

Vedlegg 5 Strømundersøkelser Kågen

Del 1:

Posisjon 69.56.981N 20.44.626Ø 16.09.2021 – 17.12.2021

Del 2:

Posisjon 69.57.100N 20.45.170Ø 16.09.2021 – 06.11.2021

Del 1

RAPPORT

Strømmålinger Kågen, Skjervøy kommune

OPPDRAGSGIVER

Lerøy Aurora

EMNE

Strømanalyse Kågen 1

DATO / REVISJON: 19.01.2022 / 1

DOKUMENTKODE: 10228315-01-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	Miljøundersøkelser	DOKUMENTKODE	10228315-01-RIMT-RAP-001
EMNE	Strømanalyse, Kågen 1, Skjervøy kommune, 2021	TILGJENGELIGHET	Konfidensiell
OPPDRAGSGIVER	Lerøy Aurora	OPPDRAGSLEDER	Martin Arntsen
KONTAKTPERSON	Jan Arild Kiil	UTARBEIDET AV	Pär Jansson
KOORDINATER	69°56.981'N 20°44.626'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

INNHold

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Kågen, Skjervøy kommune, i perioden 16.09.2021 – 17.12.2021 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS 9415 og veileder for søknad om lokalitet. Det ble utført målinger i to punkter, som representerer forholdene i anleggets utstrekning. Foreliggende rapport beskriver strømmen i det ene punktet, referert til som Kågen 1.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	14.1.2022	Strømanalyse etter 3 mnd måling	Martin Arntsen, Pär Jansson	Pär Jansson	Martin Arntsen	Martin Arntsen
00	17.11.2021	Strømanalyse – Kågen 1 (1 mnd måling)	Martin Arntsen	Jan Potac	Martin Arntsen	Martin Arntsen

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag	5
2	Metodebeskrivelse	9
3	Resultater	11
3.1	Strømdata	11
3.2	Vanntransport.....	15
3.3	Dimensjonerende strømhastigheter	16
3.4	Strøm påvirket av tidevann og vind	17
3.4.1	Tidevannsanalyse og vannstand	17
3.4.2	Sammenheng mellom vind og strøm	19
3.4.3	Andre strømkomponenter	21
3.5	Strøm - Todagersperiode	22
4	Referanser	23
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring.....	24
Appendiks B	Terminologi	27
Appendiks C	Operasjonell strøm og sektorvis statistikk	28
Appendiks D	Tidsserier og fordelinger	31
Appendiks E	Fjernet data	35
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner og kalibrering.....	37

1 Sammendrag

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Kågen, Skjervøy kommune, i perioden 16.09.2021 – 17.12.2021 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS 9415 og veileder for søknad om lokalitet. Det ble utført målinger i to punkter, som representerer forholdene i anleggets utstrekning. Foreliggende rapport beskriver strømmen i det ene punktet, referert til som Kågen 1.

Nøkkeltall fra målingene er gitt i Tabell 1.

Målingene viser at strømmen ved Kågen 1 varierer mellom nordvest og sørøst. Ved 5 m dyp er det ikke noen utpreget forskjell i strøm som setter henholdsvis nordvest over eller sørøst over. Ved 15 m dyp er strømmen oftere rettet mot sør til sørøst. Ved 65 m dybde varierer strømmen likt mellom nordvest og sørøst, mens ved 120 m dybde er hovedretningen til strømmen mot nordvest (Figur 1). Maksimalstrømmen for denne lokaliteten ved 5 m dybde ble målt til 41 cm/s mot 11°, og ved 15 m dybde ble den målt til 44 cm/s mot 163°. Den sterkeste gjennomsnittsstrømmen var 8 cm/s ved 5 m dybde.

Strømbildet ved Kågen 1 er preget av tidevannet som setter opp en tidevannsstrøm med halvdaglig periode (se Figur 3 og Figur 4). Vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Kågen 1 i måleperioden (Figur 2).

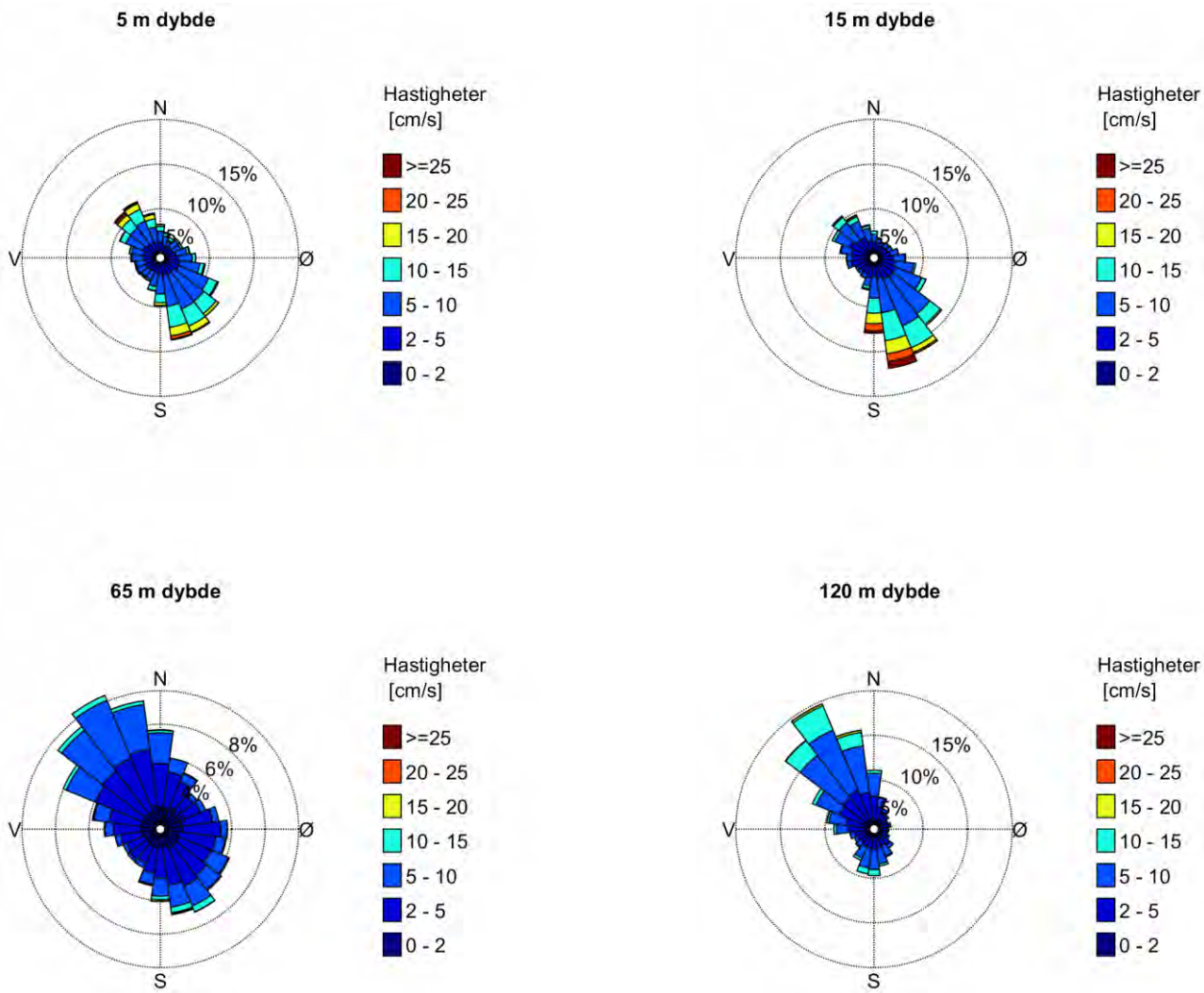
Området rund lokaliteten er ikke utsatt for tilførsel av ferskvann av betydning.

Strømhastighet med 10-års og 50-års returperiode er for månedsmålinger estimert innenfor hver sektor ved bruk av multiplikasjonsfaktorer iht. NS9415.

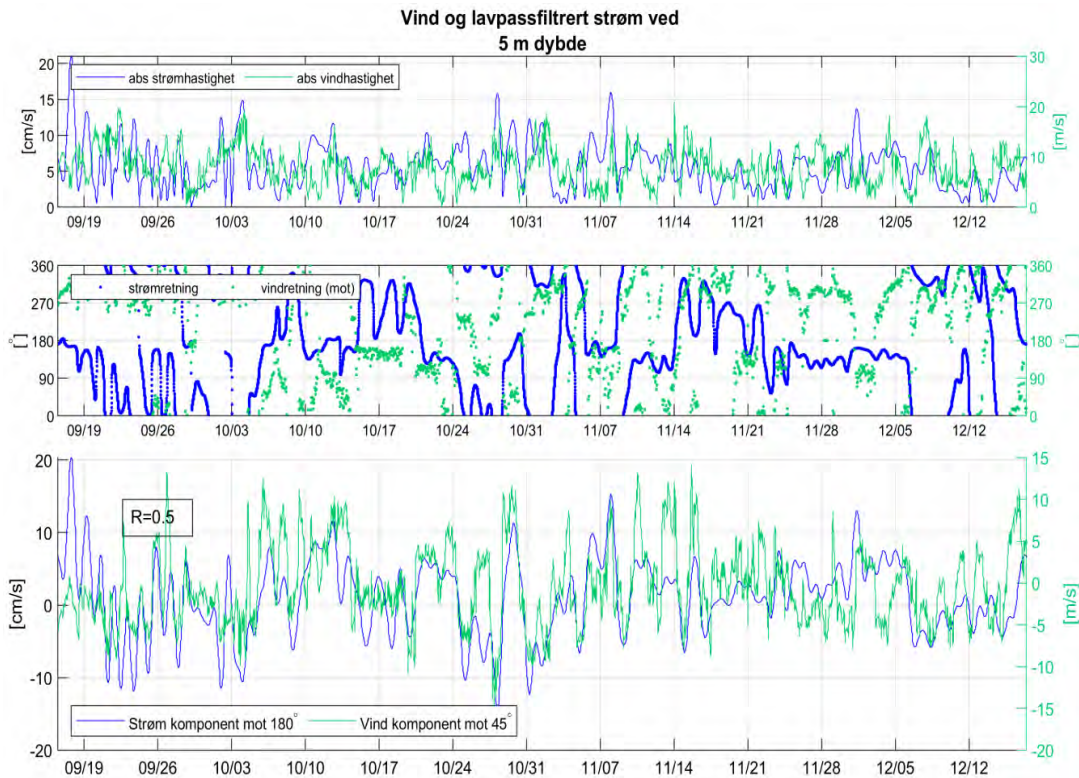
Tabell 2 viser maksimale strømhastigheter for åtte retningssektorer ved 5 m og 15 m dybde, samt strøm med 10-års og 50-års returperiode.

Tabell 1: Nøkkeltall fra strømmålingene ved lokalitet Kågen 1

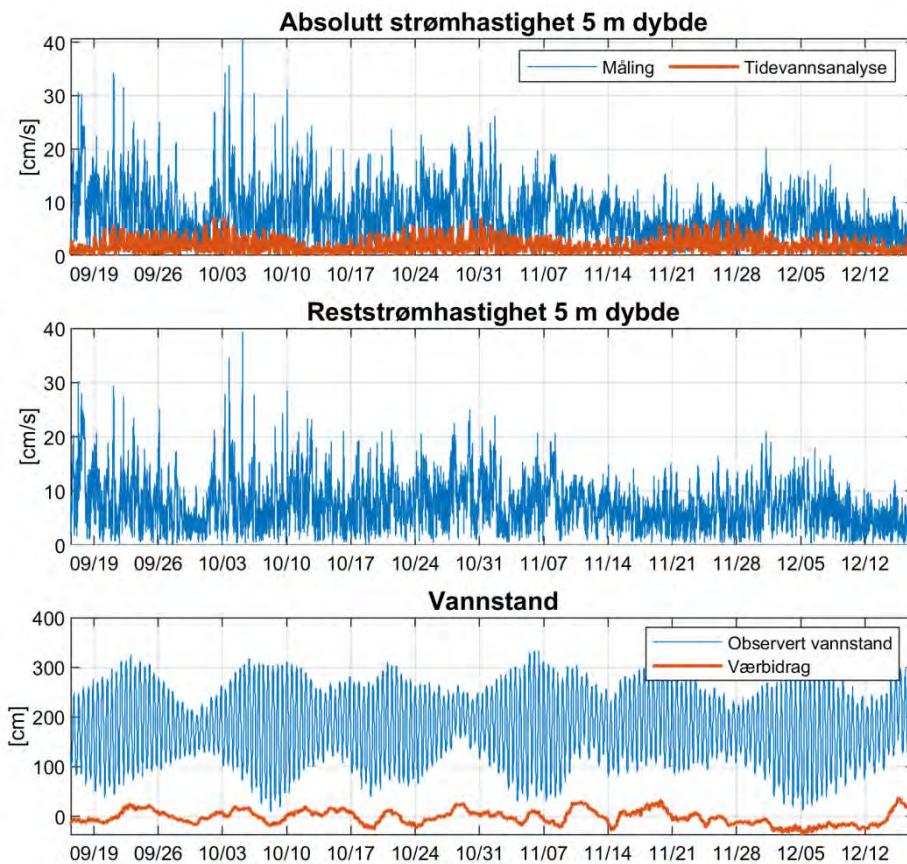
Dybde	5 m dybde	15 m dybde	65 m dybde	120 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	8	7	4	6
Median [cm/s]	7	6	3	5
Standardavvik [cm/s]	5	5	3	3
Maksimumstrøm [cm/s]	41	44	26	22
Retning maksimumstrøm [°]	11	163	170	344
95 prosentil [cm/s]	16	17	9	12
10 års returperiode (maksimal) [cm/s]	67	72		
50 års returperiode (maksimal) [cm/s]	75	81		
Andel målinger > 30 cm/s [%]	0.2	0.3	0.0	0.0
Andel målinger < 1 cm/s [%]	1.3	2.1	6.6	3.1
Lengste periode < 1 cm/s [min]	30	40	110	70



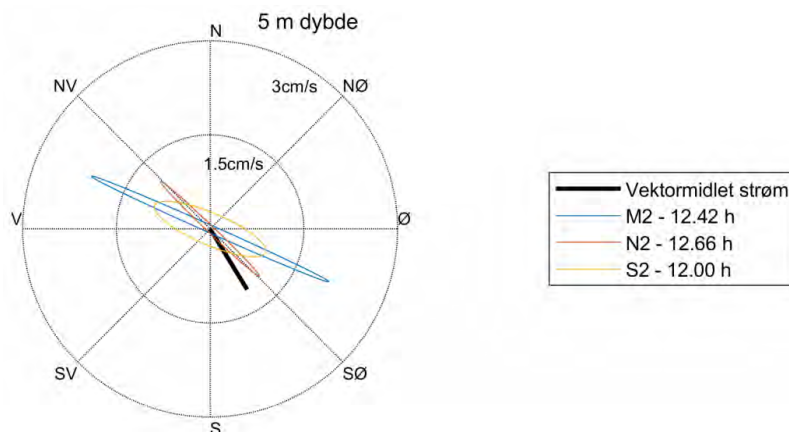
Figur 1: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge



Figur 2: Vindretning og vindhastighet (grønn) samt retning og hastighet på lavpassfiltrert strøm (blå).



Figur 3: Horisontal strømshastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Tromsø, tidsforskjell: -40 minutt, høydekorreksjonsfaktor: 1.02 (sehavnivå.no))



Figur 4: Tidevanssellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, N2 og S2 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert

Tabell 2: Målt maksimalstrøm og ekstrem strømhastighet Vc med 10 års og 50 års returperiode

Dybde	Sektor (mot)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	Alle retninger
5 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	11	35	69	144	178	224	285	319	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.41	0.25	0.23	0.29	0.31	0.24	0.24	0.36	0.41
	Vc 10-år [m/s]	0.67	0.41	0.37	0.47	0.52	0.40	0.39	0.59	0.67
	Vc 50-år [m/s]	0.75	0.45	0.42	0.53	0.58	0.45	0.44	0.66	0.75
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	338	24	110	155	163	203	290	324	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.25	0.15	0.18	0.28	0.44	0.17	0.16	0.26	0.44
	Vc 10-år [m/s]	0.41	0.24	0.30	0.46	0.72	0.29	0.26	0.43	0.72
	Vc 50-år [m/s]	0.46	0.27	0.33	0.52	0.81	0.32	0.29	0.48	0.81

2 Metodebeskrivelse

Strømmålinger ble utført ved lokalitet Kågen 1 i perioden 16.09.2021 - 17.12.2021. Strømmålinger ble gjennomført i 2 punkter, Kågen 1 og Kågen 2. Foreliggende rapport presenterer resultatene fra målingene ved Kågen 1.

Formålet med strømmålingen er å kvantifisere strømhastighet og -retning ved forskjellige dyp: 5 m og 15 m, spredningsstrøm og bunnstrøm.

Tabell 3 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen.

- **Plassering av måler:** Figur 5 viser hvor måleriggen var plassert. Plasseringen av målepunktet anses å oppfylle følgende kriterier:
 - Plasseringen anses som representativ for anlegget.
 - Basert på topografien forventes det at målingene representerer strømforholdene på lokaliteten og det forventes ikke høyere strøm andre steder i lokaliteten.
 - Plasseringen er ikke skjermet av anlegget for hovedstrømretningene.¹
 - Strømriggeren kommer ikke i kontakt med anleggsfortøyningen.
- **Måledybder:** Det ble satt ut en doppler profilmåler ved 24 m dyp og to doppler punktmålere ved 65 m og 120 m dyp. Målet er å kartlegge strømmen i dybdene hvor notposen befinner seg, samt bunnstrøm og spredningsstrøm.
- **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 91 dager. Dette er i henhold til kravet om måling i minimum 3 måneder (NS 9415:2021).

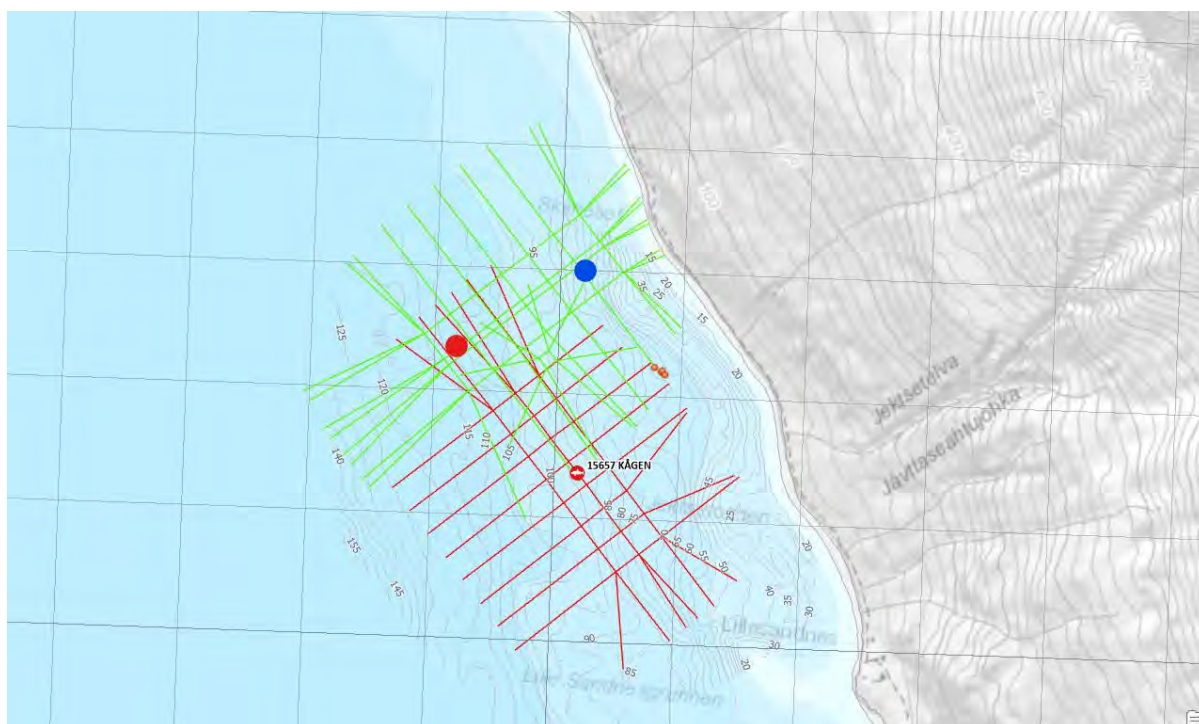
I forbindelse med etablering av flytende oppdrettsanlegg krever NYTEK-forskriften beskrivelse av strømmen i anlegget ved 5 m og 15 m (NS9415) utført av akkreditert inspeksjonsorgan for lokalitetsundersøkelser. Ved søknad om ny lokalitet/utvidelse av eksisterende lokalitet kreves beskrivelse av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm (Fiskeridirektoratet, 2008), samt dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftning (Mattilsynet, 2006).

Multiconsult Norge AS er akkreditert inspeksjonsorgan for lokalitetsundersøkelse iht. ISO/IEC 17020, NYTEK-forskriften og NS9415. I denne rapporten faller analyser og beskrivelse av strømmen ved 5 og 15 m dybde under akkrediteringen. Analyser og beskrivelse av strømmen ved andre dybder er ikke underlagt myndighetskrav om akkreditering.

¹ I måleperioden var det 9 stk. 55m dype spissposer i opprinnelig anlegg (se kart Figur 5). Disse vil kunne ha bidratt til en viss skjermingseffekt for nordgående strøm ved 5 og 15 m ved Kågen 1.

Tabell 3: Generell informasjon om strømmålingen utført ved Kågen 1

Posisjon	69°56.981 N 20°44.626 Ø
Ca. dybde på målestedet	120 m
Måleperiode	16-Sep-2021 12:19:18 til 17-Des-2021 09:58:31 (UTC)
Varighet	91 dager
Antall målinger	13219
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigert for misvisning)
Målertype - 24 m dybde	Doppler profilmåler (AADI RDCP 600, Serienummer 628), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 5 til 16 m dybde, cellestørrelse 2 m, overlapp 50 %
Type måling - 24 m dybde	Burst (måling i ca. 2 minutter), 250 ping
Målertype - 65 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 1020), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 65 m dybde	Burst (måling i 1 minutt), 200 ping
Målertype - 120 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 1590), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 120 m dybde	Burst (måling i 1 minutt), 200 ping
Frekvens	Hvert 10. minutt



Figur 5: Lokaltet Kågen. Målepunktene, Kågen 1 og Kågen 2 er markert med henholdsvis rødt og blått punkt. Grønt anlegg viser planlagt anlegg, rødt anlegg viser anlegget som ligger der i dag, og som var i drift i perioden målingene ble gjennomført.

3 Resultater

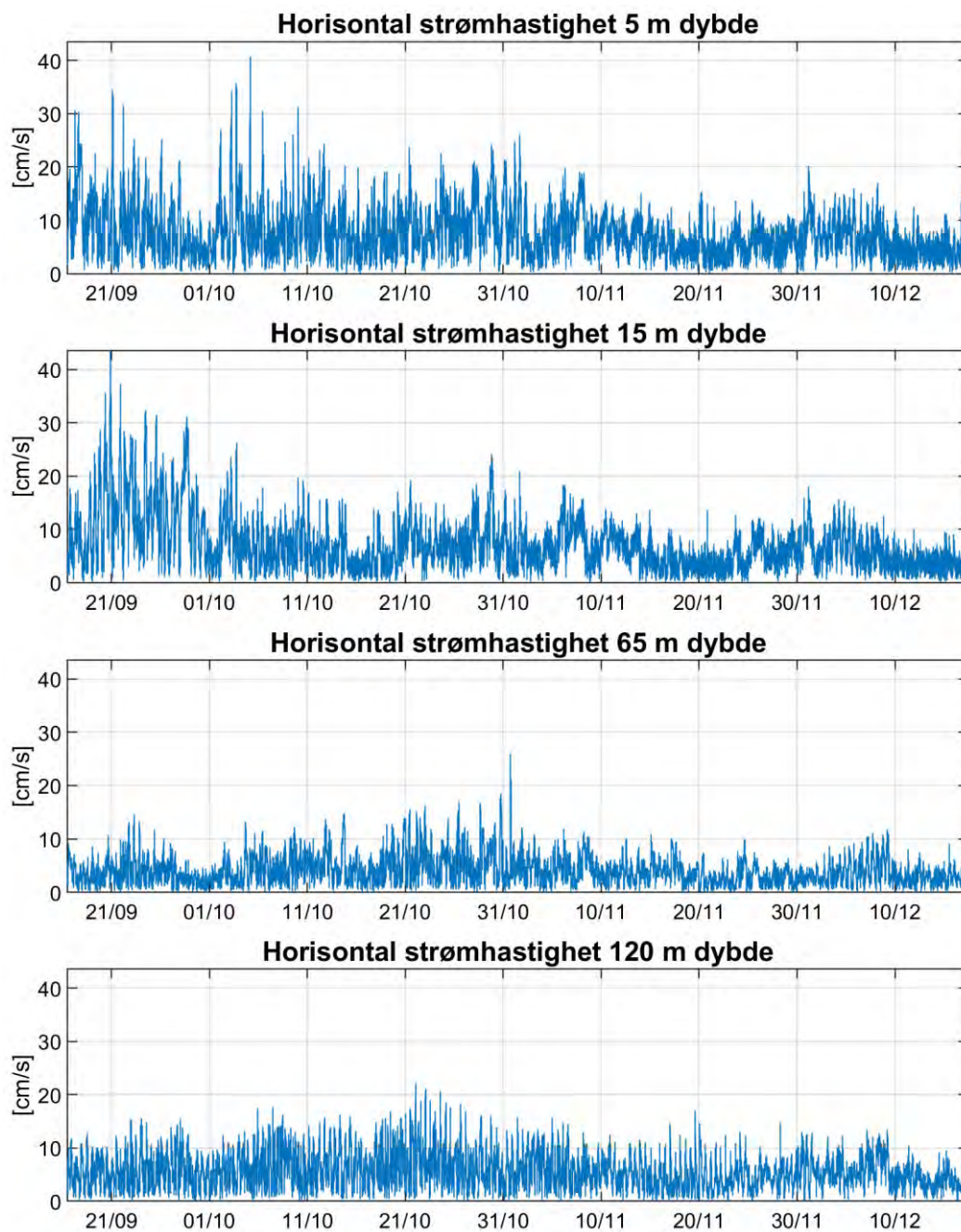
3.1 Strømdata

Tidsserien av målt strøm, samt strømrøsen for valgte dybder er gitt i Figur 6 og Figur 7. Figur 8 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Figur 9 viser minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 4. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighet-retnings matrise og fordelinger er gitt i Appendiks C og Appendiks D.

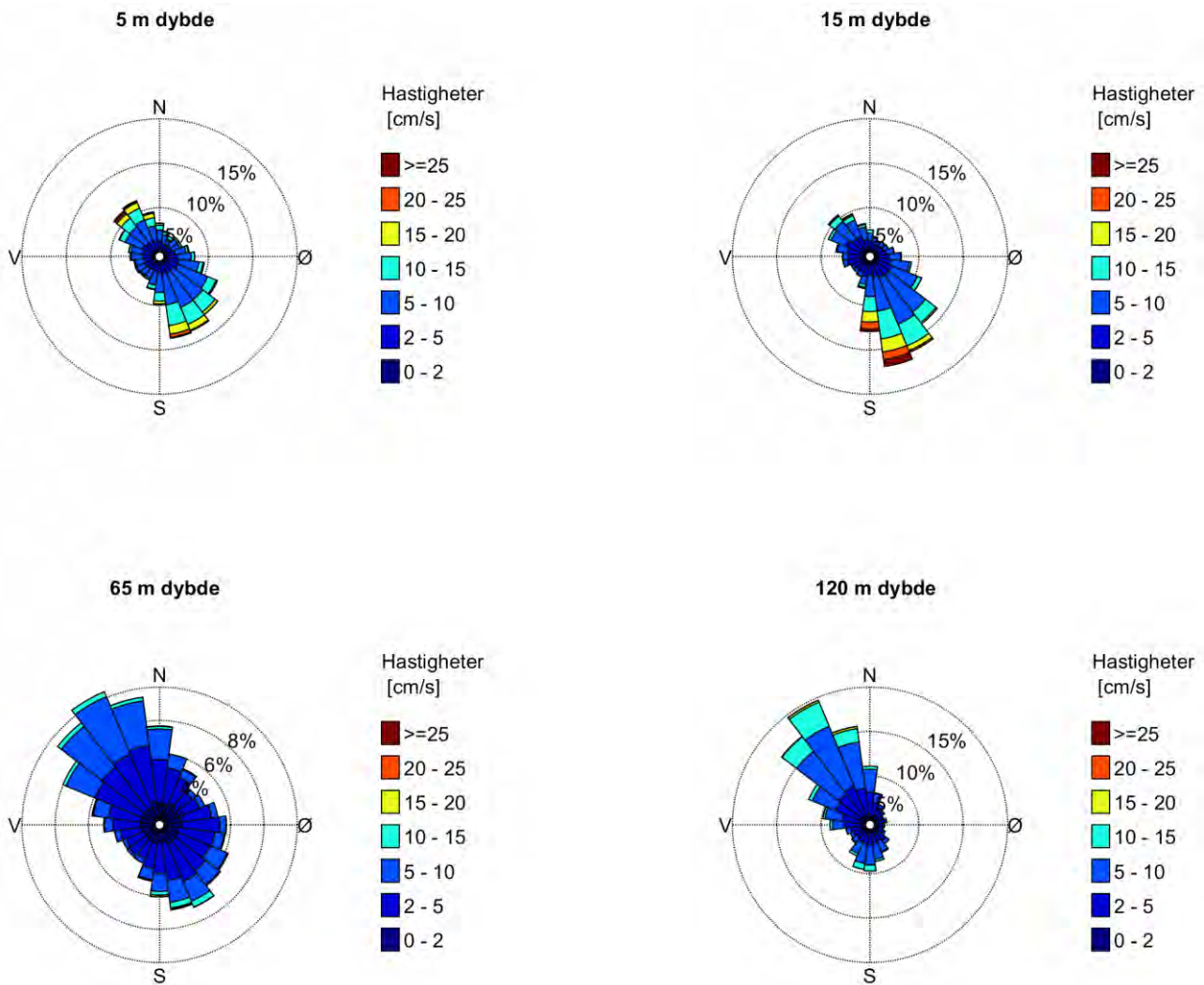
Gjennomsnittsstrømmen ved Kågen 1 er målt til 8 cm/s ved 5 m dybde, 7 cm/s ved 15 m dybde, 4 cm/s ved 65 m dybde, og 6 cm/s ved 120 m dybde.

Maksimalstrømmen for denne lokaliteten ved 5 m dybde ble målt til 41 cm/s mot 11°, og ved 15 m dybde ble den målt til 44 cm/s mot 163°. Den sterkeste gjennomsnittsstrømmen var 8 cm/s ved 5 m dybde.

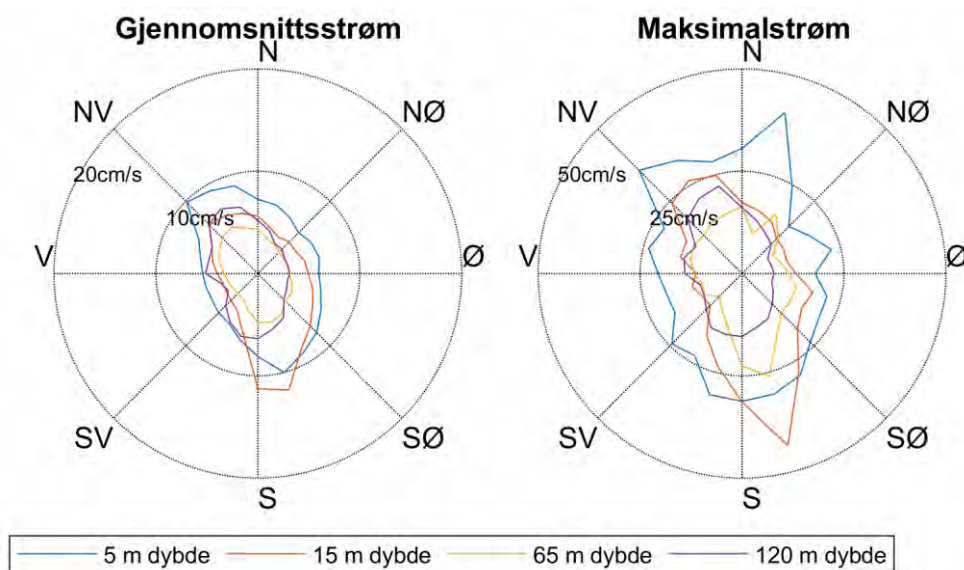
Målingene viser at strømmen ved Kågen 1 i hovedsak varierer mellom nordvest og sør-sørøst. Ved 5 m dyp er det ikke noen utpreget forskjell i strøm som setter henholdsvis nordvest over eller sørøst over. Ved 15 m dyp er strømmen oftere rettet mot sør til sørøst. Ved 65 m dybde varierer strømmen likt mellom nordvest og sørøst, mens ved 120 m dybde er hovedretningen til strømmen mot nordvest.



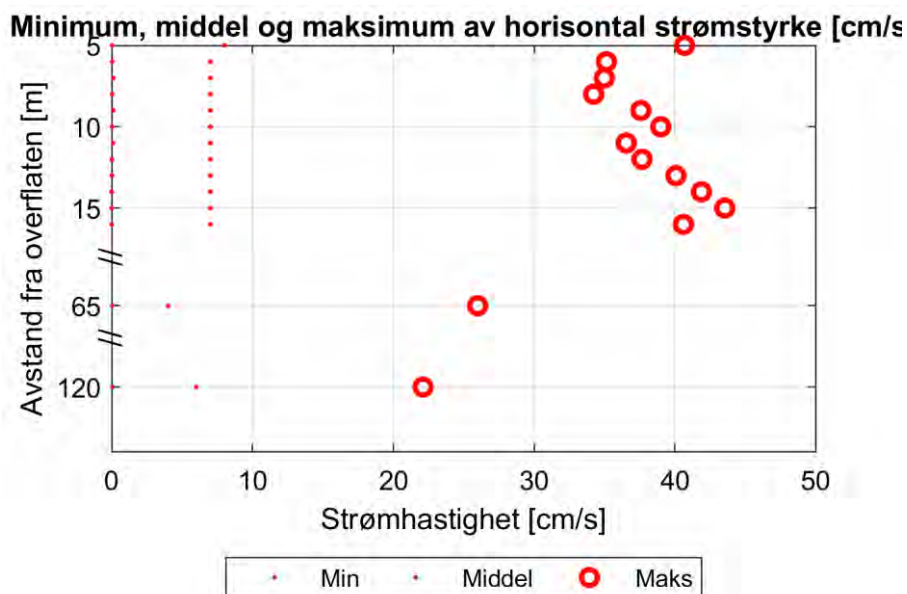
Figur 6: Tidsserier av horisontal strøm hastighet



Figur 7: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge



Figur 8: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder



Figur 9: Minimal, middel og maksimal horisontal strøm ved alle målte dybder

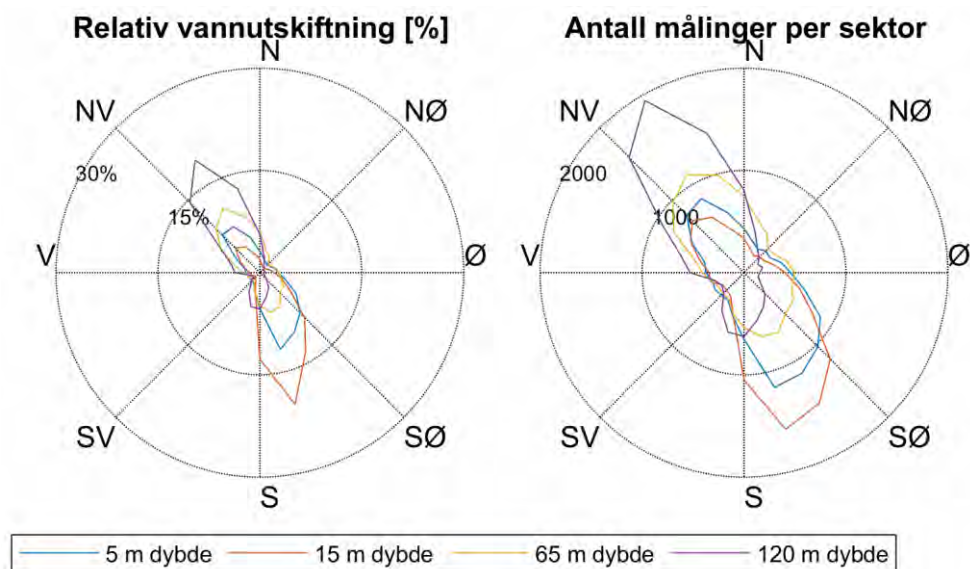
Tabell 4: Statistikk fra strømmålingene ved Kågen 1

Dybde	5 m dybde	15 m dybde	65 m dybde	120 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	8	7	4	6
Median [cm/s]	7	6	3	5
Standardavvik [cm/s]	5	5	3	3
Maksimumstrøm [cm/s]	41	44	26	22
Retning maksimumstrøm [°]	11	163	170	344
95 prosentil [cm/s]	16	17	9	12
Andel målinger >30 cm/s [%]	0.2	0.3	0.0	0.0
Vannutskiftning/Vanntransport				
Neumanns parameter	0.15	0.44	0.17	0.47
Vektormidlet strøm [cm/s]	1	3	1	3
Vektormidlet strømretning [°]	148	160	334	312
Nullmålinger				
Andel målinger < 1cm/s [%]	1.3	2.1	6.6	3.1
Lengste periode < 1cm/s [min]	30	40	110	70

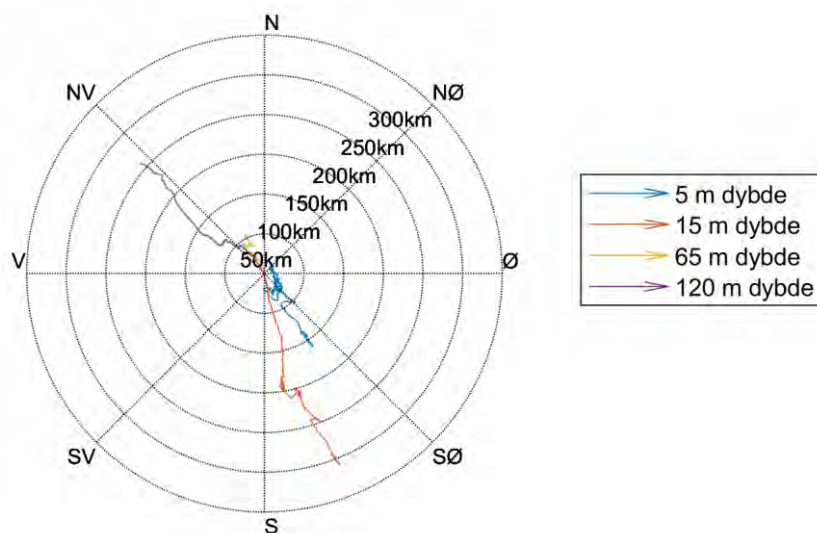
3.2 Vanntransport

Relativ vannutskiftning, samt antall målinger per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 10. Et progressivt vektor-diagram er vist i Figur 11. For forklaring av vannutskiftning og progressive vektor-diagram se Appendiks B.

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



Figur 10: Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor



Figur 11: Progressiv vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

3.3 Dimensjonerende strømhastigheter

Strømhastighet med 10-års og 50-års returperiode er for månedsmålinger estimert innenfor hver sektor ved bruk av multiplikasjonsfaktorer iht. NS9415:2021 (Tabell 5). Iht. NS9415:2021 skal maksimal strøm med 50 års returperiode settes til minimum 0.5 m/s når strøm måles i 3 måneder. De andre verdiene i strømrøsen skal justeres tilsvarende.

I dette tilfellet er maksimal strømhastighet med 50-års returperiode større enn 0.50 m/s, og strømverdiene er derfor ikke justert. Tabell 6 viser maksimale strømhastigheter for åtte retningssektorer ved 5 m og 15 m dybde, samt strøm med 10-års og 50-års returperiode for 5 m og 15 m dybde.

Tabell 5: Multiplikasjonsfaktorer for ekstrapolering av månedsmålinger til strømhastighet med 10 års og 50 års returperiode (NS9415)

Returperiode	Multiplikasjonsfaktor
10 år	1.65
50 år	1.85

Tabell 6: Målt maksimalstrøm og ekstrem strømhastighet Vc med 10 års og 50 års returperiode

Dybde	Sektor (mot)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	Alle retninger
5 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	11	35	69	144	178	224	285	319	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.41	0.25	0.23	0.29	0.31	0.24	0.24	0.36	0.41
	Vc 10-år [m/s]	0.67	0.41	0.37	0.47	0.52	0.40	0.39	0.59	0.67
	Vc 50-år [m/s]	0.75	0.45	0.42	0.53	0.58	0.45	0.44	0.66	0.75
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	338	24	110	155	163	203	290	324	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.25	0.15	0.18	0.28	0.44	0.17	0.16	0.26	0.44
	Vc 10-år [m/s]	0.41	0.24	0.30	0.46	0.72	0.29	0.26	0.43	0.72
	Vc 50-år [m/s]	0.46	0.27	0.33	0.52	0.81	0.32	0.29	0.48	0.81

3.4 Strøm påvirket av tidevann og vind

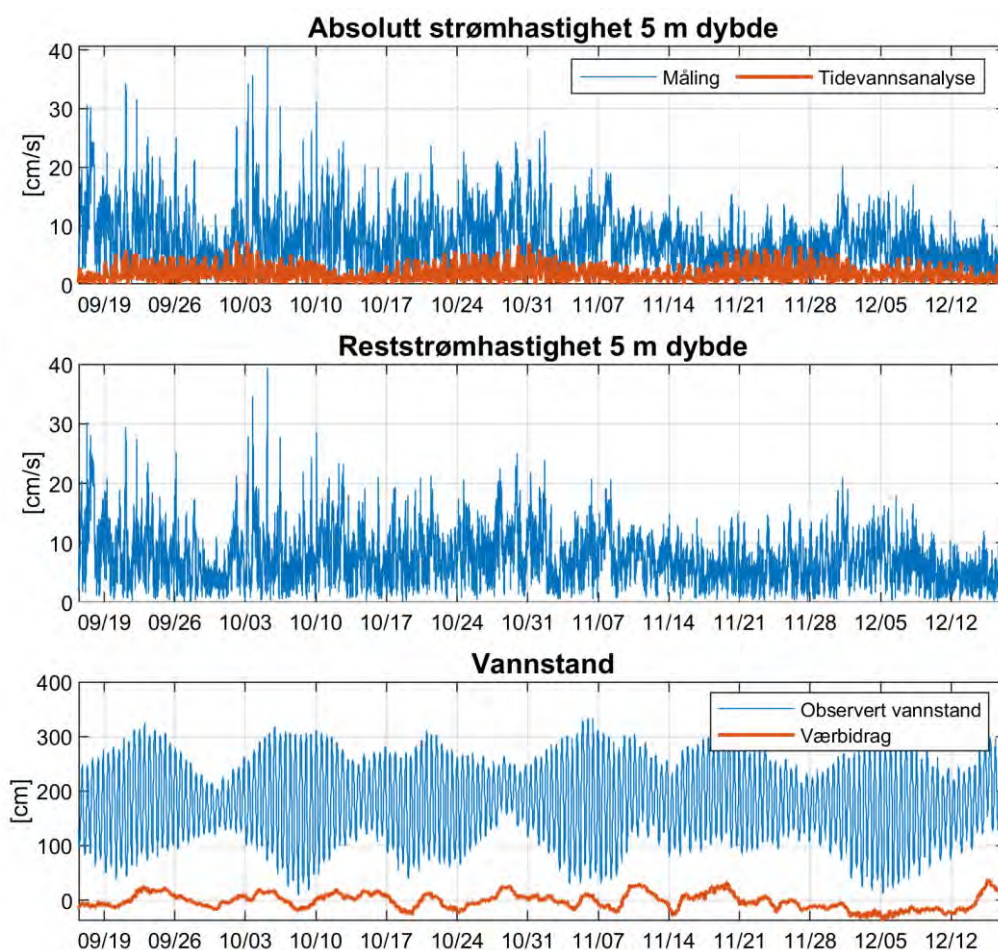
3.4.1 Tidevannsanalyse og vannstand

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 12 til Figur 14.

Figur 12 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 8 % av variansen i datasettet ved 5 m dybde. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 5 m dybde er 7 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 13 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 39 cm/s.



Figur 12: Horisontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Tromsø, tidsforskjell: -40, høydekorreksjonsfaktor: 1.02 (sehavnivå.no))

Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømrretningen roterer og strømhastigheten når maksimumsverdien og minimumsverdien to ganger i løpet av tidevannsperioden. Figur 13 viser tidevannsellipsene for de sterkeste tidevannskomponentene til strømmen ved 5 m dybde.

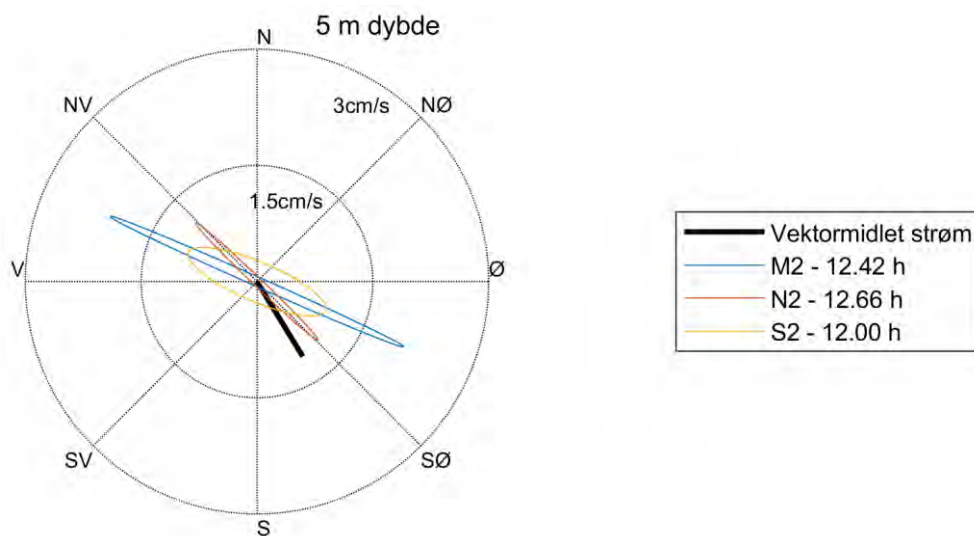
Hovedperiodene i tidevannssignalet ved 5 m dybde er 12.42 timer, 12.66 timer og 12.00 timer. Det er

tidevannet fra månen M2 (to perioder per døgn) som er mest framtreddende, og figuren viser at tidevannsstrømmen svinger mellom nordvestlig og sørøstlig retning.

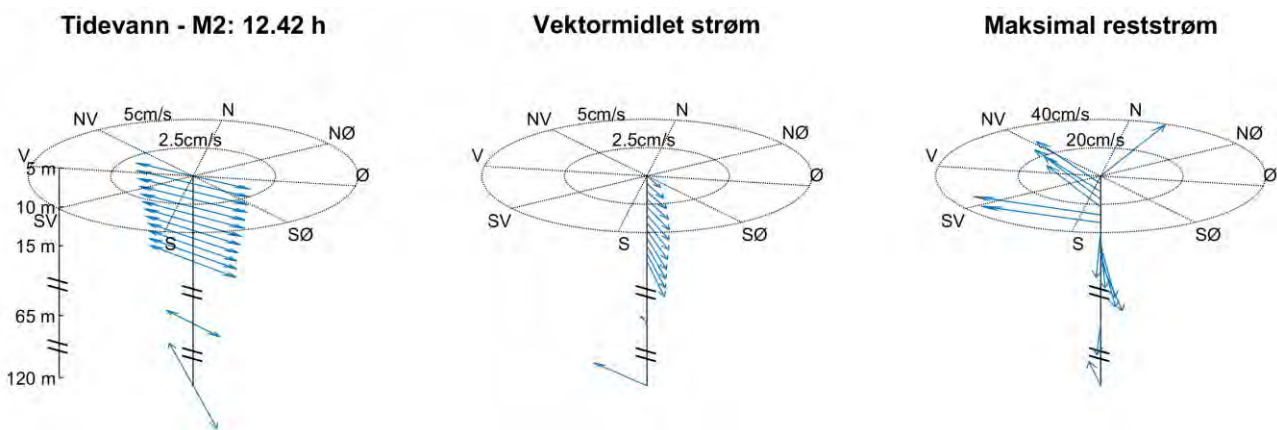
Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 13. Den vektormidlete strømmen viser at netto vanntransport er mot sørøst ved Kågen 1.

Figur 14 viser resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder. Figuren lengst til venstre viser hovedaksen av tidevanss ellipsen som er mest framtreddende gjennom hele vannsøylen, i dette tilfellet M2. Figuren i midten viser den vektormidlete strømmen for hvert dyp, mens figuren til høyre viser maksimalt avvik av den faktiske strømmen fra tidevannsanalysen. Tidevannet i de forskjellige dybdene forklarer mellom 7 og 32 % av variansen i strømmålingene.

Analysene viser at tidevannet gir et betydelig bidrag til strømbildet ved Kågen 1 i måleperioden.



Figur 13: Tidevanss ellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, N2 og S2 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert



Figur 14: Resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder

3.4.2 Sammenheng mellom vind og strøm

Sammenhengen mellom vind og strøm er også undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Arnøya Trolltinden målestasjon (www.xgeo.no) som ligger 20 km nordvest for Kågen 1 og anses som representativ for lokaliteten. Verdiene er 10 minutters middelerverdier 10 meter over bakken. For å lettere kunne sammenligne strøm med vind, er strømmen lavpassfiltrert (se forklaring i Appendiks B). Figur 15 viser vindhastighet og vindretning, samt hastighet og retning på lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Profilmåleren måler også overflatestrømmen, dvs. strømmen av vannsøylens øverste millimeter. Dette tynne laget følger vinden, og overflatestrømmen reflekterer derfor effekten av den lokale vinden. Overflatestrømmen kan brukes til å estimere hvor representativ den valgte målestasjonen for vind er for lokaliteten. I nærheten av elveutløp kan overflatestrømmen også være påvirket av avrenning. Figur 16 viser fordeling av retninger og styrke av både vind, overflatestrøm og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Overflatestrømmen har tilnærmet samme retningsfordeling som vind ved 5 m dybde (Figur 16), hvilket indikerer at vindmålingene er representative for lokaliteten.

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 (Tabell 7). Dette er gjort for å fange opp innvirkning fra eventuelle topografiske effekter på vindens og strømmens retning. Nederste panel i Figur 15 viser vind og lavpassfiltrert strøm dekomponert langs retningen med høyest korrelasjon. Tabell 8 viser hvor mange prosent av tiden ofte gitte kombinasjoner for vind og strømrretning oppsto i løpet av måleperioden.

For samtidig vind fra og mot nordøst, og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde fra og mot nord, er korrelasjonen 0.5 (uthevet i Tabell 7). Dette betyr at vind fra sørvest og nordøst ved Trolltinden ser ut til å ha påvirket strømmen ved 5 m dybde mest i løpet av måleperioden.

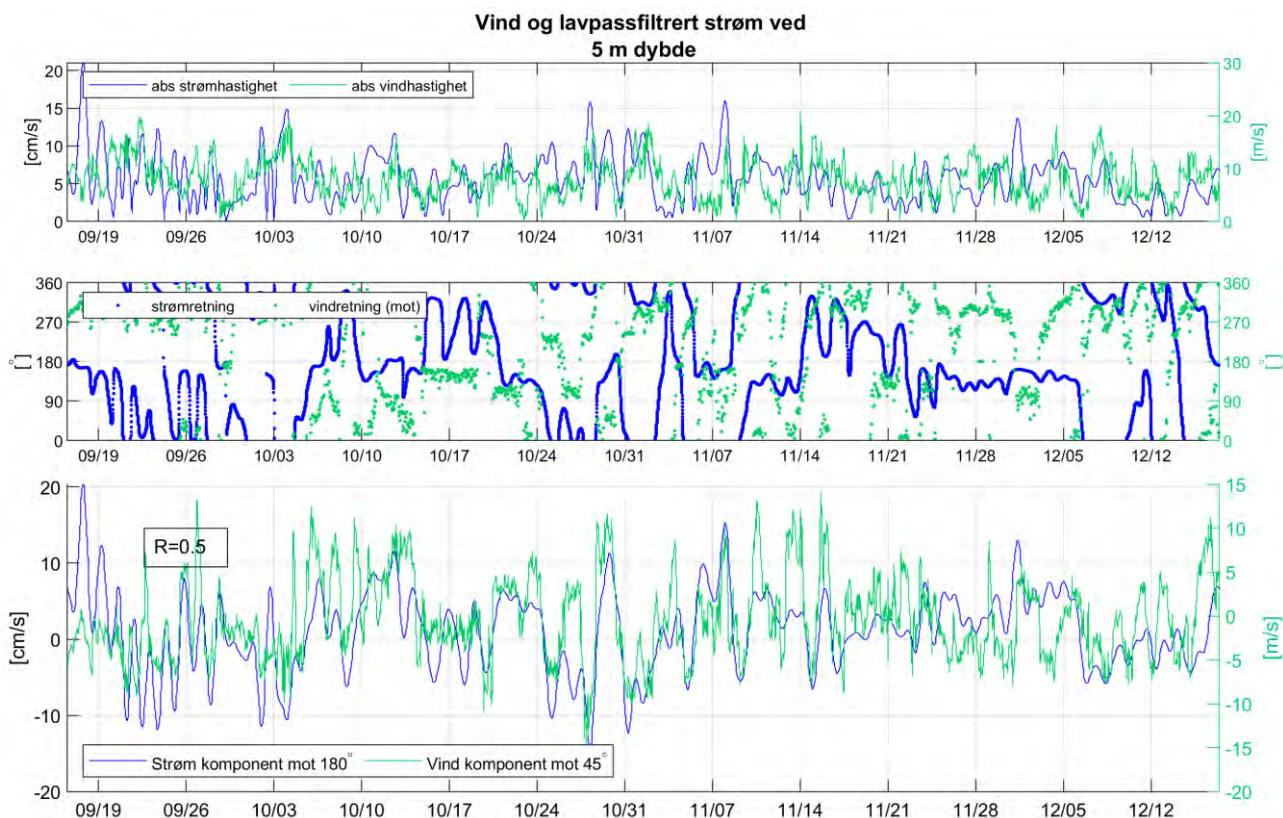
Resultatene viser at vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Kågen 1 i måleperioden.

Tabell 7: Korrelasjonskoeffisientene mellom lavpassfiltrert strøm og vind langs forskjellige akser

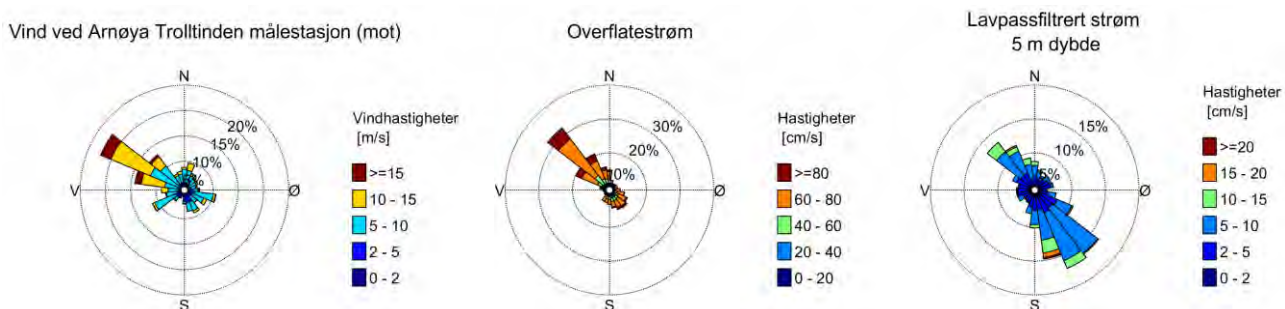
	Vindretning (mot)								
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Strømrretning (mot)	0°	-0.04	-0.50	-0.47	-0.31	0.04	0.50	0.47	0.31
	45°	0.02	-0.4	-0.41	-0.3	-0.02	0.4	0.41	0.3
	90°	0.08	0.26	0.21	0.1	-0.08	-0.26	-0.21	-0.1
	135°	0.06	0.45	0.41	0.26	-0.06	-0.45	-0.41	-0.26
	180°	0.04	0.50	0.47	0.31	-0.04	-0.50	-0.47	-0.31
	225°	-0.02	0.4	0.41	0.3	0.02	-0.4	-0.41	-0.3
	270°	-0.08	-0.26	-0.21	-0.1	0.08	0.26	0.21	0.1
	315°	-0.06	-0.45	-0.41	-0.26	0.06	0.45	0.41	0.26

Tabell 8: Prosentandel av tiden visse kombinasjon av strøm- og vindretning oppstår

Strømretning (mot)	Vindretning (mot)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0°	0.4	0.1	0.6	0.6	0.3	3.7	2.7	2.1	
45°	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.6	1.2	3	
90°	0.8	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	1.4	2.1	
135°	5.5	2.7	2.9	2.9	1.2	2	3.9	8.1	
180°	1.1	3.5	4.6	2.6	1.7	0.3	0.8	3.3	
225°	0.8	0.3	0.9	1.8	0.4	0.2	0.1	0.6	
270°	1.5	0	0.2	1	0.4	0.5	0.4	2.4	
315°	1.1	0.1	0	1.8	1	1.4	5.8	6.9	



Figur 15: 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 vind og strøm.



Figur 16: Vind, overflatestrøm (få mm tykt lag) og reststrøm ved 5 m dybde (retninger mot)

3.4.3 Andre strømkomponenter

Andre strømkomponenter som kan bidra til det totale strømbildet er f.eks. utbrudd fra kyststrømmen og vårflom på grunn av snø- og ismelting.

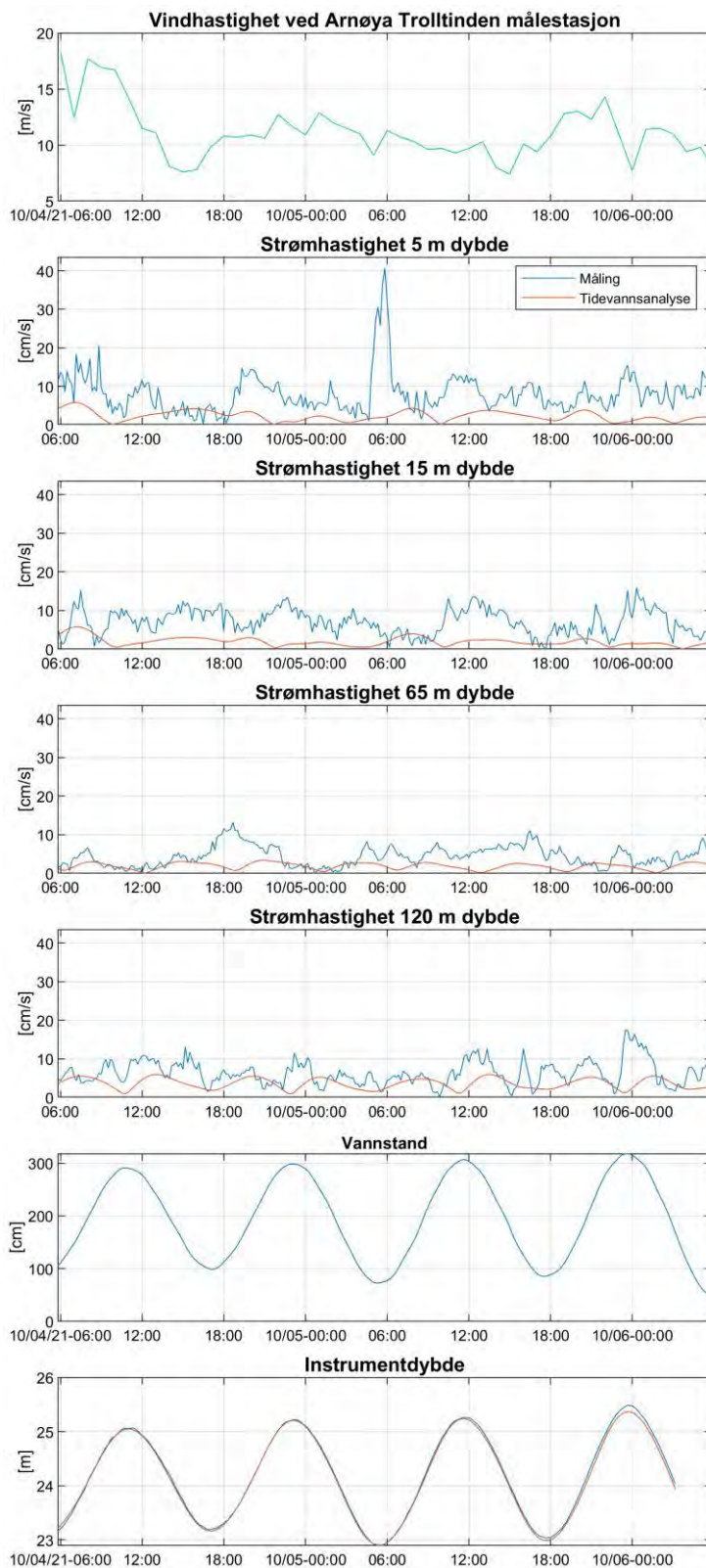
Kyststrømmen følger norskekysten nordover fra Skagerrak til Barentshavet, og kjennetegnes ved lavere saltholdighet enn omkringliggende vannmasser. Strømhastigheten til kyststrømmen ligger stort sett mellom 20-50 cm/s. Under vedvarende perioder med vind fra vest og sørvest inn Skagerrak skjer det en oppstuvning av kyststrømmen. Når oppstuvning slipper (når vinden avtar eller snur) oppstår såkalte utbrudd fra kyststrømmen. Hastigheten kan komme opp i over 100 cm/s og utbruddene kan nå fjordarmene på Vestlandet som en intermedieær innstrømming. Påvirkningen av utbruddene avtar nordover langs kysten. Kyststrømmens dynamikk er svært kompleks og avhenger av vind lokalt og regionalt, strømmønsteret i Skagerrak og Nordsjøen, tidevannet og avrenningen fra elvene oppstrøms.

Grunnet lokalitetens nordlige beliggenhet forventes det ikke at utbrudd fra kyststrømmen vil påvirke strømbildet på lokaliteten. Gjennom interaksjonen mellom kyststrøm og fjordvannet påvirker kyststrømmen uansett strømbildet.

Vårflom på grunn av snø- og ismelting og ferskvannsavrenning generelt kan bidra til lagdeling av vannmassene i sommerhalvåret, og vil samtidig påvirke strømbildet. Det foreligger ikke temperatur- og salinitetsdata fra flere dyp, som ville gi mulighet for å vurdere lagdelingen ved lokaliteten. Området rund lokaliteten er ikke utsatt for tilførsel av ferskvann av betydning.

3.5 Strøm - Todagersperiode

Figur 17 viser vind, strøm og vannstand i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 5 m dyp, 04.10.2021 - 06.10.2021.



Figur 17: Vind og strøm og vannstand i todagersperioden 04.10.2021-06.10.2021 (UTC)

4 Referanser

Aanderaa, 2006: "TD 220c RDCP Primer"

Aanderaa, 2007: "TD 262b Operating Manual - Seaguard RCM".

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.

xgeo (<https://www.xgeo.no>): Meteorologisk data fra Meteorologisk Institutt

Fiskeridirektoratet, 2008: "Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbaserte anlegg"

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

Mattilsynet, 2006: "Veileder til forskrift av 16.1.2004 nr. 279 om godkjenning av etablering og utvidelse av akvakulturanlegg og registrering av pryddammer (etableringsforskriften) § 5"

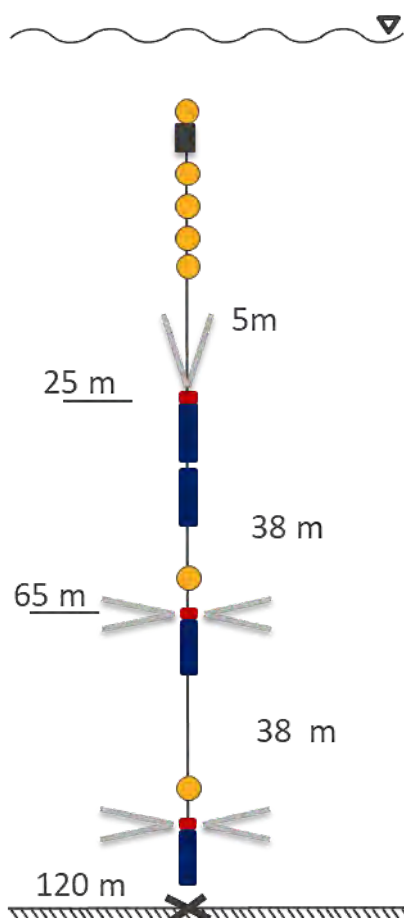
Multiconsult, 2021: Strømmålinger Kågen, Skjervøy kommune, Strømanalyse Kågen 2, Rapport nr. 10228315-01-RIMT-RAP-002.

NS9415, 2009: "NS9415 - Flytende oppdrettsanlegg: Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift", Norsk Standard

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med en akustisk doppler profilmåler RDCP600 (Aanderaa, 2006).

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. RDCP600 sender ut pulser i fire stråler i forskjellige retninger for å kunne rekonstruere den horisontale og vertikale strømhastigheten i mange dyp. Målerne ble forankret som vist i Figur 18.



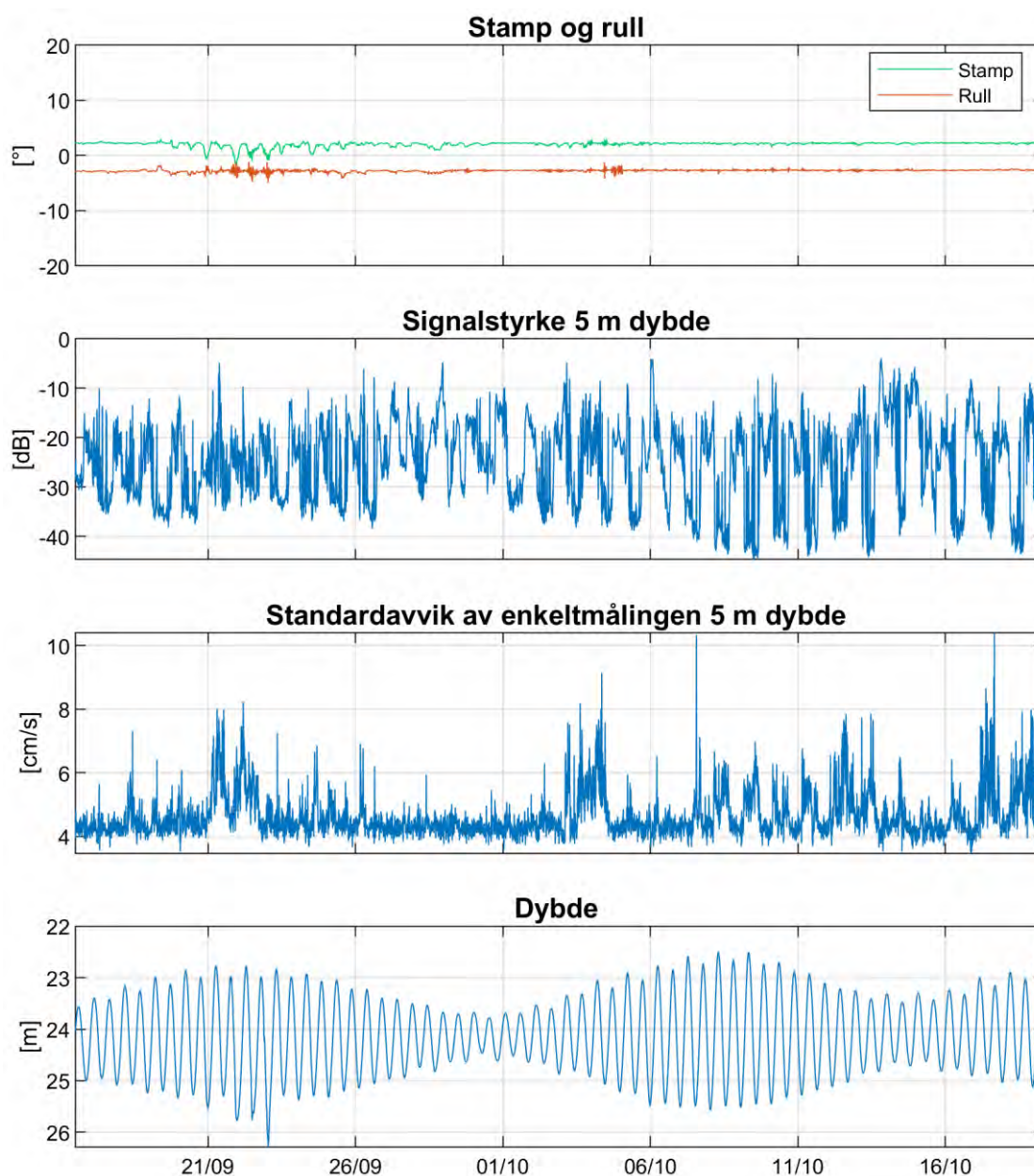
Figur 18: Skisse av riggen ved Kågen. Riggen består av en punktmåler ved bunn og ved spredningsdybde samt en profilerende måler med ekstra batterikasse ved 25 m. dybde.

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

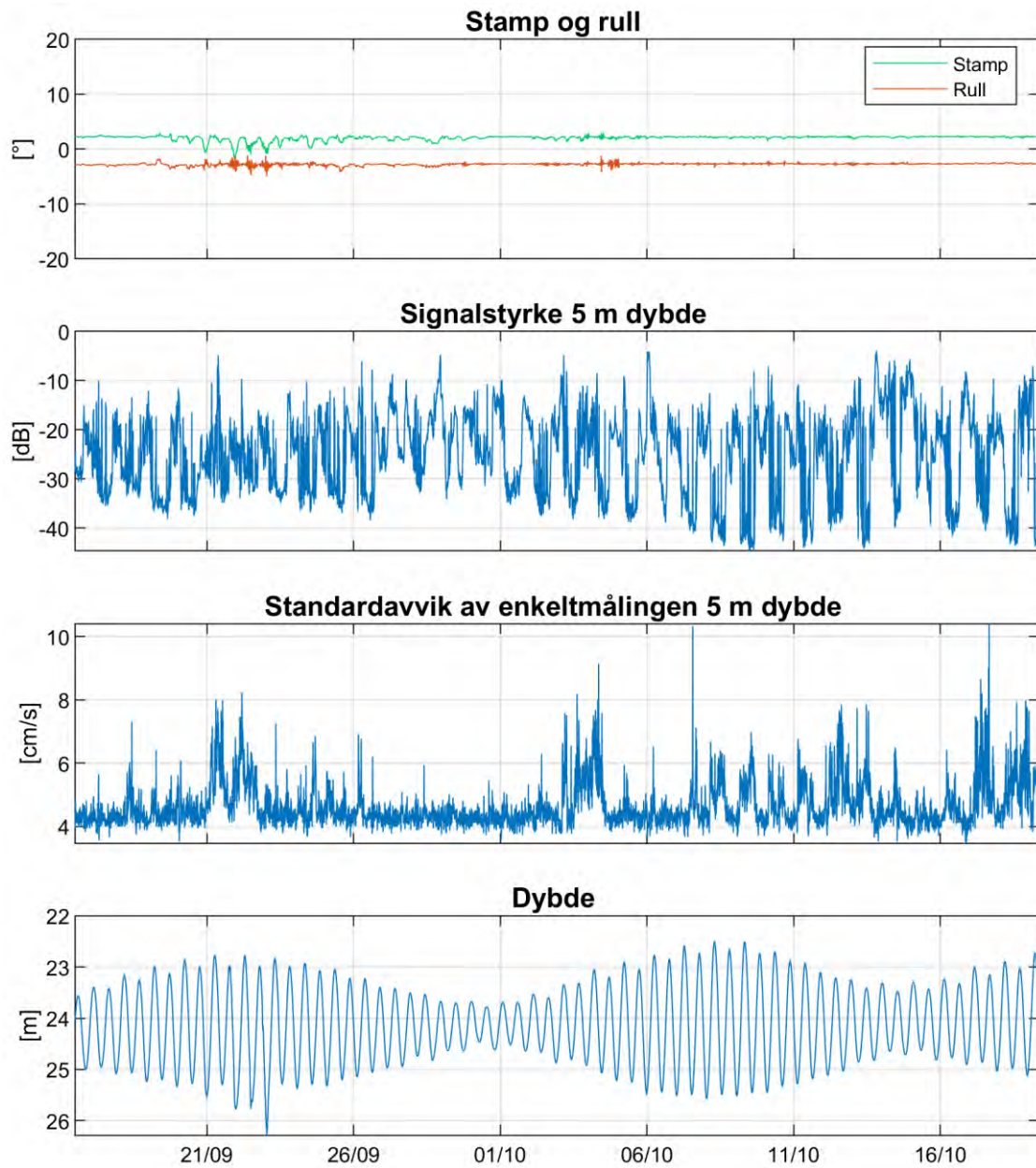
- RDCP600:
 - Stamp og rull mindre enn 20°.
 - Signalstyrke > -45 dB.
 - Standardavvik av enkeltmålingen < 20 cm/s.
- Seaguard:
 - Stamp og rull mindre enn 35°.
 - Standardavvik av enkeltmålingen ca. 4 cm/s.

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. Figur 20
Figur 20: Kvalitetssikring RDCP600 etter datarensing, periode 1

viser noen av parameterne etter datarensing.



Figur 19: Kvalitetssikring RDCP600 etter datarensing, periode 1



Figur 20: Kvalitetssikring RDCP600 etter datarensing, periode 1

Appendiks B Terminologi

Tabell 9: 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 sluttpunkt 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 - nippsyklus (MSF) 14.77 dager). Det er lokale forhold som avgjør hvilke komponenter som dominerer. Tidevannsanalysen forutsetter stasjonære forhold og uavhengige komponenter og har naturlige begrensninger på grunn av andre faktorer som påvirker strømmen og kan føre til ikke-stasjonære forhold (f.eks. vind, lufttrykk, elveavrenning). Tidevannsstrømmen som oscillerer fram og tilbake vil alltid ha 0 cm/s som vektormiddel.
Vannstand	Høyden av vannflaten på et bestemt sted på et gitt tidspunkt. For havet påvirkes vannstanden av tidevann og værrets virkning (vind, lufttrykk, med mer).
Vannutskiftning	Vannutskiftningen er definert som vannfluksen, som er mengden av vann som transporteres gjennom en kvadratmeters flate i løpet av måleperioden. Dette beregnes som strømhastighet ganger tiden den varer og oppgis i m ³ /m ² .
Vektormidlet strøm	Vektormidlet strøm er den vektormidlete strømmen over hele perioden. Den er i praksis alltid lavere enn gjennomsnittsstrømmen. Hvis strømmen har vært 10 cm/s mot nord i en periode, og så 10 cm/s mot sør i like lang periode, så vil den vektormidlete strømmen være 0 cm/s, mens gjennomsnittsstrømmen ville være 10 cm/s.

Appendiks C Operasjonell strøm og sektorvis statistikk

Tabell 10: 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	6	6	8	9	5	6	9	8
15	6	4	5	8	11	4	4	6	7
65	4	3	3	4	5	3	3	5	4
120	6	3	3	4	6	5	5	7	6
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
5	18	12	13	15	19	12	11	19	16
15	13	9	10	14	24	8	8	13	17
65	9	7	6	9	11	6	8	10	9
120	12	7	6	8	12	10	10	12	12
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
5	41	25	23	29	31	24	24	36	41
15	25	15	18	28	44	17	16	26	44
65	16	17	14	17	26	11	13	15	26
120	22	11	8	13	15	15	15	21	22
Dybde	Relativ vannutskiftning [%]								
5	11	5	9	25	20	5	6	20	100
15	6	3	7	28	35	3	5	13	100
65	18	7	8	14	14	5	8	27	100
120	21	3	2	5	14	6	9	40	100
Dybde	Antall målinger [%]								
5	10	7	11	23	17	7	8	17	100
15	8	5	10	26	23	6	9	15	100
65	17	9	11	14	12	7	9	22	100
120	20	5	4	6	13	7	11	34	100

Tabell 11: 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	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	1.3
1-5 cm/s	3.2	2.8	4.4	4.5	3.9	3.6	3.8	4.2	30.4
5-10 cm/s	4.0	2.7	5.0	12.0	7.3	2.9	3.7	7.1	44.7
10-20 cm/s	2.6	0.9	1.3	6.1	5.1	0.6	0.6	4.7	21.8
20-30 cm/s	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	0.0	0.0	0.5	1.5
30-40 cm/s	0.0				0.0			0.2	0.2
40-50 cm/s	0.0								0.0
Sum	10.3	6.5	10.9	22.9	17.0	7.2	8.3	16.8	100.0

Tabell 12: 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	2.8	0.9	1.4	6.2	5.7	0.6	0.6	5.4	23.6
>20 cm/s	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	0.0	0.0	0.7	1.8
>30 cm/s	0.0				0.0			0.2	0.2
>40 cm/s	0.0								0.0

Tabell 13: 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	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	2.1
1-5 cm/s	3.7	3.0	4.6	6.2	4.9	4.1	5.7	6.2	38.4
5-10 cm/s	2.7	1.4	4.3	14.0	7.2	1.2	2.4	6.3	39.6
10-20 cm/s	0.9	0.2	0.3	5.4	7.9	0.1	0.1	1.9	16.8
20-30 cm/s	0.0			0.2	2.5			0.1	2.9
30-40 cm/s					0.3				0.3
40-50 cm/s					0.0				0.0
Sum	7.6	4.8	9.5	26.0	23.1	5.6	8.6	14.7	100.0

Tabell 14: 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	0.9	0.2	0.3	5.6	10.7	0.1	0.1	2.0	20.0
>20 cm/s	0.0			0.2	2.8			0.1	3.1
>30 cm/s					0.3				0.3
>40 cm/s					0.0				0.0

Tabell 15: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 65 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7	6.5
1-5 cm/s	10.5	6.5	8.5	8.8	7.3	5.2	6.7	11.6	65.0
5-10 cm/s	5.4	1.1	1.3	3.5	3.1	0.7	1.8	8.7	25.6
10-20 cm/s	0.4	0.1	0.1	0.5	0.8	0.0	0.1	0.8	2.8
20-30 cm/s					0.1				0.1
Sum	17.1	8.6	10.7	13.6	12.1	6.6	9.4	21.9	100.0

Tabell 16: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 65 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.4	0.1	0.1	0.5	0.9	0.0	0.1	0.8	2.9
>20 cm/s					0.1				0.1

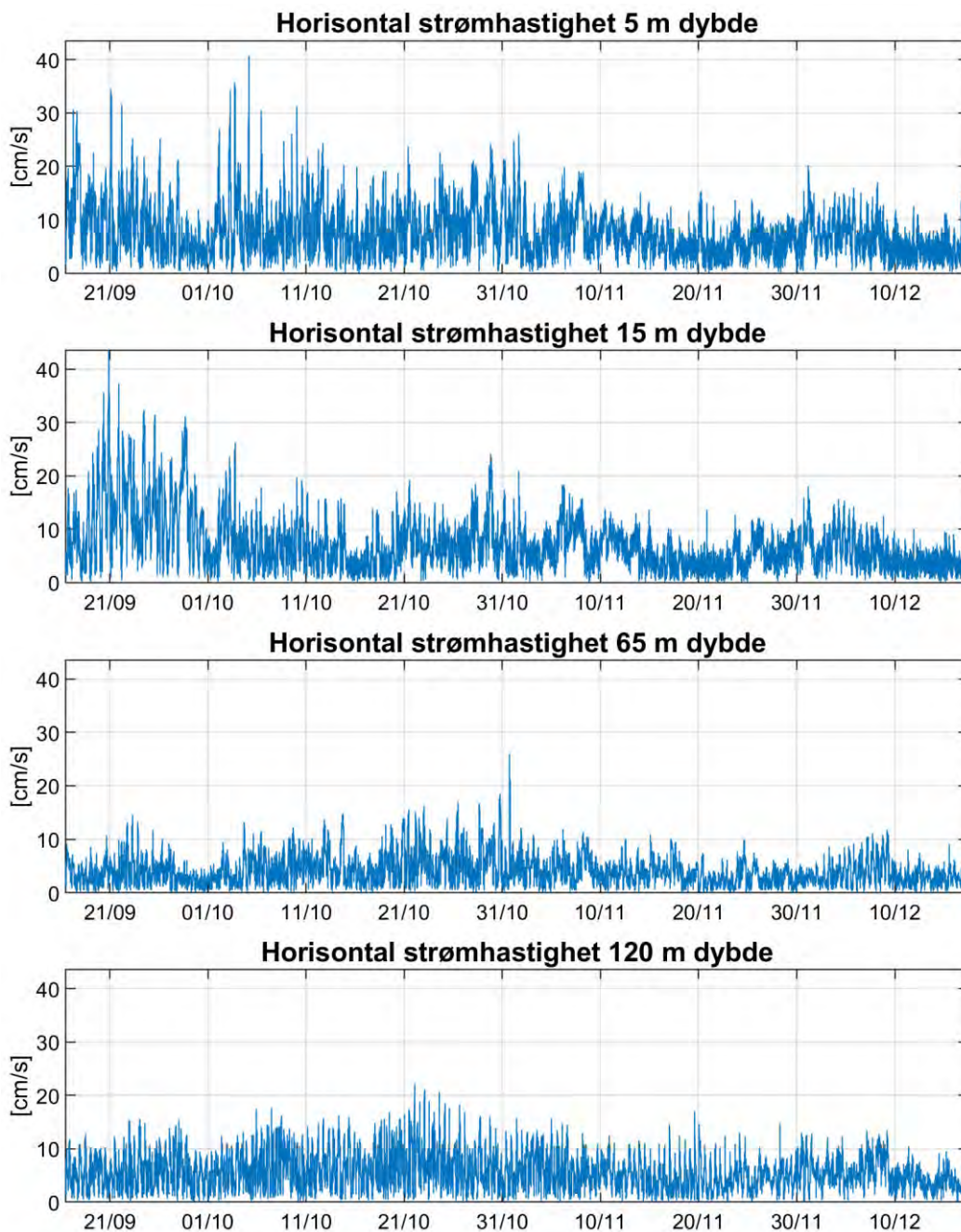
Tabell 17: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 120 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.6	3.1
1-5 cm/s	8.5	3.6	2.7	4.0	4.8	4.3	6.4	11.1	45.3
5-10 cm/s	8.8	0.8	0.6	2.0	6.2	2.4	3.9	16.2	40.9
10-20 cm/s	2.2	0.0		0.1	1.6	0.4	0.5	5.7	10.6
20-30 cm/s	0.0							0.0	0.0
Sum	19.9	4.8	3.7	6.5	13.0	7.3	11.1	33.7	100.0

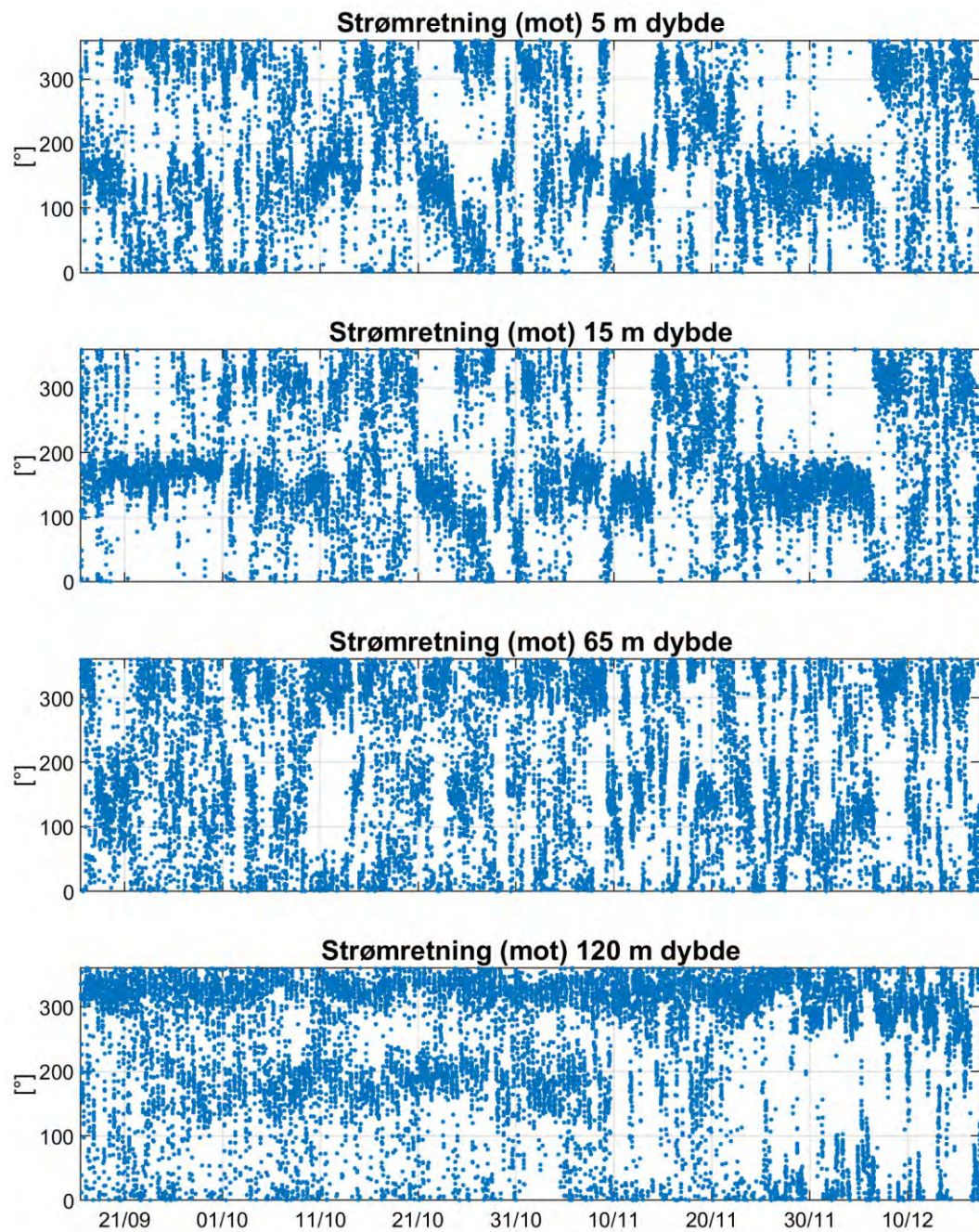
Tabell 18: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 120 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	2.2	0.0		0.1	1.6	0.4	0.5	5.8	10.7
>20 cm/s	0.0							0.0	0.0

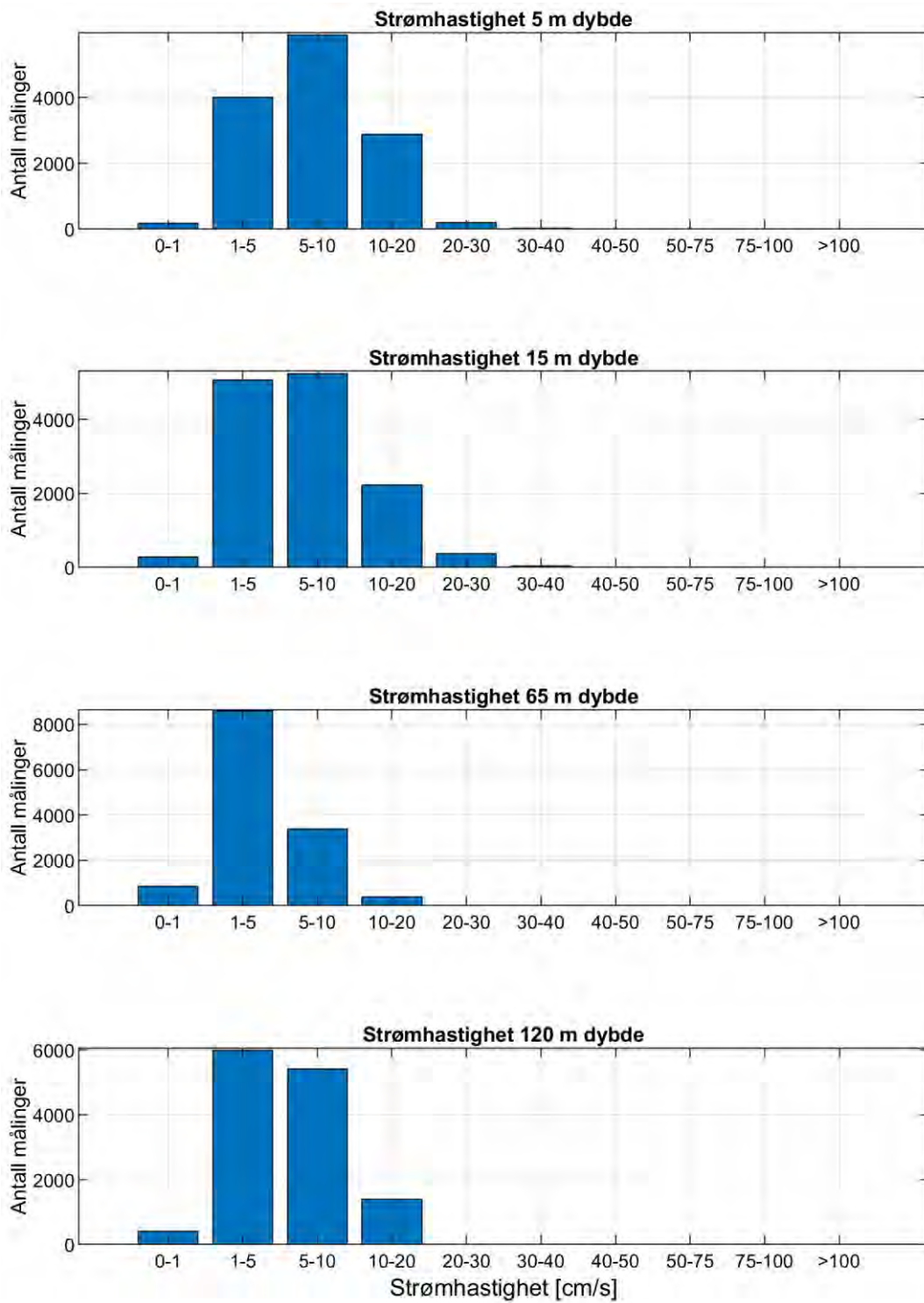
Appendiks D Tidsserier og fordelinger



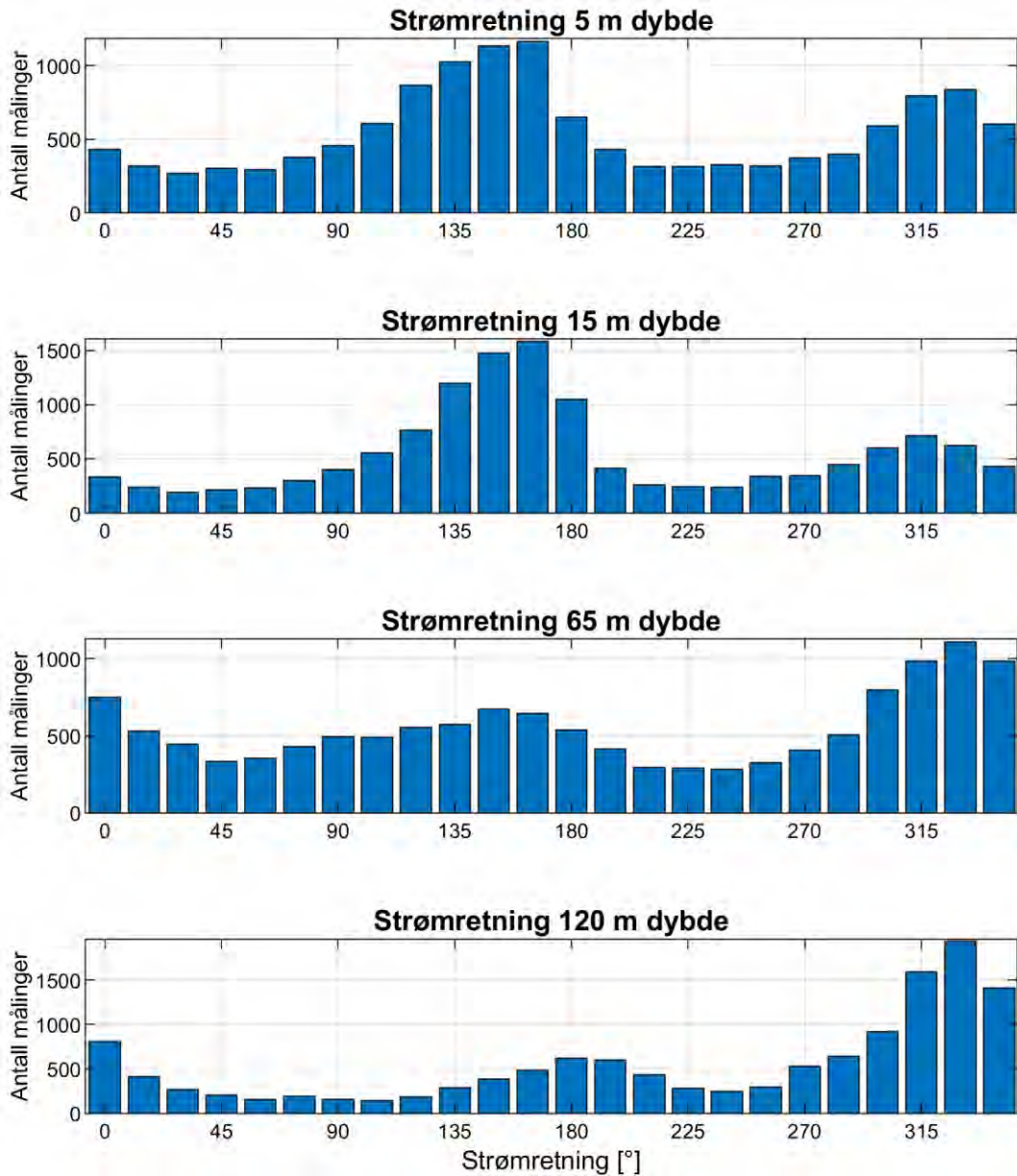
Figur 21: Tidsserier av horisontal strøm hastighet



Figur 22: Tidsserier av horisontal strømretning



Figur 23: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 24: Histogram av horisontal strømretning

Appendiks E Fjernet data

RDCP data periode 1

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Signalstyrken er under -45dB i celler 12 (13 m) og oppover.

Standardavviket er over 20cm/s i celler 22 (23 m) og oppover.

Grensen for SP Std er satt til 20 cm/s.

13 celler fjernet pga. overflatestøy/ for lav signalstyrke/
refleksjoner : 2 - 4 m. dybde og 17 - 26 m. dybde.

Fjernede outliers:

6 punkter ved 5.0 m dybde: 10-Oct-2021 11:59:18, 10-Oct-2021 12:09:17,
10-Oct-2021 12:19:18, 12-Oct-2021 06:09:17, 12-Oct-2021 07:29:18, 14-
Oct-2021 10:29:18

7 punkter ved 6.0 m dybde: 21-Sep-2021 04:39:17, 03-Oct-2021 04:19:17,
10-Oct-2021 11:59:18, 10-Oct-2021 12:09:17, 10-Oct-2021 12:19:18, 12-
Oct-2021 05:59:18, 12-Oct-2021 06:09:17

10 punkter ved 7.0 m dybde: 21-Sep-2021 04:39:17, 03-Oct-2021
04:19:17, 03-Oct-2021 04:29:18, 10-Oct-2021 11:59:18, 10-Oct-2021
12:09:17, 10-Oct-2021 12:19:18, 12-Oct-2021 05:59:18, 12-Oct-2021
06:09:17, 12-Oct-2021 07:29:18, 18-Oct-2021 12:59:18

6 punkter ved 8.0 m dybde: 03-Oct-2021 04:19:17, 10-Oct-2021 11:59:18,
10-Oct-2021 12:09:17, 10-Oct-2021 12:19:18, 12-Oct-2021 06:09:17, 18-
Oct-2021 12:59:18

4 punkter ved 9.0 m dybde: 10-Oct-2021 12:09:17, 12-Oct-2021 06:09:17,
16-Oct-2021 06:29:17, 18-Oct-2021 12:59:18

2 punkter ved 10.0 m dybde: 10-Oct-2021 12:09:17, 16-Oct-2021 06:29:17

2 punkter ved 11.0 m dybde: 03-Oct-2021 04:49:18, 16-Oct-2021 06:29:17

Fjernet punkter utenfor intervallet 16-Sep-2021 12:20:00 - 19-Oct-2021
08:49:17 på grunn av målinger i luft.

Seaguard RCM data, 65 m. dybde, periode 1

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Fjernet punkter utenfor intervallet 16-Sep-2021 12:20:00 - 19-Oct-2021
08:49:17 på grunn av målinger i luft.

Seaguard RCM data, 120 m. dybde, periode 1

Antall NaN (hull) i intervallet: 5

Fjernet punkter utenfor intervallet 16-Sep-2021 12:20:00 - 19-Oct-2021
08:49:17 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige
instrumentene.

RDCP data, Periode 2

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Signalstyrken er under -45dB i celler 16 (17 m) og oppover.

Standardavviket er over 20cm/s i celler 22 (23 m) og oppover.

Grensen for SP Std er satt til 20 cm/s.

7 punkter er fjernet fra cellen ved 4.0 m dyp pga overflatestøy/ for lav
signalstyrke/ refleksjoner: 21-Oct-2021 13:18:31, 26-Oct-2021 06:28:32,
30-Oct-2021 12:48:32, 30-Oct-2021 13:38:32 til 30-Oct-2021 13:48:31, 30-
Oct-2021 14:38:32 til 30-Oct-2021 14:48:31

6 punkter er fjernet fra cellen ved 5.0 m dyp pga overflatestøy/ for lav

signalstyrke/ refleksjoner: 26-Oct-2021 05:28:31, 26-Oct-2021 06:08:32, 30-Oct-2021 13:38:32, 30-Oct-2021 13:58:32, 30-Oct-2021 14:18:32, 30-Oct-2021 14:38:32

2 punkter er fjernet fra cellen ved 6.0 m dyp pga overflatestøy/ for lav signalstyrke / refleksjoner: 26-Oct-2021 05:28:31, 30-Oct-2021 12:58:31

8 celler fjernet pga overflatestøy/ for lav signalstyrke/ refleksjoner: 2 m. - 3 m. dybde og 21 m.- 26 m. dybde

Fjernede outliers:

6 punkter ved 4.0 m dybde: 21-Oct-2021 06:28:32, 21-Oct-2021 06:48:32, 21-Oct-2021 06:58:31, 21-Oct-2021 07:08:32, 26-Oct-2021 12:18:31, 27-Oct-2021 15:18:31

4 punkter ved 5.0 m dybde: 21-Oct-2021 06:38:31, 21-Oct-2021 06:48:32, 21-Oct-2021 06:58:31, 21-Oct-2021 07:08:32

4 punkter ved 6.0 m dybde: 21-Oct-2021 06:38:31, 21-Oct-2021 06:48:32, 21-Oct-2021 06:58:31, 21-Oct-2021 07:08:32

5 punkter ved 7.0 m dybde: 21-Oct-2021 06:38:31, 21-Oct-2021 06:48:32, 21-Oct-2021 06:58:31, 21-Oct-2021 07:08:32, 31-Oct-2021 10:38:32

5 punkter ved 8.0 m dybde: 20-Oct-2021 10:18:31, 21-Oct-2021 06:38:31, 21-Oct-2021 06:48:32, 21-Oct-2021 06:58:31, 26-Oct-2021 12:18:31

1 punkt ved 9.0 m dybde: 20-Oct-2021 10:18:31

1 punkt ved 10.0 m dybde: 20-Oct-2021 10:18:31

1 punkt ved 20.0 m dybde: 28-Oct-2021 04:18:31

Fjernet punkter utenfor intervallet 19-Oct-2021 11:39:59 - 17-Dec-2021 10:04:16 på grunn av målinger i luft.

Seaguard RCM data, 65 m dybde, periode 2

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Fjernet punkter utenfor intervallet 19-Oct-2021 11:39:59 - 17-Dec-2021 10:04:16 på grunn av målinger i luft.

Seaguard RCM data, 120 m. dybde, periode 2

Antall NaN (hull) i intervallet: 3

Fjernet 2 punkter på grunn av Std utenfor: 28-Oct-2021 10:24:16, 12-Nov-2021 10:04:16

Fjernet 1 punkt på grunn av Strength utenfor: 19-Nov-2021 14:04:17

Fjernet punkter utenfor intervallet 19-Oct-2021 11:39:59 - 17-Dec-2021 10:04:16 på grunn av målinger i luft.

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner og kalibrering

Tabell 19: Instrumentspesifikasjoner.

	RDCP600	Seaguard RCM
Horisontal nøyaktighet	± 0.5 cm/s, $\pm 1.5\%$	± 0.15 cm/s, $\pm 1\%$
Vertikal nøyaktighet	± 1.0 cm/s	
Enkeltping statistisk støy	± 4.0 cm/s	± 0.3 cm/s
Nøyaktighet retning		$\pm 5^\circ$ - 7.5°
Temperatur nøyaktighet	$\pm 0.03^\circ\text{C}$	$\pm 0.03^\circ\text{C}$
Oksygen nøyaktighet	$< \pm 8\mu\text{m}$, $< \pm 5\%$	$< \pm 8\mu\text{m}$, $< \pm 5\%$
Konduktivitet nøyaktighet	$\pm 0.005\text{S/m}$	$\pm 0.005\text{S/m}$

Tabell 20: Test og spesifikasjoner, RDCP 628

Produkt	Dato
RDCP SW	01.02.2018
Sensor Board 4952	01.02.2018
Main Board 5028	01.02.2018
Display Board 9342	01.02.2018
Transceiver Head 3993	01.02.2018
Transceiver Board 9107	01.02.2018
Temperature Sensor 4050	01.02.2018
Compass Tilt Sensor 3777	01.02.2018

Tabell 21: Kalibrering, RDCP 628

Produkt	Dato
Temperature Sensor 4050	14.04.2011
Pressure Sensor 3187B	01.02.2018

Tabell 22: Test og spesifikasjoner, RCM 1020

Produkt	Dato
Seaguard RCM SW	23.02.2018
Main assembly Seaguard 9340 SN1302	23.02.2018
DCS 4420 SN487	23.02.2018

Tabell 23: Kalibrering, RCM 1020

Produkt	Dato
DCS 4420	23.02.2018

Tabell 24: Test og spesifikasjoner, RCM 1590

Produkt	Dato
Seaguard RCM IW	26.03.2015
Main Assembly Seaguard 9340	26.03.2015
DCS 4420	29.01.2015
Pressure Sensor 4117B	09.03.2015

Tabell 25: Kalibrering, RCM 1590

Produkt	Dato
Pressure Sensor 4117B	11.03.2015

Del 2:

RAPPORT

Strømmålinger Kågen, Skjervøy kommune

OPPDRAGSGIVER

Lerøy Aurora

EMNE

Strømanalyse Kågen 2

DATO / REVISJON: 19.01.2022 / 1

DOKUMENTKODE: 10228315-01-RIMT-RAP-002



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	Strømmåling Kågen, Skjervøy kommune, 2021	DOKUMENTKODE	10228315-01-RIMT-RAP-002
EMNE	Strømanalyse, Kågen 2	TILGJENGELIGHET	Konfidensiell
OPPDRAGSGIVER	Lerøy Aurora	OPPDRAGSLEDER	Martin Arntsen
KONTAKTPERSON	Jan Arild Kiil	UTARBEIDET AV	Pär Jansson, Jan Potac
KOORDINATER	69°57.10'N 20°45.17'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

INNHold

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Kågen, Skjervøy kommune, i perioden 16.09.2021 – 06.11.2021 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS9415 og veileder for søknad om lokalitet. Det ble utført målinger i to punkter, som representerer forholdene i anleggets utstrekning. Foreliggende rapport beskriver strømmen i det ene punktet, referert til som Kågen 2.

01	19.1.2022	Strømanalyse etter 3 mnd måling	Martin Arntsen, Pär Jansson	Pär Jansson	Martin Arntsen	Martin Arntsen
00	17.11.2021	Strømanalyse – Kågen 2 (1 mnd måling)	Martin Arntsen	Jan Potac	Martin Arntsen	Martin Arntsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag	5
2	Metodebeskrivelse	9
3	Resultater	11
3.1	Strømdata	11
3.2	Vanntransport.....	14
3.3	Dimensjonerende strømhastigheter	15
3.4	Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter	16
3.4.1	Tidevannsanalyse og vannstand	16
3.4.2	Sammenheng mellom vind og strøm	18
3.4.3	Andre strømkomponenter	20
3.5	Strøm - Todagersperiode	21
4	Referanser	22
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring.....	23
Appendiks B	Terminologi	28
Appendiks C	Operasjonell strøm og sektorvis statistikk	29
Appendiks D	Tidsserier og fordelinger	32
Appendiks E	Fjernet data	36
Appendiks A	Instrumentspesifikasjoner og kalibrering.....	38

1 Sammendrag

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Kågen, Skjervøy kommune, i perioden 16.09.2021 – 06.11.2021 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS 9415 og veileder for søknad om lokalitet. Det ble utført målinger i to punkter, som representerer forholdene i anleggets utstrekning. Foreliggende rapport beskriver strømmen i det ene punktet, referert til som Kågen 2.

Nøkkeltall fra målingene er gitt i Tabell 1.

Målingene viser at strømmen ved Kågen 2 i hovedsak varierer mellom nordvest og sør-sørøst ved alle dyp. Ved 5 m dybde er strømmen sterkere og oftere rettet mot nordvest, mens det ved 15 m dybde er sterkere strøm rettet mot sørøst. Ved 55 m og 72 m dybde er det ikke noen utpreget forskjell i strøm som setter henholdsvis mot nordvest eller sør-sørøst (Figur 1).

Vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Kågen 2 i måleperioden (Figur 2).

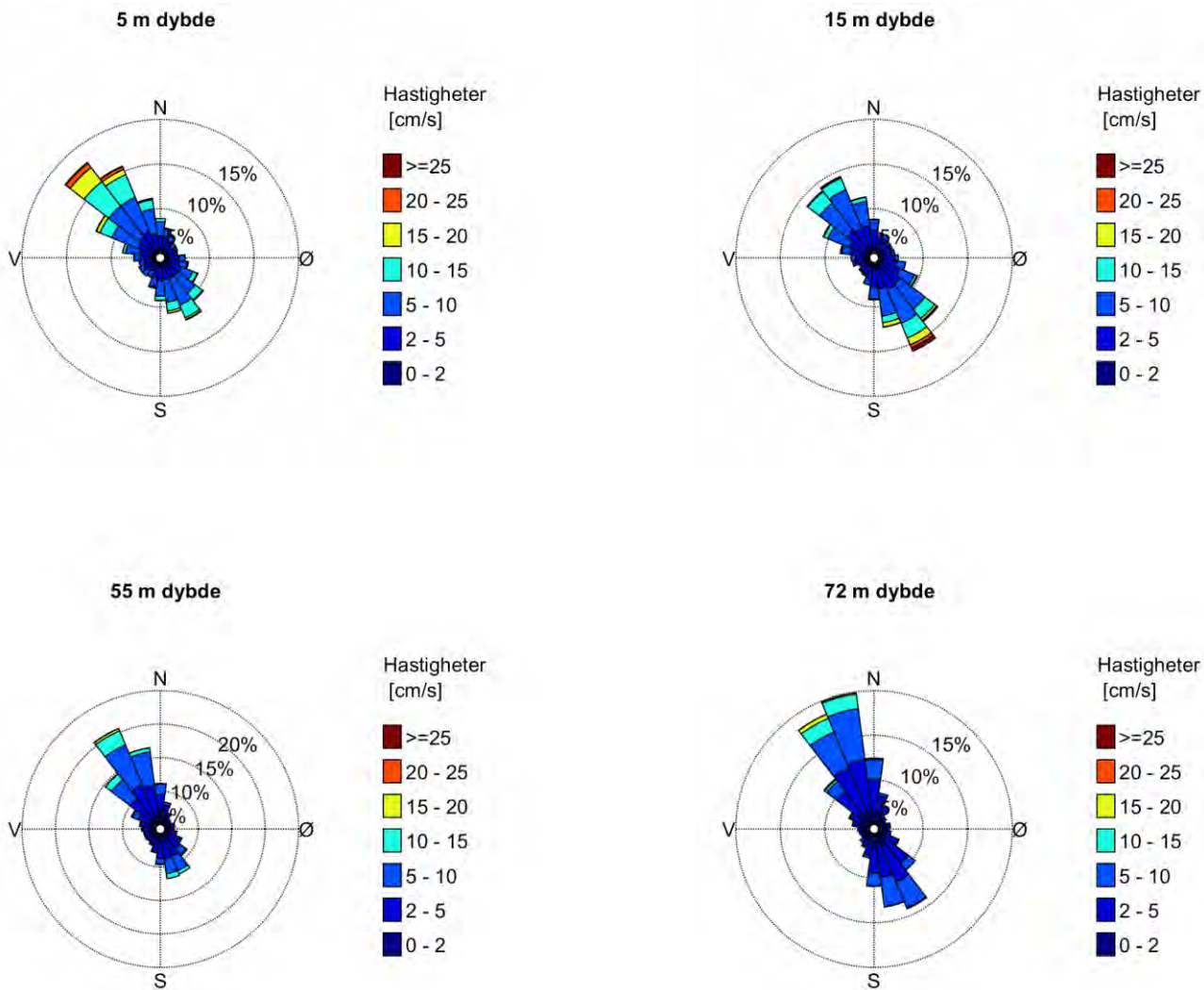
Strømbildet ved Kågen 2 er preget av tidevannet som setter opp en tidevannsstrøm med halvdaglig periode (Figur 3 og Figur 4).

Strømhastighet med 10-års og 50-års returperiode er for månedsmålinger estimert innenfor hver sektor ved bruk av multiplikasjonsfaktorer iht. NS9415.

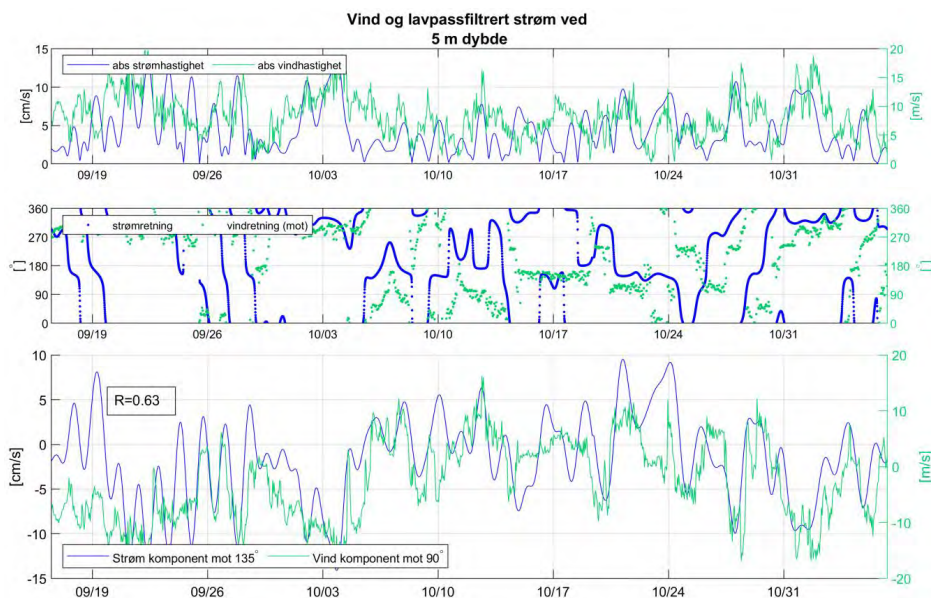
Tabell 2 viser maksimale strømhastigheter for åtte retningssektorer ved 5 m og 15 m dybde, samt strøm med 10-års og 50-års returperiode.

Tabell 1: Nøkkeltall fra strømmålingene ved lokalitet Kågen 2

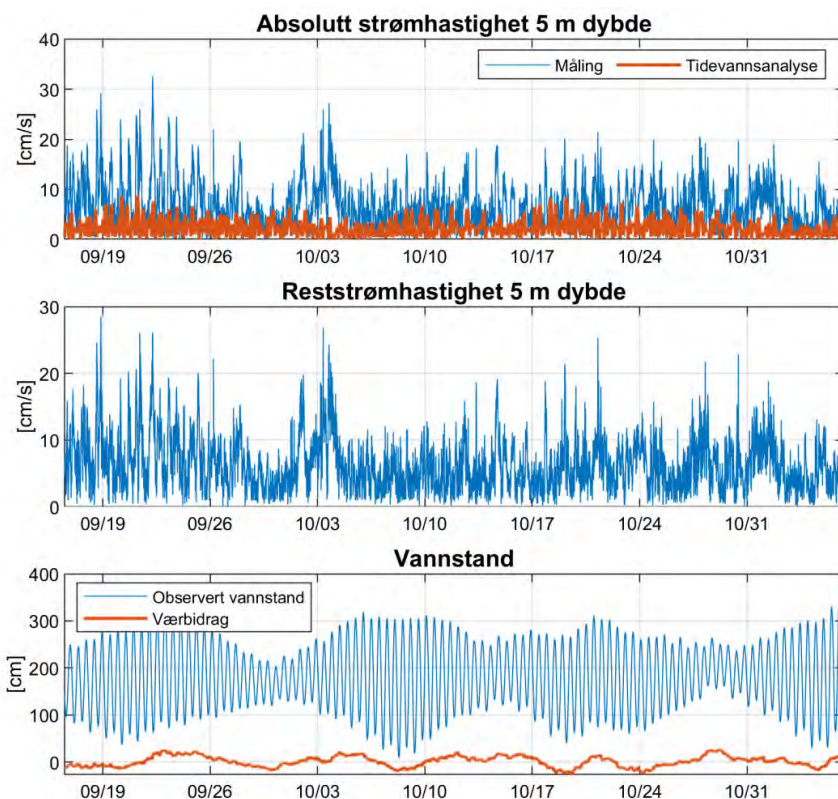
Dybde	5 m dybde	15 m dybde	55 m dybde	72 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	7	6	4	4
Median [cm/s]	6	5	4	3
Standardavvik [cm/s]	4	4	3	3
Maksimumstrøm [cm/s]	33	32	22	21
Retning maksimumstrøm [°]	319	145	321	332
95 prosentil [cm/s]	15	13	11	10
10 års returperiode (maksimal) [cm/s]	54	52		
50 års returperiode (maksimal) [cm/s]	60	59		
Andel målinger > 30 cm/s [%]	0.0	0.1	0.0	0.0
Andel målinger < 1 cm/s [%]	2.7	3.5	7.1	8.7
Lengste periode < 1 cm/s [min]	30	30	70	70



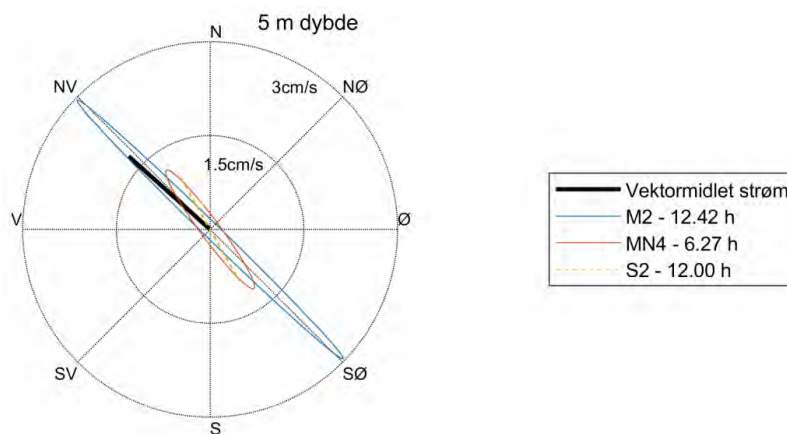
Figur 1: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge



Figur 2: Vindretning og vindhastighet (grønn) samt retning og hastighet på lavpassfiltrert strøm (blå).



Figur 3: Horisontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Tromsø, tidsforskjell: -40 minutt, høydekorreksjonsfaktor: 1.02 (sehavnivå.no))



Figur 4: Tidevanssellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, MN4 og S2 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert

Tabell 2: Målt maksimalstrøm og ekstrem strømhastighet Vc med 10 års og 50 års returperiode

Dybde	Sektor (mot)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	Alle ret
5 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	17	24	110	148	176	234	291	319	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.21	0.22	0.20	0.29	0.21	0.15	0.19	0.33	0.33
	Vc 10-år [m/s]	0.35	0.36	0.33	0.48	0.35	0.24	0.31	0.54	0.54
	Vc 50-år [m/s]	0.39	0.41	0.37	0.54	0.40	0.27	0.35	0.60	0.60
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	339	38	102	145	162	206	284	335	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.17	0.13	0.10	0.32	0.23	0.09	0.16	0.24	0.32
	Vc 10-år [m/s]	0.29	0.21	0.17	0.52	0.37	0.15	0.26	0.40	0.52
	Vc 50-år [m/s]	0.32	0.24	0.19	0.59	0.42	0.17	0.29	0.45	0.59

2 Metodebeskrivelse

Strømmålinger ble utført ved lokalitet Kågen 2 i perioden 16.09.2021 - 06.11.2021. Strømmålinger ble gjennomført i 2 punkter, Kågen 1 og Kågen 2. Foreliggende rapport presenterer resultatene fra målingene ved Kågen 2.

Formålet med strømmålingen er å kvantifisere strømhastighet og -retning ved forskjellige dyp: 5 m og 15 m, spredningsstrøm og bunnstrøm.

Det var planlagt at strømmålingen ved Kågen 2 skulle vare til slutten av desember. Rigger ble imidlertid flyttet av ukjent årsak 6.11.2022. Data rapporteres derfor kun frem til denne dagen. Rigger ble funnet ca. 130 m sør for punktet den ble sjø satt i, der dybden er ca. 10 m. grunnere. Alle instrumenter har vært drift og målinger foreligger fra Kågen 2 frem til 17 desember 2022. Siden profilmåleren ble stående på ca. 10 m. dybde mangler strømdata fra 15 m. og bunn- og spredningsstrøm er registrert ved feil dybder etter flytting.

Tabell 3 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen.

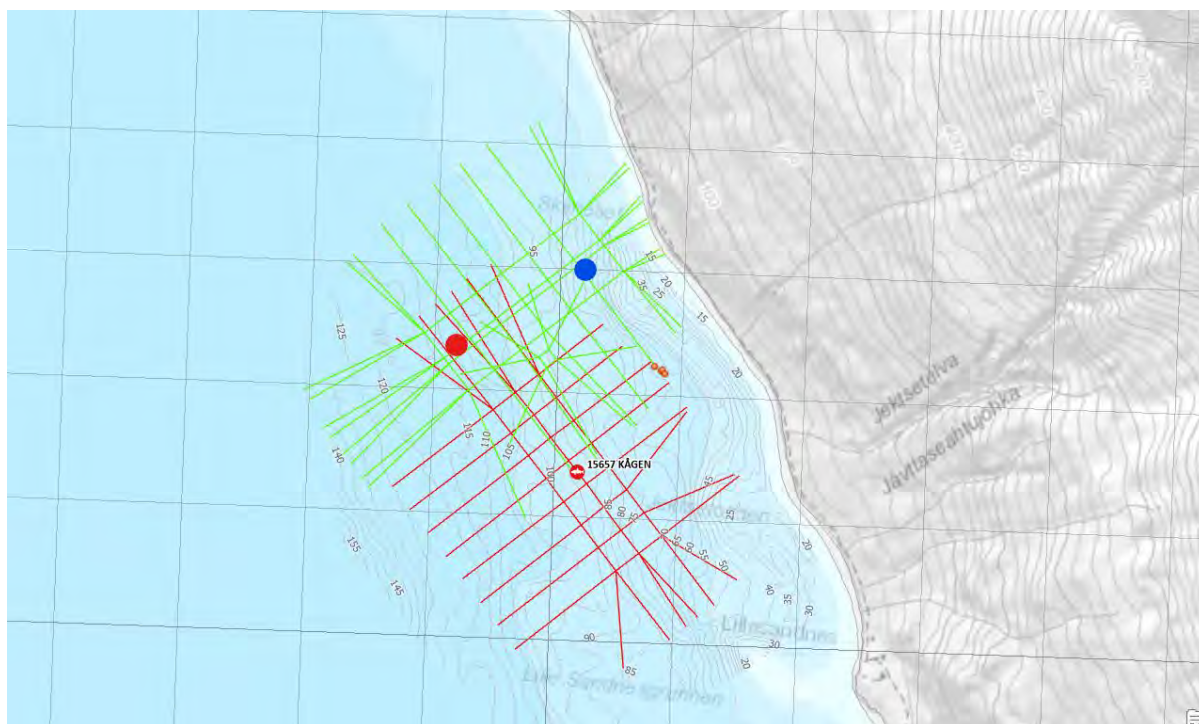
- **Plassering av måler:** Figur 5 viser hvor måleriggen var plassert.
 - Plasseringen ble valgt med tanke på å gi supplerende informasjon om strømforholdene over anleggets utstrekning. Dimensjonerende strømhastigheter for Kågen er gitt i rapporten for Kågen 1 (Multiconsult, 2022).
 - Strømriggeren kommer ikke i kontakt med anleggsfortøyningen.
- **Måledybder:** Det ble satt ut en doppler profilmåler ved 22 m dyp og 2 doppler punktmålere ved 55 m og 72 m dyp. Målet er å kartlegge strømmen i dybdene hvor notposen befinner seg, samt bunnstrøm og spredningsstrøm.
- **Målingsutstyr:** Målerne ble forankret fra bunn og opp. Beskrivelse av rigger 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 50 dager. Dette er i henhold til kravene som sier at for å få representative strømmålinger, må disse foretas kontinuerlig over en periode på minst en måned (NS9415). Det var planlagt strømmåling frem til midten av desember, men rigger ble, av ukjent årsak, flyttet, og dataen som rapporteres her er derfor kuttet ved tidspunktet for flyttingen (6.11.2021).

I forbindelse med etablering av flytende oppdrettsanlegg krever NYTEK-forskriften beskrivelse av strømmen i anlegget ved 5 m og 15 m (NS9415) utført av akkreditert inspeksjonsorgan for lokalitetsundersøkelser. Ved søknad om ny lokalitet/utvidelse av eksisterende lokalitet kreves beskrivelse av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm (Fiskeridirektoratet, 2008), samt dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftning (Mattilsynet, 2006).

Multiconsult Norge AS er akkreditert inspeksjonsorgan for lokalitetsundersøkelse iht. ISO/IEC 17020, NYTEK-forskriften og NS9415. I denne rapporten faller analyser og beskrivelse av strømmen ved 5 og 15 m dybde under akkrediteringen. Analyser og beskrivelse av strømmen ved andre dybder er ikke underlagt myndighetskrav om akkreditering.

Tabell 3: Generell informasjon om strømmålingen utført ved Kågen 2

Posisjon	69°57.10 N 20°45.17 Ø
Ca. dybde på målestedet	73 m
Måleperiode	16-Sep-2021 12:21:01 til 06-Nov-2021 06:49:49 (UTC)
Varighet	50 dager
Antall målinger	7296
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigert for misvisning)
Målertype - 22 m dybde	Doppler profilmåler (AADI RDCP 600, Serienummer 629), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 5 til 16 m dybde, cellestørrelse 2 m, overlapp 50 %
Type måling - 22 m dybde	Burst (måling i ca. 2 minutter), 250 ping
Målertype - 55 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 1556), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 55 m dybde	Spread, 200 ping
Målertype - 72 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 729), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 72 m dybde	Spread, 200 ping
Frekvens	Hvert 10. minutt



Figur 5: Lokalitet Kågen. Målepunktene, Kågen 1 og Kågen 2 er markert med henholdsvis rødt og er blått punkt. Grønt anlegg viser planlagt anlegg, rødt anlegg viser anlegget som ligger der i dag, og som var i drift i perioden målingene ble gjennomført.

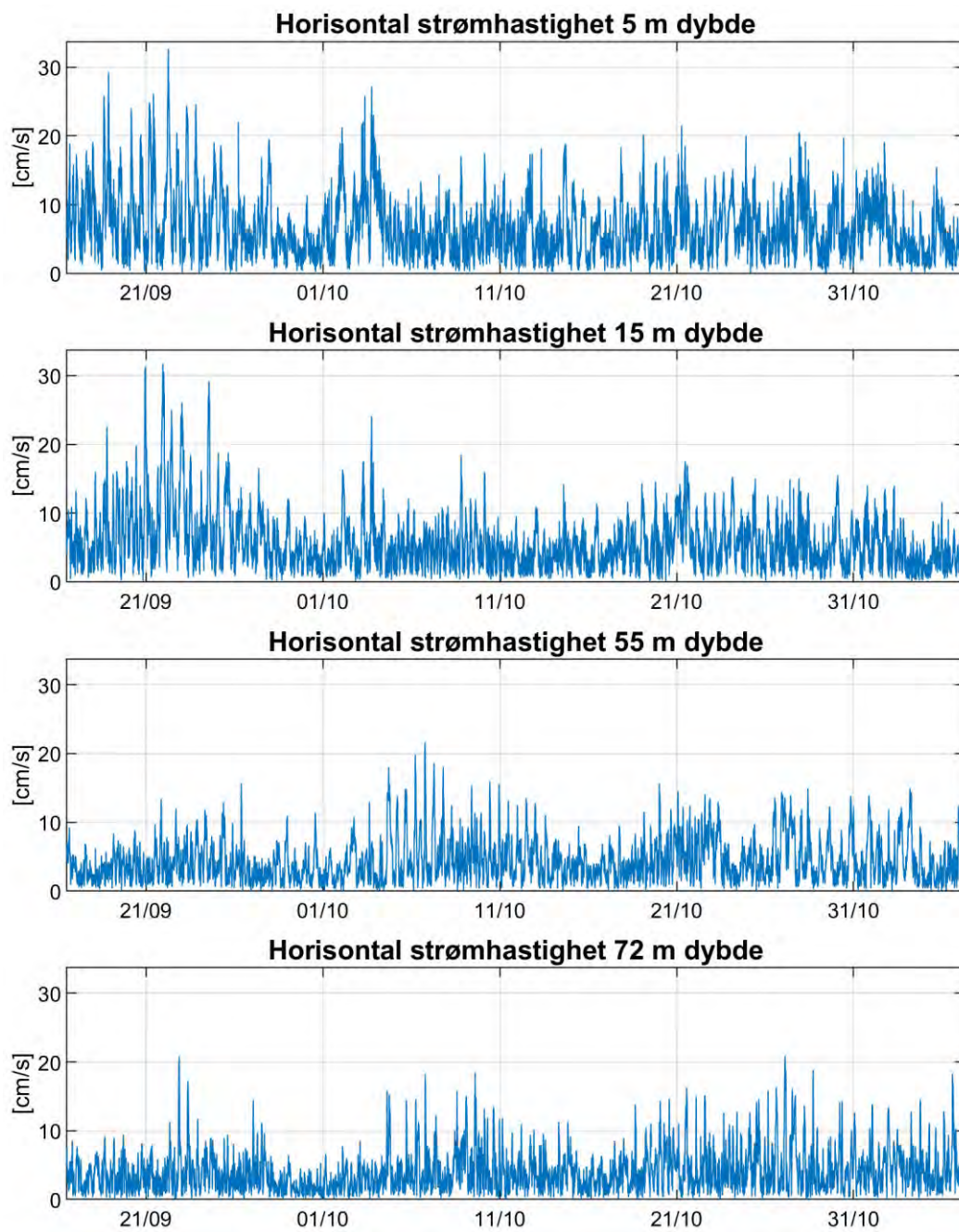
3 Resultater

3.1 Strømdata

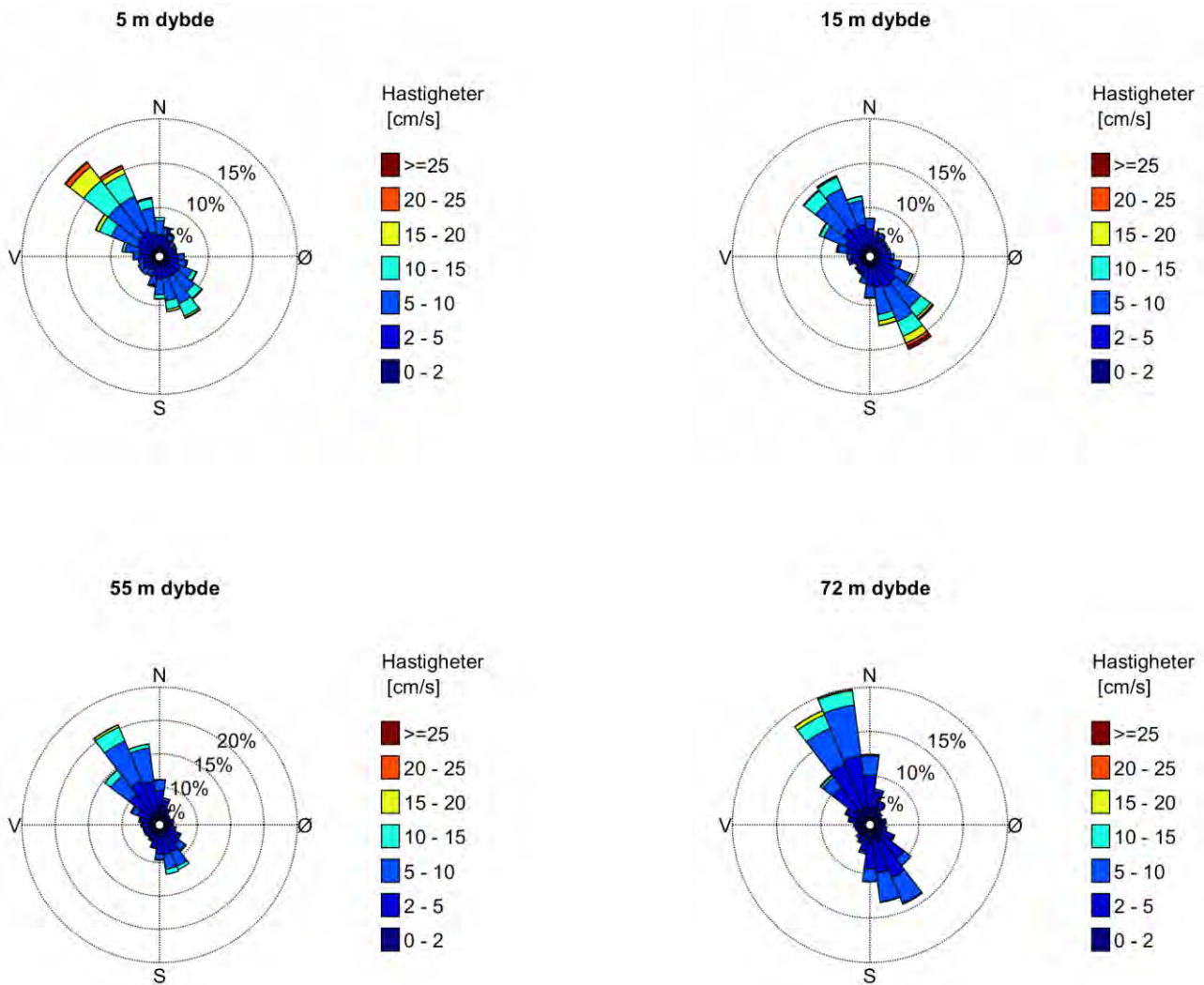
Tidsserien av målt strøm, samt strømmrosen for valgte dybder er gitt i Figur 6 og Figur 7. Figur 8 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Figur 9 viser minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 4. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighet-retnings matrise og fordelinger er gitt i Appendiks C og Appendiks D.

Gjennomsnittsstrømmen ved Kågen 2 er målt til 7 cm/s ved 5 m, 6 cm/s ved 15 m dybde og 4 cm/s ved 55 m og 72 m dybde. Maksimalstrømmen er målt til 33 cm/s ved 5 m dybde rettet mot 319°.

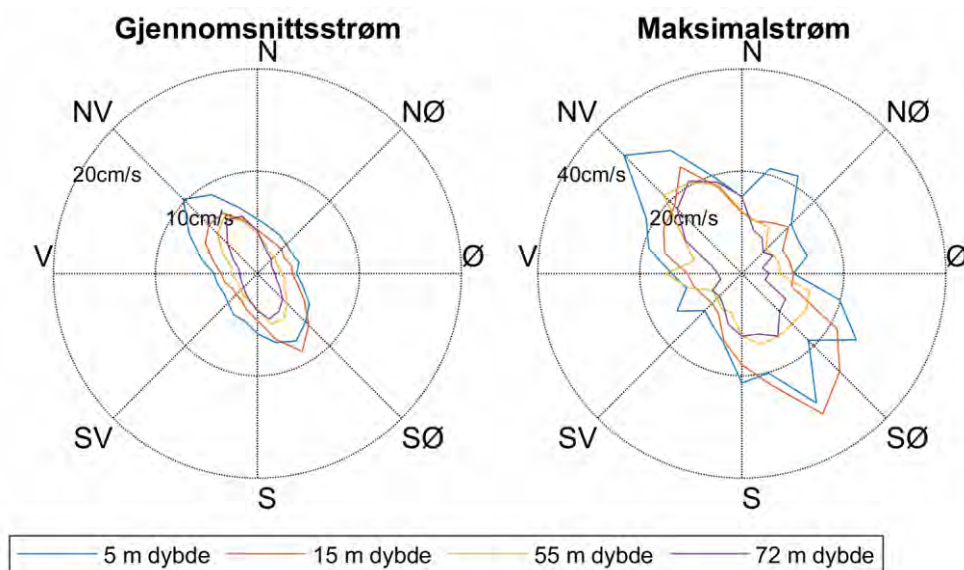
Målingene viser at strømmen ved Kågen 2 i hovedsak varierer mellom nordvest og sør-sørøst ved alle dyp. Ved 5 m dyp er strømmen sterkere og oftere rettet mot nordvest, mens det ved 15 m dybde er sterkere strøm rettet mot sørøst. Ved 55 m og 72 m dybde er det ikke noen utpreget forskjell i strøm som setter henholdsvis mot nordvest eller mot sør-sørøst.



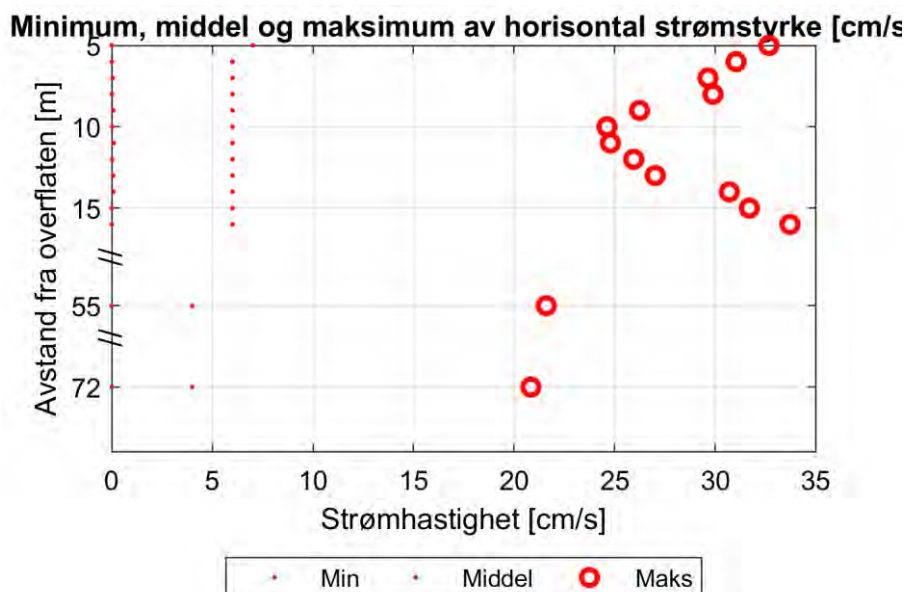
Figur 6: Tidsserier av horisontal strømshastighet



Figur 7: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge



Figur 8: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder



Figur 9: Minimal, middel og maksimal horisontal strøm ved alle målte dybder

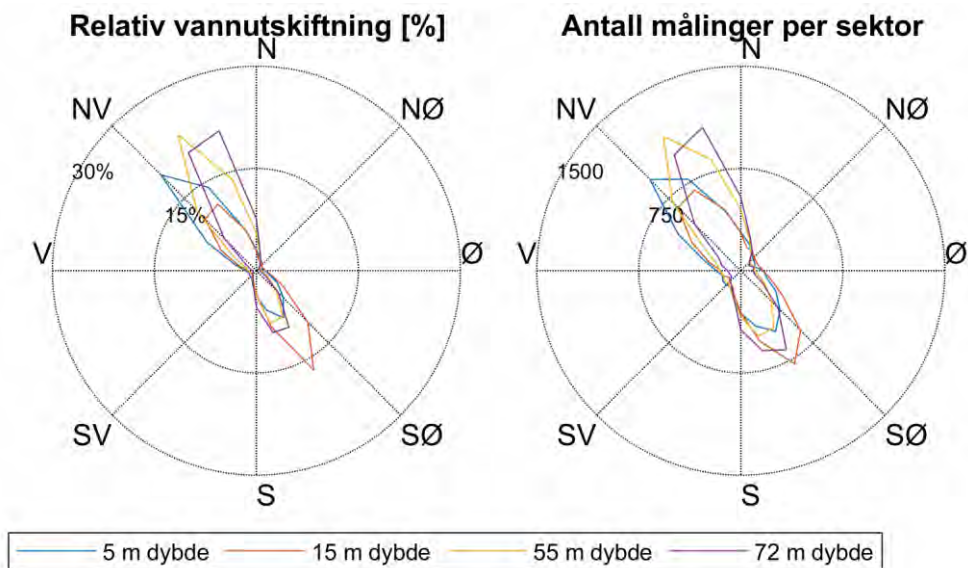
Tabell 4: Statistikk fra strømmålingene ved Kågen 2

Dybde	5 m dybde	15 m dybde	55 m dybde	72 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	7	6	4	4
Median [cm/s]	6	5	4	3
Standardavvik [cm/s]	4	4	3	3
Maksimumstrøm [cm/s]	33	32	22	21
Retning maksimumstrøm [°]	319	145	321	332
95 prosentil [cm/s]	15	13	11	10
Andel målinger >30 cm/s [%]	0.0	0.1	0.0	0.0
Vannutskiftning/Vanntransport				
Neumanns parameter	0.26	0.07	0.33	0.27
Vektormidlet strøm [cm/s]	2	0	1	1
Vektormidlet strømretning [°]	312	159	327	338
Nullmålinger				
Andel målinger < 1cm/s [%]	2.7	3.5	7.1	8.7
Lengste periode < 1cm/s [min]	30	30	70	70

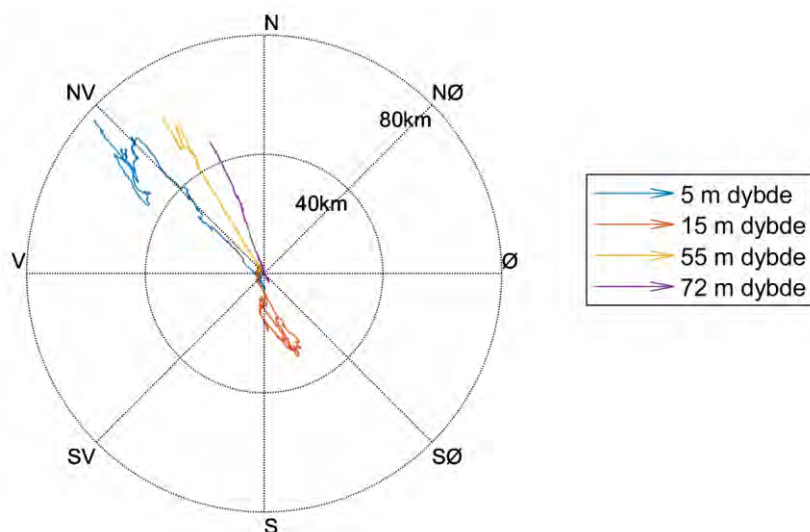
3.2 Vanntransport

Relativ vannutskiftning, samt antall målinger per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 10. Et progressivt vektor-diagram er vist i Figur 11. For forklaring av vannutskiftning og progressive vektor-diagram se Appendiks B.

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



Figur 10: Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor



Figur 11: Progressiv vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

3.3 Dimensjonerende strømhastigheter

For dimensjonerende strømhastigheter og retninger vises til rapport, Kågen 1 (10228315-01-RIMT-RAP-001_Kågen_1_rev1).

3.4 Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter

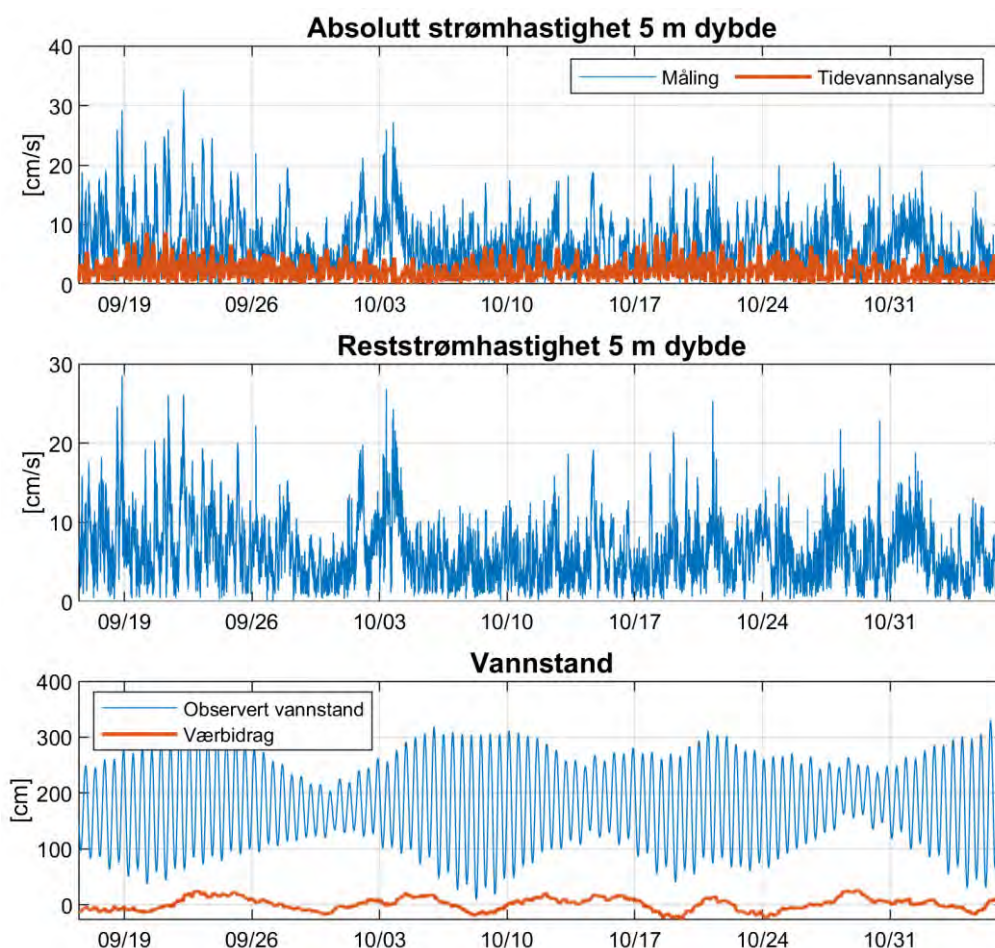
3.4.1 Tidevannsanalyse og vannstand

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 12 til Figur 14.

Figur 12 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 15 % av variansen i datasettet ved 5 m dybde. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 5 m dybde er 9 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 11 cm/s (signifikan maksimum), men har en maksimalverdi på 29 cm/s.



Figur 12: Horizontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Tromsø, tidsforskjell: -40 minutt, høydekorreksjonsfaktor: 1.02 (sehavnivå.no))

Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømrretningen roterer og strømhastigheten når maksimumsverdien og minimumsverdien to ganger i løpet av tidevannsperioden. Figur 13 viser tidevannsellipsene for de sterkeste tidevannskomponentene til strømmen ved 5 m dybde.

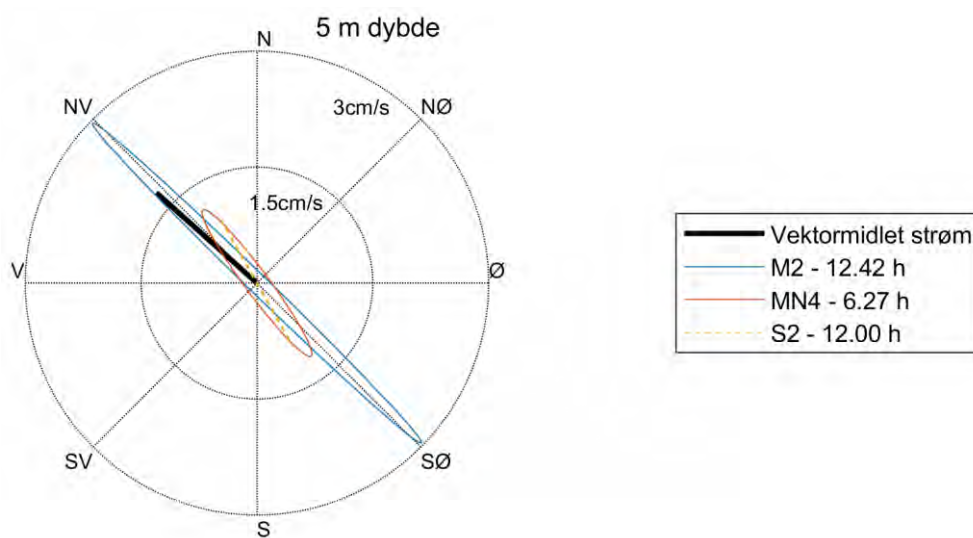
Hovedperiodene i tidevannssignalet ved 5 m dybde er 12.42 timer, 6.27 timer og 12.00 timer. Det er

tidevannet fra månen M2 (to perioder per døgn) som er mest framtreddende, og figuren viser at tidevannsstrømmen svinger mellom nordvestlig og sørøstlig retning.

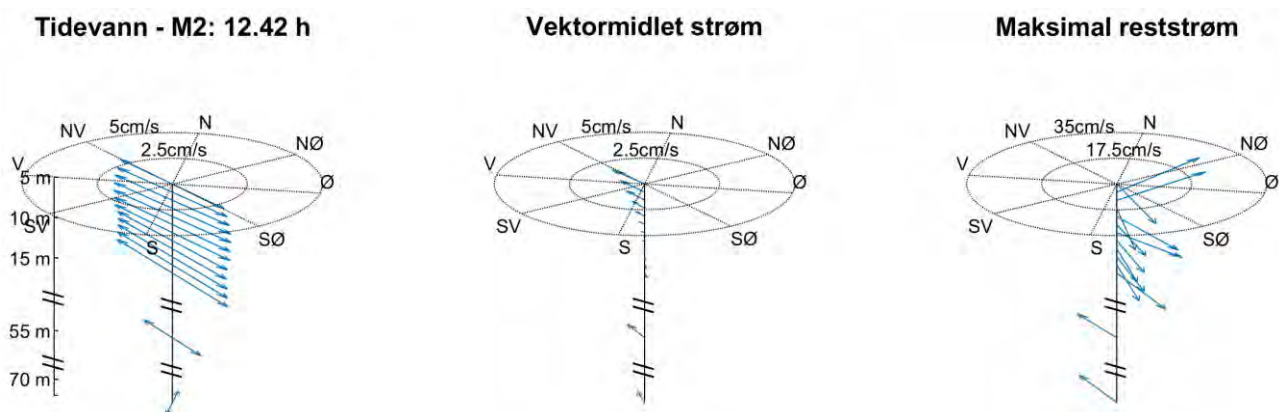
Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 13. Den vektormidlete strømmen viser at netto vanntransport er mot cved Kågen 2.

Figur 14 viser resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder. Figuren lengst til venstre viser hovedaksen av tidevanss ellipsen som er mest framtreddende gjennom hele vannsøylen, i dette tilfellet M2. Figuren i midten viser den vektormidlete strømmen for hvert dyp, mens figuren til høyre viser maksimalt avvik av den faktiske strømmen fra tidevannsanalysen. Figuren viser at både tidevannsstrøm og vektormidlet strøm er sterkest ved overflaten og avtar i dypet. Tidevannet i de forskjellige dybdene forklarer mellom 15 og 24 % av variansen i strømmålingene.

Analysene viser at tidevannet gir et betydelig bidrag til strømbildet ved Kågen 2 i måleperioden.



Figur 13: Tidevanss ellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, MN4 og S2 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert



Figur 14: Resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder

3.4.2 Sammenheng mellom vind og strøm

Sammenhengen mellom vind og strøm er også undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Arnøy Trolltinden målestasjon (xgeo) som ligger 20 km nordvest for Kågen 2 og anses som mest representativ for lokaliteten. Verdiene er 10 minutters middelerverdier 10 meter over bakken. For å lettere kunne sammenligne strøm med vind, er strømmen lavpassfiltrert (se forklaring i Appendiks B). Figur 15 viser vindhastighet og vindretning, samt hastighet og retning på lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Profilmåleren måler også overflatestrømmen, dvs. strømmen av vannsøylen øverste millimeter. Dette tynne laget følger vinden, og overflatestrømmen reflekterer derfor effekten av den lokale vinden. Overflatestrømmen kan brukes til å estimere hvor representativ den valgte målestasjonen for vind er for lokaliteten. I nærheten av elveutløp kan overflatestrømmen også være påvirket av avrenning. Figur 16 viser fordeling av retninger og styrke av både vind, overflatestrøm og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Overflatestrømmen har tilnærmet samme retningsfordeling som vind ved 5 m dybde (Figur 16) som tyder på at vindmålingene kan anses som representativ for lokaliteten.

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 (Tabell 5). Dette er gjort for å fange opp innvirkning fra eventuelle topografiske effekter på vindens og strømmens retning. Nederste panel i Figur 15 viser vind og lavpassfiltrert strøm dekomponert langs retningen med høyest korrelasjon. Tabell 6 viser hvor mange prosent av tiden ofte gitte kombinasjoner for vind og strømrretning oppsto i løpet av måleperioden.

Høyeste korrelasjon mellom samtidig vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m. dybde er 0.63, for vindkomponent med retning mot 90° og strøm mot 135° (uthevet i Tabell 5).

Dette betyr at vind fra østlig og vestlig retning ved Arnøy Trolltinden ser ut til å ha påvirket strømmen ved overflaten mest i løpet av måleperioden.

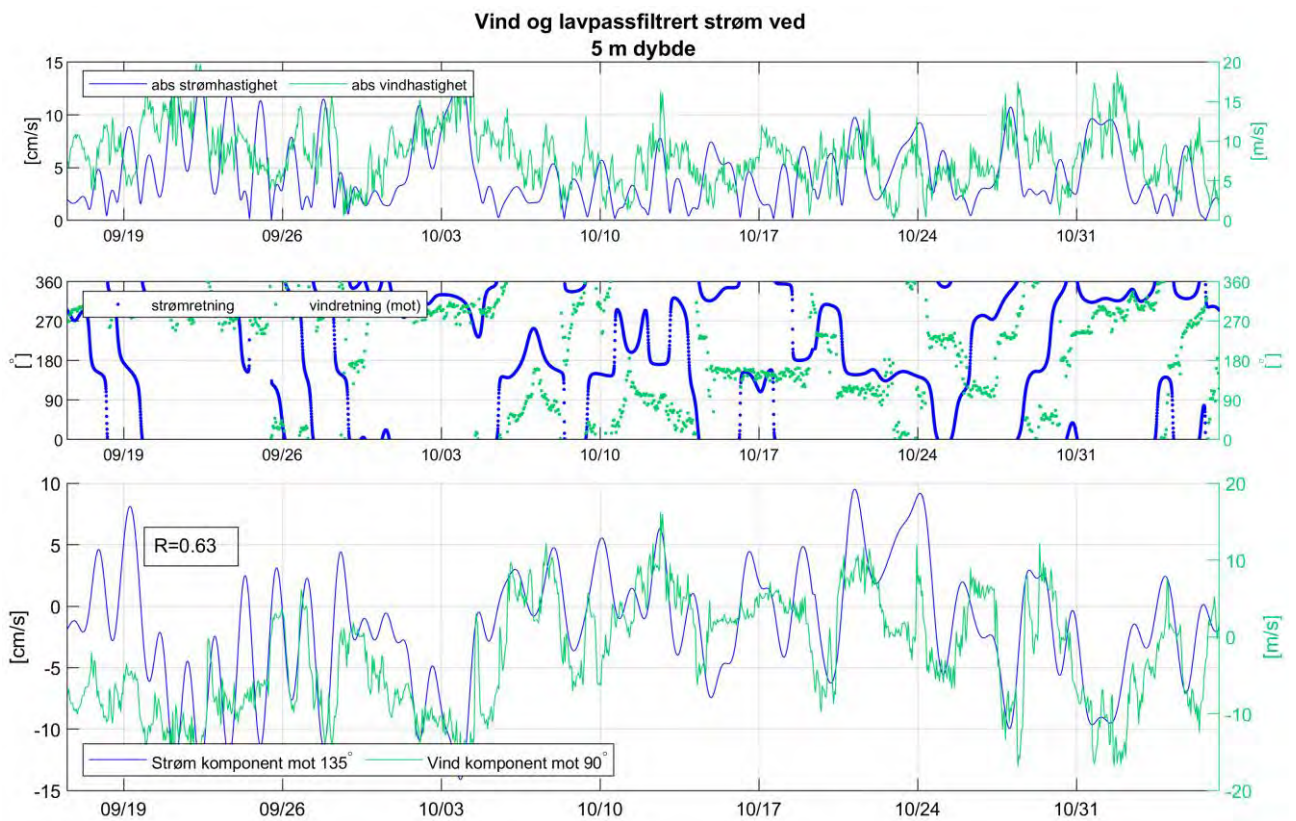
Resultatene viser at vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Kågen 2 i måleperioden.

Tabell 5: Korrelasjonskoeffisientene mellom lavpassfiltrert strøm og vind langs forskjellige akser

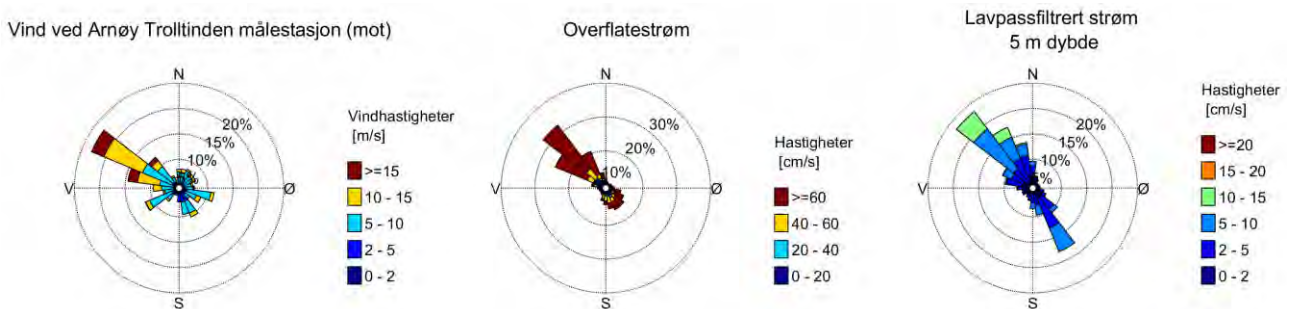
		Vindretning (mot)							
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Strømrretning (mot)	0°	0.04	-0.6	-0.62	-0.46	-0.04	0.6	0.62	0.46
	45°	-0.08	-0.41	-0.35	-0.21	0.08	0.41	0.35	0.21
	90°	-0.12	0.5	0.57	0.47	0.12	-0.5	-0.57	-0.47
	135°	-0.08	0.58	0.63	0.49	0.08	-0.58	-0.63	-0.49
	180°	-0.04	0.6	0.62	0.46	0.04	-0.6	-0.62	-0.46
	225°	0.08	0.41	0.35	0.21	-0.08	-0.41	-0.35	-0.21
	270°	0.12	-0.5	-0.57	-0.47	-0.12	0.5	0.57	0.47
	315°	0.08	-0.58	-0.63	-0.49	-0.08	0.58	0.63	0.49

Tabell 6: Prosentandel av tiden visse kombinasjon av strøm- og vindretning oppstår

		Vindretning (mot)								
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
Strømretning (mot)	0°	0.5	0.1	0	2.7	2.8	3	1.7	4.1	
	45°	0.1	0.2	0	0.1	0.3	0.8	0.2	0.8	
	90°	0.5	0.6	0.1	0.5	0.5	0.3	0.1	0.6	
	135°	5.2	3.3	2.5	4.3	1.2	0.4	0.9	2.7	
	180°	0	1.7	3.5	2.1	0.4	0	0.1	2.1	
	225°	0.3	0.4	1.6	0.5	0.2	0.1	0.2	0.7	
	270°	0.1	1	1.9	1.3	0.2	0.3	0.7	3	
	315°	0.8	1.9	1.1	0.6	1.7	4.6	12.7	13.1	



Figur 15: 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.



Figur 16: Vind, overflatestrøm (få mm tykt lag) og reststrøm ved 5 m dybde (retninger mot)

3.4.3 Andre strømkomponenter

Andre strømkomponenter som kan bidra til det totale strømbildet er f.eks. utbrudd fra kyststrømmen og vårfloam på grunn av snø- og issmelting.

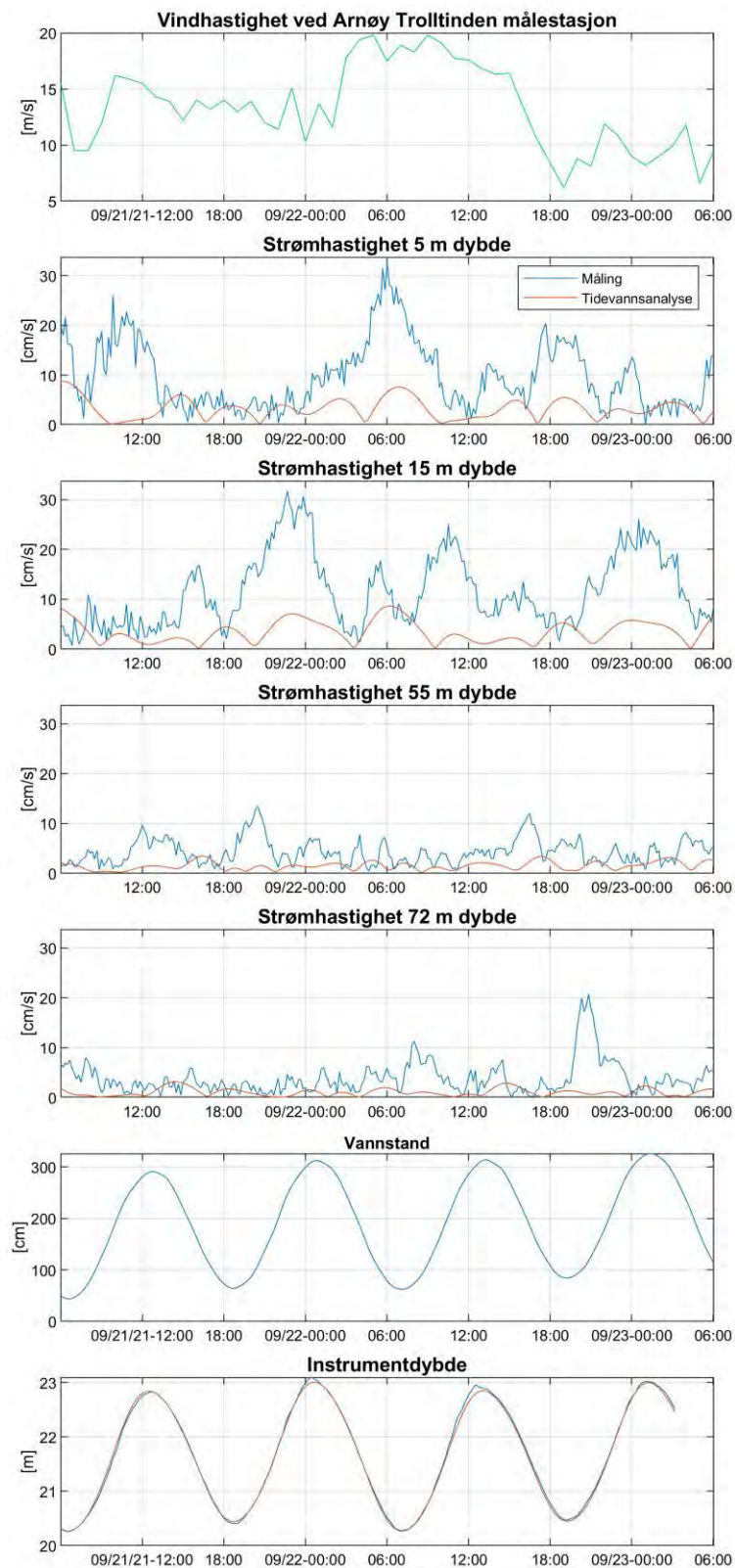
Kyststrømmen følger norskekysten nordover fra Skagerrak til Barentshavet, og kjennetegnes ved lavere saltholdighet enn omkringliggende vannmasser. Strømhastigheten til kyststrømmen ligger stort sett mellom 20-50 cm/s. Under vedvarende perioder med vind fra vest og sørvest inn Skagerrak skjer det en oppstuvning av kyststrømmen. Når oppstuvning slipper (når vinden avtar eller snur) oppstår såkalte utbrudd fra kyststrømmen. Hastigheten kan komme opp i over 100 cm/s og utbruddene kan nå fjordarmene på Vestlandet som en intermediær innstrømming. Påvirkningen av utbruddene avtar nordover langs kysten. Kyststrømmens dynamikk er svært kompleks og avhenger av vind lokalt og regionalt, strømmønsteret i Skagerrak og Nordsjøen, tidevannet og avrenningen fra elvene oppstrøms.

Grunnet lokalitetens nordlige beliggenhet forventes det ikke at utbrudd fra kyststrømmen vil påvirke strømbildet på lokaliteten i stor grad. Gjennom interaksjonen mellom kyststrøm og fjordvannet påvirker kyststrømmen uansett strømbildet.

Vårfloam på grunn av snø- og issmelting og ferskvannsavrenning generelt kan bidra til lagdeling av vannmassene i sommerhalvåret, og vil samtidig påvirke strømbildet. Det foreligger ikke temperatur- og salinitetsdata fra flere dyp, som ville gi mulighet for å vurdere lagdelingen ved lokaliteten. Området rund lokaliteten er ikke utsatt for tilførsel av ferskvann av betydning.

3.5 Strøm - Todagersperiode

Figur 17 viser vind, strøm og vannstand i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 5 m dyp, 21.09.2021 - 23.09.2021.



Figur 17: Vind og strøm og vannstand i todagersperioden 21.09.2021-23.09.2021 (UTC)

4 Referanser

Aanderaa, 2006: "TD 220c RDCP Primer".

Aanderaa, 2007: "TD 262b Operating Manual - Seaguard RCM".

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.

xgeo (<https://www.xgeo.no>): Meteorologisk data fra Meteorologisk Institutt.

Fiskeridirektoratet, 2008: "Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbaserte anlegg".

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

Mattilsynet, 2006: "Veileder til forskrift av 16.1.2004 nr. 279 om godkjenning av etablering og utvidelse av akvakulturanlegg og registrering av pryddammer (etableringsforskriften) § 5".

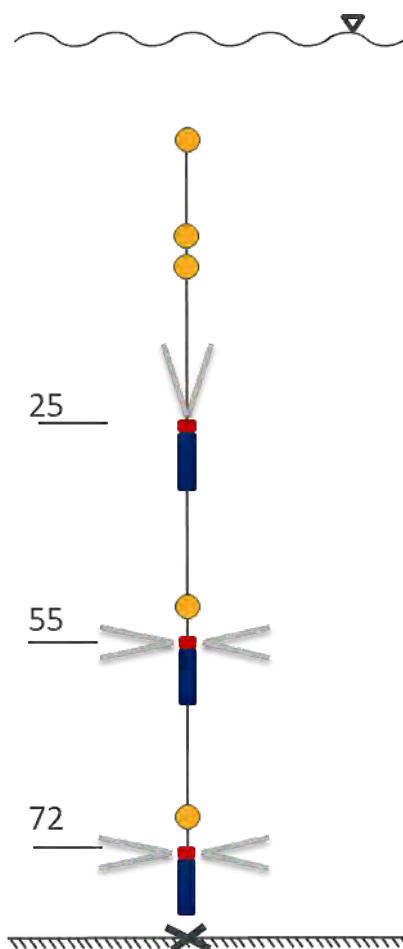
Multiconsult, 2021: Strømmålinger Kågen, Skjervøy kommune, Strømanalyse Kågen 1, Rapport nr. 10228315-01-RIMT-RAP-001.

NS9415, 2009: "NS9415 - Flytende oppdrettsanlegg: Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift", Norsk Standard.

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med en akustisk doppler profilmåler RDCP600 (Aanderaa, 2006) og 2 akustiske doppler punktmålere av type Seaguard (Aanderaa, 2007).

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. RDCP600 sender ut pulser i fire stråler i forskjellige retninger for å kunne rekonstruere den horisontale og vertikale strømhastigheten i mange dyp. Seaguard RCM har strålene orientert horisontalt og måler i instrumentdyp. Målerne ble forankret som vist i Figur 18.

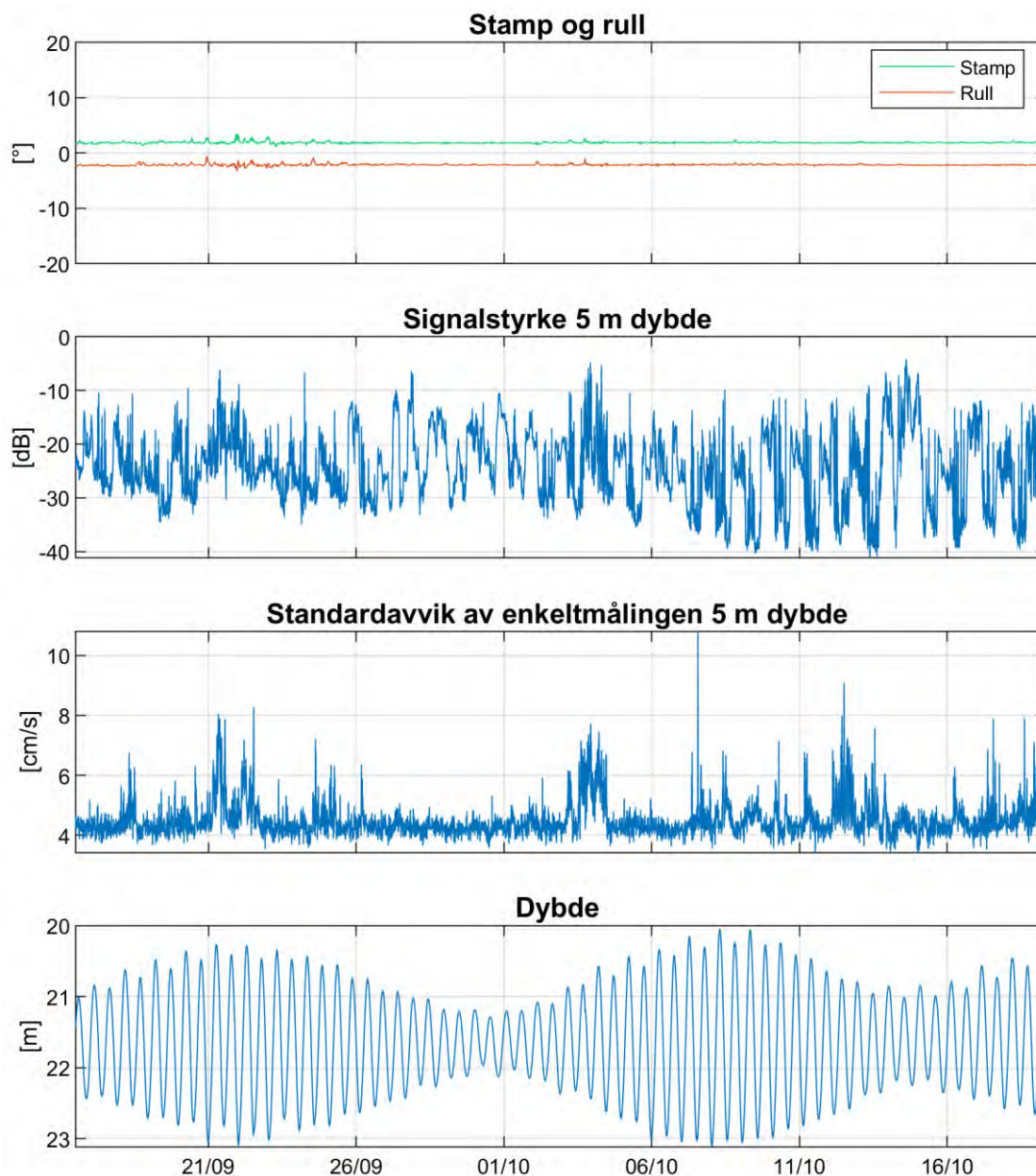


Figur 18: Riggen består av en punktmåler ved bunn og ved spredningsdybde samt en profilerende måler med ekstra batterikasse ved 25 m. dybde.

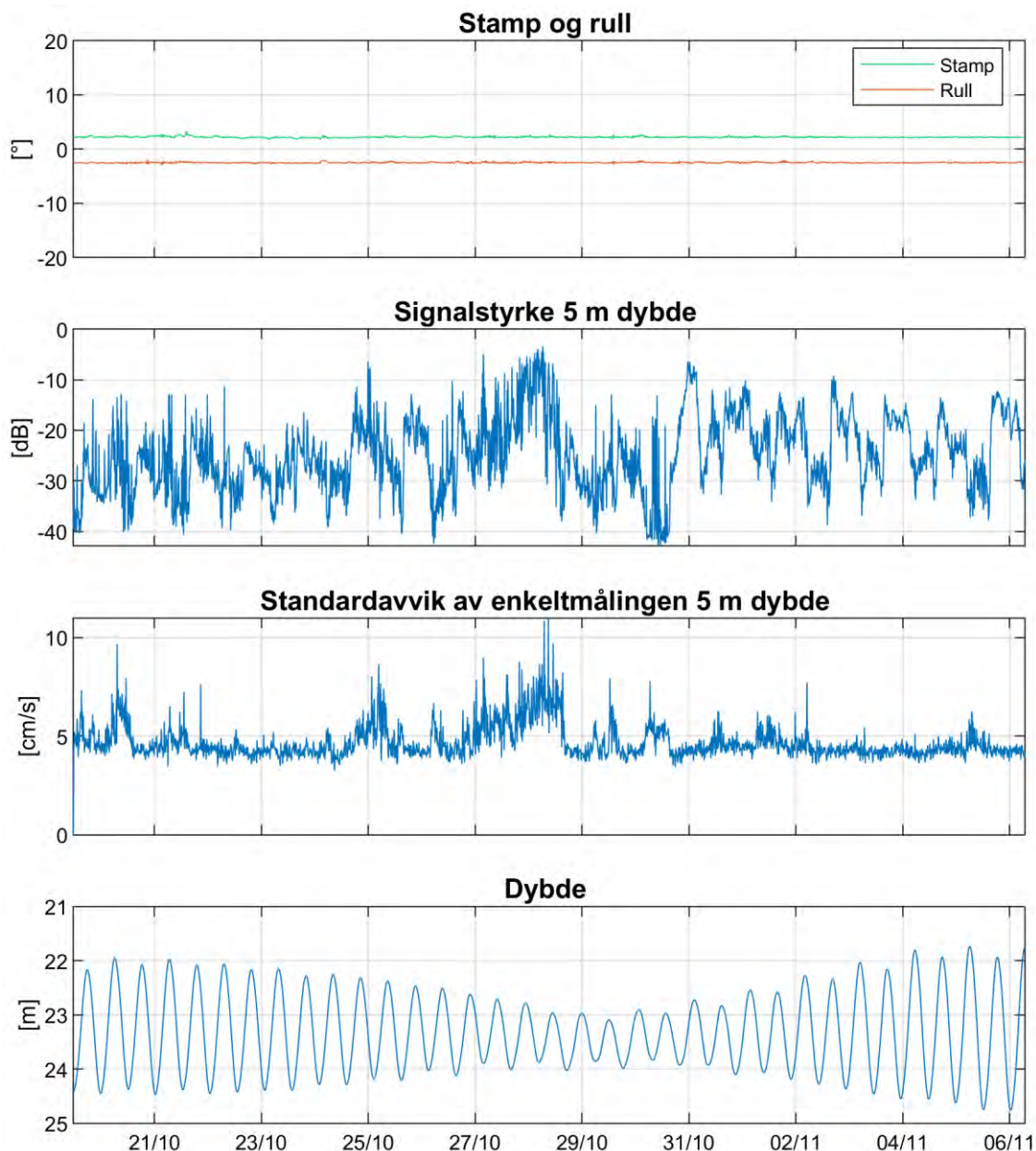
Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Generelt er anbefalingene som følger:

- RDCP600:
 - stamp og rull mindre enn 20°
 - signalstyrke > -45 dB
 - standardavvik av enkeltmålingen < 20 cm/s
- Seaguard:
 - stamp og rull mindre enn 35°
 - standardavvik av enkeltmålingen ca. 4 cm/s

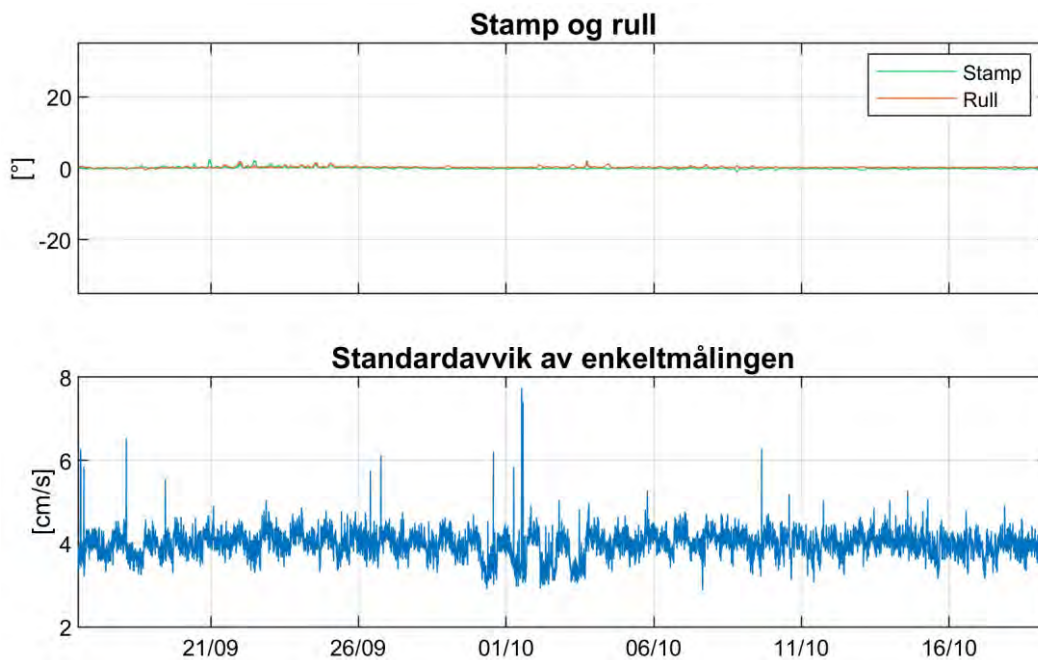
Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, har blitt vurdert nøye. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i Appendiks E. Strømretningen er ikke korrigert for misvisning og alle retninger er referert mot magnetisk nord. Der instrumentprodusenten anbefaler det, er deviasjon tatt hensyn til gjennom kalibrering av kompasset før utsett. Figur 19 viser noen av parameterne etter datarensing.



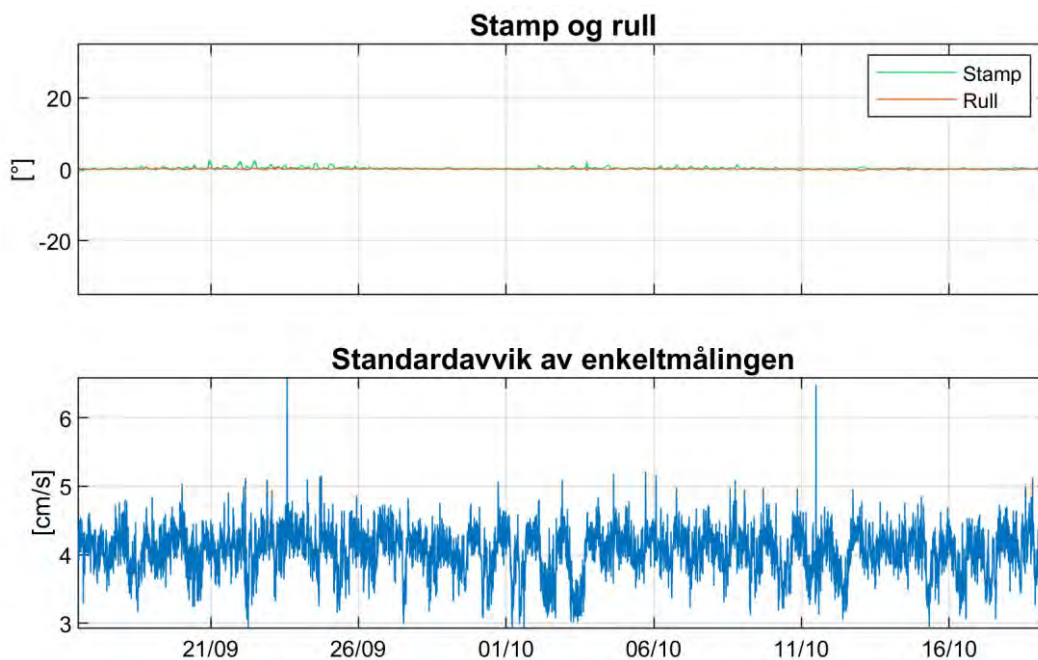
Figur 19: Kvalitetssikring RDCP600 etter datarensing, periode 1.



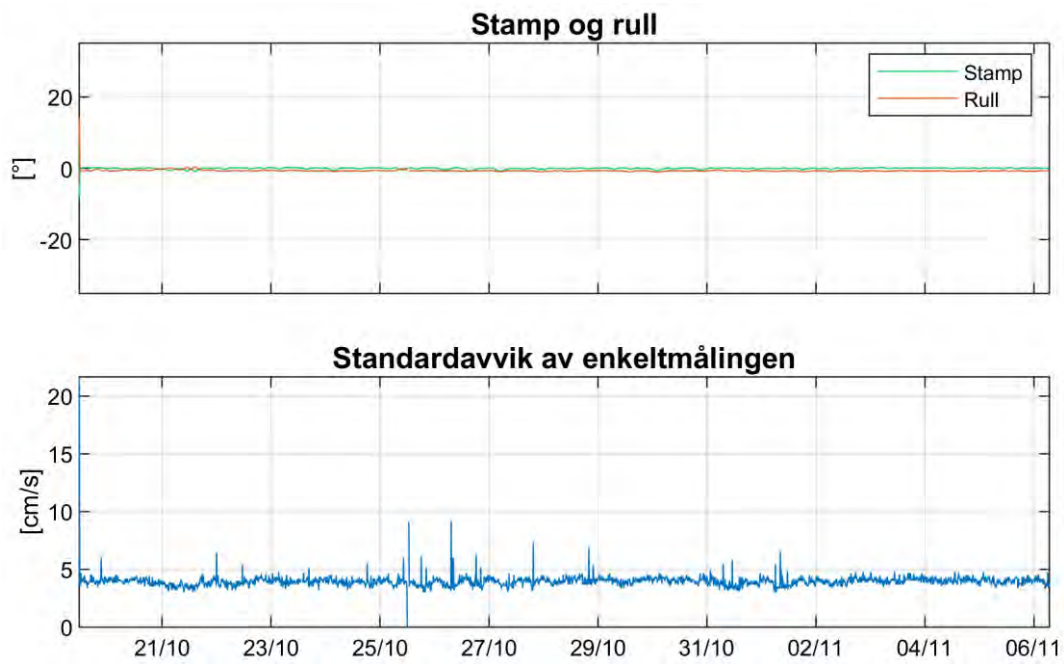
Figur 20: Kvalitetssikring RDCP600 etter datarensing, periode 2.



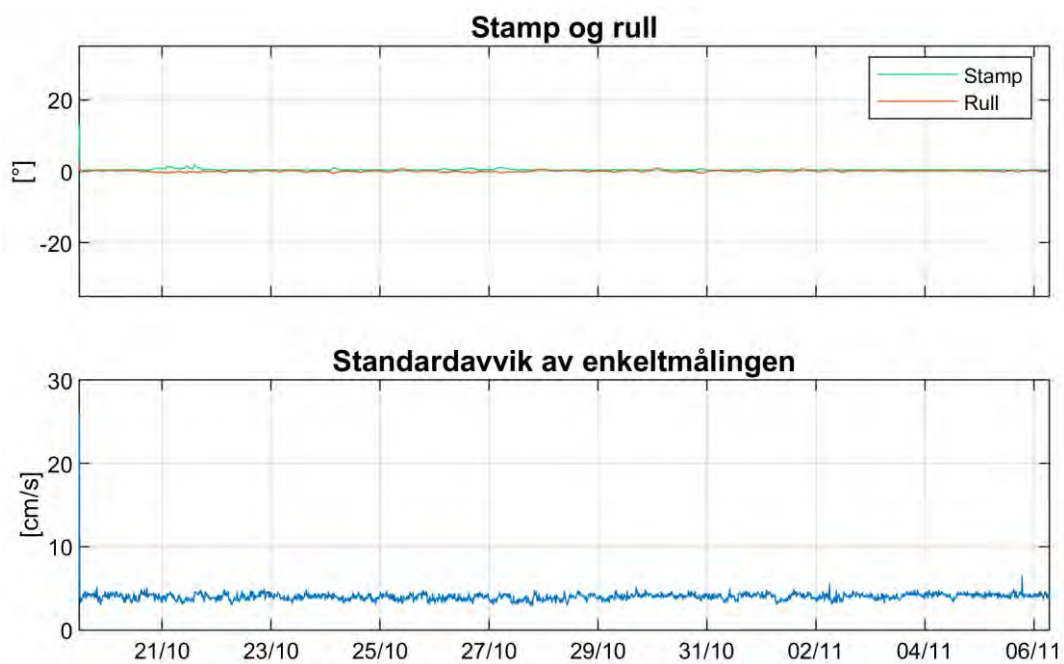
Figur 21: Kvalitetssikring Seaguard RCM ved 55 m. dybde, etter datarensing, periode 1.



Figur 22: Kvalitetssikring Seaguard RCM ved 72 m. dybde, etter datarensing, periode 1.



Figur 23: Kvalitetssikring Seaguard RCM ved 55 m. dybde, etter datarensing, periode 2.



Figur 24: Kvalitetssikring Seaguard RCM ved 72 m. dybde etter datarensing, periode 2.

Appendiks B Terminologi

Tabell 7: 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 - nippsyklus (MSF) 14.77 dager). Det er lokale forhold som avgjør hvilke komponenter som dominerer. Tidevannsanalysen forutsetter stasjonære forhold og uavhengige komponenter og har naturlige begrensninger på grunn av andre faktorer som påvirker strømmen og kan føre til ikke-stasjonære forhold (f.eks. vind, lufttrykk, elveavrenning). Tidevannsstrømmen som oscillerer fram og tilbake vil alltid ha 0 cm/s som vektormiddel.
Vannstand	Høyden av vannflaten på et bestemt sted på et gitt tidspunkt. For havet påvirkes vannstanden av tidevann og værrets virkning (vind, lufttrykk, med mer).
Vannutskiftning	Vannutskiftningen er definert som vannfluksen, som er mengden av vann som transporteres gjennom en kvadratmeters flate i løpet av måleperioden. Dette beregnes som strømhastighet ganger tiden den varer og oppgis i m ³ /m ² .
Vektormidlet strøm	Vektormidlet strøm er den vektormidlete strømmen over hele perioden. Den er i praksis alltid lavere enn gjennomsnittsstrømmen. Hvis strømmen har vært 10 cm/s mot nord i en periode, og så 10 cm/s mot sør i like lang periode, så vil den vektormidlete strømmen være 0 cm/s, mens gjennomsnittsstrømmen ville være 10 cm/s.

Appendiks C Operasjonell strøm og sektorvis statistikk

Tabell 8: Sektorvis strømstatistikk

	Retning (mot)								Alle retninger
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
Dybde	Gjennomsnitt horisontal strøm [cm/s]								
5	6	4	4	7	6	4	5	9	7
15	5	3	4	8	5	3	4	7	6
55	5	2	2	4	4	2	2	6	4
72	5	2	2	4	4	2	2	5	4
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
5	12	9	9	14	13	8	10	19	15
15	10	7	8	18	14	6	9	13	13
55	9	5	5	10	10	5	6	13	11
72	11	4	4	8	8	5	4	13	10
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
5	21	22	20	29	21	15	19	33	33
15	17	13	10	32	23	9	16	24	32
55	18	10	14	15	14	8	15	22	22
72	18	8	5	14	12	7	6	21	21
Dybde	Relativ vannutskiftning [%]								
5	11	3	4	17	12	4	6	42	100
15	11	3	5	32	14	2	5	28	100
55	22	2	3	14	14	3	4	39	100
72	31	2	2	16	17	2	2	28	100
Dybde	Antall målinger [%]								
5	13	6	6	17	13	6	8	31	100
15	13	6	7	24	14	5	7	24	100
55	21	4	5	14	14	6	6	29	100
72	26	4	4	17	17	4	4	23	100

Tabell 9: 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	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.6
1-5 cm/s	5.7	3.6	4.2	5.8	5.5	3.8	4.5	7.0	40.1
5-10 cm/s	5.2	1.3	1.8	7.0	5.3	1.9	3.0	11.7	37.2
10-20 cm/s	1.7	0.2	0.2	3.4	1.9	0.1	0.4	10.7	18.7
20-30 cm/s	0.0	0.0		0.1	0.0			1.2	1.3
30-40 cm/s								0.0	0.0
Sum	13.1	5.6	6.4	16.7	13.1	6.1	8.2	30.9	100.0

Tabell 10: 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	1.7	0.2	0.2	3.5	1.9	0.1	0.4	11.9	20.1
>20 cm/s	0.0	0.0		0.1	0.0			1.2	1.3
>30 cm/s								0.0	0.0

Tabell 11: 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	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	3.4
1-5 cm/s	7.3	4.6	5.0	8.6	7.2	3.8	5.0	8.6	50.0
5-10 cm/s	4.4	1.0	1.7	9.4	5.1	0.5	1.7	11.1	34.9
10-20 cm/s	0.6	0.1	0.0	4.6	1.4		0.2	3.9	10.7
20-30 cm/s				0.9	0.0			0.1	1.0
30-40 cm/s				0.1					0.1
Sum	12.6	6.0	7.2	24.1	14.1	4.7	7.3	24.0	100.0

Tabell 12: 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	0.6	0.1	0.0	5.6	1.4		0.2	3.9	11.7
>20 cm/s				1.0	0.0			0.1	1.1
>30 cm/s				0.1					0.1

Tabell 13: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 55 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	1.0	7.1
1-5 cm/s	12.3	3.4	3.6	8.4	9.5	4.3	5.1	13.4	60.1
5-10 cm/s	7.1	0.1	0.3	3.9	3.2	0.4	0.3	11.0	26.3
10-20 cm/s	0.7	0.0	0.0	0.8	0.8		0.1	4.0	6.4
20-30 cm/s								0.1	0.1
Sum	21.1	4.4	4.7	13.8	14.4	5.7	6.4	29.4	100.0

Tabell 14: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 55 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.7	0.0	0.0	0.8	0.8		0.1	4.0	6.5
>20 cm/s								0.1	0.1

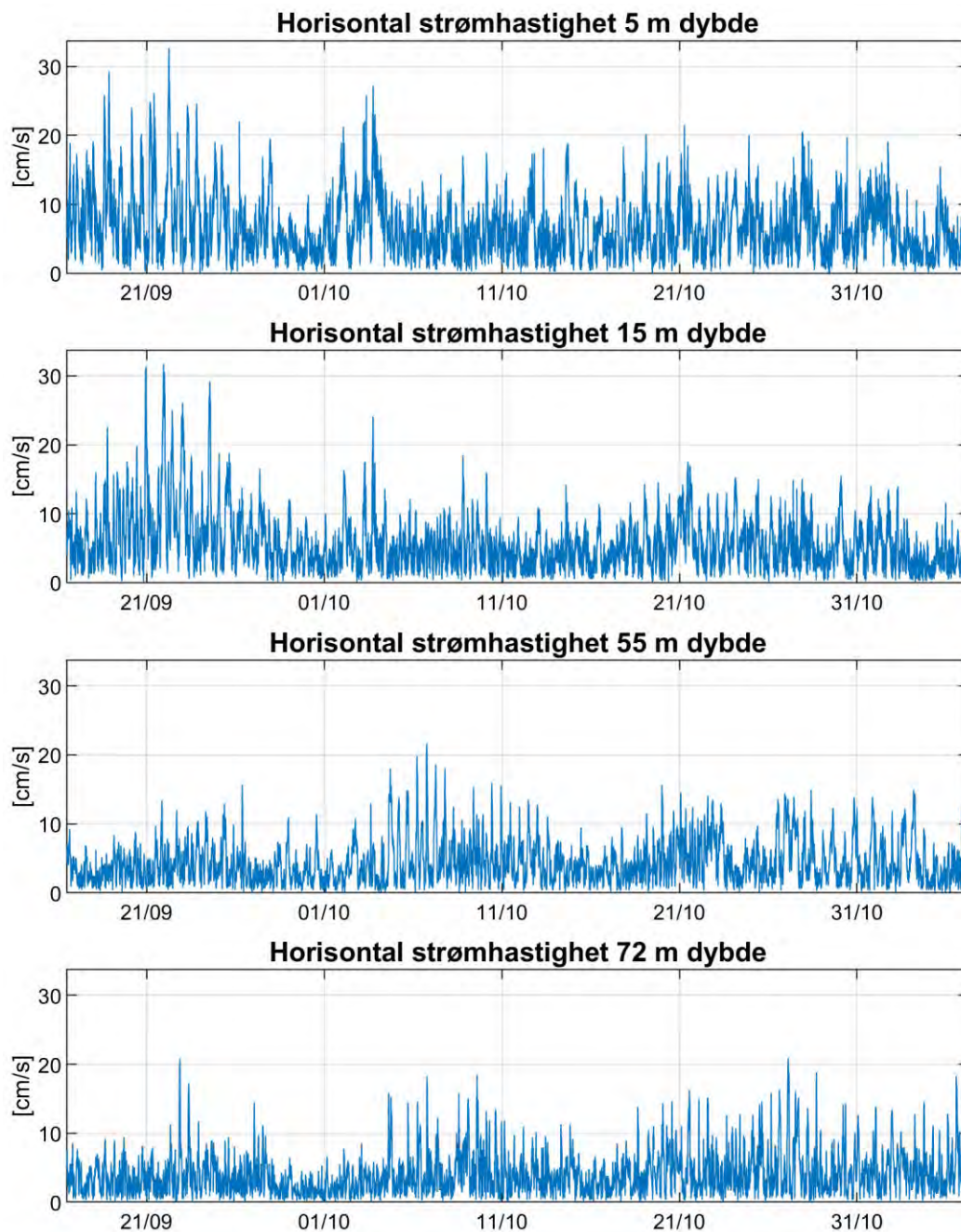
Tabell 15: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 72 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.9	1.1	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	8.7
1-5 cm/s	14.7	3.3	3.0	11.6	10.7	3.1	3.3	12.8	62.5
5-10 cm/s	8.3	0.1	0.0	4.3	5.0	0.2	0.0	6.0	24.0
10-20 cm/s	2.0			0.1	0.1			2.6	4.8
20-30 cm/s								0.0	0.0
Sum	25.9	4.5	4.0	17.1	17.1	4.4	4.5	22.6	100.0

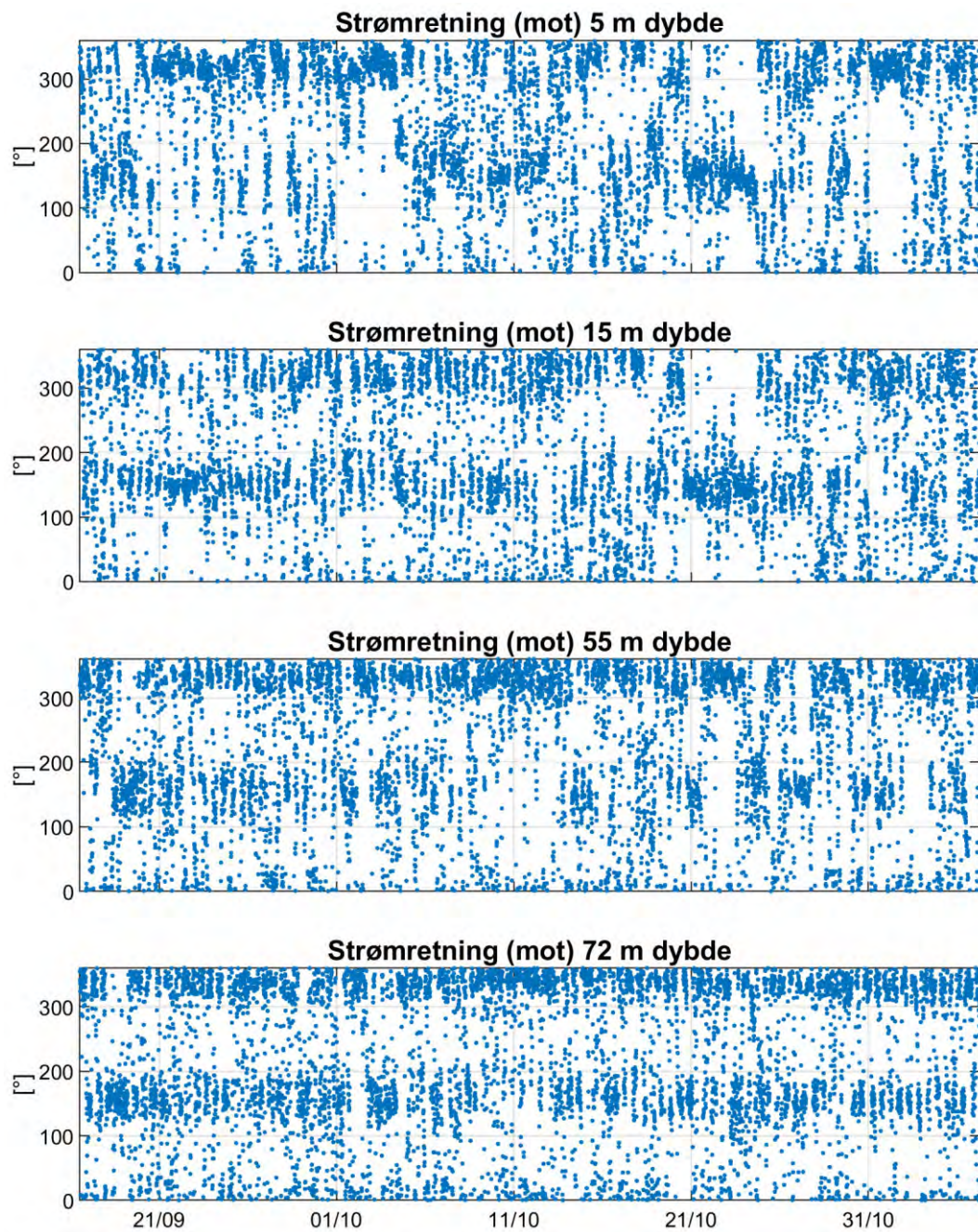
Tabell 16: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 72 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	2.0			0.1	0.1			2.6	4.8
>20 cm/s								0.0	0.0

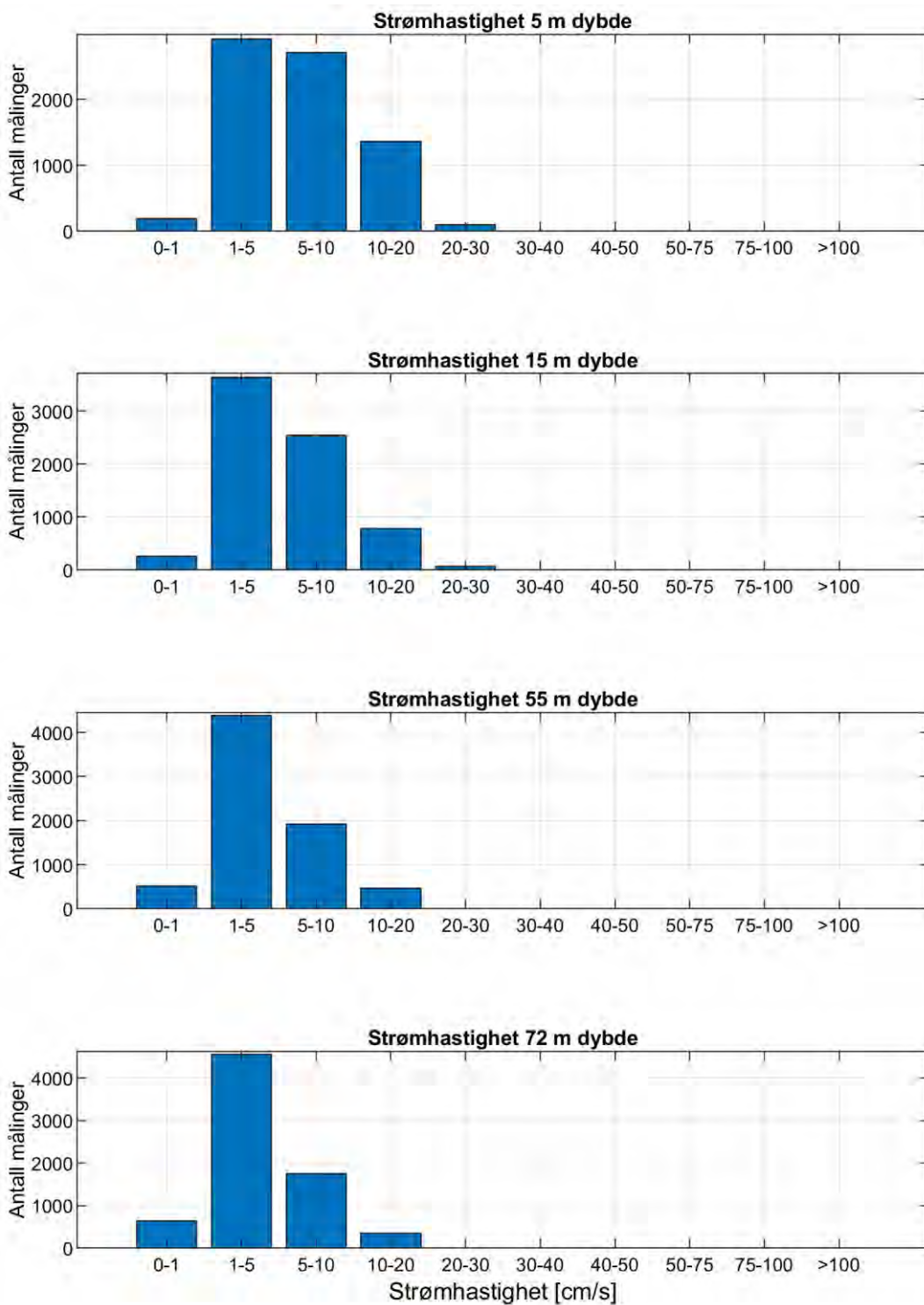
Appendiks D Tidsserier og fordelinger



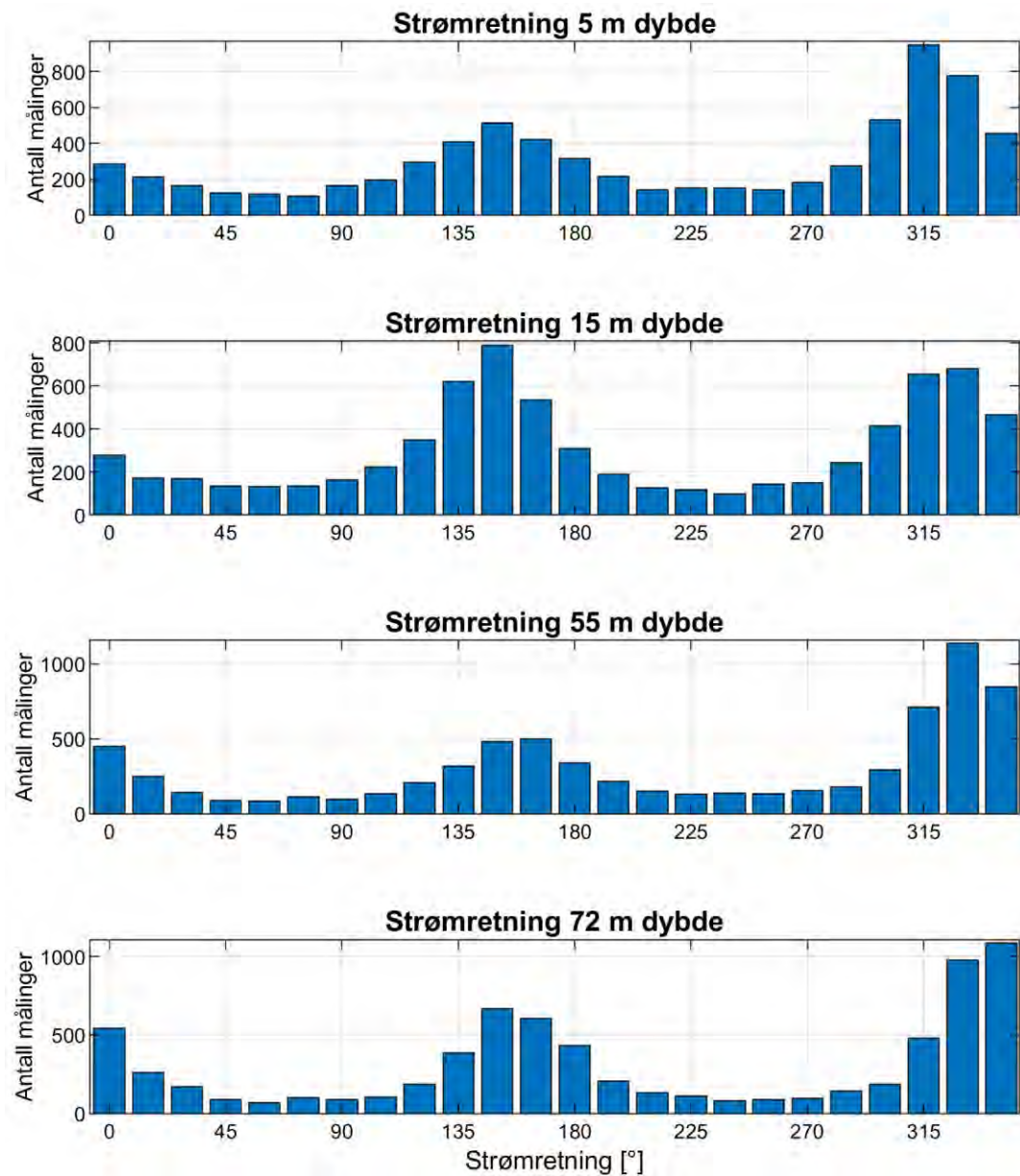
Figur 25: Tidsserier av horisontal strøm hastighet



Figur 26: Tidsserier av horisontal strømretning



Figur 27: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 28: Histogram av horisontal strømretning

Appendiks E Fjernet data

RDCP data, periode 1:

Antall NaN (hull) i intervallet: 10
Signalstyrken er alltid over -45dB.
Standardavviket er alltid under 20cm/s.
Grensen for SP Std er satt til 20 cm/s.

Fjernet 5 punkter fra cellene 5.0m. - 16.0 m. dybde pga måling i luft:
16-Sep-2021 09:41:01 til 16-Sep-2021 10:21:01

Fjernede outliers:

10 punkter ved 5.0 m dybde: 26-Sep-2021 04:21:01, 26-Sep-2021 04:31:00, 26-Sep-2021 04:51:01, 05-Oct-2021 06:11:00, 05-Oct-2021 06:21:01, 10-Oct-2021 12:51:00, 11-Oct-2021 05:01:00, 11-Oct-2021 06:11:00, 13-Oct-2021 05:41:00, 16-Oct-2021 06:01:00
5 punkter ved 6.0 m dybde: 26-Sep-2021 04:21:01, 26-Sep-2021 04:31:00, 11-Oct-2021 06:11:00, 13-Oct-2021 05:41:00, 16-Oct-2021 06:01:00
3 punkter ved 7.0 m dybde: 26-Sep-2021 04:21:01, 26-Sep-2021 04:31:00, 11-Oct-2021 06:11:00
1 punkt ved 8.0 m dybde: 26-Sep-2021 04:21:01
1 punkter ved 9.0 m dybde: 26-Sep-2021 04:21:01
Fjernet punkter utenfor intervallet 16-Sep-2021 12:20:00 - 19-Oct-2021 08:39:59 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene.

Seaguard RCM data, 55 m. dybde, periode 1:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0
Fjernet punkter utenfor intervallet 16-Sep-2021 12:20:00 - 19-Oct-2021 08:39:59 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene.

Seaguard RCM data, 72 m. dybde, periode 1:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0
Fjernet punkter utenfor intervallet 16-Sep-2021 12:20:00 - 19-Oct-2021 08:39:59 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene.

RDCP data, periode 2:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0
Signalstyrken er under -45dB i celler 13 (14 m) og oppover.
Standardavviket er alltid under 20cm/s.
Grensen for SP Std er satt til 20 cm/s.
Fjernet 1 punkt fra celler 7.0 - 14.0 m dyp pga måling i luft: 19-Oct-2021 11:29:34
10 celler fjernet pga overflatestøy/ for lav signalstyrke/ refleksjoner : 2.0 - 3.0 m. dyp, 19.0 - 26.0 m. dyp
Fjernet 5915 punkter på grunn av flytting av målerigg: 06-Nov-2021 07:09:49 til 17-Dec-2021 08:49:48

Seaguard RCM data, 55 m. dybde, periode 2:

Antall NaN (hull) i intervallet: 1
Fjernet punkter pga måling luft: 19-Oct-2021 09:59:27 til 19-Oct-2021 11:19:28
Fjernet 1 punkt på grunn av depth utenfor: 25-Oct-2021 12:29:28

Fjernet punkter etter 06-Nov-2021 07:09:28 på grunn av flytting av rigg

Seaguard RCM data, 72 m. dybde, periode 2:

Antall NaN (hull) i intervallet: 1

Fjernet 9 punkter på grunn av måling i luft: 19-Oct-2021 10:09:59 til 19-Oct-2021 11:19:59, 19-Oct-2021 13:50:00

Fjernet punkter etter 06-Nov-2021 07:09:28 på grunn av flytting av rigg.

Appendiks A Instrumentspesifikasjoner og kalibrering

Tabell 17: Instrumentspesifikasjoner

	RDCP600	Seaguard
Horisontal nøyaktighet	±0.5 cm/s, ±1.5%	±0.15 cm/s, ±1%
Vertikal nøyaktighet	±1.0 cm/s	
Enkeltping statistisk støy	±4.0 cm/s	±0.3 cm/s
Nøyaktighet retning		±5°-7.5°
Temperatur nøyaktighet	±0.03°C	±0.03°C
Oksygen nøyaktighet	<±8µm ,<±5%	<±8µm, <±5%
Konduktivitet nøyaktighet	±0.005S/m	±0.005S/m

Tabell 18: Test og spesifikasjoner, RDCP 629

Product	Date
RDCP SW	27.09.2019
Sensor Board 4952	27.09.2019
Main Board 5028	27.09.2019
Display Board 9342	27.09.2019
Transceiver Head 3993	27.09.2019
Transceiver Board 9107	27.09.2019
Conductivity Sensor 4019A	27.09.2019
Compass Tilt Sensor 3777	27.09.2019
Pressure Sensor 4017B	27.09.2019
Temperature Sensor 4050	27.09.2019

Tabell 19: Kalibrering, RDCP 629

Product	Date
Pressure Sensor 4017B	30.09.2019
Conductivity Sensor 4019A	02.09.2019
Temperature Sensor 4050	27.08.2019

Tabell 20: Test og spesifikasjoner, RCM 1556

Produkt	Dato
Seaguard RCM SW	26.03.2015
Main Assembly Seaguard 9340	26.03.2015
DCS 4420	15.09.2014
Pressure Sensor 4117B	09.03.2015

Tabell 21: Kalibrering, RCM 1556

Produkt	Dato
Pressure Sensor 4117B	09.03.2015

Tabell 22: Test og spesifikasjoner, RCM 729

Produkt	Dato
Seaguard RCM SW	20.02.2018
Main Assembly Seaguard 9340	20.02.2018
DCS 4420	20.02.2018
Conductivity Sensor 4319A SN571	15.05.2013
Oxygen Optode 4835 SN220	04.10.2011

Tabell 23: Kalibrering, RCM 729

Produkt	Dato
Conductivity Sensor 4319A SN571	15.05.2013
Oxygen Optode 4835 SN220	03.05.2013
O2 Sensing Foil PSt3	03.05.2013
DCS 4420	20.02.2018