
RAPPORT

Strømmålinger Tjeldsundet og Mågøysundet

Kystsaksnr: 2021/1787

OPPDRAGSGIVER

Kystverket

EMNE

Hårvik deponi

DATO / REVISJON: 17.11.2021 / 0

DOKUMENTKODE: 10219434-01-RIMT-RAP-004



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Strømmålinger Tjeldsundet og Måggøysundet Kystsaksnummer: 2021/1787	DOKUMENTKODE	10219434-01-RIMT-RAP-004
EMNE	Hårvik deponi	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Kystverket	OPPDRAAGSLEDER	Juni Vaardal-Lunde
KONTAKTPERSON	Bjørn Konopka	UTARBEIDET AV	Jan Potac
KOORDINATER	68°33.53745'N 16°25.47185'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

SAMMENDRAG

Det er utført strømmålinger ved Hårvik, Tjeldsund kommune, i forbindelse med planlagt deponi. Strømmålingene ble utført over en periode på én måned fra 28.09.2021 til 01.11.2021. Det ble målt strøm fra 5 m til 21 m dybde.

Gjennomsnittsstrømmen ved Hårvik avtar fra 17 cm/s ved 5 m dybde til 14 cm/s ved 9 m og 15 m dybde. Maksimalstrømmen er rettet mot sørøst og målt til 76 cm/s ved 15 m dybde. Resultater viser at strømmen er relativ lik, og generelt kraftig, i alle dyp.

Målingene viser at strømmen ved Hårvik varierer mellom øst-sørøst og vest-nordvest. Strømmens hovedretning er mot øst-sørøst ved 5 m, 9 m og 15 m, mens hovedretningen ved 21 m dybde er noe mer mot øst. De kraftigste strømtoppene har en sørøstlig retning.

Strømmen ved Hårvik er dominert av tidevannet. Strømmen skifter retning omtrent midt mellom høyvann og lavvann, og går mot øst-sørøst når det flør og mot vest-nordvest når det fjærer. Strømmen snur omtrent midt mellom høyvann og lavvann.

Vinden kan være med å styre strømmen i perioder, men er ikke den sterkeste drivkraften.



00	17.11.2021	Strømrapport	MA	Jan Potac	JVL	JVL
REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

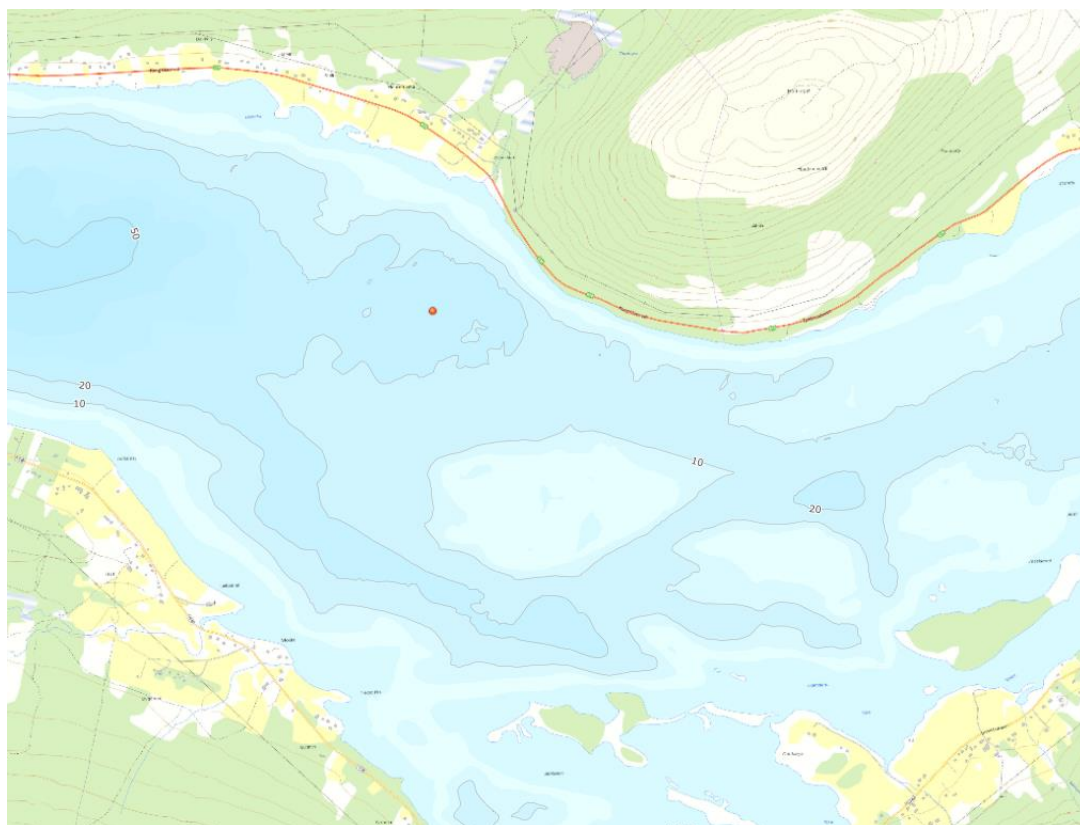
1	Innledning	5
2	Metodebeskrivelse	6
3	Resultater	7
3.1	Strømdata	7
3.2	Vanntransport	10
3.3	Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter	11
3.3.1	Tidevannsanalyse og vannstand	11
3.3.2	Sammenheng mellom vind og strøm	13
3.4	Strøm - Todagersperiode	14
4	Referanser	16
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring	17
Appendiks B	Terminologi	19
Appendiks C	Operasjonell strøm og sektorvis statistikk	20
Appendiks D	Tidsserier og fordelinger	24
Appendiks E	Fjernet data	28
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner	29
Appendiks G	Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 8756	29

1 Innledning

I forbindelse med innsamling av supplerende data for å bedre beslutningslaget i mudre- og dumpesøknaden til Statsforvalter i Troms og Finnmark er det utført strømmålinger i mudrings- og deponiområder ved Mågøya og i Tjeldsundet. Målet med strømmålingene er å få et mer solid grunnlag for å vurdere om det er fare for kritisk transport av finstoff fra planlagte tiltak til sårbare områder i nærheten. I tillegg er informasjon om strømmen viktig i forbindelse med planleggingen av gjennomføring av arbeidet da det er forventet veldig kraftig strøm i enkelt av undersøkelsesområdene.

Det er utført strømundersøkelser ved Mågøysundet (utdypning), sør for Mågøya (deponi), Kobbesteinen (utdypning), Steinstigrunnen (utdypning), Hårvik (deponi) og Steinsvikflua (utdypning).

Denne rapporten tar for seg strømmålinger utført i Hårvik i forbindelse med deponi, se Figur 1.



Figur 1: Oversiktskart over Hårvik deponi. Strømmåleren er vist med rødt punkt.

2 Metodebeskrivelse

Det ble utført strømmålinger ved Hårvik i perioden 28.09.2021 – 01.11.2021.

Tabell 1 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen.

- **Plassering av måler:** Figur 1 viser hvor måleriggen var plassert.
- **Måledybder:** Det ble satt ut en doppler profilmåler ved 24 m dyp. Målet er å kartlegge strømmen i hele vannsøylen ved deponiet. Alle dybder er referert til gjennomsnittlig vannstand gjennom måleperioden.
- **Målingsutstyr:** Måleren ble forankret fra bunn og opp. Beskrivelse av riggen og instrumentet er gitt i Appendiks A.
- **Kvalitetsvurdering av målte data:** Datasettet ble kvalitetssikret i henhold til anbefalingene fra instrumentenes produsent. En nærmere beskrivelse av denne prosessen finnes i Appendiks A.
- **Målingens varighet:** Det ble målt i 33 dager.

Tabell 1: Generell informasjon om strømmålingen utført ved Hårvik.

Posisjon	68°33.53745 N 16°25.47185 Ø
Ca. dybde på målestedet	24 m
Måleperiode	28-Sep-2021 10:09:00 til 01-Nov-2021 09:09:00 (UTC)
Varighet	33 dager
Antall målinger	4891
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigert for misvisning)
Målertype - 24 m dybde	Doppler profilmåler (Nortek Aquadopp profiler, Serienummer 8756), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 5 til 21 m dybde, cellestørrelse 2 m
Type måling - 24 m dybde	Burst (måling i 180 sekunder)
Frekvens	Hvert 10. minutt

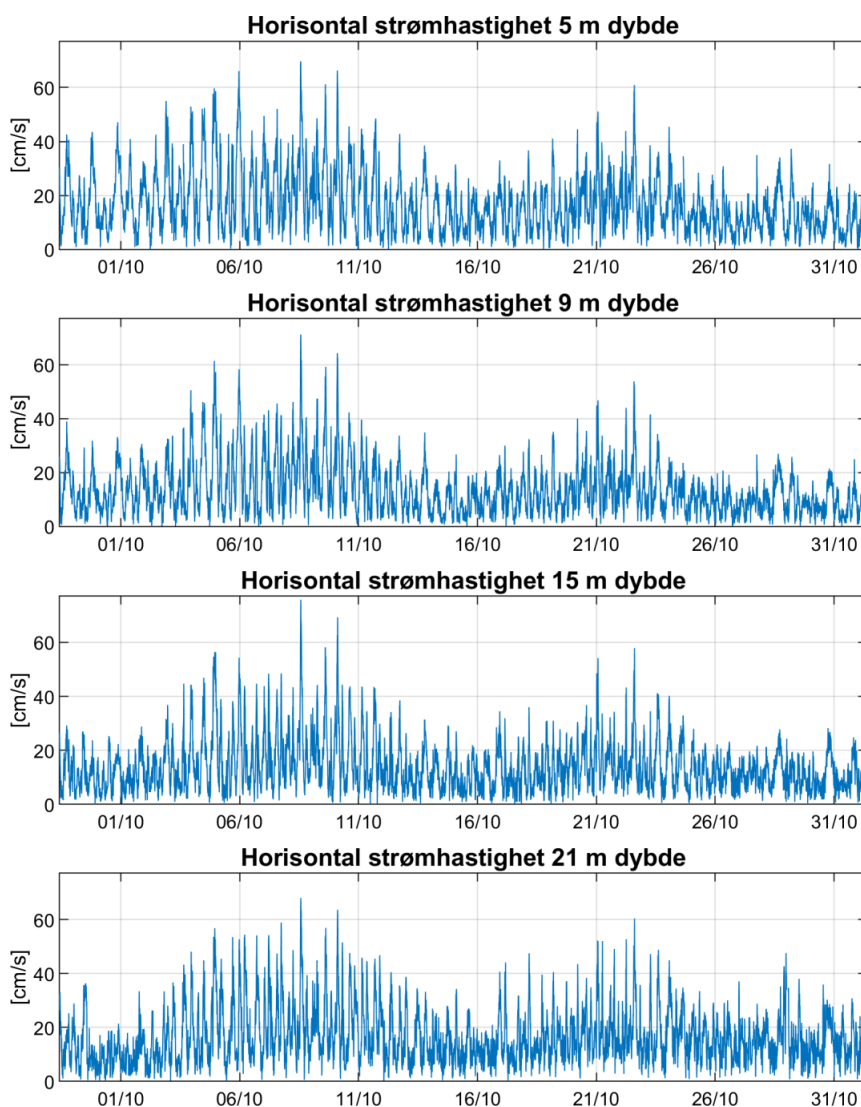
3 Resultater

3.1 Strømdata

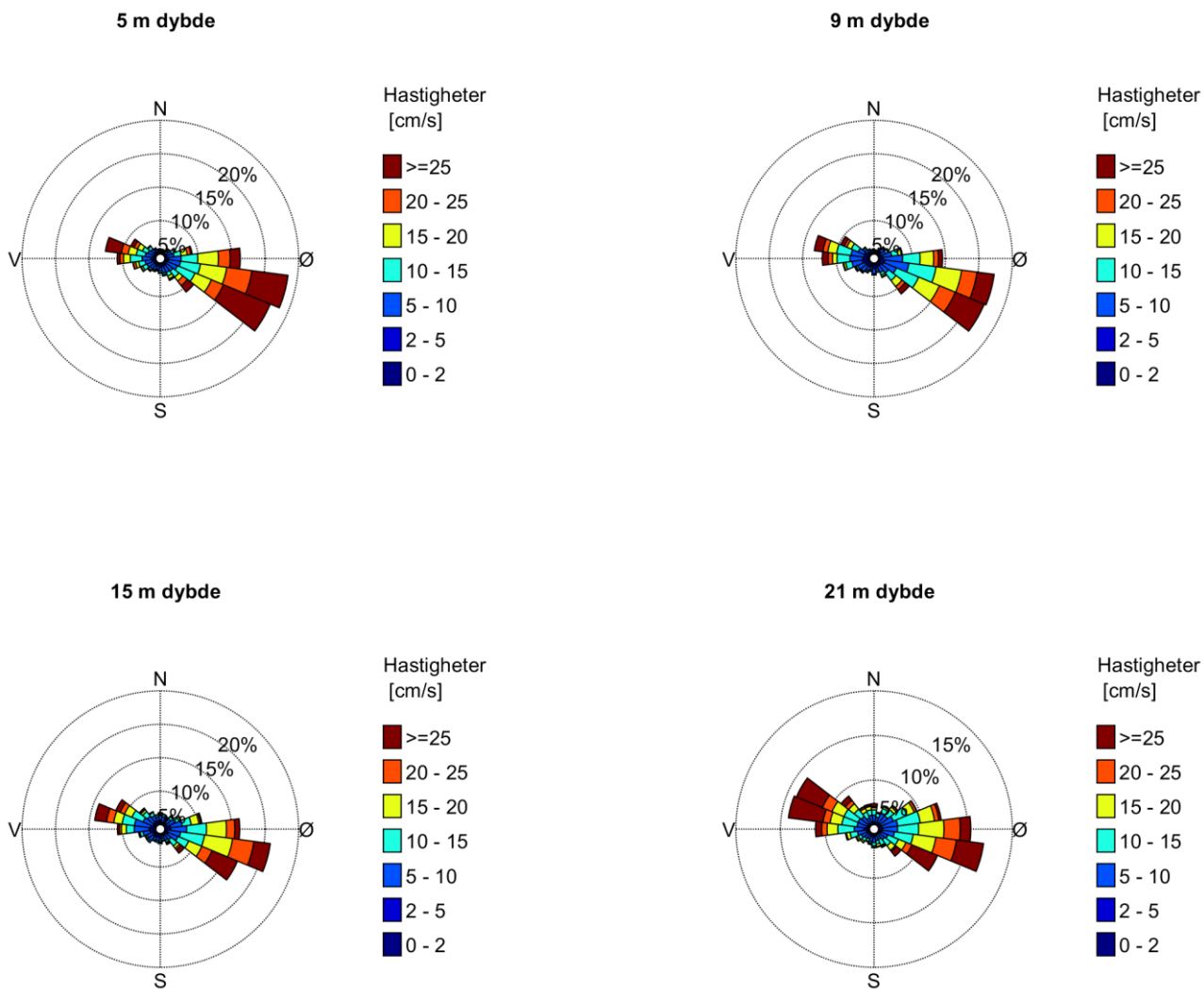
Tidsserien av målt strøm, samt strømrosen for valgte dybder er gitt i Figur 2 og Figur 3. Figur 4 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Figur 5 viser minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 2. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighet-retnings matrise og fordelinger er gitt i Appendiks C og Appendiks D.

Det ble målt strøm fra 5 m til 21 m dybde. Gjennomsnittsstrømmen ved Hårvik avtar fra 17 cm/s ved 5 m dybde til 14 cm/s ved 9 m og 15 m dybde. Maksimalstrømmen er rettet mot sørøst og målt til 76 cm/s ved 15 m dybde. Resultatene viser at strømmen er relativt lik, og generelt kraftig, i alle dyp (Figur 5).

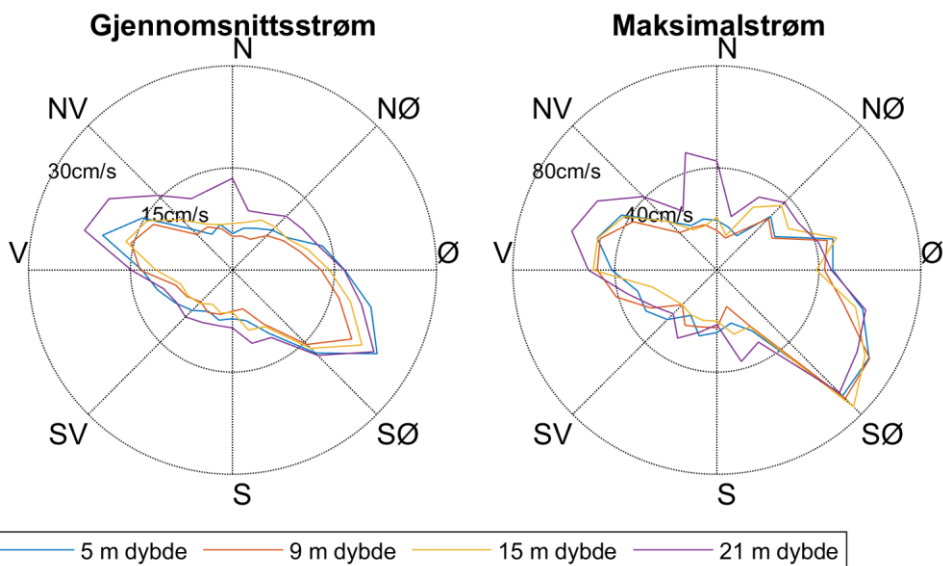
Målingene viser at strømretningen ved Hårvik varierer mellom øst-sørøst og vest-nordvest. Strømmens hovedretning er mot øst-sørøst ved 5 m, 9 m og 15 m, mens hovedretningen ved 21 m dybde er noe mer mot øst. Den største andelen med strøm over 25 cm/s er mot sørøstlig retning for 5 m, 9 m og 15 m dybde. Ved bunnen, 21 m dybde, er en stor andel av strømmen over 25 cm/s også rettet mot vest-nordvest.



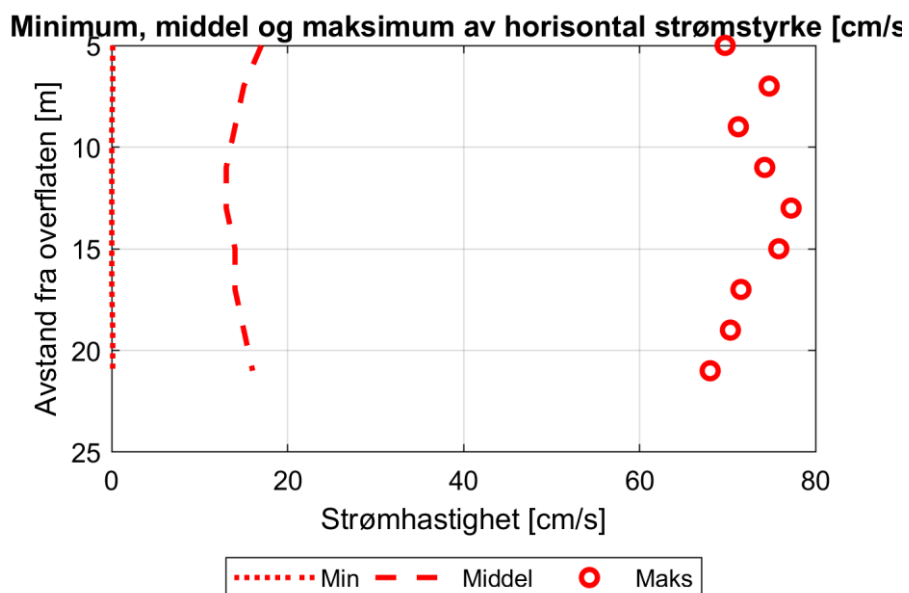
Figur 2: Tidsserier av horisontal strømhastighet.



Figur 3: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge.



Figur 4: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder.



Figur 5: Minimal, middel og maksimal horisontal strøm ved alle målte dybder.

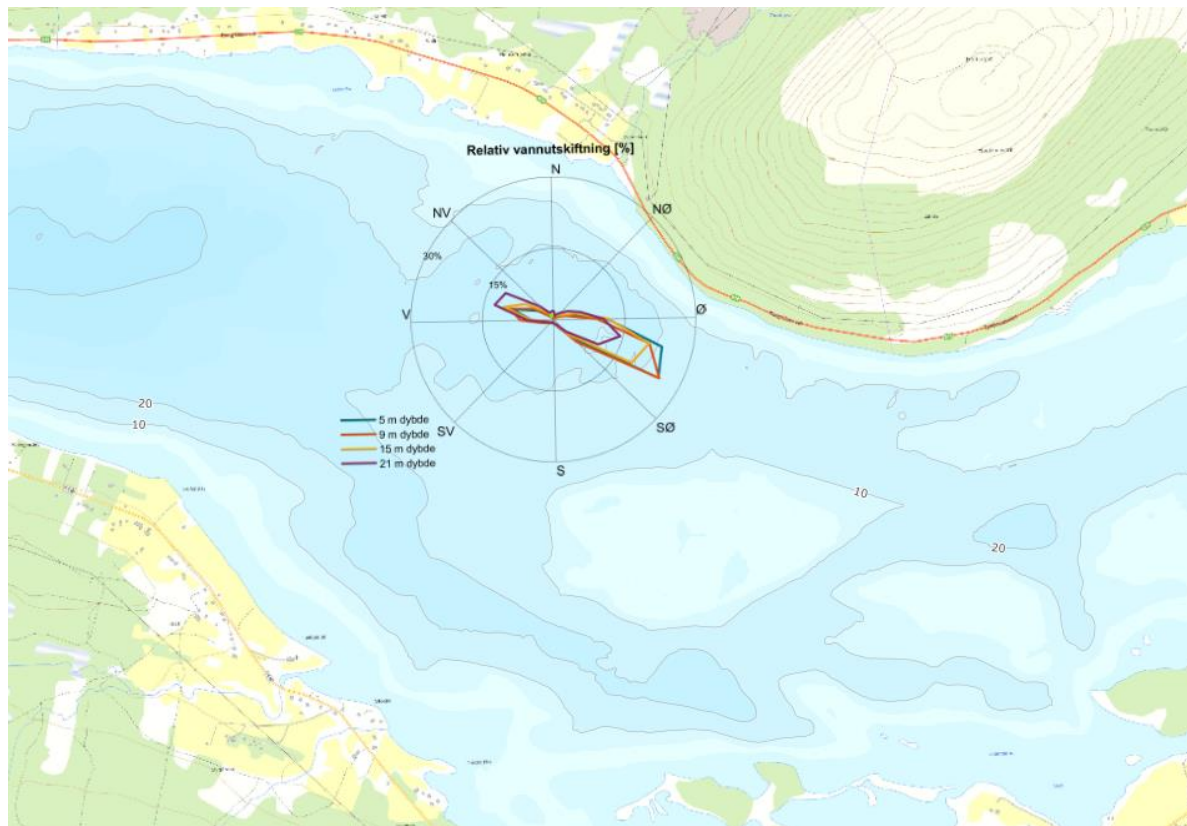
Tabell 2: Statistikk fra strømmålingene ved Hårvik.

Dybde	5 m dybde	9 m dybde	15 m dybde	21 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	17	14	14	16
Median [cm/s]	14	12	12	14
Standardavvik [cm/s]	11	10	10	10
Maksimumstrøm [cm/s]	70	71	76	68
Retning maksimumstrøm [°]	129	141	141	137
95 prosentil [cm/s]	38	33	33	37
Andel målinger >30 cm/s [%]	12.3	6.8	6.4	10.8
Vannutskifting/Vanntransport				
Neumanns parameter	0.49	0.41	0.33	0.14
Vektormidlet strøm [cm/s]	8	6	5	2
Vektormidlet strømretning [°]	116	120	104	63
Nullmålinger				
Andel målinger < 1cm/s [%]	0.6	0.9	0.8	0.4
Lengste periode < 1cm/s [min]	20	20	20	10

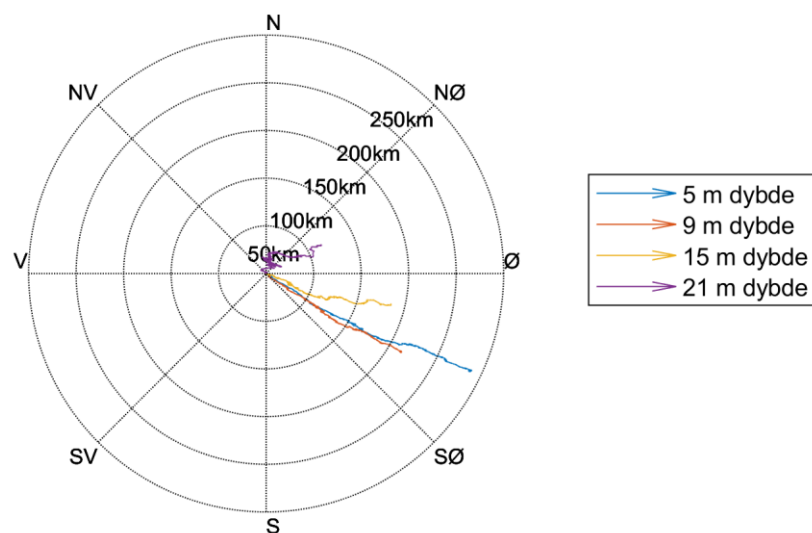
3.2 Vanntransport

Relativ vannutskiftning per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 6 og viser en hovedtransport mellom øst og sørøst. Et progressivt vektor-diagram er vist i Figur 7. For forklaring av vannutskiftning og progressivt vektor-diagram se Appendiks B.

Vannutskiftning og antall målinger per sektor er gitt i Appendiks C.



Figur 6: Relativ vannutskiftning per 15 graders sektor.



Figur 7: Progressiv vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden.

3.3 Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter

3.3.1 Tidevannsanalyse og vannstand

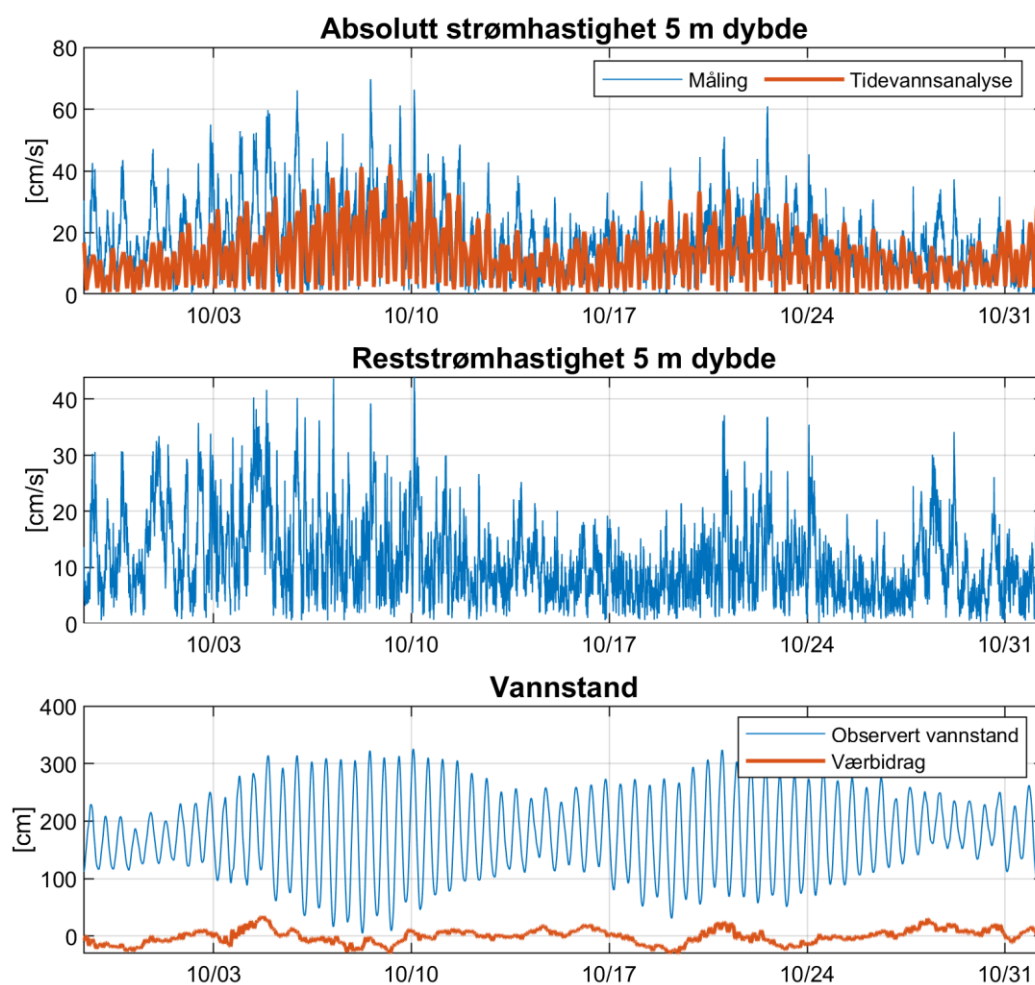
Det ble foretatt en tidevannsanalyse av den målte strømmen ved forskjellige dyp, som gir informasjon om tidevannets bidrag til strømbildet (Codiga, 2011). Tidevannet er en følge av tiltrekningskreftene mellom jord, måne og sol og de relative bevegelsene i jord-måne-solsystemet (Kartverket, 2014), se Appendiks B for mer informasjon om tidevann.

Resultatene fra tidevannsanalysen er gitt i Figur 8 og Figur 9.

Figur 8 viser tidsserien av strømmen ved 5 m dybde med beregnet tidevann fra tidevannsanalysen, reststrøm og vannstand fra sehavniva.no.

Tidevannsanalysen av strømmålingene viser at tidevannet forklarer 67 % av variansen i datasettet ved 5 m dybde. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 5 m dybde er 42 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 20 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 44 cm/s.

Strømmen skifter retning omtrent midt mellom høyvann og lavvann, og går mot øst-sørøst når det flør og mot vest-nordvest når det fjærer.

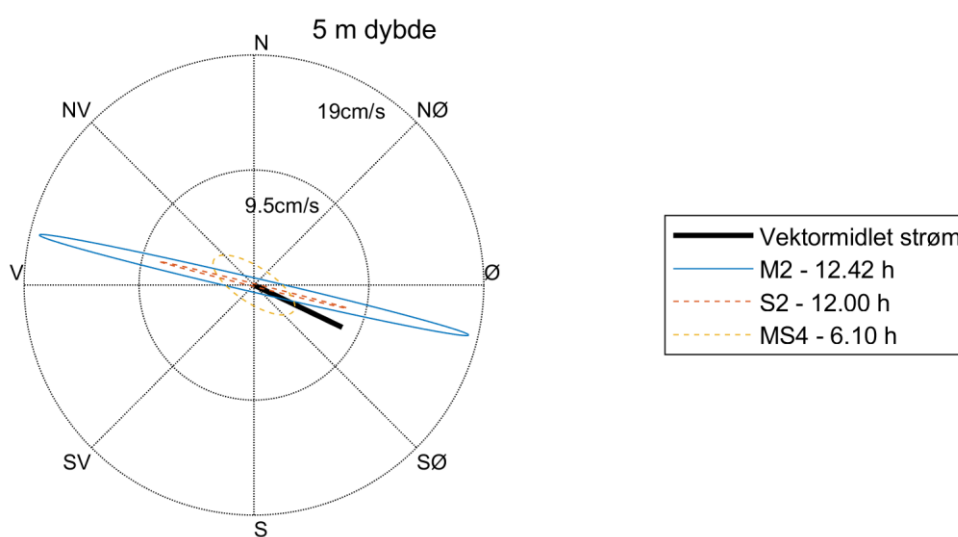


Figur 8: Horisontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Narvik, tidsforskjell: 5, høydekorreksjonsfaktor: 0.90 (sehavnivå.no)).

Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømretningen roterer og strømhastigheten når maksimumsverdien og minimumsverdien to ganger i løpet av tidevannsperioden. Figur 9 viser tidevanssellipsene for de sterkeste tidevannskomponentene til strømmen ved 5 m dybde. Hovedperiodene i tidevannssignalet ved 5 m dybde er 12.42 timer, 12.00 timer og 6.10 timer. Det er tidevannet fra månen M2 (to perioder per døgn) som er mest framtreddende, og figuren viser at tidevannsstrømmen oscillerer mellom vest-nordvestlig og øst-sørøstlig retning.

Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 9. Den vektormidlete strømmen viser at vanntransporten er mot sørøst ved Hårvik.

Resultatene viser at strømmen ved Hårvik er dominert av tidevannet.



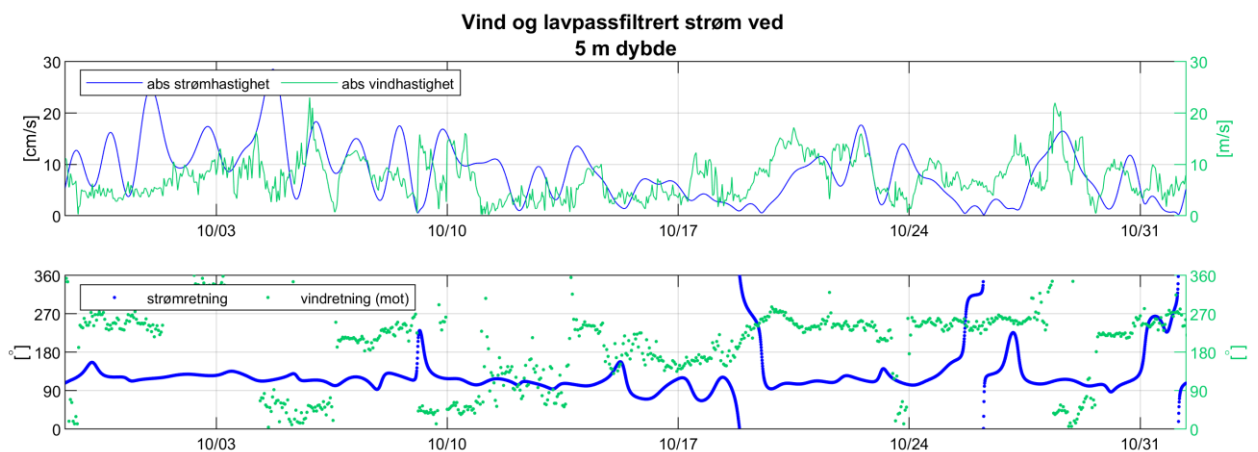
Figur 9: Tidevanssellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, S2 og MS4 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert.

3.3.2 Sammenheng mellom vind og strøm

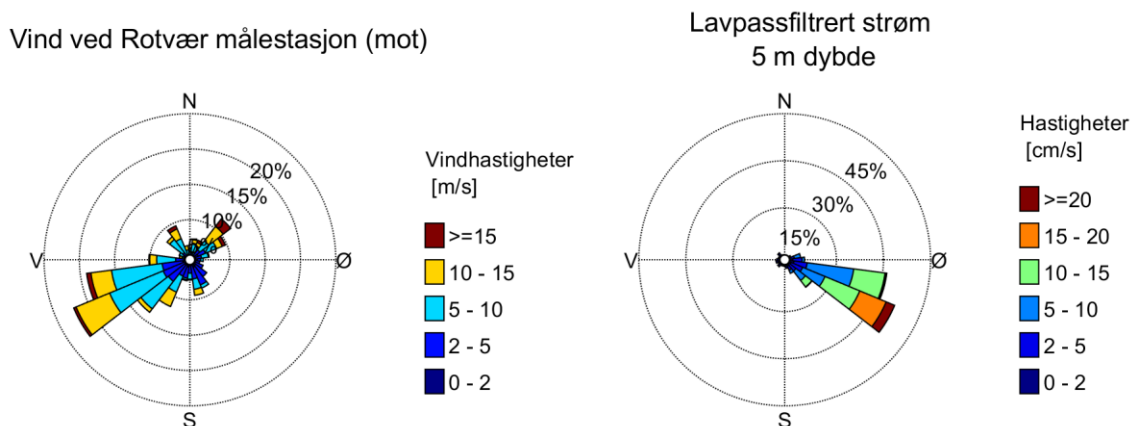
Sammenhengen mellom vind og strøm er også undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Rotvær målestasjon (Frost) som ligger 30 km sørvest for Hårvik og anses som mest representativ for lokaliteten. Verdiene er 10 minutters middelværdier 10 meter over bakken. For å lettere kunne sammenligne strøm med vind, er strømmen lavpassfiltrert (se forklaring i Appendiks B).

Figur 10 viser vindhastighet og vindretning, samt hastighet og retning på lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde. Figur 11 viser fordeling av retninger og styrke av både vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Resultatene viser at strømmen til tider kan påvirke strømbildet, men at strømmen ikke er den sterkeste drivkraften. Hendelser med vind fra sør-sørvestlig retning ved Rotvær ser ut til å kunne bidra til en økning i strømhastighet ved Hårvik.



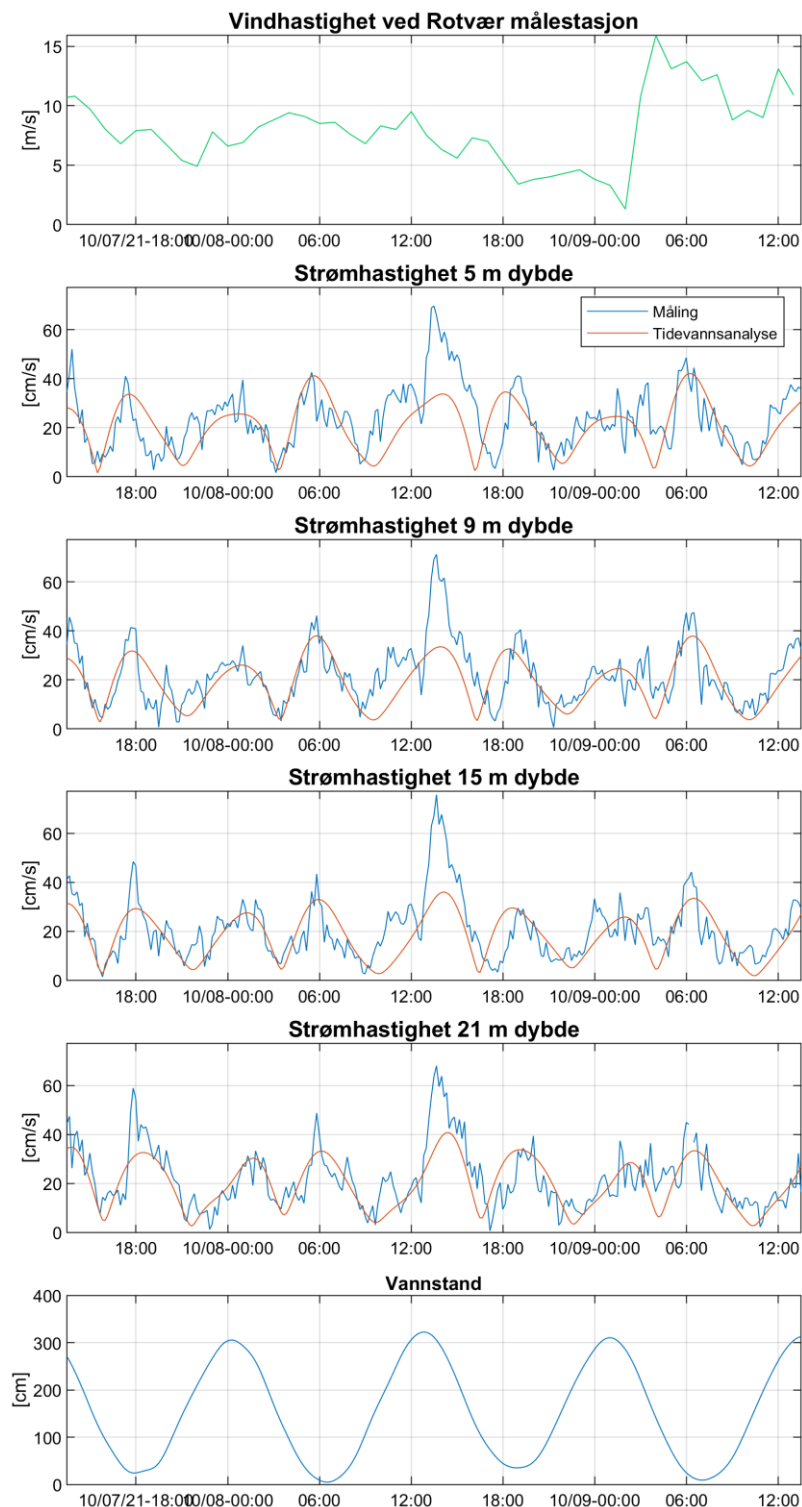
Figur 10: De to øverste paneler viser vindretning og vindhastighet (grønn) samt retning og hastighet på lavpassfiltrert strøm (blå).



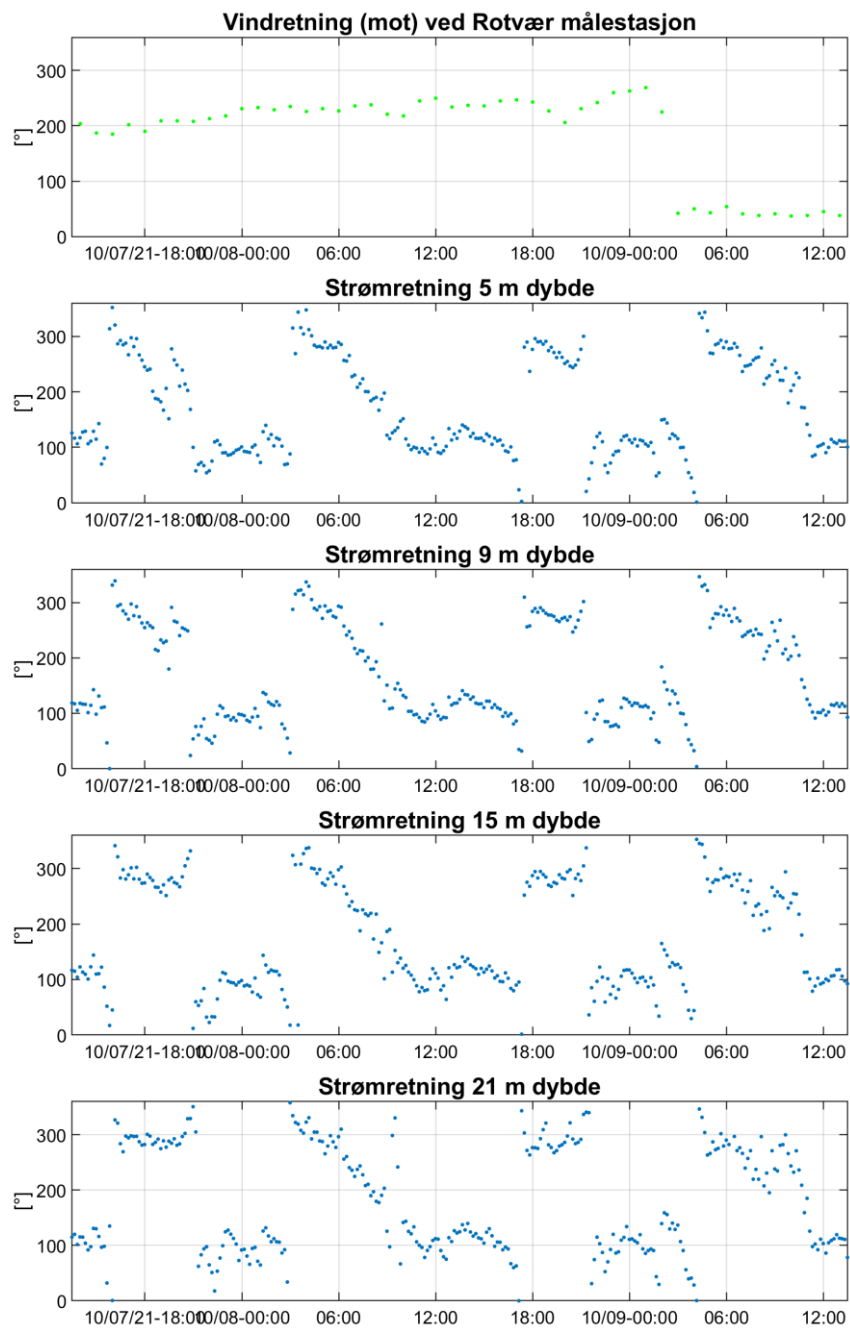
Figur 11: Vind og reststrøm ved 5 m dybde (retninger mot).

3.4 Strøm – Todagersperiode

Figur 12 og Figur 13 viser vind, strøm og vannstand i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 5 m dyp, 07.10.2021 – 09.10.2021. Den kraftigste strømtoppen fant sted når tidevannet gikk fra høyvann til lavvann. Det generelle bilde viser ellers at de høyeste strømtoppene i den øvre delen av vannsøylen oppstår like før høyvann og lavvann. Lenger ned i vannsøylen oppstår strømtoppene like etter høyvann og lavvann. Strømmen setter mot øst-sørøst når det flør og mot vest-nordvest når det fjærer, og snur omtrent midt mellom høyvann og lavvann.



Figur 12: Vind og strøm og vannstand i todagersperioden 07.10.2021 – 09.10.2021 (UTC).



Figur 13: Vindretning og strømretning i todagersperioden 07.10.2021 – 09.10.2021 (UTC).

4 Referanser

Nortek, 20015: "Aquadopp Current Profiler, User Guide".

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.

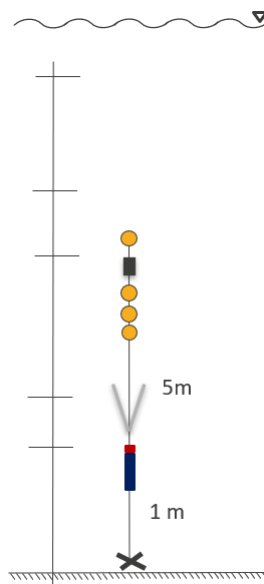
Frost (<https://frost.met.no>): Meteorologisk data fra Meteorologisk Institutt.

Kartverket, 2014 (sehavniva.no): Kartverkets ressursnettsted om havnivå og vannstand.

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med en akustisk doppler profilmåler Aquadopp Profiler (Nortek, 2015).

Målingene er basert på dopplereffekten. Instrumentet sender ut en akustisk puls (et kort lydsignal) med en bestemt frekvens og måler frekvensen av innkommende refleksjoner. Refleksjonen er forårsaket av små partikler eller bobler i vannet. Ut fra frekvensskiftet kan man beregne hastigheten av partiklene i vannet, som er antatt å være lik strømhastigheten. Aquadopp Profiler sender ut pulser i tre stråler i forskjellige retninger for å kunne rekonstruere den horisontale og vertikale strømhastigheten i mange dyp. Målerne ble forankret som vist i Figur 14.

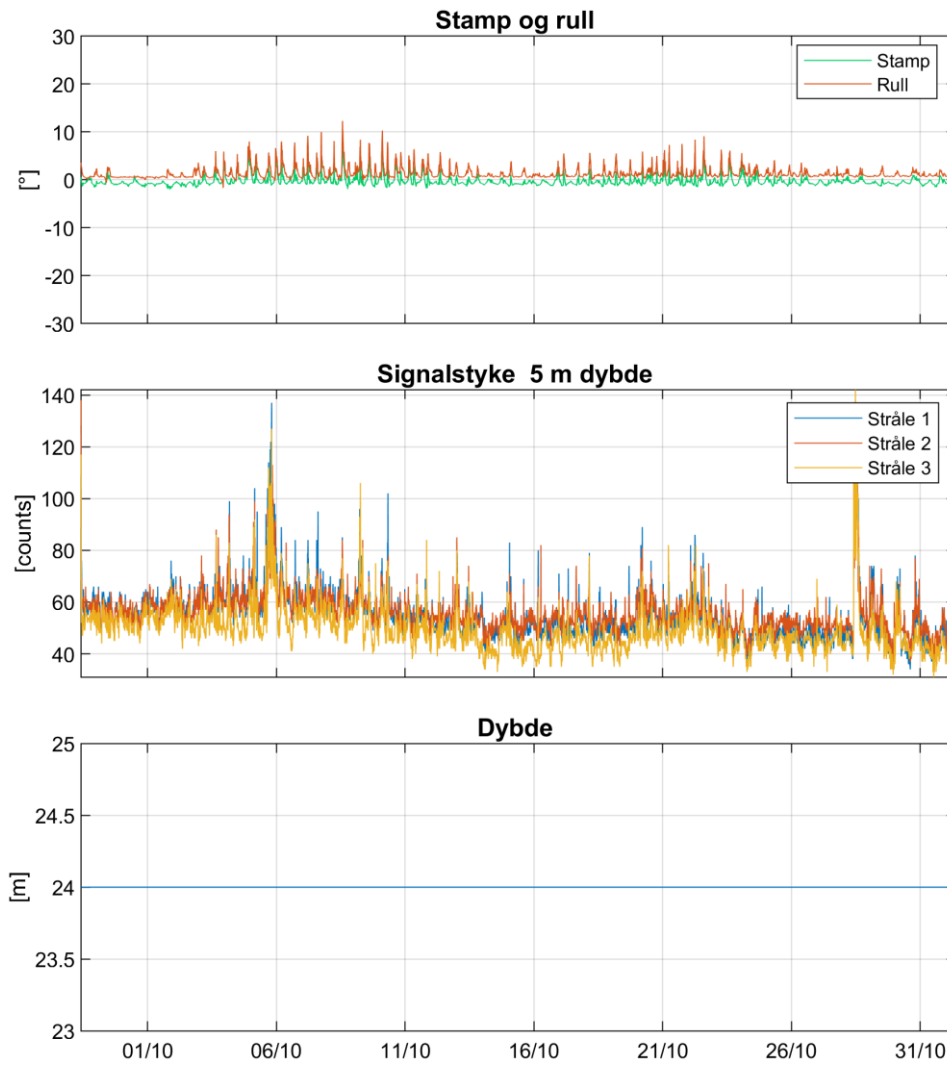


Figur 14: Skisse av riggen ved Hårvik.

Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Generelt er anbefalingene som følger:

- Aquadopp Profiler:
 - Stamp og rull mindre enn 30°.
 - Signalstyrke mer enn 7 counts over støygulvet.

Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, må vurderes nøye. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i Appendiks E. Strømretningen er ikke korrigert for misvisning og alle retninger er referert mot magnetisk nord. Der instrumentprodusenten anbefaler det, er deviasjon tatt hensyn til gjennom kalibrering av kompasset før utsett. Figur 15 viser noen av parameterne etter datarensing.



Figur 15: Kvalitetssikring Aquadopp Profiler ved 24 m etter datarensing.

Appendiks B Terminologi

Tabell 3: Begrepsbeskrivelse.

Lavpassfiltrert	Et Gauss lavpassfilter med cut-off frekvens på 1/33 time har blitt benyttet for å fjerne svingningene skapt av tidevannet. Lavpassfilter er benyttet til fordel for bruk av reststrømmen som ble beregnet i Kapittel kap4. Dette er fordi reststrømproduktet fra tidevannsanalysen ikke alltid er fri for energi fra tidevannet.
Korrelasjonskoeffisient	Korrelasjonskoeffisienten ligger alltid mellom -1 og 1, der 0 betyr at det ikke er en sammenheng mellom de undersøkte tidsseriene. Korrelasjonskoeffisient på 1 betyr at det er en perfekt lineær sammenheng der begge variablene går opp og ned samtidig og -1 betyr at det er en perfekt lineær sammenheng der en variabel går opp når den andre går ned. Sterk korrelasjon (nært 1) betyr ikke at strømmen nødvendigvis skyldes vinden, men indikerer en mulig sammenheng.
Median	Median er den midterste målingen av måledata sortert etter størrelse. Median er mindre påvirket av enkelte ekstremverdier.
Middelverdi	Middelverdien er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger.
Neumanns parameter	Neumanns parameter er et mål for hvor stabil strømmretningen har vært. Den beregnes ut ifra for eksempel et progressivt vektor-diagram og er definert som forholdet mellom lengden av den rette linjen mellom start- og slutt punkt og lengden av den totale banen. For Neumanns parameter under 0.7 er reststrømmen ikke representativ for store deler av strømmålingen i perioden. Neumanns parameter bør ses i sammenheng med vektormidlet strøm og gjennomsnittsstrømmen. Å bruke kun Neumanns parameter til å beskrive vannutskiftningen blir utilstrekkelig. Den har flere begrensninger. For eksempel blir den påvirket variasjoner i strømhastigheten og er avhengig av midlingstiden. På steder med sterk tidevannsstrøm kan Neumanns parameter være nært null uten at vannutskiftningen er redusert.
Progressiv vektordiagram	Et progressiv vektordiagram viser hvordan en tenkt vannpartikkel på en gitt dybde ville forflytte seg i måleperioden der startpunktet er i midten av diagrammet. Dette er kun en visualisering. I virkeligheten forlater vannpartikkelen målestedet og instrumentet måler forskjellige vannpartikler over hele perioden. Diagrammet gir imidlertid et inntrykk av hvor effektiv vannutskiftningen er. Dersom vannet hele tiden føres bort fra startstedet tyder det på at vannutskiftningen er bra. Dersom vannmassene driver fram og tilbake, kan utskiftningen være redusert.
Reststrøm	Reststrømmen er den vektorielle differansen mellom den målte strømmen og tidevannsanalysen. Vektoriell i denne sammenheng betyr at hvis det er målt 10 cm/s strøm mot nord og tidevannet på samme tid ville gitt en 5 cm/s strøm mot sør, så vil reststrømmen være 15 cm/s mot nord.
Tidevann	Tidevannet er en følge av tiltrekningskreftene mellom jord, måne og sol og de relative bevegelsene i jord-måne-solsystemet (Kartverket, 2014). Det finnes tidevannskomponenter med forskjellige perioder, som f.eks. halvdaglige (fra månen (M2) 12.42 timer og fra solen (S2) 12 timer), daglige (prinsipiell daglig månekomponent (O1) 25.82 timer) og komponenter med lengre perioder (spring -nippsyklus (MSF) 14.77 dager). Det er lokale forhold som avgjør hvilke komponenter som dominerer. Tidevannsanalysen forutsetter stasjonære forhold og uavhengige komponenter og har naturlige begrensninger på grunn av andre faktorer som påvirker strømmen og kan føre til ikke-stasjonære forhold (f.eks. vind, lufttrykk, elveavrenning). Tidevannsstrømmen som oscillerer fram og tilbake vil alltid ha 0 cm/s som vektormiddel.
Vannstand	Høyden av vannflaten på et bestemt sted på et gitt tidspunkt. For havet påvirkes vannstanden av tidevann og værrets virkning (vind, lufttrykk, med mer).
Vannutskiftning	Vannutskiftningen er definert som vannfluksen, som er mengden av vann som transporteres gjennom en kvadratmeters flate i løpet av måleperioden. Dette beregnes som strømhastighet ganger tiden den varer og oppgis i m ³ /m ² .
Vektormidlet strøm	Vektormidlet strøm er den vektormidlete strømmen over hele perioden. Den er i praksis alltid lavere enn gjennomsnittsstrømmen. Hvis strømmen har vært 10 cm/s mot nord i en periode, og så 10 cm/s mot sør i like lang periode, så vil den vektormidlete strømmen være 0 cm/s, mens gjennomsnittsstrømmen ville være 10 cm/s.

Appendiks C Operasjonell strøm og sektorvis statistikk

Tabell 4: Sektorvis strømstatistikk.

	Retning (mot)								Alle retninger
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Dybde	Gjennomsnitt horisontal strøm [cm/s]								
5	6	9	19	21	7	9	16	12	17
9	5	7	15	18	6	7	13	11	14
15	7	9	16	19	7	7	13	12	14
21	12	11	17	21	9	9	18	18	16
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
5	14	20	37	48	17	18	35	28	38
9	11	16	30	42	15	18	33	27	33
15	14	18	30	45	16	16	33	27	33
21	32	21	33	47	19	19	40	38	37
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
5	21	30	59	70	27	32	49	43	70
9	18	29	51	71	23	30	47	38	71
15	21	36	56	76	26	21	49	42	76
21	48	37	60	68	37	31	59	54	68
Dybde	Relativ vannutskiftning [%]								
5	1	2	38	33	2	3	16	5	100
9	1	2	33	34	2	3	19	6	100
15	2	4	37	25	2	3	17	11	100
21	5	7	31	16	3	3	20	17	100
Dybde	Antall målinger [%]								
5	2	4	34	26	5	6	17	7	100
9	2	4	31	26	5	6	19	7	100
15	5	6	33	18	4	5	18	12	100
21	6	10	29	12	4	4	18	15	100

Tabell 5: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 5 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.6
1-5 cm/s	1.0	0.9	1.4	1.4	1.5	1.2	1.5	1.3	10.2
5-10 cm/s	0.8	1.5	4.8	4.0	2.1	2.7	3.7	1.9	21.4
10-20 cm/s	0.4	1.0	14.6	8.4	1.0	1.5	6.8	2.5	36.1
20-30 cm/s	0.0	0.2	9.1	5.7	0.2	0.2	3.1	0.9	19.4
30-40 cm/s			3.1	3.5		0.0	1.5	0.3	8.3
40-50 cm/s			0.8	1.7			0.3	0.0	2.8
50-60 cm/s			0.2	0.8					1.0
60-70 cm/s				0.2					0.2
Sum	2.2	3.6	34.0	25.6	4.8	5.7	16.9	7.0	100.0

Tabell 6: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 5 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.4	1.2	27.8	20.2	1.1	1.8	11.6	3.6	67.8
>20 cm/s	0.0	0.2	13.3	11.8	0.2	0.2	4.8	1.2	31.7
>30 cm/s			4.1	6.1		0.0	1.8	0.3	12.3
>40 cm/s			1.0	2.6			0.3	0.0	3.9
>50 cm/s			0.2	1.0					1.2
>60 cm/s				0.2					0.2

Tabell 7: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 9 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8
1-5 cm/s	0.9	1.5	2.2	1.9	2.1	2.1	2.8	1.7	15.4
5-10 cm/s	0.8	1.8	7.9	4.6	1.6	2.9	5.5	1.9	26.9
10-20 cm/s	0.2	0.9	14.0	10.2	0.7	1.0	7.4	2.5	36.8
20-30 cm/s		0.1	4.9	5.1	0.1	0.2	2.3	0.7	13.3
30-40 cm/s			1.2	2.1			1.0	0.3	4.6
40-50 cm/s			0.2	1.0			0.4		1.6
50-60 cm/s			0.1	0.4					0.5
60-70 cm/s				0.2					0.2
70-80 cm/s				0.0					0.0
Sum	2.0	4.4	30.6	25.6	4.6	6.3	19.4	7.2	100.0

Tabell 8: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 9 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.2	0.9	20.4	18.9	0.7	1.2	11.0	3.5	57.0
>20 cm/s		0.1	6.4	8.8	0.1	0.2	3.7	1.0	20.1
>30 cm/s			1.5	3.7			1.4	0.3	6.8
>40 cm/s			0.3	1.6			0.4		2.2
>50 cm/s			0.1	0.6					0.7
>60 cm/s				0.2					0.2
>70 cm/s				0.0					0.0

Tabell 9: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 15 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7
1-5 cm/s	1.5	1.1	2.0	1.3	1.5	1.8	2.5	1.6	13.4
5-10 cm/s	2.1	3.0	6.1	3.4	1.5	2.4	5.7	3.7	27.9
10-20 cm/s	1.1	1.8	16.3	5.9	0.9	0.8	5.6	4.9	37.3
20-30 cm/s	0.0	0.1	6.6	3.7	0.1	0.0	2.4	1.3	14.2
30-40 cm/s		0.0	1.1	1.5			0.8	0.4	3.9
40-50 cm/s			0.3	1.2			0.4	0.0	1.9
50-60 cm/s			0.1	0.3					0.4
60-70 cm/s				0.1					0.1
70-80 cm/s				0.0					0.0
Sum	4.9	6.1	32.7	17.5	4.1	5.1	17.6	12.0	100.0

Tabell 10: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 15 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	1.1	2.0	24.4	12.8	1.0	0.8	9.2	6.6	58.0
>20 cm/s	0.0	0.2	8.1	6.9	0.1	0.0	3.6	1.7	20.7
>30 cm/s		0.0	1.5	3.2			1.2	0.4	6.4
>40 cm/s			0.4	1.7			0.4	0.0	2.5
>50 cm/s			0.1	0.5					0.6
>60 cm/s				0.2					0.2
>70 cm/s				0.0					0.0

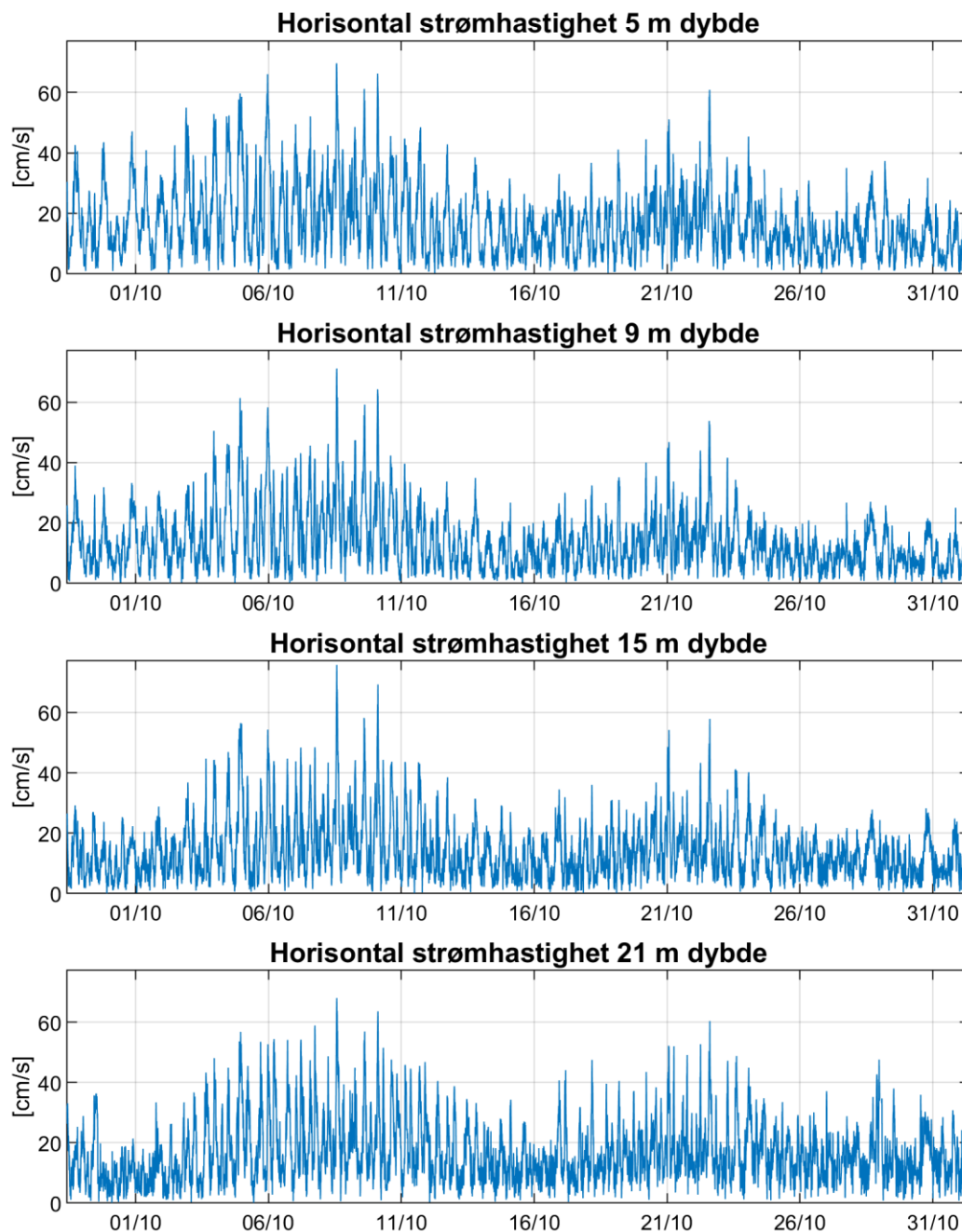
Tabell 11: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 21 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4
1-5 cm/s	0.8	1.0	1.3	0.6	1.0	0.8	1.3	0.8	7.5
5-10 cm/s	2.2	3.6	4.8	2.4	1.7	1.8	3.2	2.8	22.4
10-20 cm/s	2.4	4.6	14.1	4.6	1.5	1.6	7.4	6.1	42.2
20-30 cm/s	0.4	0.6	7.2	1.8	0.1	0.1	3.1	3.3	16.7
30-40 cm/s	0.2	0.1	1.4	1.6	0.0	0.0	2.2	1.8	7.3
40-50 cm/s	0.1		0.5	1.0			0.7	0.5	2.8
50-60 cm/s			0.0	0.3			0.2	0.1	0.7
60-70 cm/s			0.0	0.1					0.1
Sum	6.1	9.9	29.4	12.3	4.4	4.3	18.0	15.4	100.0

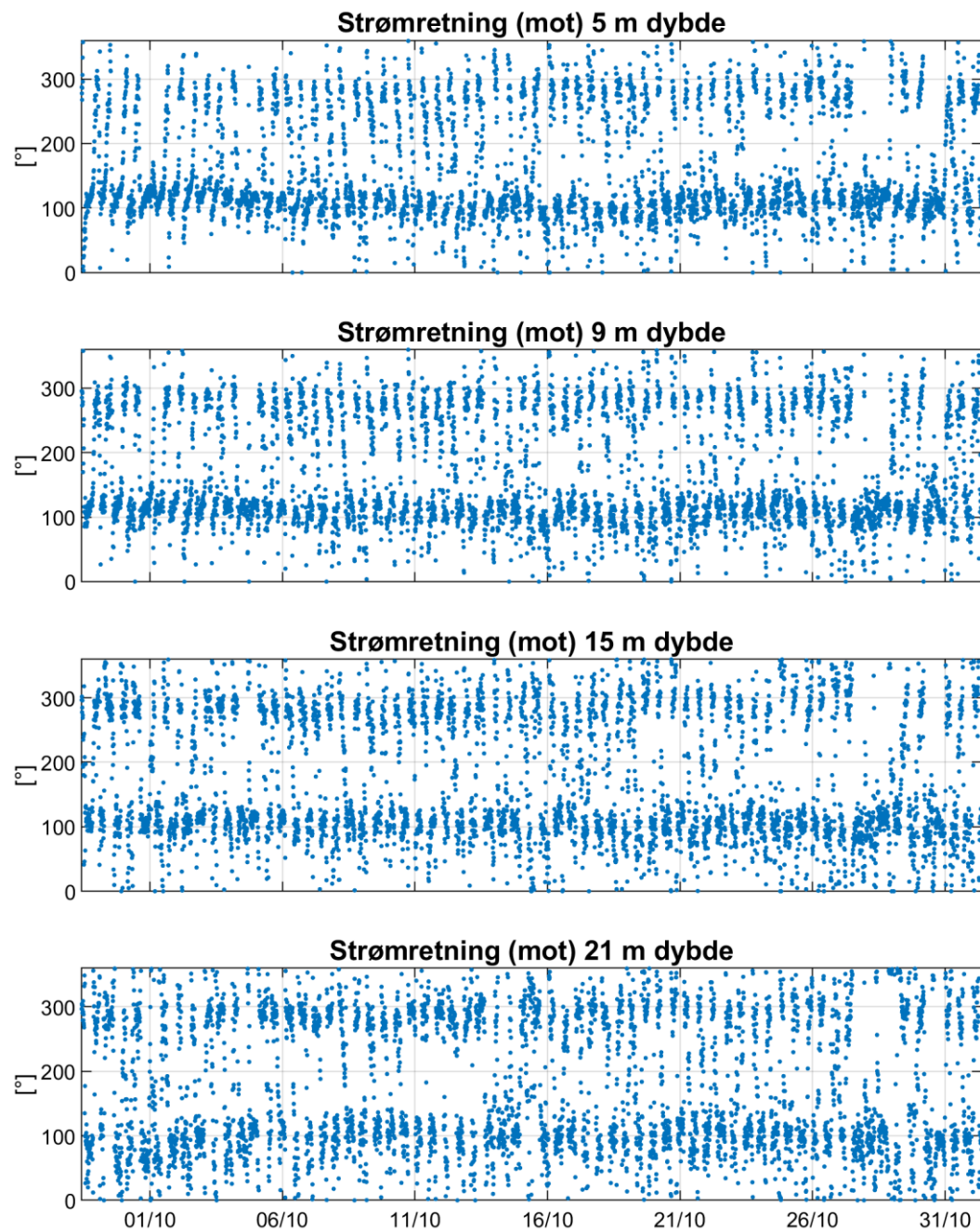
Tabell 12: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 21 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	3.1	5.3	23.3	9.4	1.7	1.7	13.5	11.8	69.7
>20 cm/s	0.7	0.7	9.2	4.8	0.2	0.2	6.2	5.7	27.6
>30 cm/s	0.3	0.1	2.0	3.0	0.0	0.0	3.1	2.3	10.9
>40 cm/s	0.1		0.5	1.4			0.9	0.6	3.6
>50 cm/s			0.1	0.4			0.2	0.1	0.8
>60 cm/s			0.0	0.1					0.1

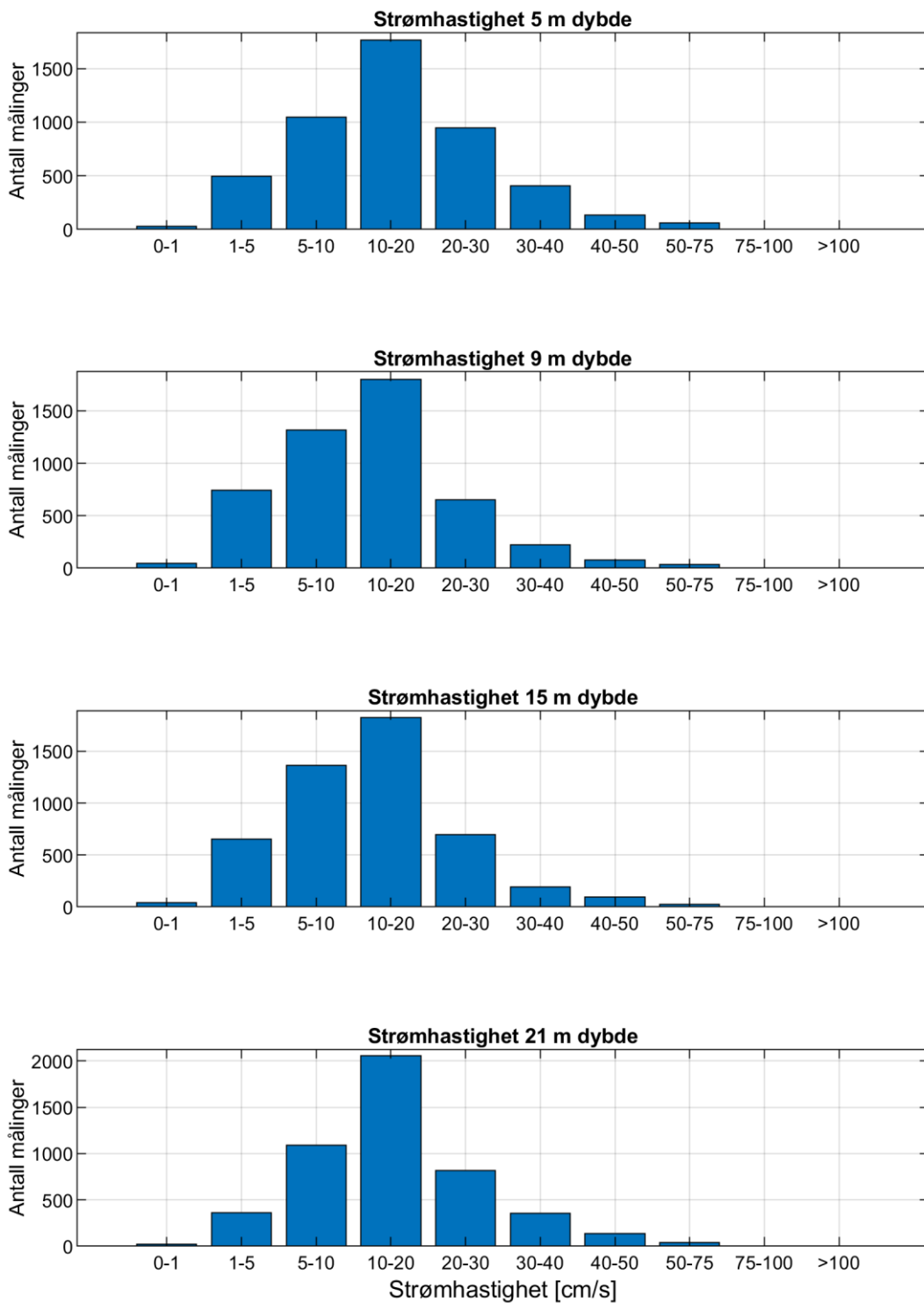
Appendiks D Tidsserier og fordelinger



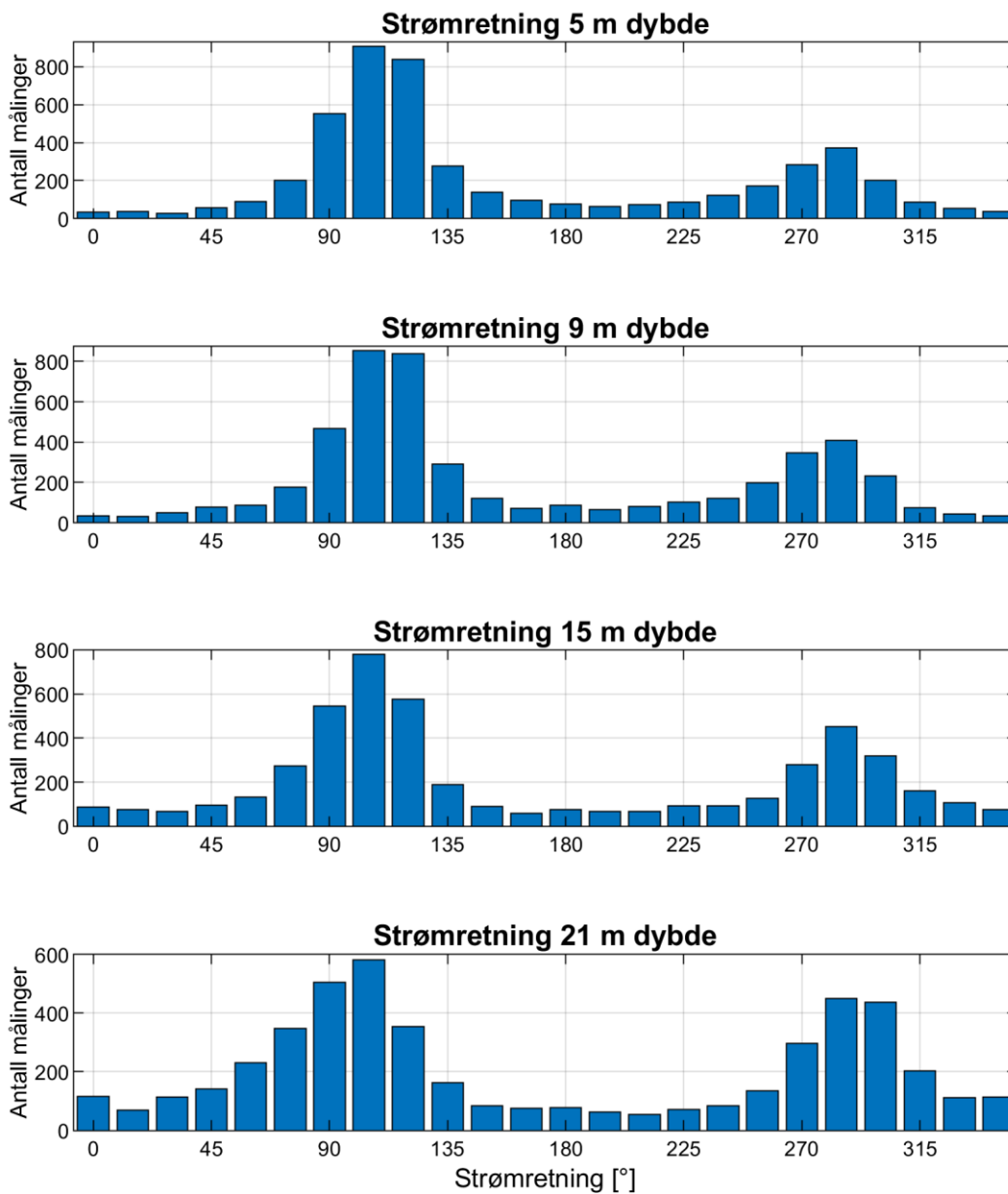
Figur 16: Tidsserier av horisontal strømhastighet.



Figur 17: Tidsserier av horisontal strømretning.



Figur 18: Histogram av horisontal strømhastighet.



Figur 19: Histogram av horisontal strømretning.

Appendiks E Fjernet data

Aquadopp Profiler:

Fjernet 124 punkter på grunn av Trykk utenfor [19.14, 27.17]:

27-Sep-2021 13:39:00 til 28-Sep-2021 09:59:00, 01-Nov-2021 09:19:00

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Instrumentet er instrumentreferert, rel. gjennomsnittlig vannstand gjennom måleperioden.

Støygulvet er til instrumentet er satt til 22 counts.

Ingen punkter er fjernet pga. topper i signalstyrke.

Outliers:

Fjernet 2 punkter ved 5.0 m dybde:

03-Oct-2021 14:49:00, 24-Oct-2021 15:29:00

Fjernet 1 punkter ved 13.0 m dybde:

20-Oct-2021 12:29:00

Fjernet 1 punkter ved 15.0 m dybde:

28-Oct-2021 23:49:00

Fjernet 6 punkter ved 17.0 m dybde:

29-Sep-2021 14:59:00, 26-Oct-2021 05:49:00, 27-Oct-2021 00:19:00, 28-Oct-2021 22:19:00, 29-Oct-2021 00:09:00, 31-Oct-2021 05:29:00

Fjernet 15 punkter ved 19.0 m dybde:

28-Sep-2021 10:09:00, 29-Sep-2021 16:09:00, 12-Oct-2021 07:49:00, 16-Oct-2021 14:09:00, 29-Oct-2021 00:09:00, 29-Oct-2021 00:19:00, 29-Oct-2021 00:29:00, 29-Oct-2021 00:39:00, 29-Oct-2021 00:49:00, 29-Oct-2021 00:59:00, 29-Oct-2021 01:09:00, 29-Oct-2021 01:19:00, 31-Oct-2021 04:59:00, 31-Oct-2021 16:09:00, 01-Nov-2021 00:49:00

Fjernet 14 punkter ved 21.0 m dybde:

09-Oct-2021 06:19:00, 22-Oct-2021 03:59:00, 28-Oct-2021 22:19:00, 29-Oct-2021 00:09:00, 29-Oct-2021 00:19:00, 29-Oct-2021 00:29:00, 29-Oct-2021 00:39:00, 29-Oct-2021 00:49:00, 29-Oct-2021 00:59:00, 29-Oct-2021 01:09:00, 29-Oct-2021 01:19:00, 29-Oct-2021 01:29:00, 29-Oct-2021 06:29:00, 31-Oct-2021 00:19:00

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 13: Instrumentspesifikasjonene.

	Aquadopp Profiler
Horisontal nøyaktighet	± 0.5 cm/s, $\pm 1\%$
Nøyaktighet retning	$\pm 2^\circ$
Temperatur nøyaktighet	$\pm 0.1^\circ$

Appendiks G Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 8756

Tabell 14: Test og spesifikasjoner.

	Dato	Utført av
Service/test		Nortek
Funksjonstest	28.09.2021	Multiconsult
Tilt	28.09.2021	Multiconsult
Temperatur	28.09.2021	Multiconsult
Kompass	28.09.2021	Multiconsult
Ping sjekk	28.09.2021	Multiconsult

Tabell 15: Kalibrering.

	Dato	Utført av
Kompasskalibrering	28.09.2021	Multiconsult
Støygulv (måling i luft)	01.11.2021	Multiconsult