

Strømrapport

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

Austra i

august - november 2017



Dokumentkontroll		
Rapport		
Rapportbeskrivelse og navn	Vurdering av strømforhold ved Austra. SR-M-03218-Austra0518-ver01.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse
01	03.05.18	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	Austra	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Bindal	Fylke	Nordland

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (60m)	Bunn (130m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	36.6 (NØ)	24.1 (NØ)	25.0 (NØ)	15.0 (NØ)
Gjennomsnitt strøm (cm/s)	9.1	6.0	5.8	4.0
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.2	2.8	4.5	7.0
Strømstyrke < 3cm/s (%)	9.1	20.2	26.6	40.2
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	0.5	0.0	0.0	0.0
Neumann parameter	0.4	0.4	0.5	0.3
10-års strøm (maksimal)	60	40	-	-
50-års strøm (maksimal)	68	45	-	-

Oppdragsgiver			
Selskap	Sinkaberg-Hansen AS, 7900 Rørvik		
Kontaktperson	Irene Riise	irene@sinkaberg-hansen.no	48 15 42 32
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Jørgen Walaunet	jorgen@sinkaberg-hansen.no	95 76 20 28
Rapportansvarlig	 Kristine Torkildson	kristine.torkildson@akerbla.no	92 64 23 80
Kontrollert av	Jenny-Lisa Reed	jenny.lisa@akerbla.no	90 88 34 23
Akkreditering	Feltarbeid er utført av kunde og er dermed ikke akkreditert. Rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk	7
4. Resultater	9
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.	21
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet.	22
4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet.	23
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.....	24
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.	25
4.14 Maksimal strømhastighet for 8 retningssektorer.....	26
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet for 8 retningssektorer.....	26
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	26
4.17 Relativ vannutskiftning for 8 retningssektorer.....	26
4.18 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 5m	27
4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 15m	27
4.20 Tidevannsanalyse	28
4.21 Todagersperiode.....	33
4.22 Vind under måleperioden.....	34
5. Diskusjon strøm	37
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
6.	Vedlegg - opplysning strømmåling	40
7.	Vedlegg - riggoppsett, måleprinsipp og valg av målested	41
7.1	Riggoppsett	41
7.2	Måleprinsipp	43
8.	Vedlegg - Databearbeiding og kvalitetssikring	45
8.1	Databearbeiding	45
8.2	Kvalitetssikring av data.....	47
8.3	Fjernede dataverdier.....	52
8.3.1	Måleperiode	52
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	52
9.	Vedlegg - Strømmens tilstandsklasser	53
10.	Vedlegg - Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden	54
11.	Vedlegg - Måleenheter og forkortelser	55
12.	Vedlegg - Parametere og Beskrivelse	56
13.	Vedlegg - Referanser.....	57

1. Forord

Strømmålinger ved tenkt lokalitet Austra var utført av Sinkaberg-Hansen. Åkerblå AS har på oppdrag fra Sinkaberg-Hansen kvalitetssikret strømmålinger og utarbeidet en strømrappport basert på kvalitetssikret data. Austra 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.

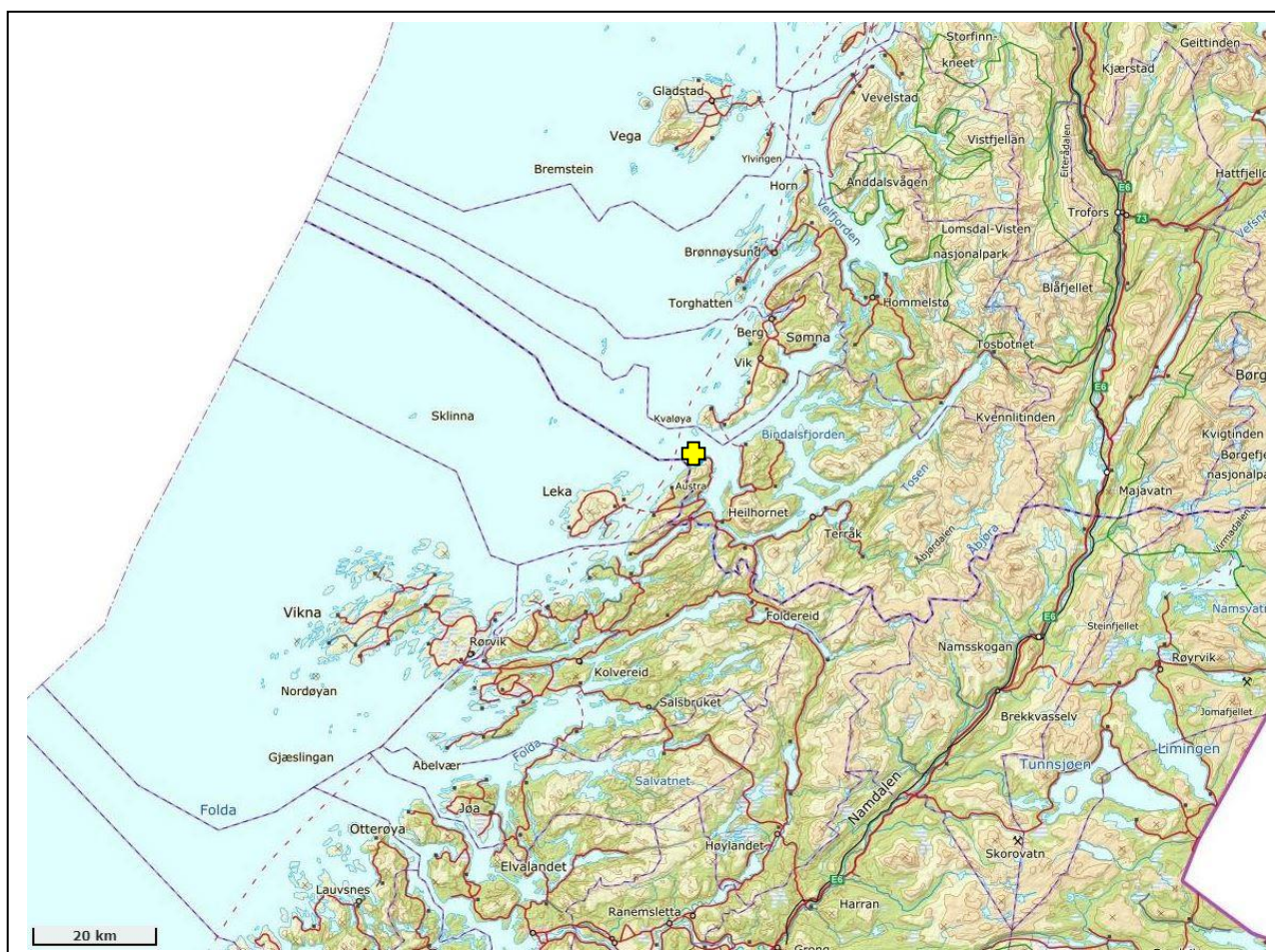
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt kravene i Fiskeridirektoratets veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur (2012).


2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Austra ligger i Bindal kommune, Nordland. Målepunktet ligger langs norskekysten på nordøstsiden av Austra. Plasseringen er åpen mot Røingen i nord, nordvest, vest og sørvest.

På grunn av omkringliggende topografi er plasseringen relativt eksponert for vind fra nordøst, nord, nordvest, vest og sørvest.

Bunntopografi er ca. 380m dyp ved måleposisjonen og dybdekonturene er orientert NØ – SV i området.



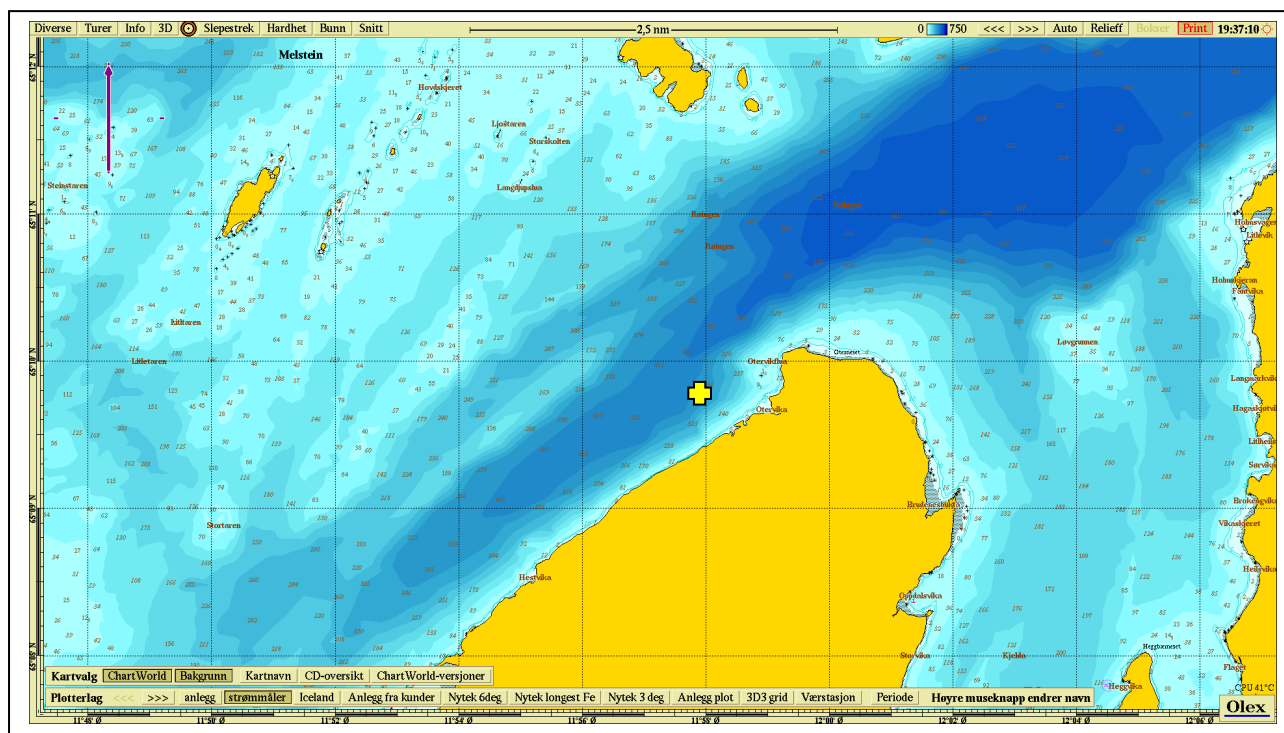
Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt måleposisjonen, anvist med .
Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.

3. Metodikk

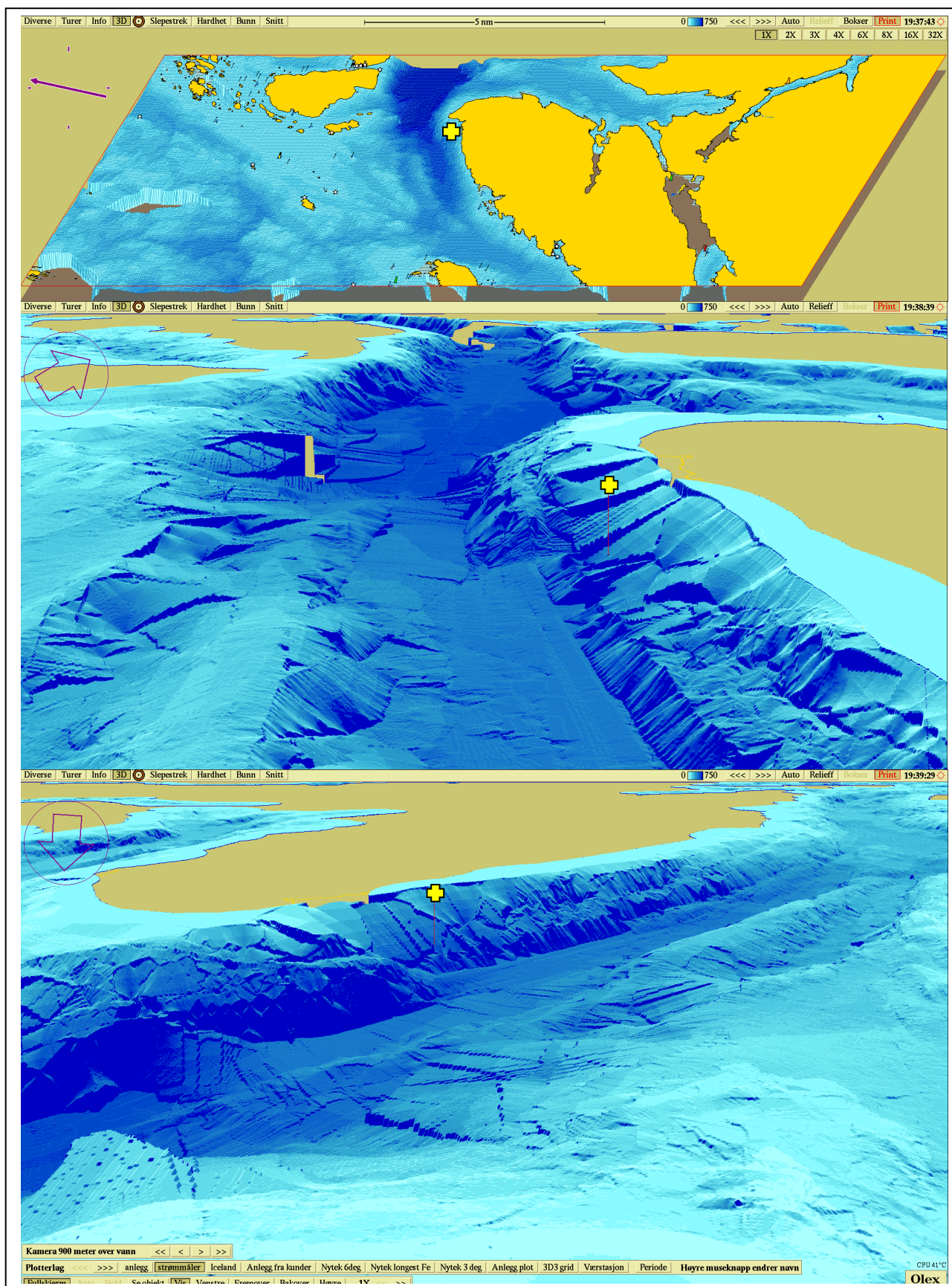
Strømmålinger ble kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i tabellen under.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (60m)	Bunn (130m)
Merke	+	+	+	+
Instrumenttype	Nortek profiler	Nortek profiler	Nortek profiler	Nortek profiler
Posisjon	65°09.713' N 011°57.947' Ø	65°09.713' N 011°57.947' Ø	65°09.713' N 011°57.947' Ø	65°09.713' N 011°57.947' Ø
Dyp på målested	380m	380m	380m	380m
Måleperiode	09.10.17 - 08.11.17	09.10.17 - 08.11.17	16.08.17 - 11.09.17	16.08.17 - 20.09.17
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	29.7	29.7	25.3	34.9



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



Figur 3.2. 3D-bilde av bunntopografi i området.

Kartene er hentet fra Olex. Den tynne kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering (øverst) og den tykke kompasspila indikerer kameraets orientering (midterst og nederst).

4. Resultater

4.1 Strømdata sammendrag

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

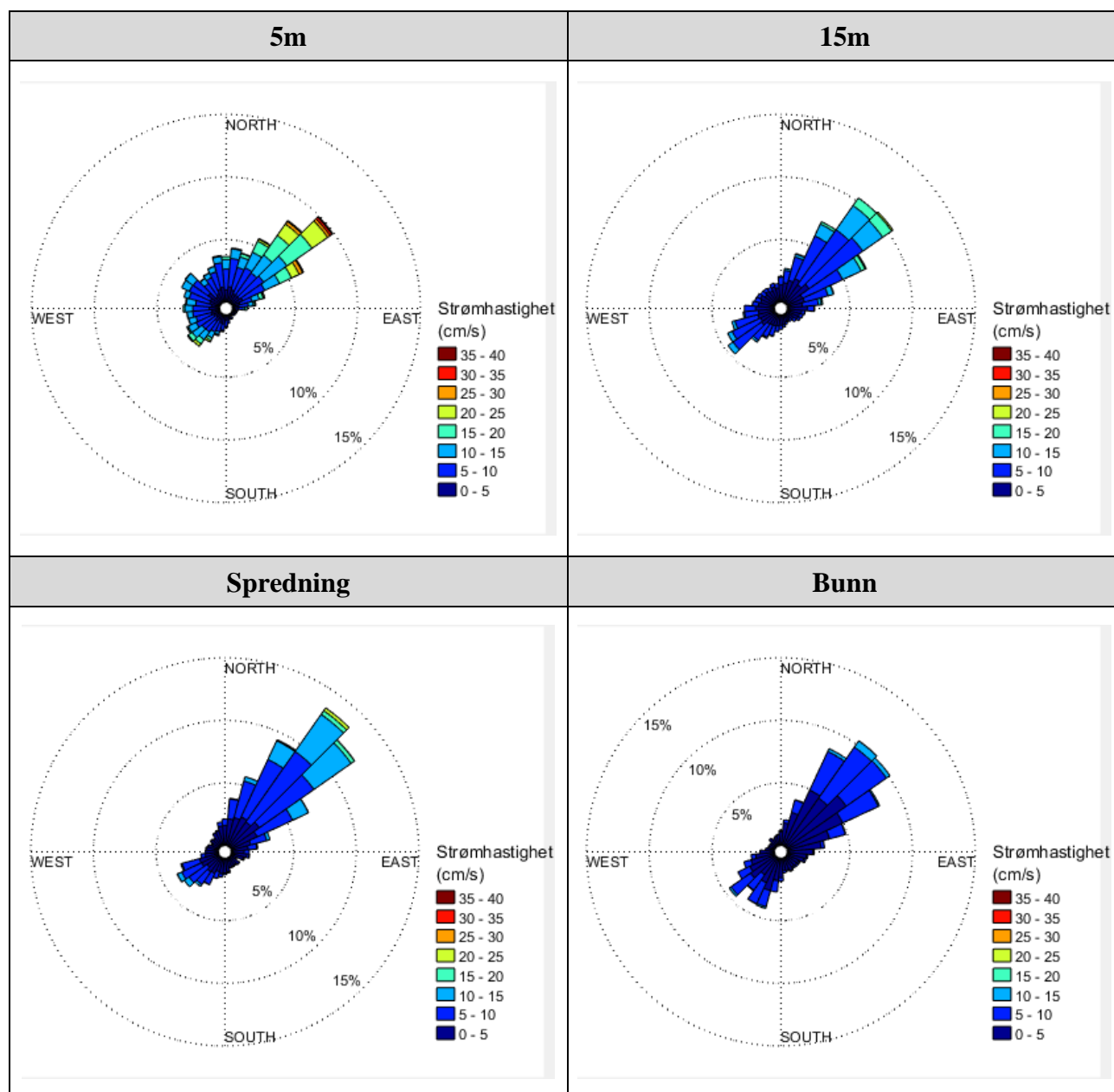
Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredning og bunn.

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

	5m	15m	Spredning (60m)	Bunn (130m)
Sjøtemperatur (°C)	-	9.7 - 12.1	8.9 - 13.8	8.0 - 11.3
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	36.6	24.1	25.0	15.0
Gjennomsnitt (cm/s)	9.1	6.0	5.8	4.0
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.1	0.1
Signifikant maks (cm/s)	15.6	10.0	10.0	6.9
Signifikant min (cm/s)	3.9	2.6	2.1	1.6
Varians (cm/s) ²	32.4	12.7	13.1	5.9
Standard avvik (cm/s)	5.7	3.6	3.6	2.4
% < 1cm/s	1.2	2.8	4.5	7.0
Lengst periode < 1cm/s (min)	40	40	40	50
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	9.1	20.2	26.6	40.2
Lengst periode < 3cm/s (min)	140	130	250	460
% ≥ 30cm/s	0.5	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	100	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	3.7	2.3	3.0	1.2
Retning grader (deg)	15	38	40	59
Neumann parameter	0.4	0.4	0.5	0.3
Gjennomsnitt vannforflytning (m ³ /m ² /d)	7898	5195	4976	3488

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 ³ /m ²	%	cm/s
N	0	1	18	41	110	53	10	0	0	0	0	0	0	0	233	5.4	10816	4.6	17.6
N	15	0	19	55	125	46	15	1	0	0	0	0	0	0	261	6.1	11957	5.1	23.1
NØ	30	1	16	39	149	87	49	19	6	2	0	0	0	0	368	8.6	23022	9.8	31.5
NØ	45	1	11	39	151	130	166	98	17	13	0	0	0	0	626	14.6	53324	22.7	36.6
NØ	60	2	19	34	121	84	64	36	14	6	0	0	0	0	380	8.9	27854	11.9	36.0
Ø	75	2	5	30	54	35	13	6	0	0	0	0	0	0	145	3.4	7883	3.4	24.6
Ø	90	4	13	16	19	10	8	1	0	0	0	0	0	0	71	1.7	2971	1.3	21.2
Ø	105	2	5	4	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0.6	869	0.4	10.7
SØ	120	2	11	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0.6	569	0.2	9.4
SØ	135	1	9	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0.4	340	0.1	8.2
SØ	150	2	4	9	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0.5	586	0.2	11.1
S	165	3	8	11	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0.9	1077	0.5	10.5
S	180	0	15	21	28	4	2	0	0	0	0	0	0	0	70	1.6	2362	1.0	18.5
S	195	1	14	25	43	7	2	1	1	0	0	0	0	0	94	2.2	3486	1.5	25.9
SV	210	3	16	26	58	33	14	11	0	0	0	0	0	0	161	3.8	8873	3.8	21.9
SV	225	2	10	23	76	56	27	9	0	0	0	0	0	0	203	4.7	12103	5.2	22.8
SV	240	3	7	29	98	48	9	2	0	0	0	0	0	0	196	4.6	9841	4.2	23.3
V	255	1	15	28	95	38	2	0	0	0	0	0	0	0	179	4.2	7834	3.3	15.7
V	270	5	23	32	76	35	7	0	0	0	0	0	0	0	178	4.2	7725	3.3	19.7
V	285	1	16	27	97	43	2	0	0	0	0	0	0	0	186	4.3	8399	3.6	15.7
NV	300	2	21	33	112	36	0	0	0	0	0	0	0	0	204	4.8	8577	3.7	14.3
NV	315	5	22	36	95	43	4	0	0	0	0	0	0	0	205	4.8	8616	3.7	15.4
NV	330	5	15	34	88	26	2	0	0	0	0	0	0	0	170	4.0	6960	3.0	18.8
N	345	2	27	51	107	30	4	0	0	0	0	0	0	0	221	5.2	8745	3.7	16.6
Antall obs		51	339	657	1743	848	400	184	38	21	0	0	0	0	4281	100	0	0	0
%		1.2	7.9	15.3	40.7	19.8	9.3	4.3	0.9	0.5	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 cm/s	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m³/m²		%
N	0	5	27	48	39	3	0	0	0	0	0	0	0	0	122	2.8	3217	2.1	13.7
N	15	4	39	73	100	14	2	0	0	0	0	0	0	0	232	5.4	7494	4.9	18.0
NØ	30	6	39	83	222	71	12	0	0	0	0	0	0	0	433	10.1	18476	12.0	19.8
NØ	45	4	55	77	358	140	52	5	0	0	0	0	0	0	691	16.1	34894	22.6	24.1
NØ	60	5	36	52	240	95	30	5	0	0	0	0	0	0	463	10.8	22716	14.7	21.9
Ø	75	7	36	47	88	22	6	0	0	0	0	0	0	0	206	4.8	7521	4.9	17.8
Ø	90	5	39	43	36	5	0	0	0	0	0	0	0	0	128	3.0	3360	2.2	14.6
Ø	105	3	32	35	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	91	2.1	2023	1.3	16.2
SØ	120	7	27	31	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.8	1601	1.0	8.9
SØ	135	2	19	20	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	1.4	1498	1.0	9.5
SØ	150	2	22	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	1.1	934	0.6	7.8
S	165	6	20	23	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1.4	1301	0.8	9.5
S	180	3	18	28	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	1.6	1628	1.1	8.5
S	195	4	30	34	41	3	0	0	0	0	0	0	0	0	112	2.6	3033	2.0	12.4
SV	210	4	23	29	69	6	0	0	0	0	0	0	0	0	131	3.1	4338	2.8	13.0
SV	225	6	31	44	136	23	0	0	0	0	0	0	0	0	240	5.6	8682	5.6	13.0
SV	240	5	29	47	170	22	0	0	0	0	0	0	0	0	273	6.4	10259	6.6	12.4
V	255	4	32	52	97	16	0	0	0	0	0	0	0	0	201	4.7	6710	4.3	14.3
V	270	4	38	51	46	1	0	0	0	0	0	0	0	0	140	3.3	3609	2.3	10.5
V	285	9	28	40	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	108	2.5	2524	1.6	10.4
NV	300	7	40	40	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	2.6	2305	1.5	8.9
NV	315	5	30	33	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	2.2	2130	1.4	8.1
NV	330	7	25	42	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	2.1	2000	1.3	7.8
N	345	5	32	44	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.4	2171	1.4	9.2
Antall obs		119	747	1032	1848	422	103	10	0	0	0	0	0	0	4281	100	0	0	0
%		2.8	17.4	24.1	43.2	9.9	2.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (spredningsdyp)

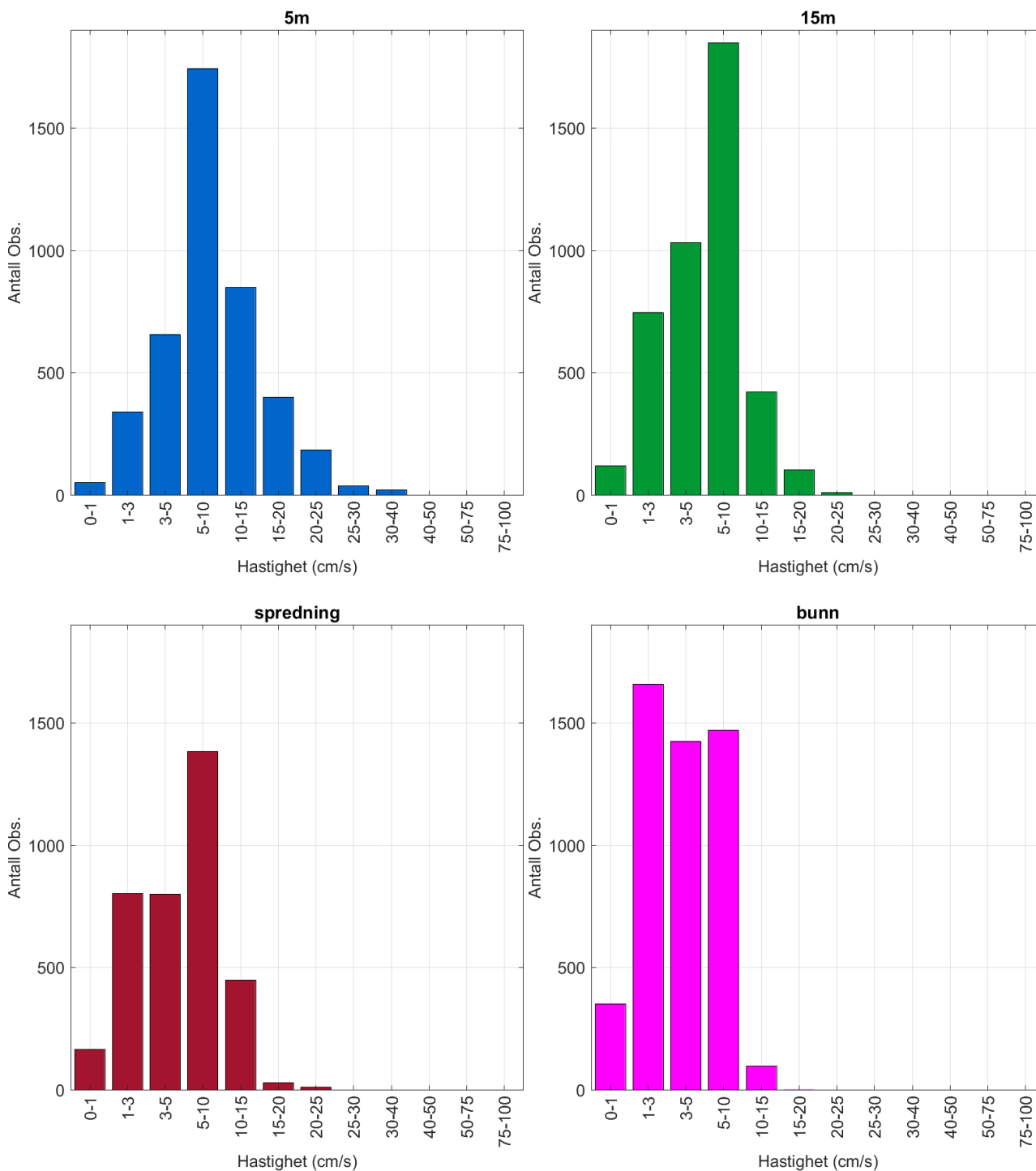
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		Maks strøm cm/s	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m³/m²		%
N	0	7	46	38	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	3.4	2701	2.1	9.6
N	15	7	48	63	124	8	0	0	0	0	0	0	0	0	250	6.9	7828	6.2	13.1
NØ	30	7	45	82	281	95	6	2	0	0	0	0	0	0	518	14.2	22619	18.0	23.9
NØ	45	1	53	87	332	207	21	10	0	0	0	0	0	0	711	19.5	35920	28.6	25.0
NØ	60	13	46	74	174	88	2	0	0	0	0	0	0	0	397	10.9	16627	13.2	16.4
Ø	75	2	40	39	51	4	0	0	0	0	0	0	0	0	136	3.7	3876	3.1	13.3
Ø	90	4	33	25	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	89	2.4	2133	1.7	11.8
Ø	105	4	37	26	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	76	2.1	1439	1.1	10.5
SØ	120	8	17	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	1.0	541	0.4	8.7
SØ	135	9	21	21	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	55	1.5	940	0.7	10.4
SØ	150	6	20	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	1.1	659	0.5	8.8
S	165	6	27	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	1.4	825	0.7	5.9
S	180	4	37	27	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	2.1	1328	1.1	7.1
S	195	4	29	35	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	2.4	2044	1.6	8.3
SV	210	7	28	41	51	4	0	0	0	0	0	0	0	0	131	3.6	3688	2.9	11.0
SV	225	8	32	37	90	15	0	0	0	0	0	0	0	0	182	5.0	6325	5.0	14.1
SV	240	5	34	34	91	24	1	0	0	0	0	0	0	0	189	5.2	6943	5.5	15.4
V	255	5	40	29	49	1	0	0	0	0	0	0	0	0	124	3.4	3288	2.6	10.2
V	270	11	26	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	1.6	988	0.8	8.5
V	285	13	28	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1.6	848	0.7	6.0
NV	300	7	26	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	1.2	678	0.5	7.9
NV	315	11	20	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	1.2	629	0.5	6.3
NV	330	8	26	36	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	2.0	1298	1.0	6.7
N	345	8	44	24	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	2.4	1547	1.2	7.3
Antall obs		165	803	799	1383	449	30	12	0	0	0	0	0	0	3641	100	0	0	0
%		4.5	22.1	21.9	38.0	12.3	0.8	0.3	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 cm/s	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m³/m²		%
N	0	8	54	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	1.8	1312	1.1	7.0
N	15	18	89	61	40	2	0	0	0	0	0	0	0	0	210	4.2	4231	3.5	11.0
NØ	30	17	138	199	262	21	0	0	0	0	0	0	0	0	637	12.7	18673	15.4	13.1
NØ	45	18	153	224	337	33	1	0	0	0	0	0	0	0	766	15.3	23769	19.6	15.0
NØ	60	19	152	202	221	12	0	0	0	0	0	0	0	0	606	12.1	17059	14.1	13.3
Ø	75	23	122	88	48	3	0	0	0	0	0	0	0	0	284	5.7	5724	4.7	11.9
Ø	90	19	90	40	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	160	3.2	2526	2.1	11.3
Ø	105	14	69	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	2.4	1767	1.5	7.5
SØ	120	11	53	25	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	102	2.0	1841	1.5	13.9
SØ	135	11	49	16	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.7	1487	1.2	13.8
SØ	150	14	47	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	1.8	1326	1.1	6.9
S	165	14	46	21	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.7	1289	1.1	6.4
S	180	16	62	33	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	2.8	2627	2.2	8.9
S	195	13	77	84	90	6	0	0	0	0	0	0	0	0	270	5.4	6965	5.7	10.9
SV	210	12	56	97	129	3	0	0	0	0	0	0	0	0	297	5.9	8347	6.9	12.1
SV	225	11	61	85	124	10	0	0	0	0	0	0	0	0	291	5.8	8531	7.0	12.7
SV	240	14	69	78	93	1	0	0	0	0	0	0	0	0	255	5.1	6366	5.3	10.5
V	255	16	55	57	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	3.1	3059	2.5	8.1
V	270	15	55	25	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	2.0	1538	1.3	7.8
V	285	10	34	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1.0	513	0.4	4.1
NV	300	15	22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0.8	380	0.3	3.8
NV	315	16	33	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	1.1	563	0.5	4.3
NV	330	11	35	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1.0	514	0.4	5.3
N	345	17	37	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.3	742	0.6	5.8
Antall obs		352	1658	1425	1469	97	1	0	0	0	0	0	0	0	5002	100	0	0	0
%		7.0	33.1	28.5	29.4	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

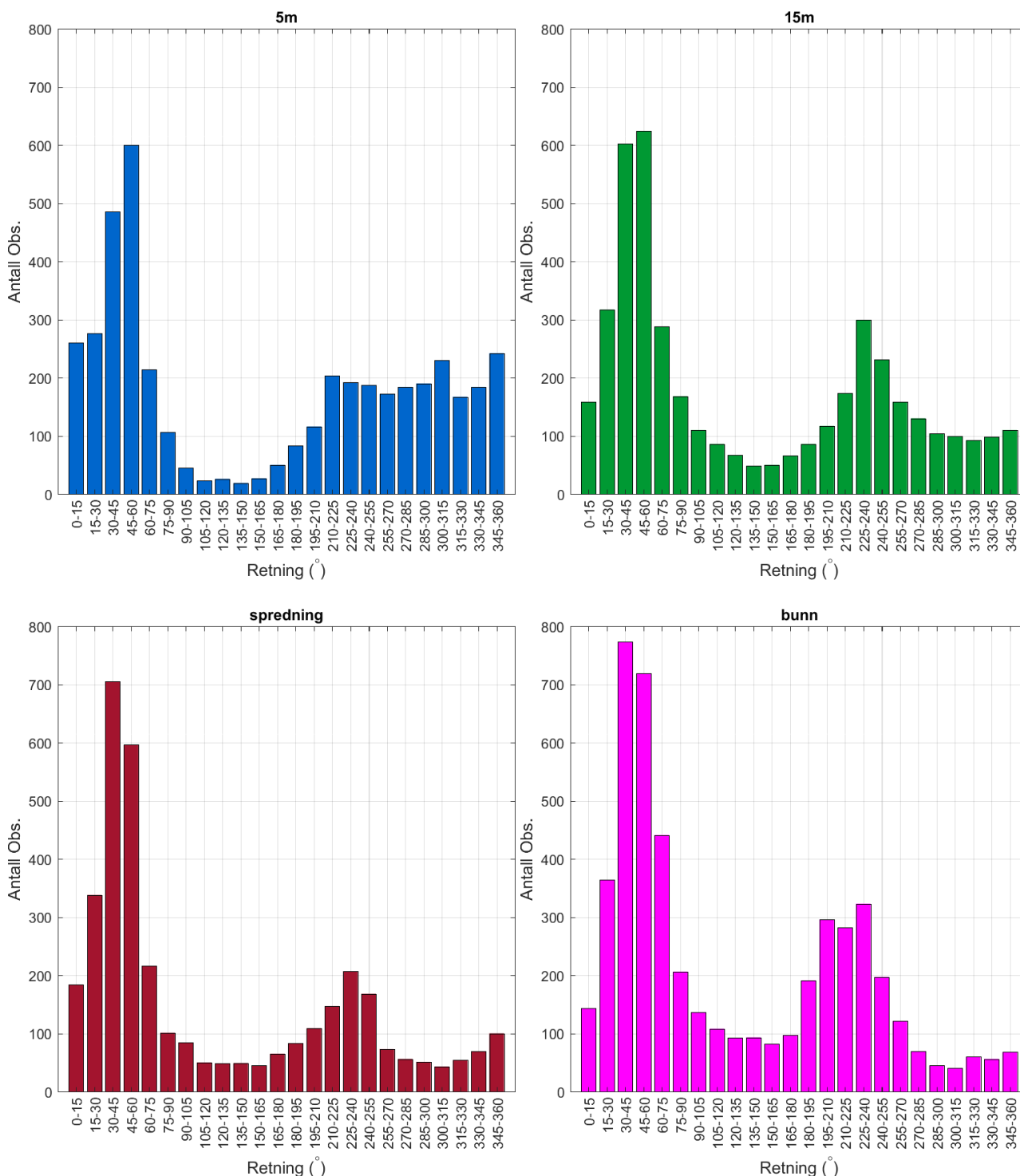
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.

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



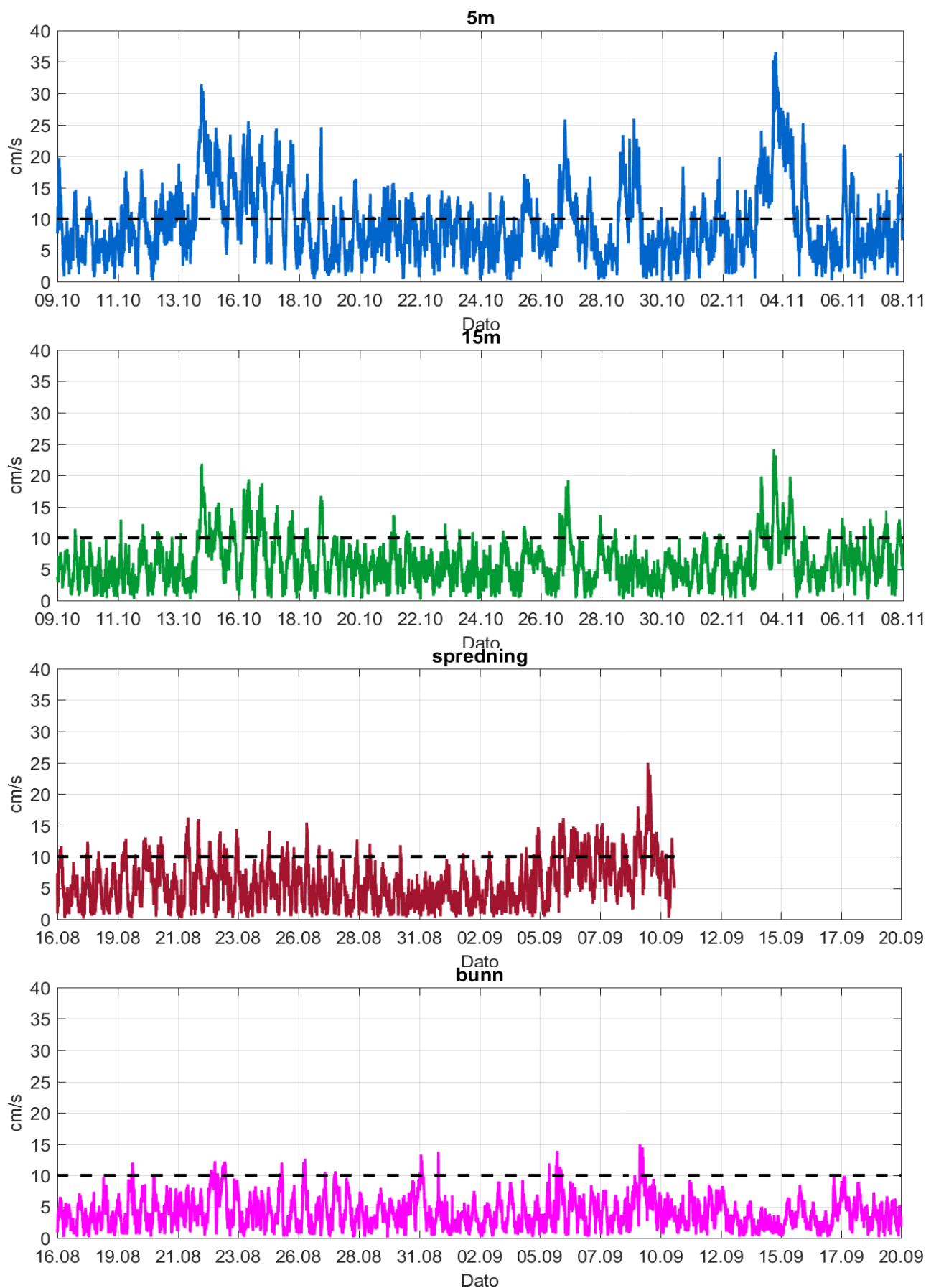
4.5 Strømmens retningsfordeling.

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



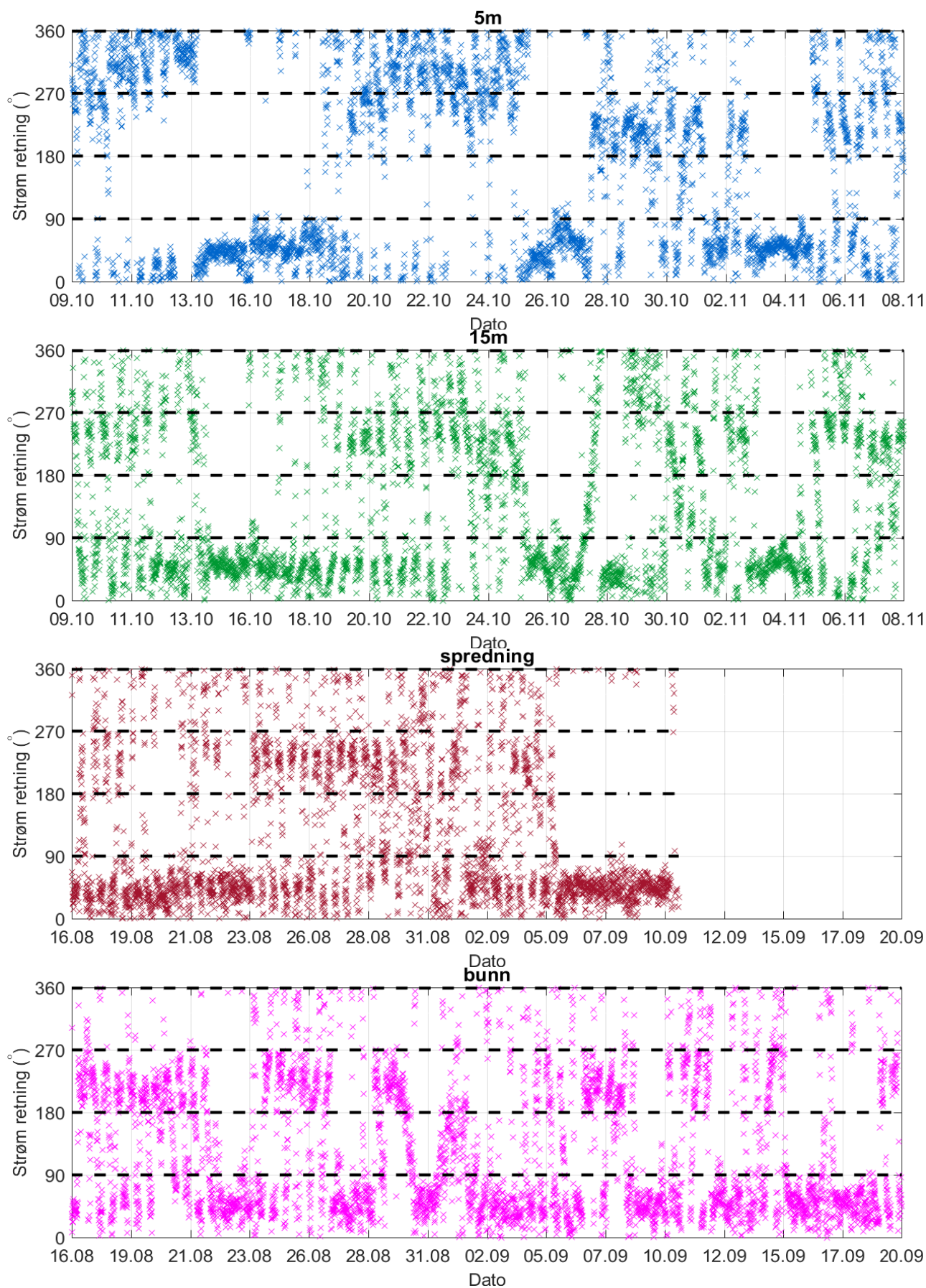
4.6 Tidsdiagram - strømshastighet.

Strømshastighet på stående akse og tid på liggende akse.



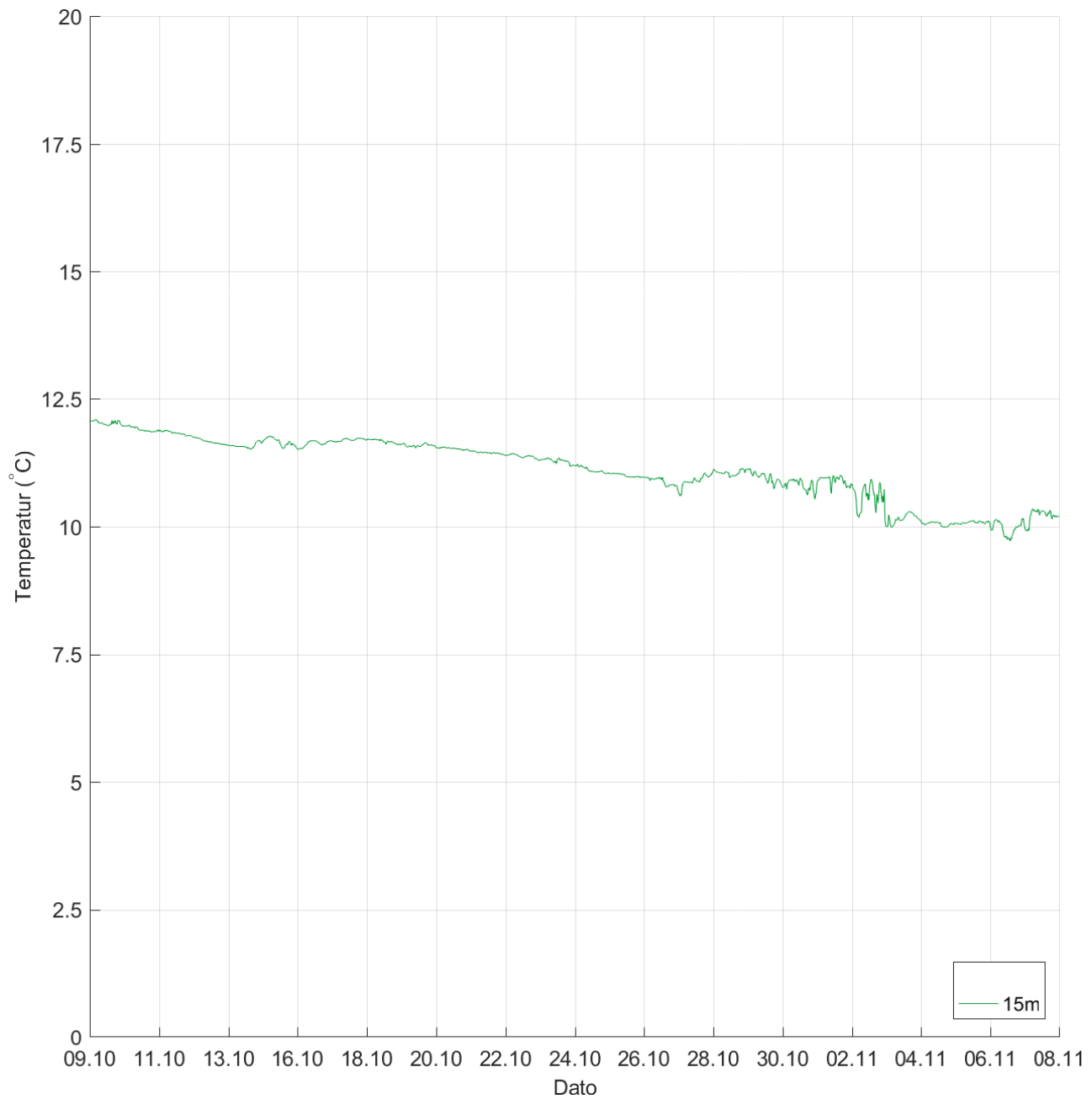
4.7 Tidsdiagram - strømretning.

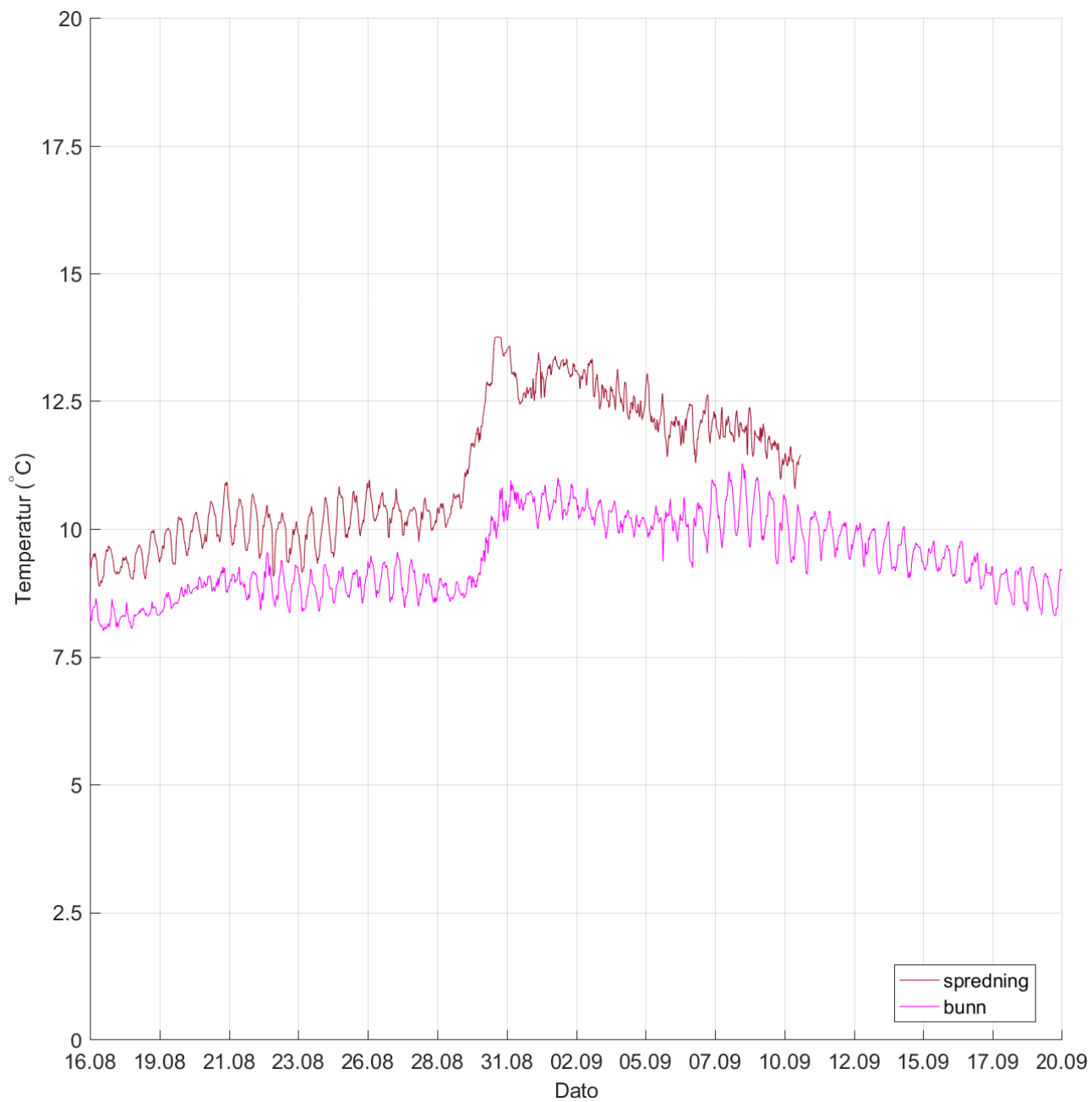
Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



4.8 Tidsdiagram - temperatur.

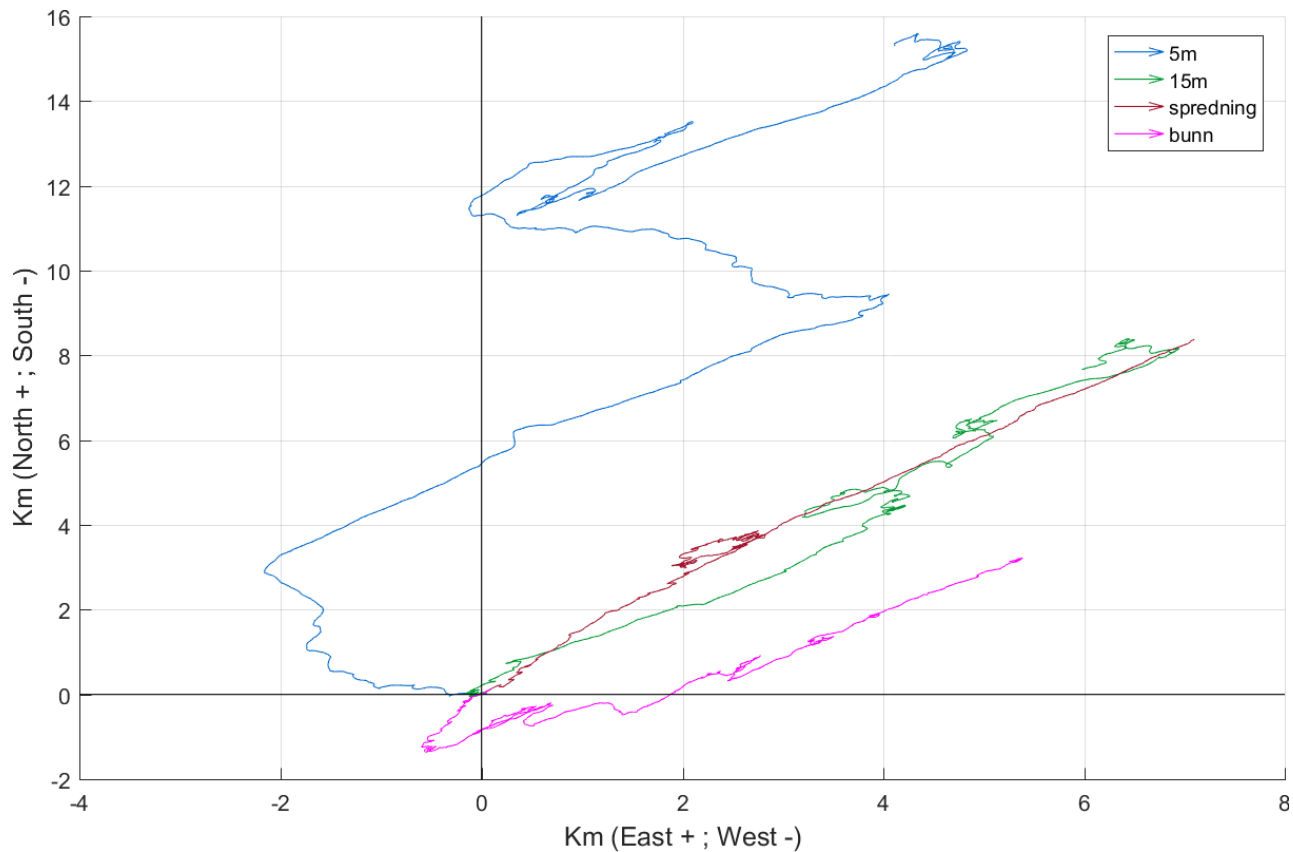
Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.





4.9 Progressivt vektordiagram.

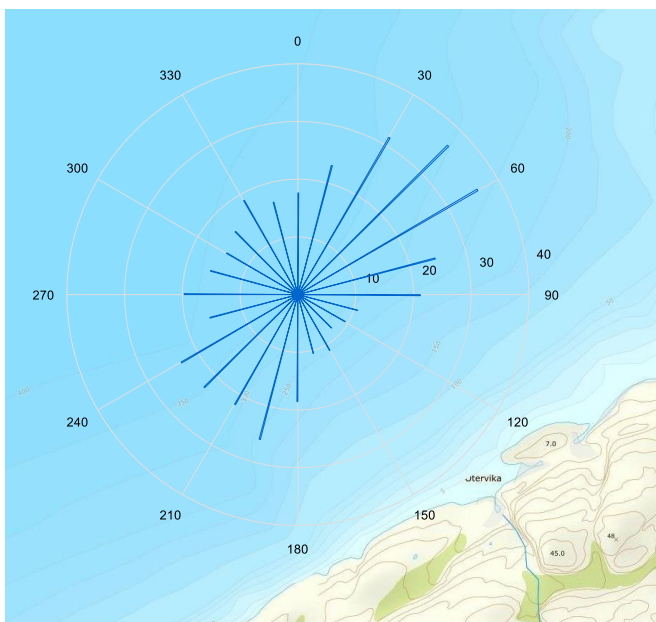
Diagrammet viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmålerens posisjon ved målestart, vil drive av sted i løpet av måleperioden. Dette gir en indikasjon på vannskiftning i måleperioden.



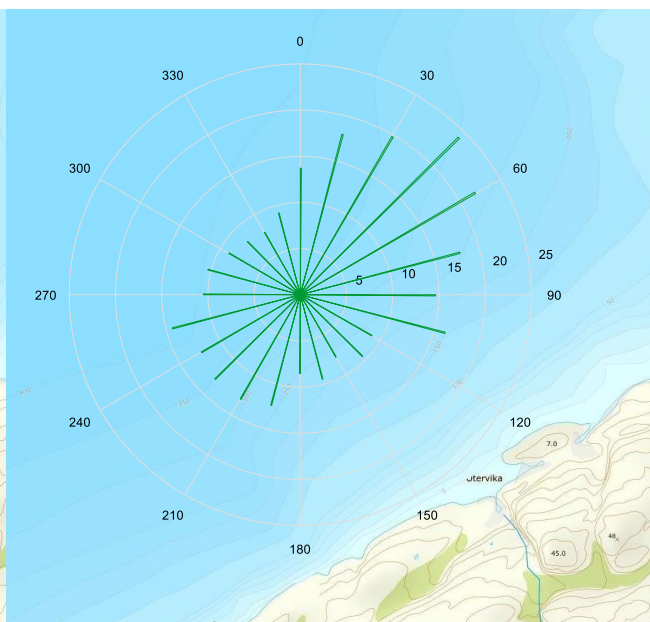
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet.

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

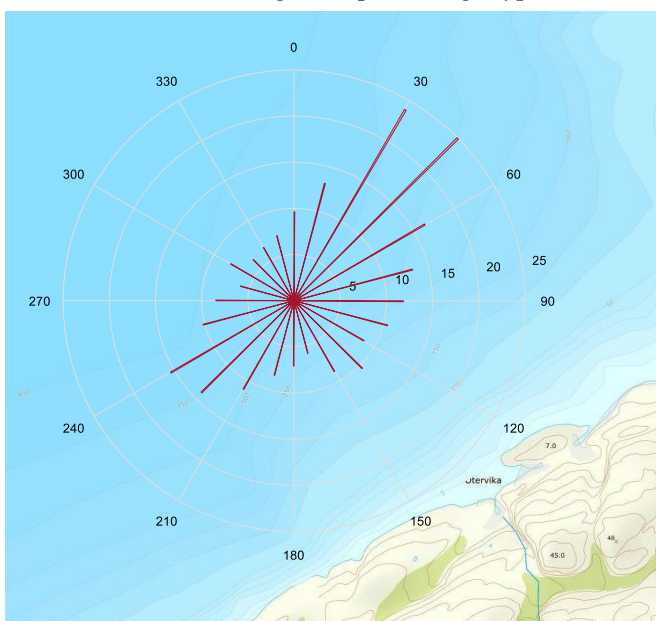
Maksimal strømhastighet (5m dyp).



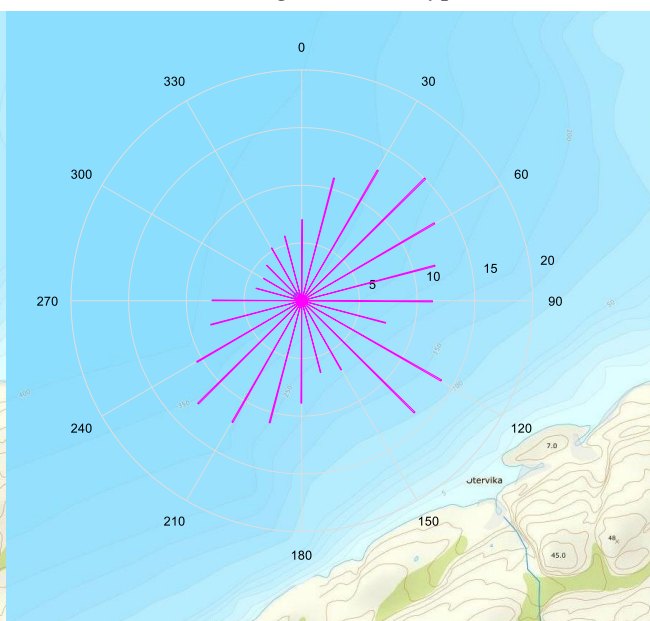
Maksimal strømhastighet (15m dyp).



Maksimal strømhastighet (spredningsdyp).



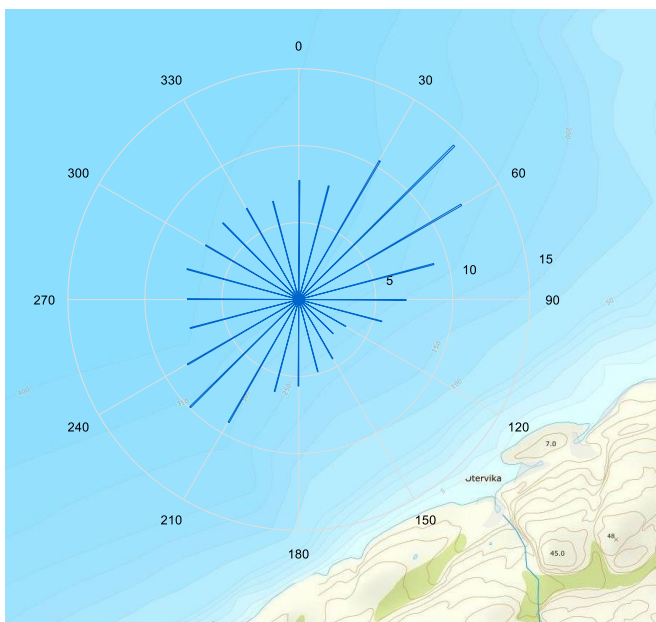
Maksimal strømhastighet (bunndyp).



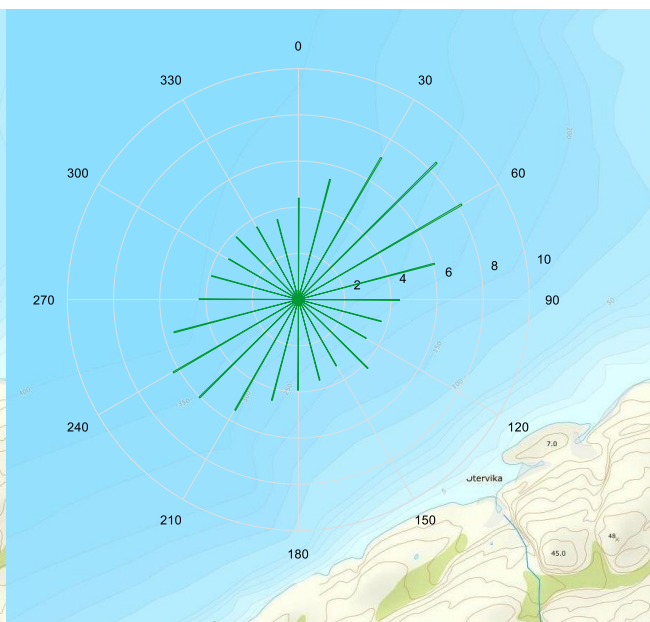
4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet.

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

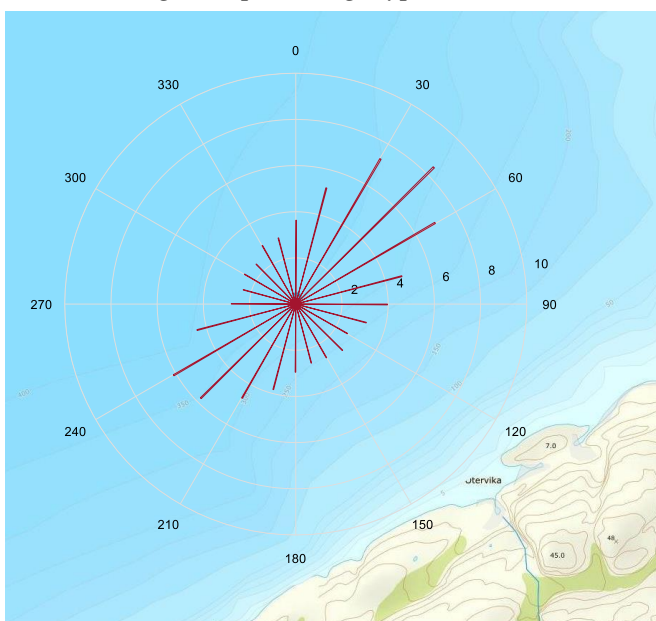
Middelhastighet (5m dyp).



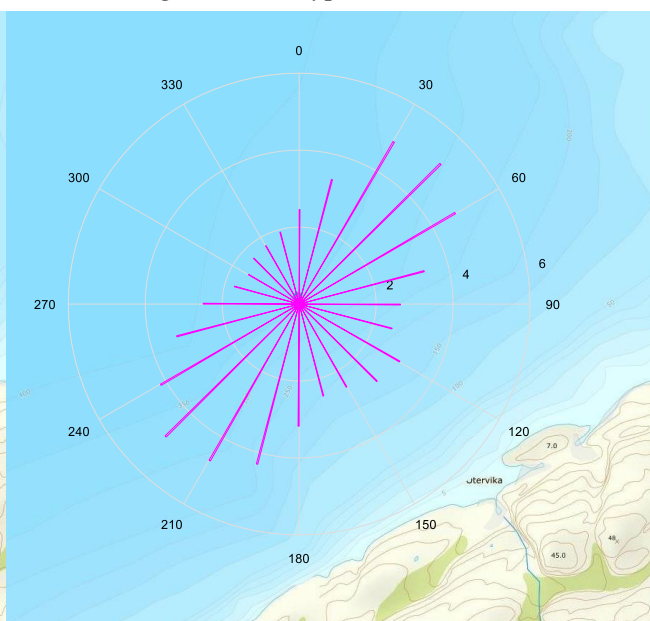
Middelhastighet (15m dyp).



Middelhastighet (spredningsdyp).



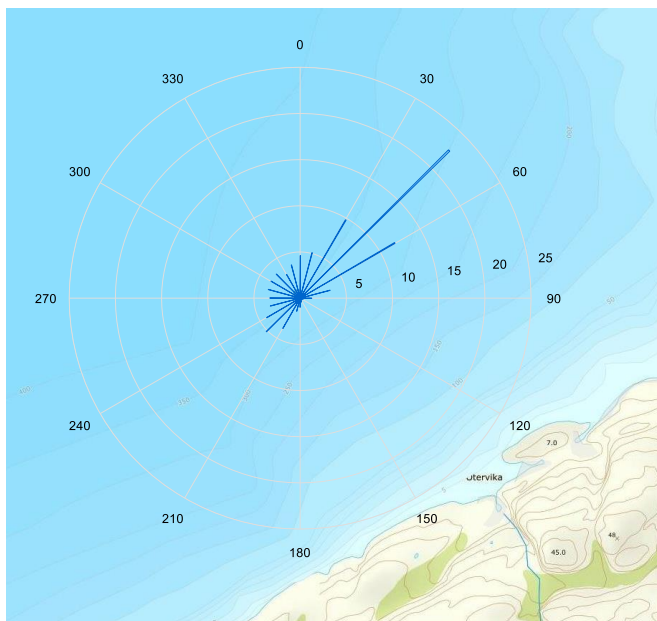
Middelhastighet (bunndyp).



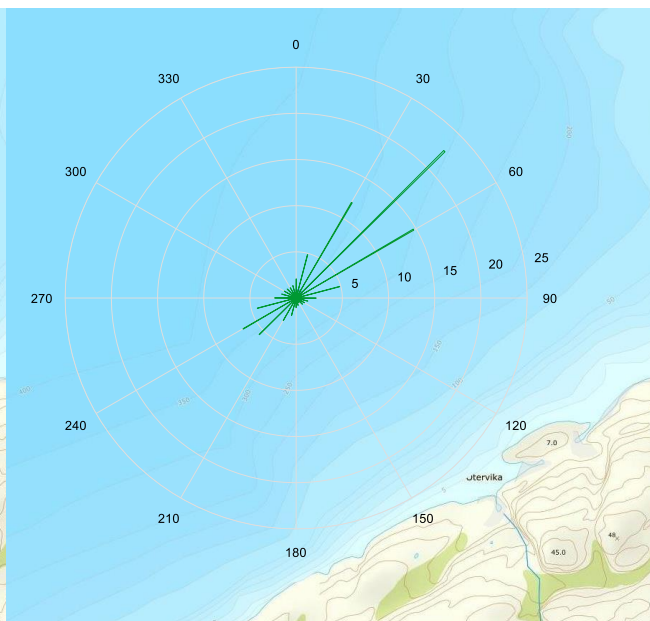
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.

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.

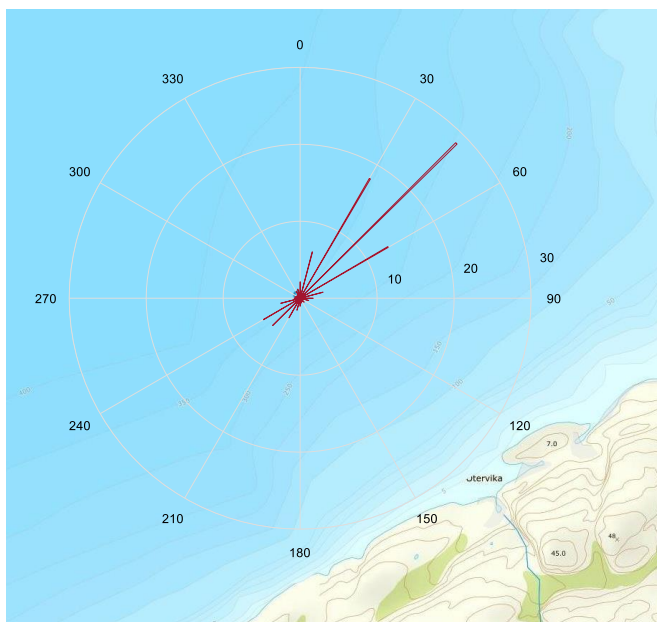
Relativ vannfluks (5m dyp).



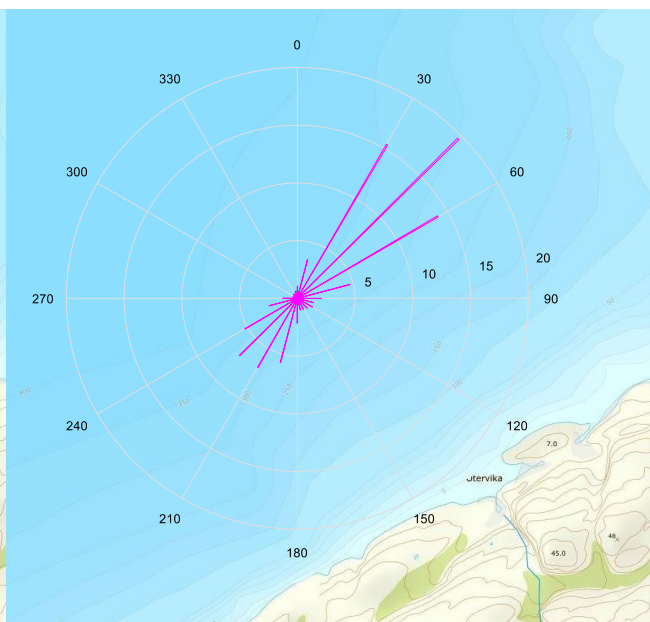
Relativ vannfluks (15m dyp).



Relativ vannfluks (spredningsdyp).



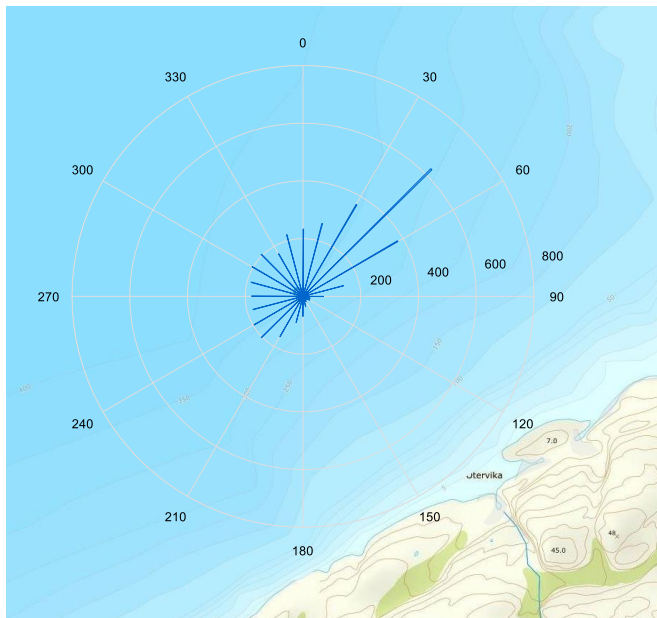
Relativ vannfluks (bunndyp).



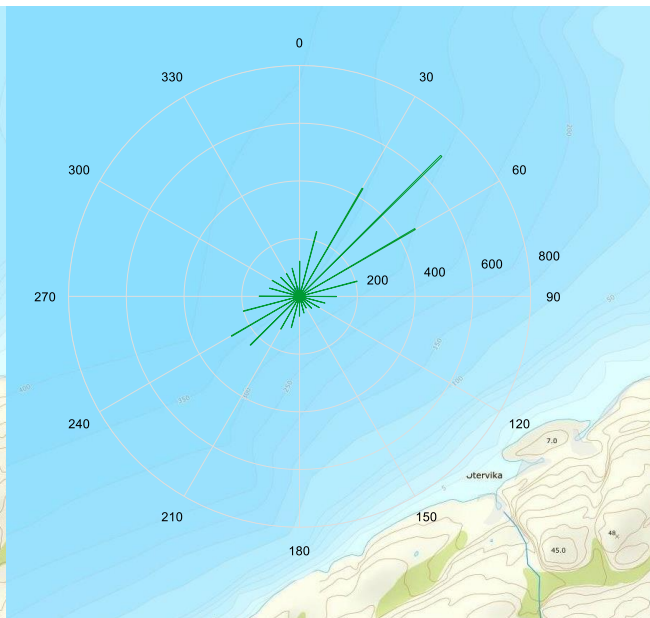
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.

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

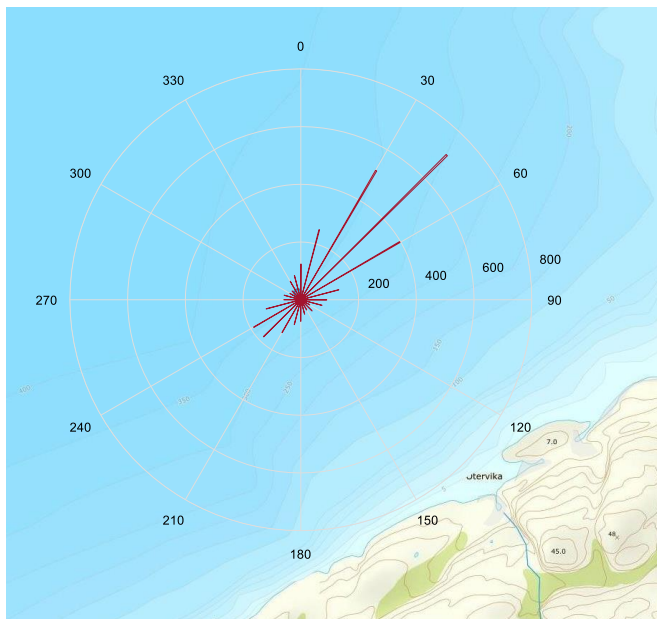
Antall målinger (5m dyp).



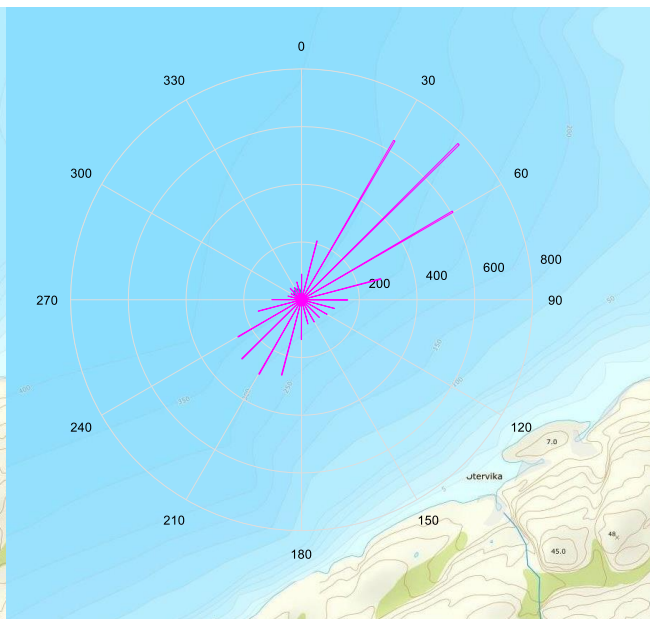
Antall målinger (15m dyp).



Antall målinger (spredningsdyp).



Antall målinger (bunndyp).



4.14 Maksimal strømhastighet for 8 retningssektorer.

Tabell 4.14.1. 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°
5m	23.1	36.6	24.6	11.1	25.9	23.3	19.7	18.8
15m	18.0	24.1	17.8	9.5	12.4	13.0	14.3	8.9
spredning	13.1	25.0	13.3	10.4	8.3	15.4	10.2	7.9
bunn	11.0	15.0	11.9	13.9	10.9	12.7	8.1	5.3

4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet for 8 retningssektorer.

Tabell 4.15.1. 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°
5m	7.3	12.6	8.1	3.7	5.7	9.2	7.4	7.0
15m	4.5	8.0	5.1	3.6	4.1	6.0	4.8	3.6
spredning	4.0	7.7	4.1	2.7	3.2	5.6	3.5	2.7
bunn	2.6	4.9	3.0	2.8	3.7	4.6	2.8	1.7

4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.

Tabell 4.16.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	715	1374	242	67	201	560	543	579
15m	455	1587	425	185	241	644	449	295
spredning	461	1626	301	131	216	502	243	161
bunn	363	2009	562	278	495	843	306	146

4.17 Relativ vannutskiftning for 8 retningssektorer.

Tabell 4.17.1. Relativ vannutskiftning (%) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	13.4	44.4	5.0	0.6	3.0	13.1	10.2	10.3
15m	8.0	49.5	8.4	2.6	3.9	15.1	8.3	4.2
spredning	8.8	60.3	6.0	1.7	3.4	13.6	4.1	2.1
bunn	4.8	49.3	8.3	3.9	9.0	19.3	4.2	1.2

4.18 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 4.18.1. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m.

	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Strøm	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° - 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	23.1	36.6	24.6	11.1	25.9	23.3	19.7	18.8
Retning (°)	22	52	77	151	201	235	270	333
10-år (cm/s)	38	60	41	18	43	39	33	31
50-år (cm/s)	43	68	45	21	48	43	36	35

4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 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
Strøm	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° - 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	18.0	24.1	17.8	9.5	12.4	13.0	14.3	8.9
Retning (°)	19	48	73	129	202	208	254	294
10-år (cm/s)	30	40	29	16	20	21	24	15
50-år (cm/s)	33	45	33	17	23	24	26	17

4.20 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 4.20.1. Amplitudene for de ulike tidevannskomponentene med tilhørende frekvens er vist i Figur 4.20.3.

Det er også foretatt en analyse med fem separerbare hovedkomponenter, 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 4.20.2.

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 4.20.1. 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 er smal, det indikerer at strømmen domineres av to motsatt rettede hovedstrømretninger.

Figur 4.20.2 viser tidevannsellipsen (farget linje) fra analysen med alle separerbare komponenter sammenlignet med den totale strømmellipsen (svart linje). Tidevannsellipsen er smal og det indikerer at tidevannet har to motsatte hovedstrømretninger.

Det var 2 måleperioder. Begge måleperiodene inkluderte 2 springflo («storsjøan») – nippflo («småsjøan») tidevannssykluser.

Måleperiode 1 (spredning og bunn) hadde «Storsjøan» rundt 21. august 2017, og 6. og 20. september 2017. Strømmåleren som målte på spredningsdyp gikk tom for strøm den 11. september 2017, og målte derfor ikke under storsjøan den 20. september 2017.

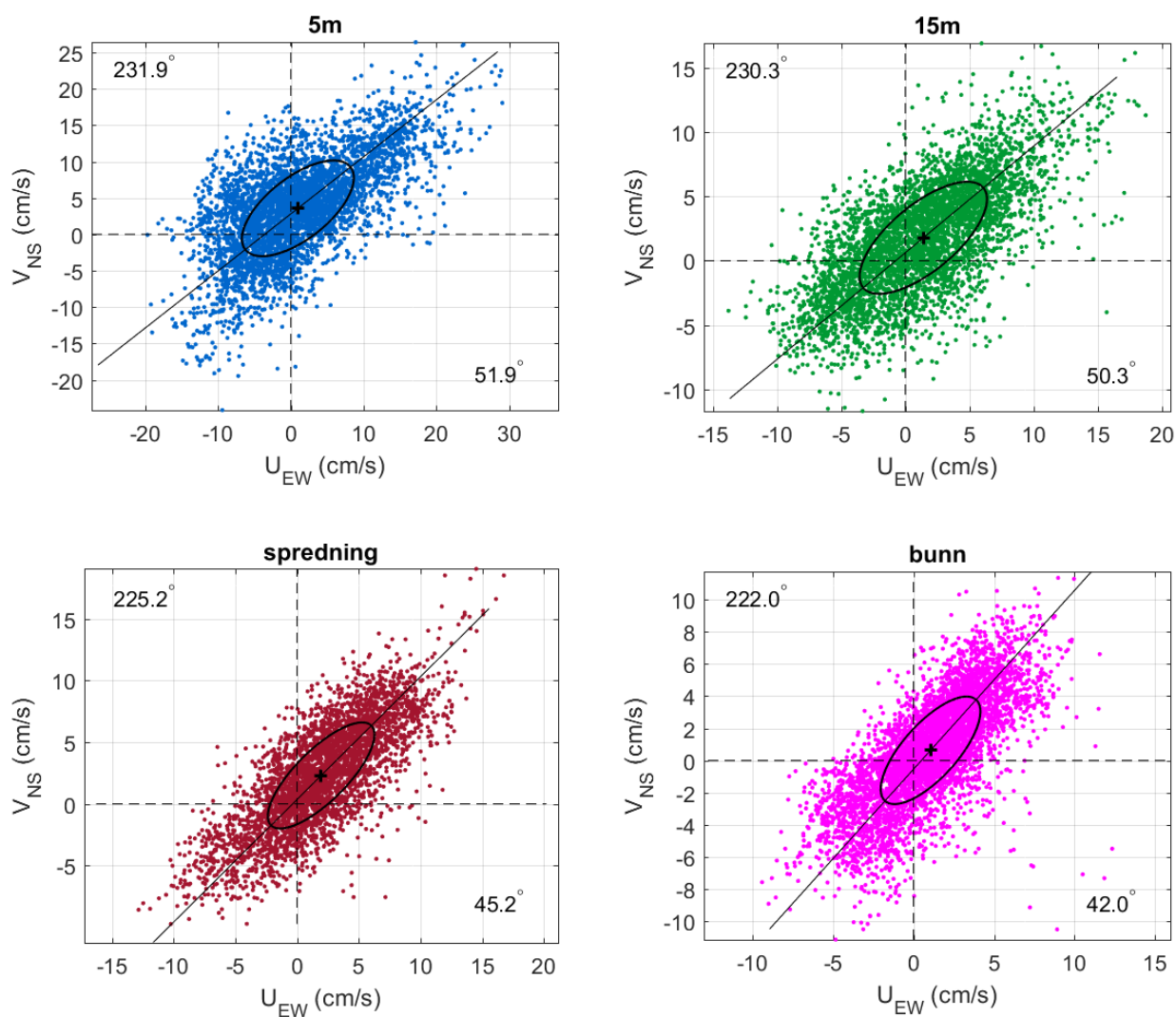
Under måleperiode 2 (5m og 15m) var «Storsjøan» rundt 19. oktober og 4. november 2017.

Tabell 4.20.1. Tidevannsanalyse av målte data.

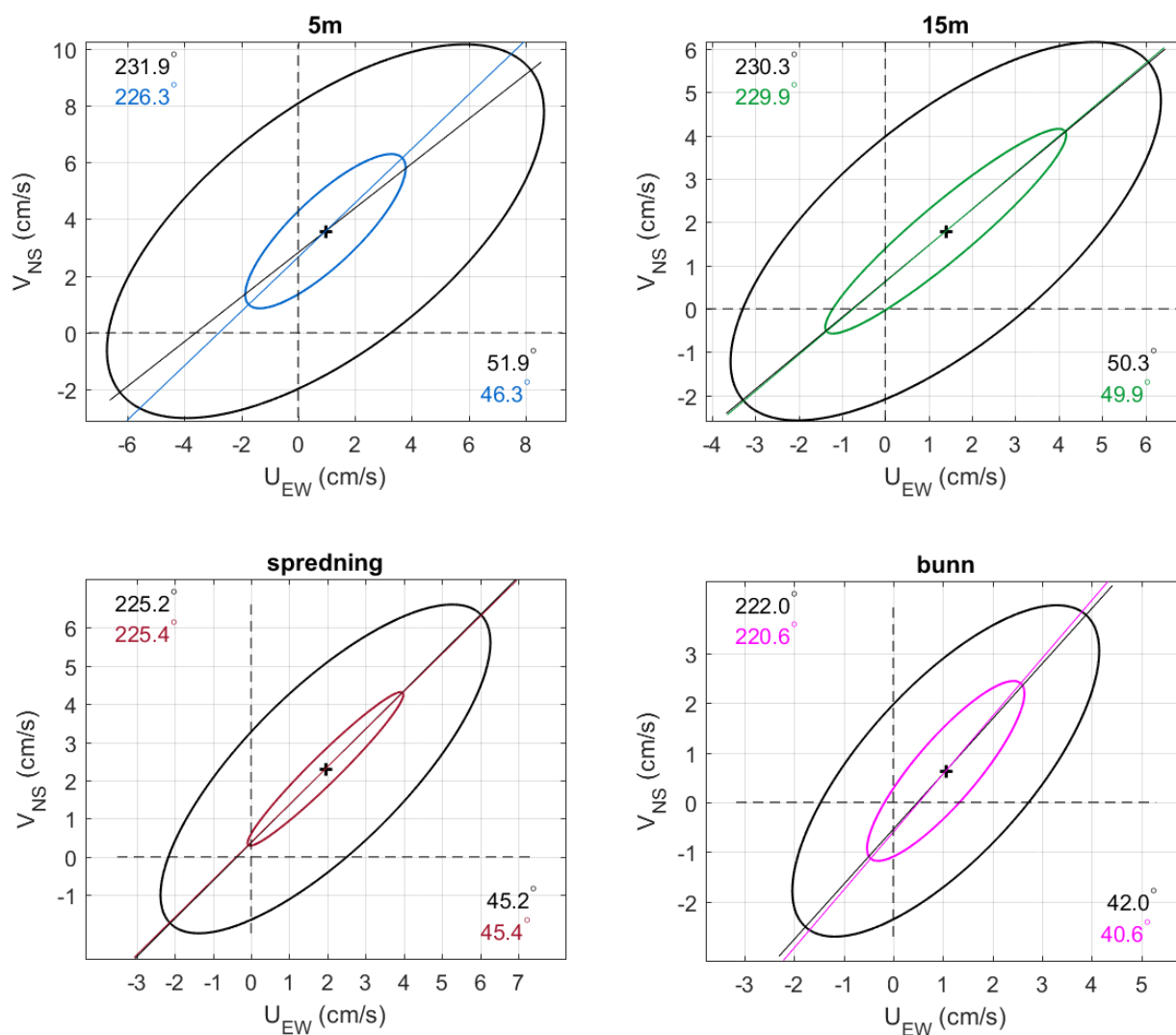
Strømhastighet forårsaket av tidevann	5m	15m	spredning	bunn
Prosent (%)	43.0	55.4	37.7	51.1
Trykk		27.3m	67.7m	82.1m
Prosent (%)	-	69.7	92.0	94.1

Tabell 4.20.2. Bidrag til strømmen fra M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 .

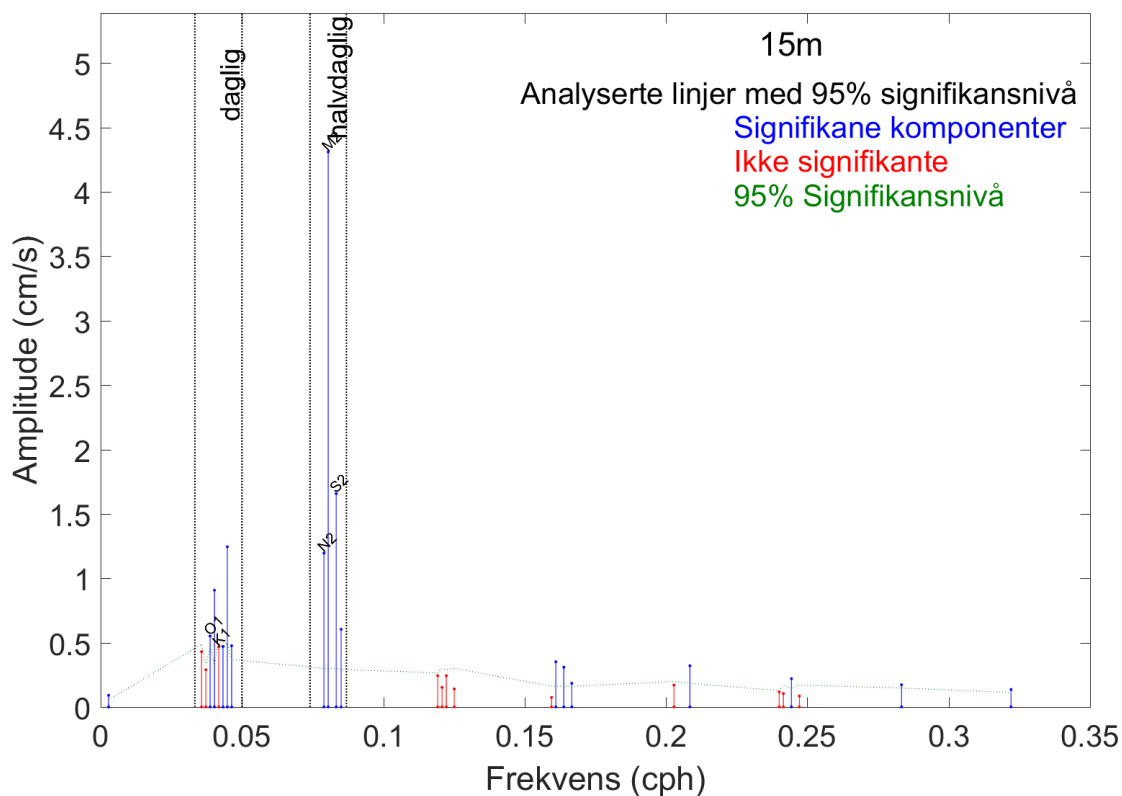
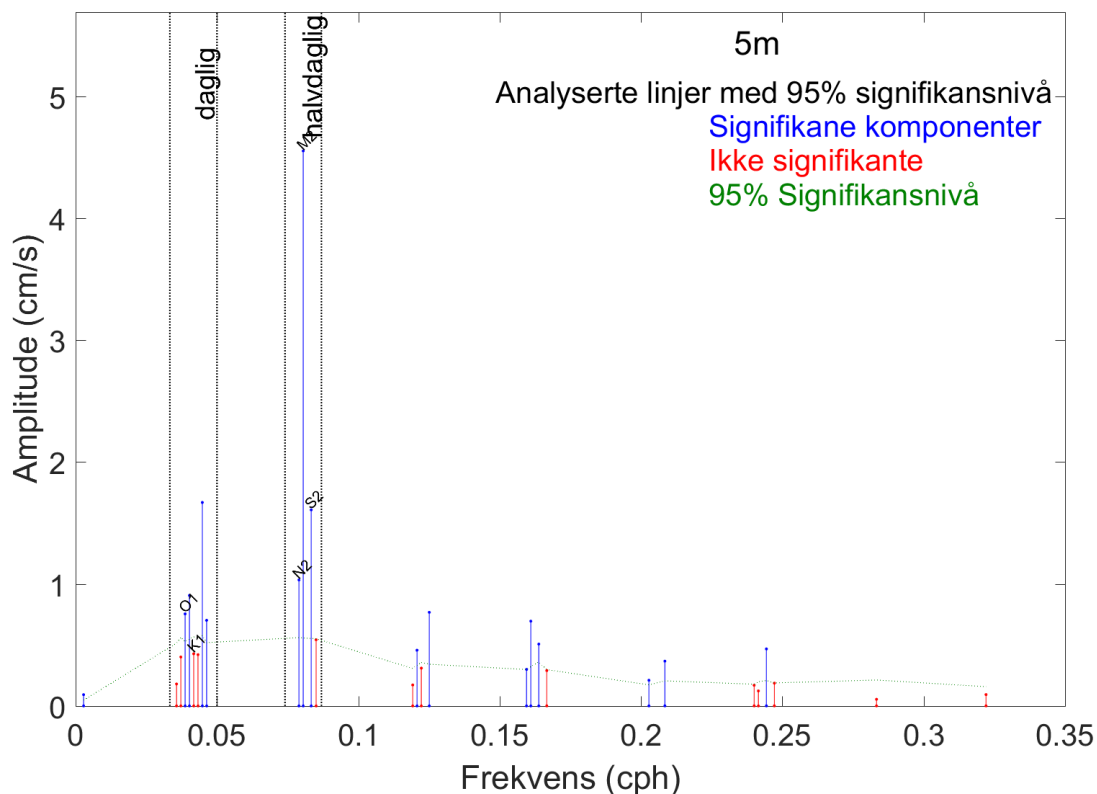
Bidrag fra tidevannskomponentene (%)	5m	15m	spredning	bunn
Prosent M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 (%)	38.4	52.3	44.7	39.4
Trykk		27.3m	67.7m	82.1m
Prosent (%)	-	61.9	-	92.5

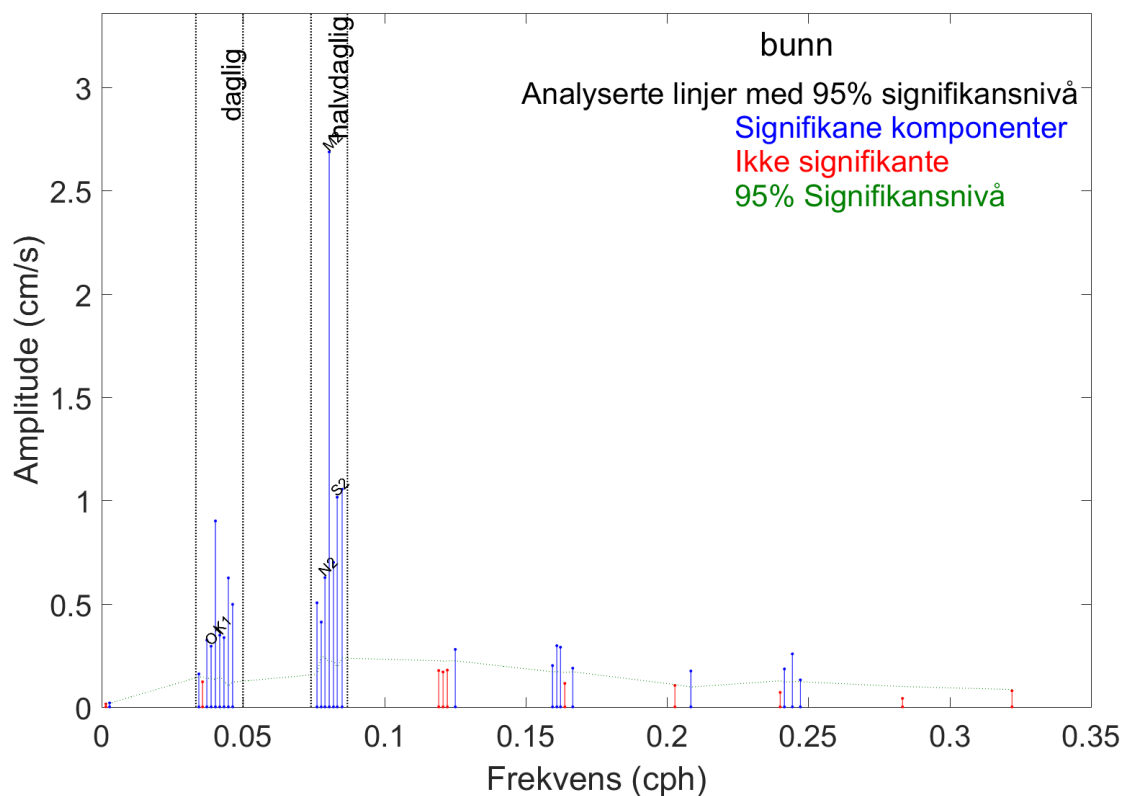
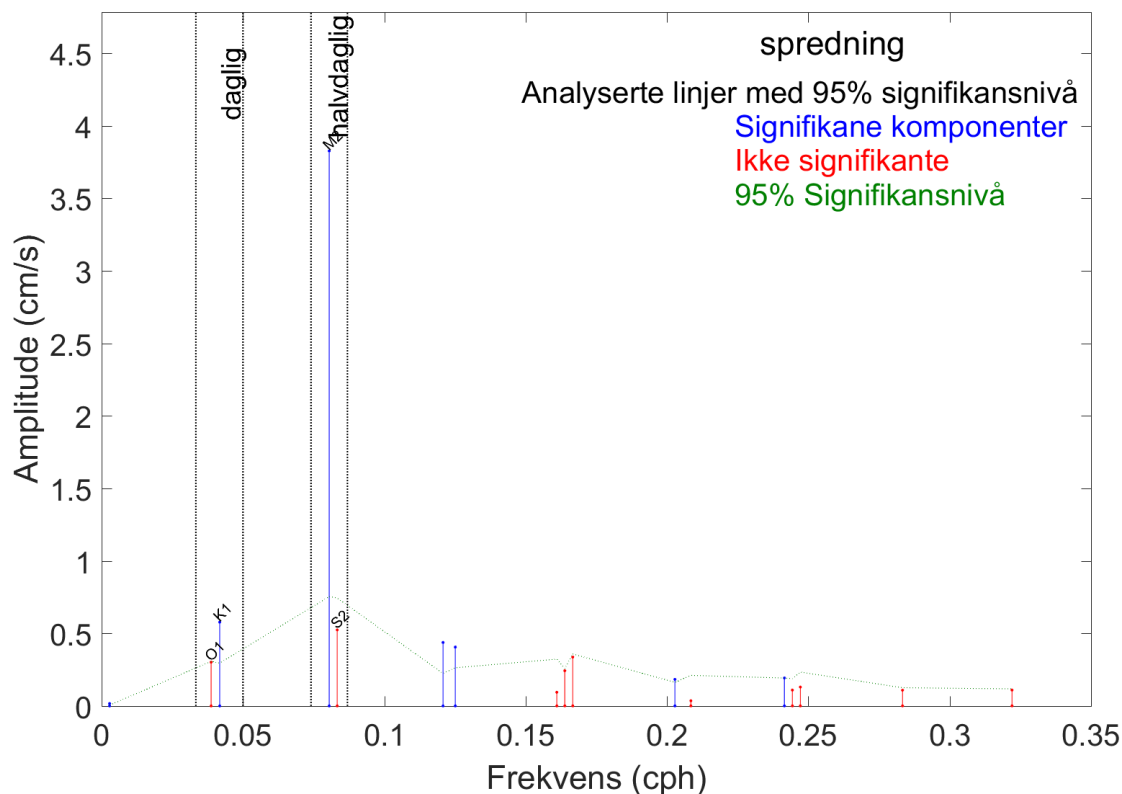


Figur 4.20.1. U_{EW} - V_{NS} punktdiagram med tilhørende strørellipse. Midtpunktet for strørellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Øst-vest og nord-sør aksekors er vist med stiplede linjer.



Figur 4.20.2. 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.

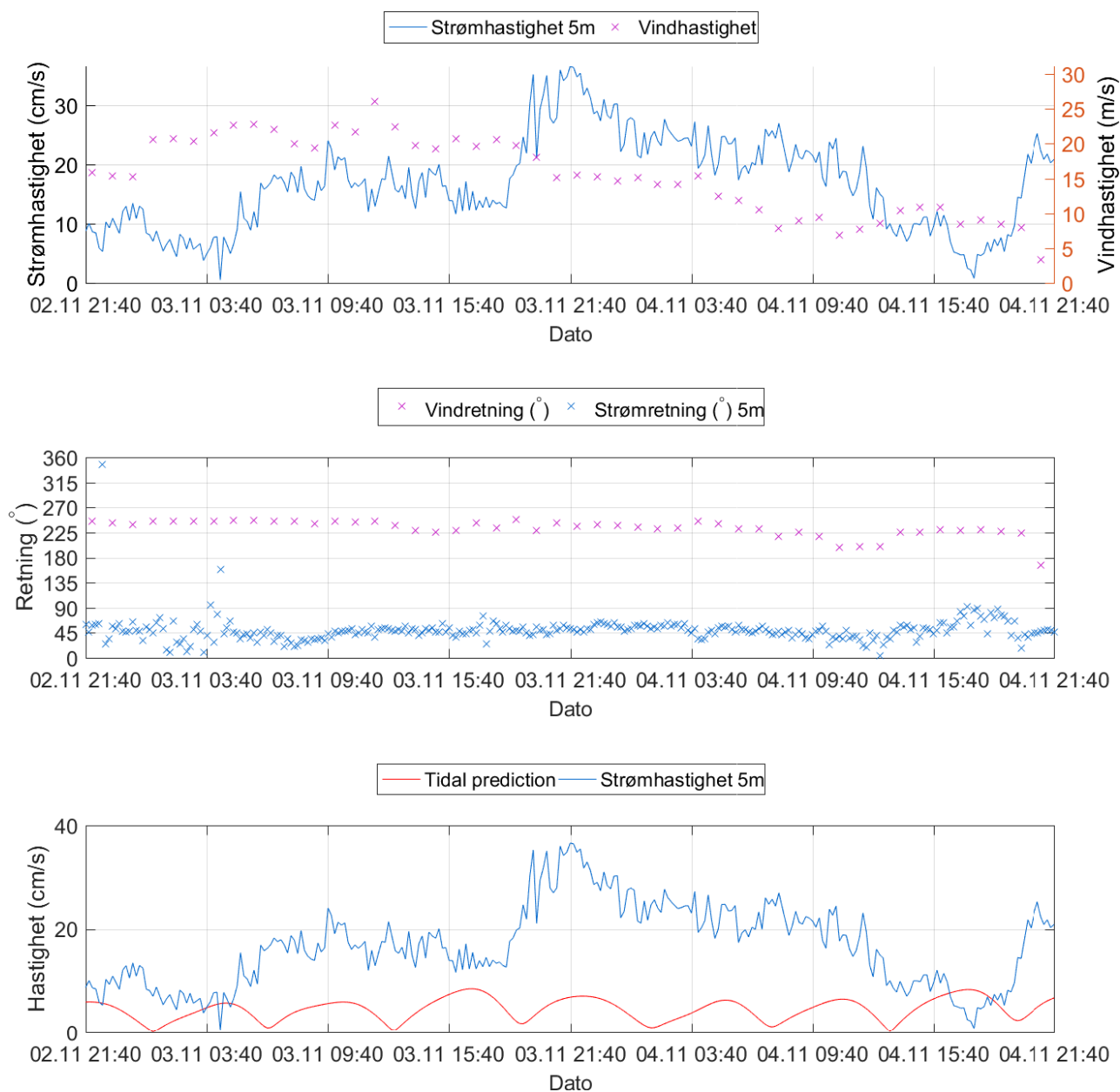




Figur 4.20.3. Amplitude og frekvens for komponenter fra tidevannsanalysen. De blå linjene er komponenter med signifikante bidrag og de røde linjene er ikke signifikante og dermed ikke inkludert i tidevannssignalet.

4.21 Todagersperiode.

Strømhastighet, strømrretning, tidevann og vind er oppgitt i figuren 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

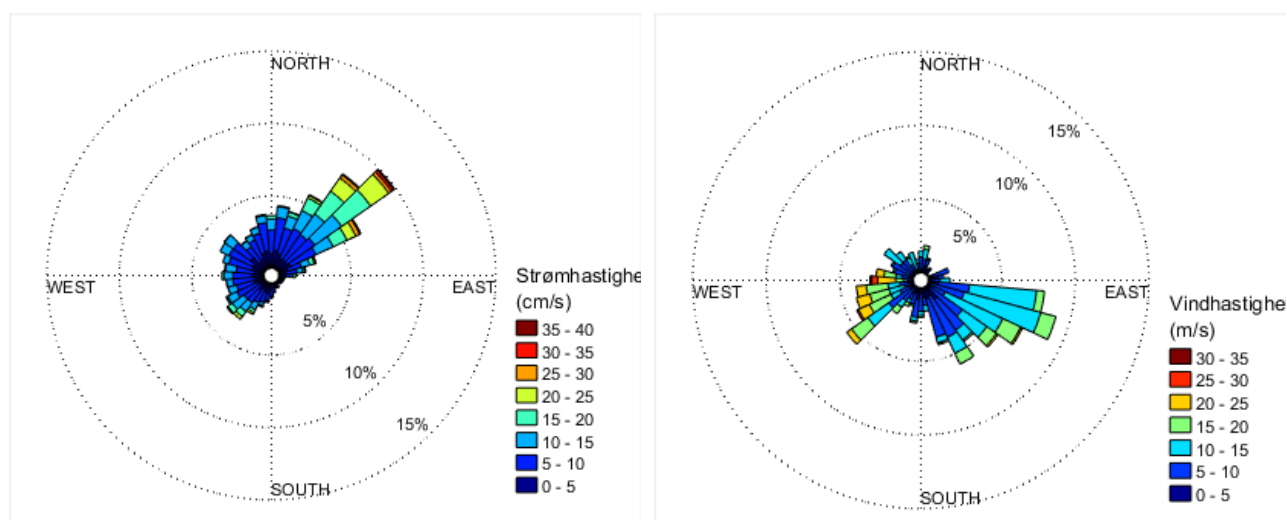
Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra NØ – N – NV – V og SV kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten.

Vinddata er tatt fra værstasjon Sømna-Kvaløyfjellet, som ligger 6.6km nord for strømmålingsposisjonen (Figur 4.22.3). Her blåste vind mest fra SØ og sterkest fra V under måleperioden (Tabell 4.22.1).

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

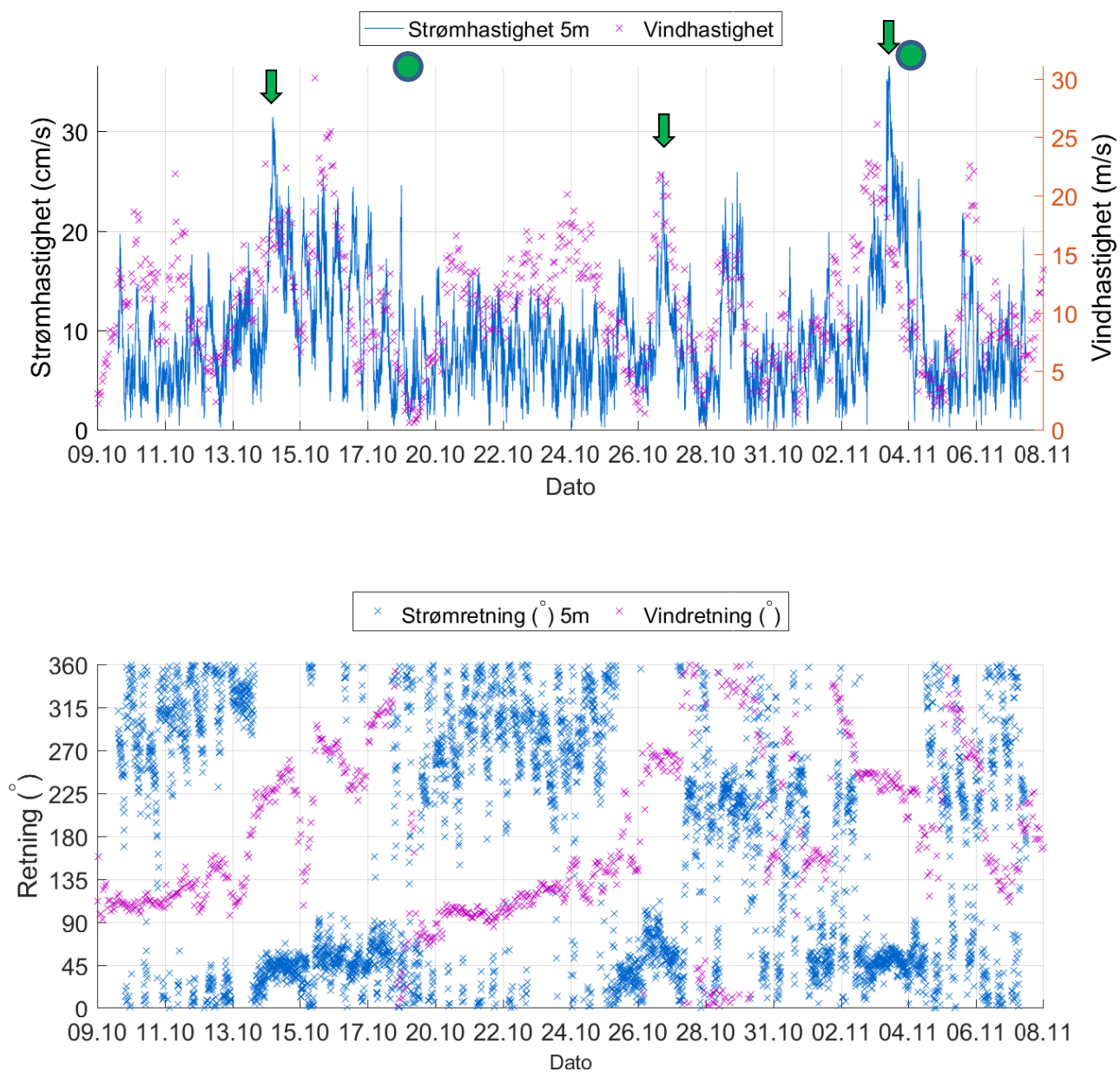
Tabell 4.22.1. Maksimal vindhastighet og % tid vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	15.2	8.1	18.6	21.9	16.7	26.1	30.1	16.5
% tid fra en bestemt retning	3.5	1.7	18.5	26.7	10.1	15.3	13.2	8.5



Figur 4.22.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m (venstre) og vind (fra retning) på Sømna-Kvaløyfjellet (høyre) under måleperioden.

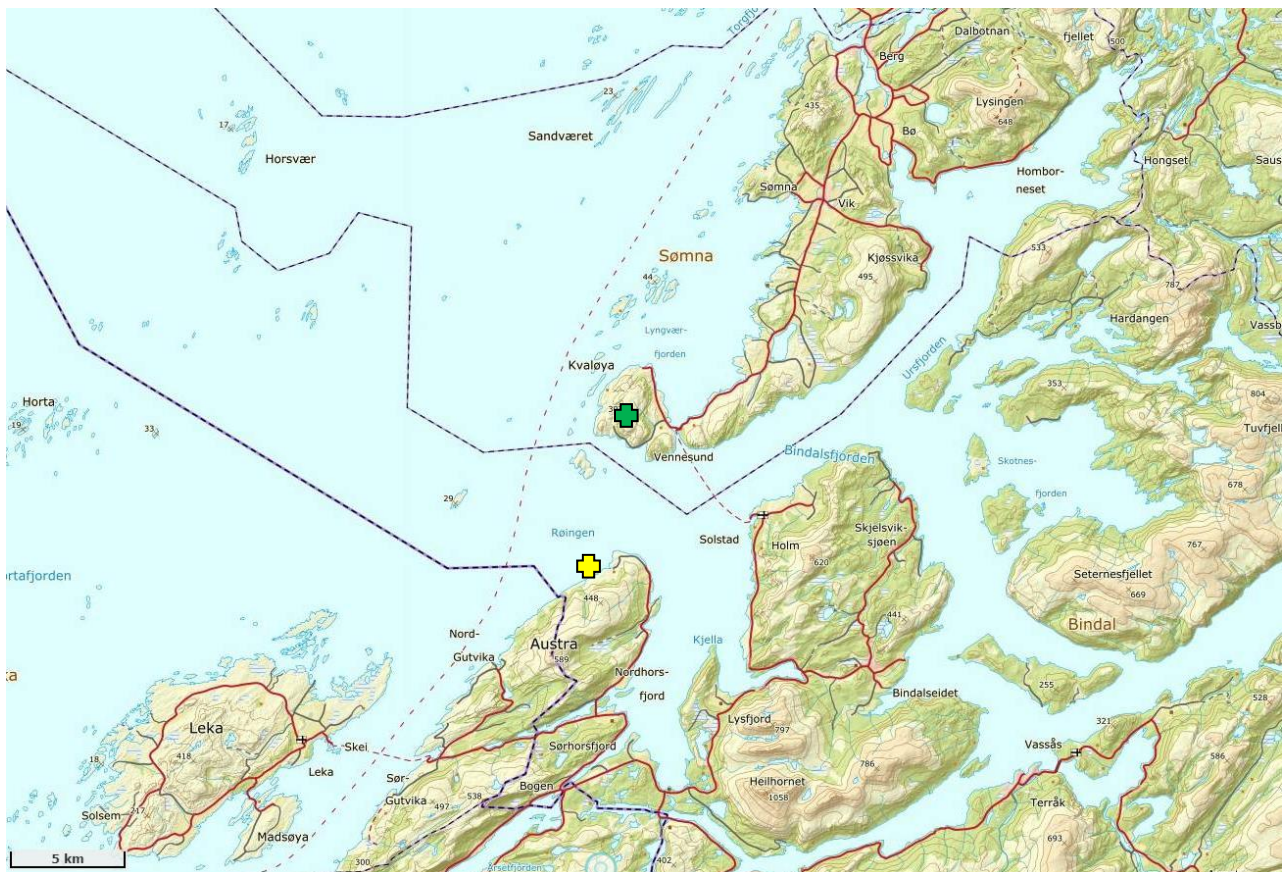
Strøm- og vindhastighet og retning er oppgitt i Figur 4.22.2 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen, og for å vurdere om noen strømtopper skyldes vind.





Figur 4.22.2. Strømhastighet på 5m og vindhastighet samt strøm- og vindretning (Sømna-Kvaløyfjellet) under måleperioden. Grønn sirkel er storsjøan.

Strømtopper over 25cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Sømna-Kvaløyfjellet fra samme periode. Figur 4.22.2 indikerer hvilke tidspunkter vind på Sømna-Kvaløyfjellet og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne piler).

Vind kan ha påvirket noen av strømtoppene.



Figur 4.22.3. Posisjonen til Sømna-Kvaløyfjellet værstasjon (markert med ) i forhold til strømmålerens posisjon (markert med ). Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.

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 måleperiode 1 var på snittdyp 67.7m (representerende for spredningsstrøm) mellom 8.9 – 13.8°C, og på snittdyp 82.1m (for måleren som målte på bunndyp) var temperaturen mellom 8.0 – 11.3°C. Temperaturmålingene viser at vannsøylen var lagdelt mellom disse dypene. Temperatur under måleperiode 2 på snittdyp 27.3m, som representerer målingene på 5 og 15m, var 9.7 – 12.1°C.

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 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 36.6 cm/s mot NØ på 5m dyp, 24.1 cm/s mot NØ på 15m dyp, 25.0 cm/s mot NØ på spredningsdyp og 15.0 cm/s mot NØ på bunnen. Maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m, 15m og bunn, og som sterk på spredningsdyp. Signifikant maksimal strømhastighet var 15.6 cm/s på 5m dyp og 10.0 cm/s på 15m dyp. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m og 15m.

Det var tilfeller der strøm var >30cm/s på 5m, men ingen tilfeller på 15m spredningsdyp eller bunndyp.

5.2.2 Enkeltstående strømtopper

Det var ingen enkeltstående strømtopper som ble vurdert som feilverdier.

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/m³, 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 langsiden mot den dominerende strømreretning 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 15m. Gjennomsnittlig strømhastighet var ≥ 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 40 min på 5m, 40 min på 15m, 40 min på spredning og 50 min 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 ikke bare flytter seg fram og tilbake.

Neumann parameteren er vurdert som stabil på 5m, 15m og for spredningsstrøm og middels stabil for bunnstrøm.

5.2.6 Sprednings- og bunnstrøm

Sprednings- og bunnstrøm er viktig for lokalitetens totale bæreevne. Opphopning av sediment under anlegget kan i noen tilfeller påvirke vannkvaliteten i merden og dermed fiskens levevilkår (Mattilsynet, 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 20m. 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 380m. Da er det ca. 350 – 360m mellom notbunn og havbunn. Austra ligger over en 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.

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

Metode for målinger på spredningsdyp er gjort iht. NS 9415:2009, med unntak av varighet.

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.

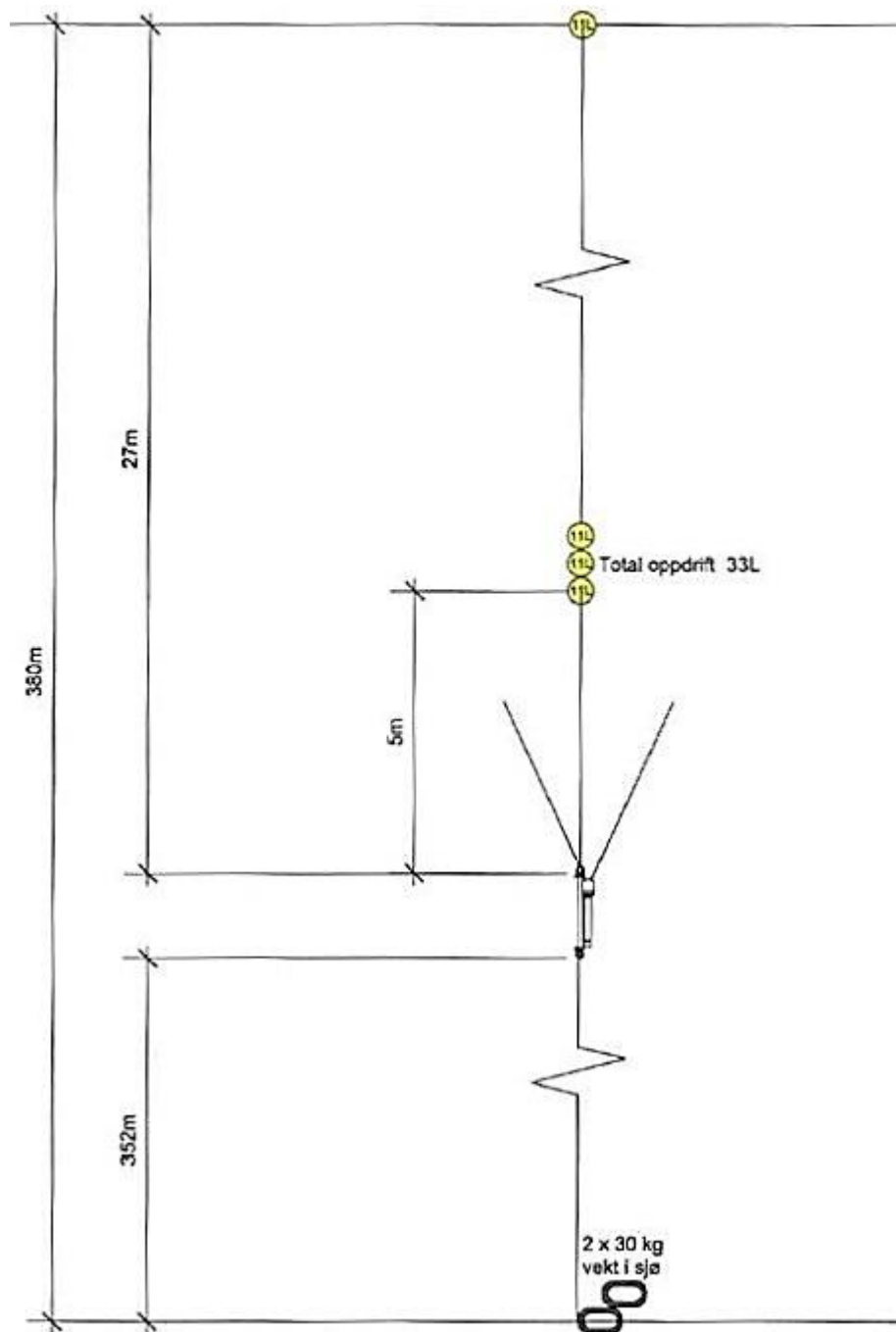
Tabell 6.1. Opplysninger per instrument.

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 Current Profiler (AquaPro) (400kHz)
Måler ID-nr.	7808		7808	7821
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 ±10m/s (vektor gjennomsnitt)		0 til ±10m/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±10m/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

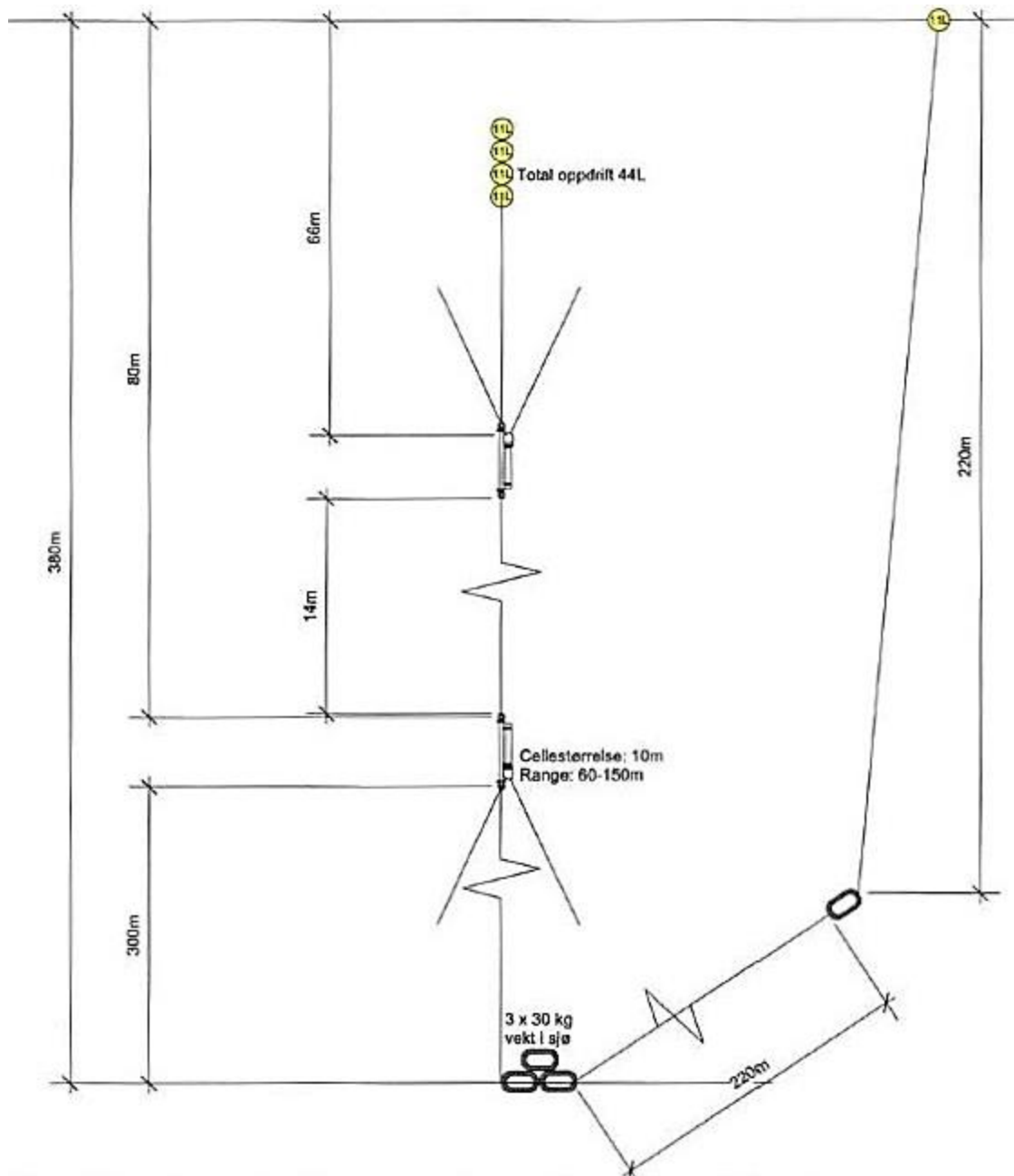
7. Vedlegg - riggoppsett, måleprinsipp og valg av målested

7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er skissert i Figur 7.1.1.



Figur 7.1.1. Prinsippkisse av riggoppsett for målingene på 5 og 15m. Figuren er hentet fra riggskjema utarbeidet av Sinkaberg-Hansen.



Figur 7.1.2. Prinsippskisse av riggoppsett for målingene på spredning og bunn. Figuren er hentet fra riggskjema utarbeidet av Sinkaberg-Hansen.

7.2 Måleprinsipp

Nortek AquaPro Profiler og punktmåler

Instrumentet bruker Doppler effekten for å måle strøm. Instrumentet sender ut en kort lyd puls (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 på målingene for 5m, 15, og spredningsdyp.

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 jevnt i løpet av en 10-minuttersperiode. En måling er gjennomsnitt over en 10-minuttersperiode.

Profileren som ble brukt under målingene på bunnen, målte strøm med en registrert måling basert på gjennomsnittet av 5 målinger over en 10-minuttsperiode (5 min med måling etterfulgt av 5 min hvile).

Tabell 7.2.2. Måleprinsipp for Nortek profiler på bunndyp.

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 målinger tatt over en 5-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 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

Sinkaberg-Hansen eier profilerne som var brukt til strømmålingene. Før utsett blir nye batterier satt inn.

Ved utsett av instrumentene ble Sinkaberg-Hansens eget riggskjema benyttet. Riggskjemaet inneholdt: riggoppsett, posisjon, måledyp, riggansvarlig og dato for utsett.

Ved opptak blir måleinstrumentene undersøkt for begroing, annet som kan ha påvirket målingene, og fysisk skade. 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

I forbindelse med Sinkaberg-Hansen sine interne prosedyrer, blir målere rengjort ved opptak for groe og saltvann. Det er derfor ikke ventet at det har vært groe på instrumentene som har påvirket målingene, 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	09101701.prf	09101701.prf	16081701.prf	1608ne01.prf
Rådata først vurdert i	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport
Filnavn for eksportert data	Austra 5m SH1117 NPR7808_eks_KT.x lsx	Austra 15m SH1117 NPR7808_eks_KT.x lsx	Austra spredning SH0917 NPR7808_eks_KT.x lsx	Austra bunn SH0917 NPR7821_eks_KT.x lsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Austra-5m_QC.xlsx	Austra-15m_QC.xlsx	Austra- spredning_QC.xlsx	Austra- bunn_QC.xlsx
Data return (%)	100.00	100.00	100.00	99.50
Antall målinger	4281	4281	3641	5002
Antall fjernede målinger	0	0	0	25 (se vedlegg 8.3)
Eksterne forhold som kunne ha påvirket målingene?	Ingen.	Ingen.	Ingen.	Ingen.
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	09.10.17 16:30 - 08.11.17 09:50	09.10.17 16:30 - 08.11.17 09:50	16.08.17 12:20 - 11.09.17 00:40	16.08.17 12:19 - 20.09.17 09:59
Dato og tid for start og slutt av instrument	09.10.17 16:30 - 10.11.17 09:20	09.10.17 16:30 - 10.11.17 09:20	16.08.17 10:30 - 11.09.17 00:40	16.08.17 09:39 - 26.09.17 09:49

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.

Under måleperioden er det noen 'trekker-ned' episoder (Figur 8.2.1). Profilerinstrumentet fortsetter å måle data på riktig dybde under slike tilfeller, så lenge instrumentets tilt holder seg under grenseverdien for kvalitetskontroll (strøm < 30°). Ingen av datapunktene er vurdert som påvirket av disse episodene, og det er derfor ingen datapunkter fjernet i den forbindelse.

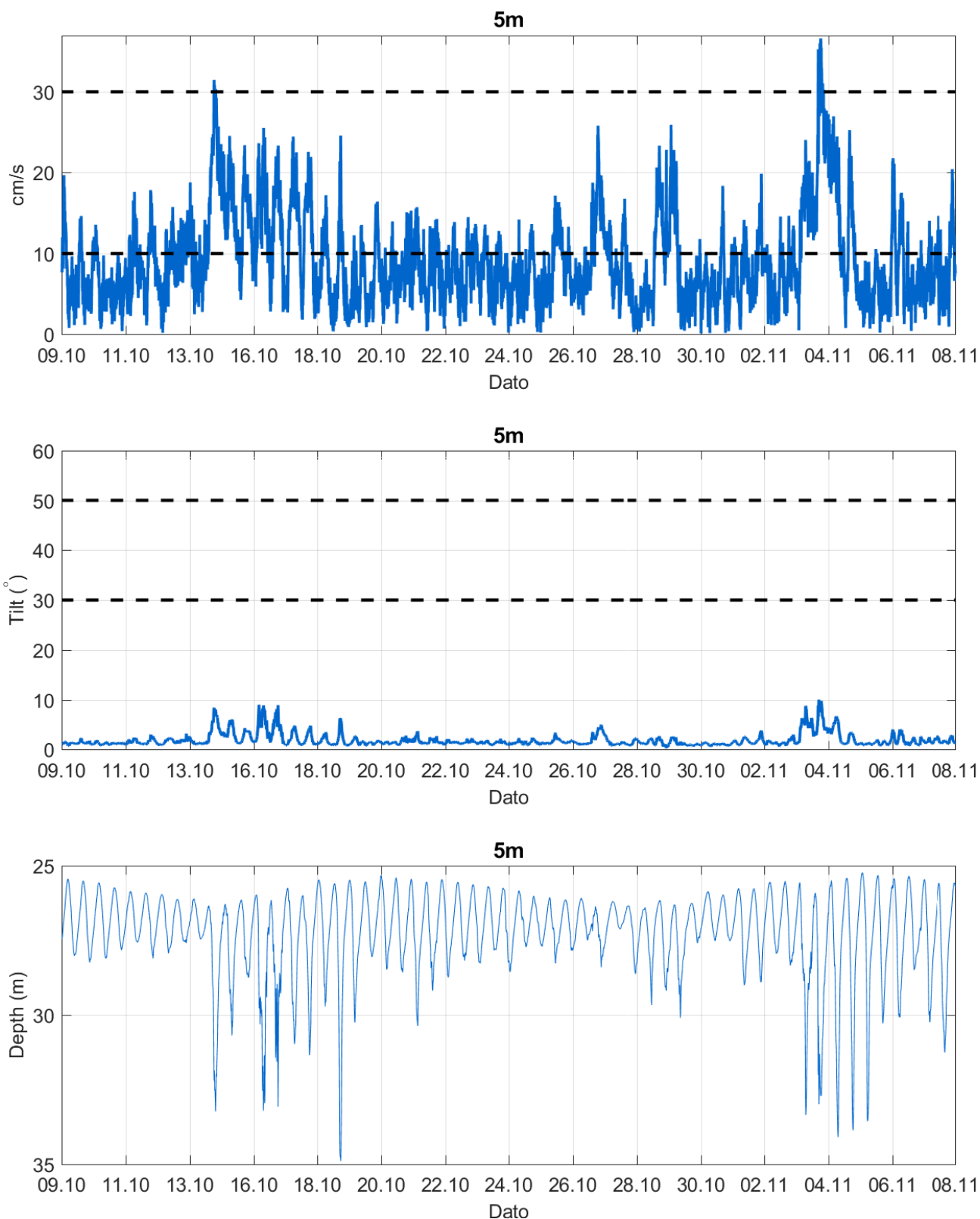
Tabell 8.2.1. Kriteriene som er brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1\text{deg}$)
Tilt grense	< 50° (Figur 8.2.1) – Aanderaa punktmåler < 20 - 30° (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.

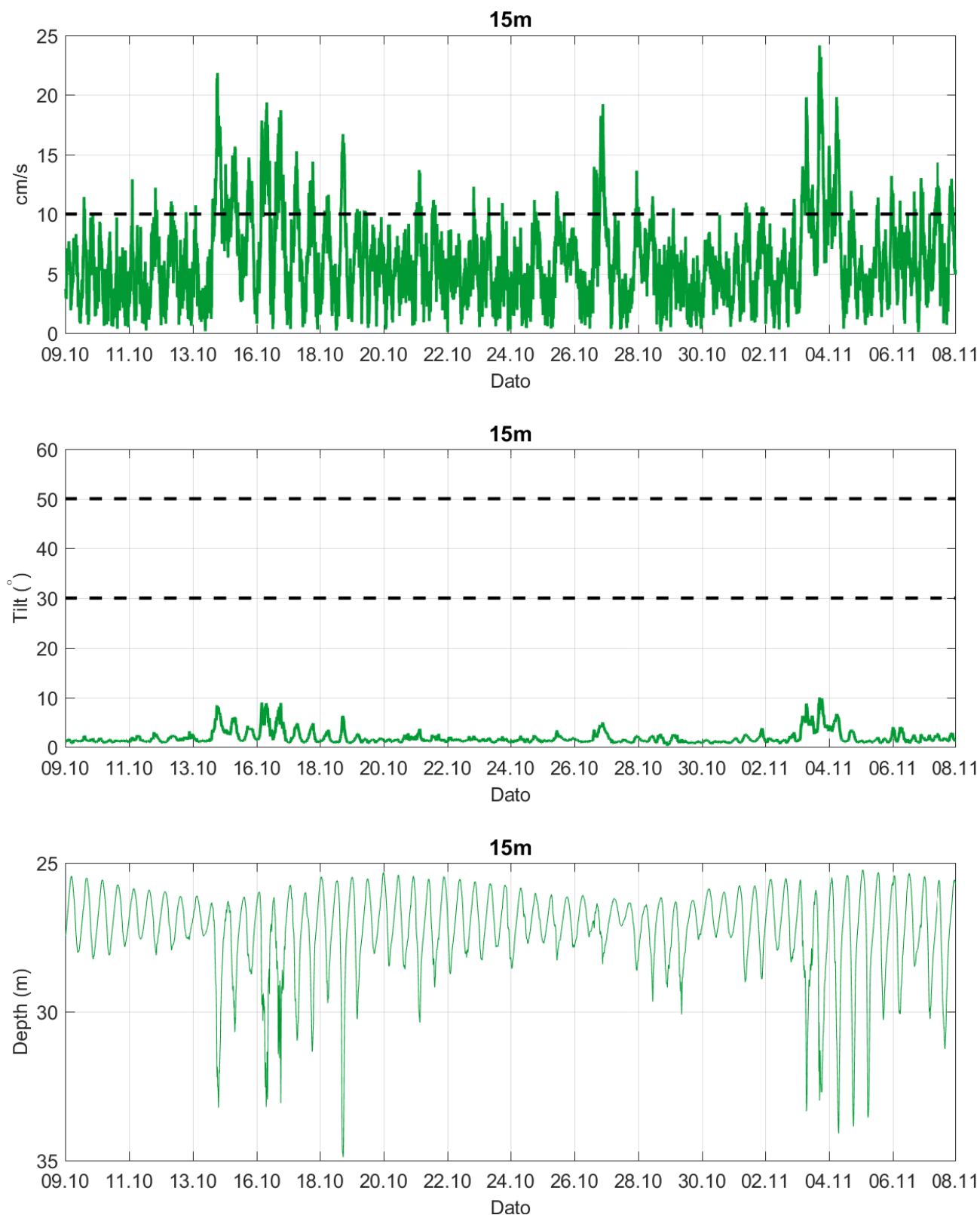
Tabell 8.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste.

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

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).



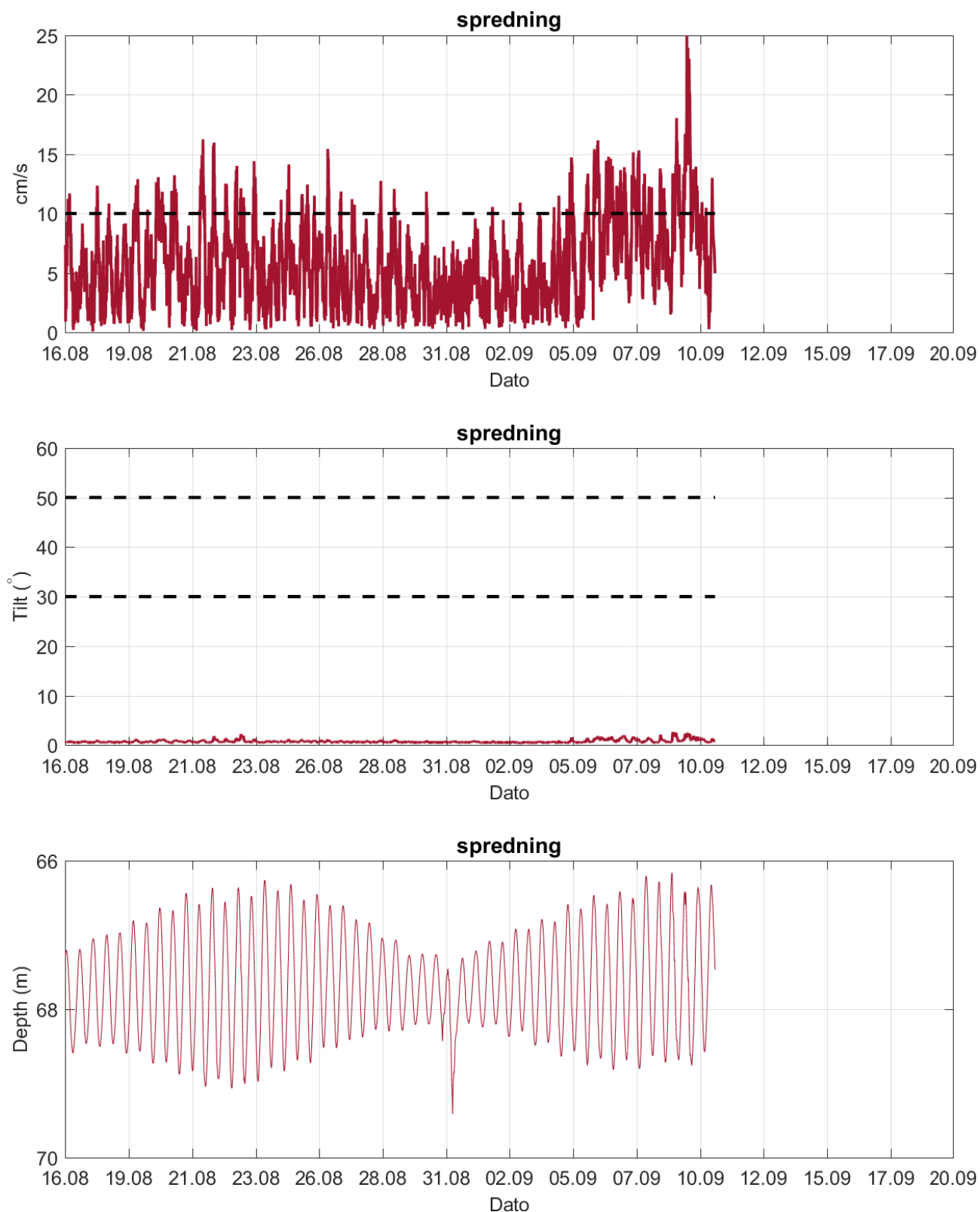
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m.



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

Dyp på instrument varierte mellom 25.2m og 34.9m dyp i løpet av måleperioden. Snittdyp var på 27.3m dyp.

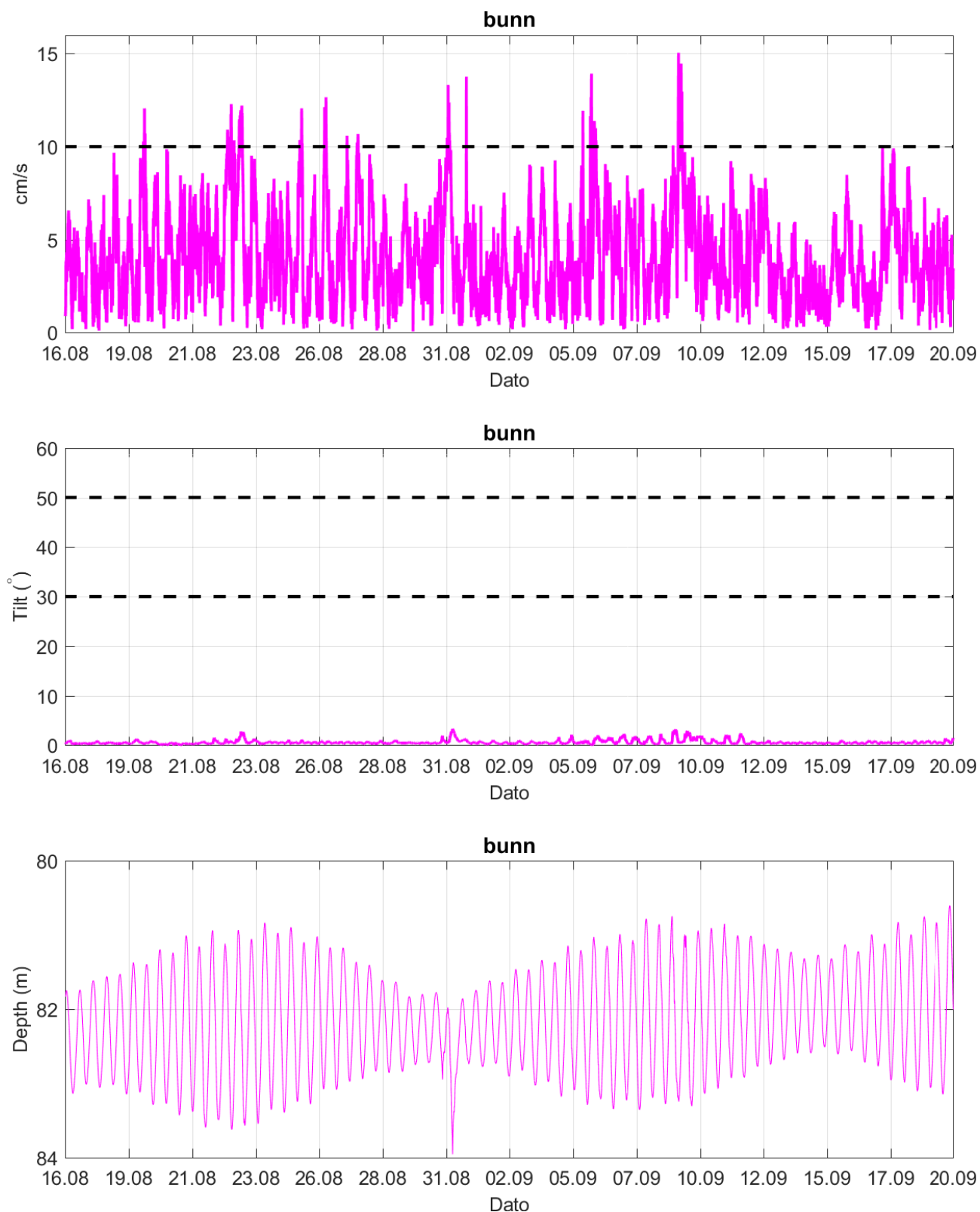
Merknad: Ettersom strømmen på 5m ble målt med samme instrumentet som 15m dyp (profilerinstrument), er tilt- og trykkdata for profilerinstrumentet oppgitt for både 5 og 15m fordi disse gjelder for begge dyp, og har blitt brukt til kvalitetssikring av data.



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

Dyp på instrument varierte mellom 66.2m og 69.4m dyp i løpet av måleperioden. Snittdyp var på 67.7m dyp.

Legg merke til at målingene på spredningsdyp slutter den 11.09.2017 fordi instrumentet gikk tom for strøm.



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

Dyp på instrument varierte mellom 80.6m og 84.0m dyp i løpet av måleperioden. Snittdyp var på 82.1m dyp.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden.

8.3.2 Enkelte datapunkter

25 datapunkter ble fjernet fra målingene på bunn pga. lav SNR (Signal to Noise Ratio).

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).

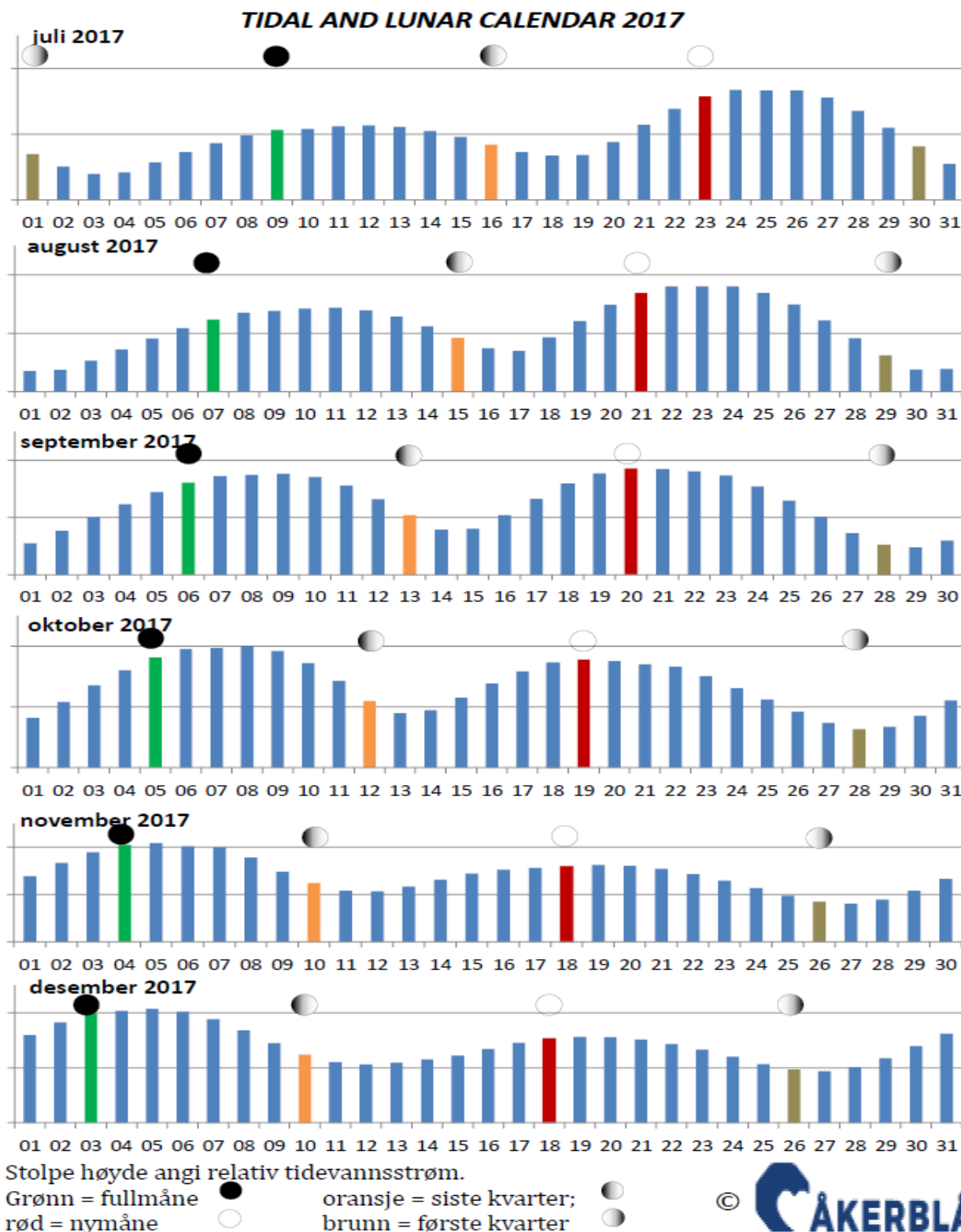
Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

Tilstandsklasse	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		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
Gjennomsnitt strømhastighet (cm/s)						
		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
Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)						
		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
Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)						
		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
Andel strømstille (%) < 1cm/s						
		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
Andel strømstille (%) < 3cm/s						
		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
Effektiv transport hastighet (cm/s)						
		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
Neumann parameter						
		svært stabil	stabil	middels	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
Strømhastighet	
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) ²	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 = kvadratroten (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
Effektiv transport	
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 ³ /m ² /d)	Hvor mye vann som strømmer gjennom ei rute på 1 m ² 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. Nortek Doppler Profiler.
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
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
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
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-rappport: Strøm- Klassifisering- AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.