



2023

Vannstrømmåling ved Dypingan, Vega kommune, september – november 2023

Sjøgård - the Sea Farm AS

Etter Norsk Standard NS 9415:2021 og NS 9425-2:2003

AQUA KOMPETANSE AS



Rapportens tittel: Vannstrømmåling ved Dypingan, Vega kommune, september – november 2023			
Måleperiode: 29.09.–08.11.2023	Rapportdato: 22.12.2023 Rapportnummer: 2609-11-23S	Antall sider uten vedlegg: 32 Antall sider totalt: 41	
Oppdragsgiver: Sjøgård - the Sea Farm AS	Kontaktperson: Jan Pfister	Prosjektleder: Bjørnar H. Røsvik	
Lokalitet: Dypingan	Kommune: Vega	Fylke: Nordland	
Instrumenttype: Aquadopp Profiler	Dybde målested: ca. 44 meter	Koordinater for instrumenttrigg: 65°34.533 N, 11°55.825 Ø	
Resultatoversikt	6 meter	25 meter	39 meter
Gjennomsnitt (cm/s):	10.5	8.0	7.1
Maksimalhastighet (cm/s):	36.0	28.6	35.7
Minimumshastighet (cm/s):	0.1	0.0	0.1
Varians (cm ² /s ²):	38.3	23.2	17.8
Strømstyrke 0-1 cm/s (%):	1.2	1.8	2.2
Hovedstrømretning:	vest	vest	sørøst
Emneord: havstrøm, vannstrøm, spredningsstrøm, bunnstrøm, Aquadopp Profiler, doppler		ID 2268-1.1 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel	
Rapportansvarlig: <i>Bjørnar H. Røsvik</i> Bjørnar H. Røsvik		Kvalitetssikrer: <i>Hege G. Frøysa</i> Hege G. Frøysa	

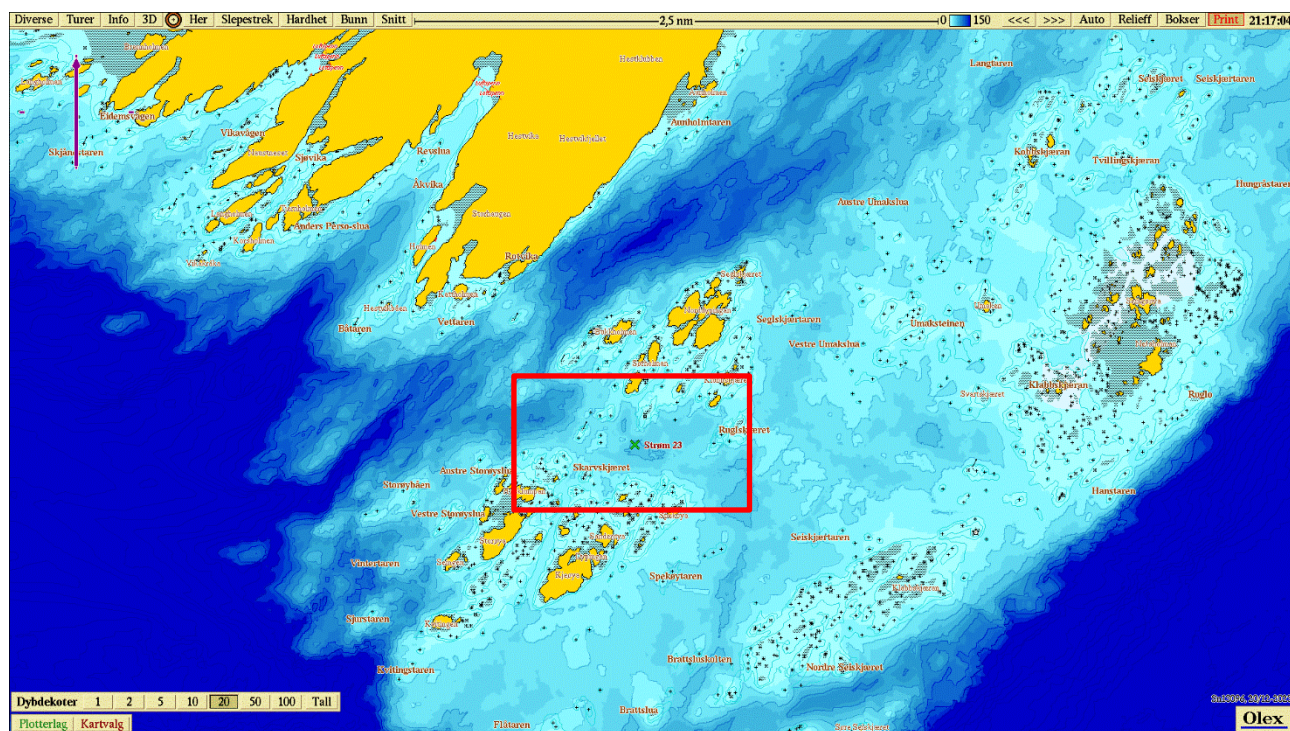
© 2023 Aqua Kompetanse AS. Kopiering av rapporten kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

Innhold

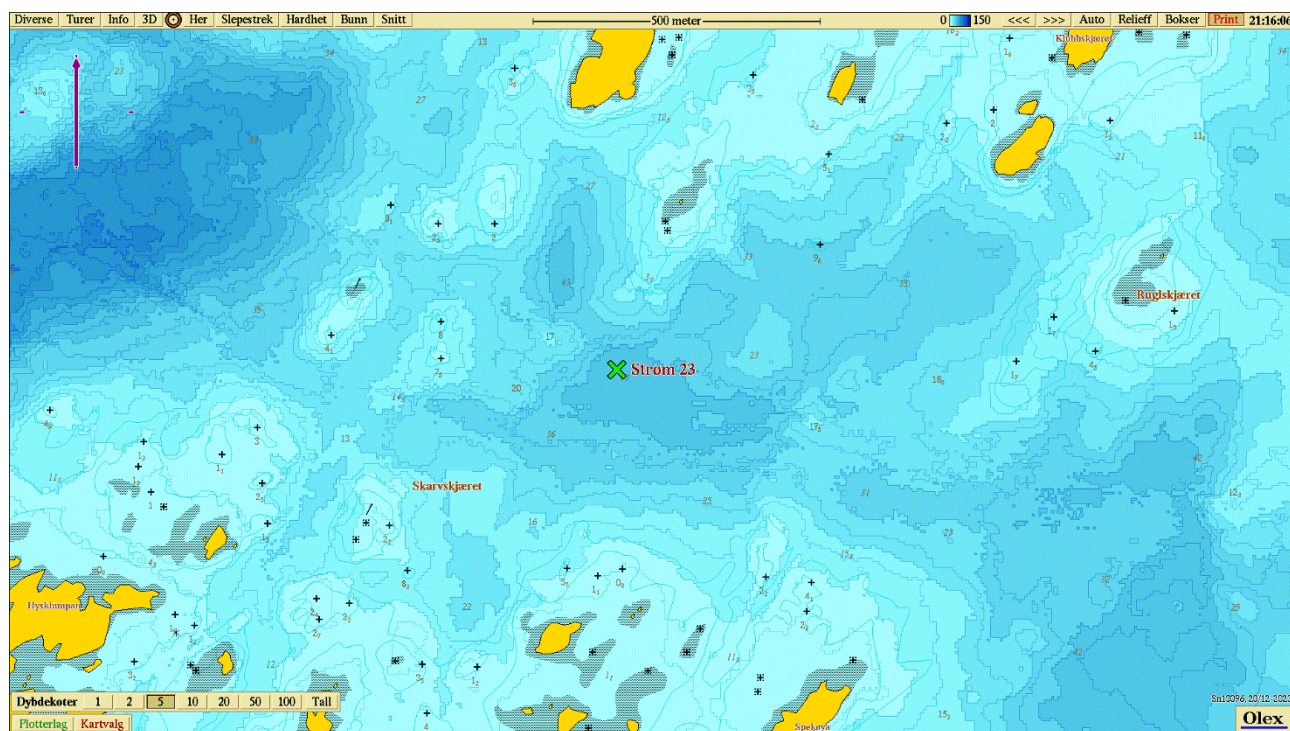
Innledning	3
Materiale og metode	4
Instrument og oppsett	4
Måledyp	4
Målepunkt	5
Kvalitetssikring av rådata	5
Meteorologi og vannstand	5
Tidevann	6
Kort vurdering	8
Resultater	8
Tidsserie - strømhastighet	10
Tidsserie - strømrretning	12
Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet	14
Strømrose - maksimal strømhastighet	16
Histogram - strømhastighet	18
Histogram - strømrretning	20
Spredningsdiagram - strømrretning og -hastighet	22
Strømrose - vanntransport (fluks)	24
Vektor - progressiv vektor	26
Tabell - retning med returperiode	28
Referanser	32
Vedlegg A - Riggtegning	33
Vedlegg B - Sensorfigurer	34
Sensorer - trykk registrert av instrument	34
Sensorer - instrumenthelning (tilt)	35
Sensorer - sjøtemperatur	35
Vedlegg C - Meteorologi- og vannstandsfigurer	36
Vedlegg D - Tidevannsanalyse	37

Innledning

Aqua Kompetanse AS har på oppdrag fra Sjøgård - the Sea Farm AS utført strømundersøkelser ved Dypingan i Vega kommune (**Figur 1** og **2**). Aqua Kompetanse har stått for instrumentutsett, kvalitetssikring av data samt 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 29.09.–08.11.2023. Rådata finnes oppbevart hos Aqua Kompetanse AS, og er tilgjengelig ved forespørsel.



Figur 1: Oversiktskart over deler av Vega kommune, samt deler av Brønnøy kommune. Innrammet kartutsnitt i rødt viser undersøkelsesområdet ved Dypingan. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.



Figur 2: Undersøkelsesområdet ved Dypingan. Posisjon for plassering av strømrigg er markert med grønt kryss. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.

Materiale og metode

Strømmålingene ved Dypingan er gjennomført i henhold til NS 9425-2:2003 (Standard Norge, 2003). Målingene er utført på et planlagt nytt anlegg for tareoppdrett, og det var ikke noen annet utstyr enn instrumenttrigg for måling av vannstrøm ved måleposisjonen.

Instrument og oppsett

For å måle vannstrøm er det benyttet én 400kHz akustisk strømmåler (AQK022PR) produsert av Nortek AS (**Tabell 1**). Akustiske strømmålere bruker dopplerskift for å beregne strømhastighet og -retning, og refereres ofte til som dopplermålere. Se oversikt over måleprinsipp og dopplereffekten i Nortekgroup (u.å.). I oppsettet av instrumentene er det antatt at saltholdigheten i vannmassene strømmålingene er utført i er 35 ppt. Instrumentet benytter denne verdien, sammen med kontinuerlige temperaturmålinger i instrumentdypet, til å beregne lydshastigheten som videre brukes til å beregne dopplerskiftet. I tillegg til vannstrøm registrerer instrumentene trykk, instrumenthelning og sjøtemperatur kontinuerlig (**Vedlegg B**). Den profilerende måleren har et instrumentoppsett på 25 celler à 2 meter som gir en teoretisk rekkevidde på 50 meter. Instrumentene måler vannstrøm hvert 10. minutt gjennom hele måleperioden og tidsangivelsene er tidspunktet for når midlingsperioden starter. Alle tidspunkt i rapporten er angitt i UTC+0 (Coordinated Universal Time), med mindre annet er spesifisert. Målingene er korrigert for en østlig magnetisk misvisning på 5.06° (Kartverket, 2021). Videre er instrumentene satt opp med koordinatsystemet ENU (East North Up), hvor positiv x-retning er mot øst, positiv y-retning er mot nord, og positiv z-retning er opp.

Tabell 1: Informasjon om instrumentoppsett og måletidspunkt.

Parametere	AQK022PR
Målertype	Aquadopp Profiler
Hode-ID / Kort-ID	AQP 11811 / AQD17072
Frekvens (kHz)	400
Måleretning	Opp
Kompassoppdateringsrate (s)	1
Måleintervall (s)	600
Midlingsperiode (s)	95
Målebelastning (%)	100
Antall celler (#)	25
Cellestørrelse (m)	2
Blindsone (m)	1.00
Instrumentdyp (m)	43.5
Tidsrom for gyldige	29.09.23 11:10 – 08.11.23 12:00
Lengde måleperiode (dager)	40

Måledyp

Strømundersøkelsen er gjennomført uten at det har vært anlegg i sjøen på en lokalitet planlagt benyttet til taredyrkning. I denne måleserien er det tatt utgangspunkt i dyrkingsdybde på 6 meter, og dybden på målestedet er omtrent 44 meter. Ved bestemmelse av korrekt måledyp for spredning- og bunnstrøm ble det tatt utgangspunkt i føringene gjeldende ved tidspunktet for utsetting av strømrigger. Spredningsstrømmen skal måles midt mellom dyrkingsdybde og sjøbunnen, og vil i dette tilfellet være på 25 meters dyp. Måleserien er i dette tilfellet hentet fra dette dypet.

Bunnstrømmen skal måles 1 meter over bunnen, og skal i dette tilfellet være hentet fra 43 meters dyp. På grunn av instrumenttriggens konfigurasjon er det i dette tilfellet rapportert bunnstrøm på 39 meters dyp for å få gode strømdata. Man har likevel sett på statistikk for dypene nedover i vannsøylen at vanntransportrosene er tilsvarende ned til 42 meters dyp. Dermed vurderes måleserien på 39 meters dyp å representere bunnstrømmen tilstrekkelig.

Målepunkt

Strømmålingene i sprednings- og bunndypet er utført for å vurdere hvordan algebiomasse kan spres ved taredyrkning etter krav fra forurensingsloven, slik en kan vurdere lokalitetens bæreevne. Måleposisjonen bør derfor være representativ for å kunne estimere dette. Man har i tillegg valgt å rapportere vannstrømmen på 6 meters dyp, da dette er dyrkningsdybden og kan være interessant med tanke på potensiell spredning av algebiomasse. I planlegging av måleposisjon og navigering ved utsett av strømrigg er kartverktøyet Olex benyttet. Dypingen er en ny lokalitet, og det er dermed ikke noen faste installasjoner som potensielt kan forstyrre målingene. Instrumenttriggen er derfor plassert sørøst i trinn 3 av planlagt anleggsramme.

Kvalitetssikring av rådata

Det er foretatt en manuell og automatisk kvalitetskontroll av datasettene med programvarene SeaReport og Storm. Referansenivået som er benyttet i prosessering av strømdata fra den profilerende strømmåleren er havoverflaten. Det vil si at vannstrøm fra 6, 25 og 39 meters dyp er relativt til havoverflaten, og programvaren henter dermed til enhver tid ut data fra valgt dyp.

I den automatiske og manuelle kvalitetssikringen er det ulike kriterier og vurderinger som er lagt til grunn, blant annet instrumenthelning, signalstyrke, generell troverdighet til målingene, samt raske vannstrømhastighet- og retningsforandringer fra datapunkt til datapunkt. Datasettene er av god kvalitet og det er ikke manuelt fjernet noen datapunkt.

Meteorologi og vannstand

For å vurdere den meteorologiske påvirkningen på registrert vannstrøm, er meteorologisk data fra nærliggende målestasjoner benyttet. Meteorologiske data er hentet fra Norsk Klimaservicesenter, et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat, NORCE og Bjerknessenteret (Norsk Klimaservicesenter, 2023). Nettsiden samler meteorologisk data fra hele landet og flere stasjoner langs norskekysten. De ulike stasjonene er utstyrt med ulike sensorer, men i hovedsak registreres vindhastighet- og retning, temperatur og trykk ved de fleste stasjoner. For Dypingen er meteorologisk data hentet fra den meteorologiske stasjonen Vega-Vallsjø (4 moh.), lokalisert omtrent 14 km nordvest for Dypingen (gul sirkel, **Figur 3**). Data er hentet ut med en målefrekvens på 10 minutter og oppgis i UTC+0. I **Vedlegg C** presenteres meteorologisk data; middelvind (middelverdi av vindhastigheten de siste 10 minuttene før observasjonstiden) og vindretning (middelverdi av vindretning siste 10 minutter).



Figur 3: Topografisk oversiktskart over deler av Vega kommune, samt deler av Brønnøy kommune. Posisjon for den meteorologiske stasjonen Vega-Vallsjø er markert med gul sirkel og ligger 14 km unna lokaliteten Dypingan, som er markert med grønn sirkel. Målestokk vises nederst i figuren. Kartkilde: Kartverket, Norgeskart (2023a).

Tidevann

Det astronomiske tidevannet drives av gravitasjonskreftene mellom jorden, månen og solen. I tillegg fører jordrotasjon til at vi opplever flo og fjære to ganger i døgnet. Langs norskekysten øker tidevannsforskjellene jo lengre nord og øst en kommer, i Stavanger er den omkring 0.5 m, Bergen 1 m, Rørvik 2 m, Tromsø 3 m og Vardø 4 m (Gjevik, B. 2009). Tidevannet består av flere hundre komponenter hvorav 45 er astronomiske. De øvrige komponentene oppstår gjerne over grunn og kompleks bunntopografi, og i de fleste områder har de et betydelig mindre bidrag enn de astronomiske (Pawlowicz m. fl., 2002).

I denne rapporten er tidevannsanalysen utført med programvaren U-Tide som er implementert i MATLAB (Codiga, 2011). UTide baserer seg på harmonisk analyse som tar utgangspunkt i det målte strømsignalet. Metoden bryter opp den målte vannstrømmen i retning øst-vest (u) og nord-sør (v) og henter ut bidraget fra de ulike tidevannskomponentene i tilsvarende retninger (u_{tide} , v_{tide}). I tillegg beregnes det individuelle bidraget til de 45 astronomiske komponentene, der resultatet kan presenteres som en tidevannsellipse. Ellipsens store halvakse er oppgitt som strømstyrken orientert langs den dominerende strømretningen. Verdien på lille halvakse viser den svakeste strømmen som er orientert vinkelrett på store halvakse (Thomson og Emery, 2014). For eksempel vil ellipsen i et sund der strømmen følger bunntopografien være ganske flat, mens ute i åpnere havområder vil denne ellipse være rundere.

Reststrømmen (u_{rest} , v_{rest}) er definert som differansen mellom den målte strømmen og tidevannsstrømmen ($u - u_{\text{tide}}$, $v - v_{\text{tide}}$). Reststrømmen er summen av alle andre krefter enn tidevann, for eksempel vannstrøm som oppstår på grunn av endringer i vind, trykk og tetthet.

Resultatet av tidevannsanalysen er presentert i **Vedlegg D. Tabell D.1** presenterer de dominerende tidevannskomponentene. **Figur D.1** presenterer variansellipsen for vannstrøm og tidevannsstrøm og **Figur D.2** og utover presenterer tidsserier av tidevannsstrøm og reststrøm for hvert dyp.

Det er definert to ulike forhold som representerer bidraget av tidevann på den målte vannstrømmen for hvert dyp, variansforhold og størrelsesforhold (**Tabell D.2**). Variansforholdet sammenligner variansen av tidevannsstrømmen med variansen av den målte vannstrømmen (**Formel 1**). Dette forholdet angir hvor mye av variabiliteten som skyldes tidevannsstrømmen i prosent. Dersom variansforholdet er 0 % utgjør tidevannsstrømmen ingen variabilitet, dersom det er 50 % utgjør tidevannsstrømmen halvparten av variabiliteten og dersom det er 100 % utgjør tidevannsstrømmen all variabilitet av den målte vannstrømmen.

Formel 1:

$$vari\text{ansforhold} = \frac{vari\text{ans}(u_{tide}) + vari\text{ans}(v_{tide})}{vari\text{ans}(u) + vari\text{ans}(v)}$$

Størrelsesforholdet (**Formel 2**) er et mål som sammenligner styrken på tidevannet (over brøkstreken) med den sammenlagte styrken av tidevannsstrøm og reststrøm (under brøkstreken). Størrelsesforholdet er beregnet for hvert målepunkt, og deretter er det tatt et gjennomsnitt over hele måleperioden med n antall målinger. Dette forholdet angir hva som er absolutt bidrag fra tidevannsstrøm og reststrøm i prosent. Størrelsesforholdet vil variere mellom 0 % og 100 %, der 50 % betyr at tidevannsstrøm og reststrøm er like sterke. Dersom forholdet er over 50 % er tidevannsstrømmen sterkest og dersom forholdet er under 50 % er reststrømmen sterkest.

Formel 2

$$styrkeforhold = \frac{1}{n} \sum \frac{\sqrt{u_{tide}^2 + v_{tide}^2}}{\sqrt{u_{tide}^2 + v_{tide}^2} + \sqrt{u_{rest}^2 + v_{rest}^2}} = \frac{1}{n} \sum \frac{|u_{tide}|}{|u_{tide}| + |u_{rest}|}$$

Det presenteres to ulike forholdstall fordi variansforholdet kan gi inntrykk av at tidevannet utgjør en veldig stor eller veldig liten del av vannstrømmen, mens størrelsesforholdet ofte presenterer et mer balansert forhold mellom tidevannsstrøm og reststrøm. Begge forholdstallene er statistiske verdier beregnet for hele måleserien, og vil variere etter for eksempel hvor mange stormer som oppstår i måleperioden.

Kort vurdering

Vannstrømmen ved Dypingan er styrt av batymetrien i måleområdet, og er i hovedsak drevet av tidevannet. Vannstrømmen i all dyp er tidevannsstyrt og øker systematisk ved springflo som opptrer hver 14. dag. Størst vanntransport er rettet mot vest på 6 og 25 meters dyp, og mot sørøst på 39 meters dyp.

Resultater

I denne måleserien fra Dypingan er gjennomsnittlig vannstrøm 10.5, 8.0 og 7.1 cm/s på 6, 25 og 39 meters dyp, og maksimalhastigheten er henholdsvis 36.0, 28.6 og 35.7 cm/s. Det er registrert lite strømstille i måleperioden på alle undersøkte dyp.

Lokalitet Dypingan er lokalisert sørøst for Vega i et område med mye små holmer og skjær. Planlagt anleggsområde er orientert vest-øst, med flere grunner på vestsiden av anlegget. På østsiden av måleposisjonen er det et noe dypere basseng som strekker seg sørover mot Vegafjorden. Siden det generelt er grunt i området, er det ikke egnet for kommersiell matfiskproduksjon. Det er også godt med strøm i hele vannsøylen som gjør området godt egnet til taredyrking.

Vannstrømmen på 6 og 25 meters dyp har størst vanntransport mot vest, med sekundærkomponenter mot sørøst. I hovedsak opptrer størst vanntransport mot vest på ebbende sjø, mens typisk mot sørøst på fløende sjø. Den største registrerte strømhastigheten er registrert mot vest den 16.10 i en periode med springflo. I denne perioden er det også registrert høye vindhastigheter fra nordvest ved den meteorologiske stasjonen Vega-Vallsjø (**Vedlegg C**). Dette ser vi igjen ved at det i denne perioden er både sterk strøm på ebbende sjø mot vest og fløende sjø mot sørøst, som antagelig blir forsterket av vindpådraget.

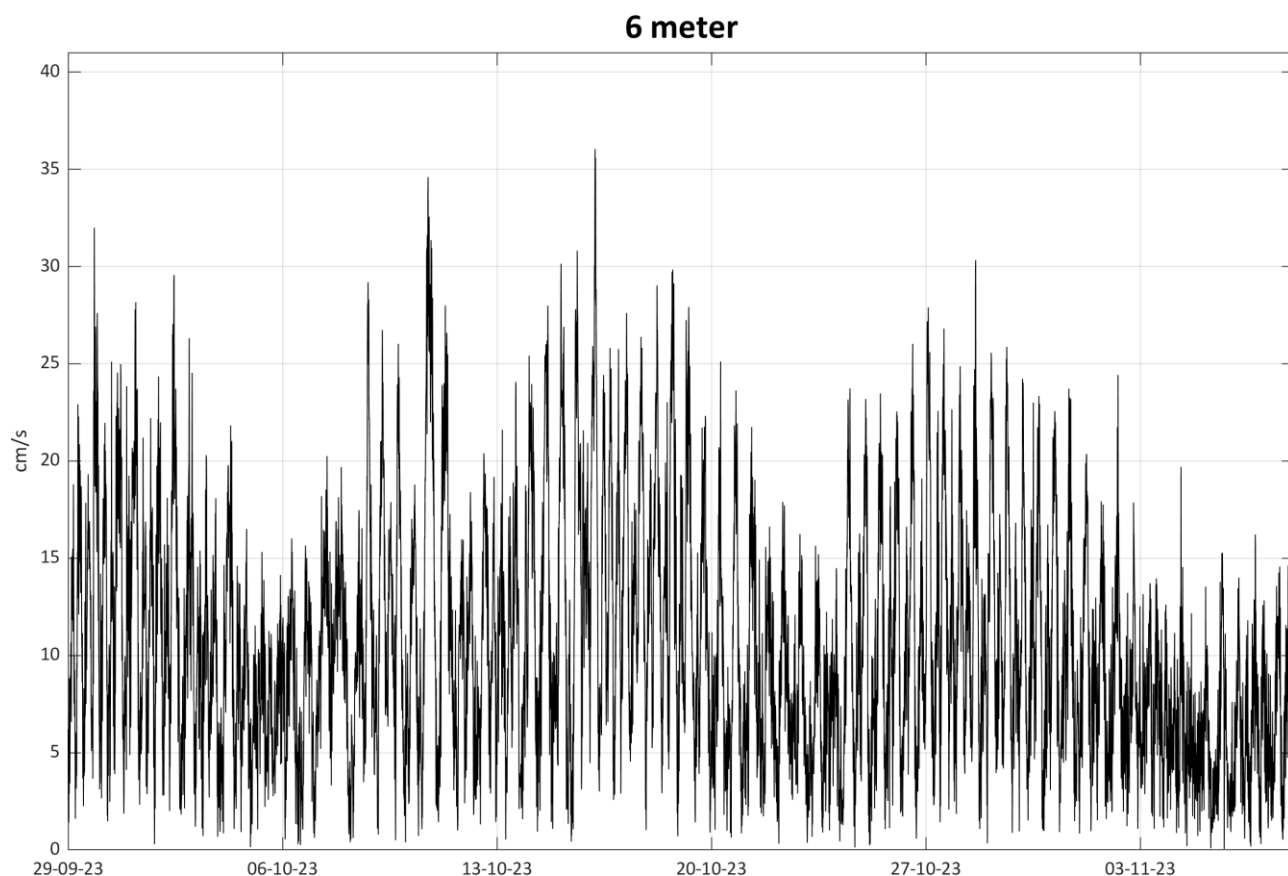
Bunnstrømmen på 39 meters dyp har størst vanntransport mot sørøst, med en sekundærkomponent mot vest. Den høyeste registrerte hastigheten er mot øst på fløende sjø den 31.10 i en periode med springflo. Vannstrømmen på vei inn fra vest går trolig rundt grunnene i vest og skaper antagelig høyere hastigheter mot øst langs bunnen.

Nedenfor presenteres tabeller og figurer med statistikk og resultater.

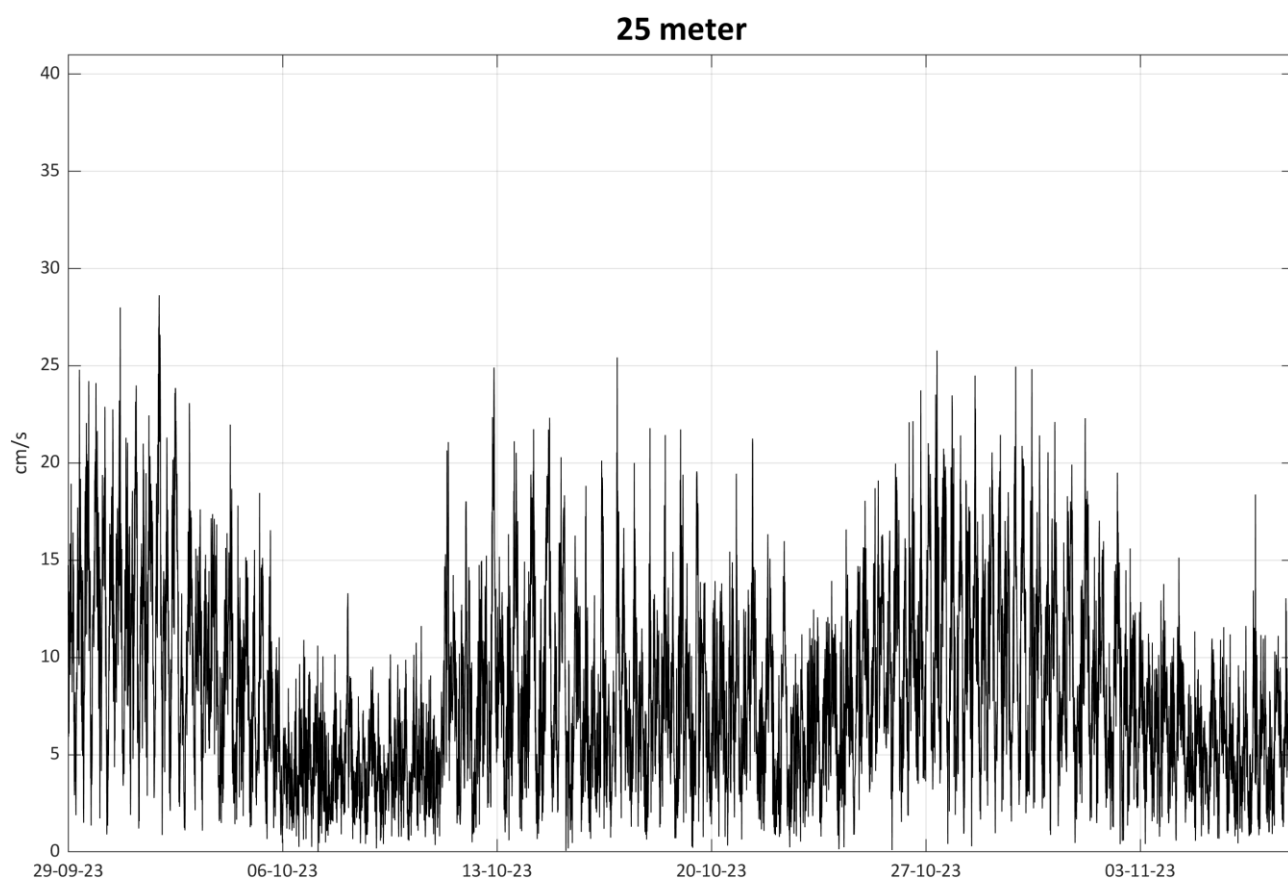
Tabell 2: Statistikk og nøkkeltall fra utført strømmåling.

Parametere	6 meter	25 meter	39 meter
Gyldige målinger/totalt (#)	5766/5766	5766/5766	5766/5766
Andel gyldige målinger (%)	100	100	100
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	10.5	8.0	7.1
Maksimalstrøm (cm/s)	36.0	28.6	35.7
Minimumstrøm (cm/s)	0.1	0.0	0.1
Strømstyrke 0-1 cm/s (%)	1.2	1.8	2.2
Strømstyrke 1-3 cm/s (%)	7.0	11.8	14.4
Neumann-parameter	0.30	0.32	0.31
Standardavvik (cm/s)	6.2	4.8	4.2
Varians (cm ² /s ²)	38.3	23.2	17.8
Signifikant maksimum strømhastighet (cm/s)	17.7	13.7	12.0
Signifikant minimum strømhastighet (cm/s)	4.3	3.2	2.9
De 4 hyppigst forekommende strømningsgruppene (°)	255 - 270 240 - 255 270 - 285 105 - 120	255 - 270 270 - 285 240 - 255 120 - 135	135 - 150 120 - 135 255 - 270 240 - 255
De 4 hyppigst forekommende strømhastighetsgruppene (cm/s)	5 - 7 7 - 9 9 - 11 3 - 5	3 - 5 5 - 7 7 - 9 1 - 3	3 - 5 5 - 7 7 - 9 1 - 3
Mest vannutskiftning / retning / 15° sektor	1675 m ³ /m ² per dag ved 255 - 270	999 m ³ /m ² per dag ved 255 - 270	574 m ³ /m ² per dag ved 135 - 150
Minst vannutskiftning / retning / 15° sektor	35 m ³ /m ² per dag ved 0 - 15	36 m ³ /m ² per dag ved 0 - 15	53 m ³ /m ² per dag ved 0 - 15

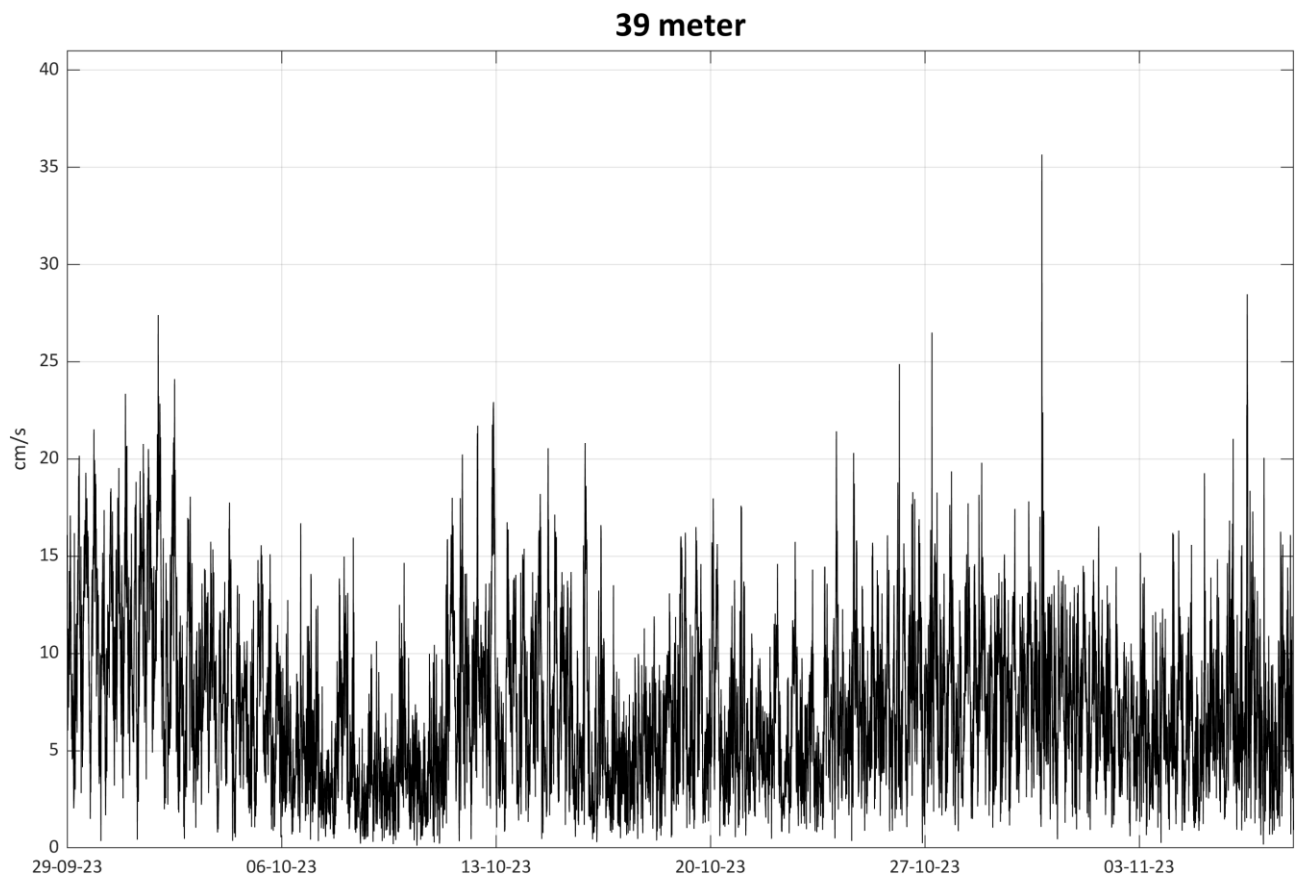
Tidsserie - strømshastighet



Figur 4: Vannstrømshastighet (cm/s) på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

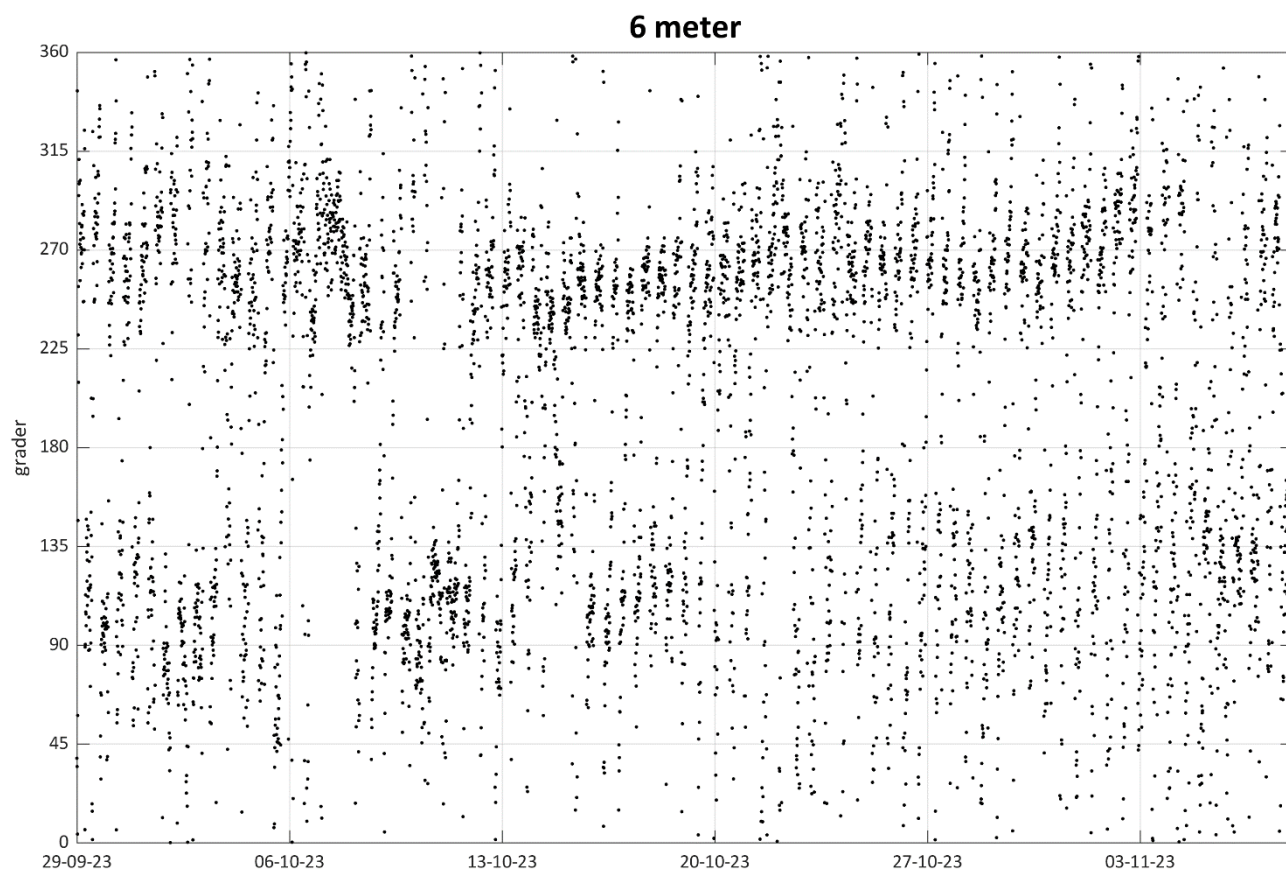


Figur 5: Vannstrømhastighet (cm/s) på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

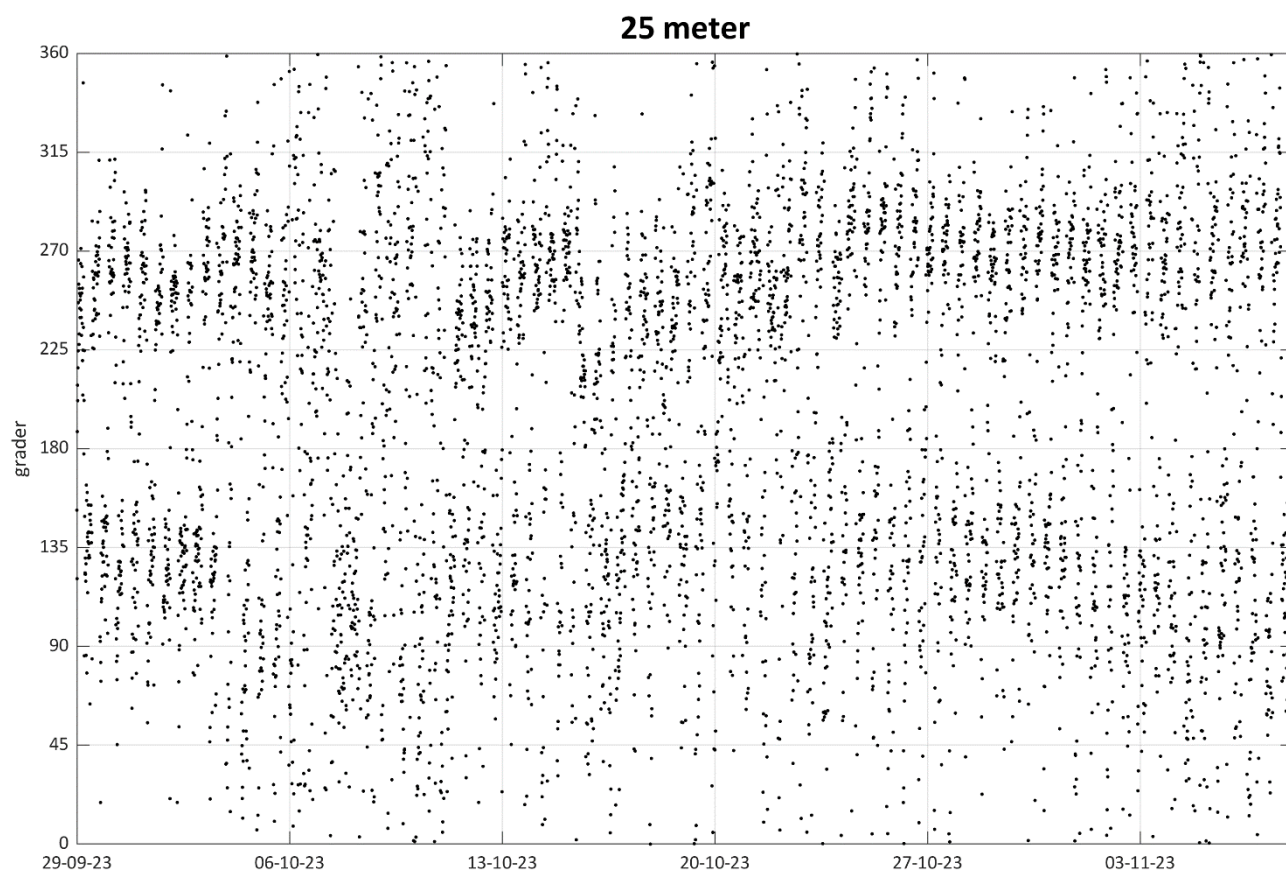


Figur 6: Vannstrømhastighet (cm/s) på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

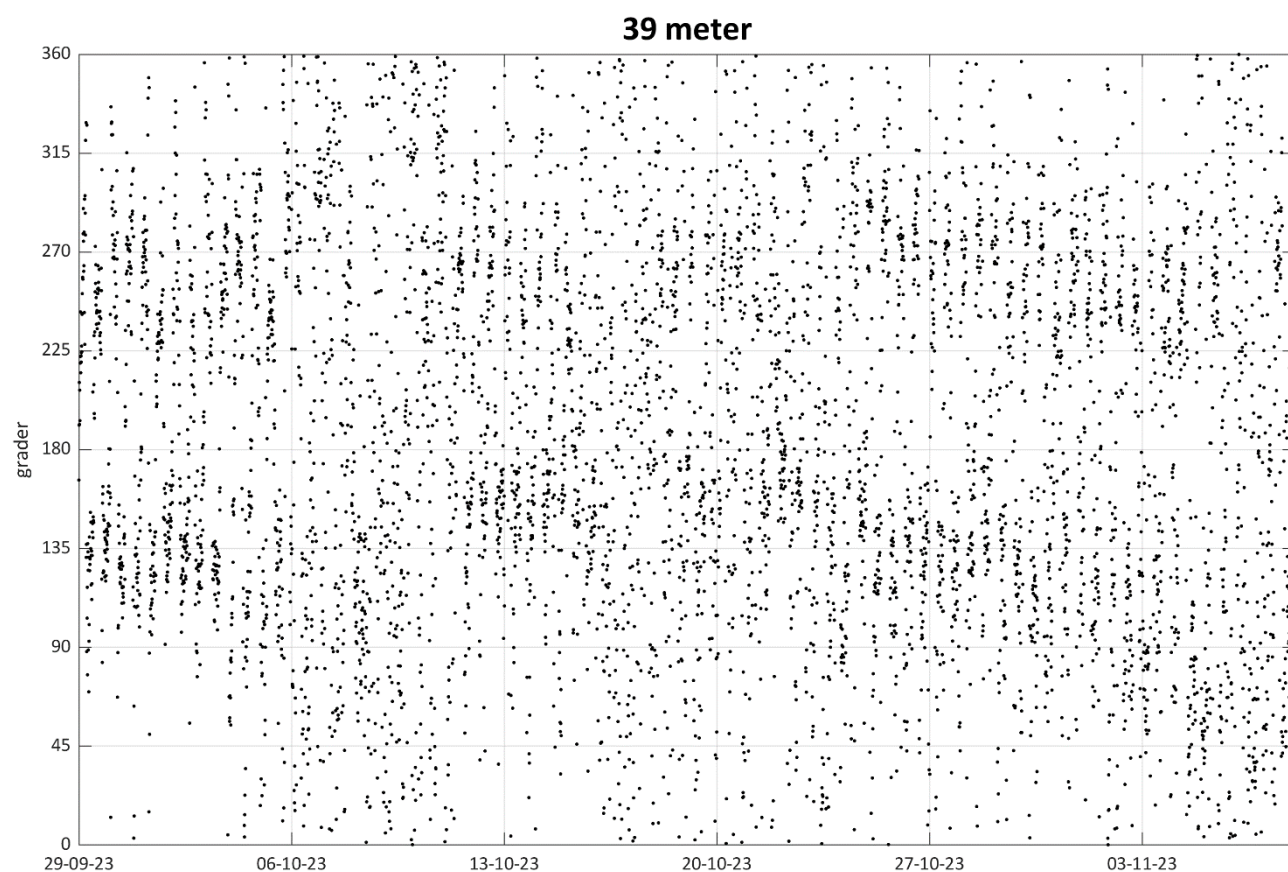
Tidsserie - strømretning



Figur 7: Vannstrømretning (°) på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

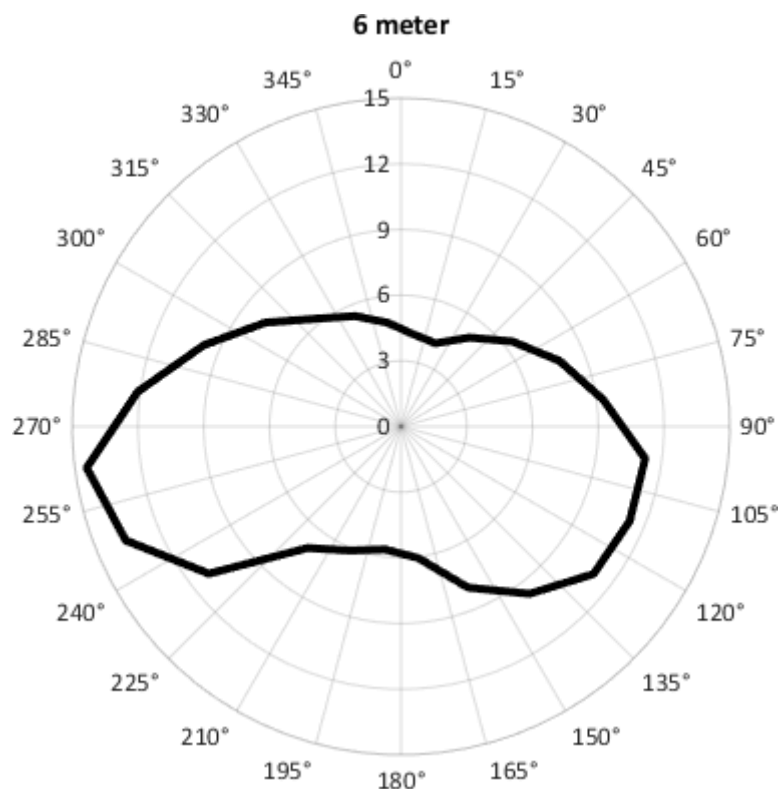


Figur 8: Vannstrømretning (°) på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

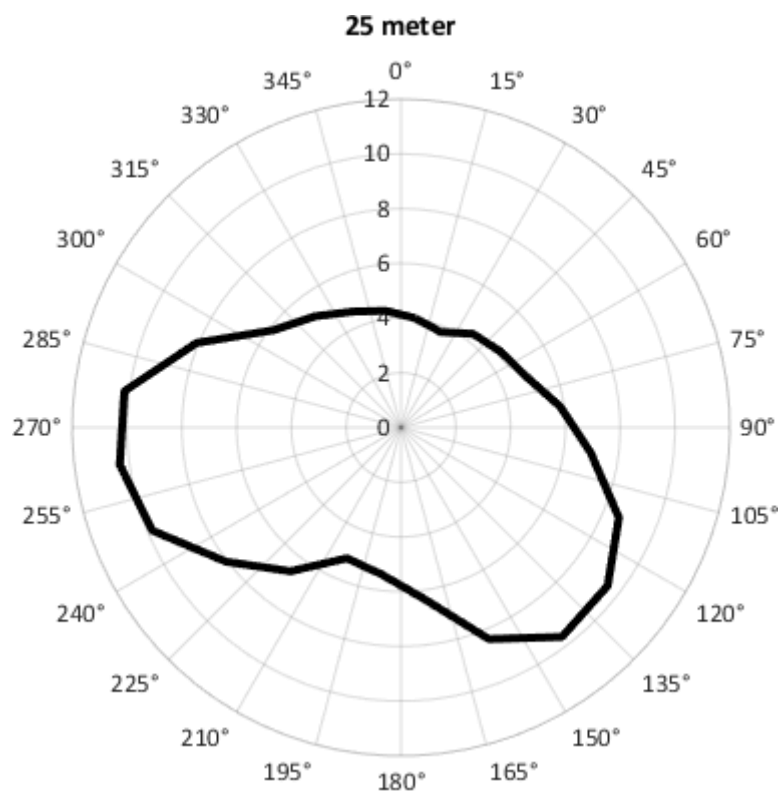


Figur 9: Vannstrømretning (°) på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

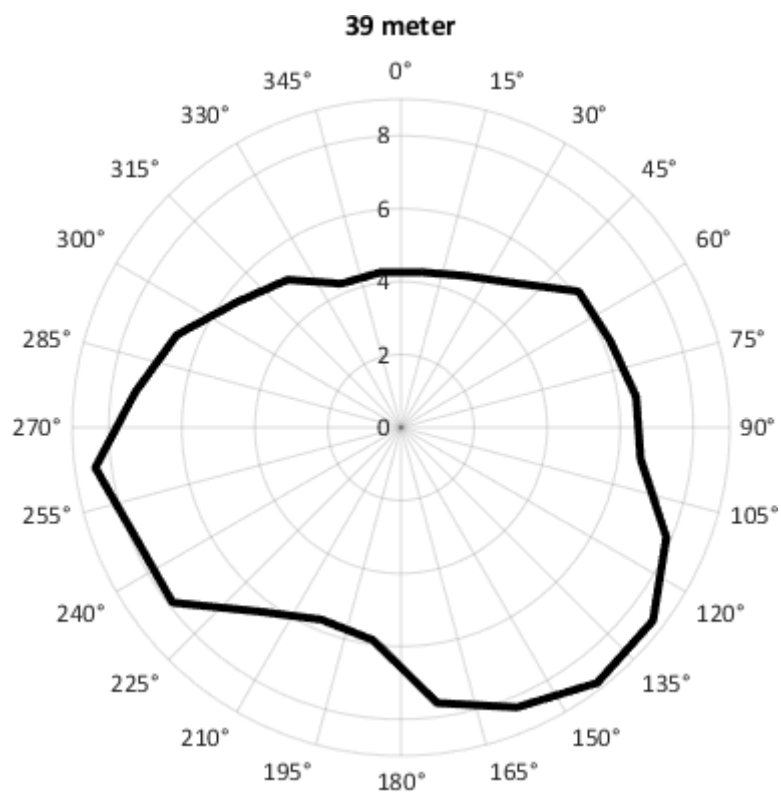
Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet



Figur 10: Gjennomsnittlig vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

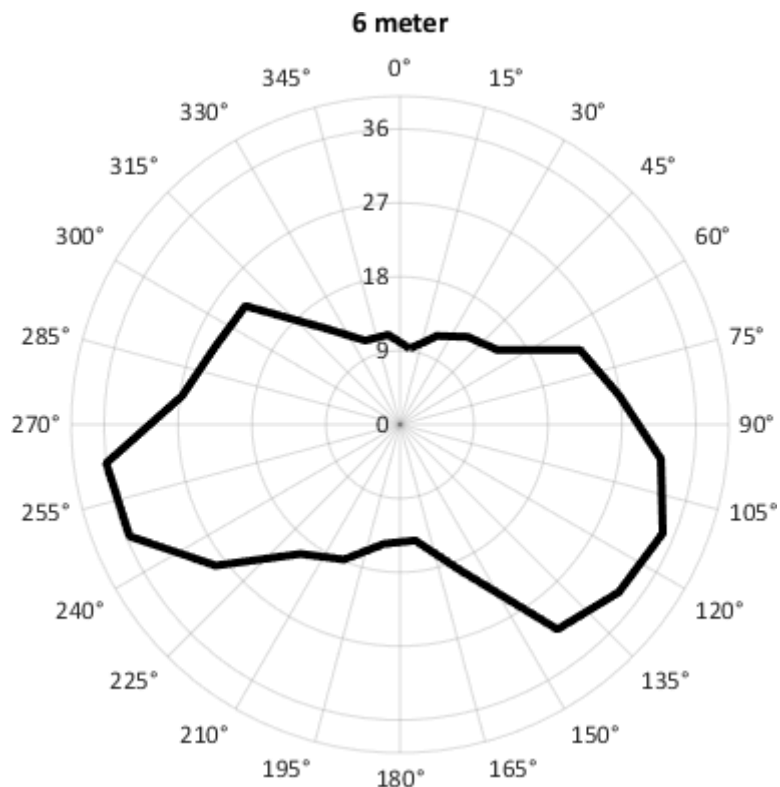


Figur 11: Gjennomsnittlig vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

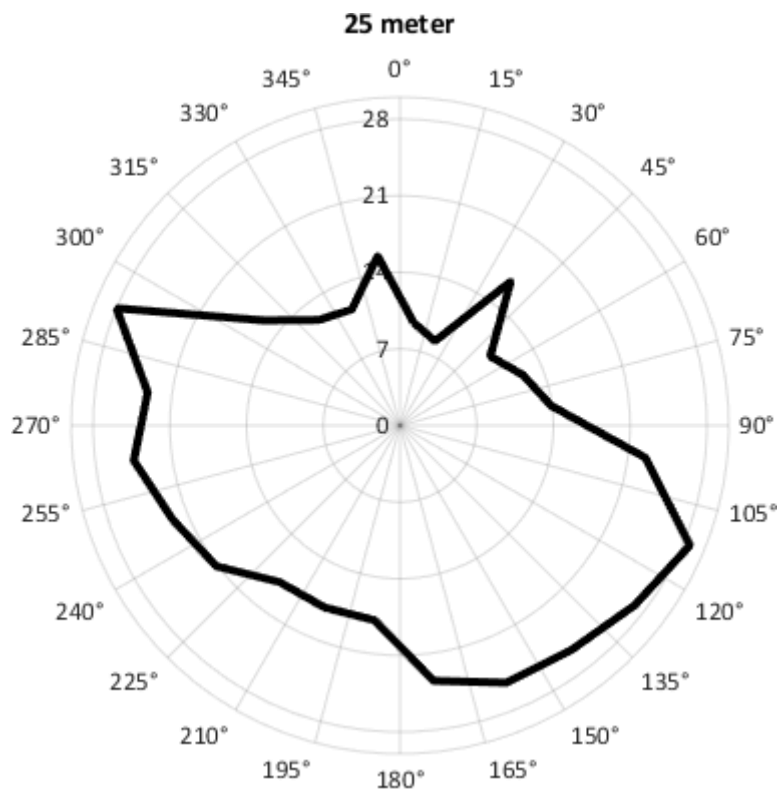


Figur 12: Gjennomsnittlig vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

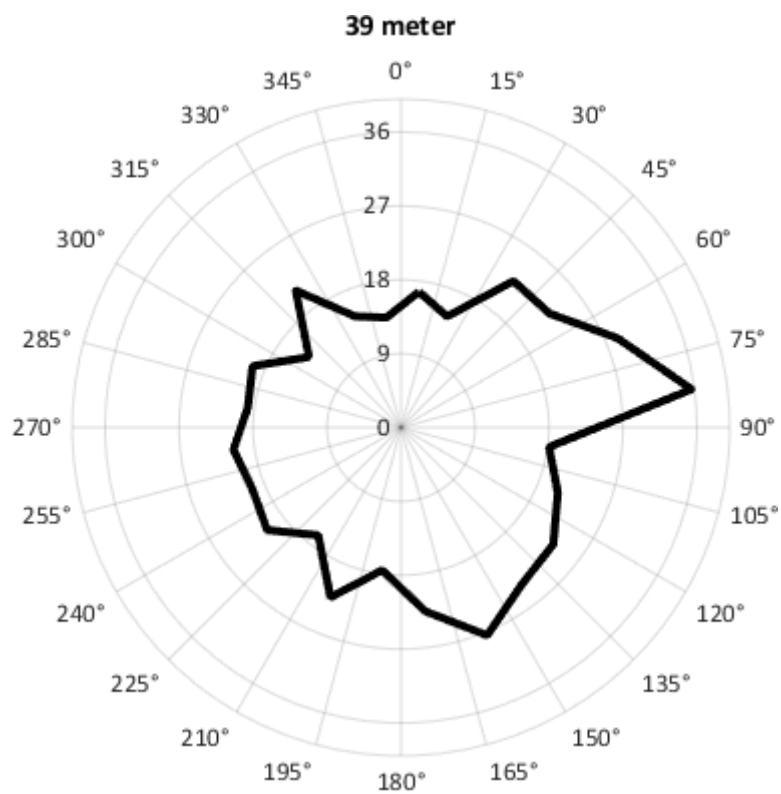
Strømrose - maksimal strømhastighet



Figur 13: Maksimal vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

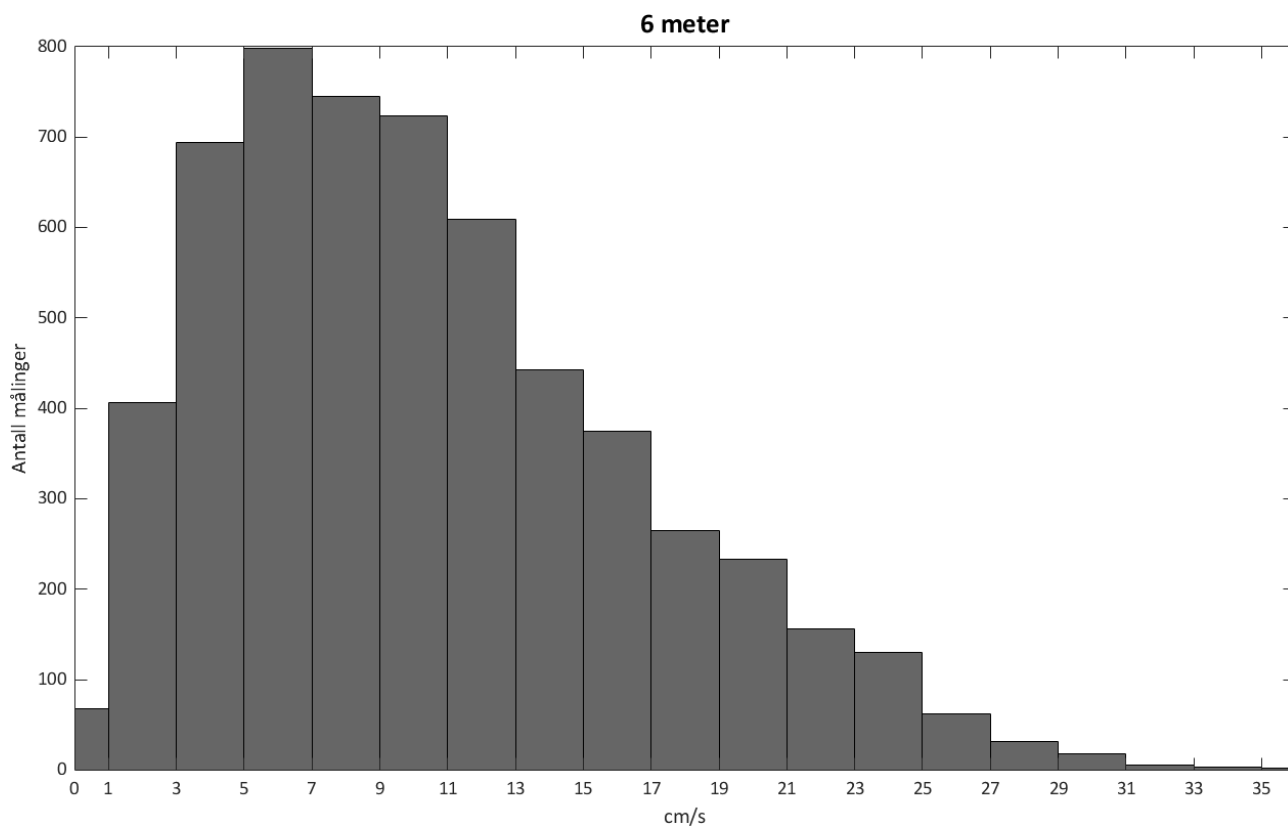


Figur 14: Maksimal vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

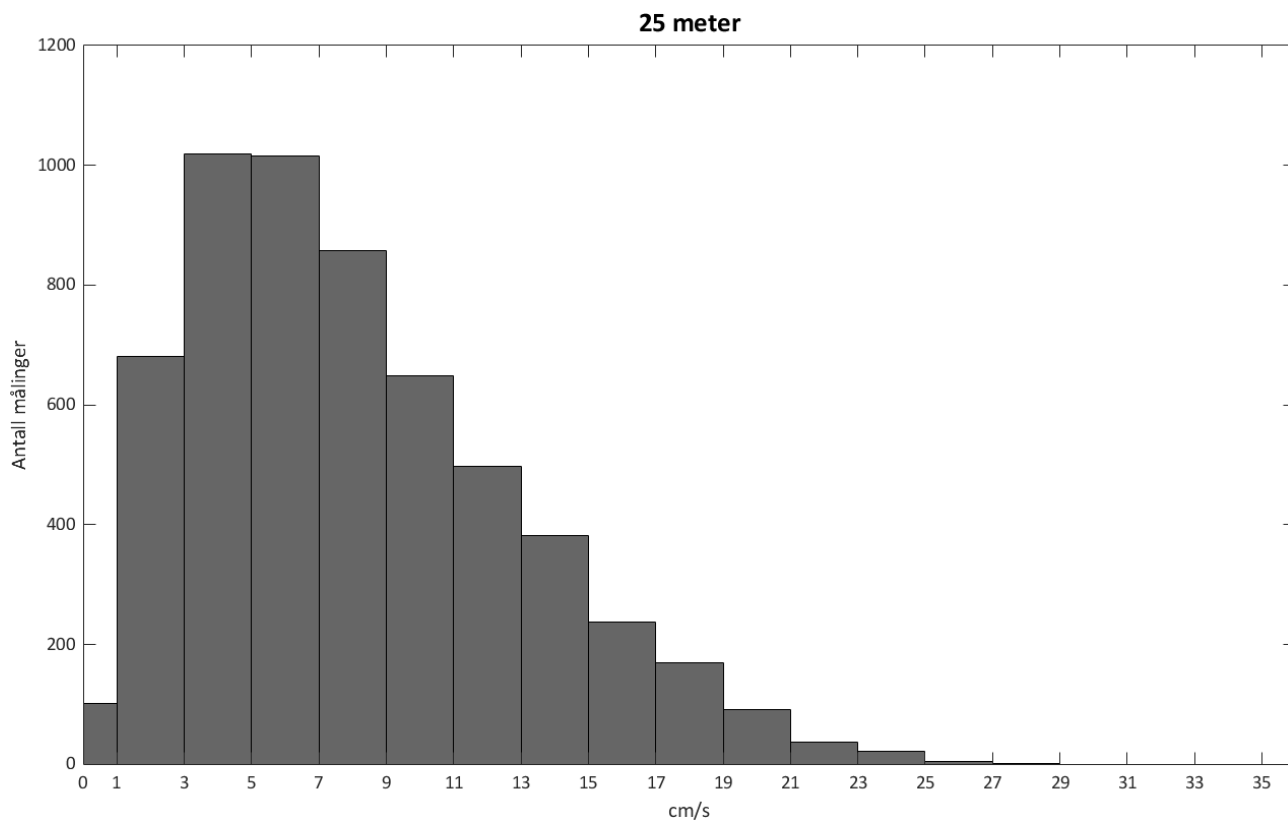


Figur 15: Maksimal vannstrømhastighet (cm/s) for hver 15° sektor på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

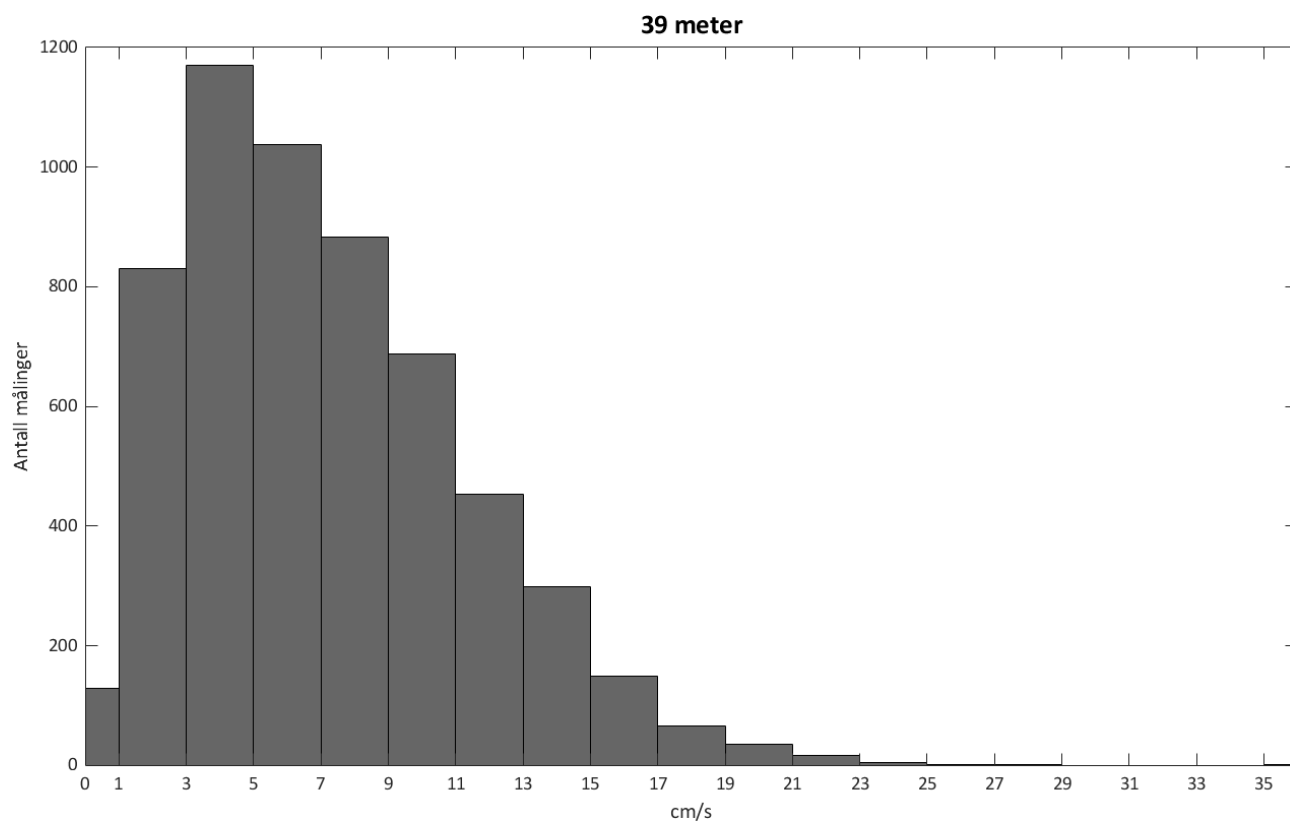
Histogram - strømshastighet



Figur 16: Frekvensfordeling av vannstrømshastighet på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023.

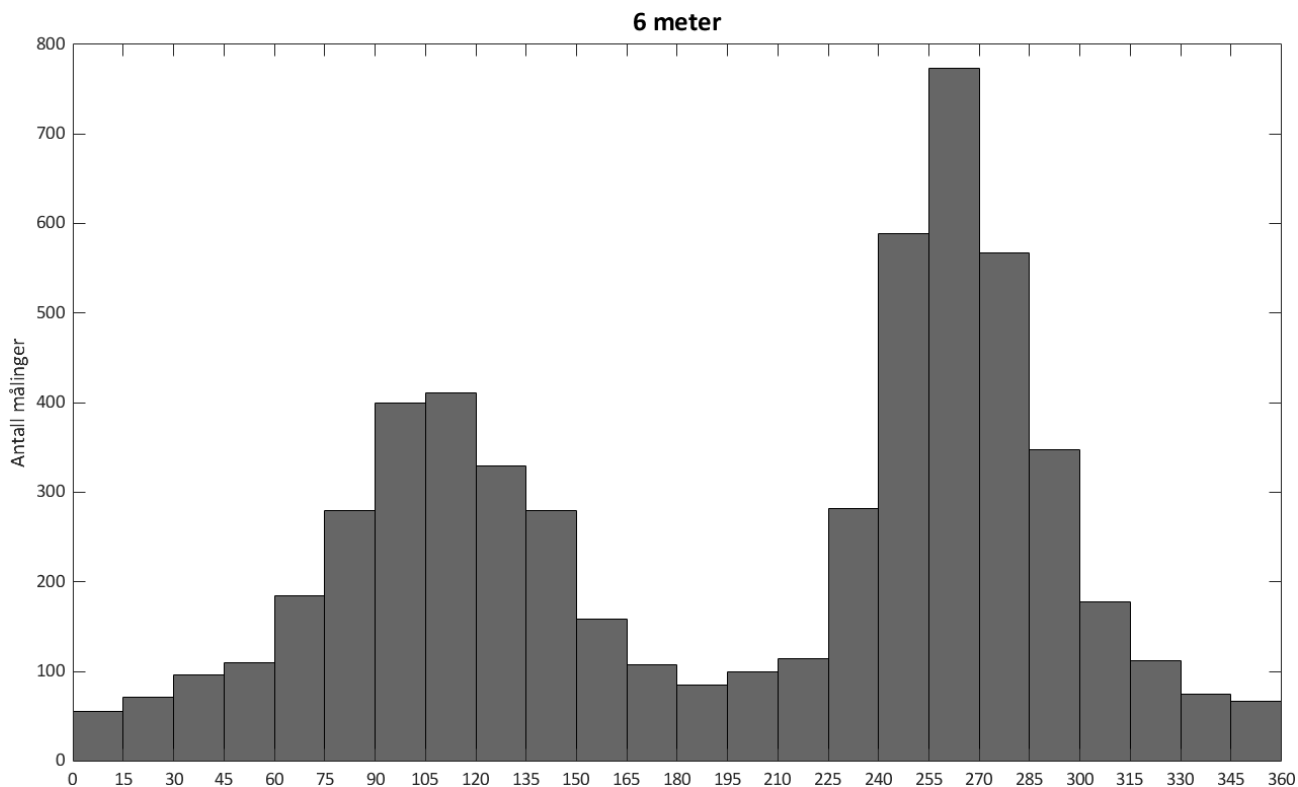


Figur 17: Frekvensfordeling av vannstrømshastighet på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023.

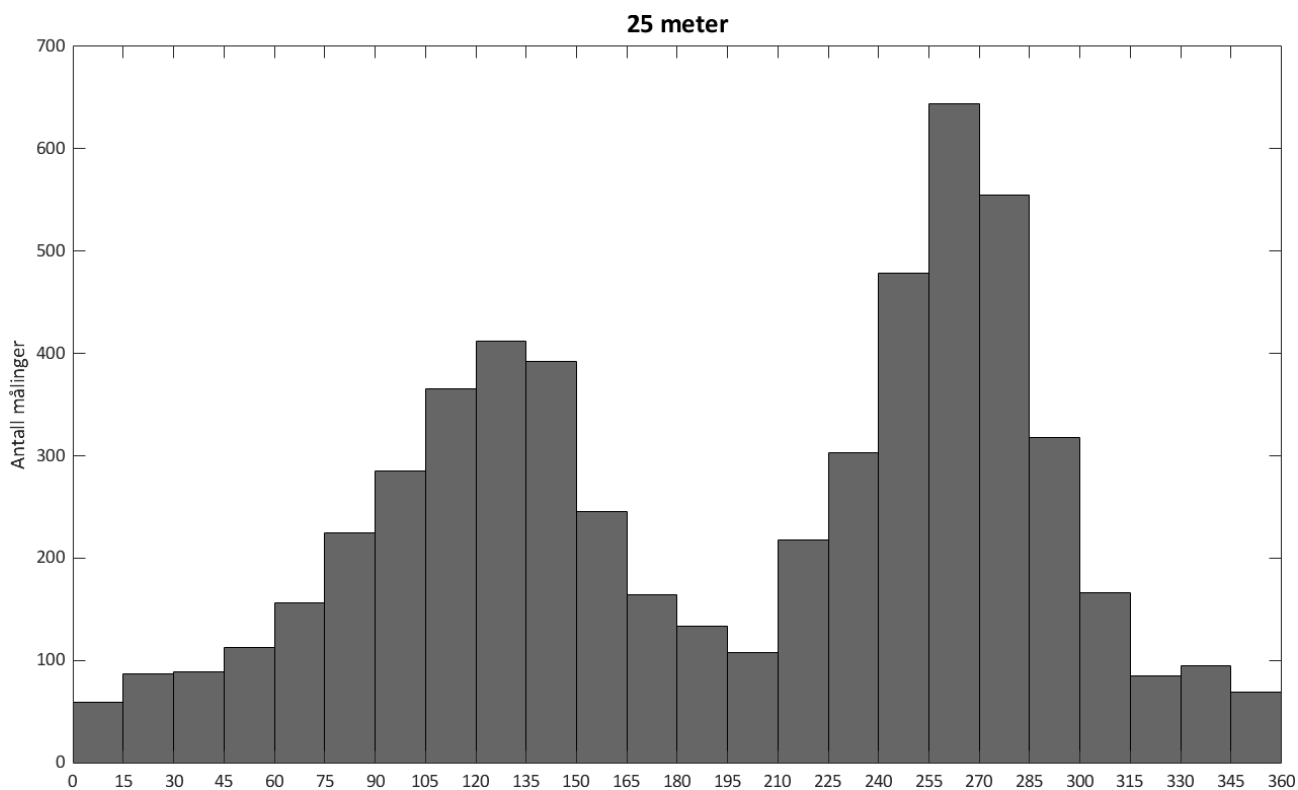


Figur 18: Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023.

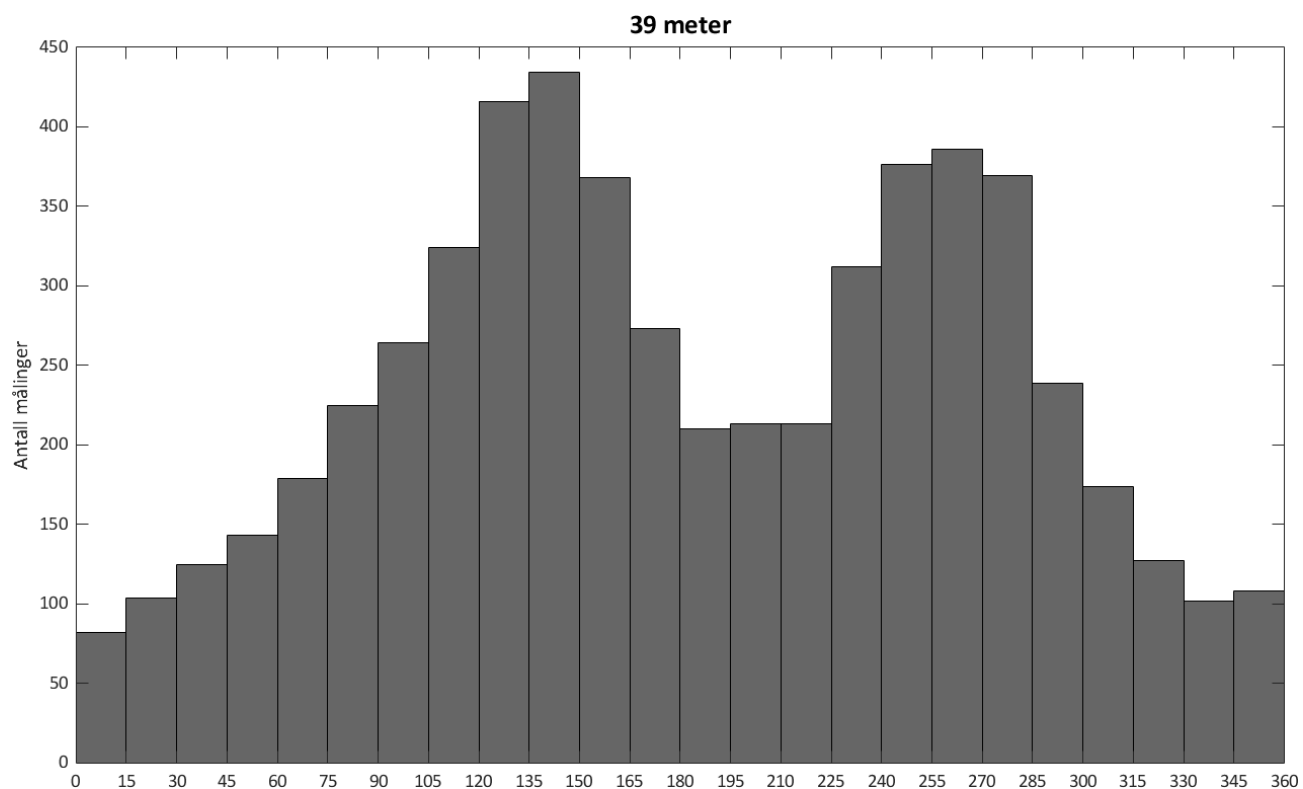
Histogram - strømretning



Figur 19: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

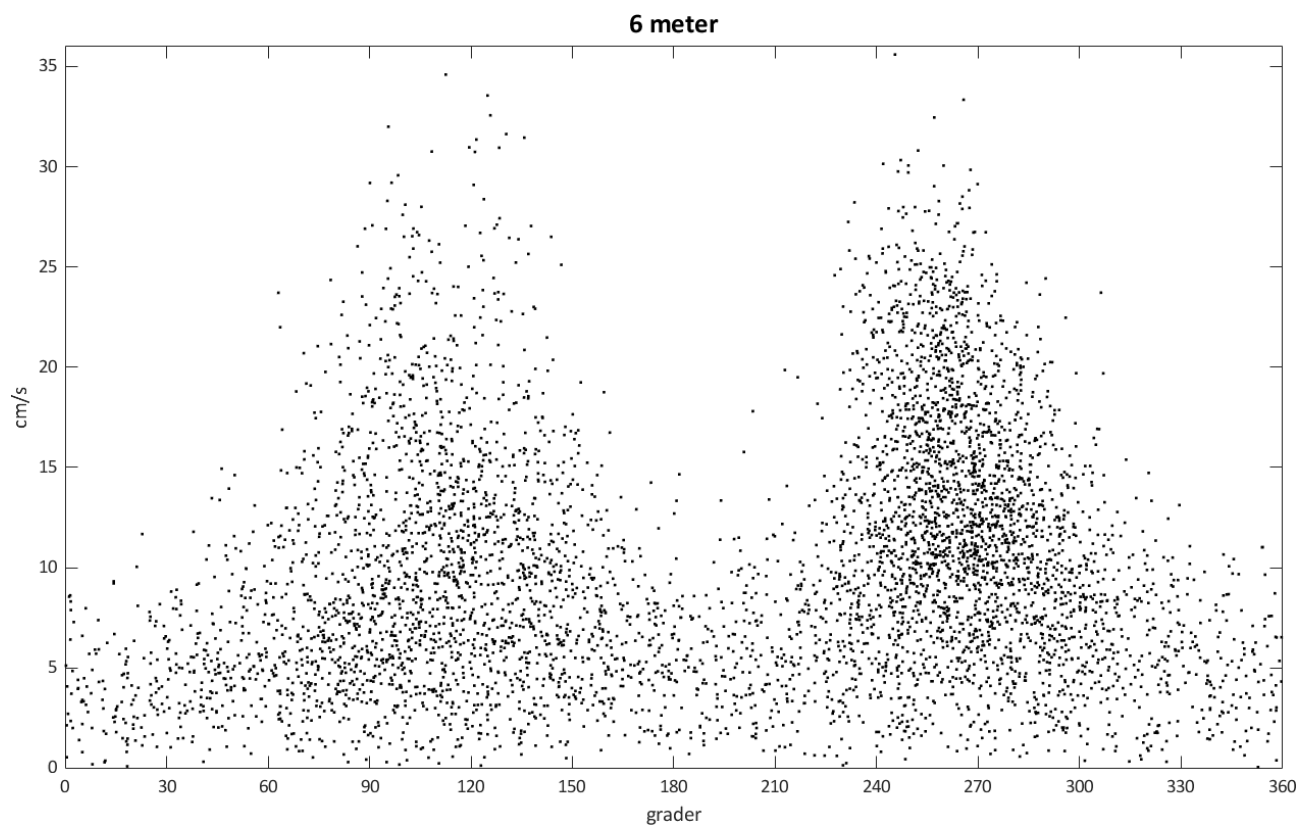


Figur 20: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

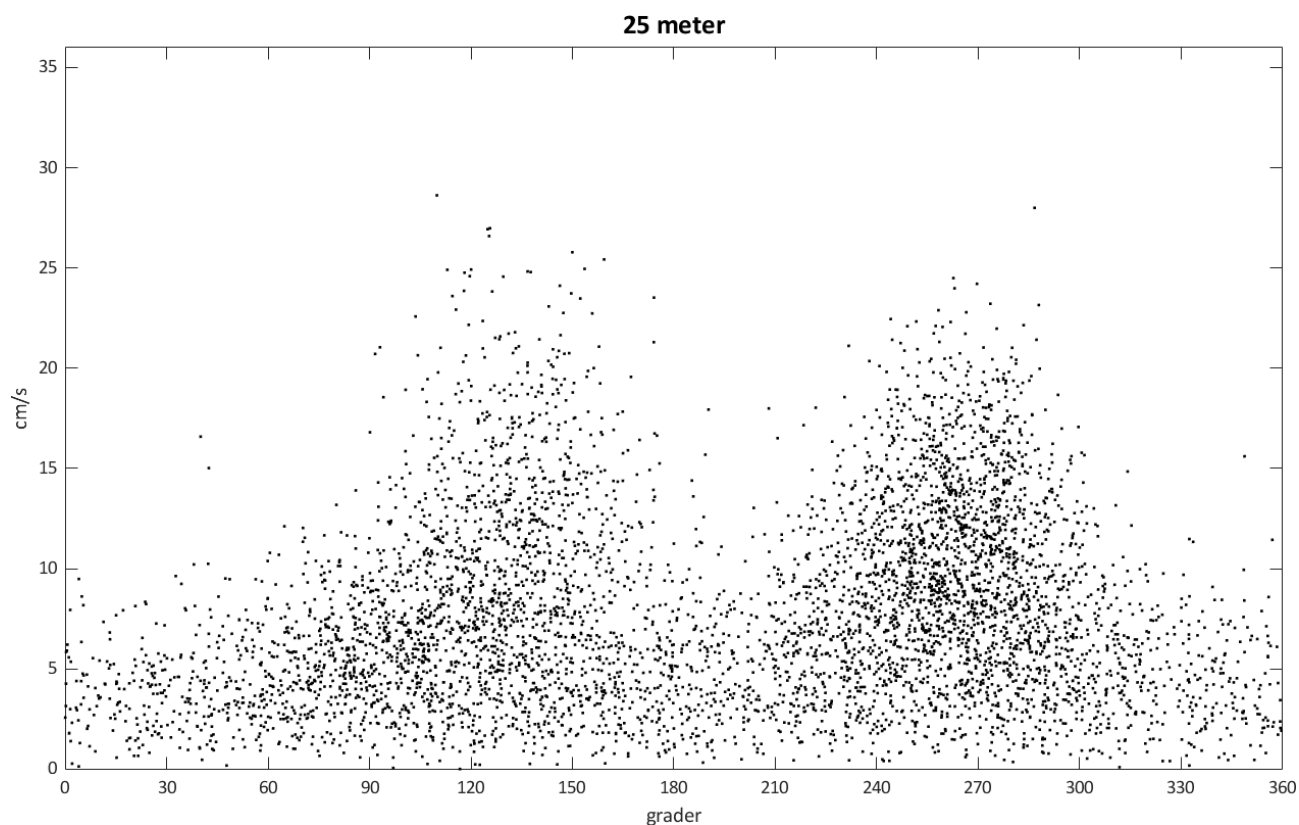


Figur 21: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

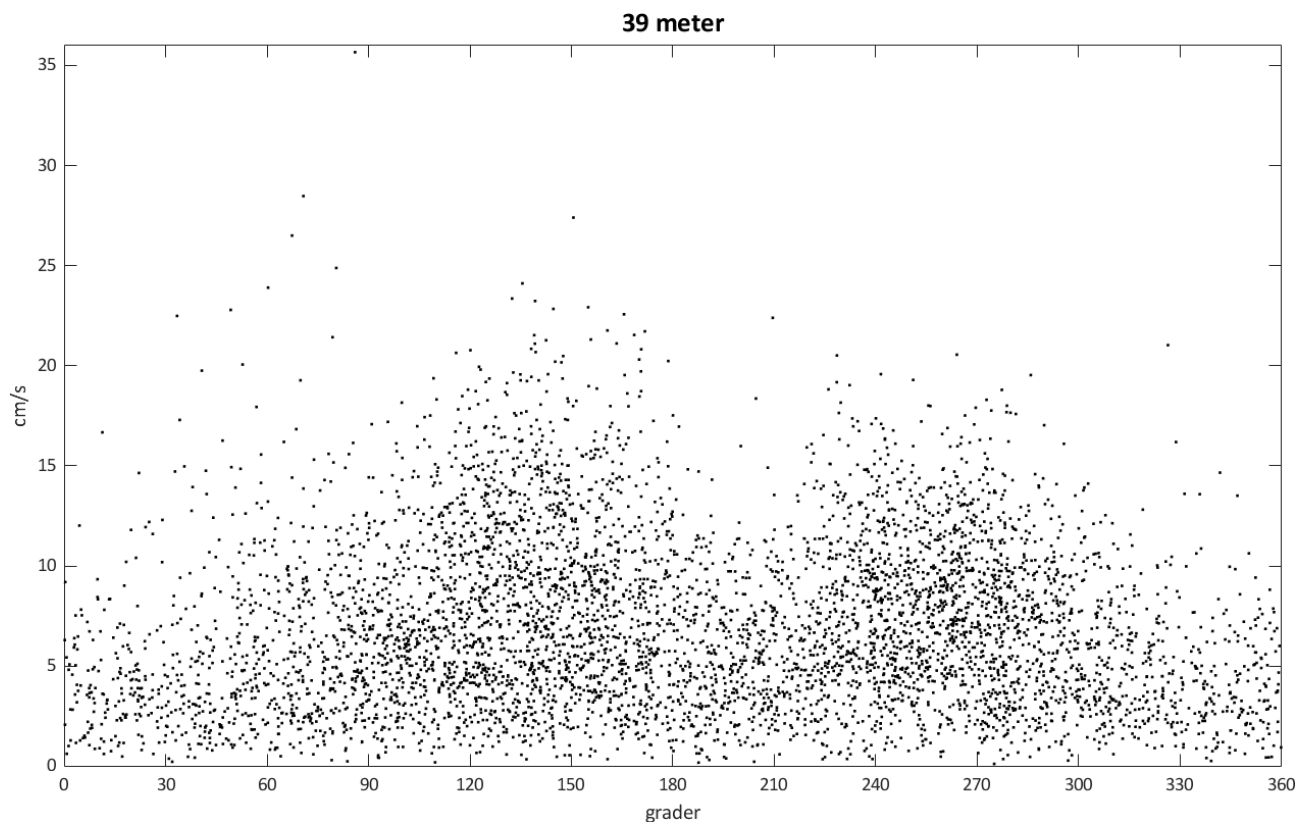
Spredningsdiagram - strømretning og -hastighet



Figur 22: Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

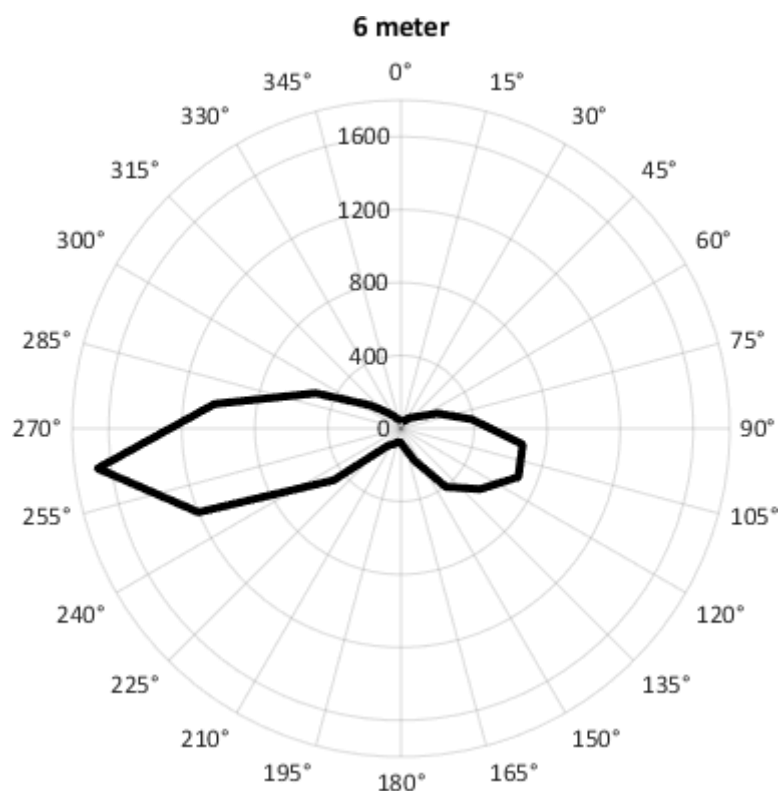


Figur 23: Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

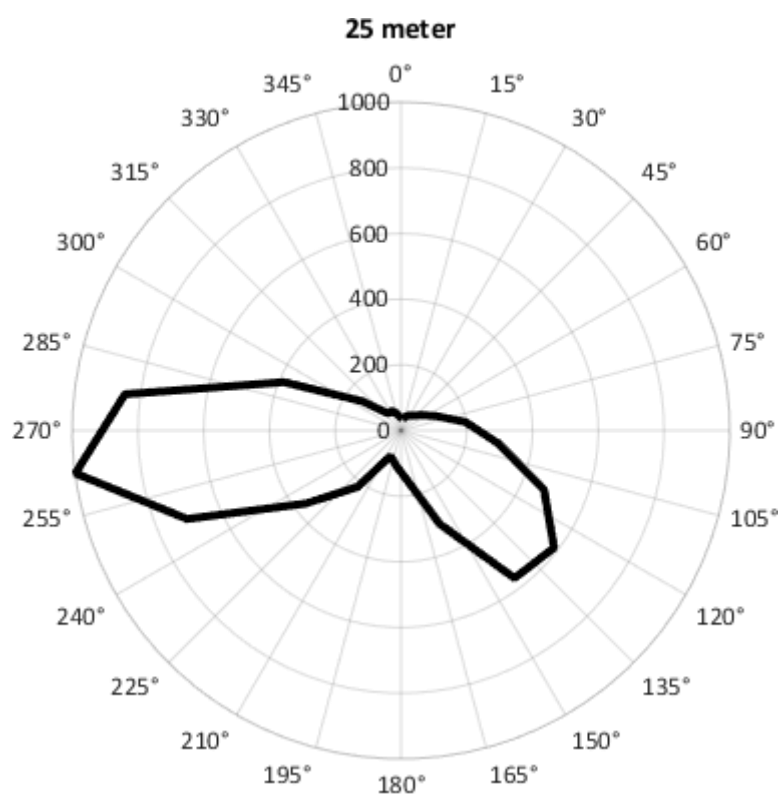


Figur 24: Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot vannstrømretning (°) på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

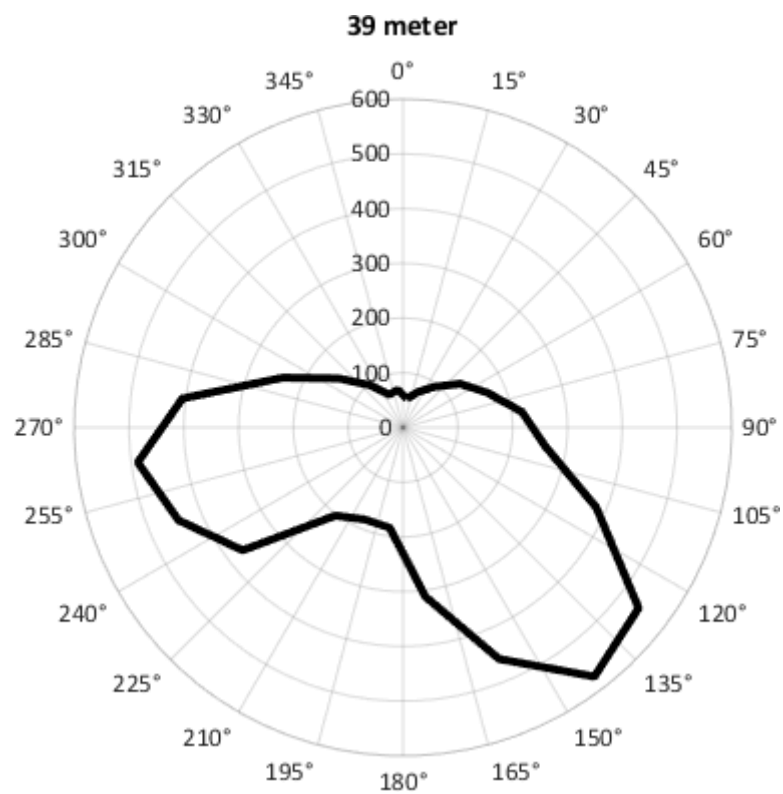
Strømrose - vanntransport (fluks)



Figur 25: Vanntransport ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{dag}$) for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

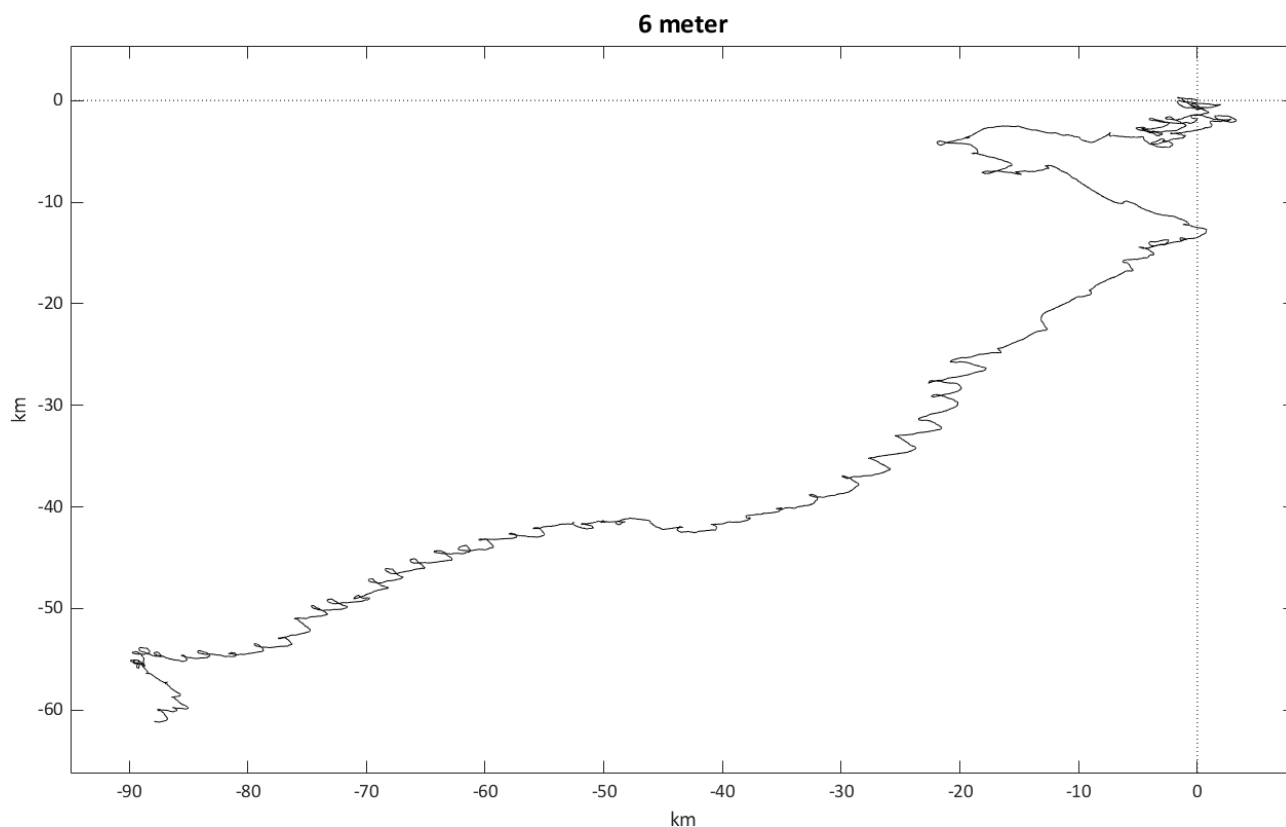


Figur 26: Vanntransport ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{dag}$) for hver 15° sektor på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

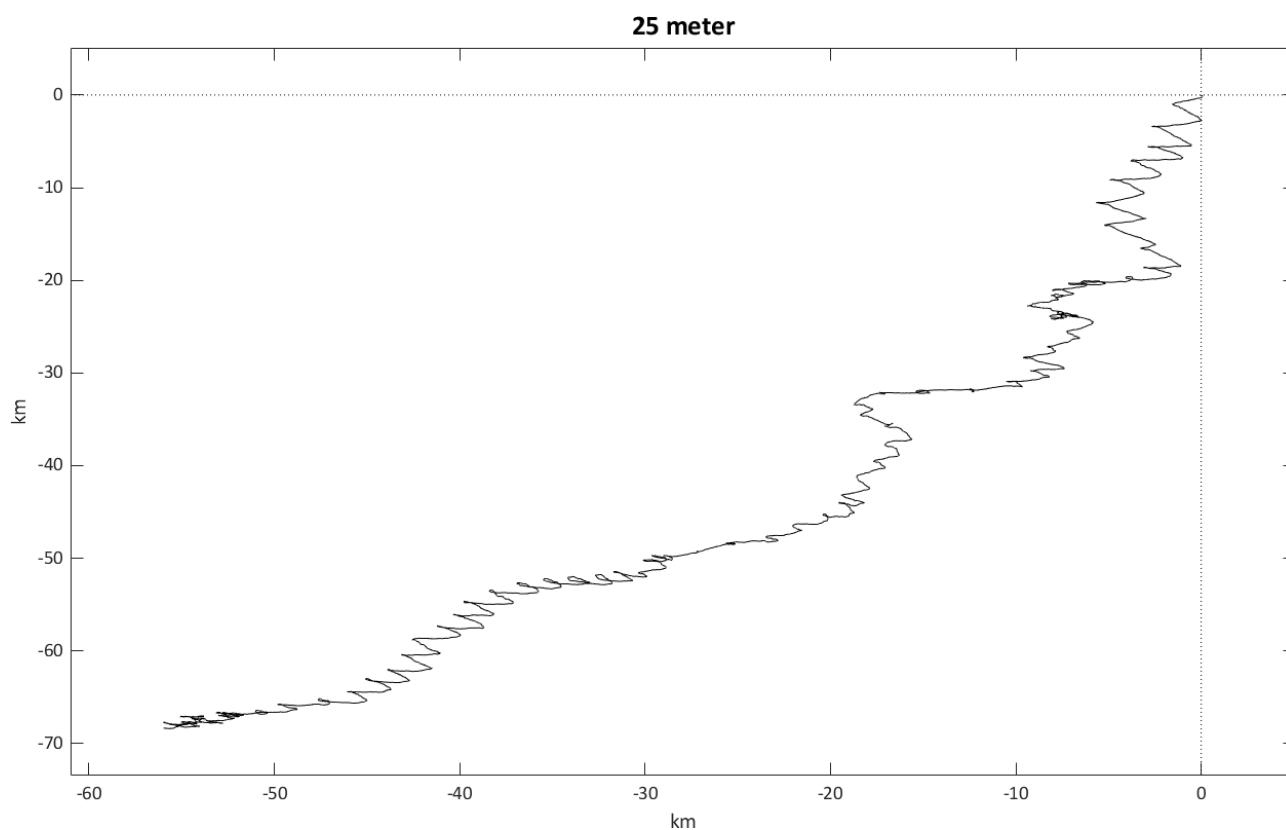


Figur 27: Vanntransport ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{dag}$) for hver 15° sektor på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

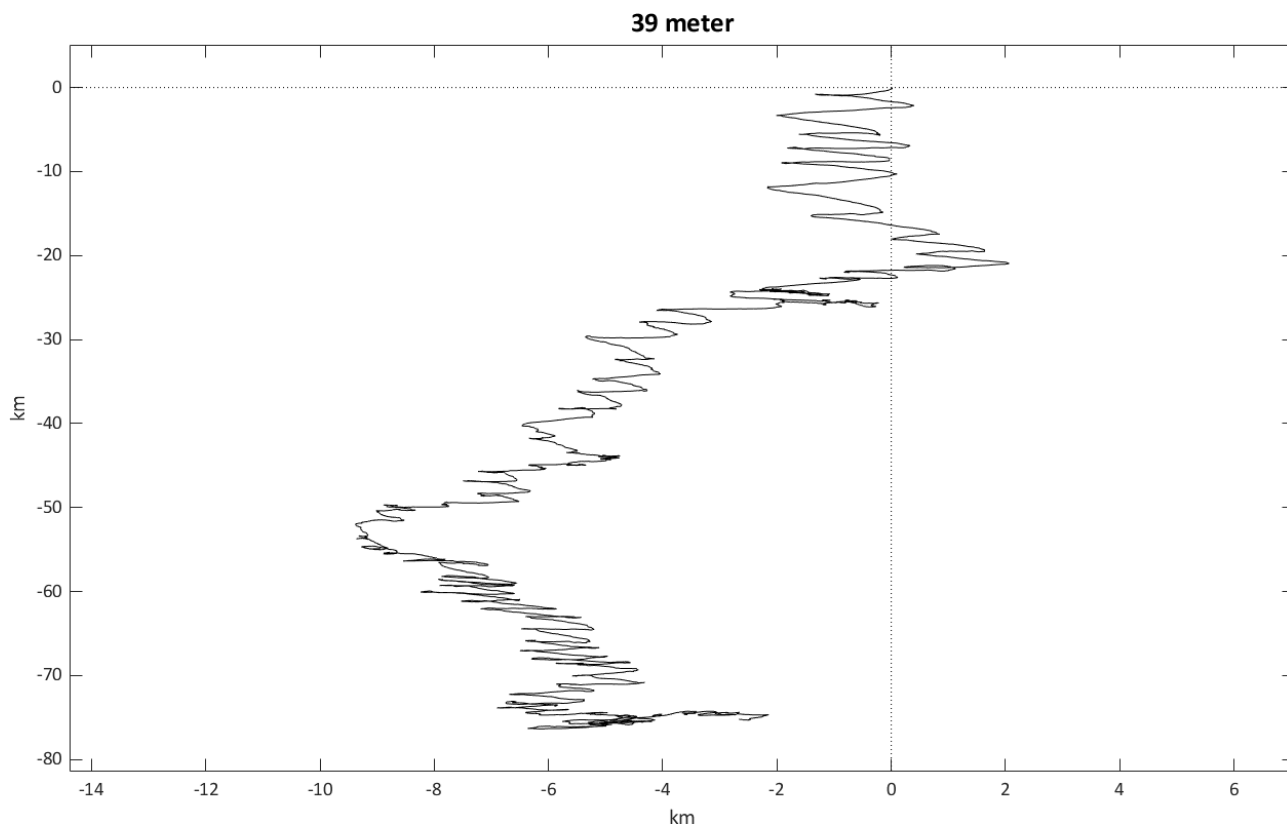
Vektor - progressiv vektor



Figur 28: Progressiv vektor på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.



Figur 29: Progressiv vektor på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.



Figur 30: Progressiv vektor på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

Tabell - retning med returperiode

Tabell 3: Retning med returperiode for vannstrøm på 6 meters dyp. Strømhastighetene er oppgitt i m/s og retningsgrupper som definert i NS 9415:2021. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

Retning	Gjennomsnitt	Maksimal	Snitt 10 år	Maks 10 år	Snitt 50 år	Maks 50 år
nord	0.044	0.110	0.073	0.182	0.082	0.204
nordøst	0.061	0.237	0.100	0.391	0.112	0.439
øst	0.104	0.320	0.172	0.528	0.193	0.592
sørøst	0.104	0.346	0.171	0.571	0.192	0.640
sør	0.063	0.187	0.103	0.309	0.116	0.347
sørvest	0.109	0.356	0.179	0.587	0.201	0.659
vest	0.132	0.360	0.218	0.595	0.244	0.667
nordvest	0.077	0.237	0.127	0.391	0.142	0.439

Tabell 4: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper (cm/s) for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks (m³/m²/døgn) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

6 meter															antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	m³/m²/døgn	%
0-15	5	3	11	10	8	5	8	5	0	0	0	0	0	0	55	0.95	35.06	0.39
15-30	2	11	12	12	12	9	9	2	2	0	0	0	0	0	71	1.23	43.79	0.48
30-45	2	6	14	14	15	16	17	8	4	0	0	0	0	0	96	1.66	73.67	0.81
45-60	1	4	7	11	20	20	13	19	15	0	0	0	0	0	110	1.91	105.28	1.16
60-75	4	8	13	17	19	21	27	18	42	11	4	0	0	0	184	3.19	215.87	2.39
75-90	4	8	9	22	20	28	54	28	59	31	14	2	0	0	279	4.84	389.25	4.30
90-105	4	9	11	18	24	32	59	55	77	61	33	16	0	0	399	6.92	671.67	7.43
105-120	5	11	12	23	14	18	50	53	120	69	26	10	0	0	411	7.13	695.20	7.69
120-135	4	13	10	16	19	17	46	34	94	40	19	17	0	0	329	5.71	545.69	6.03
135-150	1	7	12	14	23	18	44	45	72	33	6	5	0	0	280	4.86	404.02	4.47
150-165	1	1	6	21	15	13	34	25	30	12	0	0	0	0	158	2.74	188.46	2.08
165-180	1	10	7	4	19	13	28	15	10	0	0	0	0	0	107	1.86	97.17	1.07
180-195	1	9	6	9	11	14	21	7	7	0	0	0	0	0	85	1.47	72.08	0.80
195-210	1	7	10	14	10	12	18	15	10	2	0	0	0	0	99	1.72	90.96	1.01
210-225	4	4	4	11	10	19	23	20	15	4	0	0	0	0	114	1.98	119.46	1.32
225-240	3	4	10	17	11	17	45	41	68	32	27	7	0	0	282	4.89	466.61	5.16
240-255	2	13	15	13	19	21	40	69	160	126	80	31	0	0	589	10.22	1199.68	13.26
255-270	2	5	8	8	21	20	60	65	238	182	132	32	0	0	773	13.41	1675.03	18.52
270-285	5	7	5	14	22	20	59	60	216	113	44	2	0	0	567	9.83	1029.80	11.38
285-300	2	7	20	17	15	21	52	60	104	40	9	0	0	0	347	6.02	505.72	5.59
300-315	4	7	4	12	14	18	36	39	35	8	1	0	0	0	178	3.09	207.97	2.30
315-330	6	10	6	7	12	15	19	23	14	0	0	0	0	0	112	1.94	104.32	1.15
330-345	0	6	10	6	12	10	17	9	4	0	0	0	0	0	74	1.28	60.52	0.67
345-360	4	7	7	10	9	10	13	4	3	0	0	0	0	0	67	1.16	48.08	0.53
SUM (#)	68	177	229	320	374	407	792	719	1399	764	395	122	0	0	5766	100	9045.35	100
SUM (%)	1.18	3.07	3.97	5.55	6.49	7.06	13.74	12.47	24.26	13.25	6.85	2.12	0	0	100			

Tabell 5: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper (cm/s) for hver 15° sektor på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks (m³/m²/døgn) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

	25 meter														antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	m³/m²/døgn	%
0-15	3	6	12	9	10	10	6	3	0	0	0	0	0	0	59	1.02	35.62	0.51
15-30	5	14	11	15	23	11	5	3	0	0	0	0	0	0	87	1.51	49.23	0.71
30-45	3	14	16	13	16	11	8	4	2	2	0	0	0	0	89	1.54	57.55	0.83
45-60	2	10	17	27	14	10	24	8	1	0	0	0	0	0	113	1.96	77.32	1.11
60-75	1	13	25	20	33	22	25	8	9	0	0	0	0	0	156	2.71	115.00	1.66
75-90	3	14	15	22	37	32	57	28	17	0	0	0	0	0	225	3.90	197.55	2.84
90-105	4	8	25	22	33	34	71	38	40	6	4	0	0	0	285	4.94	297.88	4.29
105-120	5	13	23	30	23	30	63	55	81	31	10	1	0	0	365	6.33	470.60	6.77
120-135	3	18	15	26	24	32	72	58	95	52	14	3	0	0	412	7.15	586.66	8.45
135-150	6	17	24	25	28	23	53	44	101	52	18	1	0	0	392	6.80	566.48	8.16
150-165	5	10	15	30	22	14	40	24	60	20	5	1	0	0	246	4.27	308.38	4.44
165-180	7	15	17	17	17	24	22	17	20	6	2	0	0	0	164	2.84	154.95	2.23
180-195	5	14	17	18	12	15	28	13	10	2	0	0	0	0	134	2.32	108.71	1.57
195-210	3	8	15	22	8	16	21	8	6	1	0	0	0	0	108	1.87	83.70	1.20
210-225	2	12	16	25	25	24	46	36	29	3	0	0	0	0	218	3.78	216.27	3.11
225-240	4	11	19	18	25	30	51	52	76	15	2	0	0	0	303	5.25	365.52	5.26
240-255	6	10	20	13	30	29	73	77	152	58	10	0	0	0	478	8.29	704.14	10.14
255-270	5	14	12	32	25	34	90	116	204	93	19	0	0	0	644	11.17	998.82	14.38
270-285	5	12	20	24	33	34	72	73	175	98	9	0	0	0	555	9.63	846.68	12.19
285-300	4	11	14	29	28	30	61	47	71	20	2	1	0	0	318	5.52	384.83	5.54
300-315	9	8	17	22	21	18	30	21	18	2	0	0	0	0	166	2.88	145.48	2.09
315-330	3	5	11	8	16	11	22	7	2	0	0	0	0	0	85	1.47	65.27	0.94
330-345	6	9	13	13	16	12	16	8	2	0	0	0	0	0	95	1.65	65.27	0.94
345-360	3	5	20	10	9	4	13	3	1	1	0	0	0	0	69	1.20	44.49	0.64
SUM (#)	102	271	409	490	528	510	969	751	1172	462	95	7	0	0	5766	100	6946.41	100
SUM (%)	1.77	4.70	7.09	8.50	9.16	8.84	16.81	13.02	20.33	8.01	1.65	0.12	0	0	100			

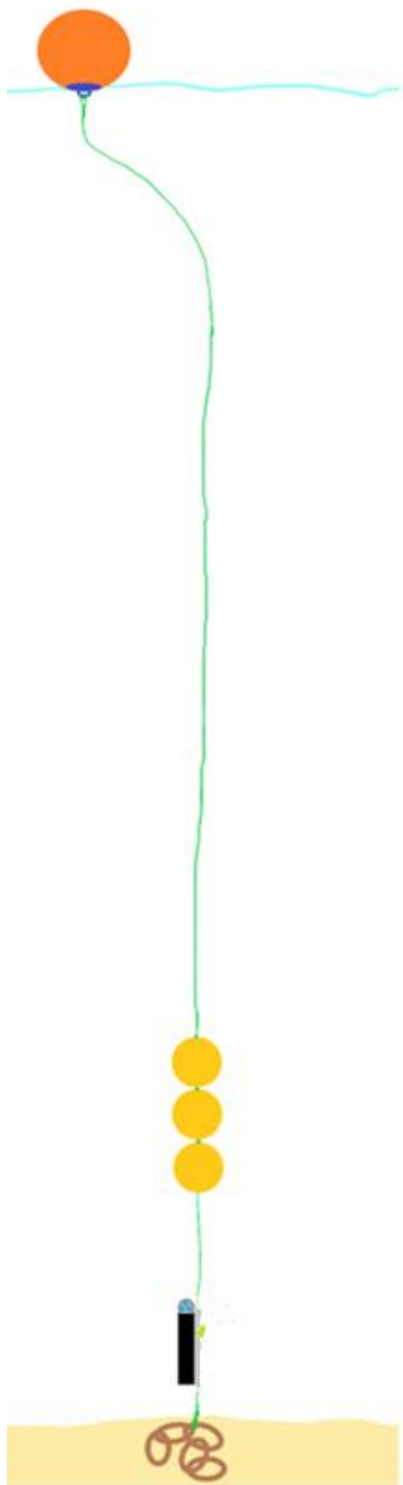
Tabell 6: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper (cm/s) for hver 15° sektor på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks (m³/m²/døgn) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5.06°.

	39 meter														antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	m³/m²/døgn	%
0-15	5	14	10	16	10	6	13	6	1	1	0	0	0	0	82	1.42	52.76	0.86
15-30	3	10	19	25	17	9	11	1	9	0	0	0	0	0	104	1.80	70.18	1.14
30-45	7	19	20	17	14	14	14	8	9	2	1	0	0	0	125	2.17	93.66	1.52
45-60	2	16	17	18	17	15	17	17	19	3	2	0	0	0	143	2.48	131.29	2.13
60-75	8	12	31	16	19	16	22	32	16	4	1	2	0	0	179	3.10	166.30	2.70
75-90	4	16	25	20	34	20	40	30	29	4	2	1	0	0	225	3.90	218.80	3.56
90-105	7	14	21	27	23	35	64	28	37	8	0	0	0	0	264	4.58	261.63	4.25
105-120	6	13	19	23	39	28	58	39	78	20	1	0	0	0	324	5.62	381.60	6.20
120-135	4	15	28	26	48	26	46	62	120	39	2	0	0	0	416	7.21	541.89	8.81
135-150	6	18	30	23	40	31	64	64	105	42	11	0	0	0	434	7.53	573.63	9.32
150-165	6	7	18	36	28	35	57	67	80	29	4	1	0	0	368	6.38	457.65	7.44
165-180	3	16	25	24	22	32	37	41	53	14	6	0	0	0	273	4.73	311.52	5.06
180-195	9	14	23	27	26	19	38	27	25	2	0	0	0	0	210	3.64	184.92	3.01
195-210	4	15	20	37	20	28	50	19	17	2	1	0	0	0	213	3.69	181.86	2.96
210-225	3	13	22	24	30	21	40	23	32	5	0	0	0	0	213	3.69	202.94	3.30
225-240	10	9	14	13	31	43	49	53	72	17	1	0	0	0	312	5.41	368.53	5.99
240-255	4	12	18	30	41	40	53	72	89	17	0	0	0	0	376	6.52	443.26	7.20
255-270	3	6	16	15	36	27	81	79	108	14	1	0	0	0	386	6.69	488.09	7.93
270-285	6	18	36	30	31	22	71	70	73	12	0	0	0	0	369	6.40	405.99	6.60
285-300	7	11	18	27	25	22	48	45	33	3	0	0	0	0	239	4.14	237.67	3.86
300-315	2	12	22	32	20	14	35	16	21	0	0	0	0	0	174	3.02	147.26	2.39
315-330	2	13	24	18	13	15	21	12	7	1	1	0	0	0	127	2.20	97.14	1.58
330-345	10	11	17	17	16	9	14	3	5	0	0	0	0	0	102	1.77	65.21	1.06
345-360	7	12	22	14	15	11	20	5	2	0	0	0	0	0	108	1.87	69.38	1.13
SUM (#)	128	316	515	555	615	538	963	819	1040	239	34	4	0	0	5766	100	6153.15	100
SUM (%)	2.22	5.48	8.93	9.63	10.67	9.33	16.70	14.20	18.04	4.14	0.59	0.07	0	0	100			

Referanser

- Codiga, D.L. (2011). *Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions*. Technical Report 2011-01. Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, RI. 59pp. <https://www.po.gso.uri.edu/~codiga/utide/utide.htm>
- Fiskeridirektoratet. (u.å.). *Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende anlegg og anlegg på land (bokmål)*. Hentet 6. november 2023 fra <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema/Akvakultursoeknad>
- Gjevik, B.. (2009). *Flo og fjære langs kysten av Norge og Svalbard*. Farleia.
- Kartverket. (2021, 19. juli). *Magnetisk misvisning*. Hentet 13. desember 2023 fra <https://www.kartverket.no/til-lands/kart/turkart/magnetisk-misvisning>
- Kartverket, Norgeskart. (2023a). *Norgeskart*. Hentet 13. desember 2023 fra <https://www.norgeskart.no>
- Kartverket. (2023b). *Se havnivå*. Hentet 13. desember 2023 fra <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>
- Norsk klimaservicesenter. (2023). *Seklima. Observasjoner og værstatistikk*. Hentet 13. desember 2023 fra <https://seklima.met.no/>
- Nortekgroup. (u.å.). *Understanding ADCPs: a guide to measuring currents, waves & turbulence with acoustic sensors*. Hentet 13. desember 2023 fra <https://www.nortekgroup.com/knowledge-center/wiki/guide-to-understanding-adcps>
- Nortekgroup. (u.å.). *Aquadopp Profiler 400 kHz*. Hentet 6. november 2023 fra <https://www.nortekgroup.com/products/aquadopp-profiler-400-khz/pdf>
- Pawlowicz, R., Beardsley, B. og Lentz, S. (2002). *Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE*. Computers & Geosciences 28.8: 929-937.
- Standard Norge. (1999). *Oseanografi - Del 1: Strømmålinger i faste punkter*. (NS 9425:1999). <https://online.standard.no/ns-9425-1-1999>
- Standard Norge. (2003). *Oseanografi - Del 2: Strømmålinger ved hjelp av ADCP*. (NS9425-2:2003). <https://online.standard.no/ns-9425-2-2003>
- Standard Norge. (2021). *Flytende akvakulturanlegg - Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk*. (NS 9415:2021). <https://online.standard.no/ns-9415-2021>
- Thomson, R. E., og Emery, W. J. (2014). *Data analysis methods in physical oceanography*. (3. utg.). Elsevier.

Vedlegg A - Riggtegning



Overflate (0 meter): **toppblåse**

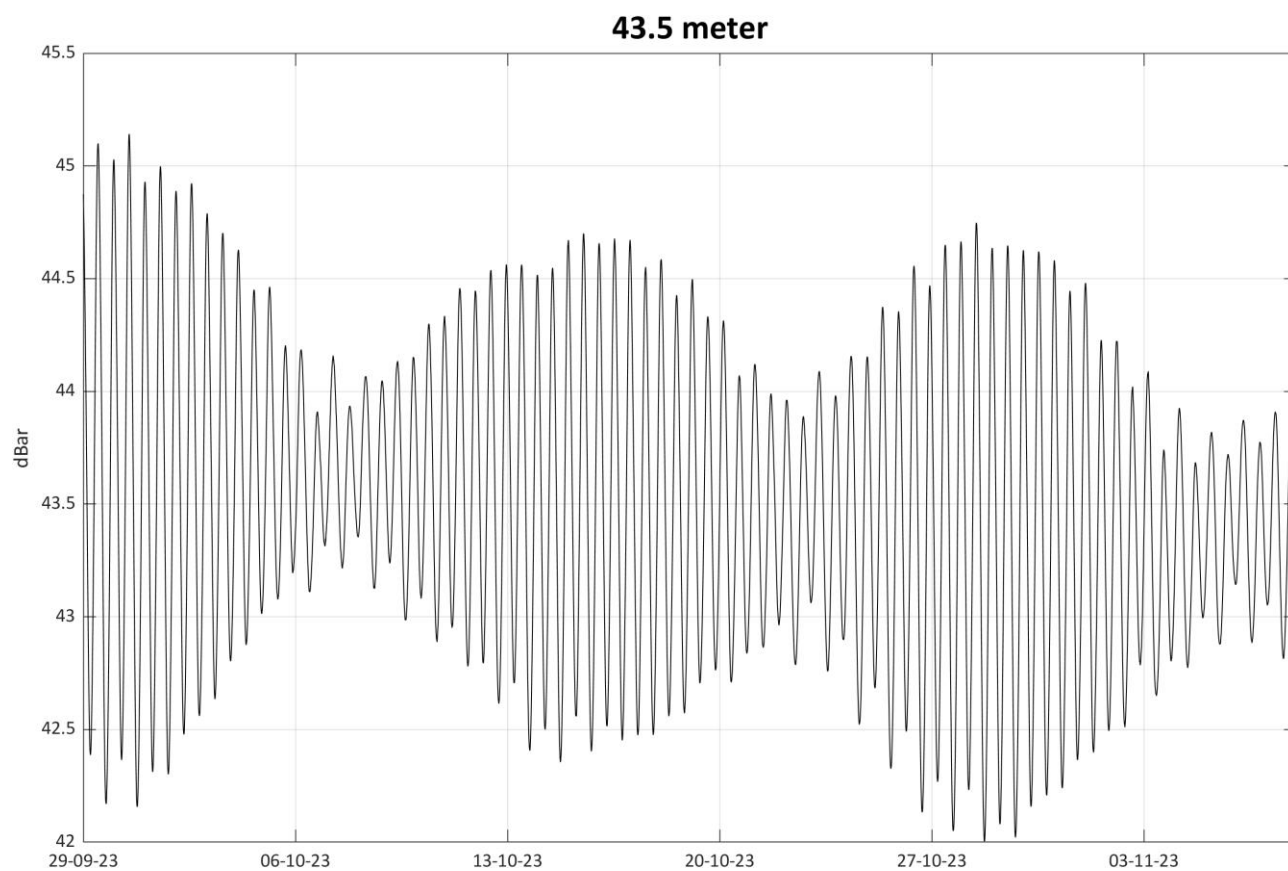
Ca. 5 meter over instrumentet: **3 x oppdriftskule**

Ca. 43 meters dyp: **Aquadopp Profiler AQK022PR**

Bunn (ca. 44 meters dyp): **lodd/anker**

Vedlegg B - Sensorfigurer

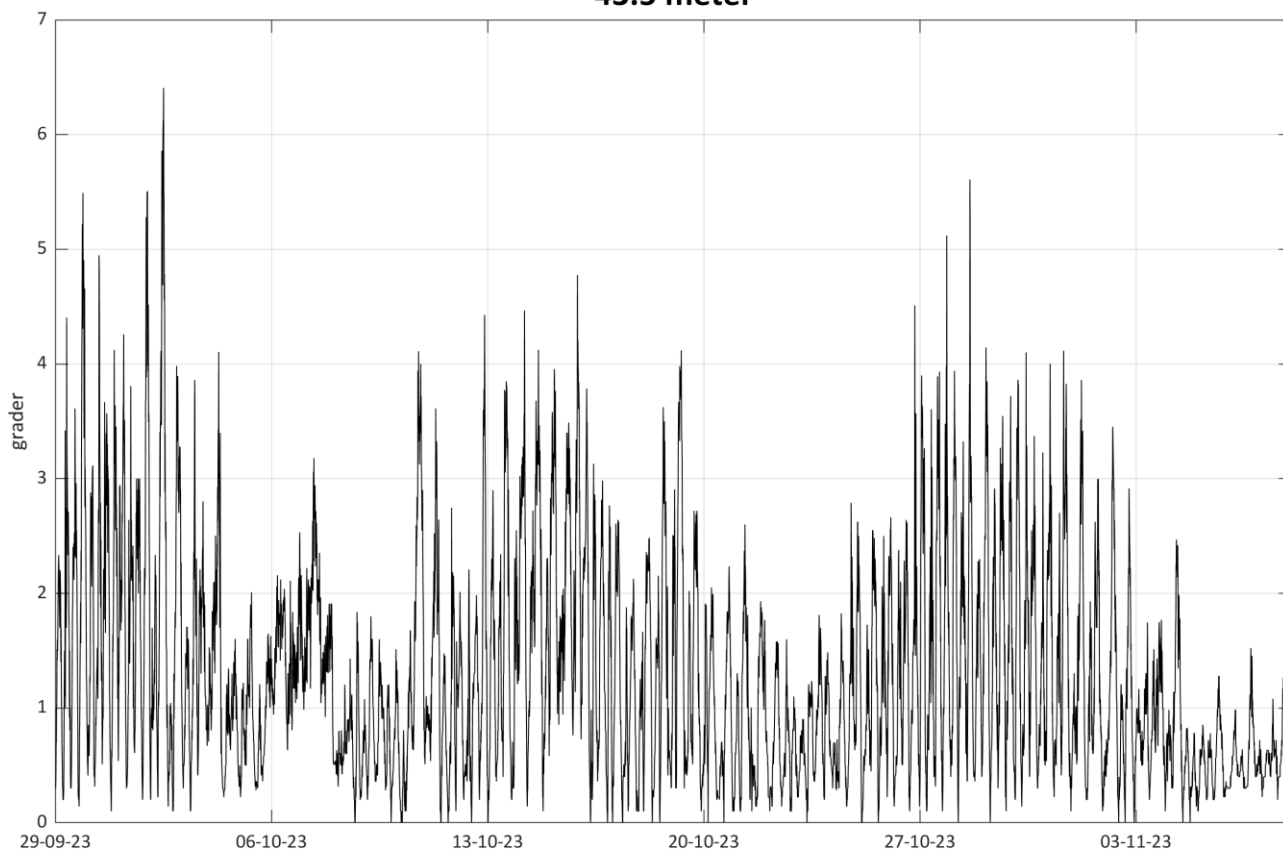
Sensorer - trykk registrert av instrument



Figur B.1: Trykk (dBar) i instrumentdypet ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

Sensorer - instrumenthelning (tilt)

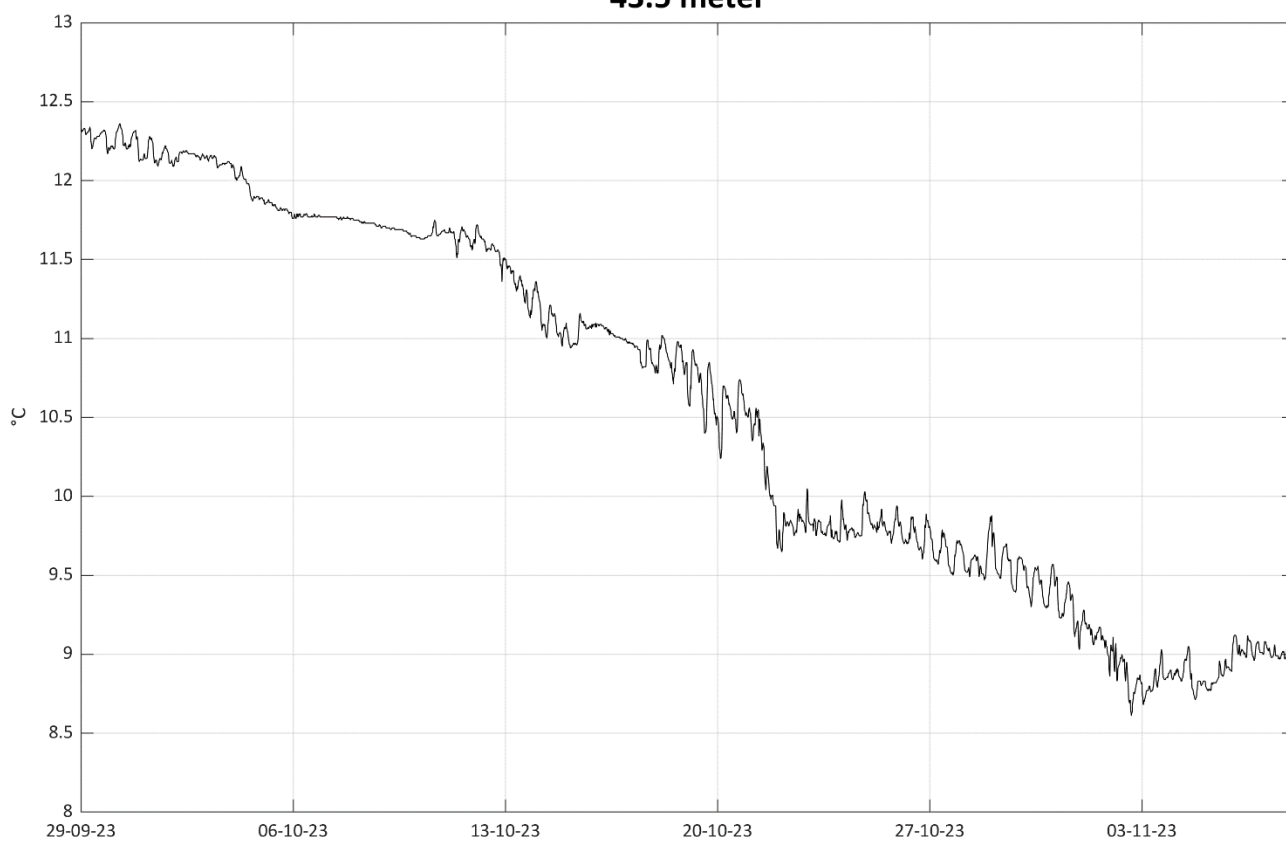
43.5 meter



Figur B.2: Instrumenthelning (°) på Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

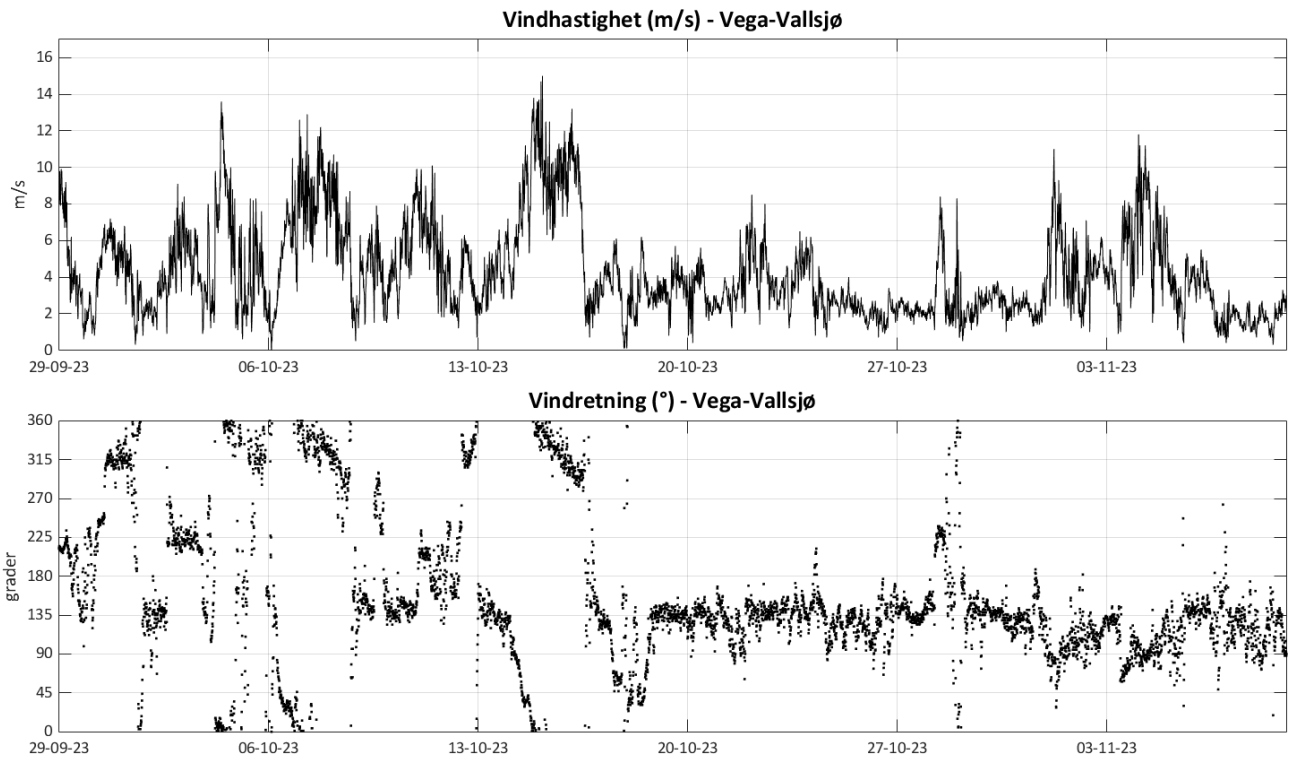
Sensorer - sjøtemperatur

43.5 meter



Figur B.3: Temperatur (°C) i instrumentdypet ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

Vedlegg C - Meteorologi- og vannstandsfigurer



Figur C.1: Vindhastighet (m/s) (øvre panel) og vindretning (°) (nedre panel), ved den meteorologiske stasjonen Vega-Vallsjø i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

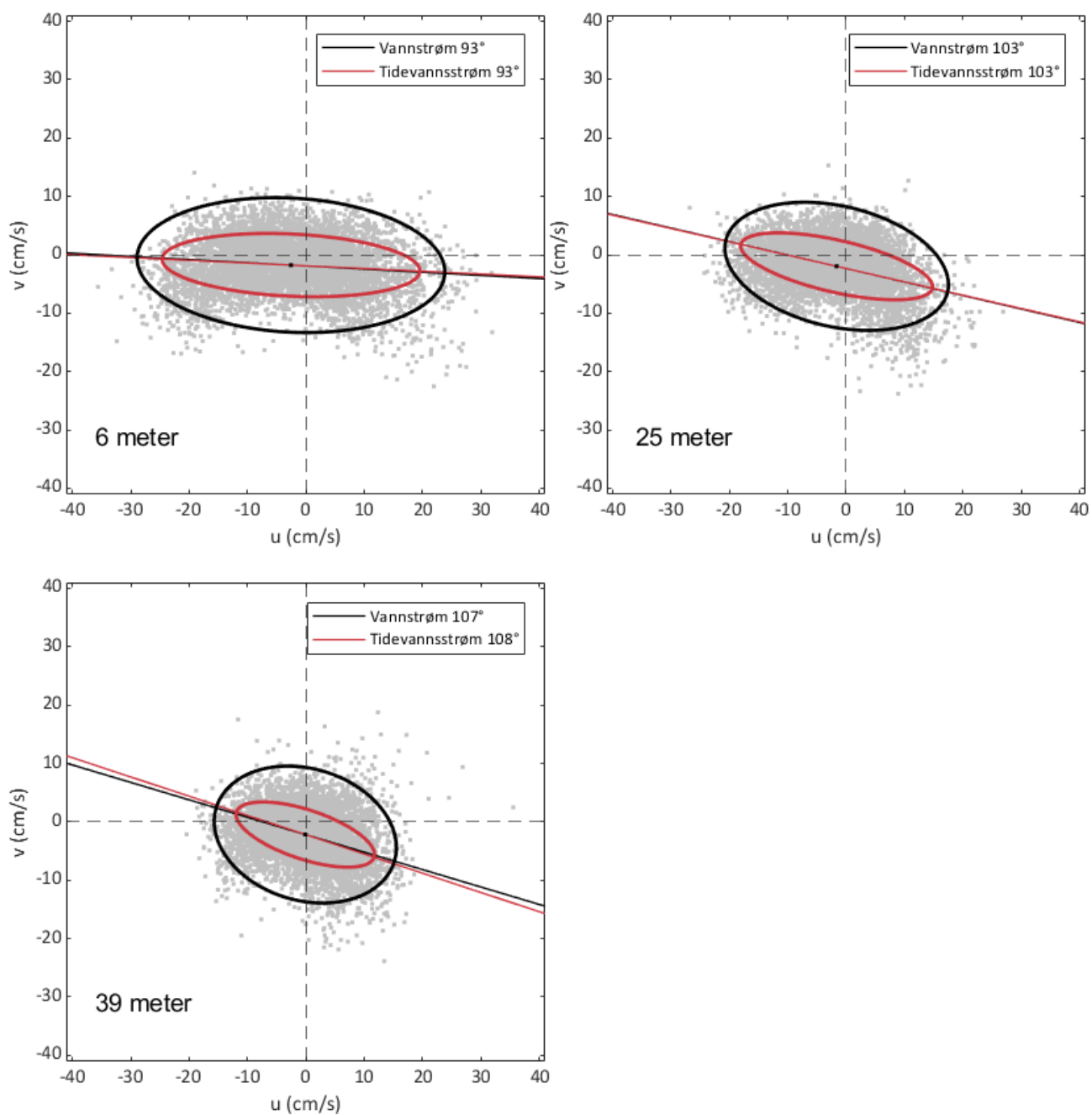
Vedlegg D - Tidevannsanalyse

Tabell D.1: Dominerende tidevannskomponenter på 6, 25 og 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0). Komponenter med energiandel under 2 % på 6 meters dyp er ikke inkludert i tabellen. Komponentene er sortert etter styrke på energiandel på 6 meters dyp.

Tidevanns-komponent	Periodisitet (timer)	6 meter		25 meter		39 meter	
		Andel energi (%)	Store halvakse (cm/s)	Andel energi (%)	Store halvakse (cm/s)	Andel energi (%)	Store halvakse (cm/s)
K1	23.93	54.12	79.96	53.25	42.12	54.54	94.37
P1	24.07	23.26	52.77	22.44	27.41	23.20	61.51
PHI1	23.80	15.73	43.16	15.76	22.95	16.36	51.75
BET1	24.97	2.41	17.58	2.20	8.37	2.38	19.67
NO1	24.83	2.03	15.98	1.84	7.70	1.89	17.53

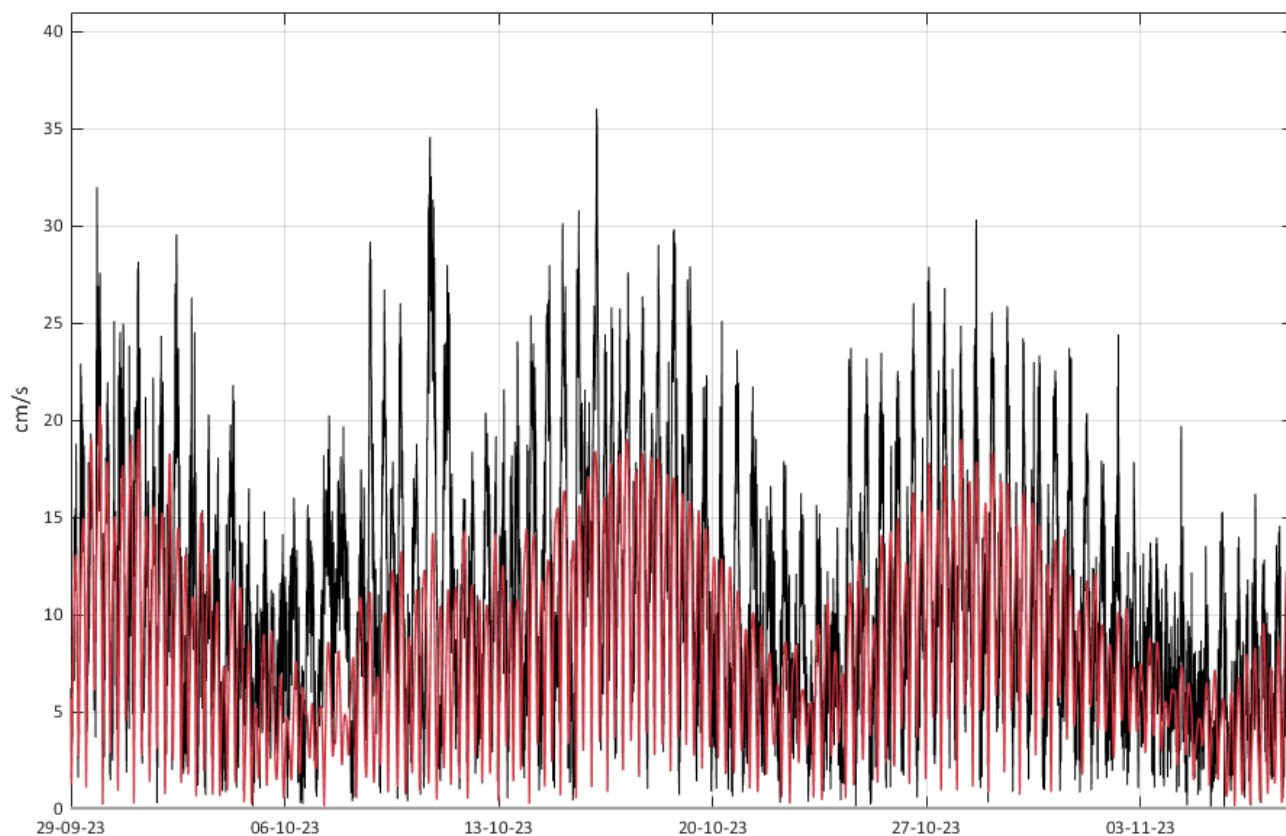
Tabell D.2: Variansforhold og størrelsesforhold ved Dypingan for perioden 29.09.–08.11.2023 på 6, 25 og 39 meters dyp.

Forhold (%)	6 meter	25 meter	39 meter
Varians	62	62	45
Størrelse	54	52	46



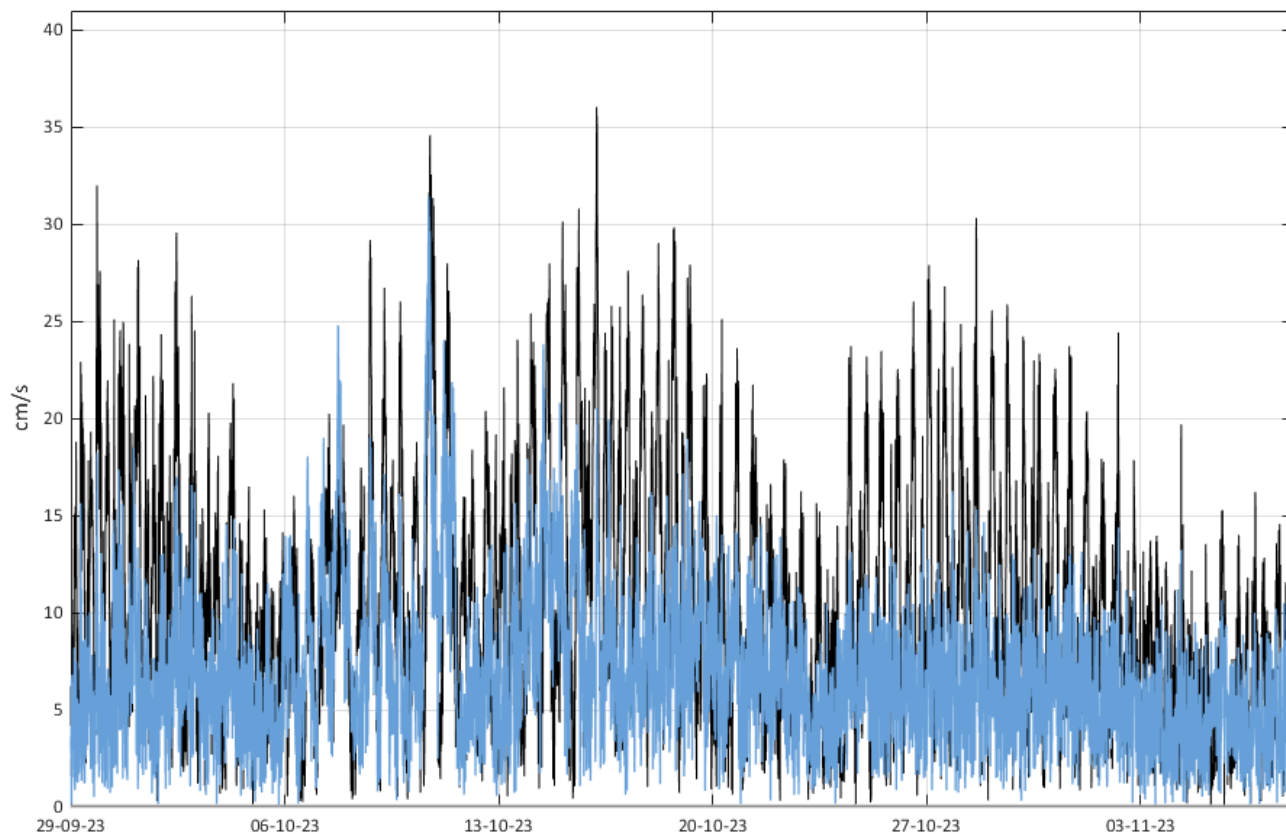
Figur D.1: Variansellipse for målt vannstrøm (cm/s, svart) og beregnet tidevannstrøm (cm/s, rød) på 6, 25 og 39 ved Dypingan for perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

6 meter vannstrøm (svart) og tidevannsstrøm (rød)



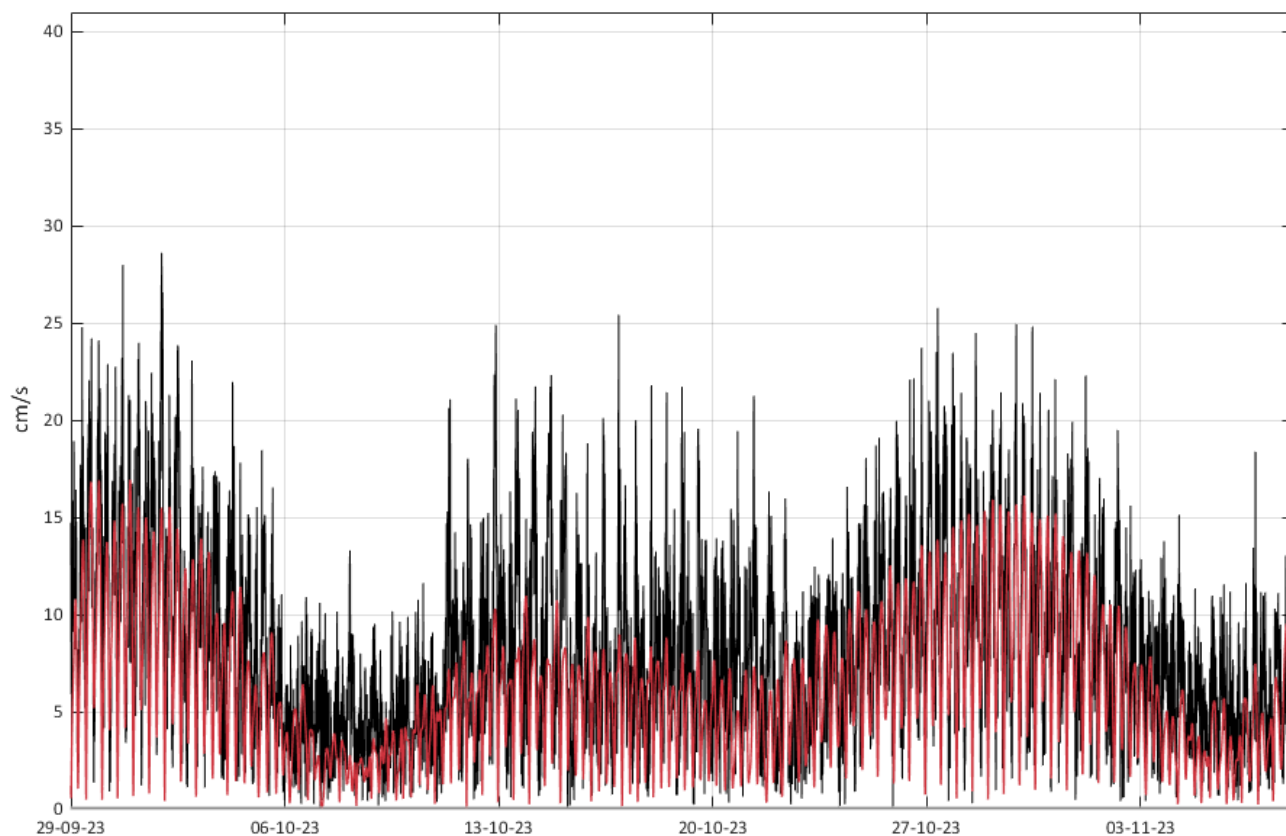
Figur D.2: Målt vannstrøm (cm/s, svart) og beregnet tidevannsstrøm (cm/s, rød) på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

6 meter vannstrøm (svart) og reststrøm (blå)



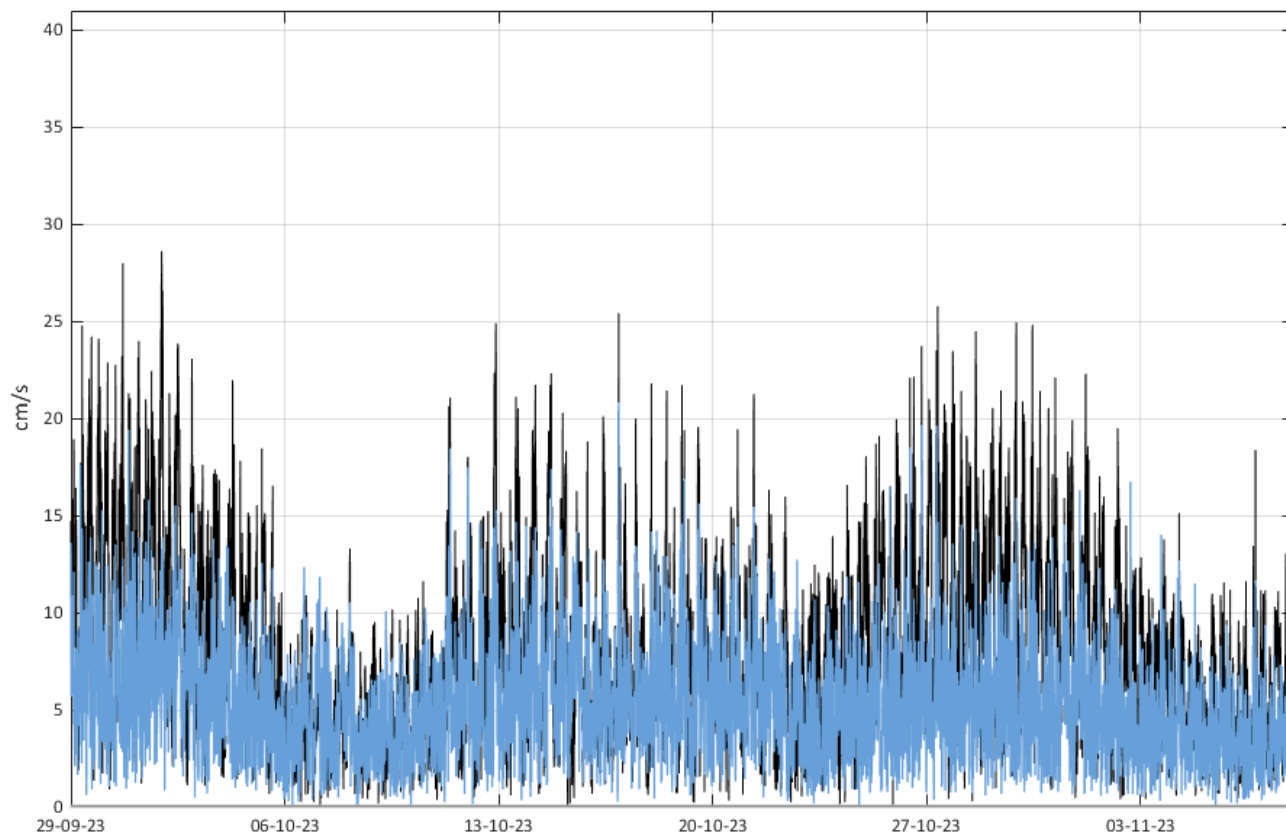
Figur D.3: Målt vannstrøm (cm/s, svart) og beregnet reststrøm (cm/s, blå) på 6 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

25 meter vannstrøm (svart) og tidevannsstrøm (rød)



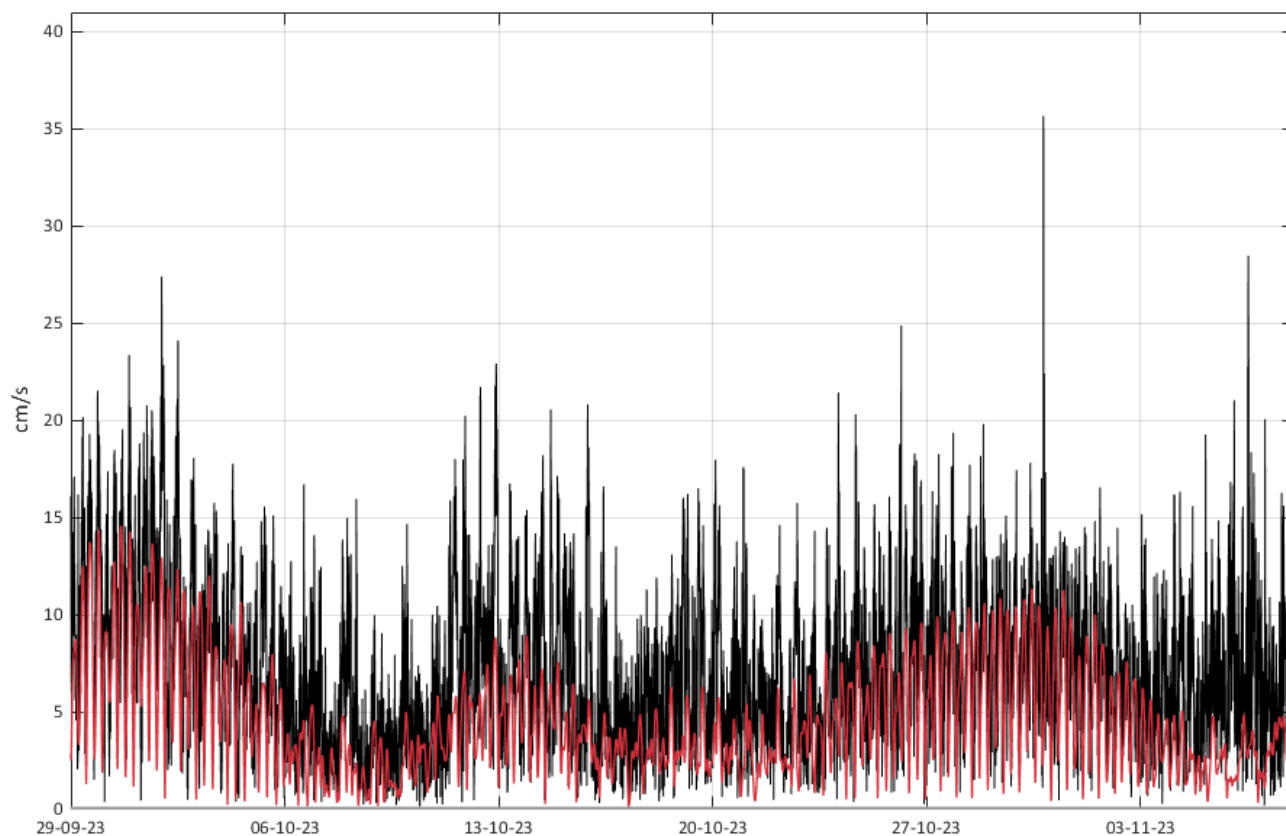
Figur D.4: Målt vannstrøm (cm/s, svart) og beregnet tidevannsstrøm (cm/s, rød) på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

25 meter vannstrøm (svart) og reststrøm (blå)



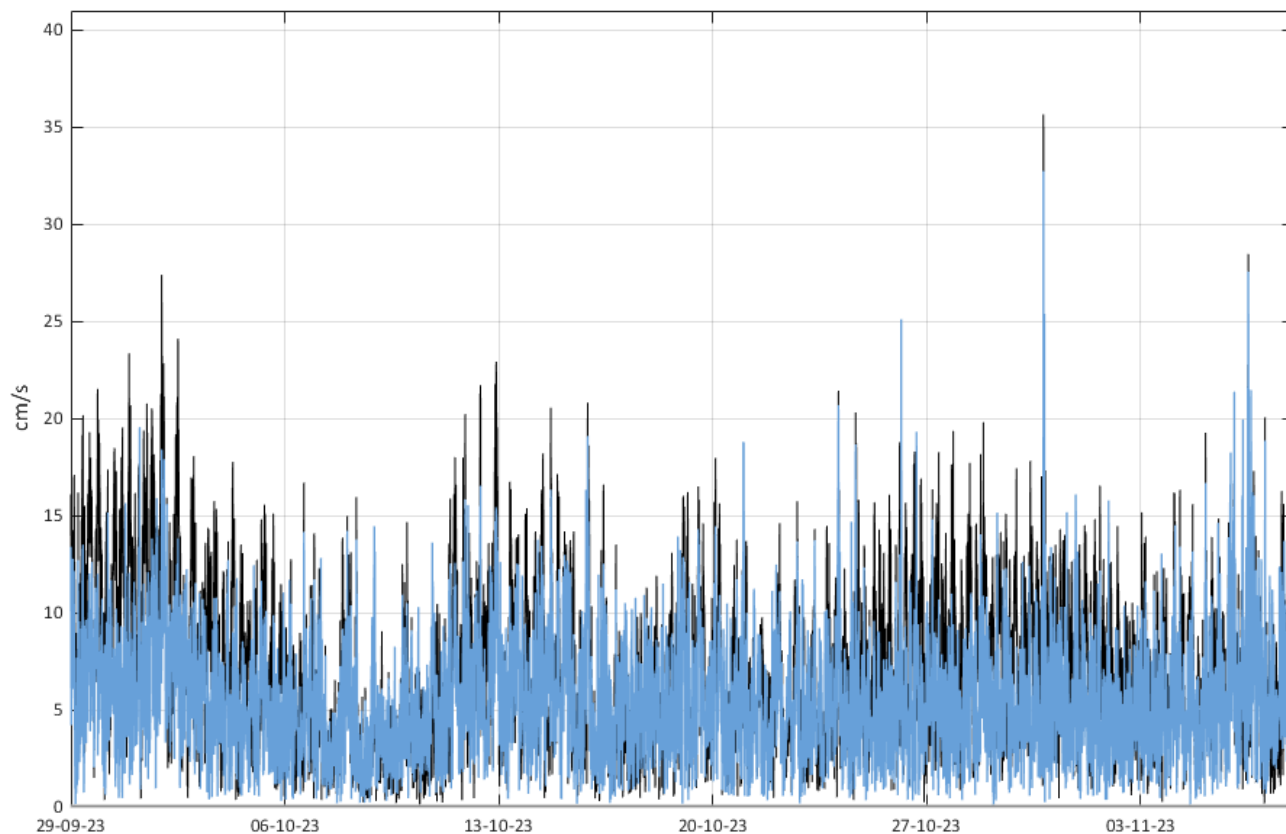
Figur D.5: Målt vannstrøm (cm/s, svart) og beregnet reststrøm (cm/s, blå) på 25 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

39 meter vannstrøm (svart) og tidevannsstrøm (rød)



Figur D.6: Målt vannstrøm (cm/s, svart) og beregnet tidevannsstrøm (cm/s, rød) på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).

39 meter vannstrøm (svart) og reststrøm (blå)



Figur D.7: Målt vannstrøm (cm/s, svart) og beregnet reststrøm (cm/s, blå) på 39 meters dyp ved Dypingan i perioden 29.09.–08.11.2023 (UTC+0).