

# Strømrapport

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

Nordfoldleira i


mars - april 2018



Dokumentkontroll		
Rapport		
Rapportbeskrivelse og navn	Vurdering av strømforhold ved Nordfoldleira. SR-M-02518-Nordfoldleira0418-ver01.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse
01	16.04.18	Første utgivelse
Rapportdistribusjon	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.	

Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Nordfoldleira	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Steigen	Fylke	Nordland

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (43m)	Bunn (59m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	23.5 (S)	21.8 (SV)	18.4 (S)	17.4 (S)
Gjennomsnitt strøm (cm/s)	6.1	5.6	5.0	4.8
Strømstyrke < 1cm/s (%)	2.5	3.5	4.5	3.8
Strømstyrke < 3cm/s (%)	20.9	25.7	28.1	25.4
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann parameter	0.6	0.5	0.6	0.4
10-års strøm (maksimal)	39	36	-	-
50-års strøm (maksimal)	43	40	-	-

Oppdragsgiver			
Selskap	Ellingsen Seafood AS, 8320 Skrova		
Kontaktperson	Svein Andorsen	svein@ellingsen.no	92 03 05 66
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Kristoffer Høyning	kristoffer@akerbla.no	90 79 49 23
Rapportansvarlig	 K. Tokildson Kristine Torkildson	kristine.tokildson@akerbla.no	92 64 23 80
Kontrollert av	Jenny-Lisa Reed	jenny.lisa@akerbla.no	90 88 34 23
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

## 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>8</b>
4.1 Strømdata sammendrag.....	8
4.2 Strømroser.....	9
4.3 Strømhastighet mot strømretning matrise.....	10
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	14
4.5 Strømmens retningsfordeling.....	15
4.6 Tidsdiagram - strømhastighet.....	16
4.7 Tidsdiagram - strømretning.....	17
4.8 Tidsdiagram - temperatur.....	18
4.9 Progressivt vektordiagram.....	19
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet.....	20
4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet.....	21
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.....	22
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.....	23
4.14 Strømhastighetsprofil.....	24
4.15 Maksimal strømhastighet for 8 retningssektorer.....	25
4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet for 8 retningssektorer.....	25
4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	25
4.18 Relativ vannutskiftning for 8 retningssektorer.....	25
4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 5m.....	26
4.20 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 15m.....	26
4.21 Tidevannsanalyse.....	27
4.22 Todagersperiode.....	32
4.23 Vind under måleperioden.....	33
4.24 CTD måling.....	36
<b>5. Diskusjon strøm .....</b>	<b>37</b>
5.1 Temperatur.....	37
5.2 Strømhastighet.....	37
5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s).....	37
5.2.2 Enkeltstående strømtopper.....	37
5.2.3 Gjennomsnittlig strømhastighet.....	38

5.2.4	Nullmålinger (< 1cm/s) og varighet.....	38
5.2.5	Vannutskiftning og Neumann parameter .....	38
5.2.6	Sprednings- og bunnstrøm .....	39
5.3	CTD.....	39
<b>6.</b>	<b>Vedlegg - opplysning strømmåling .....</b>	<b>40</b>
<b>7.</b>	<b>Vedlegg - riggoppsett, måleprinsipp og valg av målested .....</b>	<b>41</b>
7.1	Riggoppsett .....	41
7.2	Måleprinsipp .....	42
<b>8.</b>	<b>Vedlegg - Databearbeiding og kvalitetssikring .....</b>	<b>44</b>
8.1	Databearbeiding .....	45
8.2	Kvalitetssikring av data.....	46
8.3	Fjernede dataverdier .....	51
8.3.1	Måleperiode .....	51
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	51
<b>9.</b>	<b>Vedlegg - Strømmens tilstandsklasser .....</b>	<b>52</b>
<b>10.</b>	<b>Vedlegg - Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden.....</b>	<b>53</b>
<b>11.</b>	<b>Vedlegg - Måleenheter og forkortelser .....</b>	<b>54</b>
<b>12.</b>	<b>Vedlegg - Parametere og Beskrivelse .....</b>	<b>55</b>
<b>13.</b>	<b>Vedlegg - Referanser.....</b>	<b>56</b>

## 1. Forord

---

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

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, 2014). 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.

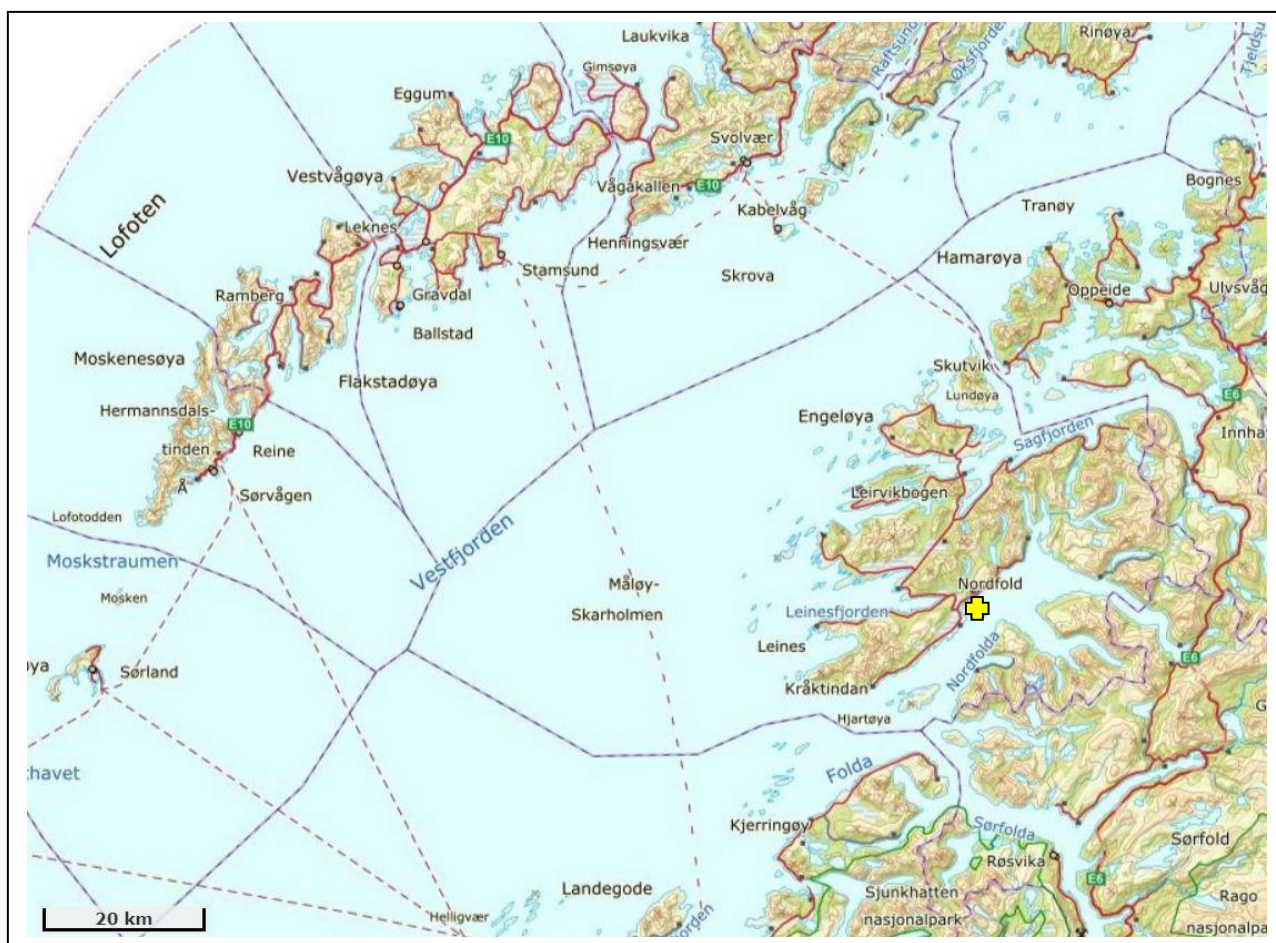
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt kravene i Fiskeridirektoratets veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur (2012).

## 2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Nordfoldleira ligger i Steigen kommune, Nordland. Nordfoldleira ligger på østsiden av Nordfoldeidet. Plasseringen er åpen mot Nordfolda i nordøst, øst, sør og sørvest.

På grunn av omkringliggende topografi er lokaliteten relativt eksponert for vind fra sørvest og nordøst.

Bunntopografi er ca. 61 m dyp og fjorden er orientert NØ - SV i området for strømmålingsposisjonen.







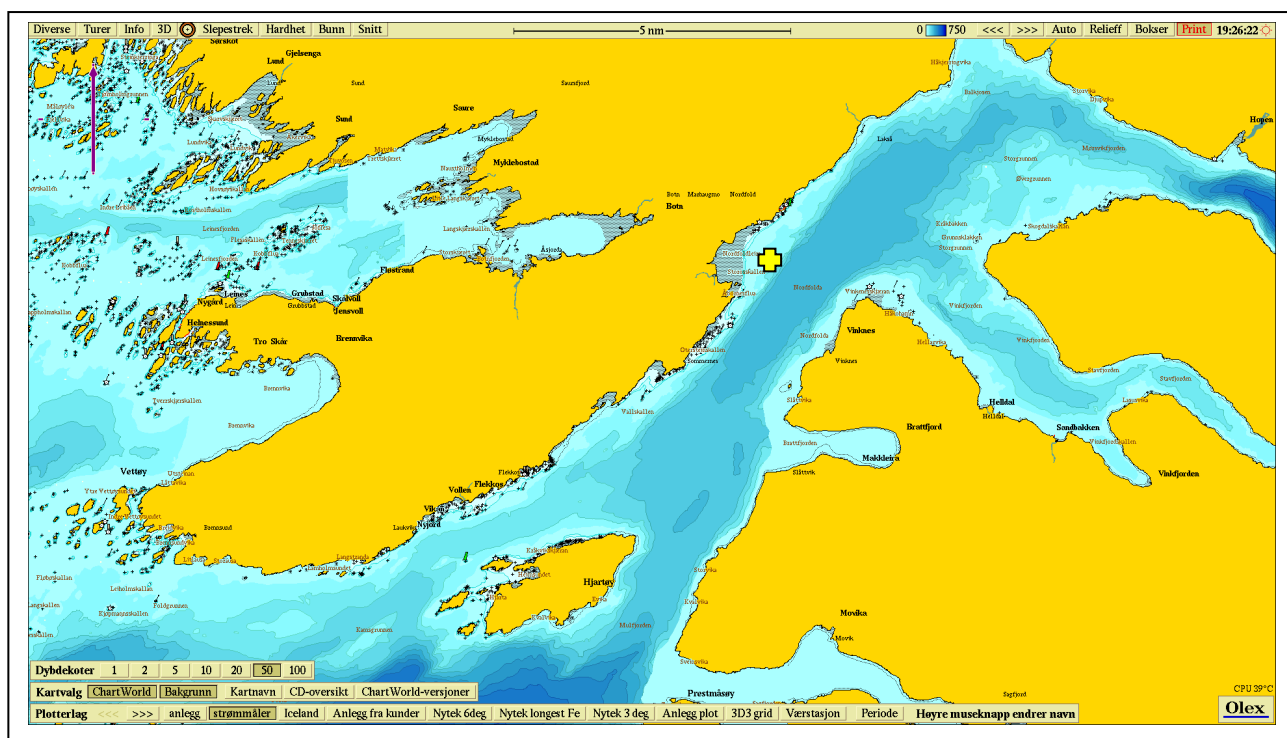
Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt måleposisjonen, anvist med . Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.


### 3. Metodikk

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

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (43m)	Bunn (59m)
Merke				
Instrument type	Nortek profiler	Nortek profiler	Nortek profiler	Nortek punktmåler
Posisjon	67° 44.877'N 015°14.179'Ø	67° 44.877'N 015°14.179'Ø	67° 44.877'N 015°14.179'Ø	67° 44.877'N 015°14.179'Ø
Dyp på målested	61m	61m	61m	61m
Måleperiode	01.03.18 - 04.04.18	01.03.18 - 04.04.18	01.03.18 - 04.04.18	01.03.18 - 04.04.18
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	33.8	33.8	33.8	33.8



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med . Kart er hentet fra Olex. Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartenes orientering.

## 4. Resultater

### 4.1 Strømdata sammendrag

Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1.

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredning og bunn.

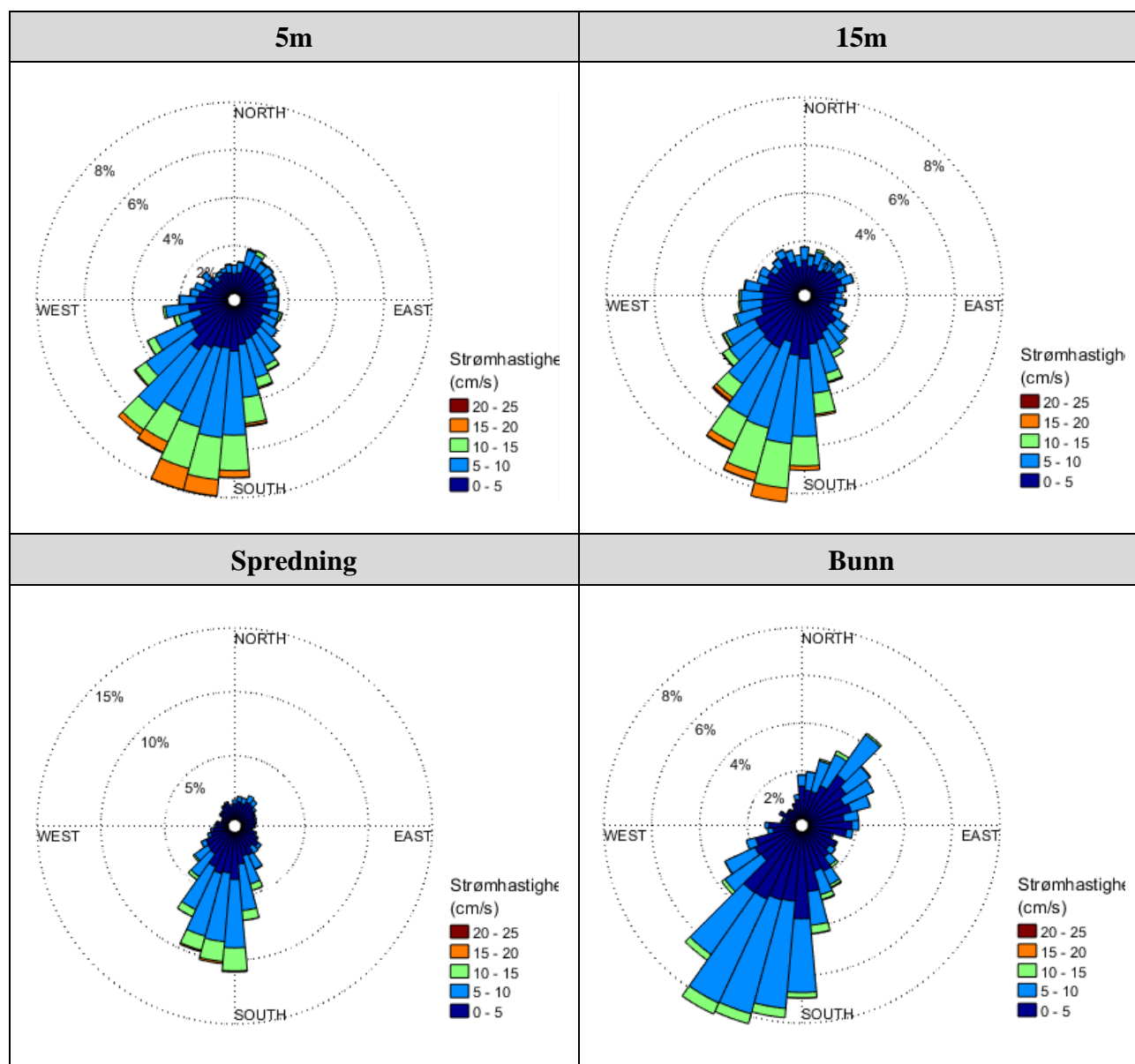
Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.

	5m	15m	Spredning (43m)	Bunn (59m)
Sjøtemperatur (°C)	2.5 - 6.7	2.5 - 6.7	3.1 - 7.6	4.3 - 7.9
<b>Strømhastighet</b>				
Maksimum (cm/s)	23.5	21.8	18.4	17.4
Gjennomsnitt (cm/s)	6.1	5.6	5.0	4.8
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	10.4	9.7	8.6	7.7
Signifikant min (cm/s)	2.5	2.2	2.1	2.2
Varians (cm/s) <sup>2</sup>	14.1	12.5	9.3	6.5
Standard avvik (cm/s)	3.8	3.5	3.0	2.6
% < 1cm/s	2.5	3.5	4.5	3.8
Lengst periode < 1cm/s (min)	20	40	30	30
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	20.9	25.7	28.1	25.4
Lengst periode < 3cm/s (min)	110	120	170	120
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	0	0	0	0
<b>Effektiv transport</b>				
Hastighet (cm/s)	3.4	2.9	3.2	1.9
Retning grader (deg)	195	199	188	183
Neumann parameter	0.6	0.5	0.6	0.4
Gjennomsnitt vannforflytning (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	5266	4849	4360	4175



## 4.2 Strømroser

Strømrosene viser strømshastighet og strømretning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevanssellipsen er rettlinjet eller sirkulær.



### 4.3 Strømhastighet mot strømretning matrise.

Strømretninger er fordelt over 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 av de ulike 15°-sektorene og utregning av 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.

#### Strømhastighet og retning (5m dyp)

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		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	Antall obs	%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		%
N	0	5	29	28	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	89	1.8	2172	1.2	11.7
N	15	6	36	36	37	2	1	0	0	0	0	0	0	0	118	2.4	3077	1.7	15.7
NØ	30	5	36	39	50	10	2	0	0	0	0	0	0	0	142	2.9	4187	2.4	15.8
NØ	45	2	46	54	33	3	1	0	0	0	0	0	0	0	139	2.9	3512	2.0	16.7
NØ	60	9	39	35	26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	112	2.3	2582	1.5	11.6
Ø	75	4	36	43	28	6	1	0	0	0	0	0	0	0	118	2.4	3091	1.7	15.2
Ø	90	5	28	37	41	3	0	0	0	0	0	0	0	0	114	2.3	3186	1.8	11.8
Ø	105	4	31	44	35	3	1	0	0	0	0	0	0	0	118	2.4	3145	1.8	15.9
SØ	120	5	33	51	48	5	0	0	0	0	0	0	0	0	142	2.9	3887	2.2	13.2
SØ	135	6	37	46	57	3	0	0	0	0	0	0	0	0	149	3.1	4160	2.3	14.3
SØ	150	9	38	54	111	14	3	0	0	0	0	0	0	0	229	4.7	7895	4.4	17.6
S	165	1	45	62	141	55	5	2	0	0	0	0	0	0	311	6.4	12753	7.2	22.6
S	180	3	49	86	245	110	21	2	0	0	0	0	0	0	516	10.6	23866	13.4	23.5
S	195	3	44	77	257	135	62	1	0	0	0	0	0	0	579	11.9	30081	16.9	23.0
SV	210	6	42	101	235	99	38	2	0	0	0	0	0	0	523	10.7	24688	13.9	21.2
SV	225	8	50	89	200	50	10	0	0	0	0	0	0	0	407	8.4	16069	9.0	19.0
SV	240	6	42	71	119	27	2	0	0	0	0	0	0	0	267	5.5	9330	5.2	17.0
V	255	4	41	57	72	11	1	0	0	0	0	0	0	0	186	3.8	5698	3.2	18.8
V	270	7	34	60	47	3	0	0	0	0	0	0	0	0	151	3.1	4082	2.3	11.7
V	285	8	38	42	29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	118	2.4	2712	1.5	12.2
NV	300	5	26	27	31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1.8	2347	1.3	10.8
NV	315	6	27	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.7	1865	1.0	8.7
NV	330	2	30	31	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.5	1536	0.9	11.0
N	345	4	36	31	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	93	1.9	2103	1.2	13.8
Antall obs		123	893	1231	1918	548	148	7	0	0	0	0	0	0	4868	100	0	0	0
%		2.5	18.3	25.3	39.4	11.3	3.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

## Strømhastighet og retning (15m dyp)

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		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	Antall obs	%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%	cm/s
N	0	10	34	40	39	2	0	0	0	0	0	0	0	0	125	2.6	3096	1.9	11.5
N	15	5	34	42	33	6	0	0	0	0	0	0	0	0	120	2.5	3188	1.9	13.5
NØ	30	5	30	34	41	5	0	0	0	0	0	0	0	0	115	2.4	3248	2.0	13.9
NØ	45	8	41	32	35	2	0	0	0	0	0	0	0	0	118	2.4	2910	1.8	11.7
NØ	60	10	41	41	37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.7	3096	1.9	11.7
Ø	75	3	44	49	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	121	2.5	2786	1.7	13.9
Ø	90	10	39	30	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	2.1	2180	1.3	9.1
Ø	105	3	32	22	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	89	1.8	2280	1.4	13.1
SØ	120	5	43	37	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	116	2.4	2652	1.6	14.2
SØ	135	8	50	40	50	7	0	0	0	0	0	0	0	0	155	3.2	4056	2.5	11.5
SØ	150	6	48	45	72	13	0	0	0	0	0	0	0	0	184	3.8	5624	3.4	12.9
S	165	5	51	77	130	45	4	0	0	0	0	0	0	0	312	6.4	11726	7.2	17.2
S	180	8	62	90	233	96	18	0	0	0	0	0	0	0	507	10.4	22017	13.4	19.4
S	195	5	51	85	271	141	36	1	0	0	0	0	0	0	590	12.1	28848	17.6	20.5
SV	210	10	50	89	228	94	19	2	0	0	0	0	0	0	492	10.1	21580	13.2	20.9
SV	225	10	56	94	135	35	6	4	0	0	0	0	0	0	340	7.0	12379	7.6	21.8
SV	240	6	51	89	88	10	3	0	0	0	0	0	0	0	247	5.1	7477	4.6	17.7
V	255	6	47	56	77	5	0	0	0	0	0	0	0	0	191	3.9	5488	3.3	11.5
V	270	7	45	53	63	6	0	0	0	0	0	0	0	0	174	3.6	4698	2.9	14.6
V	285	10	47	54	42	2	0	0	0	0	0	0	0	0	155	3.2	3879	2.4	11.9
NV	300	4	53	41	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	2.5	2460	1.5	7.3
NV	315	4	49	39	27	2	0	0	0	0	0	0	0	0	121	2.5	2723	1.7	14.1
NV	330	16	47	40	31	2	0	0	0	0	0	0	0	0	136	2.8	2976	1.8	13.6
N	345	8	36	28	34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	107	2.2	2501	1.5	12.2
Antall obs		172	1081	1247	1794	481	86	7	0	0	0	0	0	0	4868	100	0	0	0
%		3.5	22.2	25.6	36.9	9.9	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

## Strømhastighet og retning (spredningsdyp)

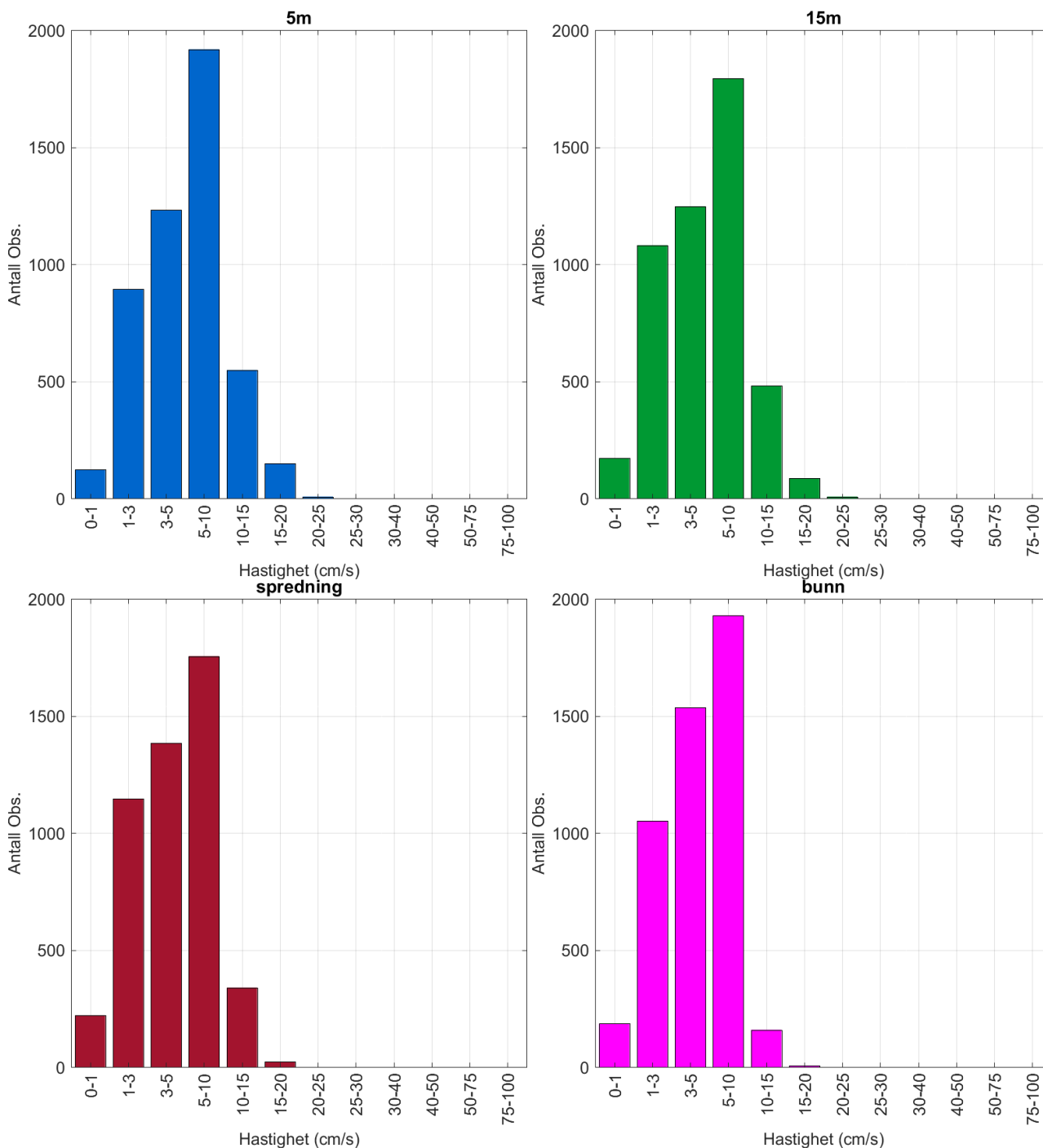
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		Maks strøm	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%	cm/s
N	0	12	40	38	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	113	2.3	2232	1.5	10.4
N	15	10	45	47	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.7	2898	2.0	9.5
NØ	30	8	50	54	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	3.1	3440	2.3	9.6
NØ	45	6	46	54	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.7	2736	1.9	9.9
NØ	60	11	45	37	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.1	1807	1.2	8.2
Ø	75	8	38	28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	1.7	1518	1.0	7.5
Ø	90	7	36	33	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1.7	1463	1.0	7.6
Ø	105	7	33	33	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.7	1541	1.0	7.6
SØ	120	7	47	41	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	2.2	2017	1.4	9.5
SØ	135	6	57	59	32	1	0	0	0	0	0	0	0	0	155	3.2	3489	2.4	10.7
SØ	150	10	59	75	90	5	1	0	0	0	0	0	0	0	240	4.9	6691	4.5	15.7
S	165	6	67	93	206	48	2	0	0	0	0	0	0	0	422	8.7	15439	10.5	16.4
S	180	16	73	155	391	128	7	0	0	0	0	0	0	0	770	15.8	31479	21.4	18.4
S	195	11	74	154	380	94	10	0	0	0	0	0	0	0	723	14.9	28805	19.5	17.8
SV	210	11	68	138	274	45	2	0	0	0	0	0	0	0	538	11.1	19068	12.9	17.3
SV	225	12	56	85	121	15	1	0	0	0	0	0	0	0	290	6.0	8899	6.0	15.3
SV	240	19	55	68	34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	177	3.6	3787	2.6	11.1
V	255	6	52	39	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	116	2.4	2235	1.5	10.6
V	270	4	39	27	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.6	1399	0.9	7.8
V	285	7	30	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	1.2	947	0.6	5.8
NV	300	8	26	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.1	884	0.6	7.7
NV	315	10	32	24	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1.5	1347	0.9	7.3
NV	330	13	38	38	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.9	1557	1.1	6.6
N	345	6	40	36	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.9	1711	1.2	7.2
Antall obs		221	1146	1383	1755	339	23	0	0	0	0	0	0	0	4868	100	0	0	0
%		4.5	23.5	28.4	36.1	7.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

## Strømhastighet og retning (bunndyp)

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		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	Antall obs	%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%	cm/s
N	0	16	41	27	29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	114	2.3	2493	1.8	13.2
N	15	8	29	54	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	176	3.6	5294	3.7	11.9
NØ	30	7	46	62	119	9	0	0	0	0	0	0	0	0	243	5.0	7814	5.5	13.0
NØ	45	9	49	97	119	5	0	0	0	0	0	0	0	0	279	5.7	8159	5.8	11.0
NØ	60	5	53	80	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227	4.7	6216	4.4	9.3
Ø	75	7	45	77	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	3.6	4259	3.0	9.2
Ø	90	10	48	64	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	3.0	2926	2.1	7.5
Ø	105	5	57	33	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	2.2	2034	1.4	7.3
SØ	120	6	44	32	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.8	1430	1.0	6.2
SØ	135	2	47	42	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	117	2.4	2572	1.8	14.8
SØ	150	7	67	63	51	13	2	0	0	0	0	0	0	0	203	4.2	5619	4.0	16.1
S	165	6	46	92	87	22	3	0	0	0	0	0	0	0	256	5.3	8196	5.8	17.4
S	180	17	75	153	219	14	1	0	0	0	0	0	0	0	479	9.8	14720	10.4	15.3
S	195	6	63	144	356	31	0	0	0	0	0	0	0	0	600	12.3	21378	15.1	14.2
SV	210	6	65	157	340	35	0	0	0	0	0	0	0	0	603	12.4	21559	15.3	14.3
SV	225	8	50	134	180	20	0	0	0	0	0	0	0	0	392	8.1	12691	9.0	13.4
SV	240	9	33	85	85	1	0	0	0	0	0	0	0	0	213	4.4	5939	4.2	10.6
V	255	7	47	46	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	2.5	2563	1.8	8.0
V	270	12	33	29	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	1.7	1415	1.0	6.8
V	285	5	21	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0.9	705	0.5	8.2
NV	300	3	23	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0.9	805	0.6	8.0
NV	315	8	25	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0.9	708	0.5	8.4
NV	330	11	13	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.7	484	0.3	6.4
N	345	5	31	23	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	1.4	1293	0.9	8.2
Antall obs		185	1051	1535	1929	159	6	0	0	0	0	0	0	0	4868	100	0	0	0
%		3.8	21.6	31.5	39.6	3.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

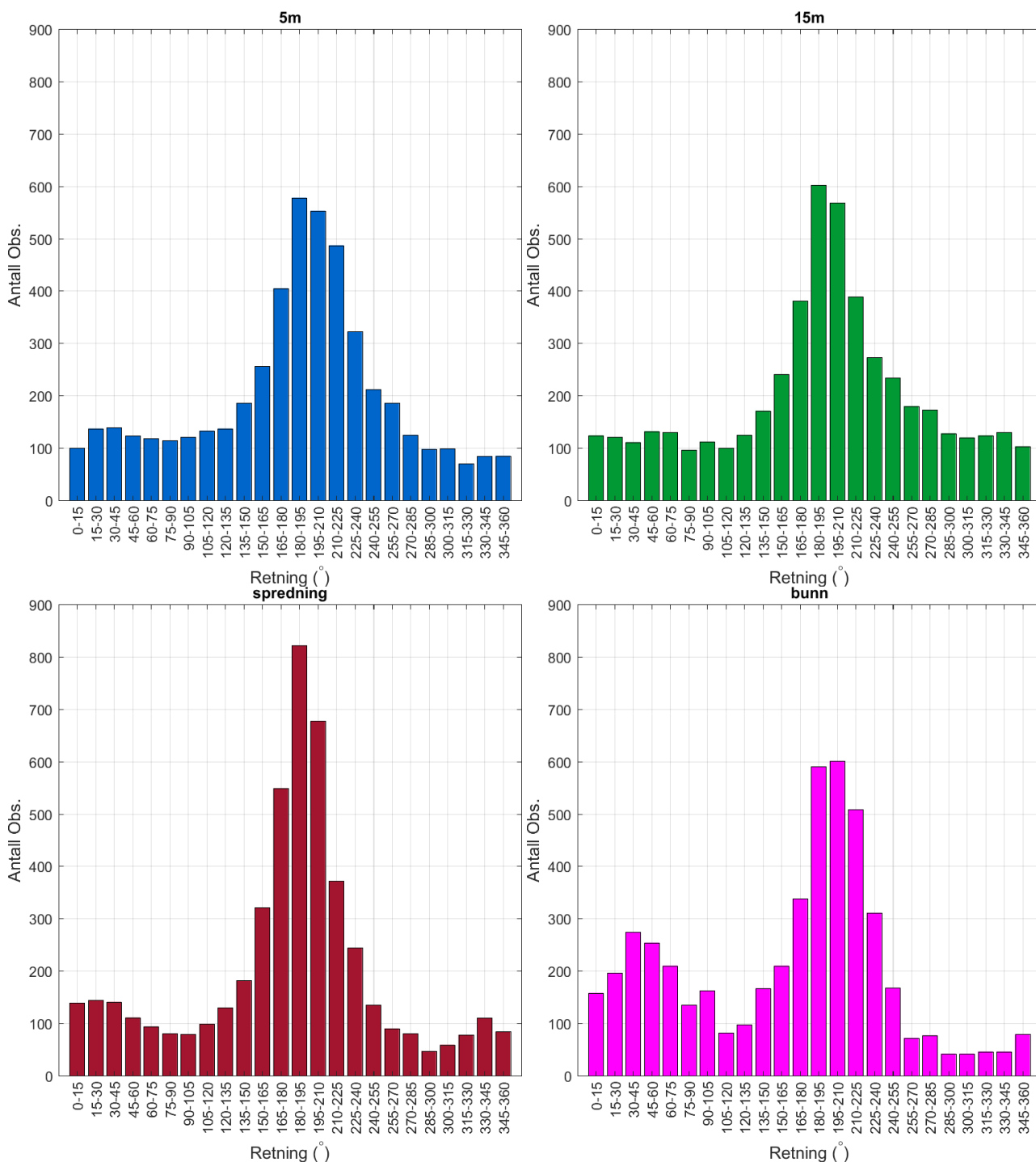
### 4.4 Strømmens hastighetsfordeling.

Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning, med antall registreringer på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.



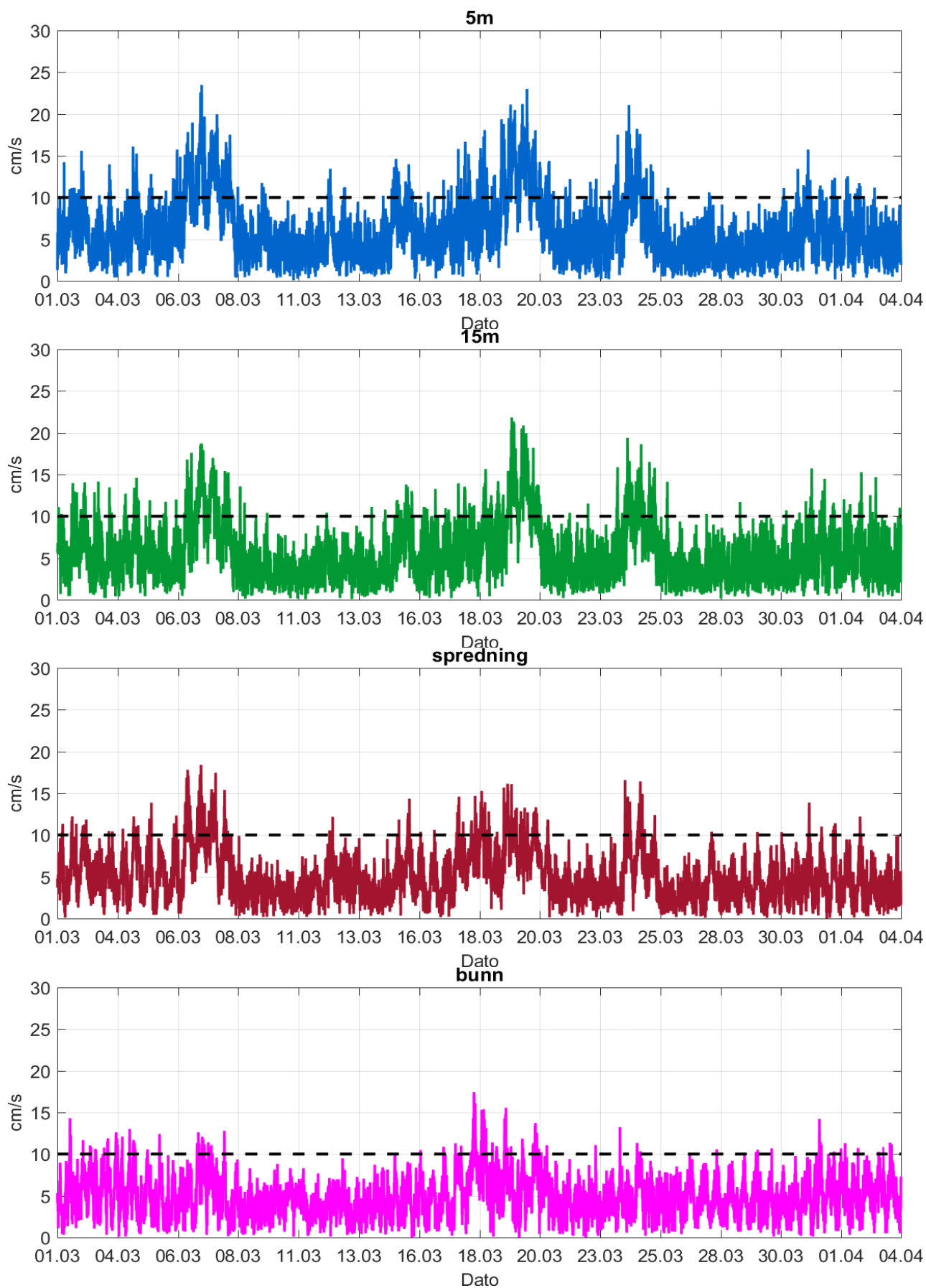
### 4.5 Strømmens retningsfordeling.

Strømmens retning fordelt over 15°-sektorer, med antall registreringer på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.



#### 4.6 Tidsdiagram - strømhastighet.

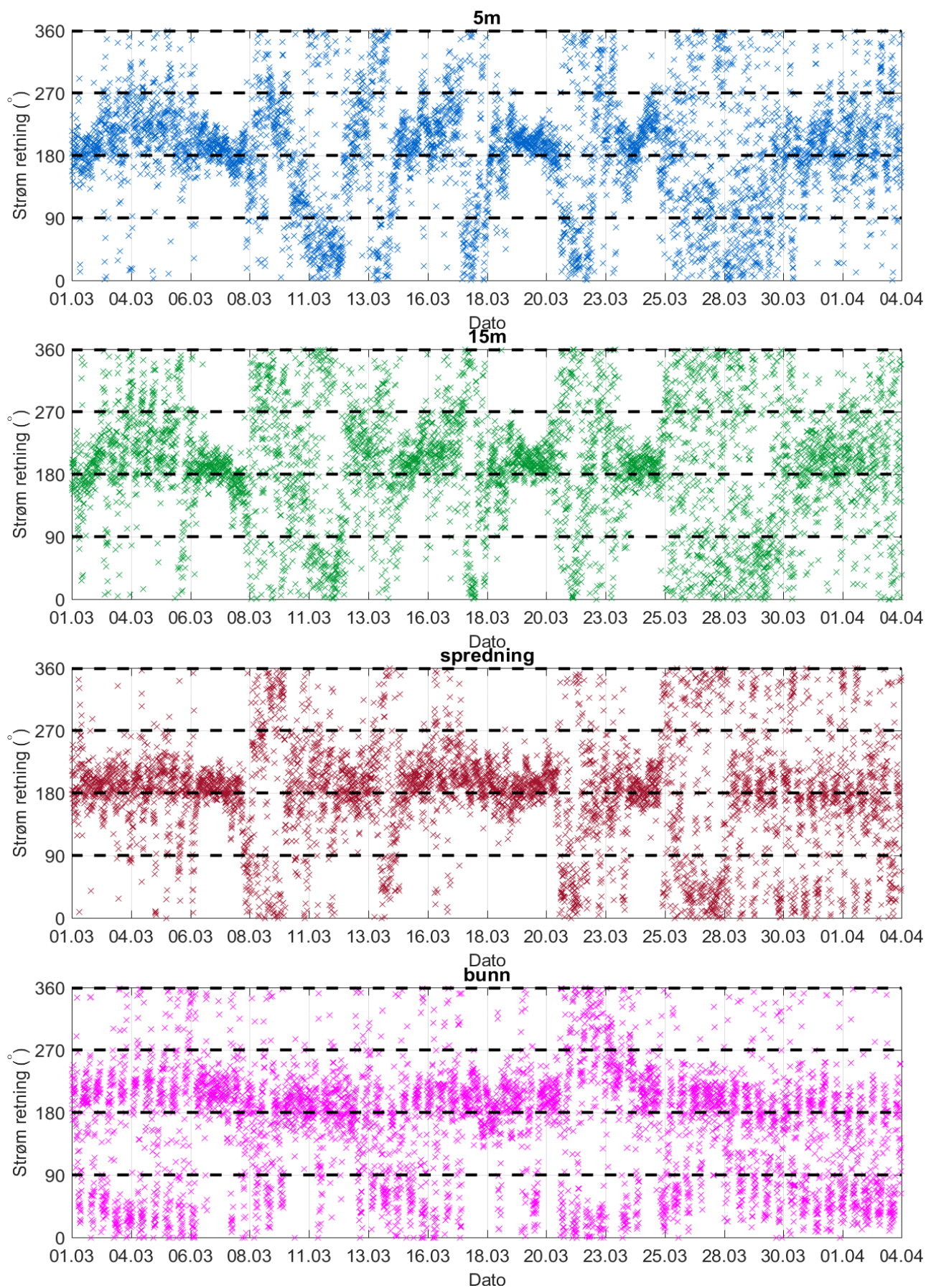
Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.





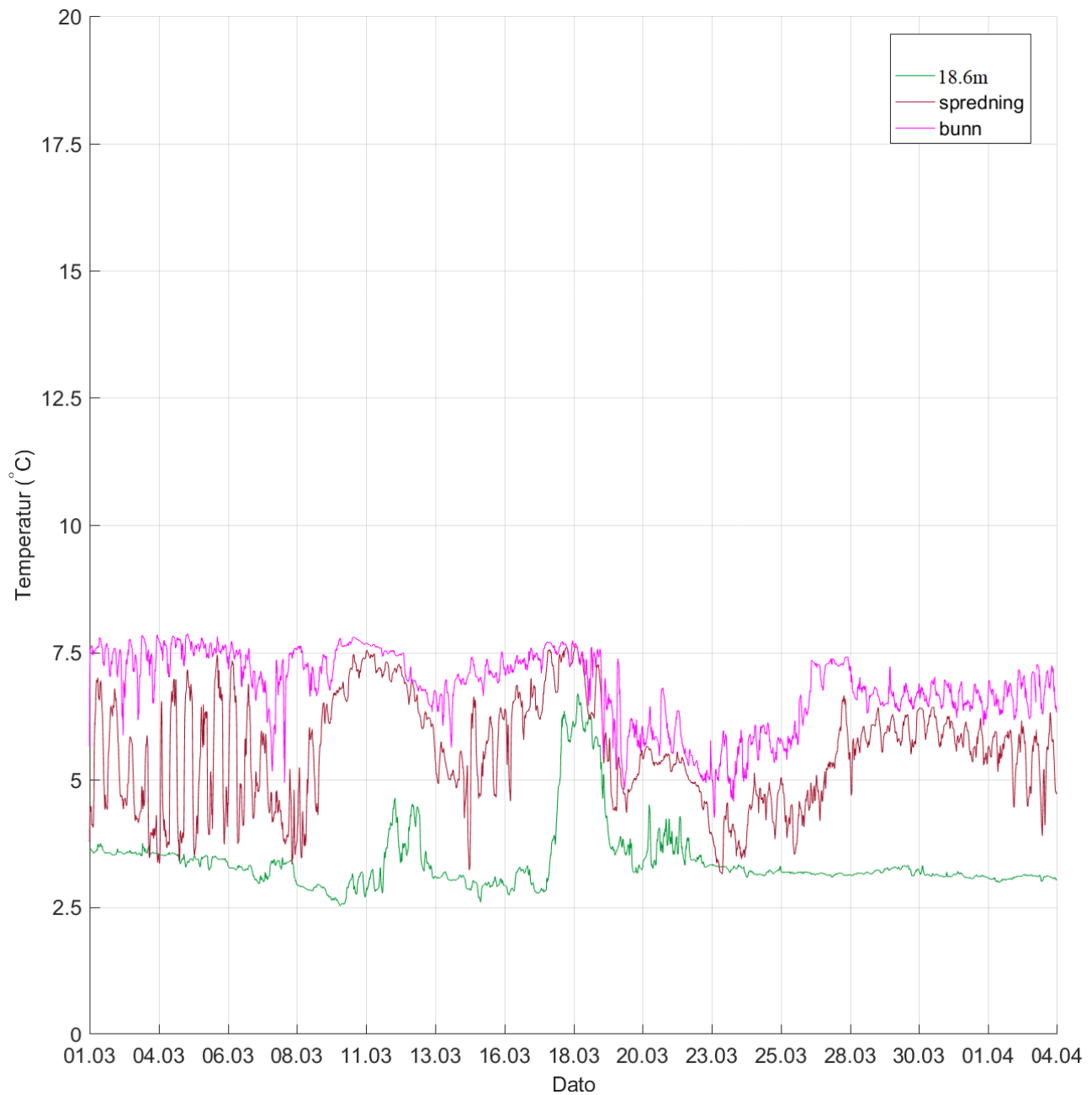
### 4.7 Tidsdiagram - strømretning.

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



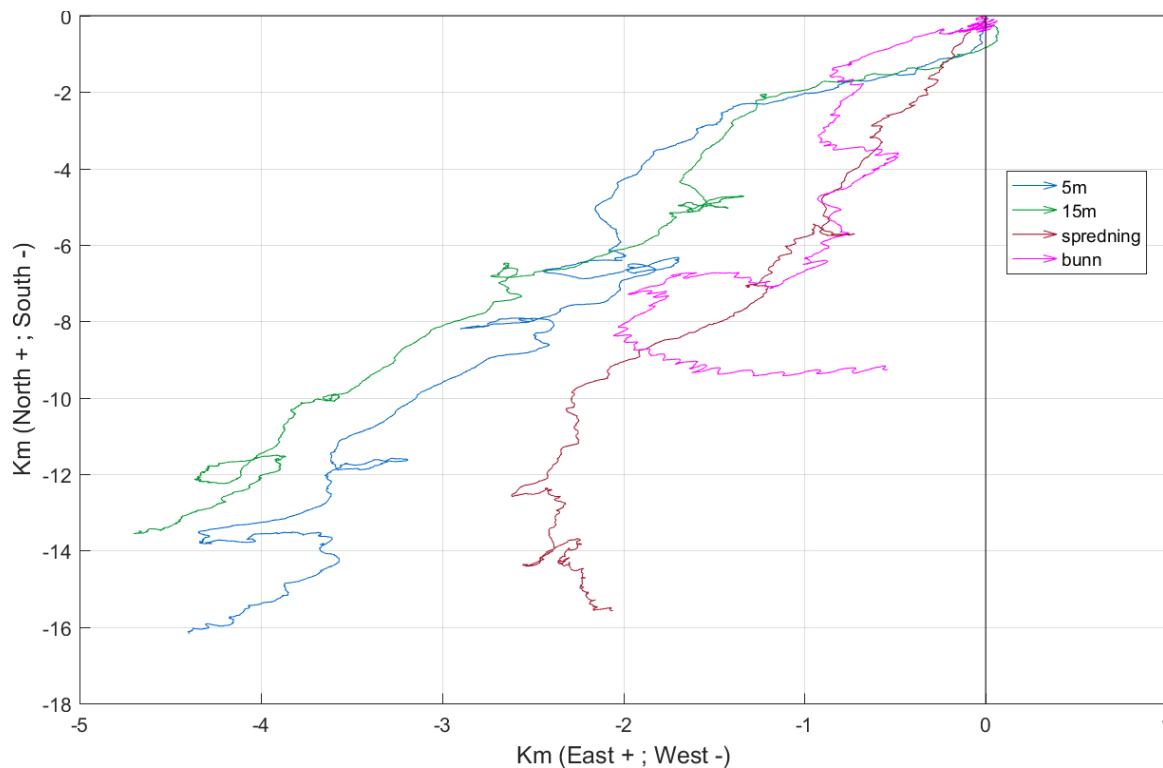
#### 4.8 Tidsdiagram - temperatur.

Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.



#### 4.9 Progressivt vektordiagram.

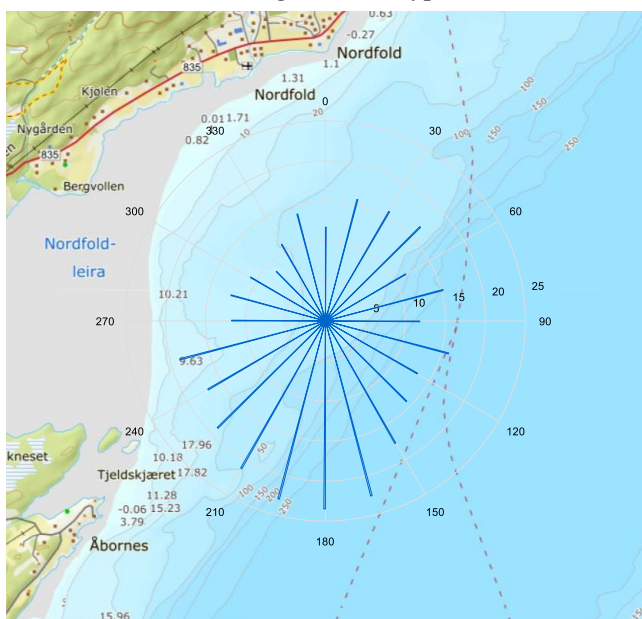
Diagrammet viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmålerens posisjon ved målestart, vil drive av sted i løpet av måleperioden. Dette gir en indikasjon på vannskiftning i måleperioden.



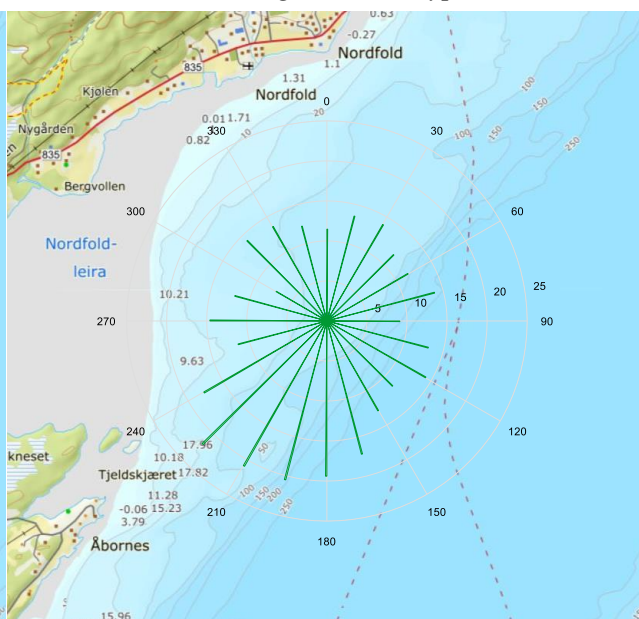
### 4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet.

Kurvene viser maksimal strømhastighet for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden.

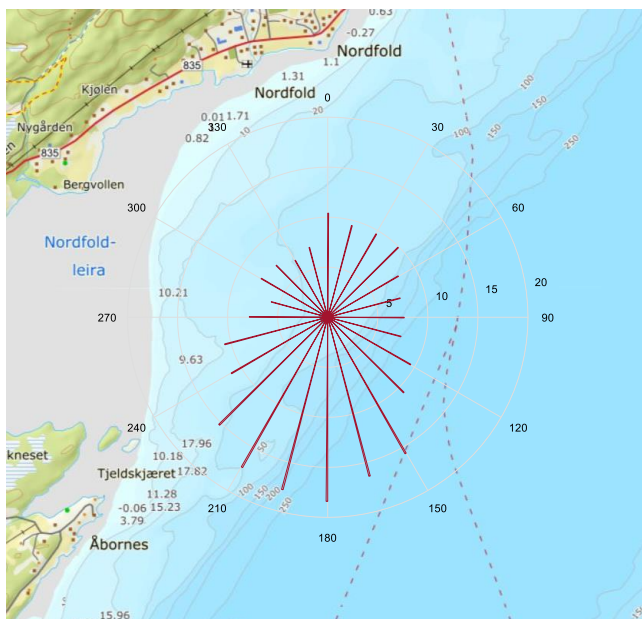
Maksimal strømhastighet (5m dyp).



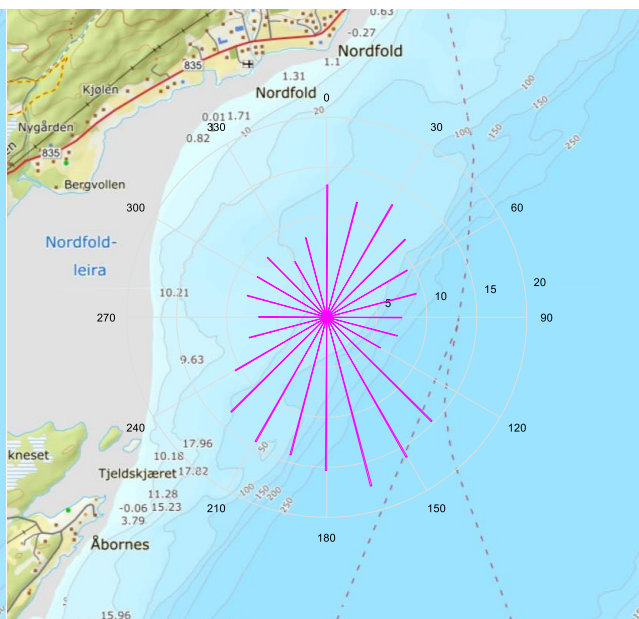
Maksimal strømhastighet (15m dyp).



Maksimal strømhastighet (spredningsdyp).



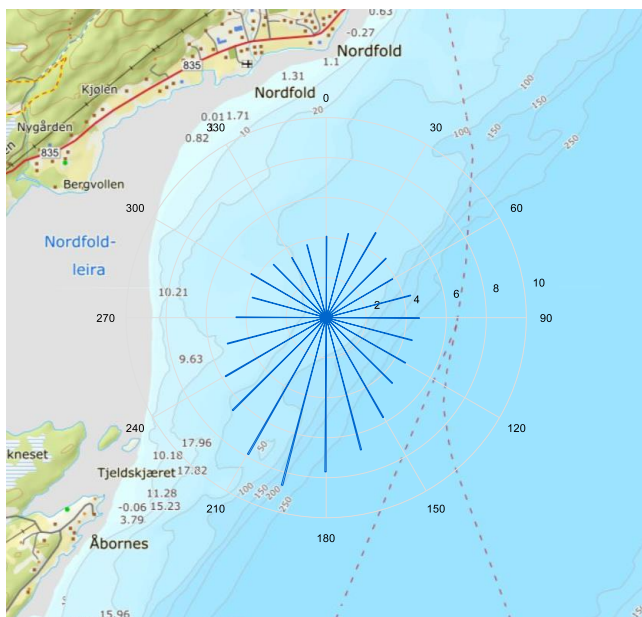
Maksimal strømhastighet (bunndyp).



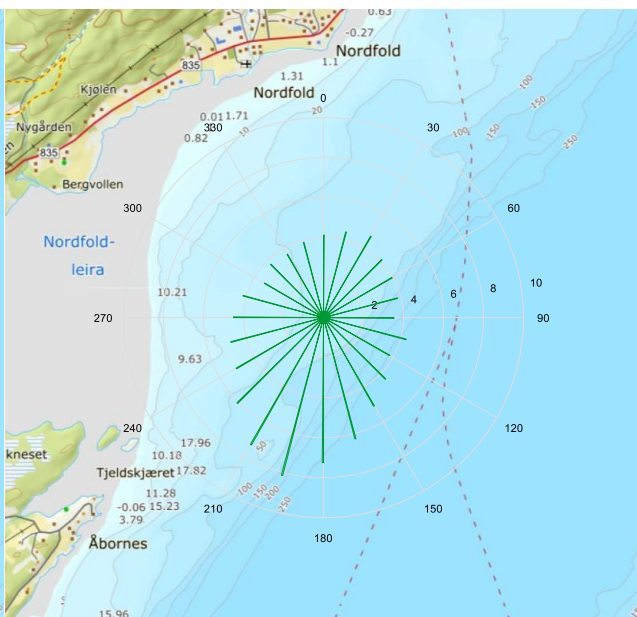
### 4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet.

Kurvene viser middelhastigheter for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden.

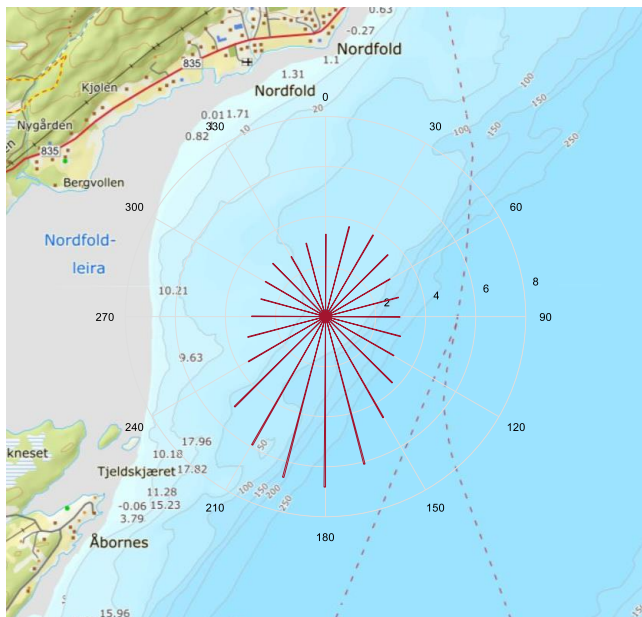
*Middelhastighet (5m dyp).*



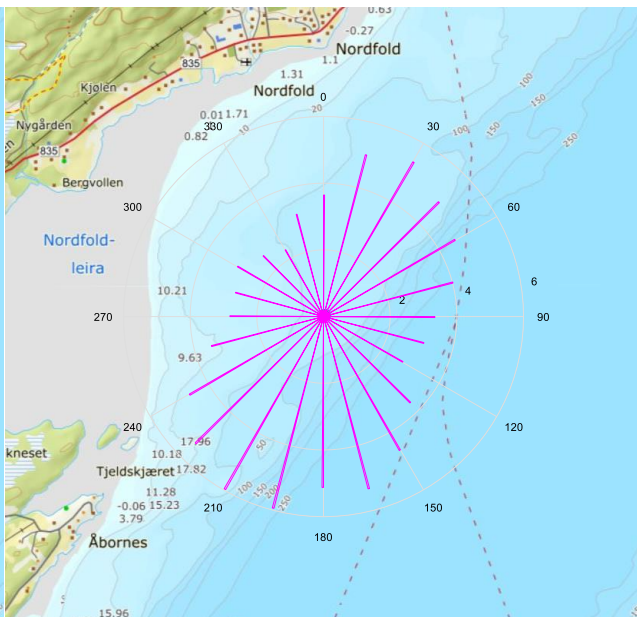
*Middelhastighet (15m dyp).*



*Middelhastighet (spredningsdyp).*



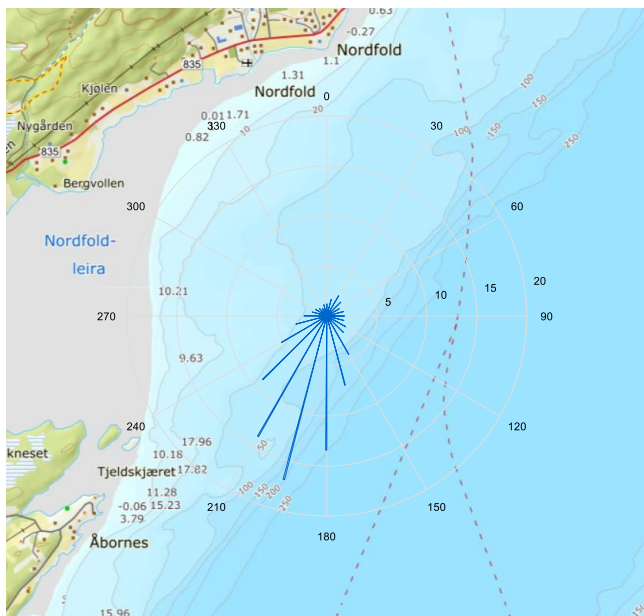
*Middelhastighet (bunndyp).*



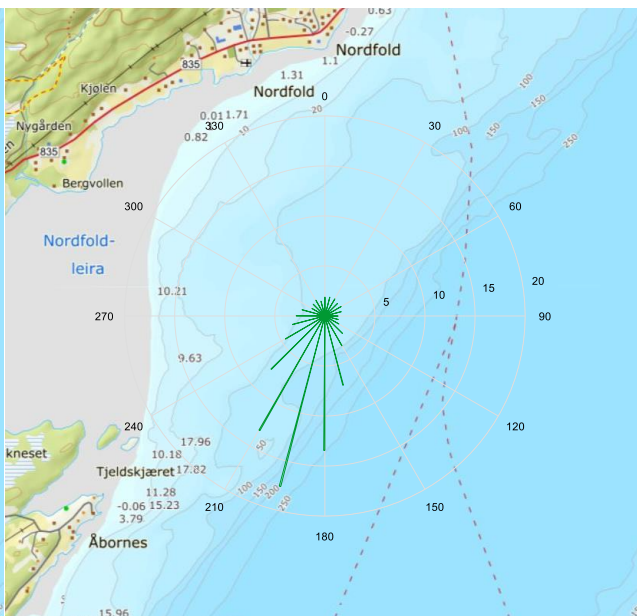
#### 4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.

Kurvene viser relativ strømshastighet/vannfluks i hver sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en sektor delt på totalt volum. Total vannforflytning er totalt volum vann i alle sektorer.

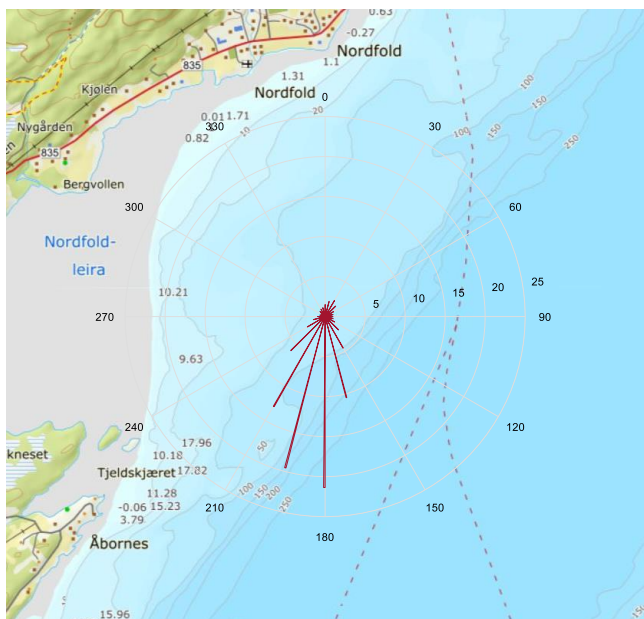
*Relativ vannfluks (5m dyp).*



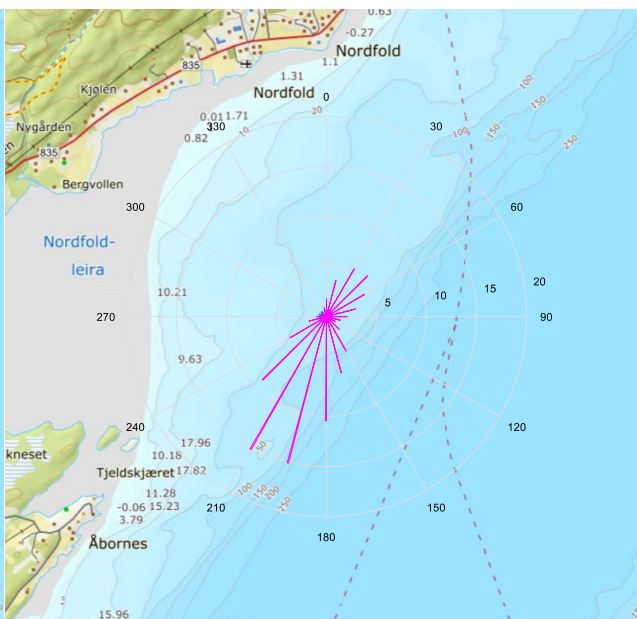
*Relativ vannfluks (15m dyp).*



*Relativ vannfluks (spredningsdyp).*



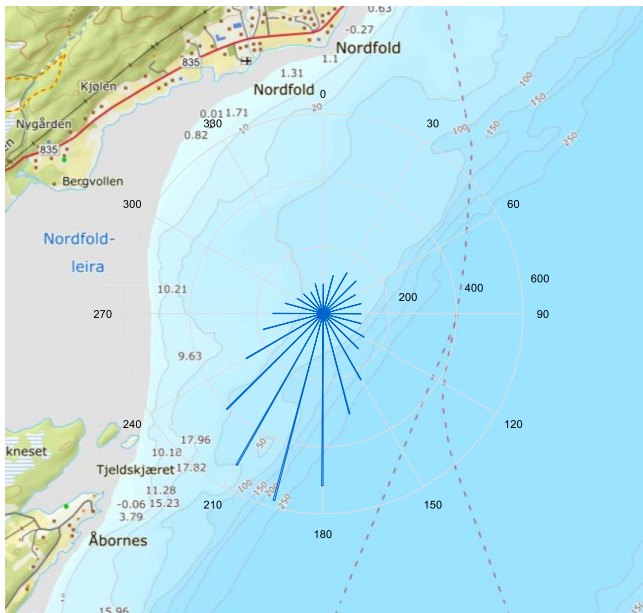
*Relativ vannfluks (bunndyp).*



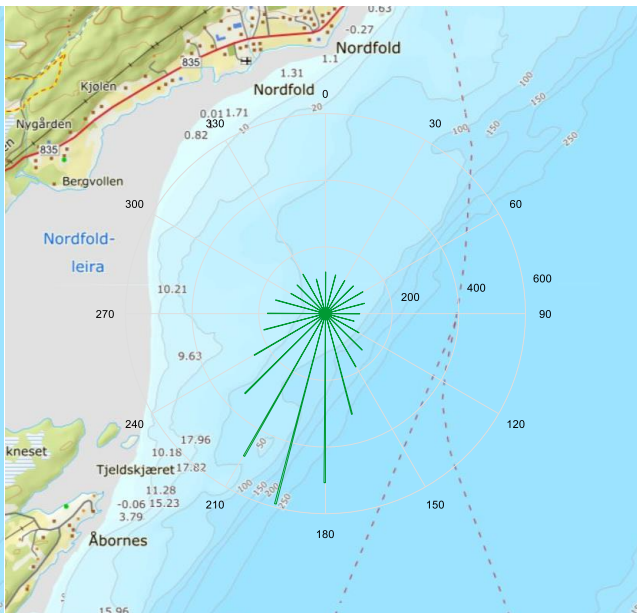
**4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.**

Kurvene viser hvor mange ganger strømmåleren har pekt på hver enkelt sektor i løpet av måleperioden.

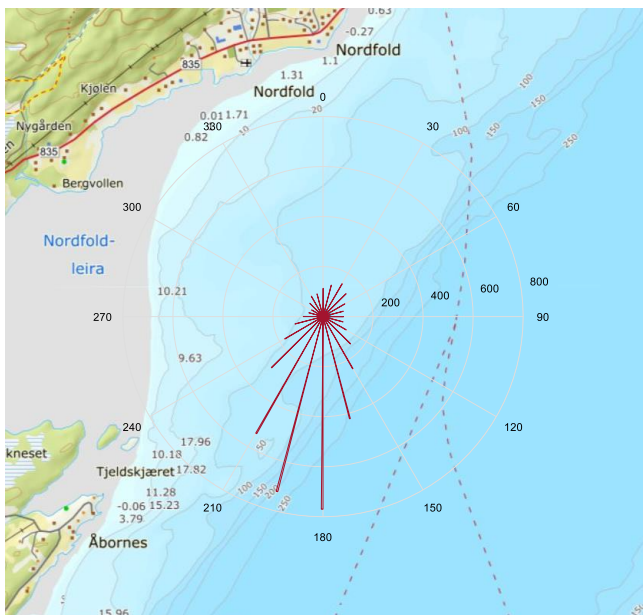
*Antall målinger (5m dyp).*



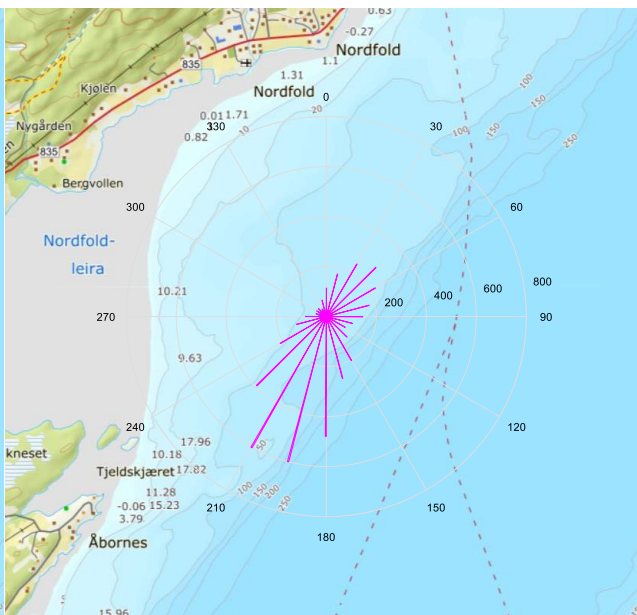
*Antall målinger (15m dyp).*



*Antall målinger (spredningsdyp).*

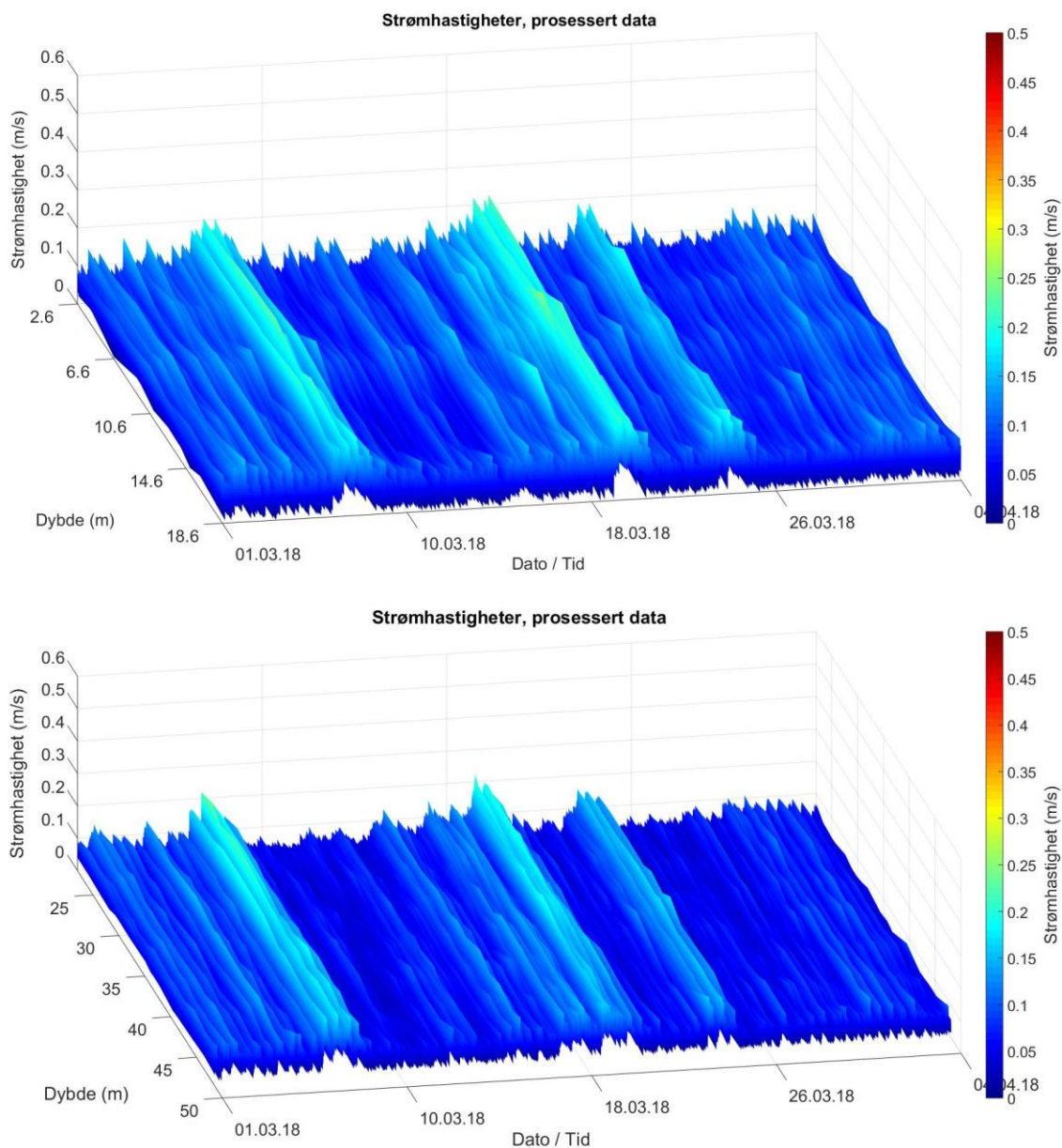


*Antall målinger (bunndyp).*



#### 4.14 Strømhastighetsprofil

Figur 4.14.1 viser hastighet med dybde. Dato er på x-akse, dyp er på y-akse og strømhastighet er på z-akse.



Figur 4.14.1 Strømhastighetsprofil for instrumentene som målte strøm på 5 og 15m dyp (øverst) og på spredningsdyp (nederst).



**4.15 Maksimal strømhastighet for 8 retningssektorer.**

Tabell 4.15.1. Maksimal strømhastighet (cm/s) for retningssektorene.

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>5m</b>	15.7	16.7	15.9	17.6	23.5	21.2	18.8	11.0
<b>15m</b>	13.5	13.9	13.9	14.2	20.5	21.8	14.6	14.1
<b>spredning</b>	10.4	9.9	7.6	15.7	18.4	17.3	10.6	7.7
<b>bunn</b>	13.2	13.0	9.2	16.1	17.4	14.3	8.2	8.4

**4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet for 8 retningssektorer.**

Tabell 4.16.1. Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for retningssektorene.

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>5m</b>	4.1	4.4	4.5	5.1	7.9	7.0	4.6	3.9
<b>15m</b>	4.2	4.2	3.9	4.5	7.4	6.4	4.5	3.6
<b>spredning</b>	3.3	3.5	3.0	4.0	6.6	5.3	3.0	2.8
<b>bunn</b>	4.0	4.9	3.6	3.9	5.5	5.5	3.1	2.6

**4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer.**

Tabell 4.17.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
<b>5m</b>	300	393	350	520	1406	1197	455	247
<b>15m</b>	352	363	313	455	1409	1079	520	377
<b>spredning</b>	337	383	249	502	1915	1005	254	222
<b>bunn</b>	358	749	432	407	1335	1208	250	126

**4.18 Relativ vannutskiftning for 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>5m</b>	4.1	5.8	5.3	9.0	37.5	28.1	7.0	3.2
<b>15m</b>	5.4	5.6	4.4	7.5	38.2	25.3	8.6	5.0
<b>spredning</b>	4.6	5.4	3.1	8.3	51.4	21.6	3.1	2.6
<b>bunn</b>	6.1	15.8	6.5	6.8	31.5	28.5	3.3	1.4

#### 4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 5m

Verdier for returperiode på 10 år (x1.65) og for returperiode på 50 år (x1.85). Retningene som er oppgitt i raden under maksstrømmen er retningen til den bestemte maksmålingen.

Tabell 4.19.1. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m

	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
<b>Strøm</b>	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>Maks (cm/s)</b>	15.7	16.7	15.9	17.6	23.5	21.2	18.8	11.0
<b>Retning (°)</b>	20	45	110	145	187	206	252	326
<b>10-år (cm/s)</b>	26	28	26	29	39	35	31	18
<b>50-år (cm/s)</b>	29	31	29	33	43	39	35	20

#### 4.20 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 15m

Tabell 4.20.1. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 15m

	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
<b>Strøm</b>	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>Maks (cm/s)</b>	13.5	13.9	13.9	14.2	20.5	21.8	14.6	14.1
<b>Retning (°)</b>	11	25	68	113	195	221	263	312
<b>10-år (cm/s)</b>	22	23	23	23	34	36	24	23
<b>50-år (cm/s)</b>	25	26	26	26	38	40	27	26

## 4.21 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 komponenter og resultatene er vist i Tabell 4.21.1. Amplitudene for de ulike tidevannskomponentene med tilhørende frekvens er vist i Figur 4.21.3. Det er også foretatt en analyse med fem separerbare komponenter,  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $O_1$  og  $K_1$ , som benyttes i forbindelse med tidevannstabeller av havnivå. Resultatet fra analysen med disse er oppgitt i Tabell 4.21.2.

Målt strøm er splittet i øst-vest ( $U_{EW}$ ) og nord-sør ( $V_{NS}$ ) komponenter for å vurdere spredning av strømdata på de forskjellige dypene. Resultater er vist i Figur 4.21.1. Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning som er oppgitt i Tabell 4.1.1.

Strømdata har en variasjon som vist med strømmellipsen på figuren (Emery & Thomson, 2001). Strømmellipsens store halvakse (hovedakse) markerer retningen der variasjonen er størst.

Strømmellipsen på alle dyp er relativt rund, men noe avlang i formen. Dette indikerer at strømmen har en retning som er mer spredt rundt hovedaksen i SV – NØ-retning.

Figur 4.21.2 viser tidevannsellipsen (farget linje) fra analysen med alle separerbare komponenter sammenlignet med den totale strømmellipsen (svart linje).

Tidevannsellipsen på 5 og 15m dyp er vesentlig mindre enn strømmellipsen og det indikerer at tidevannsignalet er forholdsvis svakt. Tidevannsellipsen er relativt sirkulær og det indikerer at tidevannsstrømmen hovedsakelig skifter retning i løpet av perioden uten at hastigheten endres vesentlig i verdi. Tidevannsellipsen på sprednings- og bunn dyp er noe større i forhold til strømmellipsen enn den er på 5 og 15m dyp, og det indikerer at strømmen er mer tidevannsdominert på disse dypene. Tidevannsellipsen på spredning og bunn er smal og det indikerer at tidevannet har to motsatte hovedstrømretninger.

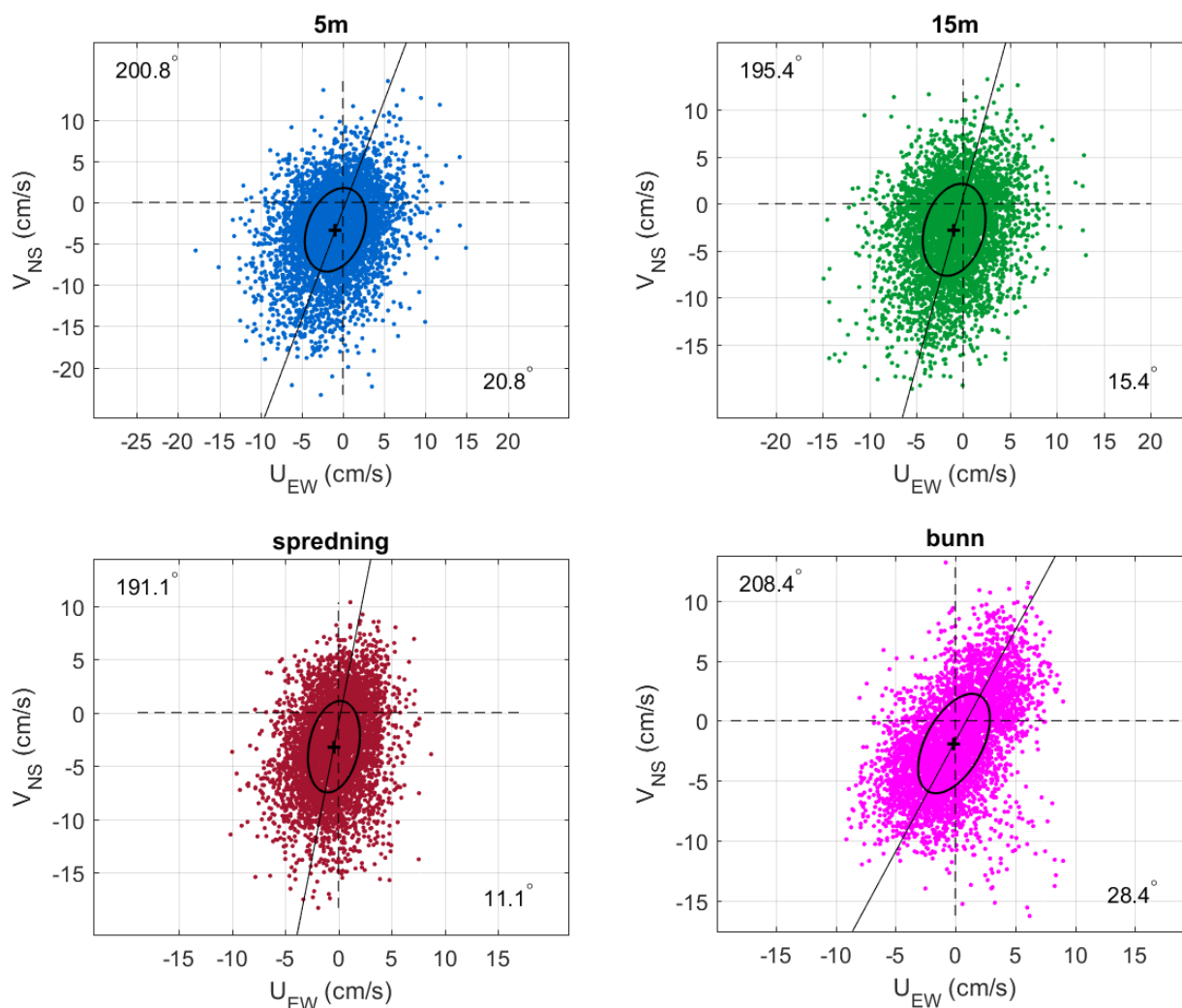
Måleperioden inkluderte 2 springflo – nippflo tidevannssykluser. Springflo var på 2., 17. og 31. mars 2018.

Tabell 4.21.1. Tidevannsanalyse av målte data.

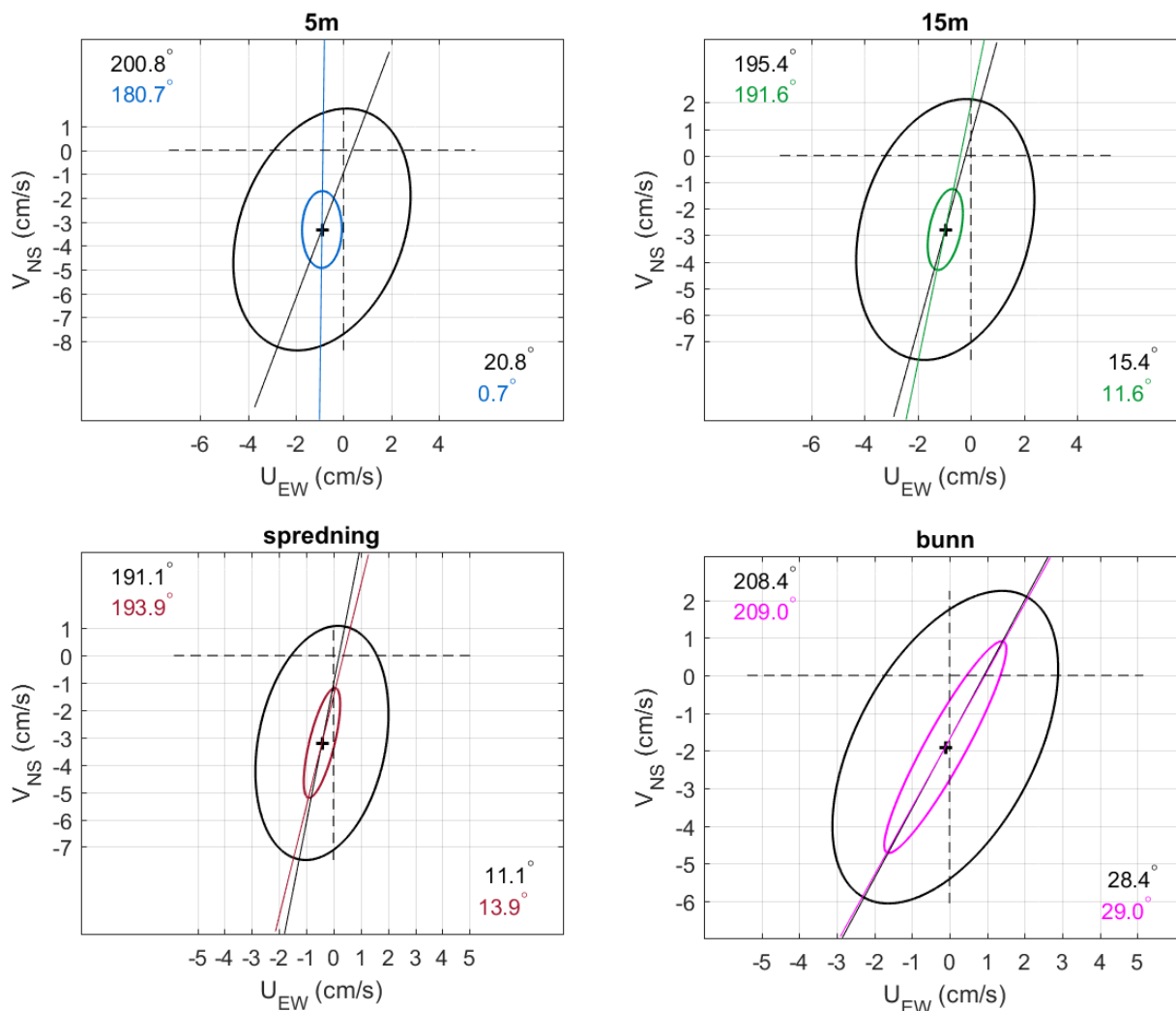
Strømhastighet forårsaket av tidevann	5m	15m	spredning	bunn
Prosent (%)	16.6	14.3	32.9	52.1
<b>Trykk</b>				
Prosent (%)	-	99.6	99.4	99.6

Tabell 4.21.2. Bidrag til strømmen fra  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $O_1$  og  $K_1$ .

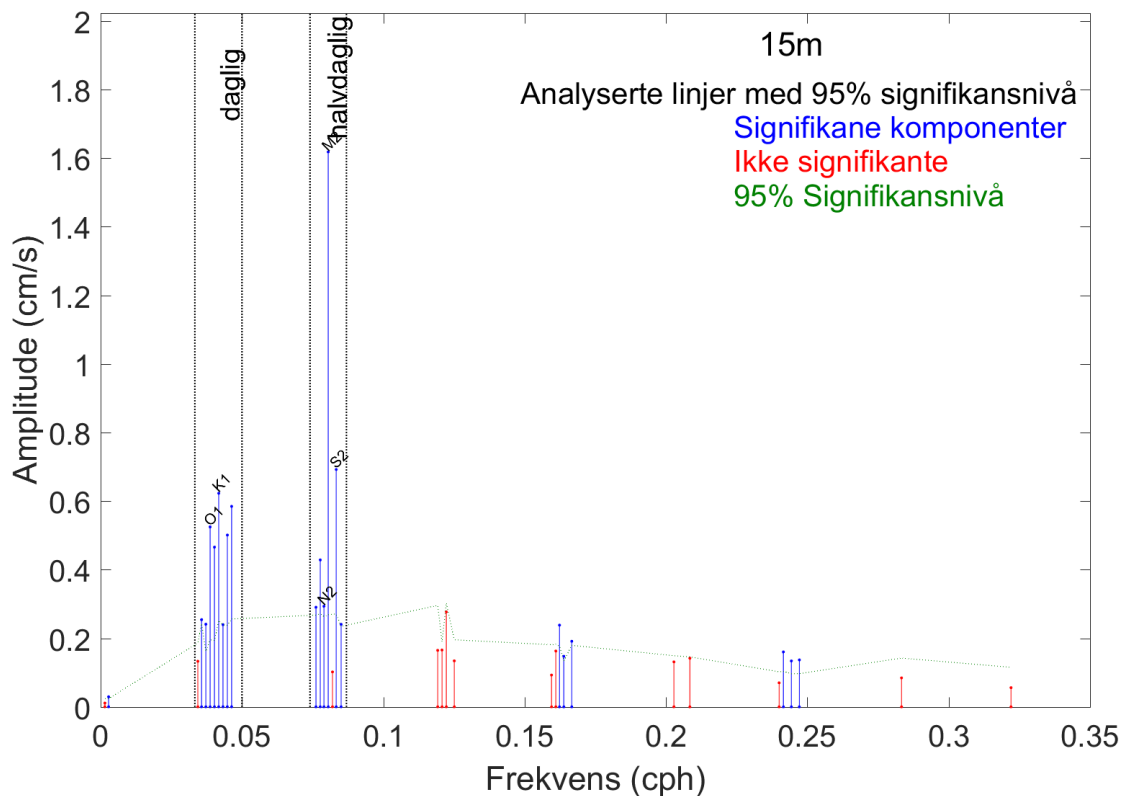
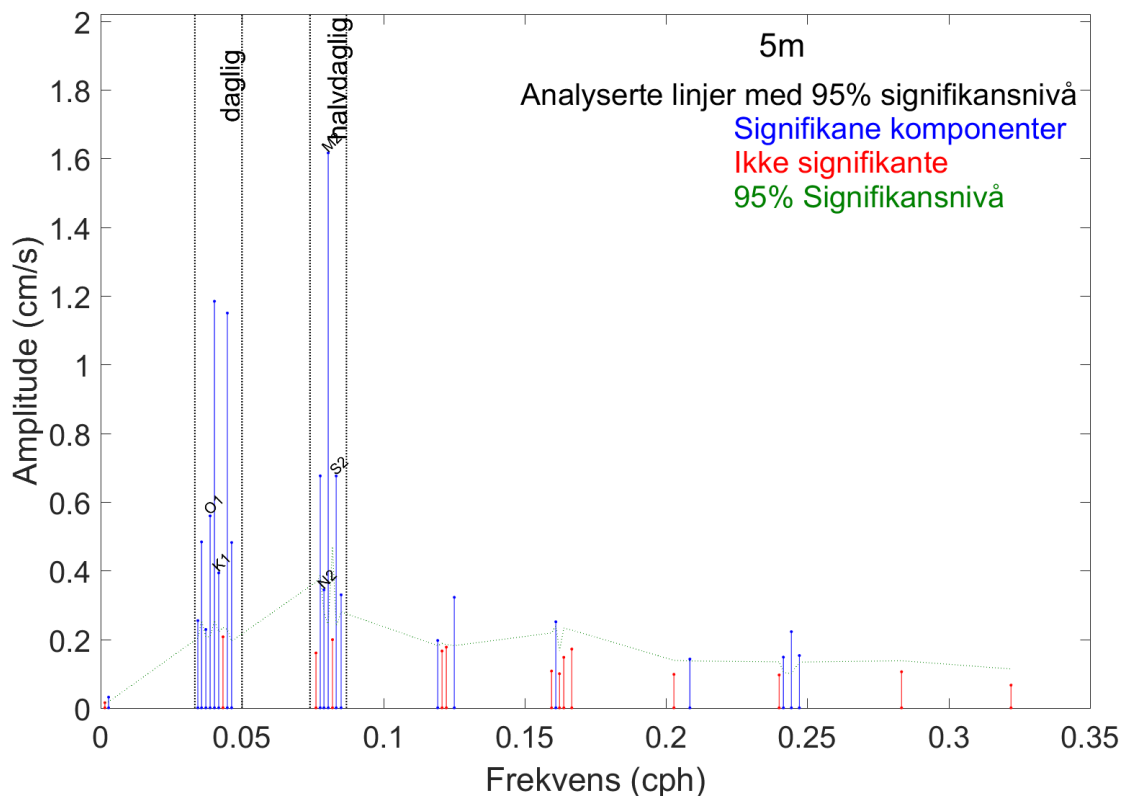
Bidrag fra tidevannskomponentene (%)	5m	15m	spredning	bunn
Prosent $M_2$ , $S_2$ , $N_2$ , $O_1$ og $K_1$ (%)	10.8	11.4	27.1	46.4
<b>Trykk</b>				
Prosent (%)	-	98.8	98.4	98.8

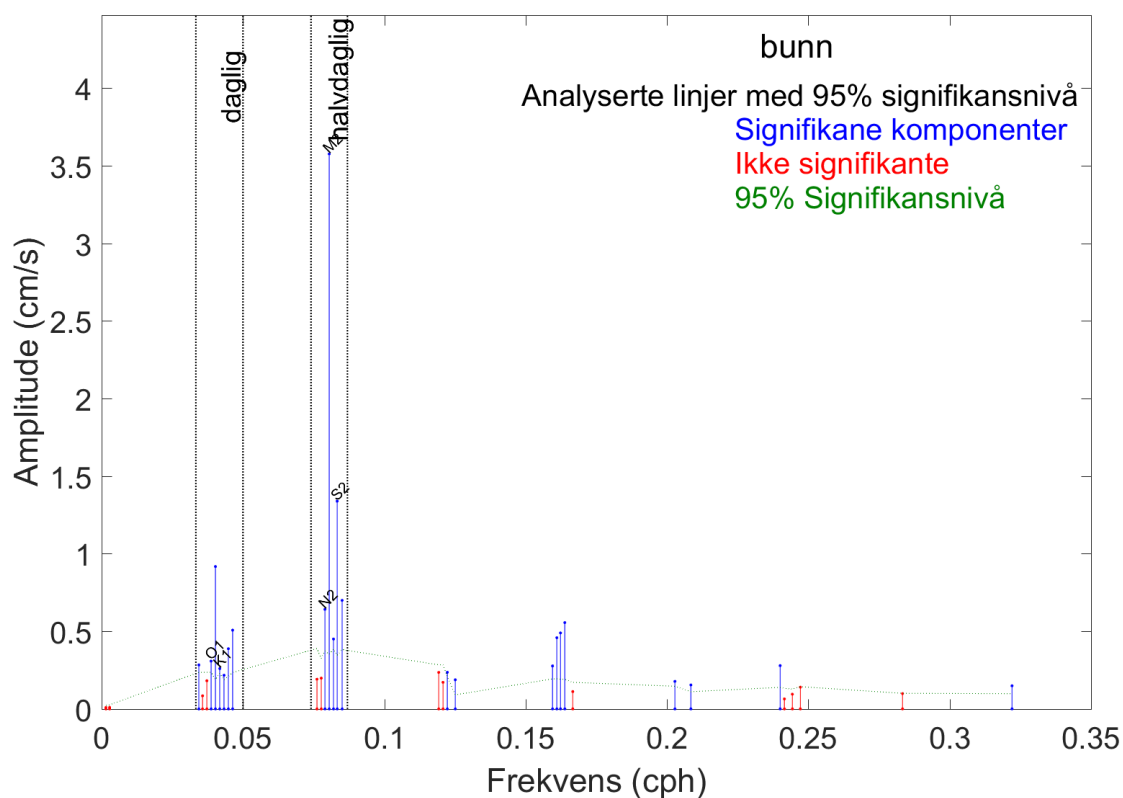
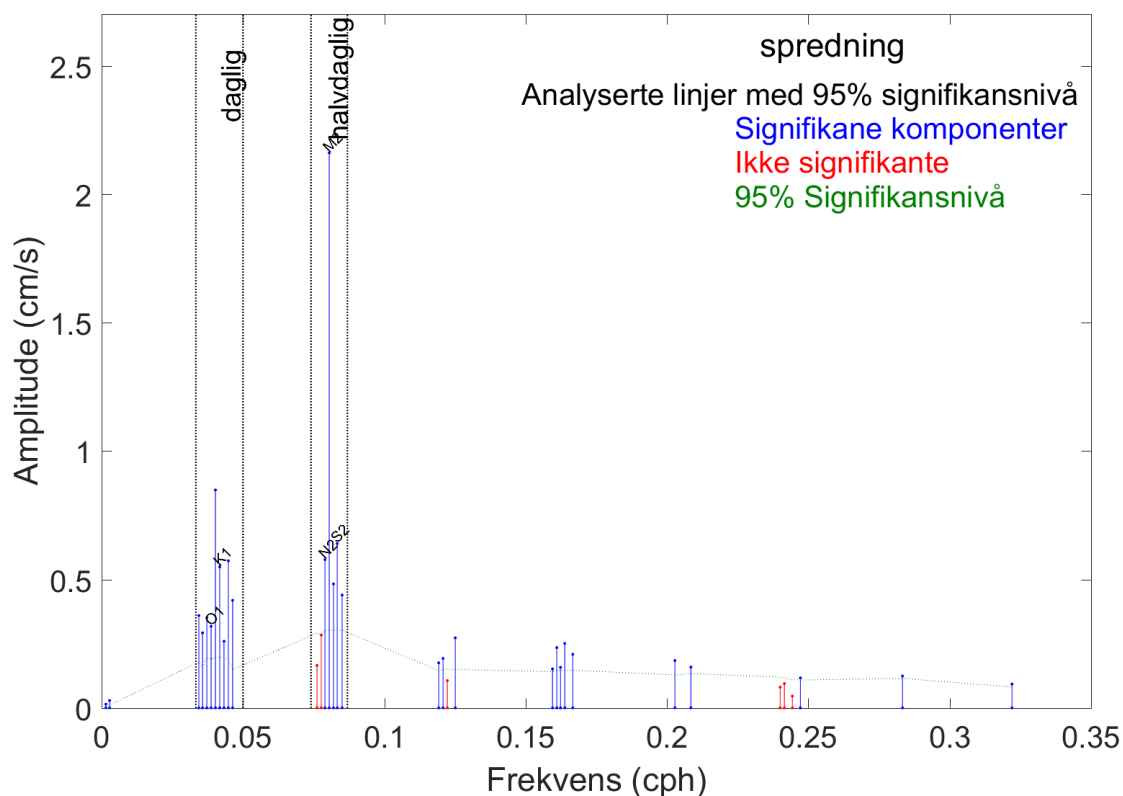


Figur 4.21.1.  $U_{EW}$  -  $V_{NS}$  punktdiagram med tilhørende strørellipse. Midtpunktet for strørellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Øst-vest og nord-sør aksekors er vist med stiplede linjer.



Figur 4.21.2.  $U_{EW}$  -  $V_{NS}$  tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strørellipsen (svart linje). Midtpunktet for strørellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Øst-vest og nord-sør aksekors er vist med stiplede linjer.

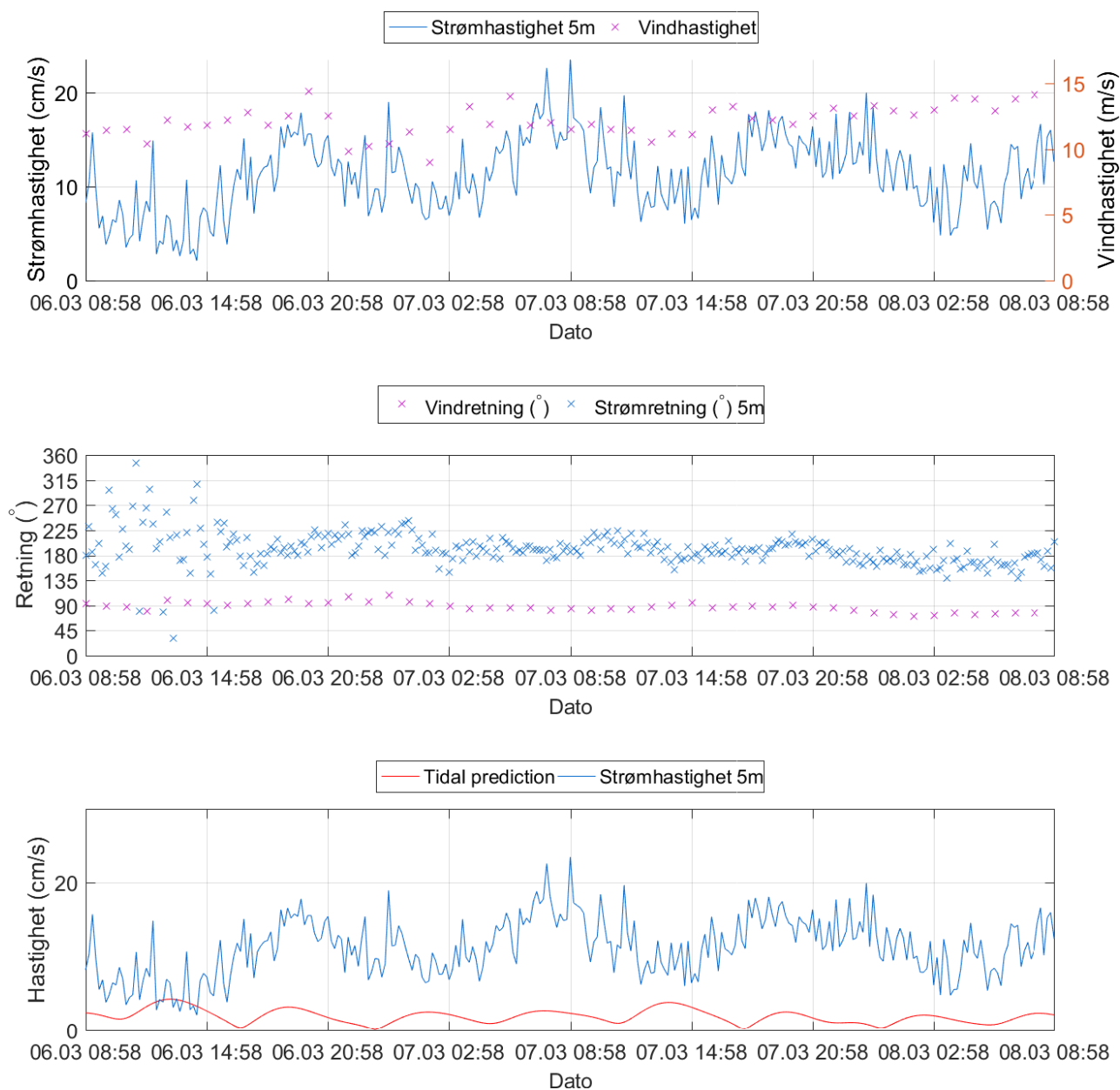




Figur 4.21.3. Amplitude og frekvens for komponenter fra tidevannsanalysen. De blå linjene er komponenter med signifikante bidrag og de røde linjene er ikke signifikante og dermed ikke inkludert i tidevannssignalet.

## 4.22 Todagersperiode.

Strømhastighet, strømrretning, tidevann og vind er oppgitt i figur under for en todagersperiode for maksimalstrømmen ved 5m dyp.



Figur 4.22.1. Strømhastighet, strømrretning, tidevann og vind for maksimalstrømmen ved 5m dyp.



### 4.23 Vind under måleperioden

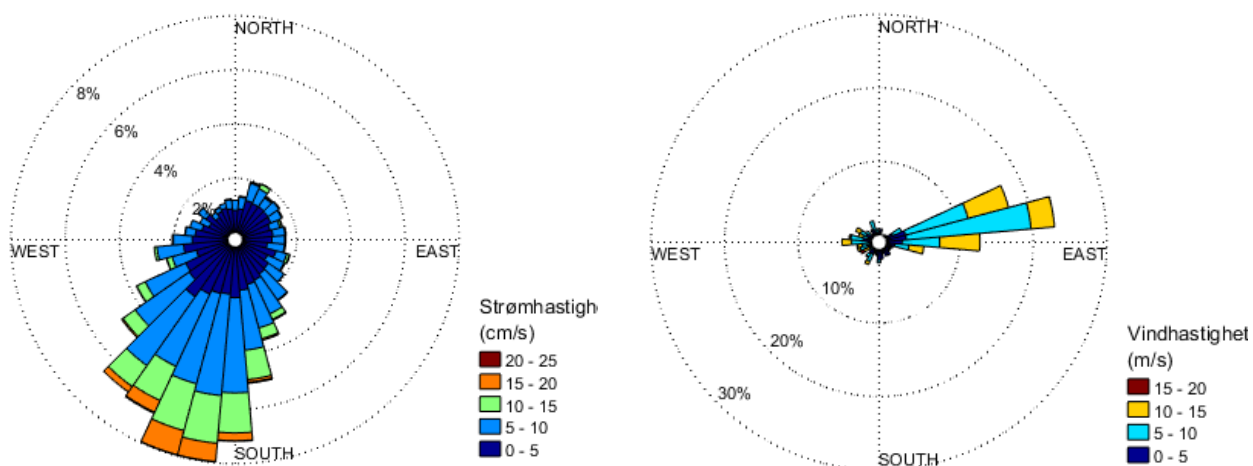
Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra NØ og SV kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten.

Vinddata er tatt fra værstasjonen Bodø VI, som ligger 65.4km sørvest av strømmålingsposisjonen (Figur 4.23.3). Her blåste vind mest fra Ø og sterkest fra SV – V under måleperioden (Tabell 4.23.1).

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

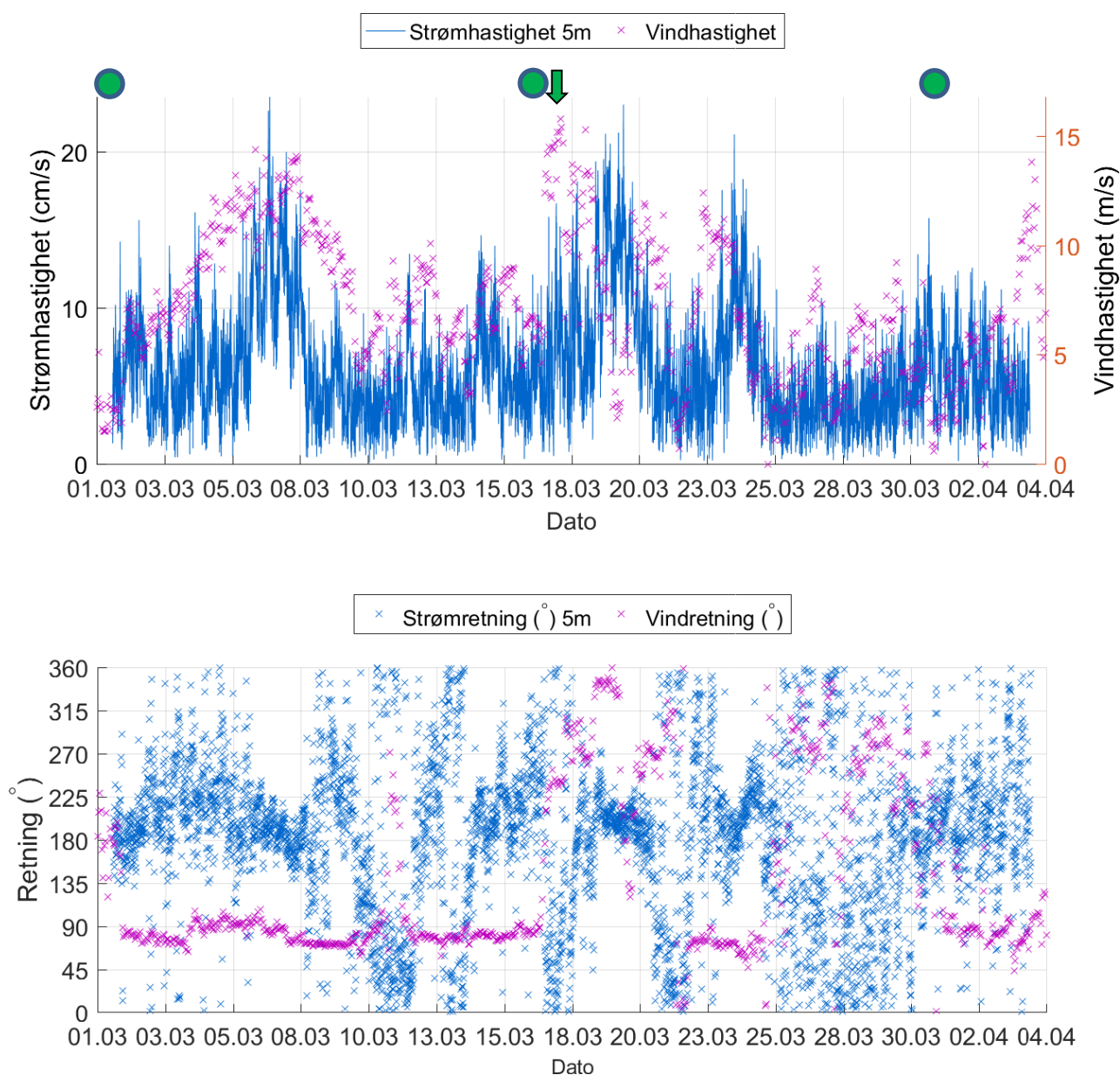
Tabell 4.23.1. Maksimal vindhastighet og % tid vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	9.9	10.3	14.4	6.3	6.2	15.8	15.3	13.5
% tid fra en bestemt retning	1.2	3.9	58.2	4.2	4.5	7.0	12.1	6.2



Figur 4.23.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på (fra venstre) 5m og vind (fra retning) på Bodø VI (høyre) under måleperioden.

Strøm- og vindhastighet og retning er oppgitt i Figur 4.23.2 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen, og for å vurdere om noen strømtopper skyldes vind.





Figur 4.23.2. Strømhastighet på 5m og vindhastighet samt strøm- og vindretning (Bodø VI) under måleperioden. Grønn sirkel er springflo.

Strømtopper over 15cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Bodø VI fra samme periode. Figur 4.23.2 indikerer hvilke tidspunkter vind på Bodø VI og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne piler).

Vind kan ha påvirket noen av strømtoppene. Værstasjonen har en mer åpen beliggenhet enn strømmålestasjonen, og dermed kan det forventes noe andre vindretninger lokalt ved måleposisjonen enn på Bodø VI.



Figur 4.23.3. Posisjonen til Bodø VI værstasjon (markert med ) i forhold til strømmålerens posisjon (markert med ). Kart er hentet fra Fiskeridirktoratets kartverktøy.

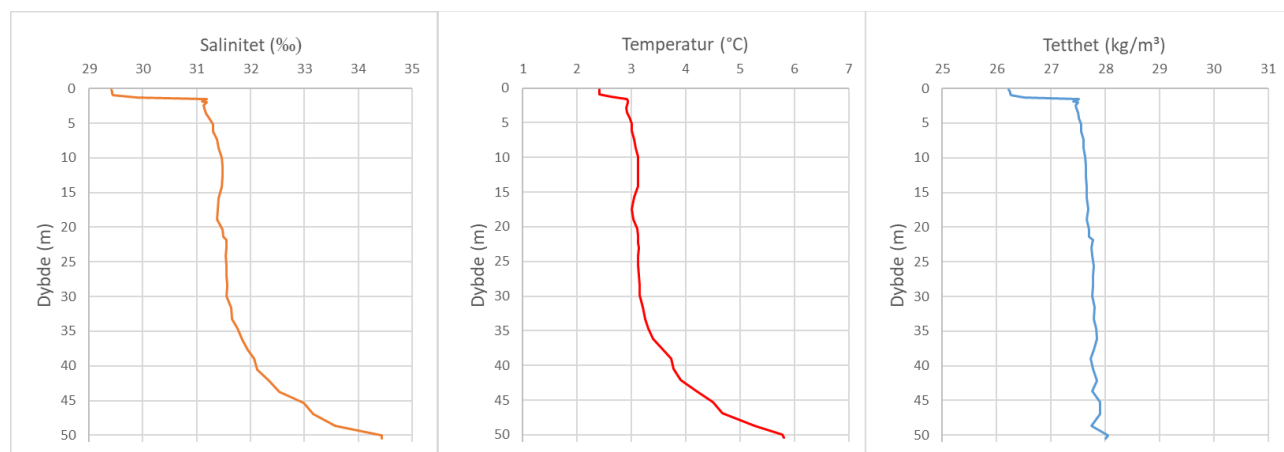
## 4.24 CTD-måling

### CTD-måling ved opptak

CTD-måling ble foretatt i sammenheng med utsett av strømmåler. En CTD-profil ble tatt på samme posisjon som riggen.

Målinger for hydrografi 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 en registrering hvert 2. sekund, og den vil dermed lage en profil av vannsøylen for senkning og en for heving. Profil ved senkning av sonden ble benyttet. Uthenting av data ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7. 172 og bearbeidet i Excel.

### CTD måling ved opptak 04.04.2018



Figur 4.24.1. Vertikalprofiler av saltholdighet, temperatur og tetthet. Dypet er indikert langs y-aksen.

## 5. Diskusjon strøm

---

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal kunne ivareta artens krav til et godt levested (Mattilsynet, 2014). Det må være tilstrekkelig tilførsel av vann av egnet kvalitet. Oksygen er helt avgjørende for god fiskevelferd. Tilførsel av oksygen til fisken er vurdert etter strømforhold, vannutskiftning og temperatur.

### 5.1 Temperatur

Lokaliteter med hyppige og store temperaturvariasjoner kan være uheldig ut fra et velferds- og helseperspektiv, men denne ulempen kan reduseres ved at fisken blir gitt rom for å oppholde seg i det mest gunstige miljøet.

Temperatur under måleperioden på 5m og 15m var 2.5 – 6.7°C, på spredningsdyp var den 3.1 – 7.6°C og på bunnen var temperaturen 4.3 – 7.9°C.

Temperaturmålingene viser at vannsøylen var lagdelt. Dette er normalt når det skjer en avkjøling ved overflaten.

### 5.2 Strømhastighet

#### 5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s)

Høye strømhastigheter (varighet og hyppighet) kan stresse fisken, hvor fiskens svømmekapasitet vil variere med art, størrelse, temperatur og lysforhold (Mattilsynet, 2014). Fisken er nødt til å bruke mer energi på å holde seg i posisjon ved økt strøm (Nygaard og Golmen, 1997). Økt strøm fører til økt oksygenforbruk, men gjennomstrømning av vann mer enn kompenseres for økt energiforbruk (Nygaard og Golmen, 1997).

Vannstrøm reduseres i hastighet når den treffer en merd. Forventet reduksjon av vannstrøm på grunn av not er mer enn 20% (Mattilsynet, 2014). Groe på merdene og anleggsorientering vil også påvirke strømhastighet i en merd.

Maksimal strømhastighet var 23.5 cm/s mot S på 5m dyp, 21.8 cm/s mot SV på 15m dyp, 18.4 cm/s mot S på spredningsdyp og 17.4 cm/s mot S på bunnen. Maksimal strømhastighet er vurdert som svak på 5m og middels sterk på 15m, spredningsdyp og på bunnen. Signifikant maksimal strømhastighet var 10.4 cm/s på 5m dyp, 9.7 cm/s på 15m dyp, 8.6cm/s på spredningsdyp og 7.7cm/s på bunnen. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som svak på 5m og middels sterk på 15m, spredning og bunn.

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

#### 5.2.2 Enkeltstående strømtopper

Det var ingen enkeltstående strømtopper som ble sett på som feilmålinger.

### 5.2.3 Gjennomsnittlig strømhastighet

Fisketetthet og merdens lengde er avgjørende for hvor stor gjennomsnittsstrømmen bør være (Mattilsynet, 2014, Nygaard og Golmen, 1997). Det er dessuten avhengig av total fiskebiomasse, fiskens størrelse og kondisjon, årstid, anleggsorientering, fôringsintensitet, sjøtemperatur, sjøens oksygeninnhold, algekonsentrasjon og dyp på lokaliteten (Nygaard og Golmen, 1997).

Aure (1983) beregnet at et anlegg, med fiskekonsentrasjon på 8-10kg/m<sup>3</sup>, trenger en gjennomsnittsstrøm på minst 2 cm/s for å opprettholde tilfredsstillende oksygenforhold.

For å holde oksygenkonsentrasjon inne i merden over 7 mg/l, og for å kompensere for oksygenforbruket, trengs en gjennomsnittstrøm på 2.9 cm/s (Nygaard og Golmen, 1997).

Sætre (1975) skrev at groe på merdene kan redusere strømmen inne i en merd med 70%, og for å kompensere for dette bør gjennomsnittsstrømmen være ca. 10 cm/s.

Aarnes et al. (1990) fant at dersom merdene var mye begrodd kan strømmen i merd nummer to nedstrøms bli redusert til <40% av strømmen utenfor og i merd nummer seks var det praktisk talt ingen strøm.

Siden vann vil strømme rundt i tillegg til gjennom eller under anlegget er anleggsorientering viktig. Et anlegg orientert slik at det ligger med langside mot den dominerende strømmetning vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn en orientering hvor mange merder ligger etter hverandre langs hovedstrømmen.

Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m, 15m og på bunnen, og som sterk på spredningsdyp. Gjennomsnittlig strømhastighet var  $\geq 2$  cm/s på alle dyp.

### 5.2.4 Nullmålinger (< 1cm/s) og varighet

Nullmålinger vil gi lave oksygenverdier dersom fisketetthet er høy og merdlengde er lang (Mattilsynet, 2014). Andel nullmålinger bør være lav (<10%) og varighet må ikke være lang (12 – 24 timer) (Mattilsynet, 2014).

Prosent nullmålinger (<1cm/s) er mindre enn 10% på alle målte dyp. Lengst varighet for strøm < 1cm/s er 20 min på 5m, 40 min på 15m, og 30 min på spredning og på bunnen.

Det var kort periode med strømstille. Det tyder på god vannutskiftning i anlegget, som fører til gode miljøforhold for fisk.

### 5.2.5 Vannutskiftning og Neumann parameter

Vannutskiftningsstrømmen er spesielt viktig for fiskens levemiljø (Mattilsynet, 2014). Det er viktig med god vannutskiftning i merden, slik at det til enhver tid er nok oksygen til fisken (Mattilsynet, 2014). Ved en ensrettet strøm vil lokaliteten hele tiden få friskt vann. Det kan også være sesongvariasjoner i vannutskiftning (Mattilsynet, 2014).

Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og flytter seg ikke bare fram og tilbake til startpunktet.

Neumann parameteren er vurdert som svært stabil på 5m og spredning, og stabil på 15m og på bunnen.

### 5.2.6 Sprednings- og bunnstrøm

Sprednings- og bunnstrøm er viktig for lokalitetens totale bæreevne. Opphopning av sediment under anlegget kan i noen tilfelle påvirke vannkvaliteten i merden og dermed fiskens levevilkår (Mattilsynet, 2014). På lokaliteter med kort avstand mellom havbunn og notbunn er det viktig at både sprednings- og bunnstrøm viser god vannutskiftning slik at sedimenter ikke hoper seg opp og påvirker vannkvaliteten i merden negativt (Mattilsynet, 2014). Mattilsynet (2014) anbefaler en minsteavstand mellom notbunn og sjøbunn på 20 m. Mattilsynet (2014) presiserer at dette er en anbefaling og skal ikke benyttes som en absolutt regel. Grunne lokaliteter med konstant vannstrøm kan egne seg til akvakultur.

Bunntopografi og strømningsforhold har betydning for utskifting og nedbryting av bunnsedimenter fra anlegget (Mattilsynet, 2014). En ujevn bunn eller en flat bunn med groper gir større risiko for sedimentoppbygging enn en jevnt skrånende bunn.

Dyp ved målepunktet var 61m. Da er det ca. 31 – 41m mellom notbunn og havbunn. Nordfoldleira ligger over en slak skrånende bunn.

Det var flere perioder der strømhastigheten var høyere enn 10 cm/s på alle målte dyp. Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

## 5.3 CTD

### *Resultater fra CTD måling ved opptak*

Ved opptak 04.04.18 økte temperatur fra ca. 2.4°C på overflaten til ca. 5.8°C ved bunnen. Det var relativt jevn og rask økning ned til omtrent 2m dyp, etter dette var det lite endring ned til omtrent 30m. Fra ca. 30m dyp og ned mot bunnen økte temperaturen.

Saltholdigheten ved utsett økte fra 29.4 - 34.4 fra overflaten til bunnen. Det var rask økning i saltholdigheten ned til omtrent 2m dyp. Etter det var det lite endring i saltholdigheten ned til omtrent 30m, og etter 30m dyp økte saltholdigheten ned mot bunnen.

Tettheten ved opptak økte fra ca. 26.2 til 28.0 kg/m<sup>3</sup> fra overflaten og ned mot bunnen. Det var en rask økning ned til 2m dyp, etter det var det en liten økning ned mot bunnen.

CTD-profilen ved opptak viser at vannsøylen var lagdelt.

## 6. Vedlegg - opplysning strømmåling

Opplysninger om strøminstrumentene er oppgitt i Tabell 6.1.

Målingene er tatt for å måle strøm:

- hvor notposer befinner seg (5m og 15m) og
- på spredningsdyp og bunn som er viktig for spredning av partikler fra anlegget.

Målerne registrerer strømhastighet, strømretning og temperatur.

Målingene ble gjort i samsvar med NS 9415:2009, der kravet er at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst en måned.

Riggoppsett og -beskrivelse er oppgitt i vedlegg 7.

Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert god for å dokumentere strømforholdene i anlegget. Målerne er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokalitet.

Tabell 6.1. Opplysninger per instrument.

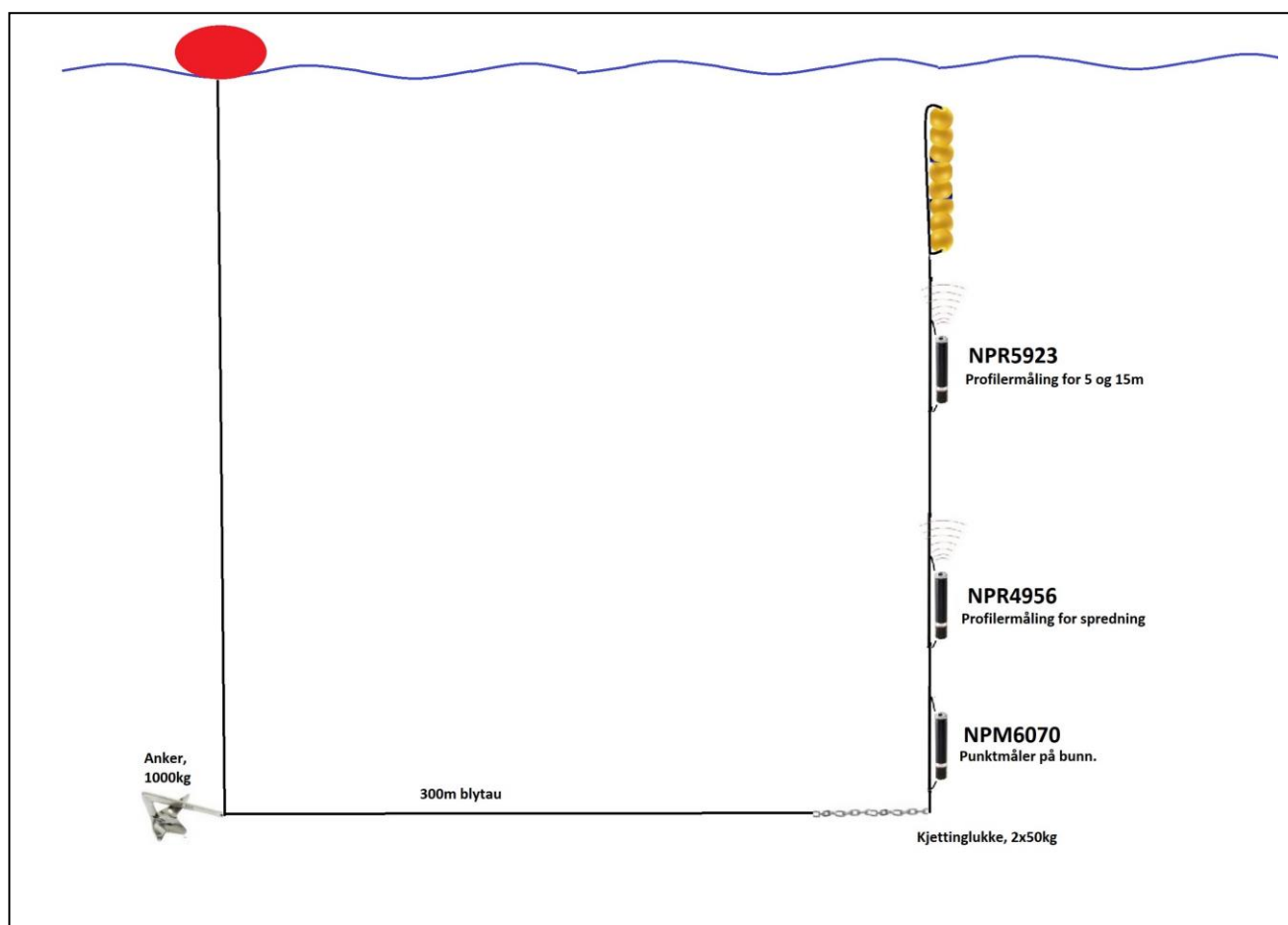
Måledyp	5m	15m	Spredning	Bunn
Leverandør	Nortek AS		Nortek AS	Nortek AS
Instrumenttype, modell	Aquadopp Current Profiler (AquaPro) (400kHz)		Aquadopp Current Profiler (AquaPro) (400kHz)	Aquadopp Punktmåler
Måler ID-nr	5923		4956	6070
Kalibrering	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.		Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.
Strømhastighet nøyaktighet	±0.5 cm/sek		±0.5 cm/sek	±0.5 cm/sek
Strømhastighet rekkevidde / terskelverdi	0 til ±10 m/s (vektor gjennomsnitt)		0 til ±10 m/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±10 m/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretning nøyaktighet	± 2 ° for tilt < 20 °		± 2 ° for tilt < 20 °	± 2 ° for tilt < 20 °
Kompass justert for misvisning av Åkerblå AS	Nei		Nei	Nei
Temperatur nøyaktighet og rekkevidde	0.1 °C -4 °C til 30 °C		0.1 °C -4 °C til 30 °C	0.1 °C -4 °C til 30 °C



## 7. Vedlegg - riggoppsett, måleprinsipp og valg av målested

### 7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er skissert i Figur 7.1.1. Strømmålerne ble satt ut i en u-rigg. 8 trålkuler (10kg oppdrift) ble brukt over instrumentene. Instrumentene er festet i et 14mm tau. Under måleren på bunnen er det 2 kjettinglukker (50kg) som er festet i en 10m lang kjetting på 16mm. Mellom kjettingen og et anker på 1000kg er det et 300m langt blytau. Fra ankeret går det et tau opp til overflaten som er festet i en blåse.



Figur 7.1.1. Prinsippskisse av riggoppsett.

## 7.2 Måleprinsipp

### Nortek AquaPro Profiler og punktmåler

Instrumentet bruker doppler effekten for å måle strøm. Instrumentet sender ut en kort lydimpuls (akustisk puls) av en konstant, bestemt frekvens og måler forandring i både styrke og frekvens av innkommende refleksjoner. Forskjell mellom pulsen som er sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastighet. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og derfor beveger seg med samme hastighet som vannet.

Tabell 7.2.1. Måleprinsipp for Nortek AquaPro doppler profiler og punktmåler.

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

Gul og grønn markering indikerer hvordan måleren pulserer i 1 min, etterfulgt av 9 minutters hvile i løpet av en 10-minuttersperiode. Den registrerte målingen hvert 10. min er gjennomsnittet fra den første minuttperioden.

### Valg av målested

Plassering av riggen for strømmålinger er avgjørende for måling av strøm. Et av kravene i NS9415 er at målerne skal plasseres i den posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokaliteten. Plassering av riggen i forhold til det dypet strømmen skal måles på har også 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.
- Anlegget bør plasseres der vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn, og slik at vanntransporten på tvers av anlegget maksimeres. Dette er spesielt viktig i den varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv fôring og drift av anlegget.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør også vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.
- Anleggets driftsstatus må også vurderes der selve anlegget kan forstyrre målinger på overflatestrømmen. Utestående nøter og fiskebiomasse kan frembringe en skyggeeffekt og muligens redusere strømmen i noen retninger på målinger på både 5m og 15m.

For strømmåling på 5m og 15m er plasseringen på lokaliteten som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet, oftest rett utenfor anlegget og på enden lengst unna land. Målinger som foretas her gir grunnlag for å estimere den sterkeste strømmen anlegget kan bli utsatt for med tanke på dimensjonering, og for å vurdere om det er tilstrekkelig oksygentilførsel til fisk i anlegget under drift.

For å måle strøm på sprednings- og bunn-dyp er foretrukket plassering i anleggets senter, fordi her kan en måle den mest representative strømstyrken i anlegget i forhold til spredning av organisk materiale.

### Valg av måledyp

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

Vannutskiftningsstrøm måles på 15m.

#### *Sprednings- og bunnstrøm*

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

### Valg av måleperiode

Siden tidevannskomponentene M2 og S2 «pulserer» sammen hver 14.77d, som er tidevannssyklus for spring / nipp, er anbefalt minimum for måleperioden 30 dager.

## 8. Vedlegg - Databearbeiding og kvalitetssikring

---

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

Ved utsett av instrumenter benyttes Åkerblås riggskjema som inkluderer (etter NS 9425:1999): lokalitetsnavn, riggoppsett, posisjon, måledyp, kontakt-person 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. Det 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 korreksjon.

Rådata er kvalitetssikret gjennom interne prosedyrer utviklet av Åkerblå og 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.

Rådata ligger på Åkerblås server. Hvis justering, endring eller fjerning av data er nødvendig er rådata da lagret som kvalitetskontrollerte data på server hos Åkerblå.

## 8.1 Databearbeiding

### Riggtilstand etter måling

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

Tabell 8.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding per instrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning	Bunn
Filnavn for rådata	Nordfoldleira 5m 15m ES0418 NPR5923.prf	Nordfoldleira 5m 15m ES0418 NPR5923.prf	Nordfoldleira spredning ES0418 NPR4956.prf	Nordfoldleira bunn ES0418 NPM6070.aqd
Rådata først vurdert i	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport
Filnavn for eksportert data	Nordfoldleira 5m ES0418 NPR5923_eks_KT.xlsx	Nordfoldleira 15m ES0418 NPR5923_eks_KT.xlsx	Nordfoldleira spredning ES0418 NPR4956_eks_KT.xlsx	Nordfoldleira bunn ES0418 NPM6070_eks_KT.xls
Filnavn for kvalitetssikret data	Nordfoldleira- 5m_QC.xlsx	Nordfoldleira- 15m_QC.xlsx	Nordfoldleira- spredning_QC.xlsx	Nordfoldleira- bunn_QC.xlsx
Data return (%)	100.00	100.00	100.00	100.00
Antall målinger	4868	4868	4868	4868
Antall fjernede målinger	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)
Eksterne faktorer som kan ha påvirket målingene?	Ingen.	Ingen.	Ingen.	Ingen.
Dato og tid for første og siste benyttede	01.03.18 14:18 - 04.04.18 09:28	01.03.18 14:18 - 04.04.18 09:28	01.03.18 14:16 - 04.04.18 09:26	01.03.18 14:14 - 04.04.18 09:24
Dato og tid for start og slutt av instrument	27.02.18 15:48 - 04.04.18 10:48	27.02.18 15:48 - 04.04.18 10:48	27.02.18 15:46 - 04.04.18 10:36	27.03.18 15:34 - 04.04.18 10:24

## 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. Dette inkluderer vurdering av interne 'flags'. Uteliggere er også vurdert og data fjernet om nødvendig. Grenseverdier (thresholds) og rekkeviddene er oppgitt i tabellene under.

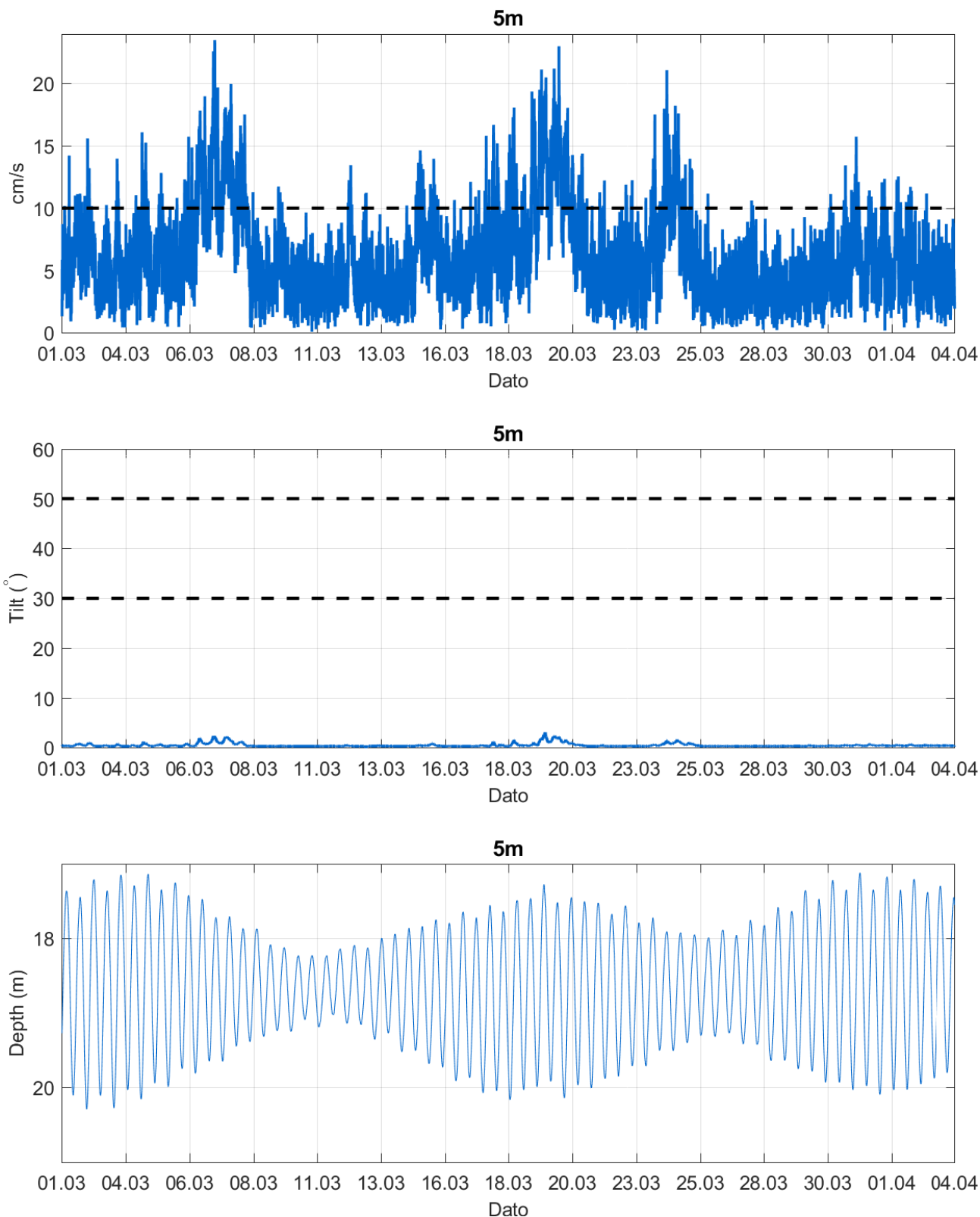
Tabell 8.2.1. Kriteriene som er brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ( $\Delta < 1\text{deg}$ )
Tilt grense	$< 50^\circ$ (Figur 8.2.1) – Aanderaa punktmåler $< 20 - 30^\circ$ (Figur 8.2.1) – Nortek profiler & punktmåler og AWAC
Ping count	150 (Figur 8.2.1) – Aanderaa punktmåler
Trykk	Stabil (tidevanns mønster) (Figur 8.2.1) – Nortek profiler og AWAC
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.

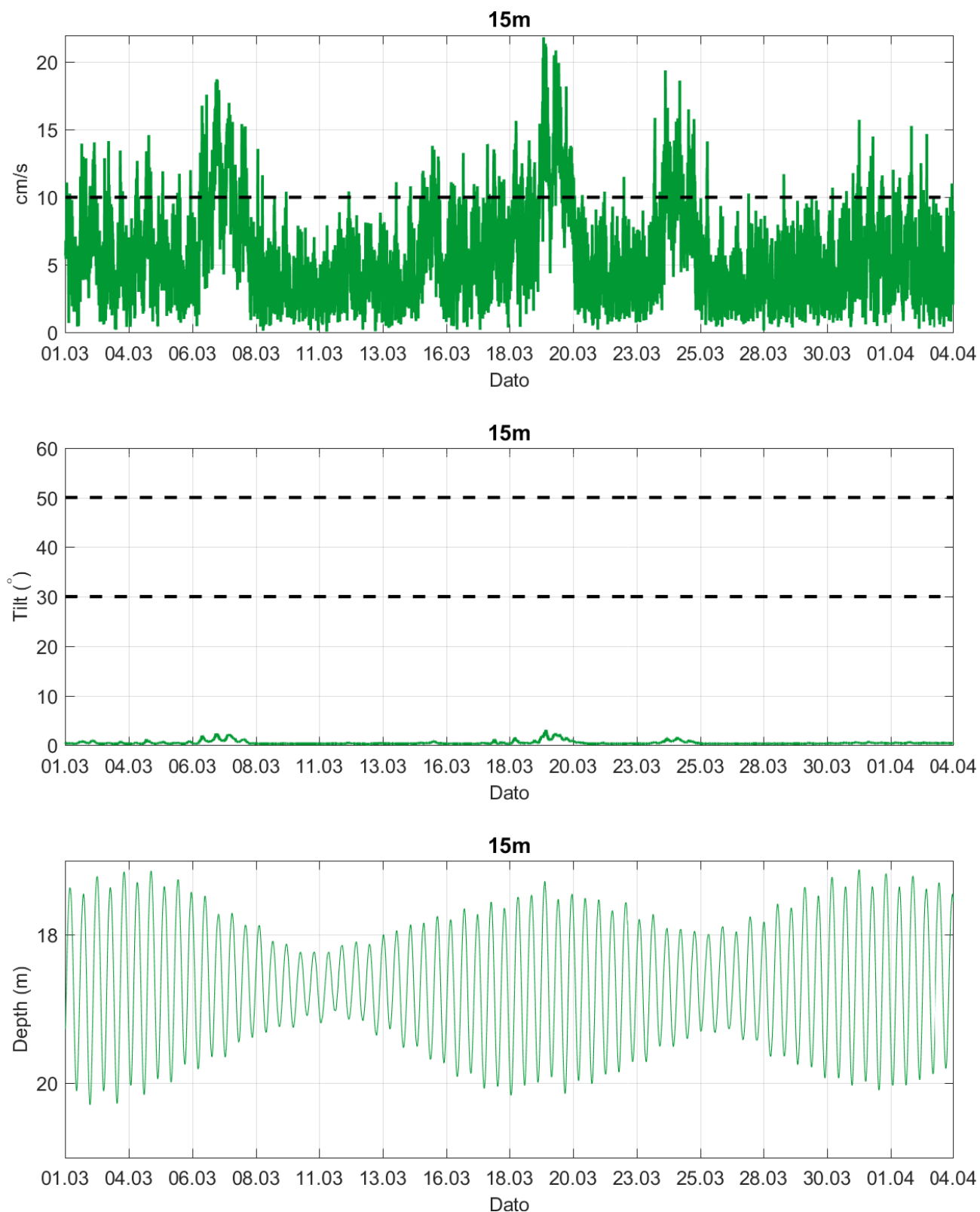
Tabell 8.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste.

$\Delta t$ (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

For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har disse forskjellene blitt hevet med de oppgitte faktorene, mens u er satt til 1 m/s, ettersom variabilitet øker med avtagende strøm (u).



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

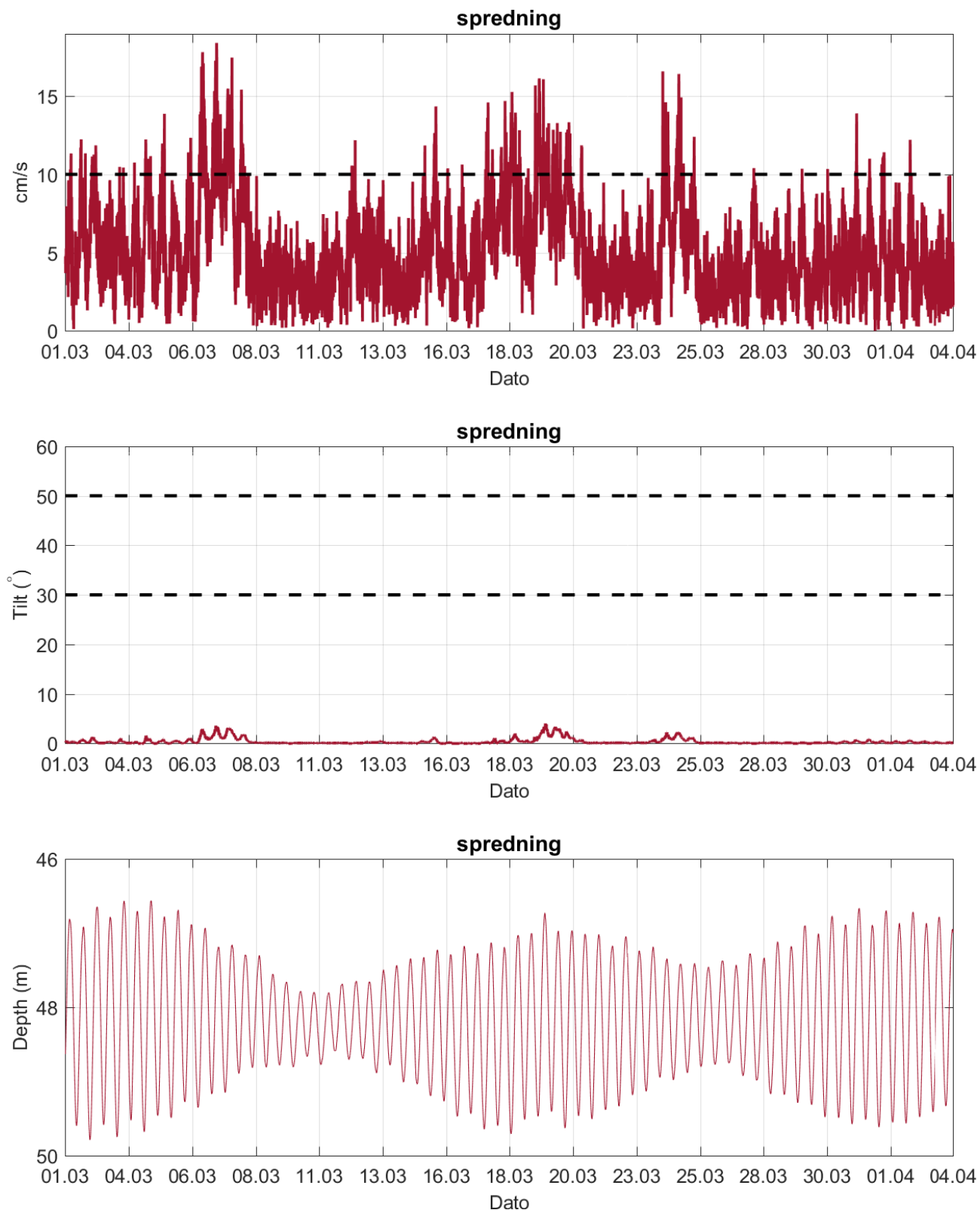


Figur 8.2.1 forts. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m.

Dyp på instrument varierte mellom 17.1m og 20.3m dyp i løpet av måleperioden. Snitt dyp var på 18.6m dyp.

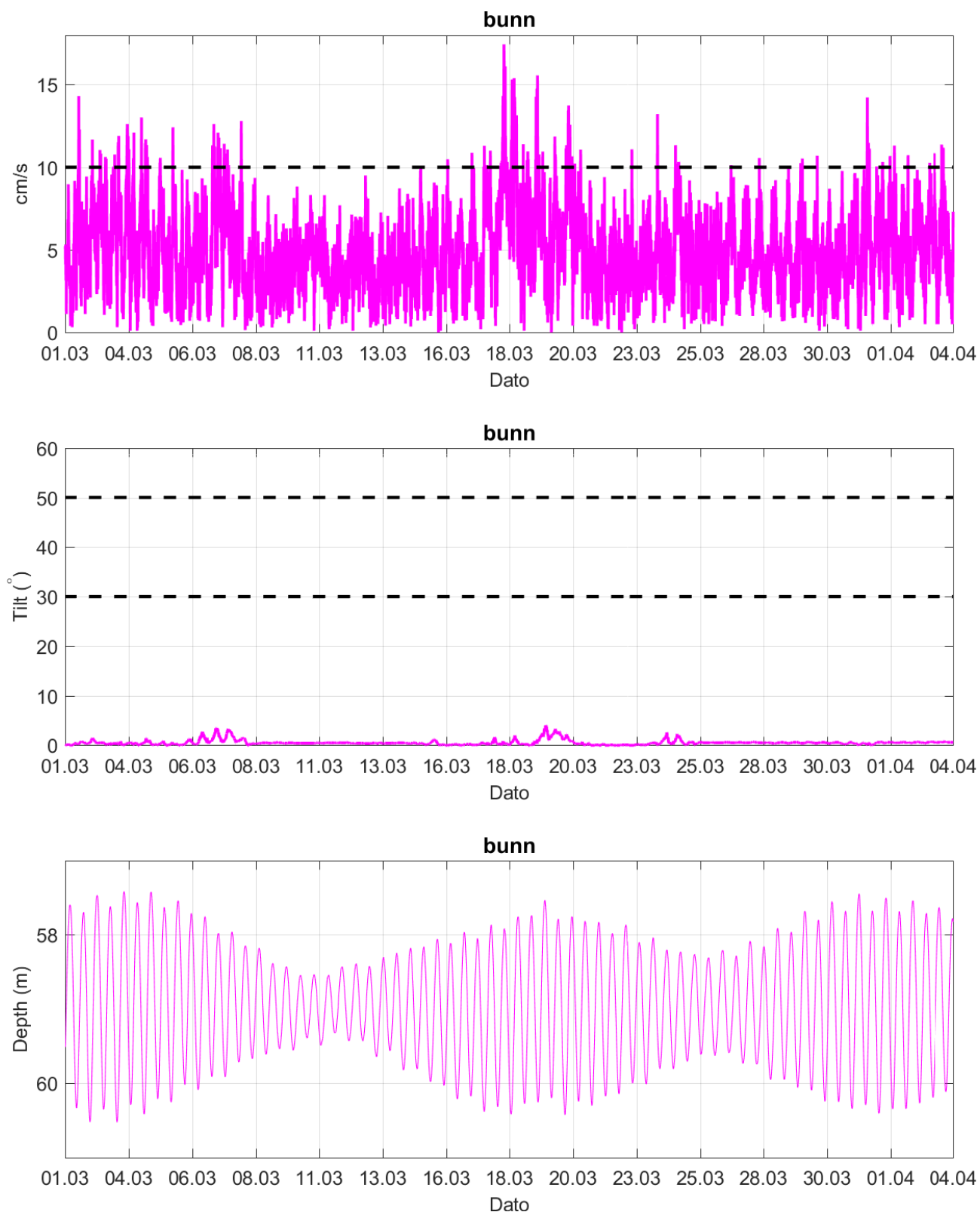
Merknad: Ettersom strømmen på 5m ble målt med samme instrumentet som 15m (profilerinstrument), er tilt- og trykkdata for profilerinstrumentet oppgitt for både 5m og 15m strøm da disse gjelder for begge dyp, og har blitt brukt til kvalitetssikring av data.





Figur 8.2.1 forts. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredning.

Dyp på instrument varierte mellom 46.6m og 49.8m dyp i løpet av måleperioden. Snitt dyp var på 48.1m dyp.



Figur 8.2.1 forts. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunn.

Dyp på instrument varierte mellom 57.4m og 60.5m dyp i løpet av måleperioden. Bunnstrømmen er oppgitt som snittdyp på 59m.

## 8.3 Fjernede dataverdier

### 8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dyp.

### 8.3.2 Enkelte datapunkter

Ingen andre datapunkter er fjernet.

## 9. Vedlegg - Strømmens tilstandsklasser

Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdier er tatt fra Åkerblås innsamlede data ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

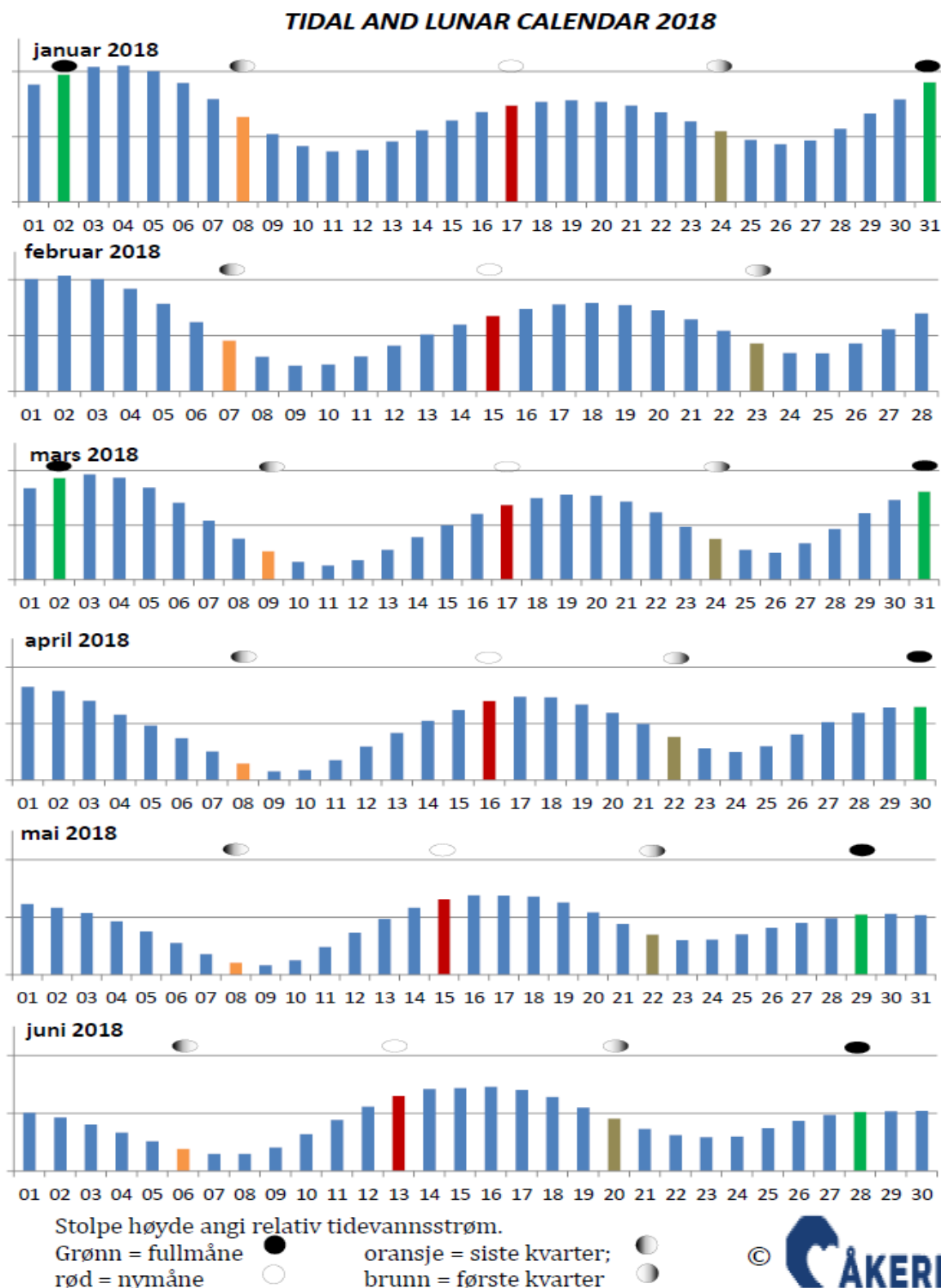
Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

Tilstandsklasse	Dybde (m)	1	2	3	4	5
<b>Maksimal strømhastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	≥ 55	> 40 - < 55	> 26 - < 40	> 15 - < 26	< 15
Vannutskiftingsstrøm	15	≥ 45	> 30 - < 45	> 20 - < 30	> 10 - < 20	< 10
Spredningsstrøm		≥ 35	> 25 - < 35	> 15 - < 25	> 10 - < 15	< 10
Bunnstrøm		≥ 35	> 25 - < 35	> 15 - < 25	> 10 - < 15	< 10
<b>Gjennomsnitt strømhastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	≥ 10	≥ 7 - < 10	≥ 6 - < 7	≥ 3 - < 6	< 3
Vannutskiftingsstrøm	15	≥ 9	≥ 6 - < 9	≥ 5 - < 6	≥ 2 - < 5	< 2
Spredningsstrøm		≥ 8.5	≥ 5 - < 8.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Bunnstrøm		≥ 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
Overflatestrøm	5	≥ 25	> 17 - < 25	> 11 - < 17	≥ 5 - < 11	< 5
Vannutskiftingsstrøm	15	≥ 23	> 15 - < 23	≥ 8 - < 15	≥ 4 - < 8	< 4
Spredningsstrøm		≥ 20	> 14 - < 20	≥ 7 - < 14	≥ 4 - < 7	< 4
Bunnstrøm		≥ 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
Overflatestrøm	5	≥ 6	> 4 - < 6	> 2.5 - < 4	≥ 1.5 - < 2.5	< 1.5
Vannutskiftingsstrøm	15	≥ 5	≥ 3.5 - < 5	≥ 2.3 - < 3.5	≥ 1.5 - < 2.3	< 1.5
Spredningsstrøm		≥ 4	> 3 - < 4	> 2 - < 3	> 1 - < 2	< 1
Bunnstrøm		≥ 4	> 3 - < 4	> 2 - < 3	> 1 - < 2	< 1
<b>Andel strømstille (%) &lt; 1cm/s</b>						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	< 1	< 3 - ≥ 1	< 5 - ≥ 3	< 7 - ≥ 5	≥ 7
Vannutskiftingsstrøm	15	< 1	< 5 - ≥ 1	< 7 - ≥ 5	< 10 - ≥ 7	≥ 10
Spredningsstrøm		< 3	< 8.5 - ≥ 3	< 15 - ≥ 8.5	< 20 - ≥ 15	≥ 20
Bunnstrøm		< 3	< 10 - ≥ 3	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
<b>Andel strømstille (%) &lt; 3cm/s</b>						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	< 5	< 10 - ≥ 5	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Vannutskiftingsstrøm	15	< 5	< 15 - ≥ 5	< 25 - ≥ 15	< 40 - ≥ 25	≥ 40
Spredningsstrøm		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 50 - ≥ 35	≥ 50
Bunnstrøm		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 60 - ≥ 35	≥ 60
<b>Effektiv transport hastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 5	> 2.5 - < 5	> 1.5 - < 2.5	> 0.3 - < 1.5	< 0.3
Vannutskiftingsstrøm	15	> 3.5	> 2 - < 3.5	> 1 - < 2	> 0.2 - < 1	< 0.2
Spredningsstrøm		> 3	> 1.8 - < 3	> 0.6 - < 1.8	> 0.1 - < 0.6	< 0.1
Bunnstrøm		> 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 under måleperioden

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

Månedlige tidevannsvariasjoner:



Figur 10.1. Månedlige tidevannsvariasjoner. (Oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne).

## 11. Vedlegg - Måleenheter og forkortelser

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 11.1. Måleenheter og forkortelser brukt i rapporten.

Symbol	Beskrivelse	Måleenhet
-	Dag og Tid	dd.mm.yy hh:mm (RTC*) dd.mm (RTC*) dd.mm.yyyy hh (RTC*)
-	Høyde / Dybde	Meter (m)
-	Avstand	Kilometer (km) Meter (m)
-	Posisjon / Koordinater	GGG.GGG (°) Kompass retning GGG (°) MM.MM (') Kompass retning
-	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)
-	Tilt / Helling	Grader (°)
-	Ping Count	tall

\*RTC = UTC 0 = GMT.

Lokal tid er derimot: RTC + 2 timer – sommer

RTC + 1 timer – vinter

\* Eklima data er på GMT (kan også lastes ned på Norsk normal tid).

## 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)	Maksimal 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 strøm varierte mye mellom suksessivt høye og lave verdier. En høy varians indikerer at datapunkter er meget spredt ut rundt gjennomsnittsverdi, mens en lav varians indikerer at datapunkter er veldig nær gjennomsnittsverdi og derfor hverandre. Varians = Gjennomsnittet av de kvadrerte forskjeller fra middelverdien.
Standard avvik (cm/s)	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi. Et høyt standard avvik indikerer stor spredning av data. Standard avvik = kvadratrot (varians)
% < x cm/s	Matematisk beregning av hvor ofte strømhastighet var < x cm/s
Lengst periode < x cm/s	Varighet lengste periode med strømhastighet < x cm/s
<b>Effektiv transport</b>	
Hastighet (cm/s)	Hvordan en partikkel i vannet, som er i strømmålerens posisjon ved målestart, driver med strømmen gjennom måleperioden. Bevegelse er en funksjon av strømhastighet og retning. Effektiv hastighet er beregnet som rettlinjert avstand fra start til slutt punkt delt med total tid for måleperioden.
Retning grader (deg)	Når måleperioden er slutt, er vinkelen til vektoren ut fra origo, som er strømmålerens posisjon, resultatretning eller effektiv transport retning.
Neumann parameter	Sier noe om stabiliteten til strømmen i vektorretningen. 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 mange retninger og er ikke stabil i en retning og kanskje bare flytter seg fram og tilbake til startpunktet. For eksempel en Neumann parameter på 0.7 sier at strømmen i løpet av måleperioden strømmer med 70% stabilitet i vektorretning. Det er klassifisert som svært stabil strøm.
Vannforflytning (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	Hvor mye vann som strømmer gjennom ei rute på 1 m <sup>2</sup> i løpet av et døgn. Gjennomsnittlig total vannutskiftning per døgn – alle retninger.

### 13. Vedlegg - Referanser

---

1. Aarsnes, J.V.G, Løland og H. Rudi (1990). Forces on cage net deflection. Manuscript, International Conference for Engineering and Offshore Fish Farming, Glasgow, UK, 17-18 Oct. 1990.
2. Aure, J. (1983). Akvakultur i Troms, kartlegging av høvelige lokaliteter for Fiskeoppdrett. *Fisken og Havet* 1983, nr. 1, 92s.
3. Brukerveiledning. Nortek Doppler Profiler og Punktmåler.
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.  
Available:  
<http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
6. Havforskningsinstituttet (2008). AkvaVis – dynamisk GIS-verktøy for lokalisering av oppdrettsanlegg for nye oppdrettsarter. Miljøkrav for nye oppdrettsarter og laks. *Fisken og havet* nr. 10/2008.  
Available:  
[http://www.imr.no/filarkiv/2009/06/FH\\_2008\\_10\\_web.pdf/nb-no](http://www.imr.no/filarkiv/2009/06/FH_2008_10_web.pdf/nb-no)
7. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data.  
Available:  
[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)
8. Mattilsynet (2014). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler. Etableringsøknader – 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. Norwegian Meteorological Institute. [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. Nygaard og Golmen (1997). Strømforhold på oppdrettslokaliteter i relasjon til topografi og miljø. Rapport LNR 3709-97. NIVA-prosjekt E-94409 og O-95250. 58s.
13. Pawlowicz, R., Beardsley, B. Og S. Lentz (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T\_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.



14. Sætre, R. (1975). Lokalisering og miljø ved noen oppdrettsanlegg for laksefisk i Vest-Norge. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Serie B 1975 Nr. 4.
15. Wilson, D og E. Siegel (2008). Evaluation of Current and Wave Measurements from a Coastal Buoy. DOI: 10.1109/OCEANS.2008.5152108 Conference: OCEANS 2008 Source: IEEE Xplore.
16. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering- AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.