

Strømrapport

**Måling av overflate- (5m) og
dimensjoneringsstrøm (15m) ved**

Øyra

september - desember 2019

| Rapport | | | |
|------------------------------------|--|--------------------------|-------------------|
| Rapportbeskrivelse og -navn | Vurdering av strømforhold ved Øyra. SR-M-00520-Øyra0120-ver01.pdf | | |
| Rapportversjon | Dato | Beskrivelse | |
| 01 | 20.01.20 | 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 | Øyra | Lokalitetsnummer | 34697 |
| Kommune | Lebesby | Fylke | Troms og Finnmark |
| Oppdragsgiver | | | |
| Selskap | SalMar Farming AS; 7266 Kverva, Norge | | |
| Kontaktperson | Stefan Paulsen | stefan.paulsen@salmar.no | |
| Oppdragsansvarlig | | | |
| Selskap | Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413, 7260 SISTRANDA, NORGE Organisasjonsnr. 916 763 816 | | |
| Feltarbeidsansvarlig | Jens Nilsen | jens.nilsen@akerbla.no | |
| Rapportansvarlig | Marit Stokke | marit.stokke@akerbla.no | |
| Kontrollert av | Astri Horge Glindø | astri.glindo@akerbla.no | |
| Akkreditering | Feltarbeid og rapport er utført av Åkerblå og er akkreditert. | | |

| Resultat nøkkeltall | | | | |
|--|----------|-----------|----------|----------|
| Måledyp | 5m-øst | 15m-øst | 5m-vest | 15m-vest |
| Maksimal strøm (cm/s) (retning) | 34.3 (S) | 27.2 (SV) | 45.3 (Ø) | 30.2 (Ø) |
| Gjennomsnitt strøm (cm/s) | 6.2 | 5.2 | 6.9 | 6.2 |
| Strømstyrke < 1cm/s (%) | 2.0 | 3.6 | 2.9 | 3.0 |
| Strømstyrke < 3cm/s (%) | 18.1 | 26.8 | 20.7 | 23.9 |
| Strømstyrke ≥ 30cm/s (%) | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 |
| Neumann parameter | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 10-års strøm (maksimal) | 57 | 45 | 75 | 50 |
| 50-års strøm (maksimal) | 63 | 50 | 84 | 56 |

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 Maksimal strømhastighet for 8 retningssektorer | 25 |
| 4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet for 8 retningssektorer | 25 |
| 4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer | 25 |
| 4.17 Relativ vannutskiftning for 8 retningssektorer | 25 |
| 4.18 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer ved 5m- og 15m-øst | 26 |
| 4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 5m- og 15m-vest | 27 |
| 4.20 Persentilfordeling av strømhastighet | 28 |
| 4.21 Prosentfordeling av strømhastighet | 28 |
| 4.22 Tidevannsanalyse | 29 |
| 4.23 Todagersperiode | 32 |
| 4.24 Vind under måleperioden | 33 |
| 4.25 CTD-profil..... | 36 |
| 5. Diskusjon strøm | 37 |
| 5.1.1 Høye strømmålinger | 37 |
| 5.1.2 Tidevannspåvirkning på strømmen | 37 |
| 5.1.3 Vindpåvirkning på strømmen..... | 37 |
| 5.1.4 Vannutskiftning | 38 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 5.1.5 | Vannsøylens vertikale struktur..... | 38 |
| 6. | Vedlegg – opplysning måling | 39 |
| 6.1 | Valg av sted, dyp og periode for strømmålinger..... | 39 |
| 6.2 | Strømmålingers måleprinsipp | 41 |
| 6.3 | CTD-målinger | 41 |
| 7. | Vedlegg – riggoppsett, måleprinsipp og valg av målested | 42 |
| 7.1 | Riggoppsett | 42 |
| 8. | Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring..... | 43 |
| 8.1 | Databearbeiding | 43 |
| 8.2 | Kvalitetssikring av data..... | 45 |
| 8.3 | Fjernede dataverdier | 51 |
| 8.3.1 | Måleperiode | 51 |
| 8.3.2 | Enkelte datapunkter..... | 51 |
| 9. | Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser | 52 |
| 10. | Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden | 53 |
| 11. | Vedlegg – Måleenheter og forkortelser | 54 |
| 12. | Vedlegg – Parametere og Beskrivelse | 55 |
| 13. | Vedlegg – Referanser | 56 |

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra SalMar Farming AS utført strømmålinger ved eksisterende oppdrettslokalitet Øyra 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, 2014). 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 kravene i Fiskeridirektoratets veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur (2012).

2. Områdebeskrivelse

Målepunktene (2 stk.) for Øyra ligger i Lebesby kommune, Troms og Finnmark. Lokaliteten Øyra ligger sørvest for Mårøya. Østlig måleposisjon ligger i Mårøysundet, åpen mot Mårøyfjorden i sørøst og Vardnessundet i sør/sørvest. Vestlig måleposisjon ligger i Vardnessundet, åpen mot Mårøyfjorden i sør/sørøst, Laksefjorden i vest og Mårøysundet i nord.

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

Bunntopografien er ca. 70m dyp ved østlig måleposisjon og 95m ved vestlig måleposisjon. Det er ingen tydelig orientering av bunntopografien i området for strømmålingsposisjonene. Komplekse strømmer forventes.



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

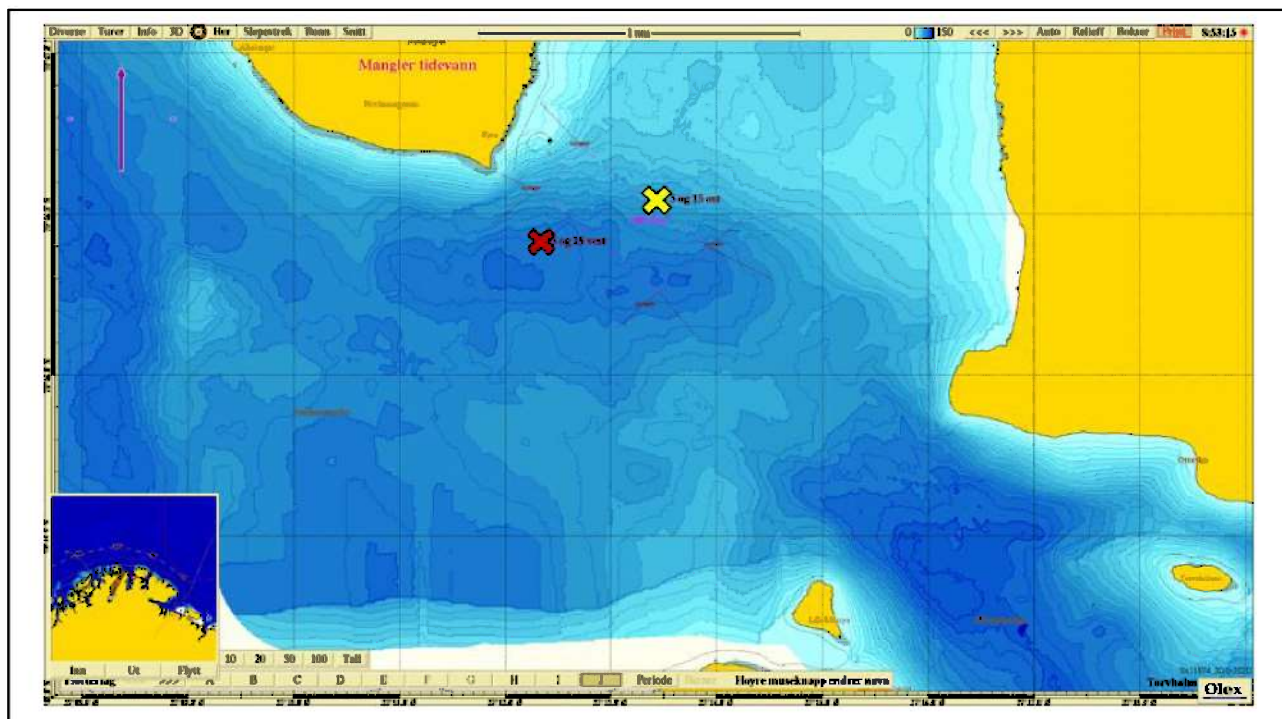
3. Metodikk

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 730m.

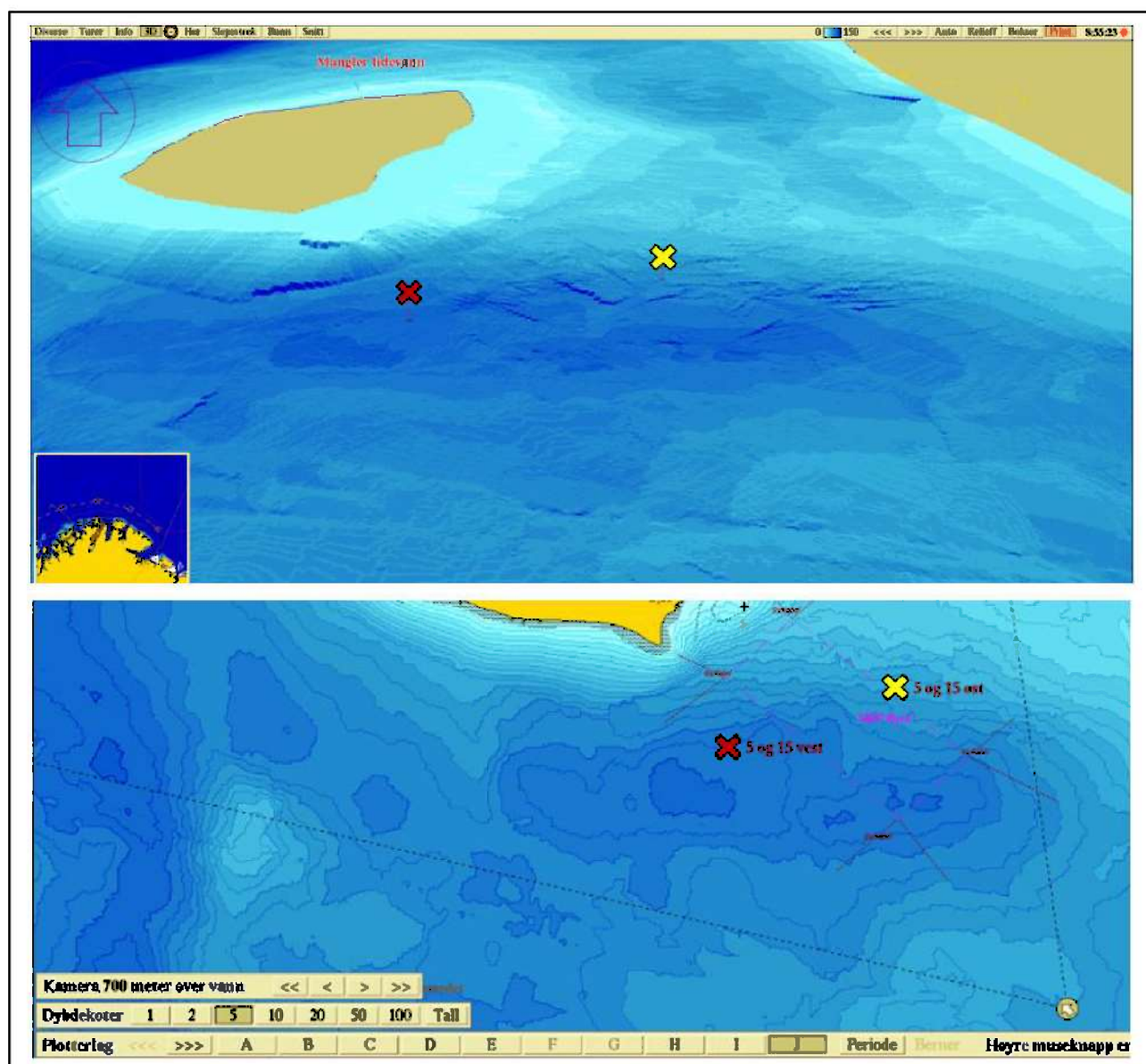
Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringene vurdert som god for å dokumentere strømforholdene i området. Målerne er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet i området rundt måleposisjonen. Det er målt strøm ved to posisjoner, plassert på hver sin side av anlegget. Dette for å best kunne dokumentere forholdene uten påvirkning av anlegget.

Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

| Måledyp | 5m- & 15m-øst | 5m- & 15m-vest |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| Posisjonsanvisning | ✕ | ✕ |
| Posisjon | 70°46.549'N, 027°13.435'Ø | 70°46.417'N, 027°12.314'Ø |
| Dyp på målested | 70 m | 95 m |
| Instrumenttype | Aanderaa Punktmåler | Aanderaa Punktmåler |
| Måleperiode | 18.09.19 - 23.12.19 | 18.09.19 - 23.12.19 |
| Måleintervall | 10 minutter | 10 minutter |
| Antall døgn | 96.0 | 96.0 |



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult og rødt kryss. 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 tykke kompasspila indikerer kameraets orientering (øverste bilde). Nederste bilde viser kameraets utsiktspunkt for den tilhørende bunntopografien. Kartene er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

4. Resultater

4.1 Strømdata sammendrag

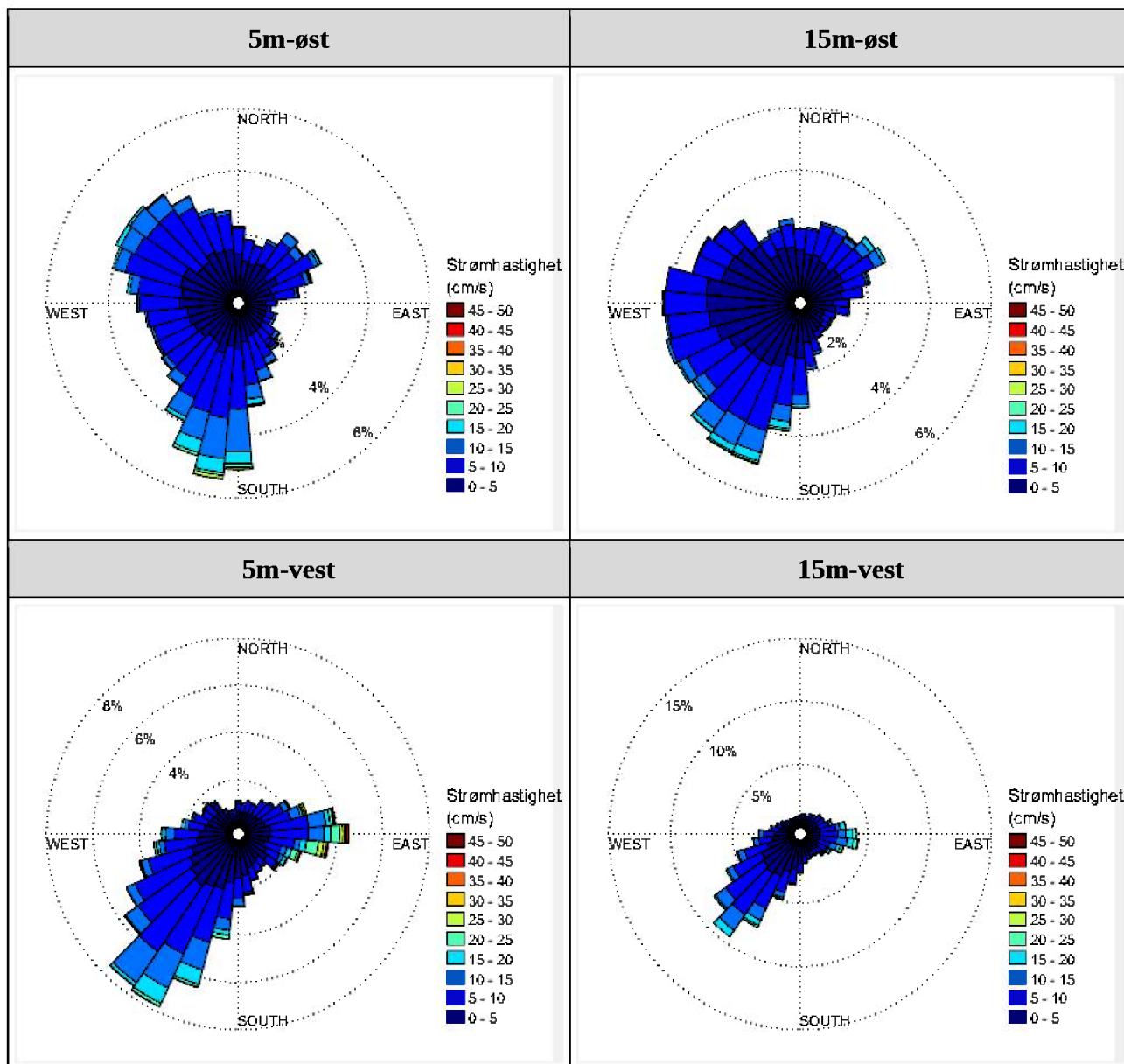
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1. Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: «Vedlegg – Strømmens tilstandsklasser». De ulike parameterne som er oppgitt er forklart i «Vedlegg – Parametere og beskrivelse».

Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest.

| | 5m-øst | 15m-øst | 5m-vest | 15m-vest |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Sjøtemperatur (°C) | 3.6 - 9.1 | 4.2 - 8.9 | 4.0 - 9.0 | 4.2 - 8.9 |
| Strømhastighet | | | | |
| Maksimum (cm/s) | 34.3 | 27.2 | 45.3 | 30.2 |
| Gjennomsnitt (cm/s) | 6.2 | 5.2 | 6.9 | 6.2 |
| Minimum (cm/s) | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| Signifikant maks (cm/s) | 10.5 | 8.8 | 12.5 | 11.2 |
| Signifikant min (cm/s) | 2.7 | 2.2 | 2.5 | 2.3 |
| Varians (cm/s) ² | 14.8 | 11.2 | 28.6 | 20.3 |
| Standardavvik (cm/s) | 3.8 | 3.4 | 5.4 | 4.5 |
| % < 1cm/s | 2.0 | 3.6 | 2.9 | 3.0 |
| Lengst periode < 1cm/s (min) | 50 | 80 | 60 | 50 |
| % < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s) | 18.1 | 26.8 | 20.7 | 23.9 |
| Lengst periode < 3cm/s (min) | 460 | 620 | 740 | 530 |
| % ≥ 30cm/s | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 |
| Lengst periode ≥ 30cm/s (min) | 20 | 0 | 310 | 10 |
| Effektiv transport | | | | |
| Hastighet (cm/s) | 1.5 | 1.3 | 2.2 | 2.1 |
| Retning grader (deg) | 238 | 244 | 184 | 191 |
| Neumann parameter | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Gjennomsnitt vannforflytning (m ³ /m ² /d) | 5399 | 4460 | 5949 | 5363 |

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 for 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest.

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. Strømhastighet og retningsmatrise av strømdata fra 5m-øst.

| 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 | 15 | 105 | 154 | 166 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 450 | 3.3 | 12275 | 2.4 | 12.4 |
| N | 15 | 13 | 110 | 113 | 136 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 374 | 2.7 | 9753 | 1.9 | 15.1 |
| NØ | 30 | 7 | 98 | 151 | 146 | 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 423 | 3.1 | 12235 | 2.4 | 15.0 |
| NØ | 45 | 14 | 93 | 111 | 223 | 71 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 519 | 3.8 | 18934 | 3.7 | 23.9 |
| NØ | 60 | 9 | 111 | 112 | 263 | 36 | 12 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 550 | 4.0 | 20204 | 3.9 | 24.7 |
| Ø | 75 | 14 | 88 | 100 | 191 | 30 | 4 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 438 | 3.2 | 15712 | 3.0 | 26.8 |
| Ø | 90 | 10 | 75 | 75 | 66 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 230 | 1.7 | 5779 | 1.1 | 11.7 |
| Ø | 105 | 16 | 64 | 70 | 35 | 14 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 1.4 | 5025 | 1.0 | 22.3 |
| SØ | 120 | 9 | 66 | 76 | 57 | 22 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 231 | 1.7 | 6817 | 1.3 | 18.5 |
| SØ | 135 | 11 | 61 | 93 | 134 | 26 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 328 | 2.4 | 10784 | 2.1 | 29.2 |
| SØ | 150 | 10 | 72 | 95 | 183 | 48 | 7 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 417 | 3.0 | 15625 | 3.0 | 30.6 |
| S | 165 | 6 | 81 | 110 | 241 | 75 | 16 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 531 | 3.8 | 21651 | 4.2 | 32.3 |
| S | 180 | 13 | 92 | 150 | 392 | 261 | 78 | 24 | 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1025 | 7.4 | 55479 | 10.7 | 34.3 |
| S | 195 | 10 | 94 | 158 | 444 | 215 | 93 | 19 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1049 | 7.6 | 54952 | 10.6 | 31.0 |
| SV | 210 | 12 | 99 | 163 | 397 | 139 | 34 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 848 | 6.1 | 36216 | 7.0 | 26.7 |
| SV | 225 | 8 | 84 | 155 | 291 | 55 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 602 | 4.4 | 21575 | 4.2 | 17.8 |
| SV | 240 | 10 | 86 | 188 | 261 | 15 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 564 | 4.1 | 17400 | 3.4 | 16.5 |
| V | 255 | 12 | 95 | 188 | 258 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 568 | 4.1 | 17063 | 3.3 | 14.4 |
| V | 270 | 15 | 96 | 239 | 277 | 24 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 653 | 4.7 | 20169 | 3.9 | 15.6 |
| V | 285 | 8 | 115 | 228 | 330 | 67 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 771 | 5.6 | 27972 | 5.4 | 19.5 |
| NV | 300 | 13 | 124 | 214 | 389 | 108 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 875 | 6.3 | 33766 | 6.5 | 19.2 |
| NV | 315 | 12 | 97 | 171 | 412 | 139 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 841 | 6.1 | 34321 | 6.6 | 17.0 |
| NV | 330 | 13 | 122 | 203 | 334 | 71 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 747 | 5.4 | 26399 | 5.1 | 16.4 |
| N | 345 | 13 | 106 | 193 | 257 | 24 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 594 | 4.3 | 18315 | 3.5 | 16.6 |
| Antall obs | | 273 | 2234 | 3510 | 5883 | 1490 | 333 | 66 | 35 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13828 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| % | | 2.0 | 16.2 | 25.4 | 42.5 | 10.8 | 2.4 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabell 4.3.2. Strømhastighet og retningsmatrise av strømdata fra 15m-øst.

| 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 | % | m ³ /m ² | % | cm/s |
| N | 0 | 19 | 127 | 155 | 144 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 455 | 3.3 | 11959 | 2.8 | 11.7 |
| N | 15 | 25 | 125 | 141 | 179 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 484 | 3.5 | 13674 | 3.2 | 13.1 |
| NØ | 30 | 21 | 120 | 130 | 219 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 524 | 3.8 | 16792 | 3.9 | 14.8 |
| NØ | 45 | 22 | 111 | 128 | 209 | 46 | 28 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 550 | 4.0 | 20735 | 4.8 | 25.7 |
| NØ | 60 | 17 | 111 | 140 | 217 | 65 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 574 | 4.2 | 21121 | 4.9 | 19.6 |
| Ø | 75 | 17 | 113 | 120 | 146 | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 406 | 2.9 | 10870 | 2.5 | 20.6 |
| Ø | 90 | 17 | 90 | 87 | 97 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 298 | 2.2 | 7685 | 1.8 | 16.3 |
| Ø | 105 | 20 | 79 | 66 | 86 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 264 | 1.9 | 7106 | 1.7 | 13.7 |
| SØ | 120 | 17 | 68 | 42 | 59 | 14 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 202 | 1.5 | 5502 | 1.3 | 20.5 |
| SØ | 135 | 19 | 84 | 55 | 38 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 202 | 1.5 | 4367 | 1.0 | 22.1 |
| SØ | 150 | 17 | 100 | 60 | 36 | 8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 222 | 1.6 | 4791 | 1.1 | 26.5 |
| S | 165 | 13 | 100 | 95 | 127 | 18 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 354 | 2.6 | 10072 | 2.4 | 21.6 |
| S | 180 | 22 | 112 | 153 | 232 | 75 | 20 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 617 | 4.5 | 22205 | 5.2 | 22.7 |
| S | 195 | 19 | 146 | 193 | 389 | 127 | 51 | 16 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 946 | 6.8 | 40836 | 9.5 | 25.9 |
| SV | 210 | 30 | 158 | 237 | 419 | 165 | 47 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1068 | 7.7 | 44337 | 10.4 | 27.2 |
| SV | 225 | 17 | 149 | 243 | 367 | 102 | 28 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 910 | 6.6 | 33391 | 7.8 | 20.5 |
| SV | 240 | 20 | 160 | 295 | 320 | 56 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 863 | 6.2 | 27001 | 6.3 | 16.2 |
| V | 255 | 15 | 172 | 381 | 302 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 890 | 6.4 | 24361 | 5.7 | 12.1 |
| V | 270 | 28 | 180 | 363 | 276 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 854 | 6.2 | 21936 | 5.1 | 13.8 |
| V | 285 | 22 | 212 | 328 | 255 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 819 | 5.9 | 20370 | 4.8 | 12.2 |
| NV | 300 | 30 | 185 | 279 | 195 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 696 | 5.0 | 17238 | 4.0 | 14.6 |
| NV | 315 | 32 | 202 | 215 | 209 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 668 | 4.8 | 16814 | 3.9 | 12.7 |
| NV | 330 | 12 | 142 | 167 | 120 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 458 | 3.3 | 11967 | 2.8 | 12.3 |
| N | 345 | 25 | 157 | 163 | 125 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 504 | 3.6 | 13169 | 3.1 | 13.3 |
| Antall obs | | 496 | 3203 | 4236 | 4766 | 861 | 215 | 41 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13828 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| % | | 3.6 | 23.2 | 30.6 | 34.5 | 6.2 | 1.6 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabell 4.3.3. Strømhastighet og retningsmatrise av strømdata fra 5m-vest.

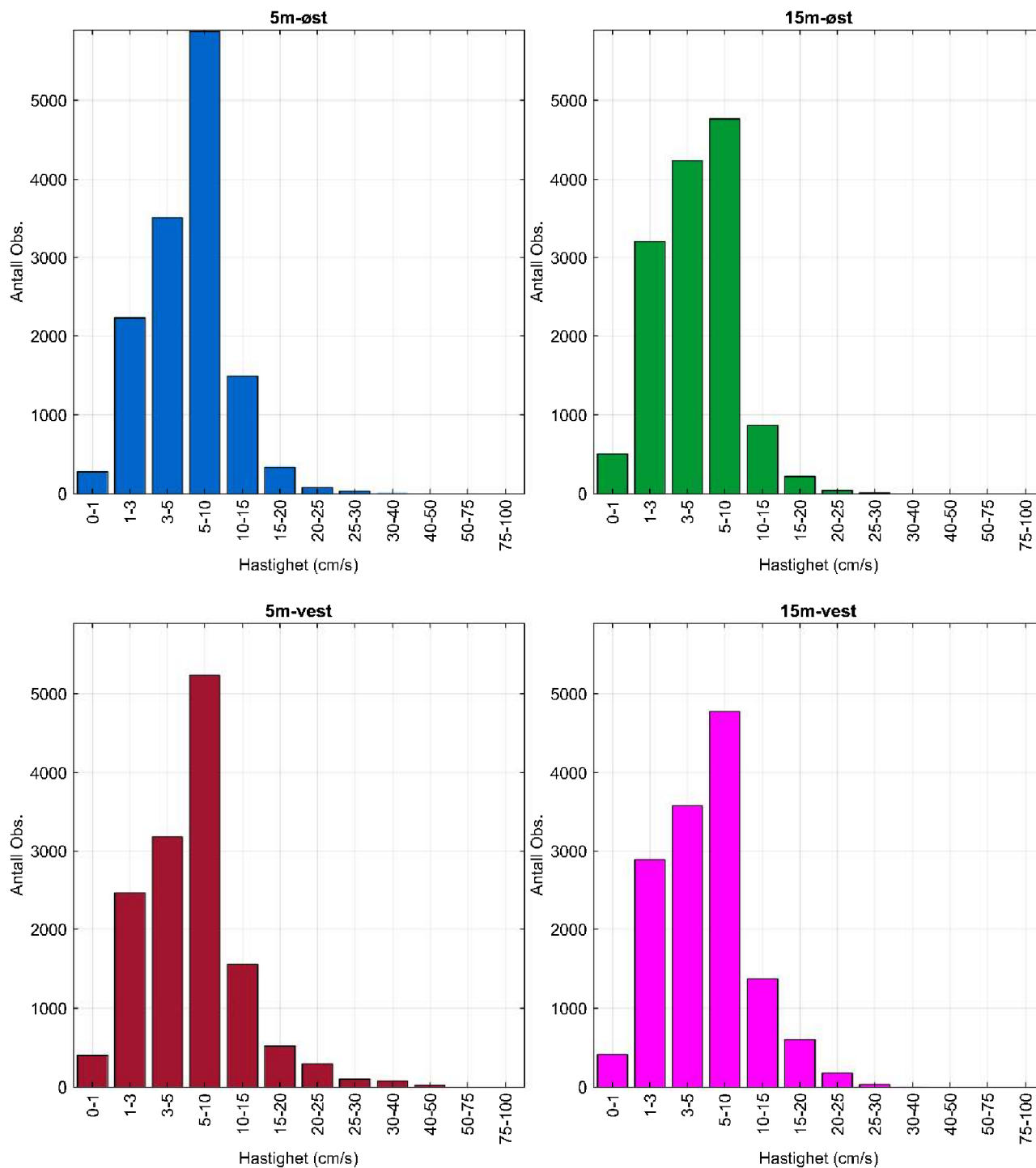
| Retning (grader) | | Strømhastighetsgruppe | | | | | | | | | | | | | | Total flow | | Maksstrøm | |
|---------------------|-----|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|------------|------------|--------------------------------|-----------|------|
| | | 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 | % | m ³ /m ² | % | cm/s |
| N | 0 | 13 | 57 | 48 | 62 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 199 | 1.4 | 5827 | 1.0 | 15.0 |
| N | 15 | 15 | 70 | 65 | 87 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 246 | 1.8 | 6914 | 1.2 | 12.7 |
| NØ | 30 | 9 | 60 | 75 | 109 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 262 | 1.9 | 7628 | 1.3 | 12.4 |
| NØ | 45 | 9 | 59 | 82 | 156 | 13 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 323 | 2.3 | 10509 | 1.8 | 17.4 |
| NØ | 60 | 12 | 72 | 105 | 201 | 52 | 9 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 459 | 3.3 | 18444 | 3.2 | 31.2 |
| Ø | 75 | 14 | 73 | 125 | 285 | 114 | 28 | 7 | 12 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 674 | 4.9 | 33647 | 5.9 | 35.1 |
| Ø | 90 | 16 | 82 | 135 | 345 | 144 | 59 | 80 | 28 | 24 | 18 | 0 | 0 | 0 | 931 | 6.7 | 60685 | 10.6 | 45.3 |
| Ø | 105 | 17 | 69 | 124 | 190 | 44 | 53 | 89 | 38 | 29 | 6 | 0 | 0 | 0 | 659 | 4.8 | 46365 | 8.1 | 43.8 |
| SØ | 120 | 12 | 97 | 113 | 117 | 40 | 29 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 419 | 3.0 | 16017 | 2.8 | 24.0 |
| SØ | 135 | 21 | 97 | 117 | 89 | 21 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 352 | 2.5 | 10009 | 1.8 | 20.4 |
| SØ | 150 | 19 | 94 | 131 | 86 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 336 | 2.4 | 8189 | 1.4 | 17.3 |
| S | 165 | 23 | 127 | 118 | 133 | 14 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 420 | 3.0 | 11215 | 2.0 | 27.1 |
| S | 180 | 23 | 140 | 170 | 187 | 52 | 16 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 599 | 4.3 | 20330 | 3.6 | 26.6 |
| S | 195 | 26 | 173 | 216 | 407 | 173 | 72 | 28 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1098 | 7.9 | 49097 | 8.6 | 25.5 |
| SV | 210 | 25 | 170 | 266 | 622 | 330 | 145 | 28 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1589 | 11.5 | 79509 | 13.9 | 25.4 |
| SV | 225 | 13 | 184 | 283 | 640 | 246 | 24 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1392 | 10.1 | 56948 | 10.0 | 24.2 |
| SV | 240 | 20 | 155 | 250 | 557 | 76 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1064 | 7.7 | 37600 | 6.6 | 17.4 |
| V | 255 | 17 | 144 | 177 | 335 | 56 | 18 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 766 | 5.5 | 28462 | 5.0 | 24.2 |
| V | 270 | 23 | 130 | 154 | 216 | 72 | 22 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 628 | 4.5 | 23819 | 4.2 | 24.6 |
| V | 285 | 14 | 102 | 103 | 123 | 23 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 385 | 2.8 | 12696 | 2.2 | 19.6 |
| NV | 300 | 28 | 82 | 114 | 108 | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 344 | 2.5 | 9081 | 1.6 | 15.3 |
| NV | 315 | 11 | 100 | 91 | 99 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 319 | 2.3 | 8905 | 1.6 | 12.5 |
| NV | 330 | 10 | 68 | 72 | 45 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 201 | 1.5 | 5058 | 0.9 | 12.9 |
| N | 345 | 5 | 61 | 48 | 40 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 165 | 1.2 | 4370 | 0.8 | 18.3 |
| Antall obs | | 395 | 2466 | 3182 | 5239 | 1557 | 516 | 289 | 91 | 71 | 24 | 0 | 0 | 0 | 13830 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| % | | 2.9 | 17.8 | 23.0 | 37.9 | 11.3 | 3.7 | 2.1 | 0.7 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabell 4.3.4. Strømhastighet og retningsmatrise av strømdata fra 15m-vest.

| 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 | % | m ³ /m ² | % | cm/s |
| N | 0 | 12 | 66 | 52 | 70 | 12 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 225 | 1.6 | 7307 | 1.4 | 17.5 |
| N | 15 | 13 | 75 | 65 | 65 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 226 | 1.6 | 5708 | 1.1 | 15.2 |
| NØ | 30 | 9 | 92 | 63 | 72 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 249 | 1.8 | 6574 | 1.3 | 13.1 |
| NØ | 45 | 15 | 90 | 87 | 102 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 313 | 2.3 | 8643 | 1.7 | 12.9 |
| NØ | 60 | 13 | 92 | 127 | 127 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 371 | 2.7 | 10398 | 2.0 | 17.8 |
| Ø | 75 | 13 | 87 | 117 | 215 | 57 | 67 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 564 | 4.1 | 25741 | 5.0 | 25.0 |
| Ø | 90 | 11 | 88 | 135 | 301 | 136 | 108 | 47 | 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 847 | 6.1 | 48966 | 9.5 | 30.2 |
| Ø | 105 | 10 | 70 | 141 | 253 | 152 | 83 | 65 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 783 | 5.7 | 45817 | 8.9 | 29.2 |
| SØ | 120 | 13 | 112 | 123 | 144 | 38 | 41 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 479 | 3.5 | 18623 | 3.6 | 24.3 |
| SØ | 135 | 14 | 97 | 104 | 103 | 24 | 10 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 360 | 2.6 | 11874 | 2.3 | 27.5 |
| SØ | 150 | 22 | 103 | 102 | 73 | 12 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 320 | 2.3 | 8508 | 1.7 | 25.1 |
| S | 165 | 21 | 116 | 115 | 91 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 349 | 2.5 | 8224 | 1.6 | 13.4 |
| S | 180 | 27 | 168 | 187 | 139 | 11 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 536 | 3.9 | 13482 | 2.6 | 24.7 |
| S | 195 | 24 | 219 | 275 | 291 | 51 | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 876 | 6.3 | 27096 | 5.3 | 24.9 |
| SV | 210 | 22 | 260 | 379 | 574 | 230 | 99 | 27 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1595 | 11.5 | 67661 | 13.1 | 28.0 |
| SV | 225 | 32 | 233 | 401 | 832 | 263 | 79 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1842 | 13.3 | 75672 | 14.7 | 20.3 |
| SV | 240 | 24 | 197 | 362 | 550 | 118 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1275 | 9.2 | 45233 | 8.8 | 18.8 |
| V | 255 | 16 | 156 | 249 | 314 | 97 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 849 | 6.1 | 29453 | 5.7 | 19.8 |
| V | 270 | 26 | 140 | 139 | 169 | 72 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 558 | 4.0 | 18592 | 3.6 | 19.4 |
| V | 285 | 17 | 103 | 110 | 121 | 26 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 380 | 2.7 | 11181 | 2.2 | 17.9 |
| NV | 300 | 14 | 102 | 83 | 63 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 267 | 1.9 | 6157 | 1.2 | 14.3 |
| NV | 315 | 10 | 100 | 60 | 38 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 216 | 1.6 | 5080 | 1.0 | 18.4 |
| NV | 330 | 15 | 56 | 47 | 40 | 5 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 175 | 1.3 | 5090 | 1.0 | 19.9 |
| N | 345 | 16 | 71 | 52 | 28 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 175 | 1.3 | 3964 | 0.8 | 17.6 |
| Antall obs | | 409 | 2893 | 3575 | 4775 | 1371 | 596 | 173 | 37 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13830 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| % | | 3.0 | 20.9 | 25.8 | 34.5 | 9.9 | 4.3 | 1.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4.4 Strømmens hastighetsfordeling

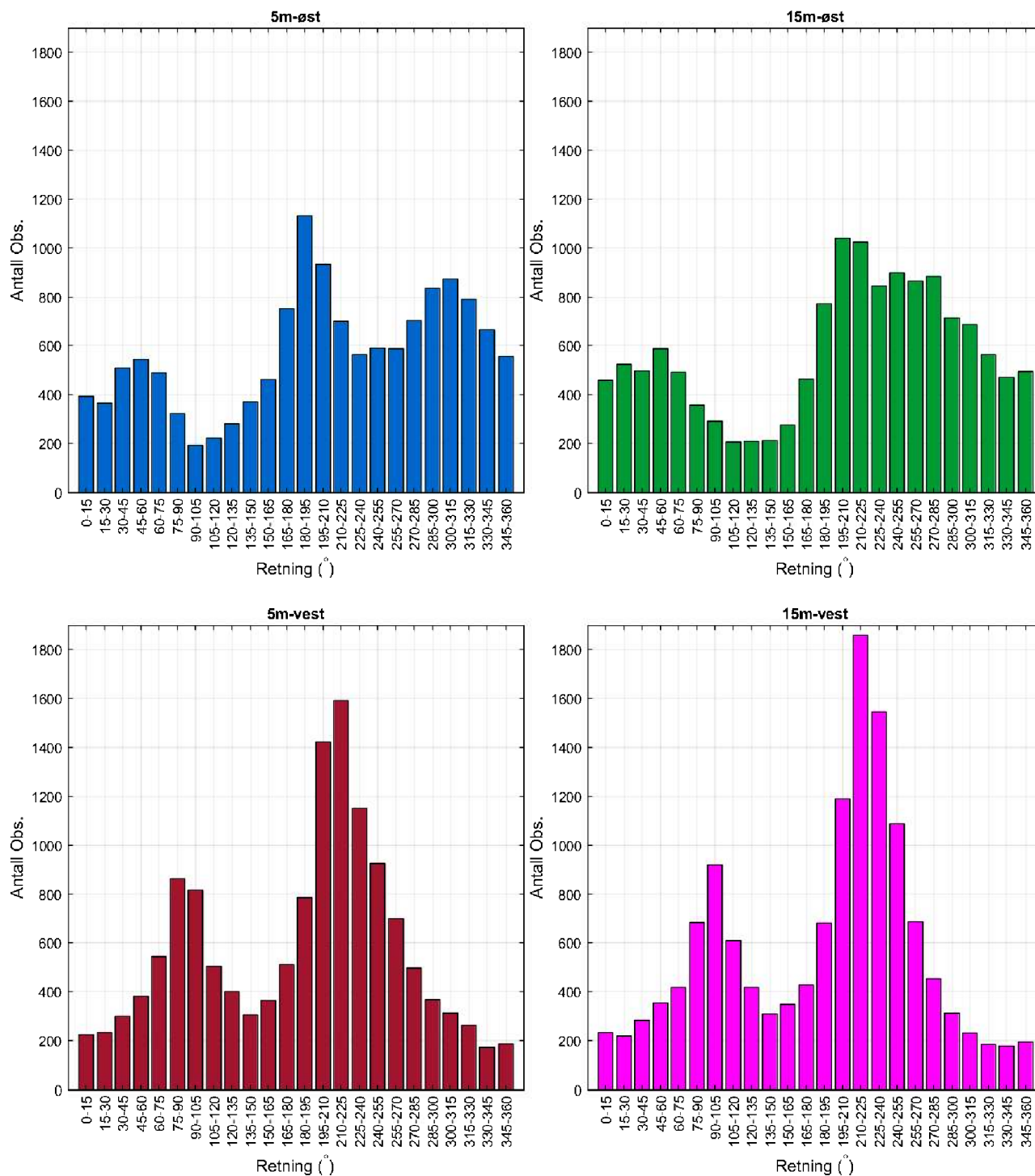
Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning er oppgitt under.



Figur 4.4.1. Strømmens hastighetsfordeling på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest. Antall registreringer på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.

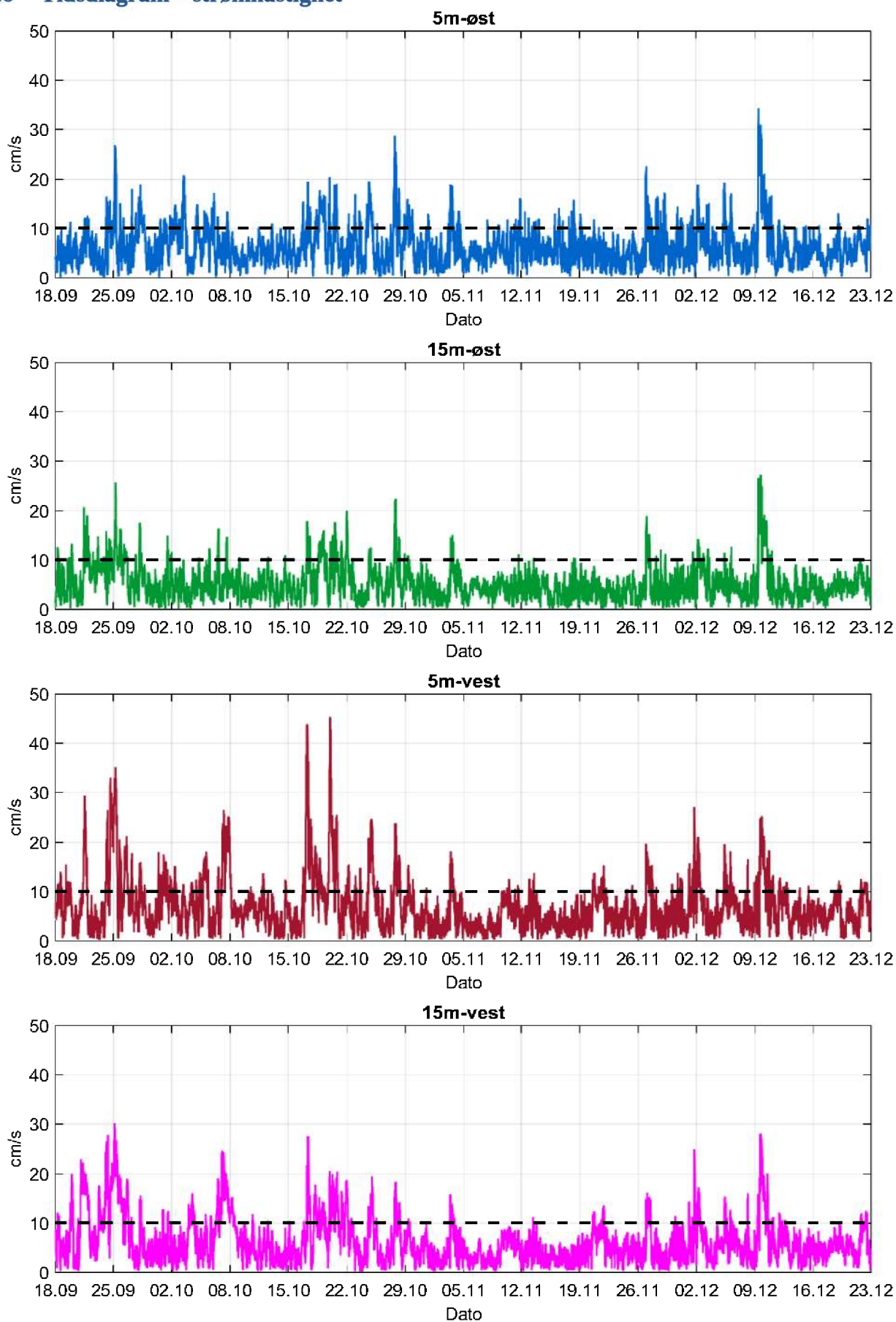
4.5 Strømmens retningsfordeling

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



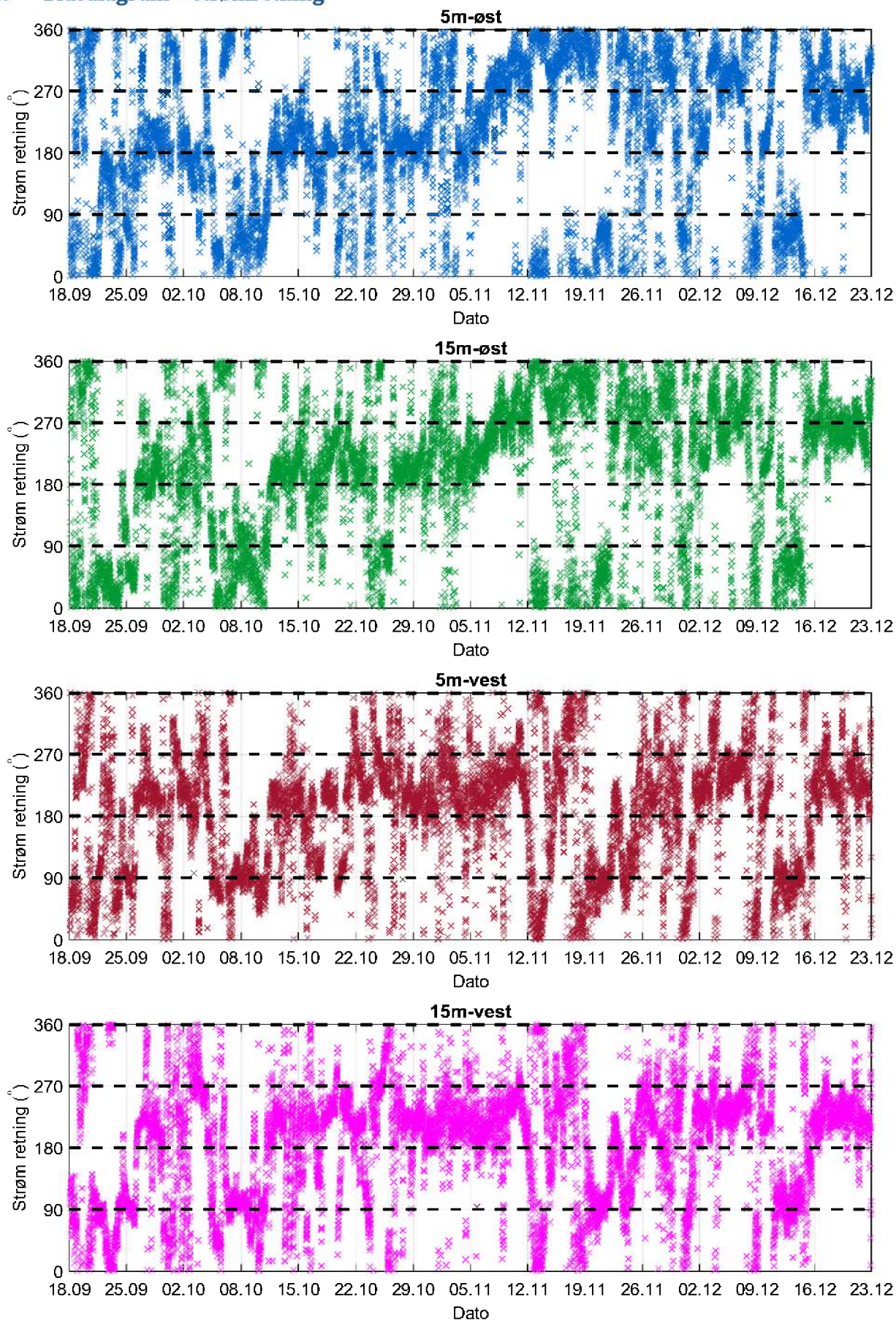
Figur 4.5.1. Strømmens retningsfordeling på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest. Antall registreringer på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.

4.6 Tidsdiagram – strømhastighet



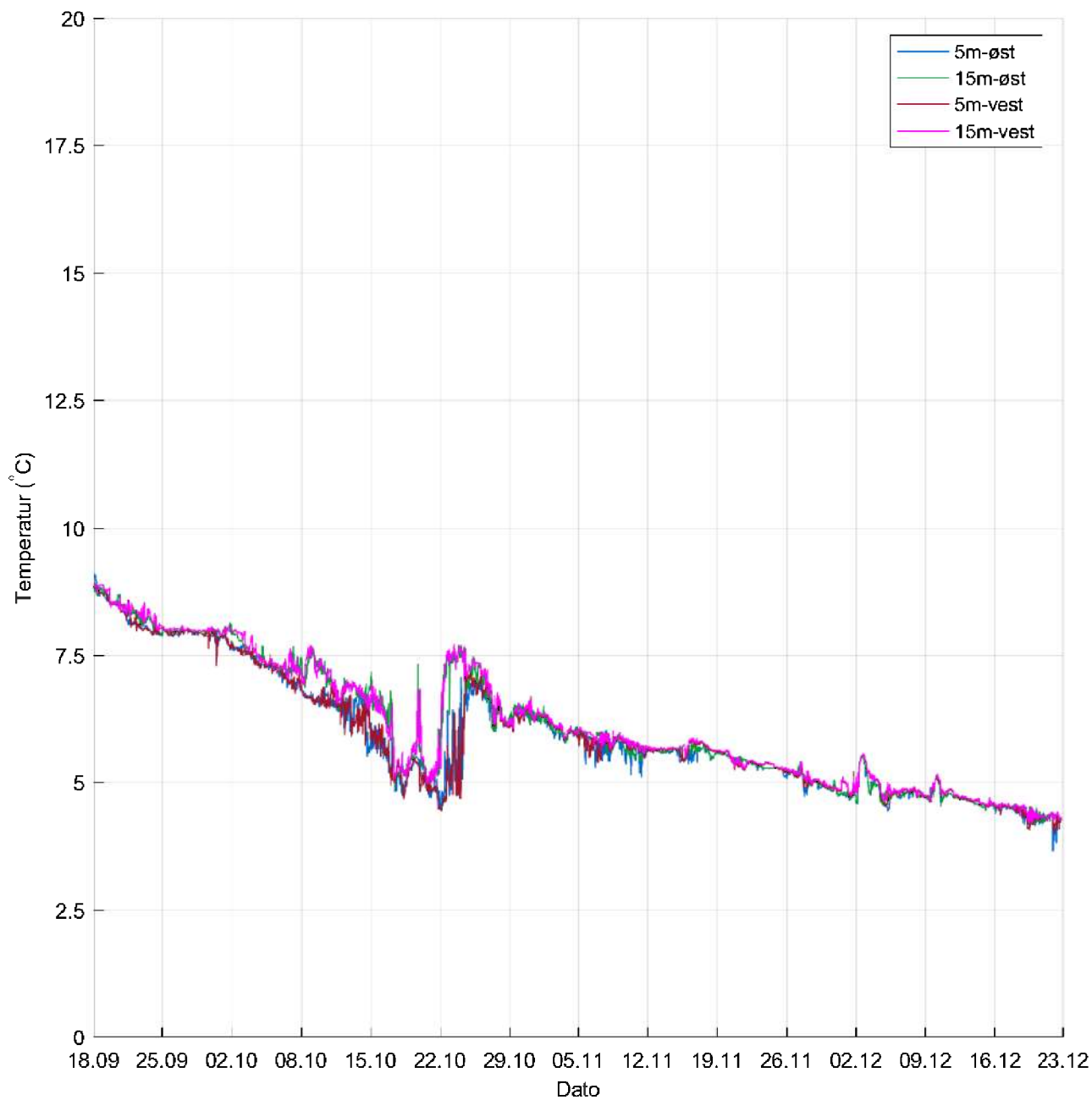
Figur 4.6.1. Tidsdiagram av strømhastighet på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest. Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.

4.7 Tidsdiagram – strømretning



Figur 4.7.1. Tidsdiagram av strømretning på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest. Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.

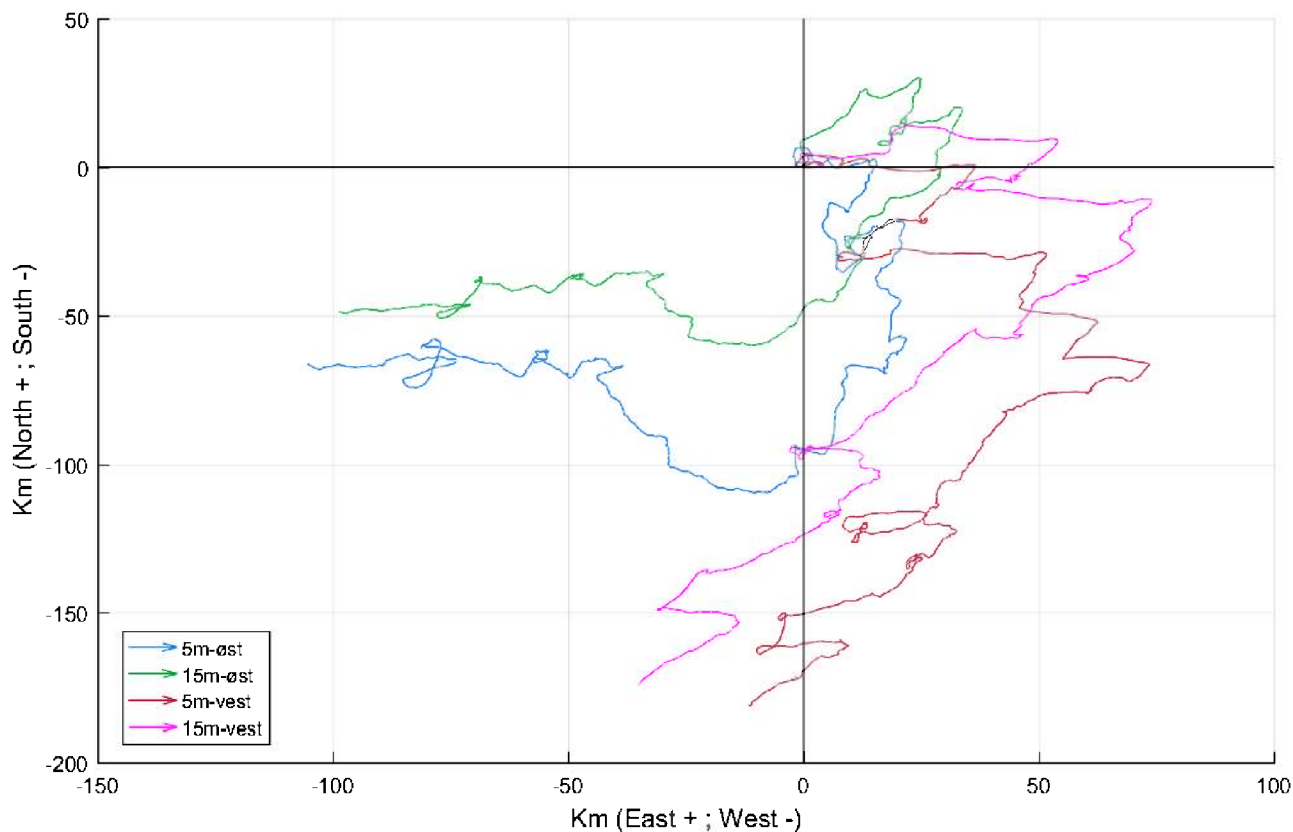
4.8 Tidsdiagram – temperatur



Figur 4.8.1. Tidsdiagram av temperatur på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest. Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.

4.9 Progressivt vektordiagram

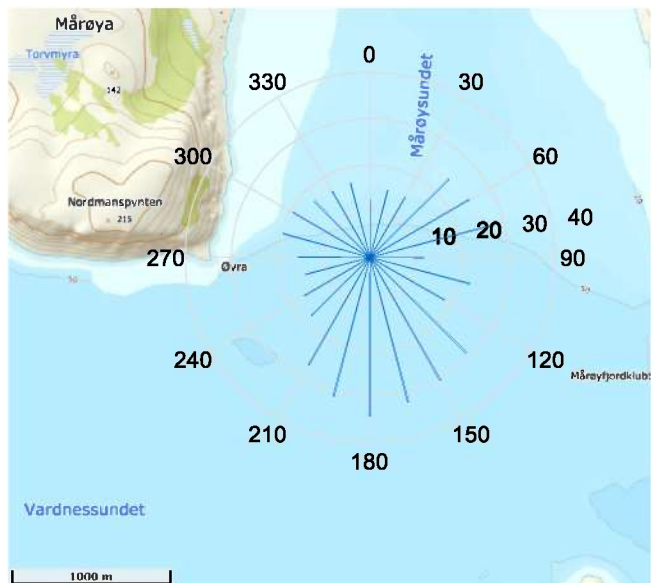
Diagrammet viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmålerens posisjon ved målestart, vil drive av sted i løpet av måleperioden. Dette gir en indikasjon på vannskiftning i måleperioden.



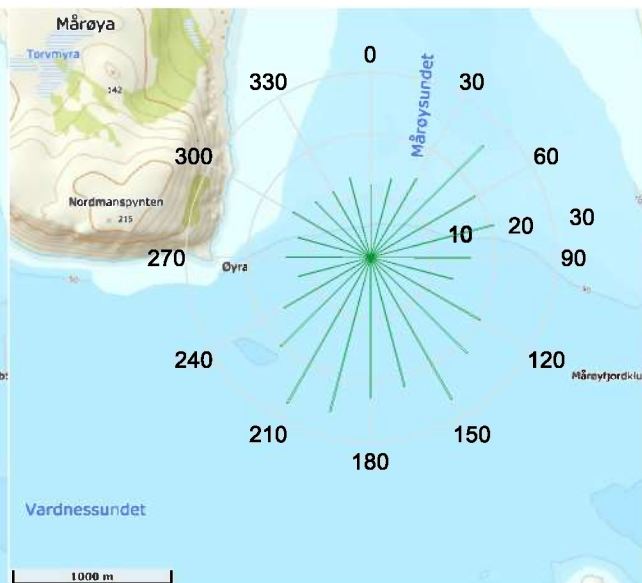
Figur 4.9.1. Progressivt vektordiagram på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest.

4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet

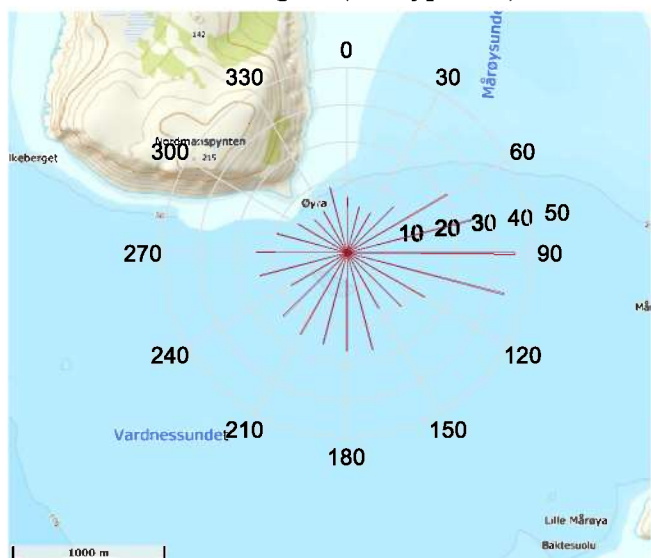
Maksimal strømhastighet (5m dyp, øst).



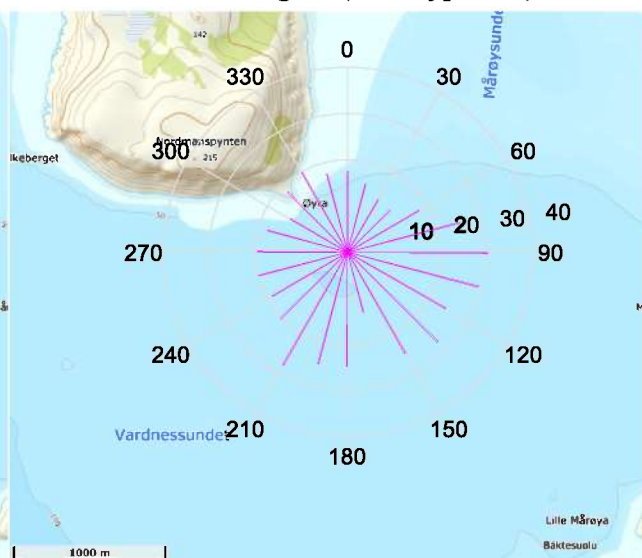
Maksimal strømhastighet (15m dyp, øst).



Maksimal strømhastighet (5m dyp, vest).



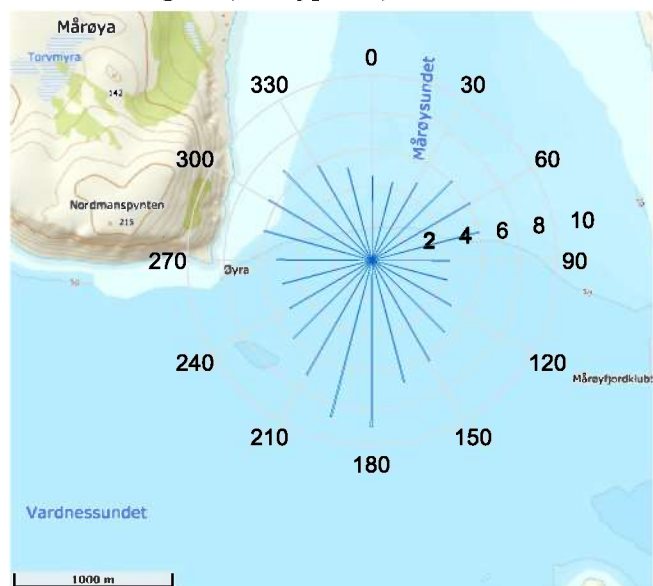
Maksimal strømhastighet (15m dyp, vest).



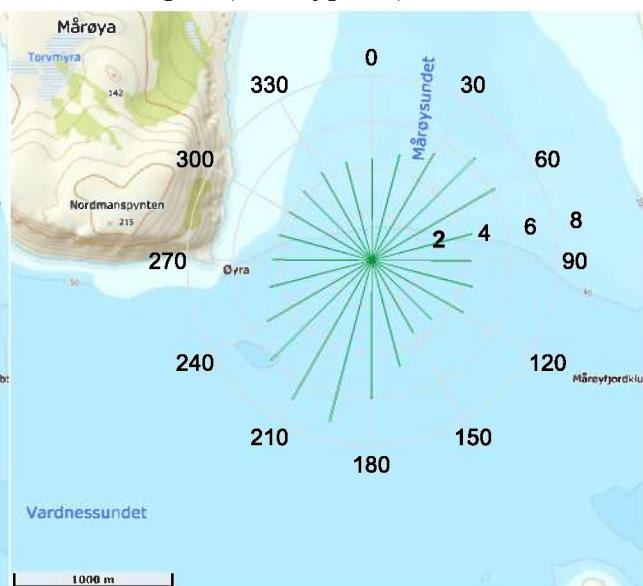
Figur 4.10.1. Fordelingsdiagram for maksimal strømhastighet på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest. Figurene viser maksimal strømhastighet (cm/s) for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden.

4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet

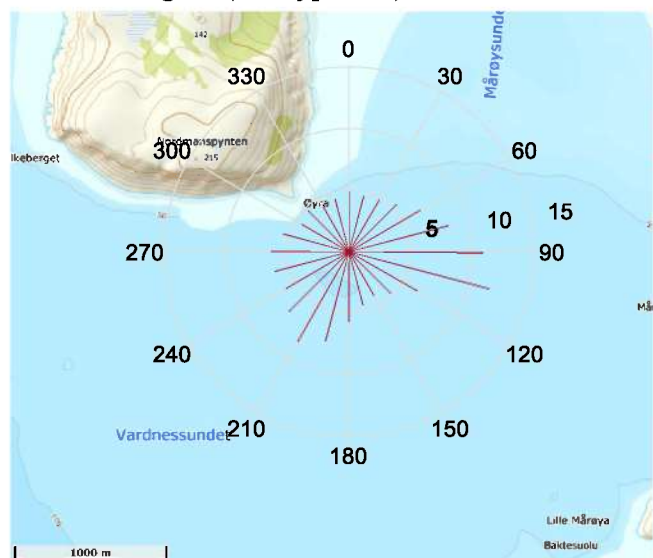
Middelhastighet (5m dyp, øst).



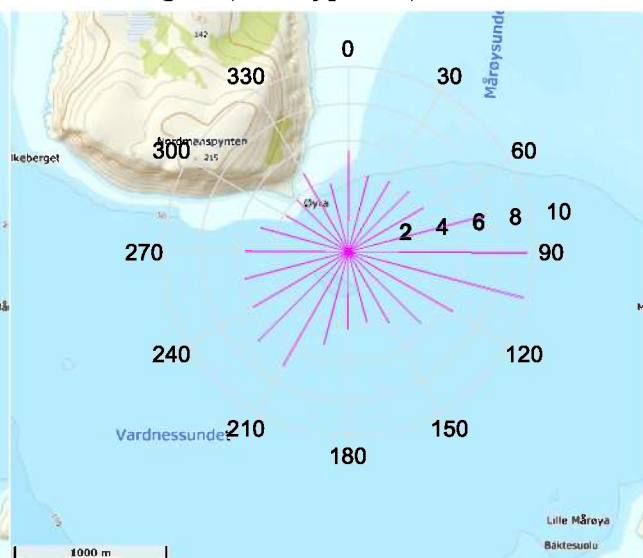
Middelhastighet (15m dyp, øst).



Middelhastighet (5m dyp, vest).



Middelhastighet (15m dyp, vest).

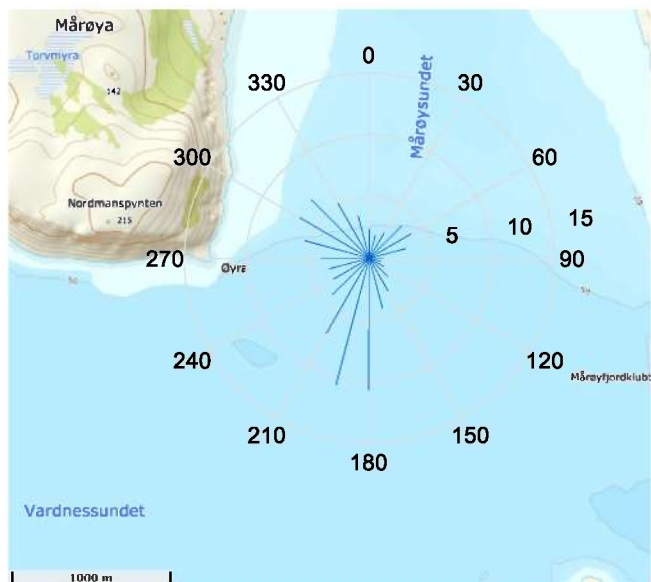


Figur 4.11.1. Fordelingsdiagram for middelhastighet på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest. Figurene viser middelhastigheter (cm/s) for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden.

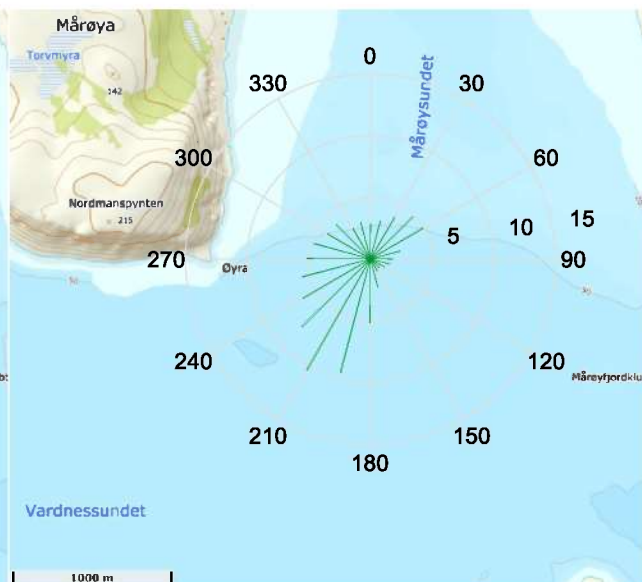
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks

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.

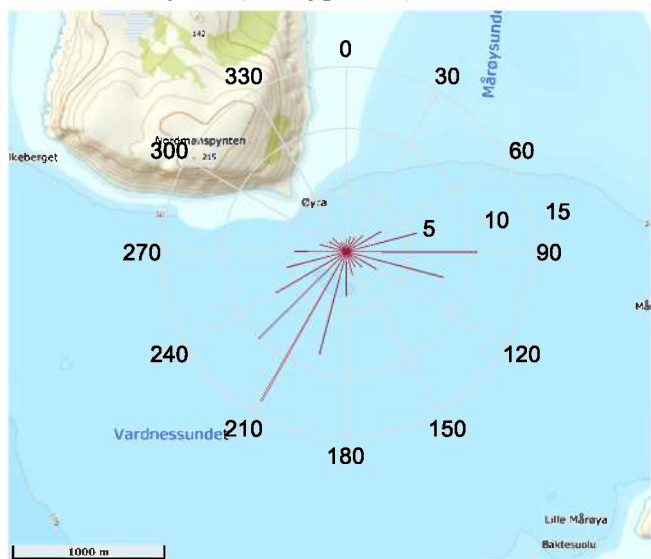
Relativ vannfluks (5m dyp, øst).



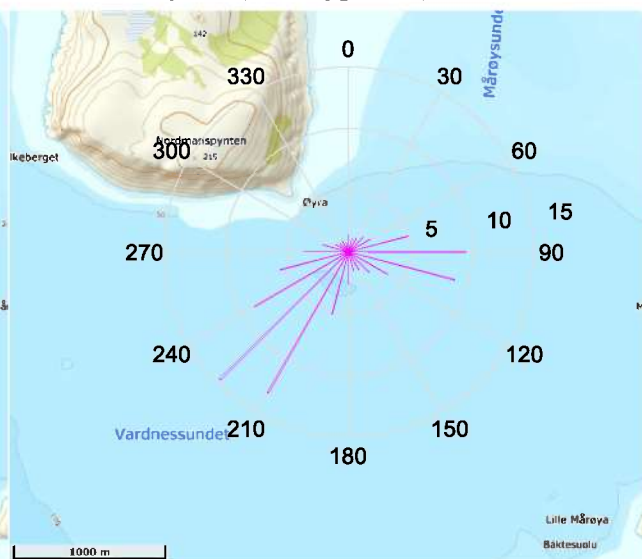
Relativ vannfluks (15m dyp, øst).



Relativ vannfluks (5m dyp, vest).



Relativ vannfluks (15m dyp, vest).

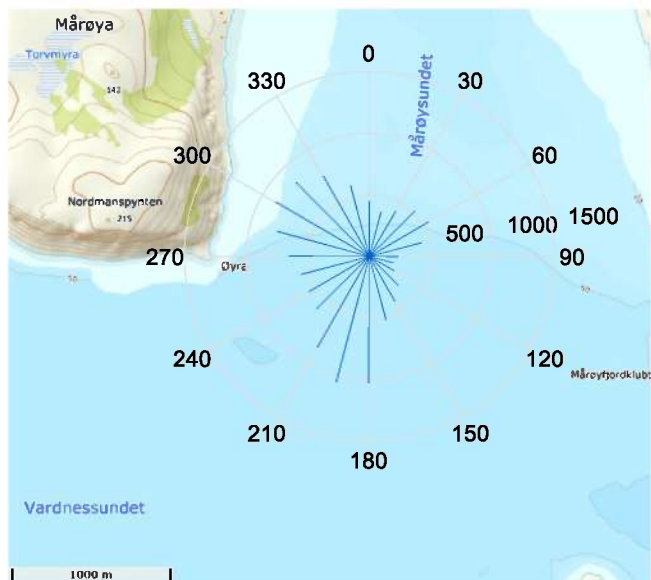


Figur 4.12.1. Fordelingsdiagram for relativ vannfluks for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest.

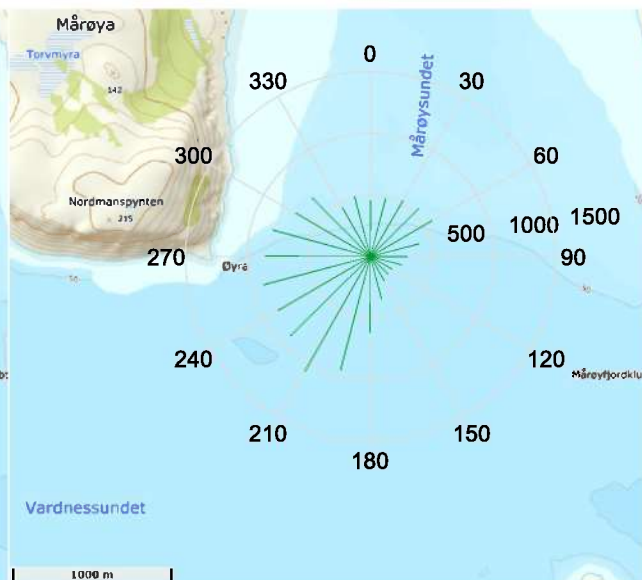
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner

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

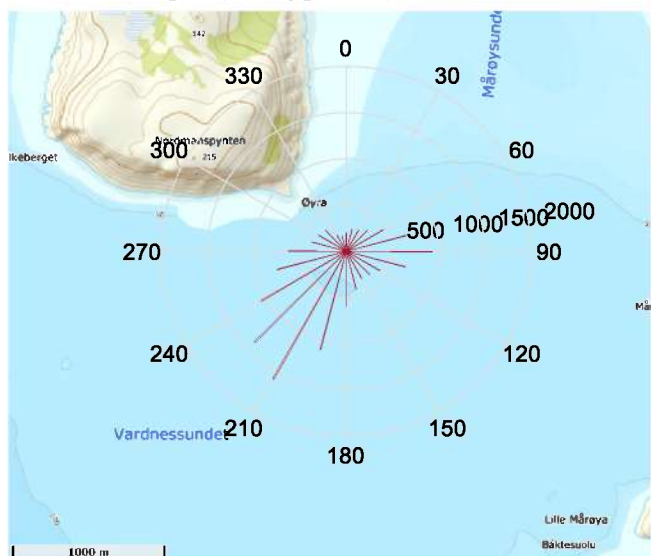
Antall målinger (5m dyp, øst).



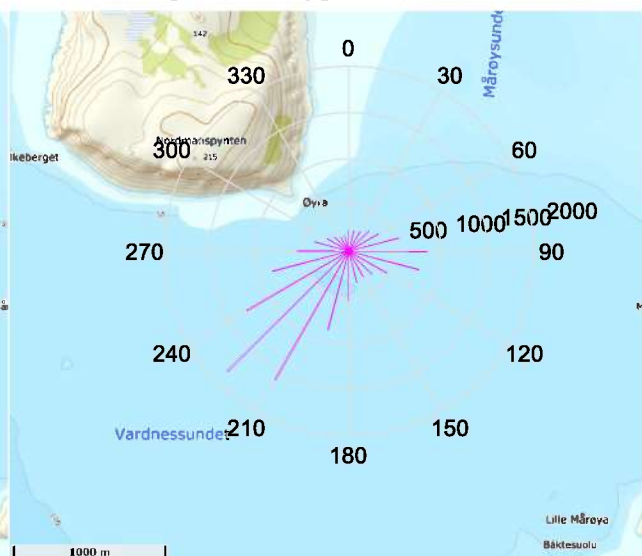
Antall målinger (15m dyp, øst).



Antall målinger (5m dyp, vest).



Antall målinger (15m dyp, vest).



Figur 4.13.1. Fordelingsdiagram for antall observasjoner for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden på 5m-øst, 15m-øst, 5m-vest og 15m-vest.

4.14 Maksimal strømshastighet for 8 retningssektorer

Tabell 4.14.1. Maksimal strømshastighet (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-øst | 16.6 | 24.7 | 26.8 | 30.6 | 34.3 | 26.7 | 19.5 | 19.2 |
| 15m-øst | 13.3 | 25.7 | 20.6 | 26.5 | 25.9 | 27.2 | 13.8 | 14.6 |
| 5m-vest | 18.3 | 31.2 | 45.3 | 24.0 | 27.1 | 25.4 | 24.6 | 15.3 |
| 15m-vest | 17.6 | 17.8 | 30.2 | 27.5 | 24.9 | 28.0 | 19.8 | 19.9 |

4.15 Gjennomsnittlig strømshastighet for 8 retningssektorer

Tabell 4.15.1. Gjennomsnittlig strømshastighet (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-øst | 4.7 | 5.7 | 5.1 | 5.7 | 8.5 | 6.2 | 5.5 | 6.4 |
| 15m-øst | 4.5 | 5.9 | 4.4 | 3.9 | 6.4 | 6.1 | 4.3 | 4.2 |
| 5m-vest | 4.7 | 5.8 | 10.4 | 5.2 | 6.3 | 7.2 | 6.1 | 4.4 |
| 15m-vest | 4.5 | 4.6 | 9.2 | 5.6 | 4.6 | 6.7 | 5.5 | 4.1 |

4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer

Tabell 4.16.1. 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-øst | 1418 | 1492 | 868 | 976 | 2605 | 2014 | 1992 | 2463 |
| 15m-øst | 1443 | 1648 | 968 | 626 | 1917 | 2841 | 2563 | 1822 |
| 5m-vest | 610 | 1044 | 2264 | 1107 | 2117 | 4045 | 1779 | 864 |
| 15m-vest | 626 | 933 | 2194 | 1159 | 1761 | 4712 | 1787 | 658 |

4.17 Relativ vannutskiftning for 8 retningssektorer

Tabell 4.17.1. 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-øst | 7.7 | 9.9 | 5.1 | 6.4 | 25.5 | 14.5 | 12.6 | 18.2 |
| 15m-øst | 9.1 | 13.7 | 6.0 | 3.4 | 17.1 | 24.5 | 15.6 | 10.7 |
| 5m-vest | 3.0 | 6.4 | 24.6 | 6.0 | 14.1 | 30.5 | 11.4 | 4.0 |
| 15m-vest | 3.3 | 5.0 | 23.4 | 7.6 | 9.5 | 36.6 | 11.5 | 3.2 |

4.18 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer ved 5m- og 15m-øst

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 maksmålingen.

Tabell 4.18.1. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m-øst.

| | Retning | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | N | NØ | Ø | SØ | S | SV | V | NV |
| Strøm | 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) | 16.6 | 24.7 | 26.8 | 30.6 | 34.3 | 26.7 | 19.5 | 19.2 |
| Retning (°) | 349 | 67 | 72 | 147 | 178 | 208 | 285 | 298 |
| 10-år (cm/s) | 27 | 41 | 44 | 50 | 57 | 44 | 32 | 32 |
| 50-år (cm/s) | 31 | 46 | 50 | 57 | 63 | 49 | 36 | 36 |

Tabell 4.18.2. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 15m-øst.

| | Retning | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | N | NØ | Ø | SØ | S | SV | V | NV |
| Strøm | 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) | 13.3 | 25.7 | 20.6 | 26.5 | 25.9 | 27.2 | 13.8 | 14.6 |
| Retning (°) | 350 | 41 | 68 | 155 | 202 | 205 | 272 | 296 |
| 10-år (cm/s) | 22 | 42 | 34 | 44 | 43 | 45 | 23 | 24 |
| 50-år (cm/s) | 25 | 47 | 38 | 49 | 48 | 50 | 25 | 27 |

4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 5m- og 15m-vest

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 maksmålingen.

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

| | Retning | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | N | NØ | Ø | SØ | S | SV | V | NV |
| Strøm | 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) | 18.3 | 31.2 | 45.3 | 24.0 | 27.1 | 25.4 | 24.6 | 15.3 |
| Retning (°) | 338 | 67 | 86 | 115 | 167 | 209 | 266 | 293 |
| 10-år (cm/s) | 30 | 51 | 75 | 40 | 45 | 42 | 41 | 25 |
| 50-år (cm/s) | 34 | 58 | 84 | 44 | 50 | 47 | 46 | 28 |

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

| | Retning | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | N | NØ | Ø | SØ | S | SV | V | NV |
| Strøm | 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) | 17.6 | 17.8 | 30.2 | 27.5 | 24.9 | 28.0 | 19.8 | 19.9 |
| Retning (°) | 352 | 66 | 96 | 139 | 195 | 207 | 251 | 324 |
| 10-år (cm/s) | 29 | 29 | 50 | 45 | 41 | 46 | 33 | 33 |
| 50-år (cm/s) | 33 | 33 | 56 | 51 | 46 | 52 | 37 | 37 |

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 for hvert dyp.

| | 5m-øst | 15m-øst | 5m-vest | 15m-vest |
|-----------|-----------------------|---------|---------|----------|
| Persentil | Strømhastighet (cm/s) | | | |
| 1 | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
| 10 | 2.2 | 1.7 | 2.0 | 1.9 |
| 20 | 3.2 | 2.5 | 2.9 | 2.7 |
| 30 | 4.0 | 3.2 | 3.8 | 3.4 |
| 40 | 4.7 | 3.9 | 4.7 | 4.2 |
| 50 | 5.5 | 4.5 | 5.6 | 5.0 |
| 60 | 6.3 | 5.2 | 6.7 | 5.9 |
| 70 | 7.4 | 6.0 | 8.0 | 7.2 |
| 80 | 8.8 | 7.2 | 9.6 | 8.9 |
| 90 | 11.2 | 9.3 | 13.0 | 12.5 |
| 95 | 13.5 | 11.6 | 17.3 | 15.9 |
| 99 | 18.8 | 17.0 | 26.8 | 21.7 |

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.

| | 5m-øst | 15m-øst | 5m-vest | 15m-vest |
|-----------------------|-------------|---------|---------|----------|
| Strømhastighet (cm/s) | Prosent (%) | | | |
| 1 | 98.0 | 96.4 | 97.1 | 97.0 |
| 3 | 81.9 | 73.2 | 79.3 | 76.1 |
| 10 | 13.9 | 8.2 | 18.4 | 15.7 |
| 20 | 0.8 | 0.4 | 3.4 | 1.5 |
| 30 | 0.03 | 0 | 0.7 | 0.01 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4.22 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 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 , som benyttes i forbindelse med tidevannstabeller.

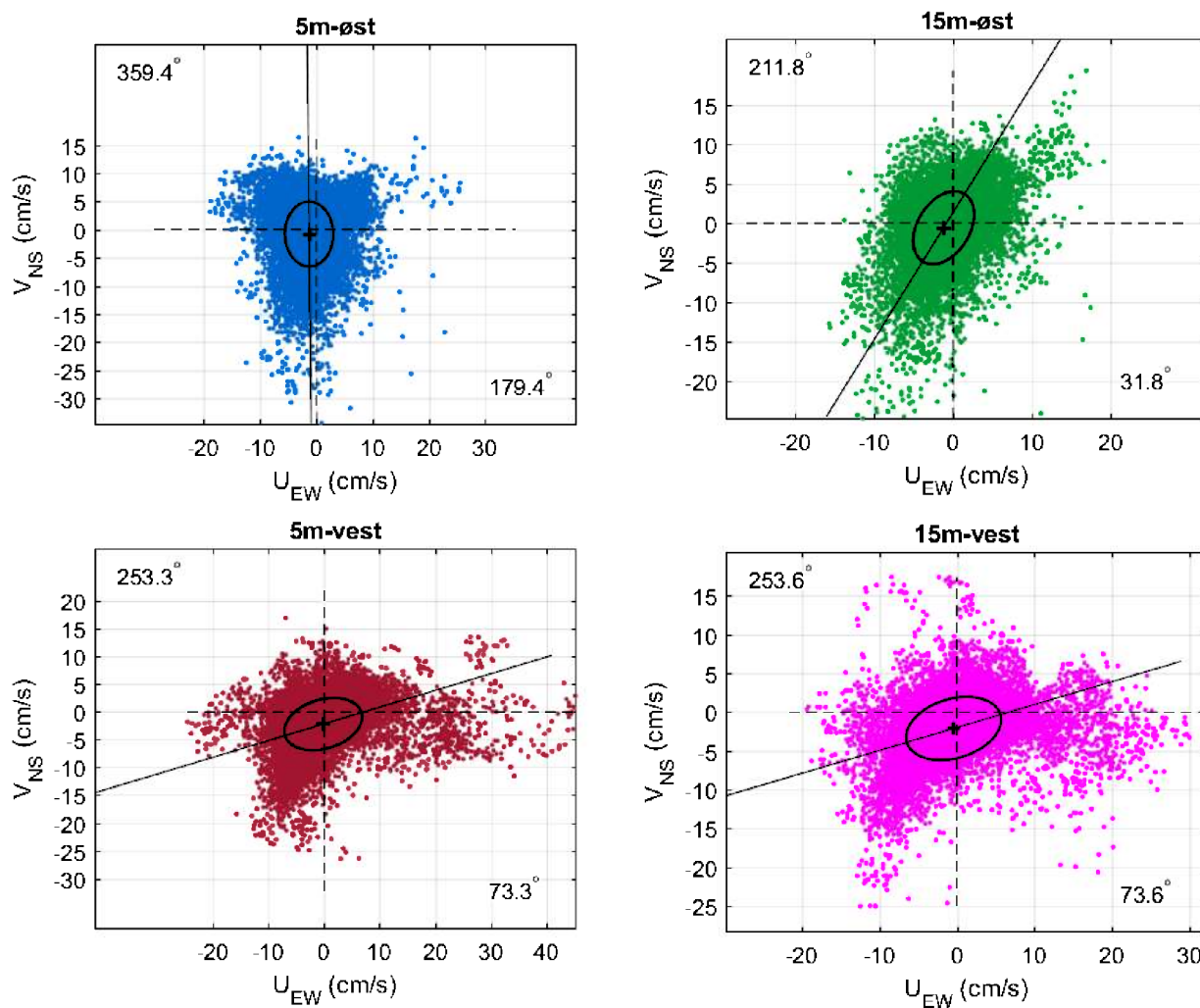
Målt strøm er splittet i øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) komponenter for å vurdere spredning av (variasjon i) strømdata på de forskjellige dypene (Emery & Thomson, 2001). Krysset markerer gjennomsnittsverdien for hastighetskomponentene og reflekterer den effektive transporthastigheten med tilhørende retning, som er oppgitt i Figur 4.22.1. Strømmellipsens store halvakse (hovedakse) markerer retningen der variasjonen er størst.

Tabell 4.22.1. Bidrag til strøm fra tidevannsanalyse av målte data.

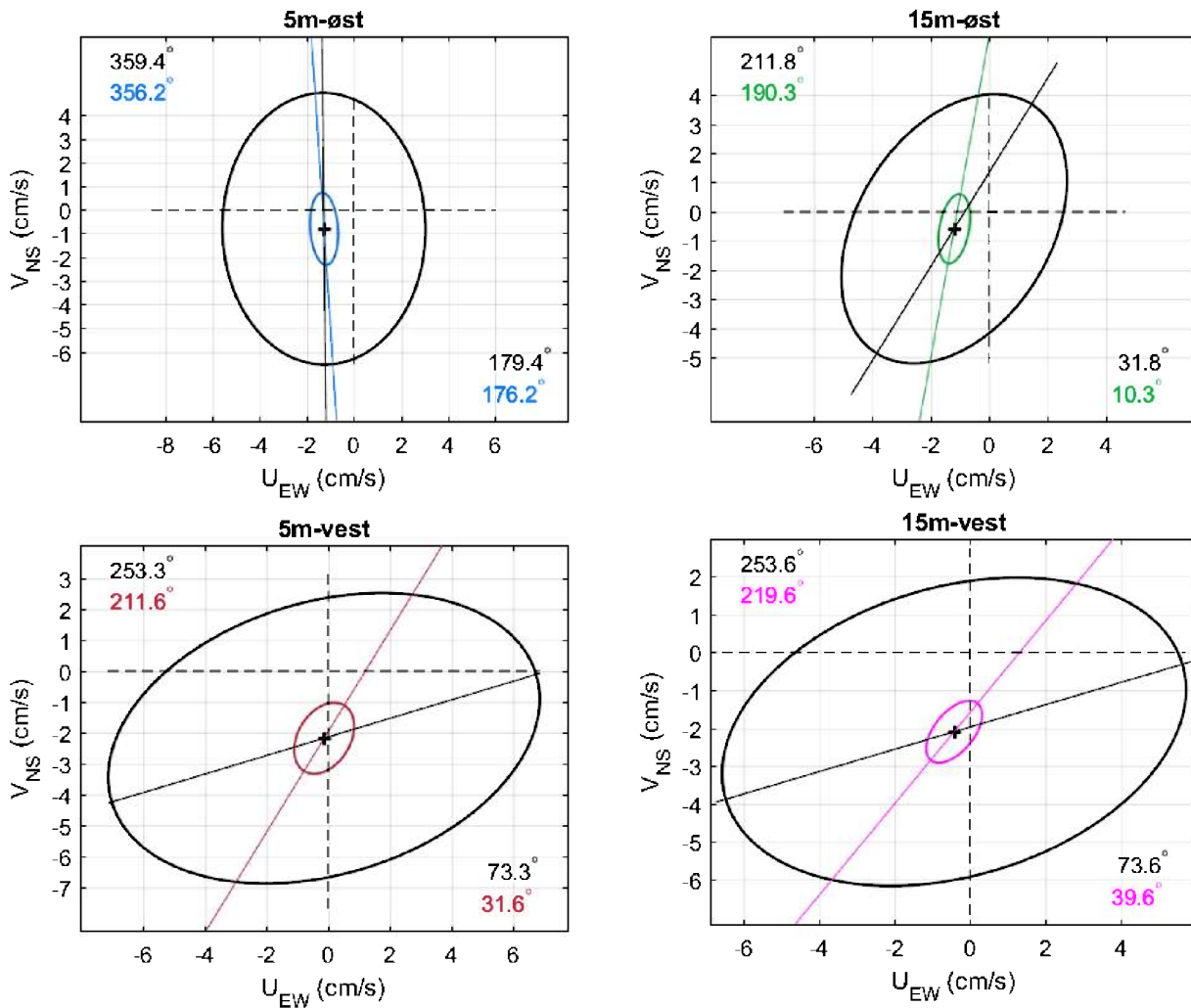
| Måledyp | 5m-øst | 15m-øst | 5m-vest | 15m-vest |
|-------------|--------|---------|---------|----------|
| Prosent (%) | 16.7 | 15.9 | 12.5 | 9.9 |

Tabell 4.22.2. Bidrag til strøm fra tidevannskomponentene M_2 , S_2 , N_2 , O_1 og K_1 .

| Måledyp | 5m-øst | 15m-øst | 5m-vest | 15m-vest |
|-------------|--------|---------|---------|----------|
| Prosent (%) | 12.7 | 12.5 | 7.4 | 6.8 |



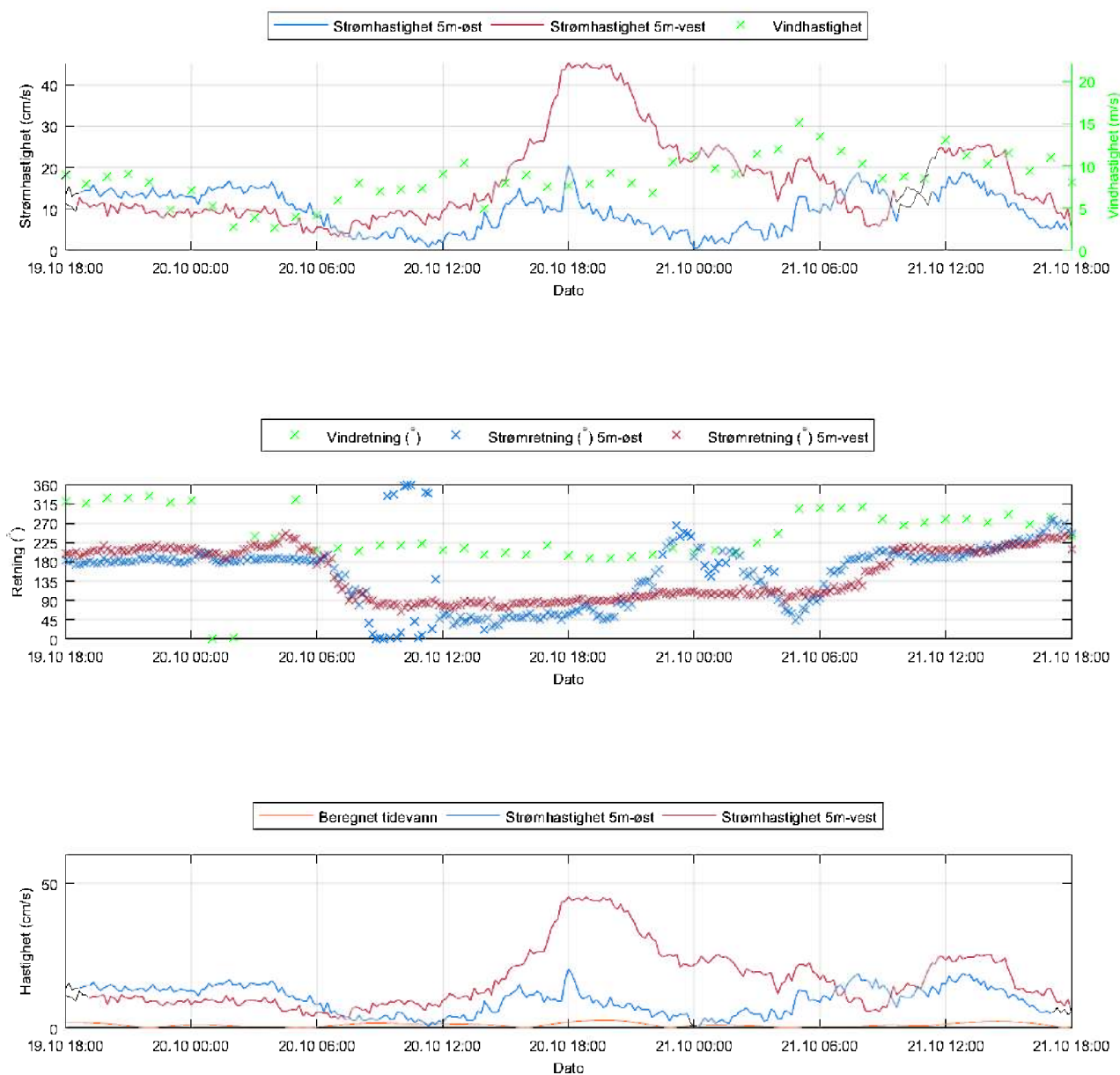
Figur 4.22.1. $U_{EW} - V_{NS}$ punktdiagram med tilhørende strøme ellipse. Midtpunktet for strøme ellipse er markert med kryss som også markerer strømmens effektive transporthastighet. Vinklene indikerer den store halvaksens orientering i forhold til nord/sør. Øst – vest og nord – sør aksekors er vist med stiplede linjer.



Figur 4.22.2. $U_{EW} - V_{NS}$ tidevannsellipse (farget linje) vist sammen med strømsellipsen (svart linje). Midtpunktet for strømsellipsene er markert med kryss som også markerer den effektive transporthastigheten. Vinklene indikerer de store halvaksenes orientering i forhold til nord/sør. Øst – vest og nord – sør aksekors er vist med stiplede linjer.

4.23 Todagersperiode

Strømhastighet, strømretning, tidevann og vind er oppgitt i figuren under for en todagersperiode for maksimalstrømmen ved 5m dyp.



Figur 4.23.1. Strømhastighet, strømretning, tidevann og vind for maksimalstrømmen ved 5m dyp.

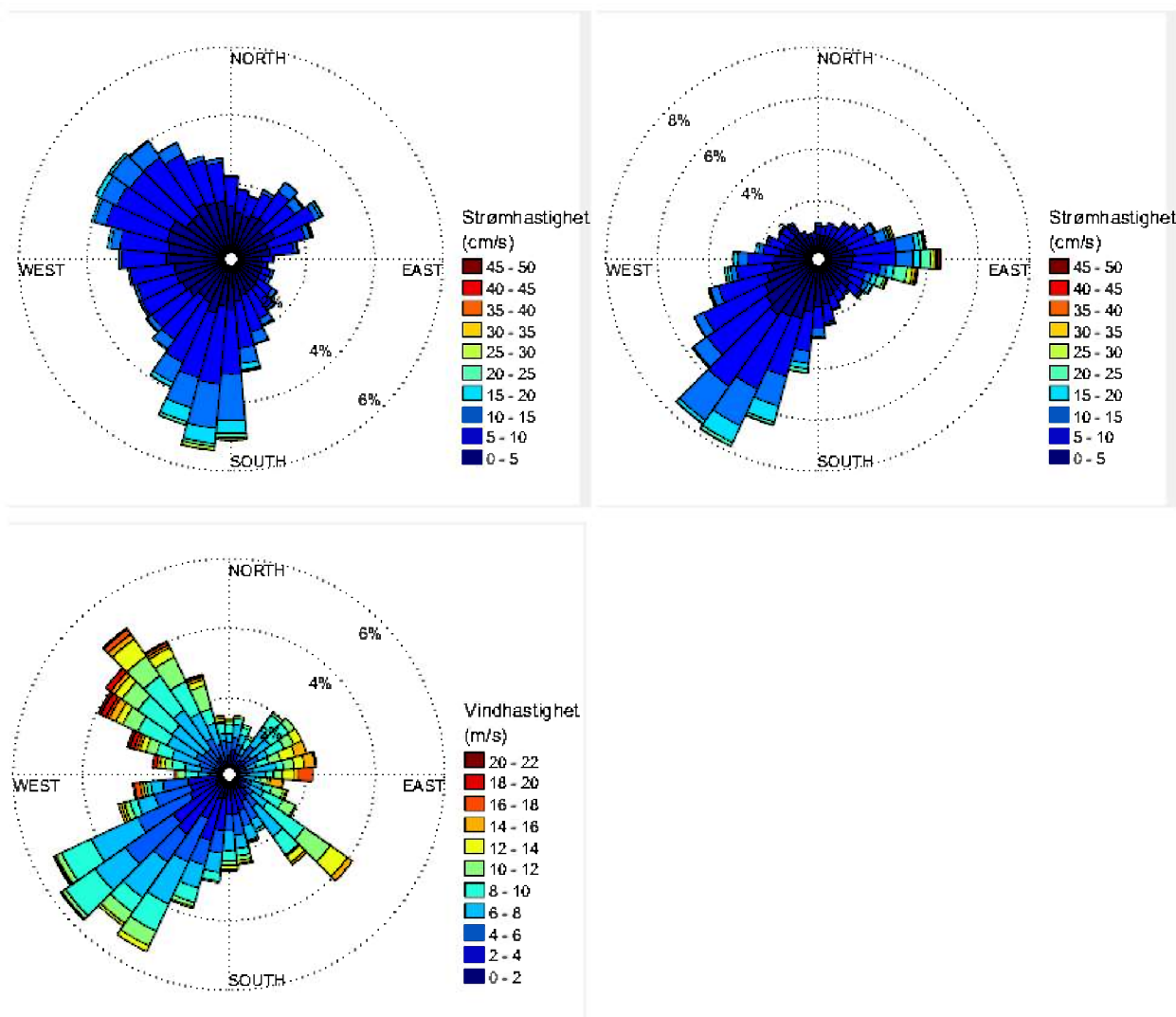
4.24 Vind under måleperioden

Vinddata er hentet fra værstasjon Slettnes fyr, som ligger 50km nordøst for strømmålingsposisjonene (Figur 4.24.3.). Værstasjonen Mehamn lufthavn ligger nærmest (36km nordøst), men det er mangelfulle målinger for aktuell måleperiode og Slettnes fyr er derfor benyttet isteden.

Strømtopper over 26 cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Slettnes fyr fra samme periode. Figur 4.24.2 indikerer hvilke tidspunkter vind på Slettnes fyr og målt strøm hadde omtrent sammenfallende retning.

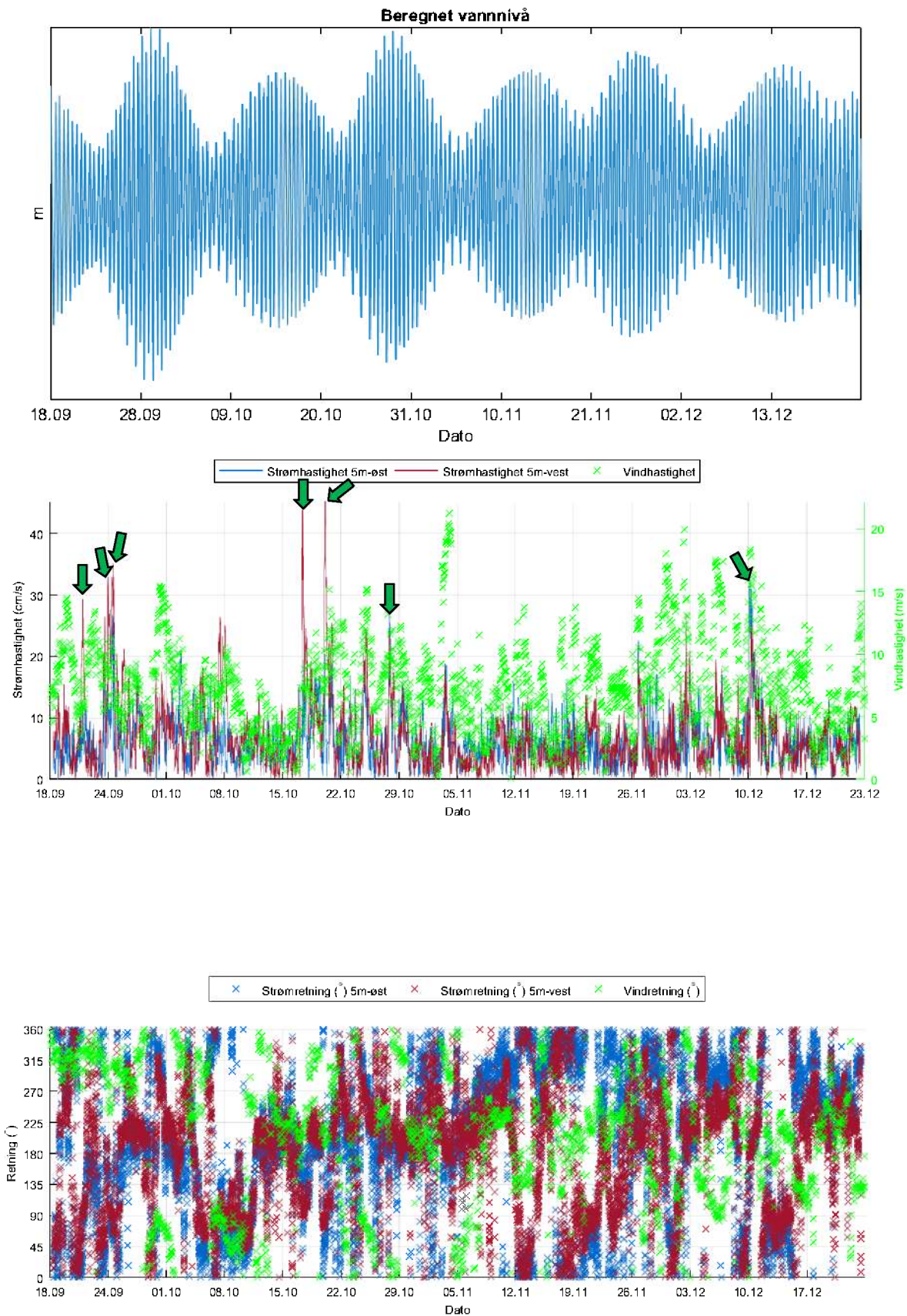
Tabell 4.24.1. Maksimal vindhastighet og prosent av tiden hvor vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

| | N | NØ | Ø | SØ | S | SV | V | NV |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Maksimal vindhastighet (m/s) | 18.9 | 13.7 | 17.5 | 15.4 | 14.0 | 14.5 | 20.4 | 21.2 |
| % tid fra en bestemt retning | 3.4 | 7.9 | 8.8 | 11.4 | 12.2 | 23.4 | 10.1 | 18.8 |



Figur 4.24.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på øverste rad fra 5m-øst (venstre) og 5m-vest (høyre), samt vind (fra retning) på Slettnes fyr (nederste rad) under måleperioden.

Strøm- og vindhastighet og retning er oppgitt i Figur 4.24.2 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen, og for å vurdere om noen strømtopper skyldes vind.



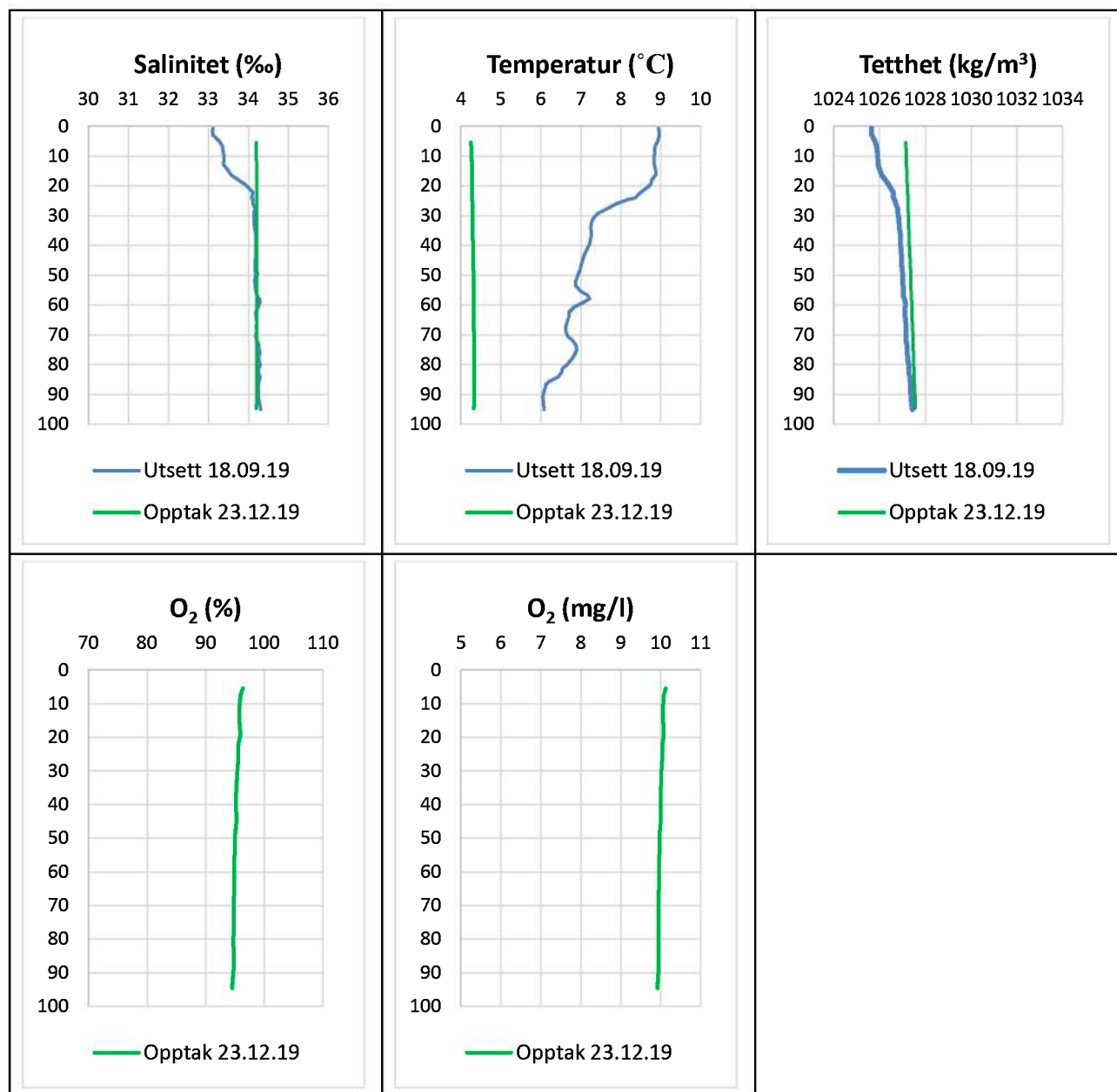
Figur 4.24.2 Øverst beregnet havnivå. Strømhastighet ved 5m-øst og 5m-vest, vindhastighet (Slettnes fyr) samt strøm- og vindretning under måleperioden.



Figur 4.24.3. Posisjonen til Slettnes fyr værstasjon (markert med blå pinne) i forhold til strømmålernes posisjon (markert med rød pinne). Kartet er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy. Kartdatum: WGS84.

4.25 CTD-profil

CTD-profil ble målt i sammenheng med utsett og opptak av strømmålere i samme område som strømriggeren.



Figur 4.25.1. Vertikalprofiler av salinitet, temperatur, tetthet og oksygen. Dypet er indikert langs y-aksen.

5. Diskusjon strøm

Strømmen på Øyra er ofte mot S – NV i østlig posisjon, disse retningene stemmer med orienteringen til Mårøysundet og Mårøyfjorden. I vestlig posisjon er strømmen ofte mot SV og Ø, som stemmer med orienteringen av Vardnessundet og Mårøysundet. Strømmen på Øyra går mot flere retninger på alle dyp og det stemmer med at området bunntopografi er kompleks i området. Strømretning er ikke dominert av to motsatt rettede hovedstrømretninger, men flere ulike retning i løpet av perioden, for østlig posisjon. Vestlig posisjon er dominert av to hovedstrømretninger (SV og Ø). Mest vannutskiftning ved 5m-øst er mot S (25.5%), mot SV ved 15m-øst (24.5%), mot SV ved 5m-vest (30.5%) og mot SV ved 15m-vest (36.6%).

5.1.1 Høye strømmålinger

Maksimalstrømmen har retning mot S/SV i østlig posisjon og mot Ø i vestlig posisjon. Maksimalstrømmen er bare én måling og gir ikke en indikasjon på om strømmen er sterk eller svak i området. Signifikant maksimal strømhastighet er gjennomsnittet av den høyeste tredjedel av målingene og gir en indikasjon om strømstyrken i et område. Signifikant maksimal strømhastighet var 10.5 cm/s ved 5m-øst, 8.8 cm/s ved 15m-øst, 12.5 cm/s ved 5m-vest og 11.2 cm/s ved 15m-vest. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som svak for 5m-øst og som middels sterk for de andre dyp.

Lengste varighet av strømhastighet større enn eller lik 30 cm/s var 20 minutter ved 5m-øst, 0 minutter ved 15m-øst, 310 minutter ved 5m-vest og 10 minutter ved 15m-vest. I den lange perioden med strøm over 30 cm/s ved 5m-vest gikk strømmen mot øst. Det vil si at strømmen gikk gjennom anlegget før måleren ved 5m-øst registrerte strømmen, noe som forklarer hvor det ikke er registrert like lang periode med høy strøm i østlig posisjon. Anlegg i drift slakker ned strømhastigheten betraktelig. I Figur 4.6.1 og Figur 4.23.1 vises forskjellene i strømhastighet, perioden det her er snakk om er mellom 15. oktober og 22. oktober.

Høy strømhastighet oppstår uregelmessig ved måleposisjonene, og varigheten på høye strømhastigheter har ikke tydelig sammenheng med tidevannssyklusen. Høye strømhastighet er ved mange tilfeller vurdert å være forårsaket av vind.

5.1.2 Tidevannspåvirkning på strømmen

Tidevannssignalet dominerte ikke strømbildet under måleperioden, noe som vises ved at tidevannsellipsen er vesentlig mindre enn strø mellipsen (Figur 4.22.2).

5.1.3 Vindpåvirkning på strømmen

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra N, V, SV og SØ kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten. Strømtoffer over 26 cm/s ble sammenlignet med vinddata fra Slettnes fyr fra samme periode. Under måleperioden blåste vind mest fra SV og sterkest fra NV – V. Værstasjonen har en mer åpen beliggenhet enn strømmålestasjonene og dermed kan det forventes noen andre vindretninger lokalt ved måleposisjonen enn på Slettnes fyr. Hvis de lokale vindforholdene ved strømmålingsposisjonen var like de på Slettnes fyr under måleperioden, er det vurdert at vind fra N kan ha påvirket strøm mot S. I vestlig posisjon kan også vind fra V og S/SV ha påvirket strøm mot Ø.

5.1.4 Vannutskiftning

Siden vann vil strømme rundt i tillegg til gjennom eller under anlegget er anleggsorientering viktig. Et anlegg orientert slik at det ligger med langsiden mot den dominerende strømretningen vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn en orientering 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 stabil 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 forflytter seg fram og tilbake til 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 per dyp var 6.2 cm/s ved 5m-øst, 5.2 cm/s ved 15m-øst, 6.9 cm/s ved 5m-vest og 6.2 cm/s ved 15m-vest. Dette er vurdert som sterk gjennomsnittsstrøm for 15m-vest, og som middels sterk for de andre dyp.

Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god, fordi vannet beveger seg bort fra startpunktet og ikke bare forflytter seg fram og tilbake.

Prosent nullmålinger (< 1cm/s) er mindre enn 10% for alle dyp. Lengste varighet for strøm < 1cm/s var 50 min ved 5m-øst, 80 min ved 15m-øst, 60 min ved 5m-vest og 50 min ved 15m-vest.

5.1.5 Vannsøylens vertikale struktur

Vannsøylens stabilitet har vesentlig betydning for sirkulasjon i området og mulighet for blanding vertikalt. En stabil vannsøyl har økende tetthet med økende dyp. Lagdeling i vannsøylen (forårsaket forskjellige grunner, for eksempel ferskvann avrenning, avkjøling av overflaten på høsten, oppvarming av overflaten ved vår/ sommer, utskifting av vann ved bunn ved veksling med kystvann) påvirker spredning av utslipp både horisontalt og vertikalt. Temperaturmålingene viser at overflatelaget var noe kaldere enn ved 15m dyp i en periode fra ca. 02.10 til 25.10, ellers i måleperioden var temperaturen forholdsvis lik ved begge dyp og måleposisjoner. Generelt sank temperaturen på 5m og 15m dyp i løpet av måleperioden. CTD-målinger ved utsett og opptak viser at det var en avkjøling av temperaturen i hele vannsøylen i løpet av måleperioden. Dette er normalt på denne årstiden, når lufttemperaturene synker og vannet dermed avkjøles.

Saliniteten hadde økt fra utsett til opptak, ved overflaten og ned til 20 m dyp. Fra 20m dyp og ned til bunnen var det lite endring i saliniteten. Dette kan forklares ved at vannet sannsynligvis har blitt mer blandet gjennom hele vannsøylen i løpet av måleperioden.

Tetthetsdata gjenspeiler salinitet og viser at vannsøylen var blandet ved opptak, men hadde en lagdeling ved 20 m dyp ved utsett.

Oksygenmetningen og -innholdet indikerer om det er nok oksygen for livet i vannet ved måletidspunkt. Oksygenmetningen ved opptak var høy (> 90%) ved overflaten. Det var en svak reduksjon litt nedover vannsøylen (til ca. 11m dyp). Etter det var oksygenmetningen stabil ned til bunnen. Oksygeninnholdet viser samme mønster som oksygenmetningen.

6. Vedlegg – opplysning måling

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 føring og drift av anlegget.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør også vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.
- Anleggets driftsstatus må også vurderes der selve anlegget kan forstyrre målinger på overflatestrømmen. Utestående nøter og fiskebiomasse kan frembringe en skyggeeffekt og muligens redusere strømmen i noen retninger på målinger på både 5m og 15m.

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.

For å måle strøm på sprednings- og bunn dyp er foretrukket plassering i anleggets senter, fordi her kan en måle den mest representative strømstyrken i anlegget i forhold til spredning av organisk materiale.

Valg av måledyp

Overflatestrømmen måles på 5m. Det tas ikke på 1m på grunn av støy fra bølger på 1m. Vannutskiftningsstrøm måles på 15m.

Valg av måleperiode

Siden tidevannskomponentene M2 og S2 «pulserer» sammen hvert 14.77 døgn, som er tidevannssyklus for spring / nipp, er anbefalt minimum for måleperioden 30 dager.

Målingene er tatt for å måle strøm:

- hvor notposene befinner seg (5 og 15m)

Målerne registrerer strømhastighet, strømrretning og temperatur.

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

Opplysninger om strøminstrumentene er oppgitt i Tabell 6.1.1.

Tabell 6.1.1. Opplysninger per strøminstrument.

| Måledyp | 5m-øst | 15m-øst | 5m-vest | 15m-vest |
|--|--|--|--|--|
| Leverandør | Aanderaa AS | Aanderaa AS | Aanderaa AS | Aanderaa AS |
| Instrumenttype, modell | RCM Blue 5430 punktmåler | RCM Blue 5430 punktmåler | RCM Blue 5430 punktmåler | RCM Blue 5430 punktmåler |
| ID-nr. | 5069 | 5071 | 5115 | 5183 |
| Cellestørrelse | 0.75m | 0.75m | 0.75m | 0.75m |
| Kalibrering | Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet. | Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet. | Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet. | Utført hos Aanderaa Data Instruments ved levering av instrumentet. |
| Strømhastighet nøyaktighet | ±0.15 cm/s | ±0.15 cm/s | ±0.15 cm/s | ±0.15 cm/s |
| Strømhastighet rekkevidde / terskelverdi | 0 til 300 cm/s (vektor gjennomsnitt) | 0 til 300 cm/s (vektor gjennomsnitt) | 0 til 300 cm/s (vektor gjennomsnitt) | 0 til 300 cm/s (vektor gjennomsnitt) |
| Strømrretning nøyaktighet | ±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt | ±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt | ±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt | ±5° for 0-15° tilt; ±7.5° for 15-35° tilt |
| 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 | 0.05 °C -5 °C til 40 °C | 0.05 °C -5 °C til 40 °C |

6.2 Strømmålingers måleprinsipp

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.

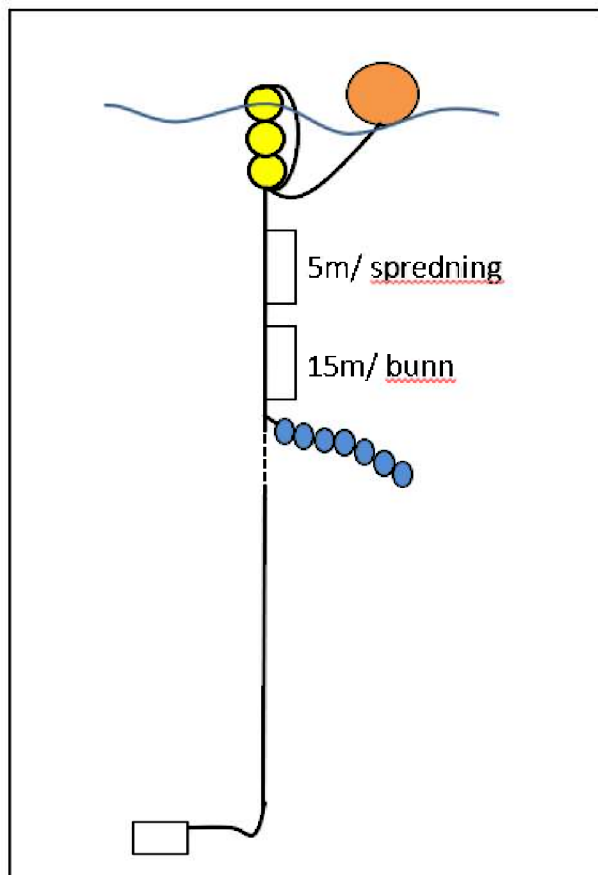
6.3 CTD-målinger

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, måleprinsipp og valg av målested

7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er skissert i Figur 7.1.1. En A2-blåse ble benyttet ved overflaten sammen med tre trålkuler (7.5 kg oppdrift) brukt for oppdrift. Sju lodd på 2 kg ble festet til tauet under punktmåleren på 15m. Riggene ble forankret i bunn med 30 kg anker (lodd) og 40 kg anker (lodd). 14 mm tau ble benyttet i riggene.



Figur 7.1.1. Prinsippskisse av riggoppsett for begge strømrigger.

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

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

Åkerblå benytter 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 kvalitetssikret gjennom interne prosedyrer utviklet av Åkerblå og 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.

Rådata ligger på Åkerblås server. Hvis justering, endring eller fjerning av data er nødvendig er rådata da lagret som kvalitetskontrollert data på server hos Åkerblå.

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

Det var ingen begroing eller skade på instrumentene, og ingen data ble vurdert som feil eller usikre på grunn av dette. Datakvaliteten anses å være god.

Feil på instrument

Det var feil på oksygensensor på CTD-instrumentet ved utsett. Oksygendata er dermed ikke presentert for utsett. Dette har ingen konsekvens for registrering av andre data eller parametere.

Tabell 8.1.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding.

| Måledyp | 5m-øst | 15m-øst | 5m-vest | 15m-vest |
|---|---|--|--|---|
| Filnavn for rådata | Øyra Øst 5 meter SF1219 AP5069.bin | Øyra Øst 15 meter SF1219 AP5071.bin | Øyra Vest 5 meter SF1219 AP5115.bin | Øyra Vest 15m SF1219 AP5183.bin |
| Rådata først vurdert i | Aanderaa Data Studio | Aanderaa Data Studio | Aanderaa Data Studio | Aanderaa Data Studio |
| Filnavn for eksportert data | Øyra 5m-øst SF1219 AP5069_eks_MS.csv | Øyra 15m-øst SF1219 AP5071_eks_MS.csv | Øyra 5m-vest SF1219 AP5115_eks_MS.csv | Øyra 15m-vest SF1219 AP5183_eks_MS.csv |
| Filnavn for kvalitetssikret data | Øyra-5m-øst_QC.xlsx | Øyra-15m-øst_QC.xlsx | Øyra-5m-vest_QC.xlsx | Øyra-15m-vest_QC.xlsx |
| Data return (%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Antall målinger | 13828 | 13828 | 13830 | 13830 |
| Antall fjernede målinger | 0 (se vedlegg 8.3) | 0 (se vedlegg 8.3) | 0 (se vedlegg 8.3) | 0 (se vedlegg 8.3) |
| Ekstern påvirkning på målinger | Ja, se vedlegg 8.2 | Ja, se vedlegg 8.2 | Ja, se vedlegg 8.2 | Ja, se vedlegg 8.2 |
| Dato og tid for første og siste benyttede strømmåling | 18.09.19 10:00 - 23.12.19 10:30 | 18.09.19 10:00 - 23.12.19 10:30 | 18.09.19 10:10 - 23.12.19 11:00 | 18.09.19 10:10 - 23.12.19 11:00 |
| Dato og tid for start og slutt av instrument | 03.09.19 09:40 - 23.12.19 10:30 | 03.09.19 12:40 - 23.12.19 10:50 | 03.09.19 09:20 - 23.12.19 11:11 | 03.09.19 08:40 - 23.12.19 11:20 |

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 ($\Delta < 1 \text{ }^\circ\text{C}$) |
| Tilt grense | $< 50^\circ$ (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.5) |
| Ping count | 150 (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.5) |
| Trykk | Stabil (tidevannsmønster) (Figur 8.2.2 – Figur 8.2.5) |
| 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. |

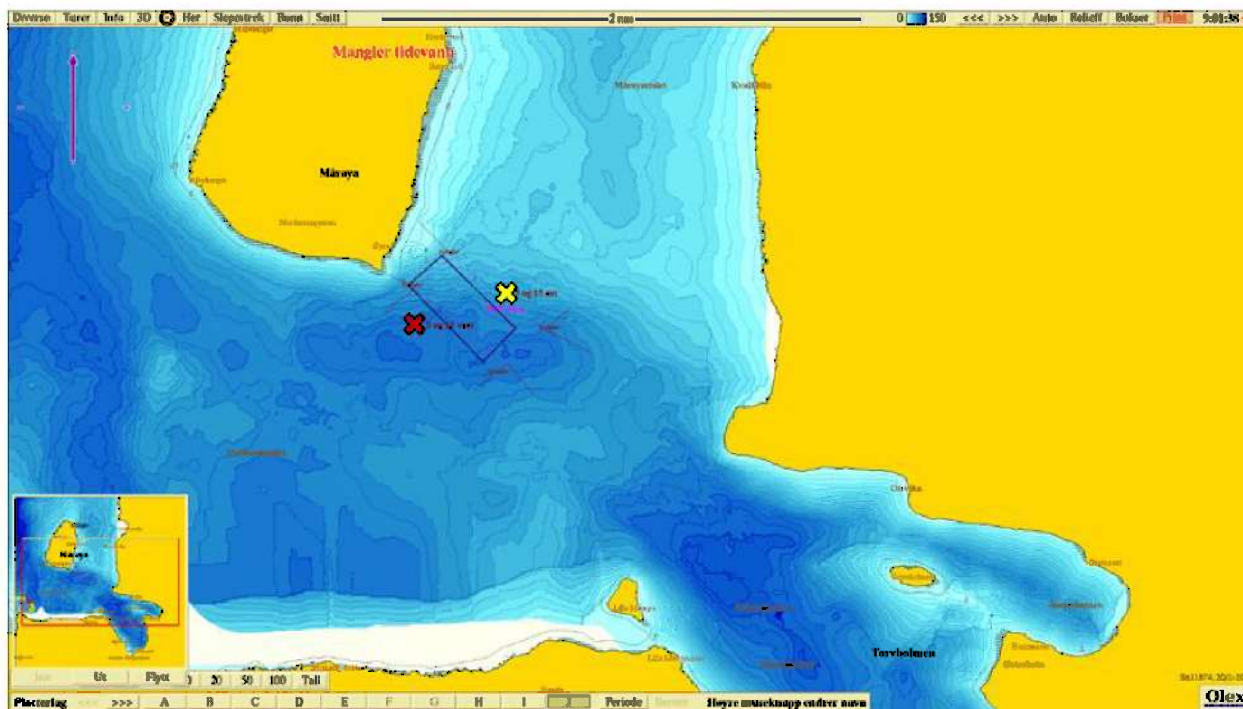
Tabell 8.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste.

| Δt (min) | Teoretisk $u_1 - u_2$ (m/s) | Faktor | Godkjent $u_1 - u_2$ (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 |

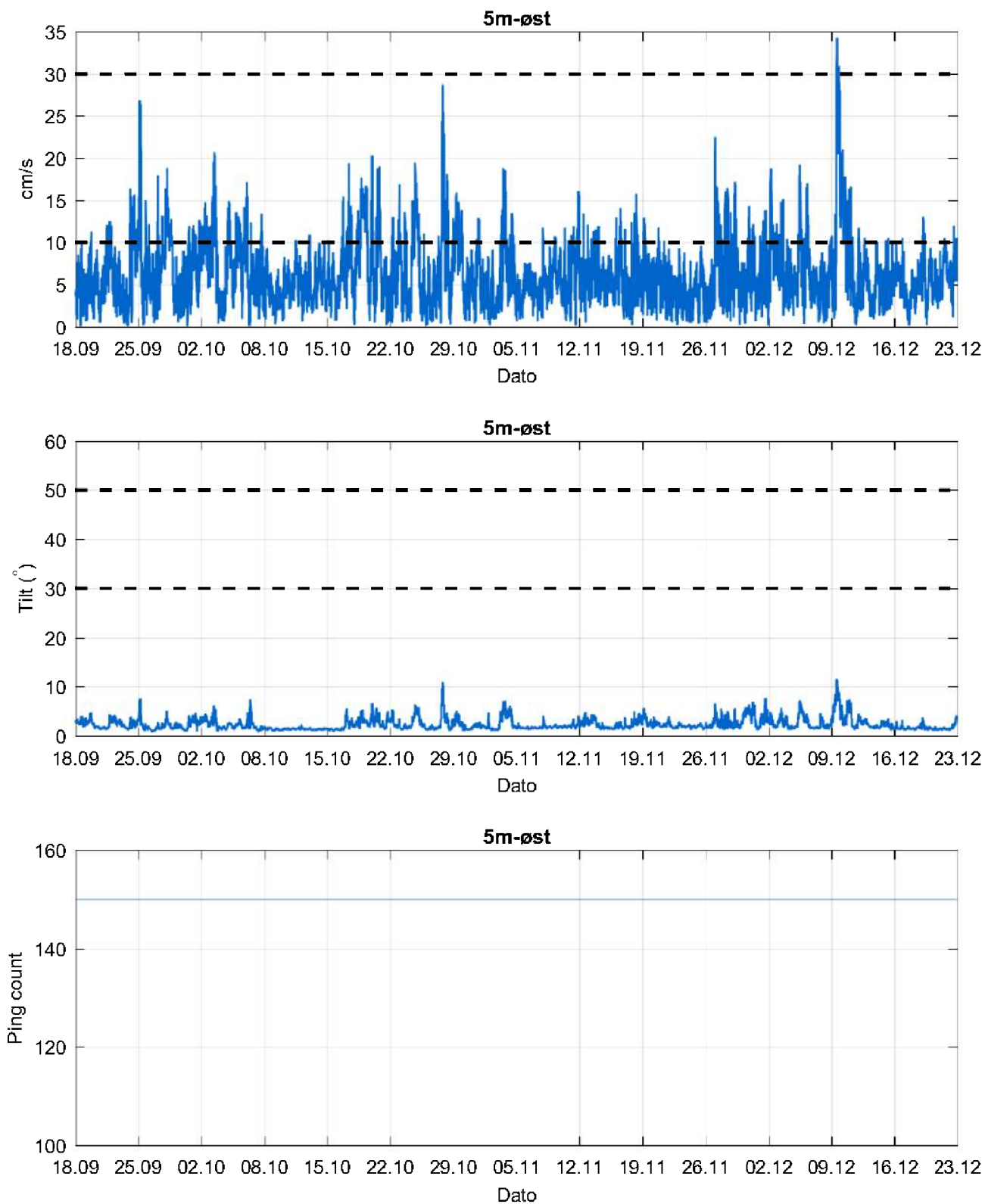
For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har disse forskjellene blitt hevet med de oppgitte faktorene, mens u er satt til 1 m/s, ettersom variabilitet øker med avtagende strøm (u).

Anlegget var i drift under måleperioden. Det var fisk i alle merdene mot nordøst, det var fisk i 4 av 8 merder mot sørvest, de fire på midten av langsiden var tomme. Det var ca. 160 m til nærmeste merd med fisk i for vestlig målepunkt og ca. 150 m til nærmeste merd med fisk i for østlig målepunkt.

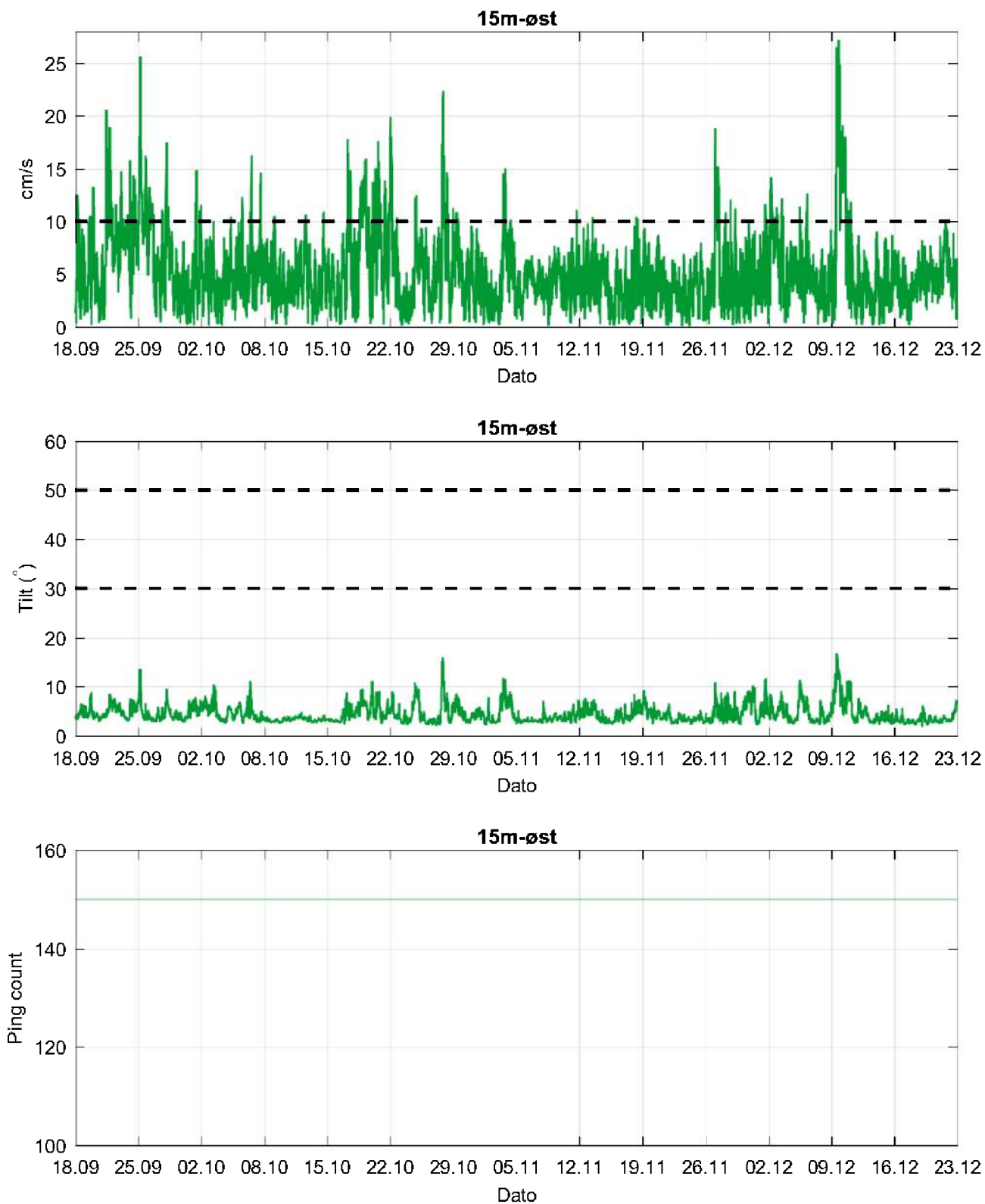
Strøm på 5 m og 15m er vurdert å bli påvirket av at anlegget var i drift under måleperioden. Måleposisjon vest er vurdert å bli påvirket av anlegget ved strøm fra NV, N, NØ, Ø og SØ. Måleposisjon øst er vurdert å bli påvirket av anlegget ved strøm fra SØ, S, SV, V og NV.



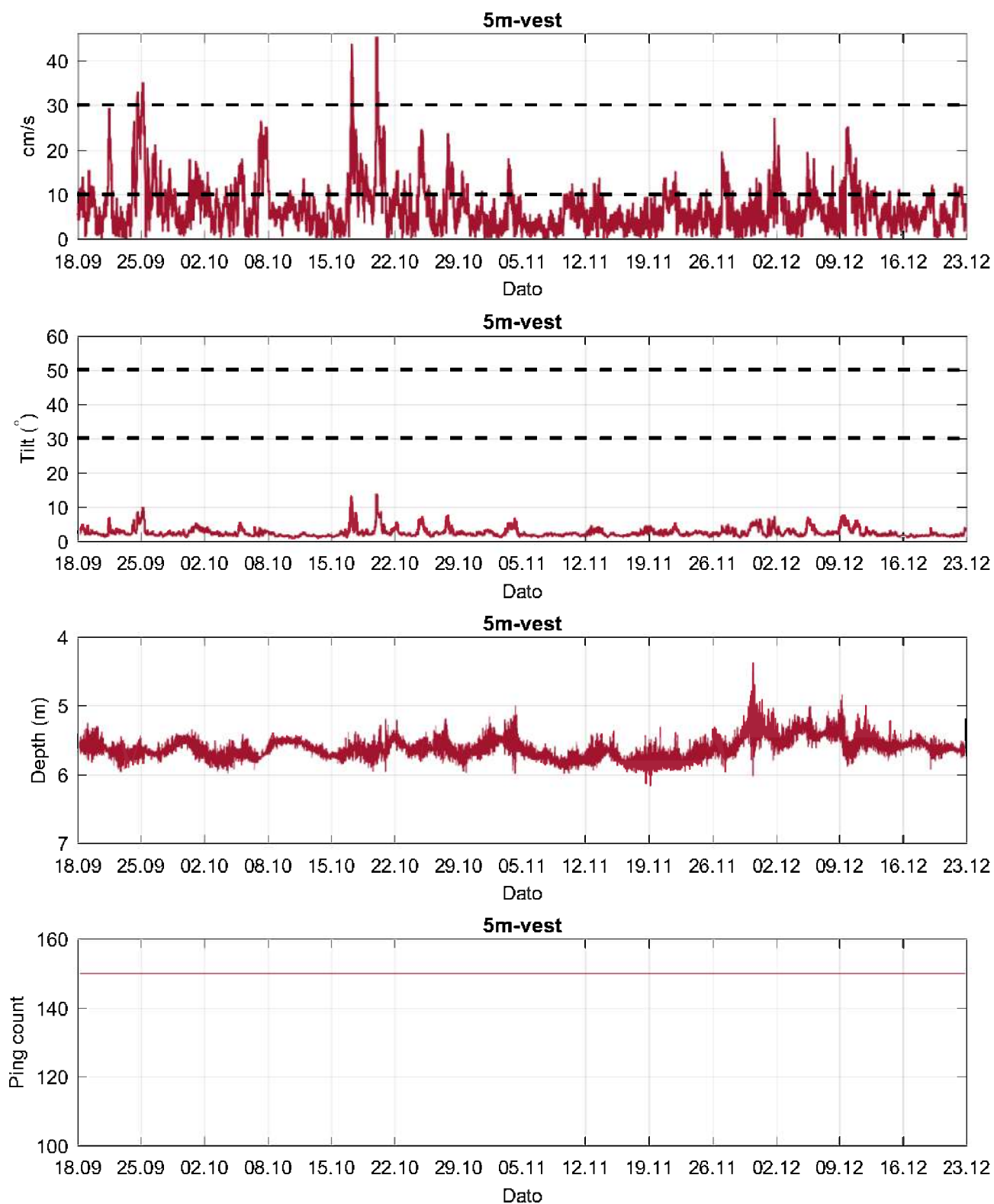
Figur 8.2.1. Plassering av strømmålere i området anvist med gult og rødt kryss. Kart er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.



Figur 8.2.2. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m-øst.

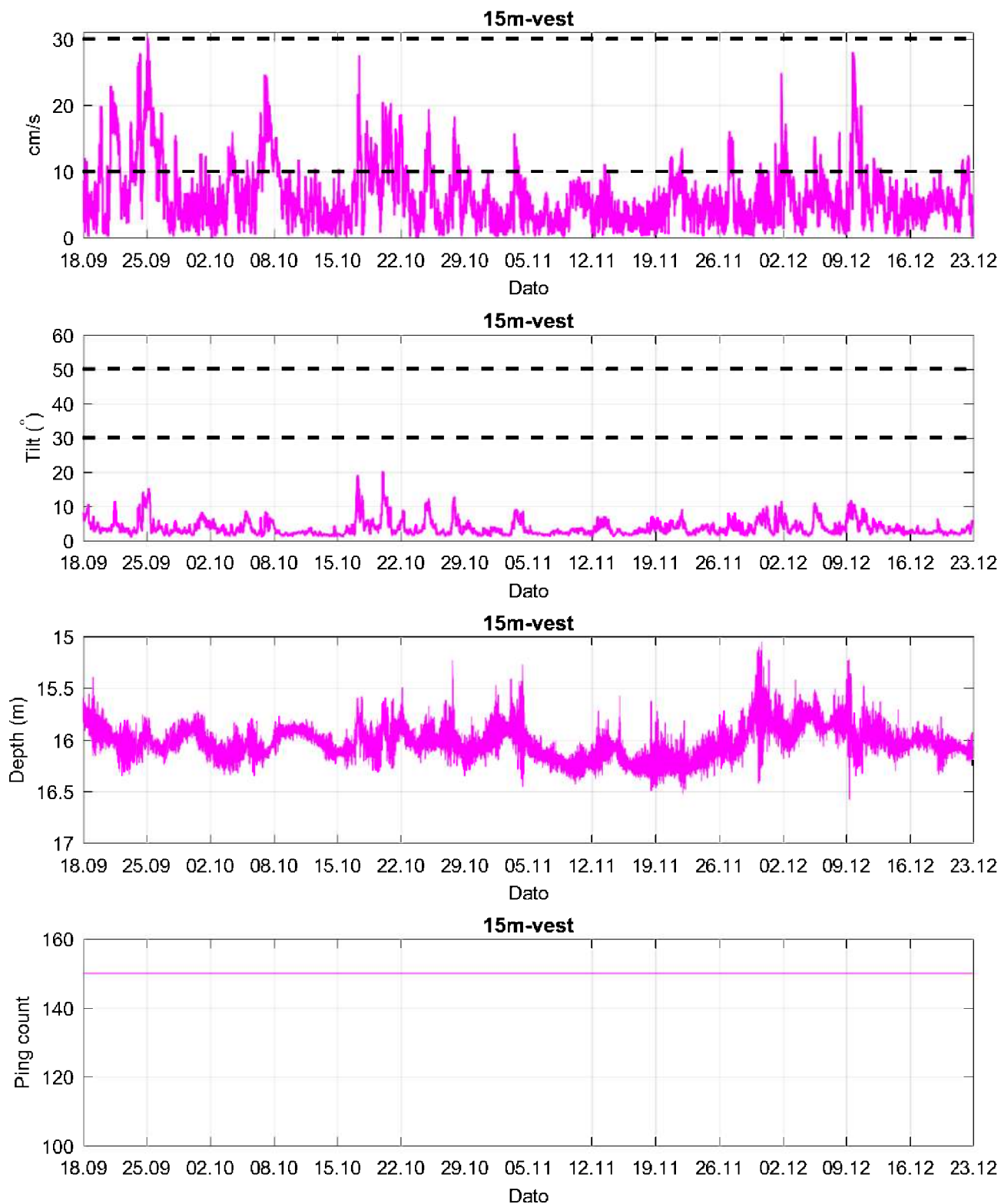


Figur 8.2.3. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m-øst.



Figur 8.2.4. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m-vest.

Instrumentdyptet varierte mellom 4.4m og 6.2m i løpet av måleperioden, med snitt 5.6m.



Figur 8.2.5. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m-vest

Instrumentdyptet varierte mellom 15.0m og 16.6m i løpet av måleperioden, med snitt 16.0m.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden.

8.3.2 Enkelte datapunkter

Ingen andre datapunkter er fjernet.

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).

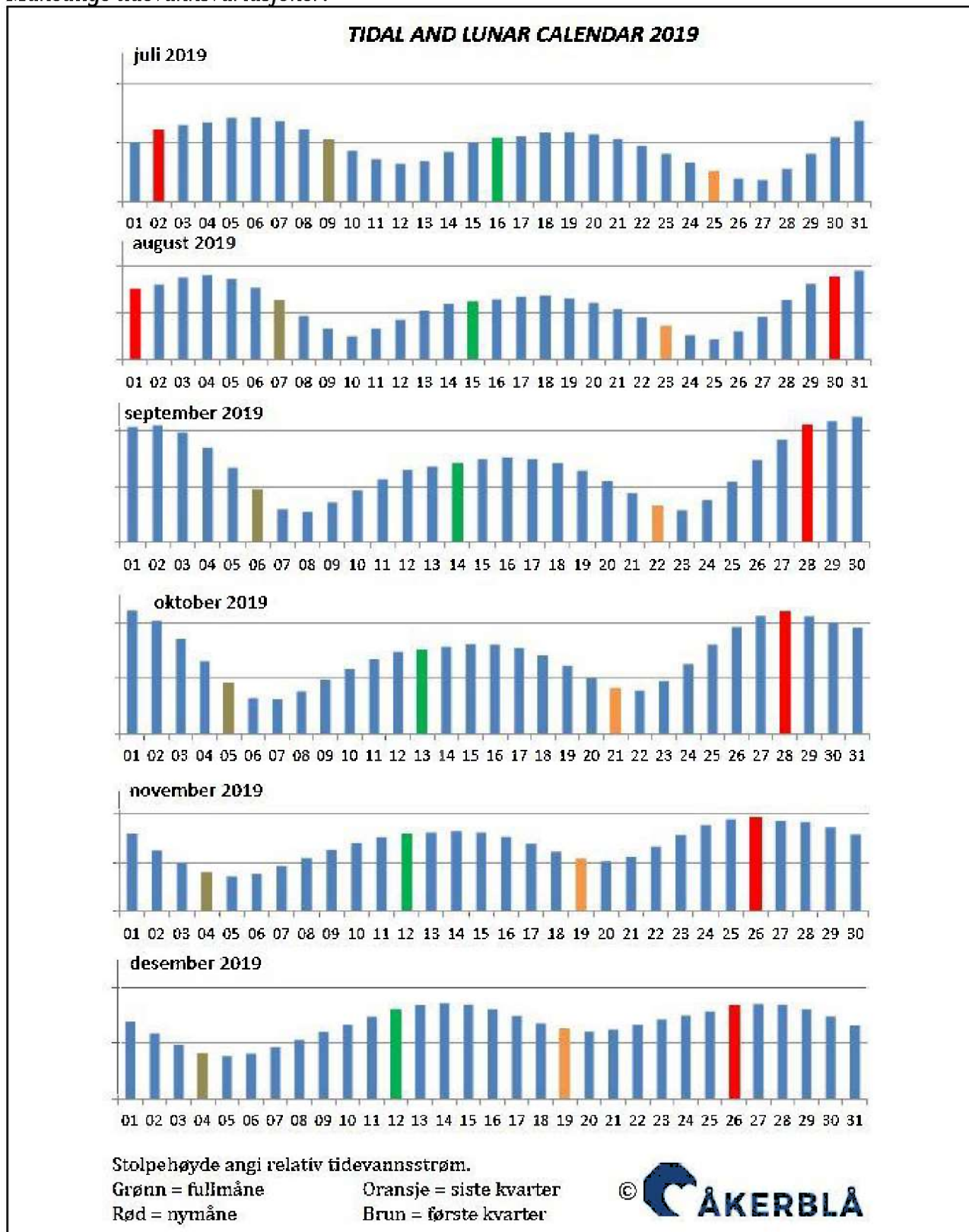
Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

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

Månedlige tidevannsvariasjoner:



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 | 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 (deg) | 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 i vektorretningen. 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 vektorretning. Det er klassifisert som svært stabil strøm. |
| Vannforflytning (m ³ /m ² /d) | Hvor mye 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.
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 (2014). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler. 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 S. Lentz (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28, 929-937.
10. Åkerblå (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rapport: Strøm- Klassifisering-AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.