

Strømmålinger søknad endring lokalitet 45073 Frosvika, Meløy kommune

Del A: Vannstrømmåling Frosvika, Meløy Kommune

- Rapportdato: 14.07.2025
- Dokumentkode: Aqua Kompetanse 3707-6-25S, totalt 34 sider
- Måleperiode: 22.04-12.6 2025
- Måleposisjon: 66°45.744'N 13°15.812'Ø
 - Måledyp: 5 m og 15 m
- Måleposisjon: 66°45.760'N 13°15.784'Ø
 - Måledyp: 57 m (bunnstrøm)

Del B: Strømrapport Frosvika, Meløy Kommune

- Rapportdato: 08.06.2020
- Dokumentkode: SR-M_03320-Frosvika0620-ver01, totalt 60 sider
- Måleperiode: 06.03-21.4 2020
- Måleposisjon: 66°45.774'N 13°15.971'Ø
 - Måledyp: 5 m og 15 m
- Måleposisjon: 66°45.731'N 13°15.899'Ø
 - Måledyp: 40 m og 49 meter

Del A



Vannstrømmåling ved Frosvika, Meløy kommune april – juni 2025

Norcod AS

Etter Norsk Standard NS 9425-1:1999 og NS 9425-2:2003
AQUA KOMPETANSE AS

Rapportens tittel: Vannstrømmåling ved Frosvika, Meløy kommune, april – juni 2025			
Måleperiode: 22.04.–12.06.2025	Rapportdato: 04.07.2025 Rapportnummer: 3707-6-25S	Antall sider uten vedlegg: 19 Antall sider totalt: 33	
Oppdragsgiver: Norcod AS	Kontaktperson: Silje Aasen	Prosjektleder: Hege G. Frøysa	
Lokalitet: Frosvika	Kommune: Meløy	Fylke: Nordland	
Instrumenttyper: Aquadopp Current Meter Aquadopp Profiler	Dybde målested: ca. 59 meter	Koordinater for instrumenttrigg: 66°45.744 N, 13°15.812 Ø 66°45.760 N 13°15.784 Ø	
Resultatoversikt	5 meter	15 meter	57 meter
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	9.2	7.5	10.2
Makshastighet (cm/s °)	41.3 37	42.3 39	25.9 223
Minimumshastighet (cm/s)	0.1	0.0	0.0
Varians (cm ² /s ²)	40.0	24.8	26.6
Strømintervall 0-1 cm/s (%)	2.0	2.5	1.3
10 års strøm, beregnet (cm/s)	68.1	69.8	-
50 års strøm, beregnet (cm/s)	76.4	78.3	-
Hovedstrømretning	nordøst	nordøst	sørvest
Emneord: havstrøm, vannstrøm, overflatestrøm, dimensjoneringsstrøm, vannutskiftning, bunnstrøm, doppler, Aquadopp Profiler, Aquadopp Current Meter		ID 8250-1.0 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel	
Rapportansvarlig: <i>Elena Bjørndalen</i> Elena Bjørndalen		Kvalitetssikrer: <i>Hege G. Frøysa</i> Hege G. Frøysa	

© 2025 Aqua Kompetanse AS. Kopiering av rapporten kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

Innhold

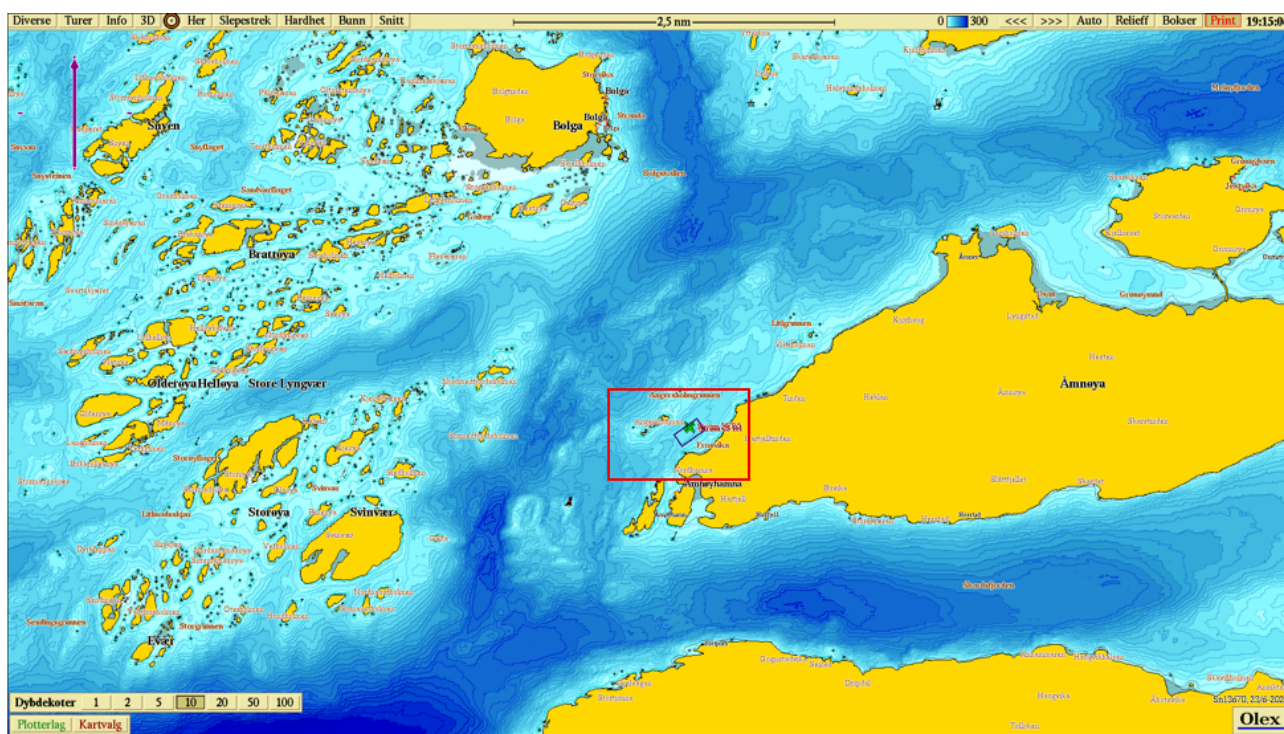
1	Innledning	3
1.1	Beskrivelse av området	3
2	Material og Metode	4
2.1	Instrument og oppsett	4
2.2	Måledyp	5
2.3	Målepunkt	6
2.4	Kvalitetssikring av rådata	6
2.5	Instrumenthelning (tilt) og trykk	7
2.6	Meteorologi	7
2.7	Tidevann	8
3	Kort vurdering	10
4	Resultater	10
4.1	Tidsserie - vind og vannstrøm (hastighet og retning)	12
4.2	Strømrose - gjennomsnittlig strømhastighet, maksimal strømhastighet og vann-transport	13
4.3	Spredningsdiagram - strømretning og -hastighet	14
4.4	Meteorologi	15
4.5	Tidevann og vannstrøm	16
4.6	Temperatur og trykk i instrumentdypet	18
5	Litteraturliste	19
6	Vedlegg	20
	Vedlegg A Riggtegninger	20
	Vedlegg B Tidevannsanalyse	22
	Vedlegg C Supplerende tabeller	25
	Vedlegg D Supplerende figurer	29

1 Innledning

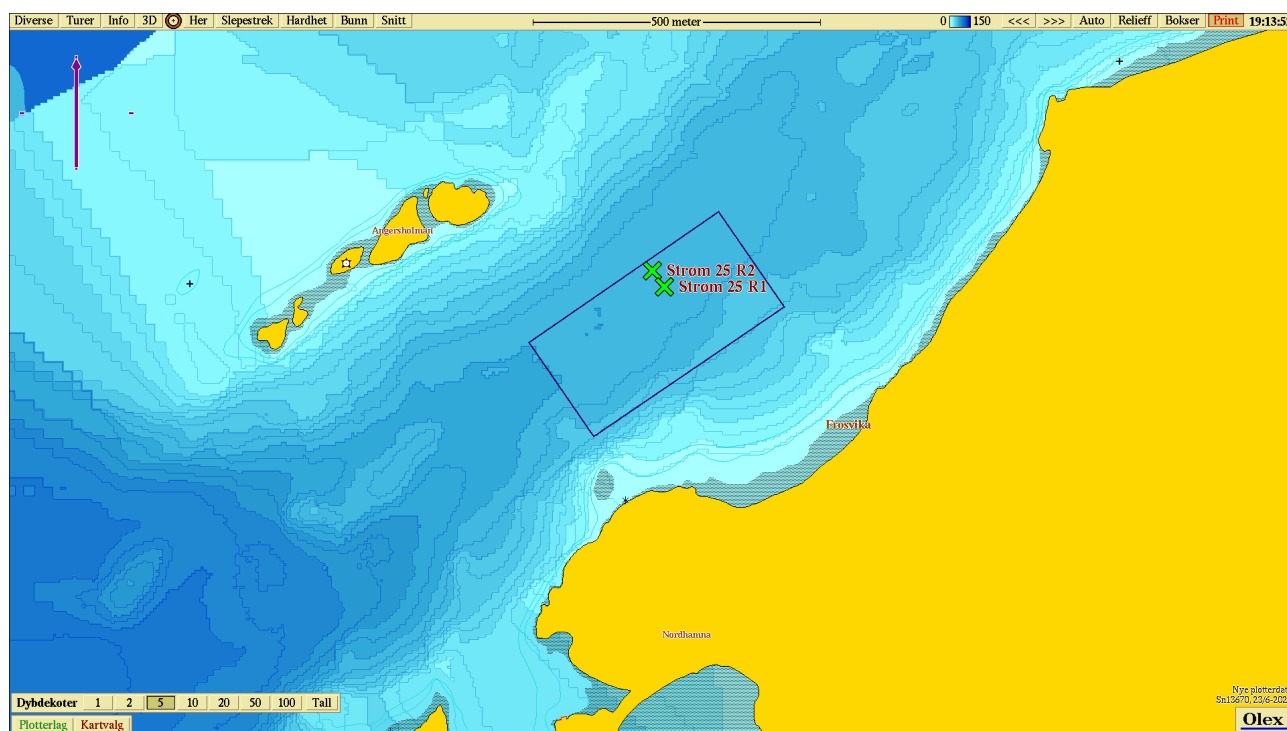
Aqua Kompetanse AS har på oppdrag fra Norcod AS utført strømundersøkelser ved Frosvika i Meløy kommune (**Figur 1** og **2**). Aqua Kompetanse har stått for instrumentutsett, kvalitetssikring av data samt rapportering. Rapporten presenterer en oppsummering av resultatene fra strømmålingene, og er bygd på forutsetningen om at leseren studerer følgende data og figurer nøye. Strømmålingene ble foretatt i perioden 23.04.-12.06.2025. Rådata finnes oppbevart hos Aqua Kompetanse AS, og er tilgjengelig ved forespørsel.

1.1 Beskrivelse av området

Lokalitet Frosvika ligger i Meløyfjorden i Nordland, nordvest for øyen Åmnøya. Vest for lokaliteten er det skjærgårdslandskap, med flere holmer, vær og øyer. I målepunktet er batymetrien orientert i nordøstlig-sørvestlig retning (**Figur 1**). Batymetrien er utformet som en renne, med Angersholman i nord, og Hamnøya og Åmnøya i sør.



Figur 1: Oversiktskart over deler av Meløy kommune, samt deler av Rødøy kommune. Innrammet kartutsnitt i rødt viser undersøkelsesområdet ved Frosvika. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.



Figur 2: Undersøkellesområdet ved Frosvika. Posisjon for plassering av strømrigger er markert med grønne kryss, og anleggsrammen er vist i svart. Målestokk vises øverst i figuren. Kartkilde: Olex.

2 Material og Metode

Strømmålingene ved Frosvika er gjennomført i henhold til NS 9425-1:1999 (Standard Norge, 1999) og NS 9425-2:2003 (Standard Norge, 2003), og kan inngå i lokalitetsrapporter utarbeidet etter NS 9415:2021 (Standard Norge, 2021).

2.1 Instrument og oppsett

For å måle vannstrøm er det benyttet to akustiske strømmålere produsert av Nortek AS (**Tabell 1**); én 400 kHz profilerende måler (AQK087PR) og én 2000 kHz punktmåler (AQK264CM). Riggtegnninger er vist i **Vedlegg A**. Akustiske strømmålere bruker dopplerskift for å beregne strømhastighet og -retning, og refereres ofte til som dopplermålere. Se oversikt over måleprinsipp og dopplereffekten i Nortekgroup (u.å.). I oppsettet av instrumentene er det antatt at saltholdigheten i vannet er 35 ppt. Instrumentet benytter denne verdien, sammen med temperaturmålinger i instrumentdypet, til å beregne lydshastigheten og dopplerskiftet. I tillegg til vannstrøm og temperatur registrerer instrumentene trykk og instrumenthelning (**Figur 3** og **11**).

Alle parameterne er målt gjennom en midlingsperiode spesifisert i **Tabell 1**, og presenteres som gjennomsnittet i midlingsperioden. Det starter en ny midlingsperiode hvert 10. minutt gjennom hele måleperioden og tidsangivelse er tidspunktet for når midlingsperioden starter. Målefrekvensen for temperatur, trykk og tilt gjennom midlingsperioden er 1 Hz, mens målefrekvensen for vannstrøm er angitt i **Tabell 1**. Den profilerende måleren har et instrumentoppsett på 25 celler à 2 meter som gir en teoretisk rekkevidde på 50 meter. Punktmålerne måler i monteringsdypet. Alle tidspunkt i rapporten er angitt i UTC+0 (Coordinated Universal Time). Målingene er korrigert for en østlig magnetisk misvisning på 7° (Kartverket, 2024). Videre er instrumentene satt opp med koordinatsystemet ENU

(East North Up), hvor positiv x-retning er mot øst, positiv y-retning er mot nord, og positiv z-retning er opp.

Tabell 1: Informasjon om instrumentoppsett og måletidspunkt.

Parametere	AQK087PR	AQK264CM
Rapporteringsdyp (m)	5 og 15	57
Målertype	Aquadopp Profiler	Aquadopp Current Meter
Hode-ID	AQP11810	AQD12175
Kort-ID	AQD17144	AQD16766
Akustisk frekvens (kHz)	400	2000
Måleretning	Opp	Opp
Måleintervall (s)	600	600
Midlingsperiode (s)	95	90
Målebelastning (%)	100	35
Målefrekvens for vannstrøm (Hz)	3	8
Antall celler (#)	25	-
Cellestørrelse (m)	2	-
Blindsone (m)	0.97	0.34
Instrumentdyp (m)*	31.6	56.7
Tidsrom for gyldige registreringer	22.04.25 09:00– 12.06.25 11:20	22.04.25 09:12– 12.06.25 11:42
Gyldig måleperiode (dager)**	51.1 (5 m) 51.1 (15 m)	51.1

*Det gjennomsnittlige instrumentdypet i perioden.

**Ugyldige målinger eller pause grunnet avlesning e.l. er ikke inkludert. Kan variere mellom ulike dyp.

2.2 Måledyp

Ved bestemmelse av måledyp er det tatt utgangspunkt i føringene gjeldende ved tidspunktet for utsett av riggen. I denne måleserien er gjeldende føringer for Nordland at merddypet er definert som dypet til notspissen, med mindre avstanden mellom bunntelne og notspiss er over 5 meter. I denne undersøkelsen er det tatt utgangspunkt i et merddyp på 20 meter. Dybden på målestedet er ca. 59 meter.

I henhold til kapittel 8 i Veileder til forundersøkelse (Fiskeridirektoratet, 2024) skal vannutskiftningsstrøm måles i halve dypet av planlagt merddyp, altså 10 meters dyp i dette tilfellet. I henhold til NS 9415:2021 skal overflatestrømmen måles på 5 meters dyp, med et akseptabelt avvik på ± 2 meter, og dimensjoneringsstrømmen skal måles på 15 meters dyp, med et akseptabelt avvik på ± 3 meter. I denne rapporten presenteres overflatestrøm på 5 meters dyp og dimensjoneringsstrøm på 15 meters dyp, som anses å representere vannutskiftningsstrømmen tilstrekkelig.

I henhold til Veileder til forundersøkelse kapittel 8 (Fiskeridirektoratet, 2024) skal bunnstrømmen måles 1 meter over sjøbunnen. Instrumentet har vært montert så nærme bunn som mulig, og er i denne rapporten hentet fra 57 meters dyp. Dette tilsvarer vannstrømmen 1 meter over bunn.

2.3 Målepunkt

I henhold til NS 9415:2021 (Standard Norge, 2021) skal målingene for overflate- og dimensjoneringsstrømmen utføres i den posisjonen som vurderes til å fange opp de høyeste strømhastighetene som opptrer i området der anlegget skal ligge. Posisjonen skal i tillegg være representativ for hele området der lastpåkjennte deler av anlegget kan ligge. Strømmålingene i bunndypet er utført for å undersøke partikkelspredningen fra driften på anlegget, og dermed å vurdere lokalitetens bæreevne. Måleposisjonen bør derfor være representativ for å kunne estimere dette. I bestemmelsen av måleposisjon vurderes eventuelle tidligere strømmålinger fra lokaliteten, topografi, batymetri, samt driftstilstand på anlegget i måleperioden. I planlegging av måleposisjon og navigering ved utsett av strømrigg er kartverktøyet Olex benyttet.

I måleperioden har det ikke vært fisk, men ringer, anleggsramme og fortøyninger på lokalitet Frosvika. For å kunne måle innenfor anleggsrammen, og på grunn av topografien rundt og batymetrien under anlegget, er det vurdert hensiktsmessig å dele instrumenttriggen i to. Instrumenttrigg for overflate- og dimensjoneringsstrøm er plassert midt i merdring i nordlige del av anlegget, og instrumenttrigg for bunnstrøm er plassert på utsiden i nord av samme merdring (**Figur 2**).

Basert på tilgjengelig data og informasjon fra lokaliteten vurderes valgt måleposisjon til å være representativ for strømforholdene ved Frosvika. Plasseringen antas å fange opp de høyeste vannstrømhastighetene som kan opptre på i overflate- og dimensjoneringsdypene, samt å være tilstrekkelig representativ for partikkelspredningen fra driften på anlegget.

2.4 Kvalitetssikring av rådata

Det er foretatt en manuell og automatisk kvalitetskontroll av datasettene med programvarene Sea-Report og Storm. Referansenivået som er benyttet i prosessering av strømdata fra den profilerende strømmåleren er havoverflaten. Det vil si at rapporteringsdypet fra 5 og 15 meters dyp er relativt til havoverflaten, og programvaren henter dermed til enhver tid ut data fra valgt dyp.

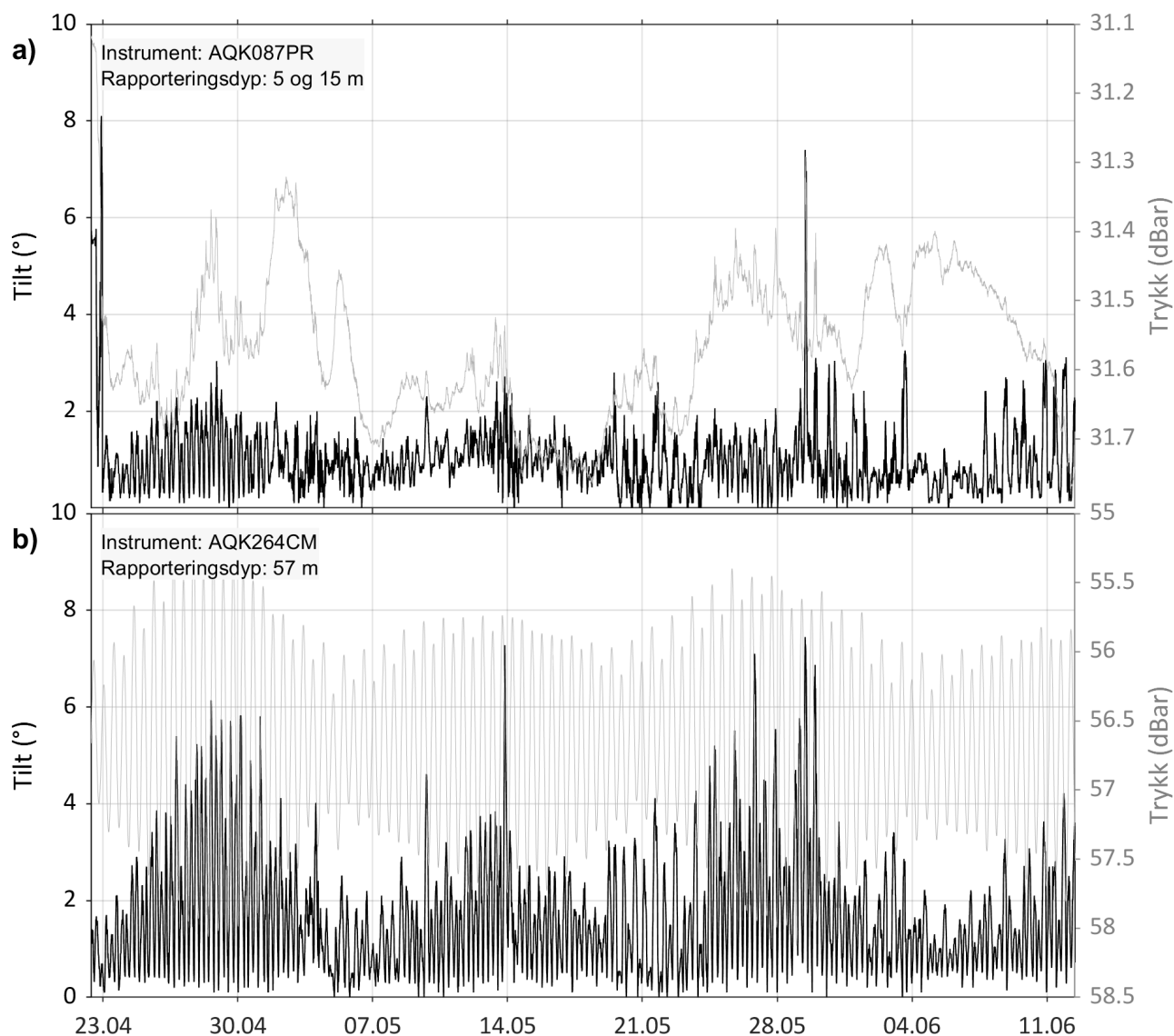
For profilerende instrumenter er data først korrigert for instrumenthelning og sideløber i programvaren Storm før videre behandling i SeaReport. Instrumenthelning, signalstyrke, generell troverdighet til målingene, samt raske vannstrømhastighet- og retningsforandringer fra datapunkt til datapunkt er vurdert i kvalitetssikringen. Totalt er 0.05 % av målingene fjernet på 15 meters dyp. Oversikt over de manuelt fjernede datapunktene er gitt i **Tabell 2**. Måleseriene på 5 og 57 meters dyp vurderes til å være av god kvalitet og ingen situasjoner med korrupt data er fjernet i dette datasettet. De kvalitetssikrede datasettene fra Frosvika vurderes til å være troverdige, og måleperiodens maksimum i overflate- og dimensjoneringsdypet er tilstrekkelig kartlagt.

Tabell 2: Data manuelt fjernet i vannstrømmålingen ved Frosvika.

Dybde (m)	Start	Slutt	Kommentar
15	17.05.2025 21:40	17.05.2025 21:59	Brå hastighetsendring og kortvarig økt signalstyrke
15	21.05.2025 21:30	21.05.2025 21:39	Brå hastighetsendring og kortvarig økt signalstyrke
15	22.05.2025 23:50	22.05.2025 23:59	Brå hastighetsendring og kortvarig økt signalstyrke

2.5 Instrumenthelning (tilt) og trykk

Instrumentene har stått relativt stabilt gjennom måleperioden. Den profilerende måleren har stort sett hatt instrumenthelning under 2° (**Figur 3a**). Punktmåleren har hatt noe mer bevegelse, men stort sett instrumenthelning under 4° . Instrumenthelningen på dette instrumentet følger i stor grad tidevannsstrømmen (**Figur 3b**).

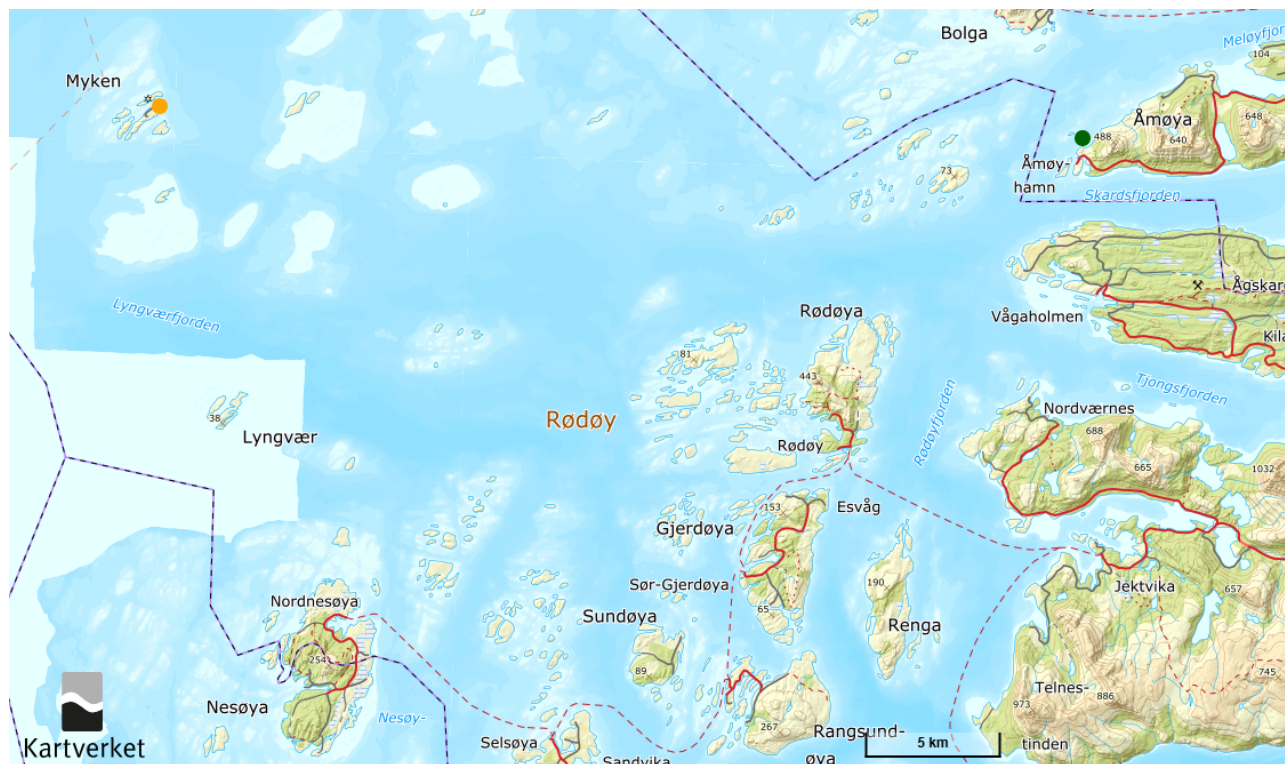


Figur 3: Instrumentenes helning (svart, $^\circ$) registrert i de ulike instrumentdypene ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Den faktiske dybden kan leses fra trykkdata (grå, dBar) i bakgrunnen. Instrumentnummer henviser til Tabell 1.

2.6 Meteorologi

For å vurdere den meteorologiske påvirkningen på registrert vannstrøm, er meteorologisk data fra nærliggende målestasjoner benyttet. Meteorologiske data er hentet fra Norsk Klimaservicesenter, et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat, NORCE og Bjerknessenteret (Norsk klimaservicesenter, 2025). Nettsiden samler meteorologisk data fra hele landet og flere stasjoner langs norskekysten. De ulike stasjonene er utstyrt med ulike sensorer, men i hovedsak registreres vindhastighet og -retning, temperatur og trykk ved de fleste stasjoner. For Frosvika

er meteorologisk data hentet fra den meteorologiske stasjonen Myken (17 moh.), lokalisert omtrent 34 km vest for Frosvika (grønn sirkel, **Figur 4**). Stasjonen Myken vurderes som representativ for de meteorologiske forholdene ved Frosvika. Data er hentet ut med en målefrekvens på én time og oppgis i UTC+0. I **Figur 5** presenteres middelvind (middelverdi av vindhastigheten de siste 10 minuttene før observasjonstiden) og vindretning (middelverdi av vindretning siste 10 minutter) sammen med strømdata. I **Figur 8** presenteres vinddata gruppert etter styrke og retning sammen med lufttemperatur og lufttrykk redusert til havnivå.



Figur 4: Topografisk oversiktskart over deler av Meløy kommune, samt deler av Rødøy kommune. Posisjon for den meteorologiske stasjonen Myken, markert med oransje sirkel, ligger ca. 34 km unna lokaliteten Frosvika, markert med grønn sirkel. Målestokk vises nederst i figuren. Kartkilde: Kartverket, Norgeskart, 2025.

2.7 Tidevann

I denne rapporten er tidevannsanalysen utført med programvaren UTide som er implementert i MATLAB (Codiga, 2011). Metoden bryter opp den målte vannstrømmen i retning øst-vest (u) og nord-sør (v) og henter ut tidevannskomponentene (u_{tide} , v_{tide}) ved hjelp av en harmonisk analyse. Metoden for å hente ut tidevannskomponentene er beskrevet nærmere i Vedlegg B. Reststrømmen (u_{rest} , v_{rest}) er definert som differansen mellom den målte strømmen og tidevannsstrømmen ($u - u_{\text{tide}}$, $v - v_{\text{tide}}$). Reststrømmen er summen av alle andre krefter enn tidevann, for eksempel vannstrøm som oppstår på grunn av endringer i vind, trykk og tetthet.

Det er definert to ulike forhold som representerer bidraget av tidevann på den målte vannstrømmen for hvert dyp, varians- og hastighetsforhold (**Tabell 4**). Variansforholdet sammenligner variansen av tidevannsstrømmen med variansen av den målte vannstrømmen (**Formel B.B.1**). Tilsvarende angir hastighetsforholdet hva som er absolutt bidrag fra tidevannsstrøm og reststrøm i prosent (**Formel B.B.2**). Begge forholdstallene er statistiske verdier beregnet for hele måleserien, og vil variere etter for eksempel hvor mange stormer som inntreffer i måleperioden.

Det er også beregnet variansellipser for den målte vannstrømmen og den beregnende tidevannsstrømmen (**Figur 9**). Variansellipsens store halvakse er vannstrømmen orientert langs den dominerende strømretningen som er oppgitt i grader ($^{\circ}$). Variansellipsens lille halvakse er strømmen som er orientert vinkelrett på den dominerende strømretningen. Verdien på halvaksene bestemmer formen til variansellipsen. For eksempel vil ellipsen i et sund der strømmen følger bunntopografien være ganske flat fordi det er en tydelig dominerende strømretning, mens ute i åpnere havområder vil denne ellipsen være rundere fordi det er mer varierende strømretning.

3 Kort vurdering

Vannstrømmen ved Frosvika følger batymetrien i området. På 5 og 15 meters dyp er størst vanntransport rettet mot nordøst, mens størst vanntransport på 57 meters dyp er rettet mot sørvest. Vannstrømmen er tidvis vindpåvirket i øvre del av vannsøylen. Vannstrømmen i øvre vannsøyle er delvis styrt av tidevannet, mens vannstrømmen i nedre vannsøyle er i stor grad styrt av tidevannet.

4 Resultater

I denne måleserien fra Frosvika er gjennomsnittlig vannstrøm på 9.2, 7.5 og 10.2 cm/s på 5, 15 og 57 meters dyp, og maksimalhastigheten er henholdsvis 41.3, 42.3 og 25.9 cm/s (**Tabell 3**). Det er registrert lite strømstille i måleperioden på alle undersøkte dyp.

Vannstrømmen følger batymetrien i området. På både 5 og 15 meters dyp er størst vanntransport rettet mot nordøst, med en mindre sekundærkomponent rettet mot hhv. vest-sørvest og sørvest. På 57 meters dyp er størst vanntransport rettet mot sørvest, med en sekundærkomponent rettet mot nordøst (**Figur 6**).

På 5 og 15 meters dyp er vannstrømmen tidvis vindpåvirket. Makshastighet på både 5 og 15 meters dyp, hhv. 41.3 og 42.3 cm/s, registreres 29. mai i nordøstlig retning. I dette tidsrommet registreres sterk (>15 m/s) sørlig vind ved den meteorologiske stasjonen Myken (**Figur 5**).

På 57 meters dyp registreres makshastigheten, 25.9 cm/s, 30.mai i sørvestlig retning.

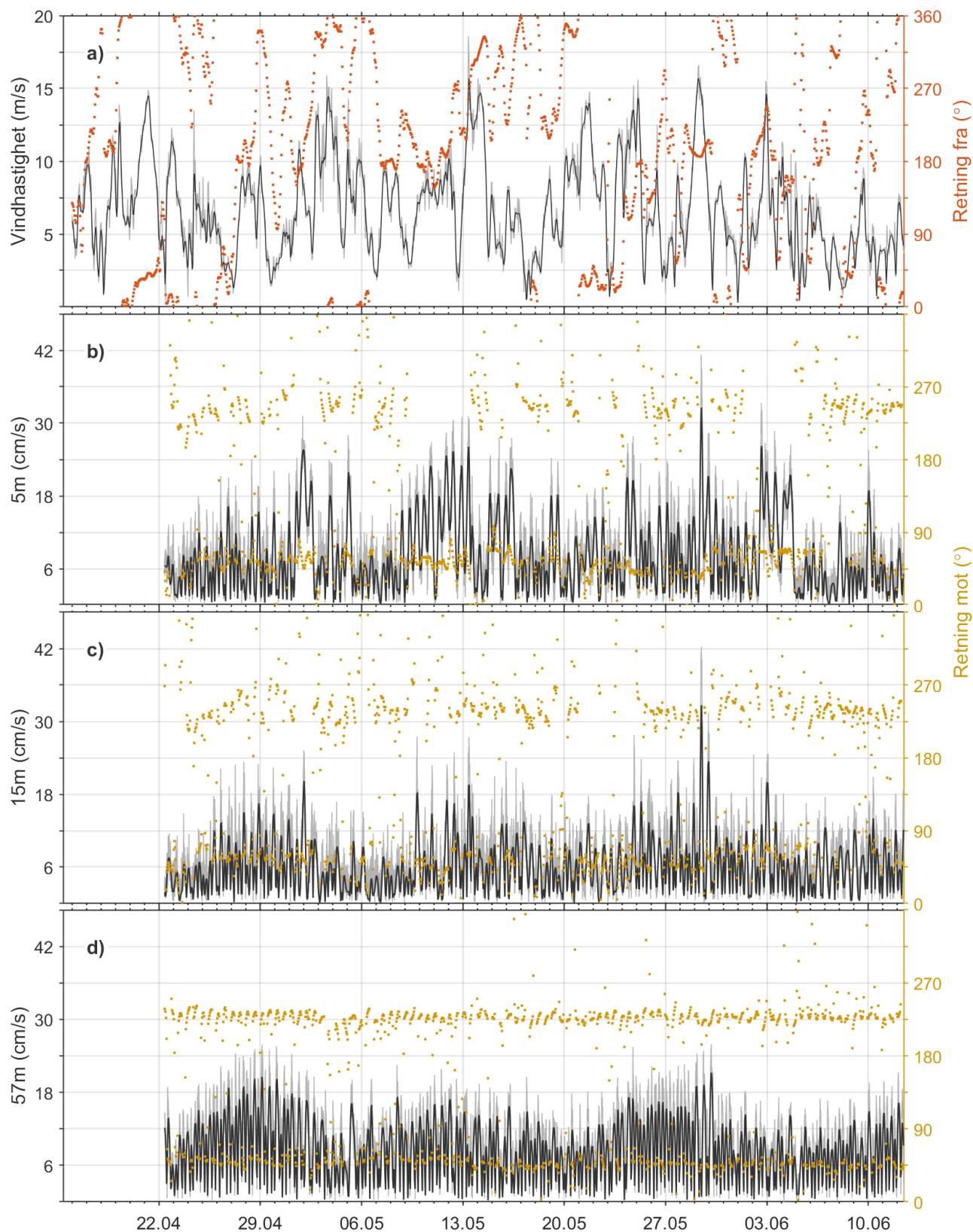
Vannstrømmen er delvis styrt av tidevannet i øvre del av vannsøylen, og i stor grad styrt av tidevannet i nedre del av vannsøylen. I måleperioden står tidevannet i snitt for hhv. 36, 54 og 85 % av variabiliteten, og 45, 51 og 67 % av hastigheten på målt vannstrøm på 5, 15 og 57 meters dyp (**Tabell 4**). Dette gjenspeiles også i Neumann-parameteren, som er et mål på retningsstabilitet i strømmen. Neumann-parameteren er 0.42, 0.13 og 0.18 på hhv. 5, 15 og 57 meters dyp, som tyder på en mer ensrettet strøm på 5 meters dyp sammenlignet med de øvrige måledypene.

Nedenfor presenteres tabeller og figurer med statistikk og resultater.

Tabell 3: Statistikk og nøkkeltall fra utført strømmåling. Merk at i tabellen under er begrepet «strøm» brukt om skalare størrelser uten retning (absoluttfart) mens begrepet «hastighet» er brukt om størrelser som også har en retning (vektorer).

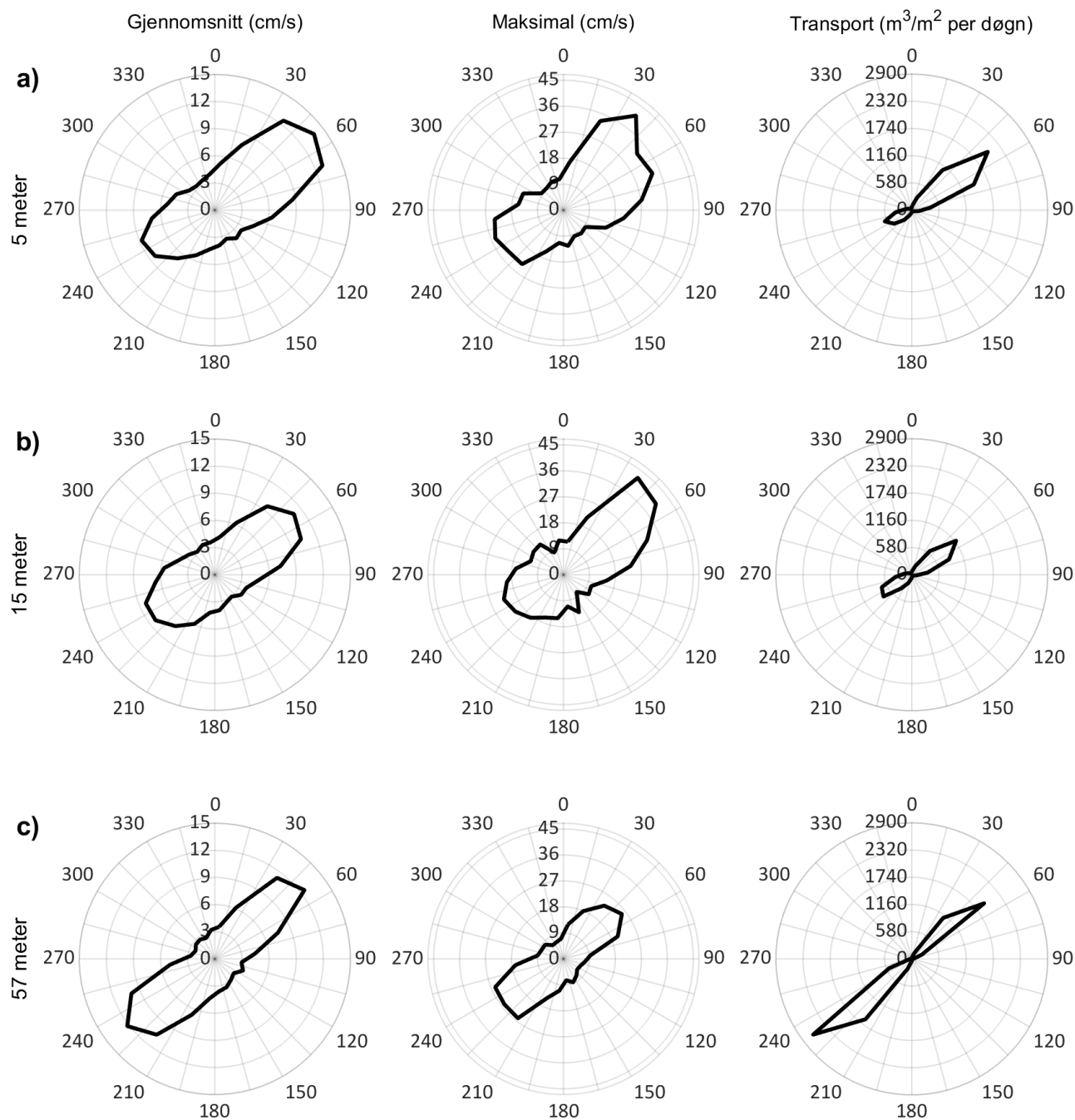
Parametere	5 meter	15 meter	57 meter
Gyldige målinger/totalt (#)	7359/7359	7355/7359	7360/7360
Andel gyldige målinger (%)	100	99.9	100
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	9.2	7.5	10.2
Makshastighet (cm/s) °)	41.3 37	42.3 39	25.9 223
Minimumshastighet (cm/s)	0.1	0.0	0.0
Signifikant maksstrøm (cm/s)	16.7	13.1	16.0
Signifikant minimumstrøm (cm/s)	3.2	2.8	4.5
Strømintervall 0-1 cm/s (%)	2.0	2.5	1.3
Strømintervall 1-3 cm/s (%)	11.8	14.8	7.4
Neumann-parameter	0.42	0.13	0.18
Standardavvik (cm/s)	6.3	5.0	5.2
Varsians (cm ² /s ²)	40.0	24.8	26.6
10 års strøm, beregnet (cm/s)	68.1	69.8	-
50 års strøm, beregnet (cm/s)	76.4	78.3	-
De 4 hyppigste forekommende strømretningsgruppene (°)	45 - 60 60 - 75 30 - 45 240 - 255	45 - 60 225 - 240 240 - 255 60 - 75	225 - 240 45 - 60 210 - 225 30 - 45
De 4 hyppigste forekommende strømgruppene (cm/s)	3 - 5 5 - 7 7 - 9 1 - 3	3 - 5 5 - 7 1 - 3 7 - 9	9 - 11 11 - 13 7 - 9 13 - 15
Mest vannutskiftning per retning per 15° sektor	2043 m ³ /m ² per dag ved 45 - 60	1194 m ³ /m ² per dag ved 45 - 60	2653 m ³ /m ² per dag ved 225 - 240
Minst vannutskiftning per retning per 15° sektor	25 m ³ /m ² per dag ved 150 - 165	25 m ³ /m ² per dag ved 135 - 150	8 m ³ /m ² per dag ved 315 - 330

4.1 Tidsserie - vind og vannstrøm (hastighet og retning)



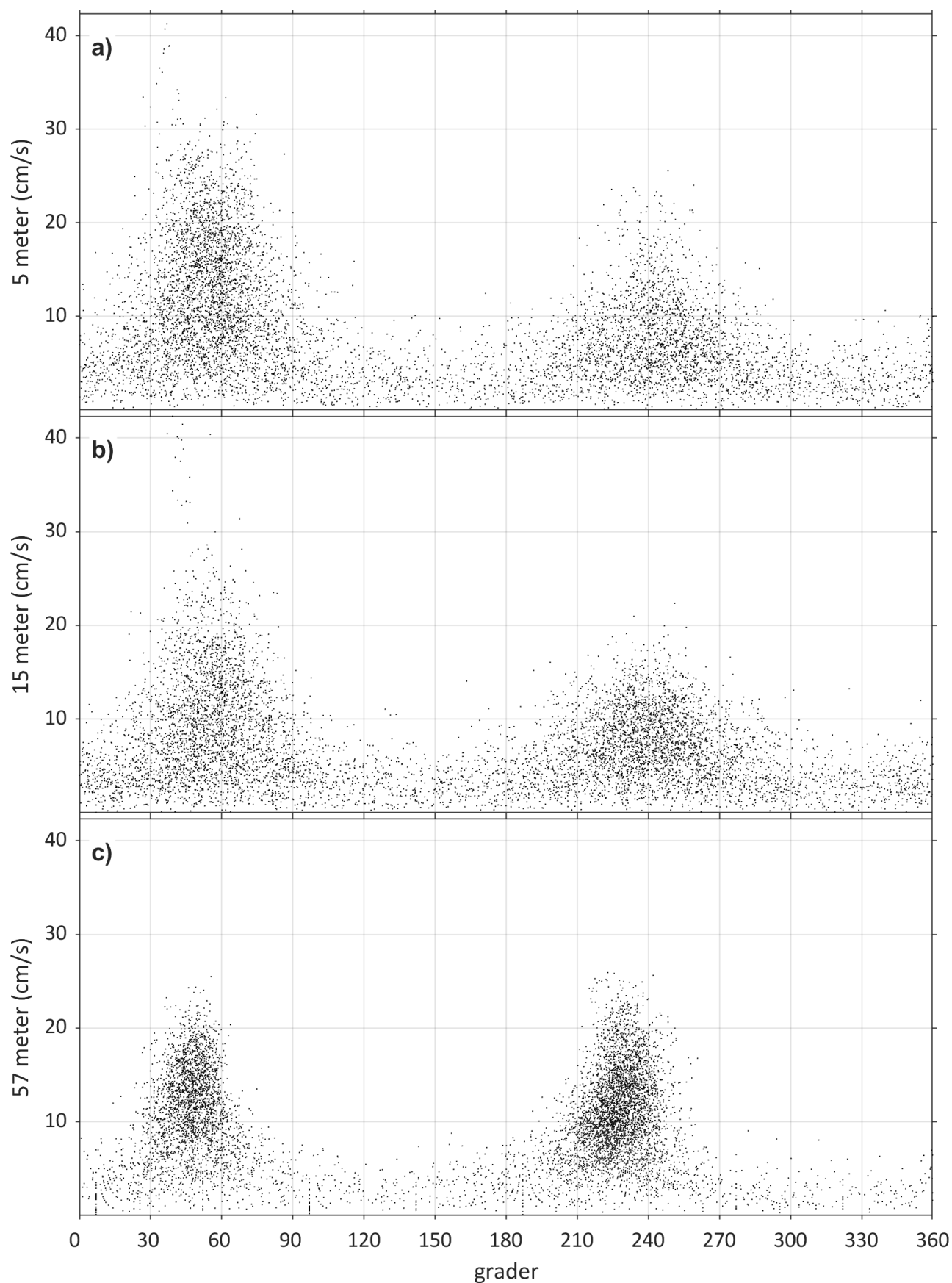
Figur 5: Vindstyrke (m/s) og vindretning (°) ved den meteorologiske stasjonen Myken (a) i perioden 16.04.–12.06.2025. Vinddata er timesmidlet og glattet over 6 timer (svart) med én time middelvind i bakgrunnen (grå). Panelene under viser timesmidlet og glattet vannstrømhastighet (svart) og tilhørende retning (gul) samt målt vannstrømhastighet (grå) på 5 (b), 15 (c) og 57 (d) meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025.

4.2 Strømrose - gjennomsnittlig strømshastighet, maksimal strømshastighet og vanntransport



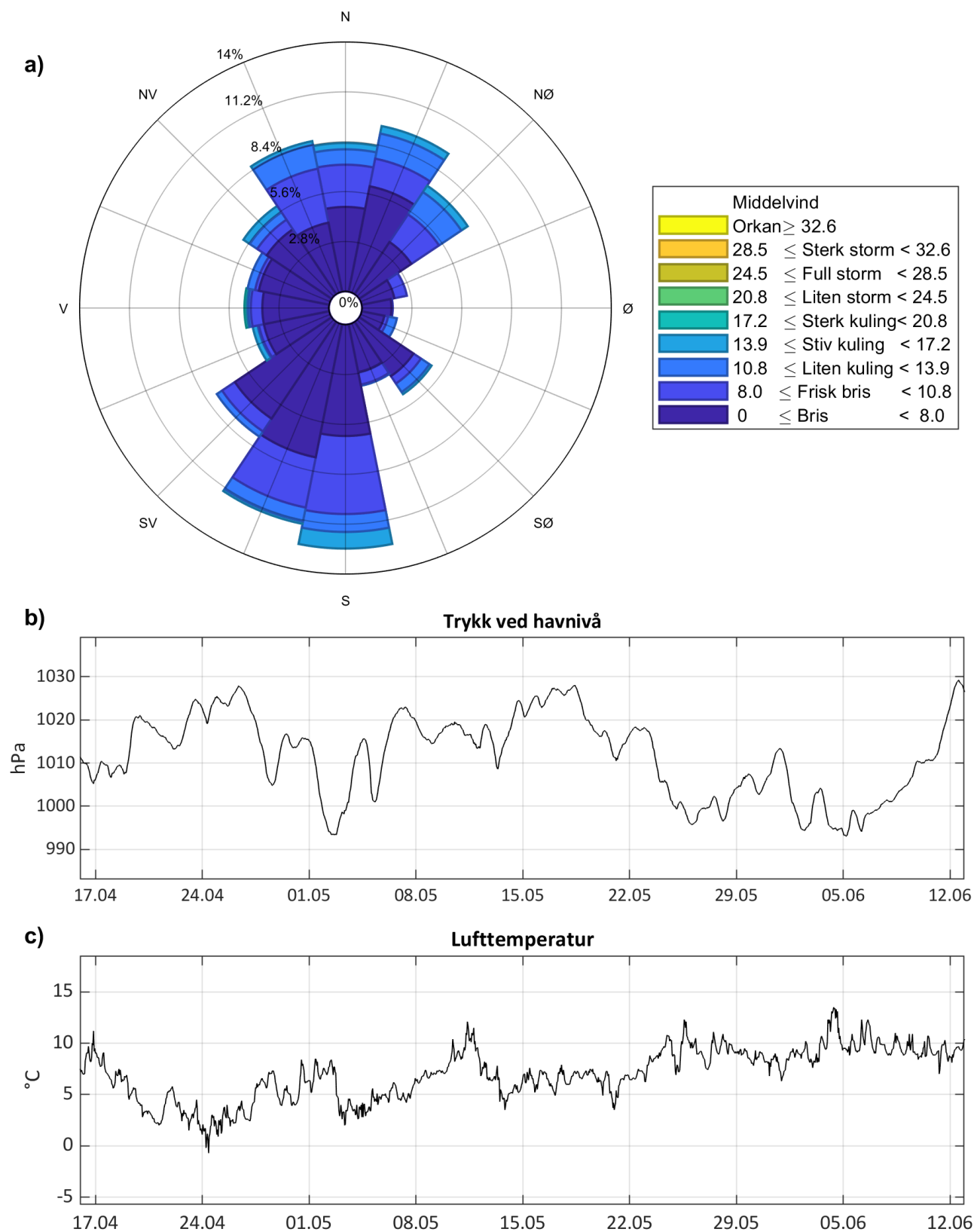
Figur 6: Gjennomsnittlig og maksimal vannstrømshastighet (cm/s), samt vanntransport ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{dag}$) for hver 15° sektor på 5 (b), 15 (c) og 57 (d) meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.

4.3 Spredningsdiagram - strømretning og -hastighet



Figur 7: Spredningsdiagram som viser vannstrømhastighet (cm/s) plottet mot strømretning (°) på 5 (a), 15 (b) og 57 (c) meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.

4.4 Meteorologi



Figur 8: Meteorologidata hentet fra Myken i perioden 16.04.–12.06.2025. Den registrerte vinden (a) er gruppert etter retning (hvor det blåser fra) og styrke i henhold til Beauforts vindskala, som vist i vindrosen øverst i figuren. Radiusen forteller hvor stor andel av målingene som tilhører den enkelte gruppen. Tidsseriene viser registrert lufttrykk (b) redusert til havets nivå og lufttemperatur (c) ved den meteorologiske stasjonen Myken.

4.5 Tidevann og vannstrøm

Tabell 4: Varians- og hastighetsforhold på 5, 15 og 57 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025.

Forhold (%)	5	15	57
Varians	36	54	85
Hastighet	45	51	67

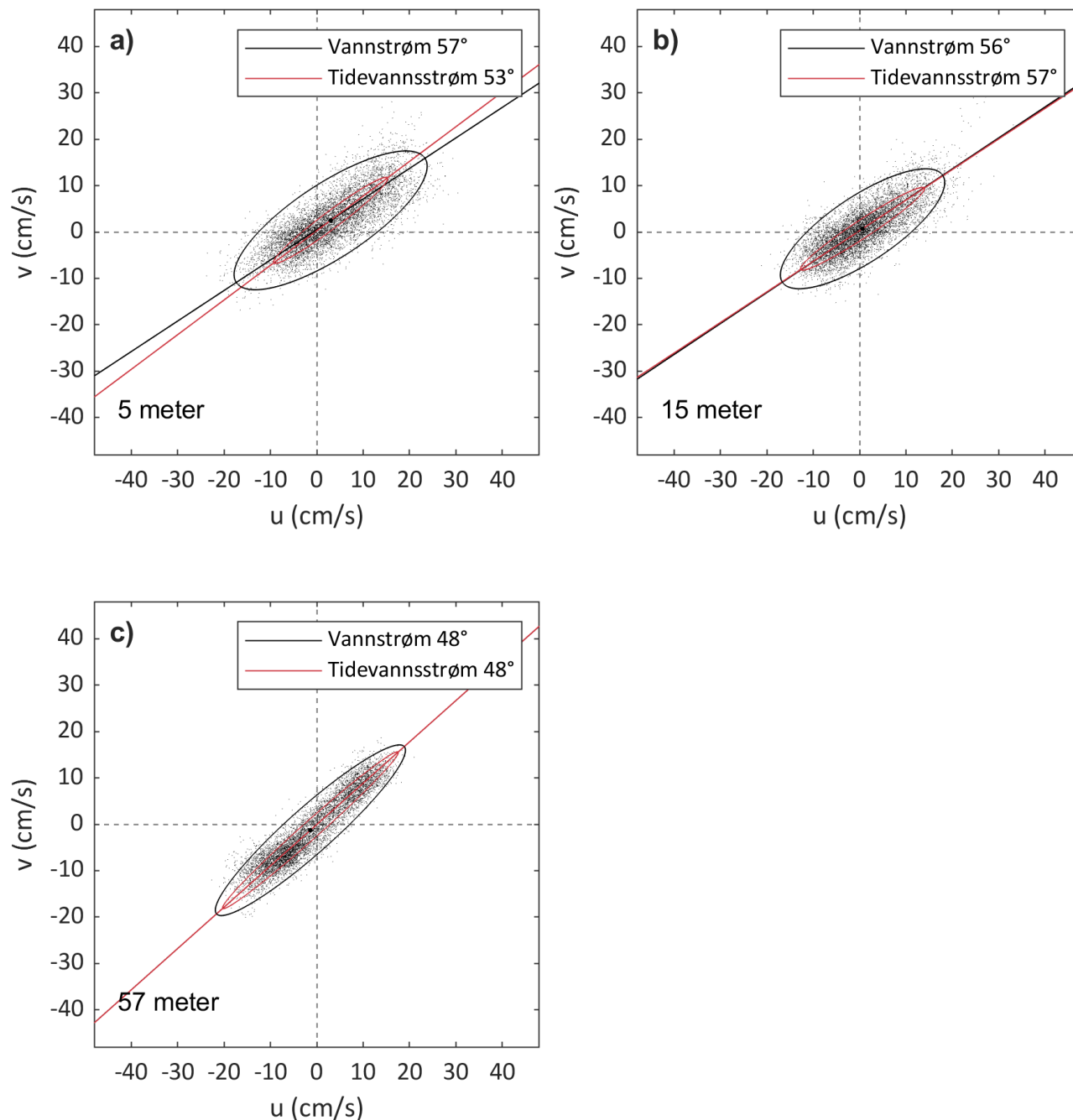
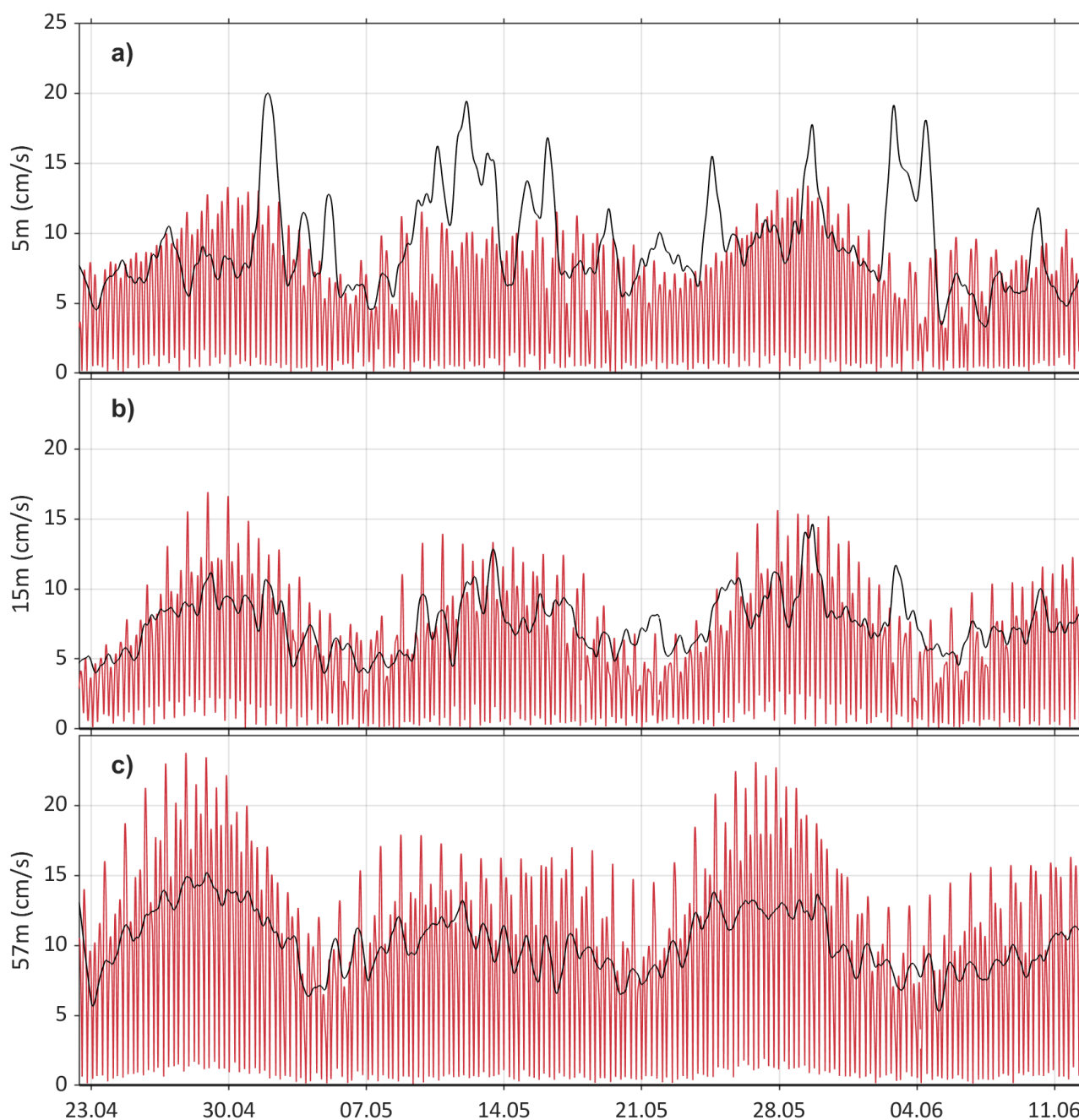
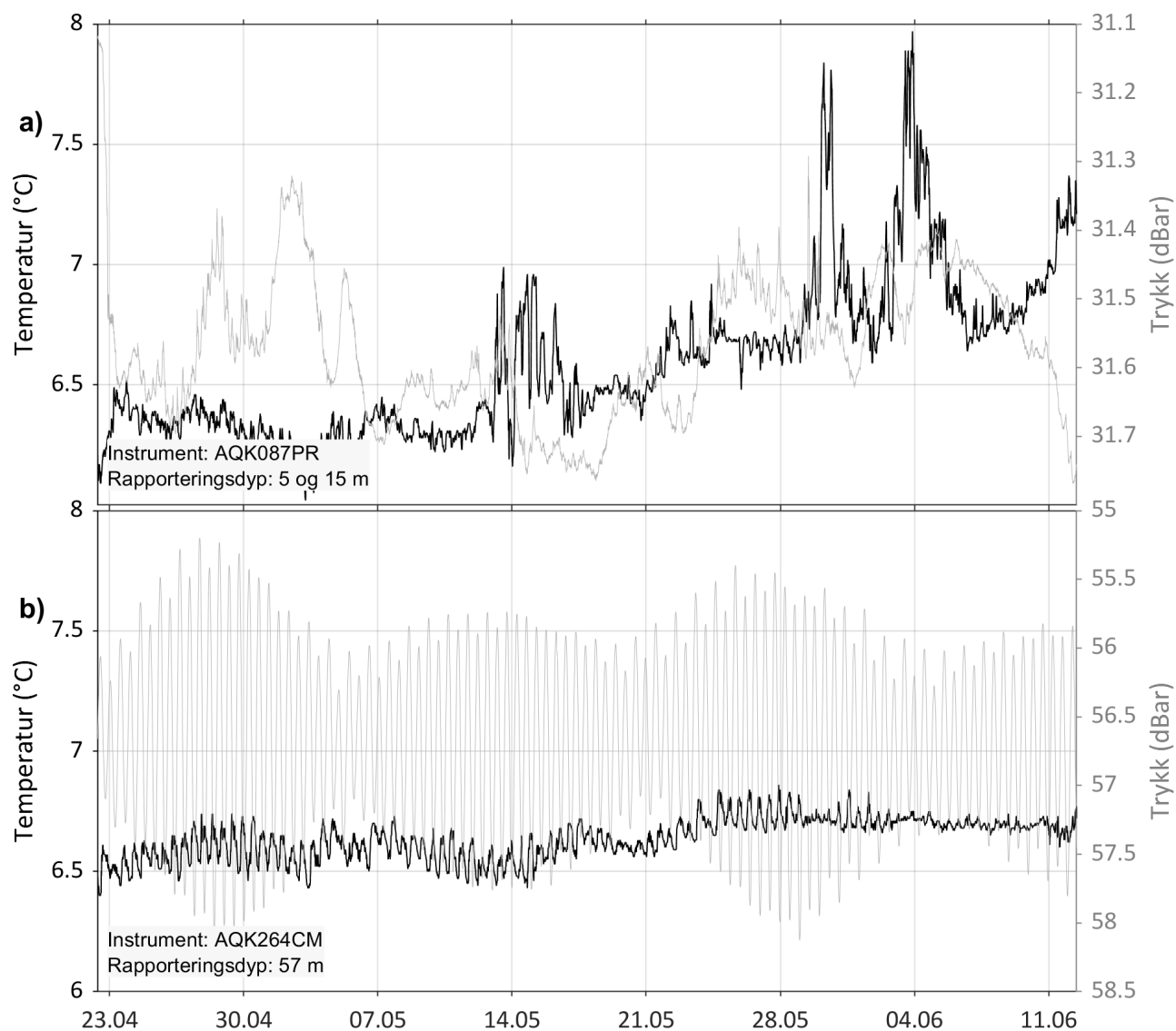


Figure 9: Variansellipse for målt vannstrøm (cm/s, svart) og beregnet tidevannsstrøm (cm/s, rød) på 5 (a), 15 (b) og 57 (c) meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025.



Figur 10: Beregnet tidevannsstrøm (cm/s, rød) og målt vannstrøm glattet over 24 timer (cm/s, svart) på 5 (a), 15 (b) og 57 (c) meters dyp ved Frosvika for perioden 22.04.–12.06.2025.

4.6 Temperatur og trykk i instrumentdypet



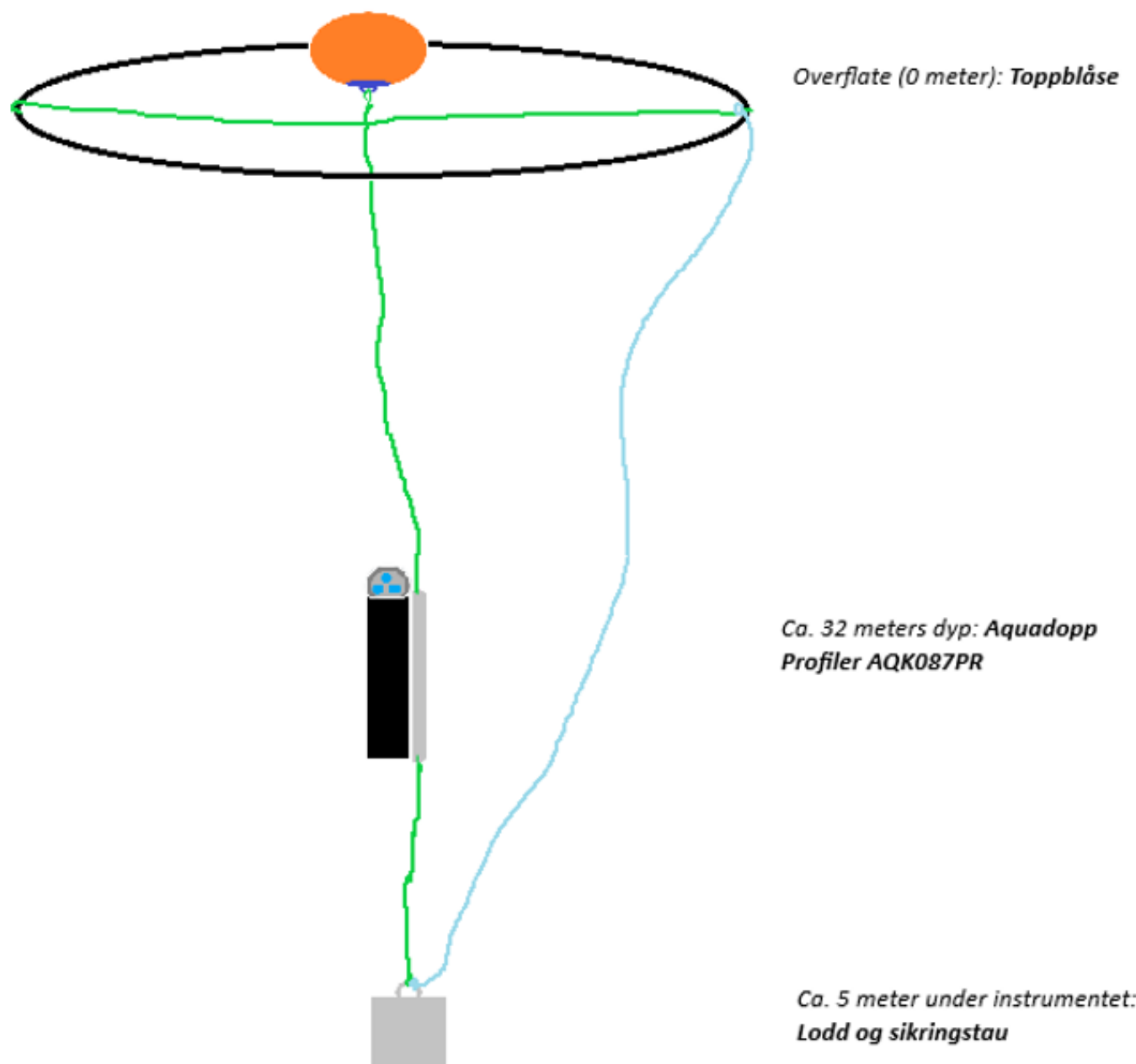
Figur 11: Temperatur (svart, °C) registrert i de ulike instrumentdypene ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Den faktiske dybden kan leses fra trykkdata (grå, dBar) i bakgrunnen. Instrumentnummer henviser til **Tabell 1**.

5 Litteraturliste

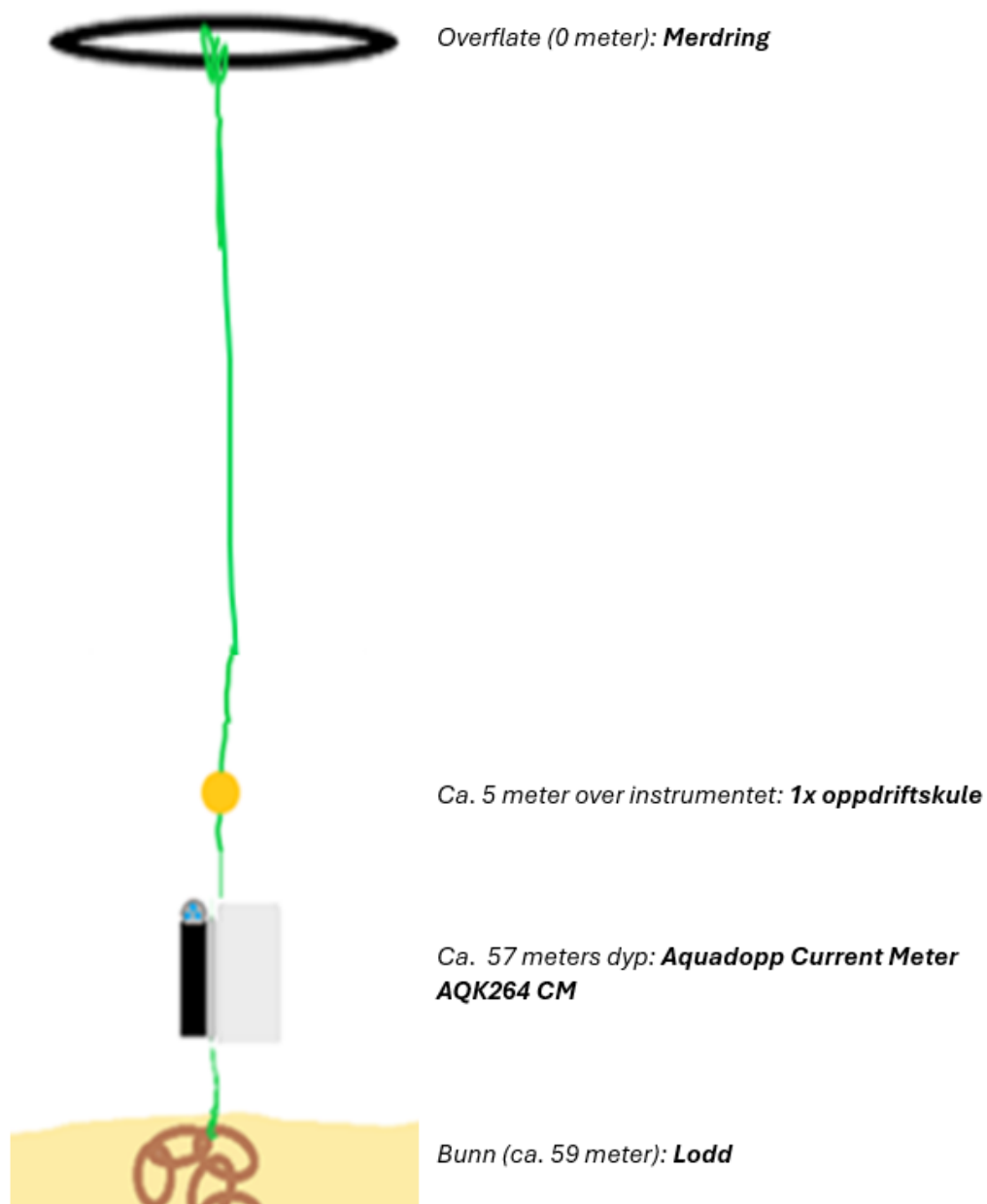
- Codiga, D. (2011). *Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions* (Technical Report 2011-01, 59pp.). Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, RI. <https://www.po.gso.uri.edu/~codiga/utide/utide.htm>
- Fiskeridirektoratet. (2024). Veileder til forundersøkelse. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Dokumenter/Veiledere/veileder-til-forundersokelse#8.strommalinger>
- Gjevik, B. (2009). *Flo og fjære langs kysten av Norge og Svalbard*. Farleia.
- Kantha, L. H., Stewart, J. S., & Desai, S. D. (1998). Long-period lunar fortnightly and monthly ocean tides. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. <https://doi.org/10.2788/4295>
- Kartverket. (2024). *Magnetisk misvisning*. Hentet 18.06.2025 fra <https://www.kartverket.no/til-lands/kart/turkart/magnetisk-misvisning>
- Kartverket, Norgeskart. (2025). *Norgeskart*. Hentet 18.06.2025 fra <https://www.norgeskart.no>
- Norsk klimaservicesenter. (2025). *Seklima. Observasjoner og værstatistikk*. Hentet 18.06.2025 fra <https://seklima.met.no/>
- Nortekgroup. (u.å). *Understanding ADCPs: a guide to measuring currents, waves & turbulence with acoustic sensors*. fra <https://www.nortekgroup.com/knowledge-center/wiki/guide-to-understanding-adcps>
- Pawlowicz, R., Beardsley, B., & Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T-TIDE. *Computers & Geosciences*, 28(8), 929–937.
- Probst, P., & Annunziato, A. (2016). Continuous Harmonic Analysis of Sea Level Measurements: Description of a New Method to Determine Sea Level Measurement Tidal Component [29pp. (EUR28308 EN)]. *Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2788/4295>
- Standard Norge. (1999). *Oseanografi - Del 1: Strømmålinger i faste punkter* (NS 9425-1:1999). <https://online.standard.no/ns-9425-1-1999>
- Standard Norge. (2003). *Oseanografi - Del 2: Strømmålinger ved hjelp av ADCP* (NS 9425-2:2003). <https://online.standard.no/ns-9425-2-2003>
- Standard Norge. (2021). *Flytende akvakulturanlegg - Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk* (NS 9415:2021). <https://online.standard.no/ns-9415-2021>

6 Vedlegg

Vedlegg A Riggtegninger



Figur A.1: Veiledende riggtegning for instrumenttrigg 1 benyttet ved Frosvika. Avvik kan forekomme.



Figur A.2: Veiledende riggtegning for instrumenttrigg 2 benyttet ved Frosvika. Avvik kan forekomme.

Vedlegg B Tidevannsanalyse

Det astronomiske tidevannet drives av gravitasjonskreftene mellom jorden, månen og solen. Jordens rotasjon fører til at vi opplever flo og fjære. Langs norskekysten øker forskjellene mellom flo og fjære desto lengre nord og øst en kommer, i Stavanger er den omkring 0.5 m, Bergen 1 m, Rørvik 2 m, Tromsø 3 m og Vardø 4 m Gjevik, 2009. Flo og fjære setter opp tidevannsstrømmer som veksler regelmessig i styrke og retning.

I denne rapporten er tidevannsanalysen utført med programvaren UTide som er implementert i MATLAB (Codiga, 2011). UTide baserer seg på harmonisk analyse som tar utgangspunkt i det målte strømsignalet. Metoden bryter opp den målte vannstrømmen i retning øst-vest (u) og nord-sør (v) og henter ut bidraget fra de 35 mest relevante tidevannskomponentene i tilsvarende retninger (u_{tide} , v_{tide}). Tidevannet består av flere hundre komponenter hvorav 45 er astronomiske. De øvrige komponentene oppstår gjerne over grunn og kompleks bunntopografi, og i de fleste områder har de et betydelig mindre bidrag enn de astronomiske (Pawlowicz mfl., 2002). De 35 utvalgte tidevannskomponentene kan være både astronomiske komponenter og komponenter som oppstår over grunn og kompleks bunntopografi (Probst & Annunziato, 2016). Tidevannskomponenter med periode over flere dager, som for eksempel sesongvariasjon, er utelatt fra beregningen, da vi ikke har lang nok måleperiode til at de lar seg beregne med programvaren UTide (Kantha mfl., 1998).

De dominerende tidevannskomponentene fra tidevannsanalysen er oppgitt i **Tabell B.1** med energianandel (%) og bidrag til tidevannsellipsens store halvakse (cm/s). Energiandelen er beregnet for hver av de 35 tidevannskomponentene, og summeres til 100 %. Tidevannsellipsens store halvakse er vannstrømmen til hver enkelt tidevannskomponent orientert langs den dominerende strømretningen.

Det er definert to ulike forhold som representerer bidraget av tidevann på den målte vannstrømmen for hvert dyp, varians- og hastighetsforhold (**Tabell 4**). Variansforholdet sammenligner variansen av tidevannsstrømmen med variansen av den målte vannstrømmen (**Formel B.1**). Dette forholdet angir hvor mye av variabiliteten som skyldes tidevannsstrømmen i prosent. Dersom variansforholdet er 0 % utgjør tidevannsstrømmen ingen variabilitet, dersom det er 50 % utgjør tidevannsstrømmen halvparten av variabiliteten og dersom det er 100 % utgjør tidevannsstrømmen all variabilitet av den målte vannstrømmen.

$$\text{variensforhold} = \frac{\text{variens}(u_{\text{tide}}) + \text{variens}(v_{\text{tide}})}{\text{variens}(u) + \text{variens}(v)} \quad (\text{B.1})$$

Hastighetsforholdet (**Formel B.2**) er et mål som sammenligner hastigheten på tidevannet (over brøkstreken) med summen av hastigheten på tidevannet og reststrømmen (under brøkstreken). Hastighetsforholdet er beregnet for hvert målepunkt, og deretter er det tatt et gjennomsnitt over hele måleperioden med n antall målinger. Dette forholdet angir hva som er absolutt bidrag fra tidevannsstrøm og reststrøm i prosent. Hastighetsforholdet vil variere mellom 0 % og 100 %, der 50 % betyr at hastigheten på tidevannet og reststrømmen er like store. Dersom forholdet er over 50 % er hastigheten på tidevannet størst og dersom forholdet er under 50 % er hastigheten på reststrømmen størst.

$$\text{hastighetsforhold} = \frac{1}{n} \sum \frac{\sqrt{u_{\text{tide}}^2 + v_{\text{tide}}^2}}{\sqrt{u_{\text{tide}}^2 + v_{\text{tide}}^2} + \sqrt{u_{\text{rest}}^2 + v_{\text{rest}}^2}} = \frac{1}{n} \sum \frac{|u_{\text{tide}}|}{|u_{\text{tide}}| + |u_{\text{rest}}|} \quad (\text{B.2})$$

Det presenteres to ulike forholdstall fordi variansforholdet kan gi inntrykk av at tidevannet utgjør en veldig stor eller veldig liten del av vannstrømmen, mens hastighetsforholdet ofte presenterer et mer balansert forhold mellom tidevannsstrøm og reststrøm. Begge forholdstallene er statistiske verdier beregnet for hele måleserien, og vil variere etter for eksempel hvor mange stormer som inntreffer i måleperioden.

Tabell B.1: Dominerende tidevannskomponenter på 5, 15 og 57 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Komponenter med energiandel under 5 % på 5 meters dyp er ikke inkludert i tabellen. Komponentene er sortert etter energiandel på 5 meters dyp.

Tidevanns- komponent	Periodisitet (timer)	5 meter		15 meter		57 meter	
		Andel energi (%)	Store halvakse (cm/s)	Andel energi (%)	Store halvakse (cm/s)	Andel energi (%)	Store halvakse (cm/s)
M2	12.42	79.19	8.11	78.02	8.35	82.36	13.57
N2	12.66	6.54	2.33	3.23	1.69	3.84	2.93
S2	12.00	6.14	2.25	8.80	2.80	7.85	4.19

Vedlegg C Supplerende tabeller

Tabell C.1: Retning med returperiode for vannstrøm på 5 meters dyp. Strømhastighetene er oppgitt i m/s og retningsgrupper som definert i NS 9415:2021. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.

Retning	Gjennomsnitt	Maksimal	Snitt 10 år	Maks 10 år	Snitt 50 år	Maks 50 år
nord	0.053	0.194	0.088	0.320	0.099	0.358
nordøst	0.130	0.413	0.214	0.681	0.240	0.764
øst	0.093	0.316	0.154	0.521	0.173	0.584
sørøst	0.039	0.159	0.064	0.262	0.072	0.294
sør	0.042	0.125	0.070	0.206	0.079	0.230
sørvest	0.078	0.238	0.129	0.392	0.145	0.440
vest	0.069	0.256	0.114	0.422	0.127	0.473
nordvest	0.036	0.118	0.060	0.195	0.067	0.219

Tabell C.2: Retning med returperiode for vannstrøm på 15 meters dyp. Strømhastighetene er oppgitt i m/s og retningsgrupper som definert i NS 9415:2021. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.

Retning	Gjennomsnitt	Maksimal	Snitt 10 år	Maks 10 år	Snitt 50 år	Maks 50 år
nord	0.043	0.215	0.070	0.354	0.079	0.397
nordøst	0.102	0.423	0.168	0.698	0.189	0.783
øst	0.075	0.281	0.123	0.464	0.138	0.520
sørøst	0.034	0.110	0.056	0.182	0.063	0.204
sør	0.044	0.161	0.073	0.265	0.082	0.297
sørvest	0.078	0.210	0.129	0.346	0.145	0.388
vest	0.067	0.224	0.111	0.369	0.124	0.414
nordvest	0.035	0.132	0.058	0.218	0.065	0.245

Tabell C.3: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper (cm/s) for hver 15° sektor på 5 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.

	5 meter														antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	$\text{m}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$	%
0 - 15	5	15	14	27	32	20	23	11	13	2	0	0	0	0	162	2.20	100.05	1.26
15 - 30	3	17	18	34	33	35	55	39	49	20	5	3	0	0	311	4.23	284.79	3.58
30 - 45	6	26	17	32	26	36	87	82	189	127	56	51	0	0	735	9.99	1076.38	13.52
45 - 60	1	12	16	37	45	51	113	122	308	326	174	54	0	0	1259	17.11	2043.42	25.67
60 - 75	6	20	26	23	40	31	106	112	235	203	108	38	0	0	948	12.88	1433.67	18.01
75 - 90	4	17	24	40	31	26	52	55	89	44	6	1	0	0	389	5.29	394.03	4.95
90 - 105	10	12	21	22	25	20	29	30	26	7	1	0	0	0	203	2.76	151.44	1.90
105 - 120	10	14	18	19	11	5	14	12	5	1	0	0	0	0	109	1.48	58.78	0.74
120 - 135	8	11	19	18	13	10	9	3	0	0	0	0	0	0	91	1.24	39.11	0.49
135 - 150	5	9	14	17	13	6	9	4	1	0	0	0	0	0	78	1.06	35.87	0.45
150 - 165	6	9	16	12	10	2	4	3	0	0	0	0	0	0	62	0.84	24.80	0.31
165 - 180	5	16	12	12	14	7	12	3	1	0	0	0	0	0	82	1.11	37.80	0.47
180 - 195	8	18	19	10	17	8	16	13	2	0	0	0	0	0	111	1.51	56.91	0.71
195 - 210	3	20	16	24	32	16	39	20	10	1	0	0	0	0	181	2.46	114.61	1.44
210 - 225	6	20	17	38	27	52	66	55	42	7	2	0	0	0	332	4.51	261.72	3.29
225 - 240	9	17	27	39	46	41	86	67	106	33	15	0	0	0	486	6.60	475.15	5.97
240 - 255	4	22	26	31	50	66	98	89	157	50	13	1	0	0	607	8.25	624.22	7.84
255 - 270	7	14	19	48	37	55	99	72	56	11	4	0	0	0	422	5.73	348.43	4.38
270 - 285	10	22	32	31	30	27	35	27	19	1	0	0	0	0	234	3.18	145.15	1.82
285 - 300	3	19	27	21	24	17	25	9	6	1	0	0	0	0	152	2.07	82.10	1.03
300 - 315	5	17	17	21	19	7	9	2	0	0	0	0	0	0	97	1.32	40.70	0.51
315 - 330	7	20	28	20	10	11	11	1	0	0	0	0	0	0	108	1.47	42.57	0.53
330 - 345	8	13	22	20	9	10	7	4	1	0	0	0	0	0	94	1.28	39.43	0.50
345 - 360	11	11	13	22	24	5	12	6	2	0	0	0	0	0	106	1.44	50.26	0.63
SUM (#)	150	391	478	618	618	564	1016	841	1317	834	384	148	0	0	7359	100	7961.38	100
SUM (%)	2.04	5.31	6.50	8.40	8.40	7.66	13.81	11.43	17.90	11.33	5.22	2.01	0	0	100			

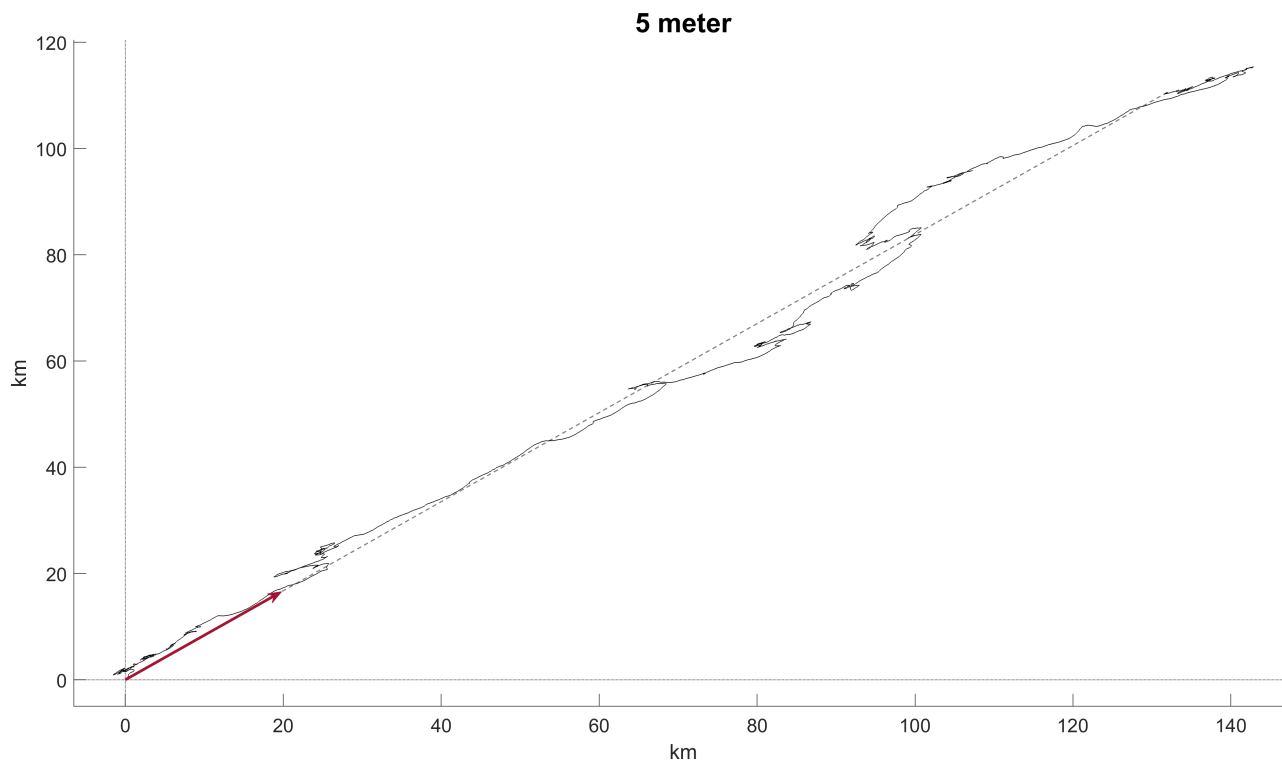
Tabell C.4: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper (cm/s) for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.

	15 meter															antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	m ³ /m ² /døgn	%	
0 - 15	8	20	29	34	26	21	25	9	3	0	0	0	0	0	175	2.38	86.47	1.33	
15 - 30	10	14	36	43	30	27	39	33	38	7	2	0	0	0	279	3.79	203.42	3.14	
30 - 45	3	26	42	44	49	43	80	61	120	68	20	15	0	0	571	7.76	640.50	9.87	
45 - 60	8	24	32	44	49	47	119	116	258	153	51	20	0	0	921	12.52	1194.00	18.41	
60 - 75	9	18	24	43	46	43	89	85	210	108	33	4	0	0	712	9.68	862.84	13.30	
75 - 90	8	27	26	40	33	44	61	58	77	16	3	0	0	0	393	5.34	338.02	5.21	
90 - 105	10	14	20	29	33	20	26	10	10	1	0	0	0	0	173	2.35	98.07	1.51	
105 - 120	8	16	15	20	13	16	8	3	1	0	0	0	0	0	100	1.36	44.40	0.68	
120 - 135	14	11	13	21	12	14	7	0	3	0	0	0	0	0	95	1.29	40.67	0.63	
135 - 150	7	18	17	8	9	6	6	0	0	0	0	0	0	0	71	0.97	25.40	0.39	
150 - 165	4	21	19	30	15	5	5	1	1	0	0	0	0	0	101	1.37	39.36	0.61	
165 - 180	10	13	19	15	19	14	10	6	1	0	0	0	0	0	107	1.45	49.73	0.77	
180 - 195	6	21	30	29	24	25	19	9	2	1	0	0	0	0	166	2.26	82.43	1.27	
195 - 210	7	19	33	32	35	25	55	39	30	1	0	0	0	0	276	3.75	190.65	2.94	
210 - 225	4	18	22	32	44	55	98	73	81	6	0	0	0	0	433	5.89	363.82	5.61	
225 - 240	6	21	41	42	68	65	138	141	235	28	1	0	0	0	786	10.69	763.17	11.76	
240 - 255	7	16	31	39	42	68	144	141	202	23	1	0	0	0	714	9.71	693.64	10.69	
255 - 270	8	20	42	44	51	45	88	73	73	4	0	0	0	0	448	6.09	349.11	5.38	
270 - 285	9	18	24	33	25	36	48	33	20	1	0	0	0	0	247	3.36	164.11	2.53	
285 - 300	7	27	31	38	14	14	16	16	7	0	0	0	0	0	170	2.31	85.19	1.31	
300 - 315	11	14	19	20	13	7	11	3	1	0	0	0	0	0	99	1.35	42.24	0.65	
315 - 330	12	16	19	16	17	3	6	1	1	0	0	0	0	0	91	1.24	34.27	0.53	
330 - 345	5	16	21	15	18	10	9	1	0	0	0	0	0	0	95	1.29	39.75	0.61	
345 - 360	5	22	33	27	16	11	14	3	1	0	0	0	0	0	132	1.79	55.92	0.86	
SUM (#)	186	450	638	738	701	664	1121	915	1375	417	111	39	0	0	7355	100	6487.18	100	
SUM (%)	2.53	6.12	8.67	10.03	9.53	9.03	15.24	12.44	18.69	5.67	1.51	0.53	0	0	100				

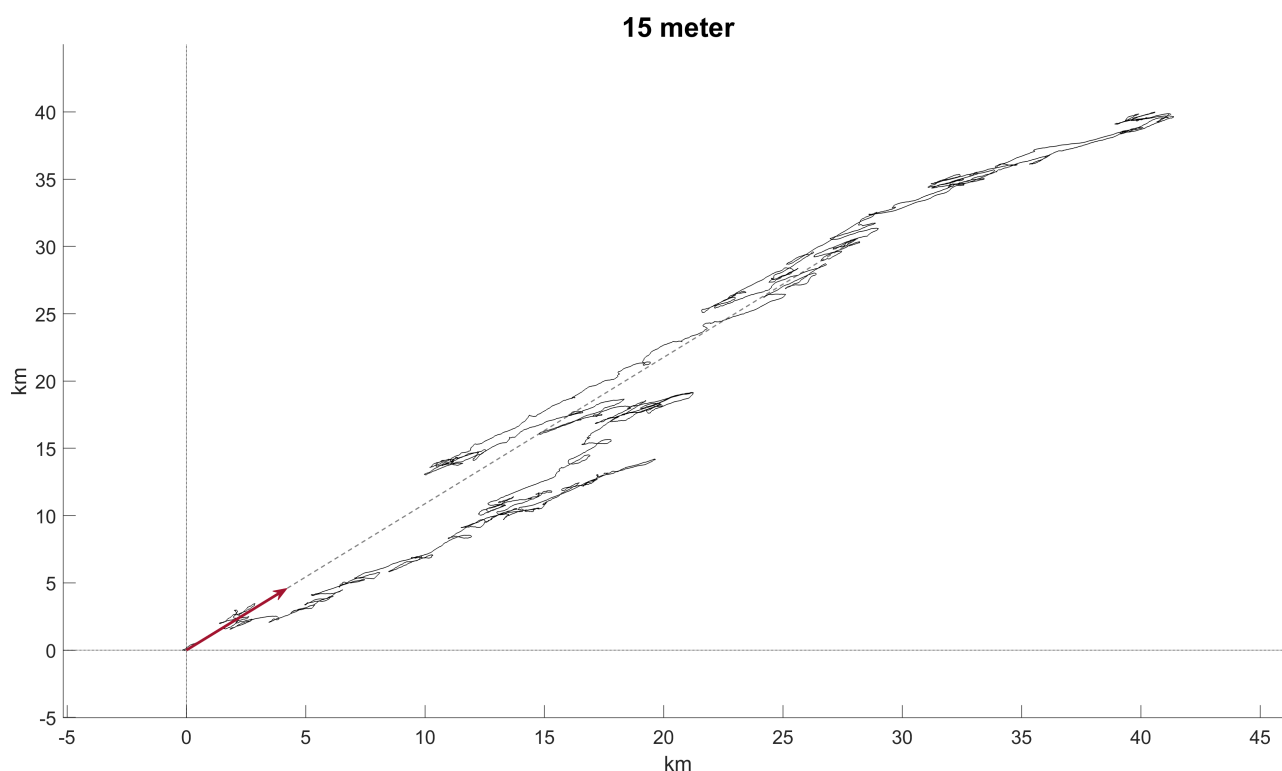
Tabell C.5: Fordeling av antall strømregistreringer i hastighetsgrupper (cm/s) for hver 15° sektor på 57 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Antall målinger og prosent av antall målinger, samt fluks ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$) og prosentvis fluks for hver 15° sektor er presentert. Det er registrert én måling med hastighet på 0 m/s. Denne målingen har ingen retning og inngår ikke i tabellen. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.

	57 meter															antall målinger		fluks	
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	50	75	100	#	%	m³/m²/døgn	%	
0 - 15	9	10	16	19	12	8	8	2	1	0	0	0	0	0	85	1.16	35.63	0.41	
15 - 30	5	16	18	16	20	29	24	21	23	4	0	0	0	0	176	2.39	126.61	1.44	
30 - 45	2	6	23	20	28	32	93	113	335	165	14	0	0	0	831	11.29	1101.70	12.53	
45 - 60	5	8	10	21	41	32	89	178	540	354	48	1	0	0	1327	18.03	1946.05	22.13	
60 - 75	4	6	11	24	24	27	53	44	54	9	1	0	0	0	257	3.49	227.88	2.59	
75 - 90	1	11	15	13	13	13	12	9	0	0	0	0	0	0	87	1.18	45.83	0.52	
90 - 105	7	15	12	10	6	2	7	0	0	0	0	0	0	0	59	0.80	20.63	0.23	
105 - 120	0	5	10	9	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	35	0.48	13.88	0.16	
120 - 135	3	10	6	8	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	31	0.42	9.53	0.11	
135 - 150	3	8	7	8	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	35	0.48	12.02	0.14	
150 - 165	4	10	4	16	5	6	2	1	0	0	0	0	0	0	48	0.65	19.11	0.22	
165 - 180	2	10	13	15	13	5	8	0	0	0	0	0	0	0	66	0.90	28.08	0.32	
180 - 195	4	13	19	16	18	16	20	8	2	0	0	0	0	0	116	1.58	60.07	0.68	
195 - 210	4	12	21	23	28	39	68	45	46	0	0	0	0	0	286	3.89	224.82	2.56	
210 - 225	3	14	13	31	39	73	206	278	455	152	40	5	0	0	1309	17.79	1623.63	18.46	
225 - 240	4	6	18	30	60	67	169	268	722	414	91	2	0	0	1851	25.15	2652.53	30.16	
240 - 255	6	3	25	28	29	23	65	57	132	71	9	1	0	0	449	6.10	526.24	5.98	
255 - 270	4	8	15	17	11	10	10	5	5	3	0	0	0	0	88	1.20	51.78	0.59	
270 - 285	4	12	13	14	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	49	0.67	15.42	0.18	
285 - 300	8	17	10	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	47	0.64	12.78	0.15	
300 - 315	2	12	8	8	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	35	0.48	10.81	0.12	
315 - 330	3	7	7	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	25	0.34	7.88	0.09	
330 - 345	3	7	12	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	32	0.43	9.40	0.11	
345 - 360	1	8	8	9	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	35	0.48	13.24	0.15	
SUM (#)	91	234	314	372	378	394	845	1032	2315	1172	203	9	0	0	7359	100	8795.57	100	
SUM (%)	1.24	3.18	4.27	5.06	5.14	5.35	11.48	14.02	31.46	15.93	2.76	0.12	0	0	100				

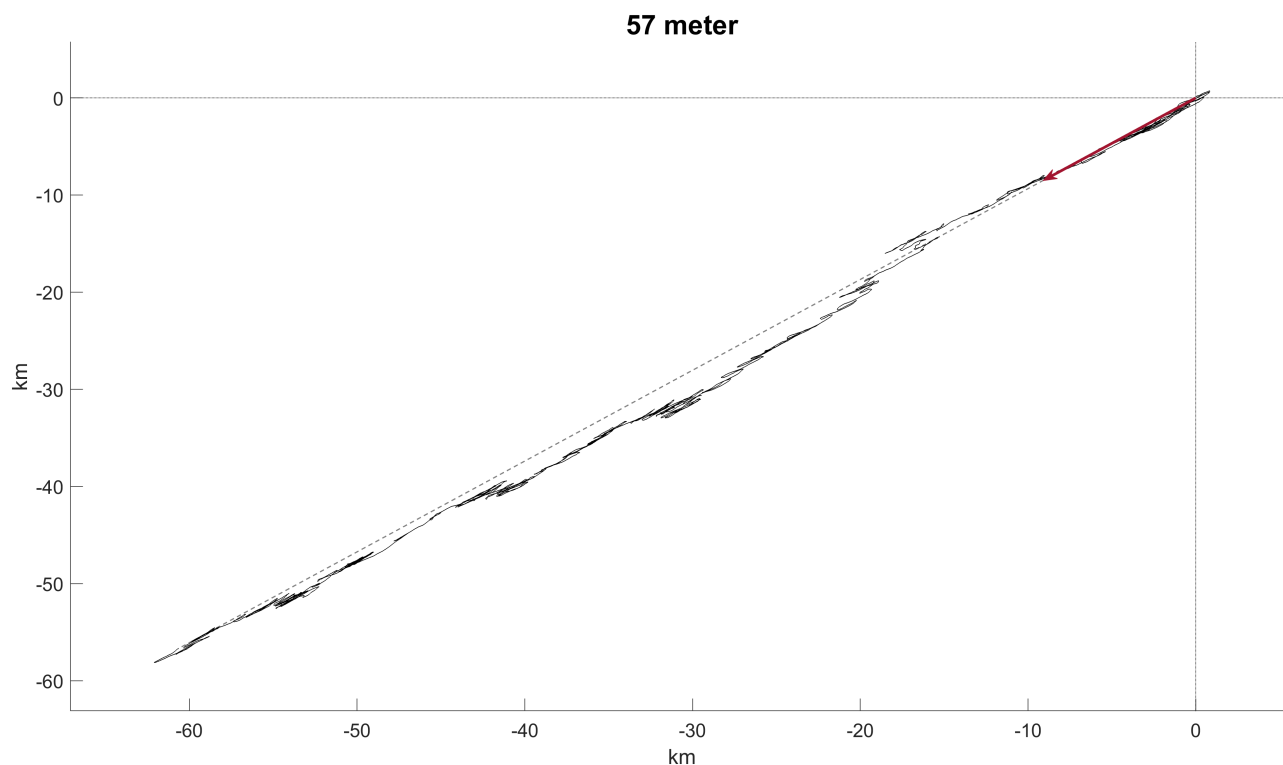
Vedlegg D Supplerende figurer



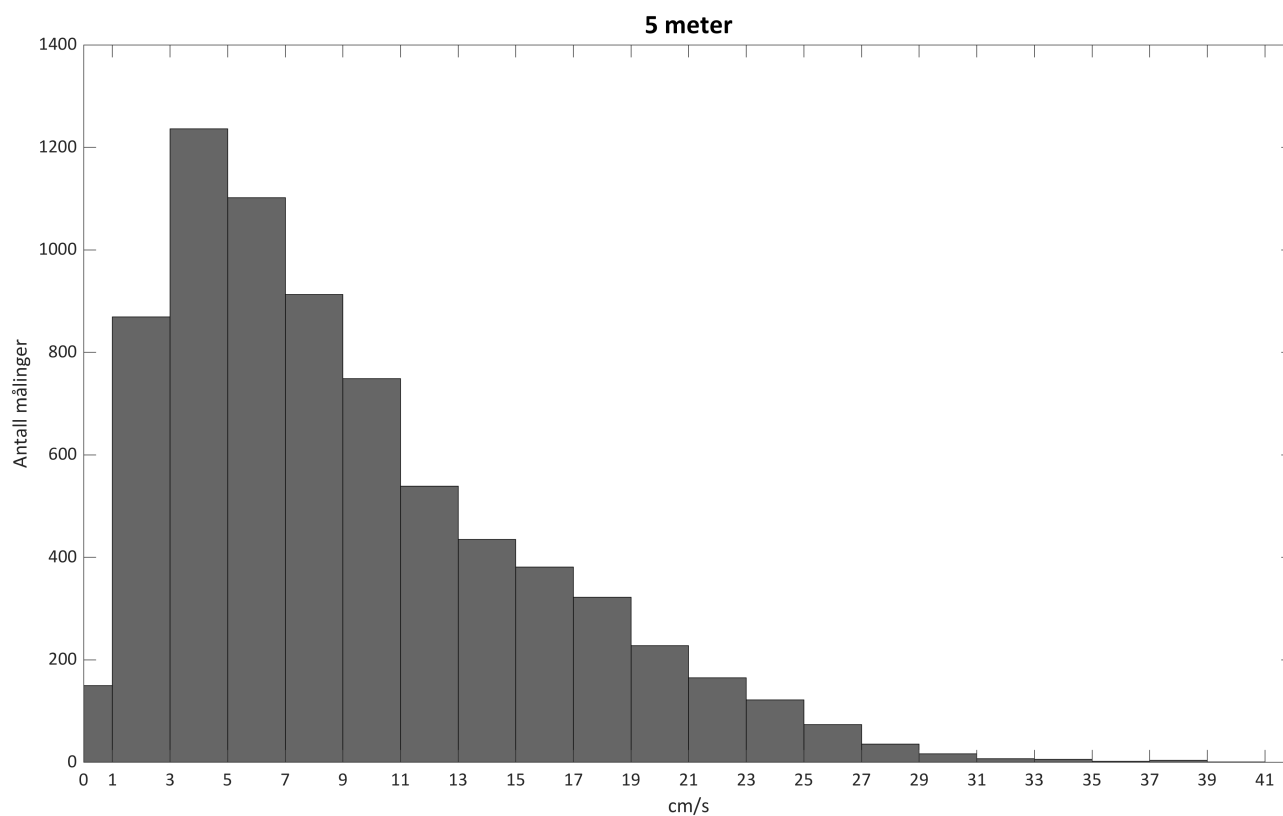
Figur D.1: Progressiv vektor (svart) på 5 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Den stiplede linjen (grå) viser vektorsummen av alle strømshastigheter. Vektorpilen (rød) viser den gjennomsnittlige hastigheten på 3.9 cm/s mot 50.0°. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.



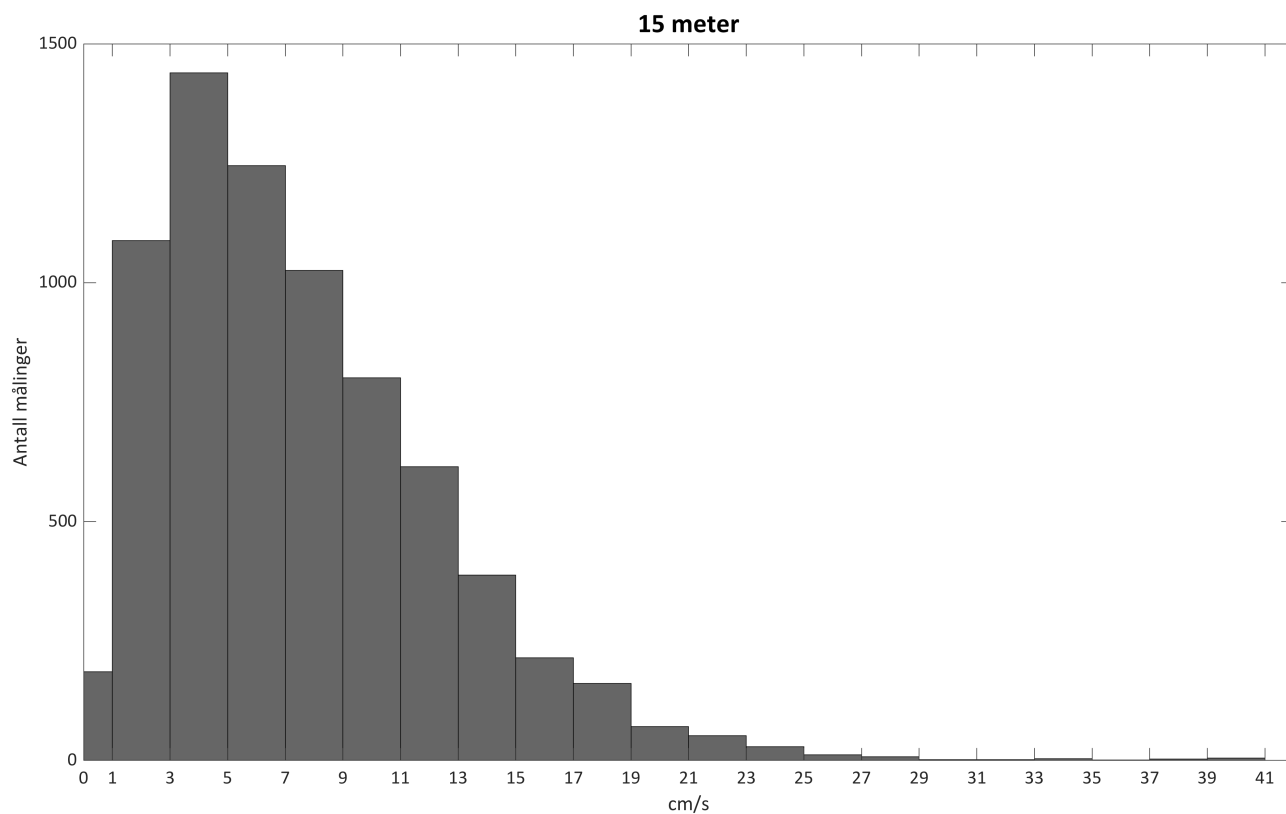
Figur D.2: Progressiv vektor (svart) på 15 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Den stiplede linjen (grå) viser vektorsummen av alle strømshastigheter. Vektorpilen (rød) viser den gjennomsnittlige hastigheten på 0.9 cm/s mot 42.6°. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.



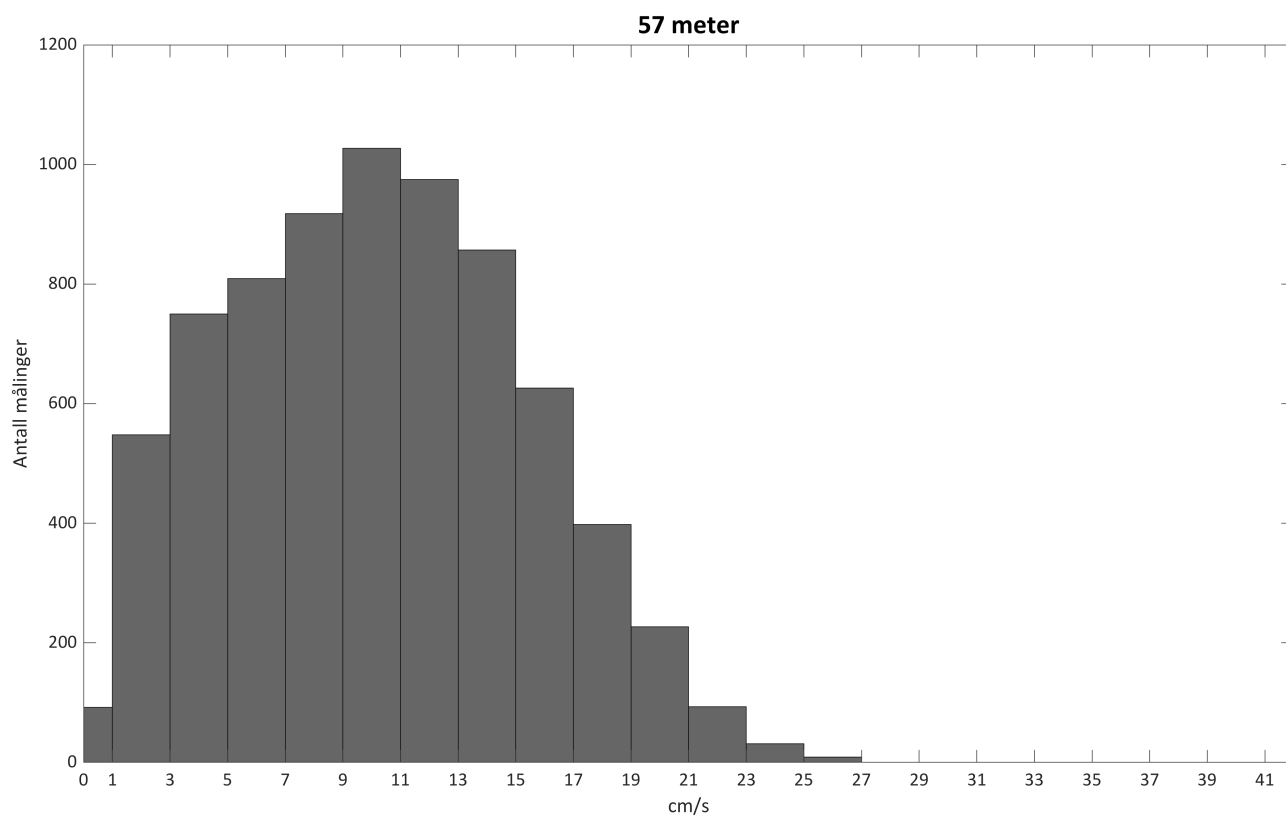
Figur D.3: Progressiv vektor (svart) på 57 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Den stiplede linjen (grå) viser vektorsummen av alle strømshastigheter. Vektorpilen (rød) viser den gjennomsnittlige hastigheten på 1.9 cm/s mot 226.9°. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.



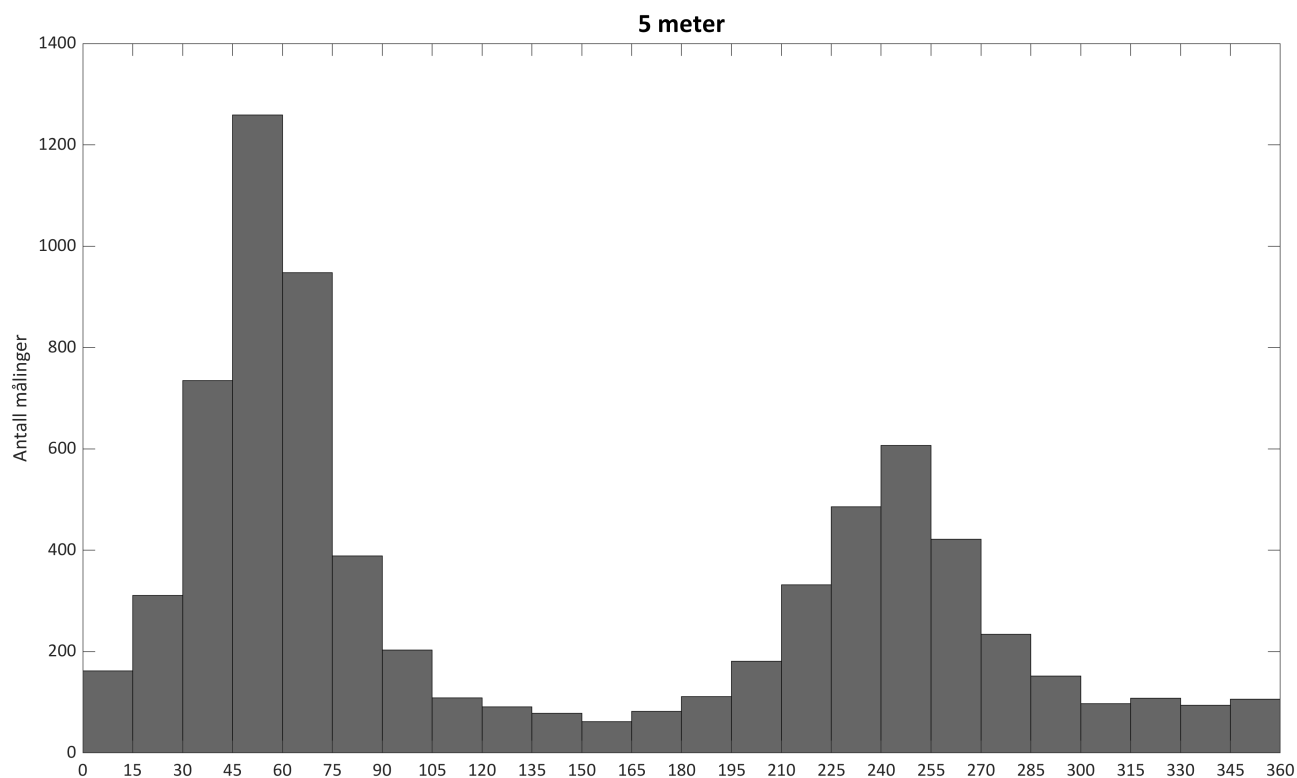
Figur D.4: Frekvensfordeling av vannstrømshastighet på 5 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025.



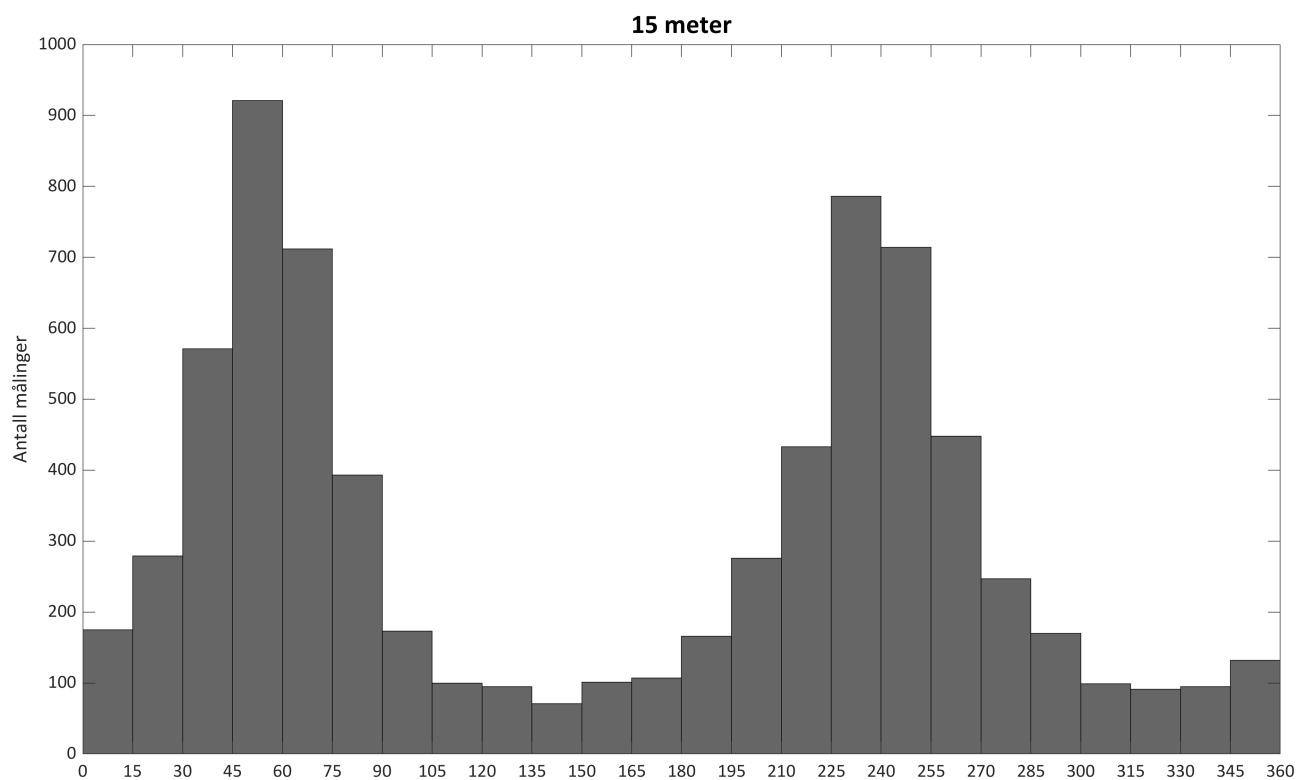
Figur D.5: Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 15 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025.



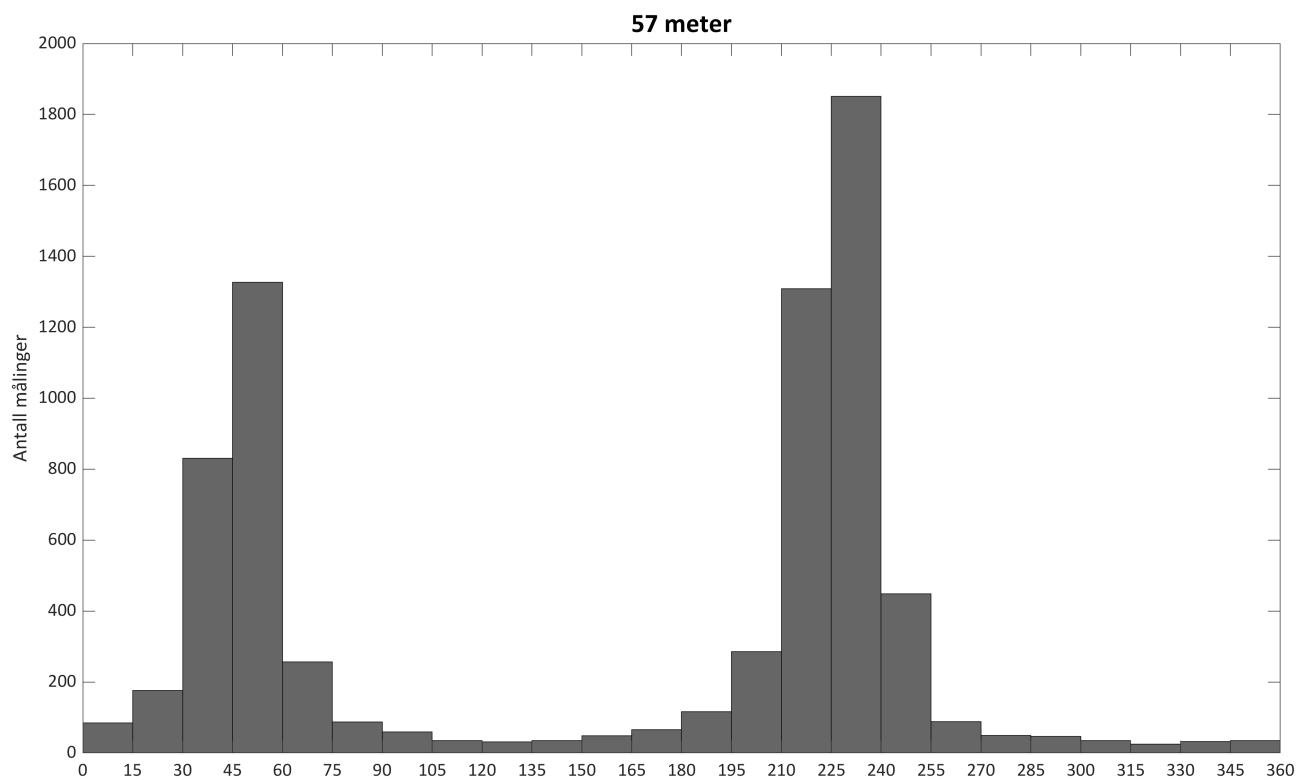
Figur D.6: Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 57 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025.



Figur D.7: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 5 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.



Figur D.8: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.



Figur D.9: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 57 meters dyp ved Frosvika i perioden 22.04.–12.06.2025. Data er korrigert for magnetisk misvisning på 7°.

Del B

Strømrappport

**Måling av overflate- (5m),
dimensjonerings- (15m), sprednings- og
bunnstrøm ved**

Frosvika i

mars - april 2020

Rapport			
Rapportbeskrivelse og -navn	Vurdering av strømforhold ved Frosvika. SR-M-03320-Frosvika0620-ver01.pdf		
Rapportversjon	Dato	Beskrivelse	
01	08.06.20	Første utgivelse	
Rapportdistribusjon	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.		
Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Frosvika	Lokalitetsnummer	Ny
Kommune	Meløy	Fylke	Nordland
Oppdragsgiver			
Selskap	NorCod AS; 7011 TRONDHEIM, NORGE		
Kontaktperson	Rune Eriksen	re@norcod.no	
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnummer: 916 763 816		
Feltarbeidsansvarlig	Erling Nilsen Riseth	erling.riseth@akerbla.no	
Rapportansvarlig	Astri Horge Glindø	astri.glindo@akerbla.no	
Kontrollert av	Iris Hestnes	iris.hestnes@akerbla.no	
Akkreditering	Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert.		

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (49m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	41.5 (SV)	35.8 (SV)	33.3 (NØ)	35.1 (Ø)
Gjennomsnittlig strøm (cm/s)	12.0	8.8	9.3	9.4
Strømstyrke < 1cm/s (%)	1.0	2.5	1.1	1.1
Strømstyrke < 3cm/s (%)	10.0	17.5	11.7	10.4
Strømstyrke < 10cm/s (%)	48.7	65.1	59.5	58.1
Strømstyrke ≥ 30cm/s (%)	2.8	0.6	0.1	0.03
Strømstyrke ≥ 50cm/s (%)	0.0	0.0	0.0	0.0
Neumann-parameter	0.3	0.2	0.2	0.1
10-års strøm (maksimal)	68	59	-	-
50-års strøm (maksimal)	77	66	-	-

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk.....	7
4. Resultater.....	9
4.1 Strømdata sammendrag	9
4.2 Strømroser	10
4.3 Matrise med strømhastighet og strømretning.....	11
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.....	15
4.5 Strømmens retningsfordeling	16
4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet	17
4.7 Tidsdiagram – Strømretning	18
4.8 Tidsdiagram – Temperatur	19
4.9 Progressivt vektordiagram	20
4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømhastighet	21
4.11 Fordelingsdiagram – Middelhastighet.....	22
4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks	23
4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner	24
4.14 Strømhastighetsprofil	25
4.15 Maksimal strømhastighet for 8 retningssektorer.....	26
4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet for 8 retningssektorer.....	26
4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer.....	26
4.18 Relativ vannutskiftning for 8 retningssektorer.....	26
4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer	27
4.20 Persentilfordeling av strømhastighet.....	28
4.21 Prosentfordeling av strømhastighet.....	28
4.22 Strømfordeling	29
4.23 Strømvarighet.....	31
4.24 Tidevannsanalyse	33
4.25 Todagersperiode	36
4.26 Vind under måleperioden.....	37
4.27 CTD-profil.....	40
5. Diskusjon strøm	41
5.1.1 Høye strømmålinger.....	41
5.1.2 Tidevannspåvirkning på strømmen.....	41

5.1.3	Vindpåvirkning på strømmen.....	41
5.1.4	Vannutsiftning.....	41
5.1.5	Mulig spredning av utslipp	42
5.1.6	Vannsøylens vertikale struktur.....	42
6.	Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon for målinger.....	44
6.1	Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger.....	44
6.2	Måleprinsipp for strømmålinger	46
6.3	CTD-målinger	46
7.	Vedlegg – Riggoppsett	47
7.1	Riggoppsett	47
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	48
8.1	Databearbeiding	48
8.2	Kvalitetssikring av data.....	50
8.3	Fjernede dataverdier	55
8.3.1	Måleperiode	55
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	55
9.	Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser.....	56
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden	57
11.	Vedlegg – Måleenheter og forkortelser.....	58
12.	Vedlegg – Parametere og beskrivelse.....	59
13.	Vedlegg – Referanser	60

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra NorCod AS utført strømmålinger ved tenkt oppdrettslokalitet Frosvika som er vurdert etter beliggenhet, strømforhold, temperatur, vannutskiftning, tidevann og vind.

Resultatene fra undersøkelsen gjelder for gitte prøvepunkt og på gitt tidspunkt hvor vurderingen av strømforhold over området er vurdert på bakgrunn av resultatene.

NYTEK-forskriften har som mål å begrense rømming av fisk fra oppdrettsanlegg. NS 9415:2009 krever at alle lokaliteter undersøkes og beskrives ut fra topografi og eksponeringsgrad i form av parametere som danner grunnlag for beregning av miljølaste på et anlegg.

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal også kunne ivareta artens krav til et godt levemiljø (Mattilsynet, 2016). Det må være tilstrekkelig tilførsel av vann av egnet kvalitet. Spesielt relevant er oksygen – som er vurdert etter blant annet strømforhold og vannutskiftning – og temperatur.

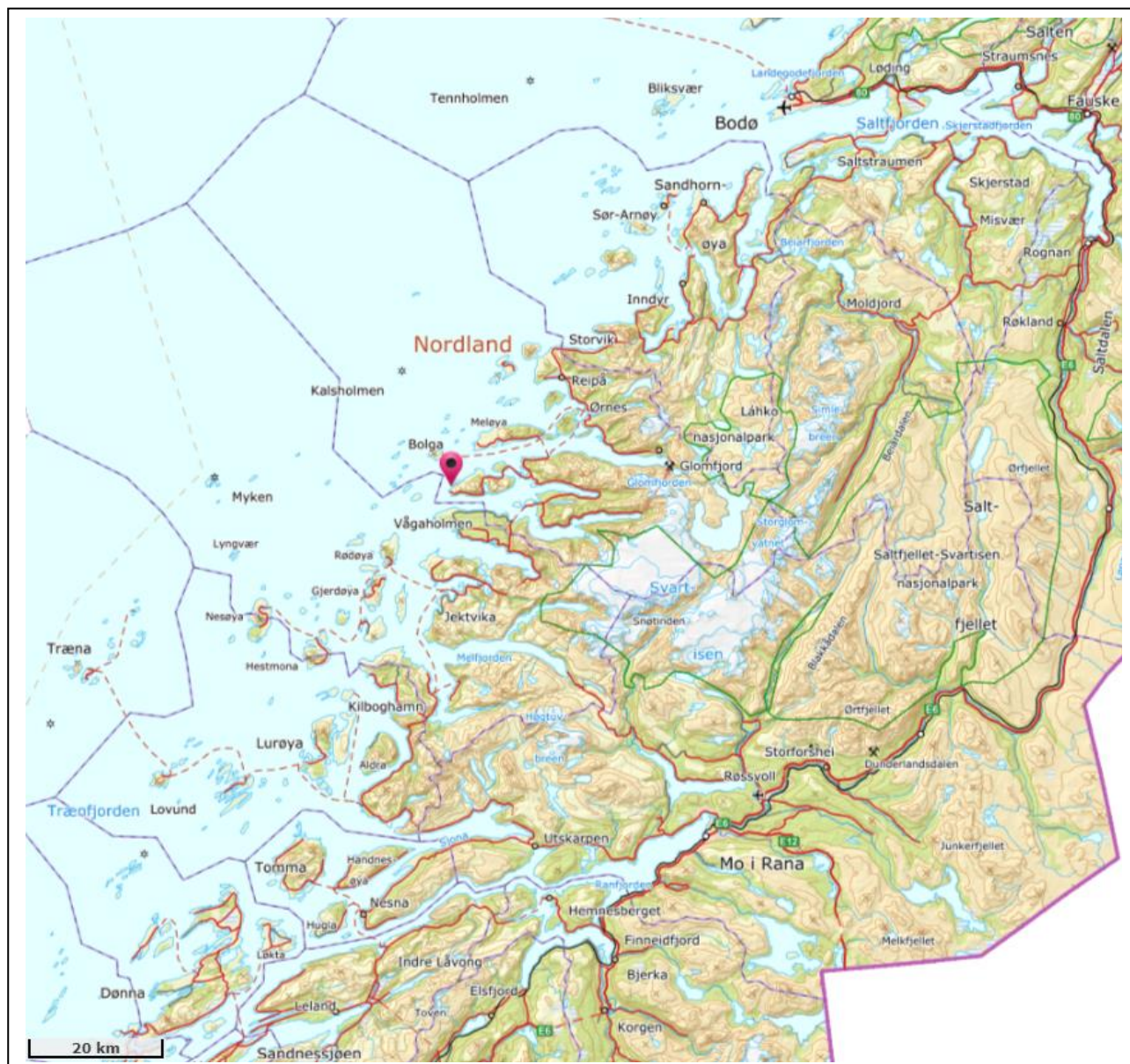
Denne rapporten tilfredsstiller kravene i NS 9415:2009, samt anbefalingene i retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (2016).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktene for Frosvika ligger i Meløy kommune, Nordland. Frosvika ligger på vestsiden av Åmøya, i Bolgfjorden. Plasseringen er åpen mot Skarsfjorden i sørvest og Meløyfjorden i nordøst.

På grunn av omkringliggende topografi er området relativt eksponert for vind fra sørvest, vest, nordvest og nord.

Bunntopografi er ca. 56m dyp og orientert NØ – SV i området for strømmålingsposisjonene.



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt måleposisjonene, anvist med rød pinne. Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

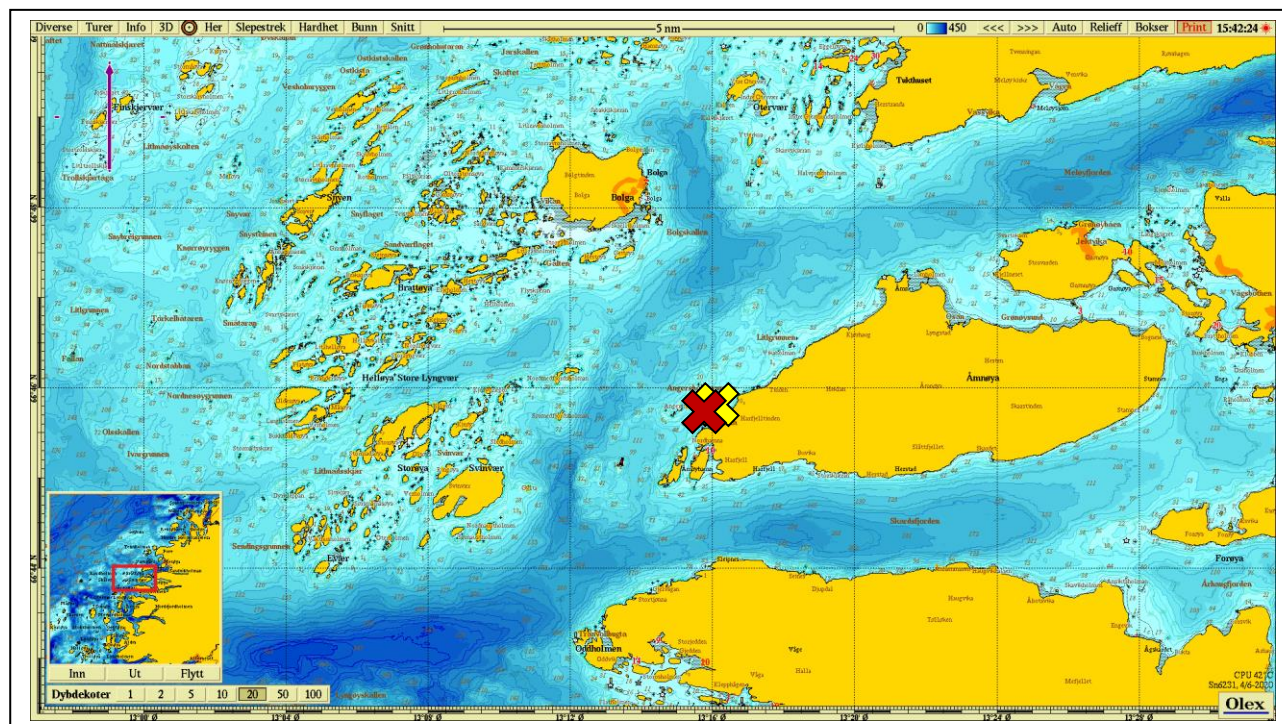
3. Metodikk

Strømmålinger ble kvalitetssikret av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i tabellen under. Strømmen ble målt i to rigger, avstanden mellom disse var ca. 95m.

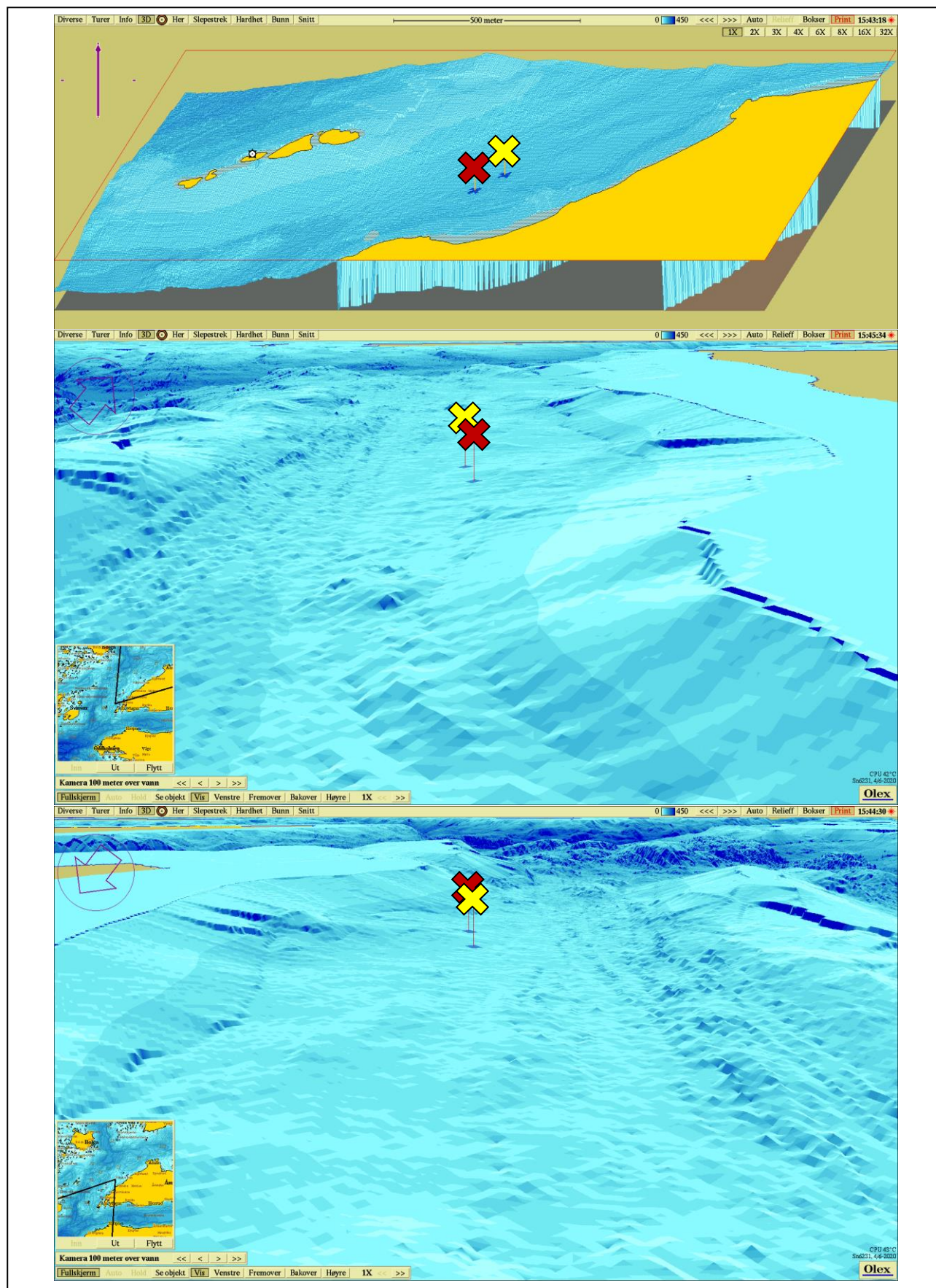
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området. Målerne er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (49m)
Posisjonsanvisning	✕	✕	✕	✕
Posisjon	66° 45.774' N, 13° 15.971' Ø	66° 45.774' N, 13° 15.971' Ø	66° 45.731' N, 13° 15.899' Ø	66° 45.731' N, 13° 15.899' Ø
Dyp på målested	56m	56m	56m	56m
Instrumenttype	Aanderaa punktmåler	Aanderaa punktmåler	Nortek profiler	Nortek profiler
Måleperiode	06.03.20 - 21.04.20	06.03.20 - 21.04.20	06.03.20 - 21.04.20	06.03.20 - 21.04.20
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	45.7	45.7	45.7	45.7



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult kryss for 5m og 15m, og med rødt kryss for sprednings- og bunndyp. Kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



Figur 3.2. 3D-bilde av bunntopografi i området. Den tynne kompasspila øverst i venstre hjørne indikerer kartets orientering (øverste bilde) og den tykke kompasspila indikerer kameraets orientering (midterste og nederste bilde). De små bildene viser kameraets utsiktspunkt for den tilhørende bunntopografien. Kartene er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

4. Resultater

4.1 Strømdata sammendrag

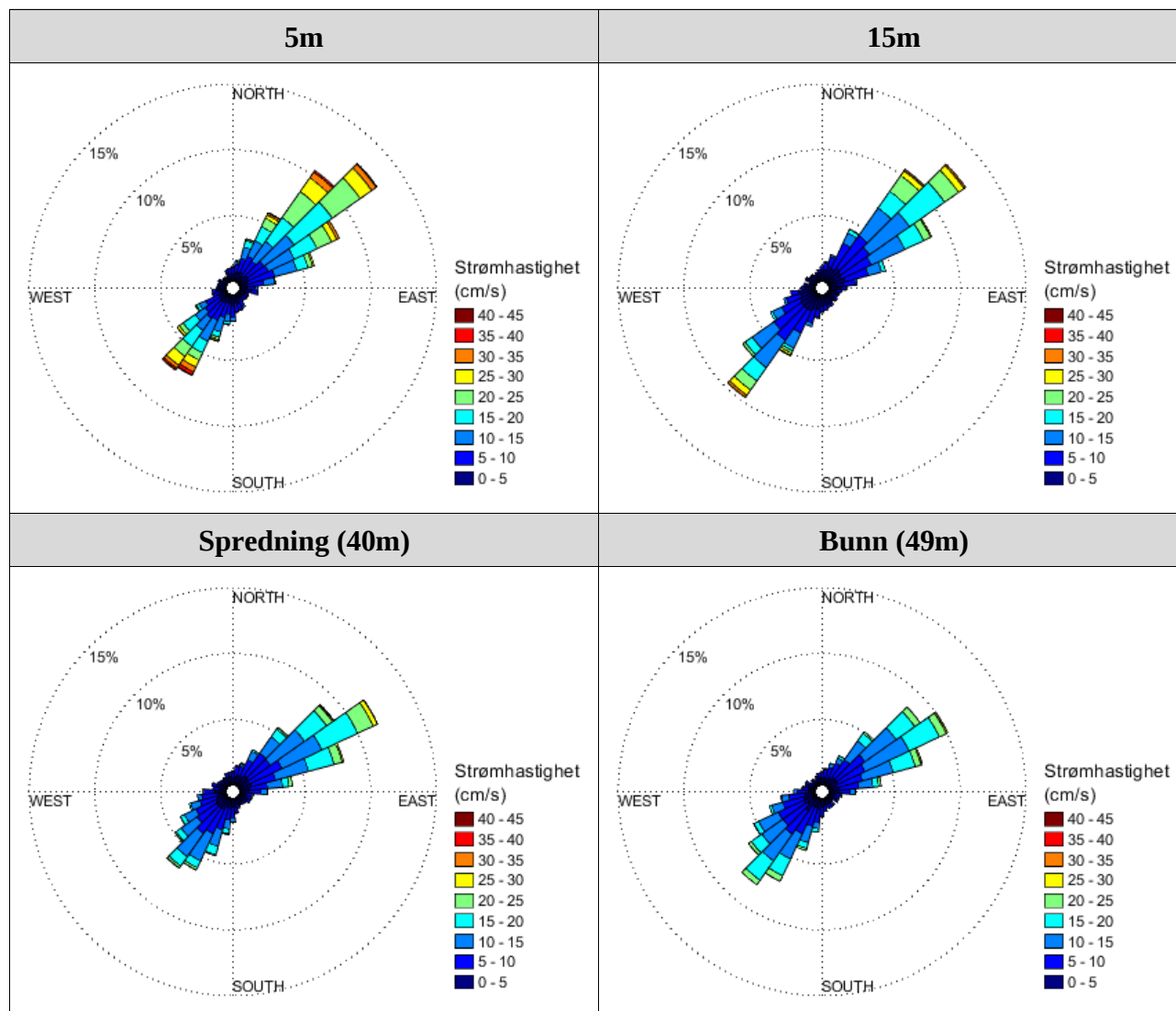
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunn dyp (49m).

	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (49m)
Sjøtemperatur (°C)	3.5 - 4.9	3.6 - 5.0	4.1 - 5.7	4.1 - 5.7
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	41.5	35.8	33.3	35.1
Gjennomsnitt (cm/s)	12.0	8.8	9.3	9.4
Minimum (cm/s)	0.0	0.0	0.0	0.1
Signifikant maks (cm/s)	21.6	16.2	15.7	15.7
Signifikant min (cm/s)	4.0	2.8	3.6	3.8
Varians (cm/s) ²	65.1	40.5	30.6	28.7
Standardavvik (cm/s)	8.1	6.4	5.5	5.4
% < 1cm/s (dvs. 0 - < 1cm/s)	1.0	2.5	1.1	1.1
Lengst periode < 1cm/s (min)	20	50	20	20
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	10.0	17.5	11.7	10.4
Lengst periode < 3cm/s (min)	200	360	50	60
% < 10cm/s (dvs. 0 - < 10cm/s)	48.7	65.1	59.5	58.1
Lengst periode < 10cm/s (min)	1610	2180	610	860
% ≥ 30cm/s	2.8	0.6	0.1	0.03
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	170	60	20	10
% ≥ 50cm/s	0.0	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 50cm/s (min)	0	0	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	3.7	2.1	2.3	1.2
Retning (grader)	63	60	81	112
Neumann-parameter	0.3	0.2	0.2	0.1
Gjennomsnittlig vannforflytning (m ³ /m ² /d)	10377	7596	8007	8112

4.2 Strømroser

Strømrosene viser strømhastighet og strømretning under hele måleperioden. Strømrosene viser hvor stor andel av målingene som er registrert for hver 10°-sektor, vist som prosentandel i figurene, og hvilken strømhastighetsklasse som er registrert i de ulike sektorene. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om strømmen har en dominerende retning eller ikke.



Figur 4.2.1. Strømrosene på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m).

4.3 Matrise med strømhastighet og strømretning

Strømretninger er fordelt over 15°-sektorer (sektorene er vist i venstre kolonne). Den nederste linjen viser den prosentvise fordelingen av de registrerte strømhastighetene. Kolonnen til høyre viser den prosentvise fordelingen av de ulike 15°-sektorene og utregning av antall kubikkmeter vann som i måleperioden vil passere et tenkt vindu på 1x1 meter i den aktuelle strømretningen. Kolonnen til høyre viser også maksimal strømhastighet i hver 15°-sektor.

Hastighetsfordeling er $\geq$ (lavest verdi) og $<$ (høyest verdi) i oppgitt hastighetsrekkevidde.

Tabell 4.3.1. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra 5m.

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe															Total flow		Maksstrøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs.	%	m³/m²	%	cm/s
N	0	2	23	29	50	7	2	0	0	0	0	0	0	0	113	1.7	3720	0.8	17.4
N	15	2	26	42	82	46	26	7	2	0	0	0	0	0	233	3.5	11975	2.5	28.3
NØ	30	1	22	50	140	131	117	74	39	20	0	0	0	0	594	9.0	50366	10.6	37.3
NØ	45	4	21	46	148	241	301	264	119	68	0	0	0	0	1212	18.4	126724	26.7	37.2
NØ	60	4	25	48	172	221	196	129	49	16	0	0	0	0	860	13.1	74271	15.7	35.1
Ø	75	4	28	34	163	124	40	17	6	0	0	0	0	0	416	6.3	24859	5.2	29.2
Ø	90	2	28	36	64	23	2	2	0	0	0	0	0	0	157	2.4	6250	1.3	23.8
Ø	105	3	22	37	42	2	0	0	0	0	0	0	0	0	106	1.6	3044	0.6	10.6
SØ	120	1	27	22	27	3	3	0	0	0	0	0	0	0	83	1.3	2473	0.5	16.2
SØ	135	3	18	18	34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.2	2237	0.5	10.5
SØ	150	3	19	35	43	11	0	0	0	0	0	0	0	0	111	1.7	3610	0.8	14.0
S	165	3	31	34	60	7	0	0	0	0	0	0	0	0	135	2.1	4337	0.9	13.4
S	180	3	25	51	79	24	2	2	0	0	0	0	0	0	186	2.8	7137	1.5	21.5
S	195	2	21	40	98	89	26	8	3	3	0	0	0	0	290	4.4	16883	3.6	38.4
SV	210	2	22	48	148	156	101	64	62	53	6	0	0	0	662	10.1	61349	12.9	41.5
SV	225	4	26	47	144	104	136	59	46	19	1	0	0	0	586	8.9	49402	10.4	40.6
SV	240	5	27	34	99	45	27	14	2	0	0	0	0	0	253	3.8	13710	2.9	25.8
V	255	6	27	27	49	2	0	0	0	0	0	0	0	0	111	1.7	3213	0.7	10.5
V	270	3	24	30	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.1	1652	0.3	10.5
V	285	1	20	20	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0.9	1320	0.3	10.9
NV	300	7	31	25	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.1	1299	0.3	9.5
NV	315	0	22	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0.6	810	0.2	6.9
NV	330	1	18	26	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0.9	1352	0.3	9.9
N	345	3	39	30	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	96	1.5	2268	0.5	11.4
Antall obs.		69	592	823	1720	1244	979	640	328	179	7	0	0	0	6581	100	0	0	0
%		1.0	9.0	12.5	26.1	18.9	14.9	9.7	5.0	2.7	0.1	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.2. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra 15m.

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe															Total flow		Maksstrøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs.	%	m³/m²	%	cm/s
N	0	3	30	44	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	107	1.6	2569	0.7	13.5
N	15	5	48	49	63	8	1	0	0	0	0	0	0	0	174	2.6	4962	1.4	15.4
NØ	30	2	44	70	201	94	29	10	2	0	0	0	0	0	452	6.9	22769	6.6	25.2
NØ	45	7	51	77	282	323	258	153	56	18	0	0	0	0	1225	18.6	99007	28.5	35.1
NØ	60	4	43	64	255	272	167	60	11	1	0	0	0	0	877	13.3	60904	17.5	31.2
Ø	75	8	48	67	129	47	6	0	0	0	0	0	0	0	305	4.6	11790	3.4	16.1
Ø	90	8	47	30	42	3	0	0	0	0	0	0	0	0	130	2.0	3262	0.9	11.2
Ø	105	8	34	28	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	97	1.5	2229	0.6	10.9
SØ	120	5	43	19	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	1.2	1511	0.4	8.7
SØ	135	6	37	25	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	1.3	1713	0.5	9.1
SØ	150	9	35	36	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	1.5	1961	0.6	9.4
S	165	6	44	33	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	110	1.7	2433	0.7	11.8
S	180	4	48	42	45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	142	2.2	3572	1.0	12.2
S	195	6	40	57	80	14	0	0	0	0	0	0	0	0	197	3.0	6221	1.8	14.7
SV	210	9	52	89	195	126	30	28	21	7	0	0	0	0	557	8.5	32339	9.3	35.4
SV	225	8	55	78	271	238	102	51	23	11	0	0	0	0	837	12.7	55666	16.0	35.8
SV	240	4	48	74	167	84	21	4	0	0	0	0	0	0	402	6.1	18621	5.4	22.2
V	255	11	43	67	77	7	0	0	0	0	0	0	0	0	205	3.1	5896	1.7	14.7
V	270	9	35	38	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	1.7	2570	0.7	9.5
V	285	11	31	27	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	1.2	1456	0.4	9.4
NV	300	9	37	27	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	1.2	1388	0.4	9.1
NV	315	5	32	29	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.1	1280	0.4	8.1
NV	330	7	34	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	0.9	1017	0.3	6.8
N	345	9	30	33	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	93	1.4	1956	0.6	10.6
Antall obs.		163	989	1115	2017	1227	614	306	113	37	0	0	0	0	6581	100	0	0	0
%		2.5	15.0	16.9	30.6	18.6	9.3	4.6	1.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.3. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra spredningsdyp (40m).

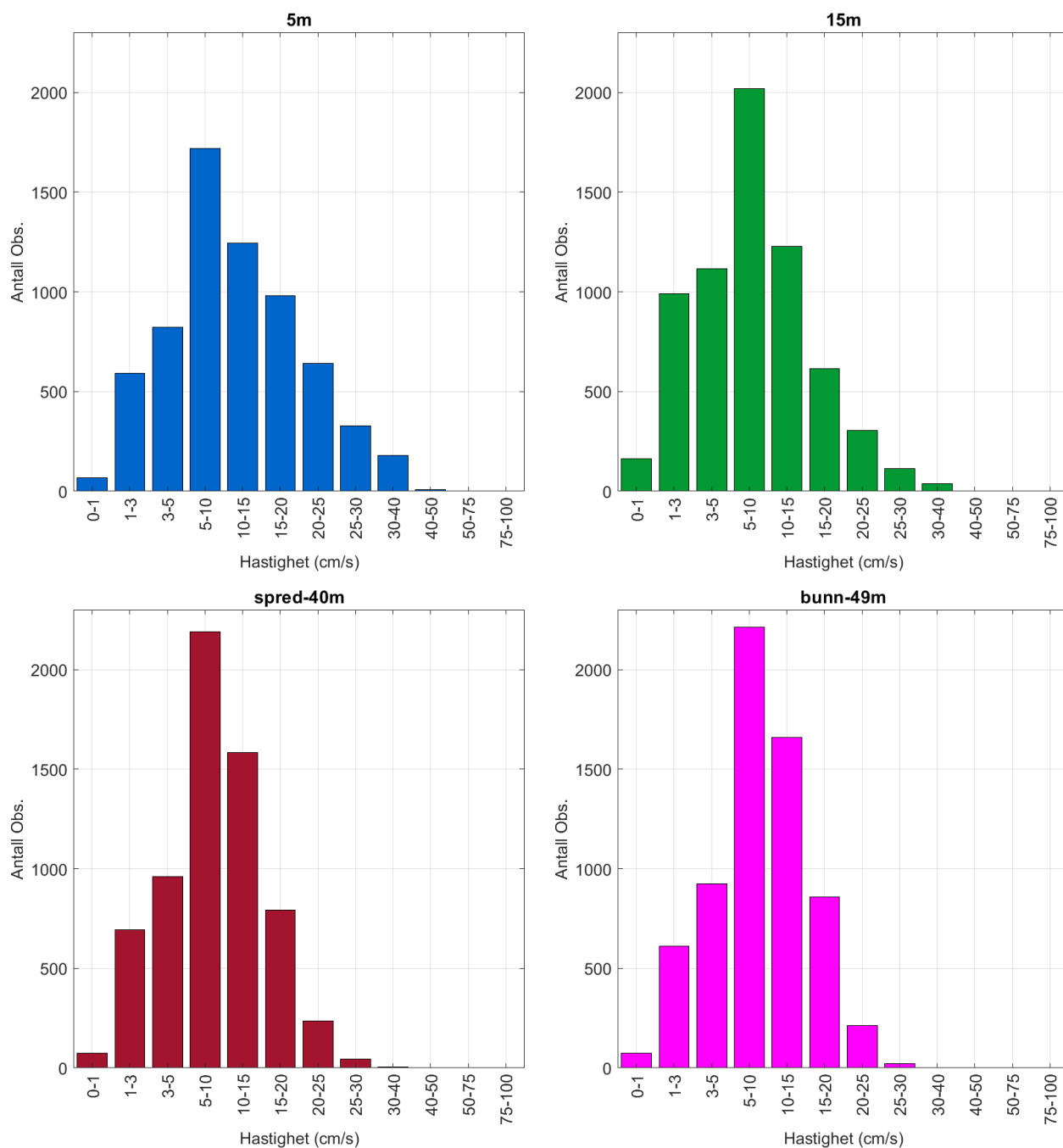
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe															Total flow		Maksstrøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs.	%	m³/m²	%	cm/s
N	0	3	25	29	44	4	1	0	0	0	0	0	0	0	106	1.6	3175	0.9	16.7
N	15	5	33	45	74	14	3	0	0	0	0	0	0	0	174	2.6	5916	1.6	16.9
NØ	30	4	29	43	127	61	18	1	0	0	0	0	0	0	283	4.3	13394	3.7	24.6
NØ	45	0	25	72	203	243	133	30	5	2	0	0	0	0	713	10.8	47892	13.1	30.4
NØ	60	2	35	55	256	329	288	117	30	3	0	0	0	0	1115	16.9	89404	24.4	33.3
Ø	75	6	29	55	156	180	115	42	6	0	0	0	0	0	589	8.9	40365	11.0	29.0
Ø	90	1	25	32	99	47	7	1	0	0	0	0	0	0	212	3.2	9658	2.6	20.4
Ø	105	4	27	25	42	8	0	0	0	0	0	0	0	0	106	1.6	3180	0.9	13.4
SØ	120	3	30	34	25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.4	2363	0.6	13.2
SØ	135	2	21	28	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.1	1772	0.5	12.0
SØ	150	0	33	27	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	70	1.1	1510	0.4	11.8
S	165	3	22	26	33	3	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.3	2489	0.7	14.3
S	180	3	32	42	77	30	6	1	0	0	0	0	0	0	191	2.9	7523	2.1	20.2
S	195	3	29	34	127	92	50	9	2	0	0	0	0	0	346	5.3	20166	5.5	27.7
SV	210	2	27	67	217	220	68	13	2	0	0	0	0	0	616	9.4	37166	10.2	27.0
SV	225	9	33	60	202	179	65	18	1	0	0	0	0	0	567	8.6	33224	9.1	25.4
SV	240	3	28	55	163	103	32	3	0	0	0	0	0	0	387	5.9	19971	5.5	22.0
V	255	1	23	40	130	51	7	0	0	0	0	0	0	0	252	3.8	11130	3.0	19.3
V	270	4	36	45	75	9	1	0	0	0	0	0	0	0	170	2.6	5391	1.5	16.4
V	285	3	30	33	34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	101	1.5	2687	0.7	13.0
NV	300	0	36	31	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	92	1.4	2168	0.6	10.5
NV	315	3	30	17	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	1.0	1272	0.3	7.6
NV	330	3	25	35	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	79	1.2	1829	0.5	12.0
N	345	6	32	32	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	98	1.5	2382	0.7	13.5
Antall obs.		73	695	962	2190	1583	794	235	46	5	0	0	0	0	6583	100	0	0	0
%		1.1	10.6	14.6	33.3	24.0	12.1	3.6	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Tabell 4.3.4. Hastighets- og retningsmatrise av strømdata fra bunndyp (49m).

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe															Total flow		Maksstrøm
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antall obs.	%	m³/m²	%	cm/s
N	0	3	28	30	41	6	0	0	0	0	0	0	0	0	108	1.6	3154	0.9	11.8
N	15	3	24	26	77	18	2	0	0	0	0	0	0	0	150	2.3	5670	1.5	16.6
NØ	30	4	24	45	119	49	22	4	1	0	0	0	0	0	268	4.1	13131	3.5	26.0
NØ	45	1	18	56	209	237	124	25	0	0	0	0	0	0	670	10.2	44504	12.0	24.7
NØ	60	3	25	60	231	347	233	61	12	1	0	0	0	0	973	14.8	72622	19.6	31.1
Ø	75	2	23	46	181	162	102	35	4	1	0	0	0	0	556	8.4	37825	10.2	35.1
Ø	90	1	34	42	73	40	7	0	1	0	0	0	0	0	198	3.0	8239	2.2	25.0
Ø	105	2	23	28	33	8	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.4	2854	0.8	13.4
SØ	120	4	27	32	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1.3	1923	0.5	9.8
SØ	135	1	19	24	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	1.0	1560	0.4	8.5
SØ	150	5	17	31	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	1.3	2312	0.6	9.8
S	165	0	35	23	29	4	0	0	0	0	0	0	0	0	91	1.4	2411	0.7	12.9
S	180	1	18	46	57	14	7	0	0	0	0	0	0	0	143	2.2	5485	1.5	19.5
S	195	5	31	45	120	86	37	7	0	0	0	0	0	0	331	5.0	17791	4.8	23.3
SV	210	4	30	48	208	195	134	46	1	0	0	0	0	0	666	10.1	45627	12.3	27.0
SV	225	2	35	71	213	234	134	29	2	0	0	0	0	0	720	10.9	46929	12.7	26.0
SV	240	4	32	60	211	158	43	6	0	0	0	0	0	0	514	7.8	28306	7.6	22.7
V	255	5	27	53	148	67	14	0	0	0	0	0	0	0	314	4.8	14433	3.9	19.8
V	270	5	26	30	78	24	1	0	0	0	0	0	0	0	164	2.5	6095	1.6	19.1
V	285	4	31	27	41	3	0	0	0	0	0	0	0	0	106	1.6	3019	0.8	14.5
NV	300	2	21	26	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.1	1922	0.5	12.3
NV	315	4	20	28	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	1.0	1413	0.4	8.2
NV	330	6	21	14	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0.9	1282	0.3	12.7
N	345	4	21	34	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1.2	2044	0.6	10.7
Antall obs.		75	610	925	2214	1658	860	213	21	2	0	0	0	0	6583	100	0	0	0
%		1.1	9.3	14.1	33.6	25.2	13.1	3.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

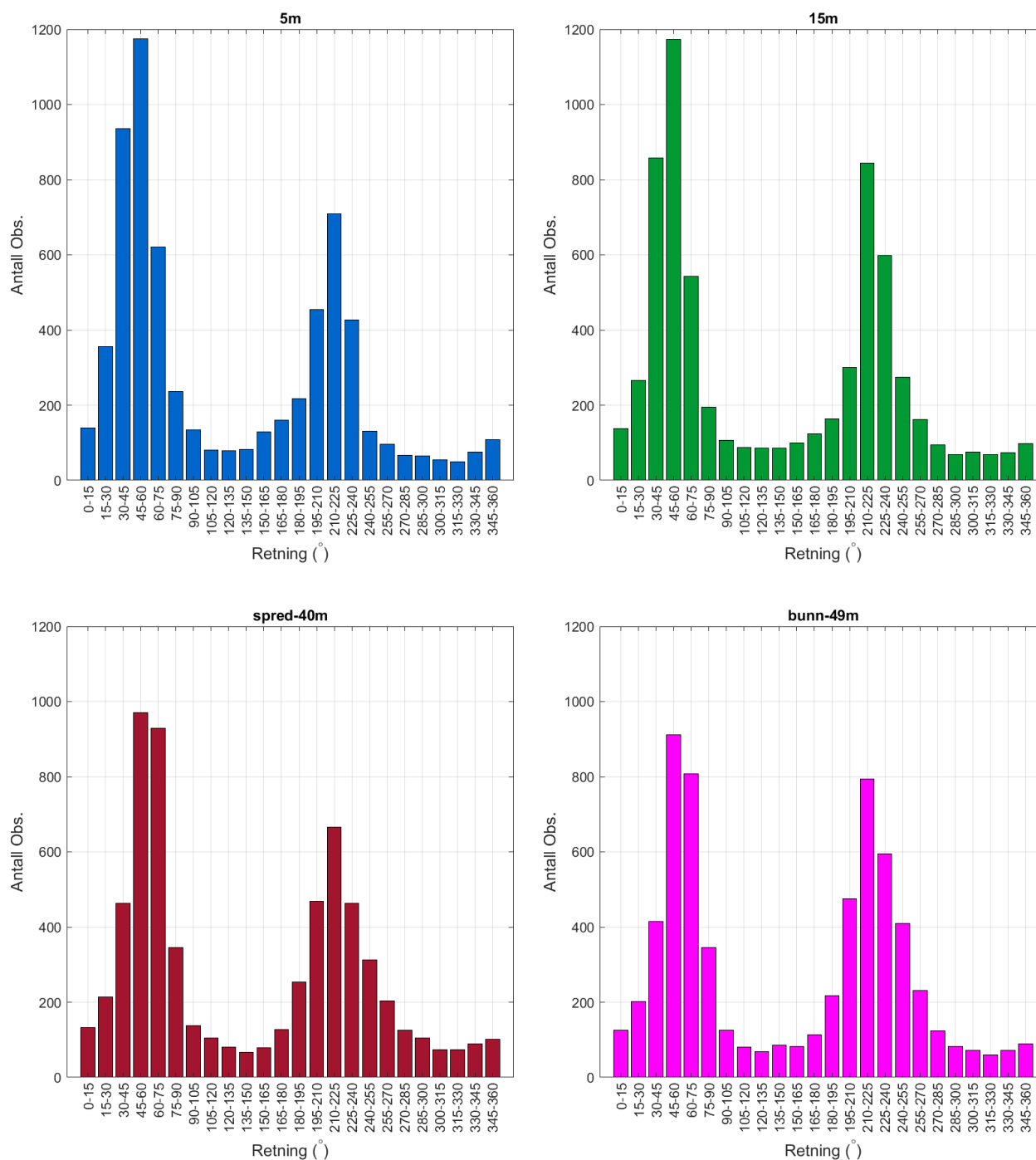
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m). Antall registreringer på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

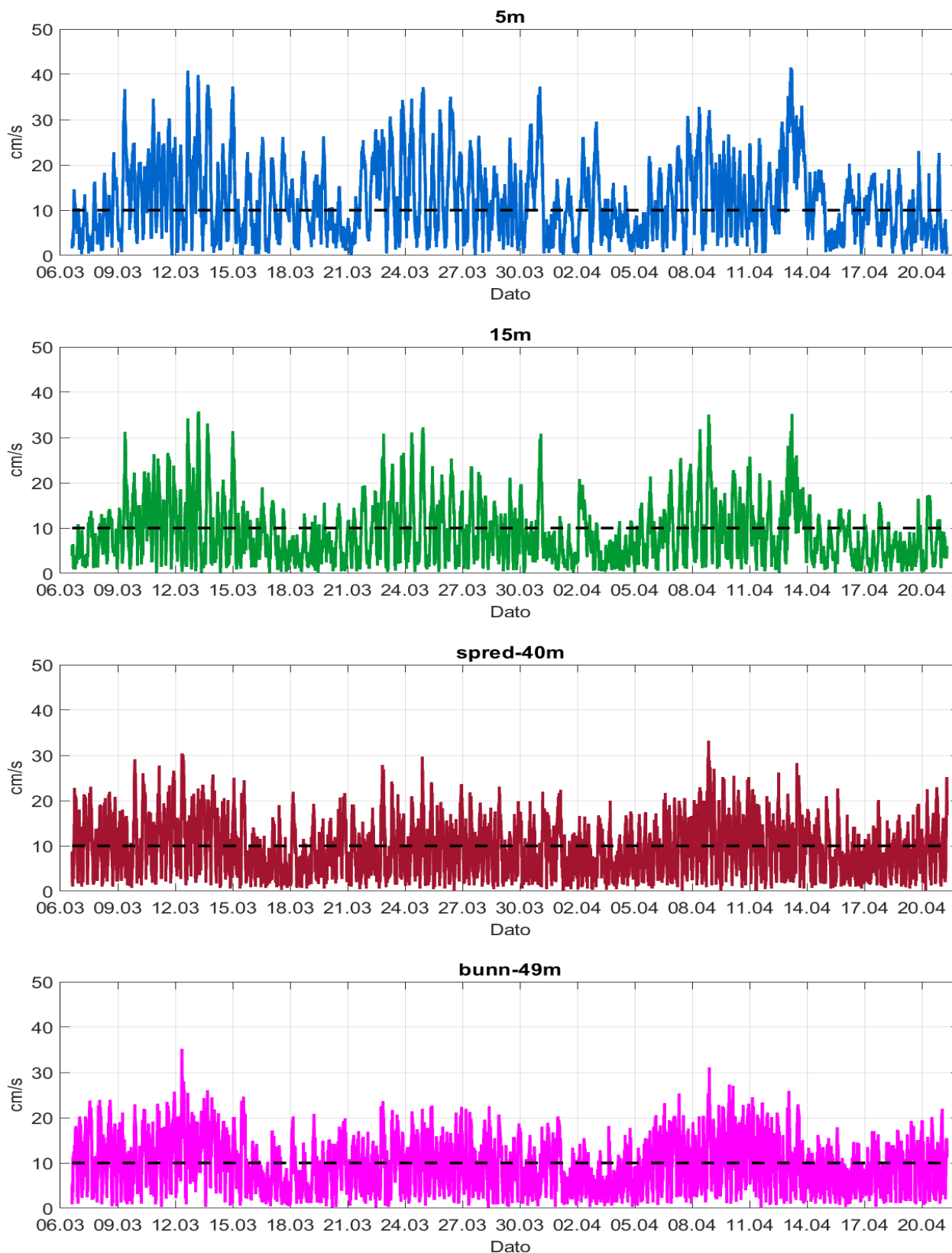
4.5 Strømmens retningsfordeling

Strømmens retning fordelt over 15°-sektorer er oppgitt under.



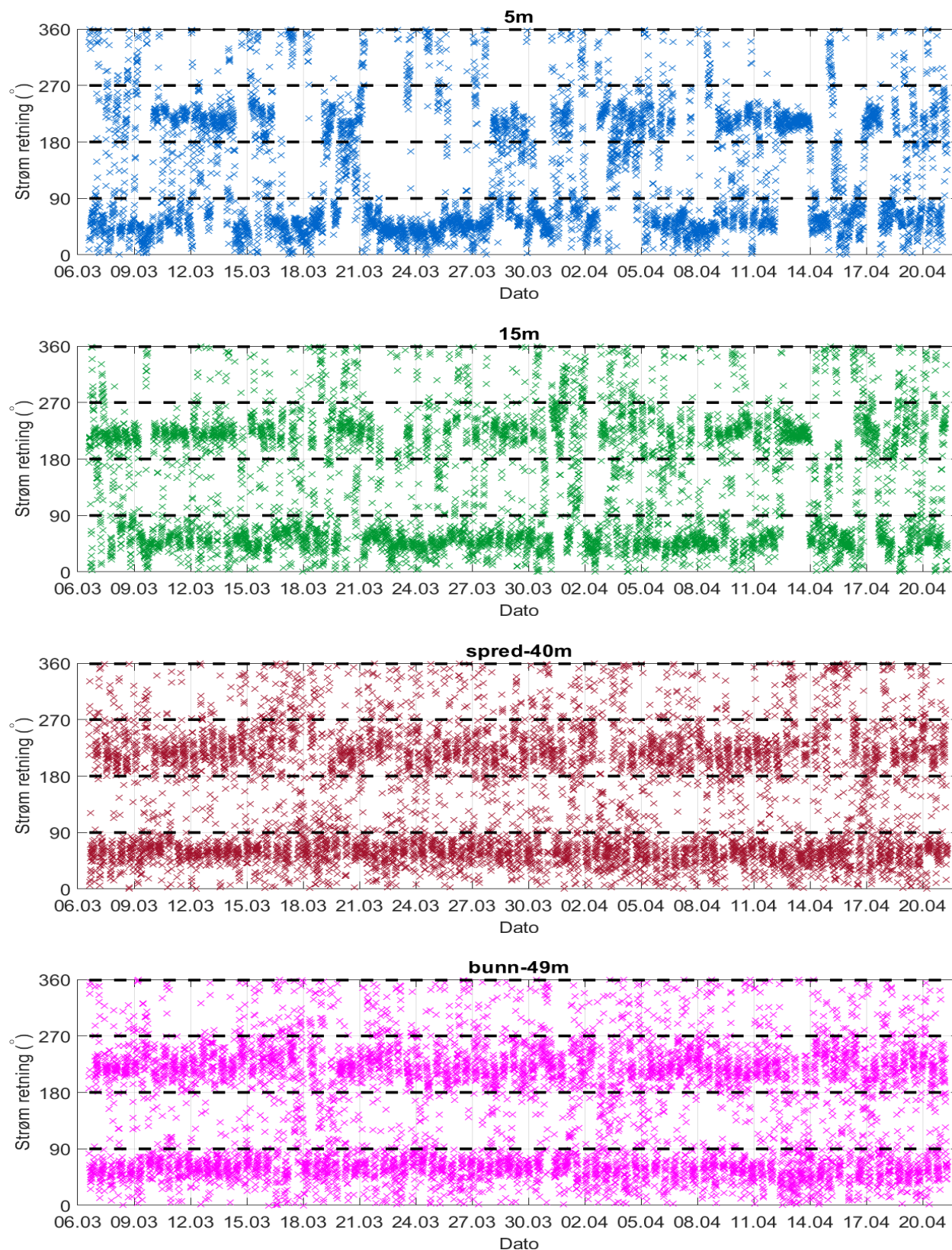
Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m). Antall registreringer på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – Strømhastighet



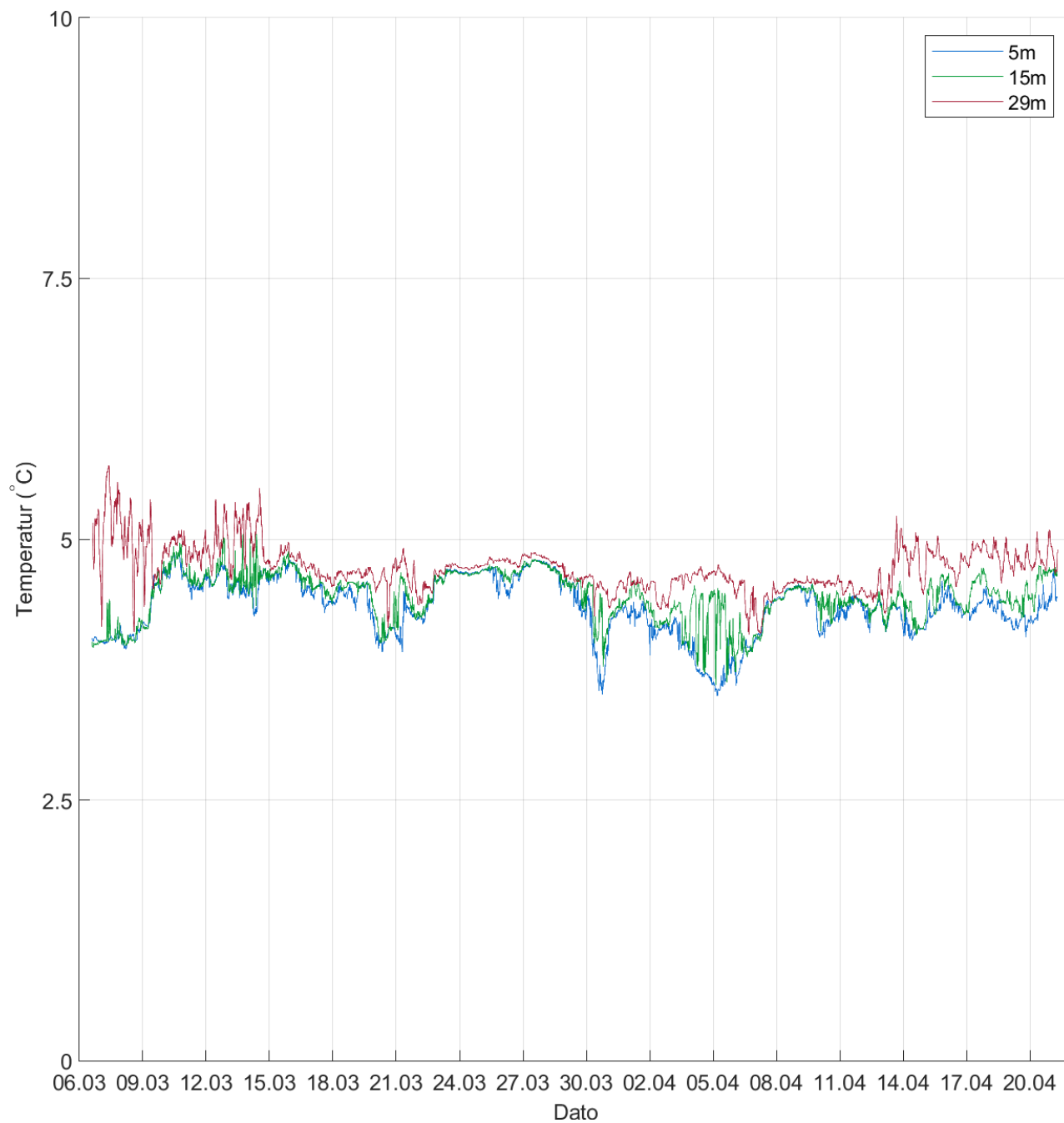
Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m). Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – Strømretning



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m). Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

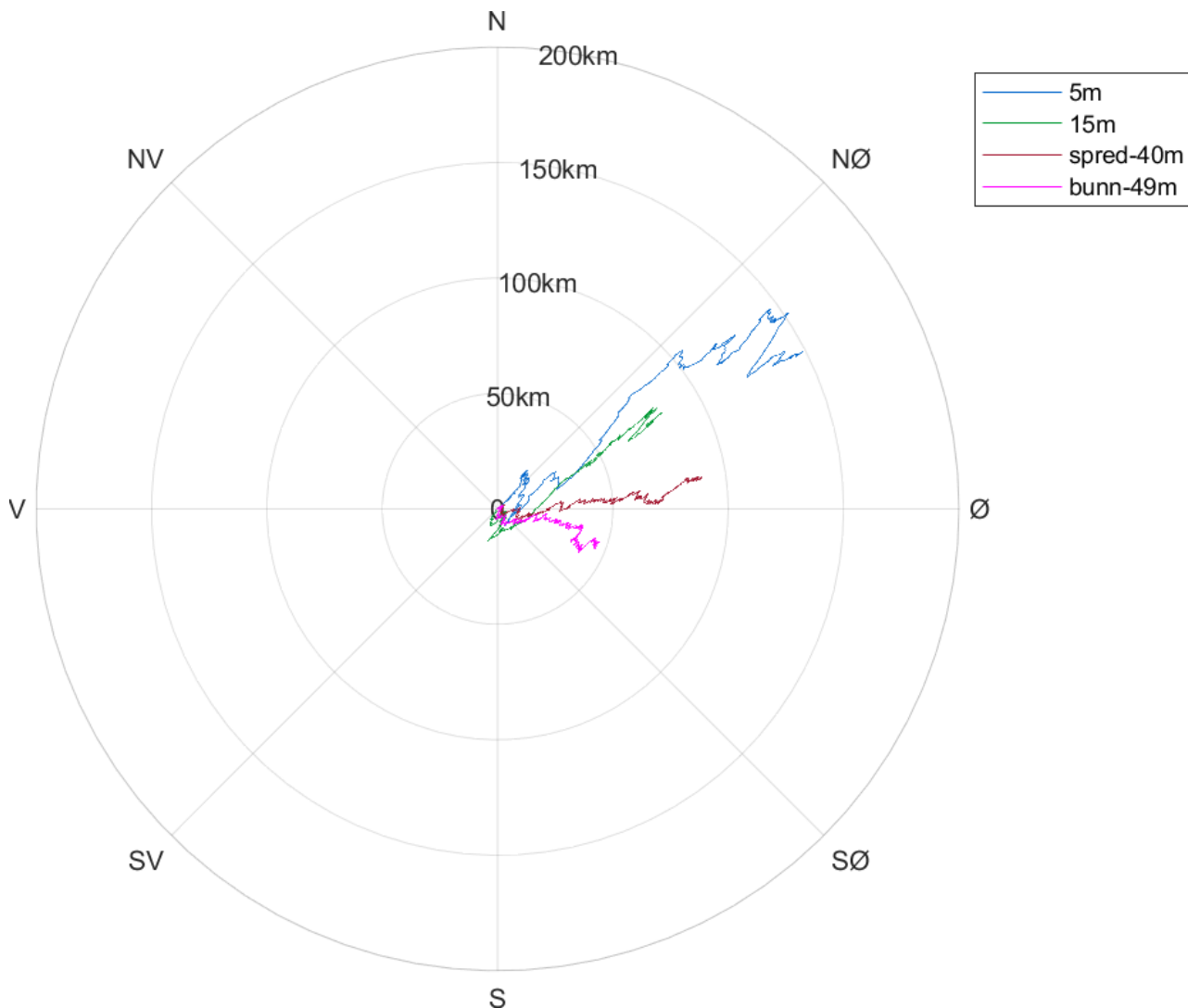
4.8 Tidsdiagram – Temperatur



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m, 15m og 29m dyp. Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.

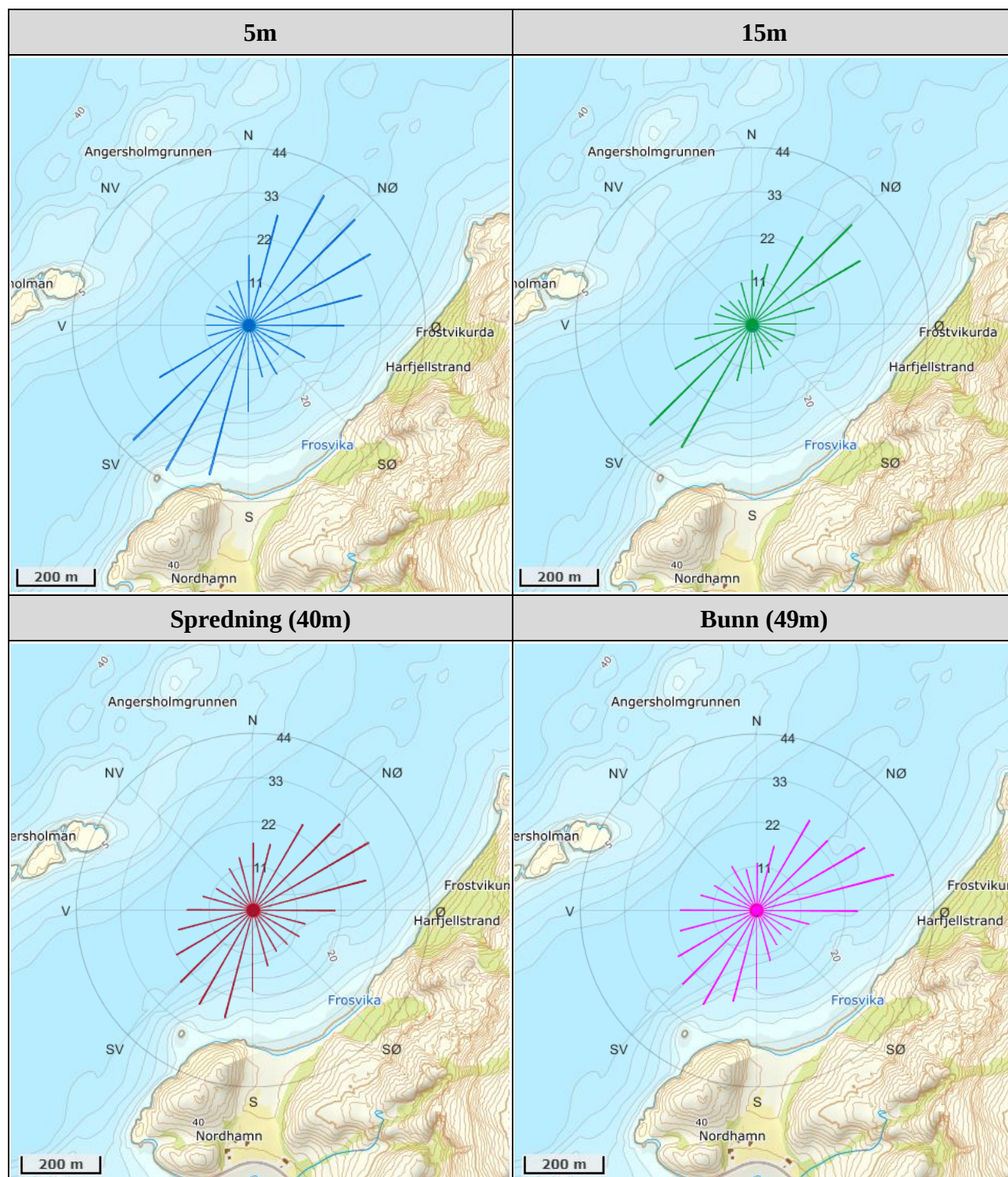
4.9 Progressivt vektordiagram

Diagrammet viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmålerens posisjon ved målestart, vil drive av sted i løpet av måleperioden. Dette gir en indikasjon på vannskiftning i måleperioden.



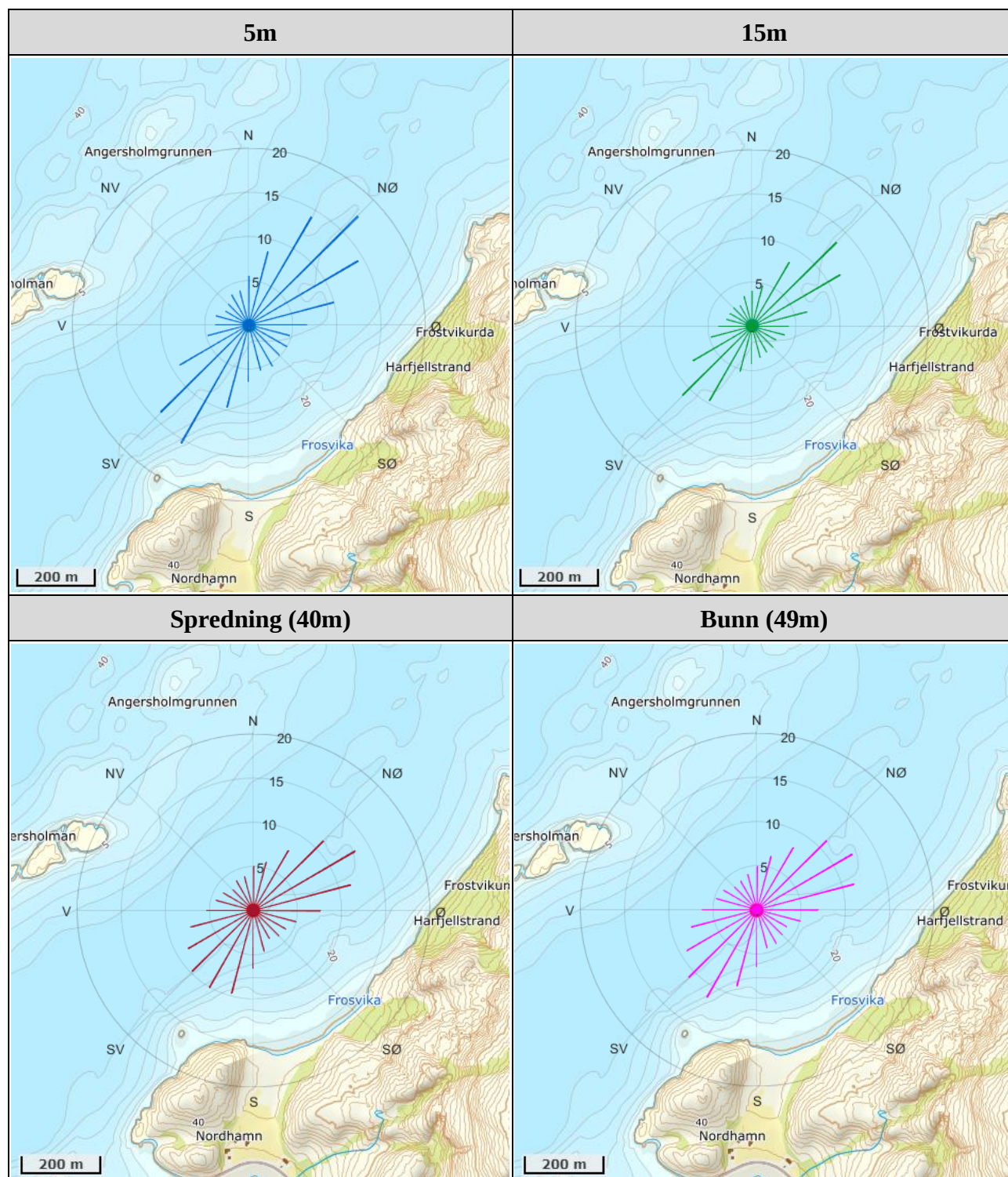
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram for strøm på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m).

4.10 Fordelingsdiagram – Maksimal strømshastighet



Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram for maksimal strømshastighet på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m). Figurene viser maksimal strømshastighet (cm/s) for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden.

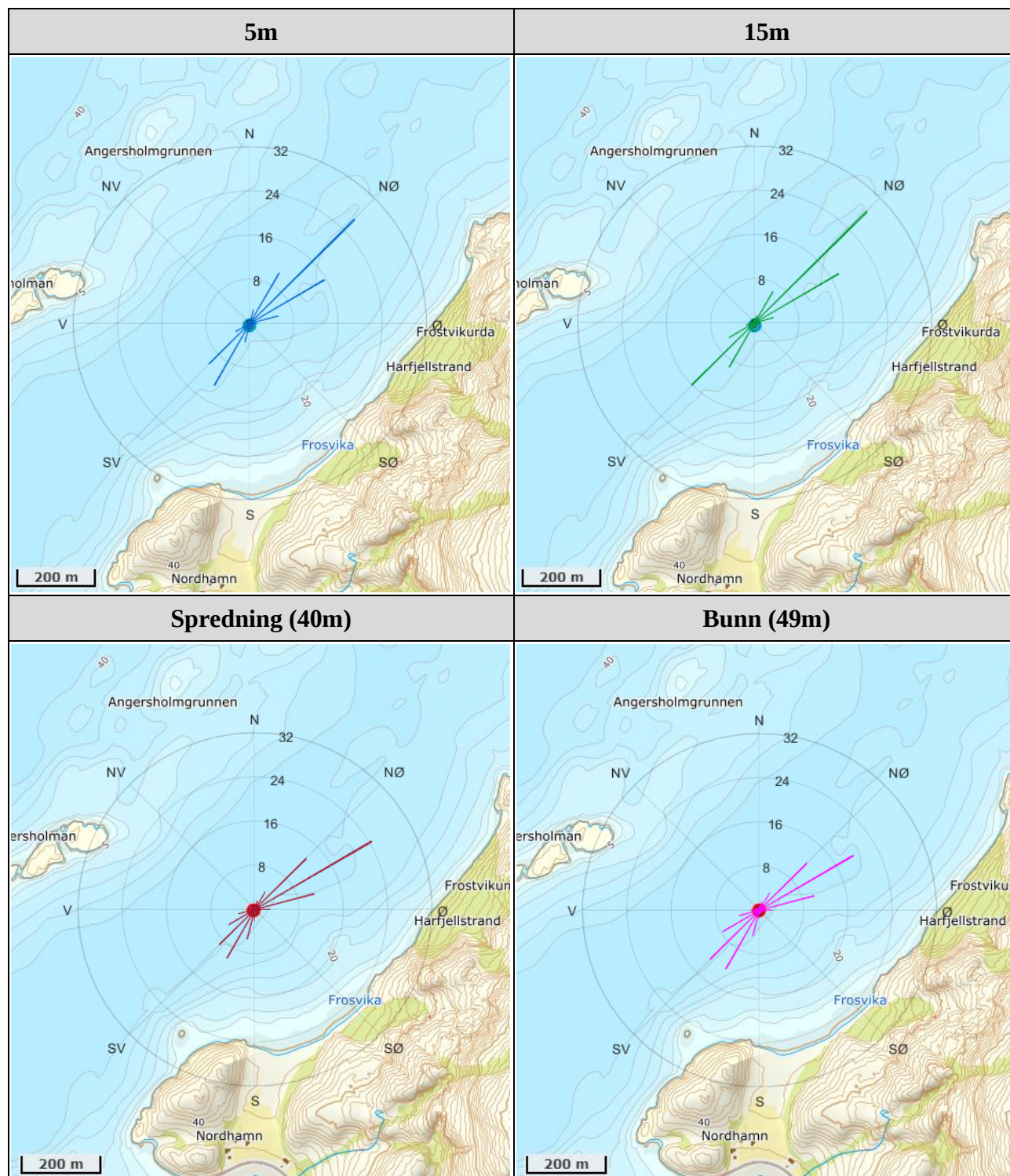
4.11 Fordelingsdiagram – Middelhastighet



Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram for middel strømshastighet på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunn dyp (49m). Figurene viser middelshastigheter (cm/s) for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden.

4.12 Fordelingsdiagram – Relativ vannfluks

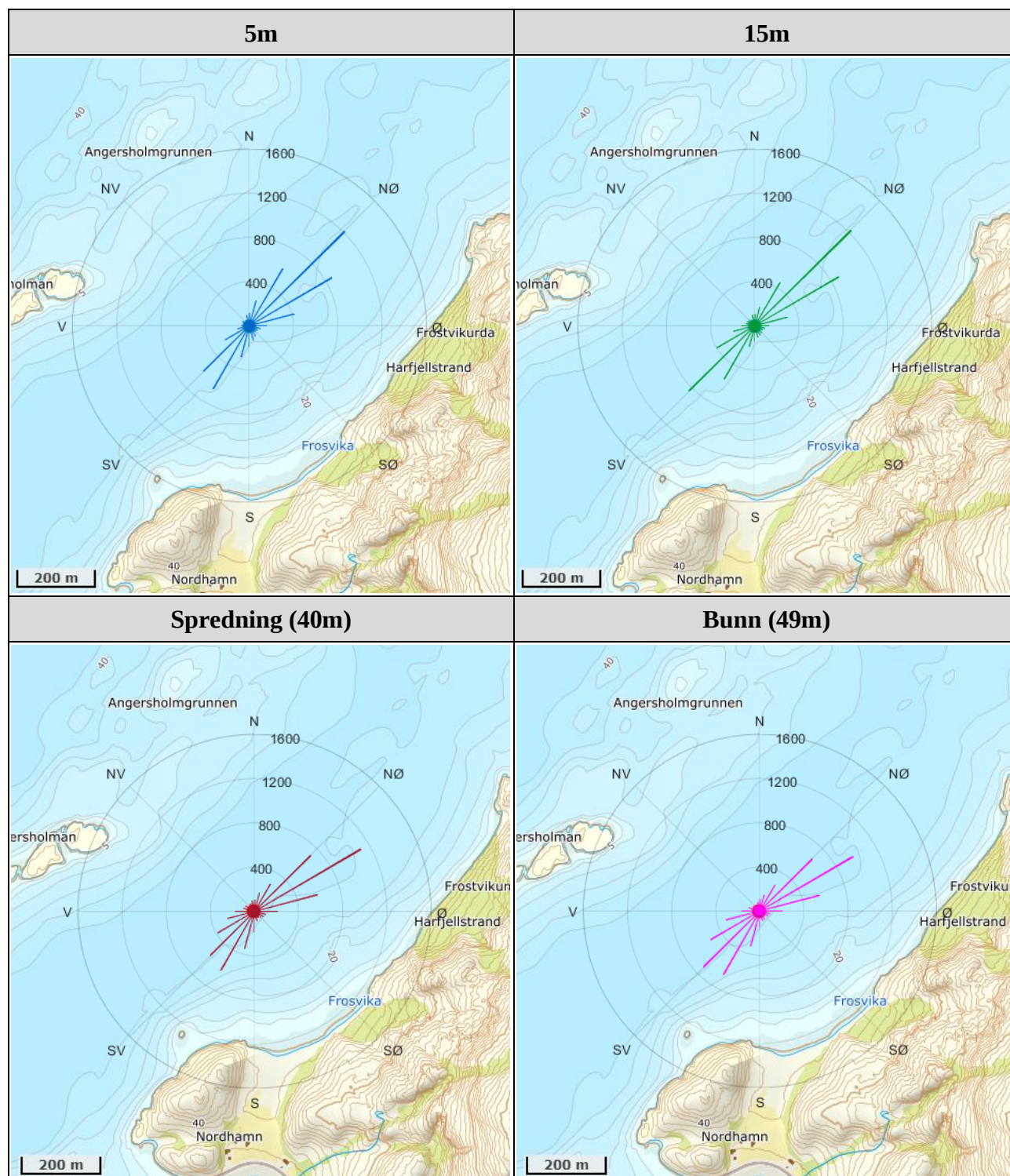
Figuren viser relativ strømshastighet/vannfluks i hver sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en sektor delt på totalt volum. Total vannforflytning er totalt volum vann i alle sektorer.



Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram for relativ vannfluks for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m).

4.13 Fordelingsdiagram – Antall observasjoner

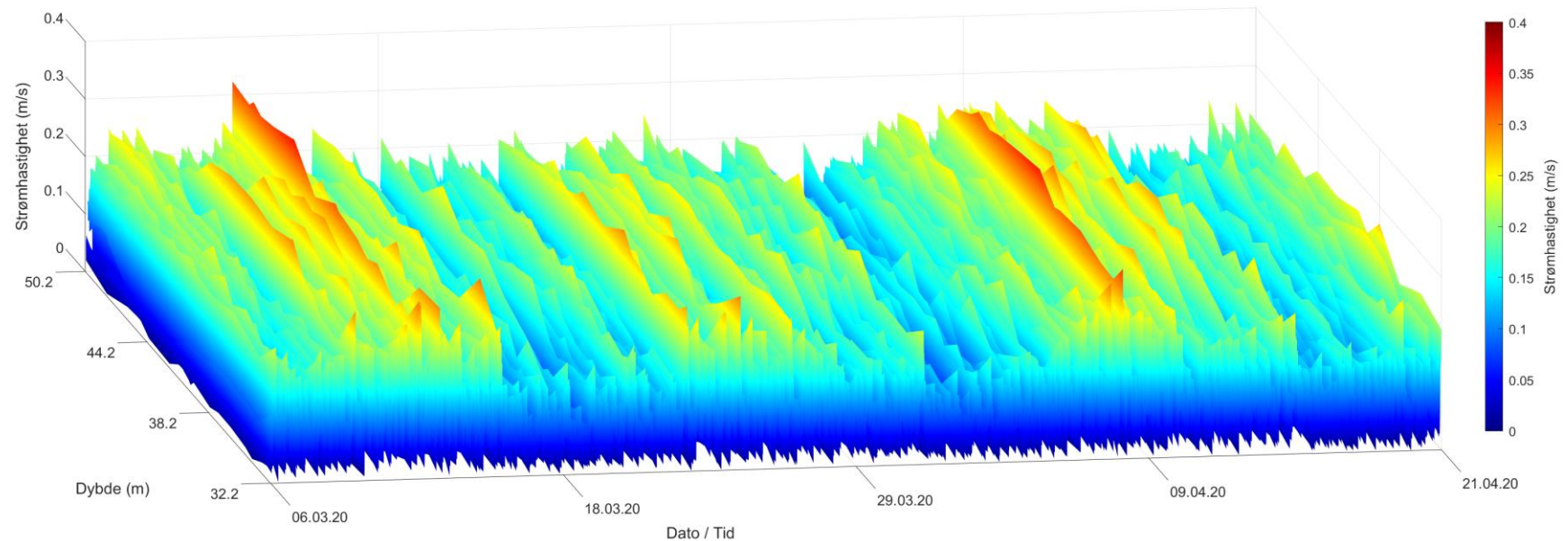
Figuren viser hvor mange ganger strømretningen er observert i de ulike sektorene i løpet av måleperioden.



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram for antall observasjoner for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden på 5m, 15m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m).

4.14 Strømhastighetsprofil

Figur viser strømhastighet med dybde i løpet av måleperioden. Det er rådata som er vist i figuren under og kan dermed avvike fra kvalitetssikrede resultater som er oppgitt i rapporten.



Figur 4.14.1. Strømhastighetsprofil av nedre del av vannsøylen. Dato er på x-aksen, dyp på y-aksen og strømhastighet på z-aksen.

4.15 Maksimal strømhastighet for 8 retningssektorer

Tabell 4.15.1. Maksimal strømhastighet (cm/s) for retningssektorene.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	28.3	37.3	29.2	16.2	38.4	41.5	10.9	9.9
15m	15.4	35.1	16.1	9.4	14.7	35.8	14.7	9.1
Spredning (40m)	16.9	33.3	29.0	13.2	27.7	27.0	19.3	12.0
Bunn (49m)	16.6	31.1	35.1	9.8	23.3	27.0	19.8	12.7

4.16 Gjennomsnittlig strømhastighet for 8 retningssektorer

Tabell 4.16.1. Gjennomsnittlig strømhastighet (cm/s) for retningssektorene.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	6.3	15.7	8.4	5.1	7.7	13.8	4.3	3.4
15m	4.1	11.9	5.4	3.3	4.5	9.9	4.1	2.9
Spredning (40m)	4.9	11.9	9.8	4.0	8.1	9.6	6.1	3.8
Bunn (49m)	5.1	11.4	9.6	4.1	7.6	10.6	6.7	3.9

4.17 Antall målinger i 8 retningssektorer

Tabell 4.17.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	442	2666	679	270	611	1501	241	171
15m	374	2554	532	263	449	1796	399	214
Spredning (40m)	378	2111	907	236	624	1570	523	234
Bunn (49m)	340	1911	848	235	565	1900	584	195

4.18 Relativ vannutskiftning for 8 retningssektorer

Tabell 4.18.1. Relativ vannutskiftning (%) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	3.5	53.2	7.2	1.8	6.0	26.3	1.3	0.7
15m	2.7	52.7	5.0	1.5	3.5	30.7	2.9	1.1
Spredning (40m)	3.1	41.2	14.5	1.5	8.3	24.7	5.3	1.4
Bunn (49m)	2.8	35.2	13.2	1.6	6.9	32.6	6.4	1.2

4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer

Verdier for returperiode på 10 år (x1.65) og for returperiode på 50 år (x1.85). Retningene som er oppgitt i raden under maksstrømmen er retningen til den bestemte maksimalmålingen.

Tabell 4.19.1. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m.

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	28.3	37.3	29.2	16.2	38.4	41.5	10.9	9.9
Retning (°)	21	32	68	120	202	208	285	337
10-år (cm/s)	47	62	48	27	63	68	18	16
50-år (cm/s)	52	69	54	30	71	77	20	18

Tabell 4.19.2. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 15m.

Strøm	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5° – 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° – 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	15.4	35.1	16.1	9.4	14.7	35.8	14.7	9.1
Retning (°)	20	43	73	150	202	219	251	298
10-år (cm/s)	25	58	27	16	24	59	24	15
50-år (cm/s)	29	65	30	17	27	66	27	17

4.20 Persentilfordeling av strømhastighet

Kolonnen til venstre indikerer prosent av data (persentil) som er lik eller lavere enn oppgitt hastighet (cm/s).

Tabell 4.20.1. Persentilfordeling av strømhastighet (cm/s) for hvert dyp.

Persentil	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (49m)
1	1.0	0.7	0.9	1.0
10	3.0	2.1	2.8	2.9
20	4.6	3.3	4.2	4.3
30	6.2	4.4	5.5	5.7
40	8.1	5.7	6.9	7.1
50	10.3	7.1	8.3	8.6
60	13.0	8.9	10.1	10.3
70	15.7	11.1	11.9	12.1
80	19.1	13.8	14.0	14.2
90	23.5	18.0	17.0	17.0
95	27.4	21.7	19.6	19.2
99	34.3	28.2	24.2	22.6

4.21 Prosentfordeling av strømhastighet

Verdiene i tabellen indikerer prosent av data som er lik eller høyere enn strømhastighet (cm/s) oppgitt i kolonnen til venstre.

Tabell 4.21.1. Prosent (%) av data per dyp som er lik eller høyere enn oppgitt hastighet.

Strømhastighet (cm/s)	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (49m)
1	99.0	97.5	98.9	98.9
3	90.0	82.5	88.3	89.6
5	77.5	65.6	73.7	75.5
10	51.3	34.9	40.5	41.9
20	17.5	6.9	4.3	3.6
30	2.8	0.6	0.1	0.03
40	0.1			

4.22 Strømfordeling

Verdiene i Tabell 4.22.1 – Tabell 4.22.4 indikerer prosent av data i ulike intervaller av strømhastighet (cm/s), fordelt i 8 retningssektorer. Strømhastighetsintervallene er oppdelt slik at strømhastighetene er større enn oppgitt laveste grense og mindre eller lik oppgitt høyeste grense. Oppgitte verdier er rundet av til nærmeste desimaltall for verdier over 0.1%, mens verdier mellom 0.1% og 0.01% er rundet av til to desimaltall. Lave verdier (< 0.01%) er oppgitt som 0.0%.

Tabell 4.22.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller fordelt i 8 retningssektorer for 5m.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	1.0
1-5	2.9	3.2	2.8	2.1	3.1	3.1	2.2	2.1	21.5
5-10	2.3	7.0	4.1	1.6	3.6	5.9	1.2	0.4	26.1
10-20	1.3	18.3	2.9	0.3	2.2	8.6	0.06		33.7
20-30	0.1	10.2	0.4		0.2	3.8			14.7
30-40		1.6			0.05	1.1			2.8
40-50						0.1			0.1
Sum	6.7	40.4	10.3	4.1	9.3	22.8	3.7	2.6	100.0

Tabell 4.22.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller fordelt i 8 retningssektorer for 15m.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.3	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.3	2.5
1-5	3.6	5.3	3.9	3.0	4.0	6.0	3.7	2.6	32.1
5-10	1.7	11.2	3.0	0.7	2.3	9.6	1.8	0.3	30.6
10-20	0.2	17.4	0.9		0.3	9.1	0.1		28.0
20-30		4.4				1.9			6.3
30-40		0.3				0.3			0.6
40-50									
Sum	5.8	38.8	8.2	4.0	6.8	27.2	6.1	3.2	100.0

Tabell 4.22.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller fordelt i 8 retningssektorer for spredningsdyp 40m.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.2	0.09	0.2	0.08	0.1	0.2	0.1	0.09	1.1
1-5	3.0	3.9	2.9	2.6	2.8	4.1	3.1	2.6	25.0
5-10	2.2	8.9	4.5	0.8	3.6	8.8	3.6	0.8	33.2
10-20	0.4	16.3	5.4	0.06	2.7	10.1	1.0	0.05	36.0
20-30		2.8	0.7		0.2	0.6			4.3
30-40		0.08							0.08
40-50									
Sum	5.8	32.1	13.7	3.5	9.4	23.8	7.8	3.5	100.0

Tabell 4.22.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller fordelt i 8 retningssektorer for bunndyp 49m.

Strømhastighet (cm/s)	Retning								Sum
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV	
	337.5°- 22.5°	22.5°- 67.5°	67.5°- 112.5°	112.5°- 137.5°	137.5°- 202.5°	202.5°- 257.5°	257.5°- 292.5°	292.5°- 337.5°	
0-1	0.2	0.1	0.08	0.2	0.09	0.2	0.2	0.2	1.3
1-5	2.5	3.5	3.0	2.3	3.0	4.2	2.9	2.0	23.4
5-10	2.1	8.5	4.4	1.1	3.1	9.6	4.1	0.7	33.6
10-20	0.4	15.4	4.8		2.2	13.7	1.7	0.06	38.3
20-30		1.6	0.6		0.1	1.3			3.6
30-40		0.02	0.02						0.04
40-50									
Sum	5.2	29.1	12.9	3.6	8.5	29.0	8.9	3.0	100.0

4.23 Strømvarighet

Verdiene i Tabell 4.23.1 – Tabell 4.23.4 indikerer prosent av data i ulike intervaller av strømhastighet (cm/s) med forskjellig varighet. Strømhastighetsintervallene er oppdelt slik at strømhastighetene er større enn oppgitt laveste grense og mindre eller lik oppgitt høyeste grense. De ulike gruppene av varighet er oppdelt på samme måte som strømhastighetsintervallene. Oppgitte verdier er rundet av til nærmeste desimaltall, slik at lave verdier (< 0.1%) er oppgitt som 0.0%.

Tabell 4.23.1. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 5m.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.0							
1-5	5.4	5.1	7.0	2.7	0.6	0.8		
5-10	8.1	6.9	7.4	3.0	0.7			
10-20	4.6	4.9	8.3	6.7	1.6	2.4	1.0	4.3
20-30	2.9	1.7	5.6	2.8	1.7			
30-40	1.0	0.3	0.8	0.6				
40-50	0.1							

Tabell 4.23.2. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på 15m.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	2.4	0.1						
1-5	6.6	7.6	8.0	3.9	2.4	1.2	1.5	0.6
5-10	9.0	7.5	10.8	1.1	1.7		0.5	
10-20	3.8	3.5	8.0	5.8	3.6	0.9	1.0	1.3
20-30	1.4	1.3	2.5	0.8	0.3			
30-40	0.2	0.4						
40-50								

Tabell 4.23.3. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på spredningsdyp 40m.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.1							
1-5	13.2	6.5	5.0	0.5				
5-10	23.2	8.0	2.0					
10-20	10.8	7.8	11.0	3.8	1.9	0.8		
20-30	2.6	0.8	0.9					
30-40	0.1							
40-50								

Tabell 4.23.4. Prosent (%) av data i strømhastighetsintervaller med gitt varighet på bunndyp 49m.

Strømhastighet (cm/s)	10 - 30min	30min - 1t	1 - 2t	2 - 3t	3 - 4t	4 - 5t	5 - 6t	>6t
0-1	1.1							
1-5	13.0	6.6	3.2	0.2	0.4			
5-10	22.2	7.9	3.5					
10-20	11.7	7.7	10.7	6.2	1.6	0.4		
20-30	2.9	0.2	0.1	0.3				
30-40	0.0							
40-50								

4.24 Tidevannsanalyse

En tidevannsanalyse av strømdata er gjennomført for å vurdere hvor stor andel av det målte signalet som er forårsaket av tidevannet. Tidevannsanalysen er utført ved bruk av analyseverktøyet T_Tide (Pawlowic, et al., 2002).

Tidevannsanalysen inkluderer alle separerbare tidevannskomponenter. Det er også foretatt en analyse med fem separerbare tidevannskomponenter, M_2 (12.42 timers periode), S_2 (12.00 timers periode), N_2 (12.66 timers periode), O_1 (25.82 timers periode) og K_1 (23.93 timers periode), som benyttes i forbindelse med tidevannstabeller. Tidevannskomponentenes periode forklarer hvor ofte de oppstår, dvs. at M_2 , S_2 og N_2 oppstår omtrent to ganger daglig, mens O_1 og K_1 oppstår omtrent en gang per dag.

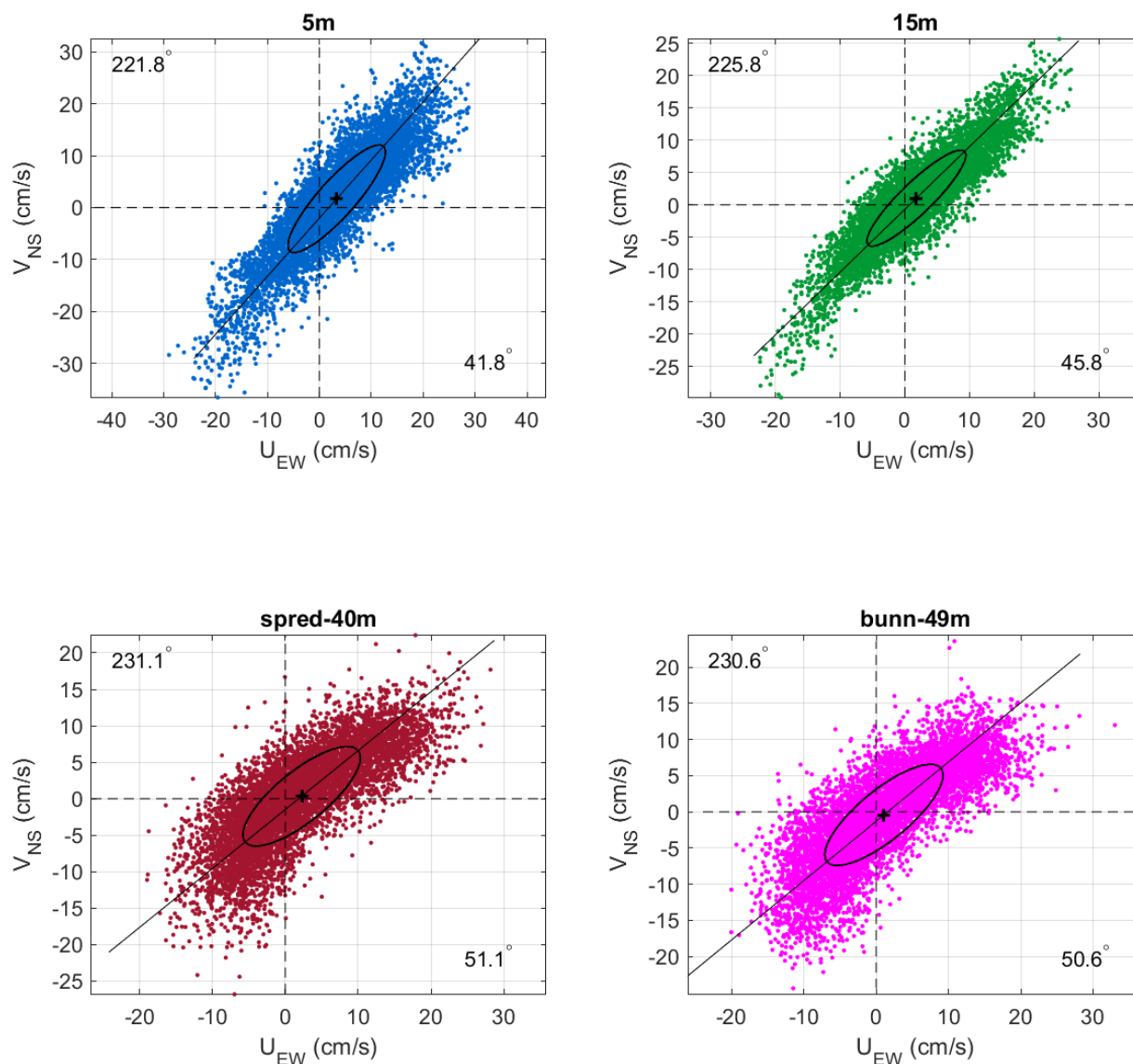
Målt strøm er splittet i øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) komponenter for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning, som er oppgitt i Figur 4.24.1. Strørellipsens store halvakse (hovedakse) markerer retningen der variasjonen er størst.

Tabell 4.24.1. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer basert på tidevannsanalyse av målte data.

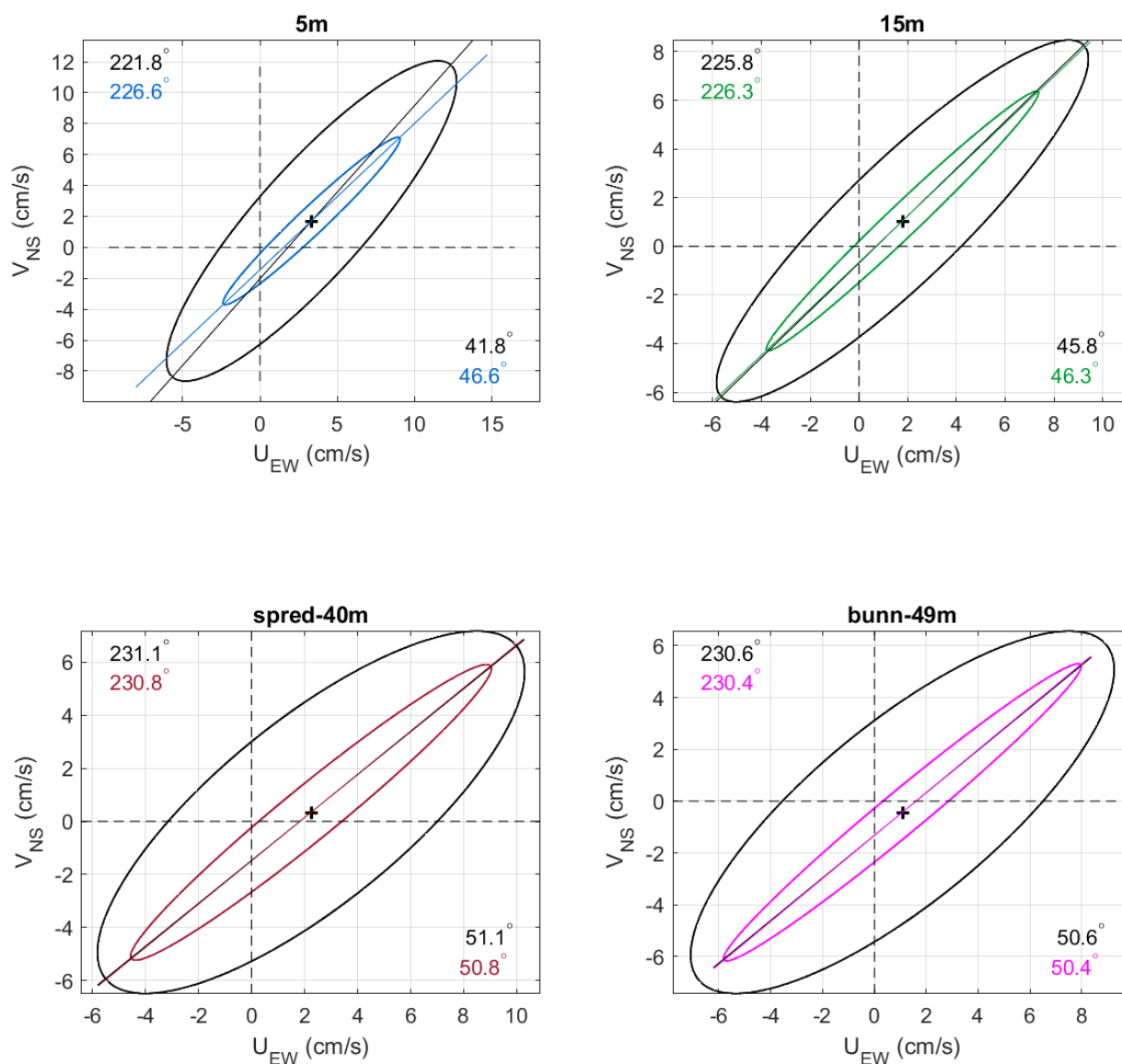
Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (49m)
Strøm (%)	63.0	74.1	74.5	73.8
Trykk (%)	-	-	94.3	94.4

Tabell 4.24.2. Tidevannsbidrag til strøm og trykkendringer fra tidevannskomponentene M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 .

Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (49m)
Strøm (%)	55.4	68.6	71.9	71.2
Trykk (%)	-	-	91.4	91.5



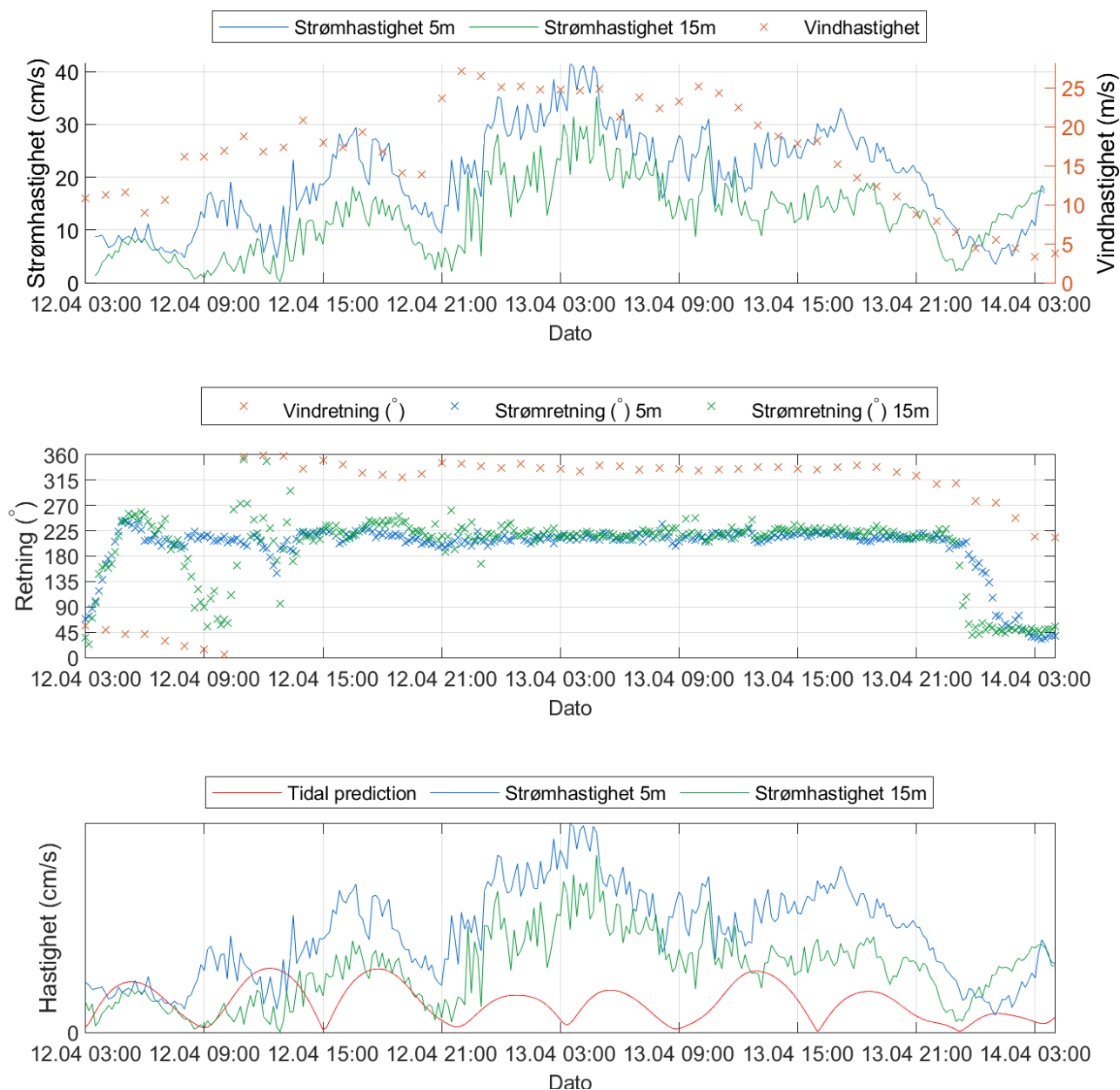
Figur 4.24.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram med tilhørende strørellipse. Midtpunktet for strørellipsen er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist med stiplede linjer.



Figur 4.24.2. $U_{EW} - V_{NS}$ tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strørellipsen (svart linje). Midtpunktet for strørellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Aksekors for øst – vest og nord – sør er vist med stiplede linjer.

4.25 Todagersperiode

Strømhastighet og -retning for 5m og 15m dyp, samt tidevann og vind er oppgitt i figuren under for en todagersperiode. Todagersperioden er hentet fra perioden hvor maksimalstrømmen på 5m dyp inntraff.



Figur 4.25.1. Strømhastighet og -retning på 5m og 15m dyp, samt tidevann og vind for perioden hvor maksimalstrømmen ved 5m dyp er registrert.

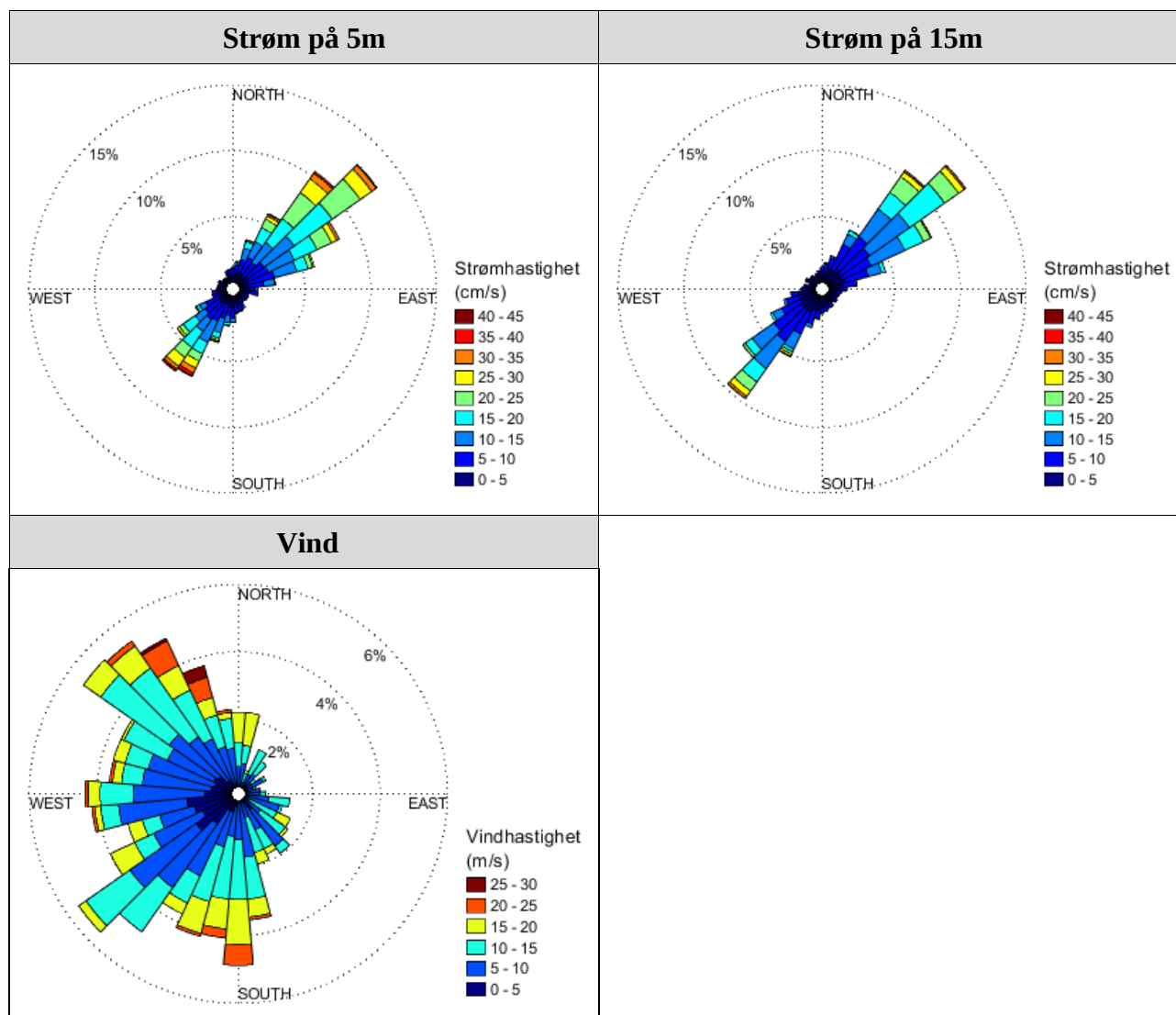
4.26 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Myken, som ligger omtrent 34.3km vest for strømmålingsposisjonene (Figur 4.26.3).

Strømtopper over 30cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Myken fra samme periode. Figur 4.26.2 indikerer hvilke tidspunkter vind på Myken og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning (grønne piler), samt vannstand i løpet av måleperioden. Vannstand er hentet fra tidevannsstationen Bodø, som ligger ca. 76.5km nordøst for strømmålingsposisjonene (Figur 4.26.3). Vannstand er tilpasset området for målepunktene.

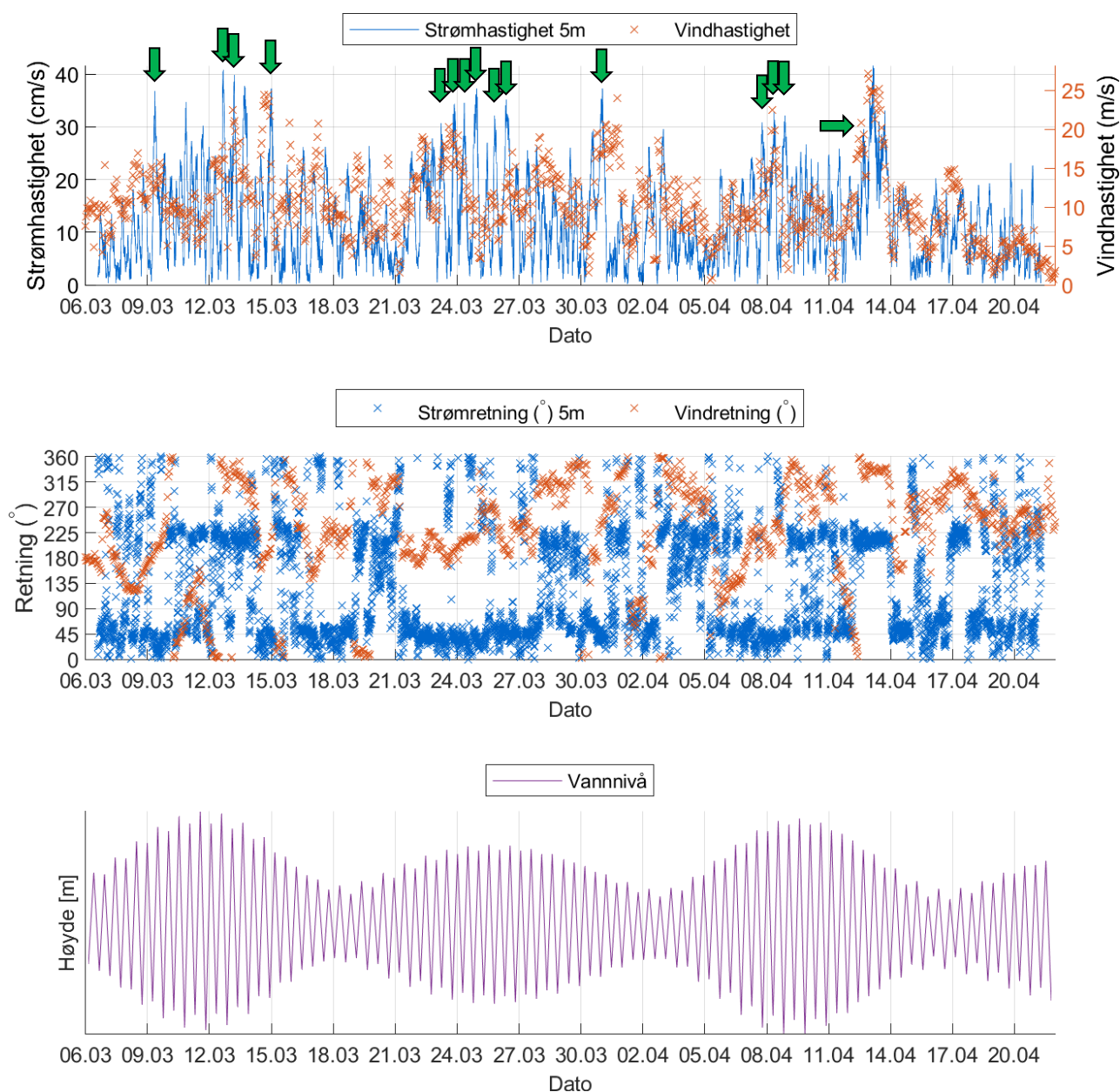
Tabell 4.26.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	27.1	12.4	14.7	16.9	24.4	19.9	20.6	25.2
% tid fra en bestemt retning	3.8	3.5	3.7	7.0	17.3	20.0	17.6	20.9



Figur 4.26.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på 5m og 15m dyp, samt vind (fra retning) på Myken værstasjon under måleperioden. Skalaen på figurene er ulik.

Strøm- og vindhastighet og retning er oppgitt i Figur 4.26.2 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen, samt vannstand for å vurdere tidevannspåvirkning.



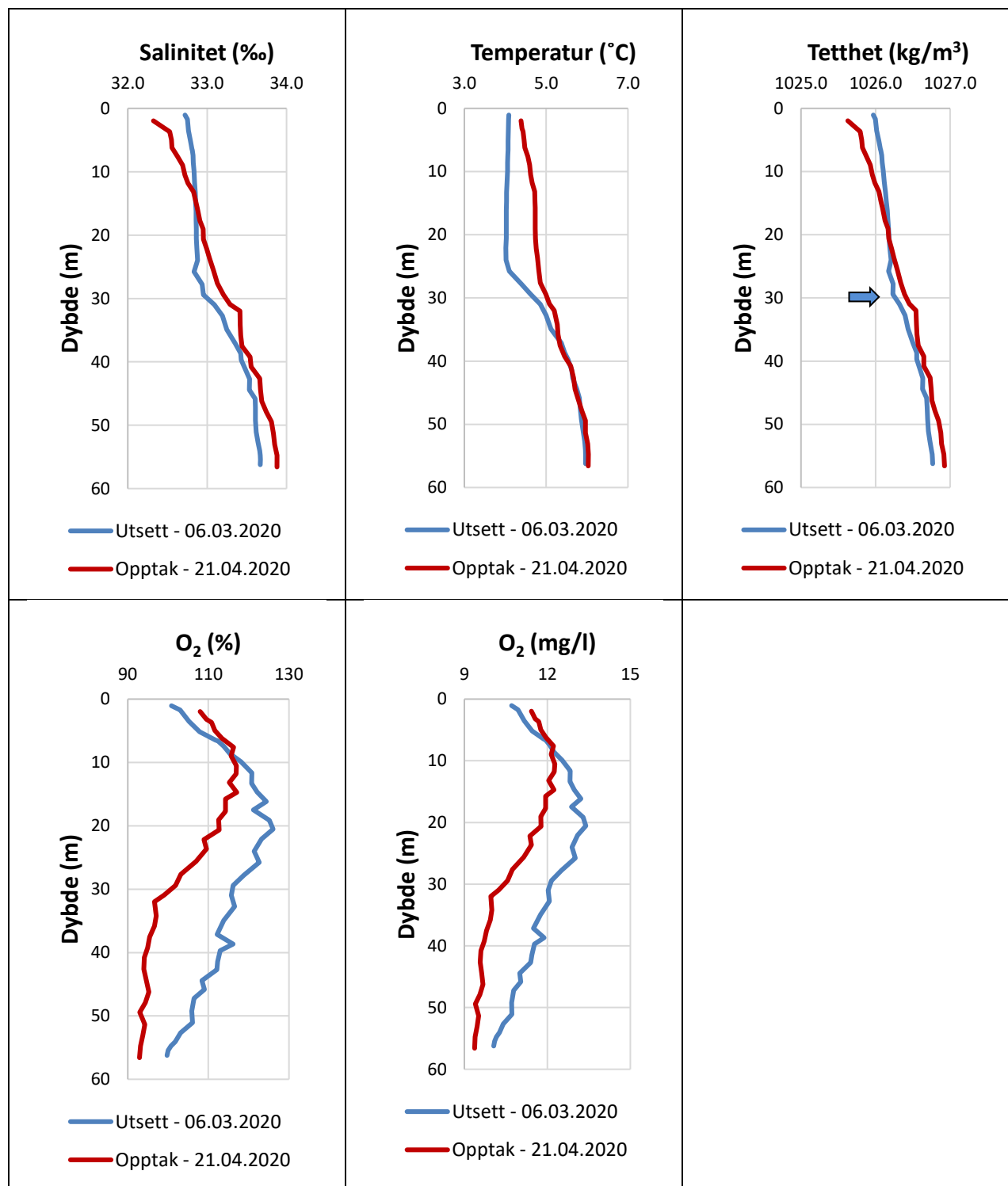
Figur 4.26.2. Strømhastighet på 5m og vindhastighet (Myken), strøm- og vindretning, og vannstand under måleperioden. Grønne piler indikerer tidspunkt vind og strøm hadde omtrent sammenfallende retning.



Figur 4.26.3. Posisjonen til Myken værstasjon (markert med blå pinne) og Bodø tidevannsstasjon (markert med grønn pinne) i forhold til strømmålerens posisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.27 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett og opptak av strømmålere i området ved strømriggene.



Figur 4.27.1. Vertikalprofiler av salinitet, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er oppgitt langs y-aksen. Blå pil indikerer lagdeling i vannsøylen.

5. Diskusjon strøm

Strømmen på Frosvika er mot NØ – SV på alle dyp og stemmer med fjordens bunntopografi. Sprednings- (40m) og bunndyp (49m) har også en del strøm mot Ø. Strømretning domineres av to motsatt rettede hovedstrømretninger hvor retninger NØ – SV og NØ/Ø – SV er hovedstrømakser. 79.5% av relativ vannutskiftning på 5m, 83.4% på 15m, 80.4% på spredningsdyp og 81.0% på bunndyp (49m) skjer langs hovedstrømaksene.

5.1.1 Høye strømmålinger

Maksimal strømhastighet var 41.5cm/s mot SV på 5m, 35.8cm/s mot SV på 15m, 33.3cm/s mot NØ på spredningsdyp (40m) og 35.1cm/s mot Ø på bunndyp (49m). Maksstrømmen er langs hovedstrømakse for alle dyp og er vurdert som sterk på 5m, 15m og spredningsdyp (40m), og som svært sterk på bunndyp (49m). Maksimal strømhastighet består bare av én måling og gir ikke en indikasjon om strøm er sterk eller svak i området.

Signifikant maksimal strømhastighet er gjennomsnittet av den høyeste tredjedelen av målingene og gir en indikasjon av styrken på strømmen i området. Denne var 21.6cm/s på 5m, 16.2cm/s på 15m, 15.7cm/s på spredningsdyp (40m) og 15.7cm/s på bunndyp (49m), og er vurdert som sterk på alle dyp.

Det var tilfeller der strøm var > 30cm/s på alle dyp. Lengst varighet av strømhastighet større enn eller lik 30cm/s var 170 minutter (2 timer 50 minutter) på 5m, 60 minutter (1 time) på 15m, 20 minutter på spredningsdyp (40m) og 10 minutter på bunndyp (49m). Høy strømhastighet med kort varighet oppstår jevnt med tidevannssyklusen. Høy strømhastighet med lang varighet oppstår uregelmessig og er vurdert forårsaket av vind.

5.1.2 Tidevannspåvirkning på strømmen

Strømmen er vurdert som tidevannsdominert fordi tidevannsellipsen er stor i forhold til strørellipsen (Figur 4.24.2). Tidevannsbidrag til strøm på 5m er lavere enn lenger ned i vannsøylen (Tabell 4.24.1). Dette indikerer at strømmen ved overflaten er påvirket av andre faktorer enn bare tidevann.

5.1.3 Vindpåvirkning på strømmen

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra SV, V, NV og N kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Strømtopper over 30cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Myken fra samme periode. Under måleperioden blåste vind mest fra SV og NV, og sterkest fra S og NV/N (Tabell 4.26.1).

Hvis de lokale vindforholdene på strømmålingsposisjonen var like de på Myken under måleperioden, er det vurdert at vind fra N kan ha påvirket strøm mot S/SV og at vind fra S/SV/V kan ha påvirket strøm mot NØ. Værstasjonen har en mer åpen beliggenhet enn strømmålingsposisjonen, og det kan dermed forventes noen andre vindretninger lokalt ved måleposisjonen enn på Myken.

5.1.4 Vannutskiftning

Det er naturlig med strømstille når tidevann skifter fra flo til fjære eller motsatt. Varighet av strømstille perioder kan ha betydning for vannutskiftning i et område. Siden vann vil strømme rundt, i tillegg til gjennom eller under, et anlegg er anleggsorientering viktig. Et anlegg orientert slik at det ligger med langsiden mot den dominerende strømretningen vil ha bedre vannutskiftning i merdene

enn en anleggsorientering hvor mange merder ligger etter hverandre langs hovedstrømmen. Neumann-parameteren sier noe om stabiliteten til strømmen. En høy Neumann-parameter (f.eks. 0.7) indikerer en retningsstabil strøm. Dette tyder på at vannet strømmer i en retning og beveger seg konstant bort fra startpunktet. En lav Neumann-parameter kan bety at vannstrømmen har skiftende retning og kanskje bare flyter fram og tilbake ved startpunktet. Neumann-parameteren kan brukes opp mot progressivt vektordiagram og gjennomsnittsstrømmen for å kunne si noe om vannutskiftningen ved det punktet hvor strømmen er målt.

Gjennomsnittsstrøm for hele måleperioden var 12.0cm/s på 5m, 8.8cm/s på 15m, 9.3cm/s på spredningsdyp (40m) og 9.4cm/s på bunndyp (49m). Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som svært sterk på 5m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m), og som sterk på 15m.

Neumann-parameteren er vurdert som middels stabil på 5m, 15m og spredningsdyp (40m), og som lite stabil på bunndyp (49m). Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god på 5m, 15m og spredningsdyp (40m), fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare flyter fram og tilbake. På bunndyp er vannutskiftningen mindre god.

Prosent nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) er mindre enn 10% på alle dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ var 20 minutter på 5m, sprednings- (40m) og bunndyp (49m), og 50 minutter på 15m. Det var kort periode med strømtille. Dette tyder på god vannutskiftning i anlegget, som fører til gode miljøforhold for fisk.

5.1.5 Mulig spredning av utslipp

Sprednings- og bunnstrøm er viktig for lokalitetens totale bæreevne. Opphopning av sediment under anlegget kan i noen tilfeller påvirke vannkvaliteten i merden og dermed fiskens levevilkår (Mattilsynet, 2016). På lokaliteter med kort avstand mellom havbunn og notbunn er det viktig at både sprednings- og bunnstrøm viser god vannutskiftning slik at sedimenter ikke hopper seg opp og påvirker vannkvaliteten i merden negativt (Mattilsynet, 2016). Bunntopografi og strømningsforhold har også betydning for utskifting og nedbryting av bunnsedimenter fra anlegget (Mattilsynet, 2016). En ujevn bunn eller en flat bunn med groper gir større risiko for sedimentoppbygging enn en jevnt skrånende bunn.

Dyp ved målepunktet var omtrent 56m. Strømmåleposisjonene ligger over en bunn som skråner svakt nedover mot SV til et dyp på ca. 111m. Bunntopografien er orientert NØ/SV i området for strømmålingsposisjonene. Det er ingen store groper i området.

Det var flere perioder der strømhastigheten var høyere enn 10cm/s på sprednings- (40m) og bunndyp (49m). Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

5.1.6 Vannsøylens vertikale struktur

Vannsøylens stabilitet har vesentlig betydning for sirkulasjon i området og mulighet for blanding vertikalt. En stabil vannsøyle har økende tetthet med økende dyp. Lagdeling i vannsøylen (forårsaket forskjellige grunner, for eksempel; ferskvannsavrenning, avkjøling/oppvarming av overflatevann, utveksling av vann ved bunn med kystvann) påvirker spredning av utslipp både horisontalt og vertikalt.

Temperatur under måleperioden var 3.5 - 4.9°C på 5m, 3.6 - 5.0°C på 15m og 4.1 - 5.7°C på instrumentdypet 29m. Temperaturmålingene viser at vannsøylen hadde økende temperatur med dyp. Fra CTD-målingen ved utsett hadde vannsøylen en relativt konstant temperatur i de øverste 25m, før

temperaturen økte raskt med økende dyp. Ved opptak hadde det forekommet en oppvarming av de øverste 25m av vannsøylen, som er normalt på denne årstiden når solen varmer overflatevannet. Temperaturen økte gradvis med økende dyp fra overflaten og ned til bunnen, som trolig er et resultat av at vinden har blandet vannsøylen.

Saliniteten ved utsett var relativt konstant i de øverste 30m av vannsøylen, før den steg gradvis med økende dyp. Ved opptak var saliniteten noe lavere ved overflaten, men steg gradvis med økende dyp ned til bunnen.

Tetthetsdata gjenspeiler salinitet og viser at vannsøylen var lagdelt ved utsett og blandet ved opptak. Ved begge tilfeller var vannsøylen stabil. Ved utsett var vannsøylen blandet fra overflaten og ned til omtrent 30m, hvorpå tettheten øker med dypet som følge av stigende salinitet og temperatur. Lagdelingen er indikert med blå pil i Figur 4.27.1.

Oksygenmetningen ved utsett og opptak var høy ($> 90\%$) i hele vannsøylen. Ved utsett øker oksygeninnholdet fra overflaten og ned til omtrent 20m dyp, før det avtar gradvis med økende dyp. Ved opptak øker det ned til omtrent 10m dyp og avtar deretter ned til bunnen. Oksygeninnholdet viser samme mønster som oksygenmetningen.

6. Vedlegg – Bakgrunnsinformasjon for målinger

6.1 Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger

Valg av målested

Plassering av riggen i forhold til det dypet strømmen skal måles på har stor betydning for målingene. Et av kravene i NS 9415:2009 er at målerne skal plasseres i den posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokaliteten.

- Anleggets geografiske plassering og topografiske utforming av nærområdet må vurderes. Strømmen påvirkes av bukter, vikar og elveløp, møtepunkter for fjordsystemer, osv. Dette kan føre til at strømmen skifter retning e.l.
- Anlegget bør plasseres der vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn, og slik at vanntransporten på tvers av anlegget maksimeres. Dette er spesielt viktig i den varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv fôring og drift av anlegget.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør også vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.

For strømmåling på 5m og 15m er plasseringen på lokaliteten som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet, oftest rett utenfor anlegget og på enden lengst unna land. Målinger som foretas her gir grunnlag for å estimere den sterkeste strømmen anlegget kan bli utsatt for med tanke på dimensjonering.

Målinger av strøm på sprednings- og bunndyp er viktig for spredning av partikler fra anlegget.

Valg av måledyp

Overflatestrømmen måles på 5m. Det tas ikke på 1m på grunn av støy fra bølger.

Vannutskiftningsstrøm måles på 15m.

Sprednings- og bunnstrøm

- Spredningsstrøm måles midt mellom merdbunn og sjøbunn, men ikke dypere enn 50m fra merdbunn.
- Bunnstrøm måles ca. 2m over bunn, men ikke dypere enn 100m fra merdbunn.

Valg av måleperiode

Siden tidevannskomponentene M_2 og S_2 «pulserer» sammen hvert 14.77 døgn, som er tidevannssyklus for spring / nipp, er anbefalt minimum for måleperioden 30 dager.

Målerne registrerer strømhastighet, strømretning og temperatur.

Målingene på 5m og 15m ble gjort i samsvar med NS 9415:2009, der kravet er at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst en måned.

Målingene på sprednings- og bunndyp ble gjort i samsvar med Retningslinje for etableringssøknader fra Mattilsynet (Mattilsynet, 2016), der det er anbefalt at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst 4 uker.

Opplysninger om strøminstrumentene er oppgitt i Tabell 6.1.1.

Figur 6.1.1. Opplysninger per strøminstrument.

Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (49m)
Leverandør	Aanderaa AS	Aanderaa AS	Nortek AS	Nortek AS
Instrumenttype, modell	RCM Blue 5430 punktmåler	RCM Blue 5430 punktmåler	Aquadopp Current Profiler (AquaPro)	Aquadopp Current Profiler (AquaPro)
ID-nr.	5166	5169	8733	8733
Cellestørrelse	-	-	2	2
Kalibrering	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved	Utført hos Aanderaa Data Instruments ved	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.
Strømhastighet nøyaktighet	$\pm 0.15\text{cm/s}$	$\pm 0.15\text{cm/s}$	1% av målt verdi $\pm 0.5\text{cm/s}$	1% av målt verdi $\pm 0.5\text{cm/s}$
Strømhastighet rekkevidde / terskelverdi	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til 300cm/s (vektor gjennomsnitt)	0 til $\pm 10\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)	0 til $\pm 10\text{m/s}$ (vektor gjennomsnitt)
Strømretning nøyaktighet	$\pm 5^\circ$ for 0-15° tilt; $\pm 7.5^\circ$ for 15-35° tilt	$\pm 5^\circ$ for 0-15° tilt; $\pm 7.5^\circ$ for 15-35° tilt	$\pm 2^\circ$ for tilt < 20°	$\pm 2^\circ$ for tilt < 20°
Kompassorientering	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord	Magnetisk nord
Kompass justert for misvisning	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperatur nøyaktighet og rekkevidde	0.05°C, -5°C til 40°C	0.05°C, -5°C til 40°C	0.1°C, -4°C til 40°C	0.1°C, -4°C til 40°C

6.2 Måleprinsipp for strømmålinger

Aanderaa punktmåler

Instrumentene bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Det sendes ut en kort lydimpuls (akustisk impuls) med en konstant, bestemt frekvens. Endring i styrken og frekvensen til de innkommende refleksjonene blir målt. Forskjellen mellom pulsen som ble sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastigheten. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og at de derfor beveger seg med samme hastighet som vannet. Punktmålerne er satt opp for å måle strøm med én dataloging basert på 150 ping i et intervall på 10 minutter.

Tabell 6.2.1. Måleprinsipp for Aanderaa punktmålerne.

Tid (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Punktmåler																				

Gule og grønne felt indikerer samplingsperioder på 10 minutter. I løpet av denne perioden sender instrumentet ut 150 ping. Ett datapunkt gir gjennomsnittet over en 10-minuttersperiode.

Nortek AquaPro Profiler

Instrumentet bruker Doppler-effekten for å måle strøm. Instrumentet sender ut en kort lydimpuls (akustisk impuls) med en konstant, bestemt frekvens. Endring i styrken og frekvensen til de innkommende refleksjonene blir målt. Forskjellen mellom pulsen som ble sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastigheten. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vanligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og at de derfor beveger seg med samme hastighet som vannet.

Tabell 6.2.2. Måleprinsipp for Nortek AquaPro Doppler profiler og punktmåler.

Tid (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Profiler																				

Gule og grønne felt indikerer aktive perioder innenfor en samplingsperiode på 10 minutter; måleren pulserer i 1 min, etterfulgt av 9 minutters hvile i løpet av en 10-minutters samplingsperiode. Den registrerte målingen hvert 10. min er gjennomsnittet av strømmålinger i løpet av det første minuttet i samplingsperioden.

6.3 CTD-målinger

Hydrografimålinger ble gjennomført med en SD 204 CTD-sonde med oksygensensor. Sonden med et påmontert lodd ble senket ned til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjør én registrering hvert 2. sekund, og den vil dermed lage en profil av vannsøylen for senkning og en for heving. Profil ved senkning av sonden ble benyttet.

7. Vedlegg – Riggoppsett

7.1 Riggoppsett

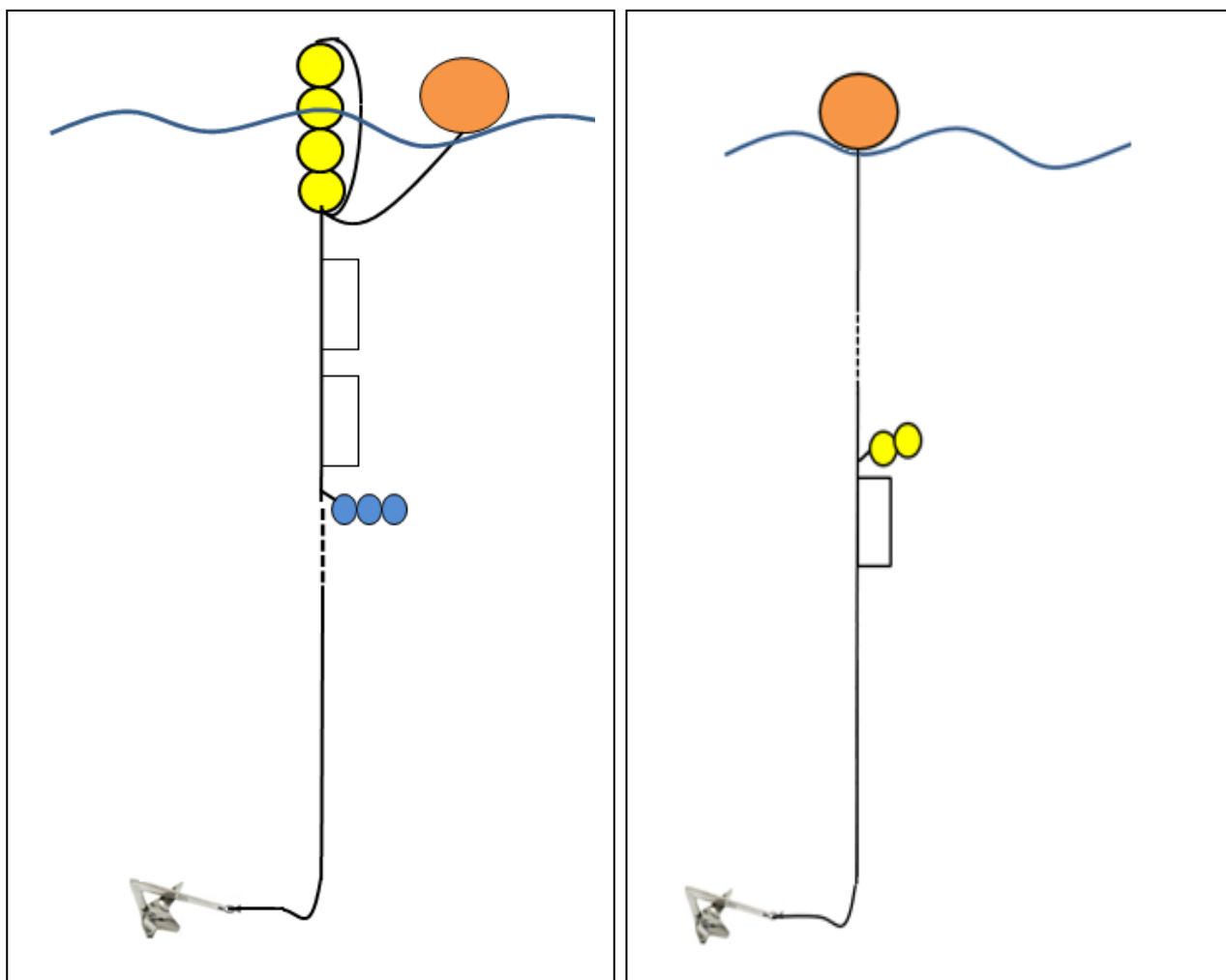
Riggoppsett for målt strøm er skissert i Figur 7.1.1.

For målinger tatt på 5m og 15m:

En A3-blåse ble benyttet ved overflaten sammen med fire trålkuler (7.5kg oppdrift) brukt for oppdrift. Tre lodd på 3.8kg hver ble festet til tauet under punktmåleren på 15m. Rikken ble forankret i bunn med to ankere på 40kg hver. 12mm tau ble benyttet i riggen.

For målinger tatt på sprednings- og bunndyp:

En A3-blåse ble benyttet ved overflaten for oppdrift. Over det profilerende instrumentet som pekte nedover var det festet to trålkuler (7.5kg oppdrift) brukt for oppdrift. Rikken ble forankret i bunn med et anker på 50kg og et på 40kg. 12mm tau ble benyttet i riggen.



Figur 7.1.1. Prinsippskisse av riggoppsett. Rikken til venstre viser riggoppsett for målinger tatt på 5m og 15m. Rikken til høyre viser riggoppsett for målinger tatt på sprednings- og bunndyp.

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

Før utsett ble fysisk status kontrollert. Kontrollsjekk inkluderer: batteristatus, instrumentinnstilling, minnestatus og anoder.

Det benyttes et skjema som følger hver måler for teknisk dokumentasjon. Instrumenttilstand og eventuelt andre kommentarer angående instrumentet oppføres i egen logg etter hvert prosjekt.

Ved utsett av instrumenter benyttes eget riggskjema som inkluderer (etter NS 9425:1999): lokalitetsnavn, riggoppsett, posisjon, måledyp, kontaktperson og oppdragsgiver, tidspunkt for utsett og opptak, og et kommentarfelt for eventuelle observasjoner ved utsett og opptak.

Ved opptak blir måleinstrumentene undersøkt for begroing, annet som kan ha påvirket målingene, og fysisk skade. Det kommenteres på riggskjema og i rapporten, og mulig påvirkning for resultatet blir vurdert. Verdier som er benyttet i rapporten er troverdige og uten behov for støyfiltrering eller annen korleksjon.

Rådata er lagret på server og kvalitetssikret gjennom interne prosedyrer utviklet i samarbeid med instrumentenes produsent etter bestemte kriterier. Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Enkeltstående datapunkter blir også vurdert og data fjernes om nødvendig.

Hvis justering, endring eller fjerning av data er nødvendig er rådata da lagret som kvalitetskontrollert data på server.

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

Tau var slitt av til ytterste trålkule til riggen med strømmålere på 5m og 15m dyp. Dette har ikke hatt noen påvirkning på strømmålingene og datakvalitet anses å være god.

Feil på instrument

Ingen sensorfeil oppdaget. Datakvaliteten anses å være god.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

Måledyp	5m	15m	Spredning (40m)	Bunn (49m)
Filnavn for rådata	Frosvika 5m NC0320 AP5166.bin	Frosvika 15m NC0320 AP5169.bin	Frosvika SpredningOgBunn NC0320 NPR8733.prf	Frosvika SpredningOgBunn NC0320 NPR8733.prf
Rådata først vurdert i	Aanderaa Data Studio	Aanderaa Data Studio	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport
Filnavn for eksportert data	Frosvika 5m NC0420 AP5166_eks_AHG.csv	Frosvika 15m NC0420 AP5169_eks_AHG.csv	Frosvika spred-40m NC0320 NPR8733_eks_AHG.xlsx	Frosvika bunn-49m NC0320 NPR8733_eks_AHG.xlsx
Filnavn for kvalitetssikret data	Frosvika-5m_QC.xlsx	Frosvika-15m_QC.xlsx	Frosvika-spred-40m_QC.xlsx	Frosvika-bunn-49m_QC.xlsx
Data return (%)	100.00	100.00	100.00	99.92
Antall målinger	6581 / 6581	6581 / 6581	6583 / 6583	6578 / 6583
Antall fjernede målinger	0	0	0	5 (se vedlegg 8.3)
Ekstern påvirkning på målinger	Nei	Nei	Nei	Nei
Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling	06.03.20 14:20 - 21.04.20 07:00	06.03.20 14:20 - 21.04.20 07:00	06.03.20 14:20 - 21.04.20 07:20	06.03.20 14:20 - 21.04.20 07:20
Dato og tid for start og slutt av instrument	06.03.20 08:50 - 29.04.20 09:20	06.03.20 08:40 - 29.04.20 08:50	06.03.20 12:00 - 29.04.20 09:40	06.03.20 12:00 - 29.04.20 09:40

8.2 Kvalitetssikring av data

Data er kvalitetssikret etter bestemte kriterier (Tabell 8.2.1). Dersom disse kriteriene ikke blir møtt vil data bli kritisk vurdert. Dette inkluderer vurdering av interne 'flags'. Utstikkere blir også vurdert og data fjernet om nødvendig. Grenseverdier (thresholds) og rekkeviddene er oppgitt i tabellene under.

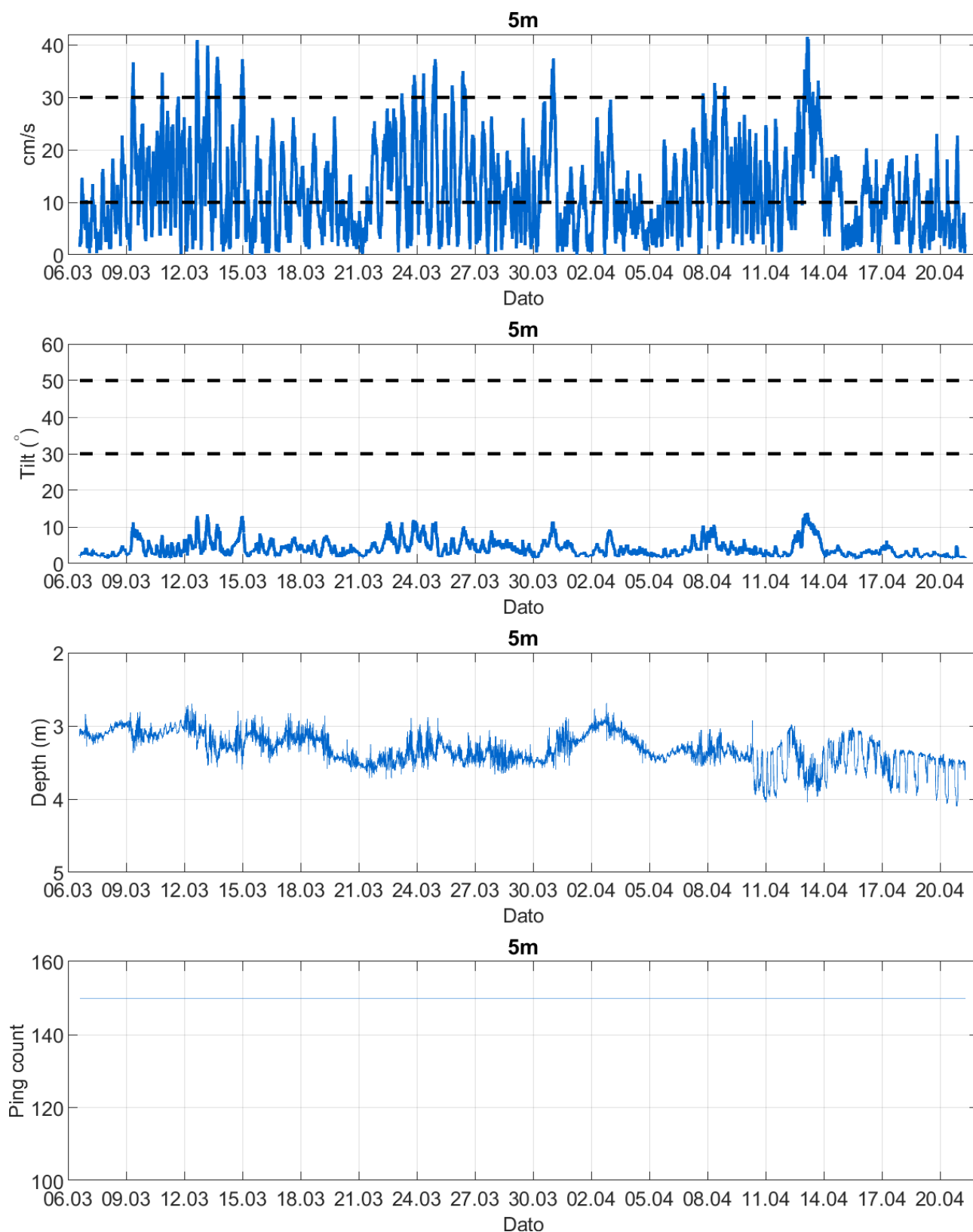
Tabell 8.2.1. Kriteriene som er brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1^{\circ}\text{C}$)
Tilt grense	$< 50^{\circ}$ (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.2) – Aanderaa punktmåler $< 20\text{--}30^{\circ}$ (Figur 8.2.3 – Figur 8.2.4) – Nortek instrumenter
Ping count	150 (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.2) – Aanderaa punktmåler
Trykk	Stabilt (Figur 8.2.1 – Figur 8.2.4)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

Tabell 8.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste.

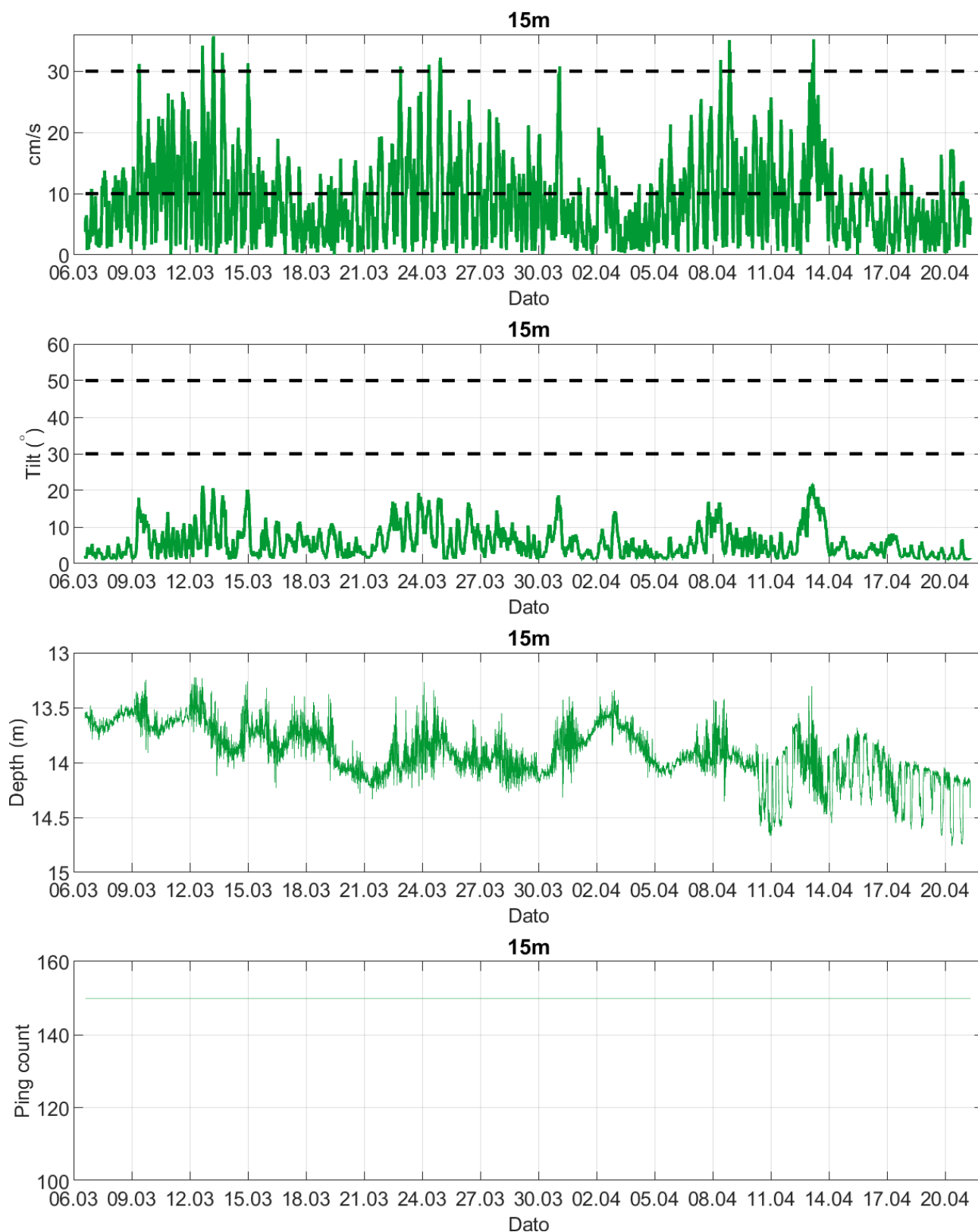
Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har disse forskjellene blitt hevet med de oppgitte faktorene, mens u er satt til 1m/s, ettersom variabilitet øker med avtagende strøm (u).



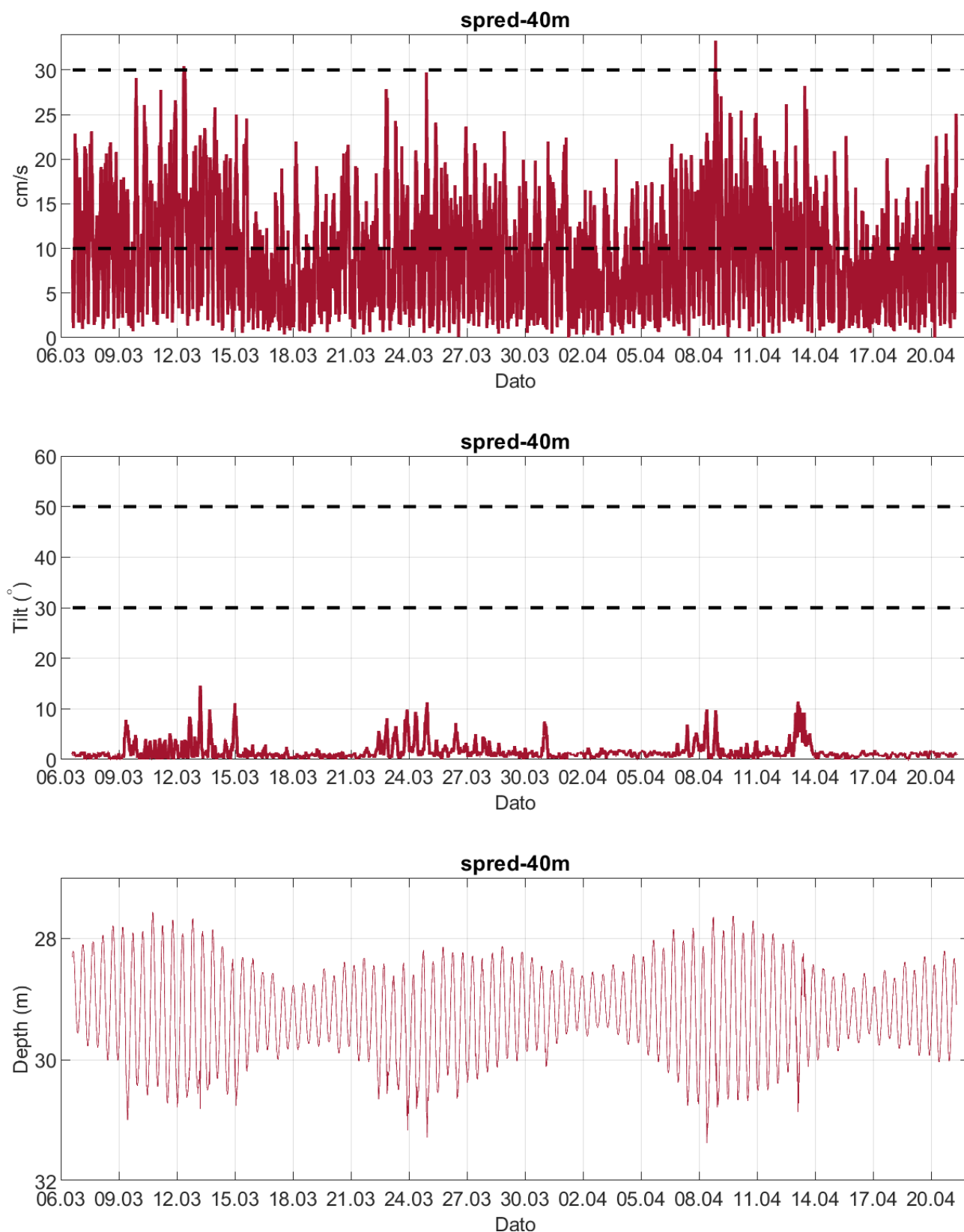
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m.

Instrumentdyppet varierte mellom 2.7m og 4.1m i løpet av måleperioden, med snitt 3.3m. Dette er noe grunnere enn ønsket måledyp på 5m. Utfra tetthetsprofil fra CTD-målinger ved utsett og opptak er vannsøylen blandet i dette dybdeintervallet, slik at strømhastigheter burde være tilsvarende. Muligens vil strøm nærmere overflaten enn 5m gi noe høyere strømhastigheter.



Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m.

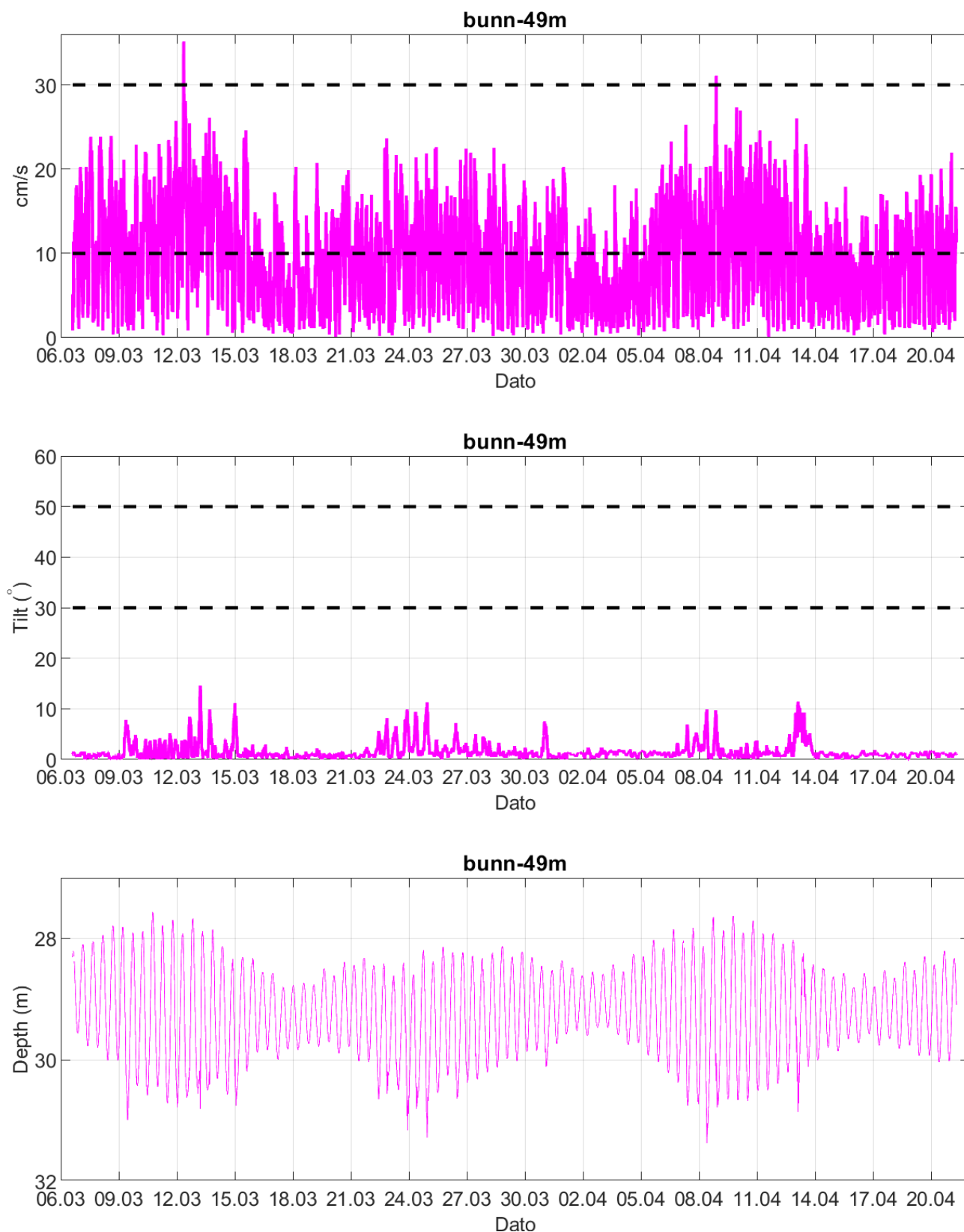
Instrumentdypet varierte mellom 13.2m og 14.8m i løpet av måleperioden, med snitt 13.9m. Dette er noe grunnere enn ønsket måledyp på 15m. Utfra tetthetsprofil fra CTD-målinger ved utsett og opptak er vannsøylen blandet i dette dybdeintervallet, slik at strømhastigheter burde være tilsvarende. Muligens vil strøm grunnere enn 15m gi noe høyere strømhastigheter.



Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp (40m).

Instrumentdypet varierte mellom 27.6m og 31.4m i løpet av måleperioden, med snitt 29.2m.

Merknad: Ettersom strømmen på sprednings- og bunndyp ble målt med samme instrument (profilerende instrument), er samme tilt- og trykkdata oppgitt for både spredningsstrøm og bunnstrøm, fordi disse gjelder for begge dyp.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp (49m).

Instrumentdypet varierte mellom 27.6m og 31.4m i løpet av måleperioden, med snitt 29.2m.

Merknad: Ettersom strømmen på sprednings- og bunndyp ble målt med samme instrument (profilerende instrument), er samme tilt- og trykkdata oppgitt for både spredningsstrøm og bunnstrøm, fordi disse gjelder for begge dyp.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom 5m og 15m.

Strøm fra sprednings- og bunndyp er målt med samme instrument (profilerende instrument) og har derfor samme måleperiode.

8.3.2 Enkelte datapunkter

Totalt er 5 datapunkter fjernet fra målingene på bunndyp i løpet av måleperioden. 3 datapunkter er manuelt fjernet fra målingene på bunndyp i løpet av måleperioden, grunnet urealistisk hastighetssprang. Videre er 2 datapunkter gjennom hele måleperioden automatisk fjernet på grunn av lav SNR (Signal to Noise Ratio).

9. Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser

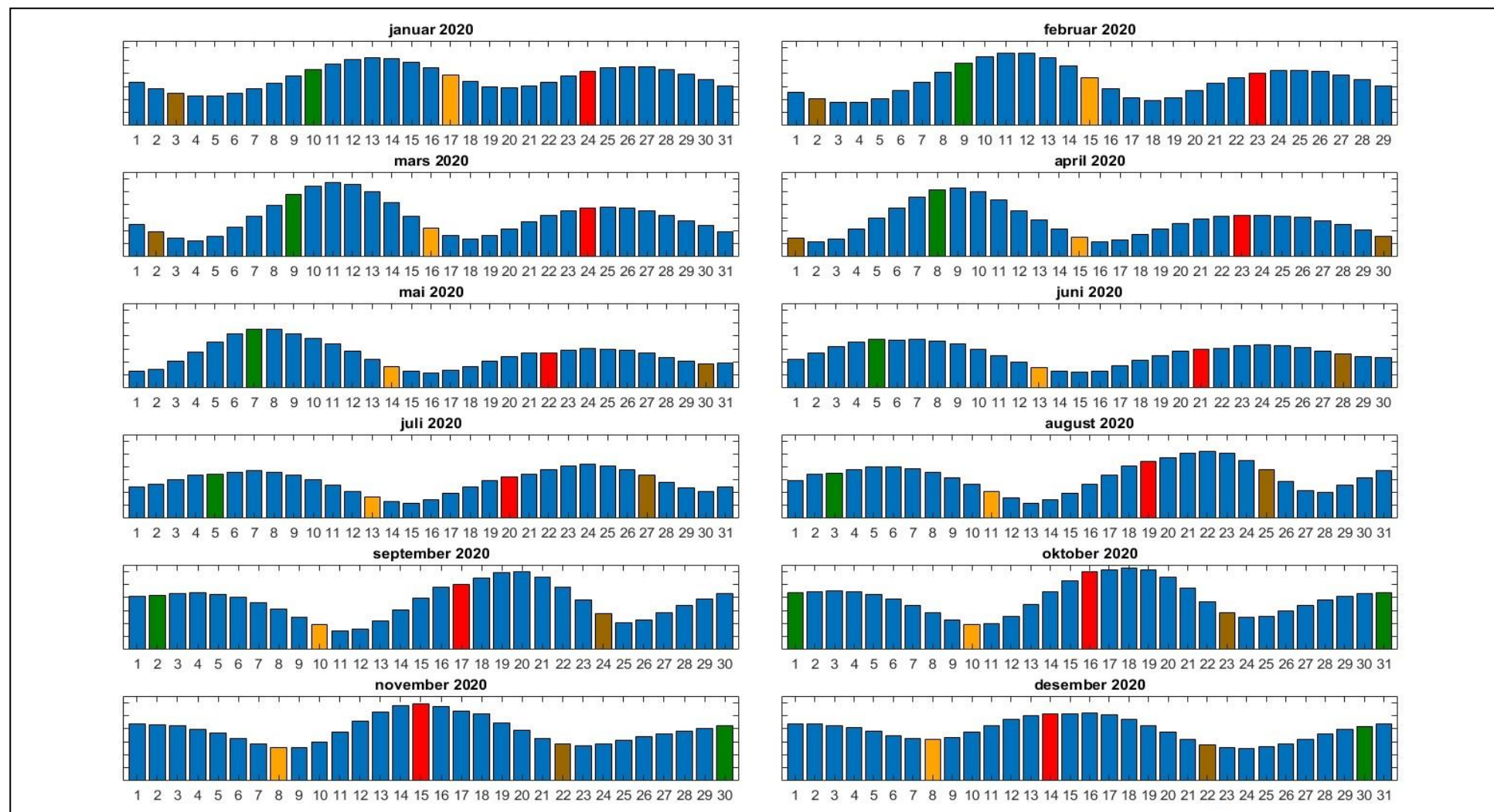
Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdiene er hentet fra strømdata målt av Åkerblå ved bruk av Aanderaa punktmålere (Åkerblå, 2015).

Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

	Dyp (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 55	$\geq 40 - < 55$	$\geq 26 - < 40$	$\geq 15 - < 26$	< 15
Utskifting	15	≥ 45	$\geq 30 - < 45$	$\geq 20 - < 30$	$\geq 10 - < 20$	< 10
Spredning		≥ 35	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$	$\geq 10 - < 15$	< 10
Bunn		≥ 35	$\geq 25 - < 35$	$\geq 15 - < 25$	$\geq 10 - < 15$	< 10
Gjennomsnitt strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 10	$\geq 7 - < 10$	$\geq 6 - < 7$	$\geq 3 - < 6$	< 3
Utskifting	15	≥ 9	$\geq 6 - < 9$	$\geq 5 - < 6$	$\geq 2 - < 5$	< 2
Spredning		≥ 8.5	$\geq 5 - < 8.5$	$\geq 4 - < 5$	$\geq 2 - < 4$	< 2
Bunn		≥ 7.5	$\geq 5 - < 7.5$	$\geq 4 - < 5$	$\geq 2 - < 4$	< 2
Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 25	$\geq 17 - < 25$	$\geq 11 - < 17$	$\geq 5 - < 11$	< 5
Utskifting	15	≥ 23	$\geq 15 - < 23$	$\geq 8 - < 15$	$\geq 4 - < 8$	< 4
Spredning		≥ 20	$\geq 14 - < 20$	$\geq 7 - < 14$	$\geq 4 - < 7$	< 4
Bunn		≥ 16	$\geq 11 - < 16$	$\geq 6.5 - < 11$	$\geq 3 - < 6.5$	< 3
Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 6	$\geq 4 - < 6$	$\geq 2.5 - < 4$	$\geq 1.5 - < 2.5$	< 1.5
Utskifting	15	≥ 5	$\geq 3.5 - < 5$	$\geq 2.3 - < 3.5$	$\geq 1.5 - < 2.3$	< 1.5
Spredning		≥ 4	$\geq 3 - < 4$	$\geq 2 - < 3$	$\geq 1 - < 2$	< 1
Bunn		≥ 4	$\geq 3 - < 4$	$\geq 2 - < 3$	$\geq 1 - < 2$	< 1
Andel strømstille (%) < 1cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 1	$< 3 - \geq 1$	$< 5 - \geq 3$	$< 7 - \geq 5$	≥ 7
Utskifting	15	< 1	$< 5 - \geq 1$	$< 7 - \geq 5$	$< 10 - \geq 7$	≥ 10
Spredning		< 3	$< 8.5 - \geq 3$	$< 15 - \geq 8.5$	$< 20 - \geq 15$	≥ 20
Bunn		< 3	$< 10 - \geq 3$	$< 20 - \geq 10$	$< 30 - \geq 20$	≥ 30
Andel strømstille (%) < 3cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflate	5	< 5	$< 10 - \geq 5$	$< 20 - \geq 10$	$< 30 - \geq 20$	≥ 30
Utskifting	15	< 5	$< 15 - \geq 5$	$< 25 - \geq 15$	$< 40 - \geq 25$	≥ 40
Spredning		< 10	$< 20 - \geq 10$	$< 35 - \geq 20$	$< 50 - \geq 35$	≥ 50
Bunn		< 10	$< 20 - \geq 10$	$< 35 - \geq 20$	$< 60 - \geq 35$	≥ 60
Effektiv transport hastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflate	5	≥ 5	$\geq 2.5 - < 5$	$\geq 1.5 - < 2.5$	$\geq 0.3 - < 1.5$	< 0.3
Utskifting	15	≥ 3.5	$\geq 2 - < 3.5$	$\geq 1 - < 2$	$\geq 0.2 - < 1$	< 0.2
Spredning		≥ 3	$\geq 1.8 - < 3$	$\geq 0.6 - < 1.8$	$\geq 0.1 - < 0.6$	< 0.1
Bunn		≥ 3	$\geq 1.8 - < 3$	$\geq 0.6 - < 1.8$	$\geq 0.1 - < 0.6$	< 0.1
Neumann-parameter						
		svært stabil	stabil	middels stabil	lite stabil	svært lite stabil
Alle dyp (m)		> 0.6	0.4 - 0.6	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2	< 0.1

10. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden

Strømmålinger er påvirket av blant annet tidevannsstrøm og kan bli påvirket av vind og vær. Månedlige tidevannsvariasjoner er vist i figuren under.



Figur 10.1. Månedlige tidevannsvariasjoner (oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne).

11. Vedlegg – Måleenheter og forkortelser

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 11.1. Måleenheter og forkortelser brukt i rapporten.

Symbol	Beskrivelse	Måleenhet
-	Dag og Tid Tidsstempel i tidsserier er gitt ved midnatt, slik at tidsserier starter midnatt før første målepunkt og slutter midnatt etter siste målepunkt.	dd.mm.yy hh:mm (RTC*) dd.mm (RTC*) dd.mm.yyyy hh (RTC*)
-	Høyde / Dybde	Meter (m)
-	Avstand	Kilometer (km) Meter (m)
-	Posisjon / Koordinater	GGG.GGG (°) Kompass retning GGG (°) MM.MM (') Kompass retning
-	Strømretning (mot)	Grader (°)
-	Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
-	Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
-	Vindretning (fra)	Grader (°)
-	Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
-	Temperatur	Grader celsius (°C)
-	Tilt / Helling	Grader (°)
-	Ping Count	tall

*RTC = UTC 0 = GMT.

Lokal tid er derimot: RTC + 2 timer – sommer

RTC + 1 timer – vinter

*Eklima data er på GMT (kan også lastes ned på Norsk normal tid).

12. Vedlegg – Parametere og beskrivelse

Tabell 12.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse.

Parameter	Beskrivelse
Sjøtemperatur (°C)	Temperatur i vannet målt ved måledyp
Strømhastighet	
Maksimum (cm/s)	Maksimal verdi av alle data
Gjennomsnitt (cm/s)	Matematisk gjennomsnittlig verdi av alle data
Minimum (cm/s)	Laveste verdi av alle data
Signifikant maks (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av høyeste 1/3 av data
Signifikant min (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av laveste 1/3 av data
Varians (cm/s) ²	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi. Dvs. om strøm varierte mye mellom suksessivt høye og lave verdier. En høy varians indikerer at datapunkter er meget spredt ut rundt gjennomsnittsverdi, mens en lav varians indikerer at datapunkter er veldig nær gjennomsnittsverdi og derfor hverandre. Varians = Gjennomsnittet av de kvadrerte forskjeller fra middelverdien.
Standardavvik (cm/s)	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi. Et høyt standardavvik indikerer stor spredning av data. Standardavvik = kvadratroten (varians)
% < x cm/s	Matematisk beregning av hvor ofte strømhastighet var < x cm/s
Lengst periode < x cm/s	Varighet lengste periode med strømhastighet < x cm/s
Effektiv transport	
Hastighet (cm/s)	Hvordan en partikkel i vannet, som er i strømmålerens posisjon ved målestart, driver med strømmen gjennom måleperioden. Bevegelse er en funksjon av strømhastighet og retning. Effektiv hastighet er beregnet som rettlinjert avstand fra start til slutt punkt delt med total tid for måleperioden.
Retning (grader)	Når måleperioden er slutt, er vinkelen til vektoren ut fra origo, som er strømmålerens posisjon, resultatretning eller effektiv transport retning.
Neumann-parameter	Sier noe om stabiliteten til strømmen. Stabil strøm (høy Neumann-parameter) betyr at vannet strømmer i «en» retning og beveger seg bort fra startpunktet hele tiden. Ustabil strøm (lav Neumann-parameter) betyr at vannet strømmer i mange retninger og er ikke stabil i en retning og kanskje bare flytter seg fram og tilbake til startpunktet. For eksempel en Neumann-parameter på 0.7 sier at strømmen i løpet av måleperioden strømmer med 70% stabilitet i en bestemt retning. Det er klassifisert som svært stabil strøm.
Vannforflytning (m ³ /m ² /d)	Mengden vann som strømmer gjennom ei rute på 1 m ² i løpet av et døgn. Gjennomsnittlig total vannutskiftning per døgn – alle retninger.

13. Vedlegg – Referanser

1. Brukerveiledning. Aanderaa RCM Blue punktmåler/Nortek Doppler Profiler.
2. Emery, R., & Thomson, W. J. (2001). *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Elsevier Science.
3. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg. Tilgjengelig: <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
4. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data. Tilgjengelig: http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
5. Mattilsynet (2016). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler, utgave 6. Etableringsøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
6. Norwegian Meteorological Institute. www.eklima.no
7. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
8. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
9. Pawlowicz, R., Beardsley, B. og Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
10. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rappport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.