



2019

**Vannstrømmåling ved  
Rønstad, Volda,  
november - desember 2018**

**og**

**mars - april 2019**

**Mowi Norway Mid**

**Etter Norsk Standard NS 9425-2:2003**

AQUA KOMPETANSE AS

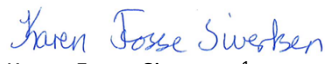


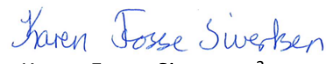
Revidert: 26.04.2019

29-1-19S RØNSTAD V.2

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: <b>Vannstrømmåling ved Rønstad, Volda, november - desember 2018 og mars - april 2019</b>			
Måleperiode: 08.11–19.12.2018 08.03–09.04.2019	Rapportdato: 29.01.2019 Revidert: 26.04.2019 Rapportnummer: 29-1-19S V.2	Antall sider uten vedlegg: 27 Antall sider totalt: 29	
Oppdragsgiver: Mowi Norway Mid	Kontaktperson: Knut Staven	Prosjektleder: Linda Hagen	
Lokalitet: Rønstad	Kommune: Volda	Fylke: Møre og Romsdal	
Instrumenttype: 2 Aquadopp Profiler	Dybde målested: ca. 240 meter	GPS-koordinater for instrumenttrigg: 62°08.209 N 06°01.344 Ø	
<b>Resultatoversikt</b>	<b>5 meter</b>	<b>15 meter</b>	<b>41 meter</b>
Gjennomsnitt (cm/s):	8.7	7.3	5.4
Maksimalhastighet (cm/s):	41.7	28.6	20.2
Strømstyrke 0-1 cm/s (%):	1.5	2.0	3.2
Strømstyrke 1-3 cm/s (%):	10.0	12.3	20.6
Neumann-parameter:	0.13	0.04	0.05
10-års strøm, beregnet:	68.8	47.2	-
50-års strøm, beregnet:	77.1	53.0	-
Emneord: havstrøm, vannstrøm, overflatestrøm, dimensjoneringsstrøm, vannutskiftning, doppler, Aquadopp Profiler			ID 415-14
			Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel
Rapportansvarlig:  Karen Fosse Sivertsen <sup>1</sup> og  Anja Iselin Pedersen <sup>2</sup>		Kvalitetssikrer:  Anja Iselin Pedersen <sup>1</sup> og  Karen Fosse Sivertsen <sup>2</sup>	

<sup>1</sup>første versjon <sup>2</sup>andre versjon

© 2019 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

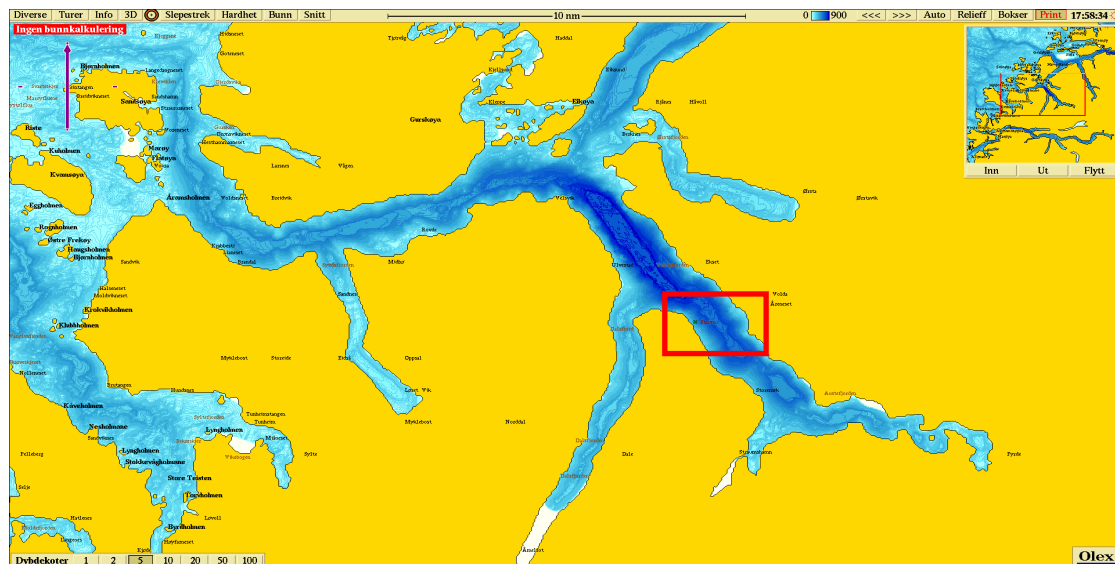
Endring i rapport 29-1-19S Rønstad .....	3
Innledning .....	3
Materiale og metode .....	4
Kort vurdering.....	5
Resultater .....	5
Tidsserie - strømhastighet .....	6
Tidsserie - strømrretning.....	8
Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet.....	10
Strømrose - maksimal strømhastighet .....	12
Histogram - strømhastighet.....	14
Histogram - strømrretning .....	16
Spredningsdiagram - strømrretning og -hastighet.....	18
Strømrose - vanntransport (fluks) .....	20
Vektor - progressiv vektor .....	22
Sensorer - trykk registrert av instrument .....	24
Sensorer - instrumenthelning (tilt) .....	25
Sensorer - sjøtemperatur .....	26
Retning med returperiode .....	27
Vedlegg A - riggtegning.....	28

## Endring i rapport 29-1-19S Rønstad

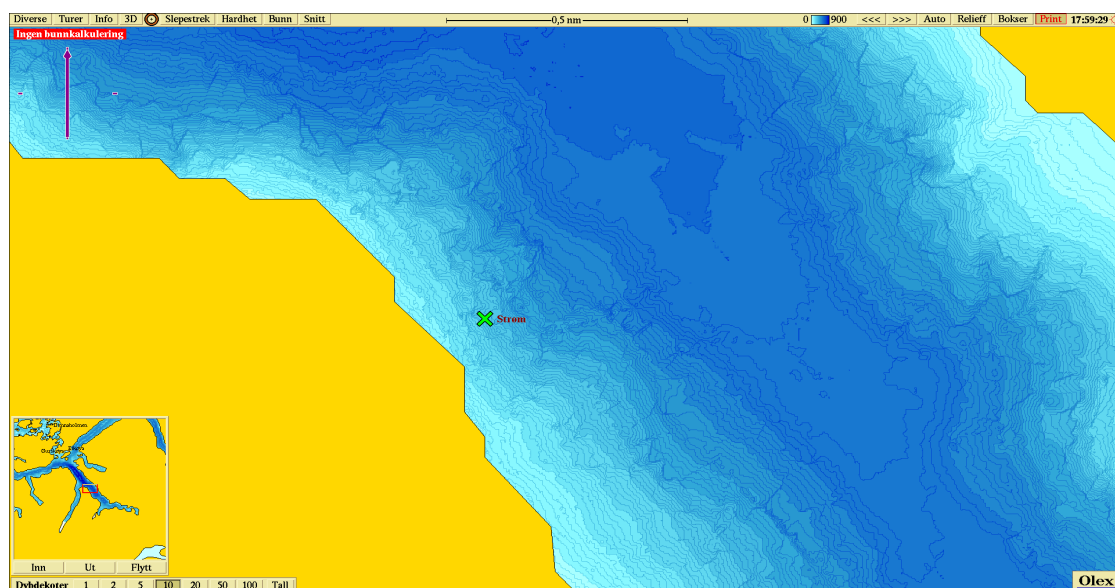
Denne rapporten erstatter rapport 29-1-19S Rønstad datert 29.01.19. Denne rapporten inneholder strømmålinger fra 41 meters dyp som ble målt etter utstedelse av forrige rapport.

## Innledning

Aqua Kompetanse AS har på oppdrag fra Mowi Norway Mid utført strømundersøkelser ved Rønstad i Volda kommune (**Figur 1** og **2**). Representant fra Mowi satte ut og tok opp målerne, 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 periodene 08.11–19.12.2018 og 08.03–09.04.2019. Rådata finnes oppbevart hos Aqua Kompetanse AS, og er tilgjengelig ved forespørsel.



**Figur 1:** Oversiktskart over Volda kommune. Innrammet kartutsnitt i rødt viser undersøkelsesområdet ved Rønstad. Kartkilde: Olex.



**Figur 2:** Undersøkellesområdet ved Rønstad. Posisjon for plassering av strømrigg er markert med grønt kryss. Kartkilde: Olex.

## Materiale og metode

Strømmålingene ved Rønstad 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 hhv. 23 og 45 meters dyp pekende oppover i en bunnforankret rigg (se **Vedlegg A** for riggtegning) gjennom hver sin måleperiode. Instrumentoppsettet for begge målerne var satt til 32 celler × 2 meter som gir en rekkevidde på 64 meter. Målerne registrerer i 1 minutt sammenhengende og hviler i 9 minutter.

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

Parametere	Dopplermåler MHM02	Dopplermåler MHM06
Målertype	Aquadopp Profiler	Aquadopp Profiler
Målernummer	MHM02	MHM06
Hode-ID / Kort-ID	AQP 3644 / AQD 5623	AQP 7795/AQD12769
Frekvens (kHz)	400	400
Måleretning	Opp	Opp
Måleintervall (s)	600	600
Midlingsperiode (s)	60	60
Målebelastning (%)	100	100
Antall celler (#)	32	32
Cellestørrelse (m)	2	2
Blindsone (m)	0,97	0,7
Instrumentdyp (m)	23.2	44.6
Tidsrom for gyldige registreringer	08.11.2018 19.20 - 19.12.2018 11.00	08.03.2019 12.20 - 09.04.2019 08.00

Det er foretatt en manuell og automatisk kvalitetskontroll av datasettene med programvarene SeaReport og Storm. Datasettene er av god kvalitet og ingen situasjoner med korrumpert data er oppdaget i undersøkte dyp.

## Kort vurdering

Vannstrømmen i undersøkte dyp ved Rønstad har framtreddende retningskomponenter mot nordvest og sørøst, som samsvarer med batymetrien i området. Vannstrømmen på 5 og 15 meters dyp veksler stort sett med tidevannet (målinger foretatt november–desember 2018), mens strømmen på 41 meters dyp i større grad er ensrettet i lengere perioder (strømmålinger foretatt mars–april 2019).

## Resultater

I denne måleserien fra Rønstad er gjennomsnittlig vannstrøm 8.7, 7.3 og 5.4 cm/s på 5, 15 og 41 meters dyp, mens maksimalhastigheten er henholdsvis 41.7, 28.6 og 20.2 cm/s. Det er registrert lite strømstille i alle undersøkte dyp gjennom måleperioden.

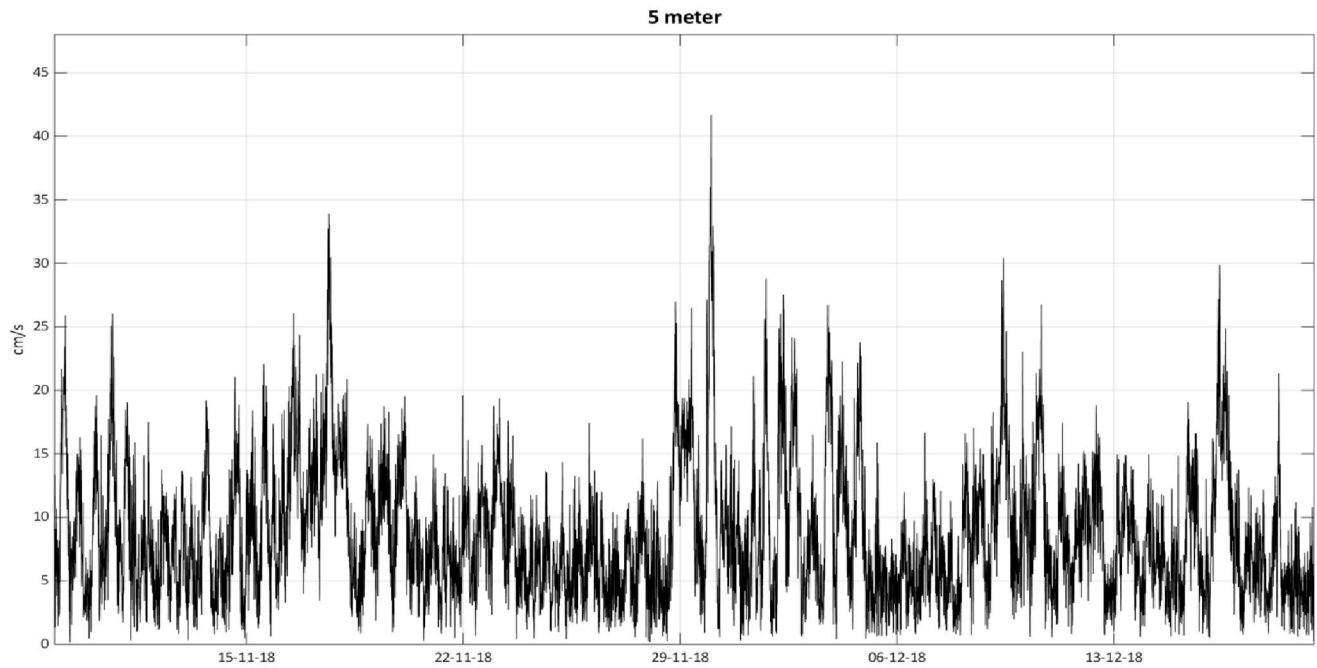
Vannstrømmen på 5 og 15 meters dyp ved Rønstad styres av batymetrien ved målepunktet og dreier stort sett i takt med tidevannet, men strømmen er også periodevis mer ensrettet som trolig er en følge av overflatepåvirkning fra vind. Vannstrømmen målt på 41 meters dyp er i større grad mer ensrettet i perioder som varer lengere enn tidevannsyklusen. Analyse av strømprofilen målt gjennom andre måleperiode viser at retningskomponenten stort sett er lik opp igjennom vannsøylen, og kan tyde på at vannstrømmen på 41 meters dyp er påvirket av vær-situasjonen ved overflaten. Dersom overflate- og dimensjoneringsstrømmen hadde vært målt i samme periode som spredningsstrømmen hadde dette mønsteret trolig vært synlig i alle måleseriene.

Størst vanntransport på 5 meters dyp er rettet mot nordvest, med en sekundærkomponent mot sørøst. På 15 meters dyp er vanntransporten omtrent lik mot nordvest og sørøst, der de kraftigste strømstøtene er rettet mot sørøst mens strømmen hyppigst er rettet mot nordvest. Vanntransporten på 41 meters dyp er størst mot sørøst, mens en noe mindre sekundærkomponent er rettet mot nord-nordvest. Nedenfor presenteres tabeller og figurer med statistikk og resultater.

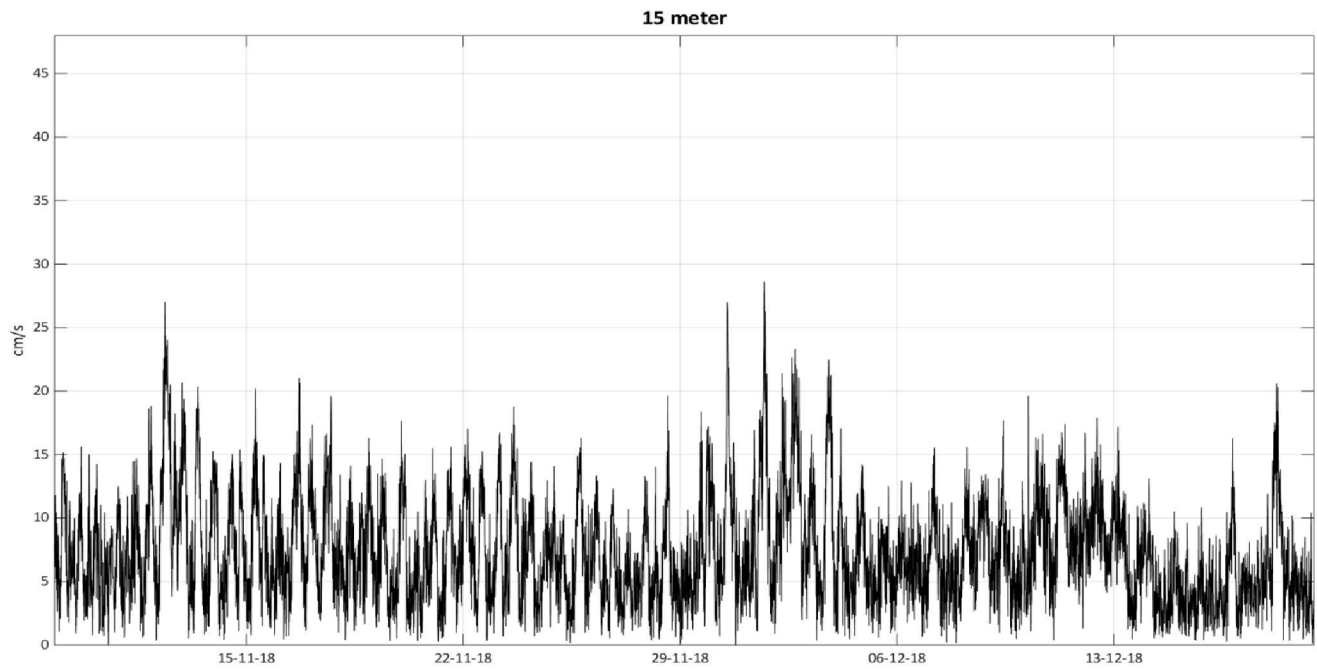
**Tabell 2: Statistikk**

Parametere	5 meter	15 meter	41 meter
Gyldige målinger/totalt (#)	5855/5855	5855/5855	4583/4583
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	8.7	7.3	5.4
Maksimalstrøm (cm/s)	41.7	28.6	20.2
Strømstyrke 0-1 cm/s (%)	1.5	2.0	3.2
Strømstyrke 1-3 cm/s (%)	10.0	12.3	20.6
Neumann-parameter	0.13	0.04	0.05
Standardavvik (cm/s)	5.3	4.3	3.1
Signifikant maksimum strømhastighet (cm/s)	14.8	12.2	8.8
Signifikant minimum strømhastighet (cm/s)	3.5	3.1	2.4
10 års returstrøm (cm/s)	68.8	47.2	-
50 års returstrøm (cm/s)	77.1	53.0	-
De 4 hyppigst forekommende strømretningsgruppene (°)	315 - 330 300 - 315 330 - 345 120 - 135	315 - 330 300 - 315 120 - 135 135 - 150	315 - 330 150 - 165 120 - 135 135 - 150
De 4 hyppigst forekommende strømhastighetsgruppene (cm/s)	5 - 7 3 - 5 7 - 9 9 - 11	3 - 5 5 - 7 7 - 9 1 - 3	3 - 5 5 - 7 1 - 3 7 - 9
Mest vannutskiftning / retning / 15 graders sektor	1103 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 315 - 330	788 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 315 - 330	470 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 135 - 150
Minst vannutskiftning / retning / 15 graders sektor	59 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 30 - 45	58 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 45 - 60	42 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 60 - 75

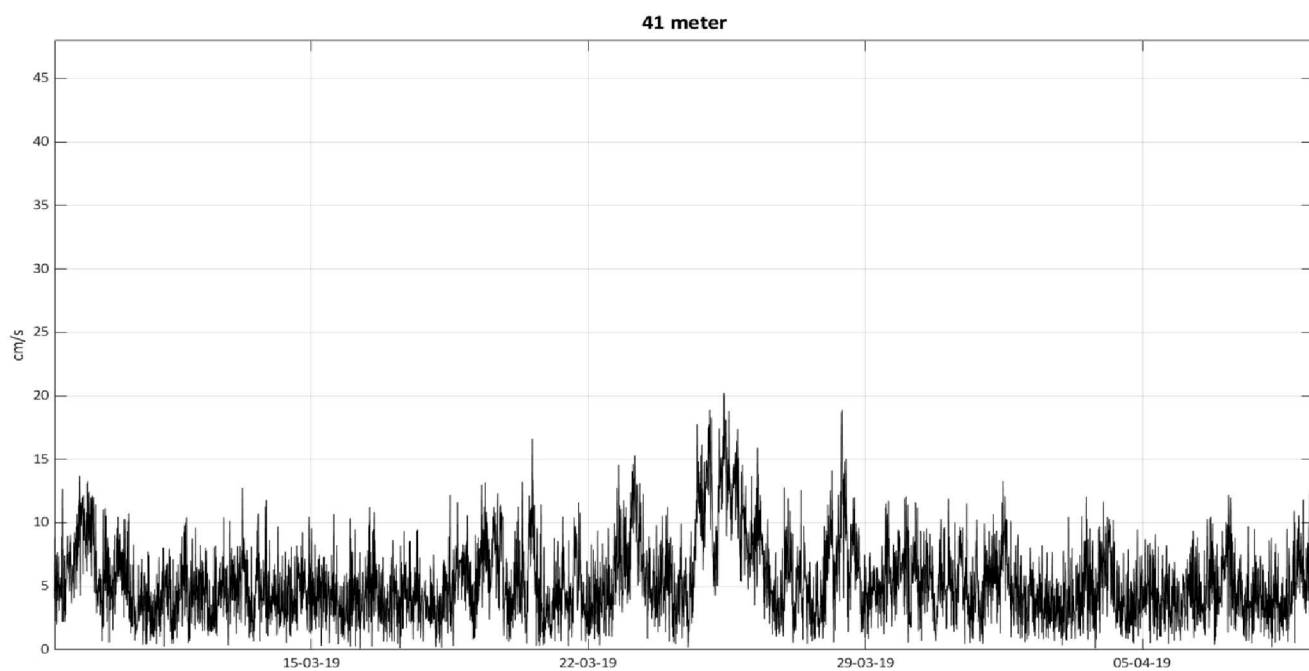
## Tidsserie - strømhastighet



**Figur 3:** Vannstrømhastighet (cm/s) på 5 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.



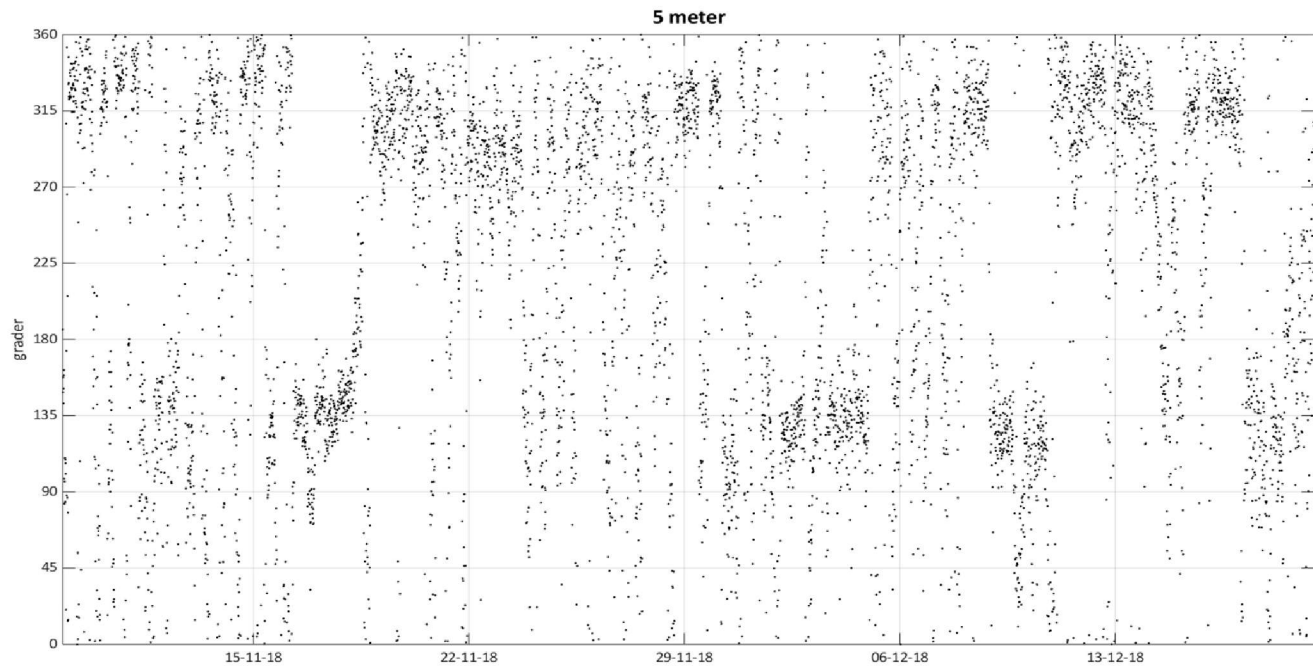
**Figur 4:** Vannstrømhastighet (cm/s) på 15 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.



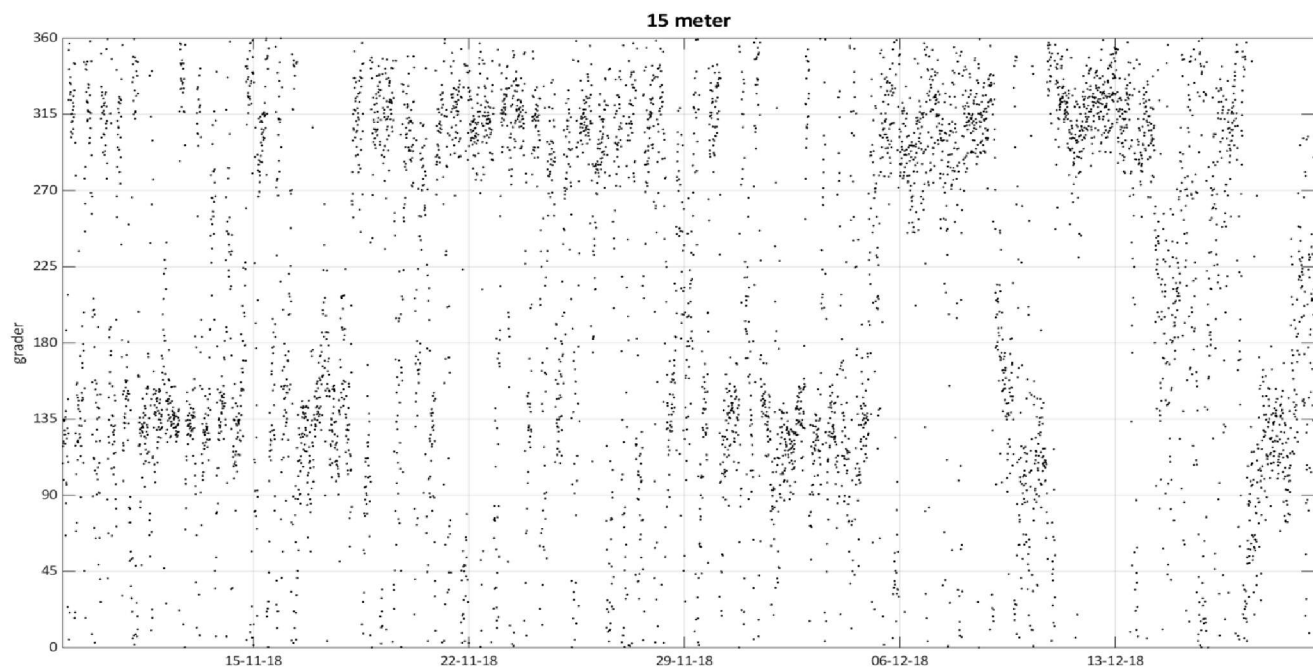
**Figur 5:** Vannstrømhastighet (cm/s) på 41 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019.



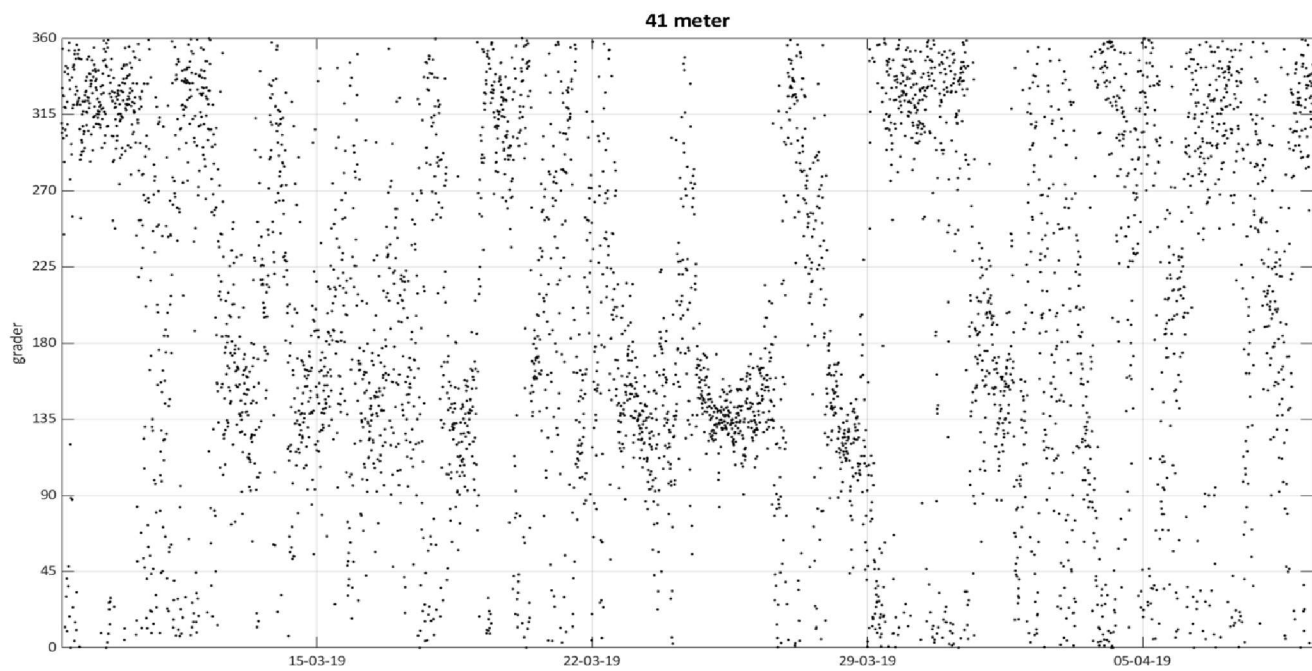
## Tidsserie - strømretning



**Figur 6:** Vannstrømretning (°) på 5 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

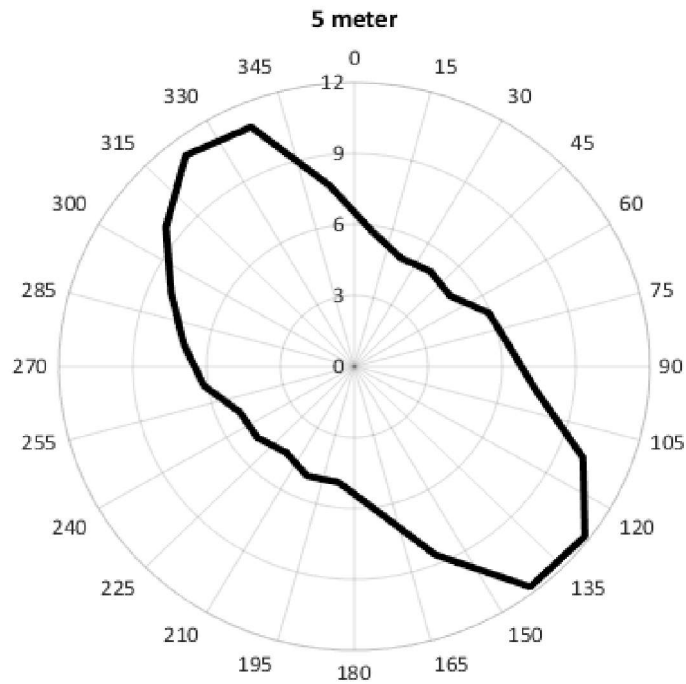


**Figur 7:** Vannstrømretning (°) på 15 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

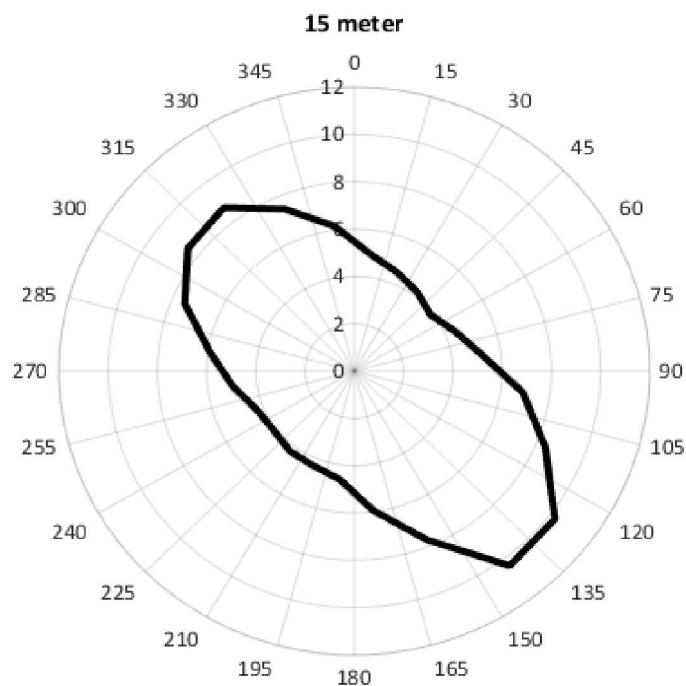


**Figur 8:** Vannstrømretning (°) på 41 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

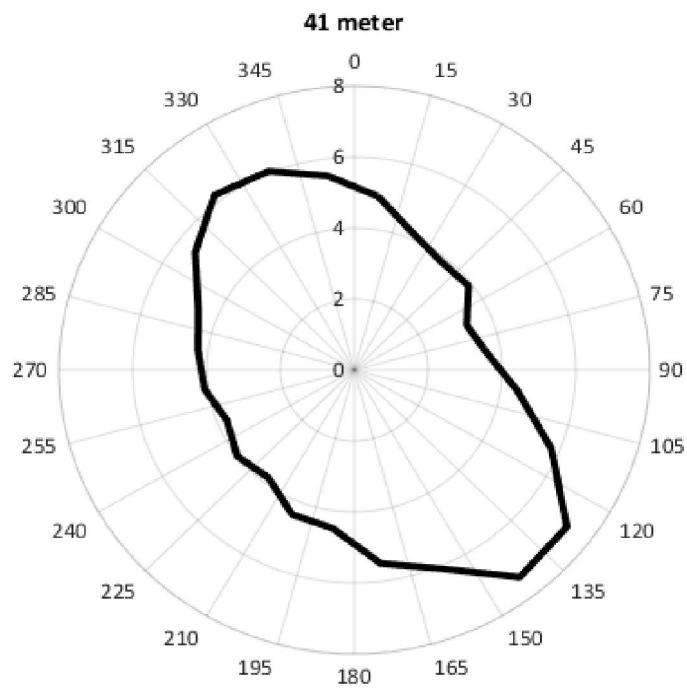
## Strømrose - gjennomsnittlig strømshastighet



**Figur 9:** Gjennomsnittlig vannstrømshastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 5 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

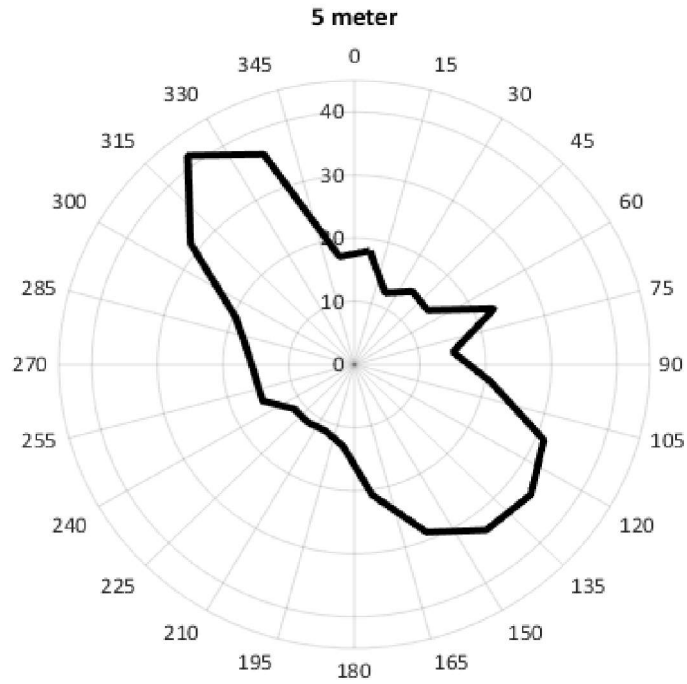


**Figur 10:** Gjennomsnittlig vannstrømshastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

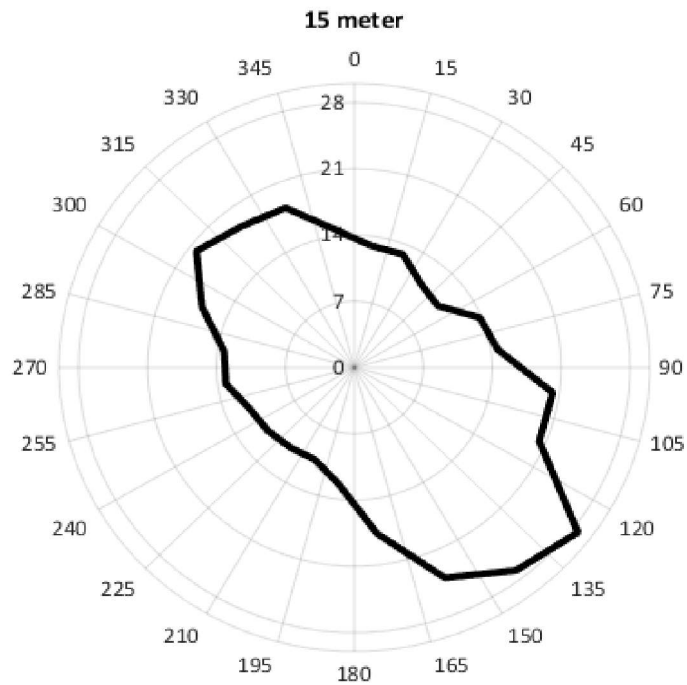


**Figur 11:** Gjennomsnittlig vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 41 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019.

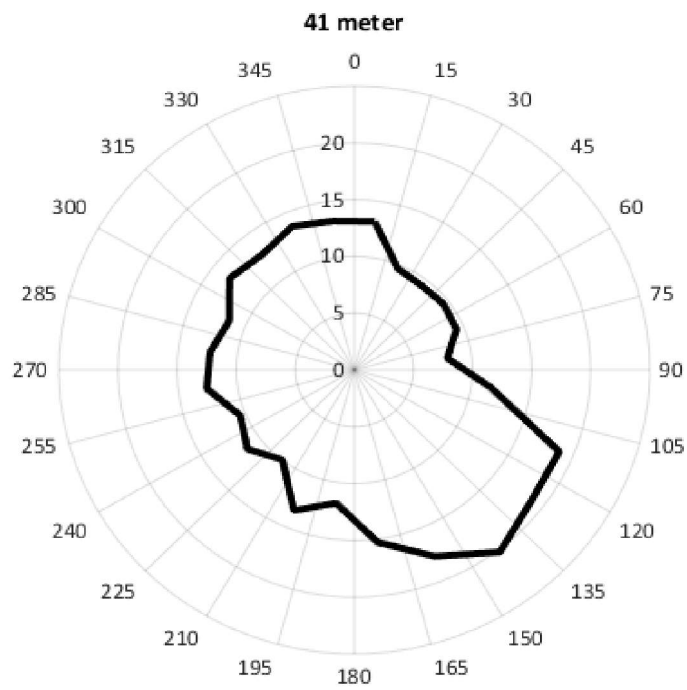
## Strømrose - maksimal strømshastighet



**Figur 12:** Maksimal vannstrømshastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 5 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

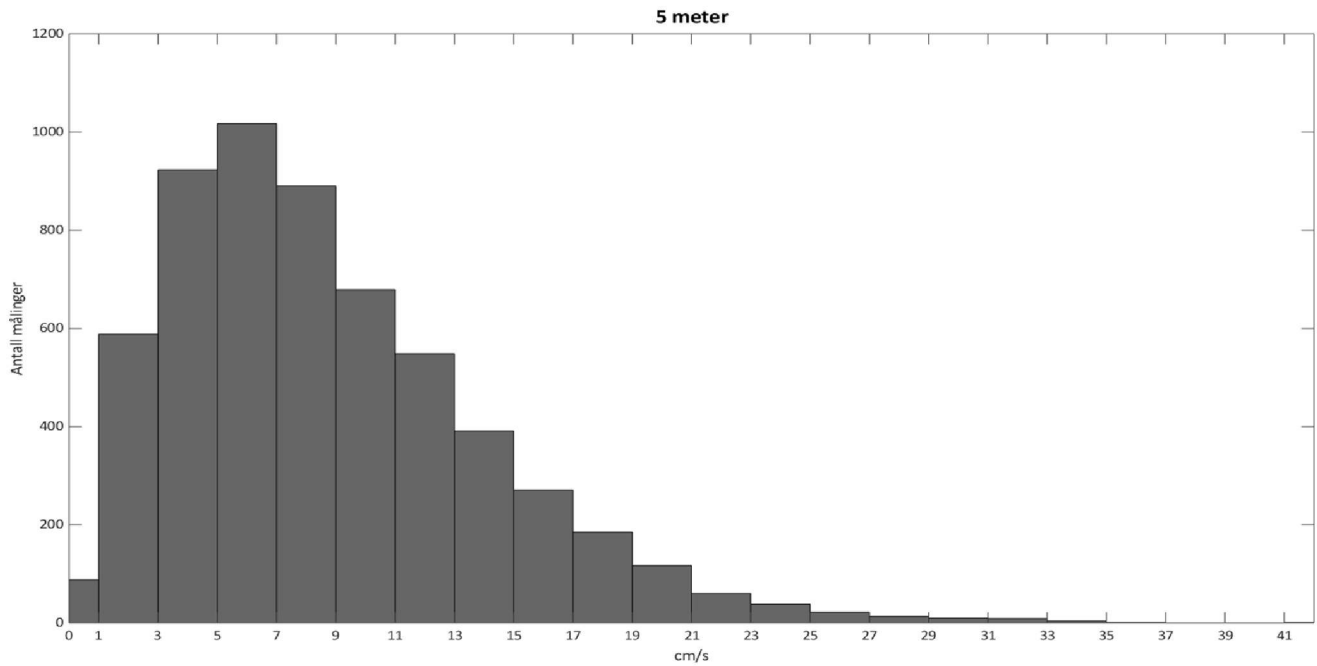


**Figur 13:** Maksimal vannstrømshastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

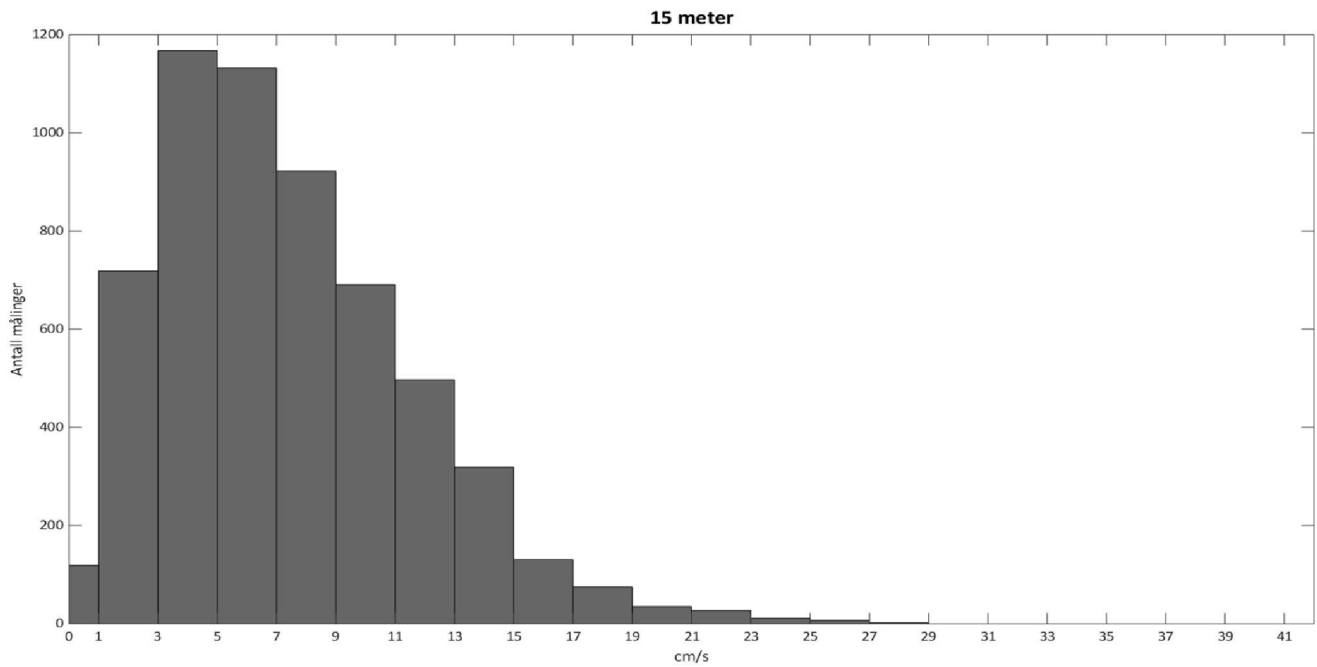


**Figur 14:** Maksimal vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 41 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019.

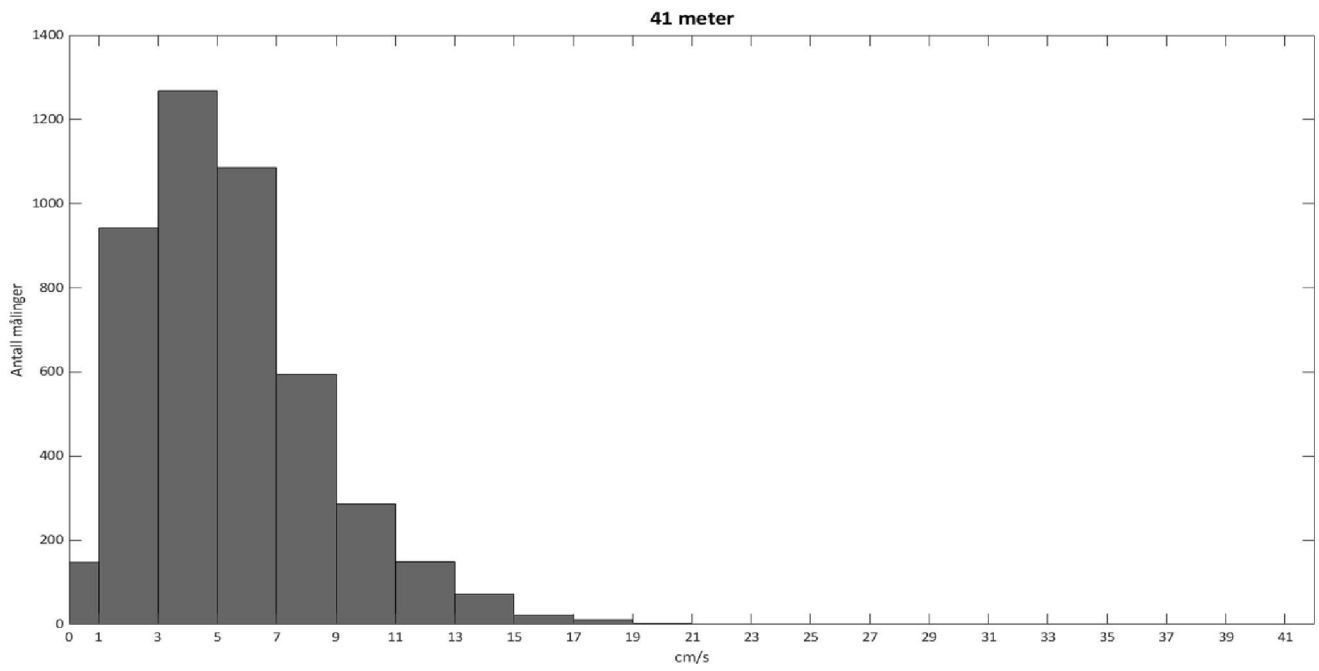
## Histogram - strømshastighet



**Figur 15:** Frekvensfordeling av vannstrømshastighet på 5 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.



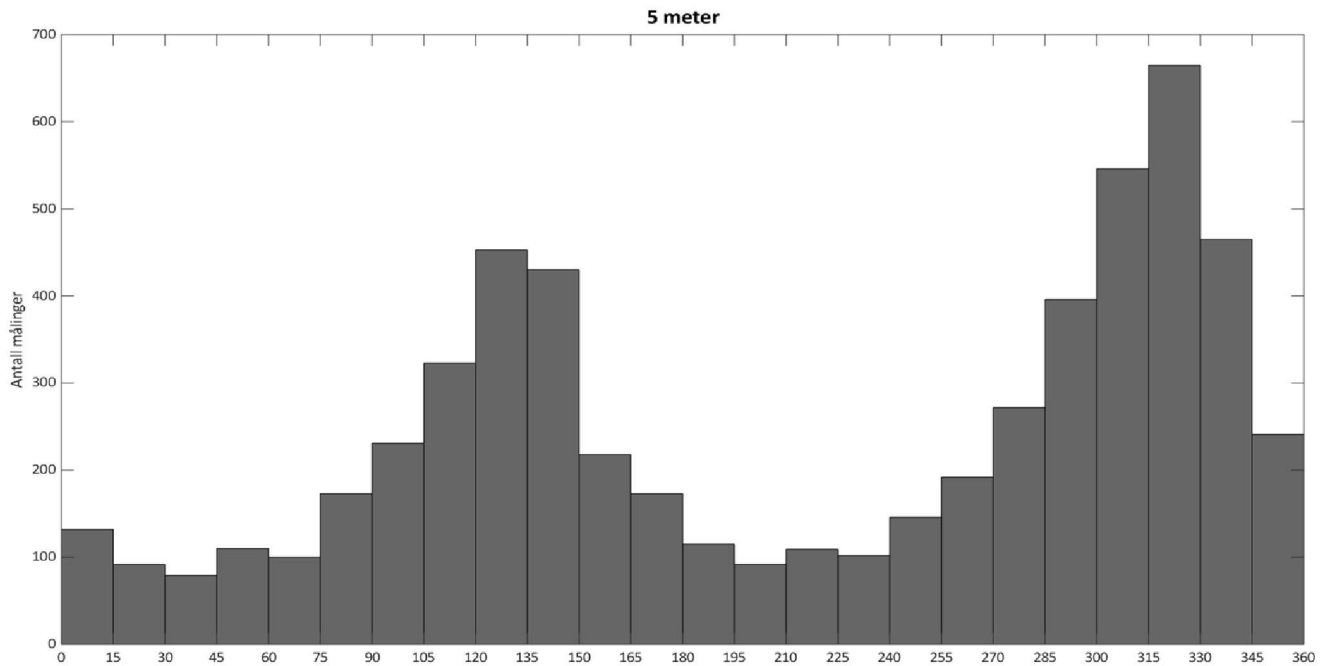
**Figur 16:** Frekvensfordeling av vannstrømshastighet på 15 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.



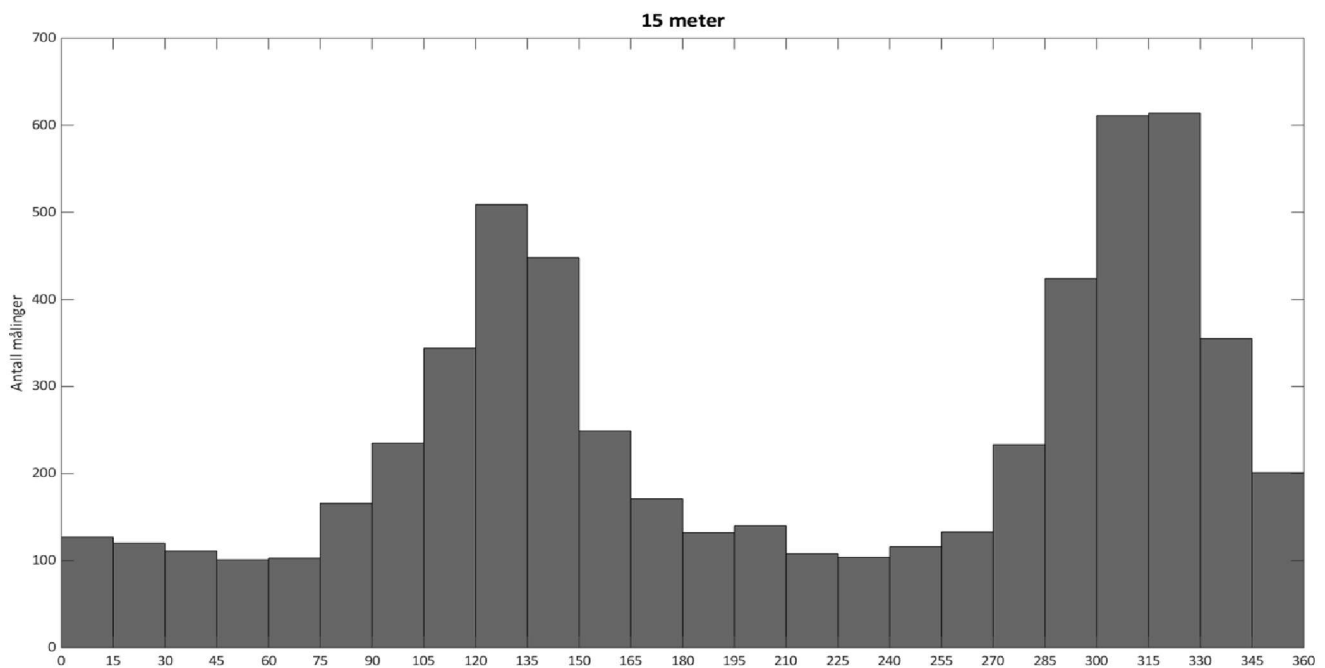
**Figur 17:** Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 41 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019.



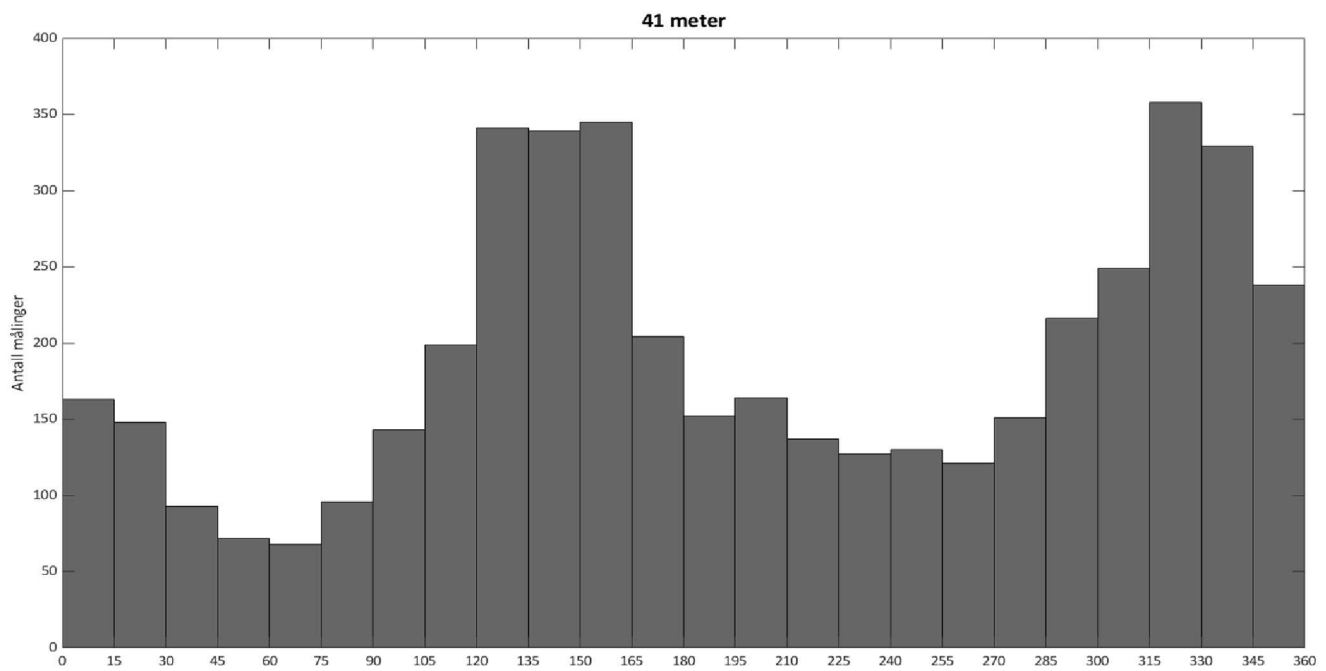
## Histogram - strømretning



**Figur 18:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 5 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

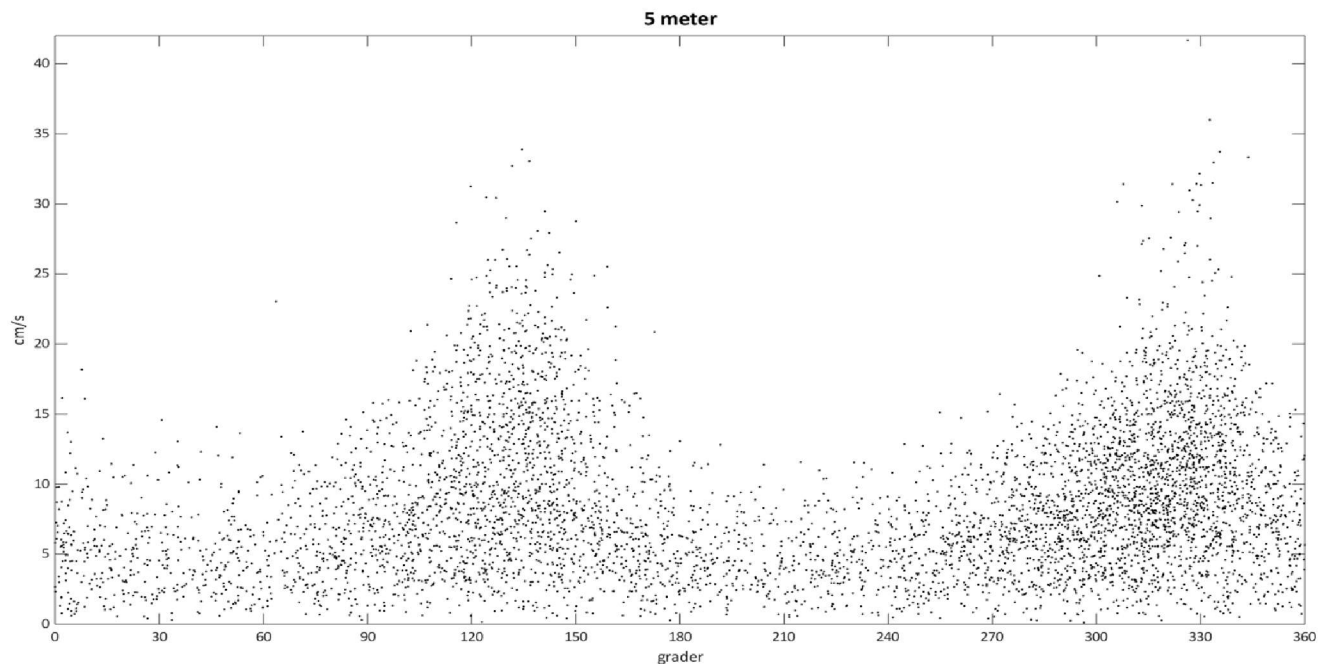


**Figur 19:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

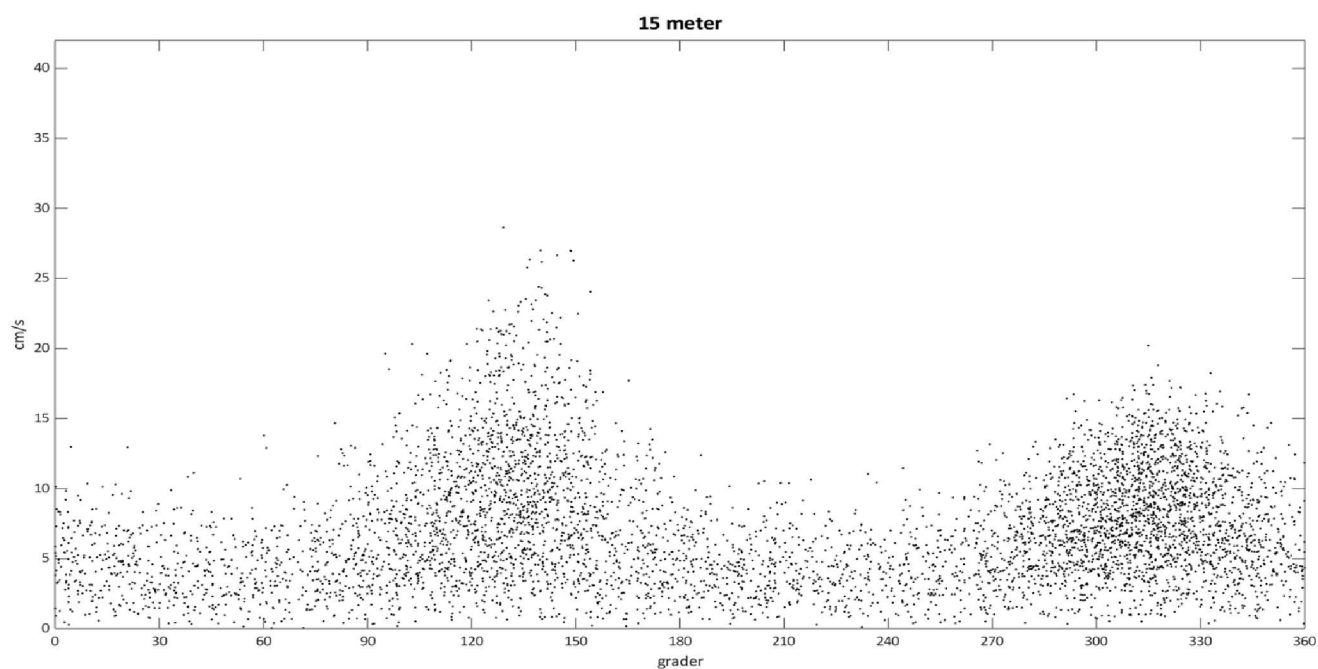


**Figur 20:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 41 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

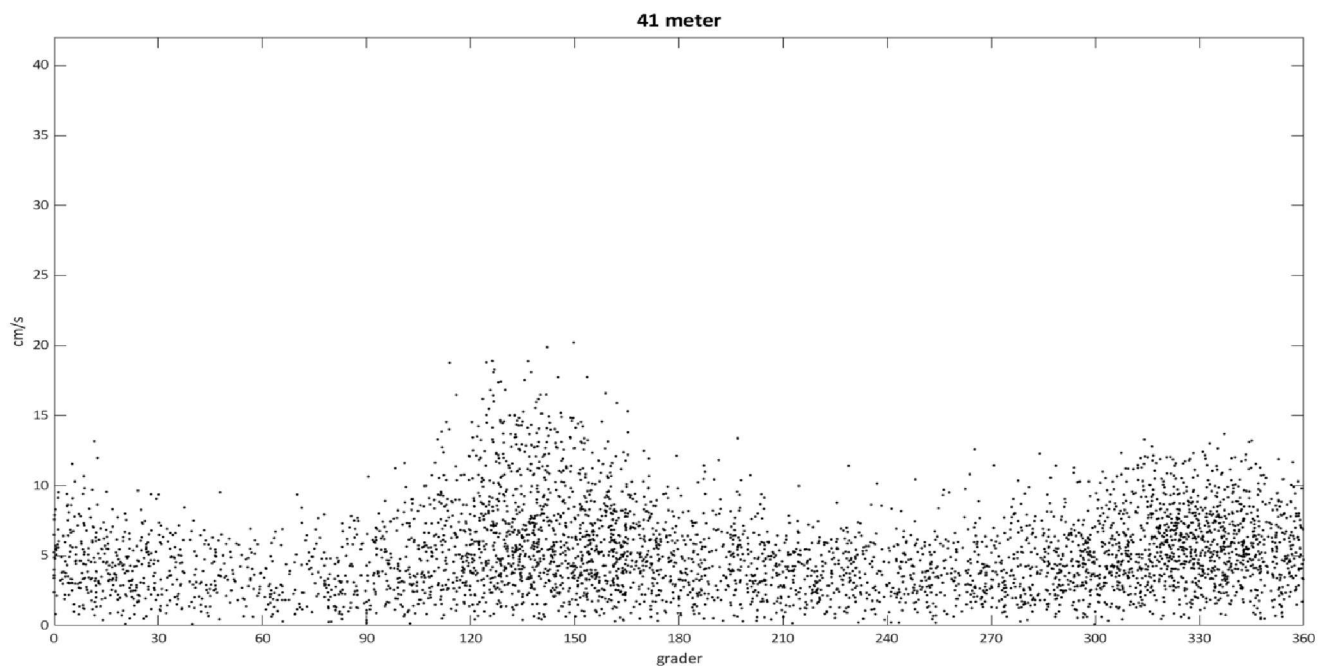
## Spredningsdiagram - strømretning og -hastighet



**Figur 21:** Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 5 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

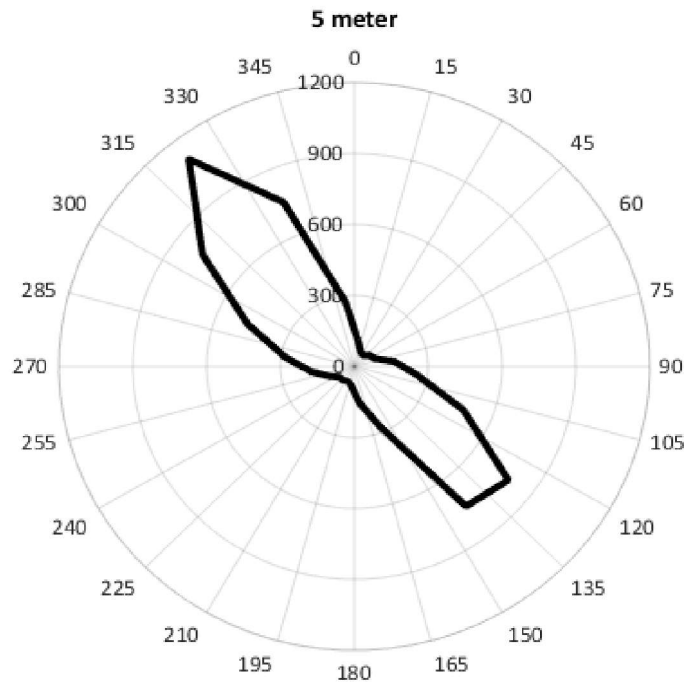


**Figur 22:** Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 15 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

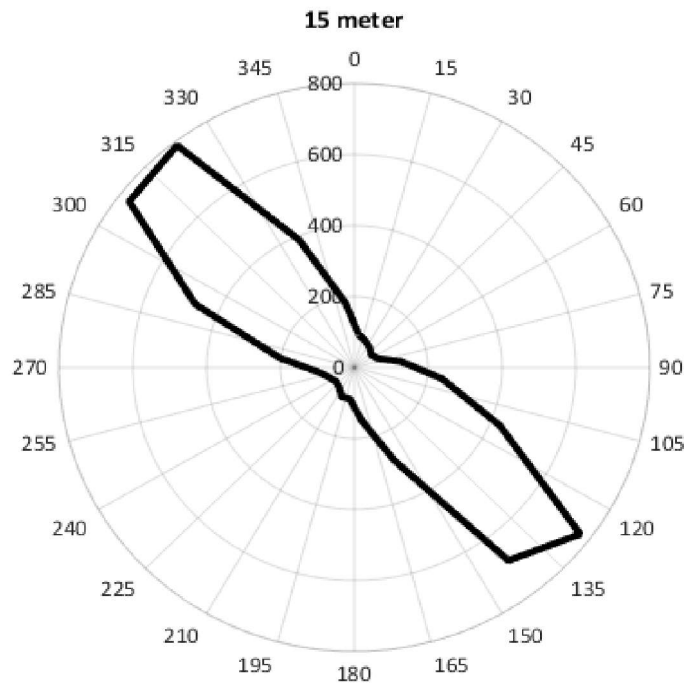


**Figur 23:** Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 41 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019.

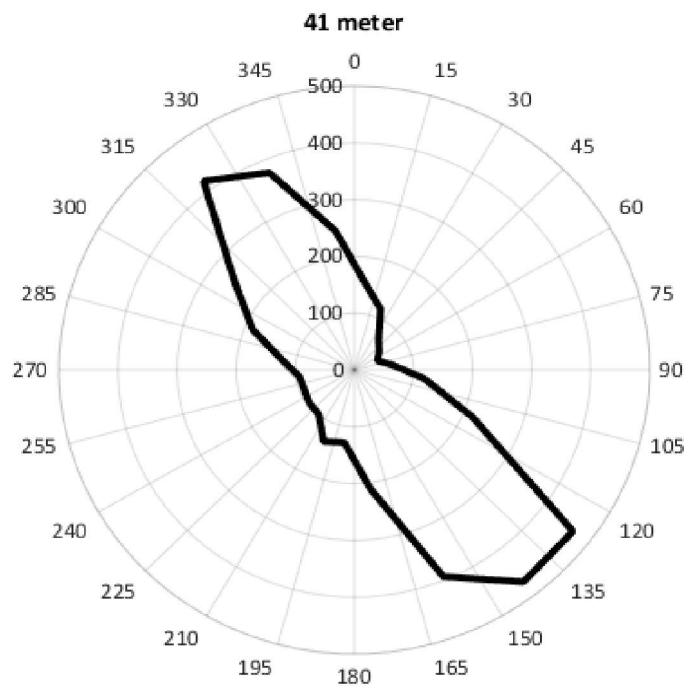
### Strømrose - vanntransport (fluks)



Figur 24: Vanntransport ( $m^3/m^2/dag$ ) for hver 15° sektor på 5 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

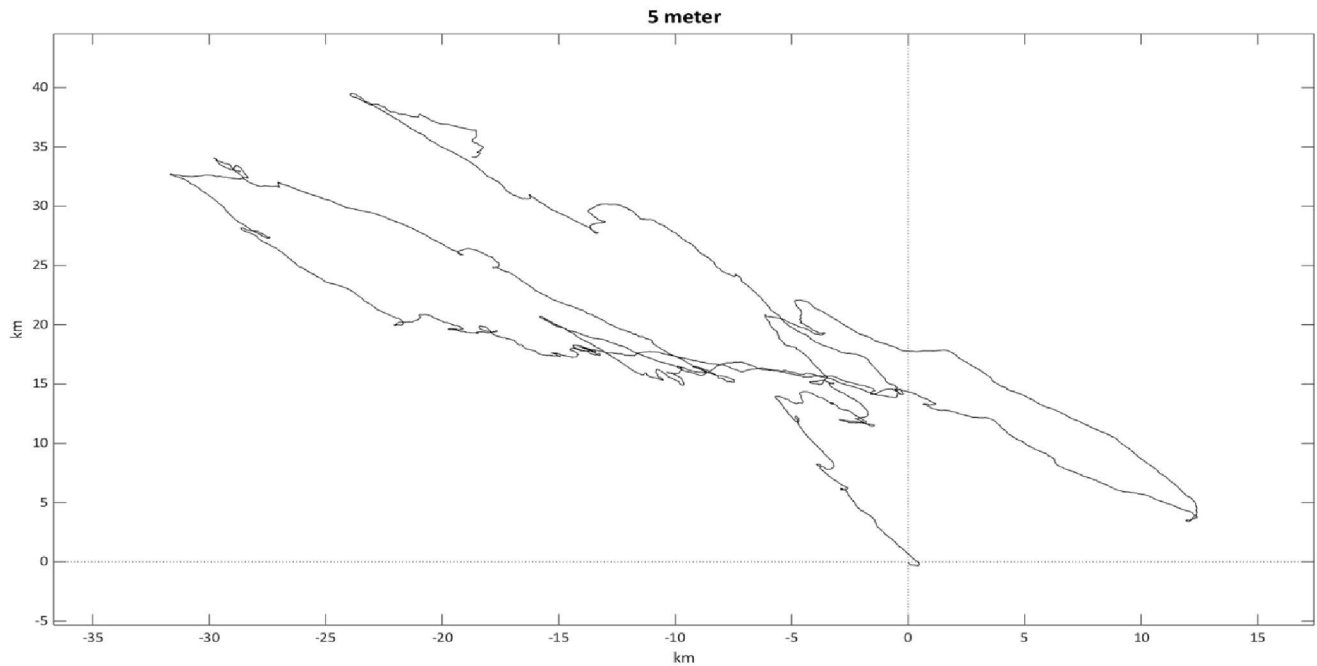


Figur 25: Vanntransport ( $m^3/m^2/dag$ ) for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

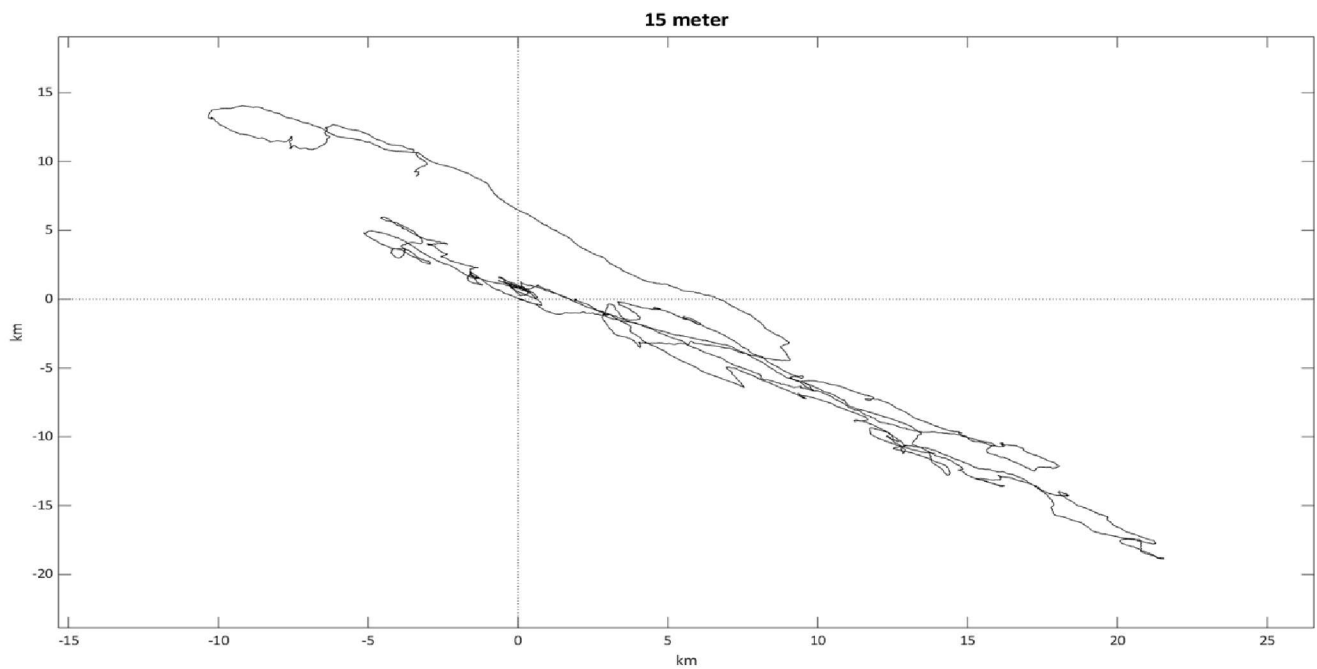


**Figur 26:** Vanntransport ( $m^3/m^2/dag$ ) for hver 15° sektor på 41 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019.

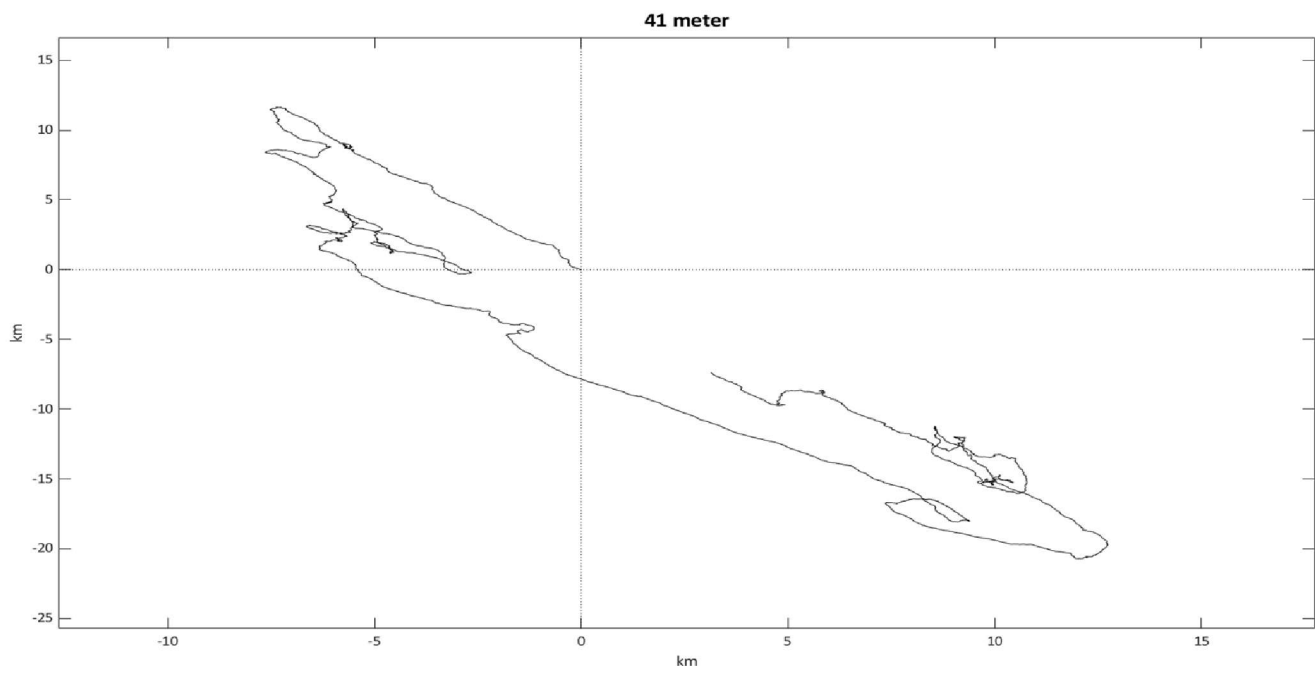
## Vektor - progressiv vektor



**Figur 27:** Progressiv vektor på 5 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.



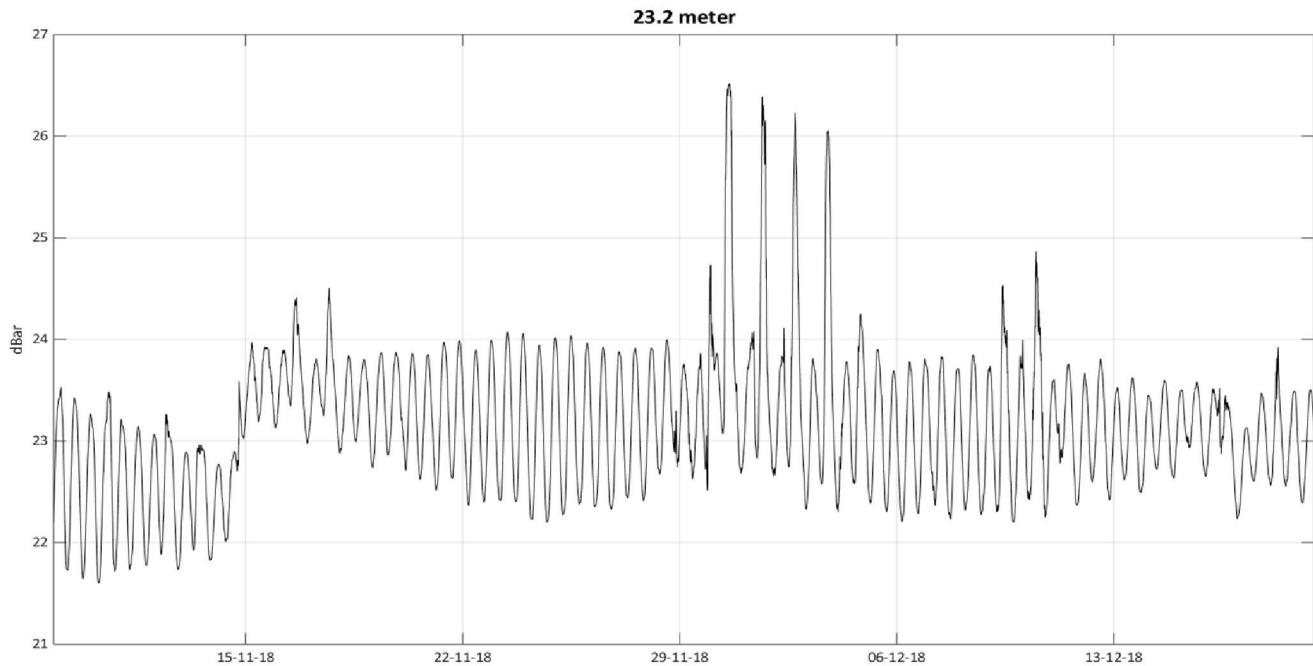
**Figur 28:** Progressiv vektor på 15 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.



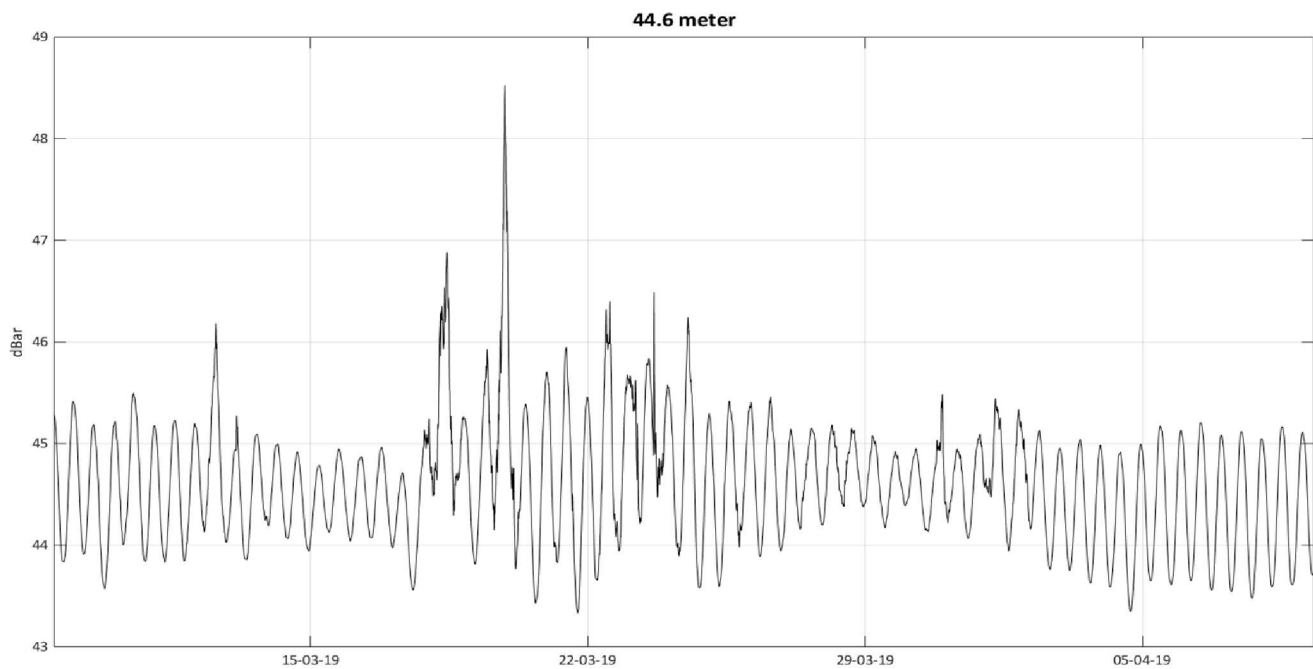
**Figur 29:** *Progressiv vektor på 41 meters dyp ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019.*



## Sensorer - trykk registrert av instrument

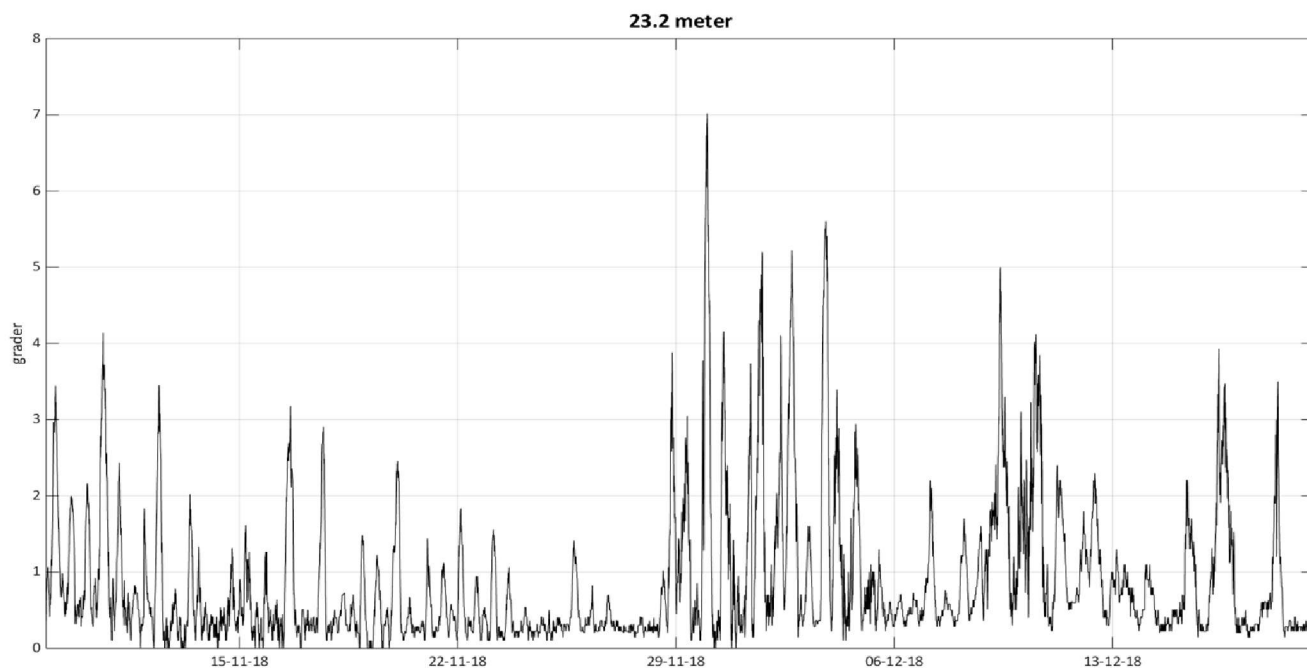


**Figur 30:** Trykk (dBar) i instrumentdypet ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

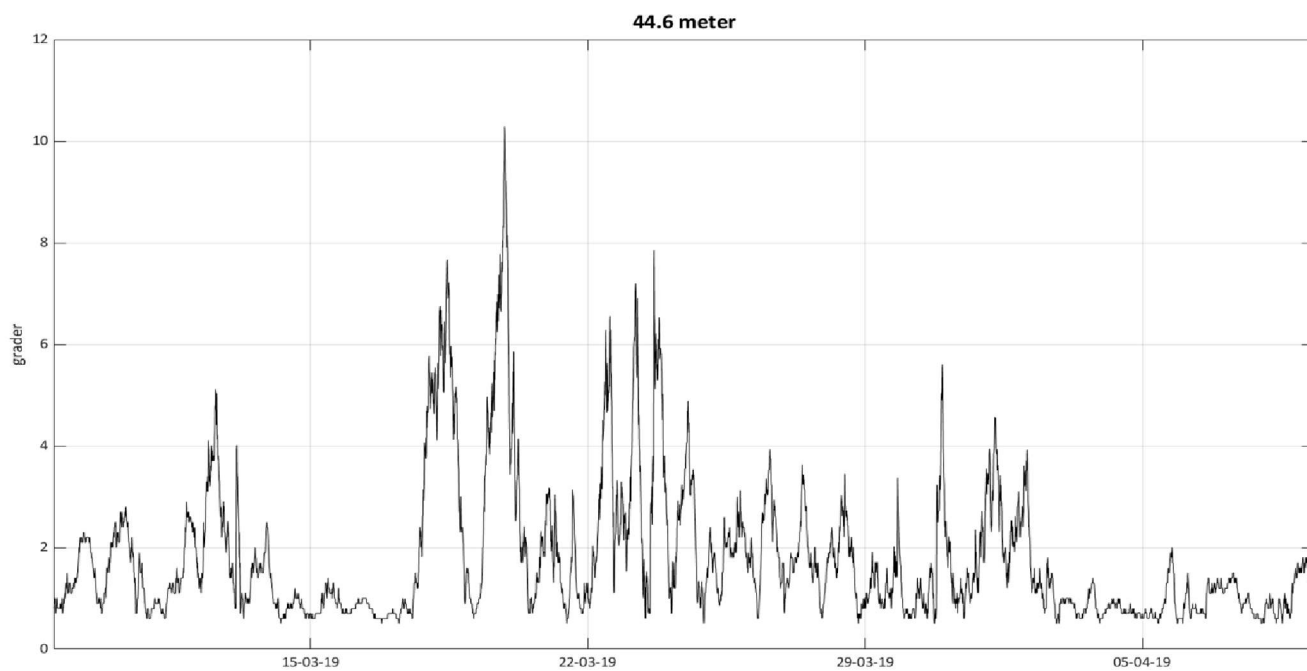


**Figur 31:** Trykk (dBar) i instrumentdypet ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

## Sensorer - instrumenthelning (tilt)



Figur 32: Instrumenthelning (°) på Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

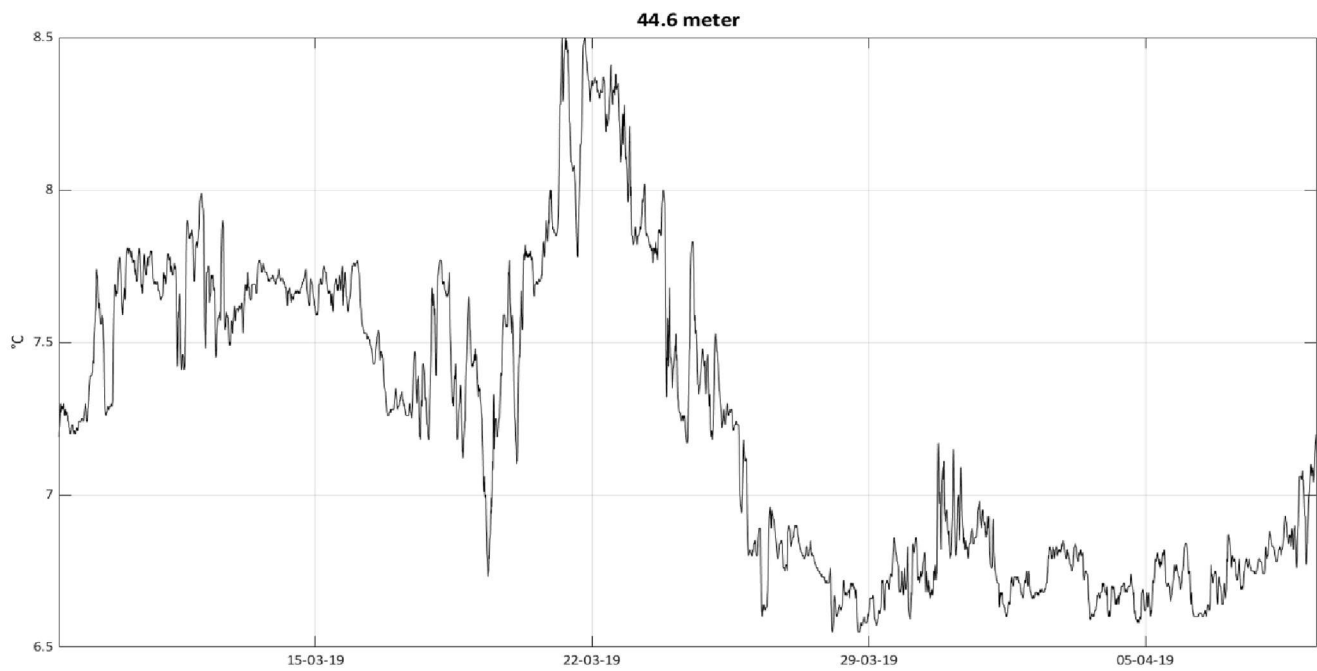


Figur 33: Instrumenthelning (°) på Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

## Sensorer - sjøtemperatur



**Figur 34:** Temperatur i instrumentdypet ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.



**Figur 35:** Temperatur i instrumentdypet ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018.

## Retning med returperiode

**Tabell 3:** Retning med returperiode for vannstrøm på 5 meters dyp. Strømhastighetene er oppgitt i m/s.

Retning	Gjennomsnitt	Maksimal	Snitt 10 år	Maks 10 år	Snitt 50 år	Maks 50 år
0	0.079	0.333	0.131	0.550	0.147	0.617
45	0.051	0.230	0.084	0.380	0.094	0.426
90	0.074	0.214	0.122	0.352	0.136	0.395
135	0.113	0.339	0.187	0.559	0.209	0.627
180	0.061	0.255	0.101	0.421	0.113	0.472
225	0.048	0.128	0.079	0.212	0.088	0.238
270	0.067	0.179	0.111	0.295	0.124	0.331
315	0.104	0.417	0.171	0.688	0.192	0.771

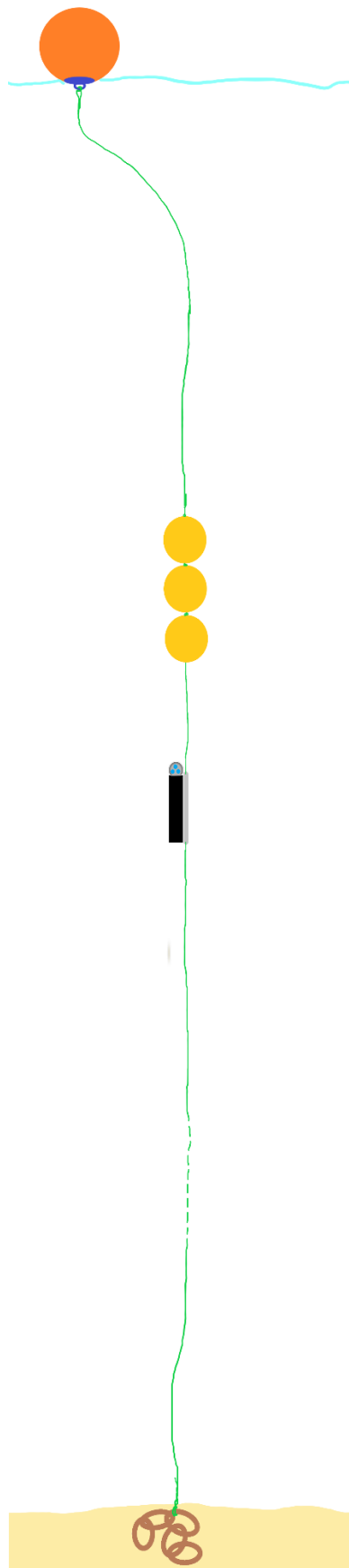
**Tabell 4:** Retning med returperiode for vannstrøm på 15 meters dyp. Strømhastighetene er oppgitt i m/s.

Retning	Gjennomsnitt	Maksimal	Snitt 10 år	Maks 10 år	Snitt 50 år	Maks 50 år
0	0.059	0.167	0.098	0.276	0.110	0.309
45	0.041	0.138	0.068	0.227	0.076	0.255
90	0.066	0.203	0.109	0.335	0.122	0.376
135	0.099	0.286	0.163	0.472	0.182	0.530
180	0.054	0.177	0.089	0.292	0.100	0.327
225	0.043	0.115	0.071	0.189	0.080	0.212
270	0.058	0.164	0.096	0.271	0.108	0.304
315	0.084	0.202	0.139	0.333	0.156	0.374

**Tabell 5:** Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks ( $m^3/m^2/døgn$ ) og prosentvis fluks for hver 15 sektor på 5, 15 og 41 meters dyp ved Rønstad.

5 meter																									
	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
#	132	92	79	110	100	173	231	323	453	430	218	173	115	92	109	102	146	192	272	396	546	665	465	241	5855
%	2.3	1.6	1.3	1.9	1.7	3	3.9	5.5	7.7	7.3	3.7	3	2	1.6	1.9	1.7	2.5	3.3	4.6	6.8	9.3	11.4	7.9	4.1	100
Fluks	112	67	59	80	87	162	253	479	789	745	277	155	84	68	74	75	109	175	280	470	777	1103	751	274	7503
%	1.5	0.9	0.8	1.1	1.2	2.2	3.4	6.4	10.5	9.9	3.7	2.1	1.1	0.9	1	1	1.4	2.3	3.7	6.3	10.4	14.7	10	3.7	100
15 meter																									
	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
#	127	120	111	101	103	166	235	344	509	448	249	171	132	140	108	104	116	133	233	424	611	614	355	201	5855
%	2.2	2	1.9	1.7	1.8	2.8	4	5.9	8.7	7.7	4.3	2.9	2.3	2.4	1.8	1.8	2	2.3	4	7.2	10.4	10.5	6.1	3.4	100
Fluks	93	80	69	58	67	128	239	426	771	685	284	150	90	90	68	63	73	98	203	467	768	789	388	183	6330
%	1.5	1.3	1.1	0.9	1.1	2	3.8	6.7	12.2	10.8	4.5	2.4	1.4	1.4	1.1	1	1.2	1.5	3.2	7.4	12.1	12.5	6.1	2.9	100
41 meter																									
	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
#	163	148	93	72	68	96	143	199	341	339	345	204	152	164	137	127	130	121	151	216	249	358	329	238	4583
%	3.6	3.2	2	1.6	1.5	2.1	3.1	4.3	7.4	7.4	7.5	4.5	3.3	3.6	3	2.8	2.8	2.6	3.3	4.7	5.4	7.8	7.2	5.2	100
Fluks	152	116	68	53	42	66	120	217	467	470	394	212	129	136	99	96	91	93	121	186	255	419	376	247	4624
%	3.3	2.5	1.5	1.1	0.9	1.4	2.6	4.7	10.1	10.2	8.5	4.6	2.8	2.9	2.1	2.1	2	2	2.6	4	5.5	9.1	8.1	5.3	100

## Vedlegg A - riggtegning



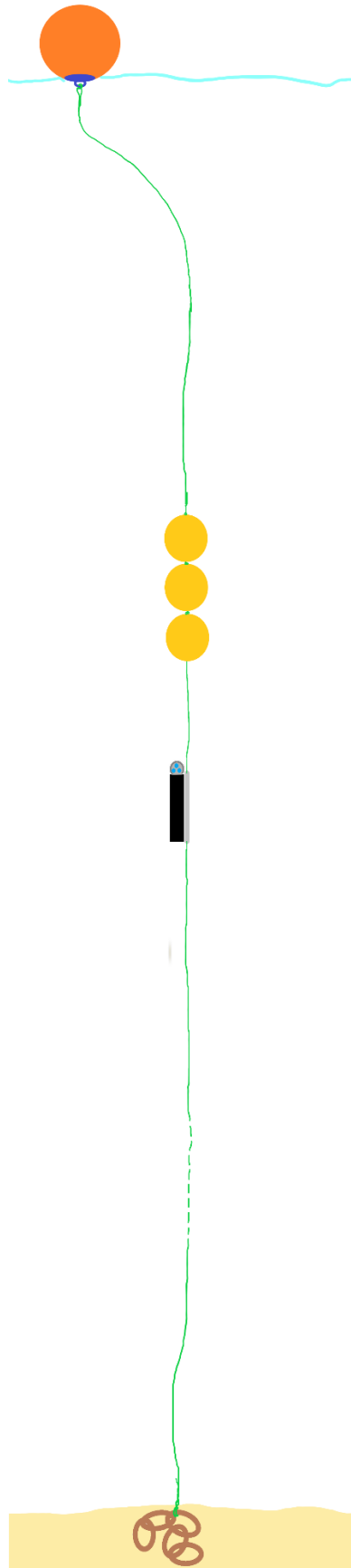
Overflate (0 m): **blåse**

Ca. 5 meter over måler: **3 × oppdriftskule**

Ca. 23 meters dyp: **Aquadopp Profiler MHM02**

Bunn (ca. 240 m): **kjetting/lodd/anker**

**Figur A.1:** Veiledende riggtegning av instrumenttriggen brukt ved Rønstad i perioden 08.11–19.12.2018. Avvik kan forekomme.



Overflate (0 m): **blåse**

Ca. 5 meter over måler: **3 × oppdriftskule**

Ca. 45 meters dyp: **Aquadopp Profiler MHM06**

Bunn (ca. 240 m): **kjetting/lodd/anker**

**Figur A.2:** Veiledende riggtegning av instrumenttriggen brukt ved Rønstad i perioden 08.03–09.04.2019. Avvik kan forekomme.