
RAPPORT

Strømmålinger Tjeldsundet og Mågøysundet

Kystsaksnr: 2021/1787

OPPDRAGSGIVER

Kystverket

EMNE

Mågøya sør

DATO / REVISJON: 09.12.2021 / 0

DOKUMENTKODE: 10219434-01-RIMT-RAP-006



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

OPPDRAG	Strømmålinger Tjeldsundet og Mågøysundet Kystsaksnummer: 2021/1787	DOKUMENTKODE	10219434-01-RIMT-RAP-006
EMNE	Mågøya sør	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Kystverket	OPPDRAGSLEDER	Juni Vaardal-Lunde
KONTAKTPERSON	Bjørn Konopka	UTARBEIDET AV	Juni Vaardal-Lunde
KOORDINATER	68°49.049'N 16°37.652'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

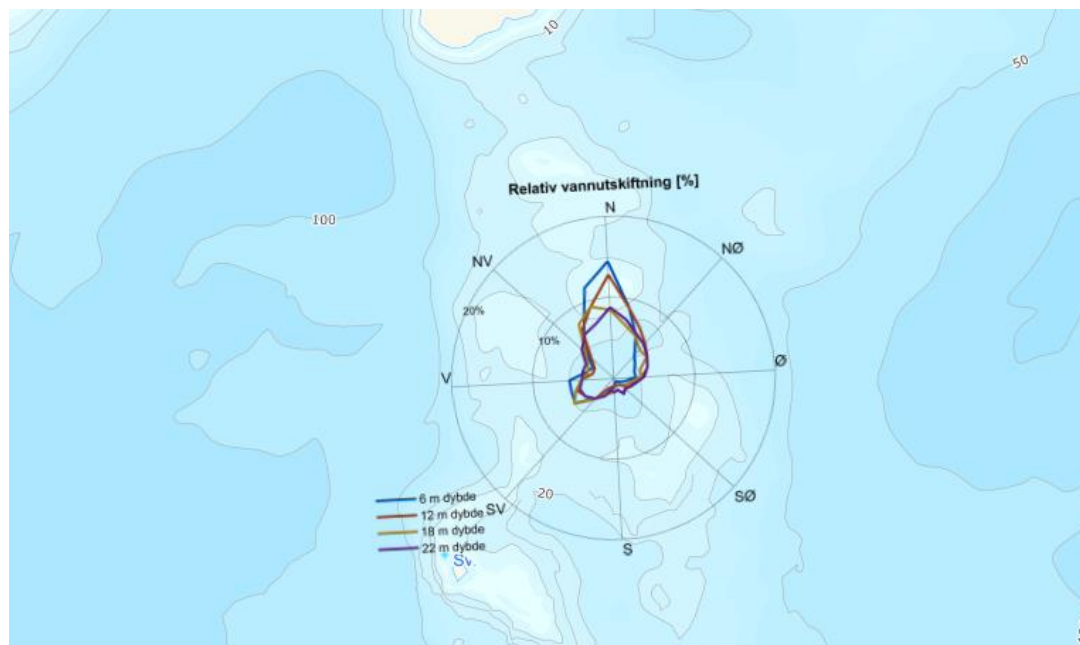
SAMMENDRAG

Det er utført strømmålinger ved Mågøya sør, Harstad kommune, i forbindelse med planlagt deponi. Strømmålingene ble utført over en periode på én måned fra 01.11.2021 - 30.11.2021. Det ble målt strøm fra 6 m til 22 m dybde.

Gjennomsnittsstrømmen ved Mågøya sør er målt til 6 cm/s ved 6 m dybde og 4 cm/s ved 22 m dybde. Strømhastigheten avtar med dybden. Den kraftigste strømmen er stort sett rettet mot nord. Maksimalstrømmen er målt til 26 cm/s ved 6 m dybde.

Målingene viser at strømrretningen sør for Mågøya har en dominerende retning mot nord. Ved 18 m og 22 m dybde er strømrretningen mer varierende enn lenger opp i vannsøylen.

Både tidevannet og lokal vind har en påvirkning på strømbildet sør for Mågøya.



0	09.12.2021	Strømrappport Mågøya sør	MARTIA	JVL	MARTIA	JVL
REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

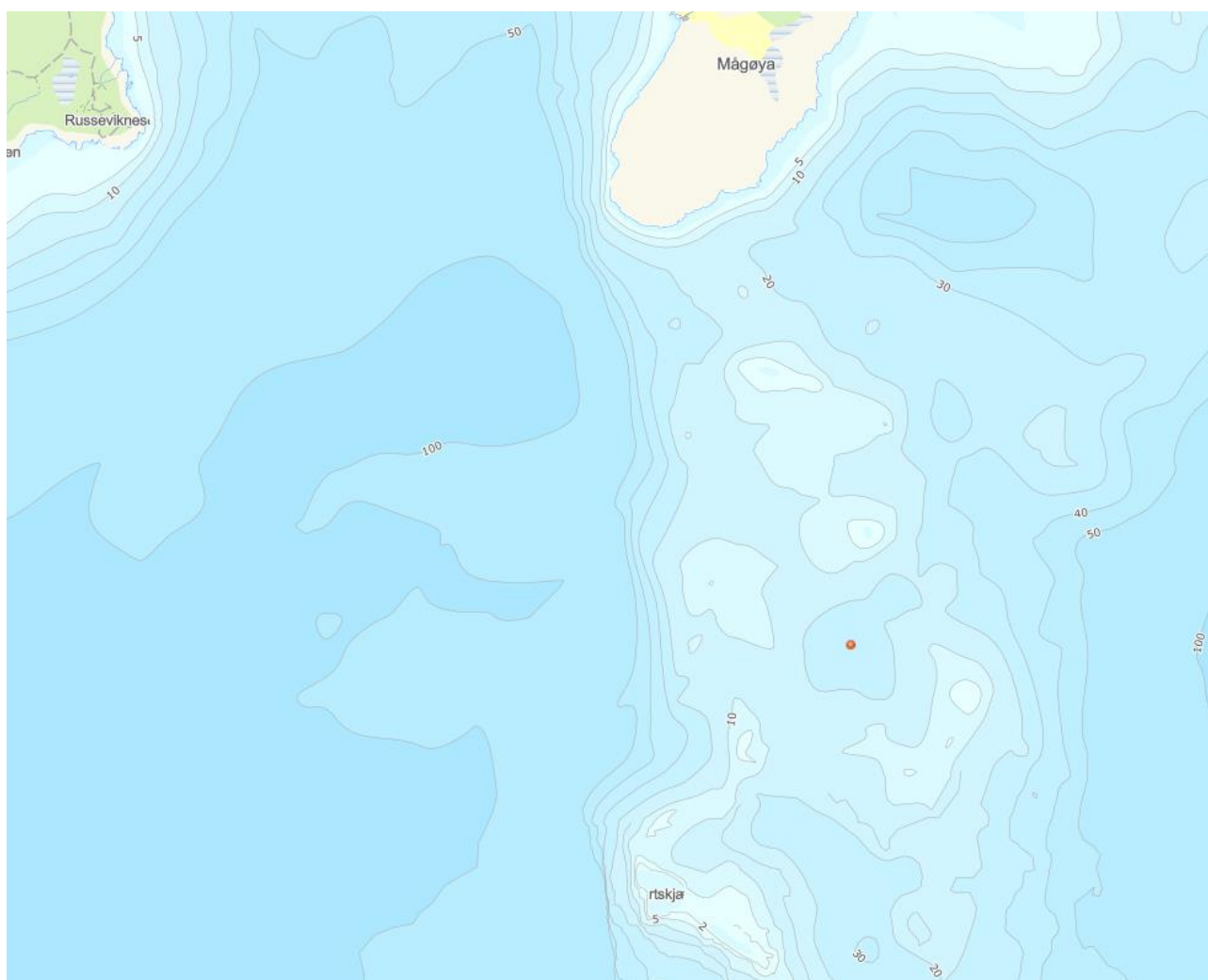
1	Innledning	5
2	Metodebeskrivelse	6
3	Resultater	7
3.1	Strømdata	7
3.2	Vanntransport	10
3.3	Tidevann og vindpåvirket strøm	11
3.3.1	Tidevannsanalyse og vannstand	11
3.3.2	Sammenheng mellom vind og strøm	13
3.4	Strøm - Todagersperiode	14
4	Referanser	15
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring	16
Appendiks B	Terminologi	18
Appendiks C	Operasjonell strøm og sektorvis statistikk	19
Appendiks D	Tidsserier og fordelinger	22
Appendiks E	Fjernet data	26
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner	27
Appendiks G	Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 9251	27

1 Innledning

I forbindelse med innsamling av supplerende data for å bedre beslutningsgrunnlaget 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 danne 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 kraftig strøm i enkelt av undersøkelsesområdene.

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

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



Figur 1: Oversiktskart over Mågøya sør. Plassering av strømmåleren (Mågøya sør) er merket med rødt punkt.

2 Metodebeskrivelse

Det ble utført strømmålinger ved Mågøya sør i forbindelse med deponi i perioden 01.11.2021 - 30.11.2021.

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 på 24 m dyp. Målet er å kartlegge strømmen i hele vannsøylen ved deponiet. Dybder er referert til overflaten.
- **Målingsutstyr:** Måleren ble forankret på bunn. 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 mer enn 28 dager.

Tabell 1: Generell informasjon om strømmålingen utført ved Mågøya sør

Posisjon	68°49.049 N 16°37.652 Ø
Ca. dybde på målestedet	24 m
Måleperiode	01-Nov-2021 13:30:00 til 30-Nov-2021 07:10:00 (UTC)
Varighet	28 dager
Antall målinger	4139
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigert for misvisning)
Målertype - 24 m dybde	Doppler profilmåler (Nortek Aquadopp profiler, Serienummer 9251), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 6 til 22 m dybde, cellestørrelse 2 m
Type måling - 24 m dybde	Burst (måling i 80 sekunder)
Frekvens	Hvert 10. minutt

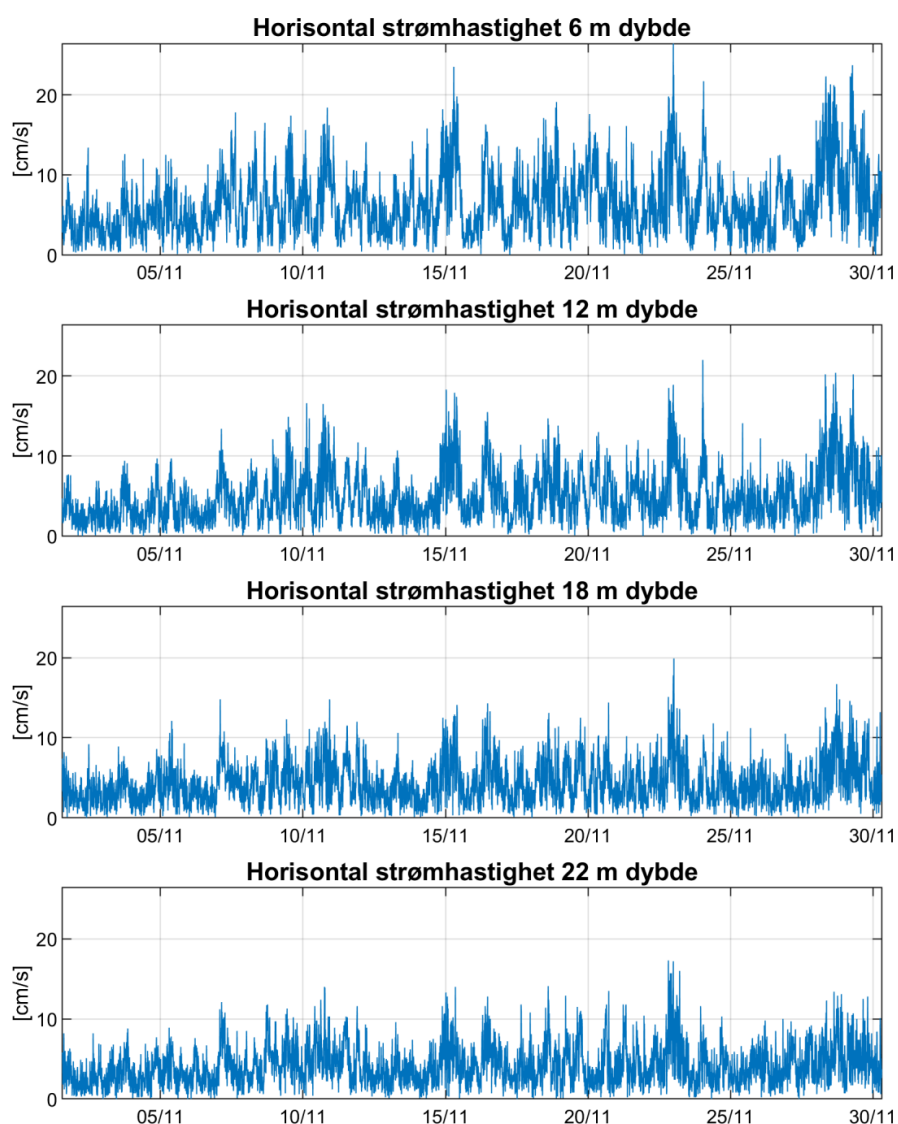
3 Resultater

3.1 Strømdata

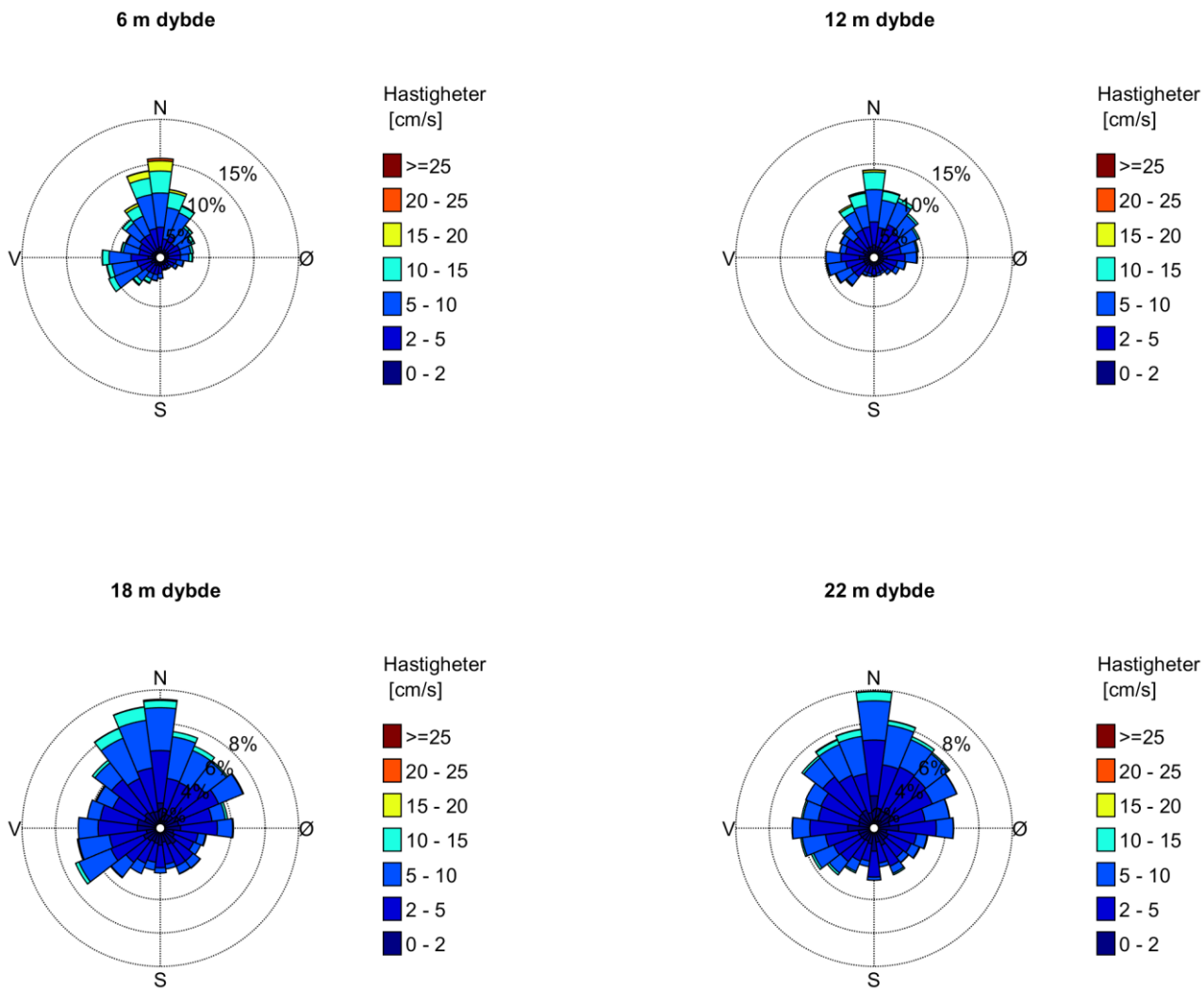
Tidsserien av målt strøm, samt strømrosen for valgte dybder er gitt i Figur 2 og Figur 3. Figur 4 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Figur 5 viser minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert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

Gjennomsnittsstrømmen er målt til 6 cm/s ved 6 m dybde og 4 cm/s ved 22 m dybde. Strømhastigheten avtar med dybden. Den kraftigste strømmen er stort sett rettet mot nord. Maksimalstrømmen er målt til 26 cm/s ved 6 m dybde.

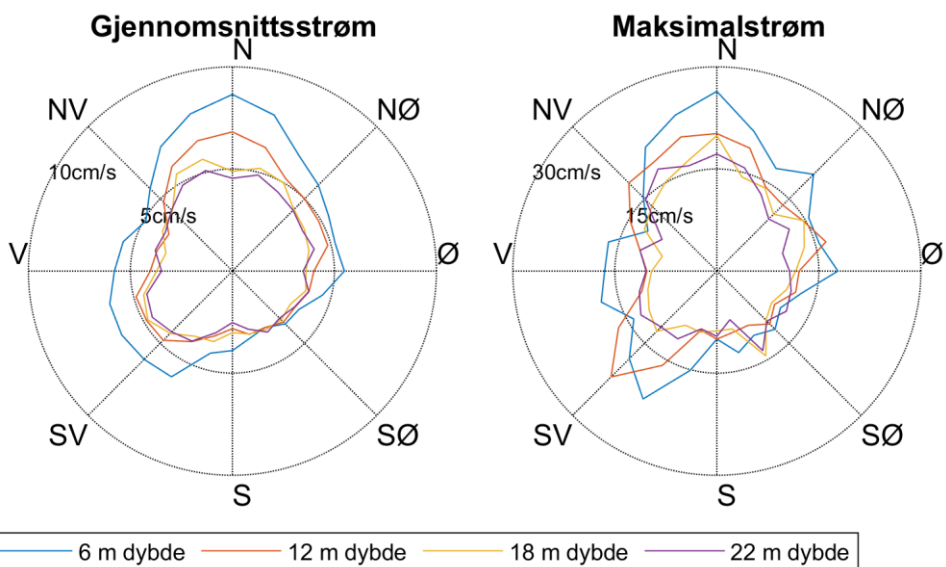
Målingene viser at strømrretningen har en dominerende retning mot nord. Ved 18 m og 22 m dybde er strømrretningen mer varierende enn lenger opp i vannsøylen.



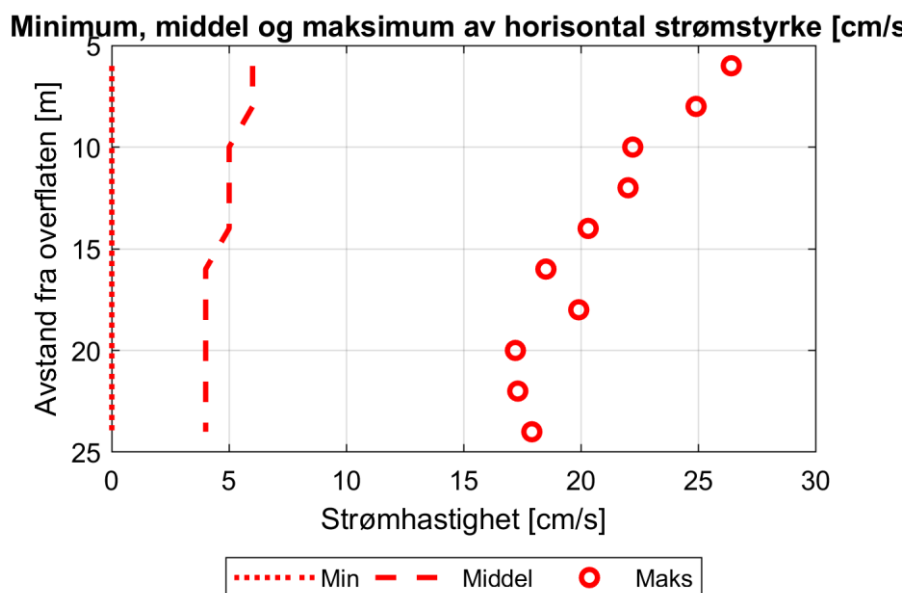
Figur 2: Tidsserier av horisontal strømhastighet



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 Mågøya sør

Dybde	6 m dybde	12 m dybde	18 m dybde	22 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	6	5	4	4
Median [cm/s]	6	4	4	4
Standardavvik [cm/s]	4	3	3	3
Maksimumstrøm [cm/s]	26	22	20	17
Retning maksimumstrøm [°]	353	218	353	326
95 prosentil [cm/s]	14	11	9	9
Andel målinger >30 cm/s [%]	0.0	0.0	0.0	0.0
Vannutskifting/Vanntransport				
Neumanns parameter	0.45	0.42	0.31	0.3
Vektormidlet strøm [cm/s]	3	2	1	1
Vektormidlet strømretning [°]	340	358	345	355
Nullmålinger				
Andel målinger < 1cm/s [%]	3.3	5.6	6.6	7.2
Lengste periode < 1cm/s [min]	40	70	30	40

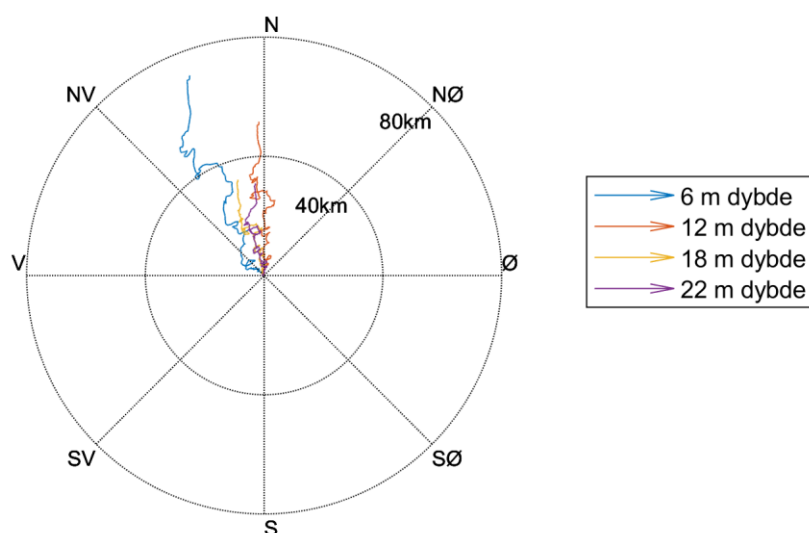
3.2 Vanntransport

Relativ vannskiftning per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 6. Et progressiv vektor-diagram er vist i Figur 7 og viser en nettotransport mot nord. For forklaring av vannskiftning og progressiv vektor-diagram se Appendiks B.

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



Figur 6: Relativ vannskiftning per 15 graders sektor



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

3.3 Tidevann og vindpåvirket strøm

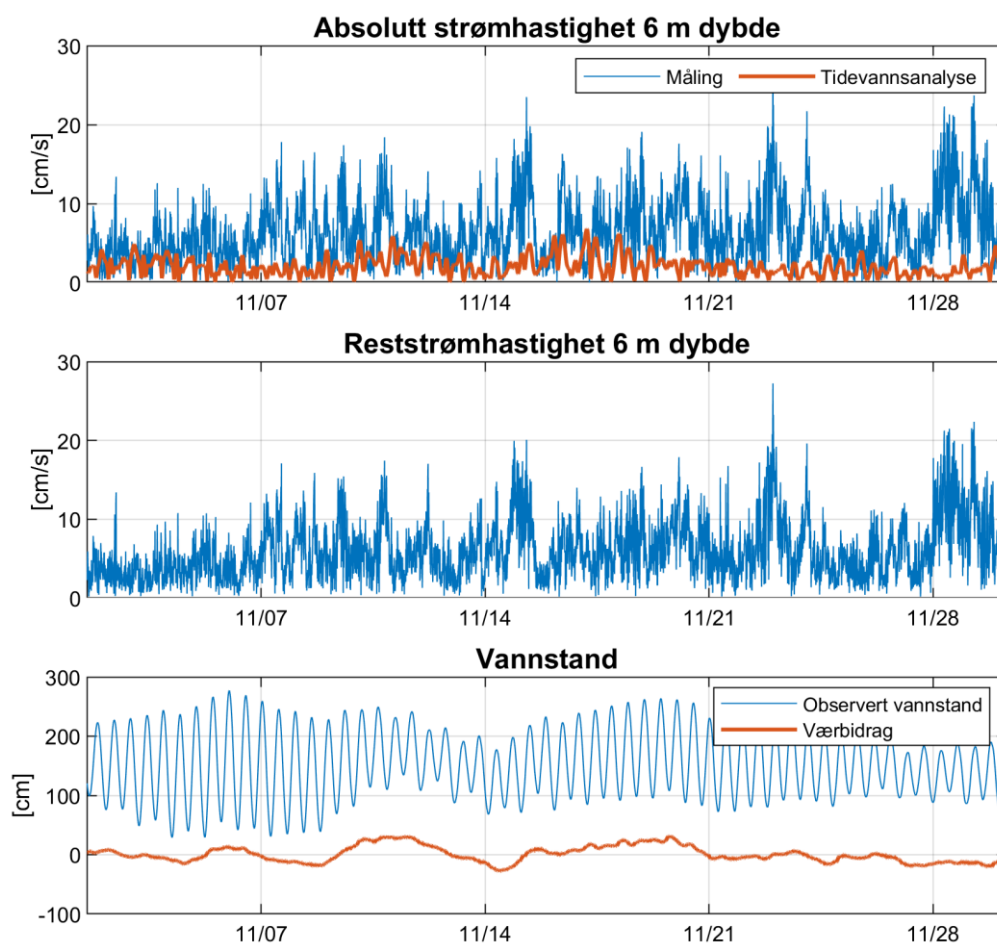
3.3.1 Tidevannsanalyse og vannstand

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 6 m dybde med beregnet tidevann fra tidevannsanalysen, reststrøm og vannstand fra sehavniva.no.

Tidevannsanalysen av strømmålingene viser at tidevannet forklarer 12 % av variansen i datasettet ved 6 m dybde. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 6 m dybde er 7 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 11 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 27 cm/s.

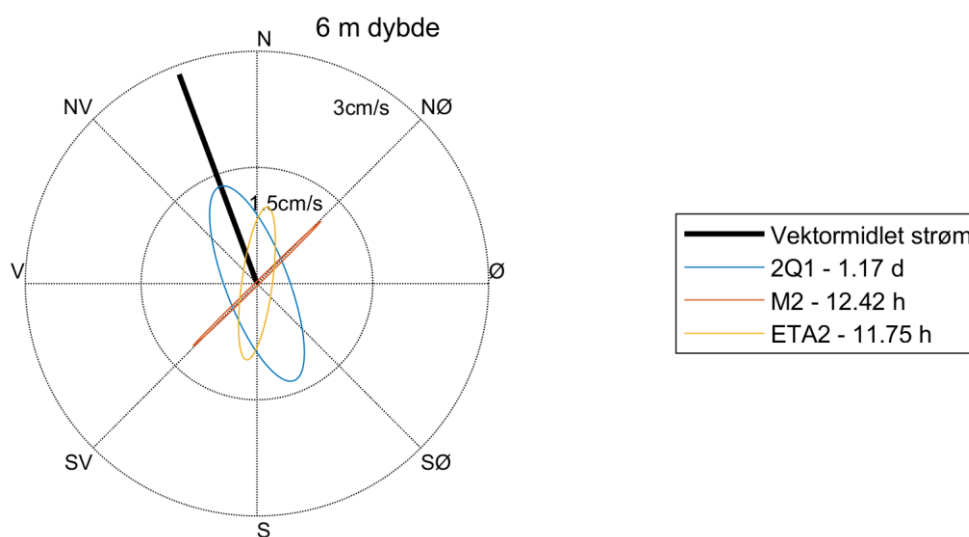


Figur 8: Horisontal strømhastighet, 6 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Harstad, tidsforskjell: 0, høydekorreksjonsfaktor: 1.00 (sehavniva.no))

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 6 m dybde. Hovedperiodene i tidevannssignalet ved 6 m dybde er 1.17 dager, 12.42 timer og 11.75 timer. Det er daglig tidevann og tidevannet fra månen (to perioder per døgn) som er mest framtreddende, og figuren viser at tidevannsstrømmen oscillerer mellom nordlig og sørlig retning.

Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 9. Den vektormidlete strømmen viser at vanntransporten er mot nord-nordvest sør for Mågøya.

Resultatene viser at strømbildet sør for Mågøya er moderat påvirket av tidevannet.



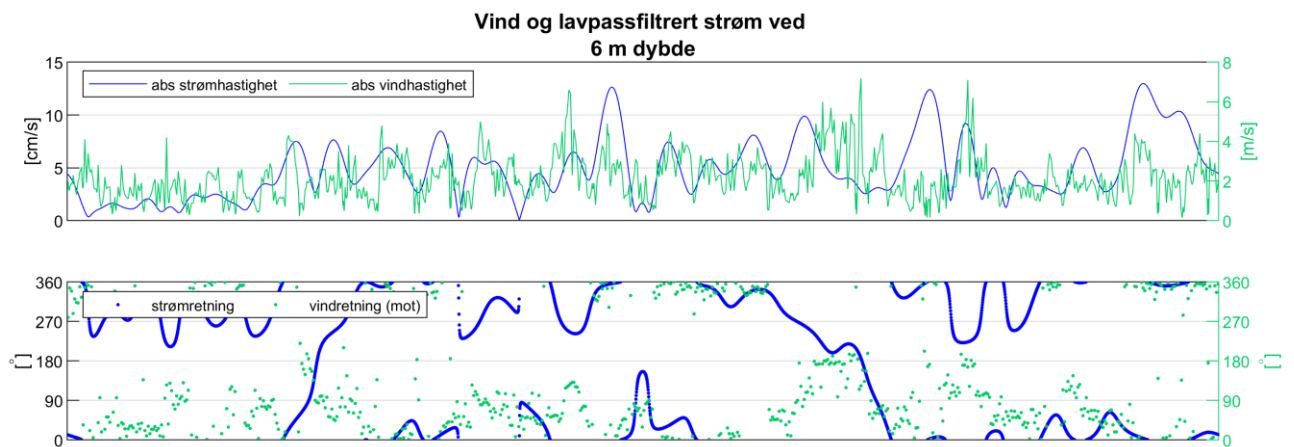
Figur 9: Tidevanssellipsene av strømmen ved 6 m dybde. 2Q1, M2 og ETA2 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert

3.3.2 Sammenheng mellom vind og strøm

Sammenhengen mellom vind og strøm er også undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Harstad stadion (Frost) som ligger 4 km sørvest for Mågøya sør og anses som mest representativ for lokaliteten. Verdiene er 10 minutters middelerverdi 10 meter over bakken. For å lettere kunne sammenligne strøm med vind, er strømmen lavpassfiltrert (se forklaring i Appendiks B).

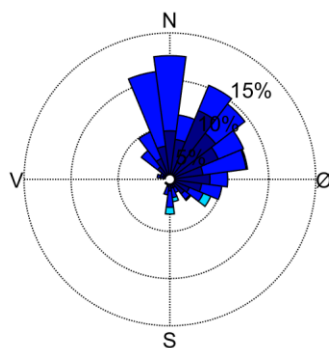
Figur 10 viser vindhastighet og vindretning, samt hastighet og retning på lavpassfiltrert strøm ved 6 m dybde. Figur 11 viser fordeling av retninger og styrke av både vind og lavpassfiltrert strøm ved 6 m dybde.

Resultatene viser en del sammenfallende hastighetstopper for vind og strøm og det kan derfor se ut til at vinden har påvirket strømmen sør for Mågøya gjennom måleperioden, til tross for at det er målt relativt lave vindhastigheter ved Harstad stadion.

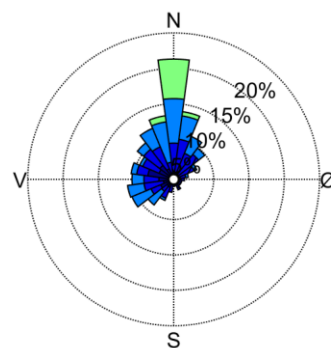


Figur 10: Vindretning og vindhastighet (grønn) samt retning og hastighet på lavpassfiltrert strøm (blå).

Vind ved Harstad stadion målestasjon (mot)



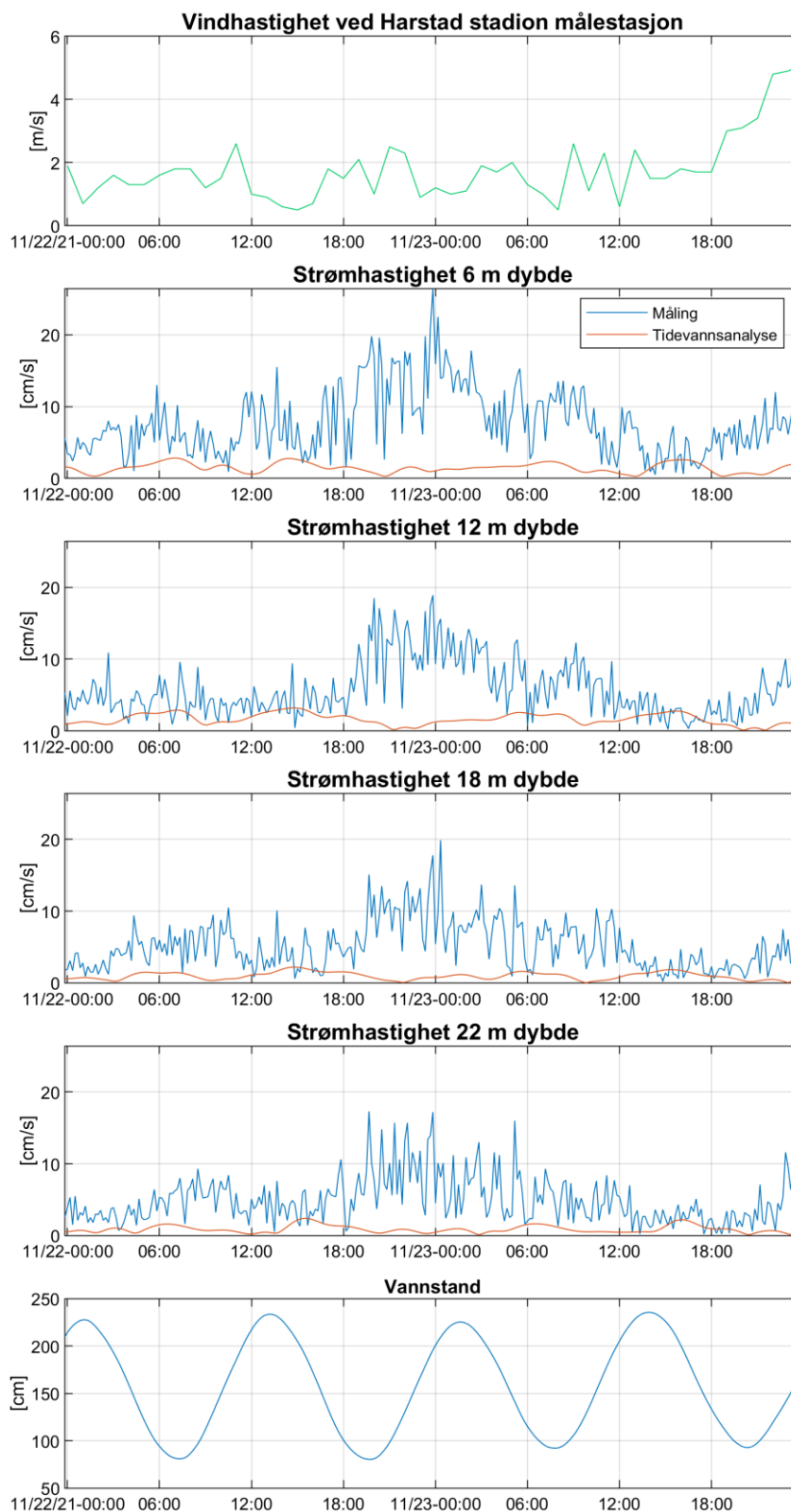
Lavpassfiltrert strøm 6 m dybde



Figur 11: Vind og reststrøm ved 6 m dybde (retninger mot)

3.4 Strøm - Todagersperiode

Figur 12 viser vind, strøm og vannstand i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 6 m dyp, 21.11.2021 - 23.11.2021. Vindhastigheten før og under maksimalstrømmen er stort sett under 2 m/s. Strømtoppen oppstår like før høyvann.



Figur 12: Vind og strøm og vannstand i todagersperioden 21.11.2021-23.11.2021 (UTC)

4 Referanser

Nortek, 2005: "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 13.

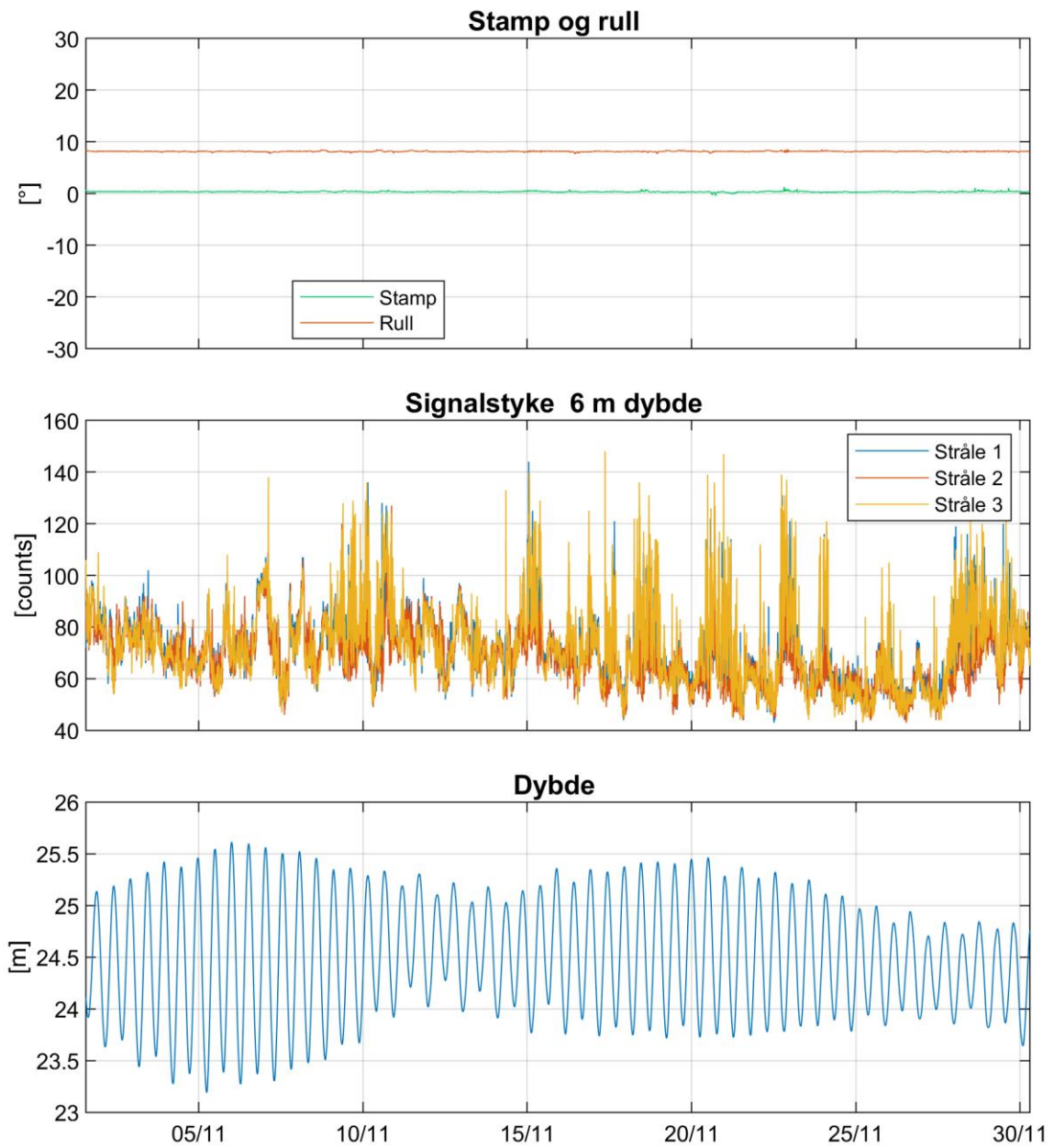


Figur 13: Skisse av riggen ved Mågøya sør. Riggen var satt ut med en akustisk utløser.

Det ble 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, har blitt vurdert 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. Deviasjon er tatt hensyn til gjennom kalibrering av kompasset før utsett. Figur 14 viser noen av parameterne etter datarensing.



Figur 14: 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 strømrretningen 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 sammenhengen 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 - nippesyklus (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]								
6	8	6	5	4	4	6	6	6	6
12	7	5	4	3	3	5	4	5	5
18	5	4	4	3	3	4	4	5	4
22	5	4	4	3	3	4	4	4	4
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
6	17	12	12	8	8	13	12	13	14
12	14	10	9	7	7	10	9	12	11
18	11	9	8	7	7	9	8	10	9
22	10	8	8	8	6	10	8	9	9
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
6	26	20	18	12	15	22	18	21	26
12	20	15	17	11	10	22	12	19	22
18	20	15	13	14	9	13	11	15	20
22	17	13	11	14	10	13	12	17	17
Dybde	Relativ vannutsiftning [%]								
6	35	13	7	2	3	11	14	14	100
12	31	18	10	4	3	9	11	14	100
18	24	15	9	6	5	12	12	16	100
22	23	17	11	6	5	10	12	16	100
Dybde	Antall målinger [%]								
6	27	14	9	4	5	12	16	15	100
12	23	17	12	6	5	10	13	14	100
18	20	15	10	8	7	11	14	15	100
22	20	16	12	8	7	10	13	15	100

Tabell 5: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 6 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.4	0.4	0.2	0.2	0.5	0.4	0.3	0.3	2.6
1-5 cm/s	6.9	5.1	4.7	2.6	3.1	4.6	6.5	6.5	39.8
5-10 cm/s	11.2	6.5	2.9	0.8	1.3	5.0	7.1	5.8	40.6
10-20 cm/s	8.3	1.6	0.8	0.1	0.1	1.8	1.7	2.2	16.5
20-30 cm/s	0.4	0.0				0.0		0.0	0.4
Sum	27.2	13.6	8.6	3.7	4.9	11.8	15.6	14.7	100.0

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

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	8.6	1.6	0.8	0.1	0.1	1.8	1.7	2.2	16.9
>20 cm/s	0.4	0.0				0.0		0.0	0.4

Tabell 7: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 12 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.7	0.8	0.6	0.4	0.6	0.5	0.8	0.5	5.0
1-5 cm/s	8.6	8.5	7.0	4.3	3.5	5.4	7.9	7.7	52.8
5-10 cm/s	9.1	7.2	4.0	1.2	0.7	3.3	4.4	4.2	34.2
10-20 cm/s	4.9	0.9	0.4	0.0	0.0	0.4	0.2	1.2	7.9
20-30 cm/s	0.1					0.0			0.1
Sum	23.4	17.4	12.0	5.9	4.9	9.5	13.2	13.6	100.0

Tabell 8: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 12 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	4.9	0.9	0.4	0.0	0.0	0.4	0.2	1.2	8.0
>20 cm/s	0.1					0.0			0.1

Tabell 9: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 18 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	5.8
1-5 cm/s	9.7	8.6	7.2	5.5	5.1	6.6	8.9	8.5	60.0
5-10 cm/s	7.9	5.2	2.2	1.5	1.1	3.9	3.8	4.9	30.5
10-20 cm/s	1.6	0.4	0.2	0.0		0.3	0.1	0.9	3.6
Sum	20.1	15.0	10.4	7.8	6.9	11.4	13.5	15.0	100.0

Tabell 10: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 18 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	1.6	0.4	0.2	0.0		0.3	0.1	0.9	3.6

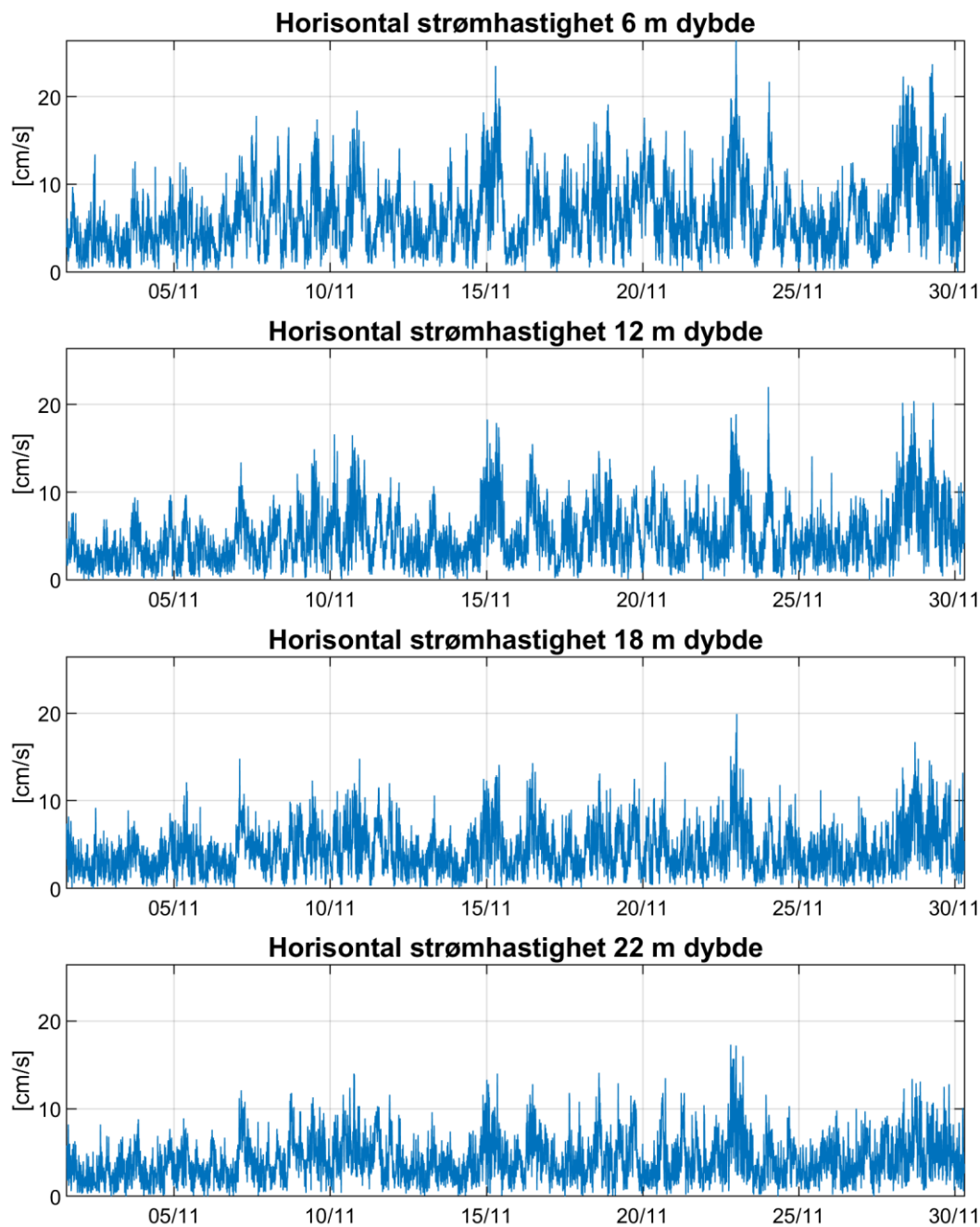
Tabell 11: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 22 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	1.1	0.8	0.8	0.7	0.7	0.5	0.9	0.7	6.2
1-5 cm/s	10.5	10.0	7.7	5.6	5.5	5.9	8.5	9.3	63.0
5-10 cm/s	7.0	5.0	3.1	1.4	0.8	2.9	3.4	4.4	27.9
10-20 cm/s	1.3	0.3	0.1	0.2		0.4	0.2	0.5	3.0
Sum	19.9	16.2	11.8	7.8	7.0	9.7	12.9	14.8	100.0

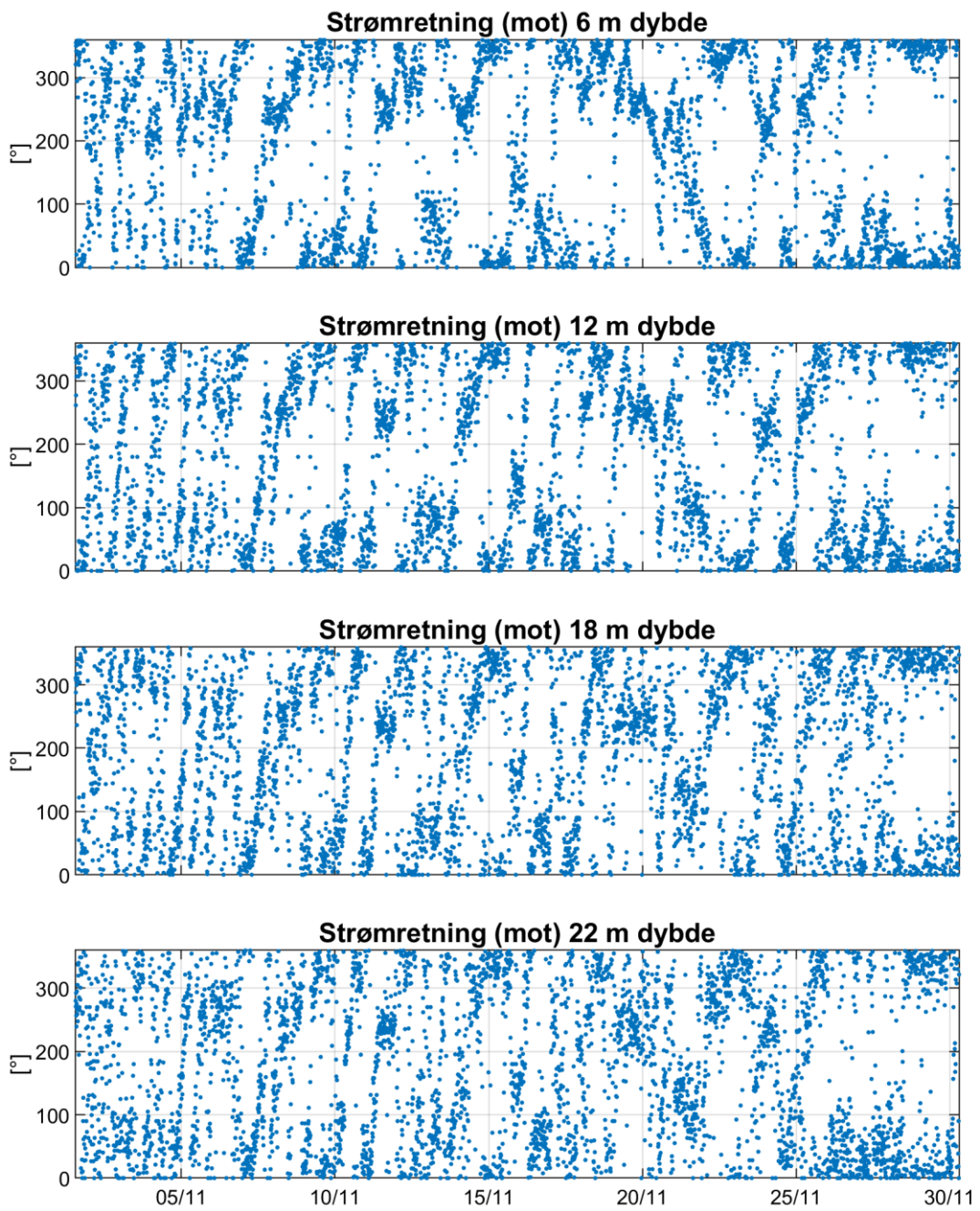
Tabell 12: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 22 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	1.3	0.3	0.1	0.2		0.4	0.2	0.5	3.0

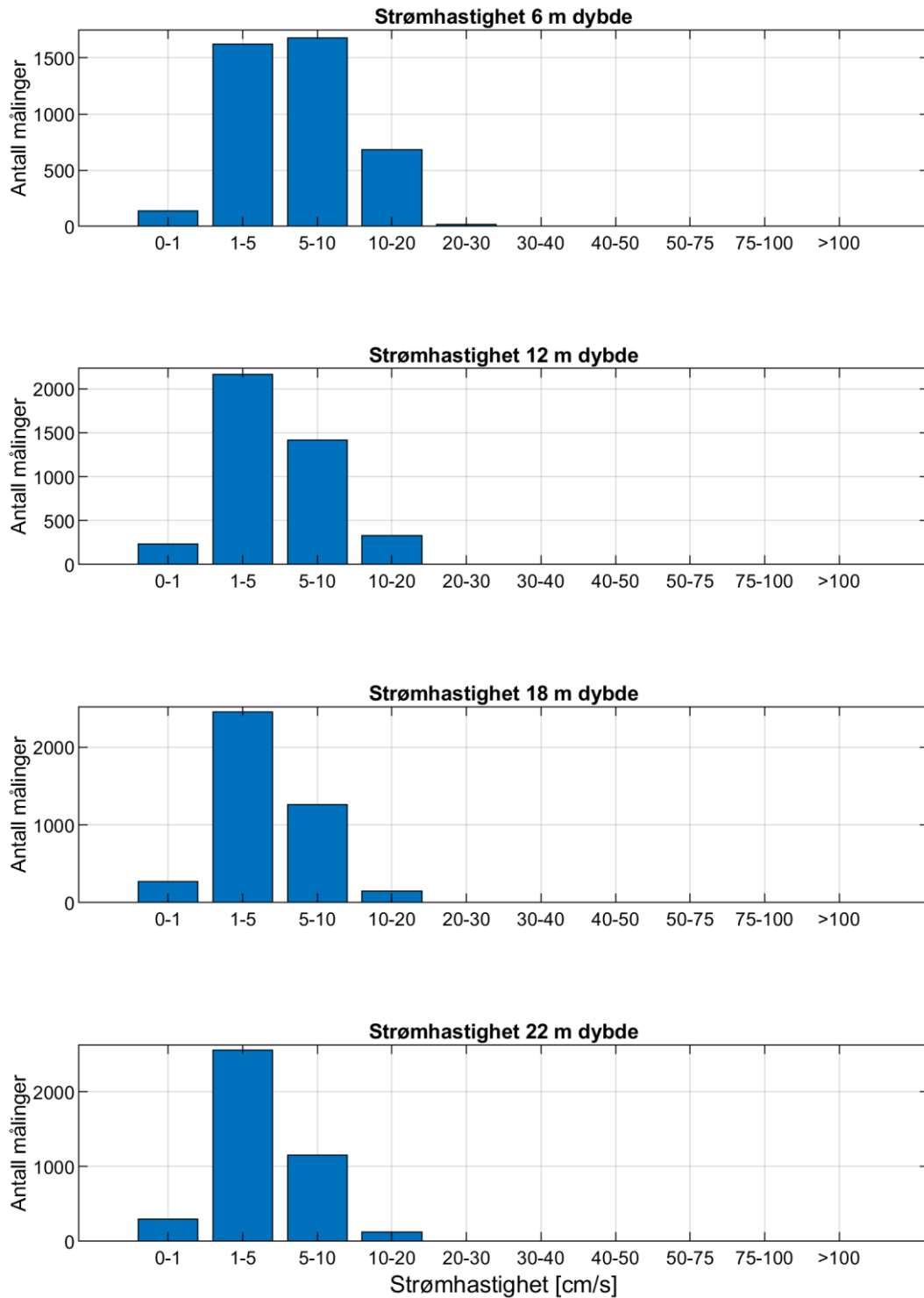
Appendiks D Tidsserier og fordelinger



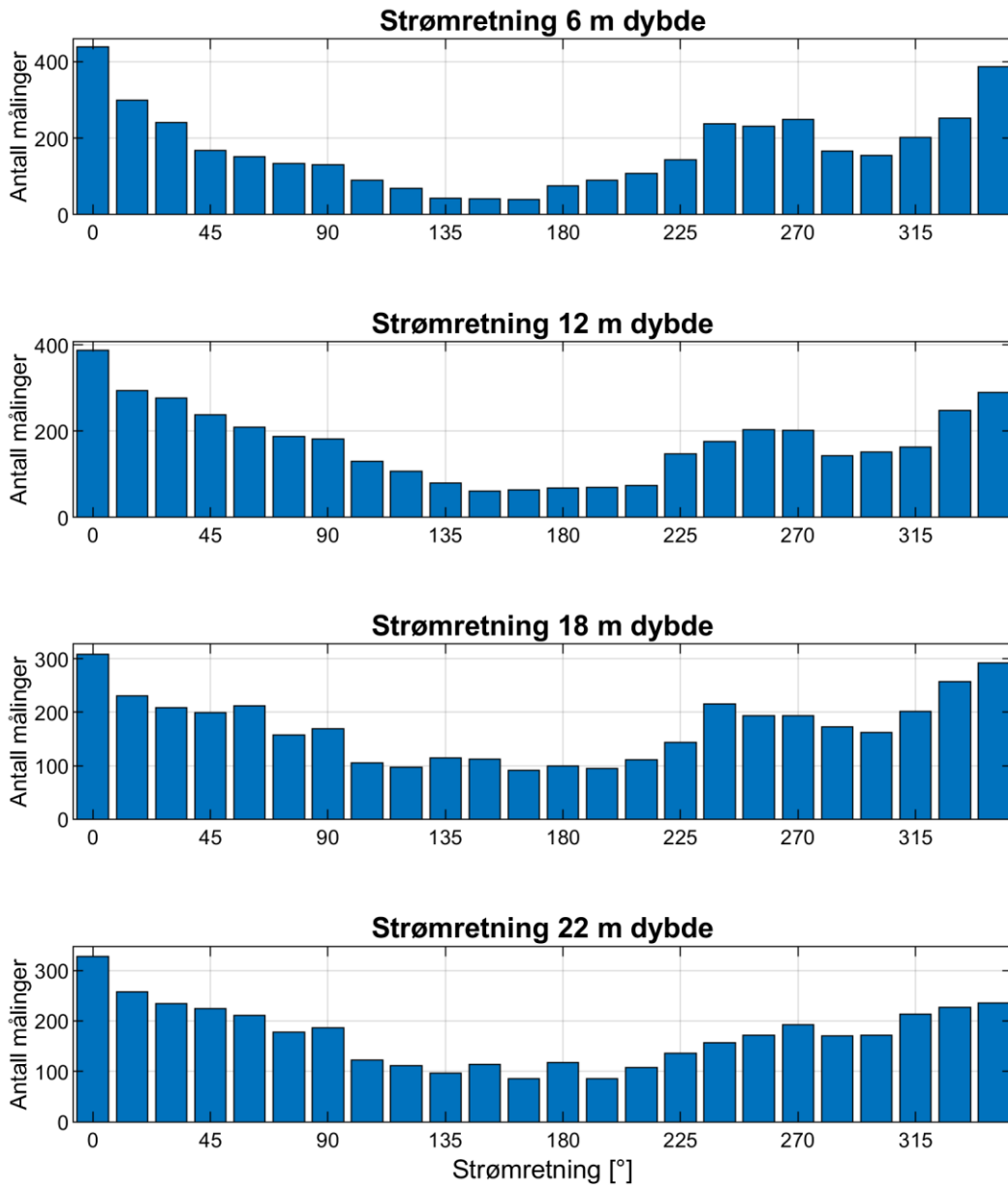
Figur 15: Tidsserier av horisontal strømhastighet



Figur 16: Tidsserier av horisontal strømretning



Figur 17: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 18: Histogram av horisontal strømretning

Appendiks E Fjernet data

Aquadopp Profiler:

Fjernet 10 punkter på grunn av måling i luft før utsett og etter opptak av instrument:

01-Nov-2021 12:00:00 til 01-Nov-2021 13:20:00, 30-Nov-2021 07:20:00

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Dybder er referert til overflaten.

Støygulvet er til instrumentet er satt til 23 counts.

Høyeste godkjente celle er valgt på grunnlag av moden for de tre strålene.

Data med lav signalstyrke (under støygulvet + 7 counts) er også fjernet.

Høyeste godkjente celle er på 6.0 m dyp. Fjerner 6 celler over dette.

Ingen punkter er fjernet pga. topper i signalstyrke.

1 celler fjernet pga. målinger for nært instrument: 24.0 dyp

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 13: Instrumentspesifikasjonene

	Aquadopp Profiler
Horisontal nøyaktighet	± 0.5 cm/s, $\pm 1\%$ (her: 1.6 cm/s)
Vertikal nøyaktighet	her: 0.5 cm/s
Nøyaktighet retning	$\pm 2^\circ$
Temperatur nøyaktighet	$\pm 0.1^\circ$

Appendiks G Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 9251

Tabell 14: Test og spesifikasjoner

	Dato	Utført av
Service/test		Nortek
Funksjonstest	01.11.2021	Multiconsult
Tilt	01.11.2021	Multiconsult
Temperatur	01.11.2021	Multiconsult
Kompass	01.11.2021	Multiconsult
Ping sjekk	01.11.2021	Multiconsult

Tabell 15: Kalibrering

	Dato	Utført av
Kompasskalibrering	01.11.2021	Multiconsult
Støygulv (måling i luft)	30.11.2021	Multiconsult