

Strømrapport

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

Ystøya i

mai – juli 2018



Dokument kontroll		
Rapport		
Rapportbeskrivelse og navn	Vurdering av strømforhold ved Ystøya. SR-M-05118-Ystøya0718-ver01.pdf	
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse
01	26.07.18	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	Ystøya	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Alstahaug	Fylke	Nordland

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (66m)	Bunn (118m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	55.6 (N)	52.0 (N)	24.1 (SV)	13.4 (SV)
Gjennomsnitt strøm (cm/s)	15.3	10.3	4.6	2.6
Strømstyrke < 1cm/s (%)	0.9	1.8	6.2	16.3
Strømstyrke < 3cm/s (%)	6.8	11.9	38.7	65.2
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	11.3	2.5	0.0	0.0
Neumann parameter	0.0	0.2	0.4	0.1
10-års strøm (maksimal)	92	86	-	-
50-års strøm (maksimal)	103	96	-	-

Oppdragsgiver			
Selskap	LetSea Nutrition AS, 8801 Sandnessjøen		
Kontaktperson	Per Kristian Nordøy	per@ecomarin.com	90 78 13 36
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Nickolas James Hawkes	nickolas.hawkes@akerbla.no	91 99 19 09
Rapportansvarlig	 Kristine Torkildson	kristine.torkildson@akerbla.no	92 64 23 80
Kontrollert av	Iris Hestnes	iris.hestnes@akerbla.no	48 25 08 83
Akkreditering	Feltarbeid er utført av Åkerblå Nord og er 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.....	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 Prosentfordeling av strømhastighet per dyp.....	27
4.21 Prosentfordeling av strømhastighet per dyp.....	27
4.22 Tidevannsanalyse.....	28
4.23 Todagersperiode.....	33
4.24 Vind under måleperioden.....	34
4.25 CTD-måling.....	37
5. Diskusjon strøm	38
5.1 Temperatur.....	38
5.2 Strømhastighet.....	38
5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s).....	38
5.2.2 Enkeltstående strømtopper.....	Feil! Bokmerke er ikke definert.

5.2.3	Gjennomsnittlig strømhastighet	39
5.2.4	Nullmålinger (< 1cm/s) og varighet.....	39
5.2.5	Vannutskiftning og Neumann parameter	39
5.2.6	Sprednings- og bunnstrøm	40
5.3	CTD.....	40
6.	Vedlegg - opplysning strømmåling	41
7.	Vedlegg - riggoppsett, måleprinsipp og valg av målested	42
7.1	Riggoppsett	42
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	56
12.	Vedlegg - Parametere og Beskrivelse	57
13.	Vedlegg - Referanser.....	58

1. Forord

Strømmålinger ved tenkt lokalitet Ystøya ble utført av Åkerblå Nord AS på oppdrag fra LetSea Nutrition AS. Åkerblå AS har på oppdrag fra Åkerblå Nord AS kvalitetssikret strømmålingene og utarbeidet en strømrappport basert på kvalitetssikret data. Ystøya 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 miljølaste på et anlegg.

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal også kunne ivareta artens krav til et godt levested (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.

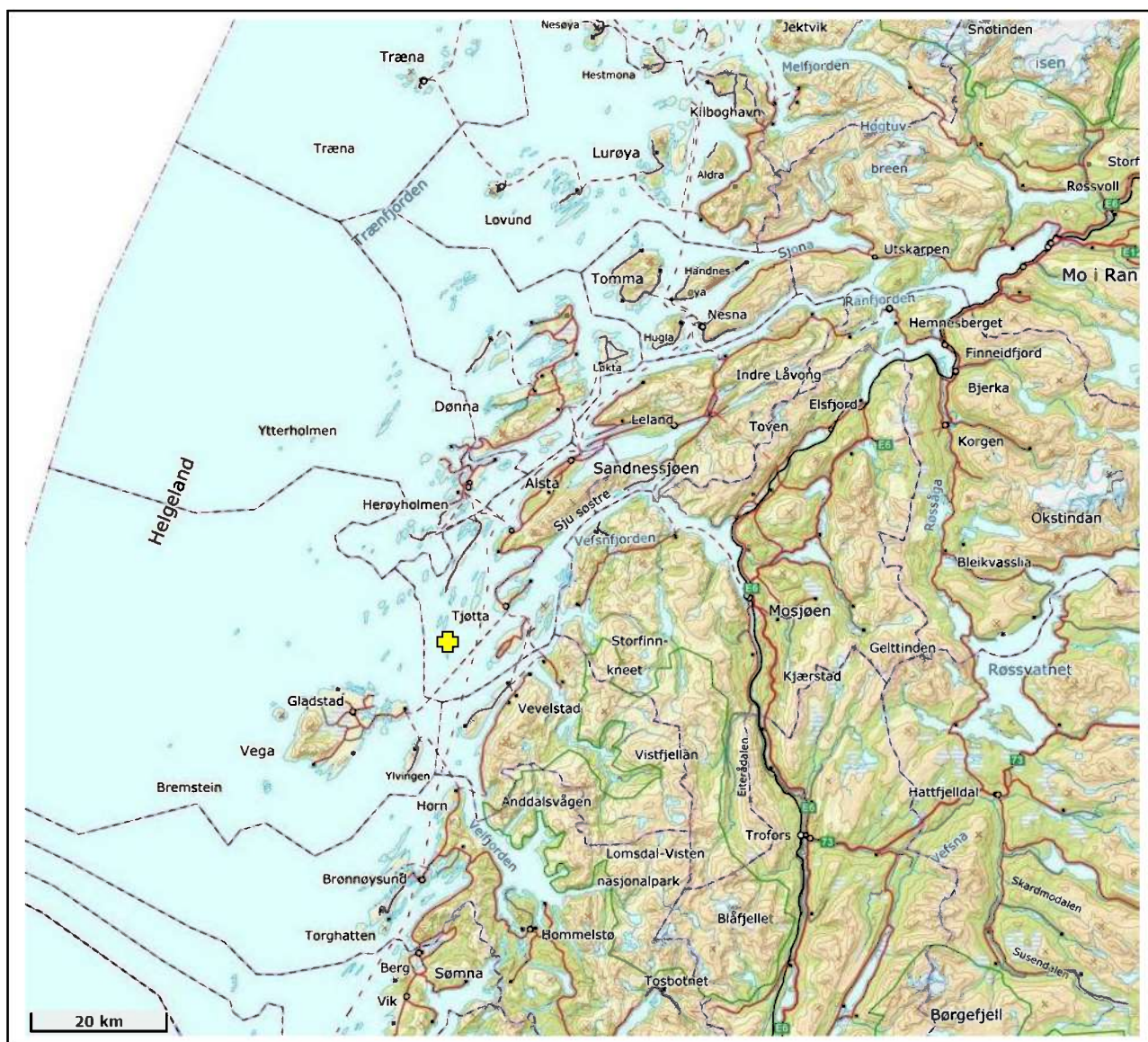
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt kravene i Fiskeridirektoratets veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur (2012).


2. Områdebeskrivelse

Målepunktet for Ystøya ligger i Alstahaug kommune, Nordland. Ystøya ligger ytterst i kystlinja i et område med flere øyer og holmer. Plasseringen er relativt åpen mot Tjøttfjorden i nord og øst, og Mindværffjorden i sør/sørvest.

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

Bunntopografi er ca. 122 m dyp og dybdekonturene er orientert N/NØ - SV i området for strømmålingposisjonen.







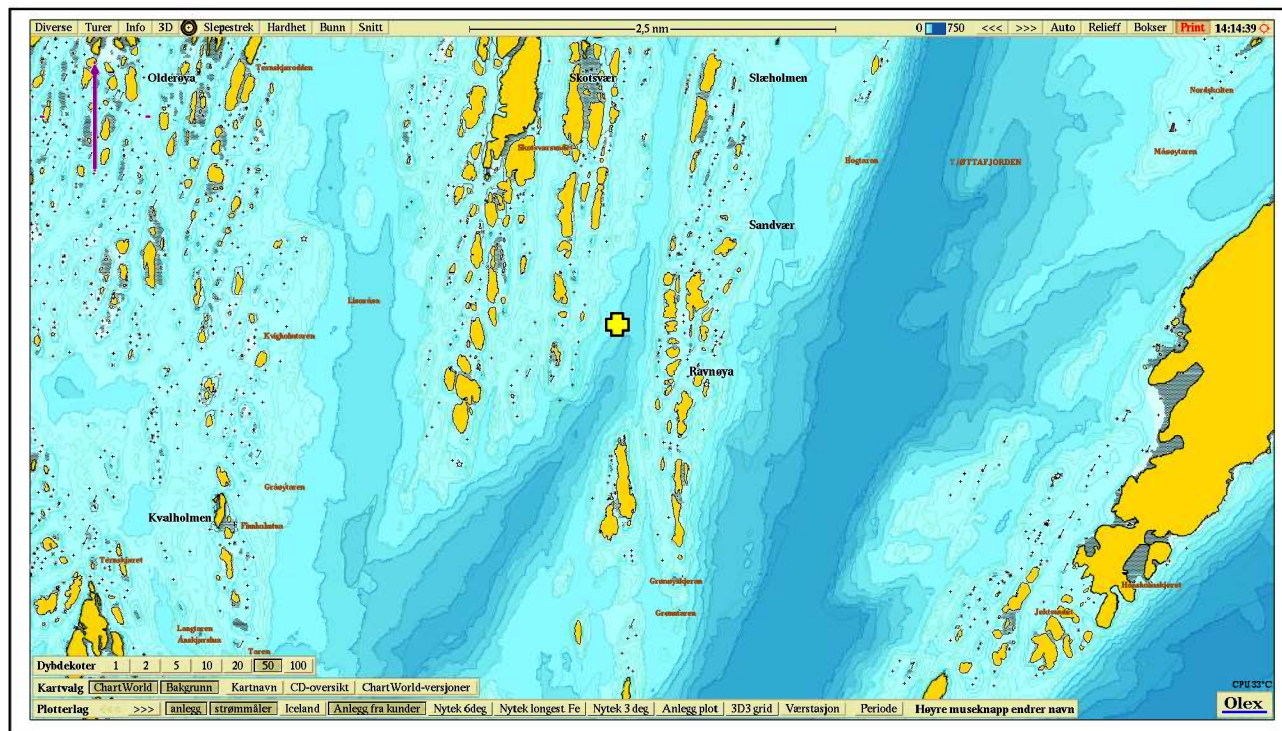
Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt måleposisjonen, anvist med . Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.


3. Metodikk

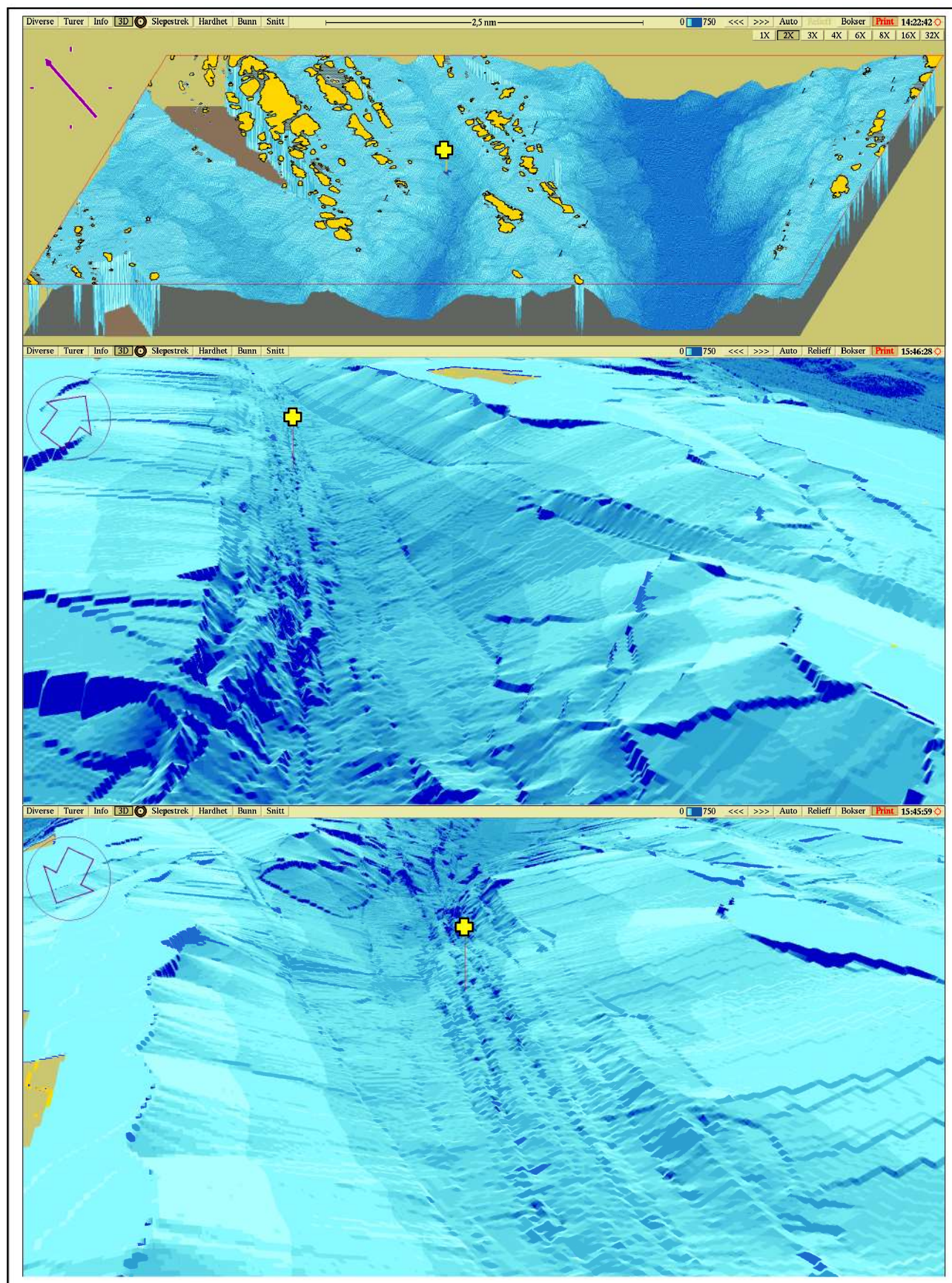
Strømmålinger ble kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i tabellen under.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (66m)	Bunn (118m)
Merke				
Instrumenttype	Aanderaa Punktmåler	Aanderaa Punktmåler	Aanderaa Punktmåler	Aanderaa Punktmåler
Posisjon	65°46.336' N 012°14.900' Ø	65°46.336' N 012°14.900' Ø	65°46.336' N 012°14.900' Ø	65°46.336' N 012°14.900' Ø
Dyp på målested	122m	122m	122m	122m
Måleperiode	30.05.18 - 11.07.18	30.05.18 - 11.07.18	30.05.18 - 11.07.18	30.05.18 - 11.07.18
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	42.2	42.1	42.2	42.2



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.

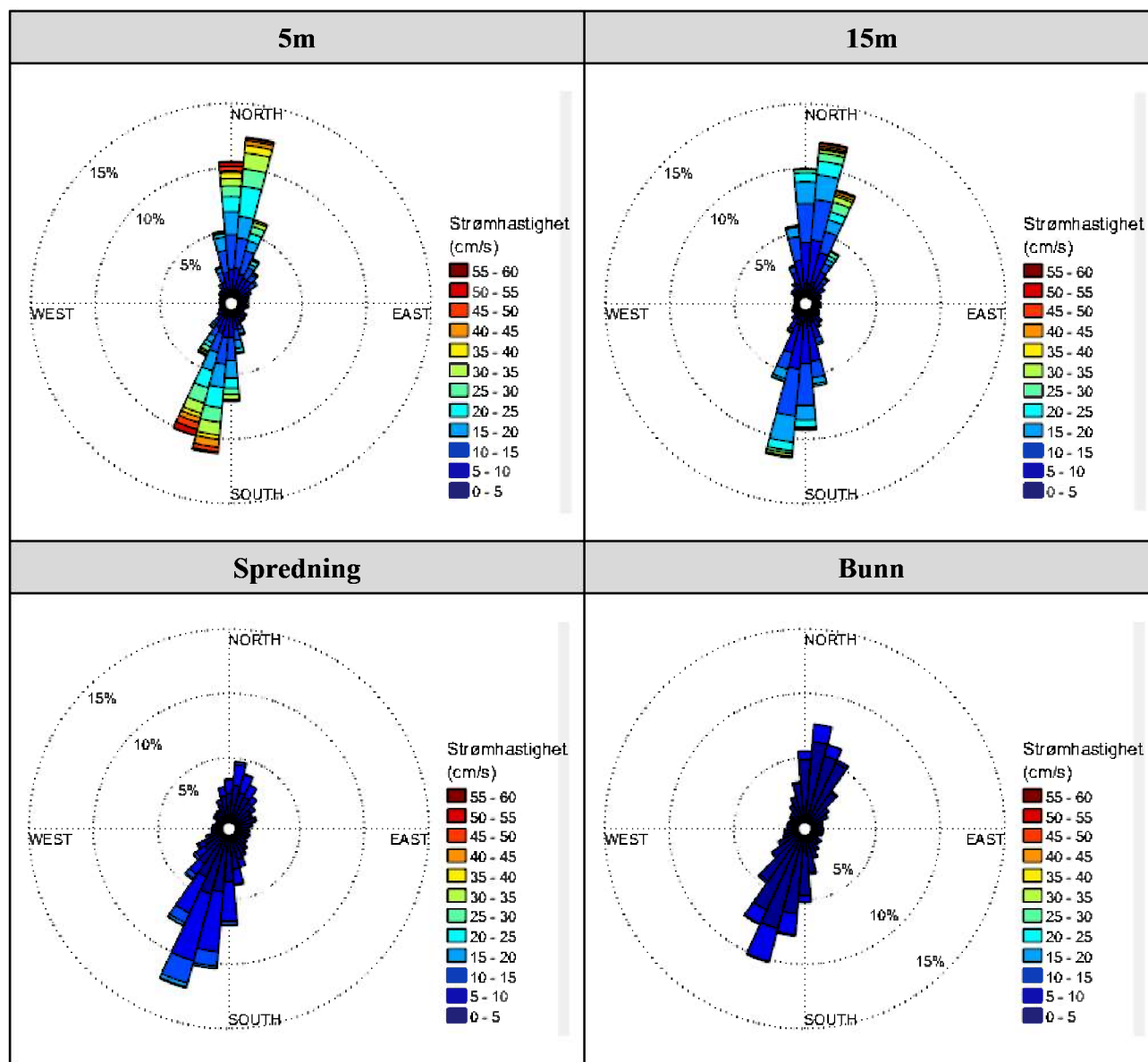
Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spredning og bunn.

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

	5m	15m	Spredning (66m)	Bunn (118m)
Sjøtemperatur (°C)	7.7 - 12.7	7.2 - 10.3	5.4 - 7.3	5.0 - 5.6
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	55.6	52.0	24.1	13.4
Gjennomsnitt (cm/s)	15.3	10.3	4.6	2.6
Minimum (cm/s)	0.1	0.1	0.0	0.0
Signifikant maks (cm/s)	28.2	18.5	8.2	4.6
Signifikant min (cm/s)	5.1	3.7	1.6	1.0
Varians (cm/s) ²	123.4	56.9	10.4	3.1
Standard avvik (cm/s)	11.1	7.5	3.2	1.8
% < 1cm/s	0.9	1.8	6.2	16.3
Lengst periode < 1cm/s (min)	30	60	50	120
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	6.8	11.9	38.7	65.2
Lengst periode < 3cm/s (min)	160	150	810	670
% ≥ 30cm/s	11.3	2.5	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	1090	510	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	0.2	1.8	1.9	0.4
Retning grader (deg)	289	22	197	210
Neumann parameter	0.0	0.2	0.4	0.1
Gjennomsnitt vannforflytning (m ³ /m ² /d)	13262	8923	3931	2282

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		%
N	0	1	17	30	145	239	149	111	74	110	45	25	0	0	946	15.6	109332	19.6	55.6
N	15	0	11	33	152	195	124	137	90	98	22	3	0	0	865	14.3	95324	17.1	52.0
NØ	30	4	15	36	103	90	27	27	9	6	0	0	0	0	317	5.2	21380	3.8	33.2
NØ	45	0	13	30	87	42	10	4	3	0	0	0	0	0	189	3.1	9853	1.8	26.2
NØ	60	2	17	21	45	22	10	1	0	0	0	0	0	0	118	1.9	5543	1.0	20.6
Ø	75	2	15	17	31	16	4	0	0	0	0	0	0	0	85	1.4	3492	0.6	16.3
Ø	90	1	20	19	26	4	2	0	0	0	0	0	0	0	72	1.2	2344	0.4	18.4
Ø	105	1	9	11	23	14	6	0	0	0	0	0	0	0	64	1.1	3130	0.6	19.4
SØ	120	4	14	11	21	7	2	2	0	0	0	0	0	0	61	1.0	2374	0.4	24.0
SØ	135	3	20	29	31	7	5	1	0	0	0	0	0	0	96	1.6	3351	0.6	21.7
SØ	150	2	12	21	31	15	11	1	3	0	0	0	0	0	96	1.6	4831	0.9	25.8
S	165	4	14	40	73	52	49	14	4	2	0	0	0	0	252	4.2	16447	3.0	34.3
S	180	1	17	32	146	164	126	79	44	49	11	0	0	0	669	11.0	63005	11.3	47.6
S	195	1	16	27	138	161	139	143	120	124	103	36	0	0	1008	16.6	137029	24.6	55.3
SV	210	3	21	29	94	71	65	40	35	27	11	6	0	0	402	6.6	39074	7.0	55.5
SV	225	3	16	24	34	16	7	8	0	1	0	0	0	0	109	1.8	5515	1.0	37.8
SV	240	3	14	20	14	5	1	0	0	0	0	0	0	0	57	0.9	1643	0.3	16.6
V	255	4	9	7	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0.5	911	0.2	14.1
V	270	2	15	13	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0.6	796	0.1	14.2
V	285	3	14	15	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	39	0.6	876	0.2	16.1
NV	300	2	15	23	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	55	0.9	1438	0.3	16.8
NV	315	3	16	18	14	7	1	0	0	0	0	0	0	0	59	1.0	1780	0.3	16.3
NV	330	0	19	21	41	23	11	0	0	0	0	0	0	0	115	1.9	5270	0.9	18.9
N	345	3	13	27	102	103	61	14	2	4	1	0	0	0	330	5.4	22374	4.0	46.3
Antall obs		52	362	554	1379	1261	812	582	384	421	193	70	0	0	6070	100	0	0	0
%		0.9	6.0	9.1	22.7	20.8	13.4	9.6	6.3	6.9	3.2	1.2	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	8	25	55	276	263	145	55	24	6	4	2	0	0	863	14.3	62695	16.8	51.5
N	15	2	34	73	256	213	142	83	72	48	36	6	0	0	965	16.0	88324	23.7	52.0
NØ	30	2	29	45	129	71	31	29	30	18	2	0	0	0	386	6.4	28656	7.7	45.7
NØ	45	1	28	41	59	18	2	1	2	0	0	0	0	0	152	2.5	5902	1.6	28.8
NØ	60	7	19	20	31	2	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.3	2096	0.6	10.9
Ø	75	4	24	23	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1.0	1232	0.3	8.1
Ø	90	8	22	19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0.9	1015	0.3	8.2
Ø	105	3	23	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0.9	1076	0.3	9.6
SØ	120	6	21	17	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.1	1549	0.4	10.6
SØ	135	5	35	27	28	5	0	0	0	0	0	0	0	0	100	1.7	2634	0.7	12.5
SØ	150	3	35	42	51	12	2	0	0	0	0	0	0	0	145	2.4	4587	1.2	16.8
S	165	7	24	64	182	68	21	3	0	0	0	0	0	0	369	6.1	17378	4.7	24.4
S	180	4	40	49	298	271	109	56	12	14	0	0	0	0	853	14.2	58939	15.8	39.3
S	195	3	34	74	264	244	139	36	11	14	0	0	0	0	819	13.6	55714	15.0	39.5
SV	210	6	24	37	89	23	10	3	0	0	0	0	0	0	192	3.2	8064	2.2	23.4
SV	225	4	17	17	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	65	1.1	1776	0.5	10.7
SV	240	6	25	17	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1.0	1082	0.3	7.0
V	255	3	19	14	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	45	0.7	1054	0.3	17.1
V	270	3	12	13	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	31	0.5	625	0.2	17.5
V	285	2	17	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0.5	536	0.1	6.3
NV	300	5	17	14	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0.7	1020	0.3	14.2
NV	315	4	28	30	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.4	2174	0.6	9.4
NV	330	10	28	33	38	13	5	0	0	0	0	0	0	0	127	2.1	4244	1.1	16.1
N	345	1	31	47	145	111	33	3	1	0	0	0	0	0	372	6.2	20039	5.4	27.0
Antall obs		107	611	799	1967	1320	642	269	152	100	42	8	0	0	6017	100	0	0	0
%		1.8	10.2	13.3	32.7	21.9	10.7	4.5	2.5	1.7	0.7	0.1	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (spredningsdyp)

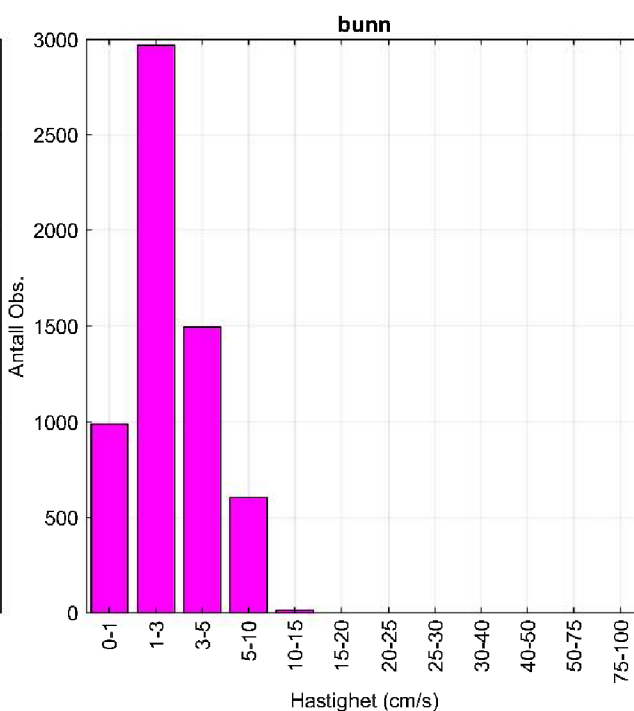
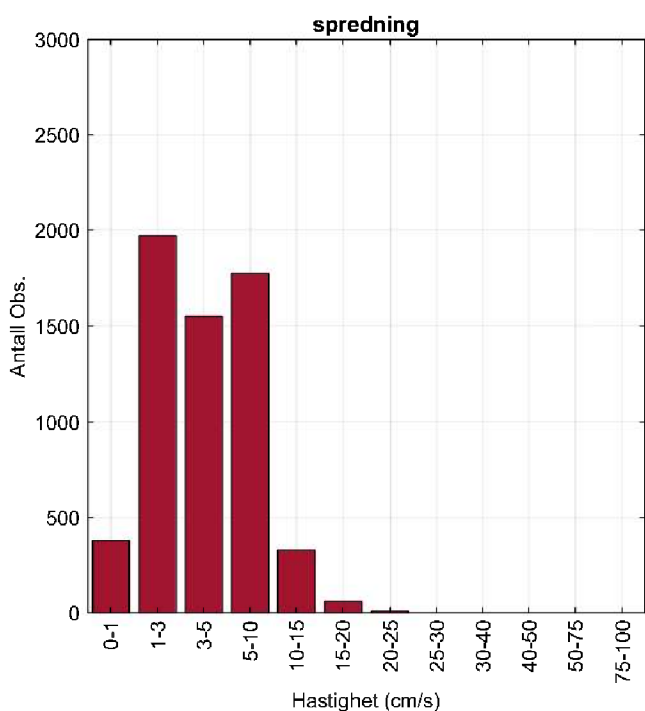
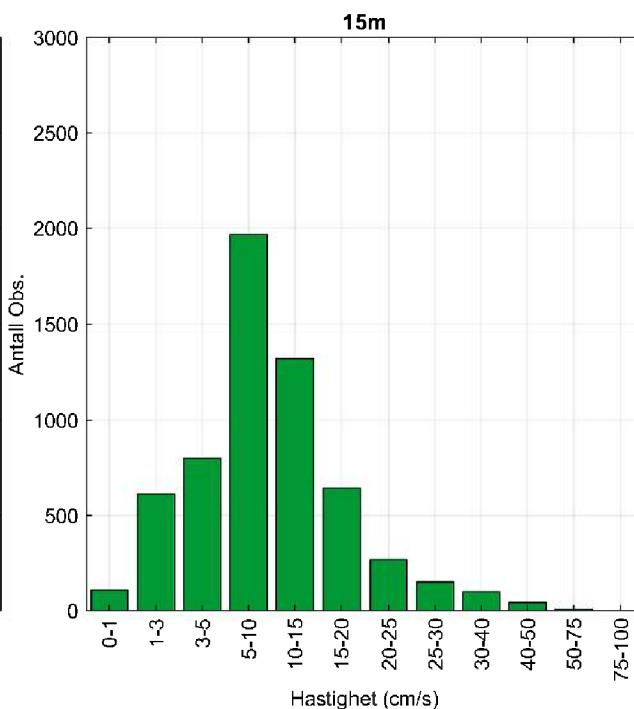
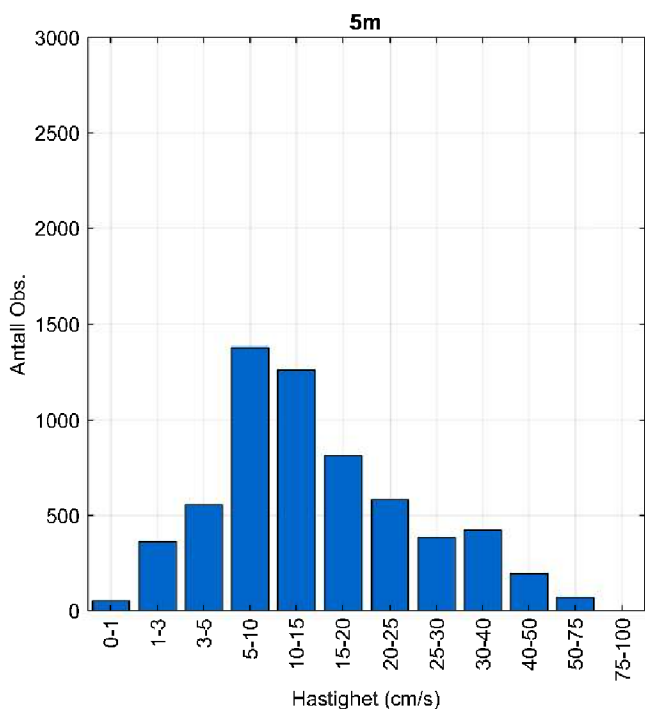
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe															Total flow		Maks strøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m ³ /m ²	%	cm/s
N	0	12	111	95	97	6	1	0	0	0	0	0	0	0	322	5.3	8036	4.9	17.8
N	15	16	94	116	139	12	3	0	0	0	0	0	0	0	380	6.3	11012	6.6	19.3
NØ	30	17	114	82	91	3	0	0	0	0	0	0	0	0	307	5.1	7309	4.4	14.6
NØ	45	8	97	63	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	3.5	4380	2.6	9.1
NØ	60	20	76	32	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	2.4	2513	1.5	9.7
Ø	75	19	82	29	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	2.3	2054	1.2	9.7
Ø	90	9	62	22	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	98	1.6	1415	0.9	10.6
Ø	105	21	67	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	1.8	1393	0.8	9.3
SØ	120	18	49	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	1.5	1334	0.8	7.0
SØ	135	15	60	33	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	2.0	2006	1.2	7.6
SØ	150	17	80	55	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	2.8	3008	1.8	8.1
S	165	17	110	81	77	2	0	0	0	0	0	0	0	0	287	4.7	6438	3.9	13.7
S	180	11	140	190	284	29	3	0	0	0	0	0	0	0	657	10.8	19899	12.0	16.5
S	195	15	138	259	477	143	21	6	0	0	0	0	0	0	1059	17.4	41720	25.2	22.4
SV	210	23	145	170	266	81	23	3	0	0	0	0	0	0	711	11.7	25959	15.7	24.1
SV	225	22	87	91	86	36	8	0	0	0	0	0	0	0	330	5.4	10262	6.2	17.0
SV	240	14	79	48	47	12	0	0	0	0	0	0	0	0	200	3.3	4992	3.0	14.4
V	255	15	44	26	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	1.6	1544	0.9	8.6
V	270	19	46	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.3	900	0.5	5.5
V	285	10	51	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.2	810	0.5	4.7
NV	300	17	43	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.2	798	0.5	5.6
NV	315	11	53	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	1.4	1286	0.8	9.8
NV	330	17	55	24	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	1.8	1975	1.2	9.9
N	345	16	90	58	53	1	0	0	0	0	0	0	0	0	218	3.6	4567	2.8	10.2
Antall obs		379	1973	1551	1773	326	59	9	0	0	0	0	0	0	6070	100	0	0	0
%		6.2	32.5	25.6	29.2	5.4	1.0	0.1	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	42	224	176	65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	508	8.4	9318	9.7	10.9
N	15	46	261	236	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	648	10.7	12756	13.3	8.9
NØ	30	58	231	136	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	453	7.5	7273	7.6	10.2
NØ	45	46	152	33	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236	3.9	2759	2.9	6.9
NØ	60	45	65	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	2.0	1222	1.3	8.1
Ø	75	33	46	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.4	674	0.7	4.2
Ø	90	41	41	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	1.4	634	0.7	4.2
Ø	105	34	48	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.4	659	0.7	3.1
SØ	120	30	42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.2	539	0.6	5.0
SØ	135	37	56	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.5	727	0.8	4.1
SØ	150	44	75	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	2.1	1117	1.2	4.7
S	165	38	135	39	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	218	3.6	2742	2.9	7.9
S	180	63	220	150	55	1	0	0	0	0	0	0	0	0	489	8.1	8519	8.9	11.6
S	195	34	285	290	202	8	0	0	0	0	0	0	0	0	819	13.5	18875	19.6	12.2
SV	210	58	280	250	120	4	0	0	0	0	0	0	0	0	712	11.7	14302	14.9	13.4
SV	225	39	202	78	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	325	5.4	4523	4.7	7.2
SV	240	38	119	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	2.9	1771	1.8	4.5
V	255	32	71	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	1.8	1016	1.1	3.6
V	270	30	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.3	588	0.6	2.8
V	285	44	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1.4	506	0.5	2.8
NV	300	37	44	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.4	593	0.6	3.3
NV	315	32	54	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.4	657	0.7	3.1
NV	330	43	85	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	2.3	1275	1.3	4.4
N	345	46	148	45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	4.0	3037	3.2	5.3
Antall obs		990	2970	1493	602	15	0	0	0	0	0	0	0	0	6070	100	0	0	0
%		16.3	48.9	24.6	9.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

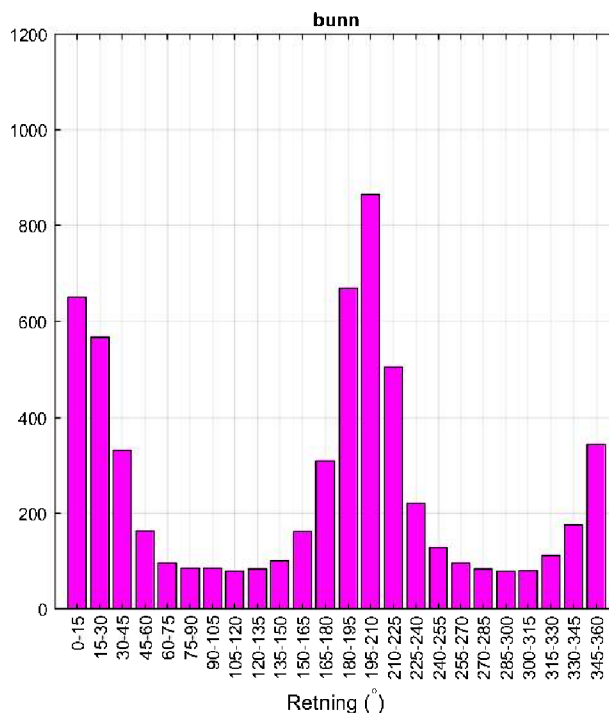
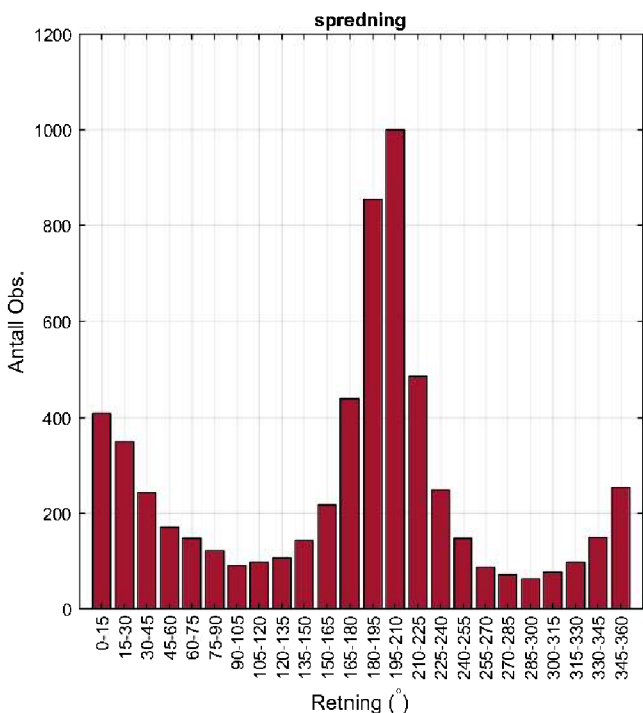
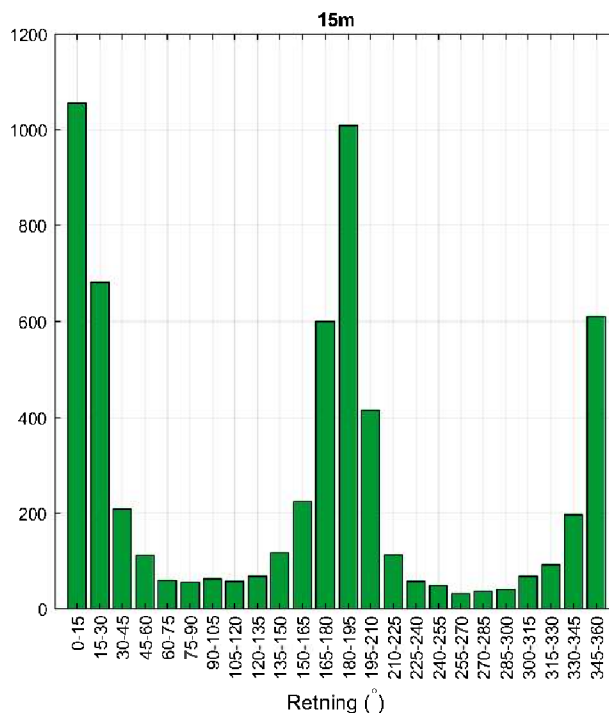
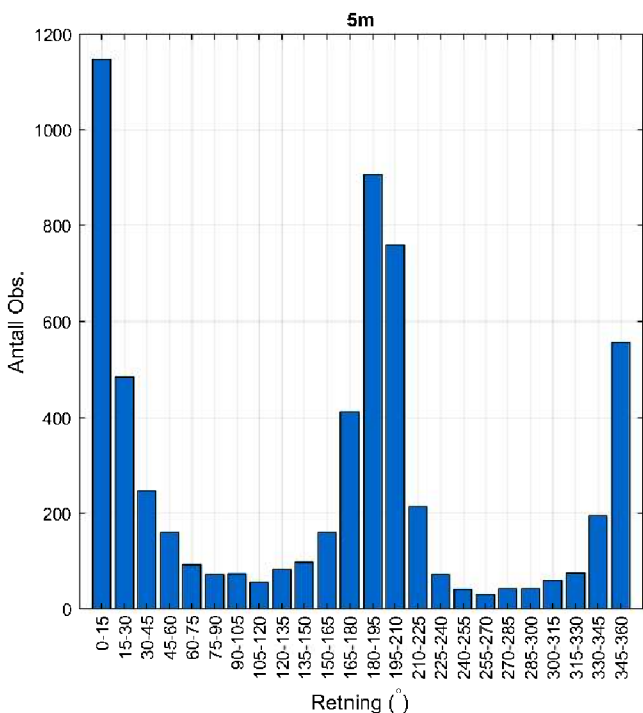
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.

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



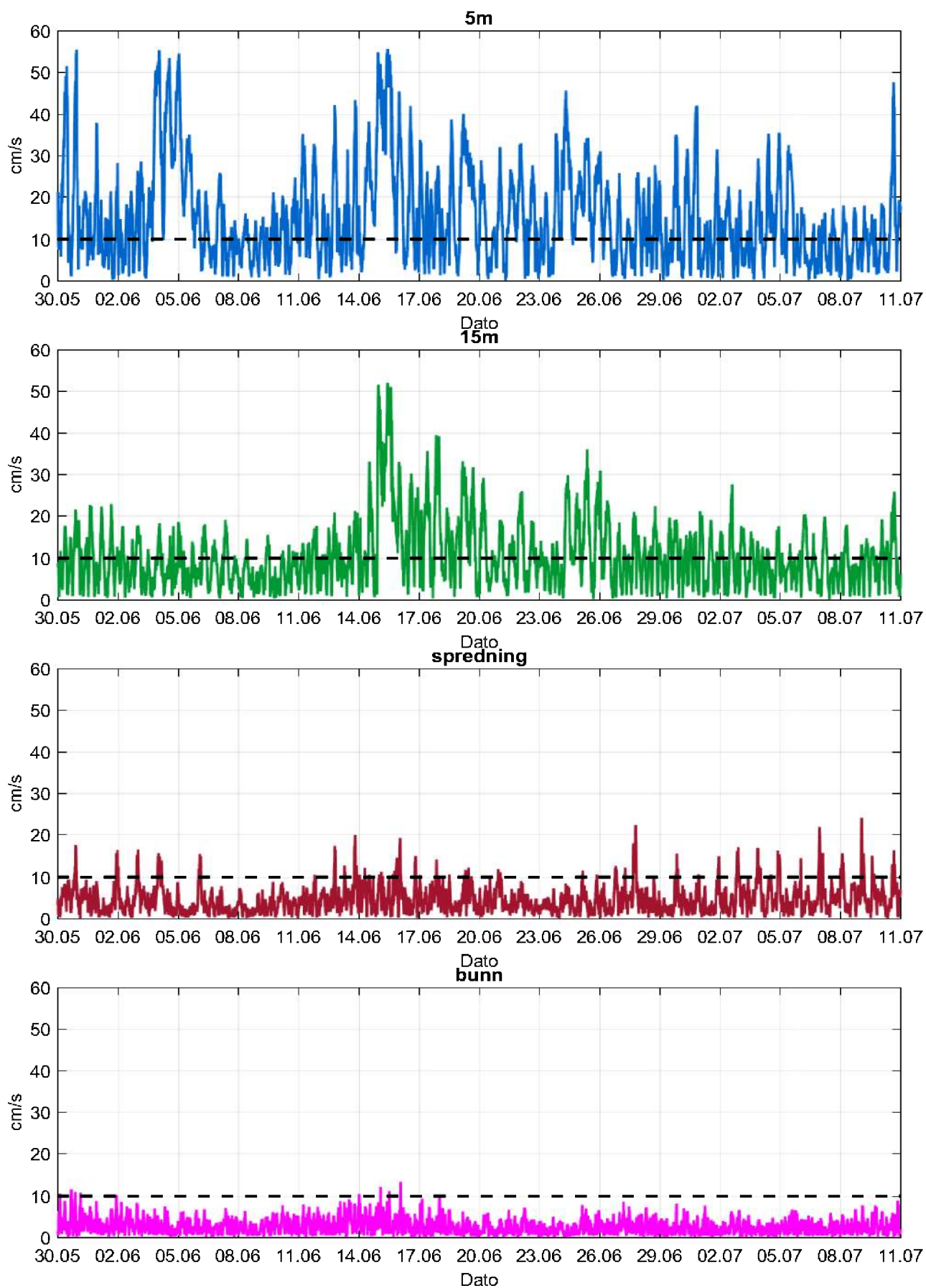
4.5 Strømmens retningsfordeling.

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



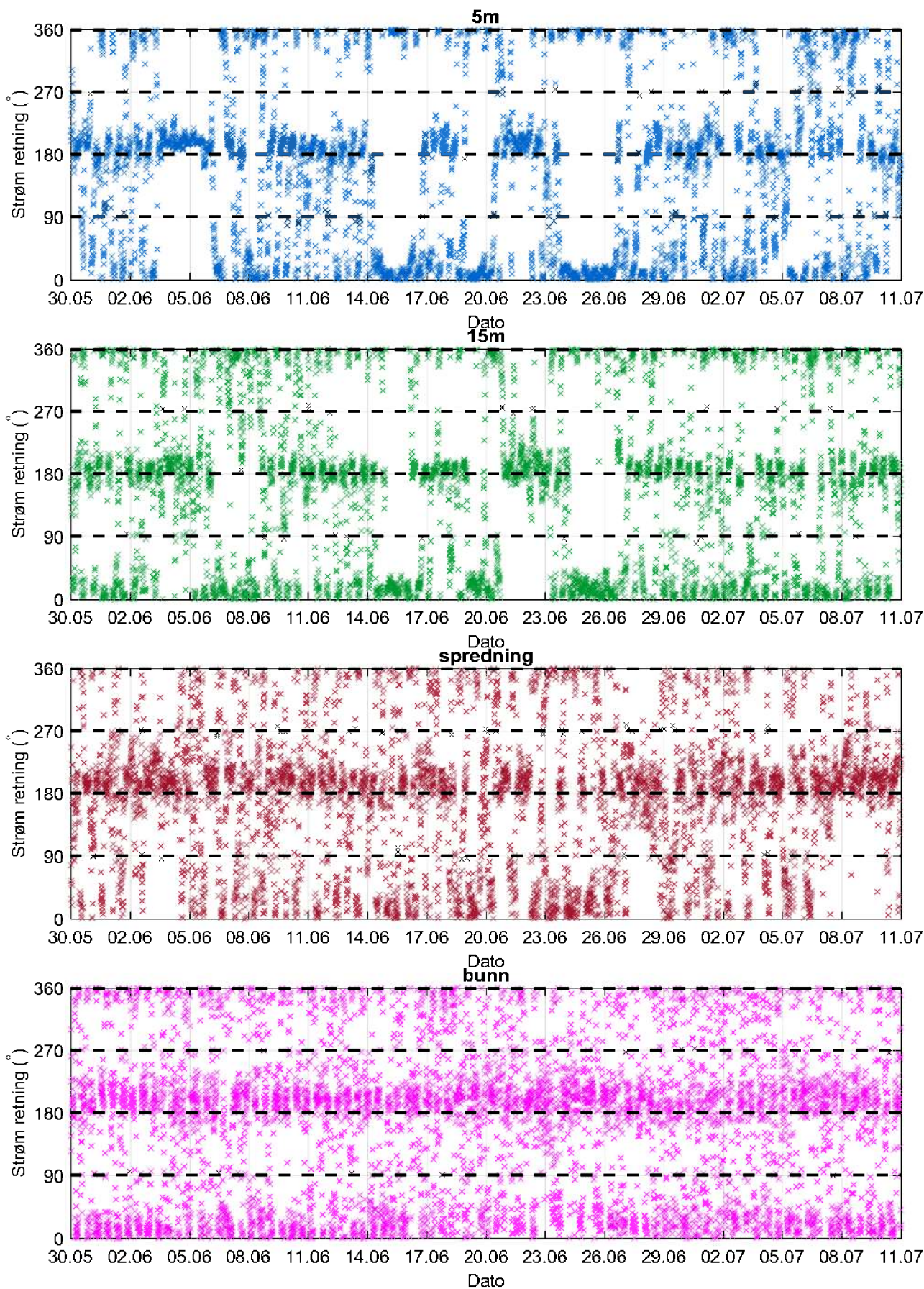
4.6 Tidsdiagram - strømhastighet.

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



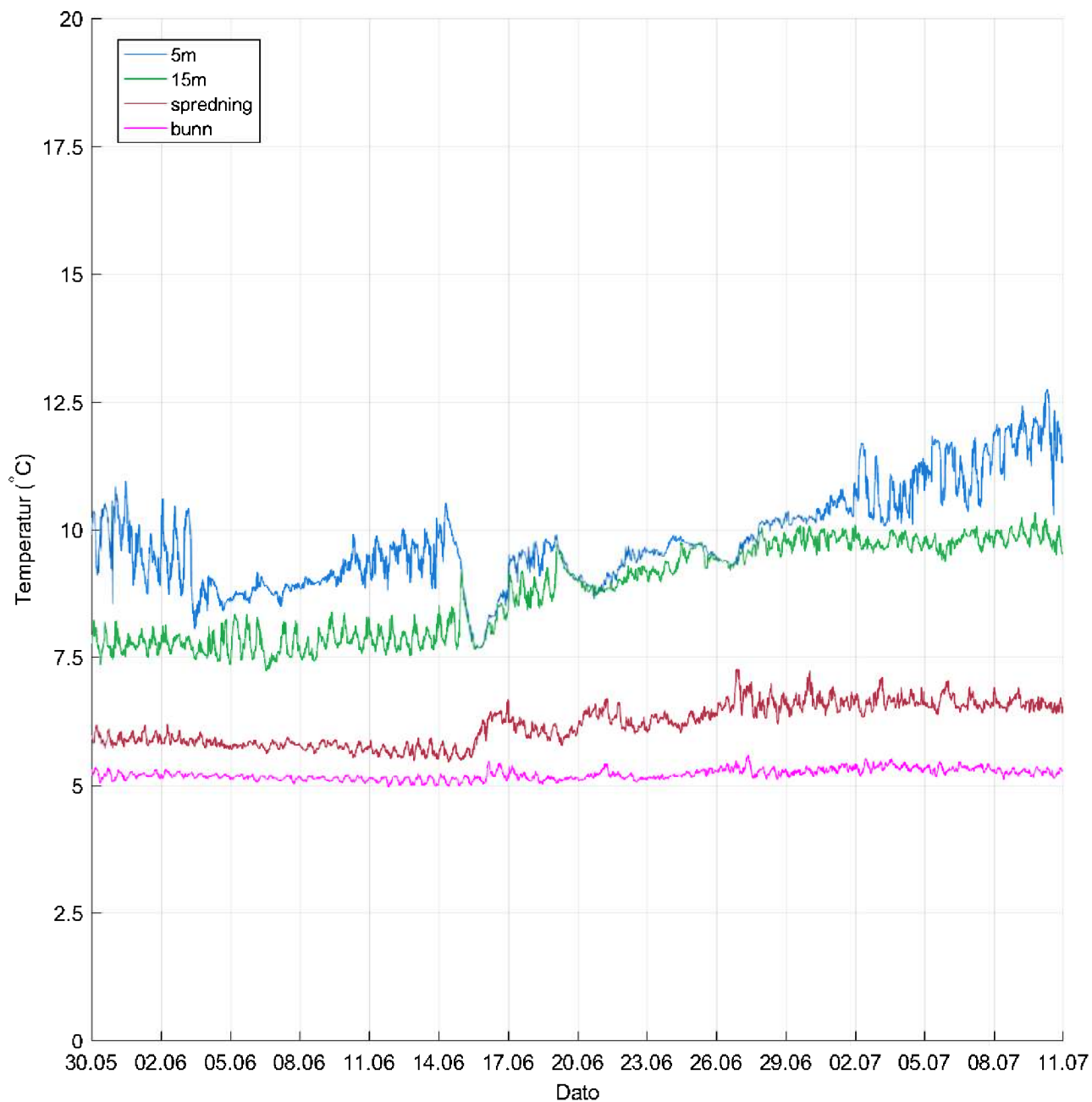
4.7 Tidsdiagram - strømretning.

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



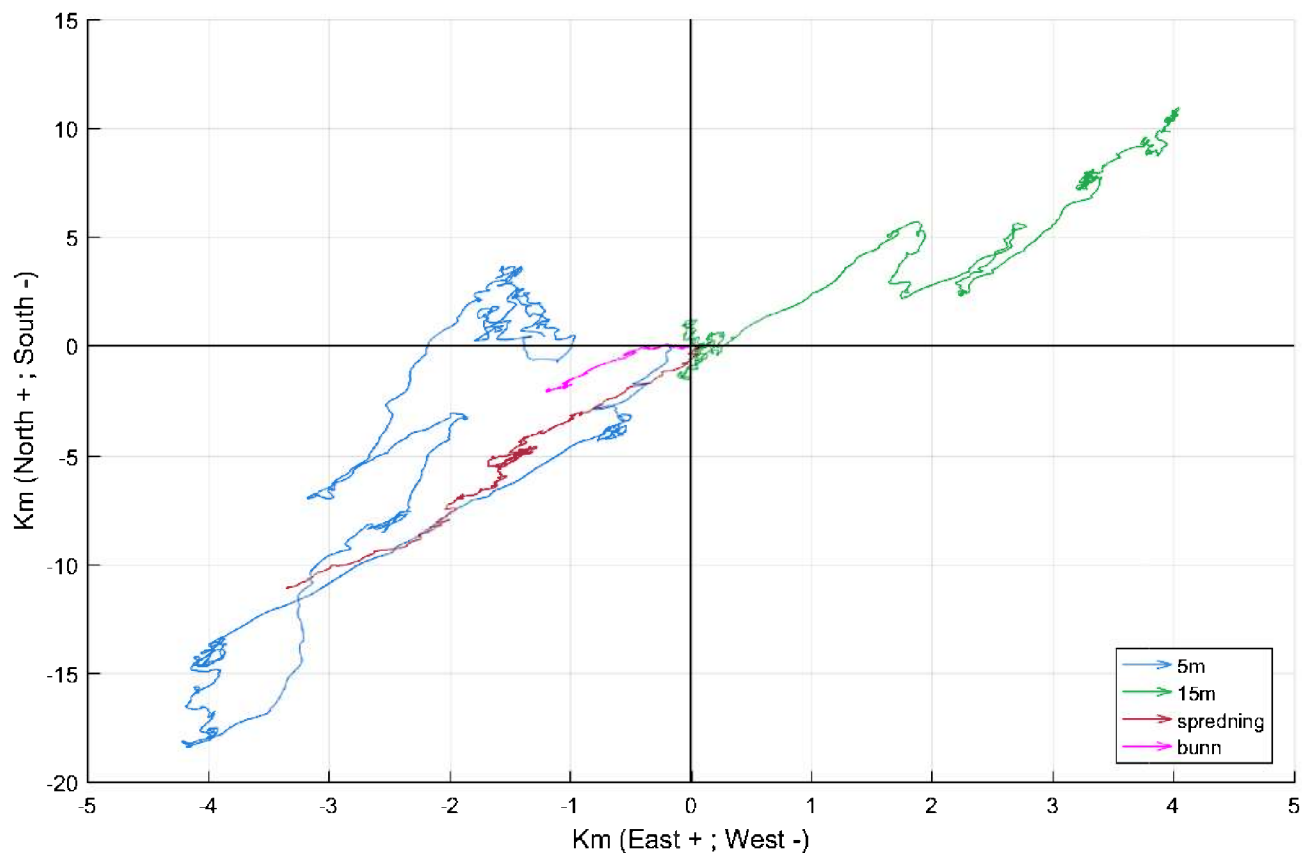
4.8 Tidsdiagram - temperatur.

Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.



4.9 Progressivt vektordiagram.

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

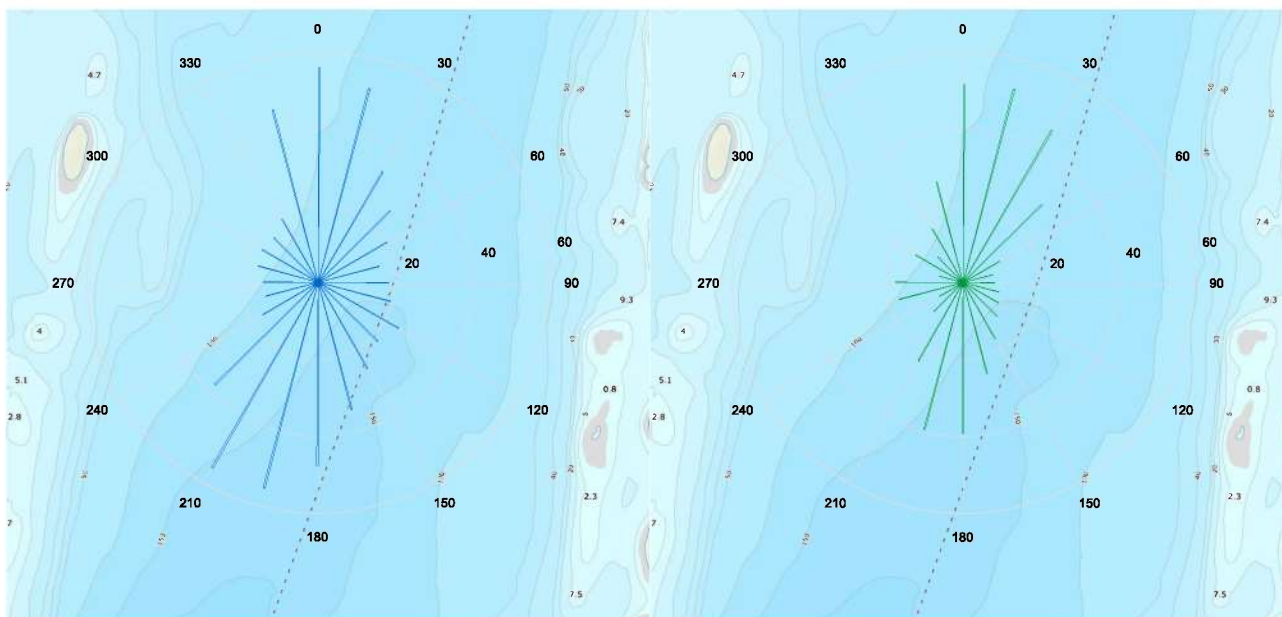


4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømshastighet.

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

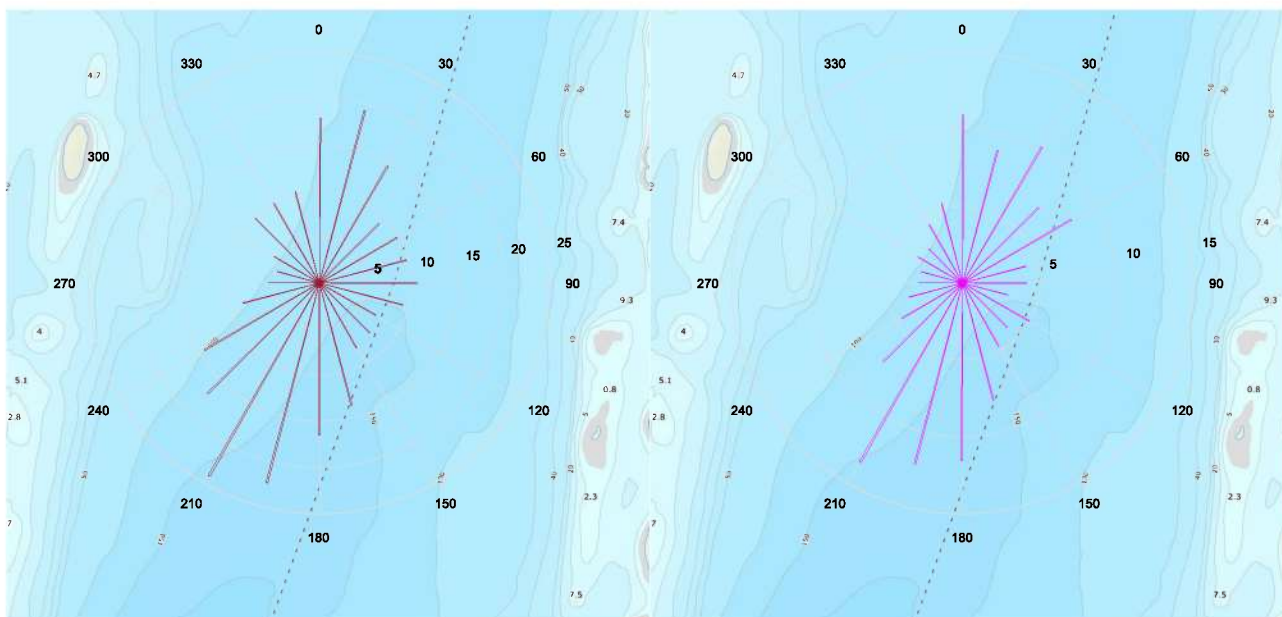
Maksimal strømshastighet (5m dyp).

Maksimal strømshastighet (15m dyp).



Maksimal strømshastighet (spredningsdyp).

Maksimal strømshastighet (bunndyp).

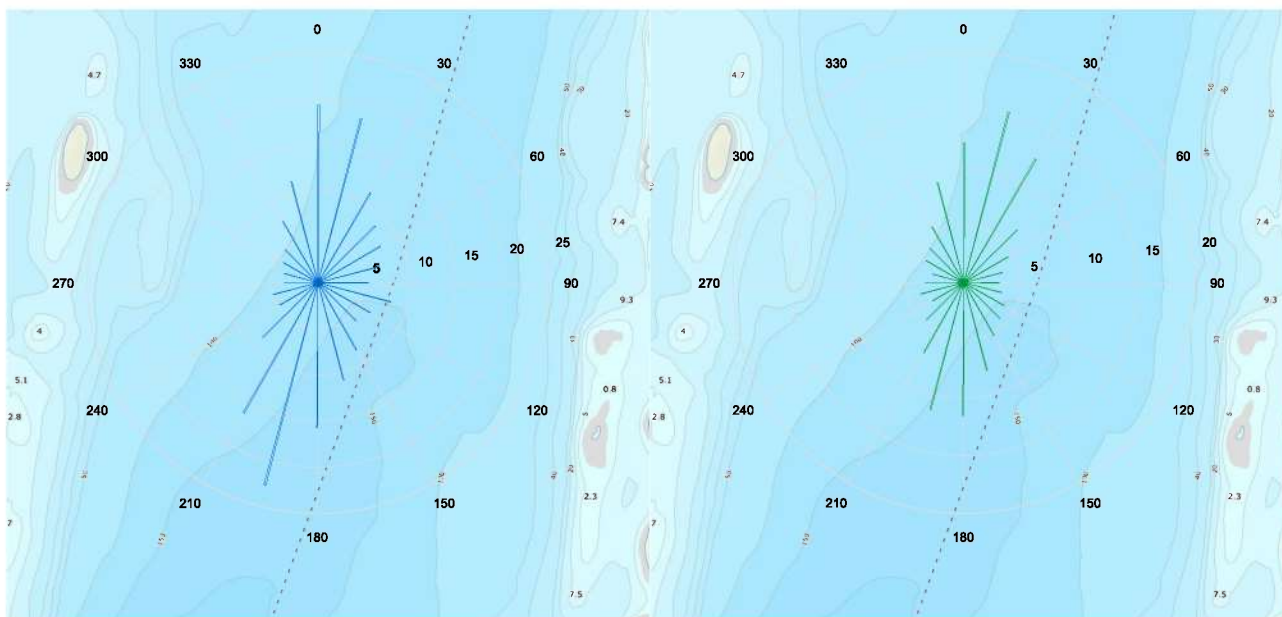


4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet.

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

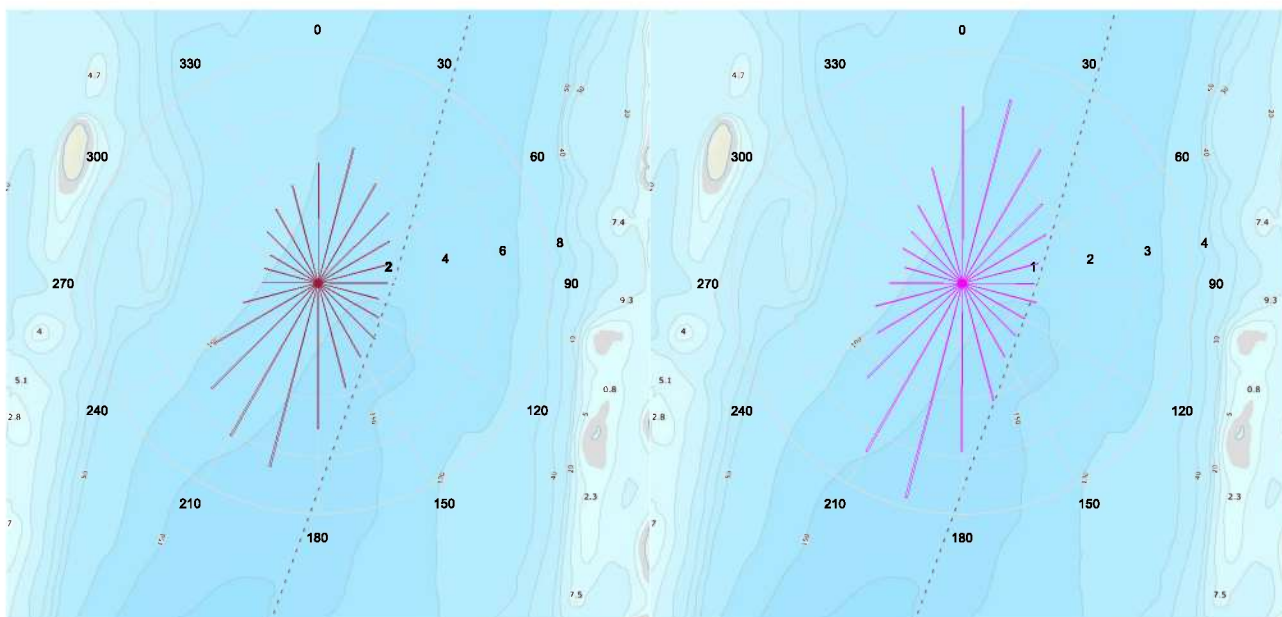
Middelhastighet (5m dyp).

Middelhastighet (15m dyp).



Middelhastighet (spredningsdyp).

Middelhastighet (bunndyp).

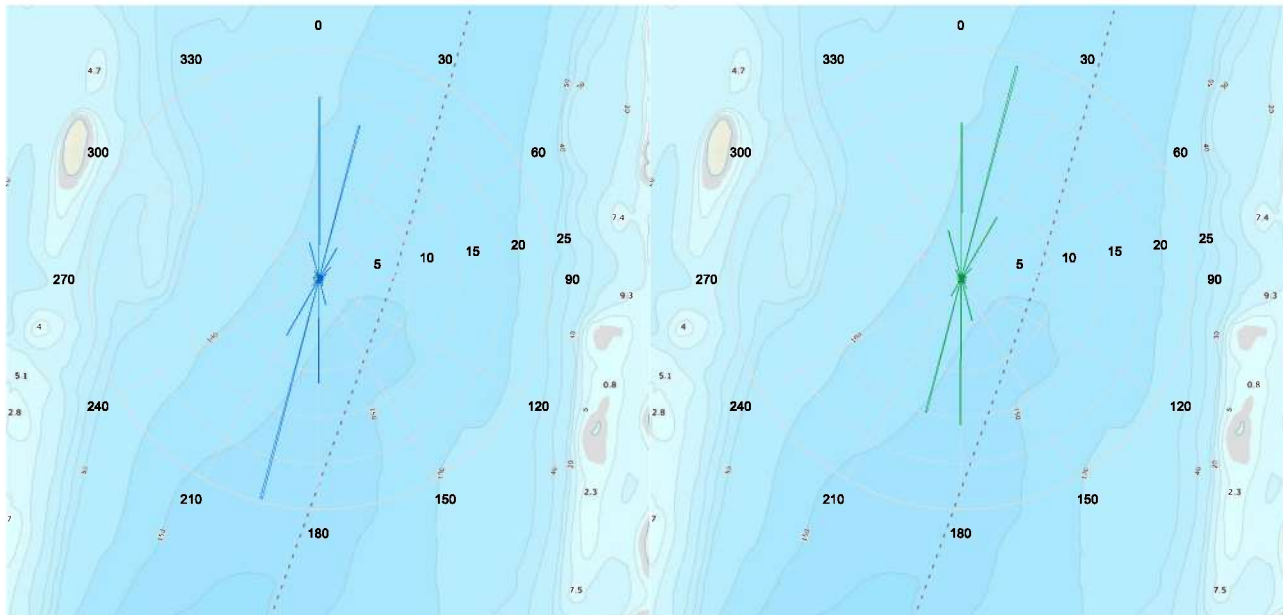


4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.

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

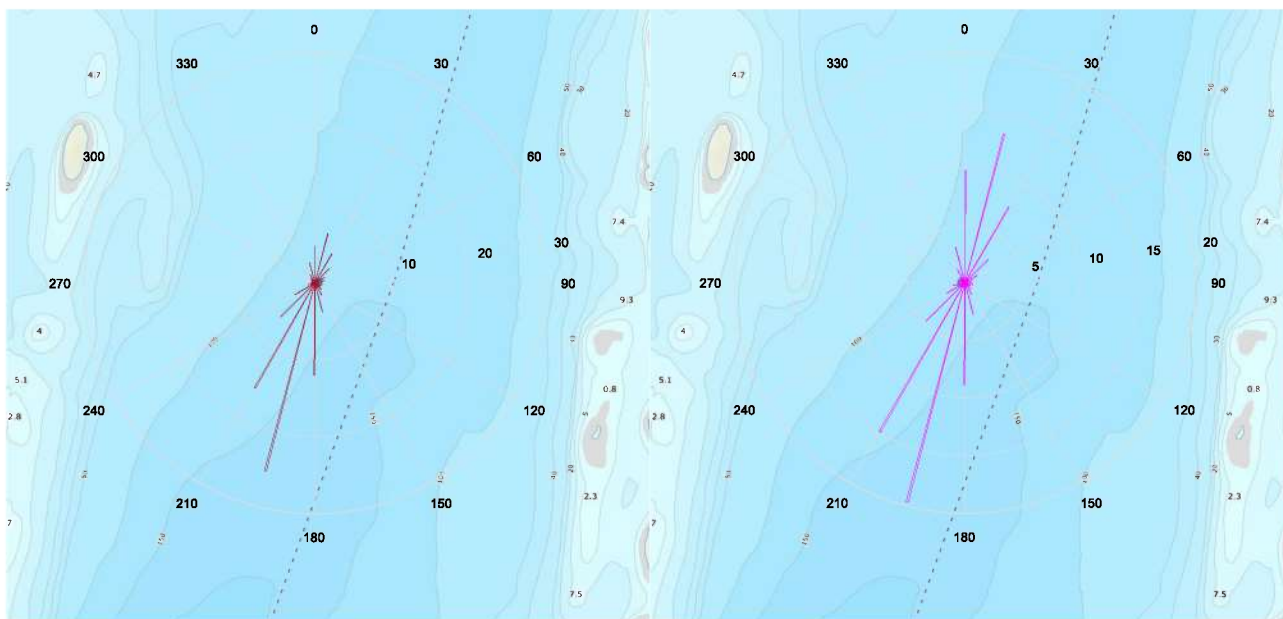
Relativ vannfluks (5m dyp).

Relativ vannfluks (15m dyp).



Relativ vannfluks (spredningsdyp).

Relativ vannfluks (bunndyp).

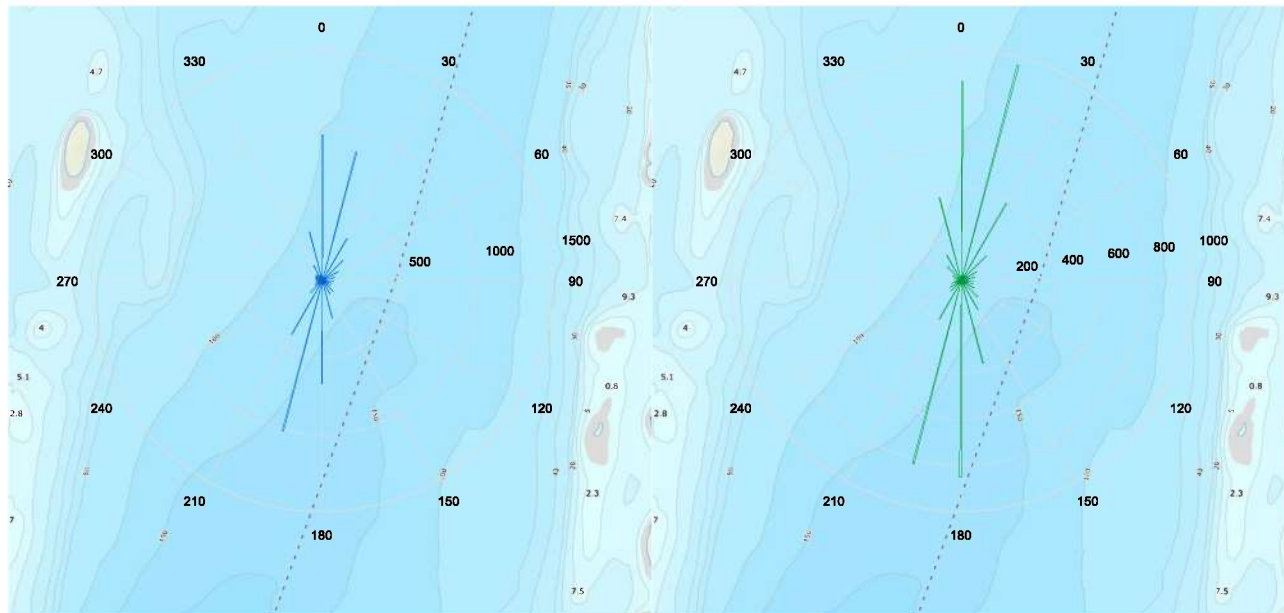


4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.

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

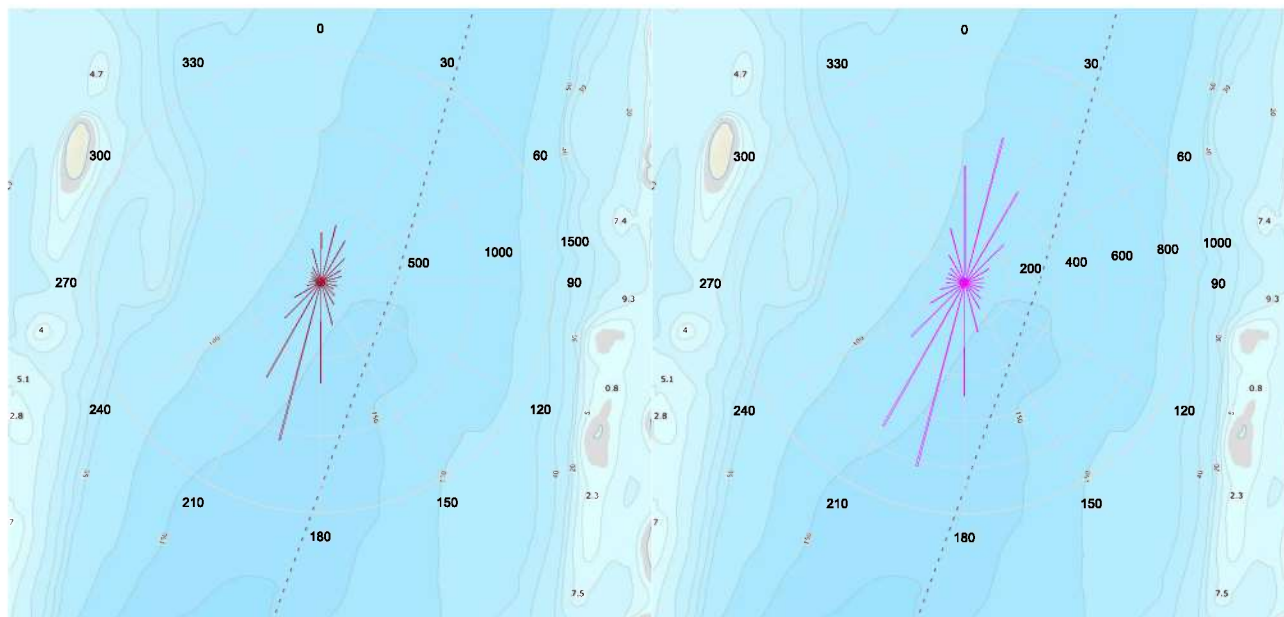
Antall målinger (5m dyp).

Antall målinger (15m dyp).



Antall målinger (spredningsdyp).

Antall målinger (bunndyp).



4.14 Maksimal strømshastighet for 8 retningssektorer.

Tabell 4.14.1. Maksimal strømshastighet (cm/s) for retningssektorene.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	55.6	33.2	19.4	25.8	55.3	55.5	16.1	18.9
15m	52.0	45.7	9.6	16.8	39.5	23.4	17.5	16.1
spredning	19.3	14.6	10.6	8.1	22.4	24.1	8.6	9.9
bunn	10.9	10.2	4.2	5.0	12.2	13.4	3.6	4.4

4.15 Gjennomsnittlig strømshastighet for 8 retningssektorer.

Tabell 4.15.1. Gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) for retningssektorene.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	17.0	9.8	6.8	7.0	18.7	13.6	4.1	6.2
15m	12.3	9.9	3.3	4.7	10.8	5.8	3.4	4.8
spredning	4.2	3.5	2.4	2.8	5.7	5.5	2.2	2.5
bunn	2.8	2.3	1.3	1.4	3.3	2.8	1.3	1.4

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	2141	624	221	253	1929	568	105	229
15m	2200	617	168	309	2041	315	108	259
spredning	920	667	344	383	2003	1241	244	268
bunn	1401	811	251	294	1526	1210	269	308

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	39.8	6.7	1.6	1.9	39.5	8.4	0.5	1.5
15m	44.7	10.1	0.9	2.4	36.3	3.0	0.6	2.0
spredning	13.9	8.6	2.9	3.8	41.2	25.0	2.0	2.5
bunn	25.2	11.9	2.1	2.5	31.8	21.7	2.2	2.7

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)	55.6	33.2	19.4	25.8	55.3	55.5	16.1	18.9
Retning (°)	357	26	100	154	197	205	282	337
10-år (cm/s)	92	55	32	43	91	92	27	31
50-år (cm/s)	103	61	36	48	102	103	30	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)	52.0	45.7	9.6	16.8	39.5	23.4	17.5	16.1
Retning (°)	12	23	108	156	192	204	273	328
10-år (cm/s)	86	75	16	28	65	39	29	27
50-år (cm/s)	96	84	18	31	73	43	32	30

4.20 Prosentilfordeling av strømhastighet per dyp.

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

Tabell 4.20.1. Prosentilfordeling av strømhastighet for hvert dyp.

Prosentil	Dyp			
	5m	15m	Spred	Bunn
	Strømhastighet (cm/s)			
1	1.1	0.8	0.4	0.2
10	3.8	2.7	1.3	0.8
20	6.0	4.3	1.9	1.1
30	8.0	5.8	2.5	1.5
40	10.3	7.2	3.1	1.9
50	12.6	8.7	3.8	2.3
60	15.2	10.4	4.6	2.7
70	18.8	12.4	5.5	3.3
80	23.6	15.0	6.8	4.0
90	31.0	19.6	8.6	5.0
95	37.8	25.1	11.0	6.0
99	50.4	38.2	15.2	8.1

4.21 Prosentfordeling av strømhastighet per dyp.

Verdiene i tabellen indikerer prosent av data som er lik eller høyere enn strømhastighet (cm/s) oppgitt i kolonnen til venstre.

Tabell 4.21.1. Prosent av data per dyp som er lik eller høyere enn oppgitt hastighet.

Strømhastighet (cm/s)	Dyp			
	5m	15m	Spred	Bunn
	Prosent (%)			
1	99.1	98.2	93.8	83.7
3	93.2	88.1	61.3	34.8
10	61.3	42.1	6.5	0.2
20	27.2	9.5	0.1	0.0
30	11.3	2.5	0.0	0.0
50	1.2	0.1	0.0	0.0

4.22 Tidevannsanalyse

En tidevannsanalyse av strømdata er gjennomført for å vurdere hvor stor andel av det målte signal 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 4.22.1. Amplitudene for de ulike tidevannskomponentene med tilhørende frekvensen er vist i Figur 4.22.3.

Det er også foretatt en analyse med fem separerbare komponenter, M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 , som benyttes i forbindelse med tidevannstabeller av havnivå. Resultatet fra analyse med disse er oppgitt i Tabell 4.22.2.

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 4.22.1. 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 ved strørellipsen på figuren (Emery & Thomson, 2001). Strørellipsens store halvakse (hovedakse) markerer retningen der variasjonen er størst.

Strørellipsen er smal som indikerer at strømmen domineres av to motsatt rettede hovedstrømretninger.

Figur 4.22.2 viser tidevannsellipsen (farget linje) fra analysen med alle separerbare komponenter sammenlignet med den totale strørellipsen (svart linje).

Tidevannsellipsen på 5m, 15m og spredningsdyp er stor i forhold til strørellipsen og det indikerer at strømmen er tidevannsdominert. På bunnen er tidevannsellipsen vesentlig mindre enn strørellipsen og det indikerer at tidevannsignalet er forholdsvis svakt.

Tidevannsellipsen er smal på alle dyp og det indikerer at tidevannet har to motsatte hovedstrømretninger.

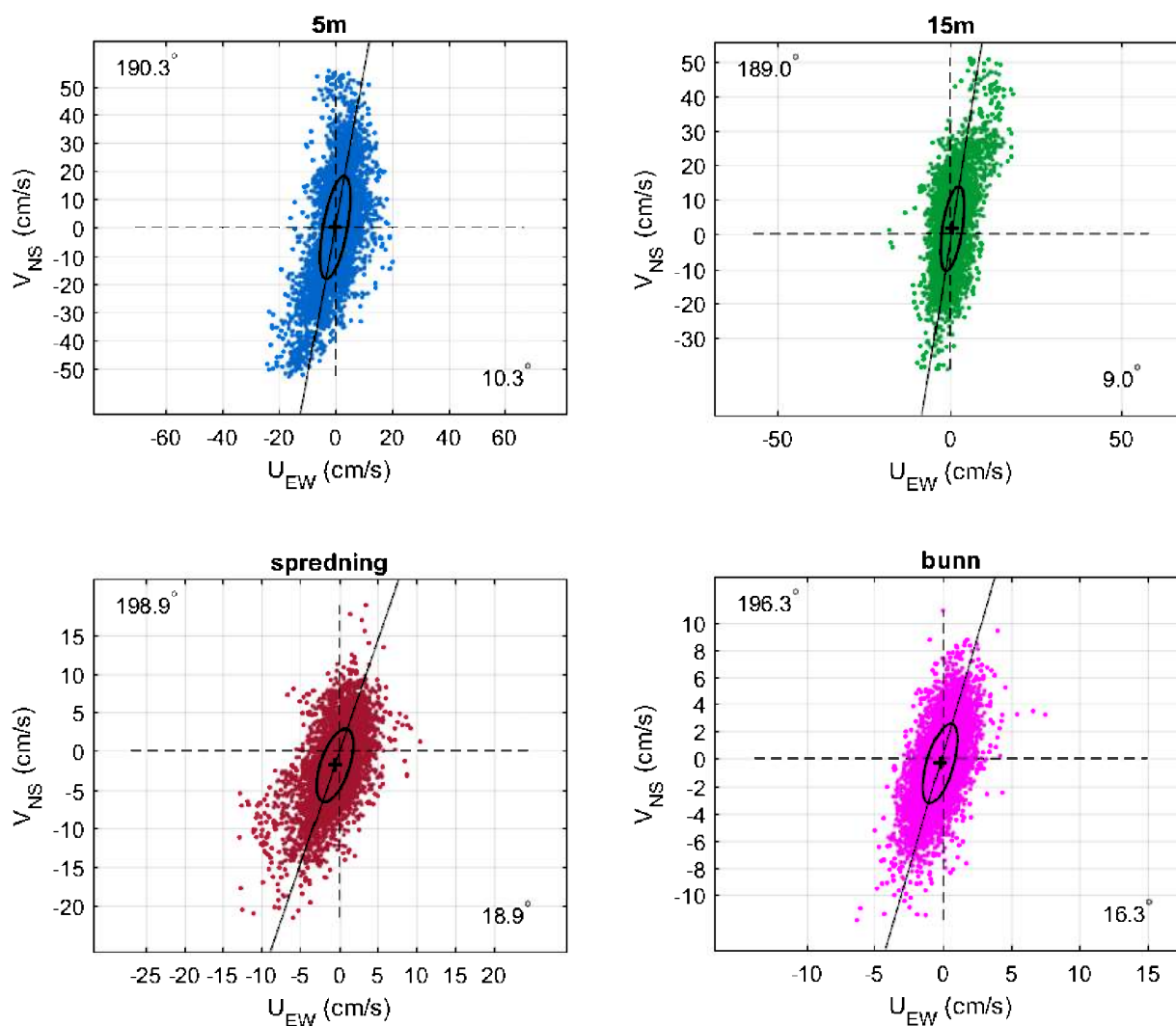
Måleperioden inkluderte 2 springflo («storsjøan») – nippflo («småsjøan») tidevannssykluser. «Storsjøan» var rundt 29.mai, og 13. og 28. juni 2018.

Tabell 4.22.1. Tidevannsanalyse av målte data.

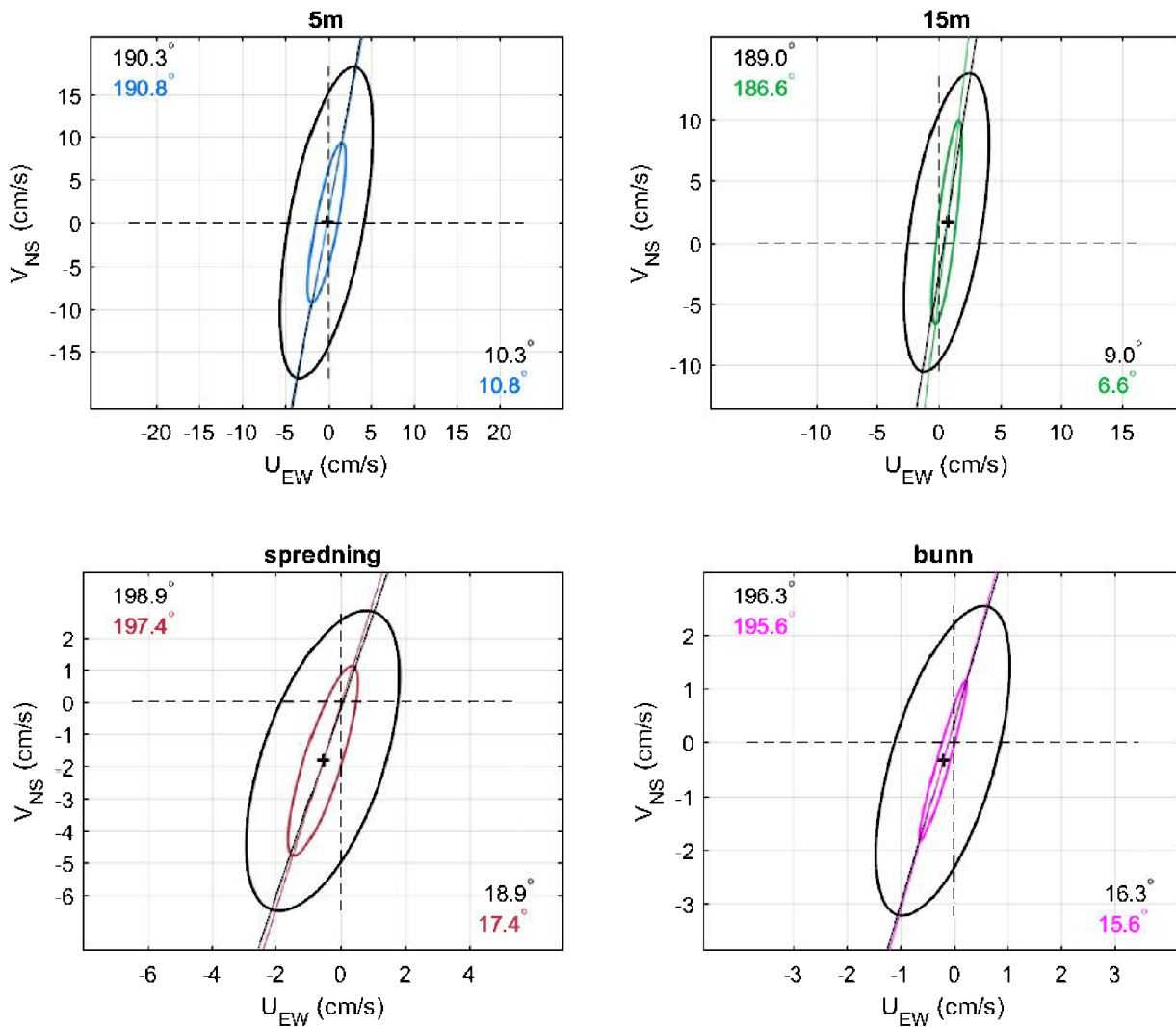
Strømhastighet forårsaket av tidevann	Trykk (bunn)	5m	15m	spredning	bunn
Prosent (%)	97.3	60.9	77.2	46.7	25.8

Tabell 4.22.2. Bidrag til strømmen fra M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 .

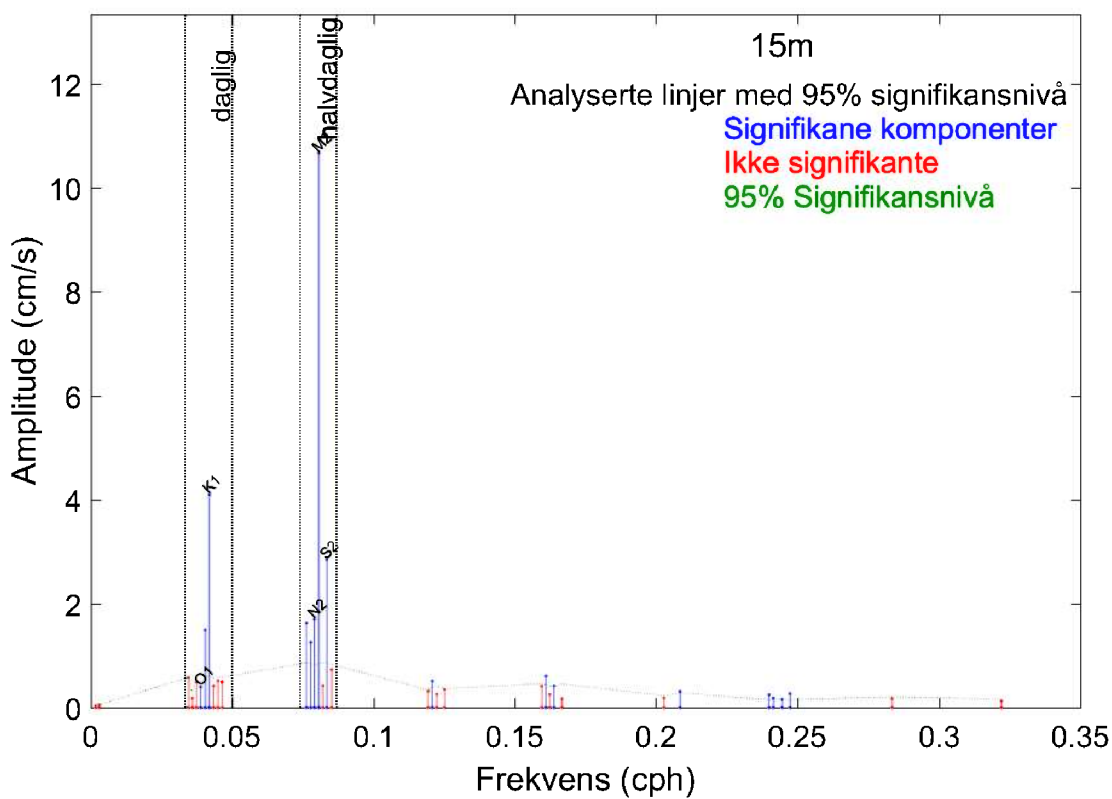
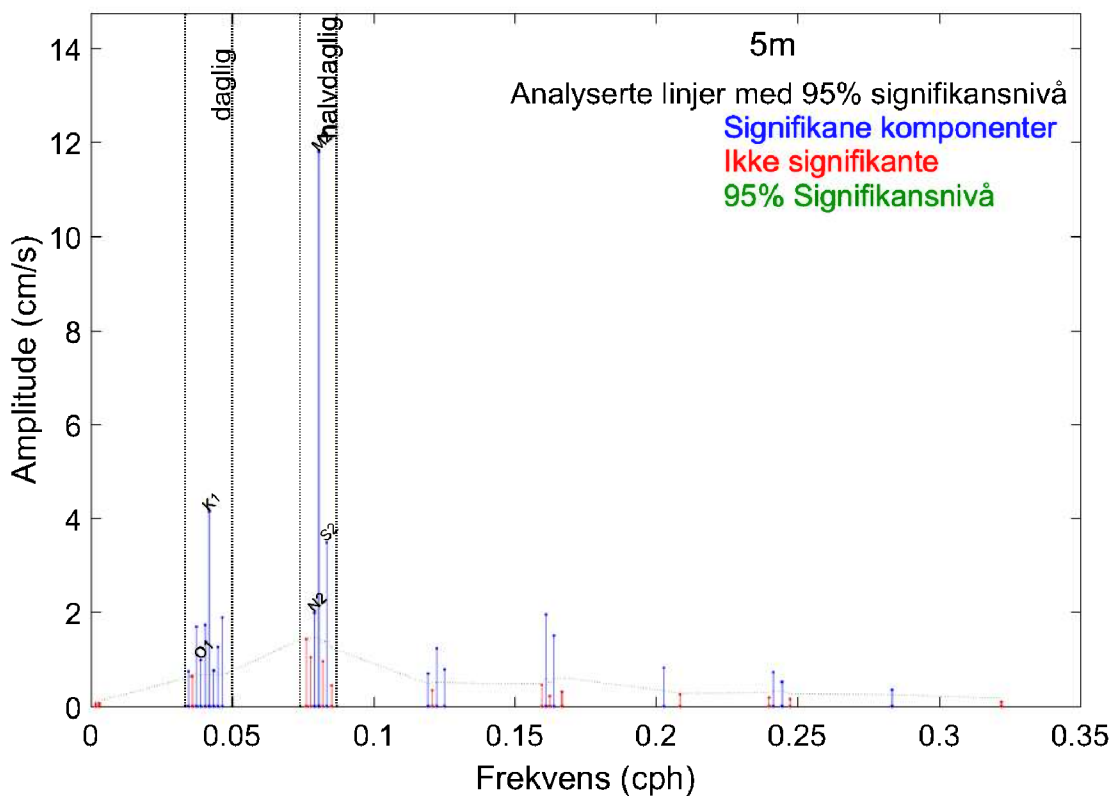
Bidrag fra tidevannskomponentene (%)	Trykk (bunn)	5m	15m	spredning	bunn
Prosent M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 (%)	95.9	58.2	73.0	31.9	15.5

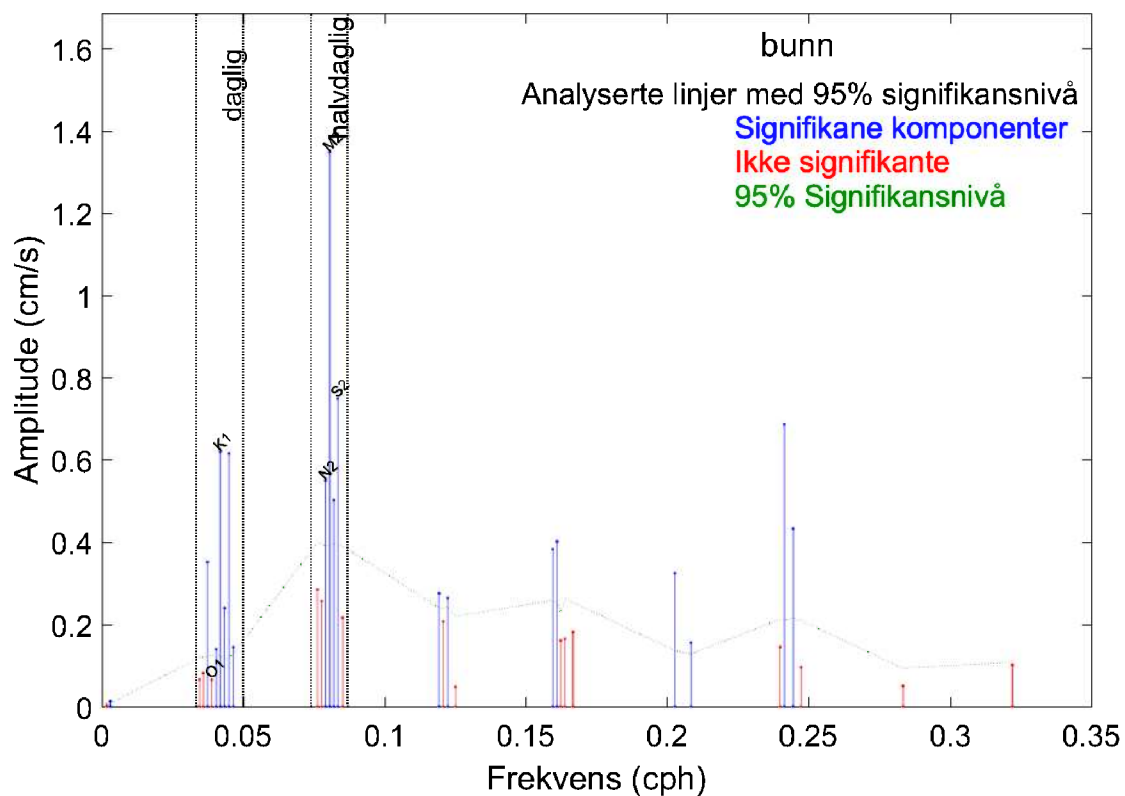
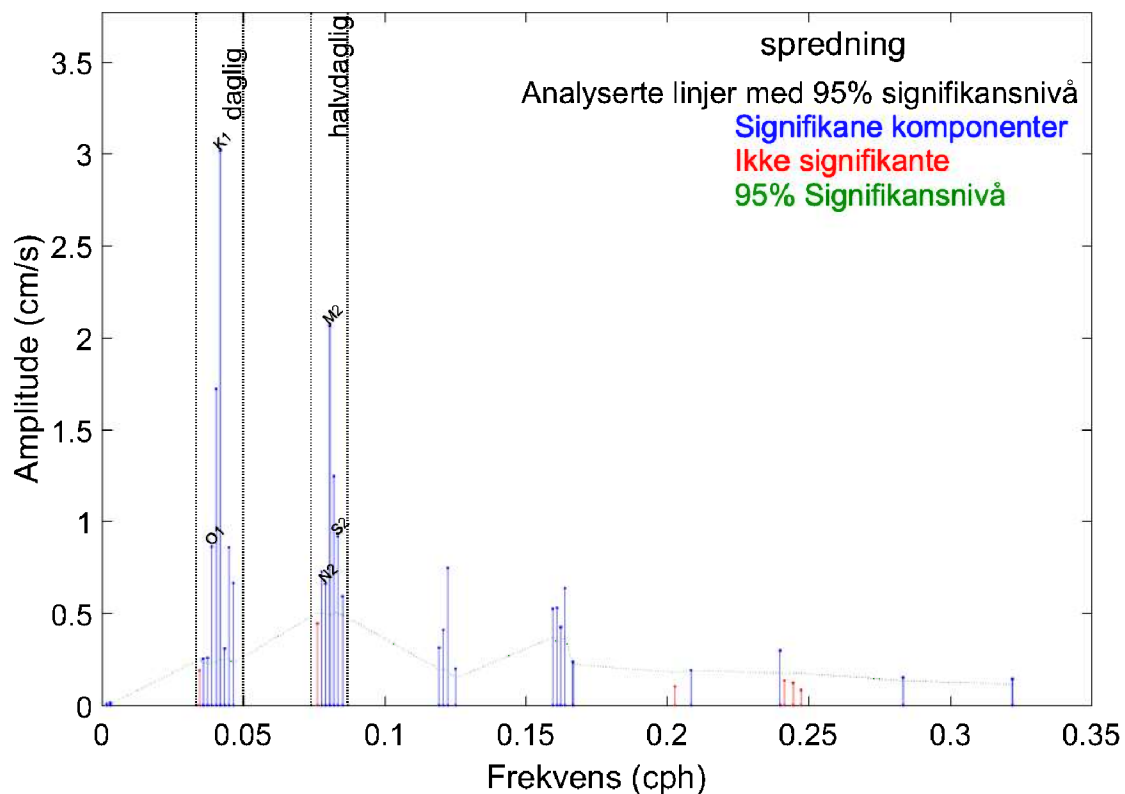


Figur 4.22.1. U_{EW} - V_{NS} punktdiagram med tilhørende strømeellipse. Midtpunktet for strøme ellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Øst-vest og nord-sør aksekors er vist med stiplede linjer.



Figur 4.22.2. 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.

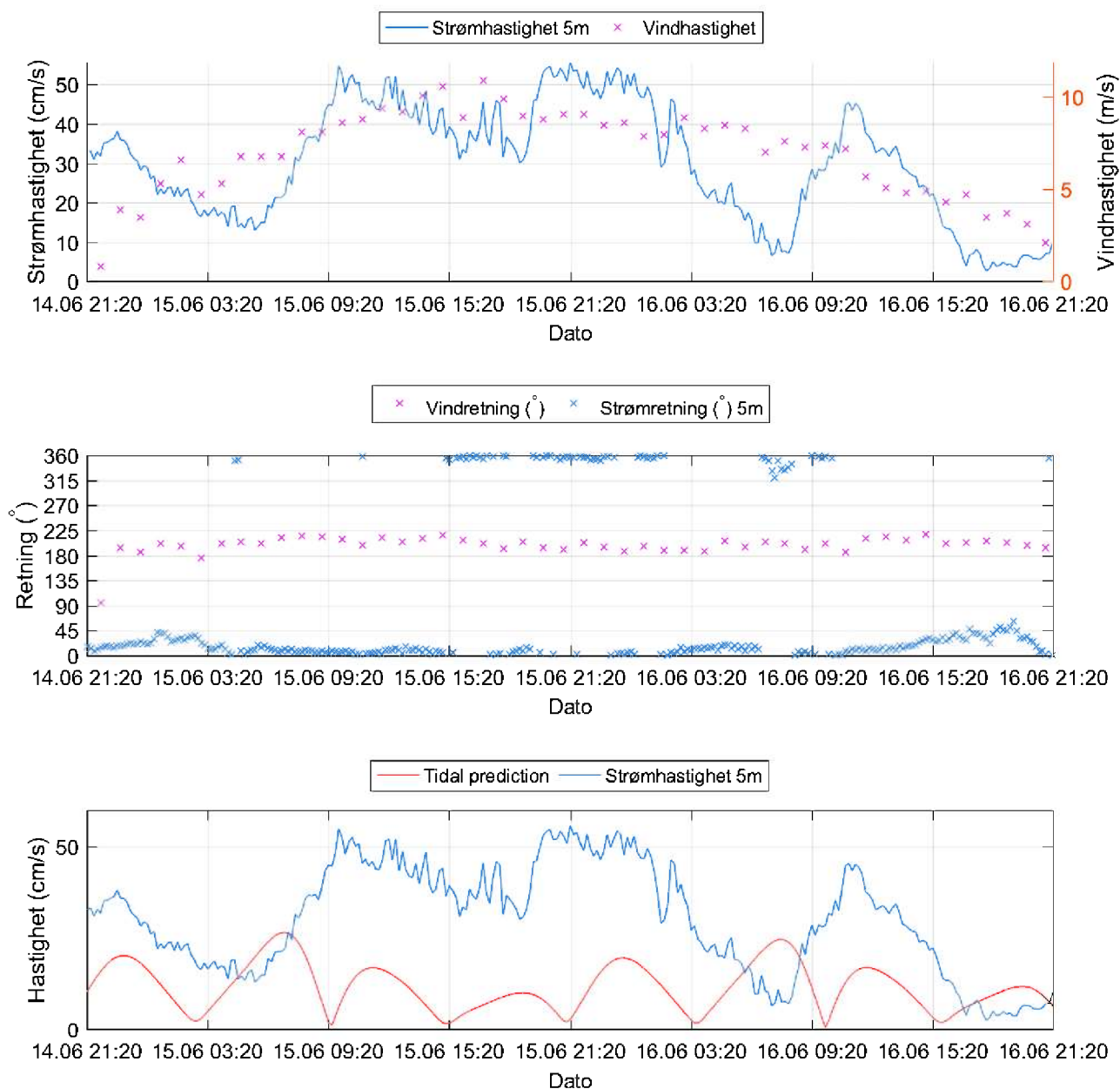




Figur 4.22.3. Amplitude og frekvens for komponenter fra tidevannsanalysen. De blå linjene er komponenter med signifikante bidrag og de røde linjene er ikke signifikante og dermed ikke inkludert i tidevannssignalet.

4.23 Todagersperiode.

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



Figur 4.23.1. Strømhastighet, strømrretning, tidevann og vind for maksimalstrømmen ved 5m dyp.

4.24 Vind under måleperioden

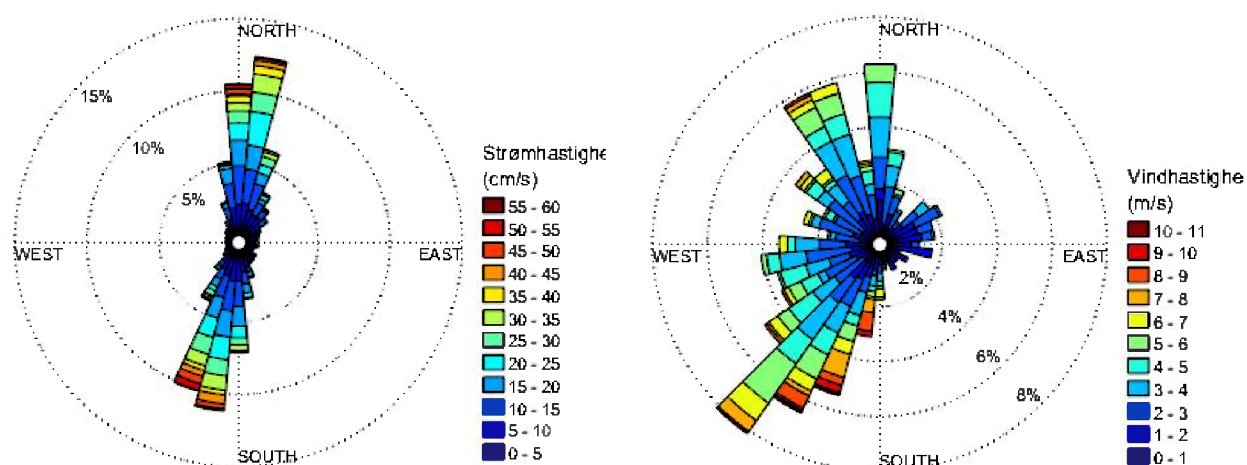
Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra de fleste retninger kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten.

Vinddata er tatt fra værstasjonen Tjøtta, som ligger 10.3km nordøst for strømmålingsposisjonen (Figur 4.24.3). Her blåste vind mest fra SV og sterkest fra S – SV under måleperioden (Tabell 4.24.1).

Hvis de lokale vindforholdene på strømmålingsposisjonen var like de på Tjøtta under måleperioden, er det vurdert at vind fra N og S-SV kan ha påvirket strøm mot S og N.

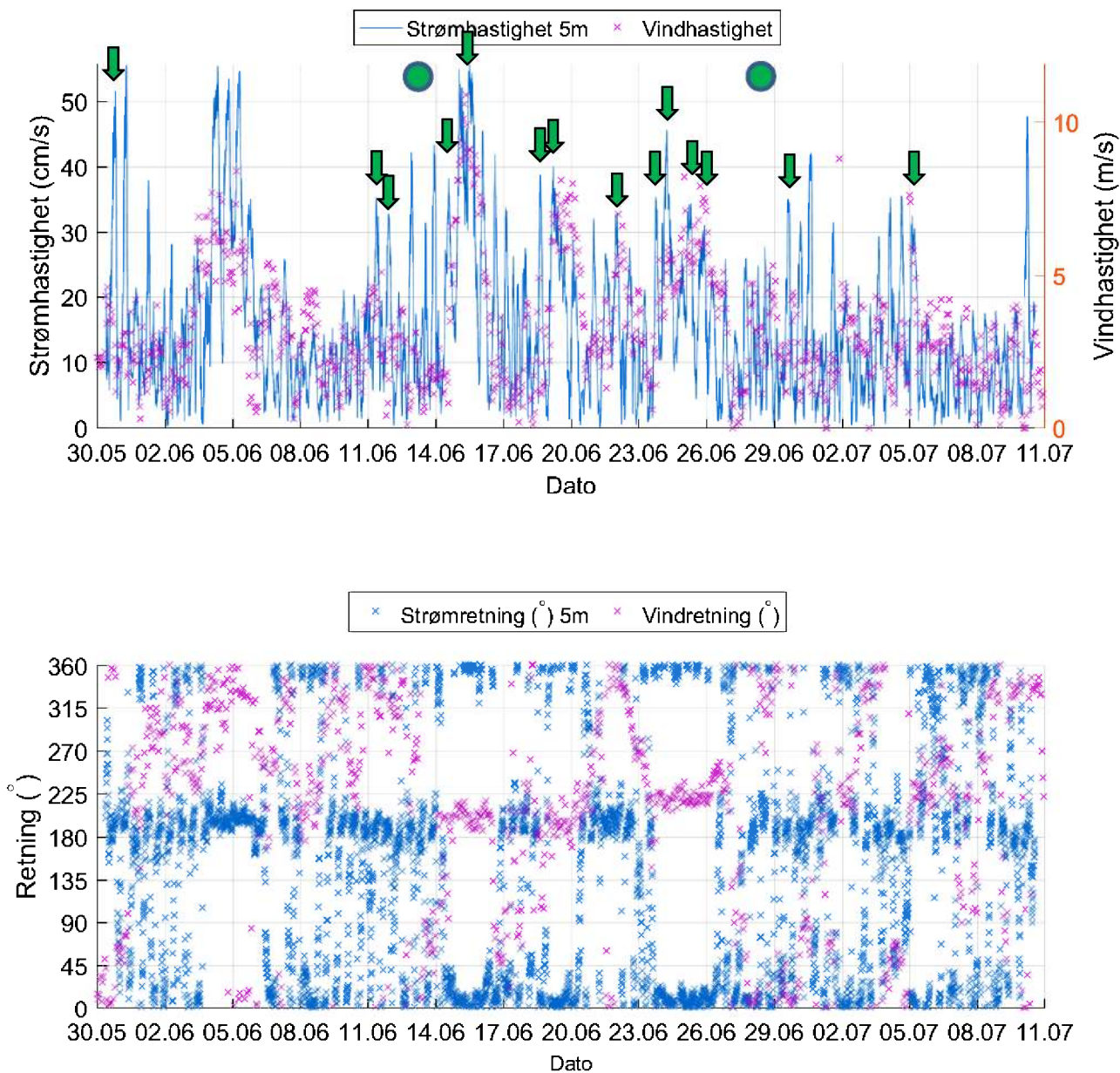
Tabell 4.24.1. Maksimal vindhastighet og % tid vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	7.7	4.3	3.1	2.3	10.9	10.6	6.7	8.4
% tid fra en bestemt retning	7.8	6.9	6.4	2.8	9.7	25.8	14.0	16.3



Figur 4.24.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m (venstre) og vind (fra retning) på Tjøtta (høyre) under måleperioden.

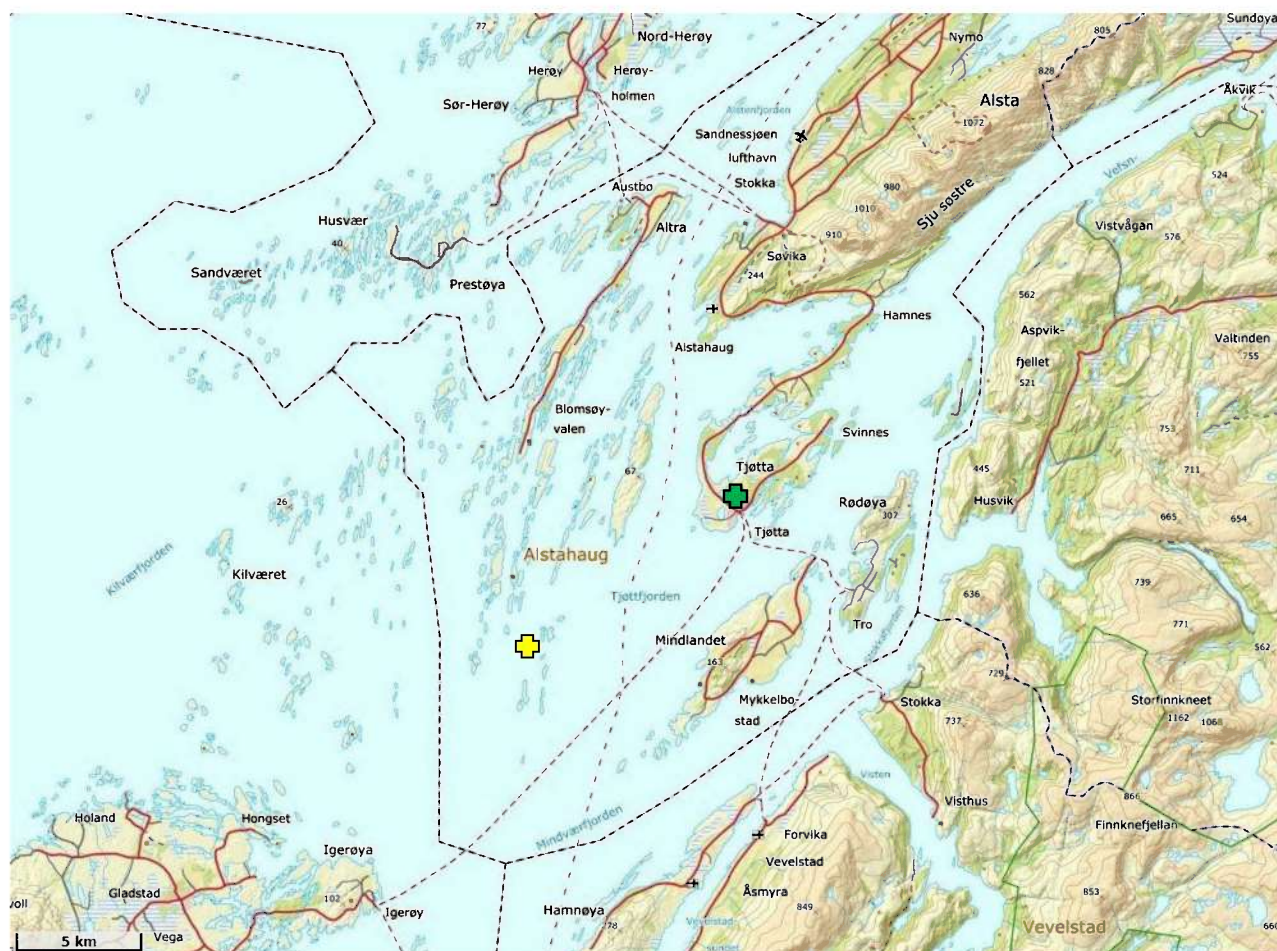
Strøm- og vindhastighet og retning er oppgitt i Figur 4.24.2 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen, og for å vurdere om noen strømtopper skyldes vind.



Figur 4.24.2. Strømhastighet på 5m og vindhastighet samt strøm- og vindretning (Tjøtta) under måleperioden. Grønn sirkel er storsjøen.

Strømtopper over 30cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Tjøtta fra samme periode. Figur 4.24.2 indikerer hvilke tidspunkter vind på Tjøtta og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne piler).

Vind kan ha påvirket noen av strømtoppene.



Figur 4.24.3. Posisjonen til Tjøtta værstasjon (markert med ) i forhold til strømmålerens posisjon (markert med ). Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.

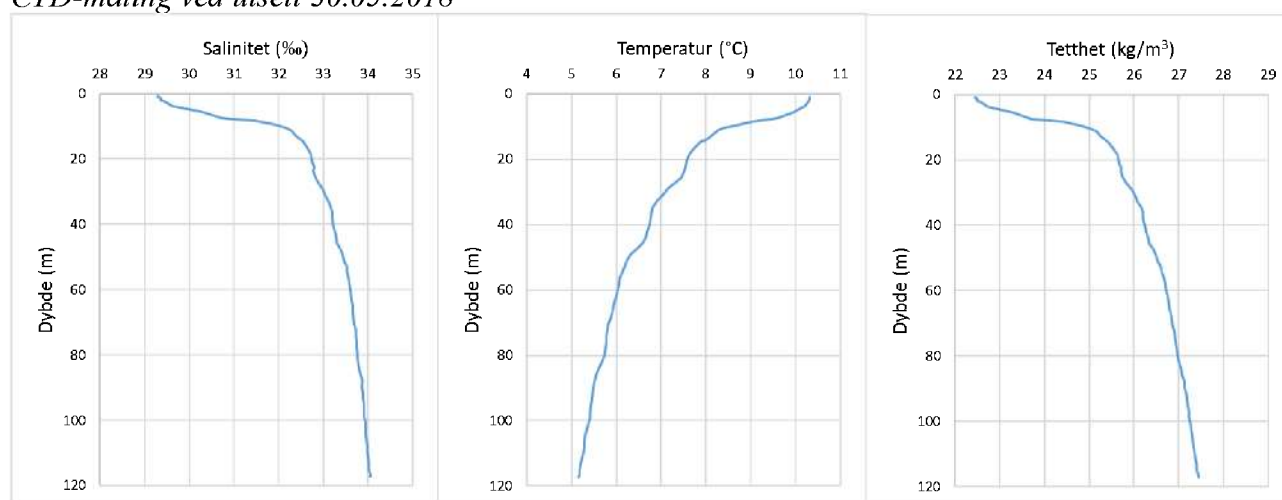
4.25 CTD-måling

CTD-måling ved utsett

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

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

CTD-måling ved utsett 30.05.2018



Figur 4.25.1. Vertikalprofiler av saltholdighet, temperatur og tetthet. Dypet er indikert langs y-aksen.

5. Diskusjon strøm

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

5.1 Temperatur

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

Temperatur under måleperioden på 5m var 7.7 – 12.7°C, på 15m var temperaturen 7.2 – 10.3°C, på spredningsdyp lå den mellom 5.4 – 7.3°C og på bunnen lå temperaturen mellom 6.0 – 5.6°C.

Temperaturmålingene viser at vannsøylen var lagdelt. Det er normalt på denne årstiden når sola varmer overflatevannet.

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 55.6 cm/s mot N på 5m dyp og 52.0 cm/s mot N på 15m dyp, 24.1 cm/s mot SV på spredningsdyp og 13.4 cm/s mot SV på bunnen. Maksimal strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og på 15m, middels sterk på spredningsdyp og svak på bunnen. Signifikant maksimal strømhastighet var 28.2 cm/s på 5m dyp, 18.5 cm/s på 15m dyp 8.2 cm/s på spredningsdyp og 4.6 cm/s på bunnen. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m, sterk på 15m, middels sterk på spredningsdyp og svak på bunnen.

Det var tilfeller der strøm var >30cm/s på både 5m og 15m.

5.2.2 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 strømretningen vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn en orientering hvor mange merder ligger etter hverandre langs hovedstrømmen.

Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m og på 15m. Gjennomsnittlig strømhastighet var ≥ 2 cm/s på alle dyp.

5.2.3 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 spredningsdyp. På bunnen er prosent nullmålinger 16.3%. Lengst varighet for strøm < 1cm/s er 30 min på 5m, 60 min på 15m, 50 min på spredning og 120 min på bunnen.

5.2.4 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).

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

Strømretninger og vannutskifting stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftingen er vurdert som relativt god (selv om Neumann parameter er lav), fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flytter seg fram og tilbake.

Vannutskiftingen trenger ikke nødvendigvis å være dårlig selv om Neumann parameteren er lav, ettersom det har vært perioder med strøm i én retning med varighet over en dag. Det er ikke nødvendigvis det samme vannet som har returnert til startpunktet. I dette tilfellet hvor Neumann parameteren på 5m er beregnet til 0.0 kan det derfor være misvisende å kun se på denne verdien.

5.2.5 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 vannutskifting slik at sedimenter ikke hoper seg opp og påvirker vannkvaliteten i merden negativt (Mattilsynet, 2014). Mattilsynet (2014) anbefaler en minsteavstand mellom notbunn og sjøbunn på 20 m. Mattilsynet (2014) presiserer at dette er en anbefaling og skal ikke benyttes som en absolutt regel. Grunne lokaliteter med konstant vannstrøm kan egne seg til akvakultur.

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

Dyp ved målepunktet var 122m. Da er det ca. 92 – 102m mellom notbunn og havbunn. Ystøya ligger over en slakt skrånende bunn.

Det var flere perioder der strømhastigheten var høyere enn 10 cm/s på 5m, 15m og på spredningsdyp og få tilfeller på bunnndyp. Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

5.3 CTD

Resultater fra CTD-måling ved utsett

Ved utsett 30.05.2018 sank temperaturen fra ca. 10.3°C på overflaten til ca. 5.2°C ved bunnen. Det var relativt rask reduksjon mellom 4 og 11m, etter dette fortsetter temperaturen å synke ned mot bunnen.

Saltholdigheten ved utsett økte fra 29.3 - 34.1 fra overflaten til bunnen. Det var rask økning i saltholdigheten ned til omtrent 11m dyp. Etter det økte saltholdigheten relativt jevnt ned til bunnen.

Tetthetsdata gjenspeiler saltholdigheten.

CTD-profilen viser at vannsøylen var lagdelt ved utsett av strømmålere.

6. Vedlegg - opplysning strømmåling

Opplysninger om strøminstrumentene er oppgitt i Tabell 6.1.

Målingene er tatt for å måle strøm:

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

Målerne registrerer strømhastighet, strømretning og temperatur.

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

Riggoppsett og -beskrivelse er oppgitt i vedlegg 7.

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

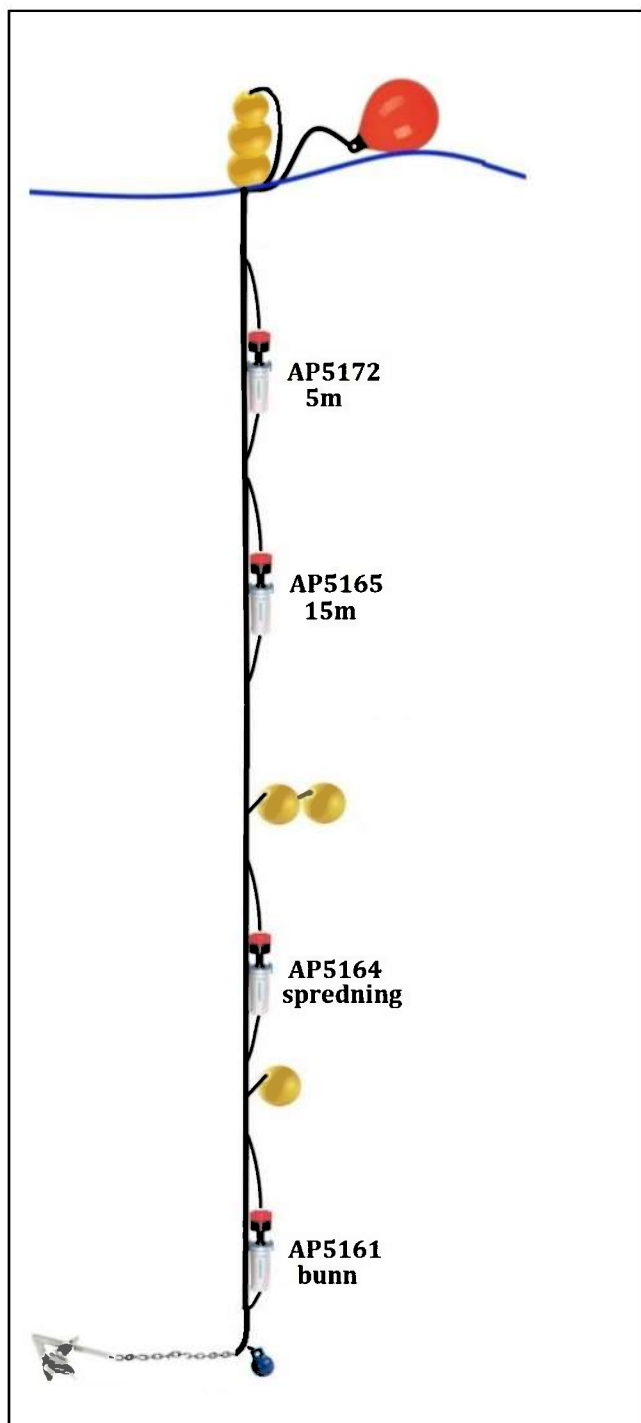
Tabell 6.1. Opplysninger per instrument.

Måledyp	5m	15m	spredning	bunn
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Aanderaa AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler
Måler ID-nr.	5172	5165	5164	5161
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.
Strømhastighet nøyaktighet	±0.15 cm/sek	±0.15 cm/sek	±0.15 cm/sek	±0.15 cm/sek
Strømhastighet rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretning nøyaktighet	±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt	±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt	±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt	±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt
Kompass justert for misvisning av Åkerblå AS	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperatur nøyaktighet og rekkevidde	0.05 °C -5 °C til 40 °C	0.05 °C -5 °C til 40 °C	0.05 °C -5 °C til 40 °C	0.05 °C -5 °C til 40 °C

7. Vedlegg - riggoppsett, måleprinsipp og valg av målested

7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er skissert i Figur 7.1.1. En A3-blåse ble benyttet ved overflaten sammen med 3 trålkuler (2x7.5kg og 1x3.5kg oppdrift) brukt for oppdrift. 2 trålkuler (7.5kg oppdrift) ble brukt for oppdrift over instrumentet på spredningsdyp. 1 trålkule ble brukt mellom instrumentene på sprednings- og bunndyp. Riggen ble forankret i bunn med 50kg anker og et pærelodd på 25kg. 14mm tau ble benyttet i riggen og 3m med 19mm kjetting i bunn.



Figur 7.1.1. Prinsippskisse av riggoppsett.

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.

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, viker 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 føring 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 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.

Vannskiftningsstrøm måles på 15m.

Sprednings- og bunnstrøm

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

Valg av måleperiode

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

8. Vedlegg - Databearbeiding og kvalitetssikring

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

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

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

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

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

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

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

Det var ingen begroing eller skade på instrumentene, 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	Ystøya 5m LS0718 AP5172.bin	Ystøya 15m LS0718 AP5165.bin	Ystøya spredning LS0718 AP5164.bin	Ystøya Bunn LS0718 AP5161.bin
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio
Filnavn for eksportert data	Ystøya 5m LS0718 AP5172_eks_KT.c sv	Ystøya 15m LS0718 AP5165_eks_KT.c sv	Ystøya spredning LS0718 AP5164_eks_KT.c sv	Ystøya bunn LS0718 AP5161_eks_KT.c sv
Filnavn for kvalitetssikret data	Ystøya- 5m_QC.xlsx	Ystøya- 15m_QC.xlsx	Ystøya- spredning_QC.xlsx	Ystøya- bunn_QC.xlsx
Data return (%)	100.00	99.14	100.00	100.00
Antall målinger	6070	6017	6070	6070
Antall fjernede målinger	0	53 (se vedlegg 8.3)	0	0
Eksterne forhold som kunne ha påvirket målingene	Ingen.	Ingen.	Ingen.	Ingen.
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	30.05.18 09:30 - 11.07.18 13:00	30.05.18 09:30 - 11.07.18 13:00	30.05.18 09:30 - 11.07.18 13:00	30.05.18 09:30 - 11.07.18 13:00
Dato og tid for start og slutt av instrument	29.05.18 11:40 - 12.07.18 14:00	29.05.18 11:30 - 12.07.18 15:00	29.05.18 11:40 - 12.07.18 15:30	29.05.18 11:40 - 12.07.18 14:40

8.2 Kvalitetssikring av data

Data er kvalitetssikret etter bestemte kriterier (Tabell 8.2.1). Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Dette inkluderer vurdering av interne 'flags'. Uteliggere er også vurdert og data fjernet om nødvendig. Grenseverdier (thresholds) og rekkeviddene er oppgitt i tabellene under.

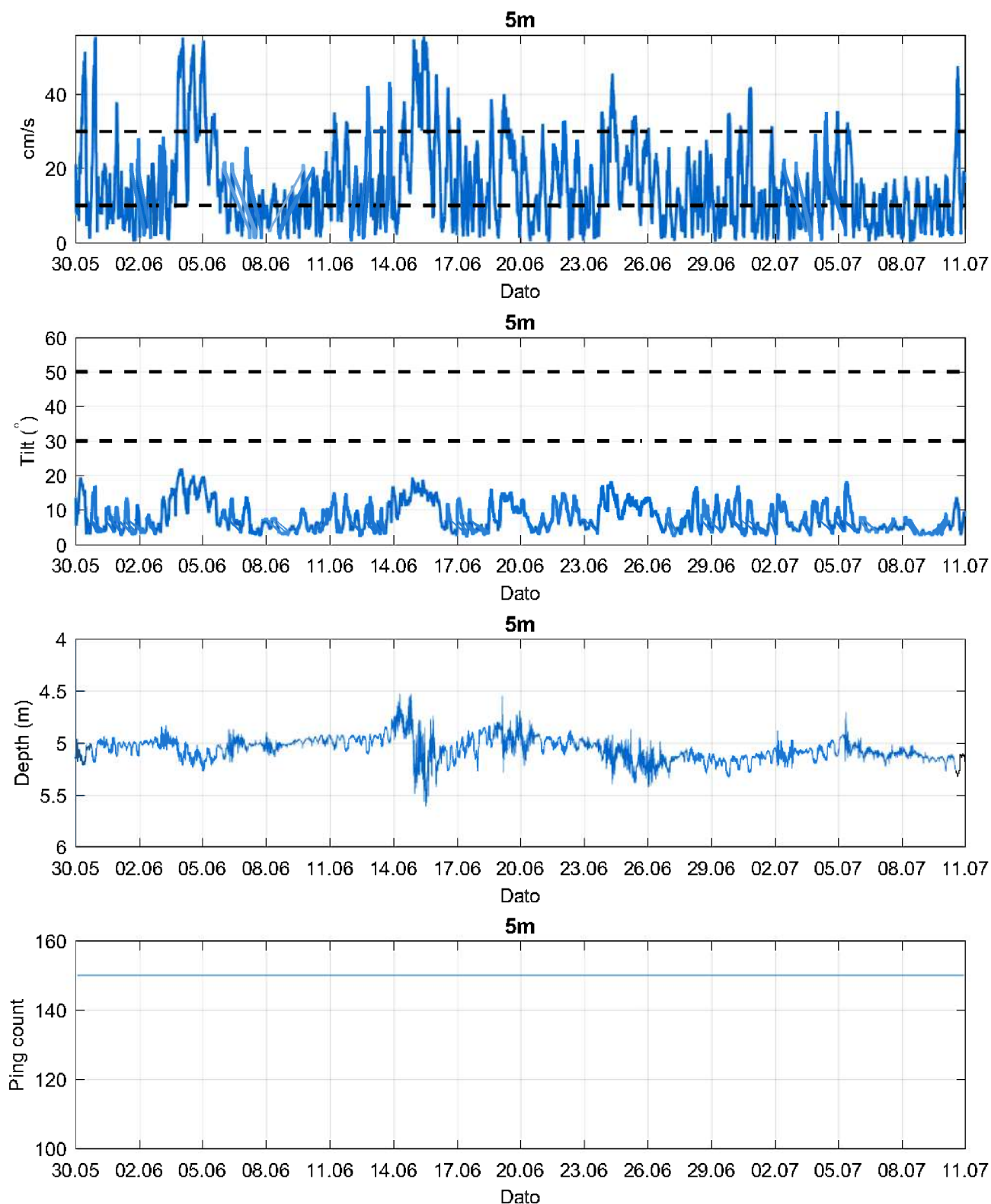
Tabell 8.2.1. Kriteriene som er brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1$ deg)
Tilt grense	$< 50^\circ$ (Figur 8.2.1) – Aanderaa punktmåler $< 20 - 30^\circ$ (Figur 8.2.1) – Nortek profiler & punktmåler og AWAC
Ping count	150 (Figur 8.2.1) – Aanderaa punktmåler
Trykk	Stabil (tidevanns mønster) (Figur 8.2.1) – Nortek profiler og AWAC
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

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

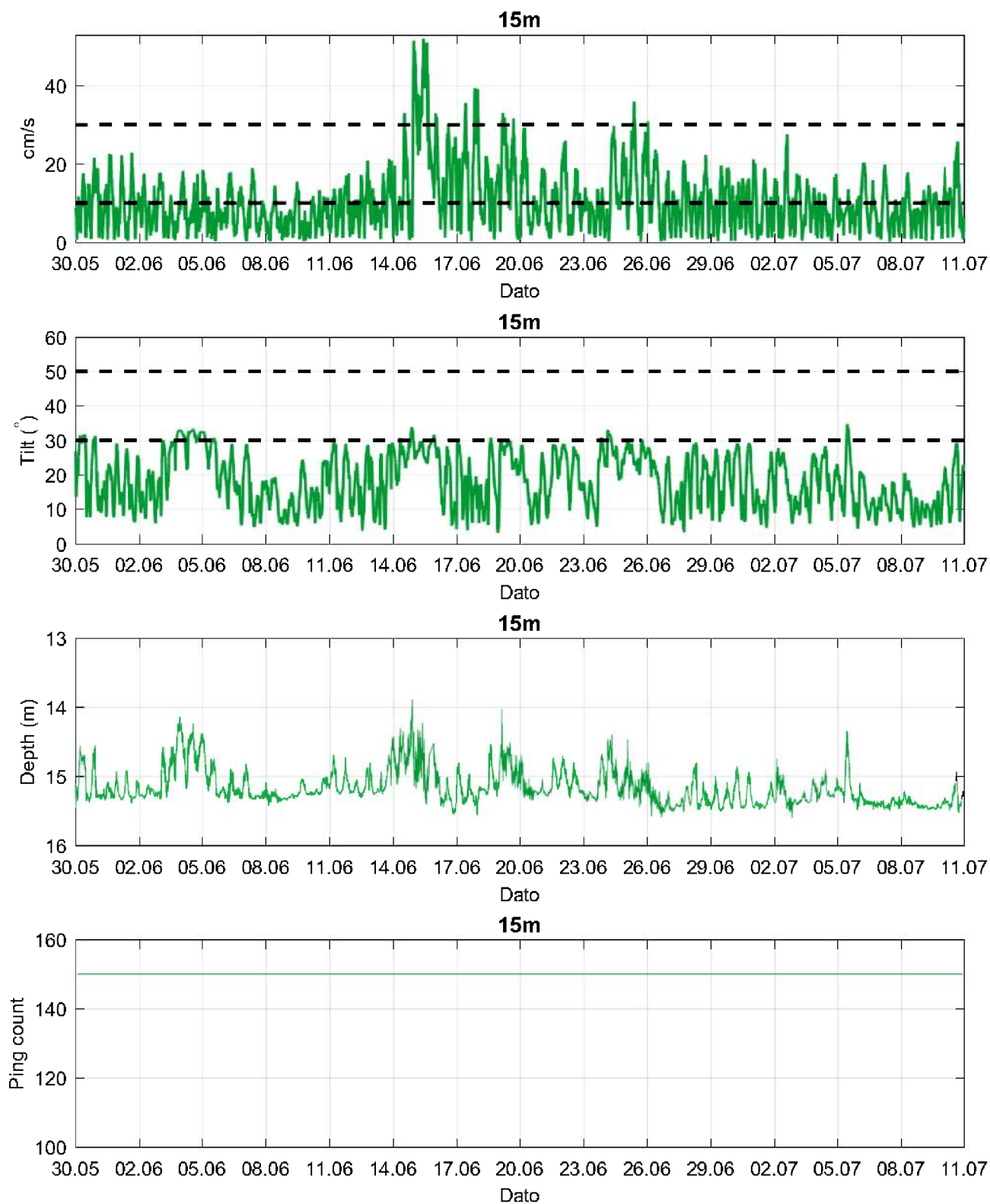
Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

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).



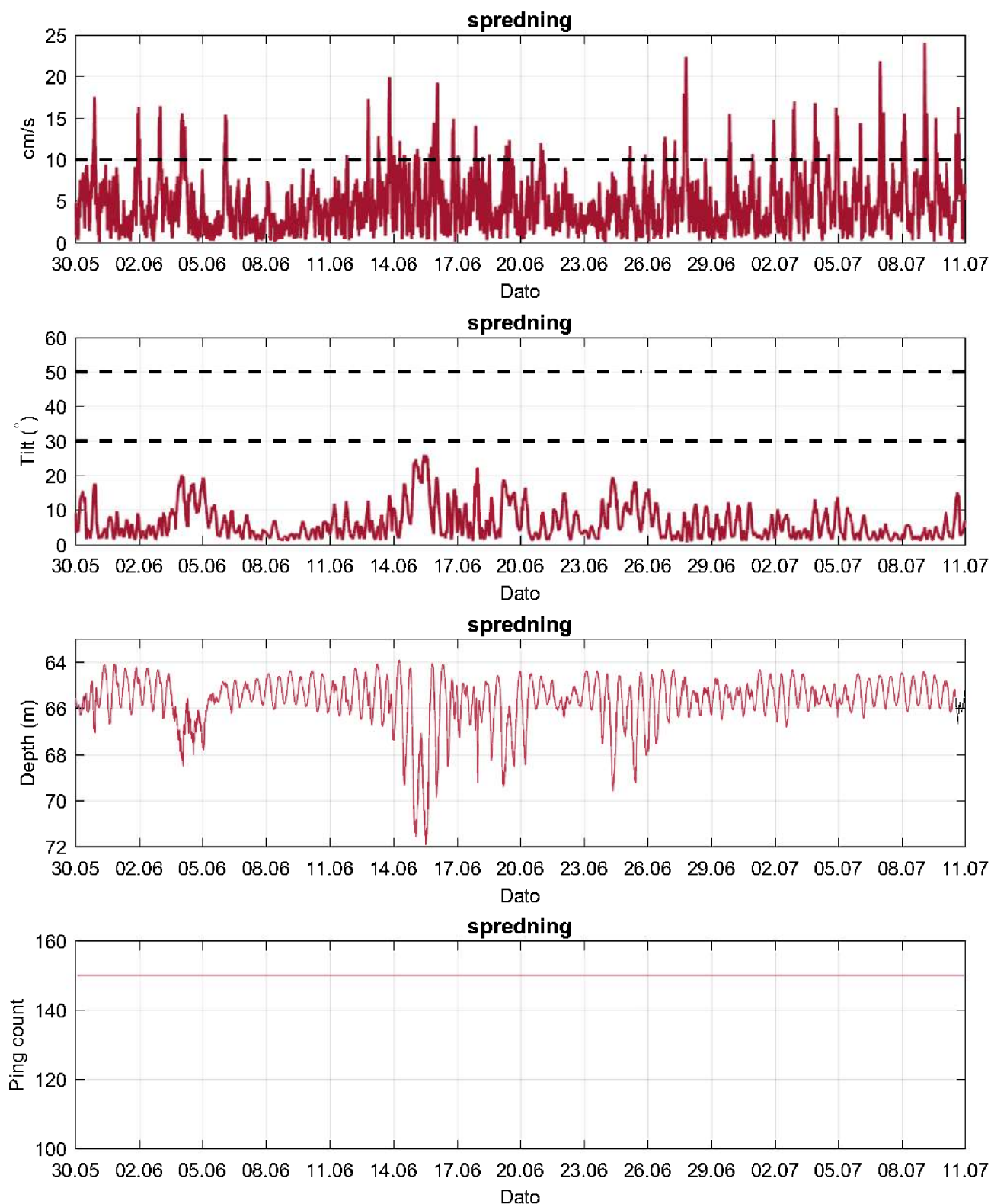
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m.

Dyp på instrumentet varierte mellom 4.5m og 5.6m i løpet av måleperioden. Snittdypet var på 5.1m.



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

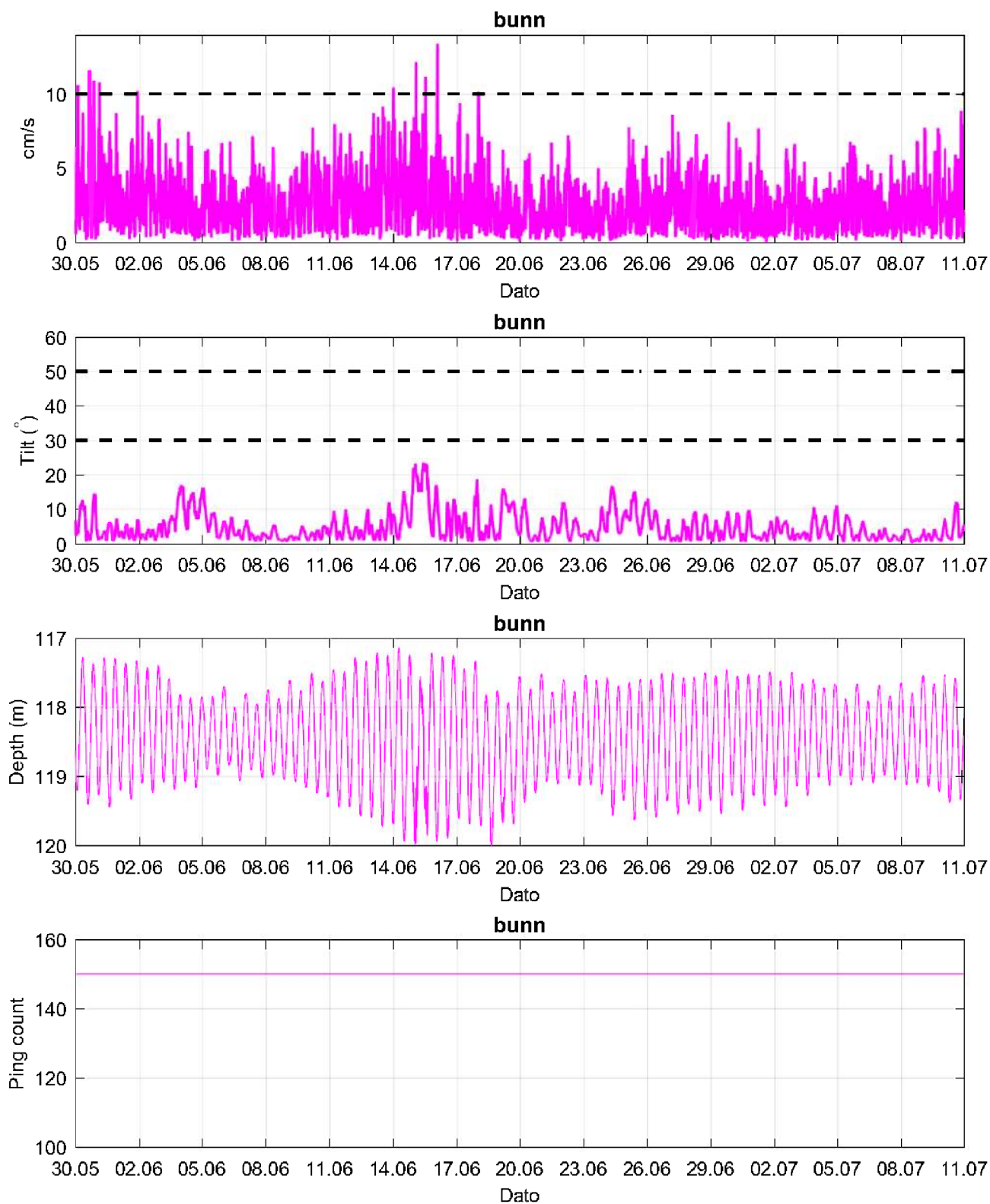
Dyp på instrumentet varierte mellom 13.9m og 15.6m i løpet av måleperioden. Snittdypet var på 15.2m.



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

Dyp på instrumentet varierte mellom 63.9m og 71.9m i løpet av måleperioden. Snittdypet var på 65.7m.

Det var en periode der instrumentet på spredningsdyp stod dypere enn resten av måleperioden (mellom 14.-16.juni). Instrumentet flyttet seg gradvis til dette dypet og det er derfor ikke ventet at dette har påvirket målingene. Dette dypet er vurdert til å representere spredningsstrømmen.



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

Dyp på instrumentet varierte mellom 117.1m og 120.0m i løpet av måleperioden. Snittdypet var på 118.4m.

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

Fra målingene på 15m dyp ble det totalt fjernet 53 datapunkter. 1 datapunkt ble fjernet automatisk av Aanderaa Datastudio fordi det ikke tilfredsstilte kvalitetssikringsparameterne satt av produsenten. 52 datapunkter ble fjernet manuelt i forbindelse med høy tilt, varierende retning og hastighet, og nedtrekk av instrumentet.

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).

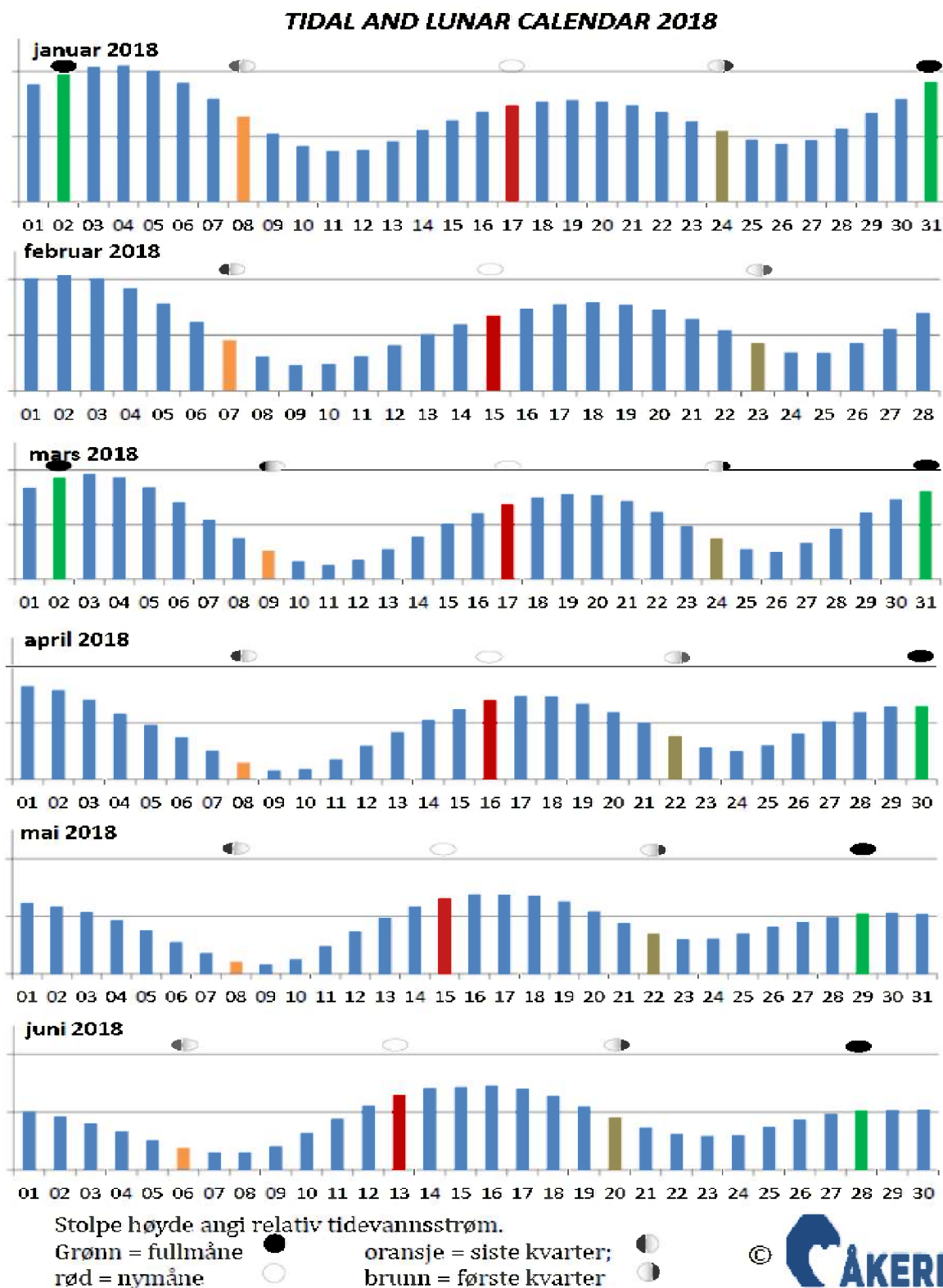
Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

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 stabil	lite stabil	svært lite stabil
Alle dyp (m)		> 0.6	0.4 - 0.6	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2	< 0.1

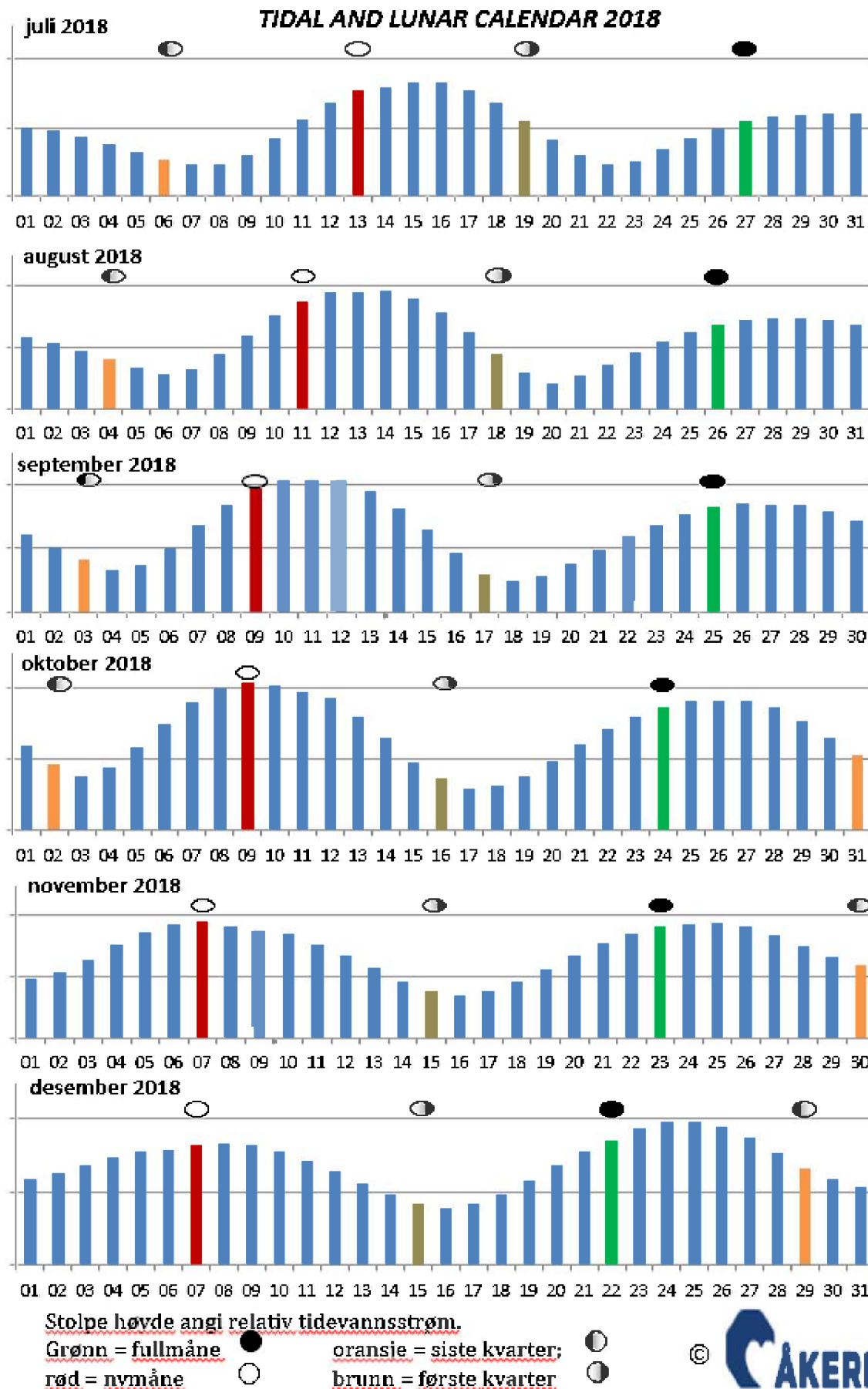
10. Vedlegg - Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden

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

Månedlige tidevannsvariasjoner:



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



Figur 10.2. 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 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. Aanderaa Blue punktmåler.
4. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
5. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg.
Available:
<http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
6. Havforskningsinstituttet (2008). AkvaVis – dynamisk GIS-verktøy for lokalisering av oppdrettsanlegg for nye oppdrettsarter. Miljøkrav for nye oppdrettsarter og laks. *Fisken og havet* nr. 10/2008.
Available:
http://www.imr.no/filarkiv/2009/06/FH_2008_10_web.pdf/nb-no
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-rapport: Strøm- Klassifisering- AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.