
RAPPORT

Jomfrulandsrevet, Kragerø kommune

Kystsaksnr. 2017/3168-2

OPPDRAKSGIVER

Kystverket

EMNE

Strømanalyse med hydrografi

DATO / REVISJON: 29.09.2017 / 0

DOKUMENTKODE: 712389-2-RIMT-RAP-001



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	Innseiling Kragerø	DOKUMENTKODE	712389-2-RIMT-RAP-001
EMNE	Strømanalyse med hydrografi, Jomfrulandsrevet, Kragerø kommune, 2017	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Kystverket	OPPDRAGSLEDER	Silje Røysland
KONTAKTPERSON	Tore Fauske	UTARBEIDET AV	Håvard Falck
KOORDINATER	58°48.033'N 9°29.518'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

SAMMENDRAG

Det er utført strømmålinger ved Jomfrulandsrevet, Kragerø kommune, i perioden 16.08.2017 - 18.09.2017 i forbindelse med utdyping av innseilinga til Kragerø. Det ble gjennomført profilerende målinger av salinitet og temperatur ved målepunktet 18.9.2017.

Gjennomsnitt- og maksimalstrøm og andel nullmålinger er som følgende:

Dybde [m]	Gjennomsnittstrøm [cm/s]	Maksimalstrøm [cm/s]	Retning av maksimalstrøm [°]	Målinger <=1cm/s [%]
7 m	39	125	235	0.0
15 m	30	92	229	0.0
23 m	19	70	235	0.8
26 m	14	60	232	1.0

Horizontal strøm: Det er målt strøm med gjennomsnittshastighet på 39 cm/s ved 7 m dybde, gjennomsnittshastigheten avtar med dypet til 14 cm/s ved 26 m dyp. Strømmens hovedretning i alle målte dybder er rettet mot sørvest og stort sett rettet mot sørvest i hele måleperioden. Maksimalstrømmen er målt til 125 cm/s ved 7 m dyp.

Hydrografi: Temperaturen i vannsøylen var mellom 15.5 og 16.2°C. Maksimaltemperaturen ble målt ved 14 m dyp. Saliniteten øker fra overflaten til omtrent 20 m. Fra 20 m til bunnen er saliniteten konstant på omtrent 34.5 psu.

Tidevann og vind: Resultatene viser at strømbildet ved Jomfrulandsrevet trolig er dominert av den norske kyststrømmen. Lokalt tidevann og lokal vind er funnet å påvirke strømbildet ved Jomfrulandsrevet. Gjennom hele måleperioden er strømmen stort sett rettet mot sørvest. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. lufttrykk, temperatur, vind), og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
0	29.09.2017	Strømanalyse med hydrografi	HF	HF	MARTIA	SIR

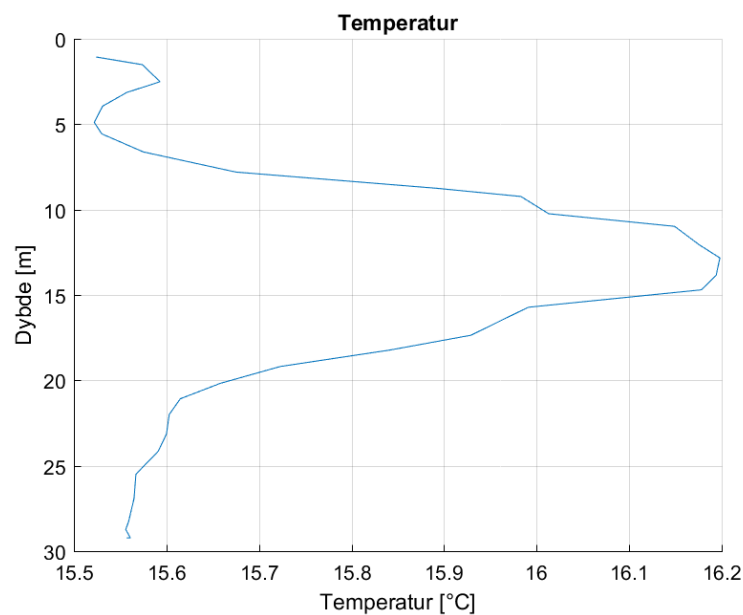
INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Hydrografi	5
2	Oversikt - Strømmålinger	6
3	Statistisk analyse - Strømmålinger	8
3.1	Gjennomsnitts- og maksimalstrøm	8
3.2	Vannutskiftning.....	10
4	Tidevann og vind	12
4.1	Tidevannsanalyse.....	12
4.2	Sammenheng mellom vind og strøm	14
5	Sammendrag	16
6	Referanser	18
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring.....	19
Appendiks B	Pinnediagram	21
Appendiks C	rosediagram	22
Appendiks D	Tidsserier	23
Appendiks E	Fjernet data.....	31
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner.....	32
Appendiks G	Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 9251	32

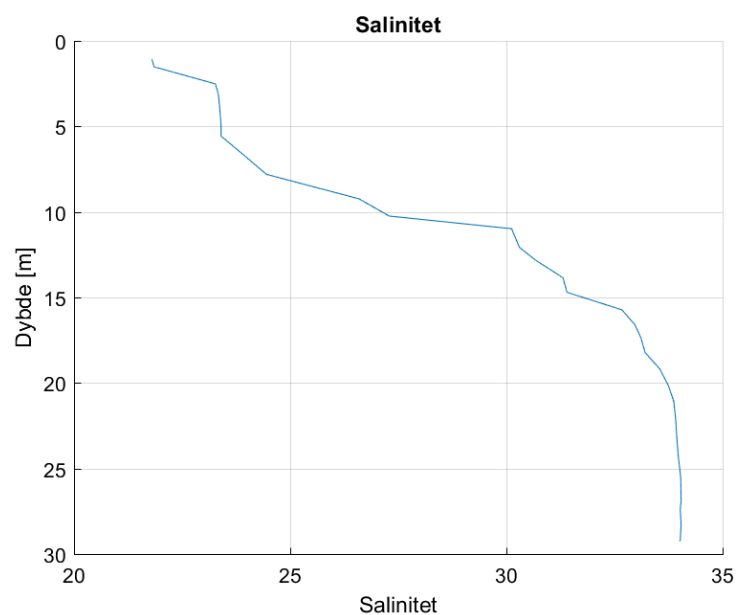
1 Hydrografi

Det ble gjennomført profilerende måling av salinitet og temperatur ved opptak av strømmåleren 18.9.2017 ved riggplasseringen. Målingene ble utført med en SD204 produsert av SAIV (serienummer 314) som målte med en frekvens på 0.5 Hz. Resultatene er presentert i Figur 1 og Figur 2.

Temperaturen i vannsøylen er på omtrent 15.5-15.6°C fra 0 til 5 m dyp og fra 20 m til bunnen. Mellom disse to intervallene øker temperaturen jevnt til 16.2°C ved omtrent 14 m dyp. Saliniteten øker jevnt fra omtrent 22 psu ved overflaten til 34.5 psu ved omtrent 17 m dyp. Fra 17 m dyp til bunnen er saliniteten relativt konstant omkring 34.5 psu.



Figur 1: Temperatur målt ved strømmålerens plassering 18.09.2017



Figur 2: Salinitet målt ved strømmålerens plassering 18.09.2017

2 Oversikt - Strømmålinger

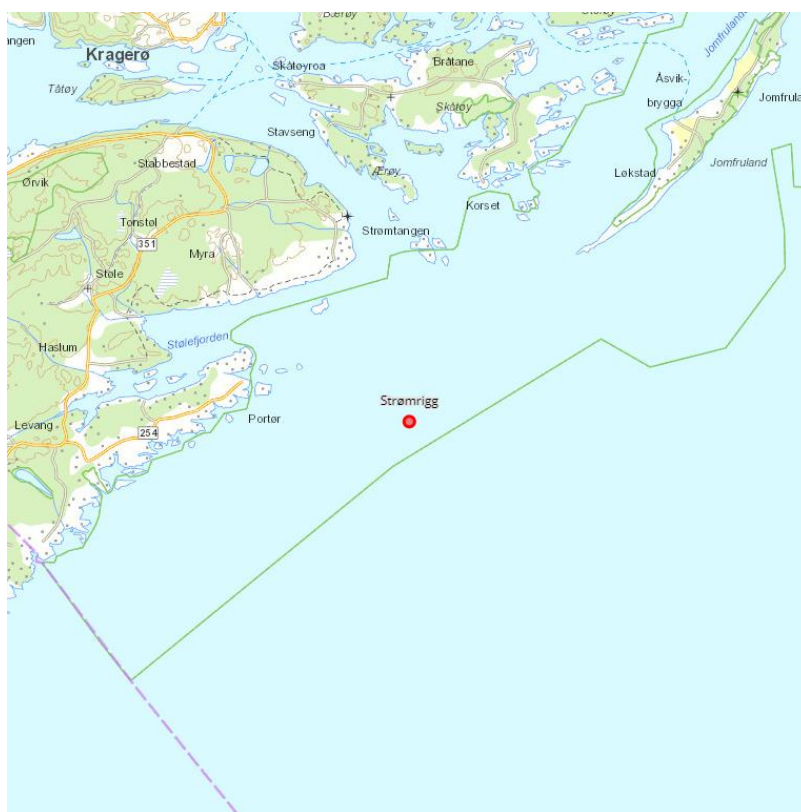
Strømmålinger ble foretatt ved Jomfrulandsrevet i perioden 16.08.2017 - 18.09.2017.

Tabell 1 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for strømmålingene:

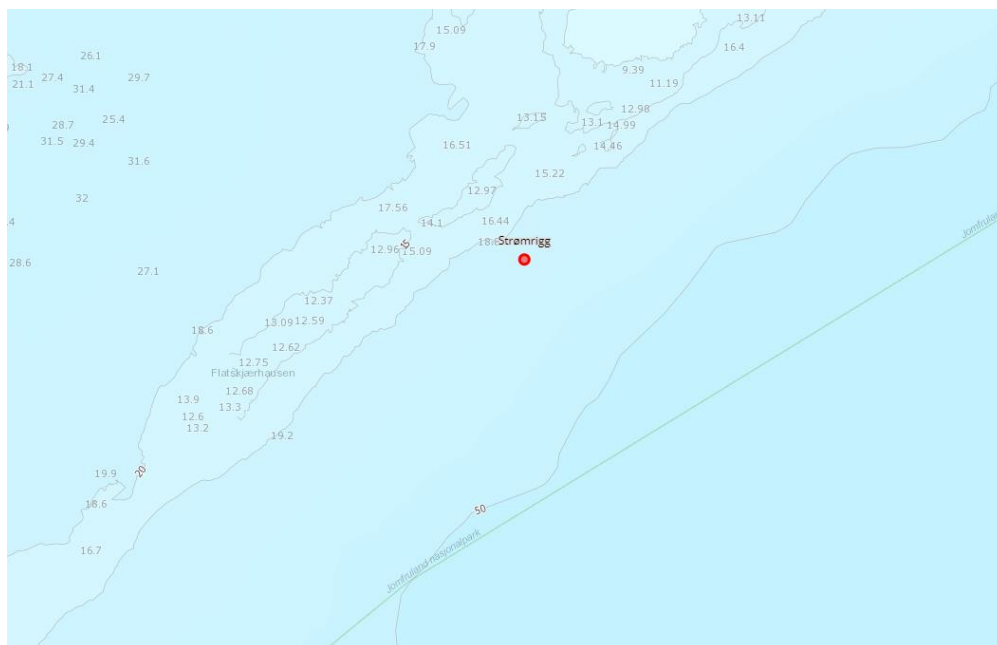
- **Plassering av måler:** Figur 3 og Figur 4 viser hvor måleriggen var plassert. Plasseringen er ansett som representativ for utdypingsområdet.
- **Måledybder:** Det ble satt ut en doppler profilmåler ved 26 m dyp. Målet er å kartlegge strømforholdene i vannsøylen.
- **Målingsutstyr:** Målerne ble forankret fra bunn og opp. Beskrivelse av riggen og instrumentene 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 32 dager.

Tabell 1: Generell informasjon om strømmålingen utført ved Jomfrulandsrevet

Posisjon	58°48.033 N 9°29.518 Ø
Ca. dybde på målestedet	28 m
Måleperiode	16-Aug-2017 14:00:00 til 18-Sep-2017 13:10:00
Varighet	32 dager, 23 timer, 10 minutter
Antall målinger	4748
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigeret for misvisning)
Målertype - 26 m dybde	Doppler profilmåler (Nortek Aquadopp profiler, Serienummer 9251), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 7 til 23 m dybde, cellestørrelse 2 m
Type måling - 26 m dybde	Burst (måling i 100 sekunder)
Frekvens	Hvert 10. minutt



Figur 3: Oversiktsbilde over området omkring strømriggeren ved Jomfrulandsrevet. Målepunktet er merket med rødt punkt



Figur 4: Nærbilde av bunntopografi omkring strømriggeren ved Jomfrulandsrevet. Målepunktet er merket med rødt punkt

3 Statistisk analyse - Strømmålinger

Formålet med strømmålingen er å kvantifisere strømhastighet og -retning ved forskjellige dyp.

Dette kapittelet er en oppsummering av de viktigste statistiske egenskapene for strøm ved dybdene 7 m, 15 m, 23 m og 26 m. For flere detaljer henvises det til:

- Kapittel 5: Statistikktabell
- Appendiks B: Pinnediagram
- Appendiks C: Rosediagram

3.1 Gjennomsnitts- og maksimalstrøm

Figur 5 viser et 3D-diagram av horisontal strømhastighet over tid for de øverste 30 m (venstre panel) samt minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder (høyre panel). Tabell 2 viser maksimalstrøm i 8 retningssektorer for forskjellig dybde. Retningssektorene er sentrert rundt 0°, 45°, 90° osv. Oversikt over maksimalstrømmen og tilhørende retning er gitt i Tabell 2.

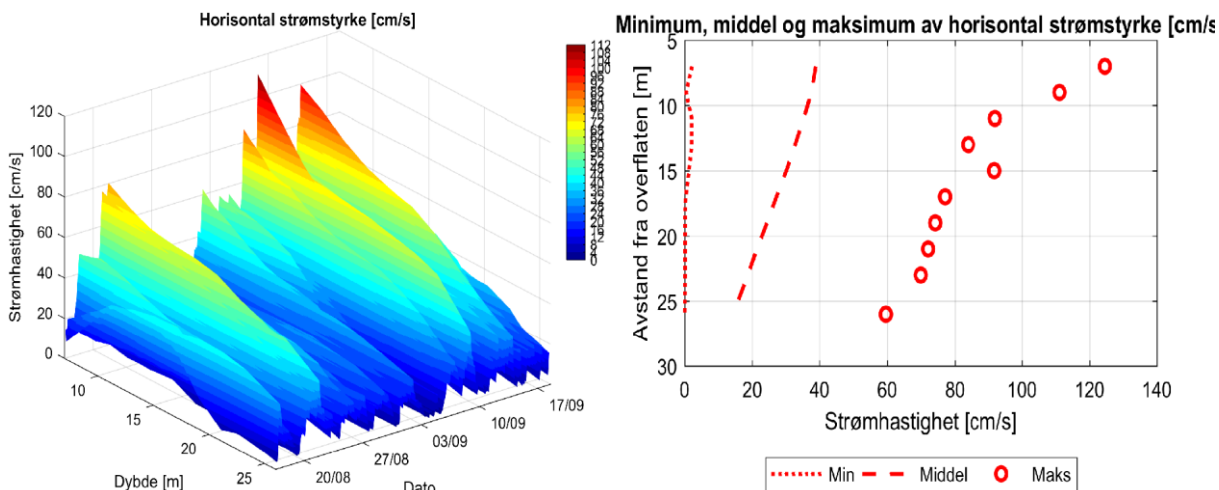
Figur 6 og Figur 7 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder i to og tre dimensjoner.

Maksimalstrømmen for denne lokaliteten ble målt ved 7 m dybde og var 125 cm/s mot sørvest (235°). Maksimalstrøm ved alle dyp er rettet mot sørvest i måleperioden. Den sterkeste gjennomsnittsstrømmen er målt til 39 cm/s ved 7 m. Ved 7 m er det ikke målt strøm med retning mot nordvest og ved 15 m er det ikke målt verdier med retning mot nord og nordøst. Generelt er strømmen rettet mot sørvest i hele måleperioden.

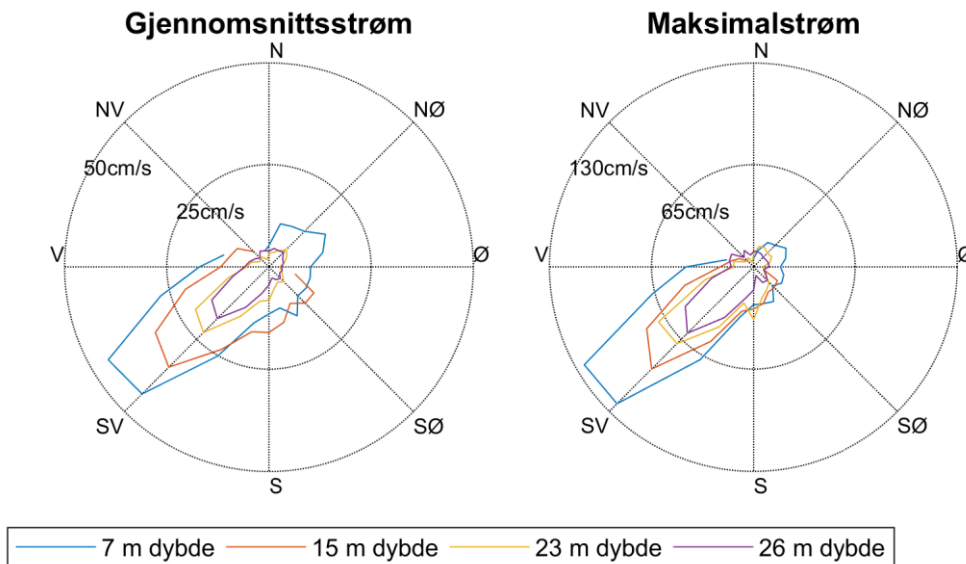
Dette tyder på at strømbildet ved Jomfrulandsrevet domineres av den norske kyststrømmen. Denne strømmen har sitt opphav i Skagerrak før den følger norskekysten nordover til Barentshavet (Havforskningsinstituttet 2013).

Tabell 2: Maksimal horisontal strøm [cm/s] og tilsvarende retning i de åtte sektorene. Tomme celler markerer at ingen målinger ble registrert i det retningsintervallet ved gitt dyp

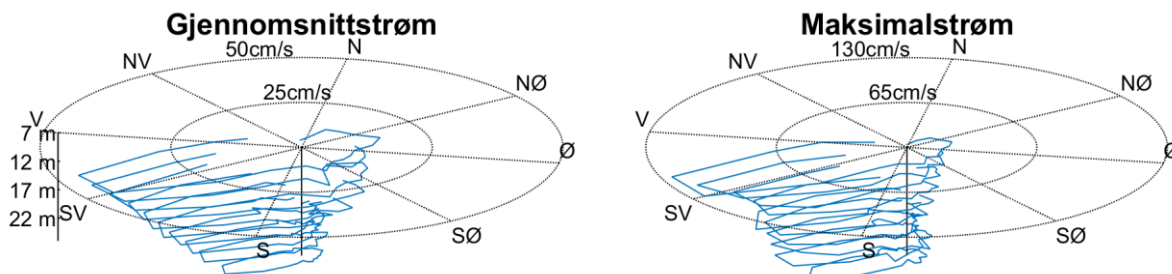
	Retning (mot)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Alle retninger
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Dybde	Maksimal horisontal strøm [cm/s]								
7 m	11	24	21	25	33	125	67		125 (235°)
15 m			7	19	29	92	45	11	92 (229°)
23 m	14	14	11	17	34	70	32	7	70 (235°)
26 m	10	10	10	12	21	60	28	16	60 (232°)



Figur 5: 3D-diagram av horisontal strømstyrke over tid mellom 7 m og 26 m (data er lavpassfiltrert, dvs. maksimumverdier er lavere enn 10 minutters maksimumverdier) og minimal, middel og maksimal horisontal strøm ved alle målte dybder



Figur 6: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder



Figur 7: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger i tre dimensjoner (15 graders sektorer) og dybder

3.2 Vannutskiftning

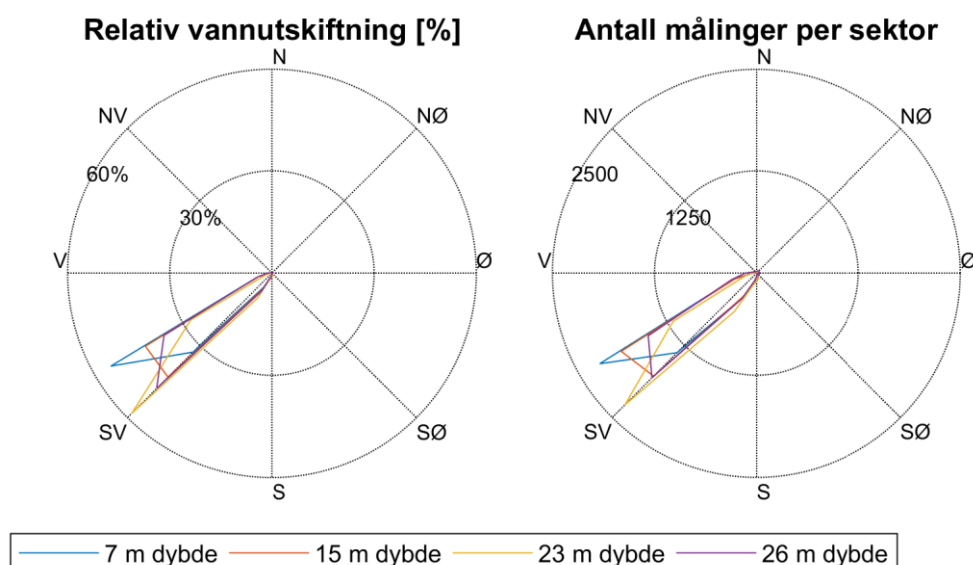
Vannutskiftningen er definert som vannfluksen, som er mengden av vann som transporteres gjennom en kvadratmeters flate i løpet av måleperioden. Dette beregnes som strømhastighet ganger tiden den varer og oppgis i m^3/m^2 . Vannutskiftningen kan oppgis per sektor, dvs. per retningsintervall. Vannutskiftningen i en sektor er den delen av vannfluksen hvor strømretningen er i et visst retningsintervall. Vannutskiftningen i 8 sektorer er gitt i Tabell 3. Retningssektorene er sentrert rundt 0°, 45°, 90° osv. Figur 8 viser relativ vannutskiftning og antall målinger i 15 graders sektorer for forskjellige dybder.

Figur 9 er et progressiv vektordiagram som viser hvordan en tenkt vannpartikkel på en gitt dybde ville forflyttet 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.

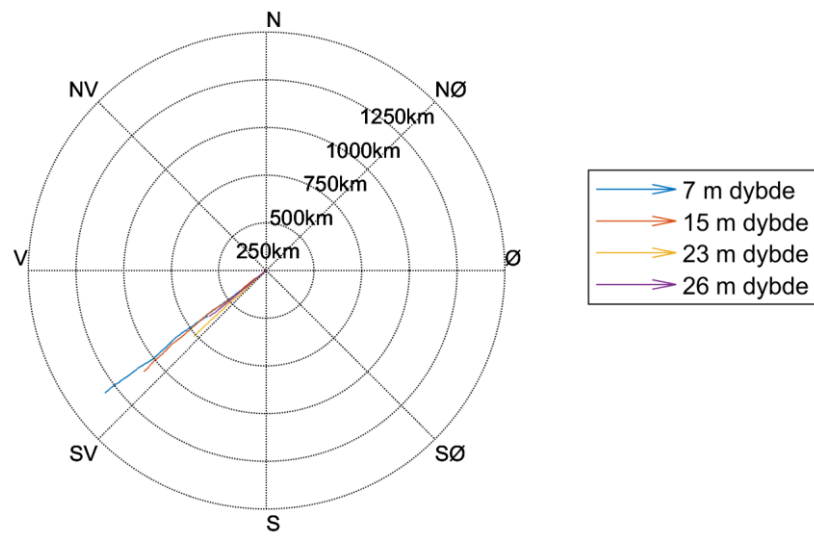
Figurene illustrerer at strømmens hovedretning(er) ved Jomfrulandsrevet er rettet mot sørvest og er ensartet i hele vannsøylen.

Tabell 3: Vannutskiftning [m^3/m^2] i 8 sektorer. Den største vannutskiftningen for hvert dyp er uthevet.

Dybde	Retning (mot)								Alle retninger
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Vannutskiftning [m^3/m^2]									
7 m	152	3317	4597	6734	17963	1019868	53740	0	1106372
15 m	0	0	40	3634	29826	785999	39217	301	859016
23 m	598	2246	1009	1388	13212	502070	11851	586	532960
26 m	1549	2477	1723	1417	5216	367619	24135	1691	405827



Figur 8: Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor



Figur 9: Progressiv vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

4 Tidevann og vind

4.1 Tidevannsanalyse

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). 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.

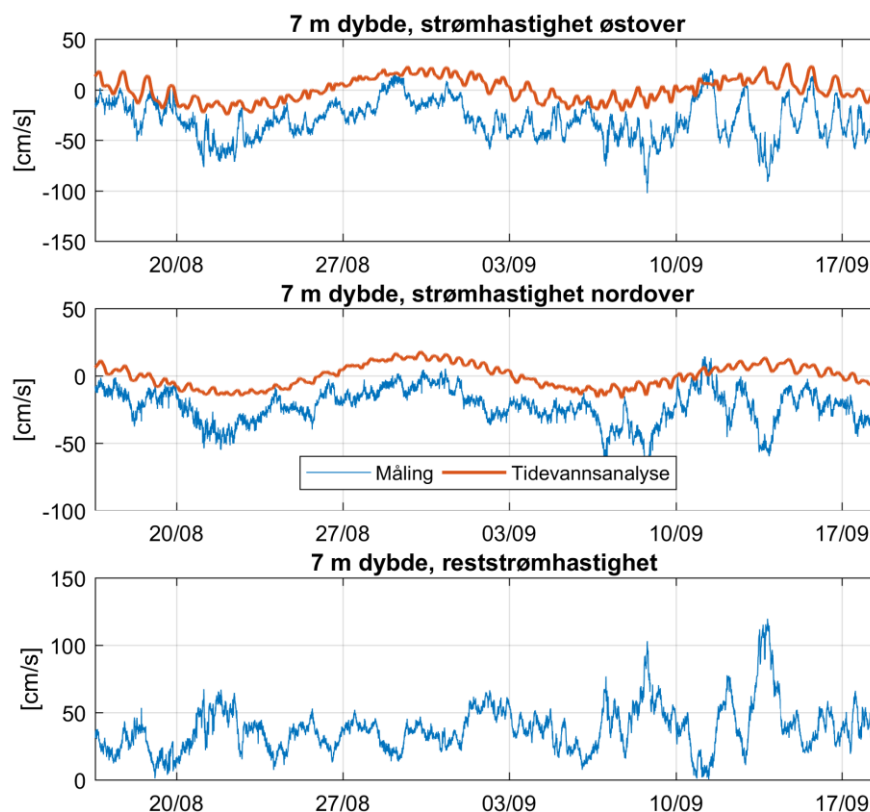
Tidevannsanalysen forutsetter stasjonære forhold og uavhengige komponenter og har naturlige begrensninger på grunn av andre faktorer som påvirker strømmen og kan føre til ikke-stasjonære forhold (f.eks. vind, lufttrykk, elveavrenning).

Resultatene fra tidevannsanalysen er gitt i Figur 10 til Figur 12.

Figur 10 viser tidsserien av strømmen ved 7 m dybde med tidevannsanalyse for den nordgående og østgående komponenten av strømmen samt reststrømmen.

Reststrømmen er den vektorielle differansen mellom den målte strømmen og tidevannsanalysen. Vektorielt 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.

Tidevannsanalysen på strømmålingene ved Jomfrulandsrevet ved 7 m dybde forklarer 38 % av variansen i datasettet, ved 26 m forklarer tidevannet 14 % av variansen. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 7 m dybde er 29 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 58 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 120 cm/s.



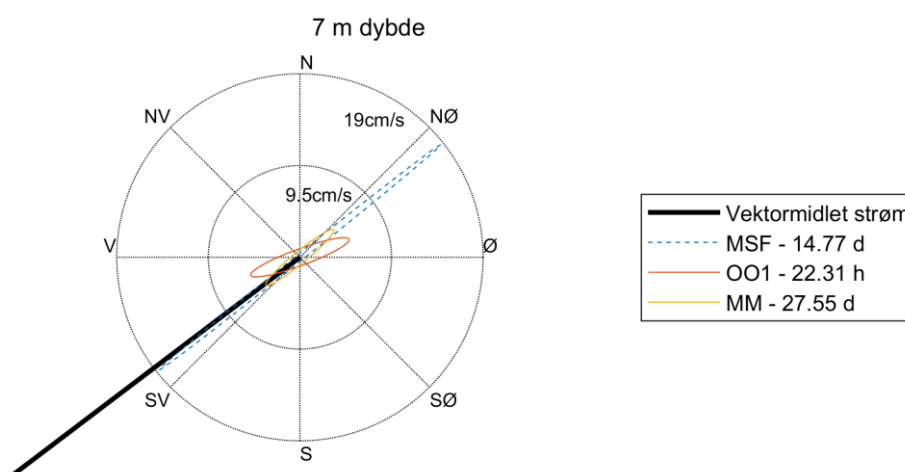
Figur 10: Horisontal strømhastighet, 7 m dybde, med tidevannsanalyse

Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømrretningen roterer og strømhastigheten når maksimumsverdien og minimumsverdien to ganger i løpet av tidevannsperioden. Figur 11 viser tidevanssellipsene for de sterkeste tidevannskonstituentene av strømmen ved 7 m dybde. Hovedperiodene til tidevannssignalet ved 7 m dybde er 14.77 dager, 22.31 timer og 27.55 dager. Det er komponenten MSF med en periode på 14.77 dager som er mest fremtredende i målingene.

Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 11. Dette er en gjennomsnittlig strøm som tar hensyn til strømrretningen. 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. Tidevannsstrømmen som oscillerer fram og tilbake vil alltid ha 0 cm/s som vektormiddel. Den vektormidlete strømmen viser at vanntransporten er mot sørvest, langs kysten, ved Jomfrulandsrevet.

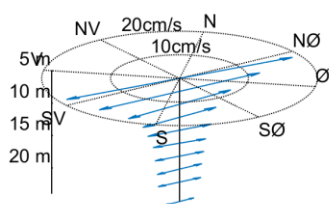
Figur 12 viser resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder. Figuren lengst til venstre viser hovedaksen av tidevanssellipsen som er mest framtreddende gjennom hele vannsøylen, i dette tilfellet MSF. Figuren i midten viser den vektormidlete strømmen for hvert dyp, mens figuren til høyre viser maksimal avvik av den faktiske strømmen fra tidevannsanalysen. Figuren viser at både tidevannsstrøm og vektormidlet strøm er sterkest ved overflaten og avtar i dypet. Retningen på tidevannsstrømmen veksler mellom sørvest og nordøst. Tidevannsanalysen i de forskjellige dybdene forklarer mellom 14 og 38 % av variansen i strømmålingene.

Resultatene viser at tidevannsstrømmen spiller en rolle i å påvirke strømbildet ved Jomfrulandsrevet.

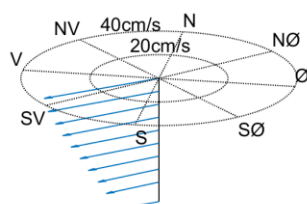


Figur 11: Tidevanssellipsene av strømmen ved 7 m dybde. MSF, OO1 og MM refererer til tidevannskonponentene. Middelstrømmen er vektorbasert

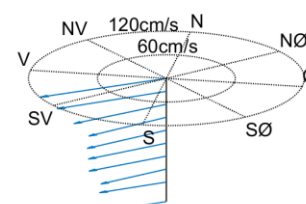
Tidevann - MSF: 14.77 d



Vektormidlet strøm



Maksimal reststrøm

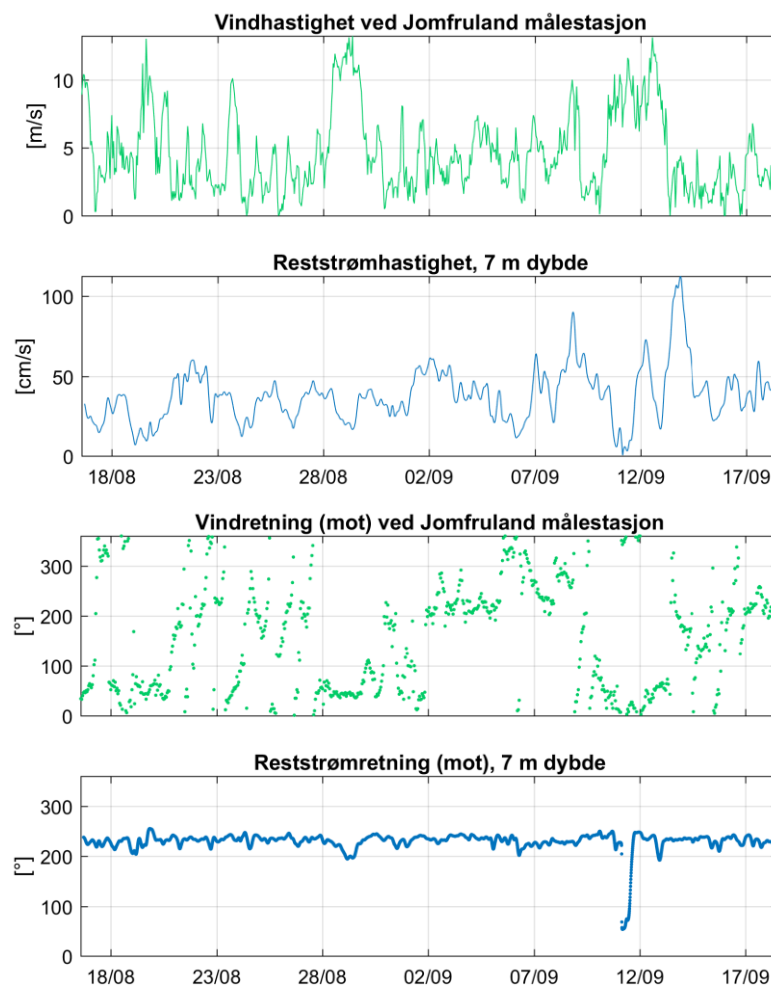


Figur 12: Resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder

4.2 Sammenheng mellom vind og strøm

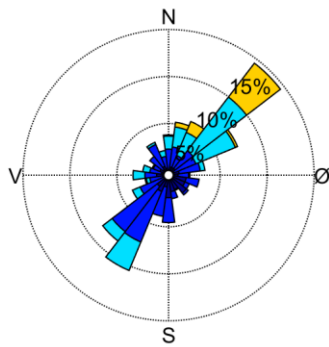
Sammenhengen mellom strøm og vind er også undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Jomfruland målestasjon (eKlima) som ligger 8 km nordøst for Jomfrulandsrevet. Værstasjonen står pålassert på innsiden av øya Jomfruland, og anses som mest representativ for lokaliteten. Verdiene er 10 minutters middelerverdi 10 meter over bakken. Figur 13 viser vindhastighet og vindretning, samt reststrømhastighet og reststrømretning ved 7 m dybde (dvs. strøm uten tidevann).

Figur 13 viser enkelte perioder der man kanskje kan identifisere sammenheng mellom vind og strøm. Eksempler på slike perioder kan være 28.-30.08, 7.-10. september og 11.-14. september. I periodene 28.-30.08 og 11.-14.09 ser det ut til at vind fra vest endrer strømretningen fra sørvestlig til mer østlig retning. Reststrømstyrken avtar også noe. Figur 14 viser fordeling av retninger og styrke av både vind og reststrøm ved 7 m dybde. Her varierer vinden mellom sørvest og nordøst i måleperioden og strømmen ved 7 m dyp er sørvestlig rettet i stort sett hele måleperioden. Det er med dette funnet at den lokale vinden har hatt noe påvirkning på strømbildet i måleperioden.



Figur 13: Vindretning, vindhastighet, reststrømretning og reststrømhastighet ved 7 m dybde, lavpassfiltrert

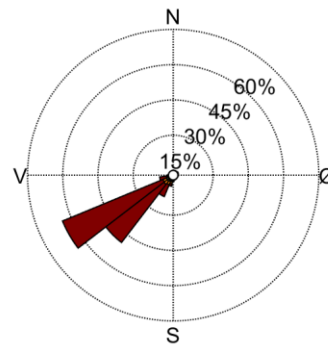
Vind ved Jomfruland målestasjon (mot)



Vindhastigheter
[m/s]

- >=15
- 10 - 15
- 5 - 10
- 2 - 5
- 0 - 2

Reststrøm
7 m dybde



Hastigheter
[cm/s]

- >=20
- 15 - 20
- 10 - 15
- 5 - 10
- 2 - 5
- 0 - 2

Figur 14: Vind, og reststrøm ved 7 m dybde (retninger mot)

5 Sammendrag

Det er foretatt strømmålinger ved Jomfrulandsrevet, Kragerø kommune, i perioden 16.08.2017 til 18.09.2017. Tabell 4 gir en oversikt over resultatene.

Resultatene viser at strømbildet ved Jomfrulandsrevet trolig er dominert av den norske kyststrømmen. Lokalt tidevann og lokal vind er funnet å påvirke strømbildet ved Jomfrulandsrevet. Gjennom hele måleperioden er strømmen stort sett rettet mot sørvest. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er vær-situasjon over et større område (f.eks. lufttrykk, temperatur, vind), og ferskvannsavrenning som bidrar til lagdeling i sommerhalvåret.

Tabell 4: Oversikt statistikk, retningssektorene er sentrert rundt 15°, 30°, 45° osv.

Dybde	7 m	15 m	23 m	26 m
Horisontal strøm				
Gjennomsnittsstrøm (median)	39 (38) cm/s	30 (28) cm/s	19 (18) cm/s	14 (13) cm/s
Standardavvik	21 cm/s	14 cm/s	11 cm/s	9 cm/s
Signifikant maksimumstrøm	64 cm/s	47 cm/s	32 cm/s	25 cm/s
Maksimumstrøm	125 cm/s	92 cm/s	70 cm/s	60 cm/s
Retning maksimumstrøm	235°	229°	235°	232°
Signifikant minimumstrøm	15.1 cm/s	15.8 cm/s	6.5 cm/s	4.9 cm/s
Minimumstrøm	2.2 cm/s	1.3 cm/s	0.1 cm/s	0.0 cm/s
Neumanns parameter	0.96	0.97	0.97	0.95
Vektormidlet strøm	37 cm/s	29 cm/s	18 cm/s	13 cm/s
Vektormidlet strømrretning	233°	231°	228°	231°
Fire hyppigst forekommende strømrretningene (synkende rekkefølge, 15 graders sektor)	240°, 225°, 210°, 255°	240°, 225°, 210°, 255°	225°, 240°, 210°, 255°	225°, 240°, 210°, 255°
Fire hyppigst forekommende strømhastighetene (synkende rekkefølge)	50-75, 40-50, 10-20, 30-40	20-30, 30-40, 10-20, 40-50	10-20, 20-30, 5-10, 30-40	10-20, 5-10, 20-30, 1-5
Vannutskiftning				
Mest vannutskiftning pr. 15 graders sektor	604253 m ³ /m ² ved 240°	370807 m ³ /m ² ved 225°	310145 m ³ /m ² ved 225°	194255 m ³ /m ² ved 225°
Minst vannutskiftning pr 15 graders sektor	0 m ³ /m ² ved 330°	0 m ³ /m ² ved 345°	99 m ³ /m ² ved 345°	269 m ³ /m ² ved 165°
Gjennomsnittlig total vannutskiftning pr. time (alle retninger)	1399 m ³ /m ²	1086 m ³ /m ²	674 m ³ /m ²	513 m ³ /m ²
Nullmålinger				
Andel målinger <1cm/s	0.0 %	0.0 %	0.8 %	1.0 %
Lengste periode <1cm/s	0 min	0 min	20 min	20 min

Tabell 4 inkluderer både middelerdi og median. Middelerdien er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger, mens median er den midterste målingen av måledata sortert etter størrelse. Median er mindre påvirket av enkelte ekstremverdier. Signifikant maksimal strøm er gjennomsnittsverdien av den høyeste tredjedelen av alle målte hastigheter i perioden.

Vektormidlet strøm er den vektormidlete strømmen over hele perioden. Den er i praksis alltid lavere enn gjennomsnittsstrømmen.

Neumanns parameter er et mål for hvor stabil strømretningen har vært. Den beregnes ut ifra Figur 9 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.

For nøyaktigheten av målingene, se Appendiks F.

6 Referanser

Nortek, 2005: "Aquadopp Current Profiler, User Guide"

Codiga, Daniel L.: Unified Tidal Analysis and Prediction

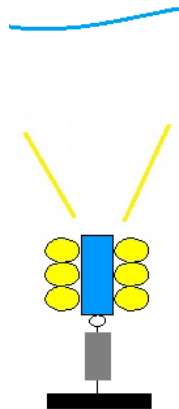
eKlima (eklima.no): Meteorologisk data fra Meteorologisk Institutt

Havforskningsinstituttet (Havforskningsinstituttet 2013), Temaside om den norske kyststrømmen, besøkt 27.9.2017, http://www.imr.no/temasider/kyst_og_fjord/den_norske_kyststrommen

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

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

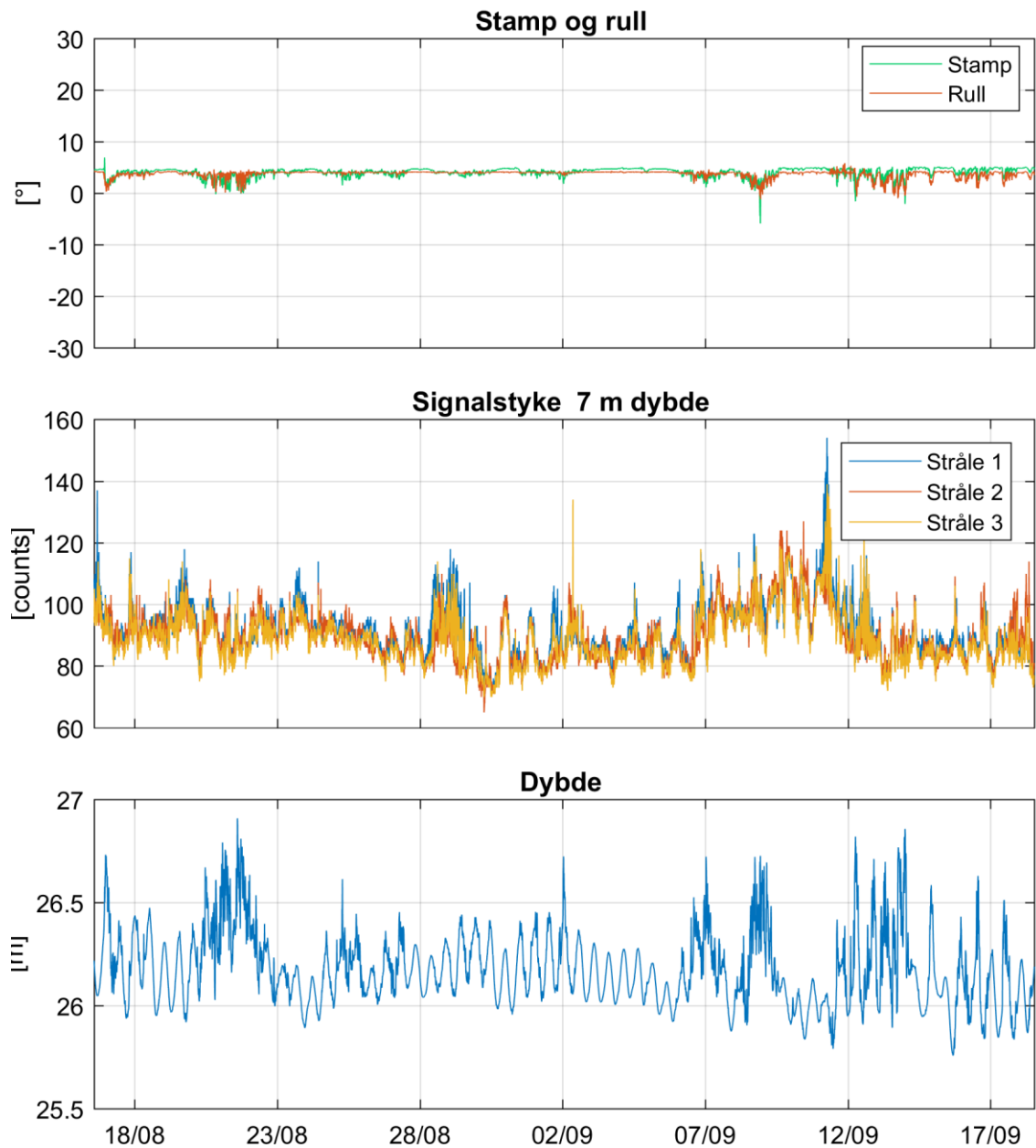
Strømmen ble målt med en akustisk doppler profilmåler (Aquadopp Profiler, produsent Nortek). Målingene er basert på dopplereffekten. Instrumentet sender ut en akustisk puls (et kort lydsignal) med en bestemt frekvens og måler frekvensen av innkommende refleksjoner. Refleksjonen er forårsaket av små partikler 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 15.



Figur 15: Skisse av riggen

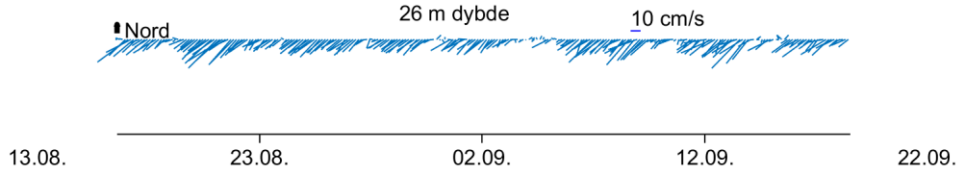
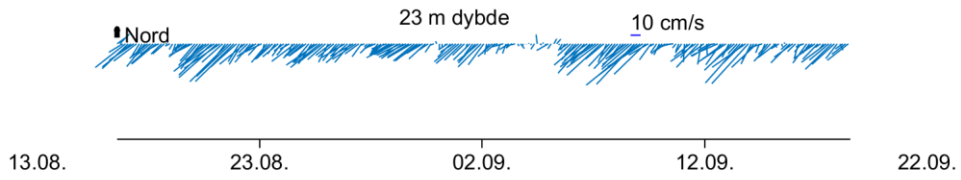
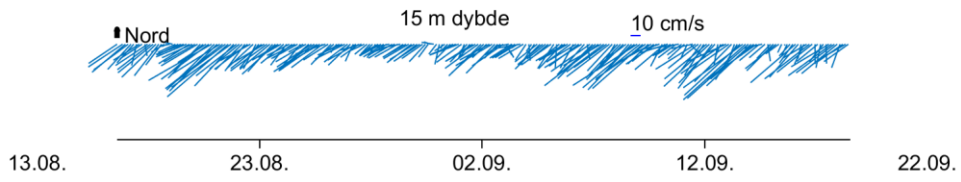
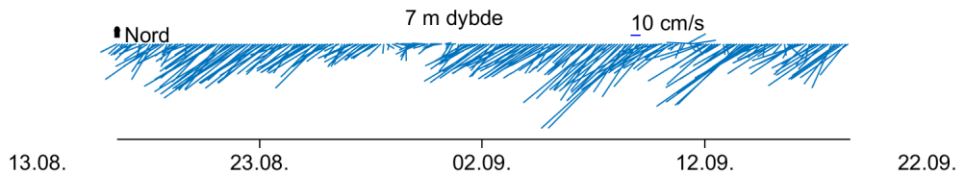
Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Generelt er anbefalingene som følger:

- Aquadopp Profiler: stamp og rull mindre enn 30°, signalstyrke mer enn 7 counts over støygulvet
- 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. 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. Figur 16 viser noen av parametrene etter datarensing.

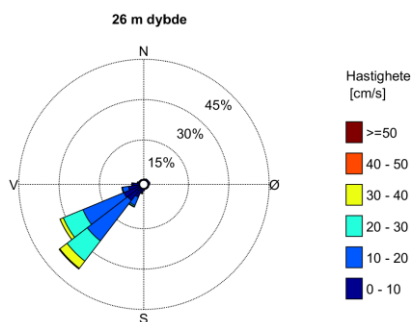
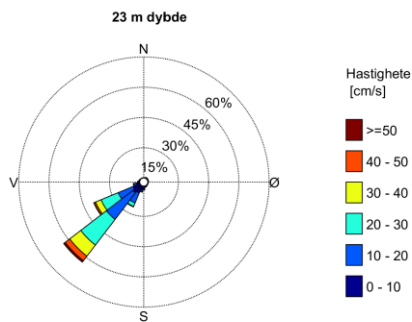
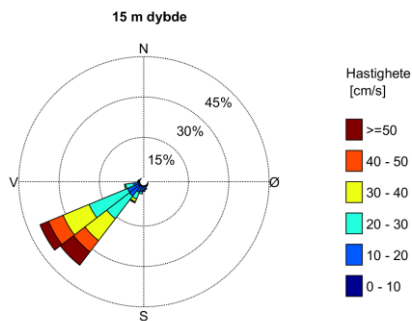
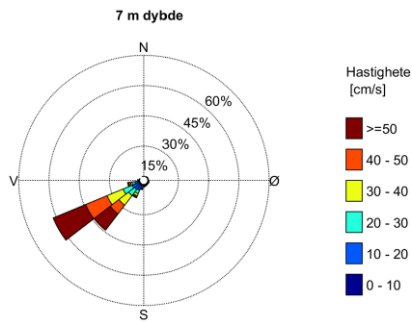


Figur 16: Kvalitetssikring Aquadopp Profiler 26 m etter datarensing

Appendiks B Pinnediagram

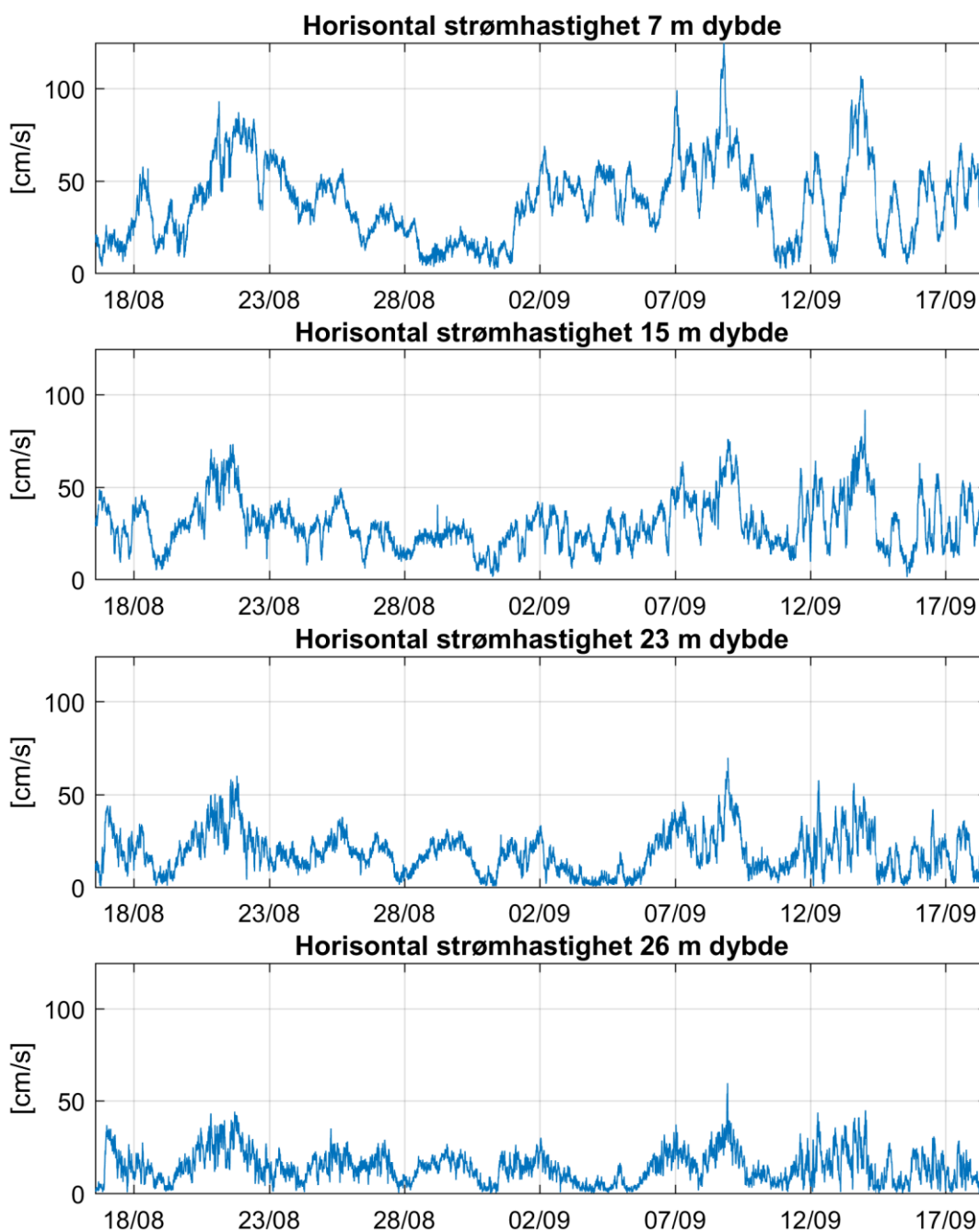


Appendiks C rosediagram

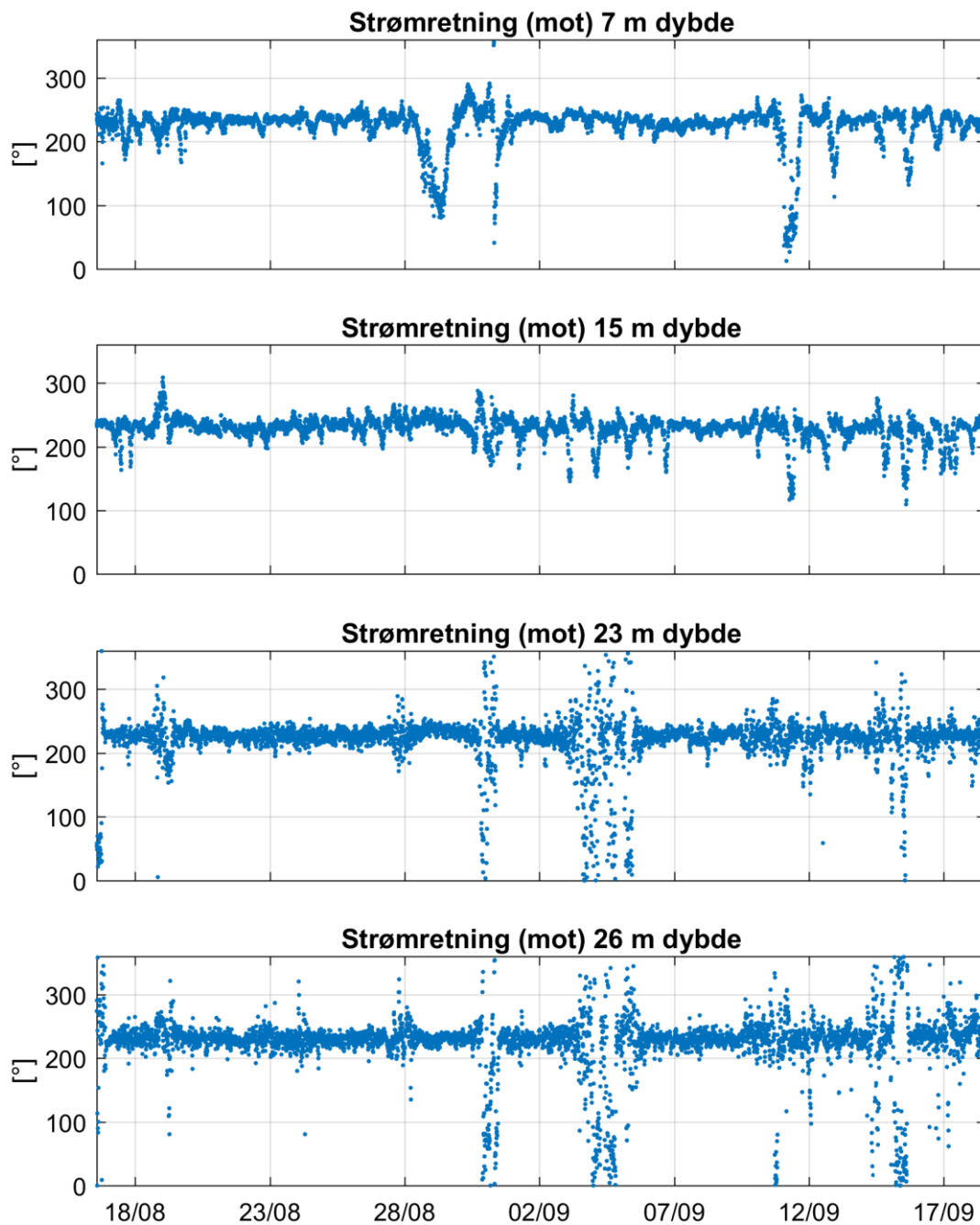


Figur 17: Strømretninger og strømhastigheter: pinnediagram som viser hastighet og retning over tid (en strek hver tredje time); rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge

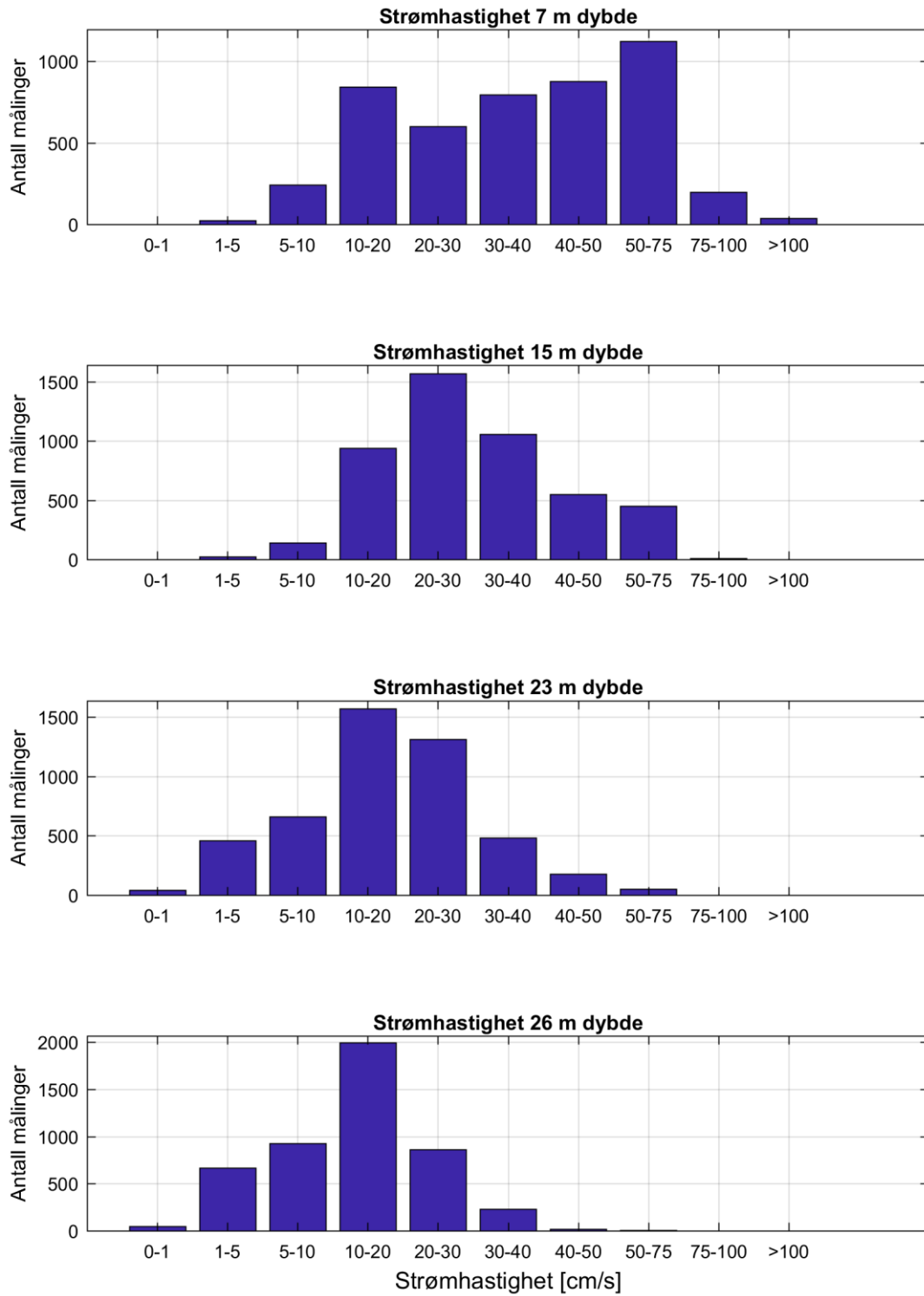
Appendiks D Tidsserier



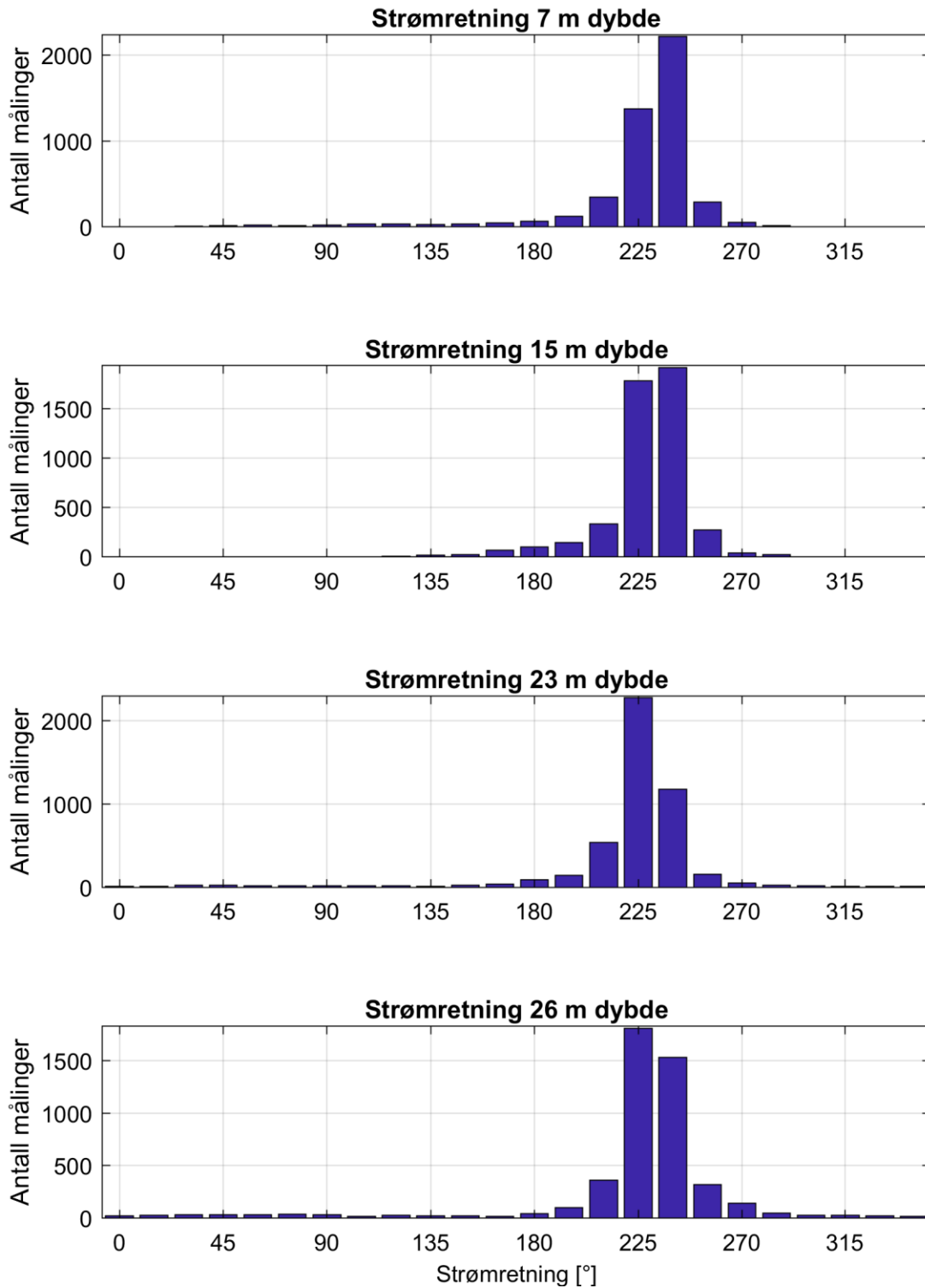
Figur 18: Tidsserier av horisontal strømshastighet



Figur 19: Tidsserier av horisontal strømretning



Figur 20: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 21: Histogram av horisontal strømretning

Tabell 5: Strømstyrke-retningsmatrise ved 7 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsintervall samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet [cm/s]											Utskiftning	
	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m ³ /m ²	%
0°	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0
15°	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	65	0
30°	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	341	0
45°	0	1	4	12	0	0	0	0	0	0	0	1253	0
60°	0	0	1	16	1	0	0	0	0	0	0	1723	0
75°	0	1	2	12	1	0	0	0	0	0	0	1309	0
90°	0	1	7	11	0	0	0	0	0	0	0	1161	0
105°	0	3	12	19	0	0	0	0	0	0	1	2126	0
120°	0	1	18	16	1	0	0	0	0	0	1	2255	0
135°	0	1	12	12	0	0	0	0	0	0	1	1496	0
150°	0	0	14	14	8	0	0	0	0	0	1	2983	0
165°	0	5	19	21	2	0	0	0	0	0	1	2932	0
180°	0	2	23	36	3	0	0	0	0	0	1	4408	0
195°	0	2	26	77	17	3	0	0	0	0	3	10624	1
210°	0	2	17	138	86	58	27	21	0	0	7	52720	5
225°	0	1	25	151	177	286	257	379	83	19	29	362894	33
240°	0	1	31	168	233	409	545	696	117	18	47	604253	55
255°	0	2	18	96	66	35	45	28	0	0	6	47719	4
270°	0	1	8	31	6	3	2	0	0	0	1	5203	0
285°	0	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	819	0
300°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
315°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
345°	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0
Sum%	0	1	5	18	13	17	18	24	4	1			

Tabell 6: Strømstyrke-retningsmatrise ved 15 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsintervall samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet [cm/s]											Utskiftning	
	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m ³ /m ²	%
0°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105°	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0
120°	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	610	0
135°	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	1352	0
150°	0	3	9	15	0	0	0	0	0	0	1	1672	0
165°	0	5	8	48	7	0	0	0	0	0	1	5728	1
180°	0	3	4	78	15	0	0	0	0	0	2	9610	1
195°	0	3	14	94	36	0	0	0	0	0	3	14488	2
210°	0	1	21	109	129	52	17	4	0	0	7	46525	5
225°	0	4	20	222	505	486	251	288	7	0	38	370807	43
240°	0	4	17	218	734	498	280	161	3	0	40	368666	43
255°	0	1	13	98	140	21	2	0	0	0	6	34933	4
270°	0	0	18	22	2	0	0	0	0	0	1	2979	0
285°	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0	1306	0
300°	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	269	0
315°	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0
330°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
345°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum%	0	1	3	20	33	22	12	10	0	0			

Tabell 7: Strømstyrke-retningsmatrise ved 23 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsintervall samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet [cm/s]											Utskiftning	
	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m ³ /m ²	%
0°	2	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	237	0
15°	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	262	0
30°	0	16	9	1	0	0	0	0	0	0	1	704	0
45°	0	13	5	7	0	0	0	0	0	0	1	907	0
60°	1	12	6	2	0	0	0	0	0	0	0	635	0
75°	1	15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	485	0
90°	5	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	238	0
105°	2	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	285	0
120°	0	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	343	0
135°	0	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	373	0
150°	2	17	5	2	0	0	0	0	0	0	1	671	0
165°	2	19	11	2	1	0	0	0	0	0	1	1104	0
180°	2	33	32	19	5	2	0	0	0	0	2	4548	1
195°	1	30	69	40	5	0	0	0	0	0	3	7560	1
210°	1	45	135	257	89	10	3	0	0	0	11	45091	8
225°	3	52	171	786	762	328	136	42	0	0	48	310145	58
240°	1	52	122	383	436	140	37	9	0	0	25	146834	28
255°	2	30	49	57	15	1	0	0	0	0	3	9514	2
270°	4	23	17	8	0	0	0	0	0	0	1	1696	0
285°	2	15	6	1	0	0	0	0	0	0	1	641	0
300°	2	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	259	0
315°	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	183	0
330°	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	144	0
345°	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0
Sum%	1	10	14	33	28	10	4	1	0	0			

Tabell 8: Strømstyrke-retningsmatrise ved 26 m dybde som inneholder antall målinger for hver retningssektor (15 grader, sentrert) og hastighetsintervall samt utskiftning per retningssektor

	Strømhastighet [cm/s]											Utskiftning	
	0-1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Sum%	m ³ /m ²	%
0°	3	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	463	0
15°	1	13	10	1	0	0	0	0	0	0	1	697	0
30°	0	23	9	0	0	0	0	0	0	0	1	887	0
45°	1	12	16	0	0	0	0	0	0	0	1	869	0
60°	0	24	7	0	0	0	0	0	0	0	1	721	0
75°	2	27	9	0	0	0	0	0	0	0	1	828	0
90°	5	21	6	0	0	0	0	0	0	0	1	595	0
105°	0	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	301	0
120°	5	15	5	0	0	0	0	0	0	0	1	448	0
135°	1	16	3	1	0	0	0	0	0	0	0	494	0
150°	5	11	5	1	0	0	0	0	0	0	0	474	0
165°	0	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	269	0
180°	3	23	12	2	0	0	0	0	0	0	1	1053	0
195°	3	34	41	17	2	0	0	0	0	0	2	3895	1
210°	3	44	125	159	22	10	0	0	0	0	8	24835	6
225°	3	69	214	900	451	159	14	2	0	0	38	194255	48
240°	4	83	221	785	375	63	1	1	0	0	32	148530	37
255°	1	64	135	108	12	0	0	0	0	0	7	17703	4
270°	2	57	64	17	0	0	0	0	0	0	3	5042	1
285°	2	24	17	4	0	0	0	0	0	0	1	1390	0
300°	2	20	3	2	0	0	0	0	0	0	1	635	0
315°	2	19	3	0	0	0	0	0	0	0	1	445	0
330°	0	18	4	1	0	0	0	0	0	0	0	610	0
345°	0	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	389	0
Sum%	1	14	19	42	18	5	0	0	0	0			

Appendiks E Fjernet data

AquadoppProfiler 1 data:

Støygulvet er til instrumentet er satt til 25 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 7.0 m dyp. Fjerner 5 celler over dette.

1 celler fjernet pga overflatestøy eller for lav signalstyrke:

25.0 dyp

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 9: Instrumentspesifikasjonene

	Aquadopp Profiler
Horisontal nøyaktighet	± 0.5 cm/s, $\pm 1\%$
Vertikal nøyaktighet	0.6 cm/s
Enkeltping statistisk støy	1.7 cm/s
Nøyaktighet retning	$\pm 2^\circ$
Temperatur nøyaktighet	$\pm 0.1^\circ$

Appendiks G Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 9251

Tabell 10: Test og spesifikasjoner

	Dato	Utført av
Service/test	01.01.2011	Nortek
Funksjonstest	16.08.2017	Multiconsult
Tilt	16.08.2017	Multiconsult
Temperatur	16.08.2017	Multiconsult
Kompass	16.08.2017	Multiconsult
Ping sjekk	16.08.2017	Multiconsult

Tabell 11: Kalibrering

	Dato	Utført av
Kompasskalibrering	16.08.2017	Multiconsult
Støygulv (måling i luft)	18.09.2017	Multiconsult