
RAPPORT

Strømmålinger

Meland Gjerdneset, Alver kommune

OPPDRAKSGIVER

Lerøy Vest AS

EMNE

Strømanalyse

DATO / REVISJON: 03.12.2021 / 0

DOKUMENTKODE: 10225083-01-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

OPPDRAK	Miljøundersøkelser	DOKUMENTKODE	10225083-01-RIMT-RAP-002
EMNE	Strømanalyse, Meland Gjerdeset, Alver kommune, 2021	TILGJENGELIGHET	Konfidensiell
OPPDRAKSGIVER	Lerøy Vest AS	OPPDRAKSLEDER	Håvard Falck
KONTAKTPERSON	Øyvind Ask	UTARBEIDET AV	Jan Potac
KOORDINATER	60°37.021'N 5°1.915'Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk

INNHold

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Meland Gjerdeset, Alver kommune, i perioden 07.10.2021 – 23.11.2021 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS9415 og veileder for søknad om lokalitet.

00	03.12.2021	Strømanalyse	HMF	Jan Potac	HMF	HMF
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	Vantransport	13
3.3	Dimensjonerende strømhastigheter	14
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	26
Appendiks C	Operasjonell strøm og sektorvis statistikk	27
Appendiks D	Tidsserier og fordelinger	30
Appendiks E	Fjernet data	34
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner	35
Appendiks G	Kalibrering Seaguard RCM 2202	35
Appendiks H	Kalibrering Seaguard RCM 2257	35
Appendiks I	Kalibrering Signature500 SIG101420	36

1 Sammendrag

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Meland Gjerdneset, Alver kommune, i perioden fra 07.10.2021 til 23.11.2021 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS9415 og veileder for søknad om lokalitet.

Nøkkeltall fra målingene er gitt i Tabell 1-1.

Målingene viser at strømmen ved Meland Gjerdneset varierer mellom øst og vest. Strømmens hovedretning er mot øst ved alle dyp. Ved 100 m og 150 m dybde varierer strømmen mer mellom øst og vest. Maksimalstrømmen for denne lokaliteten ble målt ved 5 m dybde og var 49 cm/s mot 64°.

Gjennomsnittsstrømmen ved Meland Gjerdneset er målt til 10 cm/s og 7 cm/s ved 5 m og 15 m dybde, mens maksimalstrømmen er målt til 49 cm/s og 38 cm/s. Ved 100 m og 150 m dybde ble gjennomsnittsstrømmen målt til 4 cm/s og 2 cm/s.

Resultatene viser at vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Meland Gjerdneset i måleperioden (Figur 1-2).

Resultatene til tidevannanalysen viser at tidevannsstrømmen spiller en viktig rolle ved Meland Gjerdneset (se Figur 1-3 og Figur 1-4).

På grunn av beliggenheten på Vestlandet må det forventes en påvirkning av utbrudd fra kyststrømmen på strømbildet. Dette kan imidlertid ikke kvantifiseres uten supplerende datasett.

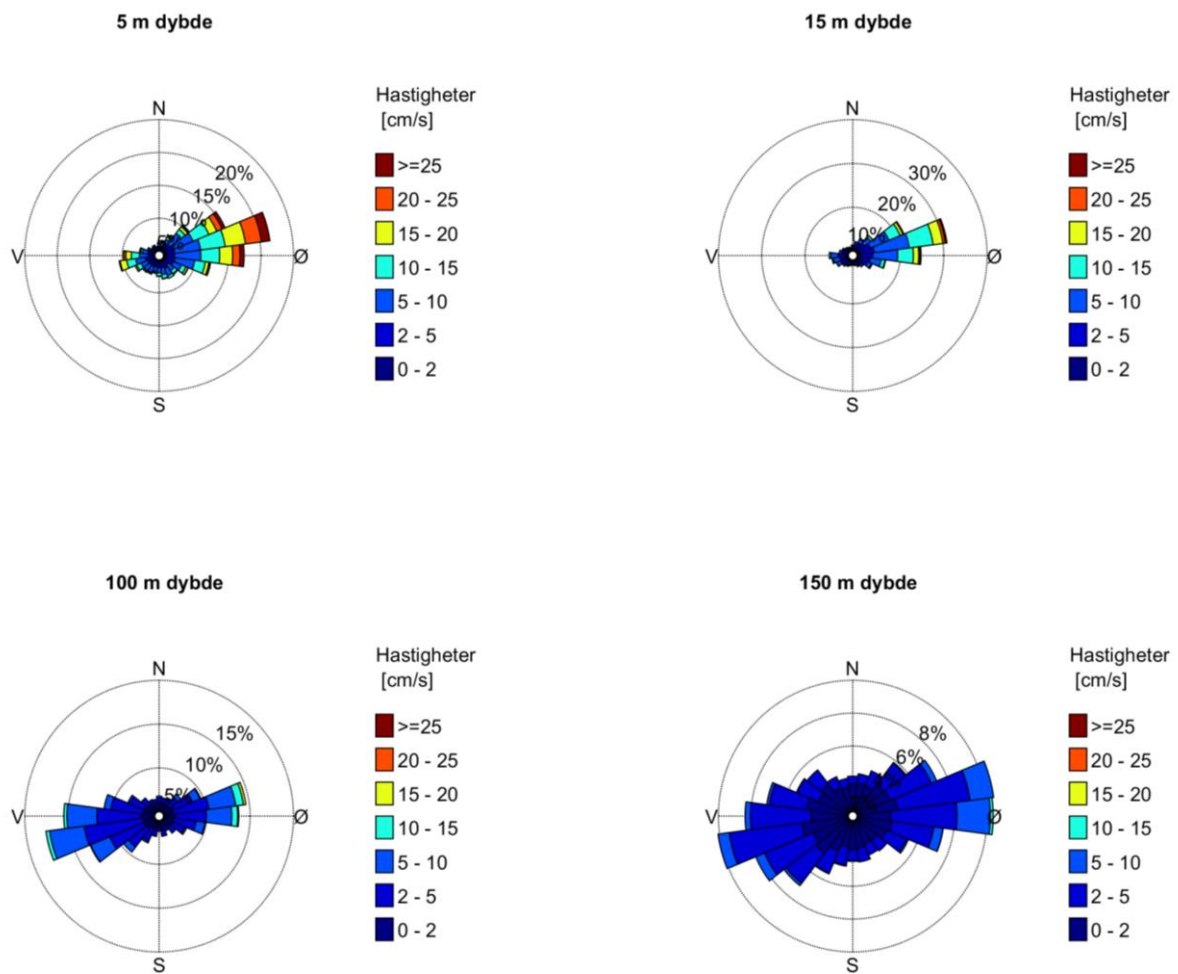
Området rund lokaliteten er ikke utsatt for tilførsel av ferskvann av betydning.

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

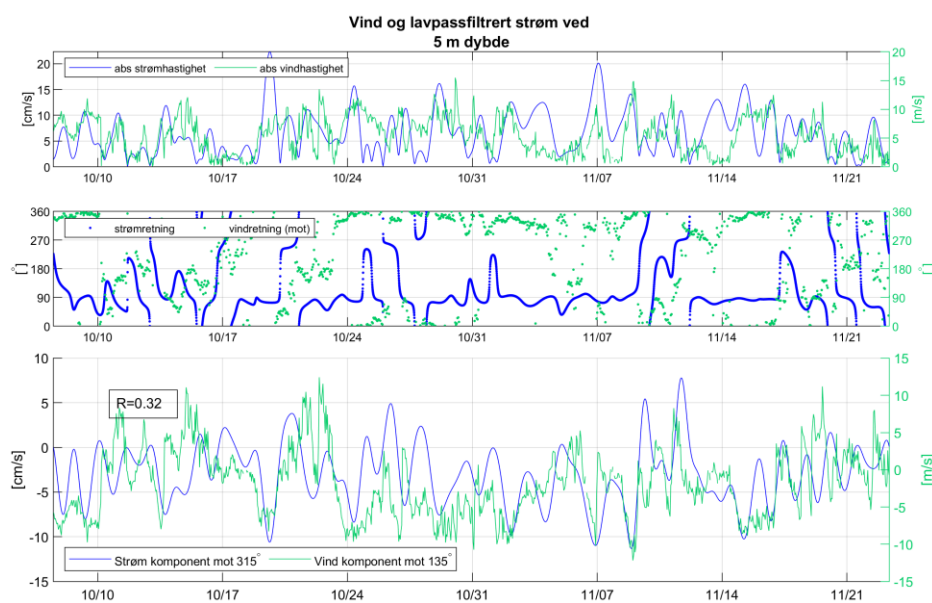
Tabell 1-2 viser maksimale strømhastigheter for åtte retningssektorer ved 5 m og 15 m dybde, samt strøm med 10-års og 50-års returperiode.

Tabell 1-1: Nøkkeltall fra strømmålingene ved lokalitet Meland Gjerdneset.

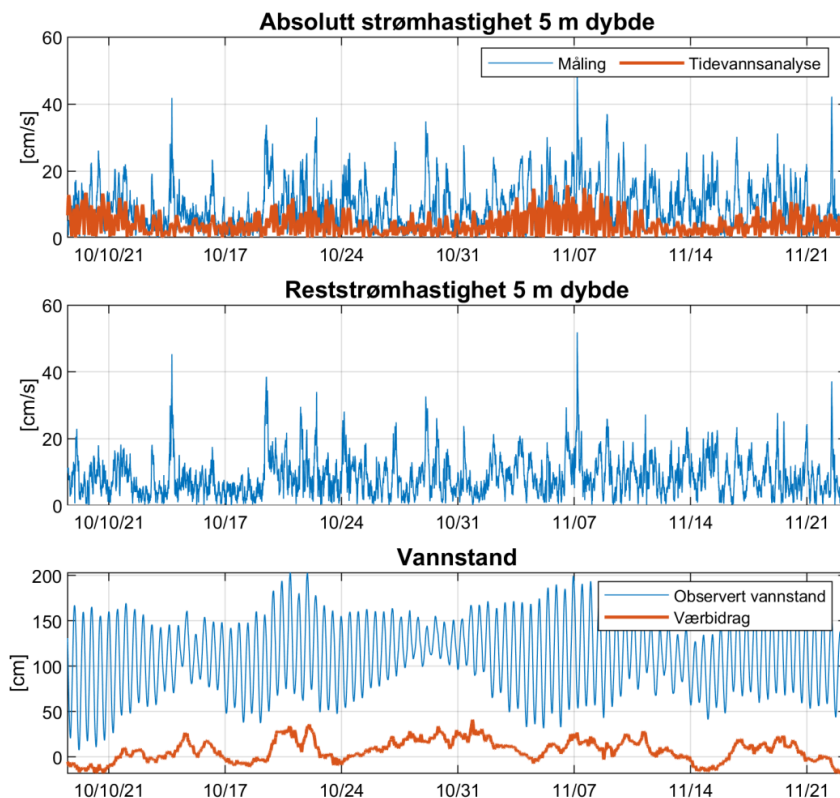
Dybde	5 m dybde	15 m dybde	100 m dybde	150 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	10	7	4	2
Median [cm/s]	8	6	3	2
Standardavvik [cm/s]	7	5	3	2
Maksimumstrøm [cm/s]	49	38	20	14
Retning maksimumstrøm [°]	64	87	76	96
95 prosentil [cm/s]	22	16	9	6
10 års returperiode (maksimal) [cm/s]	81	63		
50 års returperiode (maksimal) [cm/s]	91	70		
Andel målinger > 30 cm/s [%]	0.9	0.2	0.0	0.0
Andel målinger < 1 cm/s [%]	1.9	4.2	8.2	16.8
Lengste periode < 1 cm/s [min]	30	60	70	130



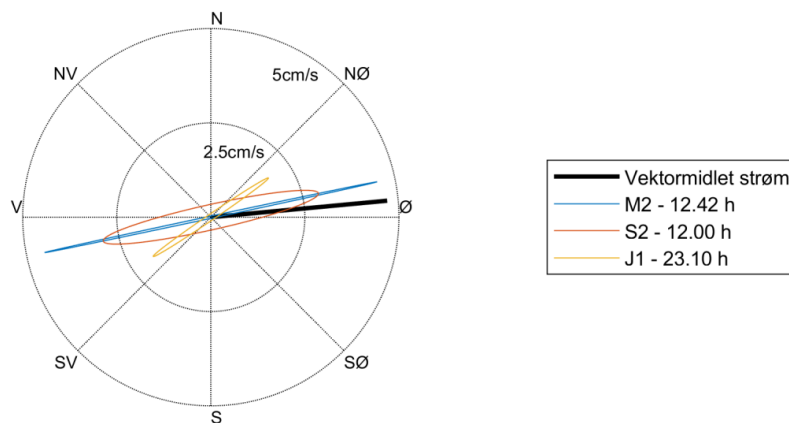
Figur 1-1: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge.



Figur 1-2: Vindretning og vindhastighet (grønn) samt retning og hastighet på lavpassfiltrert strøm (blå).



Figur 1-3: Horizontal strømshastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Bergen, tidsforskjell: -10, høydekorreksjonsfaktor: 1.00 (sehavnivå.no).



Figur 1-4: Tidevanssellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, S2 og J1 refererer til tidevannskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert.

Tabell 1-2: 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) [°]	22	64	73	121	189	243	260	294	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.19	0.49	0.40	0.28	0.18	0.20	0.27	0.18	0.49
	V_c 10-år [m/s]	0.31	0.81	0.66	0.46	0.30	0.33	0.45	0.29	0.81
	V_c 50-år [m/s]	0.35	0.91	0.75	0.52	0.33	0.38	0.50	0.33	0.91
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	21	67	87	119	180	224	260	302	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.17	0.34	0.38	0.18	0.10	0.14	0.13	0.11	0.38
	V_c 10-år [m/s]	0.29	0.55	0.63	0.30	0.17	0.22	0.22	0.17	0.63
	V_c 50-år [m/s]	0.32	0.62	0.70	0.33	0.19	0.25	0.24	0.20	0.70

2 Metodebeskrivelse

Strømmålinger ble utført ved lokalitet Meland Gjerdneset i perioden 07.10.2021 – 23.11.2021.

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

Tabell 2-1 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen.

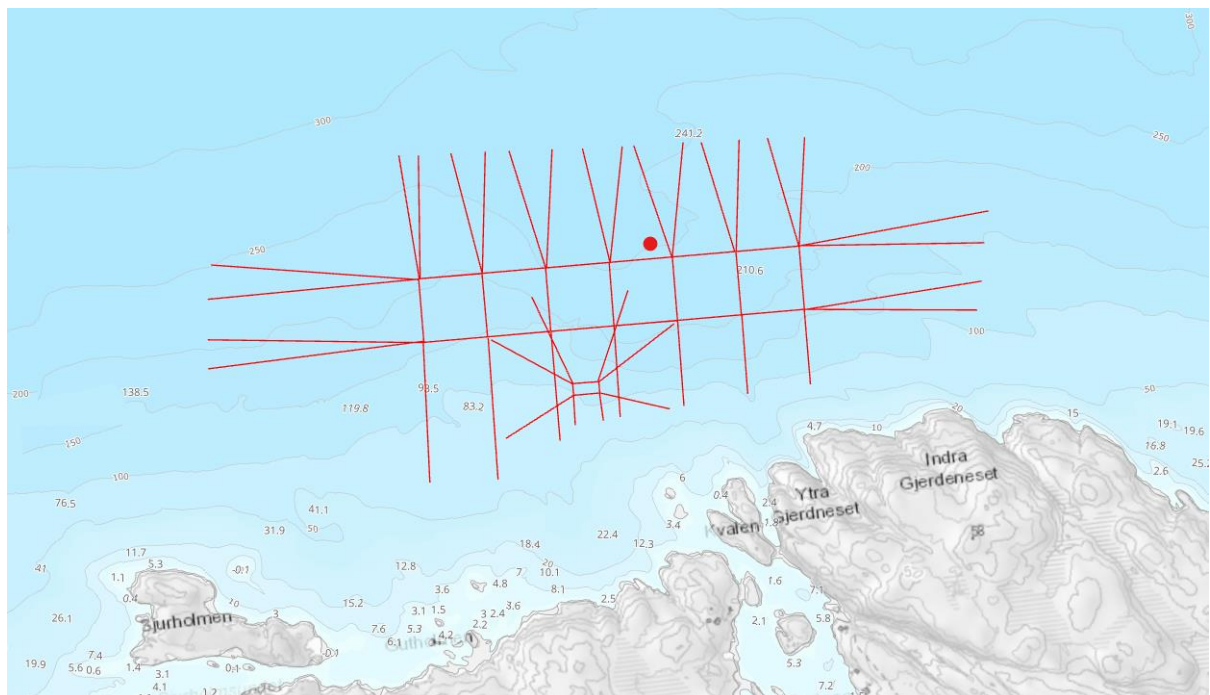
- **Plassering av måler:** Figur 2-1 viser hvor måleriggen var plassert. Plasseringen ble valgt for å oppfylle følgende kriterier:
 - Plasseringen anses som representativ for anlegget.
 - Basert på topografien forventes det ikke høyere strøm andre steder i lokaliteten.
- **Måledybder:** Det ble satt ut en doppler profilmåler ved 24 m dyp og 2 doppler punktmålere ved 100 m og 150 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 mer enn 46 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).

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 m og 15 m dybde under akkrediteringen. Analyser og beskrivelse av strømmen ved andre dybder er ikke underlagt myndighetskrav om akkreditering.

Tabell 2-1: Generell informasjon om strømmålingen utført ved Meland Gjerdneset.

Posisjon	60°37.021 N 5°1.915 Ø
Ca. dybde på målestedet	245 m
Måleperiode	07-Okt-2021 12:20:00 til 23-Nov-2021 08:50:00 (UTC)
Varighet	46 dager
Antall målinger	6748
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigert for misvisning)
Målertype - 24 m dybde	Doppler profilmåler (Signature500, Serienummer 101420), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 5 til 22 m dybde, cellestørrelse 1 m
Type måling - 24 m dybde	Måling i 600 sekunder, Broadband (Antall ping: 299)
Målertype - 100 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 2202), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 100 m dybde	Spread (måling i 1 minutt), 200 ping
Målertype - 150 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 2257), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 150 m dybde	Spread (måling i 1 minutt), 200 ping
Frekvens	Hvert 10. minutt

**Figur 2-1:** Lokalitet Meland Gjerdneset. Målepunktet er merket med rødt punkt. Anleggets plassering og bunnfester er skissert.

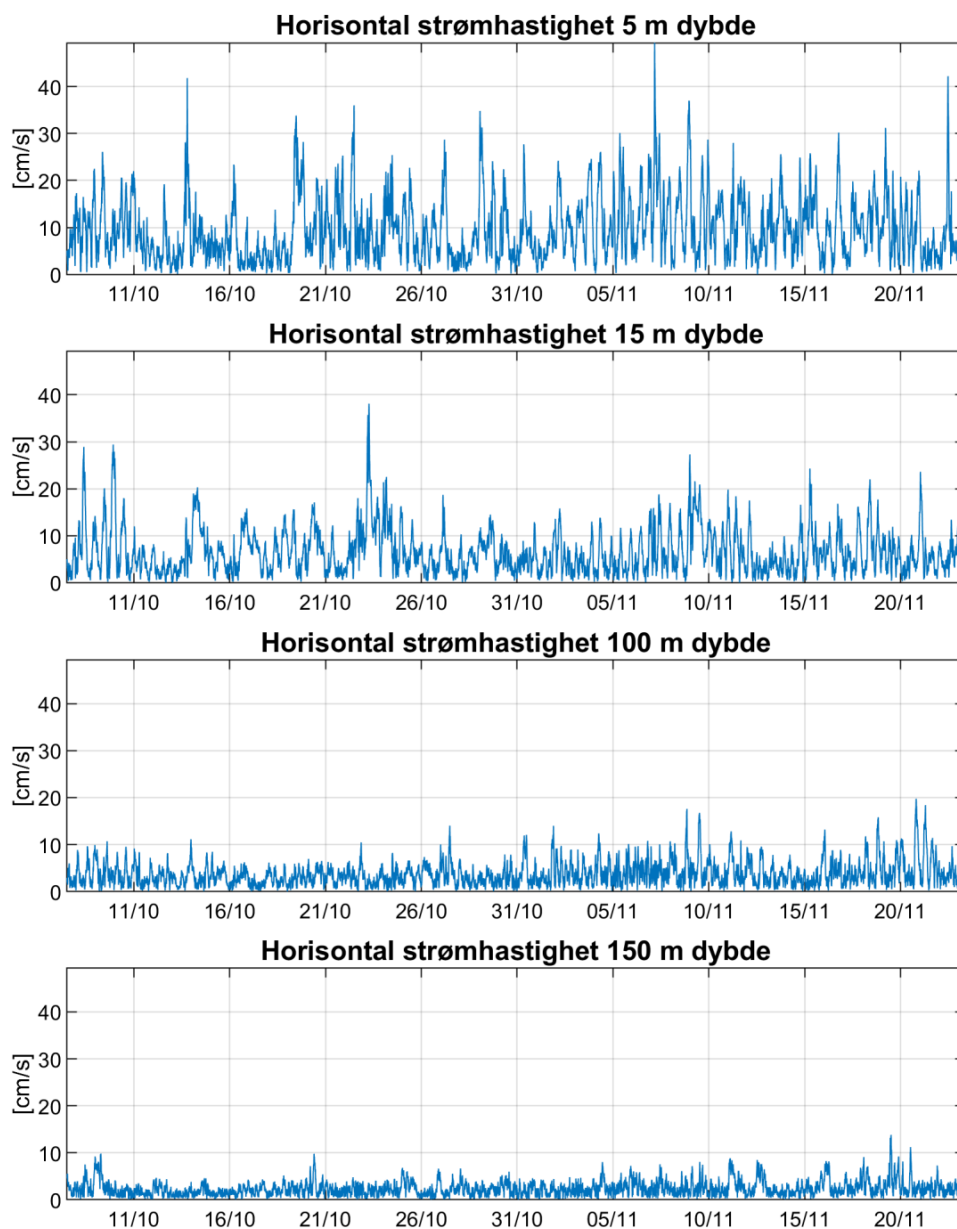
3 Resultater

3.1 Strømdata

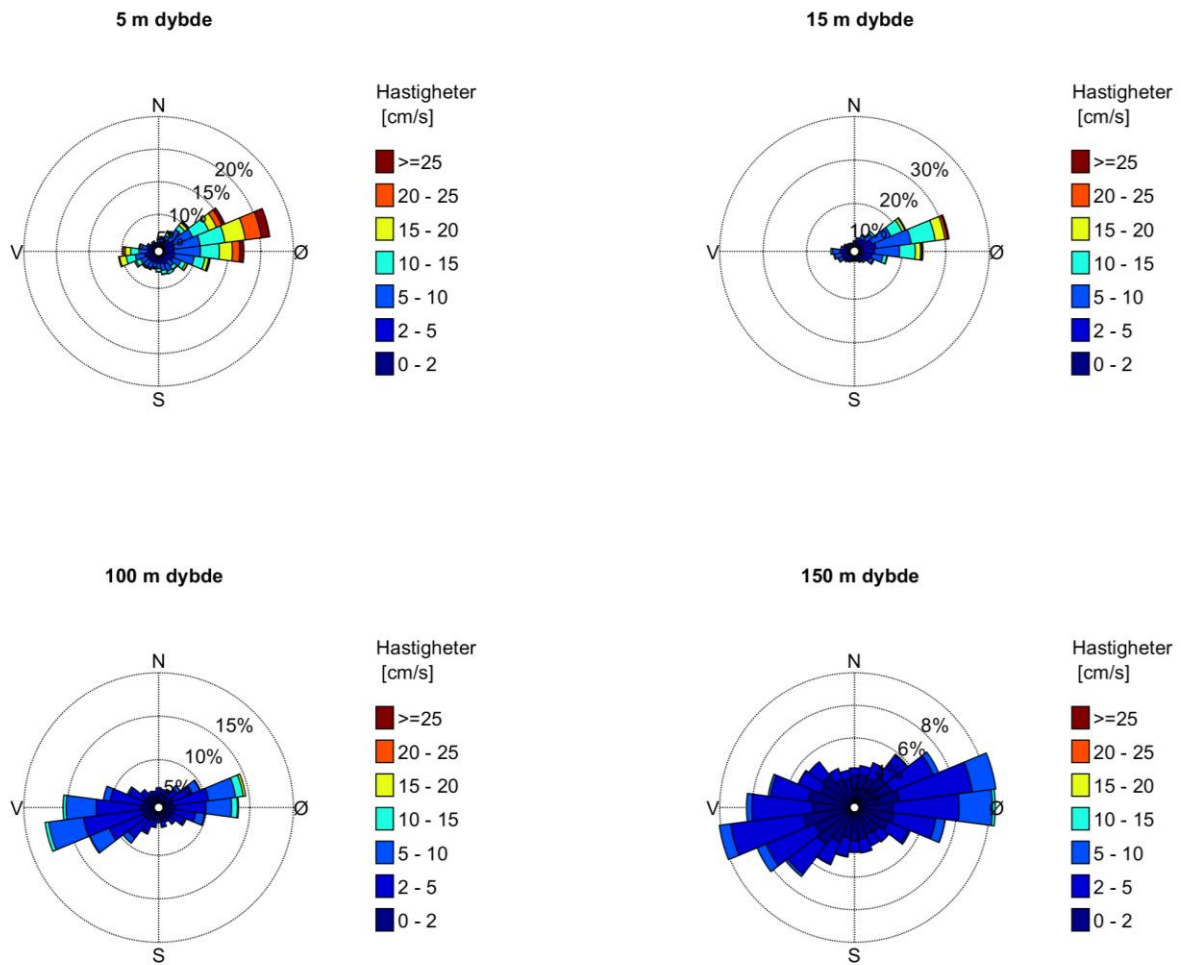
Tidsserien av målt strøm, samt strømrosen for valgte dybder er gitt i Figur 3-1 og Figur 3-2. Figur 3-3 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Figur 3-4 viser minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 3-1. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighet-retnings matrise og fordelinger er gitt i Appendiks C og Appendiks D.

Gjennomsnittsstrømmen ved Meland Gjerdneset er målt til 10 cm/s og 7 cm/s ved 5 m og 15 m dybde, mens maksimalstrømmen er målt til 49 cm/s og 38 cm/s. Ved 100 m og 150 m dybde ble gjennomsnittsstrømmen målt til 4 cm/s og 2 cm/s.

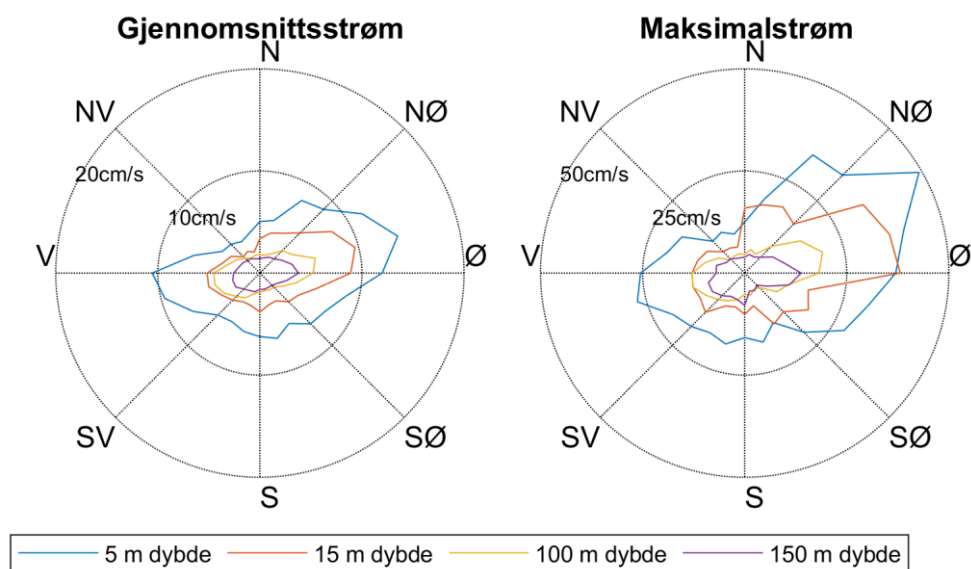
Målingene viser at strømmen ved Meland Gjerdneset varierer mellom øst og vest. Strømmens hovedretning er mot øst ved alle dyp. Ved 100 m og 150 m dybde varierer strømmen mer mellom øst og vest.



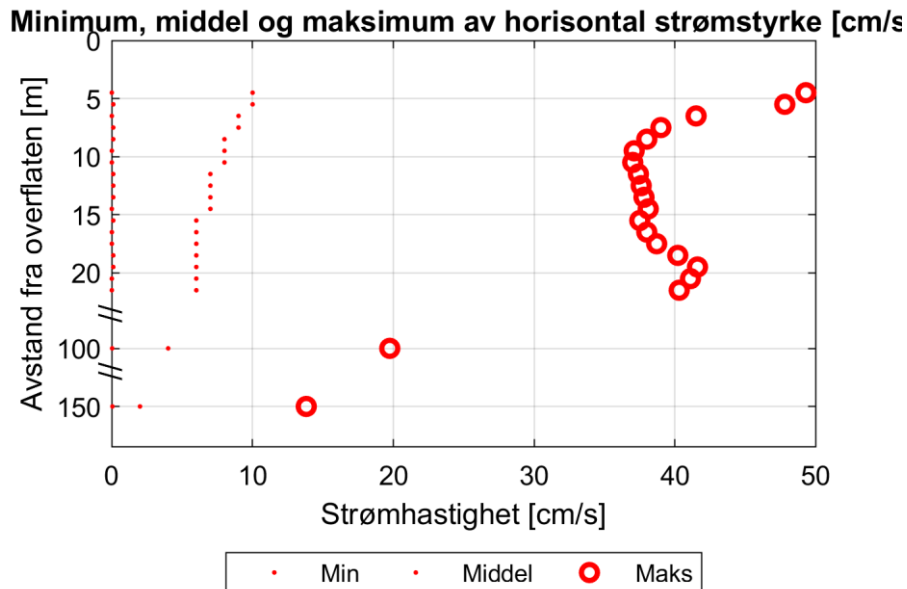
Figur 3-1: Tidsserier av horisontal strømhastighet.



Figur 3-2: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge.



Figur 3-3: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder.



Figur 3-4: Minimal, middel og maksimal horisontal strøm ved alle målte dybder.

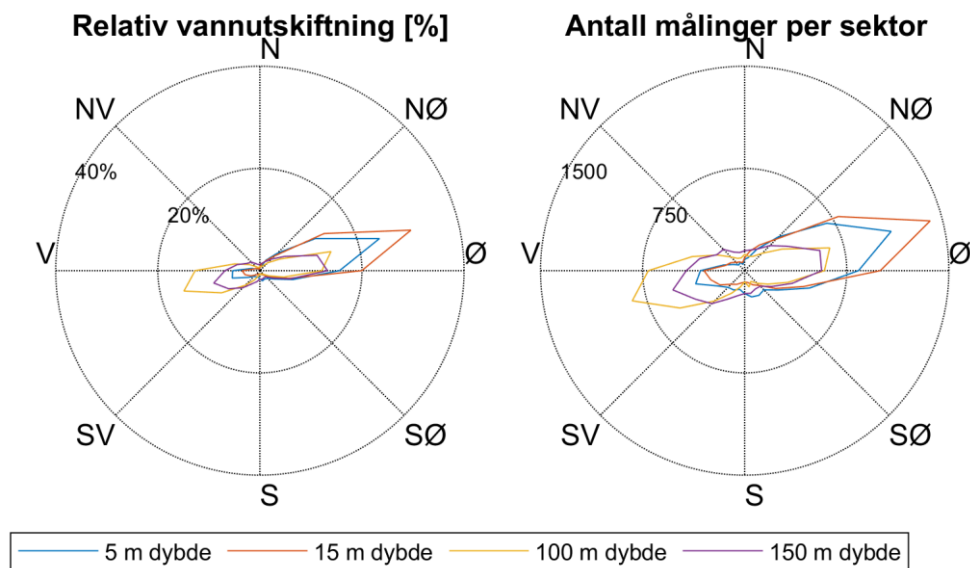
Tabell 3-1: Statistikk fra strømmålingene ved Meland Gjerdneset.

Dybde	5 m dybde	15 m dybde	100 m dybde	150 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	10	7	4	2
Median [cm/s]	8	6	3	2
Standardavvik [cm/s]	7	5	3	2
Maksimumstrøm [cm/s]	49	38	20	14
Retning maksimumstrøm [°]	64	87	76	96
95 prosentil [cm/s]	22	16	9	6
Andel målinger >30 cm/s [%]	0.9	0.2	0.0	0.0
Vannutskiftning/Vantransport				
Neumanns parameter	0.49	0.65	0.09	0.08
Vektormidlet strøm [cm/s]	5	4	0	0
Vektormidlet strømretning [°]	85	78	240	118
Nullmålinger				
Andel målinger < 1cm/s [%]	1.9	4.2	8.2	16.8
Lengste periode < 1cm/s [min]	30	60	70	130

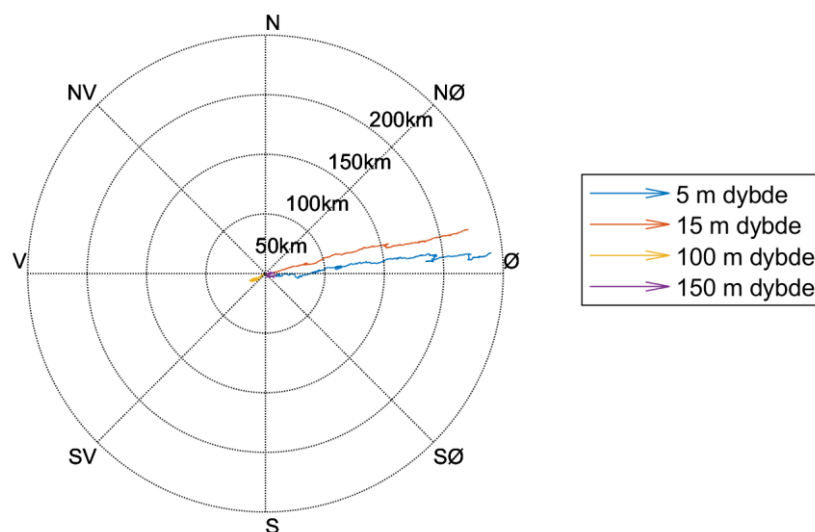
3.2 Vantransport

Relativ vannutskiftning, samt antall målinger per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 3-5. Et progressivt vektor-diagram er vist i Figur 3-6. For forklaring av vannutskiftning og progressivt vektor-diagram se Appendiks B.

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



Figur 3-5: Relativ vannutskifting og antall målinger per 15 graders sektor.



Figur 3-6: 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 (Tabell 3-2). Iht. NS9415 skal maksimal strøm med 50 års returperiode settes til minimum 0.5 m/s når strøm måles i fire uker. De andre verdiene i strømmrosen skal justeres tilsvarende.

I dette tilfellet er maksimal strømhastighet med 50-års returperiode større enn 0.50 m/s, og strømvardiene er derfor ikke justert. Tabell 3-3 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 3-2: 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 3-3: 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) [°]	22	64	73	121	189	243	260	294	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.19	0.49	0.40	0.28	0.18	0.20	0.27	0.18	0.49
	V_c 10-år [m/s]	0.31	0.81	0.66	0.46	0.30	0.33	0.45	0.29	0.81
	V_c 50-år [m/s]	0.35	0.91	0.75	0.52	0.33	0.38	0.50	0.33	0.91
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	21	67	87	119	180	224	260	302	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.17	0.34	0.38	0.18	0.10	0.14	0.13	0.11	0.38
	V_c 10-år [m/s]	0.29	0.55	0.63	0.30	0.17	0.22	0.22	0.17	0.63
	V_c 50-år [m/s]	0.32	0.62	0.70	0.33	0.19	0.25	0.24	0.20	0.70

3.4 Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter

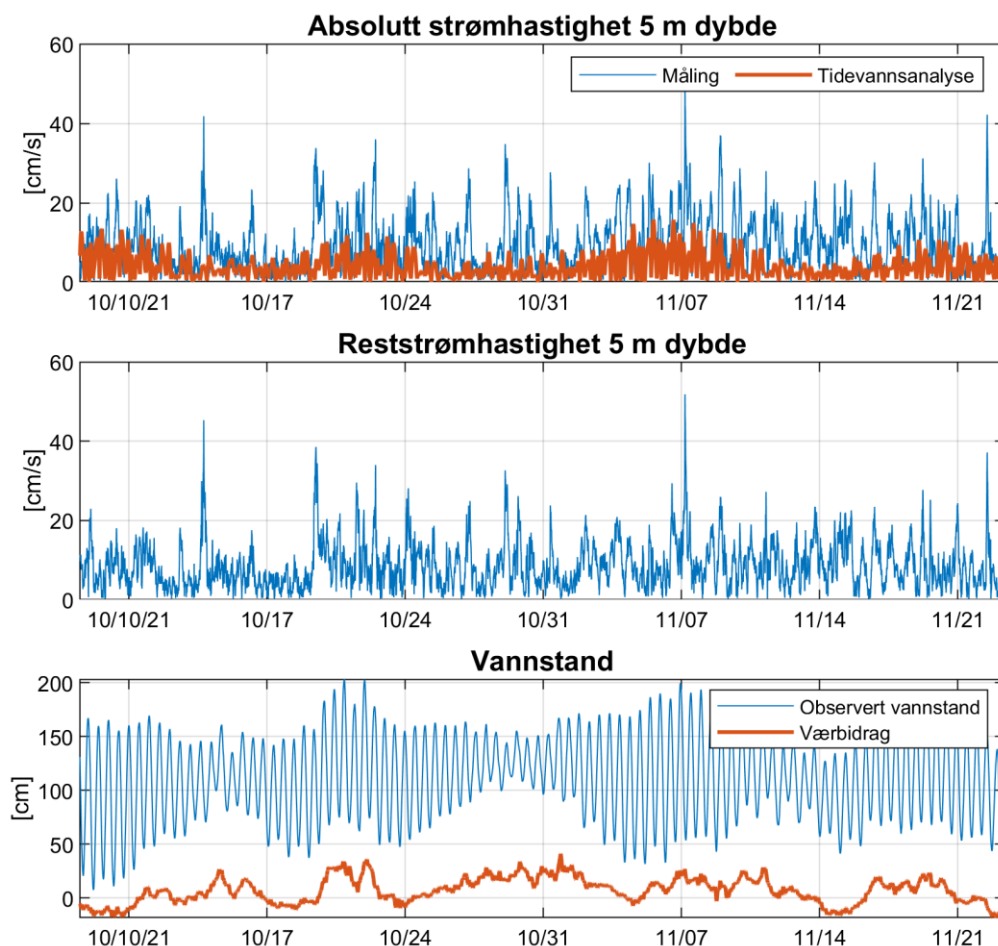
3.4.1 Tidevannsanalyse og vannstand

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 3-7 til Figur 3-9.

Figur 3-7 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 24 % av variansen i datasettet ved 5 m dybde. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 5 m dybde er 16 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 16 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 52 cm/s.



Figur 3-7: Horisontal strømhastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra Bergen, tidsforskjell: -10, høydekorreksjonsfaktor: 1.00 (sehavnivå.no)).

Tidevannsstrømmer følger en ellipse, dvs. at strømrretningen roterer og strømhastigheten når maksimumsverdien og minimumsverdien to ganger i løpet av tidevannsperioden. Figur 3-8 viser tidevannsellipsene for de sterkeste tidevannskomponentene til strømmen ved 5 m dybde.

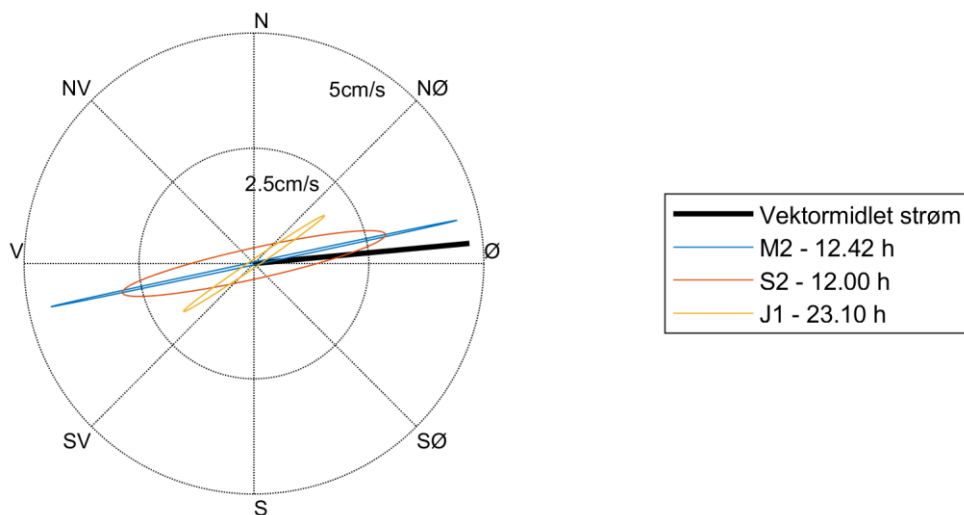
Hovedperiodene i tidevannssignalet ved 5 m dybde er 12.42 timer, 12.00 timer og 23.10 timer. Det er

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

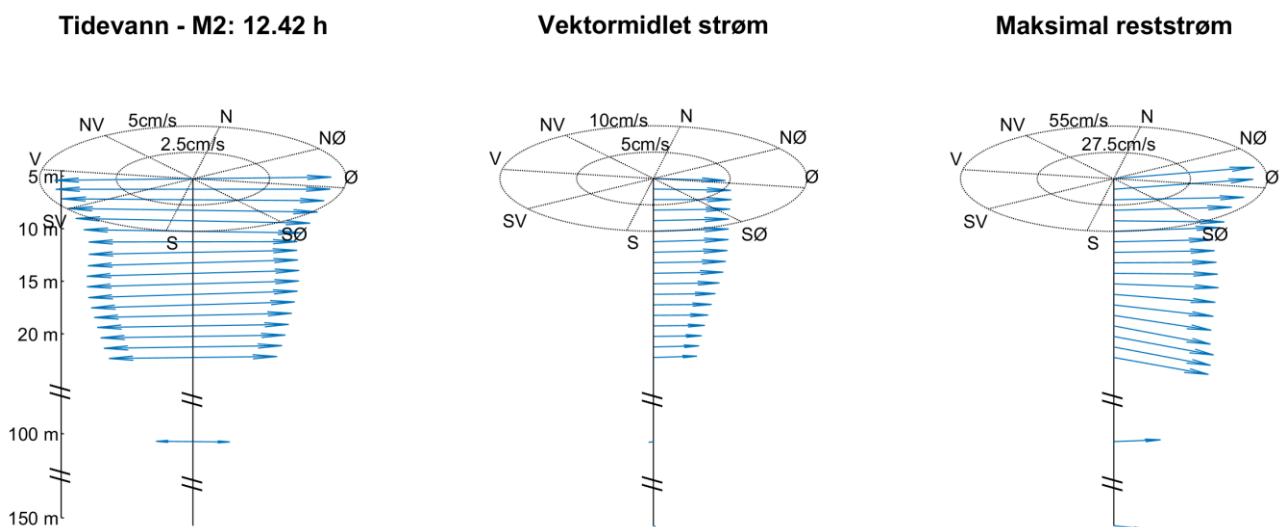
Vektormidlet strøm er vist som en svart strek i Figur 3-8. Den vektormidlete strømmen viser at vantransporten er mot øst ved Meland Gjerdneset.

Figur 3-9 viser resultatene av tidevannsanalysen ved alle målte dybder. Figuren lengst til venstre viser hovedaksen av tidevansellipsen 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. Tidevannsanalysen i de forskjellige dybdene forklarer mellom 11 og 25 % av variansen i strømmålingene.

Det konkluderes med at tidevannsstrømmen spiller en viktig rolle ved Meland Gjerdneset.



Figur 3-8: Tidevansellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, S2 og J1 refererer til tidevanskomponentene. Middelstrømmen er vektorbasert.



Figur 3-9: 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 Flesland målestasjon (Frost) som ligger 37 km sør for Meland Gjerdneset 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 3-10 viser vindhastighet og vindretning, samt hastighet og retning på lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde.

Figur 3-11 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 3-4). Dette er gjort for å fange opp innvirkning fra eventuelle topografiske effekter på vindens og strømmens retning. Nederste panel i Figur 3-10 viser vind og lavpassfiltrert strøm dekomponert langs den retningen med høyest korrelasjon. Tabell 3-5 viser hvor mange prosent av tiden ofte gitte kombinasjoner for vind og strømretning oppsto i løpet av måleperioden.

For samtidig vind og lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde er korrelasjonen 0.32. Denne korrelasjonsfaktoren er funnet ved vind mot nordvest og strøm mot sørøst og nordvest. Disse kombinasjonene opptrer i til sammen 1.7 % av måleperioden.

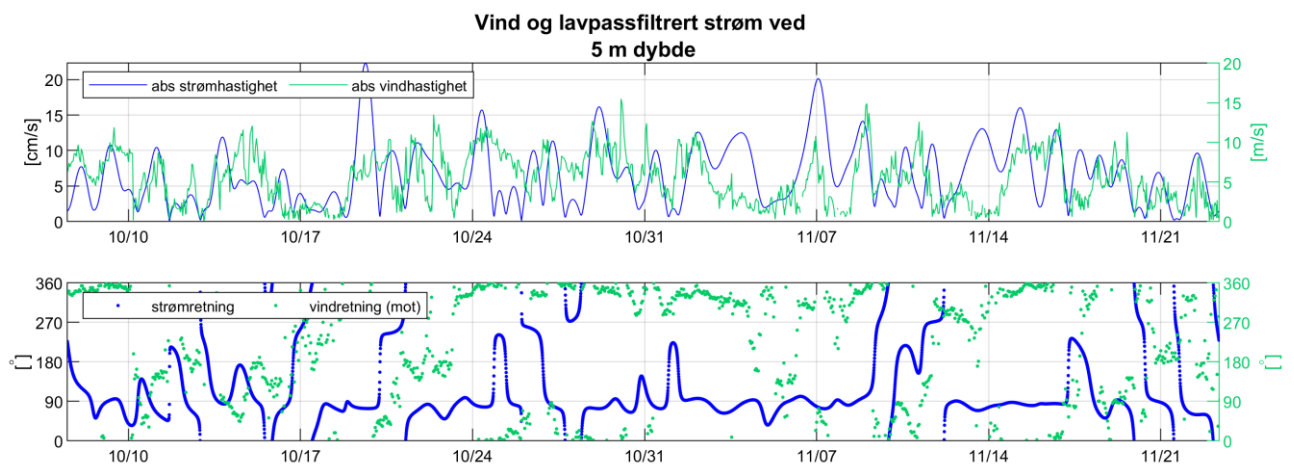
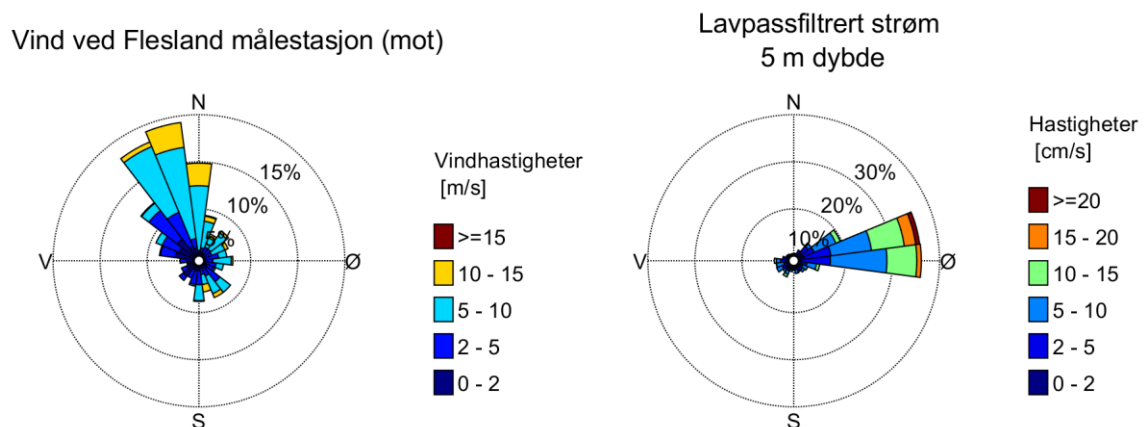
Resultatene viser at vinden har vært med på å påvirke strømbildet ved Meland Gjerdneset i måleperioden.

Tabell 3-4: Korrelasjonskoeffisientene mellom lavpassfiltrert strøm og vind langs forskjellige akser.

Strømretning (mot)	Vindretning (mot)								
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
0°		-0.11	-0.18	-0.1	0.04	0.11	0.18	0.1	-0.04
45°		0.13	0.01	-0.19	-0.18	-0.13	-0.01	0.19	0.18
90°		0.21	0.09	-0.2	-0.25	-0.21	-0.09	0.2	0.25
135°		0.31	0.2	-0.19	-0.32	-0.31	-0.2	0.19	0.32
180°		0.11	0.18	0.1	-0.04	-0.11	-0.18	-0.1	0.04
225°		-0.13	-0.01	0.19	0.18	0.13	0.01	-0.19	-0.18
270°		-0.21	-0.09	0.2	0.25	0.21	0.09	-0.2	-0.25
315°		-0.31	-0.2	0.19	0.32	0.31	0.2	-0.19	-0.32

Tabell 3-5: Prosentandel av tiden visse kombinasjon av strøm- og vindretning oppstår.

Strømretning (mot)	Vindretning (mot)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0°	0.3	0.1	0.1	0.4	0.6	0.1	0	0	
45°	2.9	0.5	0.7	3.1	3.8	0.5	0.2	3	
90°	18.9	3.3	3.7	3	4.1	2.2	4.1	15.4	
135°	1.6	1.3	0.6	0.4	0.1	0.4	0.1	1.4	
180°	0.9	0.8	0.6	0	0	0.2	0.1	1.5	
225°	1.3	1.7	1.3	0.5	0.2	0.4	0.3	1.8	
270°	1.8	1.1	0.5	0.9	0.4	0.6	0.4	1.5	
315°	0.7	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	

**Figur 3-10:** De to panelene viser vindretning og vindhastighet (grønn) samt retning og hastighet på lavpassfiltrert strøm (blå).**Figur 3-11:** 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 vårflom på grunn av snø- og issmelting.

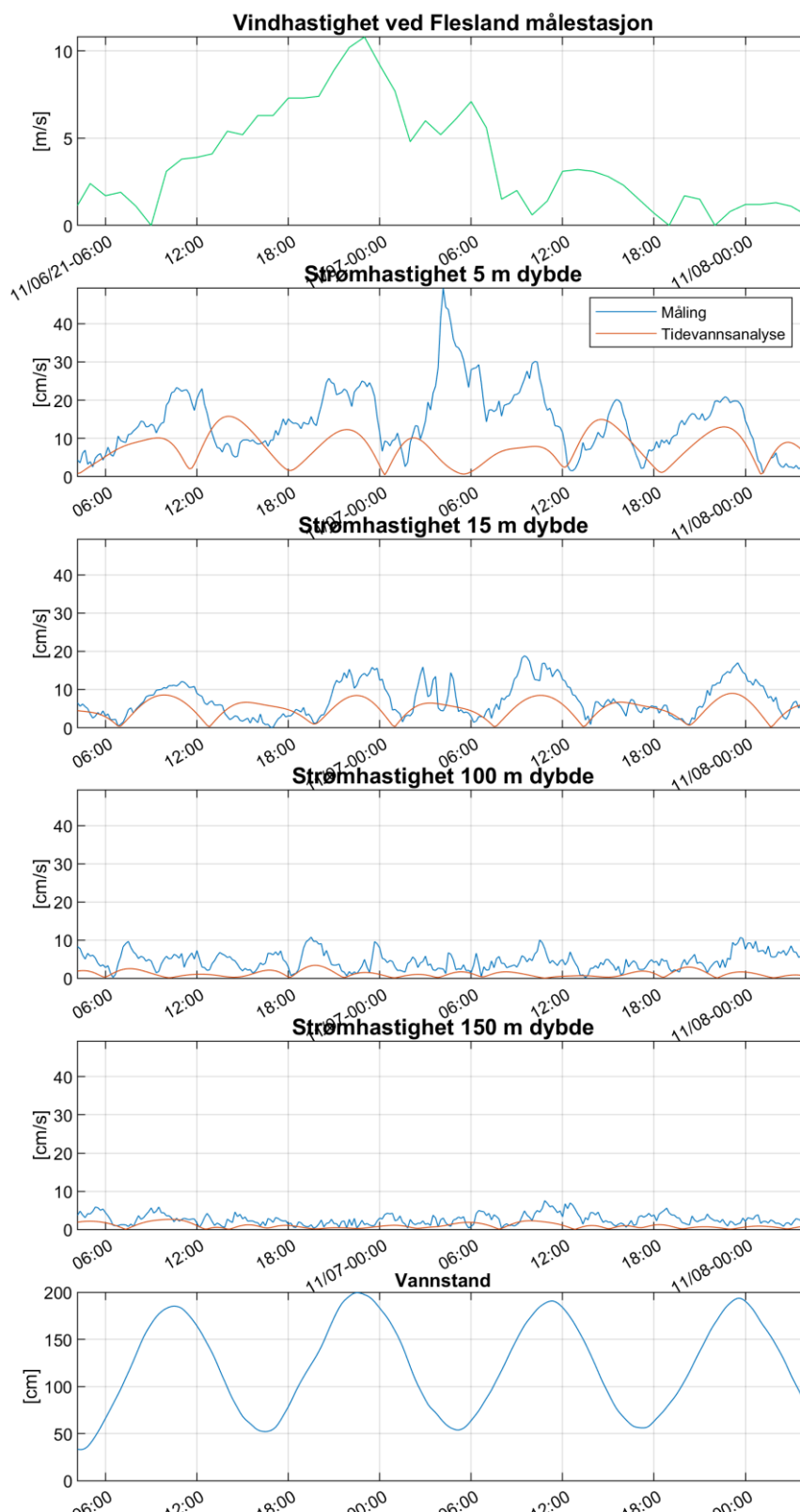
Kyststrømmen følger norskekysten nordover fra Skagerrak til Barentshavet, og kjennetegnes ved lavere saltholdighet enn omkringliggende vannmasser. Strømhastigheten til kyststrømmen ligger stort sett mellom 20-50 cm/s. Under vedvarende perioder med vind fra vest og sørvest inn Skagerrak skjer det en oppstuvning 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 intermediaær 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.

På grunn av beliggenheten på Vestlandet må det forventes en påvirkning av utbrudd fra kyststrømmen på strømbildet. Dette kan imidlertid ikke kvantifiseres uten supplerende datasett.

Vårflom 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 3-12 viser vind, strøm og vannstand i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 5 m dyp, 06.11.2021 – 08.11.2021.



Figur 3-12: Vind og strøm og vannstand i todagersperioden 06.11.2021 – 08.11.2021 (UTC).

4 Referanser

Nortek, 2017: "Nortek Manuals, Signature Operations".

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.

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.

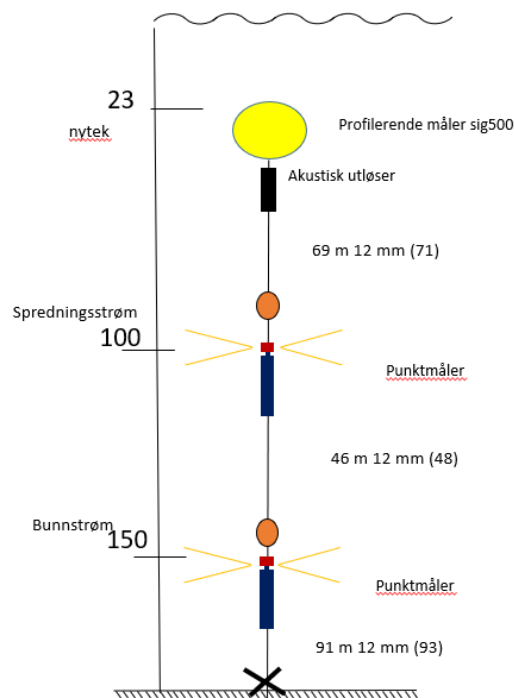
Mattilsynet, 2006: "Veileder til forskrift av 16.1.2004 nr. 279 om godkjenning av etablering og utvidelse av akvakulturanlegg og registrering av pryddammer (etableringsforskriften) § 5".

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

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble målt med en akustisk doppler profilmåler Signature500 (Nortek, 2015) 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. Signature500 sender ut pulser i fire stråler i forskjellige retninger for å kunne rekonstruere den horisontale og vertikale strømhastigheten i mange dyp. Seaguard har strålene orientert horisontalt og måler i instrumentdyp. Målerne ble forankret som vist i Figur 4-1.

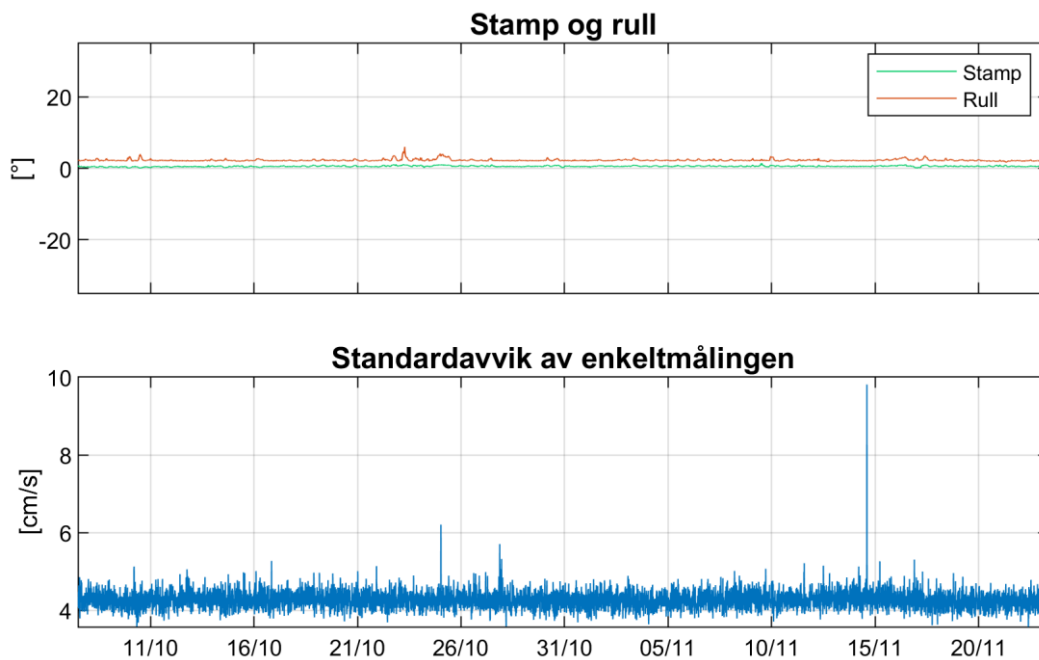


Figur 4-1: Skisse av riggen ved Meland Gjerdneset.

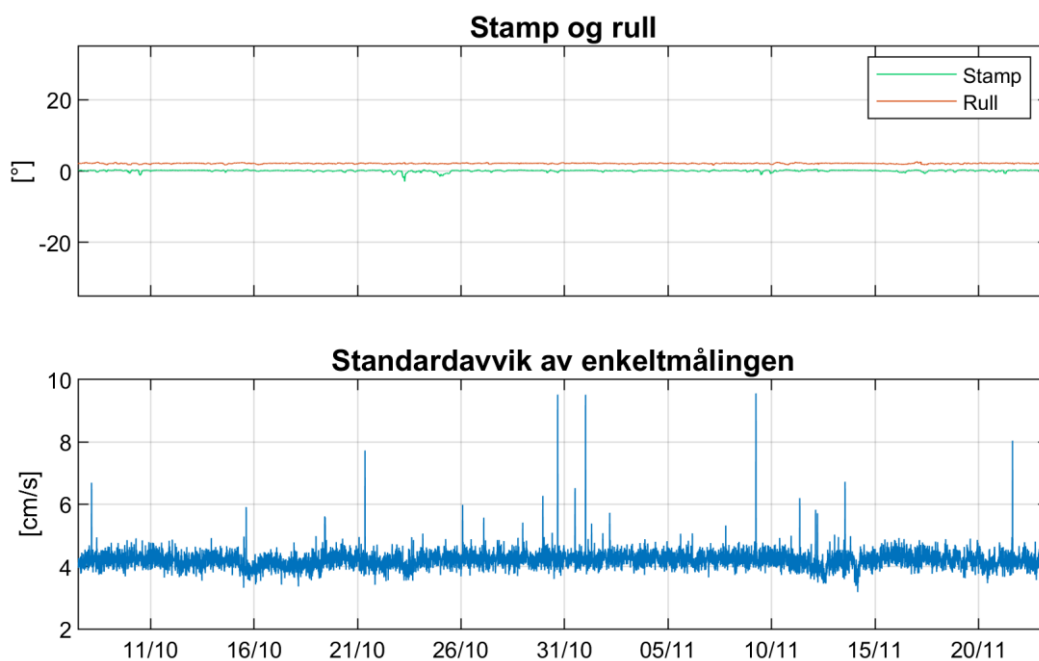
Det er gjennomført kvalitetssikring etter anbefalingene av instrumentenes produsent. Generelt er anbefalingene som følger:

- Seaguard: stamp og rull mindre enn 35° og standardavvik av enkeltmålingen ca. 4 cm/s.
- Signature500: stamp og rull mindre enn 30°, signalstyrke mer enn 7 counts over støygulvet, korrelasjon større enn 50

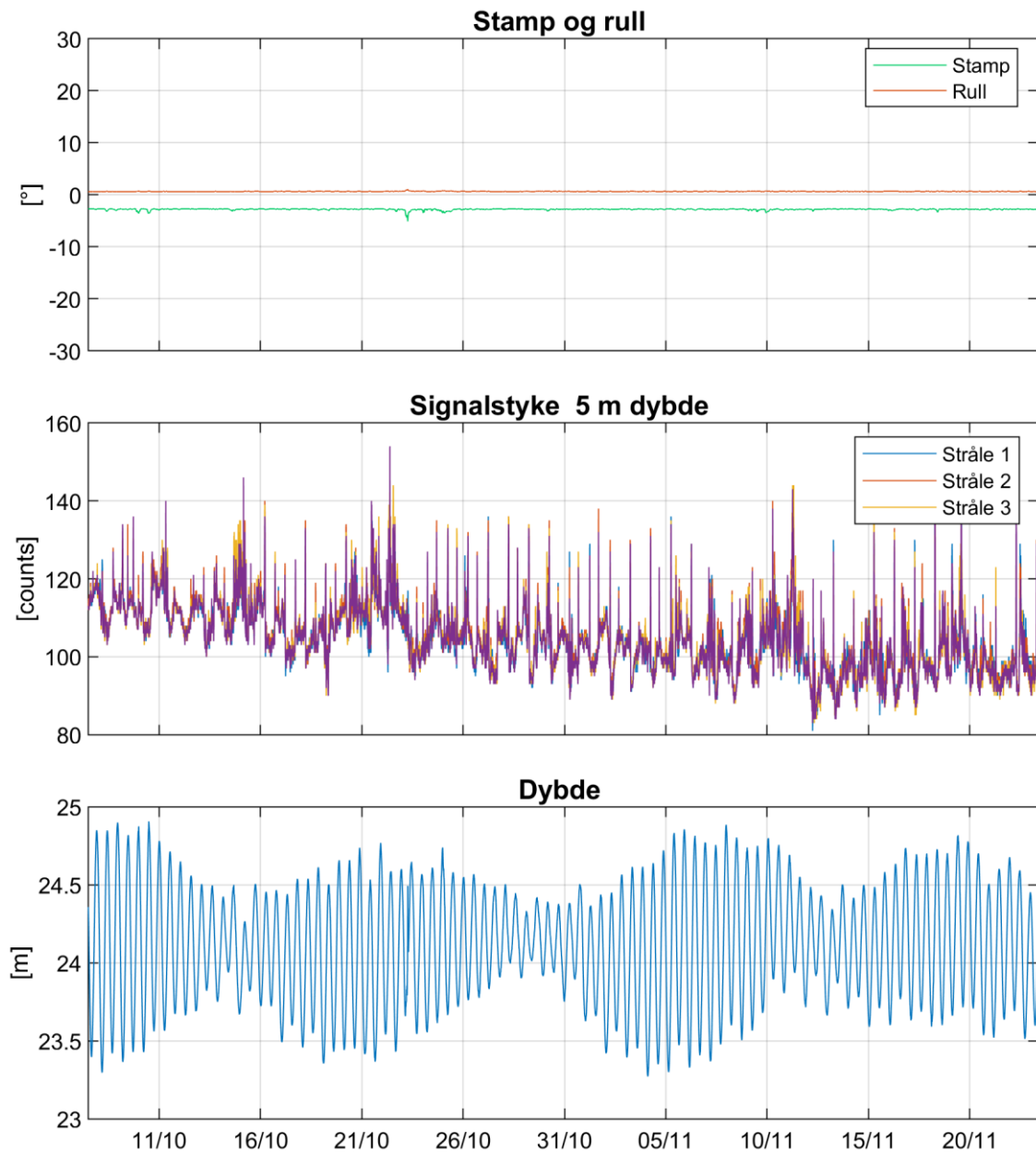
Tilfeller hvor disse kriteriene ikke blir møtt, må vurderes nøye. I tillegg til anbefalingene over ble målingene sjekket for uteliggere som også ble fjernet. Data som ble fjernet er beskrevet i Appendiks E. Strømretningen er ikke korrigert for misvisning og alle retninger er referert mot magnetisk nord. Der instrumentprodusenten anbefaler det, er deviasjon tatt hensyn til gjennom kalibrering av kompasset før utsett. Figur 4-2 til Figur 4-4 viser noen av parameterne etter datarensing.



Figur 4-2: Kvalitetssikring Seaguard ved 100 m etter datarensing.



Figur 4-3: Kvalitetssikring Seaguard ved 150 m etter datarensing.



Figur 4-4: Kvalitetssikring Signature500 ved 24 m etter datarensing.

Appendiks B Terminologi

Tabell 4-1: 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 -nippesyklus (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 4-2: 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	5	10	12	7	6	6	9	4	10
15	3	7	9	4	3	4	5	3	7
100	2	3	5	2	2	4	4	2	4
150	1	2	3	2	2	2	3	2	2
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
5	11	23	26	15	14	14	20	9	22
15	8	15	18	9	8	8	11	6	16
100	4	8	12	5	4	7	9	5	9
150	3	5	8	4	4	5	5	4	6
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
5	19	49	40	28	18	20	27	18	49
15	17	34	38	18	10	14	13	11	38
100	6	16	20	9	7	11	13	7	20
150	5	8	14	6	8	9	9	5	14
Dybde	Relativ vannutskiftning [%]								
5	2	20	47	7	5	6	13	1	100
15	2	21	56	5	2	4	8	2	100
100	2	8	31	4	3	15	33	4	100
150	4	11	31	6	6	15	21	7	100
Dybde	Antall målinger [%]								
5	3	18	36	10	8	8	13	3	100
15	5	20	42	8	4	7	10	4	100
100	5	9	23	6	5	16	29	7	100
150	7	12	22	8	8	15	20	9	100

Tabell 4-3: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 5 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	1.6
1-5 cm/s	1.8	4.0	5.0	4.2	3.2	3.4	3.4	2.2	27.2
5-10 cm/s	1.2	6.2	11.1	3.6	2.6	3.2	3.7	0.7	32.4
10-20 cm/s	0.3	6.0	14.1	2.2	1.5	1.6	5.0	0.1	30.7
20-30 cm/s		1.6	5.2	0.1		0.0	0.5		7.3
30-40 cm/s		0.2	0.6						0.8
40-50 cm/s		0.1	0.0						0.1
Sum	3.4	18.2	36.2	10.3	7.6	8.3	12.7	3.3	100.0

Tabell 4-4: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 5 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.3	7.8	19.9	2.3	1.5	1.6	5.5	0.1	38.9
>20 cm/s		1.8	5.8	0.1		0.0	0.5		8.2
>30 cm/s		0.3	0.6						0.9
>40 cm/s		0.1	0.0						0.1

Tabell 4-5: 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	0.5	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.5	3.4
1-5 cm/s	3.2	7.4	10.1	5.3	2.8	4.8	5.5	3.2	42.4
5-10 cm/s	0.8	7.4	16.4	1.8	0.8	1.7	3.9	0.4	33.1
10-20 cm/s	0.1	4.3	13.7	0.3	0.0	0.1	0.7	0.0	19.4
20-30 cm/s		0.2	1.3						1.5
30-40 cm/s		0.0	0.1						0.2
Sum	4.5	19.8	42.3	7.9	4.0	6.9	10.4	4.1	100.0

Tabell 4-6: 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	0.1	4.5	15.2	0.3	0.0	0.1	0.7	0.0	21.1
>20 cm/s		0.2	1.5						1.7
>30 cm/s		0.0	0.1						0.2

Tabell 4-7: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 100 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	1.0	0.9	1.1	1.0	1.1	0.8	1.1	1.1	8.1
1-5 cm/s	3.8	6.7	13.0	5.0	3.7	11.4	18.9	5.8	68.2
5-10 cm/s	0.0	1.4	7.1	0.2	0.1	3.3	8.3	0.2	20.7
10-20 cm/s		0.1	2.0			0.1	0.8		3.0
Sum	4.8	9.2	23.2	6.2	4.9	15.6	29.1	7.1	100.0

Tabell 4-8: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 100 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s		0.1	2.0			0.1	0.8		3.0

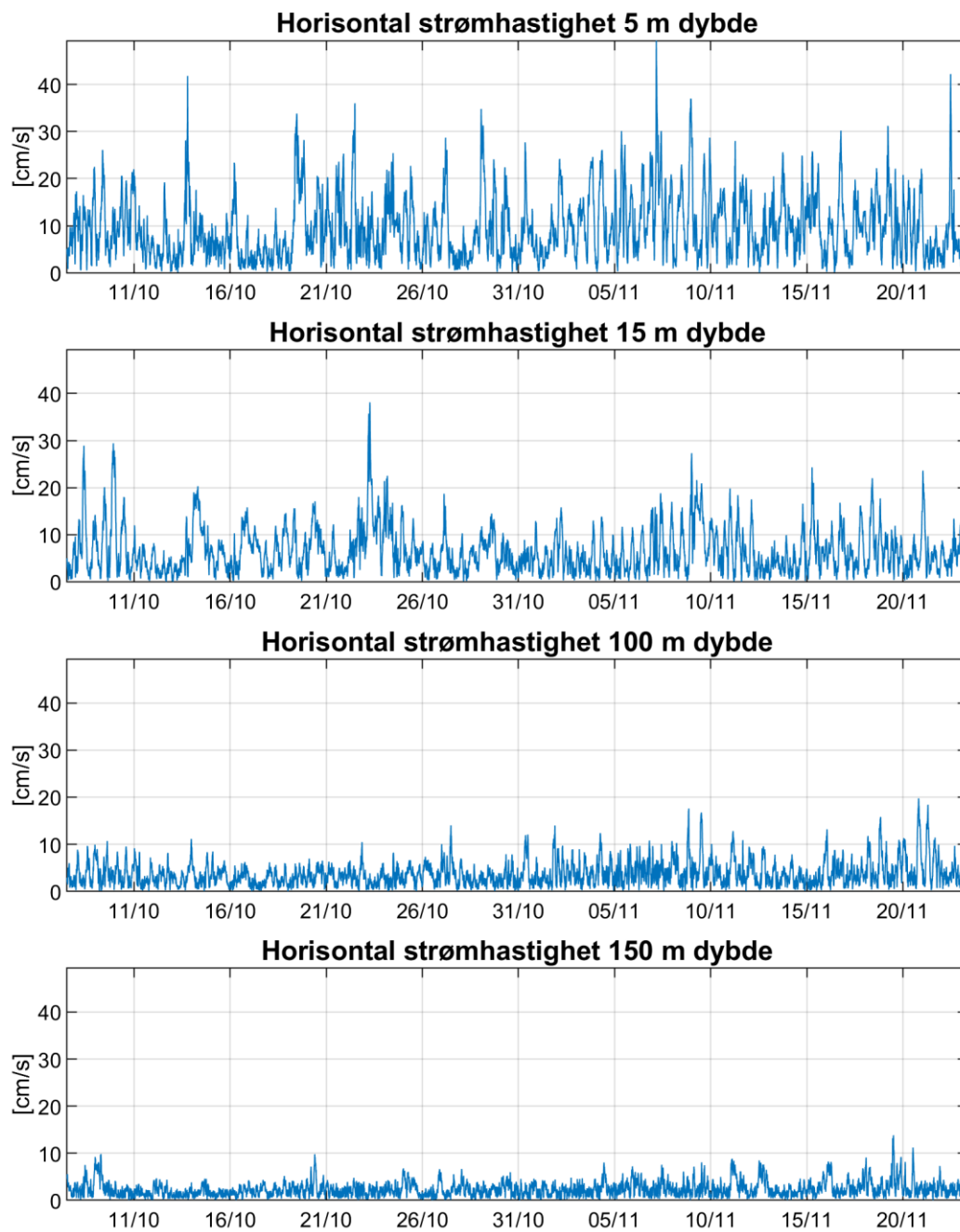
Tabell 4-9: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 150 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	2.0	2.4	1.9	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	16.8
1-5 cm/s	4.5	9.1	16.0	6.0	5.8	12.0	15.9	7.1	76.3
5-10 cm/s		0.4	4.1	0.1	0.1	0.8	1.2	0.0	6.7
10-20 cm/s			0.2						0.2
Sum	6.5	11.9	22.2	8.1	7.8	14.8	19.5	9.1	100.0

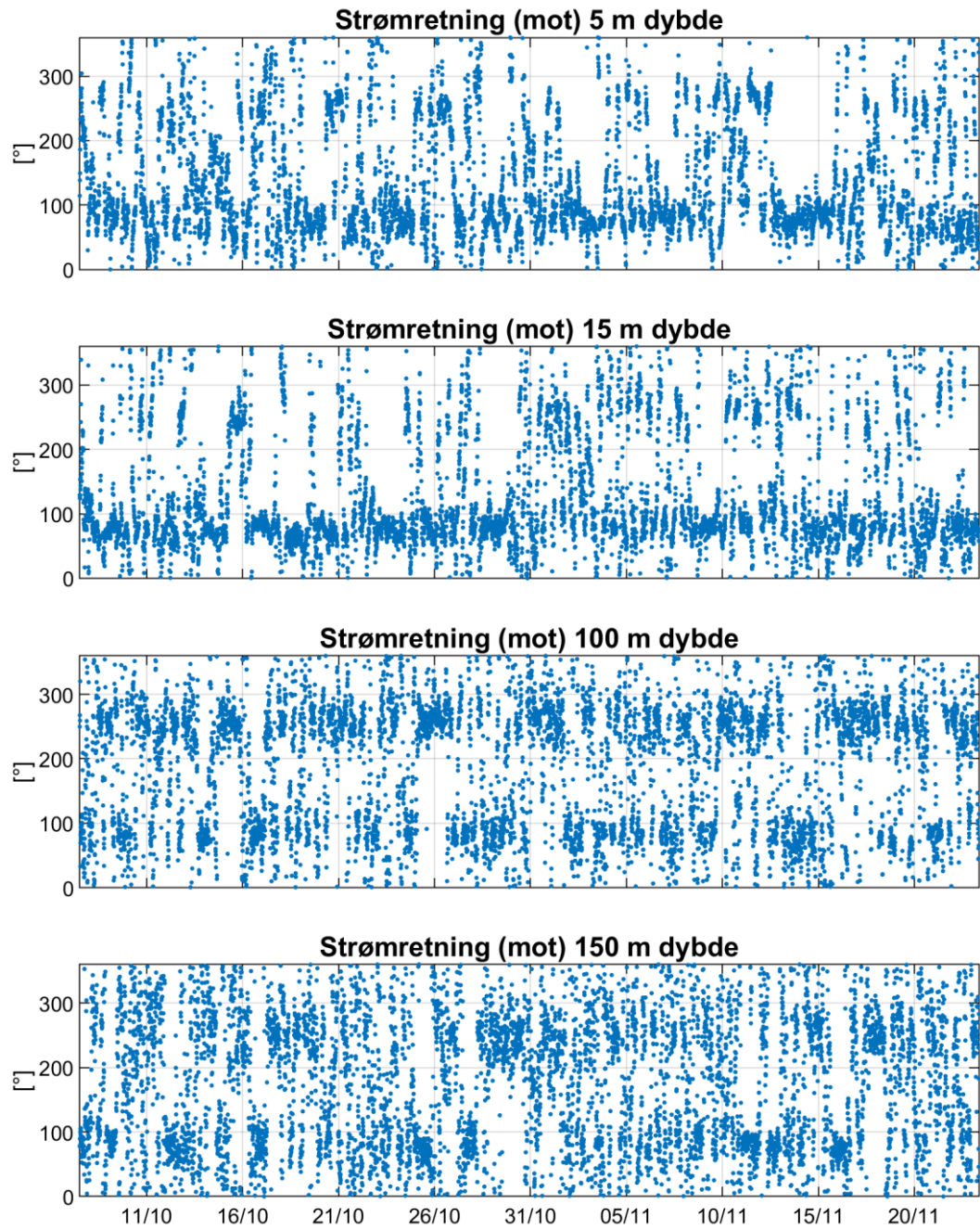
Tabell 4-10: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 150 m dybde.

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s			0.2						0.2

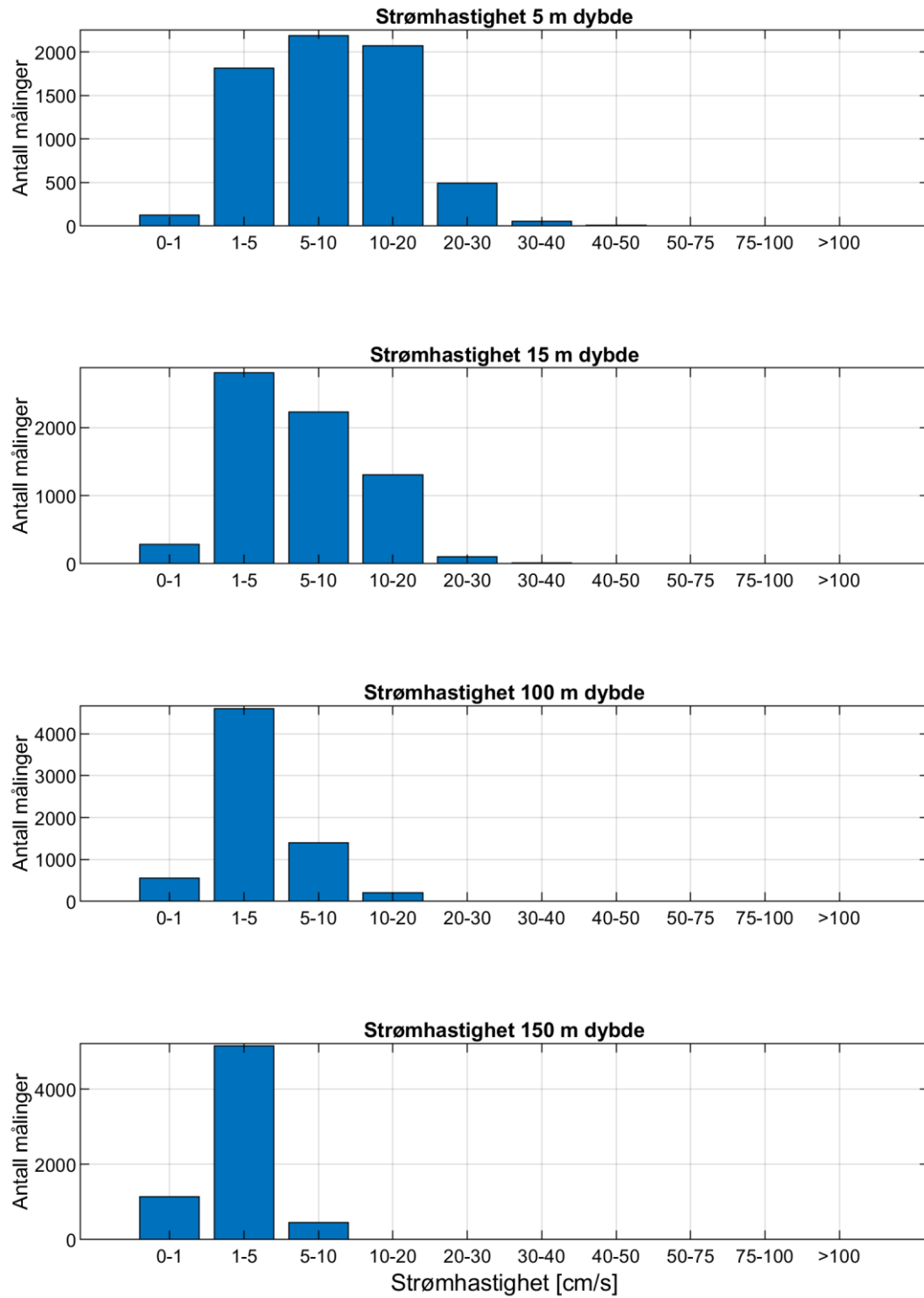
Appendiks D Tidsserier og fordelinger



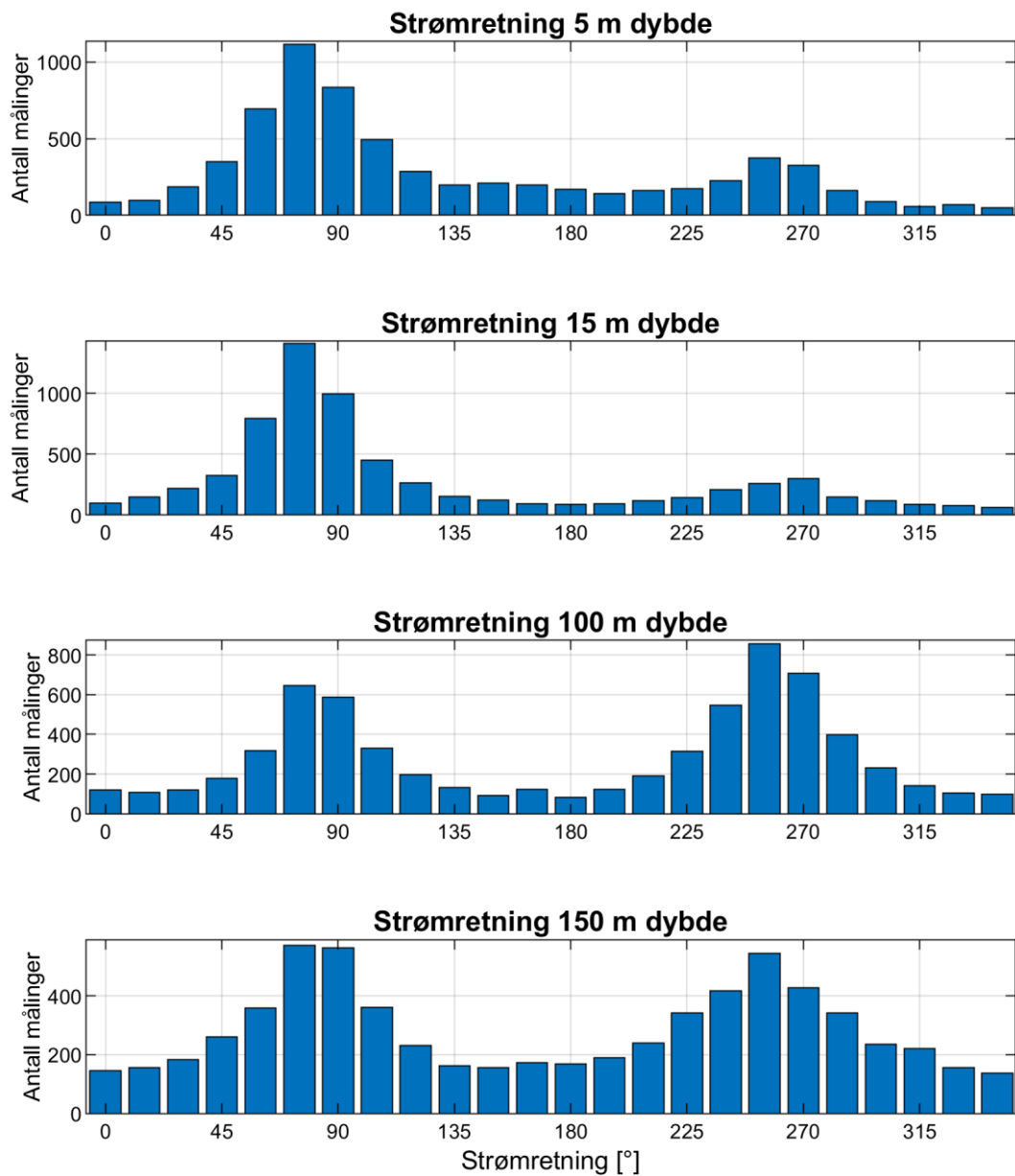
Figur 4-5: Tidsserier av horisontal strømshastighet.



Figur 4-6: Tidsserier av horisontal strømretning.



Figur 4-7: Histogram av horisontal strømhastighet.



Figur 4-8: Histogram av horisontal strømretning.

Appendiks E Fjernet data

Seaguard data (100 m): 07-Okt-2021 12:20:00 til 23-Nov-2021 08:50:00 (UTC)

Fjernet punkter utenfor intervallet 07-Oct-2021 12:20:00 - 23-Nov-2021 08:50:00 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene.

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Seaguard data (150 m):

Fjernet punkter utenfor intervallet 07-Oct-2021 12:20:00 - 23-Nov-2021 08:50:00 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene.

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Signature data:

Fjernet punkter utenfor intervallet 07-Oct-2021 12:20:00 - 23-Nov-2021 08:50:00 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene.

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Instrumentet er overflatereferert basert på alle målte instrumentdybder.

Støygulvet er til instrumentet er satt til 65 counts.

Høyeste godkjente celle er valgt på grunnlag av visuell vurdering. Data med lav signalstyrke (under støygulvet + 7 counts) er også fjernet.

Høyeste godkjente celle er på 4.5 m dyp. Fjerner 6 celler over dette.

Correlation limit er satt til 50.

Grensen for topper i signalstyrken er satt til 20 counts.

1 punkter er fjernet fra cellen ved 4.5 m dyp pga refleksjoner

1 punkter er fjernet fra cellen ved 5.5 m dyp pga refleksjoner

1 punkter er fjernet fra cellen ved 6.5 m dyp pga refleksjoner

1 punkter er fjernet fra cellen ved 7.5 m dyp pga refleksjoner

1 punkter er fjernet fra cellen ved 9.5 m dyp pga refleksjoner

1 punkter er fjernet fra cellen ved 10.5 m dyp pga refleksjoner

1 punkter er fjernet fra cellen ved 11.5 m dyp pga refleksjoner

1 punkter er fjernet fra cellen ved 12.5 m dyp pga refleksjoner

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 4-11: Instrumentspesifikasjonene.

	Seaguard	Signature500
Horisontal nøyaktighet	± 0.15 cm/s, $\pm 1\%$	$\pm 0.3\%$ ± 0.3 cm/s
Enkeltping statistisk støy	± 0.3 cm/s	
Nøyaktighet retning	$\pm 5^\circ$ - 7.5°	$\pm 2^\circ$
Temperatur nøyaktighet	$\pm 0.03^\circ\text{C}$	$\pm 0.1^\circ$
Oksygen nøyaktighet	$< \pm 8\mu\text{m}$, $< \pm 5\%$	
Konduktivitet nøyaktighet	$\pm 0.005\text{S/m}$	

Appendiks G Kalibrering Seaguard RCM 2202

Tabell 4-12: Test og spesifikasjoner.

Produkt	Serie nr.	Dato
Main Assembly Seaguard	2879	10.12.2019
DCS	1098	10.12.2019
Pressure Sensor 4117B	1716	10.12.2019

Tabell 4-13: Kalibrering.

Produkt	Dato
DCS	10.12.2019
Pressure Sensor 4117B	10.12.2019

Appendiks H Kalibrering Seaguard RCM 2257

Tabell 4-14: Test og spesifikasjoner.

Produkt	Serie nr.	Dato
Main Assembly Seaguard	3025	10.12.2019
DCS	1099	10.12.2019
Pressure Sensor 4117B	1718	10.12.2019

Tabell 4-15: Kalibrering.

Produkt	Dato
DCS	06.12.2019
Pressure Sensor 4117B	06.12.2019

Appendiks I Kalibrering Signature500 SIG101420

Tabell 4-16: Test og spesifikasjoner.

	Dato	Utført av
Service/test	08.05.2019	Nortek
Funksjonstest	07.10.2021	Multiconsult
Tilt	07.10.2021	Multiconsult
Temperatur	07.10.2021	Multiconsult
Kompass	07.10.2021	Multiconsult
Ping sjekk	07.10.2021	Multiconsult

Tabell 4-17: Kalibrering.

	Dato	Utført av
Kompasskalibrering	07.10.2021	Multiconsult
Støygulv (måling i luft)	23.11.2021	Multiconsult