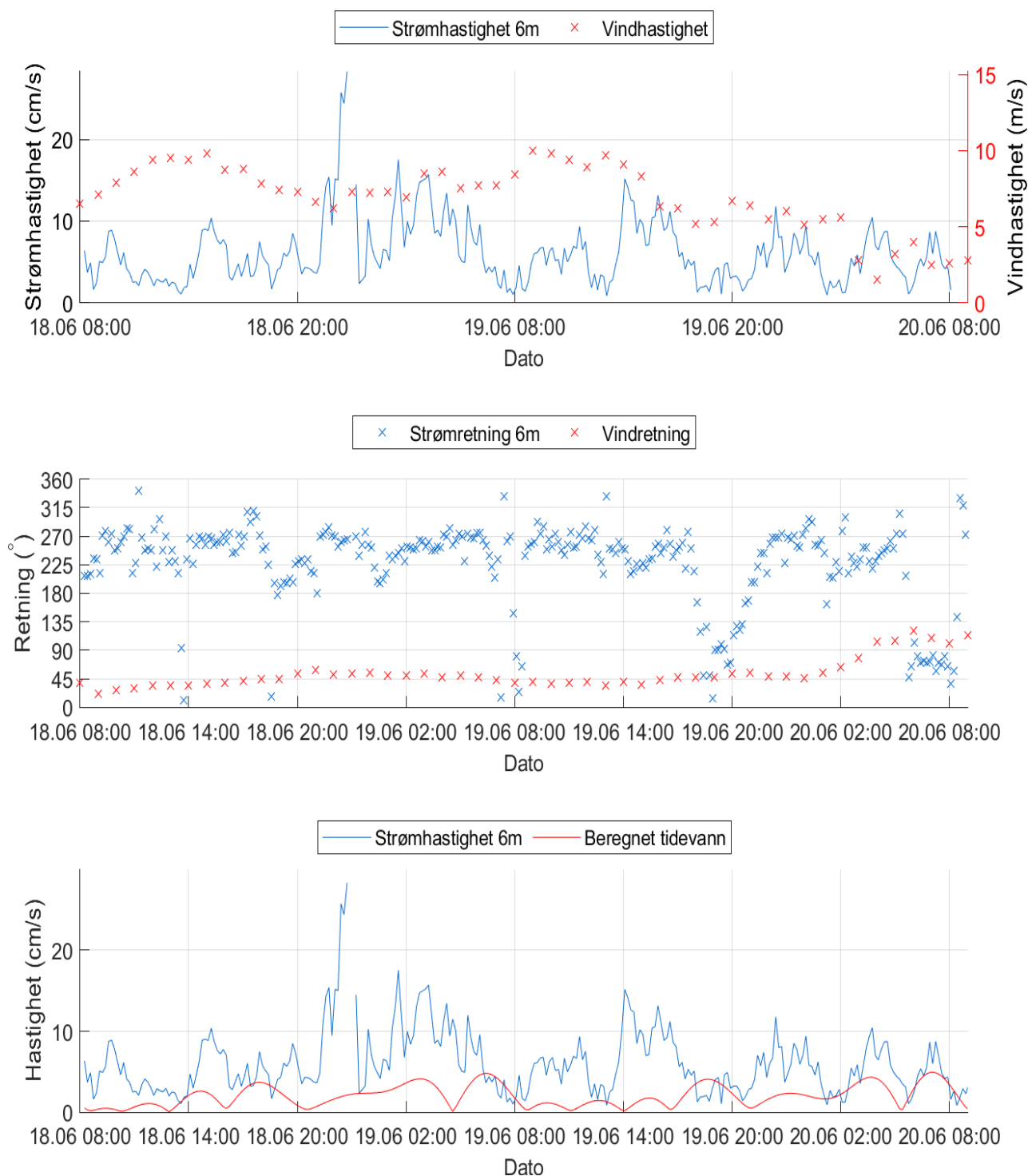
Figur 4.23.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram med tilhørende strørellipse. Midtpunktet for strørellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist 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 og 15m, 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.

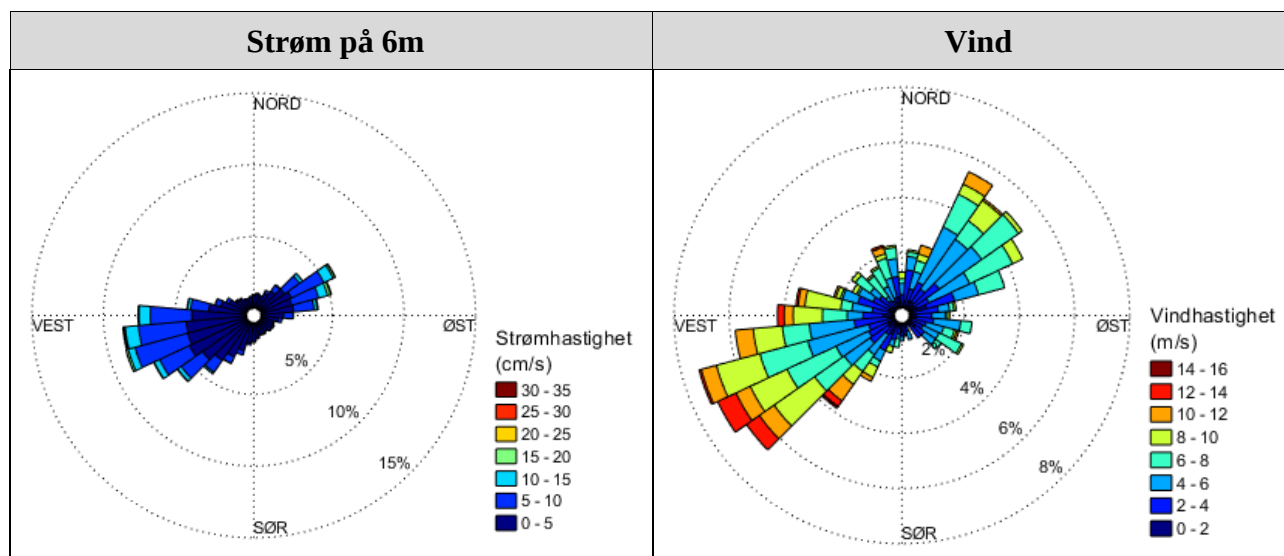
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Veiholmen, som ligger ca. 25km sørvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3).

Strømtopper over 16cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Veiholmen fra samme periode. Figur 4.25.2 indikerer hvilke tidspunkter vind på Veiholmen og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne piler), samt vannstand i løpet av måleperioden. Vannstand er hentet fra Kristiansund vannstandsstasjon (Kartverket, 2020), som ligger ca. 70km sørvest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

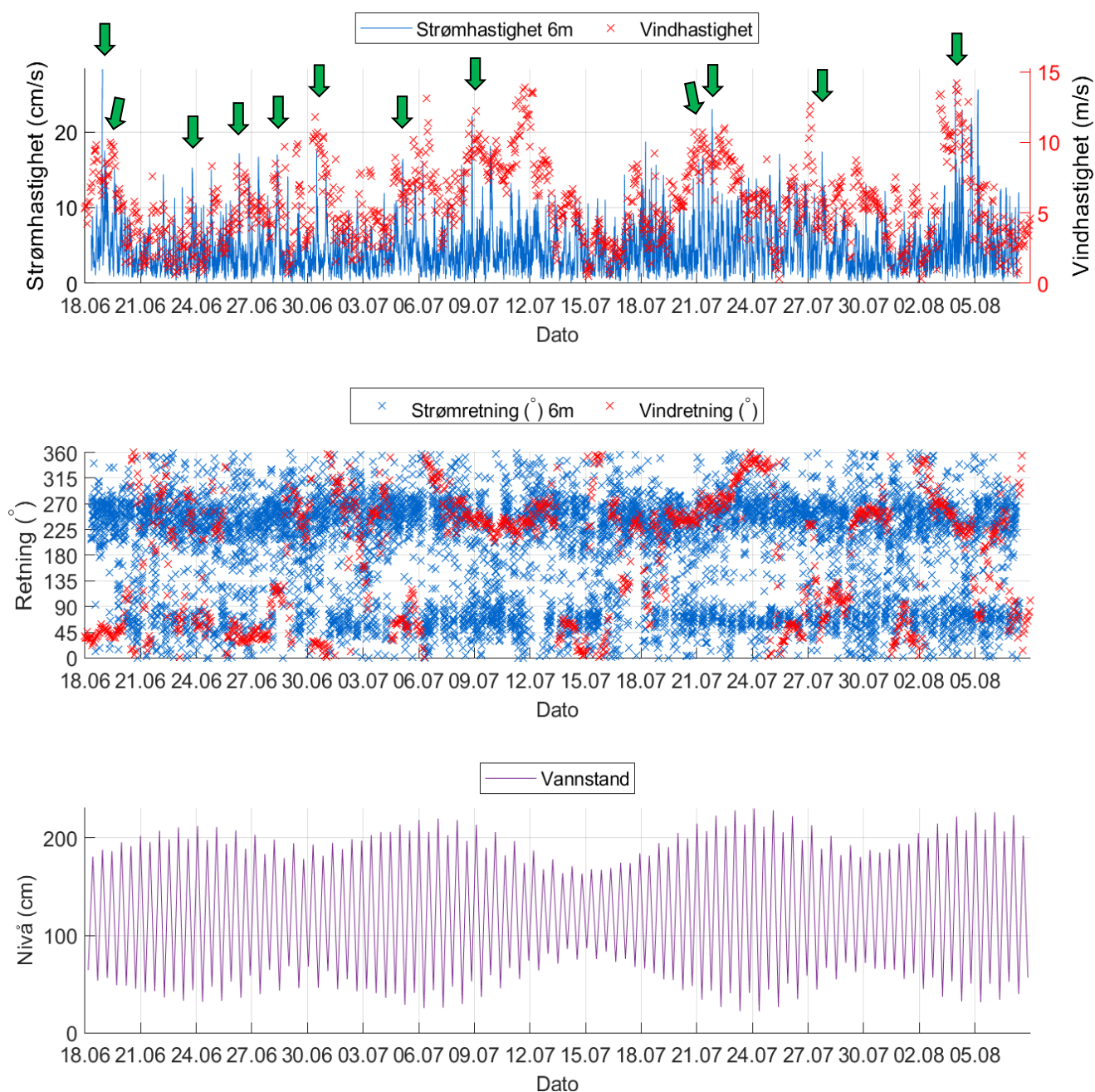
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	13.1	11.8	10.2	8.5	7.7	14.2	13.5	8.8
Tid (%)	4.5	22.2	9.2	5.2	3.3	22.0	20.8	8.3



Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 6m dyp, samt vind (fra retning) Veiholmen værstasjon under måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

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



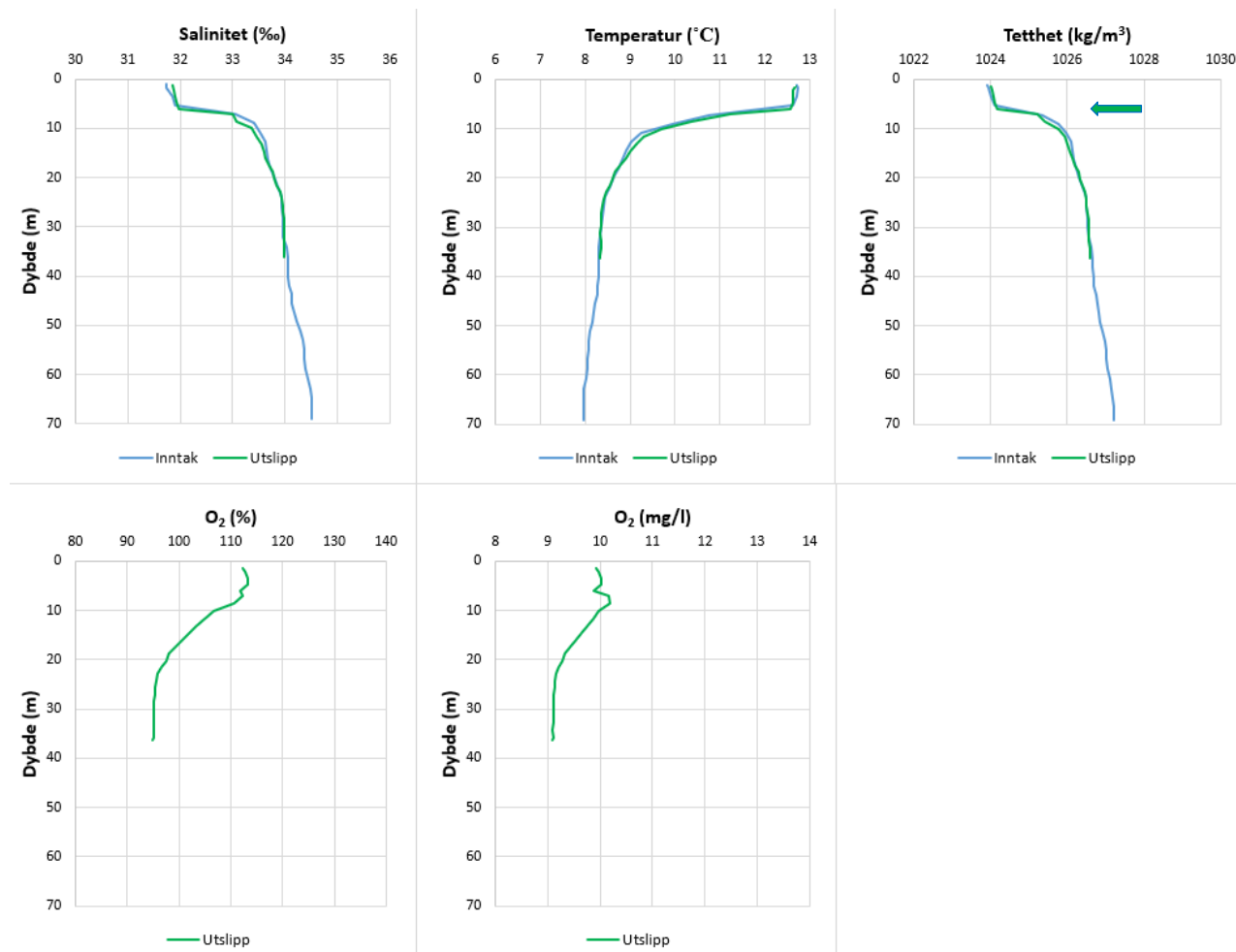
Figur 4.25.2. Strømhastighet på 6m og vindhastighet (Veiholmen), strøm- og vindretning, samt vannstand (Kristiansund) under måleperioden. Grønne piler indikerer tidspunkt for vindpåvirket strømtopper, hvor vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning.



Figur 4.25.3. Posisjonen til Veiholmen 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 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett 18.06.2020 av strømmålere i posisjonene for planlagt inntakspunkt (posisjon for strøm på 59m) og utslippspunkt (posisjon for strøm på 6m og 20m dyp). Det var feil på oksygensensor ved inntakspunktet, dermed er ikke oksygenprofiler for denne posisjonen presentert her.



Figur 4.26.1. Vertikalprofiler av salinitet, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen. Pilen indikerer lagdeling i vannsøylen.

5. Diskusjon

Strømmen på Skjelvika domineres av to motsatt rettede hovedstrømretninger hvor retningene NØ – V/SV på 6m og 20m og Ø – V på 59m dyp er hovedstrømakse. Dette stemmer med områdets bunntopografi ved måleposisjonene. 75.2% av relativ vannutskiftning på 6m, 70.2% på 20m og 87.3% på 59m dyp skjer langs hovedstrømaksen.

5.1.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 28.3cm/s mot V på 6m, 16.5 mot SØ på 20m og 34.5cm/s mot Ø på 59m dyp. Maksstrømmen er langs hovedstrømaksen på 6m dyp og på 59m dyp. Strømmen er sterkest på 59m fordi målingene ble tatt i et mer utsatt område. Maksstrømmen er vurdert som middels sterk på 6m, svak på 20m og sterk på 59m dyp. 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 8.1cm/s på 6m, 5.4cm/s på 20m og 15.1cm/s på 59m dyp. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som svak på 6m og på 20m dyp og som sterk på 59m dyp.

Lengst varighet av strømhastighet større enn eller lik 30cm/s var 50 minutter på 59m dyp. På 6m og 20m var det ingen tilfeller av strøm over 30 cm/s.

Høy strømhastighet oppstår jevnt med tidevannssyklusen, i tillegg til flere tilfeller som er vurdert forårsaket av vind på 6m. Varighet av disse i området er relativt kort.

5.1.2 Tidevannspåvirkning på strømmen

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på 6m og 20m fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strørellipsen (Figur 4.23.2). På 59m dyp dominerte ikke tidevannet strømbildet i like stor grad. Dette er indikert ved at tidevannsellipsen ikke er like stor sammenlignet med strørellipsen som på 6m og 20m (Figur 4.23.2).

5.1.3 Vindpåvirkning på strømmen

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra Ø, SØ, S, SV og V kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Strømtopper over 16 cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Veiholmen fra samme periode. Under måleperioden blåste vind mest fra NØ, SV og V og sterkest fra SV, V og N (Tabell 4.25.1).

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

5.1.4 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. 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 svak på 6m og på 20m og som sterk på 59m dyp. Gjennomsnittsstrøm for hele måleperioden per dyp var 4.6 cm/s på 6m, 3.2 cm/s på 20m og 8.2 cm/s på 59m dyp.

Neumann-parameteren er vurdert som middels stabil på 6m og lite stabil på 20m og 59m dyp. Strømretninger og vannutskifting stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftingen er vurdert som god på 6m og 59m dyp selv om Neumann-parameteren er lav på 59m dyp, fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. Vannutskiftingen trenger ikke nødvendigvis å være dårlig selv om Neumann-parameteren er lav, fordi det er ikke nødvendigvis det samme vannet som har returnert til startpunktet. På 20m dyp er vannutskiftingen vurdert som middels god ettersom det har vært lite netto forflytning av vannet i løpet av måleperioden.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{ cm/s}$) var mindre enn 10% på alle dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{ cm/s}$ var 40 minutter på 6m og på 20m, og 60 minutter på 59m.

5.1.5 Mulig spredning av utslipp

Bunntopografi og strømningsforhold har betydning for utskifting og nedbryting av utslipp fra anlegg (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 målepunktene var 25m og 72m ved henholdsvis utslippspunkt (6m og 20m) og inntakspunkt (59m). Strømmåleposisjonene ligger over småkupert bunn. Det er ingen store groper i området.

Det var flere perioder der strømhastigheten var høyere enn 10 cm/s på alle dyp.

5.1.6 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 8.2 - 14.6°C på 24m og 7.6 - 11.6°C på 59m dyp. Temperaturmålingene viser at vannet var varmere på 24m enn på 59m gjennom hele måleperioden. Temperaturen steg på begge dyp i løpet av måleperioden, som forventet om sommeren.

CTD-målingene ved utsett 18.06.2020 ved inntaksposisjon og uttaksposisjon viser at temperaturen er høyest ved overflaten og synker med økende dyp. Temperaturen var omtrent konstant ned til omtrent 6m dyp. Det er en sterk temperaturgradient mellom 6m og 12m dyp, deretter synker temperaturen langsomt med økende dyp.

Saliniteten var relativt konstant ned til omtrent 6m dyp. Det var en rask økning i saliniteten ned til omtrent 10m dyp, deretter øker saliniteten langsomt ned mot bunnen.

Tetthetsdata gjenspeiler salinitet og viser at det var relativt et relativt blandet overflatelag ned til omtrent 6m dyp. Deretter økte tettheten langsomt ned mot bunnen.

Oksygenmetningen ved utslippspunktet ved utsett (18.06.2020) var høy ($> 90\%$) ved overflaten. Det var en svak økning litt lenger ned i vannsøylen (ved ca. 5m dyp). Deretter sank oksygenmetningen ned til bunnen. Oksygeninnholdet viser lignende mønster som oksygenmetningen.

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon for målinger

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. Måleposisjonene ble satt til planlagt posisjon for utslippspunkt og inntaksrør.

- Bunntopografien under anlegget og i området bør vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.

Valg av måledyp

6m dyp: Dypet nærmest mulig overflaten med gode data.

20m dyp: Dypet nærmest mulig bunn ved planlagt utslippspunkt.

59m dyp: Ved planlagt inntakspunkt.

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 ble utført over 50 dager.

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	6m og 20m	59m
Leverandør	Nortek AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	Signature500	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	1084	5143
Cellestørrelse	2	-
Kalibrering	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	0.3% av målt verdi $\pm 0.3\text{cm/s}$	$\pm 0.15\text{cm/s}$
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til $\pm 2.5\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretningens nøyaktighet	$\pm 2^\circ$ for helning $< 20^\circ$	$\pm 5^\circ$ for $0-15^\circ$ helning; $\pm 7.5^\circ$ for $15-35^\circ$ helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei
Temperatures nøyaktighet og rekkevidde	0.1°C , -4°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 puls) med en konstant, bestemt frekvens. Endring i styrken og frekvensen til de innkommende refleksjonene blir målt. Forskjellen mellom pulsen som ble sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastigheten. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og at de derfor beveger seg med samme hastighet som vannet. En punktmåler er satt opp for å måle strøm med én datalogging i et intervall på 10 minutter, basert på 150 ping.

Tabell 6.3.1. Måleprinsipp for en Aanderaa punktmåler.

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

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

Signature Profiler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Instrumentet sender ut en kort lydimpuls (akustisk puls) med en konstant, bestemt frekvens. Endring i styrken og frekvensen til de innkommende refleksjonene blir målt. Forskjellen mellom pulsen som ble sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastigheten. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og at de derfor beveger seg med samme hastighet som vannet. Ett registrert datapunkt er basert på 48 ping i løpet av 10 minutter og er gjennomsnittet i løpet av et intervall på 10 minutter.

Tabell 6.3.2. Måleprinsipp for Nortek Signature Profiler. Gule og grønne felt indikerer aktive perioder innenfor en samplingsperiode på 10 minutter.

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

6.4 CTD-målinger

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

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

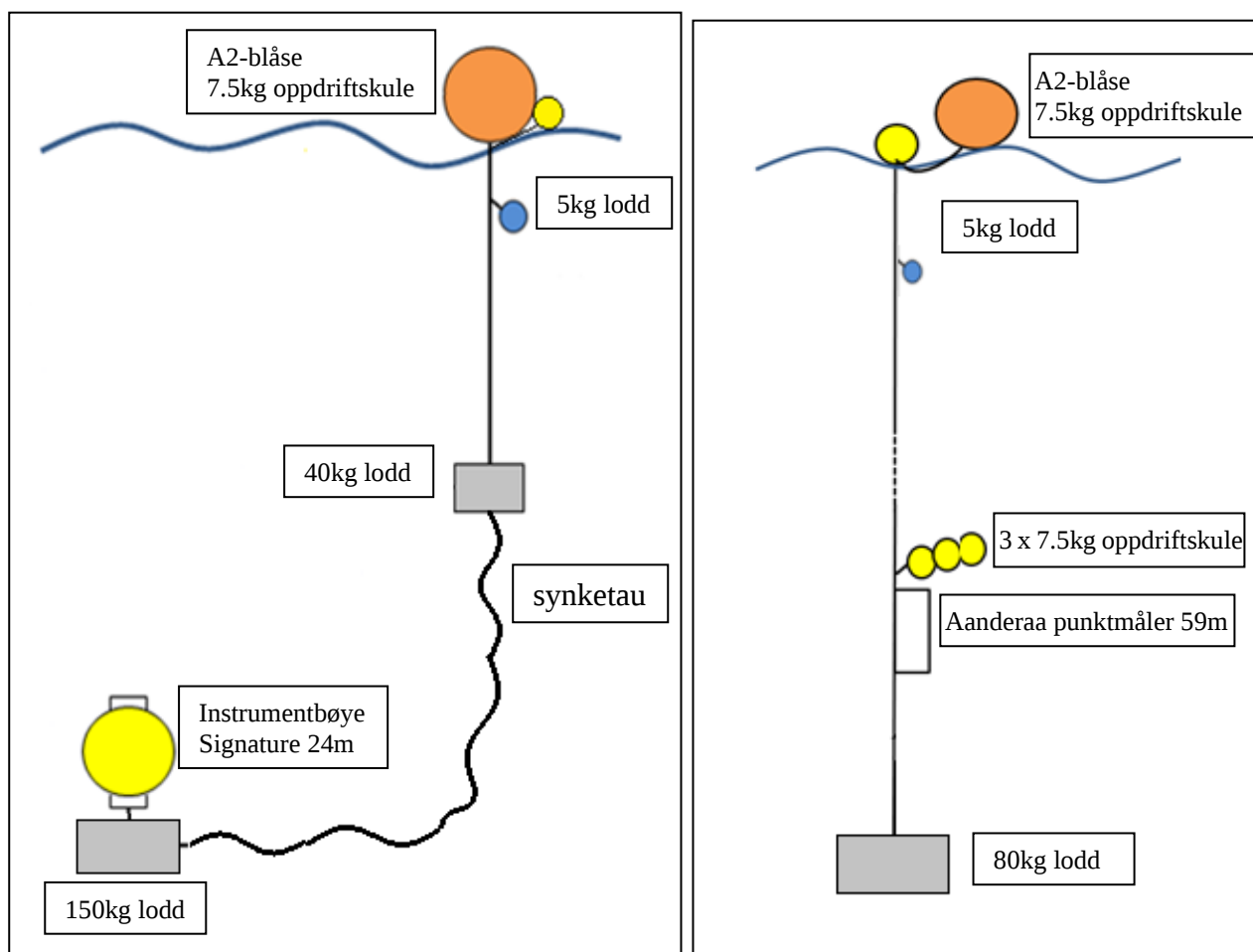
Riggoppsett for målt strøm er skissert i Figur 7.1.1.

For målinger tatt på 5m og 15m dyp (utslippspunkt):

Et Signature-instrument ble festet pekende oppover i en instrumentbøye omtrent 4m over anker på totalt 150kg på bunnen. En A2-blåse ble benyttet ved overflaten sammen med en trålkule (7.5 kg oppdrift) brukt for oppdrift. Et lodd på 5 kg ble festet til tauet ved omtrent 5m dyp og et lodd på 40kg ble festet til tauet på 15m dyp. Herfra gikk det et synketau med slakk til ankeret på bunnen.

For målinger tatt på 59m dyp (inntakspunkt):

En A2-blåse ble benyttet ved overflaten sammen med en trålkule (7.5 kg oppdrift) for oppdrift. Litt lenger ned var det festet et lodd på 5kg til tauet. Over instrumentet på 59m dyp var det festet tre trålkuler (7.5 kg oppdrift) for oppdrift. Riggen var forankret i bunn med lodd på totalt 80kg.



Figur 7.1.1. Prinsippskisse av riggoppsett. Riggen til venstre viser riggoppsett for målinger tatt på 6m og 20m dyp (utslippspunkt). Riggen til høyre viser riggoppsett for målinger tatt på 59m dyp (inntakspunkt).

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 oksygensensor ved inntakspunktet, dermed er ikke oksygenprofiler for denne posisjonen presentert her.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	6m	20m	59m
Filnavn for rådata	S101084A005_Skjelvika_20_avgd.ad2cp	S101084A005_Skjelvika_20_avgd.ad2cp	Skjelvika spredning MF0820 AP5143.bin
Rådata først vurdert i	Ocean Contour	Ocean Contour	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Skjelvika 6m MF0820 NS1084_eks_IH.csv	Skjelvika 20m MF0820 NS1084_eks_IH.csv	Skjelvika 59m MF0820 AP5143_eks_IH.csv
Filnavn for kvalitetssikret data	Skjelvika-6m_QC.xlsx	Skjelvika-20m_QC.xlsx	Skjelvika-59m_QC.xlsx
Data return (%)	99.97	100.00	100.00
Antall målinger	7204/7206	7206/7206	7202/7202
Antall fjernede målinger	2 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	18.06.20 08:14 - 07.08.20 09:04	18.06.20 08:14 - 07.08.20 09:04	18.06.20 09:10 - 07.08.20 09:20
Dato og tid for start og slutt av instrument	18.06.20 05:04 - 07.08.20 12:54	18.06.20 05:04 - 07.08.20 12:54	17.06.20 12:50 - 07.08.20 12:40

8.2 Kvalitetssikring av data

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

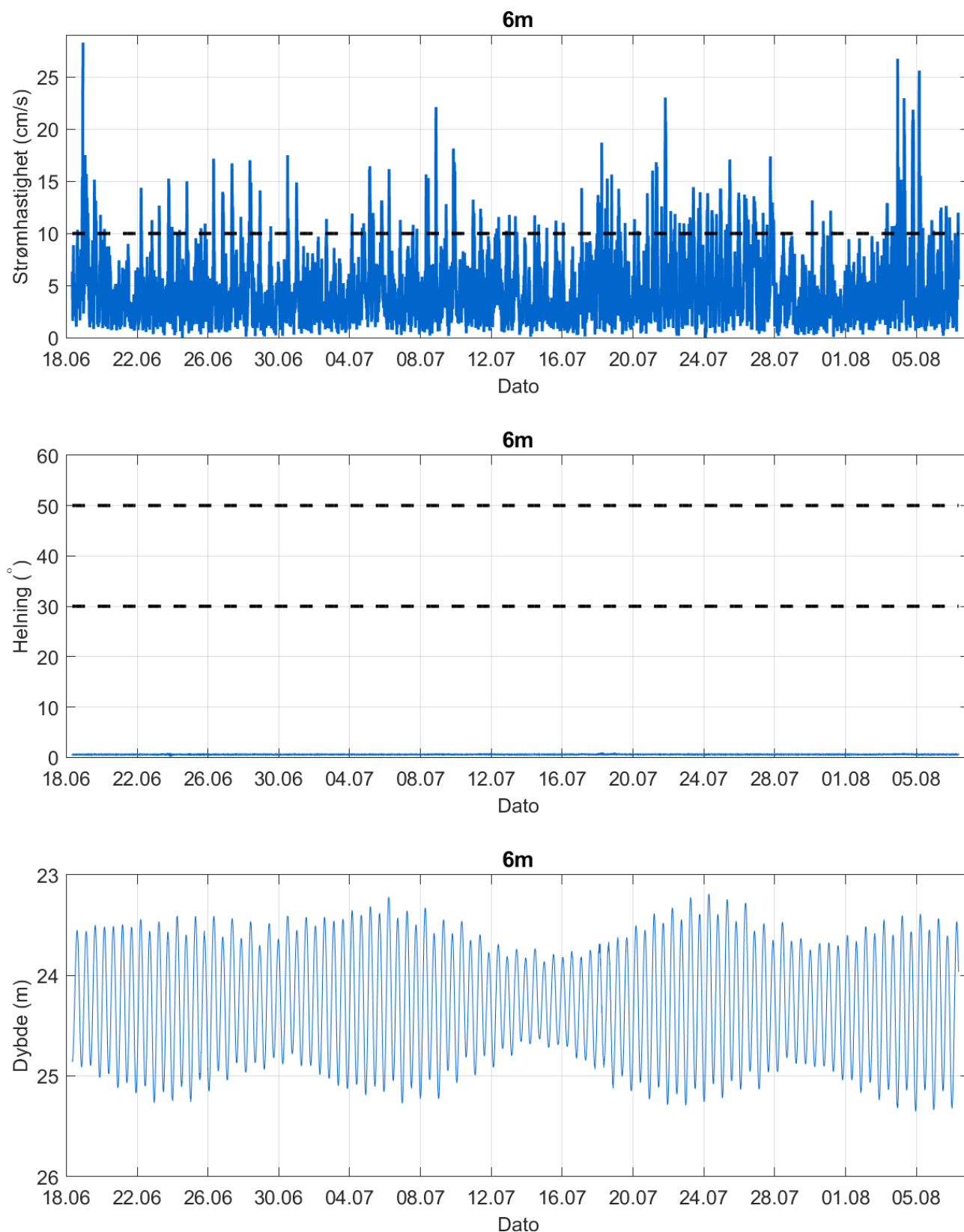
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Helning	$< 50^{\circ}$ (Figur 8.2.3) – Aanderaa punktmåler $< 20\text{-}30^{\circ}$ (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.2) – Nortek-instrumenter
Ping count	150 (Figur 8.2.3.) – Aanderaa punktmåler
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	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

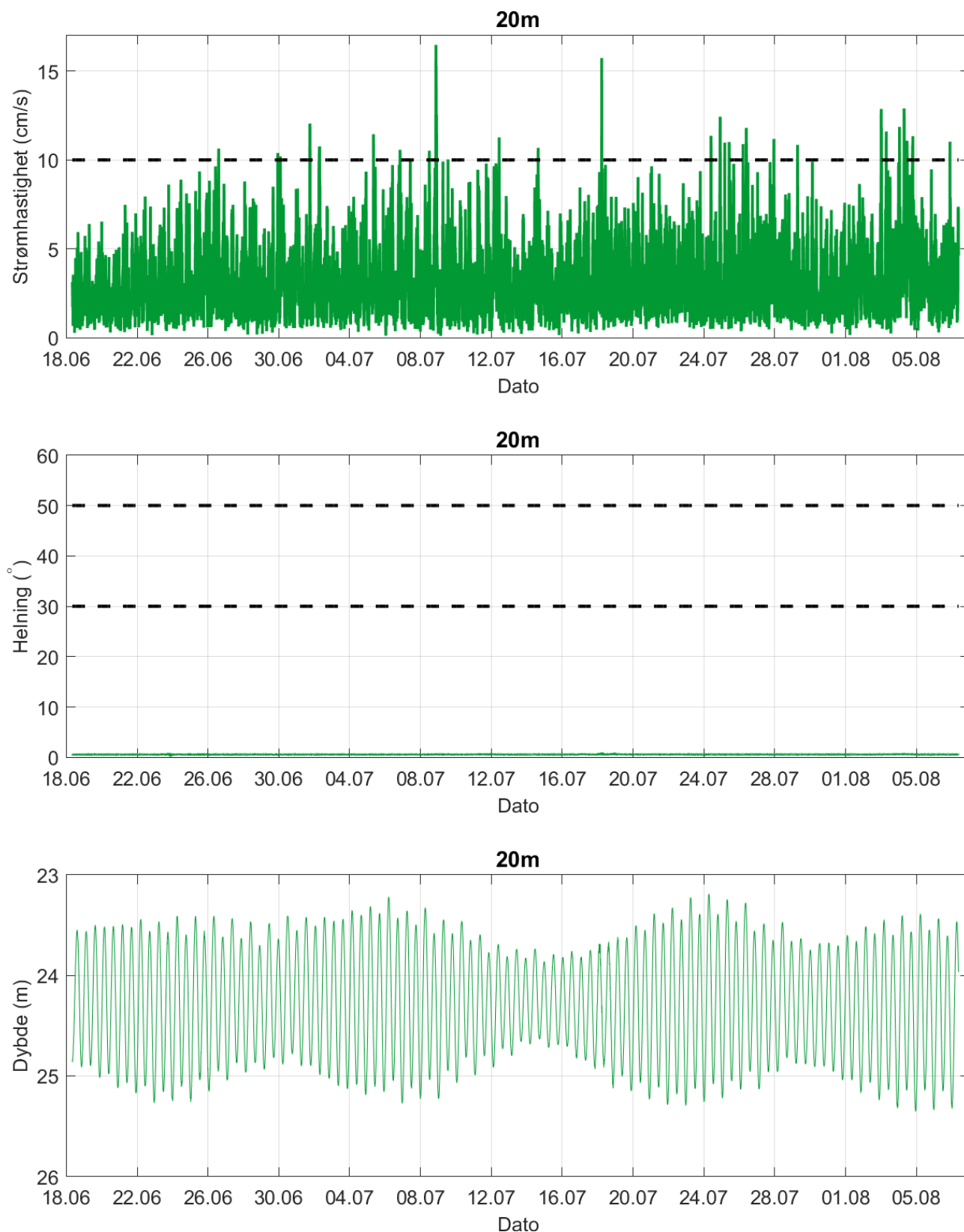
Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet, u_1 og u_2 , for forskjellige måleintervall, Δt (IOC,1993). For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har de teoretiske forskjellene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



Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 6m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 23.2m og 25.4m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 24.3m.

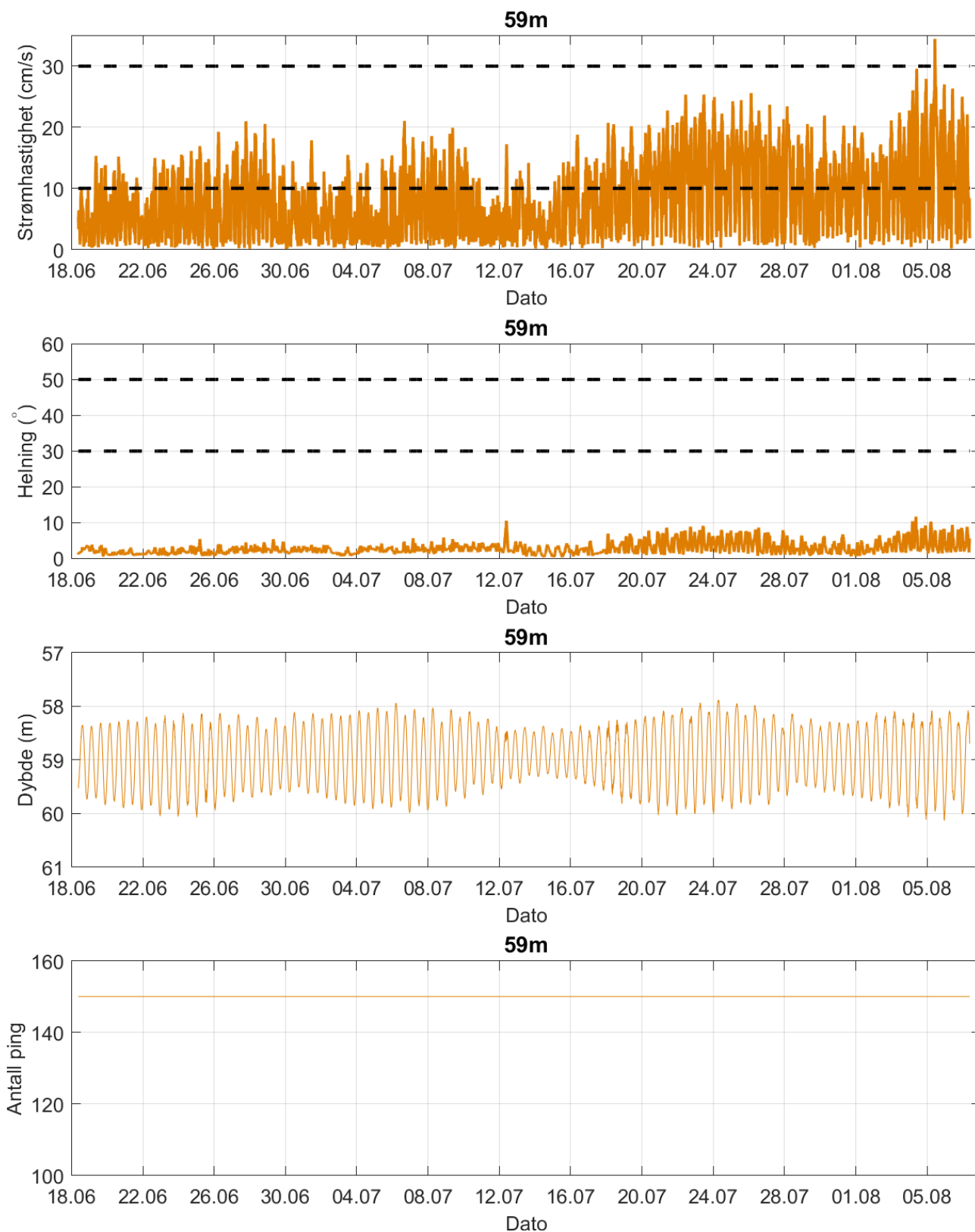
Merknad: Ettersom strømmen på 6m og 20 dyp ble målt med samme instrument (profilerende instrument), er samme helning- og trykkdata oppgitt for begge dyp.



Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 20m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 23.2m og 25.4m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 24.3m.

Merknad: Ettersom strømmen på 6m og 20 dyp ble målt med samme instrument (profilerende instrument), er samme helning- og trykkdata oppgitt for begge dyp.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 59m dyp.

Instrumentdypet varierte mellom 57.9m og 60.1m i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 59.0m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Strøm fra 6m og 20m dyp er målt med samme instrument (profilerende instrument) og har derfor samme måleperiode.

8.3.2 Enkelte datapunkter

To datapunkter ble fjernet fra 6m dyp grunnet hastighetssprang og forstyrrelser i signalstyrken.

Ingen andre datapunkter ble fjernet.

9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

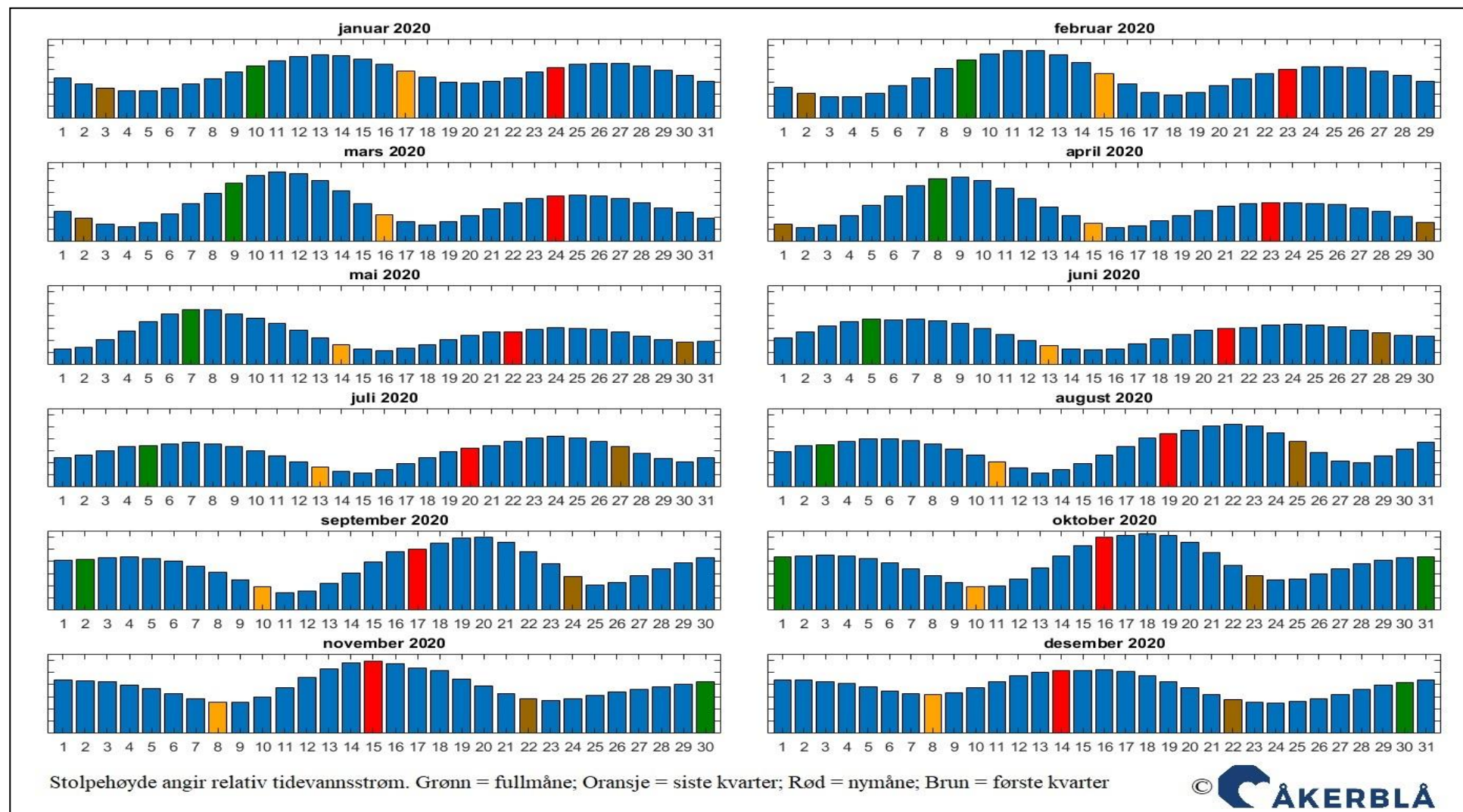
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	≥ 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 hastighet (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

10. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner

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



Figur 10.1. Månedlige tidevannsvariasjoner hvor stolpehøyde angir relativ tidevannsstrøm og stolpefarge indikerer månefaser (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne).

11. Vedlegg – Måleenheter

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 11.1. Måleenheter brukt i rapporten.

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

12. Vedlegg – Parametere og beskrivelse

Tabell 12.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse.

Parameter	Beskrivelse
Sjøtemperatur (°C)	Temperatur i vannet målt ved måledyp
Strømhastighet	
Maksimum (cm/s)	Høyeste verdi av alle data
Gjennomsnitt (cm/s)	Matematisk gjennomsnittlig verdi av alle data
Minimum (cm/s)	Laveste verdi av alle data
Signifikant maks (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av høyeste 1/3 av data
Signifikant min (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av laveste 1/3 av data
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.

13. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmåler.
2. Brukerveiledning. Nortek Signature.
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 (2020). 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. og 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.