

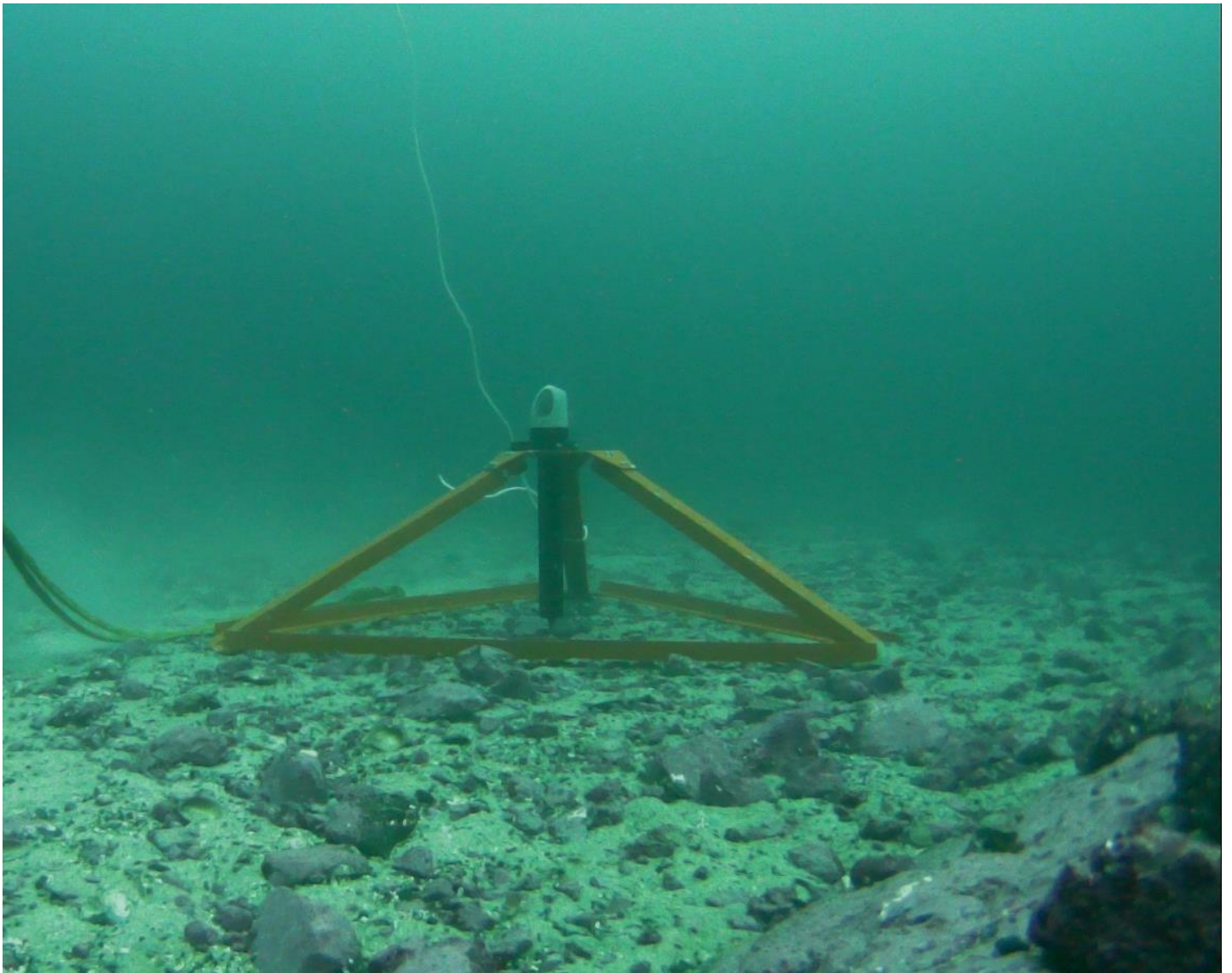
Kystverket

► Strømmålinger i ytre havn: Vardø havn

Vardø kommune

Datarapport

Oppdragsnr.: 52207054 Dokumentnr.: RIM05 Versjon: J02 Dato: 2023-04-18



Oppdragsgiver: Kystverket
Oppdragsgivers kontaktperson: Louise Viketun Skjondal
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Bente Breyholtz
Fagansvarlig: Karin Raamat
Andre nøkkelpersoner: Christoffer Høyvik Hilde, Ask Sivsønn Gulden

J02	2023-04-18	For bruk	ChrHil, AskGul	KarRam	BeBre
D02	2022-12-15	For kommentar kunde	ChrHil	KarRam	BeBre
A01	2022-12-02	Til fagkontroll	ChrHil		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult har på oppdrag fra Kystverket utført en strømmåling i traseen til planlagt ny molo utenfor Vardø havn, Finnmark. Strømforholda ble undersøkt fra 4.oktober til 2.november 2022 ved bruk av en strømmåler av typen Aquadopp Current Profiler 400 KHz.

Strømmålinger er presentert for tre vanddyb, 3, 8 og 13 m. Resultatene viser at strømmen er forholdsvis stabil i alle lag, og går mot sør-sørvest (inn mot Vardø havn) ved stigende sjø. Massetransport av vann er litt høyere i midten og lavest på bunn. Hydrologiske målinger (temperatur og salinitet) viser ingen sjikt i vannsøylen.

► Innhold

1	Innledning	5
2	Metode	5
	2.1 Feltarbeid	5
	2.2 Databehandling	6
3	Resultat	6
	3.1 Hydrografiske data	6
	3.2 Strømmålinger	7
4	Oppsummering	9
5	Vedlegg	9

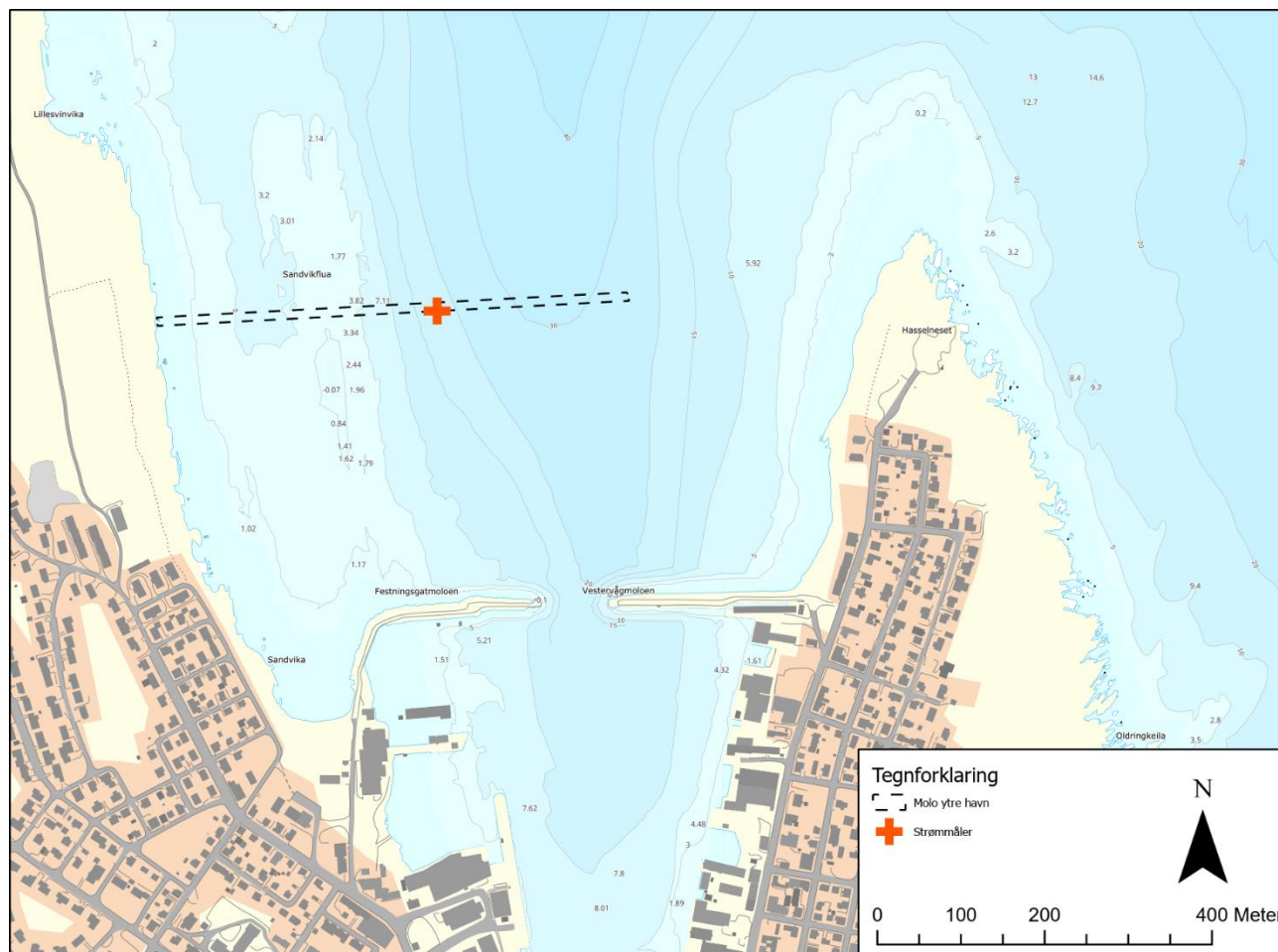
1 Innledning

Kystverket skal bygge ny molo utenfor Vardø havn for å dempe sjøen inne i havna. Moloen er planlagt til å være 630 m lang og ca. 745 000 m³ masser skal deponeres. For å gi grunnlag for vurdering av spredningspotensiale av partikler fra utfylling ved bygging av molo har Norconsult målt strøm og hentet inn hydrografiske data i vannsøyla i molotraseen (Figur 1).

2 Metode

2.1 Feltarbeid

Strømmåleren ble satt ut 04.10.2022 og hentet opp 02.11.2022. Strømmåleren sto ute over 29 dager for å dekke en hel tidevannssyklus. Strømmåleren ble satt ut på 17 meters dyp midt i molotraseen (Figur 1). Koordinater og tid for målinger er presentert i Tabell 1. Strømhastighet og retning ble målt med 10 minutters intervall.



Figur 1. Oversiktskart over planlagt molo. Posisjon for strømmåler er markert med rødt kryss.

Tabell 1: Koordinater og dato for utplasseringen av strømmålere

Måler	Posisjon (WGS 84)	Måleperiode	Dybde (sjøkartnull)
400 Hz Aquadopp	70,3807082°N	04.10.2022 14:00	15 m
Current Profiler	31,1030822°E	02.11.2022 09:00	

Strømmålingen ble utført vha. profilerende strømmåler 400 Hz Aquadopp Current Profiler (Nortek). Måleren benytter seg av dopplereffekten for å måle strømningshastigheten og retningen i hele vannsøylen. Strømmåler ble plassert på sjøbunnen og målte oppover i vannsøylen. Fordi måleren har en såkalt blindsoner, dvs. avstand fra måleren hvor det ikke er mulig å samle inn data, begynner målingen ca. 2 meter over sjøbunnen.

Hydrografiske målinger (temperatur og salinitet) ble utført vha. en CTD måler av typen SD204 (SAIV AS). Formålet med undersøkelsen var å få en forståelse av de hydrografiske forholdene i molotråsen for å kunne vurdere strømningsforholdene i tiltaksområdet. Innhenting av hydrografisk data ble utført ved utsetting av strømmåleren (04.10.2022).

2.2 Databehandling

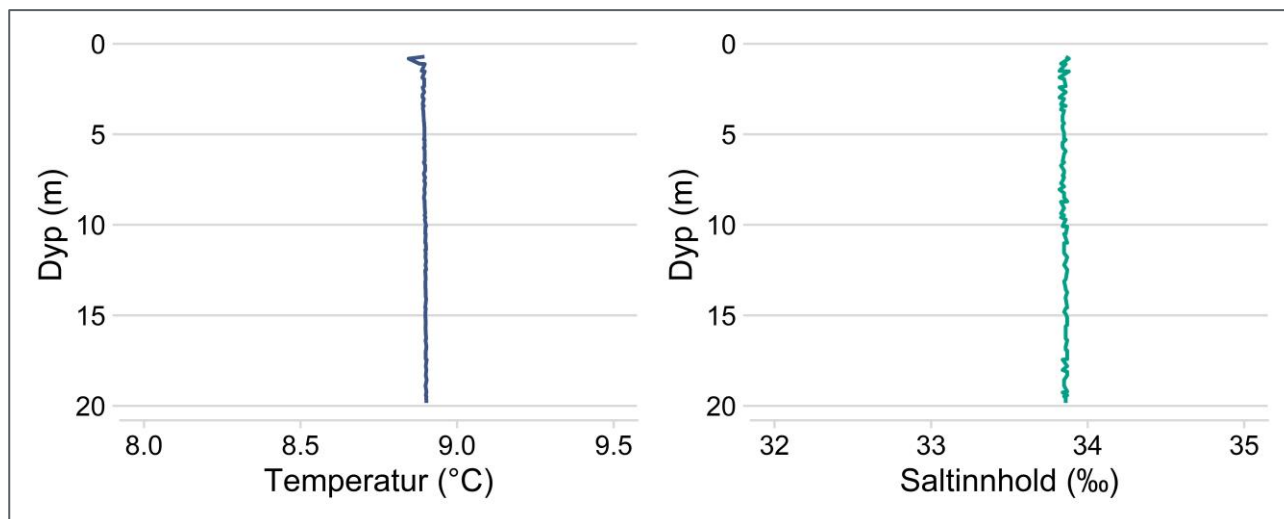
Strømdata ble hentet ut og bearbeidet gjennom programmet SeaReport fra Nortek AS. SeaReport kvalitetssikrer dataen og genererer en rapport (Vedlegg A) som inkluderer data på strømhastighet, retning, vanntransport og retningsstabilitet (Neumann parameter). Vanntransport måles i m³/m²/dag og viser hvor mange liter vann som renner gjennom et kvadrat på 1x1 m hver dag. Neumann-parameteren beskriver retningsstabiliteten til en strøm. Verdien ligger mellom 0 og 1 hvor lave verdier betyr at strømmen har svært skiftende retning mens ved verdier mot 1 vil strømmen være helt stabil i en retning.

Programmet SD200W fra SAIV AS ble brukt til å hente ut hydrologiske data (temperatur og salinitet) fra CTD.

3 Resultat

3.1 Hydrografiske data

Det ble observert liten variasjon i både temperatur (gj.snitt \pm SD = 8.89 C° \pm 0,006) og saltinnhold (33,85 ‰ \pm 0,014) i vannsøylen (Figur 2).



Figur 2. Temperatur og saltinnhold målt i vannsøylen med CTD.

3.2 Strømmålinger

Resultatene i denne rapporten presenterer parameter som er relevant for strømmens påvirkning på partikkelspredning – hastighet, retning, vanntransport og variasjoner i strømrretning. Det gis resultat for tre vanddyb for å illustrere strøm i overflaten, midten og bunnen av vannkolonnen.

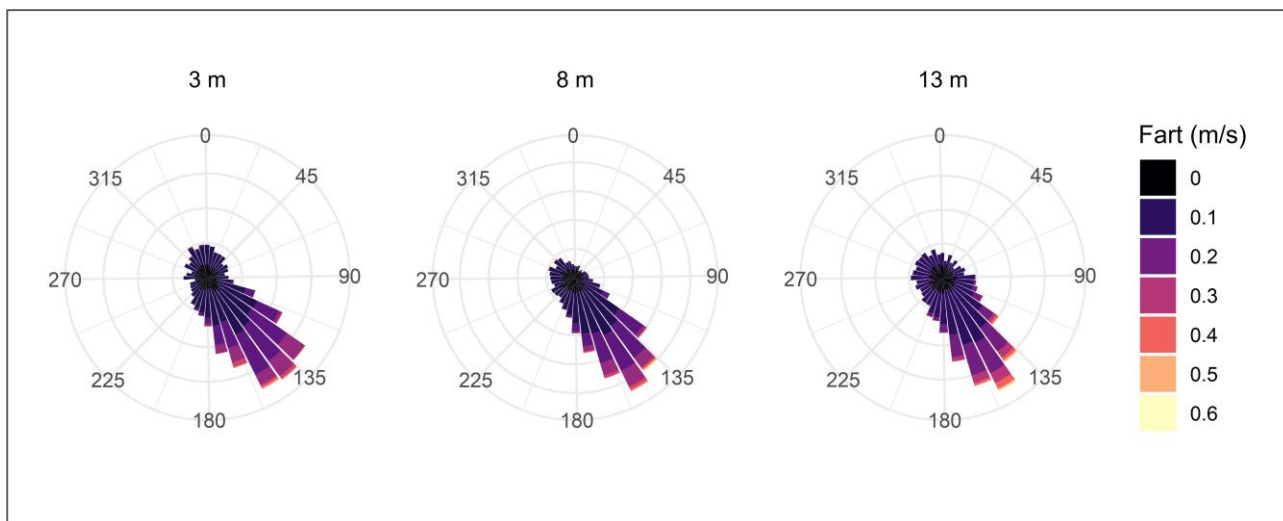
Målingene viste liten variasjon i strømhastighet og -retning i vannsjiktet, hhv. 3, 8, og 13 m vanddyb (Tabell 2). Dominerende strømrretning var sør- sørvest i alle tre dyp. Neumann-verdien viser at strømmen er stabil i alle dyp (Tabell 2).

Det var noe høyere snitthastighet og maksimumhastighet på strømmen i det øvre vannsjiktet kontra midt og bunn (Figur 3). Hovedretningen for vanntransport er sør-sørvest og høyeste vanntransport ble målt i midten av vannkolonnen og lavest mot bunnen (Figur 4).

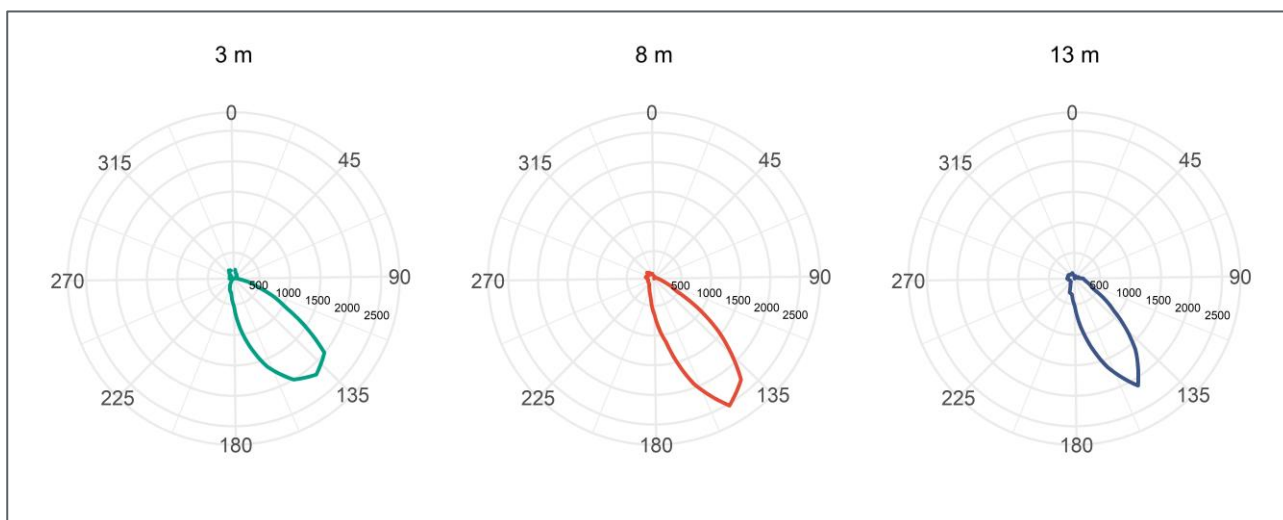
Strømhastighet fluktuerer noe med tidevannet. Ved stigende sjø er strømmen høy og ved høyvann og synkende sjø er strømmen lav (Figur 5). Strømrretning endret seg noe fra nord til sør med tidevannet øverst i vannsøylen (3 m), mens det på 8 og 13 m ikke var påvirket (Vedlegg B).

Tabell 2. Strømhastighet, vanntransport, retning og Neumann-parameter fra strømmåling ved tre dyp i molotraseen utenfor Vardø havn.

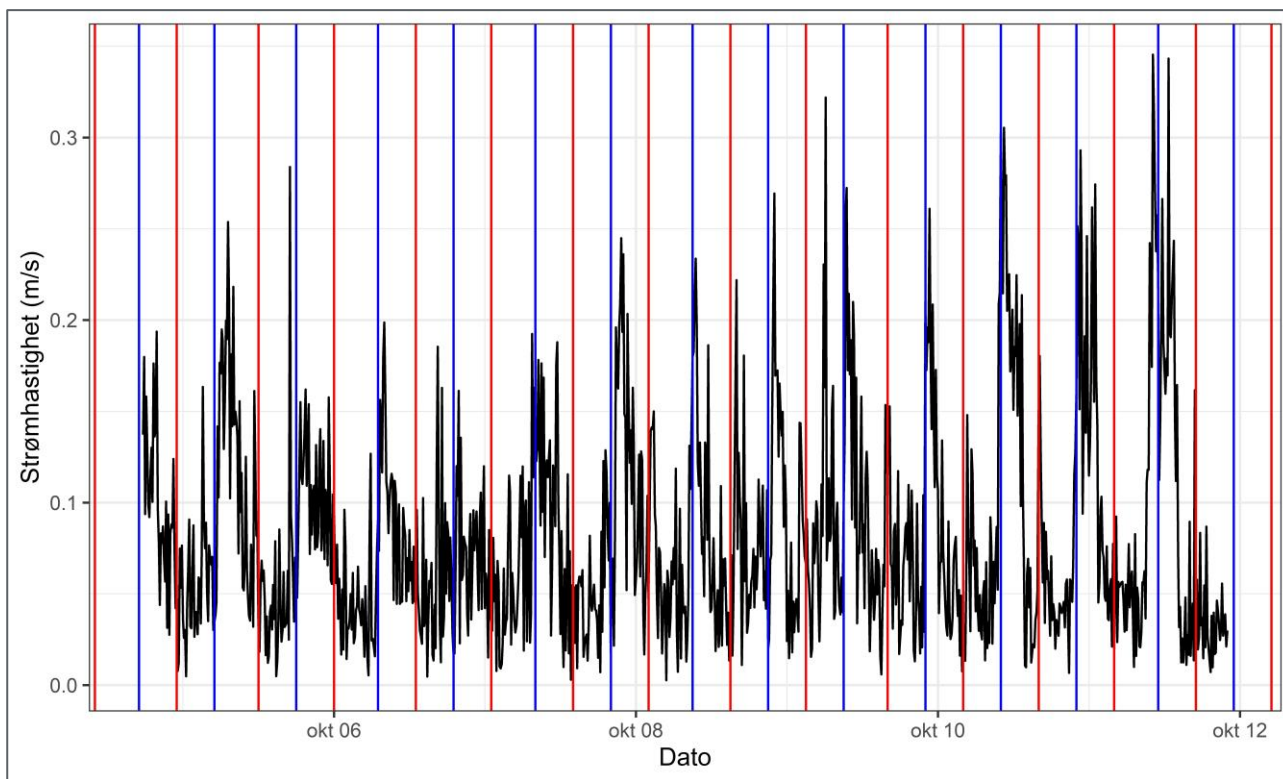
Parameter	Topp (3 m)	Midt (8 m)	Bunn (13 m)
Gjennomsnittlig strøm (m/s)	0,11	0,10	0,09
Maksimum strøm (m/s)	0,68	0,66	0,61
Høyeste vanntransport (m ³ / m ² / dag)	1885	2131	1585
Hovedretning	135 – 180°	135 – 180°	135 – 180°
Neumann parameter	0,60	0,68	0,56



Figur 3. Strømretning og -hastighet målt ved tre dyp i molotraseen. Høyde på søylene indikerer antall målinger per hastighet og himmelretning.



Figur 4. Vanntransport ($m^3/m^2/dag$) og strømretning ved tre ulike dyp i molotraseen. Mengde (500 – 2500 $m^3/m^2/dag$) er indikert langs y-aksen.



Figur 5. Viser strømhastighet mellom 4 og 12 oktober 2022. Blå linjer viser lavvann og røde linjer viser høyvann.

4 Oppsummering

Hydrografiske målinger viser at temperatur og salinitet var stabil i vannkolonnen der strømmåleren var utplassert. Strømmen ved målingspunktet var stabil i sør-sørvestlig retning i hele vannsøylen. Det var noe høyere strømhastighet i øverste vannlaget, mens strømmen var mest stabil og hadde høyest vanntransport i midterste vannlag.

Strømhastighet varierer med tidevannet og var høy ved stigende sjø og lav ved synkende sjø. Kombinert med strømretning som var stabil sør-sørvest, tyder dette på at vann blir transportert inn mot Vardø havn på vestsiden av innseilingen når det flør og ut på østsiden av innseilingen ved synkende sjø.

5 Vedlegg

Vedlegg A – Datarapport fra SeaReport.

Vedlegg B – Strømretning og tidevann over tid.

Datarapport strømmålinger

Vardø

11/29/2022

Norconsult AS



Content

Summary.....	3
Details.....	4
Instrument.....	4
Configuration.....	4
Quality.....	4
Post processing.....	4
Manually removed data.....	5
Statistics.....	6
Top [3.0m].....	6
Middle [8.0m].....	6
Bottom [13.0m].....	6
Sensors.....	7
Direction with return period.....	8
Top [3.0m].....	8
Middle [8.0m].....	8
Bottom [13.0m].....	8
Time series.....	9
Top [3.0m].....	9
Middle [8.0m].....	9
Bottom [13.0m].....	10
Mean speed - roseplot.....	11
Top [3.0m].....	11
Middle [8.0m].....	11
Bottom [13.0m].....	12
Max speed - roseplot.....	13
Top [3.0m].....	13
Middle [8.0m].....	13
Bottom [13.0m].....	14
Speed histogram.....	15
Top [3.0m].....	15
Middle [8.0m].....	15
Bottom [13.0m].....	16
Direction histogram.....	17
Top [3.0m].....	17
Middle [8.0m].....	17
Bottom [13.0m].....	18
Direction/Speed histogram.....	19
Top [3.0m].....	19
Middle [8.0m].....	19
Bottom [13.0m].....	20
Flow.....	21
Top [3.0m].....	21
Middle [8.0m].....	21
Bottom [13.0m].....	22
Progressive vector.....	23
Top [3.0m].....	23
Middle [8.0m].....	23
Bottom [13.0m].....	24
Sensors.....	25
Pressure.....	25
Tilt.....	25

Summary

Details

Instrument

Head Id	AQP 5383
Board Id	AQD 9564
Frequency	400000

Configuration

File	Vardø01.prf
Start	04.10.2022 13:39
End	14.11.2022 16:39
Data Records	5923
Orientation	UP
Cells	20
Cell Size [m]	1.70000004768372
Blanking Distance [m]	0.980000019073486
Average Interval [sec]	00:01:10
Measurement Interval [sec]	00:10:00

Quality

Low Pressure Treshold	0
HighTilt Threshold	30
Expected Orientation	UP
Amplitude Spike Treshold	70
Velocity Spike Treshold	5
SNR Treshold	3
Correlation Treshold	50

Post processing

Selected Start	04.10.2022 17:30
Selected End	02.11.2022 08:52
Compass Offset	0
Pressure Offset	0
Selected Records	4124
Reference	Water Surface
Top Depth [m]	3
Top Invalid Data	0
Middle Depth [m]	8
Middle Invalid Data	0
Bottom Depth [m]	13
Bottom Invalid Data	0

Manually removed data

Start Time

End Time

Comment

Statistics

Top [3.0m]

Mean current [m/s]	0.11
Max current [m/s]	0.68
Min current [m/s]	0.00
Measurements used/total [#]	4124 / 4124
Std.dev [m/s]	0.08
Significant max velocity [m/s]	0.20
Significant min velocity [m/s]	0.03
10 year return current [m/s]	1.116
50 year return current [m/s]	1.251
Most significant directions [°]	150°, 135°, 165°, 180°
Most significant speeds [m/s]	0.10, 0.20, 0.30, 0.40
Most flow	1885.28m ³ / day at 135-150°
Least flow	75.89m ³ / day at 240-255°
Neumann parameter	0.60
Residue current	0.06 m/s at 144°
Zero current [%] - [HH:mm]	1.48% - 00:20

Middle [8.0m]

Mean current [m/s]	0.10
Max current [m/s]	0.66
Min current [m/s]	0.00
Measurements used/total [#]	4124 / 4124
Std.dev [m/s]	0.08
Significant max velocity [m/s]	0.19
Significant min velocity [m/s]	0.03
10 year return current [m/s]	1.087
50 year return current [m/s]	1.219
Most significant directions [°]	150°, 165°, 135°, 180°
Most significant speeds [m/s]	0.10, 0.20, 0.30, 0.40
Most flow	2131.42m ³ / day at 135-150°
Least flow	38.72m ³ / day at 30-45°
Neumann parameter	0.68
Residue current	0.07 m/s at 156°
Zero current [%] - [HH:mm]	1.87% - 00:20

Bottom [13.0m]

Mean current [m/s]	0.09
Max current [m/s]	0.61
Min current [m/s]	0.00
Measurements used/total [#]	4124 / 4124
Std.dev [m/s]	0.08
Significant max velocity [m/s]	0.17
Significant min velocity [m/s]	0.03
10 year return current [m/s]	1.012
50 year return current [m/s]	1.135

Most significant directions [°]	165°, 150°, 180°, 135°
Most significant speeds [m/s]	0.10, 0.20, 0.30, 0.40
Most flow	1585.30m ³ / day at 150-165°
Least flow	70.62m ³ / day at 45-60°
Neumann parameter	0.56
Residue current	0.05 m/s at 155°
Zero current [%] - [HH:mm]	1.65% - 00:20

Sensors

	Mean	Min	Max
Pressure [dbar]	17.30	15.63	18.83
Temperature [°C]	7.97	7.04	8.71
Heading [°]	327.36	325.10	328.40
Pitch [°]	0.26	-0.20	0.60
Roll [°]	4.45	4.40	4.90

Direction with return period

Top [3.0m]

Direction	Mean	Max	Mean 10y	Max 10y	Mean 50y	Max 50y
0	0.066	0.322	0.109	0.531	0.123	0.596
45	0.058	0.204	0.096	0.337	0.108	0.378
90	0.071	0.300	0.116	0.495	0.131	0.555
135	0.155	0.676	0.255	1.116	0.286	1.251
180	0.123	0.456	0.203	0.753	0.228	0.844
225	0.056	0.223	0.092	0.369	0.103	0.413
270	0.053	0.139	0.087	0.229	0.098	0.257
315	0.062	0.320	0.102	0.528	0.114	0.592

Middle [8.0m]

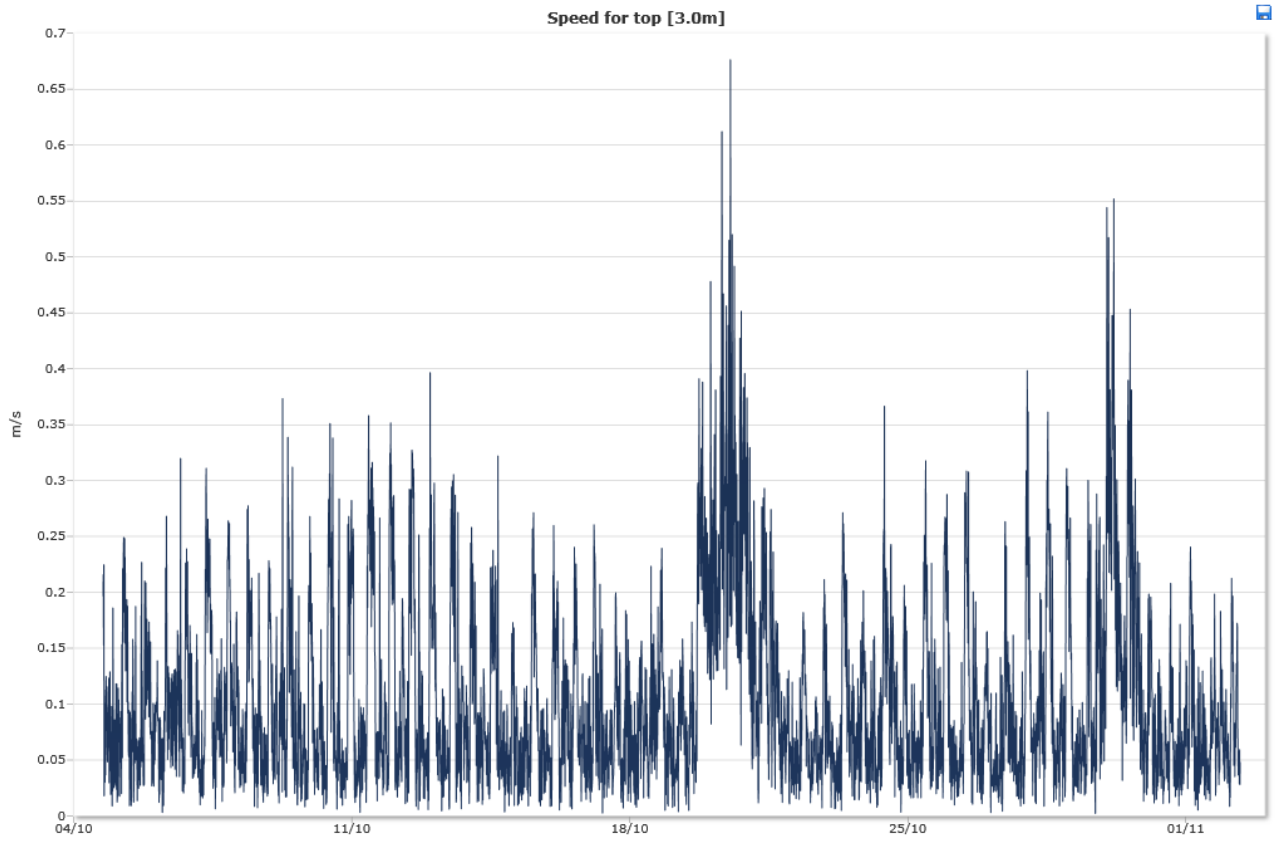
Direction	Mean	Max	Mean 10y	Max 10y	Mean 50y	Max 50y
0	0.050	0.284	0.083	0.468	0.093	0.525
45	0.041	0.137	0.068	0.226	0.076	0.253
90	0.057	0.207	0.094	0.341	0.106	0.383
135	0.148	0.659	0.244	1.087	0.273	1.219
180	0.110	0.484	0.182	0.799	0.204	0.896
225	0.053	0.239	0.087	0.395	0.098	0.443
270	0.051	0.185	0.084	0.304	0.095	0.341
315	0.055	0.216	0.092	0.356	0.103	0.399

Bottom [13.0m]

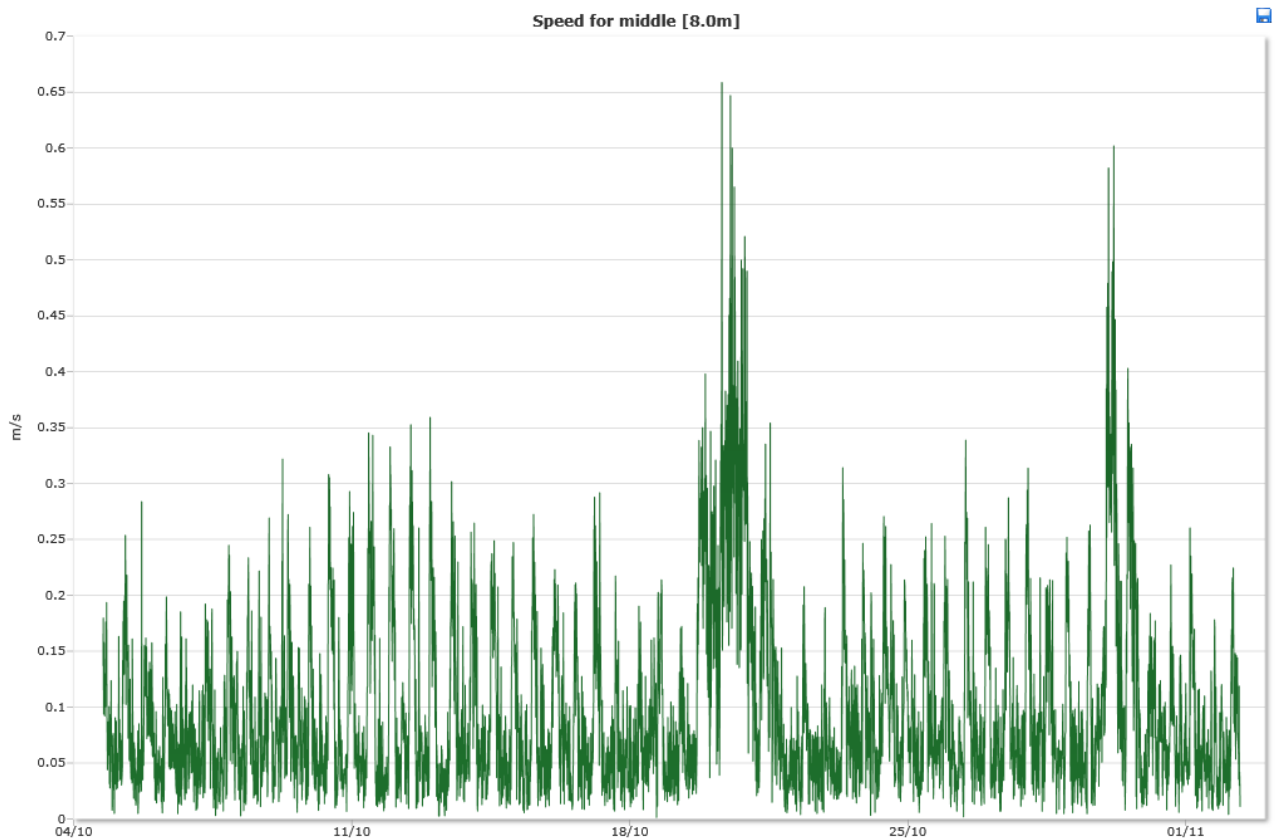
Direction	Mean	Max	Mean 10y	Max 10y	Mean 50y	Max 50y
0	0.054	0.173	0.089	0.285	0.100	0.320
45	0.050	0.185	0.083	0.306	0.093	0.343
90	0.069	0.237	0.113	0.390	0.127	0.438
135	0.139	0.613	0.229	1.012	0.257	1.135
180	0.109	0.462	0.180	0.763	0.202	0.855
225	0.059	0.237	0.097	0.391	0.108	0.438
270	0.060	0.236	0.099	0.389	0.111	0.436
315	0.057	0.184	0.095	0.303	0.106	0.340

Time series

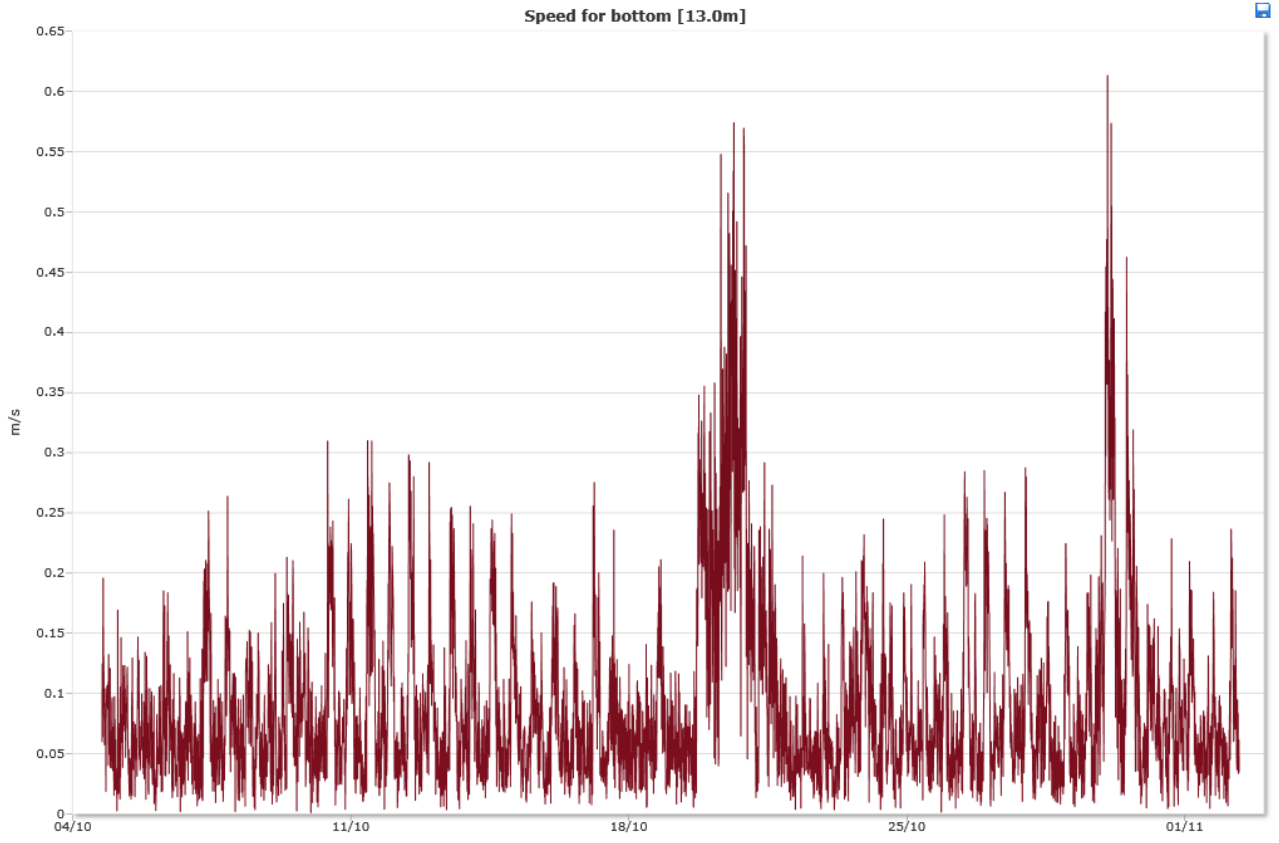
Top [3.0m]



Middle [8.0m]



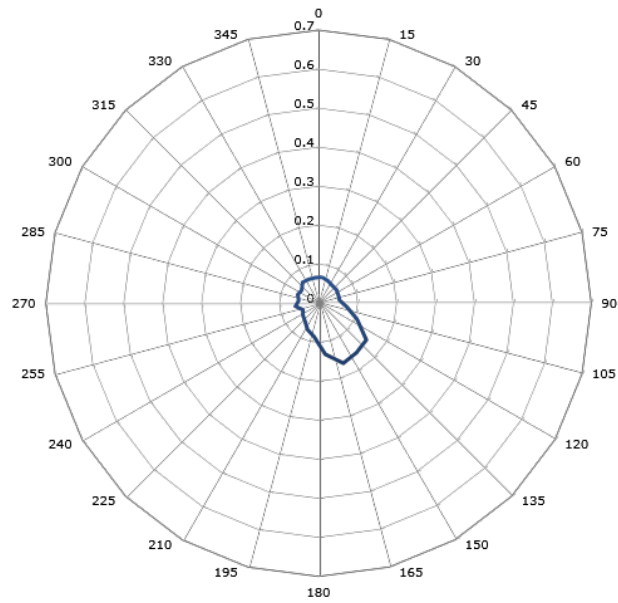
Bottom [13.0m]



Mean speed - roseplot

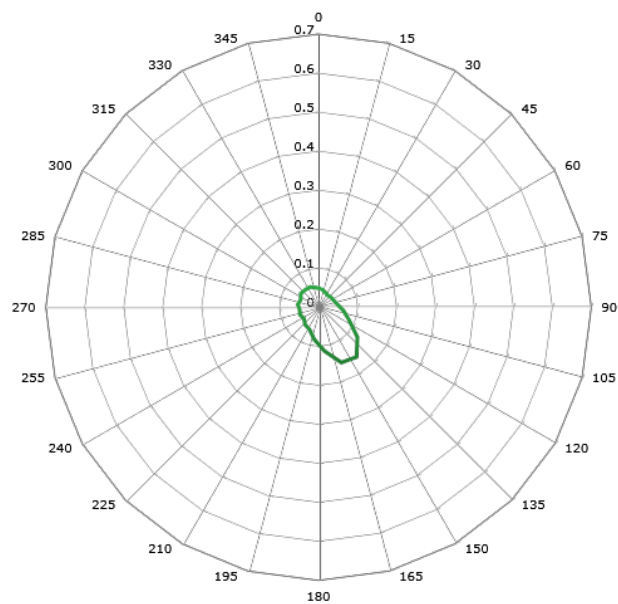
Top [3.0m]

Mean speed by direction from top [3.0m] (m/s)

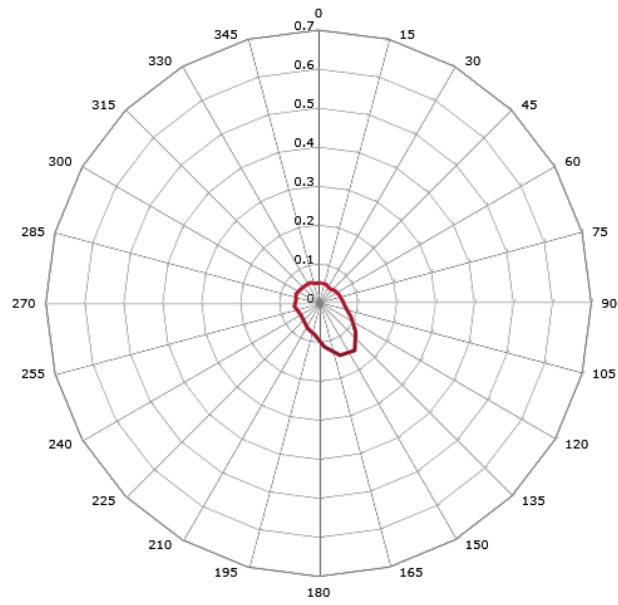


Middle [8.0m]

Mean speed by direction from middle [8.0m] (m/s)



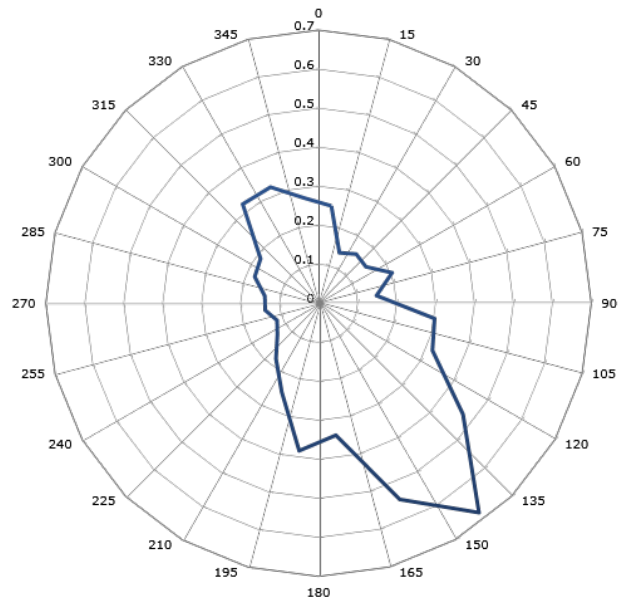
Mean speed by direction from bottom [13.0m] (m/s)



Max speed - roseplot

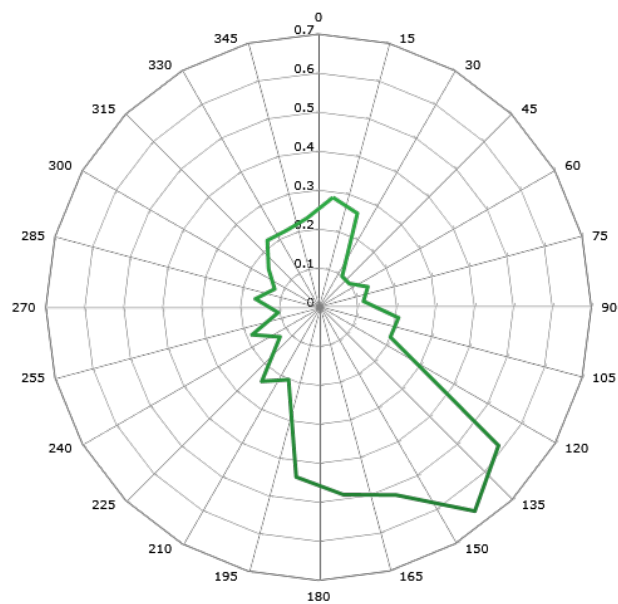
Top [3.0m]

Maximum speed by direction from top [3.0m] (m/s)

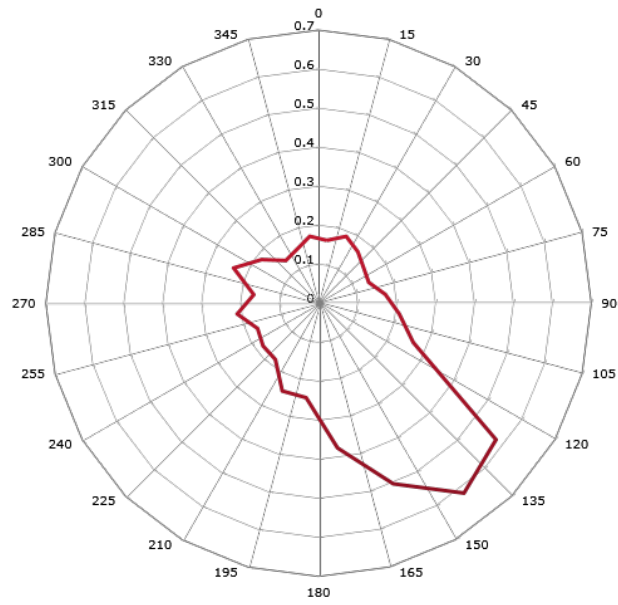


Middle [8.0m]

Maximum speed by direction from middle [8.0m] (m/s)

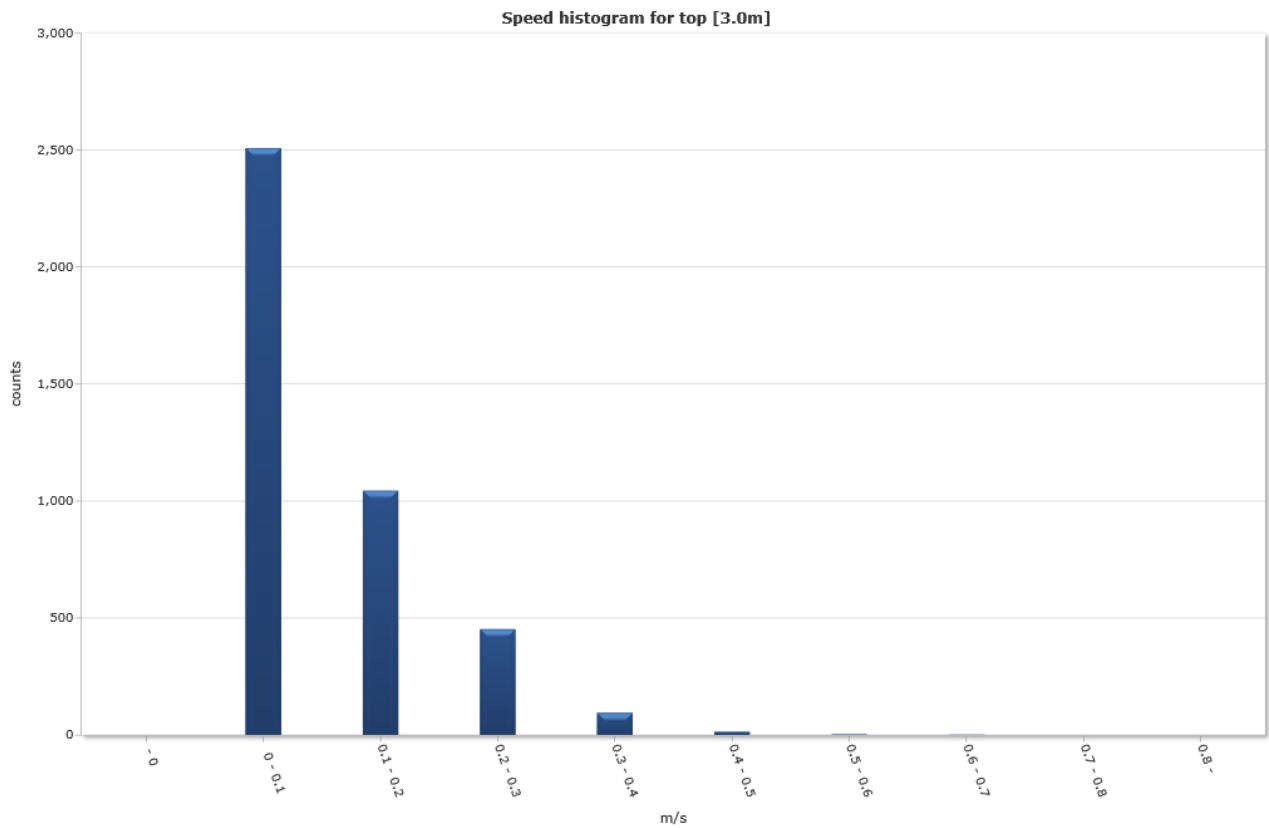


Maximum speed by direction from bottom [13.0m] (m/s)

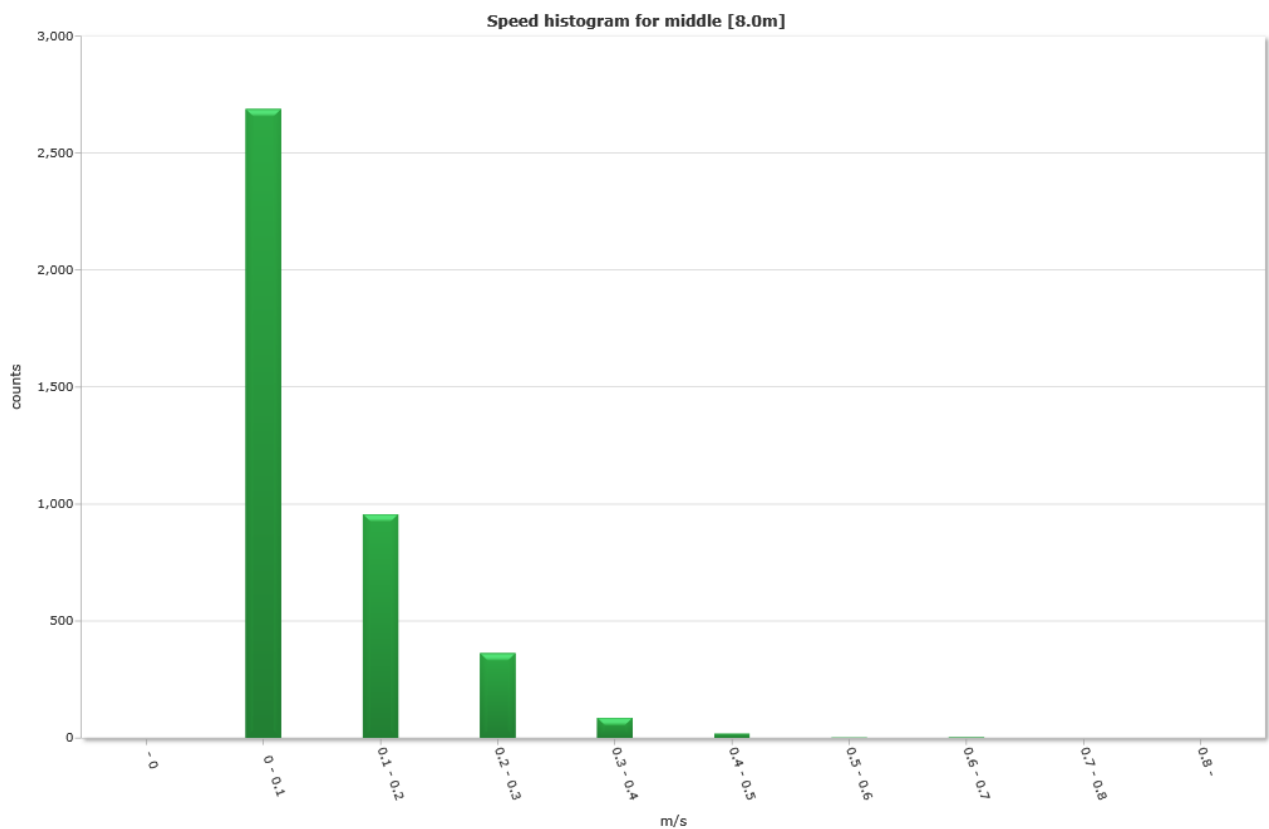


Speed histogram

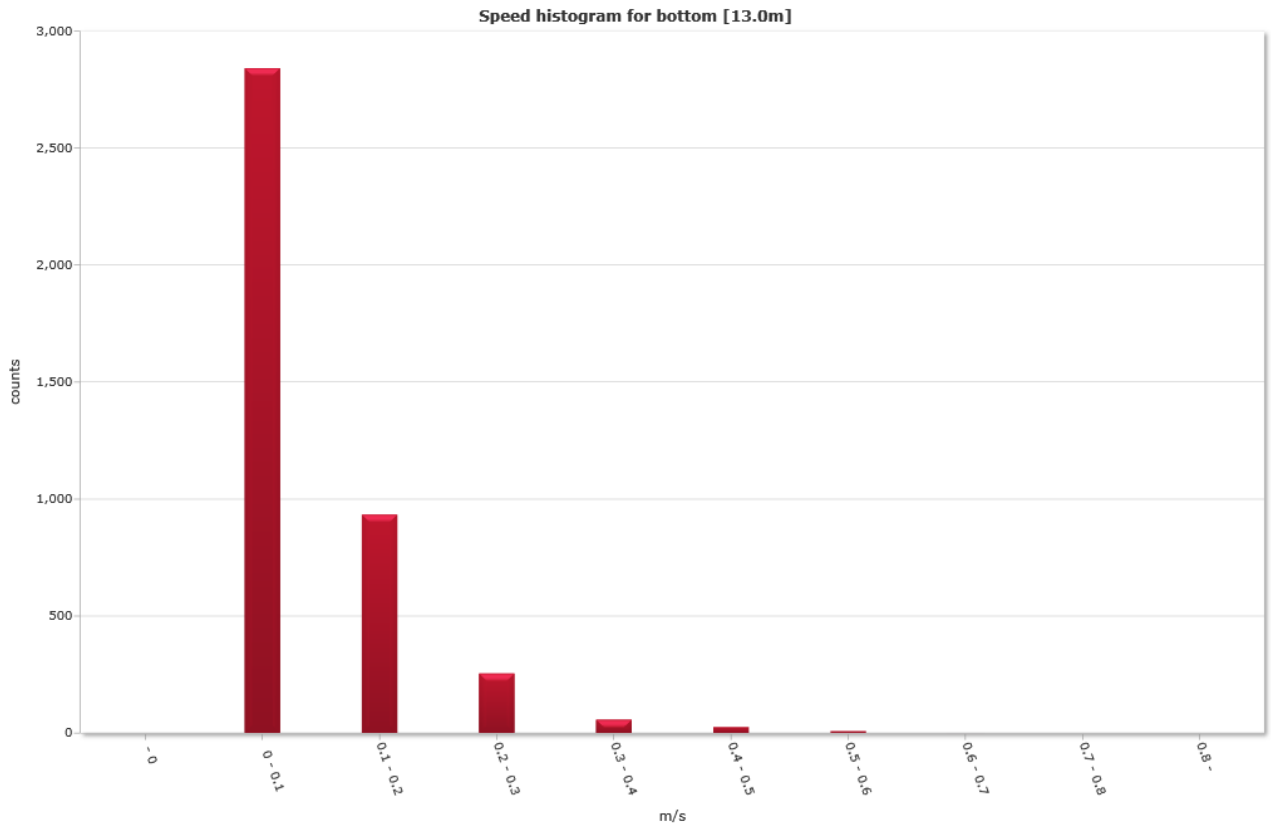
Top [3.0m]



Middle [8.0m]

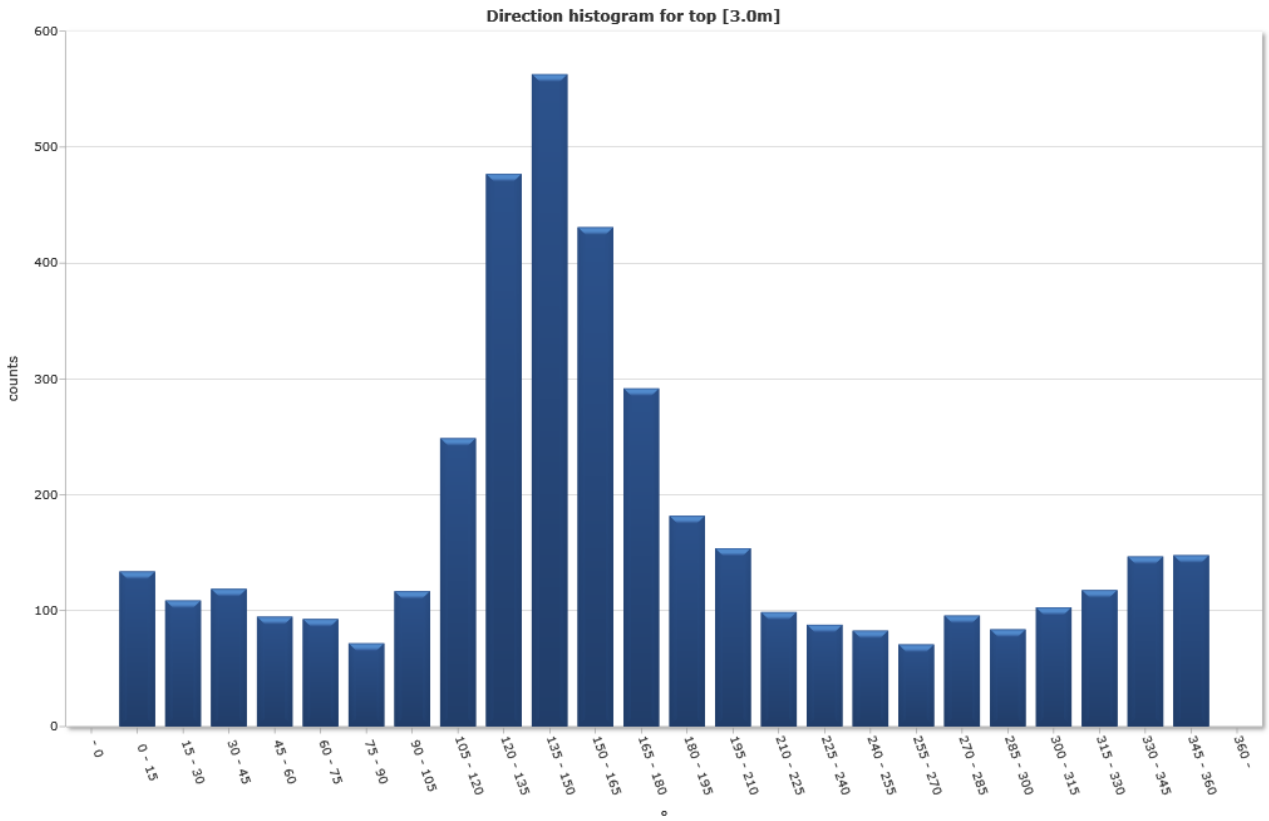


Bottom [13.0m]

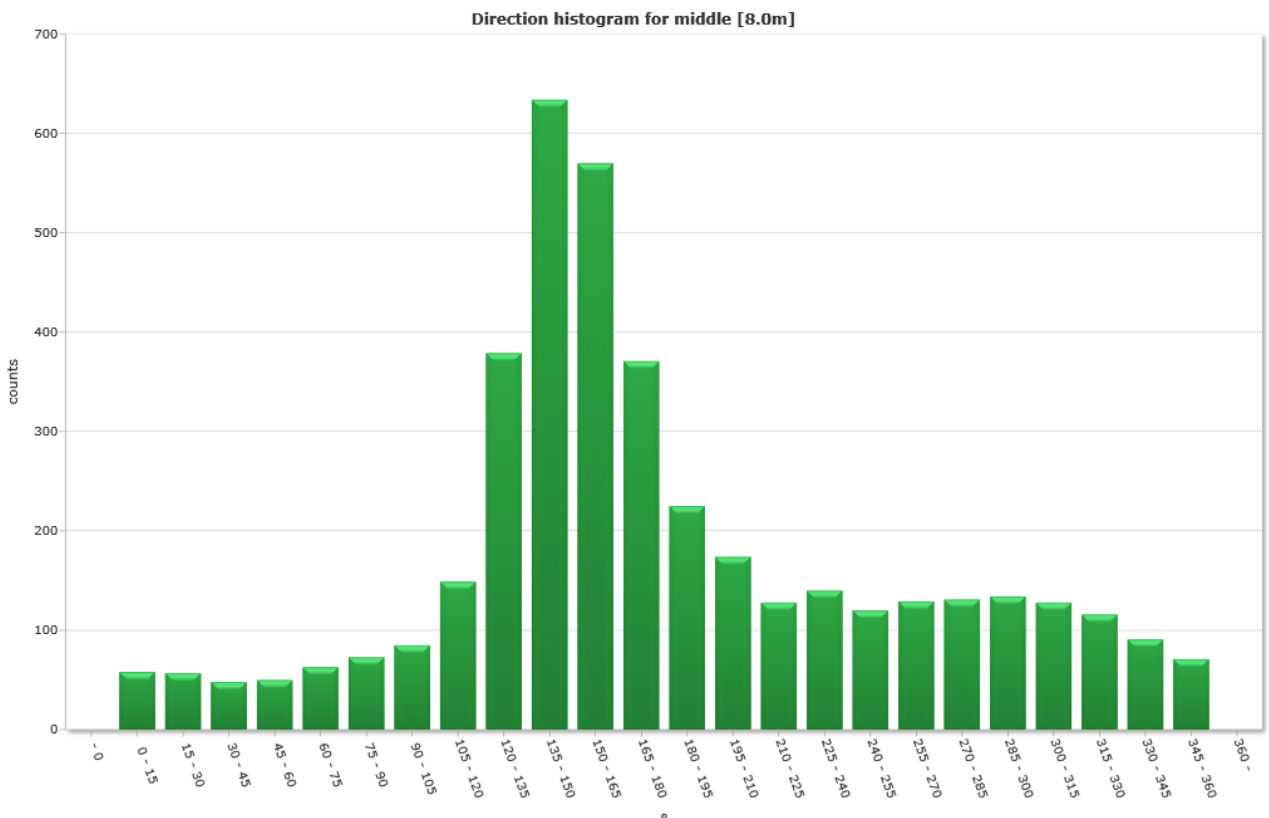


Direction histogram

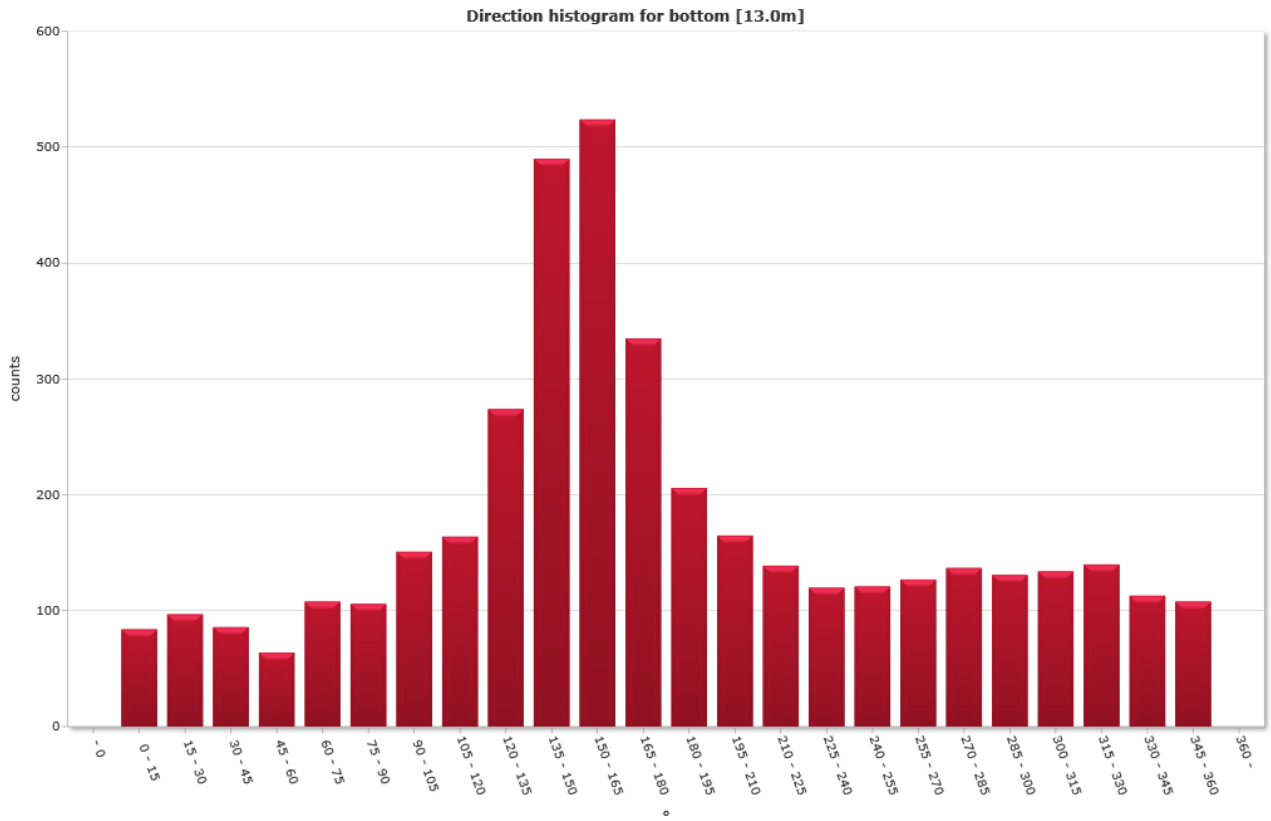
Top [3.0m]



Middle [8.0m]



Bottom [13.0m]



Direction/Speed histogram

Top [3.0m]

		Direction/speed matrix for top [3.0m]																									
m/s		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
0.00																											
0.10		109	96	108	89	82	66	90	128	144	175	134	122	124	121	91	82	80	63	88	76	92	99	123	127	60.8	2509
0.20		24	13	11	6	10	6	25	101	187	212	154	109	50	30	8	6	3	8	8	8	11	16	21	18	25.3	1045
0.30		1	0	0	0	1	0	1	18	132	138	96	51	5	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	11.0	453
0.40		0	0	0	0	0	0	1	2	13	29	35	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2.3	95
0.50		0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	15
0.60		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	5
0.70		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	2
0.80		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
%		3.2	2.6	2.9	2.3	2.3	1.7	2.8	6.0	11.6	13.7	10.5	7.1	4.4	3.7	2.4	2.1	2.0	1.7	2.3	2.0	2.5	2.9	3.6	3.6	100.0	100.0
Sum		134	109	119	95	93	72	117	249	477	563	431	292	182	154	99	88	83	71	96	84	103	118	147	148	100.0	4124

Middle [8.0m]

		Direction/speed matrix for middle [8.0m]																									
m/s		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
0.00																											
0.10		54	55	48	50	61	70	70	99	157	207	192	194	167	153	114	134	118	127	123	126	121	105	82	62	65.2	2689
0.20		3	1	0	0	2	3	14	50	164	242	217	131	42	20	13	6	2	2	8	8	7	8	6	8	23.2	957
0.30		1	1	0	0	0	0	1	0	51	135	118	33	14	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	1	8.8	363
0.40		0	0	0	0	0	0	0	0	5	36	34	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1	87
0.50		0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	21
0.60		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	3
0.70		0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	4
0.80		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
%		1.4	1.4	1.2	1.2	1.5	1.8	2.1	3.6	9.2	15.4	13.8	9.0	5.5	4.2	3.1	3.4	2.9	3.1	3.2	3.2	3.1	2.8	2.2	1.7	100.0	100.0
Sum		58	57	48	50	63	73	85	149	379	634	570	371	225	174	128	140	120	129	131	134	128	116	91	71	100.0	4124

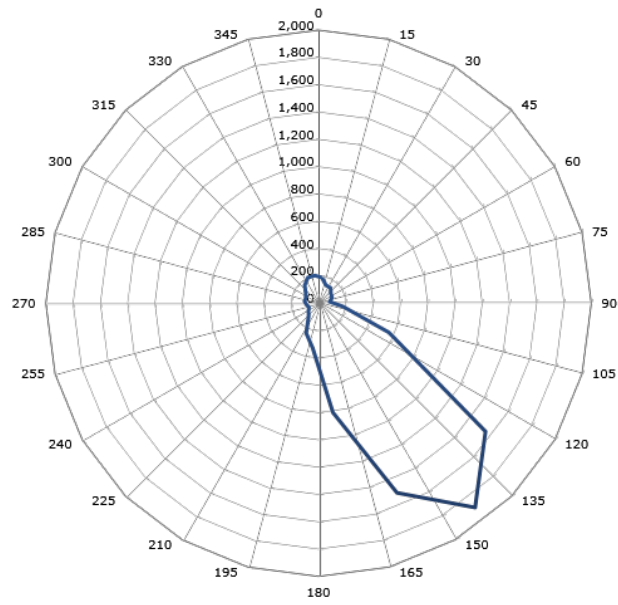
Bottom [13.0m]

* m/s	Direction/speed matrix for bottom [13.0m]																										%	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				
0.00																												
0.10	78	91	82	59	96	88	125	108	147	175	194	173	148	131	121	113	113	115	121	109	122	129	102	102	68.9	2842		
0.20	6	6	4	5	12	18	25	46	80	198	215	122	48	28	18	7	8	11	16	21	12	11	11	6	22.6	934		
0.30	0	0	0	0	0	0	1	10	33	74	83	36	10	6	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	6.2	255		
0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	7	25	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	57		
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	26		
0.60	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	9		
0.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	1		
0.80	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		
%	2.0	2.4	2.1	1.6	2.6	2.6	3.7	4.0	6.6	11.9	12.7	8.1	5.0	4.0	3.4	2.9	2.9	3.1	3.3	3.2	3.2	3.4	2.7	2.6	100.0	100.0		
Sum	84	97	86	64	108	106	151	164	274	490	524	335	206	165	139	120	121	127	137	131	134	140	113	108	100.0	4124		

Flow

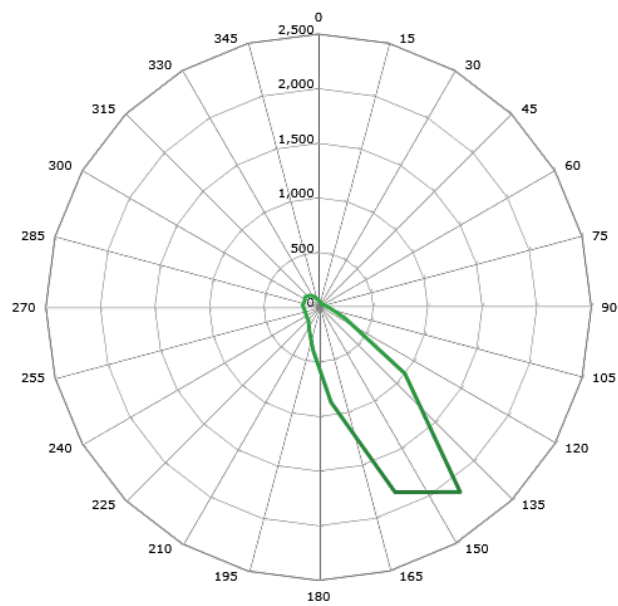
Top [3.0m]

Flow per day from top [3.0m] ($m^3/m^2/d$)

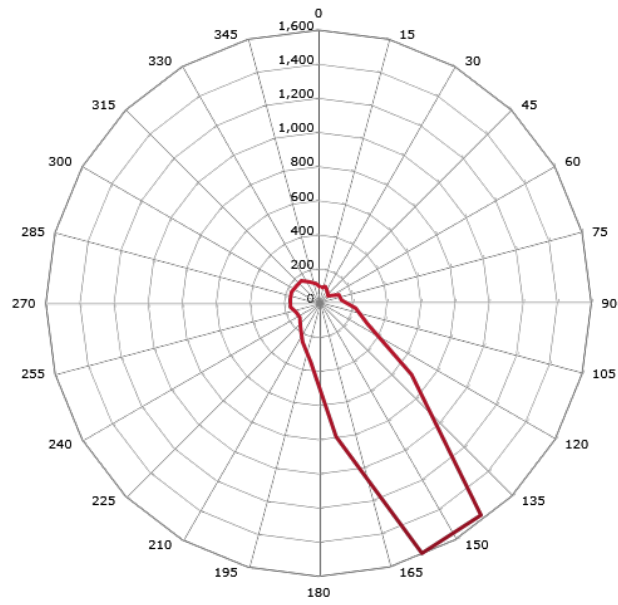


Middle [8.0m]

Flow per day from middle [8.0m] ($m^3/m^2/d$)

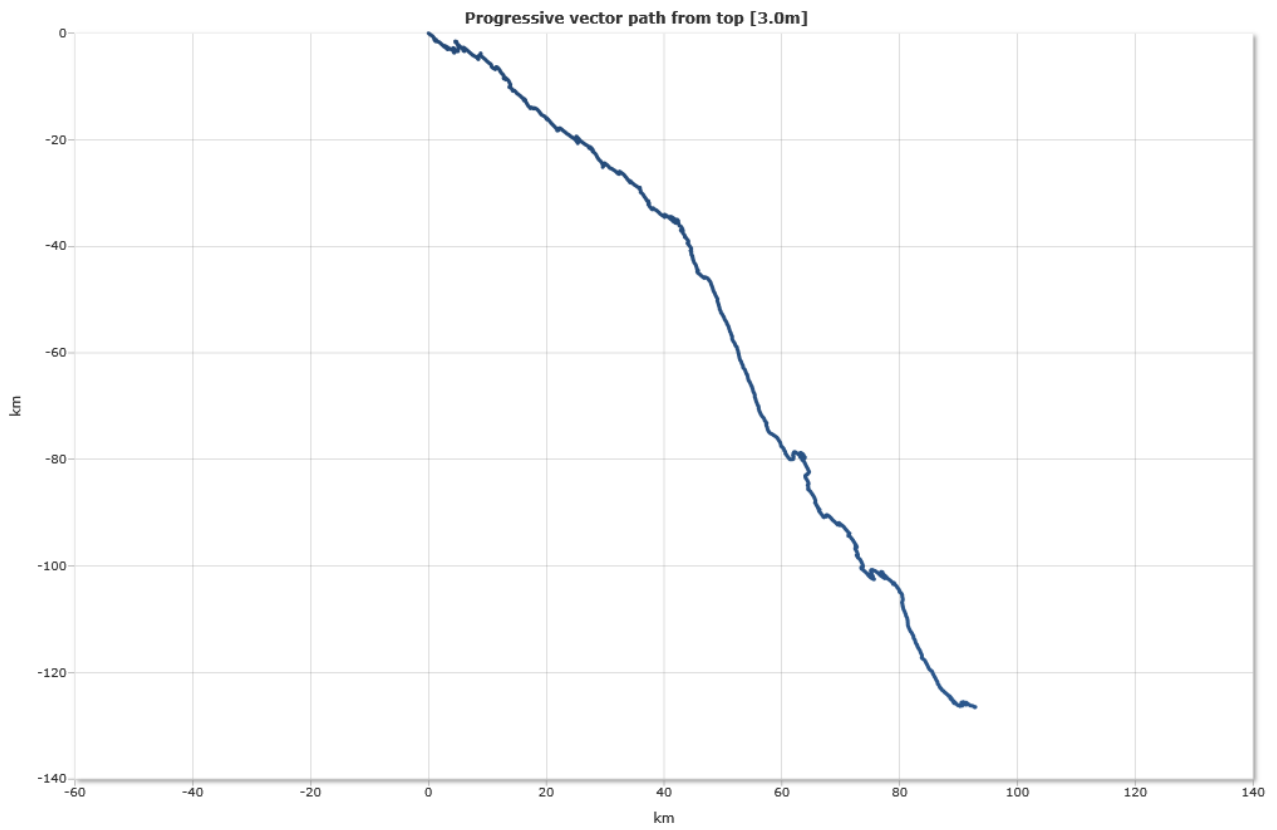


Flow per day from bottom [13.0m] (m³/m²/d)

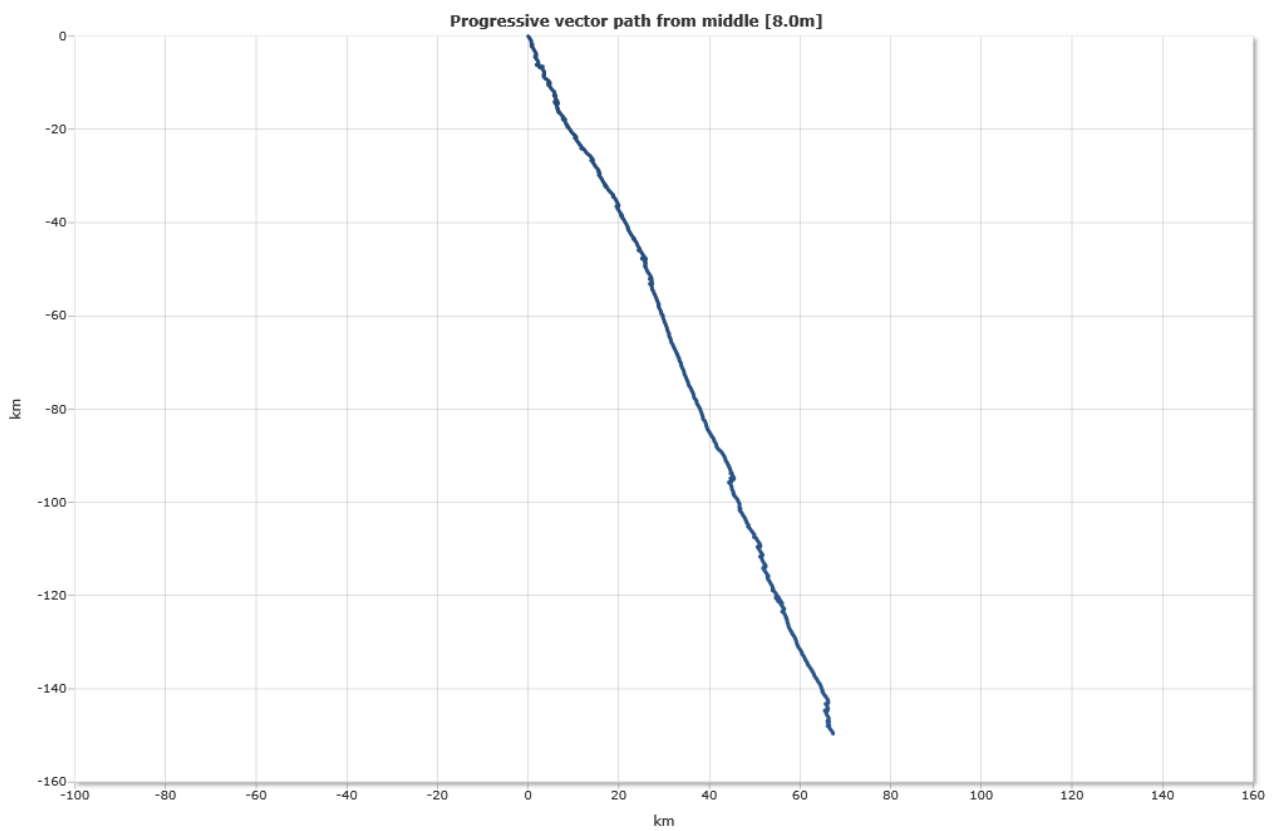


Progressive vector

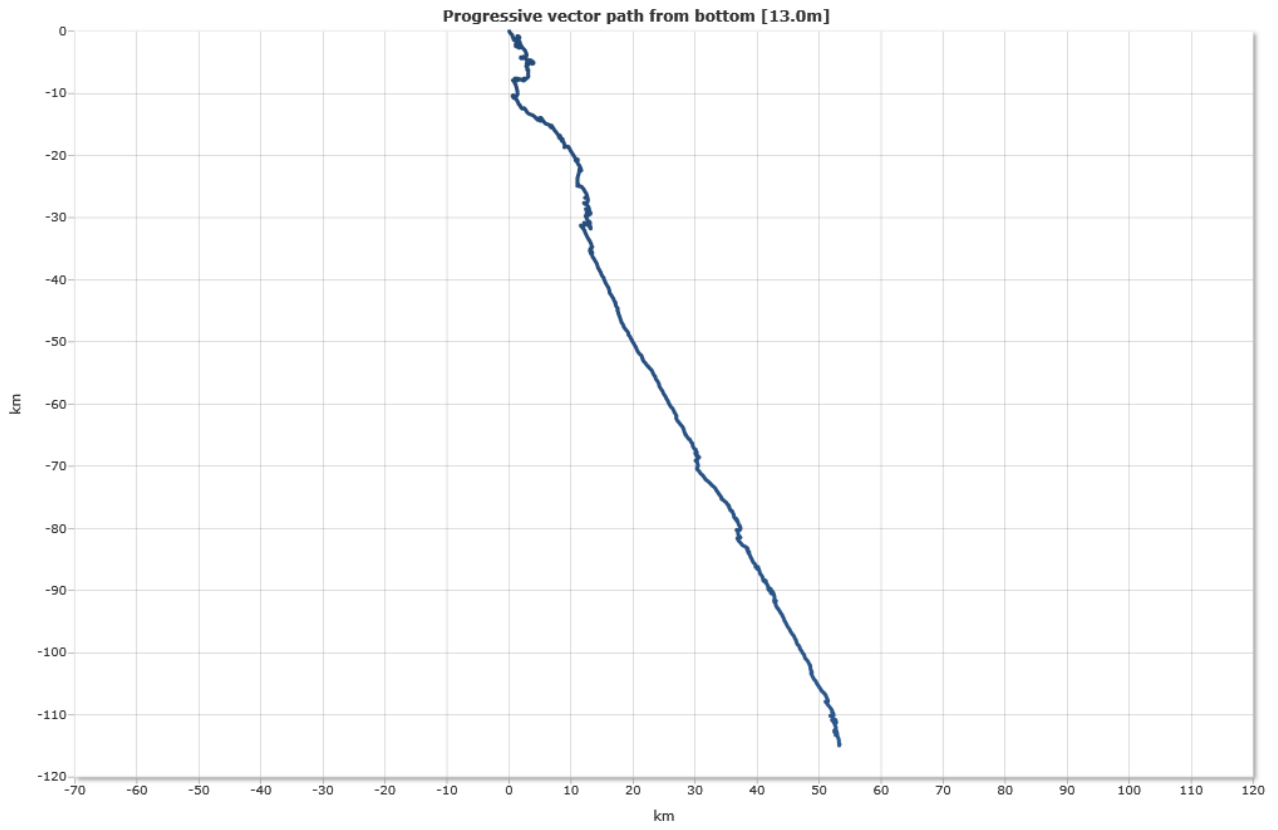
Top [3.0m]



Middle [8.0m]

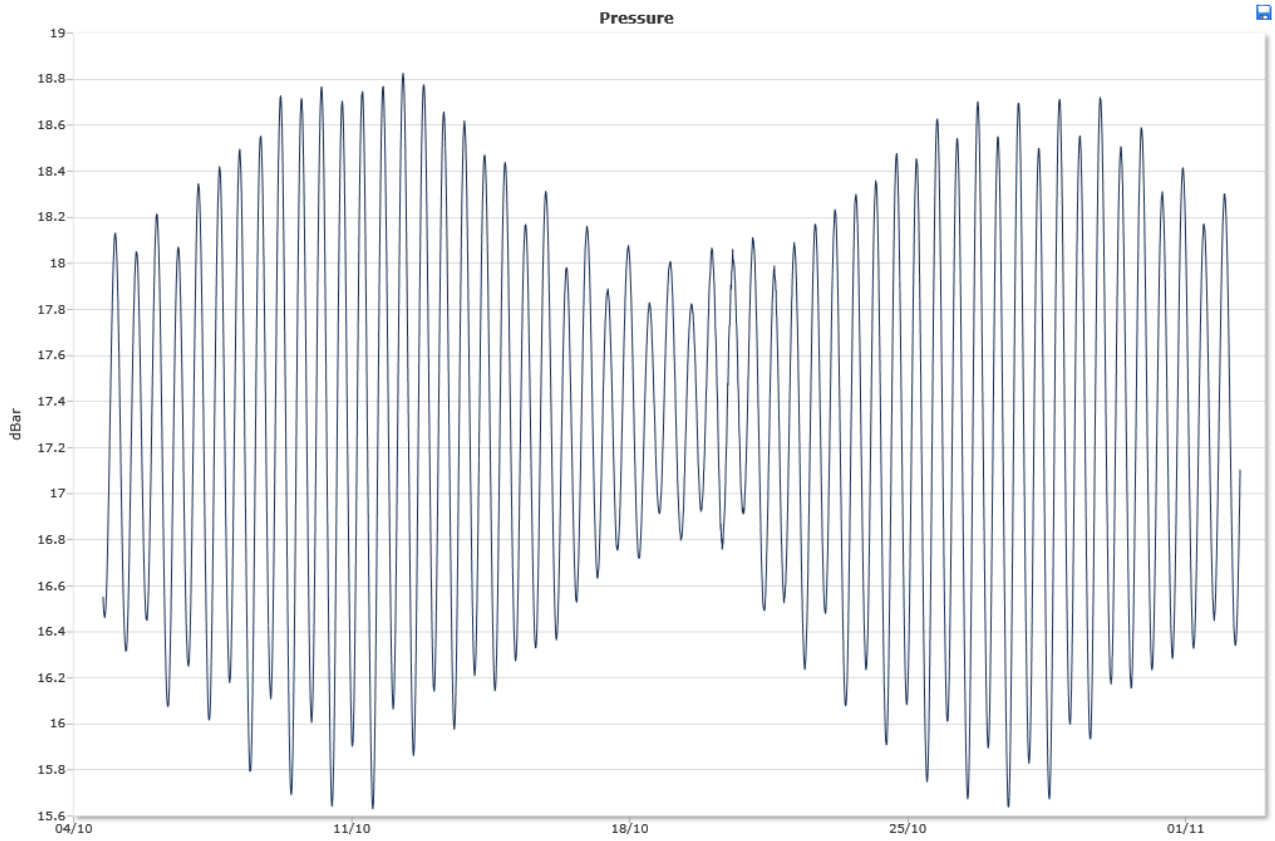


Bottom [13.0m]

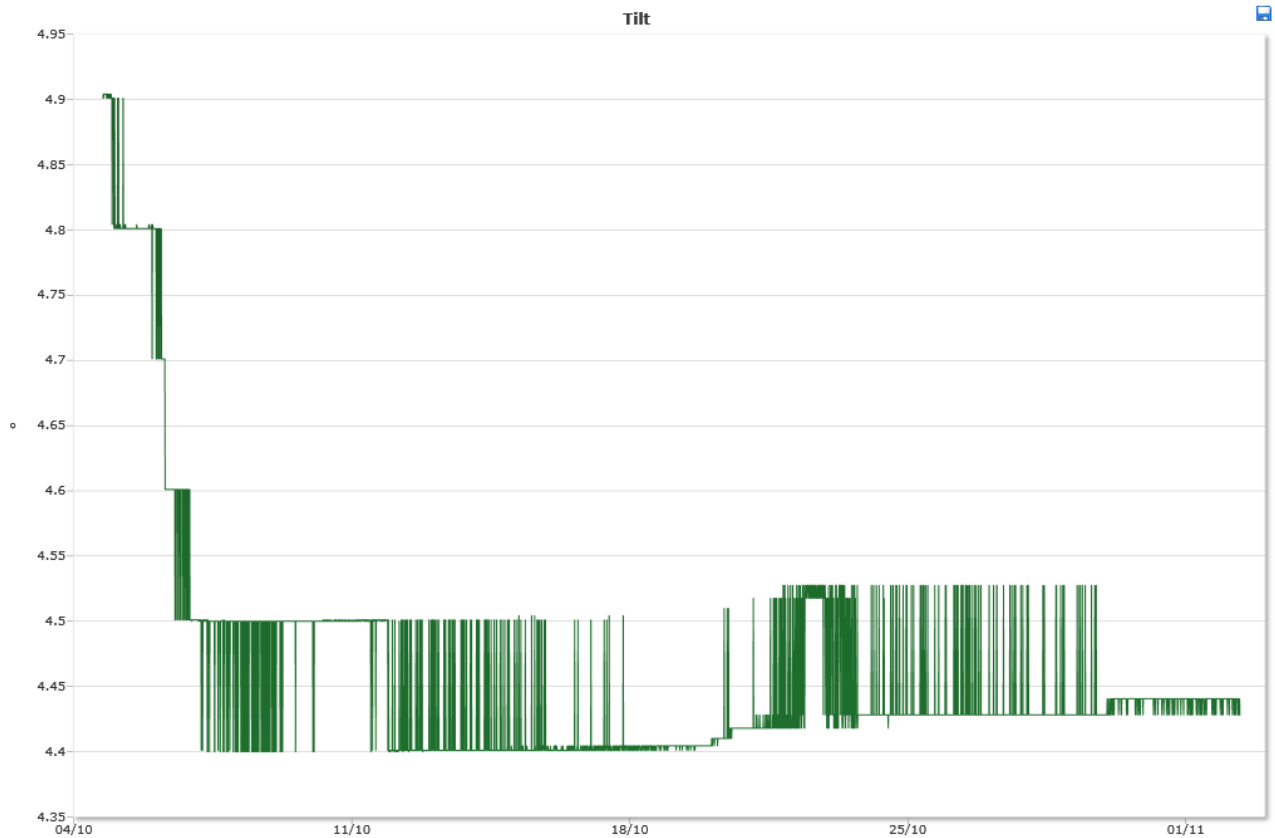


Sensors

Pressure



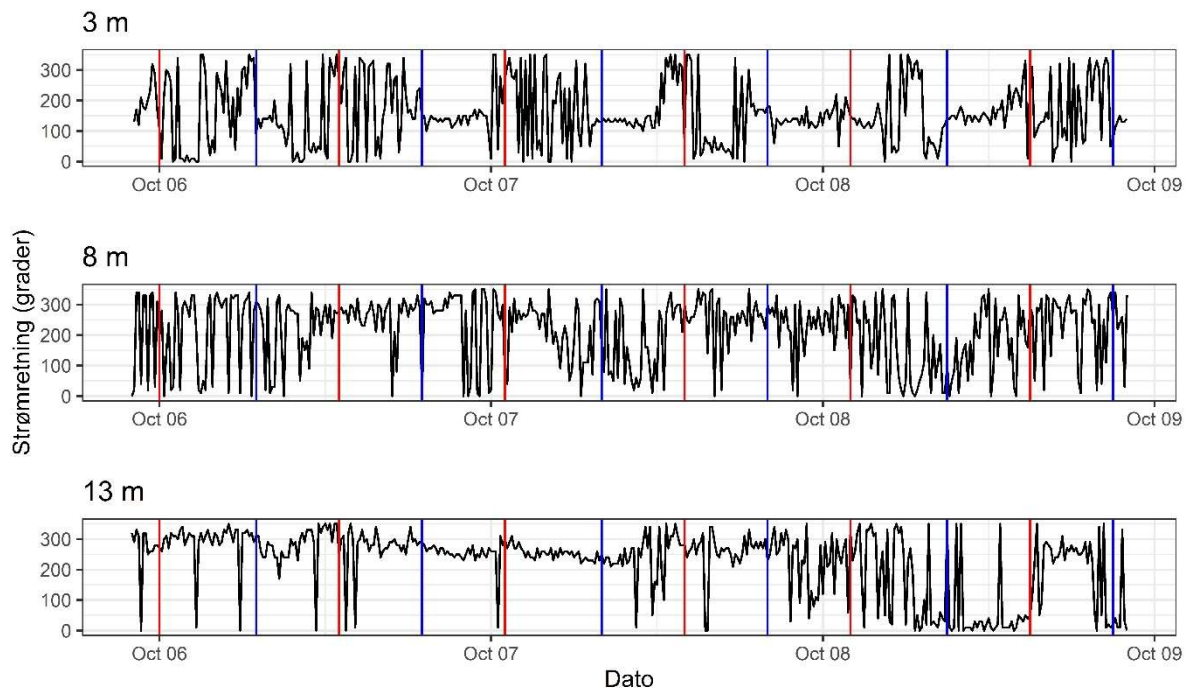
Tilt



Temperature



Vedlegg B – Strømretning og tidevann over tid ved tre ulike dyp



Figur 1. Viser strømretning mellom 6 og 9 oktober 2022. Blå linjer viser lavvann og røde linjer viser høyvann.