



2022

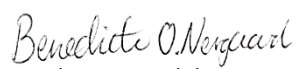
Vannstrømmåling ved Leite, Averøy kommune, mars - april 2022

MOWI ASA

Etter Norsk Standard NS 9425-2:2003

AQUA KOMPETANSE AS



Rapportens tittel: Vannstrømmåling ved Leite, Averøy kommune, mars - april 2022		
Måleperiode: 18.03.–28.04.2022	Rapportdato: 18.05.2022 Rapportnummer: 1287-4-22S	Antall sider uten vedlegg: 19 Antall sider totalt: 21
Oppdragsgiver: MOWI ASA	Kontaktperson: Knut Staven	Prosjektleder: Karen Fosse Sivertsen
Lokalitet: Leite	Kommune: Averøy	Fylke: Møre og Romsdal
Instrumenttype: 1 Aquadopp Profiler	Dybde målested: ca. 118 meter	Koordinater for instrumenttrigg: 63°02.131 N, 07°40.719 Ø
Resultatoversikt	6 meter	15 meter
Gjennomsnitt (cm/s):	10.6	10.5
Maksimalhastighet (cm/s):	35.9	29.9
Minimumshastighet (cm/s):	0.1	0.2
Varsians (cm ² /s ²):	31.3	28.9
Strømstyrke 0-1 cm/s (%):	1.1	0.8
10-års strøm, beregnet:	59.3	49.4
50-års strøm, beregnet:	66.5	55.4
Hovedstrømretning:	nord	nord
Emneord: havstrøm, vannstrøm, overflatestrøm, dimensjoneringsstrøm, vannutskiftning, doppler, Aquadopp Profiler	ID 415-18 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel	
Rapportansvarlig:  Hege G. Frøysa	Kvalitetssikrer:  Benedicte Otterdal Nergaard	

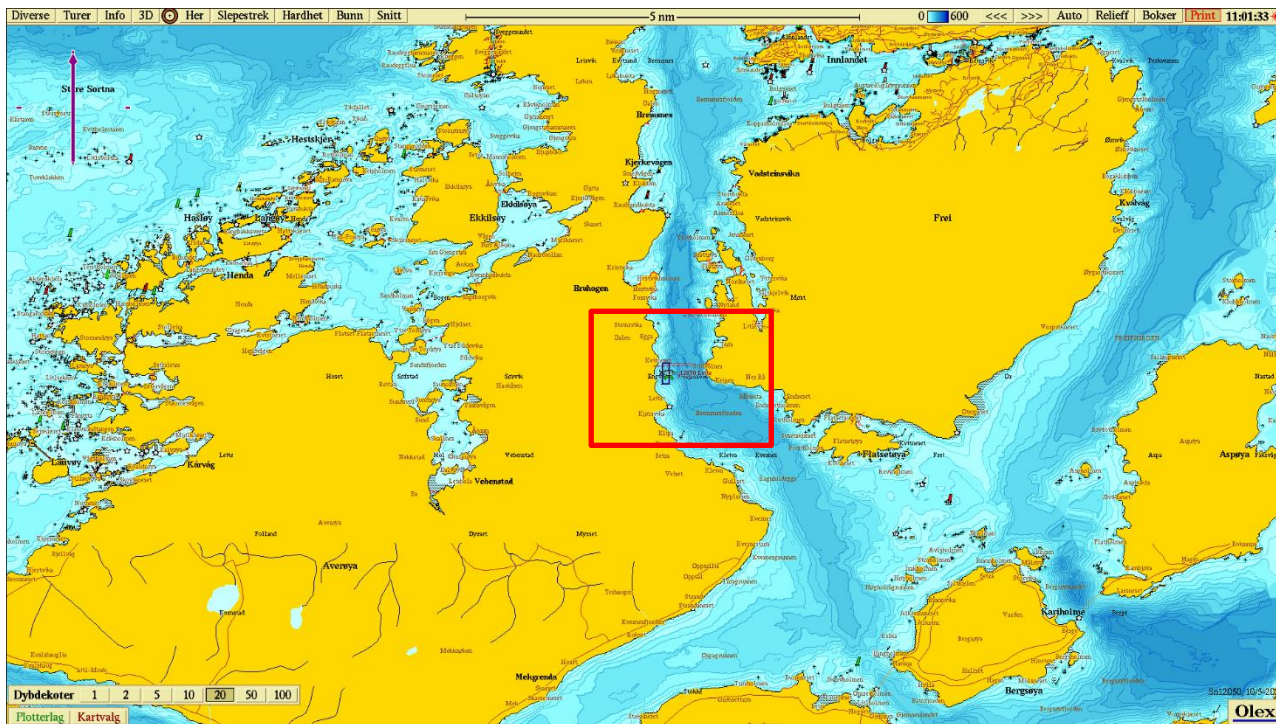
© 2022 Aqua Kompetanse AS. Kopiering av rapporten kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

Innhold

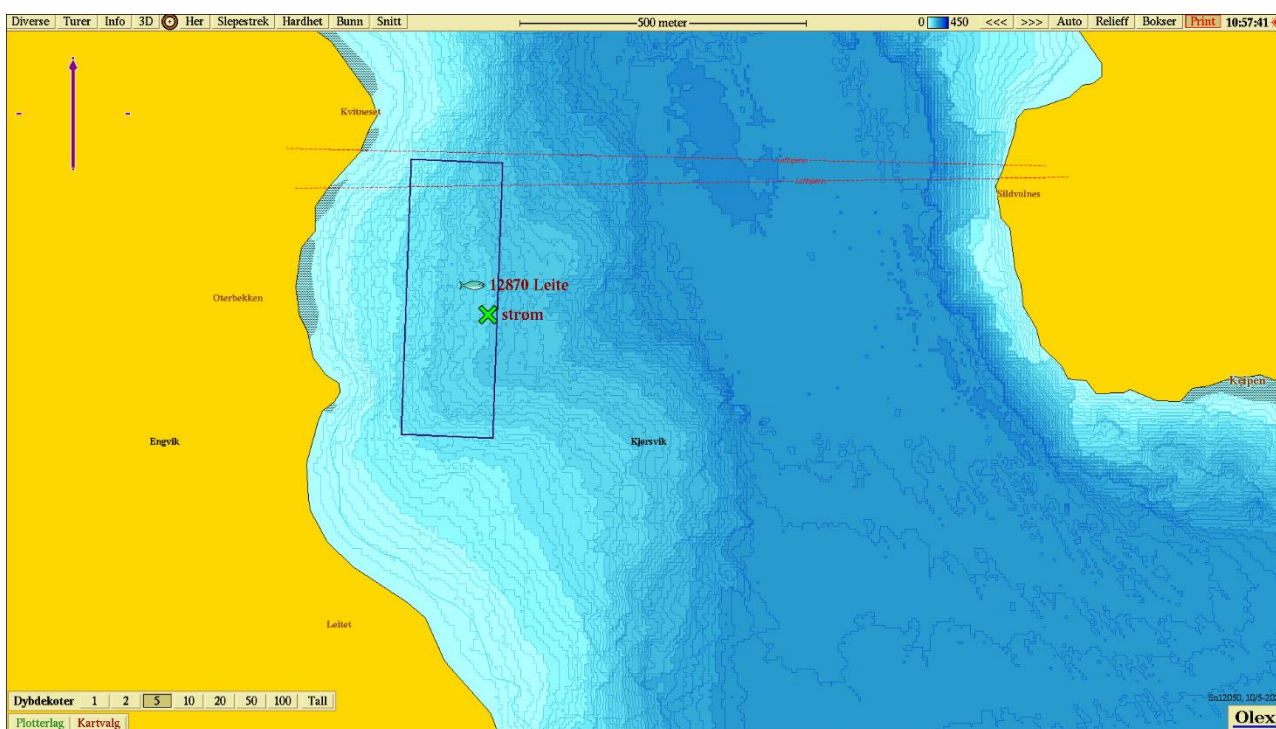
Innledning.....	3
Materiale og metode.....	4
Kort vurdering.....	5
Resultater	5
Tidsserie - strømhastighet.....	6
Tidsserie - strømrretning	7
Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet	8
Strømrose - maksimal strømhastighet	9
Histogram - strømhastighet.....	10
Histogram - strømrretning	11
Spredningsdiagram - strømrretning og -hastighet	12
Strømrose - vanntransport (fluks)	13
Vektor - progressiv vektor	14
Sensorer - trykk registrert av instrument.....	15
Sensorer - instrumenthelning (tilt)	15
Sensorer - sjøtemperatur	16
Tabell - retning med returperiode.....	17
Tabell - matrise med retnings- og hastighetsgrupper	18
Vedlegg A - riggtegning.....	20
Vedlegg B – meteorologi	21
Tidsserie – vindhastighet.....	21
Tidsserie – vindretning	21

Innledning

Aqua Kompetanse AS har på oppdrag fra MOWI ASA utført strømundersøkelser ved Leite i Averøy 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 18.03.–28.04.2022. Rådata finnes oppbevart hos Aqua Kompetanse AS, og er tilgjengelig ved forespørsel.



Figur 1: Oversiktskart over deler Averøy kommune, samt deler av Kristiansund, Tingvoll og Gjemnes kommune. Innrammet kartutsnitt i rødt viser undersøkelsesområdet ved Leite. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.



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

Materiale og metode

Strømmålingene ved Leite er gjennomført i henhold til NS 9425-2:2003. For å måle vannstrøm er det benyttet én 400 kHz akustisk strømmåler produsert av Nortek AS. Den akustiske måleren bruker dopplerskift for å beregne strømhastighet og -retning, og refereres ofte til som en dopplermåler. Instrumentet er montert på 31 meters dyp pekende oppover i en toppfestet rigg (se **Vedlegg A** for riggtegning). Det er omtrent 118 meter dypt på målestedet. Måleren registrerer i 1 minutt og 30 sekunder sammenhengende og hviler i 8 minutter og 30 sekunder. Måleren har et instrumentoppsett på 25 celler × 2 meter som gir en rekkevidde på 50 meter.

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

Parametere	MHM01
Målertype	Aquadopp Profiler
Målernummer	MHM01
Hode-ID / Kort-ID	AQP 3892 / AQD 5608
Frekvens (kHz)	400
Måleretning	Opp
Måleintervall (s)	600
Midlingsperiode (s)	90
Målebelastning (%)	100
Antall celler (#)	25
Cellestørrelse (m)	2
Blindsone (m)	1
Instrumentdyp (m)	31.3
Tidsrom for gyldige registreringer	18.03.2022 18.20 - 28.04.2022 13.00
Lengde måleperiode (dager)	40.8

I denne måleserien er det tatt utgangspunkt i et merddyp på 20 meter, og dybden på målestedet er omtrent 118 meter. Vannutskiftningsstrøm skal måles i halve dypet av planlagt merddyp, altså 10 meters dyp i dette tilfellet. Overflatestrømmen skal måles på 5 meters dyp, med et akseptabelt avvik på ± 2 meter, og er i dette tilfellet hentet fra 6 meters dyp. Dimensjoneringsstrømmen skal måles på 15 meters dyp, med et akseptabelt avvik på ± 3 meter, og er i dette tilfellet hentet fra 15 meters dyp. I denne rapporten presenteres overflatestrøm på 6 meters dyp og dimensjoneringsstrøm på 15 meters dyp, som anses å representere vannutskiftningsstrømmen tilstrekkelig.

Det er foretatt en manuell og automatisk kvalitetskontroll av datasettet med programvarene SeaReport og Storm. Datasettet er av god kvalitet og bare én situasjon med korrupt data er manuelt fjernet fra 6 og 15 meters dyp (**Tabell 2**). Instrumentet har ved en anledning blitt hevet og senket, 23.03.2022 16:10 – 16:30. Strømdata fra denne perioden fjernes i den automatiske kvalitetskontrollen, men forstyrrelsen av instrumentet kan sees igjen i figuren for trykk (**Figur 21**).

Tabell 2: Data manuelt fjernet i vannstrømmålingen ved Leite.

Start	Slutt	Kommentarer
25.04.2022 21:25:14	25.04.2022 21:32:50	Korrupt måling, 6 og 15 meters dyp

Kort vurdering

Vannstrømmen ved Leite er tidevannsdrevet og batymetrisk styrt. Størst vanntransport ved 6 og 15 meters dyp er rettet mot nord.

Resultater

I denne måleserien fra Leite er gjennomsnittlig vannstrøm 10.6 og 10.5 cm/s på 6 og 15 meters dyp, og maksimalhastigheten er henholdsvis 35.9 og 29.9 cm/s. Det er registrert lite strømstille i måleperioden for de to undersøkte dypene.

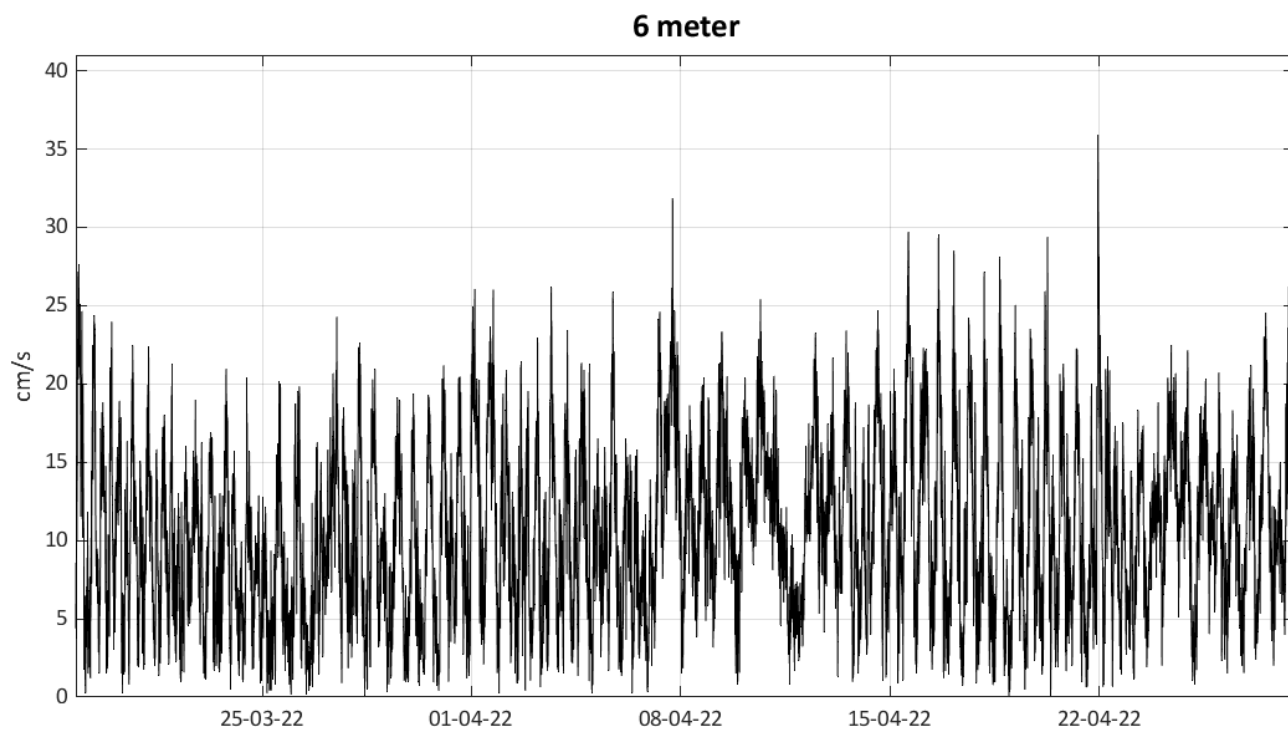
Lokalitet Leite ligger på vestlig side i Bremsnesfjorden. Batymetrien ved målepunktet er orientert i nord-sørlig retning. Vannstrømmen er tidevannsdrevet og følger batymetrien. Vannstrømmen på 5 og 15 meters dyp virker også til å tidvis være vindpåvirket. I perioden 10.–11.04 er strømmen ensrettet mot sør i begge måledyp. Denne perioden sammenfaller med vind fra omkring vest målt ved Kristiansund Lufthavn, ca 12 km nordøst for målepunktet (**Vedlegg B**). På 6 og 15 meters dyp er størst vanntransport rettet mot nord, med en sekundærkomponent mot sør.

Nedenfor presenteres tabeller og figurer med statistikk og resultater.

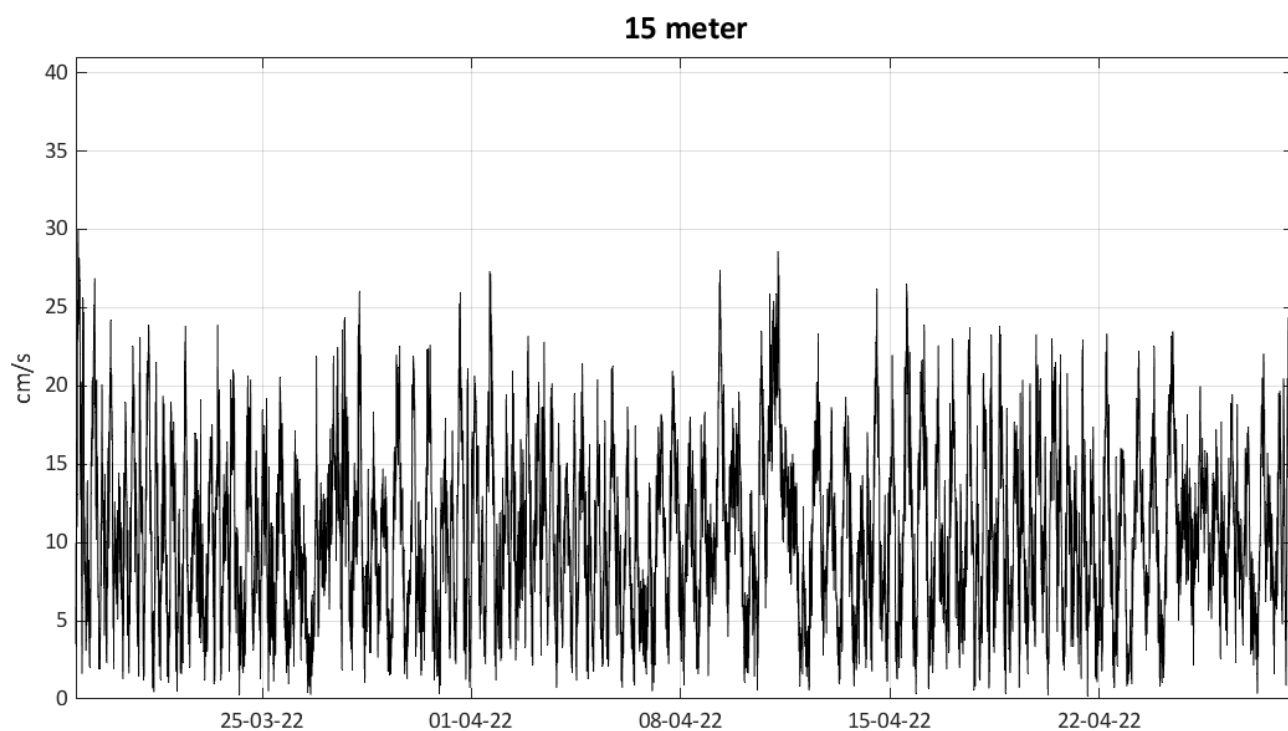
Tabell 3: Statistikk

Parametere	6 meter	15 meter
Gyldige målinger/totalt (#)	5871/5873	5871/5873
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	10.6	10.5
Maksimalstrøm (cm/s)	35.9	29.9
Minimumstrøm (cm/s)	0.1	0.2
Strømstyrke 0-1 cm/s (%)	1.1	0.8
Strømstyrke 1-3 cm/s (%)	6.6	6.0
Neumann-parameter	0.43	0.35
Standardavvik (cm/s)	5.6	5.4
Varians (cm ² /s ²)	31.3	28.9
Signifikant maksimum strømshastighet (cm/s)	17.0	16.7
Signifikant minimum strømshastighet (cm/s)	4.6	4.7
10 års returstrøm (cm/s)	59.3	49.4
50 års returstrøm (cm/s)	66.5	55.4
De 4 hyppigst forekommende strømretningsgruppene (°)	0 - 15 345 - 360 15 - 30 165 - 180	0 - 15 345 - 360 15 - 30 165 - 180
De 4 hyppigst forekommende strømshastighetsgruppene (cm/s)	9 - 11 7 - 9 11 - 13 5 - 7	9 - 11 11 - 13 7 - 9 5 - 7
Mest vannutskiftning / retning / 15° sektor	2043 m ³ /m ² per dag ved 0 - 15	1995 m ³ /m ² per dag ved 0 - 15
Minst vannutskiftning / retning / 15° sektor	13 m ³ /m ² per dag ved 255 - 270	13 m ³ /m ² per dag ved 270 - 285

Tidsserie - strømhastighet

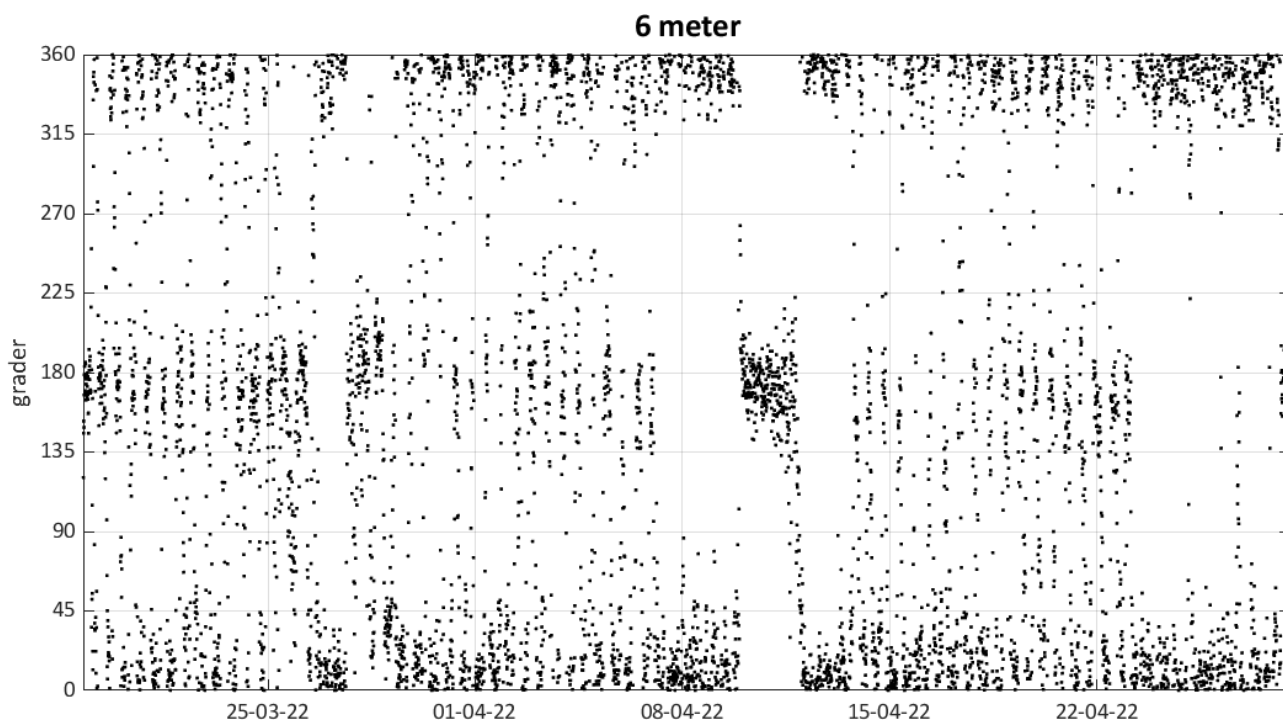


Figur 3: Vannstrømhastighet (cm/s) på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

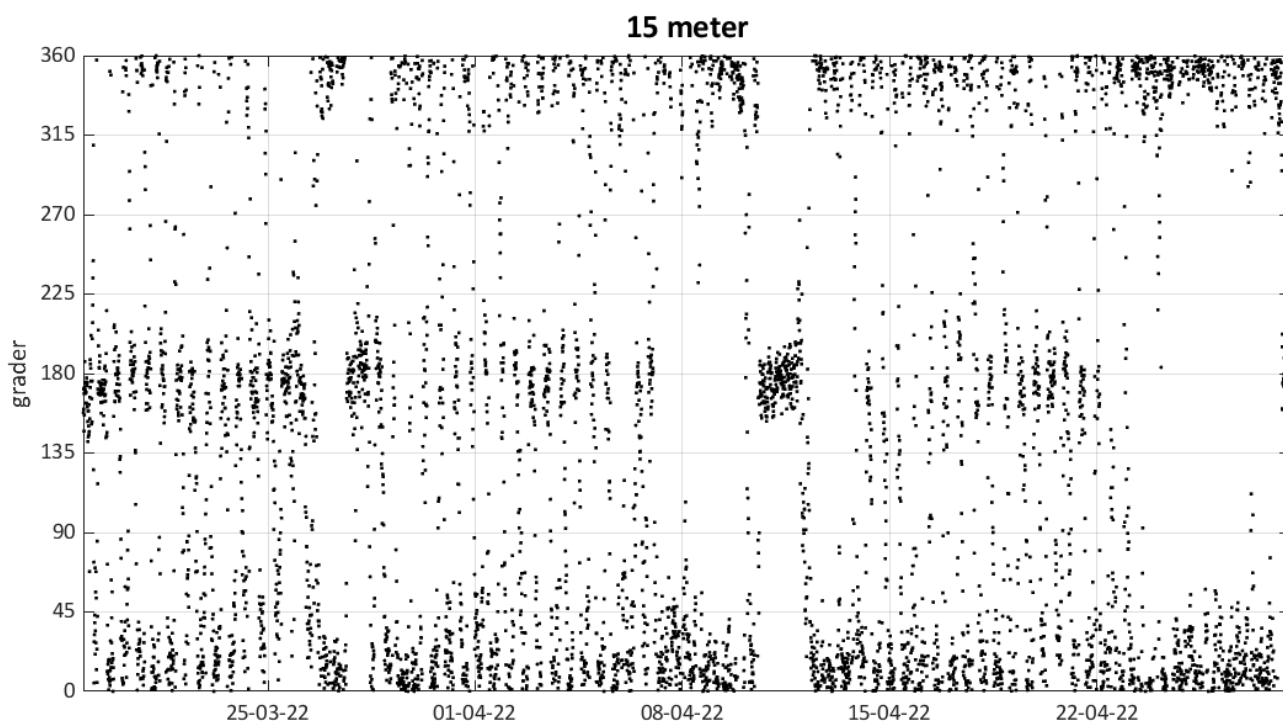


Figur 4: Vannstrømhastighet (cm/s) på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Tidsserie - strømretning

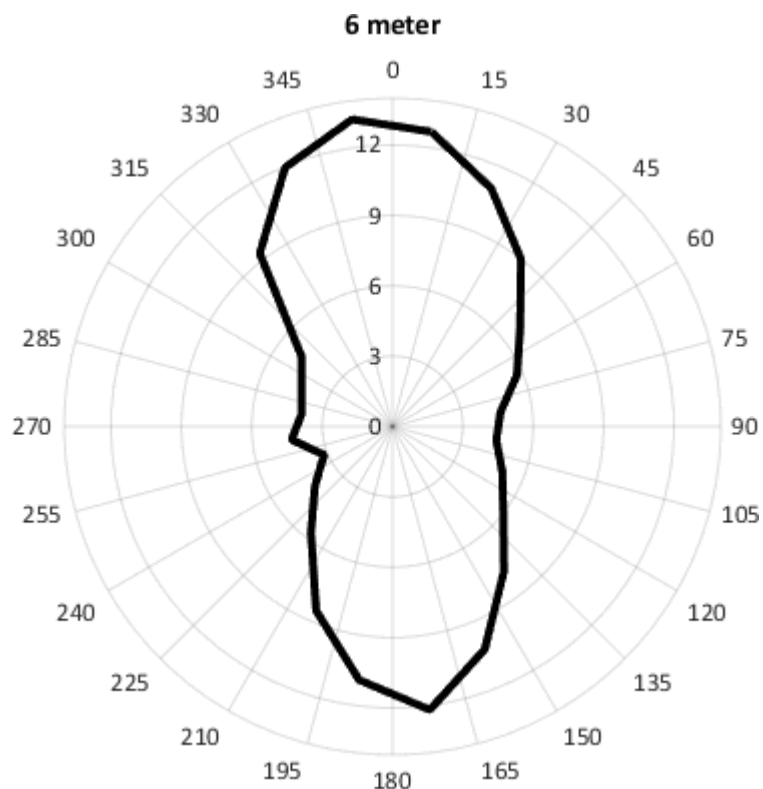


Figur 5: Vannstrømretning (°) på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

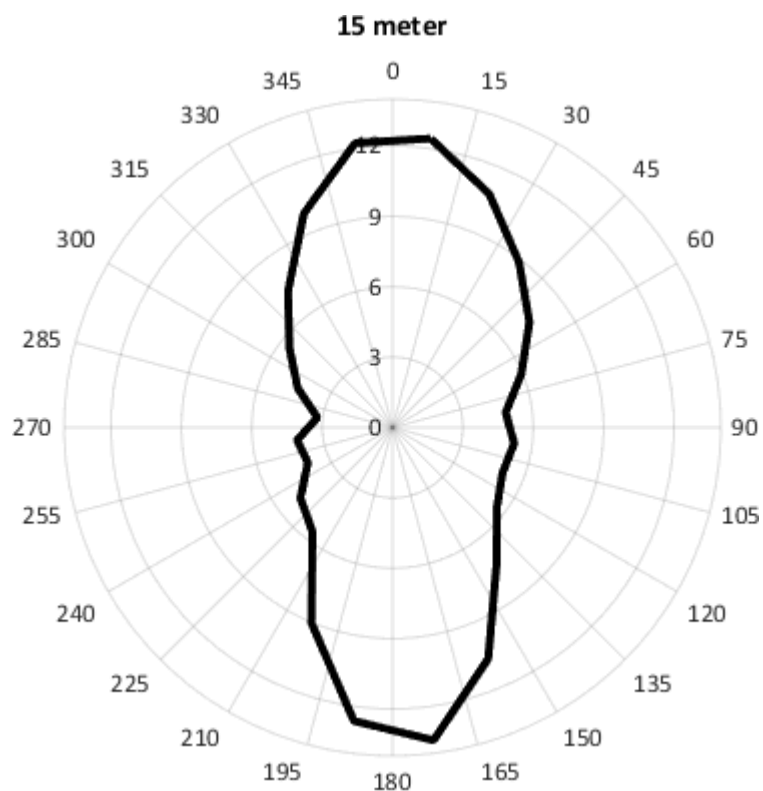


Figur 6: Vannstrømretning (°) på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet

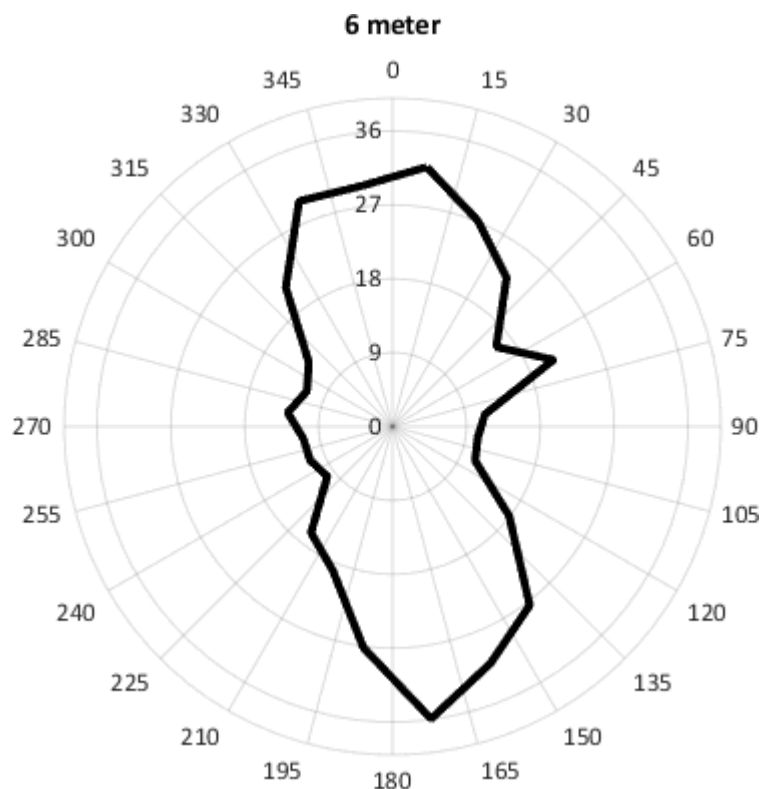


Figur 7: Gjennomsnittlig vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

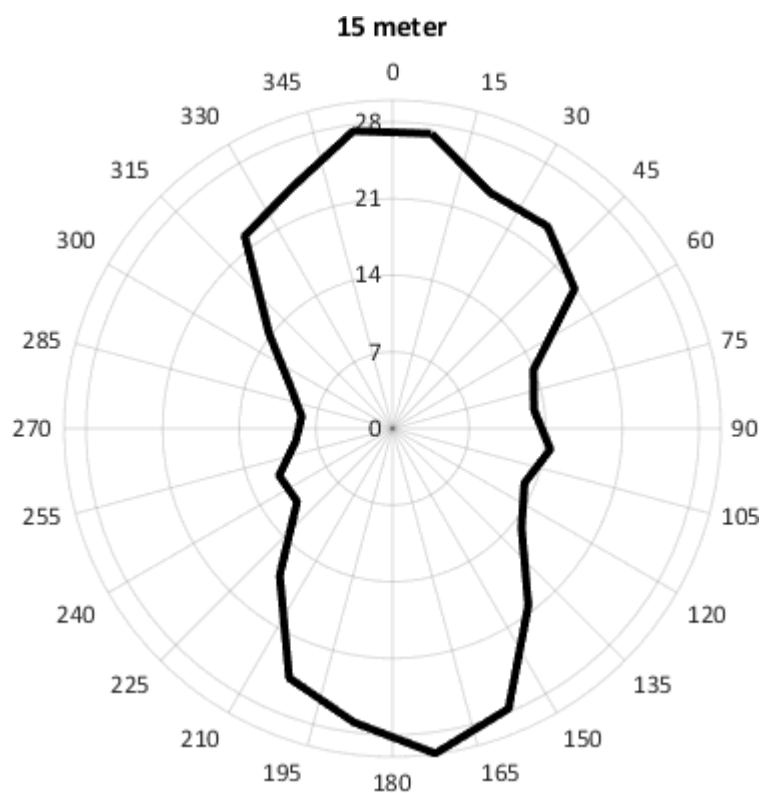


Figur 8: Gjennomsnittlig vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Strømrose - maksimal strømhastighet

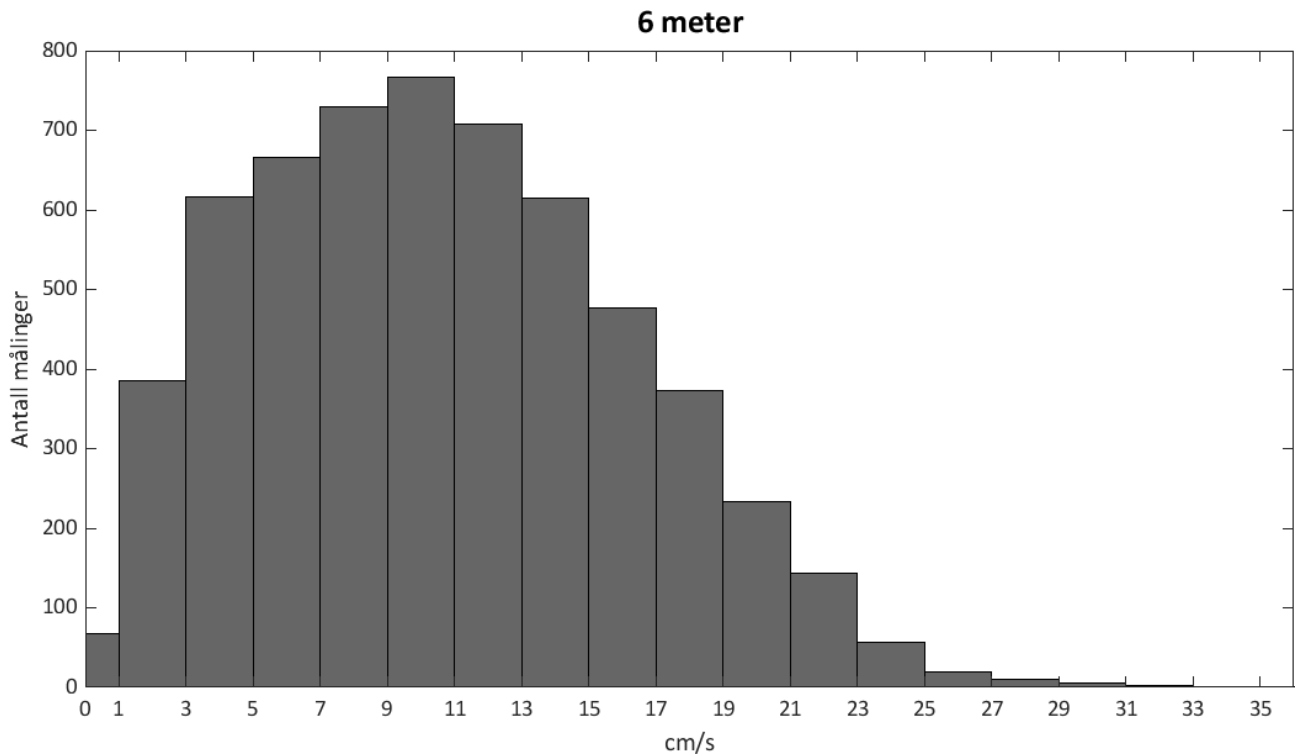


Figur 9: Maksimal vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

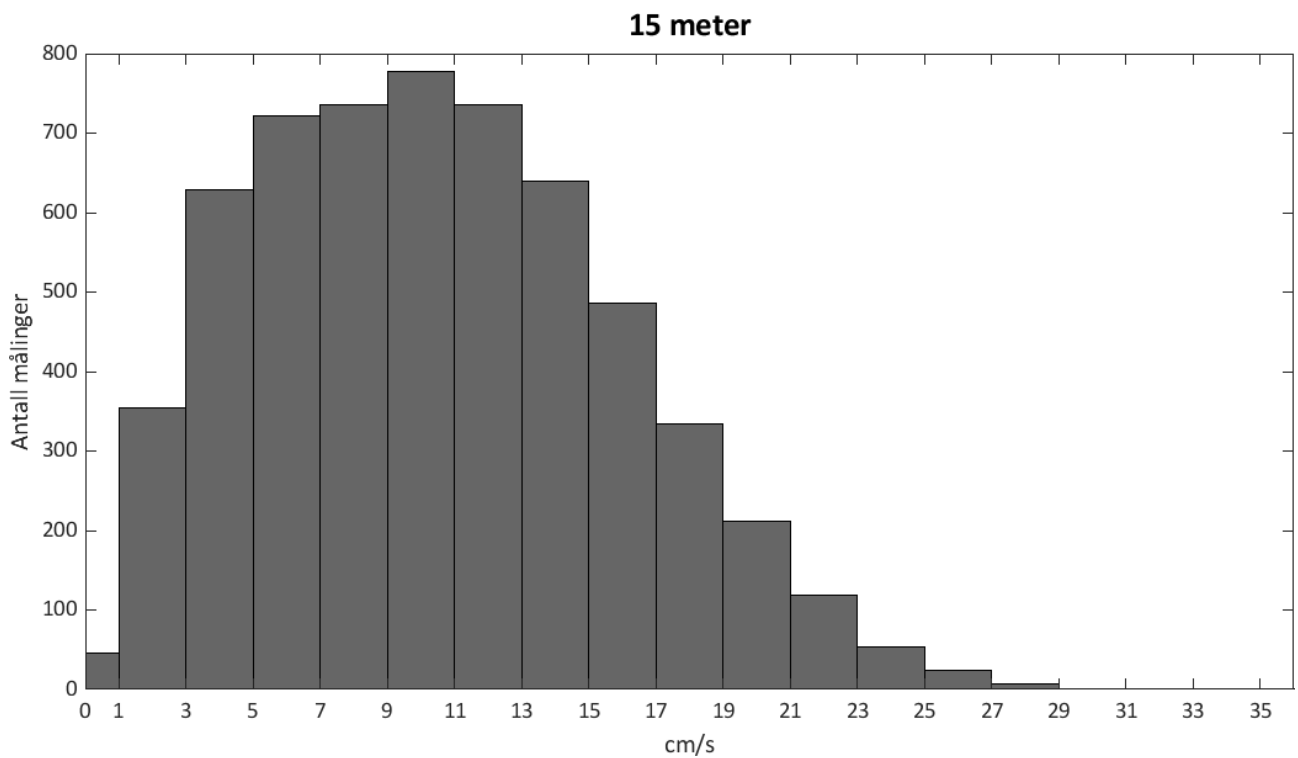


Figur 10: Maksimal vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Histogram - strømhastighet

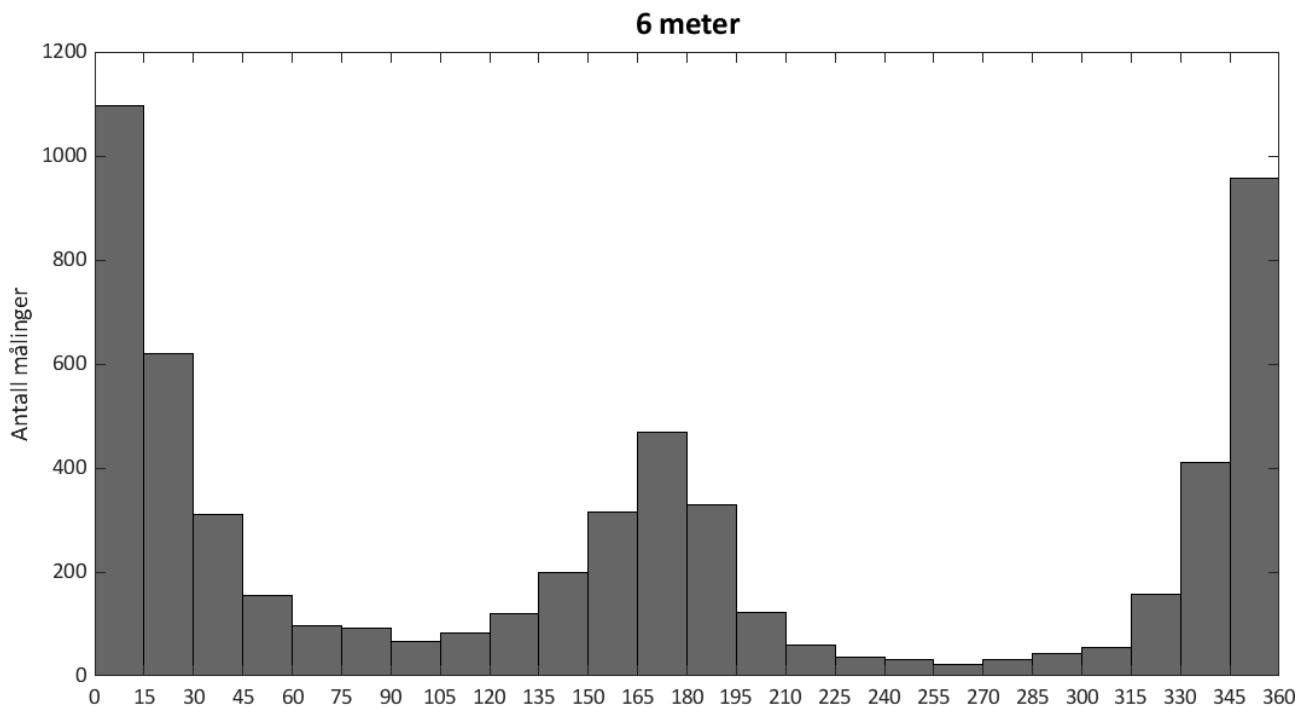


Figur 11: Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

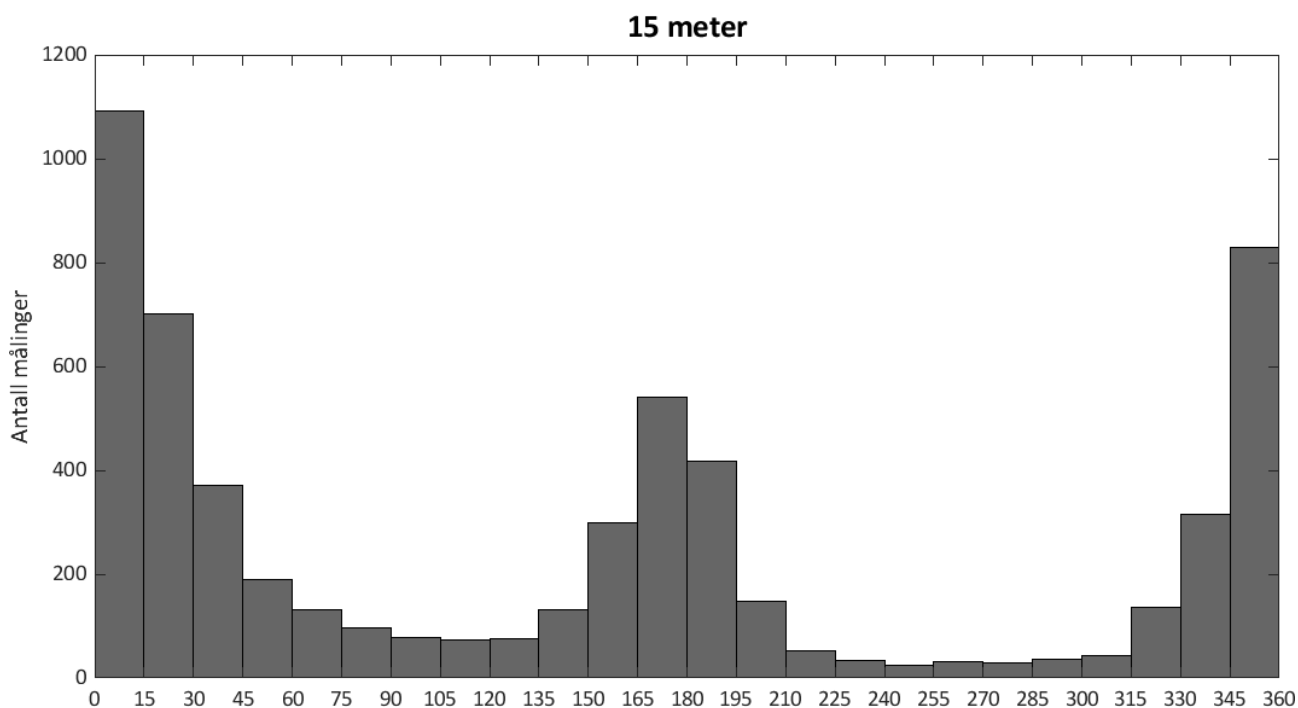


Figur 12: Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Histogram - strømretning

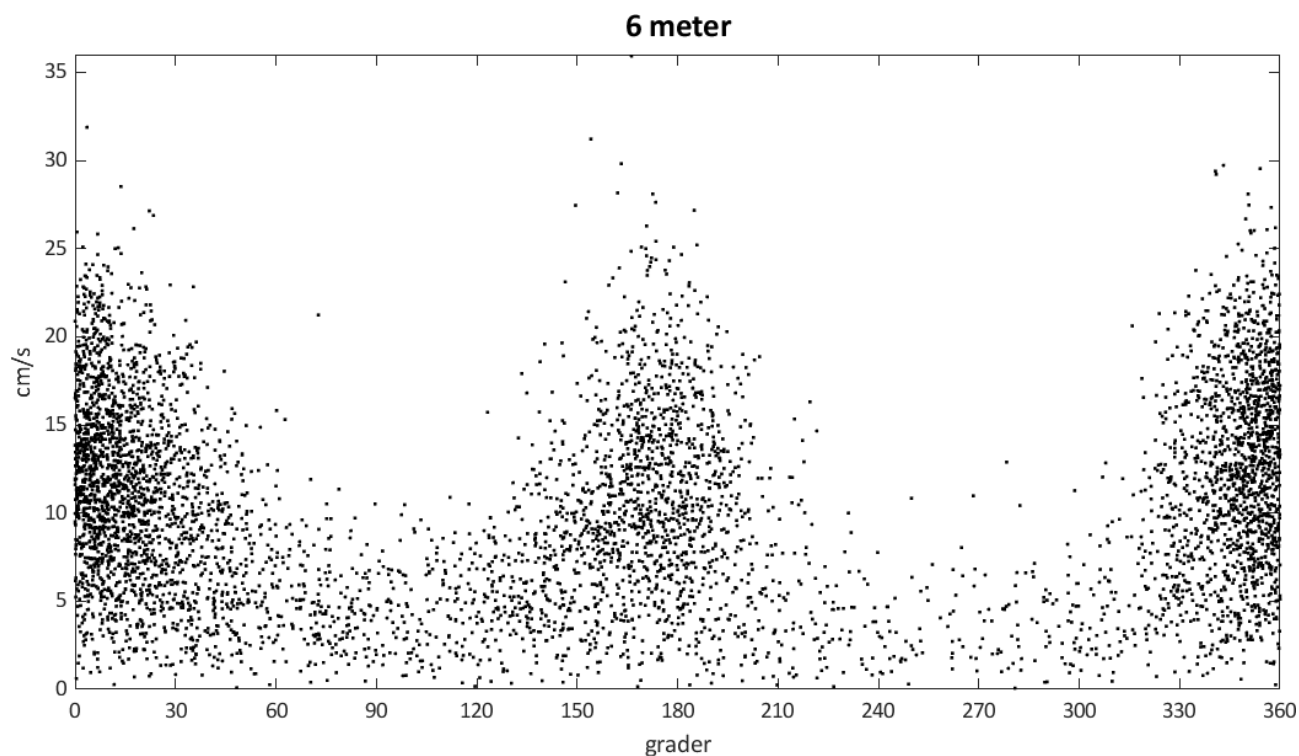


Figur 13: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

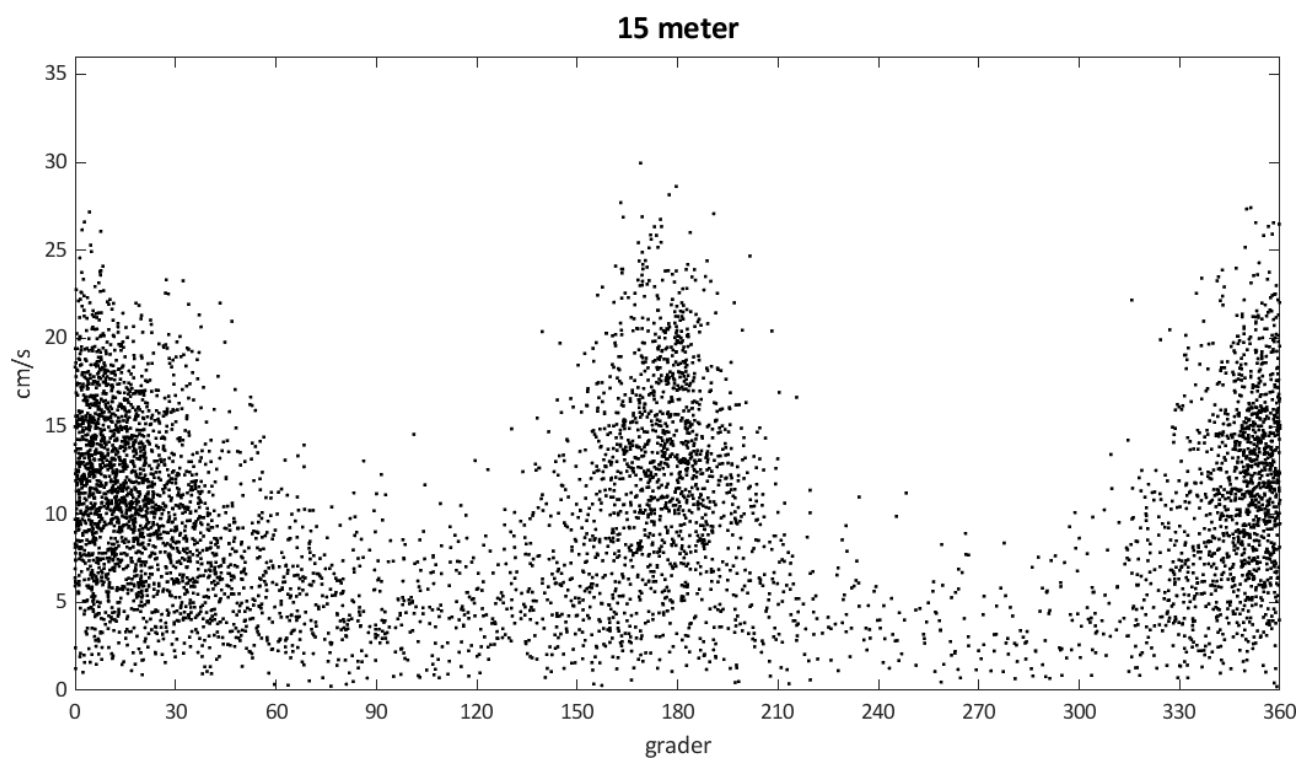


Figur 14: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

Spredningsdiagram - strømretning og -hastighet

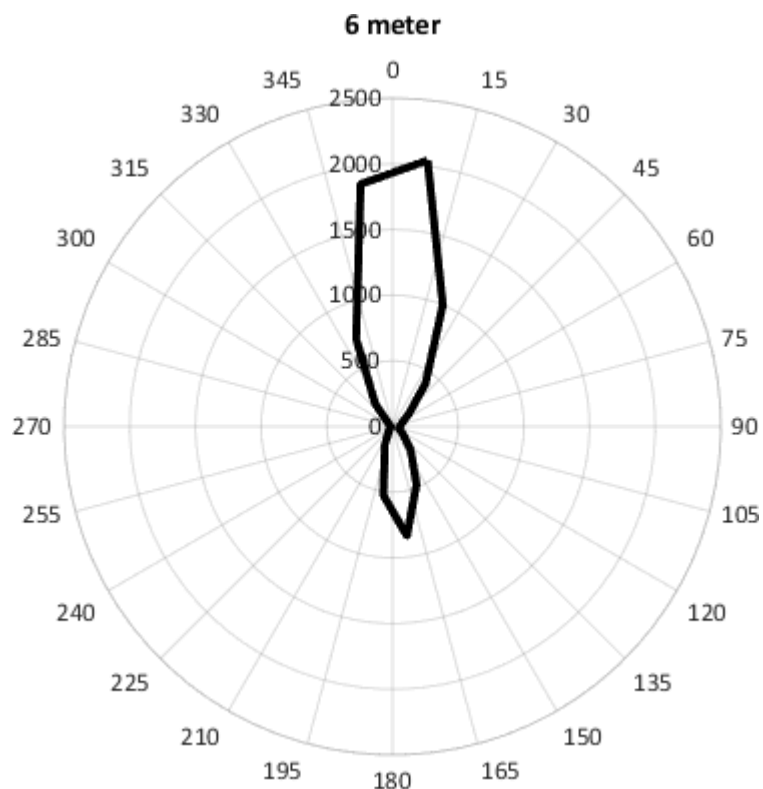


Figur 15: Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

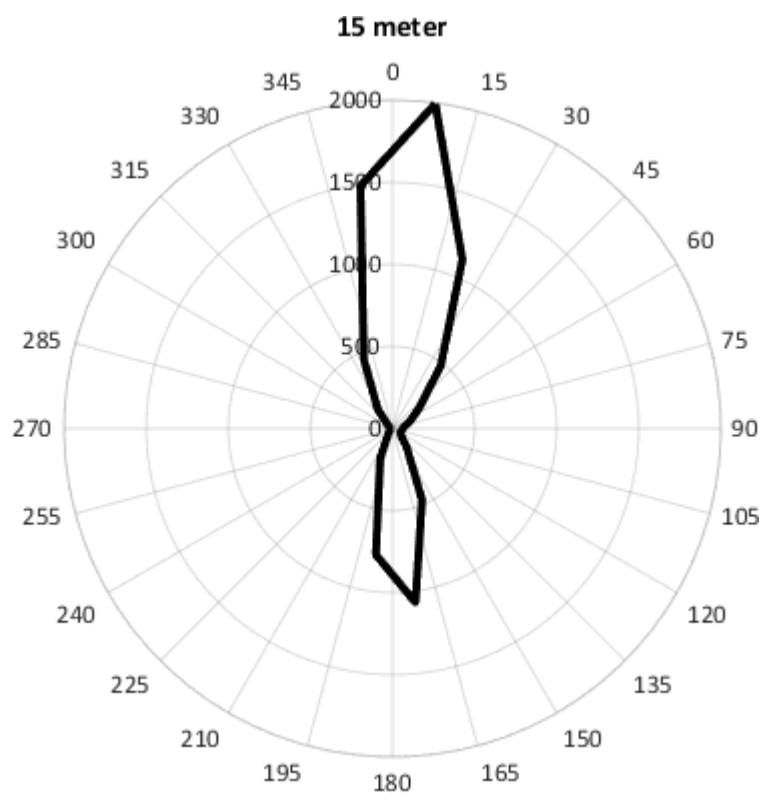


Figur 16: Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Strømrose - vanntransport (fluks)

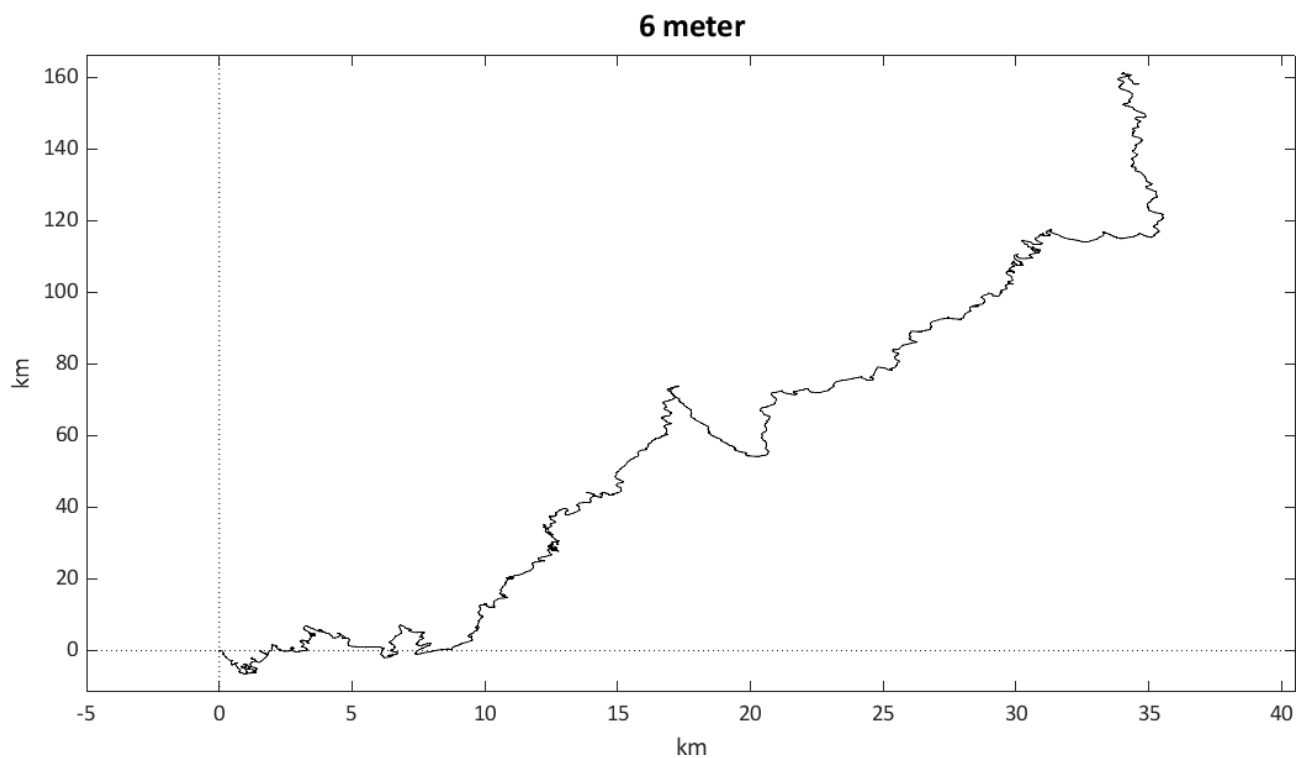


Figur 17: Vanntransport ($m^3/m^2/dag$) for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

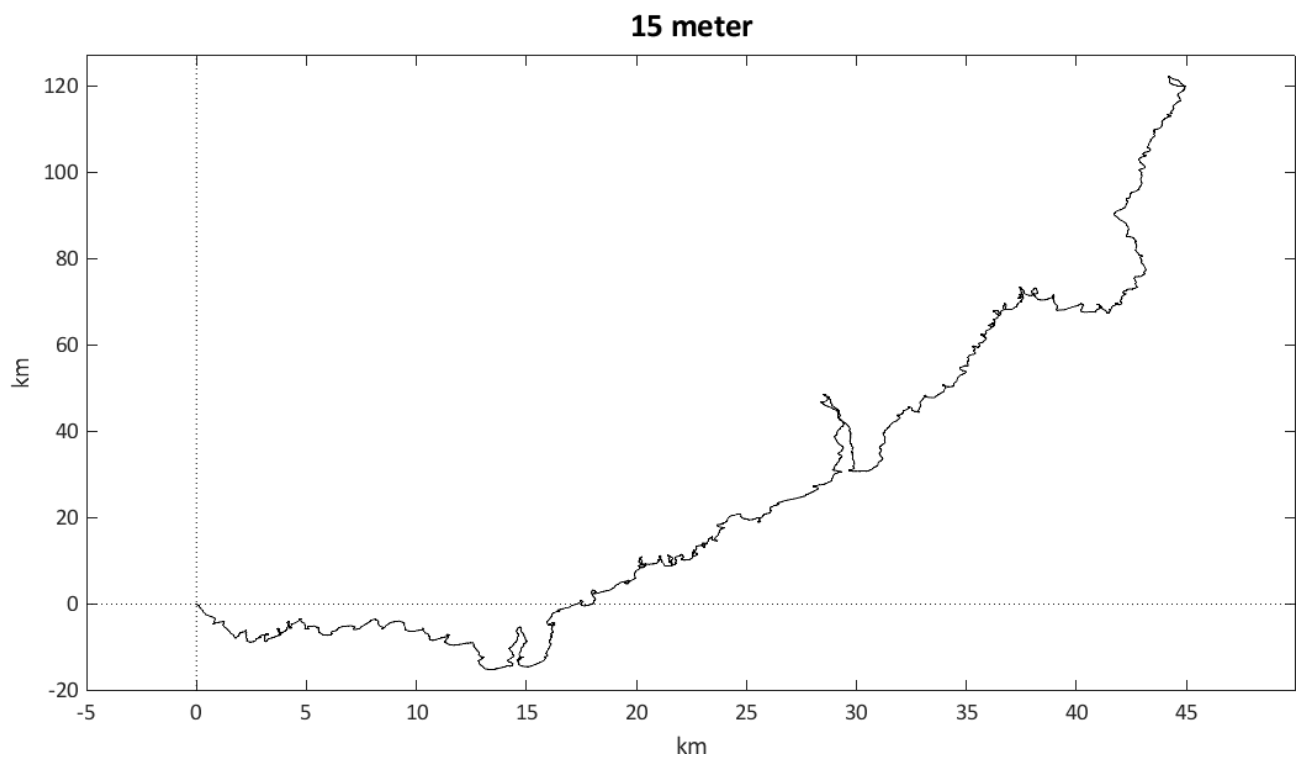


Figur 18: Vanntransport ($m^3/m^2/dag$) for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Vektor - progressiv vektor

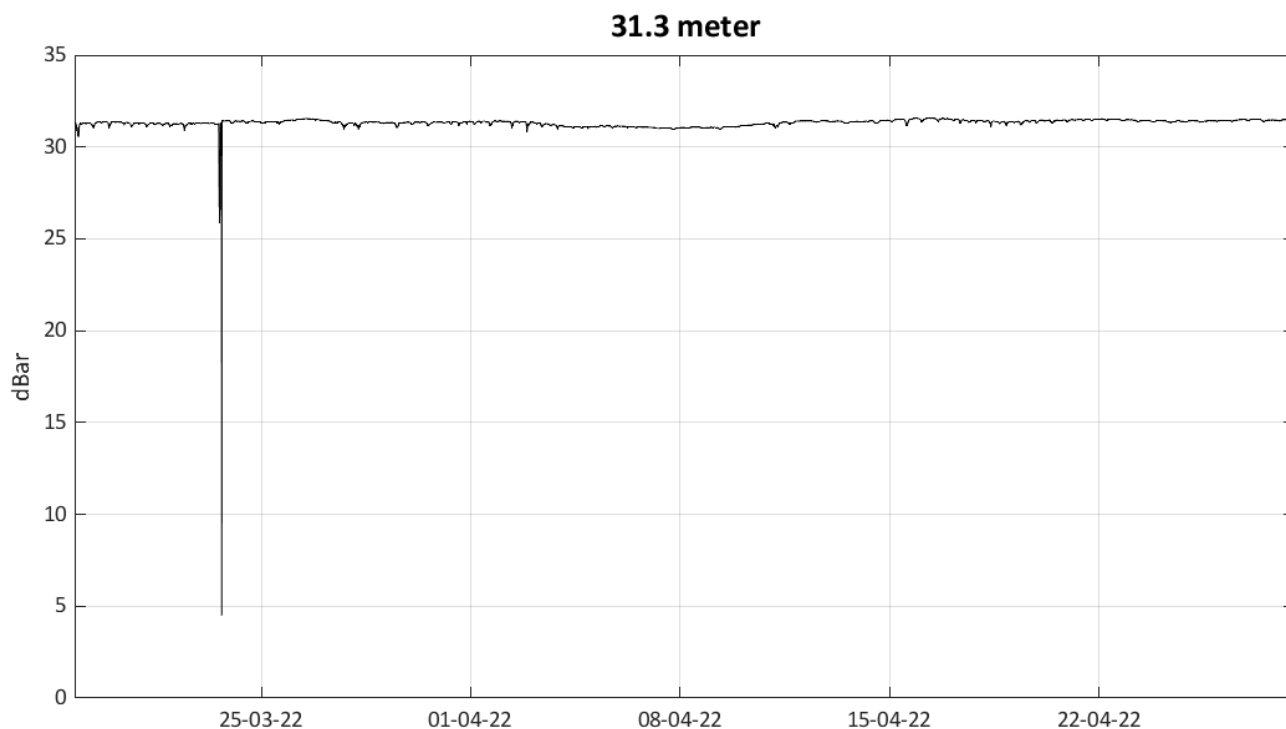


Figur 19: Progressiv vektor på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.



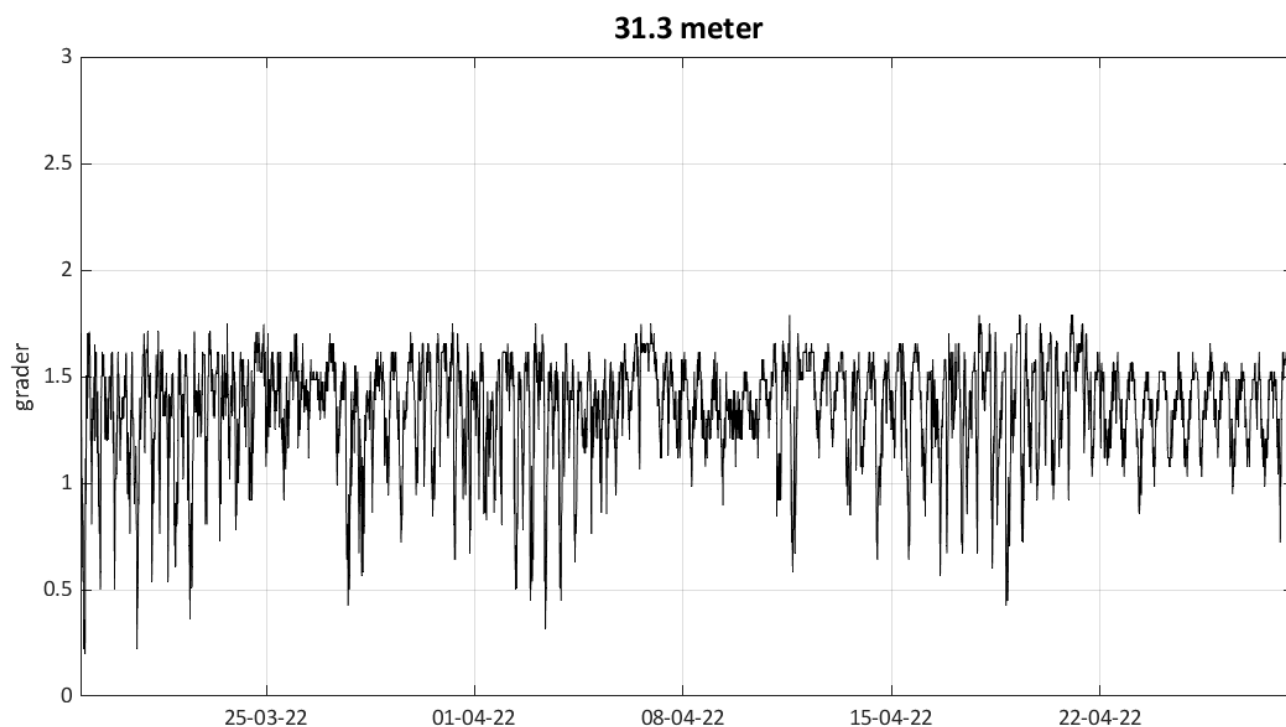
Figur 20: Progressiv vektor på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Sensorer - trykk registrert av instrument



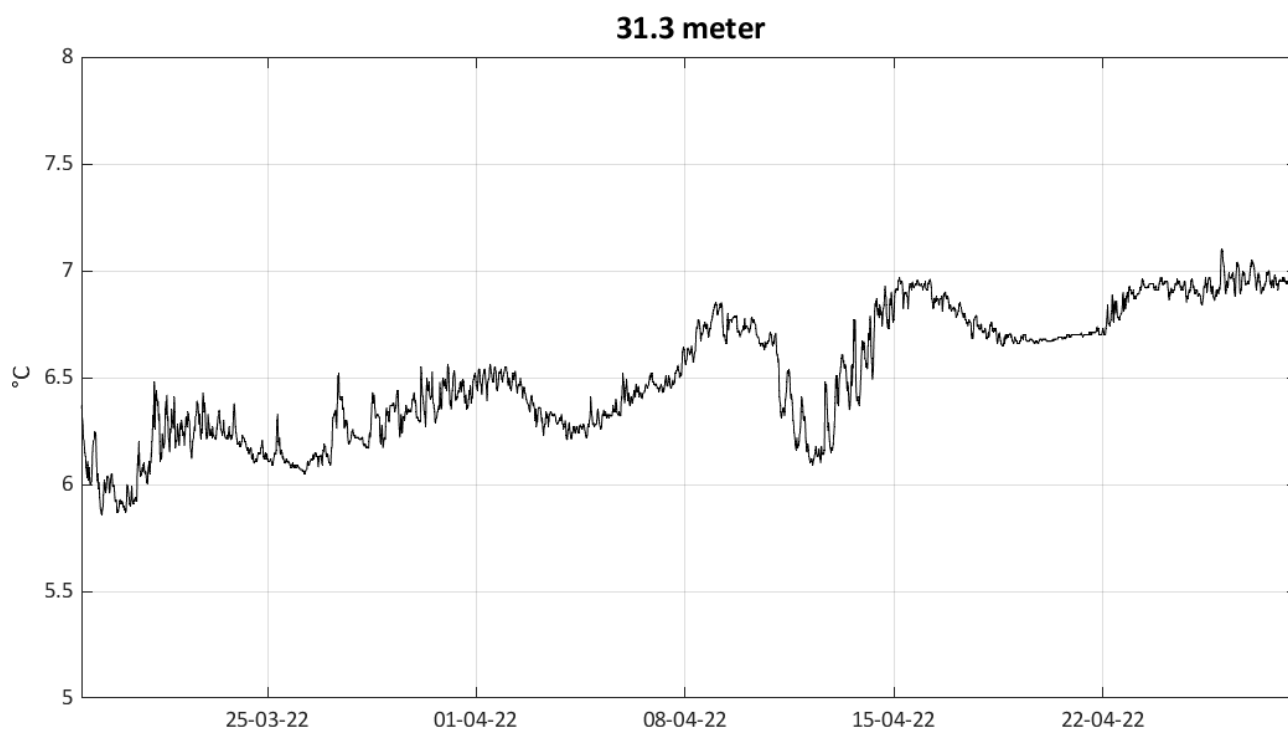
Figur 21: Trykk (dBar) i instrumentdypet ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Sensorer - instrumenthelning (tilt)



Figur 22: Instrumenthelning (°) på Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Sensorer - sjøtemperatur



Figur 23: Temperatur i instrumentdypet ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022.

Tabell - retning med returperiode

Tabell 4: Retning med returperiode for vannstrøm på 6 meters dyp. Strømhastighetene er oppgitt i m/s. Retningsgrupper som definert i NS 9415.

Retning	Gjennomsnitt	Maksimal	Snitt 10 år	Maks 10 år	Snitt 50 år	Maks 50 år
nord	0.126	0.319	0.208	0.526	0.233	0.590
nordøst	0.090	0.269	0.148	0.443	0.166	0.497
øst	0.048	0.212	0.079	0.350	0.088	0.393
sørøst	0.076	0.312	0.126	0.515	0.141	0.577
sør	0.113	0.359	0.187	0.593	0.210	0.665
sørvest	0.052	0.189	0.086	0.311	0.097	0.349
vest	0.040	0.129	0.067	0.213	0.075	0.238
nordvest	0.092	0.238	0.152	0.392	0.171	0.440

Tabell 5: Retning med returperiode for vannstrøm på 15 meters dyp. Strømhastighetene er oppgitt i m/s. Retningsgrupper som definert i NS 9415.

Retning	Gjennomsnitt	Maksimal	Snitt 10 år	Maks 10 år	Snitt 50 år	Maks 50 år
nord	0.120	0.274	0.198	0.452	0.222	0.507
nordøst	0.088	0.233	0.145	0.385	0.162	0.431
øst	0.052	0.145	0.086	0.240	0.096	0.269
sørøst	0.074	0.224	0.121	0.370	0.136	0.415
sør	0.126	0.299	0.208	0.494	0.233	0.554
sørvest	0.062	0.204	0.102	0.337	0.114	0.378
vest	0.038	0.112	0.063	0.185	0.070	0.207
nordvest	0.076	0.234	0.125	0.386	0.140	0.433

Tabell - matrise med retnings- og hastighetsgrupper

Tabell 6: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks (m³/m²/døgn) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert.

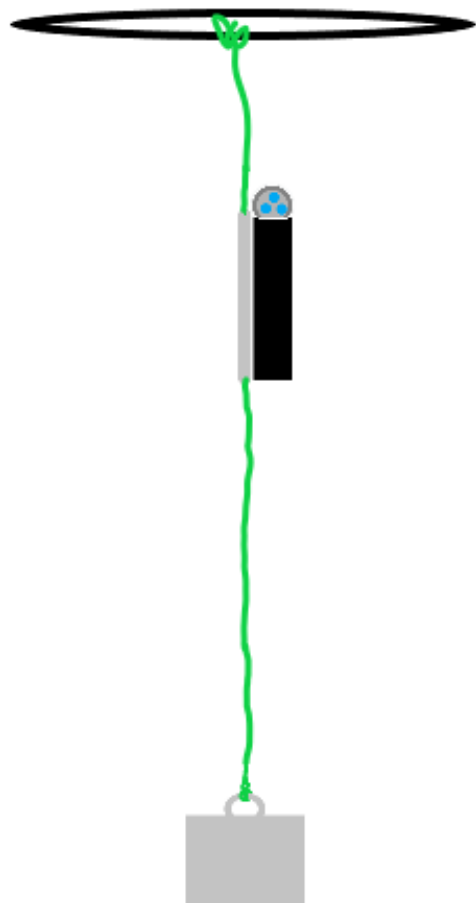
	6 meter														antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	m³/m²/døgn	%
0	4	9	12	20	27	46	88	136	414	243	91	6	0	0	1096	18.67	2043.4	22.28
15	3	8	14	21	20	36	82	85	219	109	19	3	0	0	619	10.54	1000.7	10.91
30	2	11	15	21	25	21	40	53	92	29	2	0	0	0	311	5.3	411.5	4.49
45	5	4	14	13	19	19	27	24	26	3	0	0	0	0	154	2.62	155.3	1.69
60	1	6	7	15	17	17	17	10	4	2	1	0	0	0	97	1.65	82	0.89
75	3	9	15	13	18	8	14	8	3	0	0	0	0	0	91	1.55	62.2	0.68
90	3	8	11	10	12	3	14	5	1	0	0	0	0	0	67	1.14	44	0.48
105	3	9	9	7	11	14	19	8	2	0	0	0	0	0	82	1.4	61.1	0.67
120	3	7	7	12	20	16	29	14	8	3	0	0	0	0	119	2.03	104.2	1.14
135	4	8	6	22	21	18	31	37	40	9	1	1	0	0	198	3.37	227.1	2.48
150	2	5	14	14	17	14	38	62	95	42	10	3	0	0	316	5.38	477.7	5.21
165	2	9	9	13	13	13	50	71	154	96	32	7	0	0	469	7.99	840.5	9.16
180	5	7	11	13	14	13	42	40	113	55	15	2	0	0	330	5.62	529.1	5.77
195	4	7	5	13	5	12	13	15	32	15	0	0	0	0	121	2.06	151.3	1.65
210	4	7	7	9	3	7	8	3	9	2	0	0	0	0	59	1	49.6	0.54
225	3	4	5	6	8	2	5	1	1	0	0	0	0	0	35	0.6	21.4	0.23
240	3	8	8	4	2	4	1	0	1	0	0	0	0	0	31	0.53	14.4	0.16
255	0	5	4	1	3	2	4	1	1	0	0	0	0	0	21	0.36	13.4	0.15
270	1	5	8	4	7	1	3	0	2	0	0	0	0	0	31	0.53	17.8	0.19
285	3	5	7	6	6	6	7	1	1	0	0	0	0	0	42	0.72	25.9	0.28
300	3	6	9	9	5	5	7	8	3	0	0	0	0	0	55	0.94	39.5	0.43
315	2	1	3	13	11	19	24	22	39	20	4	0	0	0	158	2.69	216.1	2.36
330	2	9	13	11	14	21	36	52	126	89	35	3	0	0	411	7	722.9	7.88
345	2	6	10	18	31	26	81	114	304	262	92	12	0	0	958	16.32	1861.2	20.29
SUM (#)	67	163	223	288	329	343	680	770	1690	979	302	37	0	0	5871	100	9172.3	100
SUM (%)	1.14	2.78	3.8	4.91	5.6	5.84	11.58	13.12	28.79	16.68	5.14	0.63	0	0	100			

Tabell 7: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Leite i perioden 18.03.–28.04.2022. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks (m³/m²/døgn) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert.

	15 meter															antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	m³/m²/døgn	%	
0	0	11	14	15	33	39	103	127	410	275	59	5	0	0	1091	18.58	1994.8	21.98	
15	1	6	15	24	21	39	85	112	272	112	15	0	0	0	702	11.96	1112.6	12.26	
30	2	6	10	19	36	23	83	61	96	29	6	0	0	0	371	6.32	483.8	5.33	
45	2	2	15	19	19	18	40	38	29	6	1	0	0	0	189	3.22	204.6	2.25	
60	3	3	16	14	16	15	38	13	14	0	0	0	0	0	132	2.25	115.4	1.27	
75	5	10	8	20	11	13	17	8	4	0	0	0	0	0	96	1.64	68.7	0.76	
90	4	2	9	14	13	10	14	6	5	0	0	0	0	0	77	1.31	59.2	0.65	
105	4	7	7	5	17	8	15	7	3	0	0	0	0	0	73	1.24	54.5	0.6	
120	1	2	12	9	14	10	12	11	5	0	0	0	0	0	76	1.29	62.7	0.69	
135	1	8	11	10	15	13	26	12	28	6	1	0	0	0	131	2.23	140.5	1.55	
150	2	8	12	17	19	18	31	35	90	50	16	2	0	0	300	5.11	470.6	5.19	
165	1	6	10	13	13	16	42	46	182	135	62	14	0	0	540	9.2	1068.3	11.77	
180	0	8	11	9	9	14	31	47	153	95	39	2	0	0	418	7.12	775.9	8.55	
195	3	4	7	11	8	8	18	25	51	8	4	0	0	0	147	2.5	195.2	2.15	
210	2	4	3	9	7	8	10	4	3	2	0	0	0	0	52	0.89	42.9	0.47	
225	0	3	3	9	3	6	6	2	1	0	0	0	0	0	33	0.56	24	0.26	
240	0	4	6	6	5	1	0	1	1	0	0	0	0	0	24	0.41	13.8	0.15	
255	2	4	6	4	3	5	5	2	0	0	0	0	0	0	31	0.53	18.7	0.21	
270	1	5	9	5	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	28	0.48	13.3	0.15	
285	4	3	8	1	5	4	7	2	1	0	0	0	0	0	35	0.6	22.5	0.25	
300	1	3	2	12	6	6	6	4	4	0	0	0	0	0	44	0.75	35.8	0.39	
315	2	7	6	14	17	13	25	21	26	4	2	0	0	0	137	2.33	147.4	1.62	
330	2	7	17	14	17	22	51	40	94	40	11	0	0	0	315	5.37	457.6	5.04	
345	2	7	8	25	20	35	81	102	315	175	50	9	0	0	829	14.12	1491.1	16.43	
SUM (#)	45	130	225	298	331	347	746	727	1787	937	266	32	0	0	5871	100	9073.9	100	
SUM (%)	0.77	2.21	3.83	5.08	5.64	5.91	12.71	12.38	30.44	15.96	4.53	0.55	0	0	100				

Vedlegg A - riggtegning

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



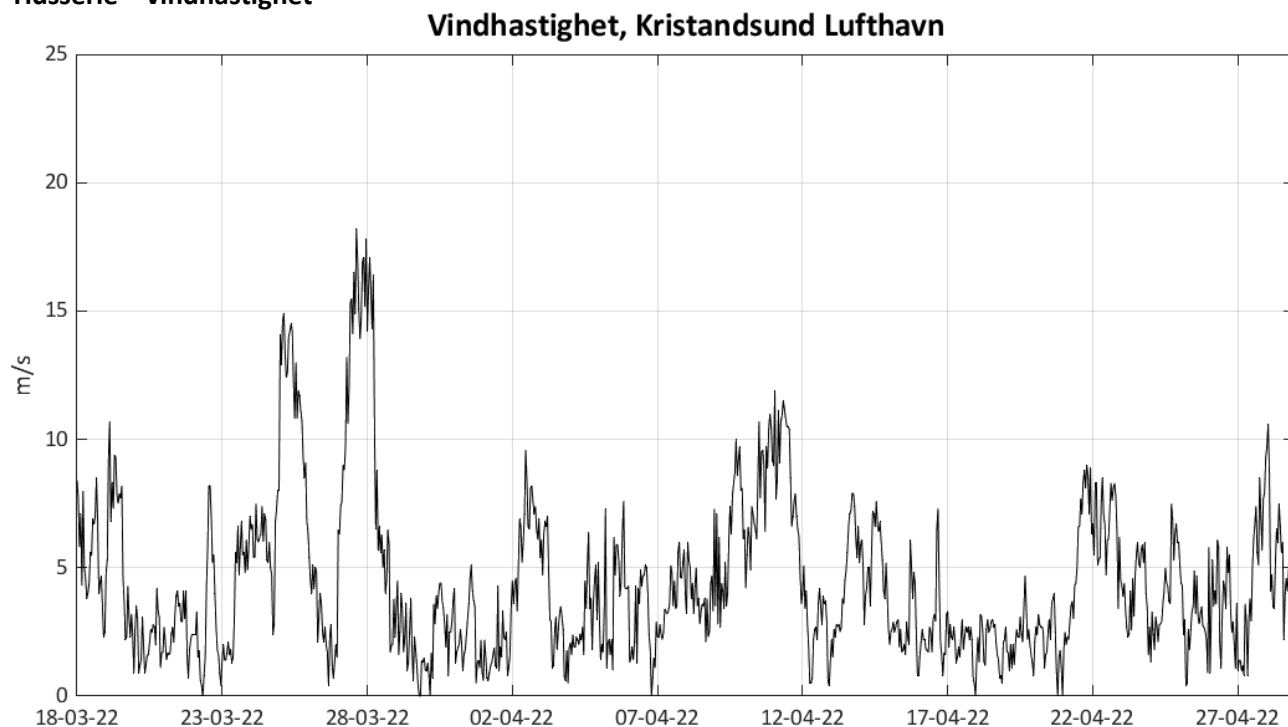
Overflate: **tom merd-ring**

31 meters dyp: **Aquadopp Profiler MHM01**

1-2 meter under instrumentet: **lodd**

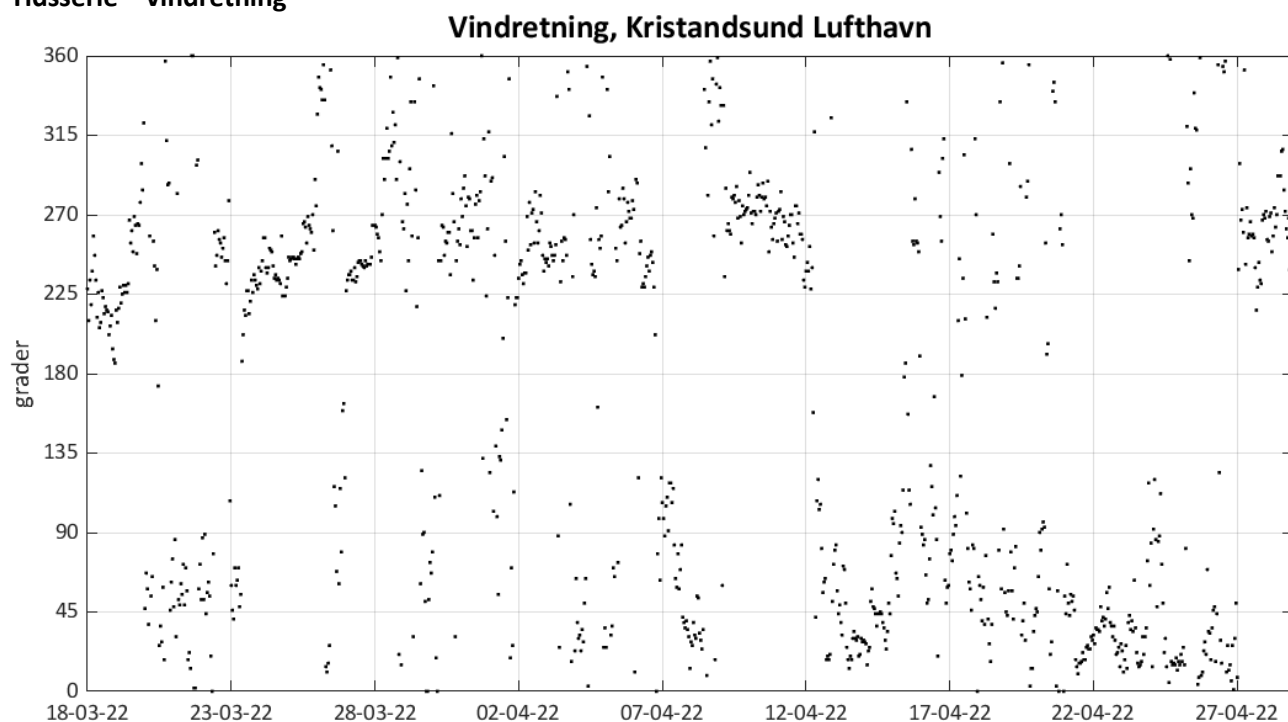
Vedlegg B – meteorologi

Tidsserie – vindhastighet



Figur B.1: Vindhastighet (m/s) ved den meteorologiske stasjonen Kristandsund Lufthavn for perioden 18.03.–27.04.2022.

Tidsserie – vindretning



Figur B.2: Vindretning (°) ved den meteorologiske stasjonen Kristiansund Lufthavn for perioden 18.03.–27.04.2022. Oppgis som retningen vinden blåser fra.