

# Strømrappport

Måling av sprednings- og bunnstrøm ved

Sørværet i

april - mai 2021

Rapport			
<b>Rapportbeskrivelse og -navn</b>	Vurdering av strømforhold ved Sørværet. SR-0621-SBH-Sørværet-103000-01-001.pdf		
<b>Rapportversjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	
001	25.06.21	Første utgivelse	
<b>Rapportdistribusjon</b>	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			
<b>Lokalitetsnavn</b>	Sørværet	<b>Lokalitetsnummer</b>	36017
<b>Kommune</b>	Herøy	<b>Fylke</b>	Nordland
Oppdragsgiver			
<b>Selskap</b>	Sinkaberg-Hansen AS; Marøyvegen 110, 7900 RØRVIK, NORGE		
<b>Kontaktperson</b>	Irene Riise	irene@sinkaberg-hansen.no	
Oppdragsansvarlig			
<b>Selskap</b>	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
<b>Feltarbeidsansvarlig</b>	Torbjørn Gylt Erling Nilsen Riseth	torbjorn@akerbla.no erling.riseth@akerbla.no	
<b>Rapportansvarlig</b>	Kristine Torkildson	kristine.torkildson@akerbla.no	
<b>Kontrollert av</b>	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
<b>Akkreditering</b>	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall		
Måledyp	Spredning (45m)	Bunn (77m)
<b>Maksimal strøm (cm/s) (retning)</b>	25.7 (V)	15.3 (V)
<b>Gjennomsnittlig strøm (cm/s)</b>	6.0	3.7
<b>Strømstyrke &lt; 1cm/s (%)</b>	3.2	7.7
<b>Strømstyrke &lt; 3cm/s (%)</b>	21.9	47.4
<b>Strømstyrke &lt; 10cm/s (%)</b>	86.1	97.1
<b>Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)</b>	0.0	0.0
<b>Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)</b>	0.0	0.0
<b>Neumann-parameter</b>	0.3	0.4
<b>10-års strøm (maksimal)</b>	-	-
<b>50-års strøm (maksimal)</b>	-	-

## Innholdsfortegnelse

---

<b>1. Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Områdebeskrivelse</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Metodikk</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Resultater</b> .....	<b>9</b>
4.1 Sammen drag av strømdata .....	9
4.2 Strømroser .....	10
4.3 Matrise med strømhastighet og -retning .....	11
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	13
4.5 Strømmens retningsfordeling .....	13
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet .....	14
4.7 Tidsdiagram – Strømretning .....	15
4.8 Tidsdiagram – Temperatur .....	16
4.9 Progressivt vektordiagram .....	17
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet.....	18
4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet.....	18
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks .....	19
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner .....	19
4.14 Strømhastighetsprofil .....	20
4.15 Maksimal strømhastighet i 8 retningssektorer .....	21
4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet i 8 retningssektorer .....	21
4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	21
4.18 Relativ vannutskiftning i 8 retningssektorer .....	21
4.19 Persentilfordeling av strømhastighet.....	22
4.20 Prosentfordeling av strømhastighet.....	22
4.21 Strømfordeling .....	23
4.22 Strømvarighet.....	24
4.23 Tidevannsanalyse .....	25
4.24 Utslippskontur .....	27
4.25 CTD-profil.....	28
<b>5. Diskusjon</b> .....	<b>29</b>
5.1 Høye strømmålinger.....	29
5.2 Tidevannspåvirkning.....	29
5.3 Vannutskiftning.....	29
5.4 Mulig spredning av utslipp.....	30

5.5	Vannsøylens vertikale struktur.....	30
<b>6.</b>	<b>Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon .....</b>	<b>31</b>
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	31
6.2	Spesifikasjoner for strøminstrumenter .....	32
6.3	Måleprinsipp for strømmålinger .....	33
6.4	CTD-målinger .....	33
<b>7.</b>	<b>Vedlegg – Riggoppsett .....</b>	<b>34</b>
7.1	Riggoppsett .....	34
<b>8.</b>	<b>Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....</b>	<b>35</b>
8.1	Databearbeiding .....	35
8.2	Kvalitetssikring av data.....	37
8.3	Fjernede dataverdier.....	41
8.3.1	Måleperiode .....	41
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	41
<b>9.</b>	<b>Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....</b>	<b>42</b>
<b>10.</b>	<b>Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner.....</b>	<b>43</b>
<b>11.</b>	<b>Vedlegg – Måleenheter .....</b>	<b>44</b>
<b>12.</b>	<b>Vedlegg – Parametere og beskrivelse.....</b>	<b>45</b>
<b>13.</b>	<b>Vedlegg – Referanser .....</b>	<b>46</b>

## 1. Forord

---

Åkerblå AS har på oppdrag fra Sinkaberg-Hansen AS utført strømmålinger ved oppdrettslokalitet Sørværet som er vurdert etter beliggenhet, strømforhold, temperatur, vannutskiftning og tidevann.

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

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

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

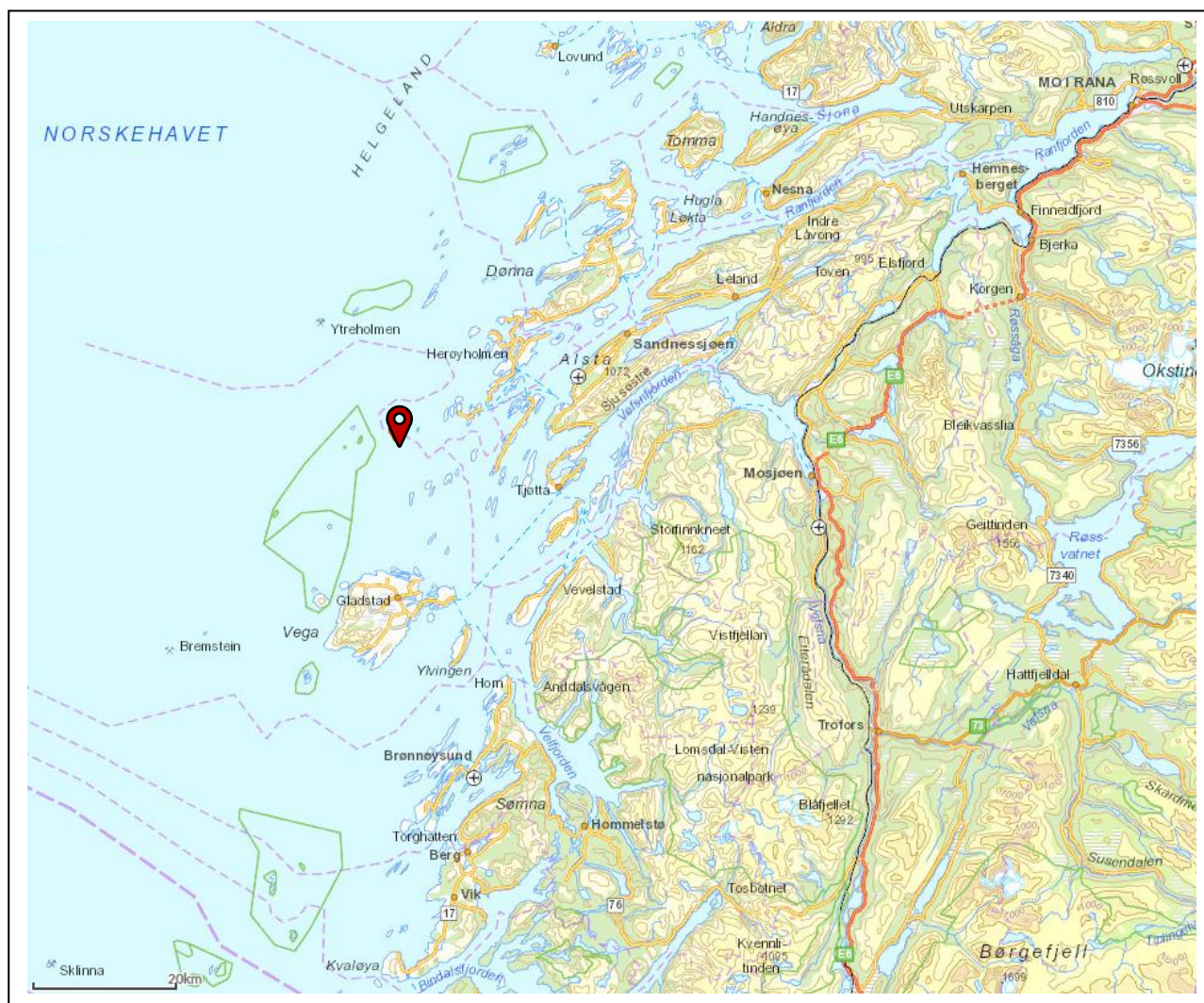
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

## 2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Sørværet ligger i Herøy kommune, Nordland (Figur 2.1). Sørværet ligger i Lånabogen som er ytterst i kystlinjen i et område med flere øyer. Nordøst for målepunktet ligger Sandværet, i sørøst ligger Sørværet og mot vest ligger Lånan.

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

Bunntopografi er ca. 82m dyp og orientert Ø – V i området for strømmålingsposisjonen.



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

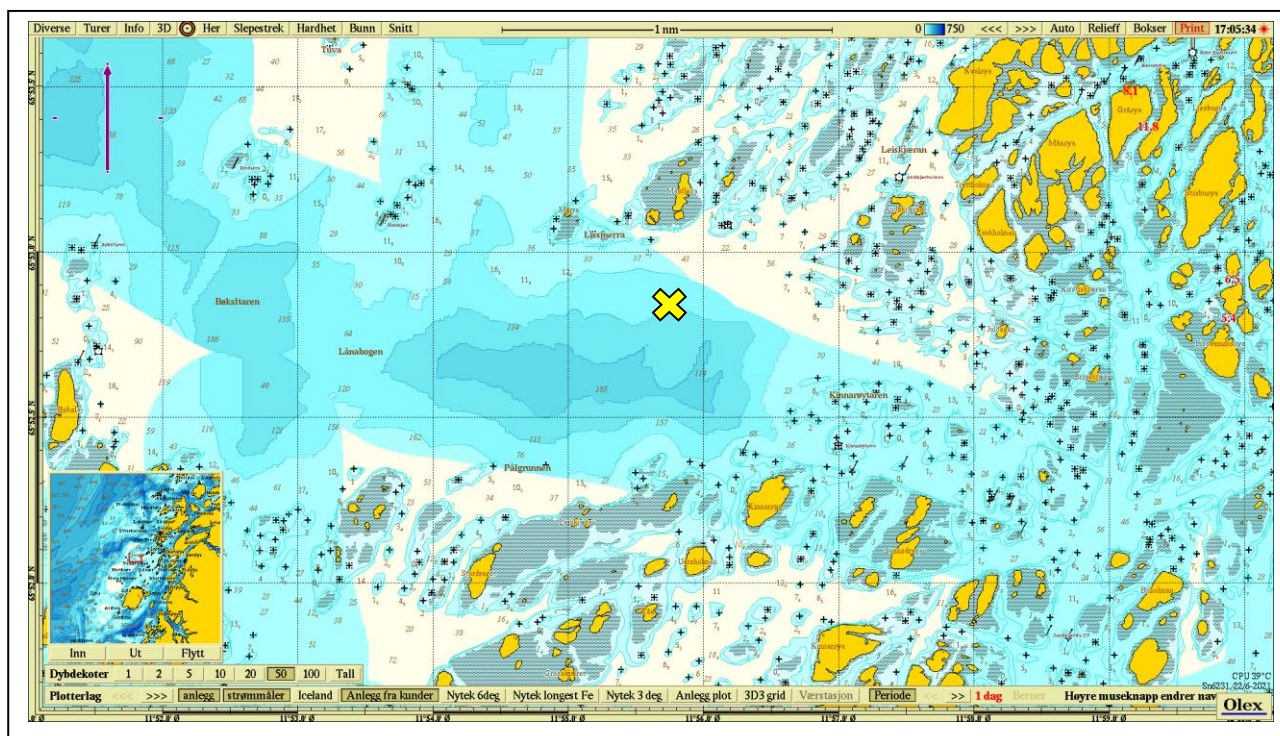
### 3. Metodikk

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

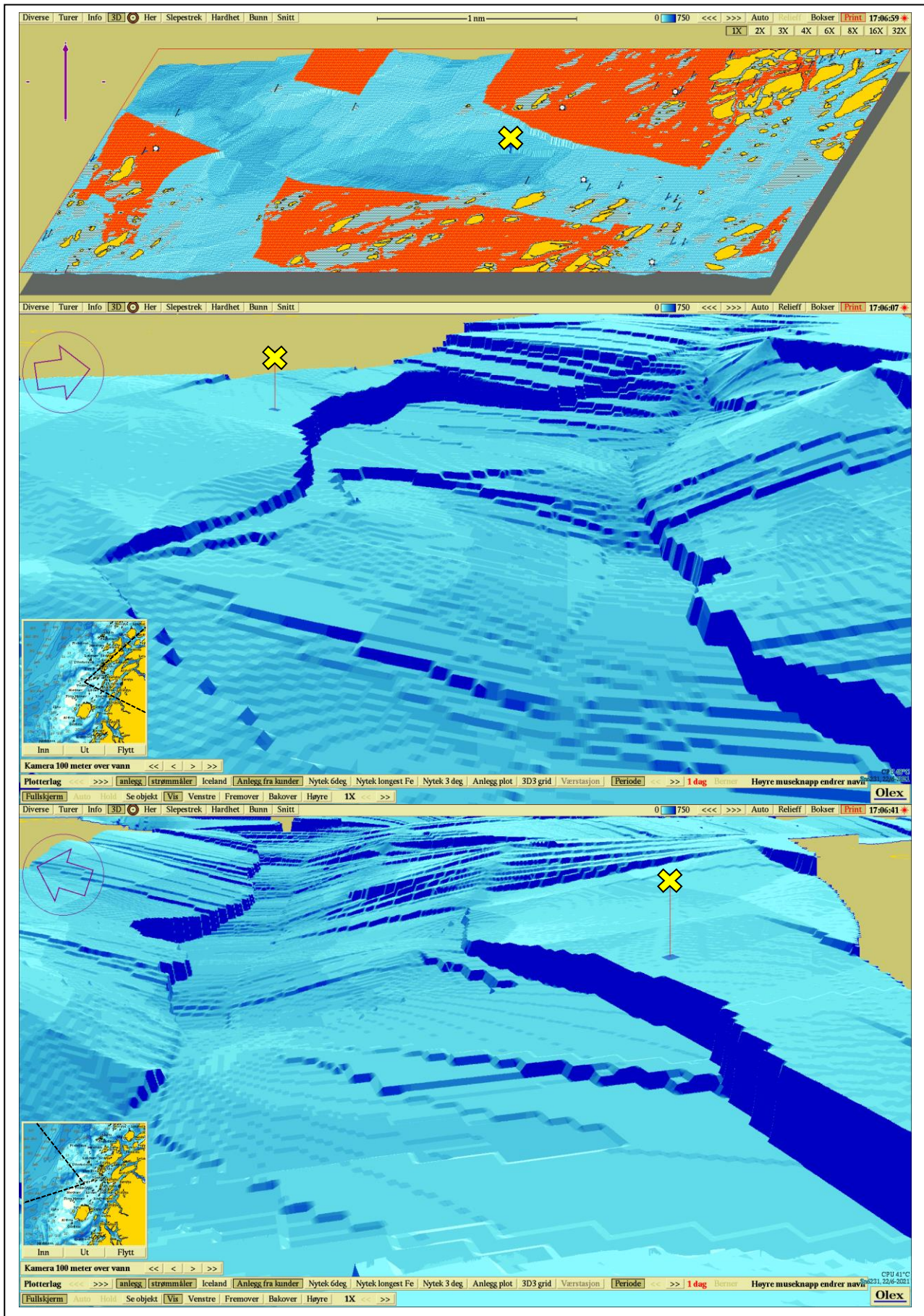
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området (Figur 3.1 - Figur 3.2).

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	Spredning (45m)	Bunn (77m)
Posisjonsanvisning	✘	✘
Posisjon	65° 52.838' N; 011° 55.729' Ø	65° 52.838' N; 011° 55.729' Ø
Dyp på målested	82m	82m
Instrumenttype	Nortek profiler	Aanderaa punktmåler
Måleperiode	09.04.21 - 12.05.21	09.04.21 - 12.05.21
Måleintervall	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	32.9 / 32.9	32.9 / 32.9
Manglende/fjernede datapunkt	1	0



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



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



## 4. Resultater

### 4.1 Sammendrag av strømdata

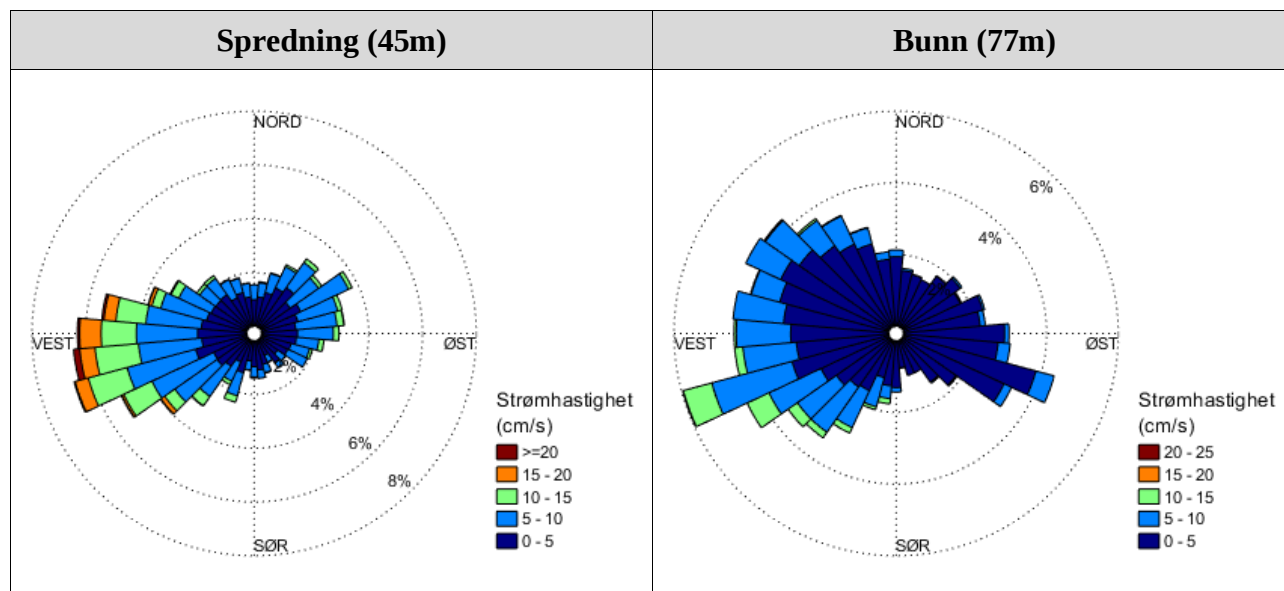
Resultater per måledyp for hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m).

Måledyp	Instrument (32m)	Bunn (77m)
Sjøtemperatur (°C)	4.4 - 6.4	4.4 - 5.8
Strømhastighet	Spredning (45m)	Bunn (77m)
Maksimum (cm/s)	25.7	15.3
Gjennomsnitt (cm/s)	6.0	3.7
Minimum (cm/s)	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	10.4	6.6
Signifikant min (cm/s)	2.4	1.4
Varians (cm/s) <sup>2</sup>	14.8	6.3
Standardavvik (cm/s)	3.8	2.5
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	3.2	7.7
Lengste periode < 1cm/s (min)	20	90
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	21.9	47.4
Lengste periode < 3cm/s (min)	80	320
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	86.1	97.1
Lengste periode < 10cm/s (min)	1430	13420
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 30cm/s (min)	0	0
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0
Lengste periode ≥ 50cm/s (min)	0	0
Effektiv transport		
Hastighet (cm/s)	2.0	1.4
Retning (grader)	268	265
Neumann-parameter	0.3	0.4
Gjennomsnittlig vannforflytning (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	5218	3236

## 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 spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m).

### 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 spredningsdyp (45m).

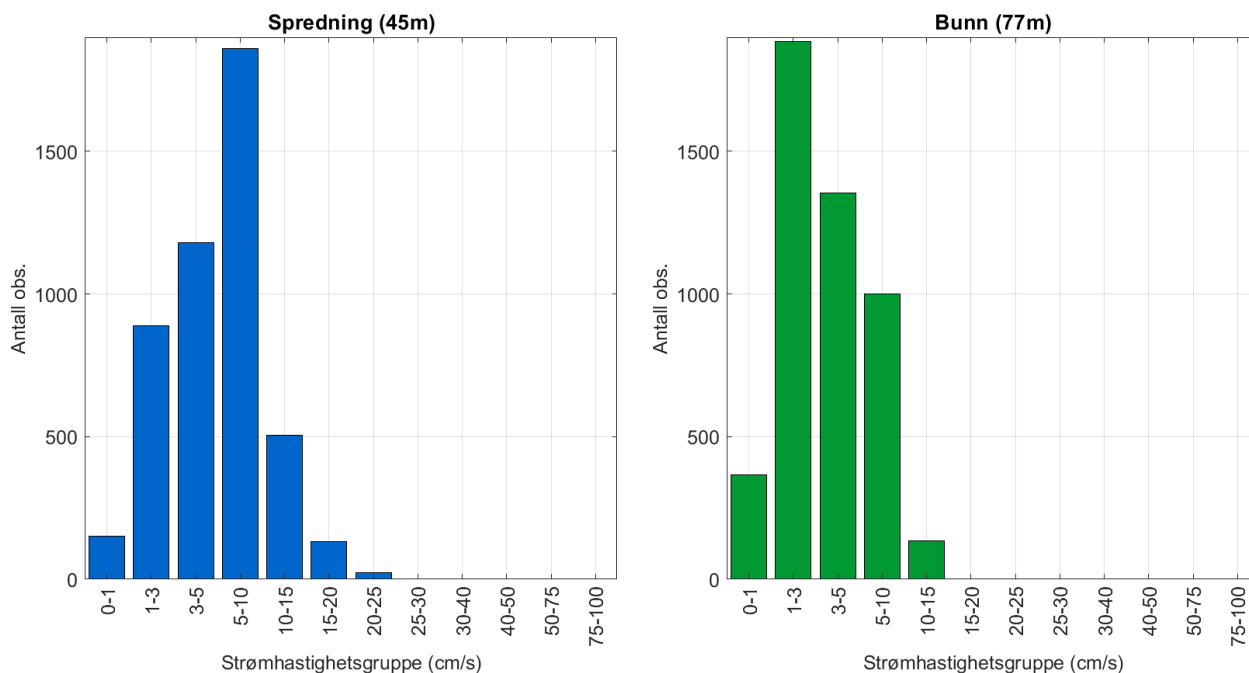
Retning (grader)	Strømhastighetsgruppe (cm/s)													Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s
	0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100			m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%	
N	0	3	32	34	39	0	0	0	0	0	0	0	0	108	2.3	2777	1.6	10.0
N	15	7	32	48	47	3	0	0	0	0	0	0	0	137	2.9	3648	2.1	12.5
NØ	30	8	46	59	59	7	0	0	0	0	0	0	0	179	3.8	4820	2.8	11.2
NØ	45	1	36	77	89	7	0	0	0	0	0	0	0	210	4.4	6503	3.8	12.1
NØ	60	4	50	54	124	15	0	0	0	0	0	0	0	247	5.2	8207	4.8	14.5
Ø	75	9	41	52	117	16	1	0	0	0	0	0	0	236	5.0	8017	4.7	15.0
Ø	90	6	28	60	87	13	0	0	0	0	0	0	0	194	4.1	6486	3.8	14.1
Ø	105	3	42	43	55	9	0	0	0	0	0	0	0	152	3.2	4486	2.6	12.7
SØ	120	5	32	37	51	3	0	0	0	0	0	0	0	128	2.7	3526	2.1	11.0
SØ	135	6	28	33	20	1	0	0	0	0	0	0	0	88	1.9	2062	1.2	10.3
SØ	150	8	19	25	21	2	0	0	0	0	0	0	0	75	1.6	1835	1.1	11.2
S	165	8	31	36	22	0	0	0	0	0	0	0	0	97	2.0	2115	1.2	8.9
S	180	5	32	29	25	3	0	0	0	0	0	0	0	94	2.0	2315	1.3	11.7
S	195	3	32	36	46	8	0	0	0	0	0	0	0	125	2.6	3786	2.2	14.1
SV	210	5	41	38	60	13	0	0	0	0	0	0	0	157	3.3	4910	2.9	13.8
SV	225	5	28	51	111	28	8	1	0	0	0	0	0	232	4.9	9528	5.5	20.1
SV	240	8	41	59	177	90	11	1	0	0	0	0	0	387	8.2	17476	10.2	20.8
V	255	10	36	86	184	111	38	10	0	0	0	0	0	475	10.0	24082	14.0	24.2
V	270	6	50	65	159	87	53	6	1	0	0	0	0	427	9.0	21941	12.8	25.7
V	285	15	42	62	132	56	18	5	0	0	0	0	0	330	7.0	14101	8.2	24.2
NV	300	6	43	53	96	21	3	0	0	0	0	0	0	222	4.7	7707	4.5	18.2
NV	315	8	49	54	54	8	0	0	0	0	0	0	0	173	3.7	4774	2.8	12.7
NV	330	5	40	47	45	1	0	0	0	0	0	0	0	138	2.9	3377	2.0	11.8
N	345	6	37	41	41	2	0	0	0	0	0	0	0	127	2.7	3213	1.9	10.8
Antall obs.		150	888	1179	1861	504	132	23	1	0	0	0	0	4738	100	0	0	0
%		3.2	18.7	24.9	39.3	10.6	2.8	0.5	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 bunddyp (77m).

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe (cm/s)												Antall obs.	%	Relativ vannfluks		Maks- strøm cm/s	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100			>100	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		%
N	0	14	67	49	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	3.0	2392	2.2	6.6
N	15	17	55	37	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	2.4	1625	1.5	6.3
NØ	30	10	76	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	2.3	1528	1.4	4.5
NØ	45	17	87	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	2.9	1907	1.8	6.5
NØ	60	14	86	32	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	2.9	1997	1.9	8.1
Ø	75	20	90	53	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169	3.6	2662	2.5	9.8
Ø	90	16	95	76	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	4.2	3441	3.2	6.7
Ø	105	21	117	90	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	5.5	4745	4.5	8.7
SØ	120	17	119	81	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	235	5.0	3997	3.8	6.6
SØ	135	13	88	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	2.7	1754	1.6	5.5
SØ	150	14	42	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.5	865	0.8	6.5
S	165	13	48	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1.4	681	0.6	4.7
S	180	16	52	14	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1.9	1261	1.2	8.4
S	195	8	51	24	45	9	0	0	0	0	0	0	0	0	137	2.9	3816	3.6	13.6
SV	210	19	57	34	78	14	0	0	0	0	0	0	0	0	202	4.3	6111	5.7	14.6
SV	225	18	53	50	106	15	0	0	0	0	0	0	0	0	242	5.1	7469	7.0	12.6
SV	240	16	76	60	117	43	0	0	0	0	0	0	0	0	312	6.6	10413	9.8	13.8
V	255	17	95	85	139	44	1	0	0	0	0	0	0	0	381	8.0	12406	11.6	15.3
V	270	10	94	90	108	3	0	0	0	0	0	0	0	0	305	6.4	7840	7.4	11.5
V	285	13	97	102	75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	288	6.1	6512	6.1	10.6
NV	300	15	103	118	75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	312	6.6	7169	6.7	10.4
NV	315	19	79	109	78	3	0	0	0	0	0	0	0	0	288	6.1	7008	6.6	11.7
NV	330	14	88	89	54	3	0	0	0	0	0	0	0	0	248	5.2	5527	5.2	12.3
N	345	14	69	65	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	3.6	3404	3.2	9.3
Antall obs.		365	1884	1355	1000	136	1	0	0	0	0	0	0	0	4741	100	0	0	0
%		7.7	39.7	28.6	21.1	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

#### 4.4 Strømmens hastighetsfordeling

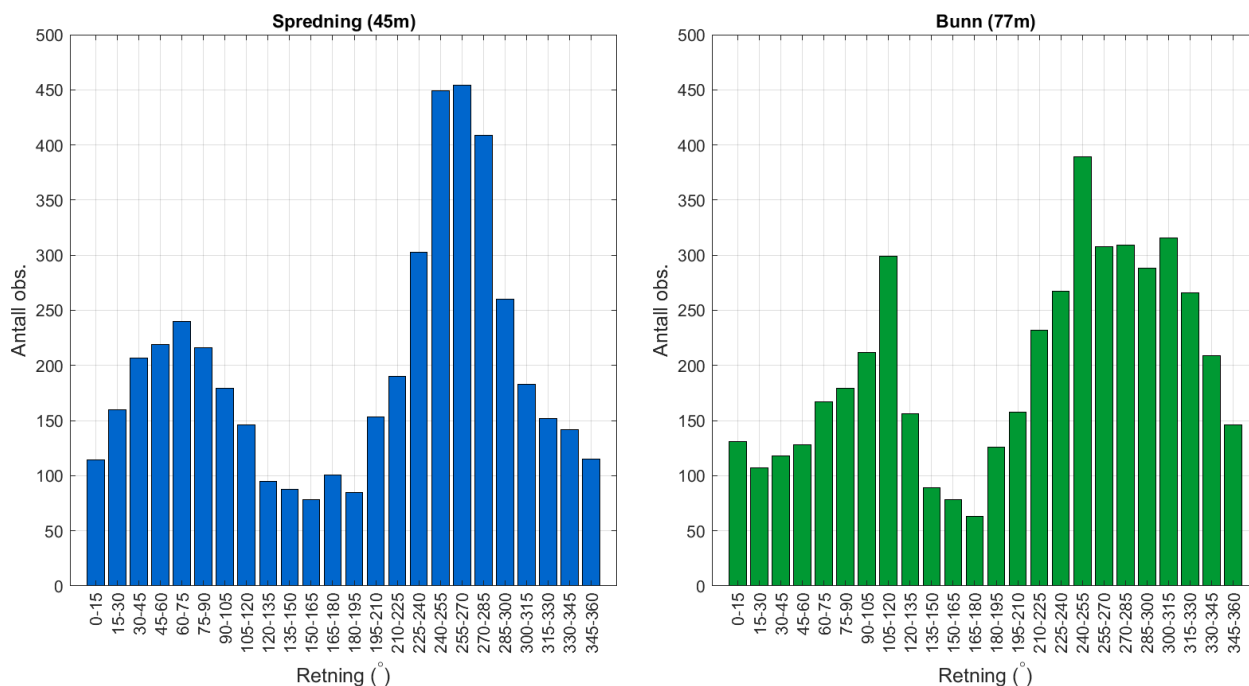
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

#### 4.5 Strømmens retningsfordeling

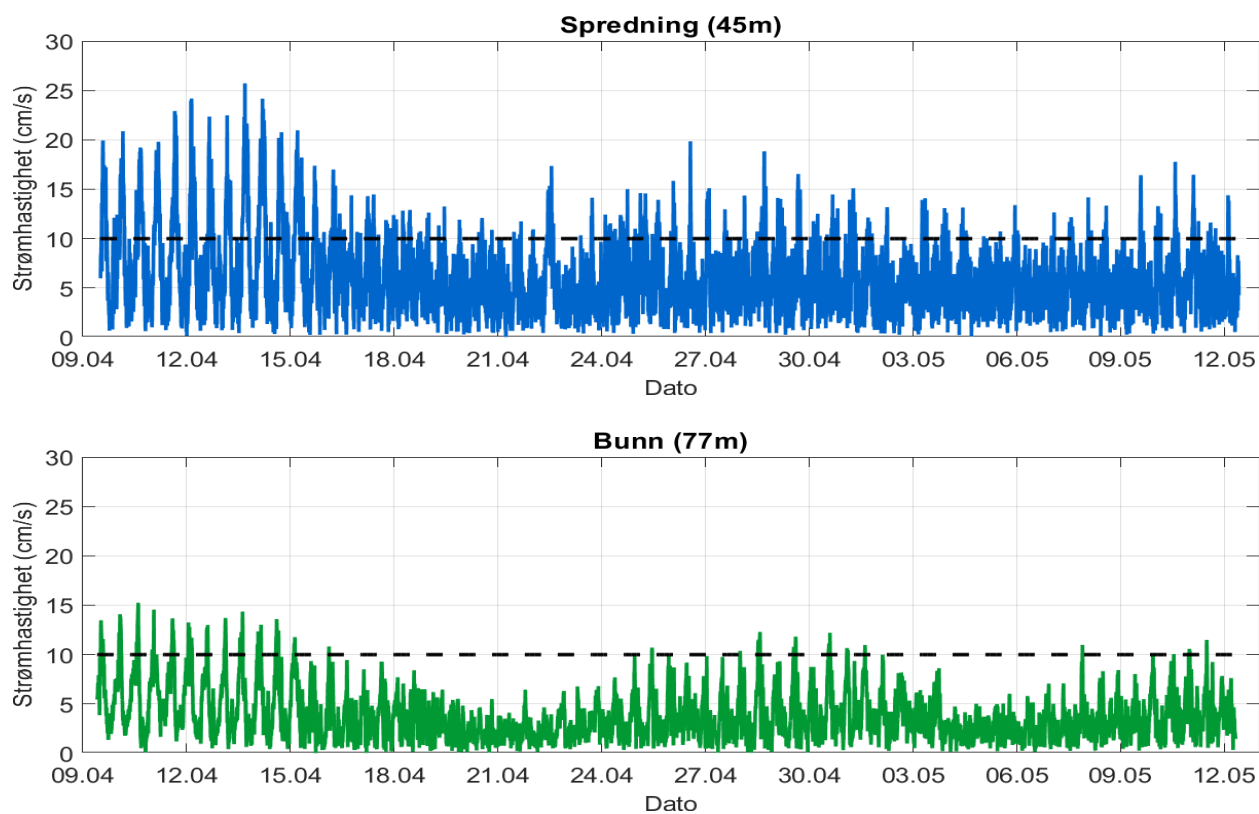
Strømmens retning fordelt i 15°-sektorer er oppgitt under.



Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m). Antall observasjoner er indikert på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

#### 4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet

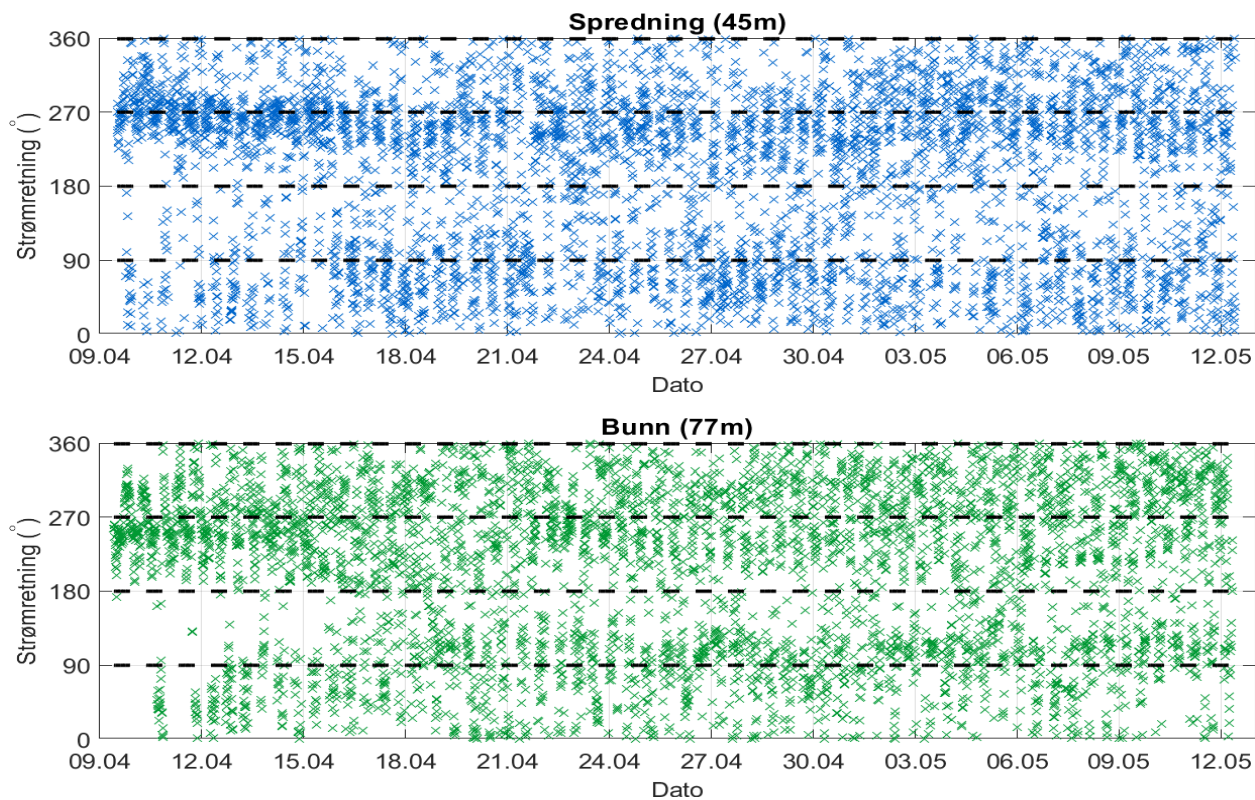
Strømmens hastighet under måleperioden er oppgitt under.



Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m). Strømhastighet er indikert på stående akse og tid på liggende akse.

#### 4.7 Tidsdiagram – Strømretning

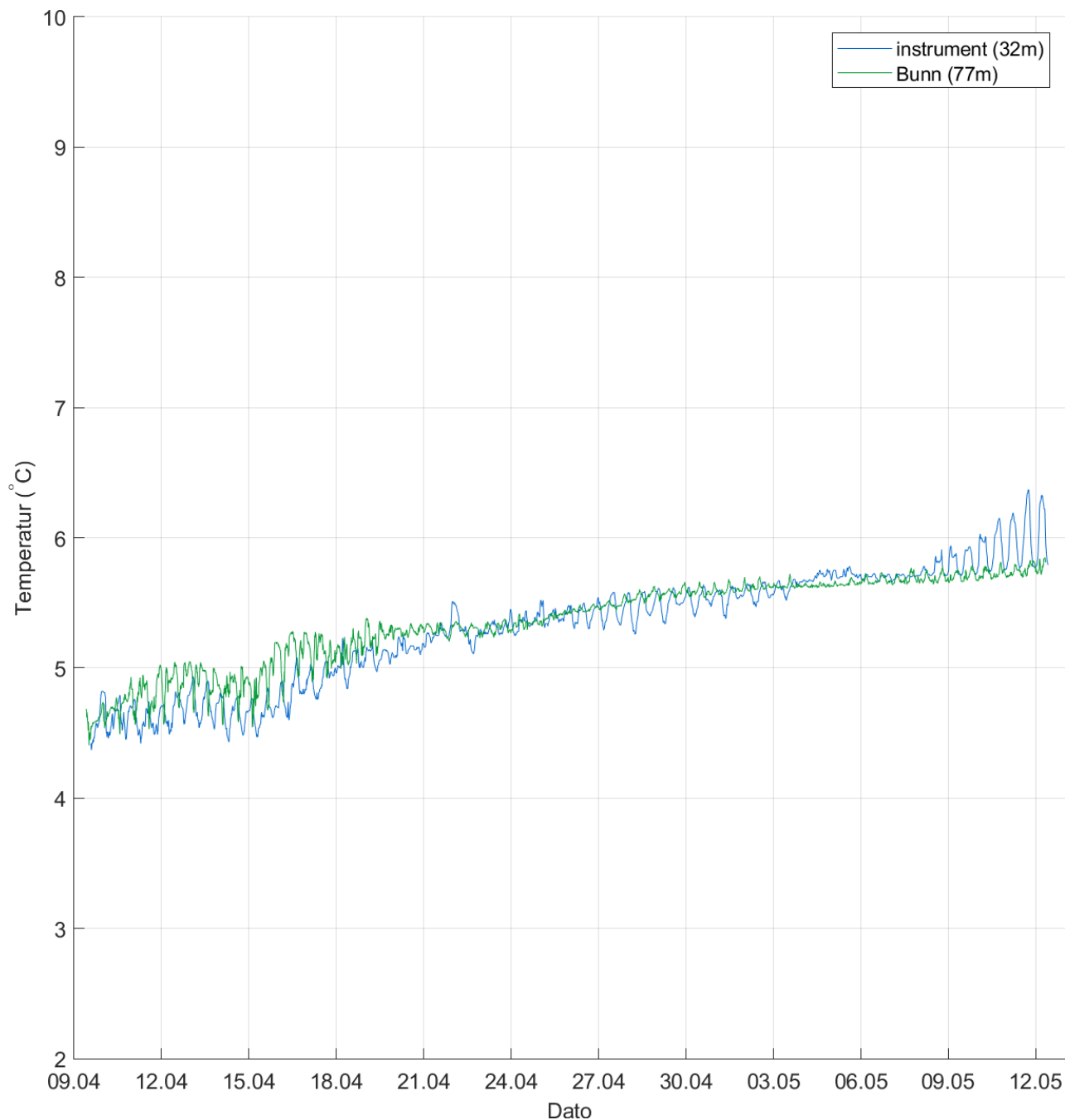
Strømmens retning under måleperiode er oppgitt under.



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

#### 4.8 Tidsdiagram – Temperatur

Temperatur under måleperioden er oppgitt under.

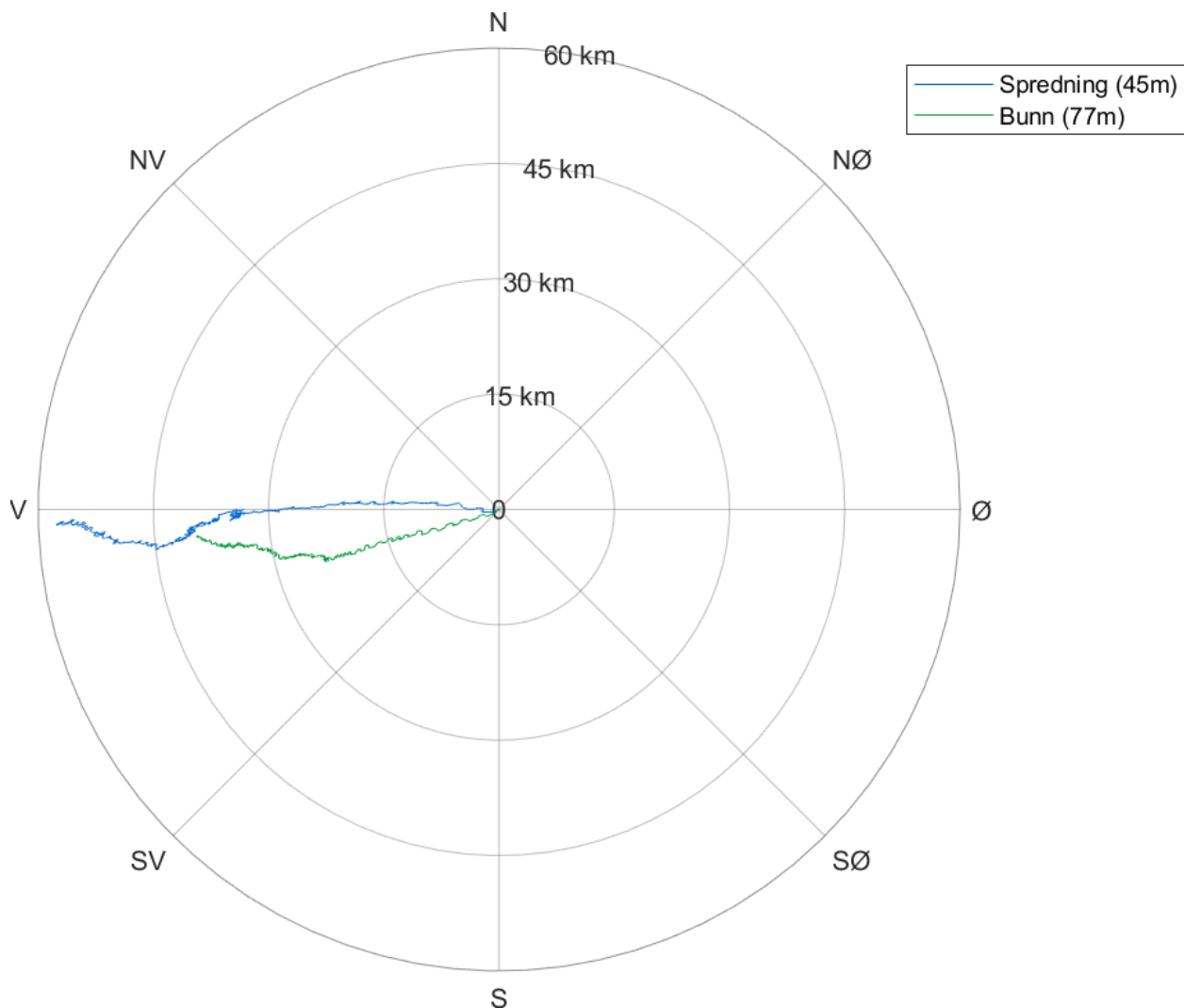


Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på instrumentdyp (32m) og bunndyp (77m). Temperatur er indikert på stående akse og tid på liggende akse.



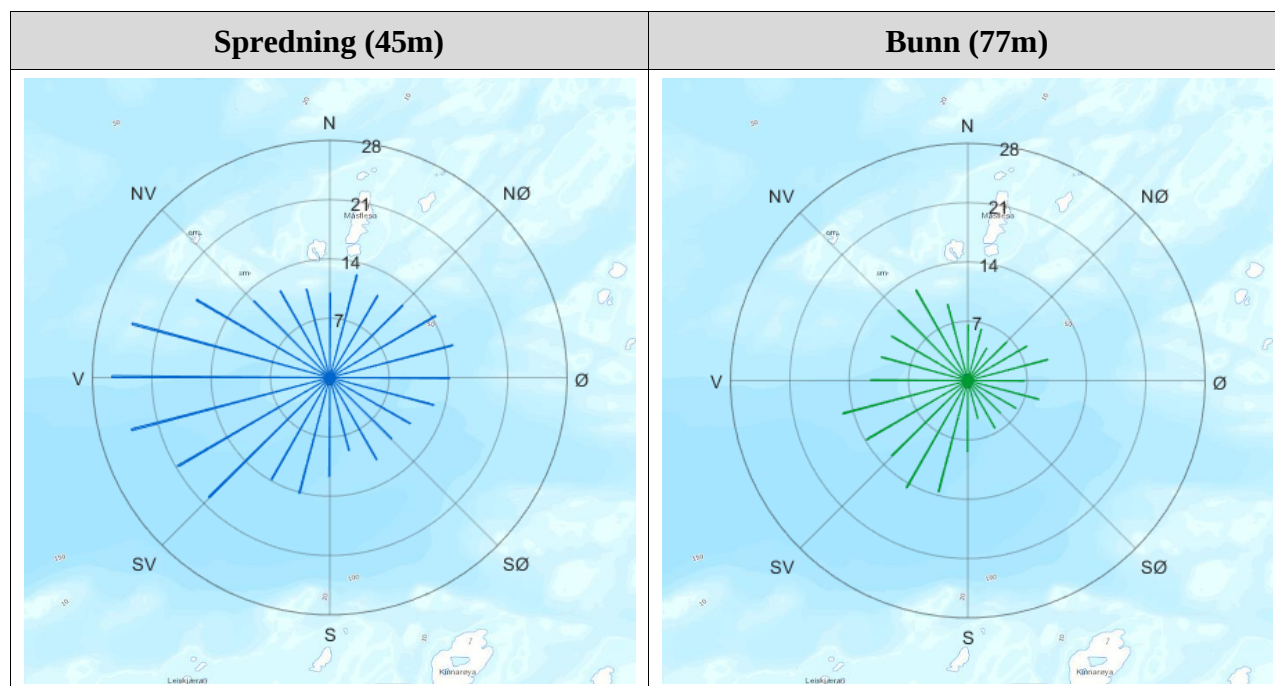
#### 4.9 Progressivt vektordiagram

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.



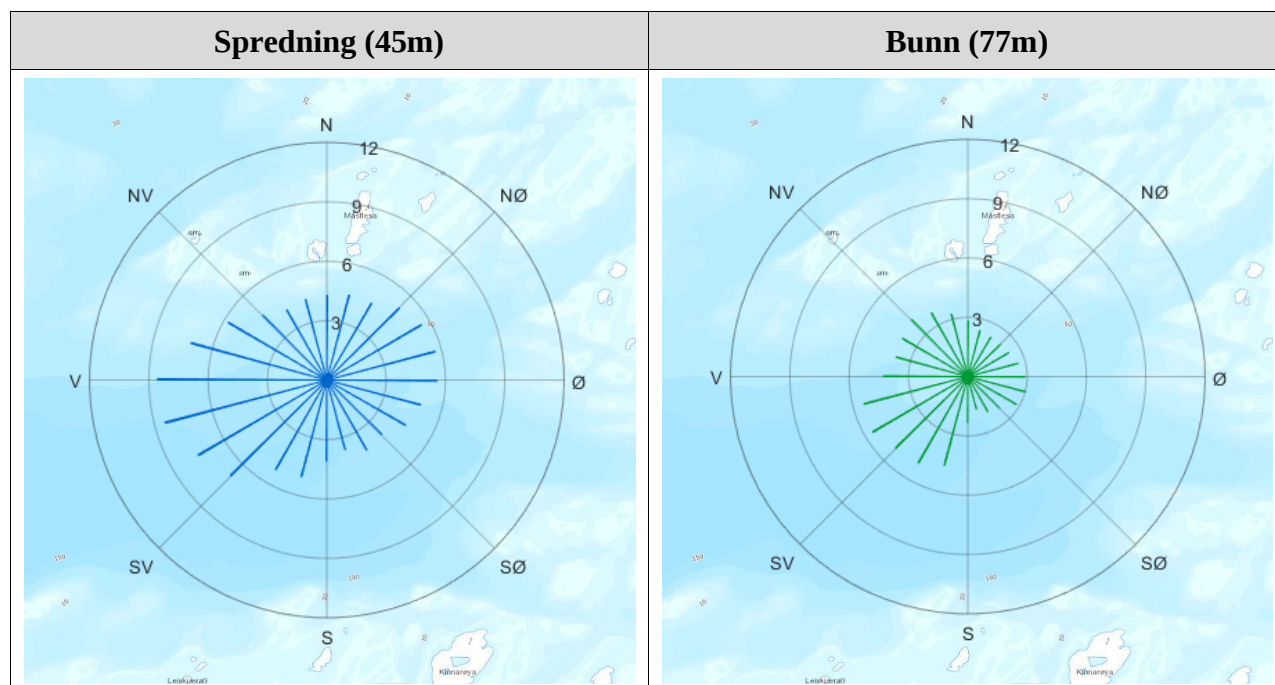
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m).

#### 4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram av maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m) i løpet av måleperioden.

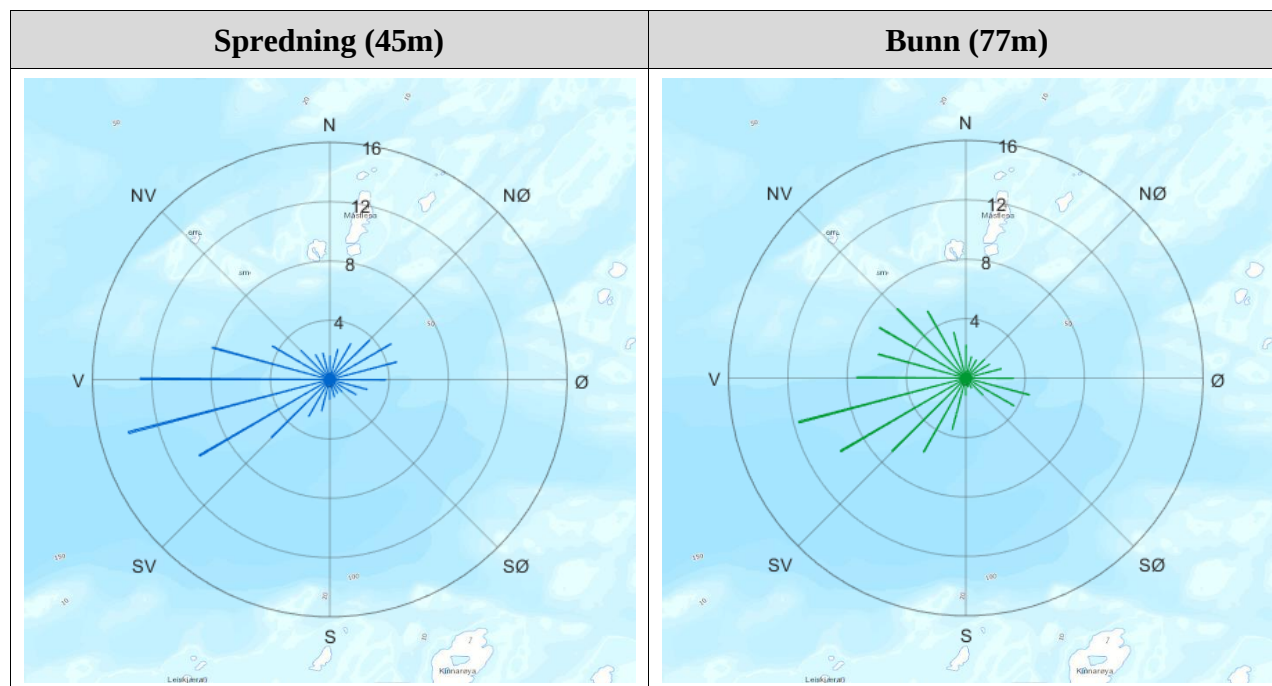
#### 4.11 Fordelingsdiagram – Gjennomsnittshastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram av gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor på spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m) i løpet av måleperioden.

#### 4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

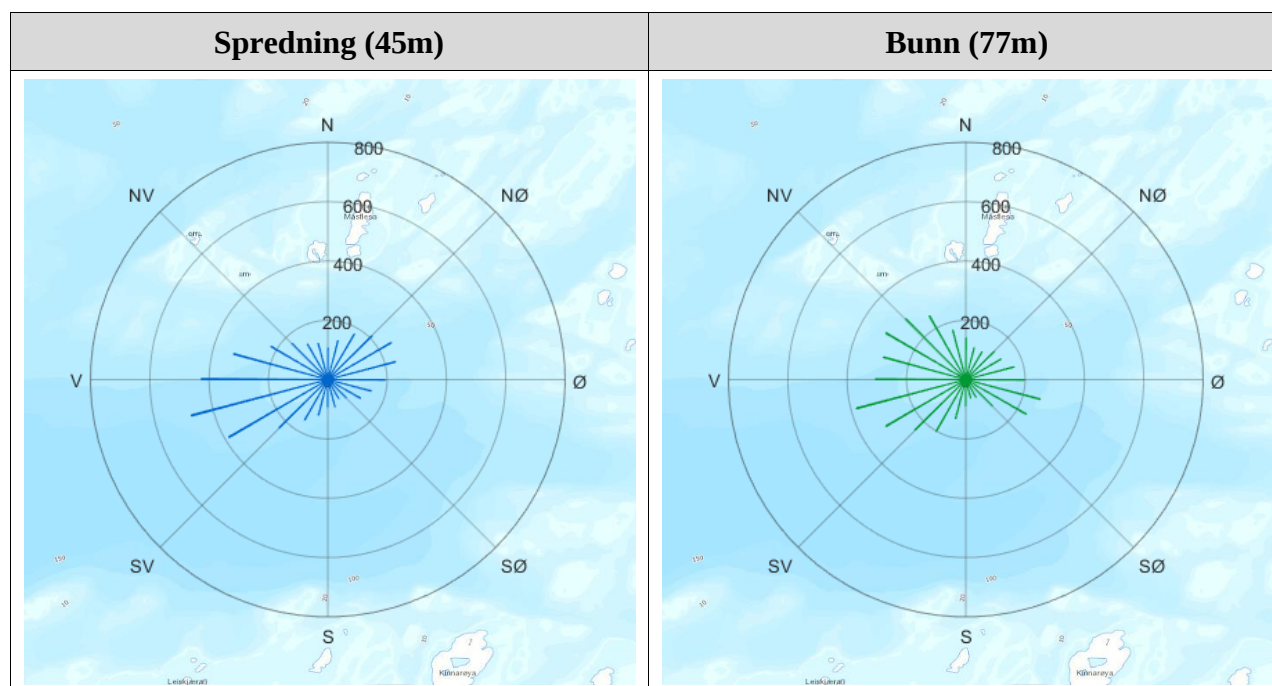
Figuren viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Total vannfluks er totalt volum vann som strømmer gjennom alle sektorer i løpet av måleperioden.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram av relativ vannfluks (%) for hver 15°-sektor på spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m) i løpet av måleperioden.

#### 4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner

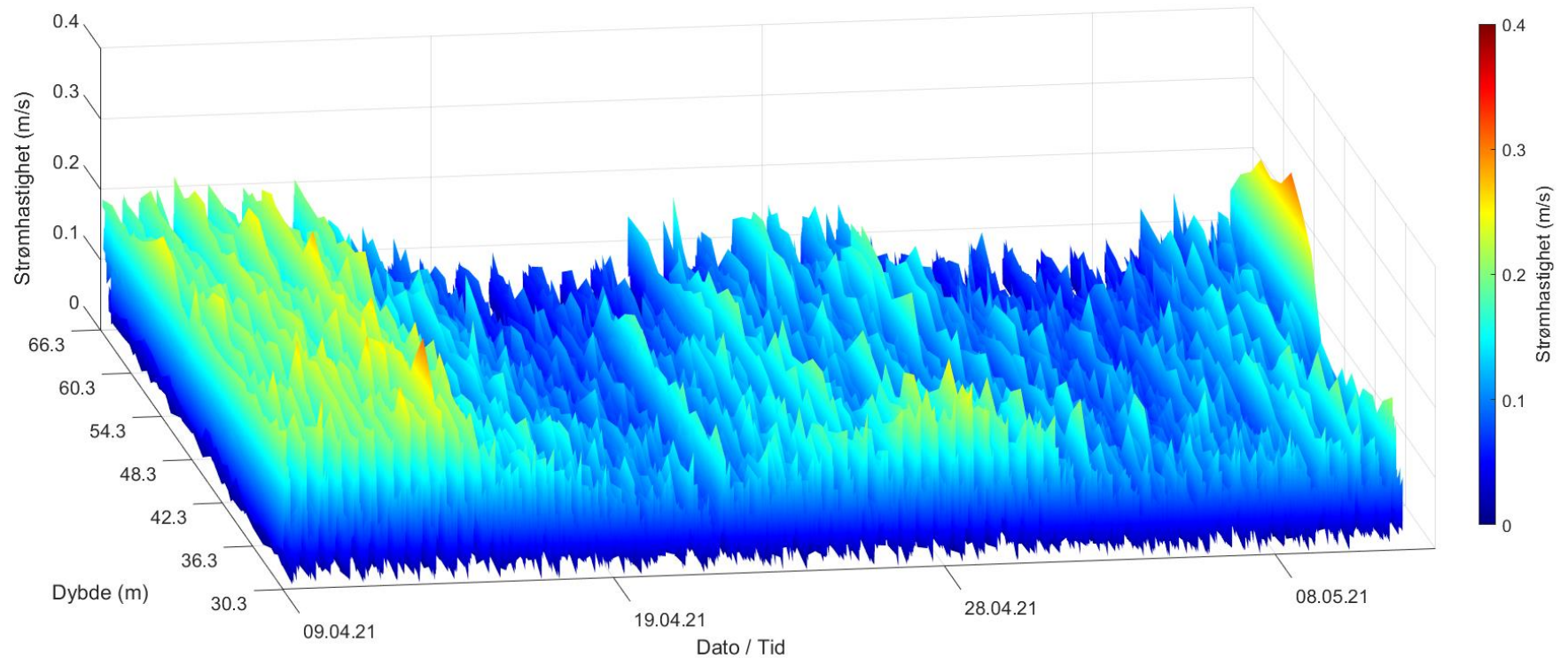
Figuren viser hvor mange ganger strømretningen er observert i de ulike 15°-sektorene i løpet av måleperioden.



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram av antall observasjoner for hver 15°-sektor på spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m) 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 32m dyp, pekende nedover. 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°
<b>Spredning (45m)</b>	12.5	14.5	15.0	11.2	14.1	20.8	25.7	18.2
<b>Bunn (77m)</b>	9.3	8.1	9.8	6.6	13.6	14.6	15.3	12.3

#### 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°
<b>Spredning (45m)</b>	4.3	5.1	5.4	4.3	4.3	6.9	8.1	5.0
<b>Bunn (77m)</b>	2.9	2.4	2.9	2.5	3.3	5.3	4.6	3.9

#### 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°
<b>Spredning (45m)</b>	372	636	582	291	316	776	1232	533
<b>Bunn (77m)</b>	426	384	627	433	293	756	974	848

#### 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°
<b>Spredning (45m)</b>	5.6	11.4	11.1	4.3	4.8	18.6	35.0	9.2
<b>Bunn (77m)</b>	6.9	5.1	10.2	6.2	5.4	22.5	25.1	18.5

#### 4.19 Persentilfordeling av strømhastighet

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

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

Persentil	Spredning (45m)	Bunn (77m)
1	0.5	0.4
10	1.9	1.1
20	2.9	1.7
30	3.6	2.1
40	4.4	2.6
50	5.3	3.1
60	6.2	3.7
70	7.3	4.4
80	8.7	5.6
90	11.1	7.4
95	13.7	8.9
99	18.6	11.7

#### 4.20 Prosentfordeling av strømhastighet

Oppgitte verdier i tabellen under er rundet av til nærmeste desimaltall for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaltall. Lave verdier (< 0.01%) er oppgitt som 0.0%.

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

Strømhastighet (cm/s)	Spredning (45m)	Bunn (77m)
1	96.8	92.3
3	78.1	52.6
5	53.2	24.0
10	13.9	2.9
20	0.5	

#### 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 spredningsdyp (45m).

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
<b>0-1</b>	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.7	0.4	3.2
<b>1-5</b>	4.7	6.8	5.6	3.7	4.1	5.4	7.2	6.0	43.5
<b>5-10</b>	2.7	5.7	5.5	1.9	2.0	7.3	10.0	4.1	39.2
<b>10-20</b>	0.1	0.6	0.8	0.1	0.2	3.2	7.7	0.7	13.4
<b>20-30</b>						0.04	0.5		0.5
<b>Sum</b>	7.8	13.4	12.3	6.1	6.6	16.3	26.1	11.2	100.0

Tabell 4.21.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsgrupper fordelt i 8 retningssektorer for bunnndyp (77m).

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 157.5°	157.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
<b>0-1</b>	0.9	0.9	1.2	0.9	0.8	1.1	0.8	1.0	7.6
<b>1-5</b>	7.2	7.1	11.0	7.8	4.1	7.0	11.9	12.4	68.5
<b>5-10</b>	0.8	0.2	1.0	0.4	1.1	6.3	6.8	4.4	21.0
<b>10-20</b>					0.2	1.5	1.0	0.1	2.8
<b>20-30</b>									0.0
<b>Sum</b>	8.9	8.2	13.2	9.1	6.2	15.9	20.5	17.9	100.0

## 4.22 Strømvarighet

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

Tabell 4.22.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp (45m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	3.2							
1-5	22.8	12.8	7.5	0.6				
5-10	26.2	9.2	3.5	0.3				
10-20	7.0	2.5	2.4	0.7	0.9			
20-30	0.5							

Tabell 4.22.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp (77m).

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	7.0	0.5	0.2					
1-5	8.5	9.9	18.3	13.4	6.3	5.7	4.8	1.4
5-10	6.2	4.7	6.2	2.2	1.3	0.5		
10-20	1.1	0.6	1.2					
20-30								



### 4.23 Tidevannsanalyse

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

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

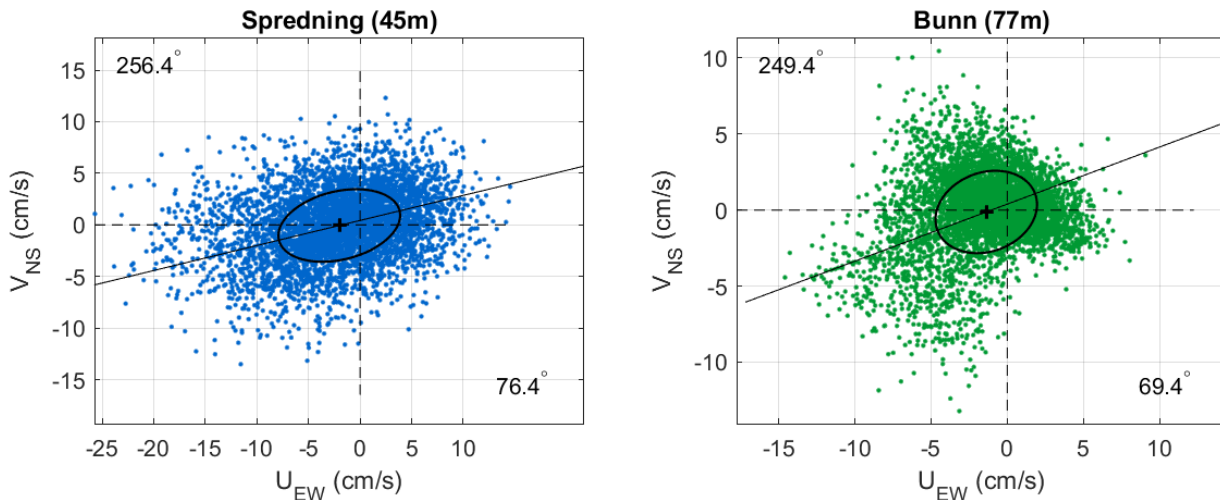
Målt strøm er splittet i komponentene øst-vest ( $U_{EW}$ ) og nord-sør ( $V_{NS}$ ) for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten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

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

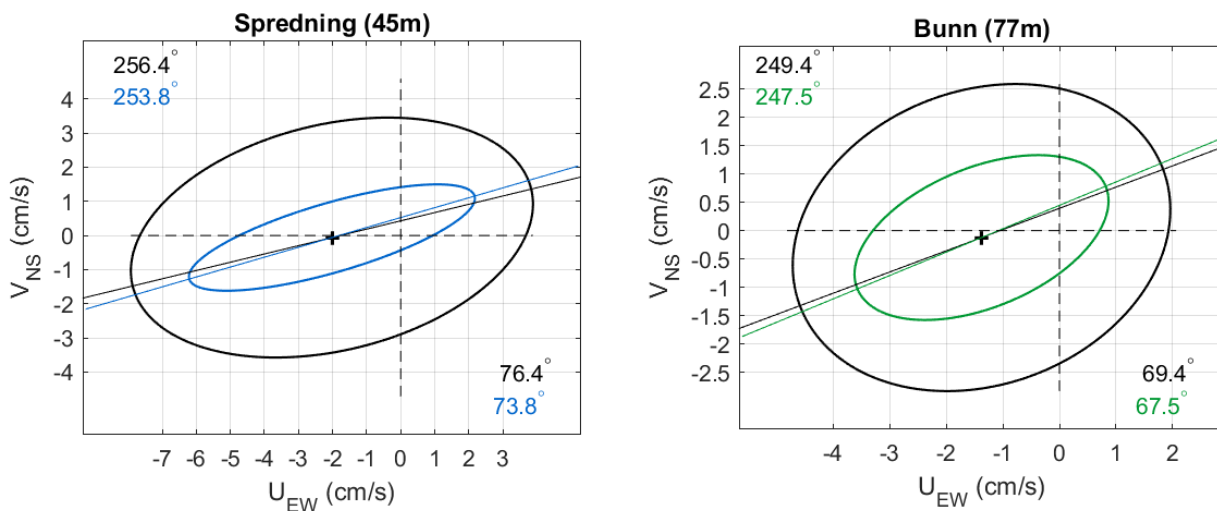
Måledyp	Spredning (45m)	Bunn (77m)
Strøm (%)	69.5	54.5
Måledyp	Instrument (32m)	Bunn (77m)
Trykk (%)	99.3	99.6

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

Måledyp	Spredning (45m)	Bunn (77m)
Strøm (%)	54.9	32.4
Måledyp	Instrument (32m)	Bunn (77m)
Trykk (%)	98.2	98.3



Figur 4.23.1.  $U_{EW} - V_{NS}$  punktdiagram med tilhørende strømellipse. Midtpunktet for strømellipsen 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.

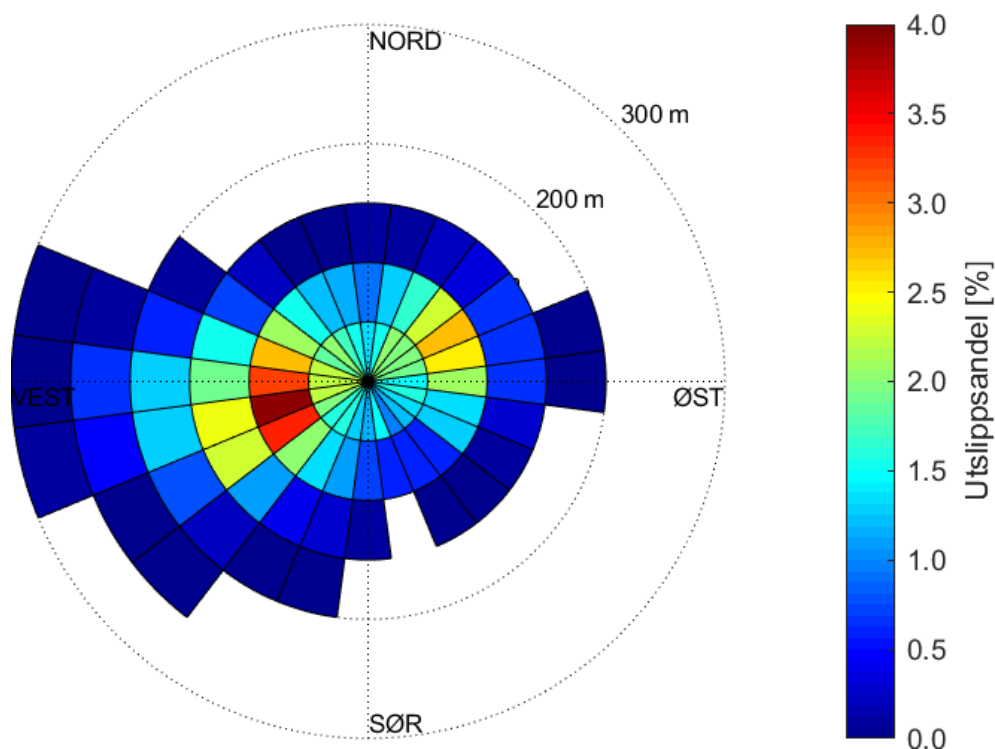


Figur 4.23.2.  $U_{EW} - V_{NS}$  tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strømellipsen (svart linje). Midtpunktet for strømellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekors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

## 4.24 Utslippskontur

Utslippskonturen tar utgangspunkt i strøm målt på spredningsdyp til å beregne spredningsavstand for avfallspartikler fra et utslippspunkt med en viss synkehastighet (Bannister, et al., 2016). Figur 4.24.1 viser retning og avstand for spredning, og i hvilke områder det er mest utslipp som blir liggende på bunn. Fargeskalaen indikerer mengde sedimentasjon som prosentandel (%) av den totale mengden som blir sluppet ut, hvor de røde områdene vil ha størst mengde avfall. Summen av prosentnivået i alle sektorer er lik total mengde utslipp (100%).

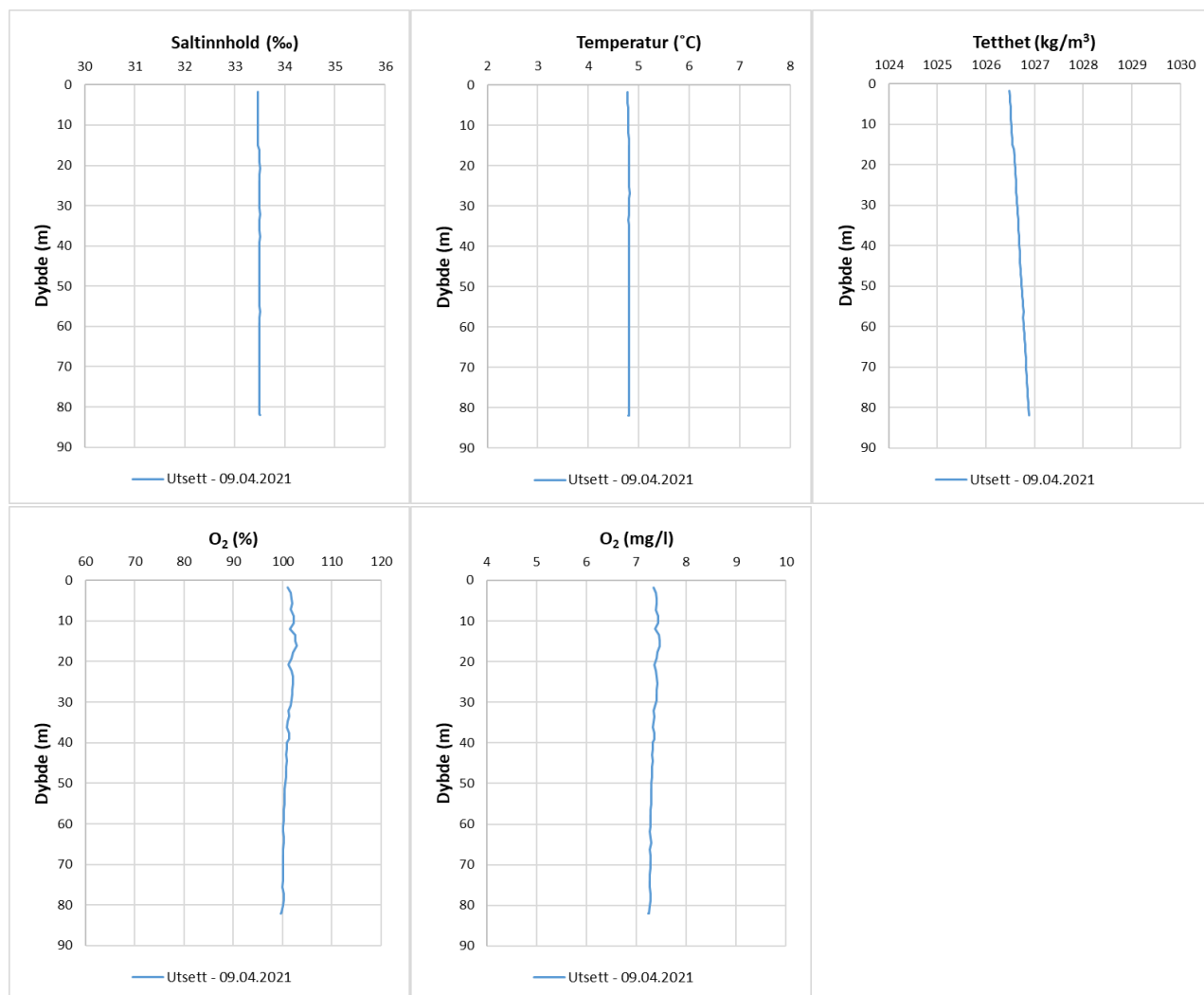
Merk at figuren viser utslipp fra ett punkt. Med utslipp fra ett enkelt punkt vil svært lite avfall havne rett under utslippspunktet, da strømmen alltid vil skape noe spredning. Ved et oppdrettsanlegg er det utslipp over et større område, noe som må inkluderes i vurderingen av spredning av utslipp.



Figur 24.1. Utslippskontur basert på målte strømhastigheter på spredningsdyp (45m). Akkumulering av avfall vises som prosentandel av utslipp som havner innenfor de ulike sektorene. Hver sektor er 50m lang.

## 4.25 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett (09.04.2021) av strømmålere i samme posisjon som strømriggeren.



Figur 4.25.1. Vertikalprofiler av saltinnhold, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen.

## 5. Diskusjon

---

Hovedstrømretningen på Sørværet er mot V på spredningsdyp (45m). På bunndyp (77m) er ikke strømmen dominert av en bestemt hovedretning, den er mer spredt mot flere retninger. Dette stemmer med områdets bunntopografi og med et eksponert område. Mest vannutskiftning på spredningsdyp er mot V (35.0%) og på bunndyp er den også mot V (25.1%) (Tabell 4.18.1).

### 5.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 25.7cm/s mot V på spredningsdyp (45m) og 15.3cm/s mot V på bunndyp (77m). Maksstrømmen er langs hovedstrømretning og er vurdert som sterk på spredningsdyp (45m) og middels sterk på bunndyp (77m). 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 10.4cm/s på spredningsdyp (45m) og 6.6cm/s på bunndyp (77m). Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på begge dyp.

Det var ingen tilfeller der strøm var  $> 30\text{cm/s}$ . Høy strømhastighet oppstår jevnt med tidevannssyklusen, men varighet av disse i området er relativt kort.

### 5.2 Tidevannspåvirkning

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert på begge dyp under måleperioden, fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strø mellipsen (Figur 4.23.2).

### 5.3 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 sterk på spredningsdyp (45m) og som svak på bunndyp (77m).

Neumann-parameteren er vurdert som middels stabil på spredningsdyp (45m) og stabil på bunndyp (77m). Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake.

Prosent nullmålinger ( $< 1\text{cm/s}$ ) var mindre enn 10% på begge dyp. Lengst varighet for strøm  $< 1\text{cm/s}$  var 20 minutter på spredningsdyp (45m) og 90 minutter (1t 30min) på bunndyp (77m). Det var kort periode med strømstille. Dette tyder på god vannutskiftning i området.

## 5.4 Mulig spredning av utslipp

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

Dyp ved målepunktet var ca. 82m. Med slike dyp er det god avstand mellom notbunn og havbunn. Strømmålingsposisjonen ligger over en bunn som skråner nedover mot S/SV til ca. 185m. Det er flere øyer og grunner i området.

Det var flere tilfeller der strøm var  $> 10\text{cm/s}$  på både spredningsdyp (45m) og bunndyp (77m). Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Spredning av utslipp følger strømmosen for spredningsdyp (Figur 4.2.1) og orienteringen til bunntopografien i området. Mye sedimentasjon legger seg mot V (Figur 4.24.1), som er retningen med mest vannutskiftning (Tabell 4.18.1). Med utgangspunkt i målte strømhastigheter på spredningsdyp vil avfall spre seg lengst mot vest, opptil 300m vekk fra utslippspunkt.

## 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 vannsøyle (forårsaket forskjellige grunner, for eksempel; ferskvannsavrenning, avkjøling/oppvarming av overflatevann, utveksling av vann ved bunn med kystvann) påvirker spredning av utslipp både horisontalt og vertikalt.

Temperatur under måleperioden var  $4.4 - 6.4^{\circ}\text{C}$  på instrumentdyp (32m) og  $4.4 - 5.8^{\circ}\text{C}$  på bunndyp (77m). Temperaturen økte i løpet av måleperioden. Dette er normal sesongvariasjon. Videre viser temperaturmålingene periodiske svingninger. Dette kan være forårsaket av tidevannet, som kan bringe ulike vannmasser med forskjellig temperatur til målepunktet ved flo og fjære.

CTD-målinger ved utsett 09.04.2021 viser at temperaturen var relativt lik i hele vannsøyle. Saltinnholdet var også relativt lik i hele vannsøyle. Tetthetsdata gjenspeiler saltinnholdet og viser at vannsøyle var blandet ved utsett. Oksygenmetningen ved utsett var høy ( $> 90\%$ ) i hele vannsøyle, og endret seg lite fra overflaten og ned til bunnen. Oksygeninnholdet viser lignende mønster som oksygenmetningen.

## 6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon

---

### 6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger

#### Valg av målested

Plassering av riggen i forhold til det dypet strømmen skal måles på har stor betydning for målingene.

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

For strømmåling på sprednings- og bunndyp er foretrukket plassering i anleggets senter, som gir grunnlag for å estimere den representative strømstyrken i anlegget med tanke på spredning av partikler.

#### Valg av måledyp

##### *Sprednings- og bunnstrøm*

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

#### Valg av måleperiode

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

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

## 6.2 Spesifikasjoner for strøminstrumenter

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

Tabell 6.2.1. Spesifikasjoner per strøminstrument.

Måledyp	Spredning (45m)	Bunn (77m)
Leverandør	Nortek AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	Aquadopp Current Profiler (AquaPro) (400kHz)	RCM Blue 5430 punktmåler
ID-nr.	8733	5264
Cellestørrelse	2m	-
Kalibrering	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighetens nøyaktighet	1% av målt verdi $\pm 0.5\text{cm/s}$	$\pm 0.15\text{cm/s}$
Strømhastighetens rekkevidde / terskelverdi	0 til $\pm 10\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)	0 til $300\text{cm/s}$ (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
Temperaturens nøyaktighet og rekkevidde	$0.1^\circ\text{C}$ , $-4^\circ\text{C}$ til $40^\circ\text{C}$	$0.05^\circ\text{C}$ , $-5^\circ\text{C}$ til $40^\circ\text{C}$



### 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.

#### Nortek Aquadopp profiler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Instrumentet sender 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.

Tabell 6.3.2. Måleprinsipp for Nortek Aquadopp profiler.

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

Gule og grønne felt indikerer aktive perioder innenfor en samplingsperiode på 10 minutter; måleren pulserer i 1 minutt, etterfulgt av 9 minutters hvile i løpet av en 10-minutters samplingsperiode. Den registrerte målingen hvert 10. minutt er gjennomsnittet av strømmålinger i løpet av det første minuttet i samplingsperioden.

### 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.

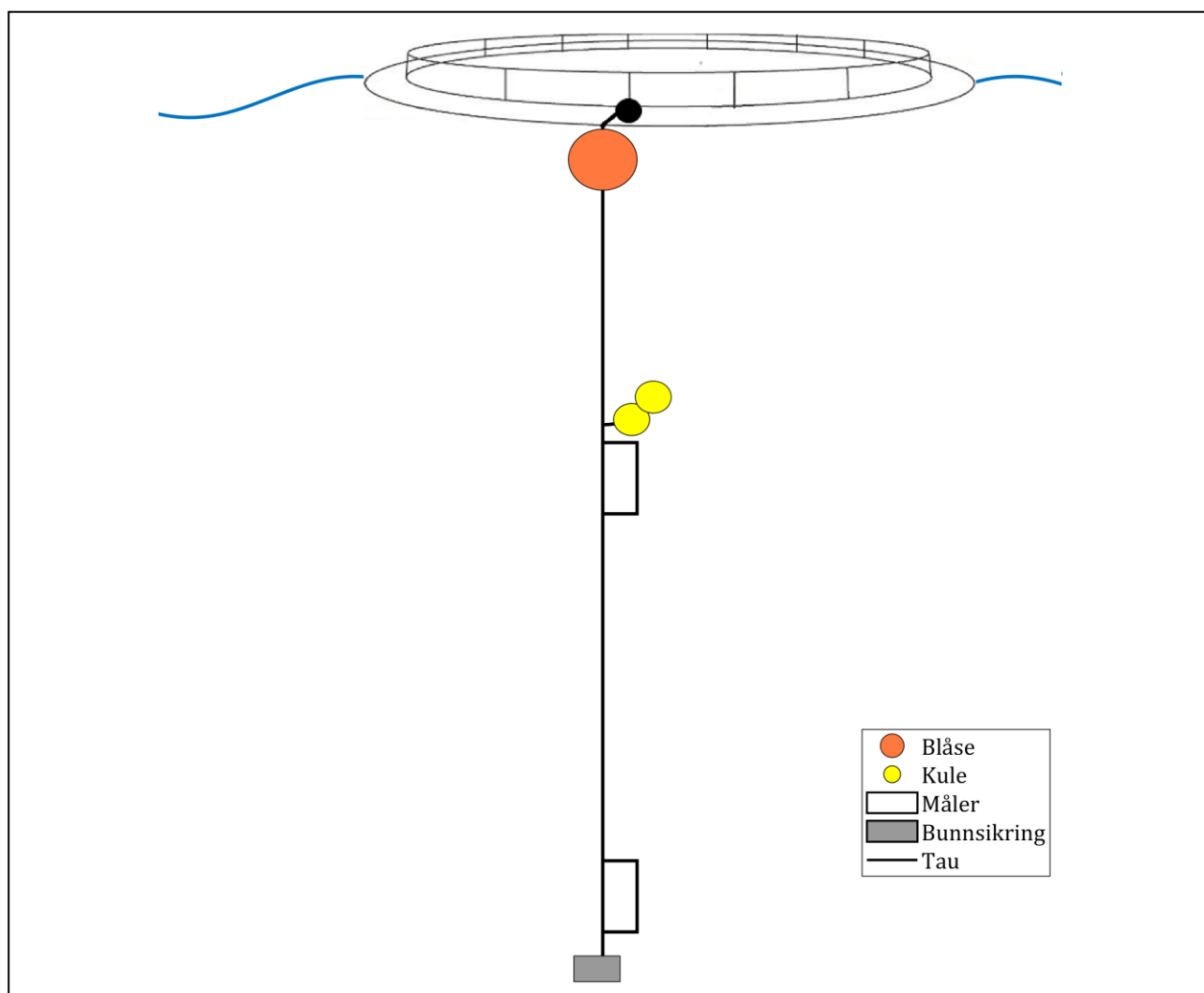
## 7. Vedlegg – Riggoppsett

### 7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er beskrevet i Tabell 7.1.1 og skissert i Figur 7.1.1. Riggen ble hengt fra merd i anlegg.

Tabell 7.1.1. Beskrivelse av riggoppsett for strømmålinger på sprednings- (45m) og bunndyp (77m).

Komponent	Komponenttype	Antall/Lengde	Dyp	Vekt/oppdrift per enhet
A2 - 35kg oppdrift	Blåse	1stk	0.0m	35kg
Danline 12mm	Tau	30.0m		
Trålkule 11" - 7.5kg oppdrift	Kule	2stk	30.0m	7.5kg
Danline 12mm	Tau	2.0m		
Profiler	Måler	1stk	32.0m	
Danline 12mm	Tau	48.0m		
Punktmåler	Måler	1stk	80.0m	
Danline 12mm	Tau	2.0m		
Stål	Bunnsikring	1stk	82.0m	10kg
Garnanker	Bunnsikring	1stk	82.0m	40kg



Figur 7.1.1. Riggoppsett for strømmålinger på sprednings- (45m) og bunndyp (77m).

## 8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

---

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

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

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

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

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

### 8.1 Databearbeiding

#### *Riggtilstand etter måling*

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

#### *Feil på instrument*

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

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	Spredning (45m)	Bunn (77m)
<b>Filnavn for rådata</b>	Sørværet spredning SBH0521 NPR8733.prf	Sørværet bunn SBH0521 AP5264.bin
<b>Rådata først vurdert i</b>	STORM - SeaReport	Aanderaa Data Studio
<b>Filnavn for eksportert data</b>	Sørværet Spred-45m SBH0521 NPR8733_eks_KT.xlsx	Sørværet Bunn-77m SBH0521 AP5264_eks_KT.xlsx
<b>Filnavn for kvalitetssikret data</b>	Sørværet-Spredning (45m)_QC.xlsx	Sørværet-Bunn (77m)_QC.xlsx
<b>Data return (%)</b>	99.98 / 100.00	100.00 / 100.00
<b>Antall målinger</b>	4738 / 4739	4741 / 4741
<b>Antall fjernede/manglende målinger</b>	1 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)
<b>Ekstern påvirkning på målinger</b>	Anlegg i sjø (se vedlegg 8.2)	Anlegg i sjø (se vedlegg 8.2)
<b>Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling</b>	09.04.21 12:20 - 12.05.21 10:00	09.04.21 10:00 - 12.05.21 08:00
<b>Dato og tid for start og slutt av instrument</b>	09.04.21 12:00 - 18.05.21 09:10	05.03.21 08:40 - 18.05.21 06:50

## 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.

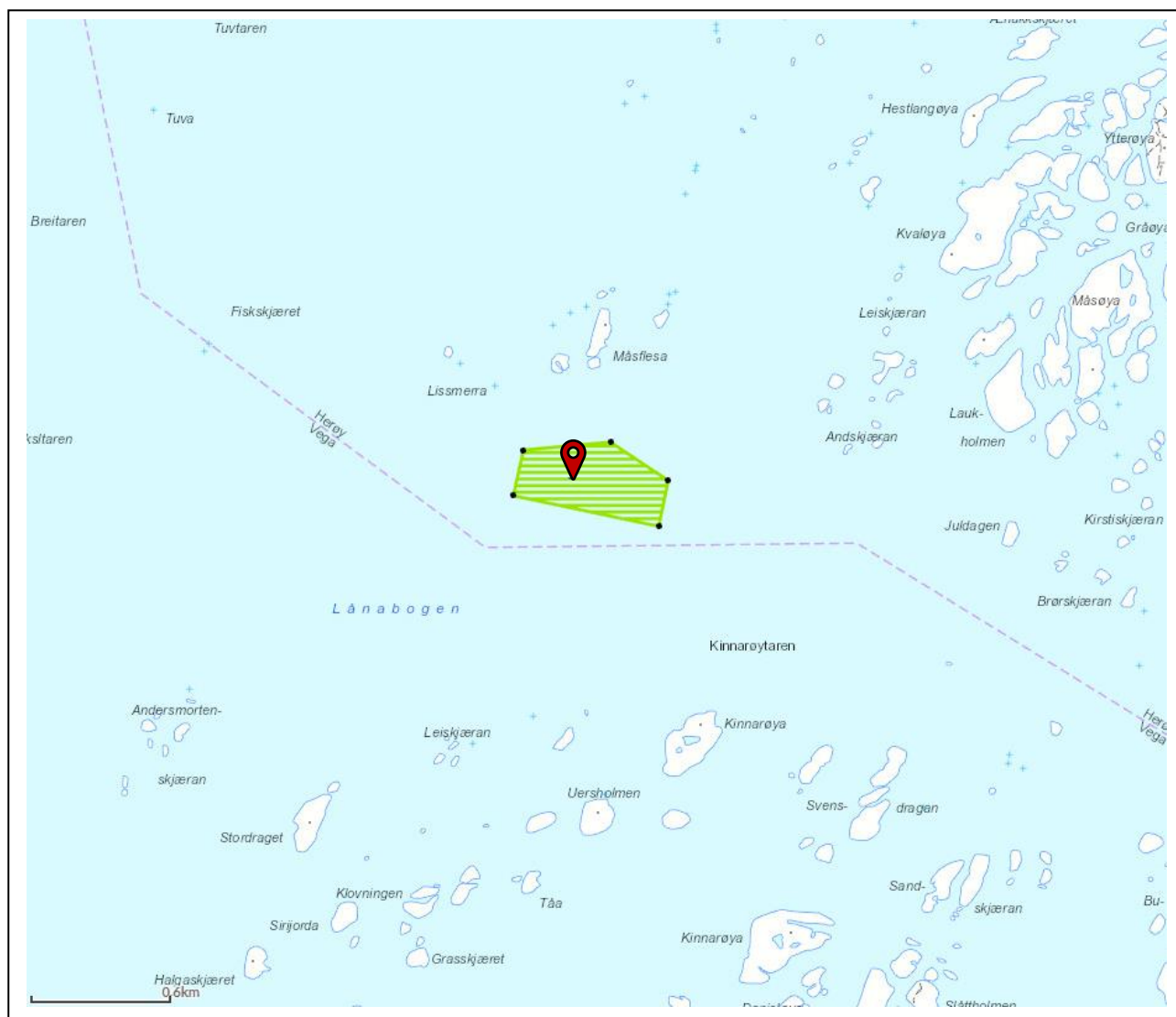
Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ( $\Delta < 1^{\circ}\text{C}$ )
Helning	< 50° (Figur 8.2.3) – Aanderaa punktmåler < 20-30° (Figur 8.2.2) – Nortek instrumenter
Ping count	150 (Figur 8.2.3) – Aanderaa punktmåler
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.3)
Strømhastighet	Stabil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

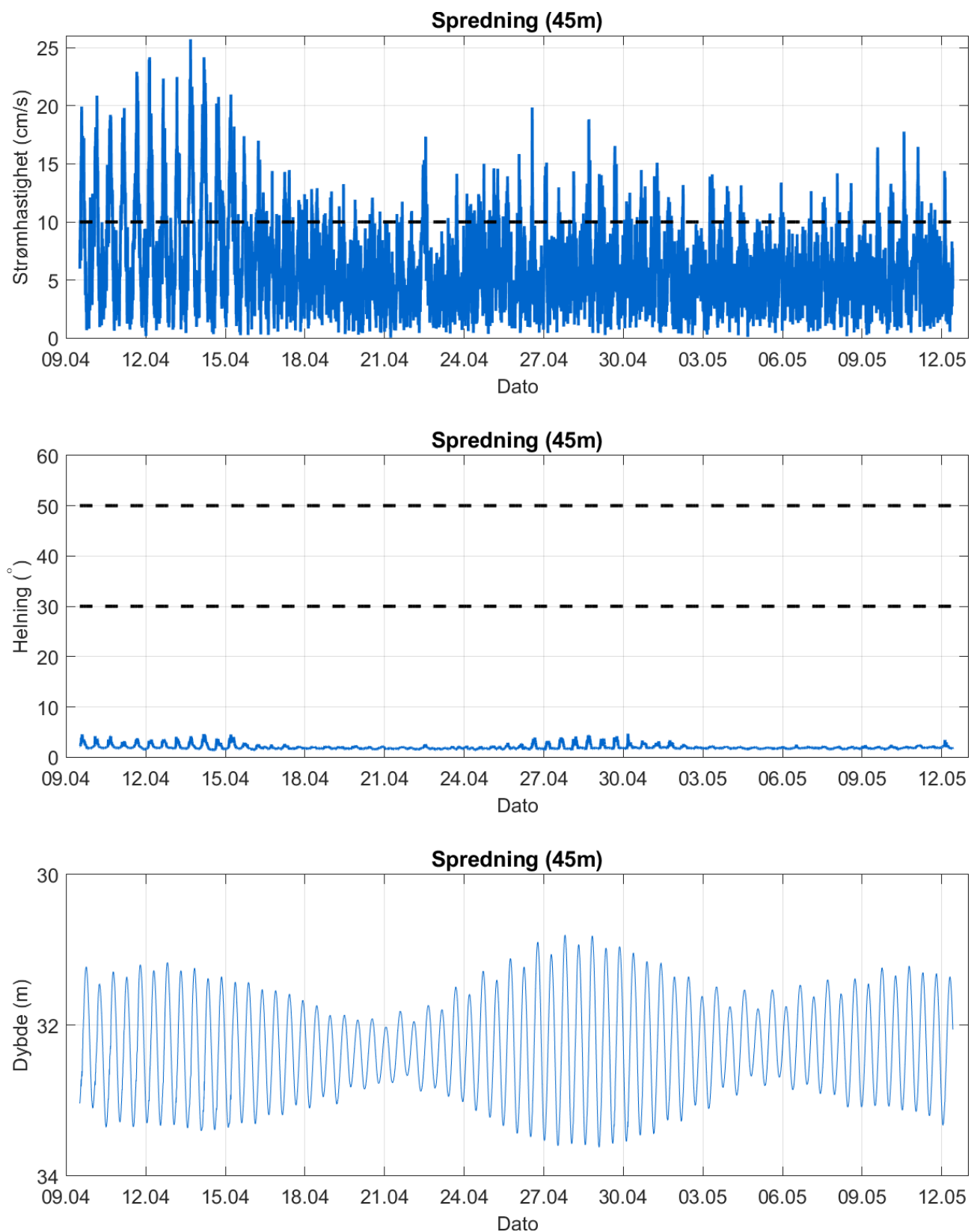
$\Delta t$ (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

Tabell 8.2.2 gir teoretiske forskjeller mellom to suksessive målinger av strømhastighet,  $u_1$  og  $u_2$ , for forskjellige måleintervall,  $\Delta t$  (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.

Anlegget var i sjøen under måleperioden. Strømriggeren var knyttet fast til en merdkant, men anlegget var ikke i drift under måleperioden. Ettersom anlegget ikke var i drift og pga. målingenes dyp på hhv. 45m og 77m, er det vurdert at strømmålingene ikke er påvirket av dette.

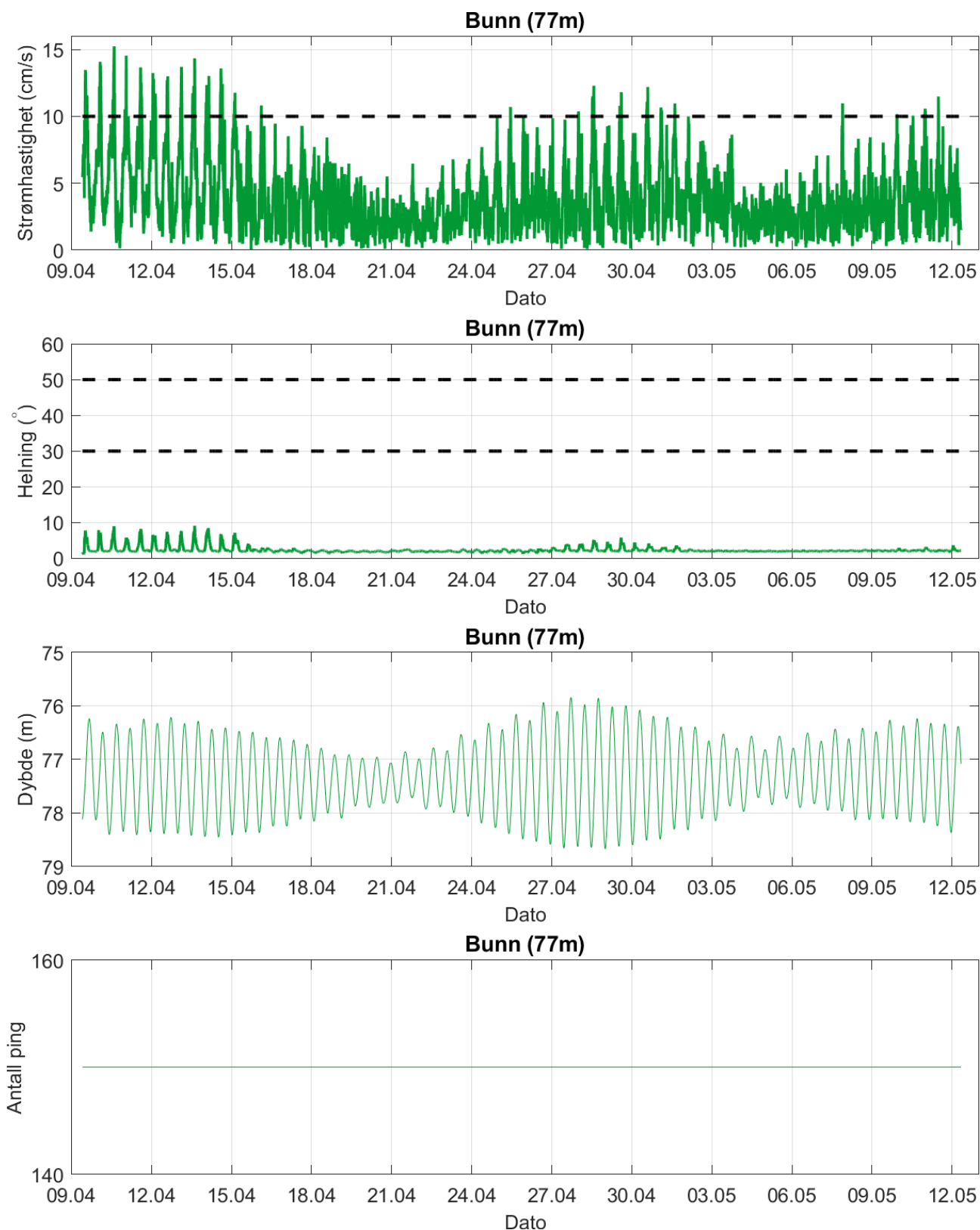


Figur 8.2.1. Plassering av strømmålere i området anvist med rød pinne. Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.



Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (45m).

Instrumentdypet varierte mellom 30.8m og 33.6m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 32.3m.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (77m).

Instrumentdypet varierte mellom 75.8m og 78.7m dyp i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig instrumentdyp var på 77.3m.



### 8.3 Fjernede dataverdier

#### 8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden.

Instrumentet som målte på spredningsdyp var innstilt i lokaltid i stedet for UTC. Derfor er det ca. 2 timer forskjell på registrert tidspunkt mellom sprednings- og bunndyp som tilsvarer forskjell på UTC og lokaltid i sommerhalvåret.

#### 8.3.2 Enkelte datapunkter

Ett datapunkt er fjernet manuelt fra målingene på spredningsdyp grunnet stort hastighetssprang og varierende retning.

## 9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

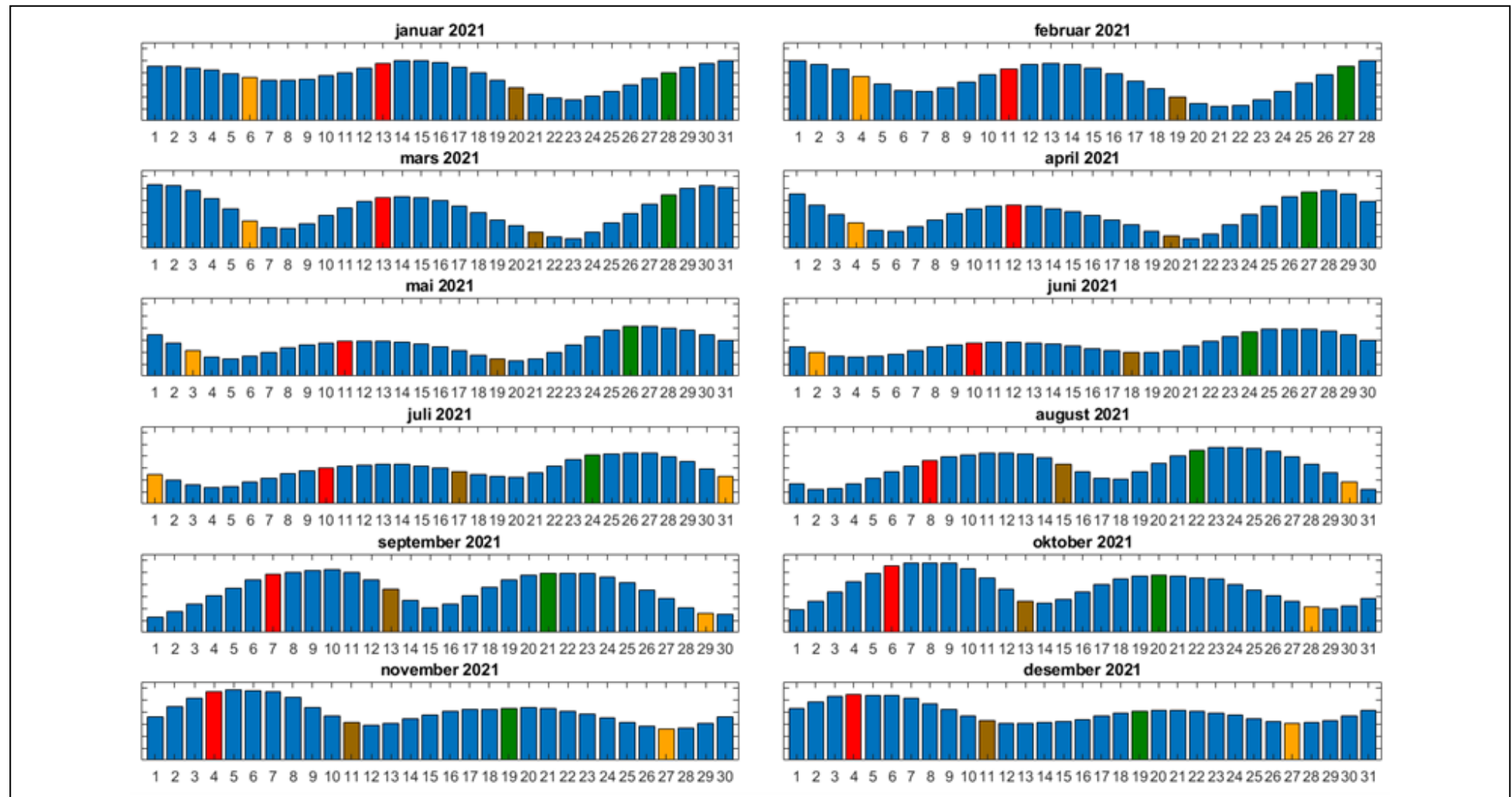
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

	Dyp (m)	1	2	3	4	5
<b>Maksimal strømhastighet (cm/s)</b>						
		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
<b>Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s)</b>						
		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
<b>Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)</b>						
		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
<b>Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)</b>						
		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
<b>Andel strømstille (%) &lt; 1cm/s</b>						
		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
<b>Andel strømstille (%) &lt; 3cm/s</b>						
		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
<b>Effektiv transport (cm/s)</b>						
		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
<b>Neumann-parameter</b>						
		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
<b>Strømhastighet</b>	
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) <sup>2</sup>	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
<b>Effektiv transport</b>	
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 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	Mengden vann som strømmer gjennom en tenkt flate på 1 m <sup>2</sup> i løpet av et døgn.

## 13. Vedlegg – Referanser

---

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmåler.
2. Brukerveiledning. Nortek Aquadopp profiler.
3. 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.
4. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
5. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
6. IOC (1993). *Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data*. Tilgjengelig: [http://www.iode.org/components/com\\_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1](http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1)
7. Kartverket (2021). [www.kartverket.no/sehavniva](http://www.kartverket.no/sehavniva)
8. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringssøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
9. Meteorologisk institutt (2021). [www.eklima.no](http://www.eklima.no)
10. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
11. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
12. Pawlowicz, R., Beardsley, B. & Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T\_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
13. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.