
RAPPORT

Reguleringsplan Ramnes og Ramsund

OPPDRAGSGIVER

Forsvarsbygg

EMNE

Datarapport strømmåling
Ramsundet/Seljevika

DATO / REVISJON: 29.08.2025 / 00

DOKUMENTKODE: 10250048-01-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

OPPDRAG	Rammeavtale R01020 - 100759 - A045 - Reguleringsplan Ramsund	DOKUMENTKODE	10250048-01-RIMT-RAP-004
EMNE	Datarapport strømmåling Ramsundet/Seljevika	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Forsvarsbygg	OPPDRAGSLEDER	Trude Skogesal
KONTAKTPERSON	Bernt Stensaker	UTARBEIDET AV	Bonnie Raffel
KOORDINATER	68°27.568'N 16°30.677'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

INNHold

Det er utført strømmålinger vest for Seljevika i Ramsundet, Tjeldsund kommune, i perioden 22.05.2024 - 27.06.2024 som grunnlag for validering av partikkelspredningsmodell og vurderinger knyttet til konsekvensutredning for marint naturmangfold for reguleringsplan for Ramnes og Ramsund.

00	29.08.2025		Martin Arntsen	Bonnie Raffel	Sindre Fritzner	Idun Bodsberg
REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Metodebeskrivelse	5
3	Resultater	7
3.1	Hydrografi	7
3.2	Strømdata	7
3.3	Vanntransport.....	12
3.4	Maksimal strømhastigheter	13
3.5	Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter	13
3.5.1	Tidevannsanalyse og vannstand	13
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	25
Appendiks E	Fjernet data	29
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner.....	30
Appendiks G	Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 15152	30

1 **Bakgrunn**

Multiconsult er engasjert av Forsvarsbygg for å blant annet utrede konsekvens på marint naturmangfold i forbindelse med tiltak i sjø knyttet til Forsvarets skyte- og øvingsfelt i Ramsundet. Beskrivelse av strømforhold og vurdering av partikkelspredning i anleggsfasen danner grunnlag for vurderingene. Som grunnlag for beskrivelse av strømforhold og som validering av partikkelspredningsmodell er det utført strømmåling på terskelen utenfor Seljevika (Se Figur 1).

2 **Metodebeskrivelse**

Det ble utført strømmålinger vest for Seljevika i Ramsundet, Tjeldsund kommune, i perioden 22.05.2024 - 27.06.2024. Formålet med strømmålingen er å kvantifisere strømhastighet og -retning ved 5 m, 9 m, 11 m, 13 m og 15 m. Tabell 1 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen.

Figur 1 viser hvor måleriggen var plassert. Det ble satt ut en doppler profilmåler ved 17 m dyp. Målet var å kartlegge strømmen i hele vannsøylen.

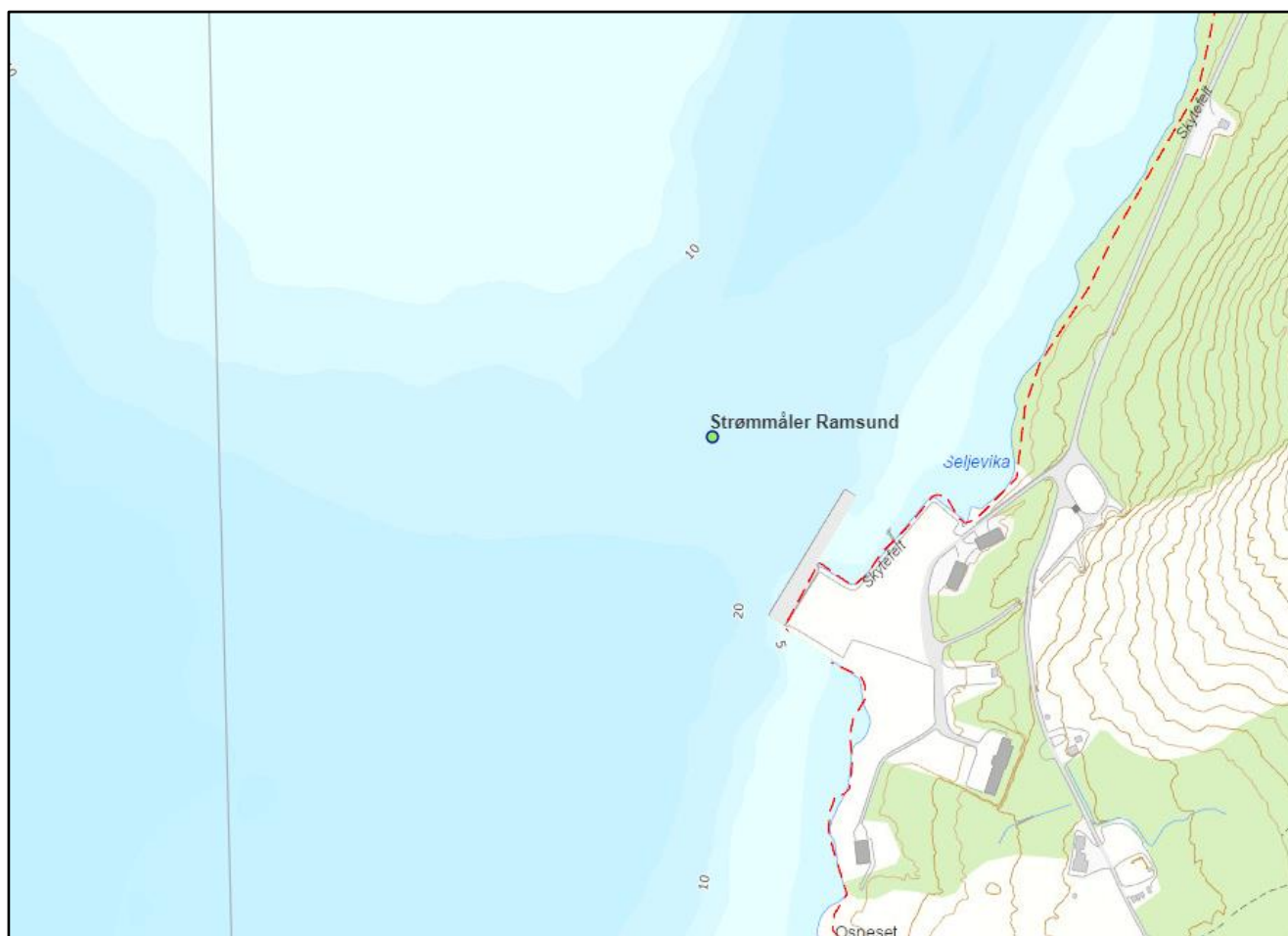
Måleren ble forankret i en bunnramme. Beskrivelse av riggen og instrumentet er gitt i Appendiks A.

Datasettet ble kvalitetssikret i henhold til anbefalingene fra instrumentenes produsent. En nærmere beskrivelse av denne prosessen finnes i Appendiks A. Det ble målt i 36 dager.

I forbindelse med opptak av strømmålere ble det gjort profilering av temperatur, saltholdighet, oksygenmetning og turbiditet i vannsøyla (CTD) i målepunktet. En profilerende CTD SD204 fra SAIV AS ble benyttet til å registrere saltholdighet og temperatur, og tetthet ble beregnet. Målingene ble utført ved å senke instrumentet nedover vannsøylen med en hastighet på ca. 1 m/s.

***Tabell 1:** Generell informasjon om strømmålingen.*

Posisjon	68°27.568 N 16°30.677 Ø
Ca. dybde på målestedet	17 m
Måleperiode	22-Mai-2024 07:30:00 til 27-Jun-2024 07:40:00 (UTC)
Varighet	36 dager
Antall målinger	5186
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigert for misvisning)
Målertype - 17 m dybde	Doppler profilmåler (Nortek Aquadopp profiler, Serienummer 15152), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 5 til 15 m dybde, cellestørrelse 2 m
Type måling - 17 m dybde	Burst (måling i 100 sekunder)
Frekvens	Hvert 10. minutt

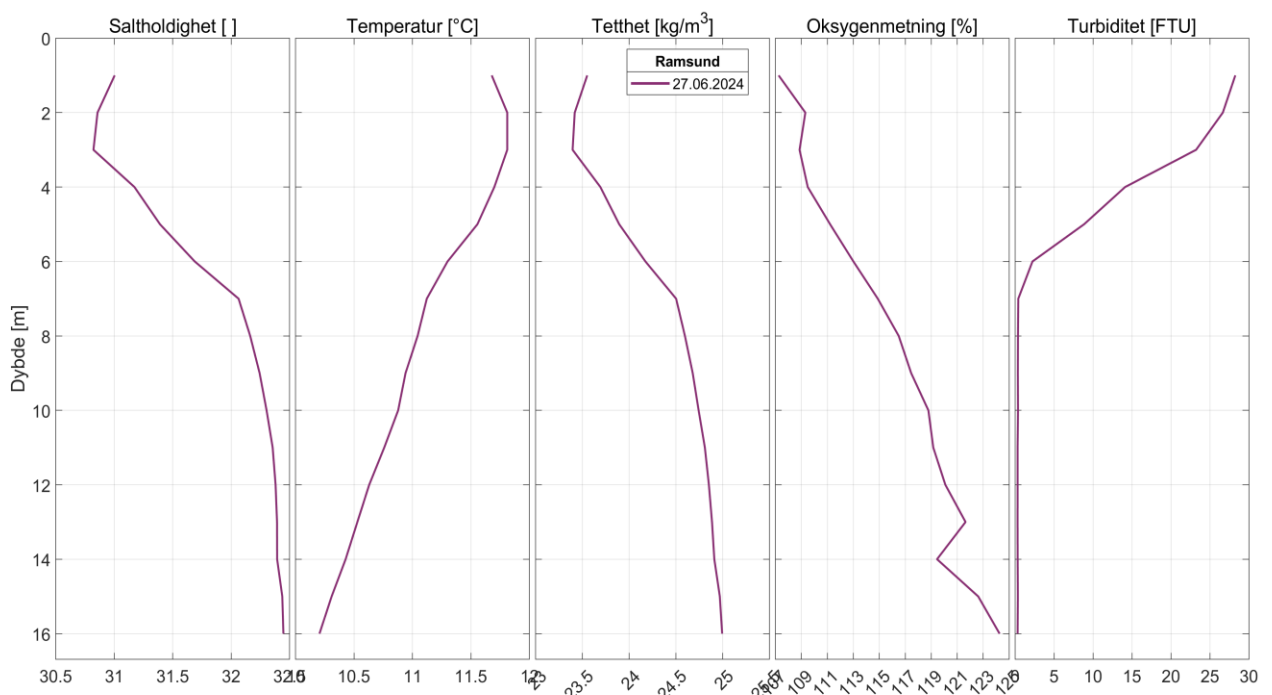


Figur 1: Målepunktet er merket med et grønt punkt. Dybdekontene har 10 meters intervall.

3 Resultater

3.1 Hydrografi

Profiler av temperatur, tetthet, saltholdighet, oksygenmetning og turbiditet er vist i Figur 2. Resultatene fra målepunkt viser økning i saltholdighet, tetthet og oksygenmetning ved økende dyp, mens temperaturen synker. Turbiditet avtar fra overflate til 7 m dybde og viser deretter ingen endringer ned til bunn. Alle parametere unntatt oksygenmetning viser at de største endringene skjer i øverste delen av vannsøylen fra overflate til omtrent 7 m dybde.



Figur 2: CTD profiler ved målepunkt for strømmålingen, utført på 27.06.2024. Panelene viser hvordan saltholdighet, temperatur, tetthet, oksygenmetning og turbiditet endres ved dypet.

3.2 Strømdata

Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 2. 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. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighet-retnings matrise og fordelinger er gitt i Appendiks C og Appendiks D.

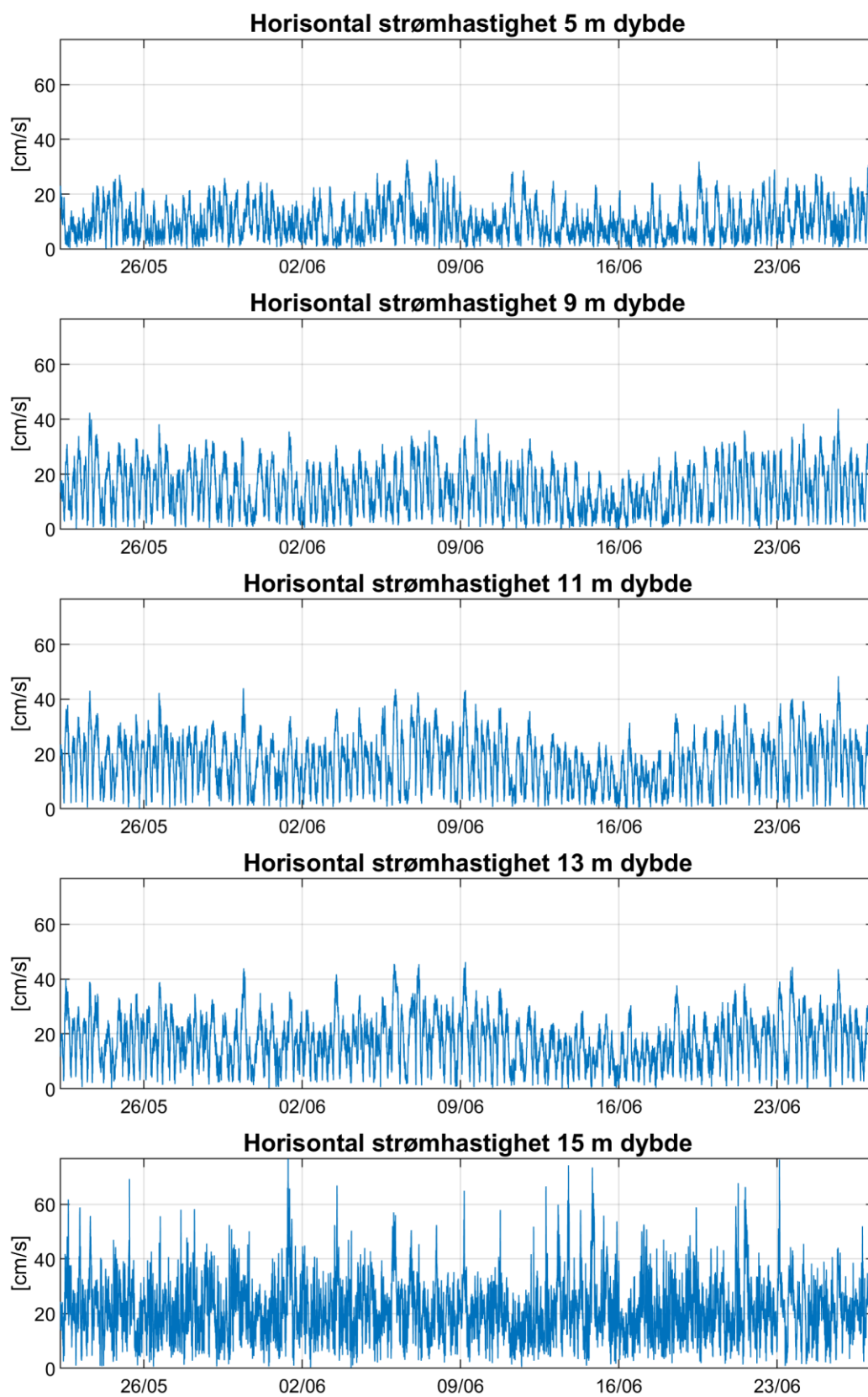
Gjennomsnittsstrømmen er målt til 10 cm/s ved 5 m og øker med dybde til 21 cm/s ved 15 m. Maksimalstrømmen er målt til 33 cm/s ved 5 m og øker med dybde til 77 cm/s ved 15 m.

Målingene viser at strømrretningen varierer med tidevannet mellom nordøst og sørvest ved 5 m, 9 m, 11 m og 13 m. Ved 15 m varierer strømrretning i østlig sektor fra nord til sør. Strømmens hovedretninger er mot nordøst og sør-sørvest ved alle de målte dybdene.

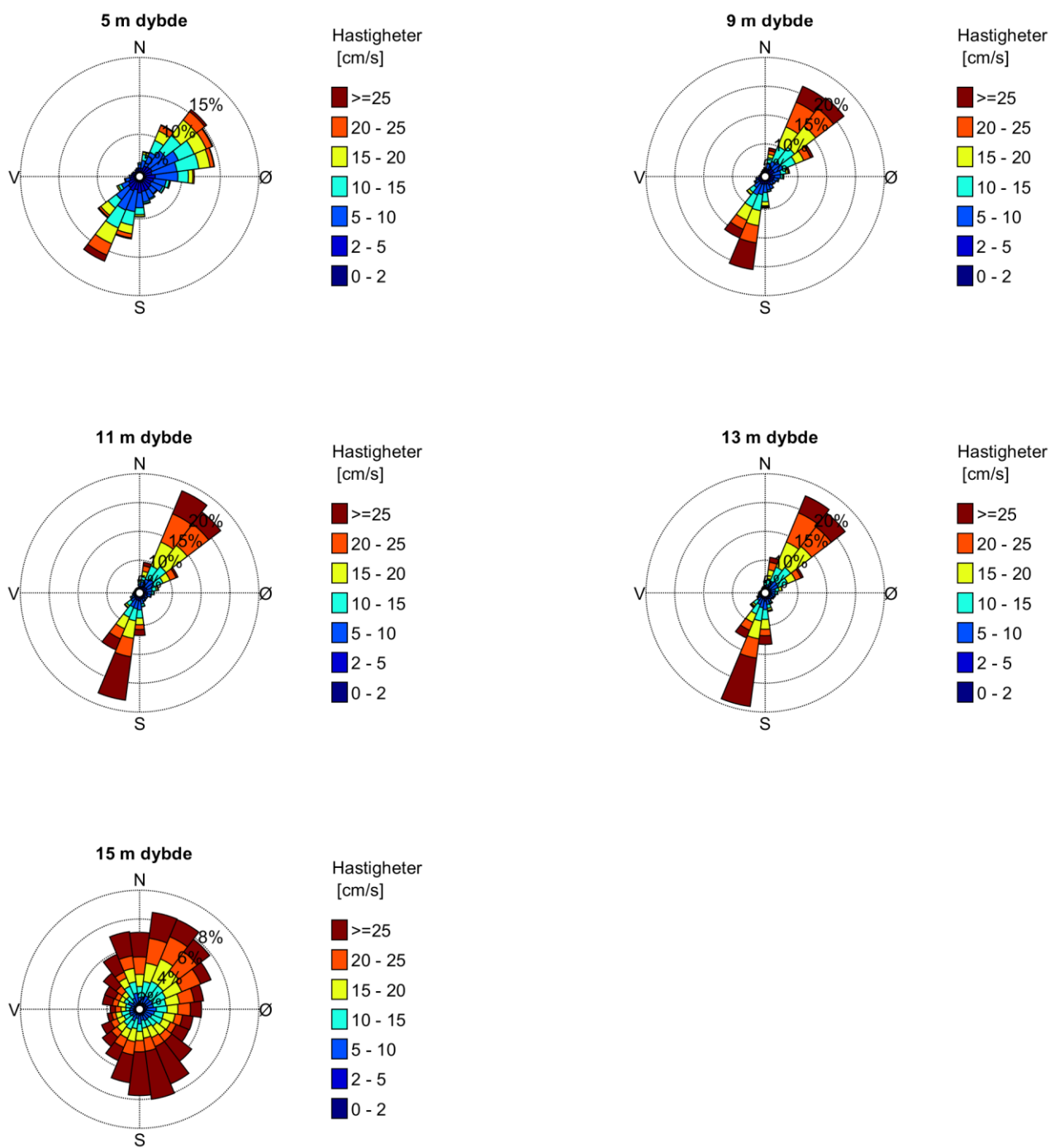
Høyeste målte horisontalhastigheter opptrer ved bunn på 15 m dybde med en maksimumstrøm på 77 cm/s og andel målinger som er over 30 cm/s er 18.3 %.

Tabell 2: Statistikk fra strømmålingene

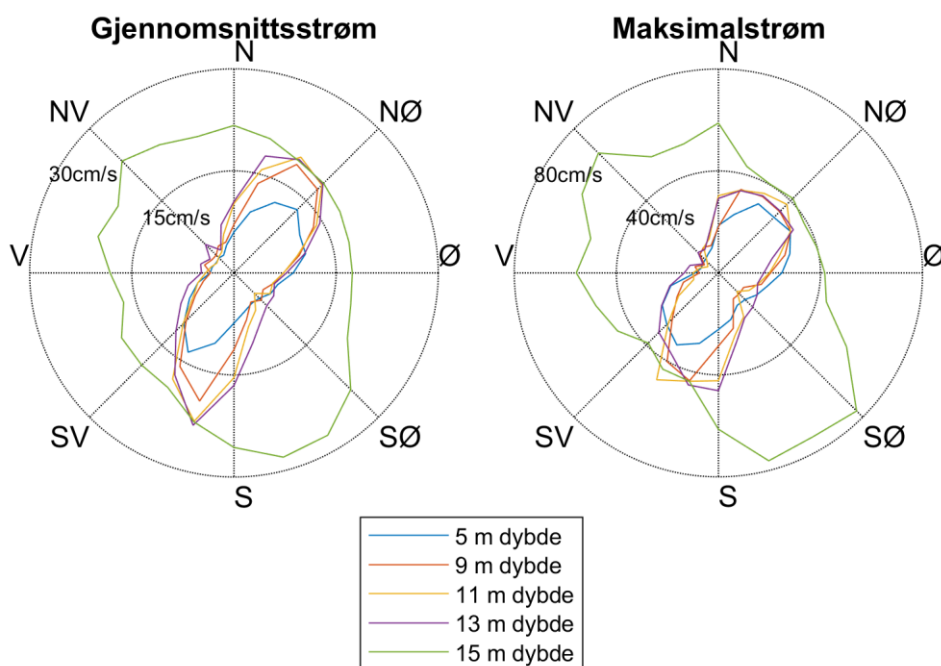
Dybde [m]	5	9	11	13	15
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	10	15	17	17	21
Median [cm/s]	9	14	17	17	20
Standardavvik [cm/s]	6	8	9	9	11
Maksimumstrøm [cm/s]	33	44	48	46	77
Retning maksimumstrøm [°]	213	202	217	182	140
95 prosentil [cm/s]	22	28	32	33	41
Andel målinger >30 cm/s [%]	0.3	3.3	7.9	7.8	18.3
Vannutskiftning/Vanntransport					
Neumanns parameter	0.29	0.23	0.2	0.2	0.14
Vektormidlet strøm [cm/s]	3	3	3	4	3
Vektormidlet strømretning [°]	105	83	95	103	100
Nullmålinger					
Andel målinger < 1cm/s [%]	1.3	0.9	0.7	0.5	0.2
Lengste periode < 1cm/s [min]	20	20	10	10	10



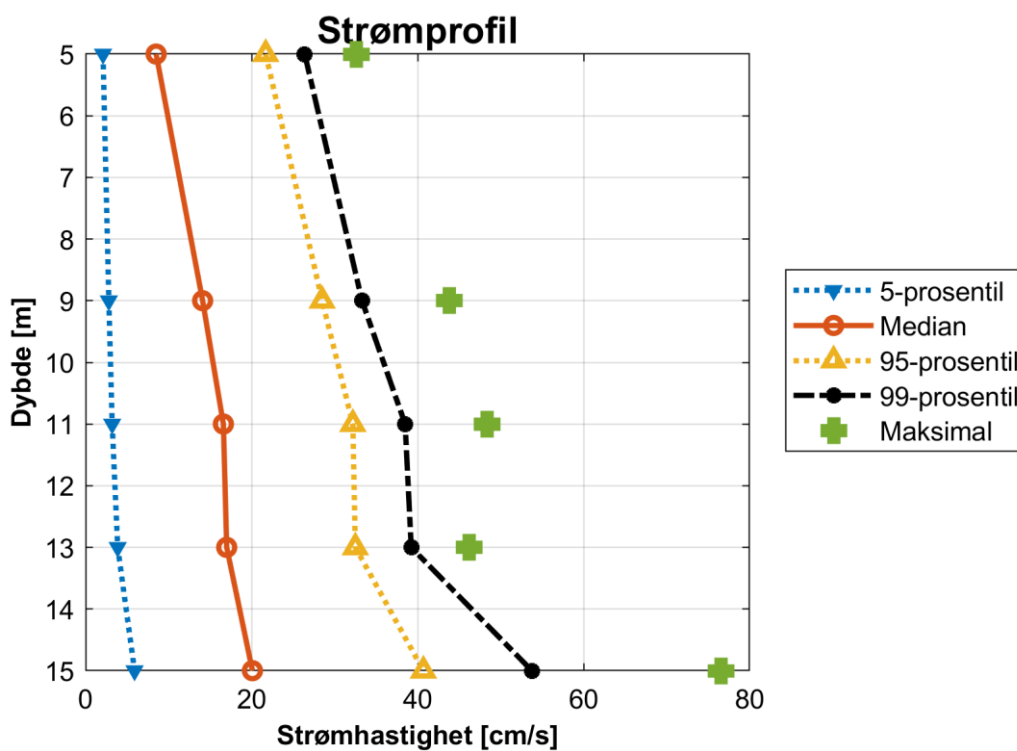
Figur 3: Tidsserier av horisontal strømshastighet.



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.



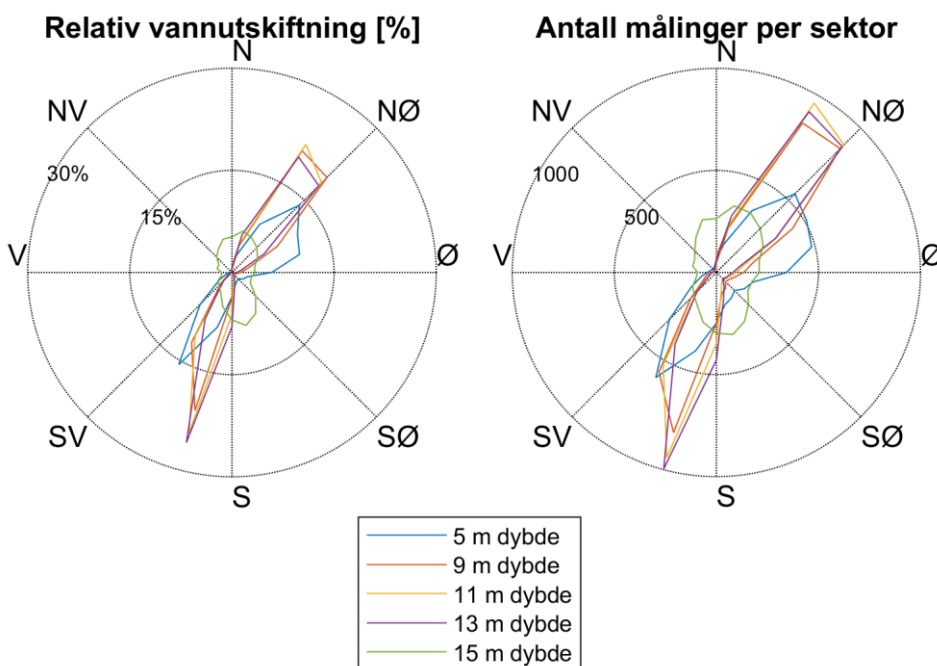
Figur 6: Profil av horisontal strøm for prosentilene 5%, 50% (median) 95% og 99% samt maksimalstrømhastighet.

3.3 Vanntransport

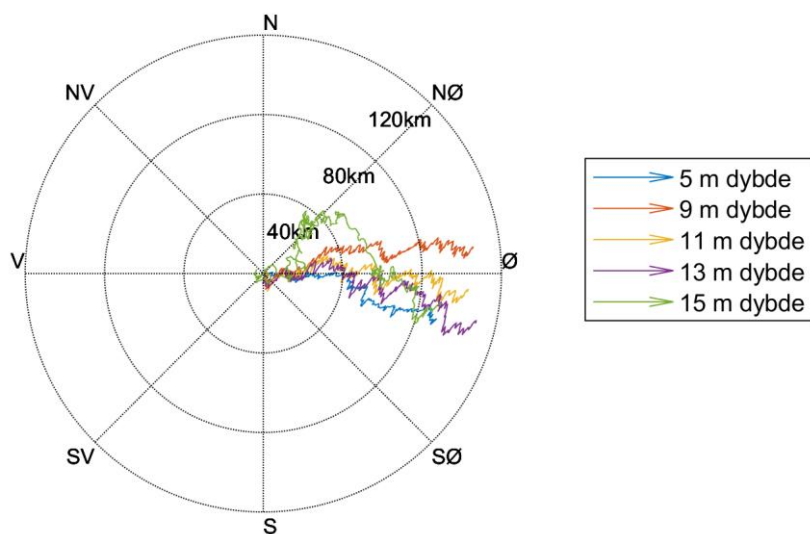
Relativ vannutskiftning, samt antall målinger per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 7. Et progressivt vektor-diagram er vist i Figur 8. For forklaring av vannutskiftning og progressivt vektor-diagram se Appendiks B.

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

Vannutskiftningen veksler mellom nordøst og sør-sørvest ved alle interessedyb, med størst andel av målingen rettet mot sør-sørvest. Netto vanntransport er mot øst ved alle målte dyp.



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.

3.4 Maksimal strømhastigheter

Tabell 3 viser maksimale strømhastigheter for åtte retningssektorer ved 5 m, 9 m, 11 m, 13 m og 15 m dybde.

Tabell 3: Målt maksimalstrøm.

Dybde	Sektor (mot)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	Alle ret
5 m	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	20	61	82	116	195	213	249	332	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.24	0.33	0.29	0.17	0.29	0.33	0.19	0.08	0.33
9 m	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	15	33	71	152	202	206	261	337	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.34	0.35	0.27	0.12	0.44	0.40	0.14	0.12	0.44
11 m	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	19	50	73	153	199	217	248	334	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.34	0.38	0.25	0.20	0.44	0.48	0.10	0.12	0.48
13 m	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	22	34	72	156	182	203	259	308	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.33	0.35	0.22	0.20	0.46	0.37	0.20	0.11	0.46
15 m	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	358	52	100	140	165	242	270	309	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.59	0.41	0.44	0.77	0.76	0.46	0.56	0.67	0.77

3.5 Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter

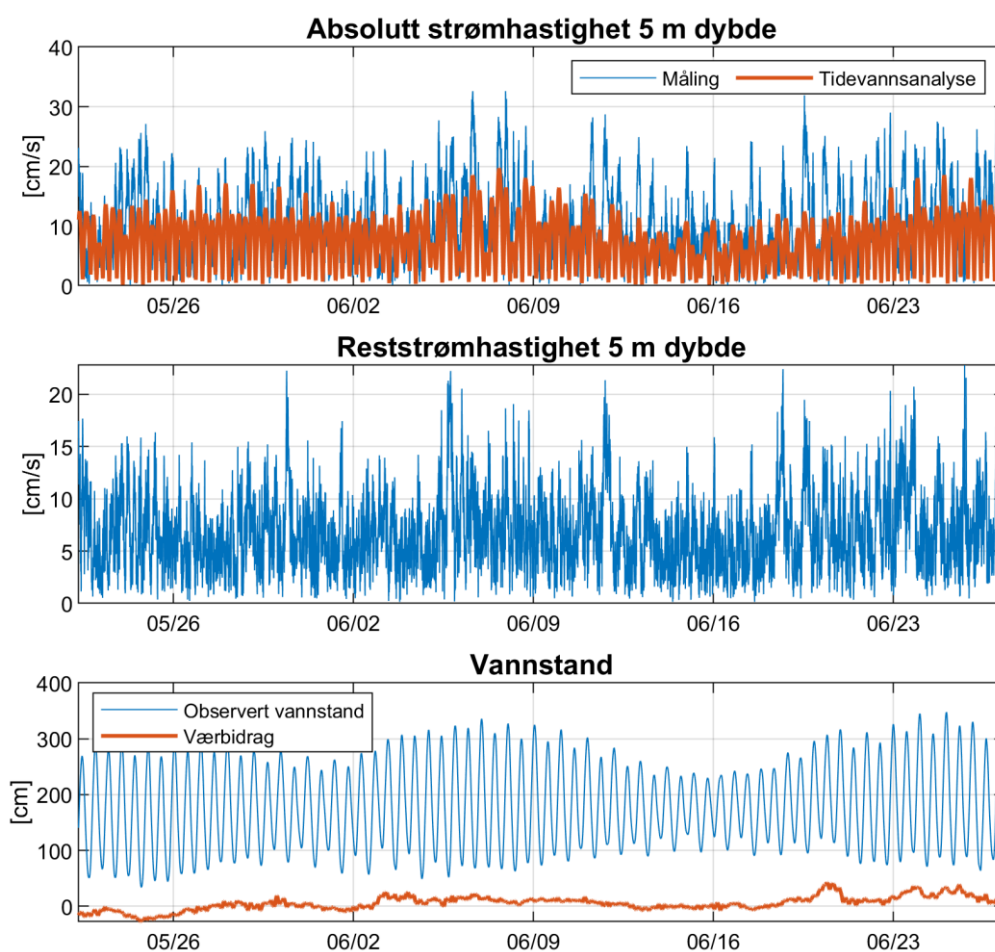
3.5.1 Tidevannsanalyse og vannstand

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, 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 og Figur 10.

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 59 % av variansen i datasettet ved 5 m dybde. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 5 m dybde er 20 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 11 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 23 cm/s. Tilsvarende analyser er utført for 9, 11 og 13 m dyp, her viser resultatene at 75-81 % av variansen i datasettet kan kobles mot tidevannet.

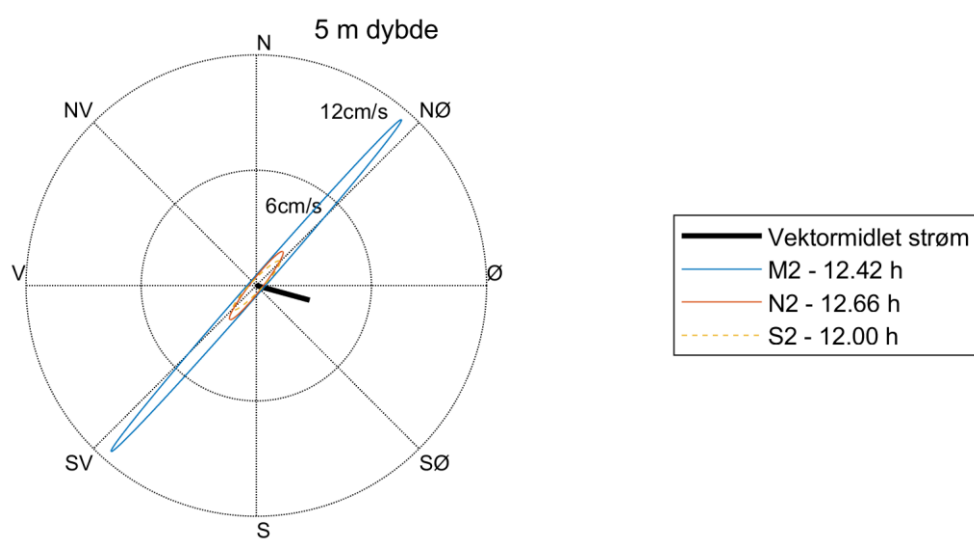


Figur 9: Horisontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Narvik, tidsforskjell: 0 min, høydekorreksjonsfaktor: 0.99 (sehavnivå.no).

Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømretningen 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, 12.66 timer og 12.00 timer. Det er tidevannet fra månen M2 (to perioder per døgn) som er mest framtreddende, og figuren viser at tidevannsstrømmen oscillerer mellom nordøstlig og sørvestlig retning.

Tidevannsanalysen anslår at tidevannet i de forskjellige dybdene forklarer mellom 34 og 81 % av variansen i strømmålingene.

Resultatene viser at tidevannsstrømmen spiller en stor rolle i Ramsundet.



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

4 Referanser

Nortek, 2022: "Nortek Manuals. The Comprehensive Manual for ADCPs".

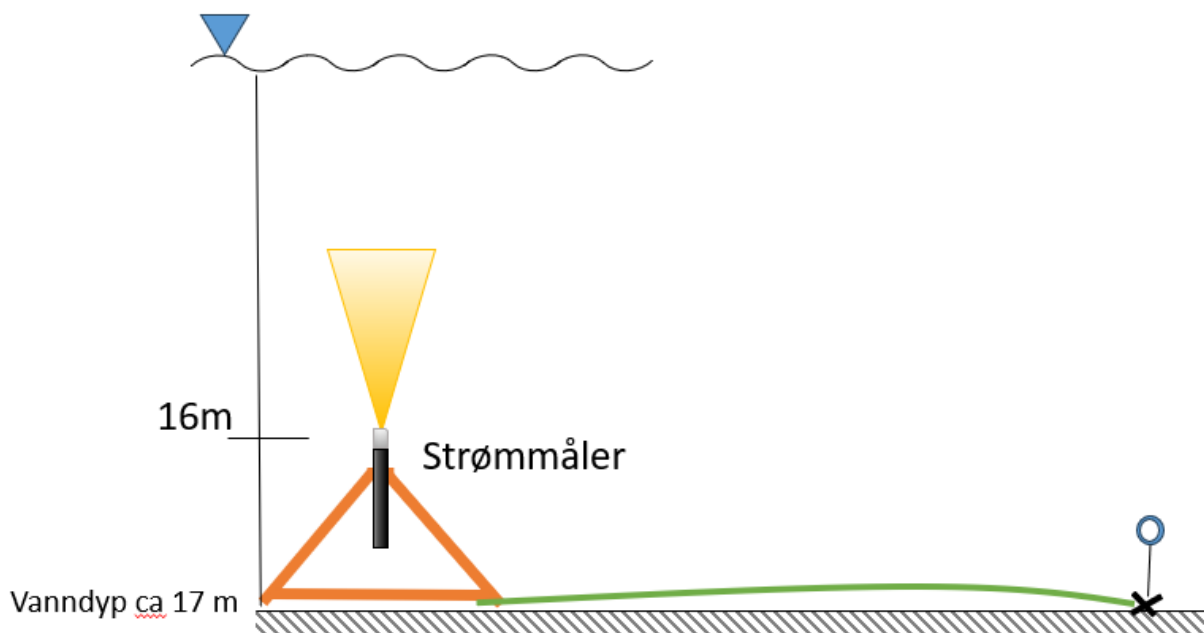
Codiga, D.L., 2011. Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions. Technical Report 2011-01. Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, RI. 59pp.

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 (Nortek, 2022).

Målingene er basert på dopplereffekten. Instrumentet sender ut en akustisk puls (et kort lydssignal) 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 11.

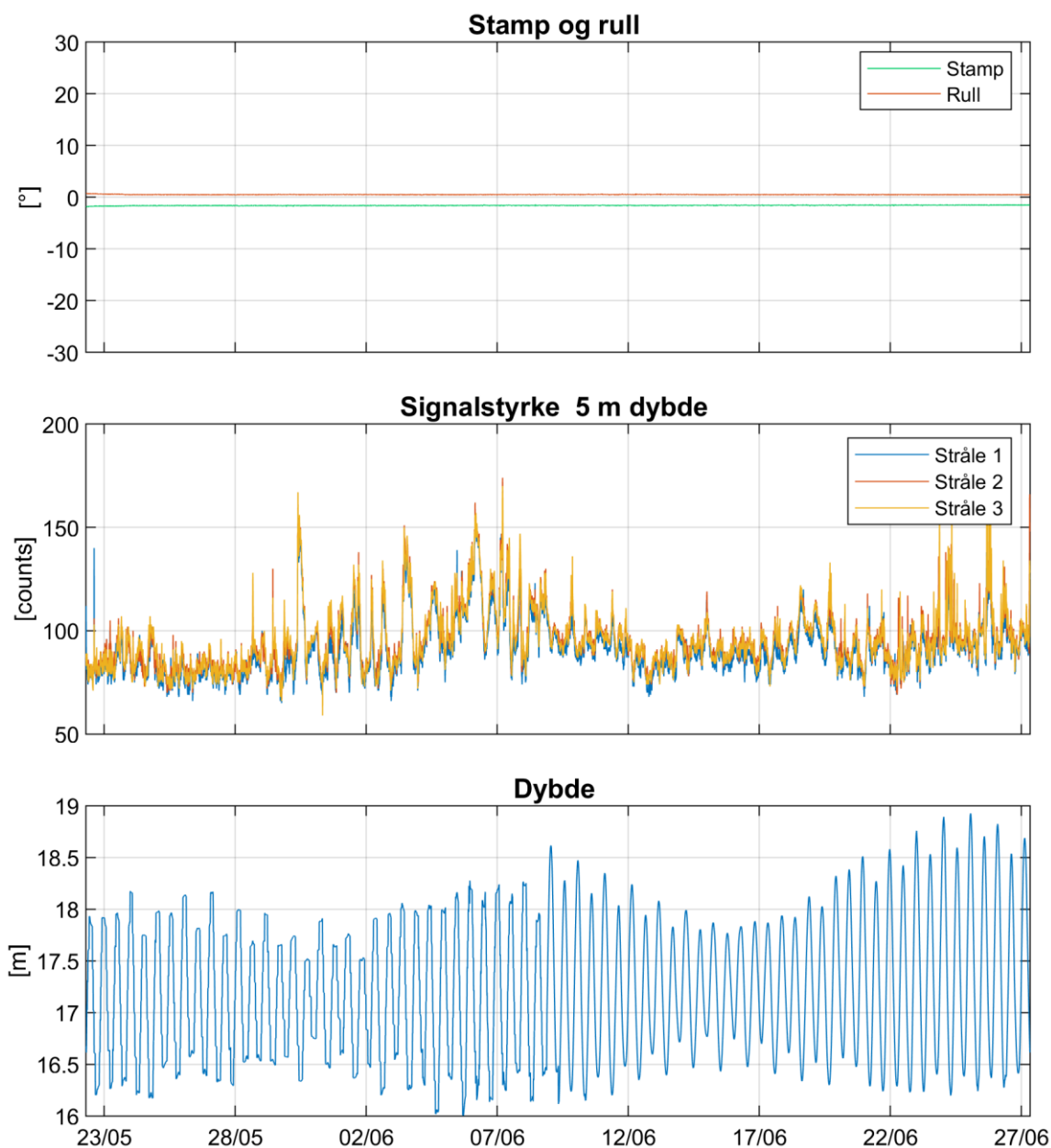


Figur 11: Skisse av riggen.

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

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 12 viser noen av parameterne etter datarensing.



Figur 12: Kvalitetssikring Aquadopp Profiler ved 17 m etter datarensing.

Appendiks B Terminologi

Tabell 4: 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 måldata 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 strømreringen 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 progressivt 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 -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 værets 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 5: 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	8	12	9	6	9	12	4	3	10
9	12	17	8	5	17	14	4	4	15
11	14	18	8	6	20	16	5	3	17
13	16	18	9	7	20	15	6	4	17
15	21	19	18	24	26	19	19	22	21
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
5	17	23	19	11	20	25	9	6	22
9	28	28	18	10	32	28	9	9	28
11	27	29	17	10	37	31	10	8	32
13	27	29	18	17	38	30	12	11	33
15	37	29	31	52	46	34	39	43	41
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
5	24	33	29	17	29	33	19	8	33
9	34	35	27	12	44	40	14	12	44
11	34	38	25	20	44	48	10	12	48
13	33	35	22	20	46	37	20	11	46
15	59	41	44	77	76	46	56	67	77
Dybde	Relativ vannutskiftning [%]								
5	4	33	19	5	14	24	1	0	100
9	5	48	4	2	26	15	1	0	100
11	5	46	3	1	32	13	0	0	100
13	7	43	3	1	35	10	0	0	100
15	17	15	10	15	20	8	5	9	100
Dybde	Antall målinger [%]								
5	5	27	19	8	16	20	3	1	100
9	6	41	8	4	22	16	2	1	100
11	7	42	6	3	27	14	1	1	100
13	7	41	5	3	30	11	1	1	100
15	17	17	12	13	17	9	6	9	100

Tabell 6: 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	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	1.3
1-5 cm/s	1.5	3.2	3.7	3.8	4.1	3.8	1.7	1.2	23.0
5-10 cm/s	1.7	8.2	7.9	3.8	6.2	5.7	0.9	0.1	34.6
10-20 cm/s	1.3	12.0	6.8	0.6	4.3	7.9	0.1		33.2
20-30 cm/s	0.1	3.4	0.8		0.7	2.8			7.8
30-40 cm/s		0.1				0.2			0.3
Sum	4.7	27.1	19.5	8.3	15.6	20.5	3.0	1.4	100.0

Tabell 7: 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	1.4	15.5	7.6	0.6	5.1	10.9	0.1		41.2
>20 cm/s	0.1	3.5	0.8		0.7	2.9			8.0
>30 cm/s		0.1				0.2			0.3

Tabell 8: 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	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.9
1-5 cm/s	1.3	2.5	2.1	2.1	1.9	1.9	1.1	0.7	13.5
5-10 cm/s	1.5	4.8	3.2	1.8	4.3	3.8	0.5	0.2	20.2
10-20 cm/s	1.8	18.2	2.1	0.2	8.1	6.5	0.0	0.0	37.0
20-30 cm/s	0.9	14.4	0.3		6.4	3.0			25.1
30-40 cm/s	0.2	1.1			1.6	0.3			3.2
40-50 cm/s					0.1	0.0			0.1
Sum	5.8	41.2	7.9	4.3	22.4	15.7	1.7	0.9	100.0

Tabell 9: 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	2.9	33.7	2.4	0.2	16.2	10.0	0.0	0.0	65.4
>20 cm/s	1.1	15.5	0.3		8.1	3.4			28.4
>30 cm/s	0.2	1.1			1.7	0.4			3.3
>40 cm/s					0.1	0.0			0.1

Tabell 10: 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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.7
1-5 cm/s	0.9	1.8	1.7	1.2	1.8	1.4	0.6	0.7	10.1
5-10 cm/s	1.5	4.5	2.4	1.3	3.8	2.6	0.5	0.1	16.8
10-20 cm/s	2.5	17.3	1.6	0.2	8.3	5.7	0.0	0.0	35.5
20-30 cm/s	1.5	16.7	0.1		7.6	3.1			29.1
30-40 cm/s	0.2	1.7			4.7	0.9			7.4
40-50 cm/s					0.4	0.1			0.5
Sum	6.6	42.1	5.9	2.8	26.6	13.8	1.3	0.9	100.0

Tabell 11: 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	4.1	35.7	1.7	0.2	21.0	9.7	0.0	0.0	72.5
>20 cm/s	1.7	18.4	0.1		12.7	4.1			37.0
>30 cm/s	0.2	1.7			5.1	1.0			7.9
>40 cm/s					0.4	0.1			0.5

Tabell 12: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 13 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.5
1-5 cm/s	0.6	1.2	1.1	1.1	1.5	0.9	0.5	0.4	7.3
5-10 cm/s	1.2	4.0	2.0	1.4	3.9	2.2	0.5	0.2	15.5
10-20 cm/s	3.3	18.1	1.8	0.8	9.9	4.8	0.2	0.1	38.9
20-30 cm/s	2.1	16.1	0.1	0.0	8.8	2.8			30.0
30-40 cm/s	0.1	1.3			5.0	0.6			7.0
40-50 cm/s					0.8				0.8
Sum	7.4	40.8	5.0	3.4	30.1	11.3	1.3	0.7	100.0

Tabell 13: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 13 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	5.5	35.6	1.8	0.8	24.6	8.2	0.2	0.1	76.7
>20 cm/s	2.3	17.4	0.1	0.0	14.7	3.4			37.8
>30 cm/s	0.1	1.3			5.8	0.6			7.8
>40 cm/s					0.8				0.8

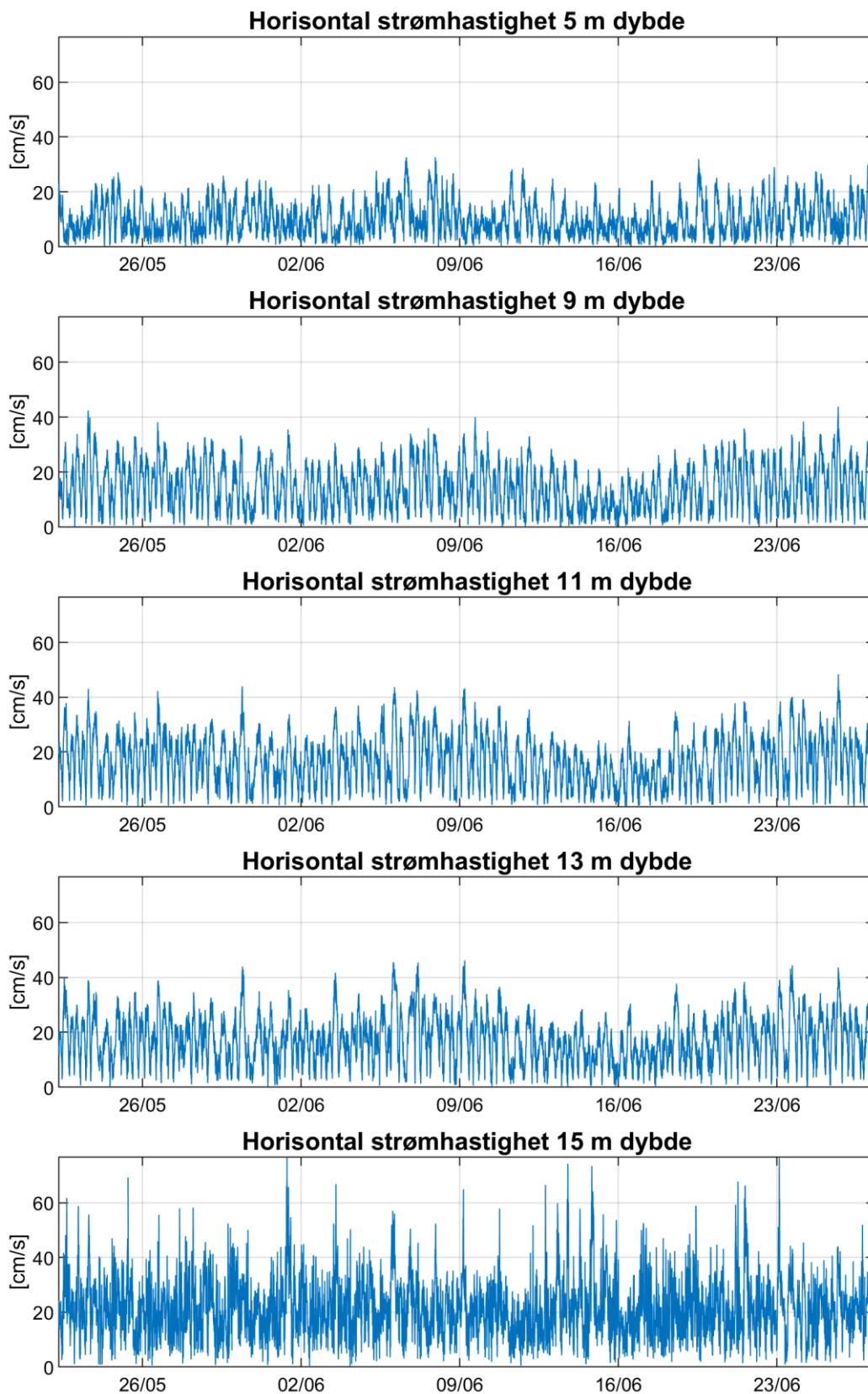
Tabell 14: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 15 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1-5 cm/s	0.4	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	3.5
5-10 cm/s	1.6	1.6	1.7	1.4	1.3	1.1	0.8	1.2	10.5
10-20 cm/s	5.7	7.4	4.8	4.1	4.0	3.6	2.5	3.1	35.1
20-30 cm/s	6.4	7.1	3.8	3.2	5.1	2.8	1.6	2.3	32.3
30-40 cm/s	2.1	0.8	0.8	2.1	3.8	1.3	0.6	1.5	12.8
40-50 cm/s	0.4	0.0	0.0	1.0	1.4	0.1	0.2	0.6	3.8
50-60 cm/s	0.1			0.5	0.5		0.1	0.2	1.3
60-70 cm/s				0.2	0.1			0.0	0.3
70-80 cm/s				0.1	0.0				0.1
Sum	16.8	17.4	11.7	13.0	16.7	9.2	6.1	9.1	100.0

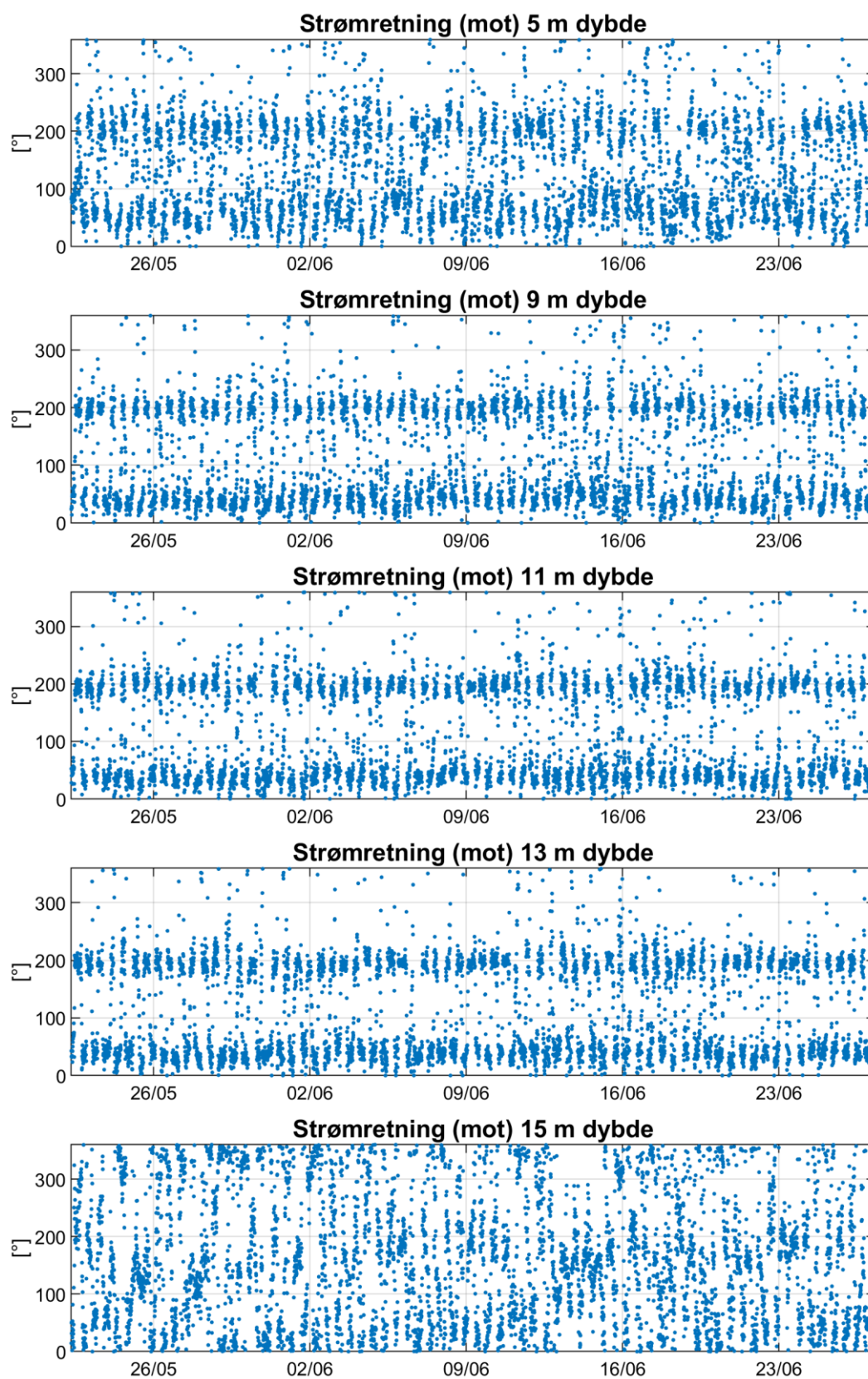
Tabell 15: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 15 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	14.7	15.3	9.4	11.2	15.0	7.7	4.9	7.6	85.8
>20 cm/s	9.0	7.9	4.6	7.1	11.0	4.1	2.4	4.5	50.7
>30 cm/s	2.6	0.8	0.8	3.9	5.9	1.4	0.8	2.2	18.3
>40 cm/s	0.5	0.0	0.0	1.8	2.0	0.1	0.2	0.8	5.5
>50 cm/s	0.1			0.8	0.6		0.1	0.2	1.7
>60 cm/s				0.3	0.1			0.0	0.4
>70 cm/s				0.1	0.0				0.1

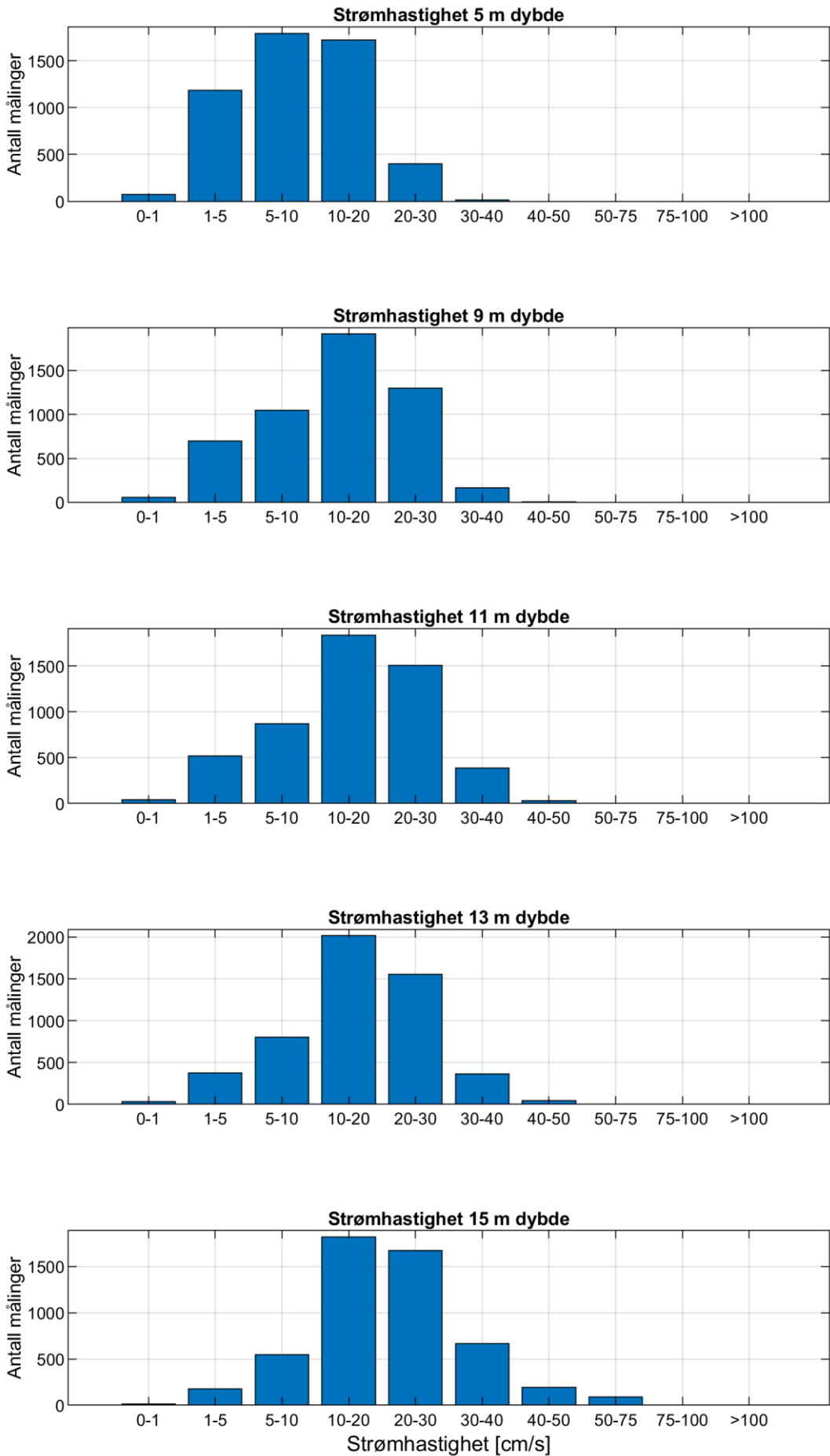
Appendiks D Tidsserier og fordelinger



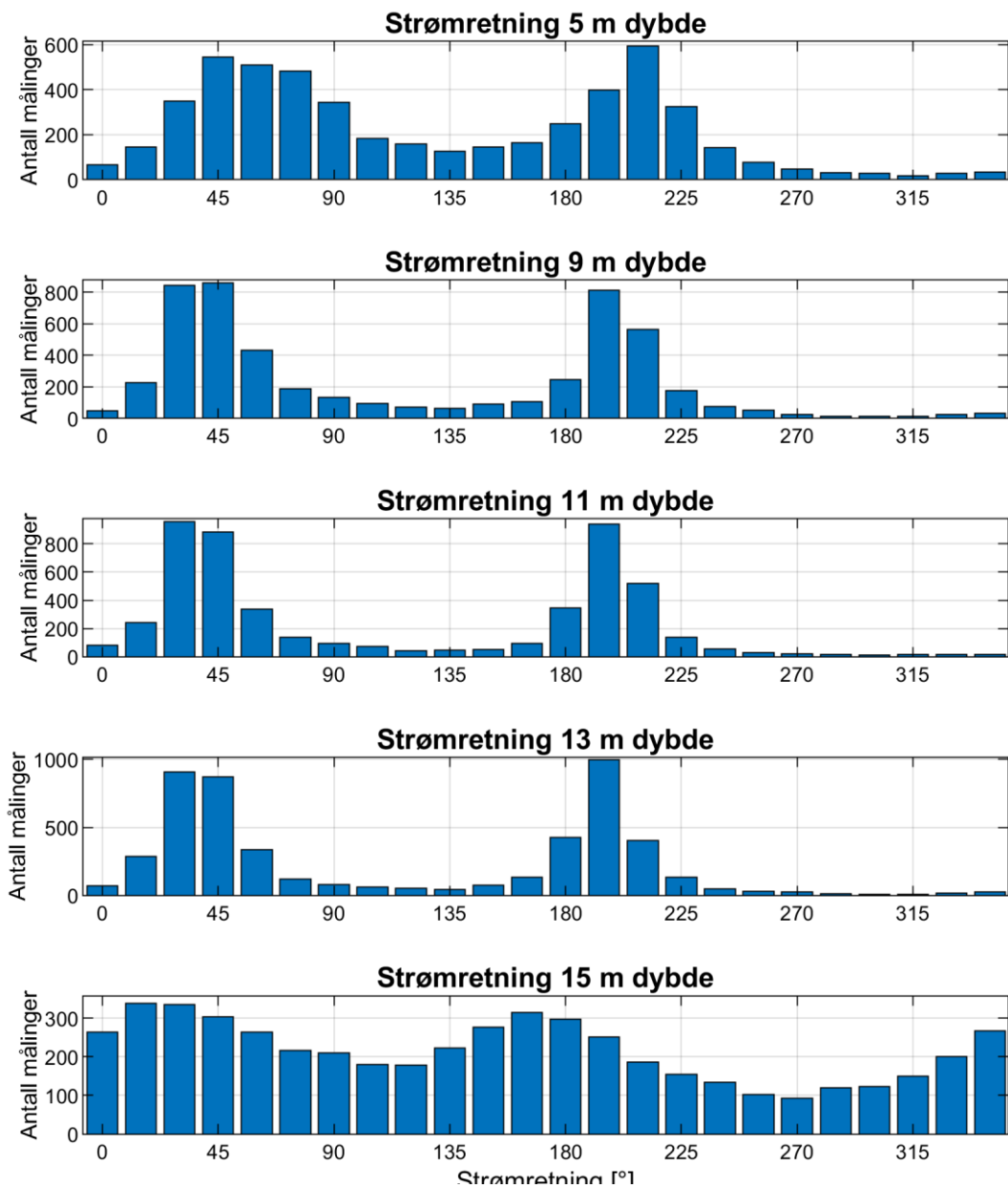
Figur 13: Tidsserier av horisontal strømshastighet.



Figur 14: Tidsserier av horisontal strømretning.



Figur 15: Histogram av horisontal strømhastighet.



Figur 16: Histogram av horisontal strømretning.

Appendiks E Fjernet data

AquadoppProfiler 1 data:

Fjernet 152 punkter på grunn av måling i luft før og etter opptak:
21-May-2024 06:00:00 til 22-May-2024 07:20:00

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Instrumentet ser oppover og det valgte fast referansenivået for målerdyp er 17.2 m (basert på midlet verdi fra trykksensoren).

Støygulvet er til instrumentet er satt til 6 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 6 celler over dette.

Ingen punkter er fjernet pga. topper i signalstyrke.

Outliers:

Fjernet 2 punkter ved 5.0 m dybde:

11-Jun-2024 21:30:00, 25-Jun-2024 19:40:00

Fjernet 1 punkter ved 9.0 m dybde:

26-Jun-2024 09:00:00

Fjernet 3 punkter ved 11.0 m dybde:

31-May-2024 18:20:00, 01-Jun-2024 00:50:00, 15-Jun-2024 14:40:00

Fjernet 2 punkter ved 13.0 m dybde:

28-May-2024 05:30:00, 25-Jun-2024 16:20:00

Fjernet 3 punkter ved 15.0 m dybde:

25-May-2024 08:20:00, 27-May-2024 19:30:00, 25-Jun-2024 15:30:00

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 16: Instrumentspesifikasjonene.

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

Appendiks G Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 15152

Tabell 17: Test og spesifikasjoner

	Dato	Utført av
Service/test	20.11.2019	Nortek
Kompass	22.05.2024	Multiconsult

Tabell 18: Kalibrering

	Dato	Utført av
Kompasskalibrering	22.05.2024	Multiconsult
Støygulv (måling i luft)	27.06.2024	Multiconsult