

Strømrapport

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

Kollsvika i

mars - mai 2017



Dokument kontroll		
Rapport		
Rapport beskrivelse og navn	Vurdering av strøm på grunnlag av 4 strømmålinger. SR-M-02117-Kollsvika0317-ver02.pdf	
Rapport versjon	Dato	Beskrivelse
01	24.03.2017	Første utgivelse
02	11.05.2017	Nye strømmålinger på omtrent samme posisjon på samme lokalitet.
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	Kollsvika	Lokalitetsnummer	Ny
Kommune	Bindal	Fylke	Nordland

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (96m)	Bunn (125m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	45.9 (NØ)	19.0 (Ø)	24.1 (Ø)	10.1 (N)
Gjennomsnitt strøm (cm/s)	6.9	3.7	3.4	2.9
Strømstyrke < 1cm/s (%)	5.4	8.2	9.1	10.0
Strømstyrke < 3cm/s (%)	29.5	49.1	50.9	59.0
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	1.5	0.0	0.0	0.0
Neumann parameter	0.3	0.1	0.1	0.1
10-års strøm (maksimal)	75.7	31.3	-	-
50-års strøm (maksimal)	84.9	35.1	-	-

Oppdragsgiver			
Selskap	SalmoNor AS; 7900 Rørvik		
Kontakt person	Elling Mikalsen Bøkestad	Elling Mikalsen Bøkestad	Elling Mikalsen Bøkestad
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052		
Feltarbeid ansvarlig 	Torbjørn Gylt	torbjorn@akerbla.no	95 93 18 80
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

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.....	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 per 8 retningssektorer på 5m	26
4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 15m	26
4.20 Tidevannsanalyse.....	27
4.21 Todagersperiode.	28
4.22 Vind under måleperioden	29
4.23 CTD måling	32
5. Diskusjon strøm	34
5.1 Temperatur	34
5.2 Strømhastighet.....	34
5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s)	34
5.2.2 Enkeltstående strømtopper	35
5.2.3 Gjennomsnittlig strømhastighet	35
5.2.4 Nullmålinger (< 1cm/s) og varighet.....	35
5.2.5 Vannutskiftning og Neumannn parameter	36

5.2.6	Sprednings- og bunnstrøm	36
5.3	CTD.....	36
6.	Vedlegg – opplysning strømmåling	37
7.	Vedlegg - rigg oppsett, måleprinsipp og valg av målested	38
7.1	Riggoppsett.....	38
7.2	Måleprinsipp.....	39
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	41
8.1	Databearbeiding.....	41
8.2	Kvalitetssikring av data	43
8.3	Fjernede dataverdier	48
8.3.1	Måleperiode	48
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	48
9.	Vedlegg - Strømmens tilstandsklasser	49
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden	50
11.	Vedlegg - Måleenheter og forkortelser	51
12.	Vedlegg - Parametere og Beskrivelse	52
13.	Vedlegg - Referanser.....	53

1. Forord

Strømmålinger ved tenkt lokalitet Kollsvika ble utført av Åkerblå Nord AS på oppdrag fra SalmoNor AS. Åkerblå AS har på oppdrag fra Åkerblå Nord AS kvalitetssikret strømmålinger og utarbeidet en strømrapport basert på kvalitetssikret data. Klampvika 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.

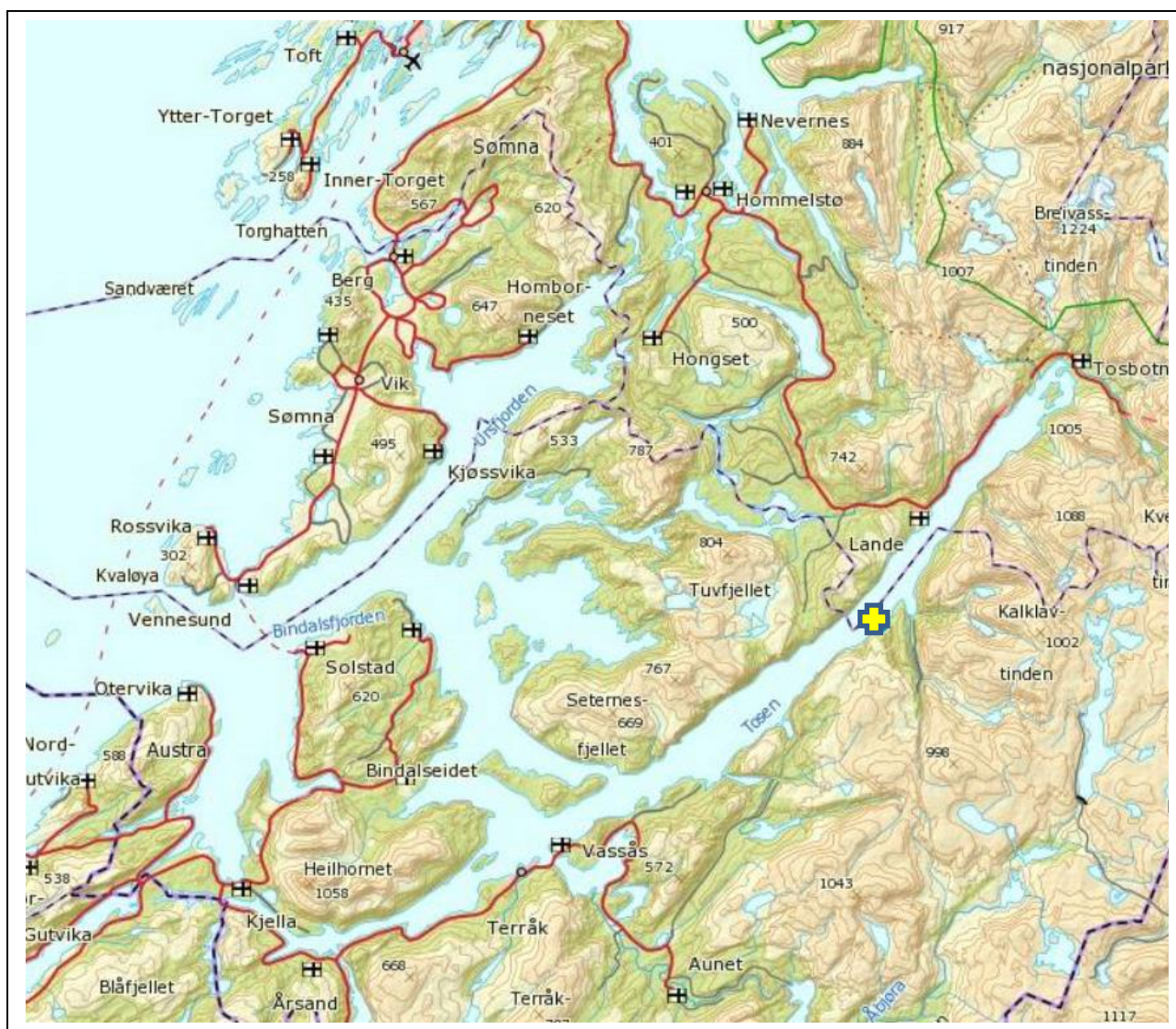
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt kravene i Fiskeridirektoratets veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur (2012).

2. Områdebeskrivelse

Ønsket lokalitet Kollsvika ligger i Bindal kommune, Nordland. Kollsvika ligger på østsiden av Tosen, omtrent 5km sørvest for Lande.

Bunntopografien under målepunktet skråner ned mot fjordbunnen på omtrent 350m. Bunndypet under måleinstrumentene er omtrent 230m.

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







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

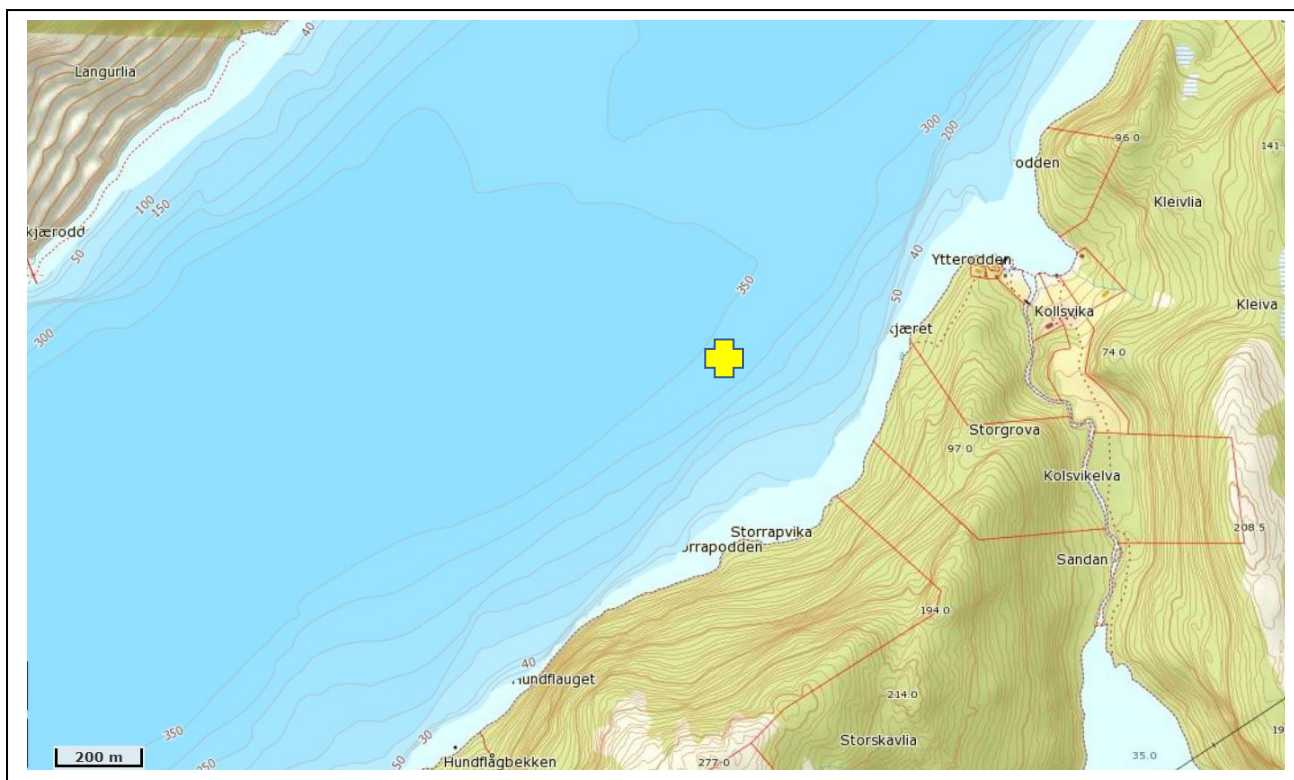
Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.


3. Metodikk

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

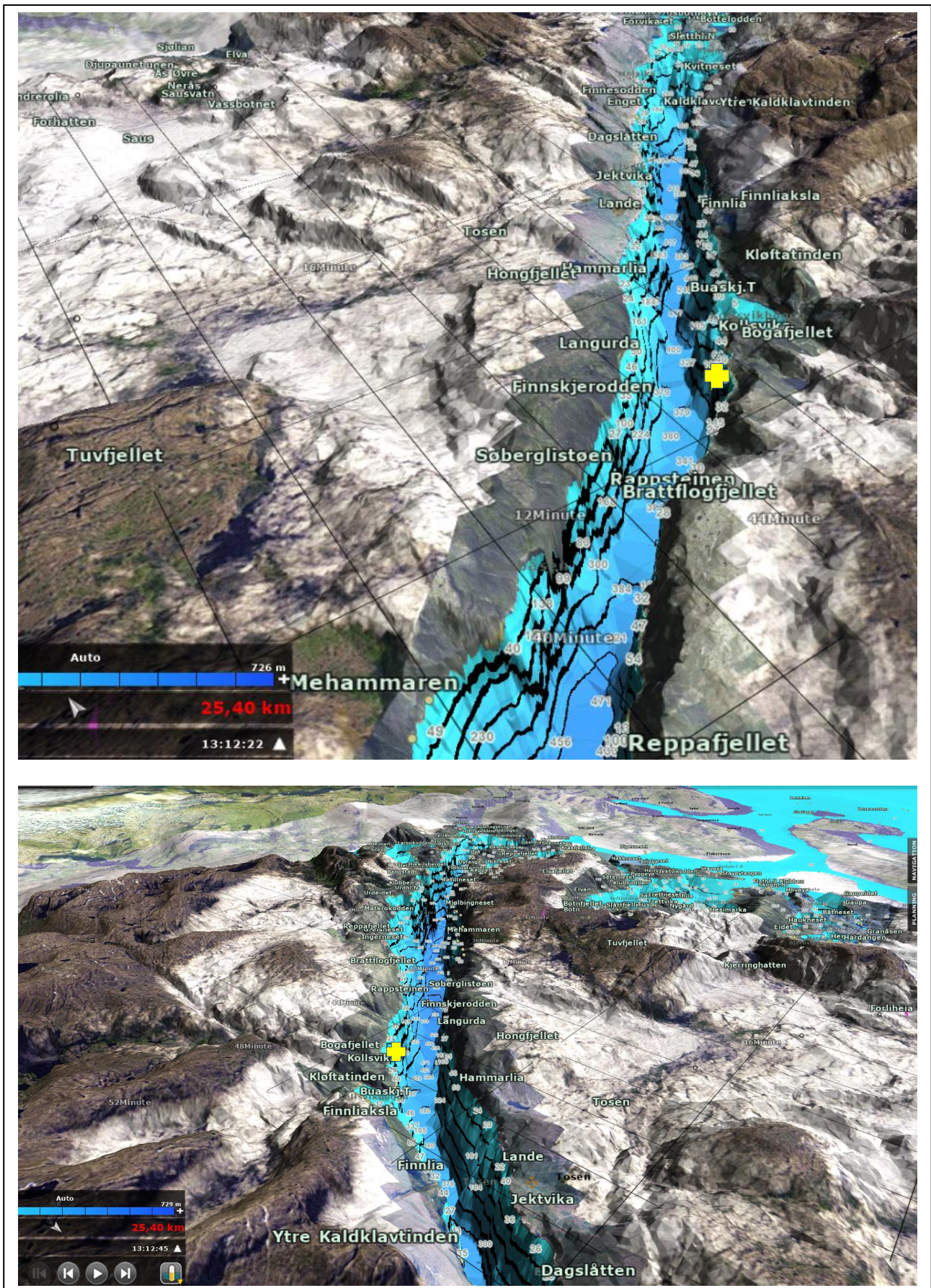
Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (96m)	Bunn (125m)
Merke				
Instrument type	Aanderaa Punkt måler	Aanderaa Punkt måler	Nortek profiler	Nortek profiler
Posisjon	65°12.542' N 12°45.128' Ø	65°12.542' N 12°45.128' Ø	65°12.542' N 12°45.128' Ø	65°12.542' N 12°45.128' Ø
Dyp på målested	ca. 230 m	ca. 230 m	ca. 230 m	ca. 230 m
Måleperiode	31.03.17 - 02.05.17	31.03.17 - 02.05.17	31.03.17 - 02.05.17	31.03.17 - 02.05.17
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	32.2	32.2	32.2	32.2



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med . Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.

Merknad: Grunnet dårlig oppløsning på kartverktøy for området er ikke nødvendigvis bunndypet ved posisjonen som oppgitt på kartet helt nøyaktig.



Figur 3.2. 3D bilde av bunntopografi i området. Kartet er hentet fra TimeZero. Kartets orientering er indikert av den lille kompasspila i det svarte feltet nederst i venstre hjørne. Kartene er orientert etter fjordaksen.

4. Resultater

4.1 Strømdata sammendrag

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

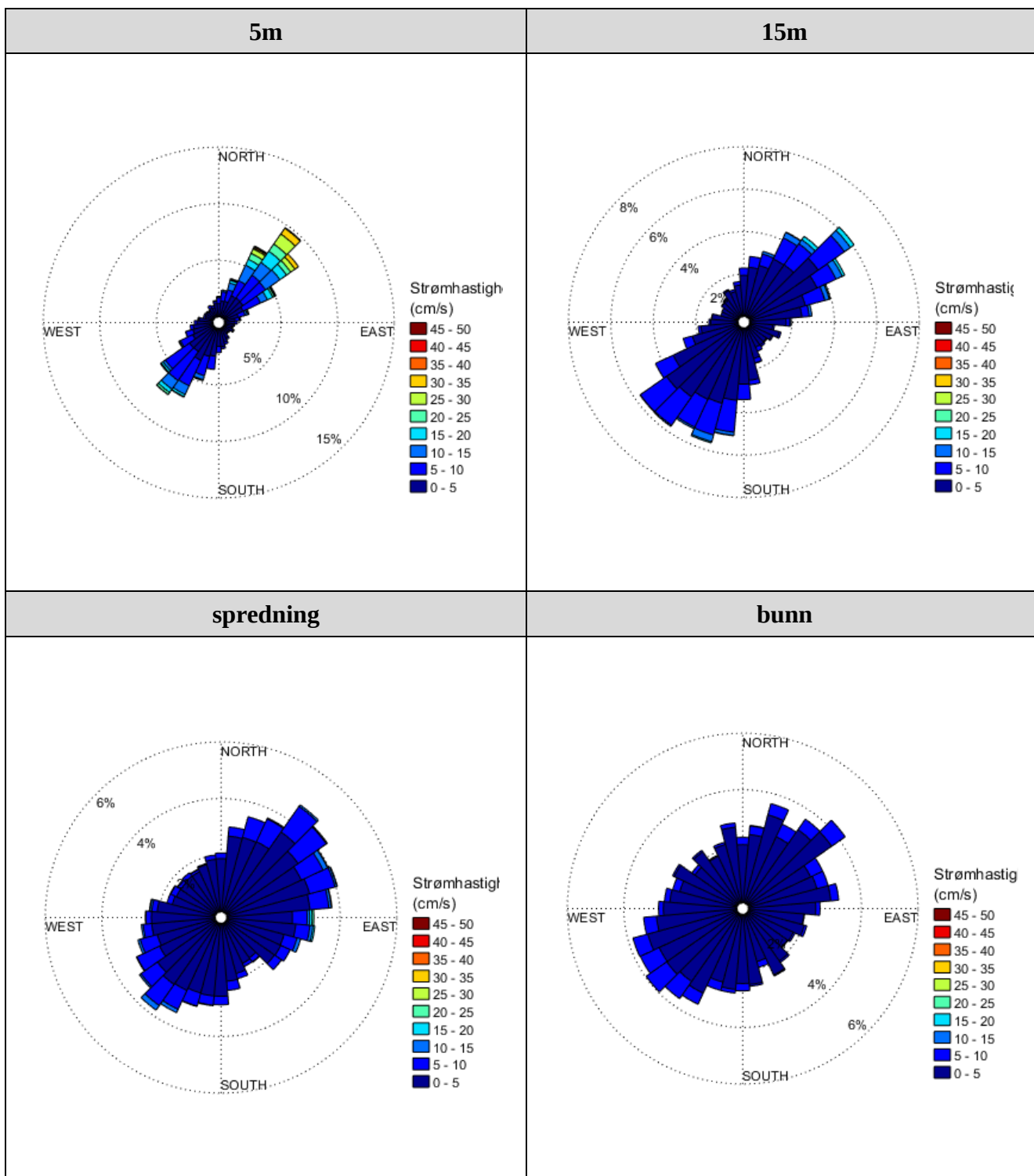
Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredning, bunn.

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

	5m	15m	spredning	bunn
Sjøtemperatur (°C)	4.7 - 6.6	5.7 - 7.0	-	7.4 - 7.8
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	45.9	19.0	24.1	10.1
Gjennomsnitt (cm/s)	6.9	3.7	3.4	2.9
Minimum (cm/s)	0.0	0.1	0.0	0.1
Signifikant maks (cm/s)	13.8	6.5	5.9	4.7
Signifikant min (cm/s)	2.0	1.4	1.4	1.3
Varians (cm/s) ²	43.4	6.9	5.3	2.6
Standard avvik (cm/s)	6.6	2.6	2.3	1.6
% < 1cm/s	5.4	8.2	9.1	10.0
Lengst periode < 1cm/s (min)	60	60	30	50
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	29.5	49.1	50.9	59.0
Lengst periode < 3cm/s (min)	670	450	210	230
% ≥ 30cm/s	1.5	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	160	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	2.0	0.4	0.4	0.1
Retning grader (deg)	43	139	91	271
Neumann parameter	0.3	0.1	0.1	0.1
Gjennomsnitt vannforflytning (m ³ /m ² /d)	5937	3158	2948	2482

4.2 Strømroser

Strømroser viser strømshastighet og strømretning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjert 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		%
N	0	12	42	36	33	7	1	0	0	0	0	0	0	0	131	2.8	3289	1.7	16.7
N	15	9	43	41	61	18	9	0	2	2	0	0	0	0	185	4.0	6988	3.7	32.9
NØ	30	6	64	80	115	102	43	40	35	21	2	0	0	0	508	10.9	36006	18.8	45.9
NØ	45	15	56	74	174	107	69	44	56	38	0	0	0	0	633	13.6	47773	25.0	35.8
NØ	60	6	47	65	117	45	33	11	5	6	0	0	0	0	335	7.2	17471	9.1	34.9
Ø	75	8	35	35	28	11	5	1	0	0	0	0	0	0	123	2.7	3965	2.1	20.4
Ø	90	9	34	23	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	1.8	1771	0.9	9.2
Ø	105	7	21	24	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	1.3	1148	0.6	8.0
SØ	120	16	27	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.4	943	0.5	7.7
SØ	135	12	21	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.1	826	0.4	6.1
SØ	150	14	28	24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.6	1277	0.7	9.2
S	165	11	62	34	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	121	2.6	2151	1.1	10.7
S	180	5	67	44	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	3.2	3179	1.7	9.1
S	195	13	79	89	110	10	1	0	0	0	0	0	0	0	302	6.5	8338	4.4	19.1
SV	210	10	89	114	159	57	19	2	2	0	0	0	0	0	452	9.7	17219	9.0	26.4
SV	225	9	67	113	212	43	20	11	0	0	0	0	0	0	475	10.2	19155	10.0	24.2
SV	240	14	61	60	98	8	3	2	0	0	0	0	0	0	246	5.3	7343	3.8	21.6
V	255	9	59	60	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	3.4	3368	1.8	9.7
V	270	18	51	30	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	2.4	1879	1.0	8.2
V	285	11	31	23	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.6	1342	0.7	9.4
NV	300	11	33	18	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.6	1337	0.7	9.8
NV	315	9	29	16	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	61	1.3	1079	0.6	13.5
NV	330	8	34	12	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.5	1402	0.7	9.5
N	345	8	39	25	17	2	1	0	0	0	0	0	0	0	92	2.0	2027	1.1	15.7
Antall obs		250	1119	1069	1306	412	204	111	100	67	2	0	0	0	4640	100	0	0	0
%		5.4	24.1	23.0	28.1	8.9	4.4	2.4	2.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (15m dyp)

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		Maks strøm	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m ³ /m ²	%	cm/s
N	0	16	70	43	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	3.3	2725	2.7	7.9
N	15	23	81	70	38	3	0	0	0	0	0	0	0	0	215	4.6	4360	4.3	12.1
NØ	30	16	91	96	68	19	2	0	0	0	0	0	0	0	292	6.3	7703	7.6	16.0
NØ	45	11	115	118	101	17	15	0	0	0	0	0	0	0	377	8.1	11125	10.9	18.8
NØ	60	12	133	99	81	25	9	0	0	0	0	0	0	0	359	7.7	9979	9.8	17.2
Ø	75	16	99	70	37	13	3	0	0	0	0	0	0	0	238	5.1	5673	5.6	19.0
Ø	90	12	80	24	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	131	2.8	2252	2.2	13.2
Ø	105	18	64	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	2.2	1404	1.4	9.6
SØ	120	17	50	17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	1.9	1137	1.1	8.3
SØ	135	16	43	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.6	897	0.9	6.7
SØ	150	11	49	16	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	90	1.9	1504	1.5	11.6
S	165	19	70	47	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	3.2	2413	2.4	9.5
S	180	16	100	82	51	2	0	0	0	0	0	0	0	0	251	5.4	5473	5.4	11.2
S	195	22	108	105	115	19	4	0	0	0	0	0	0	0	373	8.0	10552	10.4	15.7
SV	210	11	117	154	98	7	0	0	0	0	0	0	0	0	387	8.3	9421	9.3	13.4
SV	225	17	134	127	112	2	0	0	0	0	0	0	0	0	392	8.4	9314	9.2	12.3
SV	240	14	107	112	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	6.5	6426	6.3	8.9
V	255	14	83	49	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	3.6	2876	2.8	7.6
V	270	14	55	18	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	2.0	1343	1.3	8.9
V	285	18	45	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.6	786	0.8	5.1
NV	300	13	45	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	1.4	757	0.7	6.5
NV	315	21	47	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1.6	770	0.8	6.6
NV	330	17	52	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	2.0	1237	1.2	7.2
N	345	15	61	23	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	2.3	1604	1.6	7.1
Antall obs		379	1899	1330	888	111	33	0	0	0	0	0	0	0	4640	100	0	0	0
%		8.2	40.9	28.7	19.1	2.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (spredning dyp)

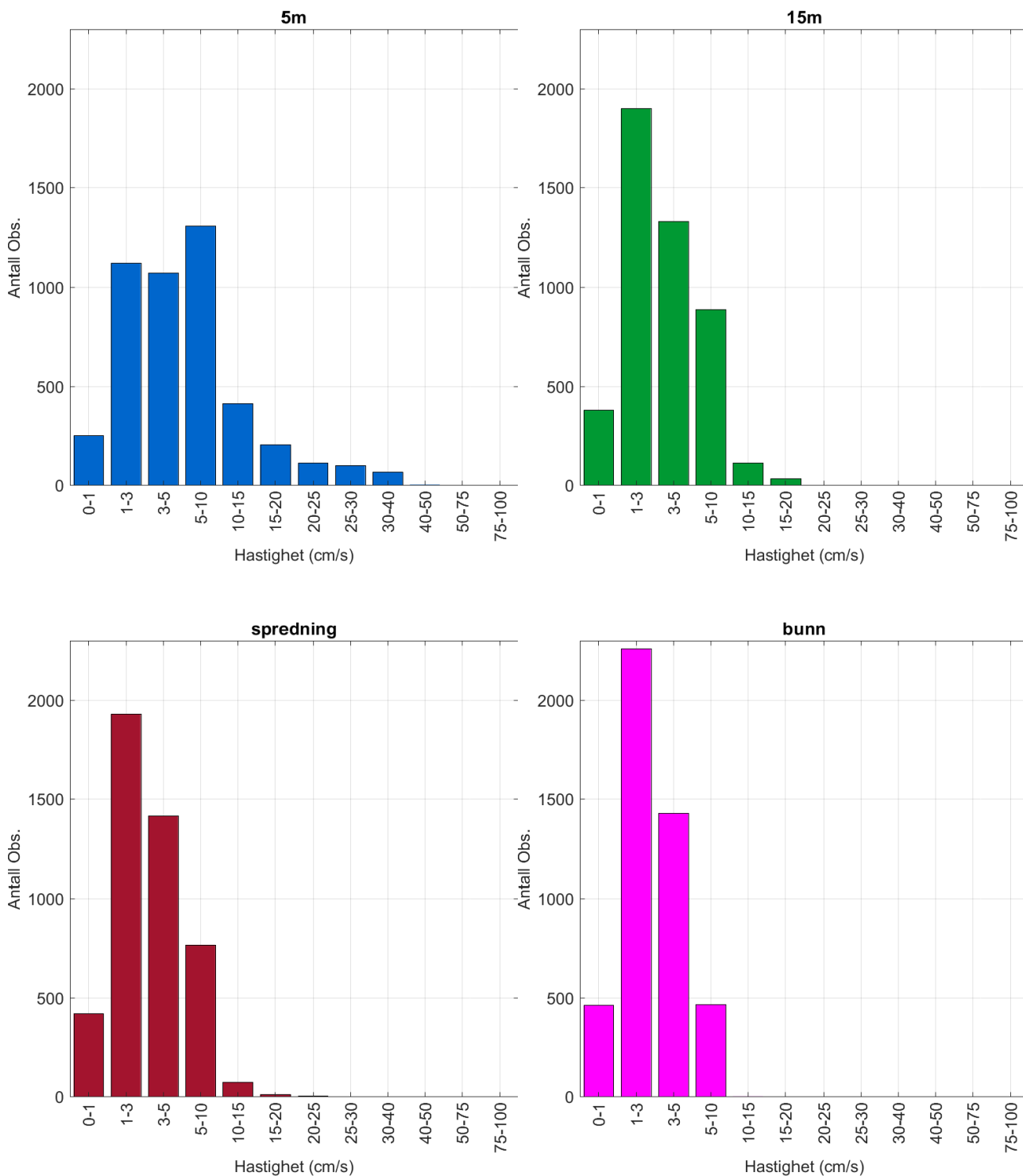
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		Maks strøm	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m ³ /m ²	%	cm/s
N	0	21	73	40	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	3.2	2444	2.6	8.1
N	15	23	83	89	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	5.0	4502	4.8	7.9
NØ	30	25	89	81	62	3	0	0	0	0	0	0	0	0	260	5.6	5681	6.0	10.9
NØ	45	19	120	94	83	4	0	0	0	0	0	0	0	0	320	6.9	7325	7.8	12.4
NØ	60	19	93	92	62	9	1	0	0	0	0	0	0	0	276	6.0	6703	7.1	16.8
Ø	75	19	101	86	53	6	1	0	0	0	0	0	0	0	266	5.8	5895	6.2	15.7
Ø	90	16	88	66	43	6	7	3	0	0	0	0	0	0	229	5.0	5935	6.3	24.1
Ø	105	15	82	61	33	8	1	0	0	0	0	0	0	0	200	4.3	4574	4.8	17.6
SØ	120	18	84	42	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	171	3.7	3147	3.3	12.5
SØ	135	18	64	45	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	144	3.1	2510	2.7	10.3
SØ	150	18	58	36	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	2.7	2028	2.1	7.4
S	165	19	71	48	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	3.3	2541	2.7	9.2
S	180	21	81	59	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	3.9	3126	3.3	8.3
S	195	13	104	69	34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	222	4.8	4319	4.6	10.7
SV	210	17	87	74	45	11	0	0	0	0	0	0	0	0	234	5.1	5463	5.8	14.0
SV	225	16	87	86	60	6	0	0	0	0	0	0	0	0	255	5.5	5979	6.3	11.9
SV	240	14	67	72	55	3	0	0	0	0	0	0	0	0	211	4.6	4839	5.1	13.6
V	255	13	82	55	31	3	0	0	0	0	0	0	0	0	184	4.0	3815	4.0	12.4
V	270	14	80	59	18	6	0	0	0	0	0	0	0	0	177	3.8	3375	3.6	12.5
V	285	17	61	43	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	133	2.9	2335	2.5	15.1
NV	300	18	74	22	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	133	2.9	2257	2.4	10.8
NV	315	13	63	31	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	2.5	1874	2.0	8.2
NV	330	14	59	35	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	114	2.5	1826	1.9	10.8
N	345	20	78	30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	2.9	2028	2.1	7.0
Antall obs		420	1929	1415	766	72	11	3	0	0	0	0	0	0	4617	100	0	0	0
%		9.1	41.8	30.6	16.6	1.6	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (bunn 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	17	85	39	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	3.4	2690	3.4	7.1
N	15	24	101	81	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	233	5.0	4308	5.4	10.1
NØ	30	28	100	71	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231	5.0	4180	5.3	9.9
NØ	45	15	121	101	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272	5.9	5240	6.6	9.9
NØ	60	15	92	71	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	4.6	3989	5.0	8.7
Ø	75	18	105	57	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206	4.5	3598	4.5	9.4
Ø	90	21	99	54	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	4.0	2816	3.5	8.2
Ø	105	17	76	49	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	3.2	2331	2.9	7.4
SØ	120	16	69	45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	2.9	1957	2.5	5.5
SØ	135	18	70	37	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	2.8	1881	2.4	6.1
SØ	150	21	92	44	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	3.5	2269	2.9	5.7
S	165	18	87	49	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	3.5	2560	3.2	8.3
S	180	20	100	43	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	3.9	2835	3.6	8.9
S	195	18	100	60	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	4.1	3117	3.9	7.8
SV	210	19	110	82	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	5.3	4595	5.8	8.6
SV	225	22	98	83	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	262	5.7	5479	6.9	8.6
SV	240	19	114	81	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265	5.7	5270	6.6	9.6
V	255	25	99	86	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	5.3	4681	5.9	9.8
V	270	19	99	67	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199	4.3	3431	4.3	7.9
V	285	19	80	52	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	3.6	2756	3.5	9.6
NV	300	24	81	53	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	3.6	2591	3.3	7.5
NV	315	13	98	45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	3.5	2533	3.2	7.2
NV	330	19	75	37	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	3.0	1999	2.5	7.2
N	345	17	108	41	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	3.7	2452	3.1	6.6
Antall obs		462	2259	1428	465	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4615	100	0	0	0
%		10.0	48.9	30.9	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

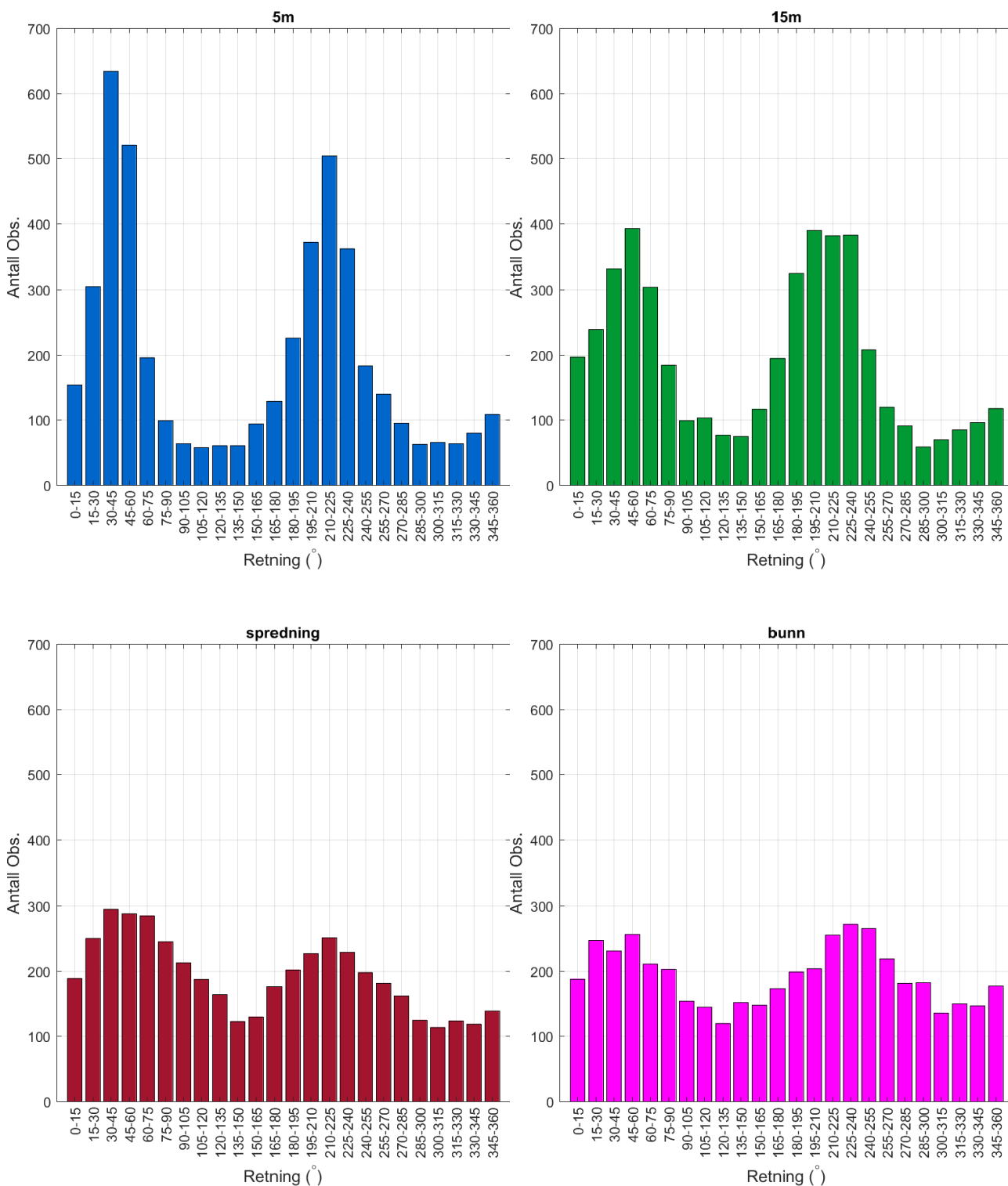
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.

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



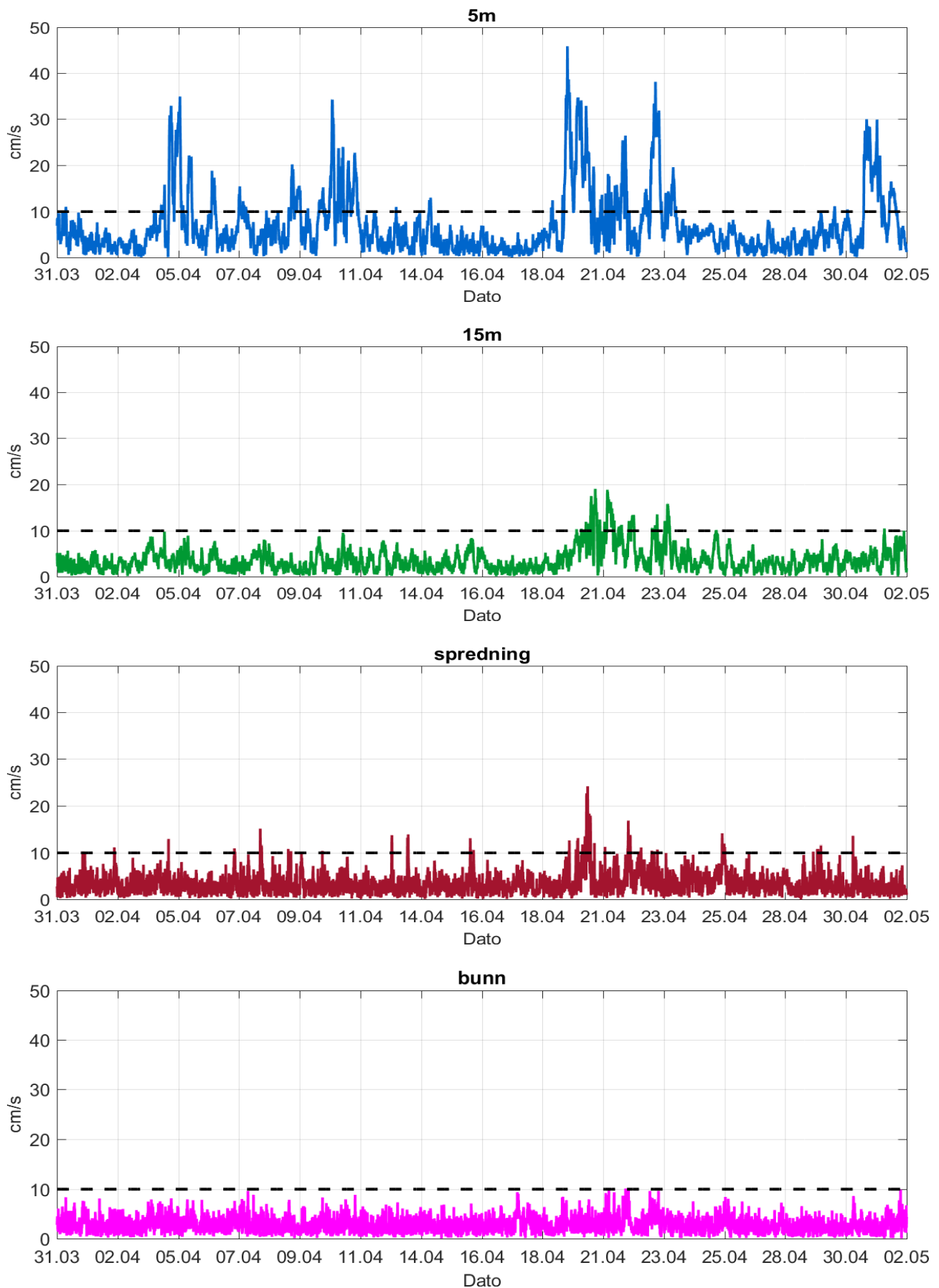
4.5 Strømmens retningsfordeling.

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



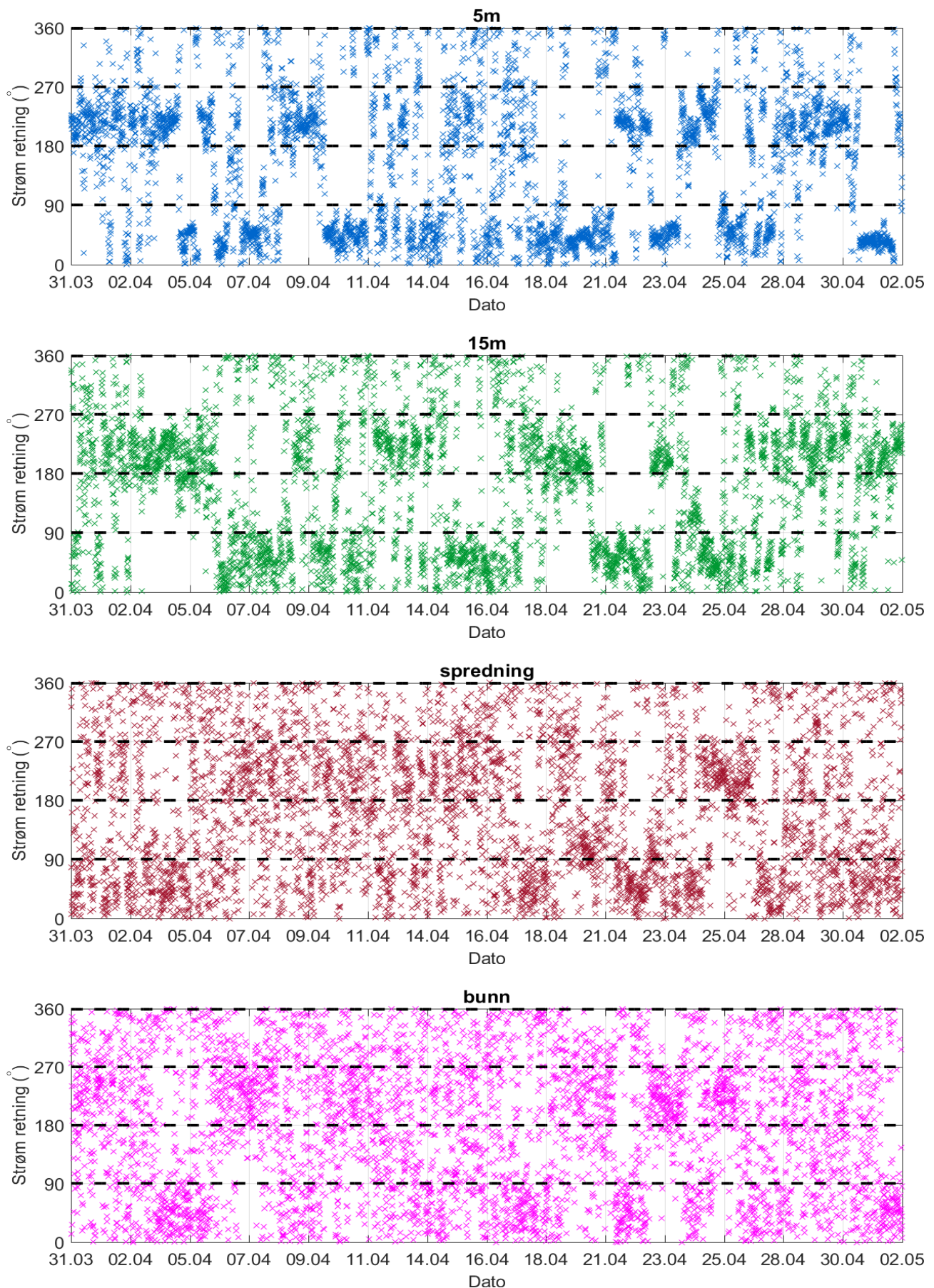
4.6 Tidsdiagram - strømshastighet.

Strømshastighet på stående akse og tid på liggende akse.



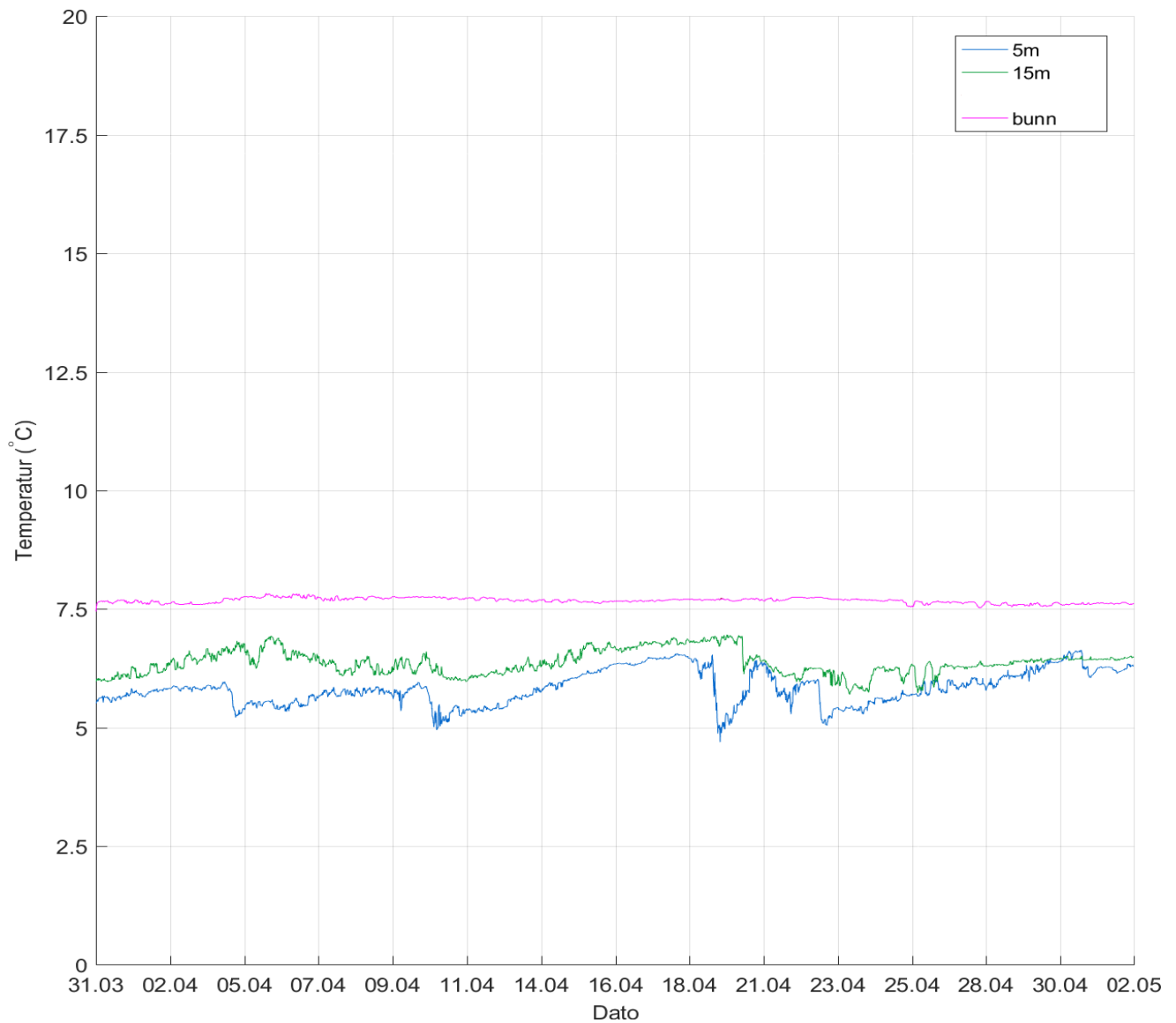
4.7 Tidsdiagram - strømretning.

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



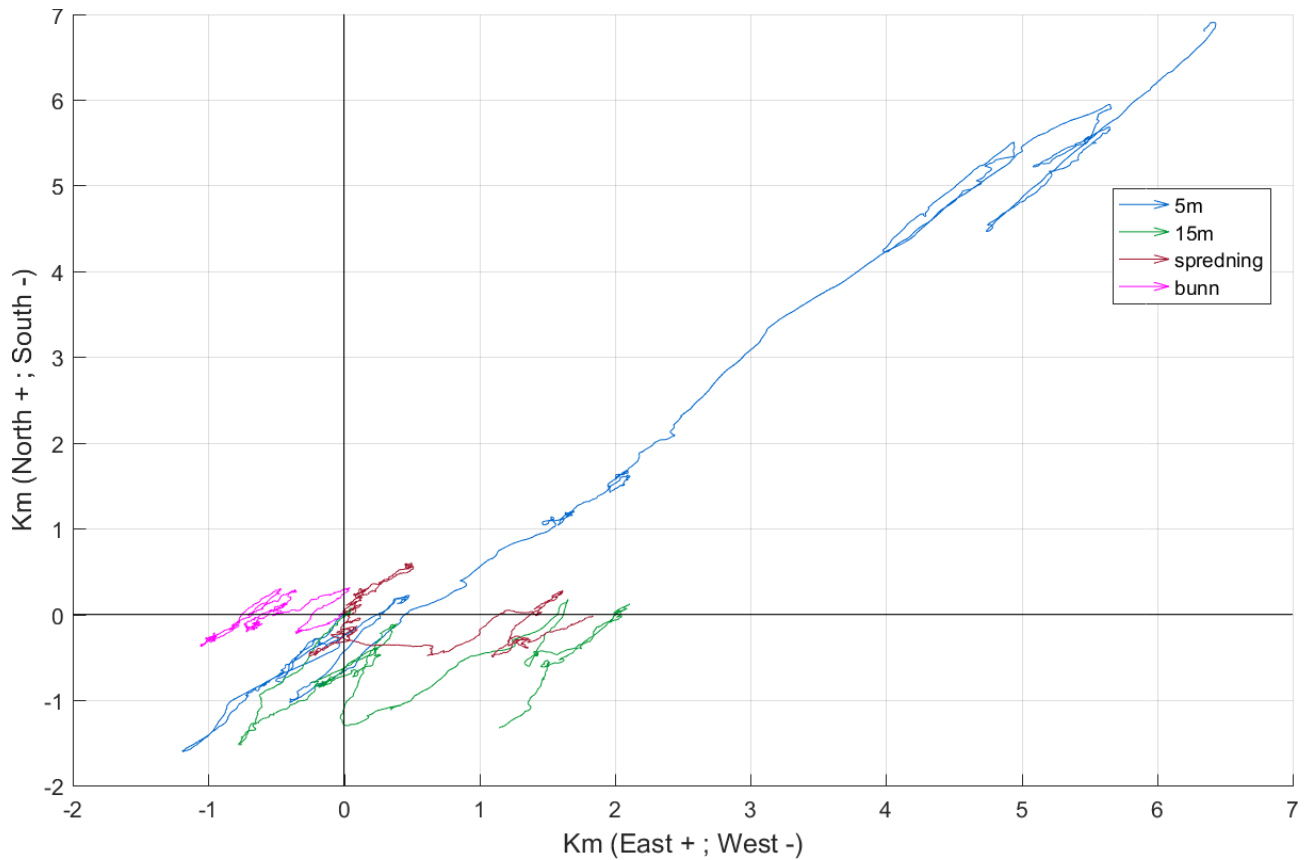
4.8 Tidsdiagram - temperatur.

Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.



4.9 Progressivt vektordiagram.

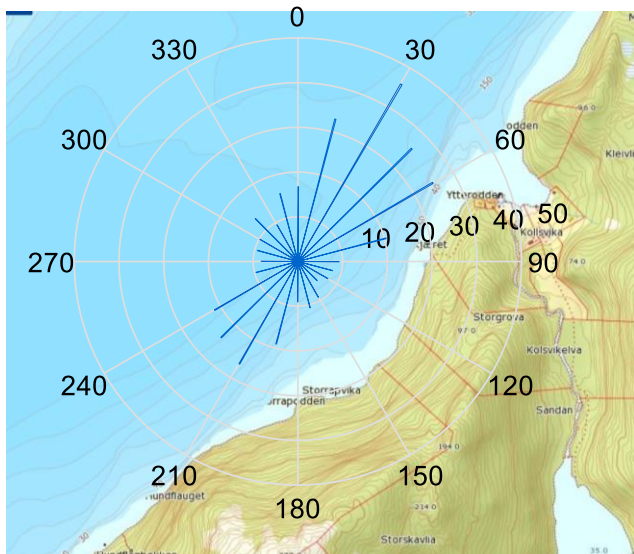
Diagrammet viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmålerens posisjon ved målestart, vil drive av sted i løpet av måleperioden. Dette gir en indikasjon på vannutskiftning i måleperioden.



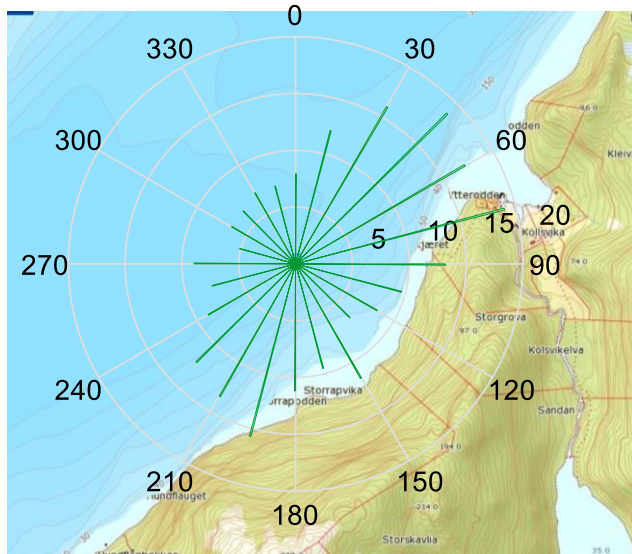
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømshastighet.

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

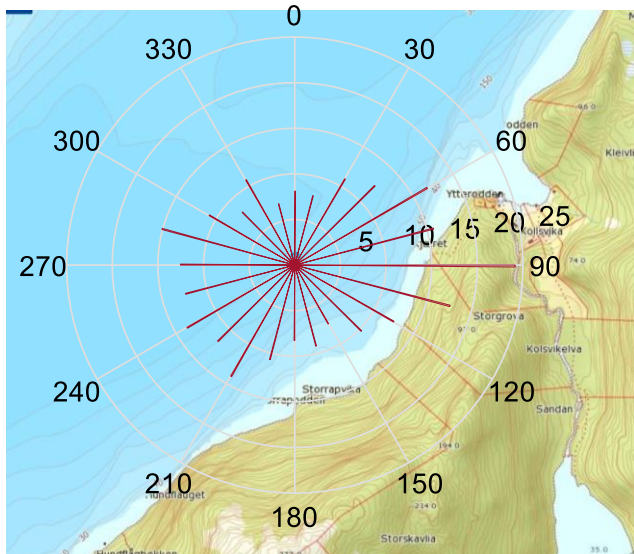
Maksimal strømshastighet (5m dyp).



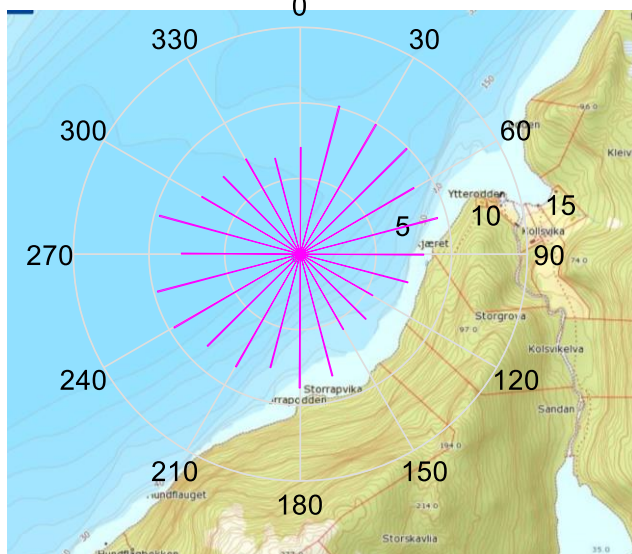
Maksimal strømshastighet (15m dyp).



Maksimal strømshastighet (spredningsdyp).



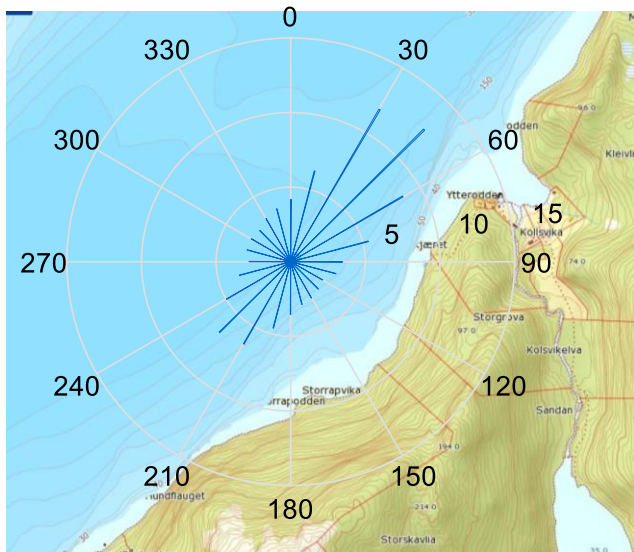
Maksimal strømshastighet (bunndyp).



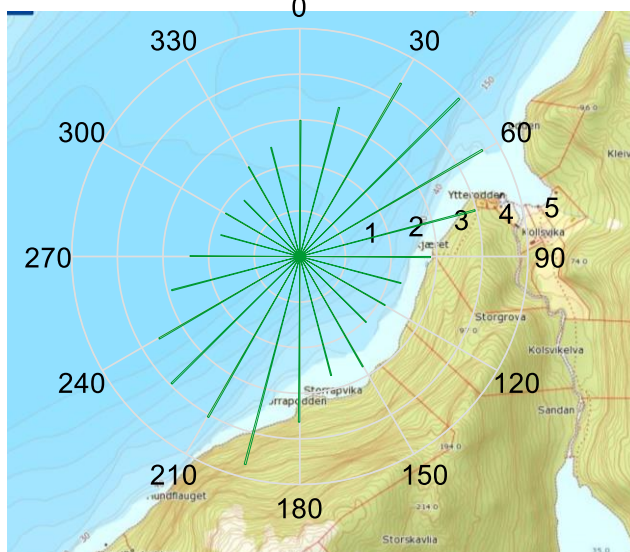
4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet.

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

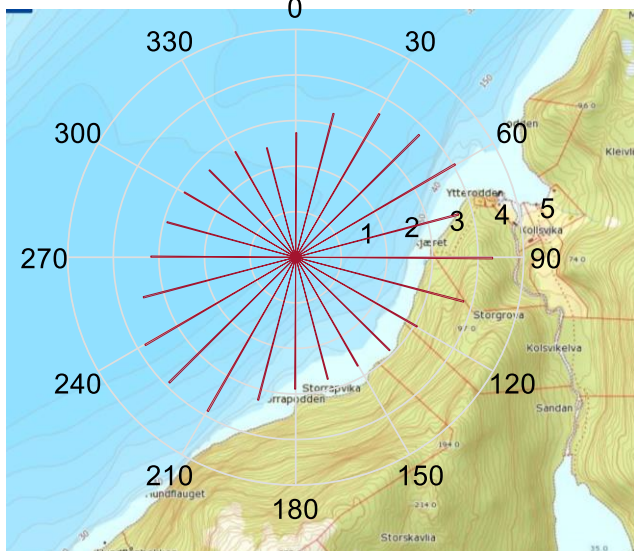
Middelhastighet (5m dyp).



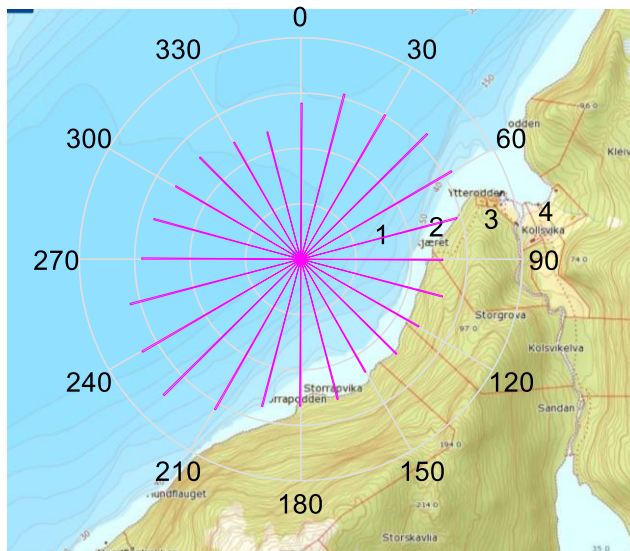
Middelhastighet (15m dyp).



Middelhastighet (spredning dyp).



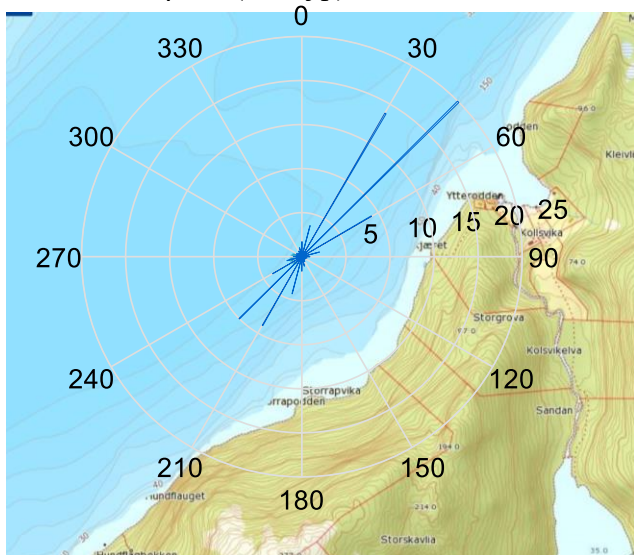
Middelhastighet (bunn dyp).



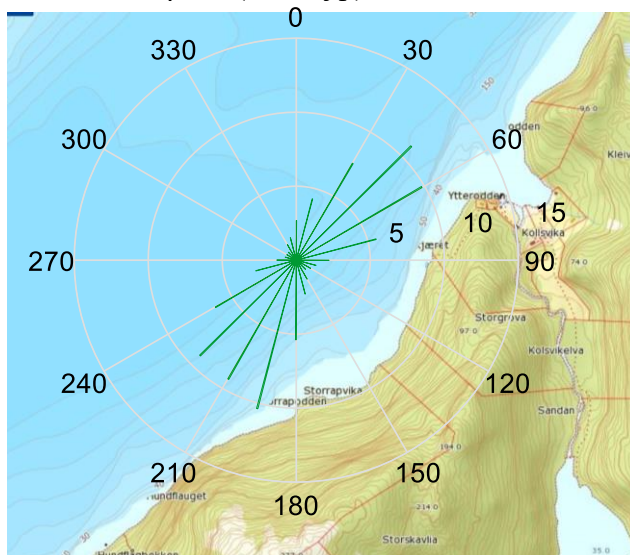
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.

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.

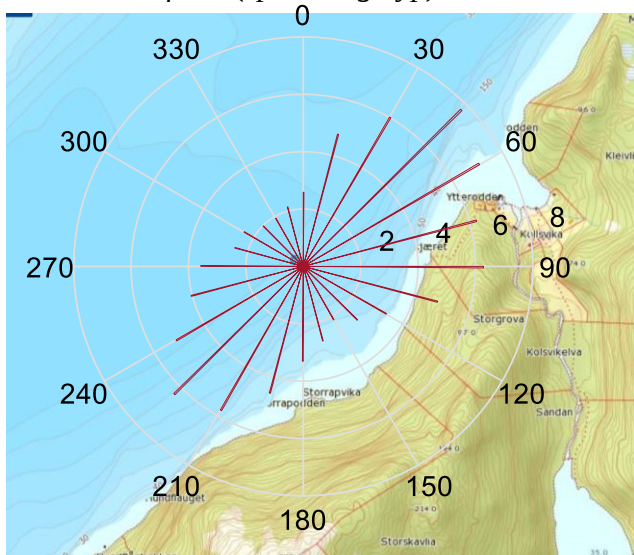
Relativ vannfluks (5m dyp).



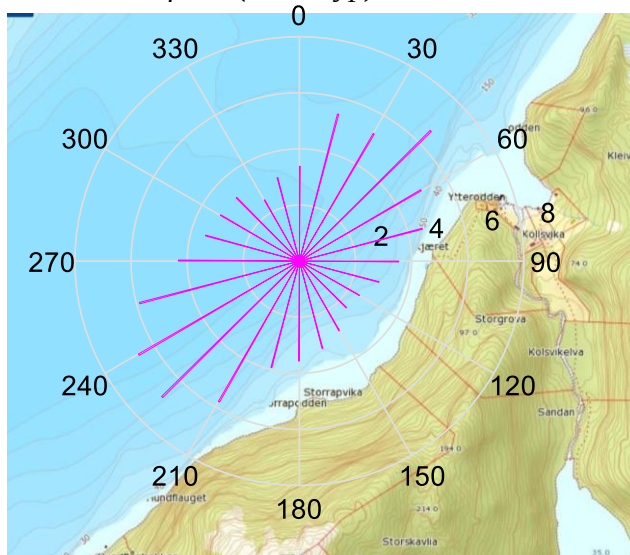
Relativ vannfluks (15m dyp).



Relativ vannfluks (spredning dyp).



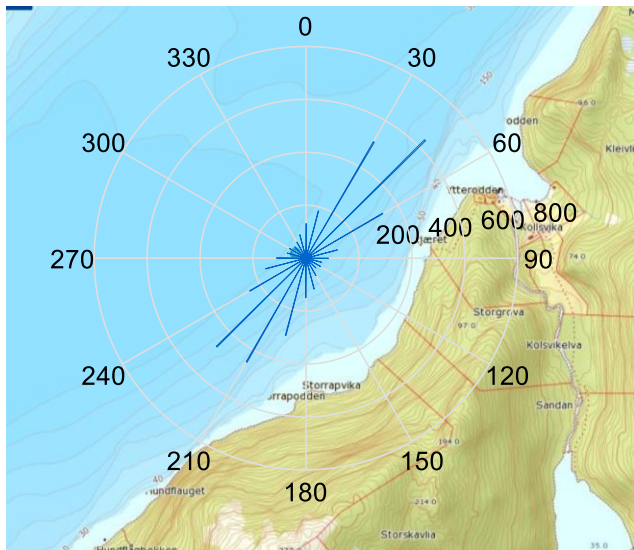
Relativ vannfluks (bunn dyp).



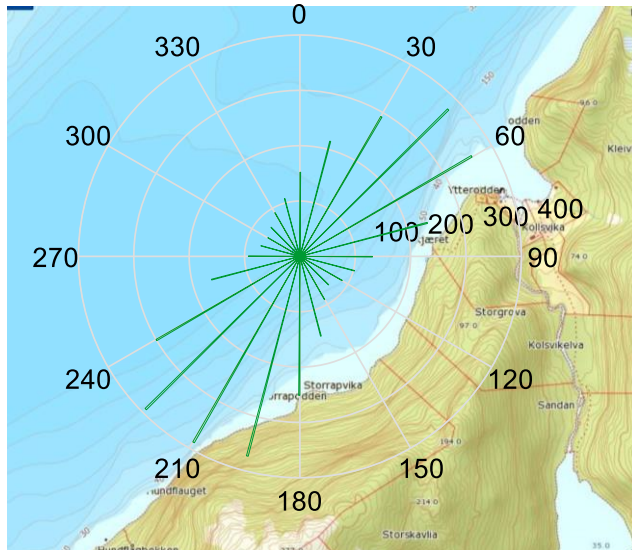
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.

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

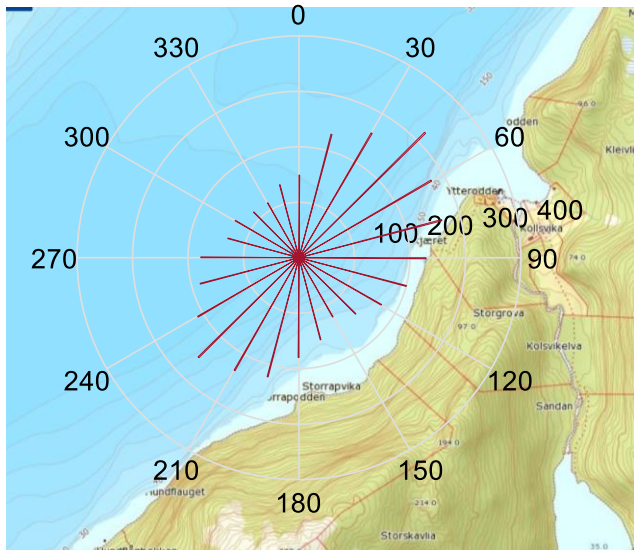
Antall målinger (5m dyp).



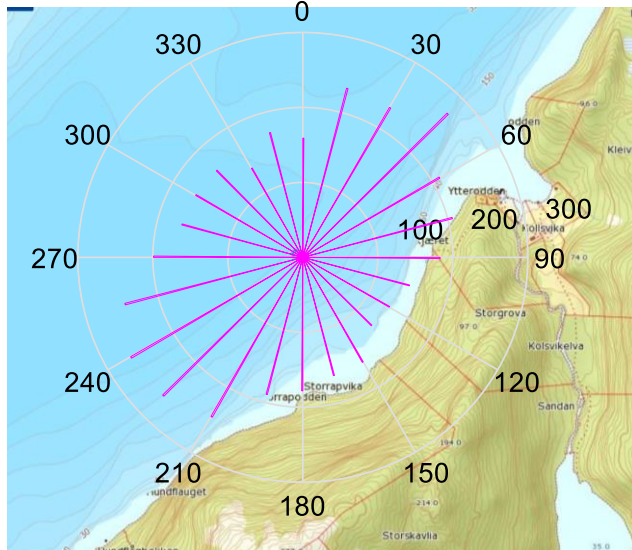
Antall målinger (15m dyp).



Antall målinger (spredning dyp).



Antall målinger (bunn dyp).



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	32.9	45.9	20.4	9.2	19.1	26.4	9.7	13.5
15m	12.1	18.8	19.0	11.6	15.7	13.4	8.9	7.2
spredning	8.1	16.8	24.1	12.5	10.7	14.0	15.1	10.8
bunn	10.1	9.9	9.4	6.1	8.9	9.6	9.8	7.5

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	4.8	11.4	4.3	2.6	4.0	6.2	3.2	3.1
15m	3.0	4.7	3.3	2.3	4.0	3.9	2.5	2.0
spredning	2.8	3.8	3.9	2.9	3.0	3.9	3.2	2.7
bunn	2.8	3.1	2.7	2.4	2.7	3.3	3.0	2.6

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	408	1476	269	193	573	1173	344	204
15m	475	1028	471	251	773	1079	331	232
spredning	515	856	695	438	555	700	494	363
bunn	564	714	536	423	530	772	611	465

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	6.1	53.1	3.6	1.6	7.2	22.9	3.5	2.0
15m	8.3	28.4	9.2	3.5	18.2	24.8	4.9	2.7
spredning	9.3	20.9	17.4	8.1	10.6	17.3	10.1	6.3
bunn	11.8	16.9	11.0	7.7	10.7	19.3	13.7	9.0

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)	32.9	45.9	20.4	9.2	19.1	26.4	9.7	13.5
Retning (°)	20	31	68	157	202	217	248	318
10-år (cm/s)	54.3	75.7	33.6	15.2	31.5	43.6	16.0	22.3
50-år (cm/s)	60.9	84.9	37.7	17.1	35.3	48.8	17.9	25.0

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)	12.1	18.8	19.0	11.6	15.7	13.4	8.9	7.2
Retning (°)	18	46	72	156	201	211	263	330
10-år (cm/s)	20.0	31.0	31.3	19.1	25.9	22.2	14.7	11.9
50-år (cm/s)	22.4	34.7	35.1	21.4	29.0	24.8	16.5	13.3

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).

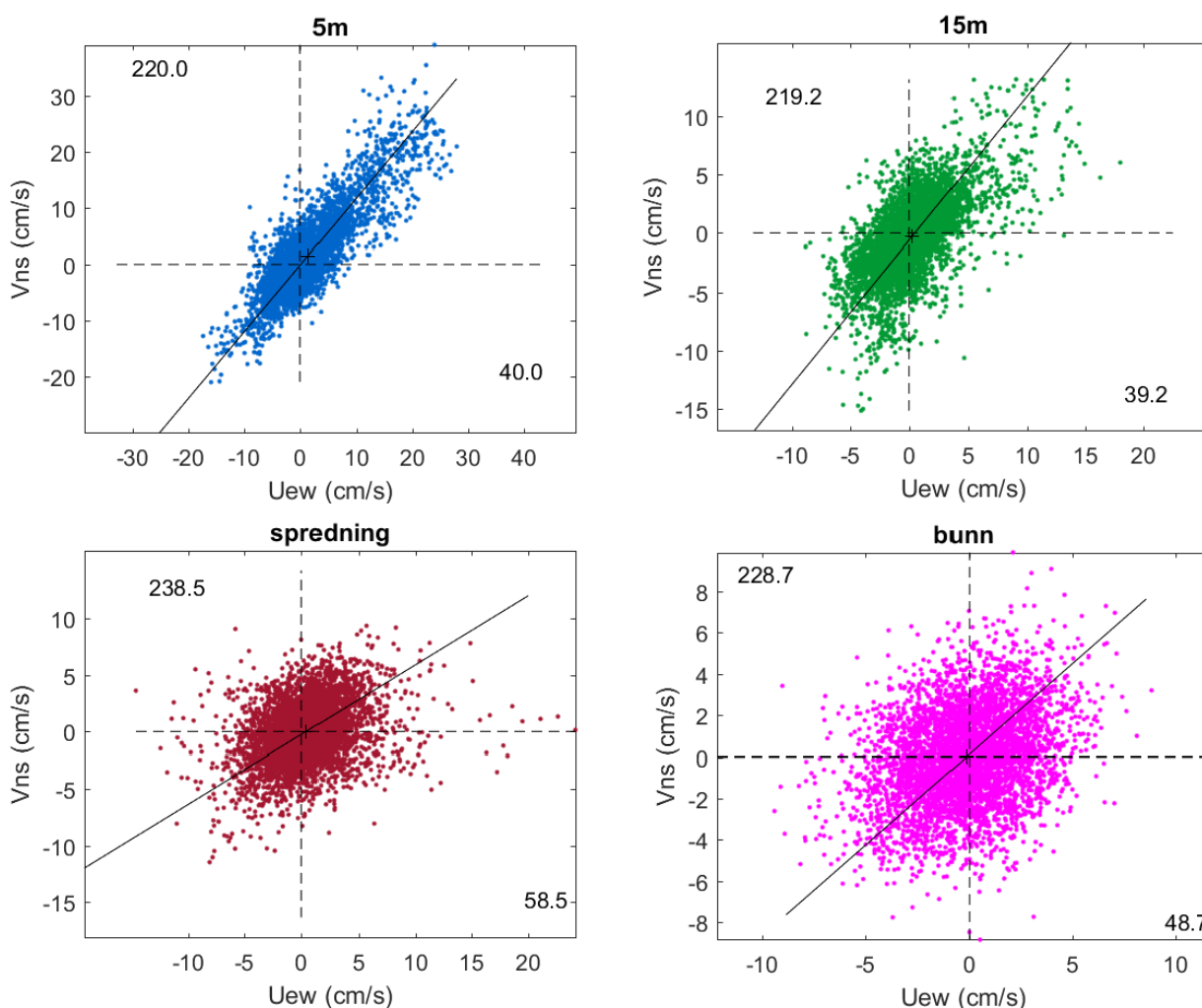
Tidevannsellipsen på 5m og 15m er rettlinjet og orientert NØ – SV. På sprednings- og bunndyp er tidevannsellipsen mer sirkulær.

Måleperioden inkluderte 2 springflo («storsjøan») – nippflo («småsjøan») tidevannssykluser. «Storsjøan» var på 11. og 26. april 2017.

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.

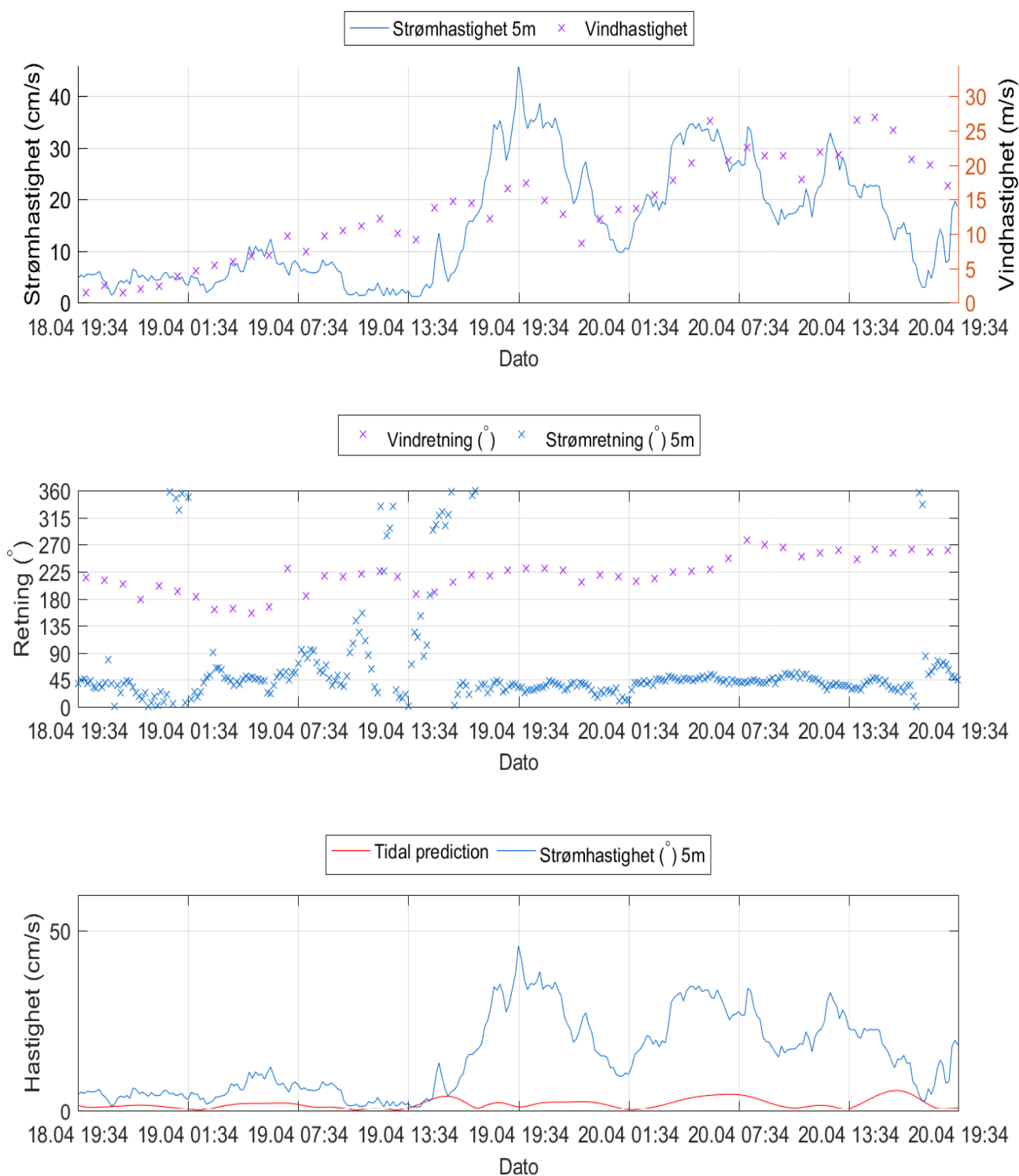
Strømhastighet forårsaket av tidevann	5m	15m	spredning	bunn
Prosent (%)	14.7	24.9	9.3	8.9



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

4.21 Todagersperiode.

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



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

4.22 Vind under måleperioden

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind hovedsakelig fra nordøst og sørvest kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten.

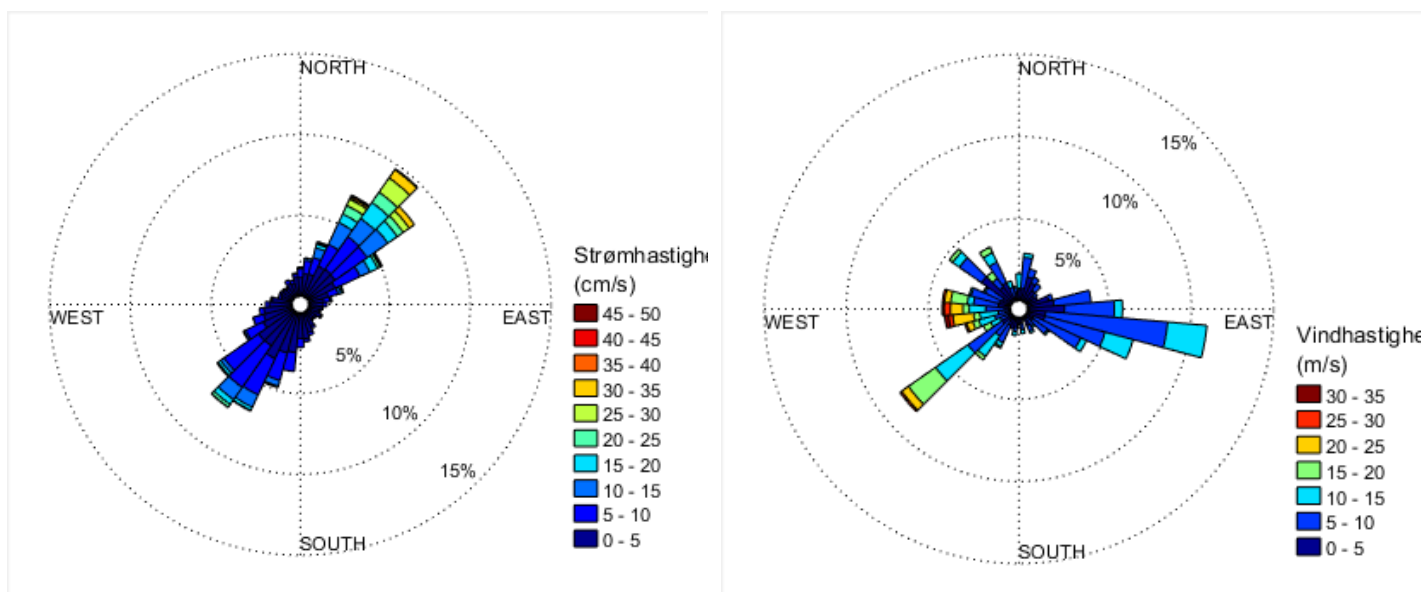
Vinddata er tatt fra værstasjon Sømna - Kvaløyfjellet.

Vind blåste mest fra Ø og sterkest fra V og SV under måleperioden (Tabell 4.22.1, Figur 4.22.1).

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

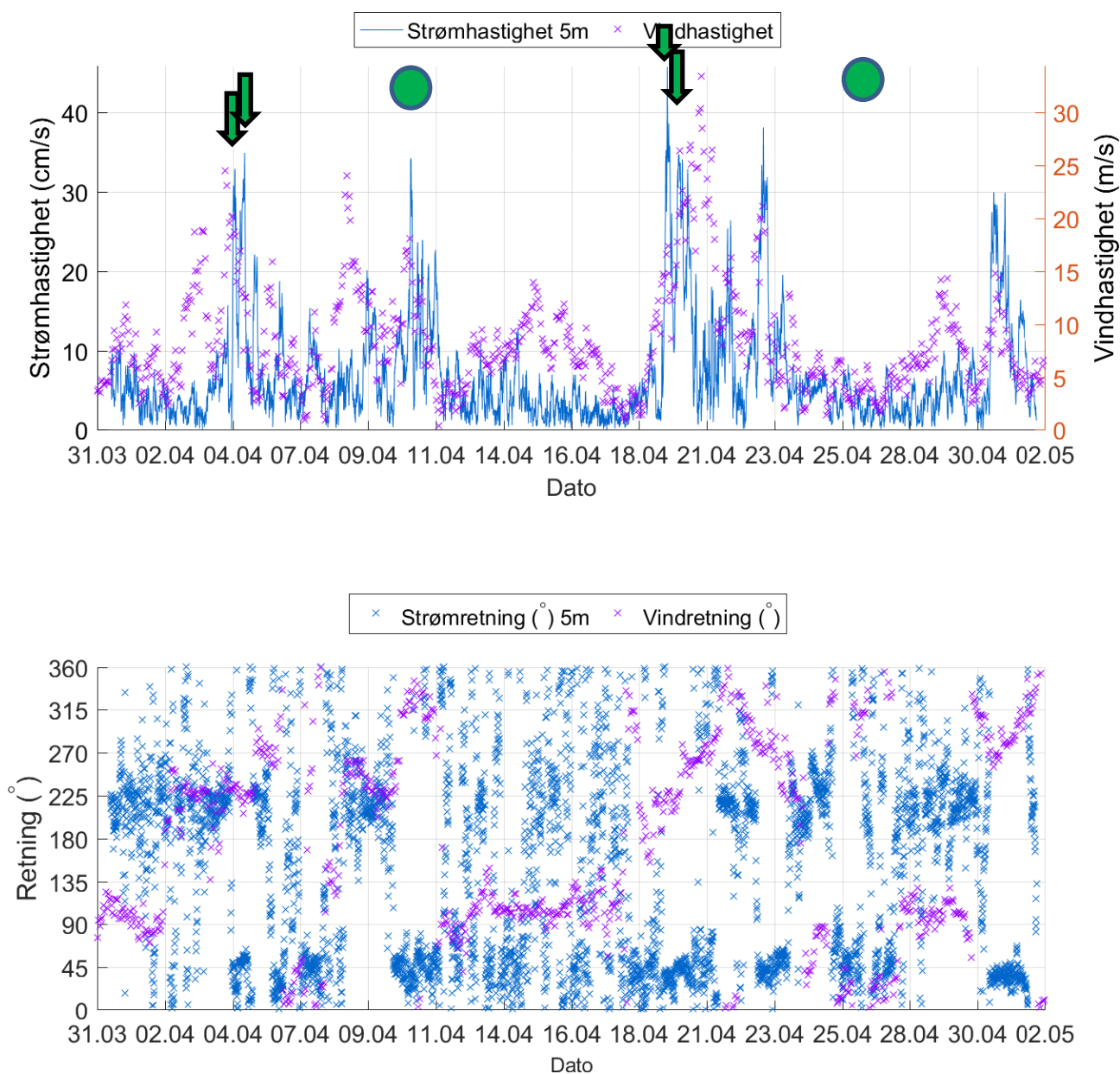
Tabell 4.22.1. Maksimal vindhastighet og % tid vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	14.8	8.6	14.3	12.9	13.8	26.5	33.4	18.1
% tid fra en bestemt retning	5.7	5.4	27.4	9.3	3.4	16.7	16.0	13.9



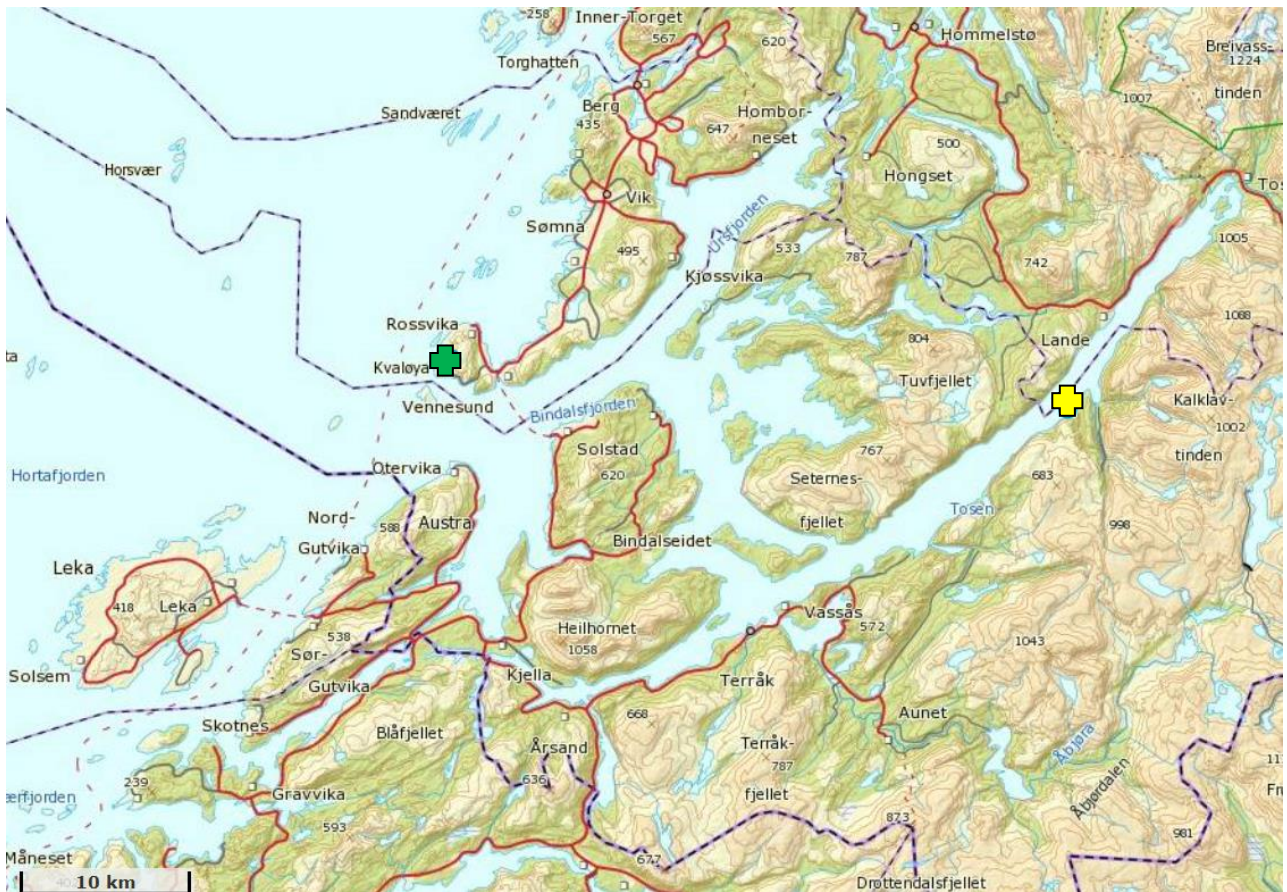
Figur 4.22.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på (fra venstre) 5m og vind (fra retning) på Sømna - Kvaløyfjellet (høyre) under måleperioden.



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. Grønne piler indikerer hvor vind muligens har påvirket strømmen. Grønn sirkel indikerer storsjøan.

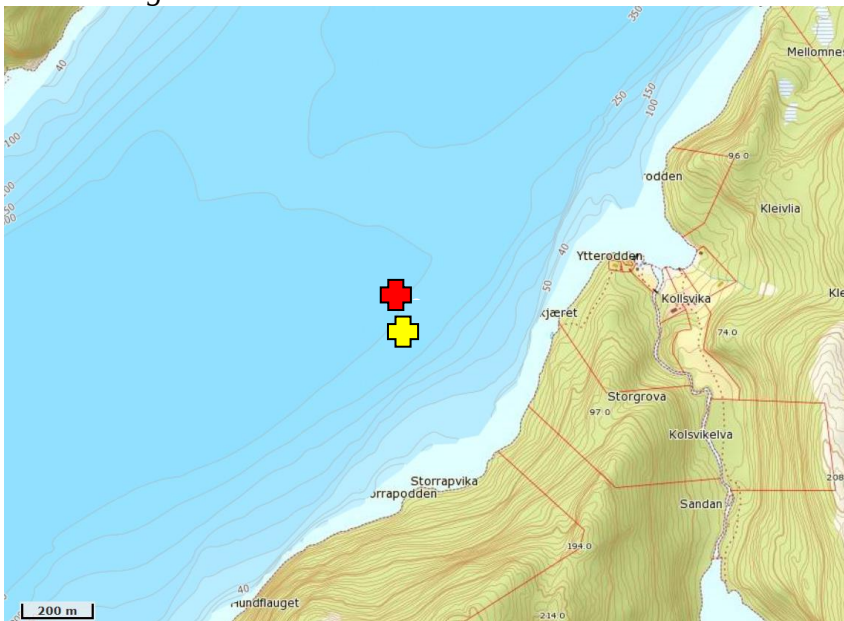
Strømtopper over 27 cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Sømna – Kvaløyfjellet under måleperioden. De grønne pilene i Figur 4.22.2 indikerer tidspunkter der vind og strøm har sammenfallende retning. Vind har sannsynligvis påvirket strøm på lokaliteten ved flere anledninger enn det som er markert i Figur 4.22.2, men vinden blir trolig styrt av topografien rundt fjorden ved strømmåleposisjonen, slik at vinden ved værstasjonen ikke nødvendigvis er den samme som vindretningen ved lokaliteten (se Figur 4.22.3). Sammenligning av vind- og strømhastighetsdata indikerer at vinden har påvirket strømtopper under måleperioden.





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

4.23 CTD måling

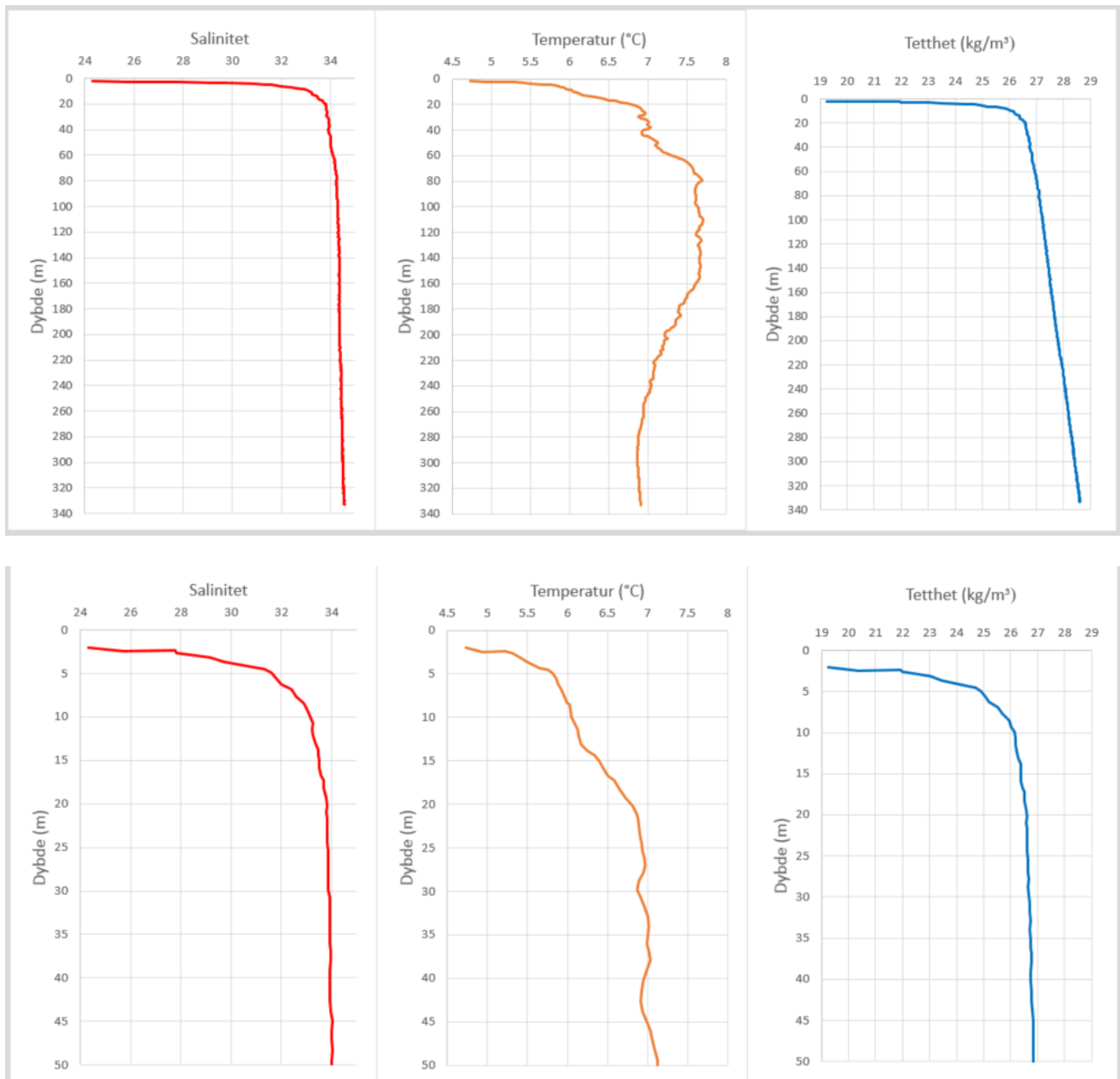
CTD måling 10.04.2017



Figur 4.23.1. Posisjon for CTD-profilen. Strømriggens posisjon er markert med , og posisjonen for CTD-Profil er markert med .

CTD-måling ble foretatt i nærheten av strømriggen (se Figur 4.23.1.) under strømmåleperioden (10.april 2017).

Målinger for hydrografi ble gjennomført med en SD 204 CTD-sonde med oksygensensor. Sonden med et påmontert lodd ble senket ned til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjør en registrering hvert 2. sekund, og den vil dermed lage en profil av vannsøylen for senkning og en for heving. Profil ved senking av sonden ble benyttet. Uthenting av data ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7. 172 og bearbeidet i Excel.



Figur 4.23.2. Salinitet, temperatur og tetthet (x-aksen) mot dybde i meter (y-aksen). Øverst: hele profilen, nederst: utsnitt av de øverste 50m. Profilen ble tatt 10.04.2017

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, vannutskifting 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 4.7 – 6.6°C og på 15m var temperaturen 5.7 – 7.0°C. Temperaturen var lavest på overflaten og høyest på 130m dyp. Temperaturen på 15m var noe høyere enn på 5m. CTD-målingene viser samme tendens, med maksimum temperaturer mellom 80 og 150m dyp (se Figur 4.23.2).

Temperaturmålingene og CTD- data viser at vannsøylen ikke var blandet. Det plutselige temperaturfallet rundt 19-20. april på 5m og 15m skyldes muligens at strømmålerne ble dratt oppover i vannsøylen av den økte strømmen under perioden med sterk vind.

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 kompenseres for økt energiforbruk (Nygaard og Golmen, 1997).

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

Maksimal strømhastighet var 45.9 cm/s mot NØ på 5m dyp og 19.0 cm/s mot Ø på 15m dyp. Maksimal strømhastighet var 24.1 cm/s mot Ø på spredningsdyp dyp og 10.1 cm/s mot N på bunnen. Maksimal strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og svak på 15m. Maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på spredningsdyp og svak på bunnen.

Signifikant maksimal strømhastighet var 13.8 cm/s på 5m dyp og 6.5 cm/s på 15m dyp. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m og svak på 15m.

Det var tilfeller med strøm > 30cm/s på 5m, men ingen tilfeller på de resterende dypene.

5.2.2 Enkeltstående strømtopper

3 datapunkter på bunndyp ble vurdert som feilverdier. De enkeltstående strømtoppene som er registrert skyldes muligens refleksjon av akustiske signaler. Disse datapunktene er fjernet.

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 langside mot den dominerende strømrøtning vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn en orientering hvor mange merder ligger etter hverandre langs hovedstrømmen.

Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m. Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svak på 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 5m, 15m og spredning, men 10% på bunnen. Lengst varighet for strøm < 1cm/s er 60 min på 5m, 60 min på 15m, 30 min på spredningsdyp og 50 min på bunnen.

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).

Neumann parameteren er vurdert som middels stabil på 5m og lite stabil på 15m, spredningsdyp og bunndyp. Selv om Neumannparameteren er lav på 15m, spredningsdyp og bunndyp, er det noe netto forflytning av vannet, ettersom det har vært perioder med strøm i én retning med varighet over en dag.

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 hopper 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. 230m. Da er det ca. 200 – 205m mellom notbunn og havbunn. Kollsvika ligger over en skrånende bunn.

Det var flere perioder der strømhastigheten var høyere enn 10 cm/s på 5m, noen tilfeller på 15m og på spredningsdyp, og få tilfeller på bunndyp.

5.3 CTD

Resultater fra CTD måling 10. april

Temperaturen på Kollsvika den 10. april 2017 varierte mellom omtrent 4.7 og 7.7°C. Temperaturen var lavest på overflaten, og varmest mellom 80m og 150m, med temperatur på omtrent 7.7 °C

Mellom overflaten og ca. 30m dyp øker saliniteten raskt mot 34. Tetthetsprofilens likhet med saltprofilen indikerer at saltinnholdet har mer betydning for tettheten enn temperaturen.

Målingene viser at vannet ikke er homogent mellom 5m og 15m.

Tettheten øker hurtig til 26 kg/m³ ved omtrent 10m dyp, deretter øker tettheten gradvis ned til 340m.

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, strømrretning 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.

Strømmåling på spredningsstrøm ble foretatt dypere enn krav i NS 9415:2009 grunnet utfordrende batymetri for utsett av strømmålere. Strøm har blitt målt ved denne lokaliteten ved to anledninger; 08.02.17 – 09.03.17 og 31.03.17 – 02.05.17. Ved begge utsett flyttet ankeret seg dypere i den bratte fjordsiden, til tross for bruk av landtau. Dermed ble også profilerinstrumentet, som skulle måle strøm på sprednings- og bunn dyp, dratt lenger ned i vannsøylen. Grunnet instrumentrekkevidde var det ikke mulig å få ut strømdata fra 75m dyp.

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.

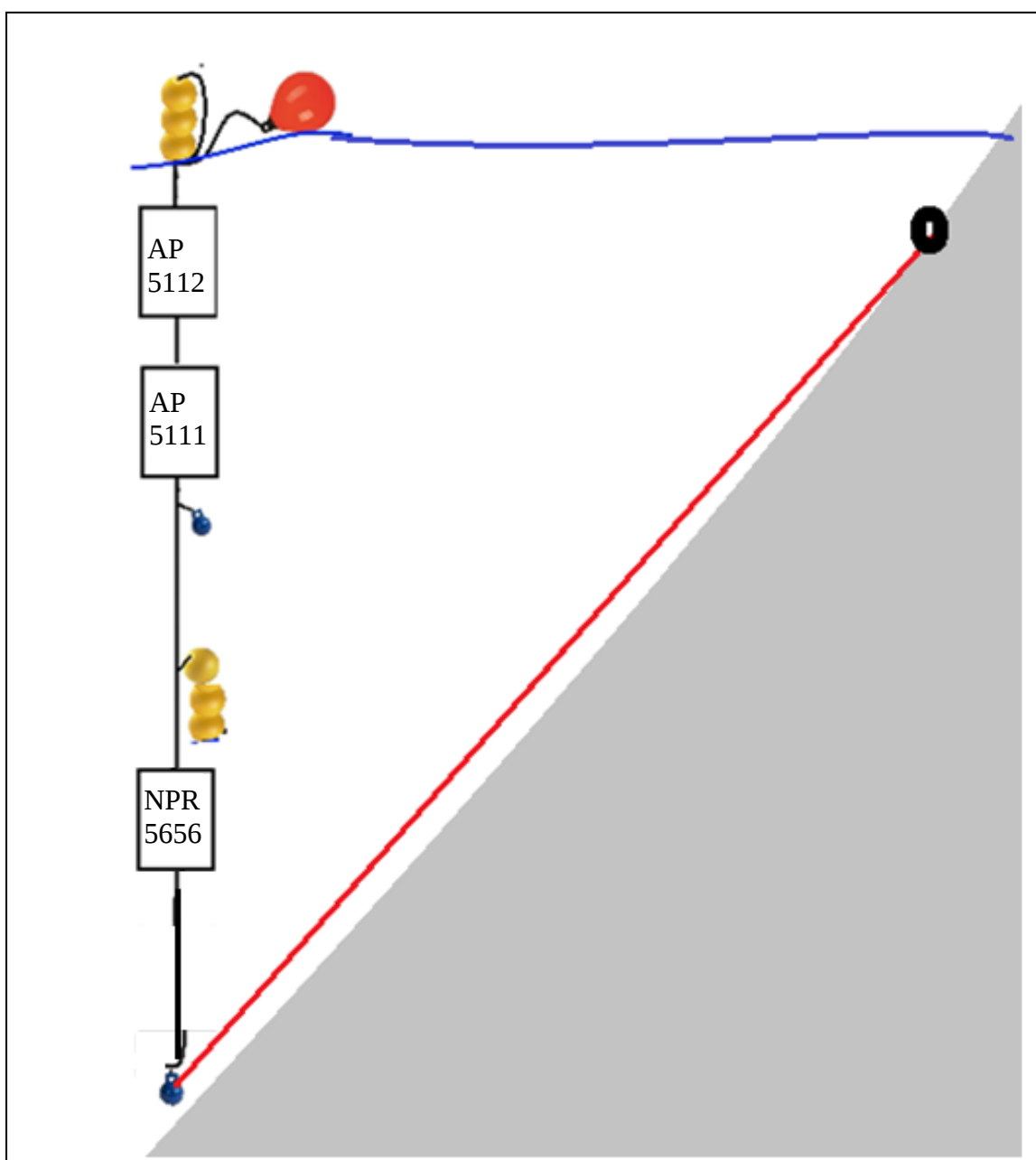
Tabell 6.1. Opplysninger per instrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning og bunn
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Nortek AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	Aquadopp Current Profiler (AquaPro) (400kHz)
Måler ID-nr	Serienummer: 5112	Serienummer: 5111	Serienummer: 5656
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.
Strømhastighet nøyaktighet	±0.15 cm/sek	±0.15 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)
Strømrretning 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 °
Kompass justert for misvisning av Åkerblå AS	Nei	Nei	Nei
Temperatur nøyaktighet og rekkevidde	0.05 °C -5 °C til 40 °C	0.05 °C -5 °C til 40 °C	0.1 °C -4 °C til 30 °C

7. Vedlegg - rigg oppsett, måleprinsipp og valg av målested

7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er skissert i Figur 7.1.1. Riggene ble forankret i bunn med 200kg lodd. Grunnet bratt bunntopografi ble det i tillegg montert et tau fra loddet og inn til land. Dette lå inntil fjordsiden opp mot overflaten, og ble festet med en bolt i fjellet 4m under overflaten. Det var også lagt på noen flottører på landtauet for å unngå slitasje på tauet fra fjellsiden. 3 trålkuler (3 x 7.5kg) ble brukt for oppdrift over profilerinstrumentet og på overflaten var det 3 kuler med 7.5 kg oppdrift i tillegg til en blåse (A1). Det var slakk på tauet mellom kulene over profilerinstrumentet og loddet på 5 m som var festet under den nederste punktmåleren.



Figur 7.1.1. Prinsippskisse av riggoppsett. Nortek profiler på 130m dyp og Aanderaa punktmålere på 5m og 15m.

7.2 Måleprinsipp

Aanderaa punktmåler

Instrumentene bruker dopplereffekten for å måle strøm. Det sendes ut en kort lydimpuls (akustisk impuls) 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 impuls) 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 og punktmåler.

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

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

Valg av målested

Plassering av riggen for strømmålinger er avgjørende for måling av strøm. Et av kravene i NS9415 er at målerne skal plasseres i den posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokaliteten. Plassering av riggen i forhold til det dypet strømmen skal måles på har også stor betydning for målingene.

- Anleggets geografiske plassering og topografiske utforming av nærområdet må vurderes. Strømmen påvirkes av bukter, vikar og elveløp, møtepunkter for fjordsystemer, osv. Dette kan føre til at strømmen skifter retning e.l.
- Anlegget bør plasseres der vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn, og slik at vanntransporten på tvers av anlegget maksimeres. Dette er spesielt viktig i den varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv fôring og drift av anlegget.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør også vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.
- Anleggets 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 skal måles midt mellom merdbunn og sjøbunn, men ikke dypere enn 50m fra merdbunn. Spredningsstrøm ble målt dypere enn merddyp + 50m grunnet utfordrende batymetri for utsett av strømmålere. Selv om landtau ble benyttet i riggen flyttet målerne seg nedover i vannsøylen etter utsett.
- 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.

Åkerblå benytter et skjema som følger hver måler for teknisk dokumentasjon. Ved utsett av instrumenter benyttes Åkerblås riggskjema som inkluderer (etter NS 9425:1999): lokalitetsnavn, riggoppsett, posisjon, måledyp, kontakt-person og oppdragsgiver, tidspunkt for utsett og opptak, og et kommentarfelt for eventuelle observasjoner ved utsett og opptak.

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

Rådata er kvalitetssikret gjennom egne prosedyrer og instrumentenes produsent etter bestemte kriterier. Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Enkeltstående datapunkter blir også vurdert og data fjernes om nødvendig.

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

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

Det var ingen begroing på instrumenter, og ingen data ble vurdert som feil eller usikre på grunn av dette.

Ved opptak av strømriggeren ble det rapportert om et tau som hang over profilerinstrumentet. Det er usikkert når og hvor dette tauet kom i kontakt med måleren. Signalstyrken ble undersøkt grundig for å sikre at datasettet ikke var påvirket av tauet. Det ble ikke funnet tegn til blokkering av signalet fra tauet, og profiler av signalstyrke ved ulike tidspunkter i måleperioden viste normal form og styrke, og kun små forskjeller mellom beamhastighetene. Dermed ble det vurdert at tauet sannsynligvis ikke har påvirket målingene.

Tabell 8.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding per instrument.

Måledyp	5m	15m	spredning	bunn
Filnavn for rådata	Kollsvika 5m SAL0317 AP5112.bin	Kollsvika 15m SAL0317 AP5111.bin	Kollsvika bunn og spredning SAL0317 NPR5656.prf	Kollsvika bunn og spredning SAL0317 NPR5656.prf
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport
Filnavn for eksportert data	Kollsvika 5m SAL0317 AP5112_eks_IH.csv	Kollsvika 15m SAL0317 AP5111_eks_IH.csv	Kollsvika spredning SAL0317 NPR5656_eks_IH.xlsx	Kollsvika bunn SAL0317 NPR5656_eks_IH.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Kollsvika- 5m_QC.xlsx	Kollsvika- 15m_QC.xlsx	Kollsvika- spredning_QC.xlsx	Kollsvika- bunn_QC.xlsx
Data return (%)	100.00	100.00	99.48	99.44
Antall målinger	4640	4640	4617	4615
Antall fjernede målinger	0 (se vedlegg 8.3)	0 (se vedlegg 8.3)	24 (se vedlegg 8.3)	26 (se vedlegg 8.3)
Eksterne forhold som kunne ha påvirket målingene	Ingen.	Ingen.	Ingen.	Ingen.
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	31.03.17 11:04 - 02.05.17 16:14	31.03.17 11:06 - 02.05.17 16:16	31.03.17 11:00 - 02.05.17 16:20	31.03.17 11:00 - 02.05.17 16:20
Dato og tid for start og slutt av instrument	27.03.17 11:34 - 04.05.17 08:24	27.03.17 11:26 - 04.05.17 08:56	29.03.17 09:40 - 04.05.17 08:20	29.03.17 09:40 - 04.05.17 08:20

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 blir profilerinstrumentet dratt oppover i vannsøylen (Figur 8.2.1), trolig i forbindelse med bevegelse i måleriggen grunnet den periodevis sterke vinden, ettersom episodene forekommer på omtrent samme tid som tilfellene med sterk vind ved Sømna - Kvaløyfjellet. Profiler-instrumentet fortsetter å måle data på ønsket dyp, så lenge instrumentets tilt holder seg under grenseverdien for kvalitetskontroll (strøm < 30 °).

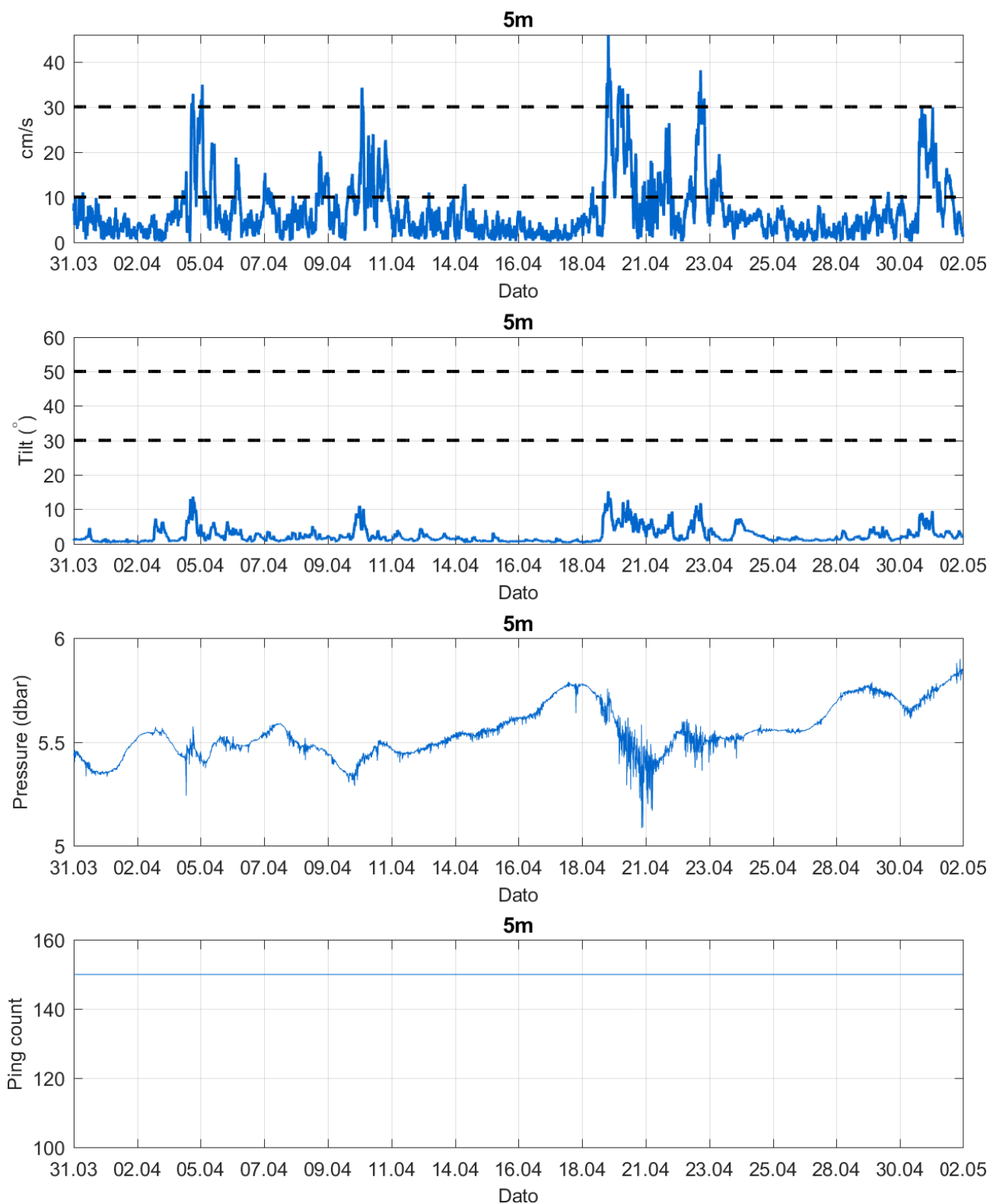
Tabell 8.2.1. Kriteriene som er brukt for å kvalitetssikre data.

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

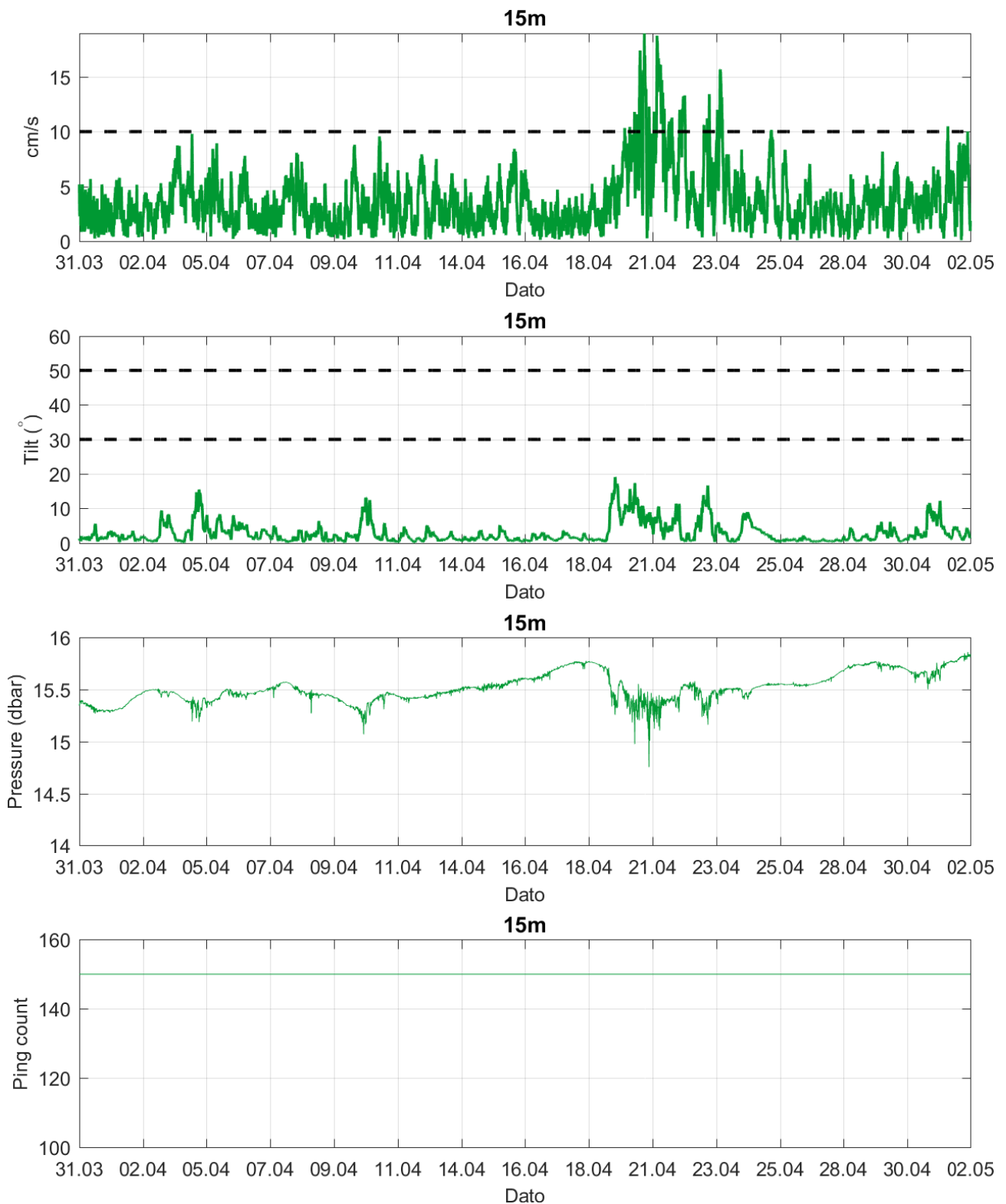
Tabell 8.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste.

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

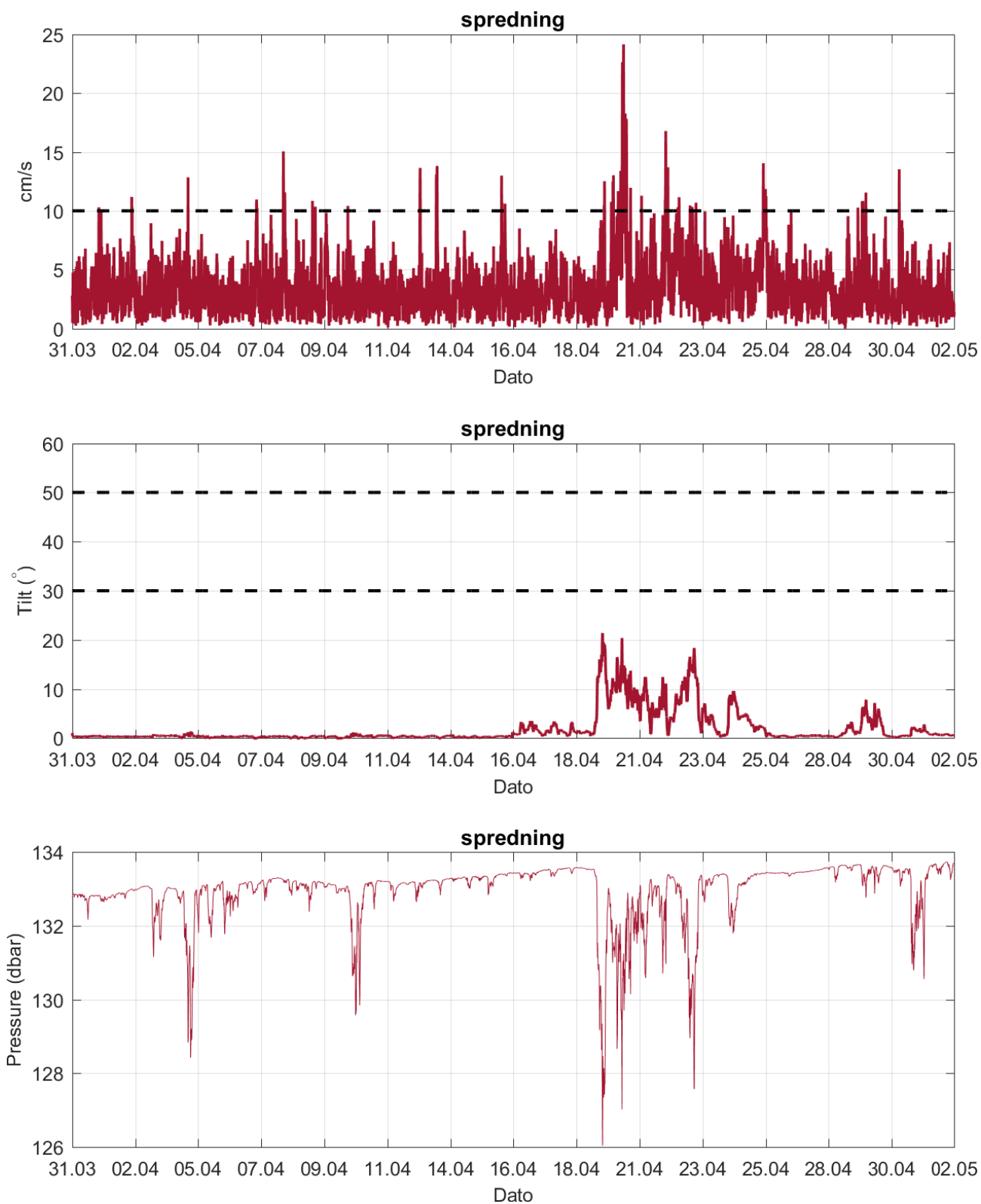
For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har disse forskjellene blitt hevet med de oppgitte faktorene, mens u er satt til 1 m/s, ettersom variabilitet øker med avtagende strøm (u).



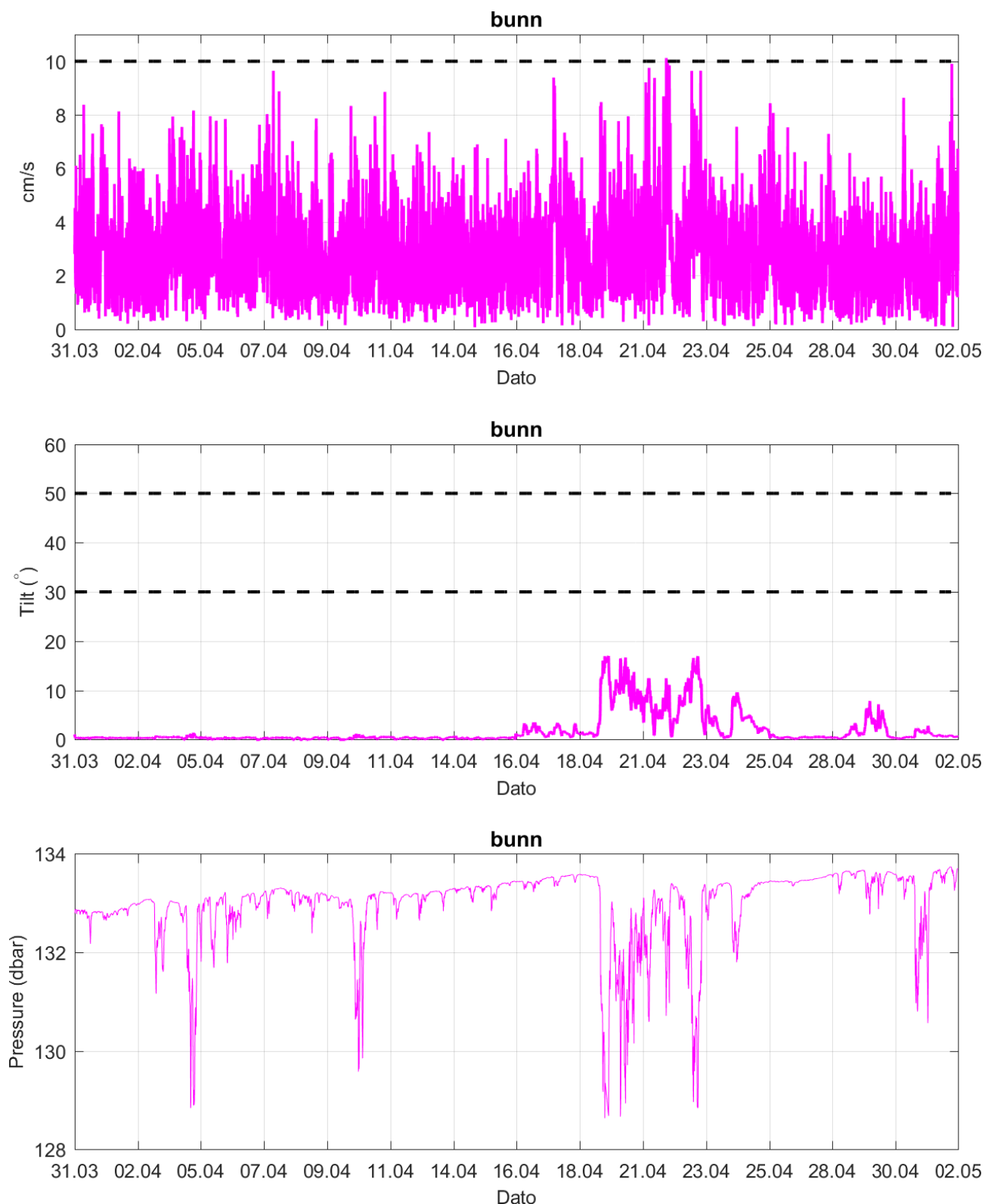
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m



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



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



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

Merknad: Ettersom strømmen på spredningsdyp ble målt med samme instrumentet som bunnstrømmen (profilerinstrument), er tilt- og trykkdata for profilerinstrumentet er oppgitt for både spredningsstrømm og bunnstrøm fordi disse gjelder for begge dyp, og har blitt brukt til kvalitetssikring av 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

Tre datapunkter ble fjernet manuelt fra målingene på sprednings- og bunndyp 17.04.2017 grunnet hastighetstopp med retning på tvers av hovedstrømretningen og forstyrrelse i signalstyrke på dette tidspunktet.

21 datapunkter i løpet av måleperioden ble fjernet fra spredningsstrømmen på grunn lav SNR (Signal to Noise Ratio), og 23 datapunkter på bunndyp ble fjernet grunnet lav SNR.

9. Vedlegg - Strømmens tilstandsklasser

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

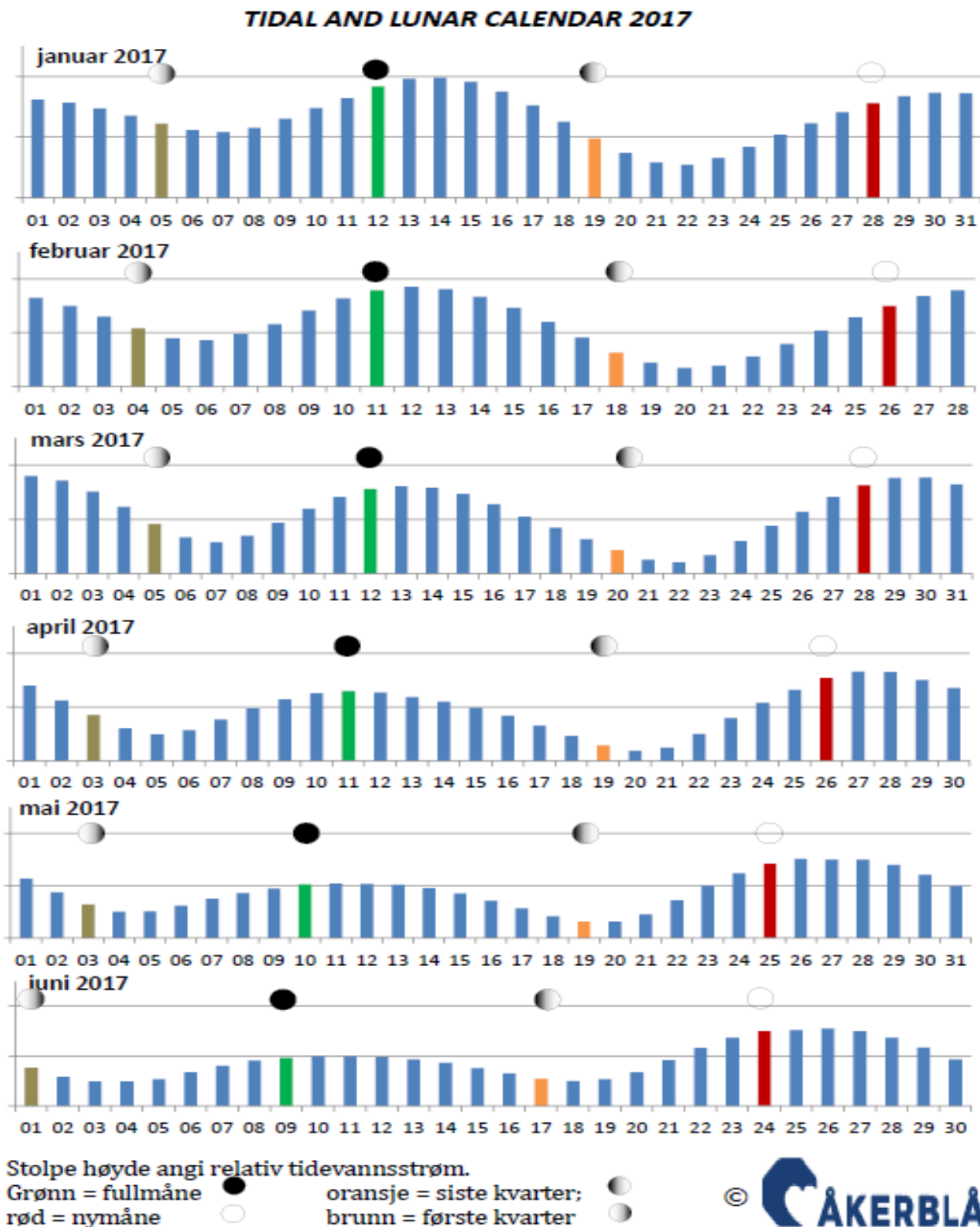
Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

Tilstandsklasse	Dybde (m)	1	2	3	4	5
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
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 8.3.1. 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

* 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 = 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
Effektiv transport	
Hastighet (cm/s)	Hvordan en partikkel i vannet, som er i strømmålerens posisjon ved målestert, 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 ³ /m ² /d)	Hvor mye vann som strømmer gjennom ei rute på 1 m ² i løpet av et døgn. Gjennomsnittlig total vannutskiftning per døgn – alle retninger.

13. Vedlegg - Referanser

1. Aarsnes, J.V.G, Løland og H. Rudi (1990). Forces on cage net deflection. Manuscript, International Conference for Engineering and Offshore Fish Farming, Glasgow, UK, 17-18 Oct. 1990.
2. Aure, J. (1983). Akvakultur i Troms, kartlegging av høvelige lokaliteter for Fiskeoppdrett. Fisken og Havet 1983, nr. 1, 92s.
3. Brukerveiledning. 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
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
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
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. TimeZero. MaxSea International.
15. Wilson, D og E. Siegel (2008). Evaluation of Current and Wave Measurements from a Coastal Buoy. DOI: 10.1109/OCEANS.2008.5152108 Conference: OCEANS 2008 Source: IEEE Xplore.
16. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.