

# Strømrapport

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

Seiskjæret

oktober – november 2016



Dokument kontroll		
Rapport		
Rapport beskrivelse og navn	Vurdering av strøm på grunnlag av 4 strømmålinger. SR-M-04816-Seiskjæret1116-ver01.pdf	
Rapport versjon	Dato	Beskrivelse
01	18.11.16	Første utgivelse
Rapport distribusjon	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	Seiskjæret	Lokalitetsnummer	Ny lokalitet
Kommune	Herøy	Fylke	Nordland

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (98m)	Bunn (130m)
Maksimal strøm (cm/s)	31.0 (NØ)	24.7 (NØ)	25.1 (NØ)	22.5 (SV)
Gjennomsnitt strøm (cm/s)	7.4	5.9	5.6	5.9
Strømstyrke < 1cm/s (%)	2.1	3.3	3.5	2.8
Strømstyrke < 3cm/s (%)	16.4	25.5	25.6	22.1
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumannn parameter	0.02	0.23	0.39	0.02
10-års strøm (maksimal)	51.1	40.8	-	-
50-års strøm (maksimal)	57.3	45.8	-	-

Oppdragsgiver			
Selskap	LetSea AS; 8800 Sandnessjøen		
Kontakt person	Tor Hugo Hestnes	tor-hugo@letsea.no	95 98 38 65
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052		
Feltarbeid ansvarlig	Kent-Roger Wahlvåg	kent@akerbla.no	97 54 10 78
Rapport ansvarlig	 Iris Hestnes	iris.hestnes@akerbla.no	48 25 08 83
Kontrollert av	Jenny-Lisa Reed	jenny.lisa@akerbla.no	90 88 34 23
Godkjent av	Arild Kjerstad	arild@akerbla.no	90 94 20 55

## 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 Strømdata sammendrag .....	9
4.2 Strømroser .....	10
4.3 Strømhastighet mot strømretning matrise.....	11
4.4 Strømmens hastighetsfordeling. ....	15
4.5 Strømmens retningsfordeling. ....	16
4.6 Tidsdiagram - strømhastighet. ....	17
4.7 Tidsdiagram - strømretning. ....	18
4.8 Tidsdiagram - temperatur. ....	19
4.9 Progressivt vektordiagram. ....	20
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet. ....	21
4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet. ....	22
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks. ....	23
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner. ....	24
4.14 Maksimal strømhastighet for 8 retningssektorer.....	25
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet for 8 retningssektorer.....	25
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer. ....	25
4.17 Relativ vannutskiftning for 8 retningssektorer. ....	25
4.18 10-års og 50-års strømhastighet for 8 retningssektorer på 5m.....	26
4.19 10-års og 50-års strømhastighet for 8 retningssektorer på 15m.....	26
4.20 Tidevannsanalyse .....	27
4.21 Todagersperiode.....	28
4.22 Vind under måleperioden.....	29
<b>5. Diskusjon strøm.....</b>	<b>31</b>
5.1 Temperatur.....	31
5.2 Strømhastighet .....	31
5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s).....	31
5.2.2 Enkeltstående strømtopper .....	32
5.2.3 Gjennomsnittlig strømhastighet .....	32
5.2.4 Nullmålinger (< 1cm/s) og varighet .....	32
5.2.5 Vannutskiftning og Neumannn parameter .....	33
5.2.6 Sprednings- og bunnstrøm .....	33

<b>6. Vedlegg – opplysning strømmåling.....</b>	<b>34</b>
<b>7. Vedlegg - rigg oppsett, måleprinsipp og valg av målersted.....</b>	<b>36</b>
7.1 Riggoppsett.....	36
7.2 Måleprinsipp.....	37
<b>8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....</b>	<b>39</b>
8.1 Databearbeiding.....	39
8.2 Kvalitetssikring av data .....	41
8.3 Fjernede dataverdier .....	44
8.3.1 Måleperiode.....	44
8.3.2 Enkelte datapunkter.....	44
8.3.3 Feilmeldinger strøm .....	44
<b>9. Vedlegg - Strømmens tilstandsklasser.....</b>	<b>45</b>
<b>10. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden .....</b>	<b>46</b>
<b>11. Vedlegg - Måleenheter og forkortelser.....</b>	<b>47</b>
<b>12. Vedlegg - Parametere og Beskrivelse .....</b>	<b>48</b>
<b>13. Vedlegg - Referanser.....</b>	<b>49</b>

## 1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra LetSea utført strømmålinger ved tenkt oppdrettslokalitet Seiskjæret 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.

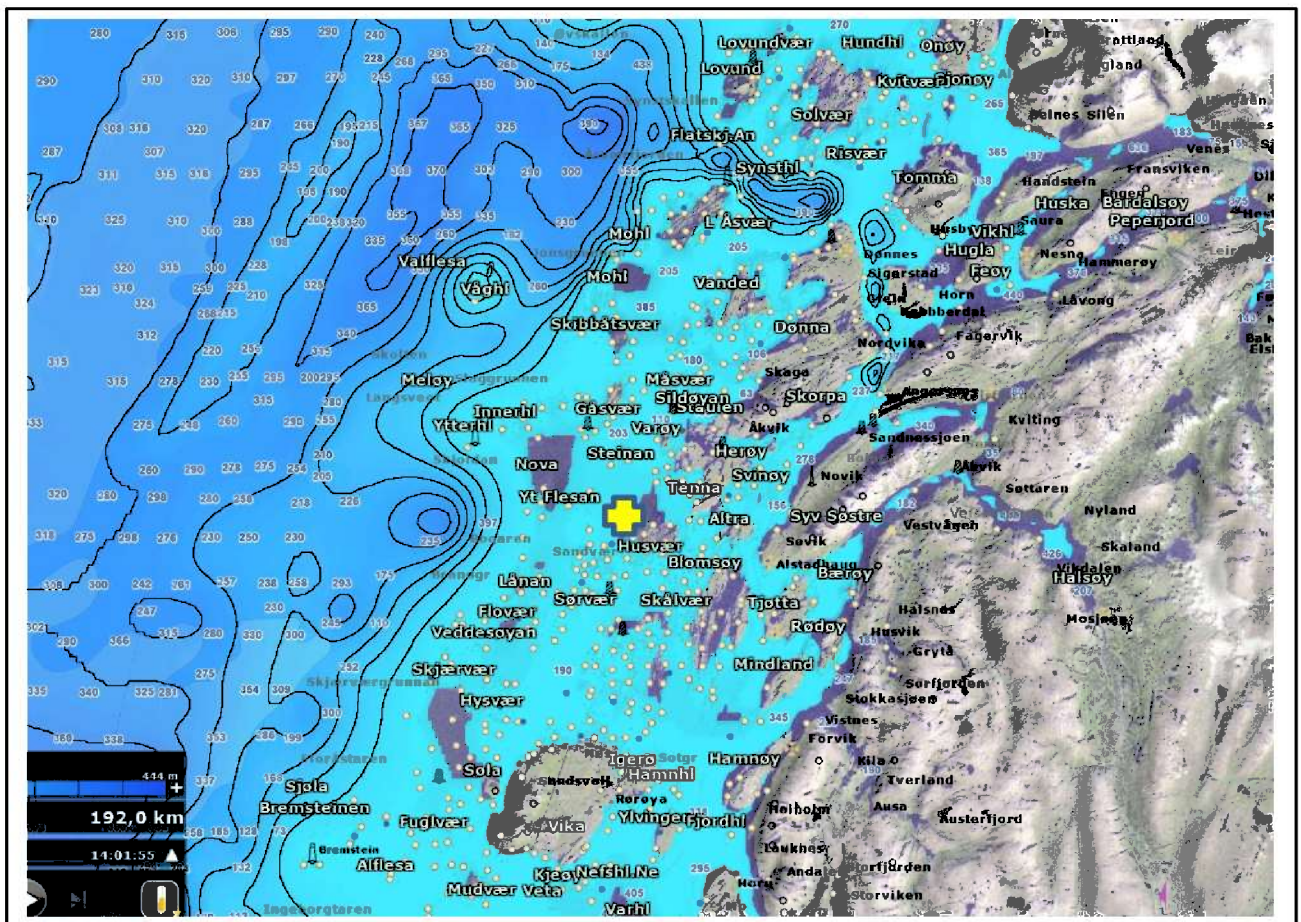
Denne rapporten tilfredsstillter kravene i NS 9415:2009, samt kravene i Fiskeridirektoratets veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur (2012).


## 2. Områdebeskrivelse

Ønsket lokalitet Seiskjæret ligger i Herøy kommune, Nordland. Seiskjæret ligger nord for Husvær, i et område med mange holmer og øyer.

Ettersom det stort sett er flate øyer og holmer i området rundt, er lokaliteten eksponert for vind fra alle retninger.

Riggen ble plassert over bratt skrånende grunn, med bunndyp på omtrent 150m ved måleposisjonen. Bunntopografien er og orientert NØ - SV i området for ønsket lokalitet.



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt lokaliteten. Lokalitet er anvist med 

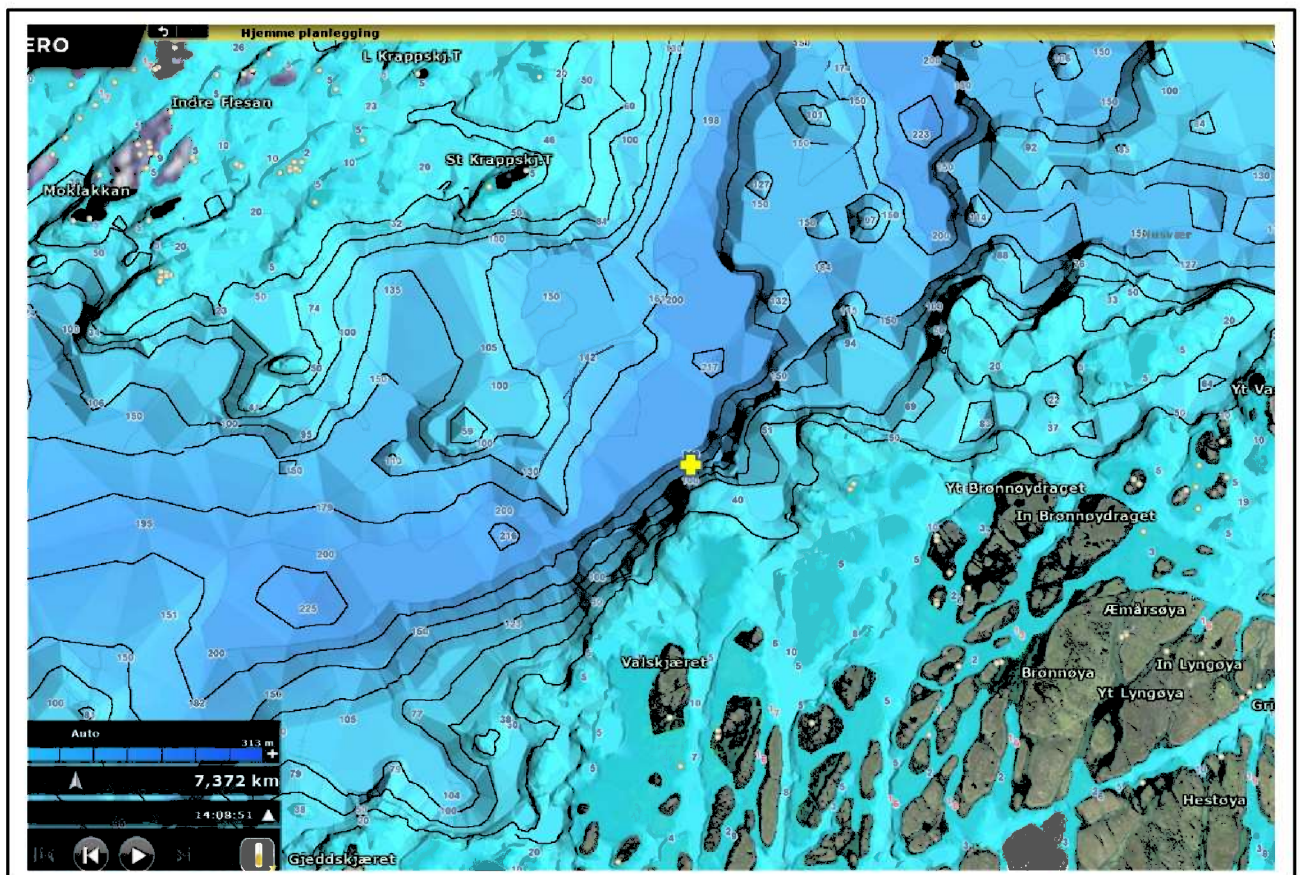
Kart er hentet fra TimeZero.

### 3. Metodikk

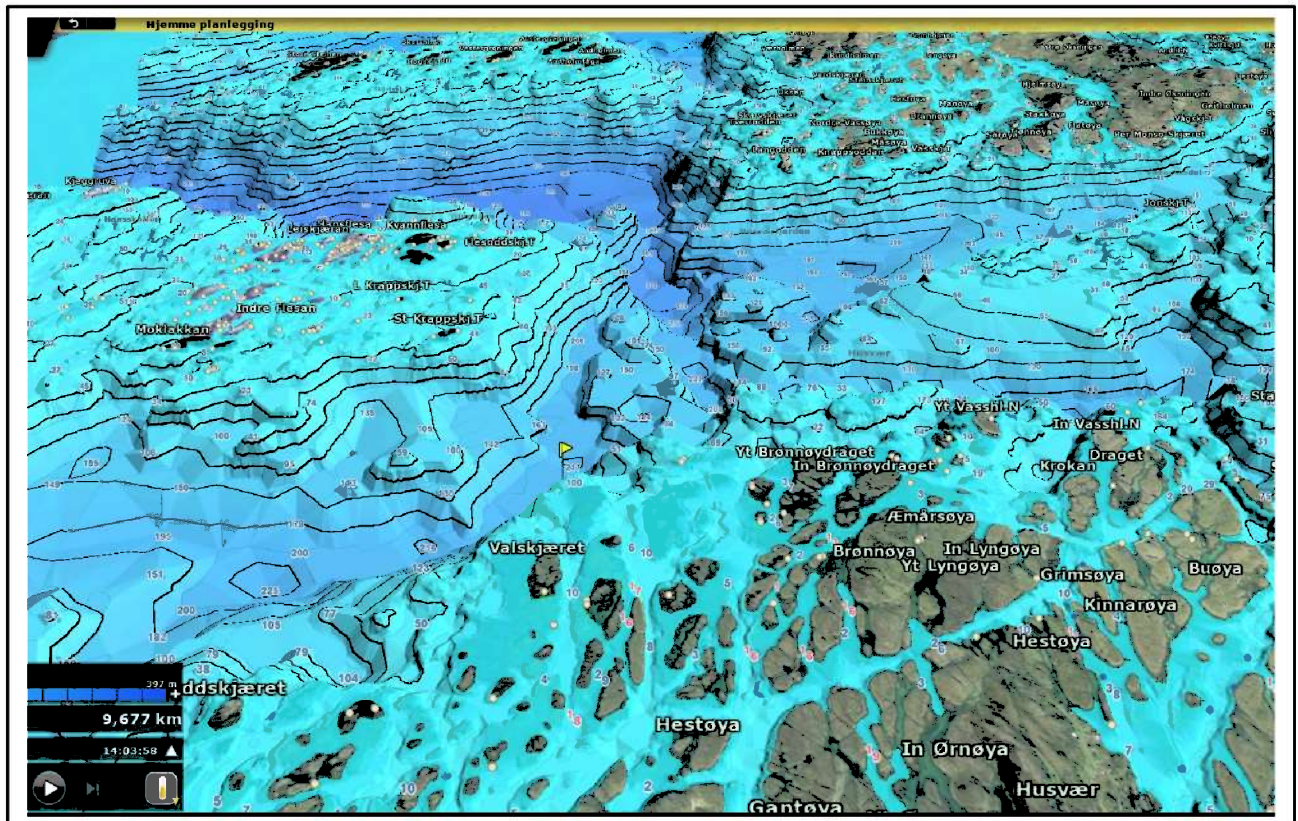
Strøm ble målt av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i tabellen under.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (m)	Bunn (m)
Merke	+	+	+	+
Instrument-type	Aanderaa Punktmåler	Aanderaa Punktmåler	Nortek Profiler	Nortek Profiler
Posisjon	65°56.078' N 012°04.263' Ø	65°56.078' N 012°04.263' Ø	65°56.078' N 012°04.263' Ø	65°56.078' N 012°04.263' Ø
Dyp på målested	150m	150m	150m	150m
Måleperiode	05.10.16 – 06.11.16	05.10.16 – 06.11.16	05.10.16 – 06.11.16	05.10.16 – 06.11.16
Antall døgn	32	32	32	32
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området. Kart er hentet fra TimeZero +



Figur 3.2. 3D bilde av bunntopografi i området. Kartet er hentet fra TimeZero.



## 4. Resultater

### 4.1 Strømdata sammendrag

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

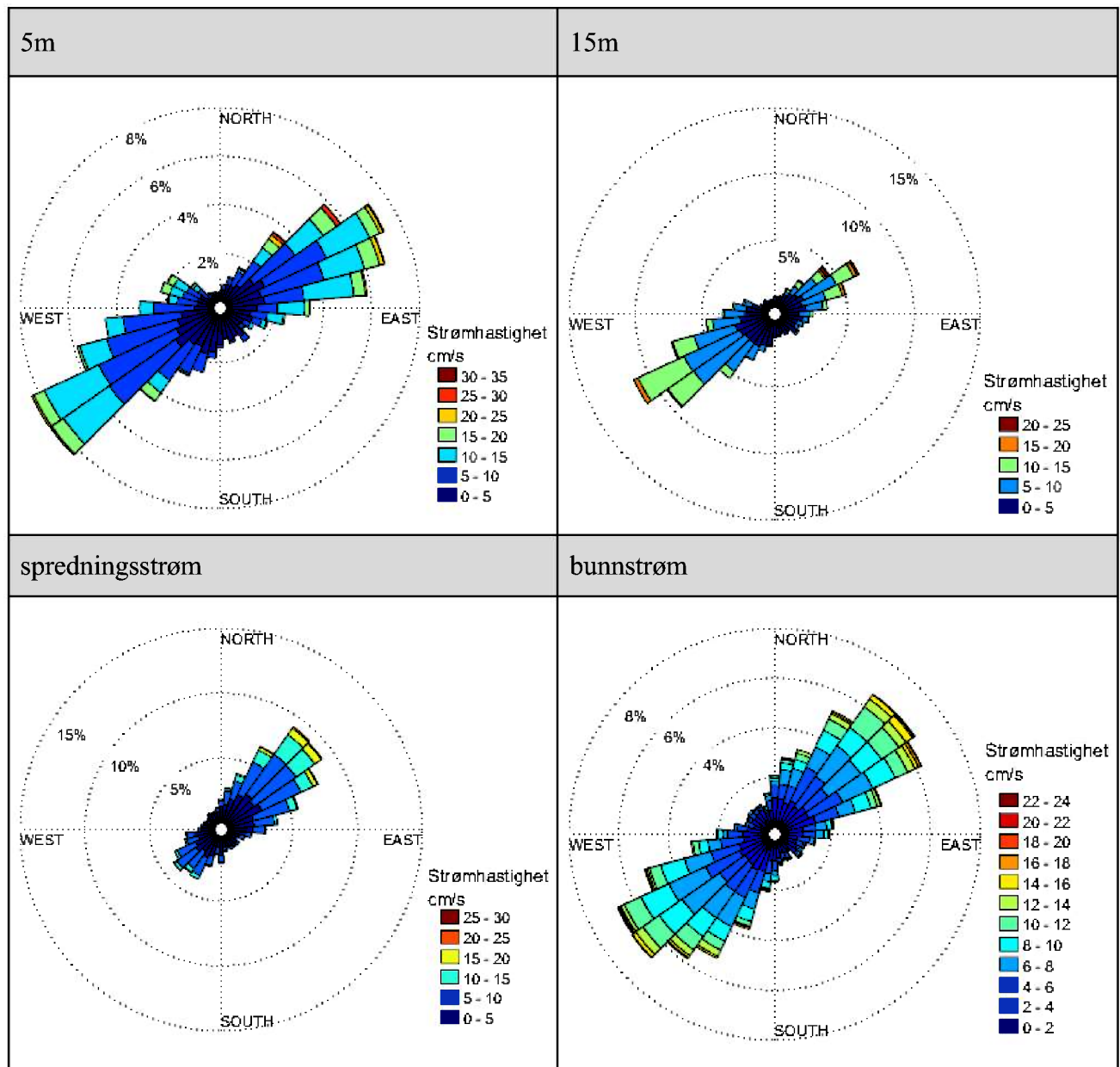
Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredning og bunn.

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

	5m	15m	Spredning	Bunn
Sjøtemperatur (°C)	8.9 – 12.3	9.0 – 12.4	7.8 – 8.8	7.8 – 8.8
<b>Strømhastighet</b>				
Maksimum (cm/s)	31.0	24.7	25.1	22.5
Gjennomsnitt (cm/s)	7.4	5.9	5.6	5.9
Minimum (cm/s)	0.1	0.0	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	12.8	10.4	9.9	9.8
Signifikant min (cm/s)	2.9	2.3	2.2	2.5
Varians (cm/s) <sup>2</sup>	21.2	14.5	13.5	11.4
Standard avvik (cm/s)	4.6	3.8	3.7	3.4
% <1cm/s	2.1	3.3	3.5	2.8
Lengst periode < 1cm/s (min)	40	60	30	30
% < 3cm/s (dvs. 0 - <3cm/s)	16.4	25.5	25.6	22.1
Lengst periode < 3cm/s (min)	220	410	120	100
% ≥ 30cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	10	0	0	0
<b>Effektiv transport</b>				
Hastighet (cm/s)	0.1	1.4	2.2	0.1
Retning grader (deg)	170	231	51	305
Neumann-parameter	0.02	0.23	0.39	0.02
Gjennomsnittlig vannforflytning (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	6401	5116	4851	5096

### 4.2 Strømroser

Strømroser viser strømhastighet 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 strømretning (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>	%	cm/s
0	4	10	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0.6	564	0.3	7.5
15	4	18	23	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	63	1.4	1515	0.7	12.3
30	3	25	25	48	14	5	3	1	0	0	0	0	0	124	2.7	4926	2.4	25.9
45	4	27	50	105	74	43	7	11	1	0	0	0	0	322	7.0	18825	9.2	31.0
60	4	34	83	201	122	34	10	6	0	0	0	0	0	494	10.7	25980	12.7	28.0
75	3	30	72	143	138	43	9	0	0	0	0	0	0	438	9.5	24420	11.9	24.6
90	2	25	51	58	81	11	0	0	0	0	0	0	0	228	5.0	11064	5.4	16.6
105	7	34	40	39	30	5	0	0	0	0	0	0	0	155	3.4	5774	2.8	18.9
120	5	28	22	25	11	0	0	0	0	0	0	0	0	91	2.0	2798	1.4	13.8
135	9	31	39	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	97	2.1	2051	1.0	10.7
150	3	32	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	1.4	1076	0.5	5.1
165	5	37	39	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	1.9	1595	0.8	6.6
180	3	31	47	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.9	1669	0.8	7.1
195	5	50	64	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	3.4	3634	1.8	8.5
210	3	35	57	81	6	7	1	0	0	0	0	0	0	190	4.1	6385	3.1	20.5
225	2	42	84	175	98	30	0	0	0	0	0	0	0	431	9.4	20300	9.9	19.3
240	4	46	74	240	169	34	7	0	0	0	0	0	0	574	12.5	29585	14.5	22.0
255	4	33	59	194	55	4	0	0	0	0	0	0	0	349	7.6	14824	7.2	17.6
270	5	22	29	111	46	1	0	0	0	0	0	0	0	214	4.7	9207	4.5	16.0
285	5	17	30	51	27	15	0	0	0	0	0	0	0	145	3.2	6639	3.2	18.5
300	3	19	20	44	43	17	3	0	0	0	0	0	0	149	3.2	8058	3.9	21.2
315	1	15	7	21	6	4	1	0	0	0	0	0	0	55	1.2	2195	1.1	20.7
330	3	7	12	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0.7	852	0.4	13.7
345	5	10	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0.6	573	0.3	8.5
Antall obs	96	658	968	1640	926	253	41	18	1	0	0	0	0	4601	100	0	0	0
%	2.1	14.3	21.0	35.6	20.1	5.5	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0.0	0	0.0	0.0

## Strømhastighet og strømretning (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
0	4	37	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	1.2	919	0.6	7.8
15	6	33	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.4	1006	0.6	5.5
30	5	34	32	21	14	1	0	0	0	0	0	0	0	107	2.3	3351	2.0	15.1
45	6	43	53	80	42	9	7	0	0	0	0	0	0	240	5.2	10178	6.2	22.7
60	5	31	90	175	101	21	13	0	0	0	0	0	0	436	9.5	21248	13.0	24.7
75	8	34	77	108	48	6	2	0	0	0	0	0	0	283	6.1	11326	6.9	23.7
90	5	43	55	57	13	0	0	0	0	0	0	0	0	173	3.8	5256	3.2	12.2
105	6	57	39	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.8	2960	1.8	11.6
120	2	45	44	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	118	2.6	2802	1.7	10.5
135	7	47	41	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	2.2	1737	1.1	9.1
150	9	47	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1.6	1083	0.7	4.7
165	10	49	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.7	1124	0.7	5.4
180	6	47	31	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	2.0	1520	0.9	6.5
195	13	59	63	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	3.3	2925	1.8	7.2
210	8	51	94	77	4	0	0	0	0	0	0	0	0	234	5.1	6323	3.9	14.1
225	5	43	99	263	93	3	0	0	0	0	0	0	0	506	11.0	21289	13.0	16.1
240	9	49	105	309	251	20	1	0	0	0	0	0	0	744	16.1	37151	22.7	20.0
255	10	70	92	191	63	1	0	0	0	0	0	0	0	427	9.3	16101	9.8	16.8
270	9	49	67	107	11	1	0	0	0	0	0	0	0	244	5.3	7596	4.6	15.4
285	7	38	50	44	10	2	0	0	0	0	0	0	0	151	3.3	4490	2.7	15.2
300	3	37	11	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.4	1283	0.8	13.9
315	2	37	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.2	776	0.5	5.6
330	3	24	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0.9	703	0.4	6.0
345	4	19	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0.8	571	0.3	5.1
Antall obs	152	1023	1149	1541	656	64	23	0	0	0	0	0	0	4608	100	0	0	0
%	3.3	22.2	24.9	33.4	14.2	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0.0	0	0.0	0.0

## Strømhastighet og strømretning (spredningdyp).

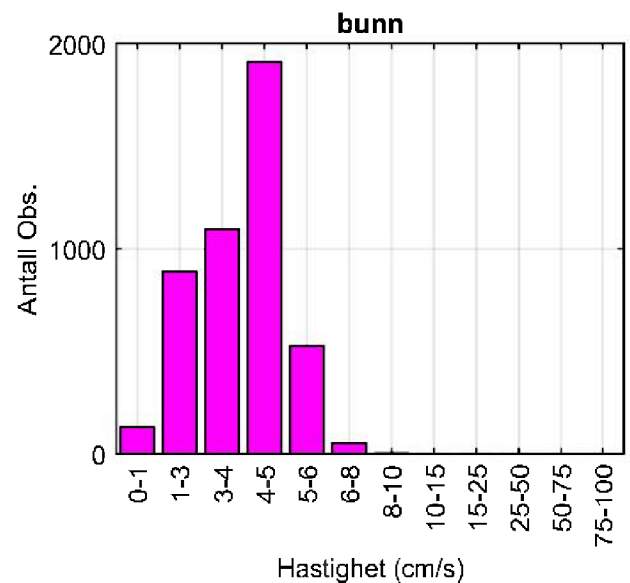
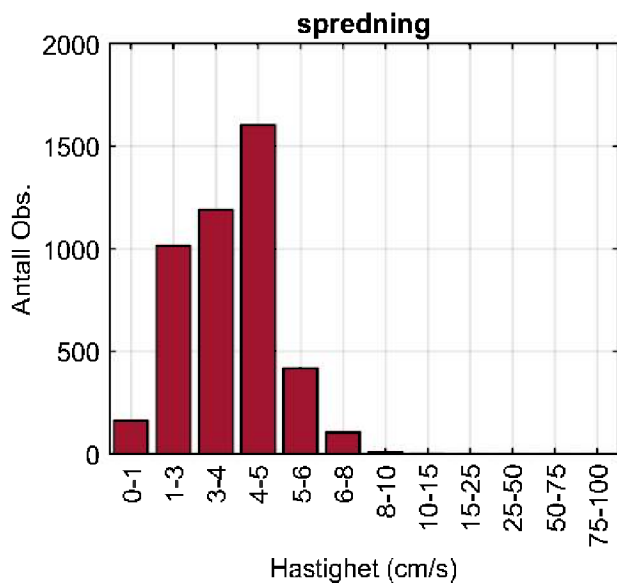
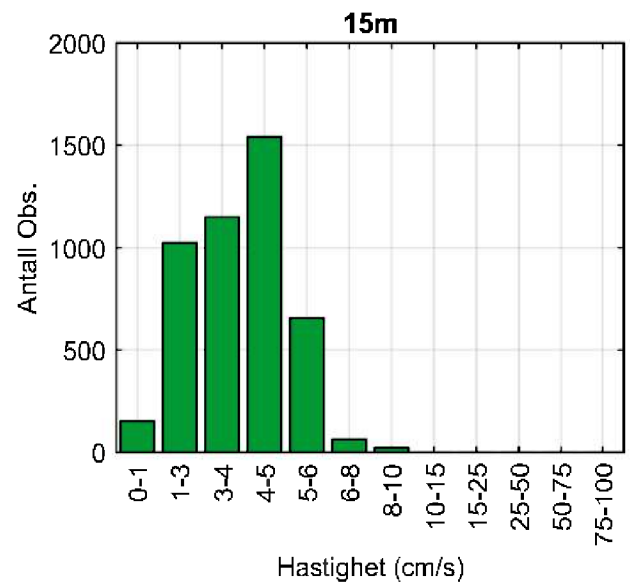
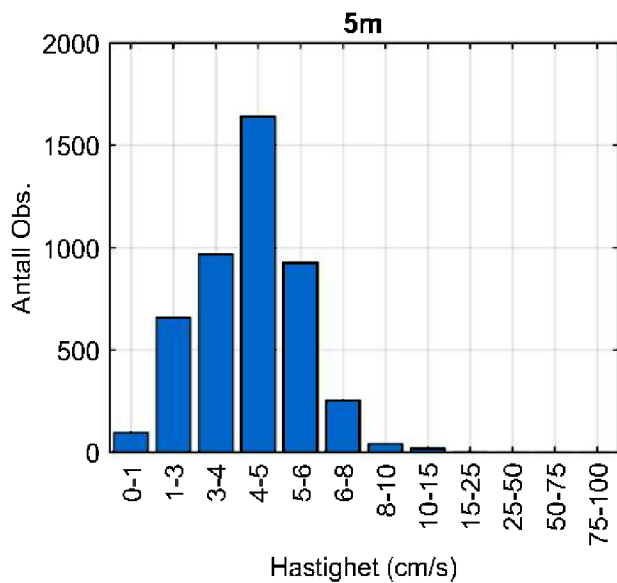
Retning (grader)	Strømhastighetsgruppe															Total flow		Maks strøm
	0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%	cm/s
0	8	48	40	29	3	2	0	0	0	0	0	0	0	130	2.8	3164	2.1	18.8
15	8	46	53	85	19	5	0	0	0	0	0	0	0	216	4.7	7317	4.8	16.2
30	9	59	104	199	72	17	4	0	0	0	0	0	0	464	10.1	19222	12.7	20.7
45	10	68	113	255	131	49	4	1	0	0	0	0	0	631	13.7	30280	19.9	25.1
60	9	54	126	243	77	25	3	0	0	0	0	0	0	537	11.7	22952	15.1	22.7
75	6	68	74	146	29	0	0	0	0	0	0	0	0	323	7.0	10751	7.1	14.8
90	8	46	74	65	3	0	0	0	0	0	0	0	0	196	4.3	5201	3.4	11.6
105	6	38	39	27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	111	2.4	2644	1.7	15.3
120	5	27	28	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.6	1430	0.9	9.6
135	7	34	24	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	80	1.7	1595	1.1	10.9
150	8	39	23	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1.8	1591	1.0	8.0
165	6	30	22	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.6	1674	1.1	12.6
180	7	44	30	27	5	1	0	0	0	0	0	0	0	114	2.5	2764	1.8	15.0
195	3	51	36	44	6	0	0	0	0	0	0	0	0	140	3.0	3755	2.5	14.9
210	9	47	67	98	17	1	0	0	0	0	0	0	0	239	5.2	7703	5.1	15.5
225	5	43	74	113	24	2	0	0	0	0	0	0	0	261	5.7	8932	5.9	16.5
240	12	47	55	107	16	1	0	0	0	0	0	0	0	238	5.2	7592	5.0	17.3
255	3	38	54	54	7	1	0	0	0	0	0	0	0	157	3.4	4610	3.0	19.4
270	8	32	46	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	103	2.2	2222	1.5	10.5
285	4	34	23	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	1.5	1250	0.8	7.8
300	8	29	22	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	1.5	1209	0.8	7.3
315	2	33	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1.3	1038	0.7	9.9
330	6	28	21	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	65	1.4	1255	0.8	12.4
345	6	33	22	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	77	1.7	1653	1.1	14.7
Antall obs	163	1016	1190	1604	417	105	11	1	0	0	0	0	0	4507	98	0	0	0
%	3.5	22.0	25.8	34.8	9.0	2.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98	0.0	0	0.0	0.0

## Strømhastighet og strømretning (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
0	6	48	39	43	6	0	0	0	0	0	0	0	0	142	3.1	3637	2.2	13.0
15	6	40	51	94	17	1	0	0	0	0	0	0	0	209	4.5	7055	4.3	16.6
30	4	43	92	147	58	7	0	0	0	0	0	0	0	351	7.6	13949	8.6	16.5
45	6	40	78	230	101	13	1	0	0	0	0	0	0	469	10.2	20866	12.8	20.8
60	4	54	81	202	71	10	0	0	0	0	0	0	0	422	9.2	17615	10.8	18.7
75	7	41	56	91	13	1	0	0	0	0	0	0	0	209	4.5	6787	4.2	15.0
90	6	31	47	39	7	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.8	3654	2.2	13.4
105	1	28	34	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	1.7	1800	1.1	8.8
120	9	27	22	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.6	1540	0.9	10.9
135	3	31	12	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	56	1.2	1156	0.7	13.2
150	4	21	21	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	56	1.2	1159	0.7	13.1
165	4	26	19	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	67	1.5	1588	1.0	11.8
180	9	36	31	29	4	0	0	0	0	0	0	0	0	109	2.4	2719	1.7	14.4
195	2	50	45	78	11	3	0	0	0	0	0	0	0	189	4.1	6263	3.8	16.5
210	9	48	66	176	46	5	1	0	0	0	0	0	0	351	7.6	13716	8.4	20.2
225	3	48	81	225	76	8	0	0	0	0	0	0	0	441	9.6	18591	11.4	17.7
240	3	38	90	250	71	3	2	0	0	0	0	0	0	457	9.9	19066	11.7	22.5
255	5	40	73	127	31	2	0	0	0	0	0	0	0	278	6.0	10315	6.3	17.7
270	6	39	52	49	4	0	0	0	0	0	0	0	0	150	3.3	4016	2.5	12.6
285	3	30	23	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.7	1762	1.1	9.3
300	9	35	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	1.5	1235	0.8	9.6
315	9	32	26	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	1.7	1445	0.9	7.6
330	6	35	16	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1.4	1201	0.7	10.3
345	6	28	21	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	77	1.7	1862	1.1	11.4
Antall obs	130	889	1094	1910	527	53	4	0	0	0	0	0	0	4607	100	0	0	0
%	2.8	19.3	23.7	41.4	11.4	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0.0	0	0.0	0.0

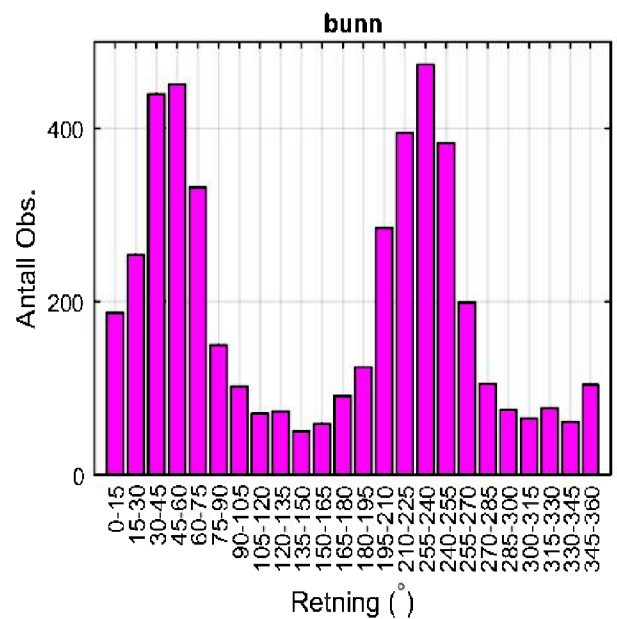
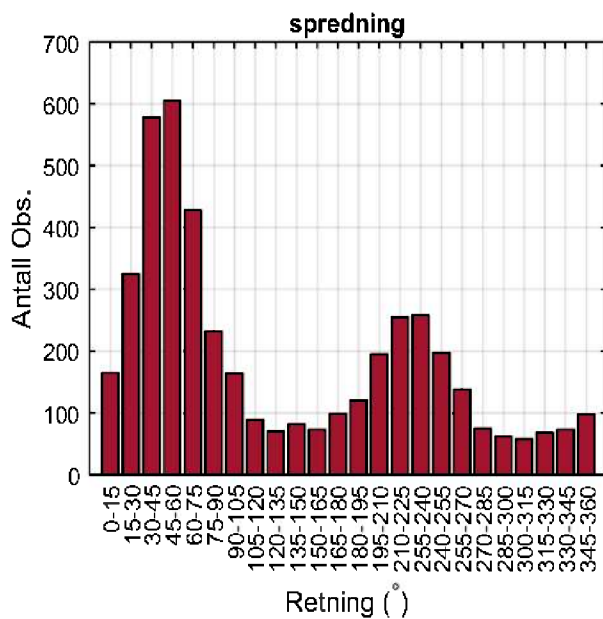
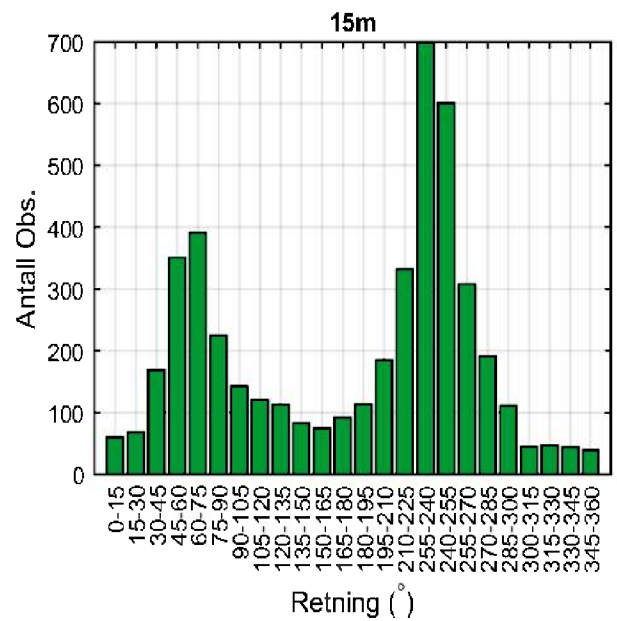
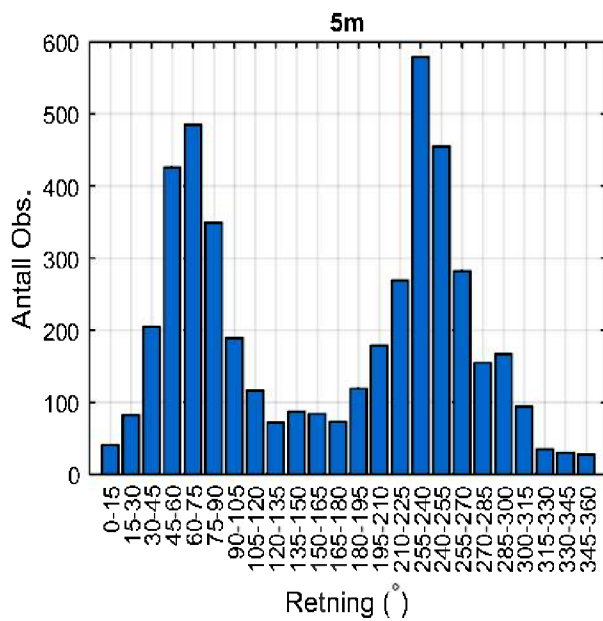
#### 4.4 Strømmens hastighetsfordeling.

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



### 4.5 Strømmens retningsfordeling.

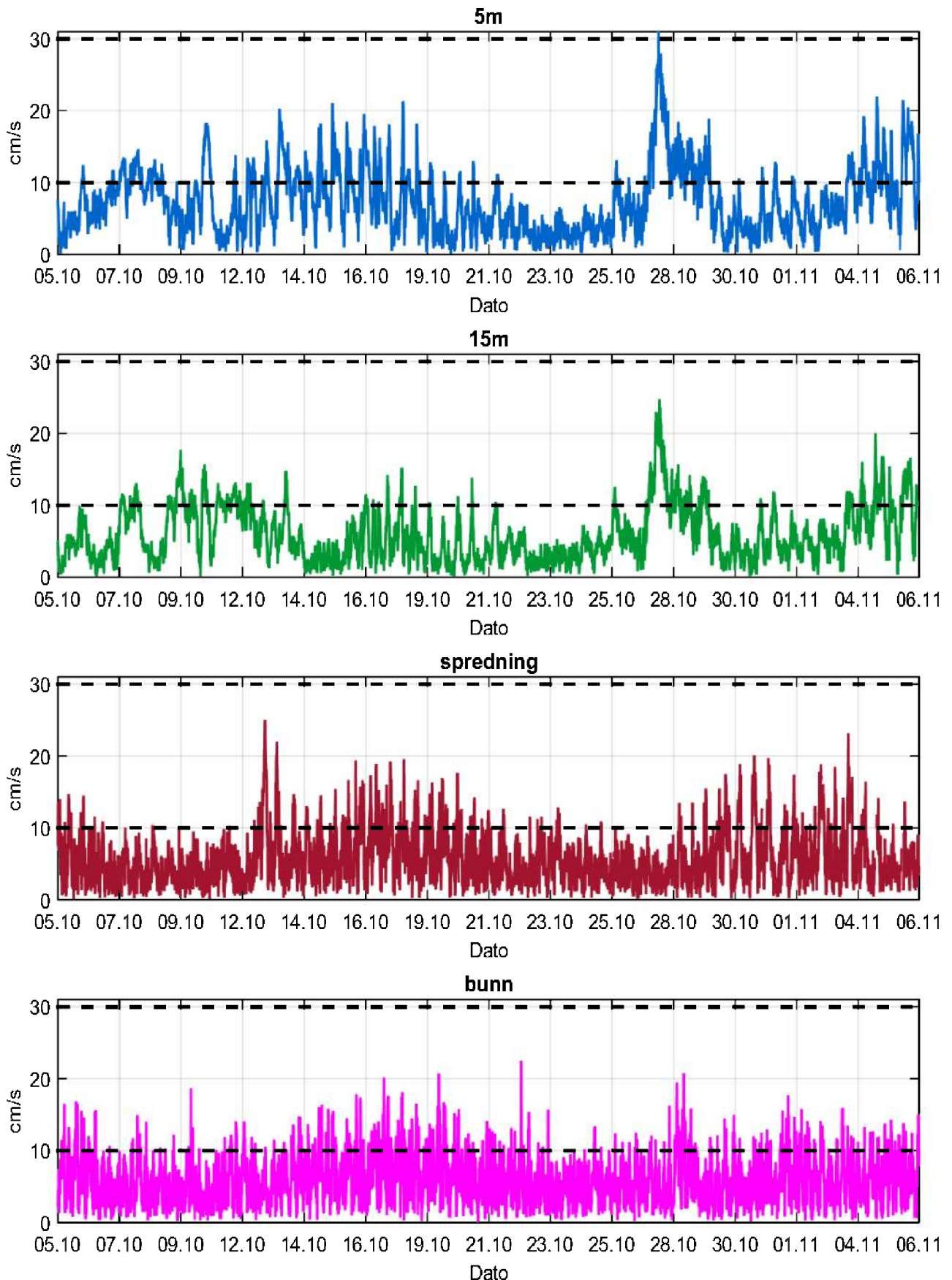
Strømmens retning fordelt over 15°-sektorer, med antall registreringer på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.





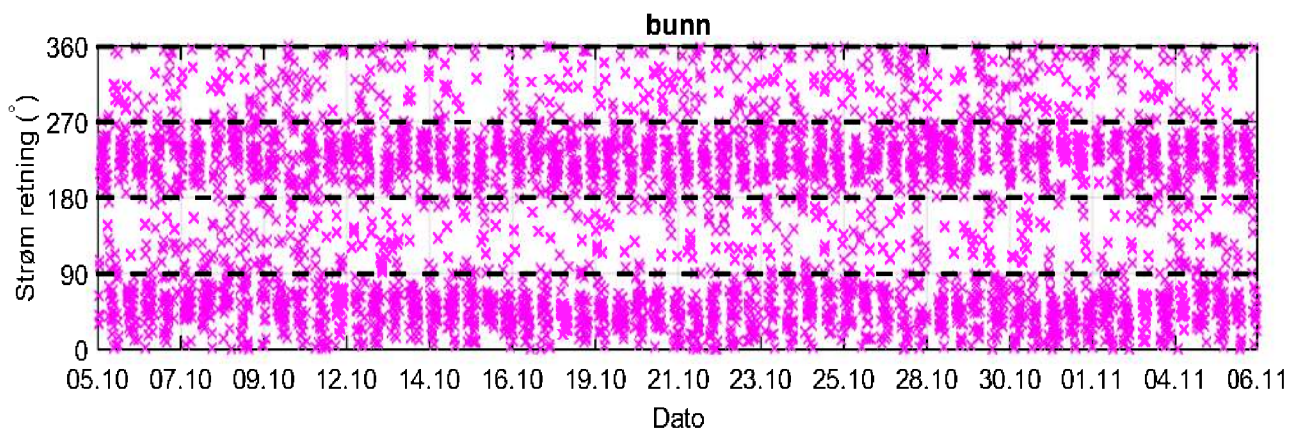
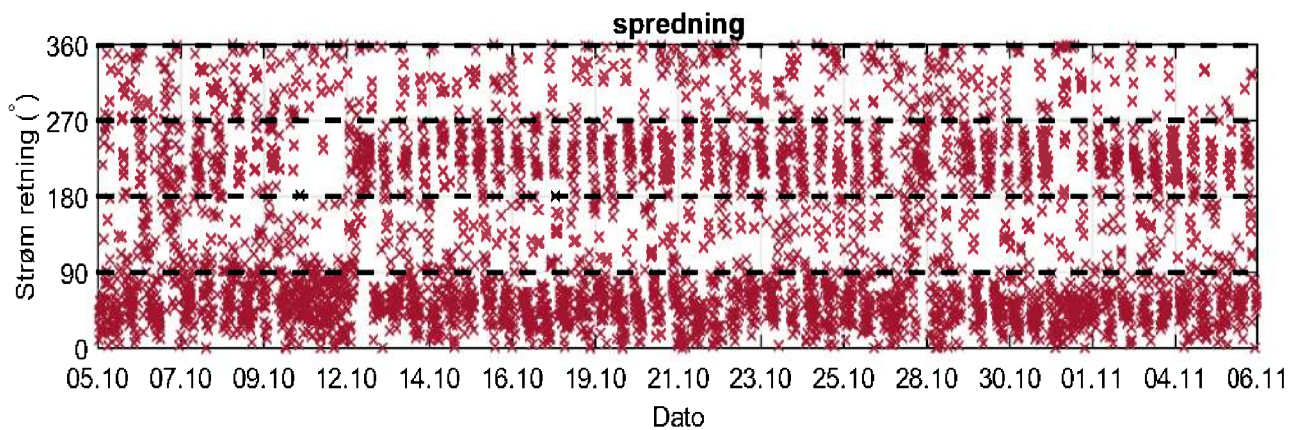
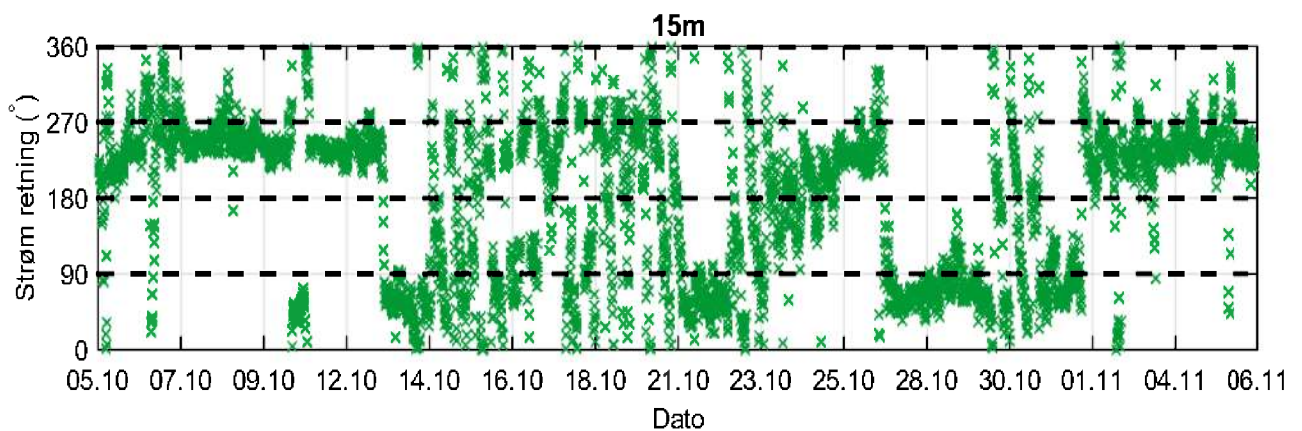
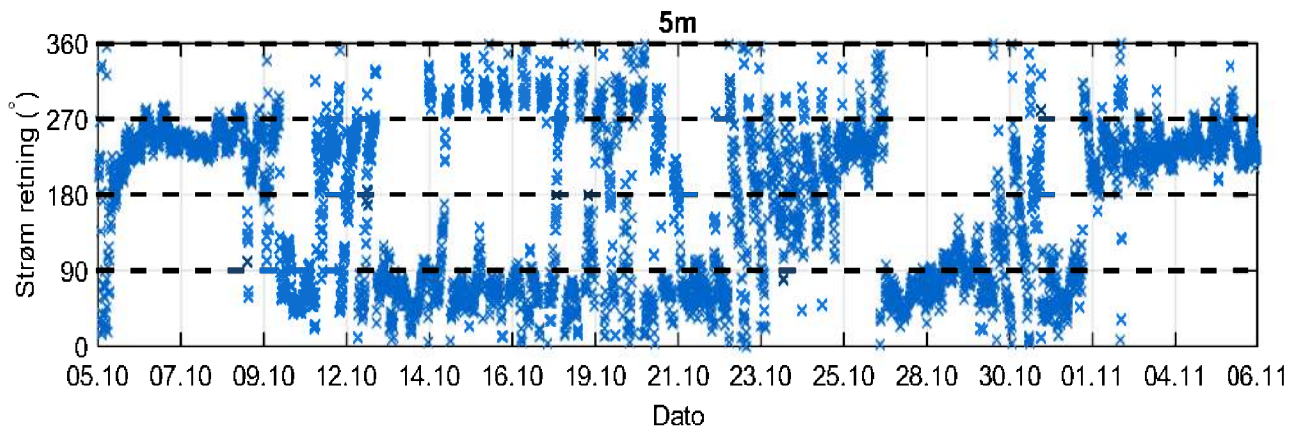
#### 4.6 Tidsdiagram - strømhastighet.

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



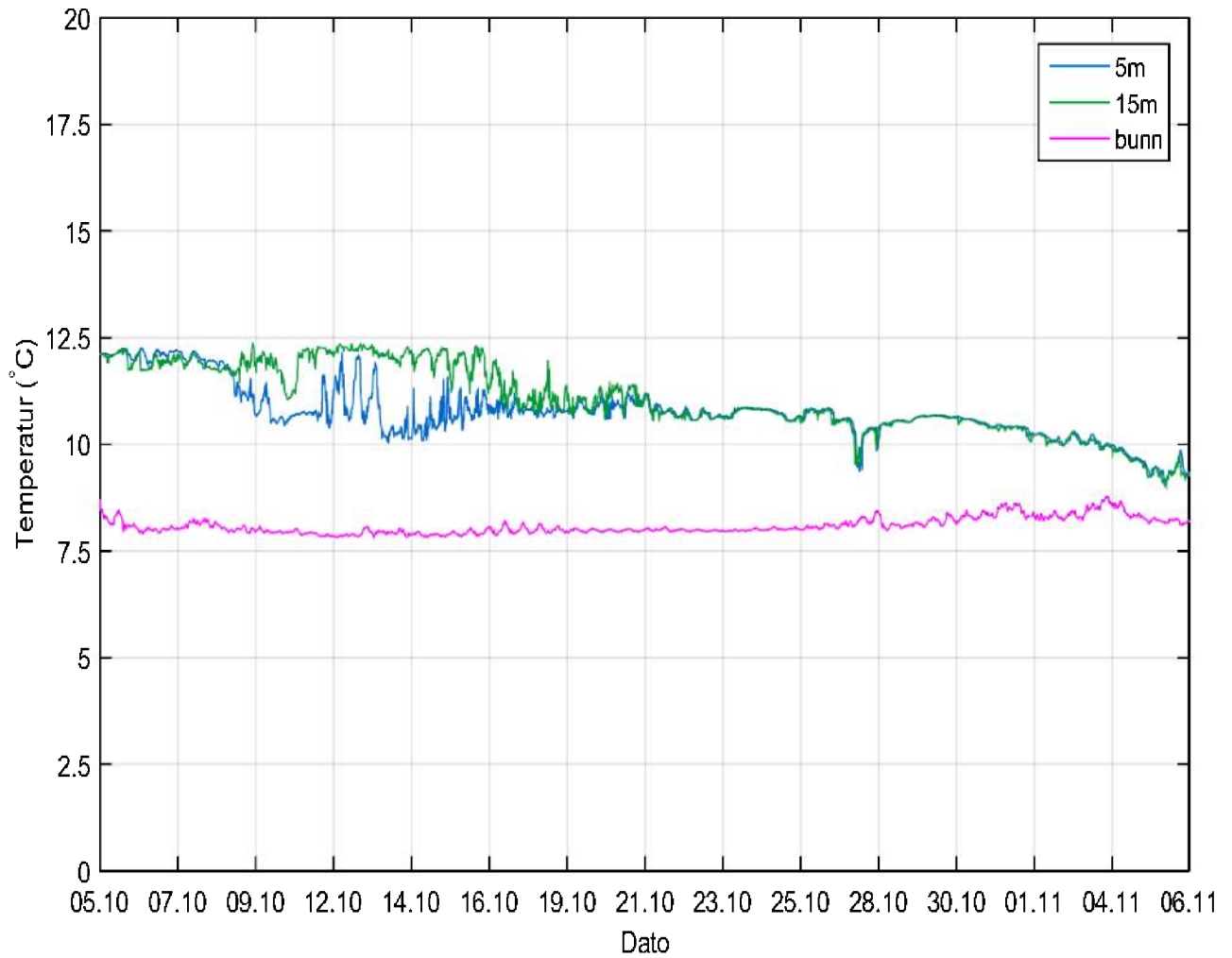
#### 4.7 Tidsdiagram - strømretning.

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



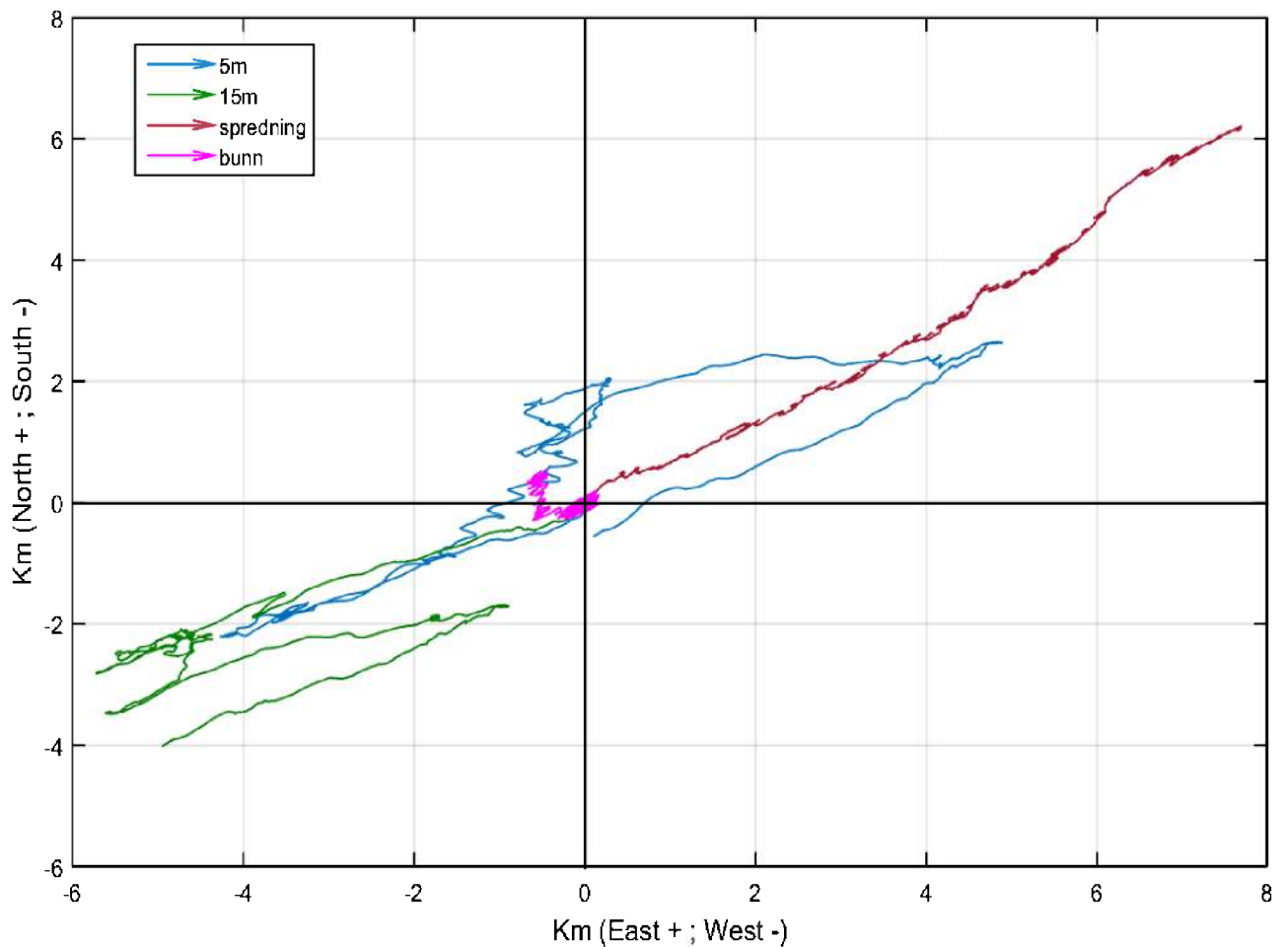
#### 4.8 Tidsdiagram - temperatur.

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.

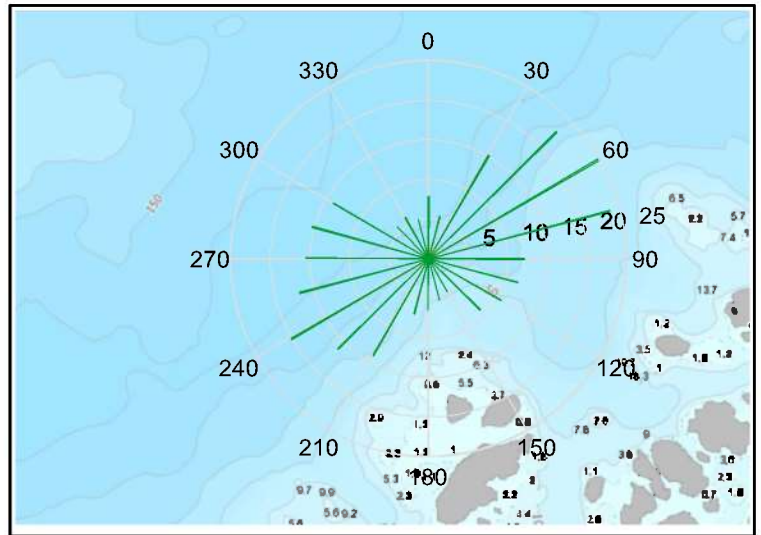
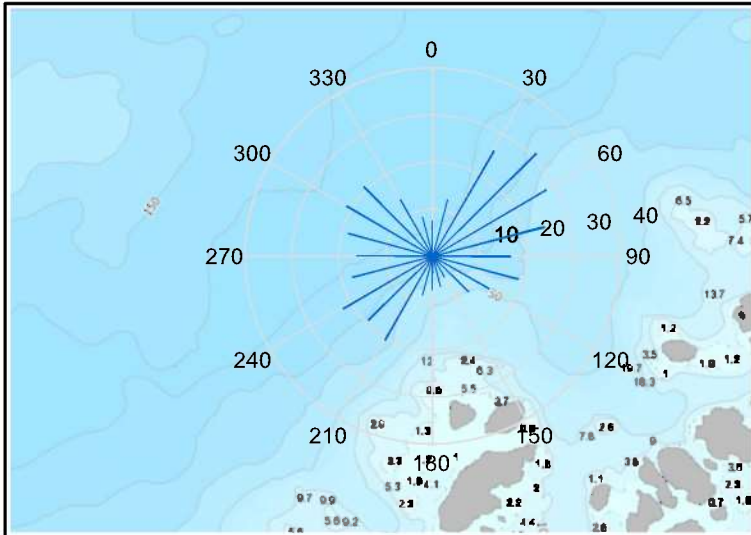


**4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømshastighet.**

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

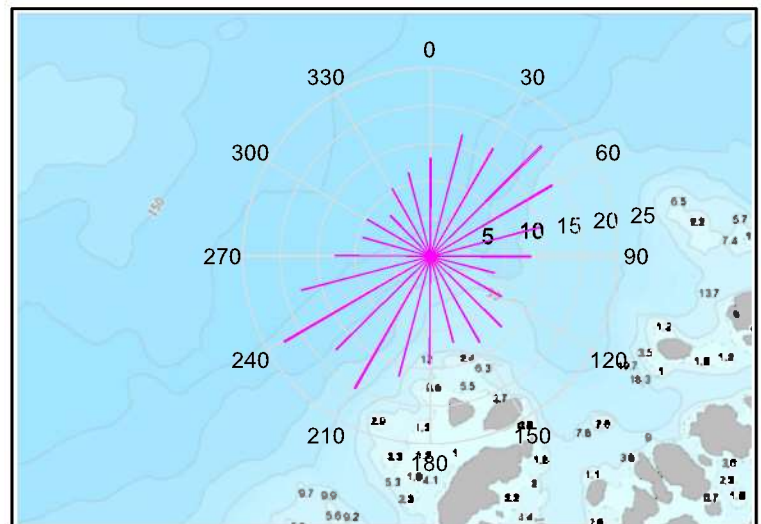
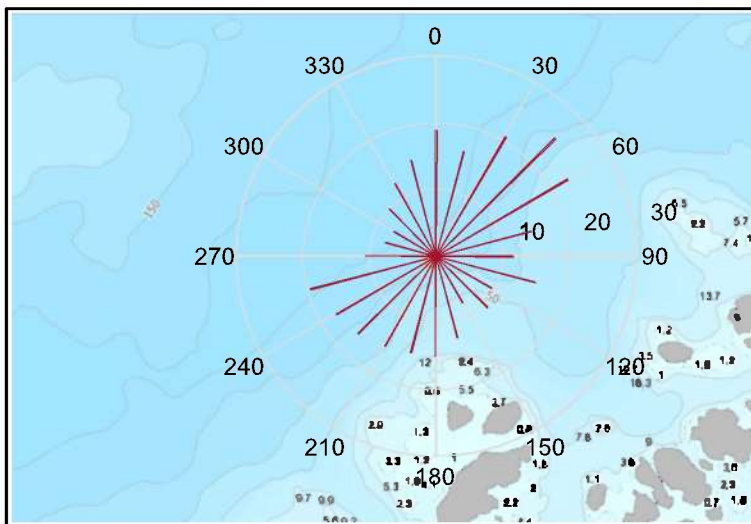
*Maksimal strømshastighet (5m dyp).*

*Maksimal strømshastighet (15m dyp).*



*Maksimal strømshastighet (spredningsdyp).*

*Maksimal strømshastighet (bunndyp).*

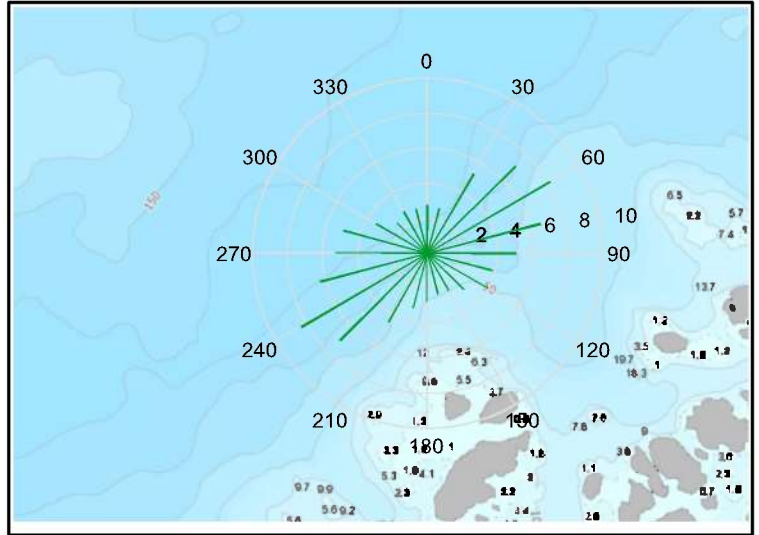
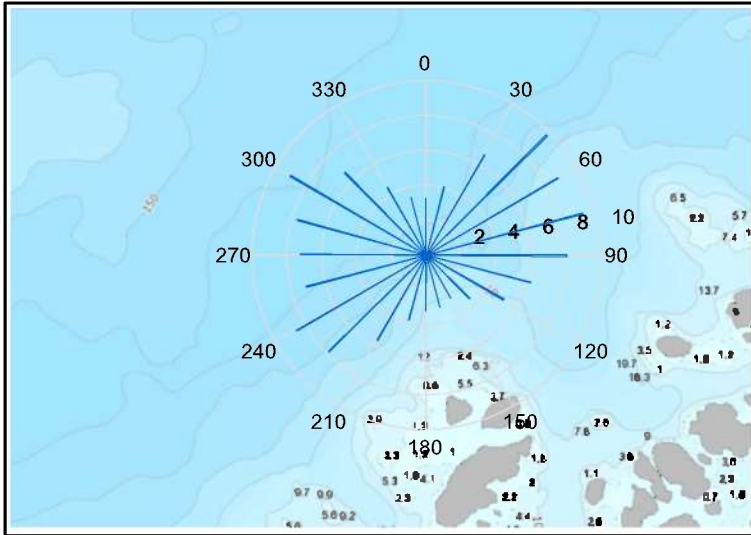


### 4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet.

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

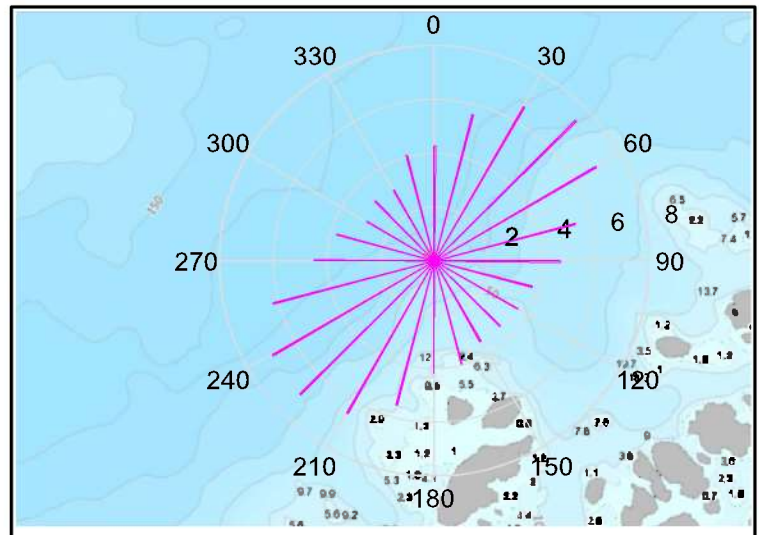
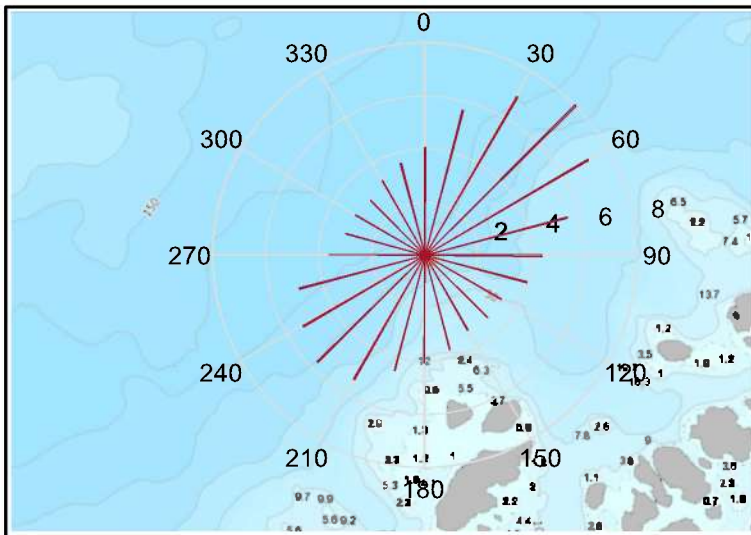
*Middelhastighet (5m dyp).*

*Middelhastighet (15m dyp).*



*Middelhastighet (spredningsdyp).*

*Middelhastighet (bunndyp).*

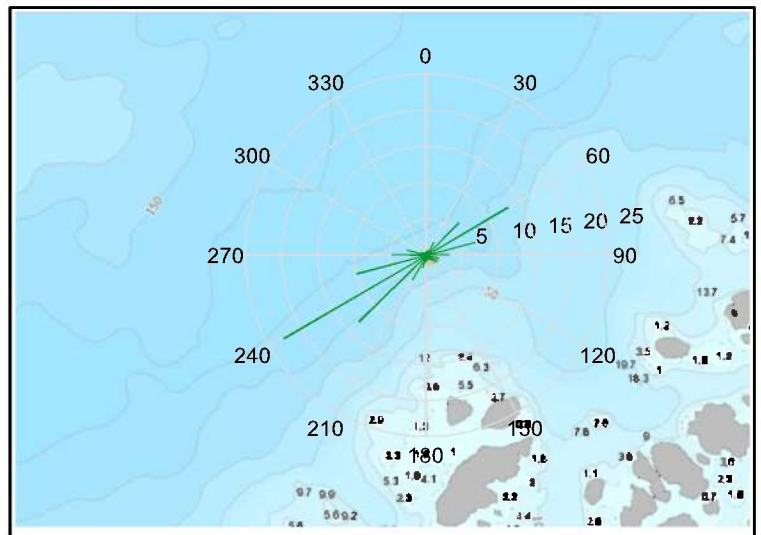
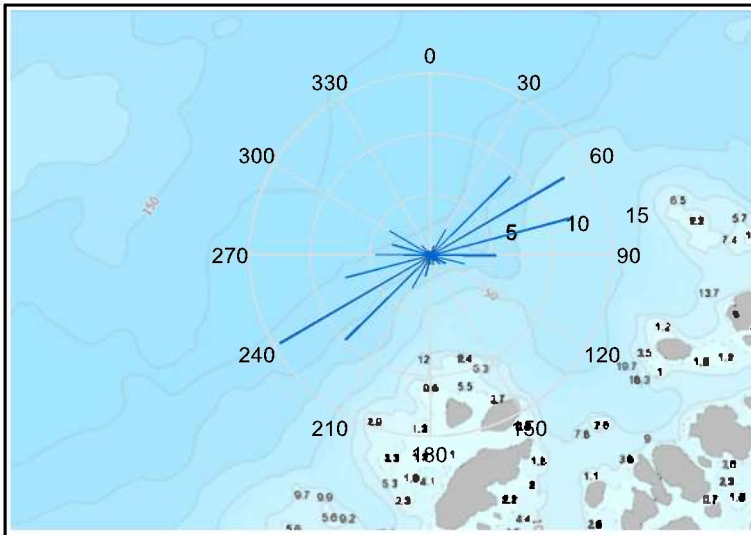


**4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.**

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.

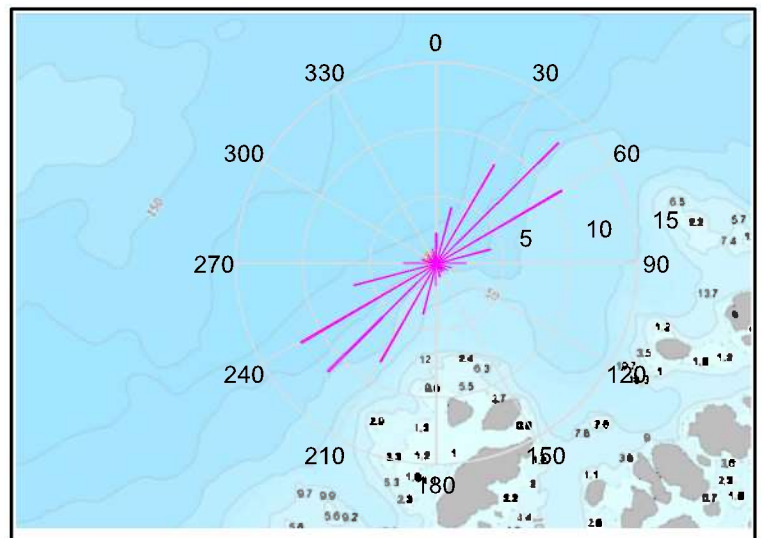
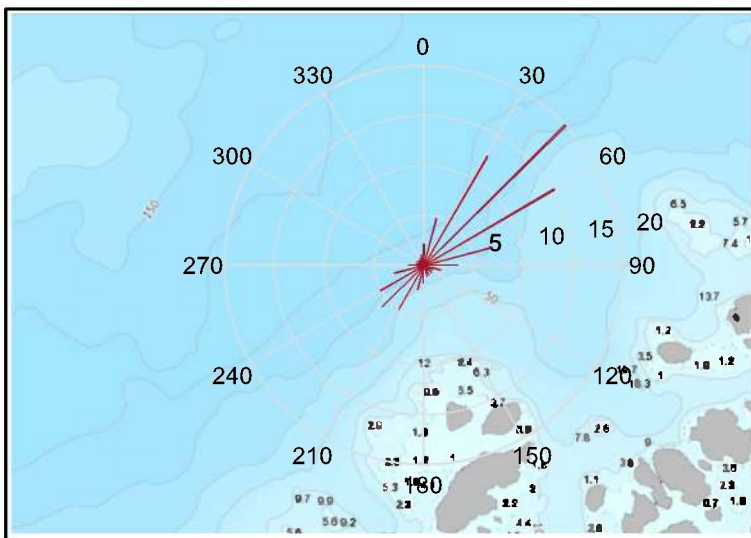
*Relativ vannfluks (5m dyp).*

*Relativ vannfluks (15m dyp).*



*Relativ vannfluks (spredningsdyp).*

*Relativ vannfluks (bunndyp).*

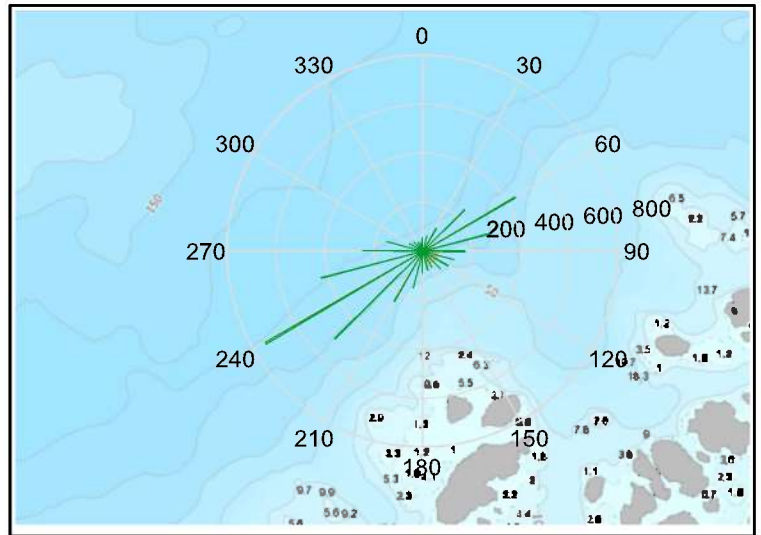
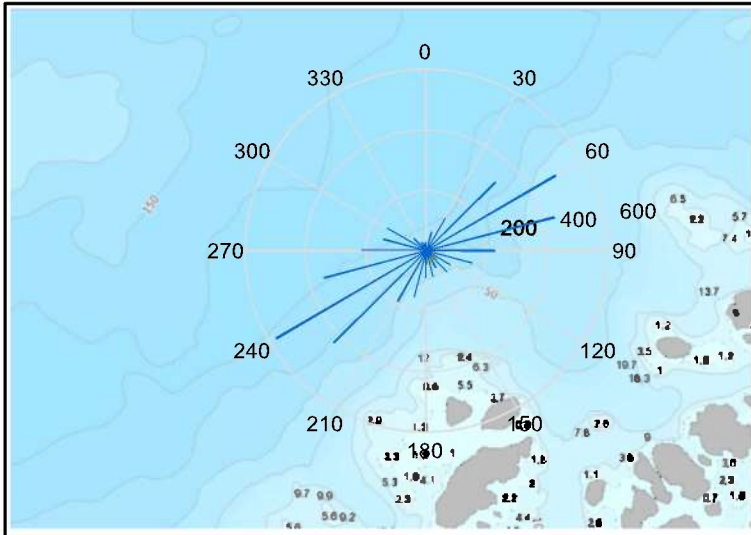


**4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.**

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

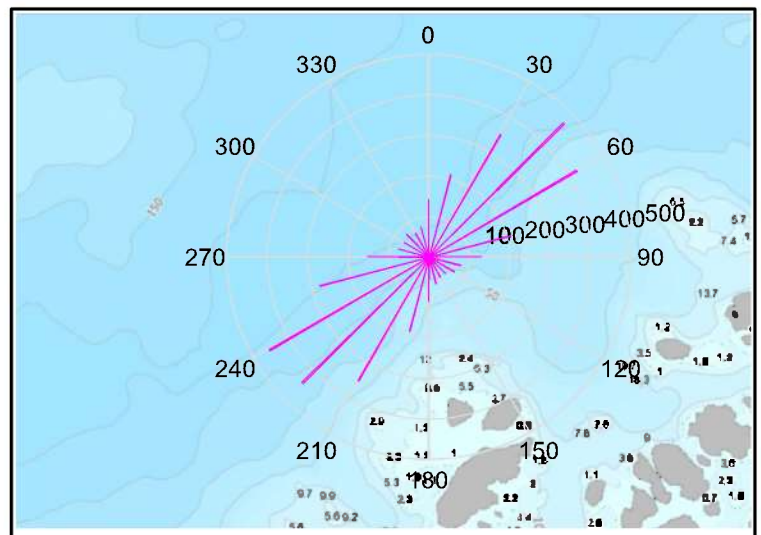
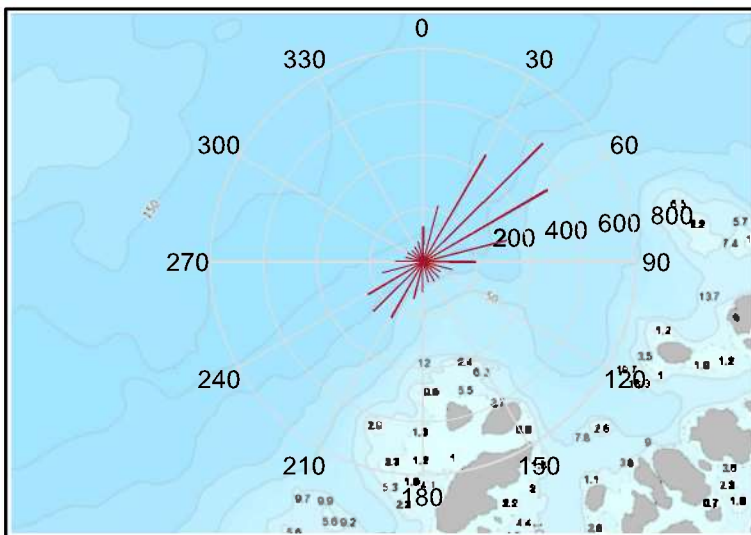
*Antall målinger (5m dyp).*

*Antall målinger (15m dyp).*



*Antall målinger (spredningsdyp).*

*Antall målinger (bunndyp).*





**4.14 Maksimal strømshastighet for 8 retningssektorer.**

Tabell 4.14.1. Maksimal strømshastighet (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>	12.3	31.0	24.6	13.8	8.5	22.0	18.5	21.2
<b>15m</b>	7.8	24.7	23.7	10.5	7.2	20.0	16.8	13.9
<b>Spredning</b>	18.8	25.1	15.3	10.9	15.0	17.3	19.4	12.4
<b>Bunn</b>	16.6	20.8	15.0	13.2	16.5	22.5	17.7	10.3

**4.15 Gjennomsnittlig strømshastighet for 8 retningssektorer.**

Tabell 4.15.1. Gjennomsnittlig strømshastighet (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>	3.6	8.8	8.4	3.9	3.5	7.8	7.2	7.8
<b>15m</b>	2.6	7.4	5.6	3.2	2.9	7.3	5.7	2.9
<b>Spredning</b>	4.5	7.4	4.9	3.3	4.1	5.5	4.1	3.0
<b>Bunn</b>	4.7	7.0	4.9	3.5	4.8	6.9	5.3	3.0

**4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.**

Tabell 4.16.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
<b>5m</b>	120	940	821	251	330	1195	708	236
<b>15m</b>	157	783	586	293	323	1484	822	160
<b>Spredning</b>	423	1632	630	234	330	738	328	192
<b>Bunn</b>	428	1242	419	184	365	1249	506	214

**4.17 Relativ vannutsiftning for 8 retningssektorer.**

Tabell 4.17.1. Relativ vannutsiftning (%) 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>	1.3	24.3	20.2	2.9	3.4	27.5	15.0	5.4
<b>15m</b>	1.5	21.2	11.9	3.4	3.4	39.6	17.2	1.7
<b>Spredning</b>	7.5	48.0	12.3	3.1	5.4	16.0	5.4	2.3
<b>Bunn</b>	7.4	32.3	7.5	2.4	6.5	31.6	9.9	2.4

**4.18 10-års og 50-års strømhastighet for 8 retningssektorer på 5m.**

Verdier for returperiode på 10 år (x1.65) og 50 år (x1.85).

Tabell 4.18.1. 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>	12.3	31.0	24.6	13.8	8.5	22.0	18.5	21.2
<b>10-år (cm/s)</b>	20.4	51.1	40.6	22.8	14.1	36.3	30.5	35.0
<b>50-år (cm/s)</b>	22.8	57.3	45.5	25.6	15.8	40.7	34.2	39.3

**4.19 10-års og 50-års strømhastighet for 8 retningssektorer på 15m.**

Tabell 4.19.1. 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>	7.8	24.7	23.7	10.5	7.2	20.0	16.8	13.9
<b>10-år (cm/s)</b>	12.9	40.8	39.0	17.3	11.8	33.1	27.8	22.9
<b>50-år (cm/s)</b>	14.4	45.8	43.8	19.4	13.3	37.1	31.1	25.6

## 4.20 Tidevannsanalyse

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 og for å finne hovedaksen for strøm ellipsen (Figur 4.20.1).

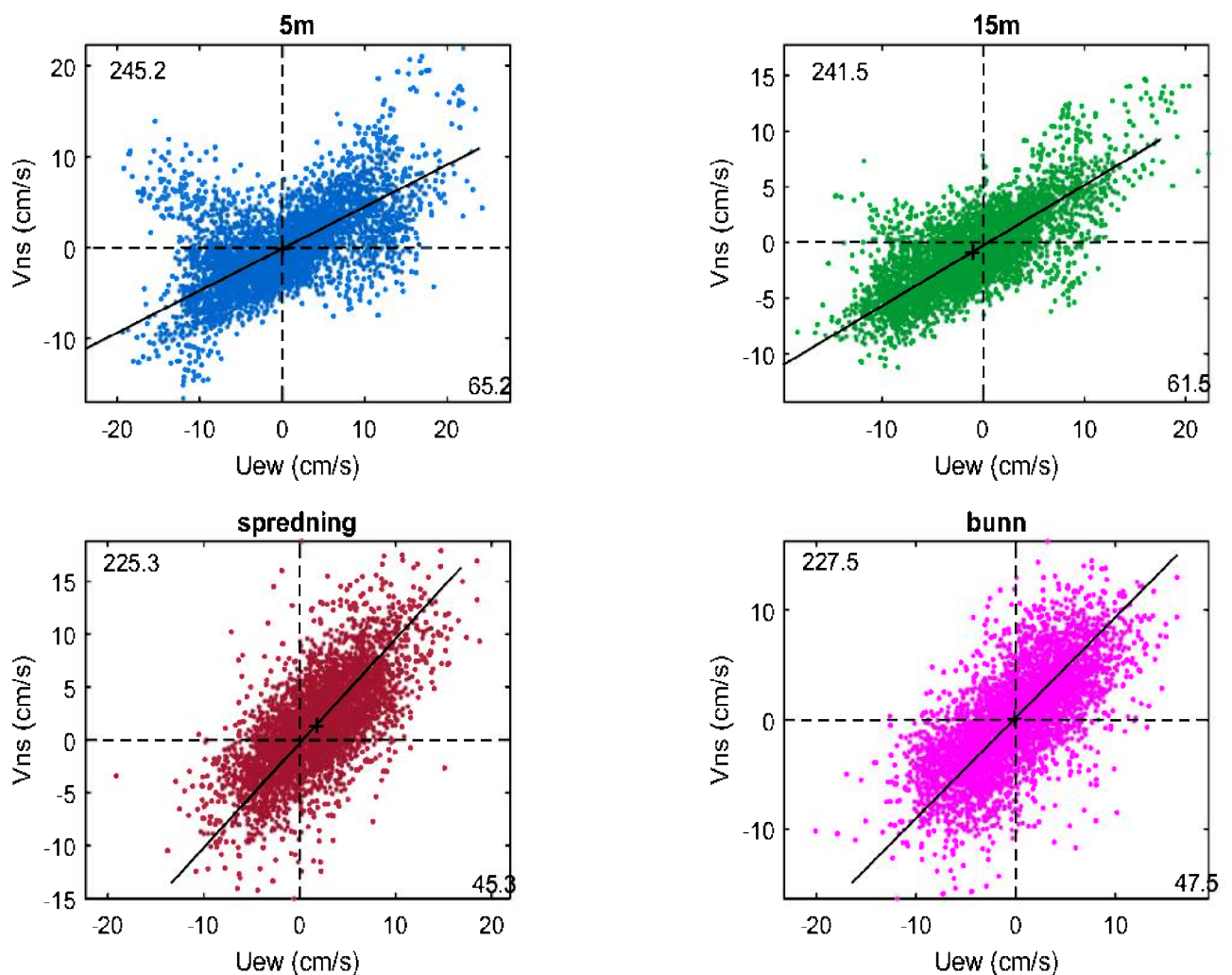
Tidevannsellipsen er rettlinjert og hovedstrømaksen er orientert NØ – SV. Høyeste strømhastighet, som er mot NØ eller SV for alle dyp, er også orientert langs denne aksen.

Måleperioden inkluderte 2 springflo («storsjøan») – nippflo («småsjøan») tidevannssykluser. Fullmåne og nymåne var på hhv 16. og 30. oktober 2016. «Storsjøan» er ofte ca. to dager etter fullmånen eller nymånen.

Tidevannsanalyse av strømdata og prosent av målte signal som tidevannet forårsaket er oppgitt i Tabell 4.20.1. Tidevannsanalyse er utført ved bruk av T\_Tide (Pawlowic, et al., 2002).

Tabell 4.20.1. Tidevannsanalyse av målte data.

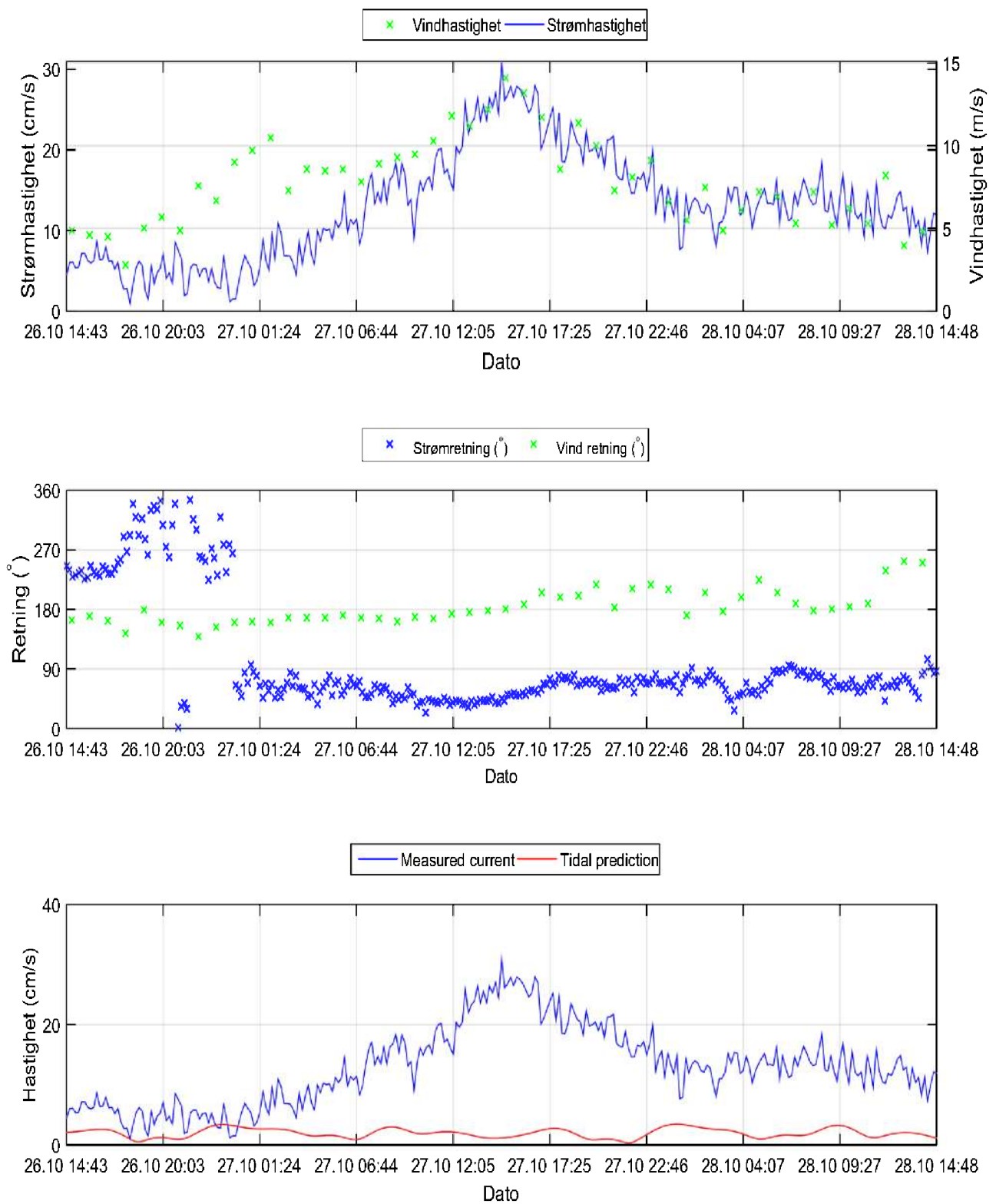
Data	5m	15m	spredning	bunn
Prosent (%)	56.1	45.2	49.6	58.4



Figur 4.20.1.  $U_{EW}$  -  $V_{NS}$  punktdiagram.

#### 4.21 Todagersperiode.

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



Figur 4.21.1. Strømhastighet, strømrretning, tidevann og vind for maksimalstrømmen ved 5m dyp.

## 4.22 Vind under måleperioden

Landtopografien rundt målestedet er preget av flate øyer og holmer, dermed kan vind fra alle retninger ha betydning for strømforholdene i overflaten på lokaliteten.

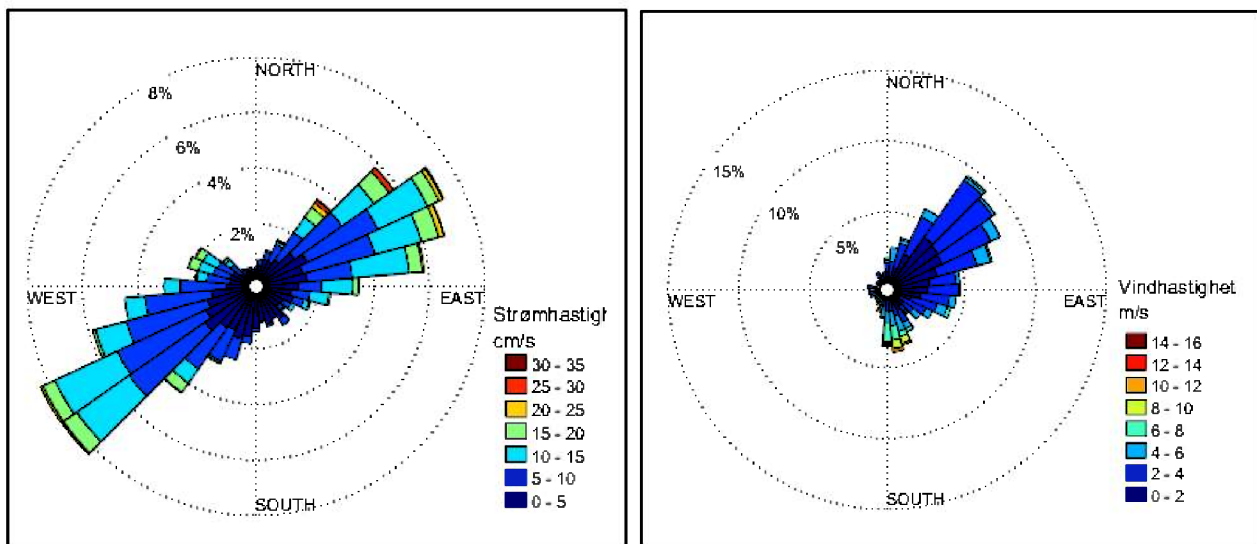
Vinddata er tatt fra værstasjon Sandnessjøen LH Stokka.

Vind blåste mest fra NØ - Ø og sterkest fra S – SV under måleperioden (Tabell 4.22.1, Figur 4.22.1).

Hvis de lokale vindforholdene var like de på Sandnessjøen LH Stokka under måleperioden, er det vurdert at vind fra NØ kan ha påvirket strøm mot SV, og vind fra S – SV kan ha påvirket strøm mot N – NØ. Ettersom vindstasjonen er nærmere fastland enn lokaliteten er det sannsynlig at vinden på værstasjonen til en viss grad blir styrt av topografien.

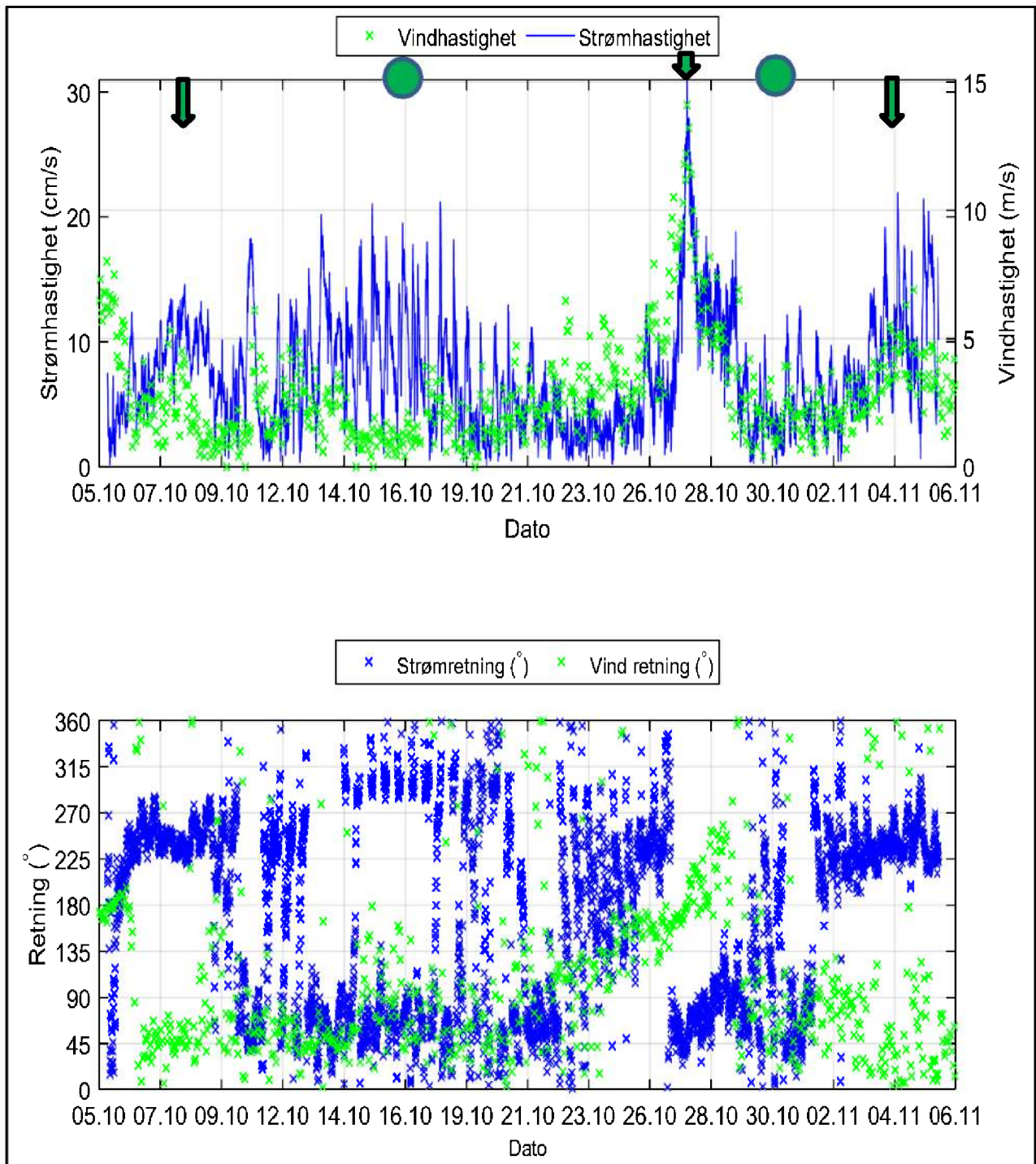
Tabell 4.22.1. Maksimal vindhastighet og % tid vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	6.9	6.3	6.9	7.6	14.1	11.7	5.5	3.2
% tid fra en bestemt retning	5.9	35.9	23.0	11.9	13.3	2.7	2.5	2.1



Figur 4.22.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m (venstre) og vind (fra retning) på Sandnessjøen LH Stokka (høyre) under måleperioden.

Strøm- og vindhastighet og retning er oppgitt i Figur 4.22.2 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen, og for å vurdere om noen strømtopper skyldes vind.



Figur 4.22.2. Strømhastighet på 5m og vindhastighet samt strøm- og vindretning (Sandnessjøen LH Stokka værstasjon) under måleperioden.

Grønne piler indikerer hvor vind muligens har påvirket strømmen. Grønn sirkel er fullmånen eller nymånen. Vindpåvirkning på strømtopper over 15cm/s er vurdert. Strømtoppen 27. oktober ser ut til å være påvirket av vind, ettersom strømmen har samme mønster som vinden i denne perioden. I tillegg oppnår vindhastigheten et maksimum på samme tid som strømmen. Det ser også ut til at vinden har påvirket strømmen mellom 6. og 9. oktober og mellom 2. og 5. november.

## 5. Diskusjon strøm

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal kunne ivareta artens krav til et godt levemiljø (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 var 8.9 – 12.3°C og på 15m var temperaturen 9.0 – 12.4°C. Temperaturmålingene viser at vannet stort sett var blandet ned til 15m, med unntak av perioden 9. - 16. oktober. Dette skyldes sannsynligvis at det tar litt tid før avkjølingen fra overflaten når ned til 15m dyp. Et homogent overflatelag er vanlig om høsten, når temperaturen avkjøles i overflaten og vinden skaper blanding i overflatelaget.

### 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 nød 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 kompenserer 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 31.0cm/s mot NØ på 5m dyp og 24.7cm/s mot NØ på 15m dyp.

Maksimal strømhastighet var 25.1cm/s mot NØ på spredningsdyp og 22.5cm/s mot SV på bunnen.

Maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m og 15m dyp.

Maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på spredningsdyp og middels sterk på bunnen.

Signifikant maksimal strømhastighet var 12.8cm/s på 5m dyp og 10.4cm/s på 15m dyp og er vurdert som middels sterk.

Det var én måling der strømmen var >30cm/s på 5m, men ingen tilfeller på 15m.

### 5.2.2 Enkeltstående strømtopper

Ett datapunkt på sprednings- og bunndyp ble vurdert som feilverdi, og ble derfor tatt bort. Se vedlegg 8.3.

### 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 gjennomsnittsstrøm 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 strømretning vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn en orientering hvor mange merder ligger etter hverandre langs hovedstrømmen.

Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og middels sterk på 15m.

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 dyp.

Lengst varighet for strøm < 1cm/s er 40min på 5m og 60min på 15m.

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 Neumannn 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 sesongsvariasjoner i vannutskiftning (Mattilsynet, 2014).

Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på 5m, 15m og spredningsdyp, fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet, og ikke bare fram og tilbake om startpunktet.

Selv om Neumann-parameteren er lav for 5m, trenger ikke dette nødvendigvis å bety at vannutskiftningen er dårlig, fordi det har vært flere perioder med strøm i stort sett én retning med varighet over en dag. Dermed er det ikke nødvendigvis det samme vannet som returnerer til startpunktet.

### 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 ca. 150m. Da er det ca. 120 – 135 mellom notbunn og havbunn. Seiskjæret ligger over skrånende bunn.

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

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

Metode for målinger på sprednings- og bunndyp er gjort iht. NS 9415:2009.

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.

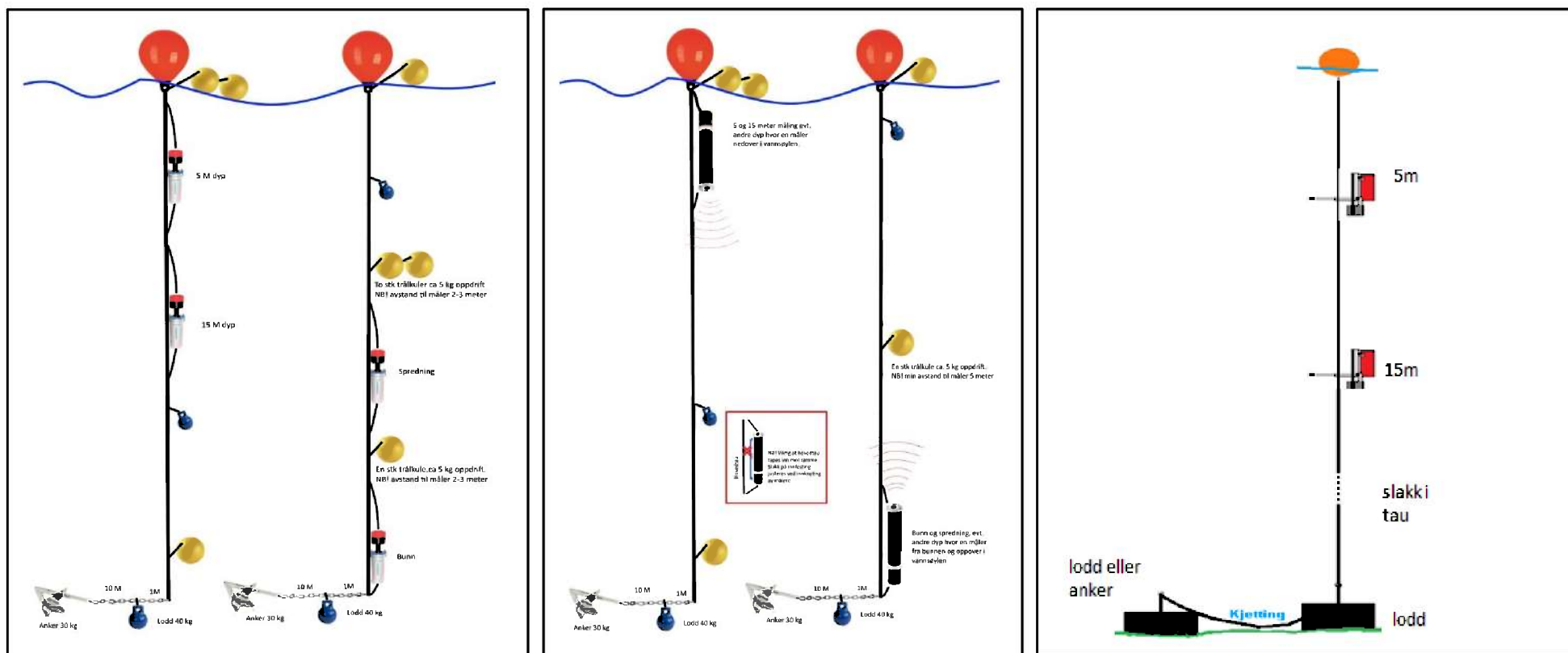
Tabell 6.1. Opplysninger per instrument.

Måledyp	5m	15m	spredning	bunn
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Nortek AS	Nortek AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	Aquadopp Current Profiler (AquaPro ) (400kHz)	Aquadopp Current Profiler (AquaPro ) (400kHz)
Måler ID-nr	Serial nummer: 5114	Serial nummer: 5112	Serial No: 12556	Serial No: 12556
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.
Strømhastighet nøyaktighet	±0.15 cm/sek	±0.15 cm/sek	±0.5 cm/sek	±0.5 cm/sek
Strømhastighet rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±10 m/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±10 m/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretning nøyaktighet	±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt	±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt	± 2 ° for tilt < 20 °	± 2 ° for tilt < 20 °
Kompass justert for misvisning av Åkerblå AS	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperatur nøyaktighet og rekkevidde	0.05 °C -5 °C til 40 °C	0.05 °C -5 °C til 40 °C	Nortek AS	Nortek AS

## 7. Vedlegg - rigg oppsett, måleprinsipp og valg av målersted

### 7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er skissert i Figur 7.1.1. Riggene ble forankret i bunn med 30kg anker (lodd) og 10m lang kjetting, og 1m før enden av kjettingen ligger det et lodd på 40kg. Trålkuler er brukt for oppdrift og lodd for vekte ned når dette er relevant.



Figur 7.1.1. Skisse av riggoppsett. Aanderaa punktmåler (venstre), Nortek AquaPro doppler profiler (midt) og SD6000 (høyre).

## 7.2 Måleprinsipp

### Aanderaa punktmåler

Instrumentene bruker dopplereffekten for å måle strøm. Det sendes ut en kort lydimpuls (akustisk puls) av en konstant, bestemt frekvens og forandring måles i både styrke og frekvens av innkommende refleksjoner. Forskjellen mellom pulsen som er 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 partikler flyter i vannet og derfor beveger seg med samme hastighet som vannet. Punktmålerne er satt opp for å måle strøm med en registrert måling basert på 150 ping i et 10-minutts intervall.

Tabell 7.2.1. Måleprinsipp for Aanderaa punktmålerne.

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 150 ping i løpet av 10 min. En måling er gjennomsnitt over en 10-minuttersperiode.

### Nortek AquaPro Profiler

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 7.2.2. Måleprinsipp for Nortek AquaPro doppler profiler.

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.

### SD6000

SD6000-instrumenter bruker en rotor for å måle strøm. SD6000 er satt opp for å måle strøm med en registrert måling basert på gjennomsnittet av 5 målinger over en 10-minuttsperiode (en hvert 2.min.).

Tabell 7.2.3. Måleprinsipp for SD6000-målerne.

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 indikerer en måling. En registrert måling er et gjennomsnitt av 5 målinger i en 10-minuttersperiode.

### 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 driftstatus 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 bunndyp 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

Prosedyrer for bruk av instrumenter er gjort etter bruksanvisning fra leverandører.

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

Åkerblå benytter et skjema som følger hver måler for teknisk dokumentasjon.

Ved utsett av instrumenter benyttes eget 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 egne prosedyrer og instrumentenes produsent etter bestemte kriterier. Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Enkelstående 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 på instrumenter, og ingen data ble vurdert som feil eller usikre på grunn av dette.

Riggansvarlig flyttet riggen en dag etter utsett, slik at instrumentene sto omtrent en meter dypere fra 7. oktober. Dette skal ikke ha noen betydning for resultatet.

Tabell 8.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding per instrument.

Måledyp	5m	15m	spredning	bunn
Filnavn for rådata	Seiskjæret 5m LS1116 AP5114.bin	Seiskjæret 15m LS1116 AP5112.bin	Seiskjæret bunn og spredning LS1116 NPR12556.prf	Seiskjæret bunn og spredning LS1116 NPR12556.prf
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio programvare	Aanderaa Data Studio programvare	Nortek STORM og Sea Report programvare	Nortek STORM og Sea Report programvare
Filnavn for kvalitetssikret data	Seiskjæret 5m LS1116 AP5114 eks IH.csv	Seiskjæret 15m LS1116 AP5112 eks IH.csv	Seiskjæret bunn og spredning LS1116 NPR12556 eks JR	Seiskjæret bunn og spredning LS1116 NPR12556 eks JR
Data return (%)	100	100	97.76	99.98
Antall målinger	4601	4608	4507	4607
Antall fjernede målinger	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	101 (se vedlegg 8.3)	1 (se vedlegg 8.3)
Eksterne forhold som kunne ha påvirket målingene	Ingen.	Ingen.	Ingen.	Ingen.



## 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.

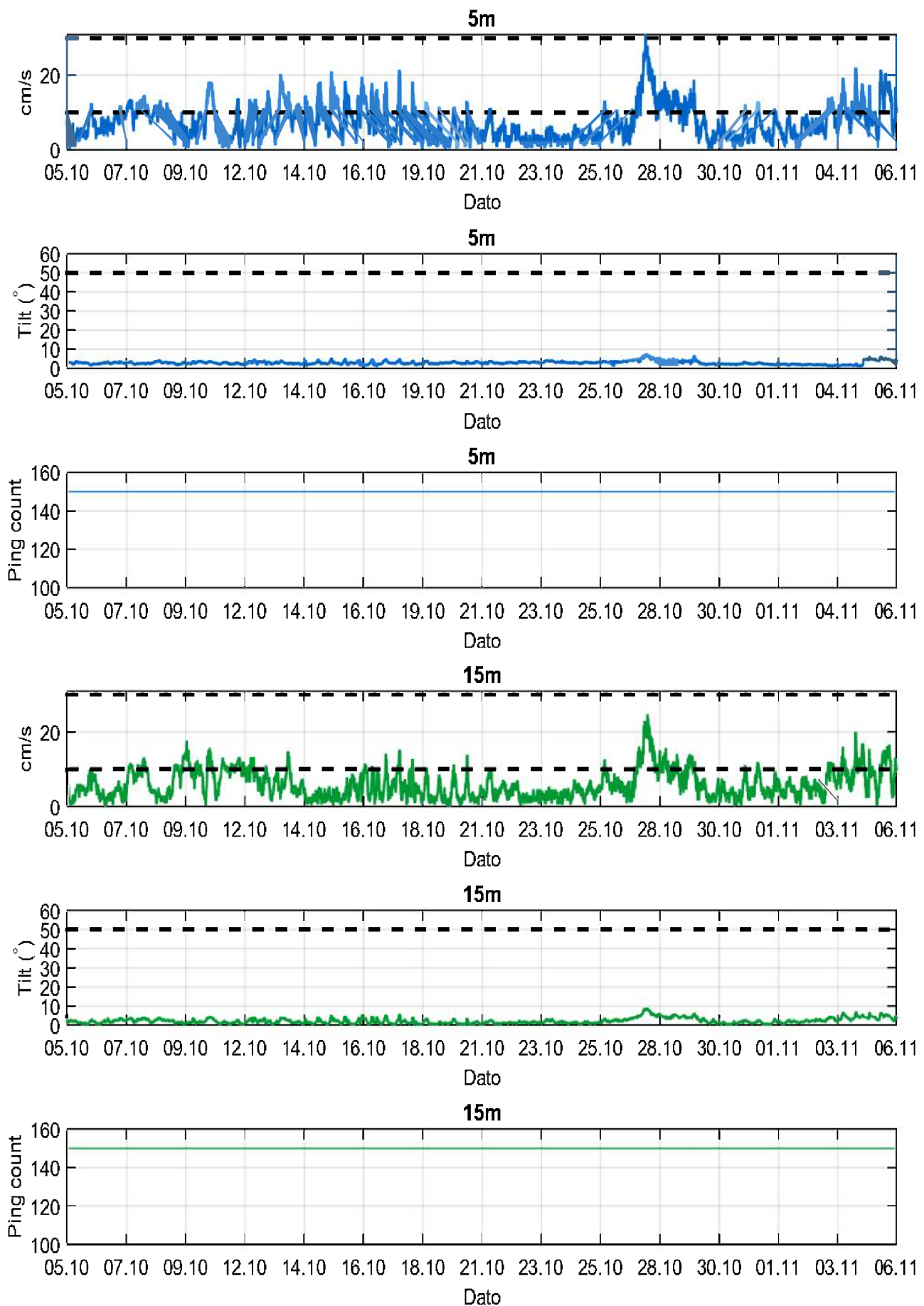
Tabell 8.2.1. Kriteriene som er brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ( $\Delta < 1$ deg) (ser 4.8)
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.

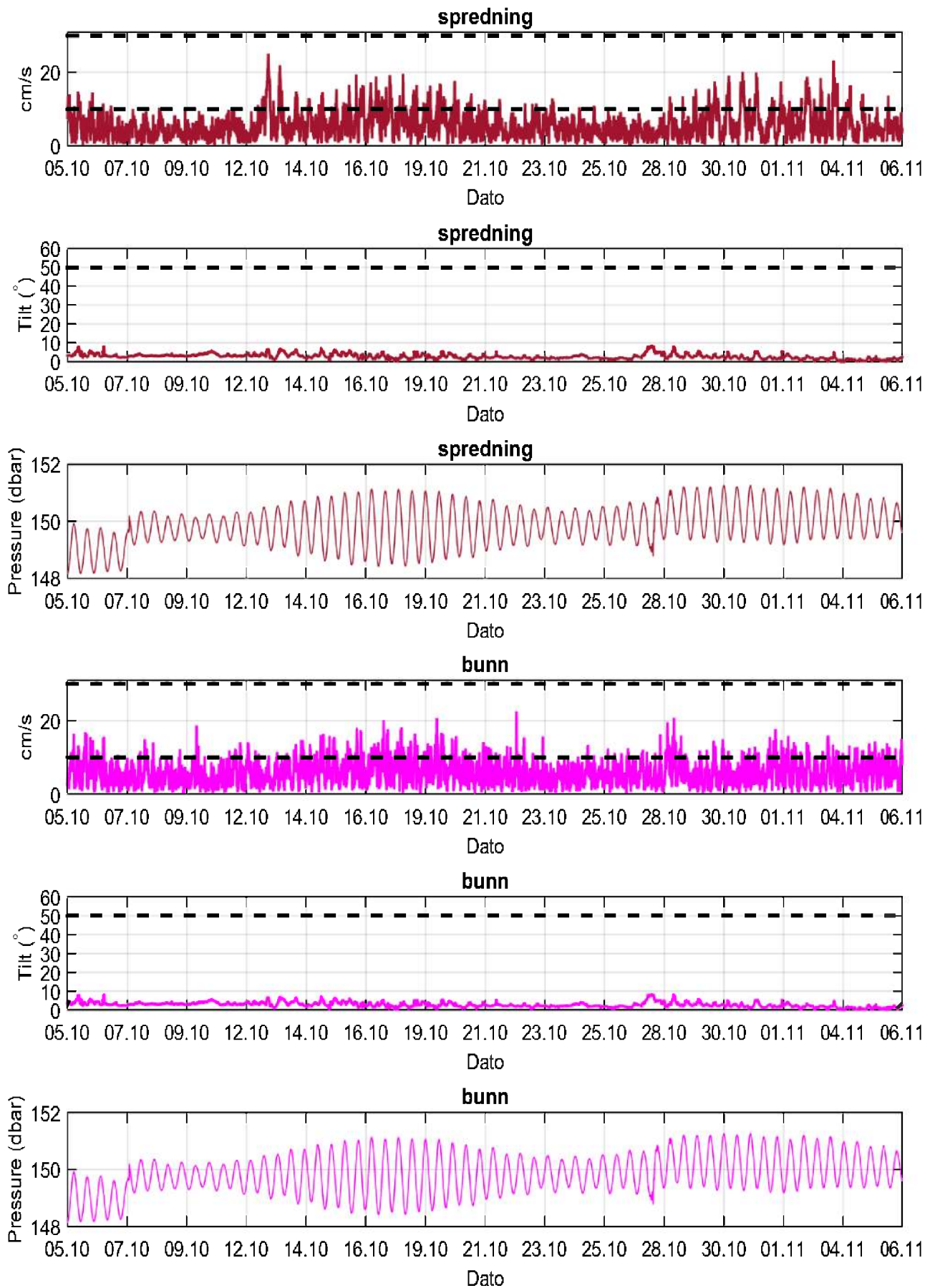
Tabell 8.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste.

$\Delta t$ (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.



Figur 8.2.1 cont. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data.

## 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

Ett datapunkt ble fjernet manuelt grunnet stort sprang i strømhastighet og -retning mellom to påfølgende måleverdier.

### 8.3.3 Feilmeldinger strøm

Data som fikk feilmelding ble fjernet. Det var to typer feilmeldinger under måleperioden (Tabell 8.3.3.1): kode 16 (lav SNR) og kode 2048 (manual removal).

Tabell 8.3.3.1. Nortek profiler feilkoder og beskrivelser.

Feil kode	Binær kode	Beskrivelse av feilmelding
0	0	No errors
4	0000 0100	In air (pressure)
8	0000 1000	In air (amplitude)
16	0001 0000	Low SNR
32	0010 0000	Spike in amplitude
64	0100 0000	Spike in velocity
128	1000 0000	Out of range
256	1 0000 0000	Low pressure
512	10 0000 0000	High tilt
1024	100 0000 0000	Wrong orientation
2048	1000 0000 0000	Manual removal

## 9. Vedlegg - Strømmens tilstandsklasser

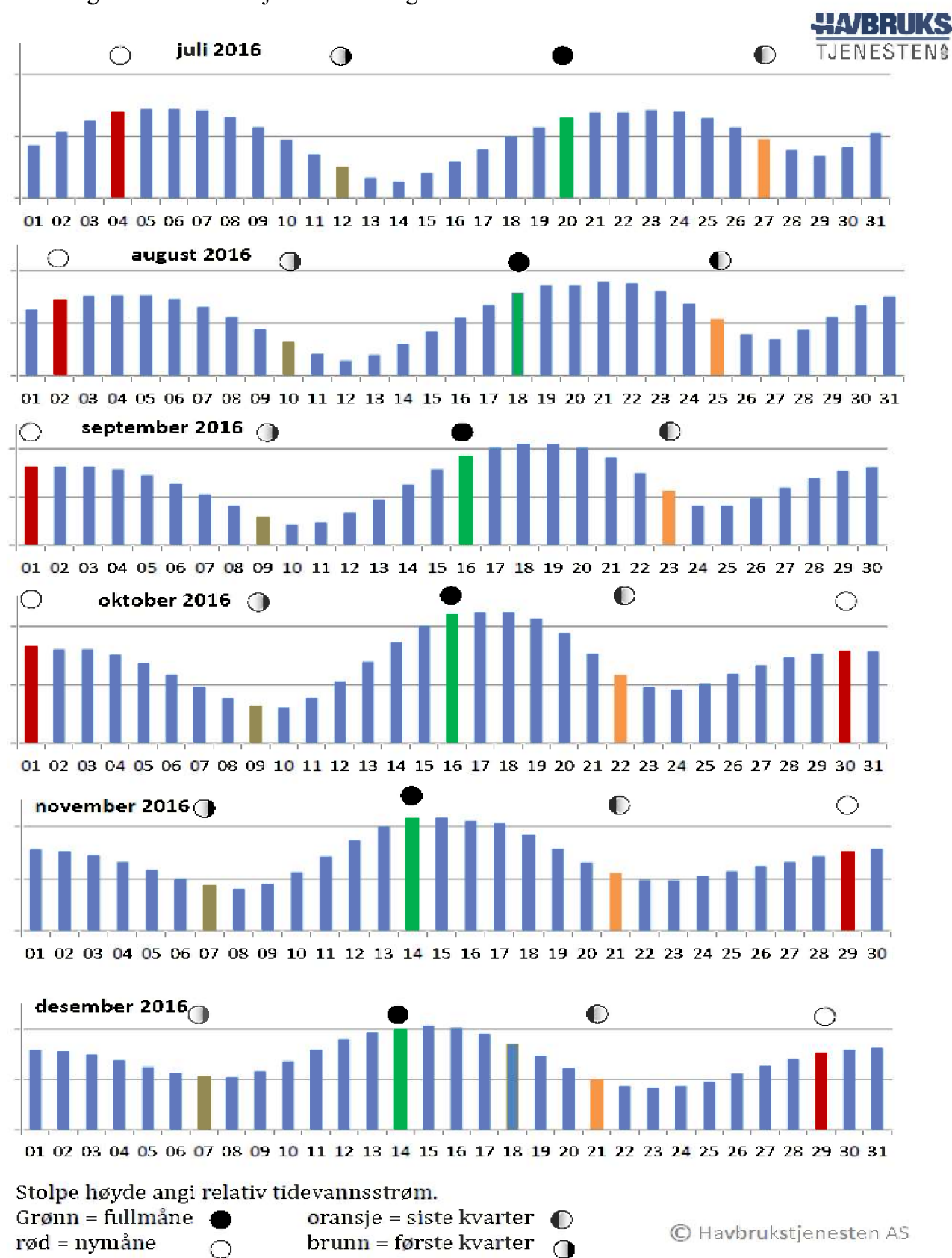
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdier er tatt fra Åkerblås innsamlede data ved bruk av Aanderaa punktmålere (Reed, 2015).

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	$\geq 55$	$\geq 40 - < 55$	$\geq 26 - < 40$	$\geq 15 - < 26$	$< 15$
Vannutskiftingsstrøm	15	$\geq 45$	$\geq 30 - < 45$	$\geq 20 - < 30$	$\geq 10 - < 20$	$< 10$
Spredningsstrøm		$\geq 35$	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$	$\geq 10 - < 15$	$< 10$
Bunnstrøm		$\geq 35$	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$	$\geq 10 - < 15$	$< 10$
<b>Gjennomsnitt strømhastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	$\geq 10$	$\geq 7 - < 10$	$\geq 6 - < 7$	$\geq 3 - < 6$	$< 3$
Vannutskiftingsstrøm	15	$\geq 9.0$	$\geq 6 - < 9$	$\geq 5 - < 6$	$\geq 2 - < 5$	$< 2$
Spredningsstrøm		$\geq 8.5$	$\geq 5 - < 8.5$	$\geq 4 - < 5$	$\geq 2 - < 4$	$< 2$
Bunnstrøm		$\geq 7.5$	$\geq 5 - < 7.5$	$\geq 4 - < 5$	$\geq 2 - < 4$	$< 2$
<b>Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	$\geq 25$	$\geq 17 - 25$	$\geq 11 - < 17$	$\geq 5 - < 11$	$< 5$
Vannutskiftingsstrøm	15	$\geq 23$	$\geq 15 - 23$	$\geq 8 - < 15$	$\geq 4 - < 8$	$< 4$
Spredningsstrøm		$\geq 20$	$\geq 14 - 20$	$\geq 7 - < 14$	$\geq 4 - < 7$	$< 4$
Bunnstrøm		$\geq 16$	$\geq 11 - 16$	$\geq 6.5 - < 11$	$\geq 3 - < 6.5$	$< 3$
<b>Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	$\geq 6$	$\geq 4 - < 6$	$\geq 2.5 - < 4$	$\geq 1.5 - < 2.5$	$< 1.5$
Vannutskiftingsstrøm	15	$\geq 5$	$\geq 3.5 - < 5$	$\geq 2.3 - < 3.5$	$\geq 1.5 - < 2.3$	$< 1.5$
Spredningsstrøm		$\geq 4$	$\geq 3 - < 4$	$\geq 2 - < 3$	$\geq 1 - < 2$	$< 1$
Bunnstrøm		$\geq 4$	$\geq 3 - < 4$	$\geq 2 - < 3$	$\geq 1 - < 2$	$< 1$
<b>Andel strømstille (%) <math>\leq 1</math>cm/s</b>						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	$\leq 1$	$> 1 - \leq 3$	$> 3 - \leq 5$	$> 5 - \leq 7$	$> 7$
Vannutskiftingsstrøm	15	$\leq 1$	$> 1 - \leq 5$	$> 5 - \leq 7$	$> 7 - \leq 10$	$> 10$
Spredningsstrøm		$\leq 3$	$> 3 - \leq 8.5$	$> 8.5 - \leq 15$	$> 15 - \leq 20$	$> 20$
Bunnstrøm		$\leq 3$	$> 3 - \leq 10$	$> 10 - \leq 20$	$> 20 - \leq 30$	$> 30$
<b>Andel strømstille (%) <math>\leq 3</math>cm/s</b>						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	$\leq 5$	$> 5 - \leq 10$	$> 10 - \leq 20$	$> 20 - \leq 30$	$> 30$
Vannutskiftingsstrøm	15	$\leq 5$	$> 5 - \leq 15$	$> 15 - \leq 25$	$> 25 - \leq 40$	$> 40$
Spredningsstrøm		$\leq 10$	$> 10 - \leq 20$	$> 20 - \leq 35$	$> 35 - \leq 50$	$> 50$
Bunnstrøm		$\leq 10$	$> 10 - \leq 20$	$> 20 - \leq 35$	$> 35 - \leq 60$	$> 60$
<b>Effektiv transport hastighet (cm/s)</b>						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	$\geq 5.0$	$\geq 2.5 - < 5.0$	$\geq 1.5 - < 2.5$	$\geq 0.3 - < 1.5$	$< 0.3$
Vannutskiftingsstrøm	15	$\geq 3.5$	$\geq 2.0 - < 3.5$	$\geq 1.0 - < 2.0$	$\geq 0.2 - < 1.0$	$< 0.2$
Spredningsstrøm		$\geq 3.0$	$\geq 1.8 - < 3.0$	$\geq 0.6 - < 1.8$	$\geq 0.1 - < 0.6$	$< 0.1$
Bunnstrøm		$\geq 3.0$	$\geq 1.8 - < 3.0$	$\geq 0.6 - < 1.8$	$\geq 0.1 - < 0.6$	$< 0.1$
<b>Neumann parameter</b>						
		svært stabil	stabil	middels stabil	Lite stabil	svært lite stabil
Alle dyp (m)		$\geq 0.6$	$\geq 0.4 - < 0.6$	$\geq 0.2 - < 0.4$	$\geq 0.1 - < 0.2$	$< 0.1$

## 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.



Figur 10.1. Månedlige tidevannsvariasjoner.

## 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

\* Eklime 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 Neumannparameter) betyr at vannet strømmer i 'en' retning og beveger seg bort fra startpunktet hele tiden. Ustabil strøm (lav Neumannparameter) 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 Neumannparameter 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 vannutskifting 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. Aanderaa Blue punktmåler, Nortek Doppler Profiler.
4. 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>
5. 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)
6. 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)
7. 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.
8. Norwegian Meteorological Institute. [www.eklima.no](http://www.eklima.no)
9. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
10. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
11. 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.
12. 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.

13. Sætre, R. (1975). Lokalisering og miljø ved noen oppdrettsanlegg for laksefisk i Vest-Norge. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Serie B 1975 Nr. 4.
14. Reed, J-L. (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rappport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015-ver02, 2 sider.
15. TimeZero. MaxSea International.
16. 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.