

Strømrapport

**Måling av overflate- (5m) og
dimensjoneringsstrøm (15m) ved**

Storflua i

september - oktober 2022

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn		Vurdering av strømforhold ved Storflua. SR-SO-Storflua-105189-01-001.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
001	20.10.22	Første utgivelse. Presentasjon og vurdering av gjennomførte strømmålinger ved Storflua.	
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	Storflua	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Frøya	Fylke	Trøndelag
Oppdragsgiver			
Selskap	Sintef Ocean AS; Postboks 4762 Torgarden, 7465 TRONDHEIM, NORGE		
Kontaktperson	Eirin Kleiven	Eirin.Kleiven@sintef.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Tormod Jacobsen	tormod.jacobsen@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Anne Kari Meisingset	anne.meisingset@akerbla.no	
Kontrollert av	Aleksander Libæk	aleksander.libaek@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall		
Måledyp	5m	15m
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	75.2 (S)	65.2 (SV)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	16.5	15.2
Strømstyrke < 1cm/s (%)	0.2	0.6
Strømstyrke < 3cm/s (%)	1.9	3.6
Strømstyrke < 10cm/s (%)	23.8	31.2
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	7.6	5.3
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.3	0.2
Neumann-parameter	0.1	0.4
10-års strøm (maksimal)	124	108
50-års strøm (maksimal)	139	121

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.....	14
4.5 Strømmens retningsfordeling	14
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	15
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	16
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	17
4.9 Progressivt vektordiagram	18
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	19
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	19
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	20
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	20
4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer	21
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer	21
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	21
4.17 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer	21
4.18 10-års og 50-års strømhastighet i 8 retningssektorer	22
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	23
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	23
4.21 Strømfordeling	24
4.22 Strømvarighet.....	26
4.23 Tidevannsanalyse	27
4.24 Maksimal strømhastighet, tidevann og vind	29
4.25 Vind under måleperioden.....	30
4.26 CTD-profil.....	33
5. Diskusjon	34
5.1 Høye strømmålinger.....	34
5.2 Tidevannspåvirkning.....	34
5.3 Vindpåvirkning	34

5.4	Vannutskiftning.....	34
5.5	Vannsøylens vertikale struktur.....	35
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon	36
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	36
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter	37
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger	38
6.4	CTD-målinger	38
7.	Vedlegg – Riggoppsett	39
7.1	Test av riggoppsett før utsett.....	39
7.2	Riggoppsett	39
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	41
8.1	Databearbeiding	41
8.2	Kvalitetssikring av data.....	43
8.3	Fjernede dataverdier.....	46
8.3.1	Måleperiode	46
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	46
9.	Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm.....	47
10.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	49
11.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner.....	50
12.	Vedlegg – Måleenheter	51
13.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse	52
14.	Vedlegg – Referanser	53

1. Forord

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

Resultatene fra strømmålingene gjelder for gitte prøvepunkt og for oppgitt tidsperiode. Vurderingen av strømforhold i området er gjort på bakgrunn av disse resultatene.

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

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

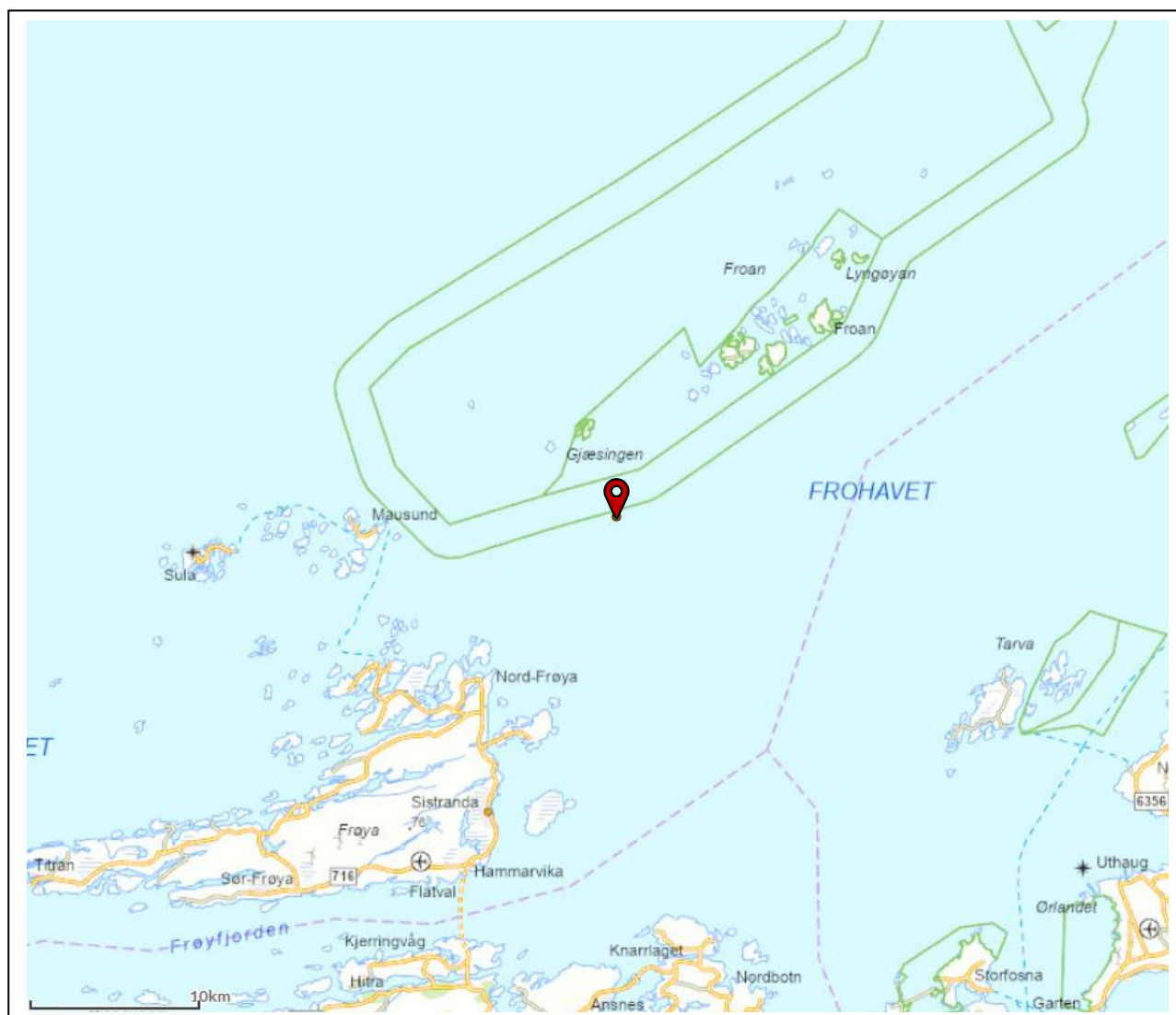
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9425-1:1999, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Storflua ligger i Frøya kommune, Trøndelag (Figur 2.1). Storflua ligger åpent til i Gjesinghavet, sørøst/sør for øya Gjesingen. Lokaliteten er åpen mot Norskehavet i vest, nordvest og nord og mot Frohavet i nordøst, øst, sørøst og sør.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra alle retninger.

Bunntopografi er ca. 52m dyp og orienteringen dreier fra N – S til NV/V – SØ/Ø i området for strømmålingsposisjonen.



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

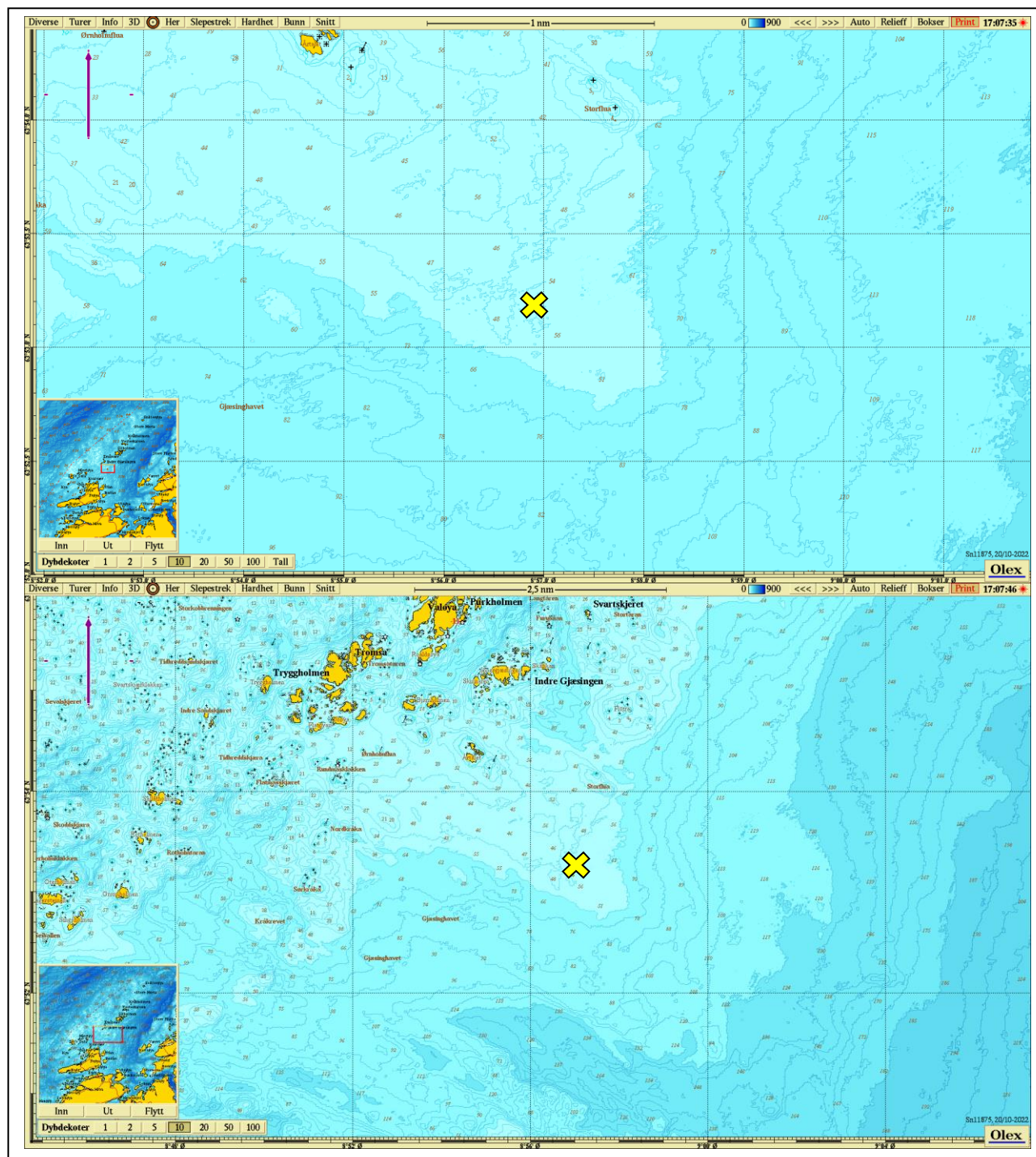
3. Metodikk

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

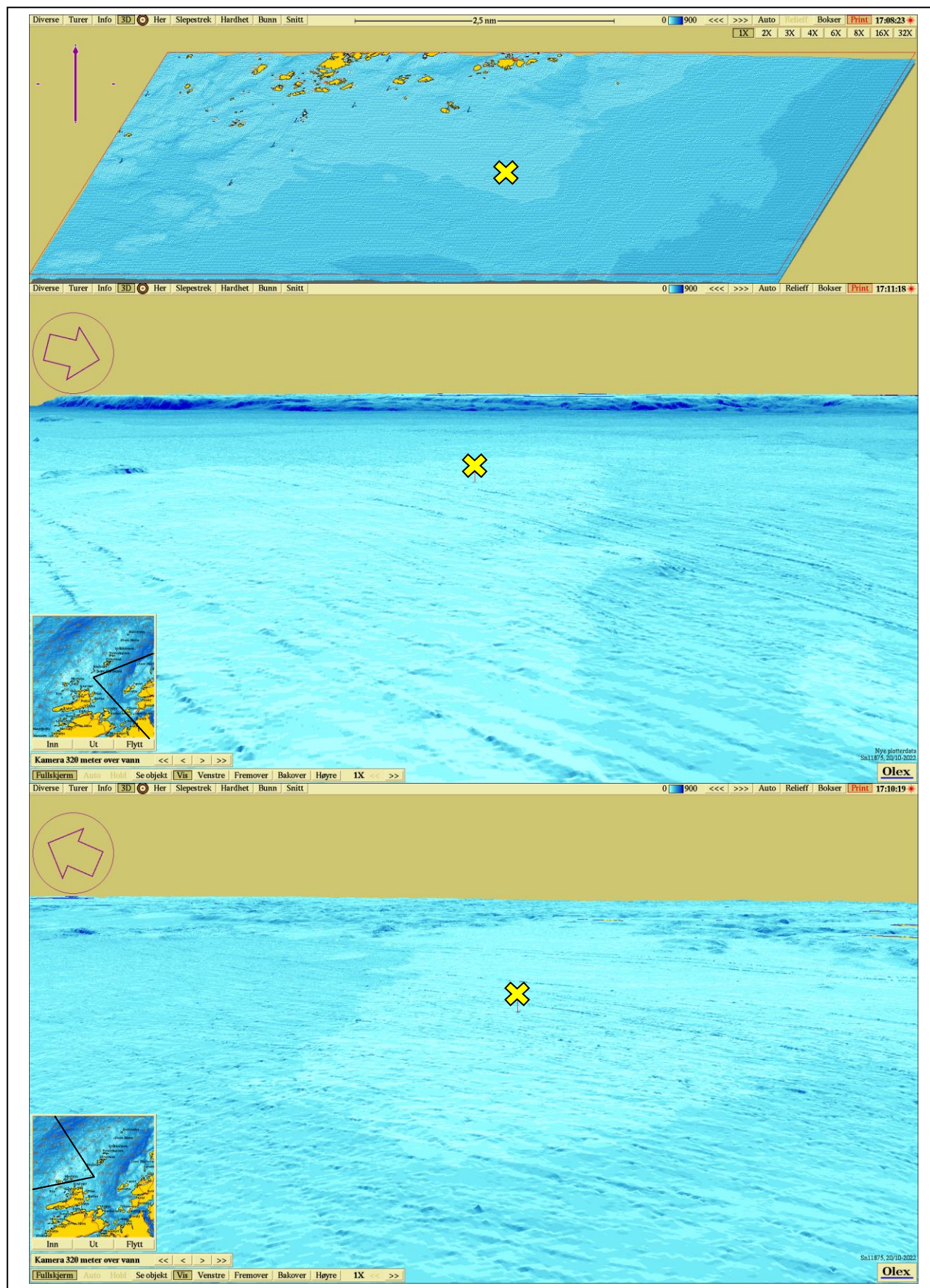
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 – Figur 3.2).

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m
Posisjonsanvisning	✕	✕
Posisjon	63° 53.189' N; 008° 56.903' Ø	63° 53.189' N; 008° 56.903' Ø
Dyp på målested	52m	52m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	08.09.22 - 13.10.22	08.09.22 - 13.10.22
Måleintervall	10 minutter	10 minutter
Antall døgn (målt/planlagt)	35.2 / 35.2	35.1 / 35.2
Fjernede datapunkt	0	4
Manglende datapunkt	0	0



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss, i forhold til eksisterende anlegg. Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer orientering til kart. Kart 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

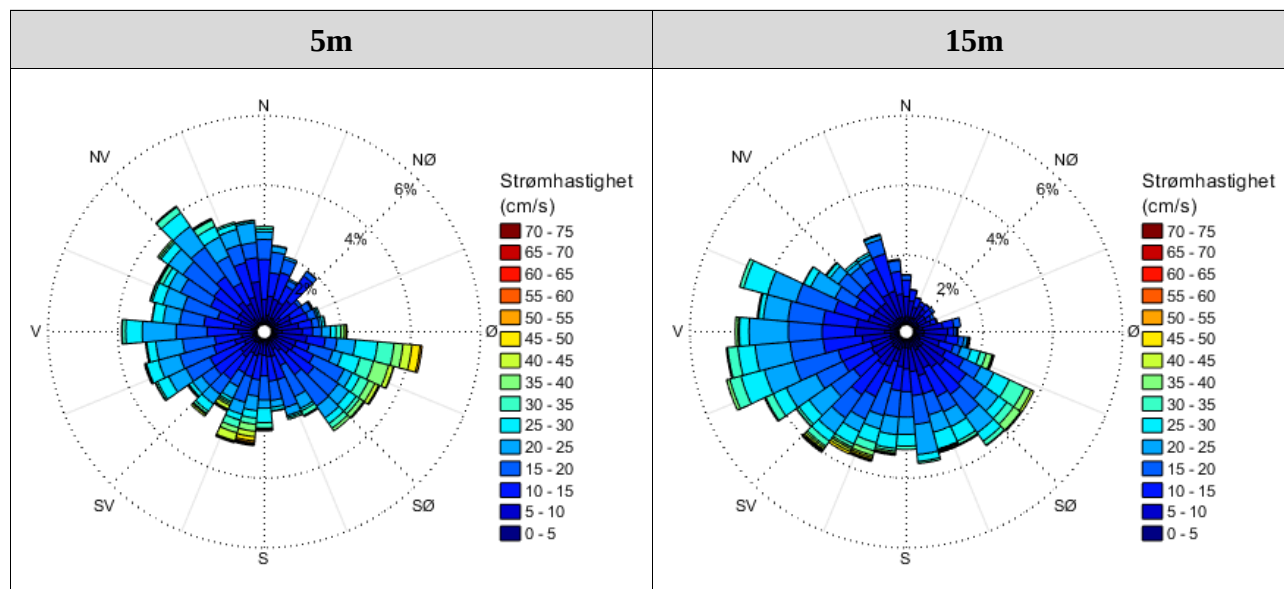
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m og 15m dyp.

Måledyp	5m	15m
Sjøtemperatur (°C)	10.9 - 14.0	10.7 - 14.0
Strømhastighet		
Maksimum (cm/s)	75.2	65.2
Gjennomsnitt (cm/s)	16.5	15.2
Minimum (cm/s)	0.3	0.1
Signifikant maks (cm/s)	26.2	25.0
Signifikant min (cm/s)	8.0	6.4
Varians (cm/s) ²	76.9	72.9
Standardavvik (cm/s)	8.8	8.5
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	0.2	0.6
Lengste periode < 1cm/s (min)	10	20
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	1.9	3.6
Lengste periode < 3cm/s (min)	70	80
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	23.8	31.2
Lengste periode < 10cm/s (min)	490	760
% ≥ 30cm/s	7.6	5.3
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	300	160
% ≥ 50cm/s	0.3	0.2
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	30	30
Effektiv transport		
Hastighet (cm/s)	2.2	6.1
Retning (grader)	222	221
Neumann-parameter	0.1	0.4
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	14232	13114

4.2 Strømroser

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



Figur 4.2.1. Strømroser på 5m og 15m dyp.

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.

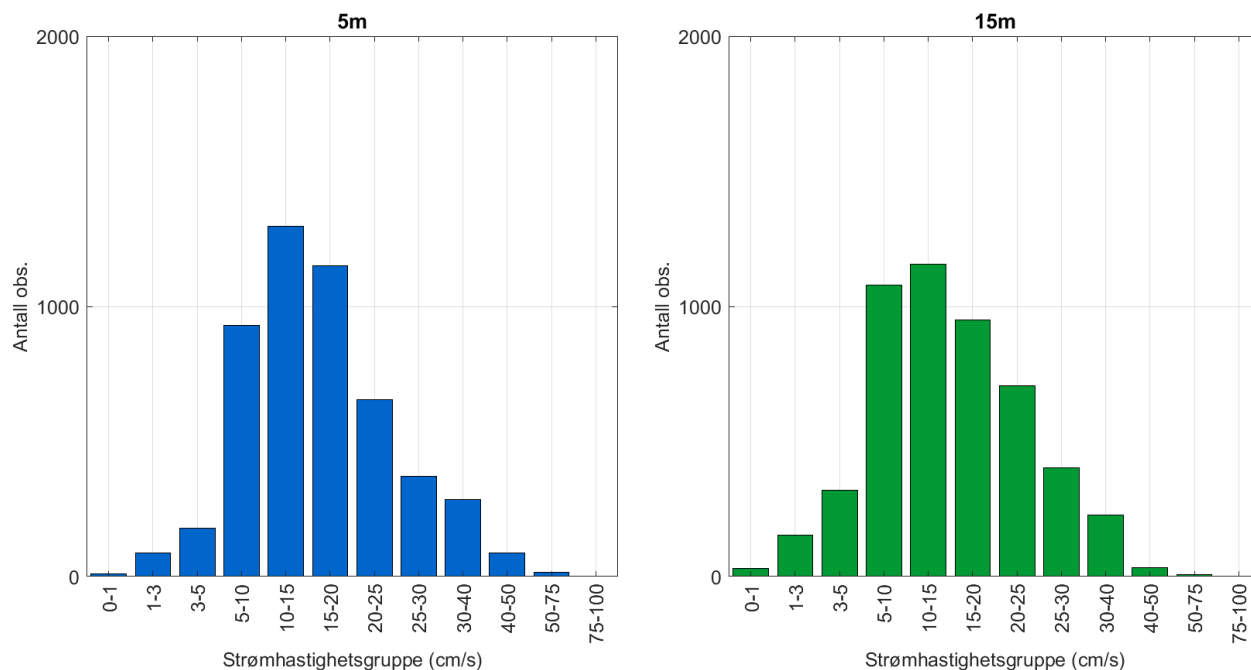
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m³/m²	%	
N	0	1	6	6	55	83	42	21	6	4	0	0	0	0	224	4.4	17870	3.6	32.9
N	15	0	2	13	46	63	37	10	0	0	0	0	0	0	171	3.4	12322	2.5	24.0
NØ	30	0	5	13	39	44	18	4	0	0	0	0	0	0	123	2.4	7865	1.6	21.2
NØ	45	1	5	8	33	50	7	0	0	0	0	0	0	0	104	2.1	6158	1.2	17.5
NØ	60	0	4	13	31	40	17	3	1	0	0	0	0	0	109	2.2	7016	1.4	25.6
Ø	75	0	1	7	38	32	12	5	4	1	0	0	0	0	100	2.0	6812	1.4	30.4
Ø	90	1	5	15	51	26	21	20	16	18	9	4	0	0	186	3.7	19415	3.9	52.3
Ø	105	0	6	5	56	35	37	29	49	67	24	0	0	0	308	6.1	41506	8.3	50.0
SØ	120	0	4	9	43	51	68	23	19	35	11	0	0	0	263	5.2	29490	5.9	45.4
SØ	135	1	0	6	33	64	74	29	19	20	2	0	0	0	248	4.9	26067	5.2	41.0
SØ	150	0	4	6	23	44	79	30	8	10	1	0	0	0	205	4.0	20533	4.1	42.0
S	165	0	5	8	25	52	50	16	3	4	0	0	0	0	163	3.2	13931	2.8	34.9
S	180	0	4	2	30	53	48	18	28	15	3	2	0	0	203	4.0	22044	4.4	66.3
S	195	0	1	11	28	48	53	29	15	33	23	7	1	0	249	4.9	32764	6.5	75.2
SV	210	1	4	5	25	53	36	28	9	8	10	2	0	0	181	3.6	19025	3.8	51.9
SV	225	1	3	10	40	61	38	27	13	6	2	0	0	0	201	4.0	18006	3.6	41.8
SV	240	0	3	4	32	73	53	38	26	6	0	0	0	0	235	4.6	23094	4.6	35.1
V	255	1	4	3	35	57	77	56	24	4	0	0	0	0	261	5.2	26405	5.3	38.0
V	270	1	5	2	28	65	61	62	32	7	0	0	0	0	263	5.2	27663	5.5	36.7
V	285	1	4	6	37	54	64	45	25	3	0	0	0	0	239	4.7	23331	4.7	34.9
NV	300	1	2	2	45	65	79	30	11	10	1	0	0	0	246	4.9	23424	4.7	41.9
NV	315	0	3	9	48	71	86	47	33	14	0	0	0	0	311	6.1	31598	6.3	37.9
NV	330	0	5	7	47	63	57	44	25	16	1	0	0	0	265	5.2	26663	5.3	40.0
N	345	0	1	8	61	50	37	41	5	3	0	0	0	0	206	4.1	17470	3.5	34.4
Antall obs.		10	86	178	929	1297	1151	655	371	284	87	15	1	0	5064	100	0	0	0
%		0.2	1.7	3.5	18.3	25.6	22.7	12.9	7.3	5.6	1.7	0.3	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
		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	1	3	14	44	33	9	1	0	0	0	0	0	0	105	2.1	5744	1.2	21.1
N	15	2	5	9	28	29	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.4	3704	0.8	14.9
NØ	30	0	10	10	28	8	1	0	0	0	0	0	0	0	57	1.1	2293	0.5	16.0
NØ	45	0	9	15	18	16	3	0	0	0	0	0	0	0	61	1.2	2748	0.6	17.7
NØ	60	0	2	10	17	14	8	0	0	0	0	0	0	0	51	1.0	2852	0.6	18.4
Ø	75	1	5	12	42	19	7	0	0	0	0	0	0	0	86	1.7	4282	0.9	18.1
Ø	90	1	10	14	45	18	10	2	0	0	0	0	0	0	100	2.0	4873	1.1	21.0
Ø	105	0	3	12	47	24	16	15	8	13	1	0	0	0	139	2.7	12118	2.6	45.2
SØ	120	2	4	16	56	45	34	33	35	49	6	0	0	0	280	5.5	31371	6.8	41.8
SØ	135	0	12	17	58	64	57	42	25	26	2	0	0	0	303	6.0	29523	6.4	42.3
SØ	150	0	5	22	46	70	39	37	29	10	0	0	0	0	258	5.1	23769	5.2	39.0
S	165	2	6	11	60	42	57	49	27	3	2	0	0	0	259	5.1	24044	5.2	43.1
S	180	1	6	15	45	46	55	46	22	8	1	0	0	0	245	4.8	23229	5.0	42.3
S	195	0	6	14	35	55	68	34	34	21	5	4	0	0	276	5.5	30098	6.5	58.5
SV	210	1	7	16	45	71	56	31	29	14	11	2	0	0	283	5.6	29245	6.3	65.2
SV	225	6	10	12	39	73	65	53	23	13	4	2	0	0	300	5.9	29651	6.4	55.2
SV	240	0	9	10	47	70	61	63	33	18	0	0	0	0	311	6.1	31618	6.9	39.2
V	255	2	6	13	55	76	92	71	47	35	0	0	0	0	397	7.8	42598	9.2	39.4
V	270	3	6	23	62	68	63	80	21	9	0	0	0	0	335	6.6	31215	6.8	38.3
V	285	1	6	13	57	84	92	64	33	4	0	0	0	0	354	7.0	33820	7.3	31.1
NV	300	3	5	11	47	49	56	52	21	5	0	0	0	0	249	4.9	23320	5.1	32.5
NV	315	0	8	9	47	56	45	17	9	0	0	0	0	0	191	3.8	15031	3.3	29.7
NV	330	3	3	13	54	62	26	8	5	0	0	0	0	0	174	3.4	12008	2.6	27.1
N	345	0	7	8	56	64	30	7	1	0	0	0	0	0	173	3.4	11601	2.5	28.8
Antall obs.		29	153	319	1078	1156	950	705	402	228	32	8	0	0	5060	100	0	0	0
%		0.6	3.0	6.3	21.3	22.8	18.8	13.9	7.9	4.5	0.6	0.2	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

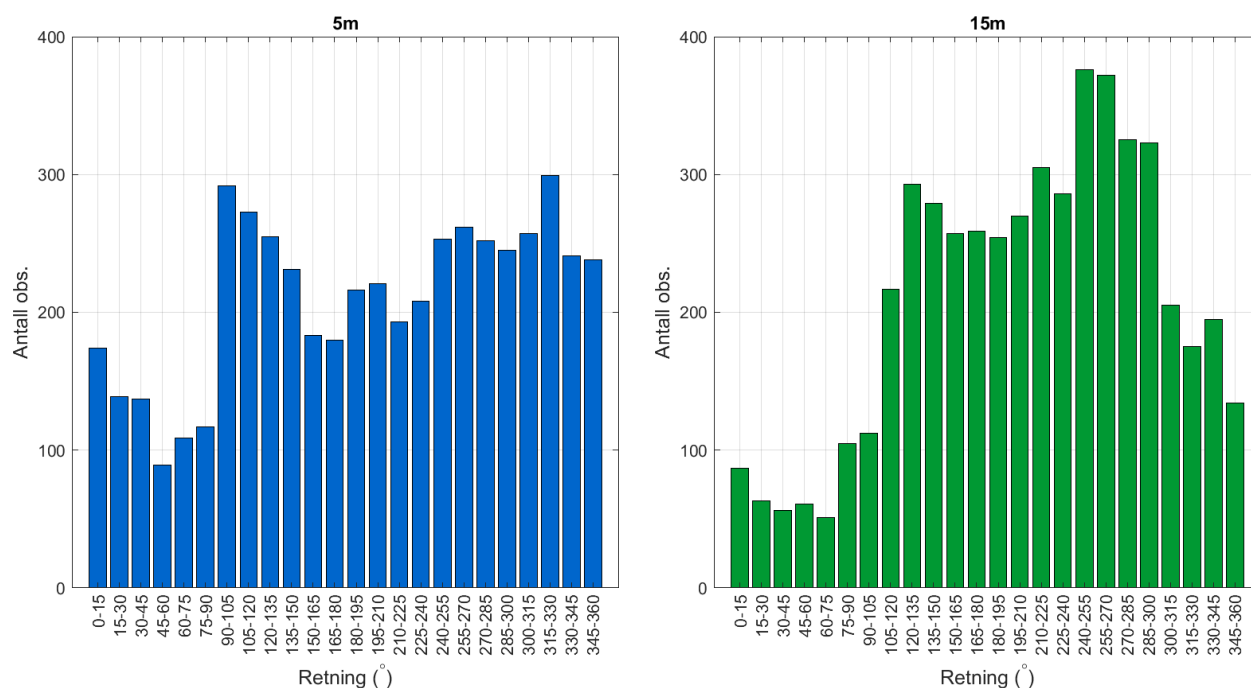
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m og 15m dyp. Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

4.5 Strømmens retningsfordeling

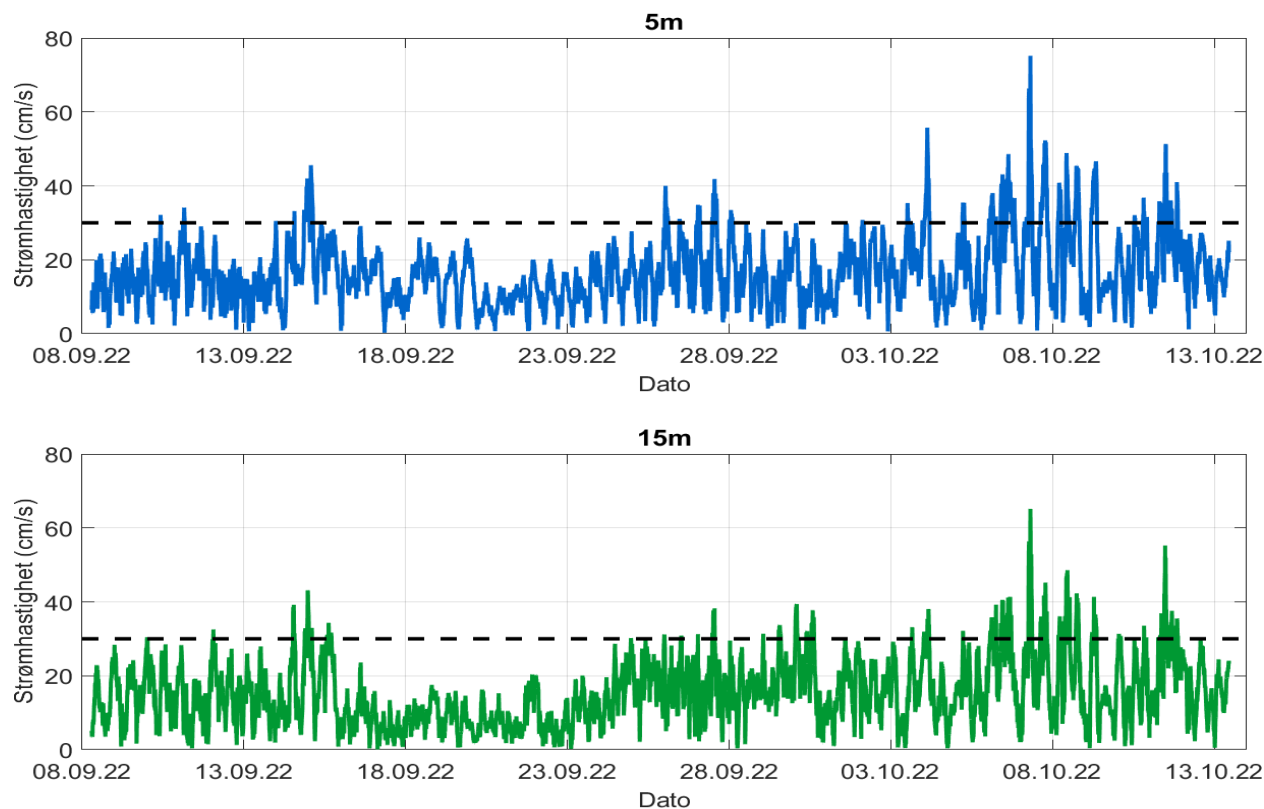
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m og 15m dyp. Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

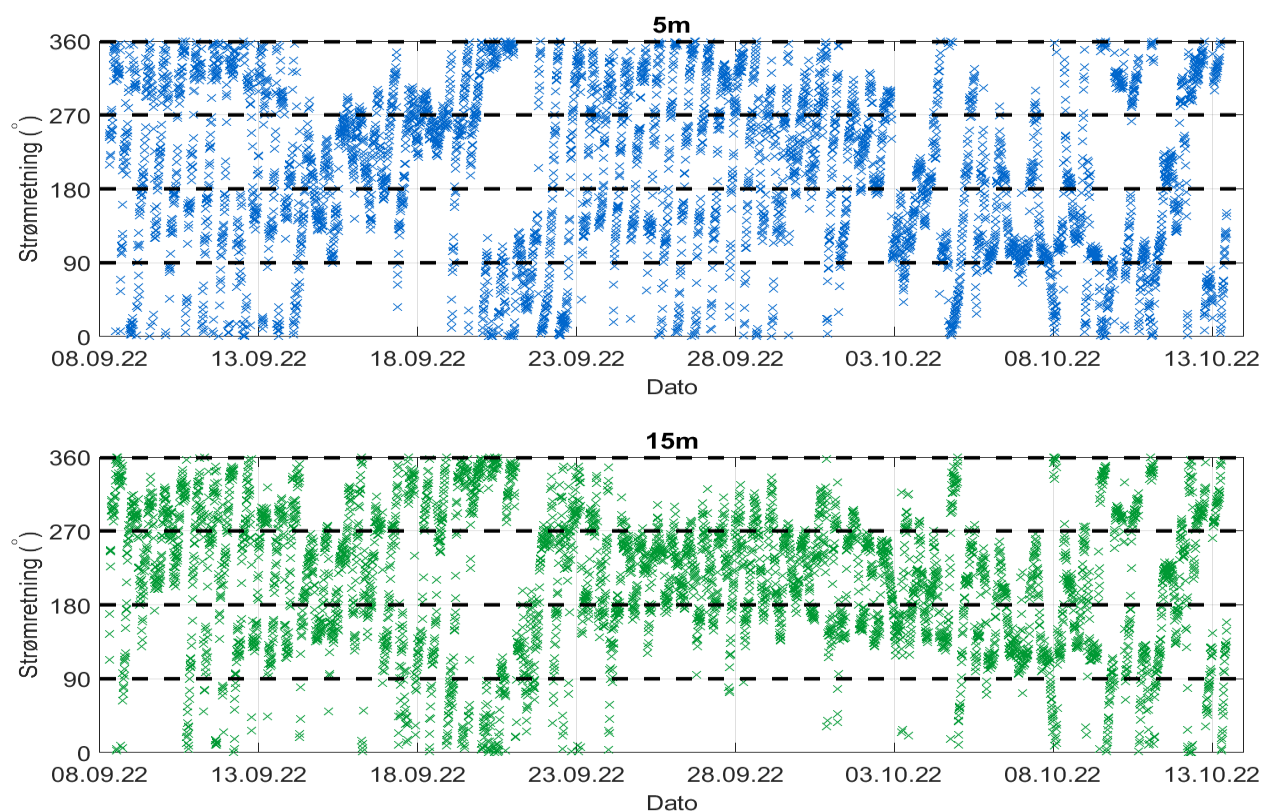
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m og 15m dyp. Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning

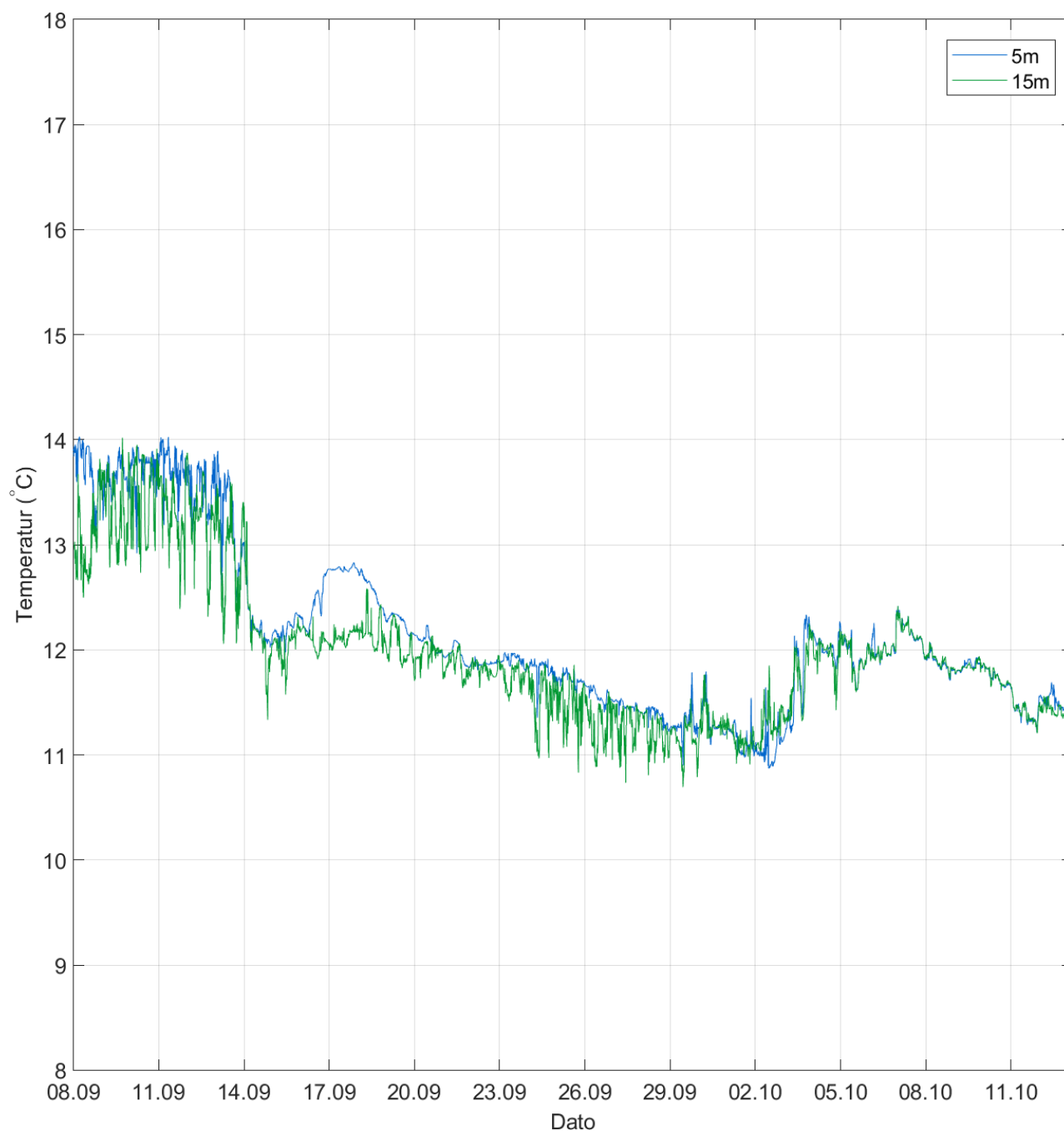
Strømmens retning under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m og 15m dyp. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

4.8 Tidsdiagram – Temperatur

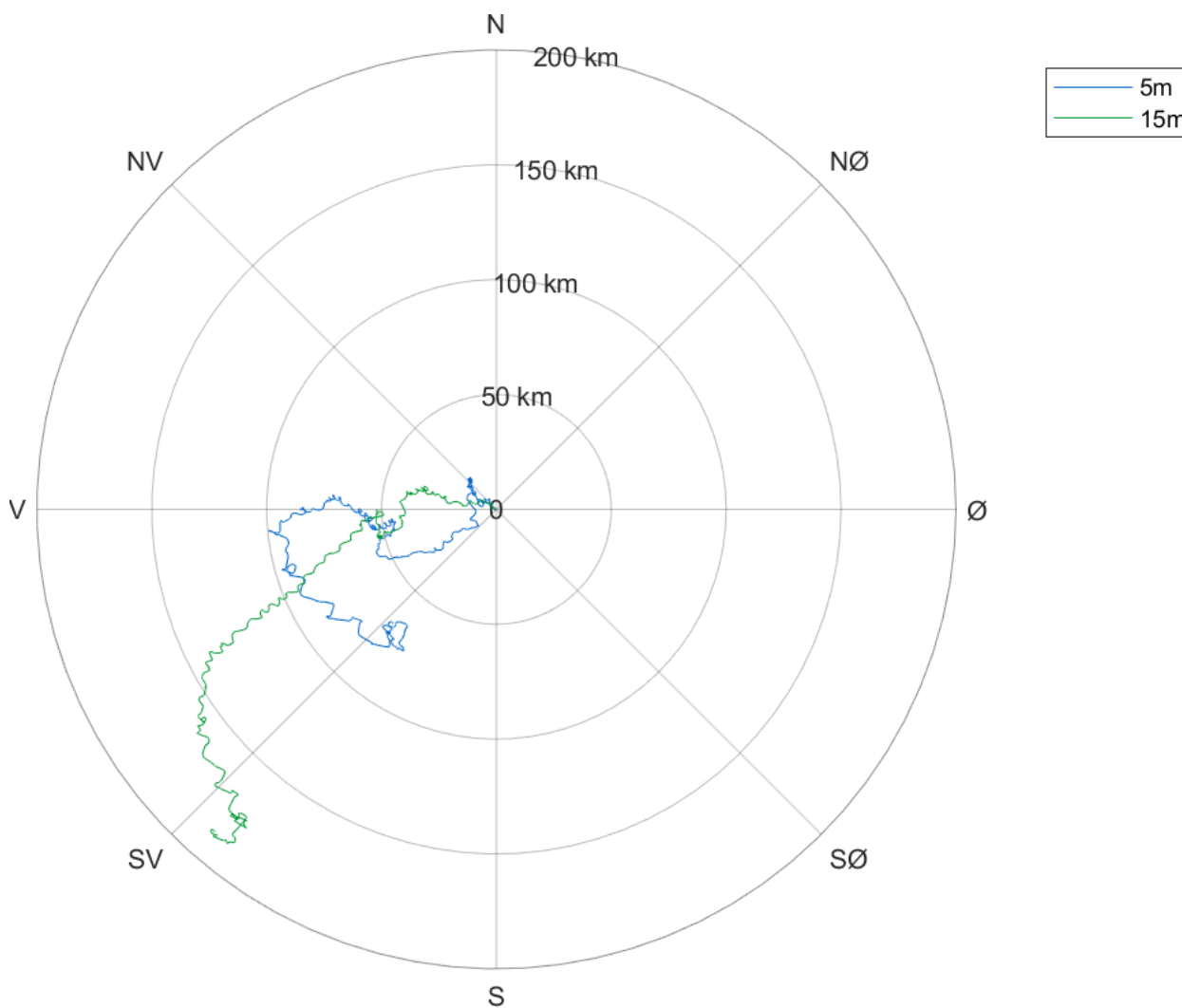
Temperatur under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m og 15m dyp. Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

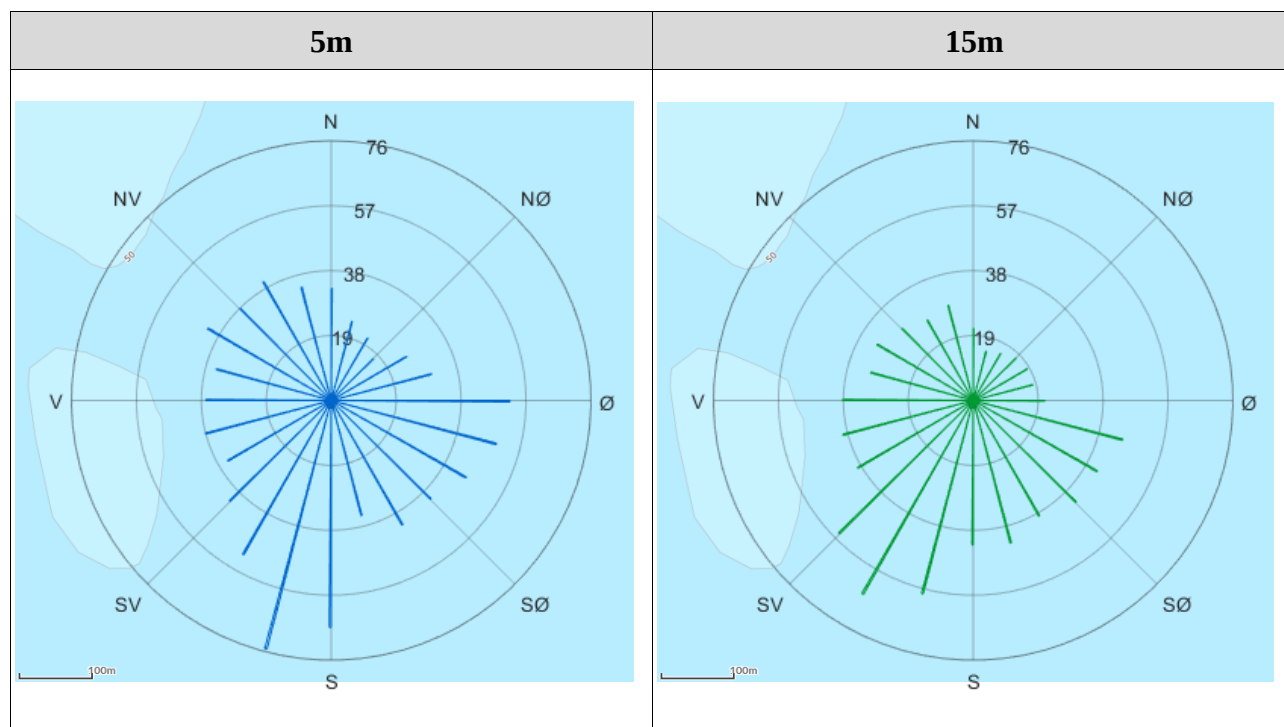
4.9 Progressivt vektordiagram

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.



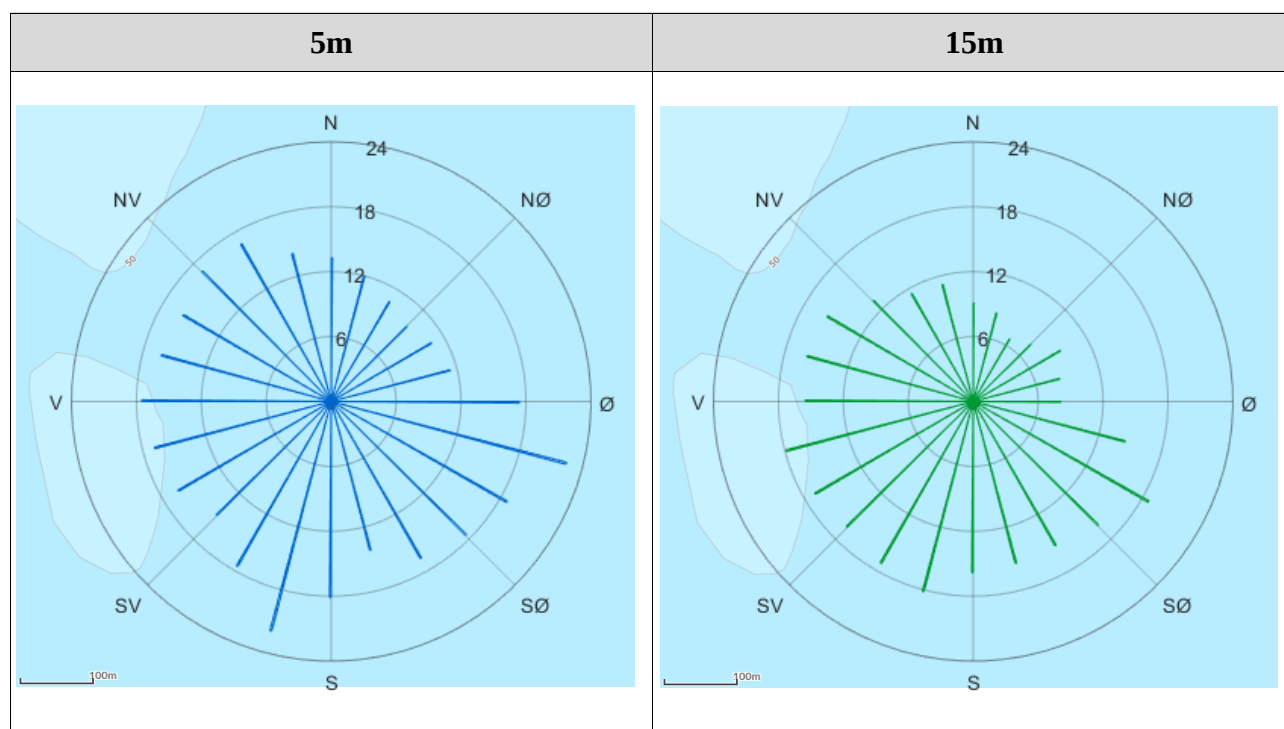
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m og 15m dyp.

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømshastighet



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

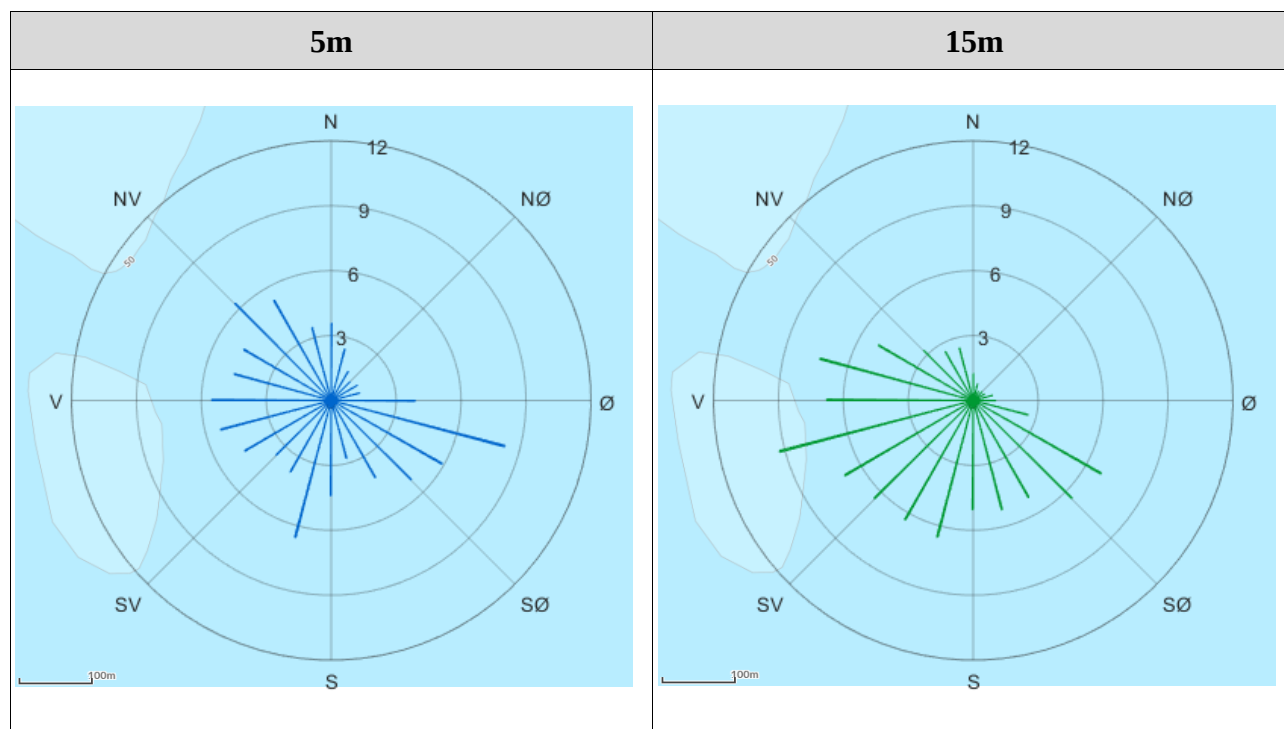
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp i løpet av måleperioden.

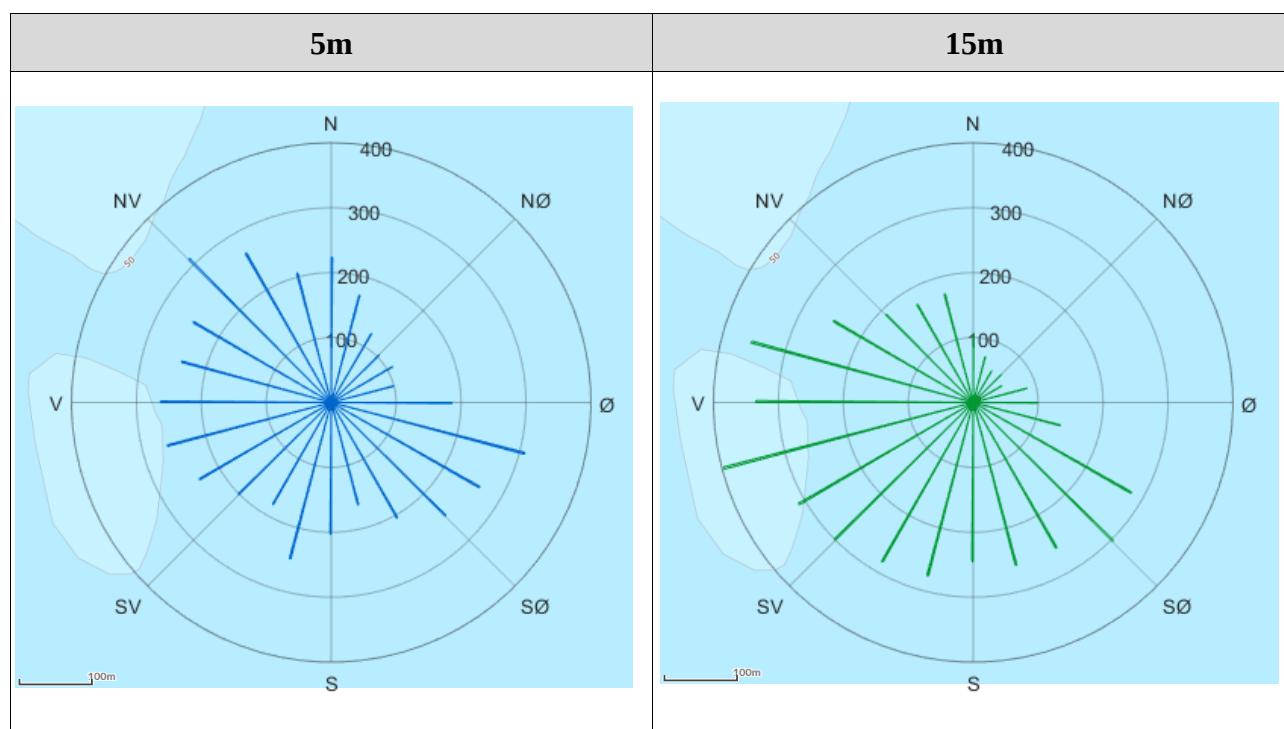
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

Relativ vannfluks (%) angir mengden vann som strømmer gjennom en 15°-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 og 15m dyp i løpet av måleperioden.

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på 5m og 15m dyp i løpet av måleperioden.

4.14 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.14.1. Maksimal strømhastighet (cm/s) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	34.4	25.6	52.3	45.4	75.2	51.9	38.0	41.9
15m	28.8	18.4	45.2	42.3	58.5	65.2	39.4	32.5

4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer

Tabell 4.15.1. Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	13.1	10.4	19.0	17.7	18.6	16.2	16.9	16.6
15m	9.6	7.8	10.9	16.8	16.5	16.9	16.5	13.7

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	601	336	594	716	615	617	763	822
15m	351	169	325	841	780	894	1086	614

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	9.5	4.2	13.5	15.2	13.7	12.0	15.5	16.3
15m	4.4	1.7	4.6	18.4	16.8	19.7	23.4	10.9

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

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

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

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	34.4	25.6	52.3	45.4	75.2	51.9	38.0	41.9
Retning (°)	343	63	95	120	189	206	252	298
10-år (cm/s) (x1.65)	57	42	86	75	124	86	63	69
50-år (cm/s) (x1.85)	64	47	97	84	139	96	70	77

Tabell 4.18.2. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 15m dyp.

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	28.8	18.4	45.2	42.3	58.5	65.2	39.4	32.5
Retning (°)	342	56	106	133	202	204	258	306
10-år (cm/s) (x1.65)	48	30	75	70	96	108	65	54
50-år (cm/s) (x1.85)	53	34	84	78	108	121	73	60

4.19 Persentilfordeling av strømhastighet

Kolonnen til venstre i Tabell 4.19.1 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
1	2.2	1.4
10	6.6	5.0
20	9.1	7.4
30	11.3	9.8
40	13.4	11.8
50	15.2	14.1
60	17.1	16.3
70	19.5	19.1
80	22.8	22.3
90	27.8	26.6
95	33.2	30.3
99	44.0	39.0

4.20 Prosentfordeling av strømhastighet

Oppgitte verdier i Tabell 4.20.1 er rundet av til nærmeste desimal for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimal. 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
1	99.8	99.4
3	98.1	96.4
5	94.6	90.1
10	76.2	68.8
20	27.9	27.2
30	7.6	5.3
40	2.0	0.8
50	0.3	0.2
60	0.08	0.02
70	0.02	

4.21 Strømfordeling

Verdiene i tabellene under indikerer prosent av data i ulike grupper av strømhastighet (cm/s), fordelt i 8 retningssektorer. Strømhastighetsgruppene er oppdelt slik at strømhastighetene er større enn oppgitt laveste grense og mindre eller lik oppgitt høyeste grense. Oppgitte verdier er rundet av til nærmeste desimal for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaler. 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. Mørkere farge i tabellen representerer høyere prosentandel av data

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.02	0.02	0.02	0.02	0	0.04	0.06	0.02	0.2
1-5	0.7	0.9	0.8	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	5.3
5-10	3.2	2.0	2.9	2.0	1.6	1.9	2.0	2.8	18.4
10-20	6.2	3.5	3.2	7.5	6.0	6.2	7.5	8.3	48.4
20-30	1.6	0.2	2.4	2.5	2.2	2.8	4.8	3.8	20.3
30-40	0.1	0	1.7	1.3	1.0	0.4	0.3	0.8	5.6
40-50	0	0	0.7	0.3	0.5	0.2	0	0.04	1.7
50-60	0	0	0.08	0	0.1	0.04	0	0	0.2
60-70	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0.06
70-80	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0.02
Sum	11.8	6.6	11.8	14.2	12.1	12.2	15.2	16.4	100.0

Tabell 4.21.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for 15m dyp.
Mørkere farge i tabellen representerer høyere prosentandel av data

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 247.5°	247.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.06	0	0.04	0.04	0.06	0.1	0.1	0.1	0.5
1-5	0.9	1.1	1.1	1.5	1.1	1.3	1.3	1.0	9.3
5-10	2.5	1.2	2.6	3.2	2.8	2.6	3.4	2.9	21.2
10-20	3.3	1.0	1.9	6.1	6.4	7.8	9.4	5.8	41.7
20-30	0.2	0	0.5	4.0	4.2	4.6	6.2	2.2	21.9
30-40	0	0	0.3	1.7	0.6	0.9	0.9	0.1	4.5
40-50	0	0	0.02	0.2	0.2	0.3	0	0	0.7
50-60	0	0	0	0	0.08	0.06	0	0	0.1
60-70	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.02
70-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Sum	7.0	3.3	6.5	16.7	15.4	17.7	21.3	12.1	100.0

4.22 Strømvarighet

Verdiene i tabellene under indikerer antall hendelser av strømhastigheter (cm/s) i ulike intervaller 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.

Tabell 4.22.1. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på 5m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1-5	40	10	7	1	0	0	0	0
5-10	100	46	31	5	0	0	0	0
10-20	85	66	79	31	12	6	0	4
20-30	71	45	25	8	2	3	1	0
30-40	19	16	10	2	0	0	0	0
40-50	9	9	1	0	0	0	0	0
50-60	3	0	0	0	0	0	0	0
60-70	1	0	0	0	0	0	0	0
70-80	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 4.22.2. Antall hendelser av strømhastigheter i gitte intervaller med gitt varighet på 15m dyp. Mørkere farge i tabellen representerer høyere antall hendelser.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	3	0	0	0	0	0	0	0
1-5	65	31	8	1	1	0	0	0
5-10	99	69	29	5	1	1	0	0
10-20	89	65	68	26	13	2	1	2
20-30	71	51	44	7	4	0	0	0
30-40	26	12	6	0	0	0	0	0
40-50	7	1	0	0	0	0	0	0
50-60	1	0	0	0	0	0	0	0
60-70	0	0	0	0	0	0	0	0
70-80	0	0	0	0	0	0	0	0

4.23 Tidevannsanalyse

En tidevannsanalyse av strømdata er gjennomført for å vurdere hvor stor andel av det målte signalet som er forårsaket av tidevannet. Tidevannsanalysen er utført ved bruk av analyseverktøyet U_Tide (Codiga, 2011).

Tidevannsanalysen inkluderer alle separerbare tidevannskomponenter (Tabell 4.23.1). 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 (Tabell 4.23.2).

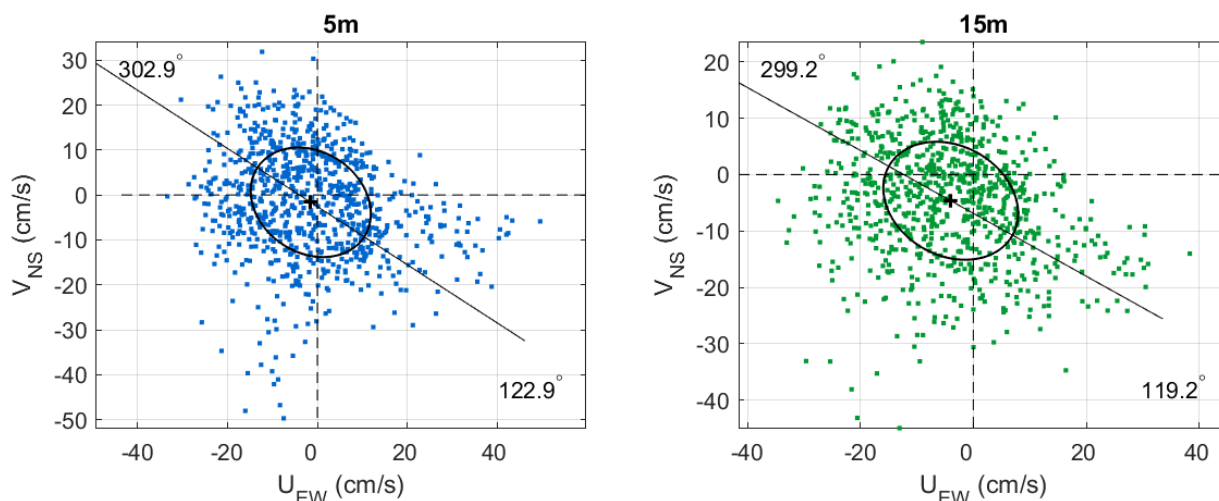
Strøm er splittet i komponentene øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) for å vurdere variasjon i strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning (Figur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

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

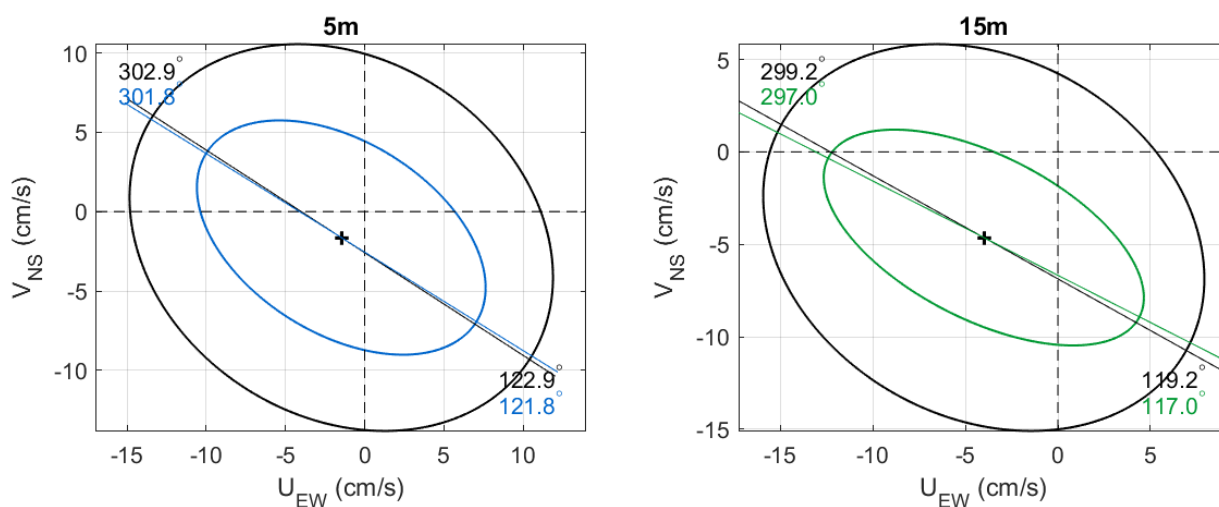
Måledyp	5m	15m
Strøm (%)	66.9	66.6

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

Måledyp	5m	15m
Strøm (%)	52.2	56.1



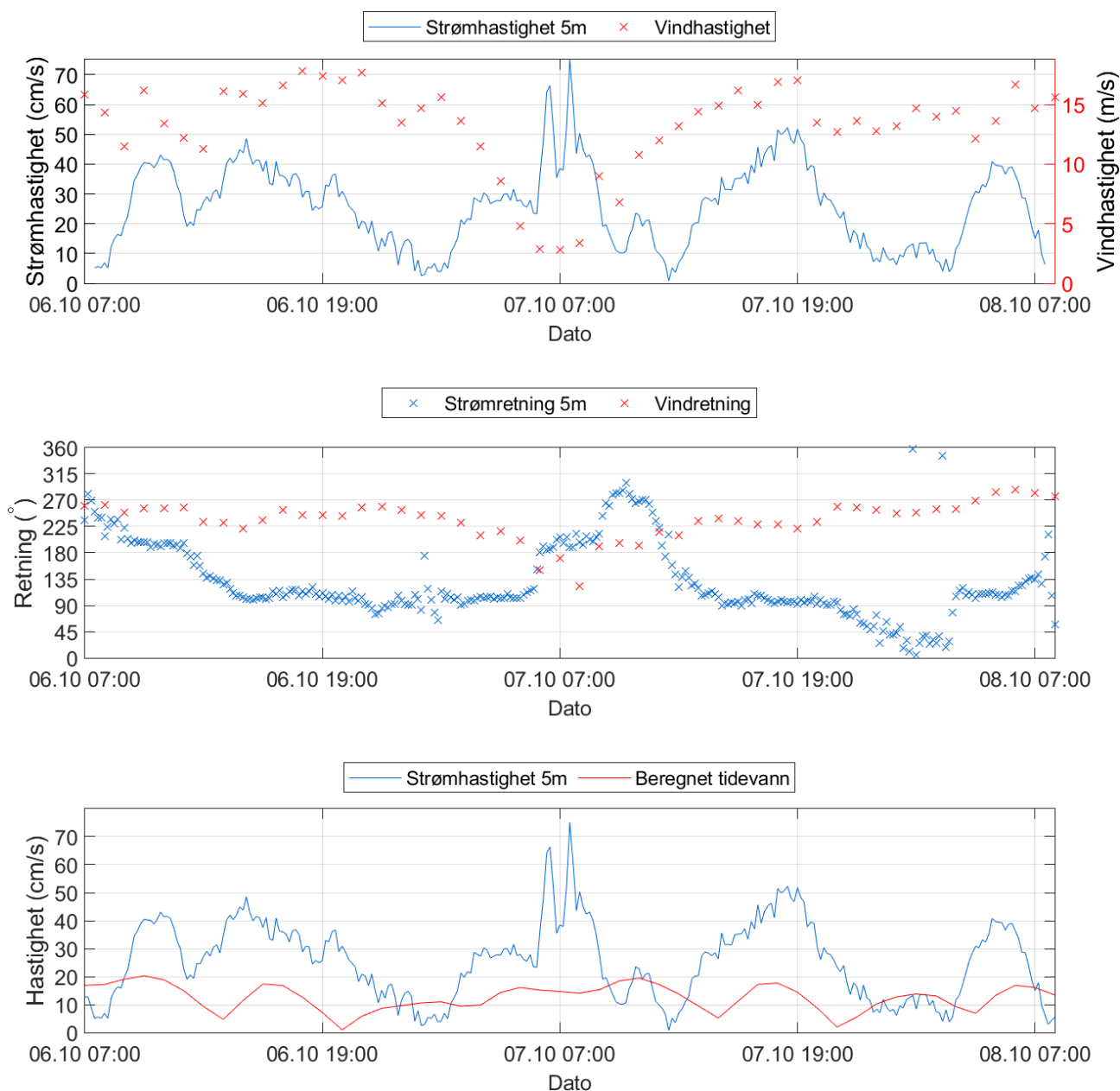
Figur 4.23.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram av strømdata i timesverdier, med tilhørende strørellipse. Midtpunktet for strørellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklne indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst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



Figur 4.23.2. $U_{EW} - V_{NS}$ tidevannsellipser (fargede linjer) vist sammen med strørellipser (svarte linjer) for 5m og 15m. Midtpunktet for strørellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklne indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst - vest og nord - sør er vist med stiplede linjer.

4.24 Maksimal strømhastighet, tidevann og vind

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



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

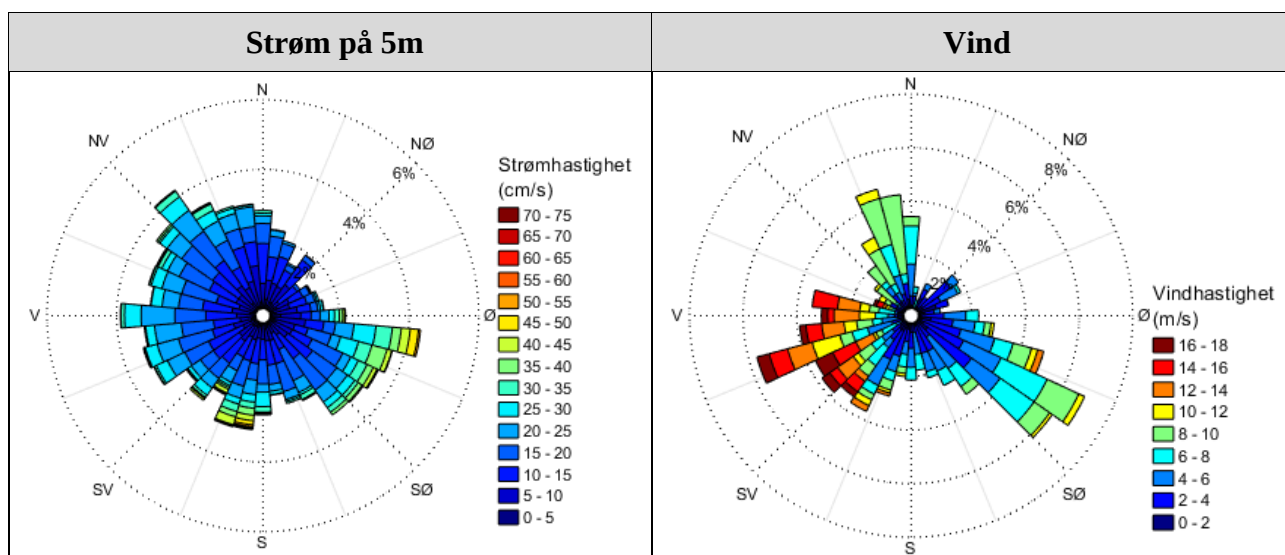
4.25 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Sula (Meteorologisk institutt, 2022), som ligger ca. 24.0km vest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3).

Strøm over 10cm/s på 5m dyp ble sammenlignet med vinddata fra Sula fra samme periode. Figur 4.25.2 og figurene i "Vedlegg - Fyrstikkdiagram av vind og strøm" indikerer hvilke tidspunkter vind på Sula 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 Mausund (Kartverket, 2022), som ligger ca. 14.0km vest for strømmålingsposisjonen (Figur 4.25.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktet.

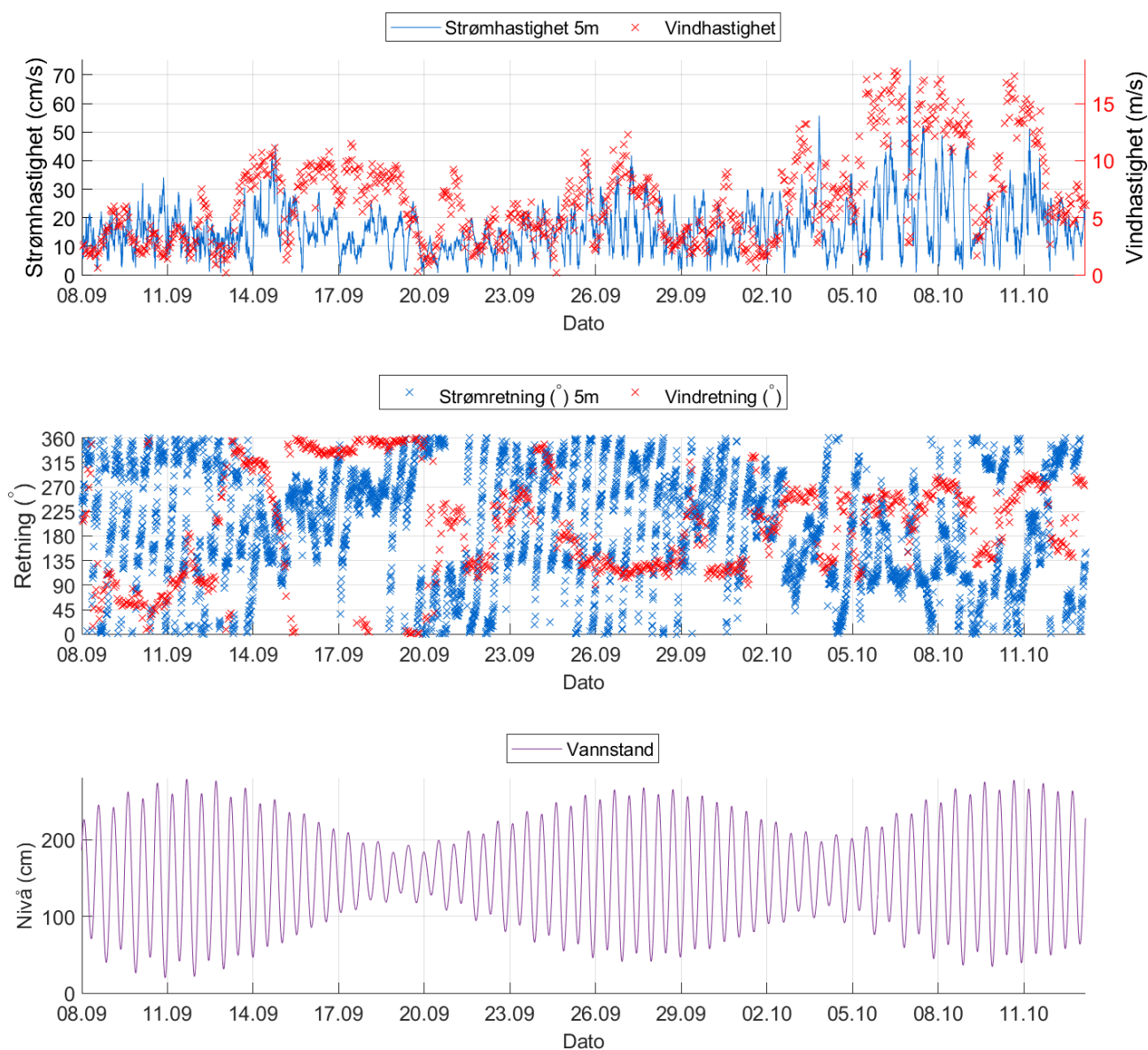
Tabell 4.25.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene på Sula under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	11.5	6.0	12.3	10.9	10.8	17.8	17.7	15.4
Tid (%)	12.0	5.5	9.8	21.2	9.2	17.8	15.3	9.2

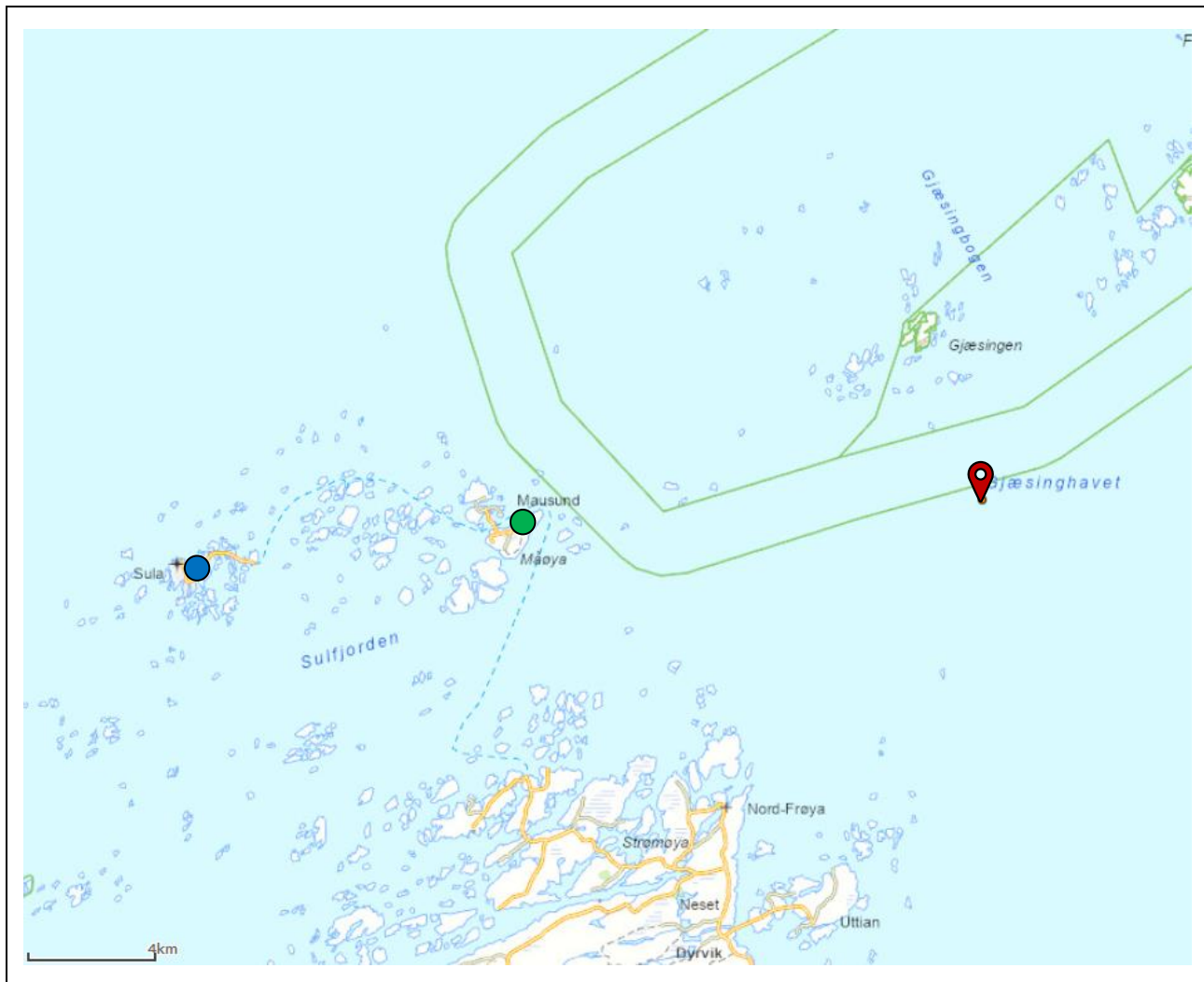


Figur 4.25.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m dyp, samt vind (fra retning) på Sula værstasjon under måleperioden. Skalaen på diagrammene er ulik.

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.



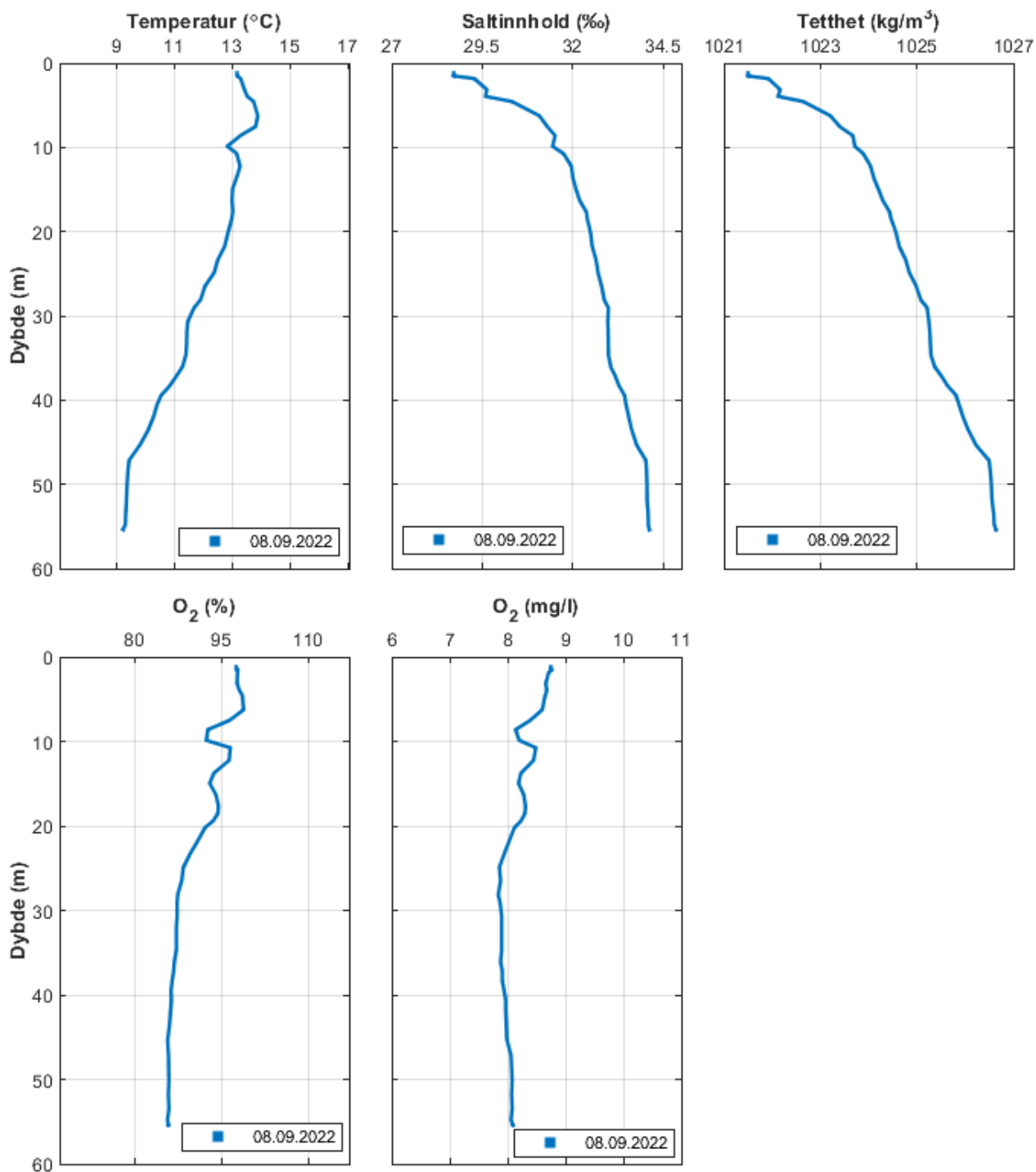
Figur 4.25.2. Strømhastighet (mot retning) på 5m dyp og vindhastighet (fra retning) på Sula, strøm- og vindretning, samt vannstand (Mausund) under måleperioden. Tidspunkter hvor strøm og vind har omtrent motsatt rettet retning indikerer tilfeller med vindpåvirket strøm.



Figur 4.25.3. Posisjonen til Sula værstasjon (markert med blå sirkel) og posisjonen til Mausund tidevannsstasjon (markert med grønn sirkel) 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 08.09.22 av strømmålere i samme posisjon som strømriggen.



Figur 4.26.1. Vertikalprofiler av saltinnhold, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen.

5. Diskusjon

Strømmen på Storflua er mot flere retninger på begge dyp, som stemmer med at området er eksponert fra flere retninger. Strømretning er ikke dominert av motsatt rettede hovedstrømretninger. Mest vannutskiftning på 5m er mot SØ, V og NV (47%) og mot SØ, S, SV og V på 15m (78.3%).

5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 75.2cm/s mot S på 5m og 65.2cm/s mot SV på 15m dyp. Maksstrømmen er vurdert som svært sterk på både 5m og 15m 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 26.2cm/s på 5m og 25.0cm/s på 15m dyp. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som svært sterk på både 5m og 15m dyp.

Det var tilfeller der strøm var $> 30\text{cm/s}$ på begge dyp. Høy strømhastighet oppstår uregelmessig på måleposisjonen, og varighet av disse i området er kort. Høye strømhastigheter er vurdert forårsaket av vind.

5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på begge dyp under måleperioden, da tidevannsbidraget var $\geq 40\%$ (Tabell 4.23.1).

5.3 Vindpåvirkning

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

Grunnet friksjon mellom vind og vannoverflate vil vind med betydelig hastighet ($> 3\text{m/s}$) og stabil retning som blåser over en lengre periode ha innvirkning på strømmen. 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 Sula er det beregnet at vind fra N/NØ kan ha påvirket strøm mot S/SV, vind fra Ø/SØ kan ha påvirket strøm mot V/NV, vind fra S kan ha påvirket strøm mot N/NV, vind fra SV kan ha påvirket strøm mot NØ, vind fra V kan ha påvirket strøm mot NØ/Ø/SØ og vind fra NV kan ha påvirket strøm mot Ø/SØ/S.

Det var enkelte tilfeller hvor strøm- og vindretning var motsatt rettet under måleperioden, hvor vind kan ha virket bremsende på målt strømhastighet.

5.4 Vannutskiftning

Det er naturlig med strømstille når tidevannet skifter fra flo til fjære eller motsatt. Varigheten av strømstille perioder kan ha betydning for vannutskiftning i et område. Siden vann vil strømme rundt, i tillegg til gjennom eller under et anlegg, er anleggsorientering viktig. Et anlegg orientert slik at det ligger med langsiden mot den dominerende strømretningen vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn et anlegg hvor mange av merdene ligger etter hverandre langs hovedstrømmen. Neumann-parameteren sier noe om stabiliteten til strømmen. En høy Neumann parameter (f.eks. 0.7) indikerer

en retningsstabil strøm. Dette tyder på at vannet strømmer i en retning og beveger seg konstant bort fra startpunktet. En lav Neumann-parameter kan bety at vannstrømmen har skiftende retning og kanskje bare flyter fram og tilbake ved startpunktet. Neumann-parameteren kan brukes opp mot progressivt vektordiagram og gjennomsnittsstrømmen for å kunne si noe om vannutskiftningen ved det punktet hvor strømmen er målt.

Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{ cm/s}$ på begge dyp. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og 15m dyp.

Neumann-parameteren er beregnet til 0.1 på 5m og 0.4 på 15m dyp. Neumann-parameteren er vurdert som lite stabil på 5m og som stabil på 15m dyp. Vannutskiftningen er vurdert som god på både 5m og 15m dyp (selv om Neumann-parameteren er lav på 5m), fordi vannet i hovedsak beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. Selv om vannet i perioder bærer preg av å bevege seg fram og tilbake forbi målepunktet, er det ikke nødvendigvis det samme vannet som har returnert.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{ cm/s}$) var mindre enn 10% på alle dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{ cm/s}$ var 10 minutter på 5m og 20 minutter på 15m dyp. Det var kort periode med strømsstille. Dette tyder på god vannutskiftning i området.

5.5 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 av forskjellige grunner, for eksempel; ferskvannsavrenning, avkjøling/oppvarming av overflatevann, utveksling av vann ved bunnen med kystvann) påvirker spredning av utslipp både horisontalt og vertikalt.

Temperatur under måleperioden var $10.9 - 14.0^{\circ}\text{C}$ på 5m og $10.7 - 14.0^{\circ}\text{C}$ på 15m dyp. Temperaturmålingene viser at temperaturen på 5m og 15m var relativt lik gjennom måleperioden, men at den varierte mer på 15m.

CTD-målinger ved utsett viser at temperaturen varierte en del i de øverste 12 meterne. Fra overflaten og ned til ca. 6m økte temperaturen, deretter sank den relativt raskt fra 6m og ned til 10m, og økte igjen fra 10m til 12m. Fra 12m og ned til bunn sank temperaturen jevnt.

Saltinnholdet økte fra overflaten og ned til bunn, med en raskere økning i de øverste 10 meterne.

Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at det var et tynt overflatelag med ferskere vannmasser i overflaten. Deretter økte tettheten relativt jevnt ned mot bunn med en raskere økning i de øverste 10 meterne.

Oksygenmetningen ved utsett var høy ($> 90\%$) ved overflaten. Deretter varierte oksygenmetningen en del ned til ca. 20m, men kom aldri under 90%. Fra 20m og ned til bunnen sank metningen jevnt. 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 merdene 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 retning.

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.

Valg av måledyp

Overflatestrømmen måles på 5m dyp. Det tas ikke på 1m på grunn av støy fra bølger. Vannutskiftningsstrøm måles på 15m dyp.

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 måleperiode 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.

6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	5279	5430
Cellestørrelse	-	-
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	$\pm 0.15\text{cm/s}$	$\pm 0.15\text{cm/s}$
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretningens nøyaktighet	$\pm 5^\circ$ for 0-15° helning; $\pm 7.5^\circ$ for 15-35° helning	$\pm 5^\circ$ for 0-15° helning; $\pm 7.5^\circ$ for 15-35° helning
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei
Temperaturens nøyaktighet og rekkevidde	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.

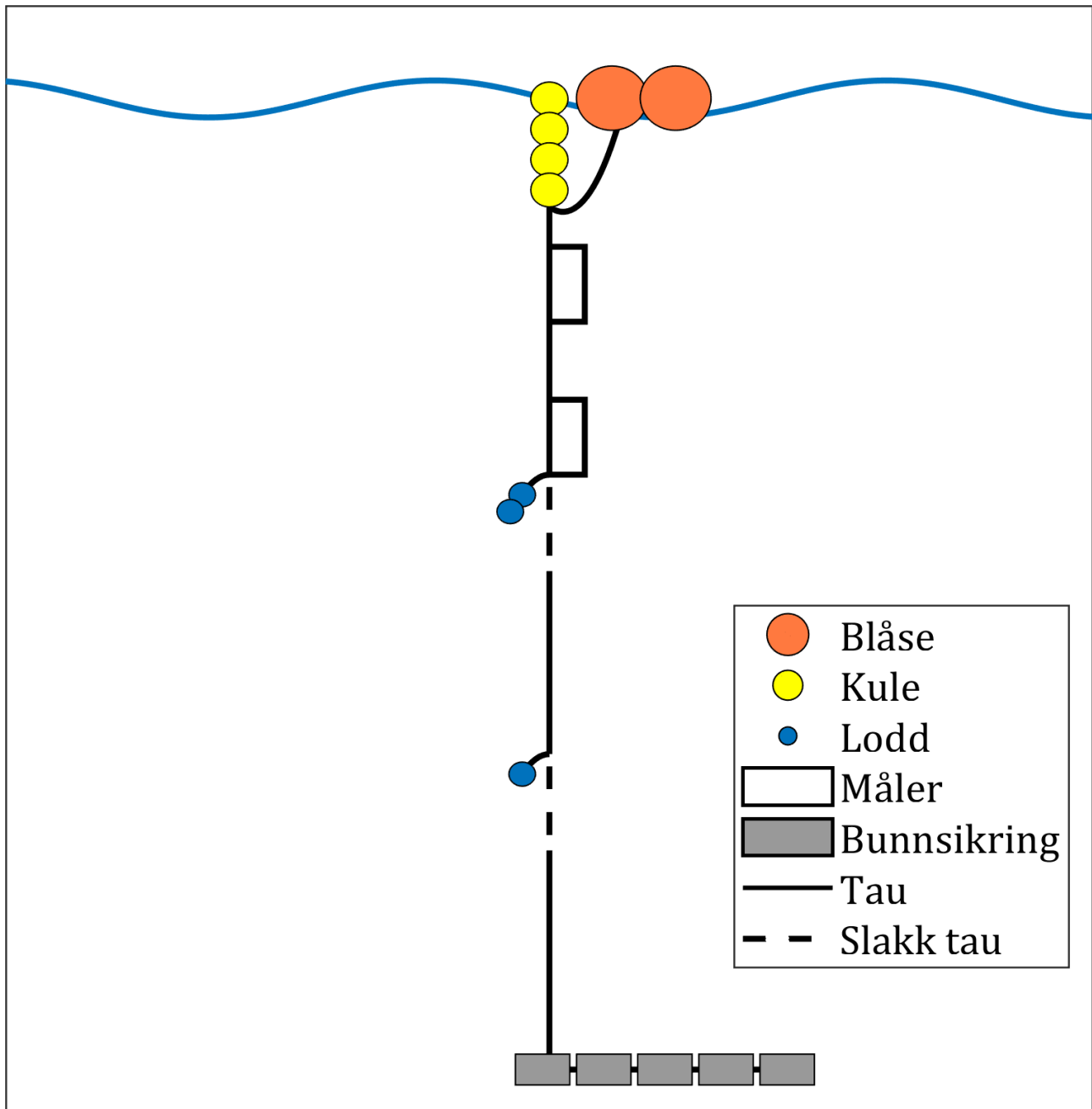
Analysen av planlagt riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m dyp ga nedtrekk av instrumentet i riggen. Derfor ble oppdrift ved overflate økt i riggoppsettet før utsett, i tillegg til at det ble lagt til ekstra forankring.

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 og 15m.

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A3-blåse	Blåse	2stk	0.0m	62kg oppdrift
Trålkule 11"	Kule	4stk	0.0m	7.5kg oppdrift
Danline 14mm	Tau	5.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	5.0m	
Danline 14mm	Tau	10.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	15.0m	
Pærelodd	Lodd	2stk		5kg
Danline 14mm	Tau	25.0m		
Pærelodd	Lodd	1stk		5kg
Danline 14mm	Tau	25.0m		
Garnanker	Bunnsikring	5stk	52.0m	50kg



Figur 7.2.1. Riggoppsett for strømmålinger på 5m og 15m.

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

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

Det benyttes et internt kvalitetssystem som følger hver måler for teknisk dokumentasjon. Instrumenttilstand og eventuelt andre kommentarer angående instrumentet oppføres i kvalitetssystemet etter hvert prosjekt.

Ved utsett av instrumenter benyttes et internt kvalitetssystem som inkluderer (etter NS 9425-1:1999): 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 i kvalitetssystemet og i rapporten, og mulig påvirkning for resultatet blir vurdert. Verdier som er benyttet i rapporten er troverdige og uten behov for støyfiltrering eller annen korreksjon.

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

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

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

Feil på instrument

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

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m
Filnavn for rådata	Storflua 5m SO1022 AP5279.bin	Storflua 15m SO1022 AP5430.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Storflua 5m SO1022 AP5279_eks_AKM.xlsx	Storflua 15m SO1022 AP5430_eks_AKM.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Storflua-5m_QC.xlsx	Storflua-15m_QC.xlsx
Prosentandel data (%)	100.00	99.92
Antall målinger	5064 / 5064	5060 / 5064
Antall fjernede/manglende målinger	0	4
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	08.09.22 07:00 - 13.10.22 10:50	08.09.22 07:00 - 13.10.22 10:50
Dato og tid for start og slutt av instrument	07.09.22 11:20 - 13.10.22 13:00	07.09.22 11:20 - 13.10.22 12:50

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.

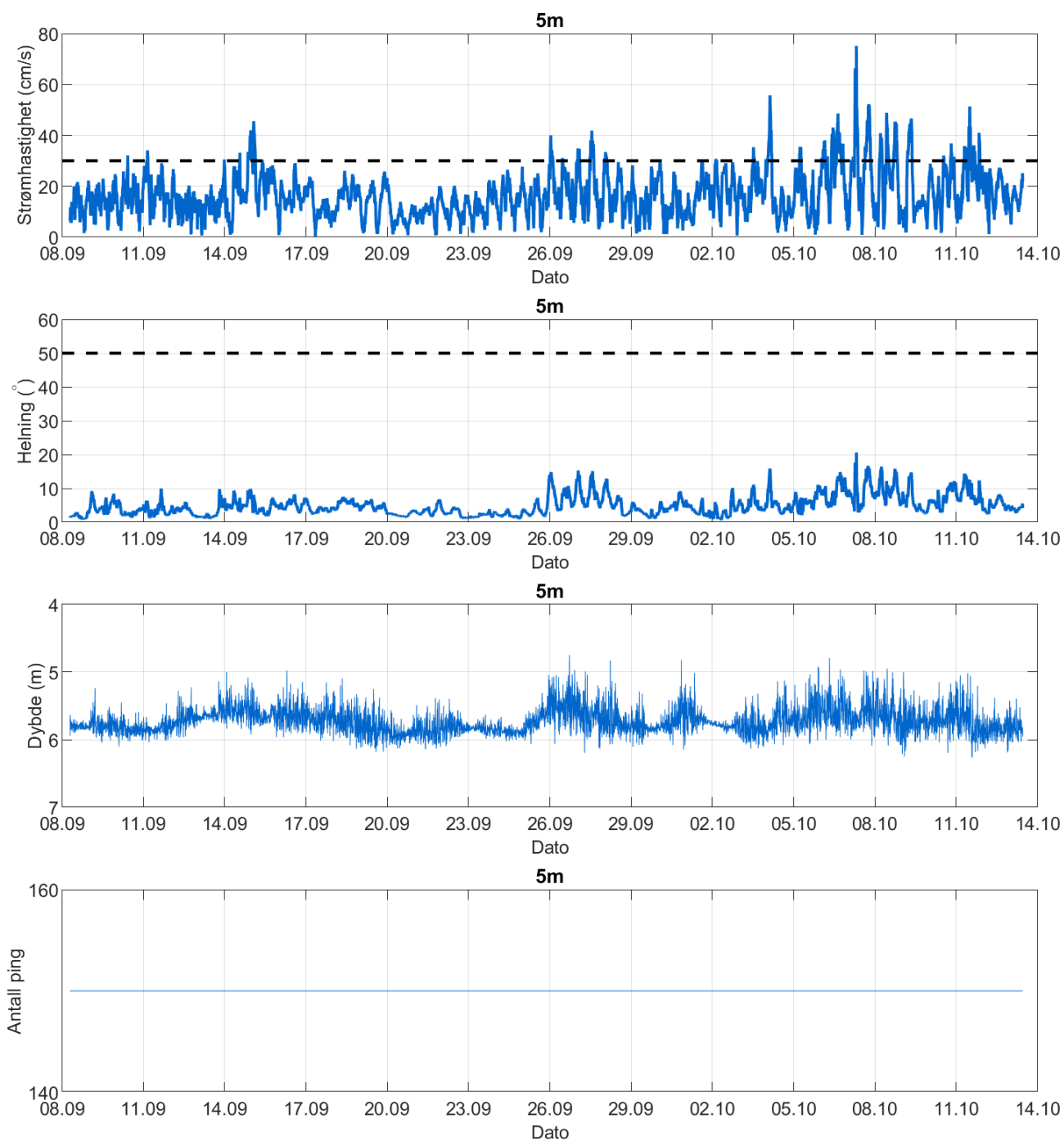
Tabell 8.2.1. Kriterier brukt for å kvalitetssikre data.

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

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

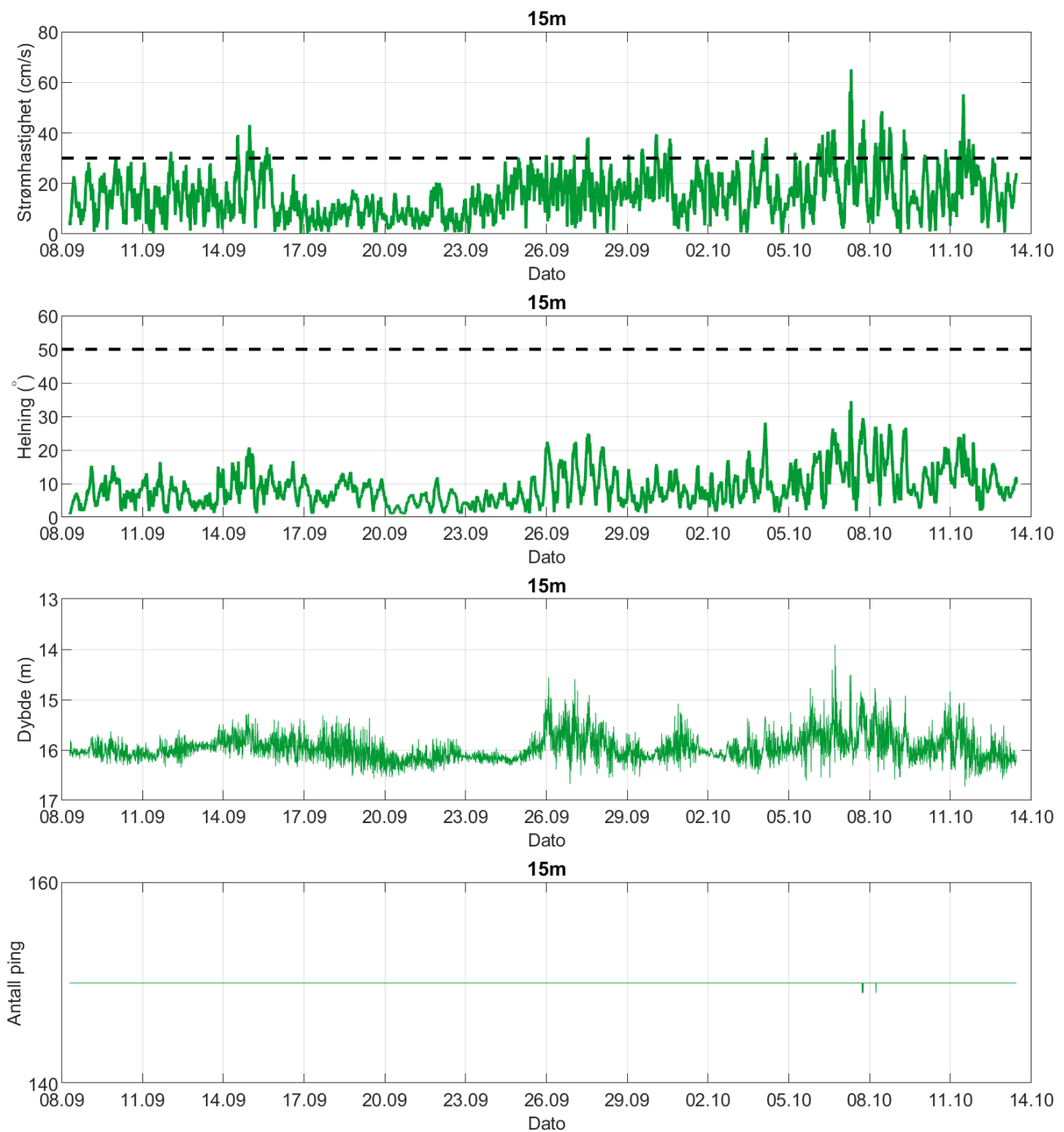
Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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



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

Instrumentdypet varierte mellom 4.7m og 6.3m 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 13.9m og 16.7m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 16.0m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

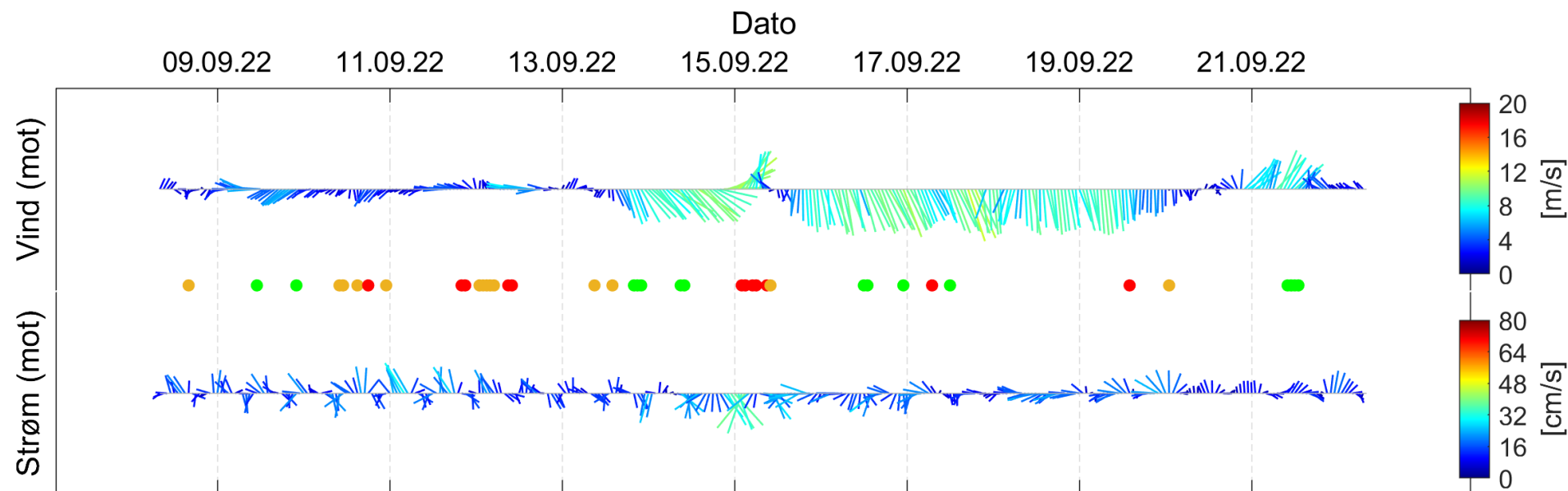
Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dyp i så stor grad som mulig.

8.3.2 Enkelte datapunkter

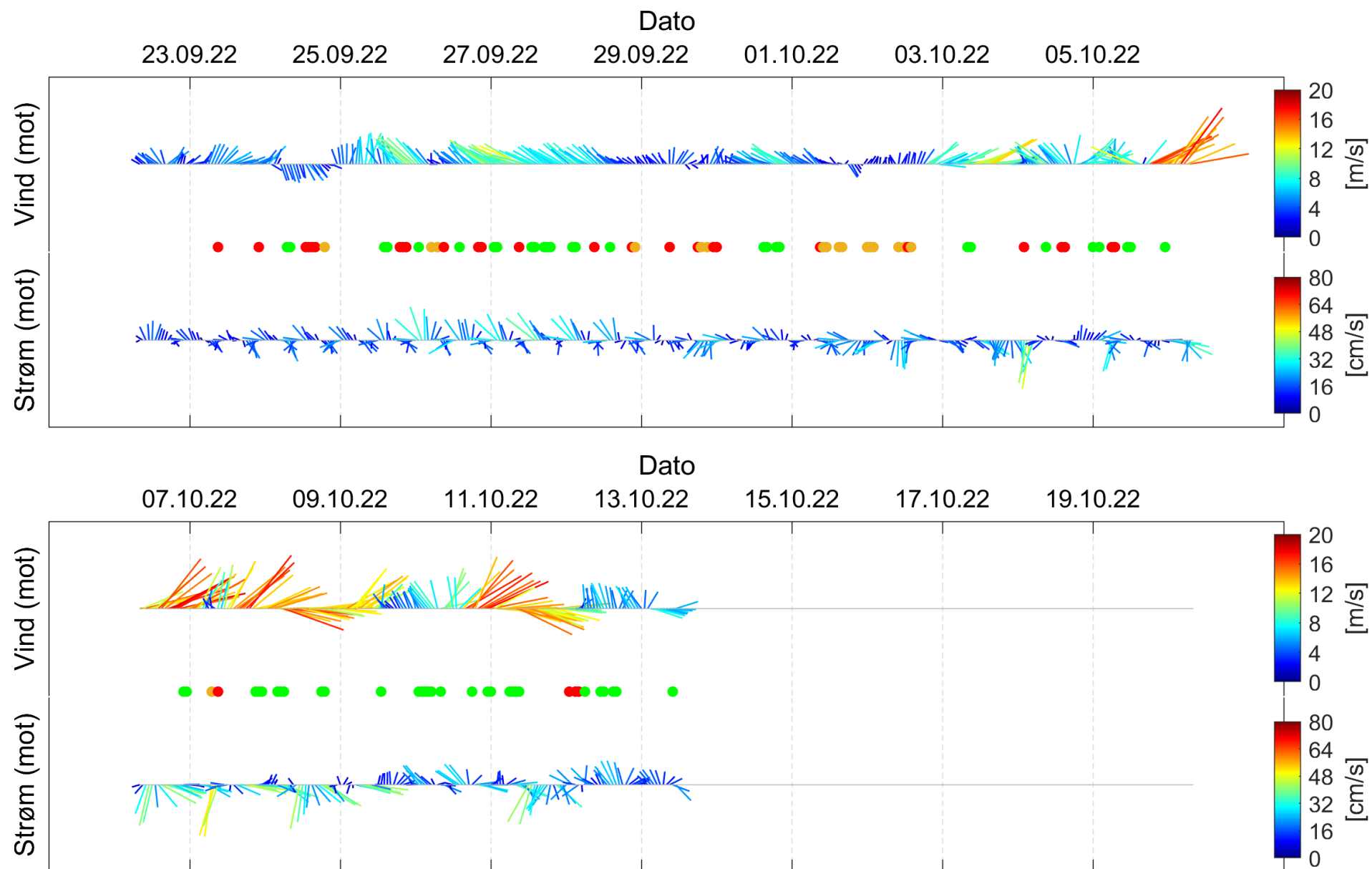
Fire datapunkter ble automatisk fjernet på 15m på grunn av høy tilt. Ingen andre datapunkter er fjernet på verken 5m eller 15m.

9. Vedlegg – Fyrstikkdiagram av vind og strøm

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



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



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

10. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

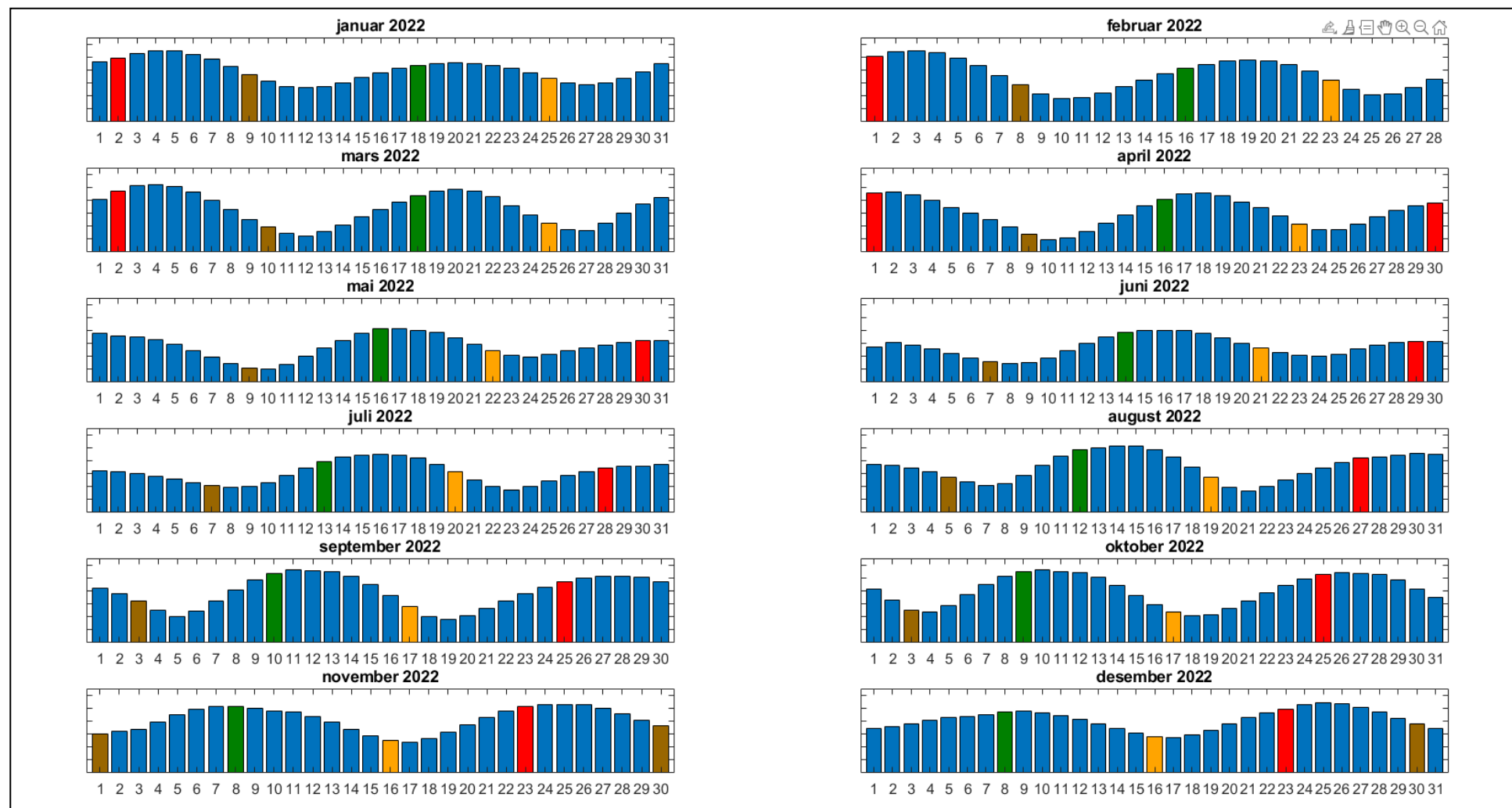
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i tabellen under. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

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

14. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmåler.
2. Bannister, R. J., Johnsen, I. A., Hansen, P. K., Kutti, T., & Asplin, L. (2016). Near- and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems. *ICES Journal of Marine Science*, 73, 9, 2408-2419.
3. Codiga, D. L. (2021). Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions. Technical Report 2011-01. Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, RI. 59pp.
4. Dewey, K. R. (2006). Users Guide to Mooring Design & Dynamics. A Matlab Package for Designing and Analyzing Oceanographic Moorings and Towed Bodies. Centre for Earth and Ocean Research, University of Victoria, BC, Canada.
5. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
6. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
7. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data. Tilgjengelig: http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
8. Kartverket (2022). www.kartverket.no/sehavniva
9. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
10. Meteorologisk institutt (2022). www.seklima.met.no
11. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
12. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
13. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.