

Beregnet til  
**Kystverket**

Dokument type  
**Datarapport**

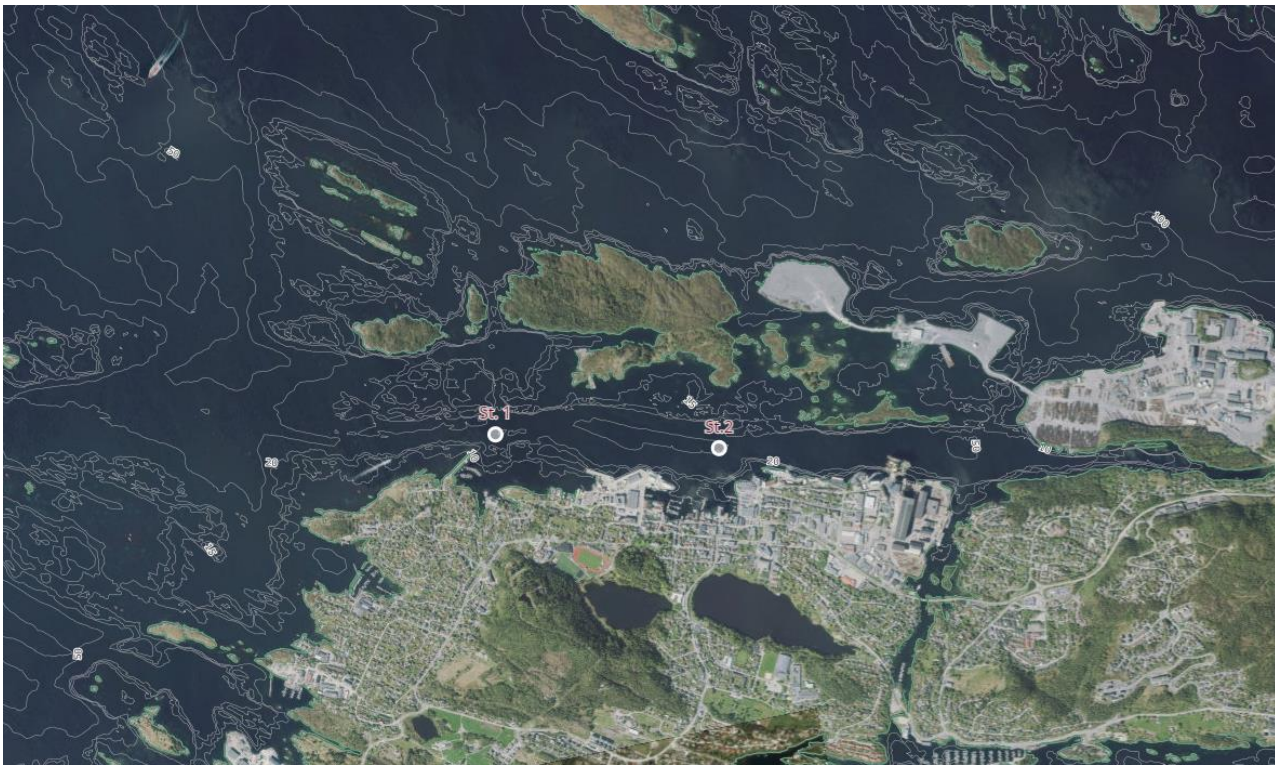
Kystsaksnummer  
**2021/2066**

Dato  
**Februar, 2021**

# INNSEILING FLORØ

## STRØMMÅLINGER VED

## UTDYPINGSLOKALITETER



# INNSEILING FLORØ

## STRØMMÅLINGER VED UTDYPINGSLOKALITETER

Oppdragsnavn **Kystverket – Sedimentundersøkelser - Innseiling Florø**  
Prosjekt nr. **1350040555-010**  
Mottaker **Kystverket v/Martin Tveit**  
Dokument type **Datarapport**  
Versjon **003**  
Dato **04.02.2021**  
Utført av **Hanne Vidgren**  
Kontrollert av **Karen Brinchmann**  
Godkjent av **Tom Øivind Jahren**

Beskrivelse **Det er utført strømmålinger ved to stasjoner i Florøvika der det er planlagt mudring ifm. utdyping av farled inn til Florø havn. Rapporten beskriver metoder og resultater for strømmålingene.**

Rambøll  
Harbitzalléen 5  
Postboks 427 Skøyen  
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00  
<https://no.ramboll.com>

Forsidebilde: Kartverket - Kystinfo (2021)

## INNHALDSFORTEGNELSE

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Bakgrunn</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Områdebeskrivelse og tidligere strømundersøkelser</b> | <b>4</b>  |
| <b>3.</b> | <b>Materiale og metode</b>                               | <b>6</b>  |
| 3.1       | Måleinstrument og målinger                               | 6         |
| 3.2       | Kvalitetssikring og bearbeiding av strømdata             | 9         |
| 3.3       | Hydrografi   | 10        |
| <b>4.</b> | <b>Resultater</b>  | <b>11</b> |
| 4.1       | Hydrografi: salinitet og temperatur                      | 11        |
| 4.2       | Roseplott: dominerende strømrørninger                    | 12        |
| 4.3       | Tidsserier av horisontale strømhastighet og -retning     | 18        |
| 4.4       | Strømstyrker i forhold til tidevann og vind              | 24        |
| 4.5       | Strøm i forhold til vind                                 | 29        |
| <b>5.</b> | <b>Konklusjoner</b>                                      | <b>31</b> |
| <b>6.</b> | <b>Referanser</b>  | <b>31</b> |

### Vedlegg

Vedlegg 1. Oversikt over måledata og kvalitetssikring, St. 1

Vedlegg 2. Oversikt over måledata og kvalitetssikring, St. 2

Vedlegg 3. Histogrammer for horisontale hastighet og retning, St. 1

Vedlegg 4. Histogrammer for horisontale hastighet og retning, St. 2

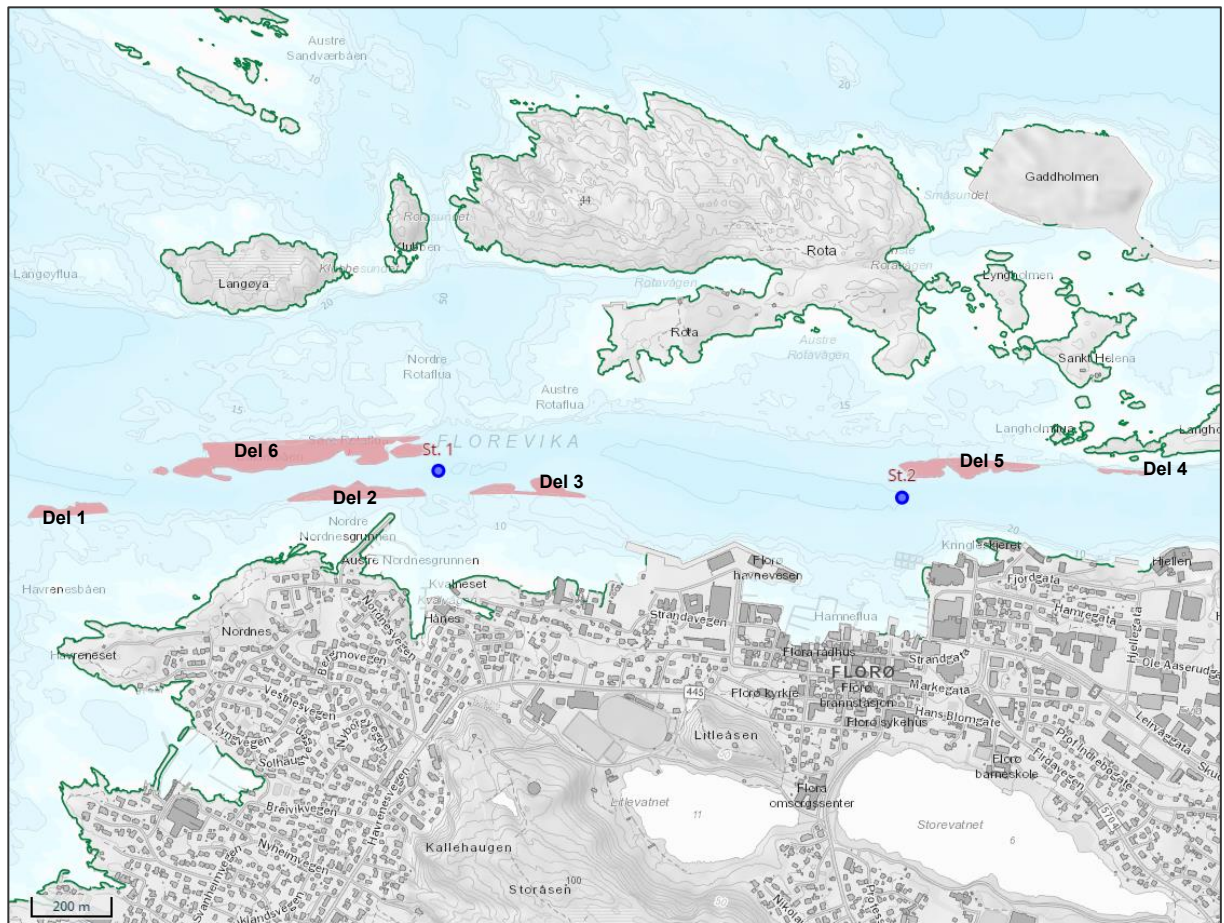
Vedlegg 5. Vertikal strømhastighet, St. 1 og St. 2

## 1. BAKGRUNN

Kystverket har tidligere ferdigstilt et utdypingstiltak i farleden til Florø, Kinn kommune i Vestland fylke, gjennom prosjektet «Innseiling Florø» i 2015. Farleden ble da utdypet til -16 m i en bredde på 120 m, samt at det ble etablert 12 nye navigasjonsinnretninger i innseilingen. Det har i etterkant vist seg at seilingsdybden ikke er tilstrekkelig for fremkommeligheten av offshore-rigger til Florø havn, og følgelig har det blitt fremmet et behov for et nytt tiltak. Kystverket planlegger derfor nå å utdype farleden inn mot Florø havn ytterligere. Farledstiltaket innebærer å utdype innseilingen til -19,3 meter over en farledsbredde på 140 meter. Farledsbredden vil derfor utvides med 20 meter i forhold til dagens innseilingskorridor. I den sammenheng engasjerte Kystverket Rambøll for å gjennomføre ROV-undersøkelser i utvalgte områder som vil berøres av det planlagte utdypningstiltaket (Rambøll, 2020a). ROV-undersøkelsene viste enkelte områder med løsmasser og resultatene ble lagt til grunn for utarbeidelse av et undersøkelsesprogram for sedimenter og strømforhold utarbeidet av Norconsult (Norconsult, 2020).

De planlagte utdypningsområdene i innseilingen til Florø i Kinn kommune, er delt inn i 6 delområder (Del 1 til 6). Oversiktskart for undersøkelsesområdet er vist i Figur 1. Kartet viser også stasjoner St.1 og St.2 der strømmålinger ble gjennomført. Under mudring vil deler av mudringsmassene suspenderes i vannmassene. Strømforholdene ved mudringslokalitetene er avgjørende for spredning av finstoff under mudring. Resultatene fra strømmålinger skal kunne benyttes for å vurdere partikkelspredning mot gyte- og oppvekstområdene som ligger nær utdypningsområdene. Vurdering av partikkelspredning er utenfor omfanget i denne datarapporten.

Foreliggende rapport beskriver metoder og resultater fra de utførte strømundersøkelser ved to lokasjoner ved farleden. Resultater fra øvrige undersøkelser er presentert i rapporten M-rap-001 *Innseiling Florø – Sedimentundersøkelser november 2020* (Rambøll, 2020b).



**Figur 1. Områdene som er planlagt sprengt / mudret ifm. prosjektet «Innseiling Florø» er markert med rødt. For denne rapporten er det gjennomført strømundersøkelser ved 2 lokasjoner; St.1 og St. 2, markert med blå sirkel. (Kartgrunnlag fra Kystinfo.no)**

## 2. OMRÅDEBESKRIVELSE OG TIDLIGERE STRØMUNDERSØKELSER

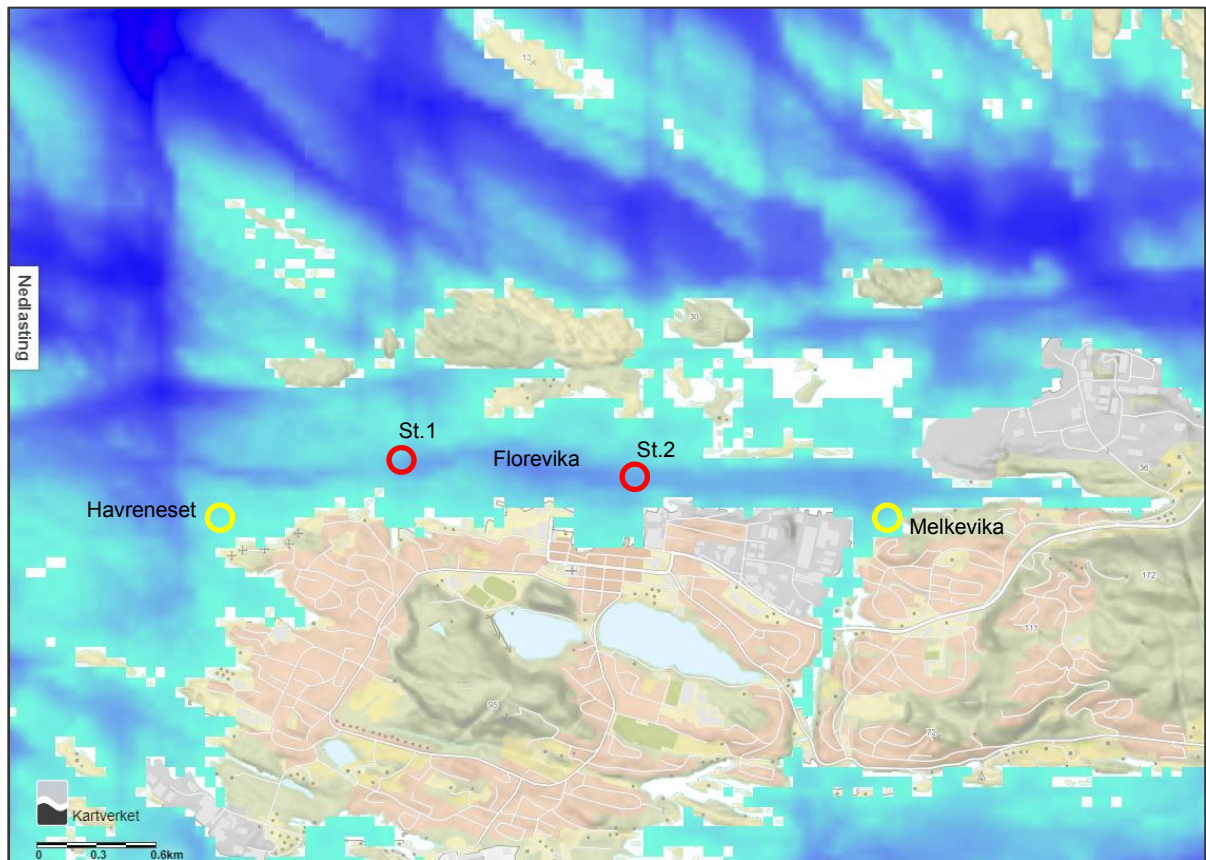
Undersøkelsesområdene ligger i Florøvika, ved hovedleden inn til Florø havn. Florø sentrum er lokalisert på øya Florelandet sør for undersøkelsesområdet. For denne rapporten er det utført strømundersøkelser i den vestligste og østligste delen av vika (Figur 1). Undersøkelsesområdene er lokalisert i vannforekomst Florevika Gaddevågen. Florevika ligger noe skjernet mot bølger og vind fra åpent hav. I databasen Vann-Nett er området klassifisert som beskyttet kyst / fjord med middels tidevann (1-5 m). Strømhastigheten er angitt å være moderat, området er beskyttet for bølgeeksponering, har moderat oppholdstid for bunnvannet (uker). Vannsøylen er oppgitt å være delvis blandet og saltholdighet euhalin (> 30 psu).

Havnebassenget i Florevika er 250-350 m bred og vanddyppet er på ca. 70 m i det dypeste. Vanddyppet blir større etter hvert når man beveger seg vestover, men det er flere grunne områder nordvest for undersøkelsesområdet. Batymetrisk kart over området er vist i Figur 2. Terskelen i vest ligger på ca. 30 m dyp og i øst mot Botnafjorden på ca. 18 m dyp ved Langholmsundet. Nord for St.1 ligger flere holmer og vanddyp mellom holmene er lite, kun et par meter, Det foreligger lite informasjon om dypvannsinnstrømninger i området, men forbindelsen fra undersøkelsesområdet i vest mot Nordsjøen er relativt åpen.

Strømmene i kystfarvann er mange steder dominert av tidevann. Tiltrekningen fra månen og i mindre grad fra solen setter opp periodiske vannstandsendringer som fører til to høyvann og to lavvann i døgnet. En tidevannsperiode har varighet på 12 timer og 25 minutter. Vannstandsendingene forårsaker horisontale forflytninger og dette kalles tidevannsstrømmer. Forskjellene mellom høy- og lavvann i Florevika er vanligvis ca. 100 cm (MLV: 54 cm, MHV: 162 cm over sjøkartnull) (Kartverket, Sevannstand.no)

Det er også gjort strømmålinger i området i nærheten av farleden tidligere. I 2008 og 2009 gjennomførte Rådgivende Biologer AS (2009) strømmålinger for kommunen ifm. resipientvurdering med tanke på utslipp fra kommunale avløp. Det ble utført strømmålinger ved fire lokasjoner rundt Florelandet. To av målestasjoner lå på nordre siden av Florelandet og er aktuelle å nevne i denne rapportens sammenheng for sammenligning; Melkevika og Havreneset. Lokasjon av disse to stasjoner er markert i Figur 2. I Melkevika, ca. 1 km øst for tiltaksområdet Del 1 var strømmen generelt svak og hastigheter lå gjennomsnittlig mellom 1-3 cm/s gjennom vannsøylen. Melkevika ligger noe inneklemt helt øst i havnebassenget, mye mer beskyttet enn tiltaksområdene for mudringen. Ved Havreneset, rett vest for tiltaksområdet Del-6 var strømmene sterkere, gjennomsnittlig ca. 3-6 cm/s, avhengig av vanddyp og måleperiode. Ved begge stasjoner, men særlig ved Havreneset i ytre delen av vika, var strømmen tydelig påvirket av tidevannsstrømmen. På begge stasjoner ble det målt høyere strømhastighet om vinteren sammenlignet med sommerperioden. For en detaljert beskrivelse om tidligere strømmålinger henvises det til rapporten fra Rådgivende Biologer.

Det er ingen store elver som tilfører ferskvann direkte til Florevika, men likevel vil lagdelingen i området være påvirket av ferskvannstilførsel fra nærliggende fjorder. Rådgivende Biologer (2009) utførte også undersøkelser av hydrografi i Florevika. Resultater fra undersøkelsene oppsummeres i kapittel 4.1. sammen med resultater fra hydrografimåling utført til denne rapporten.



**Figur 2. Oversiktskart og batymetri over området rundt Florevika. Lys blå indikerer grunnere vann og mørkere blå indikerer større vanddyp. Målestasjoner for strømmålinger i Florevika er markert med rødt. Målestasjoner til Rådgivende Biologer er markert med gul (Modifisert fra Kartverket).**

## 3. MATERIALE OG METODE

### 3.1 Måleinstrument og målinger

Det er gjort profilerende målinger av horisontal og vertikal strøm i perioden 8. desember 2020 til 14. januar 2021. Norconsult (2020) anbefalte å utføre strømmålinger like øst for delområde 3 (St.1) og like sørvest for delområde 5 (St.2). St.2 ble plassert etter anbefalinger fra Norconsult. På grunn av praktiske årsaker og anbefaling fra havnemyndighetene ble St.1 flyttet ca. 400 m vest. Den endelige plasseringen av St.1 og St.2 (der det ble gjort målinger til denne rapporten) er vist i Figur 1 og Figur 3.

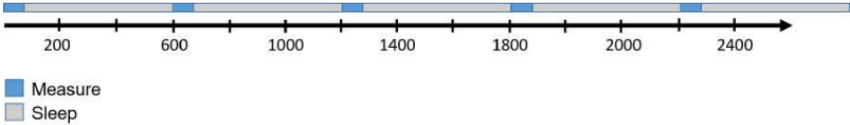
Målere ved begge stasjoner ble utført noe dypere enn selve utdypingsområdet for å kunne fange opp strømbildet bedre gjennom hele vannsøylen. Oppvirvlede partikler fra arbeidene vil kunne spres også til dypere vann. Avstanden til mudringsområdene er forholdsvis kort (50-800 m) og målingene antas dermed å være representative for vurdering av tiltakets påvirkninger.

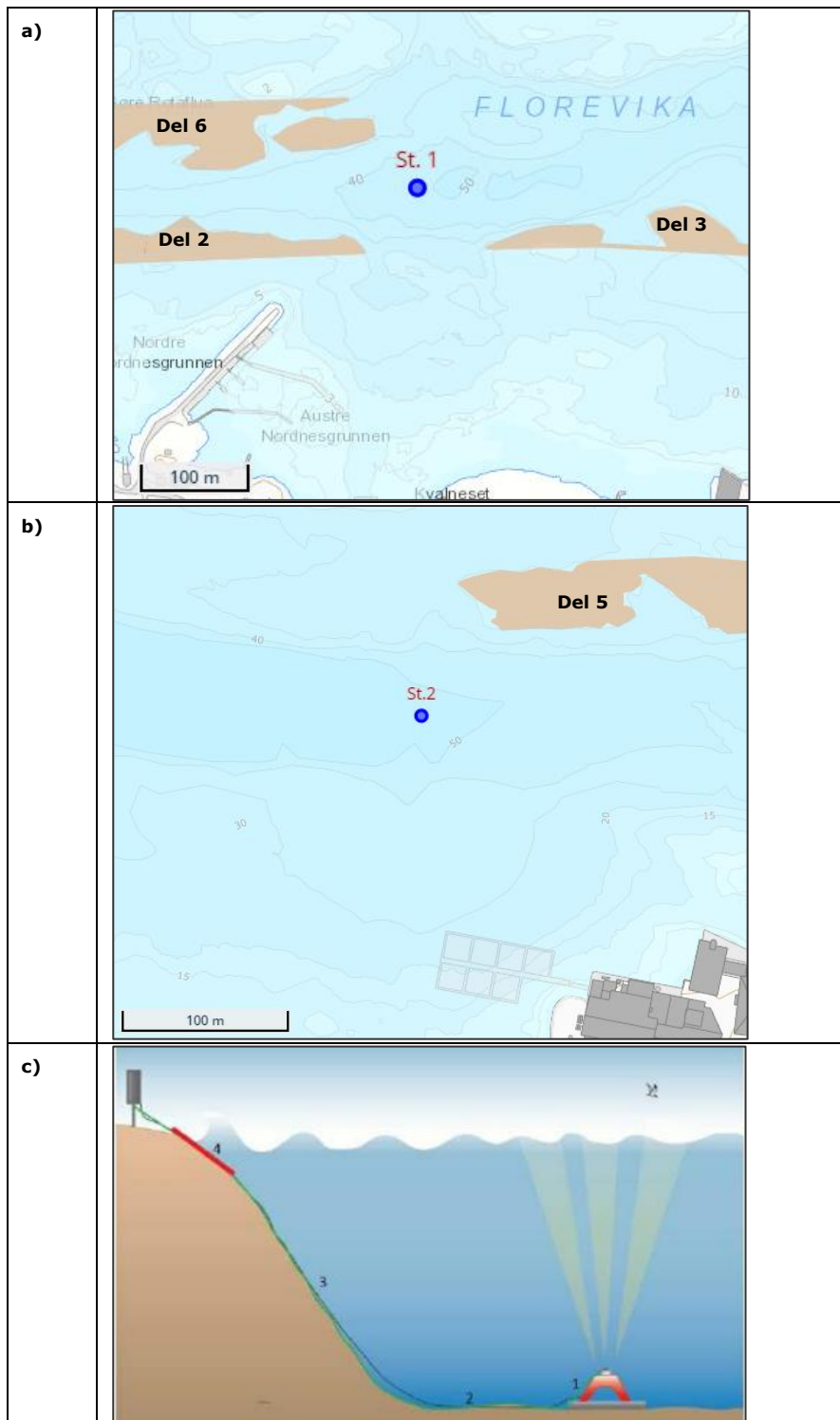
På begge stasjoner ble strømretning og -hastighet målt med en akustisk Doppler profilmåler Aquadopp Profiler 400 kHz fra Nortek (Nortek, 2018). Målingene er basert på dopplereffekten: instrumentet sender ut en akustisk puls og måler frekvensen av innkommende refleksjoner som er forårsaket av zooplankton, små partikler eller bobler i vannet. Ut ifra frekvensskiftet beregnes hastigheten av partiklene i vannet, som er antatt å være lik strømhastigheten. Instrumentet sender ut pulser i tre stråler i forskjellige retninger. Det er satt opp til å måle den horisontale og vertikale strømhastigheten i flere dyp gjennom vannsøylen. Detaljer rundt målerne og målingene er gitt i Tabell 1. Set-up for instrumentet (cellestørrelse, måleintervall) er valgt for å optimalisere kvalitet på dataene, samtidig som å sikre at instrumentet har tilstrekkelig strøm og minne for hele måleperioden. Set-up var likt ved begge stasjoner.

Utsetting av måleren ble gjennomført med bistand fra Sjøtjenester Florø AS og deres fartøy. Måleren ble plassert ca. 1 m over sjøbunnen, og festet med tau til navigasjonsinnretningen (se Figur 3c). Tauet ble forankret til moringen.



**Tabell 1. Generell informasjon om strømmålinger utført ved stasjoner St.1 og St.2 i Florøvika, i nærheten av mudringslokalitetene ifm. utdypingstiltak i farleden til Florø.**

|                        |   |
|------------------------|---|
| Posisjon               | St.1: 61°36.161' N, 5°00.784' Ø (se Figur 3a)<br>St.2: 61°36.215' N, 5°02.014' Ø (se Figur 3b)  |
| Vannndyp ved målested  | St.1: 49 m<br>St.2: 52 m  |
| Målerdyp               | Cirka 1 m over sjøbunnen<br>St.1: 48 m<br>St.2: 51 m  |
| Varighet av målinger   | 2020-12-08 til 2021-01-14<br>1 måned, 6 døgn – lengre enn månedlige tidevannssyklusen   |
| Antall profiler        | St.1: 4884 (10 minutters intervaller)<br>St. 2: 4884 (10 minutters intervaller)   |
| Instrument             | Nortek Aquadopp Profiler 400 kHz<br>St.1: serienummer AQD15862<br>St.2: serienummer AQD16018  |
| Firmware versjon       | 3.43  |
| Horisontal nøyaktighet | ± 0,5 cm/s  |
| Vertikal nøyaktighet   | ± 1,0 cm/s  |
| Cellestørrelse         | 2 m   |
| Antall celler          | 28  |
| Blanking avstand       | 0,5 m (dvs. første måling i 0,5 m avstand fra instrumentet)   |
| Nr. av beams           | 3 (25 °C vinkel)  |
| Koordinatsystem        | ENU (East, North, Up)   |
| Måleintervall          | Standard «stand-alone» set up: (Nortek, 2018)<br><br>Hver 10 minutter måling over 60 sekunder (blå intervaller i figuren under)<br>Instrumentet beregner og lagrer gjennomsnitt over måleperioden på 60 sekund:<br><br> |
| Måleretning            | Upwards (se Figur 3c)   |



Figur 3. a) Kart som viser utdypingsområdene (oransje polygon) og plassering av strømmålere på stasjonene a) St.1 og b) St.2 (kartgrunnlag fra Kystinfo.no). b) Skisse av måleriggen, figuren er hentet fra Nortek (2018). Landtau ble festet til navigasjonsinnretning.

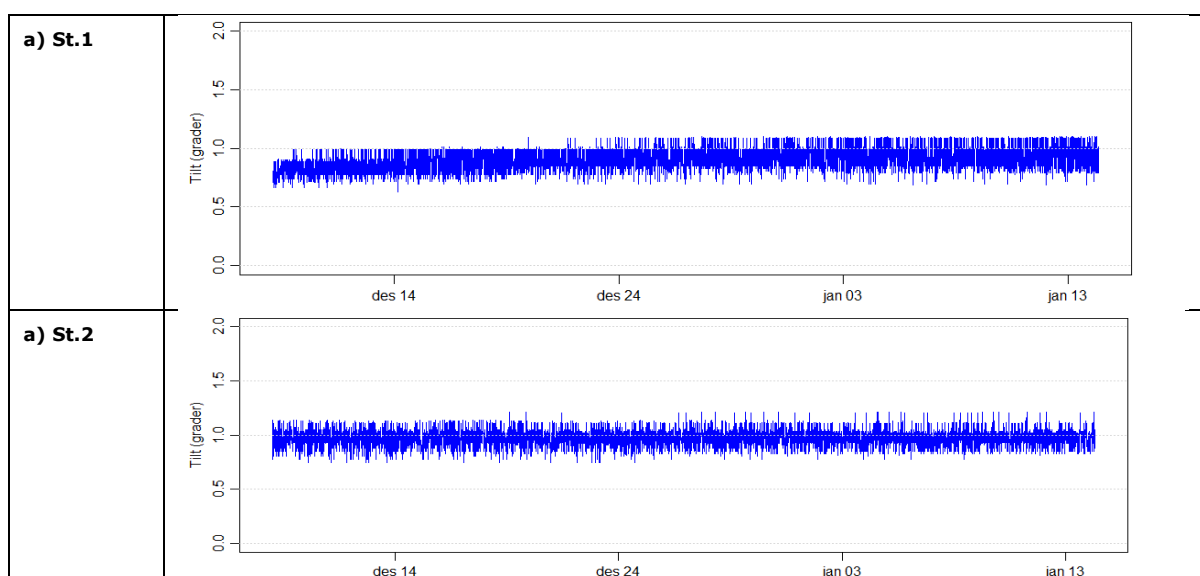
### 3.2 Kvalitetssikring og bearbeiding av strømdata

Måledata fra strømmålere ble kvalitetssikret i henhold til anbefalingene fra instrumentets produsenter, Nortek (2018). Deler av databehandlingen gjøres automatisk av selv instrumentet under dataloggingen. Som vist i Tabell 1 beregner instrument automatisk gjennomsnitt av flere pinger sendt over en periode på 60 sekunder. Dette gjøres for å redusere feilen fra enkelte pulser, men samtidig medfører dette en forskjell mellom den resulterende middelstrømmen og den målte strømmen. Gjennomsnittmålingers avvik fra de aktuelle strømmålinger kalles «bias». Denne biasen er generelt mye mindre enn de feilene man fjerner ved å beregne et gjennomsnitt over en periode på 1 minutt. Den langsiktige biasen håndteres av instrumentets signalbehandling og for Aquadopp målere er vanligvis mindre enn 1 cm/s (Nortek, 2018). Datapunktene som ble logget da måleren var i lufta (trykk  $\sim 0$  dbar) ble fjernet ved import før videre behandling av dataene.

Det er noen begrensninger i akustiske målinger. En av de er et fenomen som kalles «sidelobe». Dette fenomenet oppstår når signalene fra strømmåleren treffer vannoverflaten og skaper akustisk støy som forstyrrer målinger i øvre delen av vannsøylen. Vanligvis vil denne effekten kunne påvirke 5 til 10 % av profilene (Nortek, 2018). Med en vannsøyle på 50 m vil man da kunne benytte data fra de nederste ca. 45 m, mens øvre 0-5 m av profilene må forkastes grunnet dårlig kvalitet.

Rådataformat er hastighet langs de 3 beamer (XYZ hastigheter), og det er derfor nødvendig å måle instrumentets orientering i sjø for å relatere måledata til et brukbart koordinatsystem. Instrumentet har sensorer for blant annet trykk, «pitch», «roll» og temperatur, samt kompass («heading») (Se Vedlegg 1). Måledata transformeres automatisk til Øst – Nord – Opp koordinater (ENU) basert på instrumentets orientering og bevegelser over tid.

Med tanke på kvaliteten av dataene er parameter «tilt» (dvs. vertikal helling) en viktig faktor. Tilt er beregnet ut ifra «pitch» og «roll» loggen. Fra erfaring kan store variasjoner i tilt eller tilt over  $5^\circ$  gi lavere kvalitet på dataene. Tilt av instrumentet reduseres betydelig ved å koble tau til forankringen, og ikke direkte til instrumentet (se Figur 3c). Måledata viser at under hele måleperioden er tilt stabil og under  $1,5^\circ$  ved begge stasjoner, dvs. den vertikale hellingen var liten. Det er derfor ikke gjort noen filtrering basert på denne parameteren for måledataene.



Figur 4. Tilt ( $^\circ$ ) av Aquadopp for hele måleperioden på stasjon a) St.1 og b) St.2.

Øvrig kvalitetssikring er hovedsakelig basert på signalstyrke (amplitude) for de tre beamene. Med signalstyrke menes det styrken av signalet som returneres til instrumentet (enhet «counts»). Det er vanlig at signalstyrke synker noe med avstand fra instrumentet som følge av demping i vannsøylen. I tillegg vil signalstyrken variere avhengig av antall og type partikler i vannet. Signalstyrken benyttes for å etablere området for brukbare måledata, måledata med for høy eller lav signalstyrke er forkastet. Økt signalstyrke svært nær instrument eller i overflate tyder på støy i måledataene.

Vi har i hovedsak benyttet Oce pakke (Kelley, 2020) i R programvare for å kvalitetssikre og bearbeide dataene. Figur 21 og Figur 23 (Vedlegg 1 og 2) viser amplitude for beamene 1 til 3 (hhv.  $a_1$  til  $a_3$ ) som funksjon av avstand fra måleren og tid for stasjoner St.1 og St.2. Signalstyrken i øvre 0-6 m av vannsøylen er høy (>120 counts) ved begge stasjoner og disse resultater er forkastet. I tillegg er signalstyrken uvanlig høy nær måleren (>120 counts), noe som indikerer lavere kvalitet på måledata ved 0-5 m avstand fra målerne. Det er følgelig ikke tatt med data fra celle nr. 01 og 02 (0,5-4,5 m avstand fra målere) og plottene benyttet starter med resultater for celle nr. 03 ved begge stasjoner.

For flere grafer i denne rapporten er det videre beregnet et gjennomsnitt av strømhastighet og -retning over en periode på 1 time. Der det er tilfellet, er midlingstid oppgitt under figuren. 1 times gjennomsnitt ble beregnet for å forbedre leseligheten av figurer. Alle statistikkene er beregnet uten videre midling av dataene.

### 3.3 Hydrografi

Under utsetting og henting av instrumentet ble det også gjennomført profilerende måling med CTD-måler som måler konduktivitet som mål for salinitet, temperatur og dybde som funksjon av trykk. Omregningen til salinitet og dybde er gjennomført direkte av instrumentets programvare. Dataene benyttes for å kartlegge lagdelingen i vannsøylen. Profilen ble målt på begge stasjoner St.1 og St.2. CTD-måling ble utført med en YSI-EXO2 instrument som ble senket rolig ned gjennom vannsøylen mens instrumentet loggførte verdier av konduktivitet, temperatur og trykk hvert sekund.

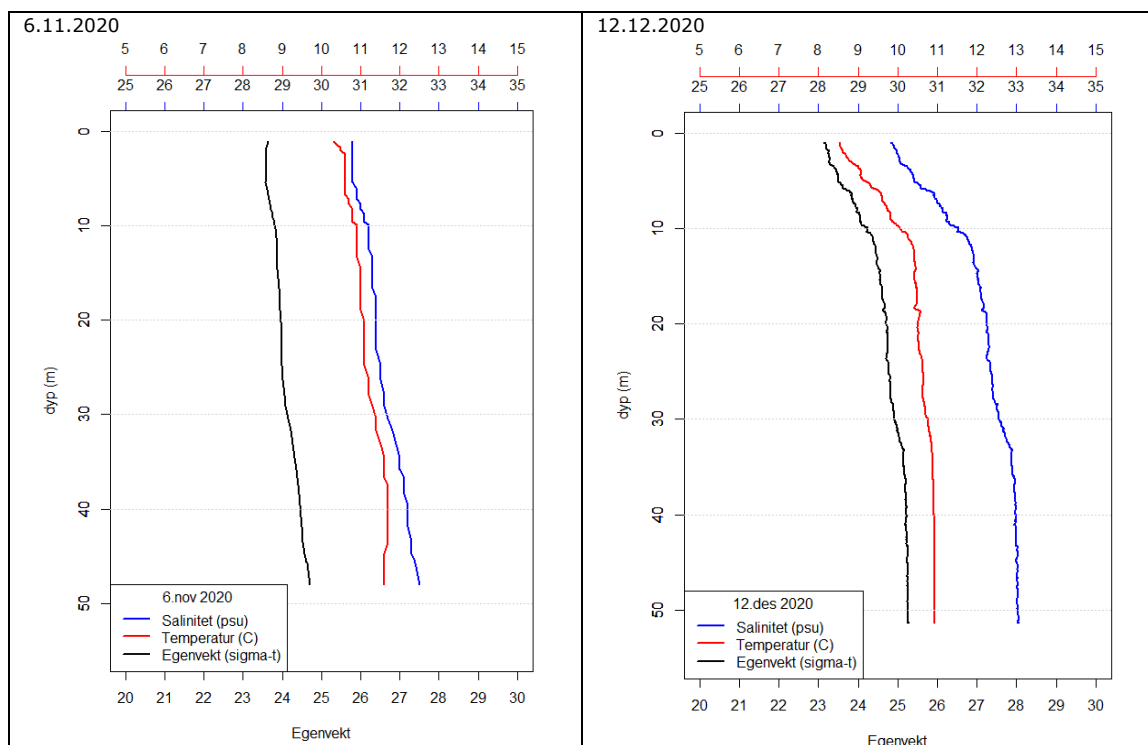
## 4. RESULTATER

I dette avsnittet presenteres utvalgte resultater fra hydrografi og strømmålinger. Vedlegg 1 og 2 oppgir parameterne benyttet i kvalitetssikringen av strømdata, hhv. for St.1 og St.2. Vedlegg 3 og 4 oppgir histogrammer for horisontal strømhastighet og – retning, hhv. for stasjon St.1 og St.2. I Vedlegg 5 oppsummeres vertikale hastigheter og retninger målt. Vertikale hastigheter er generelt betydelig lavere enn horisontale hastigheter. Følgelig er det i dette avsnittet i hovedsak diskutert horisontale strømmmer. Grafer i Vedlegg 5 viser at i 6-25 m vanddyp ble det målt enkelte perioder med forholdsvis høye vertikale hastigheter særlig på St.2. Dette er diskutert nedenfor.

### 4.1 Hydrografi: salinitet og temperatur

Ferskvannstilførselen danner lagdeling (sjikting) i fjordene. Brakkvann har lavere tetthet enn sjøvann og vil legge seg over tyngre vann. Det er ingen store elver med utløp til Florøvika, men hydrografien antas å være påvirket av ferskvannstilstrømning fra nærliggende fjordområder. Figur 5 viser salinitet og temperatur i vannsøylen vinteren 2020/2021. Det er registrert lite sjikting i vannsøylen. Profilen fra 6.november viser at salinitet øker og temperatur synker noe gjennom hele vannsøylen, fra 0 til 50 m vanddyp, men sjiktningen er svært svak. Profilen fra 12.desember viser noe mer sjikting i vannsøylen. I topplaget (0-5 m vanddyp) er salinitet mellom 30-31 psu og temperatur 8,5-9 °C, mens ved bunnen ble det målt salinitet på ca. 33 psu og temperatur på ca. 11 °C.

Tykkelsen på brakkvannslag i fjordene varierer gjennom året. Generelt er det mest sjikting i vannet i vår- og sommermånedene (for eksempel ifm. snøsmeltingen), mens det om høsten og vinteren er mer homogene vannmasser. Rådgivende Biologer (2009) utførte hydrografiske undersøkelser i Florøvika ifm resipientundersøkelser i 2018. I sommermånedene ble det registrert noe sjikting ned til ca. 30-40 m vanddyp, men generelt er vannmassene delvis blandet i fjorden som også klassifiseringen fra Vann-Nett indikerer (euhalin, > 30 psu).



**Figur 5. Resultater fra CTD måling 6.november 2020 (til venstre) og 12.desember 2021 (til høyre). Profilene ble målt ved stasjon St.2 (vanddyp ca. 50 m). Figuren viser salinitet (S, psu) og temperatur (T, °C) som funksjon av vanddyp (m). Tetthet av sjøvann er her vist ved enheten sigma-t som betyr egenvekt - 1000, dvs.  $\sigma\text{-t} = \rho(S, T) - 1000 \text{ kg m}^{-3}$ .**

#### 4.2 Roseplott: dominerende strømrørninger

Figur 6 og Figur 7 viser fordeling av strømhastighetene med kompass (strømrører) målt hhv. på St.1 og St.2. Strømrører er vist for utvalgte vanddyp. Strømrører gir et godt oversiktsbilde av det generelle strømbildet ved deponilokaliteten, samt godt bilde av dominerende strømrørning og vanntransport. Figur 8 og Figur 9 viser strømstatistikk for strømhastigheter med kompass for samme utvalgte vanddyp hhv. på stasjoner St.1 og St.2. Rosene viser:

- Minimum hastighet (5 % persentil)
- Gjennomsnittshastighet og medianverdi (50 % persentil)
- Maksimum hastighet (95 % persentil)

Strømrørerne for begge stasjoner St.1 og St.2 viser at strømmens retningsfordeling varierte med vanddyppet. Ved begge stasjoner var strømmen i den nedre delen av vannsøylen (fra 20 m og nedover) dominert av strøm mot vest og øst, og på St.2 noe mer også av strøm mot sørvest og nordøst. Dette vil si at strømmen går noenlunde parallelt med sundets strandlinje i disse vanddyp. Strøm mot nord og sør kom sjelden under måleperioden i nedre delen av vannsøylen, særlig på St.2. I tillegg var strømhastighetene lave når strømmen gikk i disse retningene.

Stasjon St.1 ligger i den vestlige delen av vika og mer eksponert mot mer åpne sjøområder enn St.2. Dette kan være grunnen til at på stasjon St.1 er strømmens retningsfordeling noe mer spredt, mens resultater viser noe mer tydelig fordeling av strømrørninger på stasjon St.2 (vanddyp 20-46 m i Figur 6 og 7).

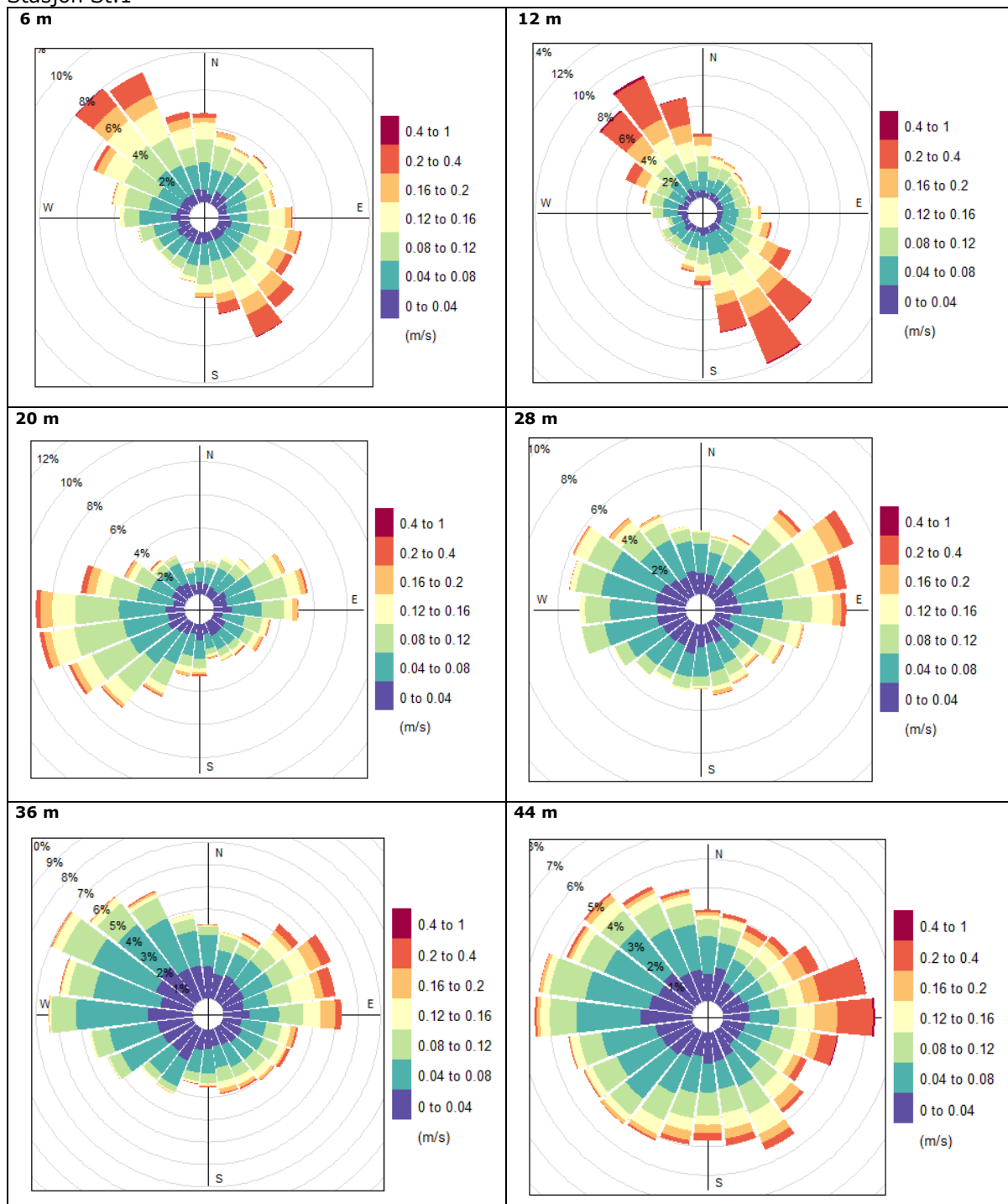
I de øvre ca. 15 m av vannsøylen ble det målt noe ulik fordeling av strøm, og strøm mot nordvest og sørøst dominerer i vanddyb 6-12 m. Dette gjelder begge stasjoner og indikerer at i øvre delen av vannsøylen snur strømmen til å gå i omtrent 90 graders vinkel mot tidevannsstrøm i den nedre delen av vannsøylen. Strømmene i nedre delen av vannsøylen var tydelig påvirket av tidevann (se Kapittel 4.3 og 4.4). I overflatelag kan også værforhold (for eksempel vind) påvirke strømmingene i større grad enn dypere i vannmassene (se Kapittel 4.5 for vurdering). Målte strømhastigheter er generelt noe høyere i øvre delen av vannsøylen enn i dypere vannlag.

Resultater i Vedlegg 5 viser at det ble målt vertikale hastigheter opp mot 4-5 cm/s ved St.2 i vanddyb mellom 0-25 m. Også på St.1 var det lignende vertikale hastigheter i disse vanddyb. Vertikale strømninger kan forekomme og i dette tilfellet gir effektiv blanding av vannsøylen. Likevel kan høye vertikalstrømhastigheter også tyde på lavere kvalitet i dataen når det gjelder horisontale strømmer. Dermed er det noe usikkerhet i dataene målt ved stasjon i vanddyb mellom 6-20 m. Resultatene er likevel videre diskutert i denne rapporten også for disse vanddyb.

Strømrosene i Figur 6 og Figur 7 viser at andelen sterke strømmer ( $> 0,12$  m/s) er høyest i vanddyb på 6-12 m og også i bunnvann på St.1 (44 m vanddyb). I bunnlaget på St.1 var det noe mer spredning i både strømrøtning og -hastighet, og strømmene på tvers av sundet kommer hyppigere enn på St.2. I nedre delen av vannsøylen (28-44/46 m dyp) var de sterkeste strømmene ( $> 0,12$  m/s) rettet mot øst/nordøst på St.1 og mot vest/sørvest på St.2. På St.2 (Figur 7) ble høyeste strømsstyrker målt i vanddyb på 12 m der en stor del av målinger viser hastigheter over 0,2 m/s. Strømsstyrker var høye også i 12 m dyp på St.1, men likevel noe lavere enn på St.2. Høye vertikale og horisontale hastigheter i øvre delen av vannsøylen målt på St.2 kan være forårsaket av innstrømming av vann gjennom Langholmsundet eller grunne områder som ligger direkte nord for målestasjon St.2 (se Figur 1). I overflatelag (6 m dyp) er strømsstyrker noe lavere enn i 12 m dyp og andelen sterke strømmer er høyest mot nordvest og sørøst på St.1 og mot sør og nord på St.2.

Roseplottene i Figur 8 og Figur 9 viser at det er store forskjeller i minimum (5 % persentil), median og maksimum (95 % persentil) hastigheter sektorvis på begge stasjoner. Medianhastighetene mot ulike retninger var mellom 0,04 og 0,12 m/s, bortsett fra målinger fra vanddyb på 12 m der sektorvise medianhastigheter var høyere og varierte mellom 0,08 og 0,20 m/s. Gjennomsnittshastighet er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger, mens median er den midterste målingen av alle målte hastigheter. Medianverdi er følgelig mindre påvirket av enkelte ekstremverdier. Det er forholdsvis lite forskjeller i gjennomsnittshastighet og medianverdi i alle vanddyb.

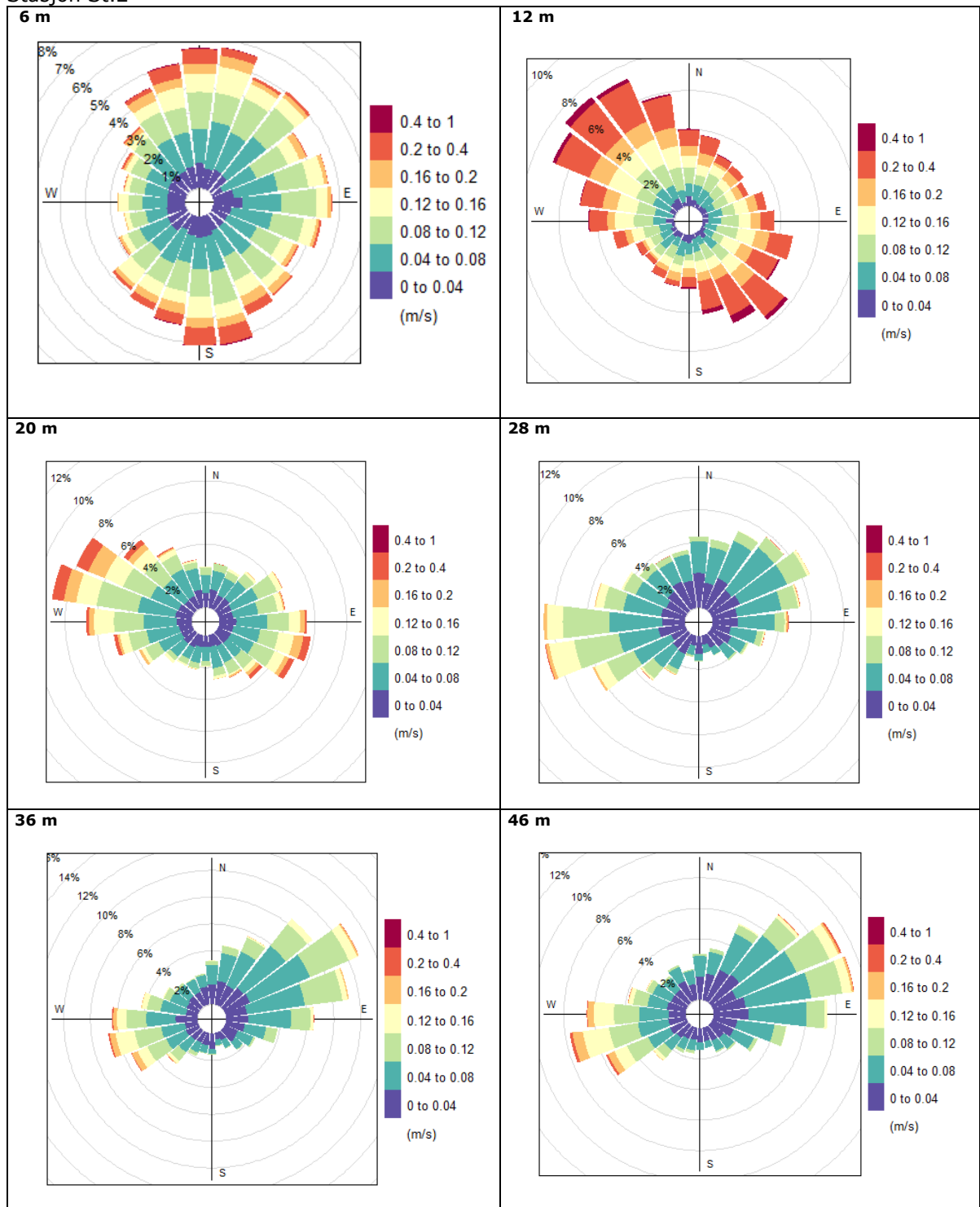
Stasjon St.1



Figur 6. St.1: Strømoser som viser fordelingen av hastigheter (m/s) for utvalgte vanddyb (m).

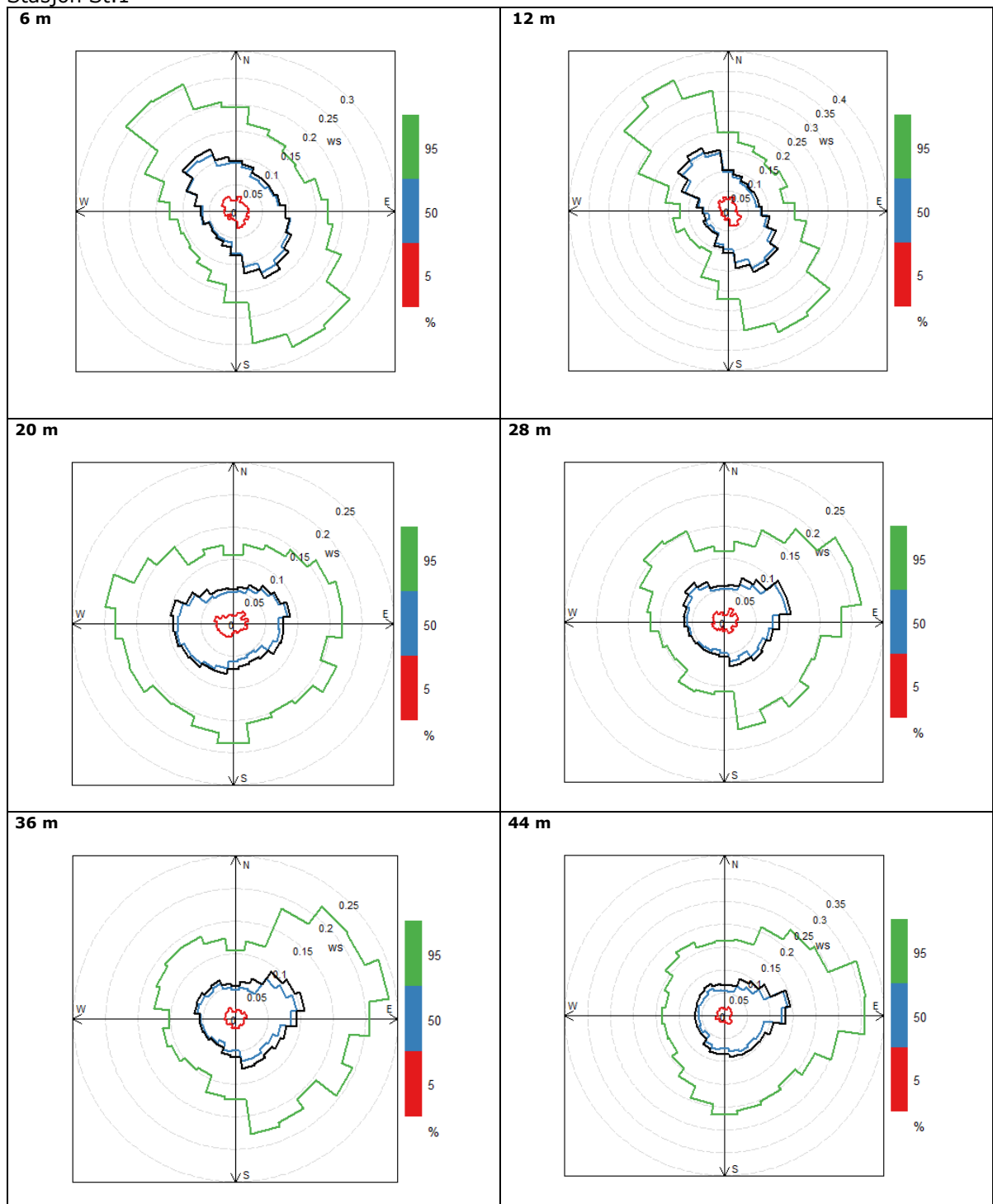


Stasjon St.2



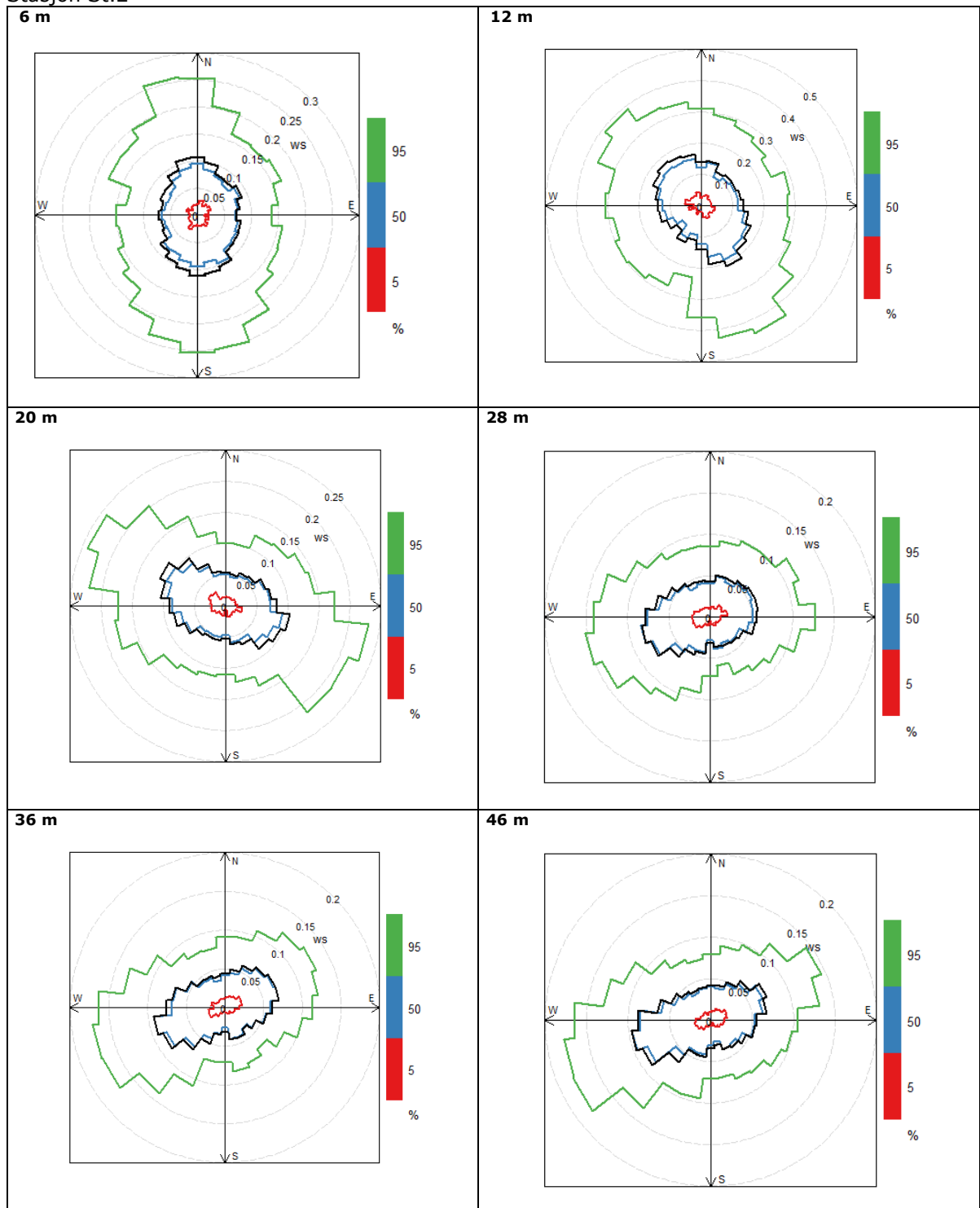
Figur 7. St.2: Strømrøser som viser fordelingen av hastigheter (m/s) for utvalgte vanddyb (m).

Stasjon St.1



Figur 8. St.1: Strømrøser som viser sektorvis gjennomsnittstrømhastighet i ulike retninger i svart. Minimum (5 % percentil), middels (50 % percentil) og maksimale hastigheter (95 % percentil) er vist hhv. med rød, blå og grønn.

Stasjon St.2



Figur 9. St.1: Strømrøser som viser sektorvis gjennomsnittstrømhastighet i ulike retninger i svart. Minimum (5 % percentil), middels (50 % percentil) og maksimale hastigheter (95 % percentil) er vist hhv. med rød, blå og grønn.

### 4.3 Tidsserier av horisontale strømhastighet og -retning

Figur 10 og Figur 11 a og b viser strømhastighet og strømretning i hele måleperioden som funksjon av vanddyb og tid, hhv. for stasjoner St.1 og St.2. Figur 10c og Figur 11c viser variasjoner i vannstand i samme perioden. Kvalitet på dataene i øvre ca. 0-6 m av vannsøylen er dårlig på begge stasjoner grunnet «side lobe» effekten (se Kapittel 3). Resultatene fra disse vanddyb er likevel vist i grafene.

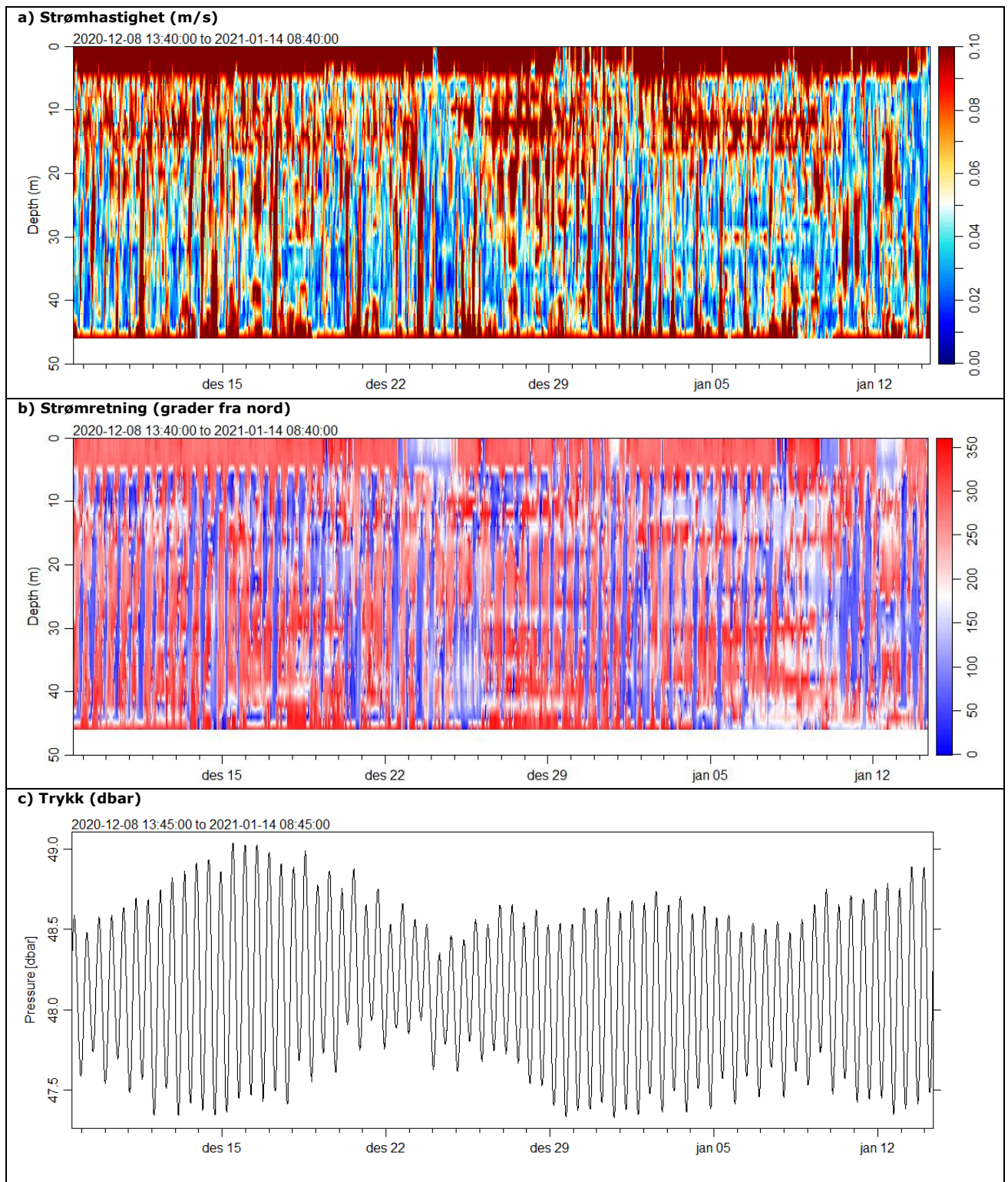
Resultatene vist i Figur 10 og Figur 11 viser tydelig at det er tidevannsstrømmer inn og ut i vika som påvirker strømbildet i området, særlig i nedre delen av vannsøylen. I nedre delen av vannsøylen oscillerer strømretning ofte mellom vestlige og østlige retninger (hhv. rødt og blått i Figurer 10b og 11b) i omtrent samme syklus med tidevannsperiode på 12 timer 25 minutter (Figur 10c og 11c). Denne tidevannsvariasjonen er noe mer tydelig på St.2 sammenlignet med strømretninger målt på St.1. På fløende sjø går strømmen oftest i retning mot vest og på fallende sjø i retning mot øst, dette gjelder begge stasjonene. I øvre delen av vannsøylen var det mer variasjon i strømhastigheter og retninger og tidevannets påvirkning er mindre tydelig (både på St.1 og St.2). Resultater viser at i øvre delen av vannsøylen forekommer det flere episoder med høyere hastigheter (røde områder i figuren), særlig ved St.2. Perioder med størst vannstandsendringer (springflo) for eksempel rundt 13-18. desember sammenfaller ikke med perioder der det ble målt noe spesielt høye strømhastigheter i vannsøylen på St.1 eller St.2. Likevel ble det målt høye hastigheter i bunnlag på St.1 i denne perioden.

Figur 12 og Figur 13 viser tidsserier for horisontal strømhastighet for utvalgte vanddyb (6 m, 12 m, 20 m, 28 m, 36 m og 44/46 m) hhv. på St.1 og St.2. Hovedresultatene og statistikk over hastigheter i alle retninger er oppsummert i Tabell 2. Det ble generelt målt noe høyere hastigheter på St.1 enn St.2, bortsett fra vanddyb på 12 m. Middelhastighet (i alle retninger) i forskjellige dyp (bortsett 12 m dyp) varierer mellom 0,069 – 0,125 m/s på St.1 og mellom 0,062 – 0,155 m/s på St.2.

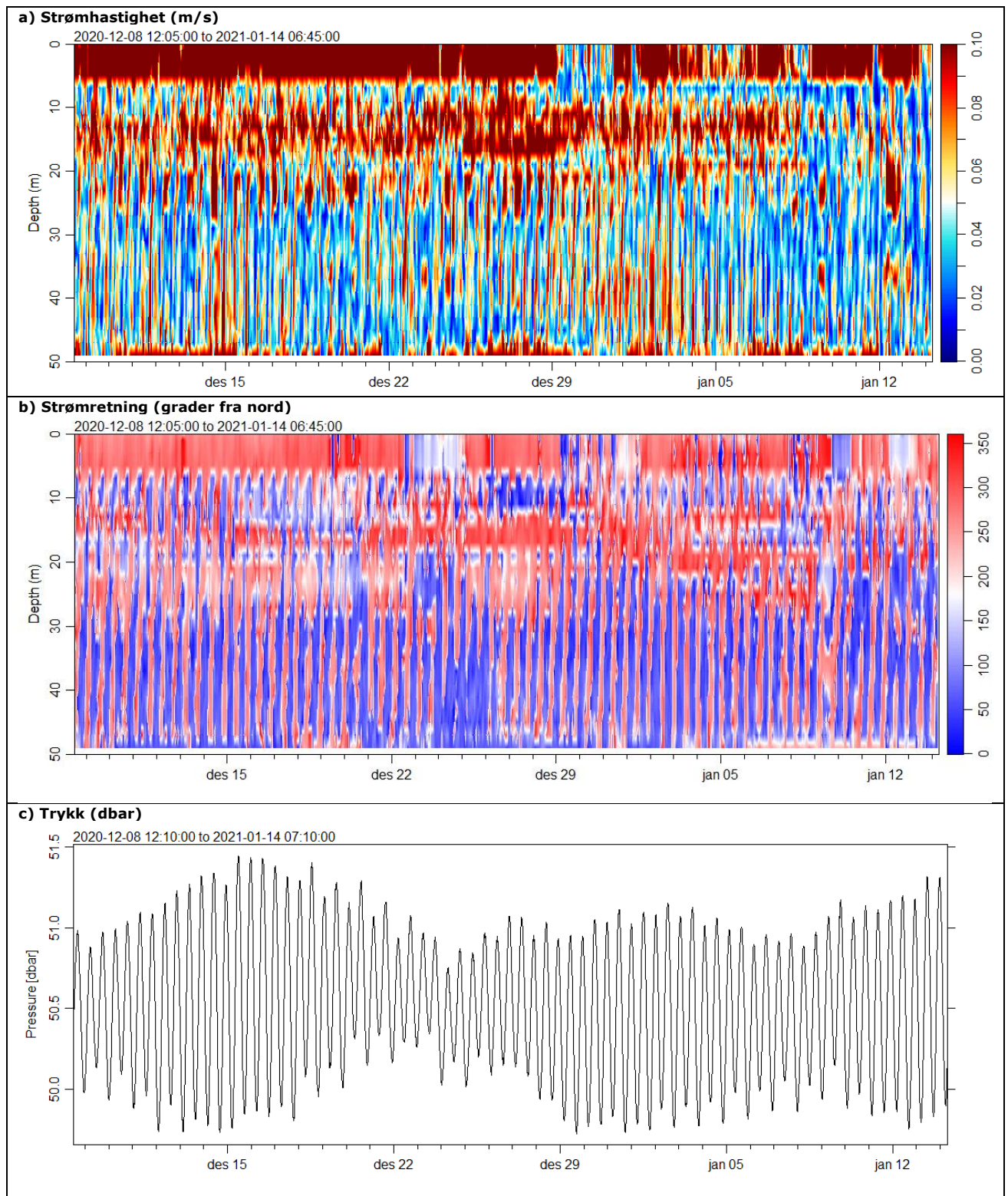
På begge stasjoner var det forholdsvis lite forskjeller i maksimum og minimumshastigheter i ulike vanddyb (se Tabell 2), bortsett fra resultater for vanddyb 12 m. Tidsserier i Figur 12 og Figur 3 viser at i korte perioder ble det målt hastigheter opp mot til 0,7-0,8 m/s i 12 m dyp. I øvrige vanddyb ble det registrert enkelte målinger opp mot 0,3-0,5 m/s. Histogrammer for hastighet og retning for samme utvalgte vanddyb er vist i Vedlegg 2 og 3 hhv for St.1 og St.2.

**Tabell 2. Oppsummering av strømhastigheter til alle retninger (m/s) for utvalgte vanddyb (m). 10 minutters måleintervall.**

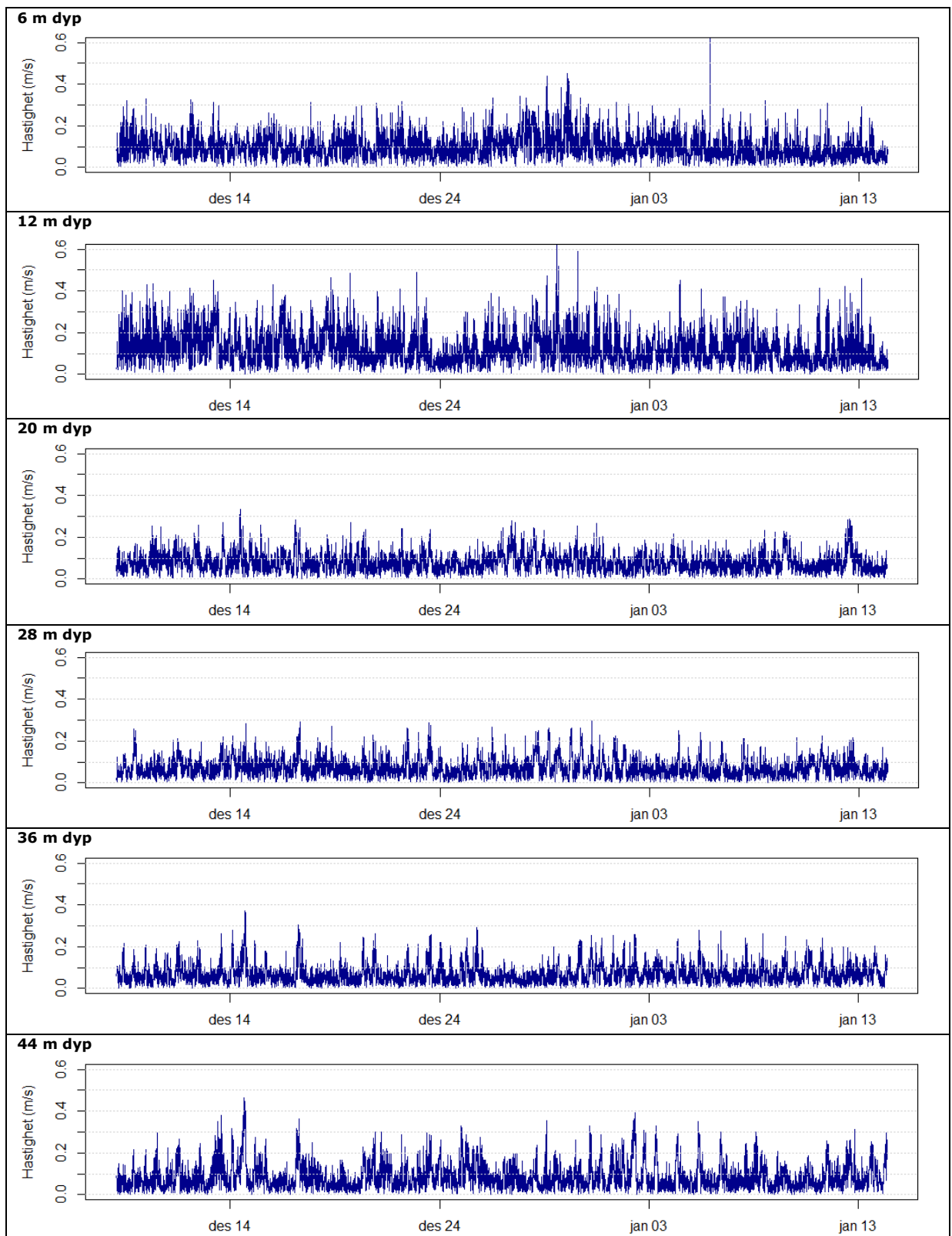
| Dyp                 | Min   | 5 %   | 25%   | Gjennom<br>-snitt | Middel<br>50% | 75 %  | 95 %  | Maks  |
|---------------------|-------|-------|-------|-------------------|---------------|-------|-------|-------|
| m                   | m/s   | m/s   | m/s   | m/s               | m/s           | m/s   | m/s   | m/s   |
| <b>Stasjon St.1</b> |       |       |       |                   |               |       |       |       |
| 6 m                 | 0,001 | 0,022 | 0,055 | 0,099             | 0,087         | 0,131 | 0,213 | 0,422 |
| 12 m                | 0,001 | 0,026 | 0,064 | 0,125             | 0,107         | 0,169 | 0,292 | 0,669 |
| 20 m                | 0,000 | 0,020 | 0,046 | 0,081             | 0,073         | 0,106 | 0,169 | 0,334 |
| 28 m                | 0,001 | 0,017 | 0,039 | 0,073             | 0,064         | 0,095 | 0,162 | 0,296 |
| 36 m                | 0,001 | 0,014 | 0,035 | 0,069             | 0,058         | 0,089 | 0,166 | 0,371 |
| 44 m                | 0,001 | 0,016 | 0,040 | 0,086             | 0,068         | 0,114 | 0,217 | 0,465 |
| <b>Stasjon St.2</b> |       |       |       |                   |               |       |       |       |
| 6 m                 | 0,000 | 0,018 | 0,048 | 0,089             | 0,078         | 0,117 | 0,202 | 0,482 |
| 12 m                | 0,001 | 0,032 | 0,083 | 0,155             | 0,137         | 0,207 | 0,341 | 0,797 |
| 20 m                | 0,000 | 0,017 | 0,044 | 0,082             | 0,071         | 0,107 | 0,186 | 0,387 |
| 28 m                | 0,000 | 0,014 | 0,034 | 0,059             | 0,053         | 0,078 | 0,124 | 0,305 |
| 36 m                | 0,000 | 0,014 | 0,036 | 0,063             | 0,058         | 0,084 | 0,131 | 0,272 |
| 46 m                | 0,000 | 0,014 | 0,034 | 0,062             | 0,054         | 0,081 | 0,140 | 0,296 |



**Figur 10. Stasjon St.1 a) Strømhastighet (m/s) og b) strømretning (grader fra nord) for hele måleperioden som funksjon av vanddyb og tid. For øverste 0-6 m av vannsøylen er kvaliteten på måledata dårlig (side lobe effekt). 1 timers midlingstid benyttet for grafene a og b. Vanddyb (m) på y-aksen (a og b). c) Trykk (dbar) i samme måleperiode.**

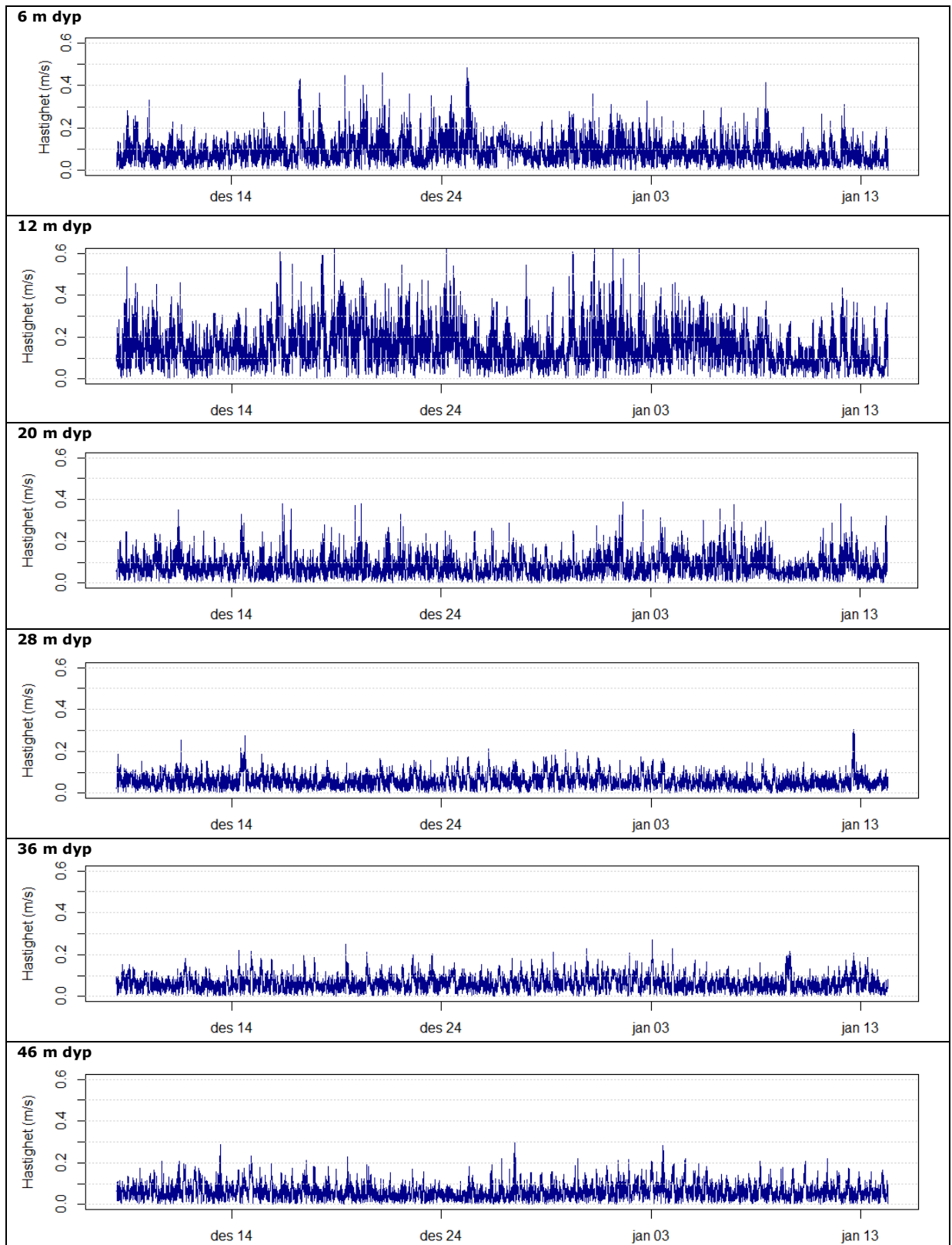


**Figur 11. Stasjon St.2 a) Strømhastighet (m/s) og b) strømretning (grader fra nord) for hele måleperioden som funksjon av vanddyb og tid. For øverste 0-6 m av vannsøylen er kvaliteten på måledata dårlig (side lobe effekt). 1 timers midlingstid benyttet for grafene a og b. Vanddyb (m) på y-aksen (a og b). c) Trykk (dbar) i samme måleperiode.**



Figur 12. St.1: Vertikale strømhastighet (m/s) for utvalgte vanddyb og for hele måleperioden. Histogrammer er oppgitt i Vedlegg 2. 10 min måleintervall.





Figur 13. St.2: Vertikale strømhastighet (m/s) for utvalgte vanddyb og for hele måleperioden. Histogrammer er oppgitt i Vedlegg 2. 10 min måleintervall.

#### 4.4 Strømstyrker i forhold til tidevann og vind

I dette avsnittet sammenstilles strømhastighetene mot nord og øst med tidevannets variasjoner i måleperioden. Dette er gjort for å videre avgjøre tidevannsstrømmens mønster i forhold i tidevannssyklusen. Denne gir informasjon om tidevannets bidrag til strømbildet ved lokaliteten.

Vektormidlet strøm mot øst og nord er vist i grafene i Figur 14 – 17:

- Figur 14 - St.1 Vektormidlet strøm i retning øst – vest
- Figur 15 - St.1 Vektormidlet strøm i retning nord – sør
- Figur 16 - St.2 Vektormidlet strøm i retning øst – vest
- Figur 17 - St.2 Vektormidlet strøm i retning nord – sør

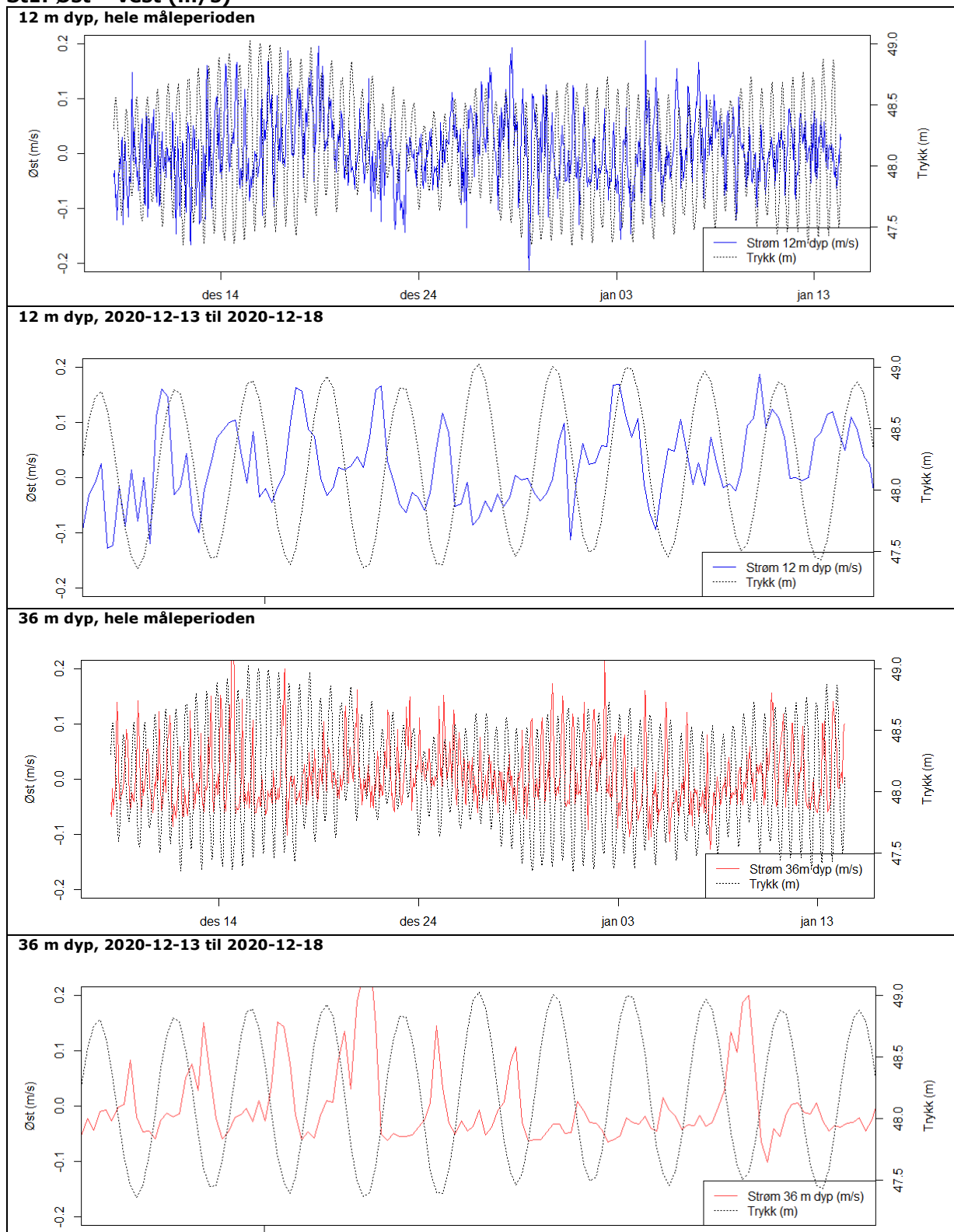
Vektormidlet strøm er vist for hele måleperioden, samt for en utvalgt representativ periode (13-18. desember 2020) for å gi mer detaljert bilde av strømmens retning under synkende og stigende tidevann. Under denne perioden er vannstandsendringer mellom 130 og 150 cm. For begge stasjoner viser grafer resultater for 2 vanddyp illustrert med farger:

- 12 m – overflatelag
- 36 m – dypere vannmasser

Grafene viser at det er tydelig sammenheng mellom strømmens øst – vest komponent og vannstandsendringer i 36 m dyp på begge stasjoner. På stasjon St.2 er sammenheng noe mer tydelig som også grafer i Kapittel 4.3 viste. På fløende sjø dominerer komponent mot vest og på fallende sjø dominerer komponenter mot øst. Grafene viser ikke noe tydelig sammenheng med nord-sør komponent og tidevannssvingninger på stasjoner St.1 og St.2.

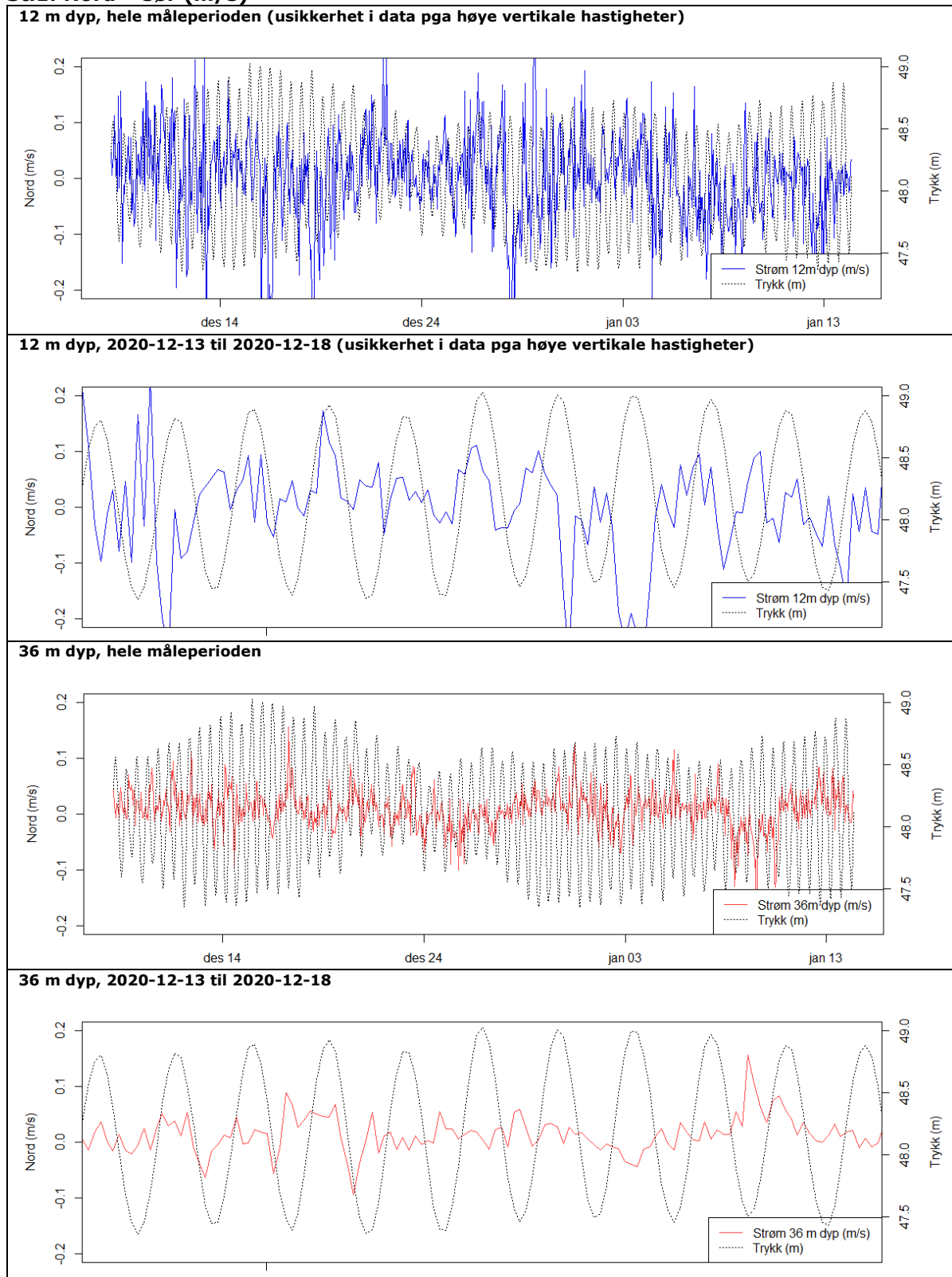
Sammenhengen mellom strømkomponenter og vannstandsendringer er særlig synlig for resultater i nedre delen av vannsøylen (36 m dyp). Høyere opp i vannsøylen (12 m dyp) er sammenhengen betydelig svakere og helt bortfallende på St.2. Det er også en rekke andre faktorer som kan påvirke strømmen, blant annet vind, lufttrykk og tetthetsforskjeller (se Kapittel 4.5). Likevel indikerer resultatene at tidevannsstrømmer dominerer strømbildet i nedre delen av vannsøylen.

**St1: Øst - vest (m/s)**



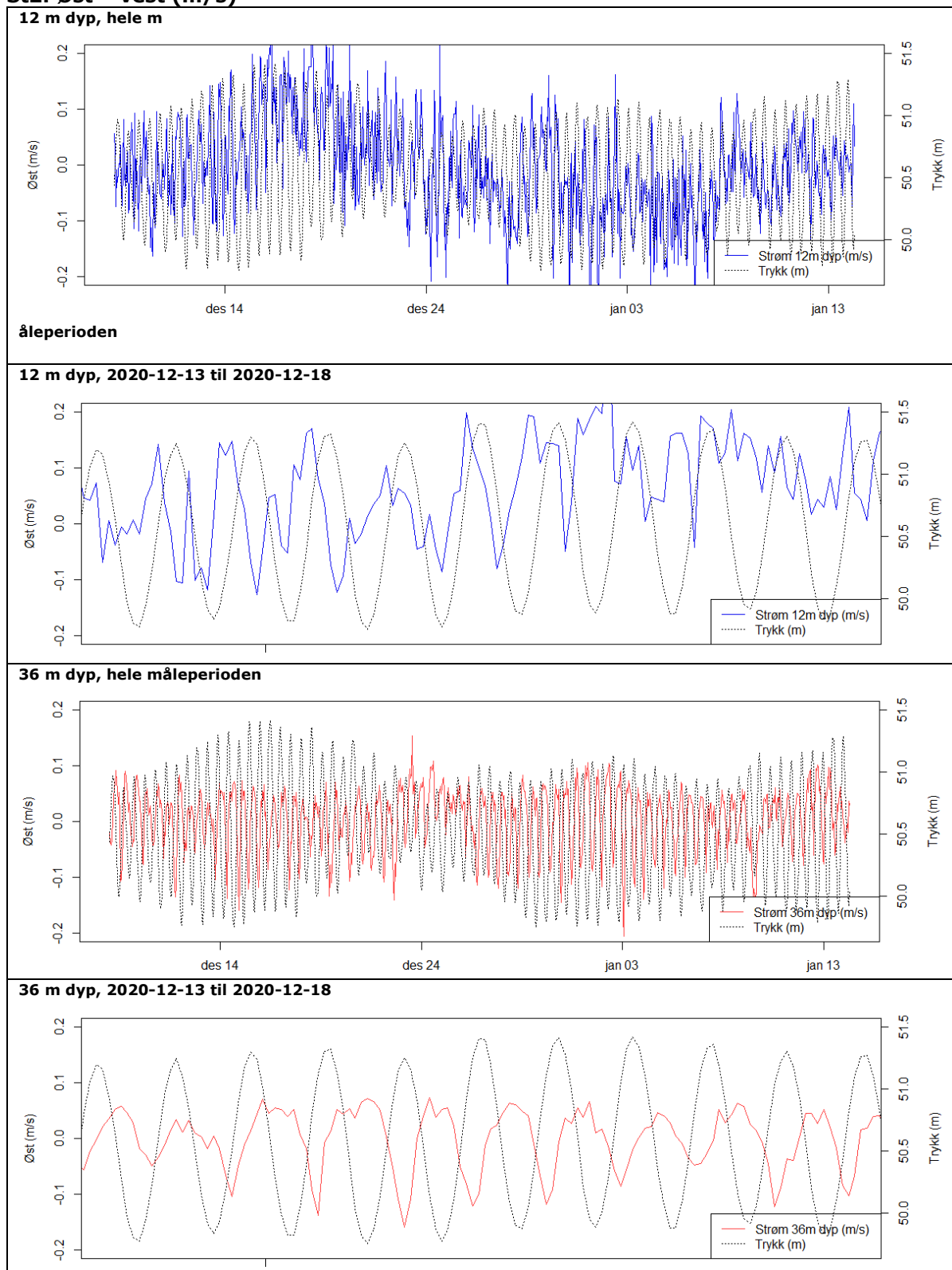
**Figur 14. St.1: Strømhastighet mot øst ved 12 m og 36 m vandndyp, sammen med vannstands nivå målt ved stasjonen. Strømhastighet og trykk er glattet med 1 timers midlingstid. Det er vist resultater for hele måleperioden og i tillegg mer detaljert bilde av hastighetene for en utvalgt periode: 13.desember-18.desember 2020.**

**St.1: Nord – sør (m/s)**



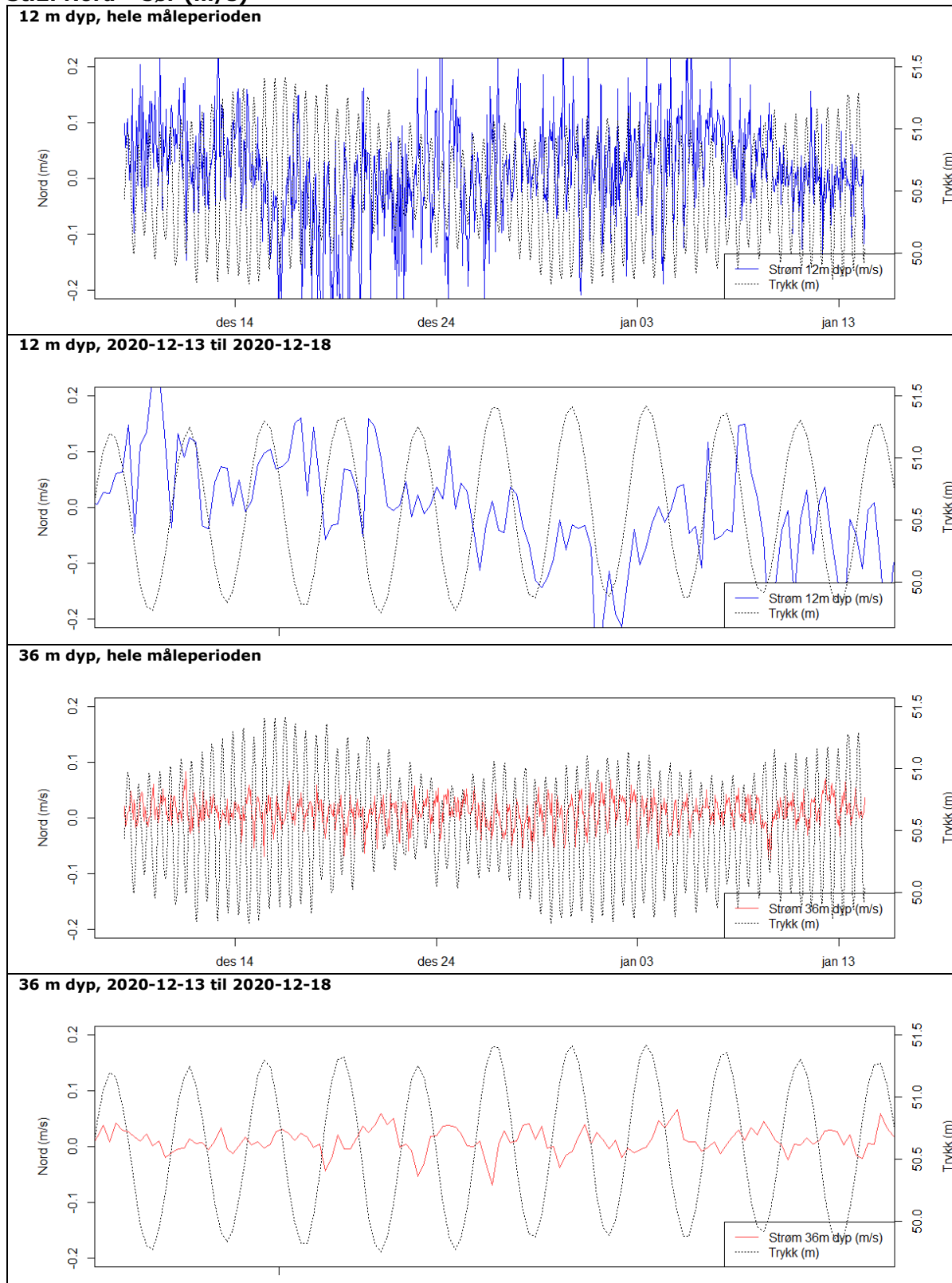
**Figur 15. St.1: Strømhastighet mot nord ved 12 og 36 m vanddyb, sammen med vannstands nivå målt ved samme stasjon. 10 min måleintervall. Det er vist resultater for hele måleperioden og i tillegg mer detaljert bilde av hastighetene for en utvalgt periode: 13.desember-18.desember 2020.**

**St2: Øst – vest (m/s)**



**Figur 16. St.2: Strømhastighet mot øst ved 12 m og 36 m vanddyb, sammen med vannstands nivå målt ved stasjonen. Strømhastighet og trykk er glattet med 1 timers midlingstid. Det er vist resultater for hele måleperioden og i tillegg mer detaljert bilde av hastighetene for en utvalgt periode: 13.desember-18.desember 2020.**

### St.2: Nord - sør (m/s)

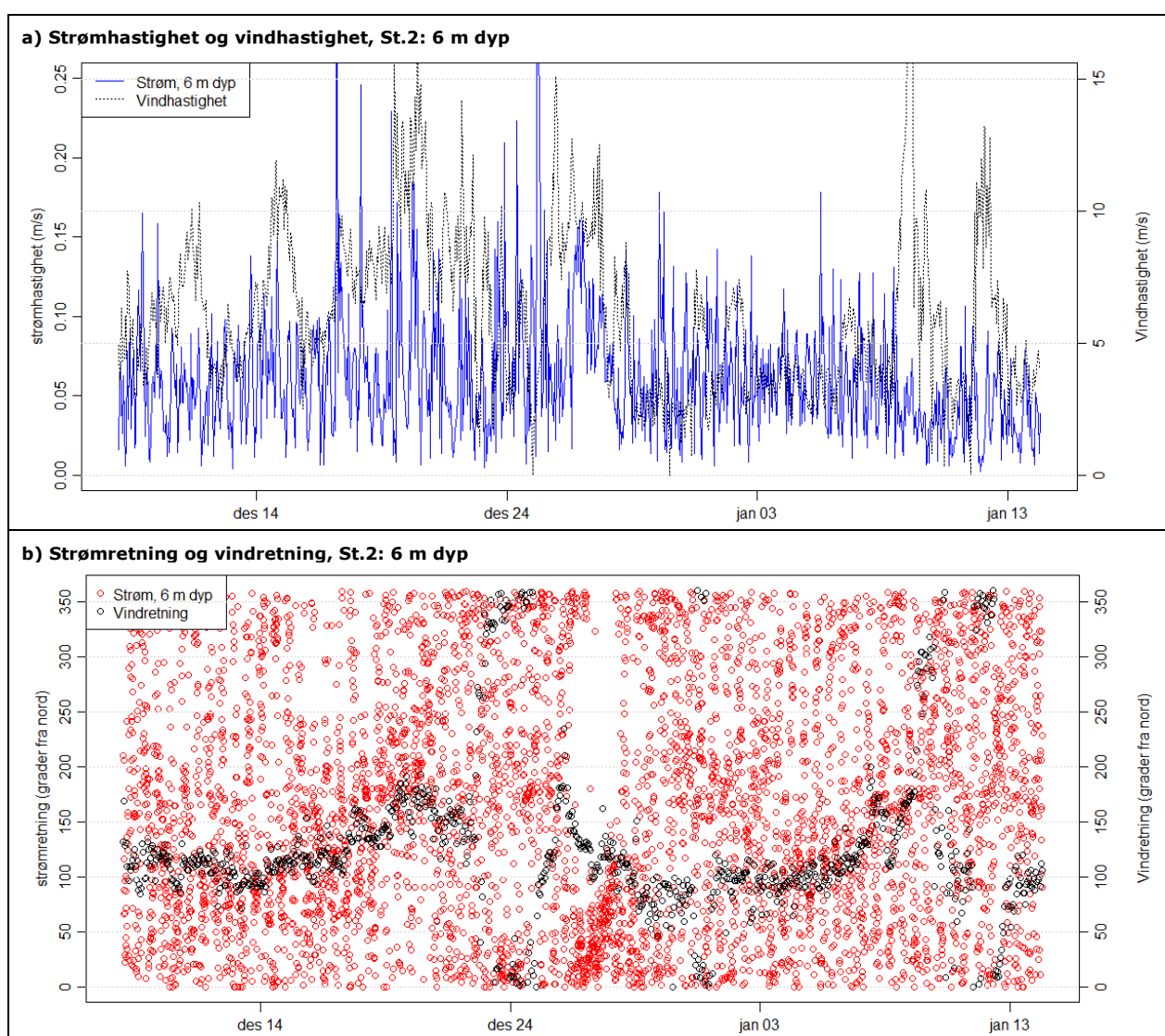


Figur 17. St.2: Strømhastighet mot nord ved 12 og 36 m vanddyb, sammen med vannstandsniå målt ved samme stasjon. 10 min måleintervall. Det er vist resultater for hele måleperioden og i tillegg mer detaljert bilde av hastighetene for en utvalgt periode: 13.desember-18.desember 2020.

#### 4.5 Strøm i forhold til vind

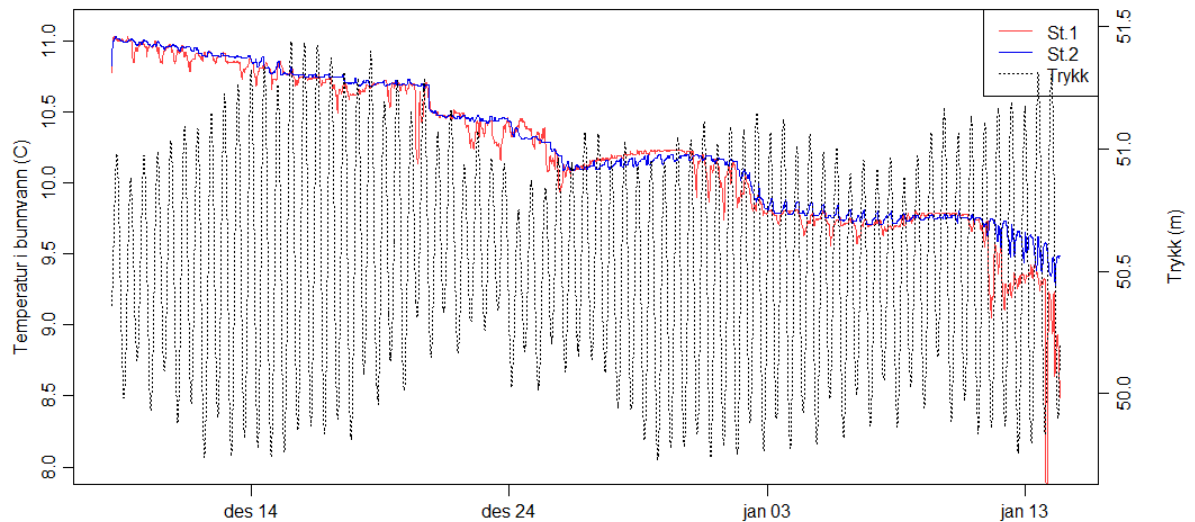
Særlig strømmingene i øvre delen av vannsøylen kan være påvirket av vind. Meteorologiske data er hentet fra eKlima database. Vi har hentet data fra stasjon Florø Lufthavn (st. nr. 57710, 61.5832 N, 5.0278 Ø, 9 moh) for samme perioden som strømmålingene ble utført. Måledata fra denne stasjon er vurdert som mest representative ut ifra lokasjon og høyde. Figur 18 og viser strømhastighet og retning i overflatelag (6 m dyp) sammenlignet med vindhastighet og -retning. Det vises kun sammenligning med resultater fra St.2 i denne rapporten, resultater fra St.1 viser ikke noe mer tydelig sammenheng med vind og overflatestrøm.

Kun enkelte perioder høye strømhastighetene ( $> 0,10$  m/s) i overflatelaget sammenfaller med perioder med sterk vind ( $> 10$  m/s), dette gjelder særlig i periode rundt 16-28. desember. I måleperioden kom vind ofte fra øst-sørøst ( $100-150^\circ$ ). Figur 18b viser at vindretning og strømretning er mindre samfallende under hele måleperioden.



**Figur 18. St.2 a) Strømhastighet (m/s) i 6 m dyp (m) og b) strømretning plottet sammen med a) vindhastighet og b) retning registrert ved stasjon Gullholmen, ca. 4,5 km nordvest for deponiområdet. 1 timers midlingstid for strømmålinger. Vindhastighet registreres hver 8. time.**

Strømmålere registrerte også temperatur i dypvannet 1 meter over sjøbunnen i dybden der målere stå. Raske endringer i temperatur kan tyde på innstrømming av nytt vann, meteorologiske endringer påvirker temperaturen saktere i dypvannet. Figur 19 viser temperatur registrert ved St.1 og St.2, sammen med endringer i vannstand. Resultater viser at det kommer svingninger i temperatur som sammenfaller med tidevannssvingninger, men det ble også registrert raske endringer i temperatur (opp til ca. 0,5-1,0 °C) som kan skyldes dypvannsstrømninger. Dette indikerer at dypvannsstrømninger vil også kunne påvirke strømholdene i Florøvika. Dette er særlig synlig for eksempel rundt 20. desember og mot slutten av måleperiode på St.1.



**Figur 19. Temperatur ( °C) i bunnvann ved St.1 og St.2 plottet sammen med vannstand (trykk, m) registrert på stasjon St.2.**



## 5. KONKLUSJONER

I forbindelse med planlagt utdyping av farleden til Florø Havn, har det blitt utført strømmålinger på to stasjoner i nærheten ved mudringslokaliteter i Florøvika i perioden 8. desember 2020 til 14. januar 2021 (varighet på ca. 36 døgn). Strømretning og hastighet ble målt gjennom hele vannsøylen.

Resultatene indikerer at i nedre delen av vannsøylen var strømmen mer tydelig påvirket av tidevannsstrømmer, og strømmen oscillerte mye mellom øst – vest retning iht. sundets topografi. Strømmen var mer tydelig tidevannspåvirket på St.2, dvs. ved den østlige delen av sundet. På fløende sjø går strømmen ofte retning mot vest og på fallende sjø i retning mot øst, men det forekom en del variasjon. Medianhastighet i nedre delen av vannsøylen varierte mellom ca. 0,05 og 0,07 m/s. I øvre delen av vannsøylen var strømbildet noe annerledes og strømmen snudde til å gå mer i retning mot nordvest og sørøst. Strømhastigheter var generelt høyere i øvre delen av vannsøylen, medianhastighet i disse dyp var mellom ca. 0,08-0,14 m/s. Mulige andre prosesser som påvirker strømmen er fjordens topografi, meteorologiske forholdene (f.eks. vind) og dypvannsstrømninger. Det ble også målt vertikale strømmer opp mot 0,05 m/s i den øvre delen av vannsøylen på begge stasjoner. Tidligere undersøkelser har indikert at om sommeren er strømforholdene i området noe roligere, men til denne rapporten ble det kun undersøkt strømforhold i vintermånedene.

Resultatene presentert i foreliggende datarapport vil kunne brukes å vurdere spredning av finstoff fra mudring og sprengning. Strømretning og –hastighet er avgjørende for spredning av finstoff i vannmasser under mudring og sprengning.

## 6. REFERANSER

Nortek, 2018: Comprehensive Manual for ADCP. 137 sider.

Nortek. 2017. System Integrator manual. 81 sider.

Kelley, D. 2020. Package «oce» February 21, 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=oce>

Kystverket. 2020. Kystinfo. Hentet fra Kystinfo: <https://a3.kystverket.no/kystinfo>

Norconsult. 2020. Undersøkelsesprogram: Innseiling Florø. Oppdragsnr.: 5202376.

Rådgivende biologer. 2009. Rapport 1200: Flora kommune. Resipientundersøkelse for Florølandet og Brandsøy. Beskrivelse av resipientene, avløpsdisponering og miljøtilstand 2009.

## VEDLEGG 1 OVERSIKT OVER MÅLEDATA OG KVALITETSSIKRING, ST.1

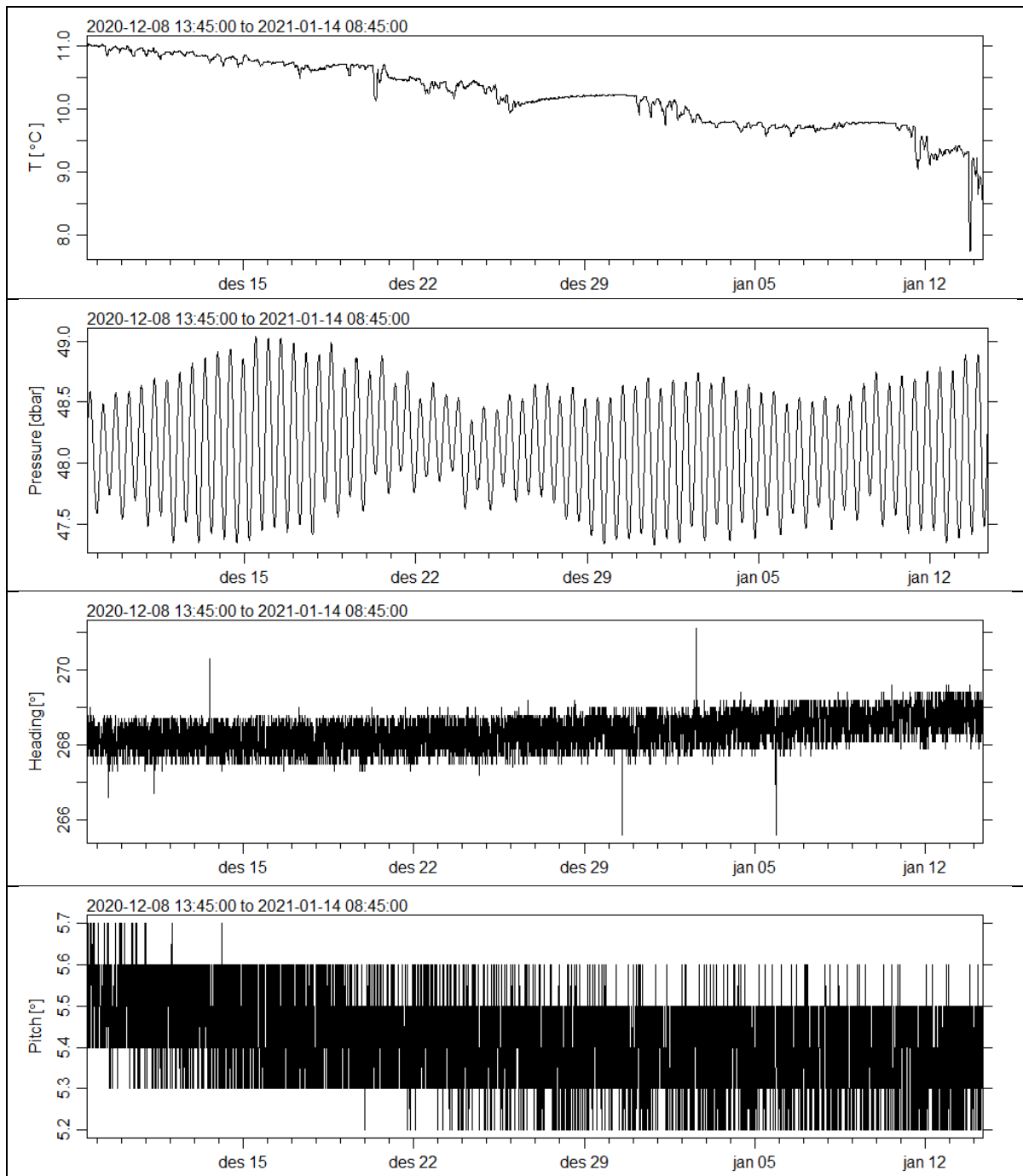
----

### ADP Summary

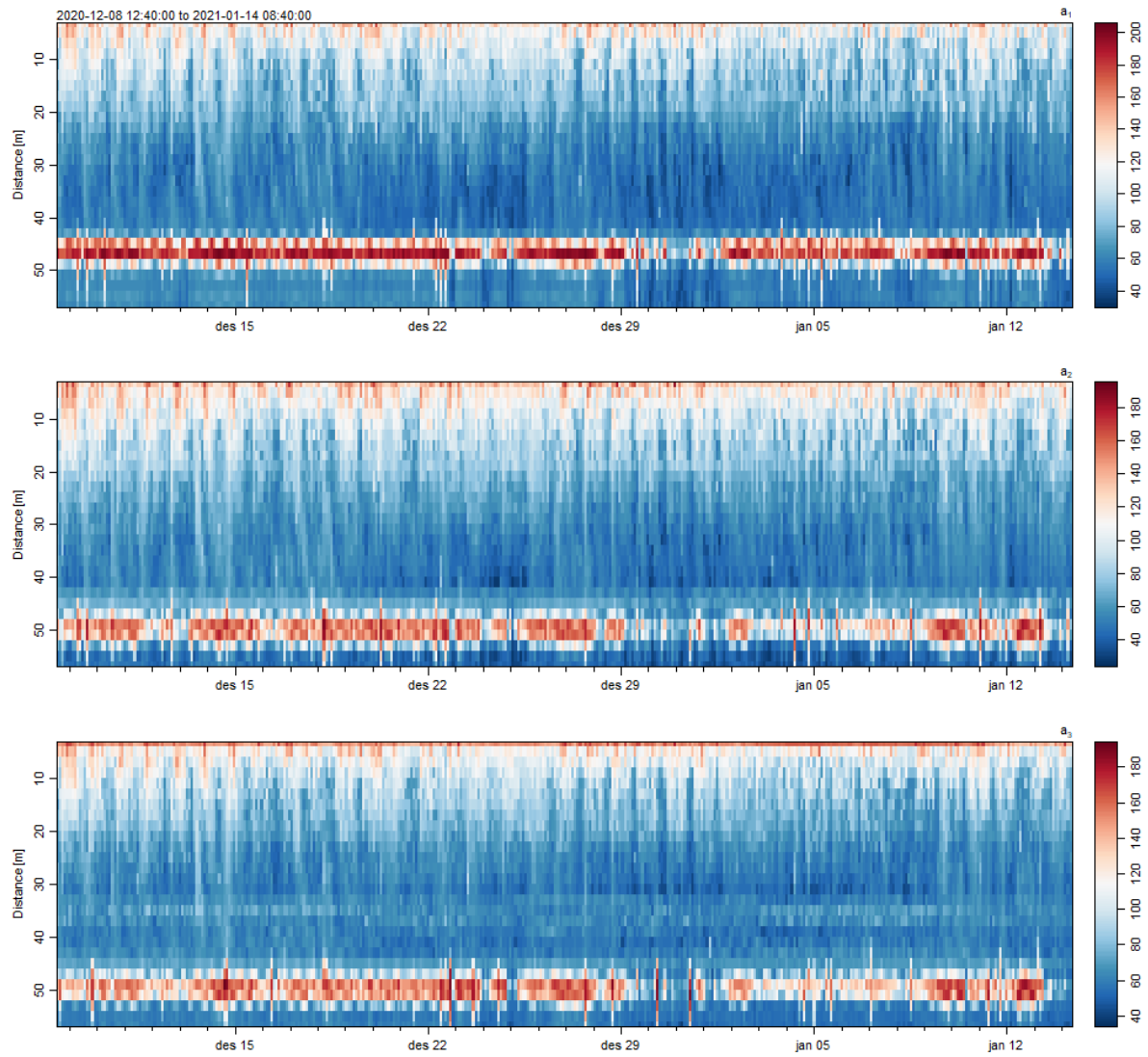
-----

\* Serial number: AQD158624.24  
 \* Firmware version: 3.43  
 \* Source filename: ``C:\Rfiles\Floro\ST1.PRF``  
 \* Location: unknown latitude, unknown longitude  
 \* Number of profiles: 5299  
 \* Number of cells: 28  
 \* Number of beams: 3  
 \* Cell size: 2.002351 m  
 \* Summary of times between profiles:  
 Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.  
 600 600 600 600 600 600  
 \* Frequency: 400 kHz  
 \* Cells: 28, centered at 2.947 m to 57.011 m, spaced by 2.002 m  
 \* Coordinate system: enu [originally], enu [presently]  
 \* Beams::  
 Number: 3  
 Slantwise Angle: 25  
 Orientation: downward  
 Unspreaded: FALSE  
 \* Transformation matrix::  
 1.5774 -0.7891 -0.7891  
 0.000 -1.366 1.366  
 0.3677 0.3677 0.3677  
 \* Time ranges from 2020-12-08 13:45:00 to 2021-01-14 08:45:00 with 5299 samples and mean increment 10 min  
 \* Data Overview

|                          | Min.   | Mean     | Max.   | Dim.      | NAs | OriginalName |
|--------------------------|--------|----------|--------|-----------|-----|--------------|
| v [m/s]                  | -1.085 | -0.01392 | 1.192  | 5299x28x3 | 0   | -            |
| a                        | 24     | 79.193   | 206    | 5299x28x3 | 0   | -            |
| q                        | 0      | 113.57   | 255    | 5299x28x3 | 0   | -            |
| distance [m]             | 2.9471 | 29.979   | 57.011 | 28        | 0   | -            |
| pressure [dbar]          | 47.327 | 48.111   | 49.038 | 5299      | 0   | -            |
| error                    | 0      | 0        | 0      | 5299      | 0   | -            |
| temperature [°C, ITS-90] | 7.74   | 10.22    | 11.03  | 5299      | 0   | -            |
| heading [°]              | 265.6  | 268.35   | 271.1  | 5299      | 0   | -            |
| pitch [°]                | 5.2    | 5.415    | 5.7    | 5299      | 0   | -            |
| roll [°]                 | -0.6   | -0.35541 | -0.1   | 5299      | 0   | -            |



Figur 20. Tidsserier for temperatur (°C), trykkmåling (dbar), heading (°) og pitch (°) for hele måleperioden.



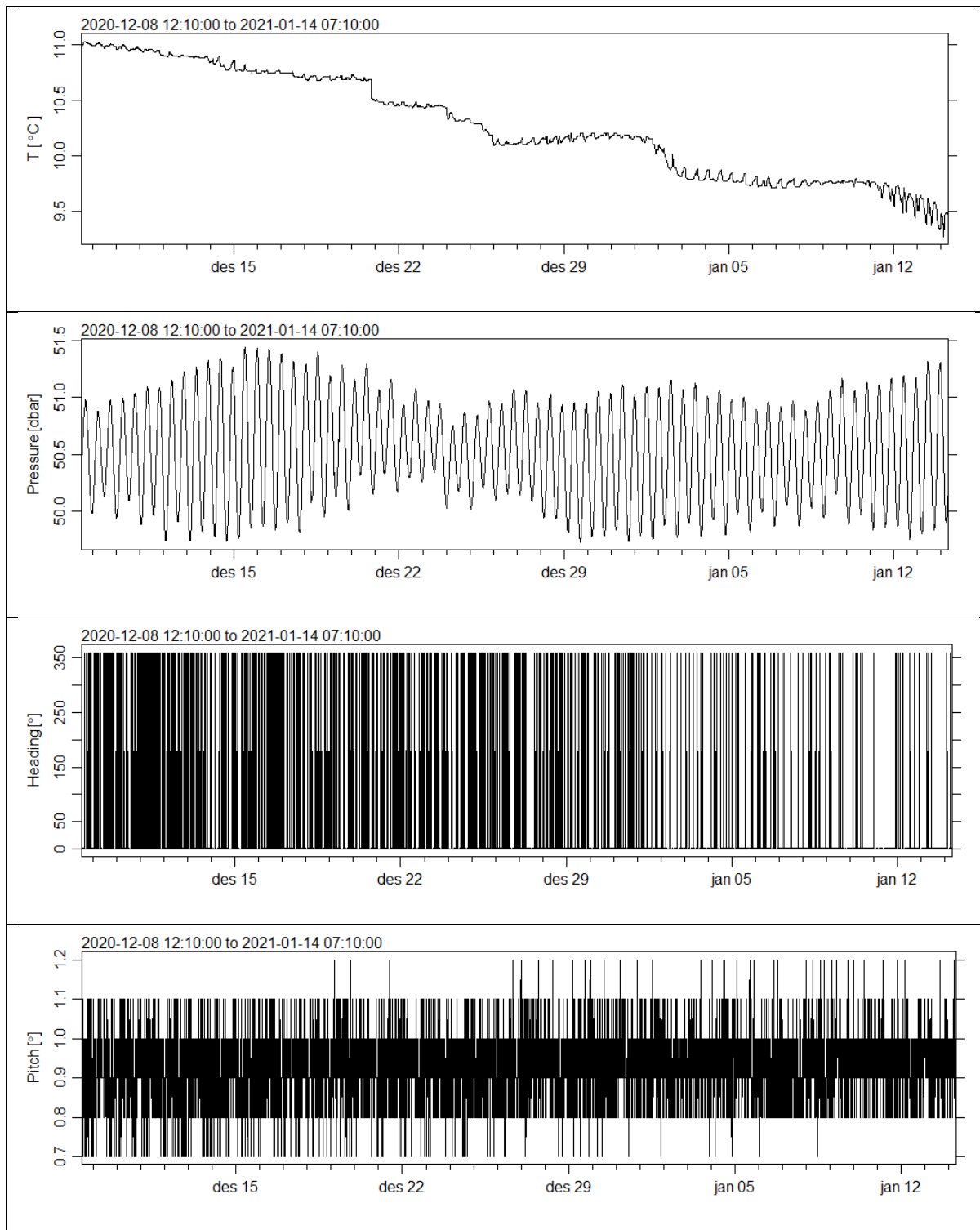
Figur 21. Signalstyrke («amplitude», enhet: counts) for beamene 1 til 3 (hvv.  $a_1$  til  $a_3$ ) for hele måleperioden. Cellestørrelse er 2 m. Y-aksen viser avstanden (m) fra instrumentet.

## VEDLEGG 2 OVERSIKT OVER MÅLEDATA OG KVALITETSSIKRING, ST.2

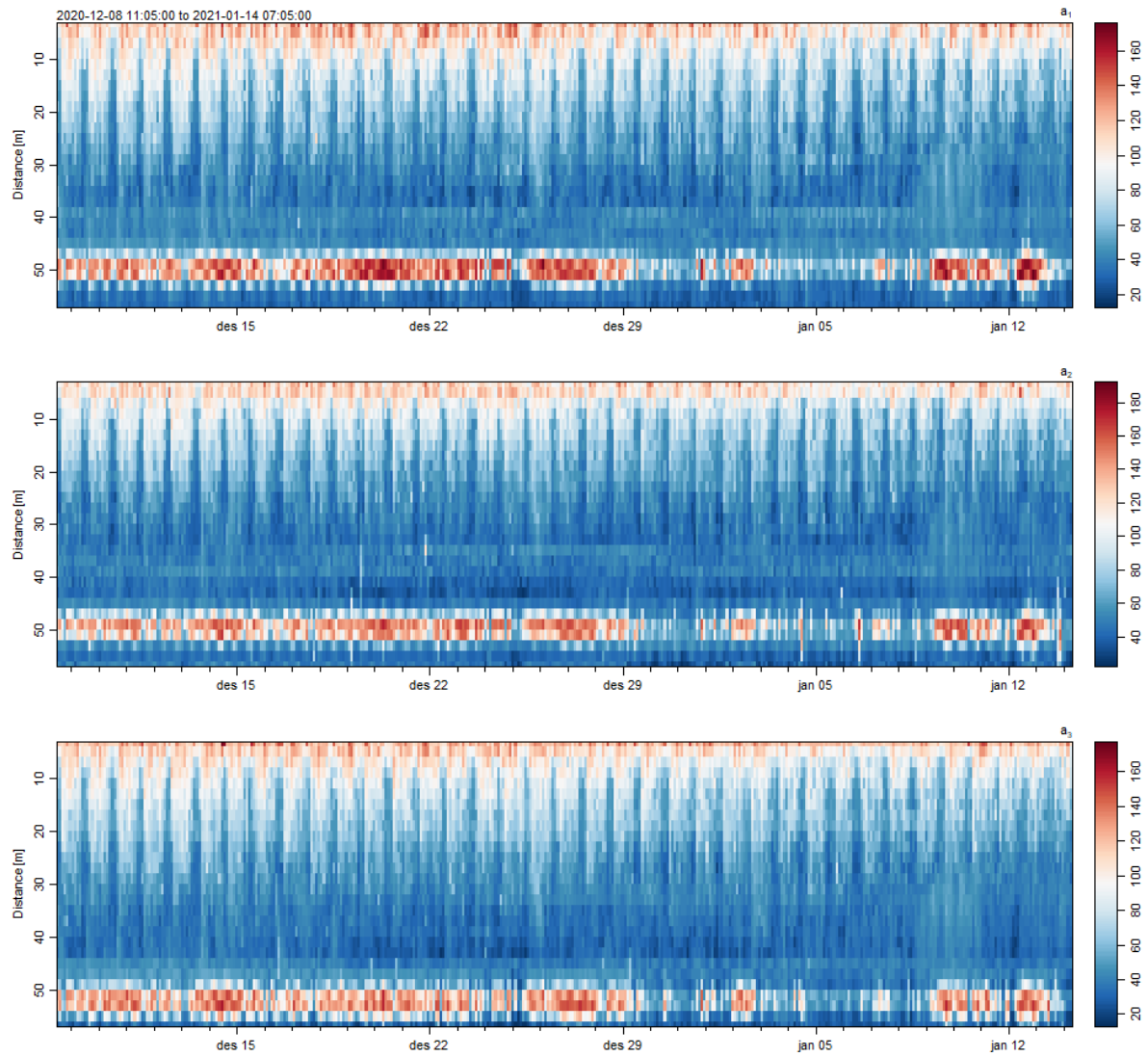
-----  
ADP Summary  
-----

\* Serial number: AQD16018p  
4.24  
\* Firmware version: 3.43  
\* Source filename: ``C:\Rfiles\Florø\ST2.PRF``  
\* Location: unknown latitude, unknown longitude  
\* Number of profiles: 5299  
\* Number of cells: 28  
\* Number of beams: 3  
\* Cell size: 2.002351 m  
\* Summary of times between profiles:  
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.  
600 600 600 600 600 600  
\* Frequency: 400 kHz  
\* Cells: 28, centered at 2.968 m to 57.031 m, spaced by 2.002 m  
\* Coordinate system: enu [originally], enu [presently]  
\* Beams::  
Number: 3  
Slantwise Angle: 25  
Orientation: downward  
Unspreaded: FALSE  
\* Transformation matrix::  
1.5774 -0.7891 -0.7891  
0.000 -1.366 1.366  
0.3677 0.3677 0.3677  
\* Time ranges from 2020-12-08 12:10:00 to 2021-01-14 07:10:00 with 5299 samples and mean increment 10 min  
\* Data Overview

|                          | Min.   | Mean     | Max.   | Dim.      | NAs | OriginalName |
|--------------------------|--------|----------|--------|-----------|-----|--------------|
| v [m/s]                  | -1.042 | -0.01589 | 0.922  | 5299x28x3 | 0   | -            |
| a                        | 13     | 63.101   | 192    | 5299x28x3 | 0   | -            |
| q                        | 0      | 101.84   | 255    | 5299x28x3 | 0   | -            |
| distance [m]             | 2.9679 | 30       | 57.031 | 28        | 0   | -            |
| pressure [dbar]          | 49.727 | 50.518   | 51.443 | 5299      | 0   | -            |
| error                    | 0      | 0        | 0      | 5299      | 0   | -            |
| temperature [°C, ITS-90] | 9.27   | 10.274   | 11.03  | 5299      | 0   | -            |
| heading [°]              | 0      | 45.322   | 359.8  | 5299      | 0   | -            |
| pitch [°]                | 0.7    | 0.92468  | 1.2    | 5299      | 0   | -            |
| roll [°]                 | -3.9   | -3.6656  | -3.4   | 5299      | 0   | -            |

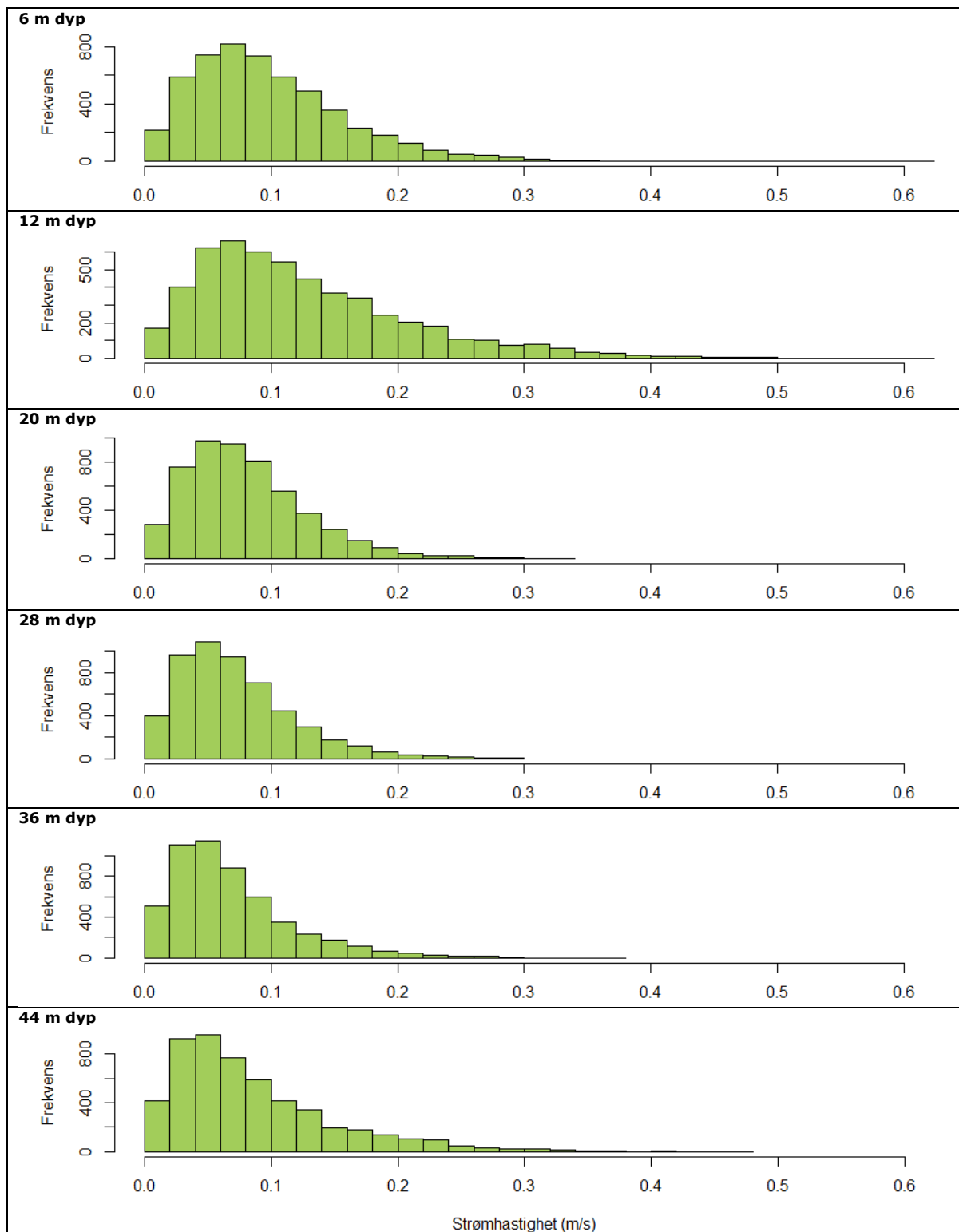


Figur 22. Tidsserier for temperatur (°C), trykkmåling (dbar), heading (°) og pitch (°) for hele måleperioden.



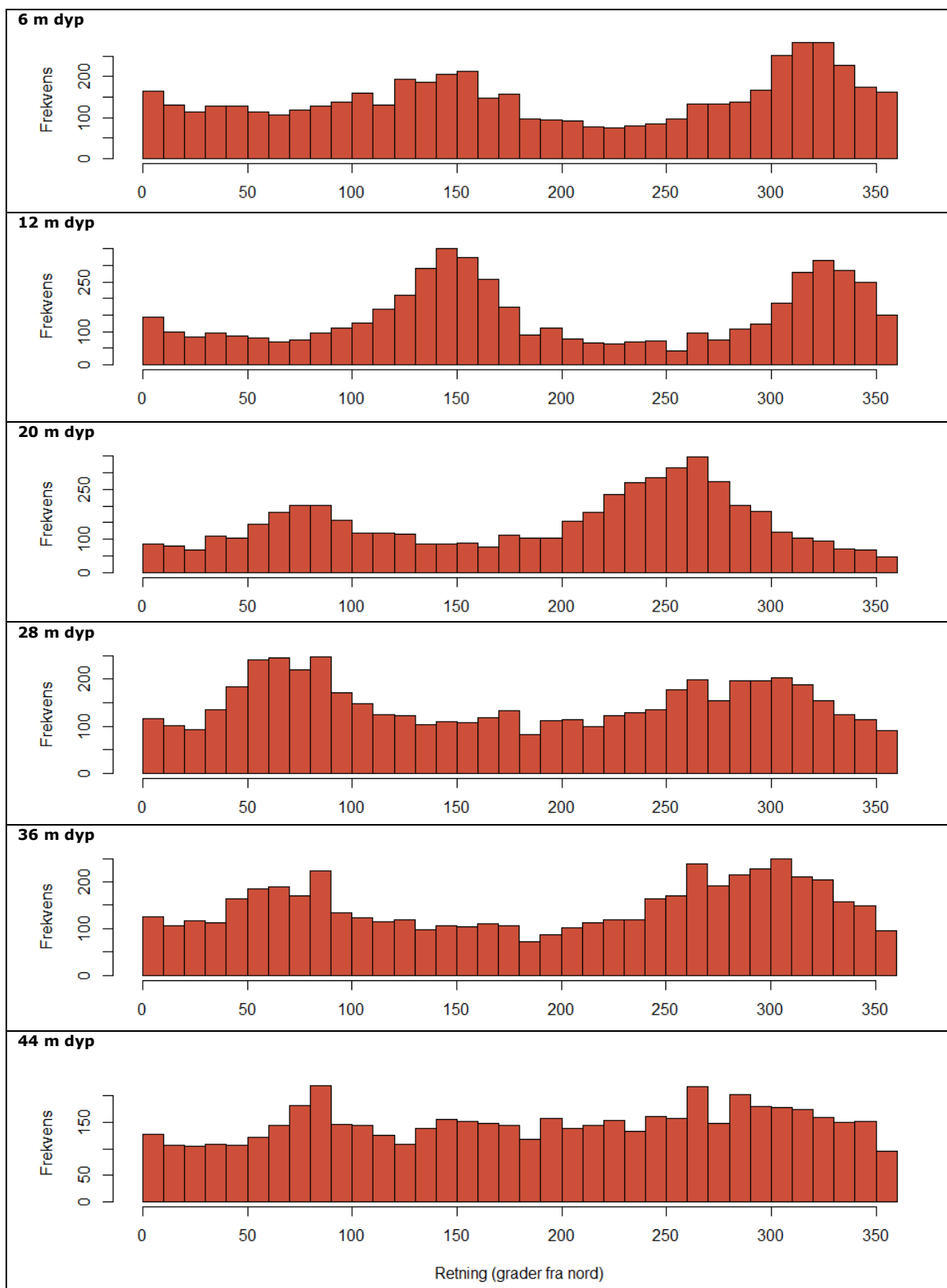
Figur 23. Signalstyrke («amplitude», enhet: counts) for beamene 1 til 3 (hvh.  $a_1$  til  $a_3$ ) for hele måleperioden. Cellestørrelse er 2 m. Y-aksen viser avstanden (m) fra instrumentet.

### VEDLEGG 3 HISTOGRAMMER FOR HASTIGHET OG RETNING ST.1



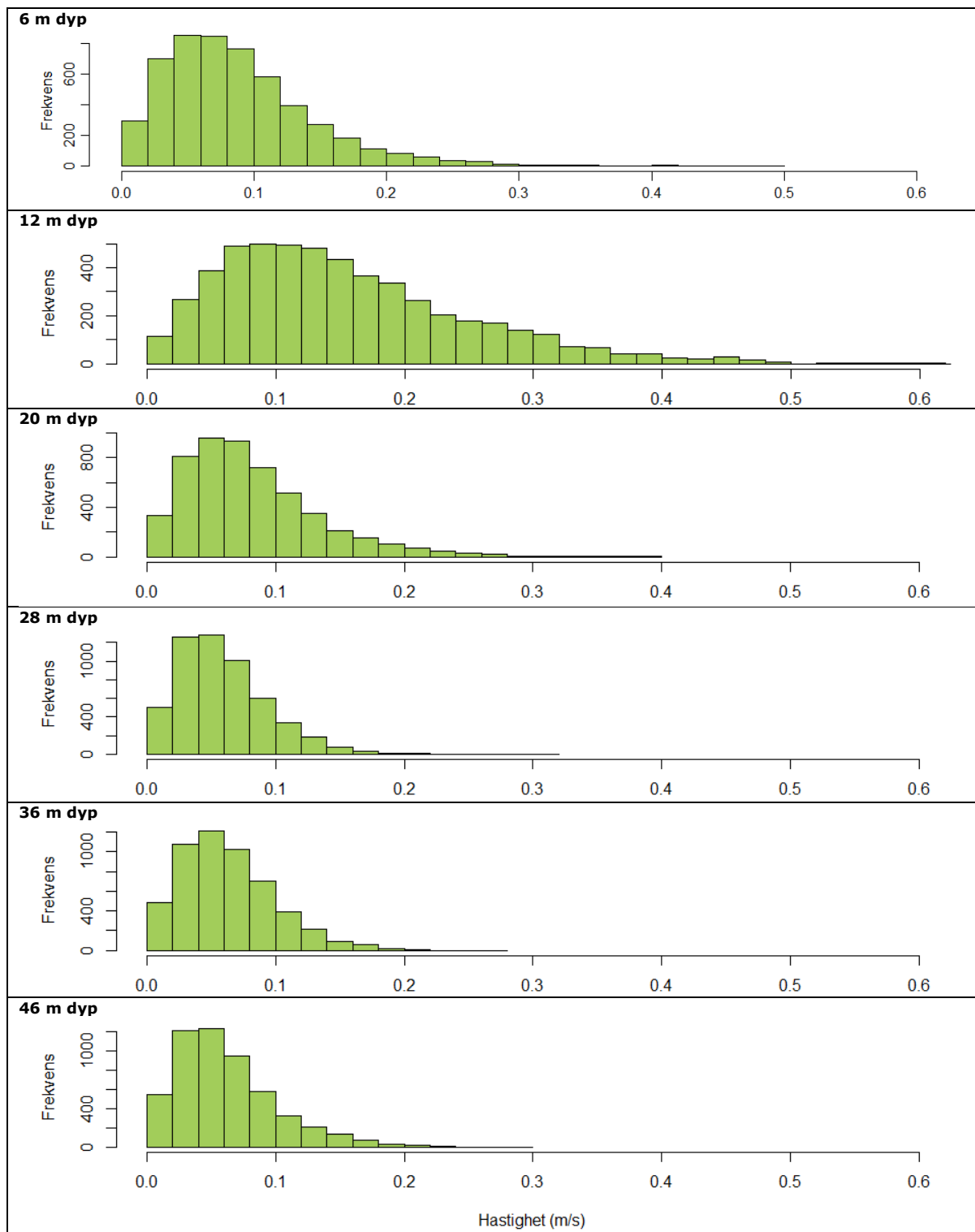
Figur 24. St.1: Histogram av horisontal strømhastighet (m/s) for utvalgte vanddyb, hele måleperioden.



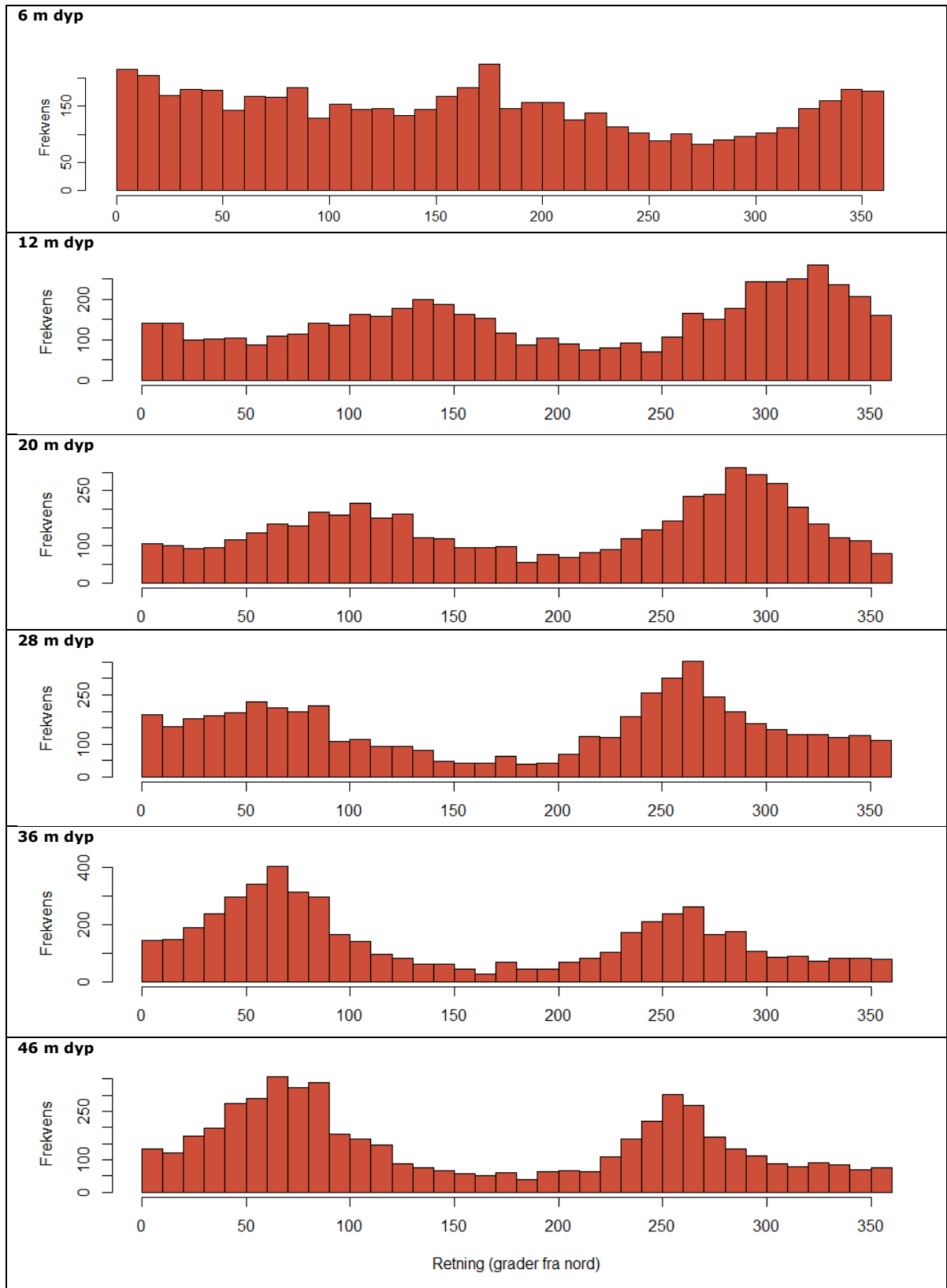


Figur 25. St1: Histogram av horisontal retning for utvalgte vanddyb, hele måleperioden.

## VEDLEGG 4 HISTOGRAMMER FOR HASTIGHET OG RETNING ST.2



Figur 26. St2: Histogram av horisontal strømshastighet (m/s) for utvalgte vanddyb, hele måleperioden.



Figur 27. St2: Histogram av horisontal retning for utvalgte vanddyb, hele måleperioden.



## VEDLEGG 5 VERTIKALE HASTIGHETER ST.1 OG ST.2

Figur 28a og b viser vertikal strømhastighet i hele måleperioden som funksjon av vanddyb og tid, hhv. for stasjoner St.1 og St.2.

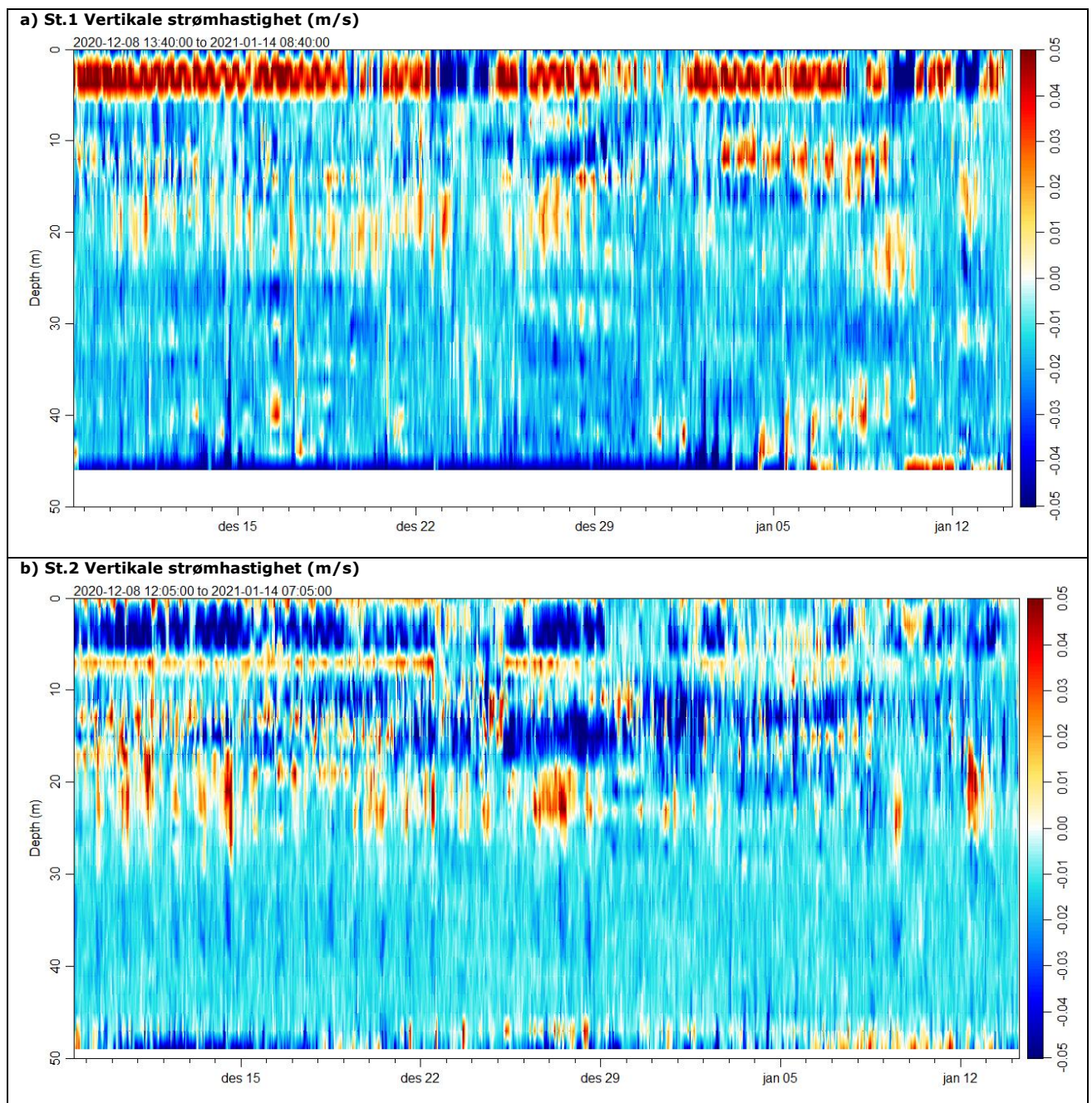
Tabell 3 og Tabell 4 oppsummerer resultater for vertikale hastighet for utvalgte vanddyb, hhv. på stasjon St.1 og St.2. Negative verdier betyr transport nedover og positive verdier betyr transport oppover i vannsøylen. Nøyaktighet av vertikale hastigheter er  $\pm 0,01$  m/s (Nortek, 2018).

**Tabell 3. St.1: Oppsummering av vertikale strømhastigheter til alle retninger (m/s) for utvalgte vanddyb (m). 10 minutters måleintervall.**

| Dyp  | 5 %    | 25%    | Gjennomsnitt | Middel 50% | 75 %   | 95 %  |
|------|--------|--------|--------------|------------|--------|-------|
| 6 m  | -0,047 | -0,026 | -0,012       | -0,013     | 0,000  | 0,021 |
| 12 m | -0,053 | -0,024 | -0,007       | -0,008     | 0,009  | 0,036 |
| 20 m | -0,032 | -0,017 | -0,007       | -0,006     | 0,004  | 0,024 |
| 28 m | -0,039 | -0,024 | -0,015       | -0,015     | -0,006 | 0,008 |
| 36 m | -0,038 | -0,024 | -0,015       | -0,015     | -0,006 | 0,008 |
| 44 m | -0,043 | -0,025 | -0,014       | -0,014     | -0,004 | 0,016 |

**Tabell 4. St.2: Oppsummering av vertikale strømhastigheter til alle retninger (m/s) for utvalgte vanddyb (m). 10 minutters måleintervall.**

| Dyp  | 5 %    | 25%    | Gjennomsnitt | Middel 50% | 75 %   | 95 %  |
|------|--------|--------|--------------|------------|--------|-------|
| 6 m  | -0,025 | -0,007 | 0,004        | 0,005      | 0,017  | 0,039 |
| 12 m | -0,089 | -0,043 | -0,016       | -0,016     | 0,011  | 0,059 |
| 20 m | -0,044 | -0,020 | -0,006       | -0,006     | 0,007  | 0,036 |
| 28 m | -0,029 | -0,018 | -0,010       | -0,011     | -0,003 | 0,007 |
| 36 m | -0,031 | -0,020 | -0,013       | -0,013     | -0,006 | 0,003 |
| 44 m | -0,030 | -0,018 | -0,011       | -0,011     | -0,004 | 0,006 |



**Figur 28. Stasjon a) St.1 og b) St.2 Vertikale strømhastighet (m/s) for hele måleperioden som funksjon av vanddyb og tid. For øverste 0-6 m av vannsøylen er kvaliteten på måledata dårlig (side løbe effekt). 1 timers midlingstid benyttet for grafene a og b. Vanddyb (m) på y-aksen.**