

# STRØMMÅLINGER I SØRFJORDEN

## E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle



|   |
|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Akseptert                                       |
| <input type="checkbox"/> Akseptert m/kommentarer                                    |
| <input type="checkbox"/> Ikke akseptert / kommentert<br>Revider og send inn på nytt |
| <input type="checkbox"/> Kun for informasjon  |
| Sign:<br><b>Øyvind Thiem, 07.10.2021</b><br>13:29:38                                |

|   |
|---|
| Akseptert<br>Akseptert m. kommentarer<br>Ikke akseptert /<br>kommentert. Revider og<br>send inn på nytt.<br>Kun for informasjon |
| Sign  |

|   |  |                   |  |            |           |
|---|--|-------------------|--|------------|-----------|
| 04B   | Oppdatert etter kommentarer  | 01.10.2021        | HAVD   | MRAA       | CHEG      |
| 03B   | Oppdatert etter kommentarer  | 03.09.2021        | HAVD   | MRAA       | CHEG      |
| 02B   | Oppdatert etter kommentarer  | 13.08.2021        | HAVD   | MRAA       | CHEG      |
| 01B   | Første offisielle leveranse  | 18.06.2021        | HAVD   | MRAA       | CHEG      |
| 00B   | Foreløpig utkast   | 05.03.2021        | HAVD   |            |           |
| Revisjon:                                       | Revisjonen gjelder: Små revisjoner i rapport etter kommentarer fra oppdragsgiver | Dato:             | Utarb. av:   | Kontr. Av: | Godkj. av |
| Tittel:<br>E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle |  | Sider:            | 45 + Vedlegg   |            |           |
| Strømmålinger i Sørfjorden                      |  | Produsert av:     |  |            |           |
|   |  | Prod. Dok. Nr.:   |  |            |           |
|   |  | Erstatter:        |  |            |           |
|   |  | Erstattet av:     |  |            |           |
| Prosjekt:                                       | B10462/ 77003301 E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle                            | Dokumentnr:       | UAS-01-Q-00028   | Revisjon:  | 04B       |
| Parsell:  |  | Drift dokumentnr: |  | Drift rev. |           |

## **INNHOOLD**

|  |    |
|--|----|
| Innhold.....   | 3  |
| 1 Bakgrunn.....  | 4  |
| 2 Områdebeskrivelse og tidligere strømundersøkelser..... | 5  |
| 3 Material og metode.....                                | 9  |
| 3.1 Måleinstrumenter og målinger.....                    | 9  |
| 3.2 Kvalitetssikring og bearbeiding av strømdata .....   | 13 |
| 3.3 Hydrografimålinger.....                              | 14 |
| 4 Resultater .....                                       | 18 |
| 4.1 St.1 Herland .....                                   | 19 |
| 4.2 St.2 Langhelle.....                                  | 24 |
| 4.3 St.3 Slåtteskallen og St.4 Fossmark.....             | 29 |
| 4.4 St.5 Tettesnes .....                                 | 38 |
| 4.5 Rådata.....  | 43 |
| 5 Konklusjon.....  | 43 |
| Referanseliste .....                                     | 44 |
| Vedlegg.....   | 45 |

## 1 BAKGRUNN

Statens vegvesen (SVV) og Bane NOR (BN) jobber med å utarbeide en statlig reguleringsplan for ny E16 og jernbane på strekningen Arna – Stanghelle. Et særtrekk ved ny E16 og Vossebanen er at ny vei og tospors jernbane vil gå i flere lange tunneler. Dette vil generere opp mot 11 millioner  $\text{am}^3$  i overskuddsmasser (steinmasser). En del av massene vil bli brukt i selve anlegget, eller selges/skipes ut, og noen av massene kan fordeles i landdeponier. De resterende massene, om lag 7 millioner  $\text{m}^3$  er planlagt deponert i sjø. Vei- og banetraséen går langs Veafjorden og Sørfjorden, og det er her det planlegges å deponere disse overskuddsmassene. Det planlagt at deponeringen skal skje direkte i sjø fra lekter, uten vinning av land. Massene skal deponeres til vanddyp under 30-50 m. Syv områder i sjø er utredet for mulig deponering av overskuddsmassene. Disse er Fossmark, Gamle Fossen, Linnebakkane, Svabakken, Boge, Langhelleneset og Romslo. Det er ikke behov for å benytte alle de syv lokalitetene, sannsynligvis vil det velges ut tre lokaliteter, en per delstrekning.

For de utvalgte områdene av fjorden, er det utarbeidet en konsekvensutredning som tar for seg biologisk mangfold, fiskeri og havbruk som kan påvirkes av det midlertidige kaianlegget og deponering av overskuddsmasser. I forbindelse med reguleringsarbeid og søknader til myndighetene, er det gjort målinger av strøm i Sørfjorden og Veafjorden. Metode og resultater fra strømmålingene presenteres i denne rapporten. Formålet med målingene, er å skaffe tilstrekkelig grunnlag om strømforhold i fjorden ifm. planarbeidet. Resultatene fra dette arbeidet er brukt i konsekvensutredning for sjødeponier, samt som grunnlag for søknad om deponering i sjø. Strømhastighet og -retning er avgjørende for spredning av finstoff fra deponeringen.

Det er tidligere utført modellberegninger for strøm og spredningsforhold i Sørfjorden (DAM Engineering, 2017). Denne strømmodellen ble imidlertid ikke kalibrert eller validert mot måldata. Nå når ett år måldata fra flere posisjoner i fjorden foreligger, skal det gjennomføres en ny spredningsstudie der modelloppsettet blir validert mot målingene. Dette arbeidet er forventet ferdig i løpet av høsten 2021.

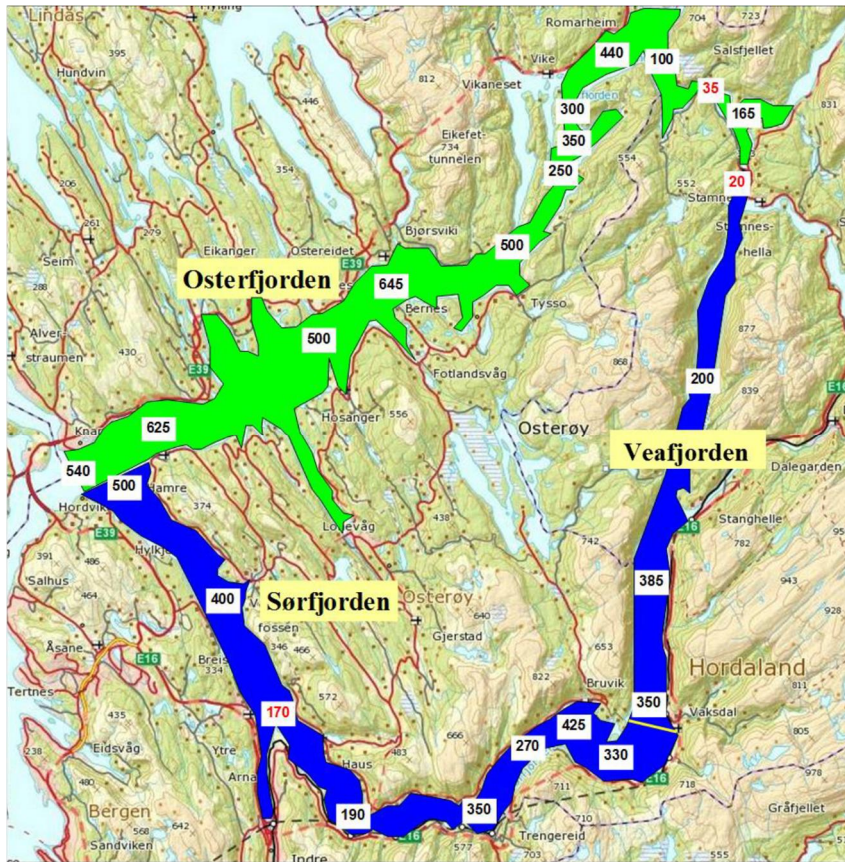
Strømmålerne har stått ute i en periode på ca. 1 år og 1 måned (fra starten av mai 2020 til starten av juni 2021). Registrerte data fra instrumentene ble lastet ned annenhver måned, samtidig med batteribytte. Foreliggende datarapport oppsummerer resultater fra hele måleperioden. Det er kun presentert hovedresultater fra målinger i denne rapporten.

## **2 OMRÅDEBESKRIVELSE OG TIDLIGERE STRØMUNDERSØKELSER**

Fjordsystemet rundt Osterøy består av Sørfjorden på vest- og sørsiden og Veafjorden på østsiden og Osterfjorden på nordsiden. Deponiområdene ligger i vannforekomstene Sørfjorden og Veafjorden. Grensen mellom vannforekomstene ved Vaksdal er markert i Figur 1. I dagligdags språk går grensen mellom Sørfjorden og Veafjorden ved Stanghelle, men i denne rapporten er fjordene omtalt i henhold til definerte vannforekomster i Vann-Nett.

Sørfjorden har et areal på 45,5 km<sup>2</sup> og går fra Hordvikneset i vest til Vaksdal i øst. Veafjorden har et areal på 23,5 km<sup>2</sup> og strekker seg fra Vaksdal i sør til Stamneshella i nord (Figur 1). Osterfjorden ligger vest for Osterøy. Det grunneste partiet i fjordene rundt Osterøy er i Kallestadsundet ved Stamneshella i den nordlige delen av Veafjorden. Terskelen her er omtrent 20 m dyp. Veafjordens dypeste punkt er på ca. 385 m sør for Stanghelle, mens Sørfjordens dypeste del er ved Bruvik med dyp på 425 m. Mellom Sørfjorden og Veafjorden ligger en terskel på ca. 330 m dyp. Videre vestover i Sørfjorden er det flere lokale dypbasseng med relativt dype terskler mellom.

Resultatene fra tidligere undersøkelser er oppsummert av DAM Engineering (2017), og ikke presentert i foreliggende rapport.



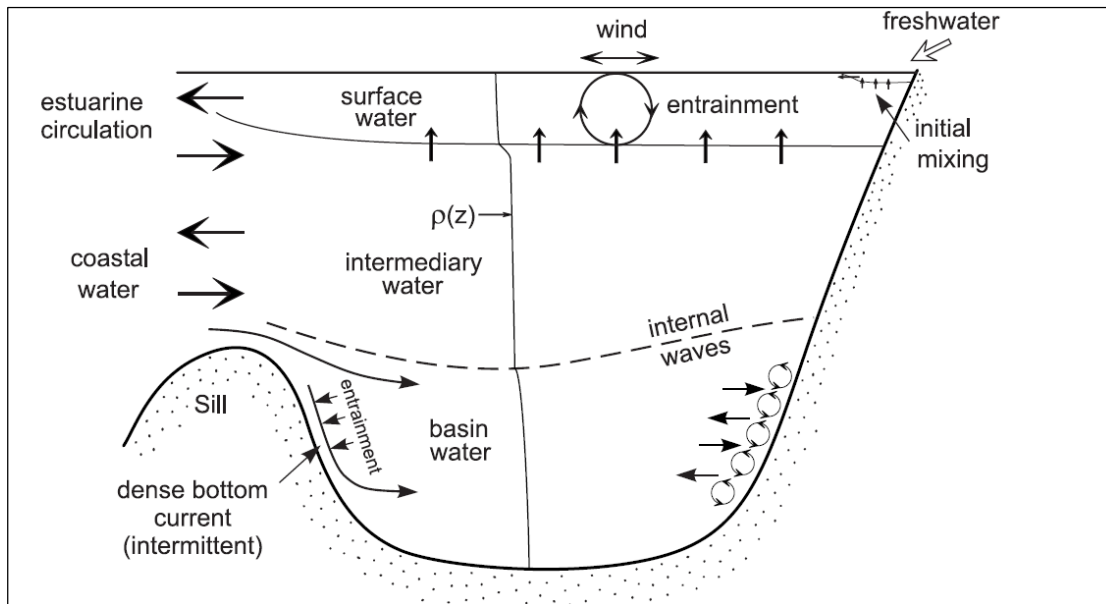
Figur 1. Forenklet dybdekart over Veafjorden og Sørfjorden (blå) og Osterfjorden (grønn). Streken ved Vaksdal markerer grensen mellom vannforekomstene Veafjorden og Sørfjorden iht. Vann-Nett. Tall i rødt angir terskler mellom bassengene i fjordsystemene, og øvrige tall i svart angir bassengdyp. (Rådgivende Biologer, 2015).

Strømforholdene i fjordsystemet antas å være forårsaket av tidevannsvariasjoner, tetthetsforskjeller i vannmassene, ferskvannstilførsel fra land og meteorologiske forhold (vind, lufttrykk). Sørfjorden har en gjennomsnittlig tidevannsforskjell på 123 cm (Kartverket, Sevannstand.no). Fjordsystemet har et stort vanddyb og følgelig antas det at strømningshastigheter knyttet til tidevann er relativt lave. Det er derfor lite sannsynlig at tidevannsstrøm er den dominerende prosessen for hydrodynamikken i fjorden (DAM Engineering, 2017).

Strømmene som drives av tetthetsforskjeller, kan spille en svært viktig rolle for hydrodynamikken i fjorden (DAM Engineering, 2017). Det er relativt høy tilførsel av ferskvann til fjordsystemet, som medfører en permanent lagdeling i fjorden. Tykkelsen på ferskvannslaget varierer og er opp til ca. 15 m, avhengig av tilførselen.

Fjordsystemet rundt Osterøy har en årlig ferskvannstilrenning på gjennomsnittlig 10 km<sup>3</sup> (tilsvarende ca. 317 m<sup>3</sup>/s). Generelt er tilførselen høyest i mai/juni med et gjennomsnitt på 800 m<sup>3</sup>/s grunnet snøsmelting. I tillegg er det vanlig med høy vannføring rundt oktober med omtrent 400 m<sup>3</sup>/s (Johannessen et al., 2010). Den største elven i fjordsystemet er Vosso, med middelvannføring på rundt 104 m<sup>3</sup>/s. Tykkelsen på ferskvannslaget er generelt størst i den nordligste delen av Veafjorden, og blir gradvis lavere sørover. Under brakksvannslaget strømmer tyngre sjøvann i motsatt retning. Prosessen kalles estuarinsirkulasjon, og prinsippene for denne prosessen er vist i Figur 2. I overflatelaget kan også variasjoner i vindhastighet og -retning være avgjørende for strømningene.

Sørfjorden og Veafjorden er koblet til åpent hav via flere fjorder vestenfor utredningsområdet. Tersklene i de utenforliggende fjordsystemet styrer vannutskiftingen, særlig i dypvannet i fjordsystemet. For fjordsystemet rundt Osterøy, er den grunneste terskelen mot Nordsjøen på 120 meter. Terskelen ligger i Hjeltefjorden, vest for utredningsområdet. Med regelmessige mellomrom, strømmer tyngre vann fra Norskehavet inn og under det relativt saltfattige kystvannet i fjordene. Vannet i strømmen langs Vestlandskysten har tydelige årstidsvariasjoner i egenskaper og utbredelse. Den såkalte "kystvannskilen" med lavere saltholdighet er vanligvis bred og grunn om sommeren og smal og dyp om vinteren (Havforskningsinstituttet, 2015). Dette vil si at det atlantiske vannet med høy saltholdighet ligger høyere om sommeren og det er derfor i sommermånedene at vi vanligvis får innstrømning til fjordbasseng med dype terskler som for eksempel fjordsystemet rundt Osterøya. I øvre lag er vannet tyngst om vinteren grunnet lavere temperaturer og høyere saltholdigheter og innstrømning av kystvann til fjordbasseng med grunne terskler skjer derfor oftest på denne årstiden (Havforskningsinstituttet, 2015).



Figur 2. Prinsipper for strømninger og sirkulasjon i en terskelfjord (Stigebrandt, 2001).



### 3 MATERIAL OG METODE

#### 3.1 Måleinstrumenter og målinger

Det ble satt ut strømmålere i Sørfjorden og Veafjorden første gang i uke 18, 2020 (29.4-1.5.2020). Målere ble tatt opp annenhver måned og data ble lastet ned før de ble satt ut igjen. Målingene ble avsluttet i uke 22, 2021 (1-2. juni 2021).

Gjennomført datahenting og batteribytte er vist i Tabell 1. Det ble gjort en kvalitetssjekk på samlede måledata i felt for å sikre at instrumentet har fungert som det skal og ved behov ble det gjort små justeringer i måleoppsettet (se Tabell 2 og avsnitt 3.2).

*Tabell 1. Gjennomførte måleperioder for målinger av strøm i Sørfjorden og Veafjorden.*

| Måleperiode nr. | Fra og med           | Til og med           |
|-----------------|----------------------|----------------------|
| 1               | 29. apr-1. mai 2020  | 30. jun.-1. jul 2020 |
| 2               | 30. jun -1. jul 2020 | 1.-2. sep 2020       |
| 3               | 1-2. sep 2020        | 2-3. nov 2020        |
| 4               | 2-3. nov 2020        | 12-13. jan 2021      |
| 5               | 12-13. jan 2021      | 16-17. mar 2021      |
| 6               | 16-17. mar 2021      | 1-2. jun 2021        |

Strømretning og -hastighet ble målt med akustiske Doppler profilmålere Signature 100 kHz, 250 kHz og 500 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 endringen i frekvens, beregnes hastigheten av partiklene i vannet som er antatt å være lik strømhastigheten. Signature-instrumenter sender ut pulser i form av fire stråler i forskjellige retninger, og er satt opp til å måle den horisontale og vertikale strømhastigheten i flere dyp gjennom vannsøylen. Det benyttes et relativt standard «stand-alone» oppsett i målingene (Nortek, 2018). Alle instrumenter måler over en periode på 100-120 sekunder hvert 10 minutt. For denne perioden blir det automatisk beregnet en gjennomsnittsverdi (se Kap. 3.2).

Oppsett for instrumentet (cellestørrelse, måleintervall) er valgt for å optimalisere kvalitet på dataene, samtidig som det sikrer at instrumentene har tilstrekkelig med strøm og minne for hele måleperioden på ca. 2 måneder.

Oppløsning av måledata varierer avhengig av instrumenttype:

- Signature 100: vertikalt  $\pm 0,0114$  m/s, horisontalt  $\pm 0,0235$  m/s
- Signature 250: vertikalt  $\pm 0,0080$  m/s, horisontalt  $\pm 0,0166$  m/s
- Signature 500: vertikalt  $\pm 0,0059$  m/s, horisontalt  $\pm 0,0099$  m/s

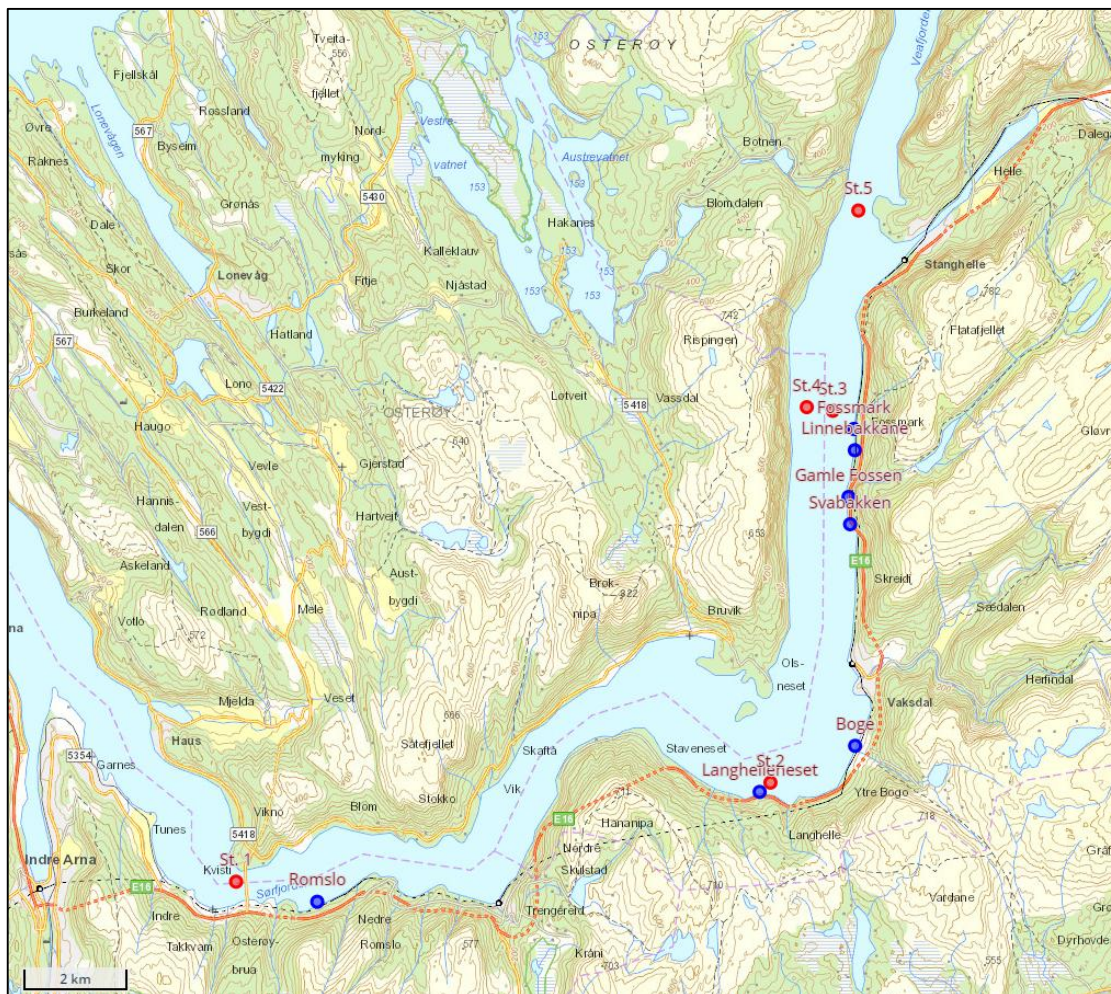
Figur 3 viser plassering av strømmålerne, sammen med lokasjoner for de planlagte sjødeponiene. Ved hver stasjon består målesystemet av en moring som forankrer en strømmåler på bunnen, med tau opp i vannmassen opp til neste måler som står på ca. 50-55 m vanddyb. Et synketau er festet i moringen og ført opp til land for sikring av utstyret (Figur 4). I Tabell 2 er det gitt informasjon koordinater og instrument type for stasjoner St.1 til St.5.

*Tabell 2. Informasjon om posisjon og instrumenter brukt til å måle strøm i Sørfjorden og Veafjorden.*

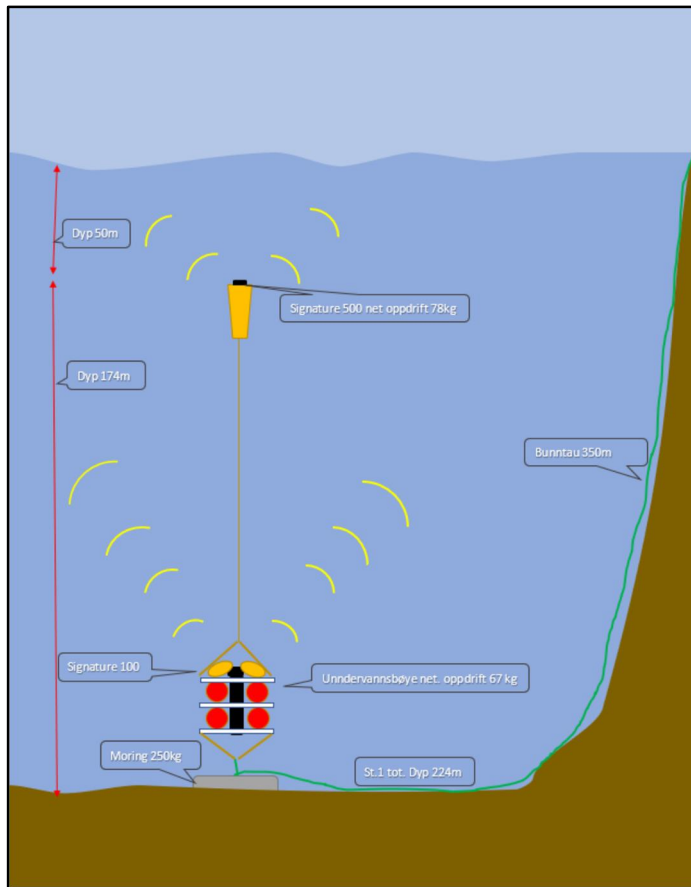
| St | Stasjonsnavn  | Posisjon N | Posisjon E | Vanddyb ved stasjonen(m) | Instrument (dypt vann) | Instrument (overflate)  |
|----|---------------|------------|------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1  | Herland       | 60° 25,575 | 5° 31,952  | 224 m                    | Sig 250 (2 m celler) * | Sig 500 (2 m celler)    |
| 2  | Langhelle     | 60° 27,380 | 5° 42,753  | 312 m                    | Sig 100 (5 m celler)   | Sig 500 (2 m celler) ** |
| 3  | Fossmark      | 60° 31,291 | 5° 42,946  | 384 m                    | Sig 100 (5 m celler)   | Sig 500 (2 m celler) ** |
| 4  | Slåtteskallen | 60° 31,291 | 5° 42,396  | 355 m                    | Sig 100 (5 m celler)   | Sig 500 (2 m celler) ** |
| 5  | Tetteset      | 60° 33,386 | 5° 42,886  | 240 m                    | Sig 250 (2 m celler) * | Sig 500 (2 m celler) ** |

\* celledørrelse ble endret til 5 m fra og med september (starten av måleperiode 3). Se avsnitt 3.2 for avklaring.

\*\* celledørrelse ble endret til 3 m fra og med januar 2021 (starten av måleperiode 5), og tilbake til 2 m fra og med mars 2021 (starten av måleperiode 6). Se avsnitt 3.2 for avklaring.



Figur 3. Posisjoner for plassering av strømmålere (stasjoner 1 til 5) i Sørfjorden og Veafjorden. Målerne stod ute i perioden 29. april 2020, til og med mai 2021. Blå sirkler viser lokasjon for planlagte sjødeponier (kartgrunnlag fra Kartverket).



Figur 4. Prinsippkisse av stasjonsoppsett for måling av strøm i Sørfjorden og Veafjorden. På alle stasjonene (St. 1 til St. 5), er det én måler (Signature 100 kHz eller 250 kHz) på bunnen, og én måler (Signature 500 kHz) på ca. 50 – 55 m vanddyp.

### 3.2 Kvalitetssikring og bearbeiding av strømdata

Alle rådataene for hver måling er lastet ned fra instrumentene, lastet opp til serveren og tilgjengelig om ønskelig. Data som er levert til oppdragsgiveren, er instrumentets midlede data for måleperioden på 100-120s som gjennomføres en gang innenfor et 10 minutters måleintervall. Disse dataene ble prosessert videre etter kvalitetssikring. For grafene i denne rapporten, er det benyttet midlede og filtrerte data.

Måledata fra strømmålerne ble kvalitetssikret i henhold til anbefalingene fra instrumentets produsenter, Nortek (2018). Kvalitetssikring ble gjort med hjelp av *Ocean Contour* programvare. Programvaren er spesielt utviklet for håndtering av data fra Norteks Signature målere (Ocean Illumination, 2020). Samme programvare er også benyttet for å plote resultater (tidsserier). I tillegg er det benyttet Océ pakke fra R – programvare for å illustrere resultater (strømroser).

Deler av databehandlingen gjøres automatisk av instrumentet under dataloggingen. Instrumentene beregner automatisk gjennomsnittet av flere akustiske pulser sendt over en periode på 100-120 sekunder. Dette gjøres for å redusere eventuelle feil fra enkelte pulser, samtidig medfører dette en forskjell mellom den resulterende middelstrømmen og den målte strømmen. Gjennomsnittmålingers avvik fra de aktuelle strømmålingene kalles «bias». Denne biasen er generelt mye mindre enn de feilene man fjerner ved å beregne et gjennomsnitt. Den langsiktige biasen håndteres av instrumentets signalbehandling. Denne prosessen reduserer også størrelsen på høyfrekvente data, noe som reduserer etterbehandlingstiden av dataene betydelig.

Akustiske målinger har noen begrensninger. 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 den øvre delen av vannsøylen. Vanligvis vil denne effekten kunne påvirke 5 til 10 % av profilen (Nortek, 2018). Filtrering av slike data med for dårlig kvalitet nært overflaten er gjort i *Ocean Contour*, og er basert på signalstyrke (amplitude) for de fire strålene, samt korrelasjon mellom målte hastigheter for de fire beamene.

Rådata fra instrumentene kommer i form av hastighet langs de 4 beamer (XYZ hastigheter), det er derfor nødvendig å måle instrumentets orientering i sjø for å relatere måledata til et brukbart koordinatsystem. Dette gjøres ved at instrumentet har sensorer for blant annet trykk, «pitch», «roll» og temperatur, samt kompass

«heading»). Transformasjon til ENU (East, North, Up)-komponenter er gjennomført i Ocean Contour etter datainnhenting. I tillegg er det beregnet riktig måledyp for celler og dataene er korrigert for tidevannsvariasjoner.

Særlig i mai-august 2020 var det for lite partikler i vannet på vandyp ca. 50-100 m. I vedlegg 1-5 er disse periodene med dårlig kvalitet på målingene vist med svarte områder. Fra og med starten av september (starten av måleperiode 3), ble cellestørrelsen endret fra 2 til 5 m for å ha større prøvolum og mer partikler innenfor cellen for målinger. Denne endringen ble gjort for målerne Signature 250 ved stasjoner St.1 og St.5. Denne endringen ga noe bedre datakvalitet i måleperioder 3-6 (dvs. mindre svarte områder, se Vedlegg 1 og 5). «Blanking» avstand ble samtidig endret fra 0,5 til 1 m i starten av september for alle stasjoner. Denne endringen er gjort for å forbedre kvaliteten på måledataene i den nederste cellen.

Vinteren (november – desember 2020) var det for lite partikler i vannet på vandyp ca. 0-25 m. Dette gjelder særlig stasjoner St.2, St.3 og St.4. I vedlegg 1-5 er disse periodene med dårlig kvalitet på målingene vist som svarte områder. Fra og med starten av januar (starten av måleperiode 5), ble cellestørrelsen endret fra 2 til 3 m for å ha større prøvolum og mer partikler innenfor cellen for målinger. Denne endringen ble gjort for målerne Signature 500 ved stasjoner St.2, St.3, St.4 og St.5. Cellestørrelsen ble endret tilbake til 2 m fra og med starten av måleperiode 6 (mars 2021).

### **3.3 Hydrografimålinger**

Kunnskap om hydrografi er en viktig støtteparameter for tolkning av strømdataene, samt at hydrografiprofiler kan benyttes som inngangs-, kalibrerings- og valideringsdata for hydrodynamiske modeller.

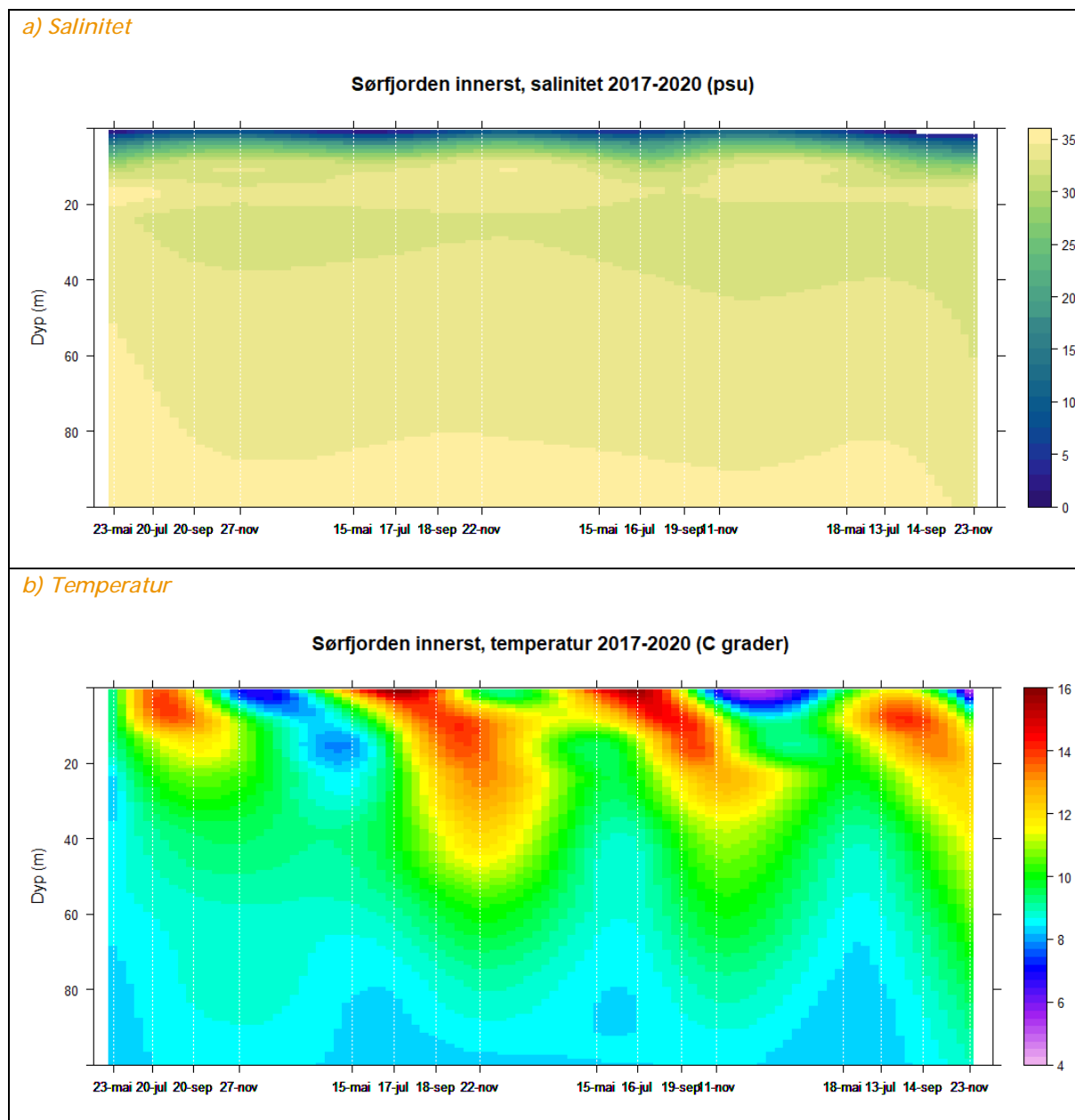
Ferskvannstilførselen danner lagdeling (sjikting) i fjordene. Brakkvann har lavere tetthet enn sjøvann og vil legge seg over tyngre vann. Dataene for salinitet og temperatur brukes for å beskrive sjiktningen i vannmassene. Oksygenforholdene i bunnvannet gir en indikasjon på om det for eksempel har foregått en dypvannutskifting i fjorden.

Det gjennomføres månedlige målinger av hydrografi i Sørfjorden ifm. prosjektet «Marin Overvåking Hordaland (MOH)». MOH er organisert av Blue Planet AS, og finansiert av oppdrettsselskapene i området. Målingene gjennomføres av Norce (Norwegian Research Centre) AS. Prosjektets samlerapport 2016-2018 er utarbeidet av Bye-Ingebrigtsen et al., (2019). Målingene ble startet opp i 2013 og skal gå over en 10-års periode.

Det ble følgelig ikke målt hydrografiprofiler under utsetting og innhenting av strømmålere ifm. dette prosjektet. Månedlige målinger fra MOH-prosjektet gir et bedre bilde av variasjoner i området. Månedlige målinger utføres ved stasjon «Sørfjorden innerst» (Vannlokalitetskode 02.61-63552, koordinater 60° 28.004, 5° 40.426, se Figur 6). Vanddyp ved stasjonen er 420 m og målingene gjennomføres gjennom hele vannsøylen i perioden mai-november. Resten av året måles det profiler ned til ca. 30 m vanddyp. Måledataene er hentet fra Miljødirektoratets Vannmiljø-database. Per september 2021, er det tilgjengelige måledata for 2013-2020 i databasen.

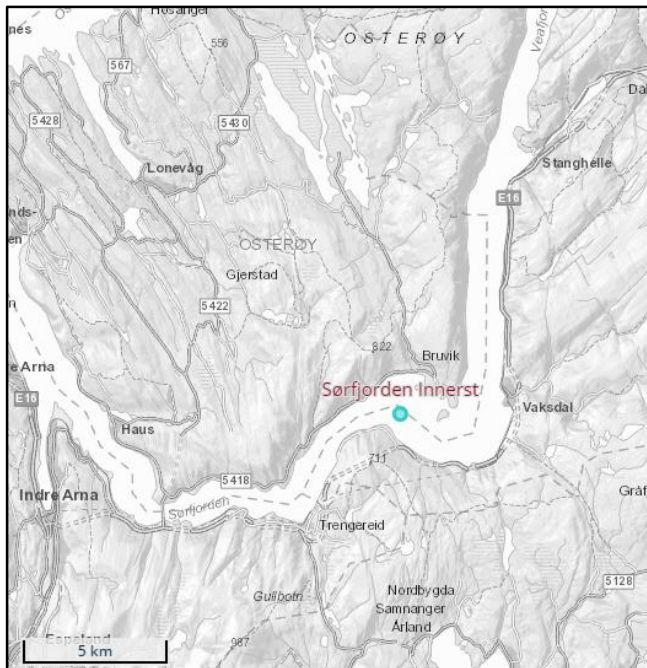
Resultater fra MOH rapporteres fortløpende til databasen, og data fra hydrografimålinger fra periode mai 2020 - mai 2021 leveres til oppdragsgiver sommeren 2021, eller så fort måledataene er tilgjengelig fra databasen.

Figur 5 viser endringer i salinitet og temperatur i de øvre 100 m av vannsøylen i 2017-2020. Tykkelsen av brakkvannslaget varierer mye avhengig av årstid. Det ble registrert en tydelig lagdeling i de øverste ca. 0-15 m der salinitetsverdier under 30 psu ble registrert periodevis. Deretter øker saliniteten og relativt stabil (> 34 psu) i dypere liggende vannmasser. Tykkelsen på brakkvannslaget er størst i perioden mai til oktober. I senhøst / vinterperioden er det generelt registrert mindre sjiktning i vannmassene. Variasjoner i temperatur i de øvre 100 m av vannsøylen er større. Temperatur er høyest i sommer / høstmånedene. I dypere liggende vannmasser er temperatur mer stabil og ca. 8 °C året rundt.



Figur 5. a) Salinitet (psu) og b) temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) ved stasjon Sørfjorden Innerst i perioden 2017-2020 som funksjon av dyp (m) og tid. Målingene er gjennomført i den dypeste delen av fjordsystemet, vanddyb ved stasjonen er 420 m, men figuren viser resultater kun for de øvre 100 m av vannsøylen. I dypere vannlag er saltholdigheten og temperaturen svært stabil. Grafene er basert på data lastet ned fra Vannmiljø (utført av Norce AS). Vertikale, hvite, stiplede linjer viser tidspunkt for målinger av CTD profiler.





*Figur 6. Lokasjon av målestasjon «Sørfjorden Innerst» i den dypeste delen av Sørfjorden (Bye-  
Ingebrigtsen et al., 2019).*

## 4 RESULTATER

Tidsserier fra strømhastighet og retning er presentert i Vedlegg 1 til 5, hhv. for stasjoner St. 1 til St. 5. Grafene i Vedlegg 1 til 5 viser:

- vektormidlede hastighetskomponenter (ENU koordinater: Øst, Nord, Opp) som funksjon av vandyp og tid.
- strømhastighet (til alle retninger) og retning som funksjon av tid og dyp

Skalaene for strømhastighet benyttet i grafene i Vedlegg 1 til 5 varierer noe mellom stasjoner. Skala for hver figur er valgt for å illustrere hastighetene målt ved ulike stasjoner på best måte. I Vedlegg 1 til 5 er det vist grafer for alle 6 måleperioder fra mai 2020 til juni 2021. Resultatene er presentert separat for disse seks måleperiodene for å kunne sammenligne måledataene fra disse.

I dette kapittelet oppsummeres strømforholdene ved stasjonene med strømroser som er vist for fire utvalgte vandyp per stasjon. Massene er planlagt deponert på vandyp under 30-50 m. Massene antas å spres/synke derfra ned mot dypere deler av fjorden. Da dette også vil gi spredning i dypere vannlag, er det vist strømroser for flere dyp.

Strømroser gir et godt oversiktsbilde av det generelle strømbildet ved deponilokalitetene, samt av dominerende strømretning og vanntransport i fjorden. Strømroser som viser statistikk for strømhastigheter i ulike retninger (for eksempel medianhastigheter) er ikke vist i denne rapporten, men vi har hentet gjennomsnittshastigheter fra Ocean Contour programvaren og beskrevet dette i teksten i de følgende underkapitlene. Gjennomsnittshastighet er summen av alle målte hastigheter delt på antall målinger i hver sektor.

Vi har kun diskutert hovedfunnene fra målingene, hensikten er kun en kvalitetssikring av måledata. I tillegg var det behov i løpet av prosjektet å få inntrykk av hvordan strømforholdene ved deponiområdene er og varierer over året. Hvis ønskelig kan måledataene analyseres videre i senere versjoner av denne rapporten, dette kan omfatte blant annet statistikk over strømhastigheter og retninger, eller tidevannsanalyser.

#### **4.1 St.1 Herland**

Stasjon Herland (St.1) ligger ca. 1 km vest for deponiområdet Romslo. Vanddyp ved stasjonen er 224 m. Stasjonen er plassert midtfjords i det trange sundet under Osterøybrua (se kart i Figur 3). Figur 7 viser strømroser for fire utvalgte vanddyp for alle seks måleperioder (mai 2020 – juni 2021).

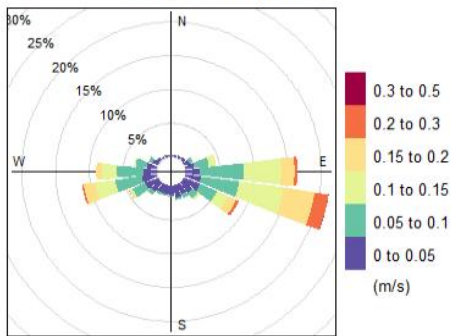
I alle vannlag er strømmene mot øst og vest (dvs. inn og ut fra fjorden) dominerende. Dette gjelder alle måleperioder. Strømmen er sterkest i overflatelaget, der gjennomsnittshastigheten mot øst og vest ligger på mellom 0,10 og 0,15 m/s. På vanddyp mellom 35-185 m, ligger gjennomsnittshastigheten på 0,05-0,08 m/s mot øst og vest. Dette betyr at hastighetene er noe lavere i de dypere vannmassene enn i overflatelaget, og det forekommer sjelden hastigheter over 0,15 m/s i de dypere vannmassene.

Dominerende strømretning varierer noe over de seks måleperiodene. Det er mest variasjon i bunnlaget (Figur 7). I bunnlaget, på 180 m vanddyp, er østlig strøm (innover i fjorden) dominerende i perioder mai-august 2020 og mars – juni 2021 (måleperioder 1, 2 og 6), mens vestlig strøm (ut fra fjorden) dominerer fra september 2020 til mars 2021 (måleperioder 3 til 5). På vanddypene 35 m og 100 m dominerer strømmen mot vest i måleperioder 1 og 6, mens strømmen er mer jevnt fordelt i vestlige og østlige retninger i de andre måleperioder.

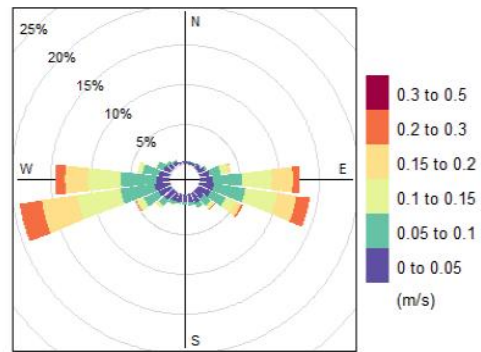
På grunn av høye hastigheter i overflatelaget, er skalaen for strømrosene i Figur 7 (St.1) forskjellige fra Figur 8-11 (St.2 til St.5).

Overflatelag ca. 7-10 m vanddyb

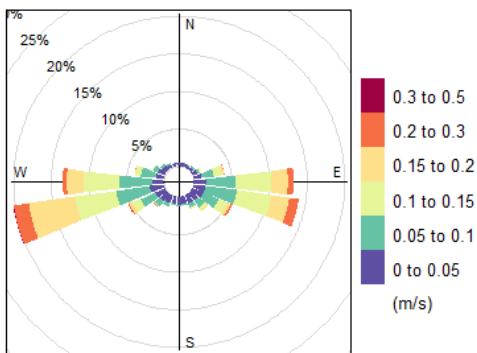
mai-jun 2020, 10m



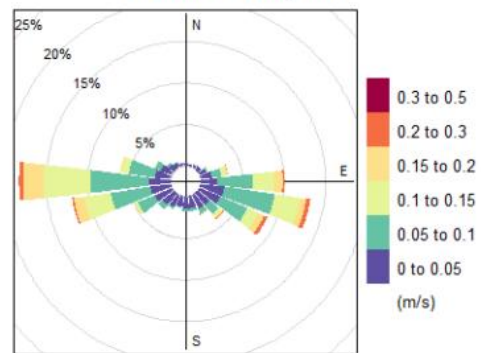
jul-aug 2020, 10m



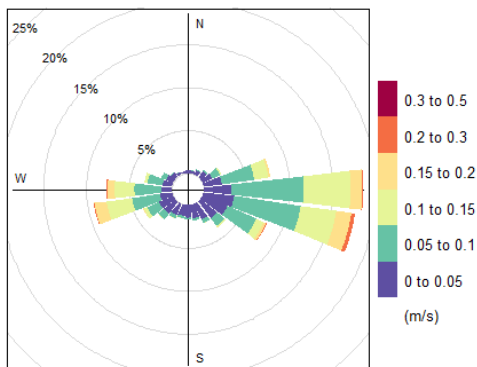
sep-okt 2020, 10m



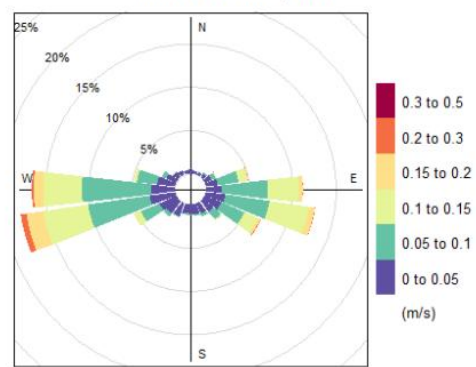
nov-des 2020, 10m

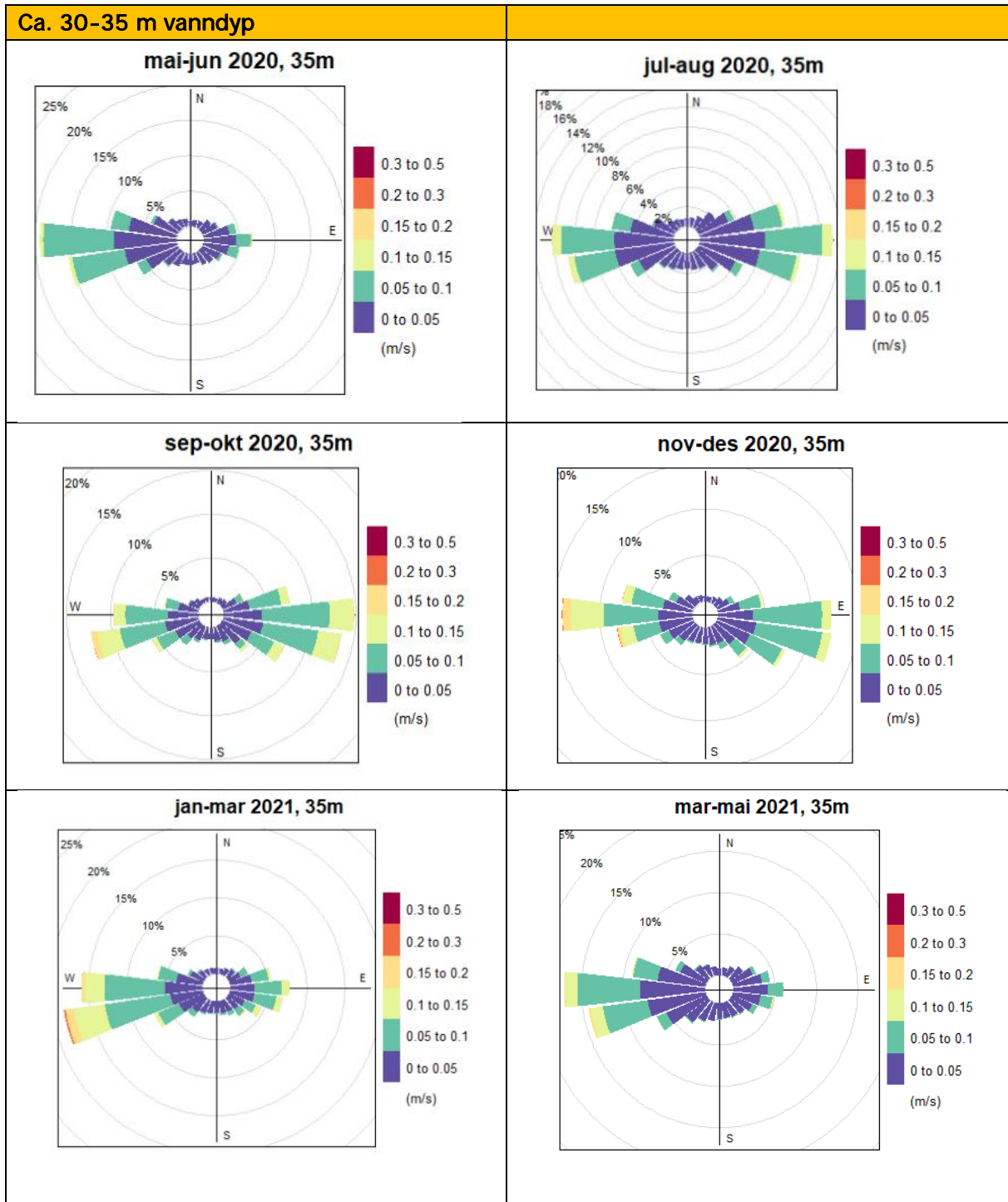


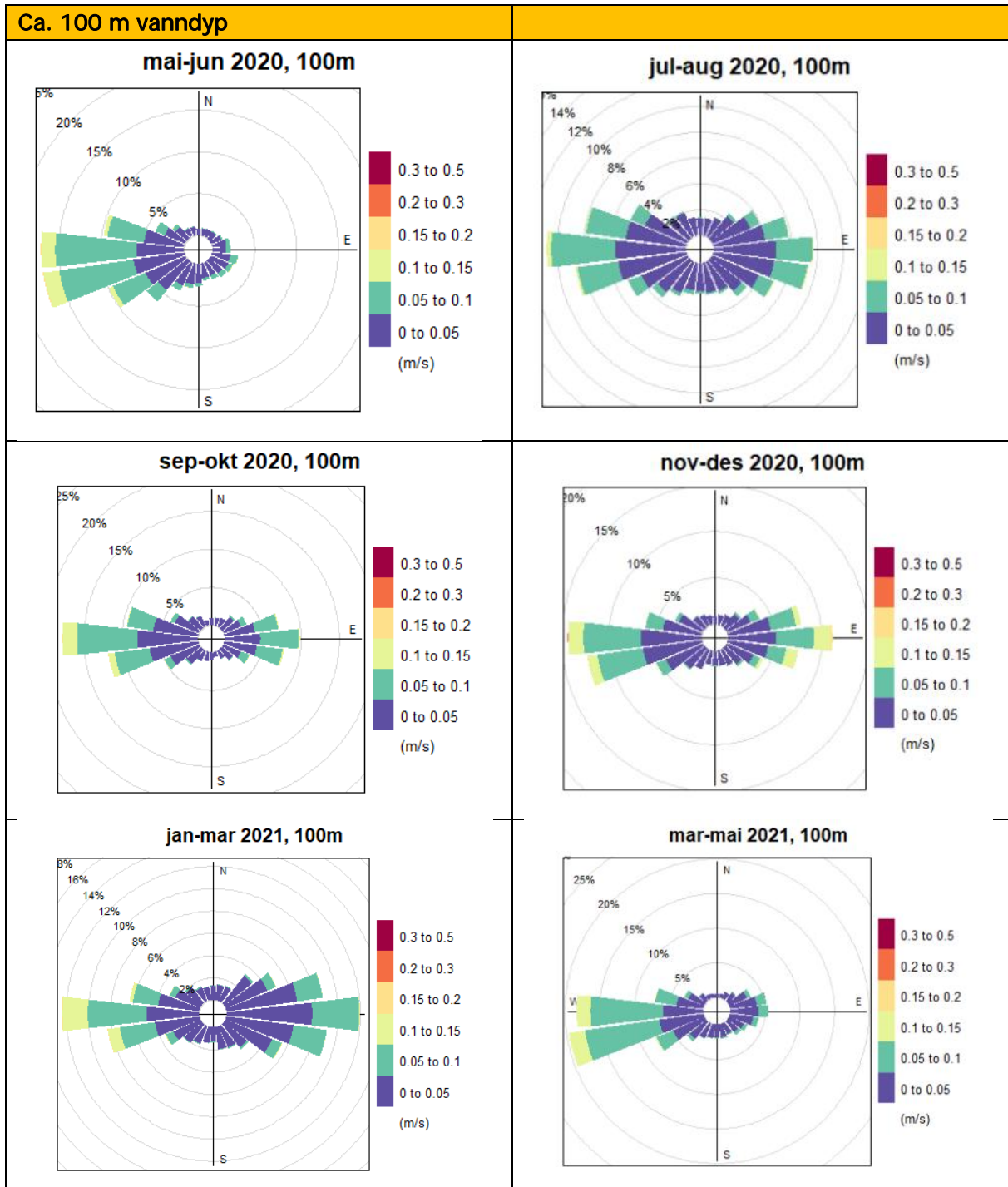
jan-mar 2021, 10m

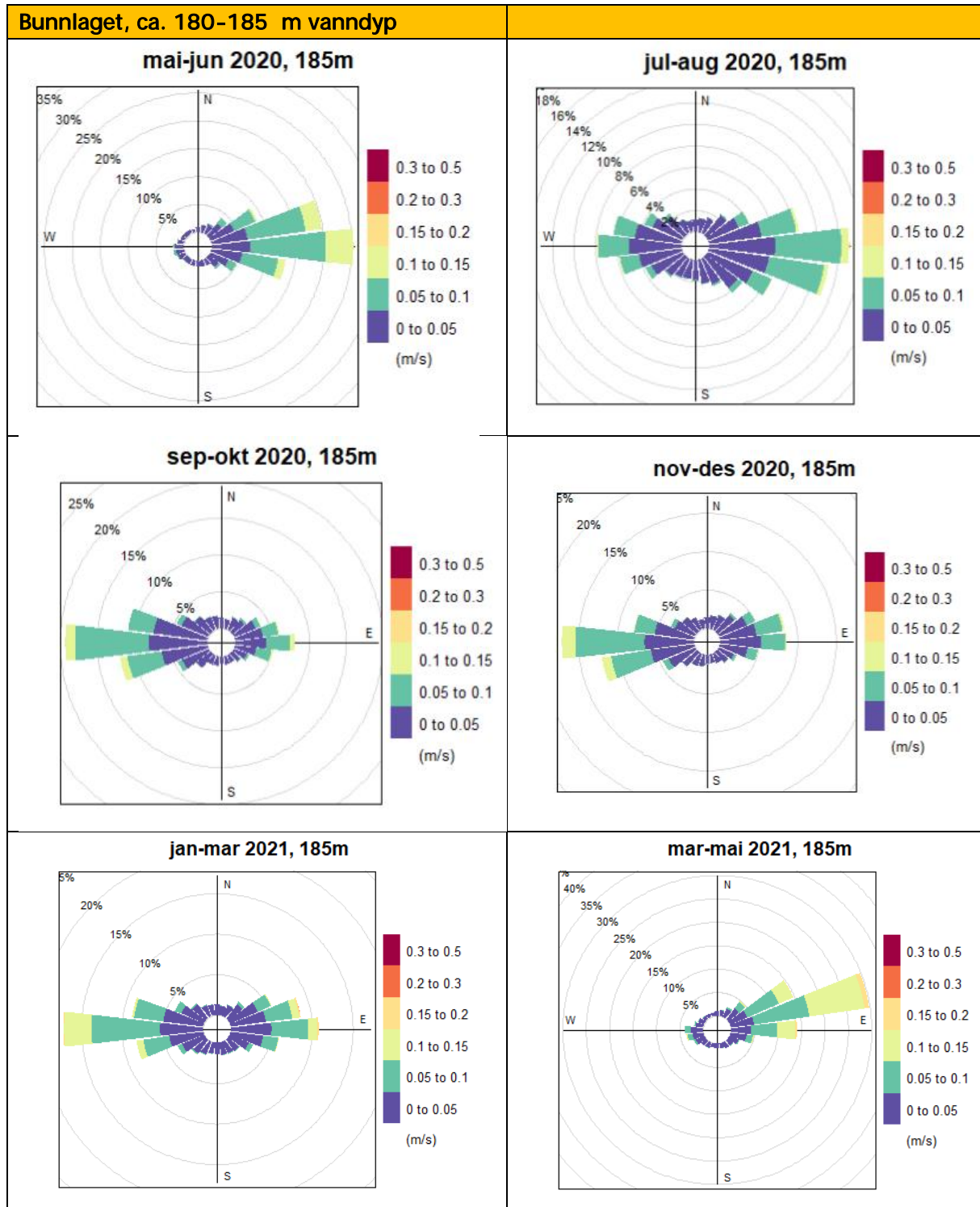


mar-mai 2021, 10m









Figur 7. Strømroser for St.1 Herland for utvalgte vanddyb, i seks måleperioder.

## **4.2 St.2 Langhelle**

Stasjon 2 Langhelle ligger i nærheten av deponisted Langhelleneset, med ca. 310 m vanndyp (se Figur 3). Figur 8 viser strømroser for fire utvalgte vanndyp, for alle seks måleperioder.

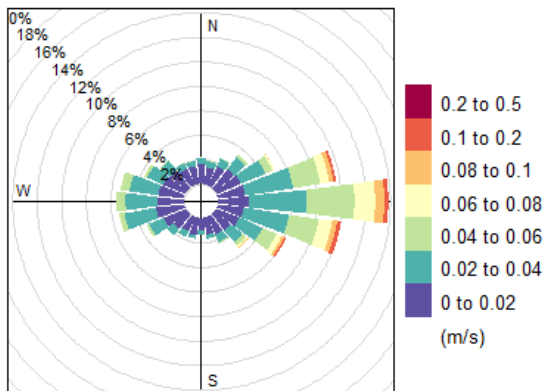
Strømrosene viser at strøm i østlig retning er dominerende på grunnere vann (vanndyp på 7-35 m) over hele måleperioden fra mai 2020 til juni 2021.

Gjennomsnittshastigheten mot øst i disse vannlagene ligger på ca. 0,04-0,05 m/s, men strømmen mot vest går noe saktere og hastigheten ligger gjennomsnittlig på ca. 0,03-0,04 m/s. I større vanndyp er det lite dominerende trender i retning og strøm i alle retninger forekommer jevnlig. Dette gjelder alle seks måleperioder. Gjennomsnittlig er strømhastigheten rundt 0,02-0,03 m/s i alle retninger på dypere vann (100 m til 300 m vanndyp).

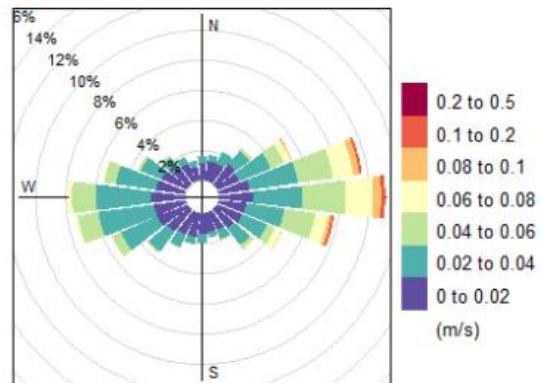


Overflatelag 7-10 m vanddyb

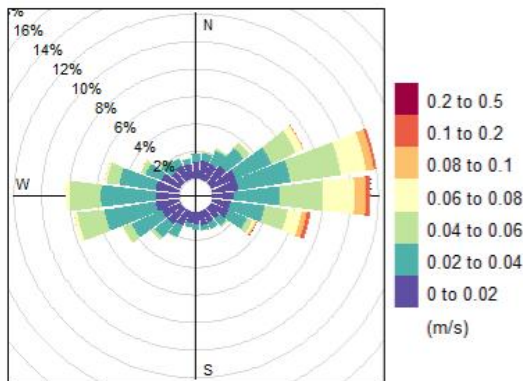
mai-jun 2020, 10m



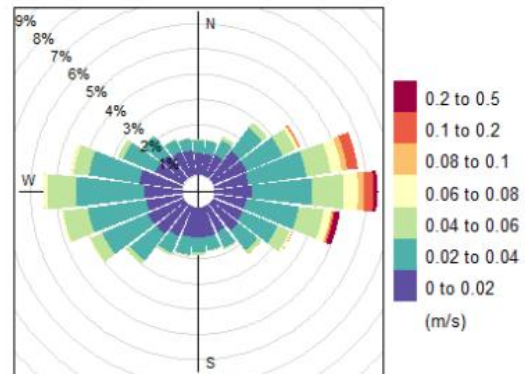
jul-aug 2020, 10m



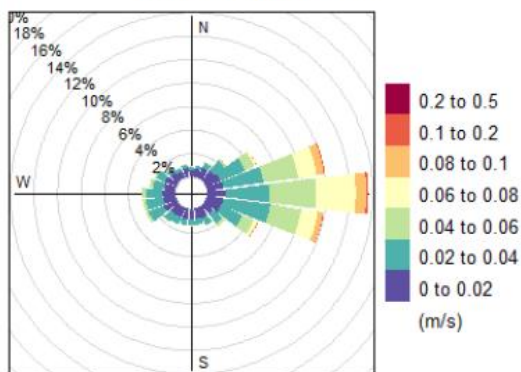
sep-okt 2020, 10m



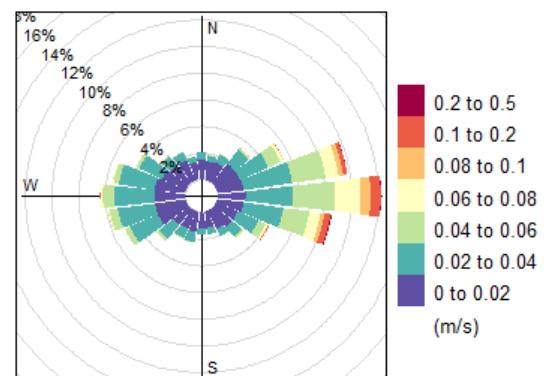
nov-des 2020, 10m

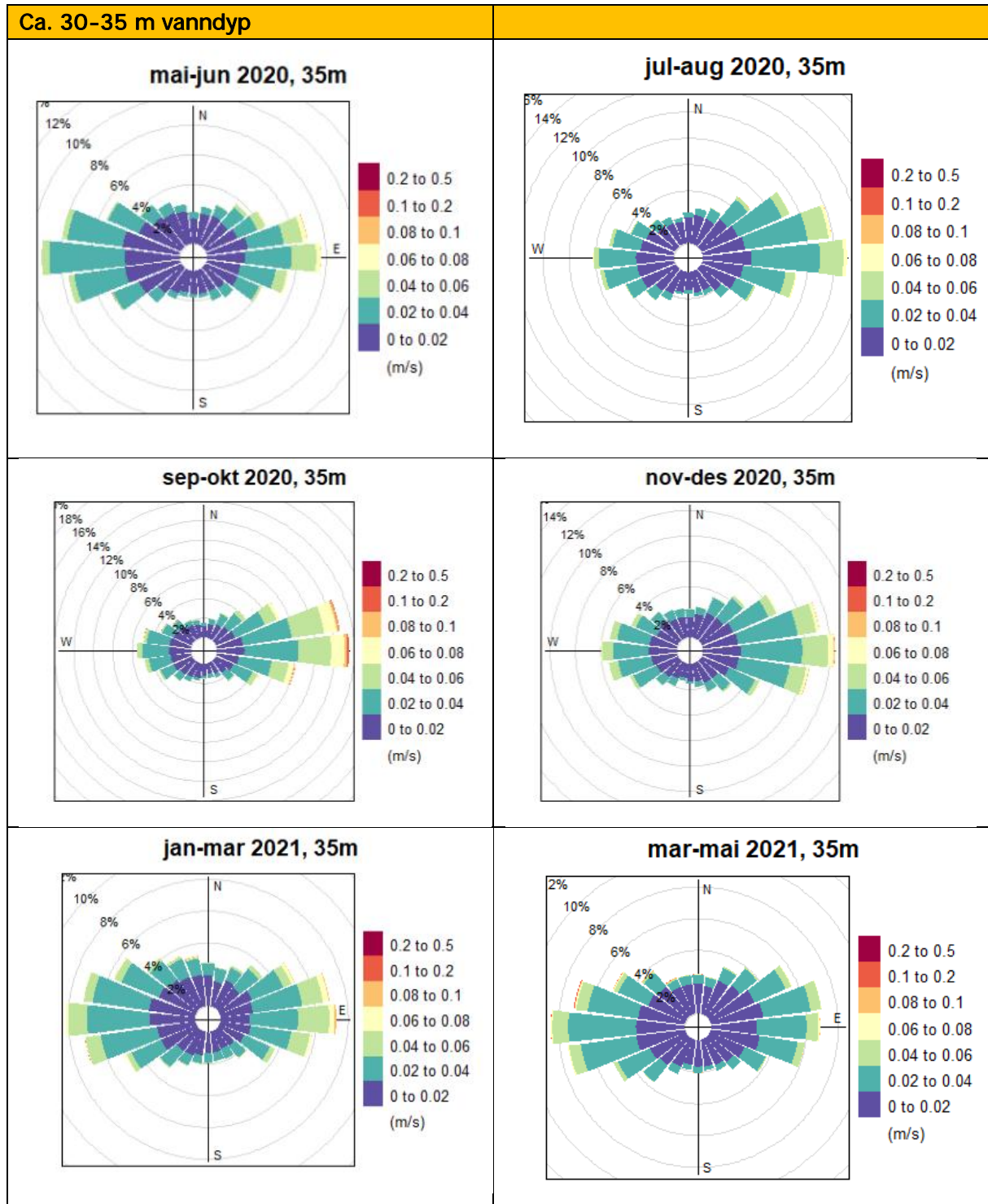


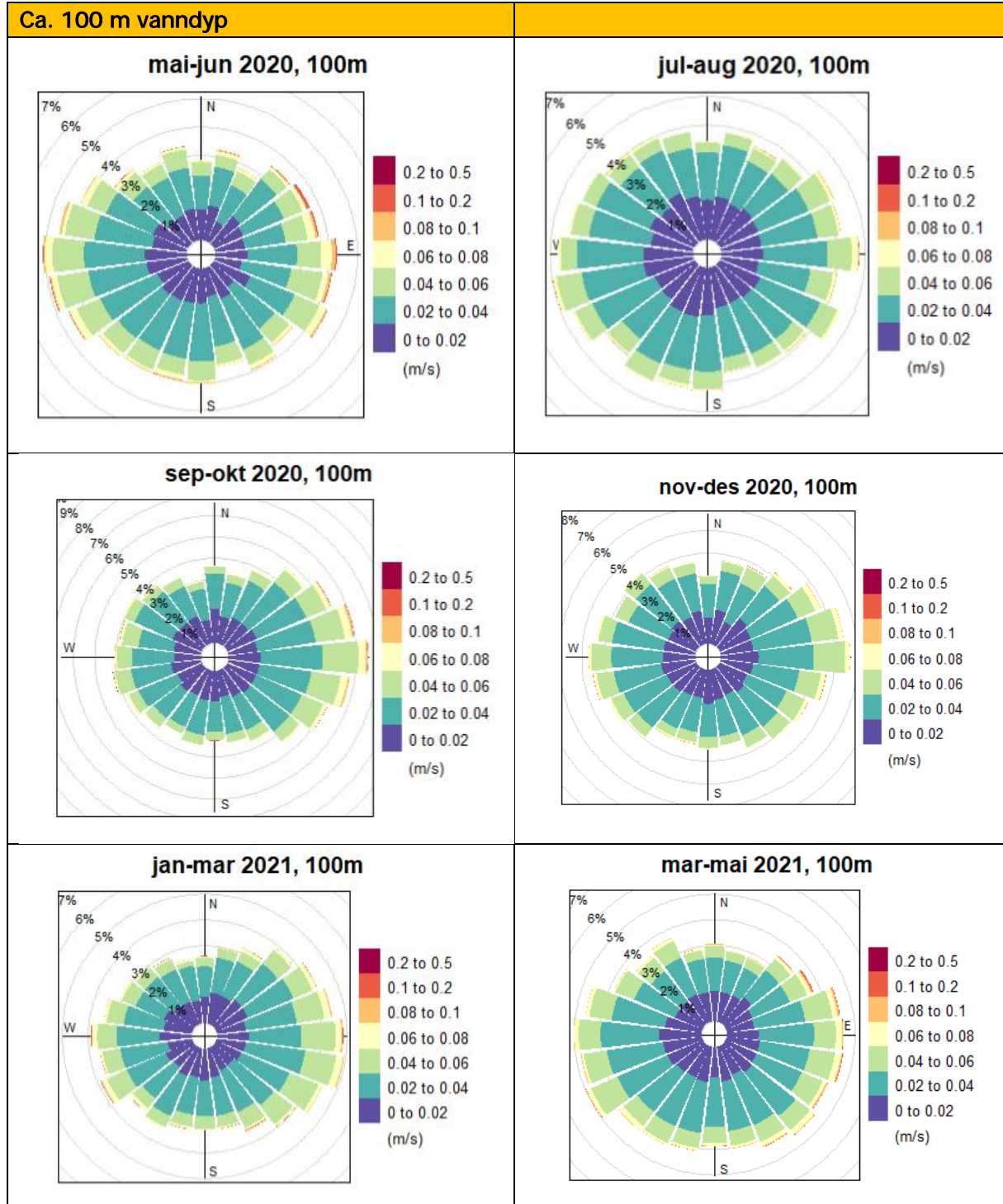
jan-mar 2021, 10m

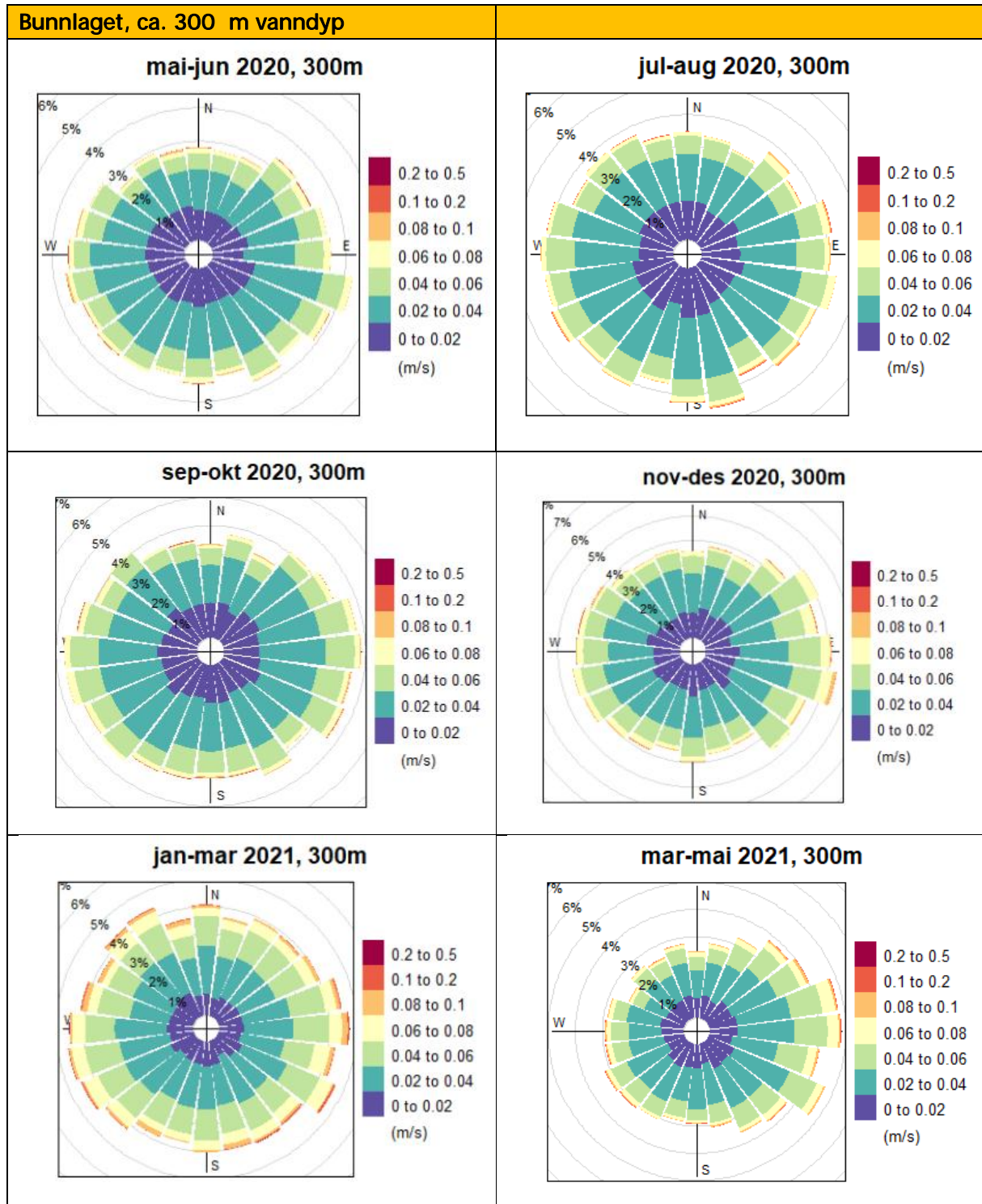


mar-mai 2021, 10m









Figur 8. Strømroser for St.2 Langhelle for utvalgte vanddyb, alle seks måleperioder.

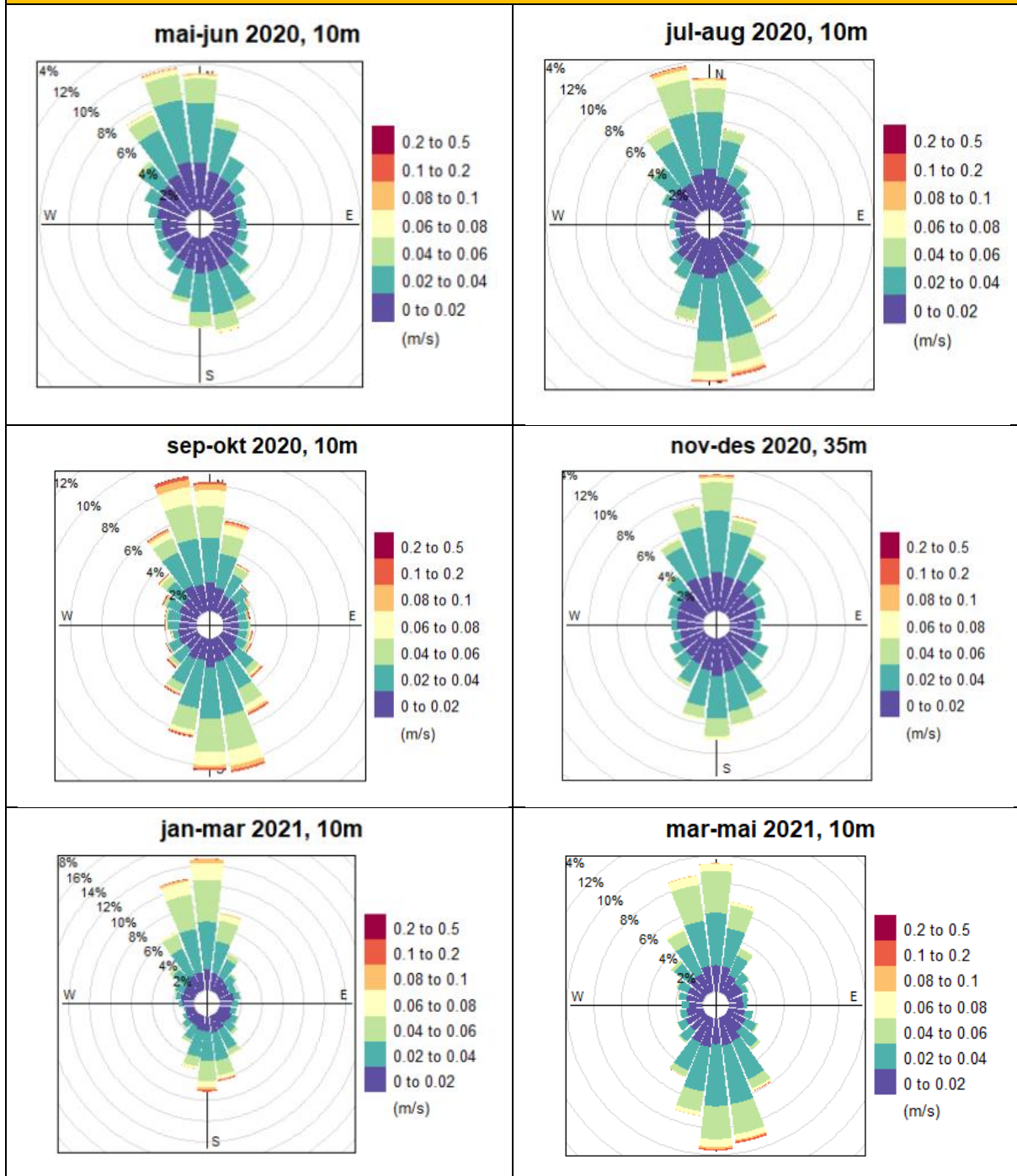
### **4.3 St.3 Slåtteskallen og St.4 Fossmark**

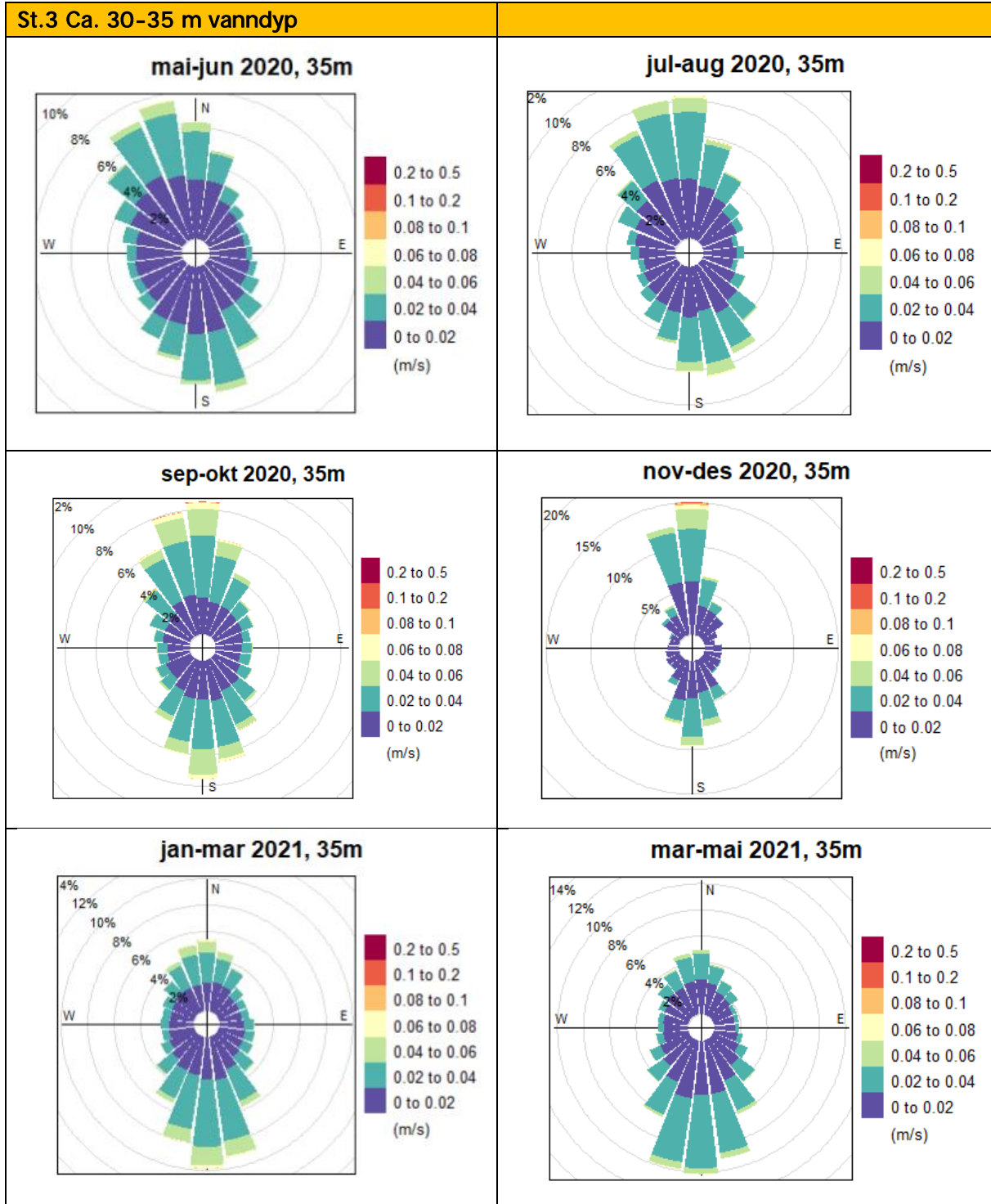
Stasjonene Slåtteskallen og Fossmark er lokalisert rett vest for deponilokaliteten på Fossmark, og direkte nordvest for deponilokalitetene Linnebakkene, Gamle Fossen og Svabakken. Stasjonene St.3 og St. 4 ligger med ca. 500 m avstand fra hverandre, ved begge sider av fjorden (se Figur 3). Grunnet kort avstand mellom stasjonene, er resultatene oppsummert sammen i dette kapittelet.

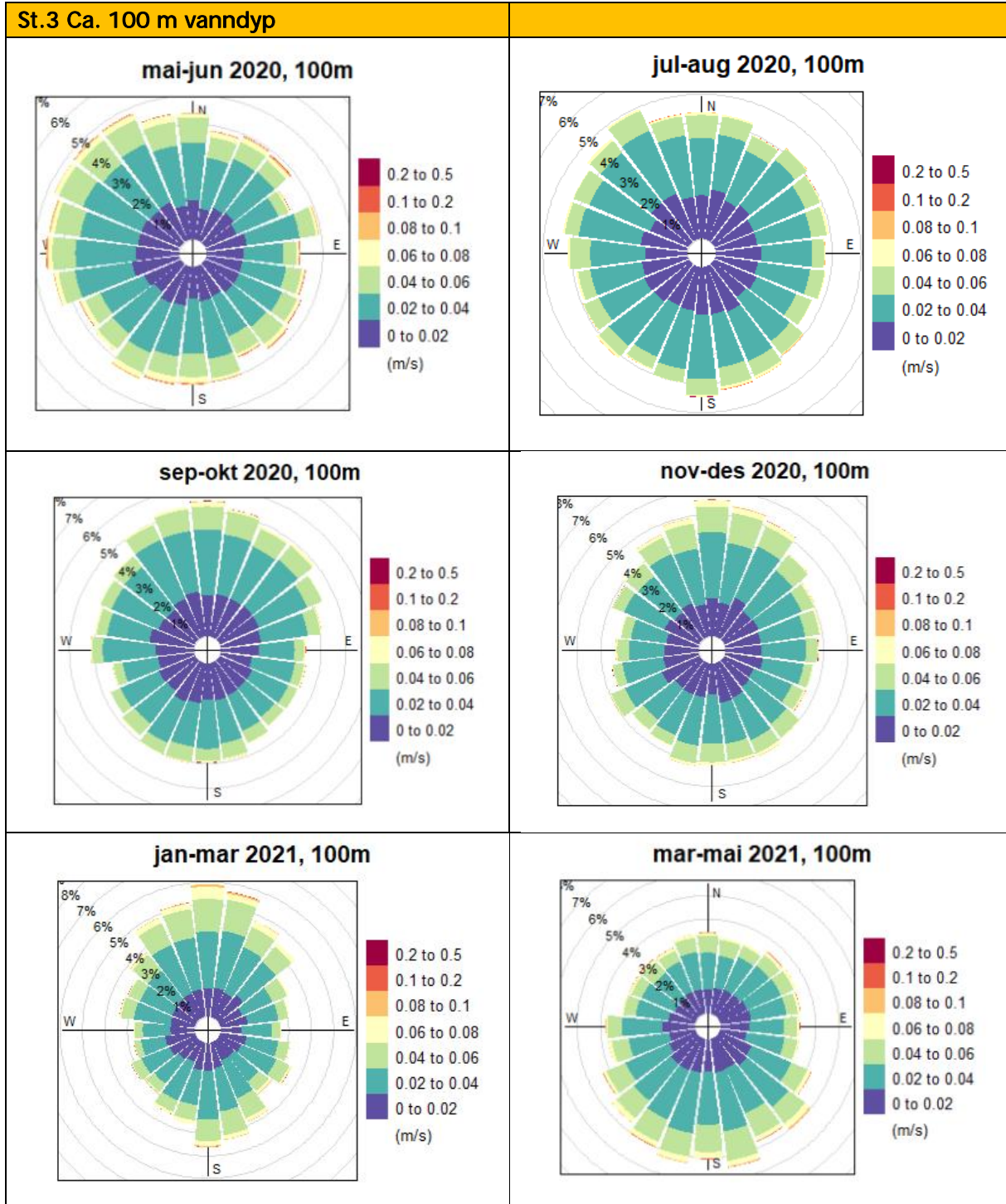
Vanndyp ved begge stasjonene er over 350 m og stasjonene er plassert i den dypeste delen av Veafjorden. Figur 9 til Figur 10 viser strømroser for fire utvalgte vanndyp ved disse stasjonene. Rosene viser resultater separat for de seks måleperiodene.

Resultater fra alle seks måleperiodene viser at i dypere vannlag (100-330 m dyp), er det lite eller ingen retninger som dominerer strømbildet. Gjennomsnittlig strøm i disse vannlagene ligger på ca. 0,025 og 0,035 m/s i alle regninger. På 35 m vanndyp er strømmen mot nord og sør svakt dominerende ved begge målestasjoner. I overflatelaget dominerer strøm mot nord og sør ved begge stasjoner, og snitthastigheten ligger på ca. 0,04-0,06 m/s i overflatelaget i disse retningene. Noe lavere snitthastigheter ble målt på 35 m vanndyp, der gjennomsnittshastigheten i dominerende retninger (sør og nord) ligger på ca. 0,02 – 0,03 m/s. Det ble målt forholdsvis lite variasjon i dominerende strømretninger i perioden fra mai 2020 til juni 2021.

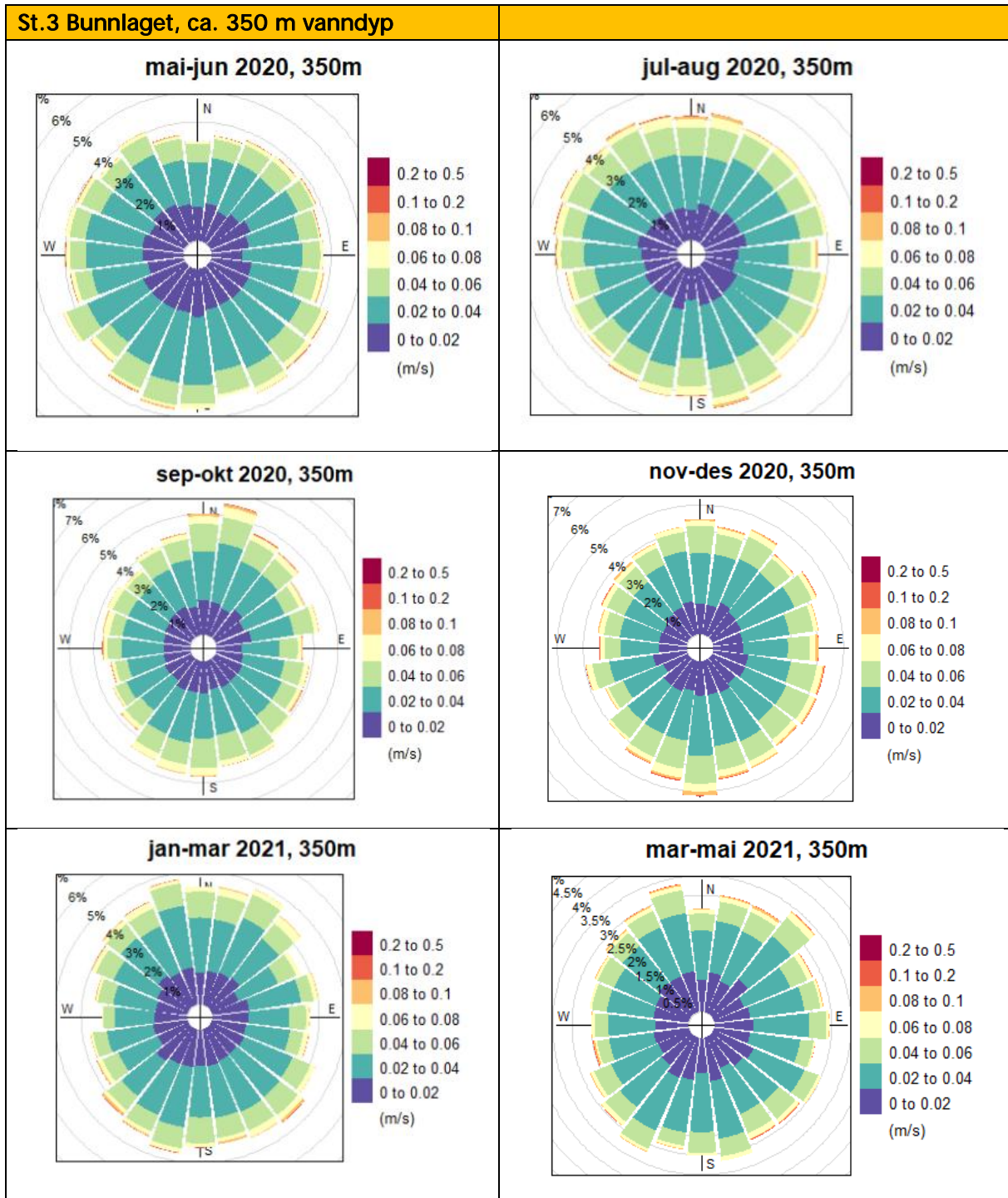
**St.3 Overflatelag 7-10 m vanddyb**







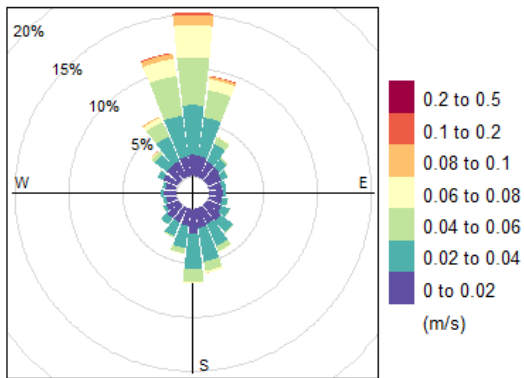




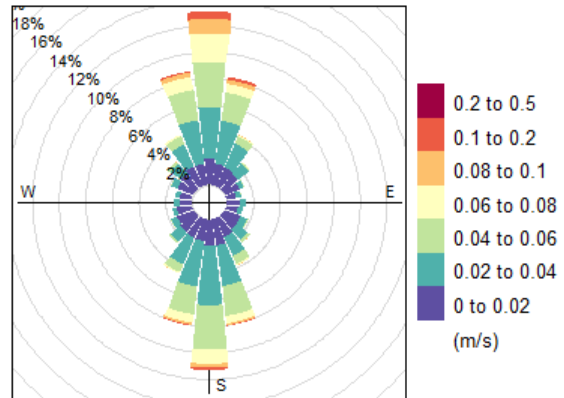
Figur 9. Strømroser for St. 3 Slåttestkallen for utvalgte vanndyp, måleperioder 1-6.

**St.4 Overflatelag 7-10 m vanddyb**

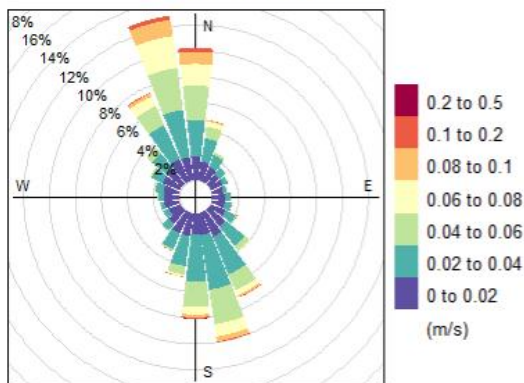
**mai-jun 2020, 10m**



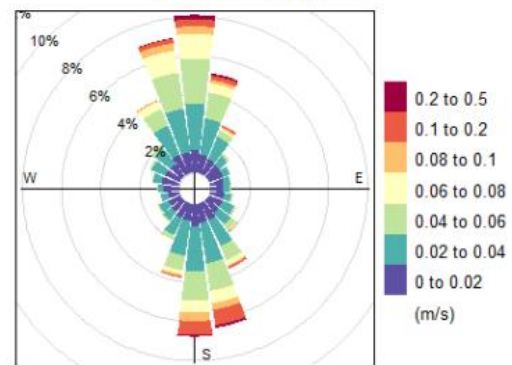
**jul-aug 2020, 10m**



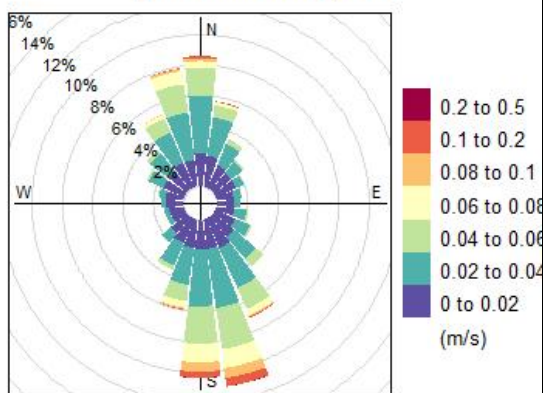
**sep-okt 2020, 10m**



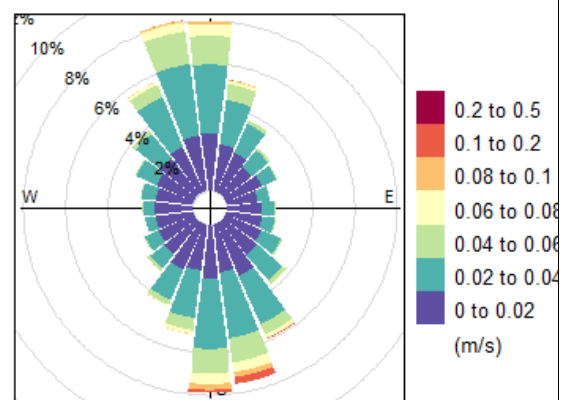
**nov-des 2020, 10m**

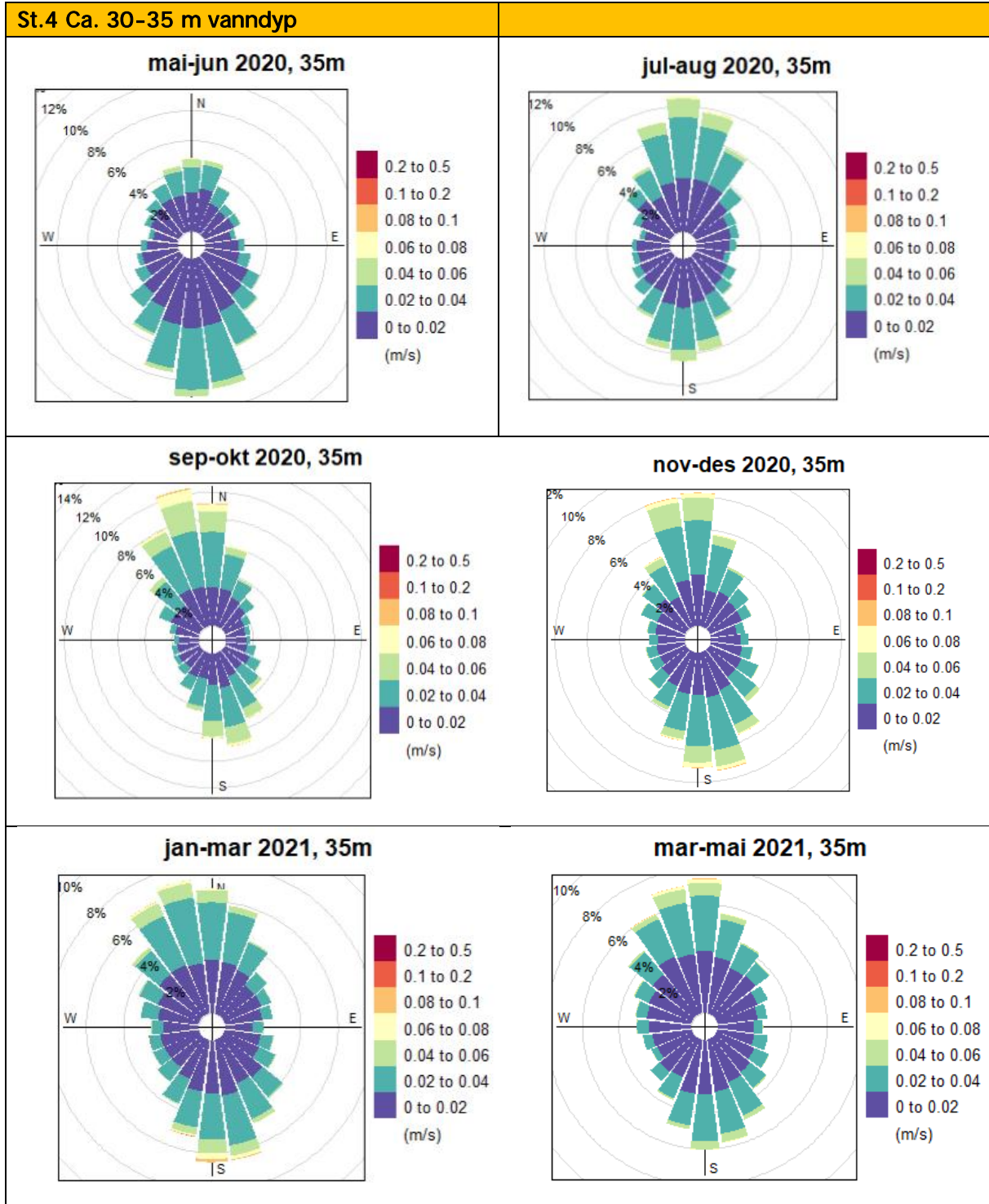


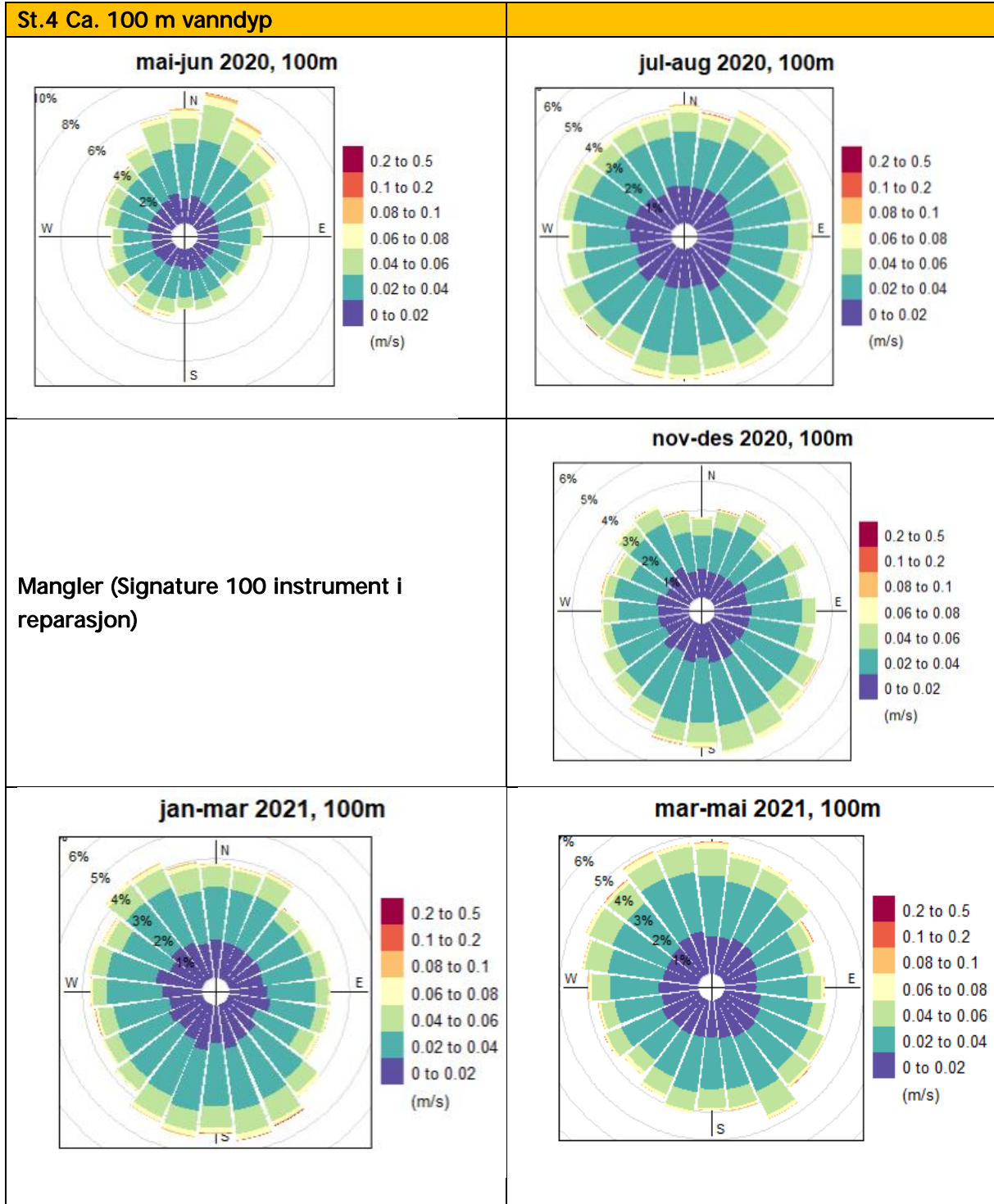
**jan-mar 2021, 10m**

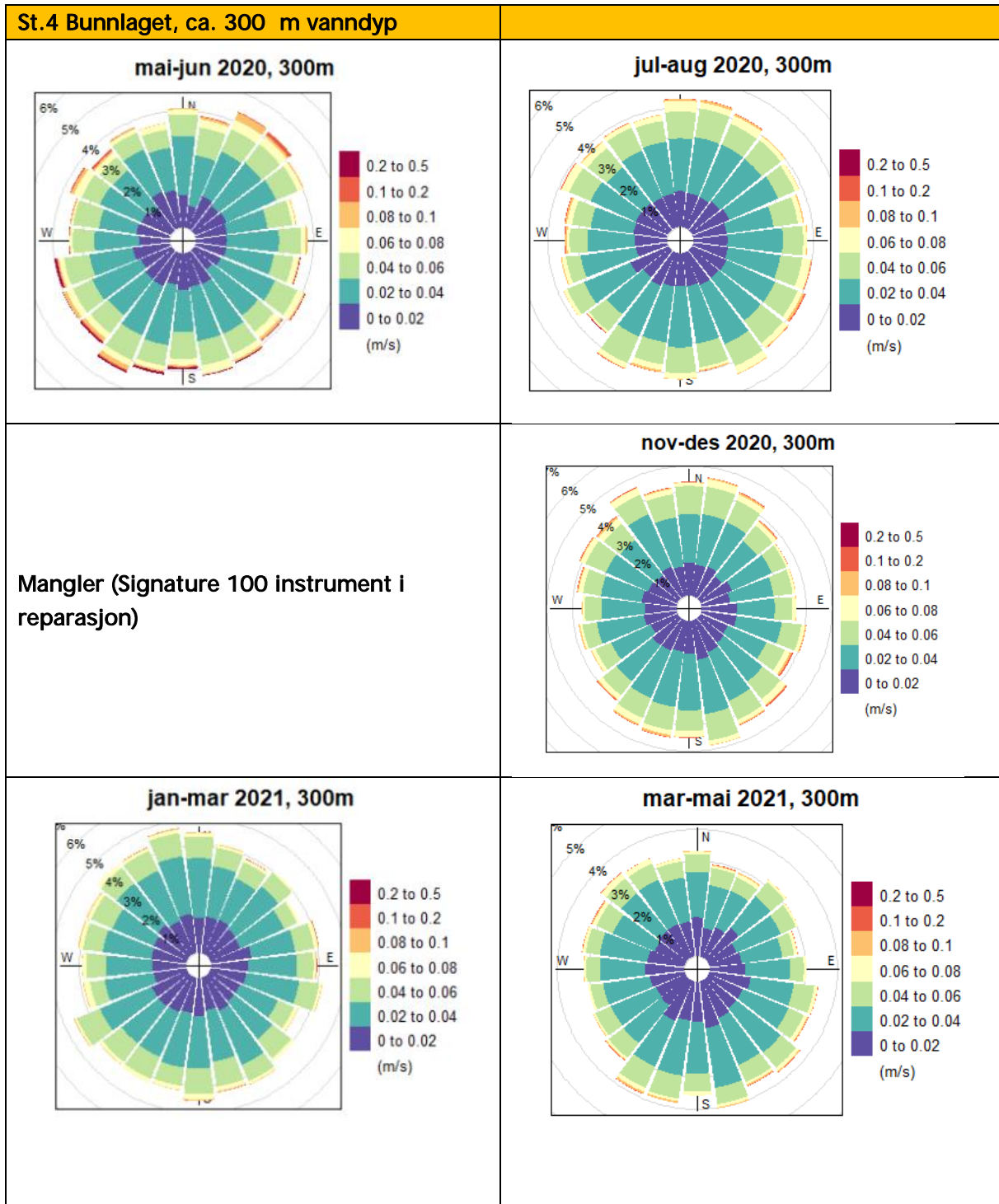


**mar-mai 2021, 10m**









Figur 10. Strømroser for St.4 Fossmark for utvalgte vanddyb, for seks måleperioder.

#### **4.4 St.5 Tettesnes**

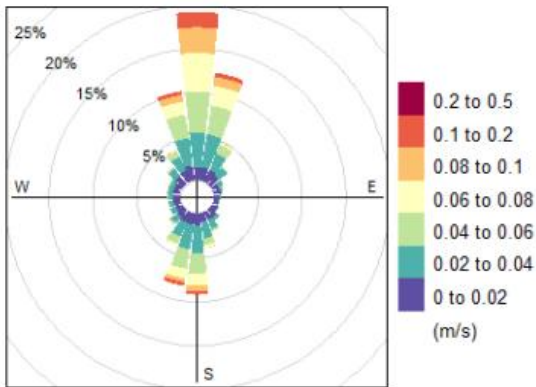
Stasjon 5 Tettesnes, ligger i den nordligste delen av Veafjorden (Figur 3). Vanddyp ved stasjonene er ca. 250 m. Figur 11 viser strømroser for fire utvalgte vanddyp, i alle måleperioder fra 1 til 6.

På vanddyp mellom 7-35 m, dominerer strømmen mot sør og nord tydelig strømbildet (dvs. strøm inn og ut fra fjorden). Strømhastigheter er høyest i overflatelaget. På 7m vanddyp, ligger snitthastigheten mot sør og nord på ca. 0,06-0,07 m/s. På 35 m vanddyp er snitthastighet mot sør og nord på ca. 0,04-0,05 m/s. Laveste snitthastigheter ble målt i måleperioder 1 og 6, men generelt er forskjellene over hele måleperioden mai 2020 til juni 2021 små.

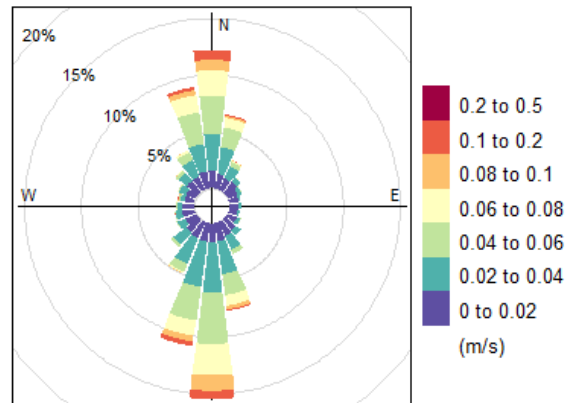
I dypere vann (100 - 200 m vanddyp), dominerer også strømmen mot sør og nord, særlig i måleperiode 3, 4 og 5. I disse dypere lagene er strømhastighetene noe lavere og snitthastigheten ligger på ca. 0,02-0,04 m/s i retning mot sør. Det ble også i dypere vann generelt registrert noe lavere hastigheter i måleperiodene 1 og 6, sammenlignet med måleperiode 2 til 5.

Overflatelag 7-10 m vanddyb

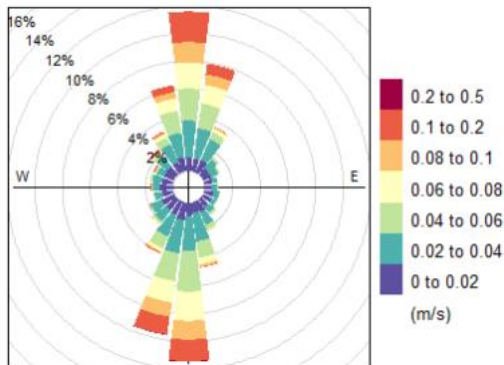
mai-jun 2020, 10m



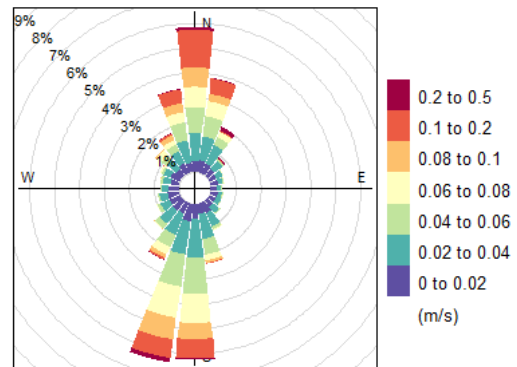
jul-aug 2020, 10m



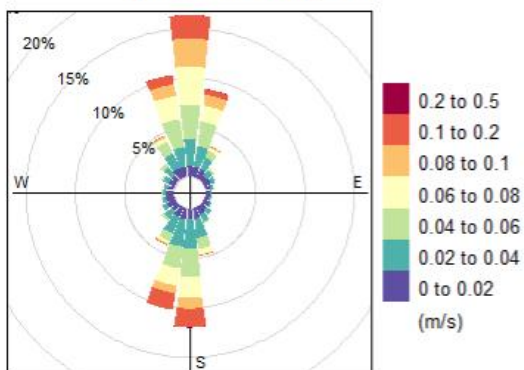
sep-okt 2020, 10m



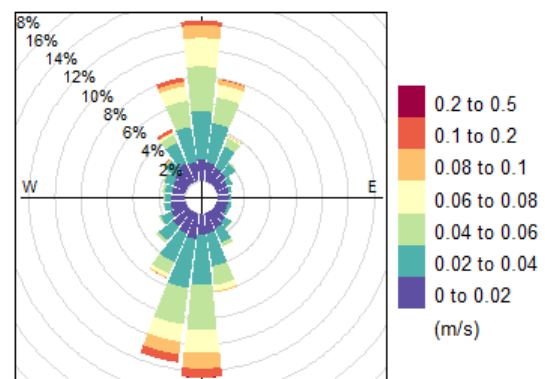
nov-des 2020, 10m

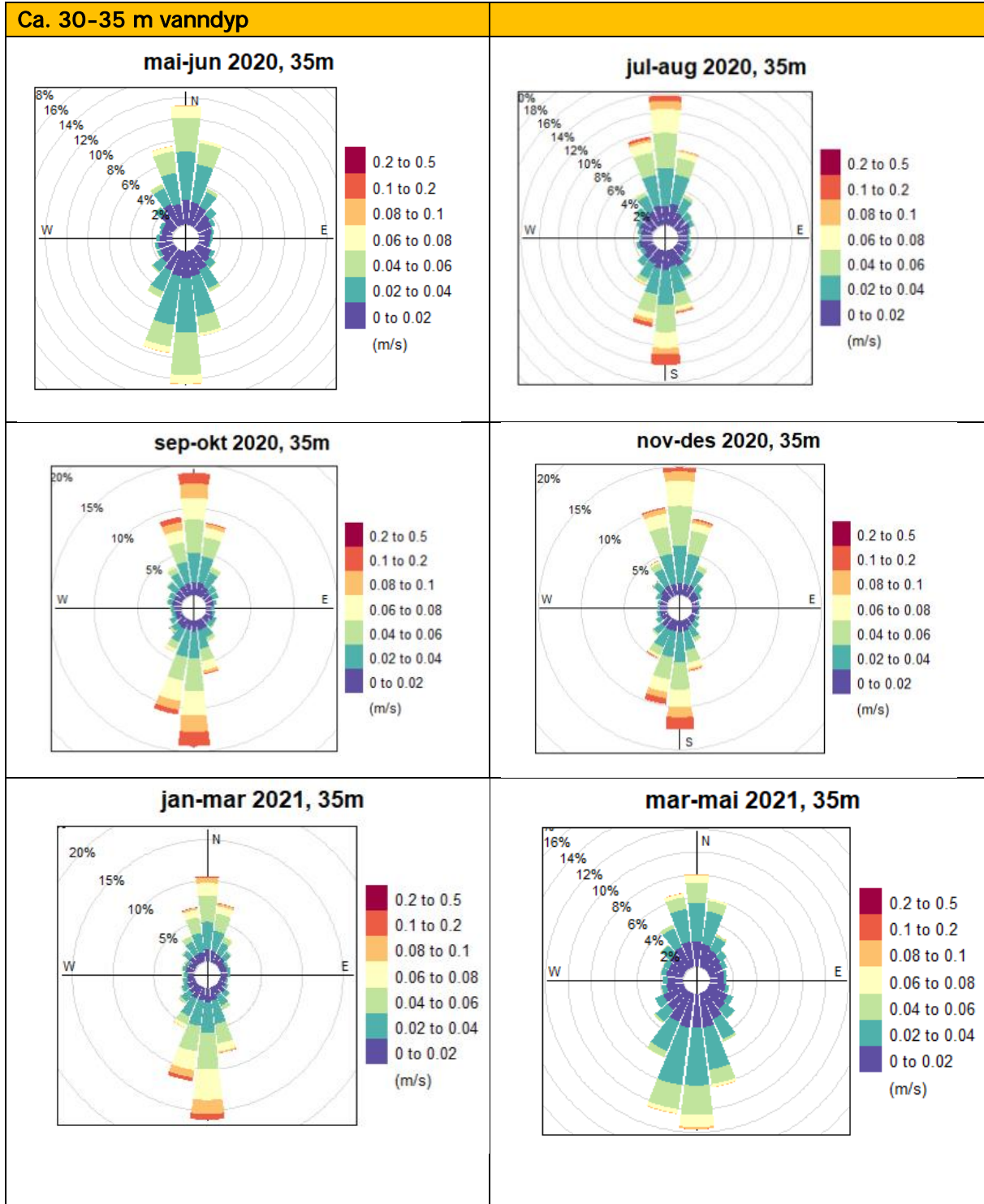


jan-mar 2021, 10m

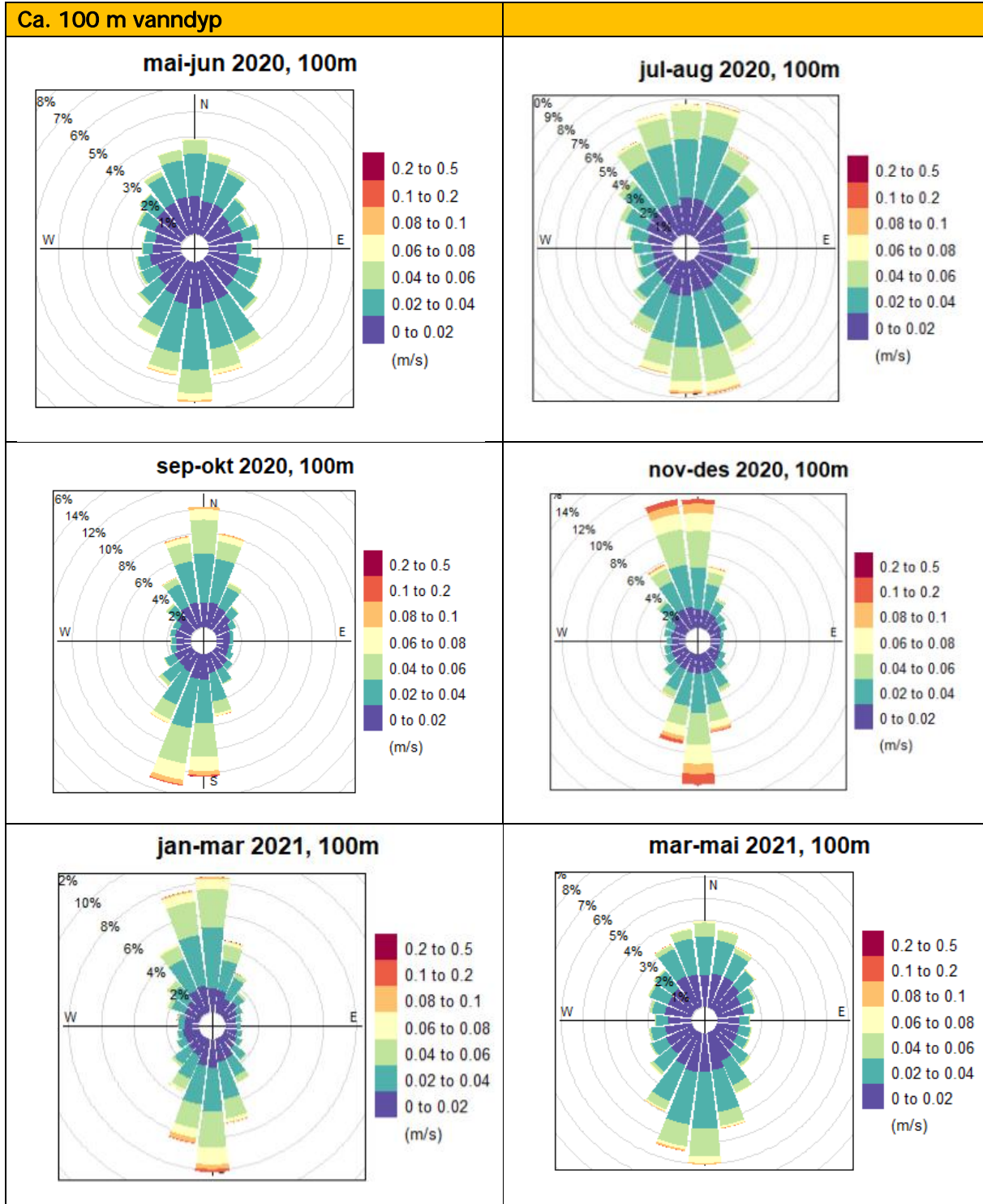


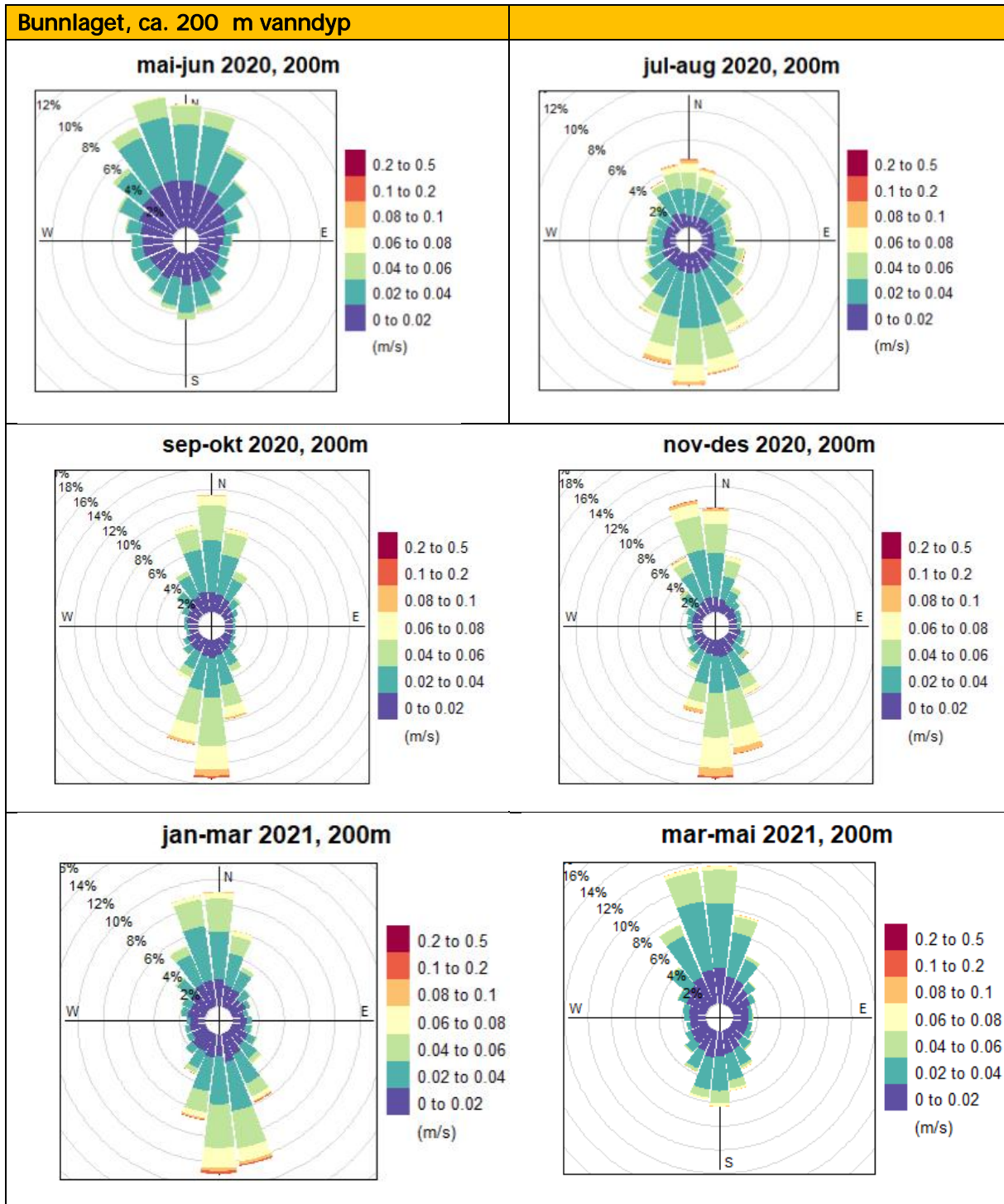
mar-mai 2021, 10m











Figur 11. Strømroser for St.5 Tettesnes for utvalgte vanddyb, måleperiode 1-6.

## 4.5 Rådata

Prosesserte rådata leveres til oppdragsgiver som NetCDF filer. NetCDF filer inkluderer følgende data for alle instrumenter:

- metadata
- ENU hastighet komponenter
- hastighet, retning (horisontal komponent)

## 5 KONKLUSJON

I denne rapporten er det presentert metode og noen hovedresultater fra målinger av strømforhold i Sørfjorden og Veafjorden. Målingen er utført i perioden 29. april 2020 til og med 2. juni 2021.

Ved stasjonene St.1 (Herland) og St.5 (Tettenes) er strømforholdene dominert av strømmen inn og ut fra fjorden i alle vandyp og strømhastighetene var generelt høyest ved disse to stasjonene. Det er lite forskjeller i måledataene samlet fra stasjonene St.3 og St.4, i den dypeste delen av Veafjorden. Ved disse stasjonene dominerer strøm i retning mot nord og sør i overflatelaget, mens i bunnlaget var strømmen mer jevnt fordelt i alle retninger. På stasjon St. 2, ved Langhelleneset, var det ingen retninger som dominerte på dypt vann, mens i overflatelaget dominerte strøm mot øst og vest. Ved alle stasjoner og vandyp er den vertikale hastighetskomponenten lavere enn horisontale hastigheter. Horisontale hastigheter varierer i hovedsak mellom 0-0,02 m/s, og er innenfor usikkerhetsmarginer for måleinstrumenter. Den vertikale komponenten er på rundt 10 % av den horisontale, men horisontale strømninger ble ikke videre analysert til denne rapporten.

De innsamlede dataene kan benyttes som inngangs-, kalibrerings og/eller valideringsdata i modellering av partikkelspredning.

## REFERANSELISTE

- Bye-Ingebrigtsen, E., Isaksen, T.E., Dahlgren, T.G. (2019) Marin Overvåking Hordaland – Samlerapport 2016–2018. NORCE Norwegian Research Centre AS. NORCE Miljø 2019/026. 75 s.
- DAM Engineering. (2017). Simulation of spreading of fine sediment in Sørfjorden due to rock dumping.
- NIVA. (2019). Miljøovervåkning i Sørfjorden ved Osterøy. NIVA rapport 7330.
- Havforskningsinstituttet. 2015. Omsetning av tilført partikulært organisk materiale i fjordbasseng med dype terskel. Rapport nr. 1/2015.
- Kelley, D. 2020. Package «oce» February 21, 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=oce>
- Rambøll Sweco. (2020e). Modellering av partikkelspredning ved deponering av sprengstein i Sørfjorden.
- Rådgivende Biologer. (2017a). Kartlegging av marint naturmangfold og naturressurser med verdivurdering.
- Rådgivende Biologer. (2017b). Utfylling av deponering av sprengsteinmasser i sjø. Konsekvensvurdering for marint naturmangfold og naturressurser. Rapport nr. 2430.
- Rådgivende Biologer. (2017c). Ny E16 og jernbane Arna-Stanghelle – Sørfjorden og Veafjorden. En hydromorfologisk beskrivelse.
- Statens Vegvesen. (2018b). Planprogram. Vossebanen og E16. Fellesprosjektet E16 og Vossebanen Arna – Stanghelle. Statleg reguleringsplan med konsekvensutgreiing.
- Nortek AS. 2017. "Signature Integration 55|250|500|1000kHz." Nortek AS.
- Nortek AS. 2018. "Operations Manual – Signature 250, 500 and 1000." Nortek AS, September 21, 2018.

## VEDLEGG

Vedlegg 1. St. 1 Herland

Vedlegg 2. St. 2 Langhelle

Vedlegg 3. St. 3 Slåtteskallen

Vedlegg 4. St. 4 Fossmark

Vedlegg 5. St. 5 Tettesnes

Grafene i vedleggene er vist separat for de fire første målerunder:

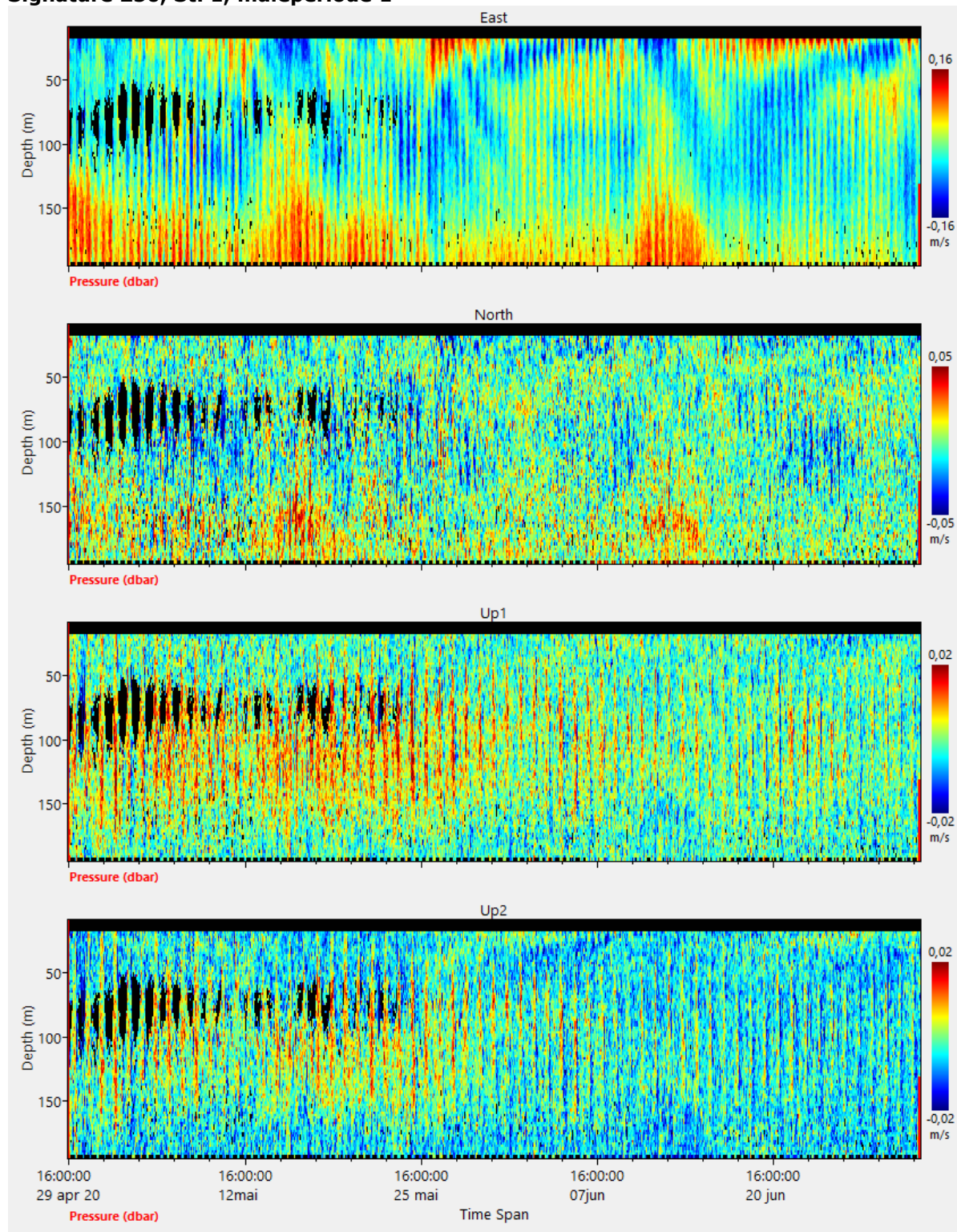
- Måleperiode 1: april – juni 2020
- Måleperiode 2: juli – august 2020
- Måleperiode 3: september – oktober 2020
- Måleperiode 4: november – desember 2020
- Måleperiode 5: januar – (midt) mars 2021
- Måleperiode 6: (midt) mars – juni 2021

Strømkomponenter:

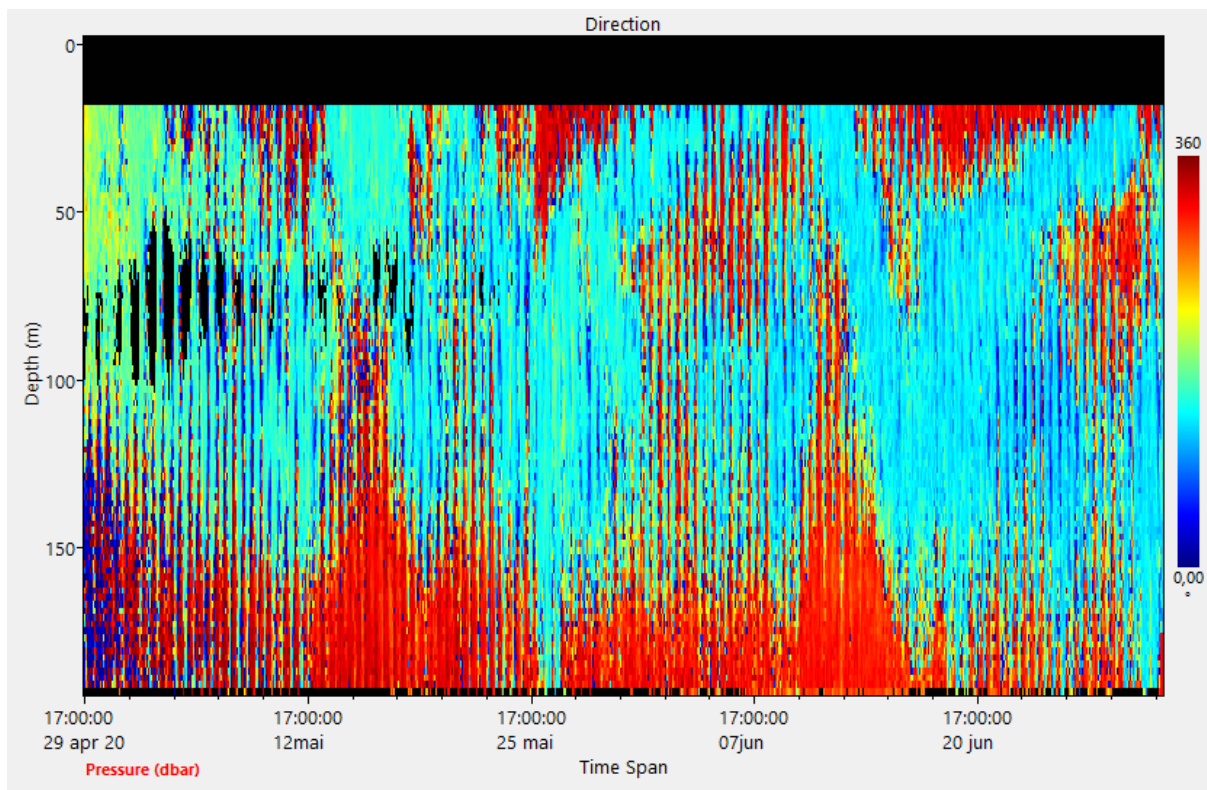
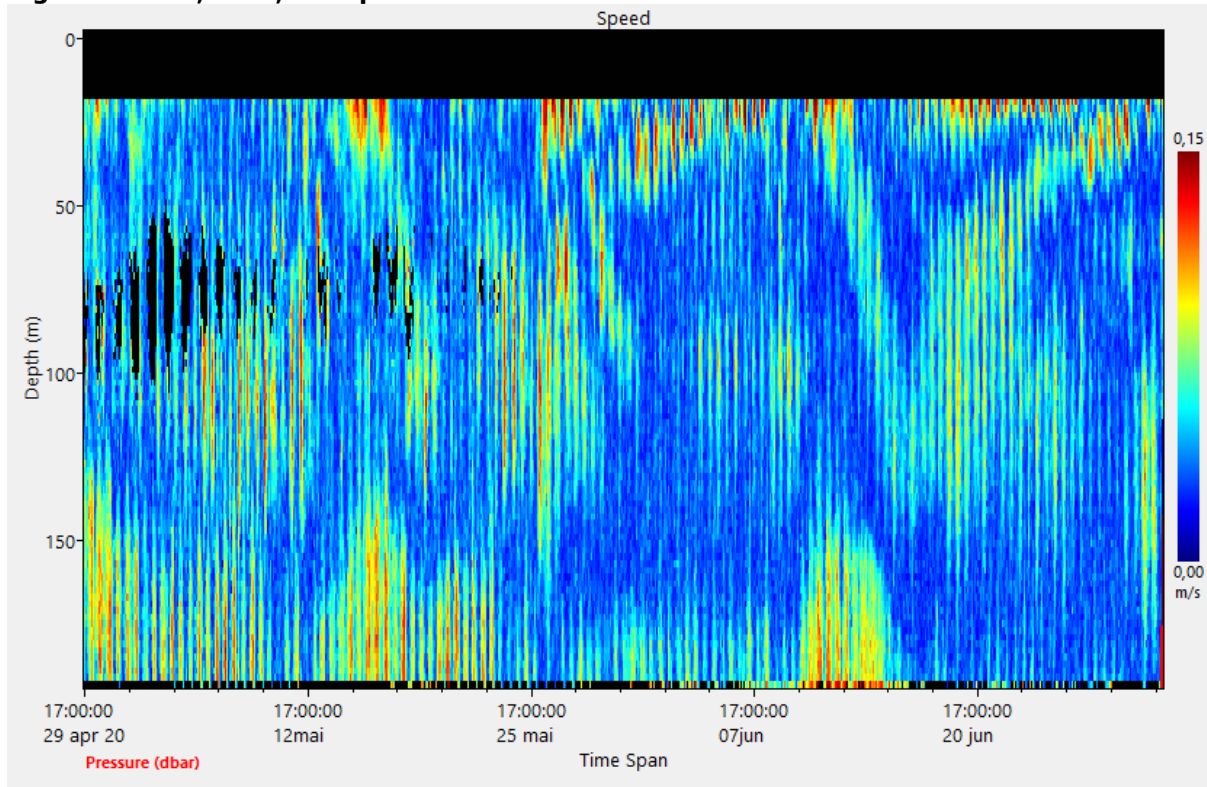
|               |  |
|---------------|--|
| East          | Strøm mot øst.   |
| North         | Strøm mot nord.  |
| Up1 og<br>Up2 | Strøm oppover.<br>Signatur – instrumentene har 4 beamer. Beamene nr. 1 og 3 måler East og Up1 -komponenter, mens beamene nr. 2 og 4 måler North og Up2 -komponenter. Følgelig rapporteres to horisontale komponenter (Up1 og Up2). Up1 og Up2 komponentene burde være veldig like og kan også benyttes til kvalitetssikring av strømdata. For dataanalyse anbefaler Nortek å benytte gjennomsnitt av Up1 og Up2. |

## **Vedlegg 1. St.1 Herland**

Signature 250, St. 1, måleperiode 1

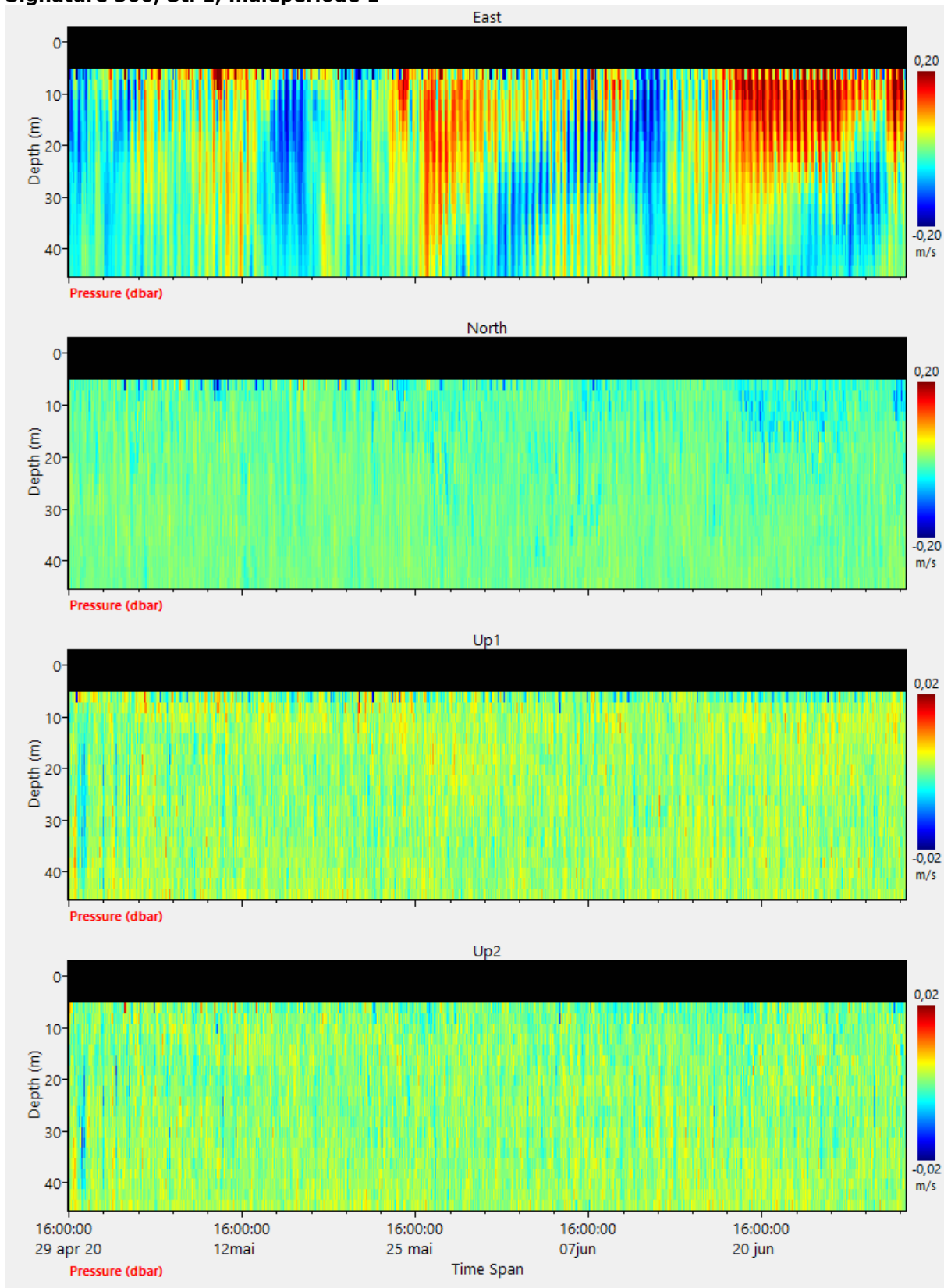


Signature 250, St. 1, måleperiode 1

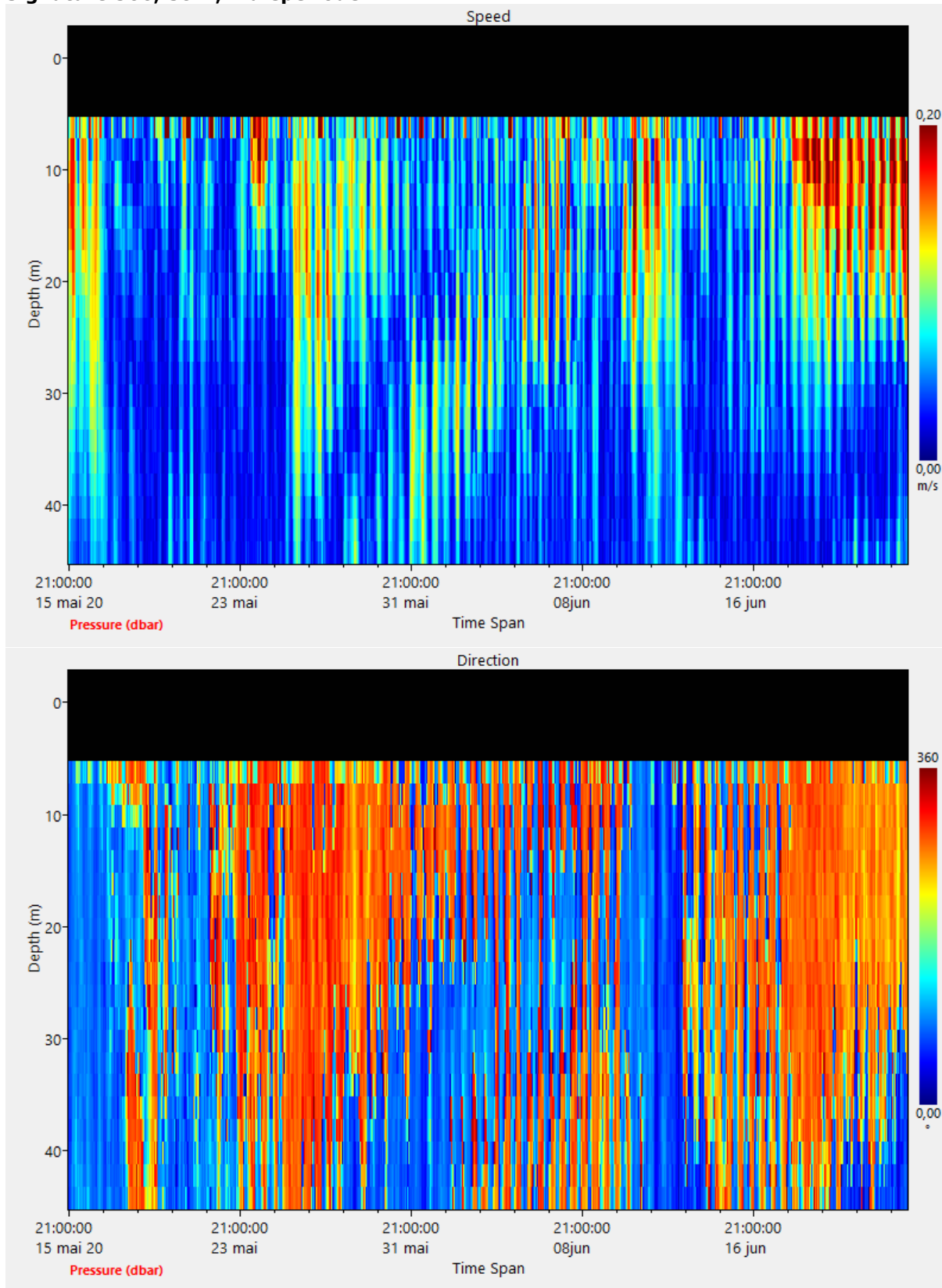




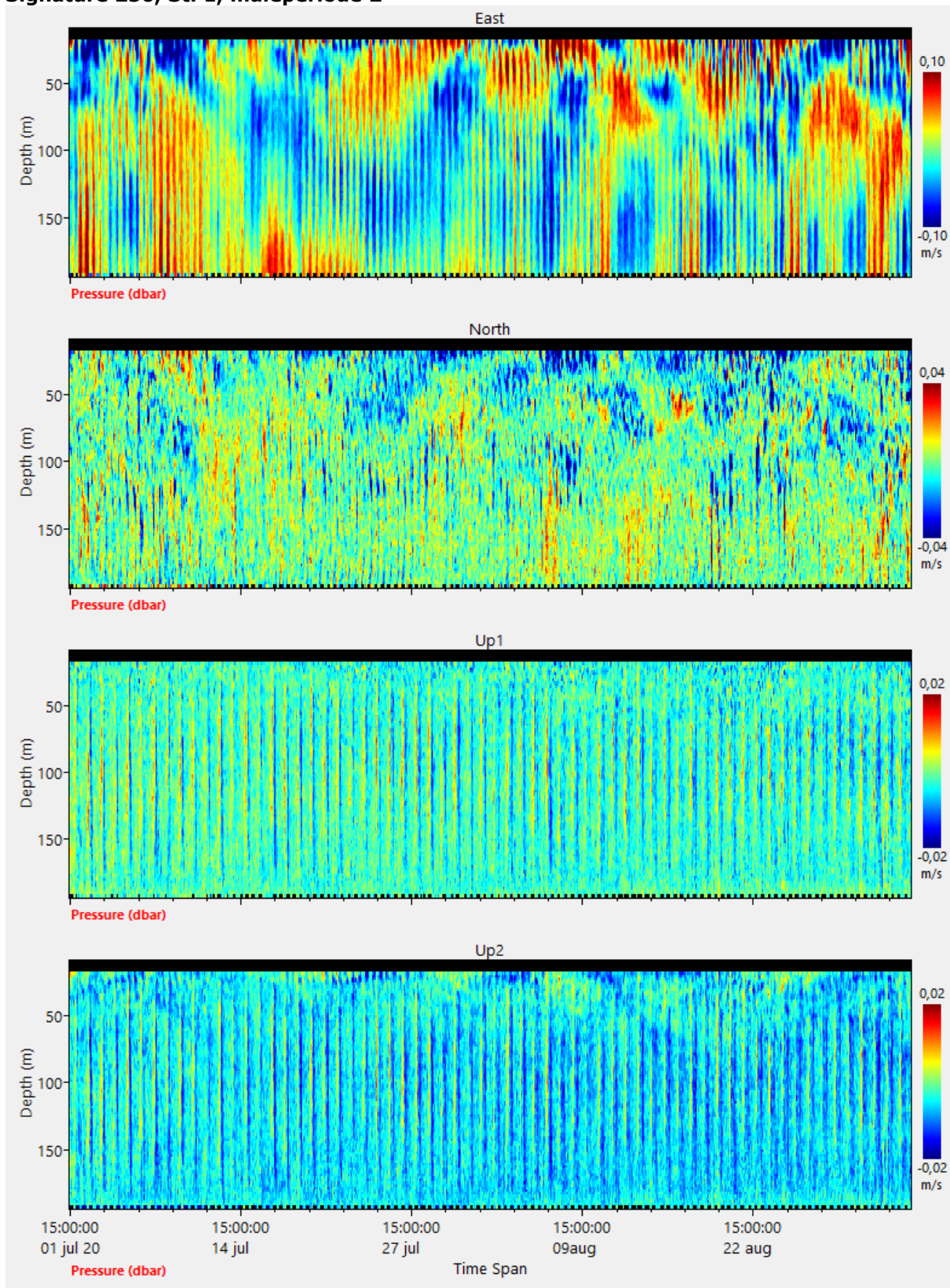
Signature 500, St. 1, måleperiode 1



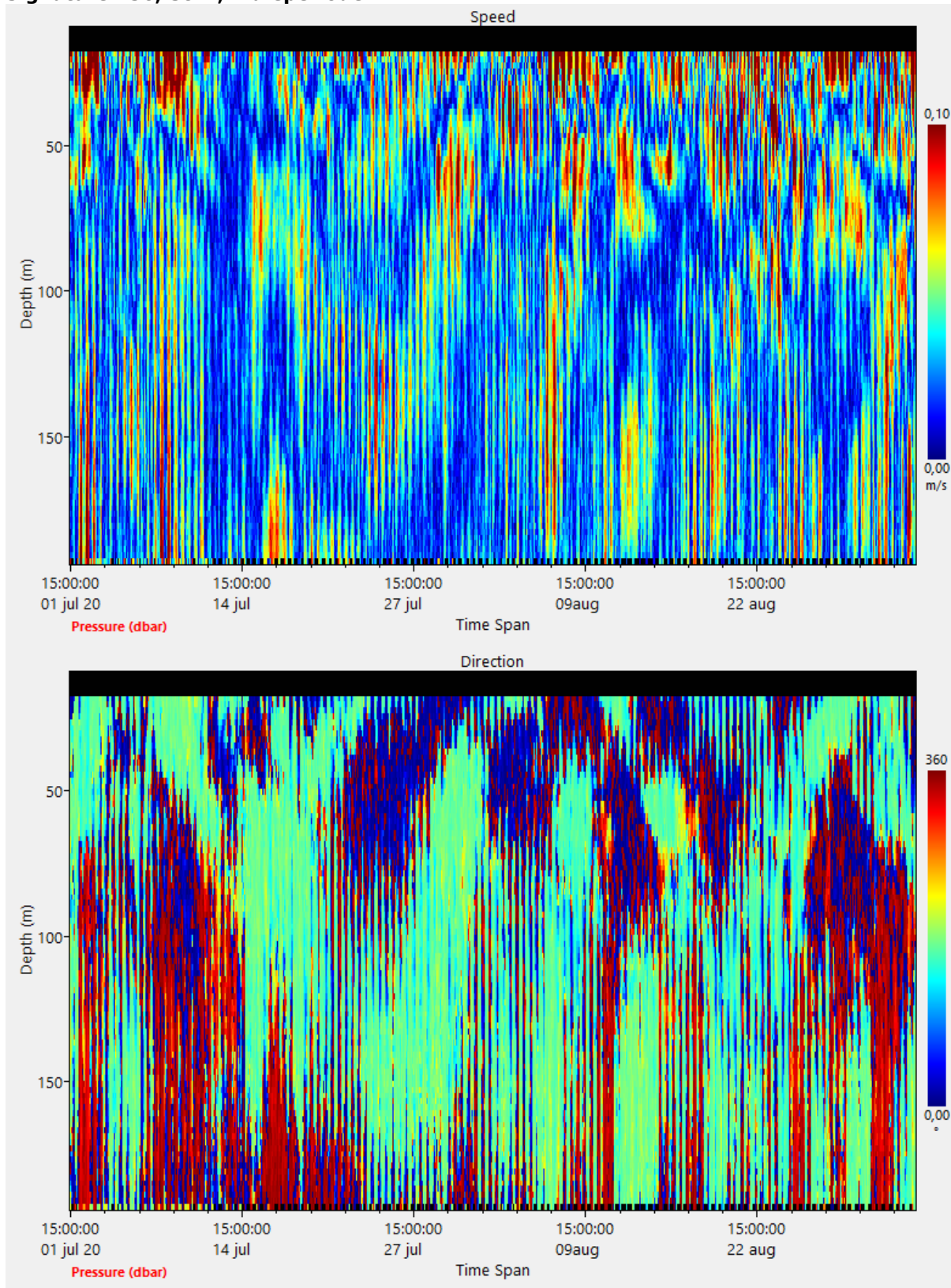
Signature 500, St. 1, måleperiode 1



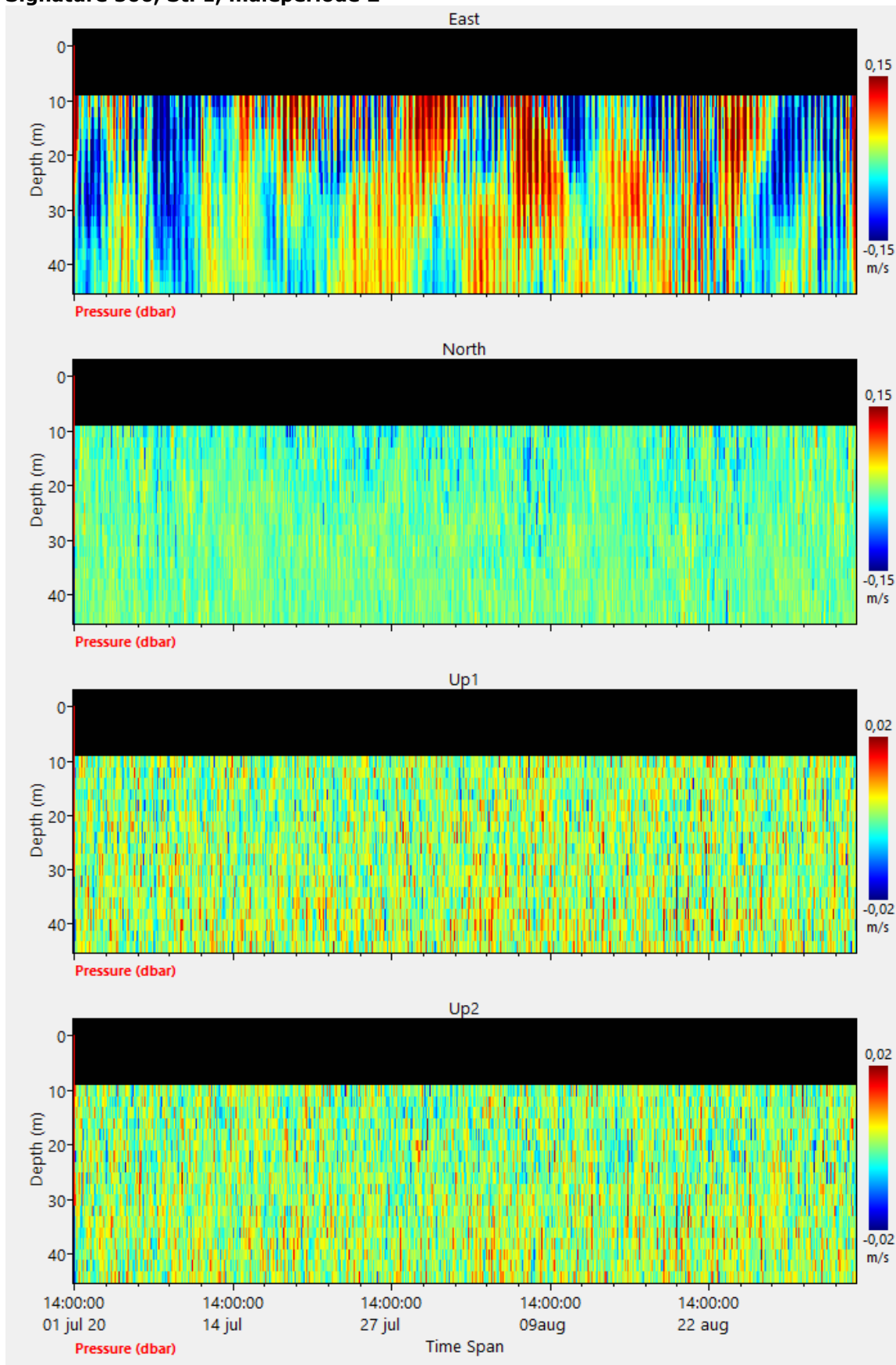
Signature 250, St. 1, måleperiode 2



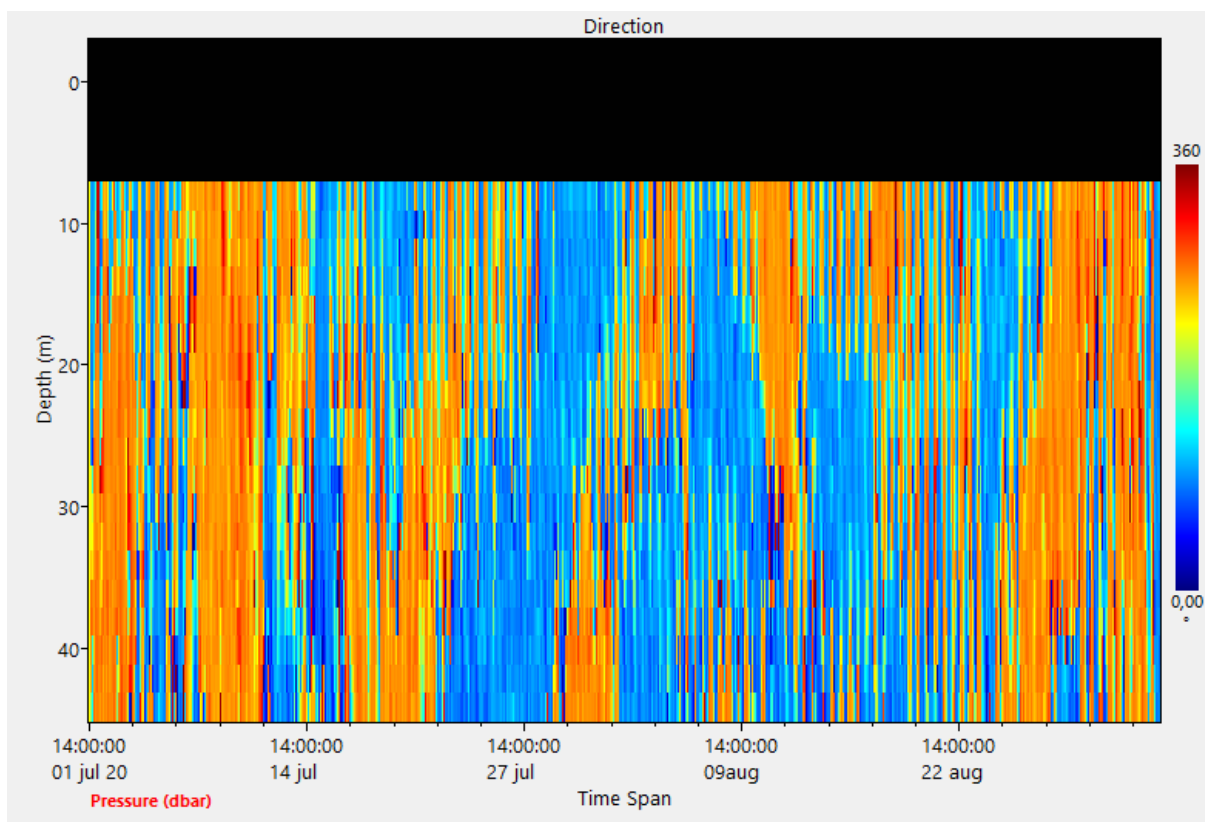
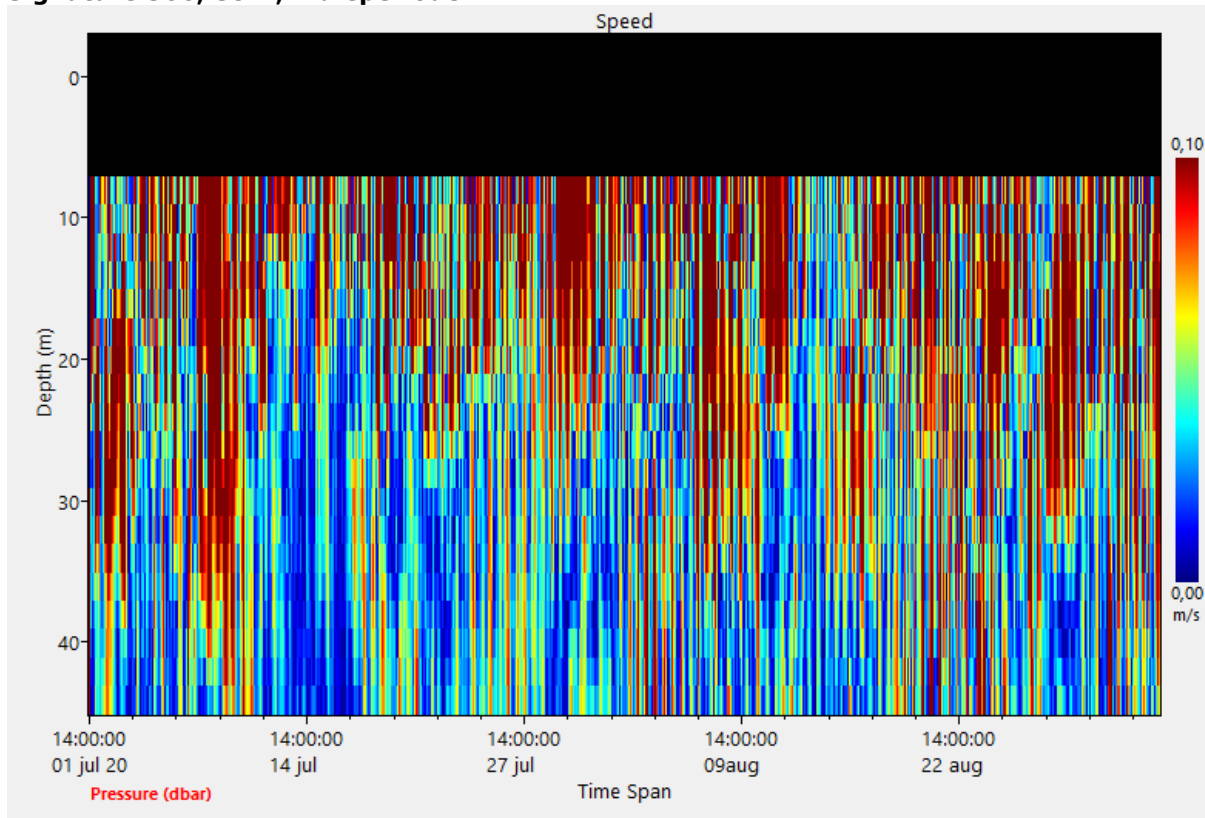
Signature 250, St. 1, måleperiode 2



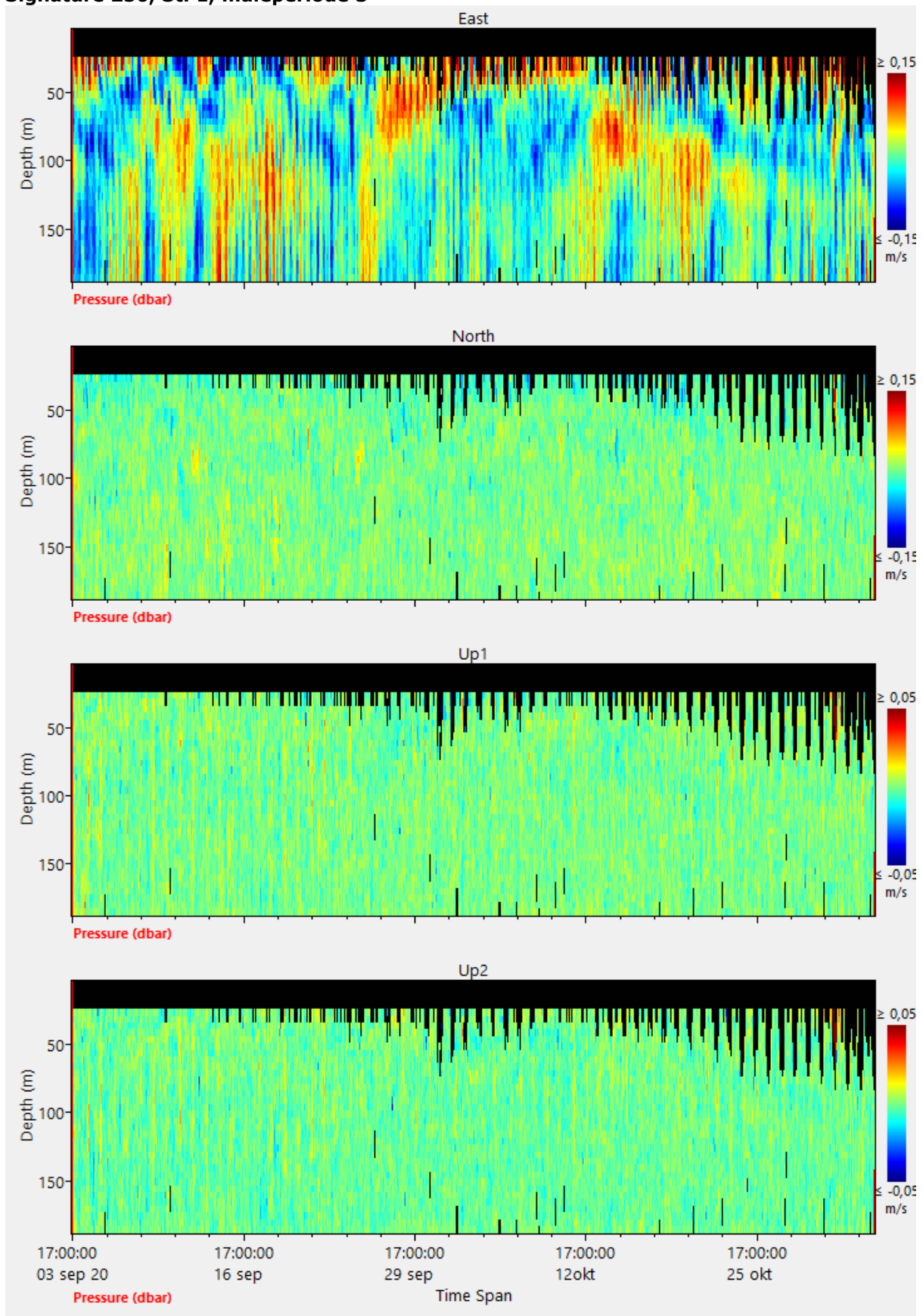
Signature 500, St. 1, måleperiode 2



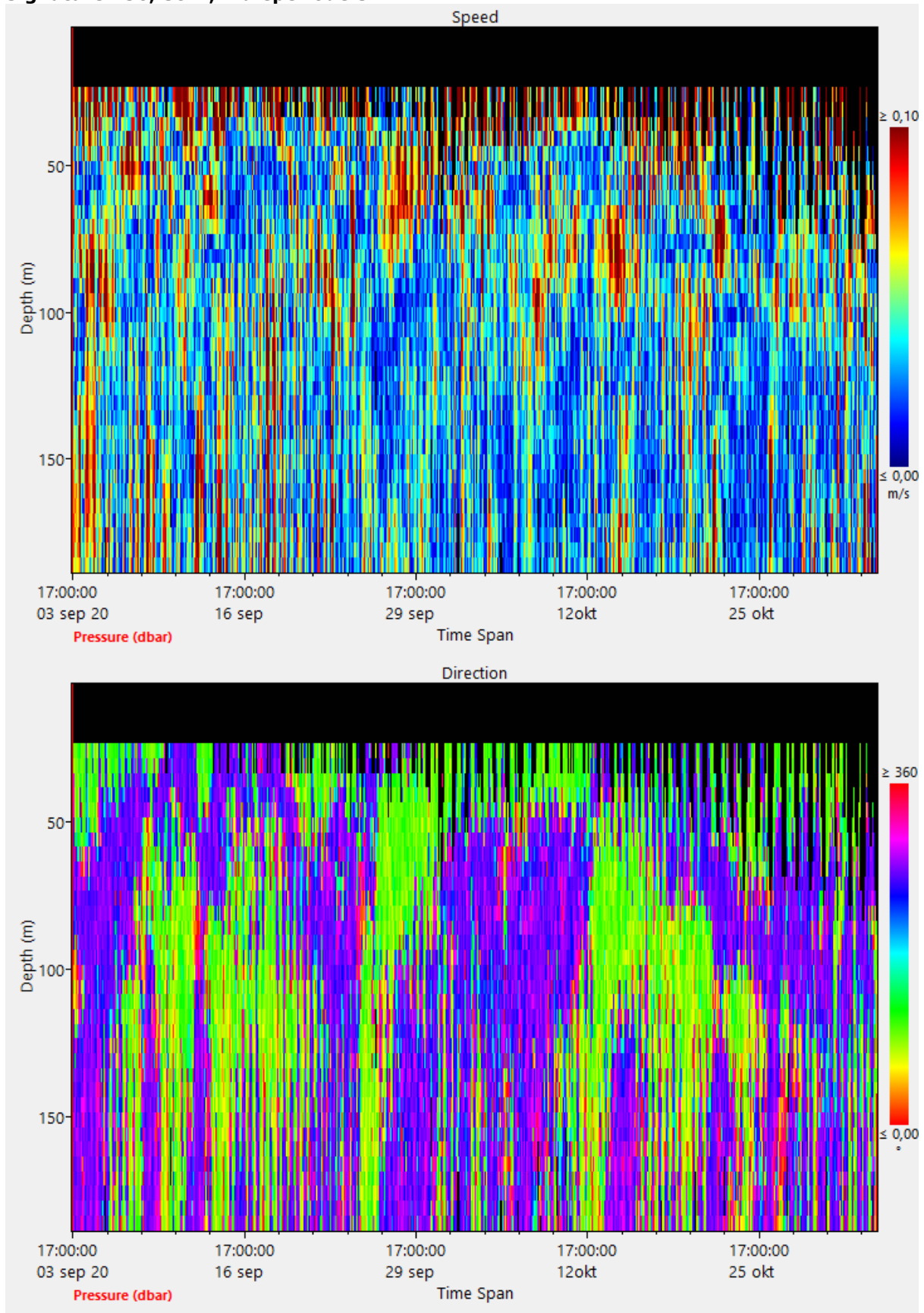
Signature 500, St. 1, måleperiode 2



**Signature 250, St. 1, måleperiode 3**

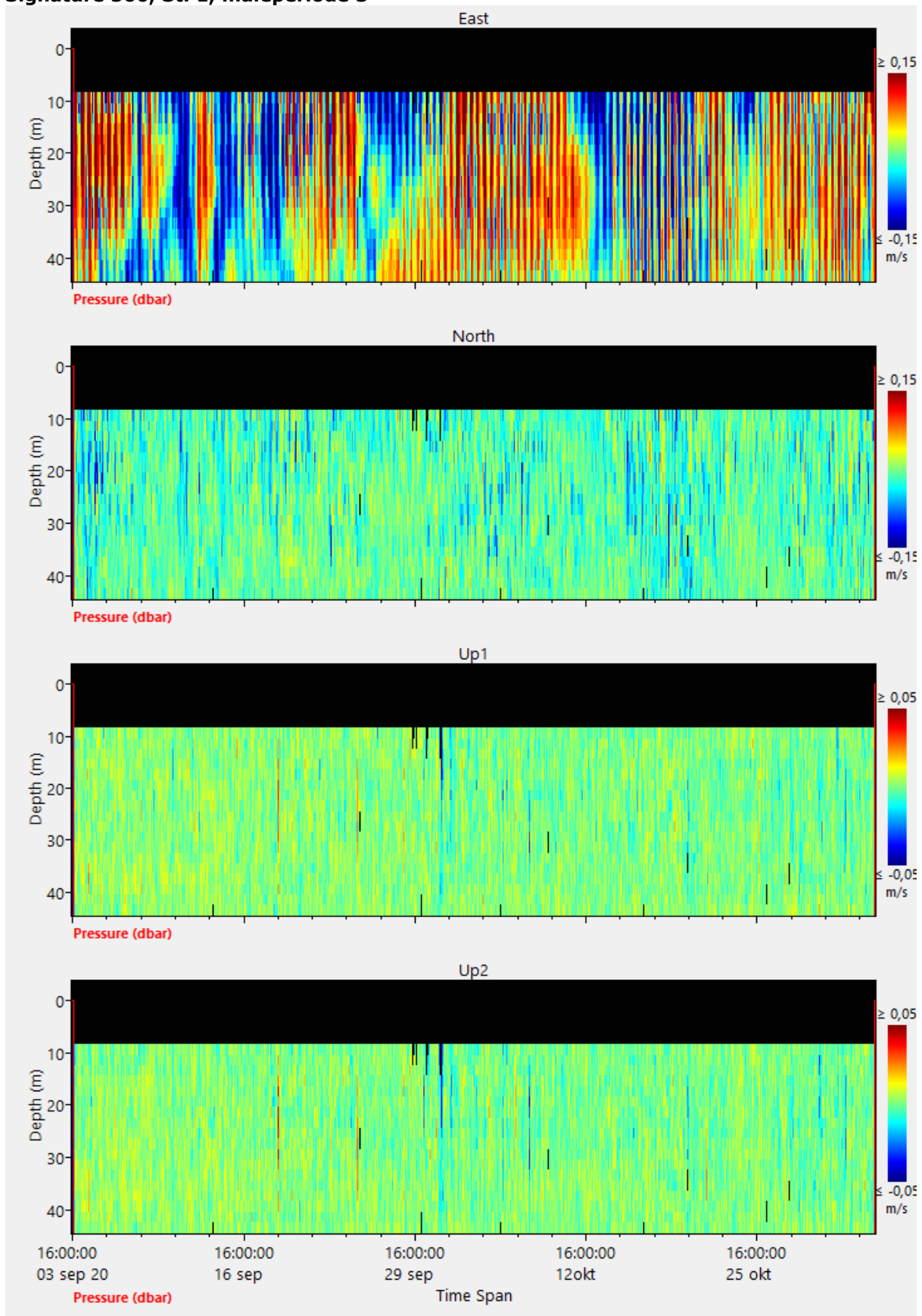


Signature 250, St. 1, måleperiode 3

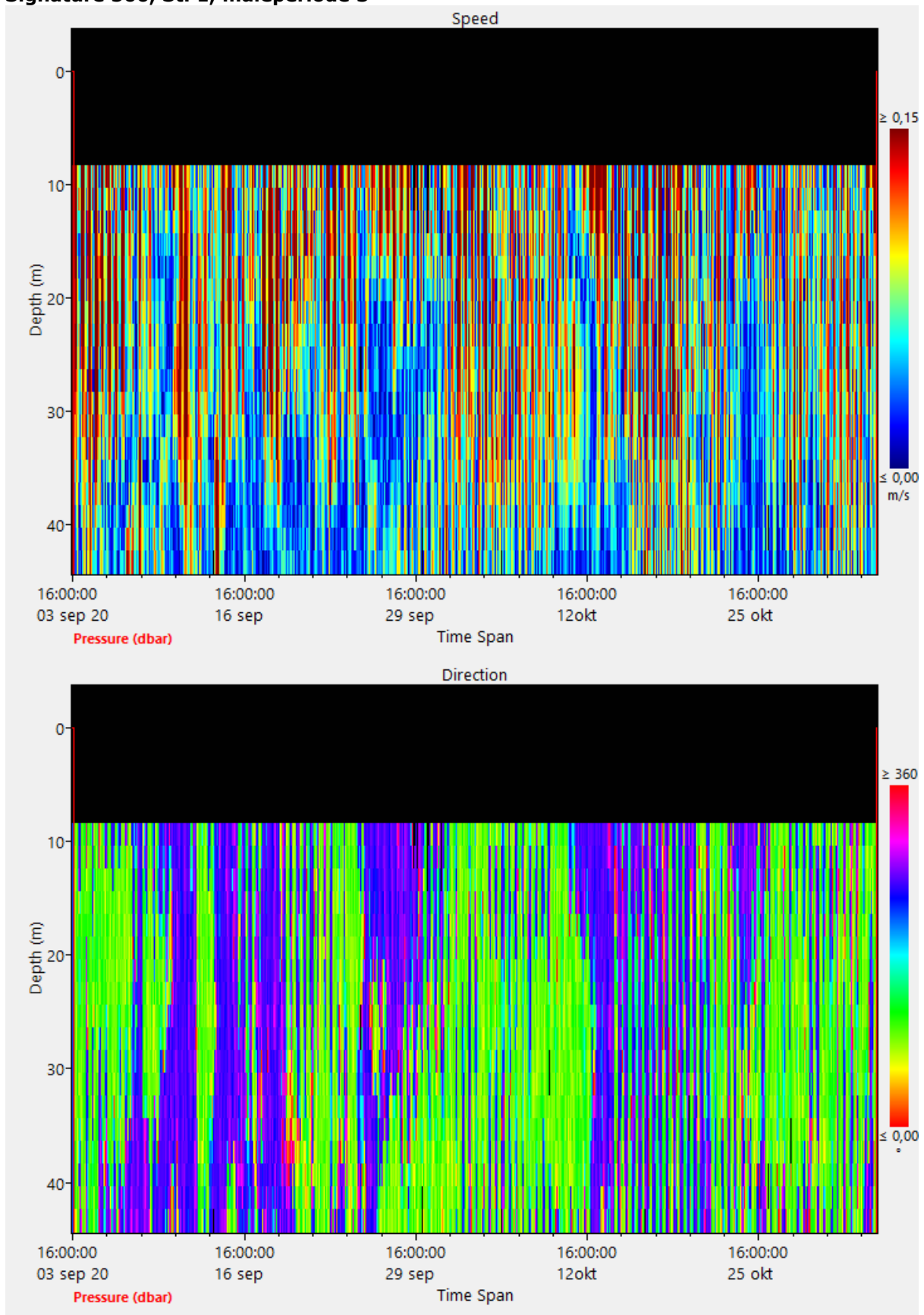




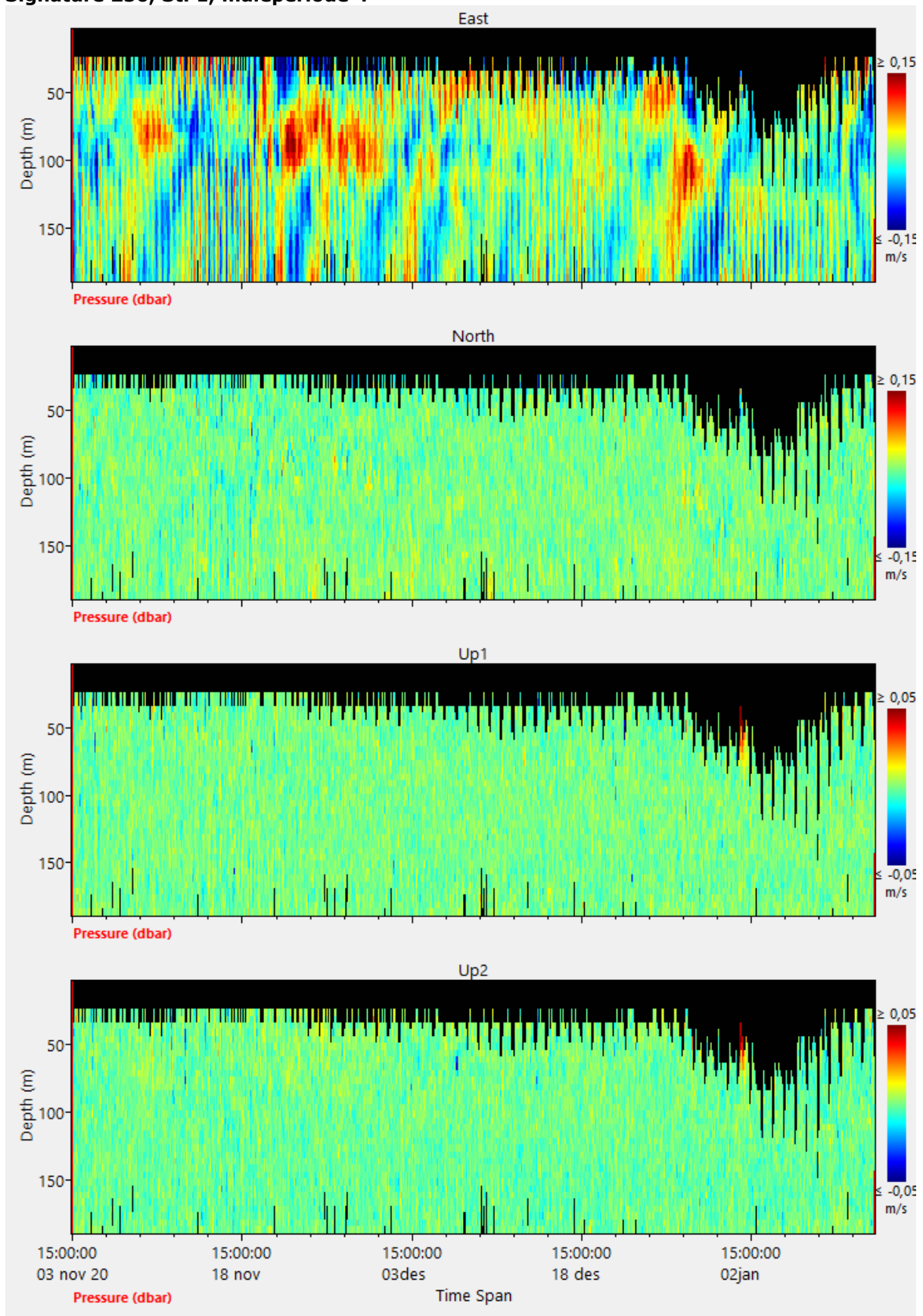
Signature 500, St. 1, måleperiode 3



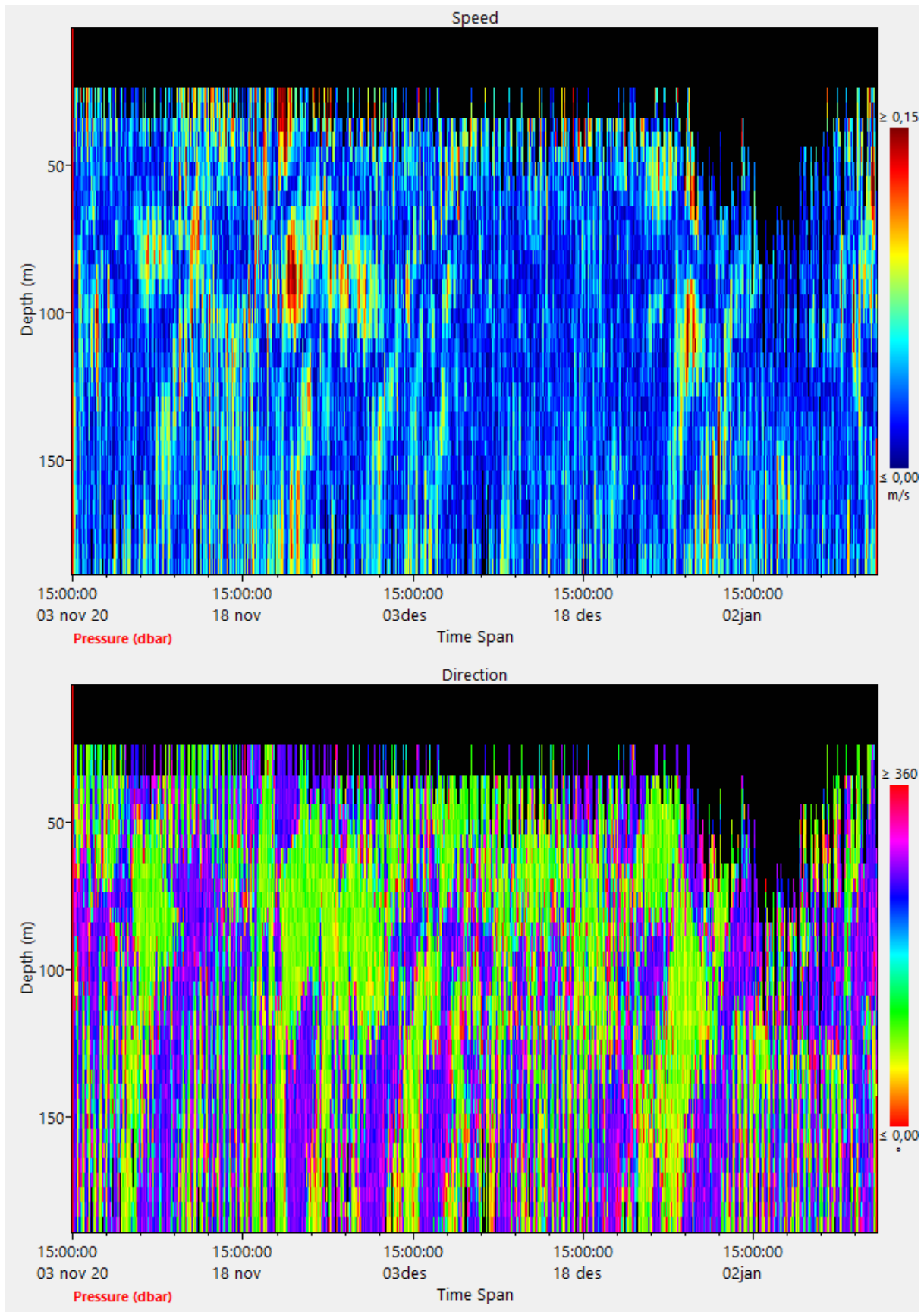
Signature 500, St. 1, måleperiode 3



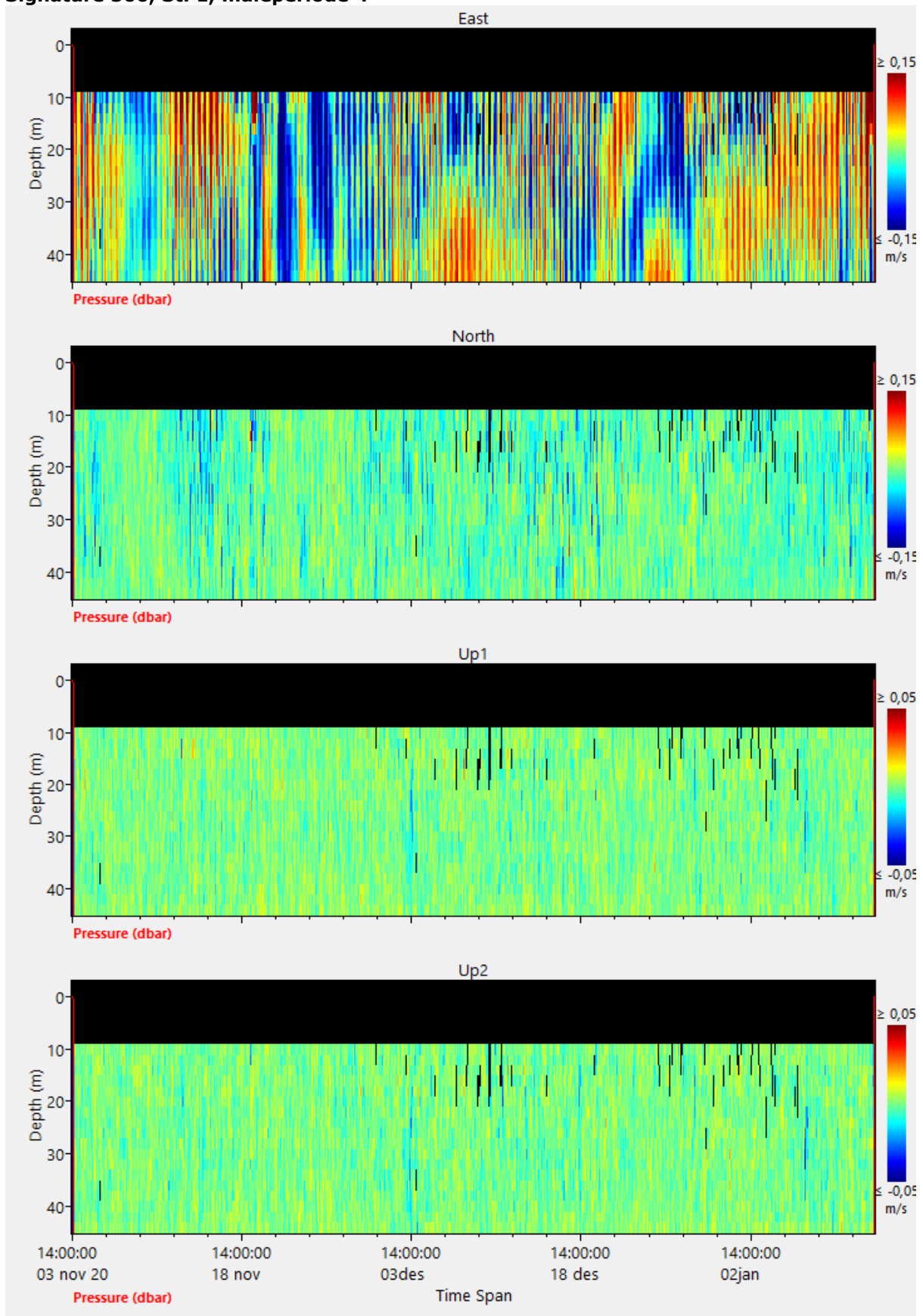
Signature 250, St. 1, måleperiode 4



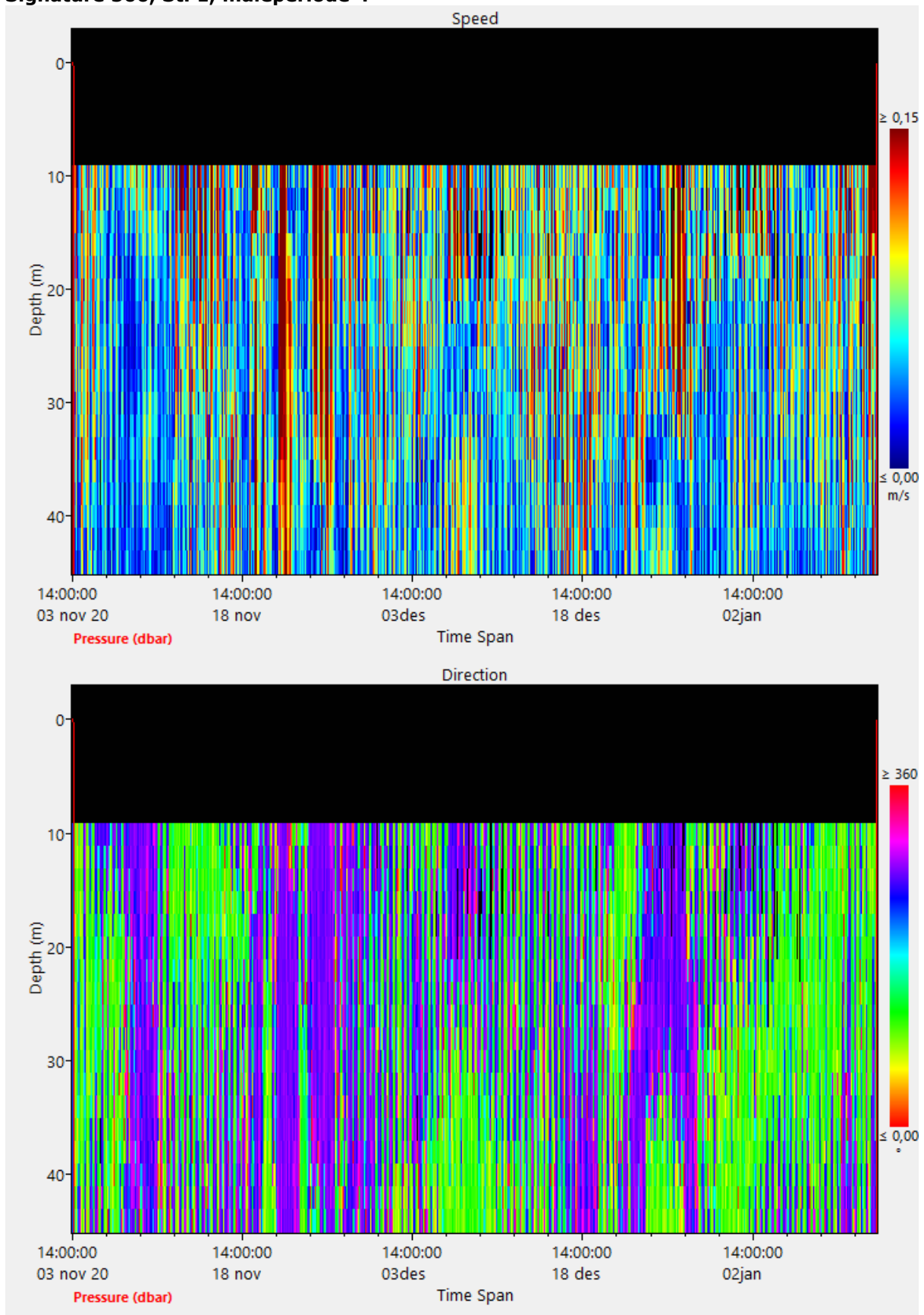
Signature 250, St. 1, måleperiode 4



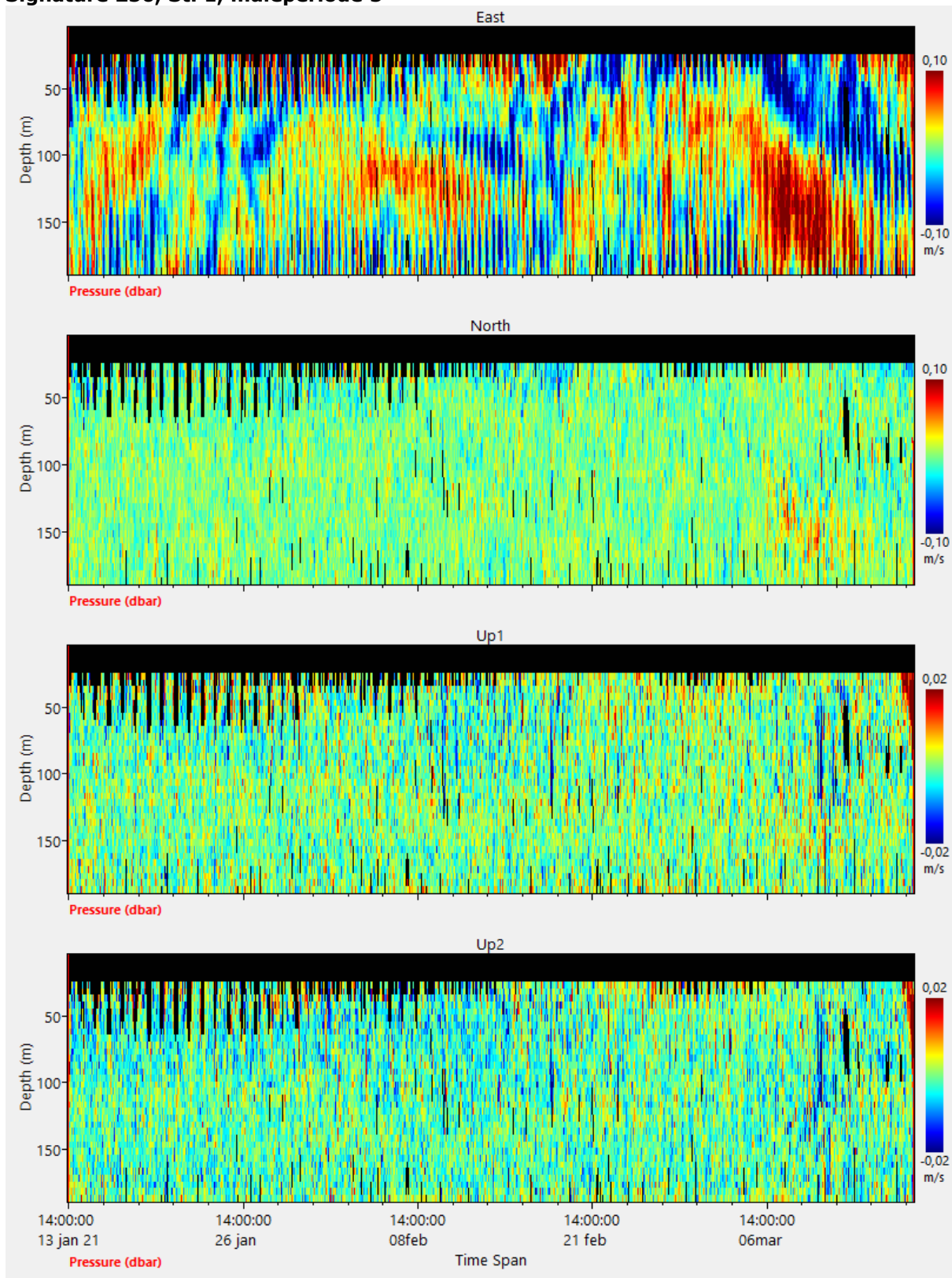
Signature 500, St. 1, måleperiode 4



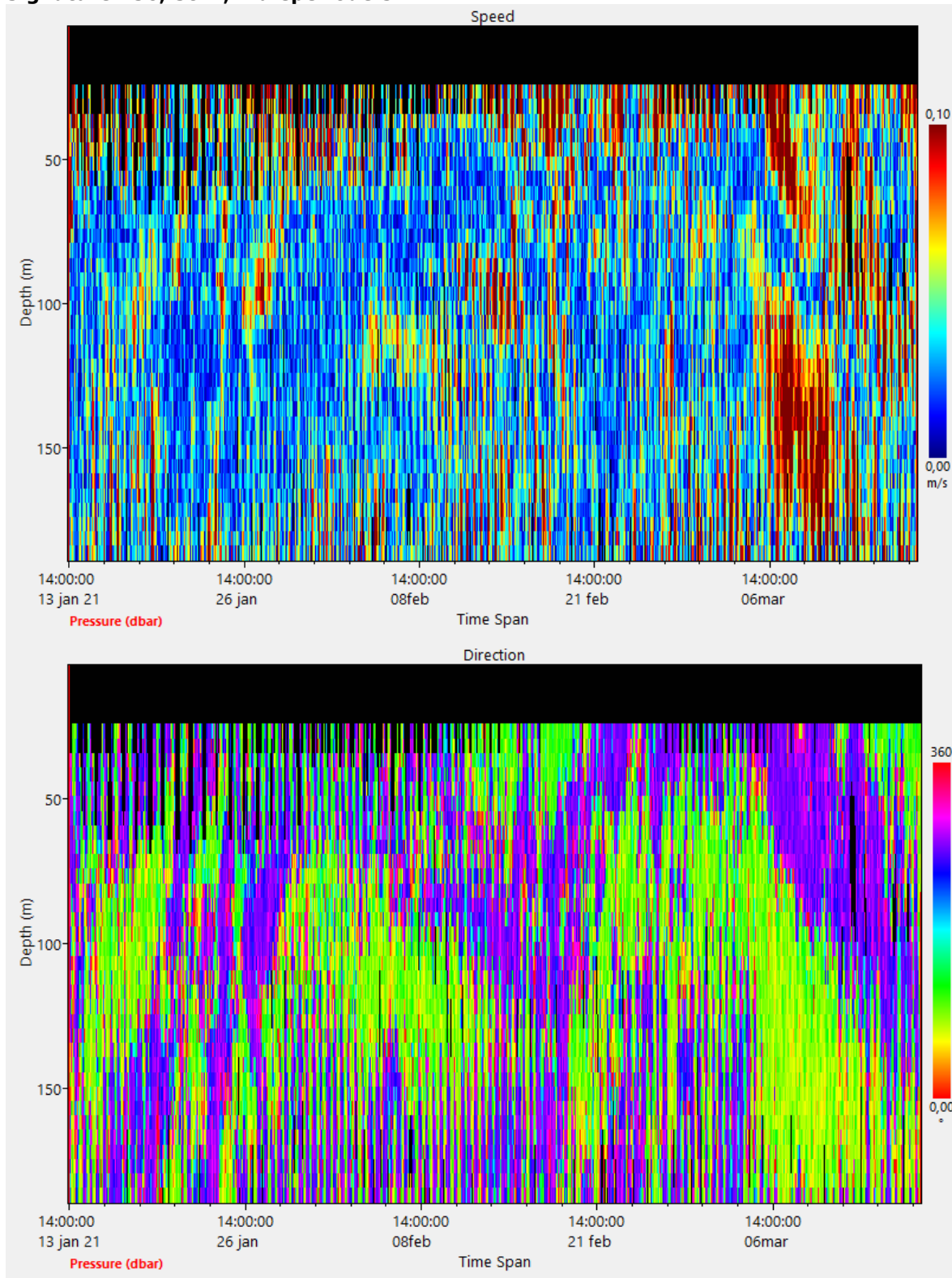
Signature 500, St. 1, måleperiode 4



Signature 250, St. 1, måleperiode 5

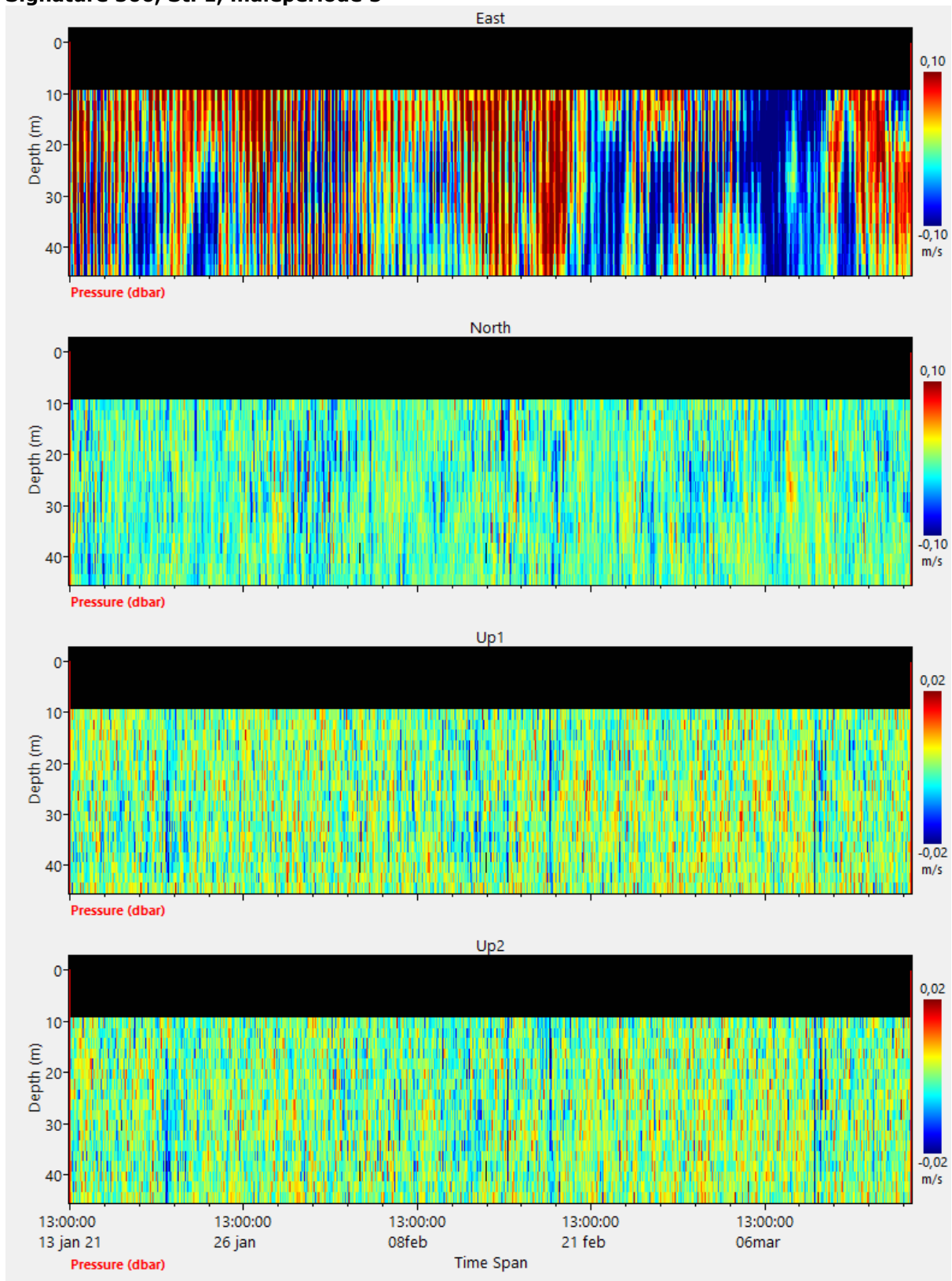


Signature 250, St. 1, måleperiode 5

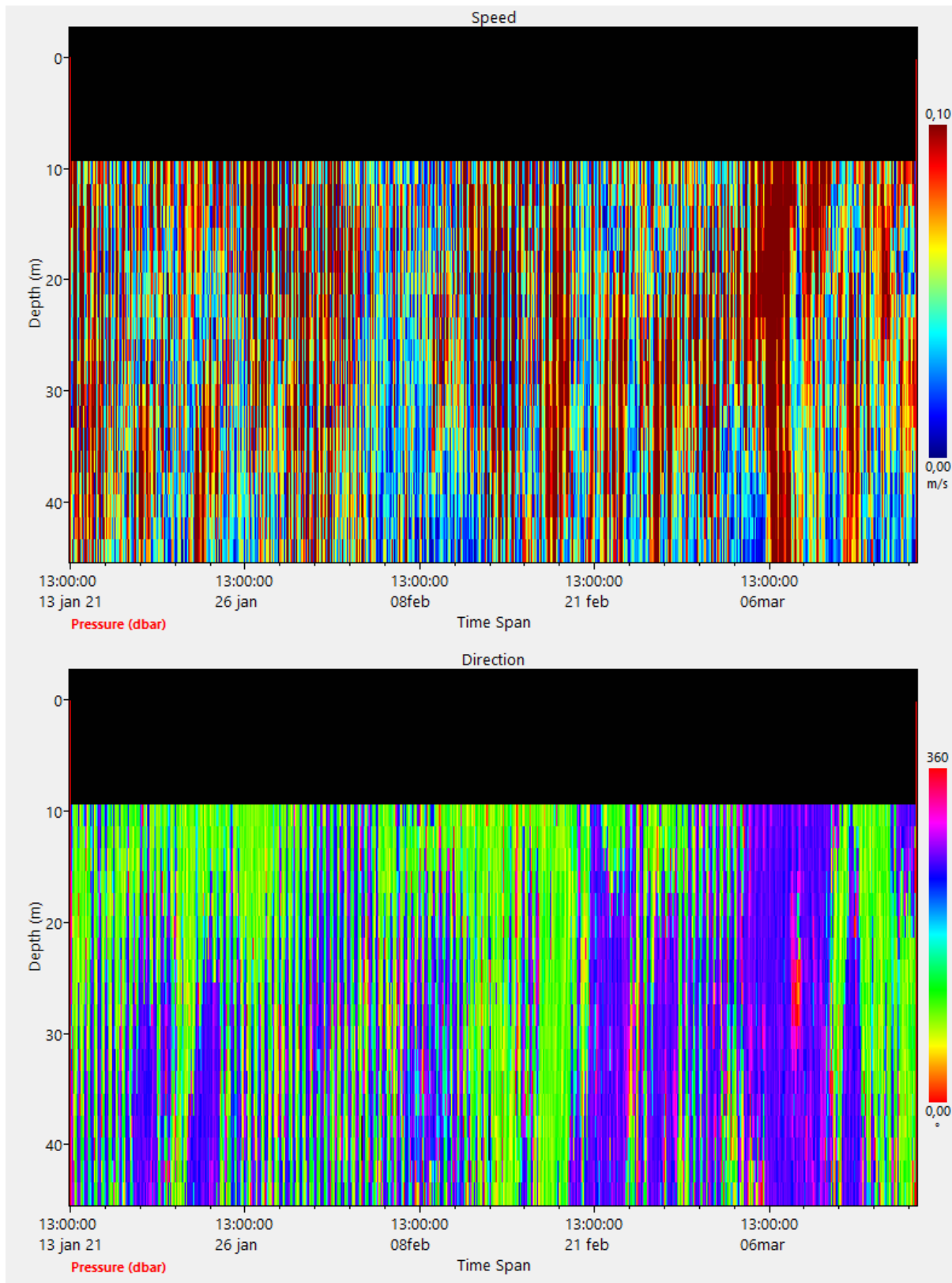




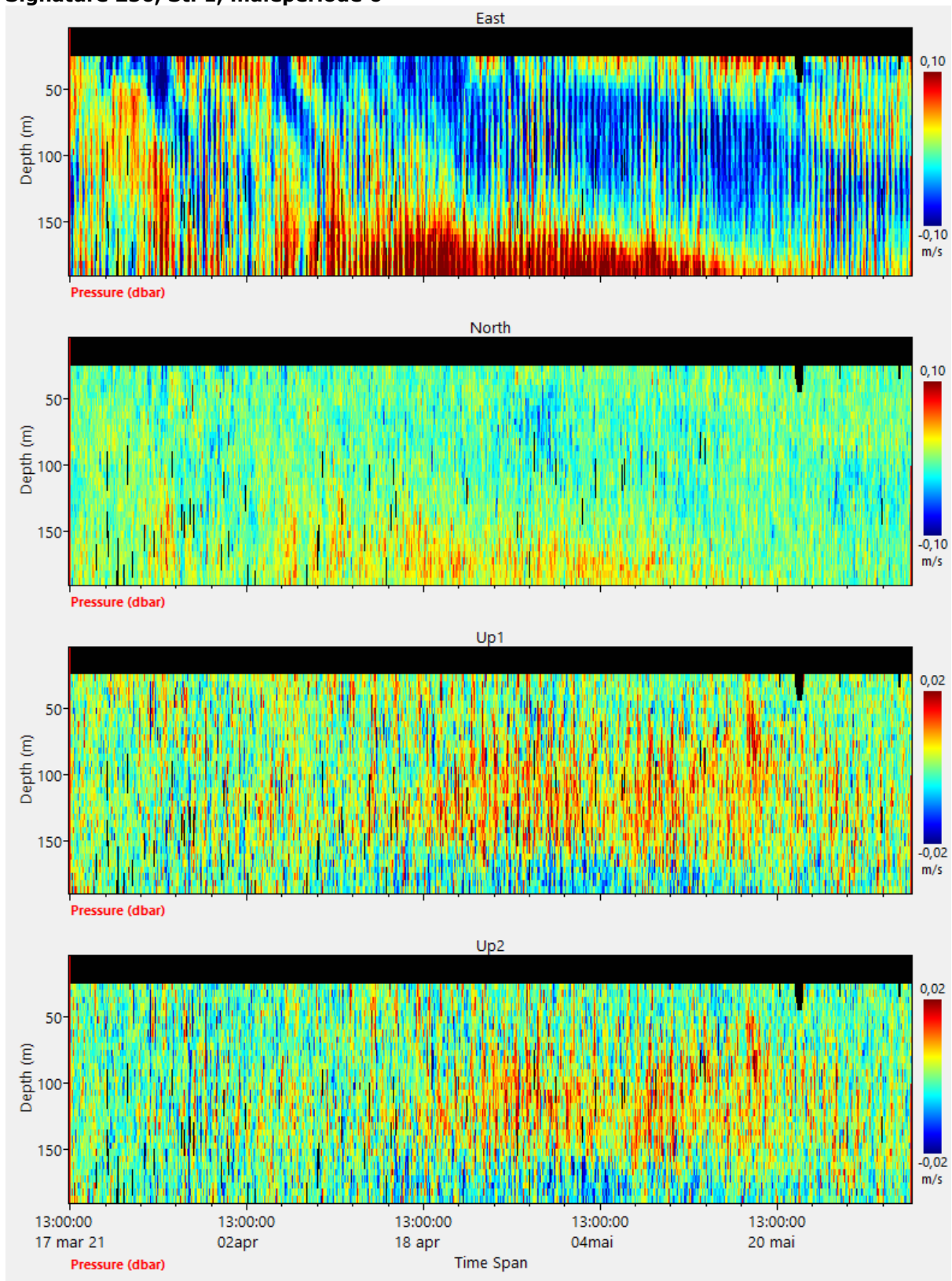
Signature 500, St. 1, måleperiode 5



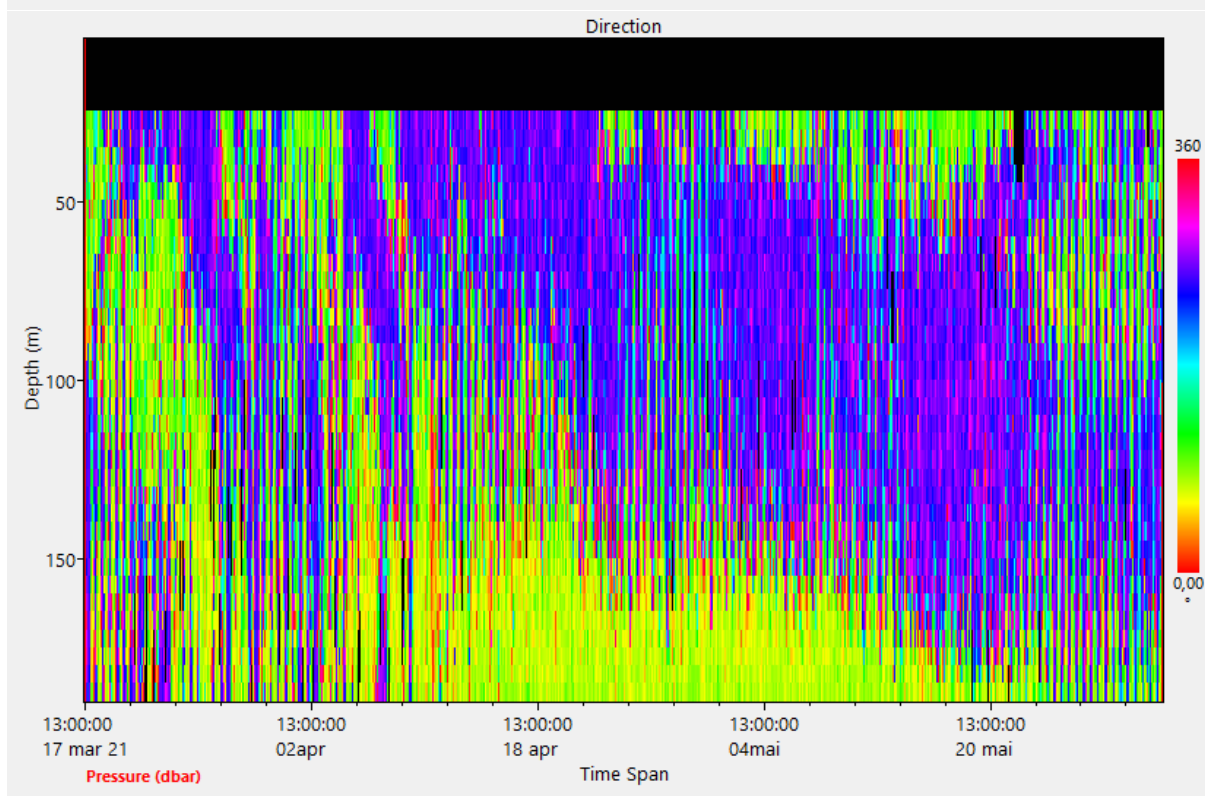
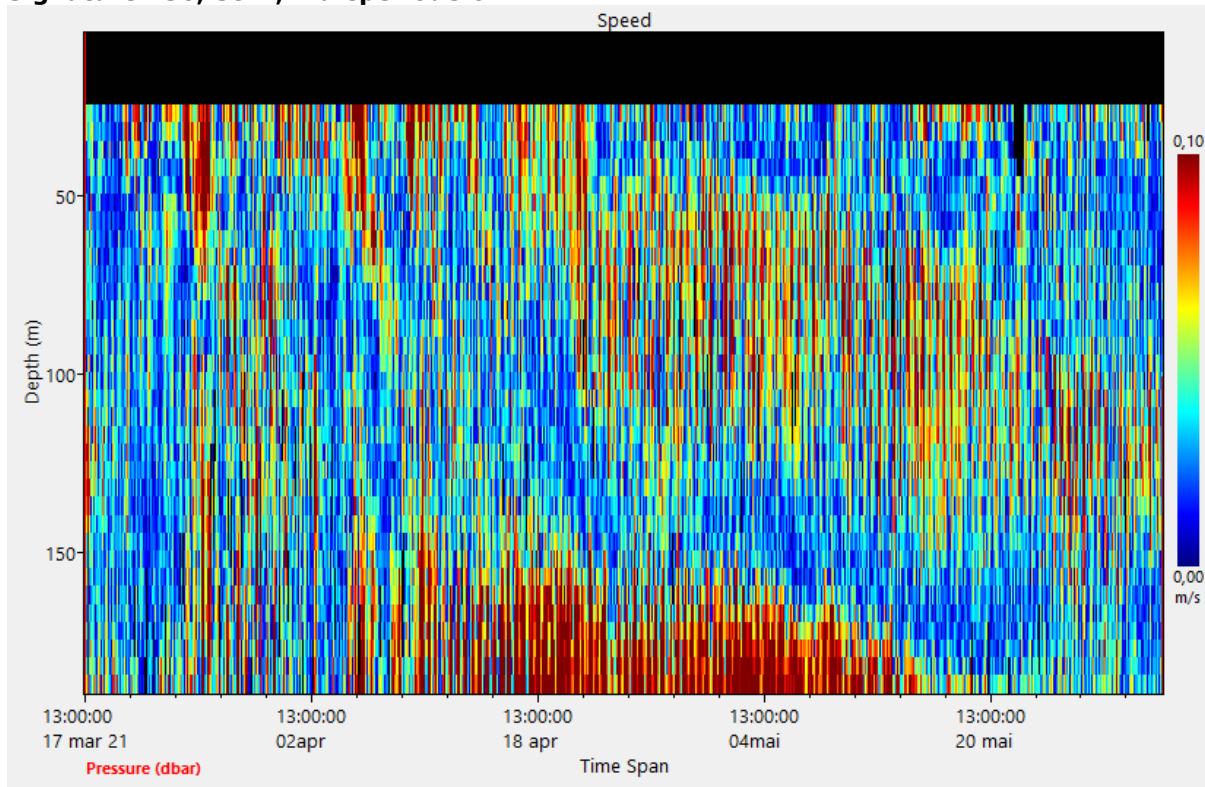
Signature 500, St. 1, måleperiode 5



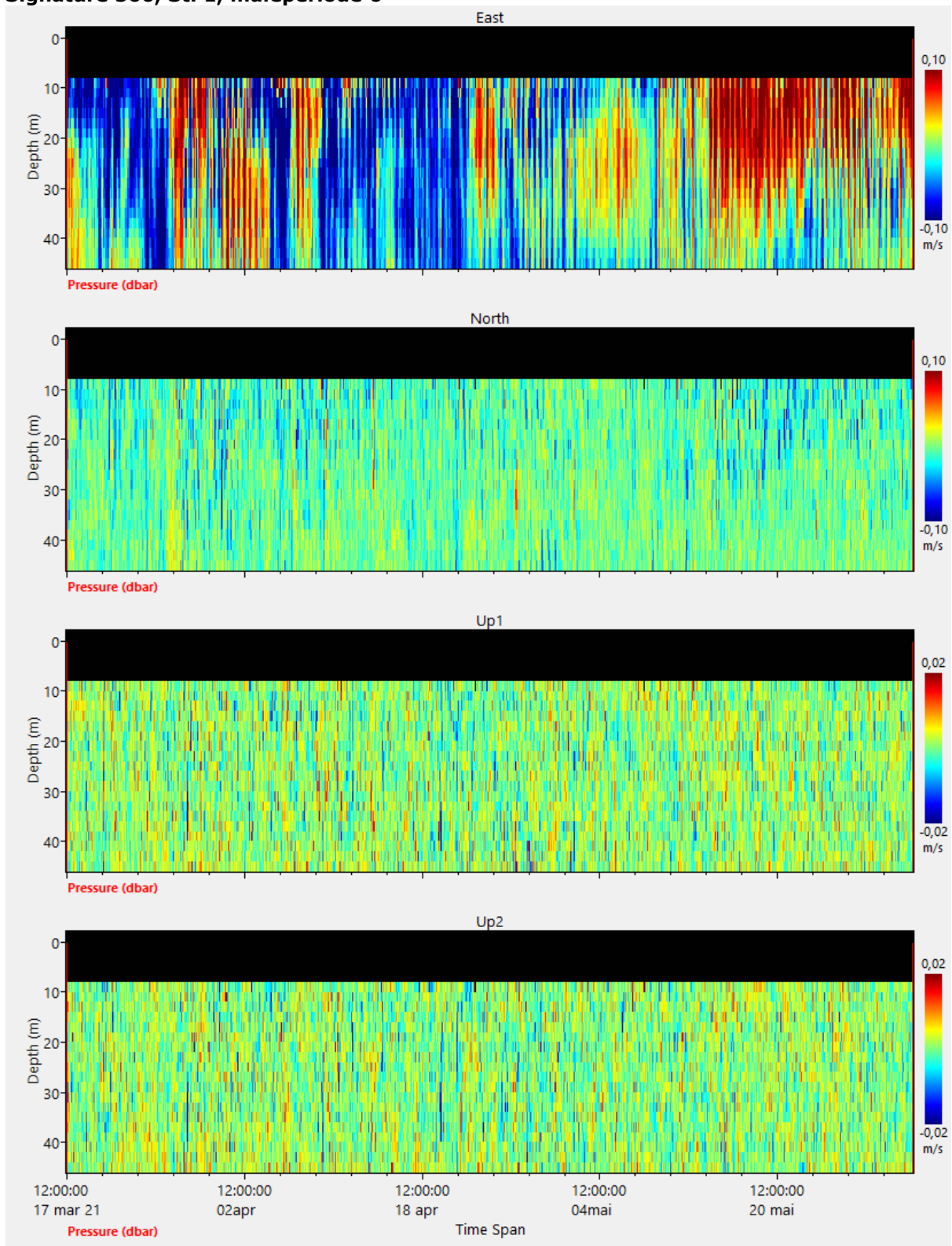
Signature 250, St. 1, måleperiode 6



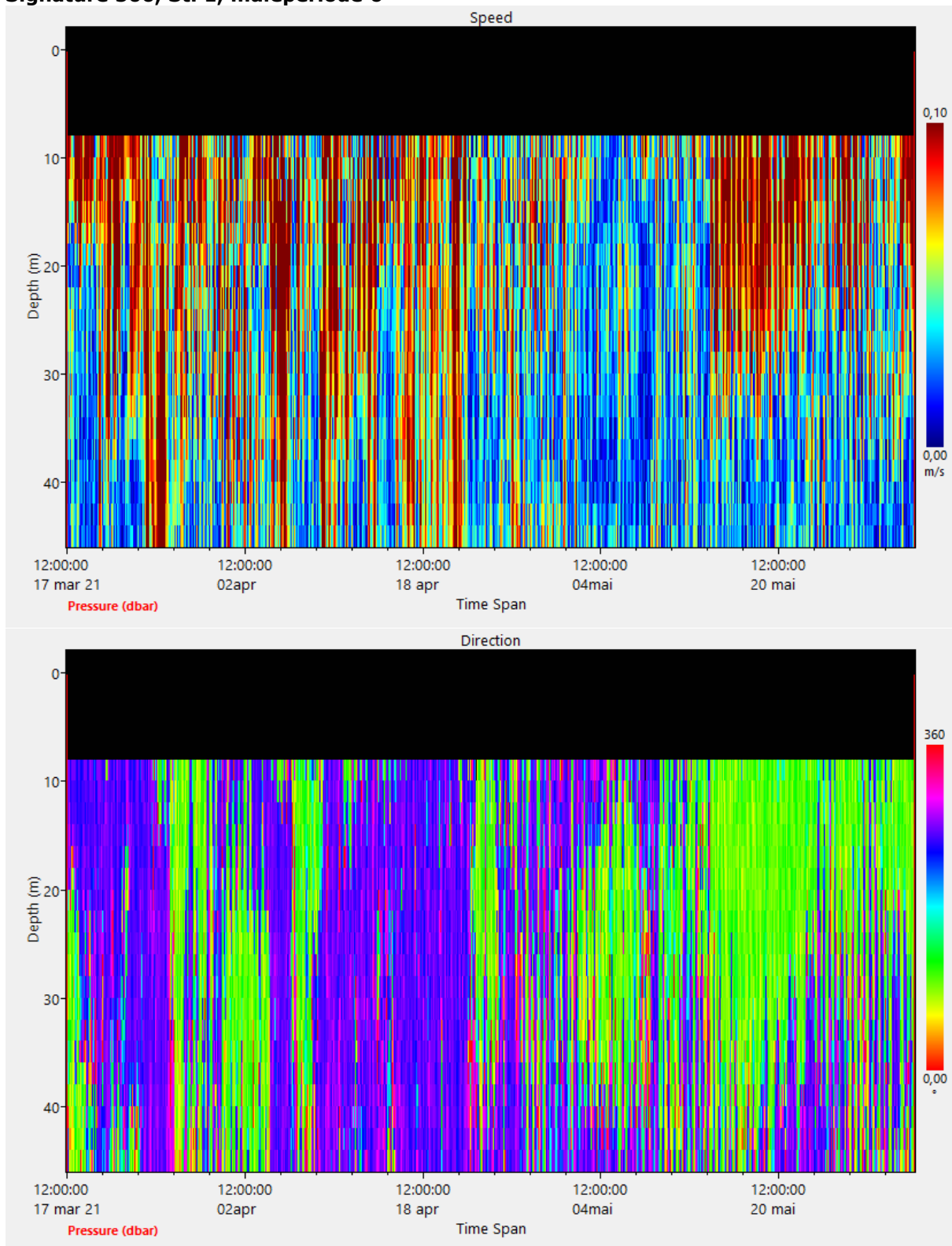
Signature 250, St. 1, måleperiode 6



Signature 500, St. 1, måleperiode 6

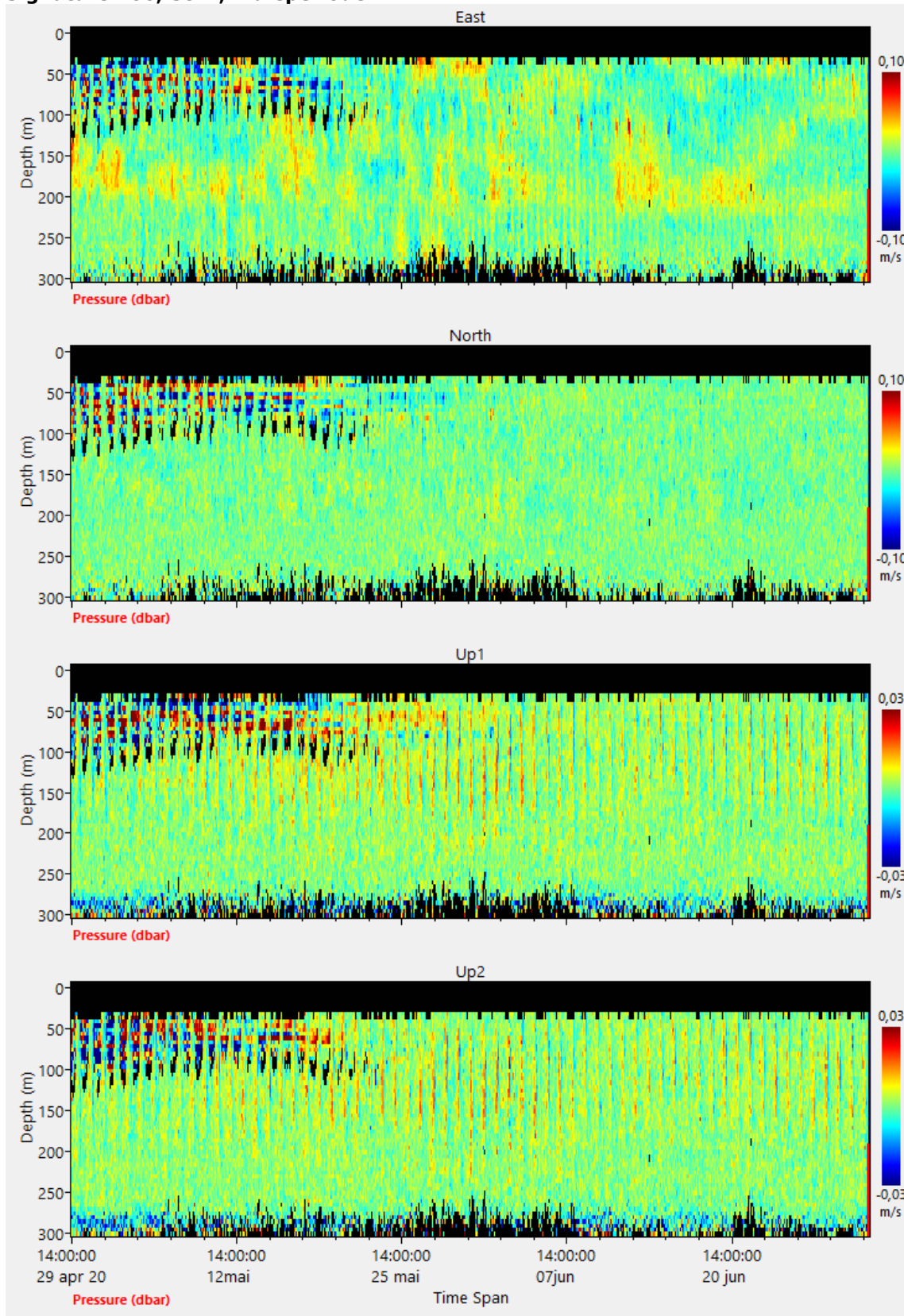


Signature 500, St. 1, måleperiode 6



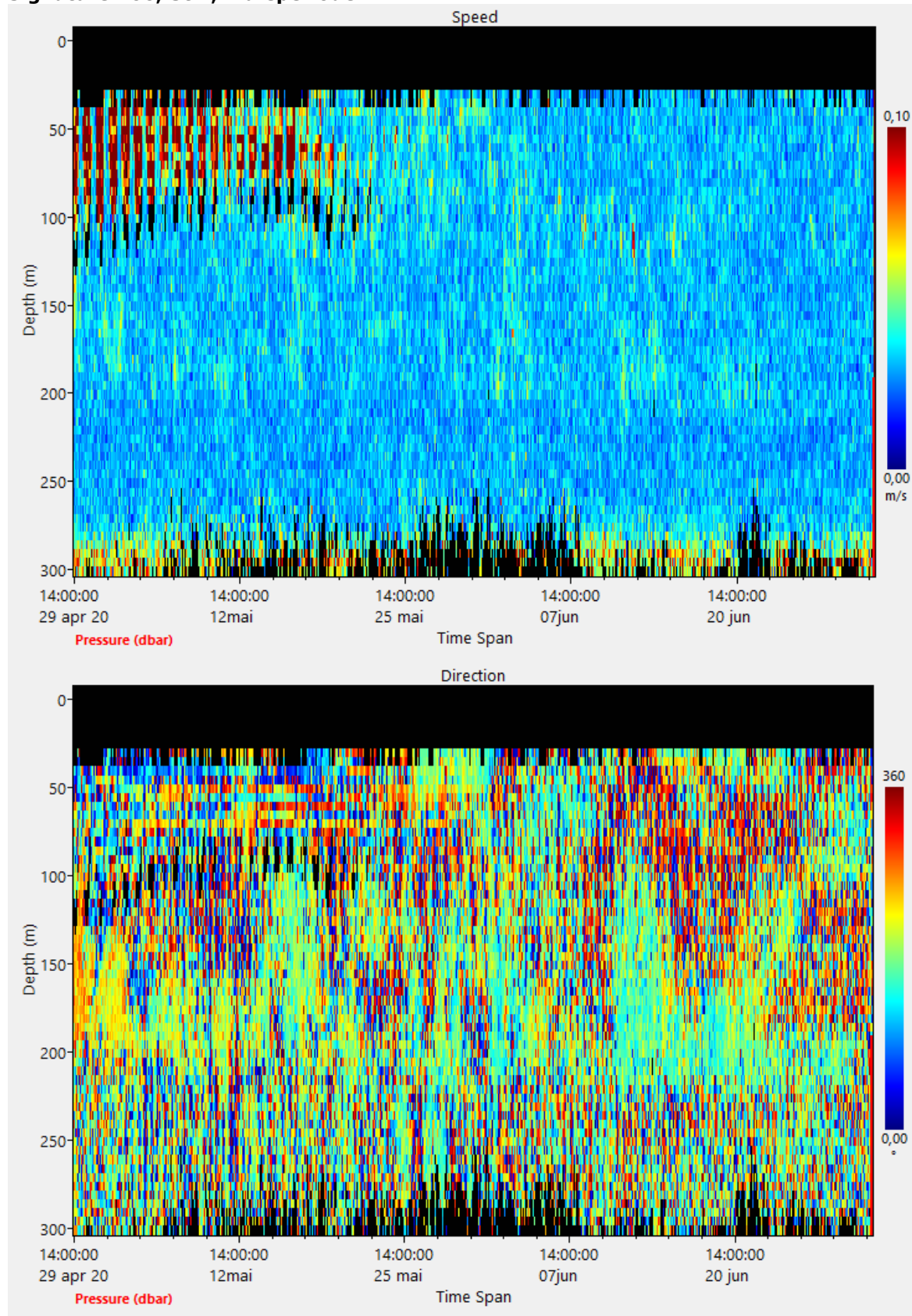
## Vedlegg 2. St.2 Langhelle

Signature 100, St. 2, måleperiode 1

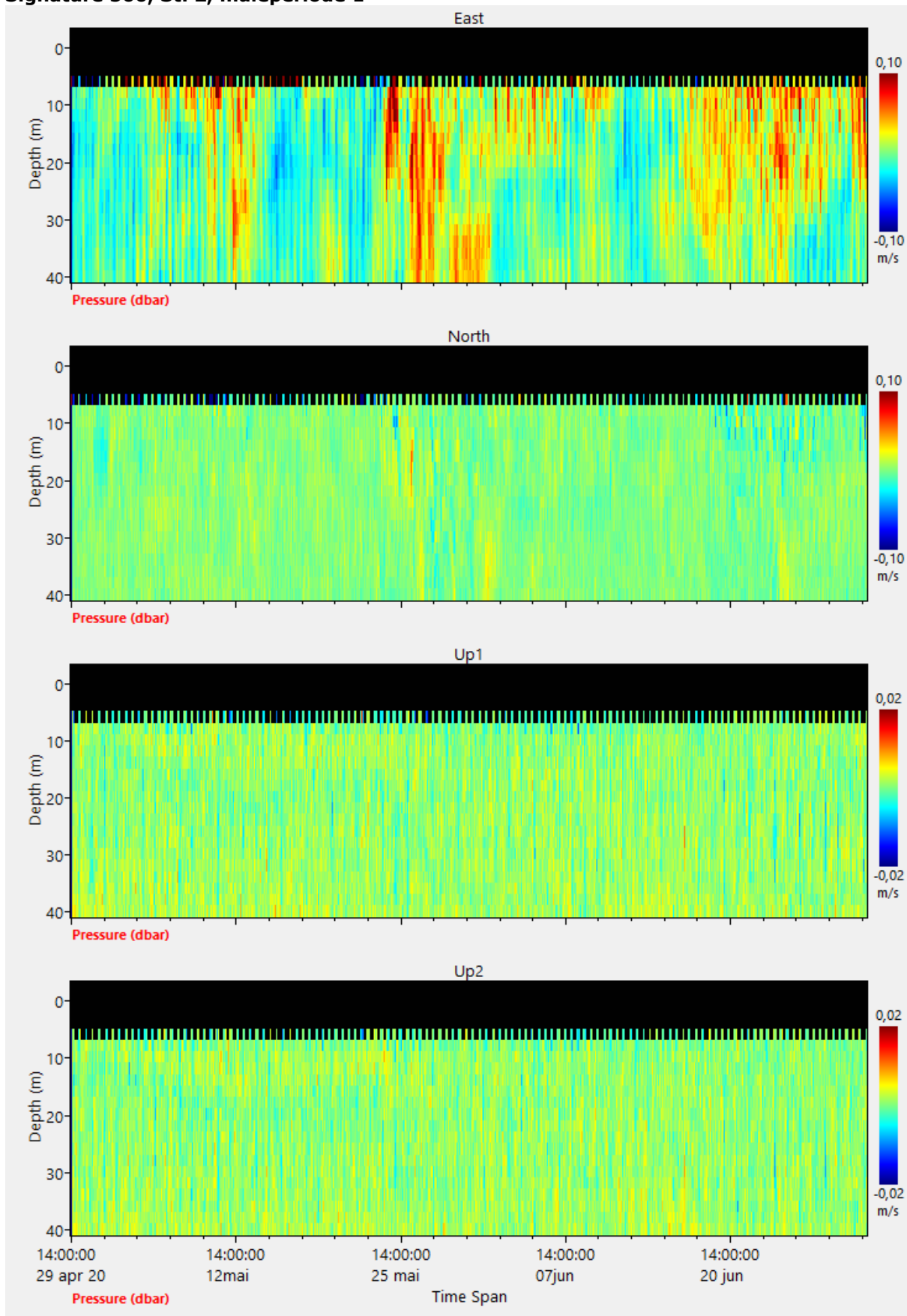




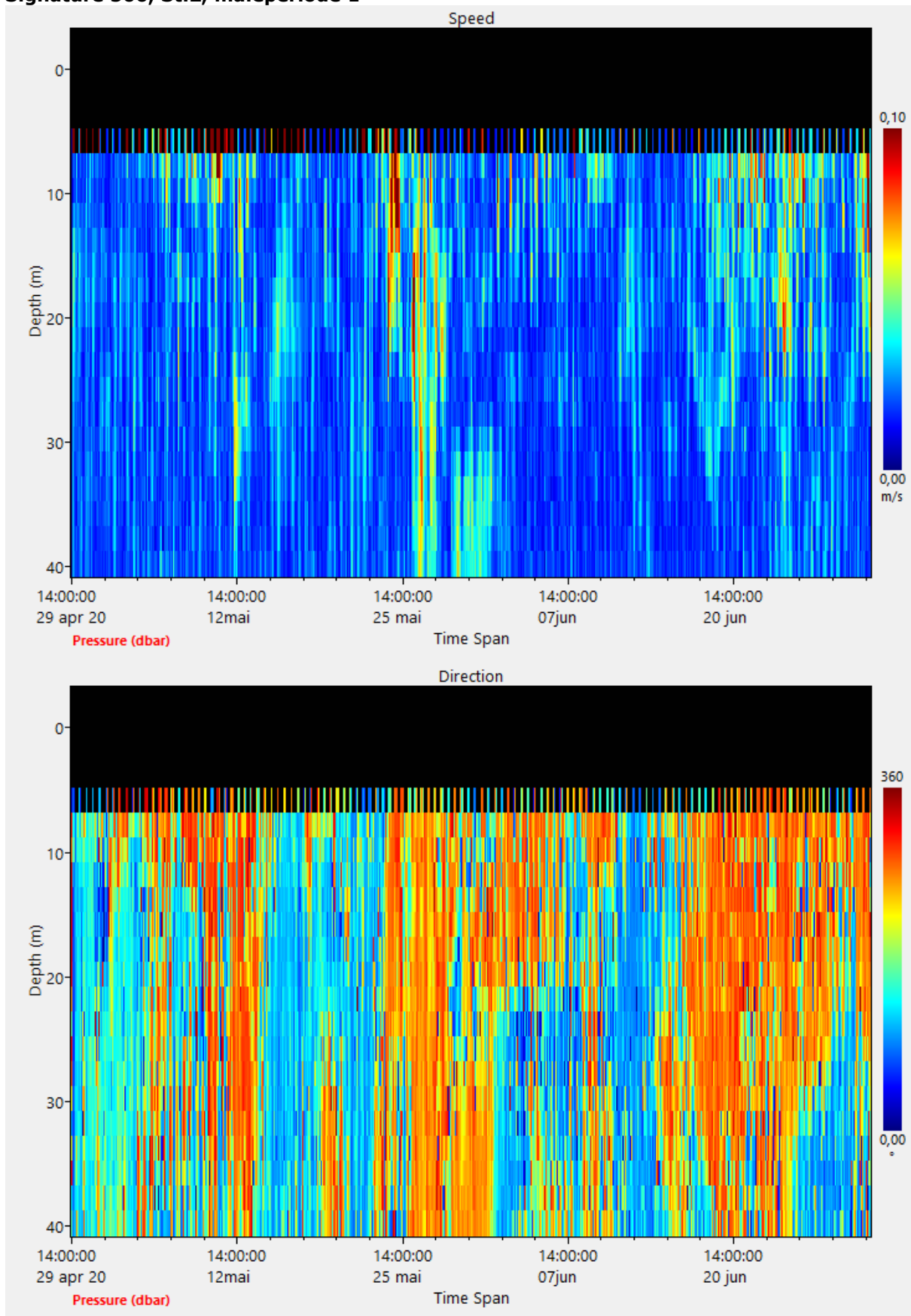
Signature 100, St.2, måleperiode 1



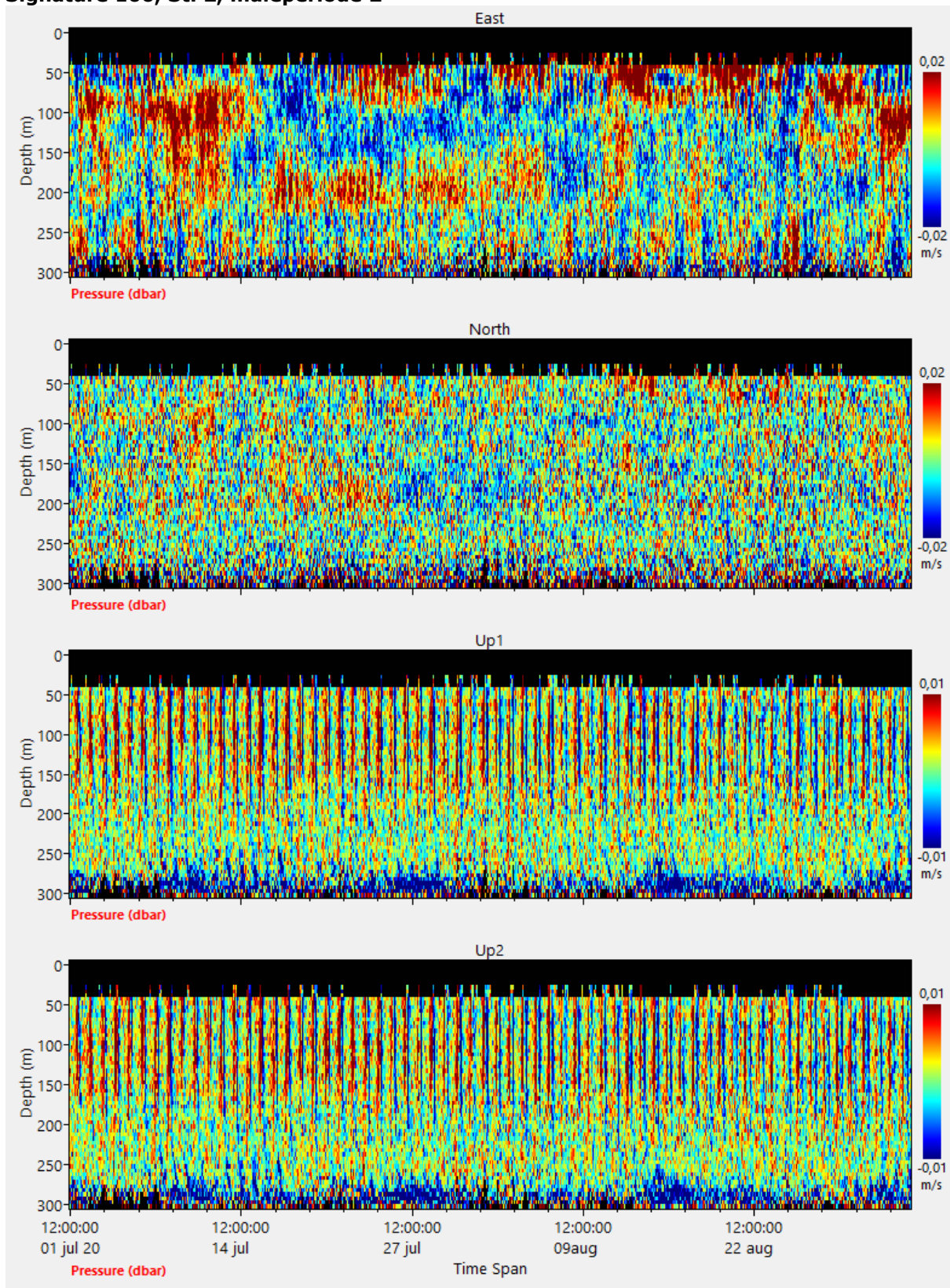
Signature 500, St. 2, måleperiode 1



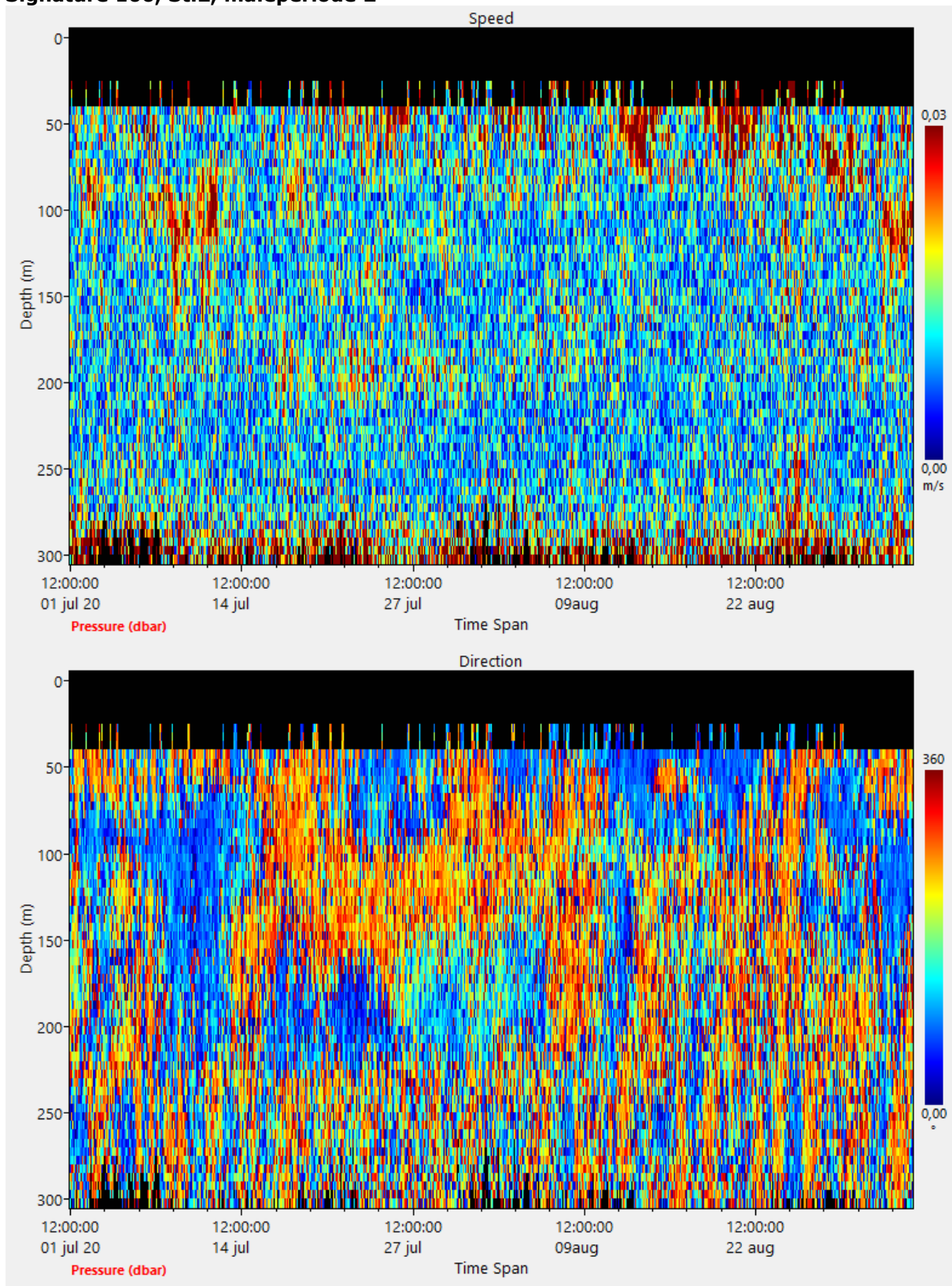
Signature 500, St.2, måleperiode 1



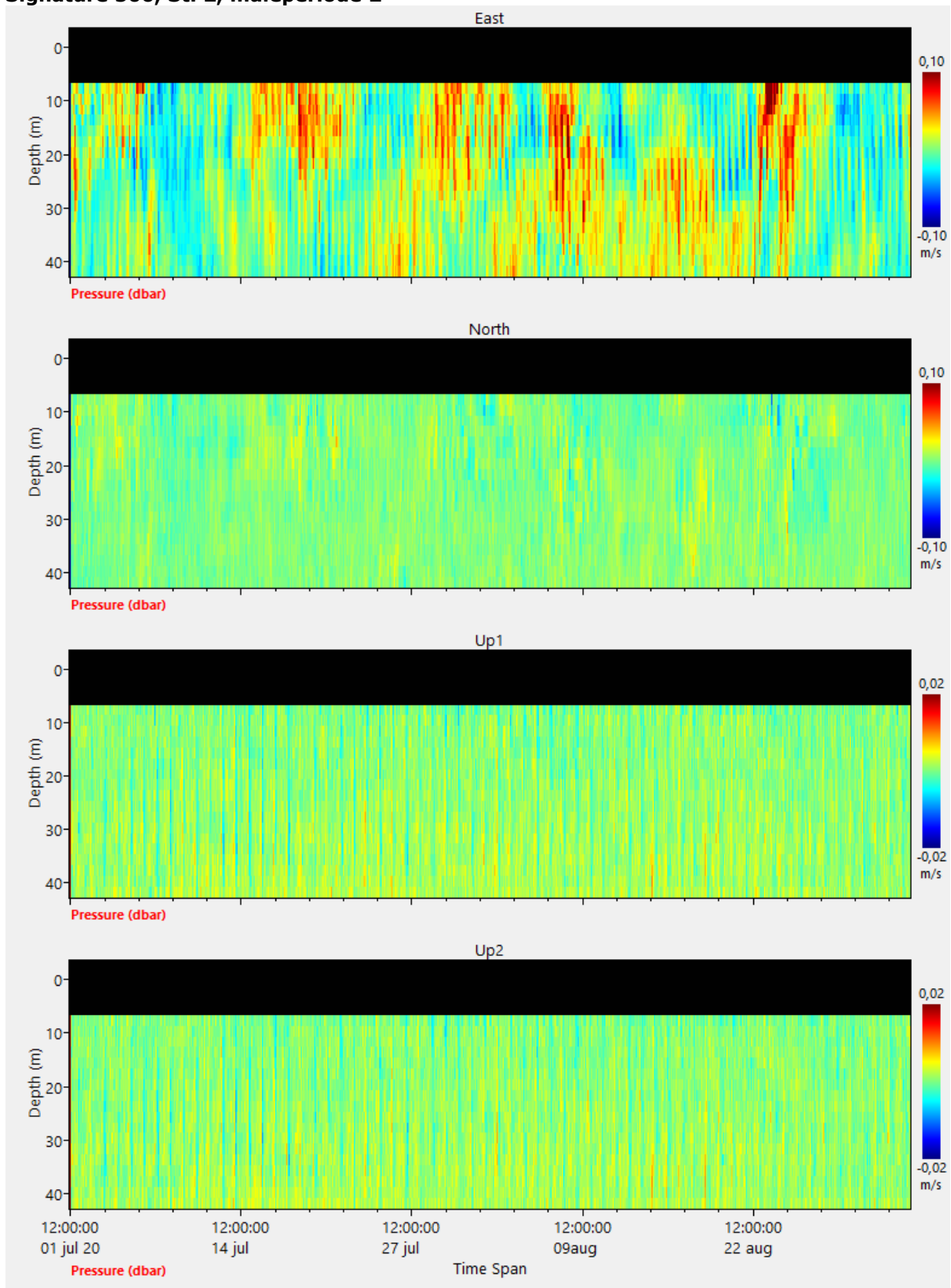
Signature 100, St. 2, måleperiode 2



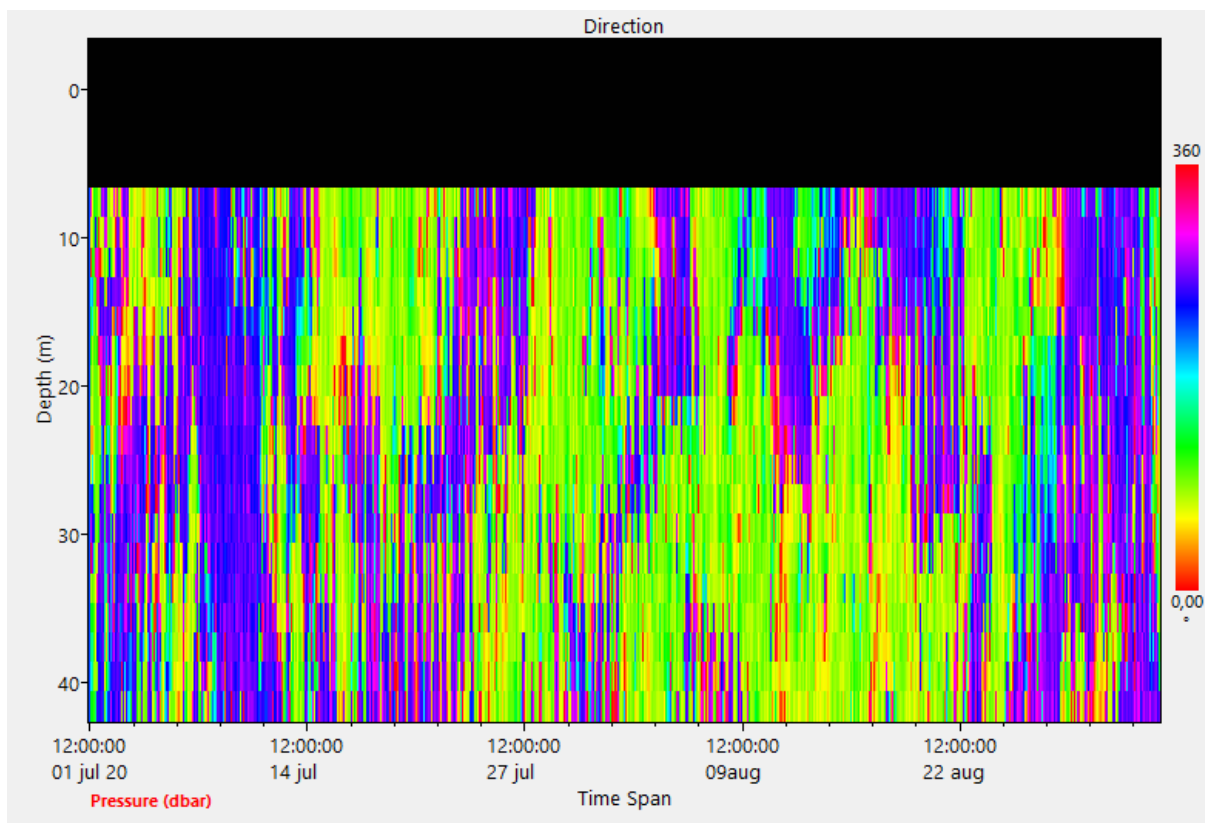
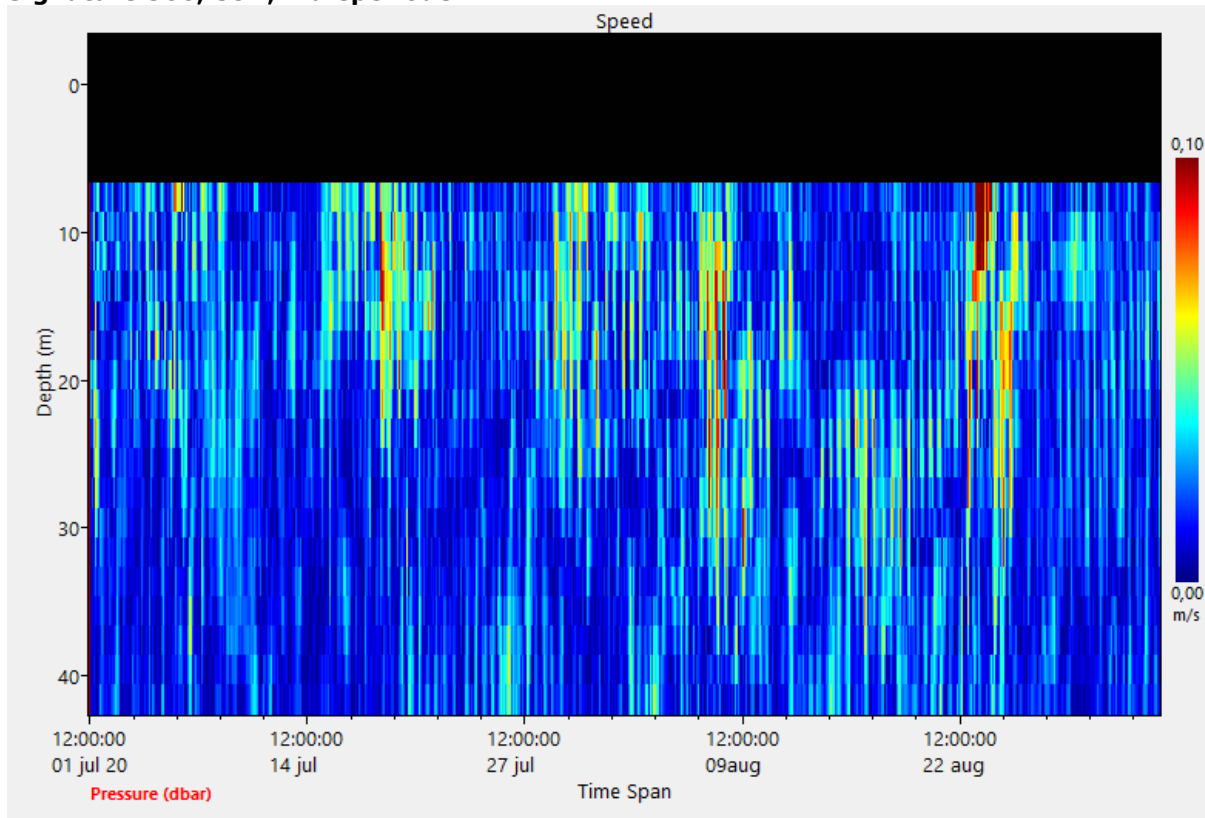
Signature 100, St.2, måleperiode 2



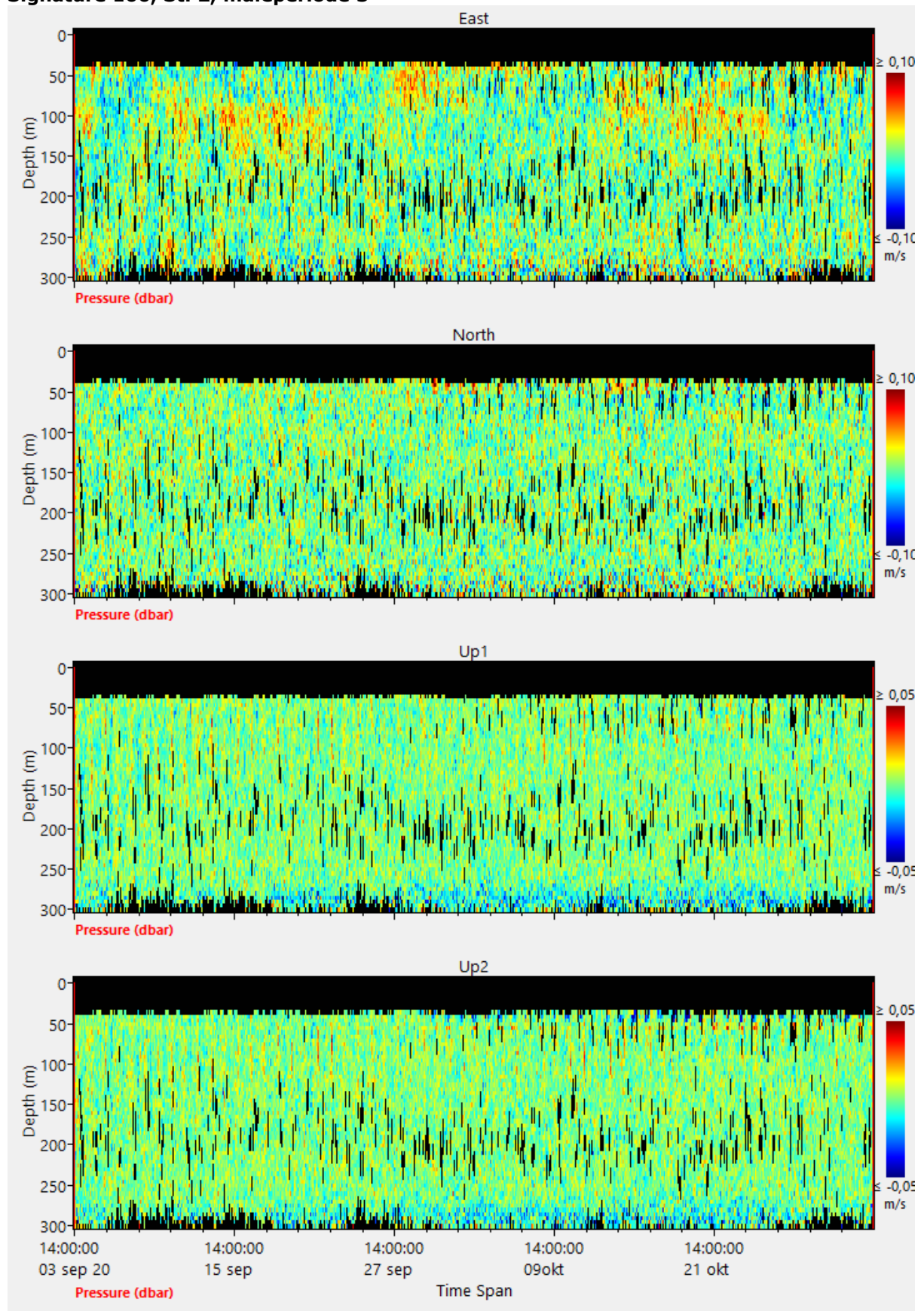
Signature 500, St. 2, måleperiode 2



Signature 500, St.2, måleperiode 2

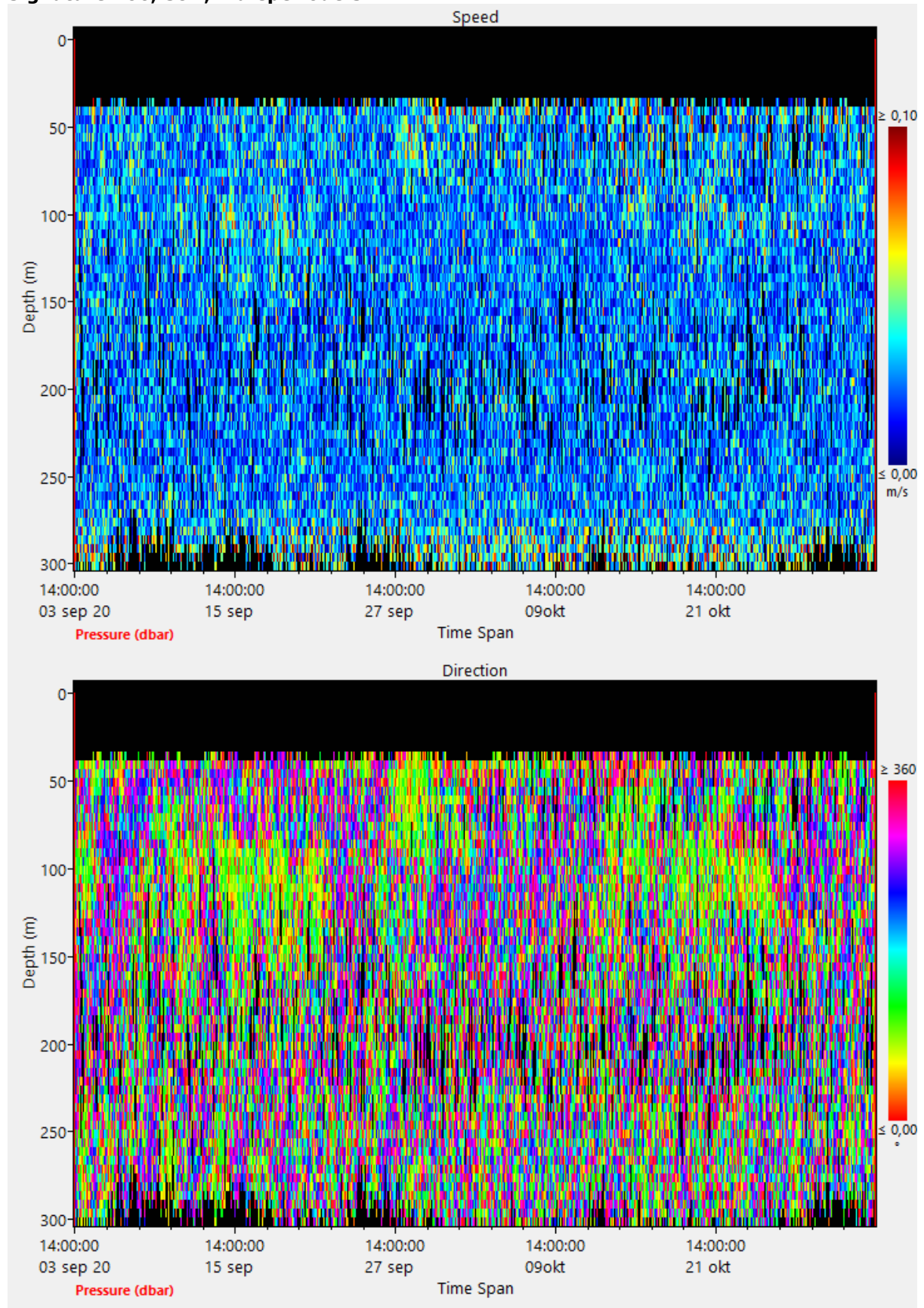


Signature 100, St. 2, måleperiode 3

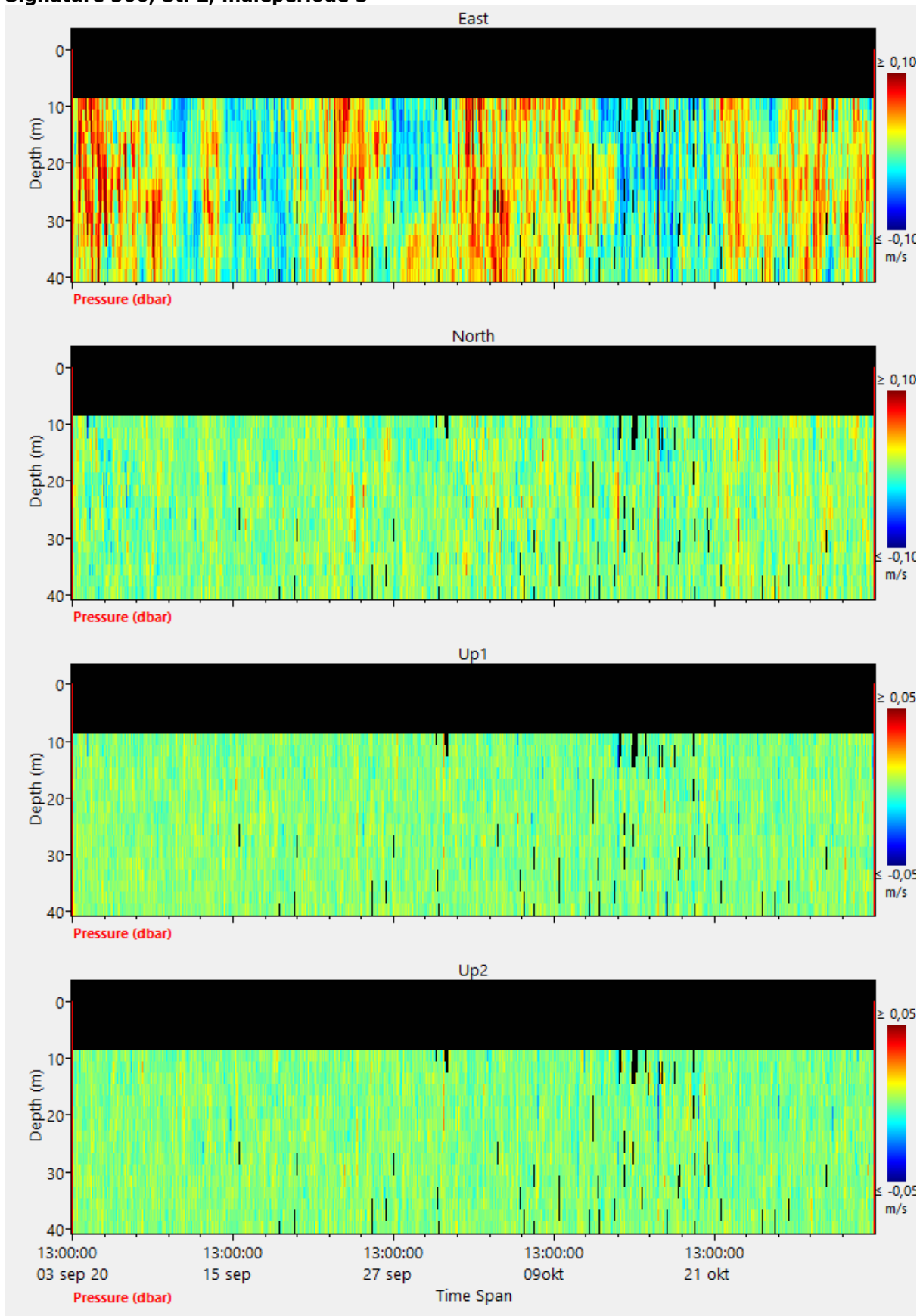




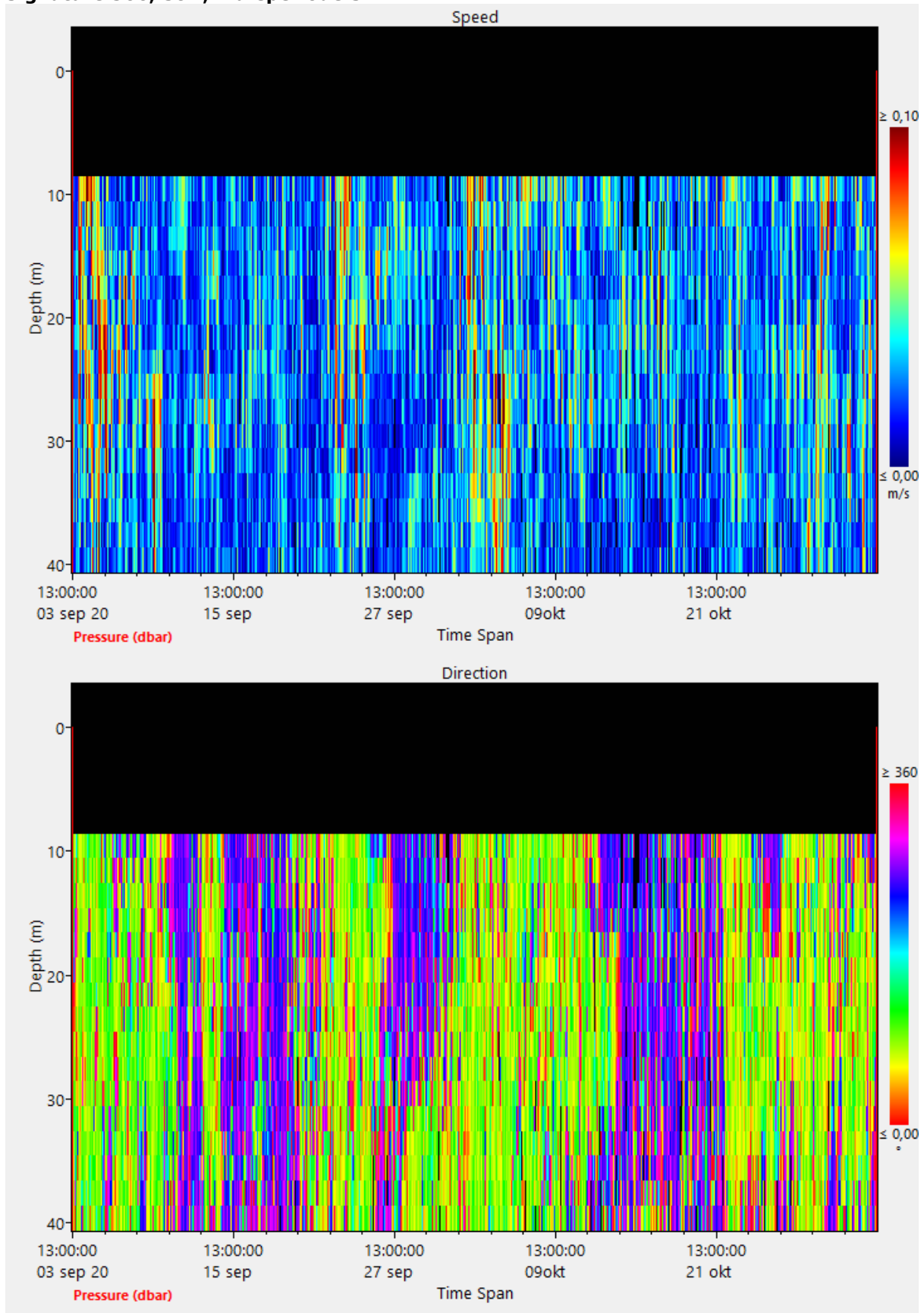
Signature 100, St.2, måleperiode 3



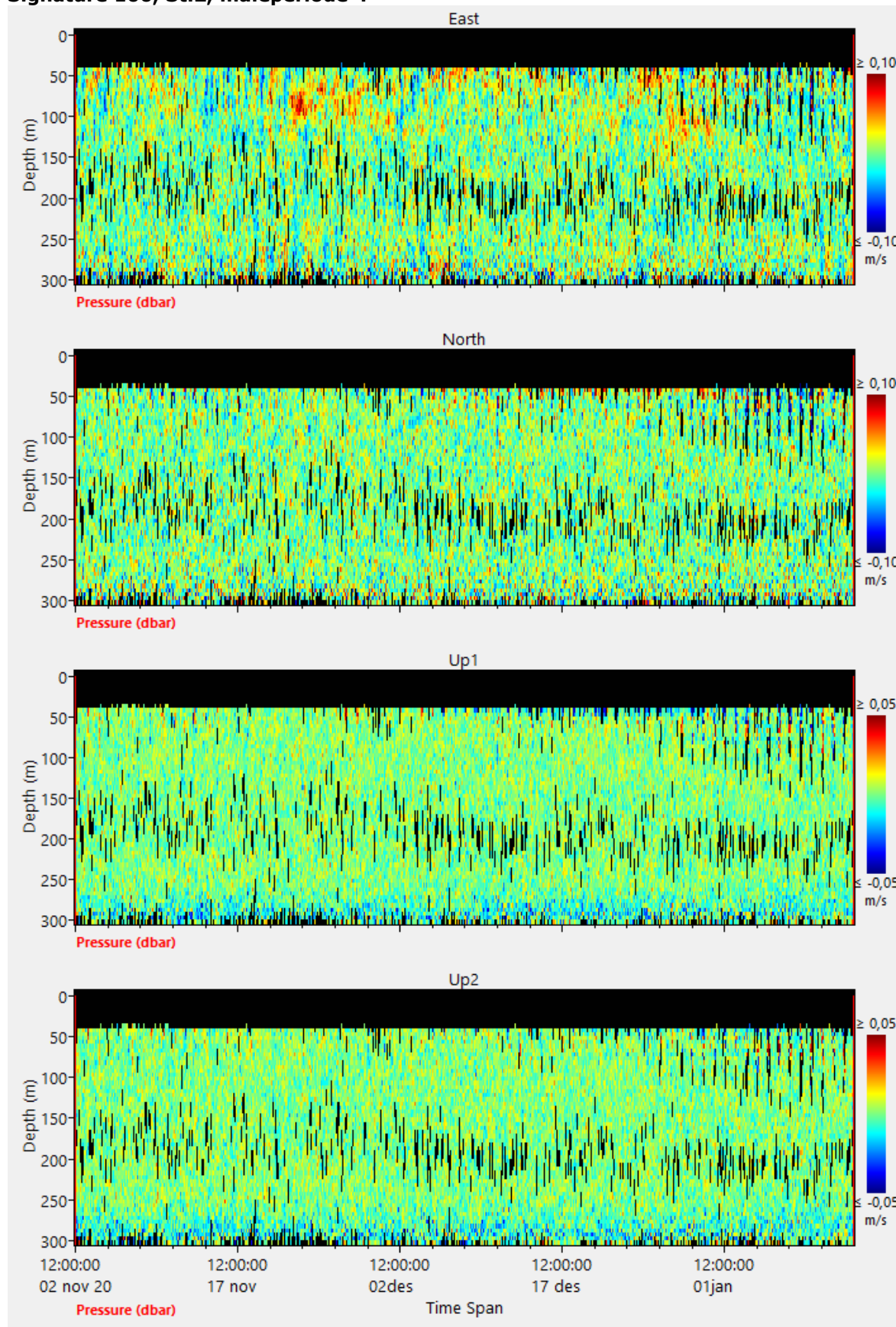
Signature 500, St. 2, måleperiode 3



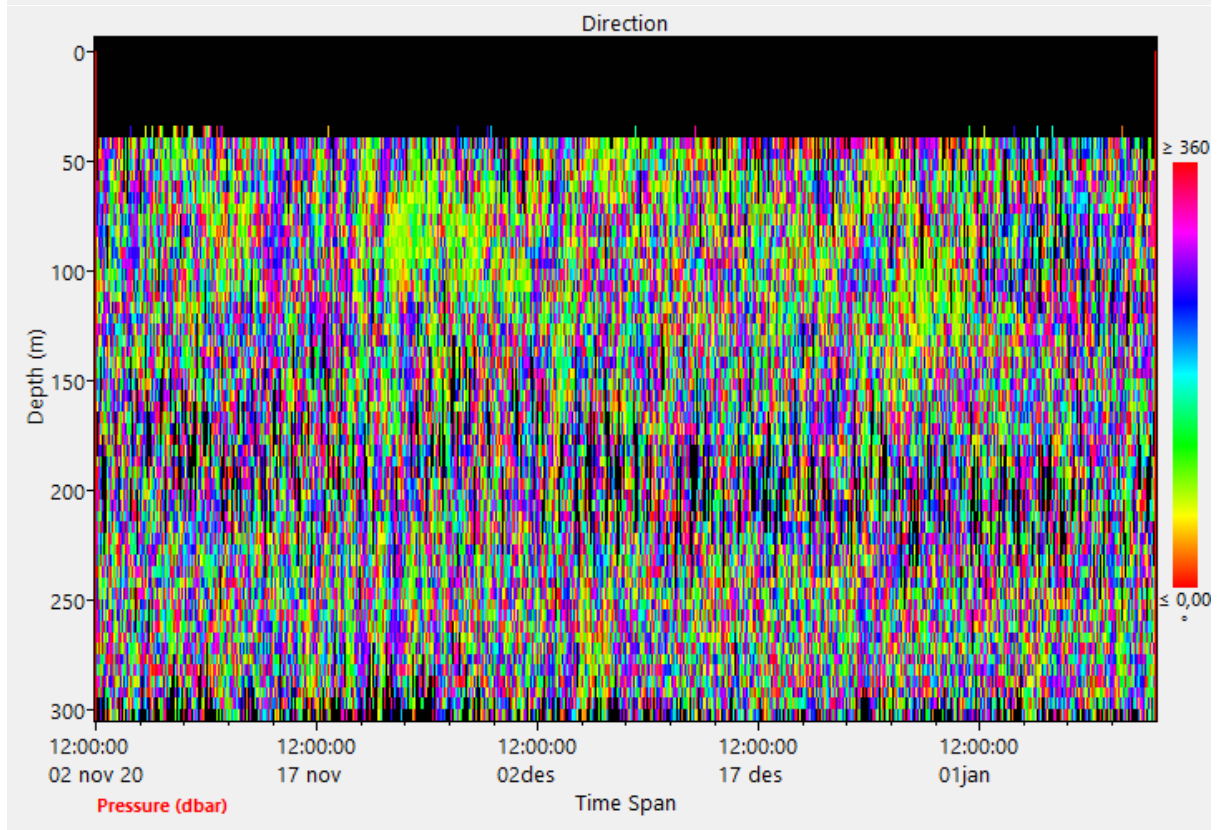
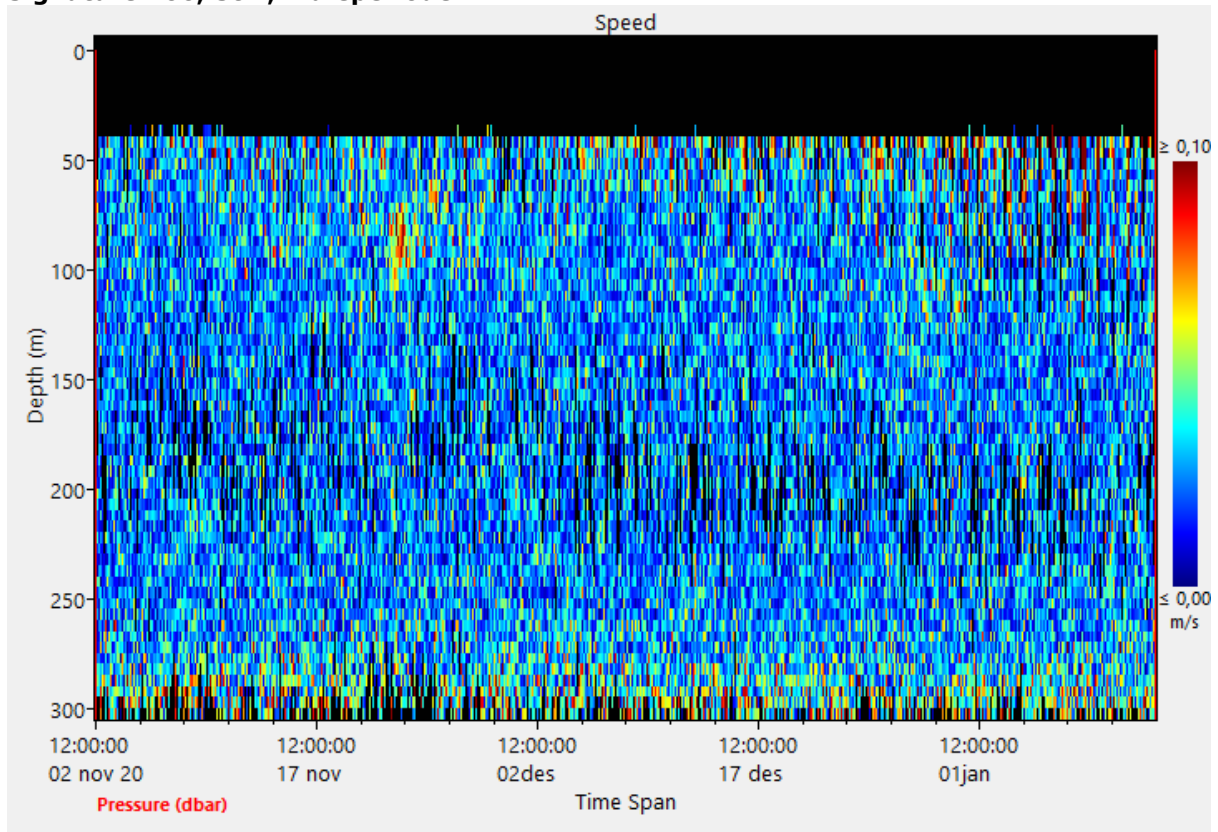
Signature 500, St.2, måleperiode 3



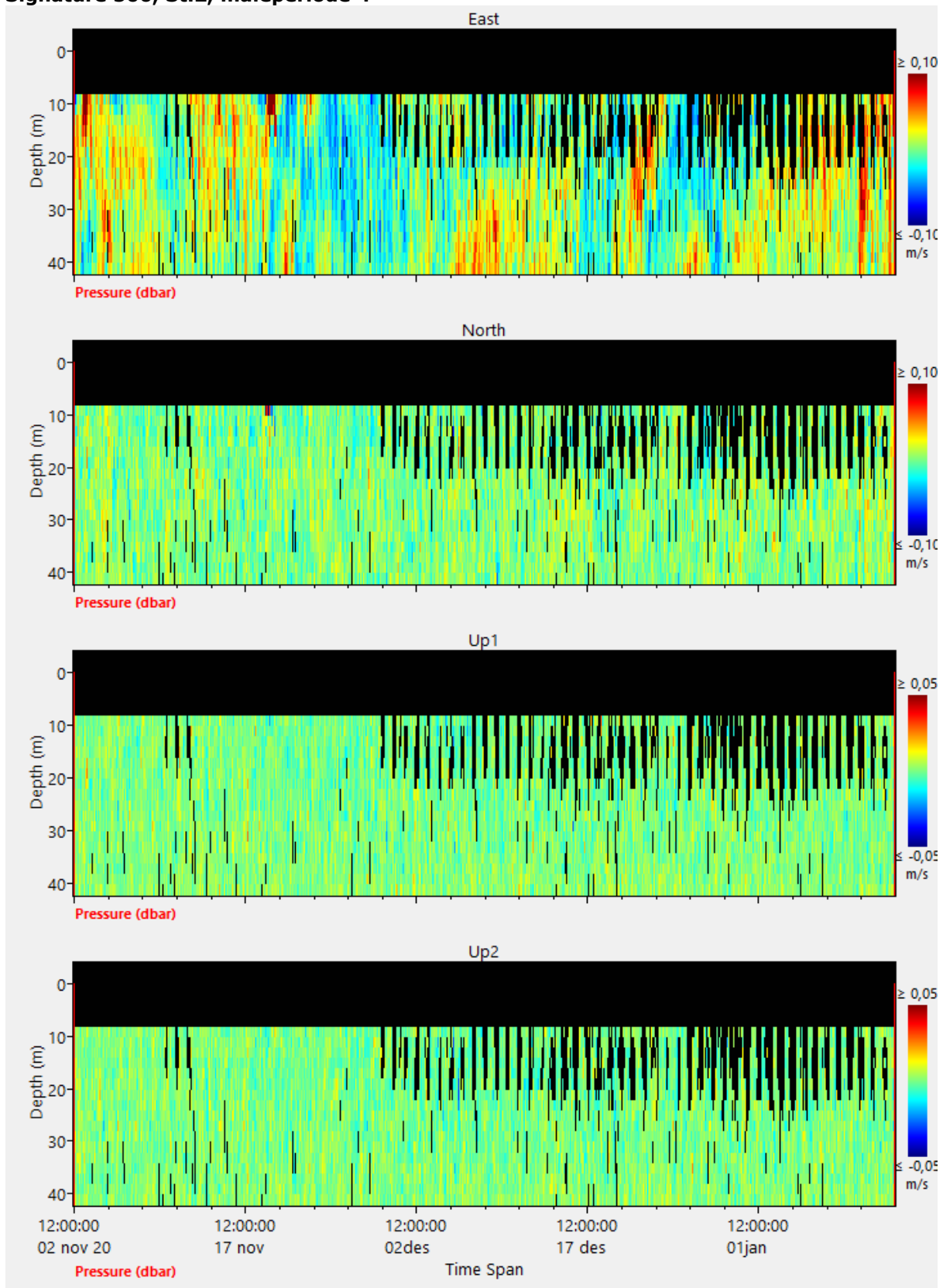
Signature 100, St.2, måleperiode 4



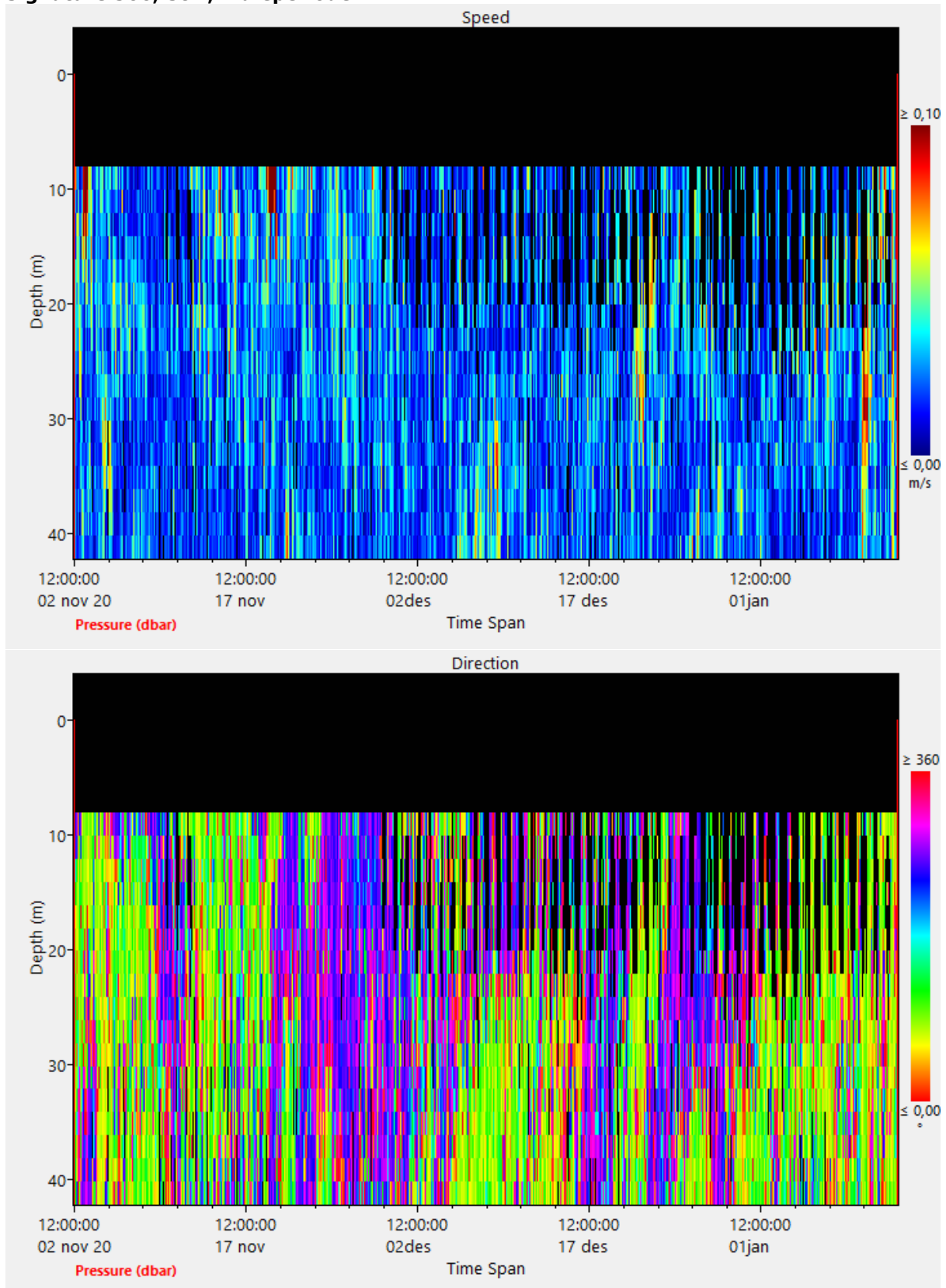
Signature 100, St.2, måleperiode 4



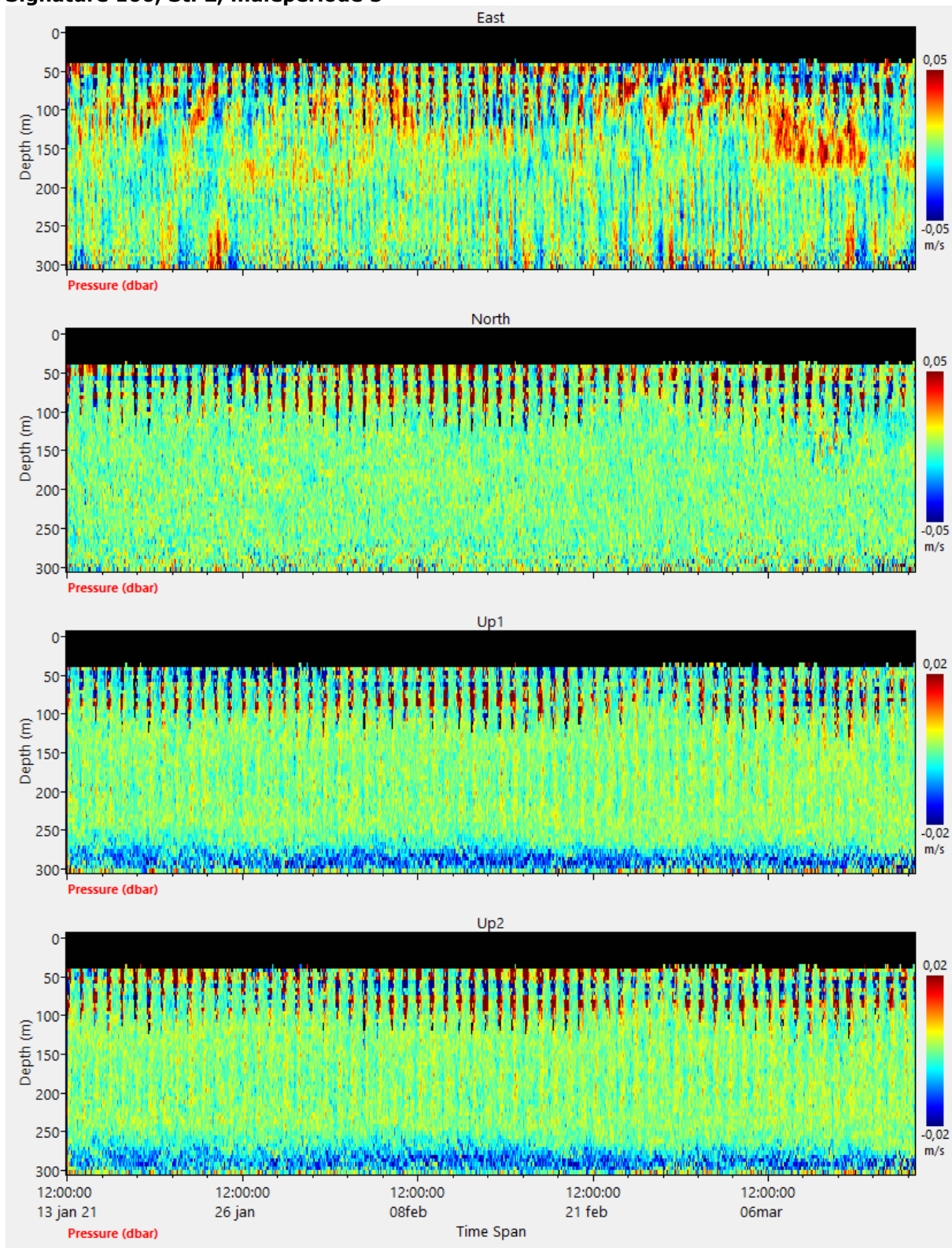
**Signature 500, St.2, måleperiode 4**



Signature 500, St.2, måleperiode 4

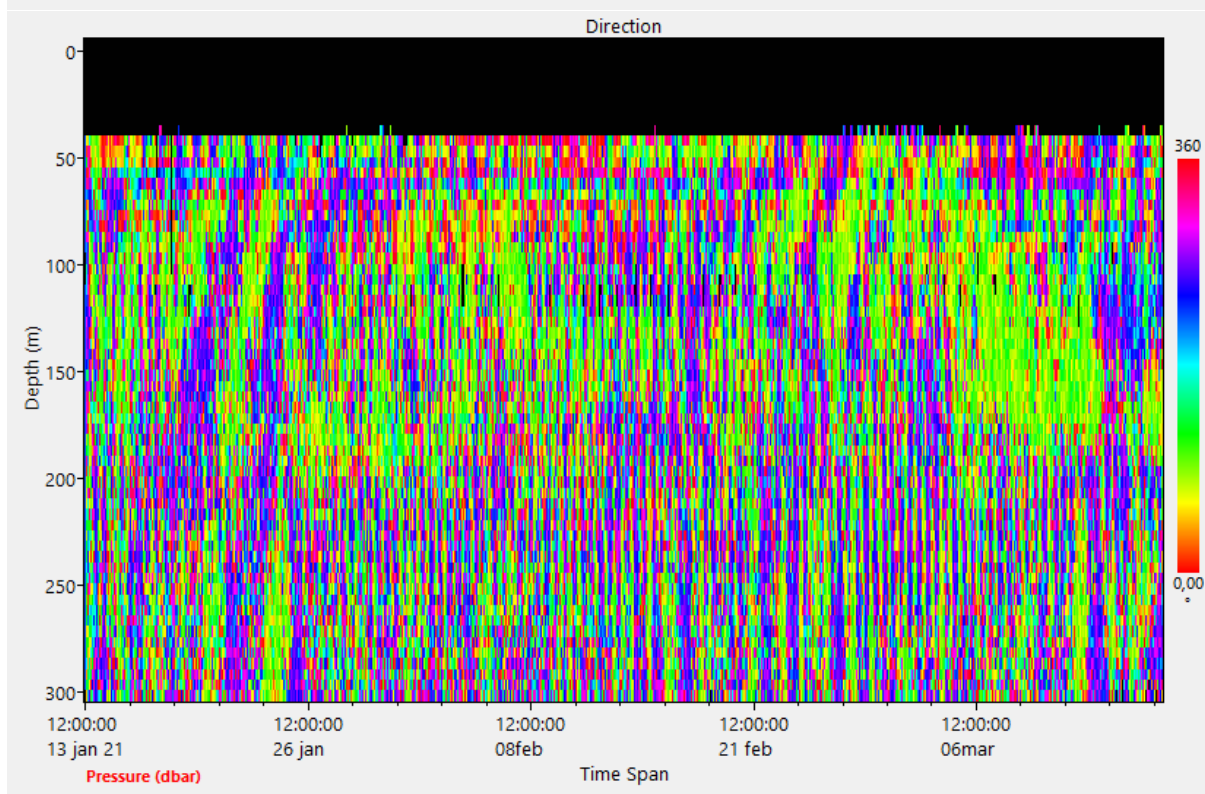
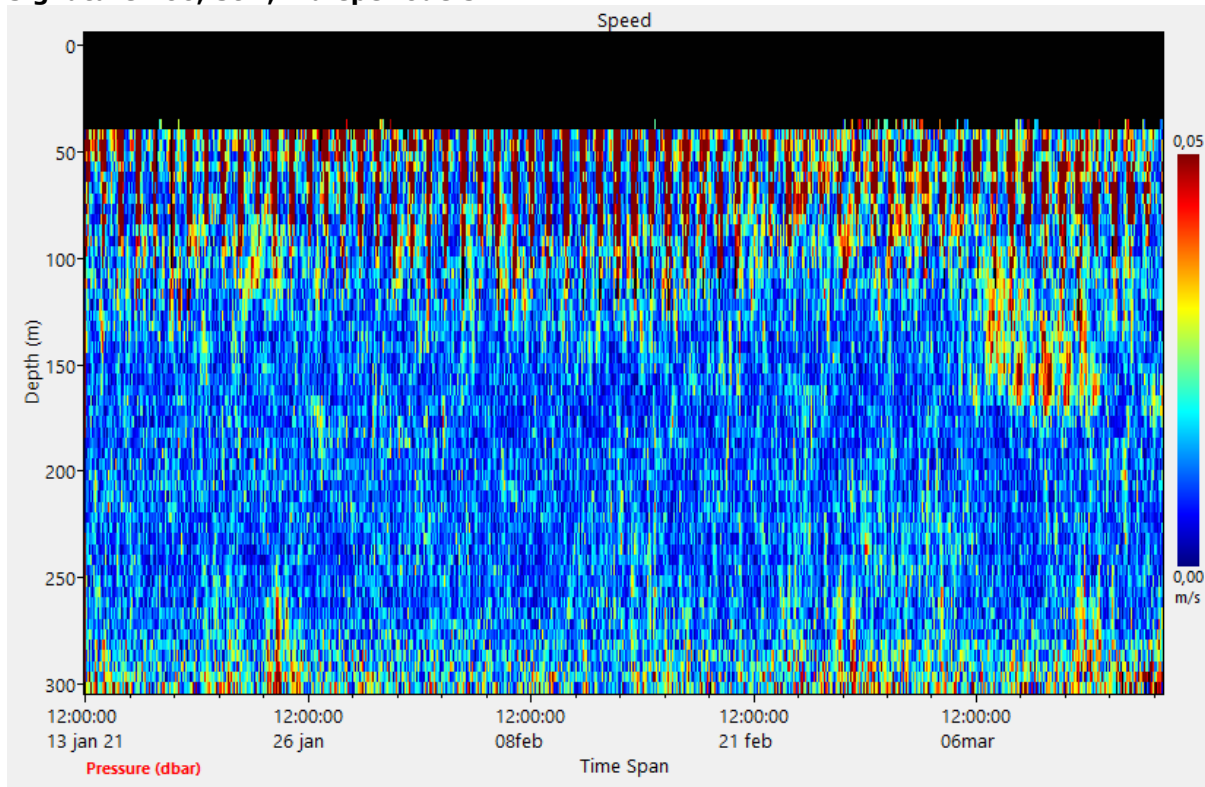


Signature 100, St. 2, måleperiode 5

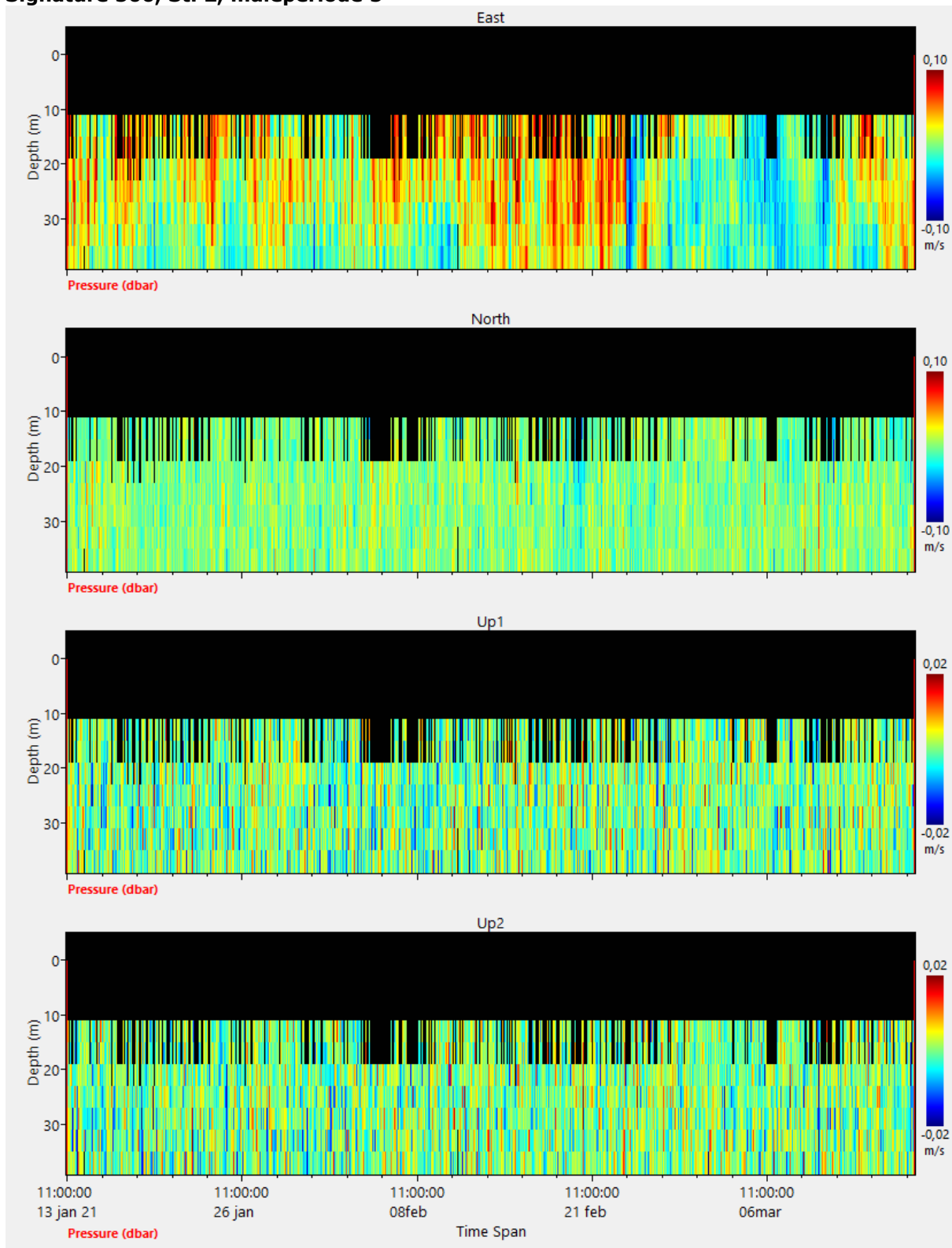




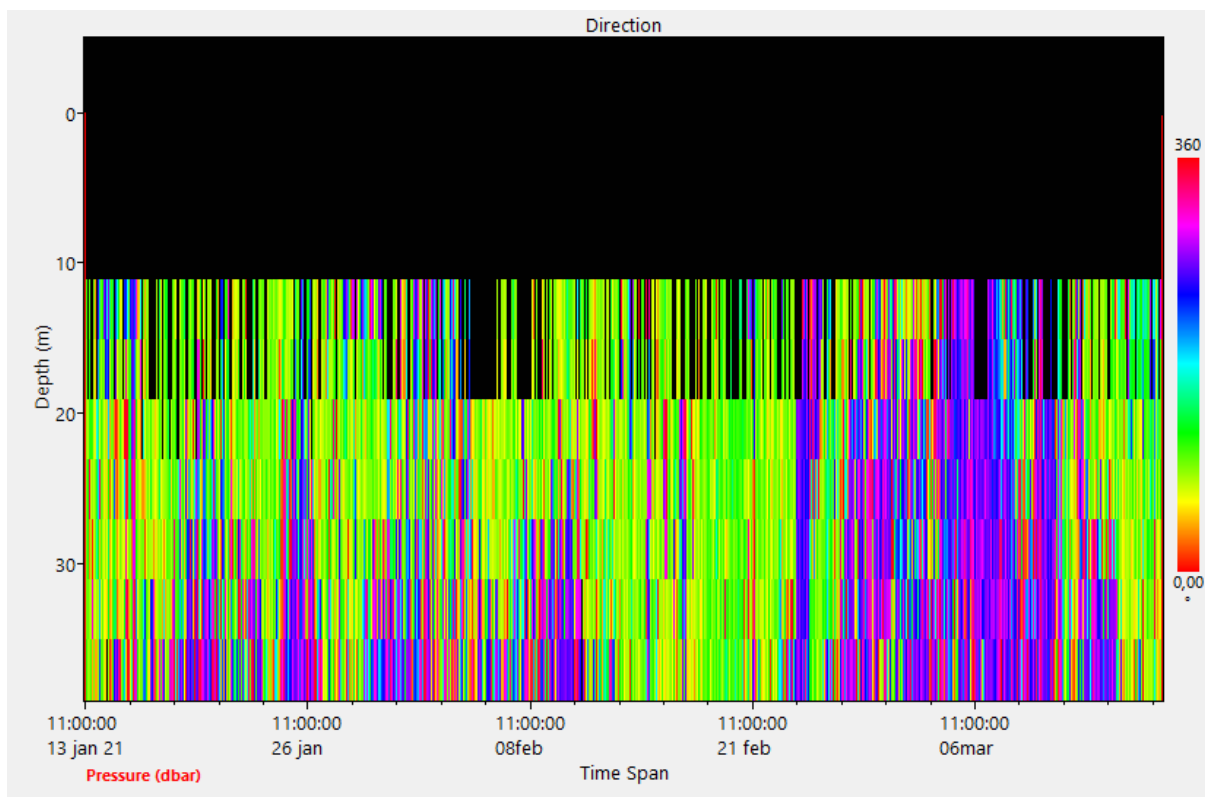
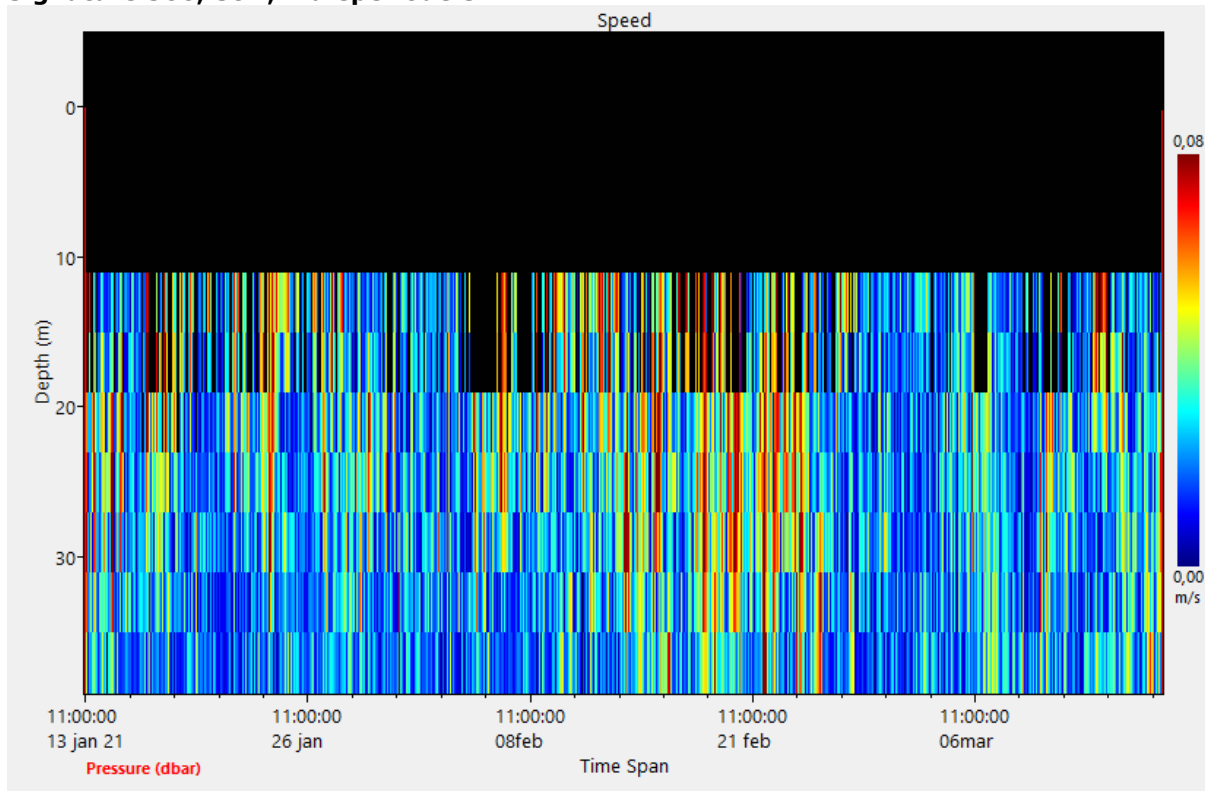
Signature 100, St.2, måleperiode 5



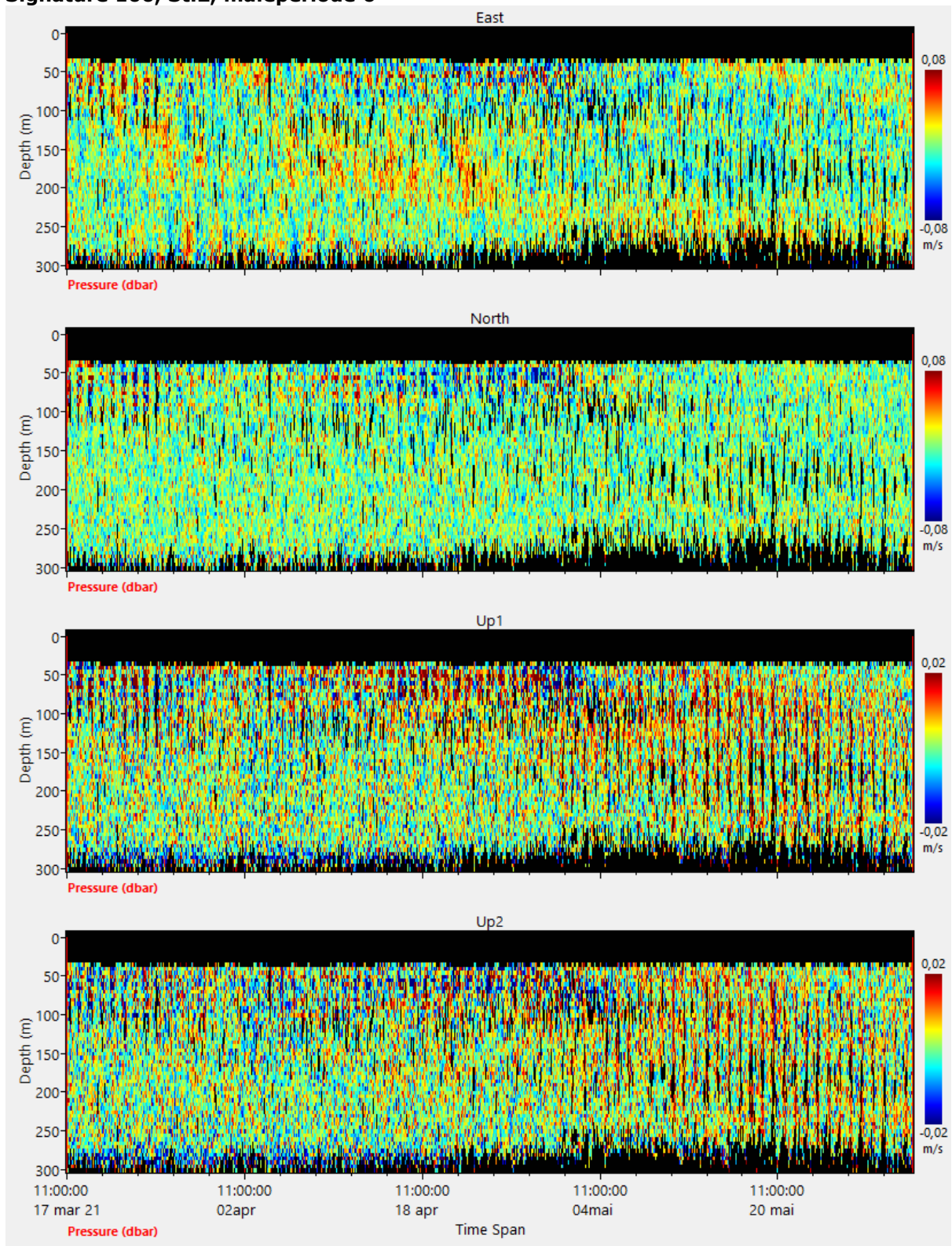
Signature 500, St. 2, måleperiode 5



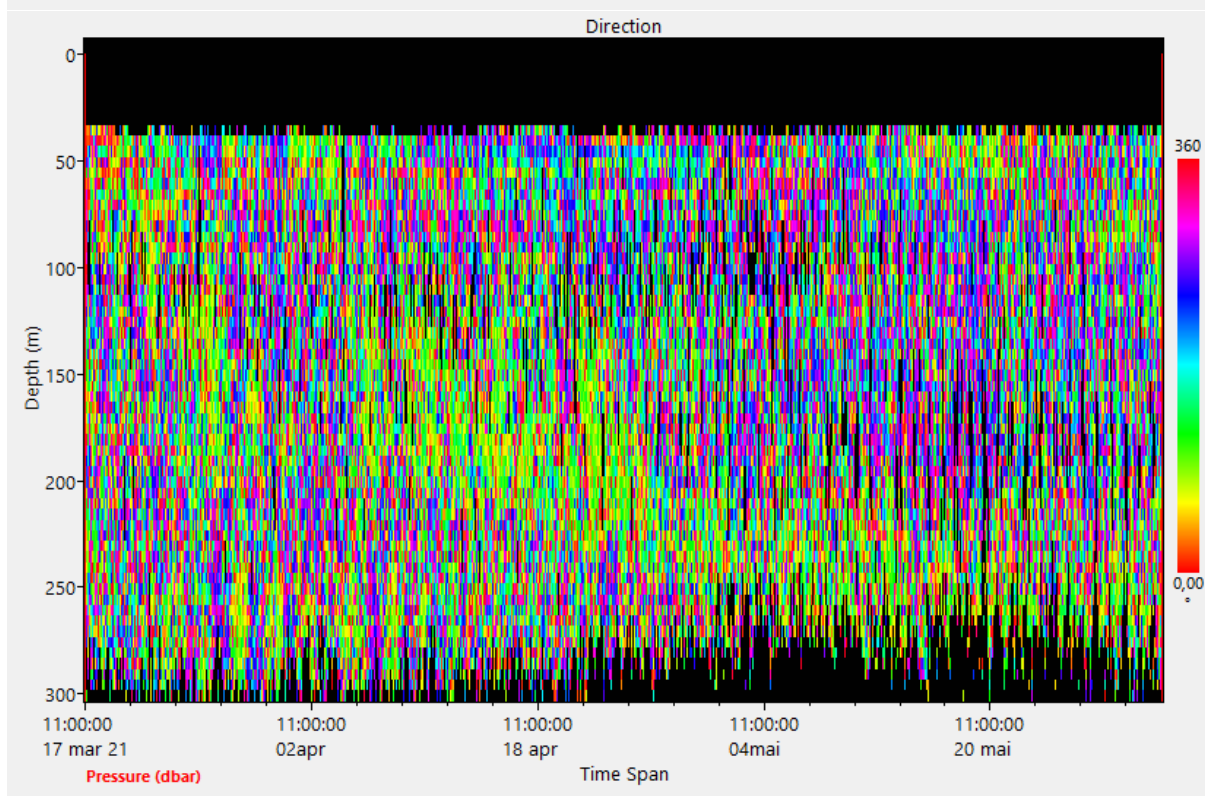
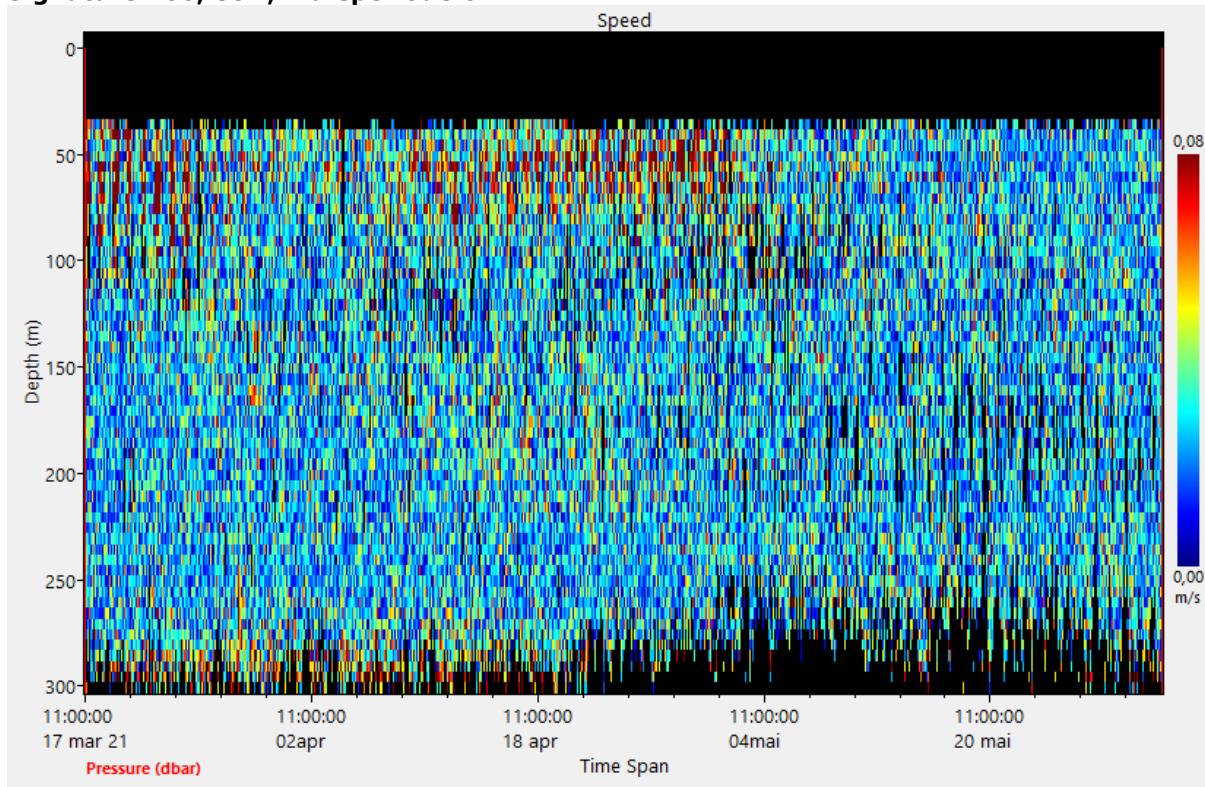
Signature 500, St.2, måleperiode 5



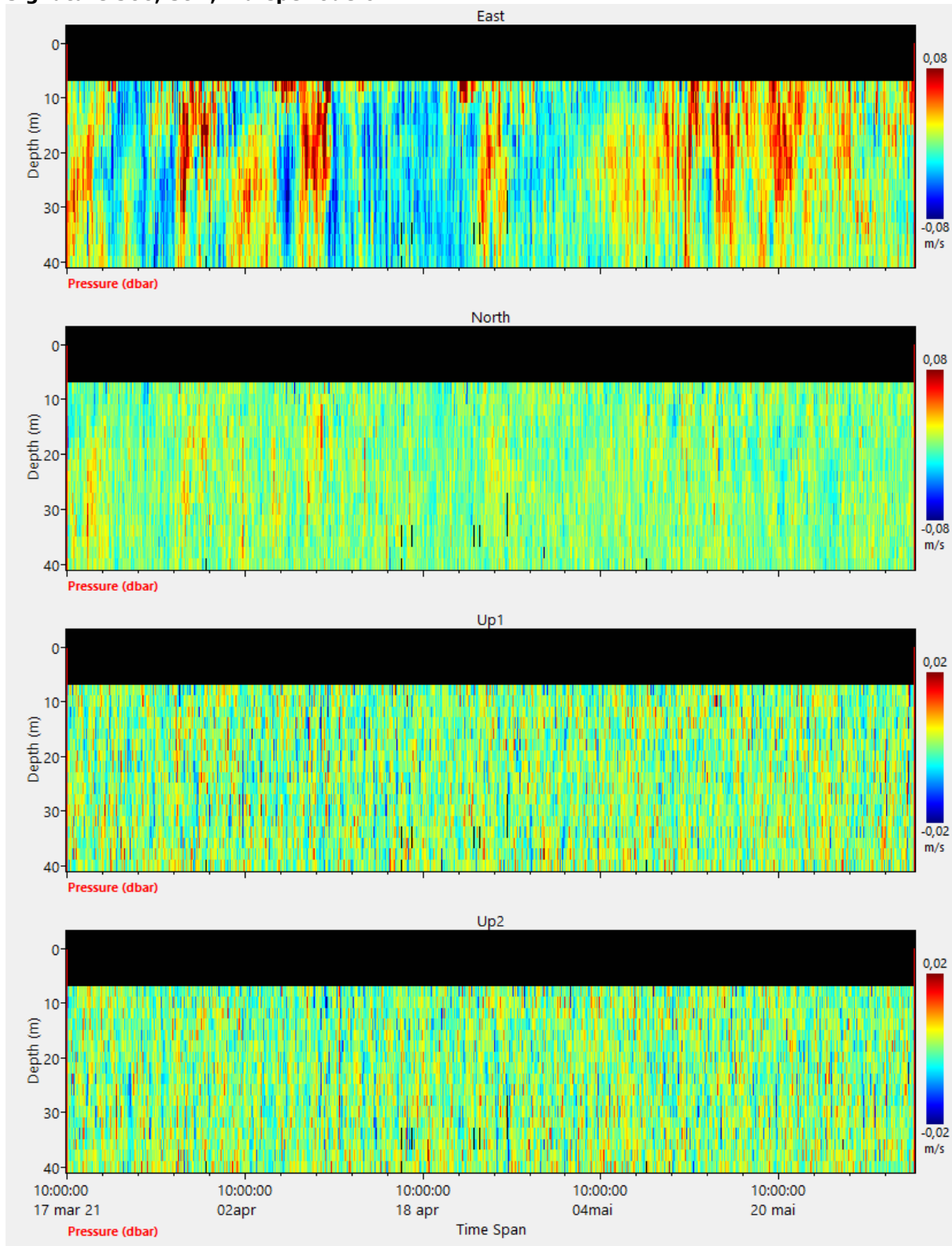
Signature 100, St.2, måleperiode 6



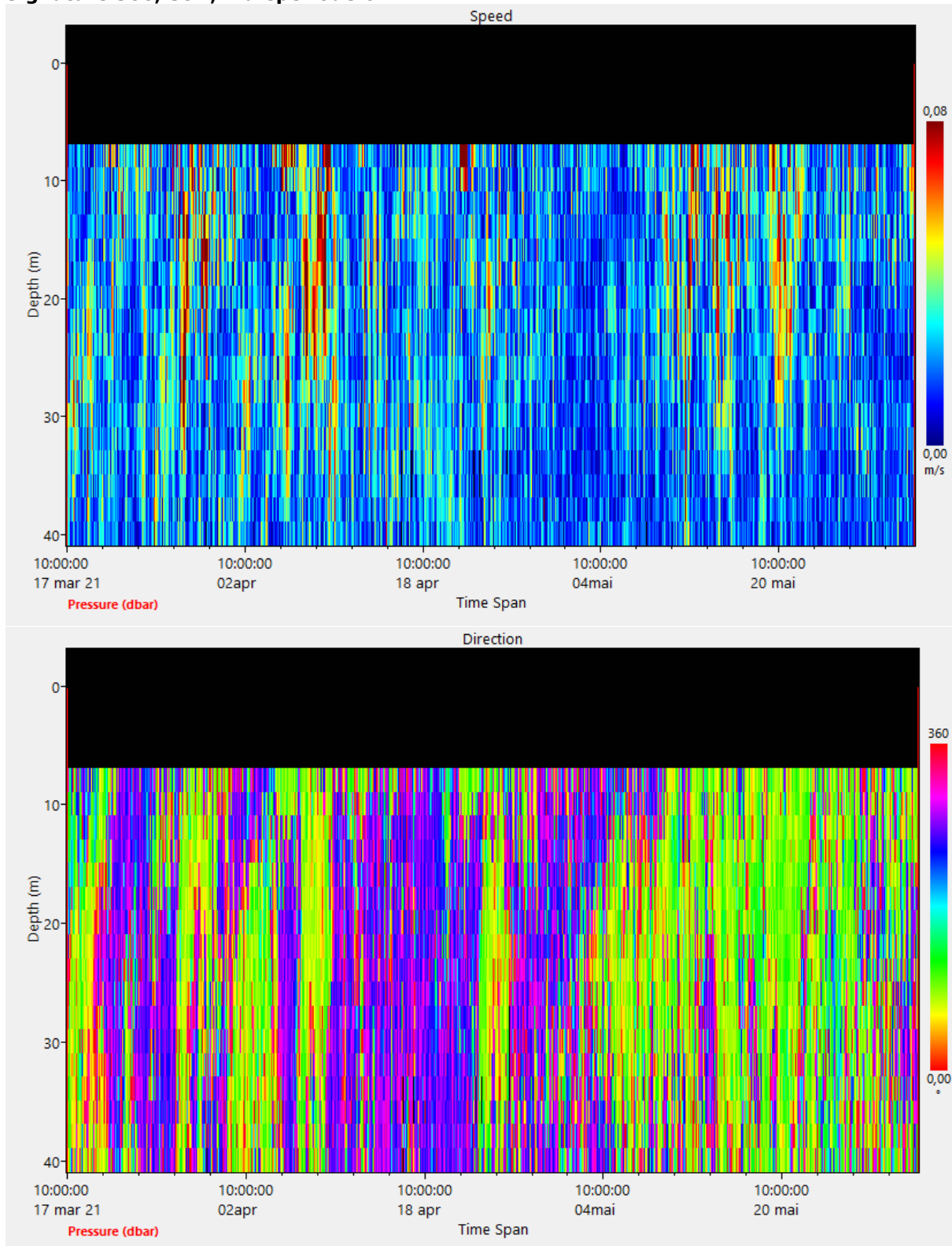
Signature 100, St.2, måleperiode 6



Signature 500, St.2, måleperiode 6



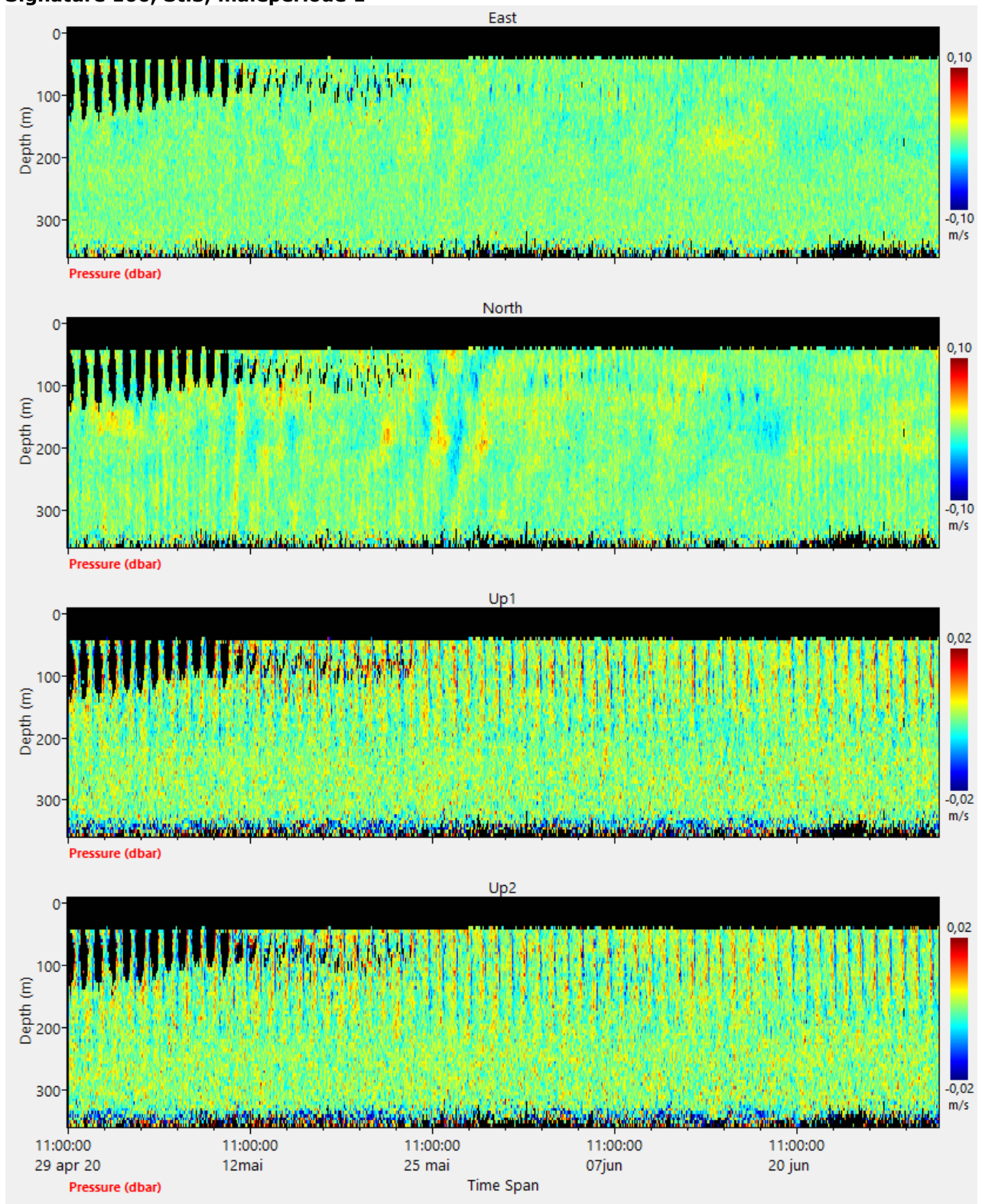
Signature 500, St.2, måleperiode 6



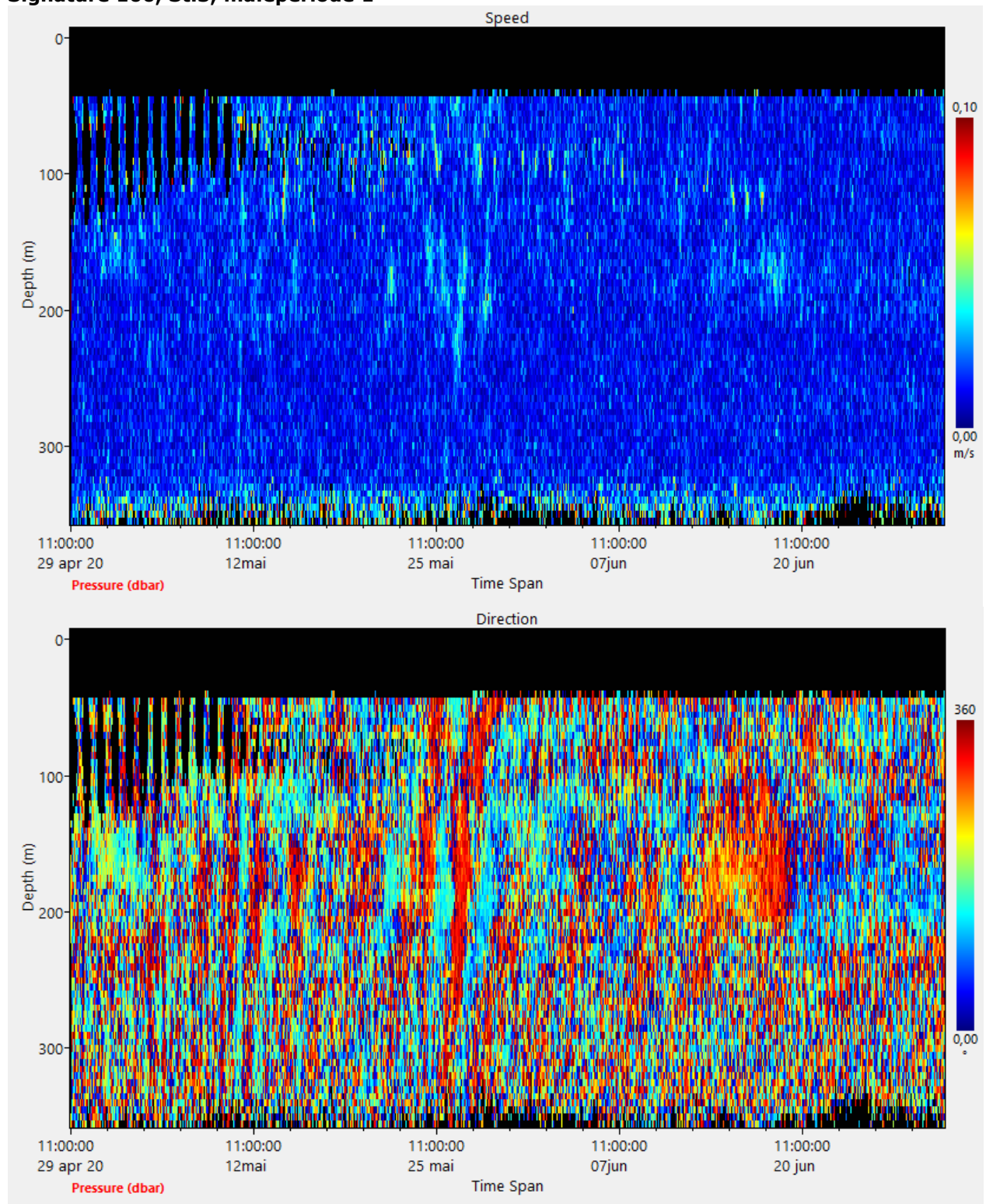
## **Vedlegg 3. St.3 Fossmark**



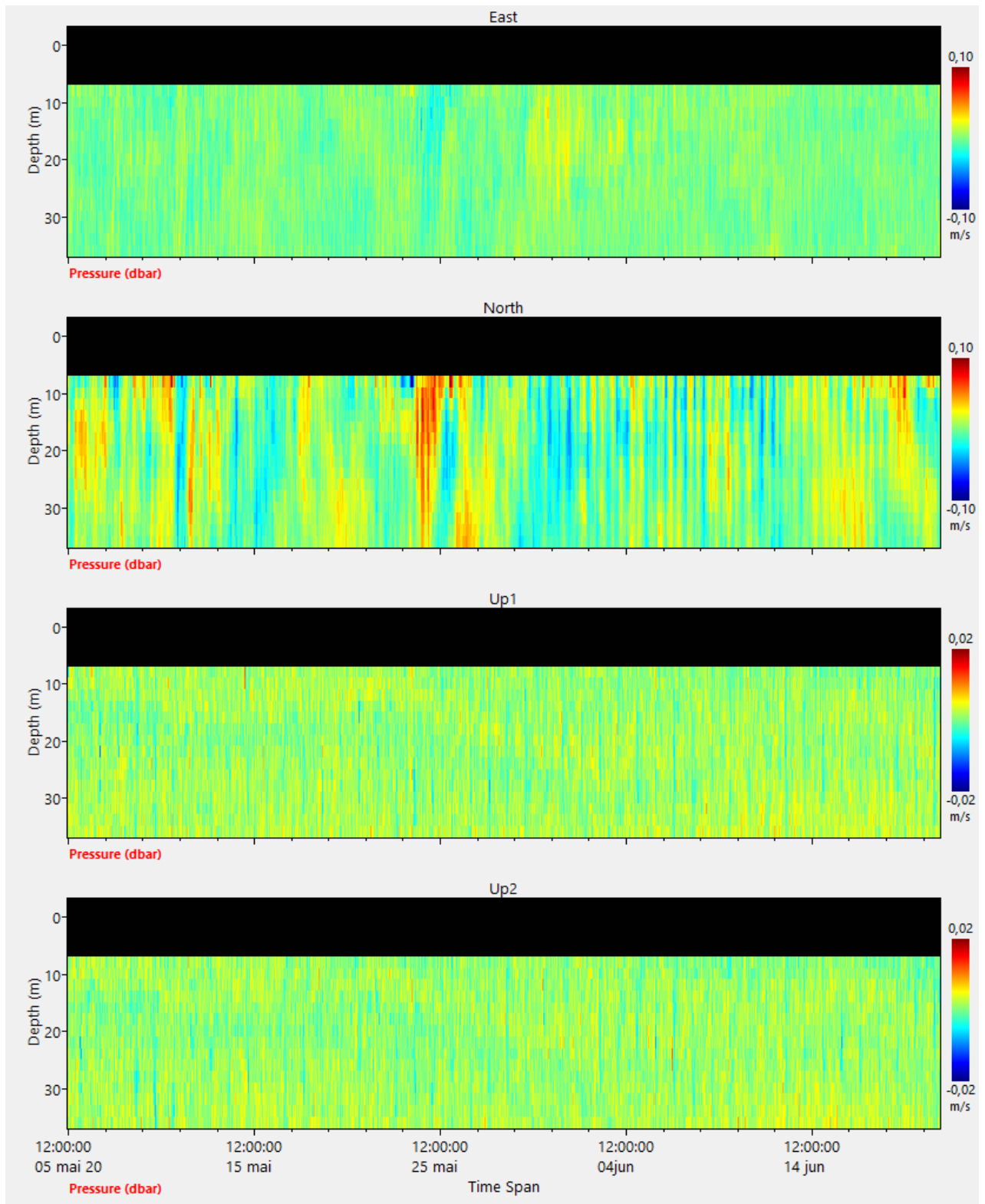
Signature 100, St.3, måleperiode 1



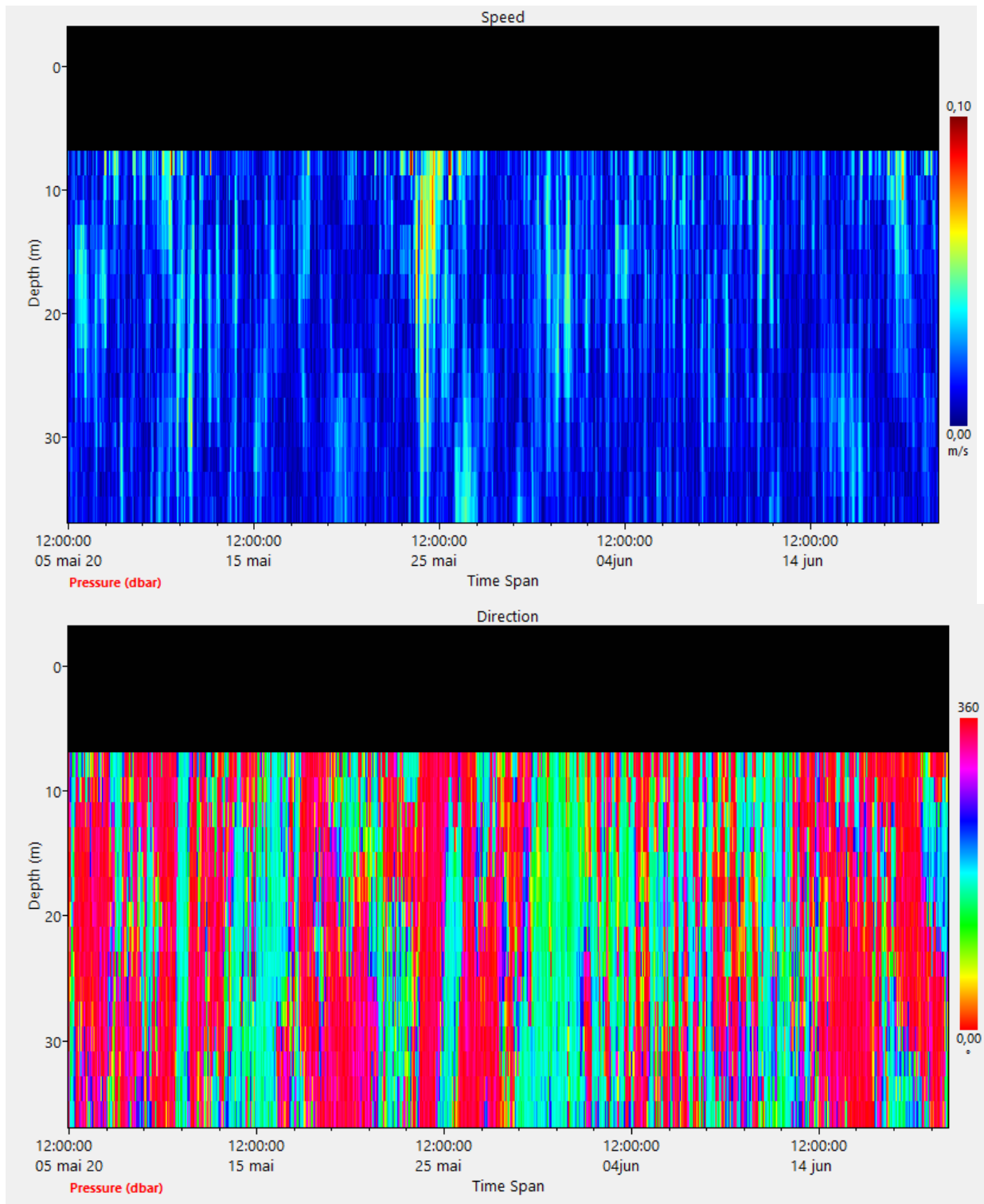
Signature 100, St.3, måleperiode 1



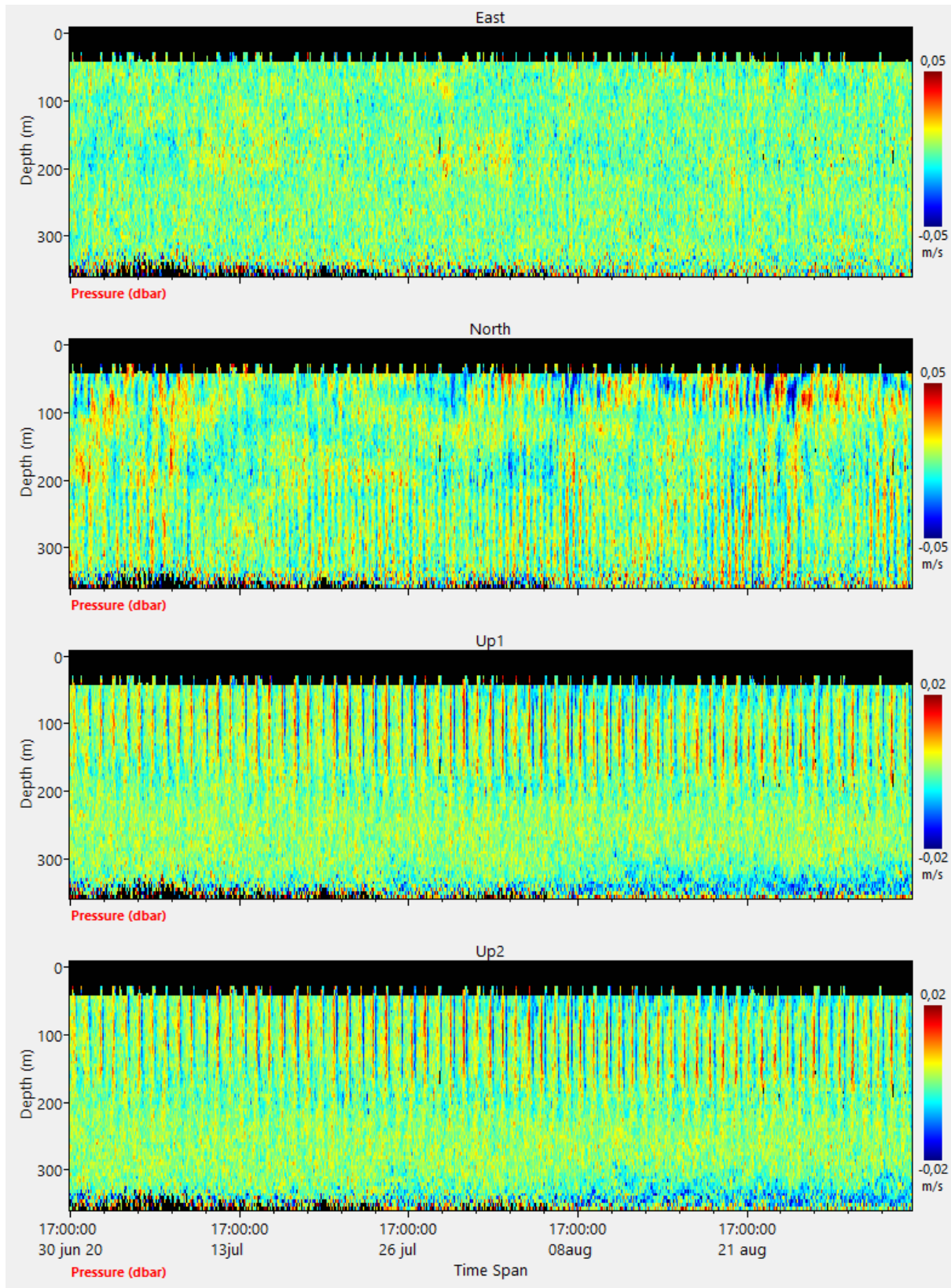
Signature 500, St.3, måleperiode 1



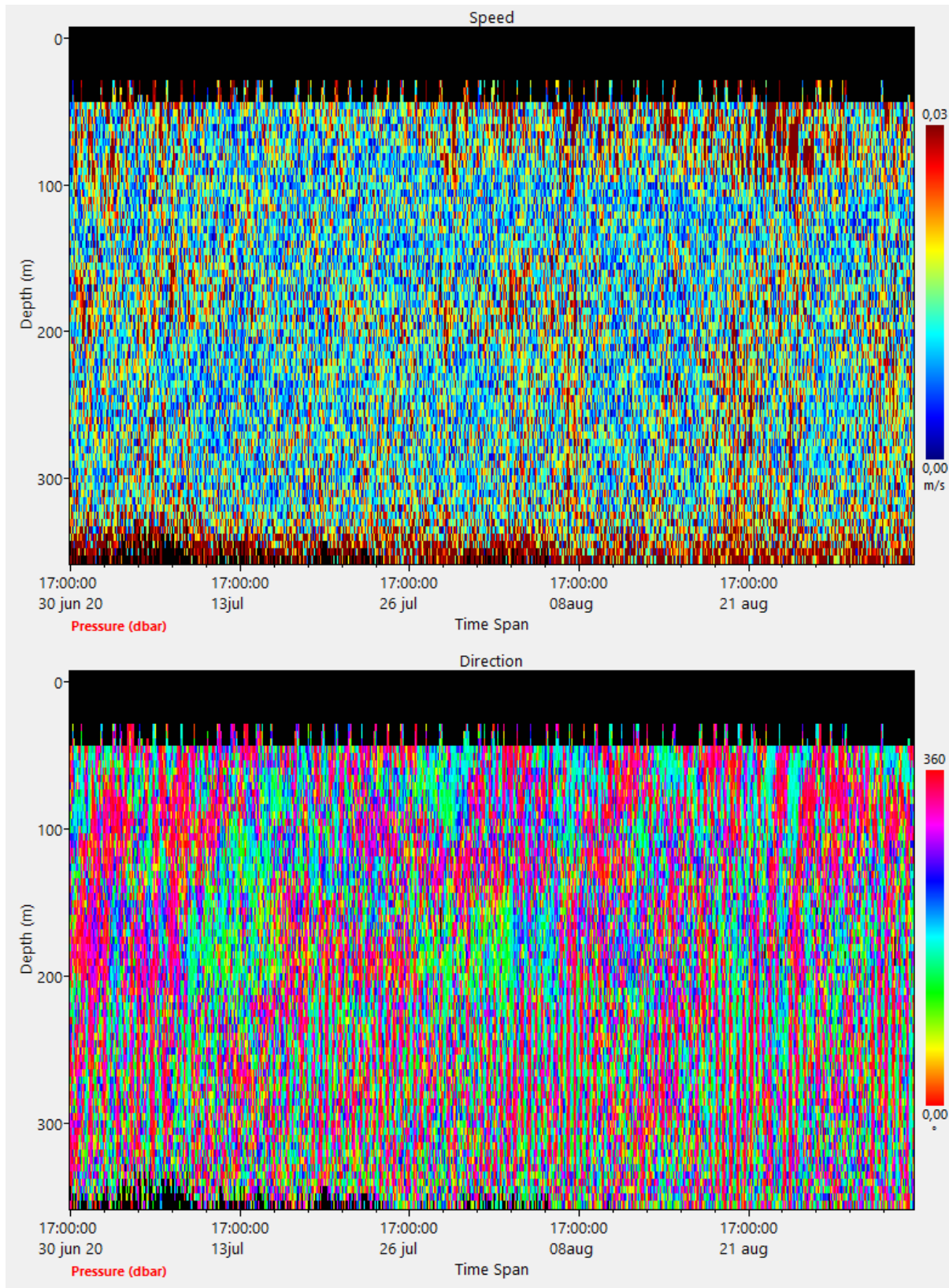
Signature 500, St.3, måleperiode 1



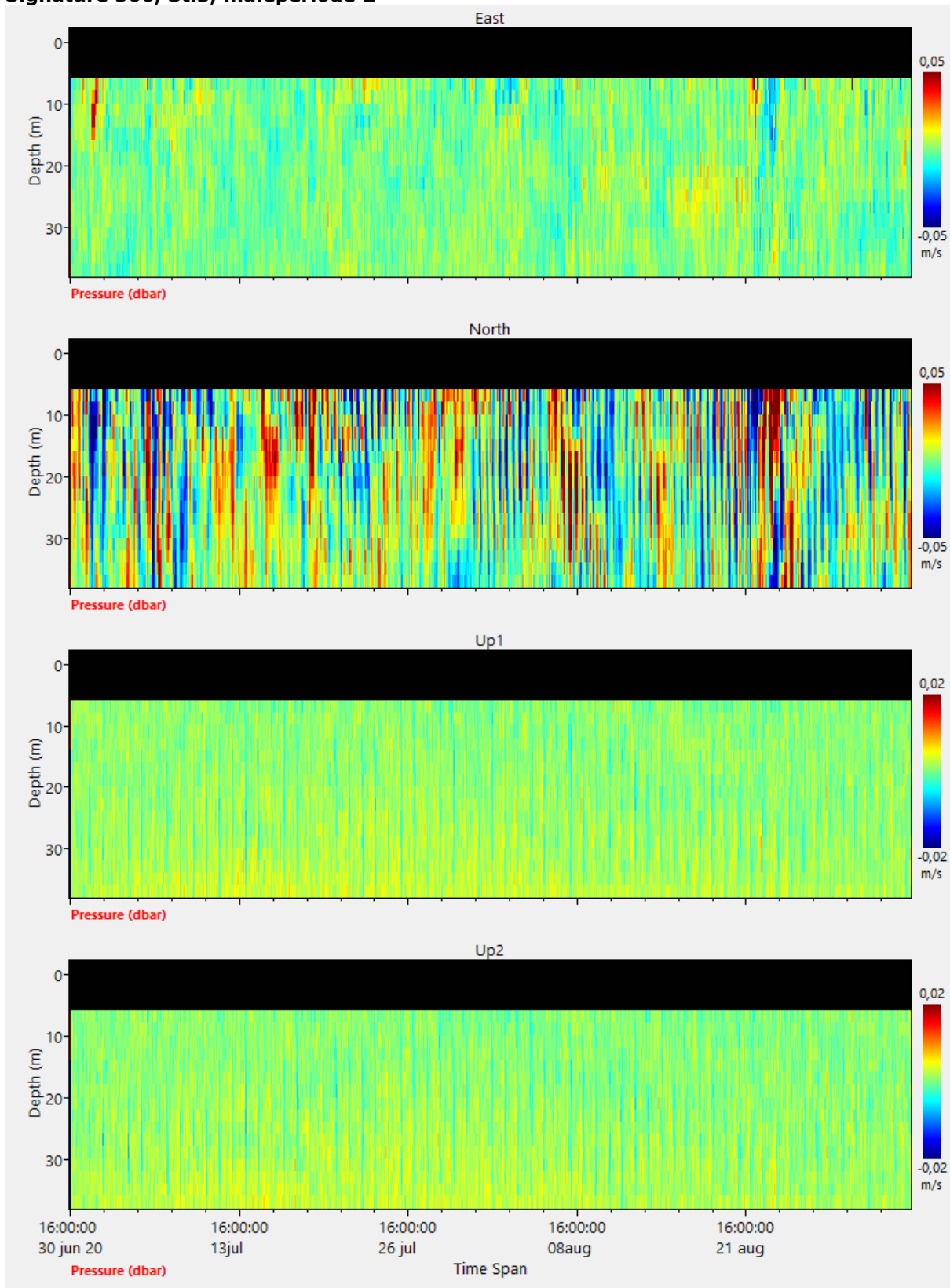
**Signature 100, St.3, måleperiode 2**



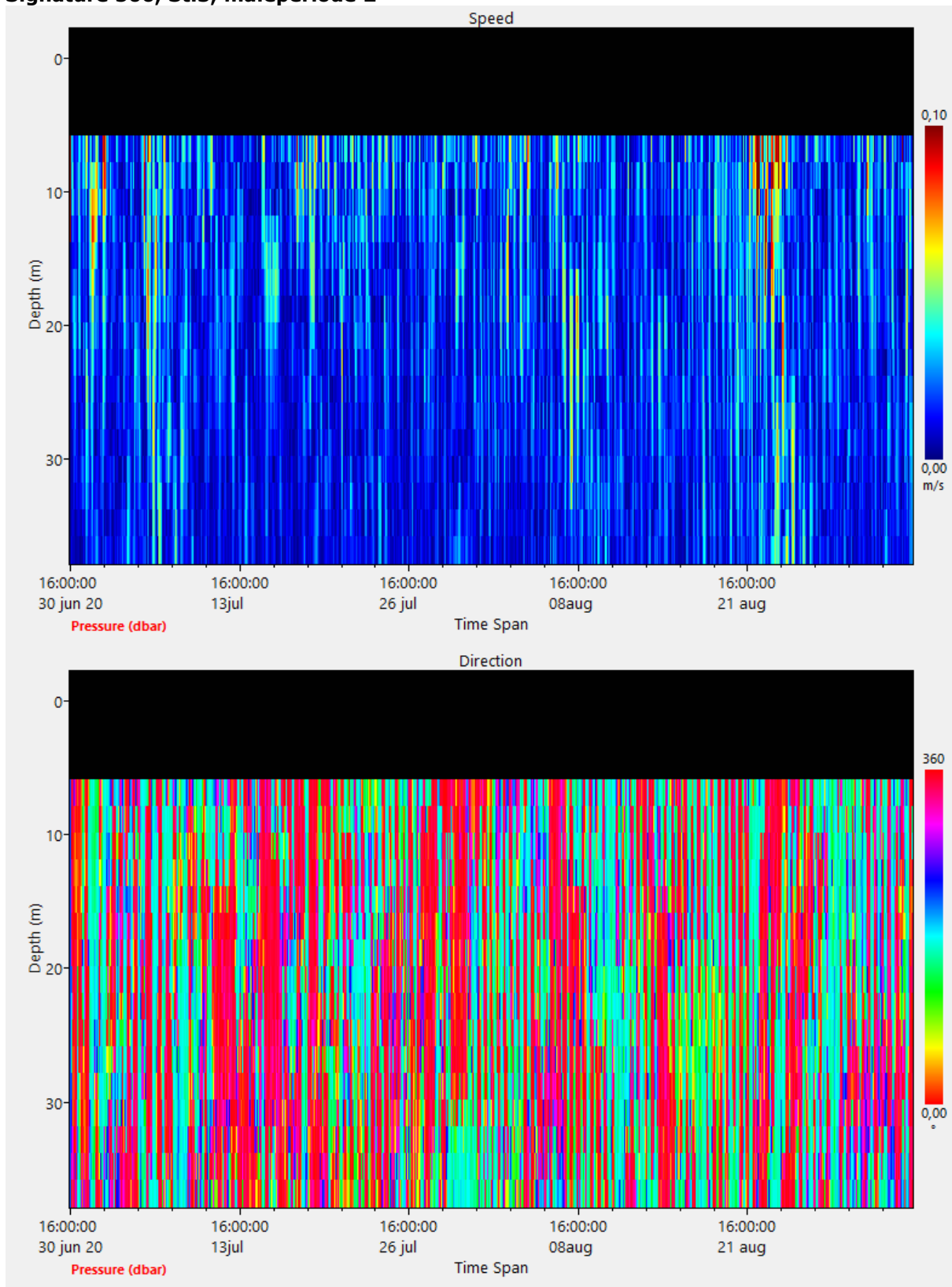
Signature 100, St.3, måleperiode 2



Signature 500, St.3, måleperiode 2

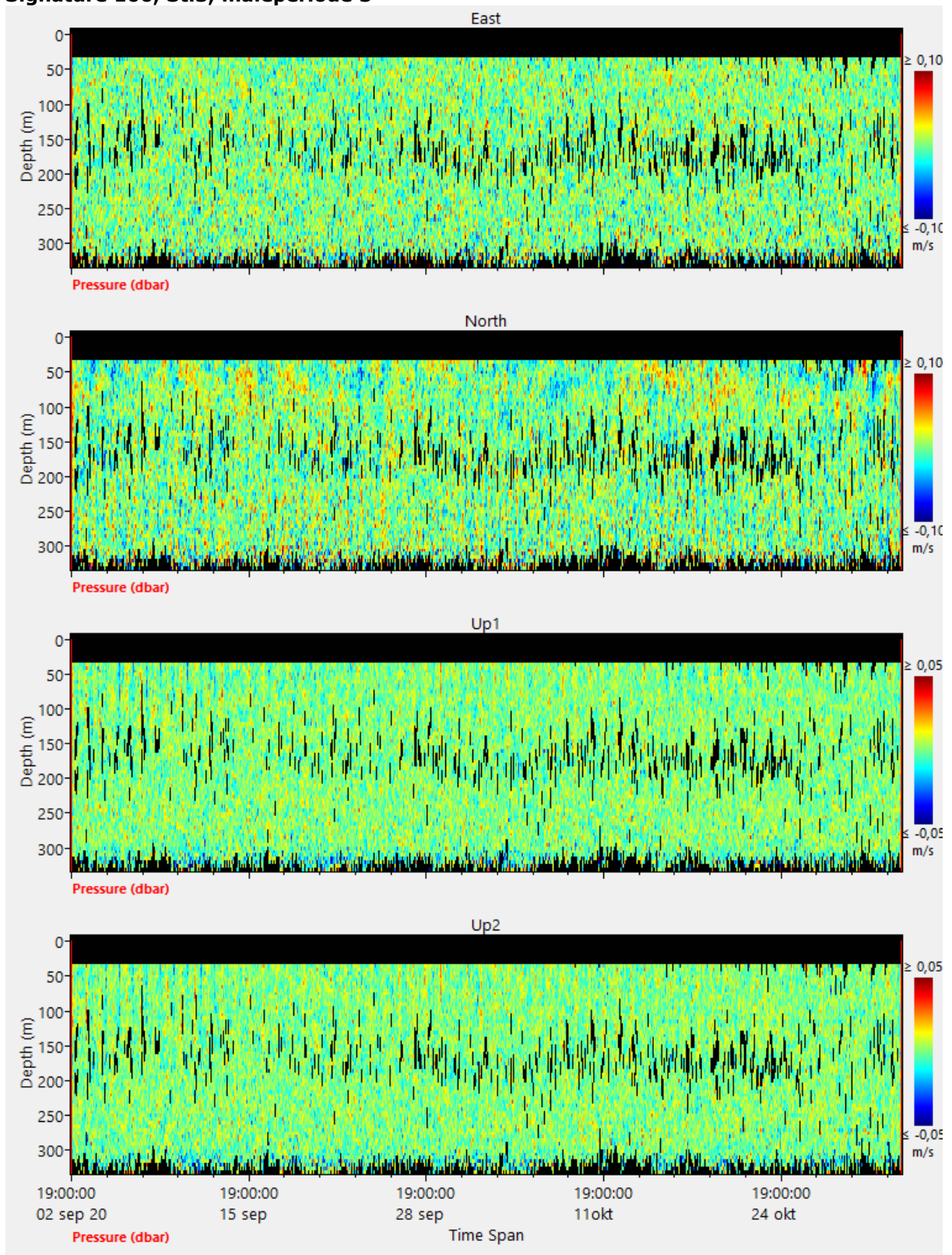


Signature 500, St.3, måleperiode 2

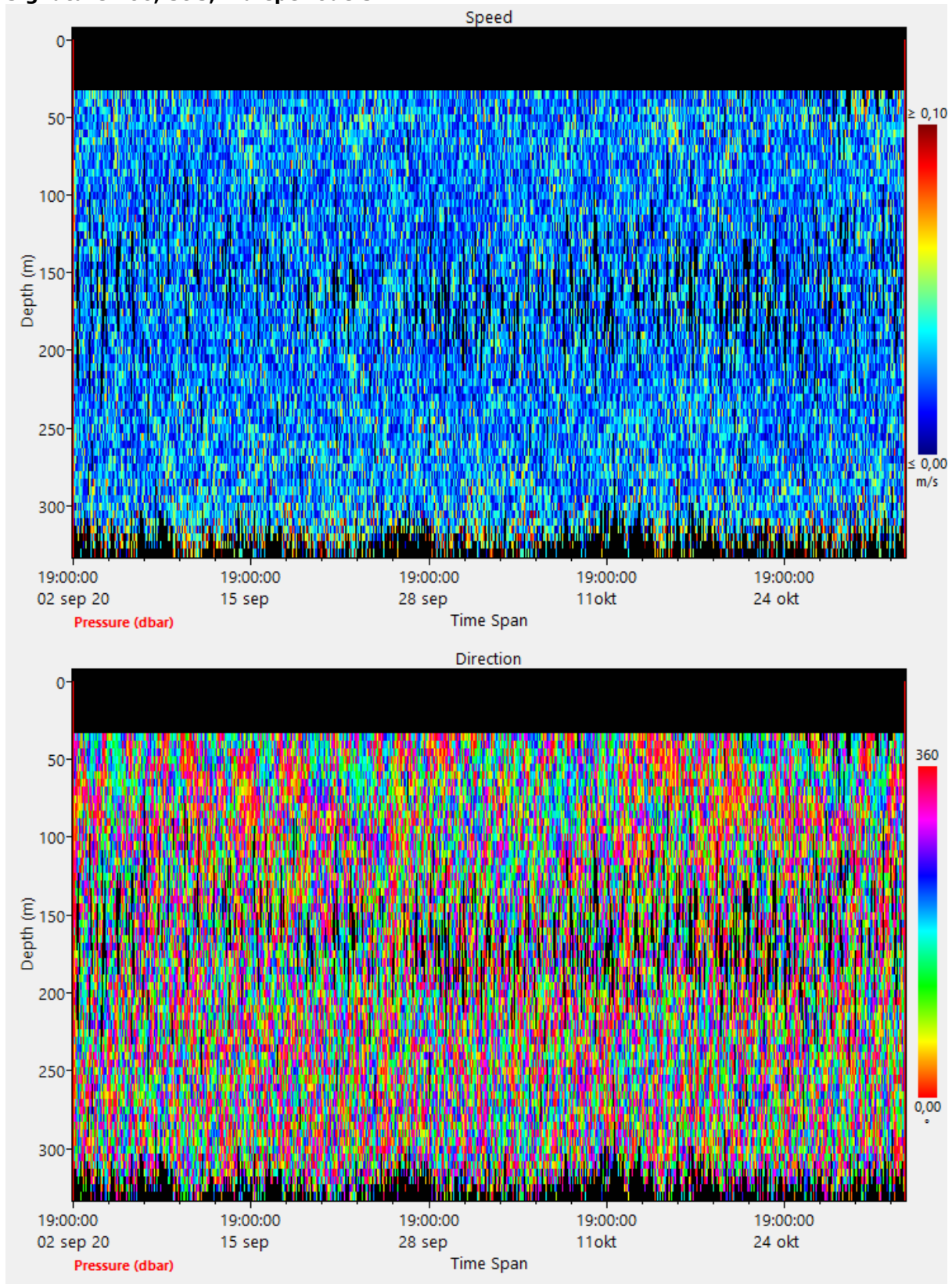




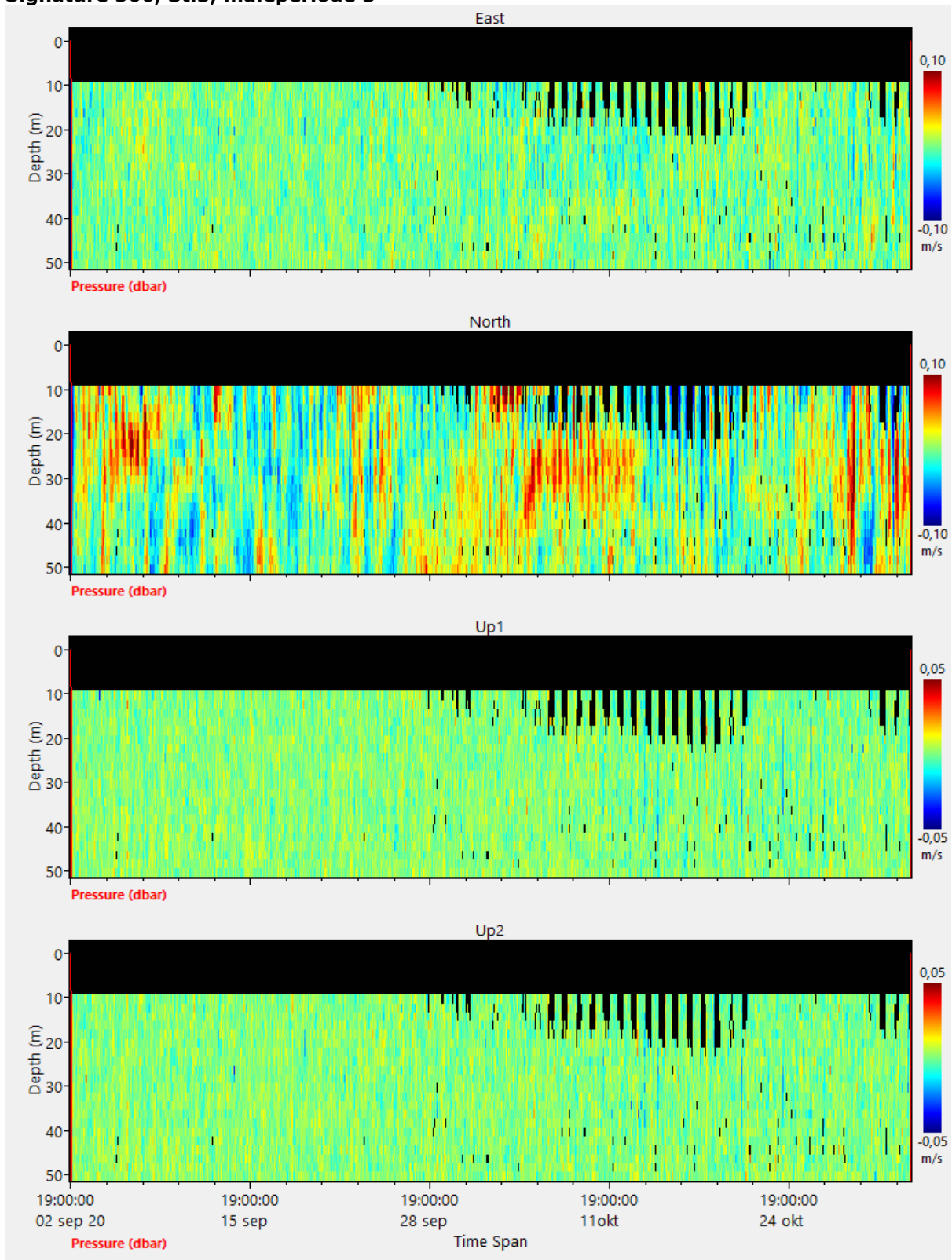
**Signature 100, St.3, måleperiode 3**



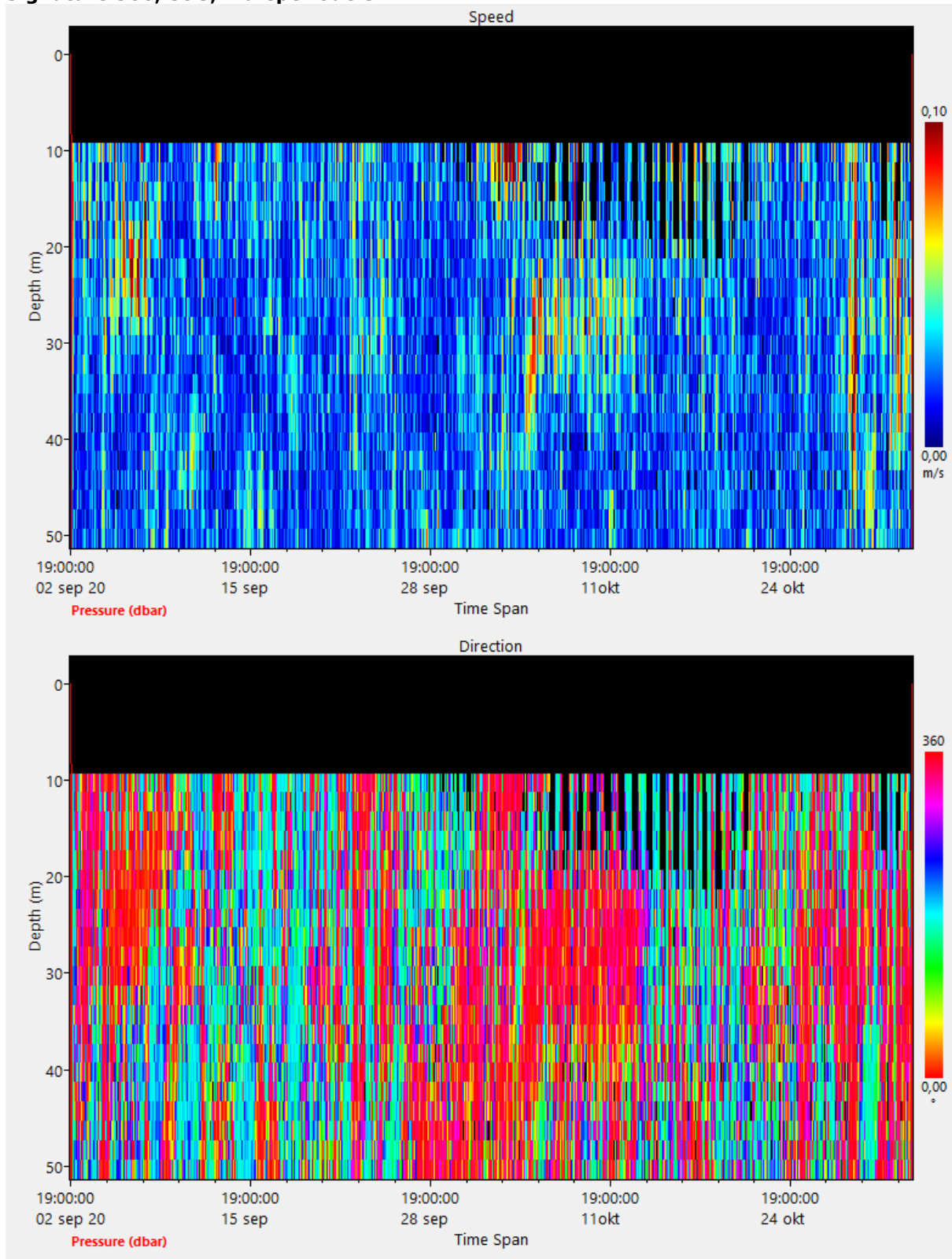
Signature 100, St.3, måleperiode 3



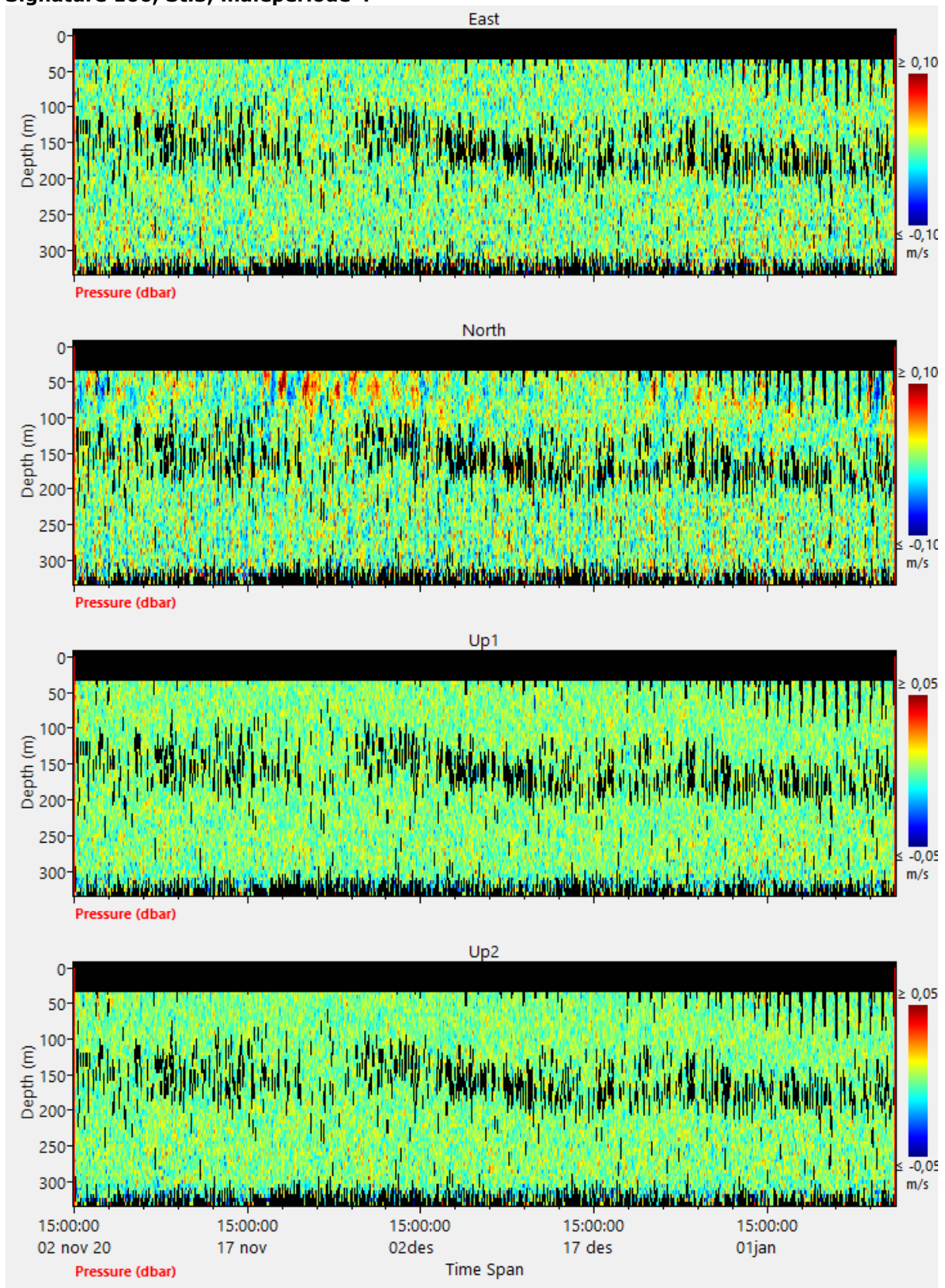
Signature 500, St.3, måleperiode 3



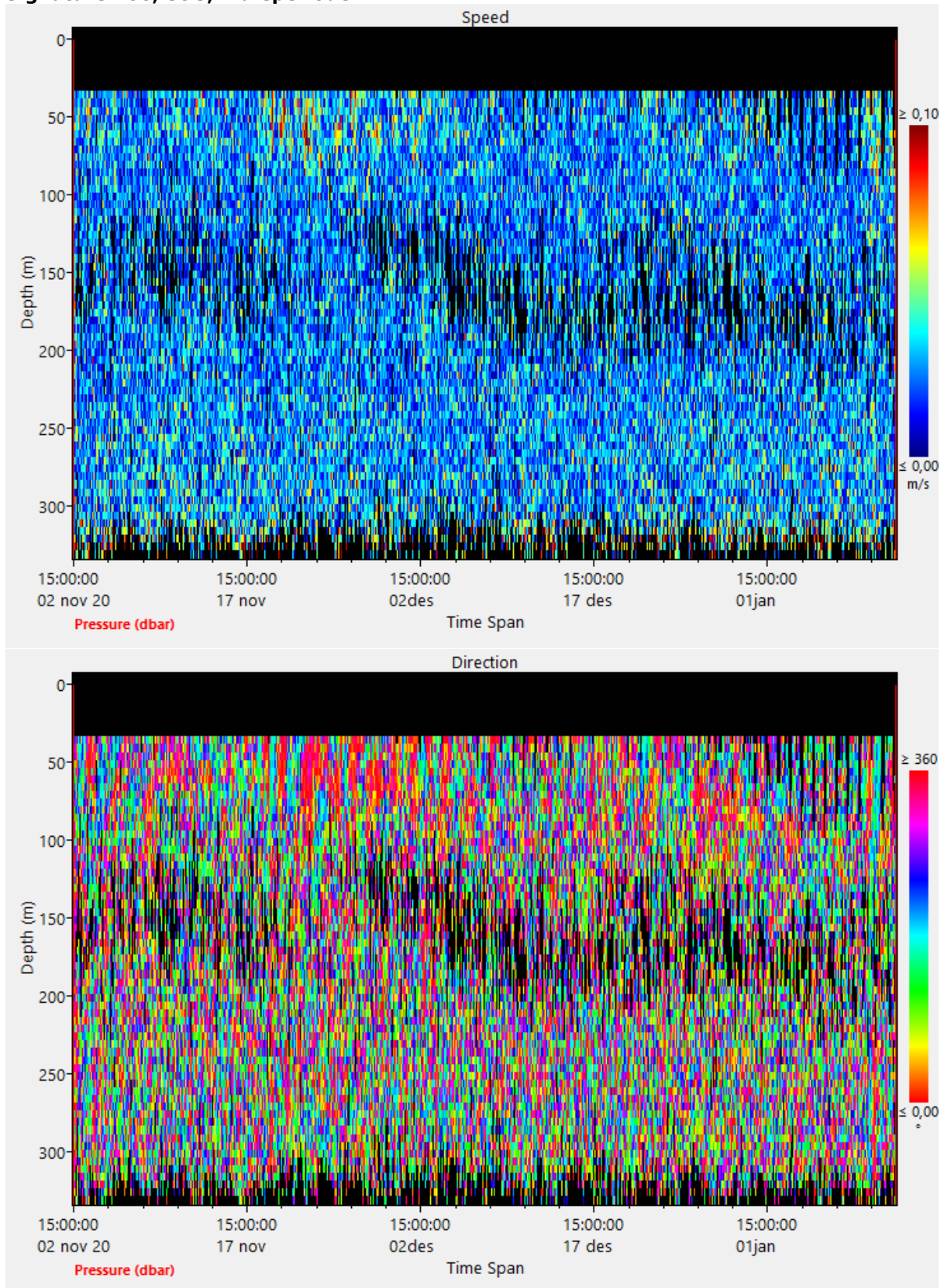
Signature 500, St.3, måleperiode 3



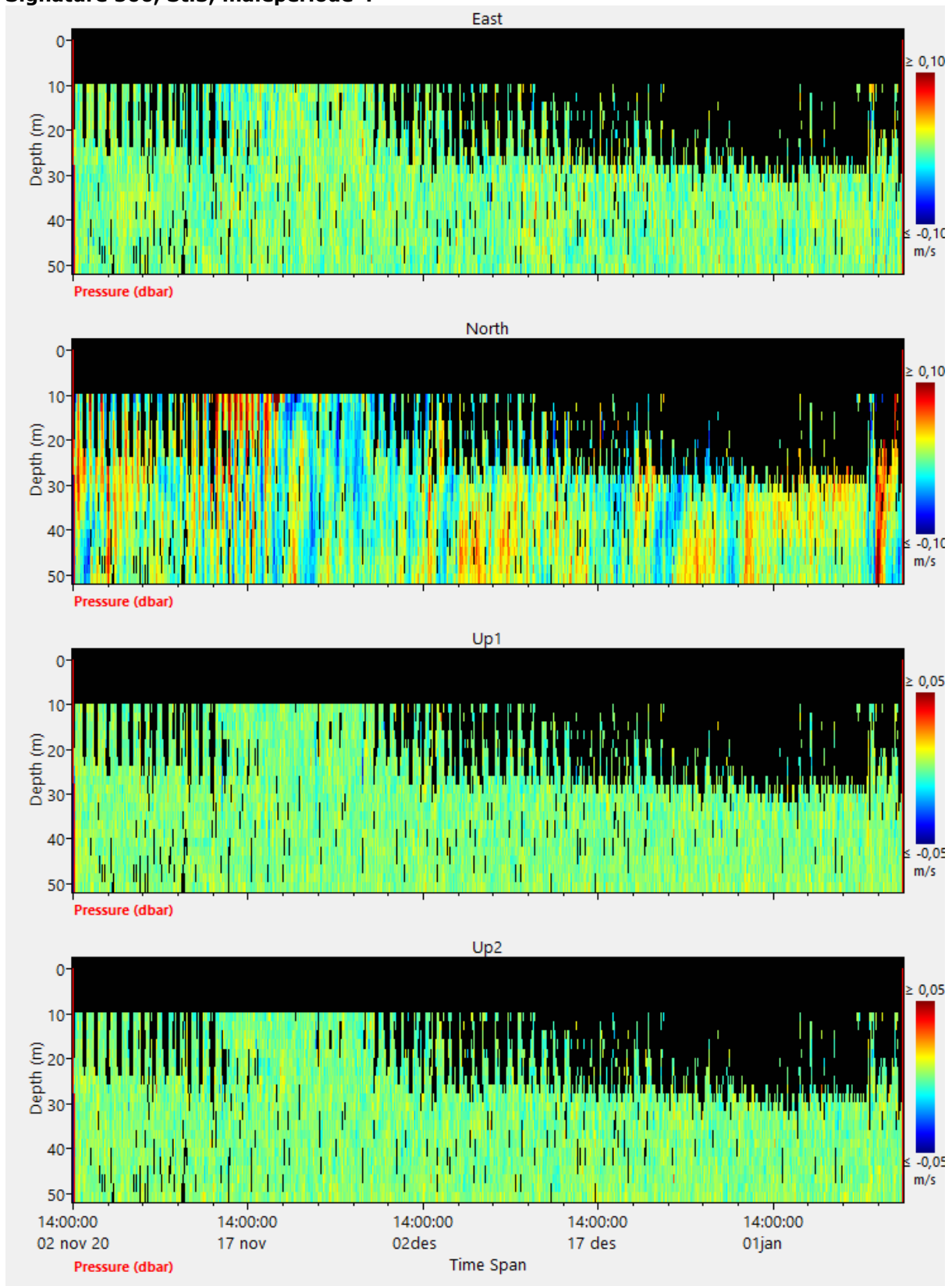
**Signature 100, St.3, måleperiode 4**



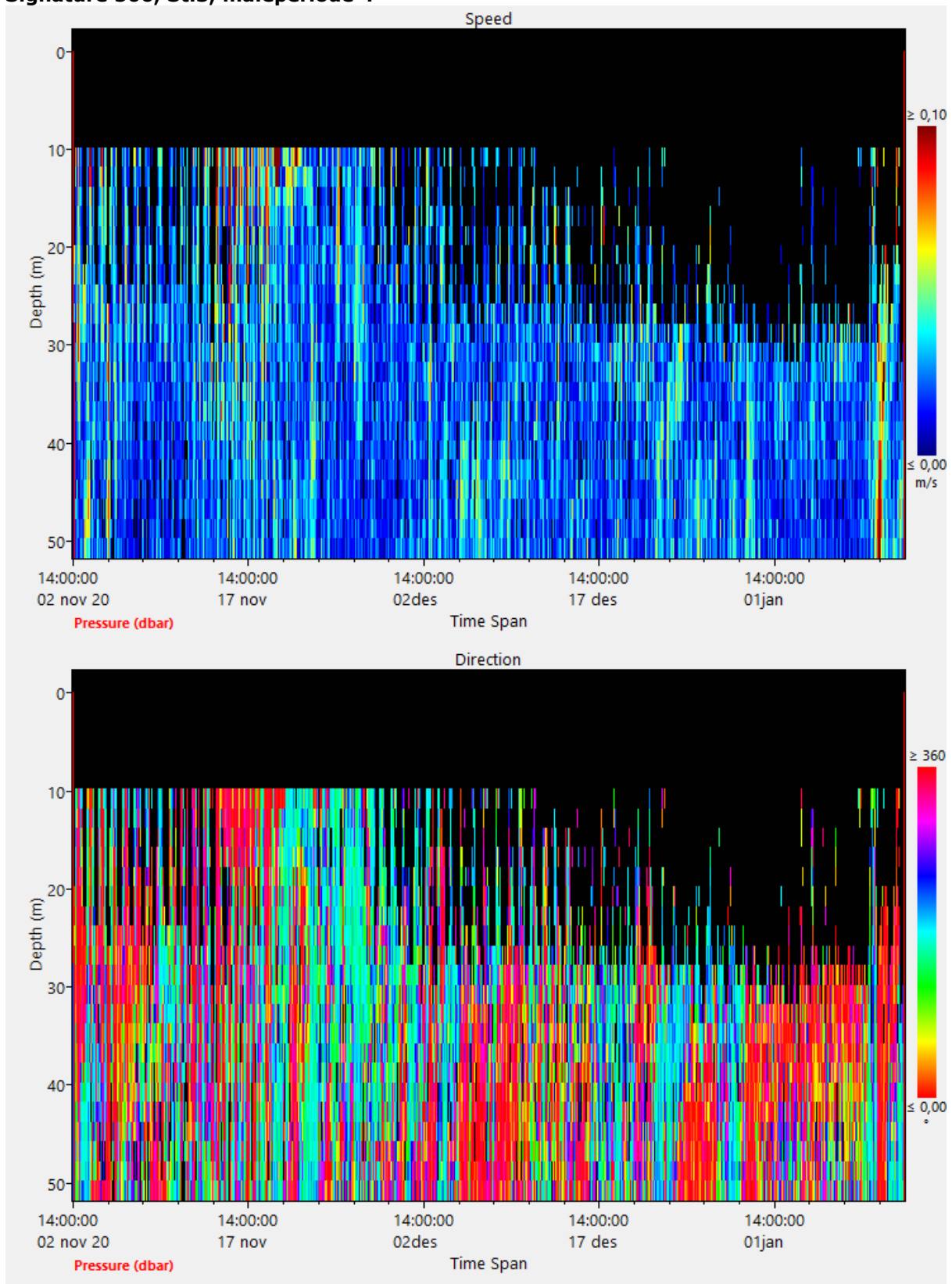
Signature 100, St.3, måleperiode 4



Signature 500, St.3, måleperiode 4

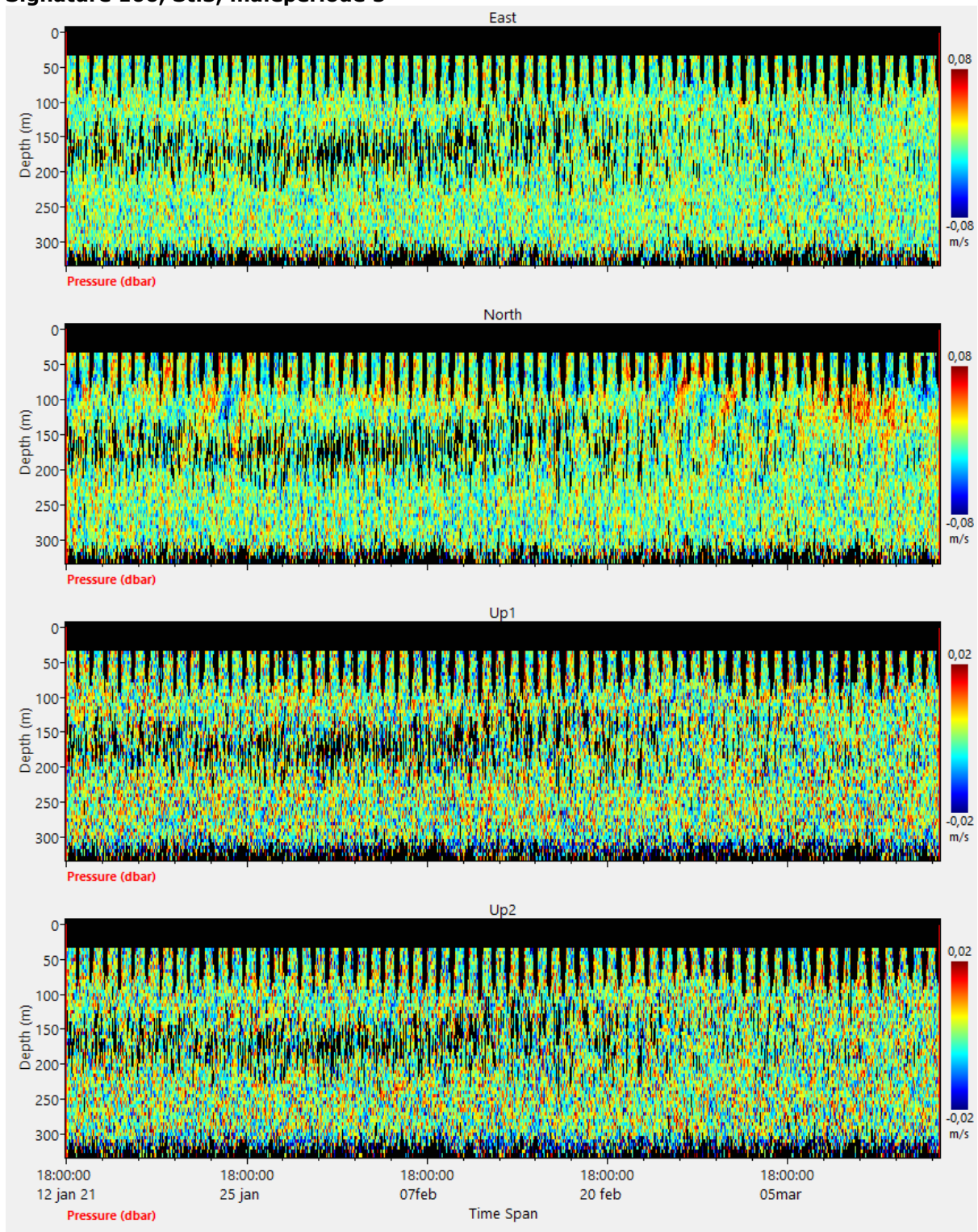


Signature 500, St.3, måleperiode 4

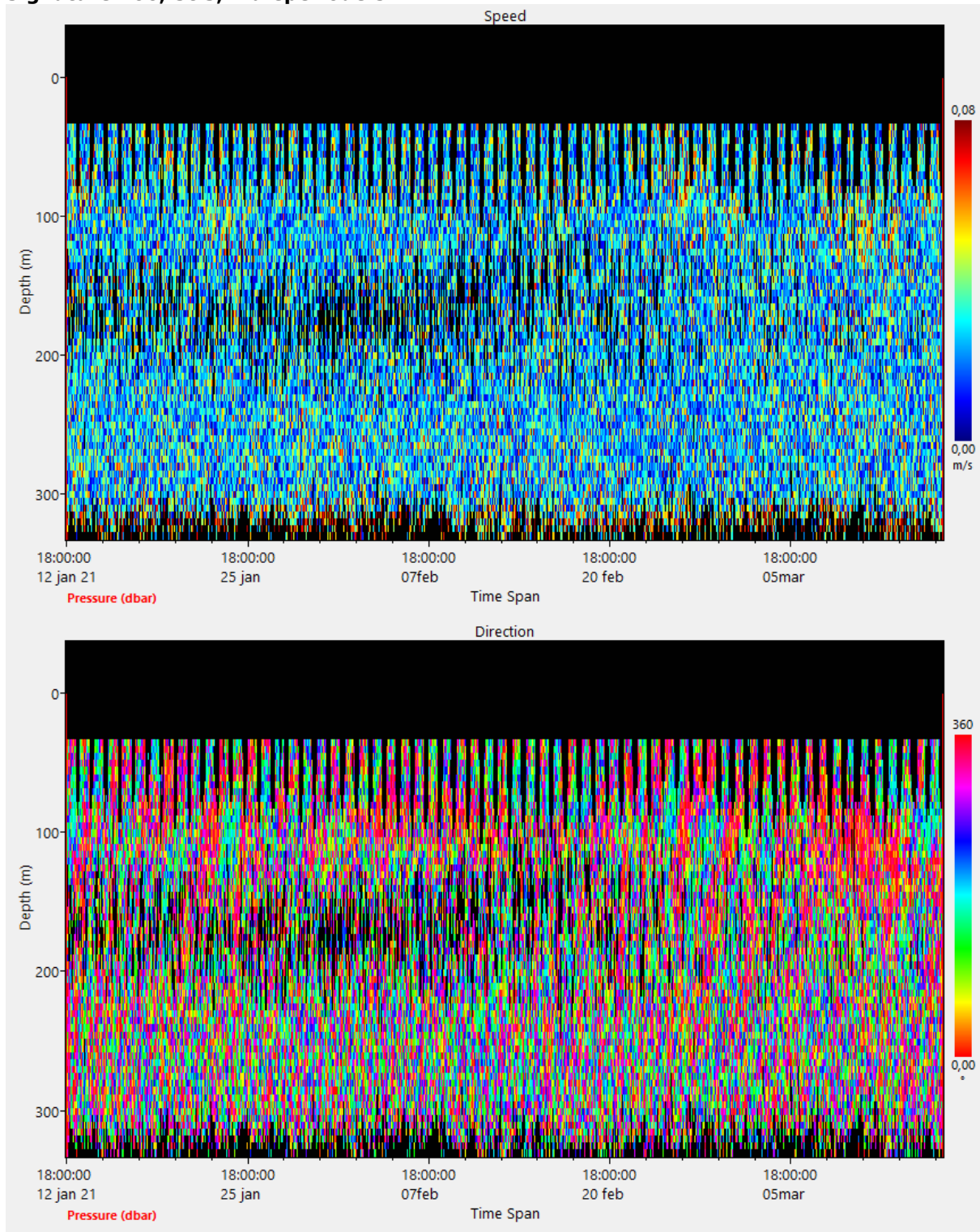




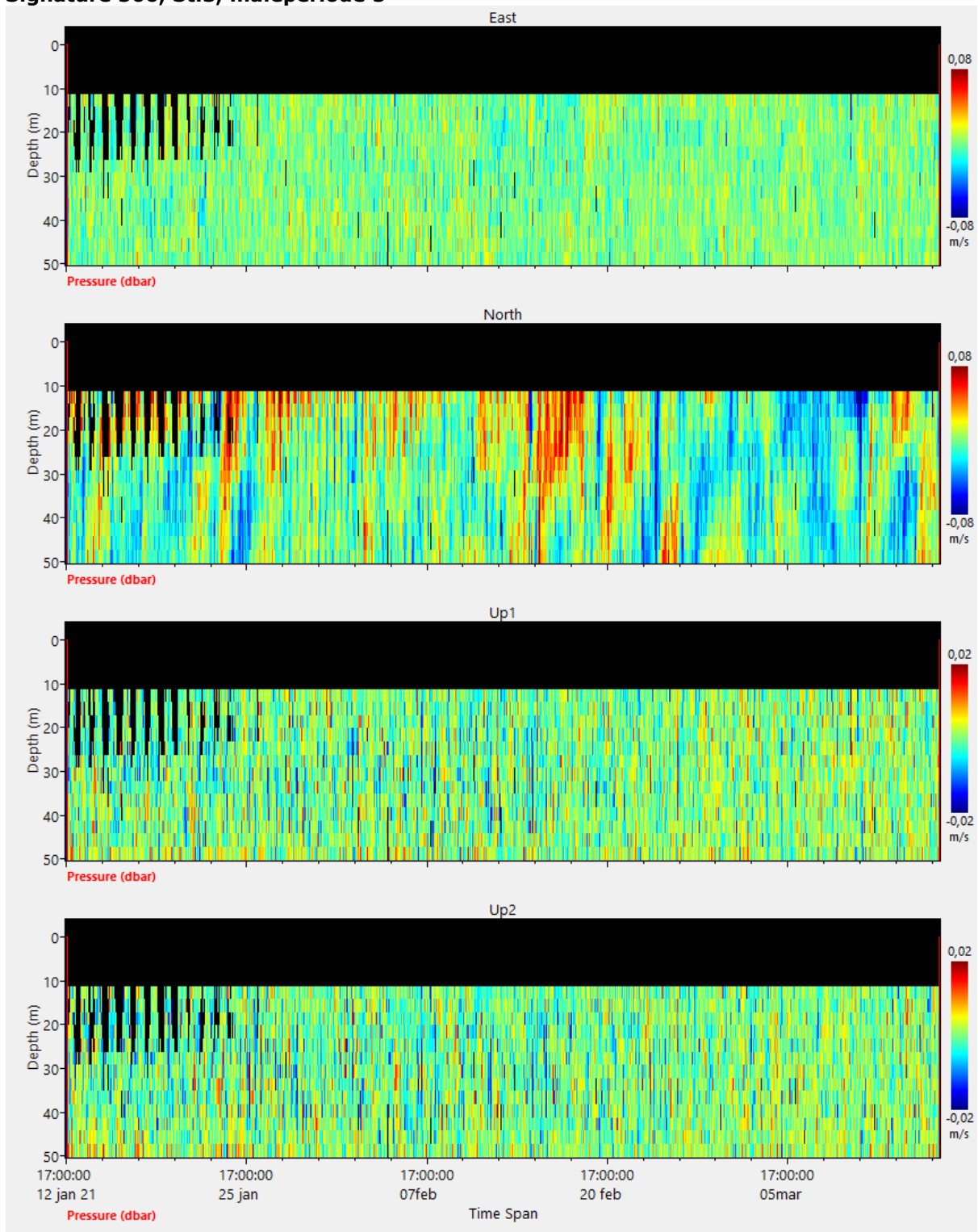
Signature 100, St.3, måleperiode 5



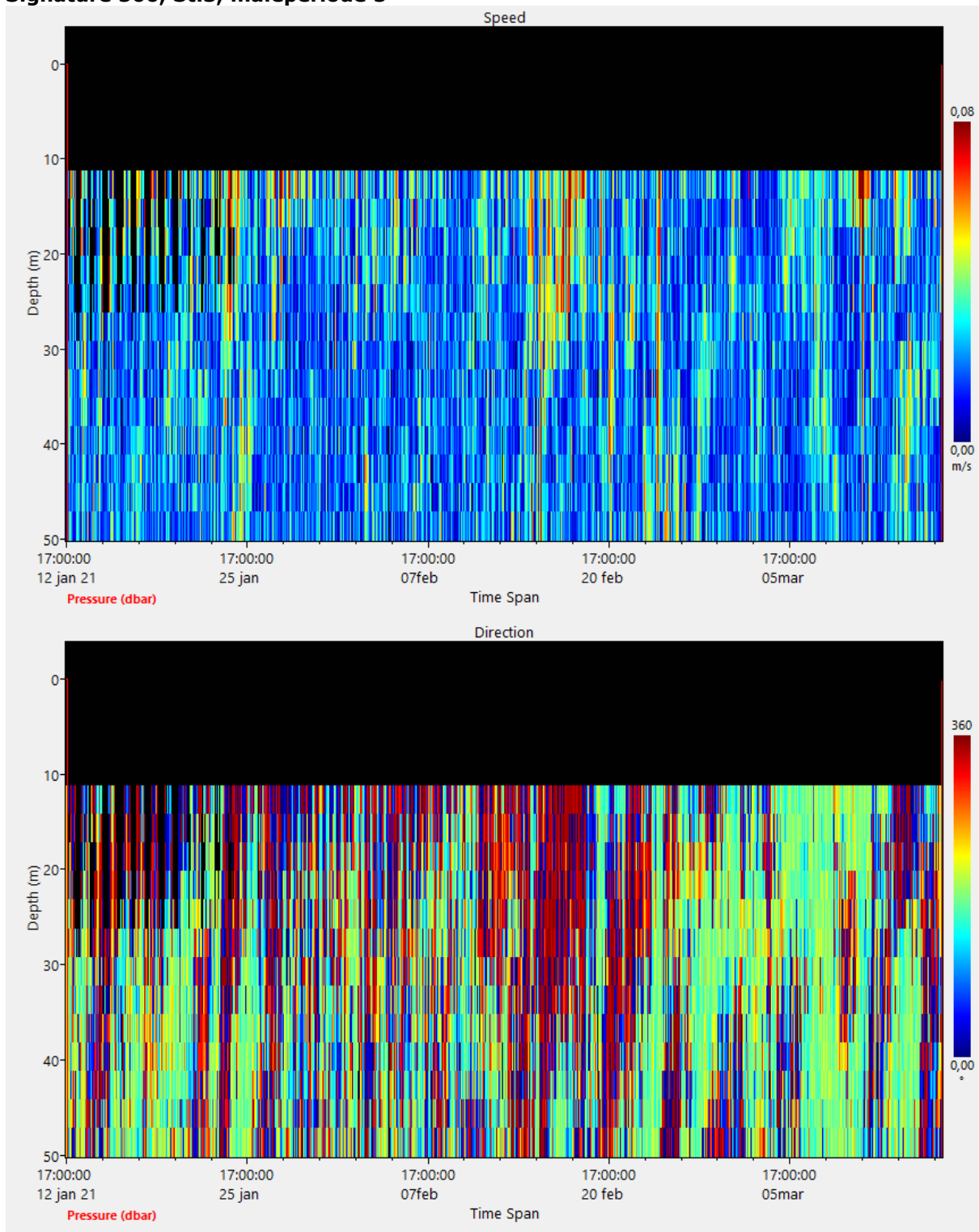
Signature 100, St.3, måleperiode 5



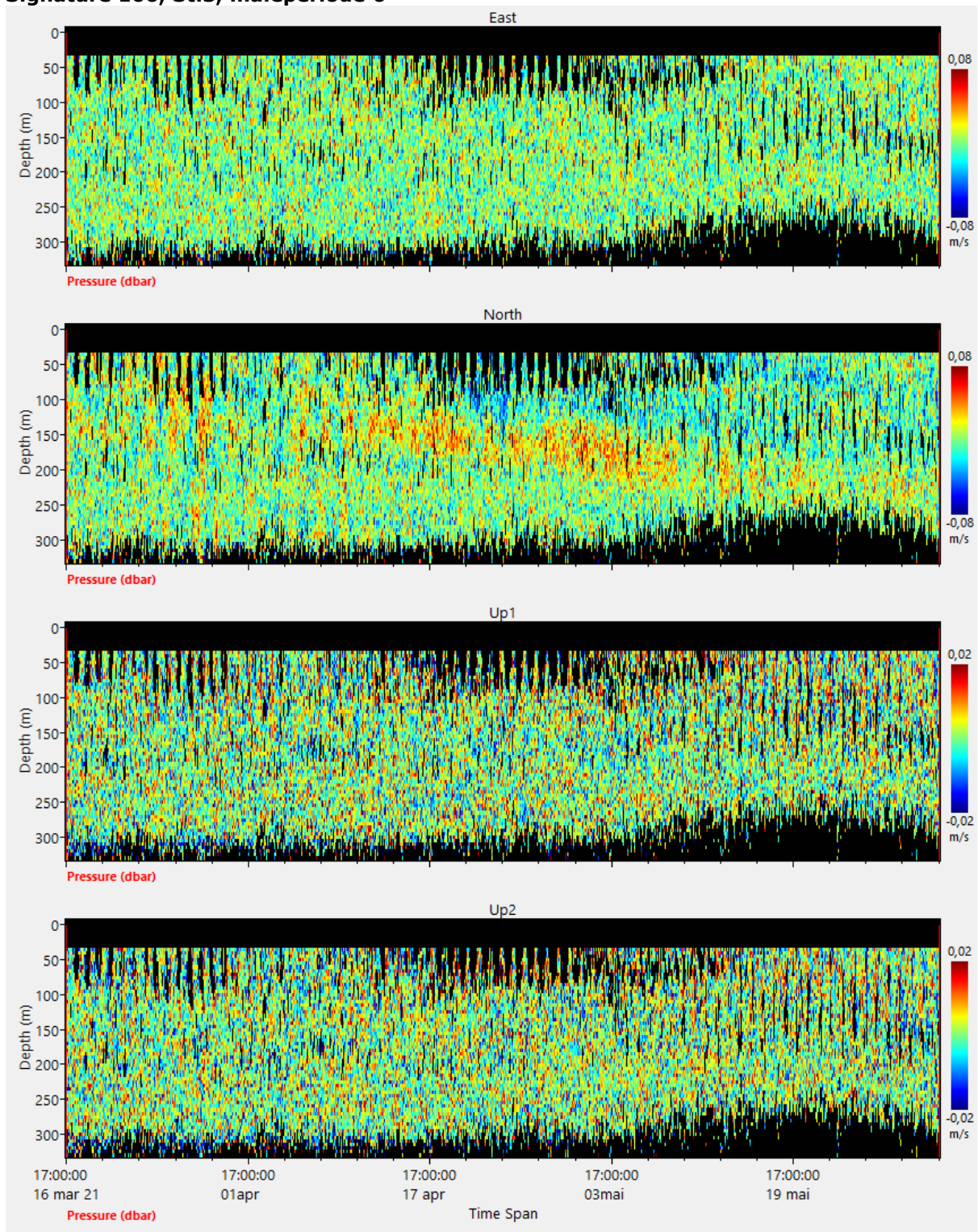
Signature 500, St.3, måleperiode 5



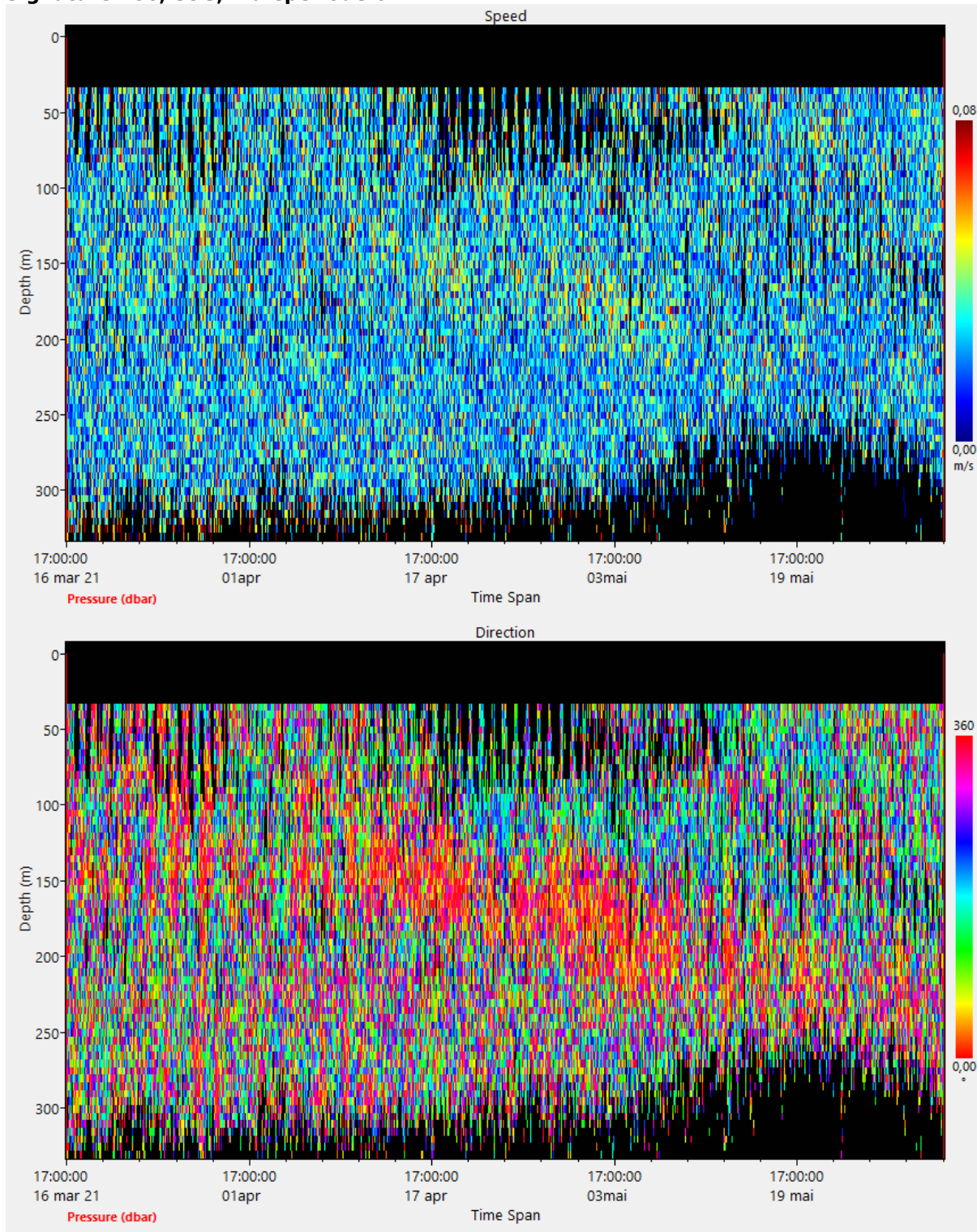
Signature 500, St.3, måleperiode 5



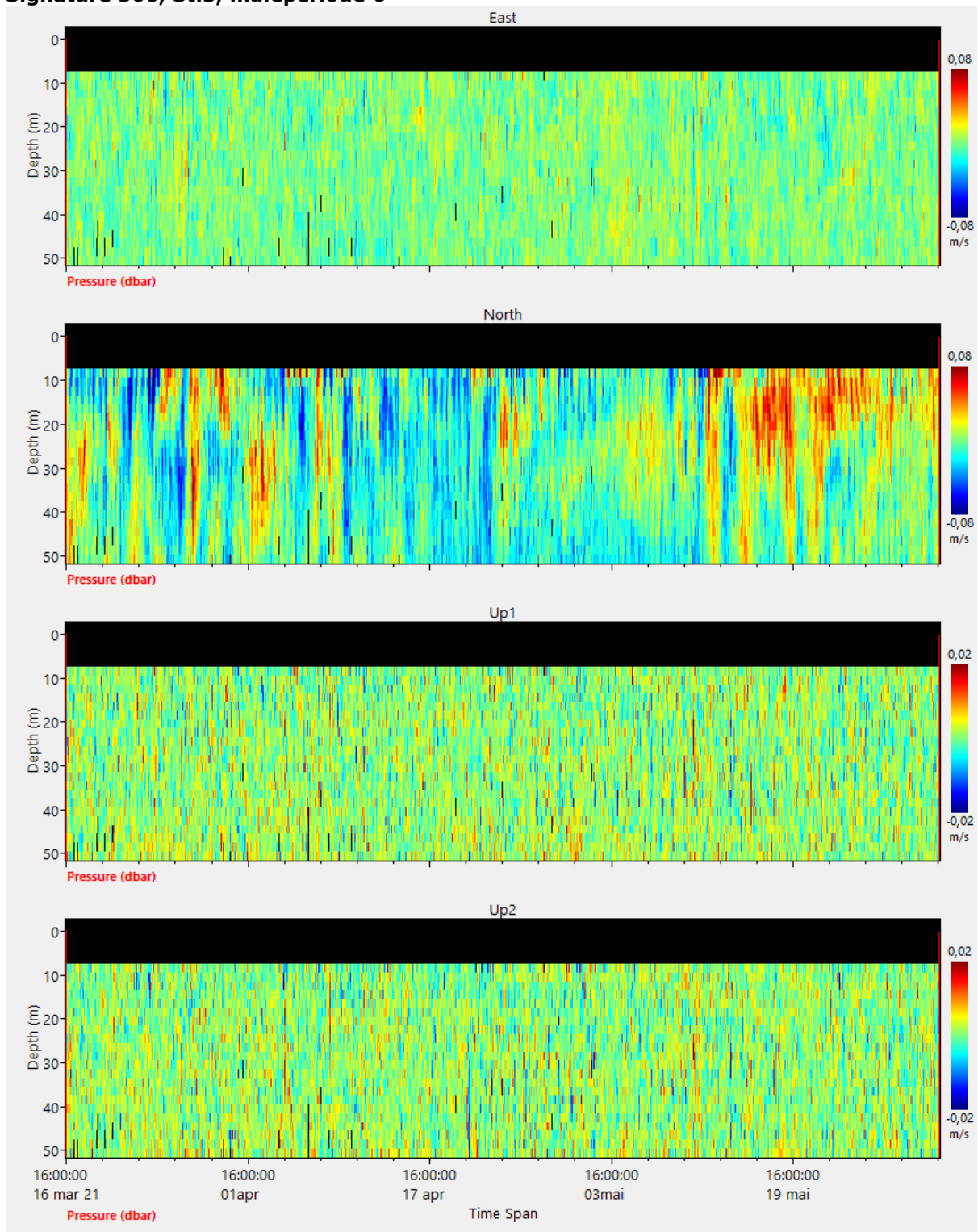
Signature 100, St.3, måleperiode 6



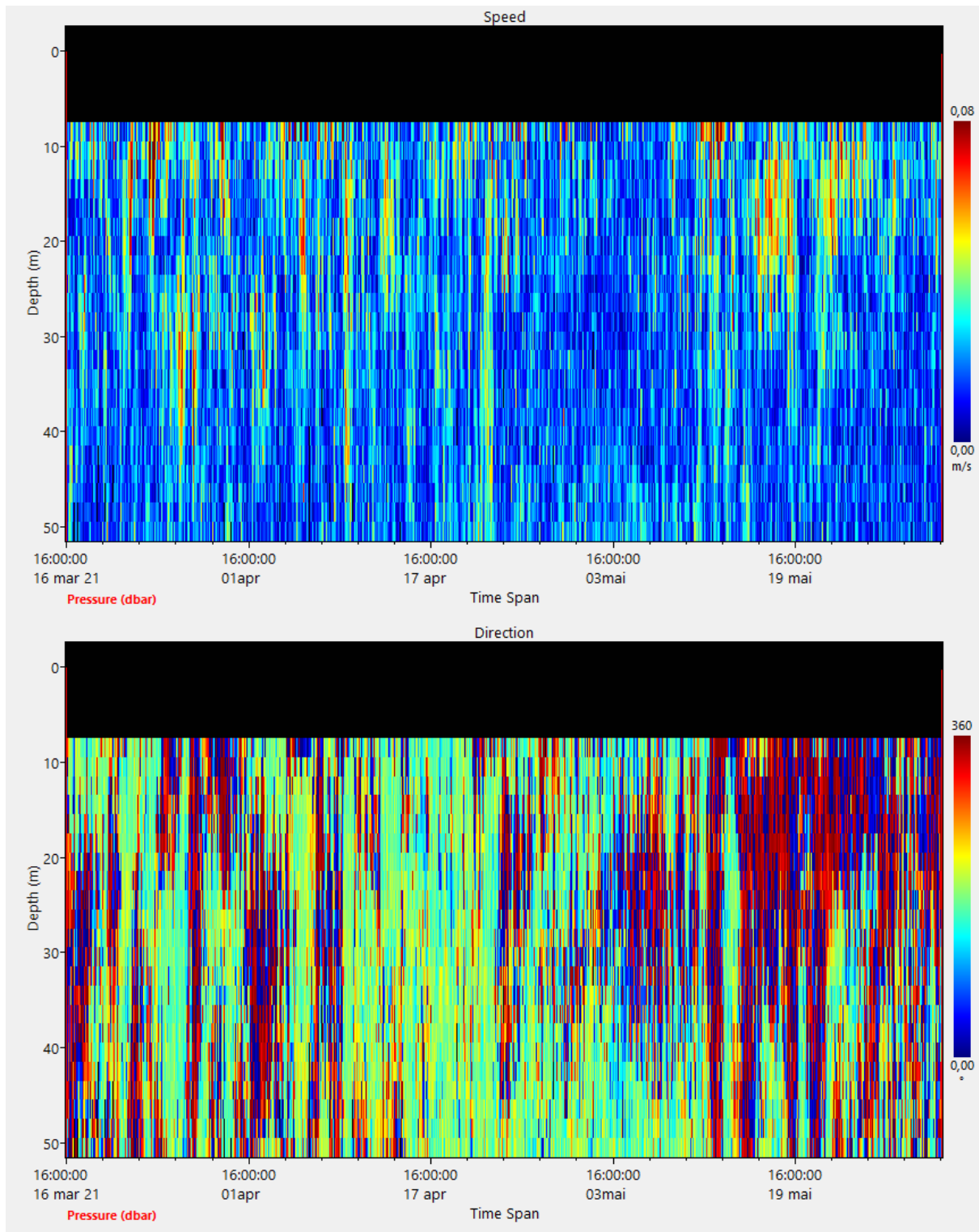
Signature 100, St.3, måleperiode 6



Signature 500, St.3, måleperiode 6



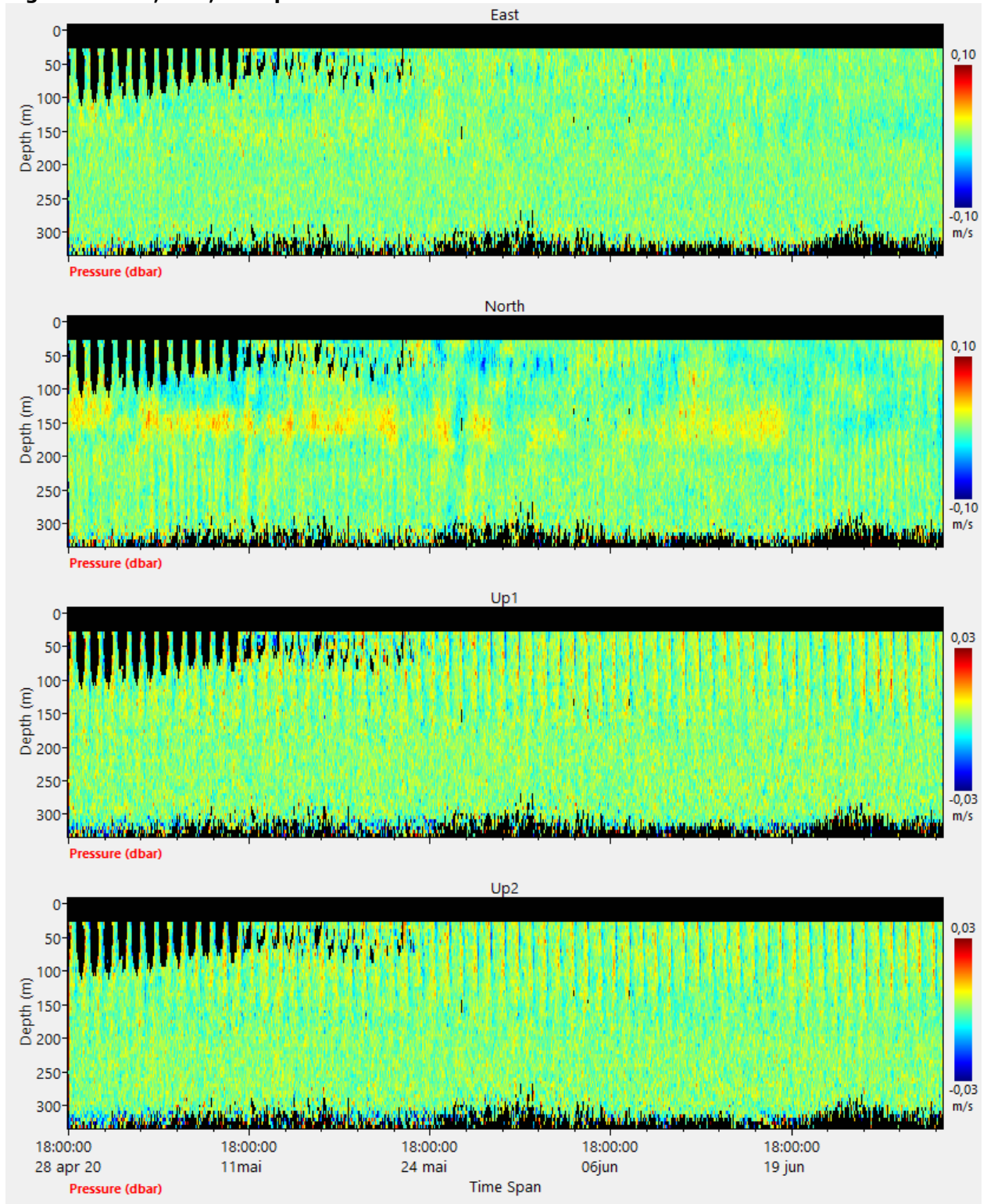
Signature 500, St.3, måleperiode 6



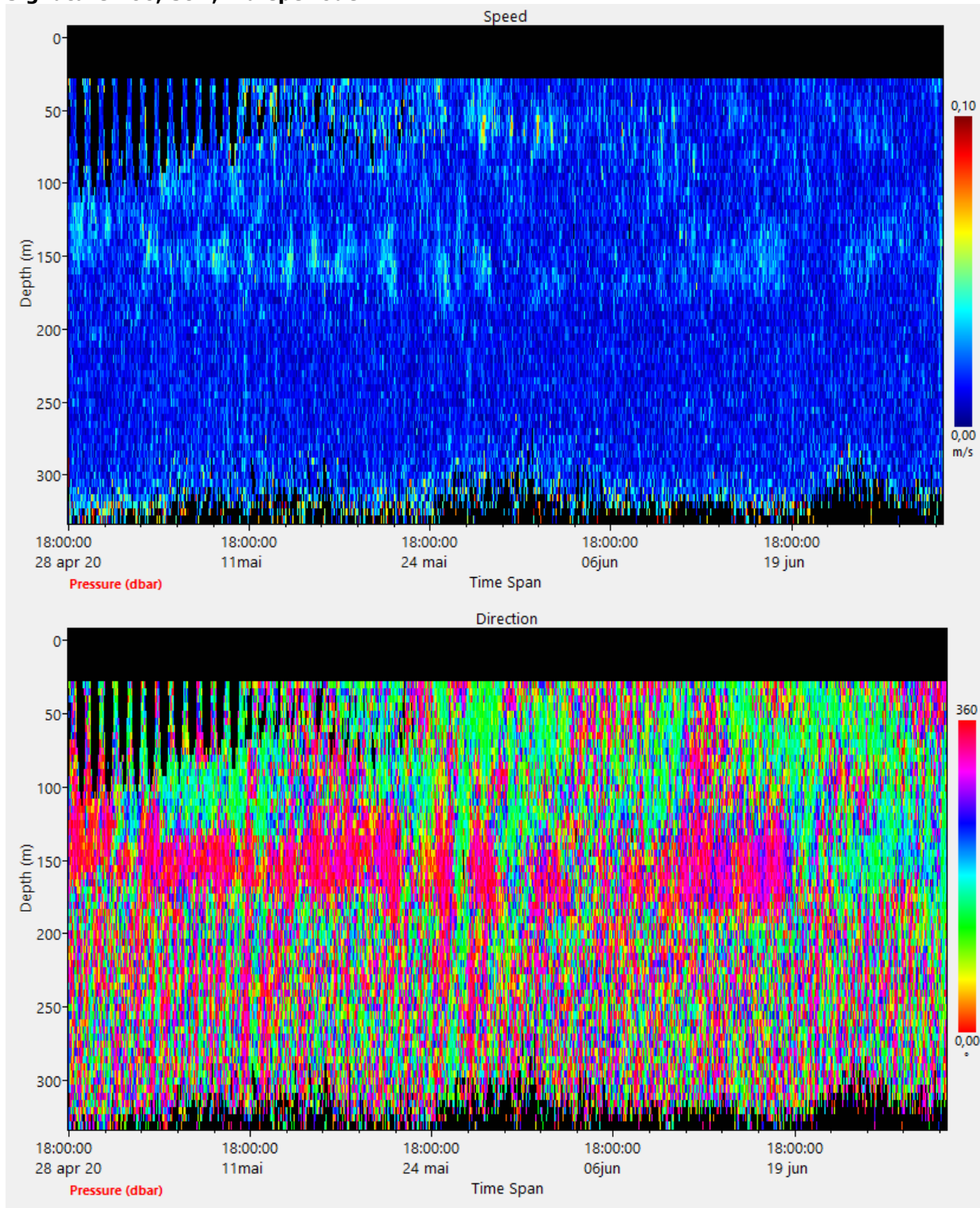


## **Vedlegg 4. St.4 Slåtteskallen**

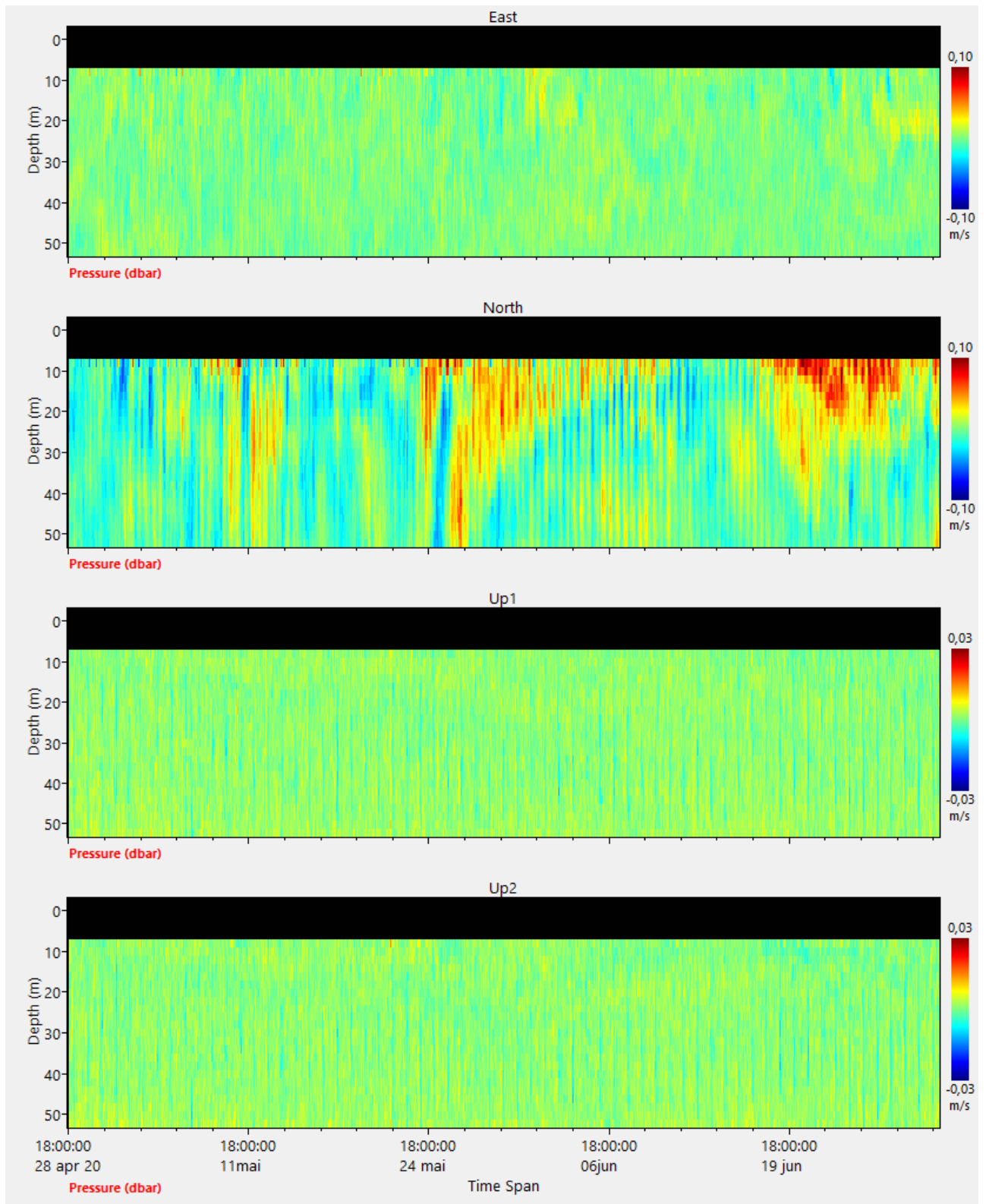
Signature 100, St.4, måleperiode 1



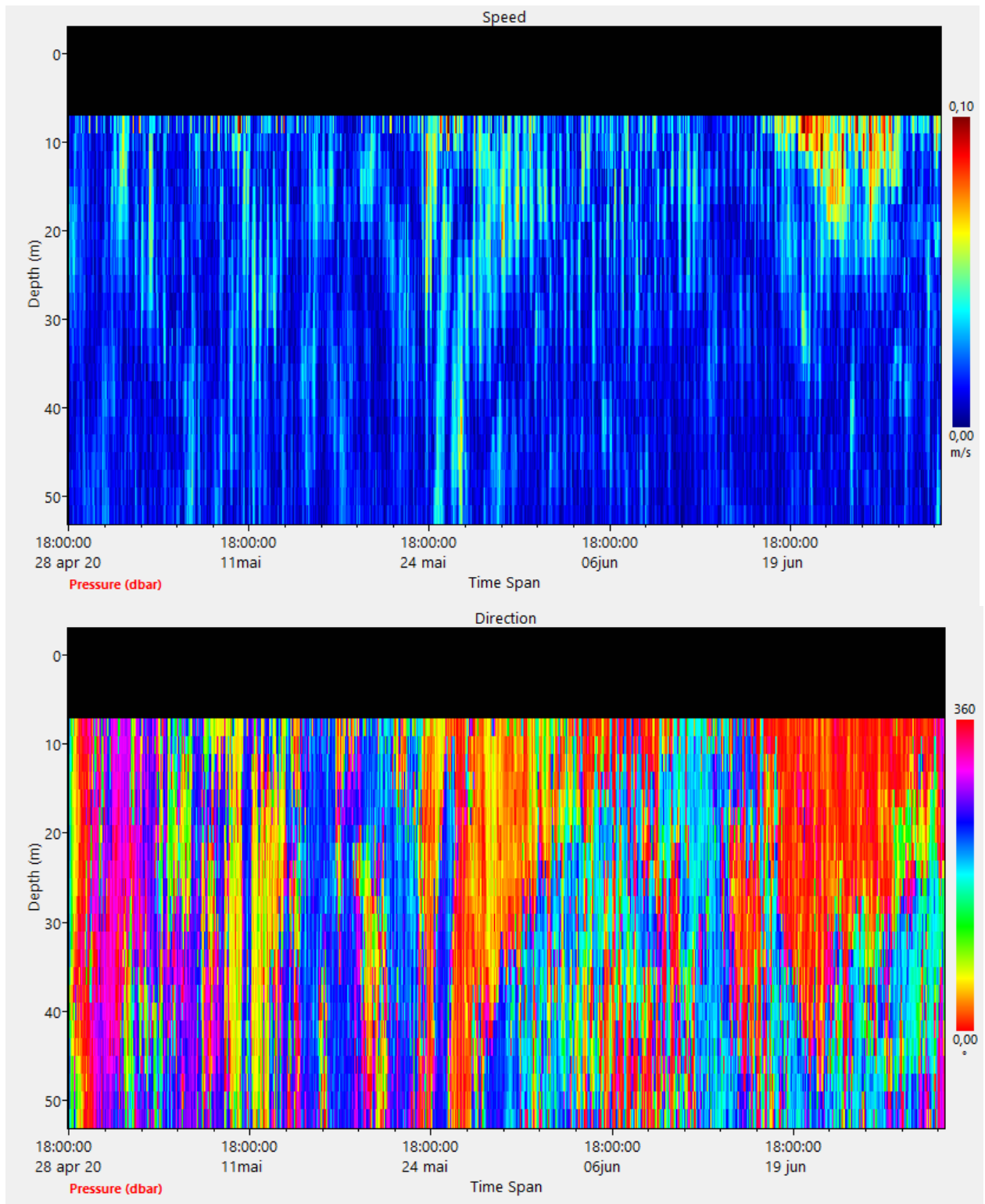
Signature 100, St.4, måleperiode 1



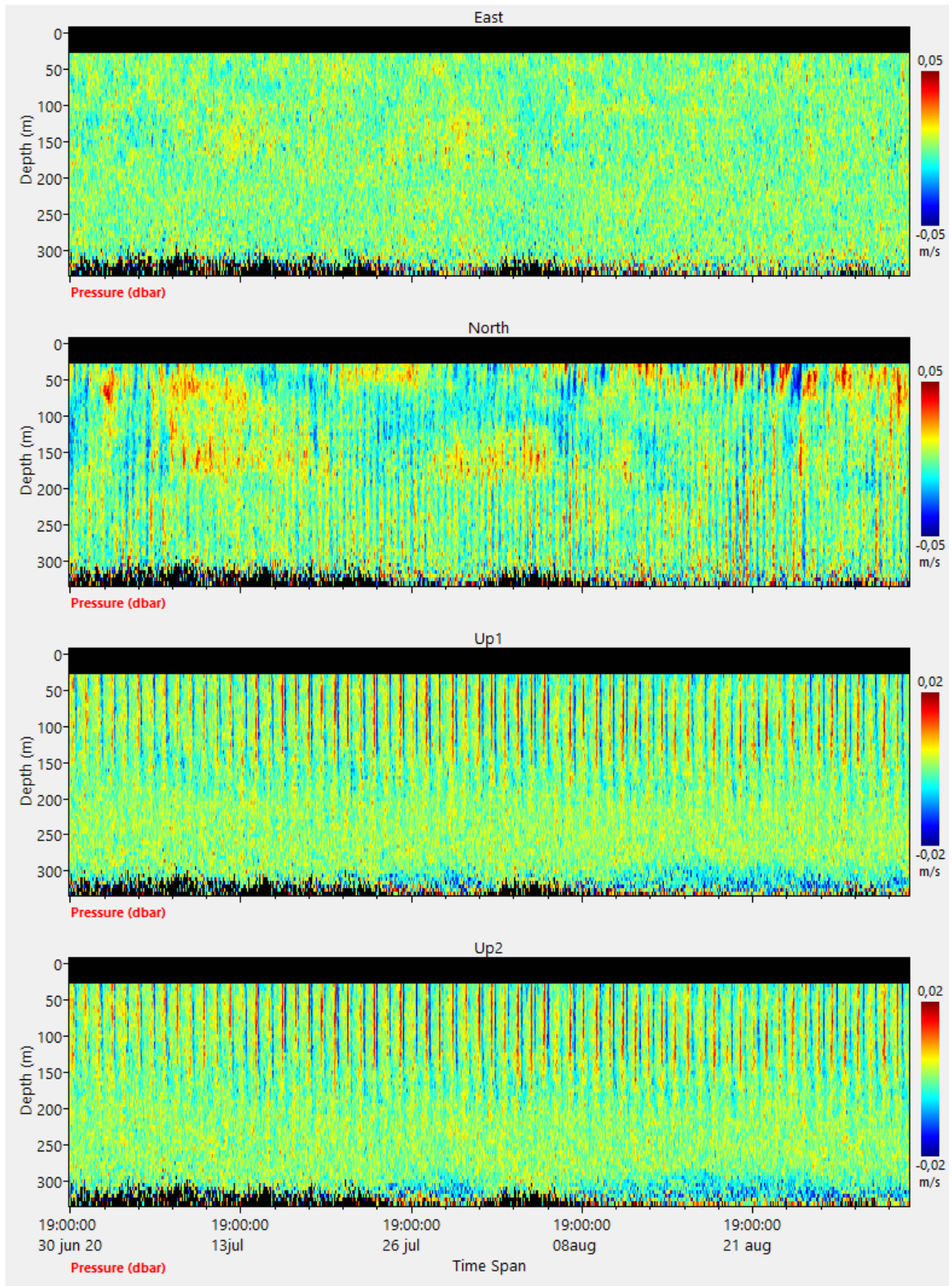
Signature 500, St.4, måleperiode 1



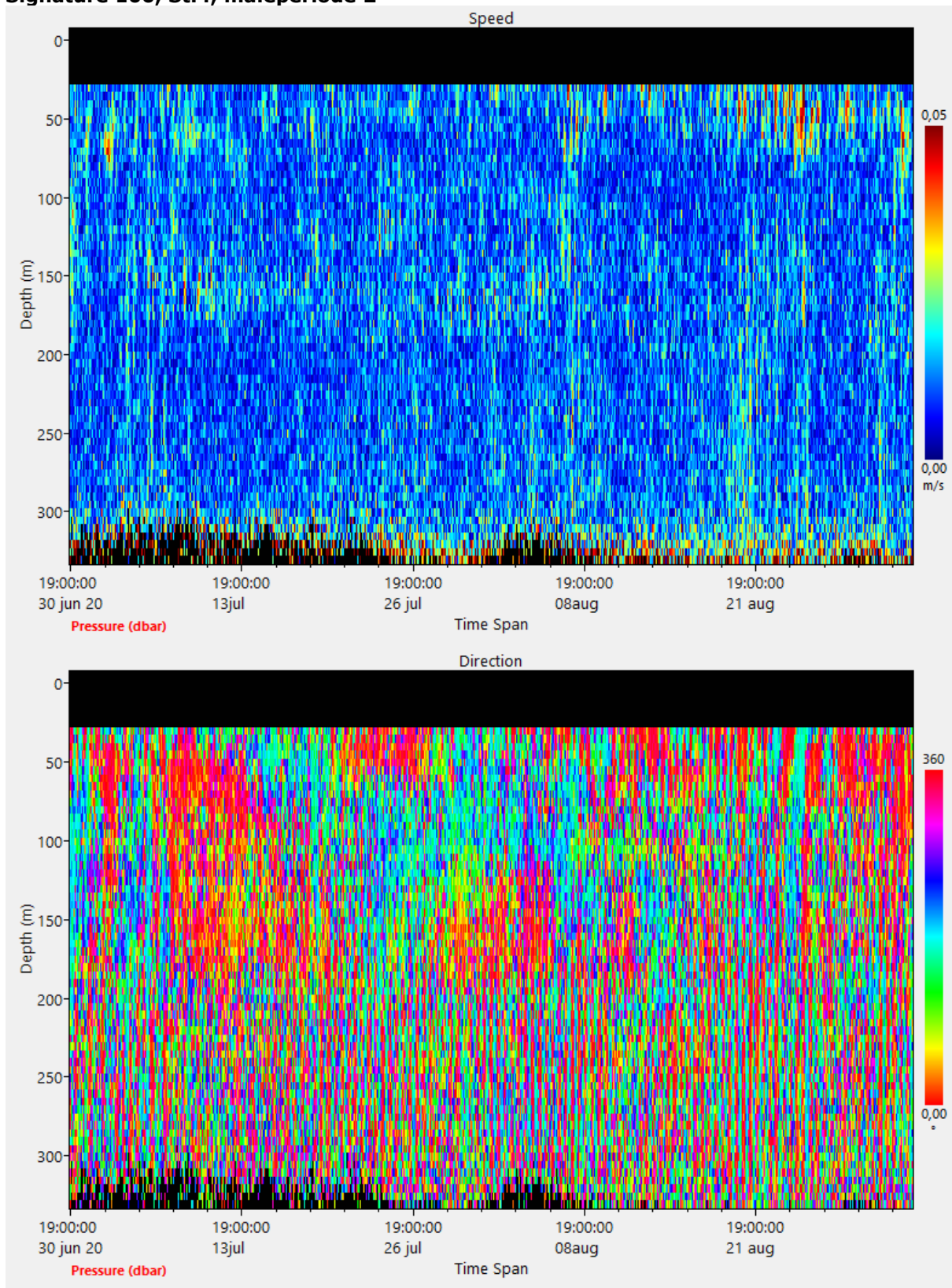
Signature 500, St.4, måleperiode 1



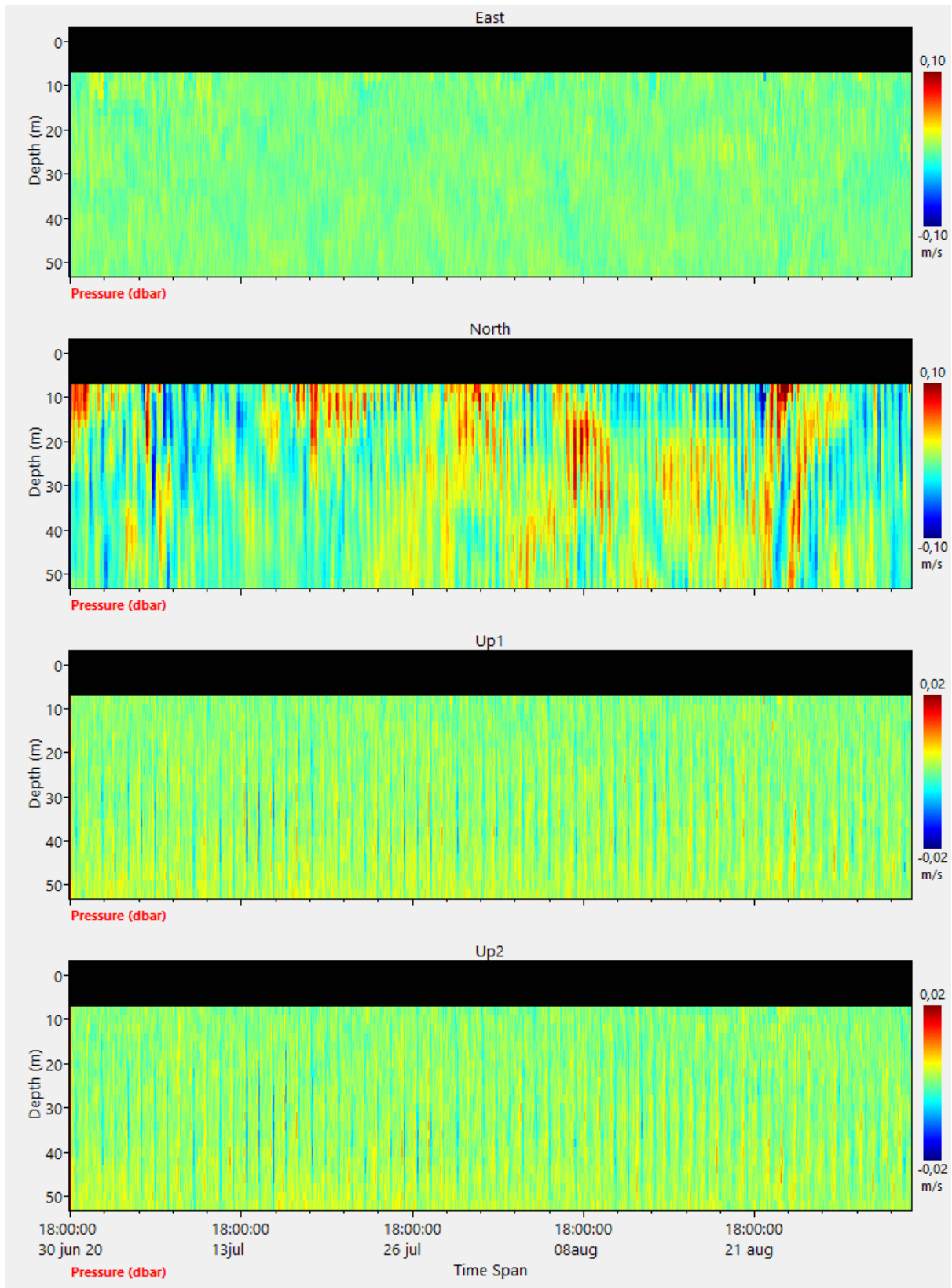
Signature 100, St.4, måleperiode 2



Signature 100, St.4, måleperiode 2

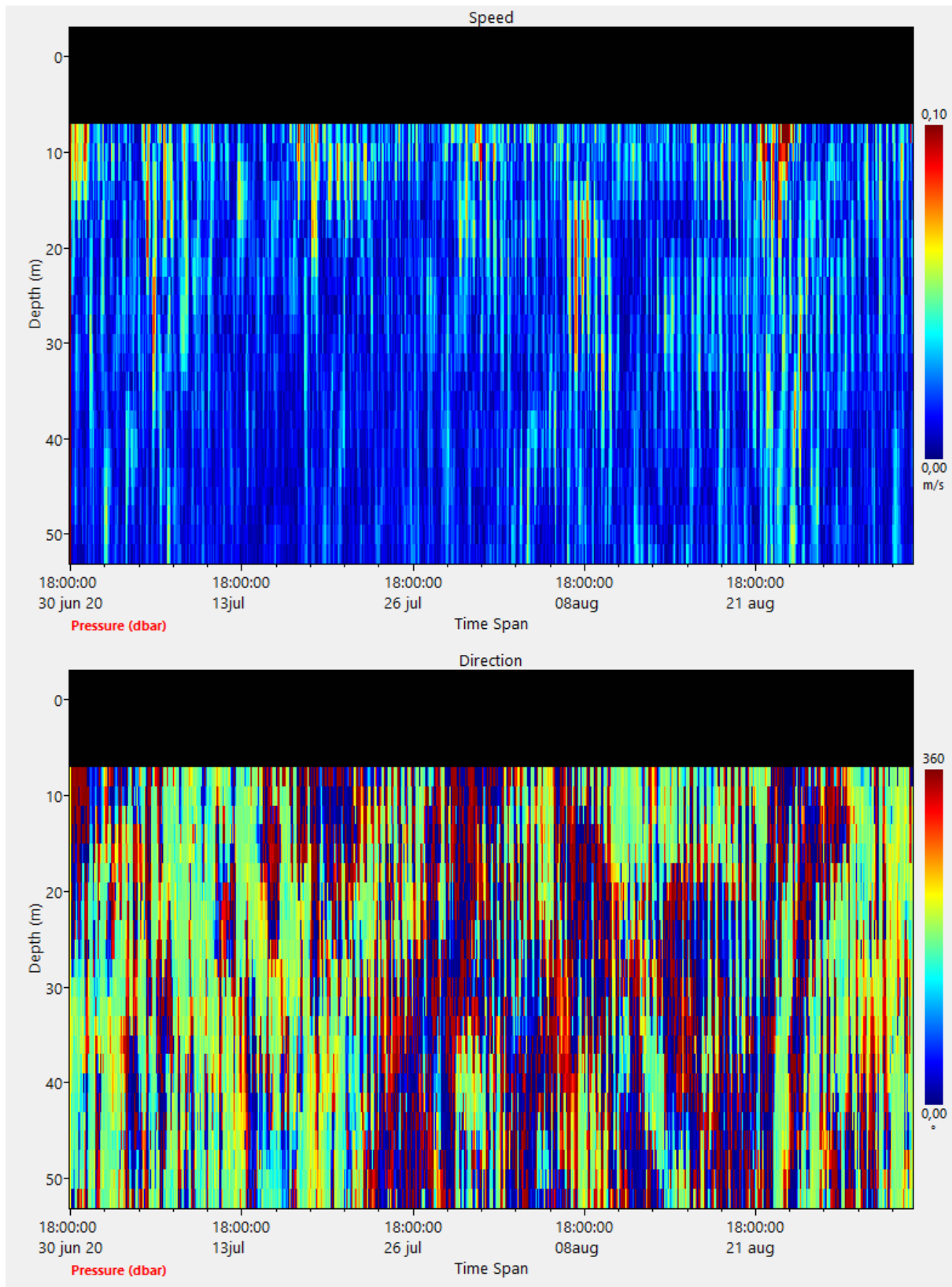


Signature 500, St.4, måleperiode 2





Signature 500, St.4, måleperiode 2



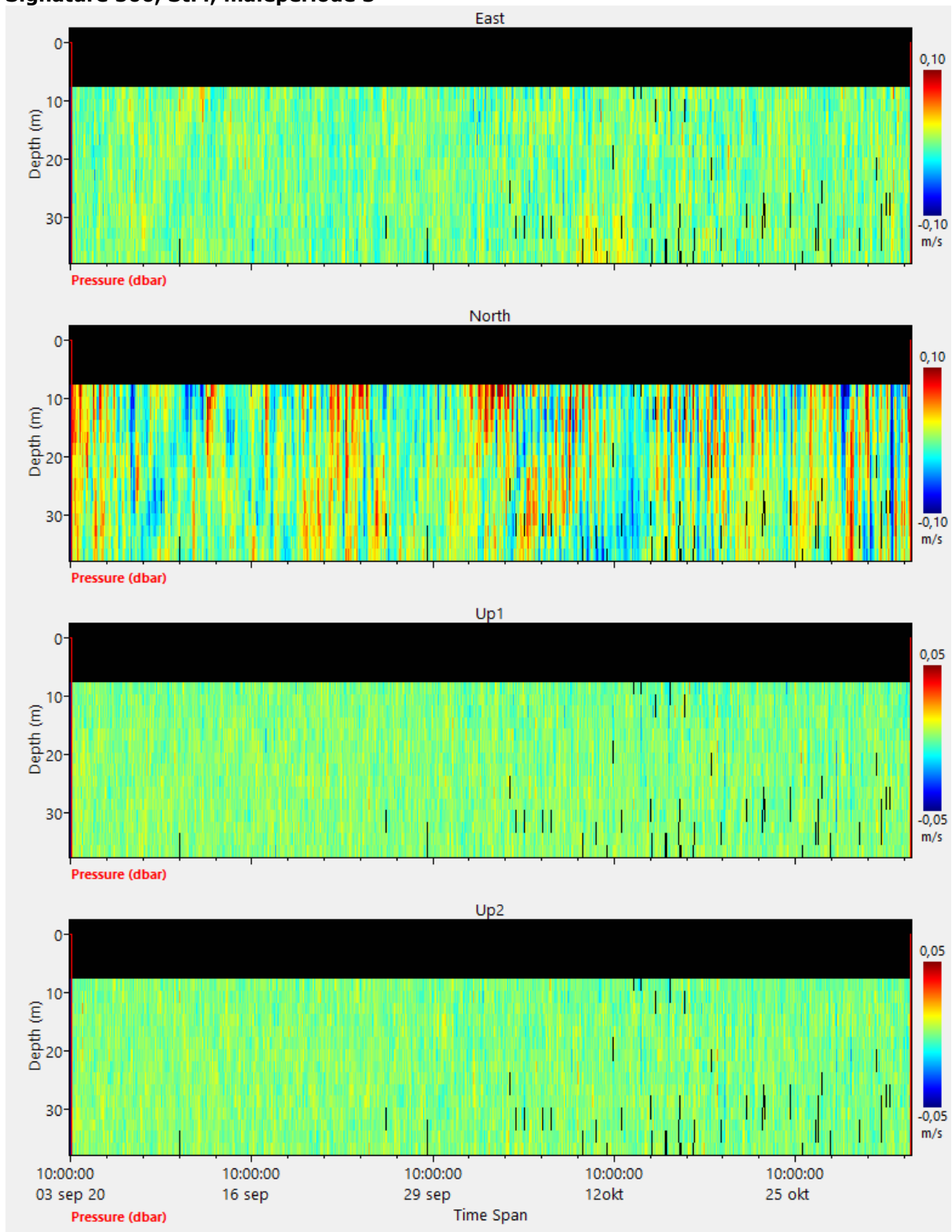
**Signature 100, St.4, måleperiode 3**

Ikke målt, Signatur 100 i reparasjon

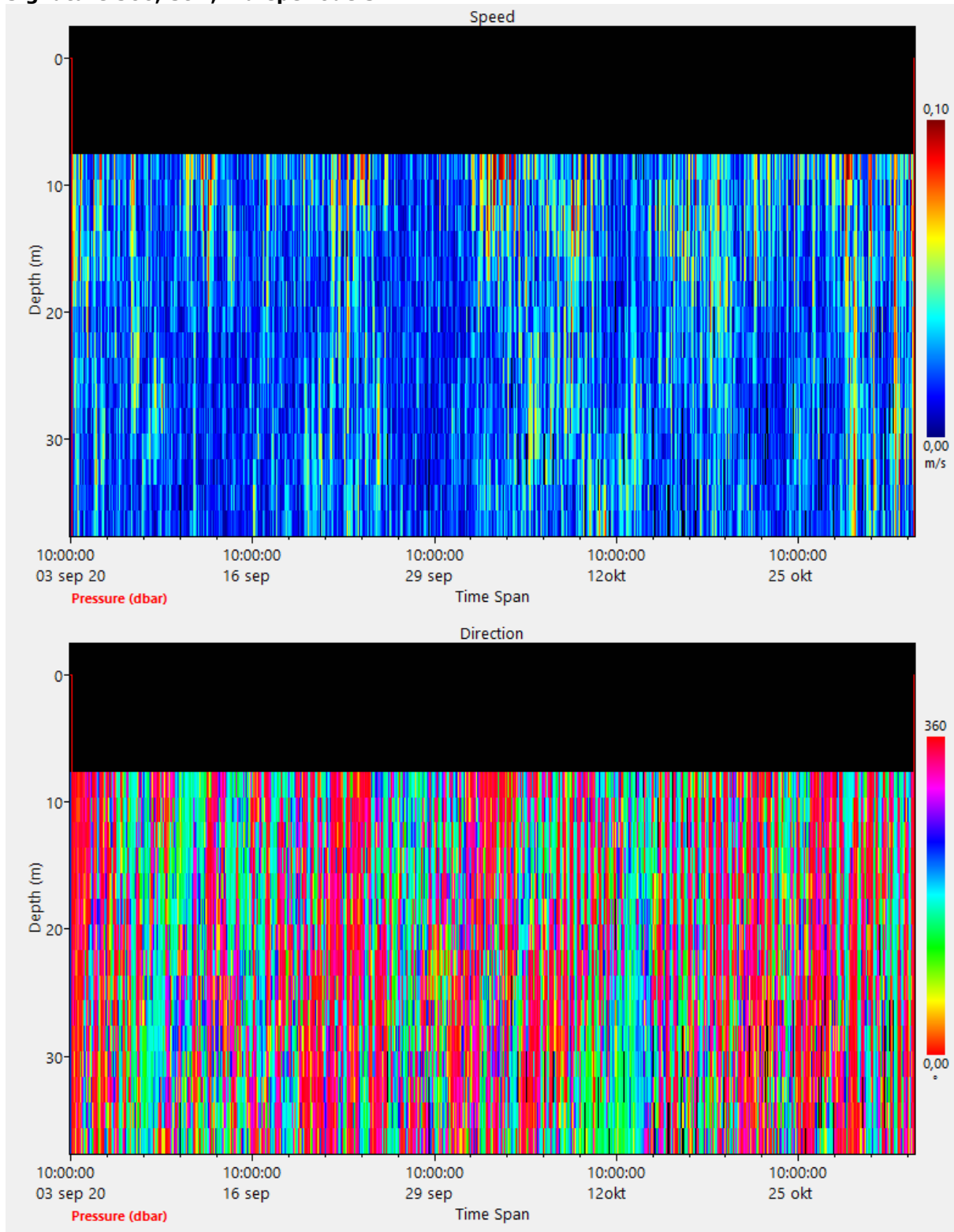
**Signature 100, St.4, måleperiode 3**

Ikke målt, Signatur 100 i reparasjon

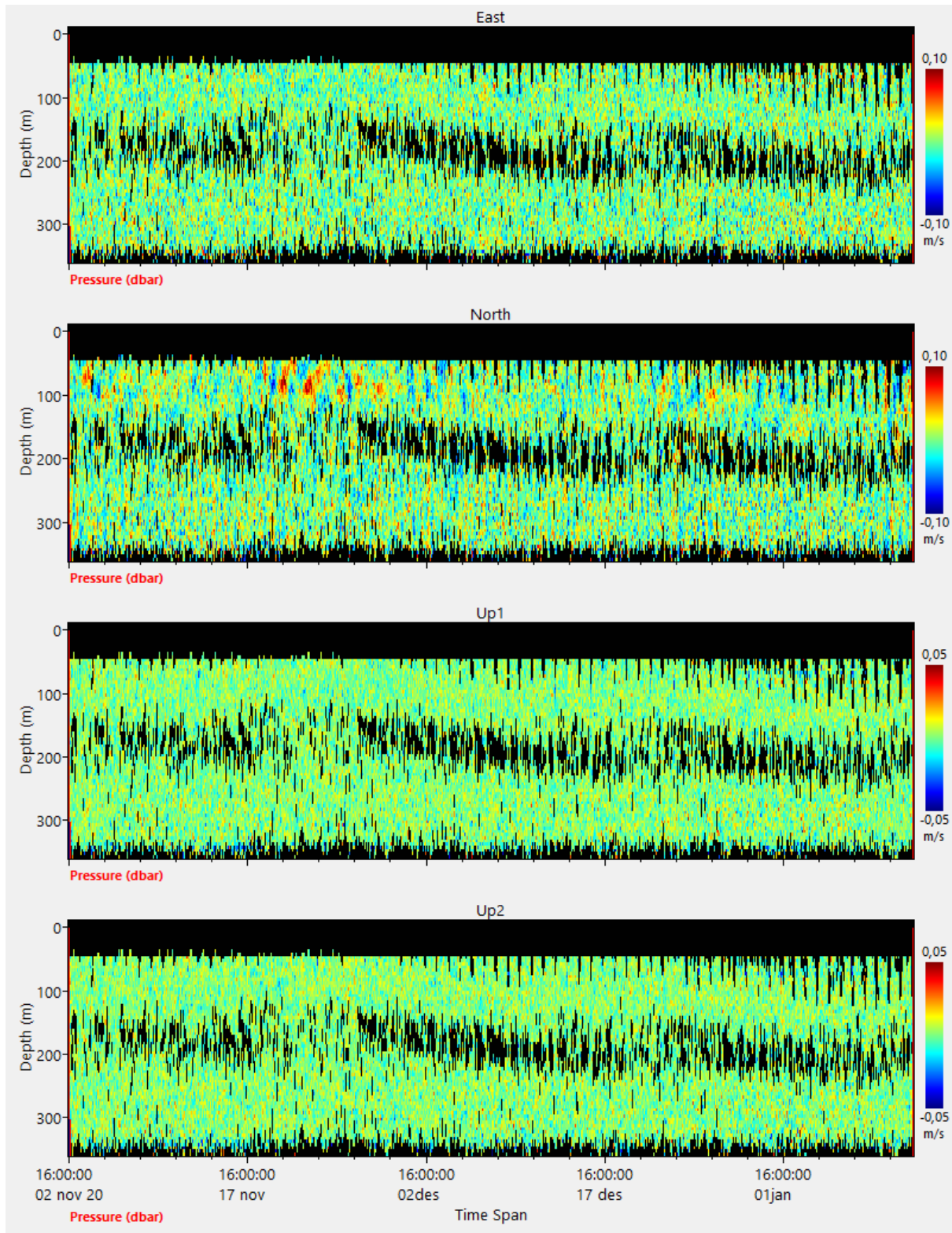
Signature 500, St.4, måleperiode 3



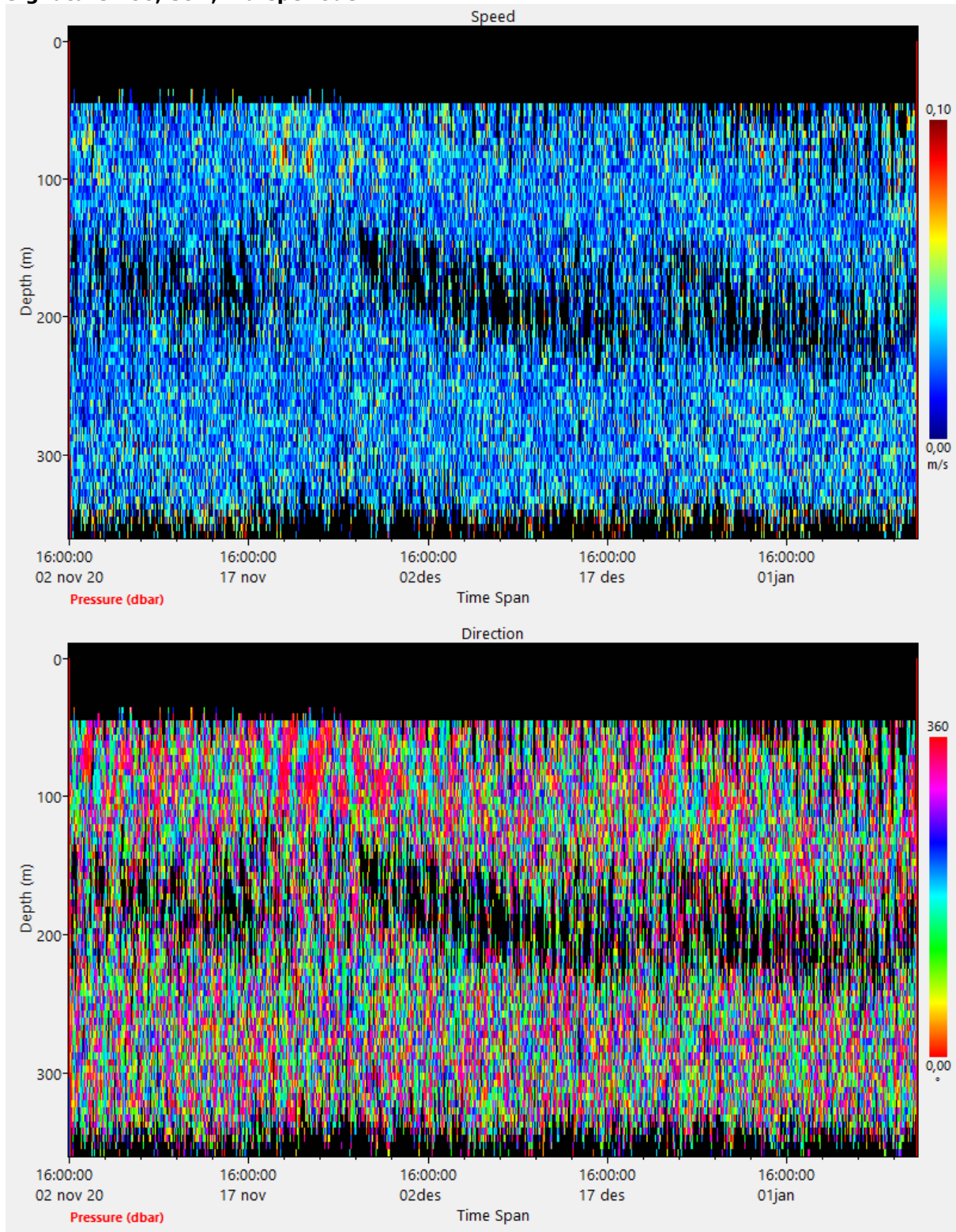
Signature 500, St.4, måleperiode 3



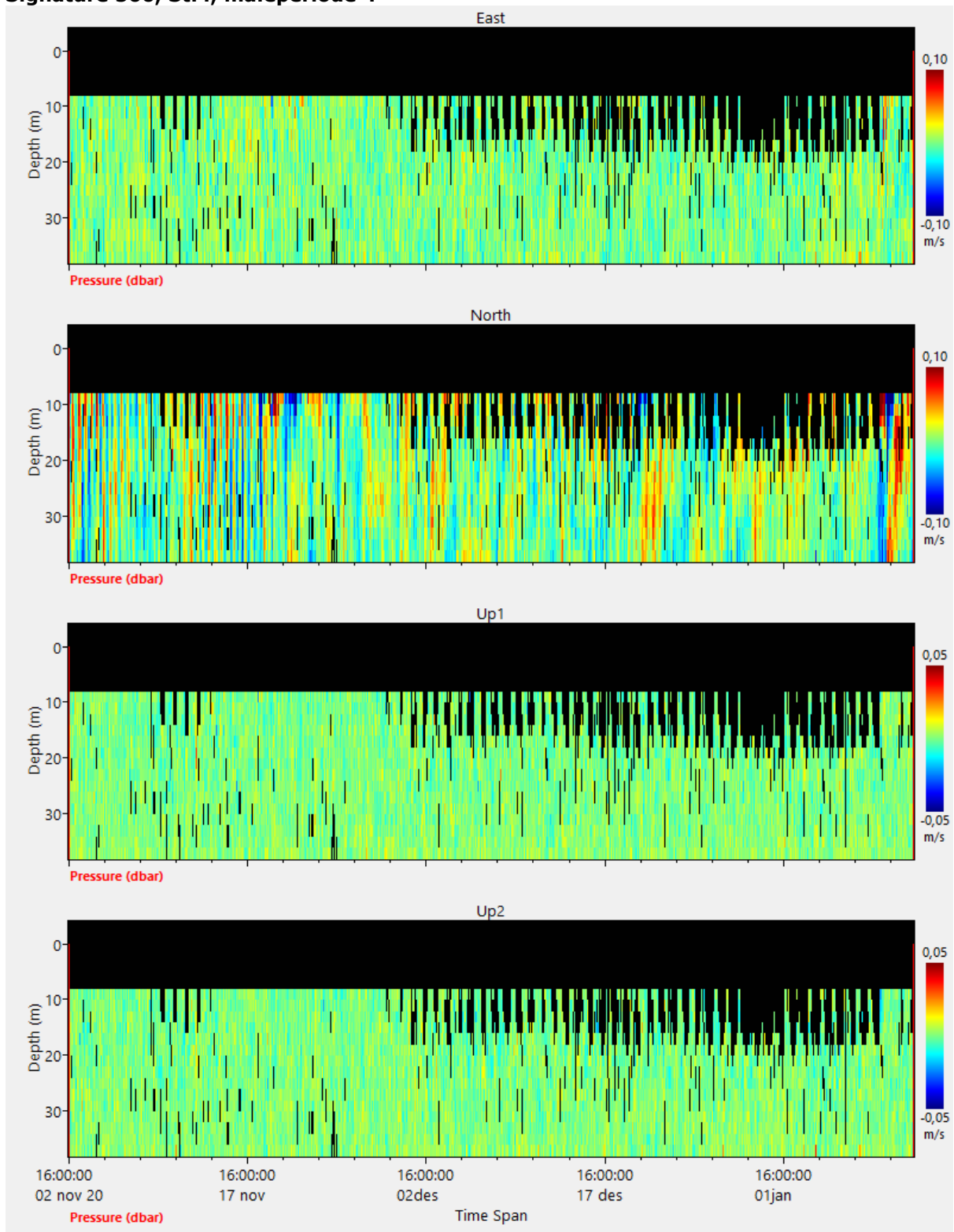
Signature 100, St.4, måleperiode 4



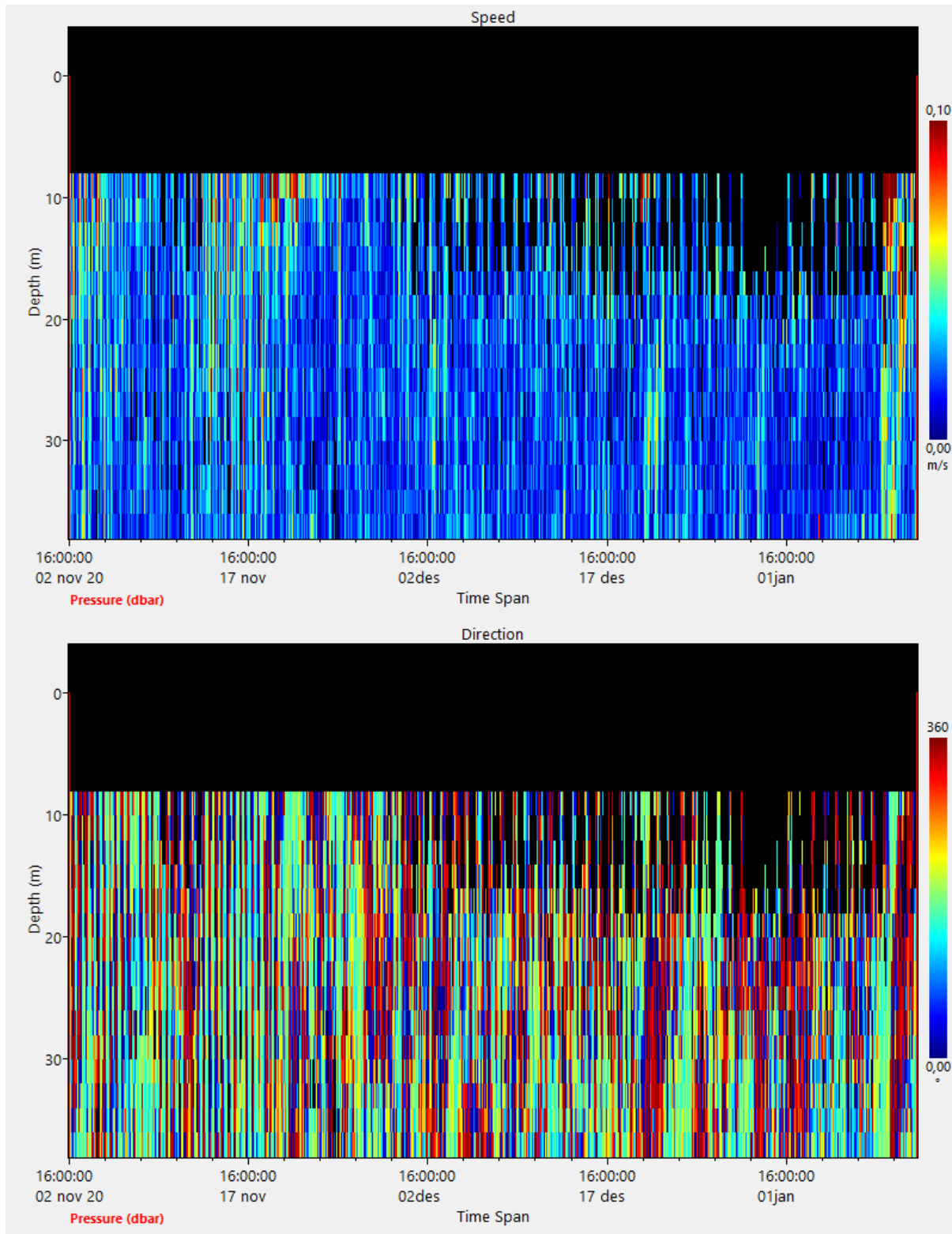
Signature 100, St.4, måleperiode 4



Signature 500, St.4, måleperiode 4

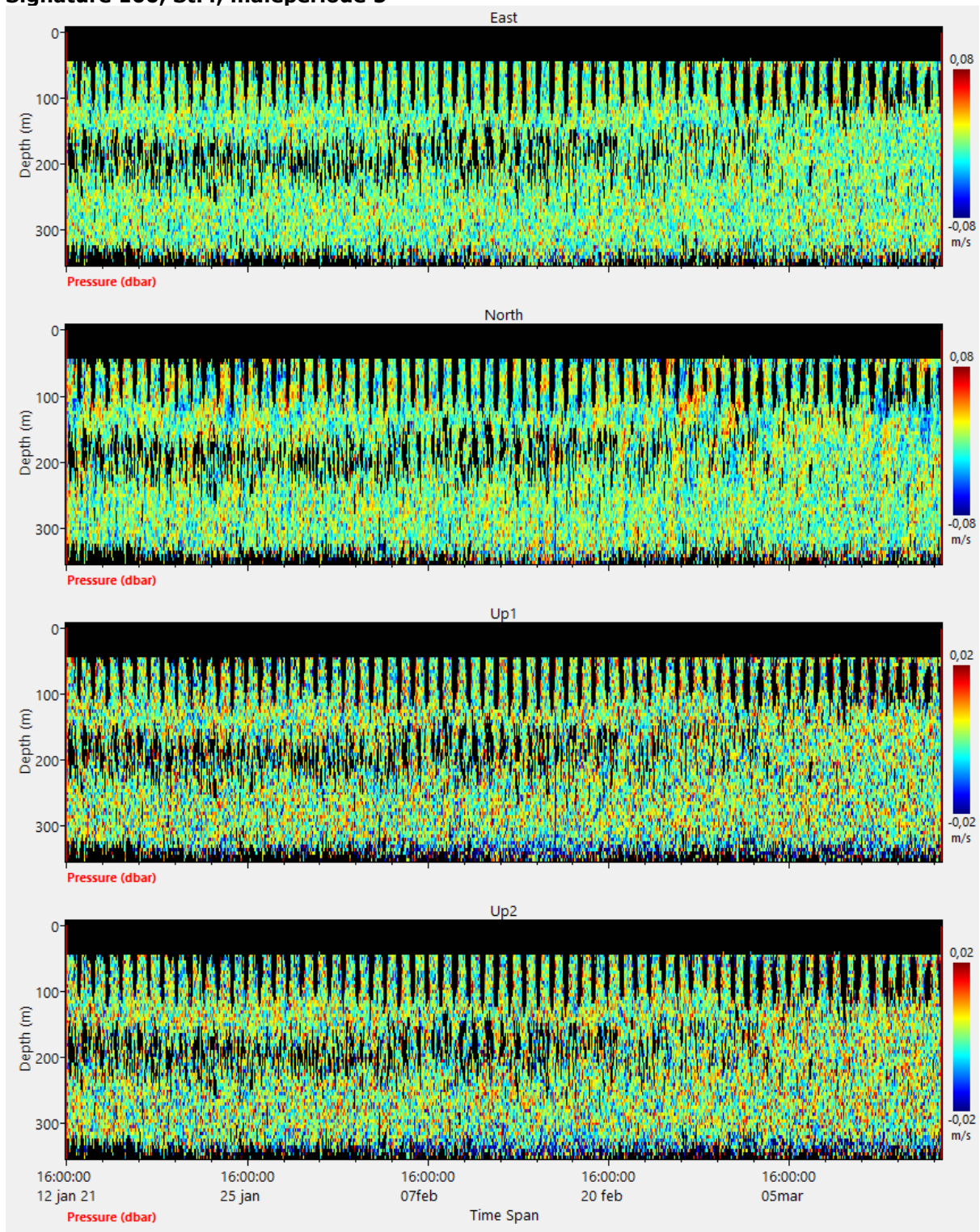


Signature 500, St.4, måleperiode 4

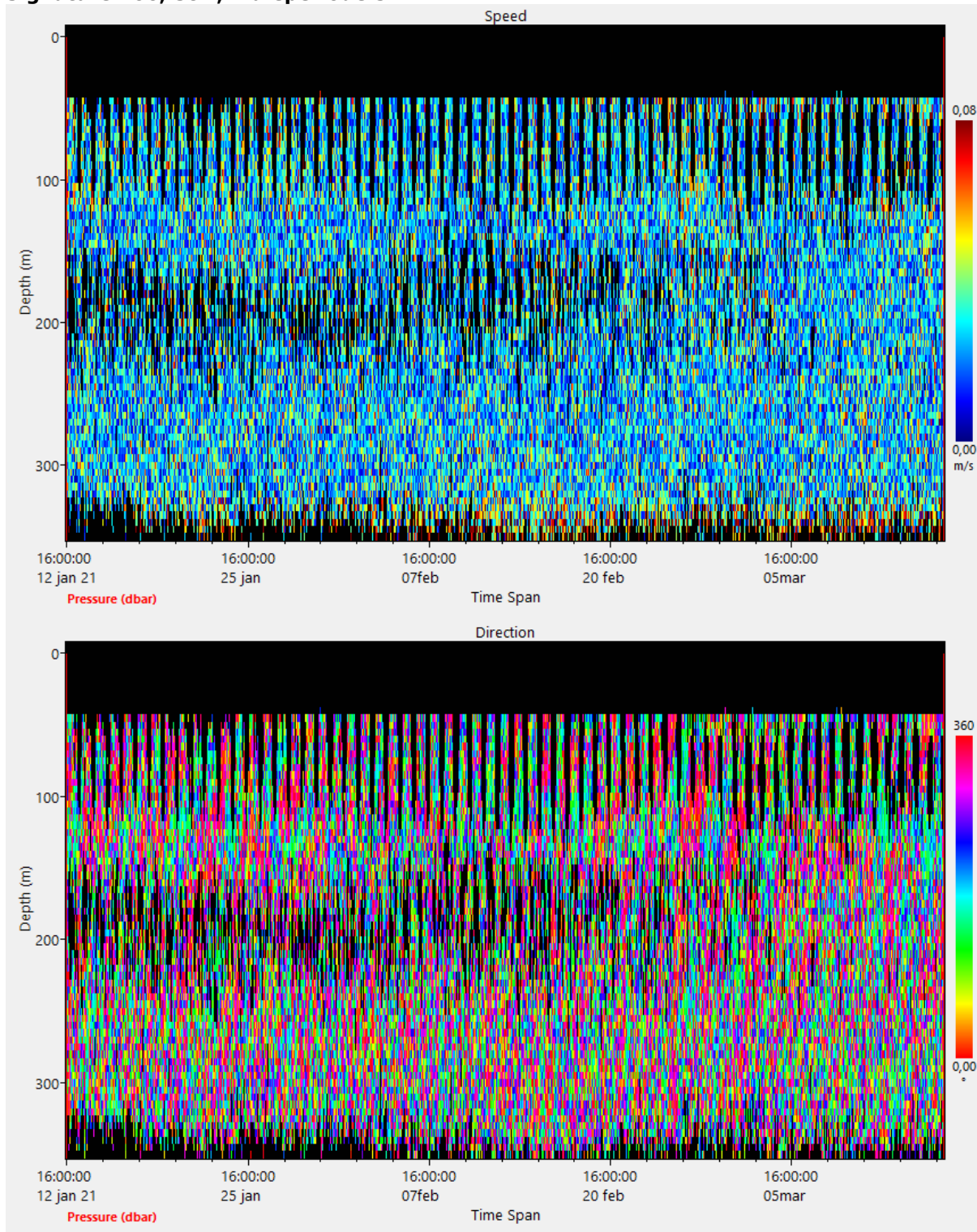




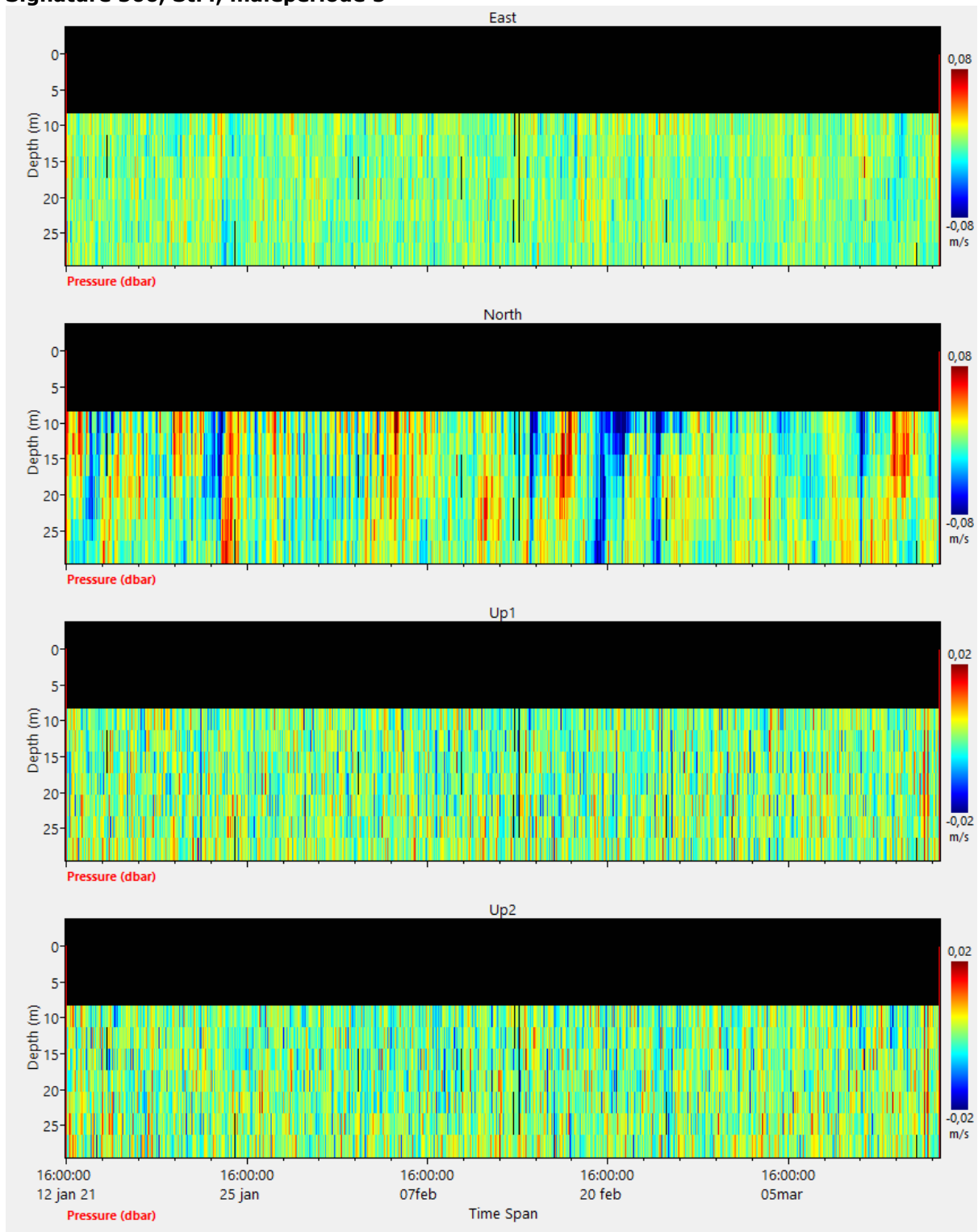
Signature 100, St.4, måleperiode 5



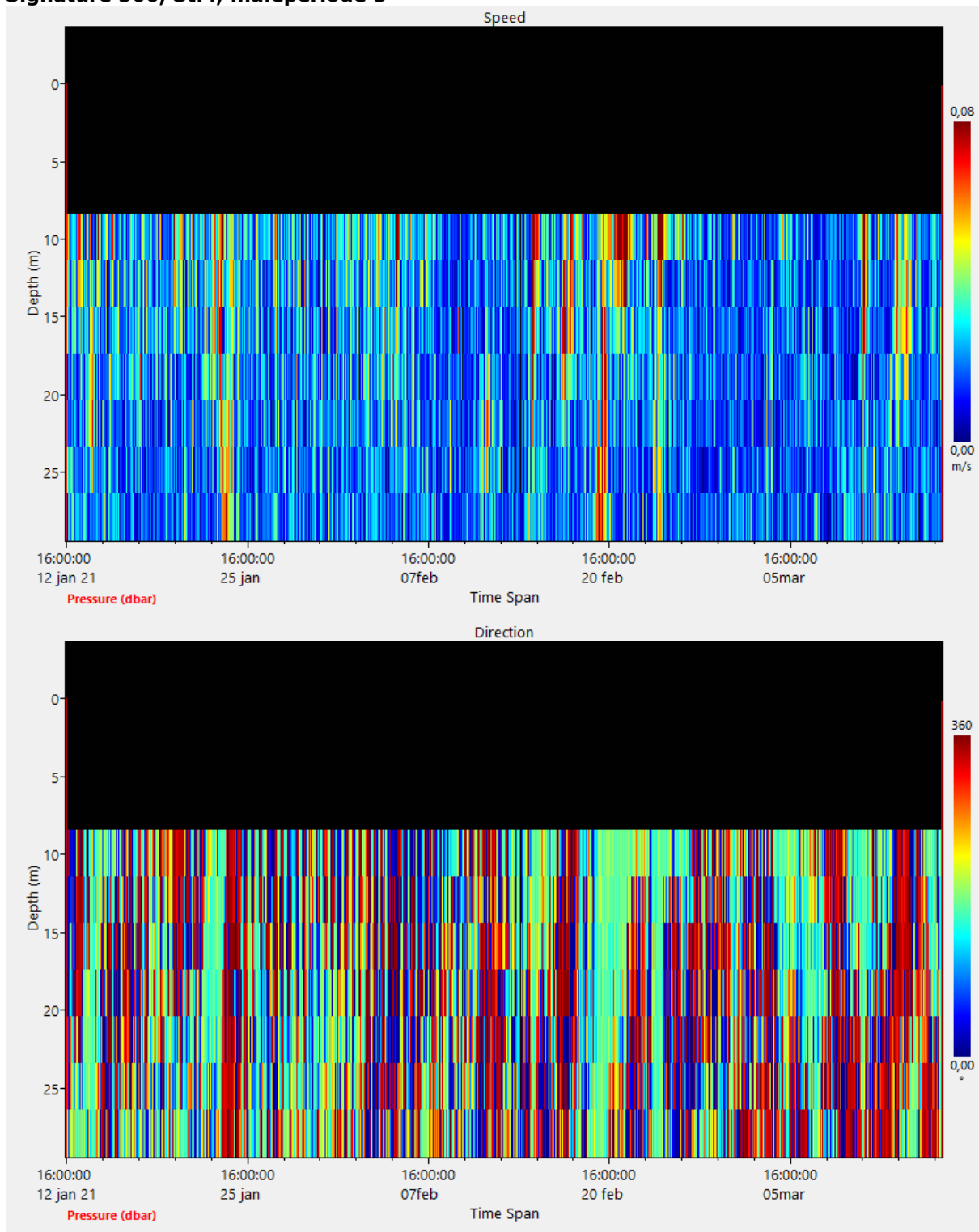
Signature 100, St.4, måleperiode 5



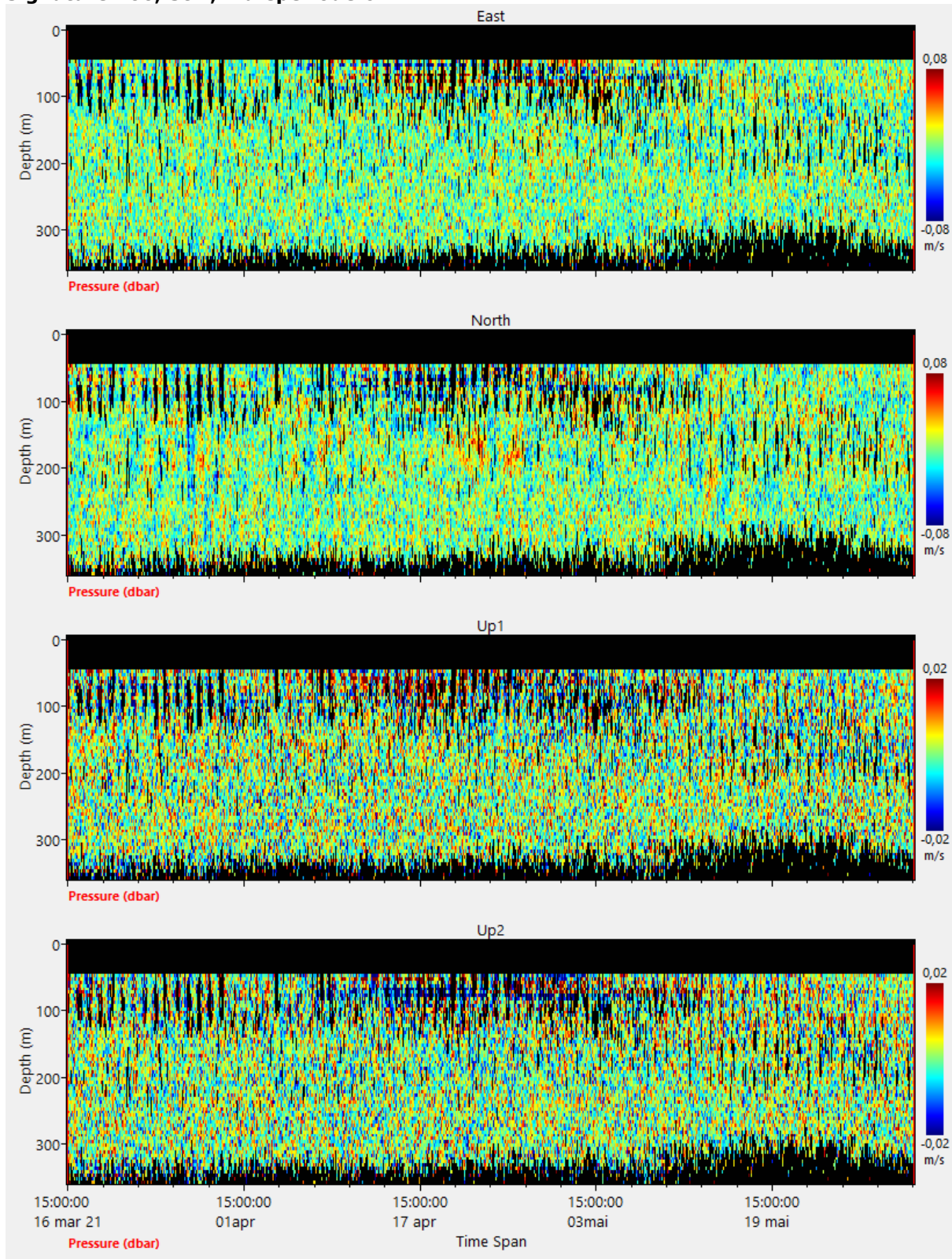
Signature 500, St.4, måleperiode 5



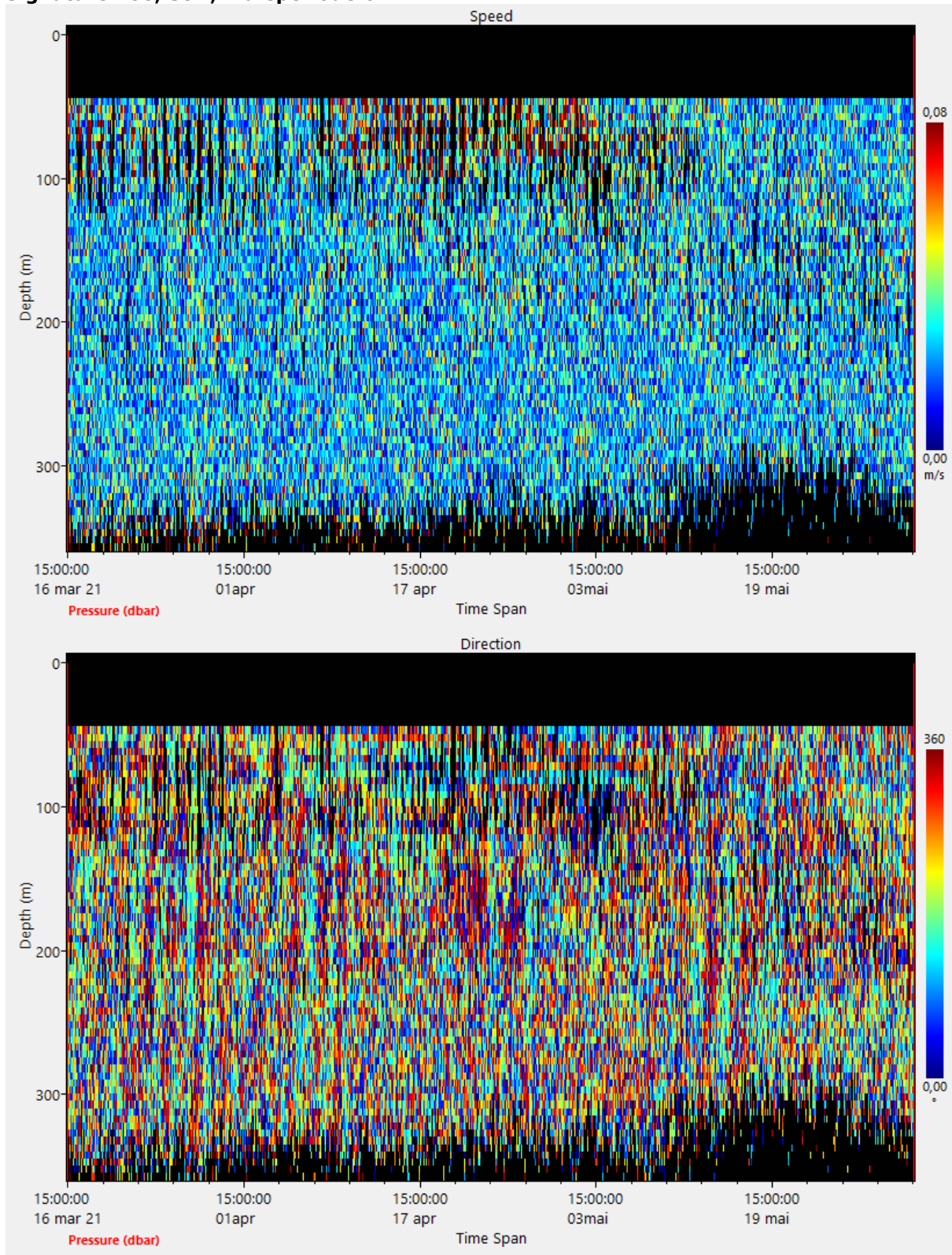
Signature 500, St.4, måleperiode 5



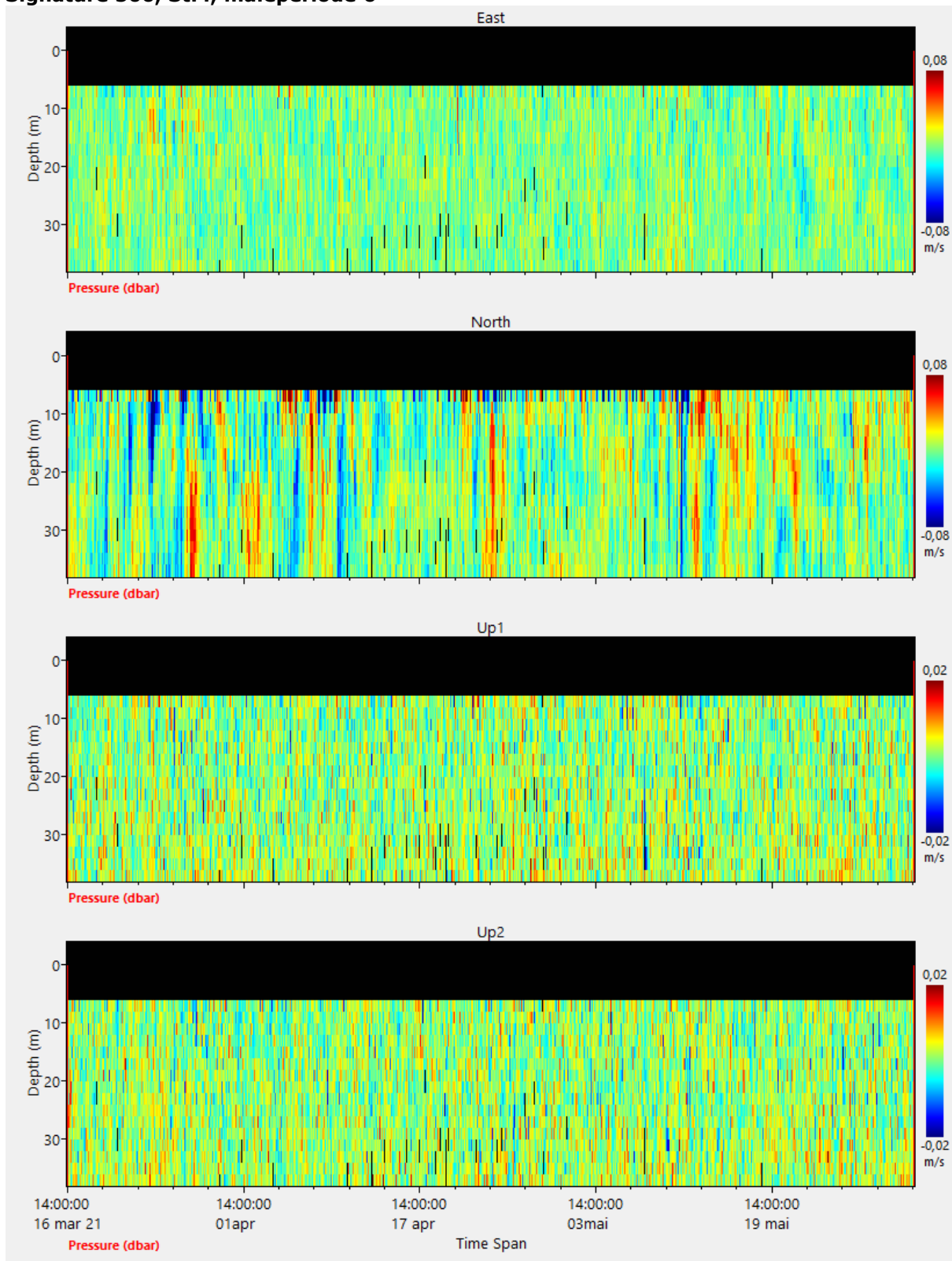
Signature 100, St.4, måleperiode 6



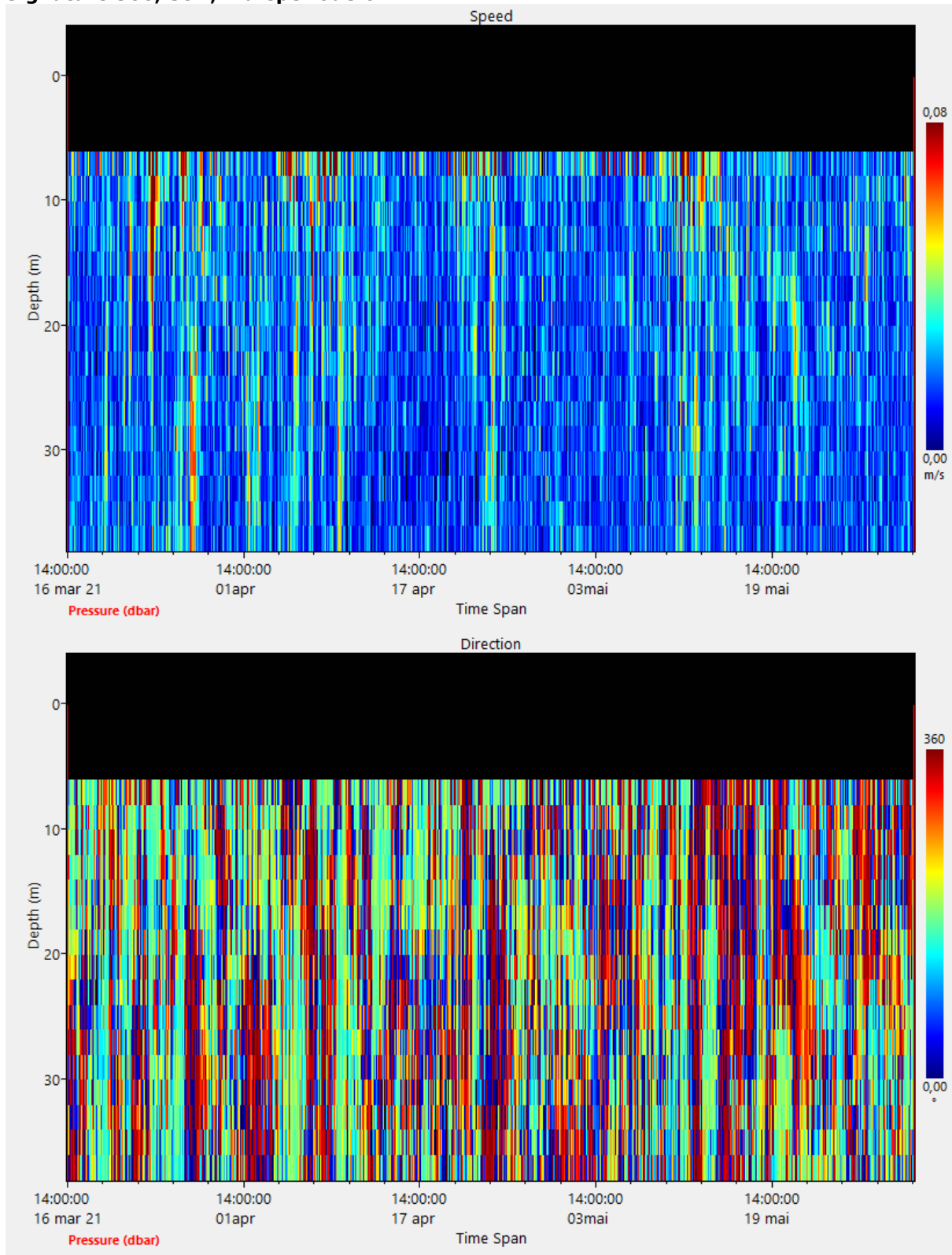
Signature 100, St.4, måleperiode 6



Signature 500, St.4, måleperiode 6



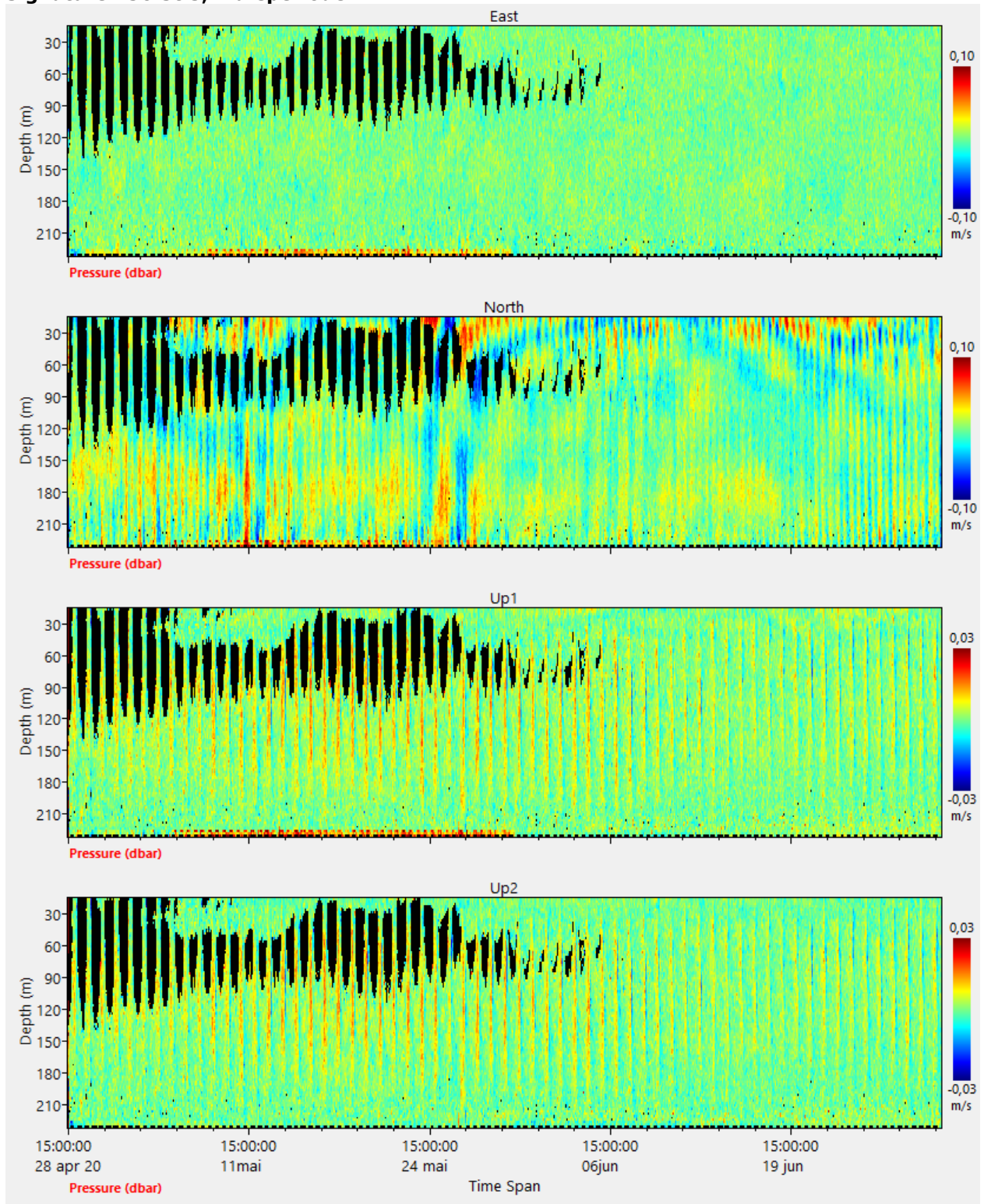
Signature 500, St.4, måleperiode 6



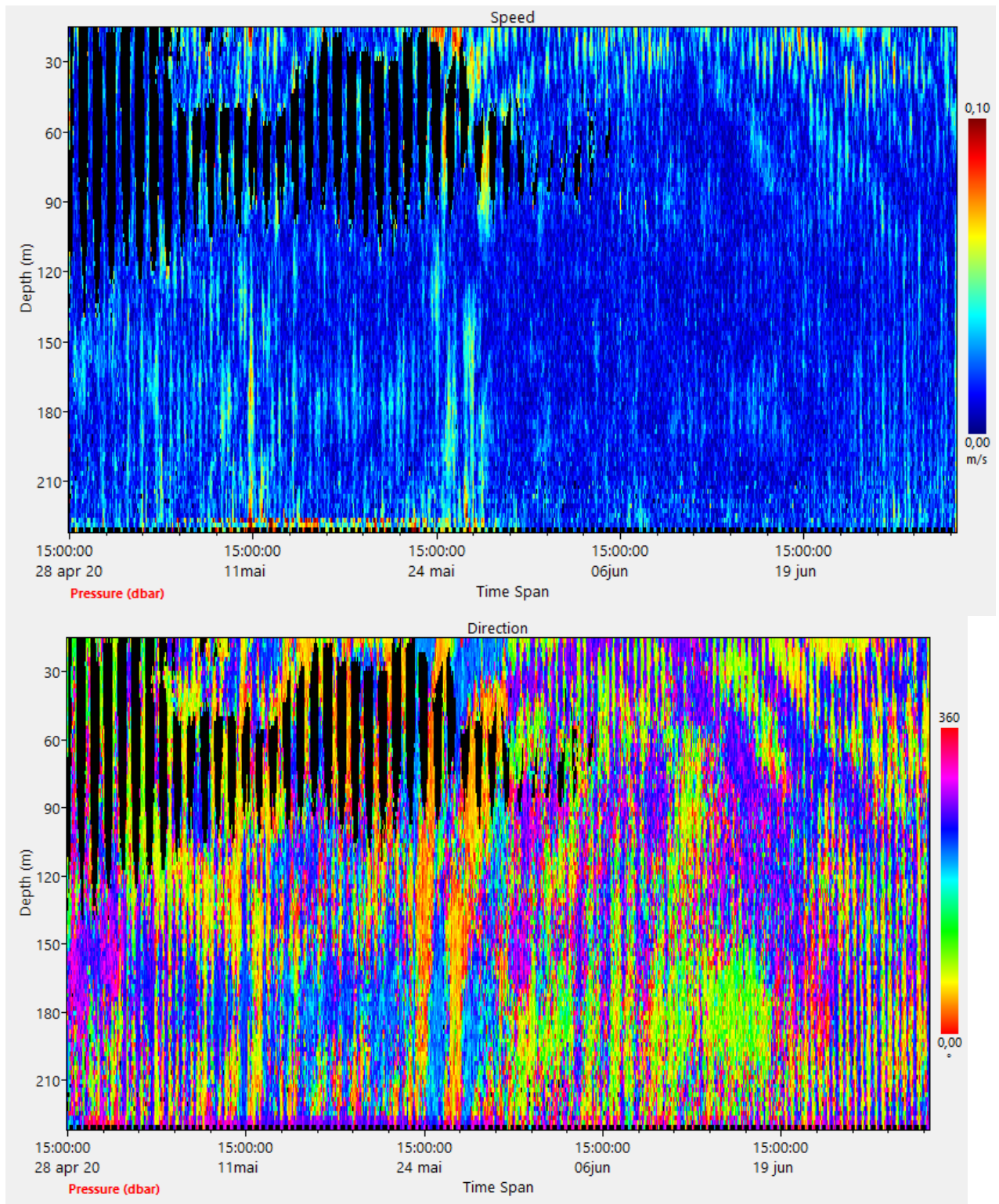


## Vedlegg 5. St.5 Tetteset

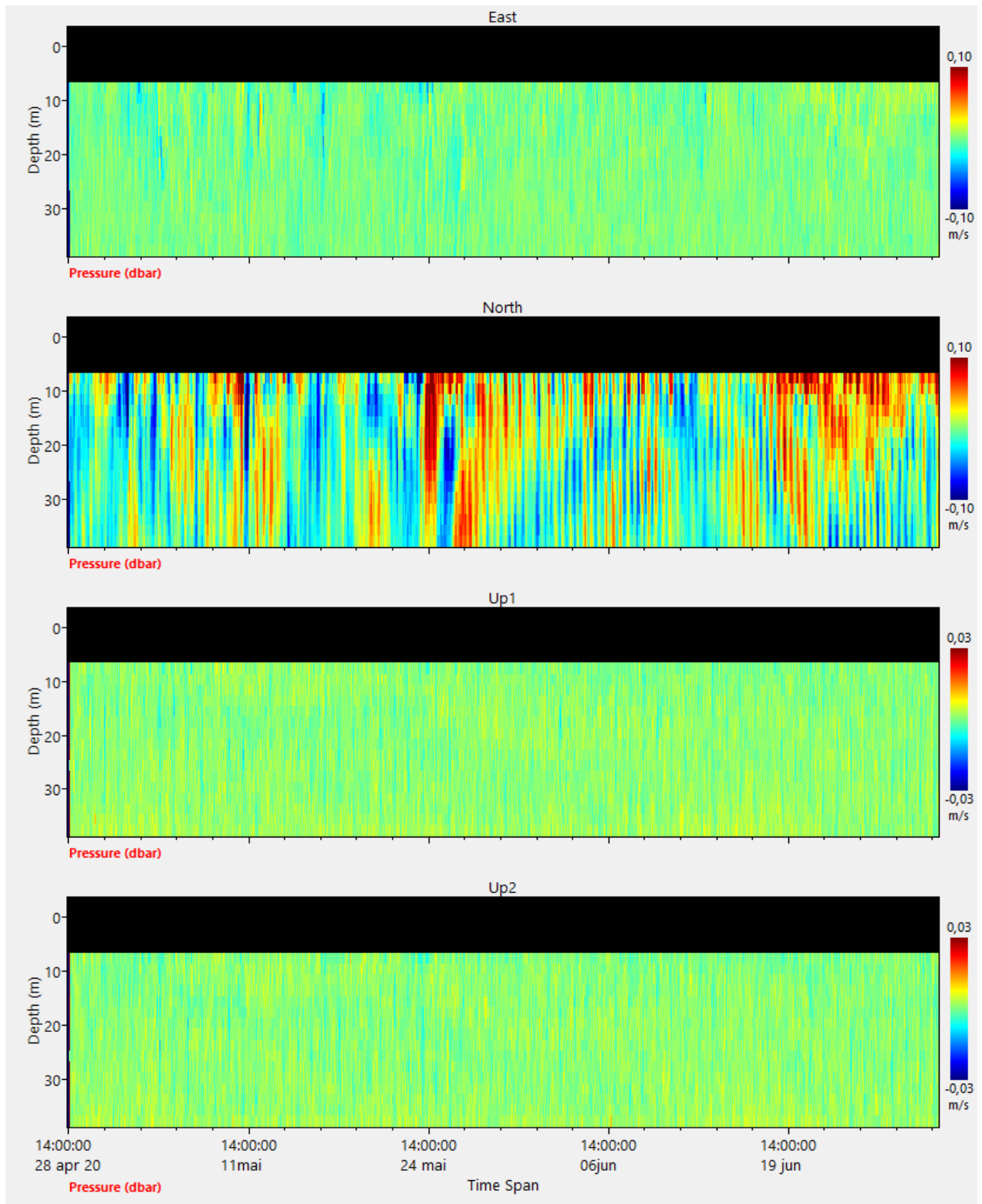
Signature 250 St.5, måleperiode 1



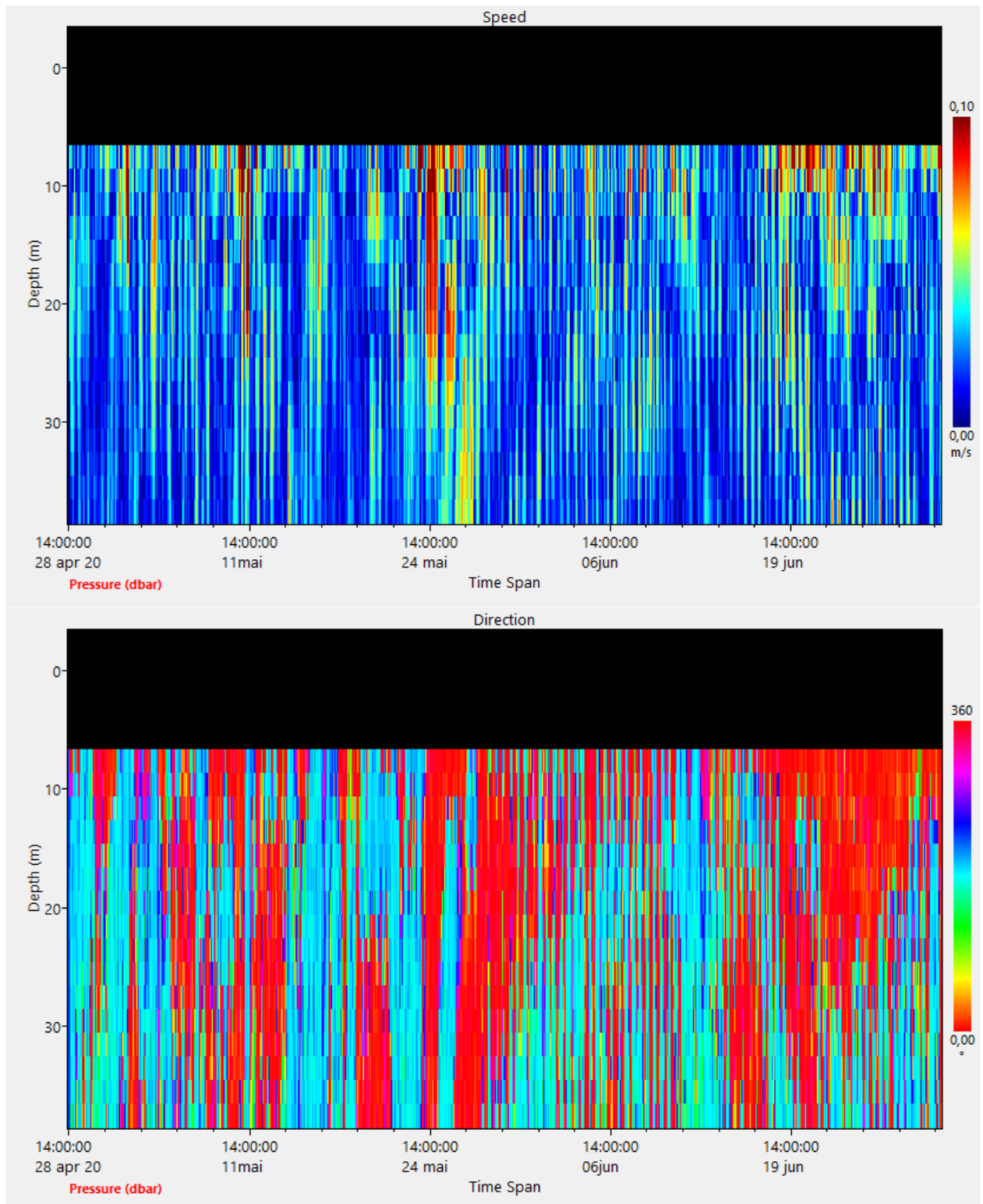
Signature 250 St.5, måleperiode 1



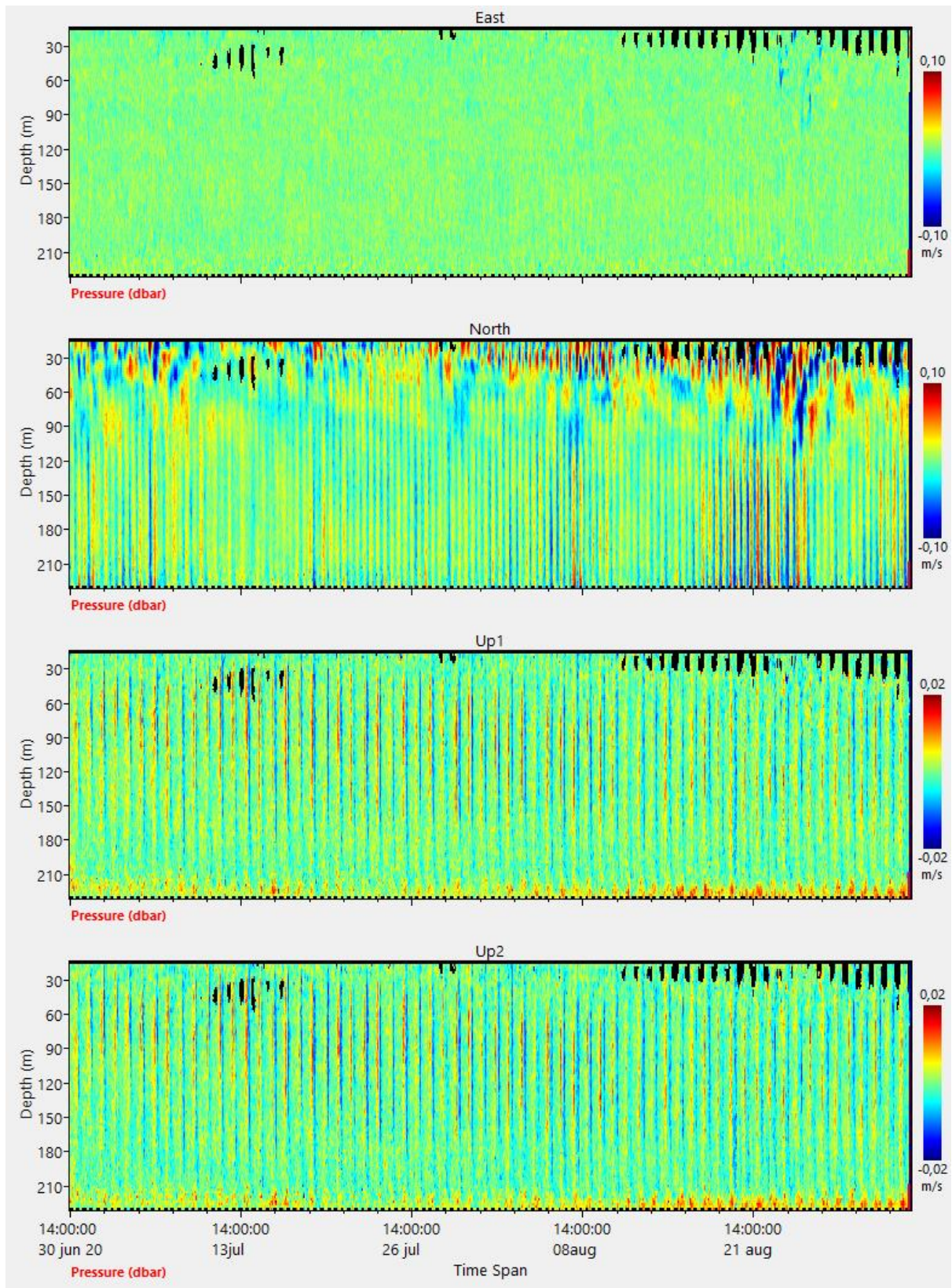
Signature 500 St.5, måleperiode 1



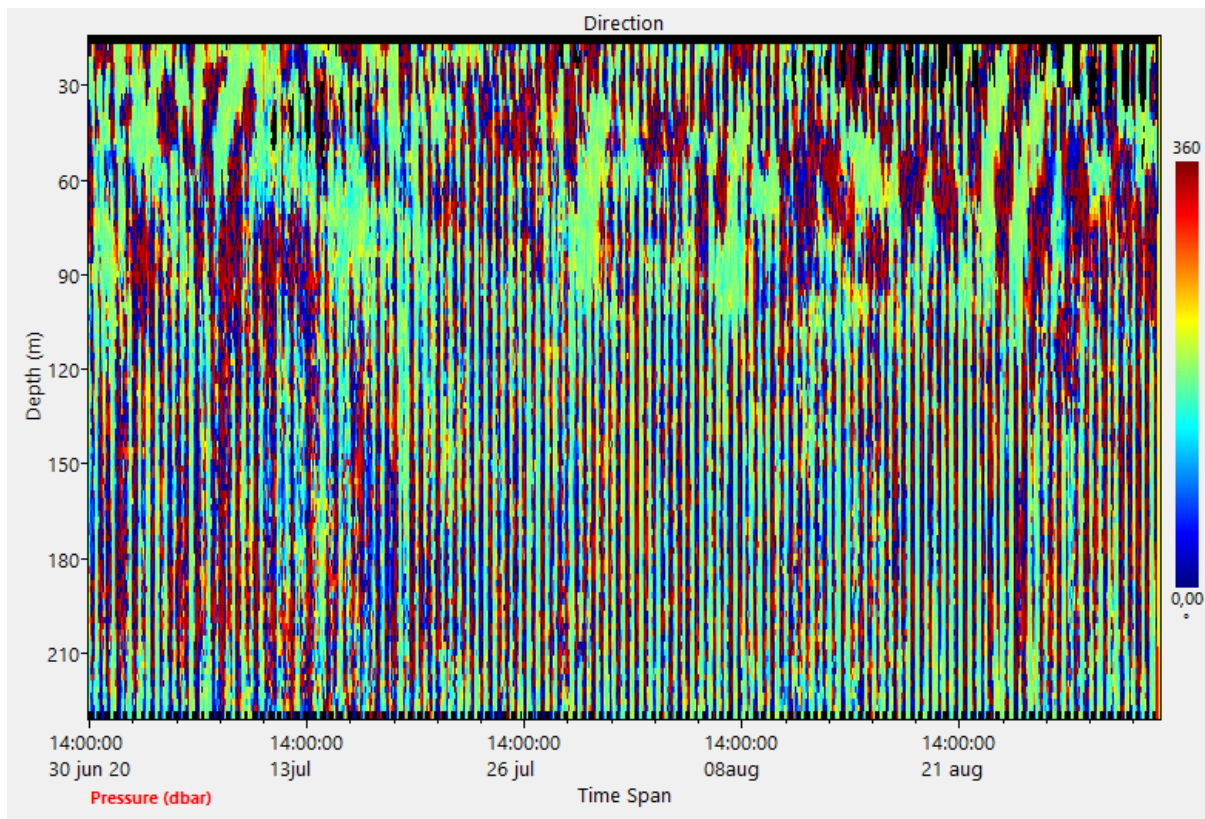
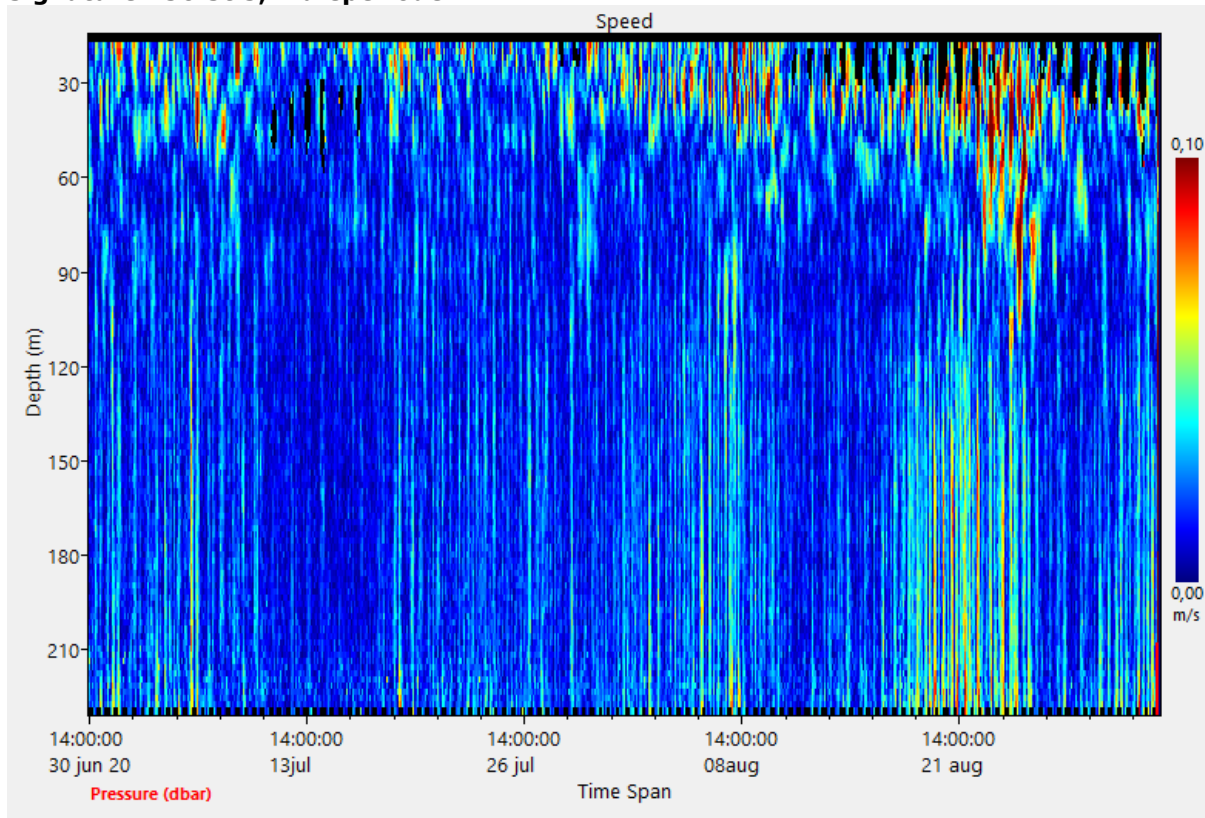
Signature 500 St.5, måleperiode 1



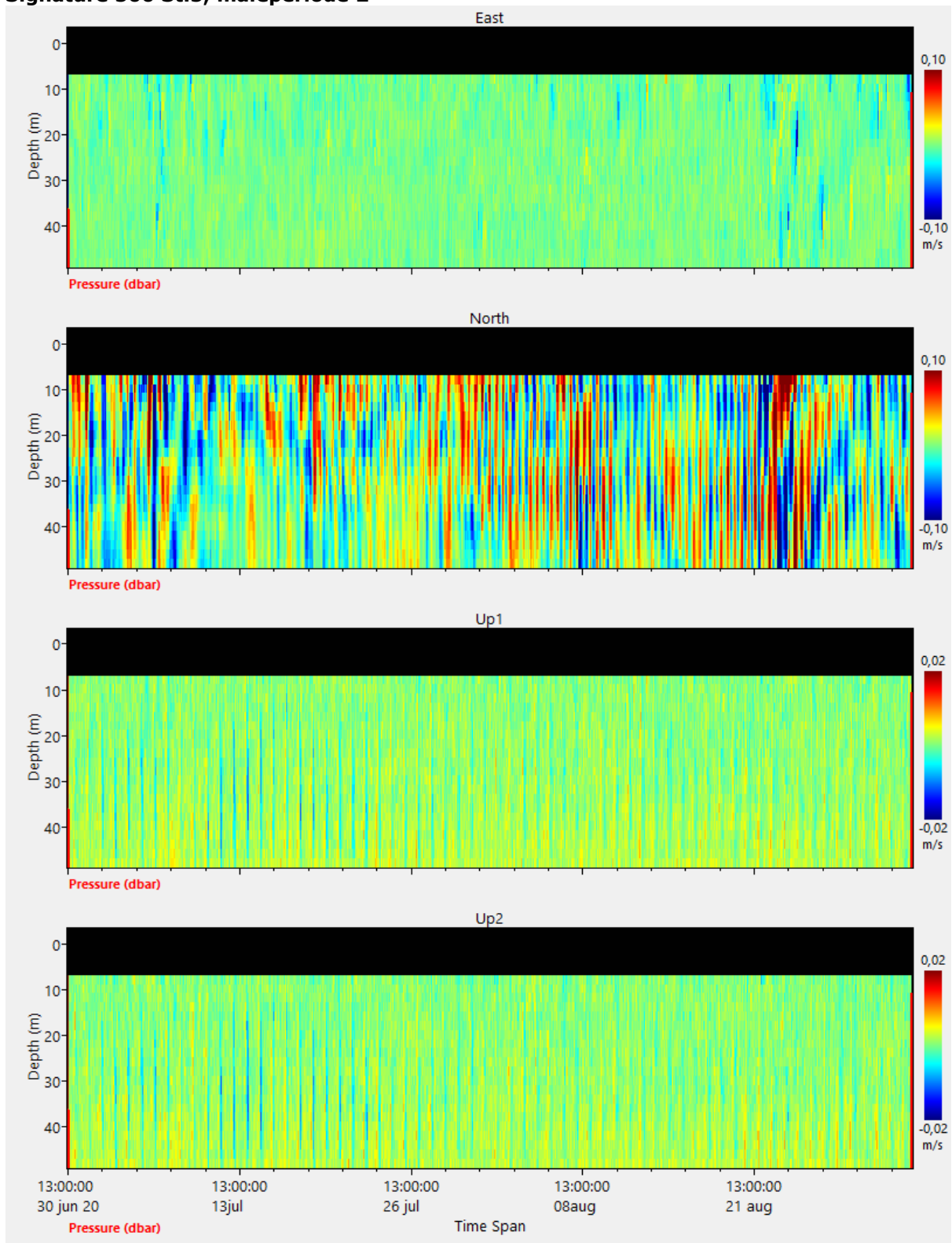
Signature 250 St.5, måleperiode 2



Signature 250 St.5, måleperiode 2

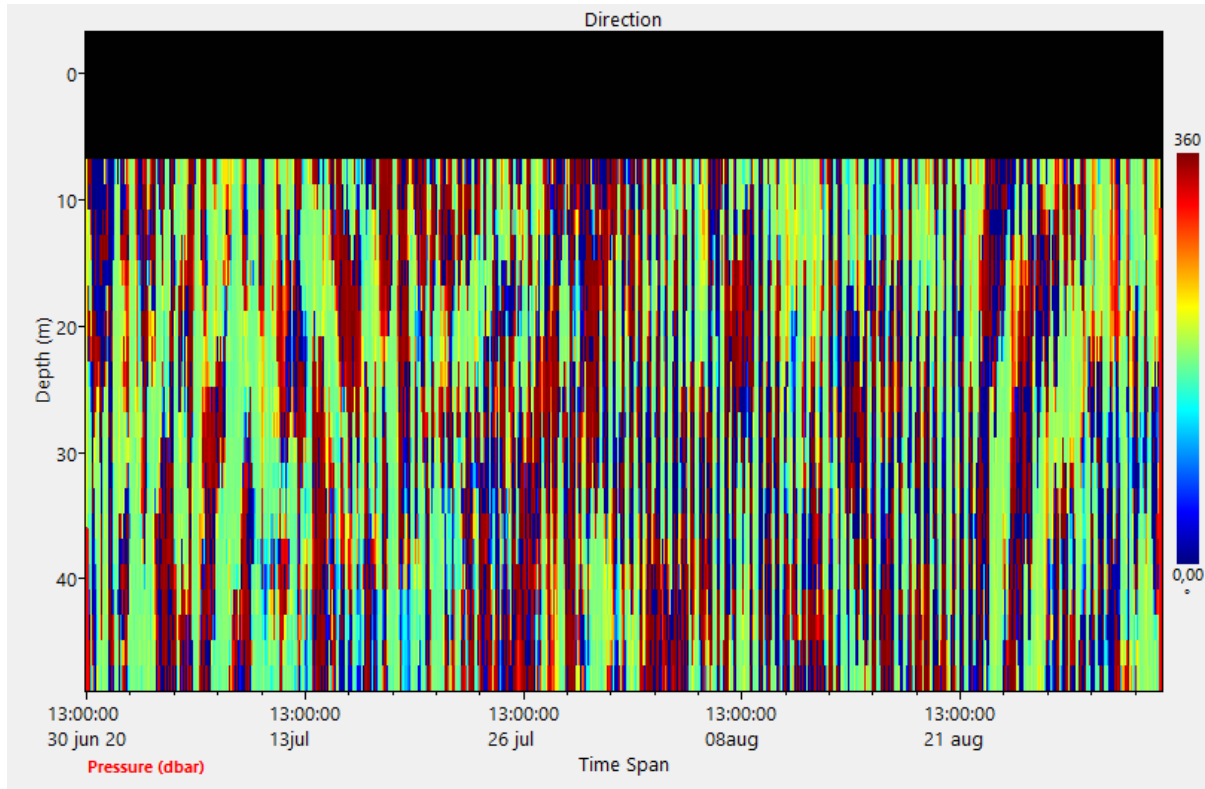
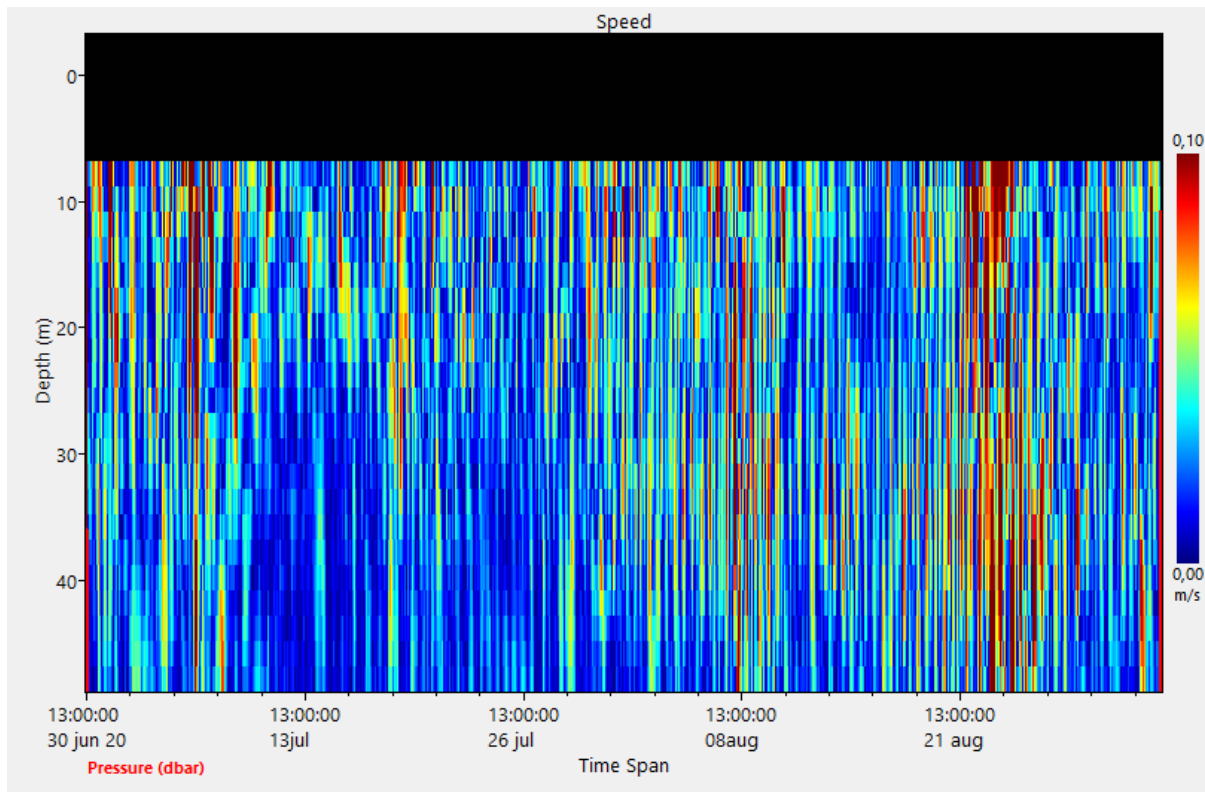


Signature 500 St.5, måleperiode 2

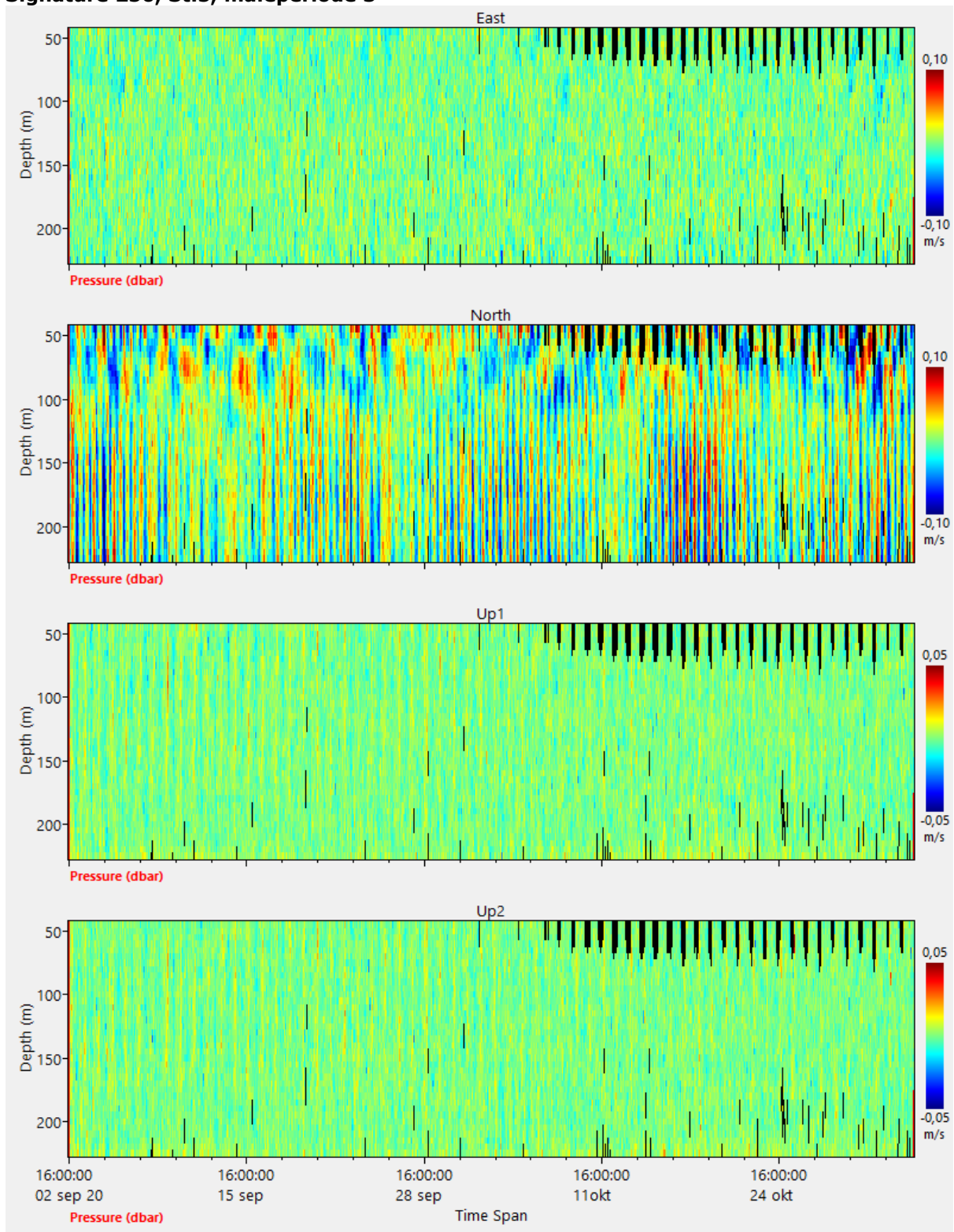




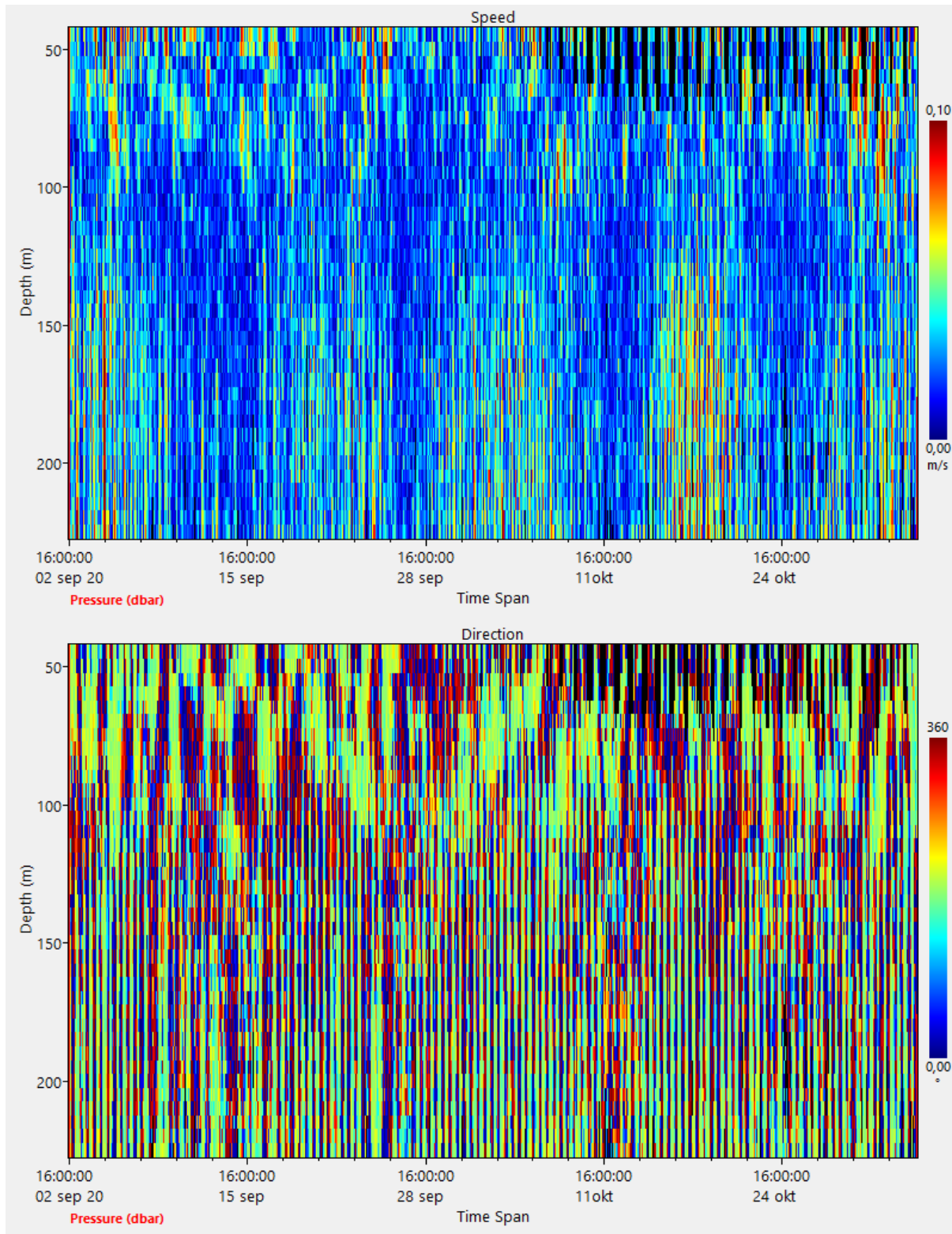
Signature 500 St.5, måleperiode 2



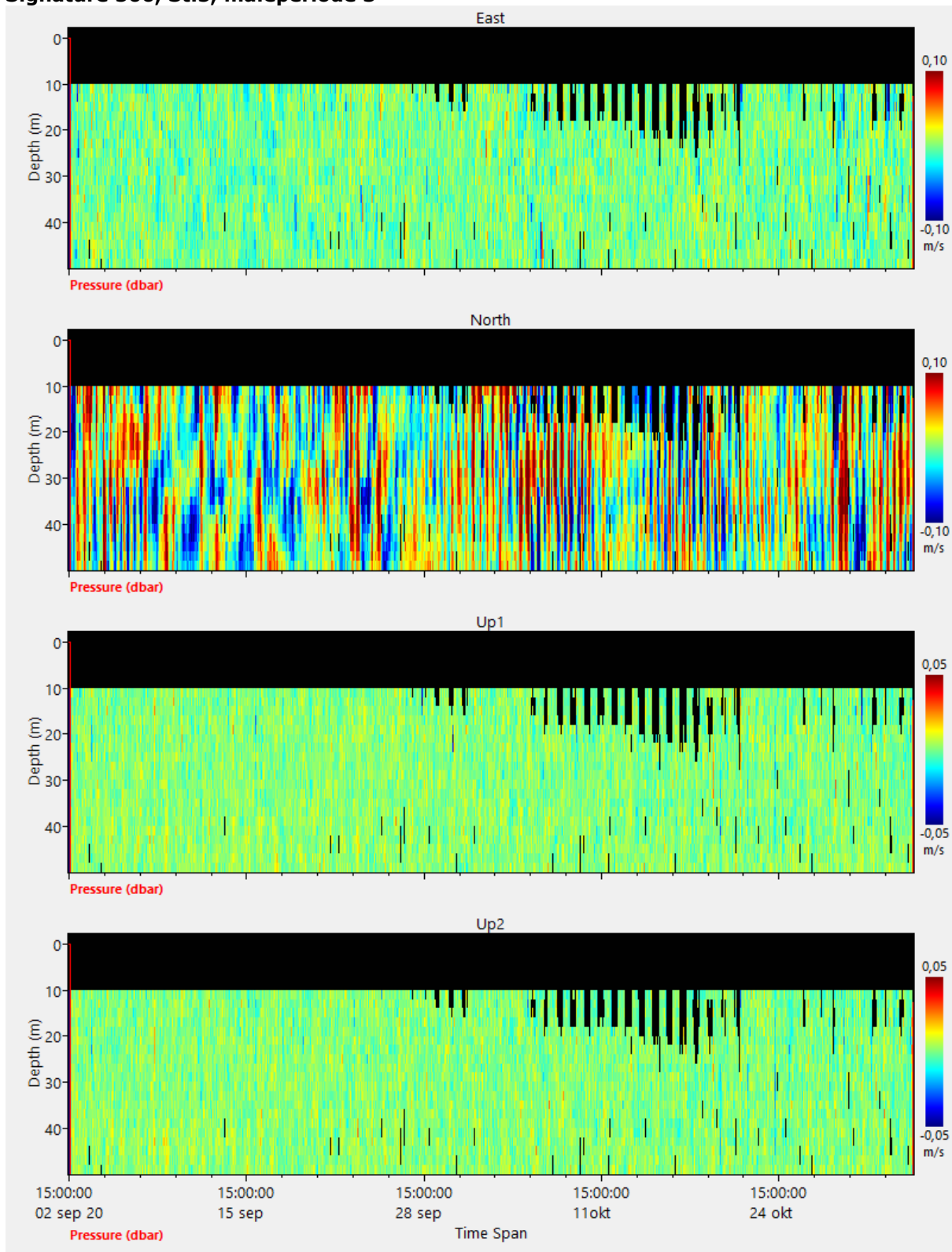
Signature 250, St.5, måleperiode 3



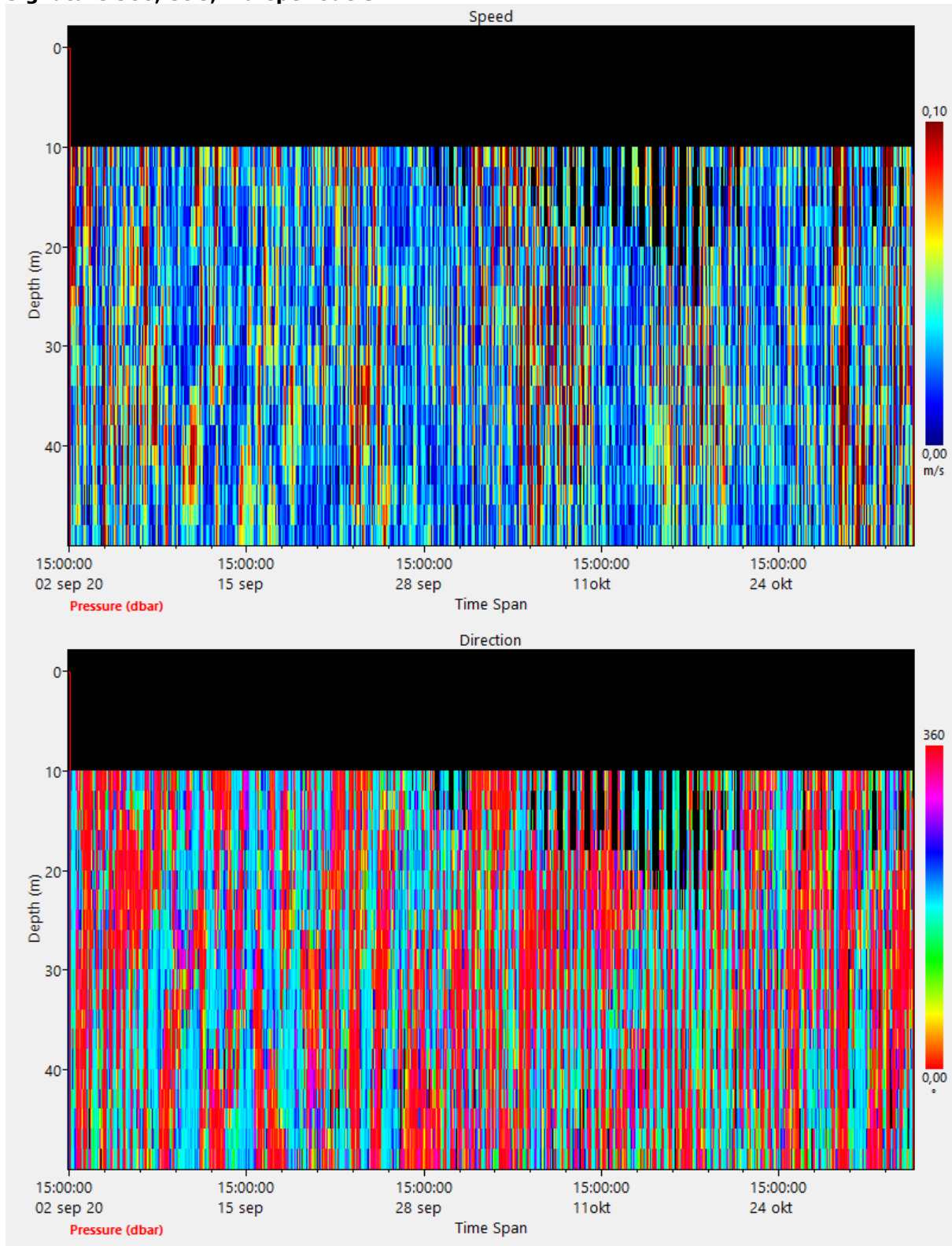
Signature 250, St.5, måleperiode 3



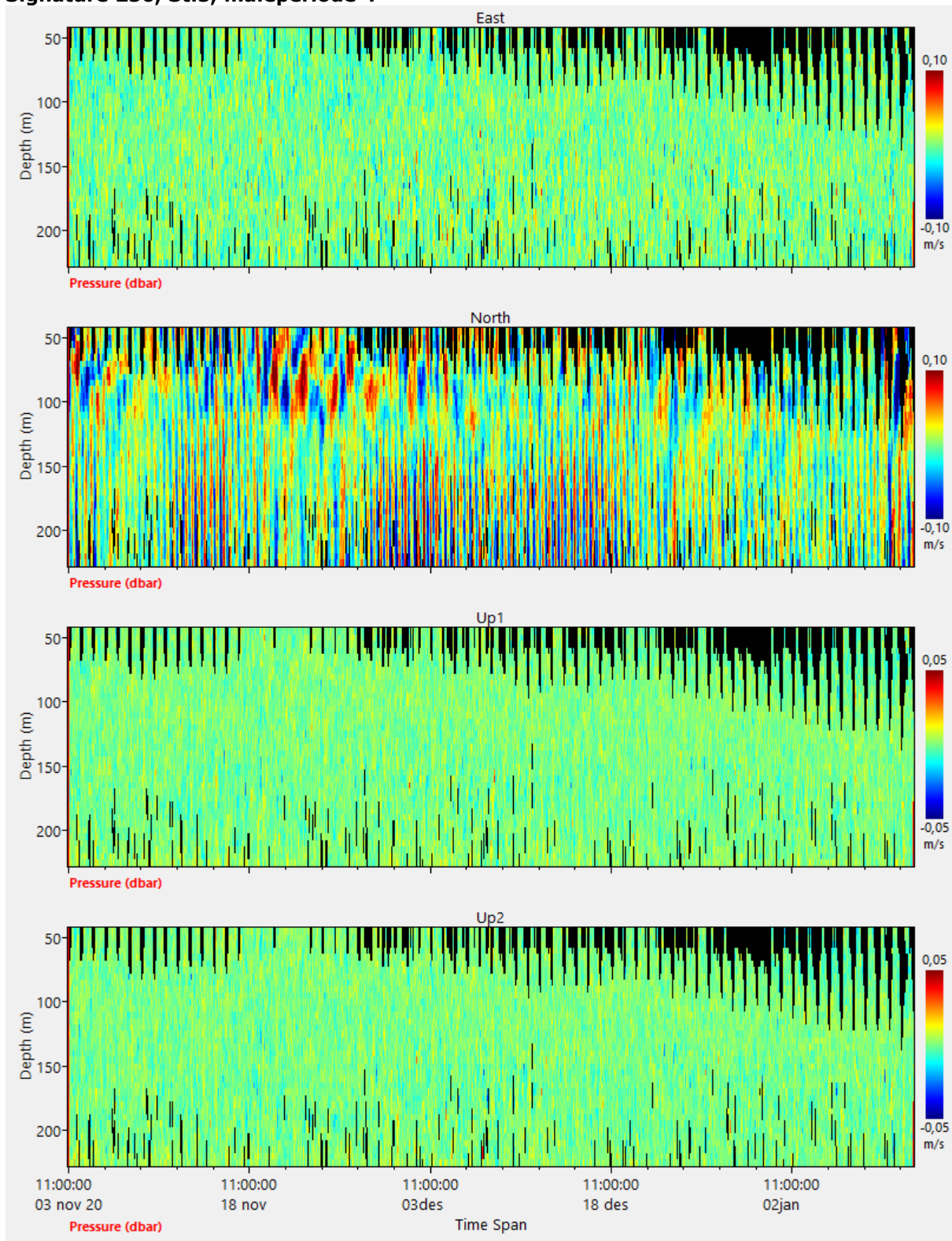
Signature 500, St.5, måleperiode 3



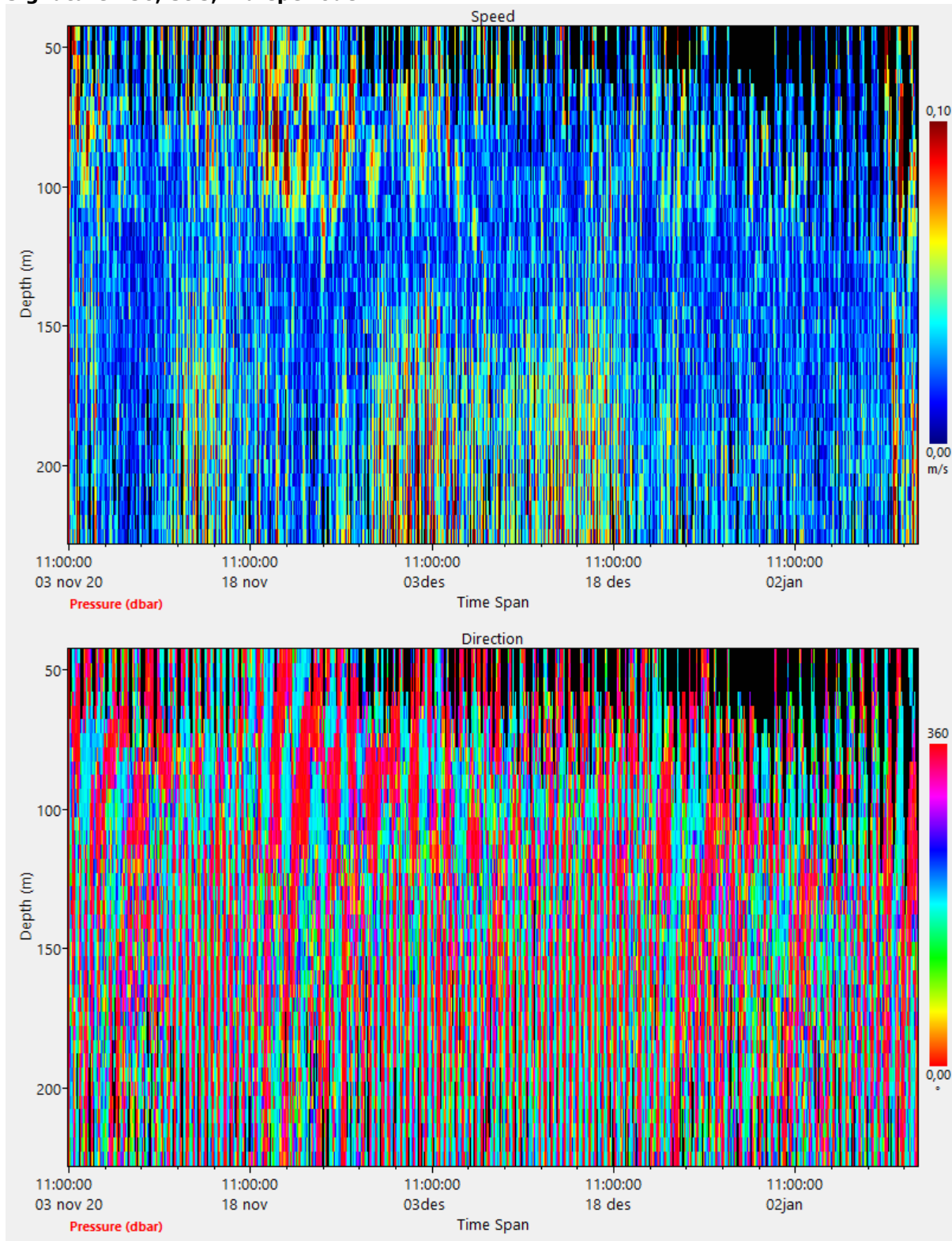
Signature 500, St.5, måleperiode 3



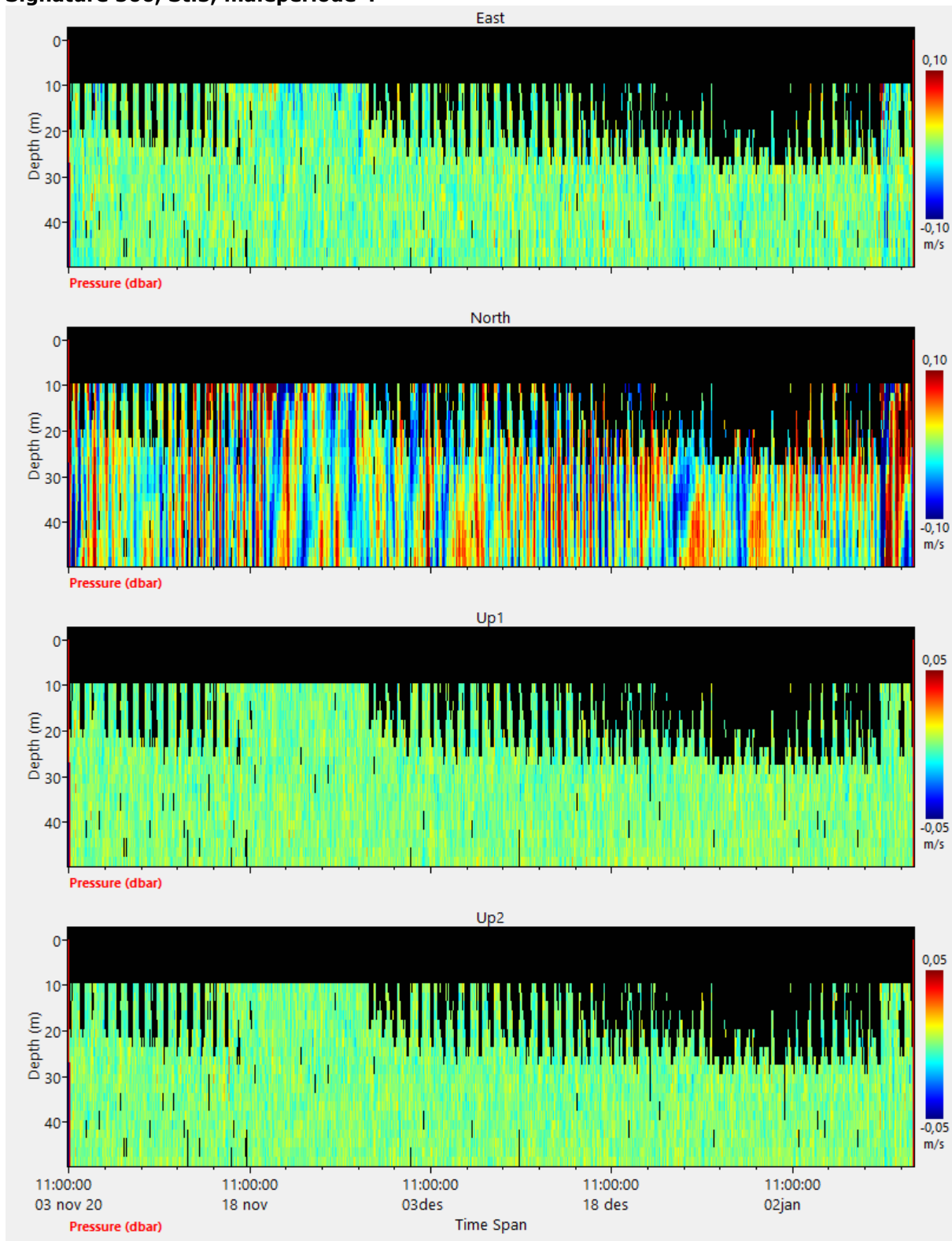
Signature 250, St.5, måleperiode 4



Signature 250, St.5, måleperiode 4

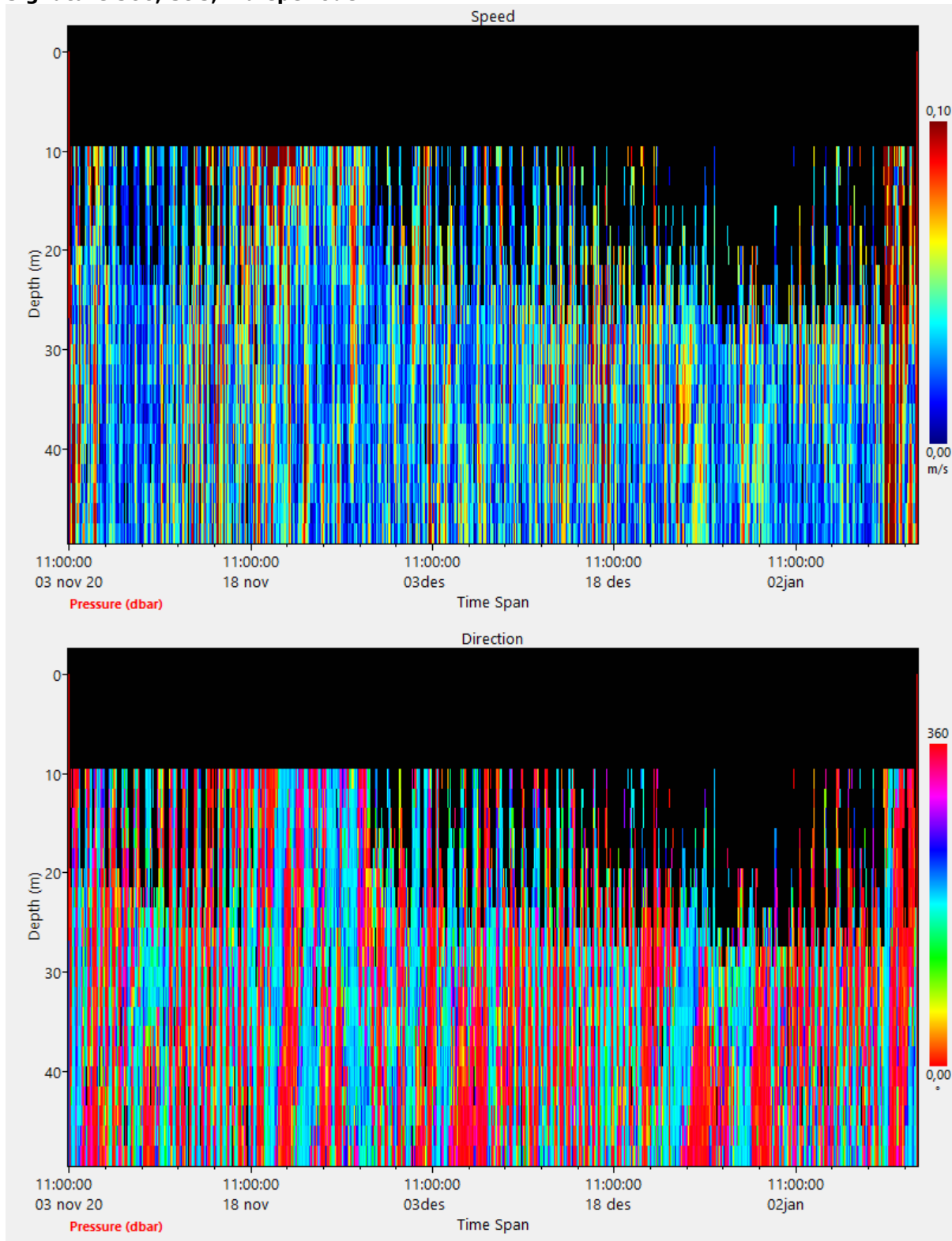


Signature 500, St.5, måleperiode 4

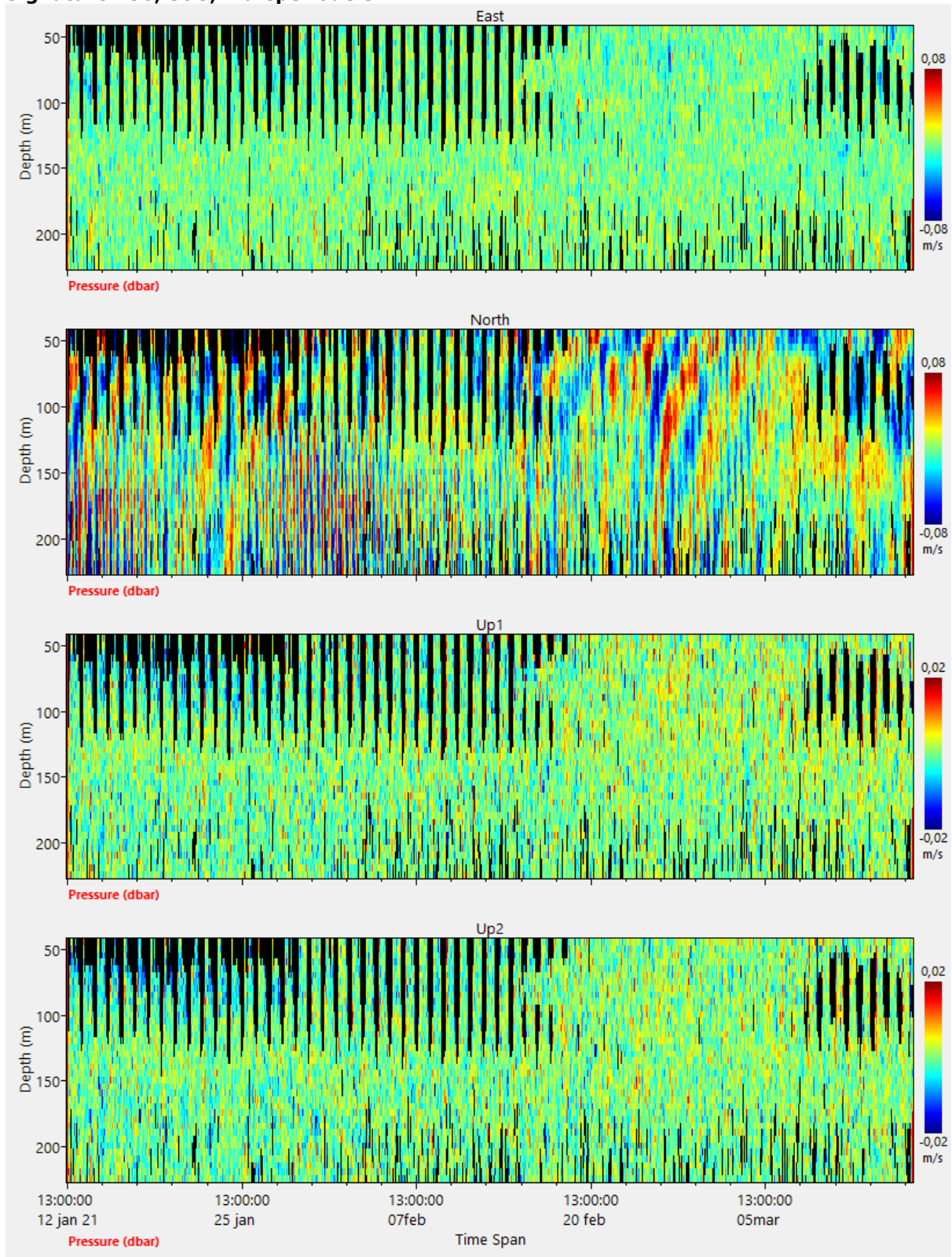




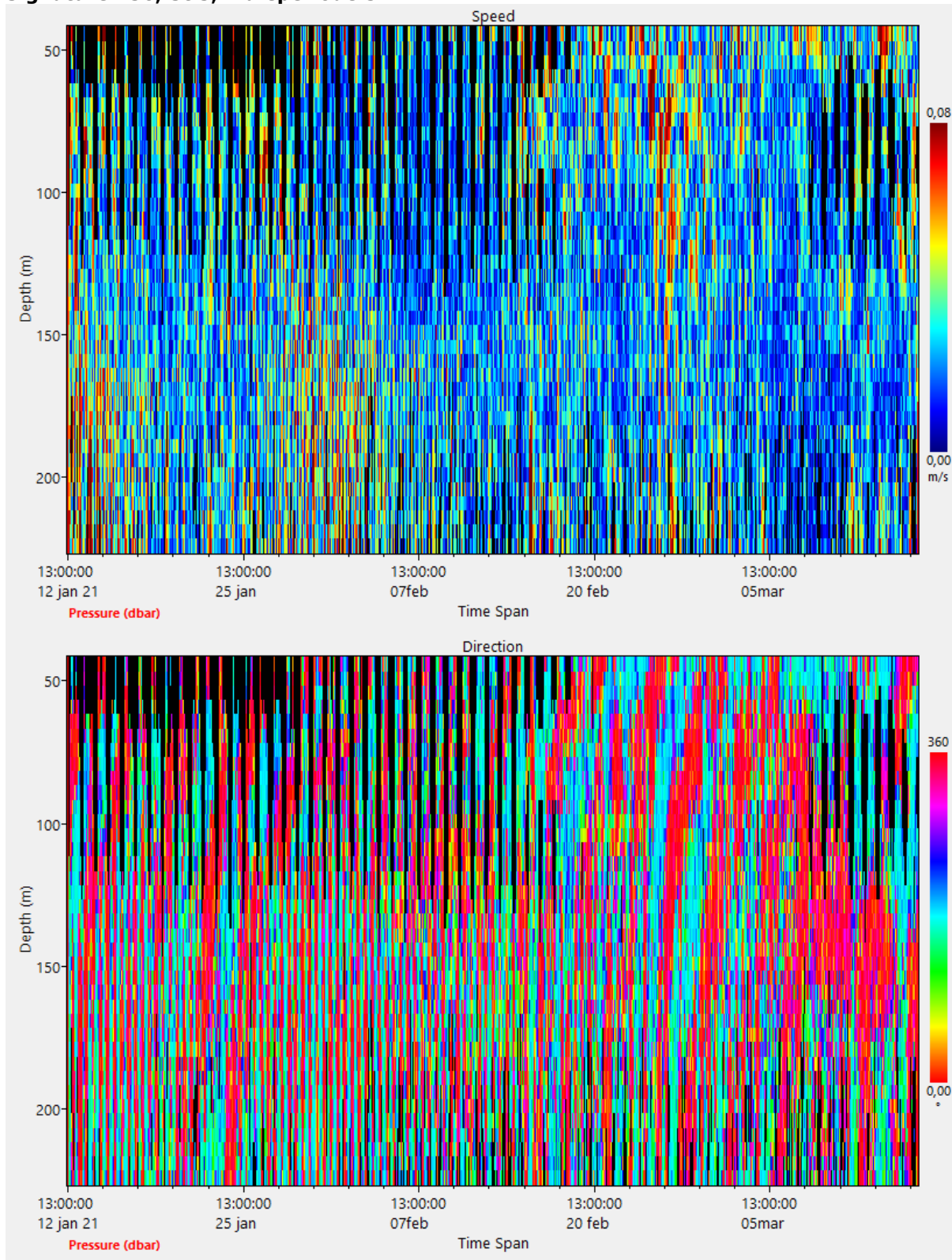
Signature 500, St.5, måleperiode 4



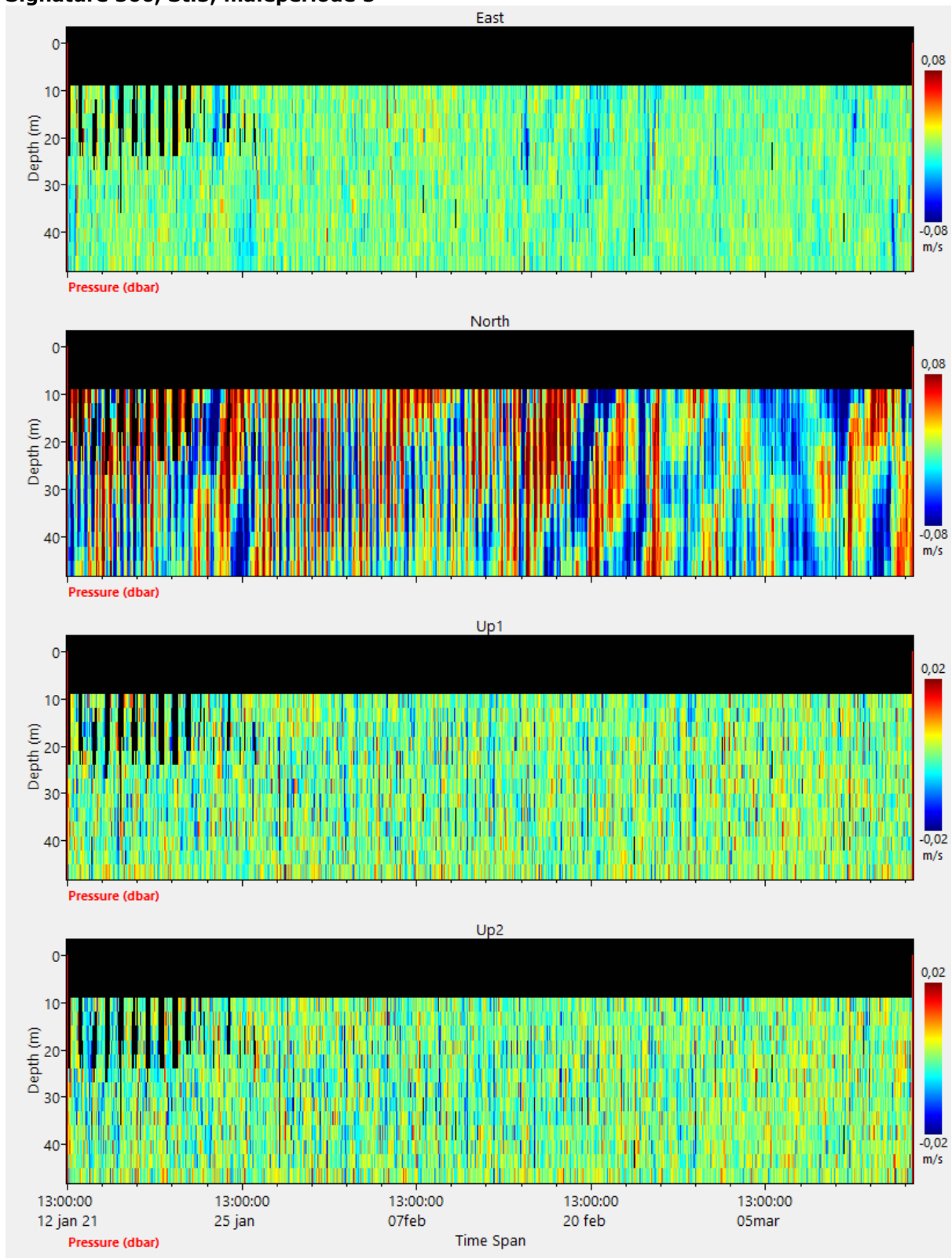
Signature 250, St.5, måleperiode 5



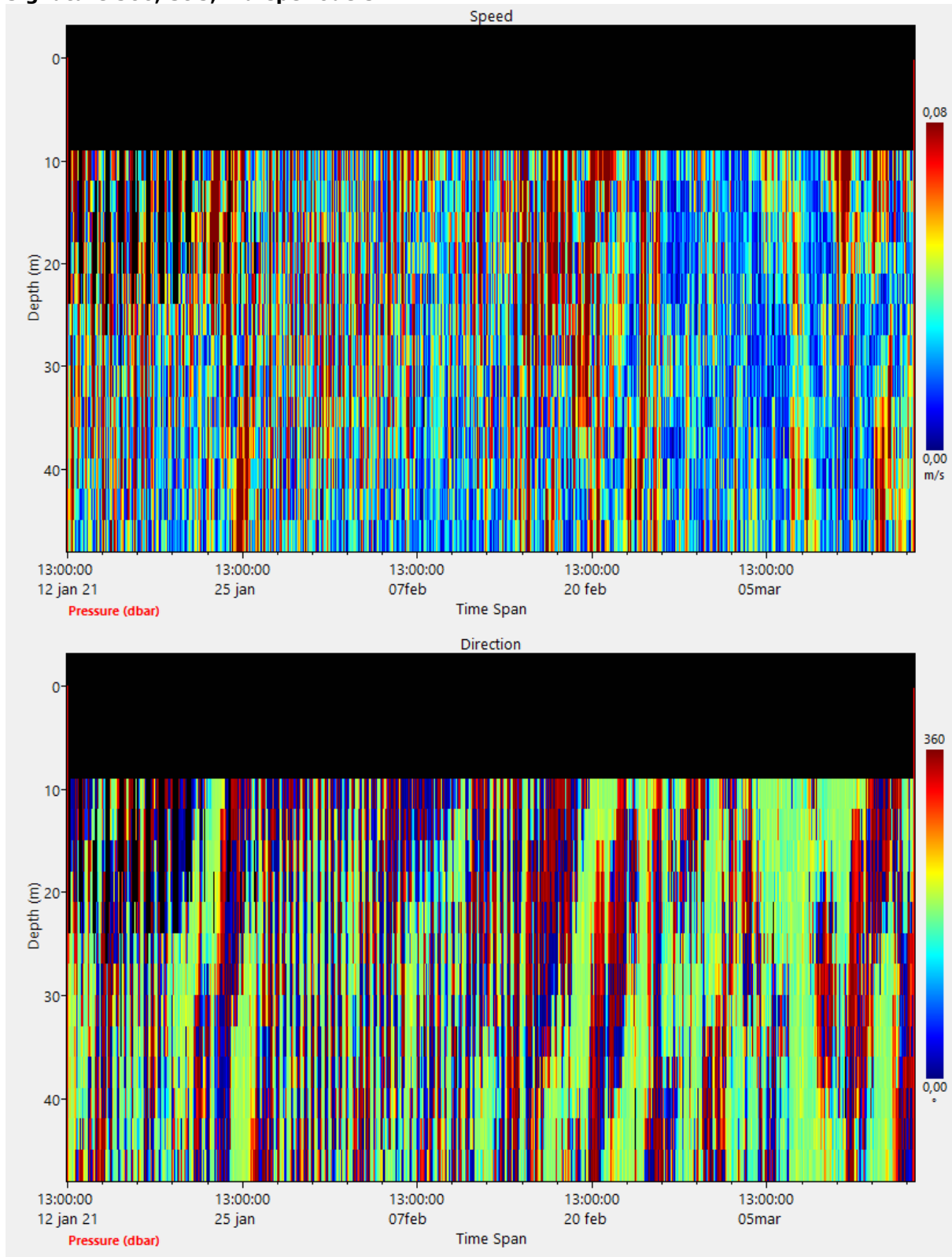
Signature 250, St.5, måleperiode 5



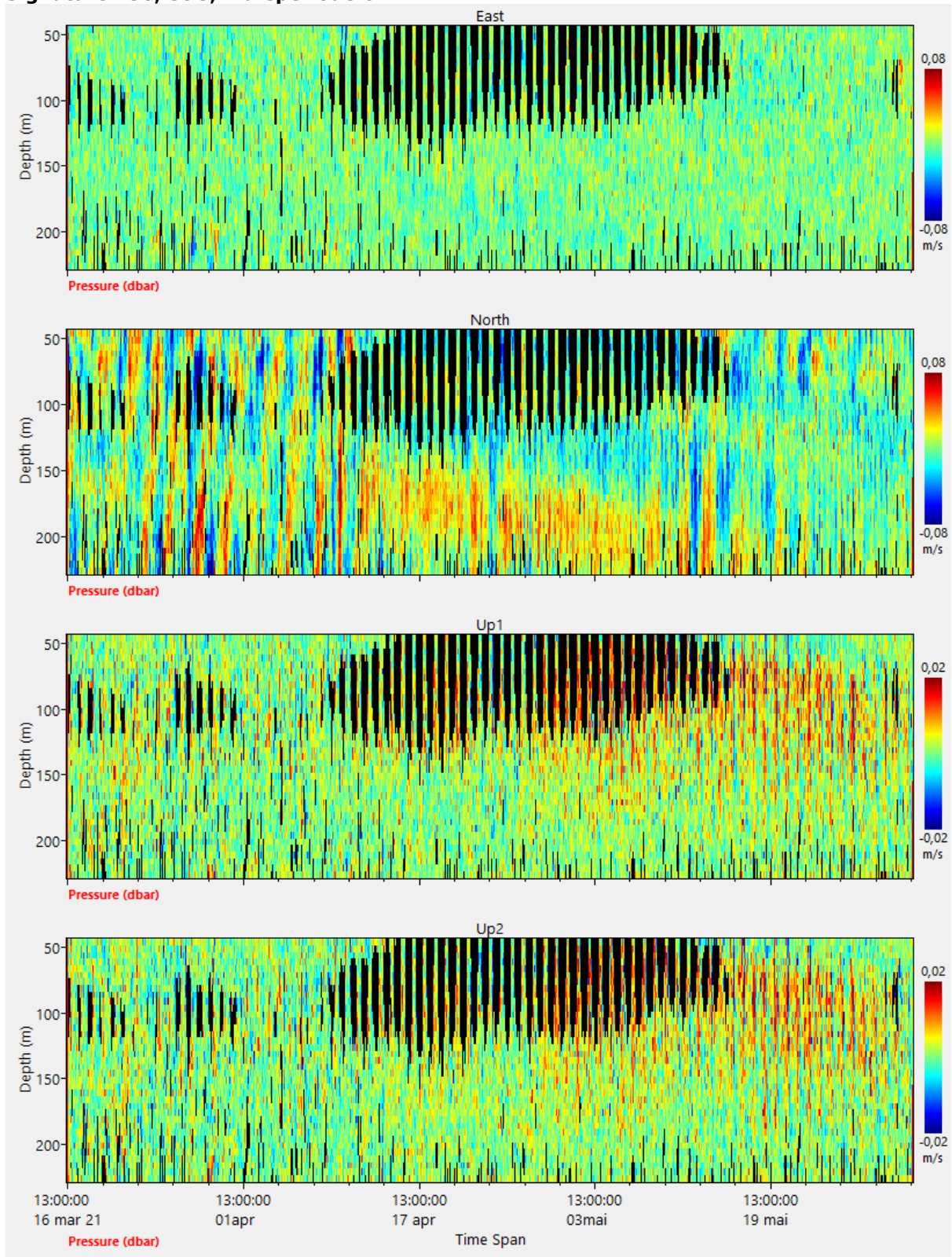
Signature 500, St.5, måleperiode 5



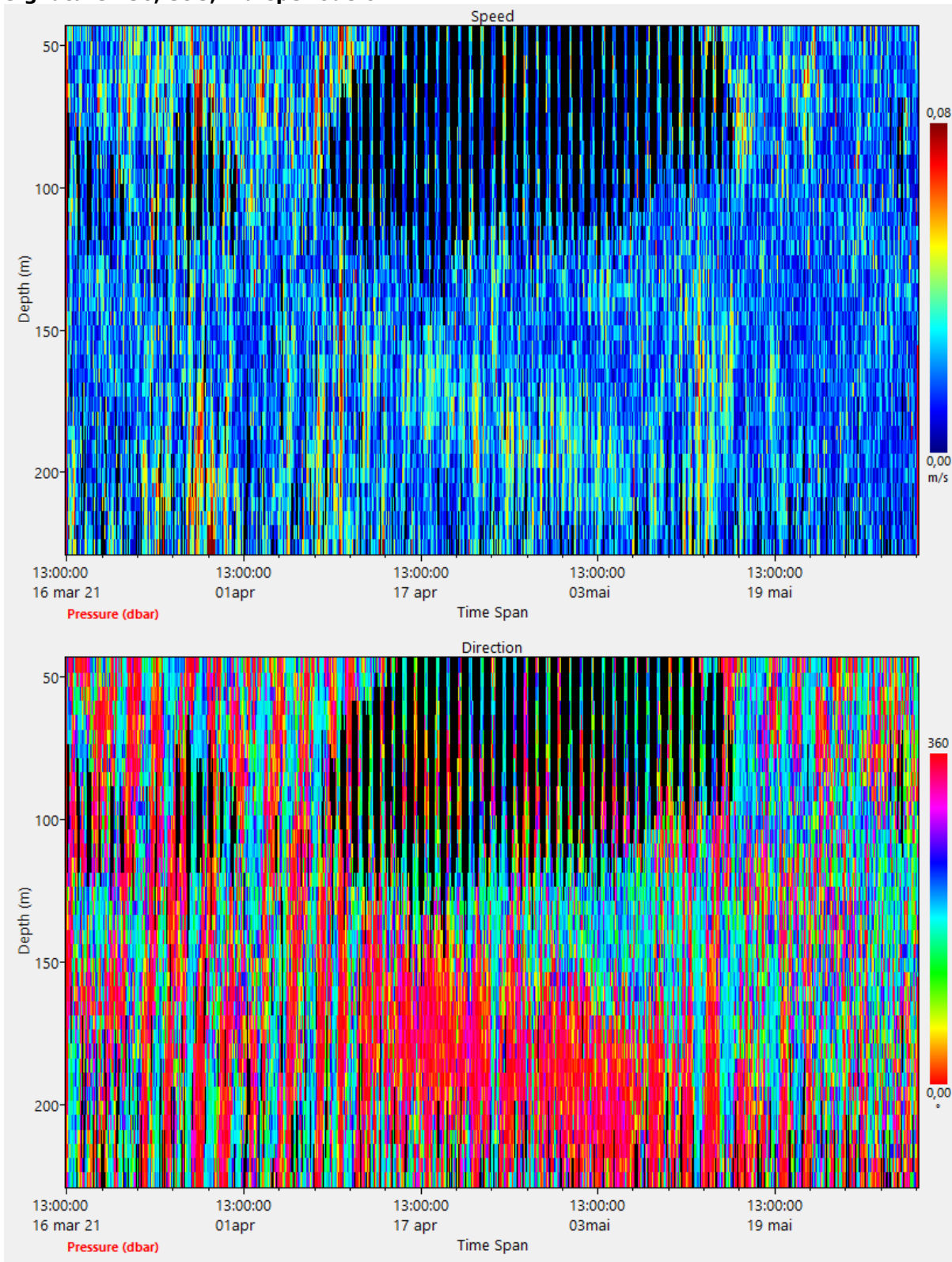
Signature 500, St.5, måleperiode 5



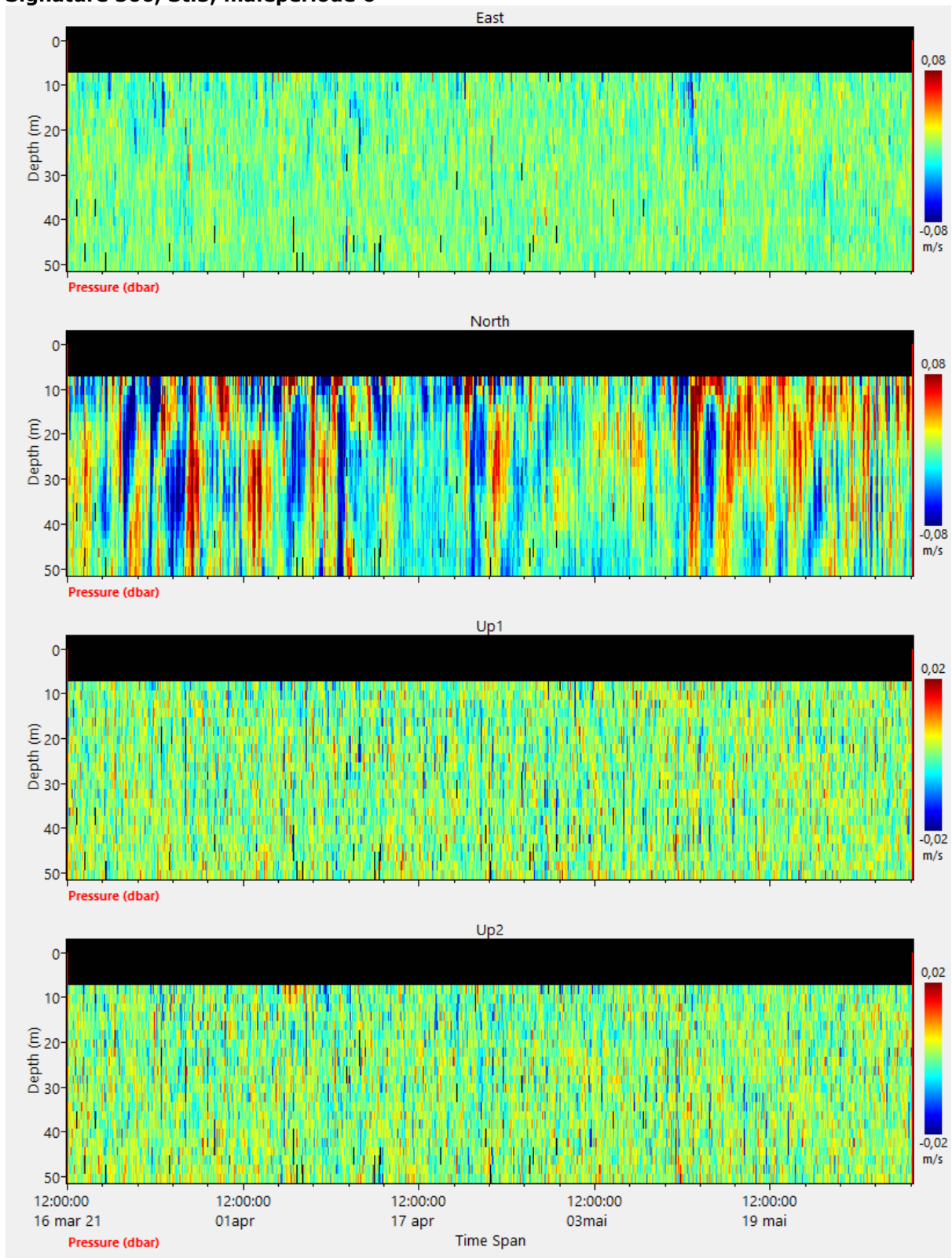
Signature 250, St.5, måleperiode 6



Signature 250, St.5, måleperiode 6



Signature 500, St.5, måleperiode 6





Signature 500, St.5, måleperiode 6

