

Strømmålinger ved Ålvund

Tingvoll kommune, mars-mai 2021





STIM Miljø Bergen

Tittel:	Strømmålinger ved Ålvund		
Forfatter:	Morten Stokkan	Rapport nr.:	40/2021
Prosjektleder:	Vibeke Lokøy	Dato rapport:	10.06.2021
Oppdragsgiver:	Gadus Group AS	Antall sider inkl. vedlegg:	22
Konfidensiell:	NEI	Prosjektnummer:	1766

Aktiviteter utført av STIM Miljø Bergen

Aktivitet	Akkrediterings-nummer	Personell
Hydrografi v/CTD	Ikke akkreditert	Vebjørn Borge

Kontroll av faglige vurderinger og fortolkninger	Dato 10.06.2021	Signatur <i>Vibeke Lokøy</i>
Prosjektansvarlig	Dato 10.06.2021	Signatur <i>Vibeke Lokøy</i>

Aktiviteter utført av underleverandør

Aktivitet	Akkrediteringsnummer	Båt og båtfører
Båt med båtfører	Nei	Nordic Subsea AS sin båt, Brynjar Wiig
Utsett og opptak av strømmålere	Nei	Nordic Subsea AS

STIM Miljø Bergen Thormøhlens gt. 55 5006 Bergen, Norway	E-post: miljo.bergen@stim.no Internett: www.stim.no/tjenester/miljotjenester Organisasjonsnr. NO 964 873 755 MVA
--	--

Rapporten kan kun gjengis i sin helhet.

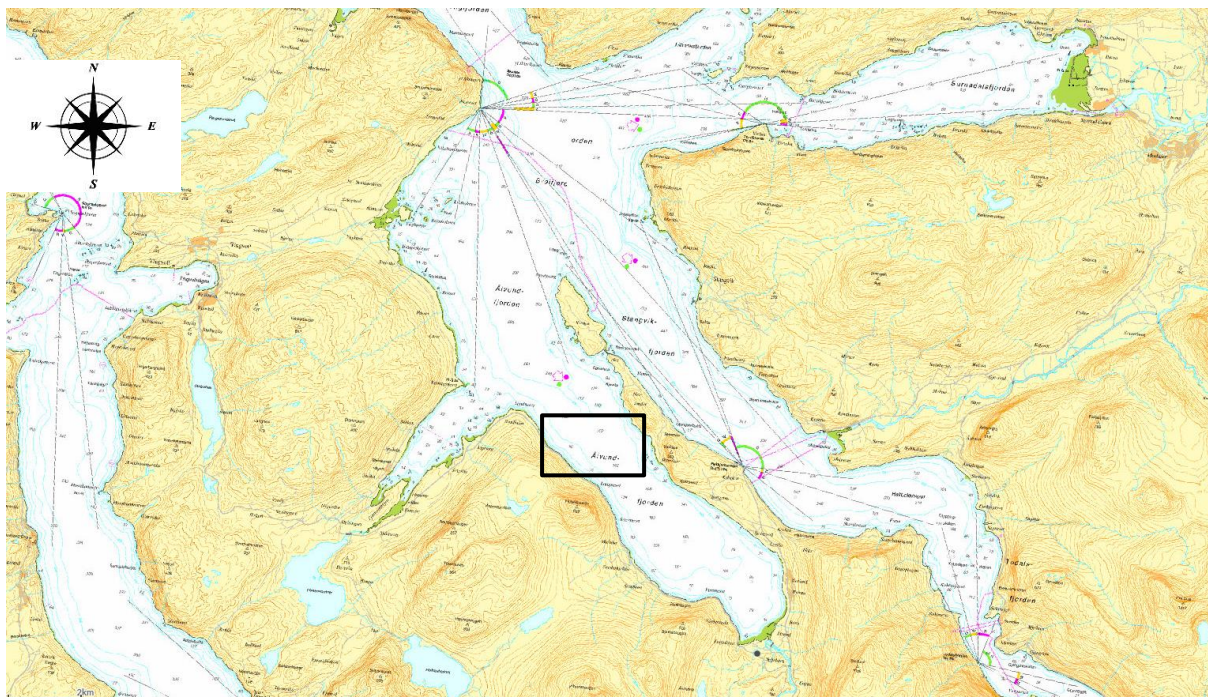
Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra STIM AS

INNHOOLD

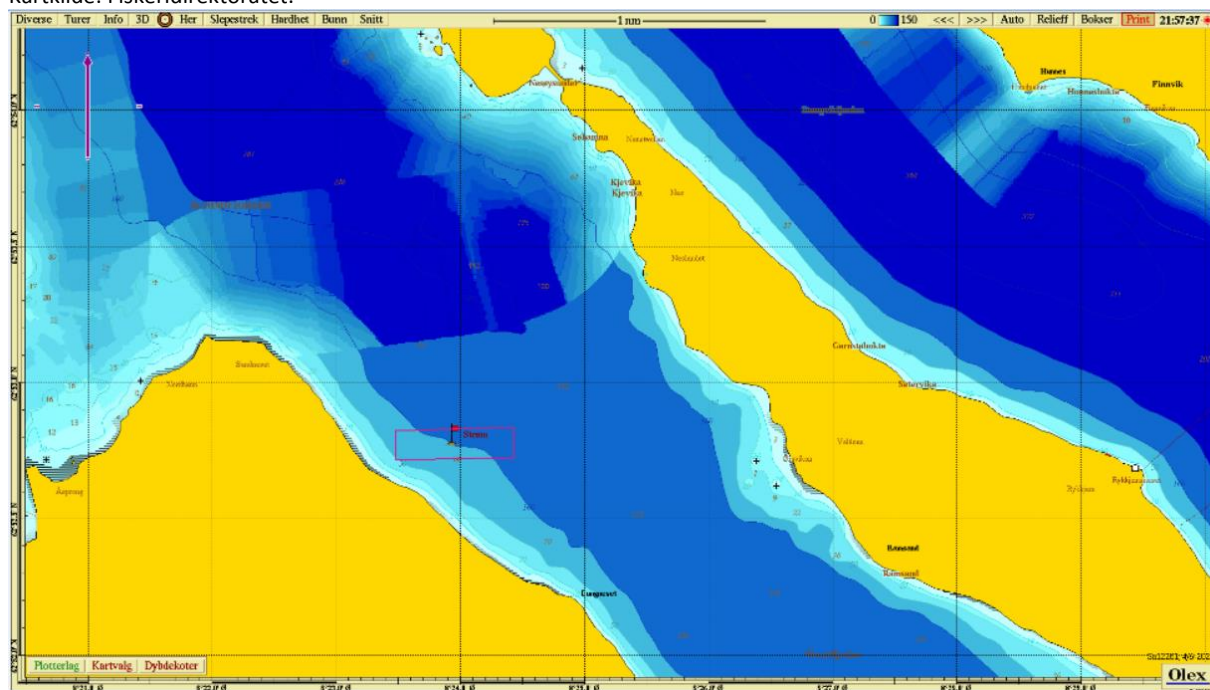
Innhold	2
1. Innledning	3
2. Material og metode	4
2.1. Aktuelle standarder	4
2.2. Oppsett og instrumenter	4
2.3. Beskrivelse av strømdata	6
3. Resultater	7
3.1. Sammendrag av resultater fra stasjon Ålv-S1	7
3.2. Data fra målepunkt i figurform, 5 meters dyp	9
3.3. Data fra målepunkt i figurform, 15 meters dyp	11
3.4. Data fra målepunkt i figurform, 63 meters dyp	13
3.5. Data fra målepunkt i figurform, 95 meters dyp	15
3.6. Hydrografiske målinger	17
3.7. Tidevann	19
4. Litteratur	19
5. Vedleggstabeller	20

1. INNLEDNING

STIM Miljø har på oppdrag fra Gadus Group AS utført strømmålinger i forbindelse med en forundersøkelse ved omsøkt lokalitet Ålvund i Tingvoll kommune (Figur 1-2). Lokaliteten er plassert i Ålvundfjorden, før Ålvundsfjorden møter Meisingsetfjorden. Rapporten presenterer resultatene fra strømmålingene utført ved angitt punkt (stasjon Ålv-S1). Målinger ble foretatt på 5, 15, 63 og 95 m dybde ved hjelp av en profilerende måler og en punktmåler. Strømmålingene er foretatt i perioden 27. mars til 05. mai 2021.



Figur 1. Oversiktskart over fjordsystemet rundt lokaliteten Ålvund. Firkant viser kartutsnitt for undersøkelsesområdet. Kartkilde: Fiskeridirektoratet.



Figur 2 Undersøkelsesområdet med rammen til anlegget inntegnet. Plassering av strømmåler er markert med rødt flagg i kartet. Lilla pil viser retning nord. Kartkilde: Olex.

2. MATERIAL OG METODE

2.1. Aktuelle standarder

Strømmålingene ble gjennomført i henhold til *NS 9425-1:1999, Oseanografi – Del 1: Strømmåling i faste punkter* og *NS 9425-2:2003, Oseanografi – Del 2: Strømmåling i ved hjelp av ADCP*.

2.2. Oppsett og instrumenter

Dybden på målepunktet var 100 m. Strømmålinger ble utført i fire dyp i vannsøylen, henholdsvis 5, 15, 63 (spredningsstrøm) og 95 (bunnstrøm) m. Det ble benyttet en rigg med én profilerende måler på 27 m dyp (5, 15) og to punktmålere som målte spredningsstrøm (63 m og bunnstrøm (95 m). Prinsippskisse av strømmålerigg er vist i Figur 4. Rigg ble satt ut 27. mars 2021 og hentet 05. mai 2021. Installeringene ble foretatt fra Nordic Subsea AS sitt fartøy som er utstyrt med, ROV (Remotely Operated Vehicle) og undervannsposisjonering. Etter endt installering ble alle rigger inspisert med ROV for å bekrefte dybder og oppsett på rigg.

Den profilerende måleren var en ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) strømmåler av typen Signature 500 (Nortek AS) (STIM Miljø Bergen ID AQP AQD102565). Punktmålerene var akustiske punktmålere (ACDM) av typen Aquadopp Current Meter 2 MHz (STIM Miljø ID AQD 16604/ AQD 11008 og STIM Miljø ID AQD 16507/AQD 11020). Instrumentene lagrer strømhastighet, strømrøtning, temperatur, trykk, dato og klokkeslett automatisk, med målefrekvens satt til hvert 10. minutt. Programvarene AquaPro (Nortek, v1.36.06), Surge (Nortek, v.1.14.01) og SeaReport (Nortek, v.1.1.93) ble benyttet i analyse og fremstilling av strømdata.



Figur 3 Prinsippskisse av strømmålerigg. AquaDopp Profiler måler oppover i vannsøylen, med ekstra punktmålere som peker nedover. Modifisert skisse fra NS 9424-1:1999. Merk at på rigg brukt i felt var det påmontert ekstra punktmåler og alle målere var vendt opp.

Tabell 1 Stasjonsopplysninger for strømmålinger ved stasjon Ålv-S1.

Parameter		Parameter	
Koordinater (lengde/bredde):	62°52.769'N 008°23.931'E	Koordinater (EUREF89/UTM32):	469425 6972304
Bunndyp (m):	100		
Måleinstrument:	Profilerende måler Signature 500 (ACP) (AQD 102565)		
Antall målinger (orig./filtrert):	5856/5545	Måleretning:	Opp
Instrumentdyp (m):	27	Måledyp (m):	5 og 15
Måleperiode start:	27.03.2021	Måleperiode slutt:	05.05.2021
Cellestørrelse (m):	2	Celler benyttet i analyse	6 og 11
Måleintervall (min):	10	Midlingsperiode (min):	1
Måleinstrument:	Punktmåler Aquadopp (ACDM) (AQD 16604/11008)		
Antall målinger (orig./filtrert):	5853/5521	Måleretning:	Opp
Instrumentdyp (m):	64	Måledyp (m):	63
Måleperiode start:	28.03.2021	Måleperiode slutt:	05.05.2021
Måleintervall (min):	10	Midlingsperiode (min):	1
Måleinstrument:	Punktmåler Aquadopp (ACDM) (AQD 16507/11020)		
Antall målinger (orig./filtrert):	5855/5527	Måleretning:	Opp
Instrumentdyp (m):	96	Måledyp (m):	95
Måleperiode start:	28.03.2021	Måleperiode slutt:	05.05.2021
Måleintervall (min):	10	Midlingsperiode (min):	1

2.3. Beskrivelse av strømdata

Strømstyrke for måleperioden er presentert som gjennomsnittlig hastighet (cm/s og m/s) med varians og standardavvik. Stabiliteten til strømhastigheten i måleperioden (spredning i datasettet) beskrives med bruk av standardavvik ($= x^y$, for x = varians og $y = 0,5$). Strømhastigheter vil i de aller fleste tilfeller være gjennomsnittlig strømhastighet $\pm$ standardavviket igjennom hele måleperioden, kun med unntak av enkelte registreringer av maksimal (maks) og minimal (min) strøm.

Maksimal (maks) og minimal (min) strøm er henholdsvis høyeste og laveste registrerte hastighet. Signifikant maks-strøm og min-strøm er definert som gjennomsnittet av 1/3 av de høyest eller lavest målte hastighetene.

Strømretninger blir oppgitt i grader og er nødvendig informasjon i beskrivelse av vanntransporten omkring målepunktet. Effektiv vanntransport og vannutskifting er bestemt av både strømretning og strømhastighet. Vanntransport (relativ vannfluks) omkring målepunktet kan illustreres i sektordiagram som viser hvilke retninger vanntransporten er størst.

Forholdet mellom strømretning og strømhastighet blir også beskrevet med bruk av progressiv vektoranalyse. Progressiv vektor illustrerer hvordan en tenkt «partikkel» vil drive med strømmen over tid. En slik «partikkel» vil kunne drive i ulike retninger gjennom måleperioden avhengig av stabiliteten til strømretningen. Neumann-parameter (verdi mellom 0 og 1) er brukt som mål for stabilitet til strømretningen. Neumann-parameter er forholdet mellom avstanden i rett linje fra partikkelens posisjon ved start og slutt og den faktiske vandringsruten til partikkelen. Høy Neumann-parameter vil indikere en klar hovedstrømretning, mens tilsvarende lav verdi indikerer strømforhold med hyppige skift i strømretninger. Reststrøm (cm/s) beskriver den effektive strømhastigheten, beregnet som partikkelens vandringsavstand i rett linje fra startpunktet (posisjon til strømmåleren) til endepunktet dividert med tiden partikkelen brukte.

3. RESULTATER

Instrumentene ble kontrollert både før utsett og etter opptak. Ingen skader eller funksjonsfeil kunne påvises. Målerne har fungert fint i hele måleperioden.

3.1. Sammendrag av resultater fra stasjon Ålv-S1

Totalt 5856 verdier ble registrert fra hver celle med måleren Signature 500 (AQP 102565). Dette inkluderer verdier registrert før og etter valgt måleperiode. Til beskrivelse av de ulike dypene (5 m og 15 m) ble det hentet ut datasett fra perioden 27. mars kl 23: 07 til 05. mai kl 11:14, med registreringer hvert tiende minutt. Dette tilsvarer 5545 registrerte målinger fra hvert dyp. Kvalitetskontroll av datasettet med programvaren Ocean Contour viste sterke signaler og gode målinger, og stabil posisjon for målerne i hele perioden. Fra datasettet ved 15 og 63 meters dyp ble ingen målinger fjernet. På 5 meters dyp fjernet i programmet SeaReport 28 målinger som lå utenfor grenseverdiene for kvalitetskontroll. Stasjonsopplysninger og måleperiode er beskrevet i Tabell 1.

Strømmålingene påviste hovedstrøm som tydelig følger topografien til fjorden i nordvestlig og sørøstlig retning i alle dyp (Figur 5, 7, 9 og 11). På 5, 15 og 63 m dyp var hovedstrømretning tydeligst mot nordvest med sekundærstrøm mot sørøst, mens det ved 95 meters dyp var tydeligst hovedstrømretning mot øst-sørøst. Strømretning var lite stabil i de øverste dypene (Neumann-parameter 0,28, 0,30 og 0,26). Og betydelig mer stabil ved bunnmålingene (Neumann-parameter 0,64), se også progressiv vektor.

Strømshastighet var høyest på 5 m med gjennomsnittlig strømshastighet på 6 cm/s og signifikant maks strømshastighet på 11 cm/s. 5 % av målingene var over 15 cm/s.

Ved de andre dypene blir strømmen noe svakere med dyp. Med en gjennomsnittsstrøm på 4, 5 og 4 cm/s og signifikante makshastigheter på 8, 7 og 6 cm/s. ved hhv. 15, 63 og 95 meters dyp.

Høyest andel lave målinger finnes ved bunnstrømmen hvor 48,5 % av målingene er mindre enn 3 cm/s

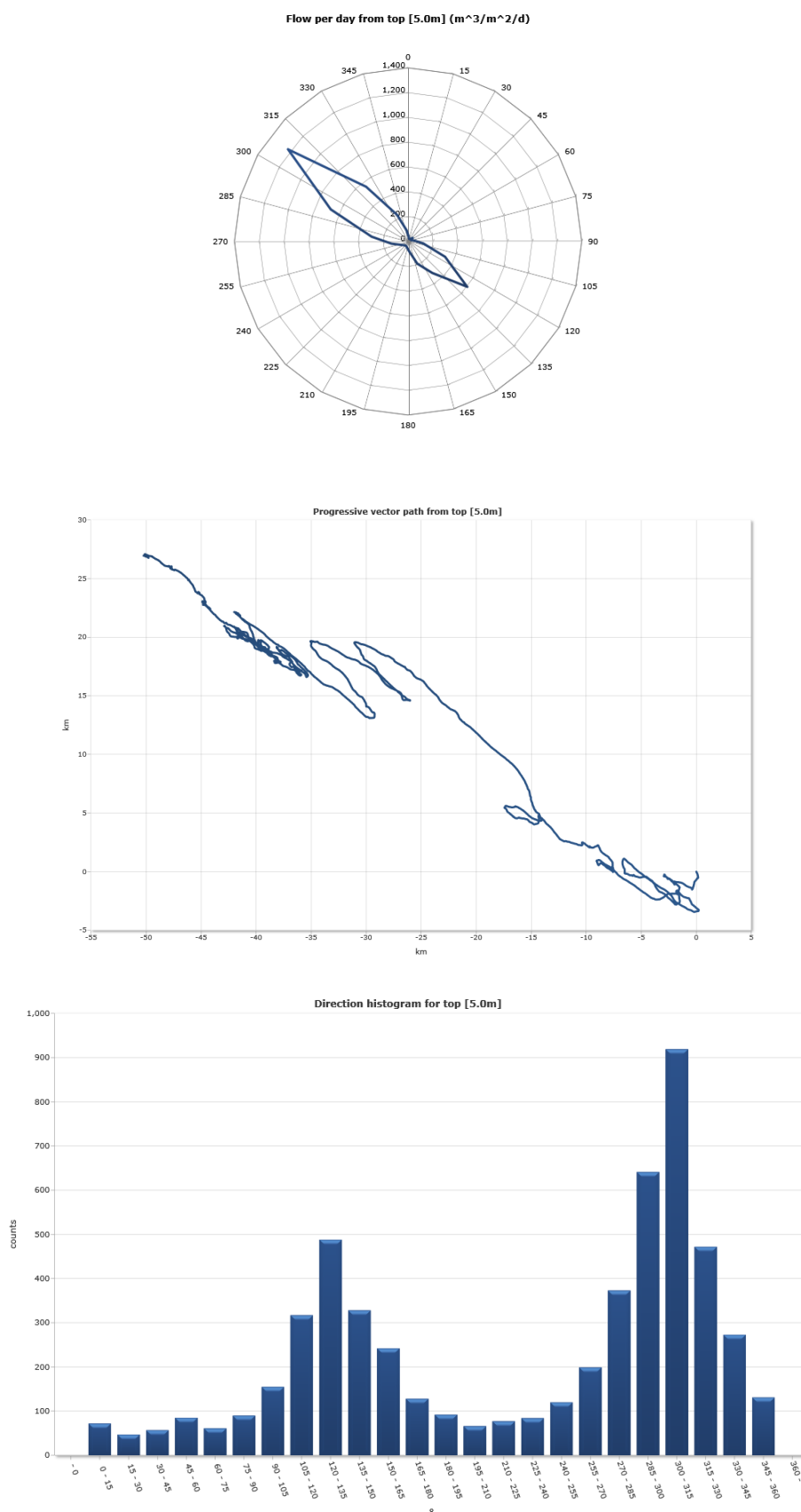
Resultater er oppsummert i Tabell 2. Data om fluks, retning, progressiv vektor, gjennomsnittlig og maksimal hastighet, tidsserie og histogram over hastighet, er gjengitt i figurform i Figur 5-12, og tidevann og temperatur er gjengitt i Figur 13-15. Tabeller over strømretning og -hastighet er gitt i vedlegg, Tabell 3-6.

Tabell 2 Oppsummering av målinger på stasjon Ålv-S1, i perioden 27. mars til 05. mai 2021.

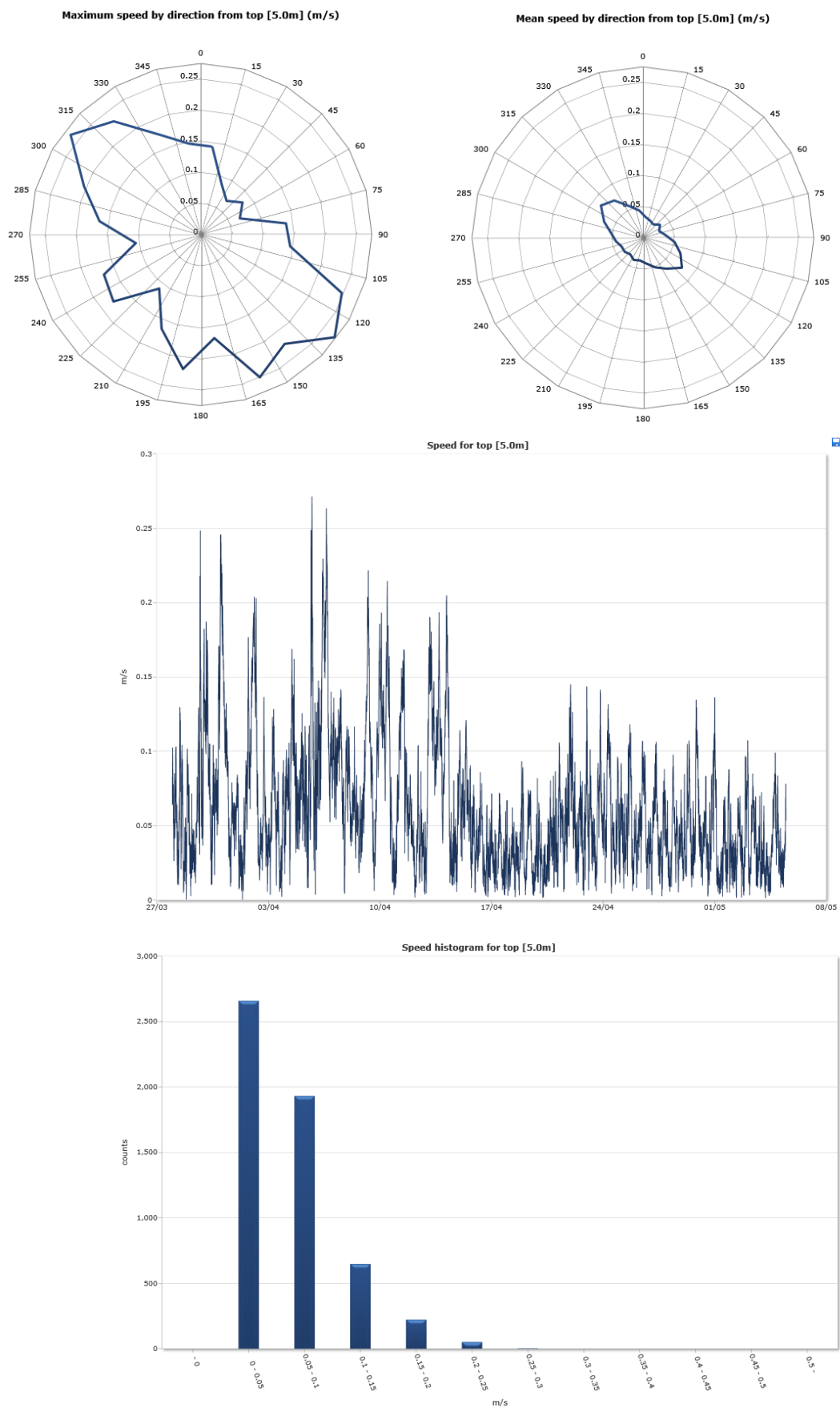
Parameter	5 m	15 m	63 m	95 m
Måleintervall (min)	10	10	10	10
Midlingsperiode (min)	1	1	1	1
Strømregistreringer (%) > 30 (høye strømhastigheter)	0	0	0	0
Strømregistreringer (%) < 1 cm/s (nullmålinger)	0,94	6,24	3,31	7,45
Lengste varighet på nullmålinger	20 minutter	20 minutter	20 minutter	20 minutter
Antall nullmålingsperioder > 12 timer	0	0	0	0
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	6	4	5	4
Minimum strømhastighet (cm/s)	0	0	0	0
Signifikant minimums strøm* (cm/s)	2	2	2	1
Maksimum strømhastighet (cm/s)	27	24	17	16
Signifikant maksimum strøm* (cm/s)	11	8	7	6
Standardavvik (cm/s)	4	3	2	2
Strømregistreringer, 0-3 cm/s (%)	24,96	42,6	27,01	48,51
Strømregistreringer > 15 cm/s (%)	5,01	5,6	0,18	0,04
Relativ vannfluks (retning)	Nordvest	Nordvest	Nordvest	Øst-sørøst
Neumann-parameter	0,28	0,3	0,26	0,64
Temperaturvariasjon (°C)	5,3-8,5			

*Gjennomsnittet av 1/3 målingene som viser lavest /høyest verdi.

3.2. Data fra målepunkt i figurform, 5 meters dyp

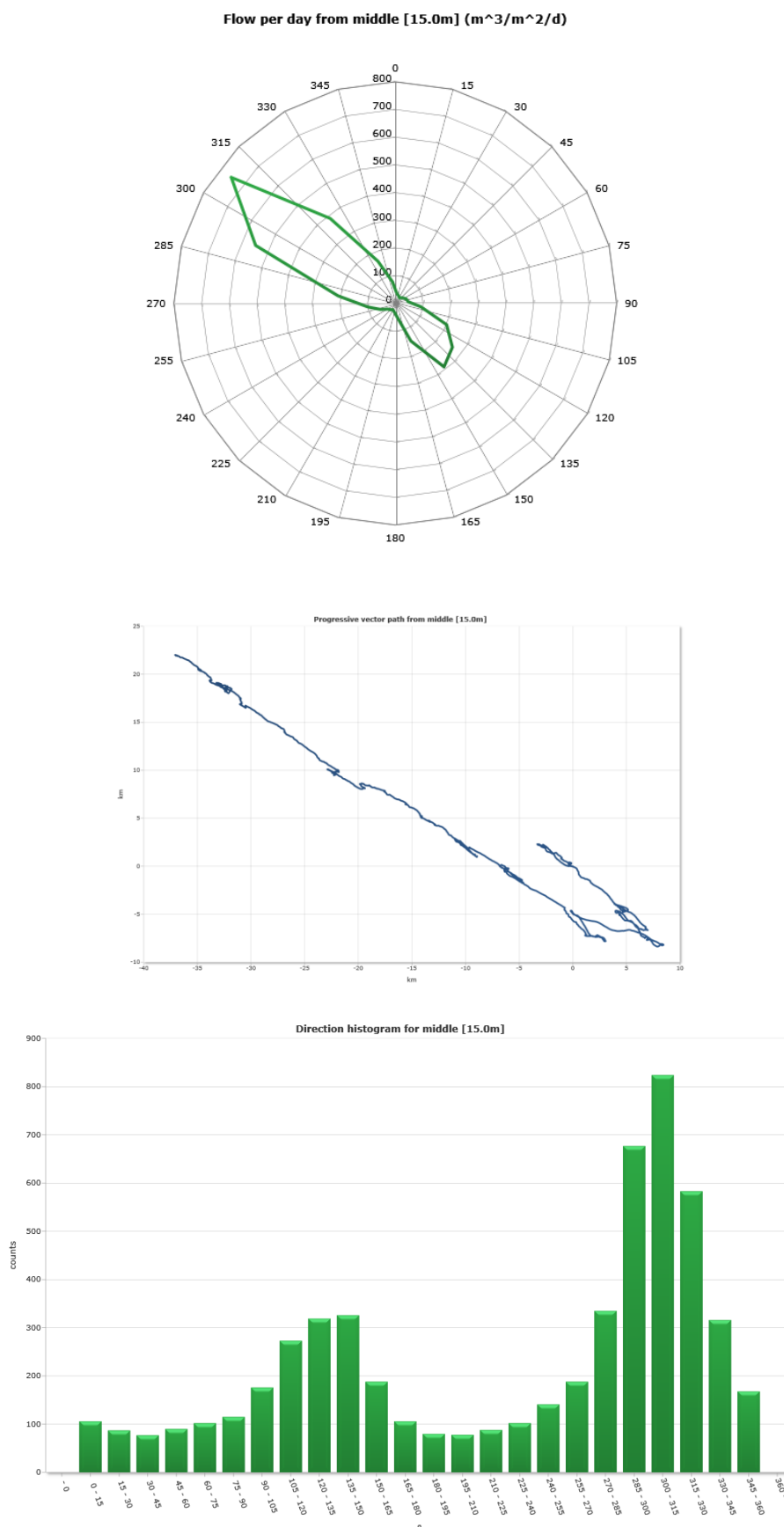


Figur 5 Fluks, progressiv vektor og målinger per retning, 5 m.

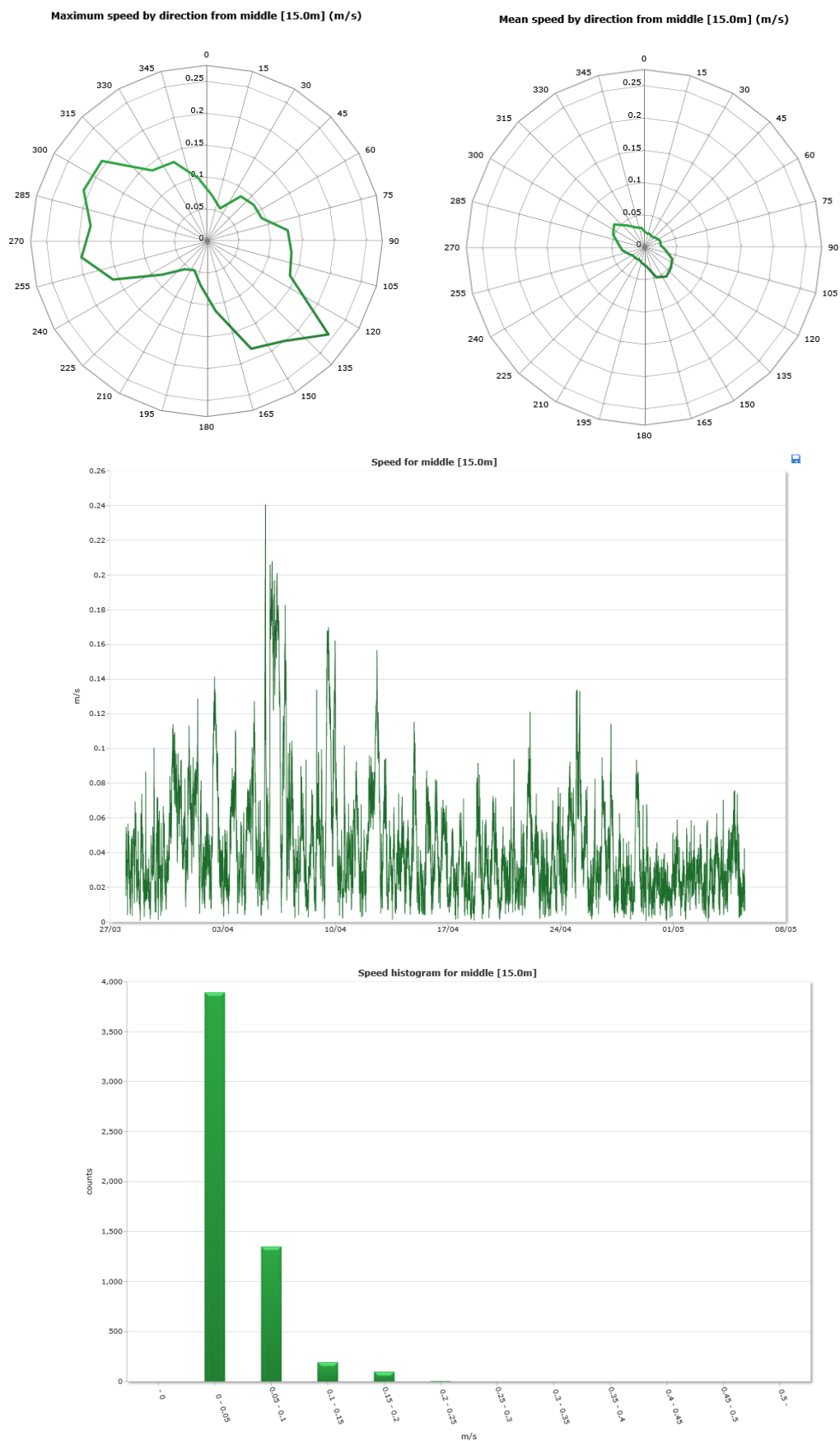


Figur 6 Maks og gjennomsnitt, tidsserie og histogram for strømhastighet, 5 m.

3.3. Data fra målepunkt i figurform, 15 meters dyp

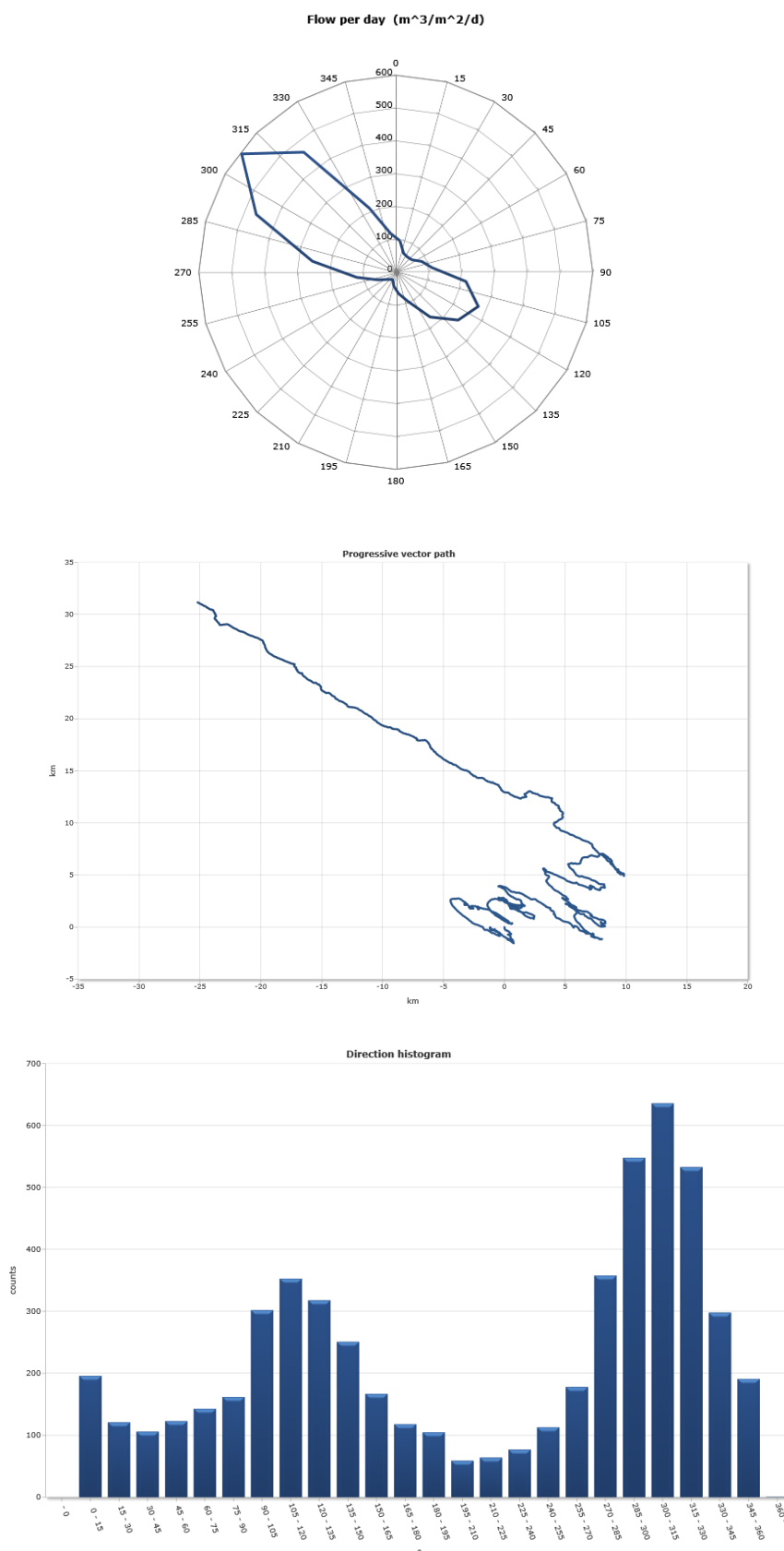


Figur 7 Fluks, progressiv vektor og målinger per retning, 15 m.

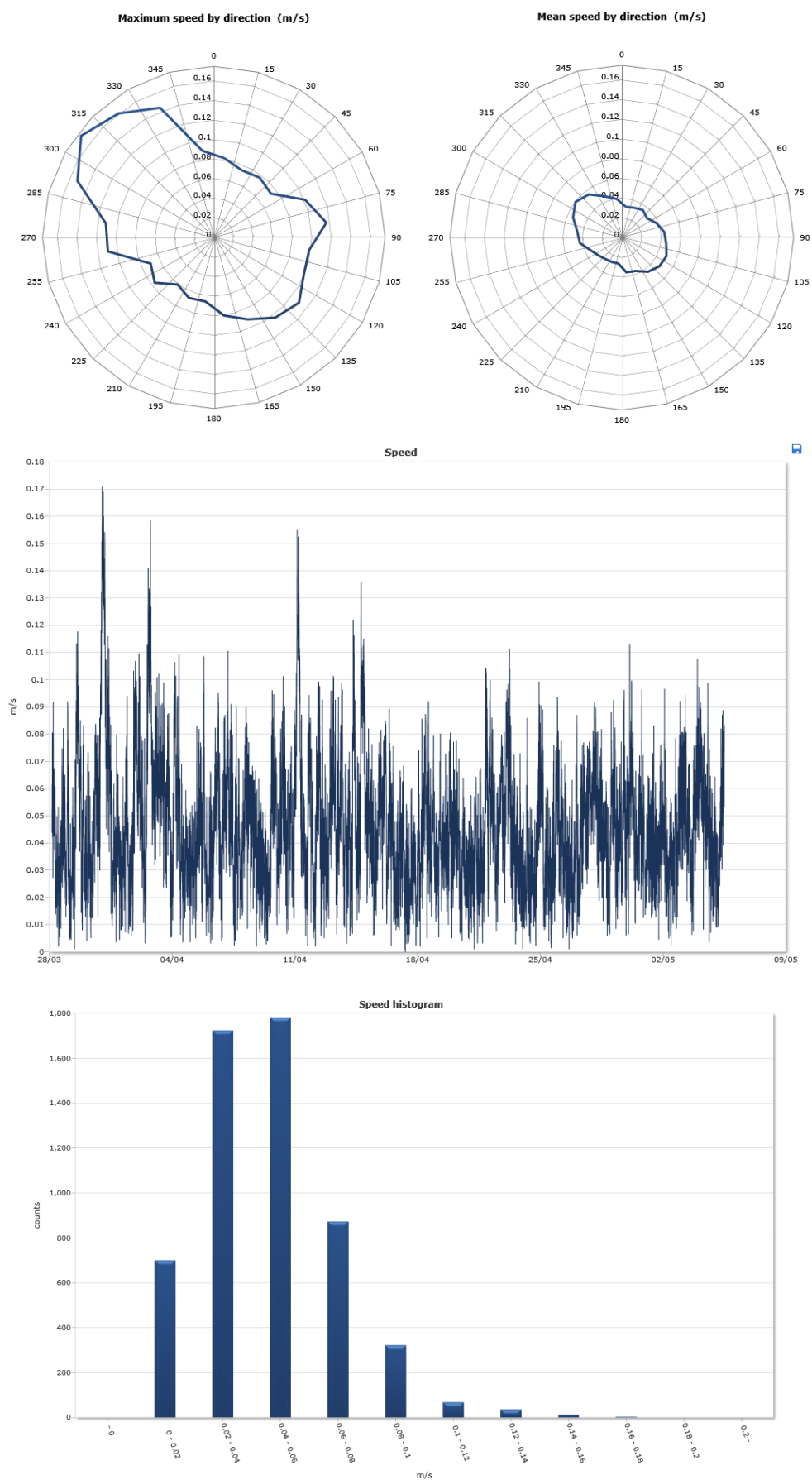


Figur 8 Maks og gjennomsnitt, tidsserie og histogram for strømhastighet, 15 m.

3.4. Data fra målepunkt i figurform, 63 meters dyp

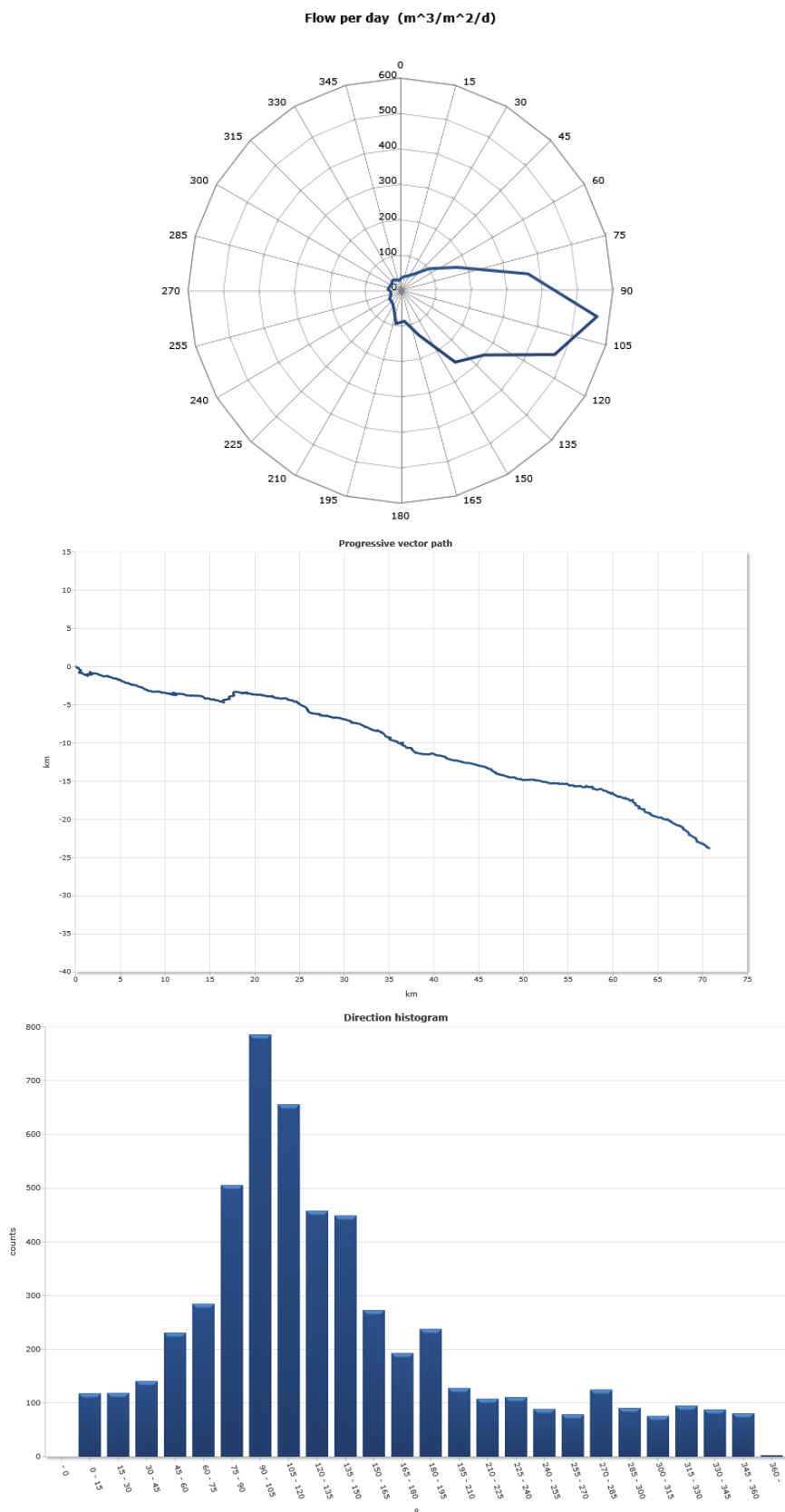


Figur 9 Fluks, progressiv vektor og målinger per retning, 63 m.

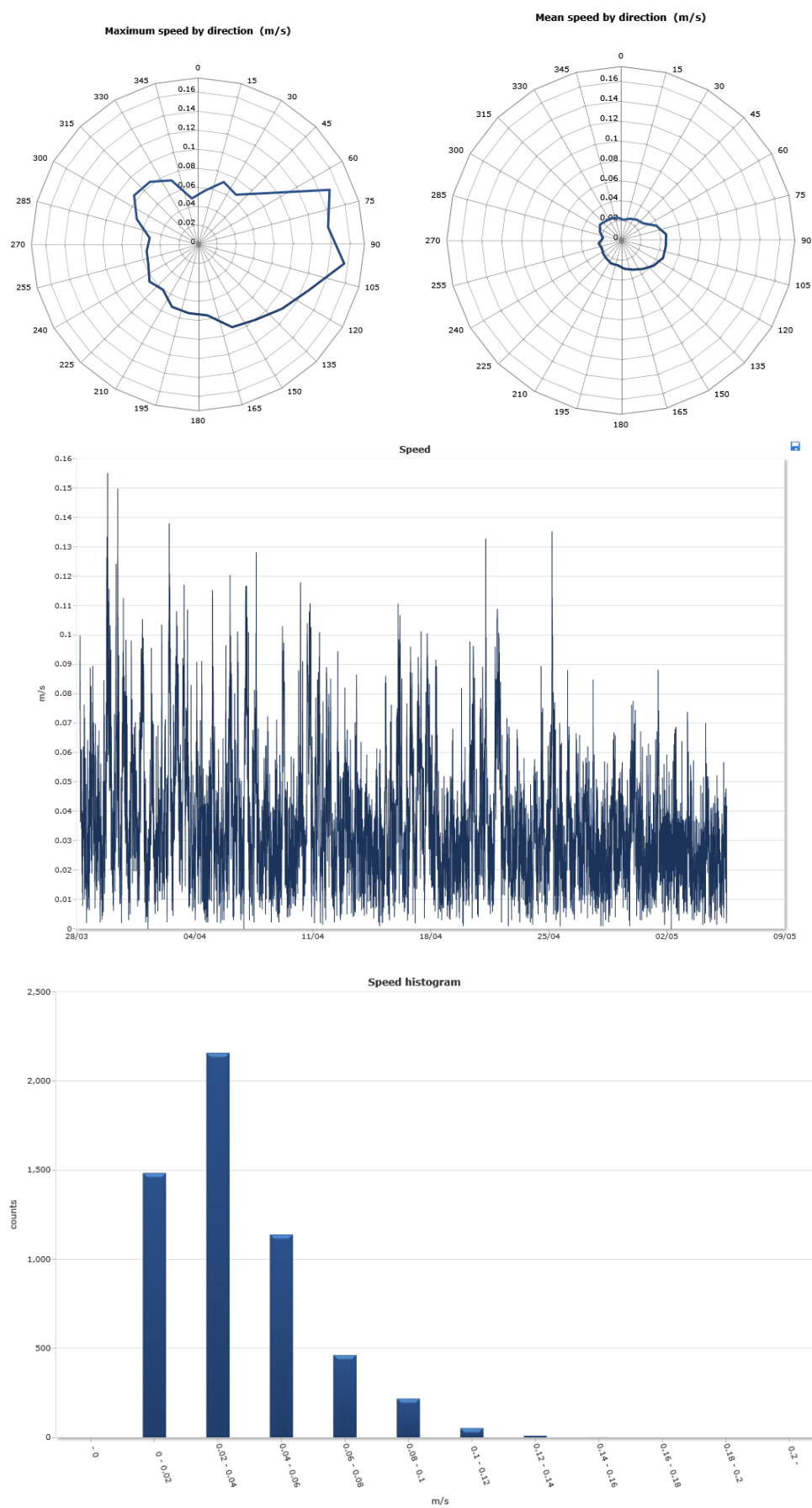


Figur 10 Maks og gjennomsnitt, tidsserie og histogram for strømshastighet, 63 m.

3.5. Data fra målepunkt i figurform, 95 meters dyp



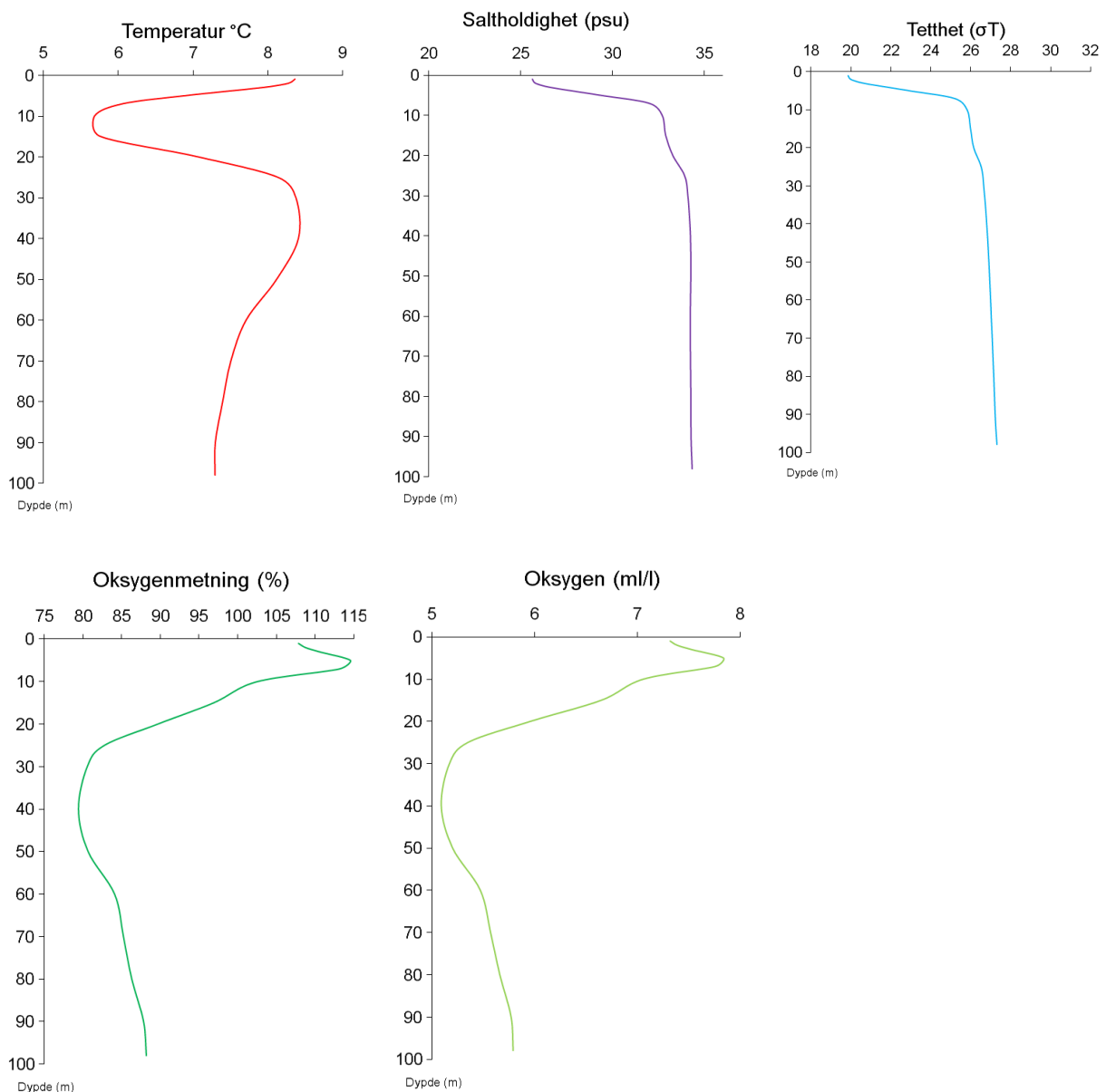
Figur 11 Fluks, progressiv vektor og målinger per retning, 95 m.



Figur 12 Maks og gjennomsnitt, tidsserie og histogram for strømhastighet, 95 m.

3.6. Hydrografiske målinger

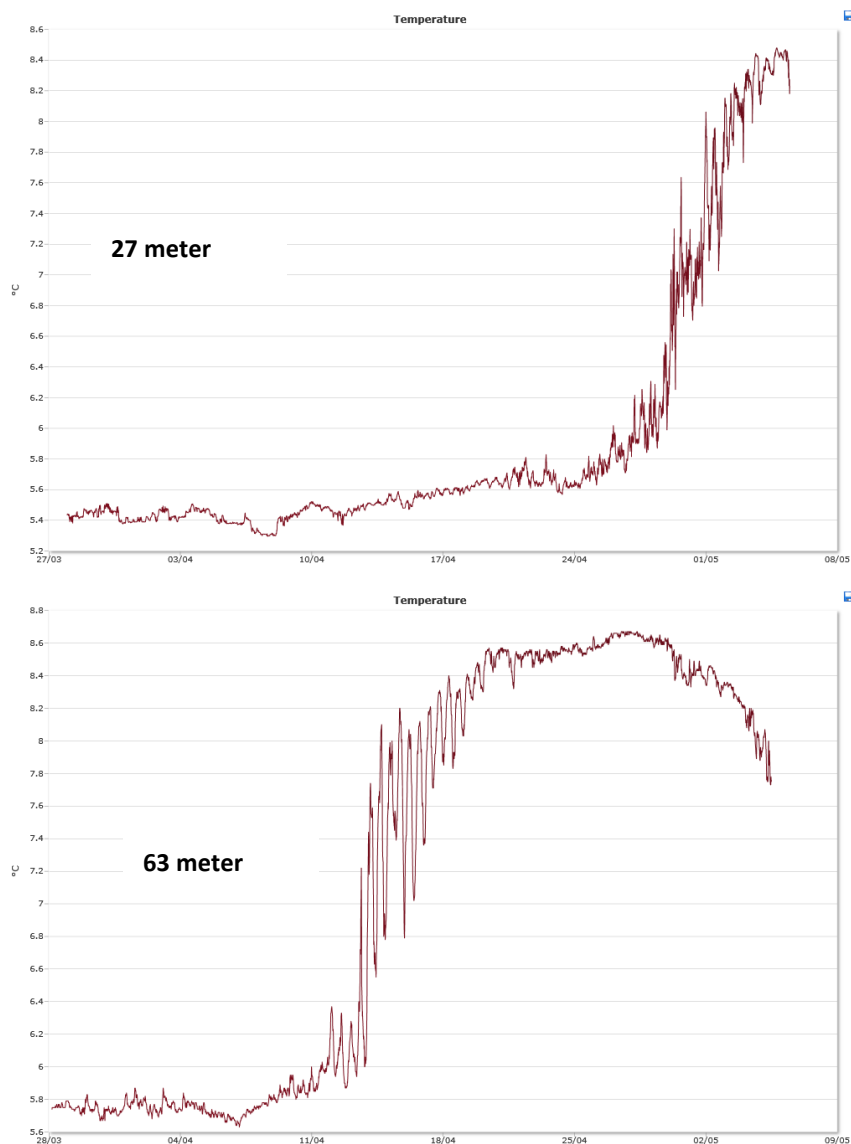
Data fra CTD-målingene 5. mai er presentert i figur 13 og vedleggstabell 7. Målingen er gjort i punktet for strømmåling, på 100 meters dyp. Resultatene viser tydelig lagdeling i vannmassene ved 10 meters dyp. Fra overflaten og ned til 10 meters dyp er temperaturen synkende frem til 5,7° C, og på de neste 20 meterne stiger temperaturen til 8,4 °C. Deretter synker temperaturen til den holder stabilt 7,3 °C ved bunnen. Saltholdigheten ligger rundt 25,5 psu fra de første 2 meterne hvor den stiger til 32 psu ved 10 meters dyp, og øker 35 psu ved 20 meter som den holder stabilt ned til bunnen til bunnen. Oksygenmetningen ligger på over 100 % (7,04 ml/l) i fra overflaten til 10 meters dyp. Deretter synker den til 80 % ved 30 meters dyp. Videre nedover mot bunnen øker oksygenmetningen til 88 %. (5,79 ml/l)

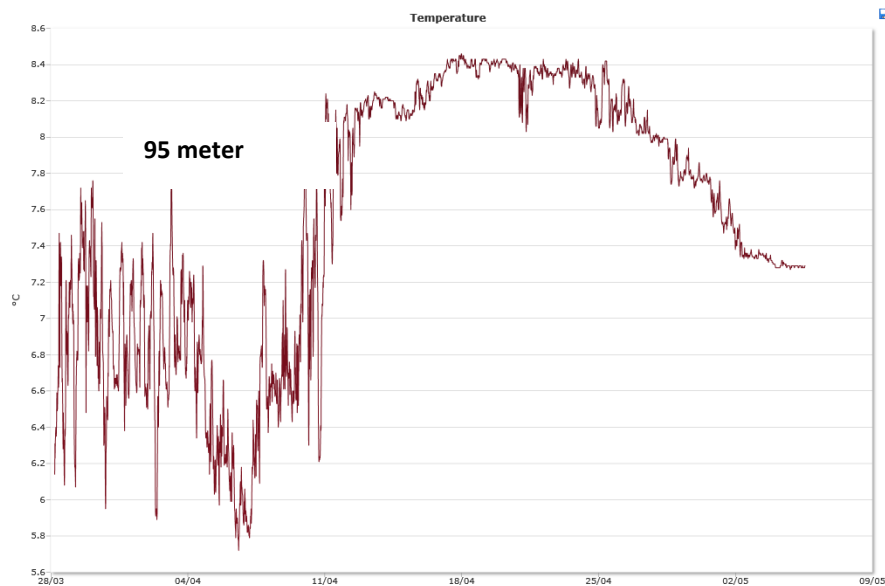


Figur 13 CTD-måling av vannsøylen ved tidspunkt for opphenting av strømmålere 5.mai 2021.

Temperatur

Temperaturmålingene registrert av strømmålerne gjennom måleperioden (figur 14) viser temperaturen på 27, 63 og 95 meters dyp.

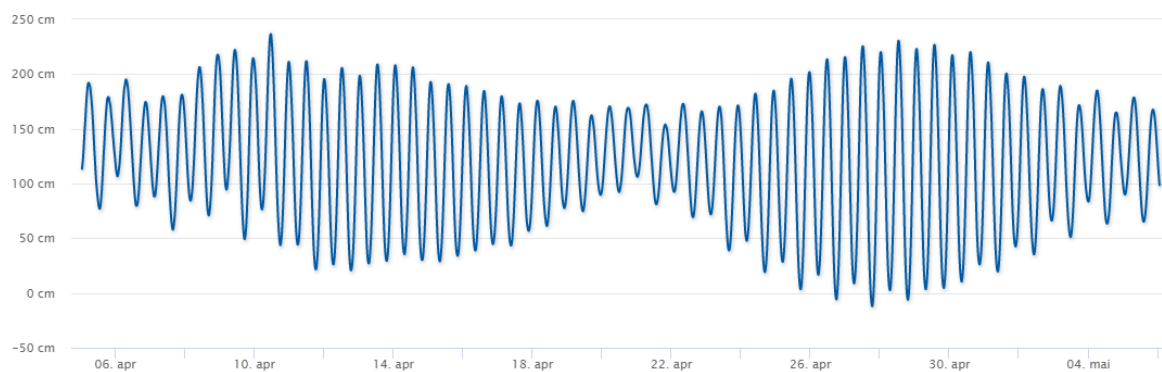




Figur 14 Temperatur registrert av de tre målerne fra 27. mars til 05. mai 2021.

3.7. Tidevann

Figur 15 viser tidevann i perioden strømmålerne stod ute.



Figur 15 Tidevann i perioden 27. mars til 05. mai 2021. Observert vannstand for Ålvund er vist. Kilde: www.sehavniva.no

4. LITTERATUR

NS 9425-1, 1999. Oseanografi Del 1: Strømmålinger i faste punkter

NS 9425-2, 2003. Oseanografi Del 2: Strømmålinger ved hjelp av ADCP

•	Direction/speed matrix																											
m/s																												
0.0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	%	Sum		
0.02	50	28	21	31	27	22	26	32	24	24	36	19	48	20	20	23	24	21	34	36	33	40	40	20	12.7	699		
0.04	85	57	49	54	48	57	106	95	84	85	65	59	32	27	33	37	52	62	108	115	107	126	92	89	31.2	1724		
0.06	56	28	29	31	50	49	92	108	128	99	48	30	19	11	10	16	31	63	131	192	222	183	99	57	32.3	1782		
0.08	4	8	7	7	16	23	53	91	62	34	17	9	6	1	1	1	6	25	65	138	150	89	41	19	15.8	873		
0.10	1	0	0	0	1	7	25	27	18	6	1	1	0	0	0	0	0	6	18	54	77	57	17	6	5.8	322		
0.12	0	0	0	0	1	4	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	9	23	17	6	0	1.2	68		
0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19	12	2	0	0.7	36		
0.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	9	1	0	0.2	13		
0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0.1	3		
0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0		
%	3.6	2.2	1.9	2.2	2.6	2.9	5.5	6.4	5.8	4.5	3.0	2.1	1.9	1.1	1.2	1.4	2.0	3.2	6.5	9.9	11.5	9.7	5.4	3.5	100.0	100.0		
Sum	196	121	106	123	143	162	302	353	318	251	167	118	105	59	64	77	113	178	358	548	636	533	298	191	100.0	552.0		

m/s	Direction/speed matrix																				%	Sum				
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300			315	330	345	360
0.02	63	50	48	80	54	71	134	81	62	102	72	56	94	49	47	53	48	38	82	50	28	44	39	36	26.8	1481
0.04	46	56	71	103	121	182	239	213	176	173	126	98	103	63	50	48	34	38	39	33	35	35	38	38	39.1	2158
0.06	9	12	21	39	69	122	193	192	137	125	57	35	37	13	10	9	7	3	4	5	10	14	9	7	20.6	1139
0.08	0	1	1	8	22	66	120	107	64	38	15	4	4	3	1	1	0	0	0	3	2	1	2	0	8.4	463
0.10	0	0	0	1	13	51	72	48	17	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3.9	218
0.12	0	0	0	0	3	11	23	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	53
0.14	0	0	0	0	2	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	10
0.16	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	2
0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
%	2.1	2.2	2.6	4.2	5.2	9.2	14.2	11.9	8.3	8.1	4.9	3.5	4.3	2.3	2.0	2.0	1.6	1.4	2.3	1.6	1.4	1.7	1.6	1.5	100.0	100.0
Sum	118	119	141	231	285	506	786	656	458	449	273	193	238	128	108	111	89	79	125	91	76	95	88	81	100.0	5524

Tabell 7 CTD-data fra Ålvund 05. mai 2021

Instrument no.: 992

Started : 05.05.2021 - 17:11:51

Down-cast selected

Press	Sal.	Temp	T (FTU)	OpOx %	Opml/l	Density
1	25,63	8,37	1,37	107,94	7,32	19,88
2	25,8	8,283	0,65	108,88	7,39	20,033
3	26,57	7,958	0,32	110,72	7,53	20,683
5	29,35	6,922	0,66	114,66	7,84	23,008
7	32,01	6,07	1,14	113,22	7,76	25,211
10	32,71	5,689	0,27	102,57	7,06	25,825
15	32,9	5,763	0,19	96,93	6,65	25,995
20	33,29	7,067	0,16	89,69	5,96	26,154
25	33,93	8,137	0,16	82,8	5,35	26,528
30	34,11	8,382	0,17	80,6	5,17	26,652
40	34,25	8,417	0,2	79,46	5,09	26,802
50	34,27	8,126	0,2	80,71	5,2	26,909
60	34,24	7,717	0,18	84,14	5,47	26,994
70	34,25	7,513	0,21	85,28	5,57	27,073
80	34,27	7,403	0,24	86,36	5,66	27,152
90	34,28	7,304	0,23	87,89	5,77	27,219
98	34,34	7,30	0,27	88,24	5,79	27,31

Tabell 8 Retning med returperiode 5 og 15 meter

5 meter

Direction	Mean	Max	Mean 10y	Max 10y	Mean 50y	Max 50y
0	0.042	0.148	0.069	0.243	0.078	0.273
45	0.030	0.085	0.050	0.140	0.056	0.157
90	0.048	0.232	0.080	0.383	0.089	0.430
135	0.070	0.271	0.115	0.448	0.129	0.502
180	0.042	0.248	0.070	0.410	0.078	0.460
225	0.036	0.177	0.059	0.292	0.066	0.327
270	0.051	0.164	0.084	0.271	0.094	0.303
315	0.078	0.263	0.129	0.435	0.144	0.487

15 meter

Direction	Mean	Max	Mean 10y	Max 10y	Mean 50y	Max 50y
0	0.026	0.134	0.043	0.221	0.049	0.248
45	0.023	0.093	0.038	0.154	0.043	0.172
90	0.033	0.134	0.054	0.221	0.061	0.248
135	0.054	0.240	0.089	0.397	0.100	0.445
180	0.031	0.157	0.051	0.259	0.057	0.291
225	0.021	0.087	0.035	0.143	0.040	0.160
270	0.039	0.197	0.065	0.325	0.073	0.364
315	0.051	0.208	0.084	0.343	0.095	0.384



STIM AS - Miljø utfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra fylker, kommuner, oljeselskap, industri og havbruksnæring. STIM Miljø Bergen er akkreditert for prøvetaking av sediment til analyse av biologi, kjemi og sedimentkarakteristikk, fjæreundersøkelser, taksonomisk analyse og faglig vurdering og fortolkning under akkrediteringsnummer Test 157.

Vi utfører også naturtypekartlegging, vannsøyleundersøkelser, risikovurdering av forurenset sediment, strømmålinger og modellering av strømforhold, samt andre miljøundersøkelser. STIM er også totalleverandør av fiskehelsetjenester.

www.STIM.no