
RAPPORT

Strømmålinger

Ytre Baltsfjorden, Lenvik kommune

OPPDRAUGSGIVER
NRS Farming AS

EMNE
Strømanalyse

DATO / REVISJON: 30.01.2020 / 0
DOKUMENTKODE: 10214766-RIMT-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Miljøundersøkelser	DOKUMENTKODE	10214766-RIMT-RAP-001
EMNE	Strømanalyse, Ytre Baltsfjorden, Lenvik kommune, 2020	TILGJENGELIGHET	Konfidensiell
OPPDRAGSGIVER	NRS Farming AS	OPPDRAGSLEDER	Juliane Borge
KONTAKTPERSON	Ole Hermann Strømmesen	UTARBEIDET AV	Abushet Simanesev
KOORDINATER	Ytre Baltsfjorden nord: 69°34.979' N 17°44.668' Ø	ANSVARLIG ENHET	10235042 Tromsø Marint miljø og havbruk
	Ytre Baltsfjorden sør: 69°34.663' N 17°44.609' Ø		

INNHold

Det er utført strømmålinger ved lokalitet Ytre Baltsfjorden, Lenvik kommune, i perioden 06.12.2019 - 16.01.2020 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS9415 og veileder for søknad om lokalitet.

Sammendraget er gitt i Kapittel 1.

00	30.01.2020	Strømrappport	MARTIA/PJ	abus	JVL	JB
REV.	DATO	BESKRIVELSE	MÅLING UTFØRT	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag	5
2	Metodebeskrivelse	10
3	Resultater	13
3.1	Strømdata	13
3.1.1	Ytre Baltsfjorden Nord	13
3.1.2	Ytre Baltsfjorden Sør	17
3.2	Dimensjonerende strømhastigheter ved ytre Baltsfjorden	21
3.3	Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter	23
3.3.1	Tidevannsanalyse og vannstand	23
3.3.2	Sammenheng mellom vind og strøm	24
3.3.3	Andre strømkomponenter	26
3.4	Strøm - Todagersperiode	27
4	Referanser	29
Appendiks A	Måling og kvalitetssikring	30
Appendiks B	Terminologi	35
Appendiks C	Operasjonell strøm og sektorvis statistikk	36
Appendiks C.1	Ytre Baltsfjorden Nord	36
Appendiks C.2	Ytre Baltsfjorden Sør	39
Appendiks D	Tidsserier og fordelinger	42
Appendiks D.1	Ytre Baltsfjorden Nord	42
Appendiks D.2	Ytre Baltsfjorden Sør	46
Appendiks E	Fjernet data	50
Appendiks E.1	Ytre Baltsfjorden Nord	50
Appendiks E.2	Ytre Baltsfjorden Sør	50
Appendiks F	Instrumentspesifikasjoner	51
Appendiks G	Kalibrering av instrumenter ved Baltsfjorden Nord	51
Appendiks G.1	Seaguard II SN 1618	51
Appendiks G.2	Seaguard RCM 1556	51
Appendiks G.3	Seaguard RCM 1020	52
Appendiks H	Kalibrering av instrumenter ved Baltsfjorden Sør	52
Appendiks H.1	Seaguard II 1955	52
Appendiks H.2	Seaguard RCM 1590	53
Appendiks H.3	Kalibrering Seaguard RCM 729	53

1 Sammendrag

Det er utført strømmålinger ved to plasseringer i Ytre Baltsfjorden, Lenvik kommune, i perioden 06.12.2019 - 16.01.2020 som grunnlag for lokalitetsundersøkelse i henhold til krav i NS9415 og veileder for søknad om lokalitet. Strømmålingene ble gjennomført ved Ytre Baltsfjorden Nord (69°34.979' N 17°44.668' Ø) og Ytre Baltsfjorden Sør (69°34.663' N 17°44.609' Ø).

Nøkkeltall fra målingene er gitt i Tabell 1.

Målingene ved Ytre Baltsfjorden Nord viser at strømmens hovedretninger er mot nord ved 5 m dyp. Ved 15 m dyp er retningen mer spredt mellom nordlig, sørøstlig og sørvestlig retning, se Figur 1. Strømmens hovedretning ved 70 m dyp (spredningsstrøm) er mot sør-sørøst, mens strømmens hovedretning ved 125 m dyp (bunnstrøm) er mot øst.

Målingene ved Ytre Baltsfjorden Sør viser at strømmen ved 5 m og 15 m dyp oscillerer mellom nord-nordvest og sørøst (se Figur 2), med en hovedretning mot nord-nordvest ved 5 m dyp. Strømmens hovedretning ved 62 m dyp (spredningsstrøm) og 100 m dyp (bunnstrøm) er mot sør-sørøst.

Det antas at vinden har samme påvirkning på strømbildet ved de to målepunktene. Ved målestasjonen Hekkingen fyr er det registrert vind opp til 27 m/s i måleperioden. Dominerende vindretning i måleperioden er mot nord-nordvestlig retning. Episoder med kraftig strøm ved lokaliteten (ved 5 m og 15 m dyp) oppstår i sammenheng med perioder med sterk vind ved Hekkingen fyr, Figur 3 (viser strømmen ved Ytre Baltsfjorden Nord, samt vind fra Hekkingen fyr).

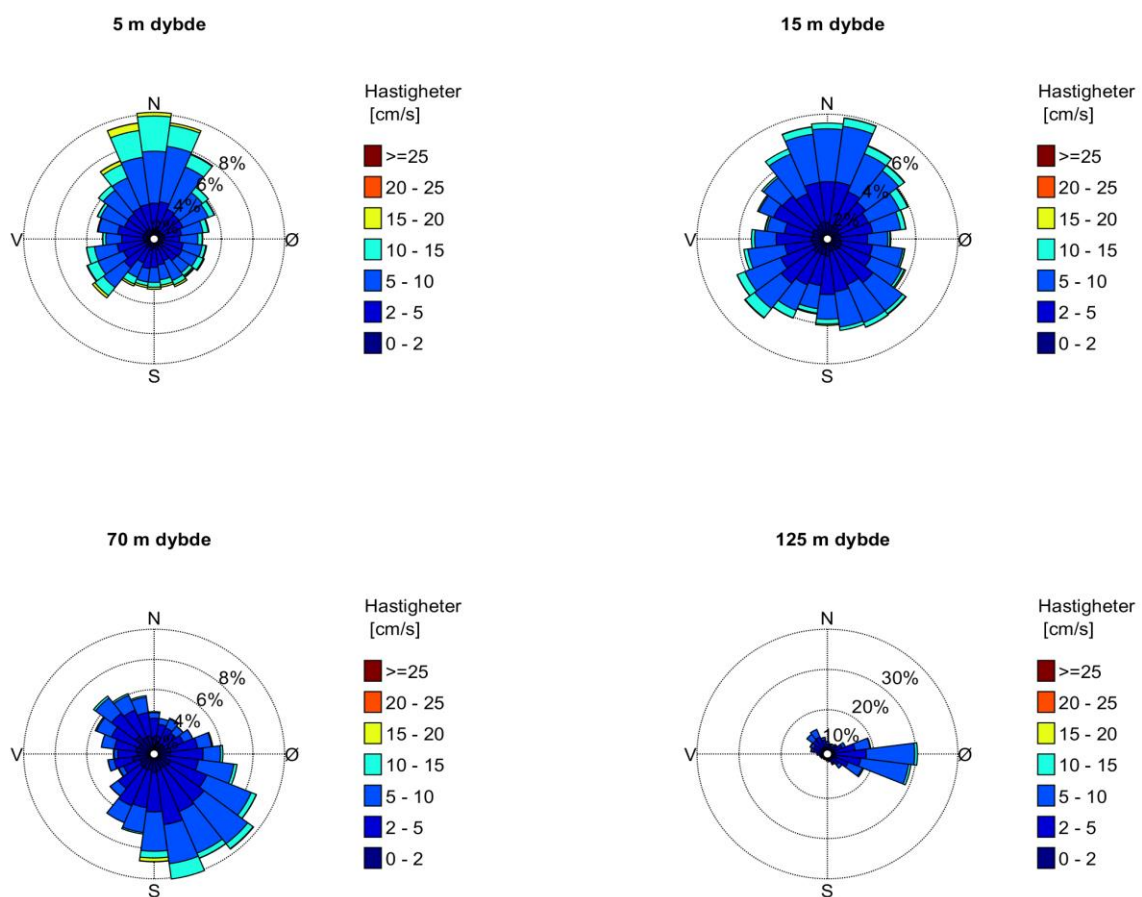
Resultater fra tidevannsanalysen er vist for Ytre Baltsfjorden Nord i Figur 4 og Figur 5. Tidevannets påvirkning på strømbildet vil være tilnærmet lik for de to målepunktene. Tidevannsanalysen på strømmålingene ved Ytre Baltsfjorden ved 5 m dybde forklarer 8 % av variansen i datasettet og maksimal beregnet tidevannsstrømmen i perioden var 5 cm/s. Det konkluderes med at tidevannsstrømmen spiller en liten rolle ved Ytre Baltsfjorden.

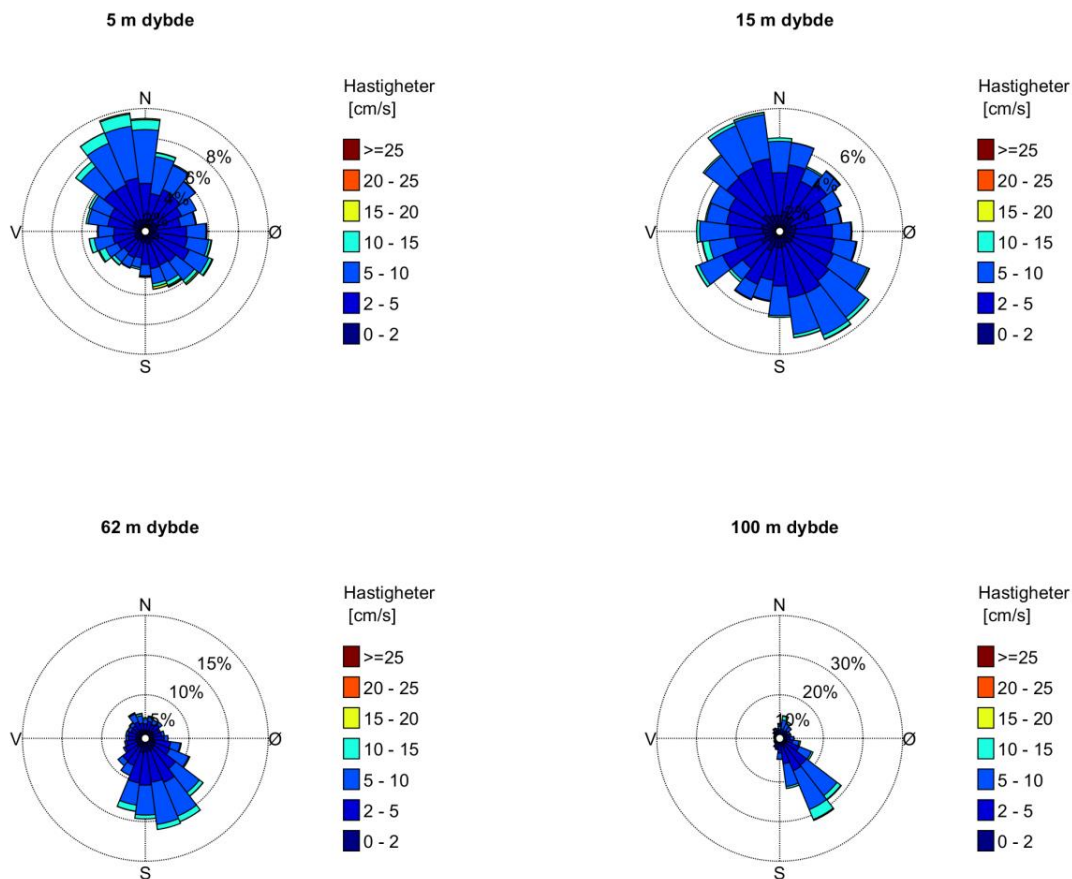
Grunnet lokalitetens nordlige beliggenhet forventes det ikke at utbrudd fra kyststrømmen vil påvirke strømbildet ved lokaliteten i stor grad.

Strømhastighet med 10-års og 50-års returperiode er for månedsmålinger estimert for 8 retningssektorer ved bruk av multiplikasjonsfaktorer iht. NS9415. 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 strømrosen skal justeres tilsvarende. I dette tilfellet er maksimal strømhastighet med 50-års returperiode lavere enn 0.50 m/s, og strømverdiene er derfor justert. Tabell 2 viser maksimale strømhastigheter for åtte retningssektorer ved 5 m og 15 m dybde, samt strøm med 10-års og 50-års returperiode.

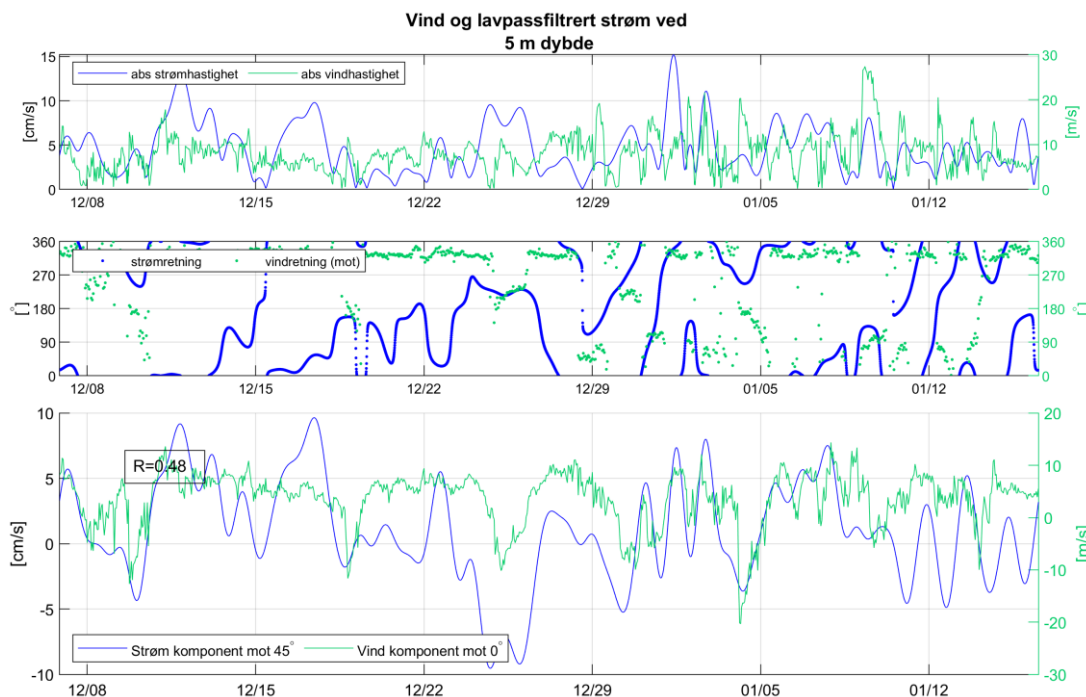
Tabell 1: Nøkkeltall fra strømmålingene ved lokalitet Ytre Baltsfjorden

Dybde [m]	Ytre Baltsfjorden Nord				Ytre Baltsfjorden Sør			
	5 m	15 m	70 m	125 m	5 m	15 m	62 m	100 m
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	6	5	4	5	5	4	5	6
Median [cm/s]	6	5	4	5	5	4	4	5
Standardavvik [cm/s]	4	3	3	2	3	2	3	3
Maksimumstrøm [cm/s]	25	24	21	18	25	18	21	24
Retning maksimumstrøm [°]	127	109	180	4	167	151	321	339
95 prosentil [cm/s]	13	11	10	9	11	9	10	11
10 års returperiode (maksimal) [cm/s]	45	43	-	-	45	33	-	-
50 års returperiode (maksimal) [cm/s]	50	48	-	-	50	37	-	-
Andel målinger > 30 cm/s [%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Andel målinger < 1 cm/s [%]	2.5	3.5	5.5	3.7	3.2	4	5.7	3.7
Lengste periode < 1 cm/s [min]	30	40	70	50	30	30	80	60

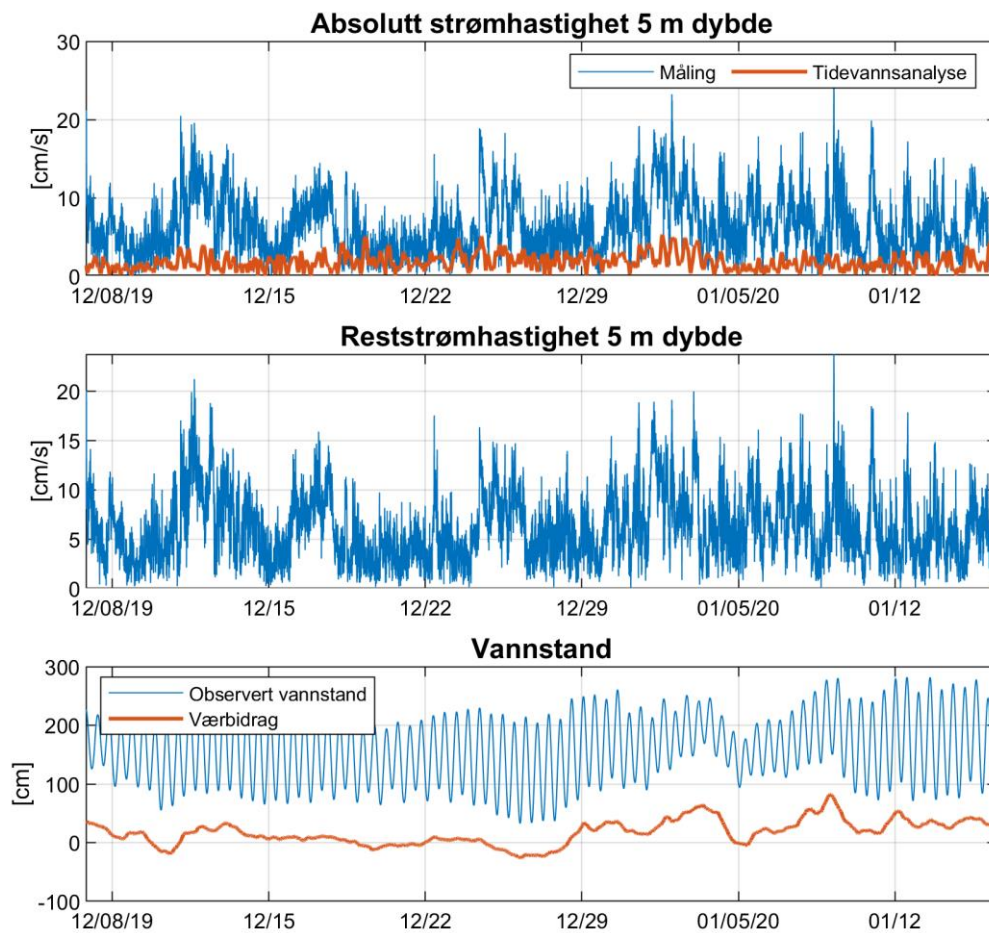
**Figur 1: Ytre Baltsfjorden Nord: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge**



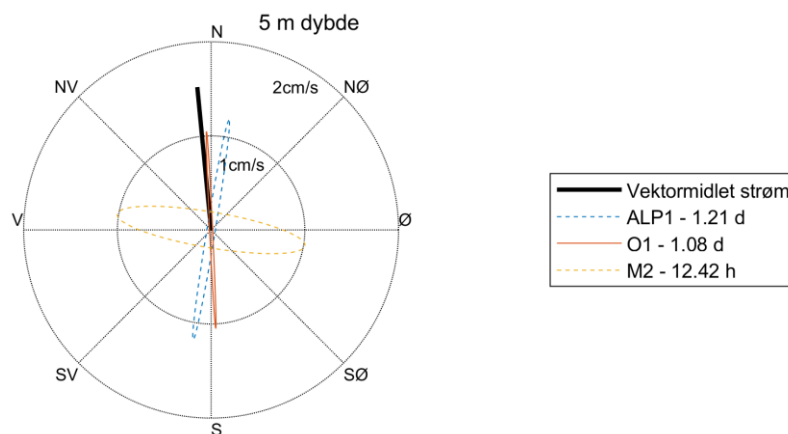
Figur 2: Ytre Baltsfjorden Sør: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge



Figur 3: Ytre Baltsfjorden Nord: 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



Figur 4: Ytre Baltsfjorden Nord: Horisontal strømshastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse samt vannstand fra seahavnivå.no



Figur 5: Ytre Baltsfjorden Nord: Tidevanssellipsene av strømmen ved 5 m dybde. M2, O1 og ALP1 refererer til tidevannskomponentene. Middelsestrømmen er vektorbasert

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

Ytre Baltsfjorden Nord										
Dybde	Sektor (mot)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	Alle ret
5 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	344	65	96	127	184	204	253	326	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.21	0.19	0.19	0.25	0.20	0.19	0.16	0.20	0.25
	V_c 10-år [m/s]	0.38	0.34	0.34	0.45	0.35	0.33	0.28	0.36	0.45
	V_c 50-år [m/s]	0.42	0.38	0.38	0.50	0.40	0.37	0.32	0.41	0.50
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	11	52	109	128	196	205	279	336	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.16	0.19	0.24	0.19	0.18	0.17	0.17	0.14	0.24
	V_c 10-år [m/s]	0.28	0.33	0.43	0.33	0.31	0.29	0.30	0.25	0.43
	V_c 50-år [m/s]	0.32	0.37	0.48	0.37	0.35	0.33	0.34	0.28	0.48
Ytre Baltsfjorden Sør										
Dybde	Sektor (mot)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	Alle ret
5 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	18	45	102	122	167	241	253	323	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.19	0.11	0.18	0.22	0.25	0.18	0.15	0.15	0.25
	V_c 10-år [m/s]	0.34	0.21	0.33	0.39	0.45	0.32	0.28	0.28	0.45
	V_c 50-år [m/s]	0.38	0.23	0.37	0.44	0.50	0.36	0.31	0.31	0.50
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	352	25	68	151	158	246	260	308	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.16	0.14	0.13	0.18	0.16	0.15	0.15	0.12	0.18
	V_c 10-år [m/s]	0.29	0.26	0.23	0.33	0.29	0.27	0.28	0.21	0.33
	V_c 50-år [m/s]	0.33	0.29	0.26	0.37	0.33	0.30	0.31	0.24	0.37

2 Metodebeskrivelse

Det ble utført strømmålinger ved to plasseringer i Ytre Baltsfjorden, Lenvik kommune, i perioden 06.12.2019 - 16.01.2020. Formålet med strømmålingen er å kvantifisere strømhastighet og -retning ved 5 m og 15 m dyp, og ved sprednings- og bunn-dyp for Ytre Baltsfjorden Nord og Ytre Baltsfjorden sør.

Tabell 3 sammenfatter den viktigste bakgrunnsinformasjonen for målingen.

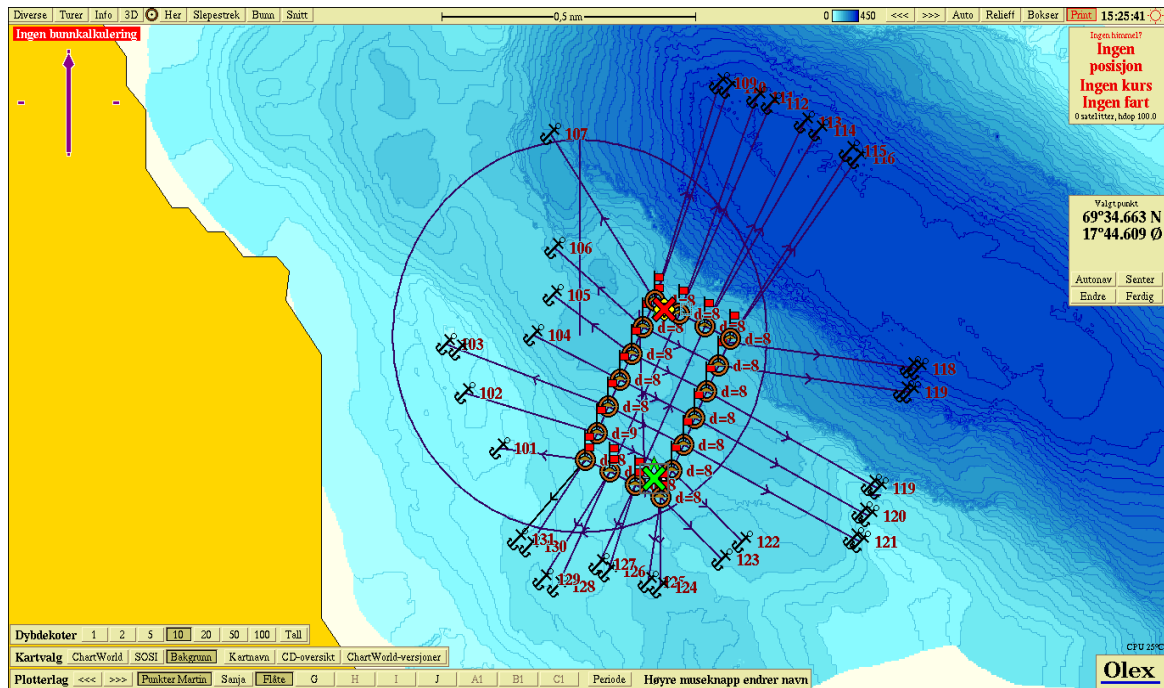
- **Plassering av måler:** Det ble målt strøm samtidig ved Ytre Baltsfjorden Nord (69°34.979' N 17°44.668' Ø) og ved Ytre Baltsfjorden Sør (69°34.663' N 17°44.609' Ø). Figur 6 og Figur 7 viser hvor måleriggene var plassert.
- **Måledybder:** Ved Ytre Baltsfjorden Nord ble det satt ut en doppler profilmåler ved 22 m dyp og 2 doppler punktmålere ved 70 m og 125 m dyp. Ved Ytre Baltsfjorden Sør ble det satt ut en doppler profilmåler ved 23 m dyp og 2 doppler punktmålere ved 62 m og 100 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 40 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).

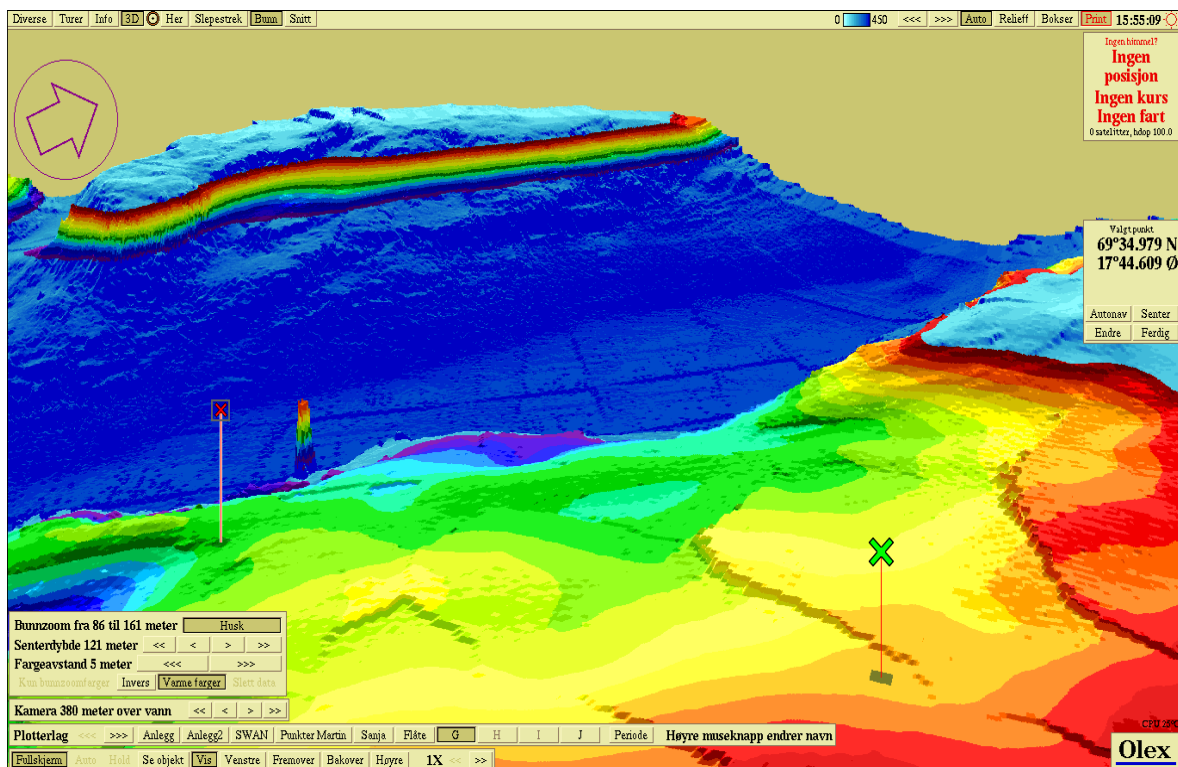
Multiconsult Norge AS er akkreditert inspeksjonsorgan for lokalitetsundersøkelse iht. ISO/IEC 17020, NYTEK-forskriften og NS9415. I denne rapporten faller analyser og beskrivelse av strømmen ved 5 og 15 m dybde under akkrediteringen. Analyser og beskrivelse av strømmen ved andre dybder er ikke underlagt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

Tabell 3: Generell informasjon om strømmålingen utført ved Ytre Baltsfjorden- Nord og Sør

Posisjon	Ytre Baltsfjorden Nord (69°34.979 N 17°44.668 Ø)	Ytre Baltsfjorden Sør (69°34.663 N 17°44.609 Ø)
Ca. dybde på målestedet	127 m	102 m
Måleperiode	06-Des-2019 20:20:00 til 16-Jan-2020 13:10:00	06-Des-2019 20:20:00 til 16-Jan-2020 13:40:00
Varighet	40 dager, 16 timer, 50 minutter	40 dager, 17 timer, 20 minutter
Antall målinger	5862	5865
Kompassorientering	Mot magnetisk nord (ikke korrigert for misvisning)	
Målertype - 22 m / 23 m dybde	Doppler profilmåler (AADI Seaguard II, Serienummer 1618), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 5 til 20 m dybde, cellestørrelse 2 m, celleavstand 1 m	Doppler profilmåler (AADI Seaguard II, Serienummer 1618), profilering av horisontal og vertikal strøm fra 5 til 22 m dybde, cellestørrelse 2 m, celleavstand 1 m
Type måling - 22 m / 23 m dybde	Narrowband, Burst (måling i 2 minutt), 250 ping	
Målertype - 70 m / 62 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 1556), måling av horisontal strøm på instrumentdybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 1590), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 70 m / 62 m dybde	Burst (måling i 1 minutt), 150 ping	
Målertype - 125 m / 100 m dybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 1020), måling av horisontal strøm på instrumentdybde	Doppler punktmåler (AADI RCM 400, Serienummer 729), måling av horisontal strøm på instrumentdybde
Type måling - 125 m / 100 m dybde	Burst (måling i 1 minutt), 150 ping	
Frekvens	Hvert 10. minutt	



Figur 6: Lokaltet Ytre Baltsfjorden. Målepunktene er merket med rødt kryss (Ytre Baltsfjorden Nord) og grønt kryss (Ytre Baltsfjorden Sør). Dybdekotene har 10 meters intervall. Anleggsplassering er antydnet



Figur 7: 3D modell av lokalitet Ytre Baltsfjorden. Målepunktene er merket med rødt kryss (Ytre Baltsfjorden Nord) og grønt kryss (Ytre Baltsfjorden Sør). Farget område er fra 86 m til 161 m dybde med fargeavstand på 5 m

3 Resultater

3.1 Strømdata

3.1.1 Ytre Baltsfjorden Nord

Tidsserien av målt strøm ved Ytre Baltsfjorden Nord, samt strømrosen for valgte dybder er gitt i Figur 8 og Figur 9. Figur 10 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Figur 11 viser minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 4. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighet-retnings matrise og fordelinger er gitt i Appendiks C og Appendiks D.

Målingene ved 5 m dyp viser at gjennomsnittsstrømmen er målt til 6 m/s, mens maksimal strømmen er målt til 25 cm/s. Hovedretningen av strømmen er mot nord.

Målingene ved 15 m dyp viser at gjennomsnittsstrømmen er målt til 5 m/s, mens maksimal strømmen er målt til 24 cm/s. Strømretningen ved 15 m dyp er mer spredt og har dominerende retninger mot nord, sørøst og sørvest.

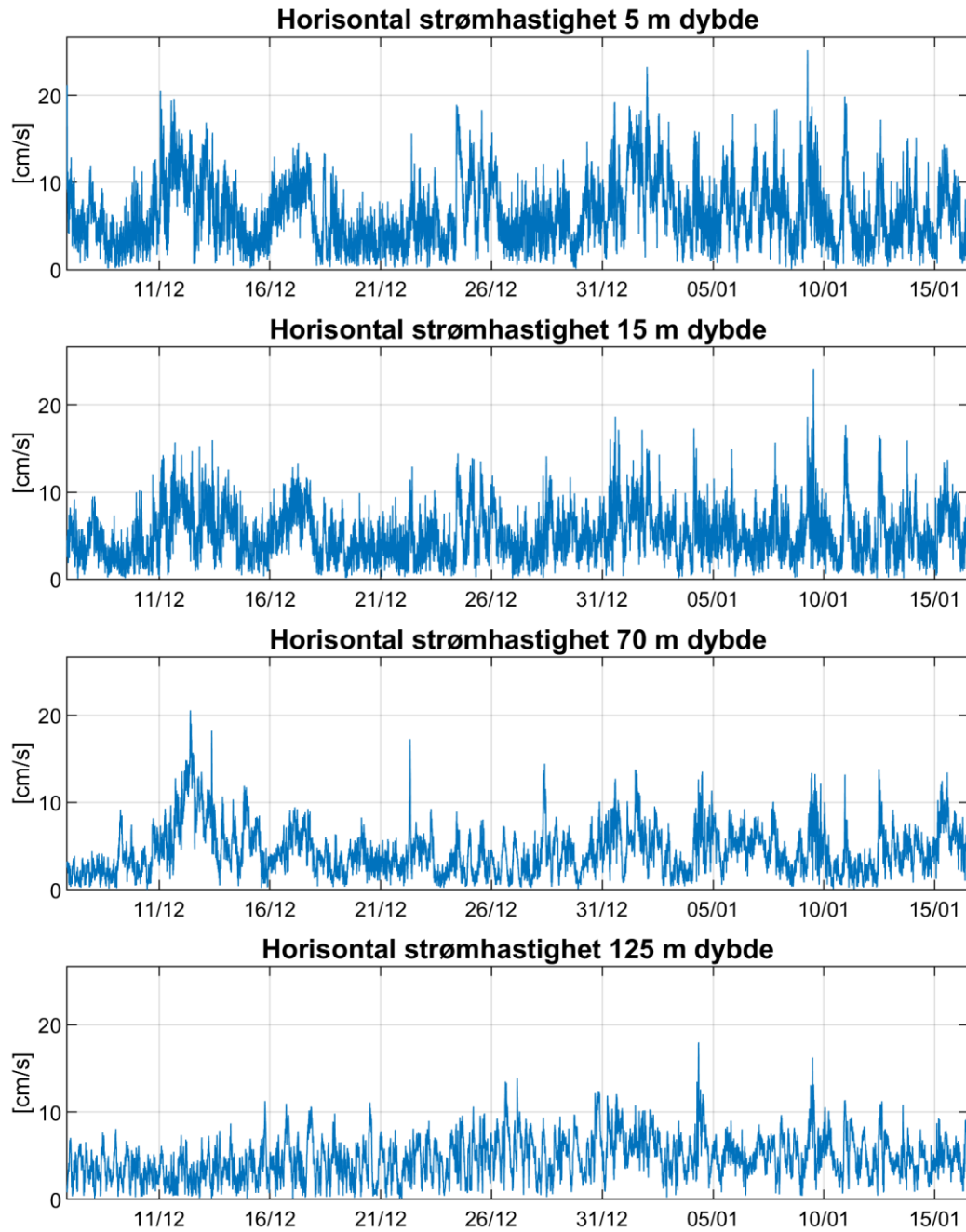
Strømmen ved 5 m og 15 m følger hverandre tett i den observerte perioden.

Målingene ved 70 m dyp (spredningsstrøm) viser at gjennomsnittsstrømmen er målt til 4 m/s, mens maksimal strømmen er målt til 21 cm/s. Hovedretningen av strømmen er mot sør-sørøst.

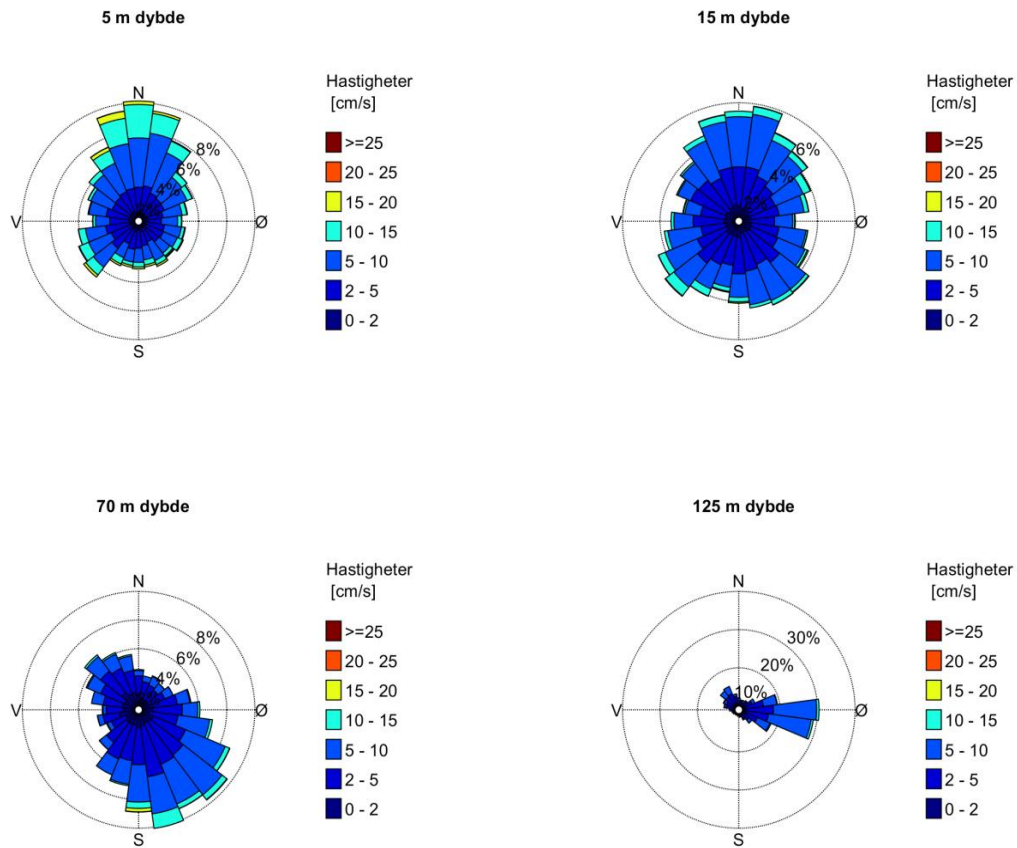
Målingene ved 125 m dyp (bunnstrøm) viser at gjennomsnittsstrømmen er målt til 5 m/s, mens maksimal strømmen er målt til 18 cm/s. Hovedretningen av strømmen er mot øst.

Relativ vannskiftning, samt antall målinger per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 12. Et progressiv vektor-diagram er vist i Figur 13. For forklaring av vannskiftning og progressiv vektor-diagram se Appendiks B.

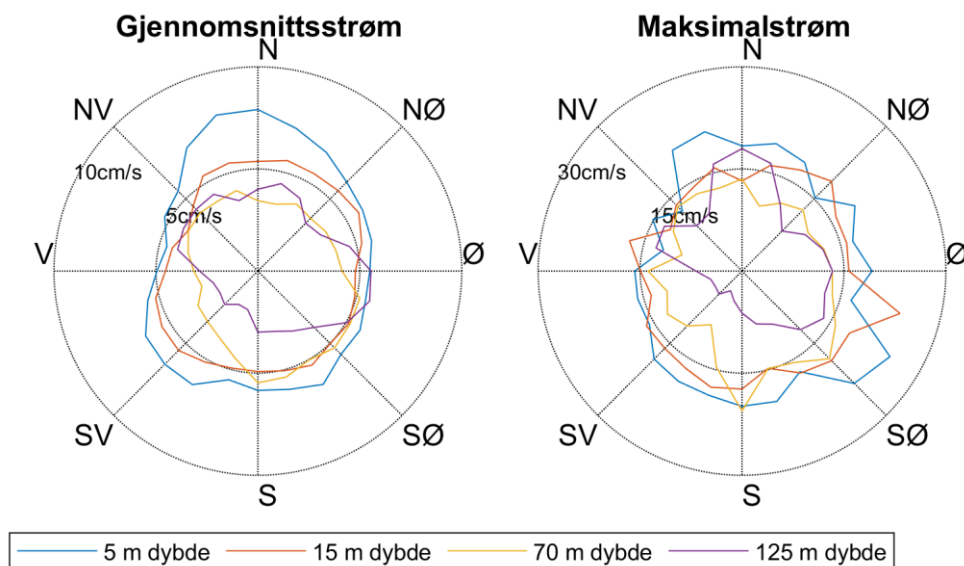
Vannskiftning og antall målinger per sektor er gitt i Appendiks C.



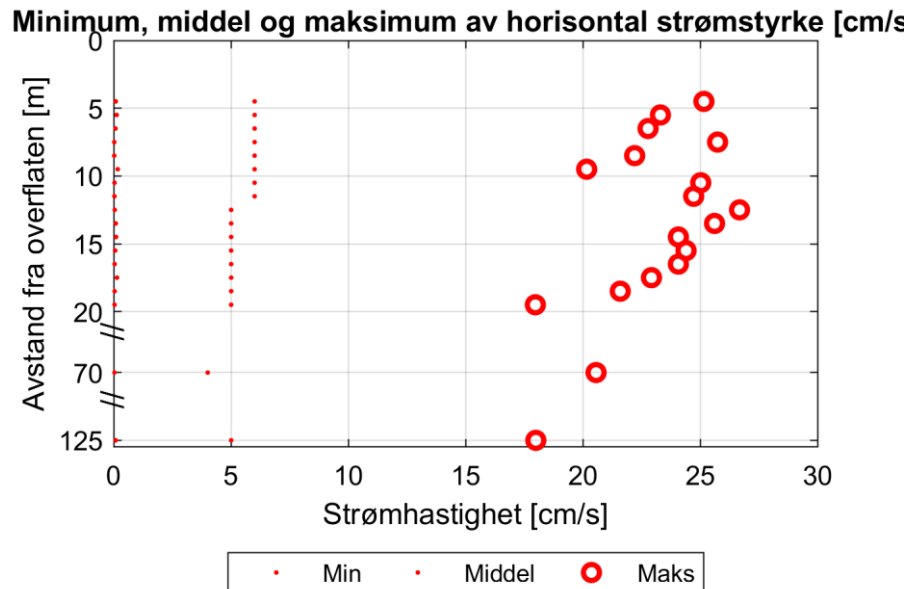
Figur 8: Ytre Baltsfjorden Nord: Tidsserier av horisontal strømshastighet



Figur 9: Ytre Baltsfjorden Nord: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge



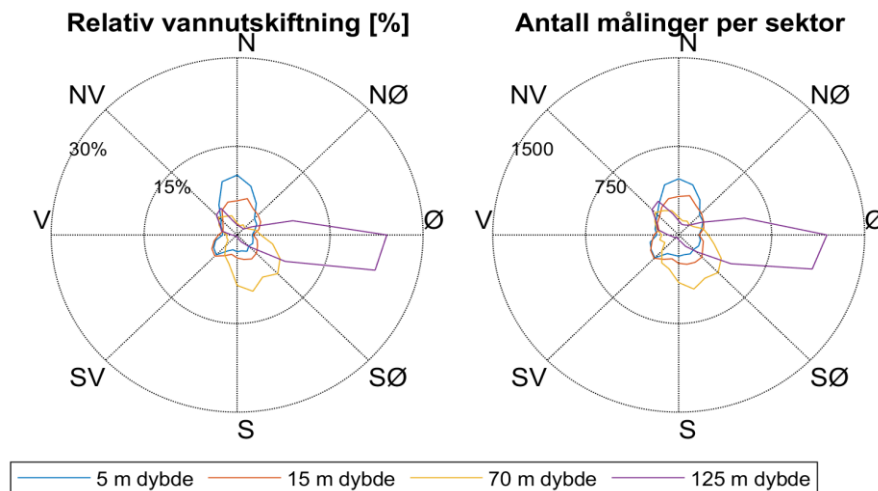
Figur 10: Ytre Baltsfjorden Nord: Gjennomsnitts- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder



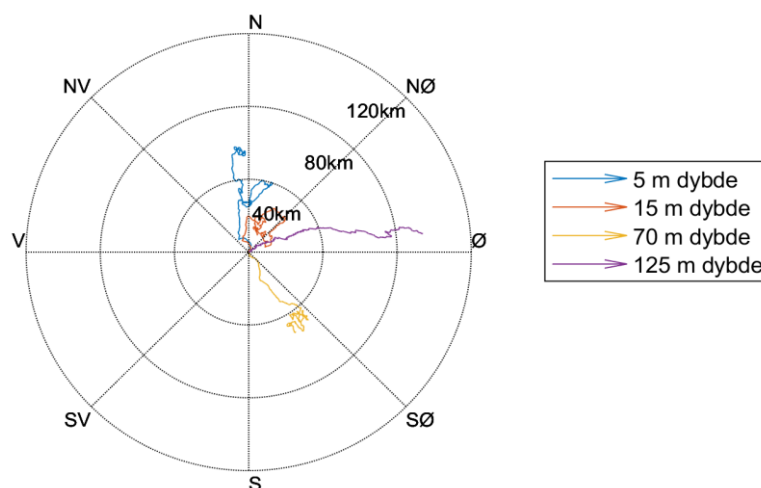
Figur 11: Ytre Baltsfjorden Nord: Minimal, middel og maksimal horisontal strøm ved alle målte dybder

Tabell 4: Ytre Baltsfjorden Nord: Statistikk fra strømmålingene

Dybde	5 m dybde	15 m dybde	70 m dybde	125 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	6	5	4	5
Median [cm/s]	6	5	4	5
Standardavvik [cm/s]	4	3	3	2
Maksimumstrøm [cm/s]	25	24	21	18
Retning maksimumstrøm [°]	127	109	180	4
95 prosentil [cm/s]	13	11	10	9
Andel målinger >30 cm/s [%]	0.0	0.0	0.0	0.0
Vannutskiftning/Vanntransport				
Neumanns parameter	0.24	0.06	0.33	0.57
Vektormidlet strøm [cm/s]	2	0	1	3
Vektormidlet strømretning [°]	354	27	150	84
Nullmålinger				
Andel målinger < 1cm/s [%]	2.5	3.5	5.5	3.7
Lengste periode < 1cm/s [min]	30	40	70	50



Figur 12: Ytre Baltsfjorden Nord: Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor



Figur 13: Ytre Baltsfjorden Nord: Progressiv vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

3.1.2 Ytre Baltsfjorden Sør

Tidsserien av målt strøm ved Ytre Baltsfjorden Sør, samt strømmrosen for valgte dybder er gitt i Figur 14 og Figur 15. Figur 16 viser maksimal- og gjennomsnittsstrøm i 15 graders sektorer for forskjellige dybder. Figur 17 viser minimum, middel- og maksimalstrøm ved forskjellige dybder. Hovedresultater fra strømmålingene er oppsummert i Tabell 5. Operasjonell og sektorvis strømstatistikk, strømhastighet-retnings matrise og fordelinger er gitt i Appendiks C og Appendiks D.

Målingene ved 5 m dyp viser at gjennomsnittsstrømmen er målt til 5 m/s, mens maksimal strømmen er målt til 25 cm/s. Strømmens hovedretning er mot nord-nordvest.

Målingene ved 15 m dyp viser at gjennomsnittsstrømmen er målt til 4 m/s, mens maksimal strømmen er målt til 18 cm/s. Strømmens dominerende regninger er mot nord-nordvest og sørøst.

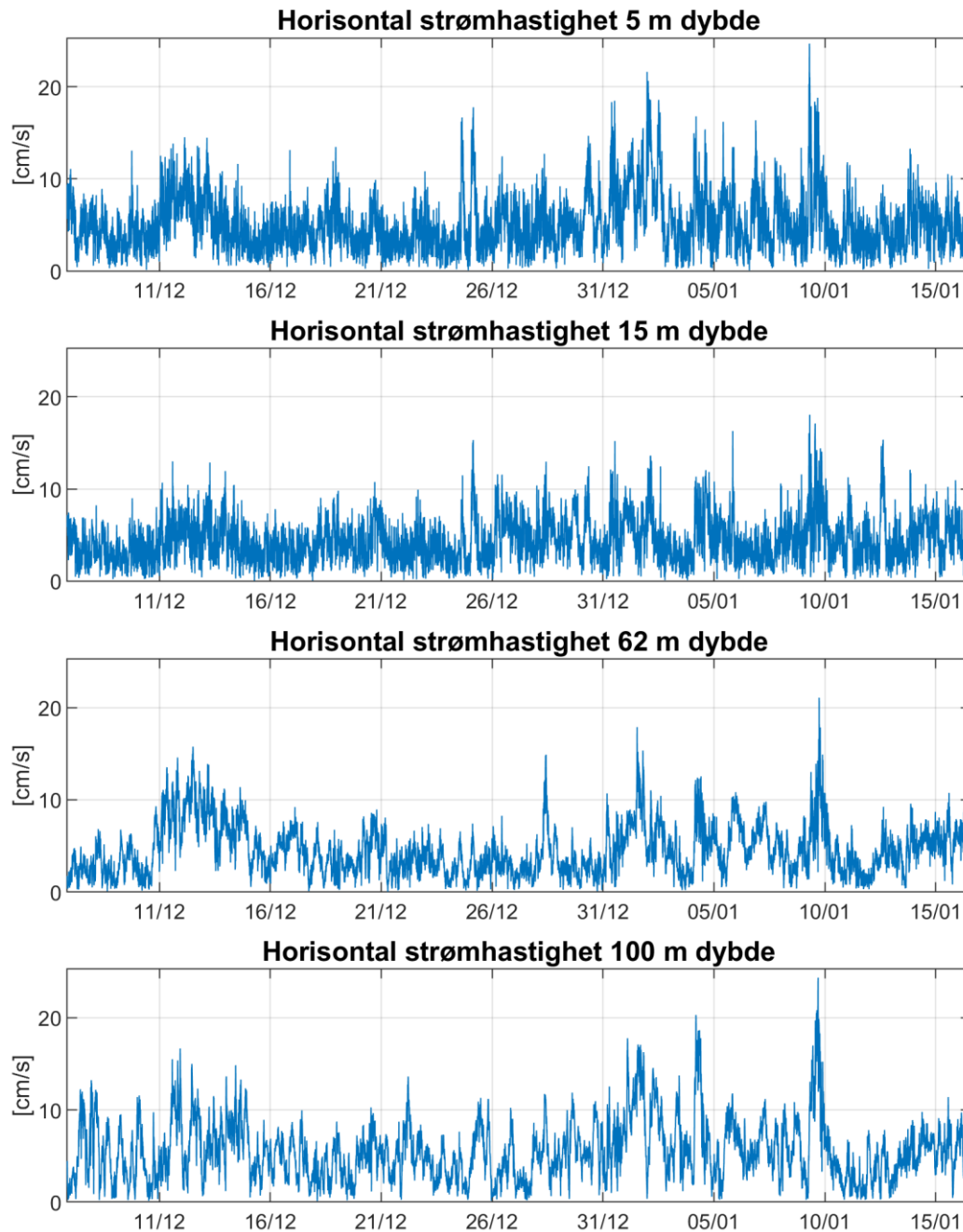
Strømmen ved 5 m og 15 m følger hverandre tett i den observerte perioden.

Målingene ved 62 m dyp (spredningsstrøm) viser at gjennomsnittsstrømmen er målt til 5 m/s, mens maksimal strømmen er målt til 21 cm/s. Strømmens hovedretninger er mot sør-sørøst.

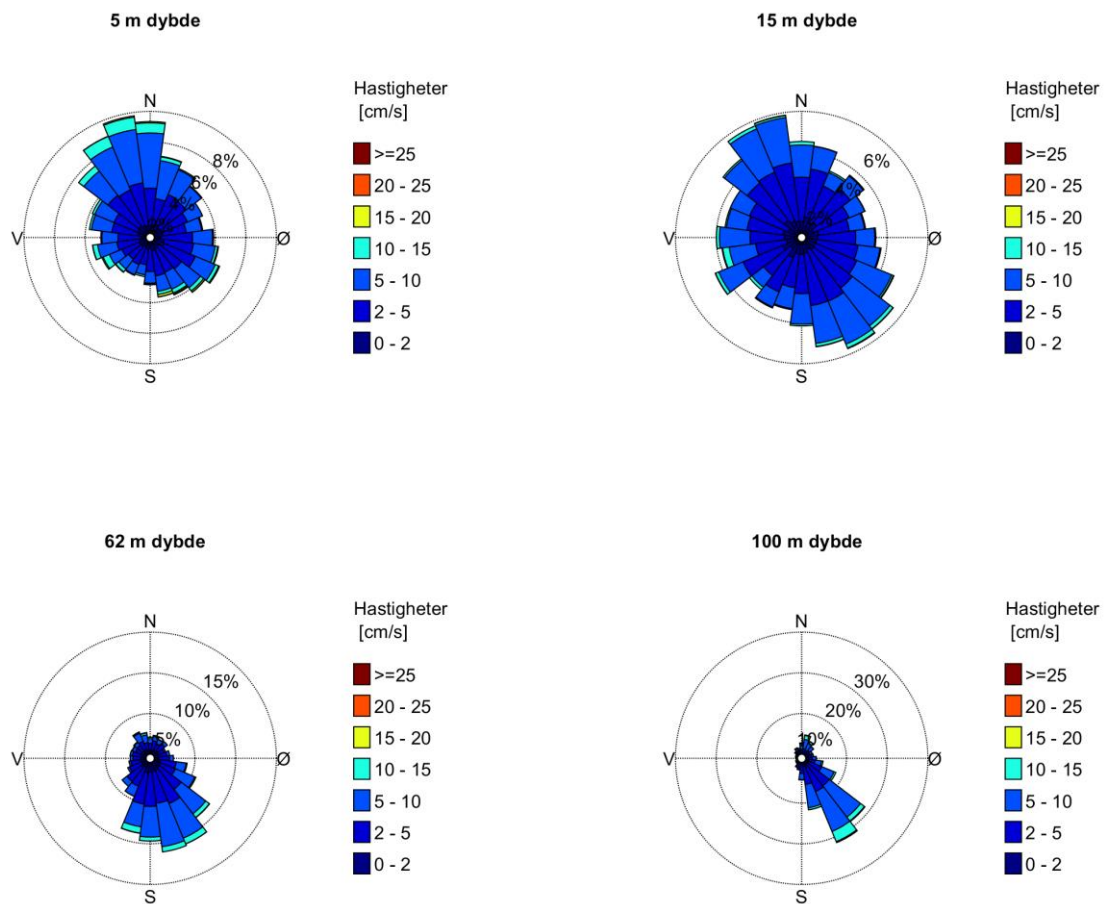
Målingene ved 100 m dyp (bunnstrøm) viser at gjennomsnittsstrømmen er målt til 6 m/s, mens maksimal strømmen er målt til 24 cm/s. Strømmens hovedretning er mot sør-sørøst.

Relativ vannutskiftning, samt antall målinger per retningssektor (15 graders sektorer) er gitt i Figur 18. Et progressiv vektor-diagram er vist i Figur 19. For forklaring av vannutskiftning og progressiv vektor-diagram se Appendiks B.

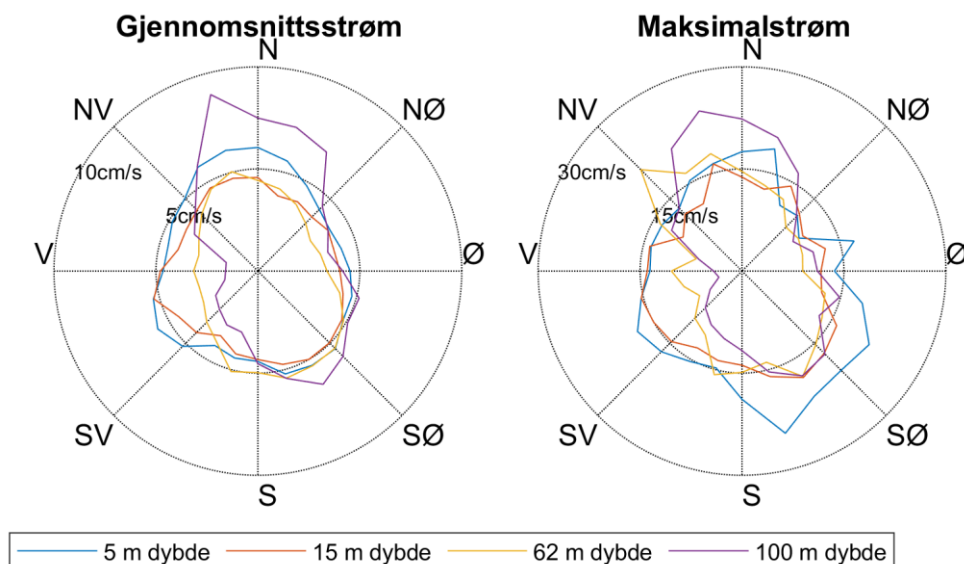
Vannutskiftning og antall målinger per sektor er gitt i Appendiks C.



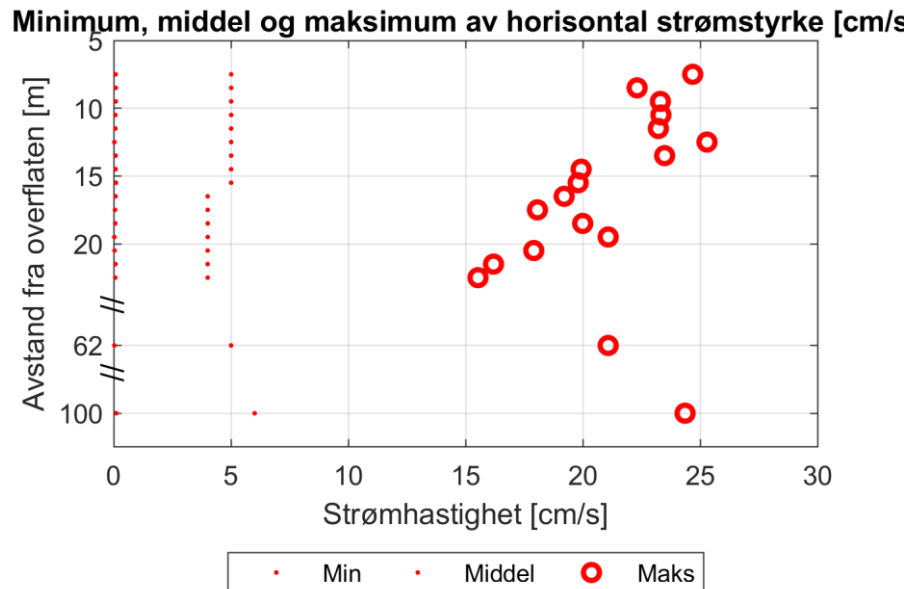
Figur 14: Ytre Baltsfjorden Sør: Tidsserier av horisontal strømhastighet



Figur 15: Ytre Baltsfjorden Sør: Rosediagram som viser fordelingen av retninger i kompasset og hastigheter i farge



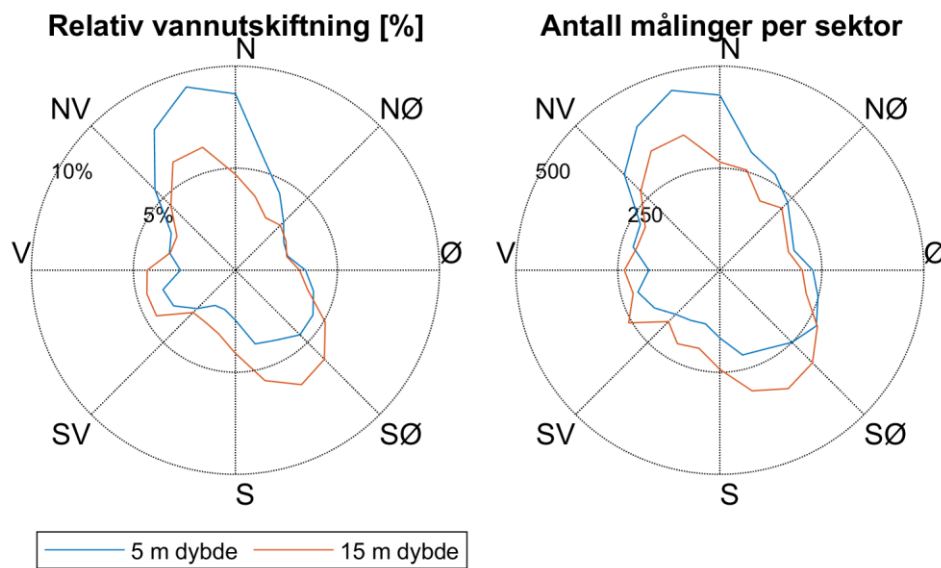
Figur 16: Ytre Baltsfjorden Sør: Gjennomsnitt- og maksimalstrøm for forskjellige retninger (15 graders sektorer) og dybder



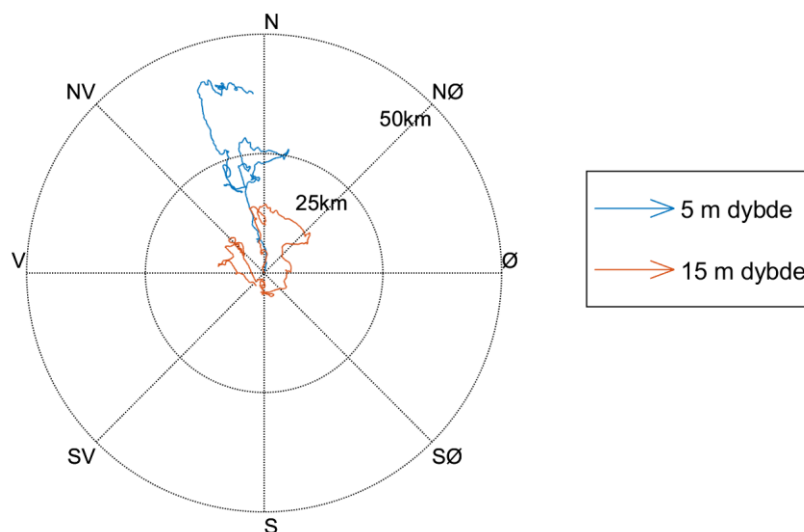
Figur 17: Ytre Baltsfjorden Sør: Minimal, middel og maksimal horisontal strøm ved alle målte dybder

Tabell 5: Ytre Baltsfjorden Sør: Statistikk fra strømmålingene ved

Dybde	5 m dybde	15 m dybde	62 m dybde	100 m dybde
Gjennomsnittsstrøm [cm/s]	5	4	5	6
Median [cm/s]	5	4	4	5
Standardavvik [cm/s]	3	2	3	3
Maksimumstrøm [cm/s]	25	18	21	24
Retning maksimumstrøm [°]	167	151	321	339
95 prosentil [cm/s]	11	9	10	11
Andel målinger >30 cm/s [%]	0.0	0.0	0.0	0.0
Vannutskiftning/Vanntransport				
Neumanns parameter	0.21	0.02	0.49	0.57
Vektormidlet strøm [cm/s]	1	0	2	3
Vektormidlet strømrretning [°]	357	213	162	128
Nullmålinger				
Andel målinger < 1cm/s [%]	3.2	4	5.7	3.7
Lengste periode < 1cm/s [min]	30	30	80	60



Figur 18: Relativ vannutskiftning og antall målinger per 15 graders sektor



Figur 19: Progressiv vektor-diagram, viser forflytningen av en tenkt vannpartikkel i løpet av måleperioden

3.2 Dimensjonerende strømhastigheter ved ytre Baltsfjorden

Strømhastighet med 10-års og 50-års returperiode er for månedsmålinger estimert innenfor hver retningssektor ved bruk av multiplikasjonsfaktorer iht. NS9415 (Tabell 6). 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 strømrøsen skal justeres tilsvarende.

I dette tilfellet er maksimal strømhastighet med 50-års returperiode lavere enn 0.50 m/s for Baltsfjorden- Nord og Sør, og strømværdiene er derfor justert. Tabell 7 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 6: 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 7: Målt maksimalstrøm og ekstrem strømhastighet, V_c , med 10 års og 50 års returperiode

Ytre Baltsfjorden Nord										
Dybde	Sektor (mot)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	Alle ret
5 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	344	65	96	127	184	204	253	326	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.21	0.19	0.19	0.25	0.20	0.19	0.16	0.20	0.25
	V_c 10-år [m/s]	0.38	0.34	0.34	0.45	0.35	0.33	0.28	0.36	0.45
	V_c 50-år [m/s]	0.42	0.38	0.38	0.50	0.40	0.37	0.32	0.41	0.50
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	11	52	109	128	196	205	279	336	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.16	0.19	0.24	0.19	0.18	0.17	0.17	0.14	0.24
	V_c 10-år [m/s]	0.28	0.33	0.43	0.33	0.31	0.29	0.30	0.25	0.43
	V_c 50-år [m/s]	0.32	0.37	0.48	0.37	0.35	0.33	0.34	0.28	0.48
Ytre Baltsfjorden Sør										
Dybde	Sektor (mot)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	Alle ret
5 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	18	45	102	122	167	241	253	323	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.19	0.11	0.18	0.22	0.25	0.18	0.15	0.15	0.25
	V_c 10-år [m/s]	0.34	0.21	0.33	0.39	0.45	0.32	0.28	0.28	0.45
	V_c 50-år [m/s]	0.38	0.23	0.37	0.44	0.50	0.36	0.31	0.31	0.50
15 m dybde	Retning av målt maksimalstrøm (mot) [°]	352	25	68	151	158	246	260	308	-
	Maksimal målt strømhastighet [m/s]	0.16	0.14	0.13	0.18	0.16	0.15	0.15	0.12	0.18
	V_c 10-år [m/s]	0.29	0.26	0.23	0.33	0.29	0.27	0.28	0.21	0.33
	V_c 50-år [m/s]	0.33	0.29	0.26	0.37	0.33	0.30	0.31	0.24	0.37

3.3 Tidevann, vindpåvirket strøm og andre strømkomponenter

Tidevannets og den lokale vindens påvirkningskraft på strømbildet vil være tilnærmet lik for de to målepunktene da avstanden mellom målepunktene bare er 600 m. Tidevannsanalysen og vindpåvirkning er derfor bare vist som figurer for målepunktet ved Ytre Baltsfjorden Nord.

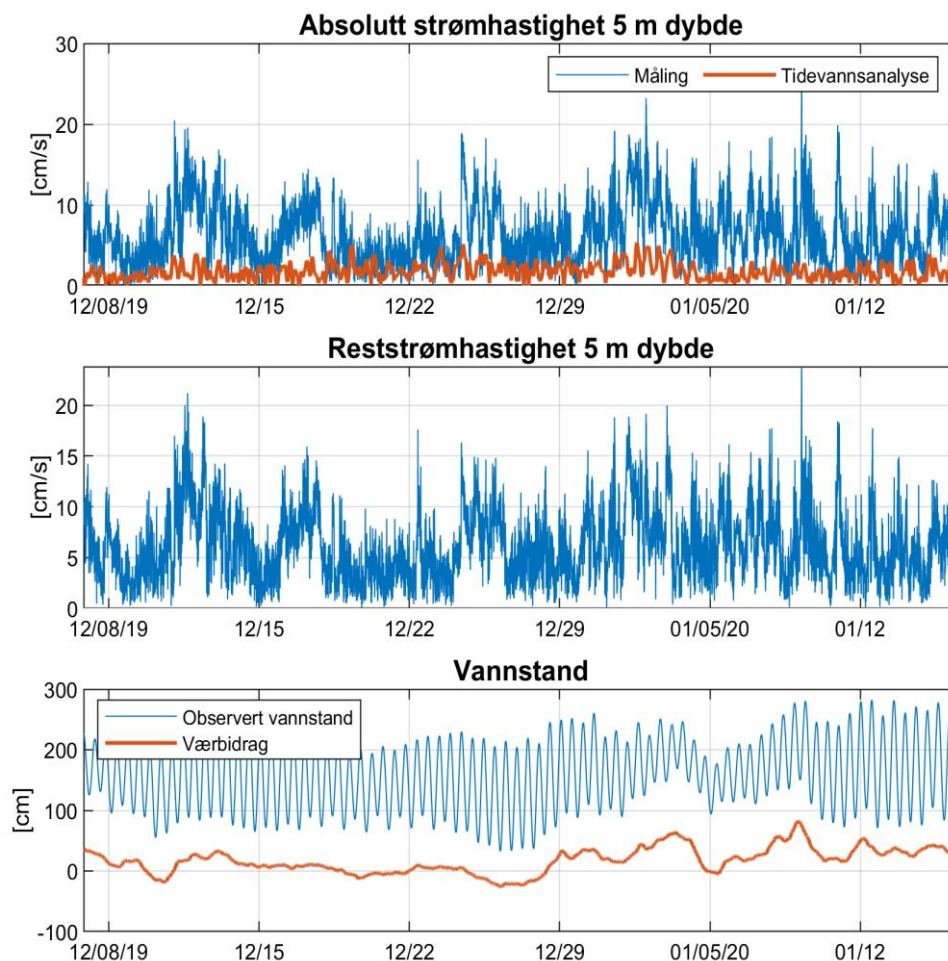
3.3.1 Tidevannsanalyse og vannstand

Det ble foretatt en tidevannsanalyse av den målte strømmen ved forskjellige dyp, som gir informasjon om tidevannets bidrag til strømbildet (Codiga, 2011). Tidevannet er en følge av tiltrekningskreftene mellom jord, måne og sol og de relative bevegelsene i jord-måne-solsystemet (Kartverket, 2019), se Appendiks B for mer informasjon om tidevann.

Resultatene fra tidevannsanalysen er gitt i Figur 20. Figuren viser tidsserien av strømmen ved 5 m dybde med tidevannsanalyse, reststrøm og vannstand fra sehavniva.no. Værets bidrag har stor effekt på vannstanden under perioden med målt maksimalstrøm ved både 5 m og 15 m.

Tidevannsanalysen på strømmålingene ved Ytre Baltsfjorden ved 5 m dybde forklarer 8 % av variansen i datasettet. Maksimal beregnet tidevannsstrøm ved 5 m dybde er 5 cm/s. Reststrømmen er stort sett under 10 cm/s (signifikant maksimum), men har en maksimalverdi på 24 cm/s.

Det konkluderes med at tidevannsstrømmen spiller en liten rolle ved Ytre Baltsfjorden.



Figur 20: Ytre Baltsfjorden Nord: Horizontal strømshastighet, 5 m dybde, med tidevannsanalyse (vannstand fra ANDENES, tidsforskjell: 0 min, høydekorreksjonsfaktor: 1.02 (sehavnivå.no))

3.3.2 Sammenheng mellom vind og strøm

Sammenhengen mellom vind og strøm er også undersøkt. Det ble brukt vindmålinger fra Hekkingen fyr målestasjon (Frost) som ligger 4 km nordøst for Ytre Baltsfjorden og anses som mest representativ for lokaliteten. Verdiene er 10 minutters middelerverdi 10 meter over bakken. For å lettere kunne sammenligne strøm med vind, er strømmen lavpassfiltrert (se forklaring i Appendiks B).

Figur 21 viser vindhastighet og vindretning, samt hastighet og retning på lavpassfiltrert strøm ved 5 m dybde. Figur 22 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 8. Dette er gjort for å fange opp innvirkning fra eventuelle topografiske effekter på vindens og strømmens retning. Nederste panel i Figur 21 viser vind og lavpassfiltrert strøm dekomponert langs den retningen med høyest korrelasjon. Tabell 9 viser hvor mange prosent av tiden ofte gitte kombinasjoner for vind og strømmetning oppsto i løpet av måleperioden.

Den høyeste korrelasjonen (0.48) er observert for vind mot nord og strøm mot nordøst. Denne kombinasjonen mellom vindretning og strømmetning oppstår bare i 1.7 % av måleperioden. Vind mot nordvest og strøm mot nord har en korrelasjon på 0.36 og oppstår i 21.3 % av måleperioden.

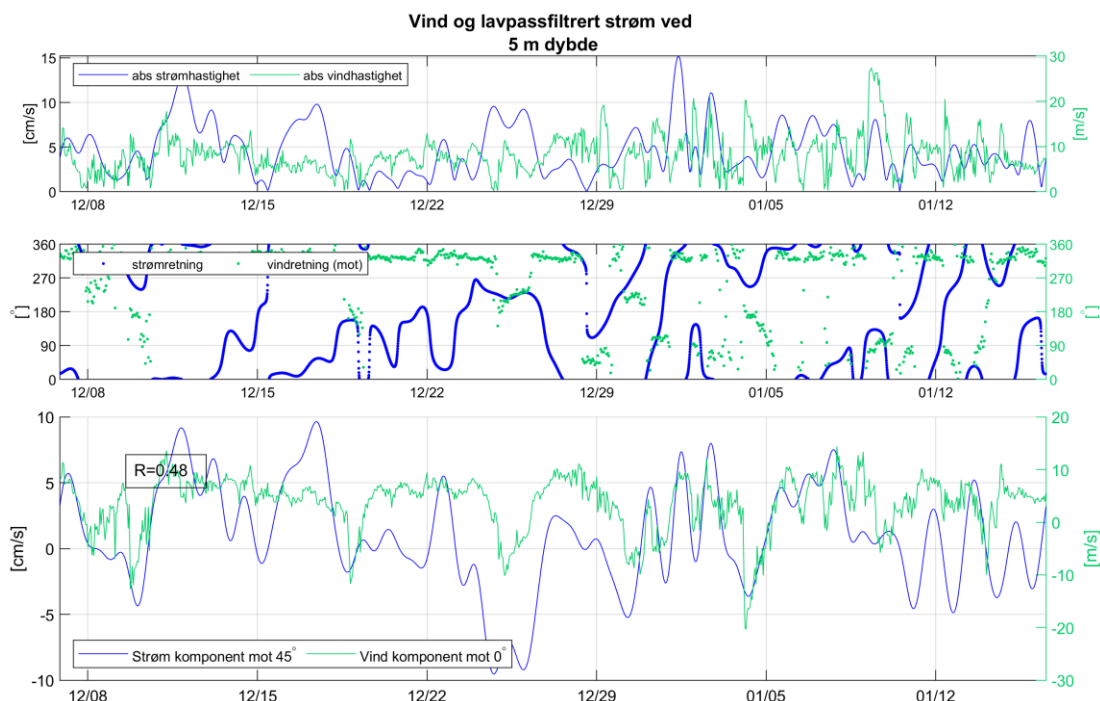
Resultatene viser at vinden spiller en viktig rolle i å styre strømmen ved Ytre Baltsfjorden. Spesielt vind fra sørlige retninger ved Hekkingen fyr ser ut til å ha påvirket strømmen ved 5 m dyp i stor grad gjennom måleperioden.

Tabell 8: Korrelasjonskoeffisientene mellom lavpassfiltrert strøm og vind langs forskjellige akser

	Vindretning (mot)								
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Strømmetning (mot)	0°	0.35	0.04	-0.25	-0.36	-0.35	-0.04	0.25	0.36
	45°	0.48	0.26	-0.12	-0.34	-0.48	-0.26	0.12	0.34
	90°	0.39	0.44	0.14	-0.12	-0.39	-0.44	-0.14	0.12
	135°	-0.08	0.24	0.31	0.25	0.08	-0.24	-0.31	-0.25
	180°	-0.35	-0.04	0.25	0.36	0.35	0.04	-0.25	-0.36
	225°	-0.48	-0.26	0.12	0.34	0.48	0.26	-0.12	-0.34
	270°	-0.39	-0.44	-0.14	0.12	0.39	0.44	0.14	-0.12
	315°	0.08	-0.24	-0.31	-0.25	-0.08	0.24	0.31	0.25

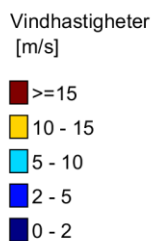
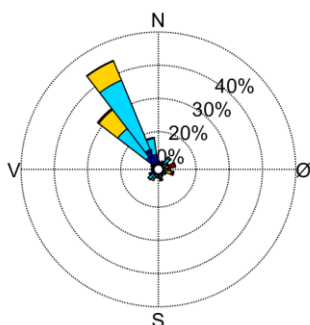
Tabell 9: Prosentandel av tiden visse kombinasjon av strøm- og vindretning oppstår

Strømrretning (mot)	Vindretning (mot)								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0°	2.4	1.5	2	0.6	0.3	0.2	0	21.3	
45°	1.7	0.7	0.6	0	0	0	0	10.4	
90°	0.7	0.9	0.8	0	0	0	0	4.4	
135°	0.8	1.2	3.2	0.3	0.6	0.1	0.1	6.2	
180°	1.5	0.6	1.2	0	0.3	0	0	4.1	
225°	0.4	0.4	1.1	0.2	1.3	3	0.4	3.9	
270°	0.9	0.5	0.4	0.8	1.6	1.2	0.7	3.7	
315°	1	0.9	0.6	0.7	0.4	2	0.9	4.2	

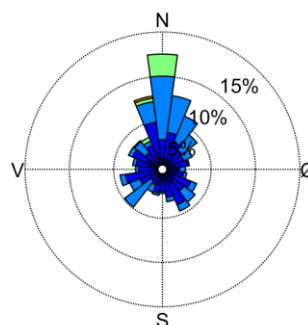


Figur 21: De to øverste paneler viser vindretning og vindhastighet (grønn) samt retning og hastighet på lavpassfiltrert strøm (blå). Det nederste panelet viser hastighet på vind og lavpassfiltrert strøm dekomponert langs retninger som gir høyest korrelasjon

Vind ved Hekkingen fyr målestasjon (mot)



Lavpassfiltrert strøm 5 m dybde



Figur 22: Vind og reststrøm ved 5 m dybde (retninger mot)

3.3.3 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.

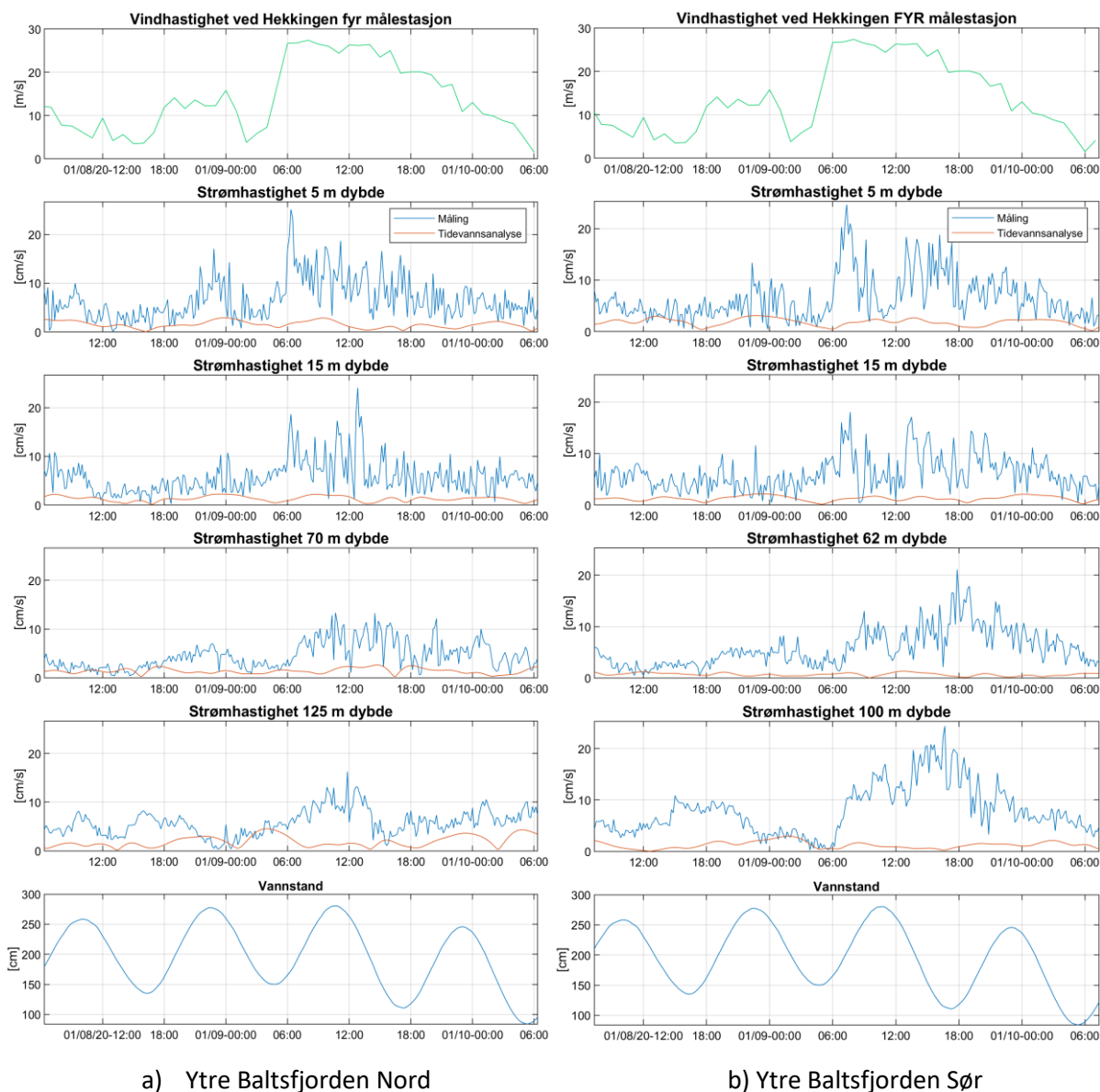
Kyststrømmen følger norskekysten nordover fra Skagerrak til Barentshavet, og kjennetegnes ved lavere saltholdighet enn omkringliggende vannmasser. Strømhastigheten til kyststrømmen ligger stort sett mellom 20-50 cm/s. Under vedvarende perioder med vind fra vest og sørvest inn Skagerrak skjer det en oppstuvning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

Lokalitetens nordlige beliggenhet gjør at det er vanskelig å anslå i hvilken grad kyststrømmen har påvirker strømbildet gjennom måleperioden.

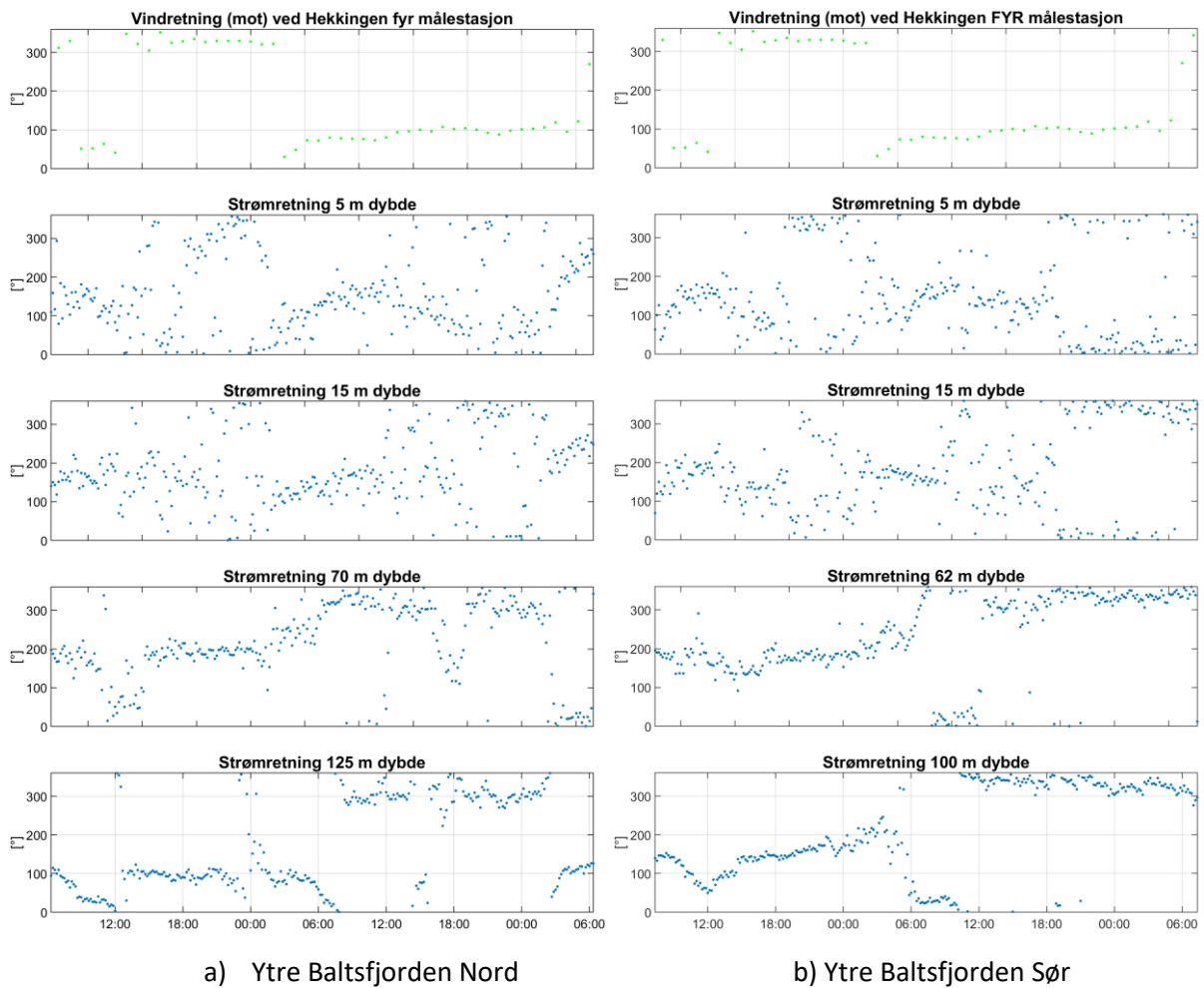
Vårflom på grunn av snø- og issmelting og ferskvannsavrenning generelt kan bidra til lagdeling av vannmassene i sommerhalvåret, og vil samtidig påvirke strømbildet. Siden strømmålingene er utført på vinterstid, samt at det ikke foreligger temperatur- og salinitetsdata fra flere dyp, vil det være vanskelig å kunne vurdere i hvilken grad lagdelingen ved lokaliteten kan påvirke strømbildet. Det er noen mindre elver nært lokaliteten som kan bidra til lagdeling gjennom sommerhalvåret.

3.4 Strøm - Todagersperiode

Figur 23 viser vindhastighet, strømhastighet og vannstand i todagersperioden rundt maksimalstrømmen ved 5 m dyp, 08.01.2020 - 10.01.2020. Figur 24 viser vind- og strømrretning for samme periode. Vindhastighet i forkant av strømtoppen øker skarpt og ligger på 27 cm/s. Både vind- og strømrretning er mot øst i periode rundt observert maksimalstrøm. Strømtoppene både ved Ytre Baltsfjorden Nord og Sør er observert rundt samme tidspunkt i etterkant av den kraftige vinden ved Hekkingen.



Figur 23: Ytre Baltsfjorden: Vind, strømhastighet og vannstand i todagersperioden 08.01.2020-10.01.2020 for Ytre Baltsfjorden Nord (a) og Ytre Baltsfjorden Sør (b)



Figur 24: Ytre Baltsfjorden: Vindretning og strømretning i todagersperioden 08.01.2020-10.01.2020 for Ytre Baltsfjorden Nord (a) og Ytre Baltsfjorden Sør (b)

4 Referanser

Aanderaa. (2007). TD 262b Operating Manual - Seaguard RCM.

Aanderaa. (2014). TD 303 Seaguard II Platform.

Codiga, D. L. (2011). *Unified tidal analysis and prediction using the UTide Matlab functions*. University of Rhode Island Narragansett.

Fiskeridirektoratet. (2008). *Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbaserte anlegg*. Fiskeridirektoratet.

Frost. (2019). *Meteorologisk data*. Hentet fra Meteorologisk institutt: <https://frost.met.no/>

Kartverket. (2019). *Kartverkets ressursnettsted om havnivå og vannstand*. Hentet fra <https://www.kartverket.no/sehavniva/>.

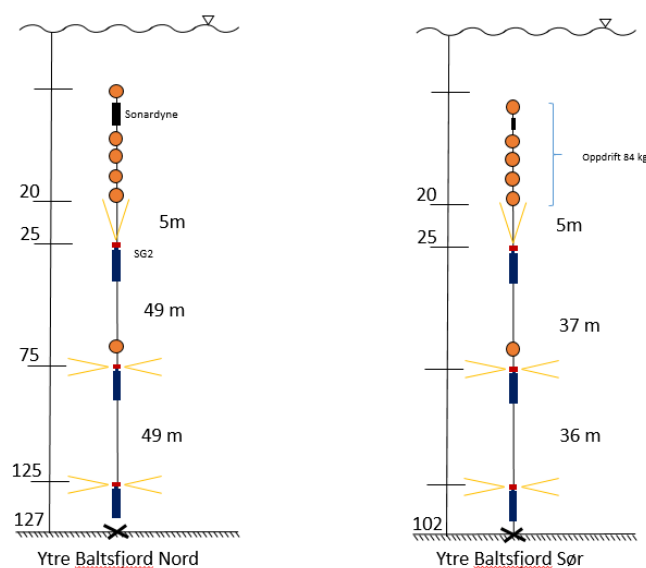
Mattilsynet. (2006). Veileder til forskrift av 16.1.2004 nr. 279 om godkjenning av etablering og utvidelse av akvakulturanlegg og registrering av pryddammer (etableringsforskriften) § 5.

NS-9415. (2009). *Flytende oppdrettsanlegg: Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift*. Norsk Standard.

Appendiks A Måling og kvalitetssikring

Strømmen ble ved hvert målepunkt målt med en akustisk doppler profilmåler Seaguard II (Aanderaa, 2014) 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. Seaguard II 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 25.



Figur 25: Skisse av riggene ved Ytre Baltsfjorden Nord og Ytre Baltsfjorden Sør

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.

Seaguard II:

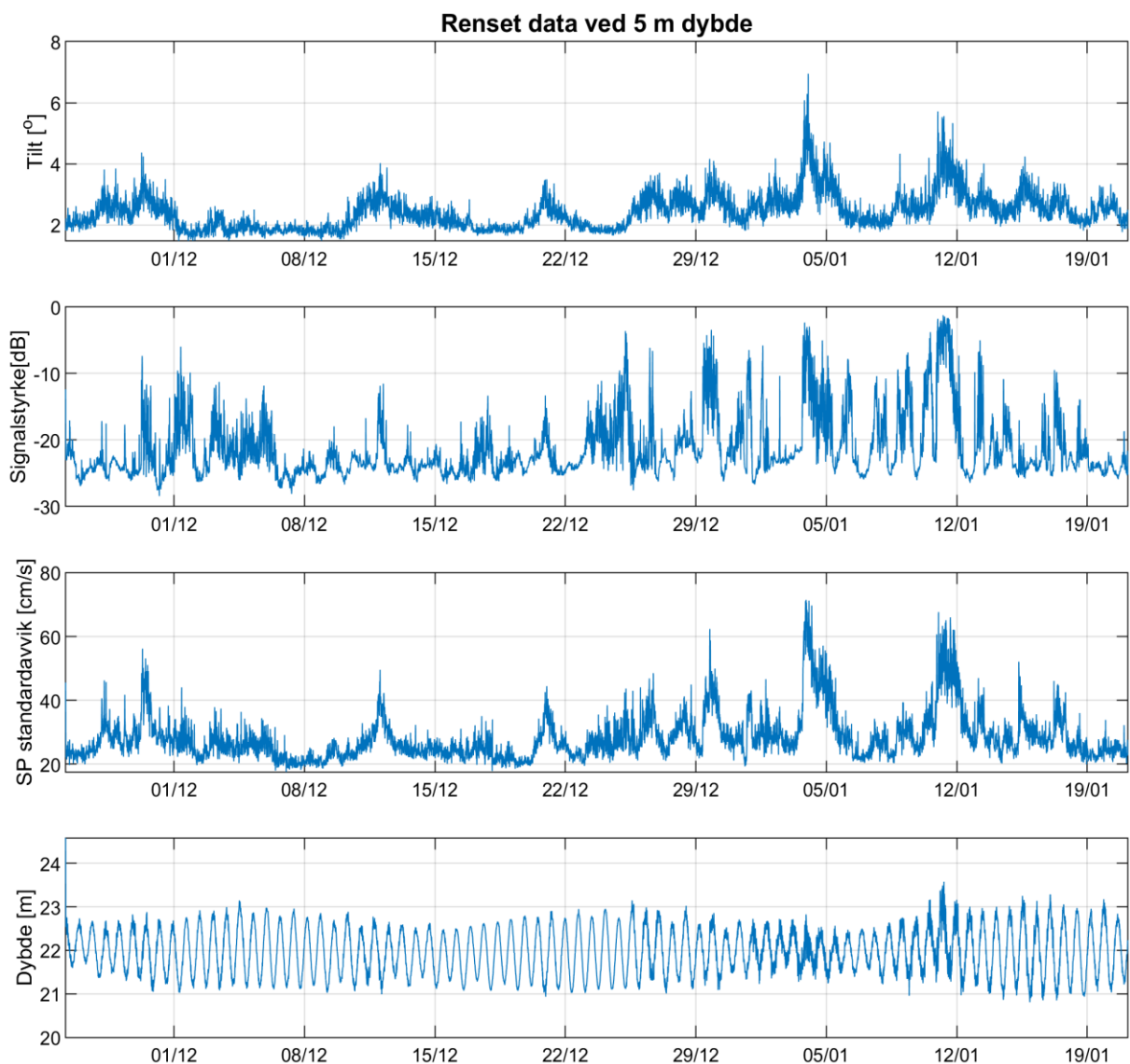
- Tilt bør være under 35°,
- For 2 m celler bør standardavvik ligge under 31.8 ved bruk av Narrowband og under 16.3 ved bruk av Broadband,
- Kryssdifferanse (sum av strålehastighet mellom motsatte stråler) skal være nær null ved homogen strøm,
- Krysskorrelasjon (strålenes korrelasjonsfaktor) er bare 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.

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. Figur 26 til Figur 31 viser noen av parameterne etter datarensing. Strømretningen er ikke korrigert

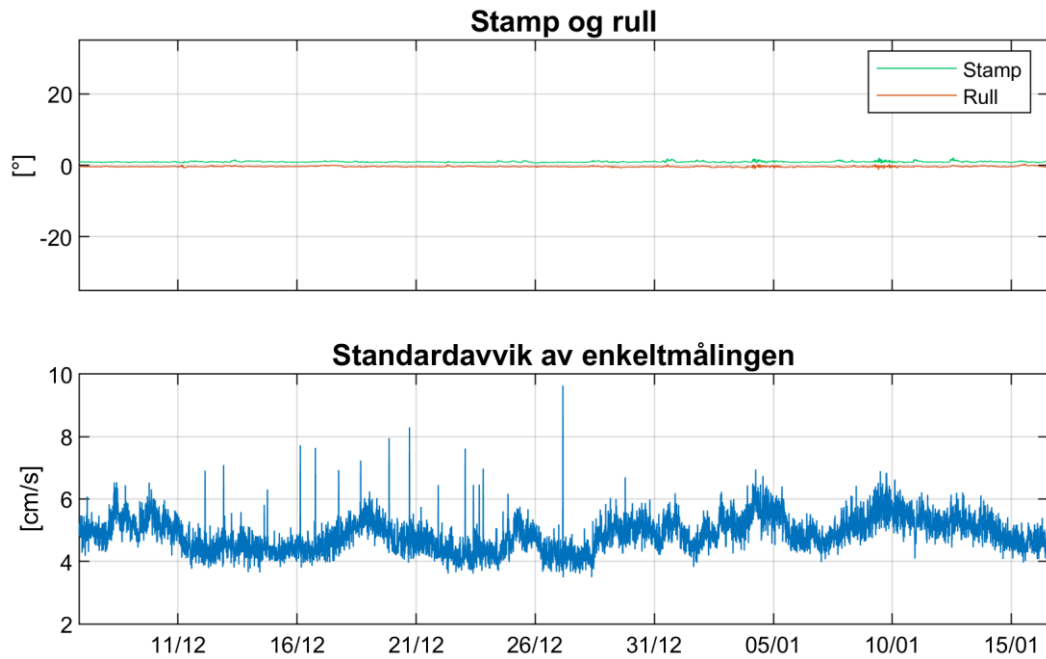
for misvisning og alle retninger er referert mot magnetisk nord. Der instrumentprodusenten anbefaler det, er deviasjon tatt hensyn til gjennom kalibrering av kompasset før utsett.

Seaguard II målingene ved Ytre Baltsfjorden Nord og Sør viser perioder med høyt single ping standardavvik (SP std) enn hva normalt instrumentets produsent anbefaler (se Figur 26 og Figur 29). De høye verdiene er forårsaket av bølgebevegelser ved overflaten og forventes å ha begrenset påvirkning på strømmålingene.

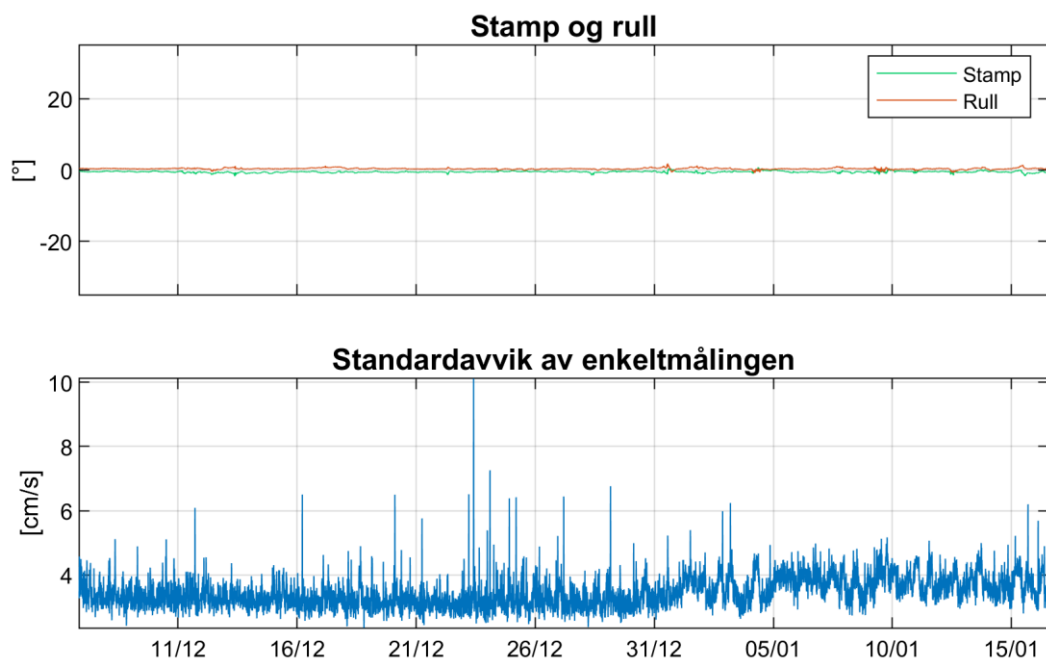
Instrumentoppsettet for Seaguard II ved Ytre Baltsfjorden Sør gjorde at data prosesseringen av dybde ikke ble gjort på en tilfredsstillende måte. Instrumentdybden er derfor hentet ut direkte fra trykksensoren og alle cellene er derfor korrigert med -2.3 m (korrigert til en tilnærmet konstant dybde fra 24.6 m til 22.3 m (se Figur 29).



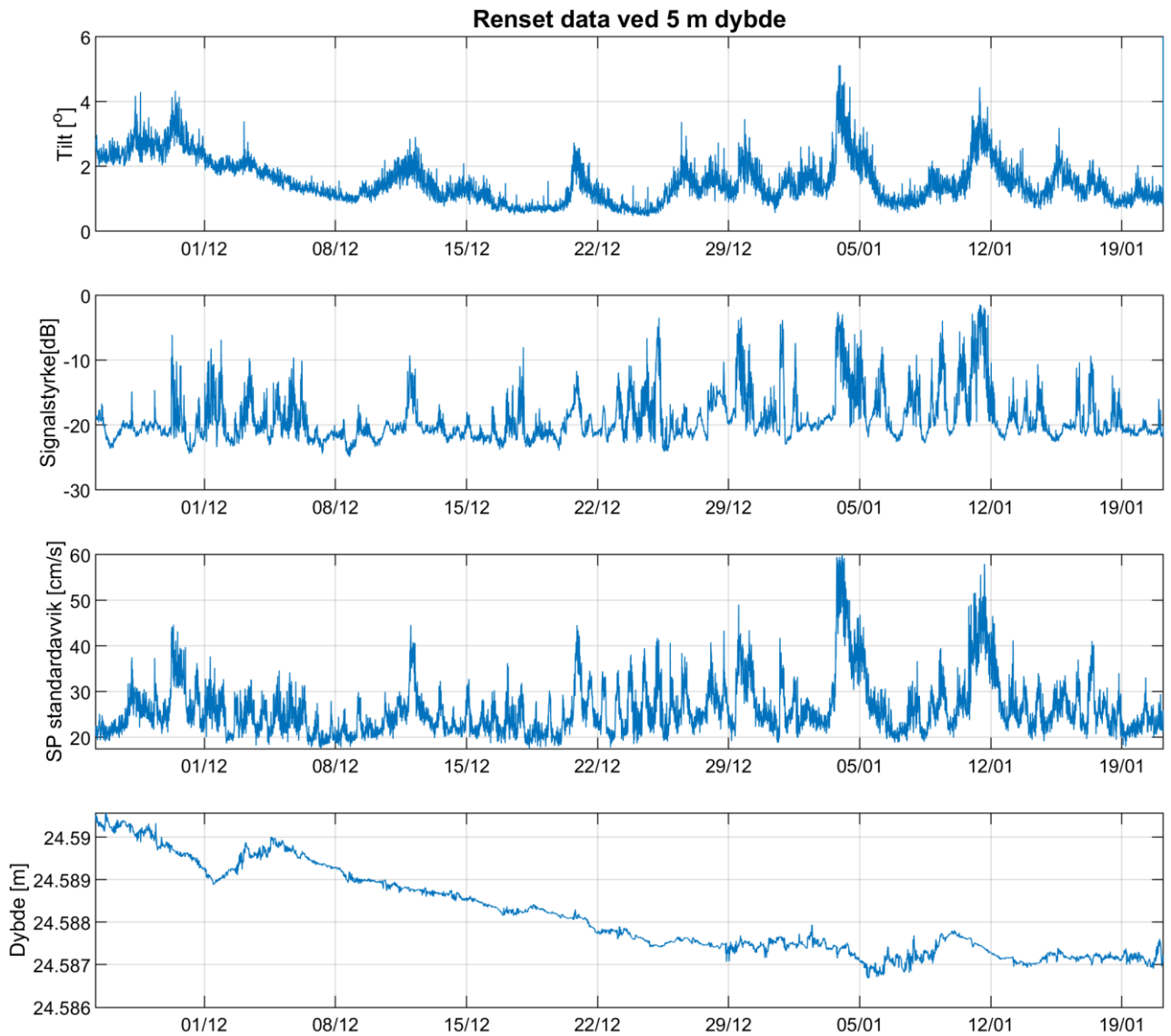
Figur 26: Ytre Baltsfjorden Nord: Kvalitetssikring Seaguard II etter datarensing



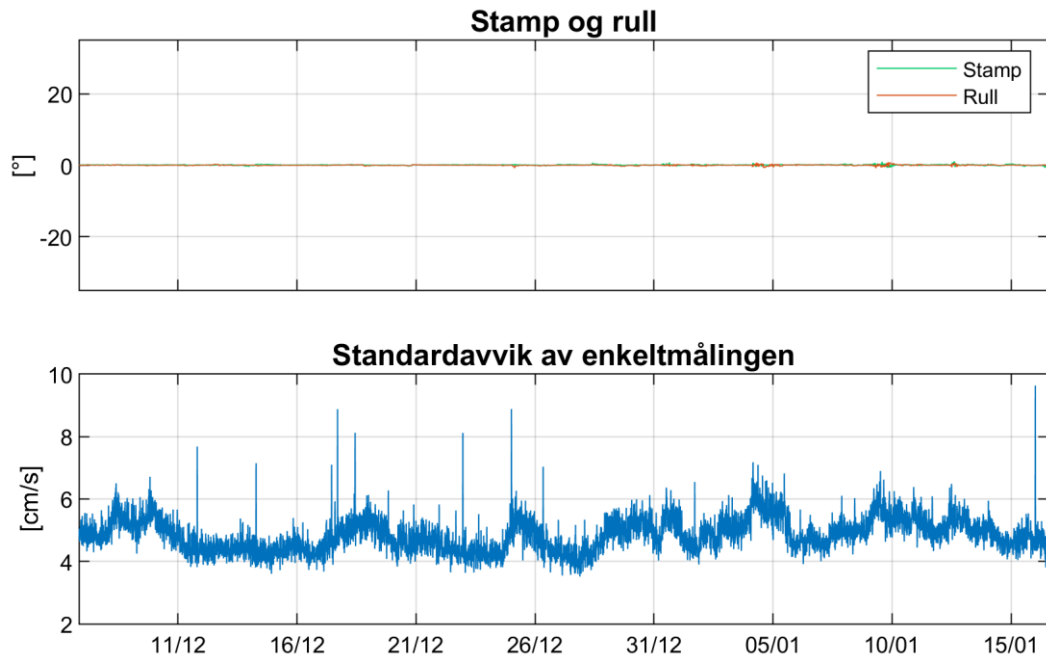
Figur 27: Ytre Baltsfjorden Nord: Kvalitetssikring Seaguard ved 70 m etter datarensing



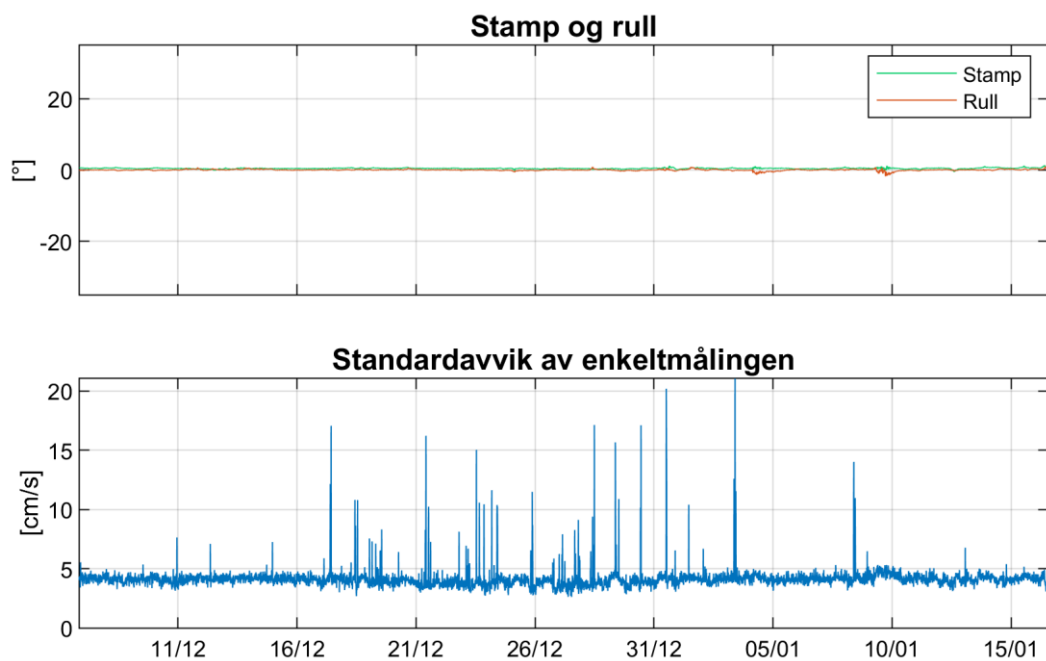
Figur 28: Ytre Baltsfjorden Nord: Kvalitetssikring Seaguard ved 125 m etter datarensing



Figur 29: Ytre Baltsfjorden Sør: Kvalitetssikring Seaguard II etter datarensing



Figur 30: Ytre Baltsfjorden Sør: Kvalitetssikring Seaguard ved 62 m etter datarensing



Figur 31: Ytre Baltsfjorden Sør: Kvalitetssikring Seaguard ved 100 m etter datarensing

Appendiks B Terminologi

Tabell 10: 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 3.3.1. Dette er fordi reststrømproduktet fra tidevannsanalysen ikke alltid er fri for energi fra tidevannet.
Korrelasjonskoeffisient	Korrelasjonskoeffisienten ligger alltid mellom -1 og 1, der 0 betyr at det ikke er en sammenheng mellom de undersøkte tidsseriene. Korrelasjonskoeffisient på 1 betyr at det er en perfekt lineær sammenheng der begge variablene går opp og ned samtidig og -1 betyr at det er en perfekt lineær sammenheng der en variabel går opp når den andre går ned. Sterk korrelasjon (nært 1) betyr ikke at strømmen nødvendigvis skyldes vinden, men indikerer en mulig sammenheng.
Median	Median er den midterste målingen av måledata sortert etter størrelse. Median er mindre påvirket av enkelte ekstremverdier.
Middelverdi	Middelverdien er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger.
Neumanns parameter	Neumanns parameter er et mål for hvor stabil strømrretningen har vært. Den beregnes ut ifra for eksempel et progressivt vektor-diagram og er definert som forholdet mellom lengden av den rette linjen mellom start- og slutt punkt og lengden av den totale banen. For Neumanns parameter under 0.7 er reststrømmen ikke representativ for store deler av strømmålingen i perioden. Neumanns parameter bør ses i sammenheng med vektormidlet strøm og gjennomsnittsstrømmen. Å bruke kun Neumanns parameter til å beskrive vannutskiftningen blir utilstrekkelig. Den har flere begrensninger. For eksempel blir den påvirket av 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, 2019). 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

Appendiks C.1 Ytre Baltsfjorden Nord

Tabell 11: Ytre Baltsfjorden Nord: 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]								
4.5	8	6	6	6	6	6	5	6	6
14.5	5	6	5	5	5	5	5	5	5
70	4	4	5	5	5	4	3	4	4
125	4	4	5	5	3	2	3	4	5
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
4.5	14	12	12	14	14	14	11	13	13
14.5	10	11	10	10	11	11	10	10	11
70	8	8	9	10	12	7	7	9	10
125	10	7	9	9	5	4	8	8	9
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
4.5	21	19	19	25	20	19	16	20	25
14.5	16	19	24	19	18	17	17	14	24
70	14	13	14	18	21	13	14	13	21
125	18	11	13	14	8	5	13	13	18
Dybde	Relativ vannskiftning [%]								
4.5	28	14	8	9	8	12	8	13	100
14.5	18	14	10	13	12	14	9	11	100
70	7	6	13	26	23	8	6	11	100
125	6	6	57	13	1	1	4	13	100
Dybde	Antall målinger [%]								
4.5	23	14	9	9	9	12	10	13	100
14.5	17	13	10	13	12	13	10	12	100
70	8	7	13	22	20	10	8	12	100
125	7	7	49	14	2	2	5	14	100

Tabell 12: Ytre Baltsfjorden Nord: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 5 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	2.5
1-5 cm/s	6.1	5.0	4.1	4.2	4.5	5.1	5.6	5.1	39.8
5-10 cm/s	10.3	6.7	3.7	3.5	2.9	4.5	3.7	5.8	40.9
10-20 cm/s	6.4	1.8	1.0	1.2	1.3	2.3	0.8	1.8	16.6
20-30 cm/s	0.0			0.1				0.0	0.1
Sum	23.1	13.8	9.1	9.3	9.0	12.1	10.4	13.2	100.0

Tabell 13: Ytre Baltsfjorden Nord: 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	6.4	1.8	1.0	1.3	1.3	2.3	0.8	1.8	16.8
>20 cm/s	0.0			0.1				0.0	0.1

Tabell 14: Ytre Baltsfjorden Nord: 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	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	3.5
1-5 cm/s	7.5	5.9	5.2	6.4	6.7	6.6	5.5	6.9	50.7
5-10 cm/s	7.8	5.6	3.8	5.4	4.2	4.8	3.6	4.0	39.3
10-20 cm/s	1.1	1.2	0.5	0.7	0.8	1.4	0.5	0.4	6.6
20-30 cm/s			0.0						0.0
Sum	16.9	13.2	9.9	12.9	12.0	13.3	10.0	11.8	100.0

Tabell 15: Ytre Baltsfjorden Nord: 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	1.1	1.2	0.5	0.7	0.8	1.4	0.5	0.4	6.6
>20 cm/s			0.0						0.0

Tabell 16: Ytre Baltsfjorden Nord: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 70 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9	5.5
1-5 cm/s	5.8	4.3	7.4	10.3	10.6	7.0	5.7	7.8	59.0
5-10 cm/s	1.8	1.9	4.3	9.5	6.9	2.2	1.5	3.4	31.4
10-20 cm/s	0.2	0.1	0.4	1.2	1.8	0.1	0.1	0.4	4.2
20-30 cm/s					0.0				0.0
Sum	8.3	6.8	12.6	21.7	20.0	10.1	8.1	12.4	100.0

Tabell 17: Ytre Baltsfjorden Nord: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 70 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.2	0.1	0.4	1.2	1.8	0.1	0.1	0.4	4.2
>20 cm/s					0.0				0.0

Tabell 18: Ytre Baltsfjorden Nord: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 125 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.6	0.5	0.6	0.5	0.3	0.3	0.4	0.5	3.7
1-5 cm/s	4.5	5.0	20.3	7.8	1.6	1.4	4.2	9.0	53.8
5-10 cm/s	1.4	1.8	26.6	4.9	0.2		0.6	4.7	40.2
10-20 cm/s	0.3	0.1	1.4	0.4			0.1	0.2	2.4
Sum	6.8	7.3	48.8	13.6	2.1	1.7	5.3	14.3	100.0

Tabell 19: Ytre Baltsfjorden Nord: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 125 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.3	0.1	1.4	0.4			0.1	0.2	2.4

Appendiks C.2 Ytre Baltsfjorden Sør

Tabell 20: Ytre Baltsfjorden Sør: 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]								
7.5	6	4	5	5	5	5	5	5	5
17.5	4	4	4	5	4	4	5	4	4
62	5	3	4	5	5	4	3	4	5
100	8	5	5	6	5	3	2	5	6
Dybde	95 prosentil [cm/s]								
7.5	11	9	9	12	12	13	10	11	11
17.5	8	8	8	9	9	9	10	9	9
62	11	8	8	10	10	7	6	10	10
100	17	11	10	11	9	5	4	12	11
Dybde	Horisontal maksimalstrøm [cm/s]								
7.5	19	11	18	22	25	18	15	15	25
17.5	16	14	13	18	16	15	15	12	18
62	18	12	13	18	16	11	10	21	21
100	24	17	15	18	15	9	7	21	24
Dybde	Relativ vannutskiftning [%]								
7.5	24	10	10	13	8	8	10	17	100
17.5	15	9	9	18	13	10	12	14	100
62	7	4	7	29	34	9	4	6	100
100	13	8	7	52	16	1	0	3	100
Dybde	Antall målinger [%]								
7.5	20	12	11	13	9	8	10	16	100
17.5	15	10	10	16	13	11	11	14	100
62	7	6	8	25	30	11	6	7	100
100	9	8	9	48	18	3	1	4	100

Tabell 21: Ytre Baltsfjorden Sør: 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	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	3.2
1-5 cm/s	8.3	7.5	6.8	7.0	5.4	4.5	5.7	8.1	53.3
5-10 cm/s	9.7	4.1	3.8	4.2	2.5	2.4	3.7	6.4	36.6
10-20 cm/s	1.9	0.1	0.4	1.0	0.6	0.9	0.5	1.4	6.8
20-30 cm/s				0.1	0.0				0.1
Sum	20.2	12.1	11.3	12.7	8.8	8.2	10.3	16.4	100.0

Tabell 22: Ytre Baltsfjorden Sør: 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	1.9	0.1	0.4	1.1	0.6	0.9	0.5	1.4	6.9
>20 cm/s				0.1	0.0				0.1

Tabell 23: Ytre Baltsfjorden Sør: 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	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	4.0
1-5 cm/s	9.0	7.2	6.7	8.4	7.5	7.1	6.4	8.6	60.9
5-10 cm/s	5.0	2.4	2.8	6.5	4.4	2.8	3.8	4.7	32.4
10-20 cm/s	0.3	0.2	0.2	0.6	0.3	0.4	0.6	0.3	2.7
Sum	14.7	10.2	10.1	15.9	12.7	11.0	11.3	14.0	100.0

Tabell 24: Ytre Baltsfjorden Sør: 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	0.3	0.2	0.2	0.6	0.3	0.4	0.6	0.3	2.7

Tabell 25: Ytre Baltsfjorden Sør: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 62 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.6	0.7	0.6	0.8	1.0	0.6	0.6	0.8	5.7
1-5 cm/s	3.9	3.8	5.6	11.8	14.7	7.9	4.6	4.0	56.4
5-10 cm/s	2.0	1.2	2.1	11.0	12.0	2.3	0.9	1.9	33.3
10-20 cm/s	0.6	0.1	0.1	1.5	2.0	0.0	0.0	0.3	4.6
20-30 cm/s								0.0	0.0
Sum	7.1	5.8	8.4	25.2	29.6	10.9	6.1	7.0	100.0

Tabell 26: Ytre Baltsfjorden Sør: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 62 m dybde

Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	0.6	0.1	0.1	1.5	2.0	0.0	0.0	0.3	4.7
>20 cm/s								0.0	0.0

Tabell 27: Ytre Baltsfjorden Sør: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med forskjellig hastighet og retning, 100 m dybde

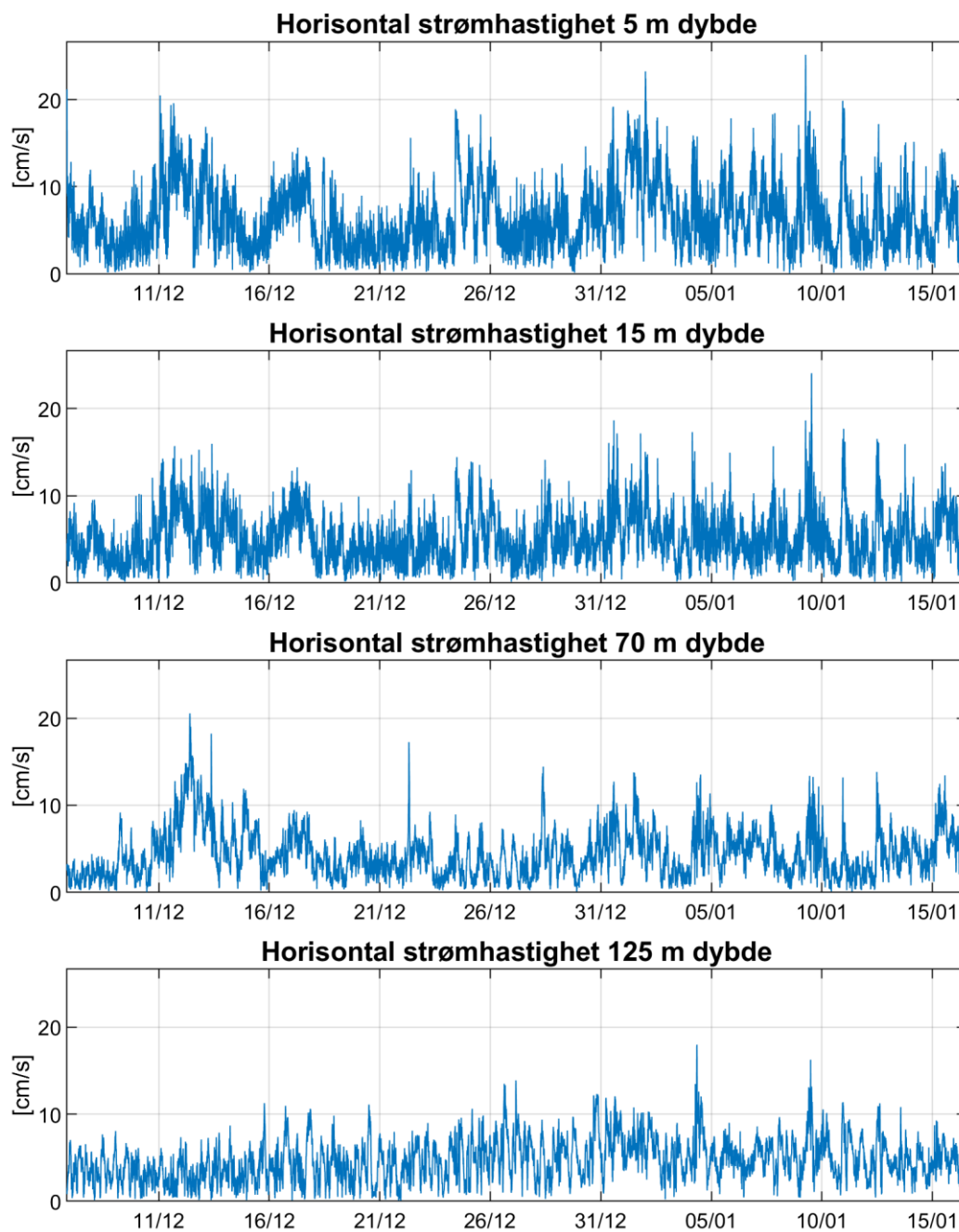
Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
0-1 cm/s	0.3	0.5	0.7	0.7	0.4	0.4	0.5	0.3	3.7
1-5 cm/s	2.8	3.3	4.8	19.0	9.5	2.2	0.8	1.9	44.2
5-10 cm/s	3.6	3.7	3.0	23.6	7.5	0.3	0.0	1.0	42.6
10-20 cm/s	2.4	0.7	0.4	4.8	0.6			0.4	9.3
20-30 cm/s	0.1							0.0	0.1
Sum	9.2	8.2	8.8	48.1	18.0	2.9	1.2	3.6	100.0

Tabell 28: Ytre Baltsfjorden Sør: Operasjonell strøm - prosentandel av målinger med hastigheter over visse grenser, 100 m dybde

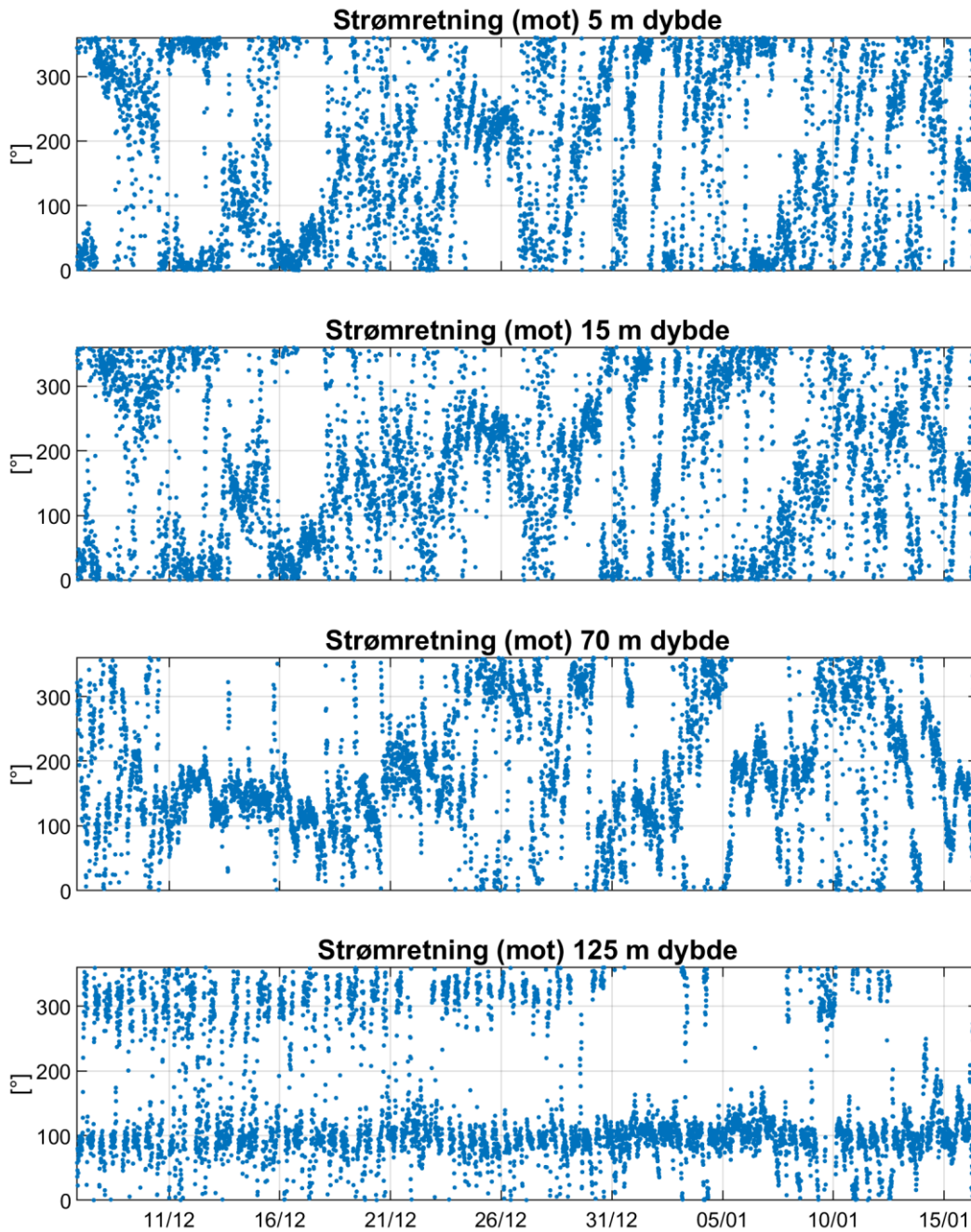
Strømhastighet	Strømretning								Sum
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
>10 cm/s	2.5	0.7	0.4	4.8	0.6			0.4	9.4
>20 cm/s	0.1							0.0	0.1

Appendiks D Tidsserier og fordelinger

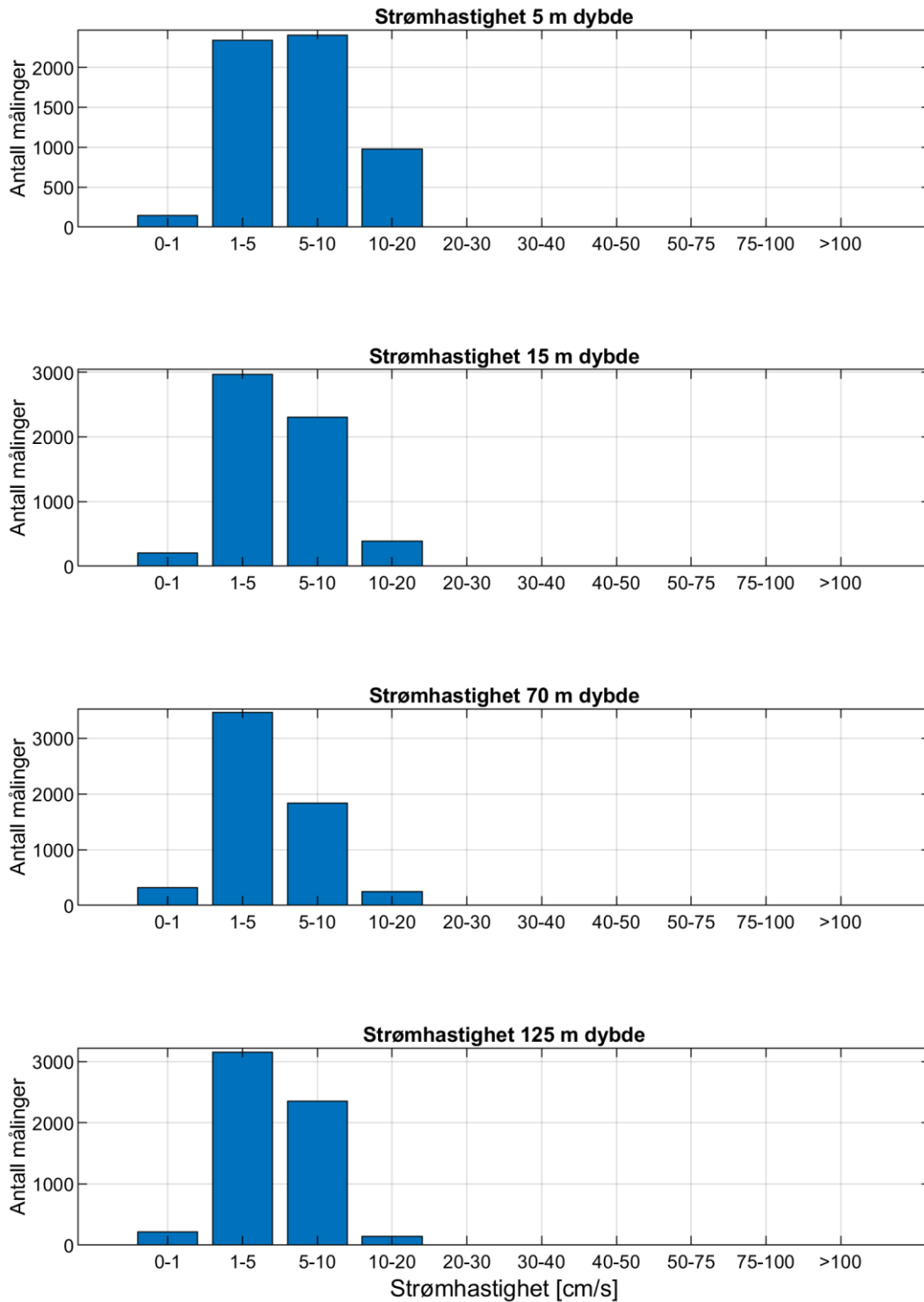
Appendiks D.1 Ytre Baltsfjorden Nord



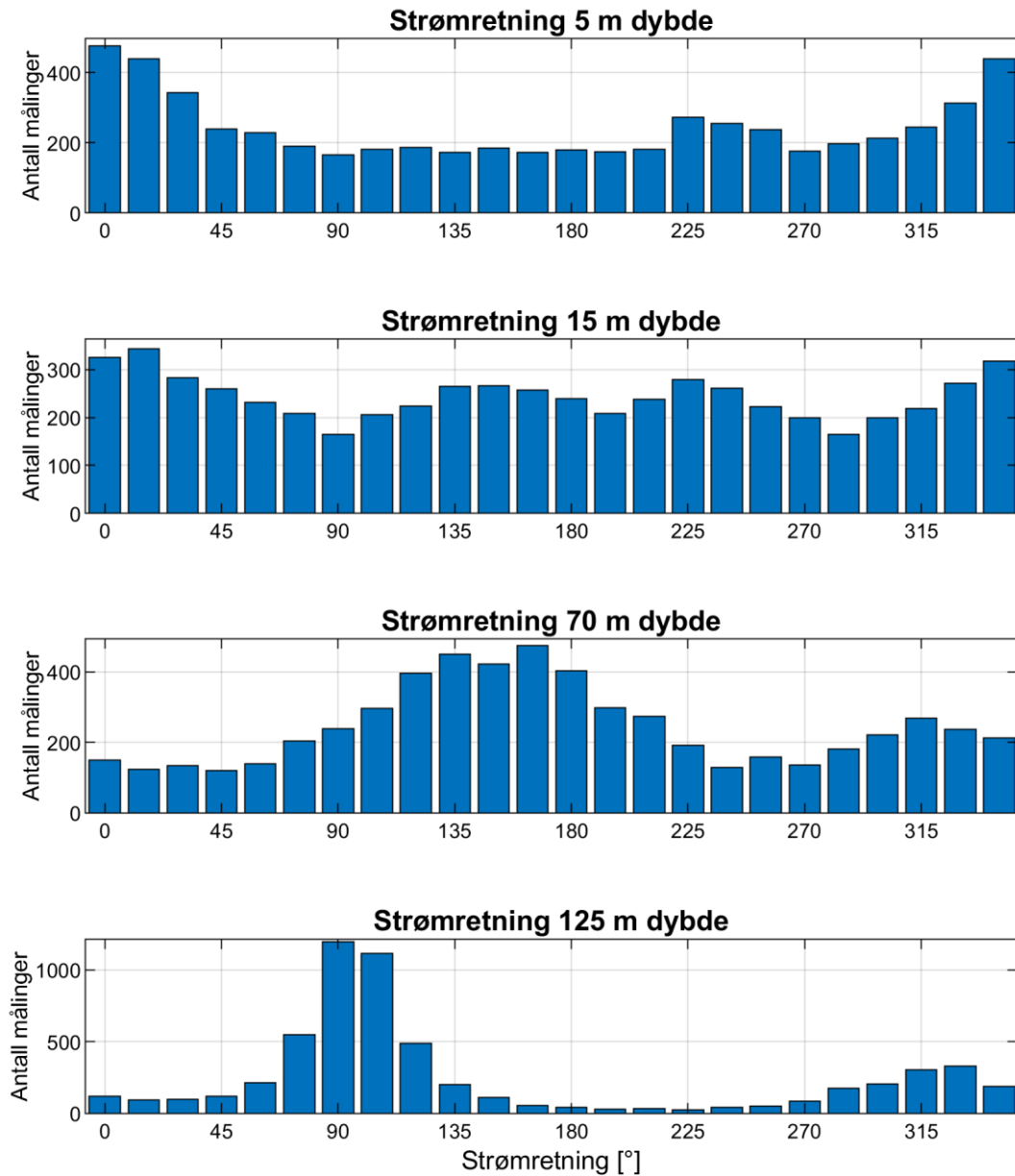
Figur 32: Ytre Baltsfjorden Nord: Tidsserier av horisontal strømhastighet



Figur 33: Ytre Baltsfjorden Nord: Tidsserier av horisontal strømrretning

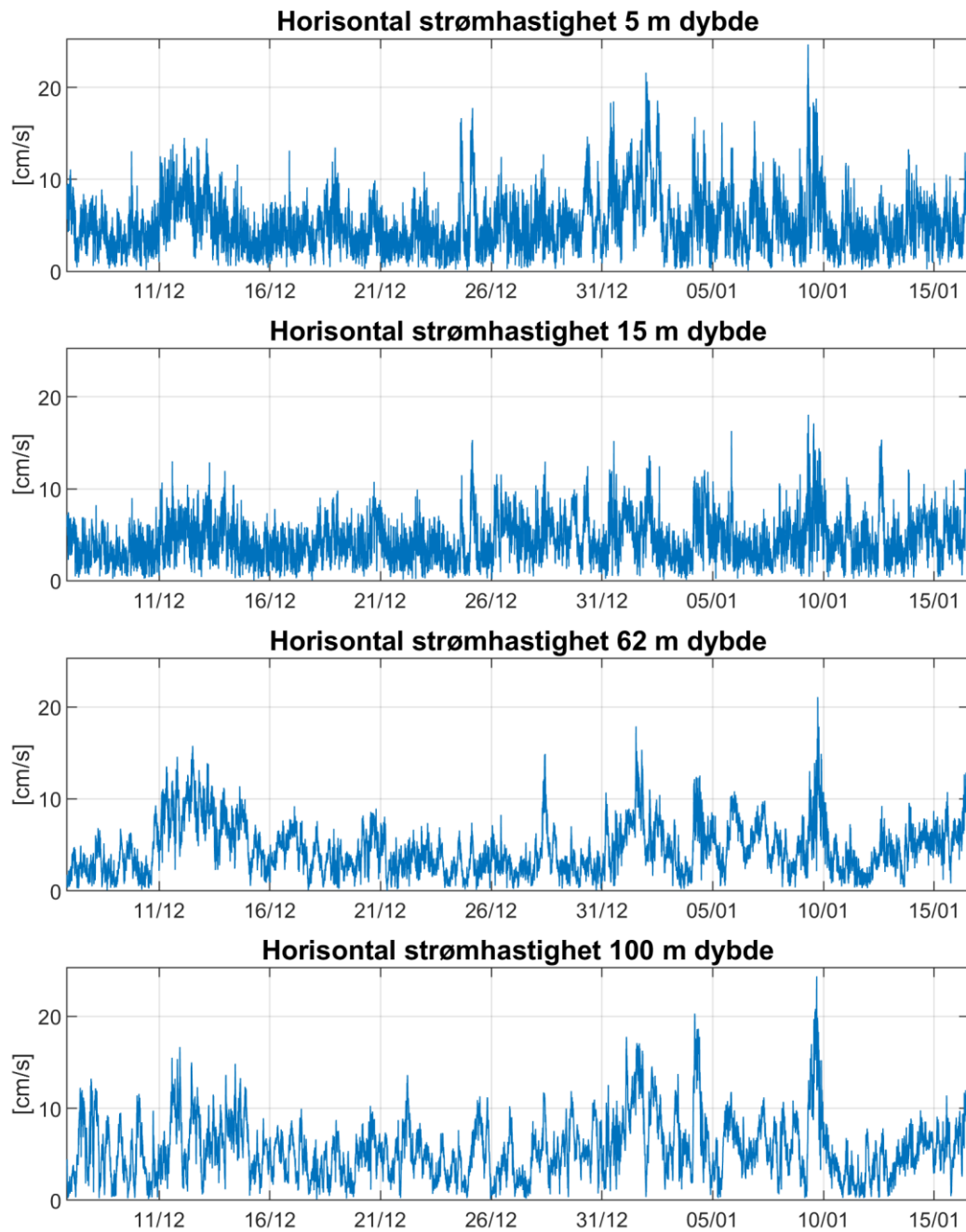


Figur 34: Ytre Baltsfjorden Nord: Histogram av horisontal strømhastighet

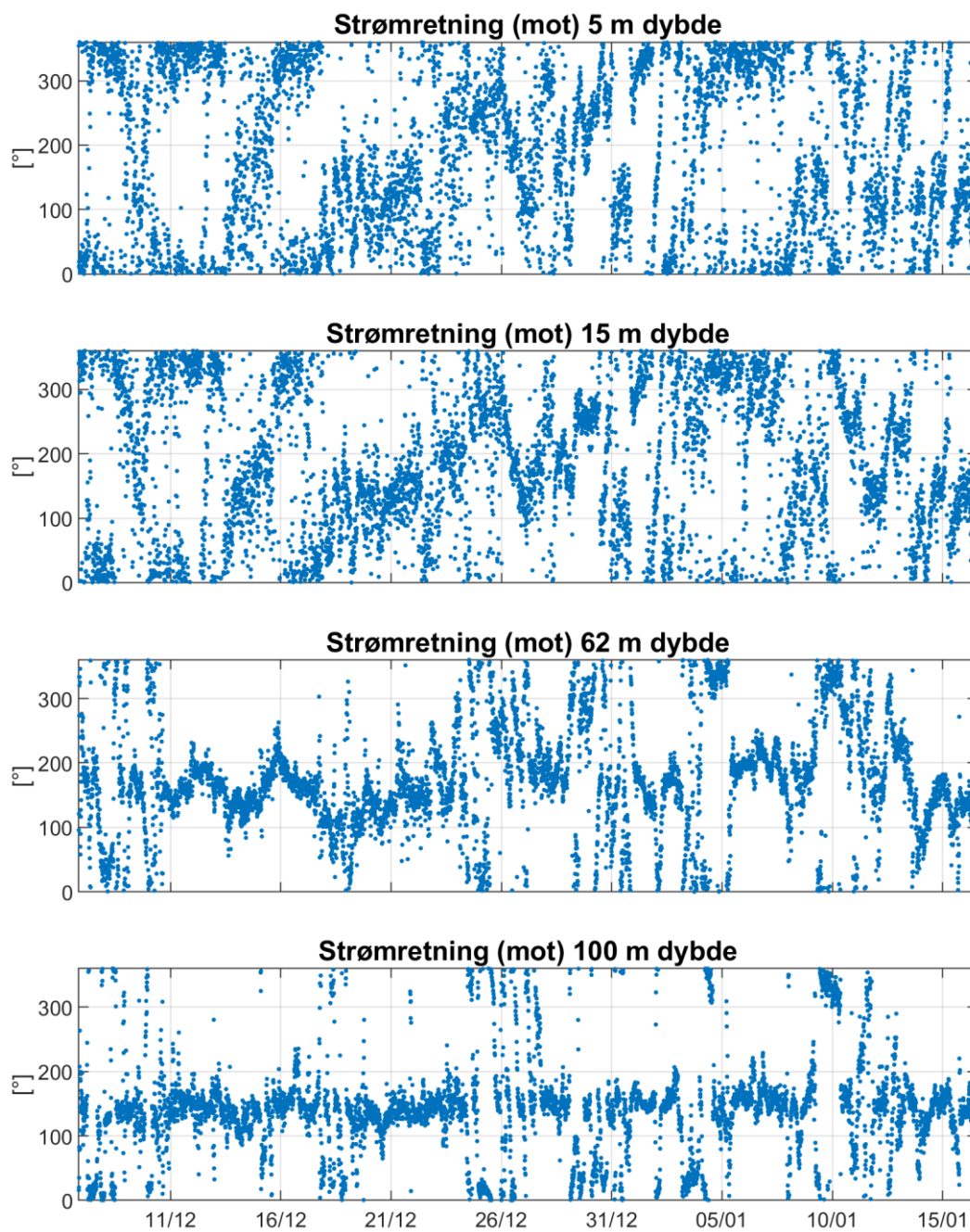


Figur 35: Ytre Baltsfjorden Nord: Histogram av horisontal strømretning

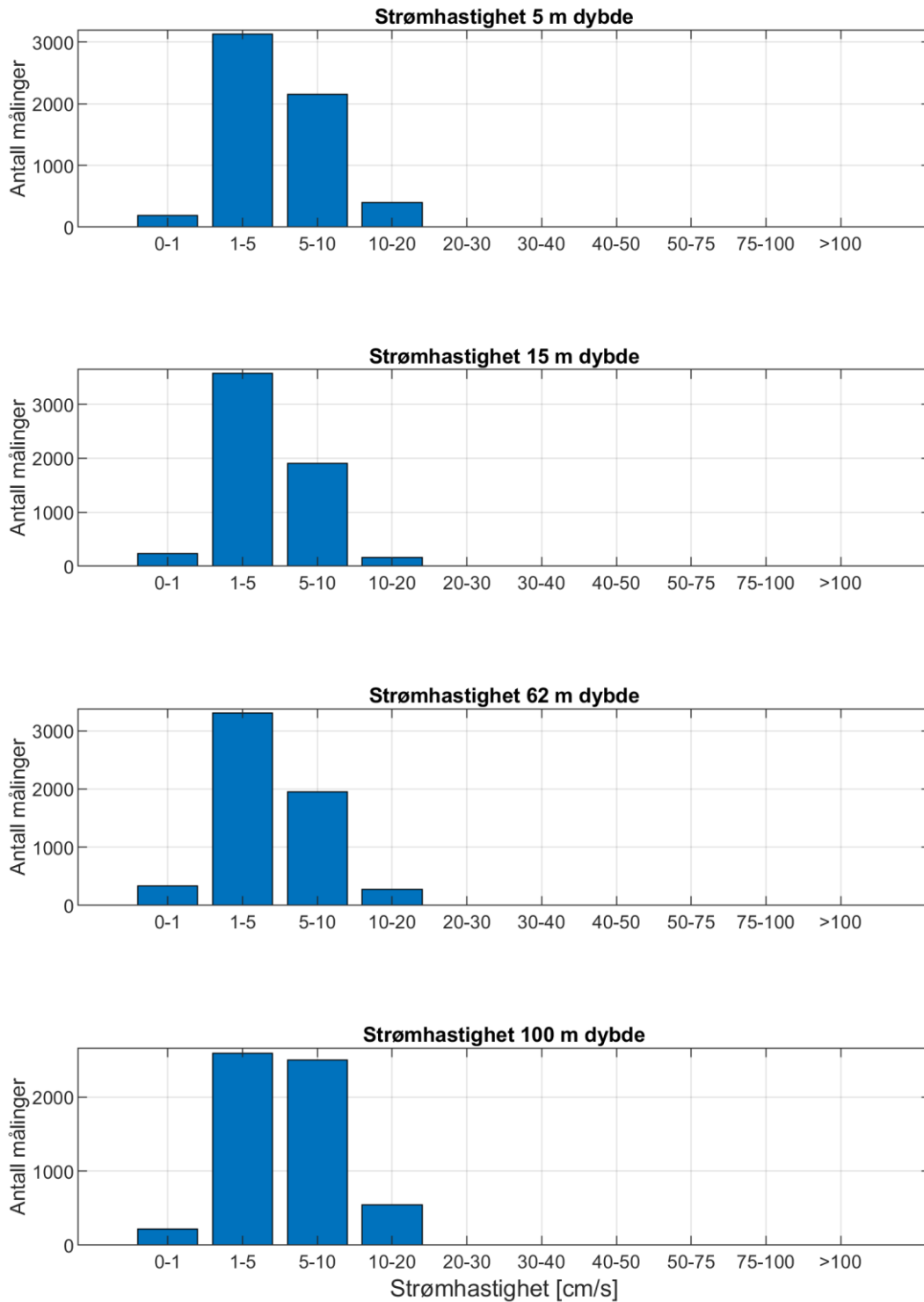
Appendiks D.2 Ytre Baltsfjorden Sør



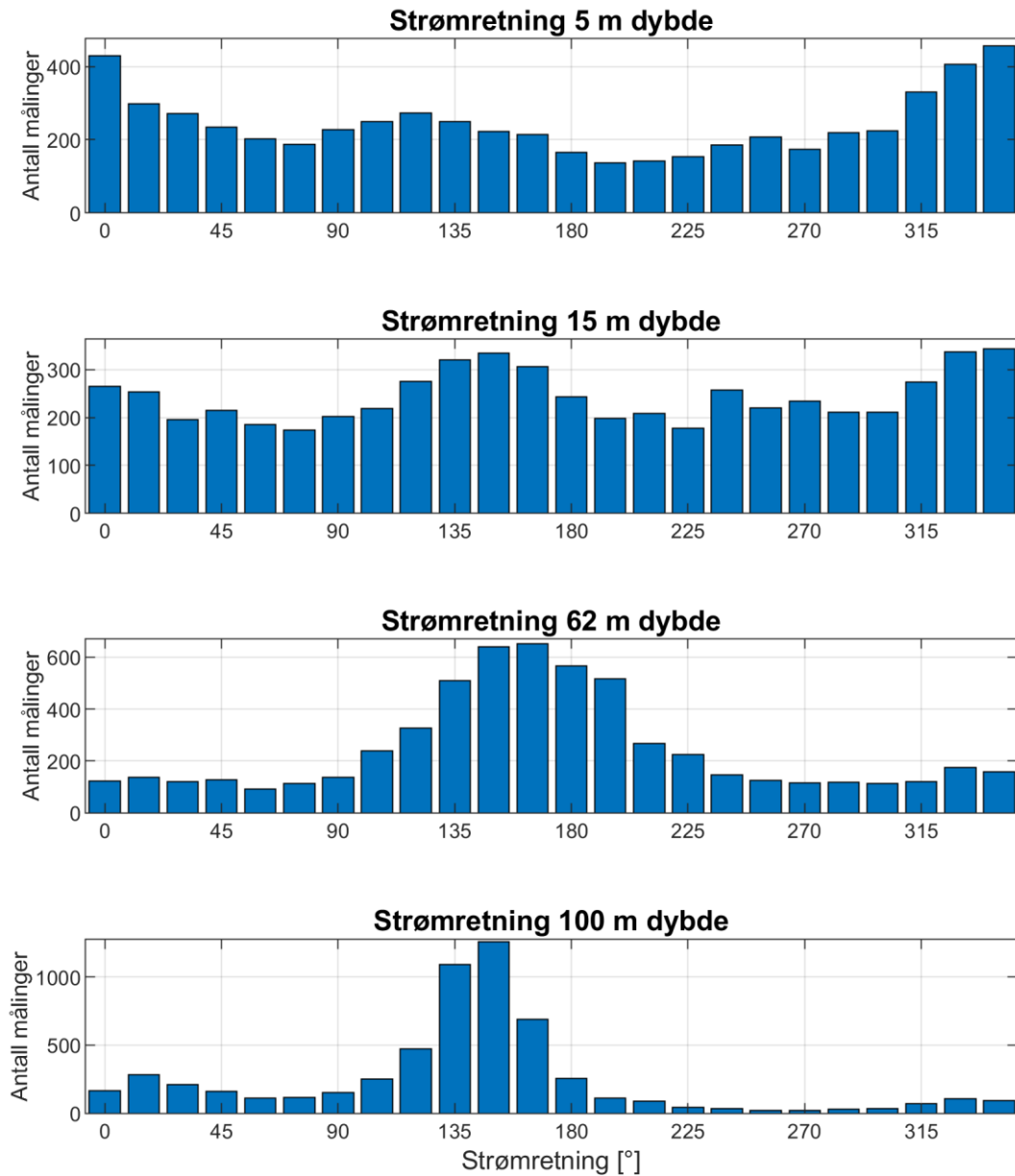
Figur 36: Ytre Baltsfjorden Sør: Tidsserier av horisontal strømshastighet



Figur 37: Ytre Baltsfjorden Sør: Tidsserier av horisontal strømrretning



Figur 38: Ytre Baltsfjorden Sør: Histogram av horisontal strømhastighet



Figur 39: Ytre Baltsfjorden Sør: Histogram av horisontal strømretning

Appendiks E Fjernet data

Appendiks E.1 Ytre Baltsfjorden Nord

Fjernet punkter utenfor intervallet 06-Dec-2019 20:20:00 - 16-Jan-2020 13:09:59 for alle instrumentene for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene hvor data fra før utsett og etter opptak er fjernet.

Ytre Baltsfjorden Nord - Seaguard II data:

7 celler fjernet pga overflatestøy eller for lav signalstyrke:

1.5 m dyp, 2.5 m dyp, 3.5 m dyp, 20.5 m dyp, 21.5 m dyp, 22.5 m dyp, 23.5 m dyp

Outliers:

Fjernet 1 punkter ved 13.5 m dybde:

04-Jan-2020 05:20:00

Fjernet 1 punkter ved 14.5 m dybde:

04-Jan-2020 05:20:00

Støygulvet er satt til -60

Ytre Baltsfjorden Nord - Seaguard data 70 m dybde:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Outliers:

Fjernet 1 punkter:16-Jan-2020 13:09:59

Ytre Baltsfjorden Nord: Seaguard data 125 m dybde:

Fjernet 1 punkter på grunn av Signalstyrke utenfor [-50.17, -7.08]:

30-Dec-2019 08:30:00

Antall NaN (hull) i intervallet: 1

Outliers:

Fjernet 2 punkter:16-Jan-2020 13:09:59, 16-Jan-2020 13:20:00

Appendiks E.2 Ytre Baltsfjorden Sør

Fjernet punkter utenfor intervallet 06-Dec-2019 20:20:00 - 16-Jan-2020 13:39:59 for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige instrumentene hvor data fra før utsett og etter opptak er fjernet.

Ytre Baltsfjorden Sør: Seaguard II data:

9 celler fjernet pga overflatestøy eller for lav signalstyrke:

1.5 m dyp, 2.5 m dyp, 3.5 m dyp, 4.5 m dyp, 5.5 m dyp, 6.5 m dyp, 23.5 m dyp, 24.5 m dyp, 25.5 m dyp

Støygulvet er satt til -60

Ytre Baltsfjorden Sør: Seaguard data 62 m dybde:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Ytre Baltsfjorden Sør: Seaguard data 100 m dybde:

Antall NaN (hull) i intervallet: 0

Appendiks F Instrumentspesifikasjoner

Tabell 29: Instrumentspesifikasjonene

	Seaguard II	Seaguard
Horizontal nøyaktighet	0.3 cm/s or ± 1.5 % of readings	± 0.15 cm/s, $\pm 1\%$
Vertikal nøyaktighet	0.3 cm/s or ± 1.5 % of readings	
Enkeltping statistisk støy		± 0.3 cm/s
Nøyaktighet retning		$\pm 5^\circ$ - 7.5°
Temperatur nøyaktighet	± 0.05 °C	± 0.03 °C
Oksygen nøyaktighet		$< \pm 8 \mu\text{m}$, $< \pm 5\%$
Konduktivitet nøyaktighet		± 0.005 S/m

Appendiks G Kalibrering av instrumenter ved Ytre Baltsfjorden Nord

Appendiks G.1 Seaguard II SN 1618

Tabell 30: Test og spesifikasjoner

Produkt	Dato
SeaGuard II 5650 SN 1618	25.10.2019
Main Assembly SeaGuard II 5655 SN 2218	18.03.2015 / 25.10.2019
HV HUB SeaGuard II SN 20140983	21.01.2015 / 25.10.2019
DCPS 5400 SN 40	06.03.2015 / 25.10.2019
Pressure Sensor 4117B SN 1088	09.03.2015 / 25.10.2019

Tabell 31: Kalibrering

Produkt	Dato
DCPS SN 40 kompass og tiltensor	17.10.2019
Pressure Sensor 4117B SN 1088	18.10.2019

Appendiks G.2 Seaguard RCM 1556

Tabell 32: Test og spesifikasjoner

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

Tabell 33: Kalibrering

Produkt	Dato
Pressure Sensor 4117B	09.03.2015

Appendiks G.3 Seaguard RCM 1020**Tabell 34: Test og spesifikasjoner**

Produkt	Dato
Seaguard RCM SW	23.02.2018
Main assembly Seaguard 9340 SN1302	23.02.2018
DCS 4420 SN487	23.02.2018
Conductivity sensor 4319A SN850	18.01.2013
Oxygen optode 4835 SN308	14.01.2013
Turbidity sensor 4112B SN13289	15.02.2018

Tabell 35: Kalibrering

Produkt	Dato
Conductivity Sensor 4319A SN850	05.02.2013
Oxygen optode 4835 SN308	25.01.2013
Turbiditety sensor 4112B SN13289	15.02.2018
DCS 4420	23.02.2018

Appendiks H Kalibrering av instrumenter ved Ytre Baltsfjorden Sør**Appendiks H.1 Seaguard II 1955****Tabell 36: Test og spesifikasjoner**

Produkt	Dato
SeaGuard II 5650 SN 1955	25.10.2019
Main Assembly SeaGuard II 5655 SN 2586	14.11.2017 / 25.10.2019
HV HUB SeaGuard II	N/A
DCPS 5400 SN 217	11.10.2017 / 25.10.2019
Pressure Sensor 4117B SN 1432	30.10.2017 / 25.10.2019

Tabell 37: Kalibrering

Produkt	Dato
DCPS SN 40 kompass og tilt sensor	17.10.2019
Pressure Sensor 4117B SN 1432	18.10.2019

Appendiks H.2 Seaguard RCM 1590**Tabell 38:** Test og spesifikasjoner

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

Tabell 39: Kalibrering

Produkt	Dato
Pressure Sensor 4117B	11.03.2015

Appendiks H.3 Kalibrering Seaguard RCM 729**Tabell 40:** Test og spesifikasjoner

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

Tabell 41: Kalibrering

Produkt	Dato
Conductivity Sensor 4319A SN571	15.05.2013
Oxygen Optode 4835 SN220	03.05.2013
O2 Sensing Foil PST3	03.05.2013
DCS 4420	20.02.2018