

Vedlegg 5 Strømundersøkelser Follesøy

Del 1:

Posisjon 69.54.860N 20.35.180Ø 13.08.2021 – 03.02.2022

Del 2:

Posisjon 69.54.750N 20.35.823Ø 13.08.2021 – 22.11.2021

Del 1

RAPPORT

Strømmåling Vorterøya og Follesøy, Skjervøy kommune

OPPDRAGSGIVER

Lerøy Aurora

EMNE

Strømmåling Follesøy NV

DATO / REVISJON: 25.02.2022 / 0

DOKUMENTKODE: 10225632-01-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	Strømmålinger Vorterøya og Follesøy, Skjervøy kommune	DOKUMENTKODE	10225632-01-RIMT-RAP-001
EMNE	Strømmåling Follesøy NV	TILGJENGELIGHET	Konfidensiell
OPPDRAGSGIVER	Lerøy Aurora	OPPDRAGSLEDER	Juliane Borge
KONTAKTPERSON	Jan Arild Kiil	UTARBEIDET AV	Jan Potac
KOORDINATER	69°54.860'N 20°35.18'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

INNHold

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Follesøy, Skjervøy kommune, i perioden 13.08.2021 – 03.02.2022. Det ble utført målinger i to punkt, referert til som henholdsvis «NV» (Nordvest) og «SØ» (Sørøst). Denne rapporten omhandler målinger ved bunn, spredningsdyp og 5 m og 15 m ved Follesøy NV. Måling av sprednings- og bunnstrøm for punktet Follesøya SØ er presentert i 10225632-01-RIMT-RAP-002.

Strøm ved 5 og 15 m dyp er målt i to perioder 13.08.2021 – 20.10.2021 og 17.12.2021 – 03.02.2022, mens sprednings- og bunnstrøm er målt i perioden 13.08.2021 – 22.11.2021.

Et sammendrag er gitt i kapittel 1.

00	25.02.2022	Strømanalyse	MA/JB	Jan Potac	MARTIA	Juliane Borge
REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag	5
2	Metodebeskrivelse	9
3	Resultater	12
3.1	Strømdata	12
3.2	Vantransport.....	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	17
3.4.3	Andre strømkomponenter	20
3.5	Strøm – Todagersperiode	21
4	Referanser	22
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring.....	23
Appendiks B	Terminologi	29
Appendiks C	Operasjonell strøm og sektorvis statistikk	30
Appendiks D	Tidsserier og fordelinger	33
Appendiks E	Fjernet data	37
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner.....	38
Appendiks G	Kalibrering Seaguard RCM 730.....	38
Appendiks H	Kalibrering Seaguard RCM 1583.....	38
Appendiks I	Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 13696	39

1 Sammendrag

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Follesøy, Skjervøy kommune, i perioden 13.08.2021 – 03.02.2022. Det ble utført målinger i to punkt, referert til som henholdsvis «NV» (Nordvest) og «SØ» (Sørøst). Denne rapporten omhandler målinger ved bunn, spredningsdyp og 5 m og 15 m ved Follesøy NV. Måling av sprednings- og bunnstrøm for punktet Follesøya SØ er presentert i 10225632-01-RIMT-RAP-002.

Strøm ved 5 og 15 m dyp er målt i to perioder 13.08.2021 – 20.10.2021 og 17.12.2021 – 03.02.2022, mens sprednings- og bunnstrøm er målt i perioden 13.08.2021 – 22.11.2021.

Nøkkeltall fra målingene er gitt i Tabell 1.

Målingene viser at strømmen ved Follesøy NV varierer mellom vest og nordøst ved 5 m og 15 m. Spredningsstrømmen ved 49 m varierer mellom vest og øst. Bunnstrømmen varierer mellom sørvest og nord (Figur 1). Strømmens hovedretning er mot nordøst ved 5 m og 15 m. Maksimalstrømmen for denne lokaliteten ble målt ved 5 m dybde og var 47 cm/s mot 51°. Den sterkeste gjennomsnittsstrømmen var 10 cm/s ved 5 m. Strømhastighet med 10-års og 50-års returperiode er estimert basert på maksimalstrøm fra målingen ved bruk av multiplikasjonsfaktorer for 3 måneders måleperiode iht. NS9415 (2021). Tabell 2 viser maksimale strømhastigheter for åtte retningssektorer ved 5 m og 15 m dybde, samt strøm med 10-års og 50-års returperiode.

Vind: Sammenheng mellom strøm og vind ved Fakken målestasjon er vurdert (Figur 2). Resultatene viser at vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Follesøy NV i måleperioden.

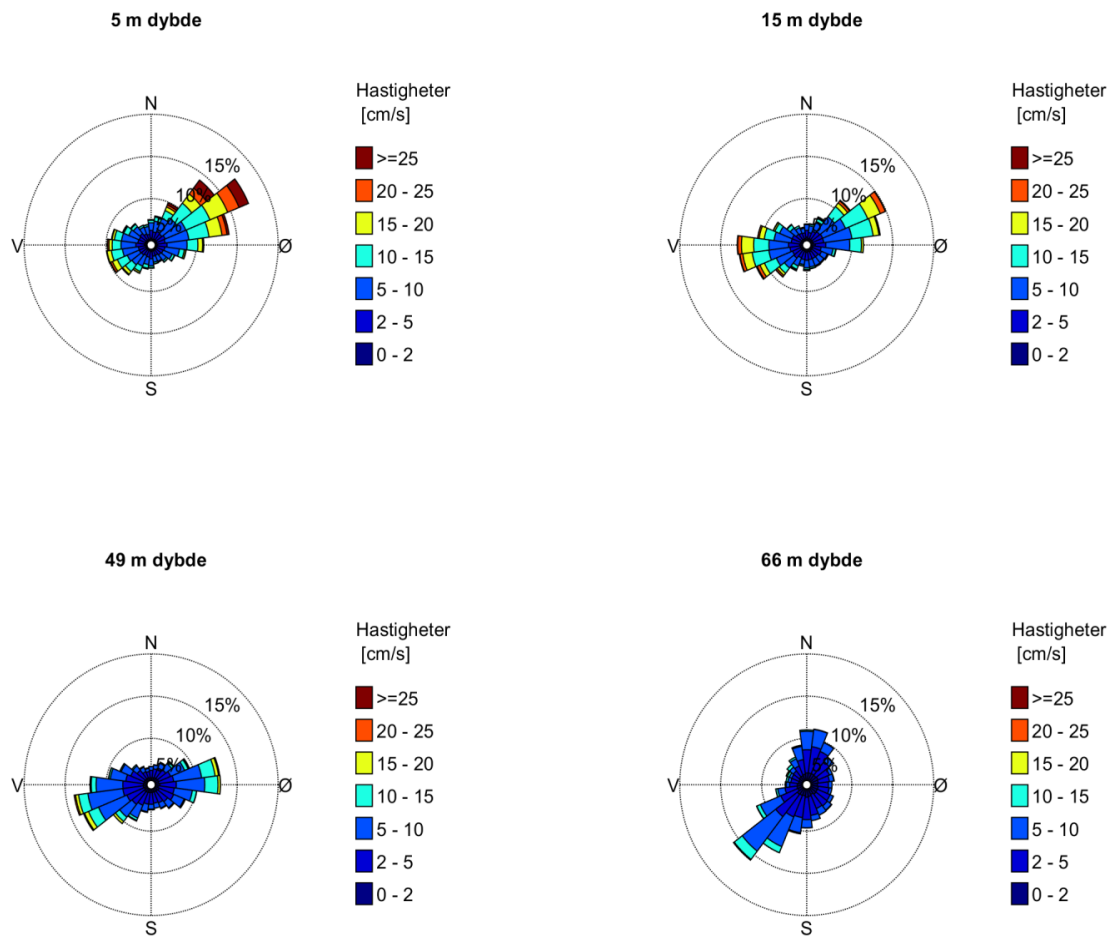
Tidevann: Det er gjennomført tidevannsanalyse av målingene. Tidevannsanalysen (se Figur 3 og Figur 4) i de forskjellige dybdene forklarer mellom 8 og 32 % av variansen i strømmålingene.

Tidevannssignalet er mest tydelig ved spredningsdyp.

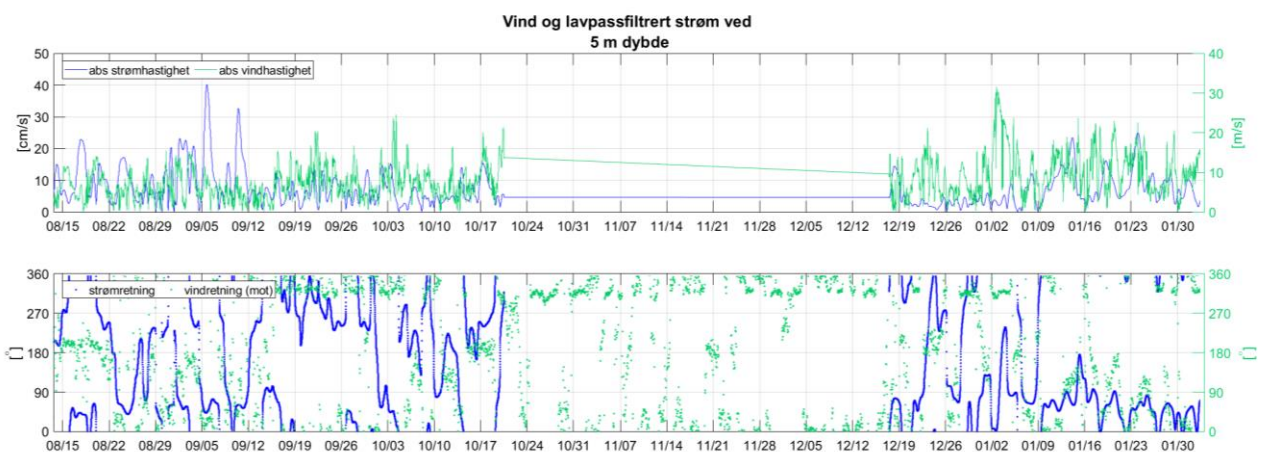
Andre strømkomponenter: Grunnet lokalitetens nordlige beliggenhet forventes det ikke at utbrudd fra kyststrømmen vil påvirke strømbildet på lokaliteten i stor grad. Vårflom på grunn av snø- og ismelting og ferskvannsavrenning generelt kan bidra til lagdeling av vannmassene i sommerhalvåret, og vil samtidig påvirke strømbildet. Lokaliteten ligger imidlertid i et åpent fjordområde og er ikke utsatt for tilførsel av ferskvann av betydning. Det er heller ingen regulerte vassdrag i nærheten.

Tabell 1: Nøkkeltall fra strømmålingene ved Follesøy NV.

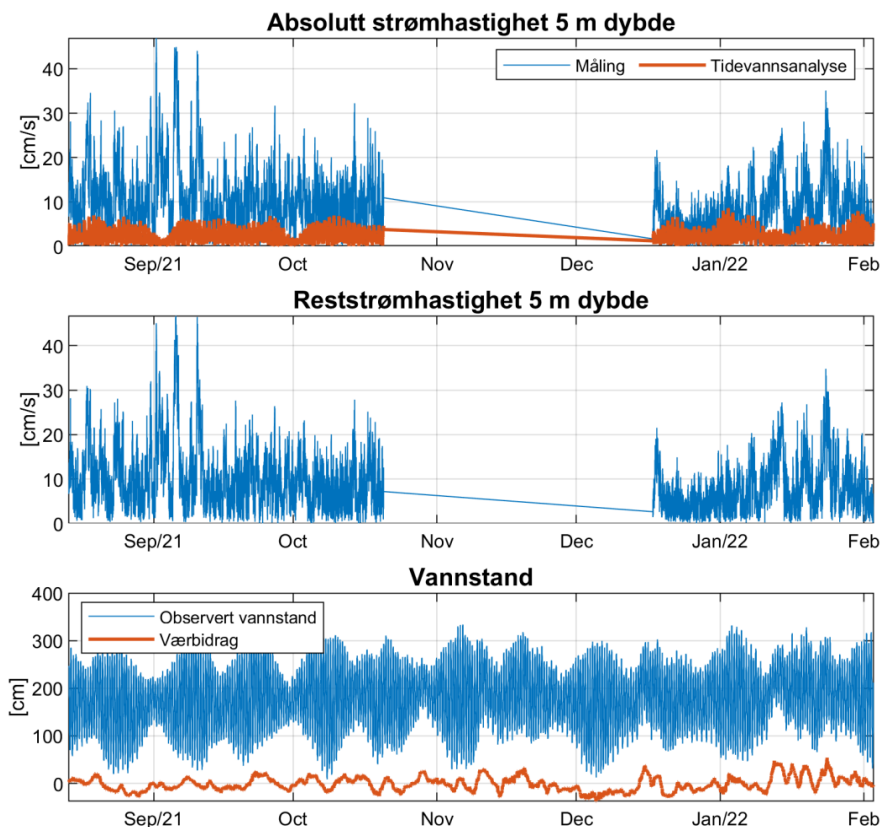
Dybde	5 m dybde	15 m dybde	49 m dybde	66 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	10	8	6	4
Median [cm/s]	8	7	5	4
Standardavvik [cm/s]	7	5	4	3
Maksimumstrøm [cm/s]	47	30	26	21
Retning maksimumstrøm [°]	51	267	64	302
95 prosentil [cm/s]	22	19	14	10
10 års returperiode (maksimal) [cm/s]	77	50		
50 års returperiode (maksimal) [cm/s]	87	56		
Andel målinger > 30 cm/s [%]	1.4	0.0	0.0	0.0
Andel målinger < 1 cm/s [%]	1.6	2.2	2.8	5.9
Lengste periode < 1 cm/s [min]	40	30	70	80



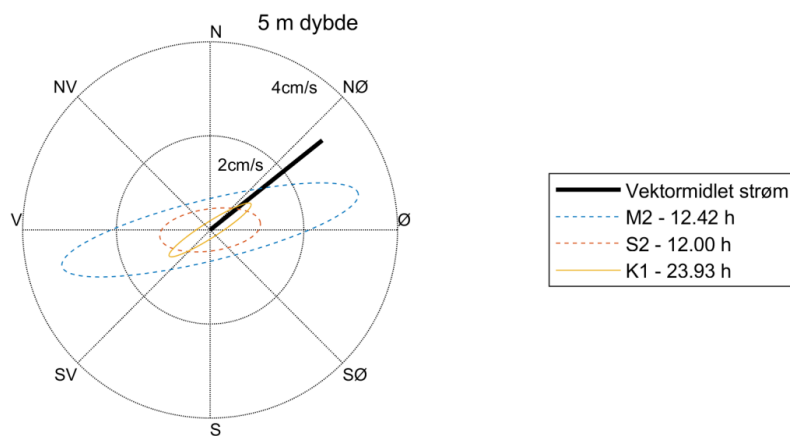
Figur 1: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge.



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



Figur 3: Horisontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse og vannstand (sehavniva.no, basert på data fra Tromsø, tidsforskjell: -40, høydekorreksjonsfaktor: 1.02)



Figur 4: Tidevanssellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, S2 og K1 refererer til tidevannskomponentene. Middelsestrømmen er vektorbasert.

Tabell 2: Målt maksimalstrøm og ekstrem strømhastighet V_c 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	51	74	117	173	231	271	294	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.24	0.47	0.41	0.24	0.28	0.29	0.28	0.26	0.47
	V_c 10-år [m/s]	0.40	0.77	0.68	0.40	0.46	0.48	0.47	0.42	0.77
	V_c 50-år [m/s]	0.44	0.87	0.77	0.45	0.52	0.54	0.52	0.47	0.87
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	19	45	71	157	182	237	267	305	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.24	0.29	0.25	0.16	0.25	0.30	0.30	0.25	0.30
	V_c 10-år [m/s]	0.39	0.48	0.42	0.26	0.41	0.50	0.50	0.41	0.50
	V_c 50-år [m/s]	0.44	0.54	0.47	0.29	0.46	0.56	0.56	0.45	0.56

2 Metodebeskrivelse

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Follesøy, Skjervøy kommune, i perioden 13.08.2021 – 03.02.2022. Det ble utført målinger i to punkt, referert til som henholdsvis «NV» (Nordvest) og «SØ» (Sørøst). Denne rapporten omhandler målinger ved bunn, spredningsdyp og 5 m og 15 m ved Follesøy NV. Måling av sprednings- og bunnstrøm for punktet Follesøya SØ er presentert i 10225632-01-RIMT-RAP-002.

Strøm ved 5 og 15 m dyp er målt i to perioder 13.08.2021 – 20.10.2021 og 17.12.2021 – 03.02.2022, mens sprednings- og bunnstrøm er målt i perioden 13.08.2021 – 22.11.2021.

Formålet med strømmålingen er å kvantifisere strømhastighet og -retning ved 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. Det ligger ett oppdrettsanlegg på lokaliteten (se anlegget markert i rødt i Figur 5), som i måleperioden ikke var i drift og kun hadde installert 3 tomme ringer. Det forventes derfor ingen påvirkning av det eksisterende anlegget på målingene. Det er foreslått å flytte oppdrettsanlegget til ny posisjon, vist i Figur 5 i brun farge. Plasseringen av målingen er valgt for å kartlegge bunnstrøm og spredningsstrøm i norvestlige deler av det foreslåtte anlegget. Det er forventes ikke sterkere strøm ved 5 og 15 m dyp andre steder i anlegget. I tillegg er det tatt hensyn til at strømgriggen ikke skulle komme i kontakt med anleggsfortøyningen av det eksisterende anlegget.
- **Måledybder:** Det ble satt ut en doppler profilmåler ved 26/20 m dyp og 2 doppler punktmålere ved 49 m og 66 m dyp. Målet er å kartlegge strømmen i dybdene hvor notposen befinner seg, samt bunnstrøm og spredningsstrøm.
- **Målingsutstyr:** Måleren ble forankret fra bunn og opp. Beskrivelse av riggen og instrumentet er gitt i Appendiks A.
- **Kvalitetsvurdering av målte data:** Datasettet ble kvalitetssikret i henhold til anbefalingene fra instrumentenes produsent. En nærmere beskrivelse av denne prosessen finnes i Appendiks A.
- **Målingens varighet:** Målingen ved 5 og 15 m dyp varte i 115 dager. Målingen av spredningsstrøm og bunnstrøm varte i 100 dager.

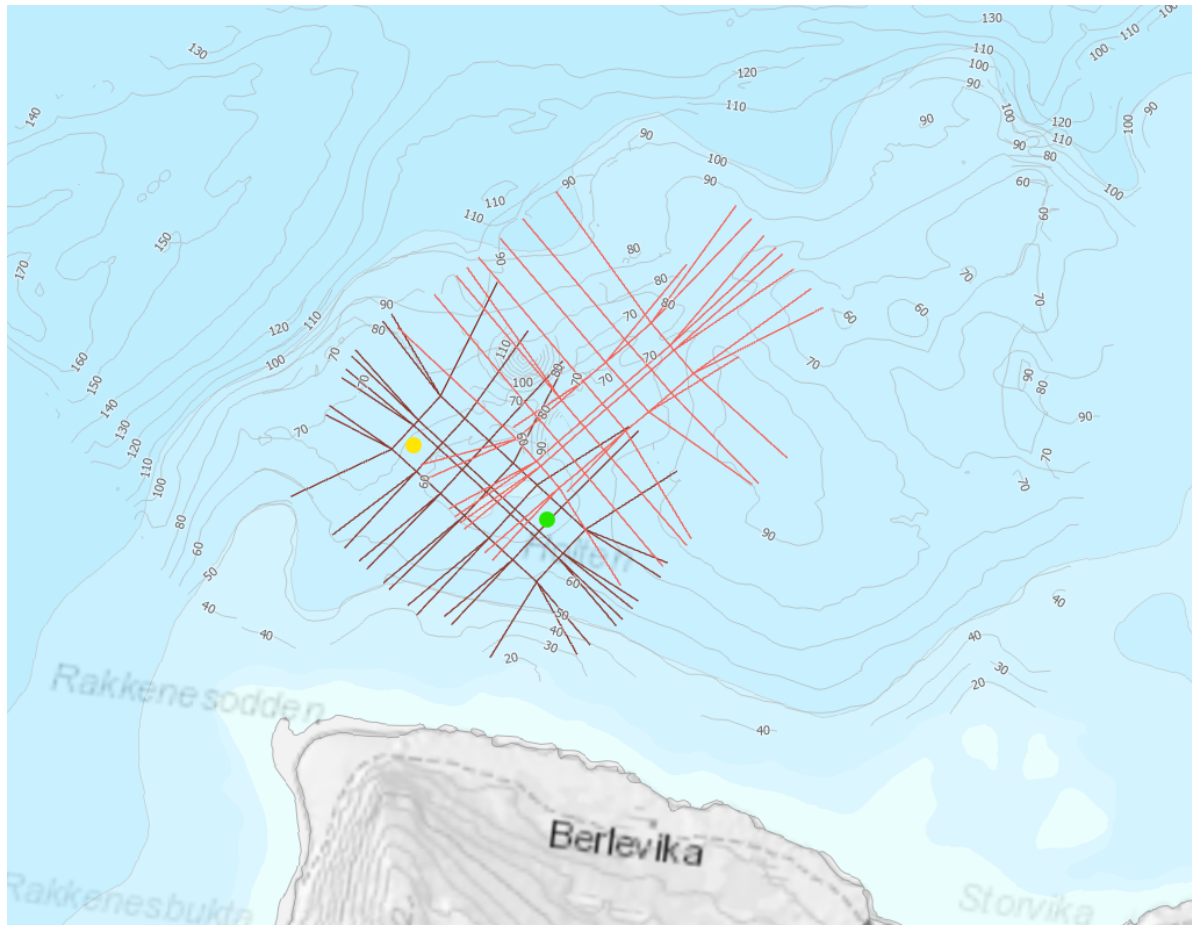
I forbindelse med etablering av flytende oppdrettsanlegg krever NYTEK-forskriften beskrivelse av strømmen i anlegget ved 5 m og 15 m (NS9415, 2009) utført av akkreditert inspeksjonsorgan for lokalitetsundersøkelser. NYTEK er under revisjon og det foreliggende forslaget til ny forskrift (NYTEK22) henviser til NS9415 (2021), som krever at strømmålinger må ha en varighet på minst 90 dager.

Ved søknad om ny lokalitet/utvidelse av eksisterende lokalitet kreves beskrivelse av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm basert på strømmålinger med varighet på minst 4 uker (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 (2009). 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 Follesøy NV.

Posisjon	69°54.860 N 20°35.18 Ø	
Ca. dybde på målestedet	63 m	
Profilmåler (5 og 15 m dyp)		
Måleperiode	13-Aug-2021 16:20:00 til 20-Okt-2021 12:30:00 (UTC)	17-Des-2021 12:00:00 til 03-Feb-2022 10:20:00 (UTC)
Målertype	Doppler profilmåler (AADI Seaguard II, Serienummer 1618), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 0 til 22 m dybde, cellestørrelse 2 m, celleavstand 1 m	Doppler profilmåler (Nortek Aquadopp profiler, Serienummer 13696), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 5 til 17 m dybde, cellestørrelse 2 m
Type måling	Spread (midling over 600 s), 250 ping, narrowband	Burst (måling i 120 sekunder)
Varighet	115 dager	
Antall målinger	16592	
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigeret for misvisning)	
Frekvens	Hvert 10. minutt	
Punktmåler (spredningsdyp)		
Måleperiode	13-Aug-2021 16:20:00 til 22-Nov-2021 11:20:00 (UTC)	
Varighet	100 dager	
Antall målinger	14496	
Målertype - 49 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 730), måling av horisontal strøm på instrumentdybde	
Type måling - 49 m dybde	Burst (måling i 1 minutt), 150 ping	
Frekvens	Hvert 10. minutt	
Punktmåler (bunn)		
Måleperiode	13-Aug-2021 16:20:00 til 22-Nov-2021 11:20:00 (UTC)	
Varighet	100 dager	
Antall målinger	14498	
Målertype – 66 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 1583), måling av horisontal strøm på instrumentdybde	
Type måling - 66 m dybde	Burst (måling i 1 minutt), 150 ping	
Frekvens	Hvert 10. minutt	



Figur 5: Lokalitet Follesøy. Målepunktene Follesøy SØ og NV er merket med henholdsvis grønt og gult punkt. Det eksisterende anlegget er markert med røde linjer. Foreslått ny plassering av anlegget er markert med brune linjer.

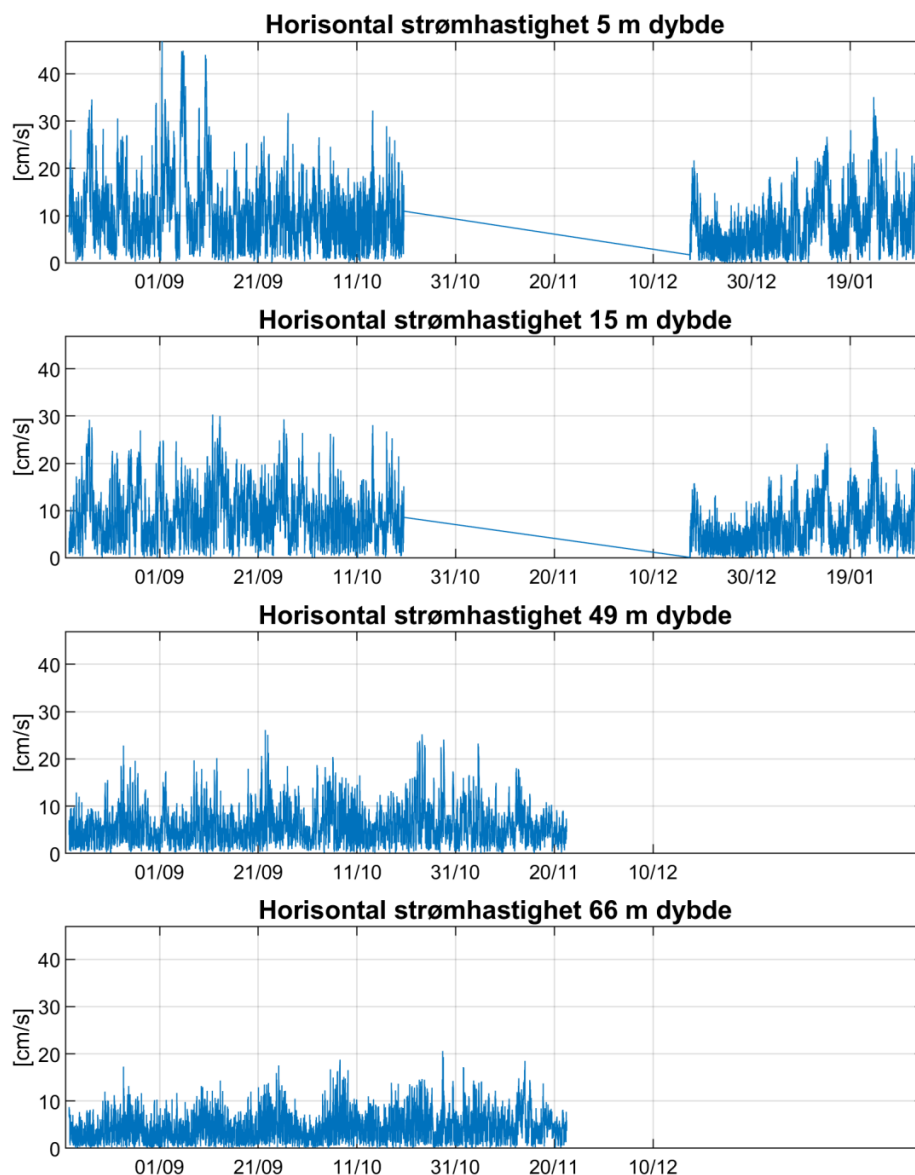
3 Resultater

3.1 Strømdata

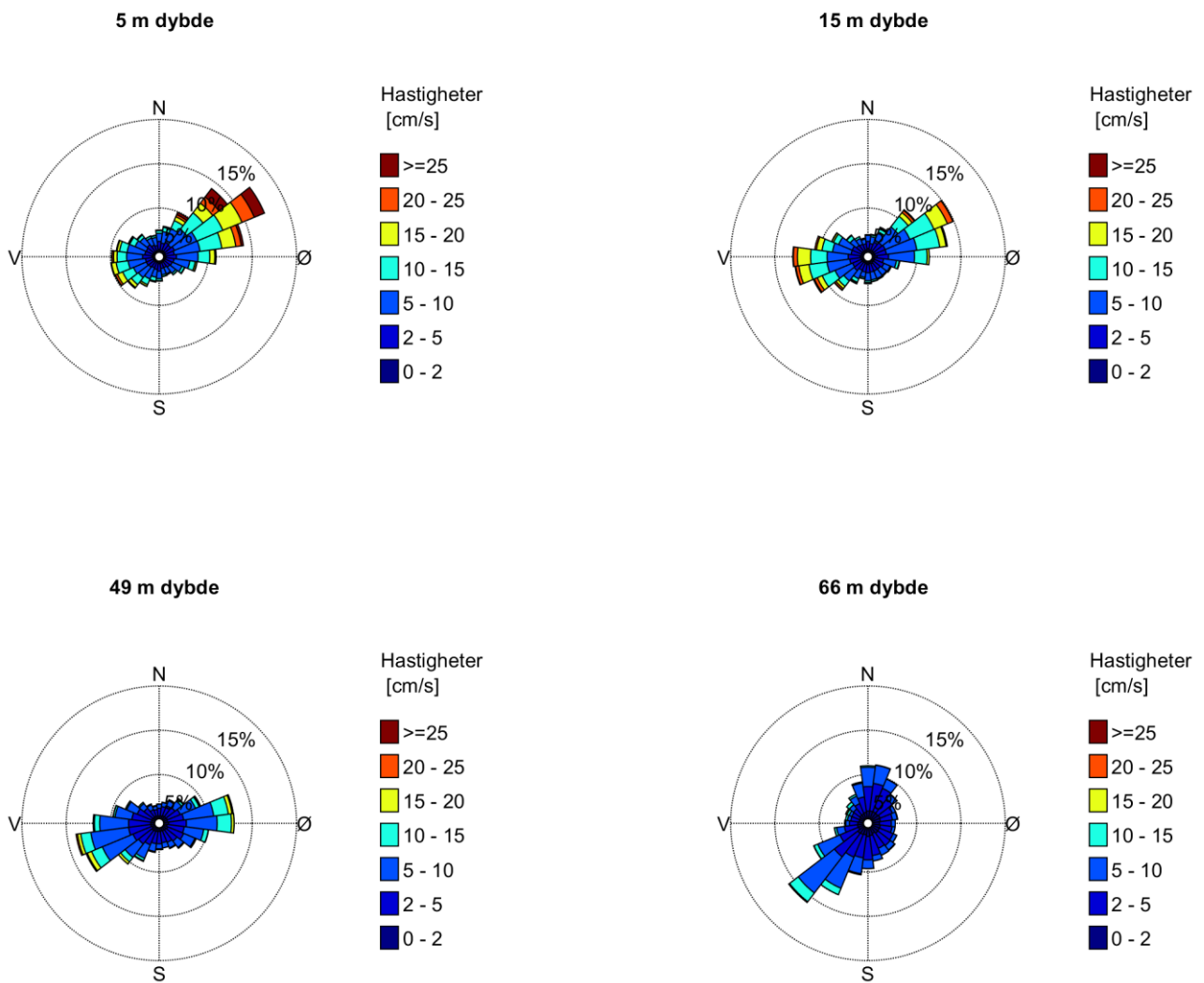
Tidsserien av målt strøm, samt strømrøsen for valgte dybder er gitt i Figur 6 og Figur 7. Figur 8 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 4. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighetsretnings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

Gjennomsnittsstrømmen ved 5 m og 15 m ved Follesøy NV er målt til 10 cm/s og 8 cm/s, mens maksimalstrømmen er målt til 47 cm/s og 30 cm/s. Ved spredningsdybde ved 49 m er gjennomsnittsstrømmen målt til 6 cm/s og maksimalstrømmen til 26 cm/s. Ved bunn ved 66 m er gjennomsnittsstrømmen målt til 4 cm/s med maksimalstrømmen på 21 cm/s.

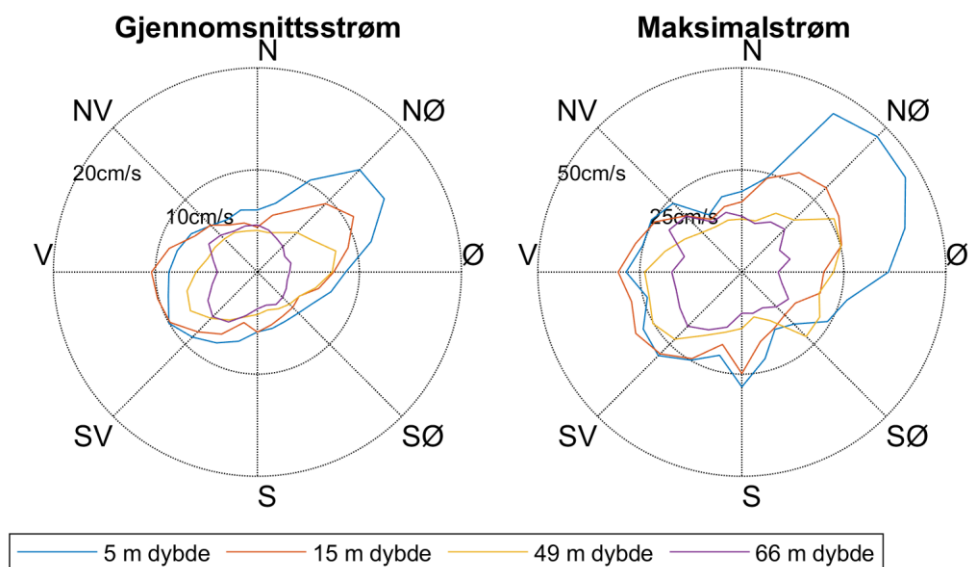
Målingene viser at strømmen ved Follesøy NV varierer mellom vest og nordøst ved 5 m og 15 m dyp med hovedretning mot nordøst. Spredningsstrømmens retning varierer mellom vest og øst. Bunnstrømmens retning varierer mellom sørvest og nord.



Figur 6: Tidsserier av horisontal strømhastighet.



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.

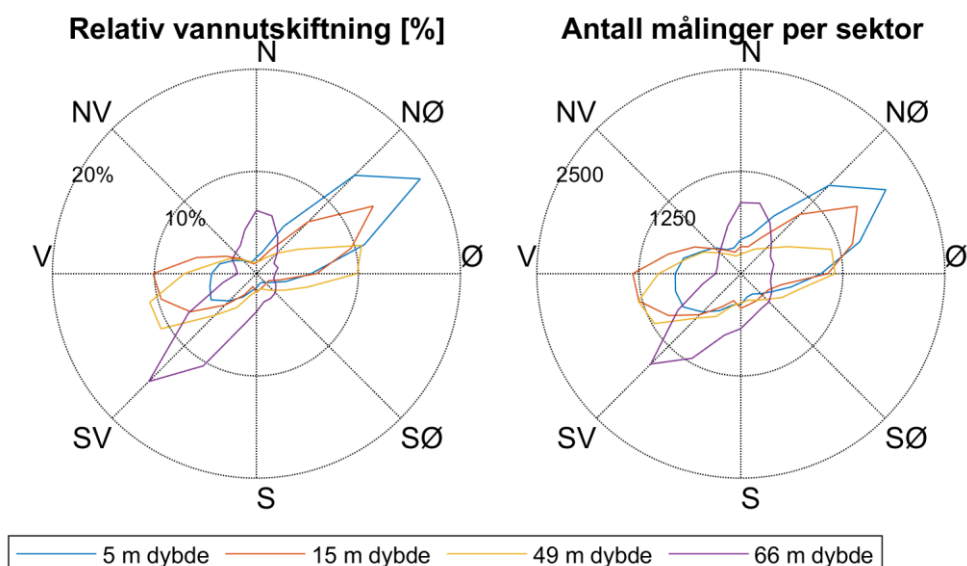
Tabell 4: Statistikk fra strømmålingene ved Follesøy NV.

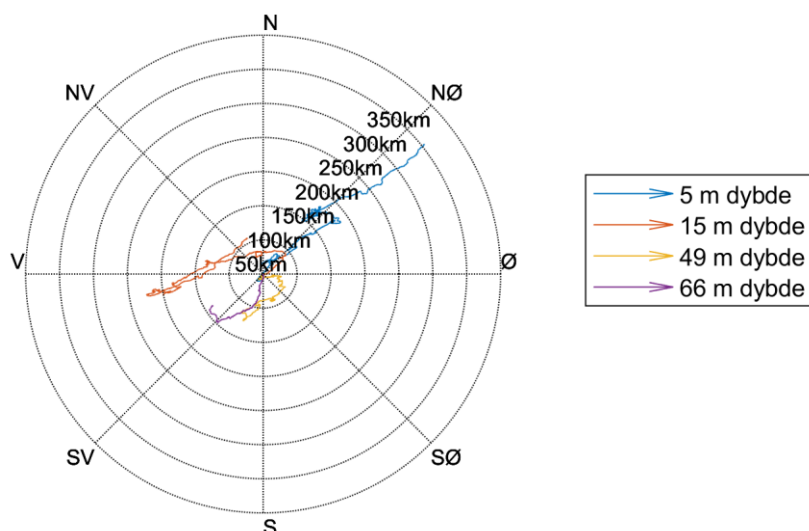
Dybde	5 m dybde	15 m dybde	49 m dybde	66 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	10	8	6	4
Median [cm/s]	8	7	5	4
Standardavvik [cm/s]	7	5	4	3
Maksimumstrøm [cm/s]	47	30	26	21
Retning maksimumstrøm [°]	51	267	64	302
95 prosentil [cm/s]	22	19	14	10
Andel målinger >30 cm/s [%]	1.4	0.0	0.0	0.0
Vannutskiftning/Vanntransport				
Neumanns parameter	0.57	0.34	0.11	0.23
Vektormidlet strøm [cm/s]	3	1	1	1
Vektormidlet strømrretning [°]	51	336	202	238
Nullmålinger				
Andel målinger < 1cm/s [%]	1.6	2.2	2.8	5.9
Lengste periode < 1cm/s [min]	40	30	70	80

3.2 Vannttransport

Relativ vannutskiftning, samt antall målinger per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 9. Et progressiv vektor-diagram er vist i Figur 10. For forklaring av vannutskiftning og progressiv vektor-diagram se Appendiks B.

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

**Figur 9:** Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor.



Figur 10: 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 estimert basert på maksimalstrøm innenfor hver sektor ved bruk av multiplikasjonsfaktor for 3 måneders måleperiode iht NS9415 (2021) (Tabell 5). 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 målinger med 3 måneders måleperiode til strømhastighet med 10 års og 50 års returperiode (NS9415, 2021).

Returperiode	Multiplikasjonsfaktor
10 år	1.65
50 år	1.85

Tabell 6: Målt maksimalstrøm og ekstrem strømhastighet V_c 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	51	74	117	173	231	271	294	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.24	0.47	0.41	0.24	0.28	0.29	0.28	0.26	0.47
	V_c 10-år [m/s]	0.40	0.77	0.68	0.40	0.46	0.48	0.47	0.42	0.77
	V_c 50-år [m/s]	0.44	0.87	0.77	0.45	0.52	0.54	0.52	0.47	0.87
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	19	45	71	157	182	237	267	305	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.24	0.29	0.25	0.16	0.25	0.30	0.30	0.25	0.30
	V_c 10-år [m/s]	0.39	0.48	0.42	0.26	0.41	0.50	0.50	0.41	0.50
	V_c 50-år [m/s]	0.44	0.54	0.47	0.29	0.46	0.56	0.56	0.45	0.56

3.4 Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter

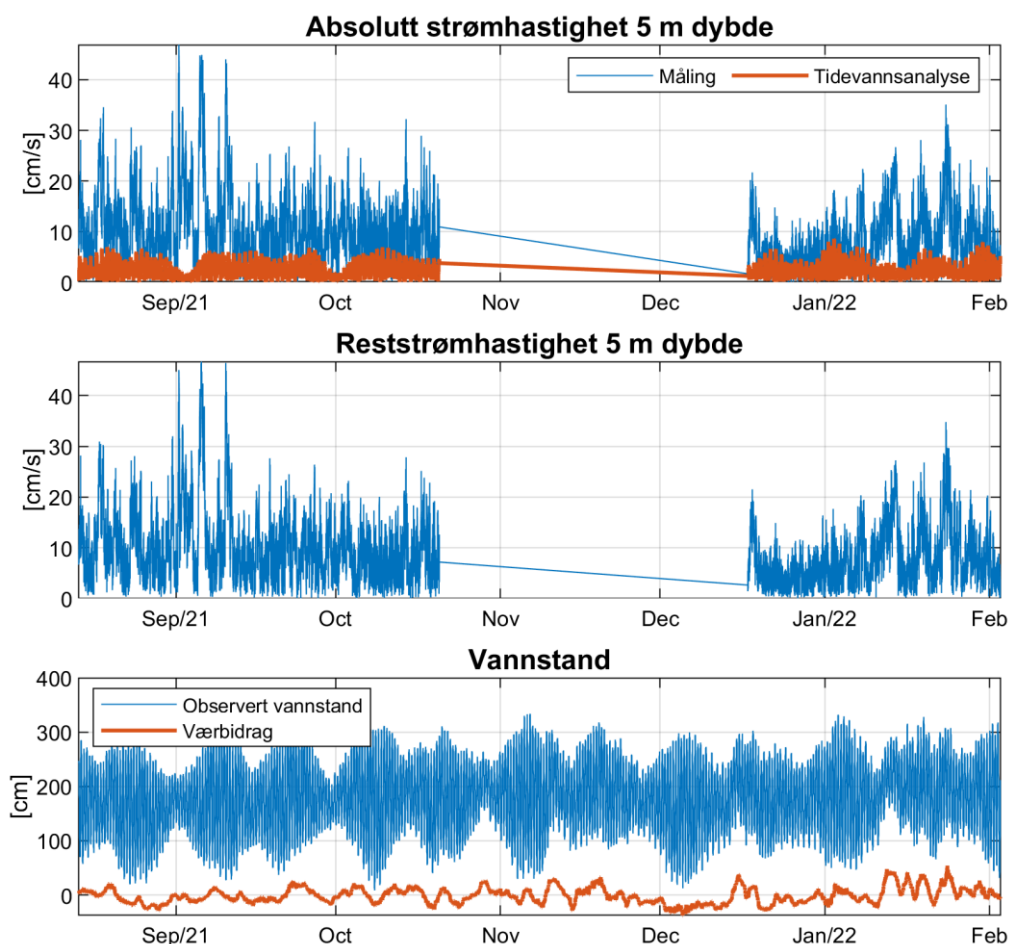
3.4.1 Tidevannsanalyse og vannstand

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 11 og Figur 12.

Figur 11 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 7 % av variansen i datasettet ved 5 m dybde. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 5 m dybde er 9 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 17 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 47 cm/s. Tidevannsanalysen i de forskjellige dybdene forklarer mellom 8 og 32 % av variansen i strømmålingene.



Figur 11: Horizontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse og vannstand (sehavniva.no, basert på data fra Tromsø, tidsforskjell: -40, høydekorreksjonsfaktor: 1.02).

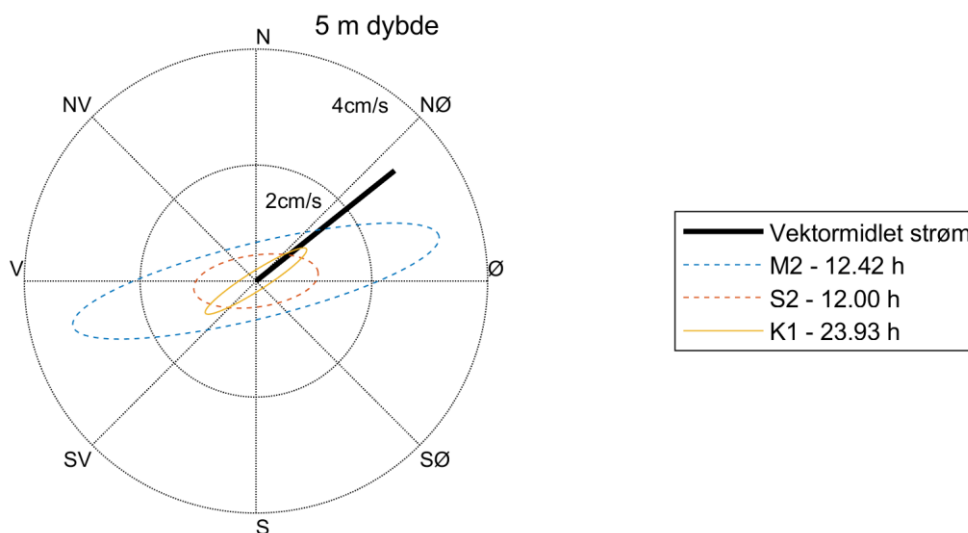
Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømrretningen roterer og strømhastigheten når maksimumsverdien og minimumsverdien to ganger i løpet av tidevannsperioden. Figur 12 viser tidevanssellipsene for de sterkeste tidevannskomponentene til strømmen ved 5 m dybde.

Hovedperiodene i tidevannssignalet ved 5 m dybde er 12.42 timer, 12.00 timer og 23.93 timer. Det er

tidevannet fra månen M2 (to perioder per døgn) som er mest framtreddende, og figuren viser at tidevannsstrømmen oscillerer mellom vestlig og østlig retning.

Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 12. Den vektormidlete strømmen viser at netto vanntransport er mot nordøst ved Follesøy NV.

Strømbildet ved Follesøy NV er påvirket av tidevannet, men tidevannet ser ikke ut til å være avgjørende for de høyeste strømstyrkene. Spesielt ved spredningsdyp er strømbildet er tidvis dominert av tidevannet.



Figur 12: Tidevannsellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, S2 og K1 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert.

3.4.2 Sammenheng mellom vind og strøm

Sammenhengen mellom vind og strøm er også undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Fakken målestasjon (Frost) som ligger 28 km nordvest for Follesøy NV 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 13 viser vindhastighet og vindretning, samt hastighet og retning på lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Figur 14 viser fordeling av retninger og styrke av både vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Det er undersøkt korrelasjon mellom vind og strøm dekomponert langs 8 himmelretninger (0°, 45°, 90° osv.) for å finne ut hvilke retninger av vind og strøm som viser størst samvariasjon (Tabell 7). Dette er gjort for å fange opp innvirkning fra eventuelle topografiske effekter på vindens og strømmens retning. Nederste panel i Figur 13 viser vind og lavpassfiltrert strøm dekomponert langs den retningen med høyest korrelasjon. Tabell 8 viser hvor mange prosent av tiden ofte gitte kombinasjoner for vind og strømrretning oppsto i løpet av måleperioden.

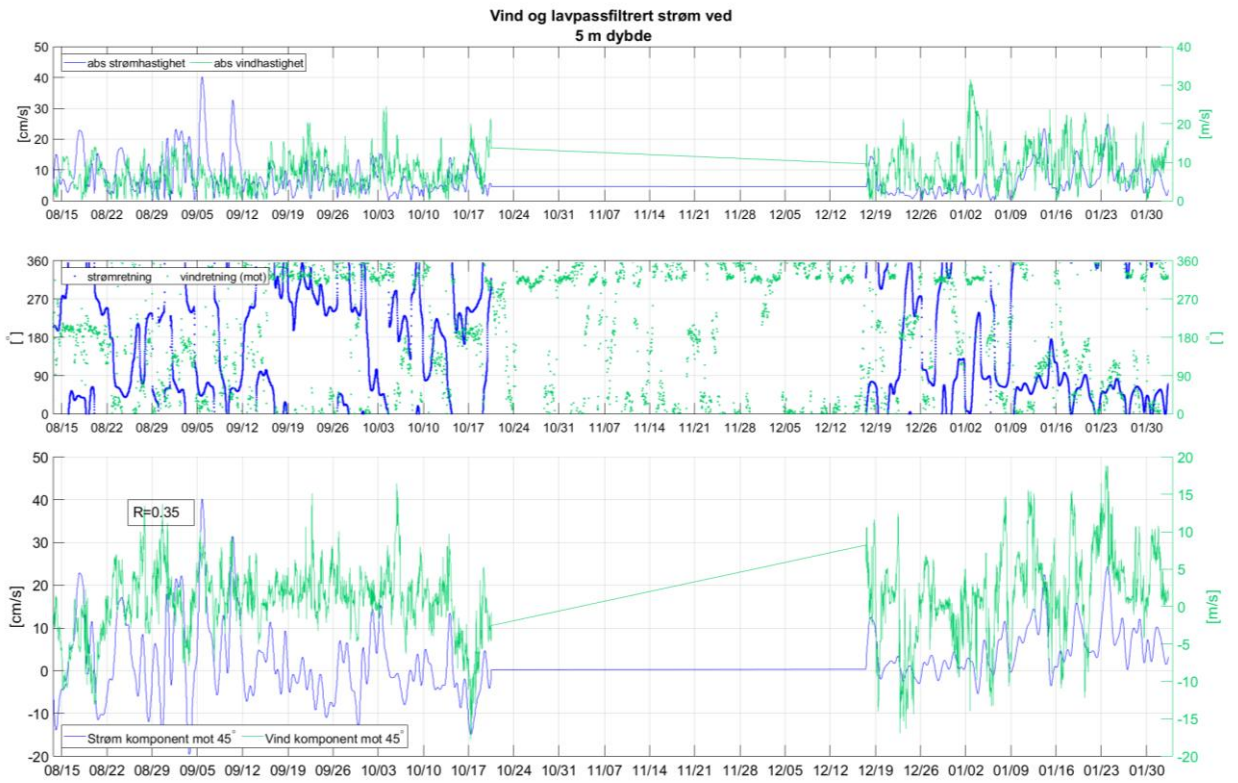
For samtidig vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde er korrelasjonen opp til 0.35. Dette indikerer vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Follesøy NV i måleperioden.

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

		Vindretning (mot)							
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Strømretning (mot)	0°	0.25	0.32	0.08	-0.13	-0.25	-0.32	-0.08	0.13
	45°	0.19	0.35	0.22	-0.01	-0.19	-0.35	-0.22	0.01
	90°	0.12	0.34	0.29	0.07	-0.12	-0.34	-0.29	-0.07
	135°	-0.08	0.18	0.34	0.23	0.08	-0.18	-0.34	-0.23
	180°	-0.25	-0.32	-0.08	0.13	0.25	0.32	0.08	-0.13
	225°	-0.19	-0.35	-0.22	0.01	0.19	0.35	0.22	-0.01
	270°	-0.12	-0.34	-0.29	-0.07	0.12	0.34	0.29	0.07
	315°	0.08	-0.18	-0.34	-0.23	-0.08	0.18	0.34	0.23

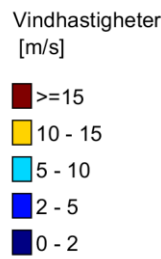
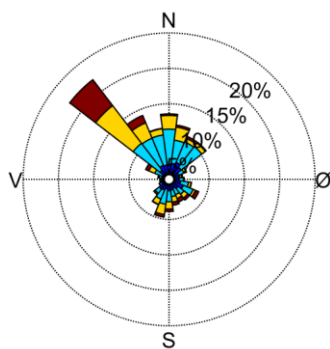
Tabell 8: Prosentandel av tiden visse kombinasjon av strøm- og vindretning oppstår.

		Vindretning (mot)							
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Strømretning (mot)	0°	2.6	1	0.1	0.2	0.7	0.4	0	4.3
	45°	7.3	6.9	2.6	2.8	2.7	0.9	0.2	6
	90°	2.2	3.2	2.4	3.4	2.3	1	0.4	4.2
	135°	0.7	0.4	0.3	1	0.5	0.2	0	0.8
	180°	0.7	0.6	0.5	1.4	1.3	0.3	0.2	0.6
	225°	1.7	1.3	0.5	2.9	3.8	1.1	0.1	2.4
	270°	1.9	0.9	0.1	1.1	3.2	1	0.1	3.6
	315°	1.5	0.3	0.1	0.4	0.6	1.1	0.1	2.9

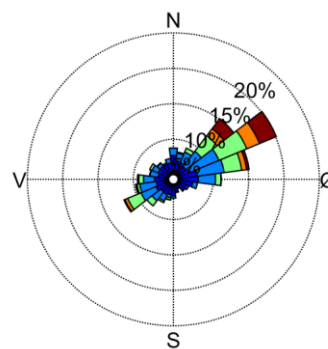


Figur 13: De to øverste paneler viser vindretning og vindhastighet (grønn) samt retning og hastighet på lavpassfiltrert strøm (blå). Det nederste panelet viser hastighet på vind og lavpassfiltrert strøm dekomponert langs retninger som gir høyest korrelasjon mellom vind og strøm.

Vind ved Fakken målestasjon (mot)



Lavpassfiltrert strøm 5 m dybde



Figur 14: Vind og reststrøm ved 5 m dybde (retninger mot).

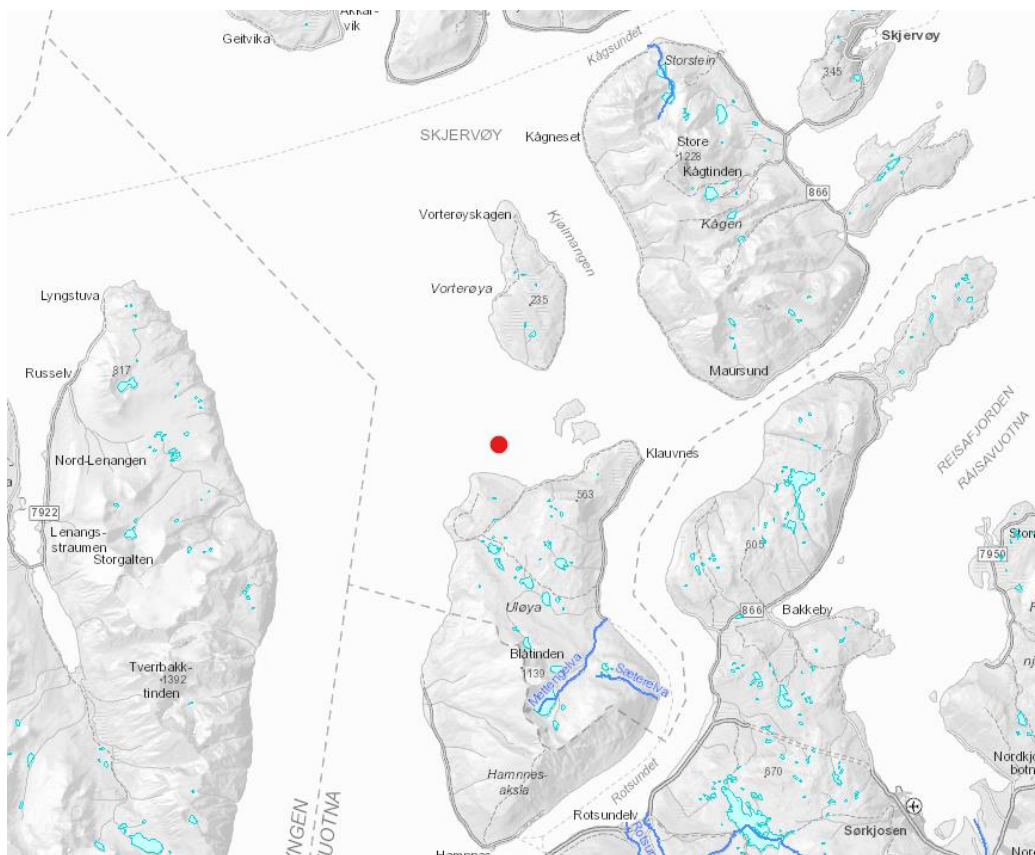
3.4.3 Andre strømkomponenter

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.

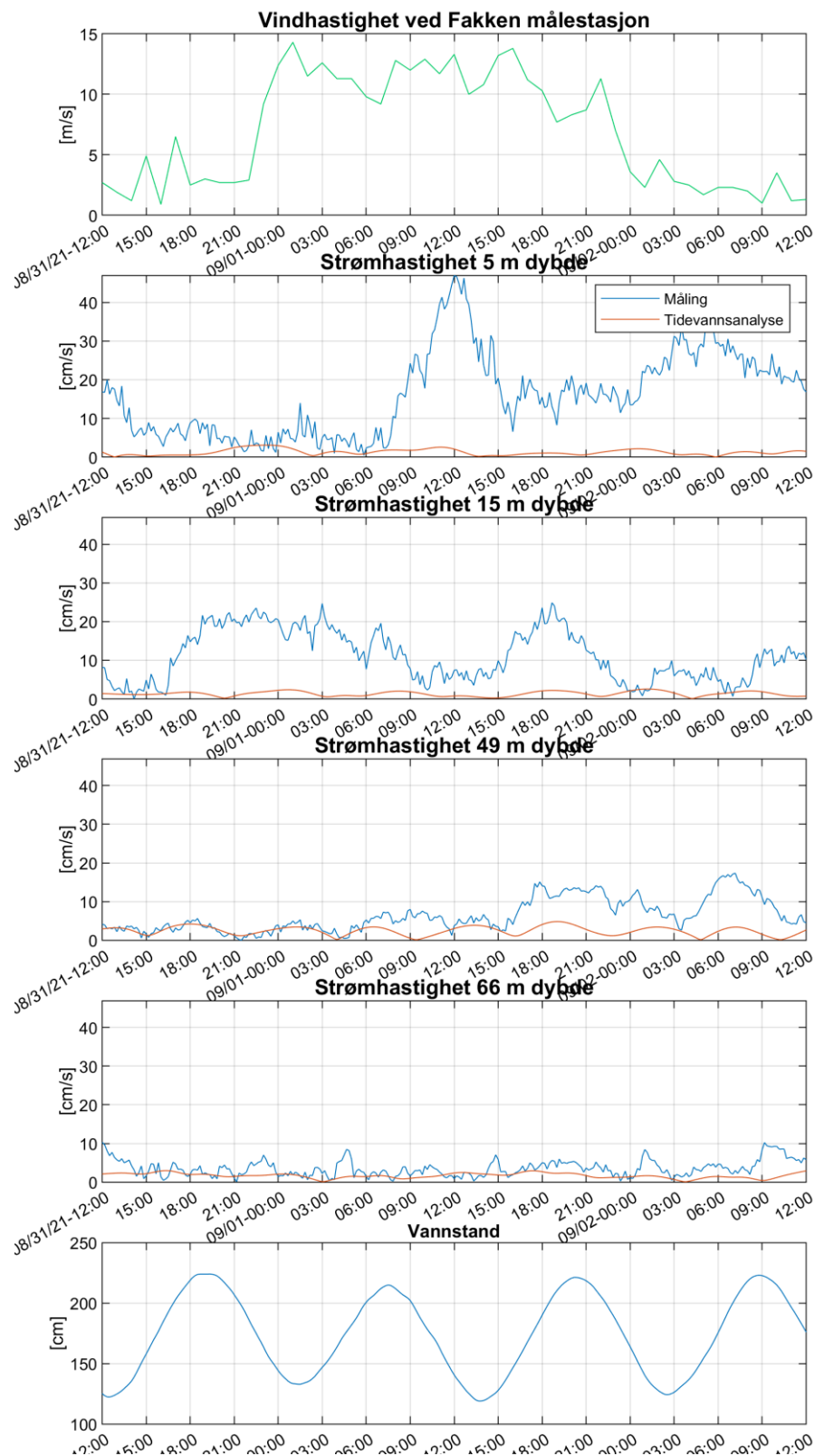
Vårfloam på grunn av snø- og ismelting og ferskvannsavrenning generelt kan bidra til lagdeling av vannmassene i sommerhalvåret, og vil samtidig påvirke strømbildet. Det foreligger ikke temperatur- og salinitetsdata fra flere dyp, som ville gi mulighet for å vurdere lagdelingen ved lokaliteten. Lokaliteten ligger imidlertid i et åpent fjordområde og er ikke utsatt for tilførsel av ferskvann av betydning som vist i Figur 15. Det er heller ingen regulerte vassdrag i nærheten.



Figur 15: Elvenett rundt Follesøy. Lokaliteten er markert med rødt punkt. (nve.no)

3.5 Strøm – Todagersperiode

Figur 16 viser vind, strøm og vannstand i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 5 m dyp, 31.08.2021 – 02.09.2021.



Figur 16: Vind og strøm og vannstand i todagersperioden 31.08.2021 – 02.09.2021 (UTC).

4 Referanser

Aanderaa, 2014: "TD 303 Seaguard II Platform".

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

Nortek, 2015: "Aquadopp Current Profiler, User Guide".

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

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

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".

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

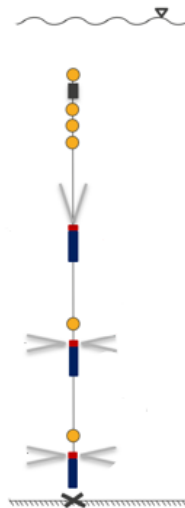
NS9415, 2021: «Flytende akvakulturanlegg – Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk», Norsk Standard

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med akustiske doppler profilmålere av to typer (Seaguard II (Aanderaa, 2014) og Aquadopp Profiler (Nortek, 2015)) samt med 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. Seaguard II sender ut pulser i fire stråler i forskjellige retninger for å kunne rekonstruere den horisontale og vertikale strømhastigheten i mange dyp. Seaguard RCM punktmåler har strålene orientert horisontalt og måler i instrumentdyp. 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 17.



Figur 17: Skisse av riggen ved Follesøy NV.

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

Seaguard II:

- Tilt bør være under 35°.
- For 2 m celler bør standardavvik ligge under 31.8 ved bruk av Narrowband og under 16.3 ved bruk av Broadband.
- Kryssdifferanse (sum av strålehastighet mellom motsatte stråler) skal være nær null ved homogen strøm.
- Krysskorrelasjon (strålenes korrelasjonsfaktor) er bare gjellende for bruk av Broadband og skal være nær 0.5.
- Vertikal hastighet bør være lavere enn 10 % av den horisontale strømhastigheten og blir vurdert.

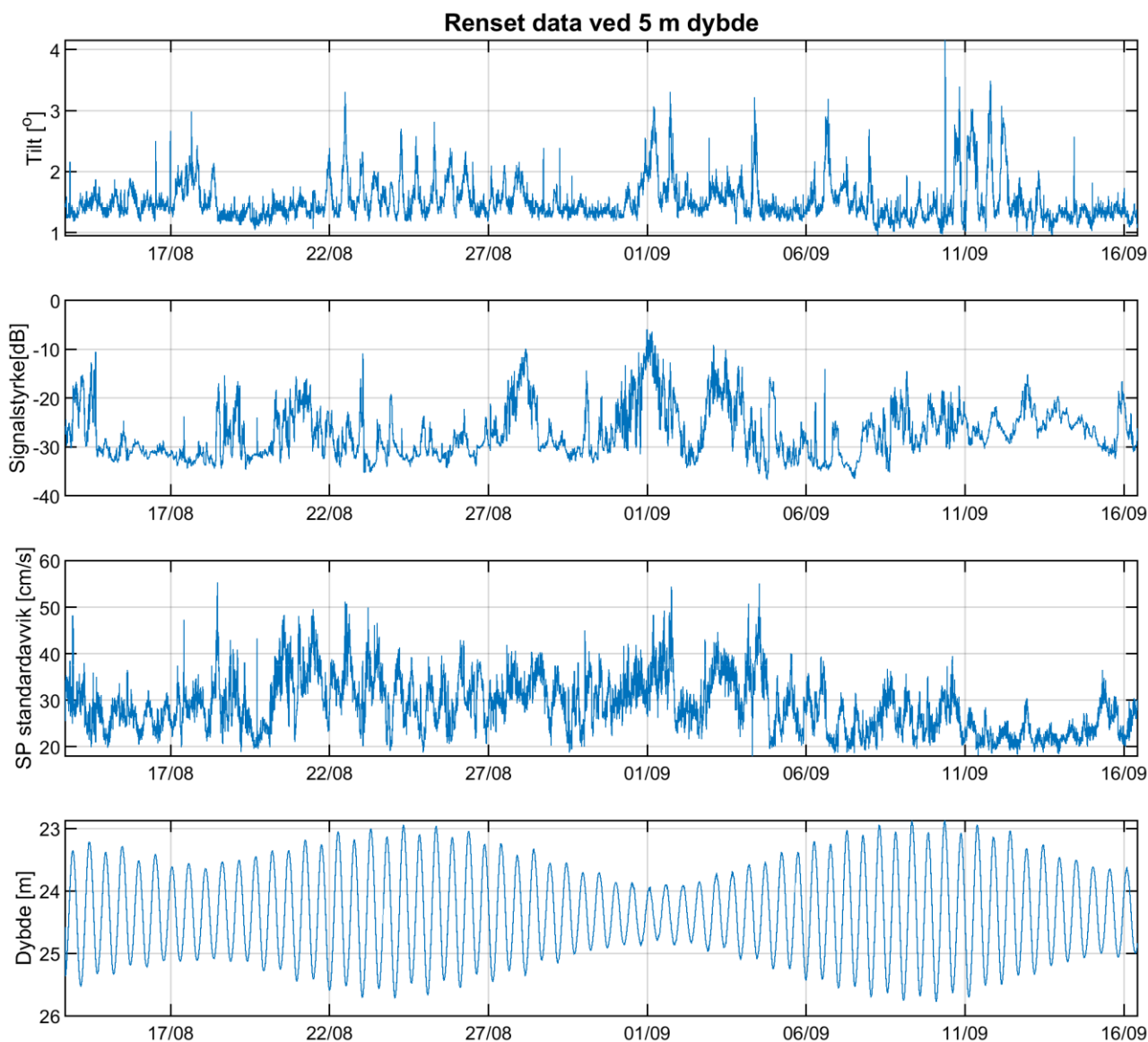
Seaguard RCM:

- Stamp og rull mindre enn 35° og standardavvik av enkeltmålingen ca. 4 cm/s.

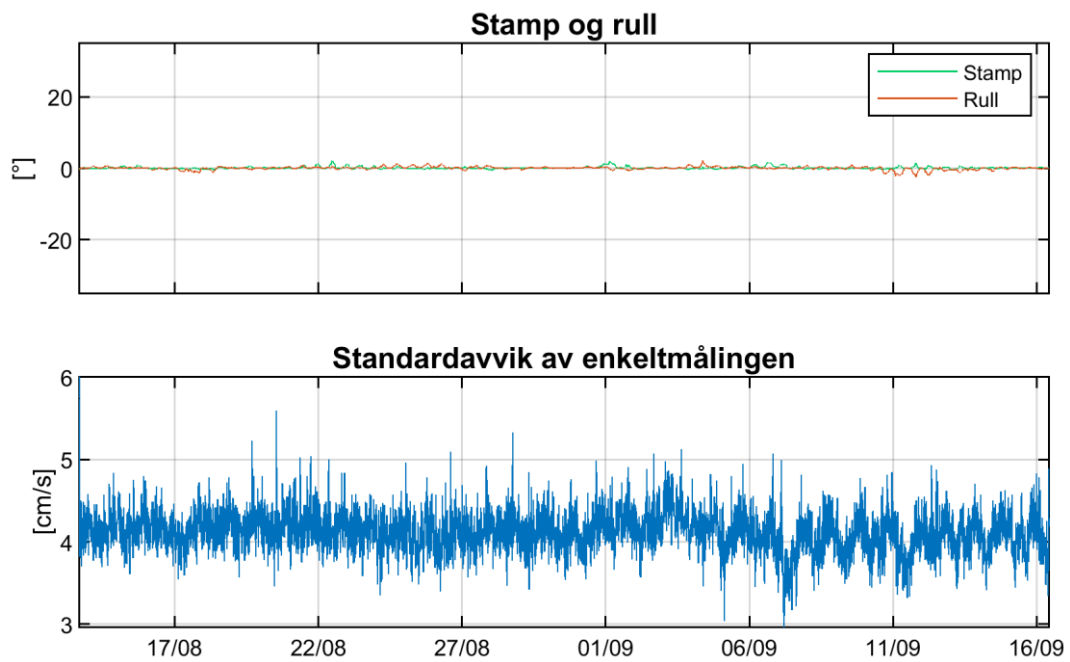
Aquadopp Profiler:

- Stamp og rull mindre enn 30°, signalstyrke mer enn 7 counts over støygulvet.

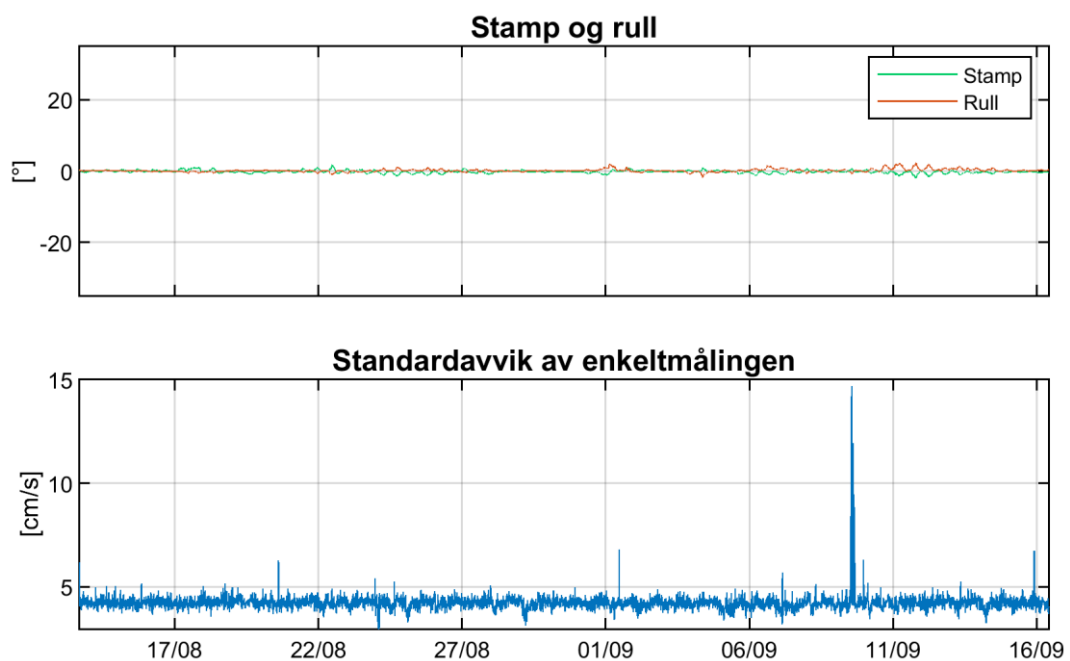
Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, har blitt vurdert nøye. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i Appendiks E. Strømretningen er ikke korrigert for misvisning og alle retninger er referert mot magnetisk nord. Der instrumentprodusenten anbefaler det, er deviasjon tatt hensyn til gjennom kalibrering av kompasset før utsett. Figur 18 til Figur 24 viser noen av parameterne etter datarensing.



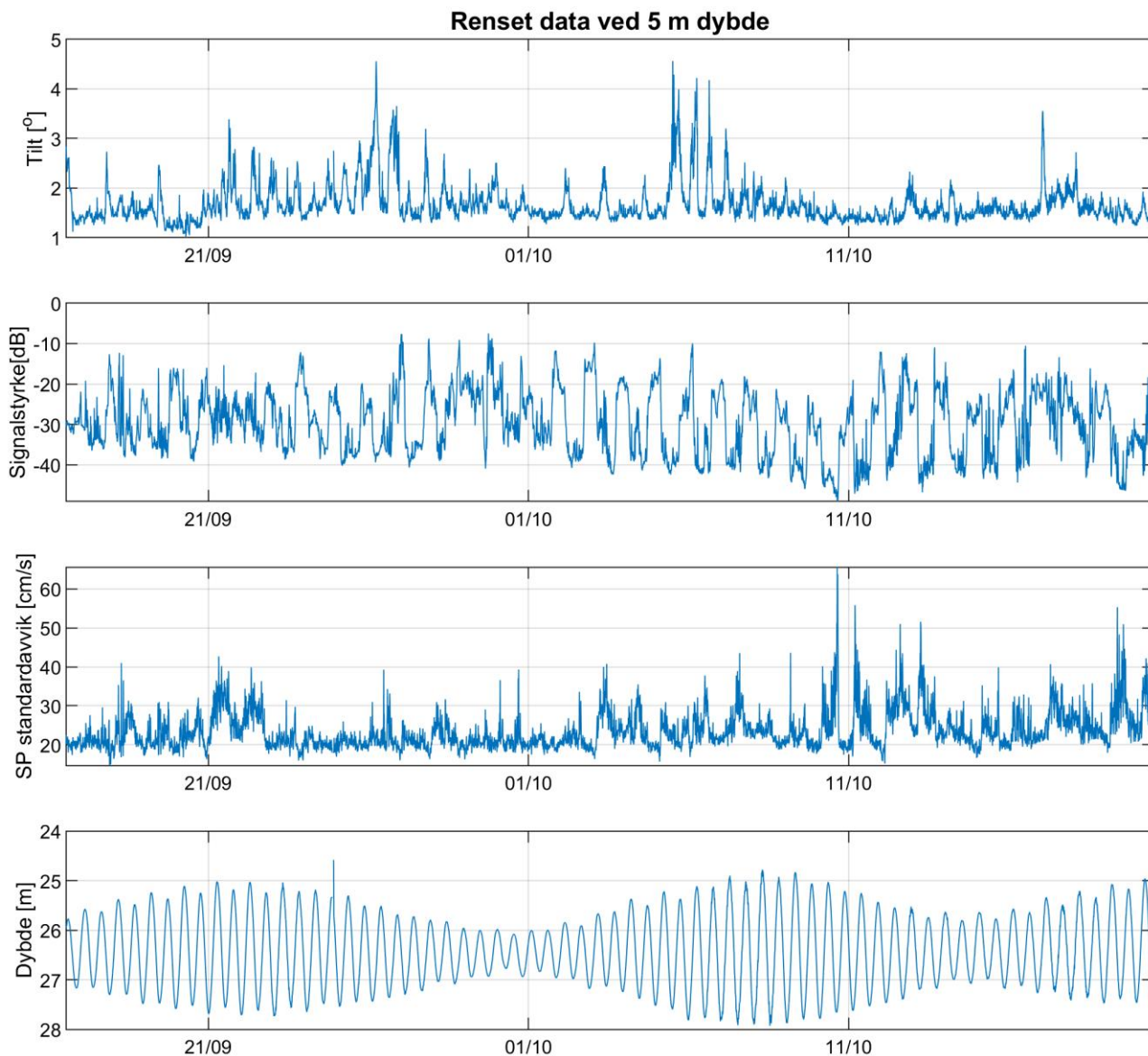
Figur 18: Kvalitetssikring Seaguard II etter datarensing i perioden 13.08.2021 – 16.09.2021.



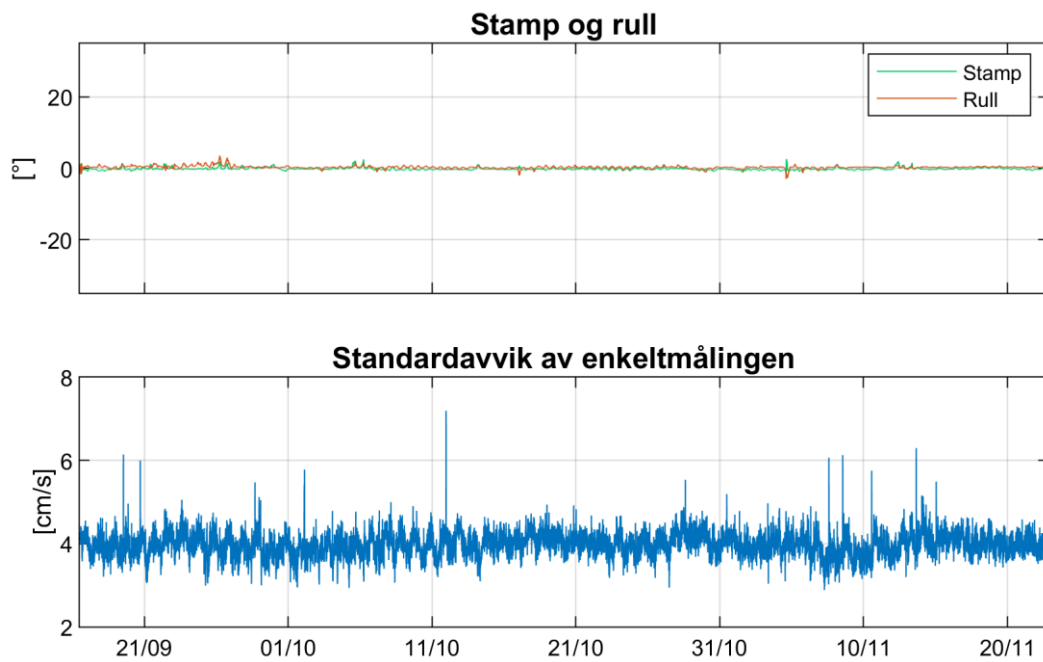
Figur 19: Kvalitetssikring Seaguard ved 52 m etter datarensing i perioden 13.08.2021 – 16.09.2021.



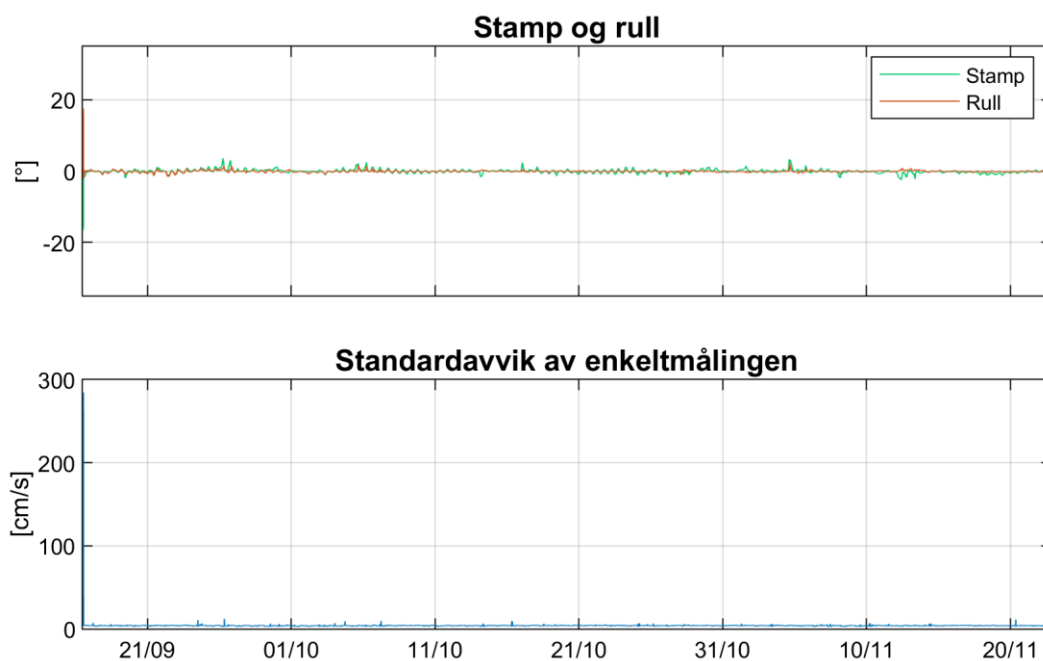
Figur 20: Kvalitetssikring Seaguard ved 64 m etter datarensing i perioden 13.08.2021 – 16.09.2021.



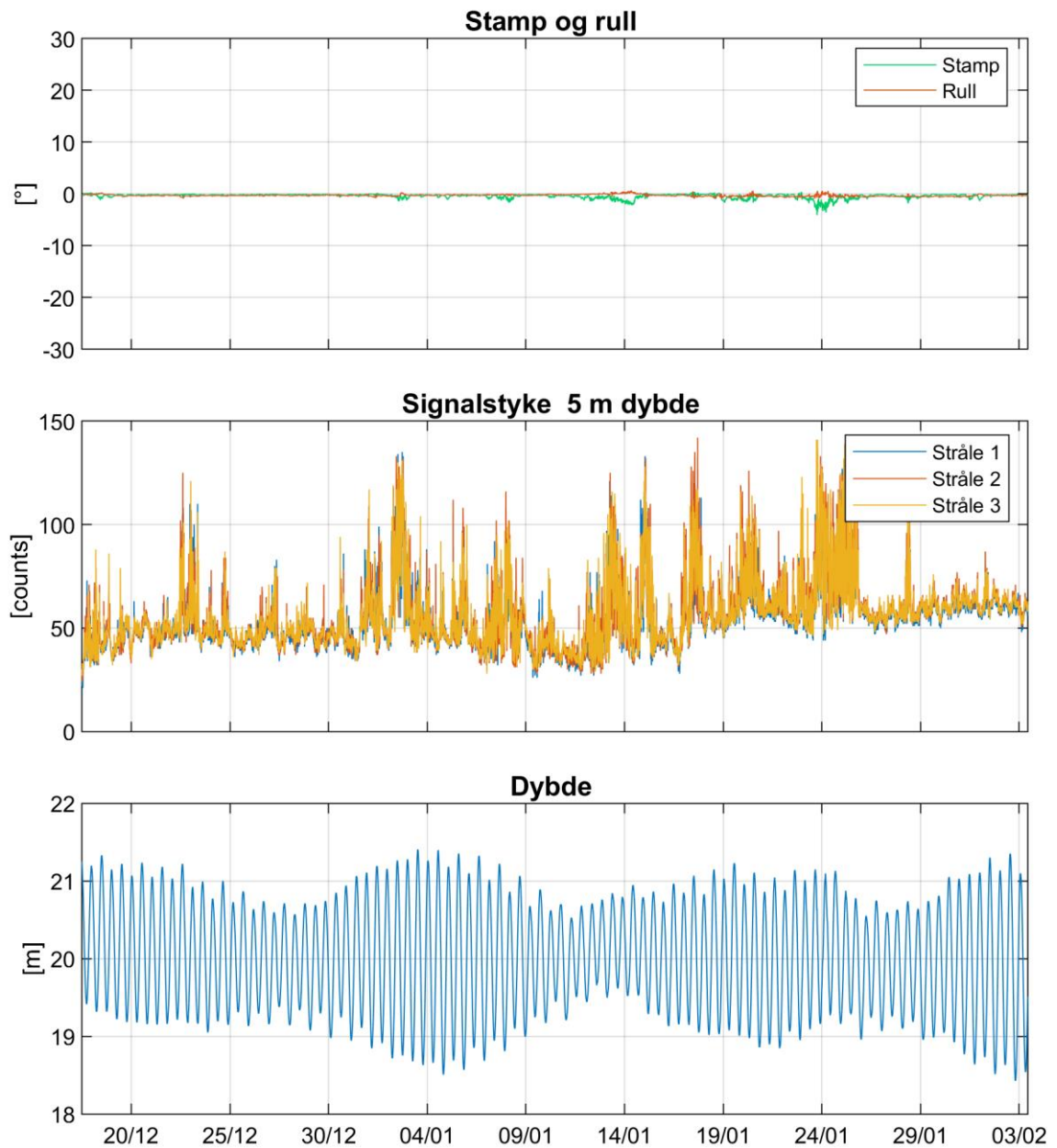
Figur 21: Kvalitetssikring Seaguard II etter datarensing i perioden 16.09.2021 – 20.10.2021.



Figur 22: Kvalitetssikring Seaguard ved 52 m etter datarensing i perioden 16.09.2021 – 22.11.2021.



Figur 23: Kvalitetssikring Seaguard ved 66 m etter datarensing i perioden 16.09.2021 – 22.11.2021.



Figur 24: Kvalitetssikring Aquadopp Profiler ved 20 m etter datarensing i perioden 17.12.2021 – 03.02.2022.

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 strømmretningen har vært. Den beregnes ut ifra for eksempel et progressivt vektor-diagram og er definert som forholdet mellom lengden av den rette linjen mellom start- og slutt punkt og lengden av den totale banen. For Neumanns parameter under 0.7 er reststrømmen ikke representativ for store deler av strømmålingen i perioden. Neumanns parameter bør ses i sammenheng med vektormidlet strøm og gjennomsnittsstrømmen. Å bruke kun Neumanns parameter til å beskrive vannutskiftningen blir utilstrekkelig. Den har flere begrensninger. For eksempel blir den påvirket variasjoner i strømhastigheten og er avhengig av midlingstiden. På steder med sterk tidevannsstrøm kan Neumanns parameter være nært null uten at vannutskiftningen er redusert.
Progressiv vektordiagram	Et progressiv vektordiagram viser hvordan en tenkt vannpartikkel på en gitt dybde ville forflytte seg i måleperioden der startpunktet er i midten av diagrammet. Dette er kun en visualisering. I virkeligheten forlater vannpartikkelen målestedet og instrumentet måler forskjellige vannpartikler over hele perioden. Diagrammet gir imidlertid et inntrykk av hvor effektiv vannutskiftningen er. Dersom vannet hele tiden føres bort fra startstedet tyder det på at vannutskiftningen er bra. Dersom vannmassene driver fram og tilbake, kan utskiftningen være redusert.
Reststrøm	Reststrømmen er den vektorielle differansen mellom den målte strømmen og tidevannsanalysen. Vektoriell i denne sammenheng betyr at hvis det er målt 10 cm/s strøm mot nord og tidevannet på samme tid ville gitt en 5 cm/s strøm mot sør, så vil reststrømmen være 15 cm/s mot nord.
Tidevann	Tidevannet er en følge av tiltrekningskreftene mellom jord, måne og sol og de relative bevegelsene i jord-måne-solsystemet (Kartverket, 2014). Det finnes tidevannskomponenter med forskjellige perioder, som f.eks. halvdaglige (fra månen (M2) 12.42 timer og fra solen (S2) 12 timer), daglige (prinsipiell daglig månekomponent (O1) 25.82 timer) og komponenter med lengre perioder (spring -nippsyklus (MSF) 14.77 dager). Det er lokale forhold som avgjør hvilke komponenter som dominerer. Tidevannsanalysen forutsetter stasjonære forhold og uavhengige komponenter og har naturlige begrensninger på grunn av andre faktorer som påvirker strømmen og kan føre til ikke-stasjonære forhold (f.eks. vind, lufttrykk, elveavrenning). Tidevannsstrømmen som oscillerer fram og tilbake vil alltid ha 0 cm/s som vektormiddel.
Vannstand	Høyden av vannflaten på et bestemt sted på et gitt tidspunkt. For havet påvirkes vannstanden av tidevann og værrets virkning (vind, lufttrykk, med mer).
Vannutskiftning	Vannutskiftningen er definert som vannfluksen, som er mengden av vann som transporteres gjennom en kvadratmeters flate i løpet av måleperioden. Dette beregnes som strømhastighet ganger tiden den varer og oppgis i m^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	6	14	10	6	6	9	9	7	10
15	5	10	8	5	5	9	10	6	8
49	4	6	7	4	4	7	6	5	6
66	4	4	3	3	4	6	4	5	4
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
5	14	30	21	12	14	19	18	14	22
15	11	21	16	10	13	21	20	14	19
49	9	14	15	9	9	16	14	10	14
66	9	7	7	8	8	12	11	13	10
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
5	24	47	41	24	28	29	28	26	47
15	24	29	25	16	25	30	30	25	30
49	13	26	25	22	15	25	24	16	26
66	15	15	12	13	14	19	17	21	21
Dybde	Relativ vannutskiftning [%]								
5	5	38	19	4	4	12	13	6	100
15	4	23	18	4	5	14	26	7	100
49	4	9	26	7	5	20	22	6	100
66	16	9	6	8	12	33	7	9	100
Dybde	Antall målinger [%]								
5	7	26	19	6	6	12	14	8	100
15	6	19	18	7	7	13	21	8	100
49	5	10	21	10	8	18	21	8	100
66	16	11	8	10	14	25	8	8	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	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.5
1-5 cm/s	2.8	3.6	3.6	2.8	2.7	2.8	3.3	3.1	24.6
5-10 cm/s	3.2	6.7	7.2	2.8	2.5	4.4	5.8	3.3	35.8
10-20 cm/s	1.2	10.7	6.8	0.7	1.0	4.3	4.5	1.5	30.7
20-30 cm/s	0.0	4.1	1.0	0.0	0.0	0.4	0.3	0.1	6.0
30-40 cm/s		0.9	0.1						1.0
40-50 cm/s		0.4	0.0						0.4
Sum	7.5	26.5	18.8	6.5	6.4	12.1	14.2	8.0	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	1.3	16.1	7.8	0.7	1.1	4.7	4.9	1.5	38.1
>20 cm/s	0.0	5.4	1.1	0.0	0.0	0.4	0.3	0.1	7.4
>30 cm/s		1.3	0.1						1.4
>40 cm/s		0.4	0.0						0.4

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	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	2.1
1-5 cm/s	2.8	4.1	4.4	3.7	3.5	3.9	4.5	3.4	30.2
5-10 cm/s	2.0	6.5	7.9	2.6	2.4	4.6	7.1	3.3	36.4
10-20 cm/s	0.5	7.1	5.4	0.4	0.7	3.8	8.4	1.6	27.9
20-30 cm/s	0.0	1.3	0.2		0.0	0.8	1.1	0.0	3.4
30-40 cm/s						0.0	0.0		0.0
Sum	5.7	19.2	18.1	6.9	7.0	13.3	21.3	8.5	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	0.5	8.4	5.5	0.4	0.8	4.6	9.5	1.6	31.4
>20 cm/s	0.0	1.3	0.2		0.0	0.8	1.1	0.0	3.5
>30 cm/s						0.0	0.0		0.0

Tabell 15: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 49 m dybde.

Strømhastighet	Strømrretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	2.8
1-5 cm/s	3.4	5.0	6.8	5.9	5.0	6.9	8.2	4.7	46.1
5-10 cm/s	1.3	3.4	9.1	3.0	2.1	7.3	9.5	2.5	38.1
10-20 cm/s	0.2	1.1	4.5	0.3	0.2	3.2	2.5	0.5	12.4
20-30 cm/s		0.1	0.2	0.0		0.1	0.2		0.6
Sum	5.1	10.0	21.0	9.7	7.6	17.9	20.7	8.0	100.0

Tabell 16: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 49 m dybde.

Strømhastighet	Strømrretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.2	1.2	4.7	0.4	0.2	3.3	2.7	0.5	13.0
>20 cm/s		0.1	0.2	0.0		0.1	0.2		0.6

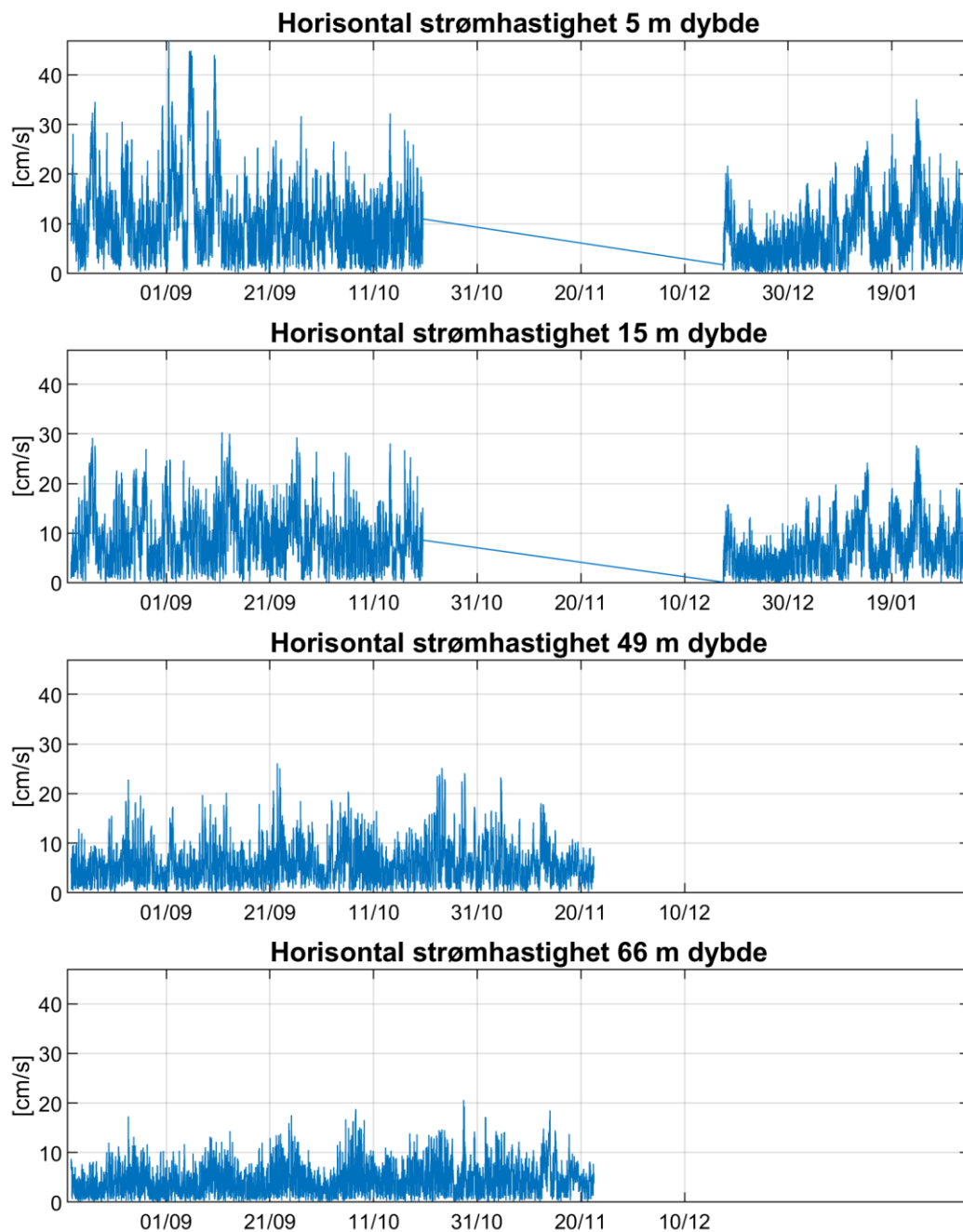
Tabell 17: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 66 m dybde.

Strømhastighet	Strømrretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.8	0.8	0.9	0.6	0.8	0.8	0.6	0.6	5.8
1-5 cm/s	9.4	8.4	5.8	7.2	9.4	10.1	4.6	4.4	59.3
5-10 cm/s	5.8	2.1	1.3	1.9	3.4	11.7	1.7	1.8	29.8
10-20 cm/s	0.4	0.1	0.1	0.1	0.2	2.6	0.6	1.0	5.1
20-30 cm/s								0.0	0.0
Sum	16.4	11.5	8.1	9.8	13.8	25.1	7.5	7.8	100.0

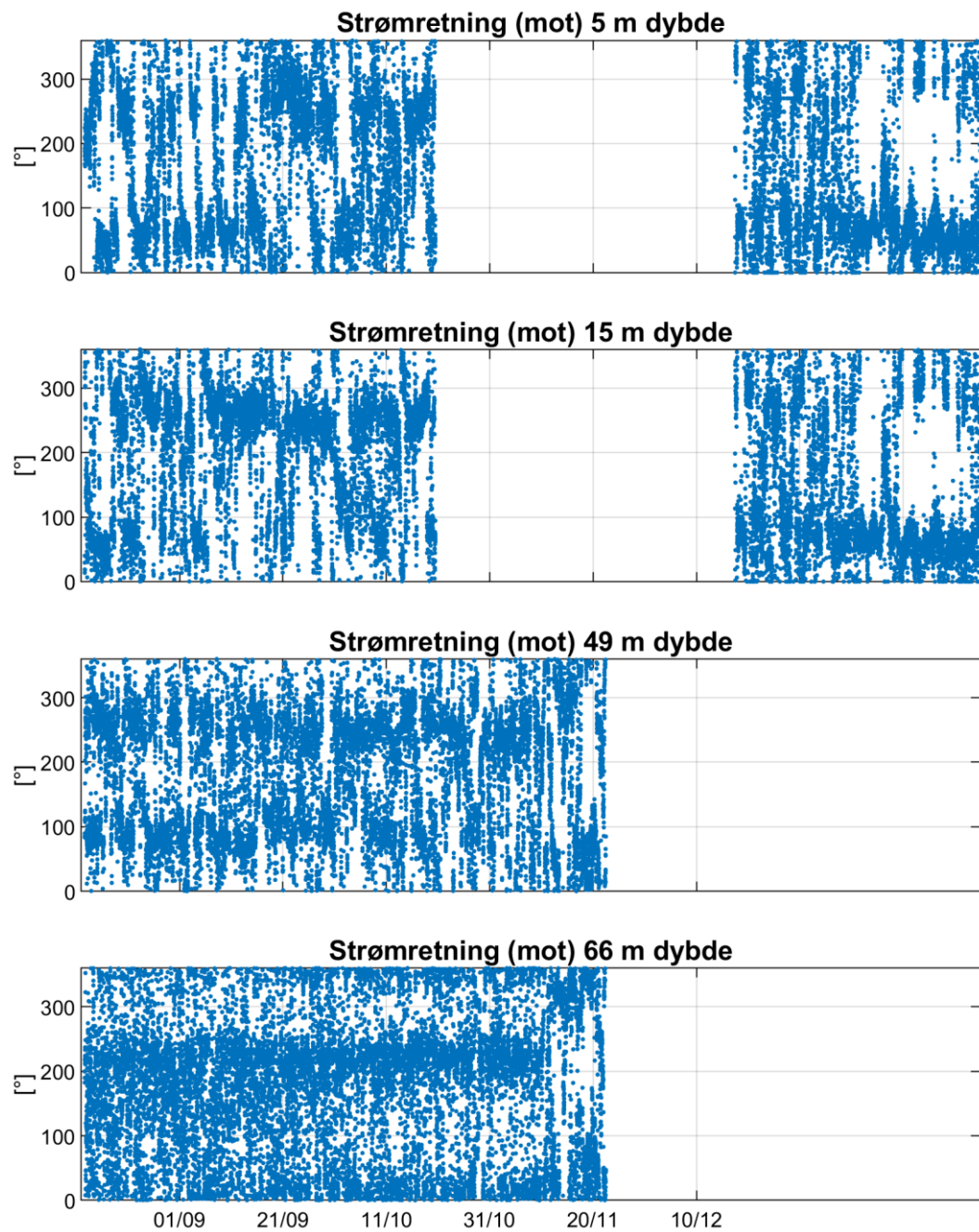
Tabell 18: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 66 m dybde.

Strømhastighet	Strømrretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.4	0.1	0.1	0.1	0.2	2.6	0.6	1.1	5.1
>20 cm/s								0.0	0.0

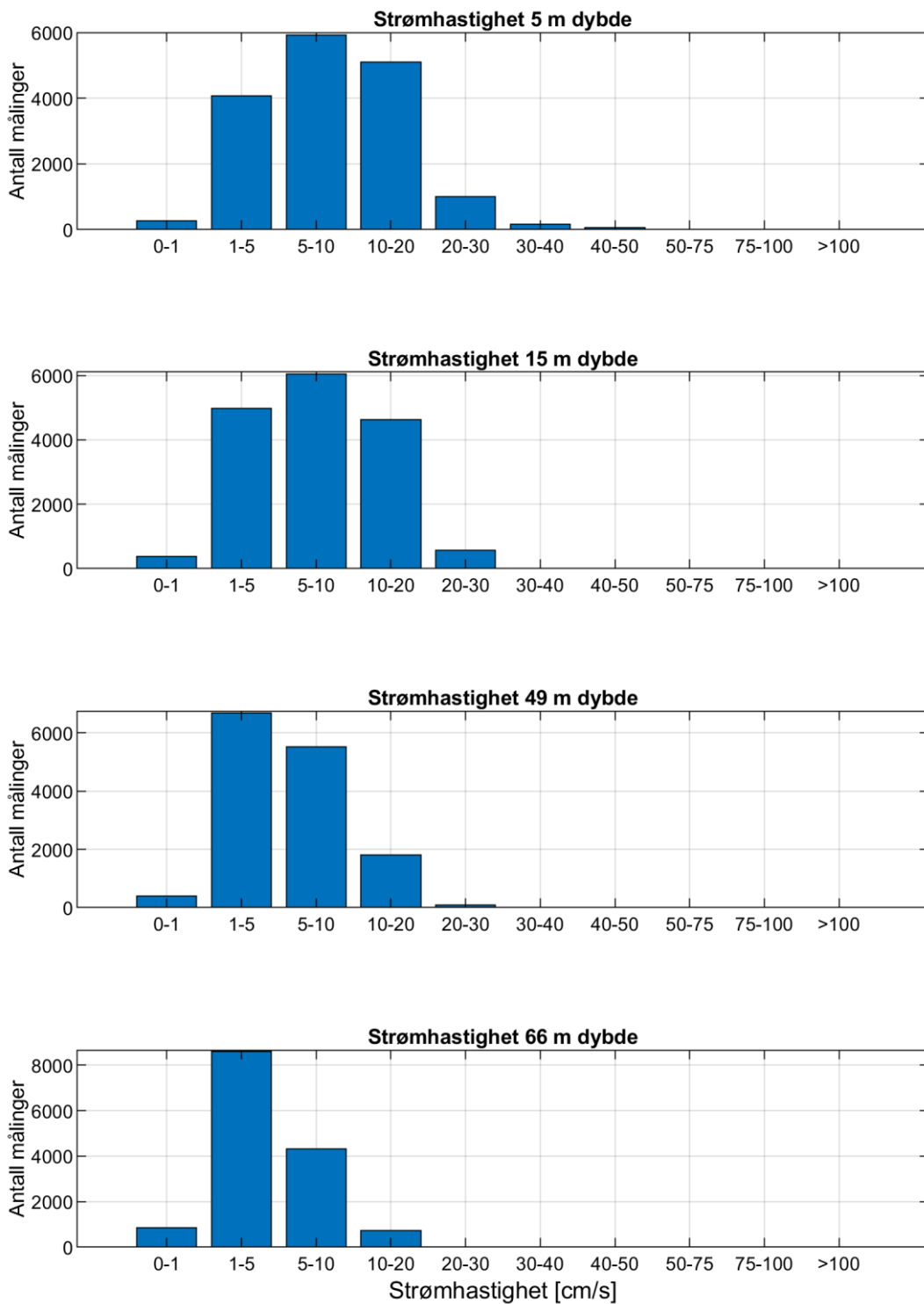
Appendiks D Tidsserier og fordelinger



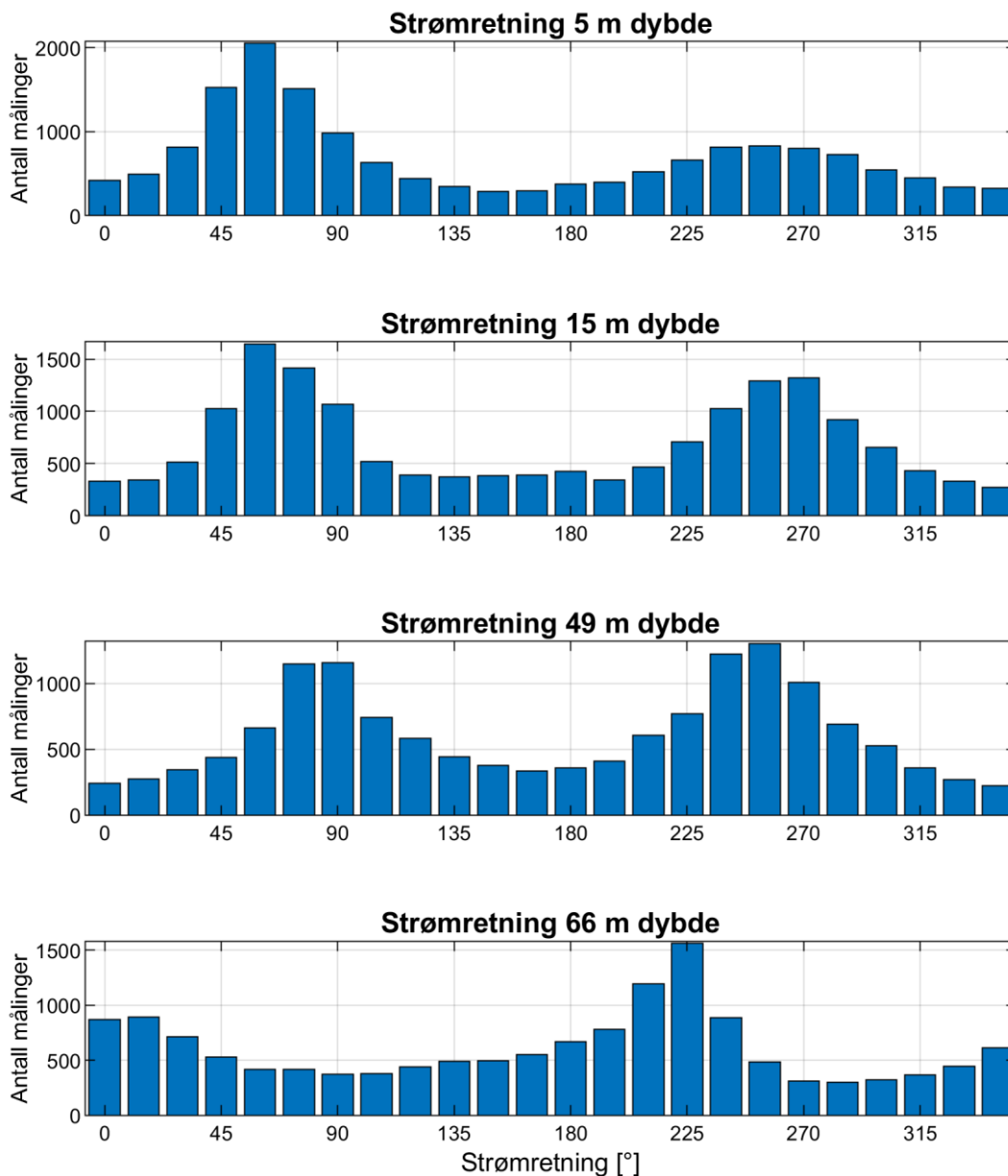
Figur 25: Tidsserier av horisontal strømshastighet.



Figur 26: Tidsserier av horisontal strømretning.



Figur 27: Histogram av horisontal strømhastighet.



Figur 28: Histogram av horisontal strømretning.

Appendiks E Fjernet data

Seaguard II data, perioden 13.08.2021 - 16.09.2021:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Støygulvet er satt til -60

Seaguard 1 data, perioden 13.08.2021 - 16.09.2021:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Seaguard 2 data, perioden 13.08.2021 - 16.09.2021:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Fjernet punkter utenfor intervallet 13-Aug-2021 16:20:00 - 16-Sep-2021 10:09:59 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene.

Seaguard II data, perioden 16.09.2021 - 20.10.2021:

Antall NaN (hull) i intervallet: 6

Støygulvet er satt til -60

Seaguard 1 data, perioden 16.09.2021 - 22.11.2021:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Seaguard 2 data, perioden 16.09.2021 - 22.11.2021:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Outliers:

Fjernet 1 punkter:16-Sep-2021 13:15:06

Fjernet punkter utenfor intervallet 16-Sep-2021 11:30:00 - 22-Nov-2021 20:15:00 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene.

AquadoppProfiler 1 data, perioden 17.12.2021 - 03.02.2022:

Fjernet 1 punkter på grunn av Pressure utenfor [17.60, 22.09]:

03-Feb-2022 10:30:00

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Dataene overflaterefereres basert på alle målte instrumentdybder.

Støygulvet er til instrumentet er satt til 12 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.

Grensen for topper i signalstyrken er satt til 20 counts.

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

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

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

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

1 celler fjernet pga overflatestøy/lav signalstyrke/refleksjoner:

19.0 dyp

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 19: Instrumentspesifikasjonene.

	Seaguard II	Seaguard	Aquadopp Profiler
Horisontal nøyaktighet	0.3 cm/s or ± 1.5 % of readings	± 0.15 cm/s, $\pm 1\%$	± 0.5 cm/s, $\pm 1\%$
Nøyaktighet retning		$\pm 5^{\circ}$ - 7.5°	$\pm 2^{\circ}$

Appendiks G Kalibrering Seaguard RCM 730

Tabell 20: Test og spesifikasjoner.

Produkt	Dato
Seaguard RCM SW	23.02.2018
Main Assembly Seaguard 9340	23.02.2018
DCS 4420	23.02.2018
Conductivity Sensor 4319A	31.08.2015
Oxygen optode 4835	25.03.2011

Tabell 21: Kalibrering.

Produkt	Dato
Conductivity Sensor 4319A SN573	31.08.2015
Oxygen optode 4835	23.03.2011
O2 Sensing Foil PSt3	23.08.2010
DCS 4420	23.02.2018

Appendiks H Kalibrering Seaguard RCM 1583

Tabell 22: Test og spesifikasjoner.

Produkt	Dato
Seaguard RCM SW	17.02.2016
Main Assembly Seaguard 9340	27.01.2016
DCS 4520	12.04.2016
Pressure Sensor 4117B	07.04.2016

Tabell 23: Kalibrering.

Produkt	Dato
Pressure Sensor 4117B	08.04.2016

Appendiks I Kalibrering Aquadopp Profiler AQD 13696

Tabell 24: Test og spesifikasjoner.

	Dato	Utført av
Service/test	16.11.2017	Nortek
Funksjonstest	17.12.2021	Multiconsult
Tilt	17.12.2021	Multiconsult
Temperatur	17.12.2021	Multiconsult
Kompass	17.12.2021	Multiconsult
Ping sjekk	17.12.2021	Multiconsult

Tabell 25: Kalibrering.

	Dato	Utført av
Kompasskalibrering	17.12.2021	Multiconsult
Støygulv (måling i luft)	03.02.2022	Multiconsult

Del 2:

RAPPORT

Strømmåling Vorterøya og Follesøy, Skjervøy kommune

OPPDRAGSGIVER

Lerøy Aurora

EMNE

Strømmåling Follesøy SØ

DATO / REVISJON: 25.02.2022 / 0

DOKUMENTKODE: 10225632-01-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 Vorterøya og Follesøy, Skjervøy kommune	DOKUMENTKODE	10225632-01-RIMT-RAP-002
EMNE	Strømmåling Follesøy SØ	TILGJENGELIGHET	Konfidensiell
OPPDRAGSGIVER	Lerøy Aurora	OPPDRAGSLEDER	Juliane Borge
KONTAKTPERSON	Jan Arild Kiil	UTARBEIDET AV	Jan Potac
KOORDINATER	69°54.750'N 20°35.823'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

INNHold

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Follesøy, Skjervøy kommune, i perioden 13.08.2021 – 22.11.2021. Det ble målt strøm i to punkter, som er omtalt som «SØ» (Sørøst) og «NV» (Nordvest). Denne rapporten gir resultatene av spredning- og bunnstrøm for Follesøy SØ. Resultatene for Follesøy NV er gitt i rapport 10225632-01-RIMT-RAP-001.

Et sammendrag er gitt i kapittel 1.

00	25.02.2022	Strømanalyse	MARTIA/JB	Jan Potac	MARTIA	Juliane Borge
REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag	5
2	Metodebeskrivelse	7
3	Resultater	9
3.1	Strømdata	9
3.2	Vantransport.....	11
3.3	Tidevannsanalyse og vannstand	12
4	Referanser	14
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring.....	15
Appendiks B	Terminologi	18
Appendiks C	Operasjonell strøm og sektorvis statistikk	19
Appendiks D	Tidsserier og fordelinger	21
Appendiks E	Fjernet data	23
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner.....	23
Appendiks G	Kalibrering Seaguard RCM 2215.....	23
Appendiks H	Kalibrering Seaguard RCM 2136.....	23

1 Sammendrag

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Follesøy, Skjervøy kommune, i perioden 13.08.2021 – 22.11.2021. Det ble målt strøm i to punkter, som er omtalt som «SØ» (Sørøst) og «NV» (Nordvest). Denne rapporten gir resultatene av spredning- og bunnstrøm for Follesøy SØ. Resultatene for Follesøy NV er gitt i rapport 10225632-01-RIMT-RAP-001.

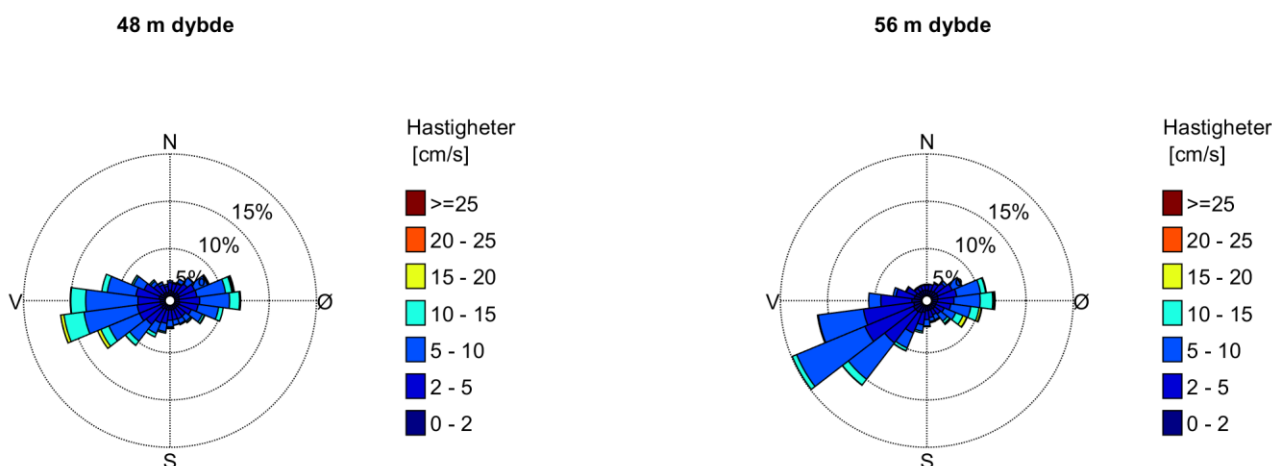
Nøkkeltall fra målingene er gitt i Tabell 1.

Målingene viser at spredningsstrømmen ved Follesøy SØ varierer mellom vest og øst, og ved bunn varierer strømmen mellom sørvest og øst (Figur 1). Strømmens hovedretning er mot vest. Maksimalstrømmen i målepunktet ble målt til 29 cm/s mot 86° ved 56 m dybde og 28 cm/s mot 177° ved 48 m dybde. Gjennomsnittsstrømmen var 6 cm/s ved 48 m. Gjennomsnittstrøm ved bunn var målt til 5 cm/s.

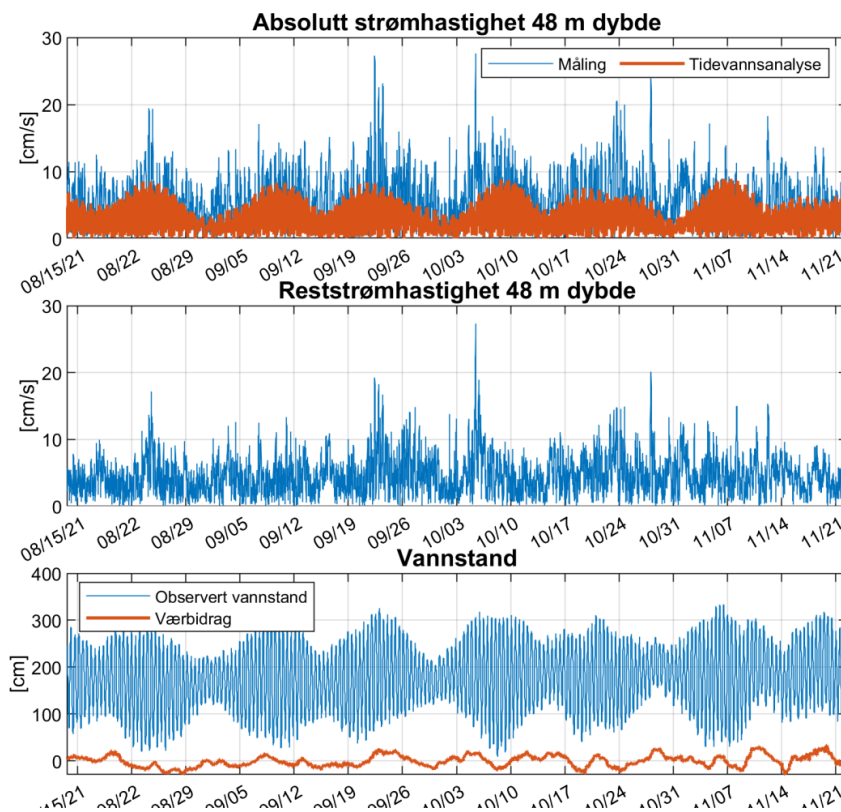
Tidevann: Tidevannsanalysen av strømmålingene (se Figur 2 og Figur 3) viser at tidevannet forklarer 38 % av variansen i datasettene ved både spredningsdyb og bunn. Dette indikerer at strømmen er betydelig tidevannspreget.

Tabell 1: Nøkkeltall fra strømmålingene ved lokalitet Follesøy SØ.

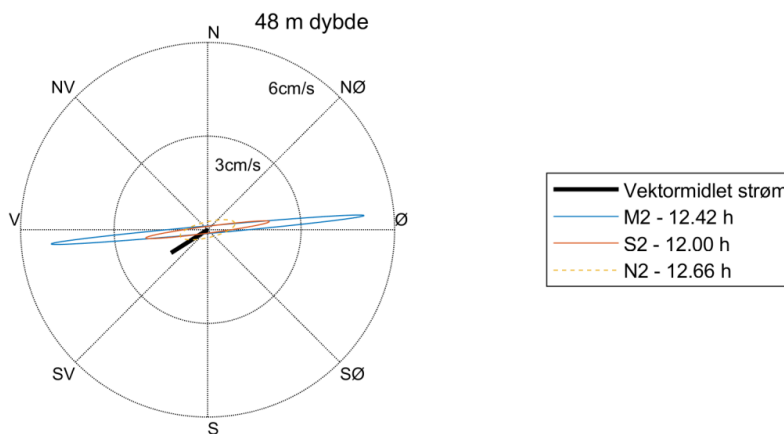
Dybde	48 m dybde	56 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	6	5
Median [cm/s]	5	4
Standardavvik [cm/s]	3	3
Maksimumstrøm [cm/s]	28	29
Retning maksimumstrøm [°]	177	86
95 prosentil [cm/s]	12	11
Andel målinger > 30 cm/s [%]	0.0	0.0
Andel målinger < 1 cm/s [%]	3.0	5.1
Lengste periode < 1 cm/s [min]	60	100



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



Figur 2: Horizontal strømhastighet, 48 m dybde, med tidevannsanalyse og vannstand (fra sehavniva.no, basert på data fra Tromsø, tidsforskjell: -40, høydekorreksjonsfaktor: 1.02)



Figur 3: Tidevannsellipsene av strømmen ved 48 m dybde. M2, S2 og N2 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert.

2 Metodebeskrivelse

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Follesøy, Skjervøy kommune, i perioden 13.08.2021 – 22.11.2021 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse og veileder for søknad om lokalitet. Det ble målt i to punkter, som er omtalt som «SØ» (Sørøst) og «NV» (Nordvest). Denne rapporten gir resultatene av spredning- og bunnstrøm for Follesøy SØ. Resultatene for Follesøy NV er gitt i rapport 10225632-01-RIMT-RAP-001.

Formålet med strømmålingen er å kvantifisere spredningsstrøm og bunnstrøm.

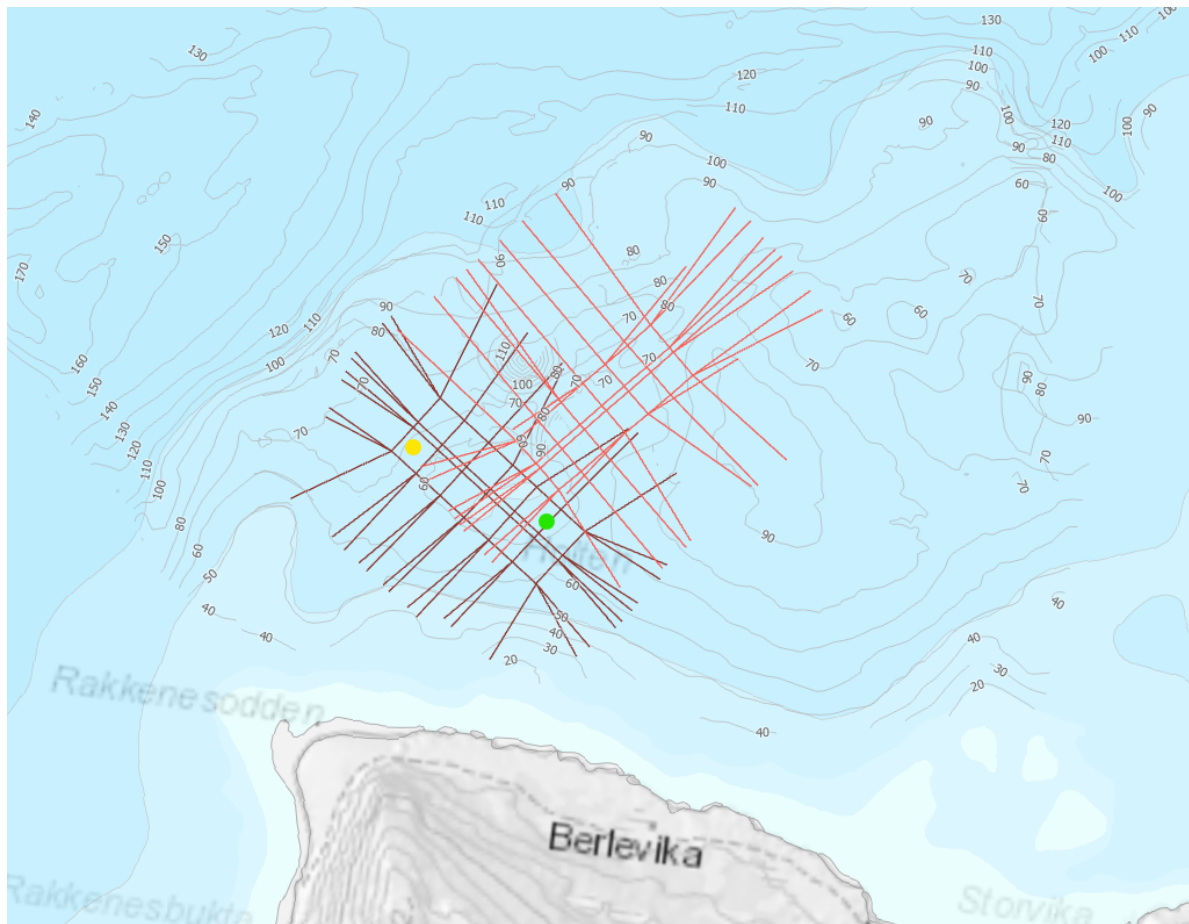
Tabell 2 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen.

- **Plassering av måler:** Figur 4 viser hvor måleriggen var plassert. Det ligger ett oppdrettsanlegg på lokaliteten (se anlegget markert i rødt i Figur 4), som i måleperioden ikke var i drift og kun hadde installert 3 tomme ringer. Det forventes derfor ingen påvirkning av det eksisterende anlegget på målingene. Det er foreslått å flytte oppdrettsanlegget til ny posisjon, vist i Figur 4 i brun farge. Plasseringen av målingen er valgt for å kartlegge bunnstrøm og spredningsstrøm i sørøstlige deler av det foreslåtte anlegget. I tillegg er det tatt hensyn til at strømgriggen ikke skulle komme i kontakt med anleggsfortøyningen av det eksisterende anlegget.
- **Måledybder:** Det ble satt 2 doppler punktmålere ved 48 m og 56 m dyp. Målet er å kartlegge bunnstrøm og spredningsstrøm.
- **Målingsutstyr:** Måleren ble forankret fra bunn og opp. Beskrivelse av riggen og instrumentet er gitt i Appendiks A.
- **Kvalitetsvurdering av målte data:** Datasettet ble kvalitetssikret i henhold til anbefalingene fra instrumentenes produsent. En nærmere beskrivelse av denne prosessen finnes i Appendiks A.
- **Målingens varighet:** Det ble målt i 100 dager.

Ved søknad om ny lokalitet/utvidelse av eksisterende lokalitet kreves beskrivelse av vannutskiftningsstrøm, spredningsstrøm og bunnstrøm basert på strømmålinger med varighet på minst 4 uker (Fiskeridirektoratet, 2008), samt dokumentasjon av nullmålinger og vannutskiftning (Mattilsynet, 2006).

Tabell 2: Generell informasjon om strømmålingen utført ved Follesøy SØ.

Posisjon	69°54.750 N 20°35.823 Ø
Ca. dybde på målestedet	56 m
Måleperiode	13-Aug-2021 16:09:59 til 22-Nov-2021 11:01:35 (UTC)
Varighet	100 dager
Antall målinger	14494
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigeret for misvisning)
Målertype - 48 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 2215), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 48 m dybde	Burst (måling i 1 minutt), 150 ping
Målertype - 56 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 2136), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 56 m dybde	Burst (måling i 1 minutt), 150 ping
Frekvens	Hvert 10. minutt



Figur 4: Lokaltet Follesøy. Målepunktene Follesøy SØ og NV er merket med henholdsvis grønt og gult punkt. Det eksisterende anlegget er markert med røde linjer. Foreslått ny plassering av anlegget er markert med brune linjer.

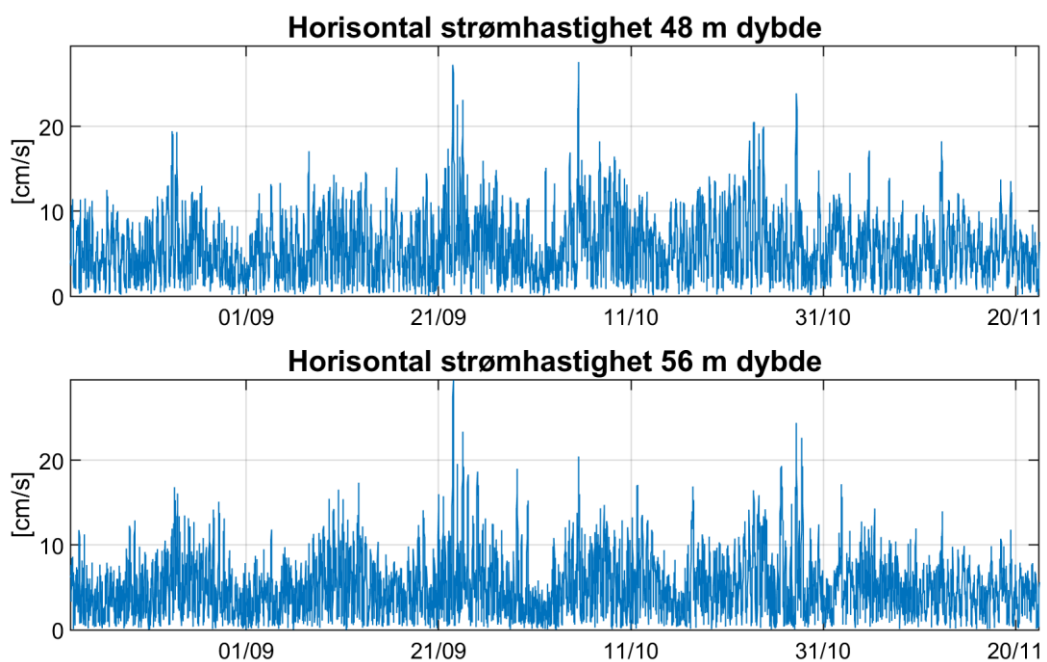
3 Resultater

3.1 Strømdata

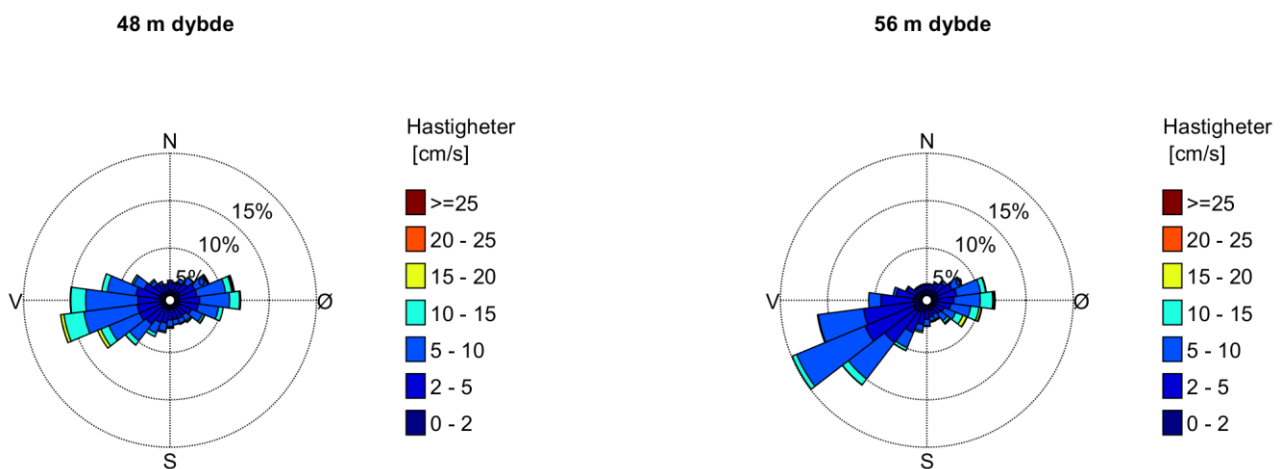
Tidsserien av målt strøm, samt strømrosen for 48 m og 56 m er gitt i Figur 5 og Figur 6. Figur 7 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 3. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighetsretningsmatrise og fordelinger er gitt i Appendiks C og Appendiks D.

Gjennomsnittsstrømmen ved Follesøy SØ er målt til 6 cm/s og 5 cm/s ved henholdsvis 48 m og 56 m dybde, mens maksimalstrømmen er målt til 28 cm/s og 29 cm/s.

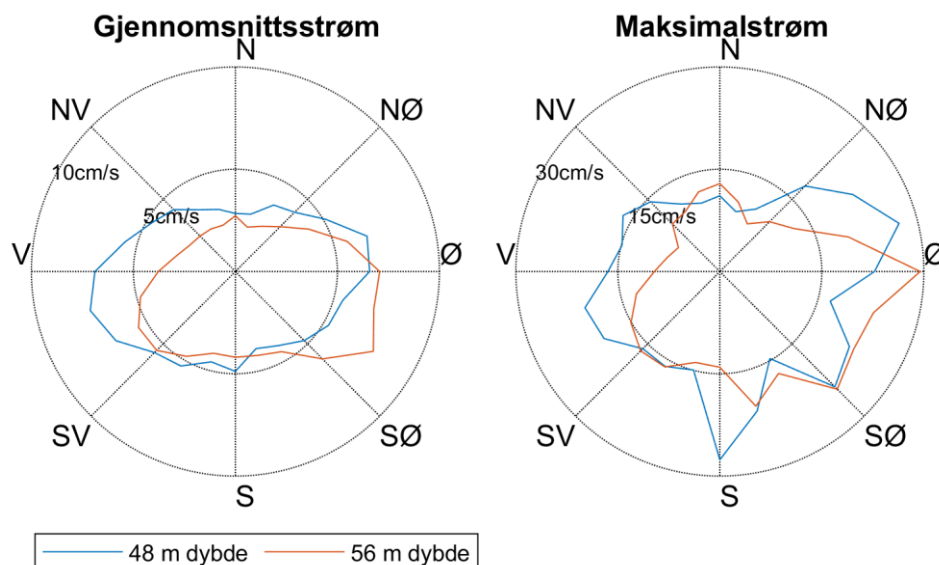
Målingene viser at strømmen ved 48 m dybde ved Follesøy SØ varierer mellom vest og øst, mens bunnstrømmen ved 56 m varierer mellom sørvest og øst. Strømmens hovedretning er mot vest.



Figur 5: Tidsserier av horisontal strømhastighet.



Figur 6: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge.



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

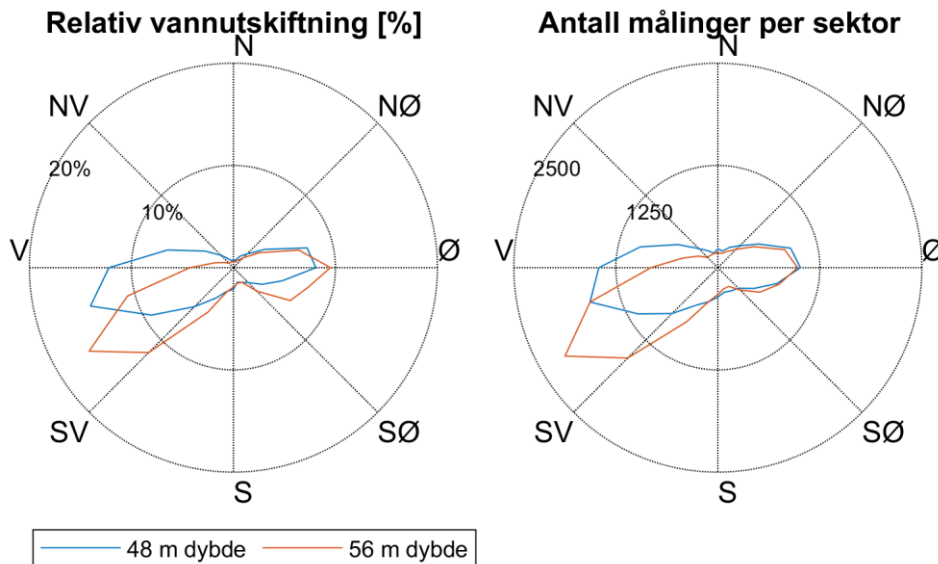
Tabell 3: Statistikk fra strømmålingene ved Follesøy SØ.

Dybde	48 m dybde	56 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	6	5
Median [cm/s]	5	4
Standardavvik [cm/s]	3	3
Maksimumstrøm [cm/s]	28	29
Retning maksimumstrøm [°]	177	86
95 prosentil [cm/s]	12	11
Andel målinger >30 cm/s [%]	0.0	0.0
Vannutskifting/Vanntransport		
Neumanns parameter	0.25	0.31
Vektormidlet strøm [cm/s]	1	2
Vektormidlet strømrretning [°]	238	194
Nullmålinger		
Andel målinger < 1cm/s [%]	3	5.1
Lengste periode < 1cm/s [min]	60	100

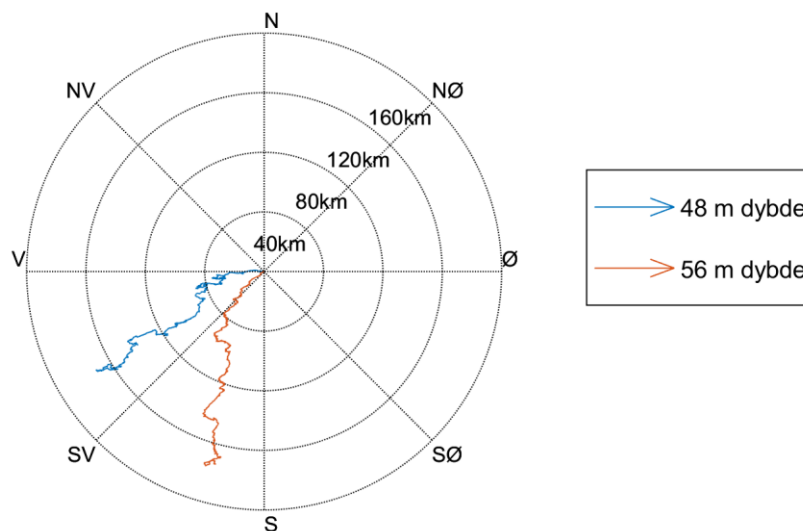
3.2 Vanntransport

Relativ vannutskiftning, samt antall målinger per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 8. Et progressiv vektor-diagram er vist i Figur 9. For forklaring av vannutskiftning og progressiv vektor-diagram se Appendiks B.

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



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



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

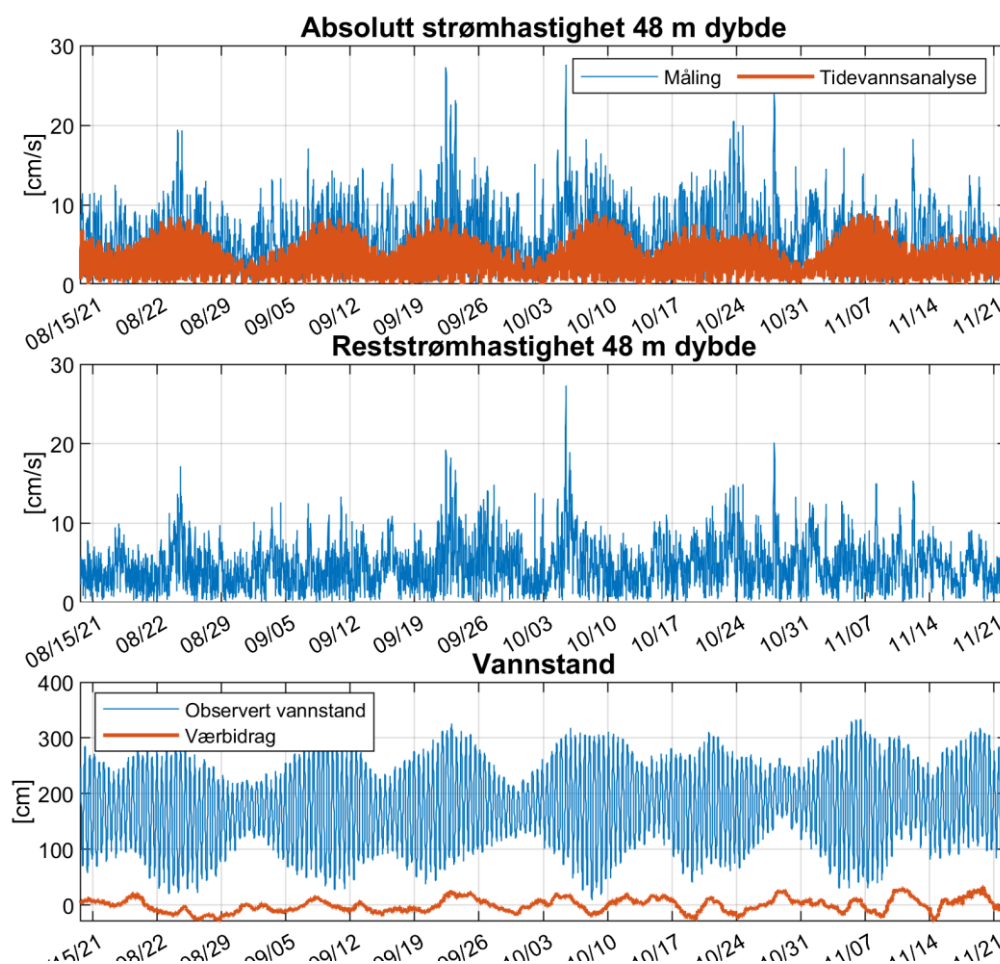
3.3 Tidevannsanalyse og vannstand

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 10 og Figur 11.

Figur 10 viser tidsserien av strømmen ved 48 m dybde med beregnet tidevann fra tidevannsanalysen, reststrøm og vannstand fra sehavniva.no.

Tidevannsanalysen av strømmålingene viser at tidevannet forklarer 38 % av variansen i datasettet ved både spredningsdyp og bunn. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 48 m dybde er 9 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 8 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 27 cm/s.

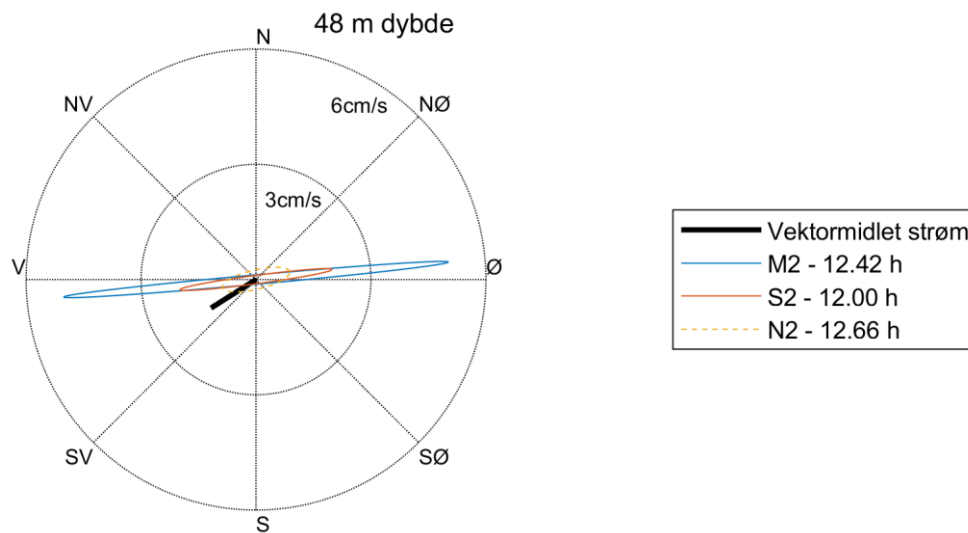


Figur 10: Horizontal strømhastighet, 48 m dybde, med tidevannsanalyse og vannstand (fra sehavniva.no, basert på data fra Tromsø, tidsforskjell: -40, høydekorreksjonsfaktor: 1.02)

Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømrretningen roterer og strømhastigheten når maksimumsverdien og minimumsverdien to ganger i løpet av tidevannsperioden. Figur 11 viser tidevansselliipse for de sterkeste tidevannskomponentene til strømmen ved 48 m dybde. Hovedperiodene i tidevannssignalet ved 48 m dybde er 12.42 timer, 12.00 timer og 12.66 timer. Det er tidevannet fra månen M2 (to perioder per døgn) som er mest framtreddende, og figuren viser at tidevannsstrømmen oscillerer mellom vestlig og østlig retning.

Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 11. Den vektormidlete strømmen viser at vanntransporten er mot sørvest ved Follesøy SØ.

Resultatene indikerer at strømmen er betydelig tidevannspreget.



Figur 11: Tidevansellipsene av strømmen ved 48 m dybde. M2, S2 og N2 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert.

4 Referanser

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.

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

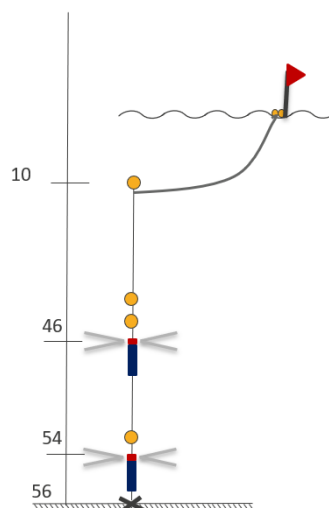
Kartverket, 2014 (sehavnivå.no): Kartverkets ressursnettsted om havnivå og vannstand.

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".

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med 2 akustiske doppler punktmålere av type Seaguard (Aanderaa, 2007).

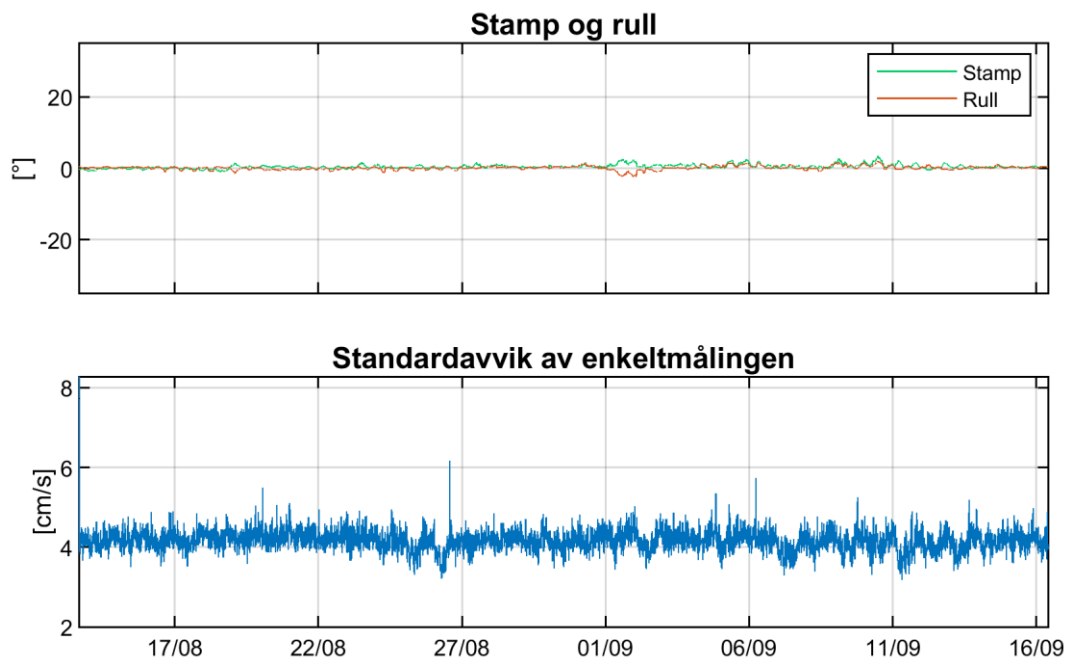
Målingene er basert på dopplereffekten. Instrumentet sender ut en akustisk puls (et kort lydsignal) med en bestemt frekvens og måler frekvensen av innkommende refleksjoner. Refleksjonen er forårsaket av små partikler eller bobler i vannet. Ut fra frekvensskiftet kan man beregne hastigheten av partiklene i vannet, som er antatt å være lik strømhastigheten. Seaguard har strålene orientert horisontalt og måler i instrumentdyp. Målerne ble forankret som vist i Figur 12.



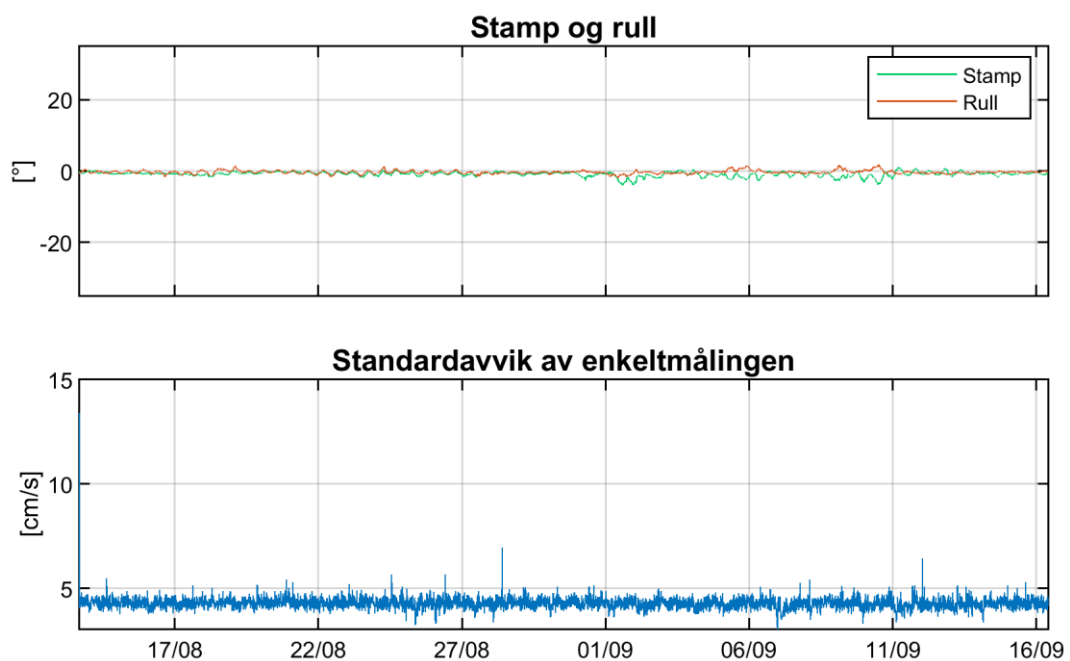
Figur 12: Skisse av riggen ved Follesøy SØ.

Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Generelt er anbefalingene for Seaguard RCM at stamp og rull skal være mindre enn 35° og standardavvik av enkeltmålingen ca. 4 cm/s. Det har ikke vært tilfeller hvor målingene har vært utenfor grenseverdier.

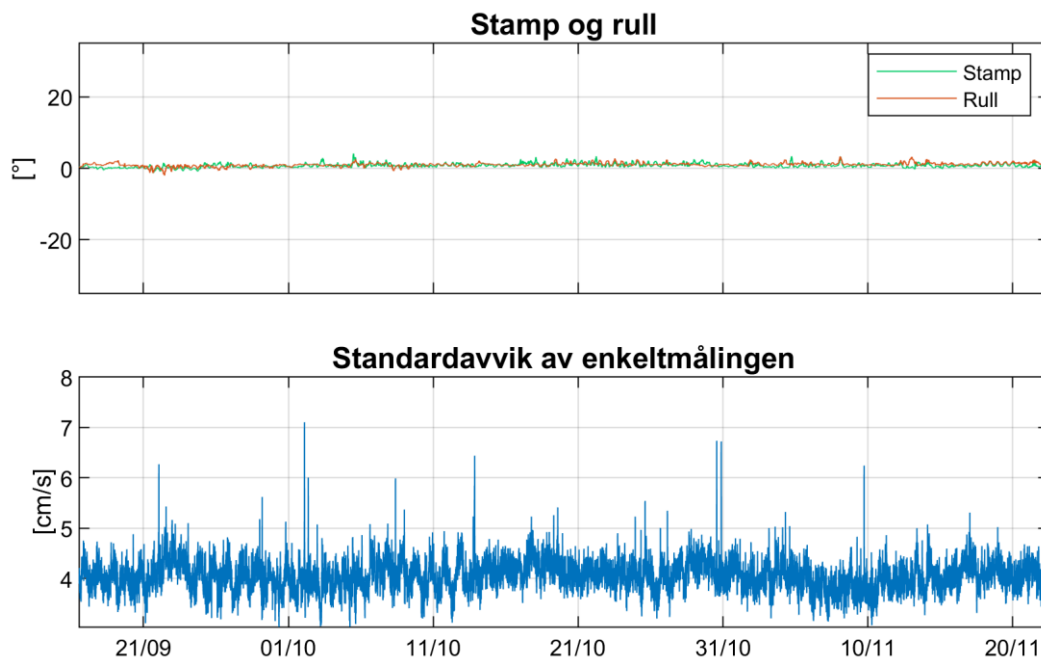
Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, må vurderes nøye. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i Appendiks E. Strømretningen er ikke korrigert for misvisning og alle retninger er referert mot magnetisk nord. Der instrumentprodusenten anbefaler det, er deviasjon tatt hensyn til gjennom kalibrering av kompasset før utsett. Figur 13 til Figur 16 viser noen av parameterne etter datarensing.



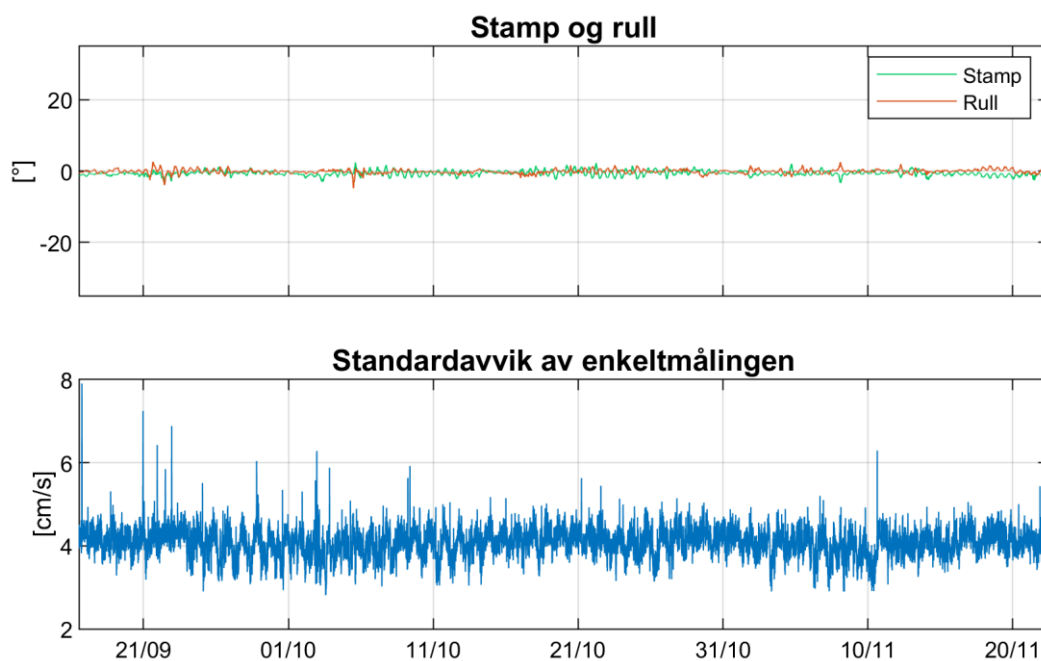
Figur 13: Kvalitetssikring Seaguard ved 48 m etter datarensing. i perioden 13.08.2021 - 16.09.2021



Figur 14: Kvalitetssikring Seaguard ved 56 m etter datarensing i perioden 13.08.2021 – 16.09.2021.



Figur 15: Kvalitetssikring Seaguard ved 48 m etter datarensing i perioden 16.09.2021 – 22.11.2021.



Figur 16: Kvalitetssikring Seaguard ved 56 m etter datarensing i perioden 16.09.2021 – 22.11.2021.

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 måledata sortert etter størrelse. Median er mindre påvirket av enkelte ekstremverdier.
Middelverdi	Middelverdien er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger.
Neumanns parameter	Neumanns parameter er et mål for hvor stabil strømmretningen har vært. Den beregnes ut ifra for eksempel et progressivt vektor-diagram og er definert som forholdet mellom lengden av den rette linjen mellom start- og slutt punkt og lengden av den totale banen. For Neumanns parameter under 0.7 er reststrømmen ikke representativ for store deler av strømmålingen i perioden. Neumanns parameter bør ses i sammenheng med vektormidlet strøm og gjennomsnittsstrømmen. Å bruke kun Neumanns parameter til å beskrive vannutskiftningen blir utilstrekkelig. Den har flere begrensninger. For eksempel blir den påvirket variasjoner i strømhastigheten og er avhengig av midlingstiden. På steder med sterk tidevannsstrøm kan Neumanns parameter være nært null uten at vannutskiftningen er redusert.
Progressiv vektordiagram	Et progressiv vektordiagram viser hvordan en tenkt vannpartikkel på en gitt dybde ville forflytte seg i måleperioden der startpunktet er i midten av diagrammet. Dette er kun en visualisering. I virkeligheten forlater vannpartikkelen målestedet og instrumentet måler forskjellige vannpartikler over hele perioden. Diagrammet gir imidlertid et inntrykk av hvor effektiv vannutskiftningen er. Dersom vannet hele tiden føres bort fra startstedet tyder det på at vannutskiftningen er bra. Dersom vannmassene driver fram og tilbake, kan utskiftningen være redusert.
Reststrøm	Reststrømmen er den vektorielle differansen mellom den målte strømmen og tidevannsanalysen. Vektoriell i denne 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 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]								
48	3	4	6	5	4	6	7	4	6
56	2	3	7	7	4	5	4	2	5
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
48	6	10	12	11	10	13	13	10	12
56	6	8	14	16	10	10	8	6	11
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
48	11	23	27	24	28	20	21	16	28
56	13	13	29	24	20	16	13	10	29
Dybde	Relativ vannutskiftning [%]								
48	2	7	21	7	6	18	33	6	100
56	2	5	24	11	6	33	17	2	100
Dybde	Antall målinger [%]								
48	4	9	19	8	8	17	28	8	100
56	4	7	18	9	7	31	20	4	100

Tabell 6: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 48 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	3.0
1-5 cm/s	3.4	5.3	7.2	4.8	4.7	7.3	8.7	5.1	46.3
5-10 cm/s	0.5	2.6	8.4	2.5	2.1	6.9	14.3	1.9	39.3
10-20 cm/s	0.0	0.2	2.4	0.6	0.3	2.3	4.7	0.5	11.0
20-30 cm/s		0.0	0.2	0.0	0.1		0.0		0.3
Sum	4.3	8.6	18.5	8.2	7.6	16.9	28.0	7.8	100.0

Tabell 7: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 48 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.0	0.3	2.6	0.6	0.4	2.3	4.7	0.5	11.4
>20 cm/s		0.0	0.2	0.0	0.1		0.0		0.3

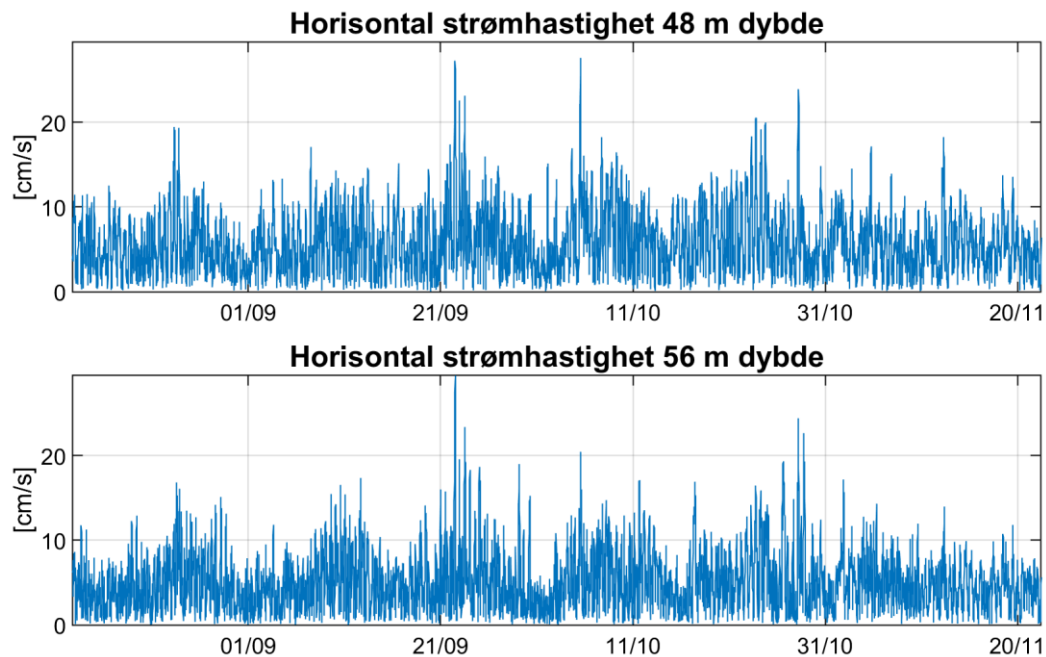
Tabell 8: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 56 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.8	0.6	5.1
1-5 cm/s	2.9	5.2	6.4	3.4	4.3	14.2	12.7	3.4	52.5
5-10 cm/s	0.2	1.4	7.5	2.8	1.8	14.4	6.4	0.3	34.7
10-20 cm/s	0.1	0.1	3.2	1.8	0.4	1.7	0.1	0.0	7.4
20-30 cm/s			0.2	0.1	0.0				0.3
Sum	3.7	7.3	18.0	8.6	7.1	31.0	19.9	4.4	100.0

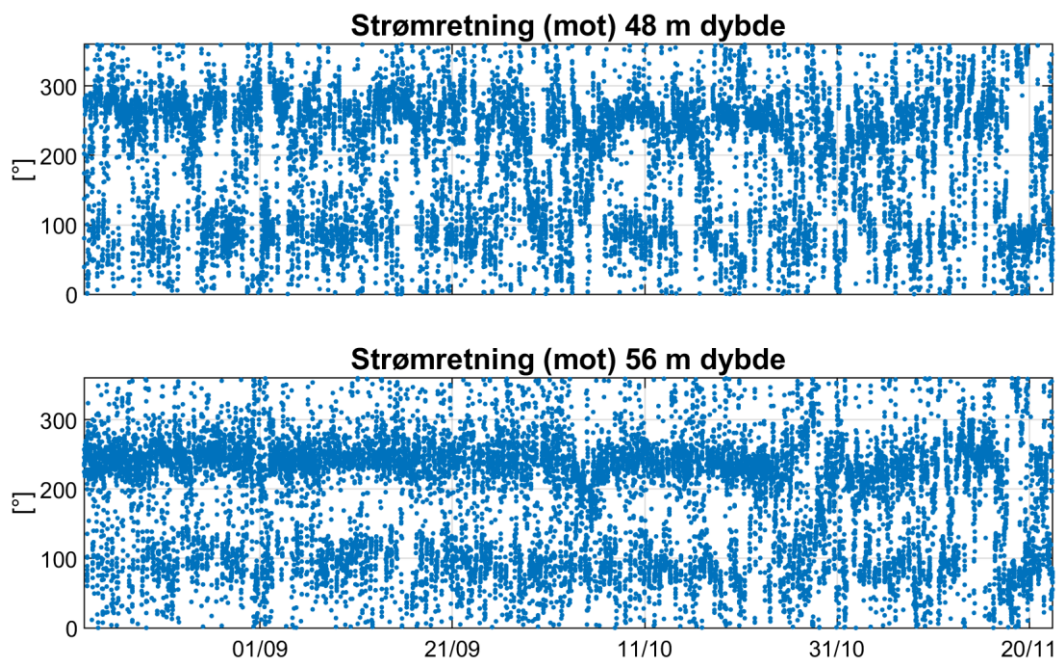
Tabell 9: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 56 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.1	0.1	3.4	1.9	0.4	1.7	0.1	0.0	7.7
>20 cm/s			0.2	0.1	0.0				0.3

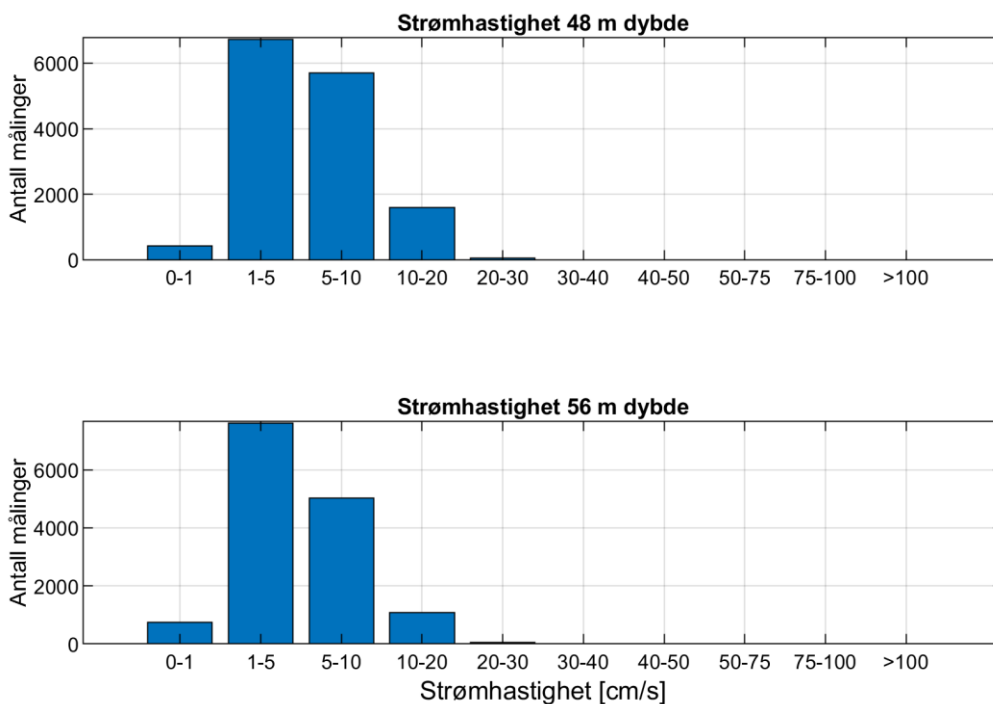
Appendiks D Tidsserier og fordelinger



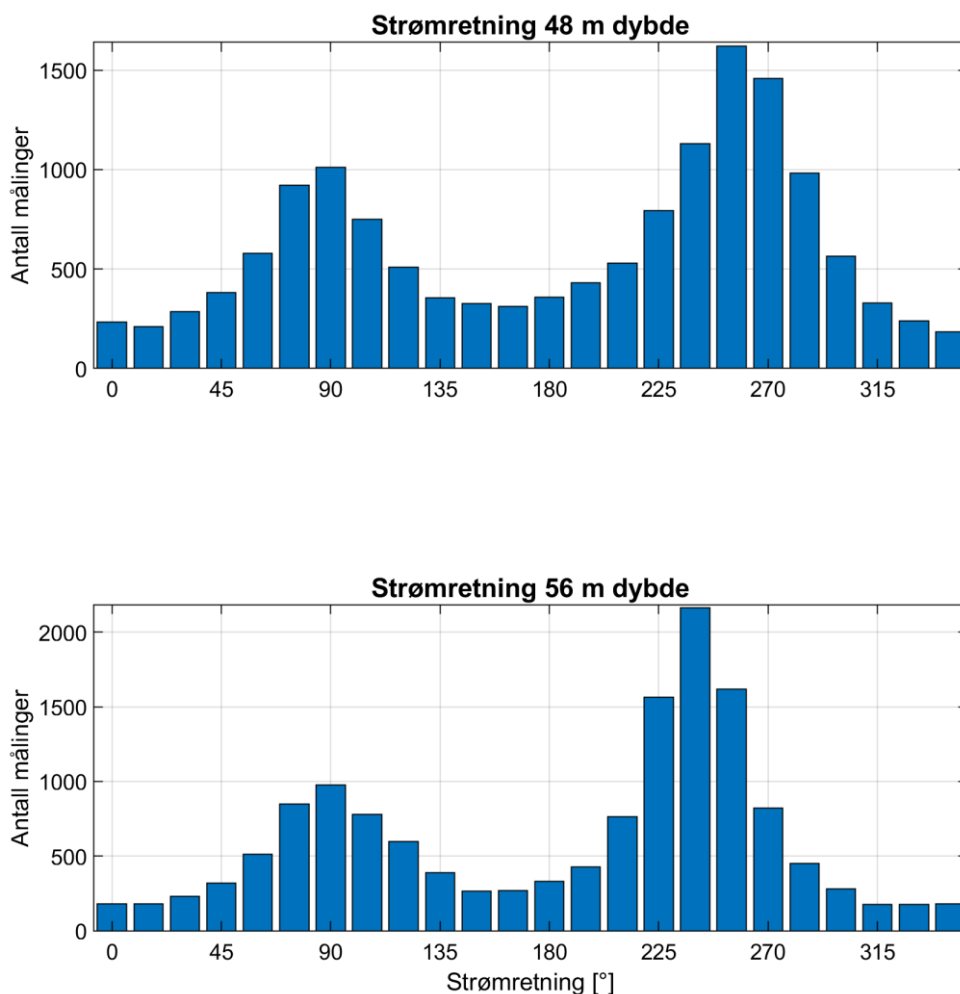
Figur 17: Tidsserier av horisontal strømhastighet.



Figur 18: Tidsserier av horisontal strømretning.



Figur 19: Histogram av horisontal strømhastighet.



Figur 20: Histogram av horisontal strømretning.

Appendiks E Fjernet data

Ingen data fjernet.

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 10: Instrumentspesifikasjonene.

	Seaguard
Horizontal nøyaktighet	± 0.15 cm/s, $\pm 1\%$
Enkeltping statistisk støy	± 0.3 cm/s
Nøyaktighet retning	$\pm 5^\circ$ - 7.5°

Appendiks G Kalibrering Seaguard RCM 2215

Tabell 11: Test og spesifikasjoner.

Produkt	Serie nr.	Dato
Main Assembly Seaguard	3060	23.01.2020
DCS	1120	23.01.2020
Pressure Sensor 4117B	1773	23.01.2020

Tabell 12: Kalibrering.

Produkt	Dato
DCS	17.01.2020
Pressure Sensor 4117B	17.01.2020

Appendiks H Kalibrering Seaguard RCM 2136

Tabell 13: Test og spesifikasjoner.

Produkt	Serie nr.	Dato
Main Assembly Seaguard	3132	23.01.2020
DCS	4420	23.01.2020
Pressure Sensor 4117B	1787	23.01.2020
Turbidity Sensor 4112A	16704	
Conductivity sensor	2017	

Tabell 14: Kalibrering.

Produkt	Dato
DCS	17.01.2020
Pressure Sensor 4117B	31.03.2020
Turbidity Sensor 4112A	06.03.2020
Conductivity sensor	20.04.2020