



2021

Vannstrømmåling ved Aukrasanden, Aukra kommune, oktober - november 2020

MOWI ASA

Etter Norsk Standard NS 9425-2:2003

AQUA KOMPETANSE AS

Aqua Kompetanse AS
 Storlavika 7
 7770 Flatanger

Mobil: 905 16 947
 E-post: post@aqua-kompetanse.no
 Internett: www.aqua-kompetanse.no
 Bankgiro: 4400.07.25541
 Org. nr.: 982 226 163



Rapportens tittel: Vannstrømmåling ved Aukrasanden, Aukra kommune, oktober - november 2020																							
Måleperiode: 15.10.–15.11.2020	Rapportdato: 11.01.2021 Rapportnummer: 4-1-21S	Antall sider uten vedlegg: 20 Antall sider totalt: 21																					
Oppdragsgiver: MOWI ASA	Kontaktperson: Knut Staven	Prosjektleder: Karen Fosse Sivertsen																					
Lokaltet: Aukrasanden	Kommune: Aukra	Fylke: Møre og Romsdal																					
Instrumenttype: 2 Aquadopp Profiler	Dybde målestet: ca. 145 meter	Koordinater for instrumenttrigg: 62°47.009 N, 6°55.563 Ø																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Resultatoversikt</th> <th>79 meter</th> <th>120 meter</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gjennomsnitt (cm/s):</td> <td>10.5</td> <td>14.0</td> </tr> <tr> <td>Maksimalhastighet (cm/s):</td> <td>46.8</td> <td>53.2</td> </tr> <tr> <td>Minimumshastighet (cm/s):</td> <td>0.1</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Varians (cm²/s²):</td> <td>48.6</td> <td>83.3</td> </tr> <tr> <td>Strømstyrke 0-1 cm/s (%):</td> <td>1.4</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>Hovedstrømretning:</td> <td>nord-nordøst</td> <td>nord-nordøst</td> </tr> </tbody> </table>			Resultatoversikt	79 meter	120 meter	Gjennomsnitt (cm/s):	10.5	14.0	Maksimalhastighet (cm/s):	46.8	53.2	Minimumshastighet (cm/s):	0.1	0.0	Varians (cm ² /s ²):	48.6	83.3	Strømstyrke 0-1 cm/s (%):	1.4	1.3	Hovedstrømretning:	nord-nordøst	nord-nordøst
Resultatoversikt	79 meter	120 meter																					
Gjennomsnitt (cm/s):	10.5	14.0																					
Maksimalhastighet (cm/s):	46.8	53.2																					
Minimumshastighet (cm/s):	0.1	0.0																					
Varians (cm ² /s ²):	48.6	83.3																					
Strømstyrke 0-1 cm/s (%):	1.4	1.3																					
Hovedstrømretning:	nord-nordøst	nord-nordøst																					
Emneord: havstrøm, vannstrøm, vannutskifting, spredningsstrøm, bunnstrøm, doppler, Aquadopp Profiler		ID 415-17 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel																					
Rapportansvarlig:  Katrine Hiorth	Kvalitetssikrer:  Maria C. Sandberg																						

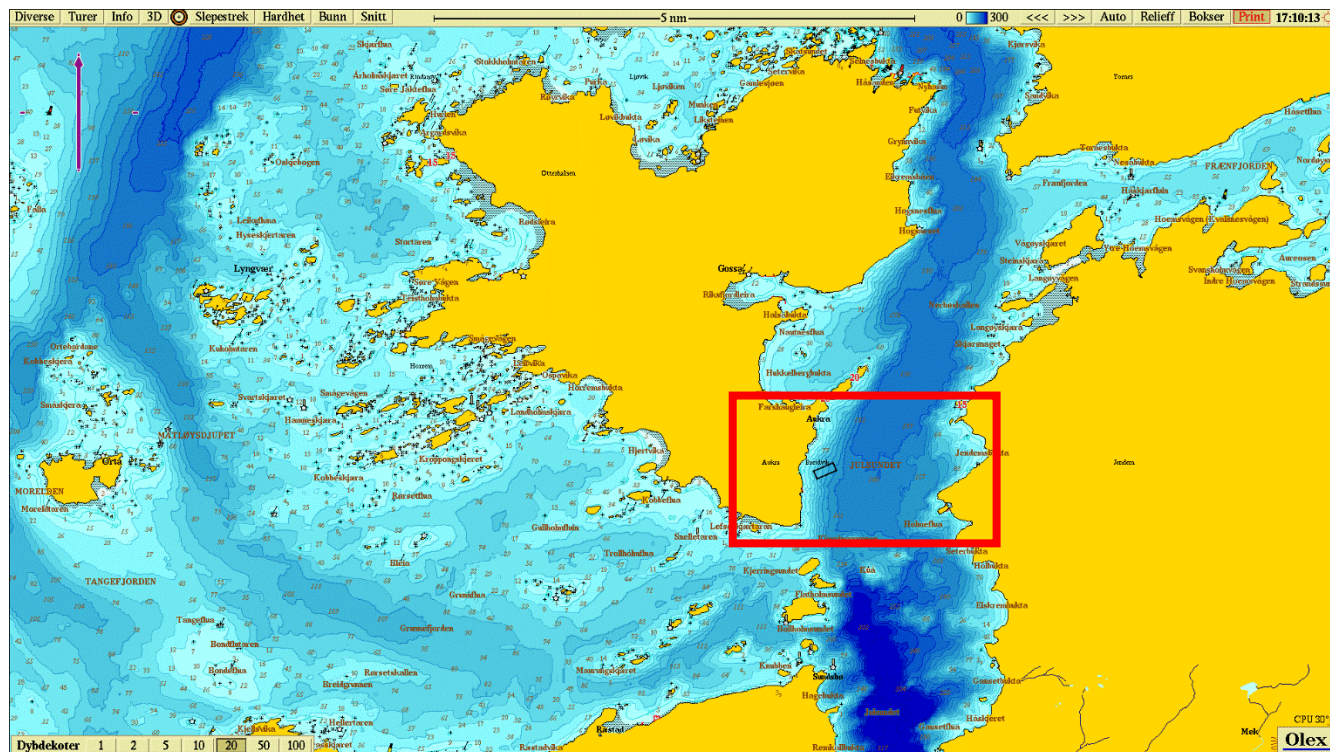
© 2021 Aqua Kompetanse AS. Kopiering av rapporten kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

Innhold

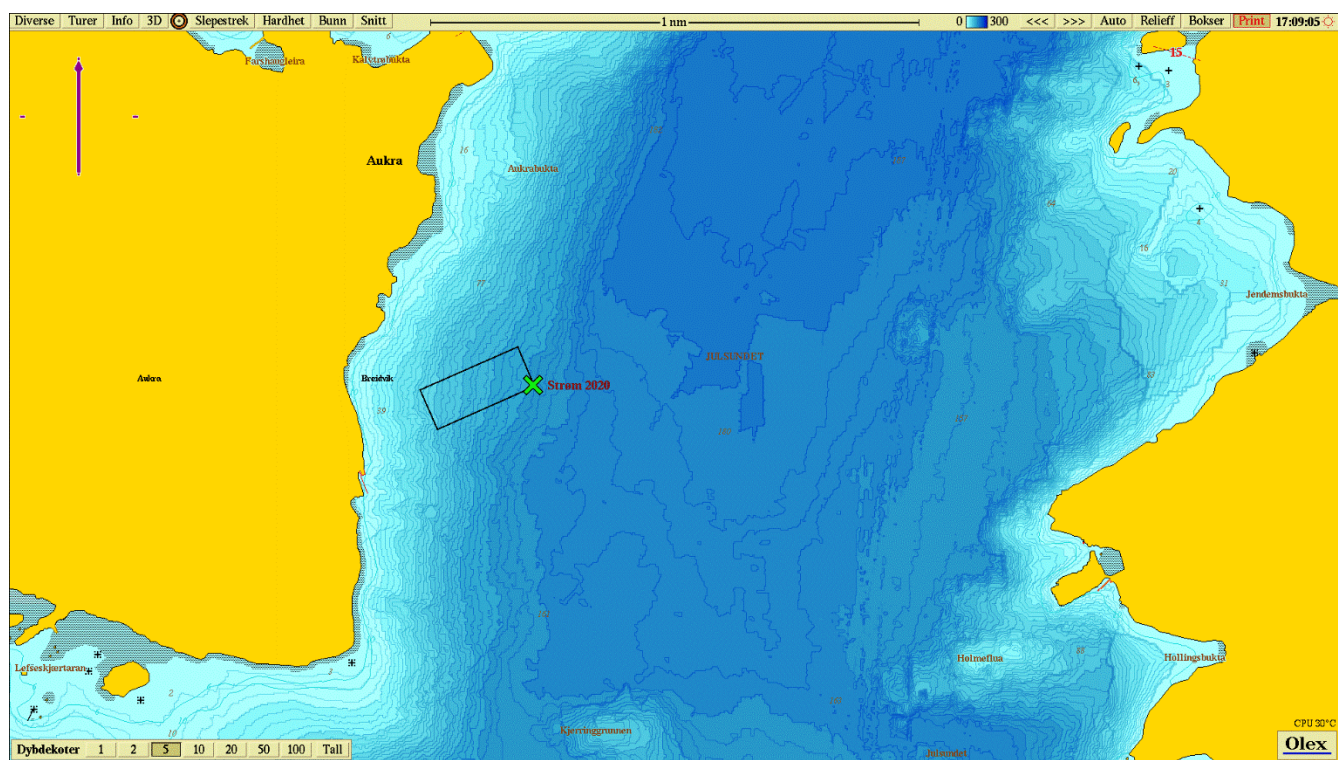
Innledning.....	3
Materiale og metode	5
Kort vurdering.....	6
Resultater	6
Tidsserie - strømhastighet	7
Tidsserie - strømretning.....	8
Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet.....	9
Strømrose - maksimal strømhastighet	10
Histogram - strømhastighet.....	11
Histogram - strømretning	12
Spredningsdiagram - strømretning og -hastighet.....	13
Strømrose - vanntransport (fluks)	14
Vektor - progressiv vektor	15
Sensorer - trykk registrert av instrument	16
Sensorer - instrumenthelning (tilt)	17
Sensorer - sjøtemperatur	18
Tabell - matrise med retnings- og hastighetsgrupper	19
Vedlegg A - riggtegning.....	21

Innledning

Aqua Kompetanse AS har på oppdrag fra MOWI ASA utført strømundersøkelser ved Aukrasanden i Aukra kommune (**Figur 1** og **2**). Representant fra MOWI ASA satte ut og tok opp måleren, mens Aqua Kompetanse har stått for kvalitetssikring av data og rapportering. Rapporten presenterer en oppsummering av resultatene fra strømmålingene, og er bygd på forutsetningen om at leseren studerer følgende data og figurer nøye. Strømmålingene ble foretatt i perioden 15.10.–15.11.2020. Rådata finnes oppbevart hos Aqua Kompetanse AS, og er tilgjengelig ved forespørsel.



Figur 1: Oversiktskart over deler av Aukra kommune, samt deler av Hustadvika kommune og Molde kommune. Innrammet kartutsnitt i rødt viser undersøkelsesområdet ved Aukrasanden. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.



Figur 2: Undersøkellesområdet ved Aukrasanden. Posisjon for plassering av strømrigg er markert med grønt kryss, og anleggsrammen for Aukrasanden er vist i svart. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.

Materiale og metode

Strømmålingene ved Aukrasanden er gjennomført i henhold til NS 9425-2:2003. For å måle vannstrøm er det benyttet to 400 kHz akustiske strømmålere produsert av Nortek AS. Akustiske strømmålere bruker dopplerskift for å beregne strømhastighet og -retning, og refereres ofte til som dopplermålere. Instrumentene er montert på 105 og 107 meters dyp i en toppfestet rigg (se **Vedlegg A** for riggtegning), i en av hjørnefortøyningene til anlegget ved Aukrasanden. Den øverste måleren er montert pekende oppover, mens den nederste måleren er montert pekende nedover. Det er omtrent 145 meter dypt i målepunktet. Begge instrumentene har et instrumentoppsett på 25 celler × 2 meter som gir en rekkevidde på 50 meter. Målerne registrerer i 1 minutt og 30 sekunder sammenhengende og hviler i 8 minutter og 30 sekunder.

Tabell 1: Informasjon om oppsett, instrument-ID og måletidspunkt.

Parametere	MHM03	MHM04
Målertype	Aquadopp Profiler	Aquadopp Profiler
Målernummer	MHM03	MHM04
Hode-ID / Kort-ID	AQP 3643 / AQD 5615	AQP 7778 / AQD12758
Frekvens (kHz)	400	400
Måleretning	Opp	Ned
Måleintervall (s)	600	600
Midlingsperiode (s)	90	90
Målebelastning (%)	100	100
Antall celler (#)	25	25
Cellestørrelse (m)	2	2
Blindsone (m)	1	1
Instrumentdyp (m)	104.6	107
Tidsrom for gyldige registreringer	15.10.2020 17.22 - 15.11.2020 22.32	15.10.2020 17.20 - 15.11.2020 22.30

I denne måleserien er det tatt utgangspunkt i et merddyp på 20 meter, og dybden på målestedet er omtrent 145 meter. Spredningsstrømmen skal måles midt mellom merdbunnen og sjøbunnen (maksimalt 50 meter under notbunn), og vil i dette tilfellet være på 70 meters dyp. Spredningsstrømmen er i dette tilfellet hentet fra 79 meters dyp, innenfor avviksgrensen på 10 % av totaldypet. Bunnstrømmen skal måles 1 meter over bunnen (maksimalt 100 meter under notbunn), og er i dette tilfellet hentet fra 120 meters dyp.

Det er foretatt en manuell og automatisk kvalitetskontroll av datasettene med programvarene SeaReport og Storm. Datasettene var av god kvalitet, og totalt 3 situasjoner med korrupt data er manuelt fjernet fra 79 og 120 meters dyp (**Tabell 2**).

Tabell 2: Data manuelt fjernet i vannstrømmålingen ved Aukrasanden.

Start	Slutt	Kommentarer
23.10.2020 16:48:14	23.10.2020 16:56:09	Korrupt måling, 79 meter
23.10.2020 17:30:16	23.10.2020 17:44:51	Korrupt måling, 79 meter
23.10.2020 09:06:28	23.10.2020 09:15:27	Korrupt måling, 120 meter

Kort vurdering

Vannstrømmen på 79 og 120 meters dyp ved Aukrasanden er tidevannstyrt og følger batymetriens orientering i målepunktet. Spredningsstrømmen på 79 meters dyp og bunnstrømmen på 120 meters dyp har størst vanntransport mot nord-nordøst.

Resultater

I denne måleserien fra Aukrasanden er gjennomsnittlig vannstrøm 10.5 og 14.0 cm/s på 79 og 120 meters dyp, og maksimalhastigheten er henholdsvis 46.8 og 53.2 cm/s. Det er registrert lite strømstille i måleperioden på alle undersøkte dyp.

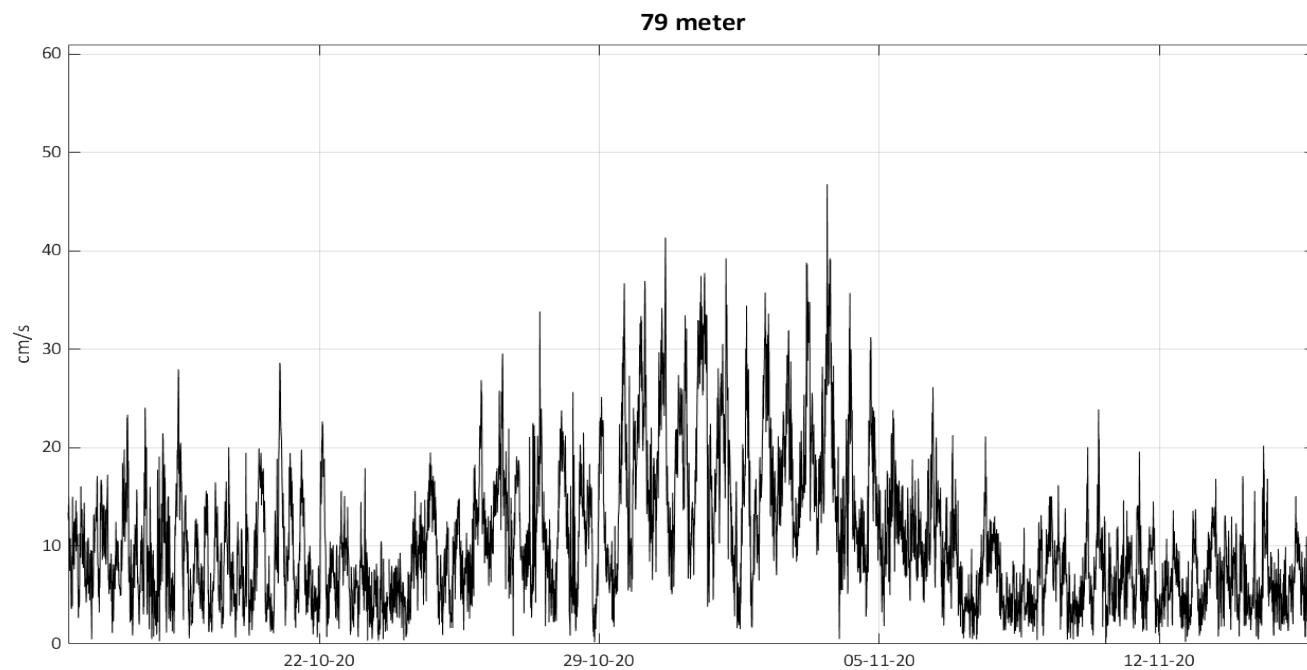
Anlegget ved Aukrasanden er lokalisert vest i Julsundet, utenfor den sørøstlige delen av øyen Gossa. I dette området er batymetrien orientert i nord-nordøst og sør-sørvestlig retning. Spredningsstrømmen og bunnstrømmen ved Aukrasanden følger hovedsakelig disse retningene. I første og siste del av måleperioden veksler vannstrømmen med tidevannet mellom nord-nordøstlig og nord-nordvestlig retning, mens midt i måleperioden er vannstrømmen mer ensrettet mot nord-nordøst og strømhastigheten øker. Størst vanntransport på 79 og 120 meters dyp er rettet mot nord-nordøst, og de høyeste strømhastighetene registreres også i denne retningen.

Nedenfor presenteres tabeller og figurer med statistikk og resultater.

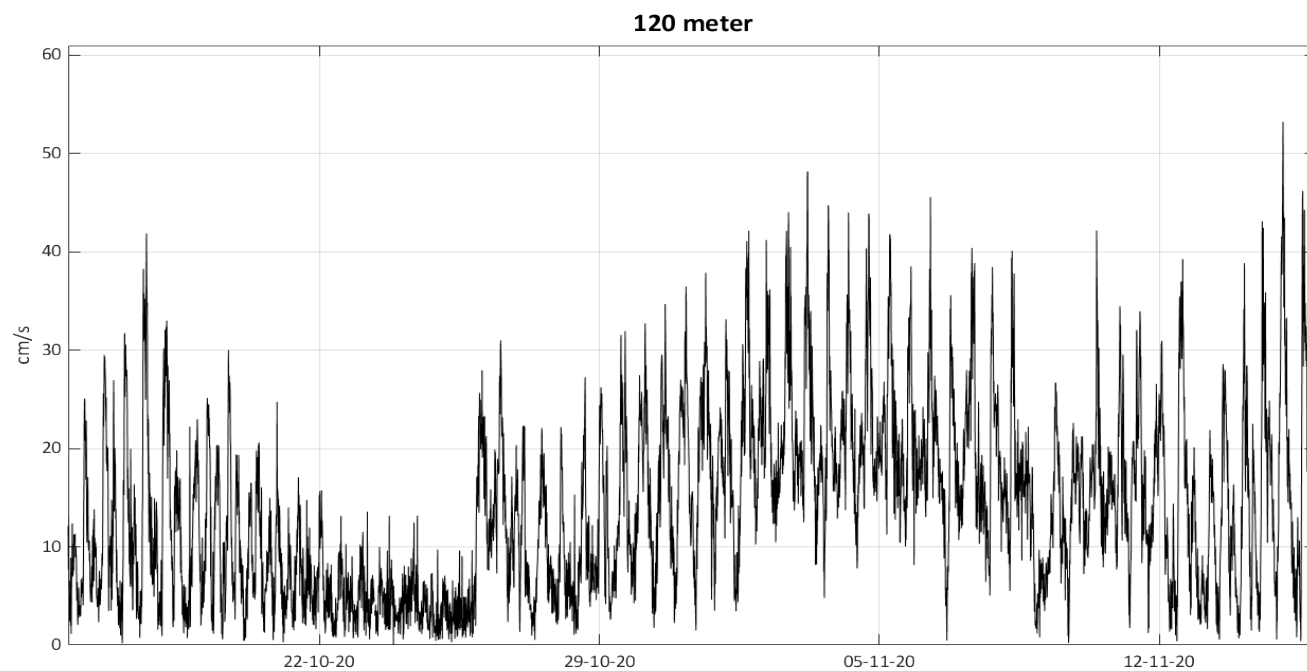
Tabell 3: Statistikk

Parametere	79 meter	120 meter
Gyldige målinger/totalt (#)	4489/4496	4495/4496
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	10.5	14.0
Maksimalstrøm (cm/s)	46.8	53.2
Minimumstrøm (cm/s)	0.1	0.0
Strømstyrke 0-1 cm/s (%)	1.4	1.3
Strømstyrke 1-3 cm/s (%)	8.2	7.4
Neumann-parameter	0.50	0.75
Standardavvik (cm/s)	7.0	9.1
Varians (cm ² /s ²)	48.6	83.3
Signifikant maksimum strømhastighet (cm/s)	18.4	24.5
Signifikant minimum strømhastighet (cm/s)	4.0	4.5
De 4 hyppigst forekommende strømretningsgruppene (°)	0 - 15 15 - 30 30 - 45 345 - 360	0 - 15 15 - 30 345 - 360 195 - 210
De 4 hyppigst forekommende strømhastighetsgruppene (cm/s)	5 - 7 7 - 9 3 - 5 9 - 11	3 - 5 5 - 7 13 - 15 15 - 17
Mest vannutskiftning / retning / 15° sektor	1964 m ³ /m ² per dag ved 15 - 30	5121 m ³ /m ² per dag ved 0 - 15
Minst vannutskiftning / retning / 15° sektor	37 m ³ /m ² per dag ved 285 - 300	23 m ³ /m ² per dag ved 90 - 105

Tidsserie - strømhastighet

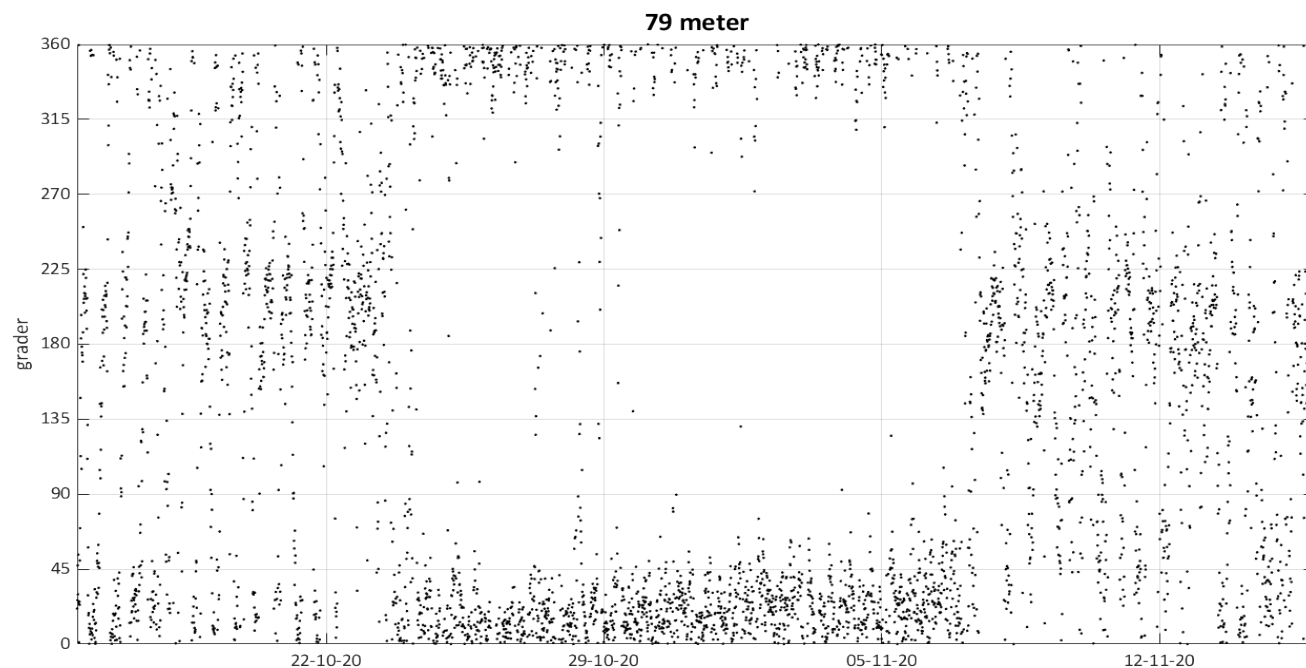


Figur 3: Vannstrømhastighet (cm/s) på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

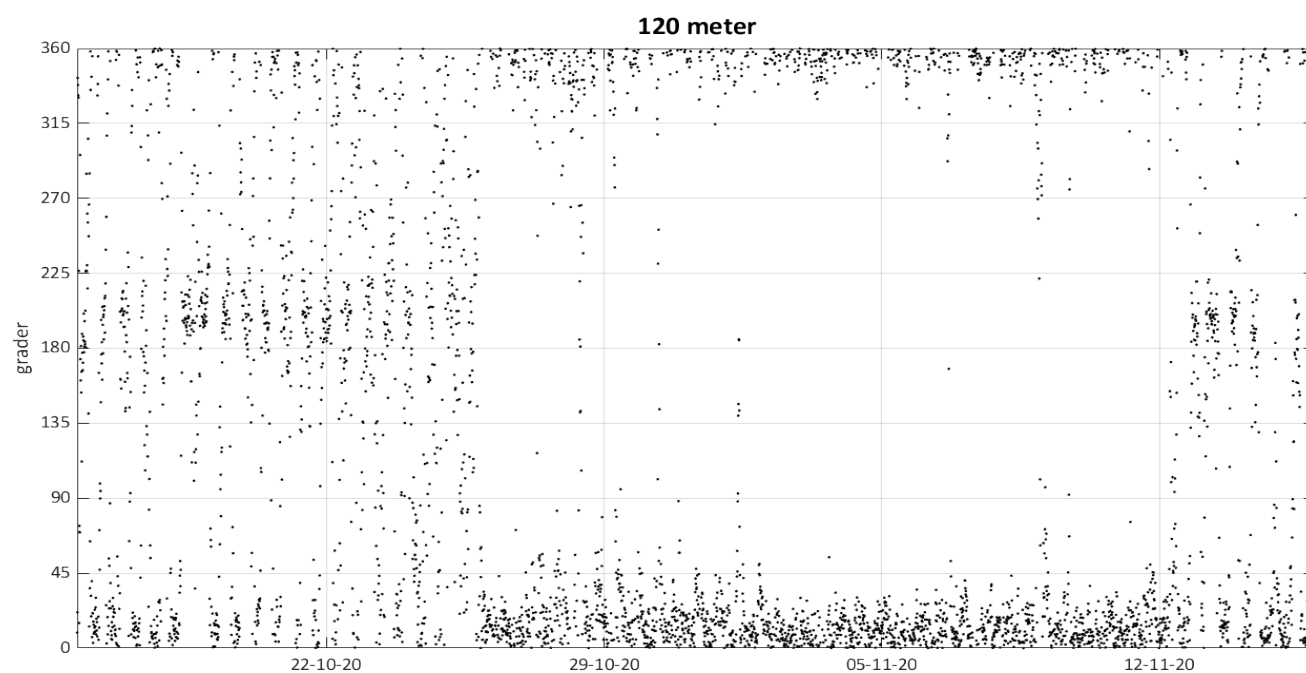


Figur 4: Vannstrømhastighet (cm/s) på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Tidsserie - strømretning

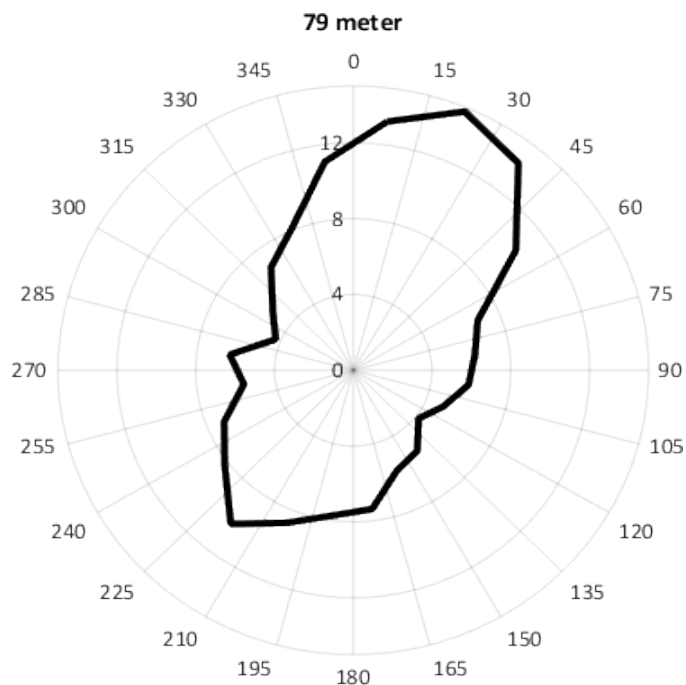


Figur 5: Vannstrømretning (°) på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

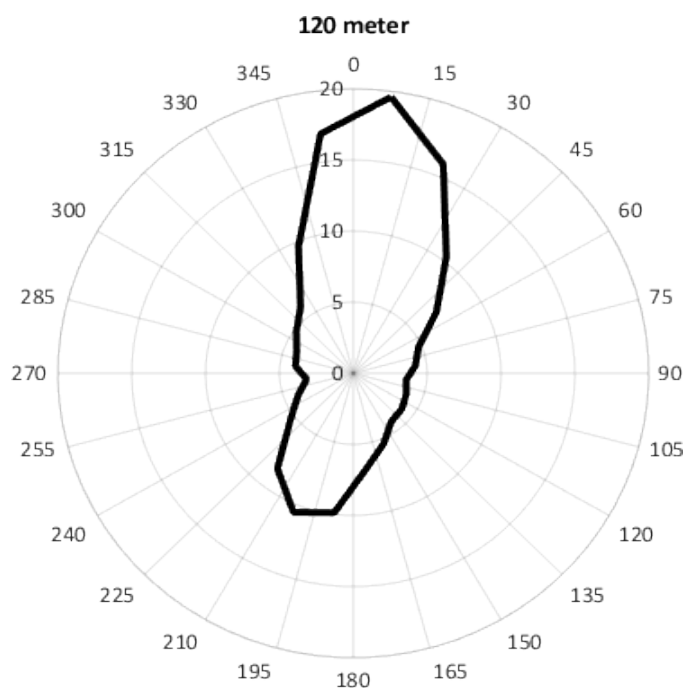


Figur 6: Vannstrømretning (°) på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet

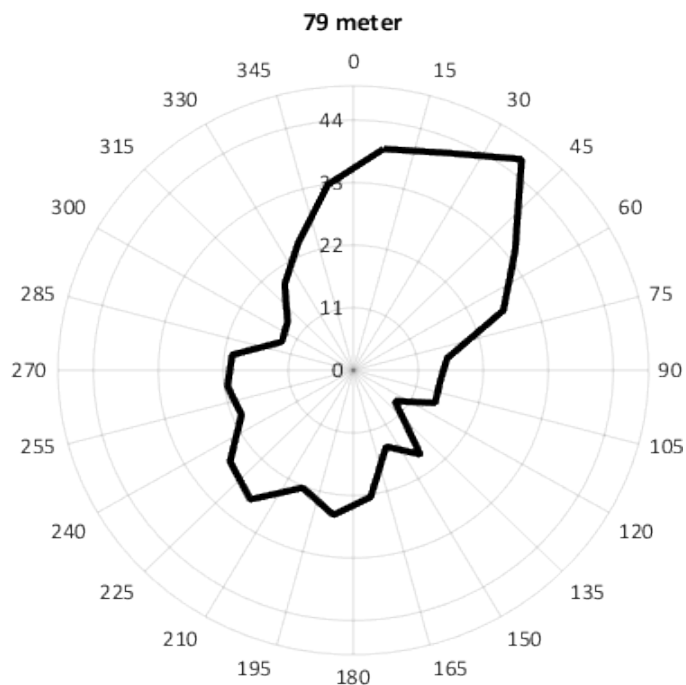


Figur 7: Gjennomsnittlig vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

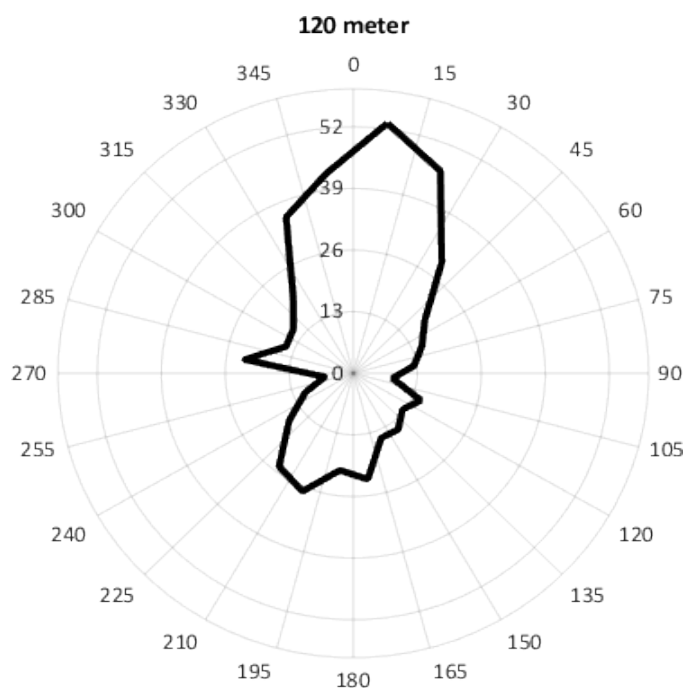


Figur 8: Gjennomsnittlig vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Strømrose - maksimal strømshastighet

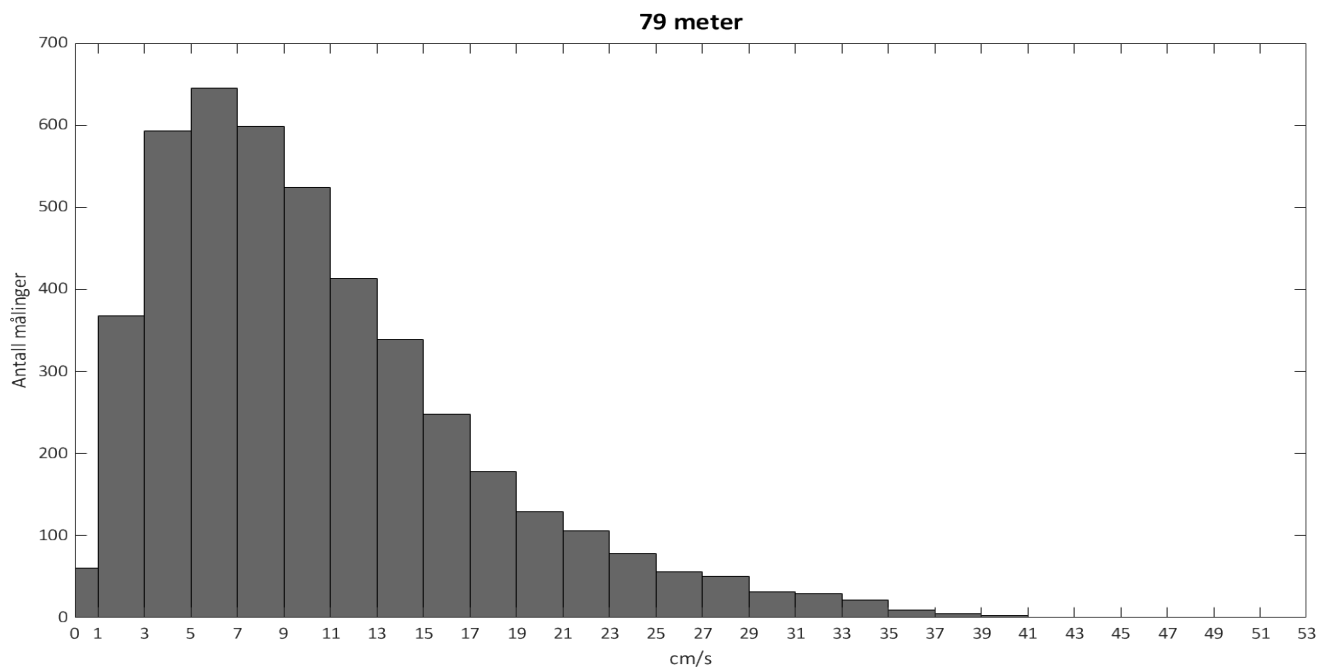


Figur 9: Maksimal vannstrømshastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

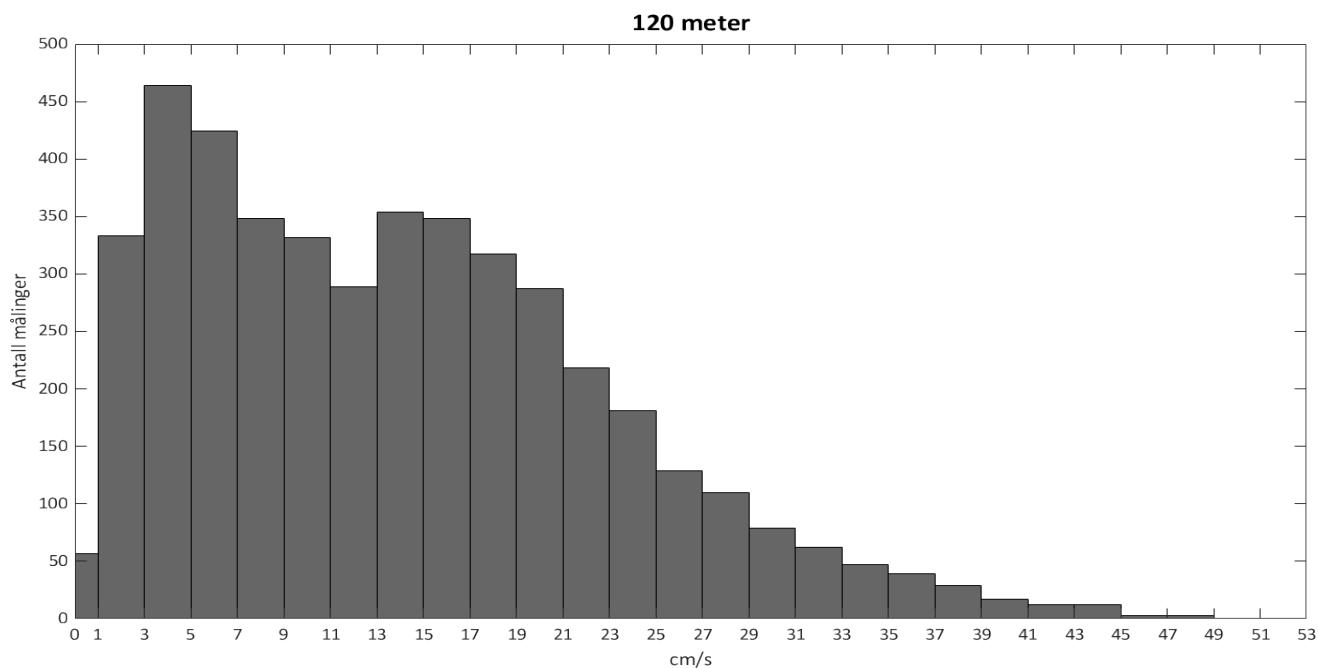


Figur 10: Maksimal vannstrømshastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Histogram - strømshastighet

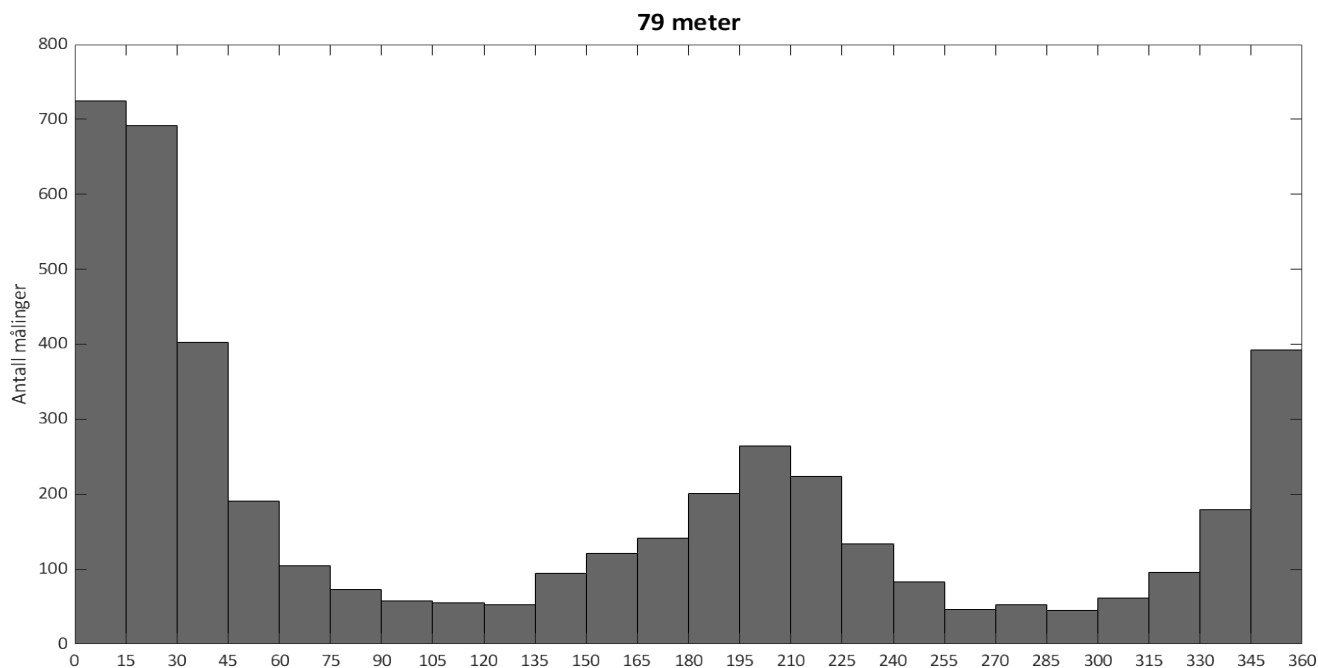


Figur 11: Frekvensfordeling av vannstrømshastighet på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

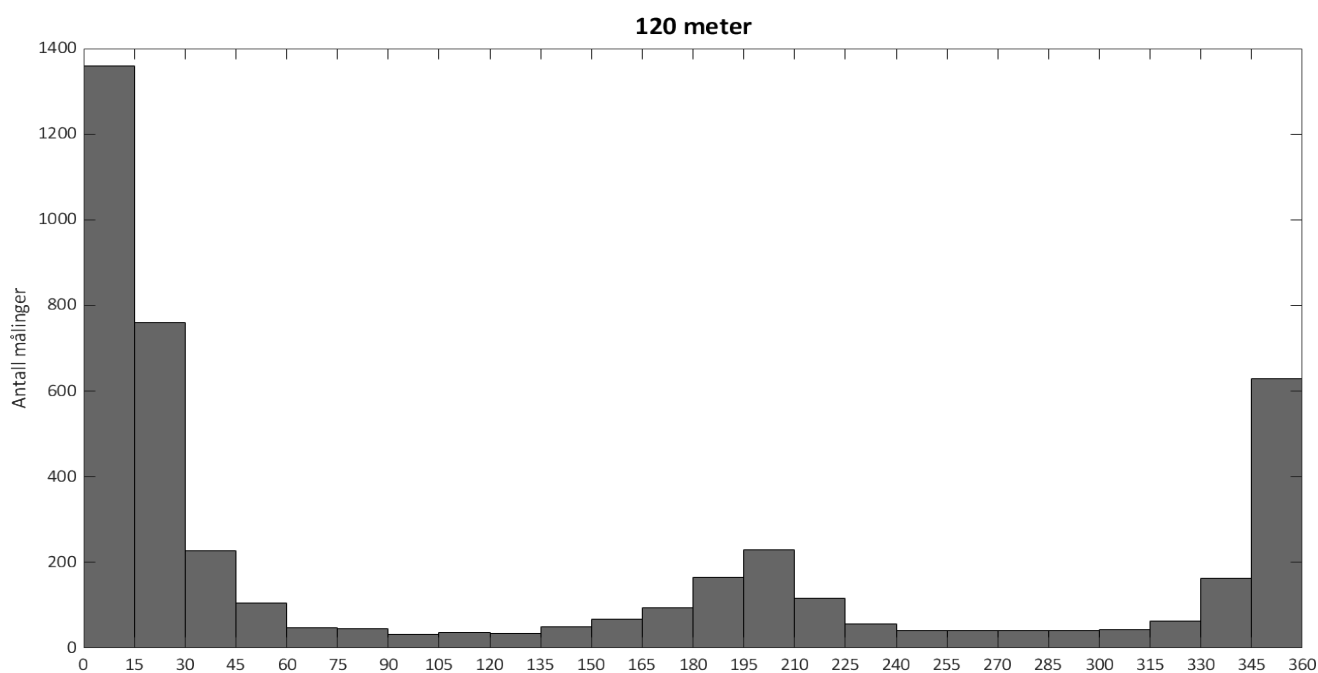


Figur 12: Frekvensfordeling av vannstrømshastighet på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Histogram - strømretning

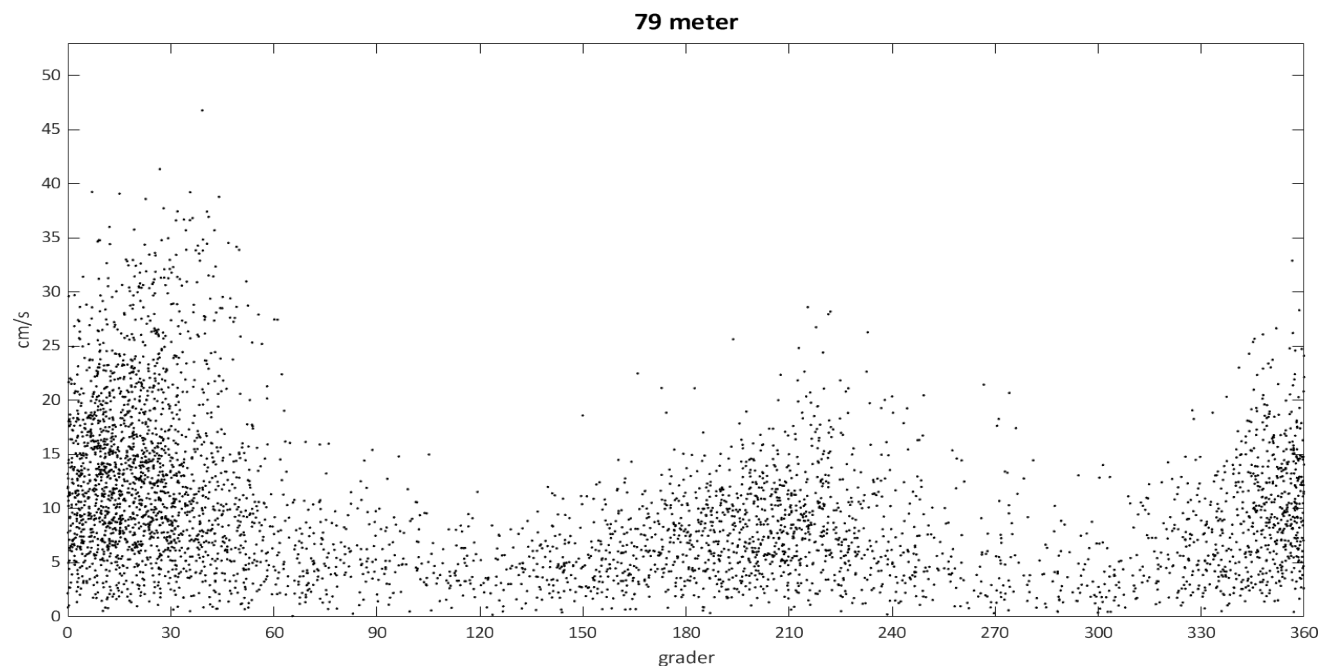


Figur 13: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

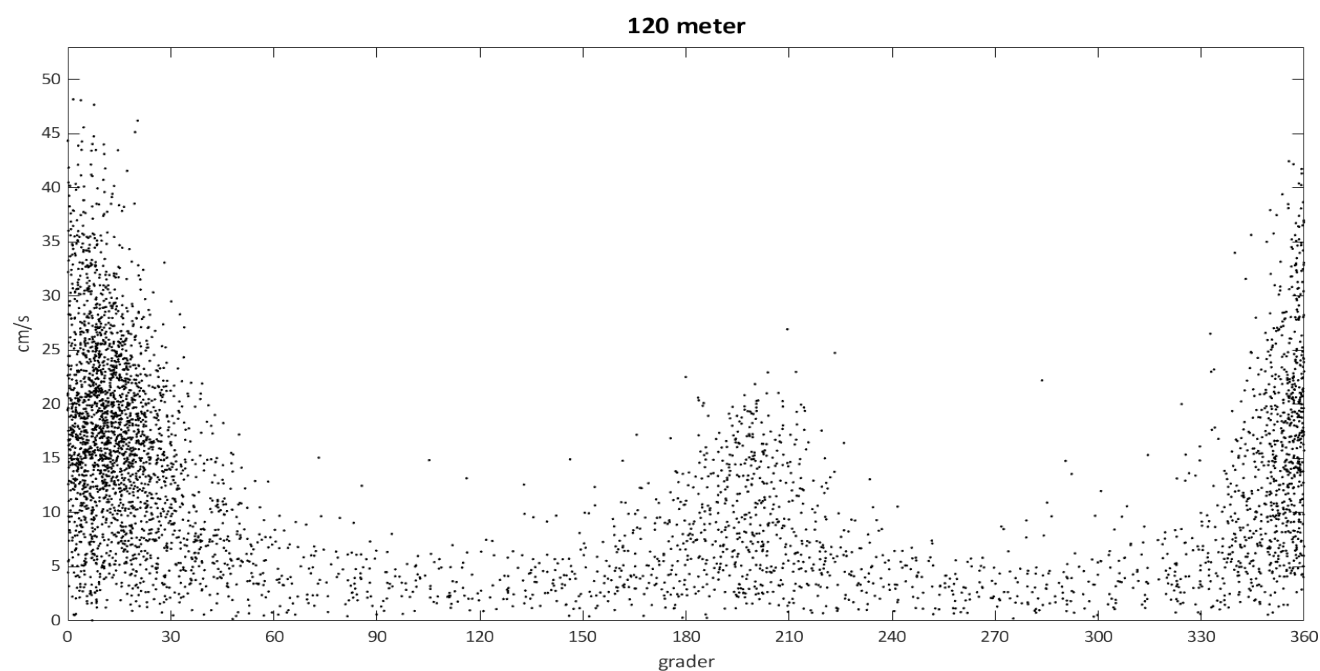


Figur 14: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

Spredningsdiagram - strømretning og -hastighet

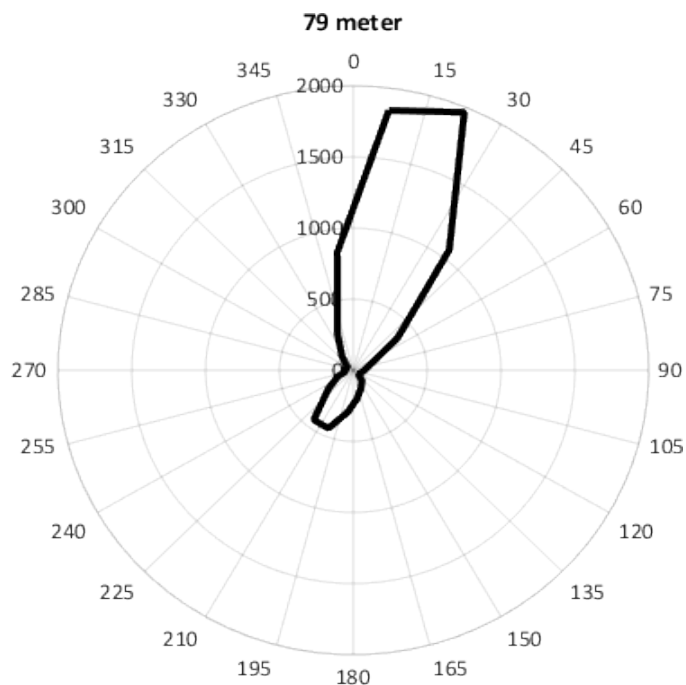


Figur 15: Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

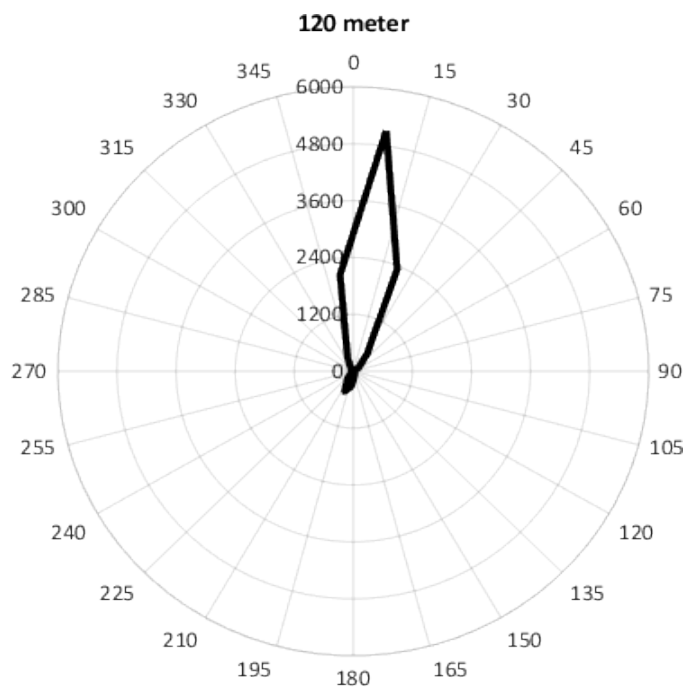


Figur 16: Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Strømrose - vanntransport (fluks)

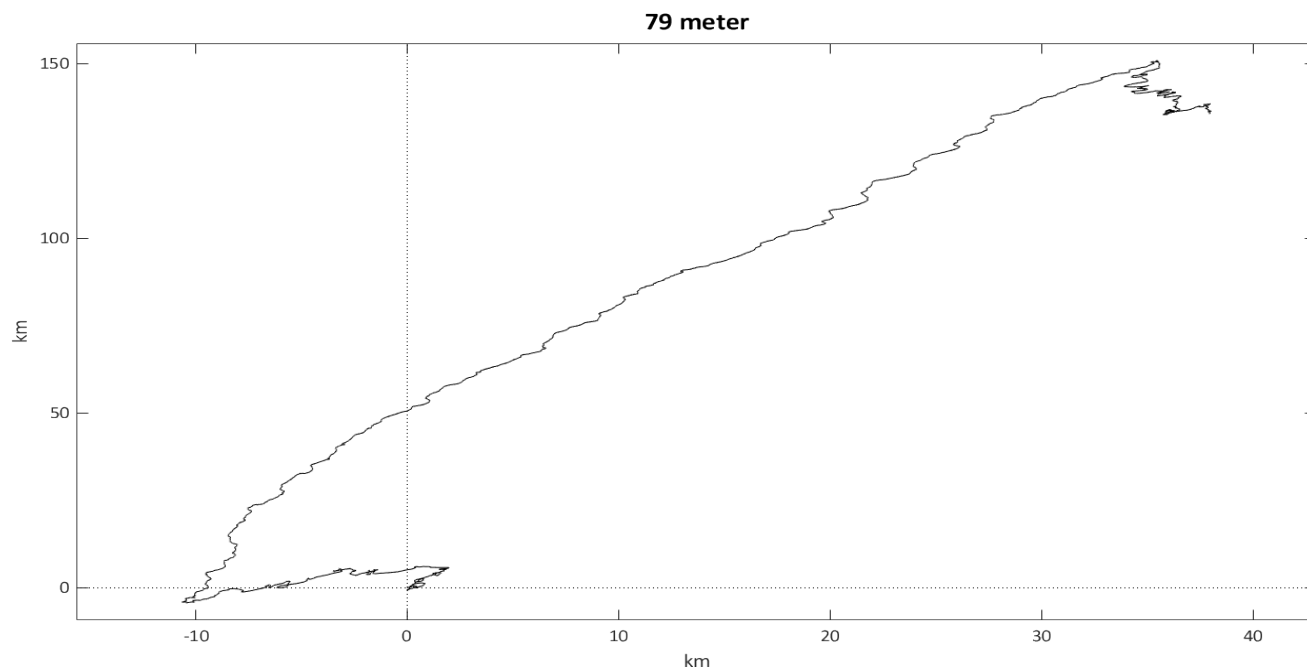


Figur 17: Vanntransport ($m^3/m^2/dag$) for hver 15° sektor på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

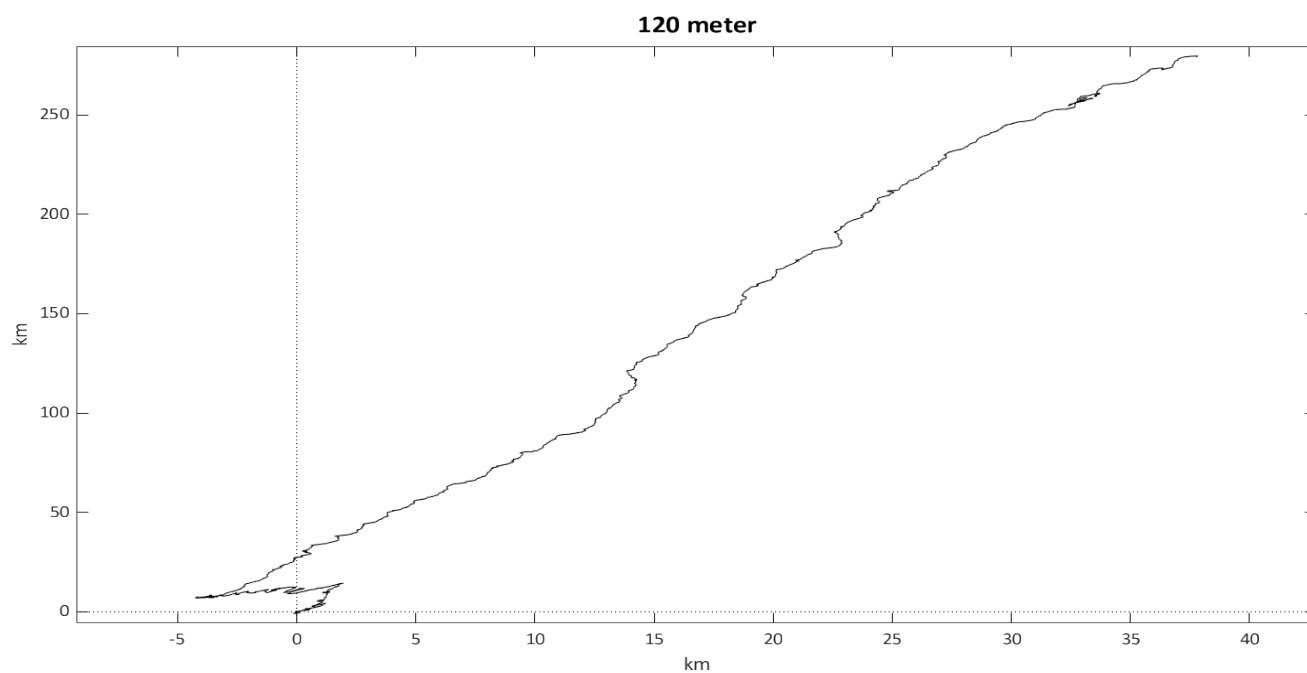


Figur 18: Vanntransport ($m^3/m^2/dag$) for hver 15° sektor på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Vektor - progressiv vektor

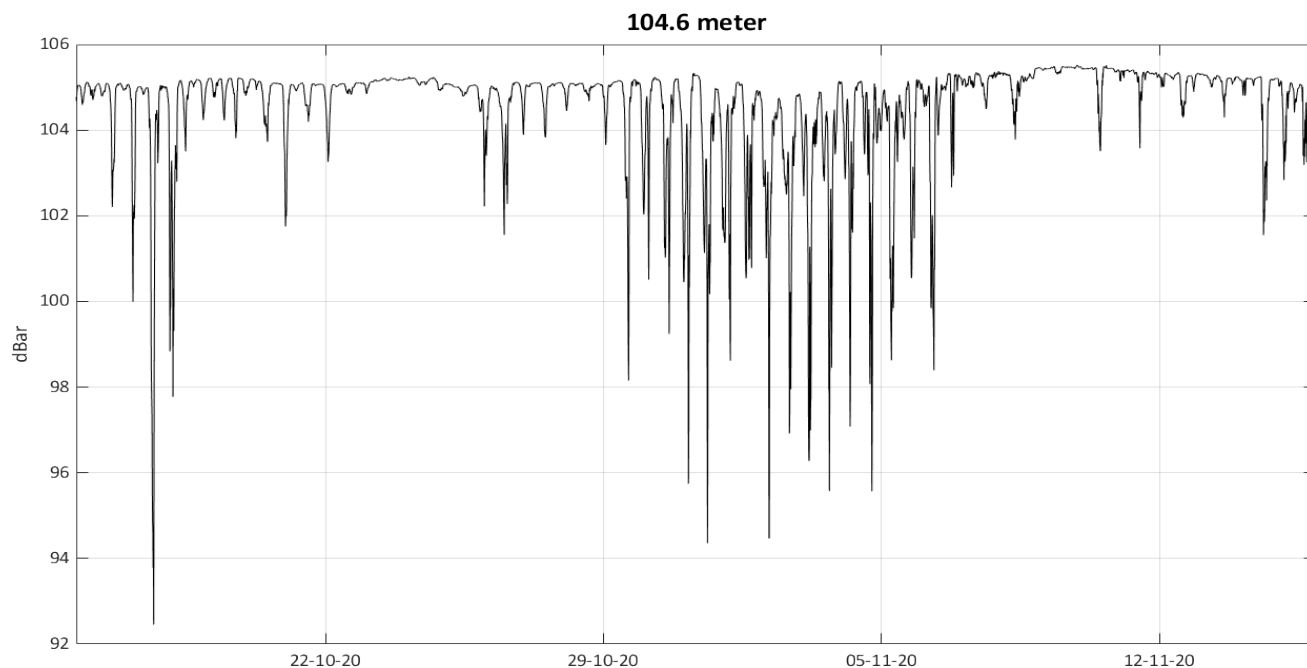


Figur 19: Progressiv vektor på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

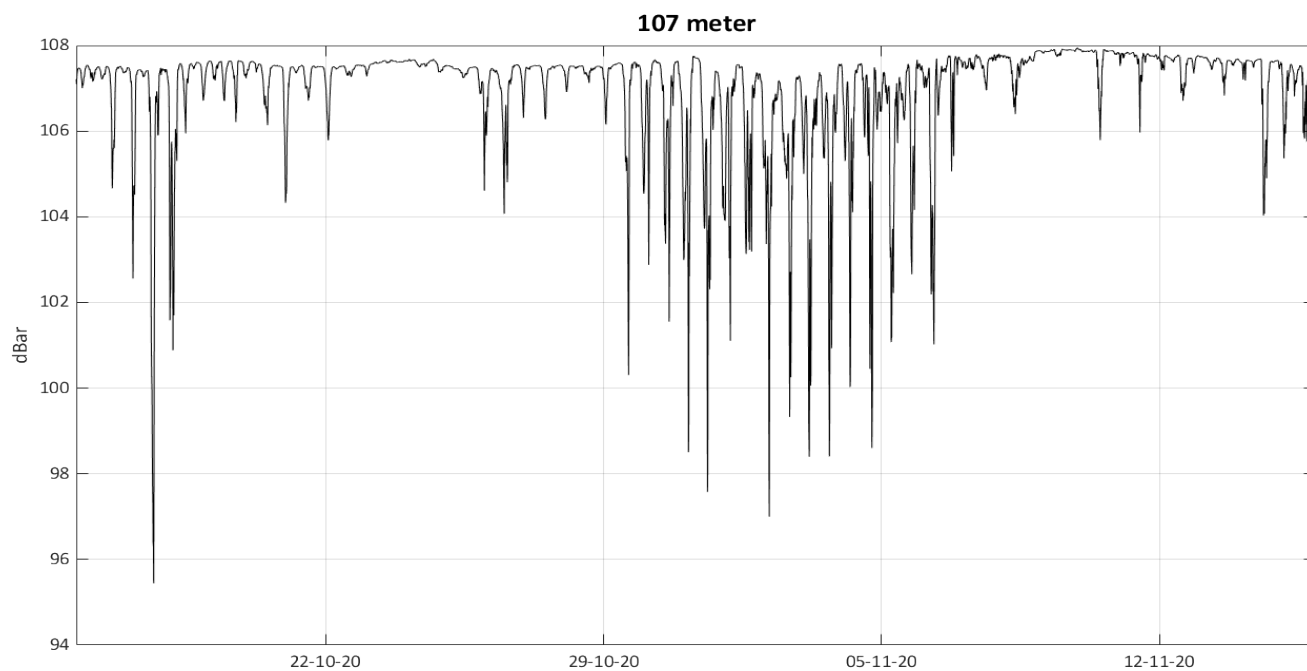


Figur 20: Progressiv vektor på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Sensorer - trykk registrert av instrument

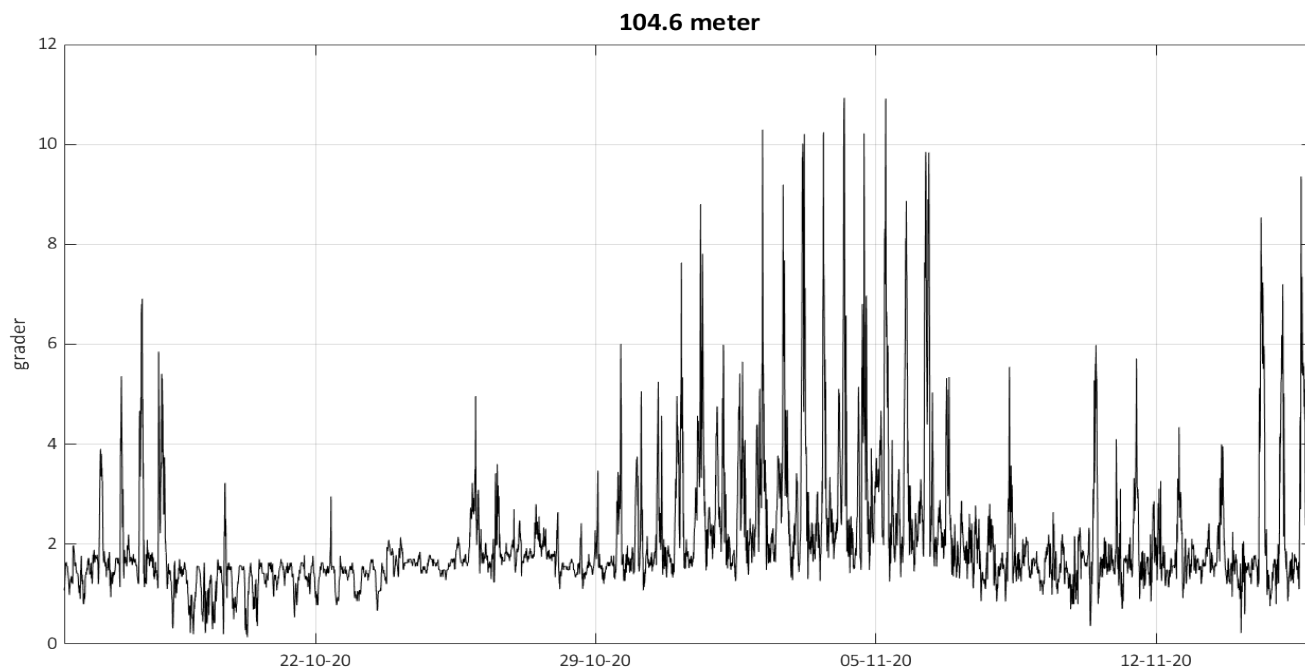


Figur 21: Trykk (dBar) i instrumentdypet ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

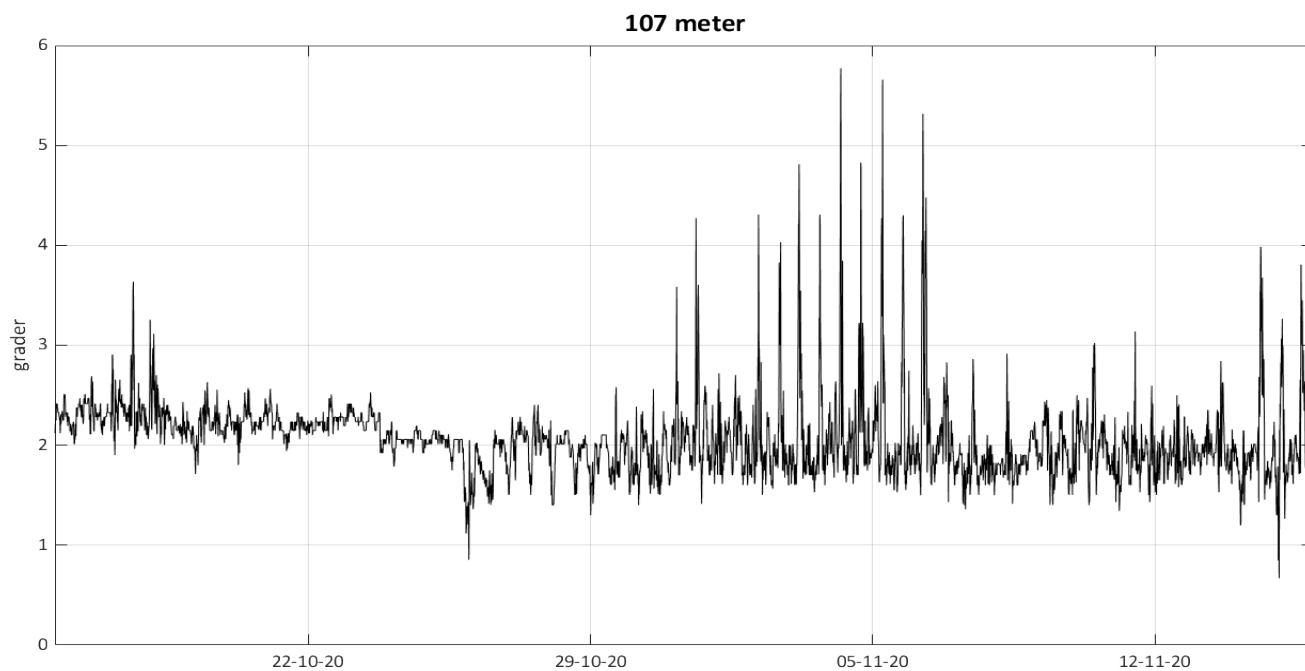


Figur 22: Trykk (dBar) i instrumentdypet ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Sensorer - instrumenthelning (tilt)

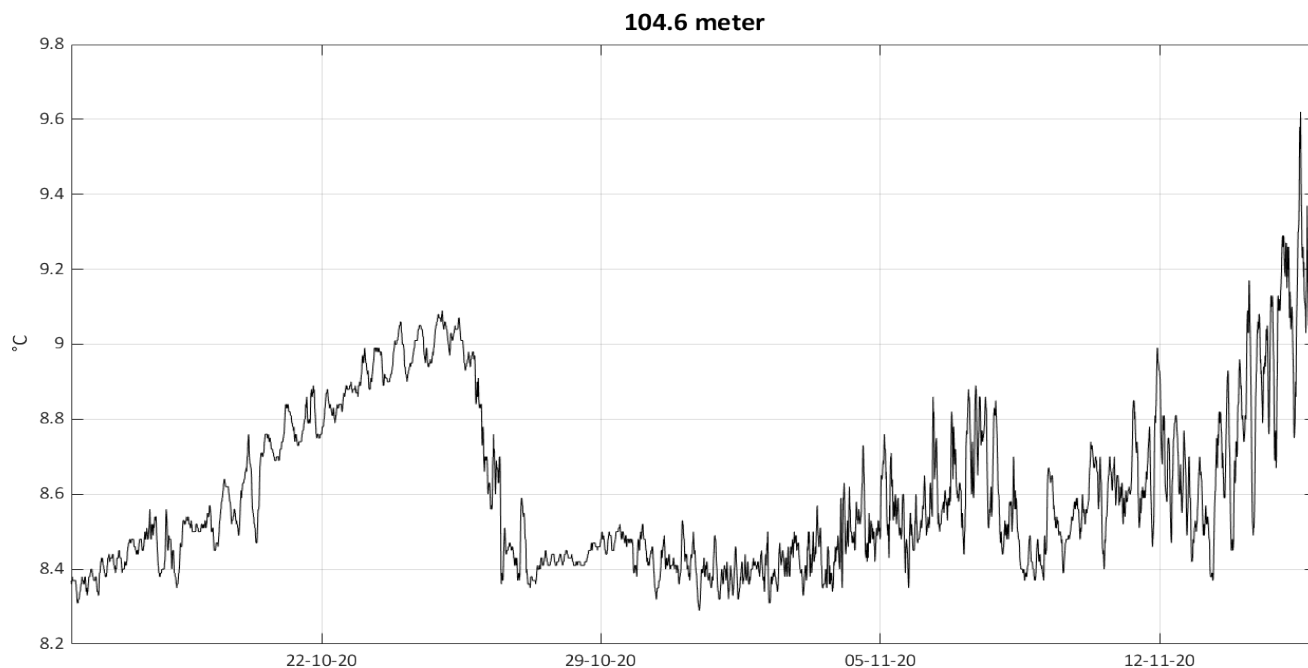


Figur 23: Instrumenthelning (°) på Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

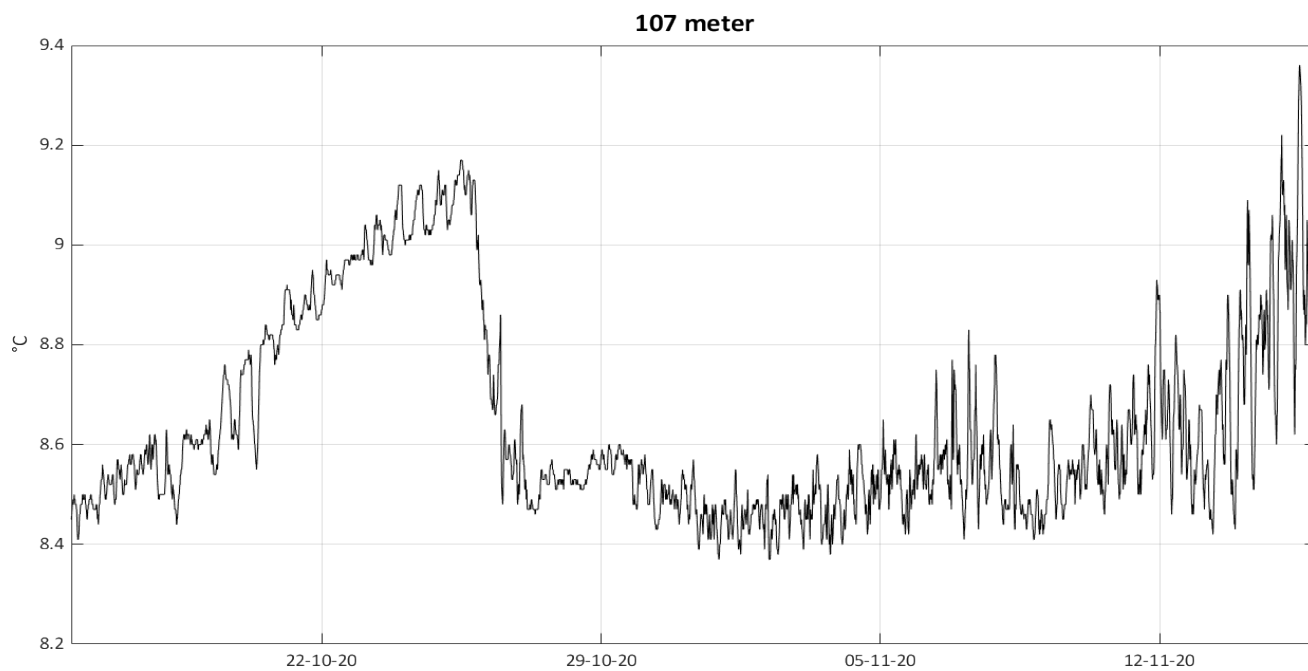


Figur 24: Instrumenthelning (°) på Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Sensorer - sjøtemperatur



Figur 25: Temperatur i instrumentdypet ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.



Figur 26: Temperatur i instrumentdypet ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020.

Tabell - matrise med retnings- og hastighetsgrupper

Tabell 4: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper for hver 15° sektor på 79 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert.

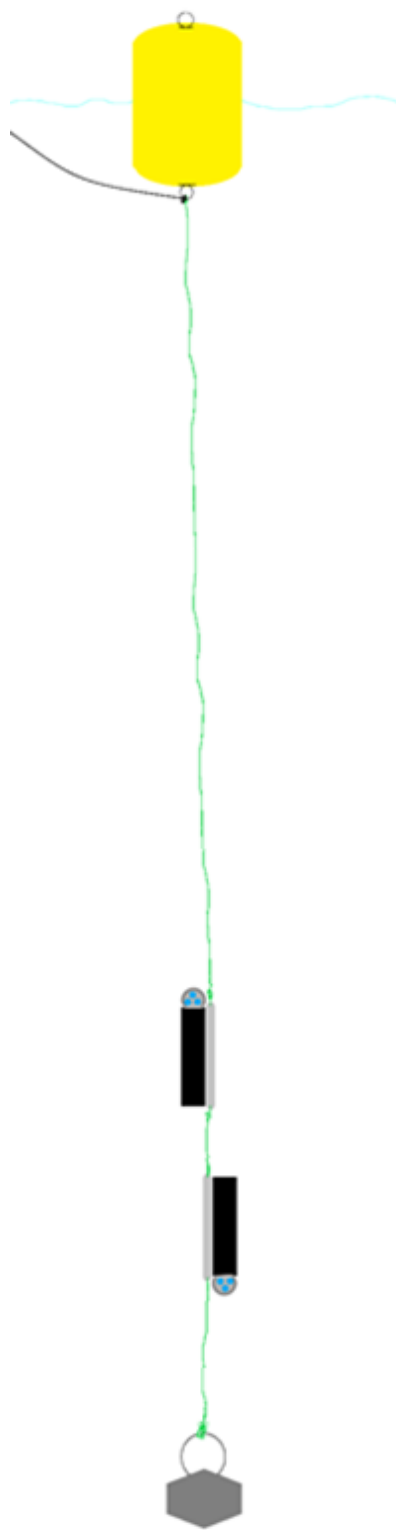
79 meter															antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	$\text{m}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$	%
0	4	10	18	20	17	31	78	85	191	156	72	43	0	0	725	16.15	1843.2	20.42
15	1	7	14	14	21	19	73	75	179	116	93	80	0	0	692	15.42	1963.6	21.75
30	7	7	9	13	20	19	52	41	97	47	35	56	0	0	403	8.98	1066.4	11.81
45	2	6	10	11	11	17	27	31	40	14	7	15	0	0	191	4.25	381.8	4.23
60	1	6	15	10	15	8	20	11	11	5	1	2	0	0	105	2.34	137.9	1.53
75	3	4	4	7	12	10	12	11	8	2	0	0	0	0	73	1.63	87.4	0.97
90	1	3	5	8	12	5	8	11	5	0	0	0	0	0	58	1.29	65.7	0.73
105	2	4	4	14	9	6	8	6	2	0	0	0	0	0	55	1.23	52.4	0.58
120	5	3	7	11	11	6	6	4	0	0	0	0	0	0	53	1.18	42.6	0.47
135	3	5	13	11	20	8	20	7	6	1	0	0	0	0	94	2.09	96.5	1.07
150	4	5	14	19	17	13	22	14	13	0	0	0	0	0	121	2.7	133.6	1.48
165	2	3	9	11	13	16	29	27	26	3	2	0	0	0	141	3.14	199.9	2.21
180	4	6	8	18	18	17	37	39	49	3	1	1	0	0	201	4.48	298.1	3.3
195	0	5	12	16	16	32	49	37	77	18	2	0	0	0	264	5.88	441.5	4.89
210	2	2	10	10	10	13	35	44	57	29	8	4	0	0	224	4.99	439.7	4.87
225	2	7	8	9	10	16	26	11	31	9	4	1	0	0	134	2.99	211.8	2.35
240	0	8	5	10	12	10	14	5	10	7	2	0	0	0	83	1.85	113.3	1.25
255	5	4	5	7	5	6	4	3	5	1	1	0	0	0	46	1.02	49.5	0.55
270	3	6	8	7	2	7	5	3	7	3	1	0	0	0	52	1.16	63.2	0.7
285	3	9	8	4	6	3	7	3	2	0	0	0	0	0	45	1	36.9	0.41
300	4	8	9	11	6	4	5	4	10	0	0	0	0	0	61	1.36	60.4	0.67
315	0	7	11	6	13	11	16	13	17	2	0	0	0	0	96	2.14	126.5	1.4
330	2	5	17	18	16	17	22	27	38	15	3	0	0	0	180	4.01	281.1	3.11
345	1	5	10	18	18	21	49	59	128	56	20	7	0	0	392	8.73	835.3	9.25
SUM (#)	61	135	233	283	310	315	624	571	1009	487	252	209	0	0	4489	100	9028.3	100
SUM (%)	1.36	3.01	5.19	6.3	6.91	7.02	13.9	12.72	22.48	10.85	5.61	4.66	0	0	100			

Tabell 5: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper for hver 15° sektor på 120 meters dyp ved Aukrasanden i perioden 15.10.–15.11.2020. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks (m³/m²/døgn) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert.

120 meter															antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	m³/m²/døgn	%
0	4	9	15	12	19	32	50	53	232	327	259	347	1	0	1360	30.26	5121.2	42.49
15	2	9	10	17	17	19	49	50	165	205	139	79	0	0	761	16.93	2326.8	19.3
30	4	2	9	12	14	17	39	21	66	28	12	3	0	0	227	5.05	451.5	3.75
45	6	3	4	12	7	16	23	9	22	4	0	0	0	0	106	2.36	144.4	1.2
60	4	5	5	9	6	2	10	6	0	1	0	0	0	0	48	1.07	44	0.37
75	3	4	9	8	7	4	7	2	1	0	0	0	0	0	45	1	36.7	0.3
90	3	2	5	9	8	4	1	1	0	0	0	0	0	0	33	0.73	22.9	0.19
105	1	6	13	4	5	3	3	0	2	0	0	0	0	0	37	0.82	27.5	0.23
120	1	3	11	4	6	1	6	1	1	0	0	0	0	0	34	0.76	27	0.22
135	1	8	7	11	9	7	2	4	1	0	0	0	0	0	50	1.11	40.8	0.34
150	1	6	8	11	11	4	14	7	5	0	0	0	0	0	67	1.49	69.1	0.57
165	2	5	11	11	8	11	12	15	17	2	1	0	0	0	95	2.11	123.5	1.02
180	2	2	10	5	10	17	20	23	48	26	3	0	0	0	166	3.69	315.2	2.62
195	1	5	17	14	13	8	28	31	53	50	9	1	0	0	230	5.12	467.4	3.88
210	4	6	3	10	12	12	20	9	25	13	2	0	0	0	116	2.58	188.1	1.56
225	0	5	7	8	10	5	11	7	2	1	0	0	0	0	56	1.25	57.7	0.48
240	2	6	5	7	6	9	5	0	1	0	0	0	0	0	41	0.91	31.9	0.26
255	3	6	9	12	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0.93	25.7	0.21
270	4	8	8	6	8	0	3	3	0	0	1	0	0	0	41	0.91	31.1	0.26
285	4	7	6	8	6	4	1	2	3	0	0	0	0	0	41	0.91	32.7	0.27
300	0	8	4	9	6	5	6	3	2	1	0	0	0	0	44	0.98	41.1	0.34
315	3	5	5	13	8	5	12	4	5	2	1	0	0	0	63	1.4	71	0.59
330	0	9	9	7	14	16	25	20	31	19	8	4	0	0	162	3.6	301.3	2.5
345	2	8	6	7	22	18	46	50	126	129	108	108	0	0	630	14.02	2055.5	17.05
SUM (#)	57	137	196	226	238	225	393	321	808	808	543	542	1	0	4495	100	12054.1	100
SUM (%)	1.27	3.05	4.36	5.03	5.29	5.01	8.74	7.14	17.98	17.98	12.08	12.06	0.02	0	100			

Vedlegg A - riggtegning

Figur A.1: Veiledende riggtegning for instrumenttriggen brukt ved Aukrasanden. Avvik kan forekomme.



Overflate (0 m): **fortøyningsblåse**

Ca. 105 meter: **Aquadopp Profiler MHM03**

Ca. 107 meter: **Aquadopp Profiler MHM04**

Ca. 5 meter under måler (ca. 112 meter): **lodd**