

---

RAPPORT

# Stad Skipstunnel – Strømmålinger

## Kystsaks nr: 2021/1246

---

OPPDRAGSGIVER

Kystverket

EMNE

Strømmåling Saltasundet

DATO / REVISJON: 07.06.2022 / 01

DOKUMENTKODE: 10243085-01-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	Stad Skipstunnel – Strømmålinger Kystsaks nr: 2021/1246	DOKUMENTKODE	10226405-04-RIMT-RAP-001
EMNE	Strømmåling Saltasundet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Kystverket	OPPDRAGSLEDER	Bård Øyvind Solberg
KONTAKTPERSON	Terje Skjeppestad	UTARBEIDET AV	Jan Potac
KOORDINATER	62°2.017'N 5°21.365'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

## SAMMENDRAG

Det er utført strømmålinger i fire punkt som grunnlag for mudre/dumpe søknad og dimensjonerende skip studie for Stad Skipstunnel. Måleprogrammet omfatter målinger over 1 måned i områdene Saltasundet, Sjødeponi ytre Moldefjorden, Entringsområde Kjødpollen og Entringsområde Moldefjorden.

Formålet med målingene er å kartlegge strømforholdene i flere dyp og beskrive hvordan disse varierer som følge av ytre påvirkning som vind og tidevann. I denne rapporten beskrives det strømmen i Saltasundet.

Målingene viser at strømmen ved Saltasundet i hovedsak styres av tidevannet og veksler mellom å være rettet mot øst og vest.

Gjennomsnittsstrømmen i Saltasundet er målt til 9 cm/s ved 5 m dybde og 11 cm/s ved 11 m og 17 m dybde. Maksimalstrømmen er målt til 43 cm/s ved 5 m, 53 cm/s ved 11 m og 56 cm/s ved 17 m dybde.

Resultatene viser at vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Saltasundet i måleperioden.

01	07.06.2022	Strømanalyse	MA/AFa	Jan Potac	Martin Arntsen	Bård Ø. Solberg
REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>2</b>	<b>Metodebeskrivelse</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>3</b>	<b>Resultater</b> .....	Error! Bookmark not defined.
3.1	Strømdata .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Vanntransport.....	5
3.3	Dimensjonerende strømhastigheter.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4	Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1	Tidevannsanalyse og vannstand .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2	Sammenheng mellom vind og strøm .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.3	Andre strømkomponenter .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	Strøm - Todagersperiode .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>4</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>10</b>
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Appendiks B	Terminologi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Appendiks C	Operasjonell strøm og sektorvis statistikk .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Appendiks D	Tidsserier og fordelinger .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Appendiks E	Fjernet data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Appendiks G	Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 15398 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## 1 Innledning

Det har blitt gjennomført strømmålinger i 4 punkt som grunnlag for mudre/dumpe søknad og dimensjonerende skip studie for Stad Skipstunnel. Målepunktene er vist i Figur 1, og omfatter Saltasundet, planlagt deponiområdet i Moldefjorden samt utenfor hvert av entringsområdene.

Resultatene rapporteres i fire separate rapporter, 10243085-01-RIMT-RAP-001 – 004.

Denne rapporten beskriver strømmålinger gjennomført i Saltasundet.



**Figur 1:** Målepunkter til de fire utførte målingene. Entringsområde Kjødepollen = Målepunkt 4, Entringsområde Moldefjorden = Målepunkt 3, Deponi ytre Moldefjorden = Målepunkt 2, Utdypingsområde Saltasundet Moldefjorden = Målepunkt 1.

## 2 Metodebeskrivelse

Det ble utført strømmålinger ved lokalitet Saltasundet i perioden 06.04.2022 – 12.05.2022.

Tabell 1 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen.

- **Plassering av måler:** Figur 2 viser hvor måleriggen var plassert.
- **Måledybder:** Det ble satt ut en doppler profilmåler ved 22 m dyp.
- **Målingsutstyr:** Måleren sto i bunnramme. 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 35 dager.

**Tabell 1:** Generell informasjon om strømmålingen utført ved Saltasundet.

Posisjon	62°2.017 N 5°21.365 Ø
Ca. dybde på målestedet	23 m
Måleperiode	06-Apr-2022 13:20:00 (UTC) til 12-Mai-2022 11:50:00 (UTC)
Varighet	35 dager
Antall målinger	5176
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigert for misvisning)
Målertype - 22 m dybde	Doppler profilmåler (Nortek Aquadopp profiler, Serienummer 15398), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 5 til 17 m dybde, cellestørrelse 2 m
Type måling - 22 m dybde	Burst (måling i 100 sekunder)
Frekvens	Hvert 10. minutt



**Figur 2:** Utdypingsområde Saltasundet Moldefjorden (Målepunkt 1).

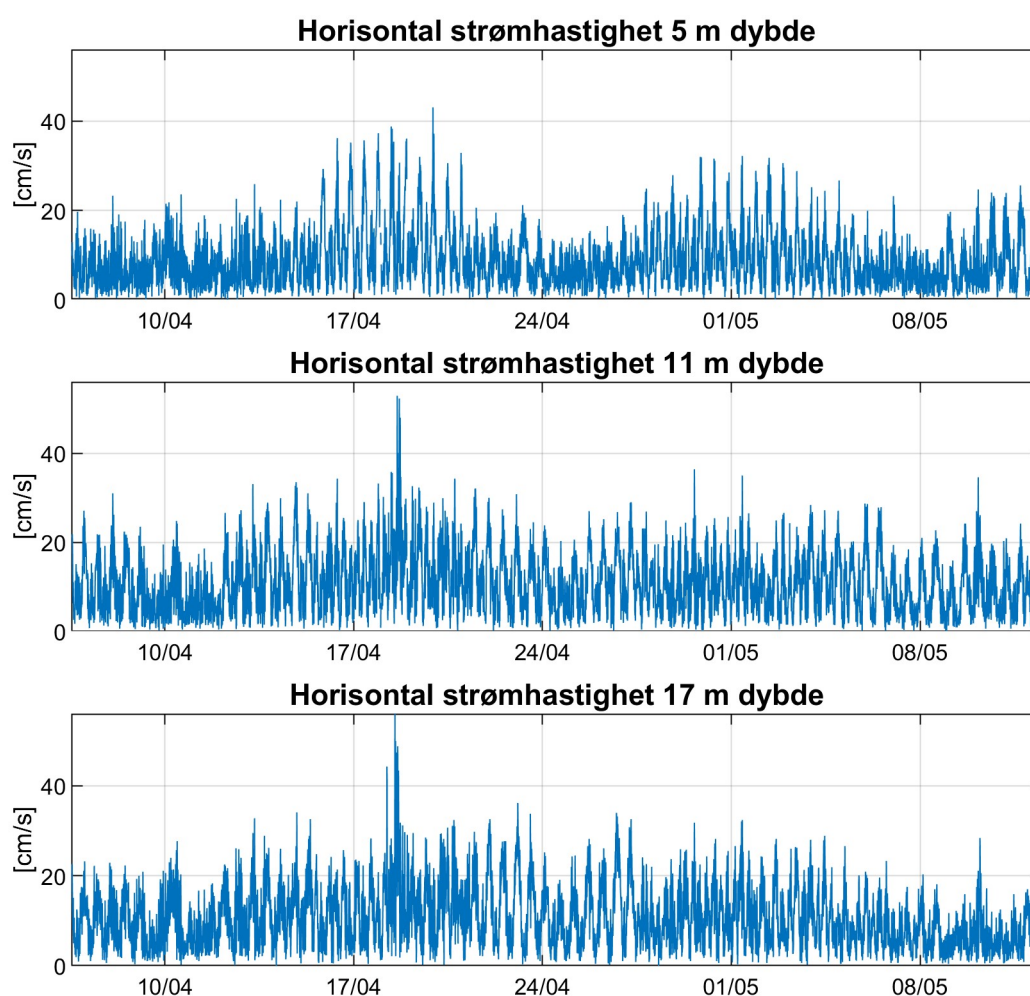
### 3 Resultater

#### 3.1 Strømdata

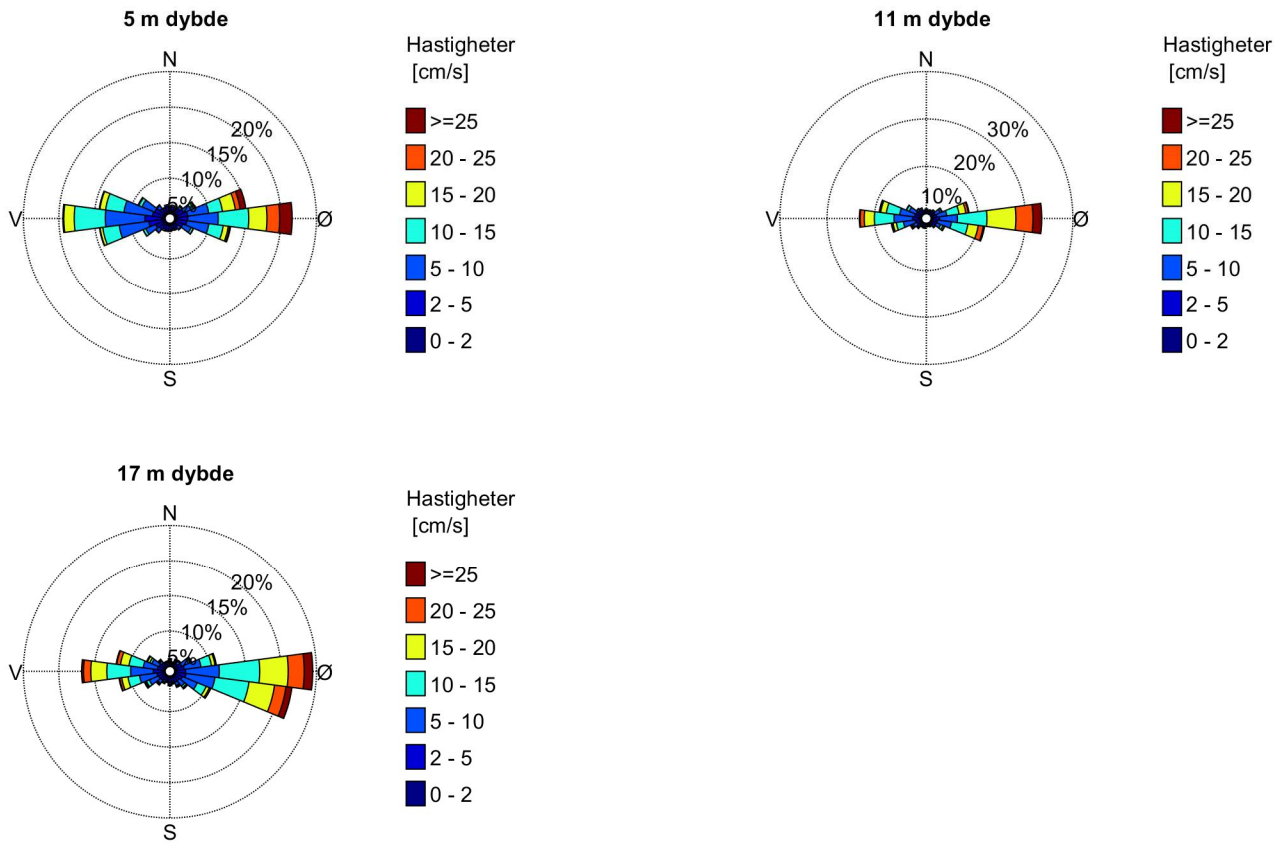
Tidsserien av målt strøm, samt strømrøsen for valgte dybder er gitt i Figur 3 og Figur 4. Figur 5 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Figur 6 viser minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 2. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighet-retnings matrise og fordelinger er gitt i Appendiks C og Appendiks D.

Gjennomsnittsstrømmen ved Saltasundet er målt til 9 cm/s ved 5 m dybde og 11 cm/s ved 11 m og 17 m dybde. Maksimalstrømmen er målt til 43 cm/s ved 5 m, 53 cm/s ved 11 m og 56 cm/s ved 17 m dybde.

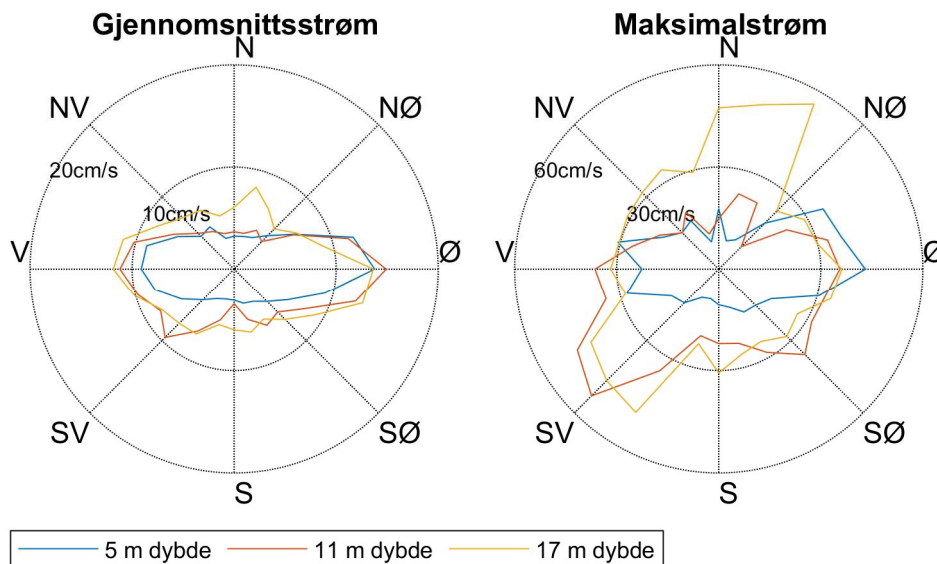
Målingene viser at strømmen ved Saltasundet veksler mellom å være rettet mot vest og øst.



**Figur 3:** Tidsserier av horisontal strømhastighet.

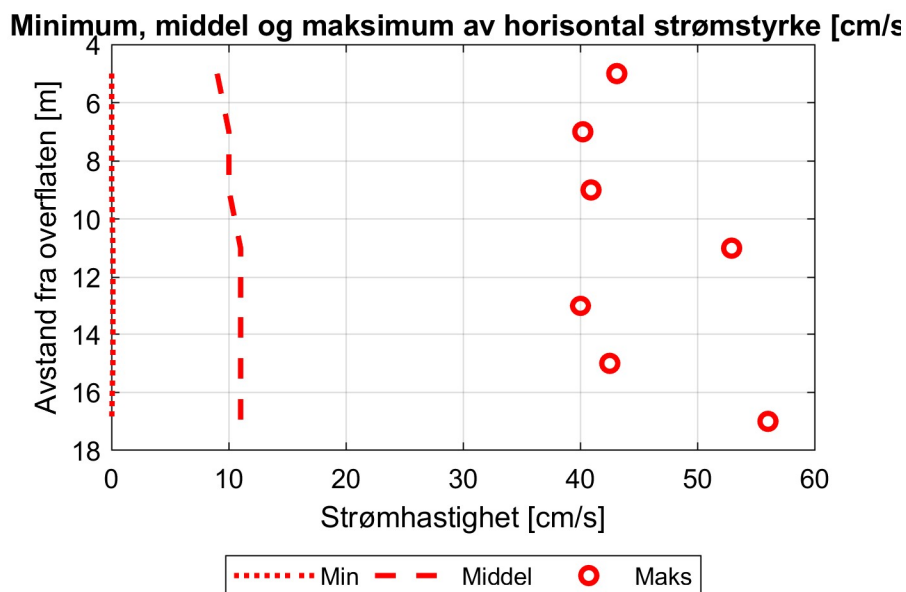


Figur 4: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge.



Figur 5: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder.





Figur 6: Minimal, middel og maksimal horisontal strøm ved alle målte dybder.

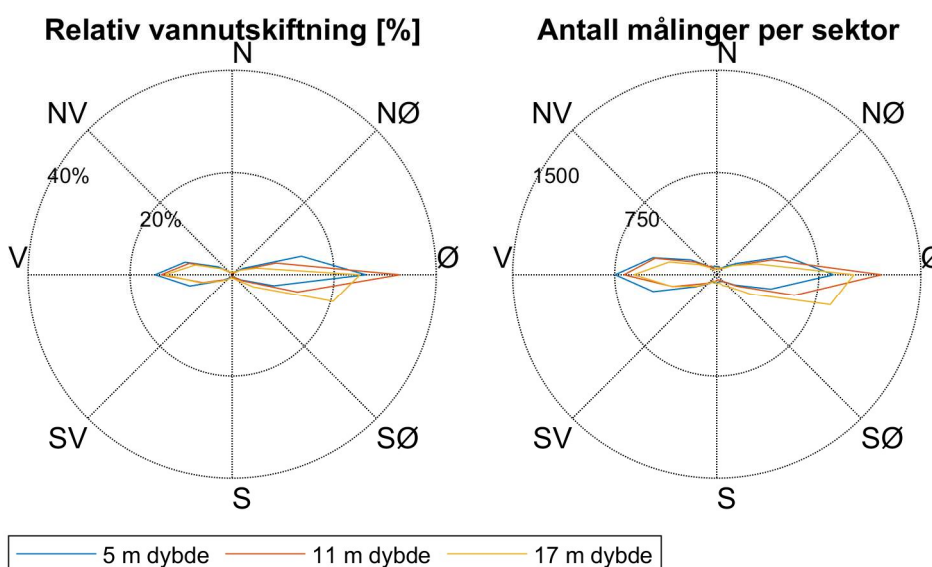
Tabell 2: Statistikk fra strømmålingene ved Saltasundet.

Dybde	5 m dybde	11 m dybde	17 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	9	11	11
Median [cm/s]	7	10	10
Standardavvik [cm/s]	6	7	7
Maksimumstrøm [cm/s]	43	53	56
Retning maksimumstrøm [°]	86	219	25
95 prosentil [cm/s]	21	23	23
Andel målinger >30 cm/s [%]	1.0	0.7	0.8
Vannutskiftning/Vanntransport			
Neumanns parameter	0.15	0.25	0.26
Vektormidlet strøm [cm/s]	1	3	3
Vektormidlet strømretning [°]	81	95	106
Nullmålinger			
Andel målinger < 1cm/s [%]	2.3	1.8	1.6
Lengste periode < 1cm/s [min]	30	20	30

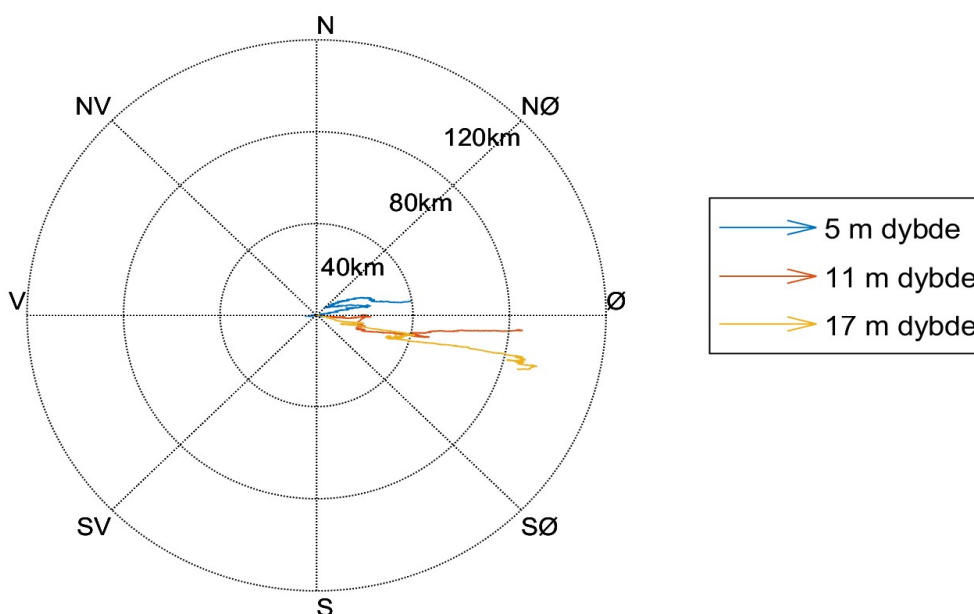
### 3.2 Vanntransport

Relativ vannutskiftning, samt antall målinger per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 7. Et progressiv vektor-diagram er vist i Figur 8. For forklaring av vannutskiftning og progressiv vektor-diagram se Appendiks B.

Vannutskiftning og antall målinger per sektor er gitt i Appendiks C. Fra figurene ser man at netto vanntransport i målte dyp er mot øst, altså inn i Moldefjorden.



Figur 7: Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor.



Figur 8: Progressiv vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden.

### 3.3 Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter

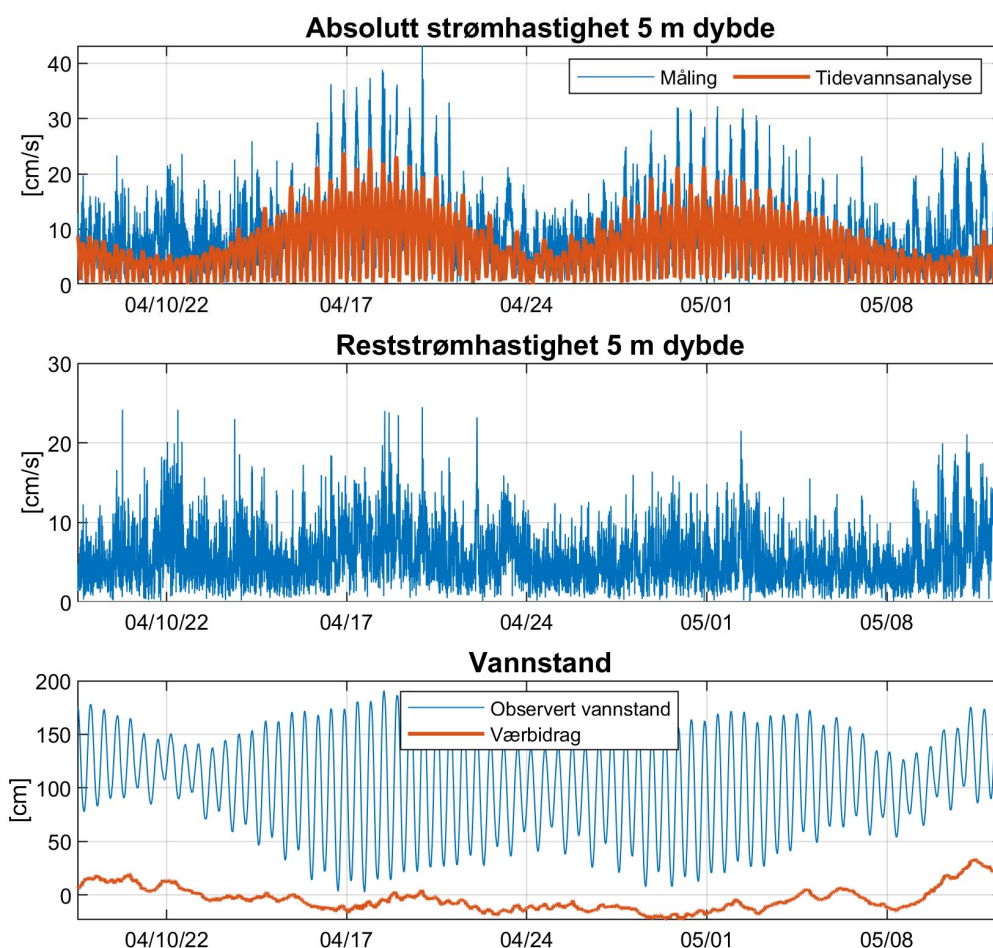
#### 3.3.1 Tidevannsanalyse og vannstand

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 9 til Figur 11.

Figur 9 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 62 % av variansen i datasettet ved 5 m dybde. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 5 m dybde er 25 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 10 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 24 cm/s.



**Figur 9:** Horisontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Måløy, tidsforskjell: 0, høydekorreksjonsfaktor: 1.00 (sehavnivå.no).

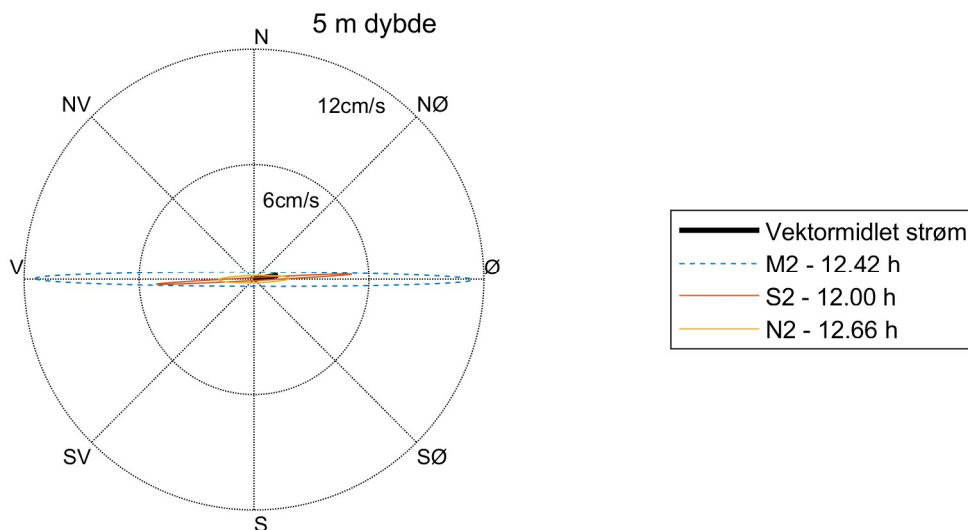
Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømrretningen roterer og strømhastigheten når maksimumsverdien og minimumsverdien to ganger i løpet av tidevannsperioden. Figur 10 viser tidevannsellipsene for de sterkeste tidevannskomponentene til strømmen ved 5 m dybde.

Hovedperiodene i tidevannssignalet ved 5 m dybde er 12.42 timer, 12.00 timer og 12.66 timer. Det er tidevannet fra månen M2 (to perioder per døgn) som er mest framtrepende.

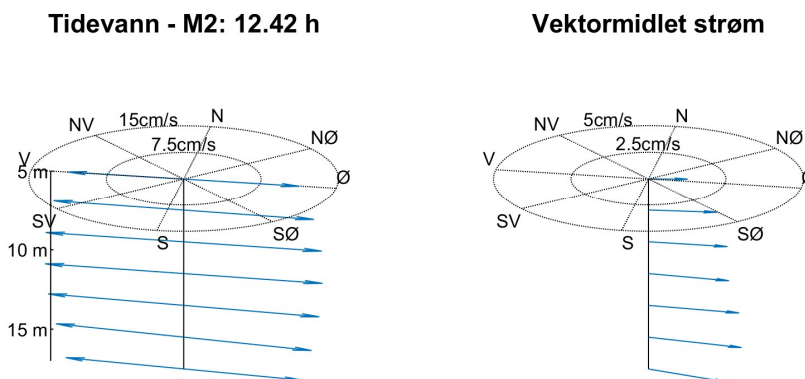
Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 10.

Figur 11 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 M2. Figuren i midten viser den vektormidlete strømmen for hvert dyp.

Resultatene viser at tidevannet er den dominerende drivkraften for strømmen over terskelen i Saltasundet.



**Figur 10:** Tidevanssellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, S2 og N2 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert.



**Figur 11:** Resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder.

### 3.3.2 Sammenheng mellom vind og strøm

Sammenhengen mellom vind og strøm er også undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Kråkenes målestasjon (Frost) som ligger 19 km vest for Saltasundet og anses som mest representativ for lokaliteten. Verdiene er 10 minutters middelverdier 10 meter over bakken. For å lettere kunne sammenligne strøm med vind, er strømmen lavpassfiltrert (se forklaring i Appendiks B). Figur 12 viser vindhastighet og vindretning, samt hastighet og retning på lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

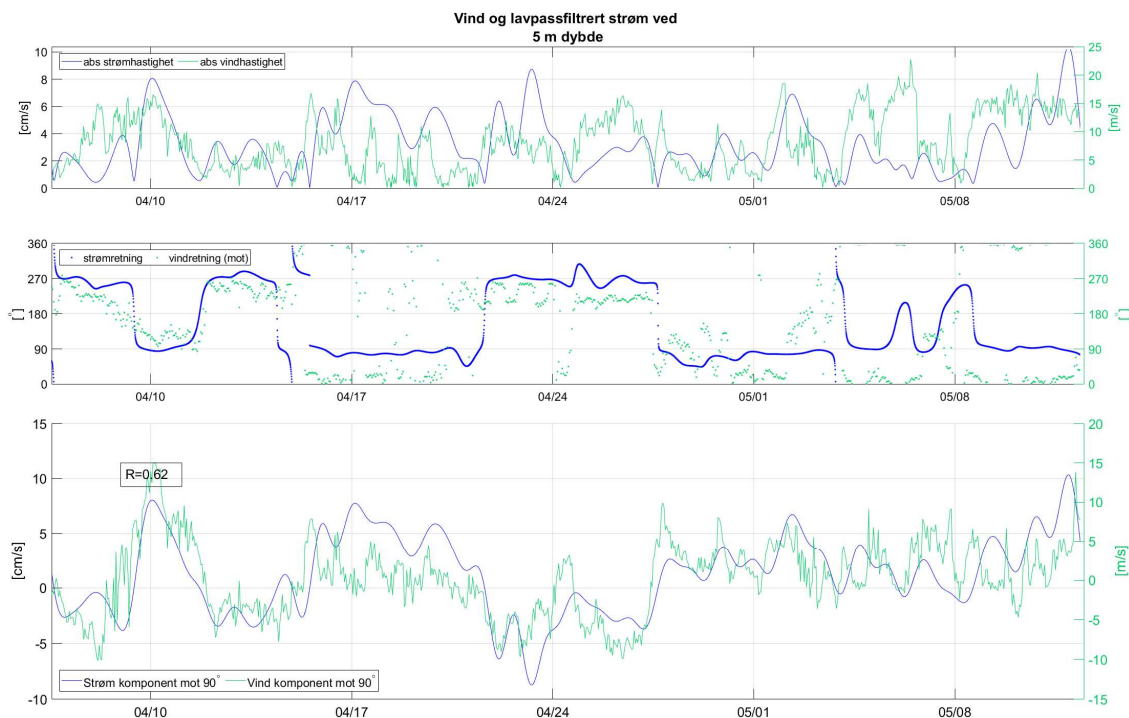
Figur 13 viser fordeling av retninger og styrke av både vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Det er undersøkt korrelasjon mellom vind og strøm dekomponert langs 8 himmelretninger (0°, 45°, 90° osv.) for å finne ut hvilke retninger av vind og strøm som viser størst samvariasjon (Error!

Reference source not found.). Dette er gjort for å fange opp innvirkning fra eventuelle topografiske effekter på vindens og strømmens retning. Nederste panel i Figur 12 viser vind og lavpassfiltrert strøm dekomponert langs den retningen med høyest korrelasjon.

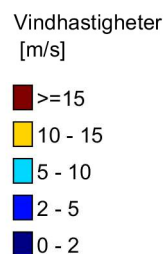
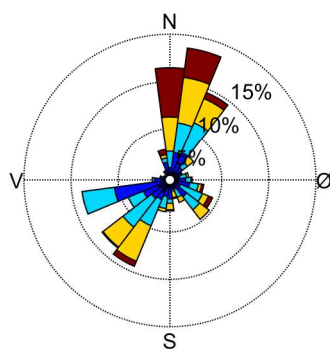
For samtidig vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde er korrelasjonen 0.62. Dette betyr at vind fra øst og vest retning ved Kråkenes ser ut til å ha påvirket strømmen ved overflaten mest i løpet av måleperioden.

Resultatene viser at vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Saltasundet i måleperioden.

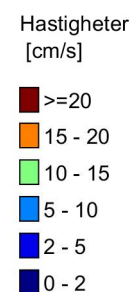
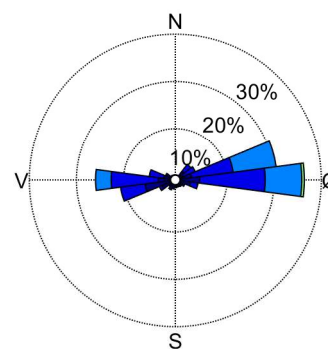


**Figur 12:** De to øverste paneler viser vindretning og vindhastighet (grønn) samt retning og hastighet på lavpassfiltrert strøm (blå). Det nederste panelet viser hastighet på vind og lavpassfiltrert strøm dekomponert langs retninger som gir høyest korrelasjon mellom strøm og vind.

Vind ved Kråkenes målestasjon (mot)



Lavpassfiltrert strøm 5 m dybde



**Figur 13:** Vind og reststrøm ved 5 m dybde (retninger mot).

## 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.

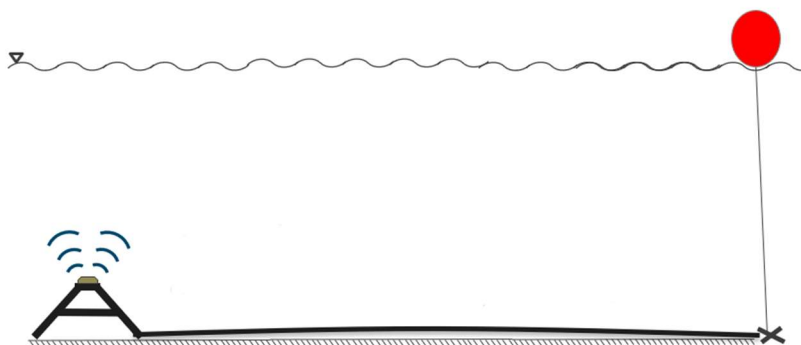
Frost (<https://frost.met.no>): Meteorologisk data fra Meteorologisk Institutt.

Kartverket, 2014 ([sehavniva.no](http://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.

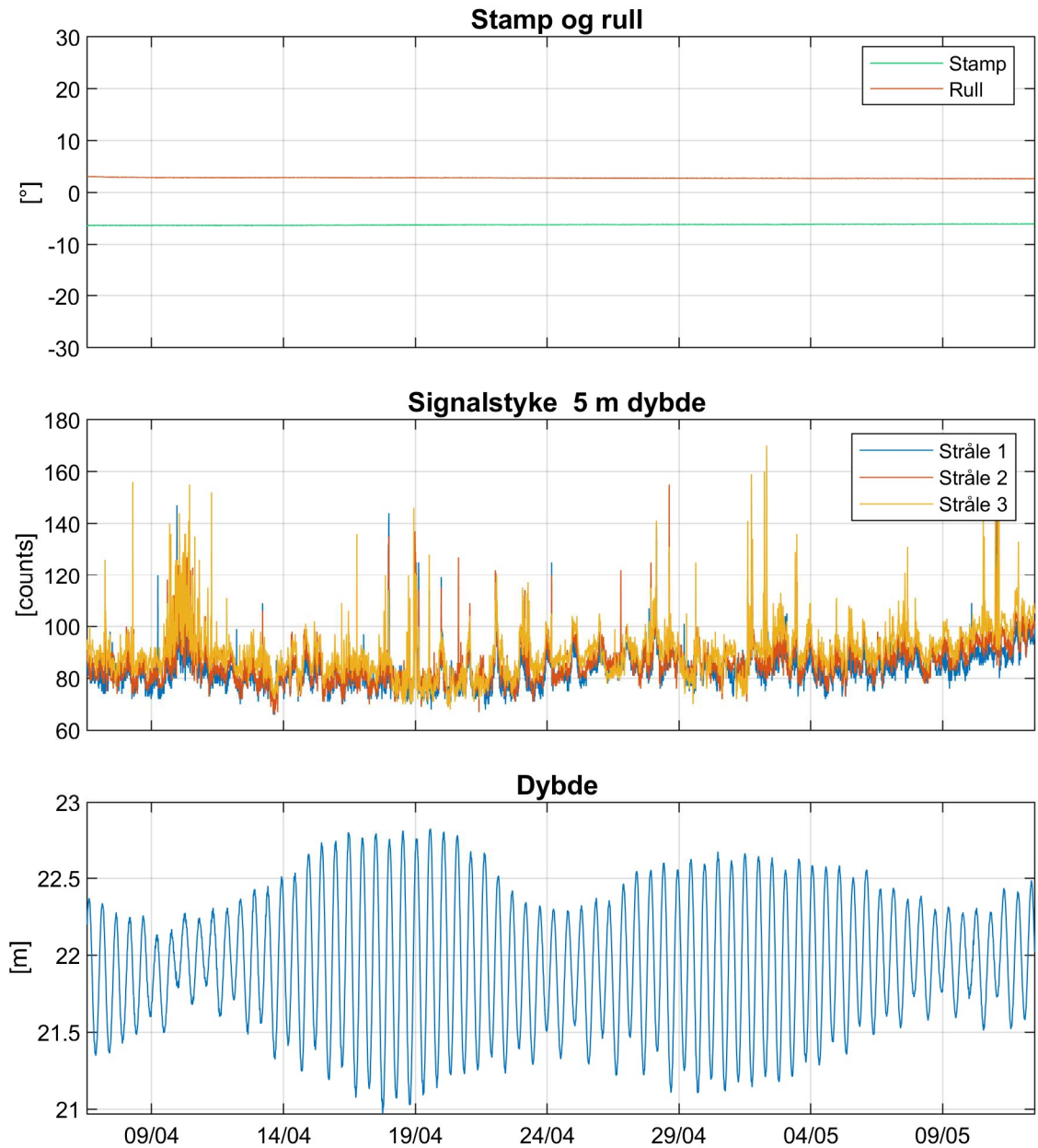


**Figur 14:** Skisse av riggen.

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

- 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 15 viser noen av parameterne etter datarensing.



Figur 15: Kvalitetssikring Aquadopp Profiler ved 22 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 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .
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	3	6	12	5	3	5	9	6	9
11	4	5	14	7	5	8	11	6	11
17	6	7	13	8	6	8	11	8	11
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
5	8	16	27	12	8	11	16	12	21
11	8	13	25	19	18	28	21	13	23
17	25	20	25	18	22	21	22	22	23
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
5	18	35	43	18	12	16	31	19	43
11	23	23	36	36	23	53	36	20	53
17	50	56	36	28	31	49	32	34	56
Dybde	Relativ vannutskiftning [%]								
5	1	4	49	3	1	4	33	5	100
11	1	3	55	4	1	4	29	4	100
17	2	3	51	7	2	5	27	4	100
Dybde	Antall målinger [%]								
5	4	6	35	5	3	7	33	7	100
11	3	5	43	6	3	5	29	7	100
17	3	5	42	10	4	6	25	5	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	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	2.0
1-5 cm/s	2.6	3.0	5.3	2.8	2.6	3.6	6.7	3.3	29.8
5-10 cm/s	0.7	1.7	10.4	2.0	0.5	2.3	13.9	2.8	34.3
10-20 cm/s	0.0	0.8	13.5	0.5	0.0	0.5	12.0	0.9	28.2
20-30 cm/s		0.1	4.4				0.3		4.8
30-40 cm/s		0.0	0.9				0.0		1.0
40-50 cm/s			0.0						0.0
Sum	3.6	5.9	34.8	5.5	3.4	6.6	33.2	7.1	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	0.0	0.9	18.9	0.5	0.0	0.5	12.3	0.9	33.9
>20 cm/s		0.1	5.4				0.3		5.8
>30 cm/s		0.0	0.9				0.0		1.0
>40 cm/s			0.0						0.0

**Tabell 7:** Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 11 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	1.5
1-5 cm/s	2.0	2.4	4.3	2.6	1.7	2.5	4.5	3.3	23.3
5-10 cm/s	0.4	1.8	8.9	1.6	0.3	1.5	9.7	2.4	26.7
10-20 cm/s	0.1	0.4	22.2	1.1	0.2	0.8	12.6	0.9	38.3
20-30 cm/s	0.0	0.1	7.2	0.2	0.1	0.3	1.7	0.0	9.5
30-40 cm/s			0.4	0.0		0.1	0.1		0.6
40-50 cm/s						0.1			0.1
50-60 cm/s						0.0			0.0
Sum	2.7	4.9	43.1	5.7	2.6	5.4	28.9	6.8	100.0

**Tabell 8:** Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 11 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.1	0.5	29.8	1.3	0.3	1.3	14.4	0.9	48.5
>20 cm/s	0.0	0.1	7.5	0.2	0.1	0.5	1.7	0.0	10.2
>30 cm/s			0.4	0.0		0.2	0.1		0.7
>40 cm/s						0.1			0.1
>50 cm/s						0.0			0.0

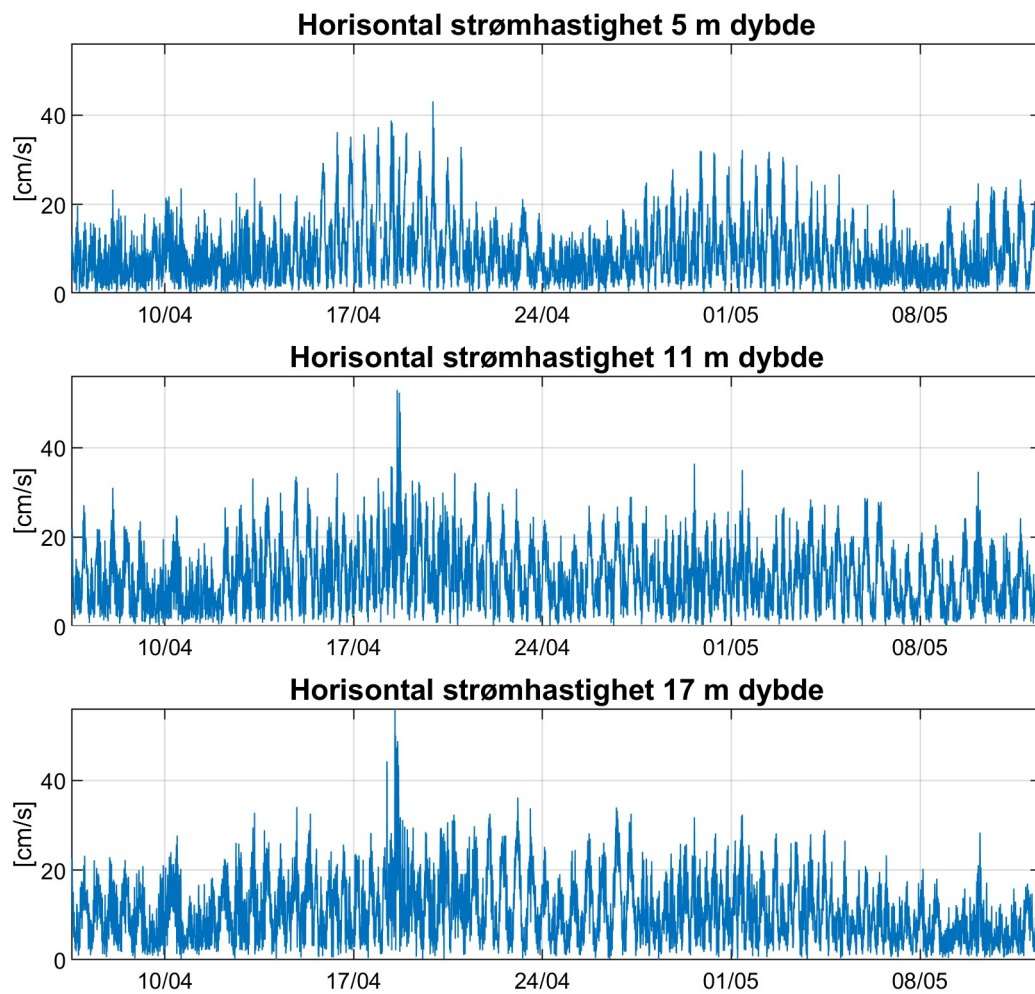
**Tabell 9:** Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 17 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	1.2
1-5 cm/s	1.6	2.4	4.4	3.1	2.2	2.7	3.7	2.2	22.4
5-10 cm/s	0.3	1.8	11.2	3.7	0.7	2.2	7.7	1.6	29.2
10-20 cm/s	0.3	0.6	20.2	2.5	0.3	0.9	11.4	0.9	37.1
20-30 cm/s	0.2	0.2	5.7	0.3	0.2	0.3	2.3	0.2	9.4
30-40 cm/s	0.0	0.0	0.4		0.0	0.0	0.0	0.1	0.6
40-50 cm/s	0.0	0.0				0.1			0.1
50-60 cm/s	0.0	0.0							0.0
Sum	2.6	5.1	42.1	9.9	3.5	6.3	25.3	5.2	100.0

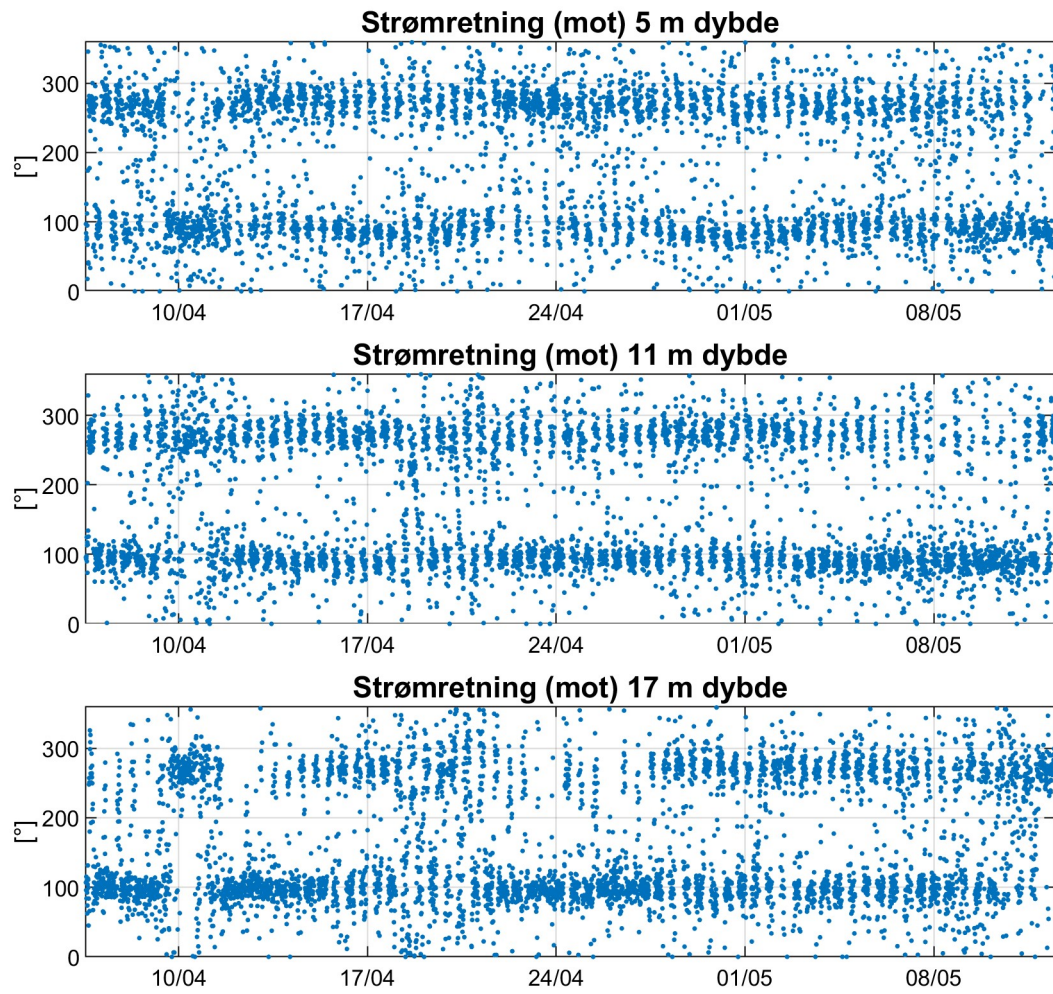
**Tabell 10:** Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 17 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.5	0.8	26.3	2.9	0.6	1.3	13.7	1.3	47.3
>20 cm/s	0.2	0.2	6.1	0.3	0.2	0.4	2.3	0.3	10.2
>30 cm/s	0.0	0.0	0.4		0.0	0.1	0.0	0.1	0.8
>40 cm/s	0.0	0.0				0.1			0.2
>50 cm/s	0.0	0.0							0.0

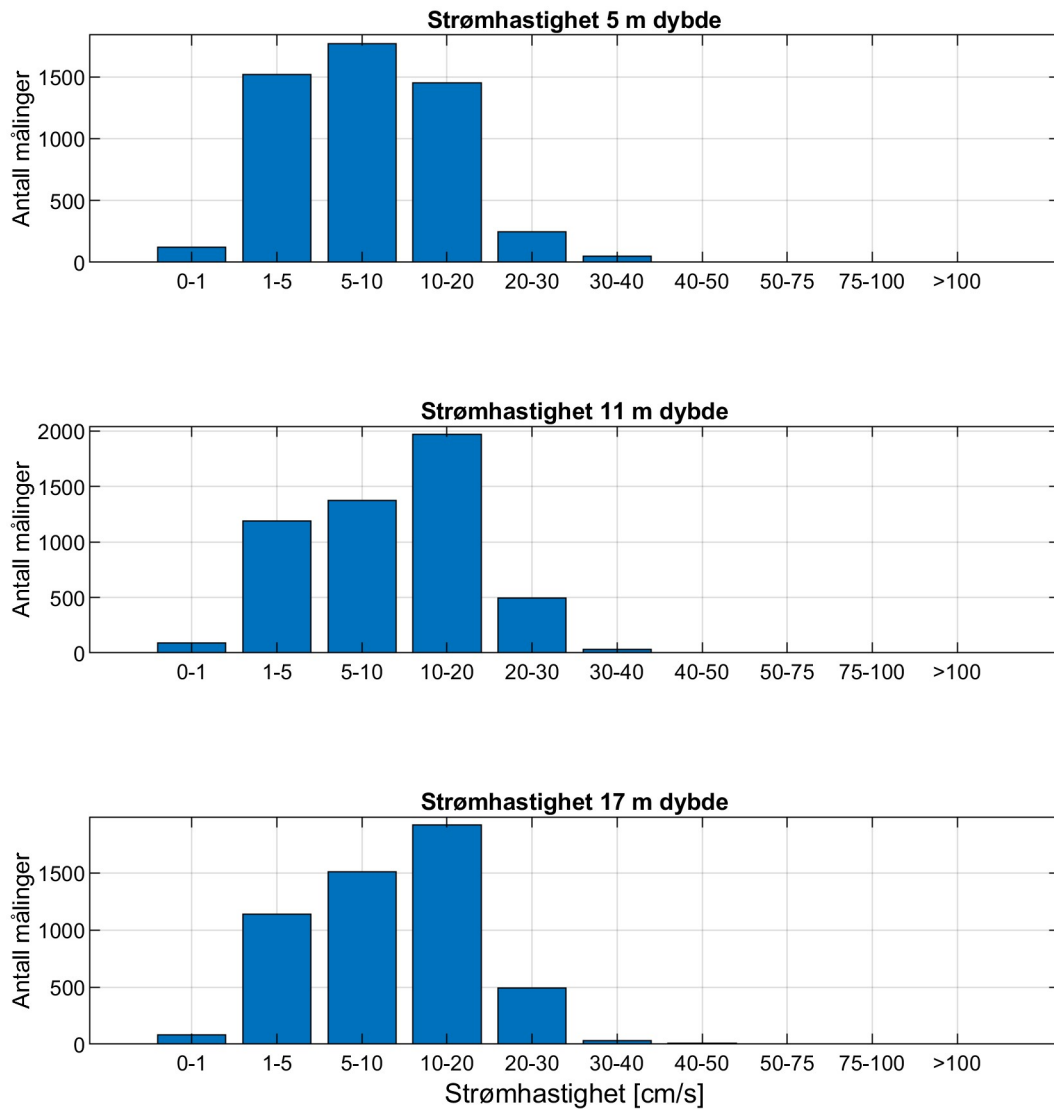
## Appendiks D Tidsserier og fordelinger



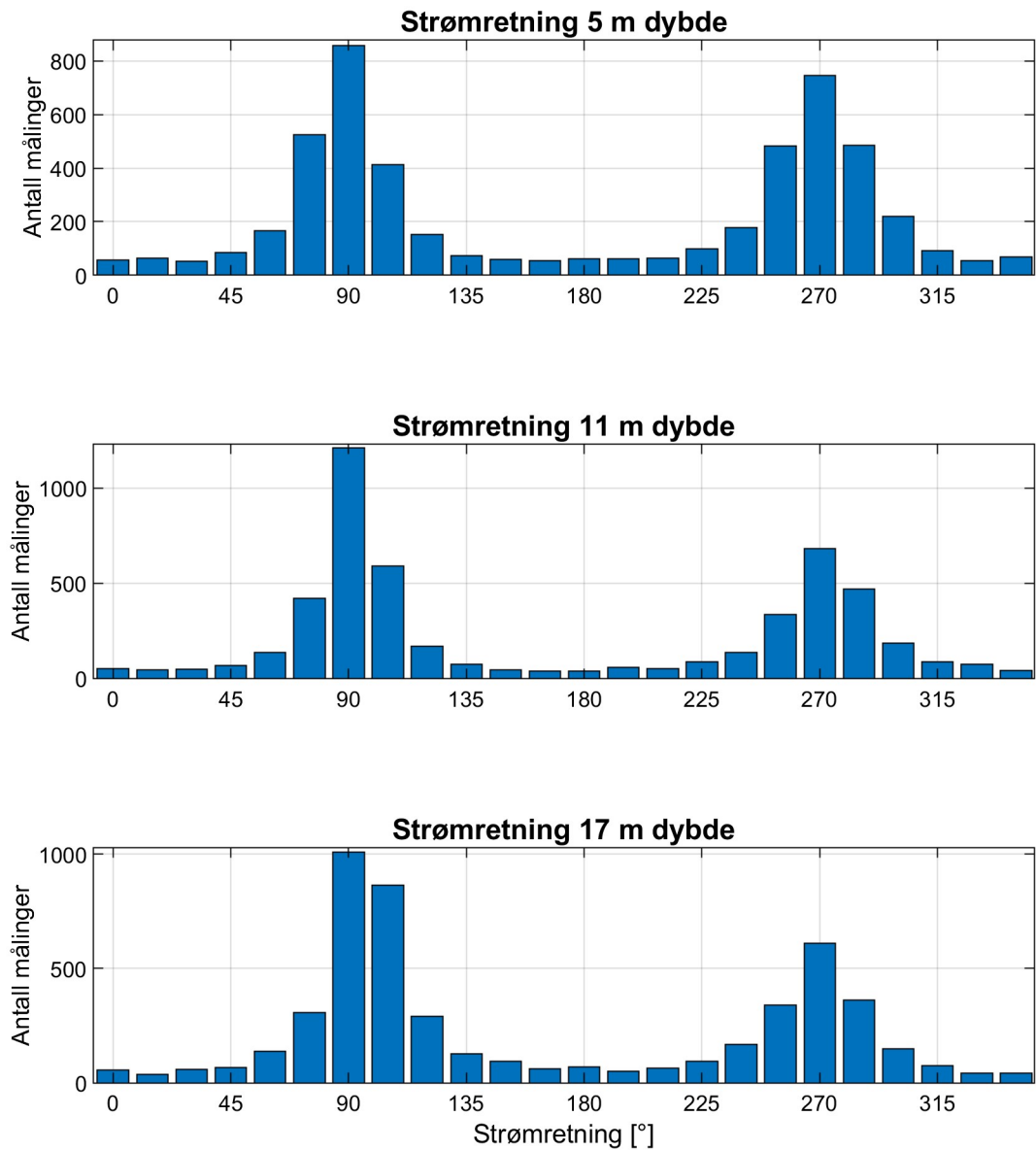
**Figur 16:** Tidsserier av horisontal strømhastighet.



**Figur 17:** Tidsserier av horisontal strømretning.



Figur 18: Histogram av horisontal strømhastighet.



Figur 19: Histogram av horisontal strømretning.



## Appendiks E Fjernet data

AquadoppProfiler data:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Dataene overflaterefereres basert på midlere vannstand (22.0).

Støygulvet er til instrumentet er satt til 15 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 5.0 m dyp. Fjerner 4 celler over dette.

Grensen for topper i signalstyrken er satt til 20 counts.

293 punkter er fjernet fra cellen ved 5.0 m dyp pga refleksjoner

297 punkter er fjernet fra cellen ved 7.0 m dyp pga refleksjoner

300 punkter er fjernet fra cellen ved 9.0 m dyp pga refleksjoner

301 punkter er fjernet fra cellen ved 11.0 m dyp pga refleksjoner

291 punkter er fjernet fra cellen ved 13.0 m dyp pga refleksjoner

283 punkter er fjernet fra cellen ved 15.0 m dyp pga refleksjoner

279 punkter er fjernet fra cellen ved 17.0 m dyp pga refleksjoner

Outliers:

Fjernet 2 punkter ved 17.0 m dybde:

18-Apr-2022 12:40:00, 18-Apr-2022 13:10:00

## Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 11: Instrumentspesifikasjonene.

	Aquadopp Profiler
Horisontal nøyaktighet	±0.5 cm/s, ±1%
Nøyaktighet retning	±2°
Temperatur nøyaktighet	±0.1°

## Appendiks G Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 15398

Tabell 12: Test og spesifikasjoner.

	Dato	Utført av
Service/test		Nortek
Funksjonstest	06.04.2022	Multiconsult
Tilt	06.04.2022	Multiconsult
Temperatur	06.04.2022	Multiconsult
Kompass	06.04.2022	Multiconsult
Ping sjekk	06.04.2022	Multiconsult

Tabell 13: Kalibrering.

	Dato	Utført av
Kompasskalibrering	06.04.2022	Multiconsult
Støygulv (måling i luft)	12.05.2022	Multiconsult