



2024

Vannstrømmåling ved Saltbutangen, Inderøy kommune, juli – august 2024

Verrasundet Skjell AS

Etter Norsk Standard NS 9425-1:1999

AQUA KOMPETANSE AS



Rapportens tittel: Vannstrømmåling ved Saltbutangen, Inderøy kommune, juli – august 2024		
Måleperiode: 02.07.–06.08.2024	Rapportdato: 12.09.2024 Rapportnummer: 3375-8-24S	Antall sider uten vedlegg: 14 Antall sider totalt: 20
Oppdragsgiver: Verrasundet Skjell AS	Kontaktperson: Einar Markus Sjømark	Prosjektleder: Johanne Kvarsvik
Lokalitet: Saltbutangen	Kommune: Inderøy	Fylke: Trøndelag
Instrumenttype: Aquadopp Current Meter	Dybde målested: ca. 25 meter	Koordinater for instrumenttrigg: 63°50.638 N, 10°43.084 Ø
Resultatoversikt		
		6 meter
Gjennomsnittsstrøm (cm/s):		6.7
Gjennomsnittshastighet (cm/s °):		1.9 78
Makshastighet (cm/s °):		30.4 74
Minimumshastighet (cm/s):		0.0
Varians (cm ² /s ²):		20.0
Strømintervall 0-1 cm/s (%):		3.2
10-års strøm, beregnet:		50.1
50-års strøm, beregnet:		56.2
Hovedstrømretning:		øst-nordøst
Emneord: vannstrøm, overflatestrøm, Aquadopp Current Meter, doppler		ID 2268-3.0
		Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel
Rapportansvarlig: Johanne Kvarsvik	Kvalitetssikrer: Judith Thu Ølberg	

© 2024 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

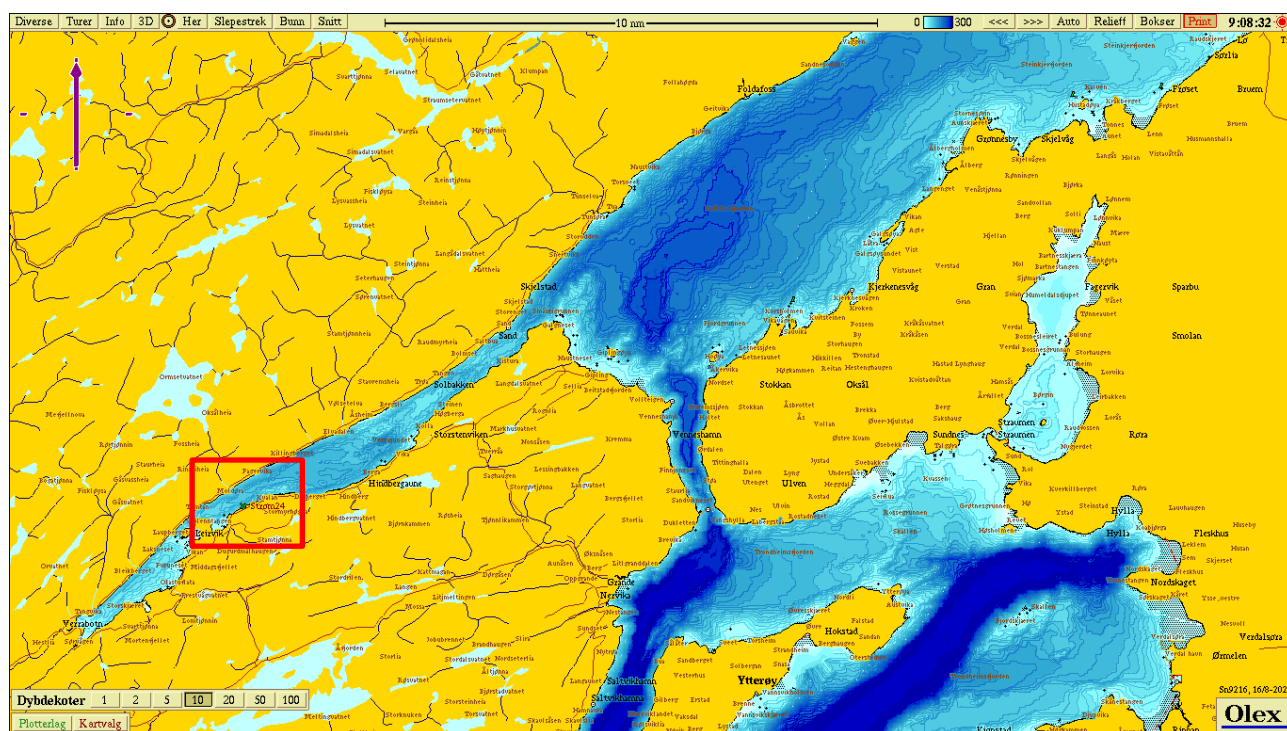
Innledning.....	3
Beskrivelse av området	3
Materiale og metode.....	4
Instrument og oppsett.....	4
Måledyp.....	5
Målepunkt	5
Kvalitetssikring av rådata.....	5
Meteorologi	5
Tidevann	6
Kort vurdering.....	7
Resultater	7
Tidsserie - vind og vannstrøm (hastighet og retning).....	9
Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet, maksimal strømhastighet og vanntransport.....	9
Spredningsdiagram - strømretning og -hastighet	10
Meteorologi fra Steinkjer - Søndre Egge værstasjon	11
Tidevann og vannstrøm	12
Temperatur og trykk i instrumentdypet.....	13
Referanser	14
Vedlegg A - Riggtegning.....	15
Vedlegg B - Tidevannsanalyse	16
Vedlegg C - Supplerende tabeller	18
Vedlegg D - Supplerende figurer	19
Instrumenthelning (tilt) og trykk	19
Vektor - progressiv vektor	19
Histogram - strømhastighet.....	20
Histogram - strømretning.....	20

Innledning

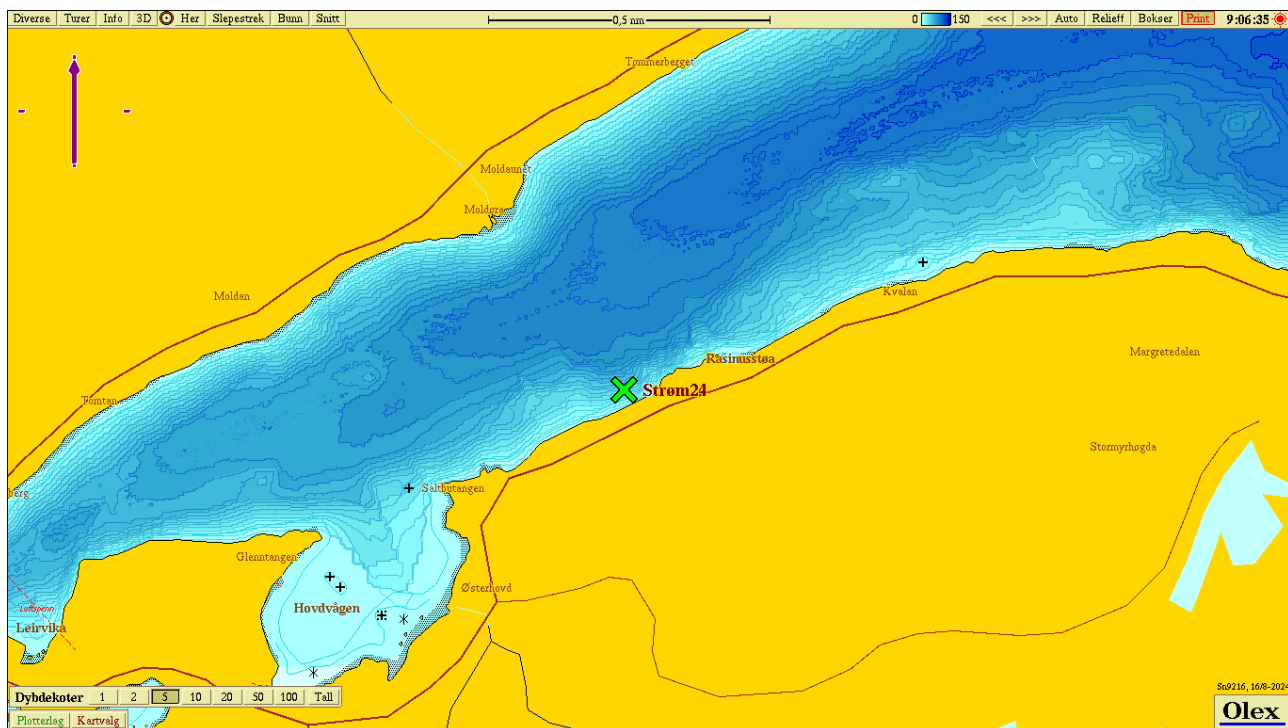
Aqua Kompetanse AS har på oppdrag fra Verrasundet Skjell AS utført strømundersøkelser ved Saltbutangen i Inderøy kommune (**Figur 1** og **2**). Aqua Kompetanse AS satte ut måleren sammen med representant fra Verrasundet Skjell AS. Representant fra Verrasundet Skjell AS tok opp måleren, mens Aqua Kompetanse AS 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 02.07.–06.08.2024. Rådata finnes oppbevart hos Aqua Kompetanse AS, og er tilgjengelig ved forespørsel.

Beskrivelse av området

Den nye lokaliteten Saltbutangen er planlagt å ligge i Verrasundet nordøst for Hovdvågen. Verrasundet er orientert i retning nordøst-sørvest, og munner ut Beitstadvfjorden i nordøst. I munningen er Verrasundet ca. 630 meter bred. Verrasundet har flere basseng og terskler. Det dypeste bassenget i Verrasundet er ca. 124 meter dypt. Den grunneste terskelen mellom målepunktet og munningen ut til Beitstadvfjorden er ca. 60 meter dyp og ligger mellom Gustvika i sørøst og Sjømark i nordvest.



Figur 1: Oversiktskart over deler av Inderøy kommune, Steinkjer kommune, Åfjord kommune, Verdal kommune, Levanger kommune og Fosen kommune. Innrammet kartutsnitt i rødt viser undersøkelsesområdet ved Saltbutangen. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.



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

Materiale og metode

Strømmålingene ved Saltbutangen er gjennomført i henhold til NS 9425-1:1999 (Standard Norge, 1999). Undersøkelsen består av én måleperiode; 02.07.–06.08.2024. I denne rapporten presenteres strømmålinger som er innhentet ved undersøkelsen.

Instrument og oppsett

For å måle vannstrøm er det benyttet én 2000kHz akustisk strømmåler (AQK202CM) produsert av Nortek AS (**Tabell 1**). Riggtegning er vist i **Vedlegg A**. 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 instrumentet er det antatt at saltholdigheten i vannet er 35 ppt. Instrumentet benytter denne verdien, sammen med temperaturmålinger i instrumentdypet, til å beregne lydhastigheten og dopplerskiftet. I tillegg til vannstrøm og temperatur registrerer instrumentet trykk og instrumenthelning (**Figur 10** og **D.1**).

Alle parameterne er målt gjennom en midlingsperiode spesifisert i **Tabell 1**, og presenteres som gjennomsnittet i midlingsperioden. Det starter en ny midlingsperiode hvert 10. minutt gjennom hele måleperioden og tidsangivelse er tidspunktet for når midlingsperioden starter. Målefrekvensen for de temperatur, trykk og tilt gjennom midlingsperioden er 1 Hz, mens målefrekvensen for vannstrøm er angitt i **Tabell 1**. Punktmåleren måler i monteringsdypet. Alle tidspunkt i rapporten er angitt i UTC+0 (Coordinated Universal Time). Målingene er korrigert for en østlig magnetisk misvisning på 5° (Kartverket, 2021). Videre er instrumentet 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	AQK202CM
Målertype	Aquadopp Current Meter
Hode-ID / Kort-ID	AQD10347 / AQD15739
Akustisk frekvens (kHz)	2000
Måleretning	Opp
Måleintervall (s)	600
Midlingsperiode (s)	90
Målebelastning (%)	35
Målefrekvens for vannstrøm (Hz)	8
Blindsone (m)	0.34
Instrumentdyp (m)	6.3
Tidsrom for gyldige registreringer	02.07.24 12:30 – 06.08.24 11:30
Lengde måleperiode (dager)	34.9

Måledyp

I henhold til NS 9415:2021 skal overflatestrømmen måles på 5 meters dyp, med et akseptabelt avvik på ± 2 meter. I denne rapporten presenteres overflatestrøm på 6 meters dyp. Med tanke på anleggets utforming og plassering vurderes det ikke som nødvendig å rapportere flere måledyp.

Målepunkt

I henhold til NS 9415:2021 skal strømmålingene på 5 meters dyp utføres i den posisjonen som vurderes til å fange opp de høyeste strømhastighetene som opptrer i området der anlegget skal ligge. Posisjonen skal i tillegg være representativ for hele området der lastpåkjennte deler av anlegget kan ligge.

Saltbutangen er en ny lokalitet, og det er dermed ikke noen faste installasjoner som potensielt kan forstyrre målingene. Instrumenttriggeren er derfor plassert midt i planlagt anleggsramme.

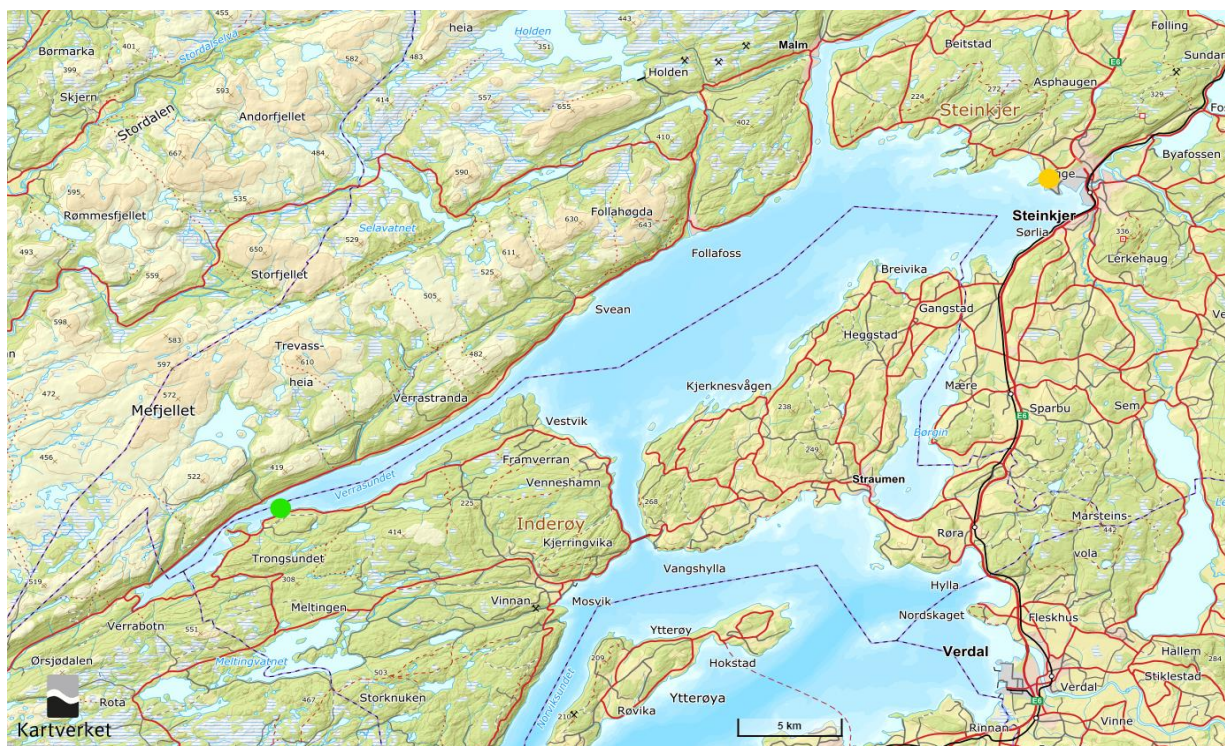
Basert på tilgjengelig data og informasjon fra lokaliteten vurderes valgt måleposisjon til å være representativ for strømforholdene ved Saltbutangen. Plasseringen antas å fange opp de høyeste vannstrømhastighetene som kan opptre på 5 meters dyp

Kvalitetssikring av rådata

Det er foretatt en manuell og automatisk kvalitetskontroll av datasettene med programvarene SeaReport og Storm. Instrumenthelning, signalstyrke, generell troverdighet til målingene, samt raske vannstrømhastighet- og retningsforandringer fra datapunkt til datapunkt er vurdert i kvalitetssikringen. Måleserien på 6 meters dyp vurderes til å være av god kvalitet og ingen situasjoner med korrupt data er fjernet i dette datasettet.

Meteorologi

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, 2024). 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 Saltbutangen er meteorologisk data hentet fra den meteorologiske stasjonen Steinkjer – Søndre Egge (6 moh.), lokalisert omtrent 40 km nordvest for Saltbutangen (grønn sirkel, **Figur 3**). Stasjonen Steinkjer – Søndre Egge vurderes som representativ for de meteorologiske forholdene ved Saltbutangen, da topografien er relativt lik. Data er hentet ut med en målefrekvens på 10 minutter og oppgis i UTC+0. I **Figur 4** presenteres middelvind (middelverdi av vindhastigheten de siste 10 minuttene før observasjonstiden) og vindretning (middelverdi av vindretning siste 10 minutter) sammen med strømdata. I **Figur 7** presenteres vinddata gruppert etter styrke og retning sammen med lufttemperatur og lufttrykk redusert til havnivå.



Figur 3: Topografisk oversiktskart over deler av Inderøy kommune, Steinkjer kommune, Åfjord kommune, Verdal kommune, Levanger kommune og Fosen kommune. Posisjon for den meteorologiske stasjonen Steinkjer - Søndre Egge er markert med gul sirkel og ligger ca. 40 km unna lokaliteten ved Saltbutangen, som er markert med grønn sirkel. Målestokk vises nederst i figuren. Kartkilde: Kartverket, Norgeskart (2024).

Tidevann

I denne rapporten er tidevannsanalysen utført med programvaren UTide som er implementert i MATLAB (Codiga, 2011). Metoden bryter opp den målte vannstrømmen i retning øst-vest (u) og nord-sør (v) og henter ut tidevannskomponentene (u_{tide} , v_{tide}) ved hjelp av en harmonisk analyse. Metoden for å hente ut tidevannskomponentene er beskrevet nærmere i **Vedlegg B**. 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.

Det er definert to ulike forhold som representerer bidraget av tidevann på den målte vannstrømmen for hvert dyp, variansforhold og hastighetsforhold (**Tabell 3**). Variansforholdet sammenligner variansen av tidevannsstrømmen med variansen av den målte vannstrømmen (**Formel B.1**). Tilsvarende angir hastighetsforholdet hva som er absolutt bidrag fra tidevannsstrøm og reststrøm i prosent (**Formel B.2**). Begge forholdstallene er statistiske verdier beregnet for hele måleserien, og vil variere etter for eksempel hvor mange stormer som inntreffer i måleperioden.

Det er også beregnet variansellipser for den målte vannstrømmen og den beregnende tidevannsstrømmen (**Figur 8**). Variansellipsens store halvakse er vannstrømmen orientert langs den dominerende strømrretningen som er oppgitt i grader ($^{\circ}$). Variansellipsens lille halvakse er strømmen som er orientert vinkelrett på den dominerende strømrretningen. Verdien på halvaksene bestemmer formen til variansellipsen. For eksempel vil ellipsen i et sund der strømmen følger bunntopografien være ganske flat fordi det er en tydelig dominerende strømrretning, mens ute i åpnere havområder vil denne ellipsen være rundere fordi det er mer varierende strømrretning.

Kort vurdering

Vannstrømmen ved lokaliteten ved Saltbutangen følger batymetrien i området, som er orientert nordøst/sørvest. På 6 meters dyp er det størst vanntransport mot øst-nordøst i retning ut fjorden. Vannstrømmen er i stor grad styrt av tidevannet, men også tidvis av vind. De høyeste vannstrømhastighetene registreres samtidig med økte vindhastigheter i området.

Resultater

I denne måleserien fra Saltbutangen er gjennomsnittlig vannstrøm 6.7 cm/s på 6 meters dyp, og maksimalhastigheten er 30.4 cm/s (**Tabell 3**). Det er registrert lite strømstille i måleperioden.

Vannstrømmen ved lokaliteten ved Saltbutangen er i stor grad styrt av tidevannet da tidevannsstrømmen utgjør 52 % av variabiliteten til vannstrømmen og 49 % av hastigheten på vannstrømmen på 6 meters dyp (**Tabell 3**). Det halvdaglige tidevannet strømmer mot sørvest når det flør og mot nordøst når det ebber. Strømhastighetene øker systematisk ved springflo som opptrer ved nymåne og fullmåne omkring hver 14. dag (**Figur 9**).

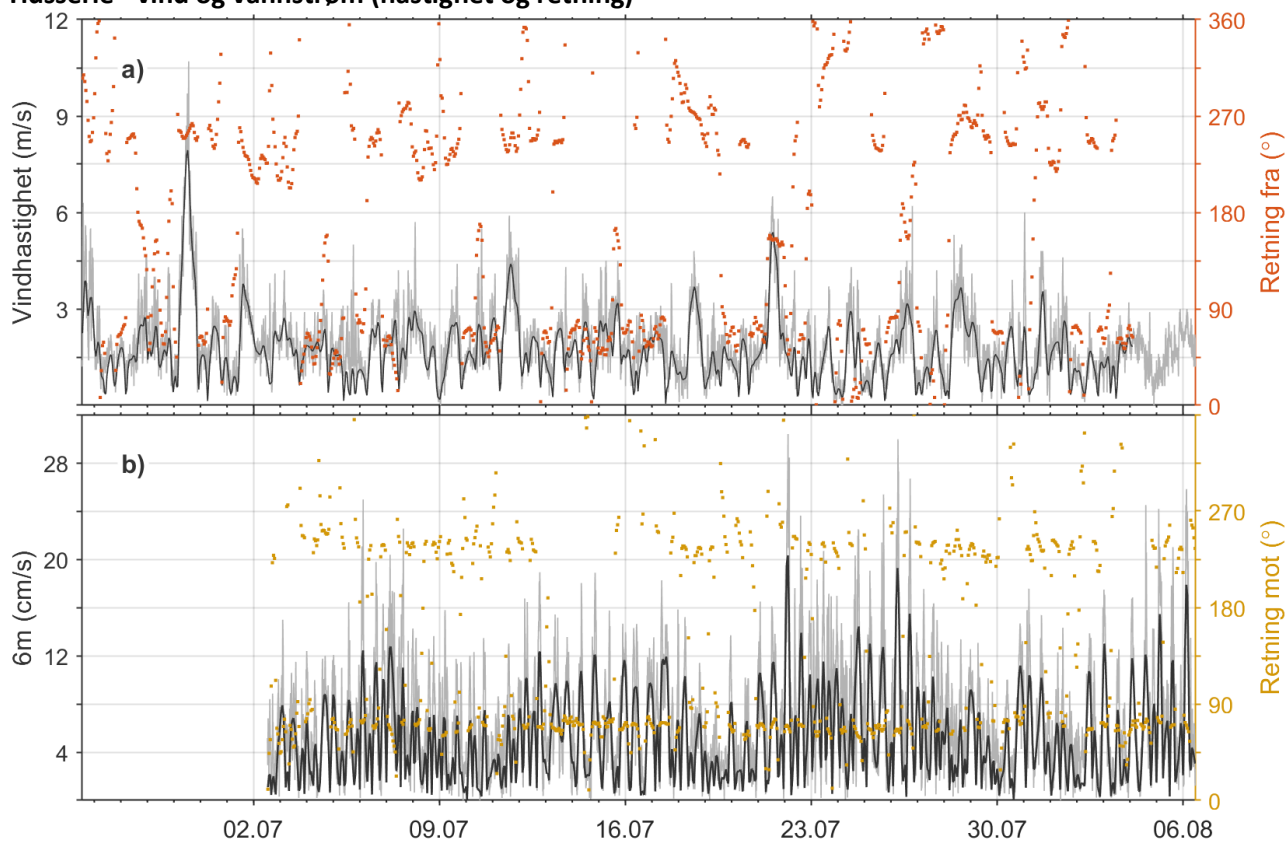
Vannstrømmen ved Saltbutangen er også vindstyrt. Maksimalhastigheten på 6 meters dyp registreres 22.07.24 med retning mot øst-nordøst og samsvarer med økt middelvind opp imot 6.5 m/s i samme tidsrom ved målestasjonen Steinkjer – Søndre Egge, med retning fra sør-sørøst.

Nedenfor presenteres tabeller og figurer med statistikk og resultater.

Tabell 2: Statistikk og nøkkeltall fra utført strømmåling. Merk at i tabellen under er begrepet «strøm» brukt om skalare størrelser uten retning (absoluttfart) mens begrepet «hastighet» er brukt om størrelser som også har en retning (vektorer).

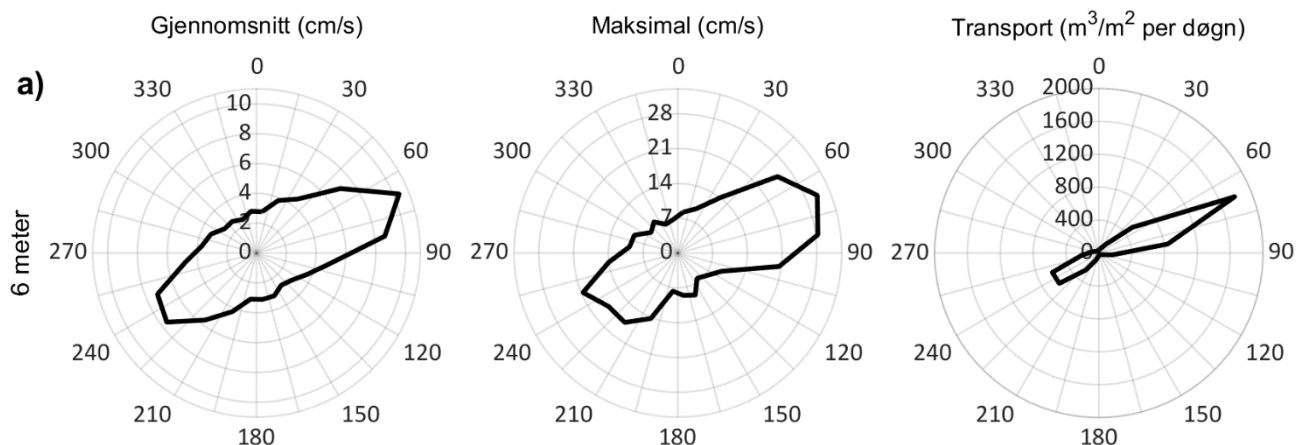
Parametere	6 meter
Gyldige målinger/totalt (#)	5035/5035
Andel gyldige målinger (%)	100
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	6.7
Gjennomsnittshastighet (cm/s °)	1.9 78
Makshastighet (cm/s °)	30.4 74
Minimumstrøm (cm/s)	0.0
Signifikant maksstrøm (cm/s)	11.8
Signifikant minimumstrøm (cm/s)	2.5
Strømintervall 0-1 cm/s (%)	3.2
Strømintervall 1-3 cm/s (%)	18.3
Neumann-parameter	0.29
Standardavvik (cm/s)	4.5
Varians (cm ² /s ²)	20.0
10 års returstrøm (cm/s)	50.1
50 års returstrøm (cm/s)	56.2
De 4 hyppigst forekommende strømrøringsgruppene (°)	60 - 75 75 - 90 240 - 255 225 - 240
De 4 hyppigst forekommende strømgruppene (cm/s)	3 - 5 1 - 3 5 - 7 7 - 9
Mest vannutskiftning / retning / 15° sektor	1791 m ³ /m ² per dag ved 60 - 75
Minst vannutskiftning / retning / 15° sektor	22 m ³ /m ² per dag ved 330 - 345

Tidsserie - vind og vannstrøm (hastighet og retning)



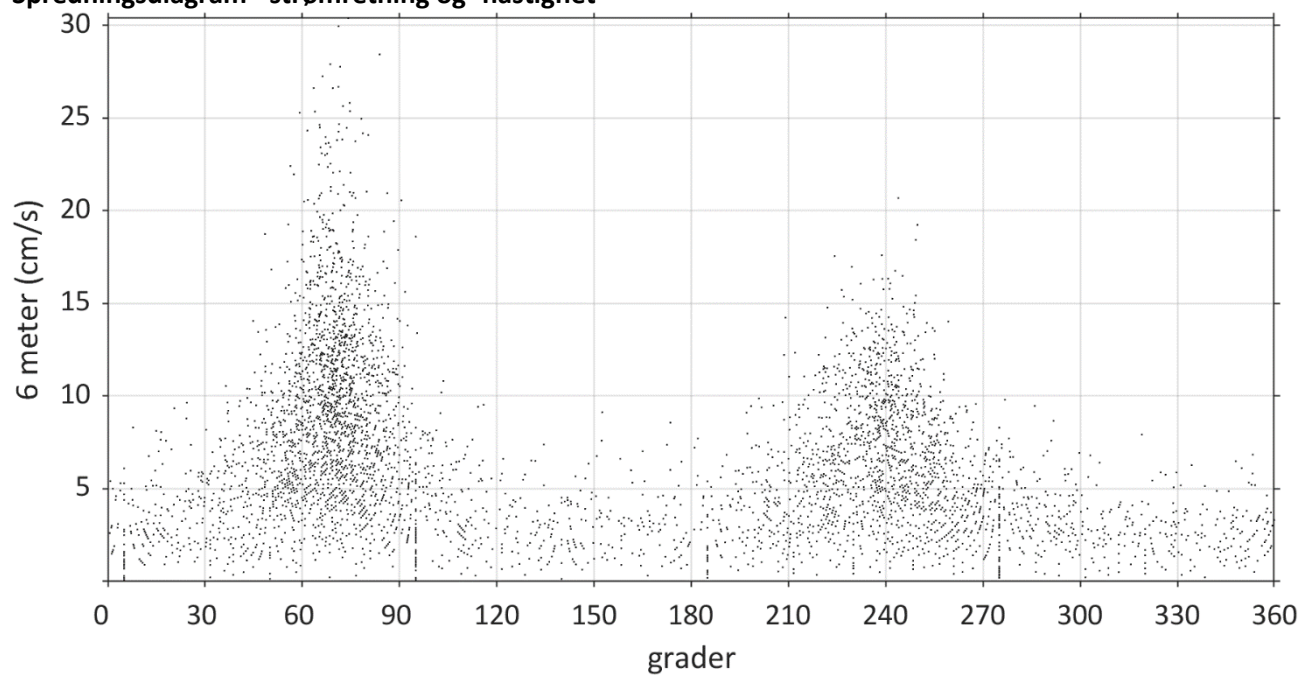
Figur 4: Vindstyrke (m/s) og vindretning (°) ved den meteorologiske stasjonen Steinkjer - Søndre Egge (a) i perioden 25.06.–06.08.2024. Vinddata er timesmidlet og glattet over 6 timer (svart) med 10 min middelvind i bakgrunnen (grå). Panelet under viser timesmidlet og glattet vannstrømhastighet (svart) og tilhørende retning (gul) samt målt vannstrømhastighet (grå) på 6 (b) meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024.

Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet, maksimal strømhastighet og vanntransport



Figur 5: Gjennomsnittlig og maksimal vannstrømhastighet (cm/s), samt vanntransport (m³/m²/dag) for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5°.

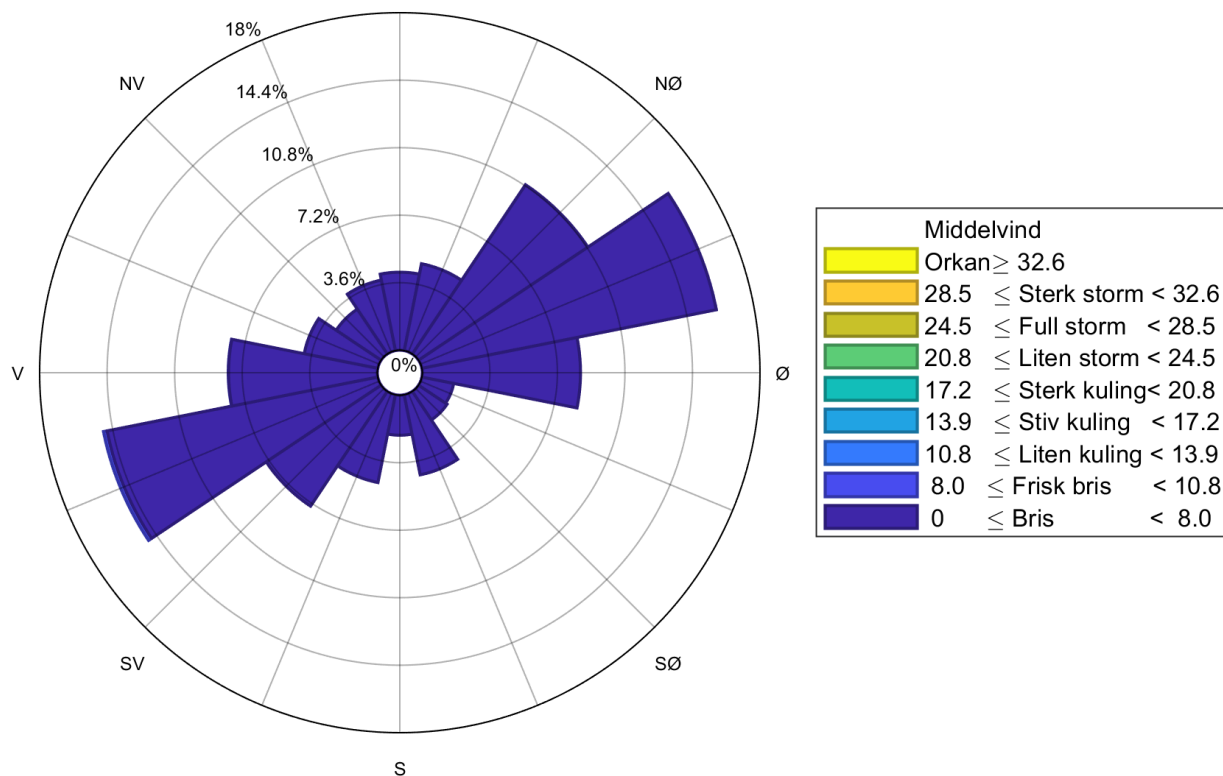
Spredningsdiagram - strømretning og -hastighet



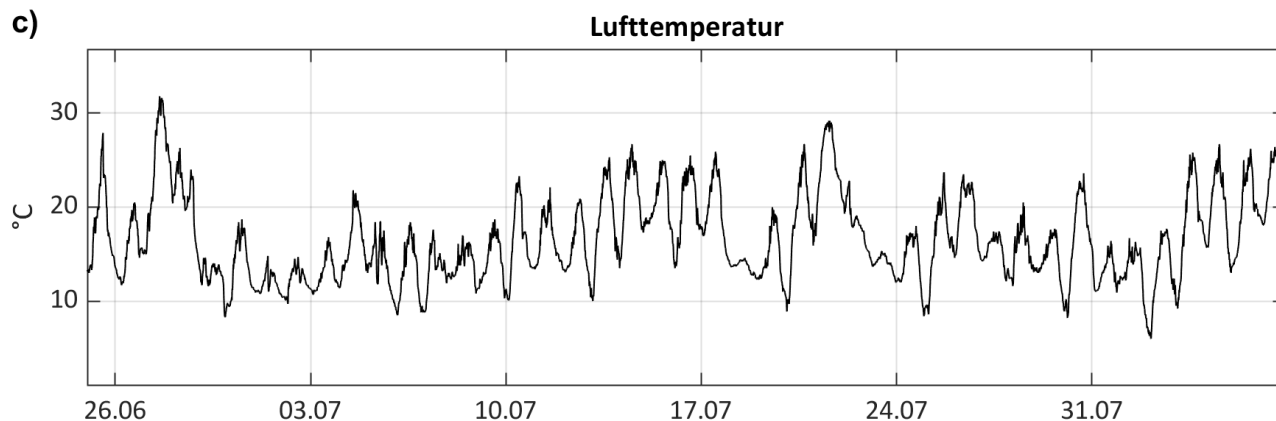
Figur 6: Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot strømretning (°) på 6 meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5°.

Meteorologi fra Steinkjer - Søndre Egge værstasjon

a)



c)

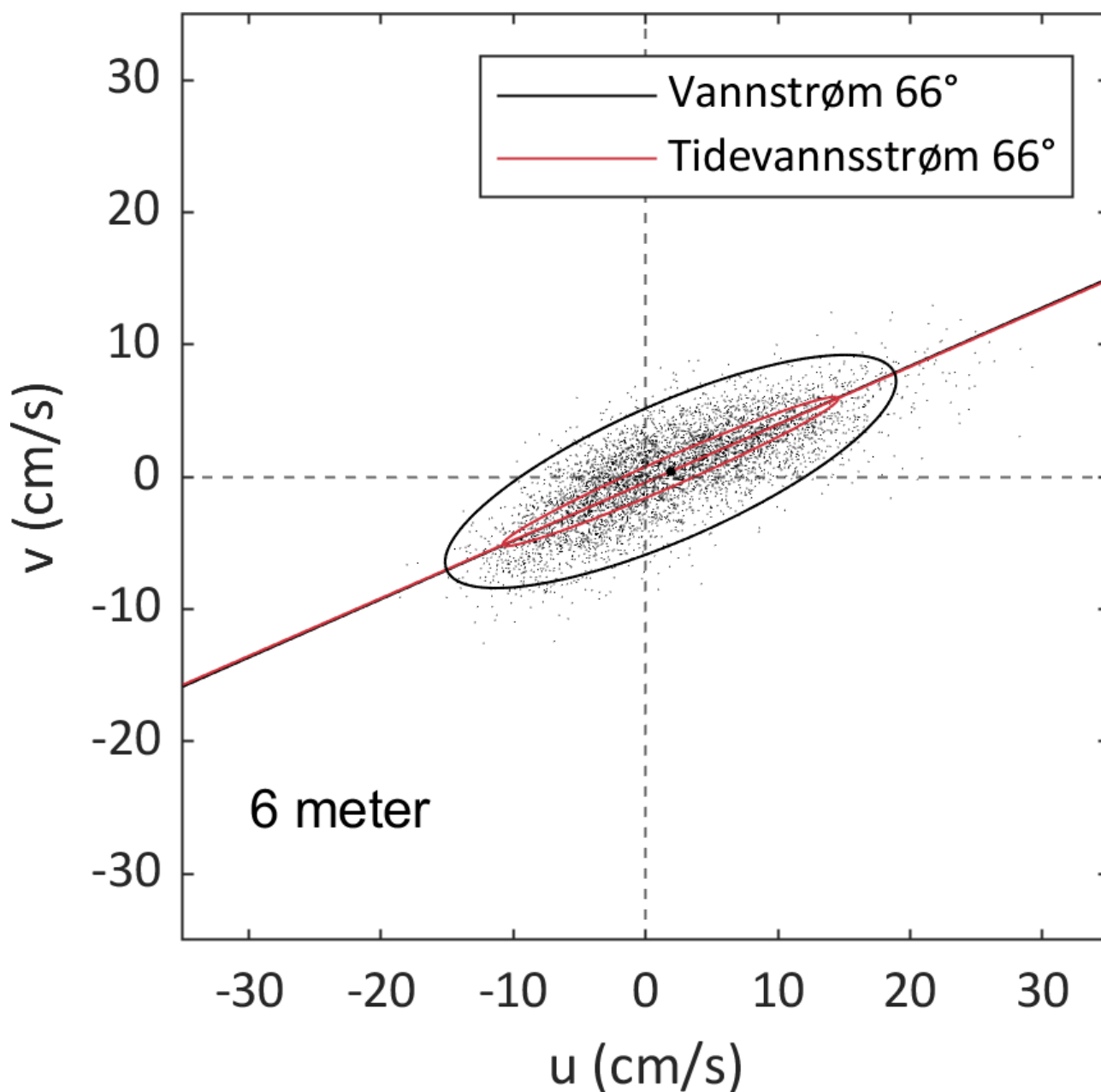


Figur 7: Meteorologidata hentet fra Steinkjer - Søndre Egge i perioden 25.06.–06.08.2024. Den registrerte vinden er gruppert etter styrke og retning (hvor det blåser fra), som vist i vindrosen øverst i figuren. Radiusen forteller hvor stor andel av målingene som tilhører den enkelte gruppen. Tidsserien viser lufttemperatur registrert ved den meteorologiske stasjonen Steinkjer - Søndre Egge.

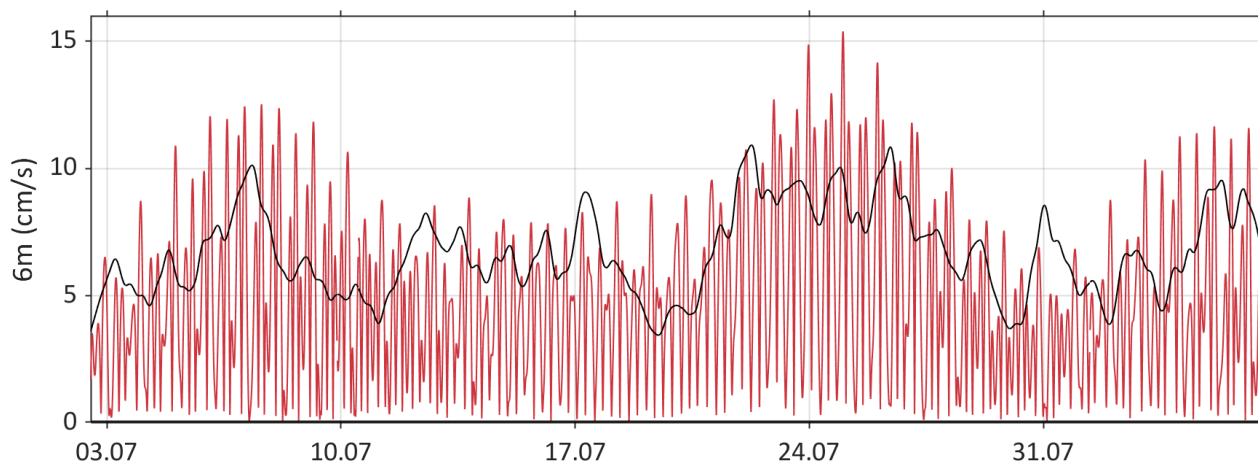
Tidevann og vannstrøm

Tabell 3: Variansforhold og hastighetsforhold på 6 meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024 (UTC+0).

Forhold (%)	6 meter
Varians	52
Hastighet	49

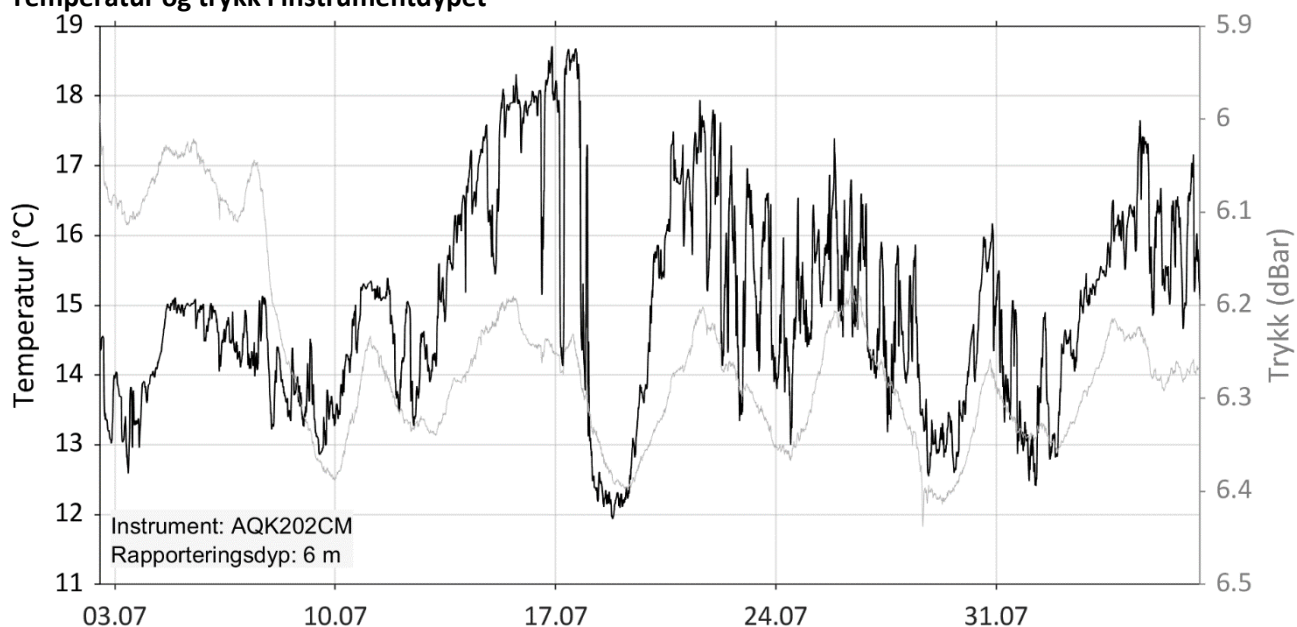


Figur 8: Variansellipse for målt vannstrøm (cm/s, svart) og beregnet tidevannsstrøm (cm/s, rød) på 6 meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024 (UTC+0).



Figur 9: Beregnet tidevannsstrøm (cm/s, rød) og målt vannstrøm glattet over 24 timer (cm/s, svart) på 6 meters dyp ved Saltbutangen for perioden 02.07.–06.08.2024 (UTC+0).

Temperatur og trykk i instrumentdypet



Figur 10: Temperatur (svart, °C) registrert i instrumentdypet ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024 (UTC+0). Den faktiske dybden kan leses fra trykkdata (grå, dBar) i bakgrunnen. Instrumentnummer henviser til **Tabell 1**.

Referanser

- Annunziato, A. og Probst P. (2016). *Continious Harmonic Analysis of Sea Level Measurements: Description of a new method to determine sea level measurement tidal component*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 29pp. (EUR28308 EN). <https://doi.org/10.2788/4295>
- 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 til forundersøkelse*. Hentet 24. juni 2024 fra <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Dokumenter/Veiledere/veileder-til-forundersokelse#8.strommalinger>
- Gjevik, B.. (2009). *Flo og fjære langs kysten av Norge og Svalbard*. Farleia.
- Kantha, L. H., Stewart, J. S., Desai, S. D. (1998). *Long-period lunar fortnightly and monthly ocean tides*. Journal of Geophysical Research: Oceans. <https://doi.org/10.2788/4295>
- Kartverket. (2021, 19. juli). *Magnetisk misvisning*. Hentet 9. august 2024 fra <https://www.kartverket.no/til-lands/kart/turkart/magnetisk-misvisning>
- Kartverket, Norgeskart. (2024). *Norgeskart*. Hentet 9. august 2024 fra <https://www.norgeskart.no>
- Norsk klimaservicesenter. (2024). *Seklima. Observasjoner og værstatistikk*. Hentet 9. august 2024 fra <https://seklima.met.no/>
- Nortekgroup. (u.å.). *Understanding ADCPs: a guide to measuring currents, waves & turbulence with acoustic sensors*. Hentet 9. august 2024 fra <https://www.nortekgroup.com/knowledge-center/wiki/guide-to-understanding-adcps>
- 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. (2021). *Flytende akvakulturanlegg - Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk*. (NS 9415:2021). <https://online.standard.no/ns-9415-2021>

Vedlegg A - Riggtegning

Figur A.1: Veiledende riggtegning for instrumenttrigg brukt ved Saltbutangen. Avvik kan forekomme.



Overflate (0 meter): toppblåse og oppdriftskule

Ca. 6 meters dyp: Aquadopp Current Meter AQK202CM

Rett under instrument: lodd (10-15 kg)

Bunn (ca. 25 meters dyp): lodd/kjetting

Vedlegg B - Tidevannsanalyse

Det astronomiske tidevannet drives av gravitasjonskreftene mellom jorden, månen og solen. Jordens rotasjon fører til at vi opplever flo og fjære. Langs norskekysten øker forskjellene mellom flo og fjære desto 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). Flo og fjære setter opp tidevannsstrømmer som veksler regelmessig i styrke og retning.

I denne rapporten er tidevannsanalysen utført med programvaren UTide 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 35 mest relevante tidevannskomponentene i tilsvarende retninger (u_{tide} , v_{tide}). 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). De 35 utvalgte tidevannskomponentene kan være både astronomiske komponenter og komponenter som oppstår over grunn og kompleks bunntopografi (Annunziato og Probst, 2016). Tidevannskomponenter med periode over flere dager, som for eksempel sesongvariasjon, er utelatt fra beregningen, da vi ikke har lang nok måleperiode til at de lar seg beregne med programvaren UTide (Kantha m. fl., 1998).

De dominerende tidevannskomponentene fra tidevannsanalysen er oppgitt i **Tabell B.1** med energiandel (%) og bidrag til tidevannsellipsens store halvakse (cm/s). Energiandelen er beregnet for hver av de 35 tidevannskomponentene, og summeres til 100 %. Tidevannsellipsens store halvakse er vannstrømmen til hver enkelt tidevannskomponent orientert langs den dominerende strømretningen.

Det er definert to ulike forhold som representerer bidraget av tidevann på den målte vannstrømmen for hvert dyp, variansforhold og hastighetsforhold (**Tabell 4**). Variansforholdet sammenligner variansen av tidevannsstrømmen med variansen av den målte vannstrømmen (**Formel B.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 B.1:

$$\text{variensforhold} = \frac{\text{variens}(u_{tide}) + \text{variens}(v_{tide})}{\text{variens}(u) + \text{variens}(v)}$$

Hastighetsforholdet (**Formel B.2**) er et mål som sammenligner hastigheten på tidevannet (over brøkstreken) med summen av hastigheten på tidevannet og reststrømmen (under brøkstreken). Hastighetsforholdet 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. Hastighetsforholdet vil variere mellom 0 % og 100 %, der 50 % betyr at hastigheten på tidevannet og reststrømmen er like store. Dersom forholdet er over 50 % er hastigheten på tidevannet størst og dersom forholdet er under 50 % er hastigheten på reststrømmen størst.

Formel B.2

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

Det presenteres to ulike forholdstall fordi variansforholdet kan gi inntrykk av at tidevannet utgjør en veldig stor eller veldig liten del av vannstrømmen, mens hastighetsforholdet 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 inntreffer i måleperioden.

Tabell B.1: Dominerende tidevannskomponenter på 6 meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024 (UTC+0). Komponenter med energiandel under 2 % på 6 meters dyp er ikke inkludert i tabellen. Komponentene er sortert etter energiandel på 6 meters dyp.

Tidevanns-komponent	Periodisitet (timer)	6 meter	
		Andel energi (%)	Store halvakse (cm/s)
M2	12.42	72.65	7.18
M4	6.21	8.08	2.39
S2	12.00	3.20	1.51
L2	12.19	3.02	1.39
MN4	6.27	2.77	1.40
MS4	6.10	2.69	1.38

Vedlegg C - Supplerende tabeller

Tabell C.1: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper (cm/s) for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks (m³/m²/døgn) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert. Det er registrert 3 målinger med hastighet på 0 m/s. Disse målingene har ingen retning og inngår ikke i tabellen. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5°.

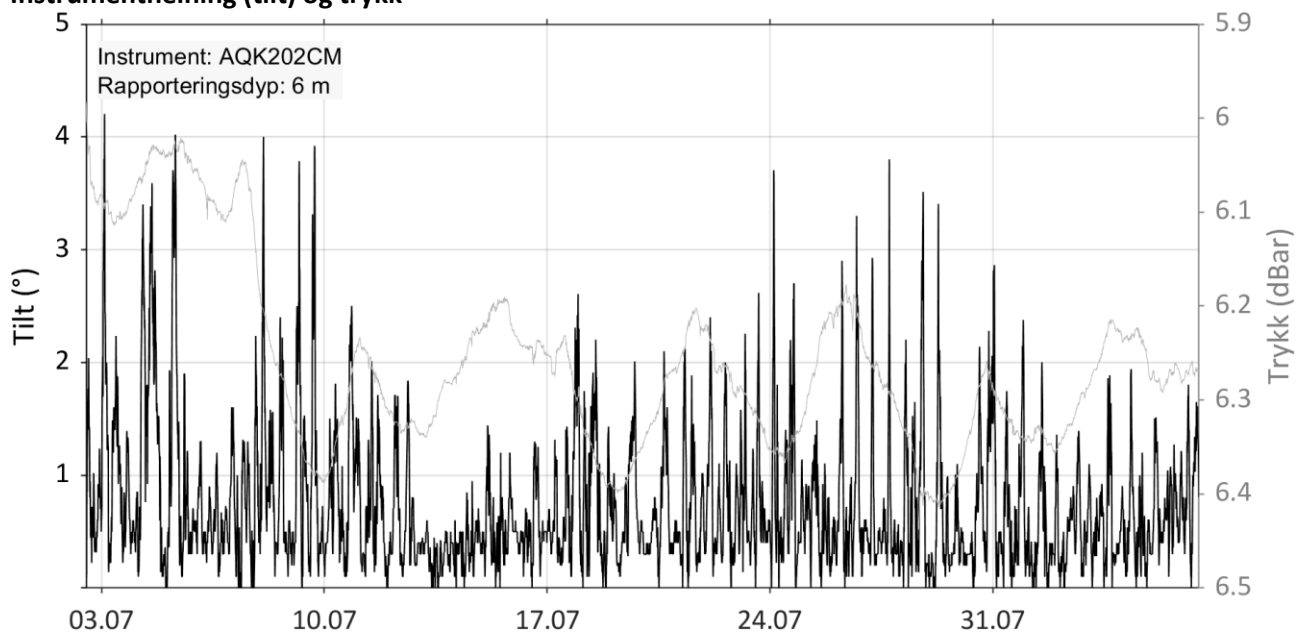
	6 meter															antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	m³/m²/døgn	%	
0-15	10	26	24	12	11	9	2	2	0	0	0	0	0	0	96	1.91	46.03	0.79	
15-30	1	16	22	13	20	11	6	4	0	0	0	0	0	0	93	1.85	60.96	1.05	
30-45	9	20	25	20	24	21	32	11	4	0	0	0	0	0	166	3.30	130.17	2.24	
45-60	6	23	22	28	49	60	78	71	70	12	2	1	0	0	422	8.39	514.61	8.87	
60-75	1	11	29	39	61	66	152	168	313	118	37	12	0	0	1007	20.01	1790.50	30.85	
75-90	5	13	29	37	45	49	100	88	152	40	9	1	0	0	568	11.29	846.17	14.58	
90-105	10	13	35	24	21	29	30	15	10	2	1	0	0	0	190	3.78	165.02	2.84	
105-120	4	13	18	15	7	7	12	2	0	0	0	0	0	0	78	1.55	49.53	0.85	
120-135	7	12	16	10	6	5	4	0	0	0	0	0	0	0	60	1.19	30.68	0.53	
135-150	9	16	15	9	14	2	1	0	0	0	0	0	0	0	66	1.31	30.76	0.53	
150-165	2	14	7	16	2	1	4	1	0	0	0	0	0	0	47	0.93	25.02	0.43	
165-180	4	12	12	10	8	2	4	1	0	0	0	0	0	0	53	1.05	28.43	0.49	
180-195	9	16	15	11	11	8	5	0	0	0	0	0	0	0	75	1.49	40.00	0.69	
195-210	5	14	26	18	25	11	17	7	2	0	0	0	0	0	125	2.48	91.04	1.57	
210-225	5	16	29	35	35	39	54	24	26	1	0	0	0	0	264	5.25	256.09	4.41	
225-240	11	17	22	32	37	51	86	83	117	9	0	0	0	0	465	9.24	605.76	10.44	
240-255	7	21	30	37	52	50	107	89	92	10	1	0	0	0	496	9.86	612.67	10.55	
255-270	6	19	37	42	47	32	40	25	6	0	0	0	0	0	254	5.05	210.86	3.63	
270-285	16	20	20	30	25	17	22	2	0	0	0	0	0	0	152	3.02	96.48	1.66	
285-300	5	19	26	18	17	7	6	2	0	0	0	0	0	0	100	1.99	56.87	0.98	
300-315	6	12	23	14	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	63	1.25	29.11	0.50	
315-330	7	15	18	15	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	65	1.29	29.86	0.51	
330-345	8	14	12	13	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	52	1.03	21.70	0.37	
345-360	4	20	18	24	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	75	1.49	36.46	0.63	
SUM (#)	157	392	530	522	529	490	769	595	792	192	50	14	0	0	5032	100	5804.77	100	
SUM (%)	3.12	7.79	10.53	10.37	10.51	9.74	15.28	11.82	15.74	3.82	0.99	0.28	0	0	100				

Tabell C.2: 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°.

Retning	Gjennomsnitt	Maksimal	Snitt 10 år	Maks 10 år	Snitt 50 år	Maks 50 år
nord	0.029	0.093	0.048	0.154	0.054	0.173
nordøst	0.078	0.273	0.129	0.450	0.145	0.504
øst	0.088	0.304	0.144	0.501	0.162	0.562
sørøst	0.031	0.095	0.050	0.157	0.056	0.176
sør	0.033	0.099	0.055	0.163	0.062	0.183
sørvest	0.069	0.207	0.114	0.341	0.128	0.383
vest	0.051	0.192	0.084	0.317	0.094	0.356
nordvest	0.028	0.079	0.046	0.131	0.051	0.147

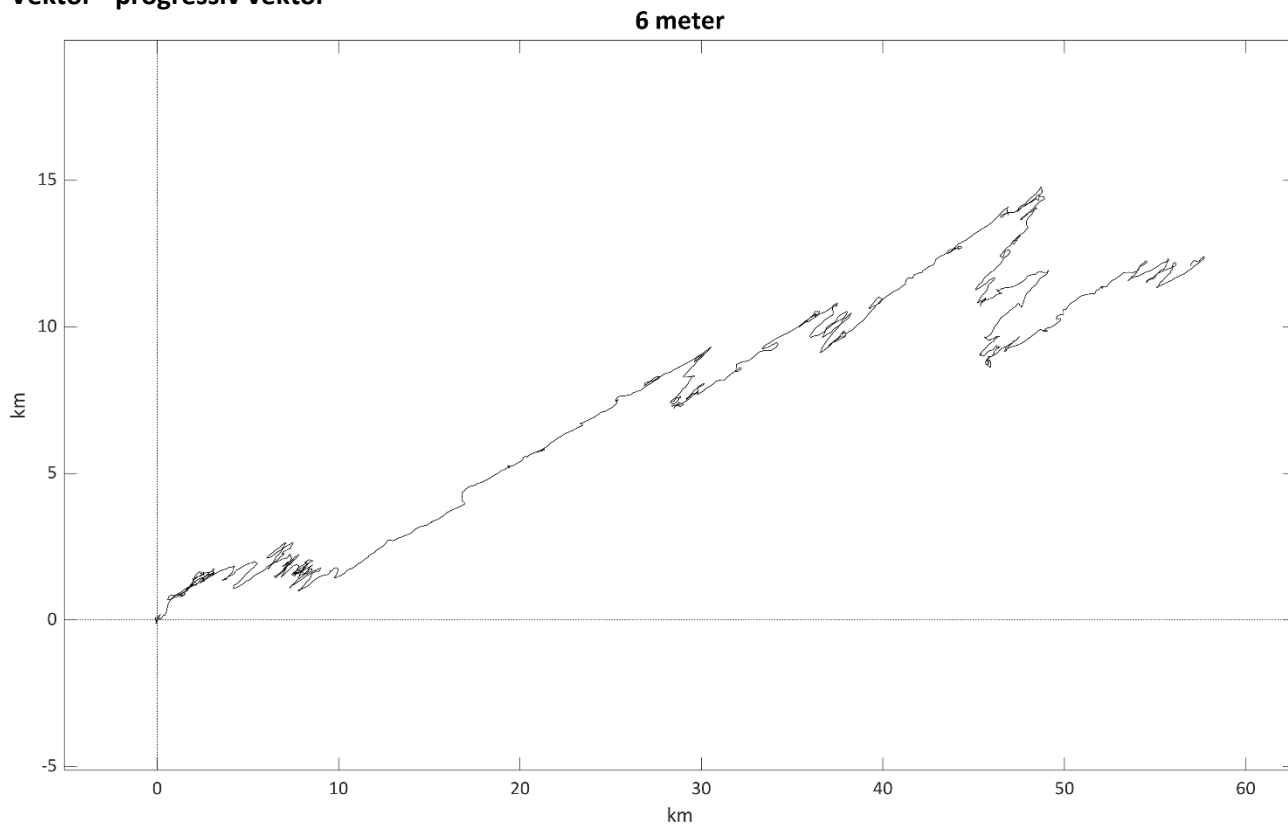
Vedlegg D - Supplerende figurer

Instrumenthelning (tilt) og trykk



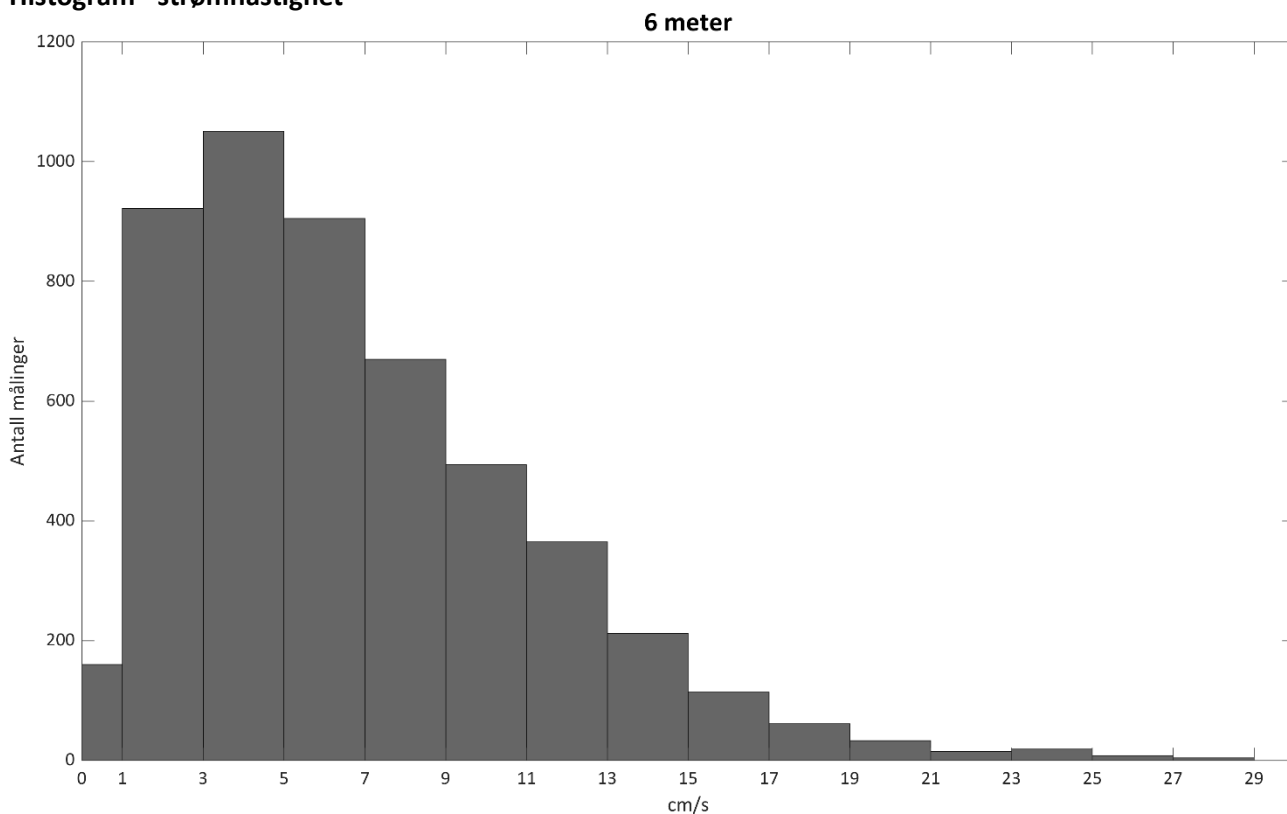
Figur D.1: Instrumentets helning (svart, °) registrert i instrumentdypet ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024 (UTC+0). Den faktiske dybden kan leses fra trykkdata (grå, dBar) i bakgrunnen. Instrumentnummer henviser til **Tabell 1**.

Vektor - progressiv vektor



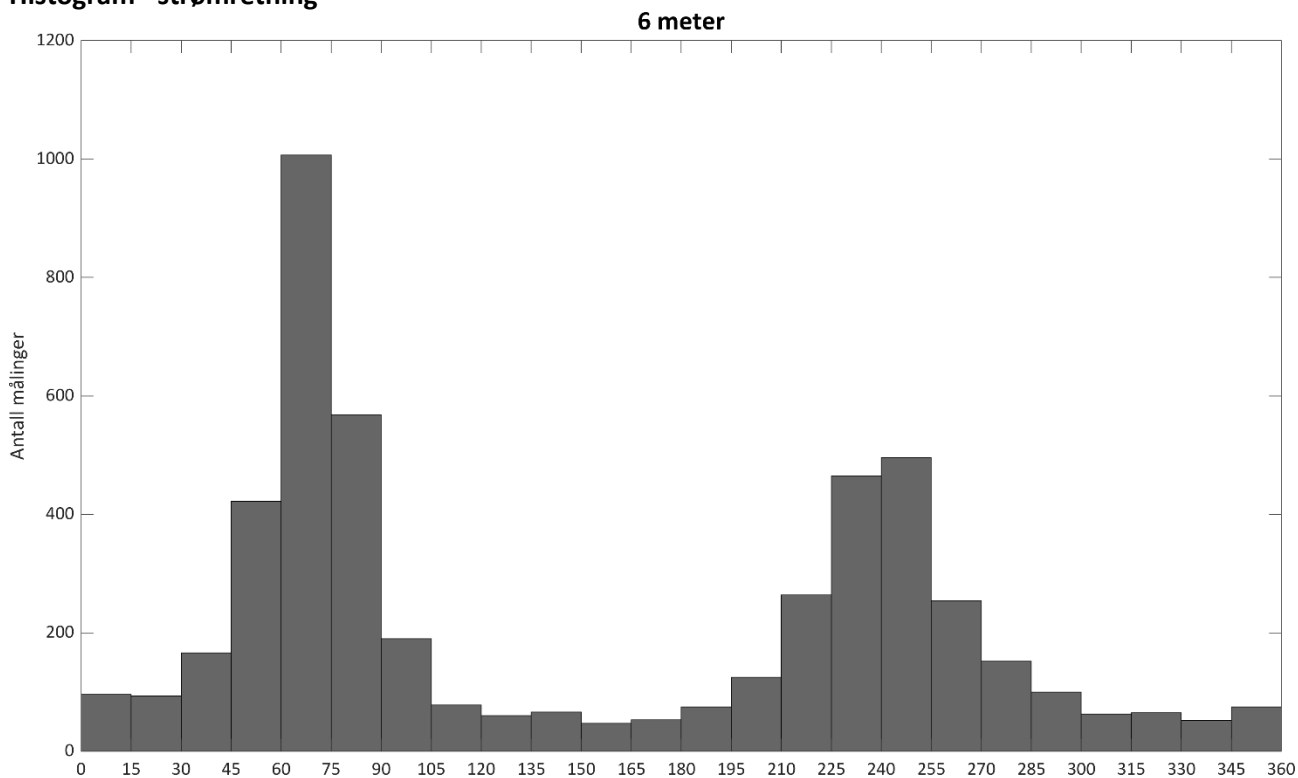
Figur D.2: Progressiv vektor på 6 meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5°.

Histogram - strømshastighet



Figur D.3: Frekvensfordeling av vannstrømshastighet på 6 meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024.

Histogram - strømretning



Figur D.4: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 6 meters dyp ved Saltbutangen i perioden 02.07.–06.08.2024. Det er registrert 3 målinger med hastighet på 0 m/s. Disse målingene har ingen retning og inngår ikke i diagrammet. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 5°.