

Strømrapport

Måling av overflate, dimensjonering,
sprednings- og bunnstrøm ved

Larstangen i

mars – april 2016



Dokument kontroll		
Rapport		
Rapport beskrivelse og navn	Vurdering av strøm på grunnlag av 4 strømmålinger. SR-M-01416-Larstangen0416-ver01.pdf	
Rapport versjon	Dato	Beskrivelse
01	27.04.2016	Første utgivelse
Rapport distribusjon	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Havbrukstjenesten AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.	

Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Larstangen	Lokalitetsnummer	ny
Kommune	Karlsøy	Fylke	Troms
GPS-koordinater 5m & 15m	70°05.002' N 20°05.517' Ø	GPS-koordinater Spredning & bunn	70°05.034' N 20°05.418' Ø
Måleperiode	21.03.16 – 22.04.16	Dyp målested	ca. 48 meter
Instrumenttype	Aanderaa punkt måler Nortek doppler profiler	Måleintervall	10 minutter

Resultat nøkkeltall				
Dyp	5m	15m	spredning	bunn
Maksimal strøm (cm/s)	35.1 (NØ)	30.4 (Ø)	27.1 (SV)	25.8 (SV)
Gjennomsnitt strøm (cm/s)	9.0	7.2	8.1	7.2
Strømstyrke ≤ 1cm/s (%)	1.3	2.9	1.3	1.9
Strømstyrke ≤ 3cm/s (%)	11.5	18.5	10.7	13.4
Strømstyrke > 30cm/s (%)	0.8	0	0	0
Neumann parameter	0.67	0.61	0.23	0.14
10-års strøm (maksimal)	57.9	50.1	-	-
50-års strøm (maksimal)	64.9	56.2	-	-

Oppdragsgiver			
Selskap	Marine Harvest AS; 7242 Knarrlagsund		
Kontakt person	Are Moe	are.moe@marineharvest.com	90 85 60 43
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Havbrukstjenesten AS; Siholmenveien 34; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052		
Feltarbeid ansvarlig	Frode Bjørklund Bjørn Erik Bye	frode@havbrukstjenesten.no bjorn@havbrukstjenesten.no	48 14 88 81 95 18 65 35
Rapport ansvarlig	Jenny-Lisa Reed 	jenny.lisa@havbrukstjenesten.no	90 88 34 23
Kontrollert av	Bjørn Erik Bye	bjorn@havbrukstjenesten.no	95 18 65 35

Innholdsfortegnelse



1. Forord.....	5
2. Områdebeskrivelse.....	5
3. Metodikk	6
4. Resultater	7
4.1 Strømdata sammendrag	7
4.2 Strømroser	8
4.3 Strømhastighet mot strøm retning matrise.....	9
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.	13
4.5 Strømmens retningsfordeling.	14
4.6 Tidsdiagram - strømhastighet.	15
4.7 Tidsdiagram - strømretning.	16
4.8 Tidsdiagram - temperatur.	17
4.9 Progressiv vektor diagram.....	18
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet.	19
4.11 Fordelingsdiagram – middlehastighet.....	20
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.	21
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.	22
4.14 Todagersperiode.....	23
4.15 Maksimal strømhastighet per 8 retningssektorer.	24
4.16 Gjennomsnitt strømhastighet per 8 retningssektorer.	24
4.17 Antall målinger per 8 retningssektorer.	24
4.18 Relativ vannutskiftning per 8 retningssektorer.	24
4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 5m.	25
4.20 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 15m.	25
4.21 Tidevannsanalyse	26
4.22 Vind under måleperioden.....	27
5. Diskusjon strøm.....	29
5.1 Temperatur.....	29
5.2 Strømhastighet	30
5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s).....	30
5.2.2 Gjennomsnitt strømhastighet.....	30
5.2.3 Null målinger (< 1cm/s) og varighet	31
5.2.4 Vannutskiftning og Neumann parameter	31
5.2.5 Sprednings- og bunnstrøm	31
6. Vedlegg – strømmålinger opplysninger	32

7. Vedlegg - rigg oppsett, måleprinsipp og valg av målersted.....	35
7.1 Riggoppsett – Aanderaa punktmåler	35
7.2 Riggoppsett – Nortek Aquadopp puntmåler	36
8. Vedlegg - kvalitetssikring av data.....	38
8.1 Databearbeiding.....	39
8.2 Data kvalitetssikring	40
8.3 Fjernet data	43
8.3.1 Måleperioden.....	43
8.3.2 Enkelte data punkter.....	43
9. Vedlegg - Strøm tilstandsklasser.....	44
10. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjon under måleperioden	45
11. Vedlegg - Vind under måleperioden.....	46
12. Vedlegg - Bakgrunn for en strømrappport.....	47
12.1 Krav til en strømrappport.....	47
12.2 Tenkt plassering av oppdrettsanlegg og områdebeskrivelse.....	47
13. Vedlegg - Måleenheter og forkortelser.....	49
14. Vedlegg - Parameter og Beskrivelse	50
15. Vedlegg - Referanser.....	51

3. Metodikk

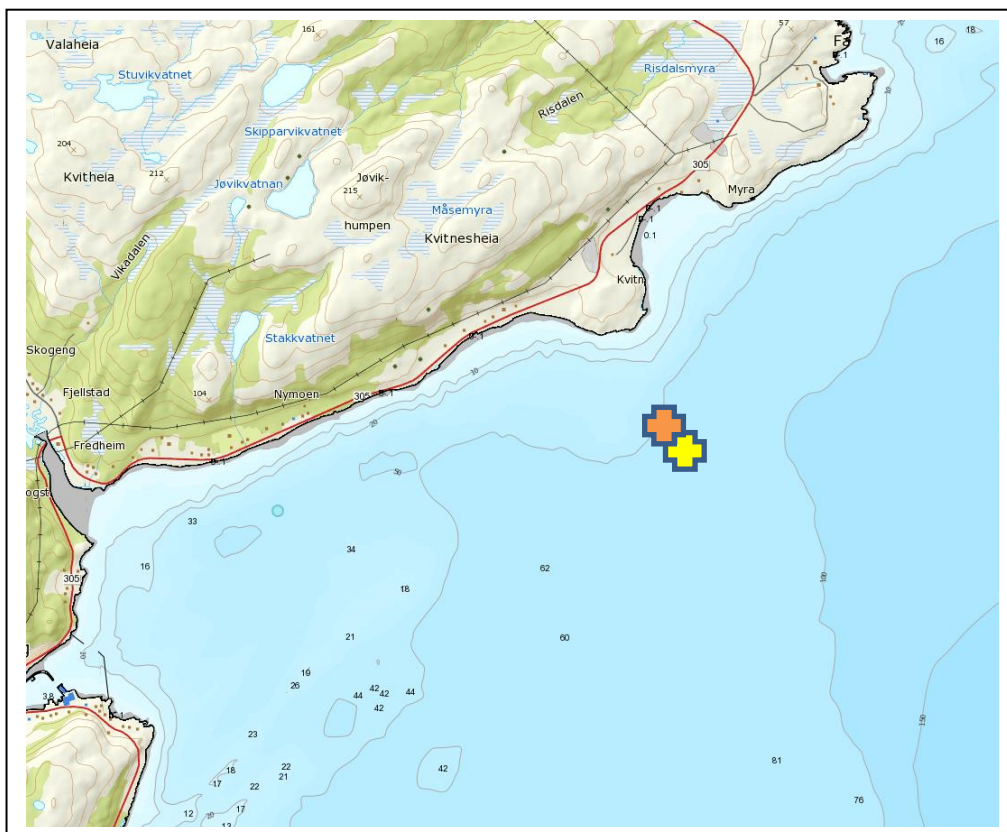
Strøm var målt av Havbrukstjenesten AS og informasjon om måleperiode og instrumenter brukt er oppgitt i tabellene under.

Tabell 3.1. Instrument rigg posisjon.

Merke	Dyp	Posisjon
	Rigg på 5m og 15m	70°05.002' N; 20°05.517' Ø
	Rigg på spredning og bunn	70°05.034' N; 20°05.418' Ø

Tabell 3.2. Måle dybde, instrumenttype, måleperiode, antall døgn, måleintervall og antall målinger.

Måle dybde (m)	Instrument type	Måleperiode	Antall døgn	Intervall	Antall målinger
5	Aanderaa punkt måler	21.03.16 – 22.04.16	31.8	10 min	4572
15	Aanderaa punkt måler	21.03.16 – 22.04.16	31.7	10 min	4568
Spredning (35m)	Nortek doppler punkt måler	21.03.16 – 22.04.16	31.8	10 min	4574
Bunn (46m)	Nortek doppler punkt måler	21.03.16 – 22.04.16	31.8	10 min	4574



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området. Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.

4. Resultater

4.1 Strømdata sammendrag

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

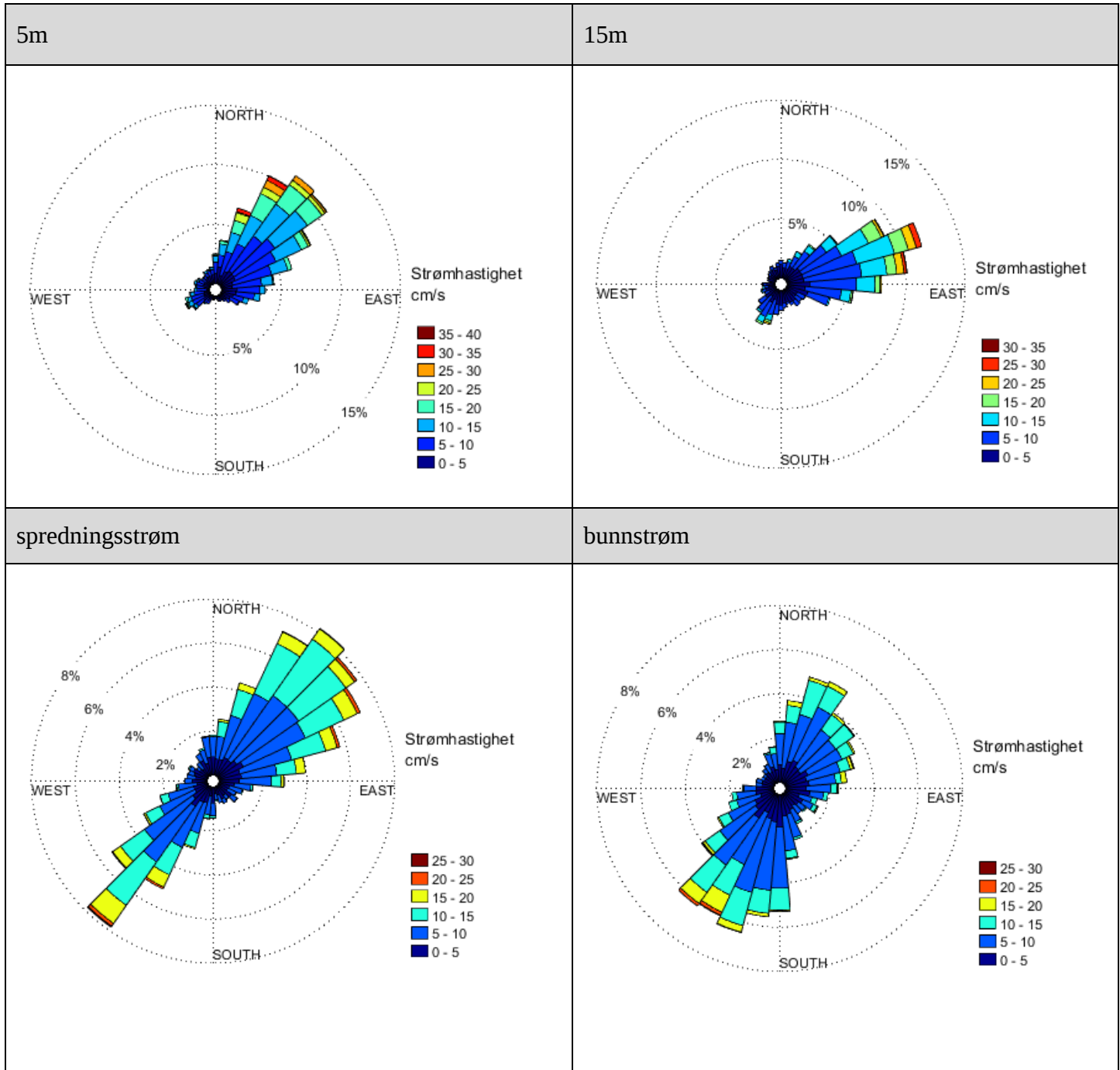
Tabell 4.1.1. Strømdata sammendrag på 5m, 15m, spredning og bunn.

Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: Vedlegg - Strøm tilstandsklasser

	5m	15m	Spredning	Bunn
Sjøtemperatur (°C)	3.9 – 5.1	3.9 - 5	3.2 – 5.2	3.4 – 5.6
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	35.1	30.4	27.1	25.8
Gjennomsnitt (cm/s)	9	7.2	8.1	7.2
Minimum (cm/s)	0.2	0.1	0	0
Signifikant maks (cm/s)	15.2	12.6	12.9	11.6
Signifikant min (cm/s)	3.6	2.7	3.7	3.3
Varians (cm/s) ²	32.1	23.8	18	15.1
Standard avvik (cm/s)	5.7	4.9	4.2	3.9
% ≤ 1cm/s	1.3	2.9	1.3	1.9
Lengst periode ≤ 1cm/s (min)	30	50	20	20
% ≤ 3cm/s (dvs. 0 - ≤3cm/s)	11.5	18.5	10.7	13.4
Lengst periode ≤ 3cm/s (min)	150	380	70	110
% > 30cm/s	0.8	0	0	0
Lengst periode > 30cm/s (min)	220	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	6	4.4	1.8	1
Retning grader (deg)	41	79	55	166
Neuman-parameter	0.67	0.61	0.23	0.14
Gjennomsnitt vannforflytning (m ³ /m ² /d)	7757	6259	6962	6230

4.2 Strømroser

Strømroser viser strømhastighet og retning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon av hovedstrømretning og om tidevanns ellipse er rettlinjet eller sirkulær.



4.3 Strømhastighet mot strøm retning matrise.

Strømretninger er fordelt på 15° sektorer (sektorene er vist i venstre kolonne).

Den nederste linjen vises den prosentvise fordelingen av de registrerte strømhastigheten.

Kolonnen til høyre vises den prosentvise fordeling av de ulike 15° sektorer og utregning av antall kubikkmeter vann som i måleperioden vil passere et tenkt vindu på 1x1 meter i den aktuelle strømretning.

Kolonnen til høyre viser også maksimal strømhastighet i hver 15° sektor.

Hastighet fordeling er \geq (lavest verdi) og $<$ (høyest verdi) i oppgitt hastighetsrekkevidde.

Strømhastighet og retning (5m dyp).

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		Maks strøm	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m ³ /m ²	%	cm/s
N	0	2	26	30	61	37	10	4	0	0	0	0	0	0	170	3.7	7884	3.2	22.4
N	15	1	34	46	101	86	40	19	1	6	0	0	0	0	334	7.3	20452	8.3	32.8
NØ	30	3	21	62	176	187	126	47	42	27	0	0	0	0	691	15.1	54861	22.3	35.1
NØ	45	2	24	68	277	229	124	24	18	2	0	0	0	0	768	16.8	50551	20.5	30.9
NØ	60	3	35	52	254	154	47	13	5	0	0	0	0	0	563	12.3	31929	13.0	25.6
Ø	75	5	25	37	205	79	16	1	0	0	0	0	0	0	368	8.0	17926	7.3	24.1
Ø	90	4	32	38	131	33	2	0	0	0	0	0	0	0	240	5.2	9605	3.9	15.5
Ø	105	3	30	45	86	34	1	0	0	0	0	0	0	0	199	4.4	7727	3.1	16.7
SØ	120	2	24	35	53	7	0	0	0	0	0	0	0	0	121	2.6	4000	1.6	14.4
SØ	135	3	22	17	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.4	1624	0.7	10.8
SØ	150	0	10	17	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0.7	838	0.3	9.7
S	165	1	10	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0.7	640	0.3	8.7
S	180	1	10	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0.5	413	0.2	5.5
S	195	2	10	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0.6	512	0.2	7.5
SV	210	4	14	16	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.2	1397	0.6	9.4
SV	225	1	10	21	40	13	6	0	0	0	0	0	0	0	91	2.0	3912	1.6	17.3
SV	240	7	17	20	73	28	8	4	3	0	0	0	0	0	160	3.5	7705	3.1	25.9
V	255	1	16	17	64	24	7	0	0	0	0	0	0	0	129	2.8	5915	2.4	16.3
V	270	2	9	8	55	16	0	0	0	0	0	0	0	0	90	2.0	3806	1.5	13.5
V	285	2	14	20	40	8	2	0	0	0	0	0	0	0	86	1.9	3182	1.3	15.8
NV	300	3	17	20	34	8	4	0	0	0	0	0	0	0	86	1.9	3112	1.3	17.0
NV	315	0	15	24	19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	63	1.4	1947	0.8	12.8
NV	330	3	23	22	25	11	0	0	0	0	0	0	0	0	84	1.8	2696	1.1	13.3
N	345	3	21	26	35	11	1	2	0	0	0	0	0	0	99	2.2	3511	1.4	21.2
Antall obs		58	469	675	1787	971	394	114	69	35	0	0	0	0	4572	100	0	0	0
%		1.3	10.3	14.8	39.1	21.2	8.6	2.5	1.5	0.8	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	3	35	34	23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	96	2.1	2201	1.1	10.0
N	15	9	33	27	24	8	1	0	0	0	0	0	0	0	102	2.2	2709	1.4	16.4
NØ	30	7	29	35	75	28	3	0	0	0	0	0	0	0	177	3.9	6750	3.4	17.6
NØ	45	6	41	46	158	55	4	1	0	0	0	0	0	0	311	6.8	13223	6.7	20.7
NØ	60	7	38	54	240	167	77	14	8	0	0	0	0	0	605	13.2	36334	18.3	29.1
Ø	75	5	25	56	334	196	68	49	24	2	0	0	0	0	759	16.6	49097	24.7	30.4
Ø	90	3	34	86	286	108	28	15	2	0	0	0	0	0	562	12.3	28390	14.3	28.6
Ø	105	9	27	82	169	26	3	0	0	0	0	0	0	0	316	6.9	11795	5.9	19.6
SØ	120	4	36	45	52	1	0	0	0	0	0	0	0	0	138	3.0	3693	1.9	10.8
SØ	135	6	38	30	39	1	0	0	0	0	0	0	0	0	114	2.5	2841	1.4	10.8
SØ	150	5	31	39	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	2.0	2102	1.1	7.7
S	165	5	33	39	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	96	2.1	2080	1.0	10.1
S	180	9	40	34	32	2	0	0	0	0	0	0	0	0	117	2.6	2817	1.4	10.2
S	195	8	32	37	71	17	5	6	0	0	0	0	0	0	176	3.9	6838	3.4	21.7
SV	210	6	22	44	95	35	13	1	0	0	0	0	0	0	216	4.7	9364	4.7	21.7
SV	225	6	26	29	77	7	0	0	0	0	0	0	0	0	145	3.2	4578	2.3	13.4
SV	240	4	18	27	31	3	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.8	2395	1.2	13.9
V	255	1	19	25	24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.7	2507	1.3	13.3
V	270	6	25	12	19	3	1	0	0	0	0	0	0	0	66	1.4	1791	0.9	15.4
V	285	3	17	10	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	41	0.9	971	0.5	15.1
NV	300	6	19	16	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	50	1.1	1033	0.5	13.2
NV	315	5	32	17	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	69	1.5	1450	0.7	11.8
NV	330	5	31	21	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1.6	1673	0.8	10.7
N	345	6	30	26	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1.8	1918	1.0	11.3
Antall obs		134	711	871	1848	678	204	86	34	2	0	0	0	0	4568	100	0	0	0
%		2.9	15.6	19.1	40.5	14.8	4.5	1.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (sprednings dyp).

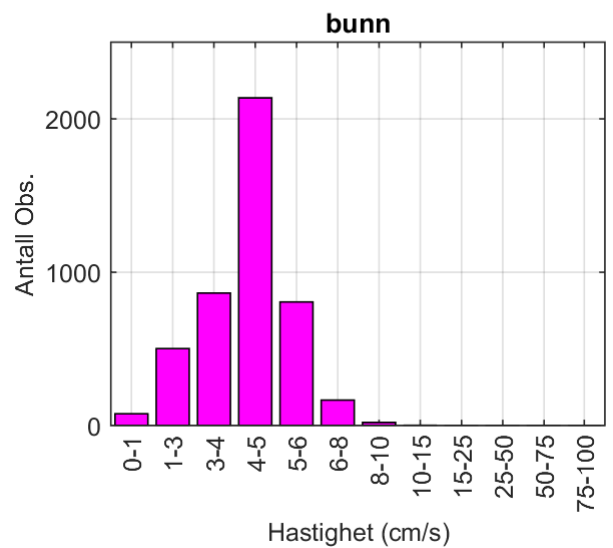
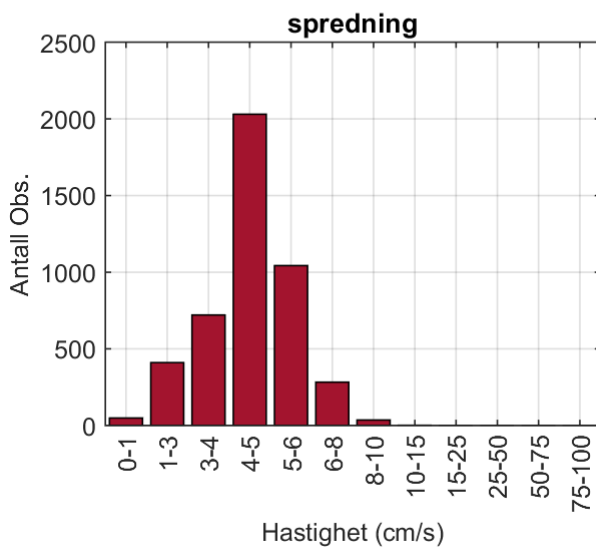
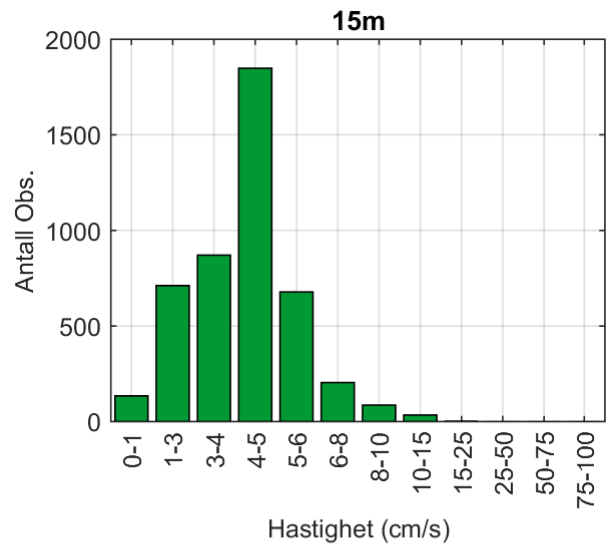
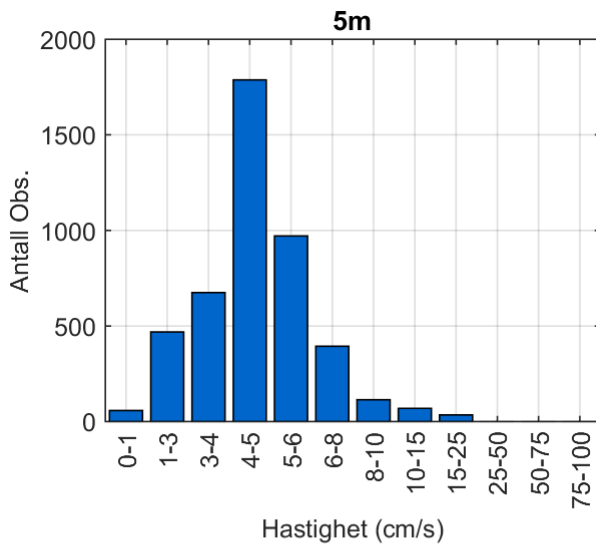
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		Maks strøm	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs	%	m ³ /m ²	%	cm/s
N	0	3	20	37	62	11	1	0	0	0	0	0	0	0	134	2.9	4561	2.1	15.5
N	15	1	18	33	111	65	14	0	0	0	0	0	0	0	242	5.3	11814	5.3	19.6
NØ	30	0	13	46	218	163	36	1	0	0	0	0	0	0	477	10.4	26654	12.1	20.3
NØ	45	1	26	50	260	205	38	7	0	0	0	0	0	0	587	12.8	32223	14.6	23.2
NØ	60	4	21	63	207	141	44	9	0	0	0	0	0	0	489	10.7	26911	12.2	24.9
Ø	75	3	19	44	144	87	35	4	0	0	0	0	0	0	336	7.3	17808	8.1	24.2
Ø	90	7	31	36	88	27	9	1	0	0	0	0	0	0	199	4.4	7836	3.5	20.1
Ø	105	2	15	28	49	3	0	0	0	0	0	0	0	0	97	2.1	2811	1.3	10.8
SØ	120	4	17	15	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1.4	1751	0.8	11.0
SØ	135	1	16	27	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	63	1.4	1649	0.7	11.6
SØ	150	1	19	24	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	59	1.3	1451	0.7	10.7
S	165	1	7	14	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1.1	1505	0.7	10.6
S	180	6	19	19	40	9	1	0	0	0	0	0	0	0	94	2.1	2954	1.3	15.0
S	195	3	11	34	78	29	2	0	0	0	0	0	0	0	157	3.4	6791	3.1	17.1
SV	210	1	20	32	156	101	43	5	1	0	0	0	0	0	359	7.8	20293	9.2	27.1
SV	225	3	28	51	208	130	52	8	1	0	0	0	0	0	481	10.5	26695	12.1	25.5
SV	240	1	16	29	128	54	5	1	0	0	0	0	0	0	234	5.1	10942	4.9	20.6
V	255	2	14	29	66	13	3	0	0	0	0	0	0	0	127	2.8	4728	2.1	16.6
V	270	7	18	28	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1.8	2033	0.9	9.6
V	285	3	16	27	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1.4	1627	0.7	10.0
NV	300	1	18	22	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	62	1.4	1588	0.7	11.6
NV	315	2	17	19	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	1.2	1297	0.6	9.3
NV	330	0	18	28	27	2	0	0	0	0	0	0	0	0	75	1.6	2080	0.9	11.7
N	345	1	24	28	53	3	0	0	0	0	0	0	0	0	109	2.4	3187	1.4	11.7
Antall obs		58	441	763	2062	1052	283	36	2	0	0	0	0	0	4574	100	0	0	0
%		1.3	9.6	16.7	45.1	23.0	6.2	0.8	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	5	18	26	95	34	3	0	0	0	0	0	0	0	181	4.0	7670	3.9	17.1
N	15	1	23	38	152	81	15	0	0	0	0	0	0	0	310	6.8	15173	7.7	17.9
NØ	30	4	31	45	174	80	12	0	0	0	0	0	0	0	346	7.6	16152	8.2	18.1
NØ	45	2	17	50	139	68	6	0	0	0	0	0	0	0	282	6.2	12677	6.4	18.1
NØ	60	4	22	50	126	40	4	0	0	0	0	0	0	0	246	5.4	10252	5.2	19.2
Ø	75	4	24	52	85	24	15	2	0	0	0	0	0	0	206	4.5	8512	4.3	21.2
Ø	90	4	22	41	75	20	5	1	0	0	0	0	0	0	168	3.7	6468	3.3	21.9
Ø	105	3	24	36	43	16	0	0	0	0	0	0	0	0	122	2.7	3911	2.0	13.9
SØ	120	1	25	30	34	11	2	1	0	0	0	0	0	0	104	2.3	3457	1.7	21.3
SØ	135	6	15	31	26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	81	1.8	2194	1.1	14.4
SØ	150	3	34	23	43	6	0	0	0	0	0	0	0	0	109	2.4	3014	1.5	13.6
S	165	4	24	44	91	17	1	0	0	0	0	0	0	0	181	4.0	6487	3.3	15.3
S	180	6	40	58	184	60	5	0	0	0	0	0	0	0	353	7.7	14446	7.3	16.9
S	195	3	23	55	237	96	16	1	0	0	0	0	0	0	431	9.4	20492	10.4	20.3
SV	210	2	32	57	192	110	52	8	1	0	0	0	0	0	454	9.9	24328	12.3	25.1
SV	225	2	24	45	160	70	24	7	1	0	0	0	0	0	333	7.3	16381	8.3	25.8
SV	240	8	21	45	95	38	5	0	0	0	0	0	0	0	212	4.6	8590	4.3	19.4
V	255	3	20	31	71	19	0	0	0	0	0	0	0	0	144	3.1	5330	2.7	13.4
V	270	6	19	30	34	5	0	0	0	0	0	0	0	0	94	2.1	2632	1.3	13.1
V	285	2	18	20	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	61	1.3	1598	0.8	11.7
NV	300	3	10	21	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	1.0	1053	0.5	9.6
NV	315	2	17	24	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1.3	1270	0.6	8.6
NV	330	4	16	22	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.5	1902	1.0	13.0
N	345	4	19	30	47	12	2	0	0	0	0	0	0	0	114	2.5	3801	1.9	16.6
Antall obs		86	538	904	2175	813	167	20	2	0	0	0	0	0	4574	100	0	0	0
%		1.9	11.8	19.8	47.6	17.8	3.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

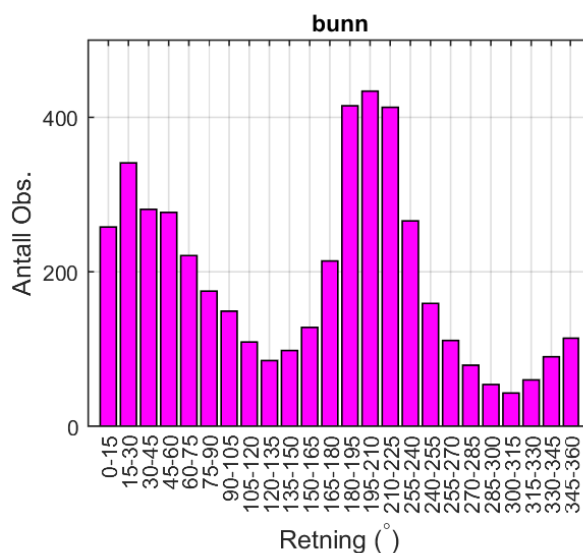
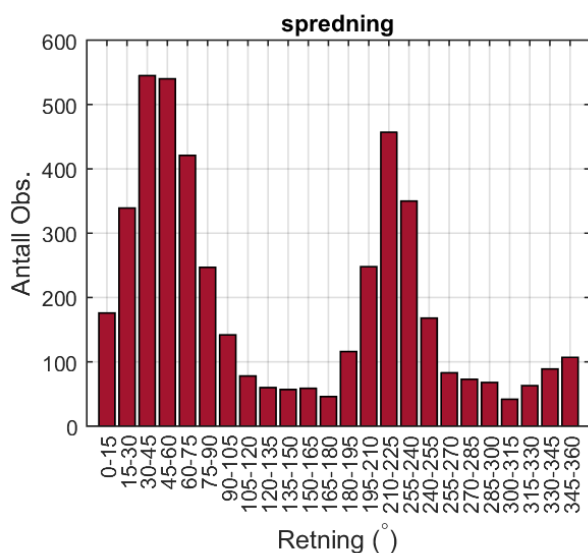
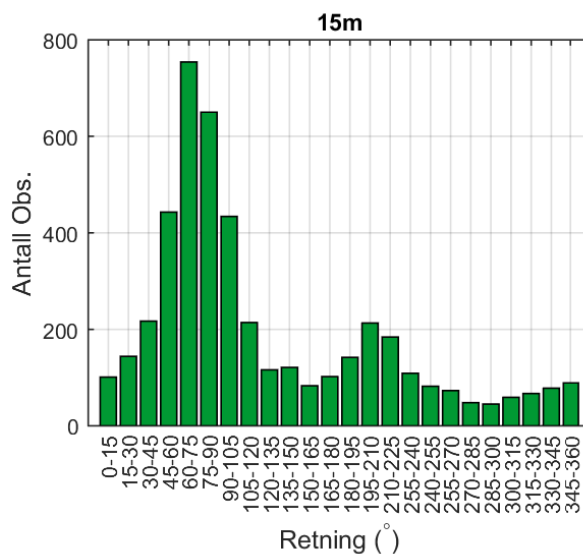
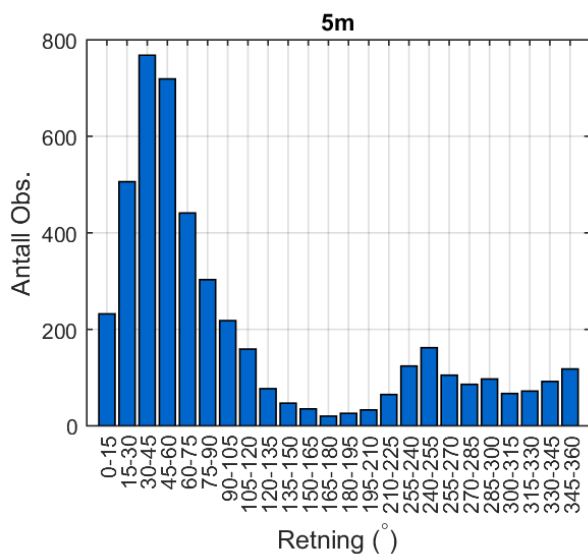
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.

Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning. Antall registreringer på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.



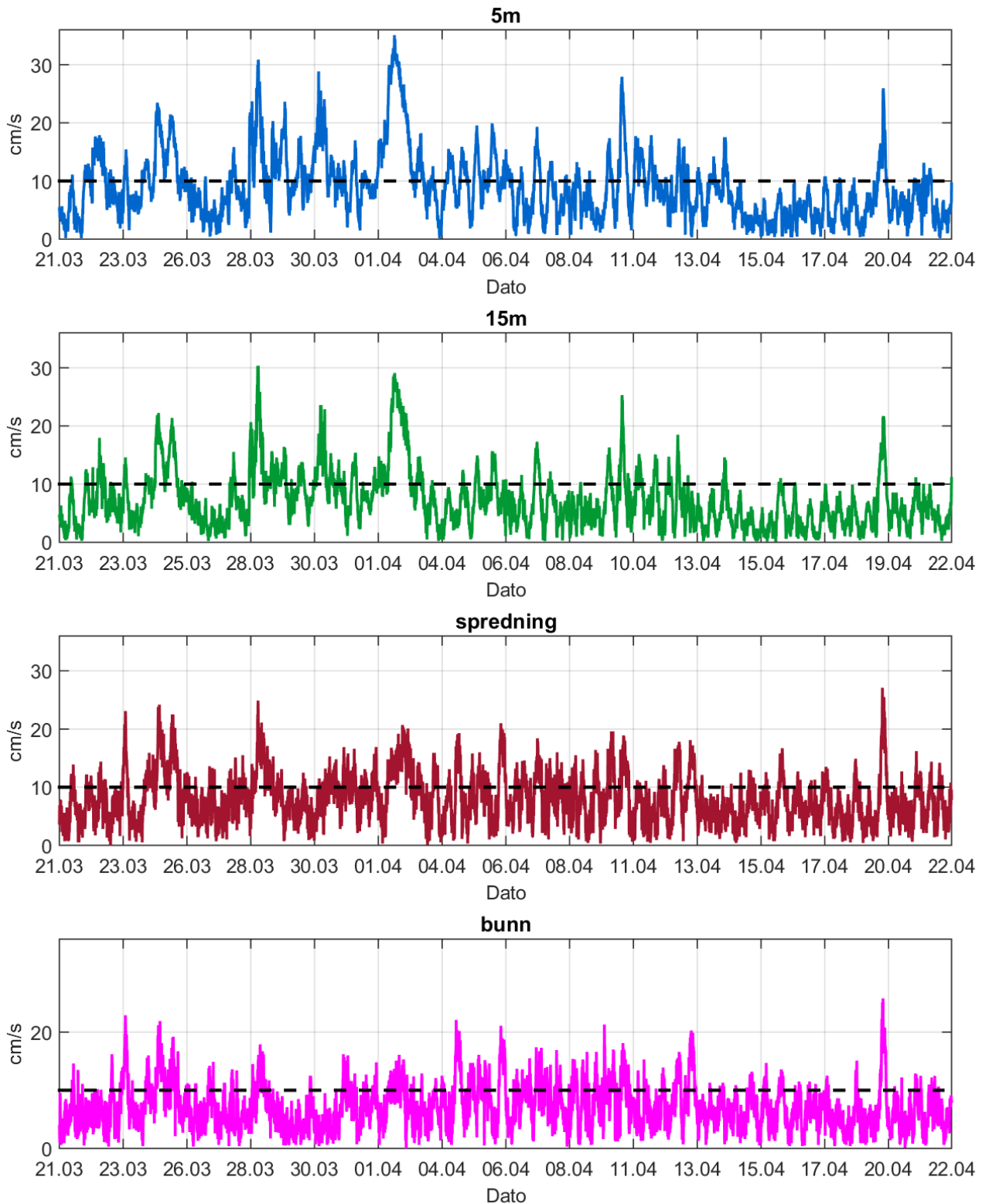
4.5 Strømmens retningsfordeling.

Strømmens retning fordelt på 15° sektorer. Antall registreringer på stående akse og 15° sektorer på liggende akse.



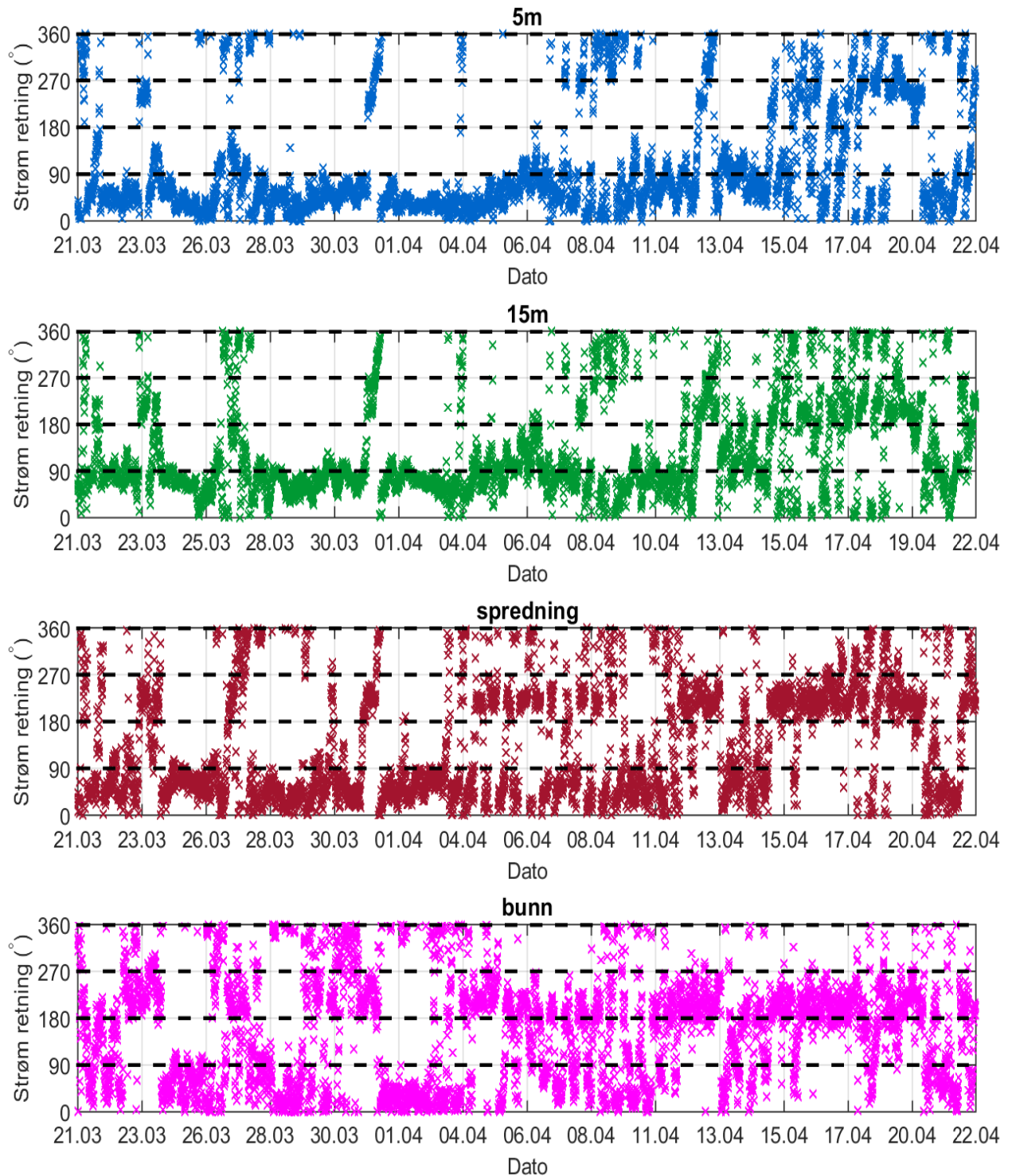
4.6 Tidsdiagram - strømhastighet.

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



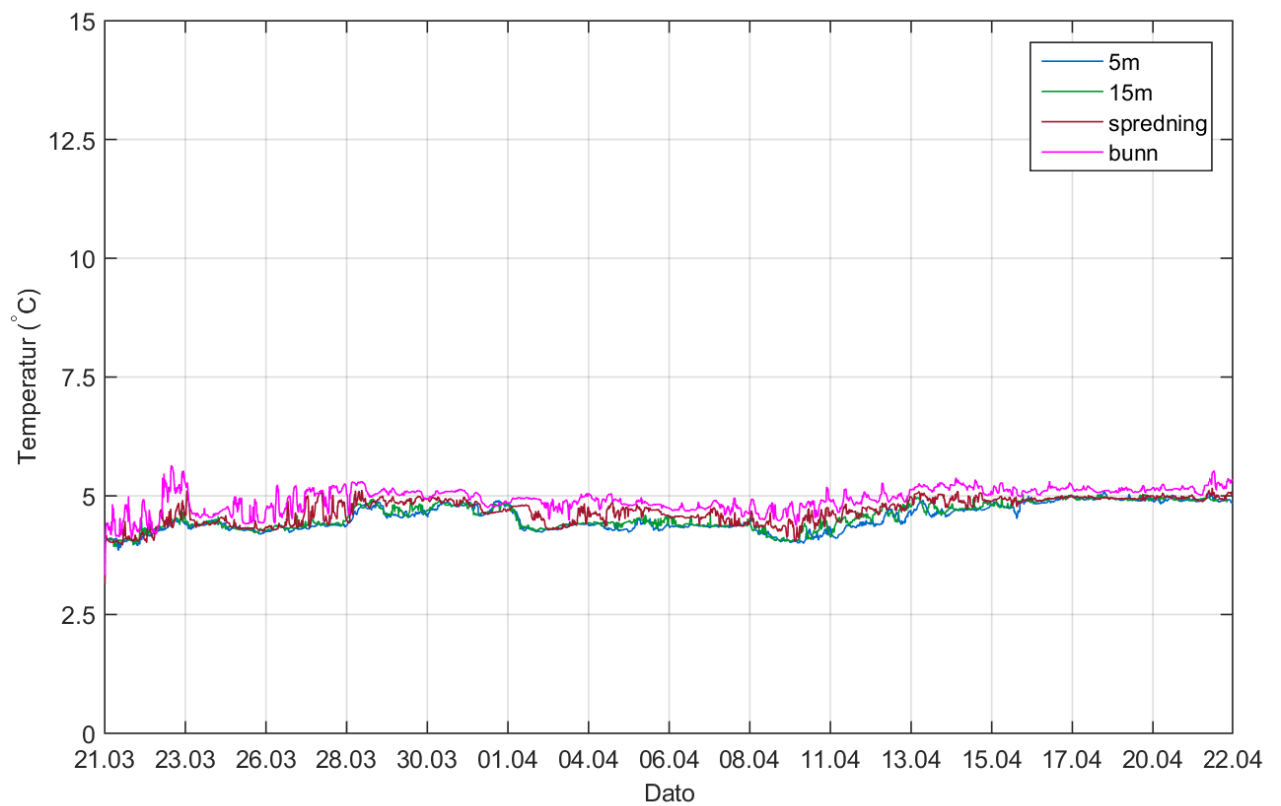
4.7 Tidsdiagram - strømretning.

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



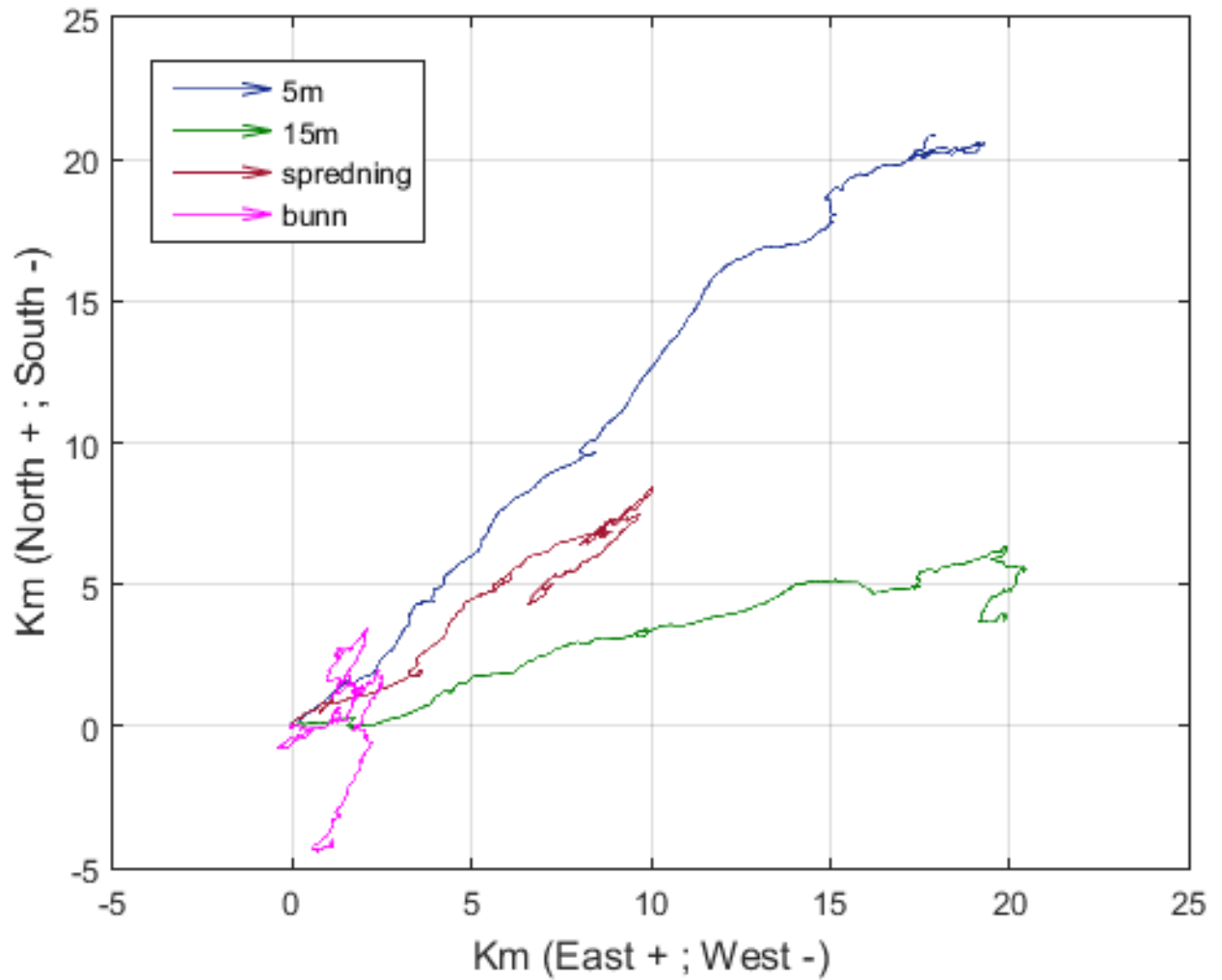
4.8 Tidsdiagram - temperatur.

Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.



4.9 Progressiv vektor diagram.

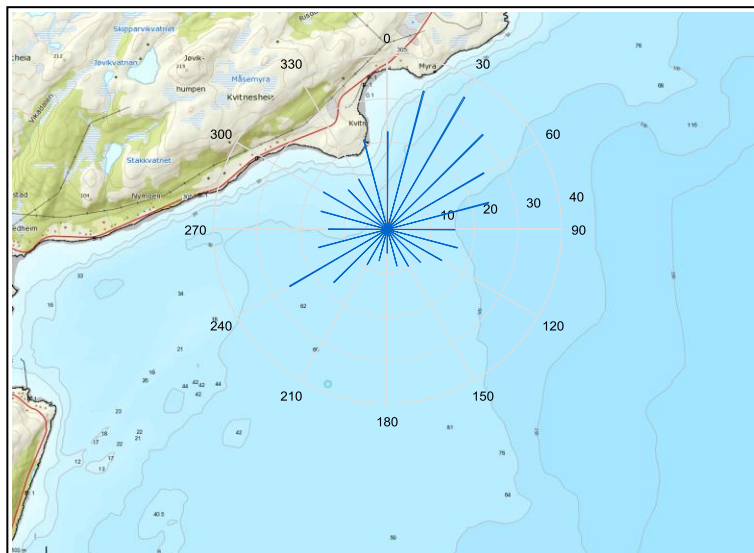
Diagrammet viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmåleren sin posisjon ved målestart, vil drive av sted fra måling til måling. Det gir en indikasjon av vannutskiftning i måleperioden.



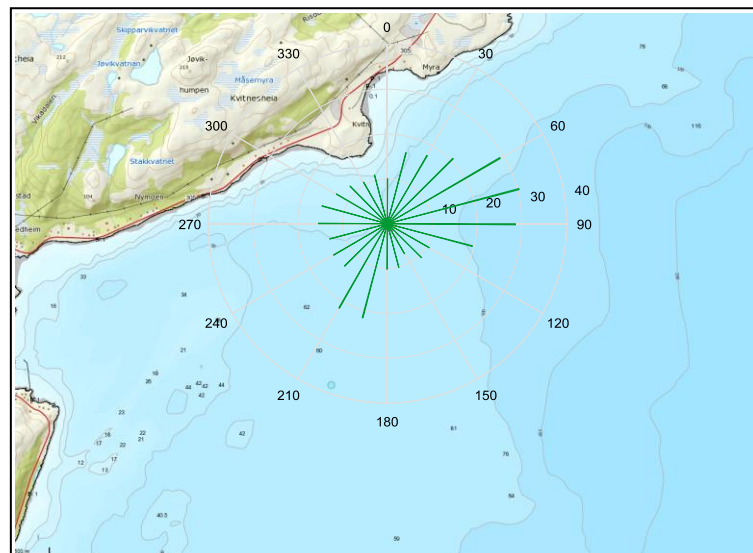
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet.

Kurver viser den maksimale strømhastighet som er målt i hver 15° sektor i løpet av måleperioden.

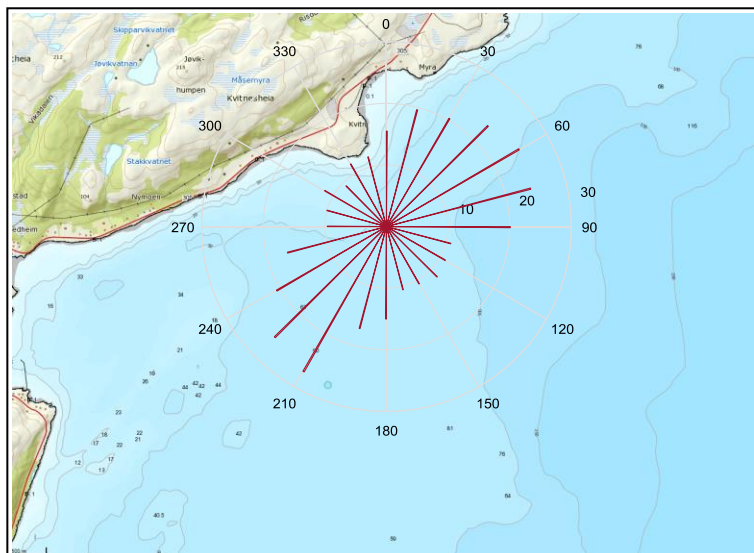
Maksimal strømhastighet (5m dyp).



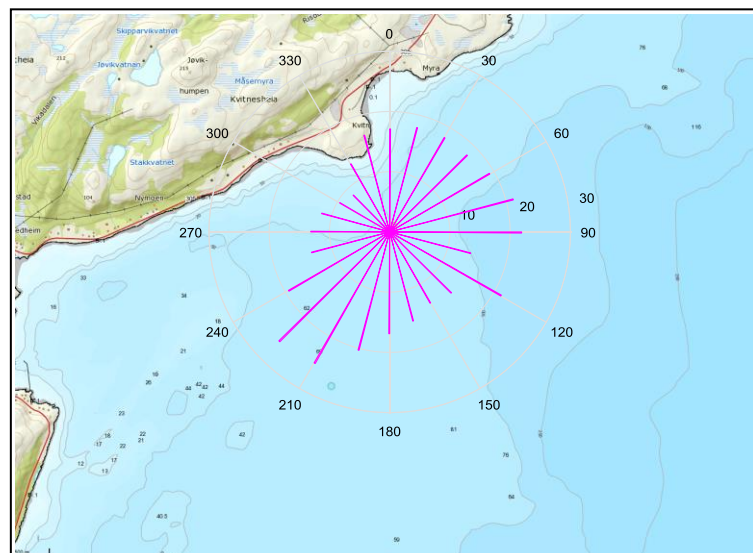
Maksimal strømhastighet (15m dyp).



Maksimal strømhastighet (sprednings dyp).



Maksimal strømhastighet (bunn dyp).

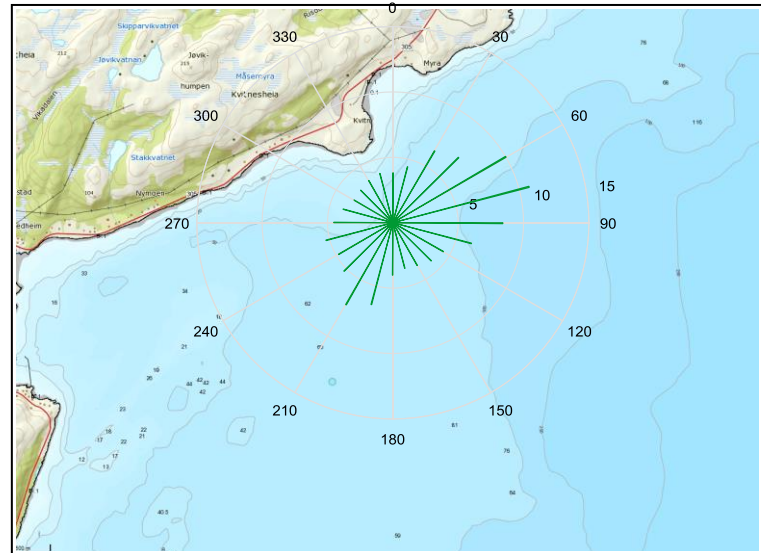
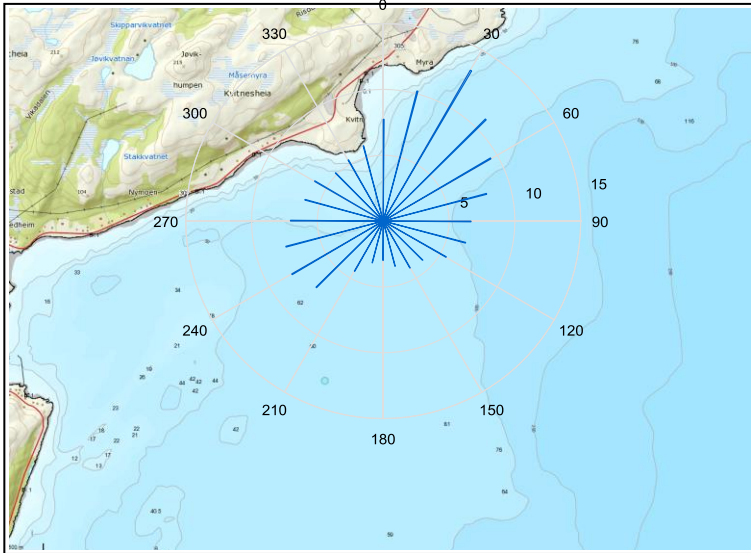


4.11 Fordelingsdiagram – middlehastighet.

Kurver viser hvilke middelhastigheter som er målt i hver 15° sektor i løpet av måleperioden.

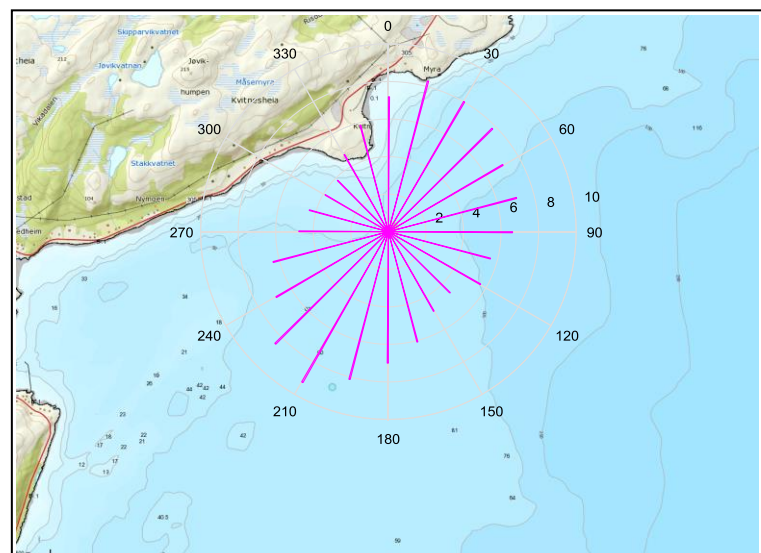
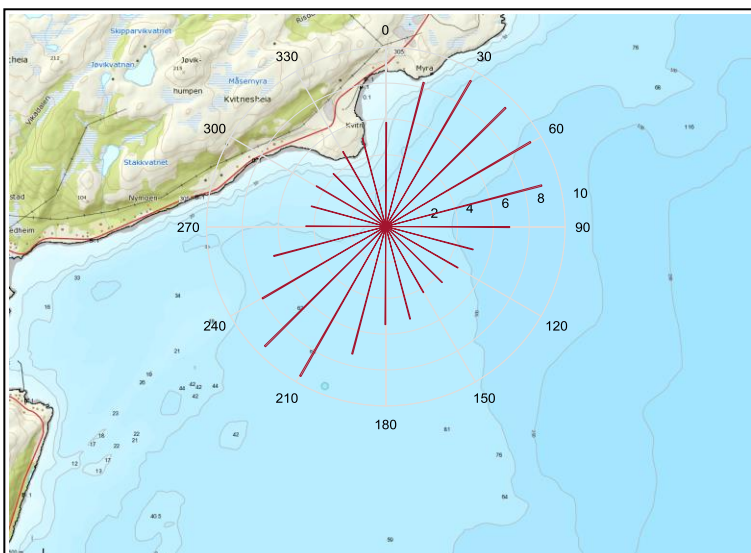
Middelhastighet (5m dyp).

Middelhastighet (15m dyp).



Middelhastighet (sprednings dyp).

Middelhastighet (bunn dyp).

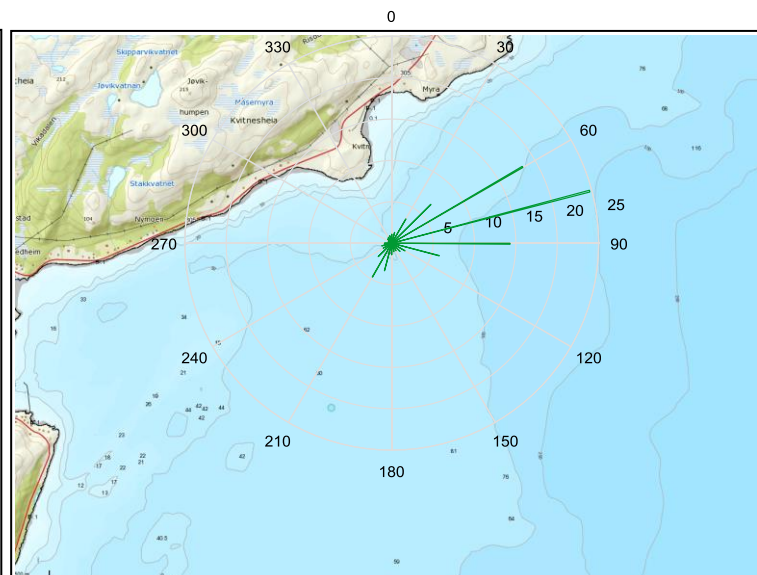
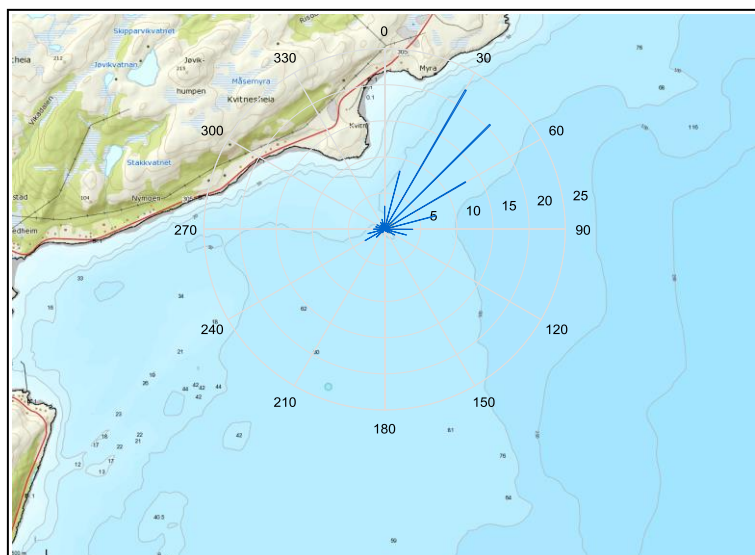


4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.

Kurver viser relativ strømhastighet/vannfluks i hver sektor. Relativ vannfluks er hvor mye som renner gjennom en sektor delt med totalt volum. Total vannforflytning er totalt volum vann i alle sektorer.

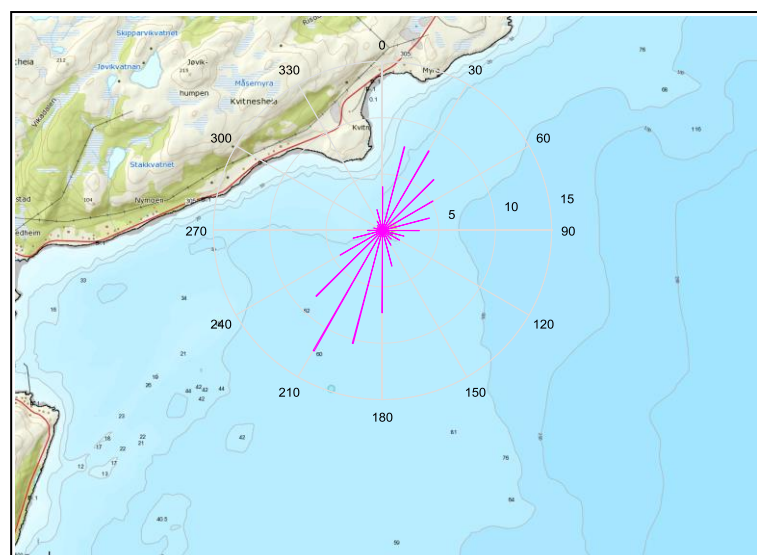
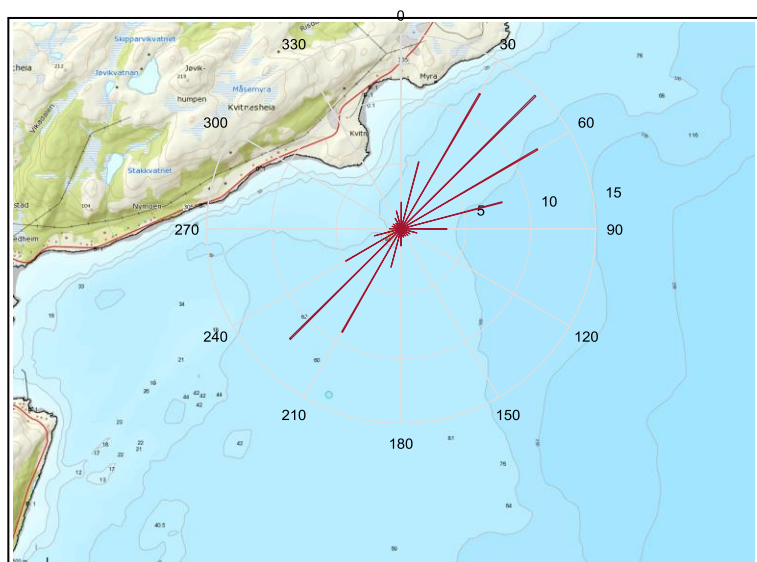
Relativ vannfluks (5m dyp).

Relativ vannfluks (15m dyp).



Relativ vannfluks (sprednings dyp).

Relativ vannfluks (bunn dyp).

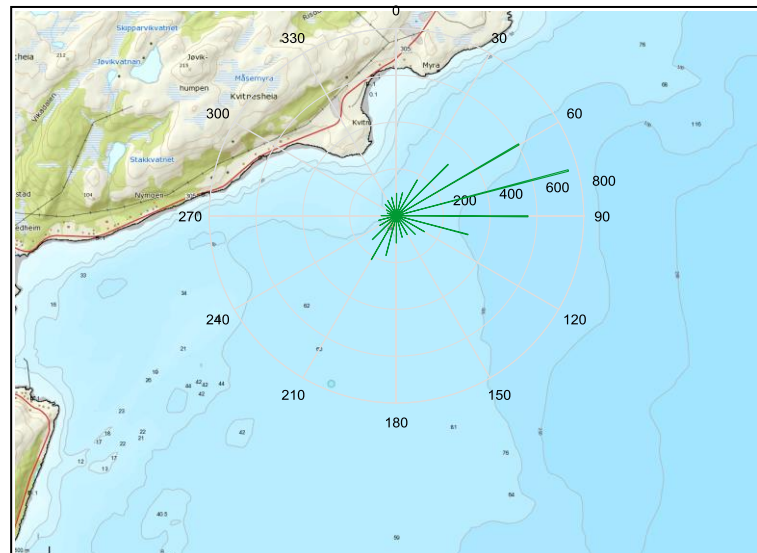
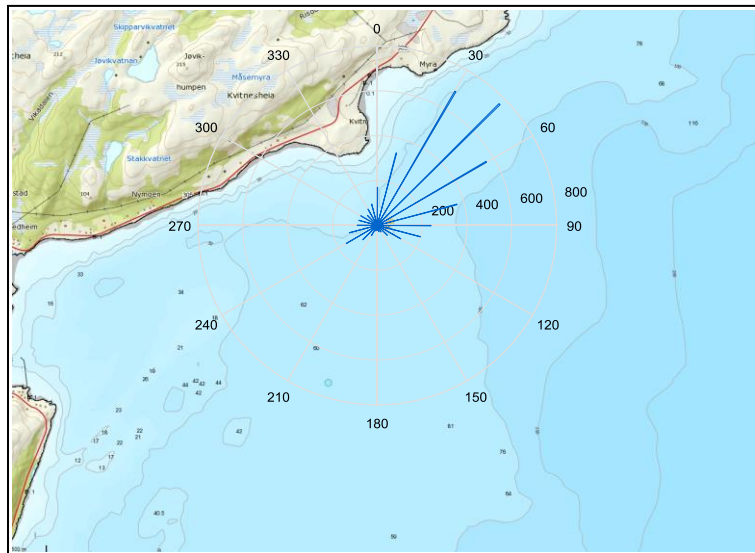


4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.

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

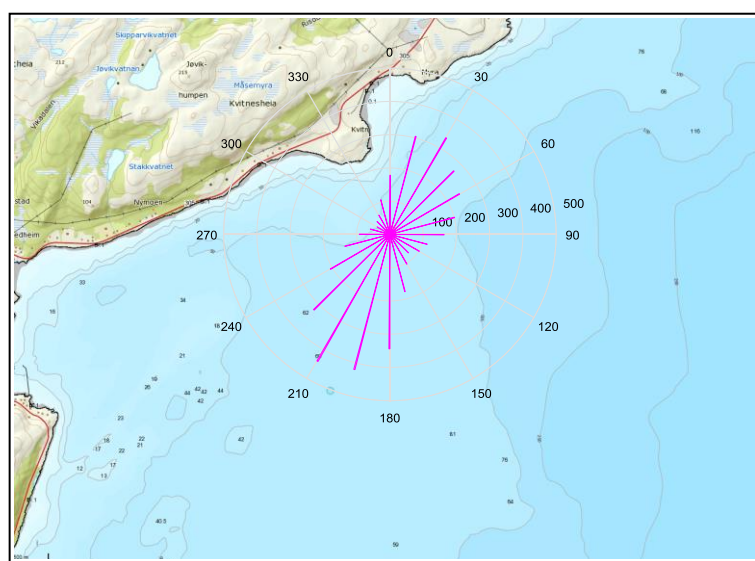
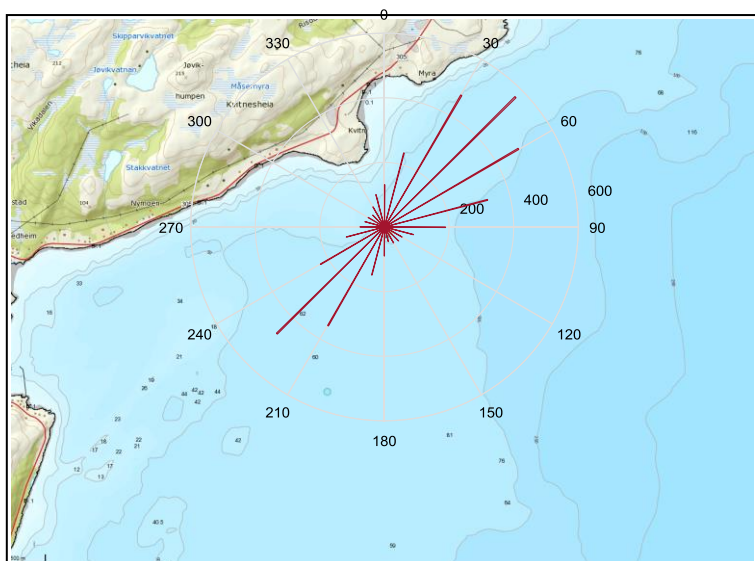
Antall målinger (5m dyp).

Antall målinger (15m dyp).



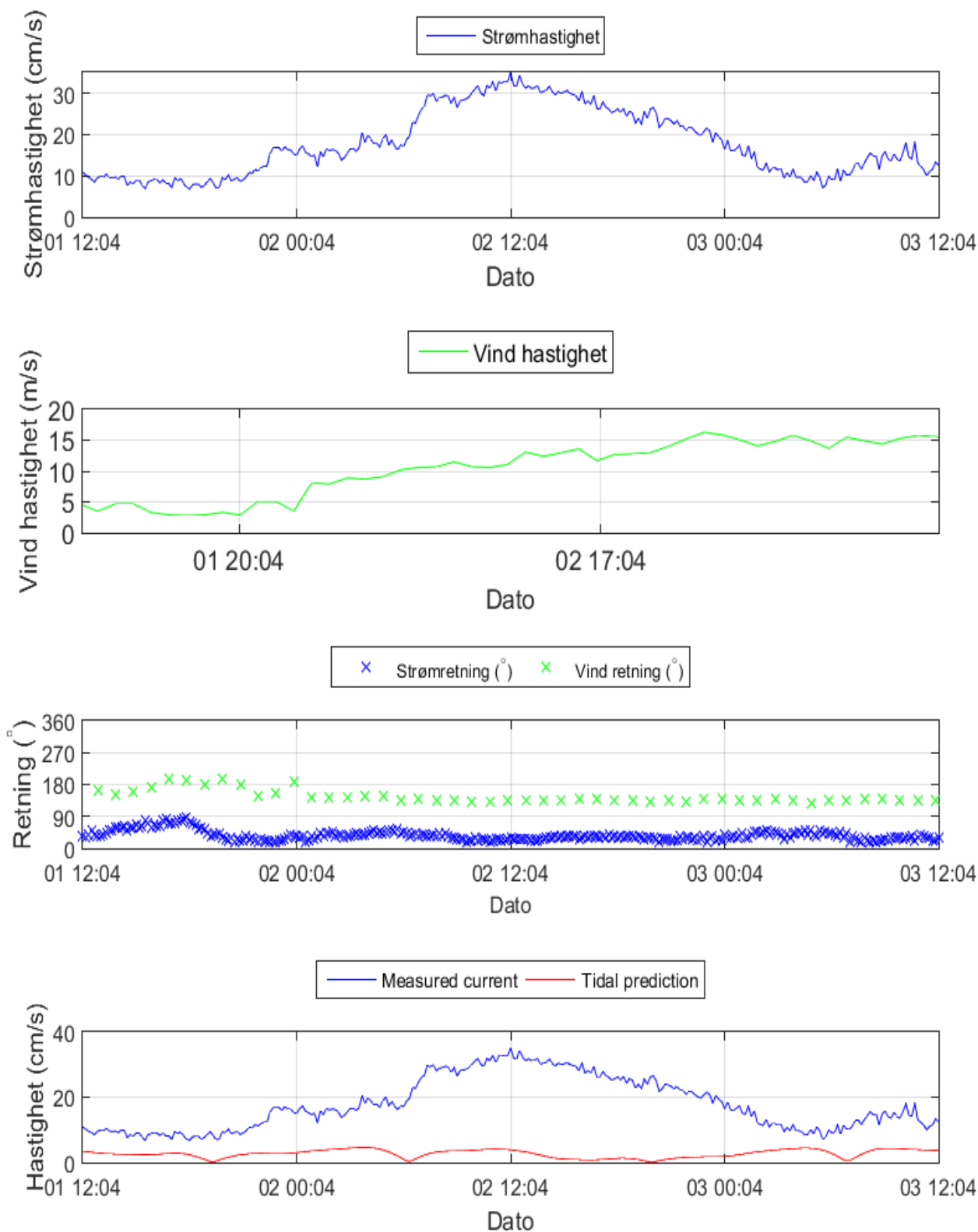
Antall målinger (sprednings dyp).

Antall målinger (bunn dyp).



4.14 Todagersperiode.

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



4.15 Maksimal strømshastighet per 8 retningssektorer.

Tabell 4.15.1. Maksimal strømshastighet (cm/s) 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	32.8	35.1	24.1	14.4	8.7	25.9	16.3	17
15m	16.4	29.1	30.4	10.8	21.7	21.7	15.4	13.2
Spredning	19.6	24.9	24.2	11.6	17.1	27.1	16.6	11.7
Bunn	17.9	19.2	21.9	21.3	20.3	25.8	13.4	13

4.16 Gjennomsnitt strømshastighet per 8 retningssektorer.

Tabell 4.16.1. Gjennomsnitt strømshastighet (cm/s) 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	8.1	11.3	7.3	4.9	3.3	7.1	7.1	5.5
15m	4	8.6	9.1	4.2	5	6.1	4.7	3.6
Spredning	6.5	9.4	7.7	4.4	6.4	9.2	5.4	4.5
Bunn	7.1	7.7	6.6	5.1	7.3	8.5	5.4	4.2

4.17 Antall målinger per 8 retningssektorer.

Tabell 4.17.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	603	2022	807	219	79	304	305	233
15m	280	1093	1637	345	389	444	186	194
Spredning	472	1523	612	182	291	1050	261	183
Bunn	591	849	480	284	942	968	293	167

4.18 Relativ vannutskifting per 8 retningssektorer.

Tabell 4.18.1. Relativ vannutskifting (%) 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	12	56.4	14.5	2.7	0.6	5.3	5.3	3.2
15m	3.4	28.4	45	4.4	5.9	8.2	2.7	2.1
Spredning	8.4	39	12.9	2.2	5.1	26.3	3.8	2.3
Bunn	12.9	19.9	9.6	4.4	21.1	25.1	4.9	2.2

4.19 10-års og 50-års strømshastighet per 8 retningssektorer på 5m.

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

Tabell 4.19.1. 10-års og 50-års strømshastighet (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)	32.8	35.1	24.1	14.4	8.7	25.9	16.3	17
10-år (cm/s)	54.1	57.9	39.7	23.8	14.4	42.8	26.9	28
50-år (cm/s)	60.7	64.9	44.5	26.6	16.1	47.9	30.2	31.4

4.20 10-års og 50-års strømshastighet per 8 retningssektorer på 15m.

Tabell 4.20.1. 10-års og 50-års strømshastighet (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)	16.4	29.1	30.4	10.8	21.7	21.7	15.4	13.2
10-år (cm/s)	27	48	50.1	17.8	35.8	35.7	25.4	21.7
50-år (cm/s)	30.3	53.8	56.2	19.9	40.1	40.1	28.5	24.4

4.21 Tidevannsanalyse

Målt strøm er splittet i øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) komponenter for å vurdere spredning av strøm data på de forskjellige dypene og for å finne den hovedakse for den strøm ellipse (Figur 4.21.1).

Tidevannsellipsen er rettlinjet og orientert NØ/Ø – SV. Høyeste strømhastighet, som er mot NØ/Ø - SV for alle dyp, er også orientert langs denne akse.

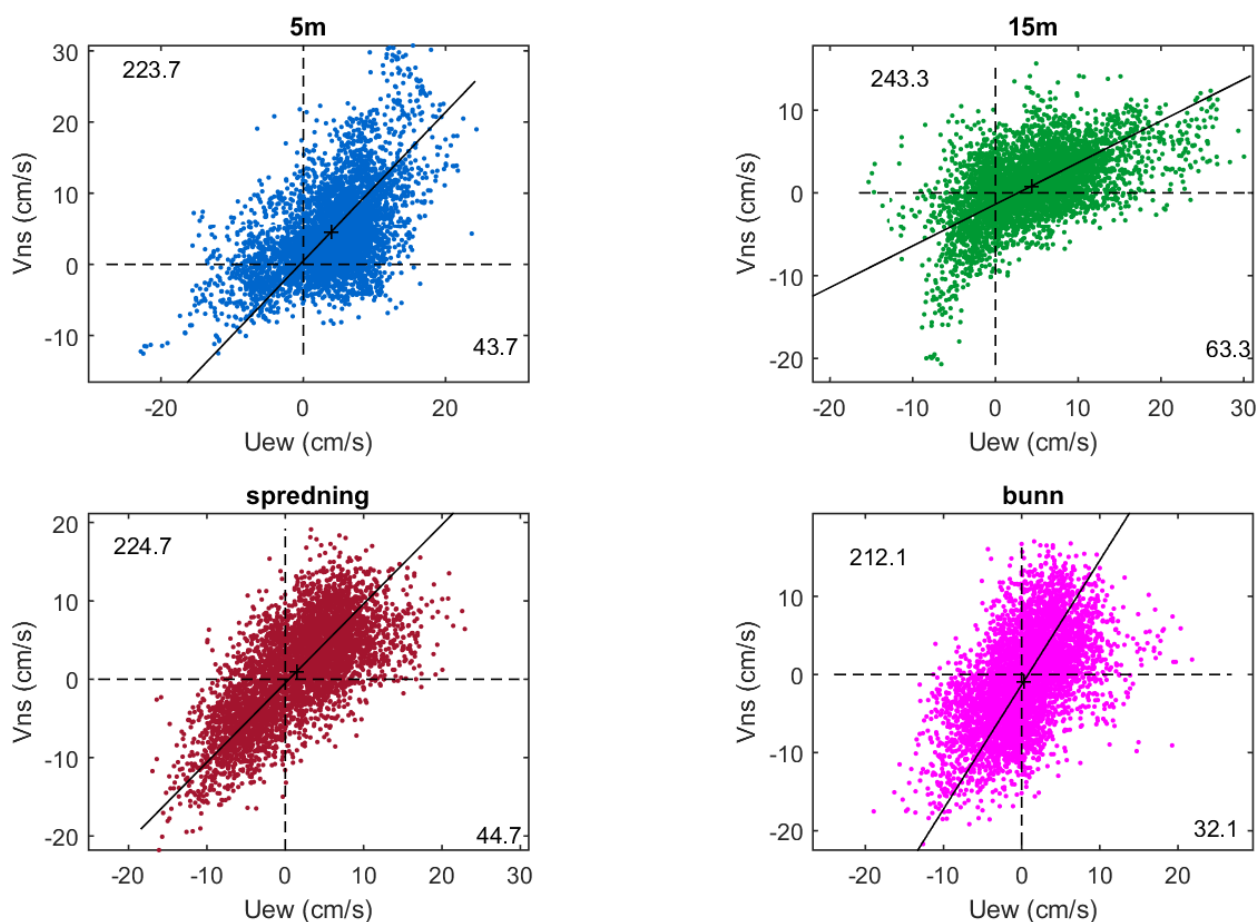
Måleperioden inkluderte 3 springflo («storsjøan») – nippflo («småsjøan») tidevanns sykluser.

Tidevannsanalyse av trykk og strømdata og prosent av målte signal at tidevann forårsaket er oppgitt i Tabell 4.21.1.

Tabell 4.21.1. Tidevannsanalyse av målte data.

		Strømdata			
Data	trykk	5m	15m	spredning	bunn
Prosent (%)	97.5 (spredning) 98.5 (bunn)	32.0	35.4	48.0	44.6

Figur 4.21.1. U_{EW} - V_{NS} punktdiagram.



4.22 Vind under måleperioden

Ut i fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra N / NØ, Ø / SØ og S kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten.

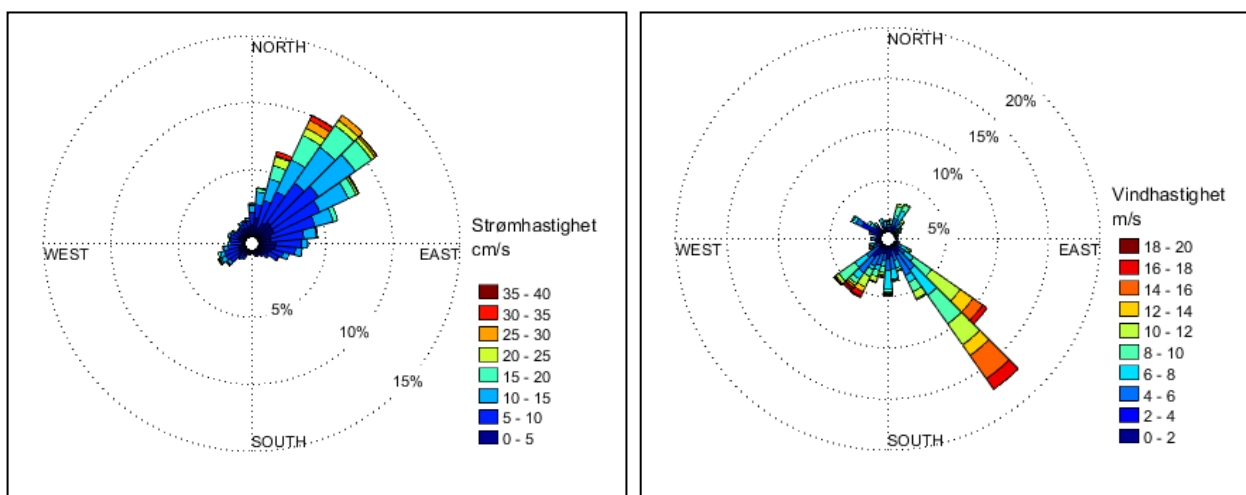
Vinddata er tatt fra værstasjon Fakken.

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

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

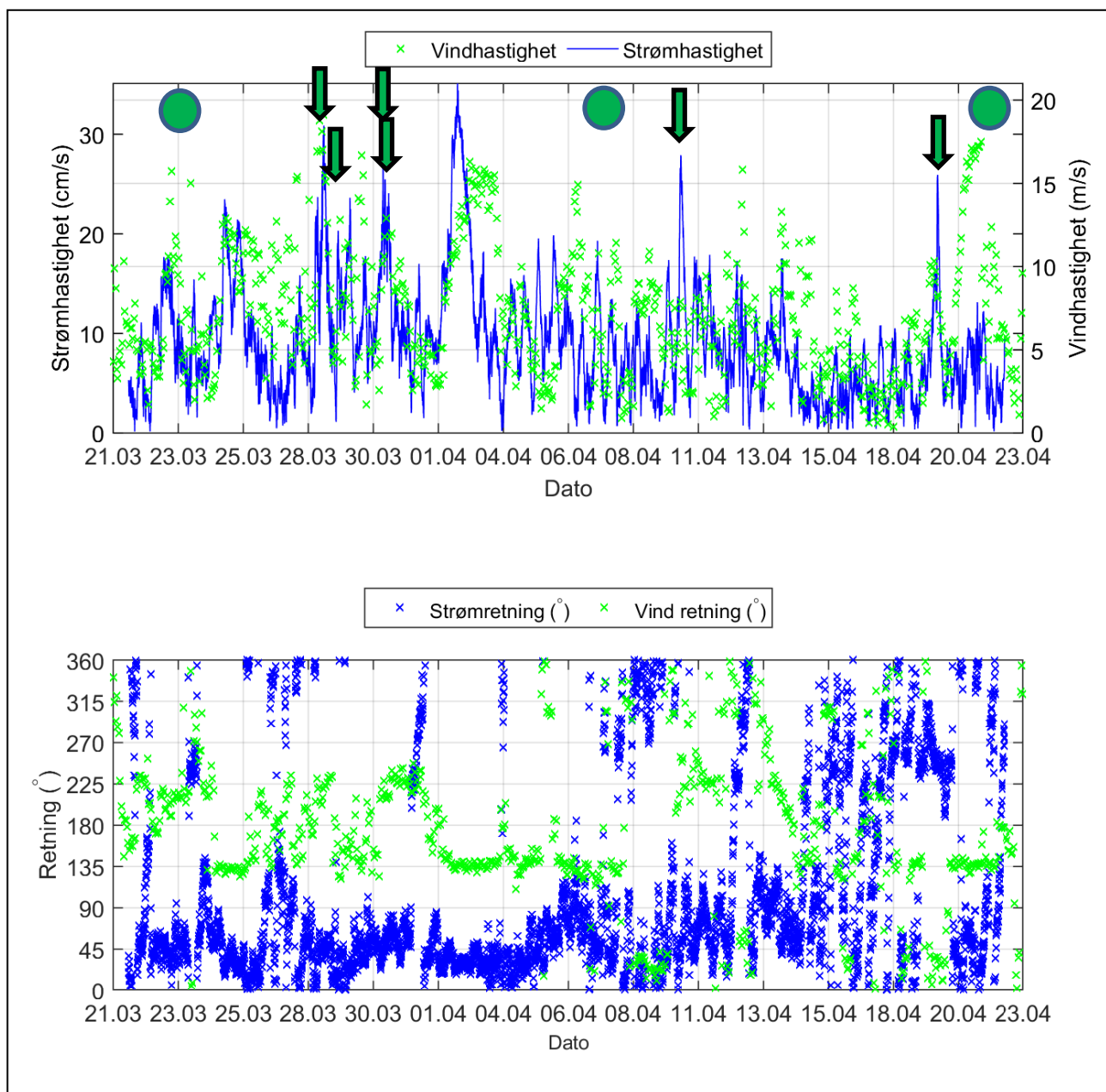
Tabell 4.22.1. Maksimal vindhastighet og % tid vind blåste fra de retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	15	15.8	3.7	17.5	18.1	20	8.1	10.2
% tid fra retning	3.5	7.8	1.0	37.3	16.1	20.1	3.8	8.0



Figur 4.22.1. Rosediagram av strøm (mot retning) på 5m (venstre) og vind (fra retning) på Fakken (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 kan bli forklart av vind.



Figur 4.22.2. Strømhastighet på 5m og vindhastighet og strøm og vind retning (Fakken værstasjon) under måleperioden.

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

Vind kan ha påvirket noen av strømtoppene.

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. Oksygen i vannet synker med økende temperatur, og nivået varierer med sesong. Oksygenverdiene i sjøen er vanligvis lavest sensommer og høst. Variasjoner i fiskens oksygenforbruk kommer i tillegg til de naturlige sesong- og døgnvariasjonene. Fiskens oksygenforbruk stiger ved økende temperatur og ved fødeinntak. Merdens oksygenforbruk øker i tillegg etter hvert som biomassen øker. De største utfordringene knyttet til oksygen vil derfor vanligvis forekomme om høsten. Tilførsel av oksygen til fisken er vurdert etter strømforhold, vannutskiftning og temperatur. Laks velger optimal tempertur fremfor å velge vekk lave oksygenverdier (Mattilsynet, 2014). Laks bruker lang tid på å akklimatiseres til økninger i temperaturen, og raske temperaturøkninger kan blant annet føre til økt oksygenforbruk og stress.

Fiskens oksygenforbruk og energiforbruk øker med økende temperatur, samtidig som løseligheten av oksygen avtar ved økende 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. Forventet maksimumstemperaturer vil således få innvirkning på lokalitetenes egnethet ut fra hensynet til fiskens oksygenbehov. Temperaturtoleranse er artsavhengig. I tillegg har faktorer som størrelse på fisken og grad av tilvenning til aktuell temperatur betydning. Havforskningsinstituttet har i Fisken og havet nr. 10/2008 redegjort for betydningen av temperaturforholdene for laks, torsk og kveite. Følgende opplysninger er gitt der:

Tabell 5.1. Temperaturkrav hos oppdrettsfisk (opplysninger hentet fra Fisken og havet nr. 10/2008).

Art / stadium	Optimal temp (°C)	Kommentar	Grense for egnethet
Torsk	8 – 14	Spiser ved temp 3 - 17 °C	0 – 20 °C
Kveite	8 – 14	Bør unngå temp utenfor 2 – 16 °C	0 – 18 °C

Art / stadium	Minimum og maksimum temp °C	Kommentar
Laks (smolt)	3 – 18	
Laks (voksen)	1 – 18	Overlever ved høyere temperatur
Laks (gyteklar stamfisk)	2 - 12	

Temperatur under måleperioden på 5m og 15m var 3.9 – 5.1°C.

Temperatur viser at vannsøylen mellom 5m og 15m var blandet.

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

Vannstrøm reduseres i hastighet når den treffer merde. 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 (se gjennomsnitt strømhastighet).

Maksimal strømhastighet var 35.1cm/s mot NØ på 5m dyp og 30.4cm/s mot Ø på 15m dyp. Maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m og svært sterk på 15m.

Signifikant maksimal strømhastighet var 15.2cm/s på 5m dyp og 12.6cm/s på 15m dyp og er vurdert som sterk.

Det var få tilfelle hvor strøm var >30cm/s på 5m og 15m.

5.2.2 Gjennomsnitt 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 strøm inne i en merd med 70%, og for å kompensere for dette bør gjennomsnittsstrøm være ca. 10 cm/s. Aarnes et al. (1990) fant at dersom merdene var mye begrodd kan strømmen i merd nummer to nedtrøms bli redusert til <40% av strømmen utenfor og i merd nummer seks var det praktisk talt ingen strøm.

Siden vann vil strømme rundt anlegget i tillegg til gjennom eller under det 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 merdene ligger etter hverandre langs hovedstrømmen.

Gjennomsnitt strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og 15m.

Gjennomsnitt strømhastighet var ≥ 2 cm/s på alle dyp.

5.2.3 Null målinger (< 1cm/s) og varighet

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

Prosent nullmålinger (<1cm/s) er mindre enn 10% på alle dyp.
Lengst varighet for strøm < 1cm/s er 30min på 5m og 50 min på 15m.

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

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 frisk vann. Det kan også være sesongsvariasjoner i vannutskiftning (Mattilsynet, 2014).

Strømretninger og vannutskiftning stemmer med området bunntopografi. Vannutskiftning er vurdert bra, fordi vann beveger seg bort fra start punkt og ikke bare flytter seg fram og tilbake til start punkt. Neumann parameter er vurdert som svært stabil på 5m og 15m, middels stabil på spredningsstrøm og lite stabil på bunnstrøm.

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 hvor det er kort avstand mellom havbunn og notbunn er det viktig at både sprednings- og bunnstrøm vise god vannutskiftning slik at sedimenter ikke hoper seg opp og påvirker vannkvaliteten i merden negativt (Mattilsynet, 2014). Mattilsynet (2014) anbefaler en minsteavstand mellom notbunn og sjøbunn på 20 m. Mattilsynet (2014) kommenterer videre at dette er en anbefaling og skal ikke benyttes som en absolutt regel og at grunne lokaliteter med konstant vannstrøm kan egne seg til akvakultur.

Mattilsynet (2014) mener at bunntopografi og strømningsforhold har betydning for utskifting av bunnsedimenter fra anlegget. En ujevn bunn eller en flat bunn med groper gir større risiko for sedimentopphopning enn en jevnt skrånende bunn.

Dyp ved malepunkter var ca. 47m. Da er det ca. 22 – 27m mellom notbunn og havbunn. Larstangen ligger over en skrånende bunn.

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

6. Vedlegg – strømmålinger opplysninger

Strømmålinger opplysninger er oppgitt i Tabell 6.1.

Målingene er tatt for å måle strøm:

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

Målerne registrerer strømhastighet, strømrretning og temperatur.

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

Rigg oppsett og beskrivelse er oppgitt i vedlegg 7.

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

Tabell 6.1. Strømmålinger opplysninger per instrument.

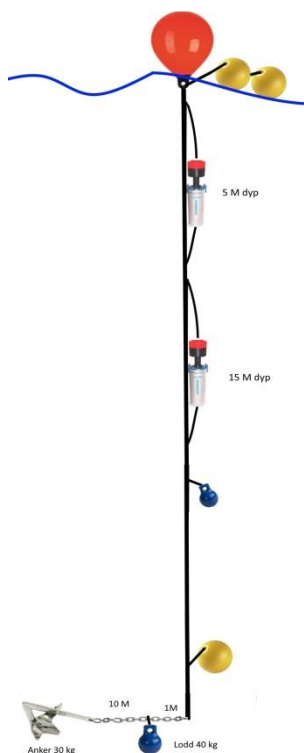
Dyp	5m	15m	Spredningsstrøm	Bunnstrøm
Strømmåling opplysninger				
Strømmåling utført av	Havbrukstjenesten AS	Havbrukstjenesten AS	Havbrukstjenesten AS	Havbrukstjenesten AS
Instrument plassering	Rigg 1	Rigg 1	Rigg 2	Rigg 2
Rigg koordinater	70°05.002' N; 20°05.517' Ø	70°05.002' N; 20°05.517' Ø	70°05.034' N; 20°05.418' Ø	70°05.034' N; 20°05.418' Ø
Dyp ved målested	48m	48m	47m	47m
Avstand mellom rigg 1 og 2	85m	85m	85m	85m
Avstand fra rigg til anlegget	n/a	n/a	n/a	n/a
Måleperioden				
Måleperioden	21.03.16 – 22.04.16	21.03.16 – 22.04.16	21.03.16 – 22.04.16	21.03.16 – 22.04.16
Måleperioden varighet	31.8	31.7	31.8	31.8
Antall springflo («storsjøan»)	3 (23. mars, 7. og 22. apr 2016)	3 (23. mars, 7. og 22. apr 2016)	3 (23. mars, 7. og 22. apr 2016)	3 (23. mars, 7. og 22. apr 2016)
Var anlegget i drift	Nei	Nei	Nei	Nei
Databearbeiding				
Filnavn rådata	Larstangen 5 M MH0316 P69.bin	Larstangen 15 M MH0316 P75.bin	Larstangen Spred. 33M MH0316 PM042 (nortek).aqd	Larstangen Bunn. 47M MH0316 PM043 (nortek).aqd
Data return	100 %	100 %	100 %	100 %
Gjennomsnitt dyp av instrumentet under måleperioden	5m	15m	35m	46m
Antall målingene	4572	4568	4574	4574
Antall manglende / fjernet målingene	0	0	0	0
Fjernet datapunkter	Ser vedlegg 8.3	Ser vedlegg 8.3	Ser vedlegg 8.3	Ser vedlegg 8.3

Dyp	5m	15m	Spredningsstrøm	Bunnstrøm
Instrument opplysninger				
Måler ID nr	Serial No: 69	Serial No: 69	Serial No: 042	Serial No: 043
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	Aquadopp punktmåler	Aquadopp punktmåler
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Nortek AS	Nortek AS
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.
Strømhastighet nøyaktighet	±0.15 cm/sek	±0.15 cm/sek	±0.5 cm/sek	±0.5 cm/sek
Strømhastighet rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±5 m/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±5 m/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretning nøyaktighet	±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt	±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt	± 2 ° for tilt < 20 °	± 2 ° for tilt < 20 °
Kompass justert for misvisning av Havbrukstjenesten AS	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperatur nøyaktighet rekkevidde	0.05 °C -5 °C til 40 °C	0.05 °C -5 °C til 40 °C	0.1 °C -4 °C til 40 °C	0.1 °C -4 °C til 40 °C

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

7.1 Riggoppsett – Aanderaa punktmåler

Riggoppsett for strømmen målt med Aanderaa punktmåler RCM Blue 5430 er vist i skisse Figur 7.1.1. Riggene ble forankret i bunn med 30kg anker (lodd) og 10m lang kjetting, og 1m før enden av kjettingen ligger det et lodd på 40kg. Tråkuler er brukt for oppdrift og lodd for vekting ned når relevant.



Figur 7.1.1. Skisse riggoppsett – Aanderaa punkt måler.

Måleprinsipp

Instrumentene bruker dopplereffekten for å måle strøm. Det sendes ut en kort lyd puls (akustisk puls) av en konstant, bestemt frekvens og forandring måles i både styrke og frekvens av innkommende refleksjoner. Forskjell mellom pulsen som er sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal til strømhastighet. 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 minutt intervall.

Tabell 7.1.1. 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 indikerer 150 ping i løpet av 10 min. En måling er gjennomsnitt over en 10min periode.

Valg av målersted

Plassering av riggen for strømmålinger er avgjørende for måling av strøm. Krav i NS9415 er at målerne er plassert i posisjon som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokalitet. Plassering av riggen i forhold til dyp strøm skal måles på har også stor betydning for data som er målt.

- Anleggets geografiske plassering og topografiske utforming av nærområdet må vurderes. Strømmen kan varieres hvor den dreier av, skifter retninger i f.eks bukter og vikler, hvor fjordsystemer møtes, på grunn av elveløp osv. Anlegget bør bli plassert der hvor vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn og mest mulig vanntransporten går på tvers av anlegget. Det er spesielt viktig i varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv fôring og drift av anlegget.
- Bunntopografi under anlegget og i området er også viktig å vurdere da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.
- Anleggets driftstatus må også vurderes der hvor 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 å måle strøm på 5m og 15m er plassering som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokalitet oftest rett utenfor anlegget og på enden lengst vekk ifra land. Grunnen til å måle strøm der er for å måle den sterkeste strømmen anlegget kan bli utsatt for med tanke på dimensjonering og for å vurdere om det er tilstrekkelig oksygen tilførsel til fisk i anlegget under drift.

For å måle strøm på sprednings- og bunnstrøm er 'beste' plassering i senter av anlegget. Grunnen til å måle strøm der er for å måle den mest representative strømstyrken i anlegget i forhold til spredning av organisk materiale.

Valg av måledyp

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

Vannutskiftningsstrøm måles på 15m.

Sprednings- og bunnstrøm

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

Valg av måleperiode

NS9514:2009 stiller krav til måling i minimum 28 dager.

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

8. Vedlegg - kvalitetssikring av data

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

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

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

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

Ved opptak blir måleinstrument undersøkt for begroing, andre ting som kunne har påvirket målinger og fysisk skade. Det kommenteres på riggskjema og i rapporten og mulig påvirkning av resultater er 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. Hvor disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Uteliggere er også vurdert og data fjernet som nødvendig.

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

8.1 Databearbeiding

Aanderaa Punktmåler

Rå data er først vurdert ved bruk av Aanderaa Data Studio programvare. Data er deretter eksportert til en *.csv fil for bearbeiding etter egne prosedyrer ved bruk av interne programmer.

Rigg tilstand etter måling

Det var ingen begroing på instrumenter og ingen data var vurdert feil eller usikre på grunn av dette. Data var kristisk vurdert og ingen forstyrrelse i målinger ble oppdaget. Data er vurdert av god kvalitet.

Nortek Aquadopp punktmåler

Rådata er først eksportert fra rå binær filer ved bruk av Nortek STORM og Sea Report programvare, og data er deretter kvalitetssikret gjennom Havbrukstjenesten's egenutviklede prosedyrer.

Rigg tilstand etter måling

Det var ingen begroing på instrumenter og ingen data var vurdert feil eller usikre på grunn av dette. Data var kristisk vurdert og ingen forstyrrelse i målinger var oppdaget. Data er vurdert av god kvalitet.

8.2 Data kvalitetssikring

Aanderaa Punktmåler og Nortek Aquadopp punktmåler

Kriteriene som er brukt å kvalitetssikre data er oppgitt under. Data er kvalitetssikret etter bestemte kriterier. Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Dette inkluderer blant annet vurdering av Profiler interne 'flags'. Uteliggere er også vurdert og data fjernet om nødvendig. Grenseverdier (thresholds) og rekkeviddene er oppgitt i tabellene under.

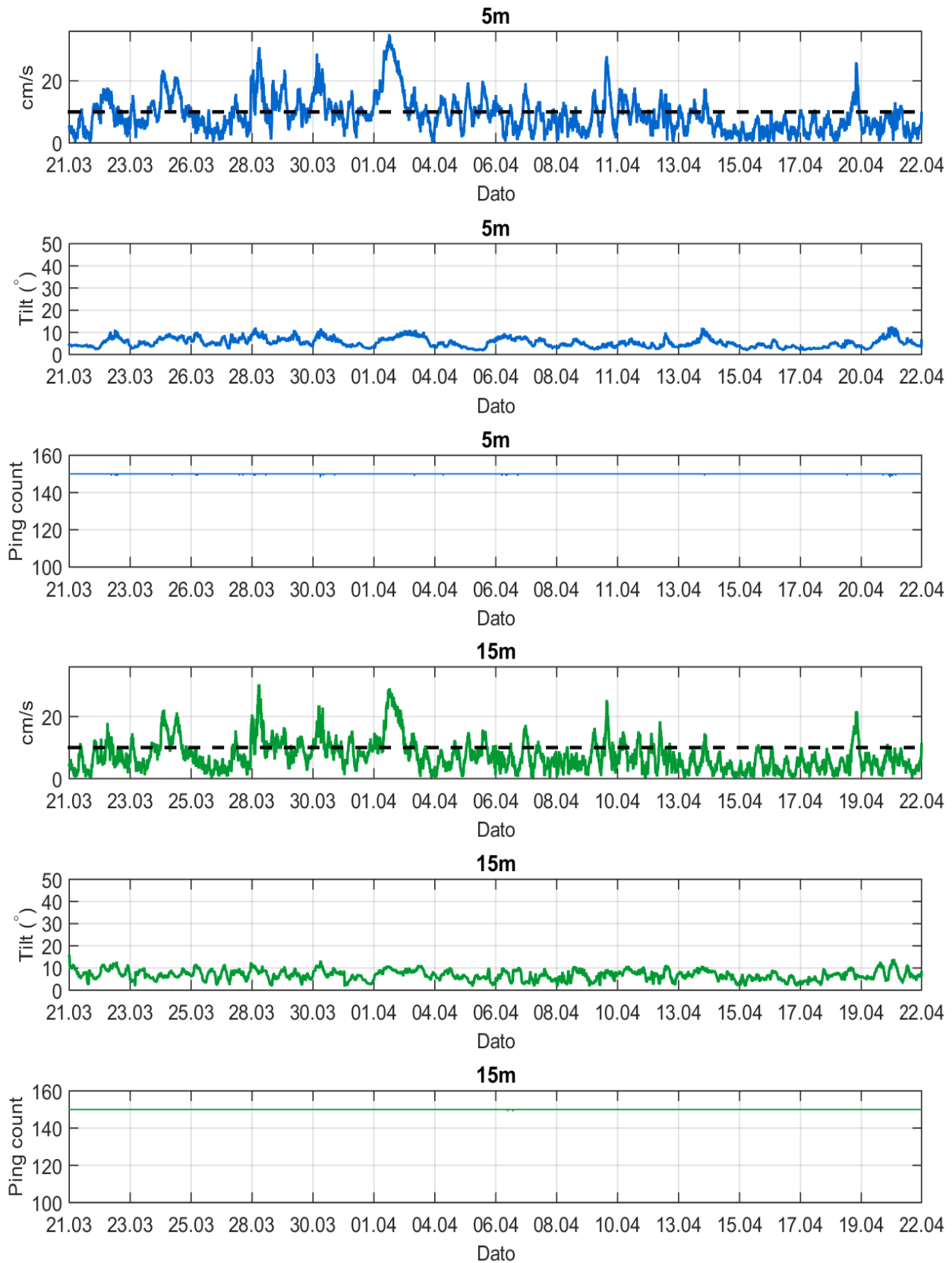
Tabell 8.2.1. Kriteriene som er brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1\text{deg}$) (ser 4.8)
Tilt grense	$< 50^\circ$ - Aanderaa punktmåler $< 20 - 30^\circ$ - Nortek doppler profiler
Ping count	150 - Aanderaa punktmåler
Trykk	Stabil (tidevanns mønster) - Nortek doppler profiler
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes på forskjellige 'kriteria' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes på forskjellige 'kriteria' i forhold til endringer mellom målinger.

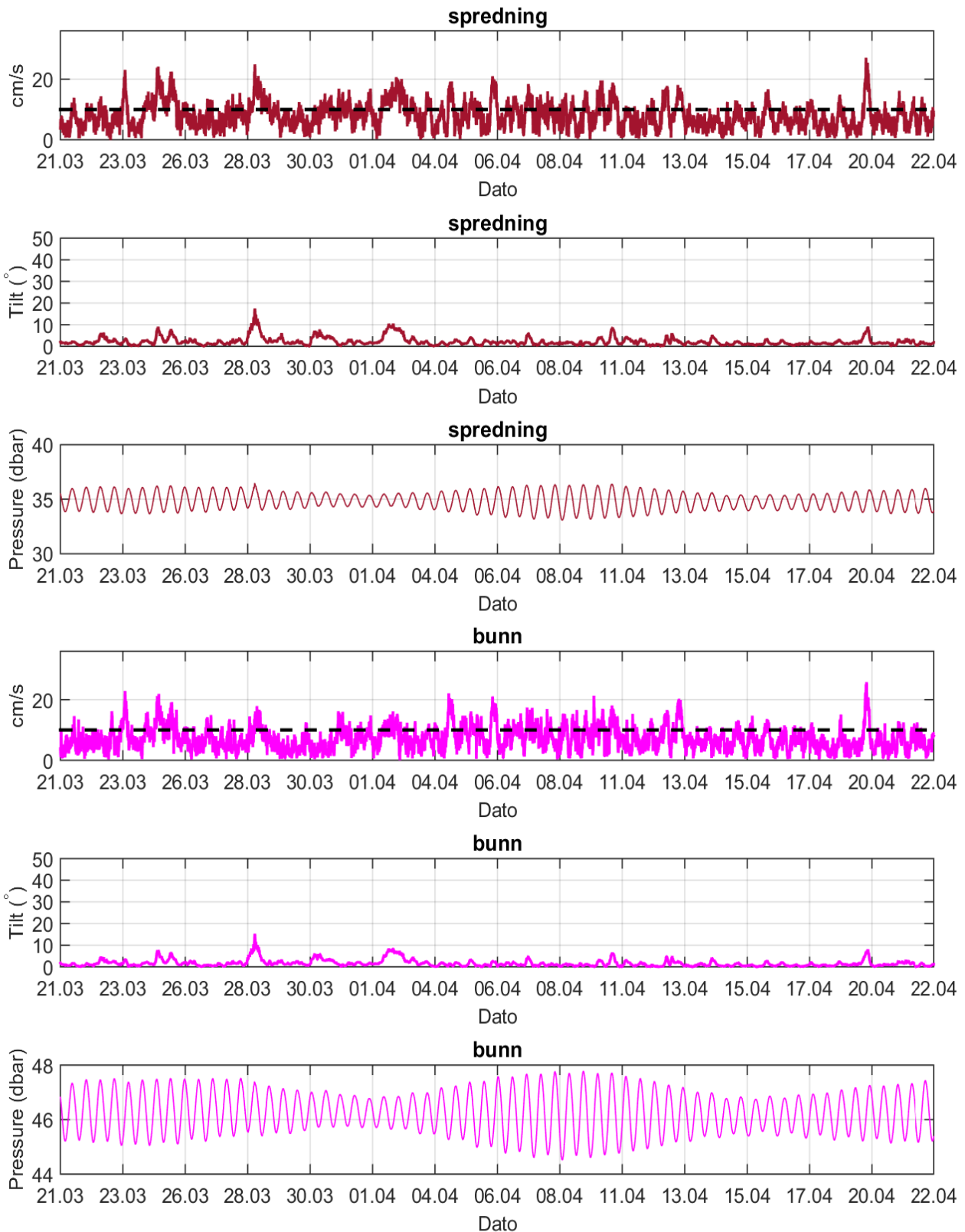
Tabell 8.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til den neste.

Δt (min)	Teoretisk $u_1 - u_2$ (m/s)	Faktor	Godkjent $u_1 - u_2$ (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 tidevanns strømhastighetskurver) har disse forskjeller blitt økt med de oppgitte faktorer, men u er satt til 1 m/s siden variabilitet øker med avtagende strøm (u).



Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kvalitetssikring av strømhastighet med instrument trykk, tilt og ping count.



Figur 8.2.2. cont. Tidsdiagram – kvalitetssikring av strømhastighet med instrument trykk, tilt og ping count.

8.3 Fjernet data

8.3.1 Måleperioden

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

8.3.2 Enkelte data punkter

Ingen datapunkter er fjernet fra målingene.

9. Vedlegg - Strøm tilstandsklasser

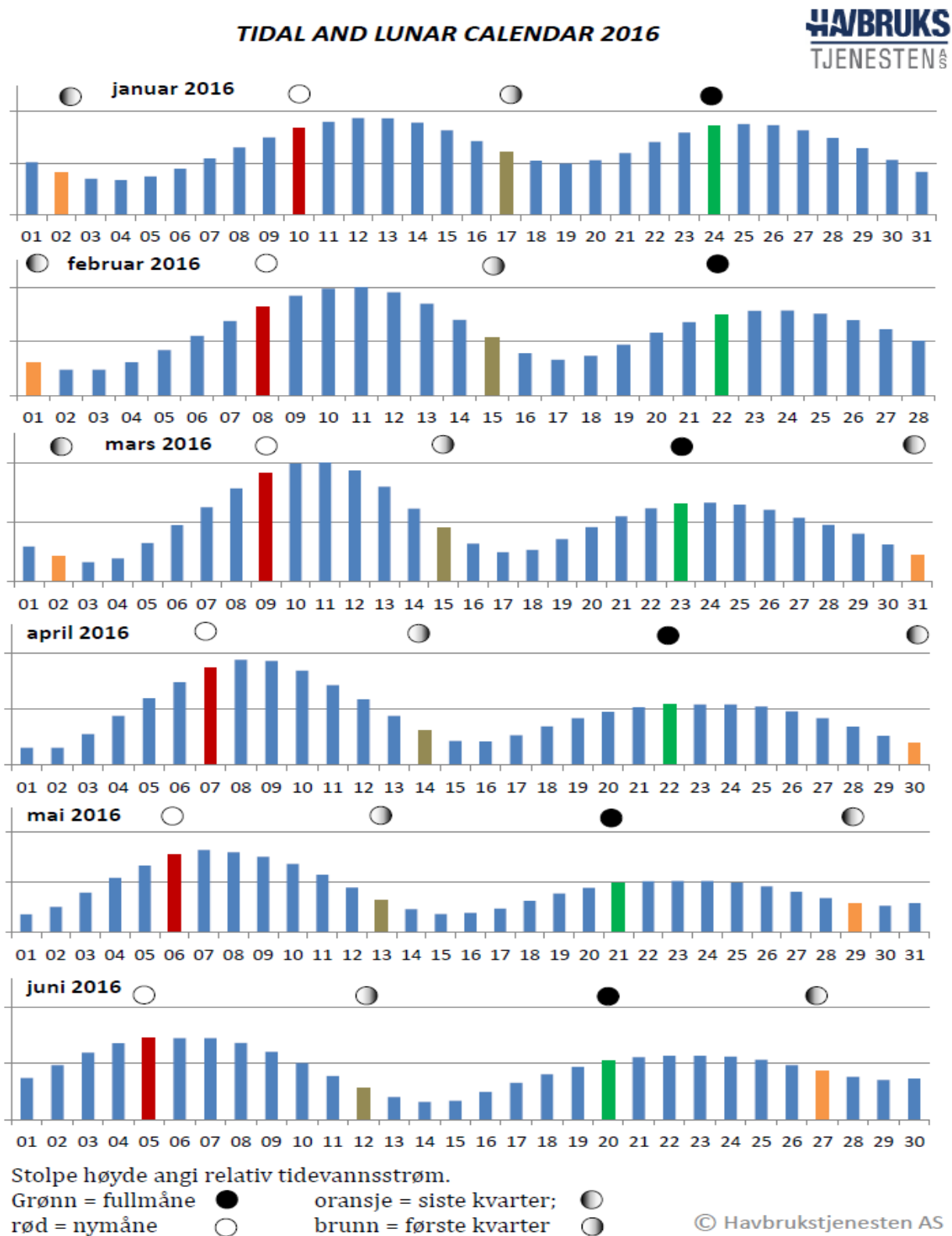
Tilstandsklasser for strømparametere oppgitt i Tabell 9.1. Verdier er tatt fra Havbrukstjenestens innsamlede data ved bruk av Aanderaa punktmålere (Reed, 2015).

Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

Tilstandsklasse	Dybde (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 55	41 - 55	27 - 40	15 - 26	< 15
Vannutskiftingsstrøm	15	> 45	31 - 45	21 - 30	11 - 20	< 10
Spredningsstrøm		> 35	26 - 35	16 - 25	11 - 15	< 10
Bunnstrøm		> 35	26 - 35	16 - 25	11 - 15	< 10
Gjennomsnitt strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 10	7.1 - 10	6.1 - 7	3 - 6	< 3
Vannutskiftingsstrøm	15	> 9.0	6.1 - 9	5.1 - 6	2 - 5	< 2
Spredningsstrøm		> 8.5	5.1 - 8.5	4.1 - 5	2 - 4	< 2
Bunnstrøm		> 7.5	5.1 - 7.5	4.1 - 5	2 - 4	< 2
Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 25	17.1 - 25	11.1 - 17	5.1 - 11	< 5
Vannutskiftingsstrøm	15	> 23	15.1 - 23	8.1 - 15	4.1 - 8	< 4
Spredningsstrøm		> 20	14.1 - 20	7.1 - 14	4.1 - 7	< 4
Bunnstrøm		> 16	11.1 - 16	6.6 - 11	6.5 - 3	< 3
Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 6	4.1 - 6	2.6 - 4	1.6 - 2.5	< 1.5
Vannutskiftingsstrøm	15	> 5	3.6 - 5	2.4 - 3.5	1.6 - 2.3	< 1.5
Spredningsstrøm		> 4	3.1 - 4	2.1 - 3	1.1 - 2	< 1
Bunnstrøm		> 4	3.1 - 4	2.1 - 3	1.1 - 2	< 1
Andel strømstille (%) < 1cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	< 1	1 - 3	3.1 - 5	5.1 - 7	> 7
Vannutskiftingsstrøm	15	< 1	1 - 5	5.1 - 7	7.1 - 10	> 10
Spredningsstrøm		< 3	3.1 - 8.5	8.9 - 15	15.1 - 20	> 20
Bunnstrøm		< 3	3.1 - 10	10.1 - 20	20.1 - 30	> 30
Andel strømstille (%) < 3cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 30	> 30
Vannutskiftingsstrøm	15	< 5	5 - 15	15 - 25	25 - 40	> 40
Spredningsstrøm		< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 50	> 50
Bunnstrøm		< 10	10 - 20	20 - 35	35 - 60	> 60
Effektiv transport hastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	> 5.0	2.6 - 5.0	1.6 - 2.5	0.3 - 1.5	< 0.3
Vannutskiftingsstrøm	15	> 3.5	2.1 - 3.5	1.1 - 2.0	0.2 - 1.0	< 0.2
Spredningsstrøm		> 3.0	1.9 - 3.0	0.7 - 1.8	0.1 - 0.6	< 0.1
Bunnstrøm		> 3.0	1.9 - 3.0	0.7 - 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 tidevannsvariasjon under måleperioden

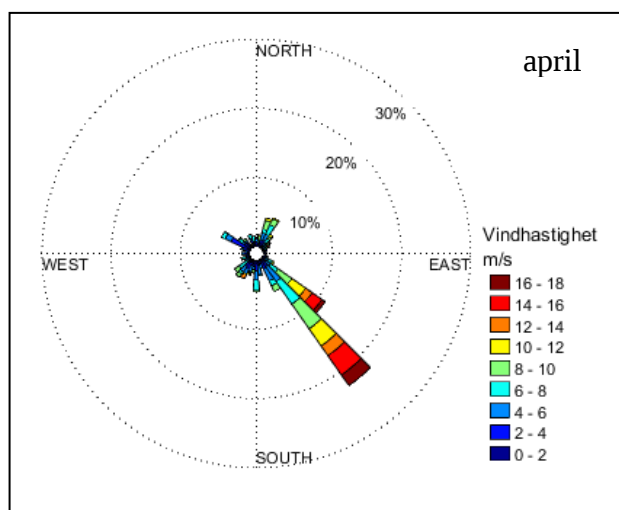
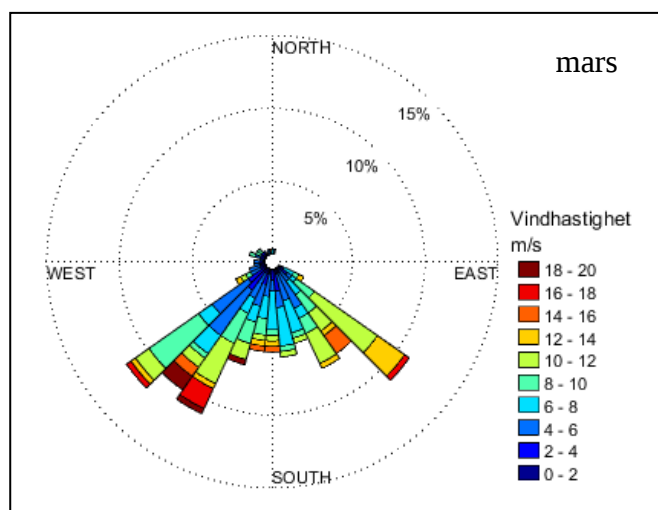
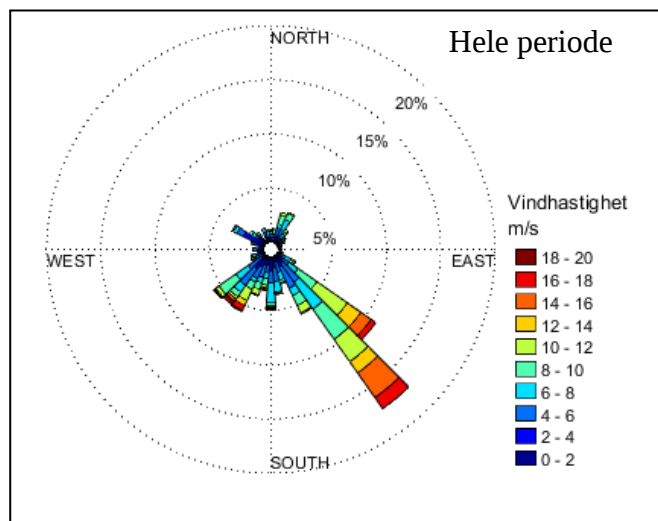
Strømmålinger er påvirket av blant annet tidevannsstrøm og kan bli påvirket av vind og vær. De månedlige tidevannsvariasjoner vist i figur under.



Figur 10.1. Månedlige tidevannsvariasjoner.

11. Vedlegg - Vind under måleperioden

Vind under måleperioden:



Figur 11.1. Vindrose under måleperioden fra værstasjon, Fakken.

12. Vedlegg - Bakgrunn for en strømrappport

12.1 Krav til en strømrappport

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 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).

12.2 Tenkt plassering av oppdrettsanlegg og områdebeskrivelse

Lokalitetens beliggenhet og omliggende geografi har noe å si for strømforholdene ved en lokalitet og må derfor tas med i en samlet vurdering som har betydning for miljøet til fisken i merdene (Mattilsynet, 2014).

Mattilsynet (2014) deler lokaliteter inn i fire hovedtyper: kyststrøk, fjorder, sund eller vik og omgitt av øyer og holmer. Nygaard og Golmen (1997) fant en sterk korrelasjon mellom topografi og strøm og delte lokalitetene inn i tre kategorier: sund, vik og åpen.

Typiske lokaliteter i **kyststrøk / åpne områder** har relativt homogen vannkvalitet og er utsatt for sterke og variable strømforhold Mattilsynet (2014). Vannutskiftning er jevn og bra. Det kan være vanskelig å plassere anlegget på grunn av forankringsforhold, dyp, vind og eksponering for bølger (Nygaard og Golmen, 1997). De har ofte skrående bunn mot en stor resipient hvor et eventuelt utslipp ikke har vesentlig innvirkning på miljøet. De har også ofte god spredningsstrøm og sediment på bunn hvor gravende bunnfauna kan ta seg av nedbryting av avfallet fra anlegget.

Lokaliteter i **fjorder** har vanligvis større sesongmessige variasjoner i miljøforholdene enn lokaliteter i kyststrøk, og kan ha sterke variasjoner i den vertikale lagdeling av saltholdighet, temperatur, oksygen og strøm (Mattilsynet, 2014). Dersom lokaliteten ligger i en **terskelfjord** vil dette ha stor betydning for utskifting av vannmassene i fjorden. En lav terskel kan medføre stagnerende dypvann. Overflate vann skiftes ut med tidevann. Fjordlokaliteter er ofte utsatt for mer lokal påvirkning av utslipp på grunn av lav spredningsstrøm og lite gravende bunnfauna som kan ta seg av nedbryting av avfallet fra anlegget.

Beliggenhet **omgitt av øyer og holmer** vil ha betydning for vannutskiftningen.

Viker eller bukter ligger ofte i tilknytning til andre større fjorder, sund eller åpne havområder. De er skjermet fra vær og vind, og det er relativt lett å forankre anlegget her, hvor det er liten

bølgeeksponering (Nygaard og Golmen, 1997). Grunt vann, svak strøm og risiko for resuspensjon av sediment kan lett føre til dårlige miljø- og driftsforhold.

Viker eller bukter har dårligst strømforhold av alle typer lokaliteter. Eksempelvis vil en del viker typisk ha en ”virvelstrøm”/ bakevje som resirkulerer vannet og gir dårlig utskifting (Mattilsynet, 2014). De har ofte skrående bunn, og de dypere deler av vannsøylen skiftes ut. Utslipp kan ha en lokal miljøeffekt avhengig av lokal bunntopografi og strømforhold.

Lokaliteter som ligger i et **sund** uten hindringer i åpningene men med trange innsevringer vil virke forsterkende på vannstrømmen når vannet presses i en retning (Mattilsynet, 2014; Nygaard og Golmen, 1997). Strømmen pleier å være regelmessig varierende, parallel med land, hvor tidevann pleier å dominere vannutskifting. Spesiell topografi kan medføre bakevjer. Grunne strømsund vil kunne ha fullstendig utskifting av vannsøylen fra overflate til bunn. Vanligvis avtar strømmen med dyp. Det vil være perioder med høy strømhastighet og perioder med strømsille. Lokal påvirkning av utslipp vil være avhengig av dyp, men påvirkningen er ofte liten.

13. Vedlegg - Måleenheter og forkortelser

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabell 1.

Tabell 13.1. 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 (Norsk normal tid**)
-	Høyde / Dybde	Meter (m)
-	Avstand	Kilometer (km) Meter (m)
-	Posisjon / Koordinater	GGG.GGG (°) Kompass retning GGG (°) MM.MM (') Kompass retning
-	Strøm Retning (mot)	Grader (°)
-	Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
-	Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
-	Vind Retning (fra)	Grader (°)
-	Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
-	Temperatur	Grader celsius (°C)
-	Tilt / Helling	Grader (°)
-	Ping Count	tall

*RTC = UTC 0 = GMT.

Lokal tid er derimot: RTC + 2 timer – sommer

RTC + 1 timer – vinter

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

14. Vedlegg - Parameter og Beskrivelse

Tabell 14.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse parametere.

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
Variance (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 høy spredning av data. Standard avvik = kvadratrot (variens)
% < x cm/s	Matematisk beregning av hvor ofte strømhastighet var < xcm/s
Lengst periode < x cm/s	Varighet lengste periode med strømhastighet < xcm/s
Effektiv transport	
Hastighet (cm/s)	Hvordan en partikkel i vannet, som er i strømmålerens posisjon ved målestart, driver med strømmen gjennom måleperioden. Bevegelse er en funksjon av strømhastighet og retning. Effektiv hastighet er beregnet som rettlinjert avstand fra start til slutt punkt delt med total tid for måleperioden.
Retning grader (deg)	Når måleperioden er slutt, er vinkelen til vektoren ut fra origo, som er strømmålerens posisjon, resultatretning eller effektiv transport retning.
Neumann parameter	Viser noe om stabiliteten til strømmen i vektorretningen. Stabil strøm (høy Neumann parameter) betyr at strøm renner i 'en' retning og beveger seg bort fra start punkt hele tiden. Ustabil strøm (lav Neumann parameter) betyr at strøm renner i mange retninger og er ikke stabil i en retning og kanskje bare flytter seg fram og tilbake til start punkt. For eksempel en Neumann parameter på 0.7 sier at strømmen i løpet av måleperioden renner med 70% stabilitet i vektorretning. Det er klassifisert som svært stabil strøm.
Vannforflytning (m ³ /m ² /d)	Hvor mye vann som renner gjennom ei rute på 1 m ² i løpet av et døgn. Gjennomsnittlig total vannutskiftning per døgn – alle retninger.

15. 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 og Nortek Doppler punktmåler.
4. 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
5. 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
6. 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.
7. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
8. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
9. 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.
10. Sætre, R. (1975). Lokalisering og miljø ved noen oppdrettsanlegg for laksefisk i Vest-Norge. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Serie B 1975 Nr. 4.
11. Reed, J-L. (2015). Strømklassifisering. Havbrukstjenesten AS-rappport: Strøm-Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.
12. 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.