



Vlaanderen
is wetenschap

20_108_2
WL rapporten

Dwarsstroming Zuidergat

Deelrapport 1 – Factual data rapport ADCP-metingen
(oktober 2022)

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Dwarsstroming Zuidergat

Deelrapport 2 – Factual data rapport ADCP-metingen (oktober 2022)

Plancke, Y.; De Maerschalck, B.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2023
D/2023/3241/016

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Plancke, Y.; De Maerschalck, B. (2023). Dwarsstroming Zuidergat: Deelrapport 2 – Factual data rapport ADCP-metingen (oktober 2022). Versie 2.0. WL Rapporten, 20_108_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Rijkswaterstaat	Ref.:	WL2023R20_108_2
Trefwoorden (3-5):	Dwarsstroming, Schelde-estuarium, Platen van Ossensisse, ADCP		
Kennisdomeinen:	Hydraulica en sediment – Hydrodynamica – Stroomsnelheden -en patronen - In situ metingen		
Tekst (p.):	11	Bijlagen (p.):	43
Vertrouwelijk:	☒ Nee ☒ Online beschikbaar		

Auteur(s):	Plancke, Y.
------------	-------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	De Maerschalck, B.	Getekend door: Bart De Maerschalck (Sig) Getekend op: 2023-01-30 14:22:36 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Bart De Maerschalck</i>
Projectleider:	Plancke, Y.	Getekend door: Yves Plancke (Signature) Getekend op: 2023-02-03 08:27:42 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Yves Plancke</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Getekend door: Abdelkarim Bellafkih (Sig) Getekend op: 2023-01-30 14:35:32 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Abdelkarim Bellafkih</i>
-----------------	---------------	--



Abstract

In de zomer van 2022 werd ter hoogte van het Zuidergat een HF-radar-installatie geplaatst die de complexe stroompatronen in beeld zal brengen. Ter validatie van deze nieuwe techniek werden door Rijkswaterstaat en het Waterbouwkundig Laboratorium ADCP metingen uitgevoerd in september en oktober 2022.

Voorliggend rapport presenteert de resultaten van de 2 meetcampagnes die op 11 en 12 oktober 2022 door het Waterbouwkundig Laboratorium in samenwerking met DAB Vloot werden uitgevoerd.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	IV
Lijst van de tabellen.....	V
Lijst van de figuren	VI
1 Introductie	1
1.1 Situering.....	1
2 Beschrijving meetcampagne	2
2.1 Studiegebied	2
2.2 Opzet meetcampagnes.....	3
2.3 Meettechnieken	4
2.4 Verwerking	6
2.4.1 ADCP-data.....	6
2.4.2 Koppeling GPS-data	6
2.4.3 Validatie metingen	6
3 Resultaten.....	7
3.1 Meetcampagne 1 – 11 oktober 2022	8
3.2 Meetcampagne 2 – 12 oktober 2022	9
4 Referenties	10
Bijlage A – meetcampagne 11 oktober 2022	B1
Bijlage B – meetcampagne 12 oktober 2022.....	B18

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht uitgevoerde metingen	3
Tabel 2 – Overzicht karakteristieken ADCP	5

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Overzichtskaart van geulen en platen in het studiegebied	2
Figuur 2 – Overzichtskaart met interessegebied HF-radar.....	3
Figuur 3 – Ligging gemeten raaien op beide dagen: 11/10/2022 (links) en 12/10/2022 (rechts)	4
Figuur 4 – Gebruikte meettoestellen: ADCP RDI Workhorse Monitor (links) en Garmin GPS (rechts).....	4
Figuur 5 – Verloop van waterstanden te Hansweert tijdens meetcampagnes	7
Figuur 6 – Diepte-gemiddelde stroomvectoren tijdens de vloedfase.....	8
Figuur 7 – Diepte-gemiddelde stroomvectoren met neervorming (raai 21 @ 17:58)	9
Figuur 8 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 1.....	B1
Figuur 9 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 3	B2
Figuur 10 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 4	B3
Figuur 11 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 5	B4
Figuur 12 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 6	B5
Figuur 13 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 7	B6
Figuur 14 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 8	B7
Figuur 15 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 9	B8
Figuur 16 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 10	B9
Figuur 17 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 11	B10
Figuur 18 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 12	B11
Figuur 19 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 13	B12
Figuur 20 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 14	B13
Figuur 21 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 15	B14
Figuur 22 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 16	B15
Figuur 23 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 17	B16
Figuur 24 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 18	B17
Figuur 25 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 1	B18
Figuur 26 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 2	B19
Figuur 27 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 3	B20
Figuur 28 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 4	B21
Figuur 29 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 5	B22
Figuur 30 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 6	B23
Figuur 31 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 7	B24
Figuur 32 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 8	B25

Figuur 33 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 9	B26
Figuur 34 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 10	B27
Figuur 35 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 11	B28
Figuur 36 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 12	B29
Figuur 37 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 13	B30
Figuur 38 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 14	B31
Figuur 39 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 15	B32
Figuur 40 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 16	B33
Figuur 41 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 17	B34
Figuur 42 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 18	B35
Figuur 43 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 19	B36
Figuur 44 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 20	B37
Figuur 45 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 21	B38
Figuur 46 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 22	B39
Figuur 47 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 23	B40
Figuur 48 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 24	B41
Figuur 49 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 25	B42
Figuur 50 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 25	B43

1 Introductie

1.1 Situering

In 2005 liep het Qatarees containerschip Fowairet vast op de plaat van Ossensisse. Op weg naar de haven van Antwerpen kreeg het schip te maken met een neer en bijbehorende sterke dwarsstroming die binnen enkele kilometers ook nog 180° van richting wisselde. Dit fenomeen treedt met name op bij giertij: een extreem sterk springtij wat jaarlijks zo'n 20 keer voorkomt. De sterke ruimtelijke variatie in stroming, die ongeveer 2,5 knopen kan bedragen, kan gevaarlijk zijn voor de scheepvaart.

Sinds dit incident werden verschillende inspanningen geleverd om het fenomeen zowel beter te begrijpen als beter het moment van optreden te kunnen voorspellen. Hiervoor worden onder meer door Rijkswaterstaat (RWS) varende ADCP-metingen uitgevoerd. In de afgelopen jaren is er gezocht naar een optimalisatie van de meettechniek om de dwarsstroming in beeld te brengen. Na een voorbereidend onderzoek waarin verschillende meettechnieken onderling vergeleken werden en getoetst werden aan de gestelde eisen, kwam een meetsysteem gebruik makend van hoogfrequente (HF) radar als meest geschikt uit de studie. De nieuwe meetmethode kan in real-time ruimtelijke stromingsinformatie leveren aan de scheepvaart. Op deze manier kunnen de stroompatronen 'live' in beeld gebracht worden in het gebied waar de draaikolk kan optreden.

De HF-radar werd in de zomer van 2022 geïnstalleerd. Voor de validatie van het systeem wordt zowel een beroep gedaan op numerieke modelsimulaties (eerste snelle validatie - plausibiliteit) als metingen (gedetailleerde validatie). Voor dit laatste aspect is gebruik gemaakt van ADCP-metingen en GPS-vlottermetingen. Voorliggend rapport presenteert de resultaten van de 2 meetcampagnes die op 11 en 12 oktober 2022 door het Waterbouwkundig Laboratorium in samenwerking met DAB Vloot werden uitgevoerd.

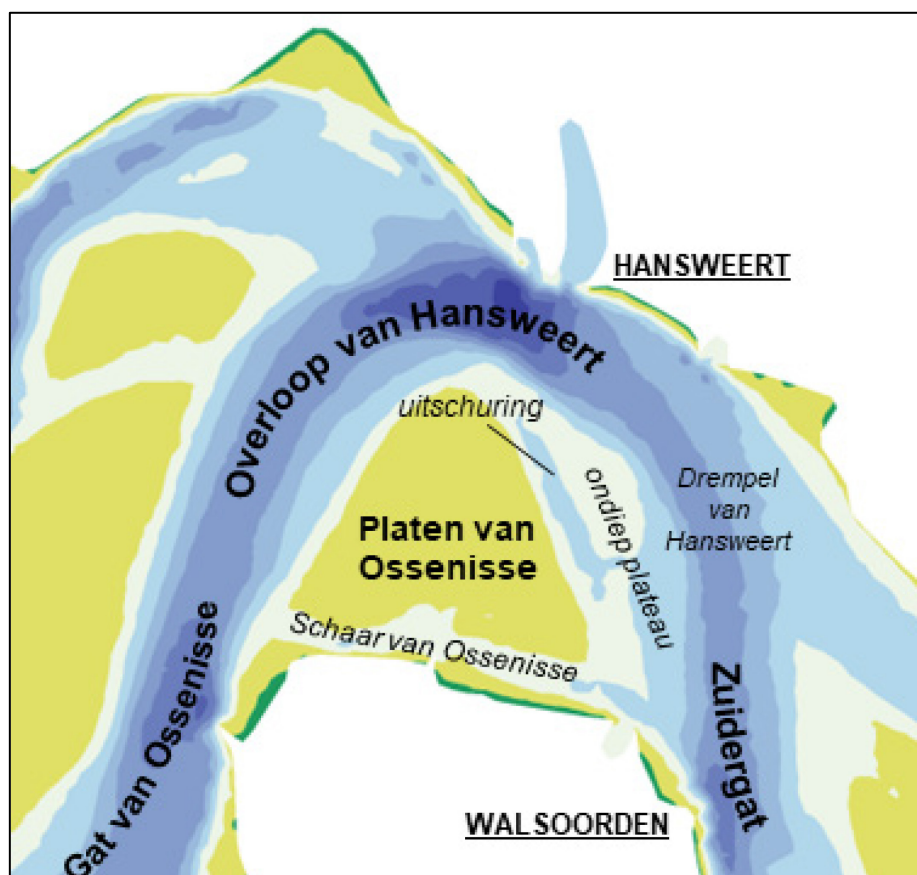
Bij het uitvoeren van terreinmetingen zijn verschillende partijen betrokken die niet op de voorgrond verschijnen. Vandaar een woord van dank aan de collega Erwin De Backer die ervoor zorgde dat de meetcampagnes konden plaatsvinden en de bemanning van de MS Hondius, die ervoor zorgden dat de metingen zonder problemen en volgens onze wensen konden worden uitgevoerd. Tenslotte ook een woord van dank aan de GNA en de verkeersleiders van de post Hansweert die toestemming gaven en deze metingen mogelijk maakten in een drukbevaren deel van de vaargeul naar de haven van Antwerpen.

2 Beschrijving meetcampagne

2.1 Studiegebied

De dwarsstroming doet zich voor ter hoogte van de vaargeul nabij de drempel van Hansweert, grenzend aan de oostrand van de Platen van Ossensisse. Vanuit de Overloop van Hansweert plant de getijgolf zich in noordoostelijke richting voort naar Hansweert waar ze afbuigt in zuidoostelijke richting naar Walsoorden en het Zuidergat. Gedurende een groot deel van de getijcyclus vormen de Platen van Ossensisse een barrière waar het water rond moet stromen, slechts in de periode rond hoogwater worden deze platen overstromd en kan het water vanuit de Overloop van Hansweert naar het Zuidergat stromen over de platen (Figuur 1).

Ten oosten van de Platen van Ossensisse bevindt zich een ondiepte die zich over de laatste decennia heeft ontwikkeld. Dit plateau heeft op basis van recente bathymetrische gegevens (i.e., vaklodingen) uit 2018 een hoogteligging van om en nabij -7 m NAP in het zuidoostelijk deel van de ondiepte tot -4 m NAP op het noordelijk deel. In het meest noordelijk deel manifesteert zich een nieuwe plaat, waarbij een geul ('uitschuring' op Figuur 1) zich vormt tussen deze plaat en de Platen van Ossensisse. Ten zuiden van de plaat bevindt zich een ondiepe geul (Schaar van Ossensisse). Het is op dit ondiepe plateau dat een depressie ontstaat die de aanleiding vormt voor de vorming van de neer die dwarsstromingen in de vaargeul kan veroorzaken (Plancke *et al.*, 2020).



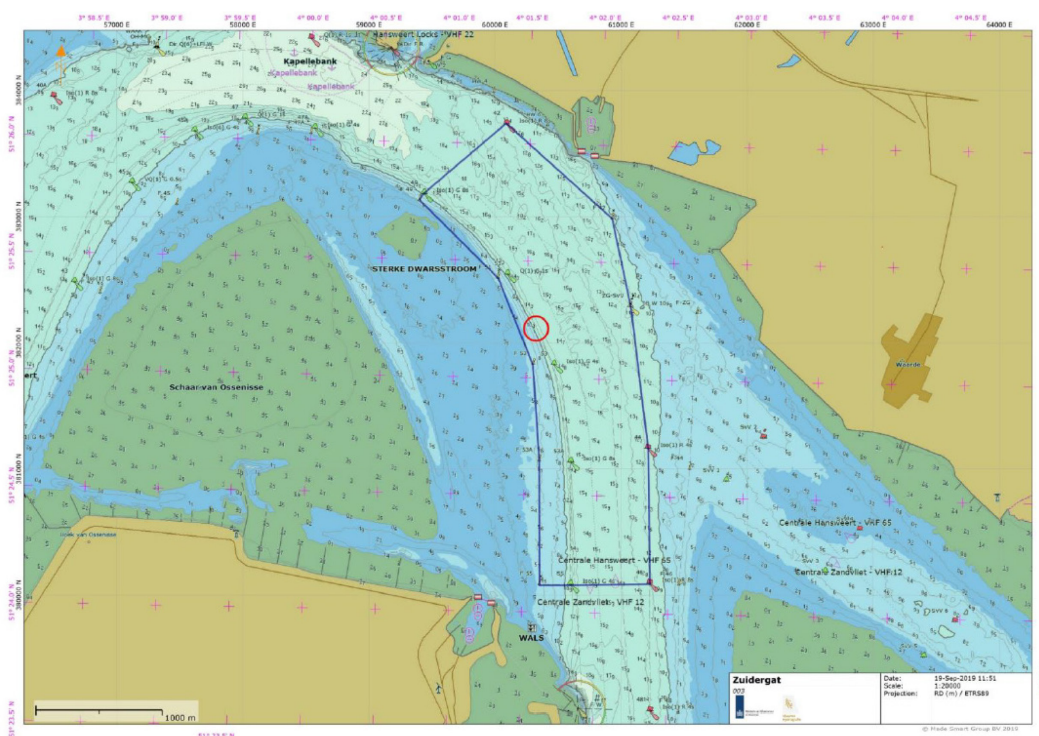
Figuur 1 – Overzichtskartaal van geulen en platen in het studiegebied

2.2 Opzet meetcampagnes

De metingen richten zich op het in beeld brengen van de stroompatronen ter hoogte van het gebied waar bij sterke springtijden een wervel kan optreden langs de oostrand van de Platen van Ossensisse. Figuur 2 geeft dit interessegebied weer, dat ook door de HF-radar installatie zal worden bemeten.

Hiertoe wordt gedurende de periode van ca. een uur voor tot een uur na hoogwater raaien gevaren waarop de stroming wordt in beeld gebracht aan de hand van een ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). De raaien bestaan uit een combinatie van langsraaien (zowel langs de groene als rode boeienzijde, maar ook in het midden van de vaargeul) als dwarsraaien.

Tabel 1 geeft een overzicht van de uitgevoerde metingen tijdens de 2 meetcampagnes die door het Waterbouwkundig Laboratorium in oktober 2022 werden uitgevoerd. Figuur 3 geeft de ligging weer van de verschillende gemeten raaien voor beide dagen.



Figuur 2 – Overzichtskartaal met interessegebied HF-radar

Tabel 1 – Overzicht uitgevoerde metingen

<i>Datum</i>	<i>Eerste meting</i>	<i>HW</i>	<i>Laatste meting</i>	<i>Aantal raaien</i>	<i>Opmerking</i>
11/10/2022	15:31	15:40 5,11 mTAW	17:58	18	Problemen ADCP-inwinning bij opstart meting Samen met GPS-vlotters
12/10/2022	14:44	16:20 5,06 mTAW	18:52	25	



Figuur 3 – Ligging gemeten raaien op beide dagen: 11/10/2022 (links) en 12/10/2022 (rechts)

2.3 Meettechnieken

De stroming werd gemeten aan de hand van een ADCP. De karakteristieken zijn hieronder weergegeven in Tabel 2. De plaatsbepaling gebeurde door middel van een externe GS (Garmin GPSmap 60Cx), waarbij de positie elke 4s (identiek aan registratie-interval ADCP) werd geregistreerd.



Figuur 4 – Gebruikte meettoestellen: ADCP RDI Workhorse Monitor (links) en Garmin GPS (rechts)

Tabel 2 – Overzicht karakteristieken ADCP

<i>Toesteleigenschappen</i>	
Type	RDI Workhorse Monitor
Frequentie	600 kHz
Configuratie	Down-looking vanaf meetschip
Diepgang meetschip	135 cm (MS Hondius)
Insteekdiepte ADCP	95 cm
Beam hoek	20°
Aantal beams	4
Snelheidsresolutie	0,1 cm/s
Accuraatheid	0,3%
Ping rate	2 Hz (typical)
<i>Instellingen</i>	
Cel grootte	0,5 m
Eerste cel (midden)	0,8 m onder sensor
Maximaal bereik	38 m
Ensemble interval	4 s
Pings per ensemble	4
Water Mode	12
Reference	BT

2.4 Verwerking

2.4.1 ADCP-data

De ADCP-metingen werden ingewonnen via WinRiver II. Deze software laat toe de meetgegevens als ASCII te exporteren. Deze gegevens werden vervolgens ingelezen in Matlab waar met behulp van eigen scripts de verdere verwerking en presentatie gebeurde.

2.4.2 Koppeling GPS-data

De positie van het meetschip werd geregistreerd door middel van een extern GPS-toestel. In de verwerking werd het GPS-signaal gekoppeld met het ADCP-signaal op basis van de tijd.

2.4.3 Validatie metingen

De ADCP geeft resultaten voor het volledige bereik van de cellen. Op basis van de diepte van bodem, bepaald via de bodemdetectie functie ("bottom-track"), werden alle metingen beneden dit niveau verwijderd.

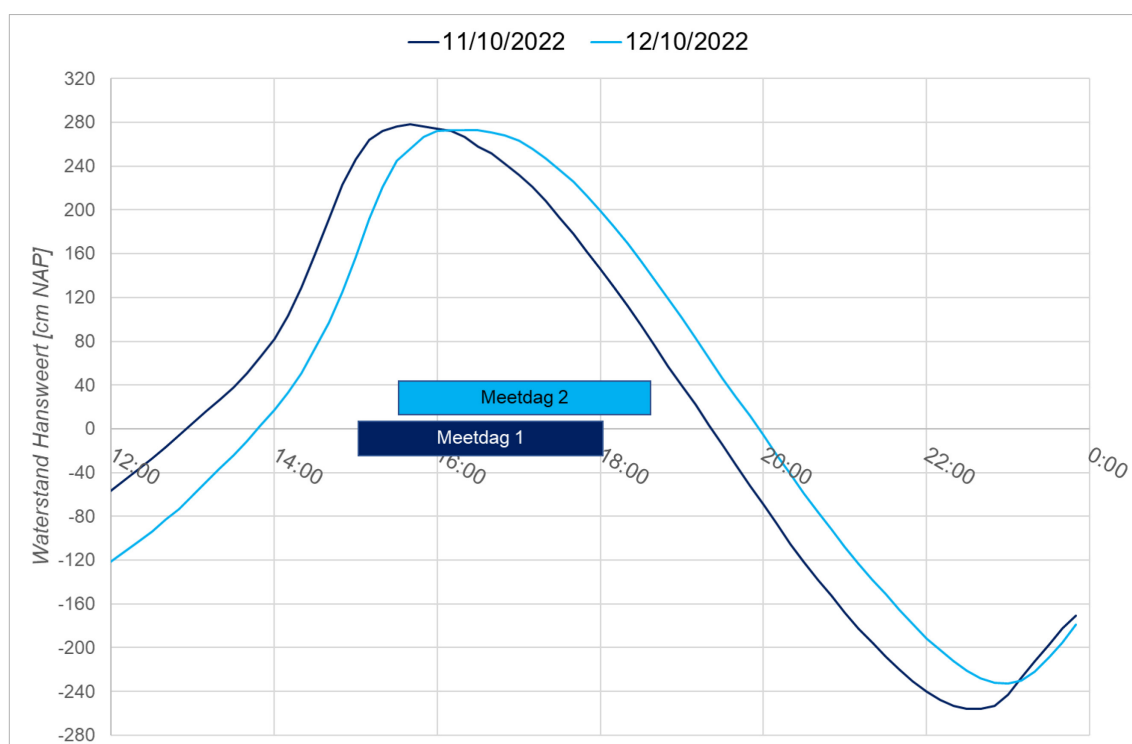
Vervolgens werden de metingen met een "Percentage Good" score lager of gelijk aan 50% verwijderd.

Daarnaast werden ook alle metingen (en dit voor alle parameters) met onrealistische waarden (cfr. dummy waarde = -32768) verwijderd. Er werd geen gedetailleerde validatie uitgevoerd, waardoor in de metingen bepaalde uitschieters nog kunnen aanwezig zijn.

3 Resultaten

De 2 meetcampagnes werden uitgevoerd bij condities tussen gemiddeld getij en springtij. Figuur 5 geeft het verloop van de waterstanden weer tijdens de verschillende meetcampagnes. Hieruit blijkt dat er een klein verschil is in hoogwater (hoger tijdens de 1^e meetdag), en dat het verloop voor en na het hoogwater op beide dagen gelijkaardig is.

In de volgende paragrafen wordt een korte beschrijving gegeven van de verschillende uitgevoerde meetcampagnes. De volledige reeks figuren voor elke raai is opgenomen in bijlage.

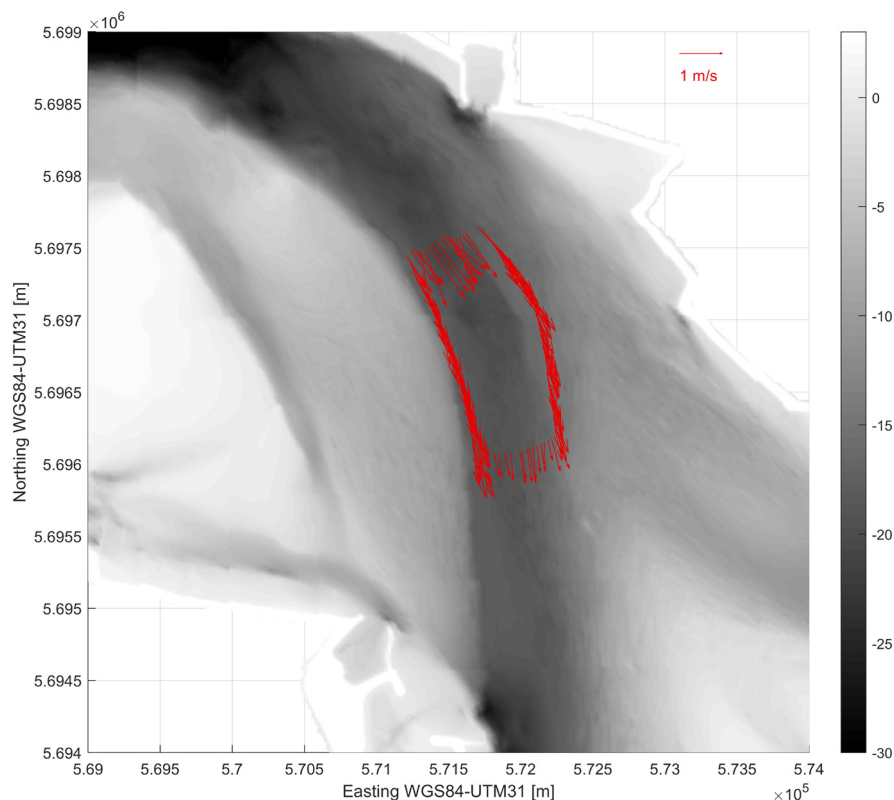


Figuur 5 – Verloop van waterstanden te Hansweert tijdens meetcampagnes

3.1 Meetcampagne 1 – 11 oktober 2022

De eerste meetcampagne vond plaats bij gemiddelde getij condities (getijfactor = 1,04). Tijdens de meting werd geen dwarsstroming waargenomen. Figuur 6 toont de stroming zoals deze op het einde van de vloedfase werd opgemeten.

Voor de volledige presentatie van de gemeten raaien wordt verwezen naar Bijlage A – meetcampagne 11 oktober 2022. Raai 2 werd grotendeels verstoord door schroefwater van een passerend schip en is niet opgenomen in de bijlage.

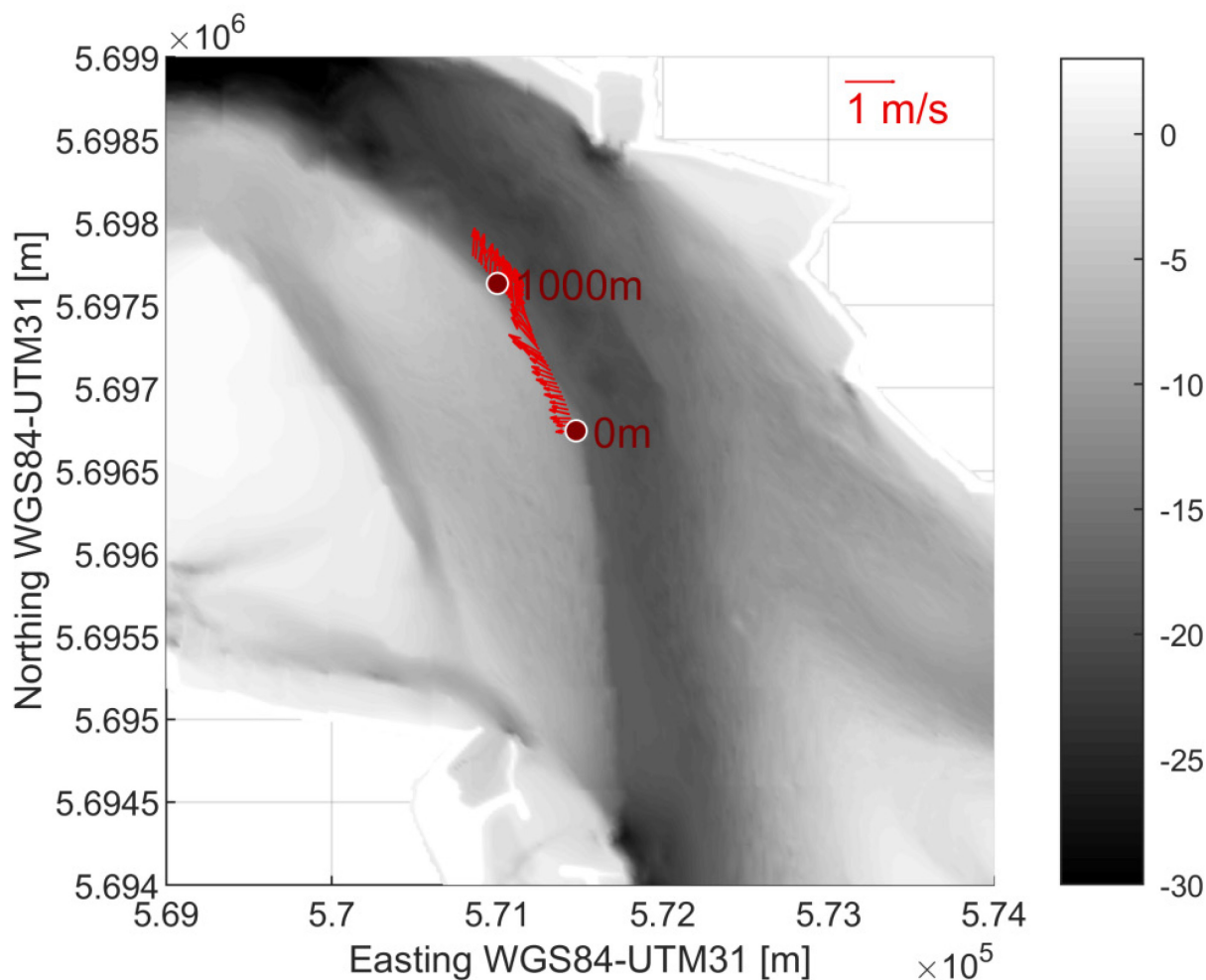


Figuur 6 – Diepte-gemiddelde stroomvectoren tijdens de vloedfase

3.2 Meetcampagne 2 – 12 oktober 2022

De tweede meetcampagne vond plaats bij matige springtij condities (getijfactor = 1,08). Op het einde van de meting (ca. 18:00) werd een neer vastgesteld met bijbehorende dwarsstroming waargenomen. Figuur 7 toont de stroomvectoren op dit moment tijdens de meting. Hierop werd besloten de meting langer uit te voeren dan initieel voorzien.

Voor de volledige presentatie van de gemeten raaien wordt verwezen naar Bijlage B – meetcampagne 12 oktober 2022.



Figuur 7 – Diepte-gemiddelde stroomvectoren met neervorming (raai 21 @ 17:58)

4 Referenties

Decrop, B.; De Clercq, B.; Vanlede, J.; Van Holland, G.; Ides, S.; Plancke, Y.; De Mulder, T.; Mostaert, F. (2009). Dwarsstromingen Ossenisse-Zuidergat - Rapport numeriek modelonderzoek: Antwerp, Belgium. 115 pp.

Decrop, B.; Vanlede, J.; De Clercq, B.; Sas, M. (2010). Eddy-induced cross currents in the Westerschelde estuary: numerical simulation, physical driving mechanisms and navigation assistance. *Bull. Perm. Int. Assoc. Navig. Congr.* 138: 29–44

Deltares (2011). Delft3D-FLOW. Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments. User Manual. Version 3.15.

IMDC; Deltares; Svasek; Arcadis. (2013). Mitigatie dwarsstroming Zuidergat. LTV V&T - rapport B-25

Maximova, T.; Ides, S.; De Mulder, T.; Mostaert, F. (2009). LTV O&M thema Veiligheid - Deelproject 1: Verbetering hydrodynamisch NeVla model ten behoeve van scenario-analyse. WL Rapporten, 756_05. Flanders Hydraulics Research & Deltares: Antwerp, Belgium.

Plancke, Y.; Stark, J.; Meire, D.; Schrijver, M. (2020). Complex flow patterns in the Scheldt estuary: field measurements and validation of a hydrodynamic model. *Journal of Hydraulic Engineering*. doi: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001737

Smolders, S.; Maximova, T.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Integraal Plan Bovenzeeschede: Subreport 1 – Scaldis: a 3D Hydrodynamic Model for the Scheldt Estuary. Version 5.0. WL Rapporten, 13_131. Flanders Hydraulics Research: Antwerp, Belgium.

Stark, J.; Meire, P.; Temmerman, S. (2017). Changing tidal hydrodynamics during different stages of eco-geomorphological development of a tidal marsh: A numerical modeling study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 188, 56–68. doi:10.1016/j.ecss.2017.02.014

Stark, J.; Vandenbruwaene, W.; De Maerschalck, B.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (2019). Morfologie mesoschaal: Deelrapport 7 – Sedimentatie ter hoogte van drempels: validatie numeriek model. Versie 4.0. WL Rapporten, 14_024_7. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Stark, J.; De Maerschalck, B.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (in voorbereiding-a). Sedimenttransport op verschillende tijdschalen: Deelrapport 3 – Modelleren van hydro- en morfodynamische processen in de Westerschelde met Telemac: Scenario's in het kader van gevoeligheidsanalyse numeriek model. Versie 1.0. WL Rapporten, 17_088_3. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

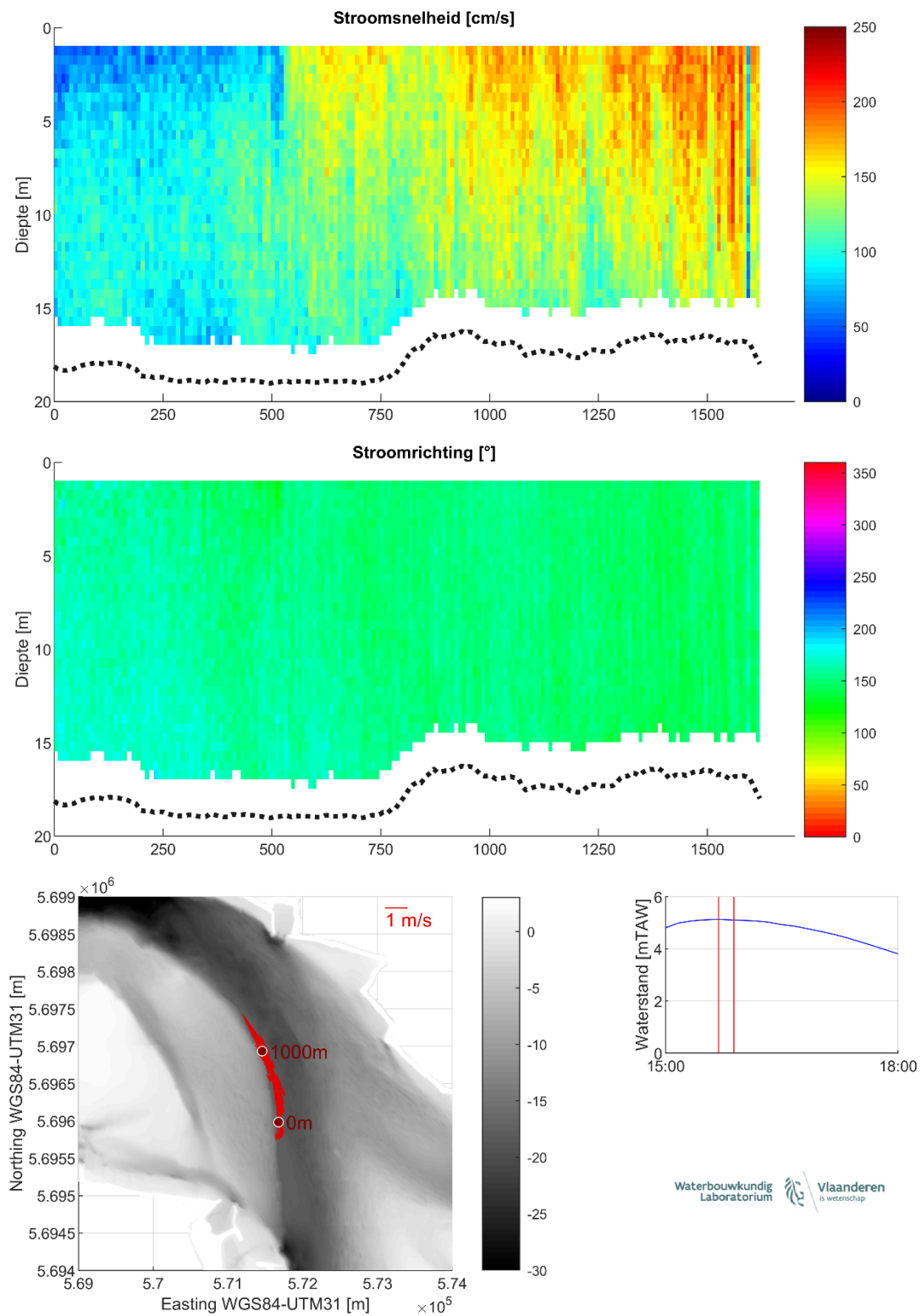
Stark, J.; Smolders, S.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (in voorbereiding-b). Sedimenttransport op verschillende tijdschalen: Deelrapport 8 – Additionele validatie complexe numerieke modellen: stroomsnelheidsmetingen Platen van Ossenisse maart 2018. Versie 1.0. WL Rapporten, 17_088_8. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Stark, J.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (in voorbereiding-c). AvdT – Sedimenttransport op verschillende tijdschalen: Deelrapport 15 – Additionele validatie complexe numerieke modellen: stroomsnelheidsmetingen Put van Hansweert - December 2018. Versie 1.0. WL Rapporten, 17_088_15. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Vanlede, J.; De Clercq, B.; Decrop, B.; Ides, S.; van Holland, G.; De Mulder, T.; Mostaert, F. (2009) Permanente verbetering modelinstrumentarium. Verbetering Randvoorwaardenmodel. Deelrapport 2: Afregeling van het 2D Scheldemodel. Waterbouwkundig Laboratorium en IMDC (I/RA/11313/09.012/BOB), Antwerpen, België.

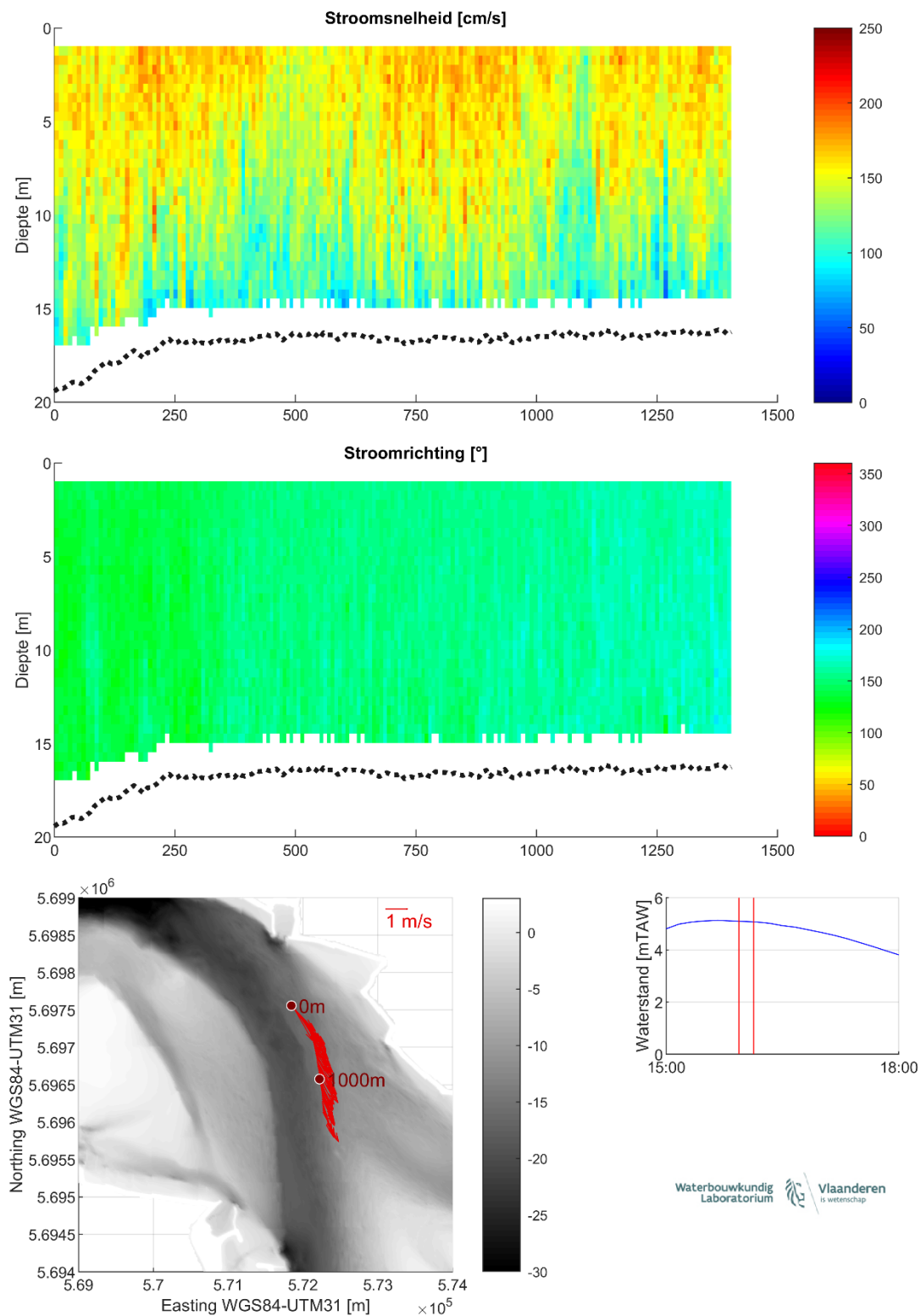
Vos, G.; Wouters, K.; Deleu, J.; Meire, D.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Agenda voor de toekomst – Stroming en sedimenttransport op de mesoschaal in het Schelde-estuarium: Deelrapport 1. Data-analyse sedimentdynamica ter hoogte van drempels. WL Rapporten, Antea Group, Antwerpen.

Bijlage A – meetcampagne 11 oktober 2022

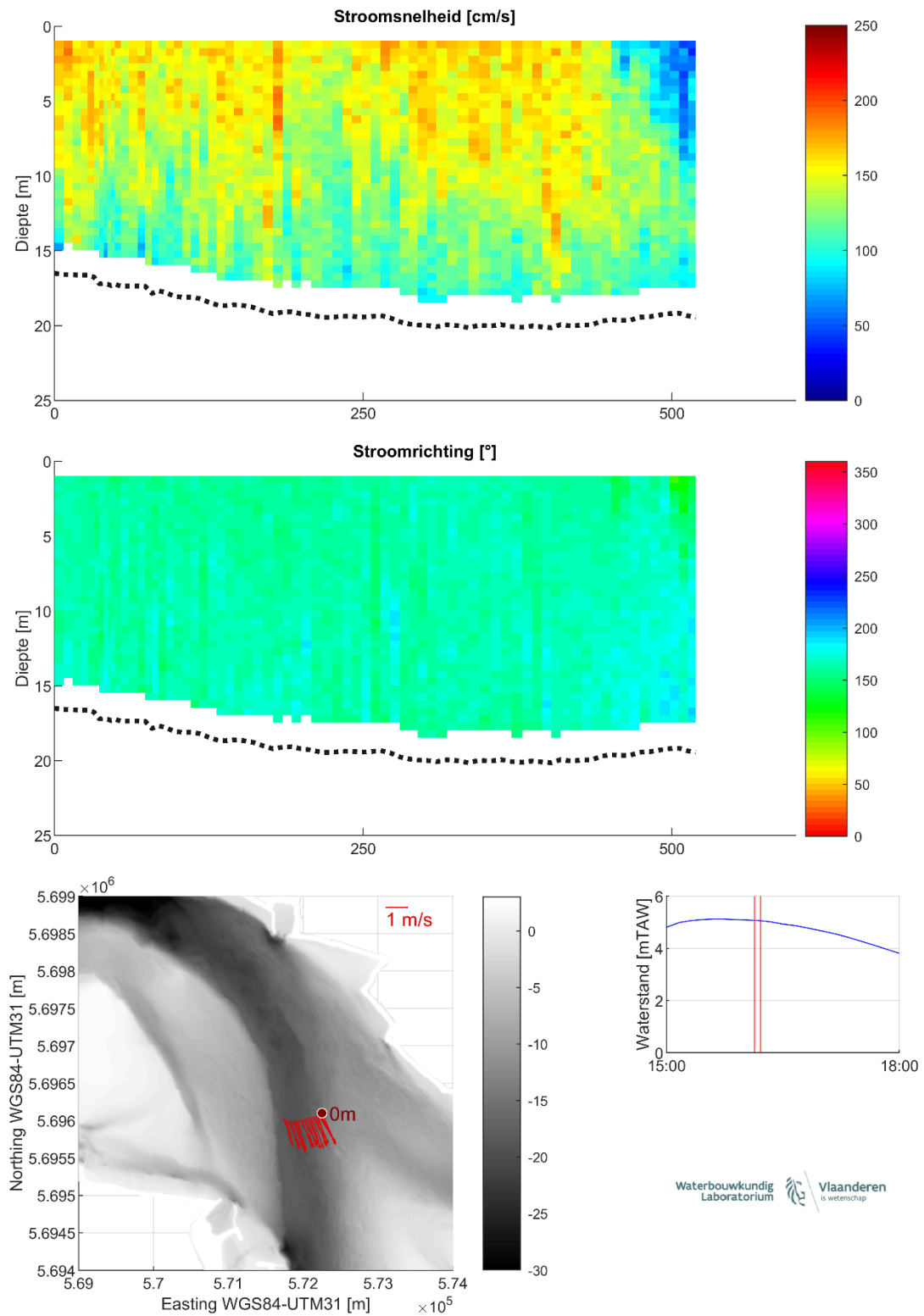


Figuur 8 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 1: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)

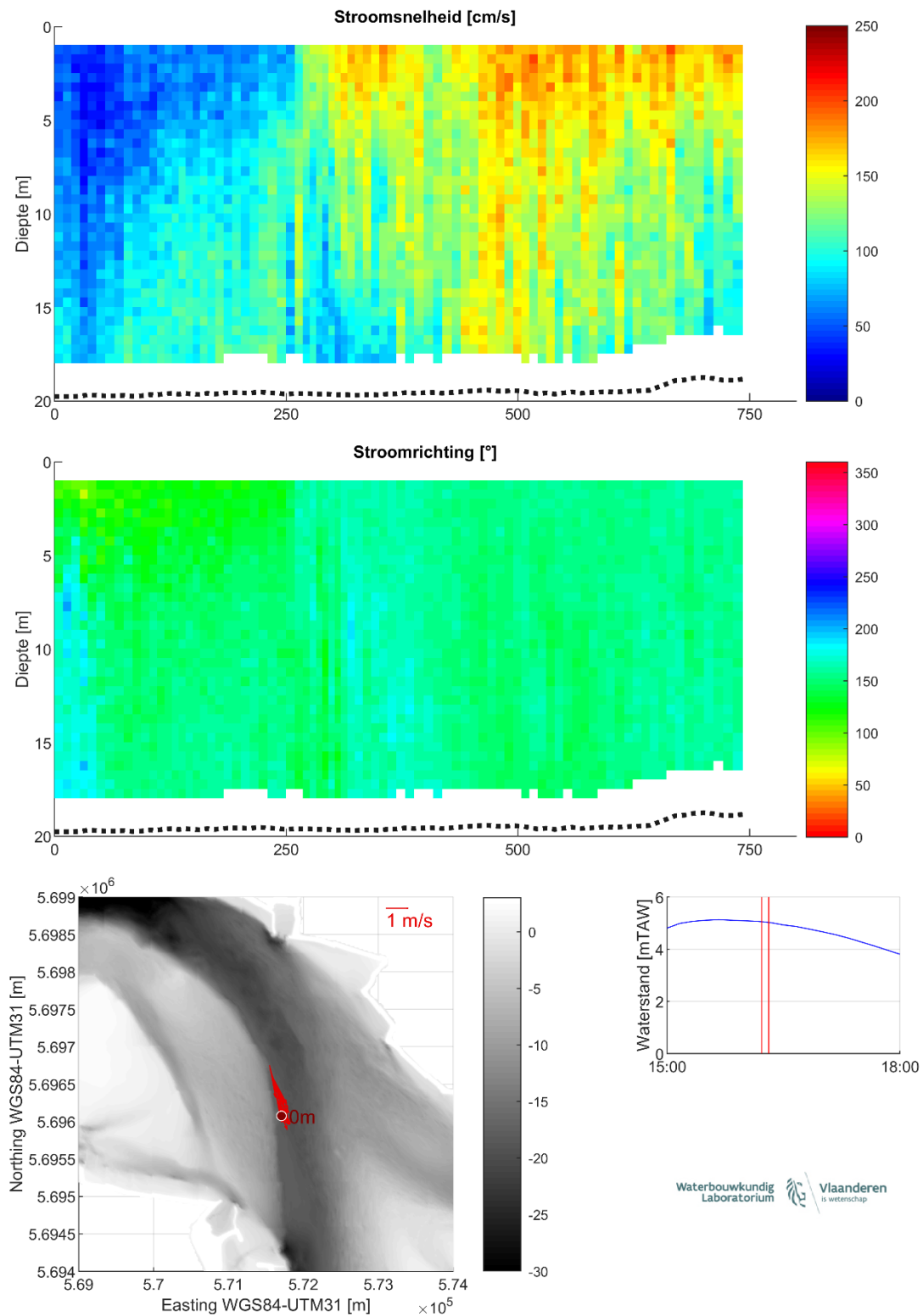
Raai 2 werd verstoord door schroefwater van een passerend schip en is hier niet opgenomen.



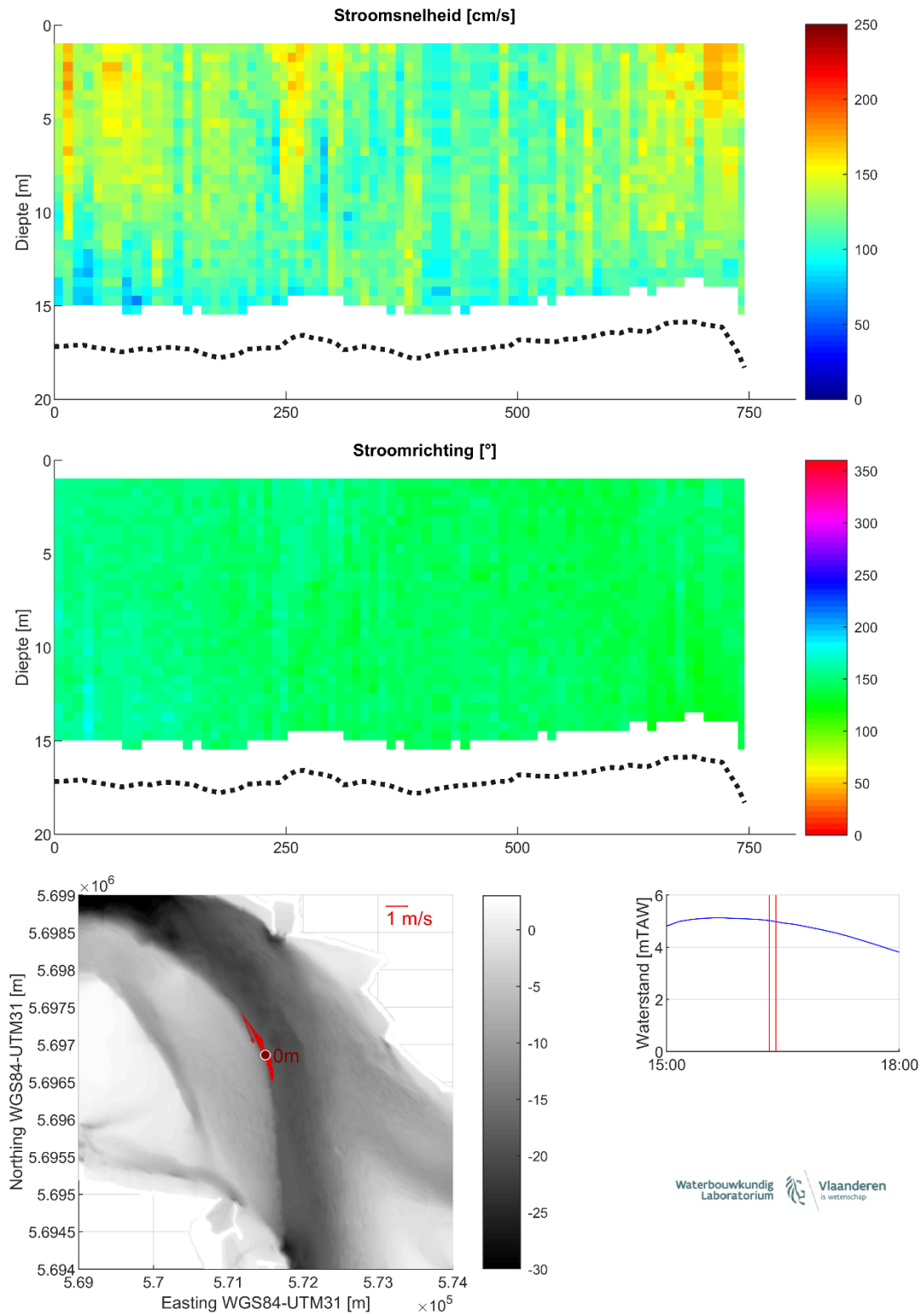
Figuur 9 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 3: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



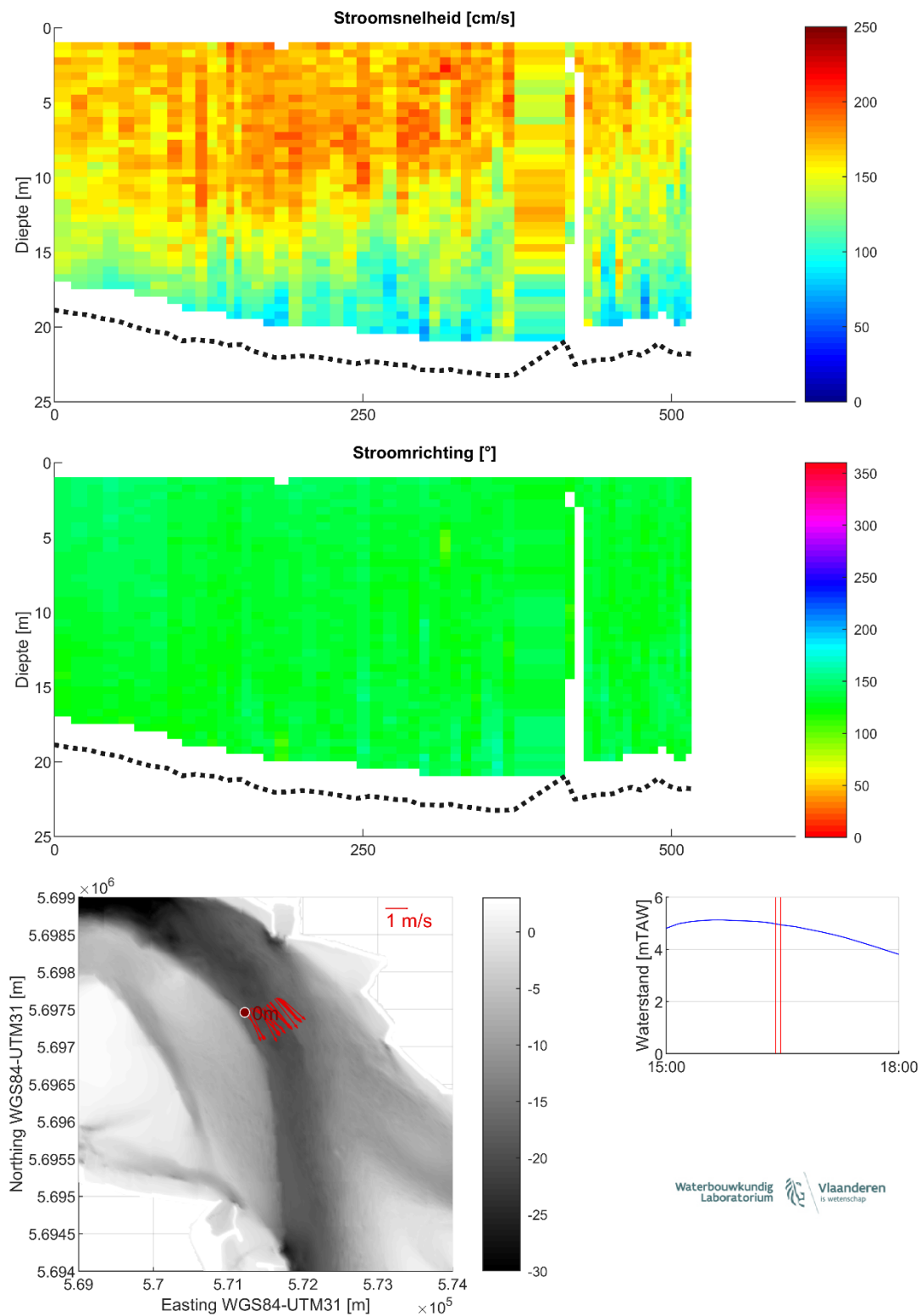
Figuur 10 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 4: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



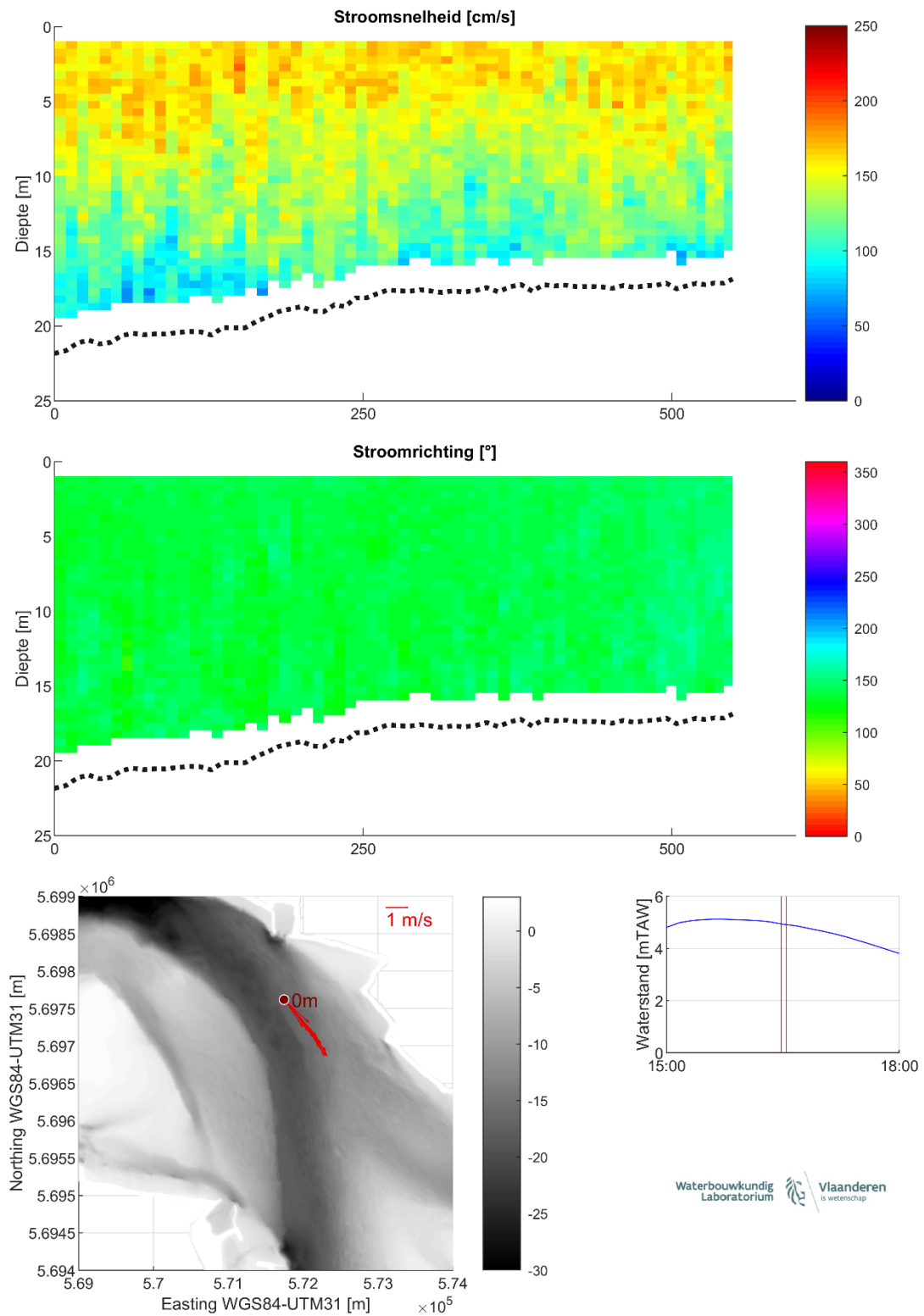
Figuur 11 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 5: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



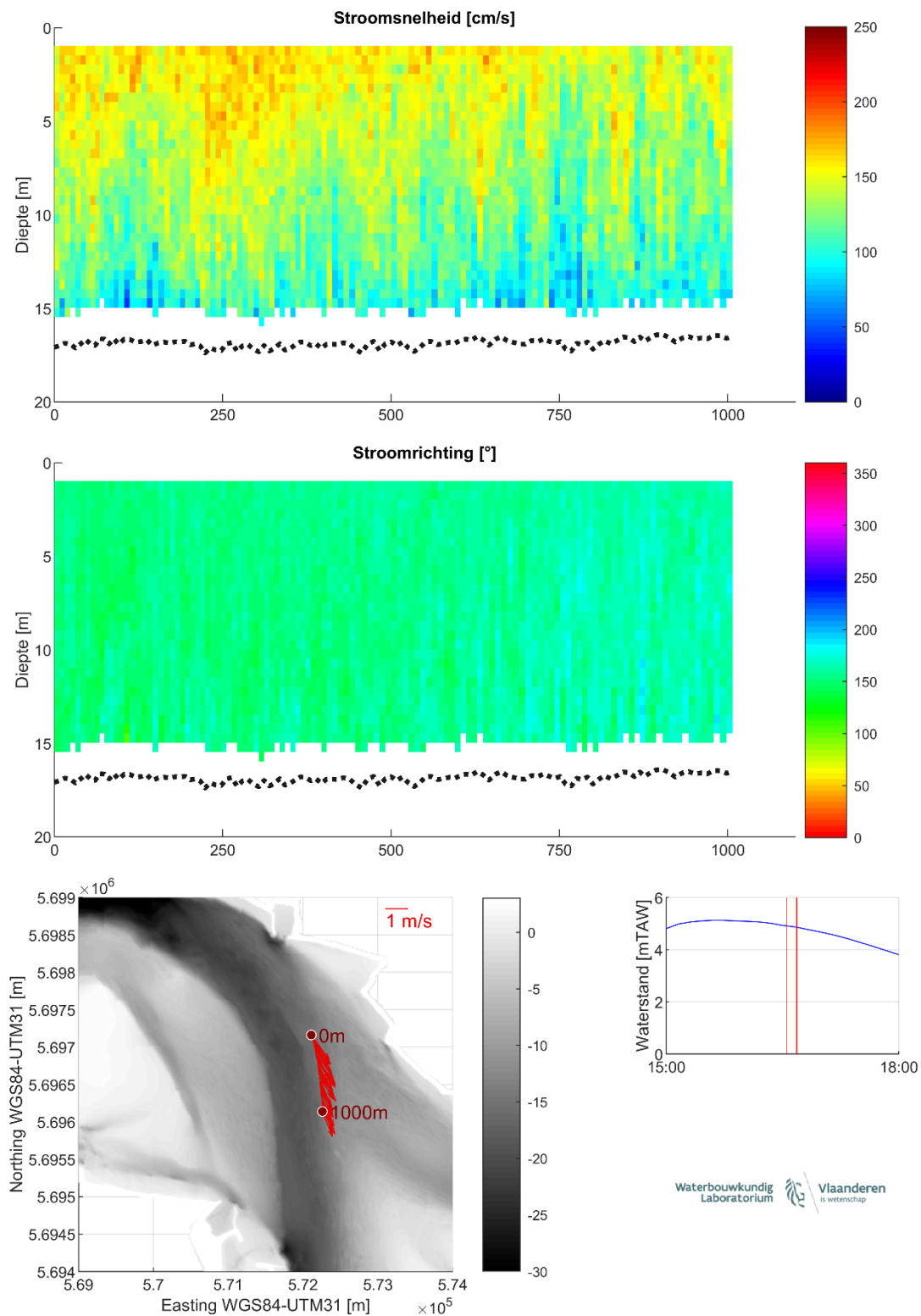
Figuur 12 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 6: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



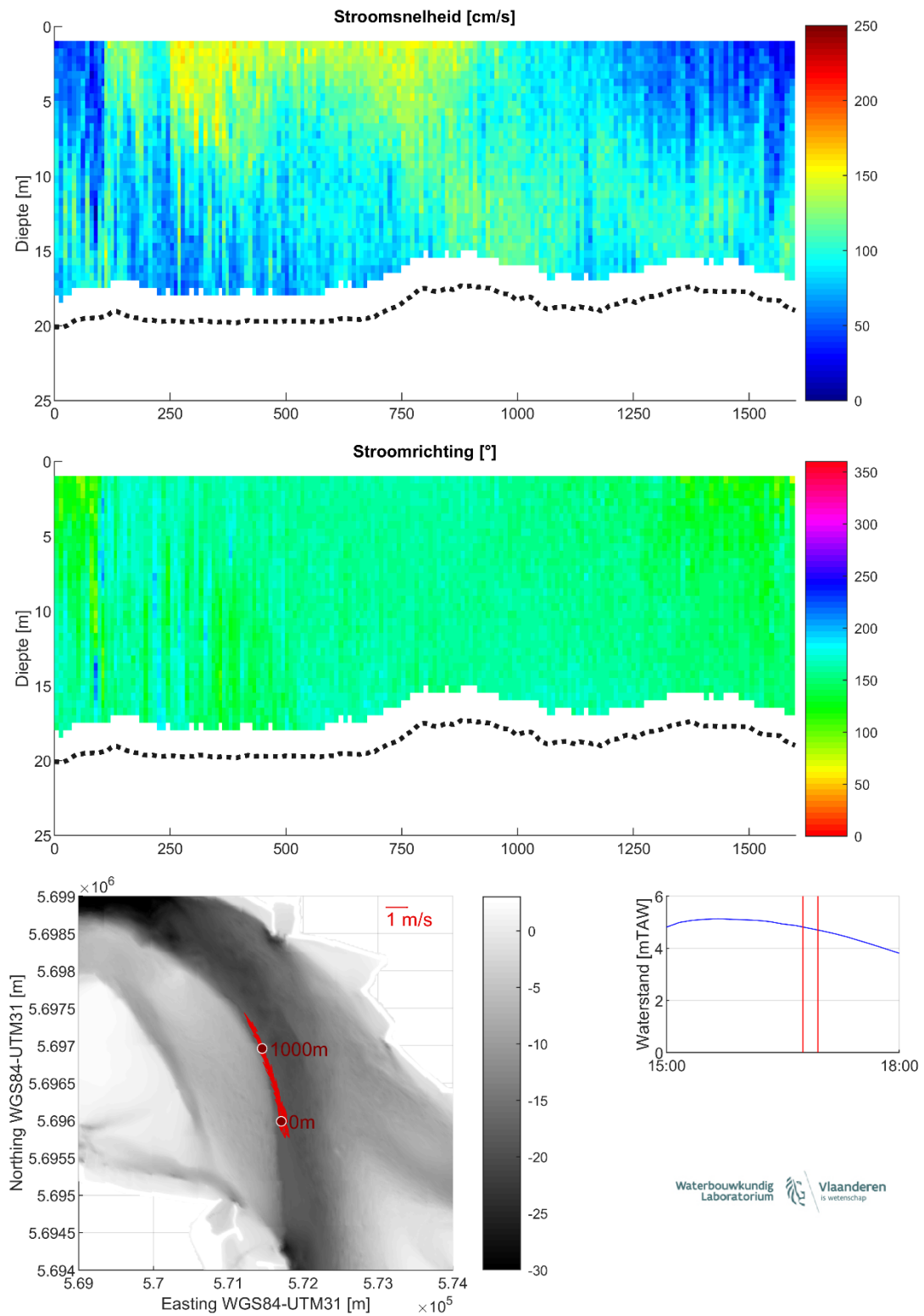
Figuur 13 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 7: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



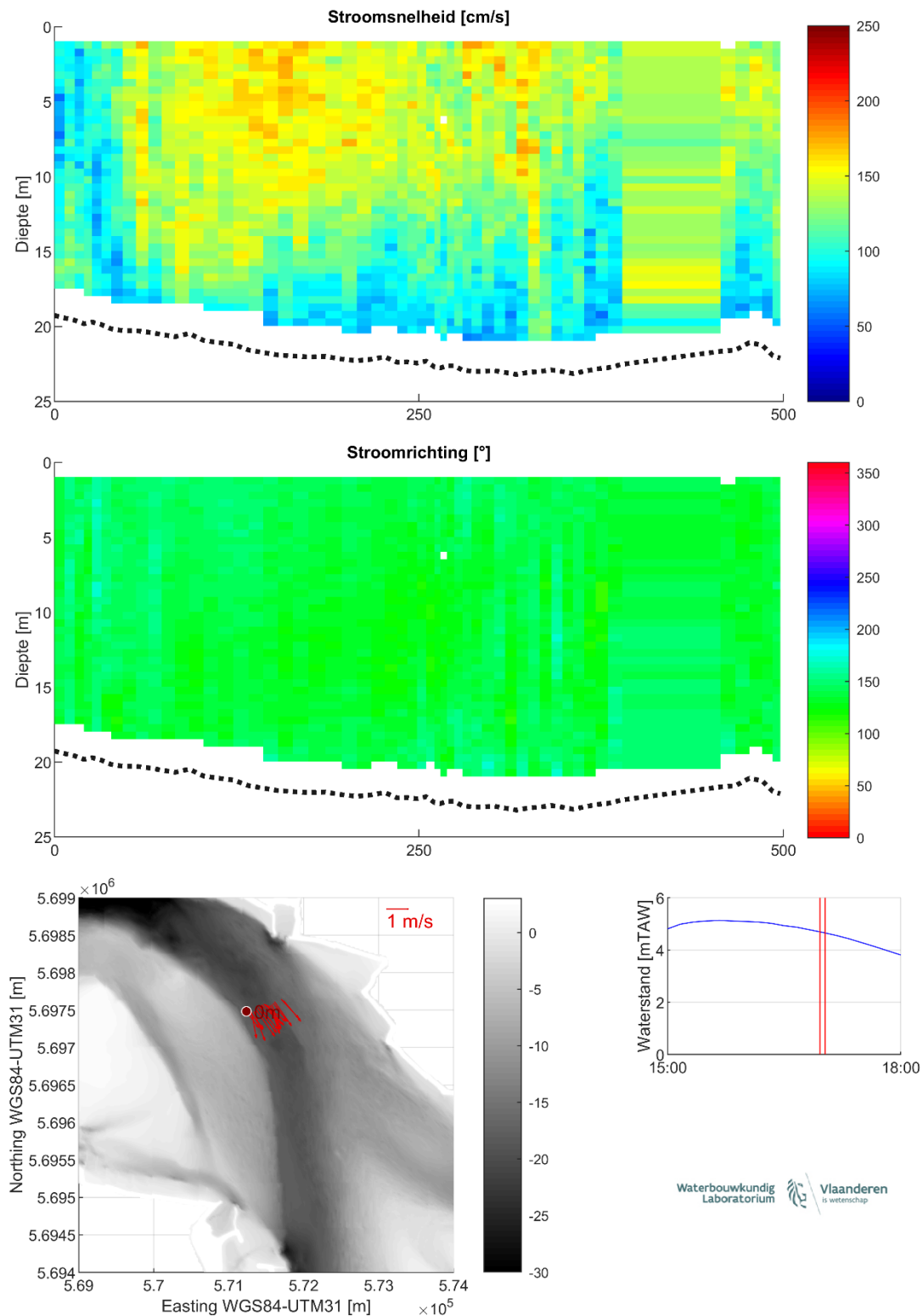
Figuur 14 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 8: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



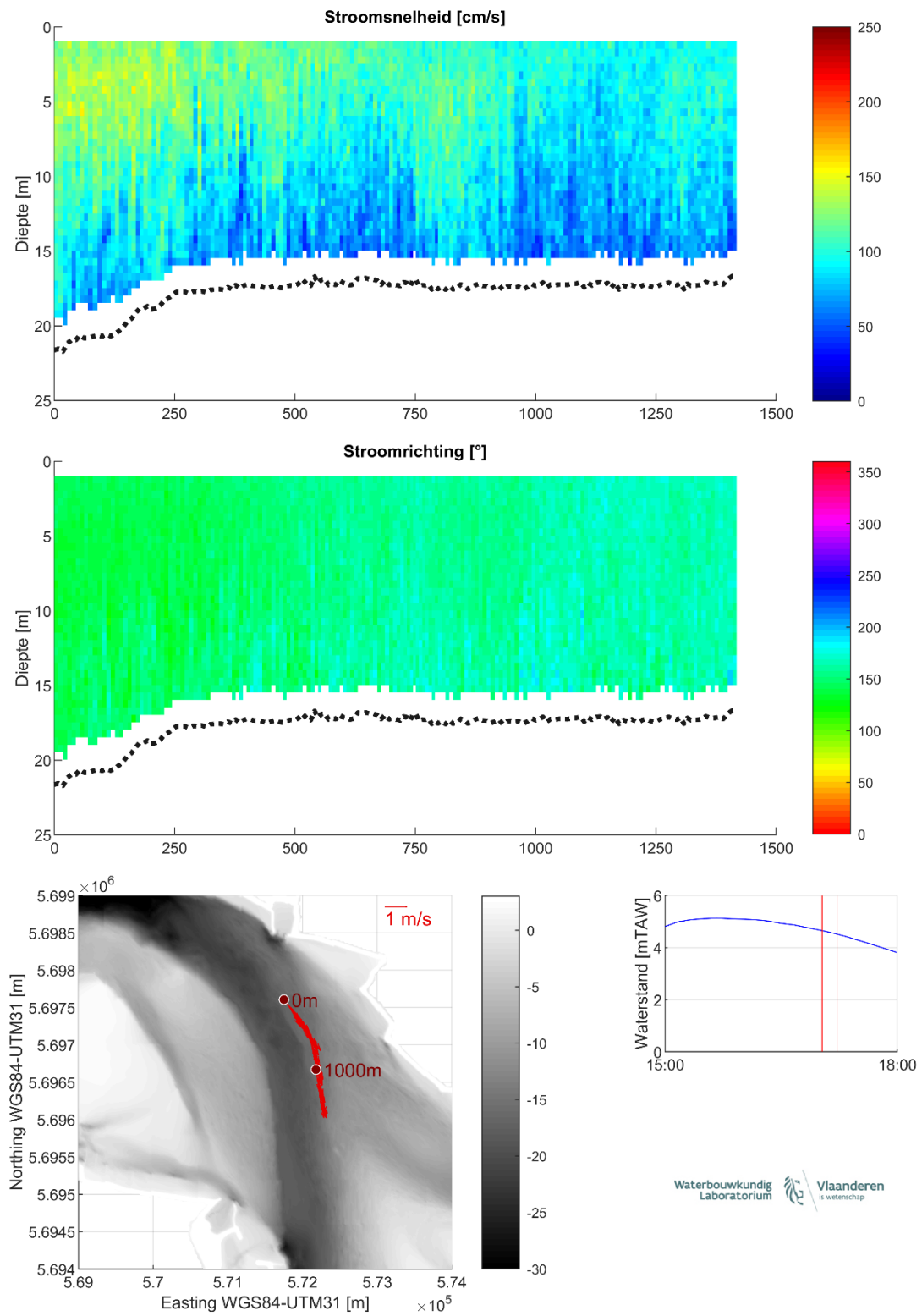
Figuur 15 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 9: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



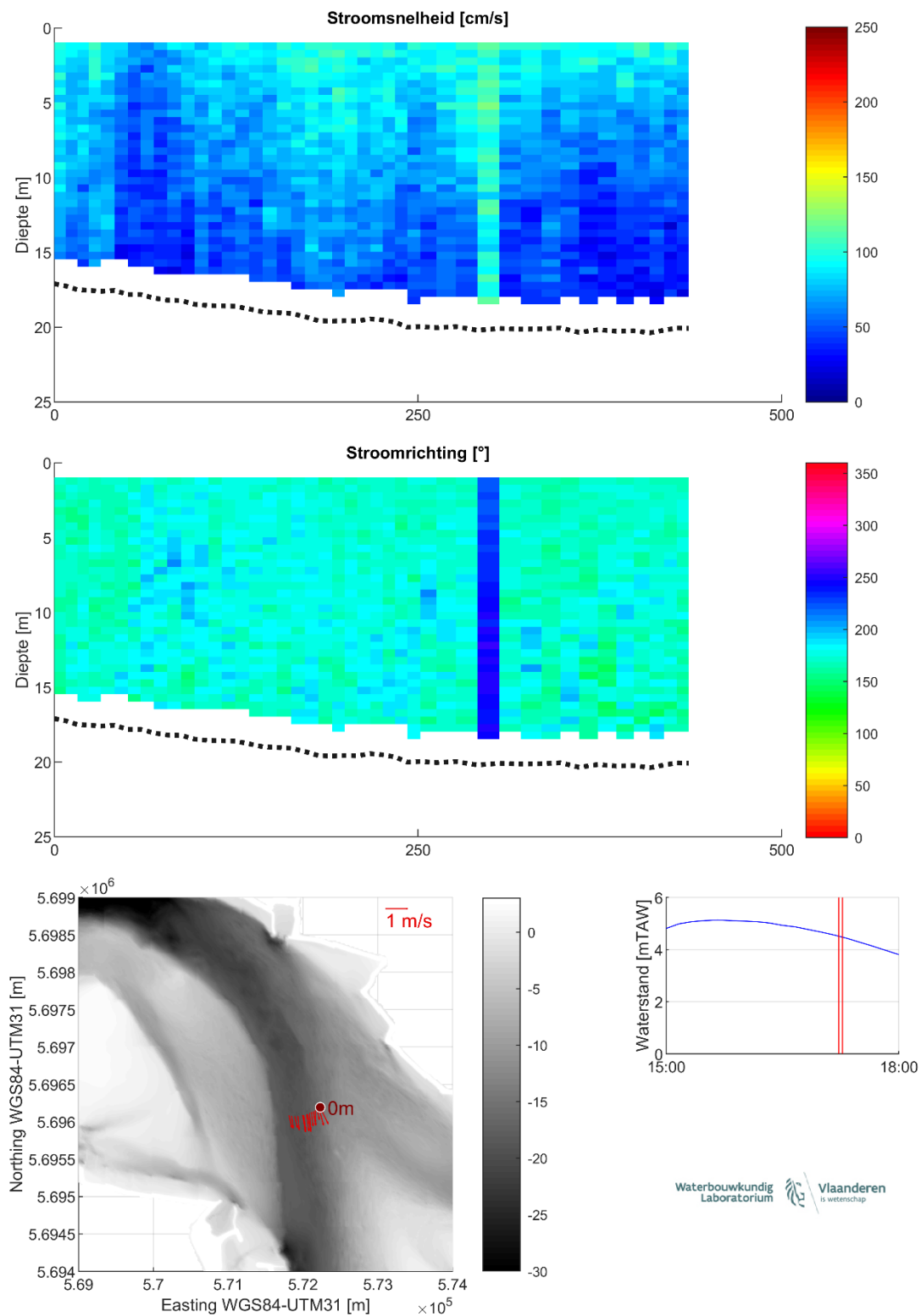
Figuur 16 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 10: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



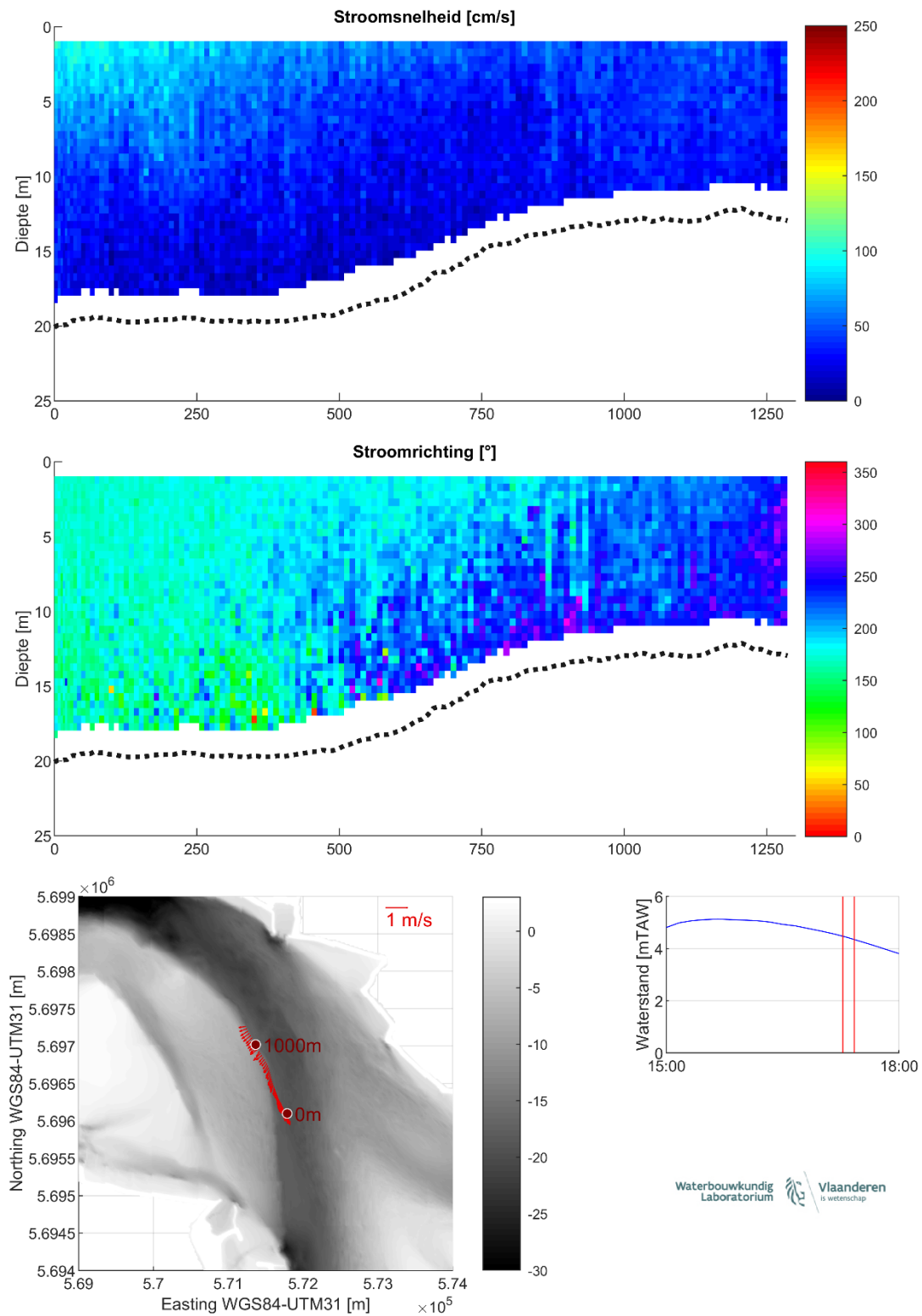
Figuur 17 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 11: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



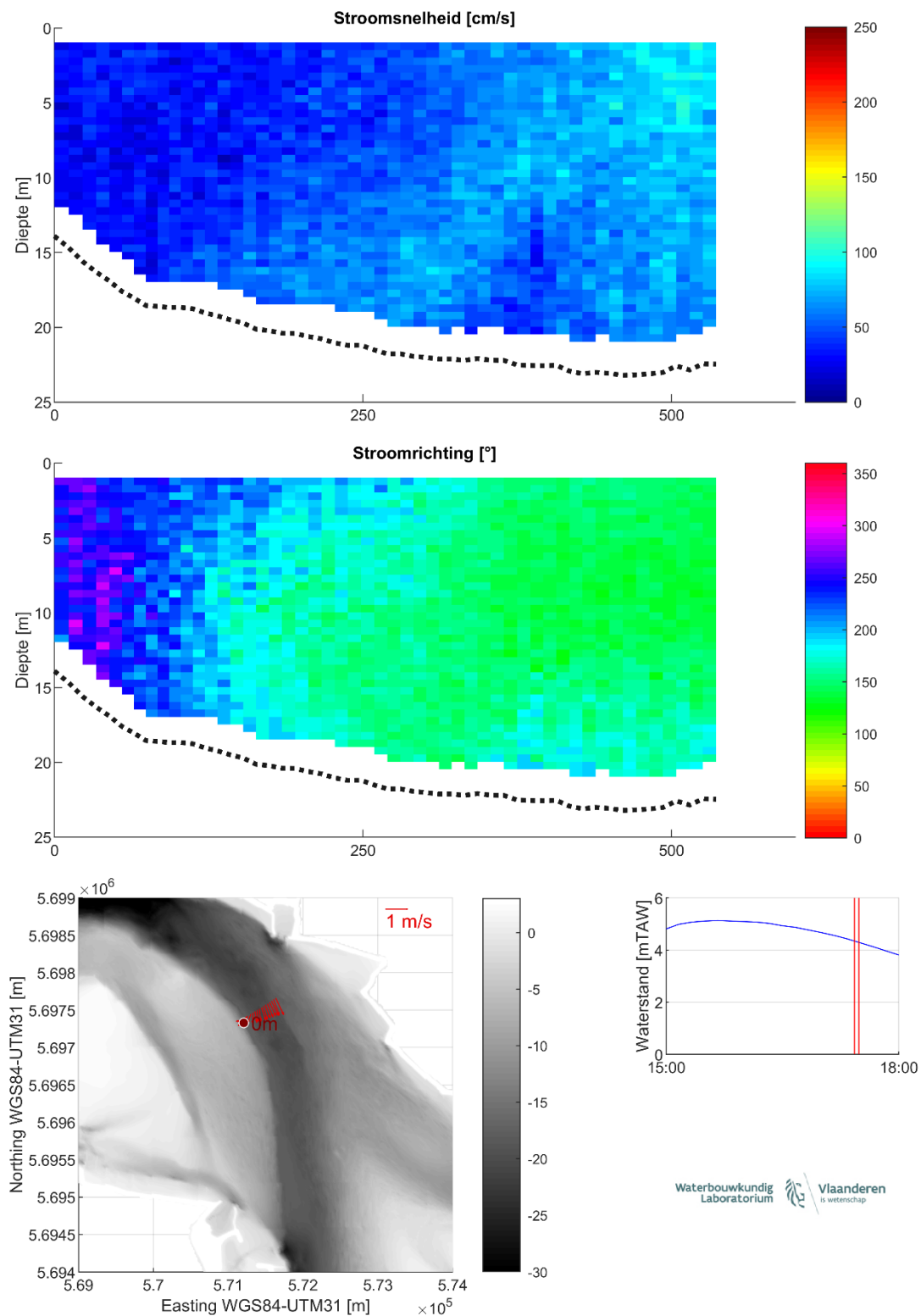
Figuur 18 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 12: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



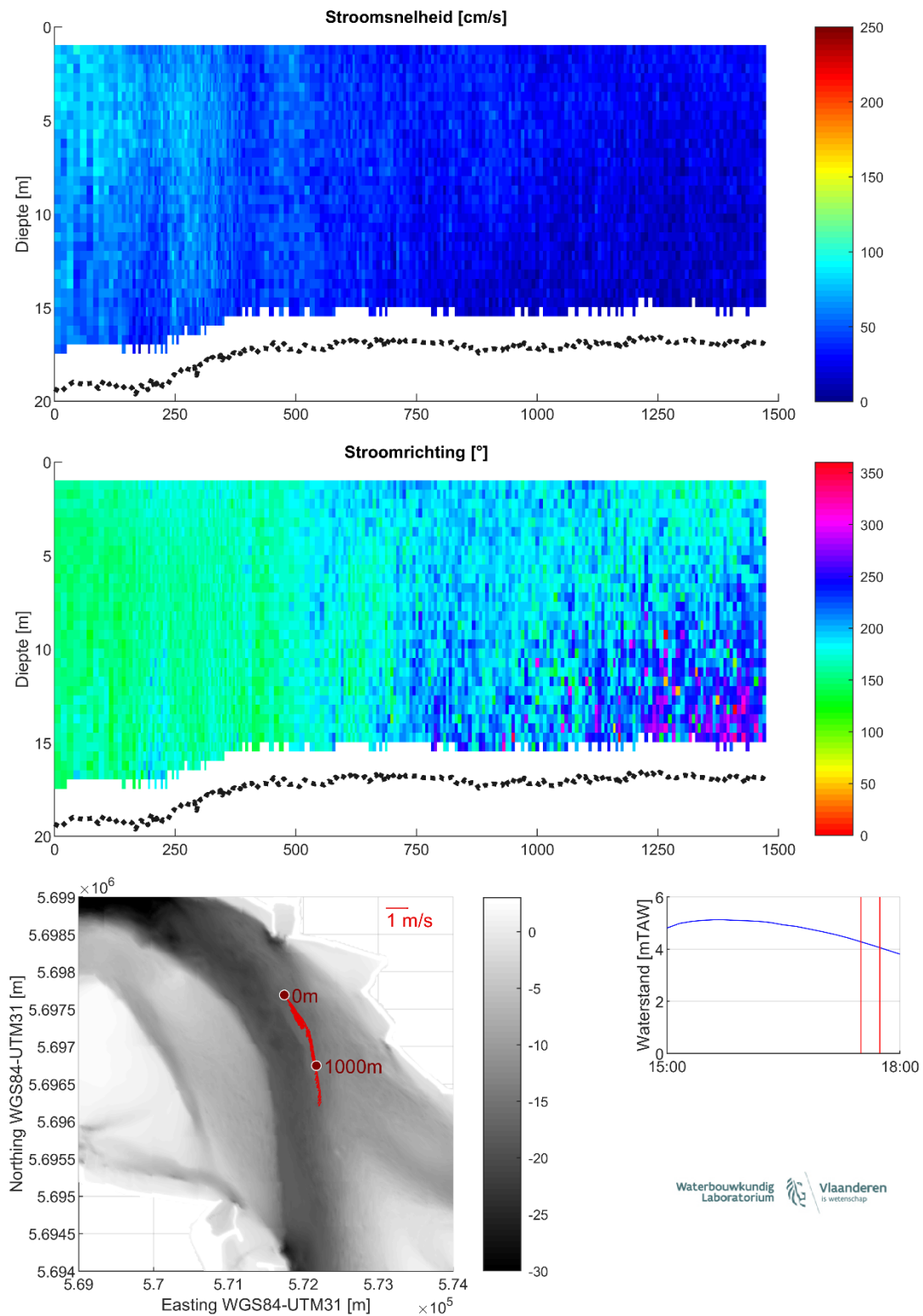
Figuur 19 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 13: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



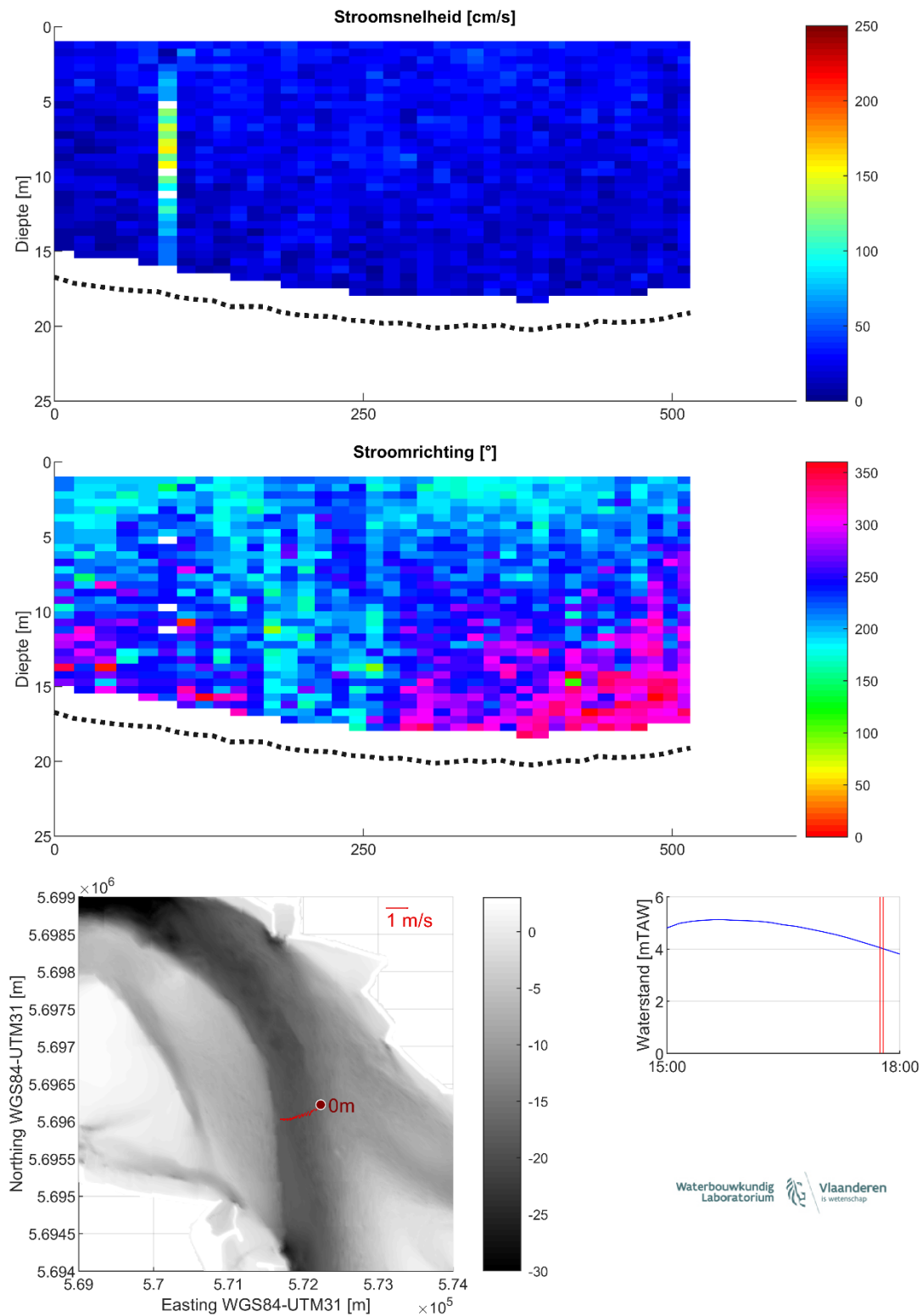
Figuur 20 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 14: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



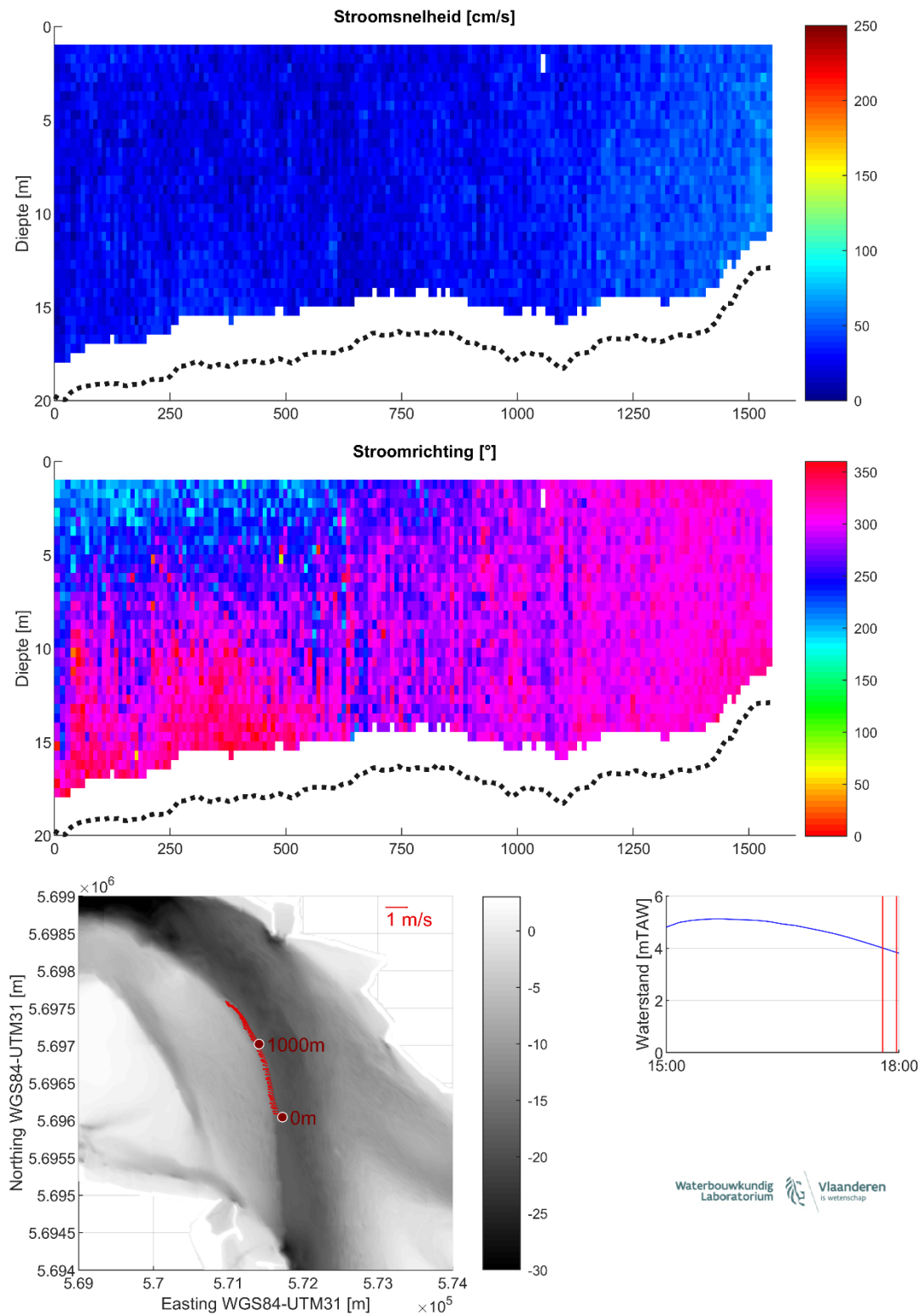
Figuur 21 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 15: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



Figuur 22 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 16: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)

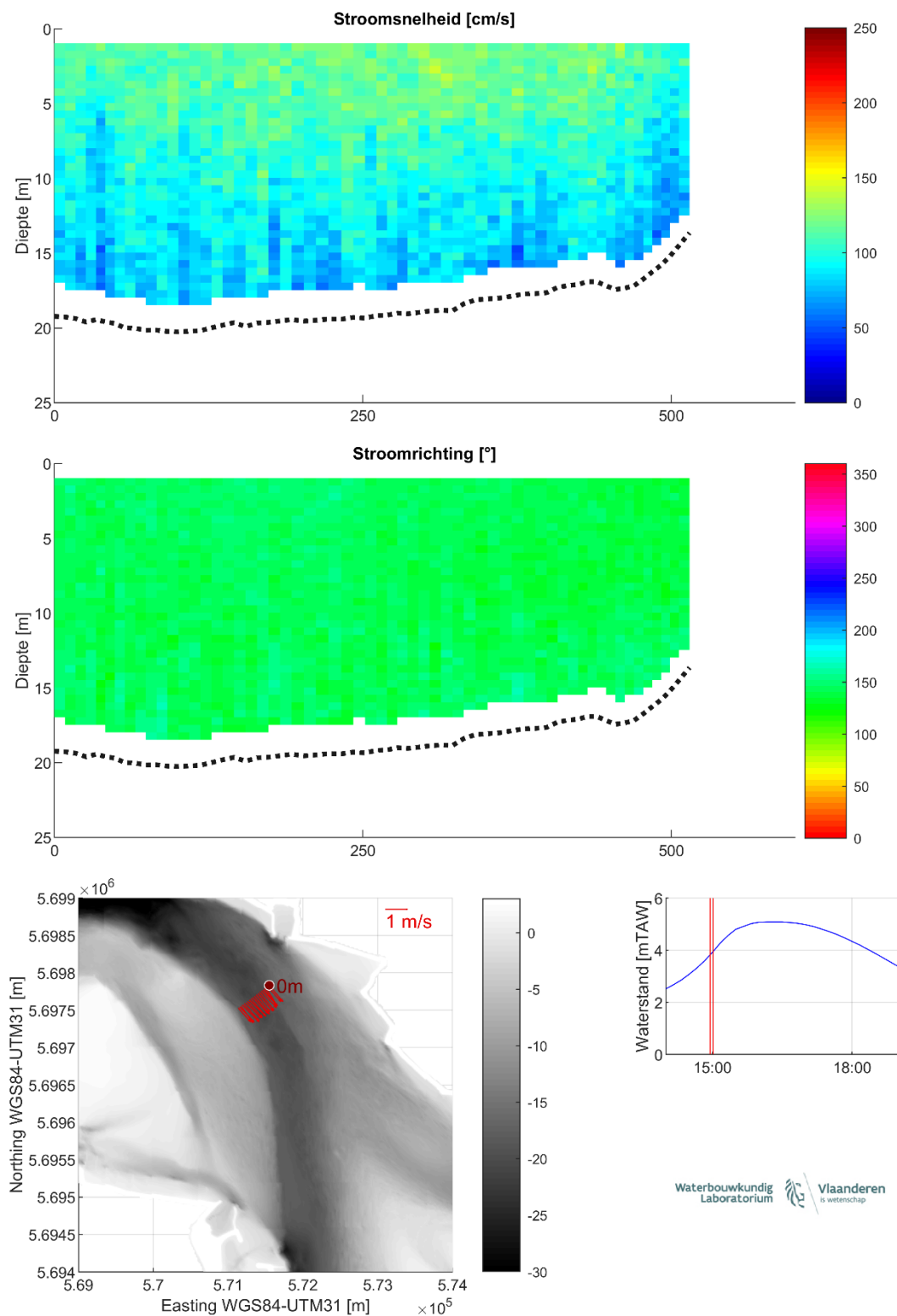


Figuur 23 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 17: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)

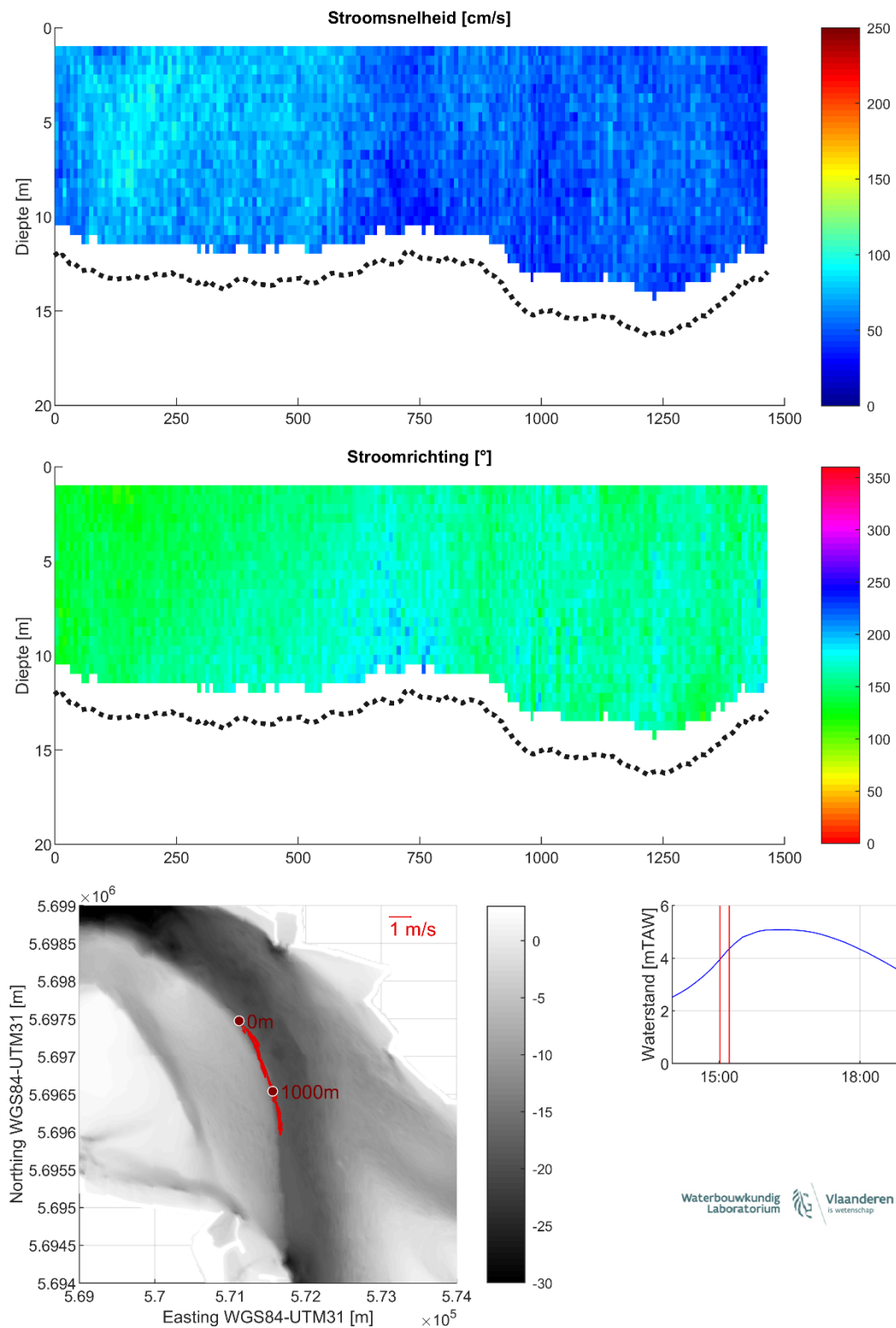


Figuur 24 – Stroomgegevens 11/10/2022 raai 18: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)

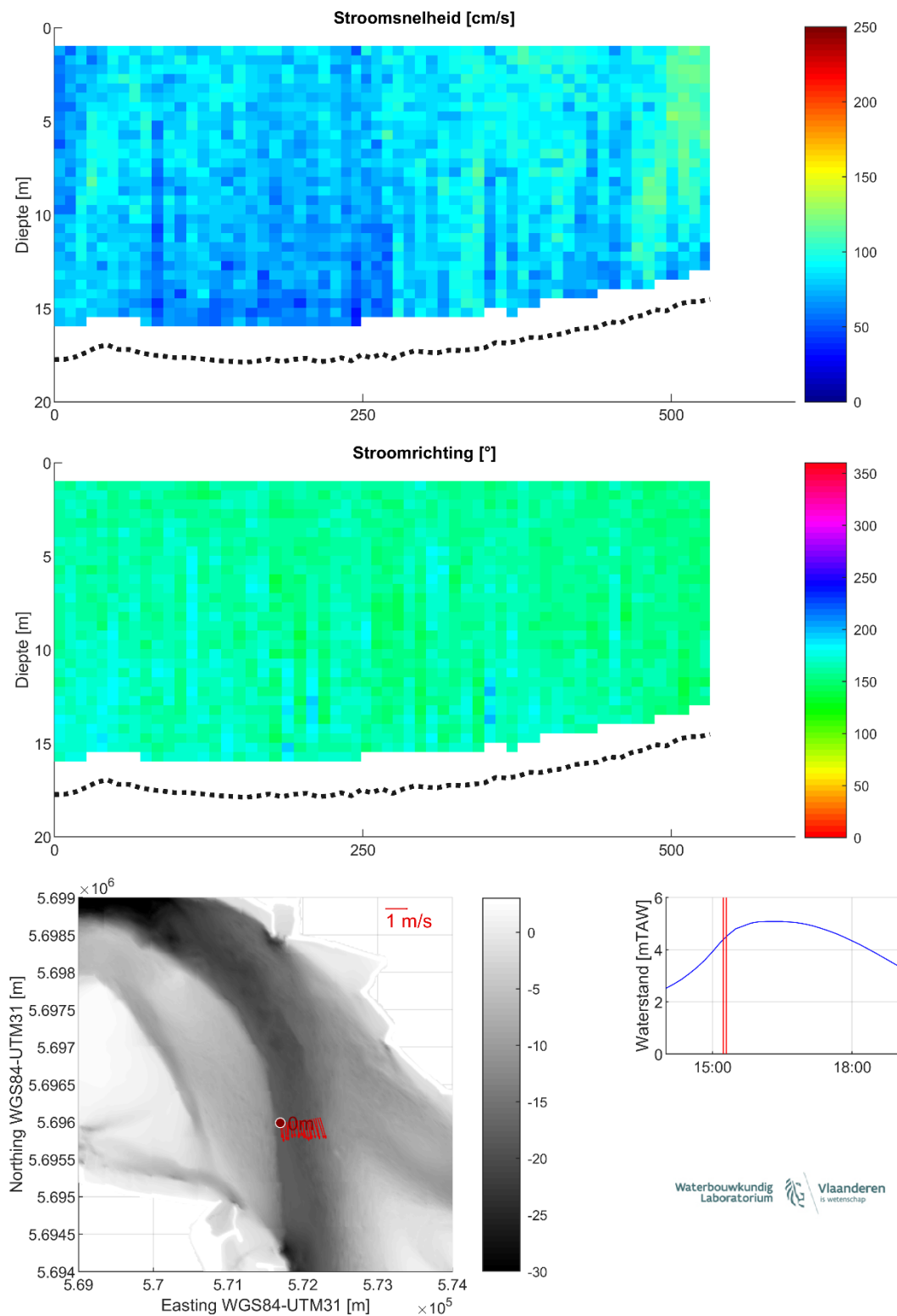
Bijlage B – meetcampagne 12 oktober 2022



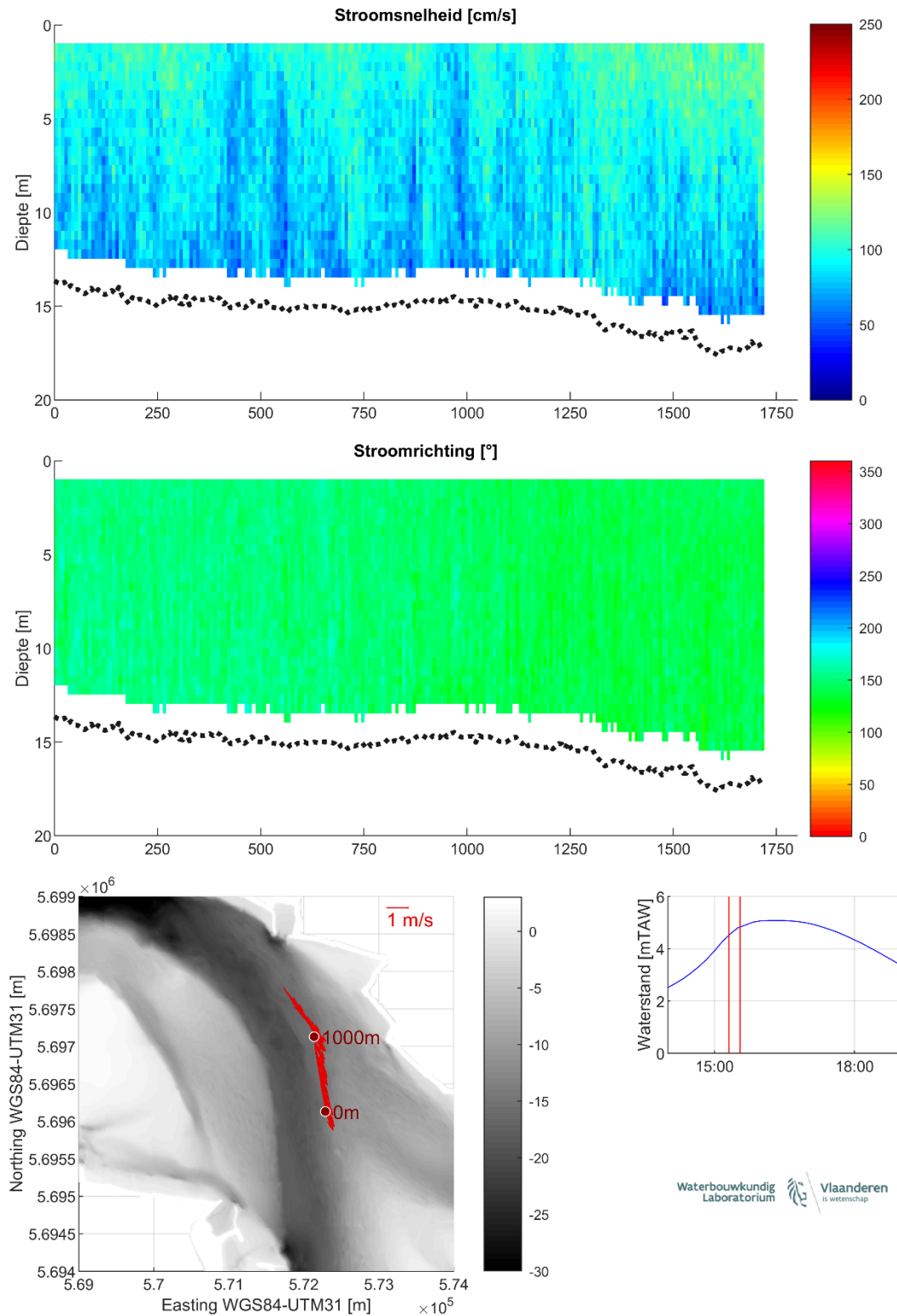
Figuur 25 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 1: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



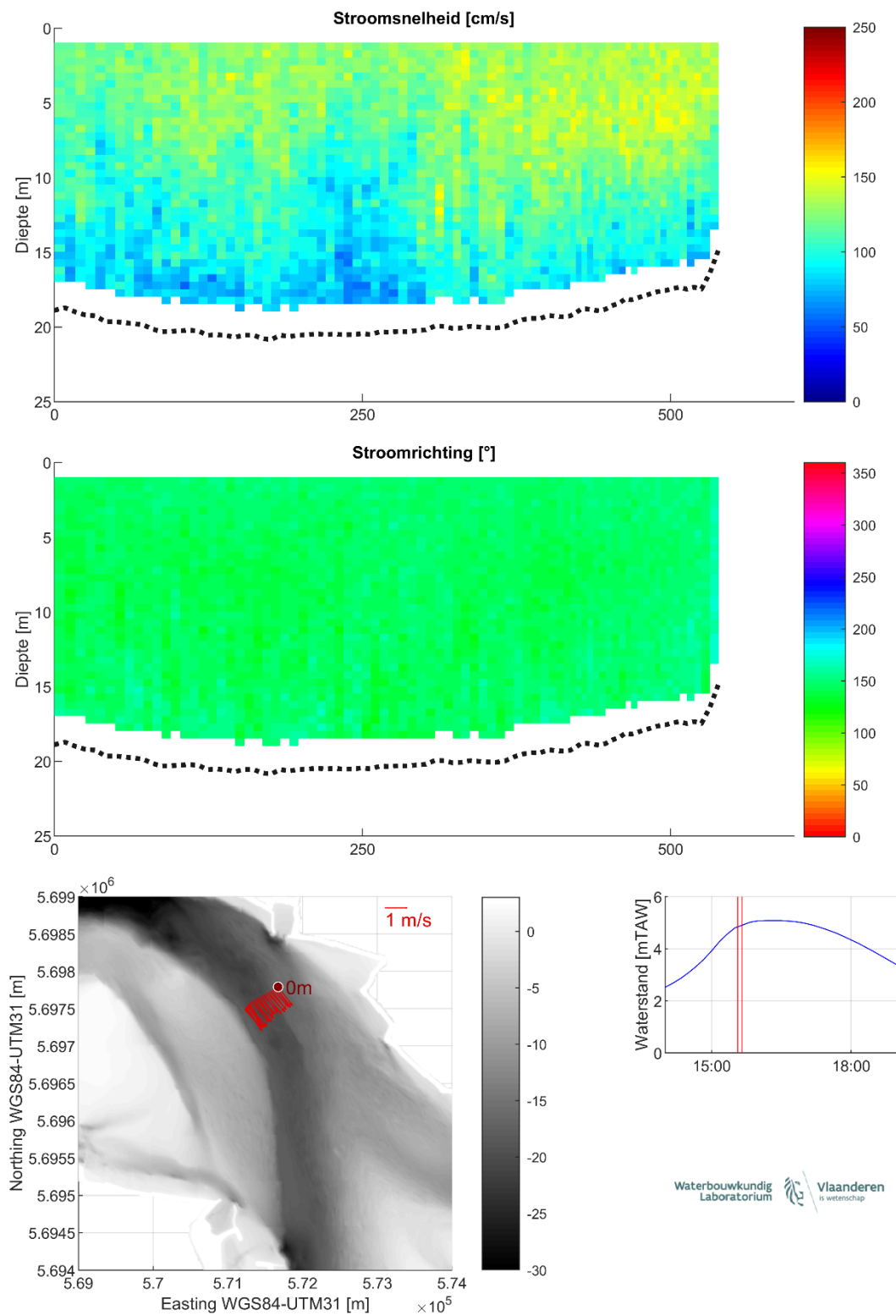
Figuur 26 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 2: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



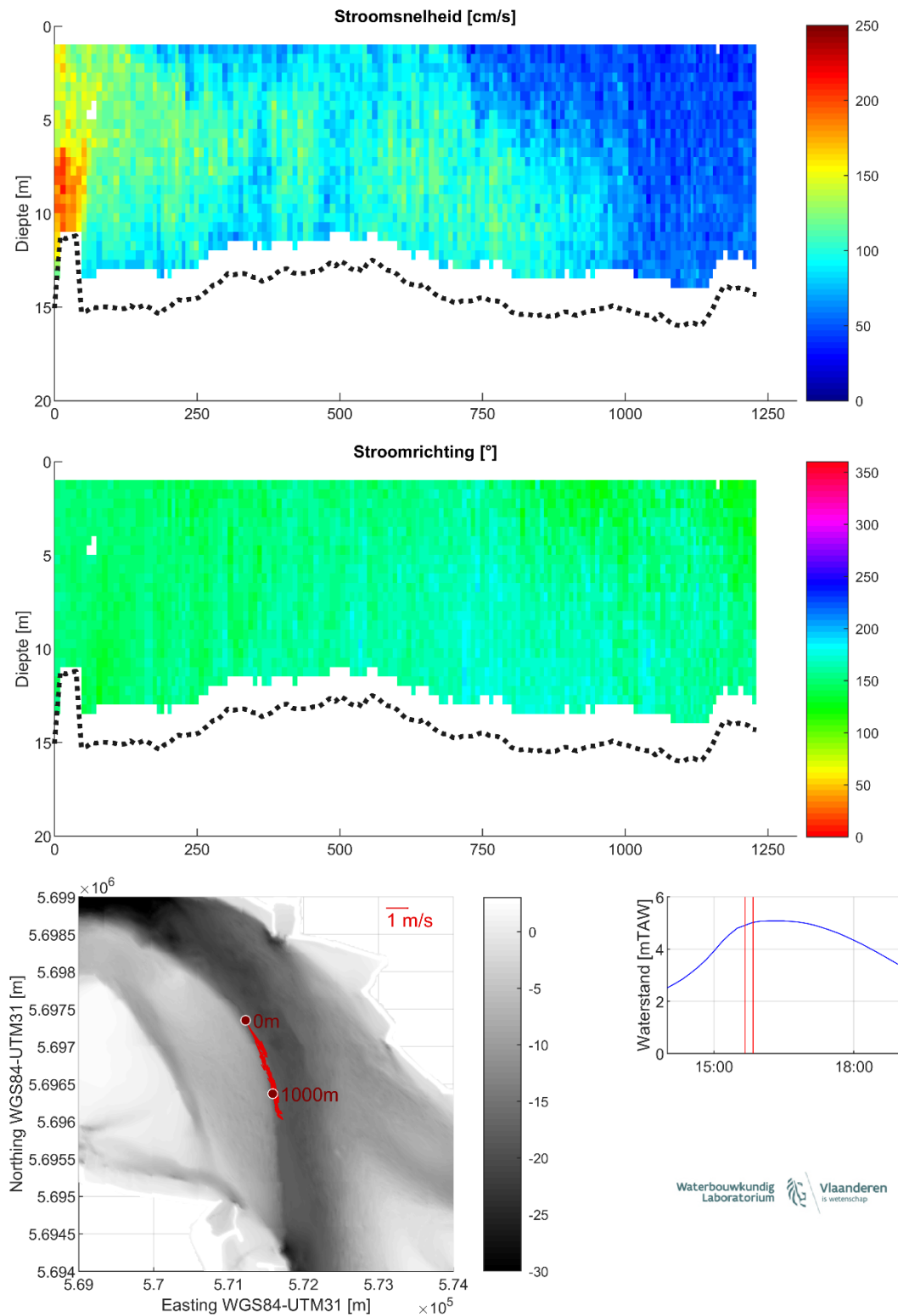
Figuur 27 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 3: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



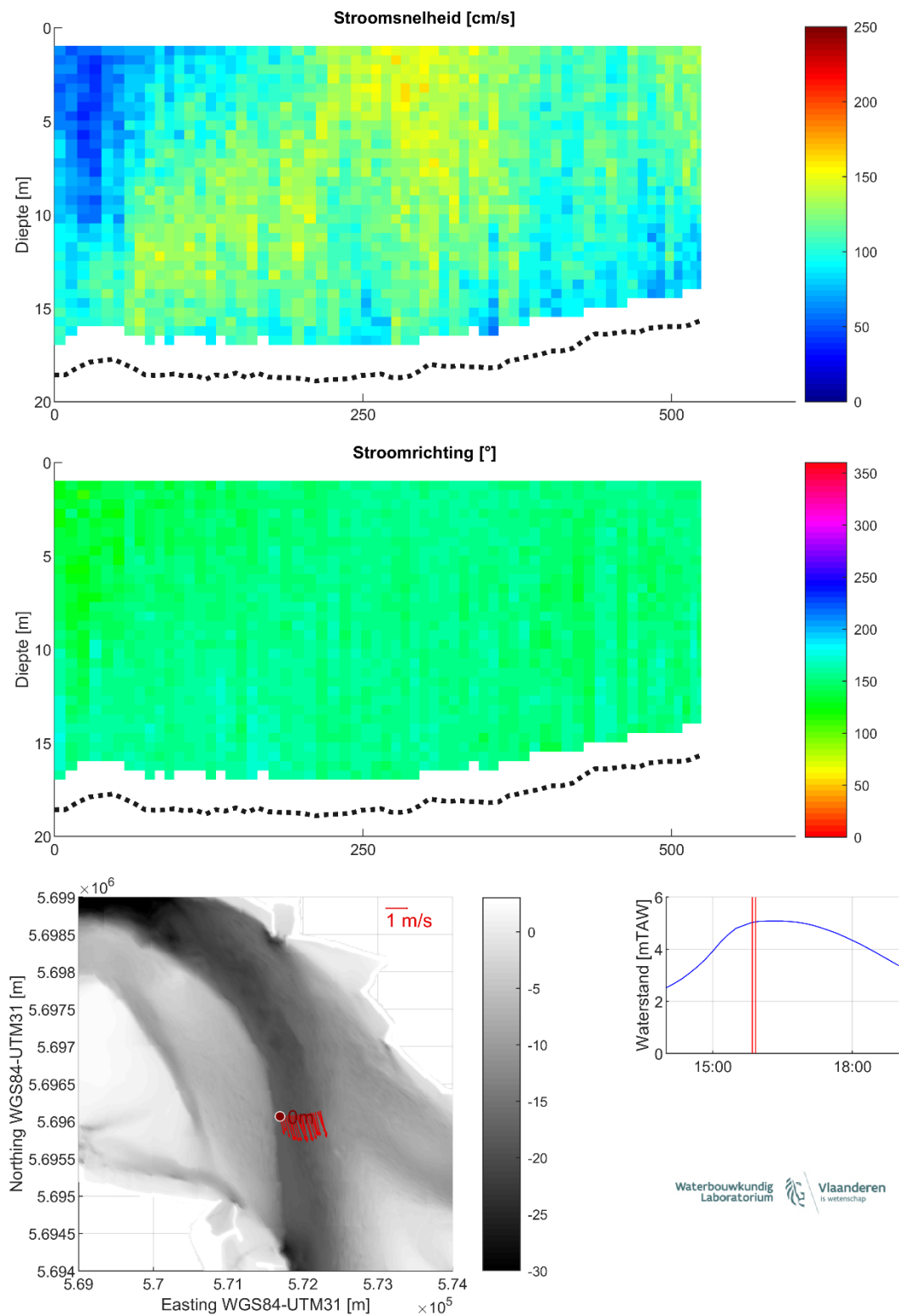
Figuur 28 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 4: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



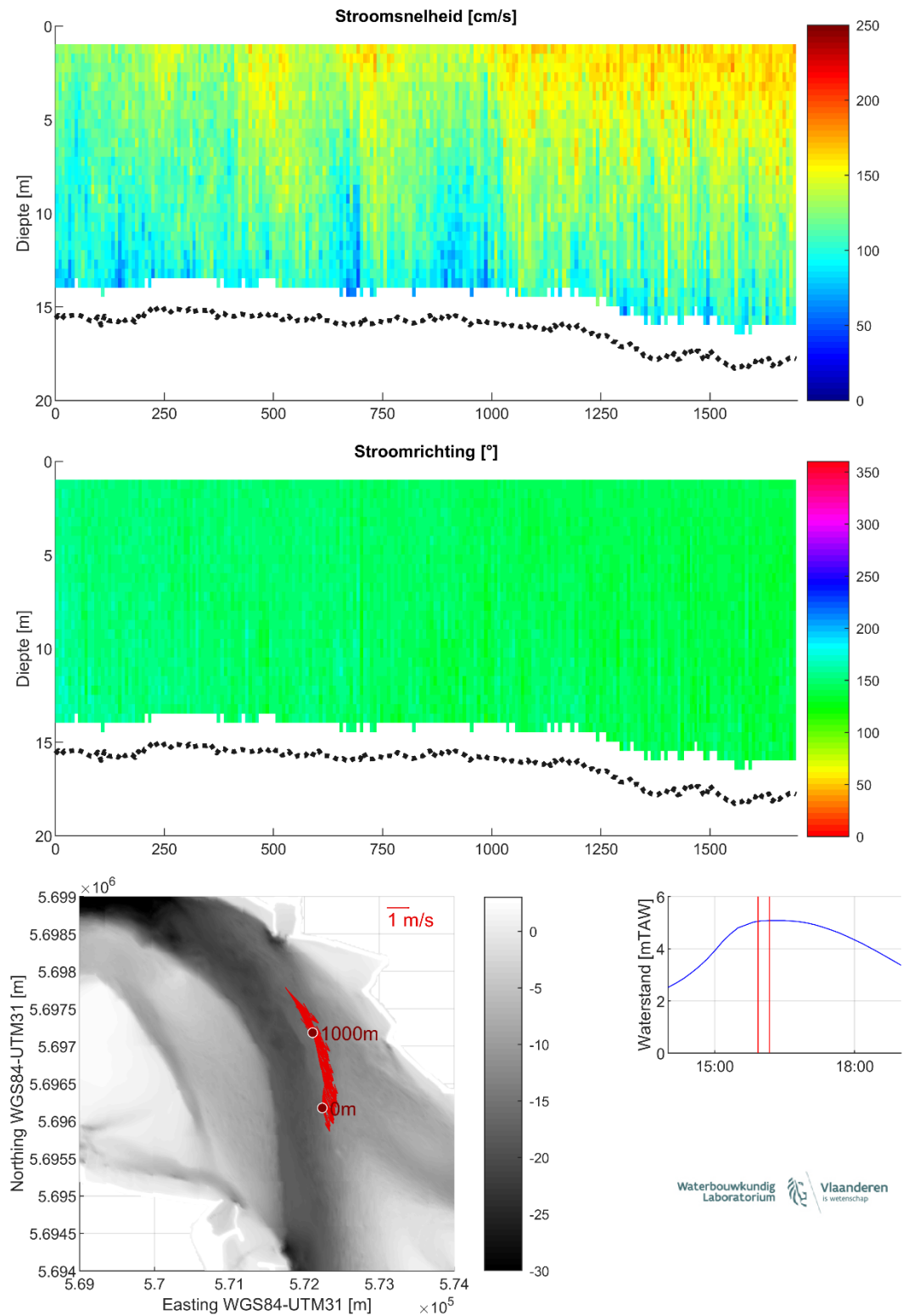
Figuur 29 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 5: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



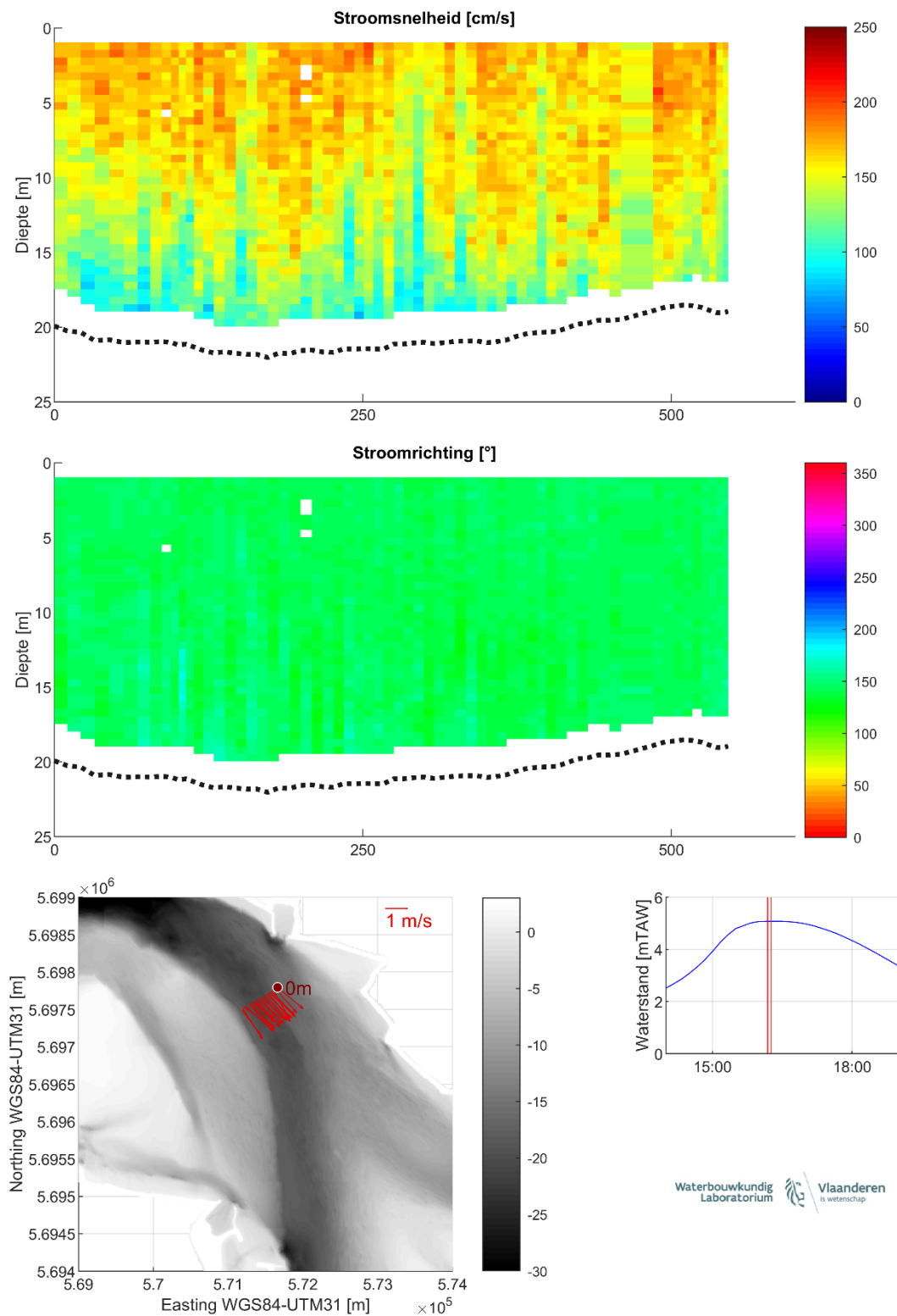
Figuur 30 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 6: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



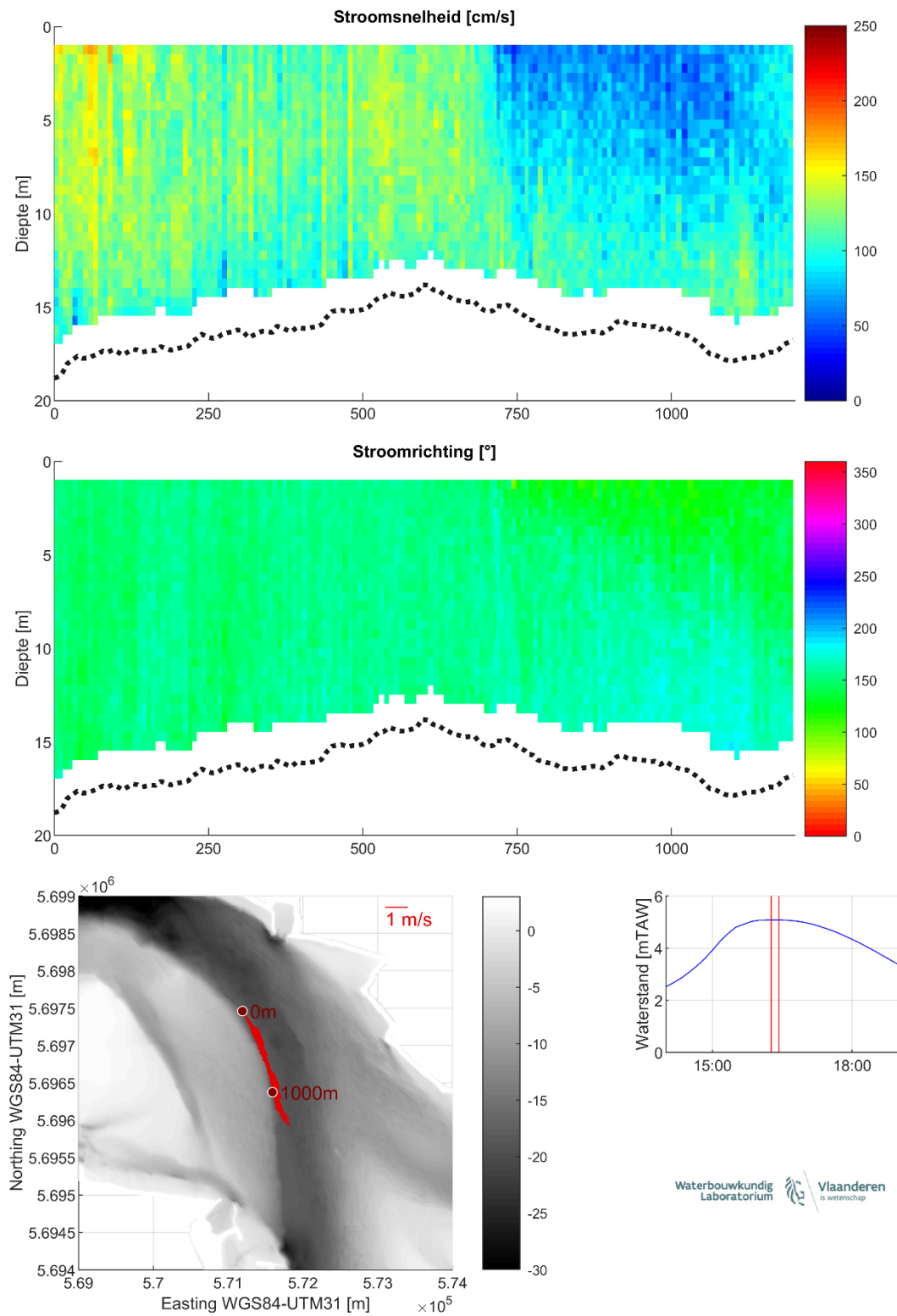
Figuur 31 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 7: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



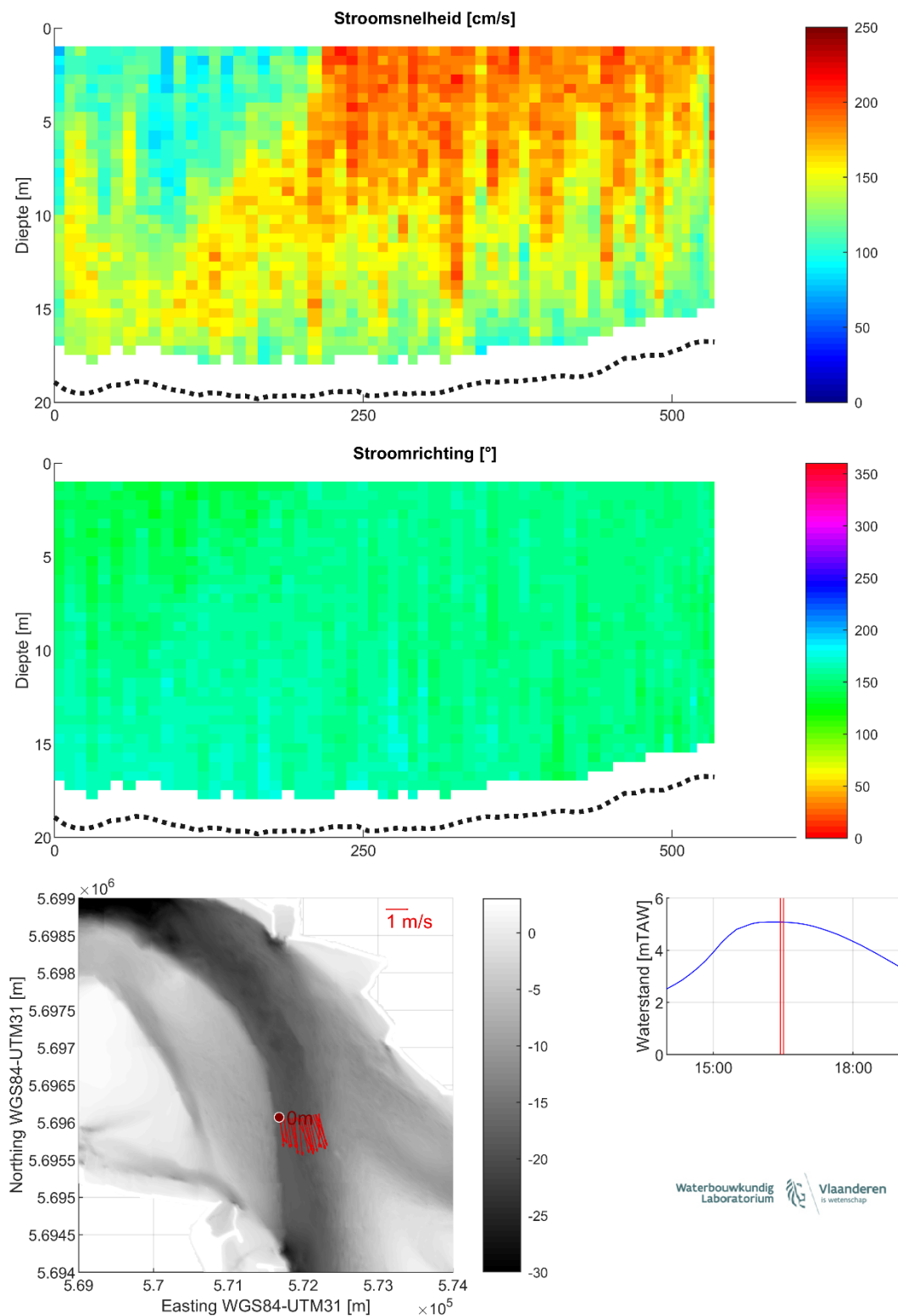
Figuur 32 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 8: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



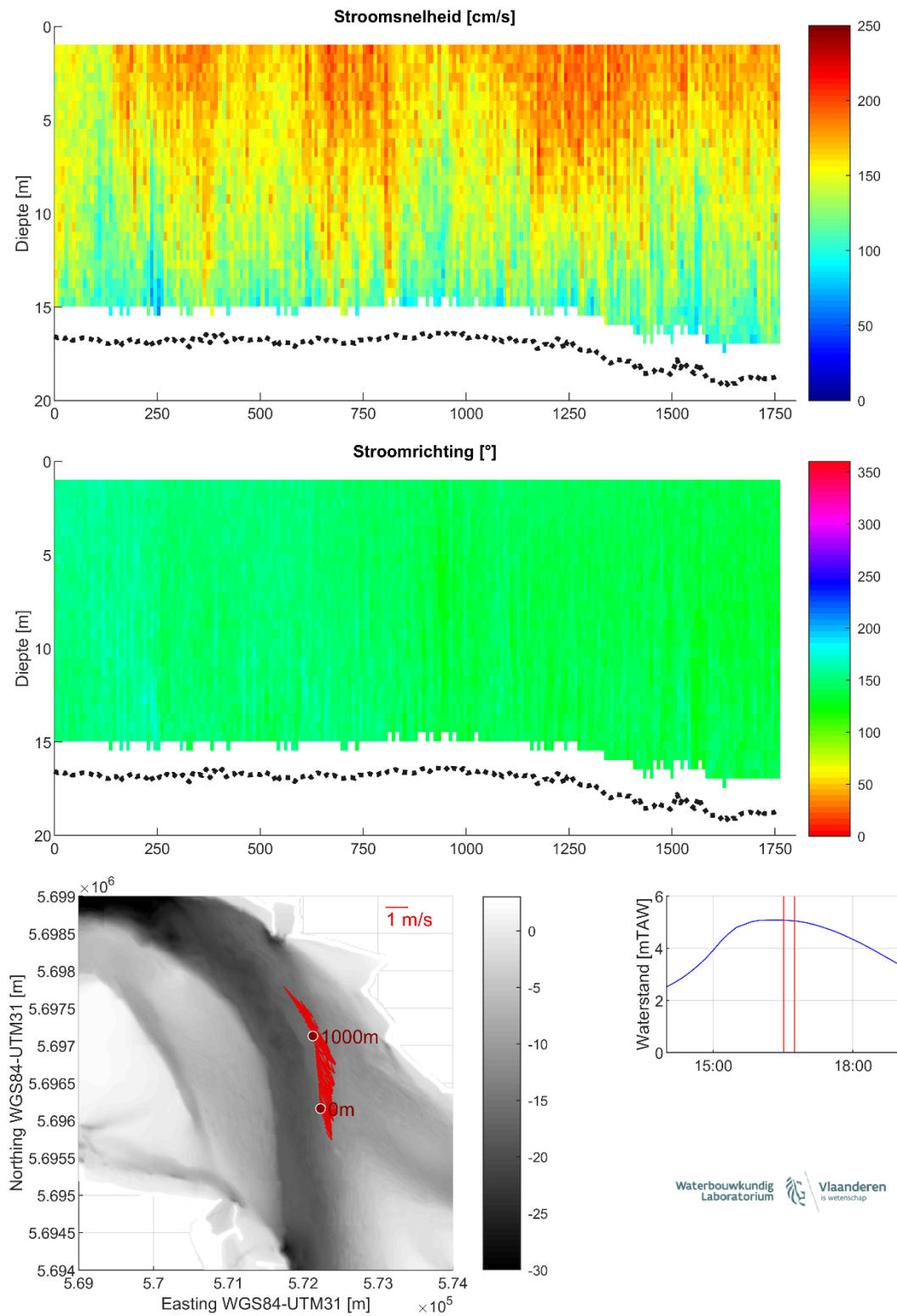
Figuur 33 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 9: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



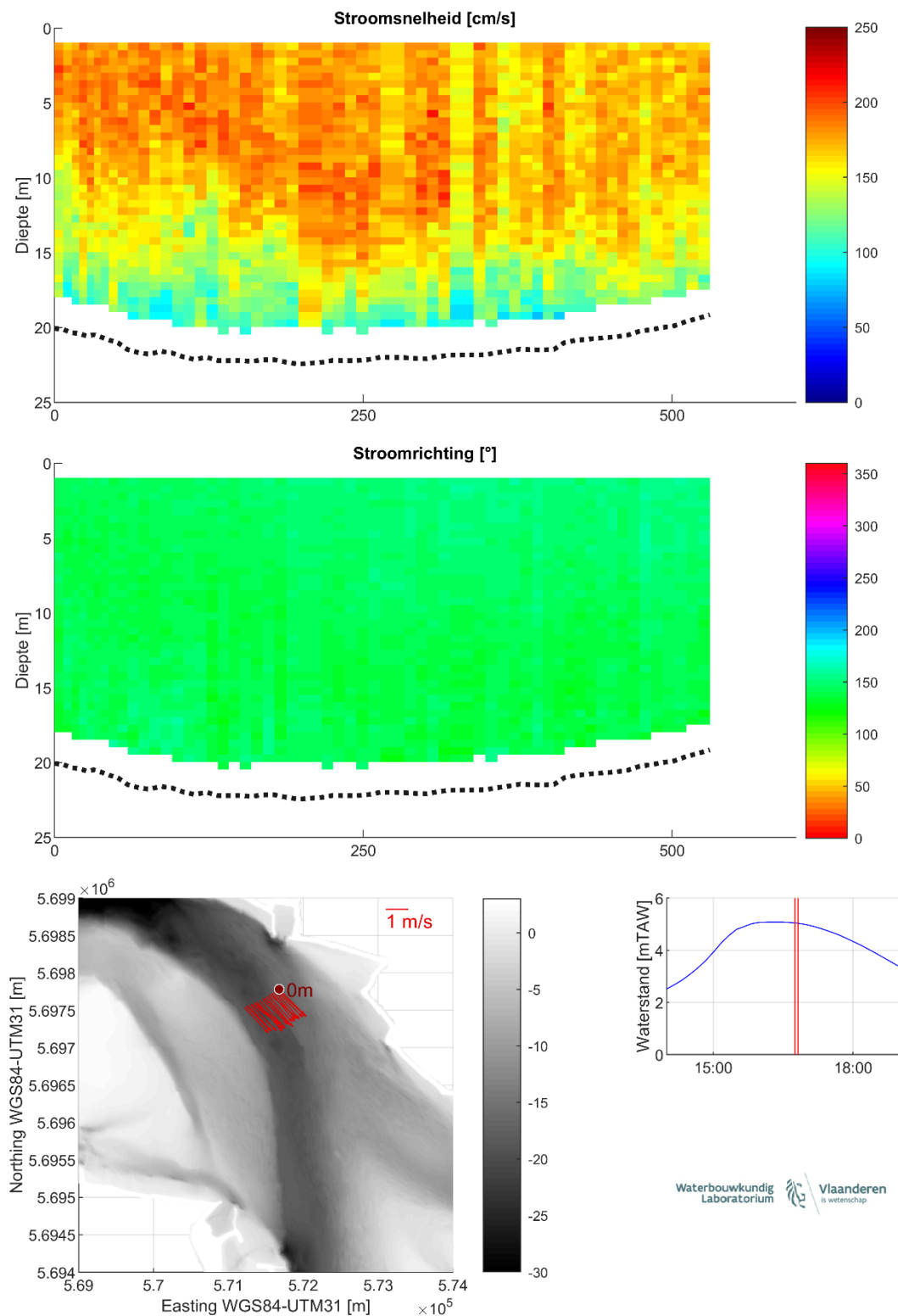
Figuur 34 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 10: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



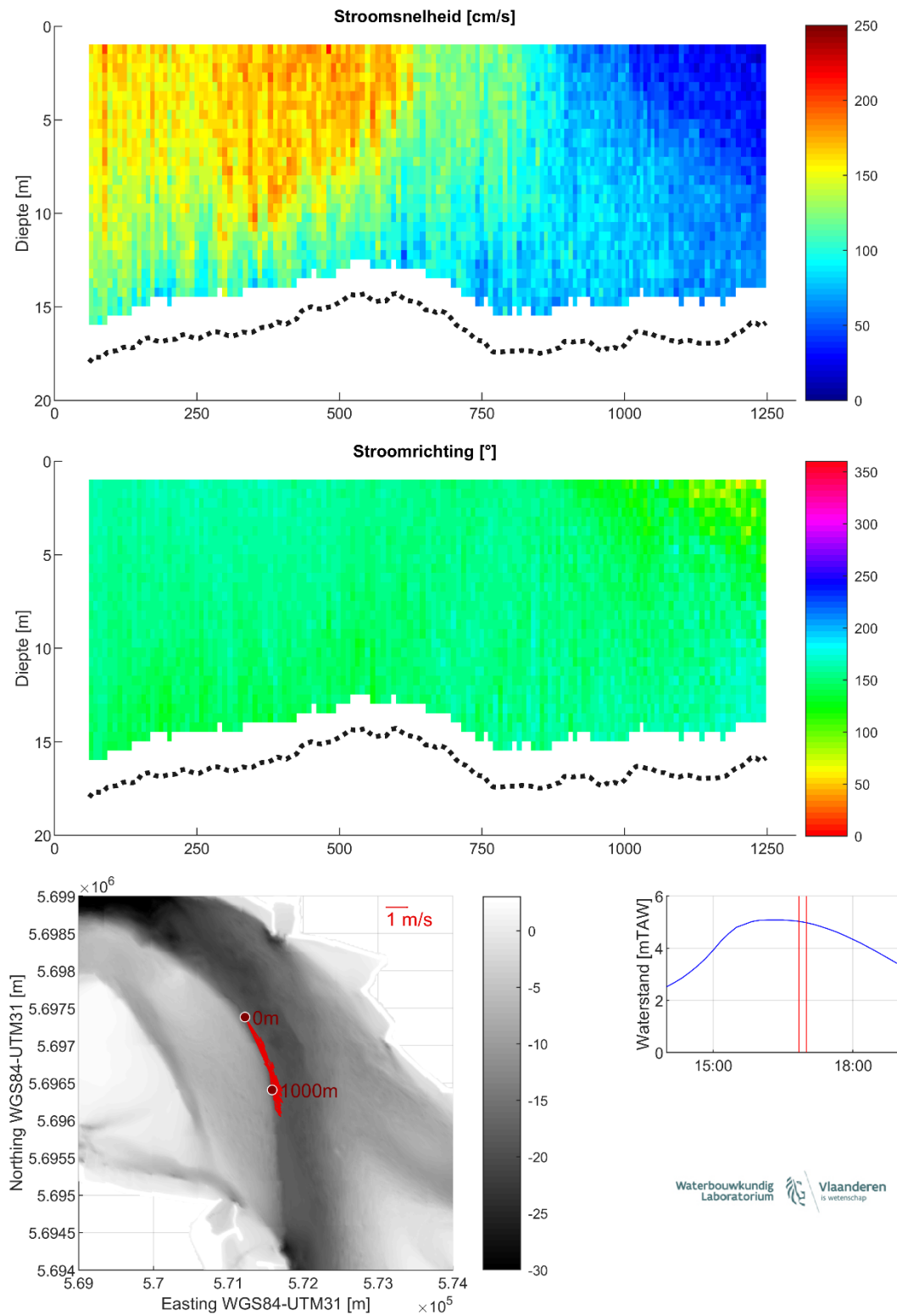
Figuur 35 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 11: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



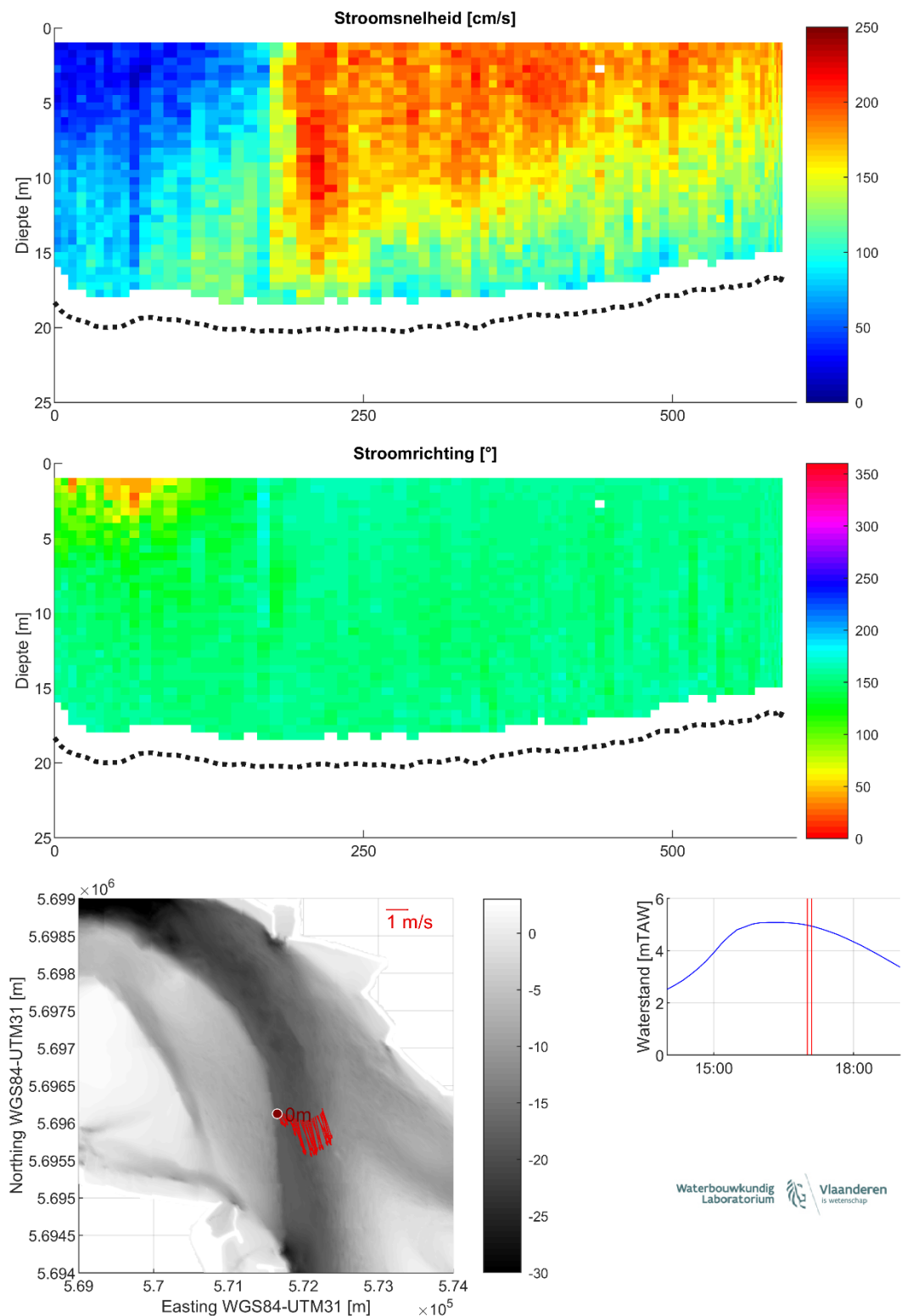
Figuur 36 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 12: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



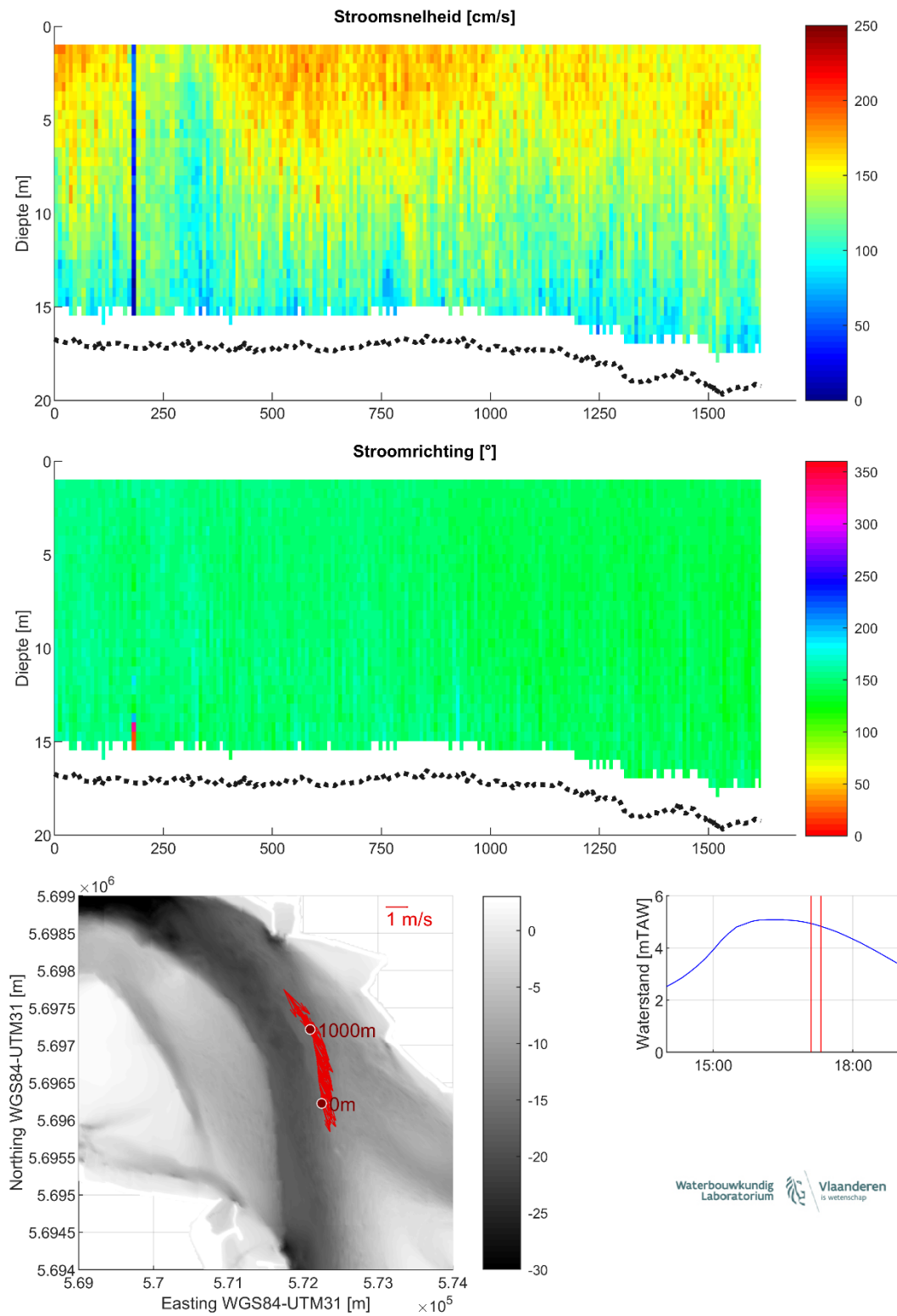
Figuur 37 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 13: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



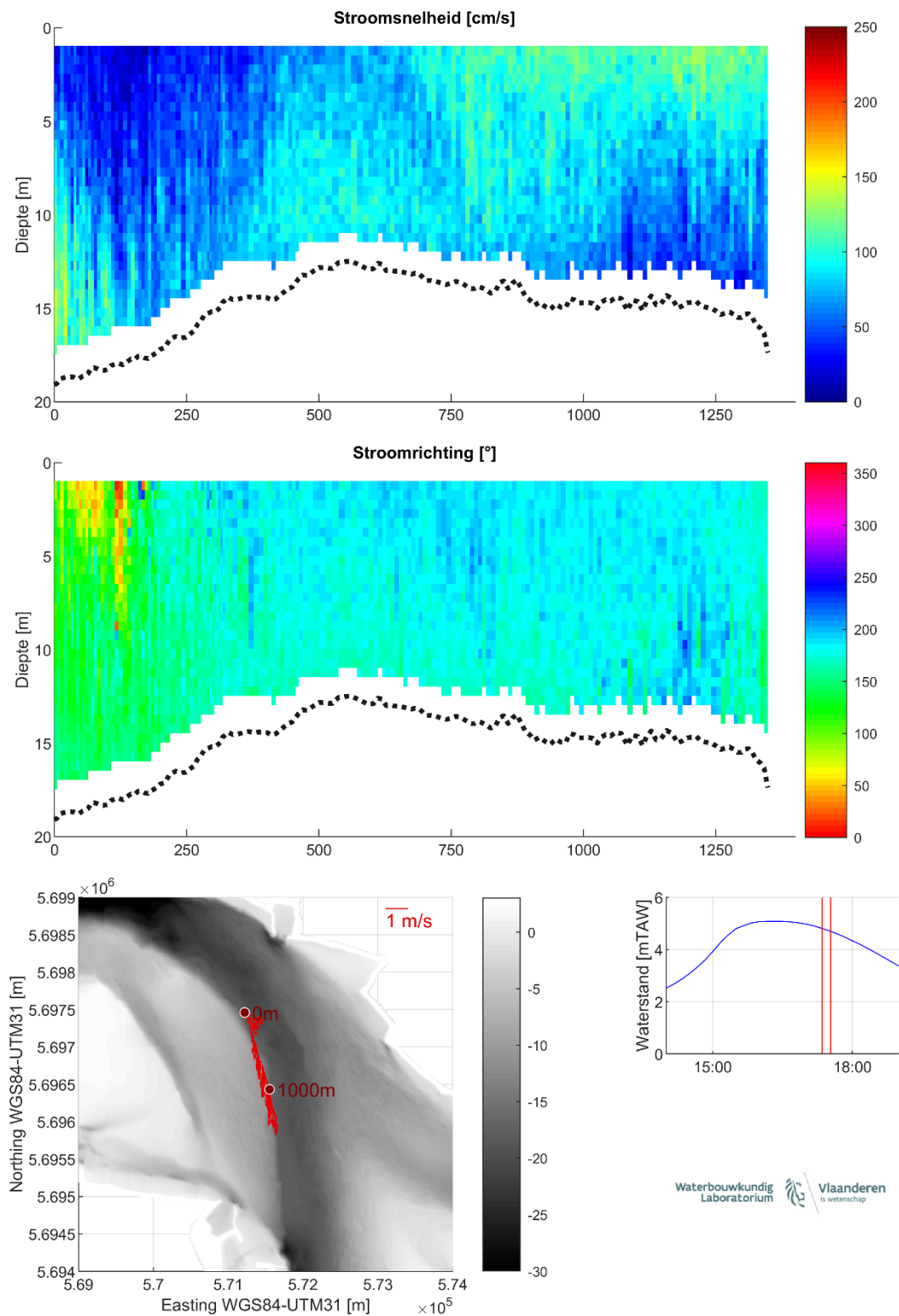
Figuur 38 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 14: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



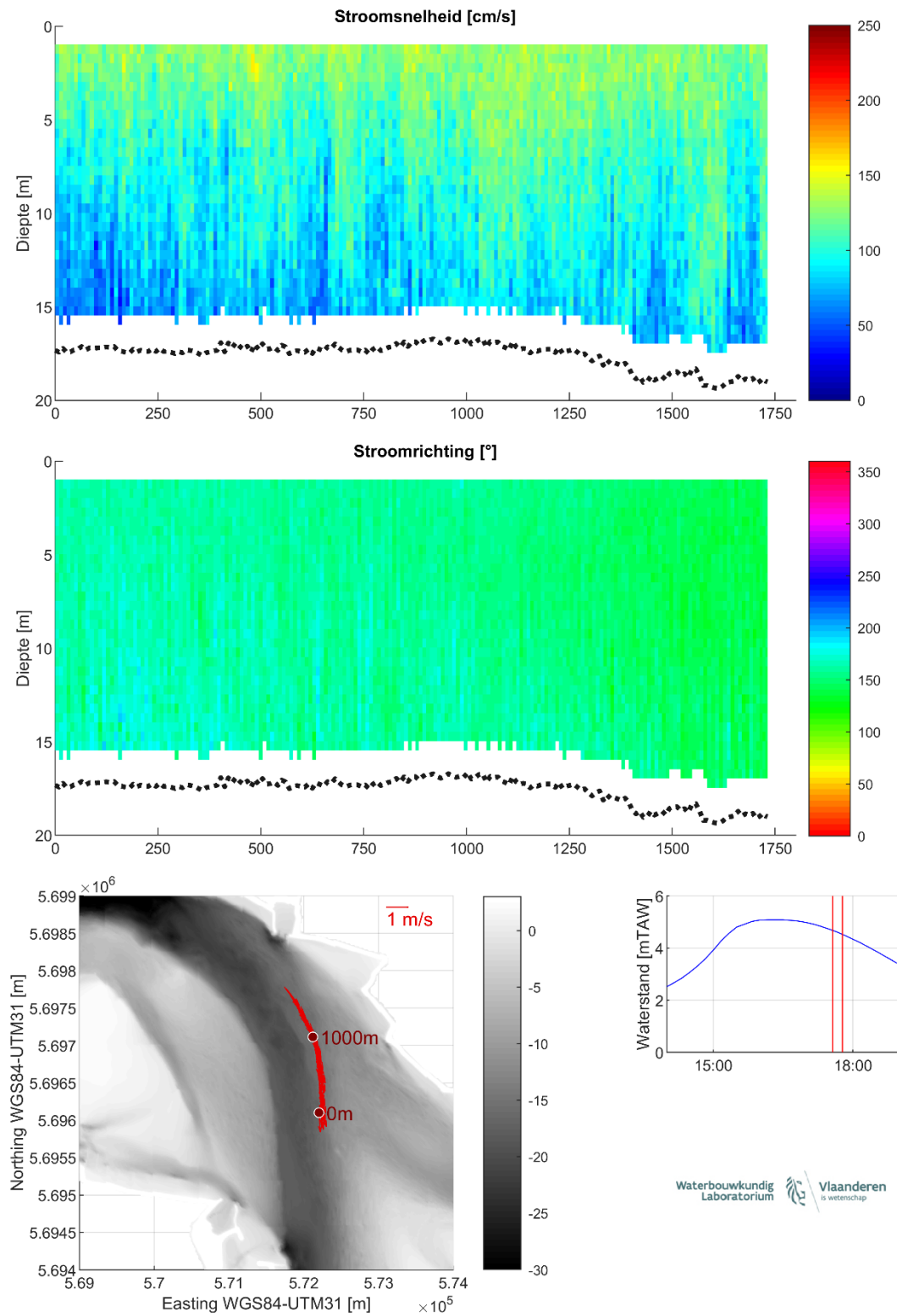
Figuur 39 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 15: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



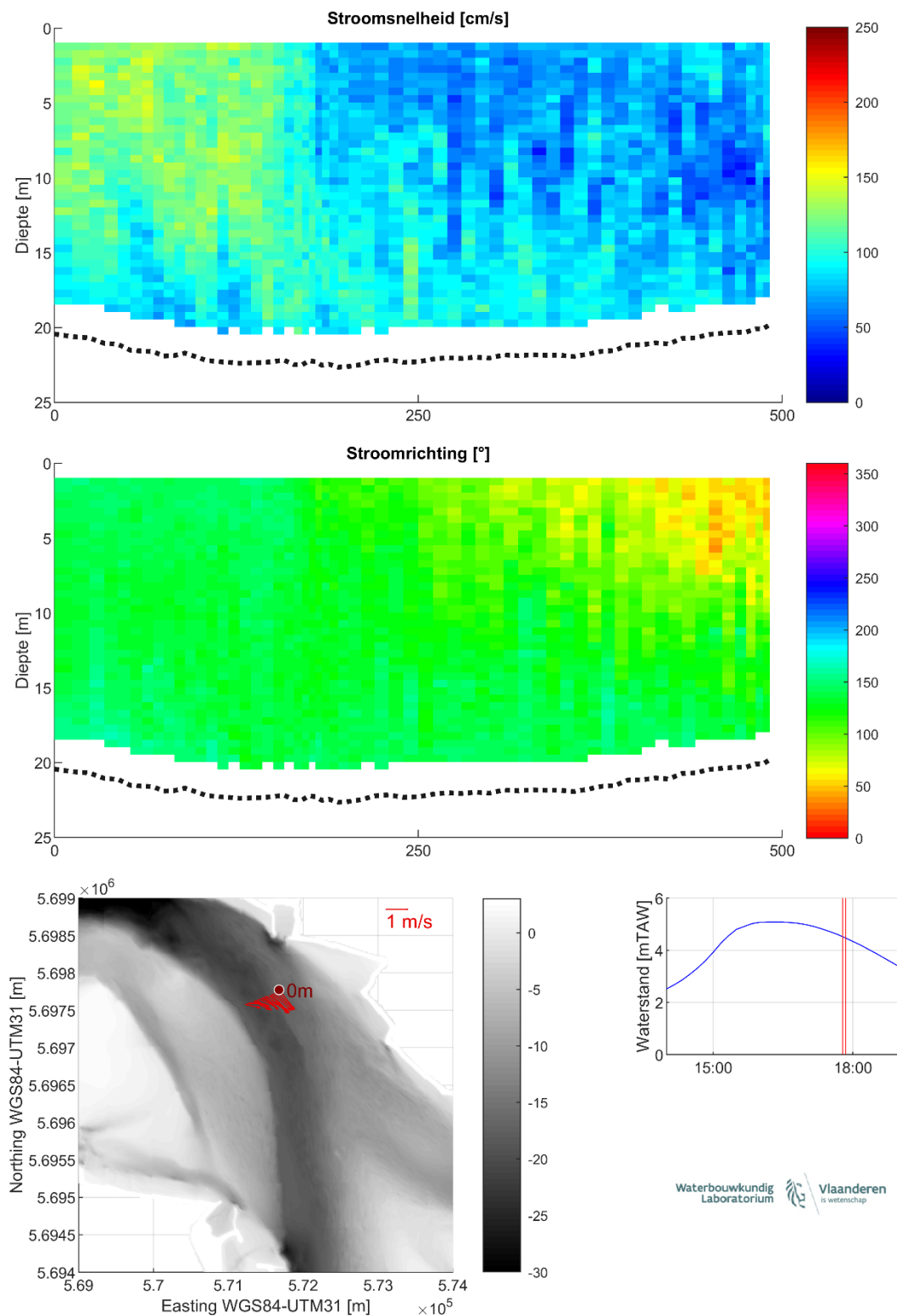
Figuur 40 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 16: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



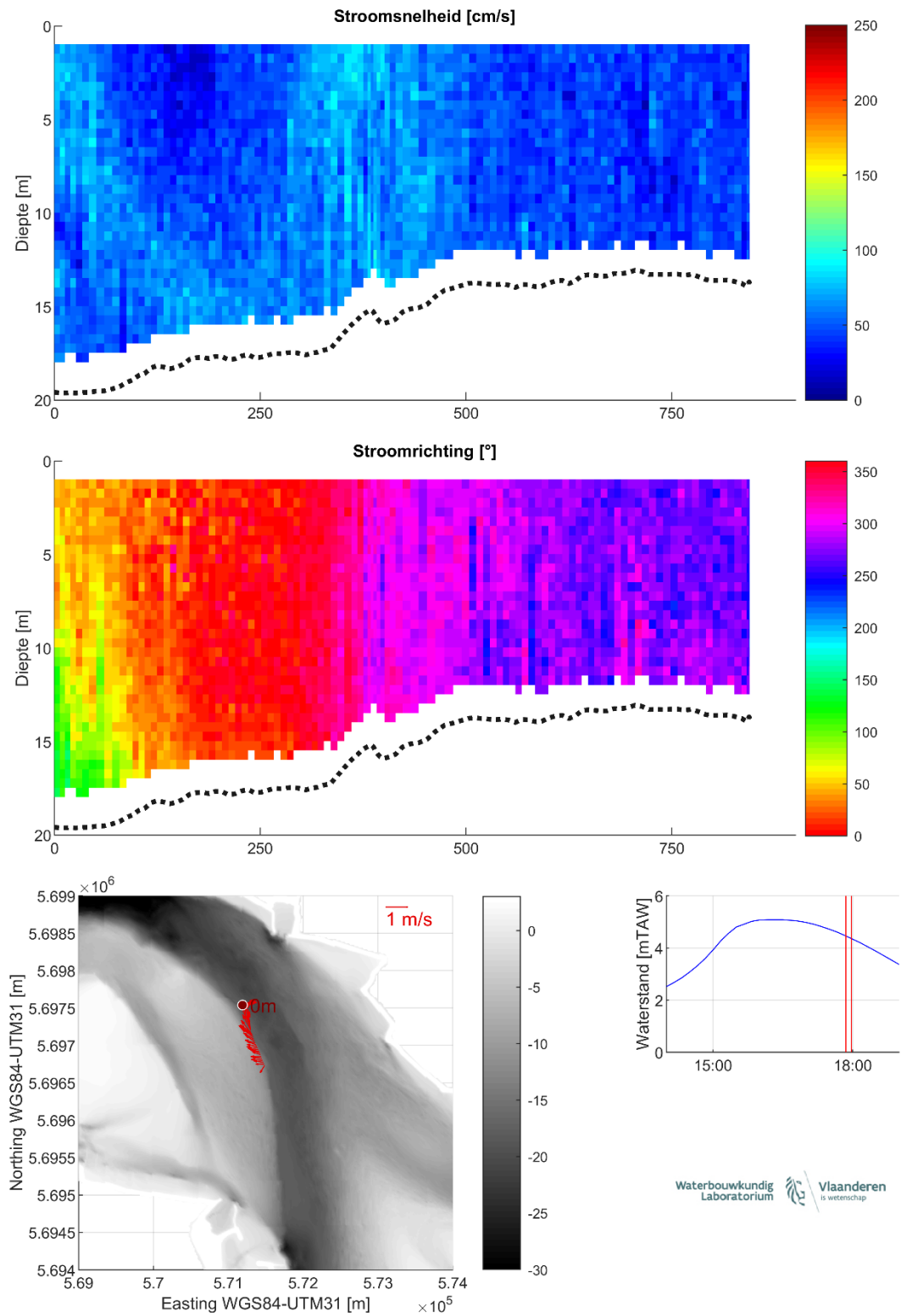
Figuur 41 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 17: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



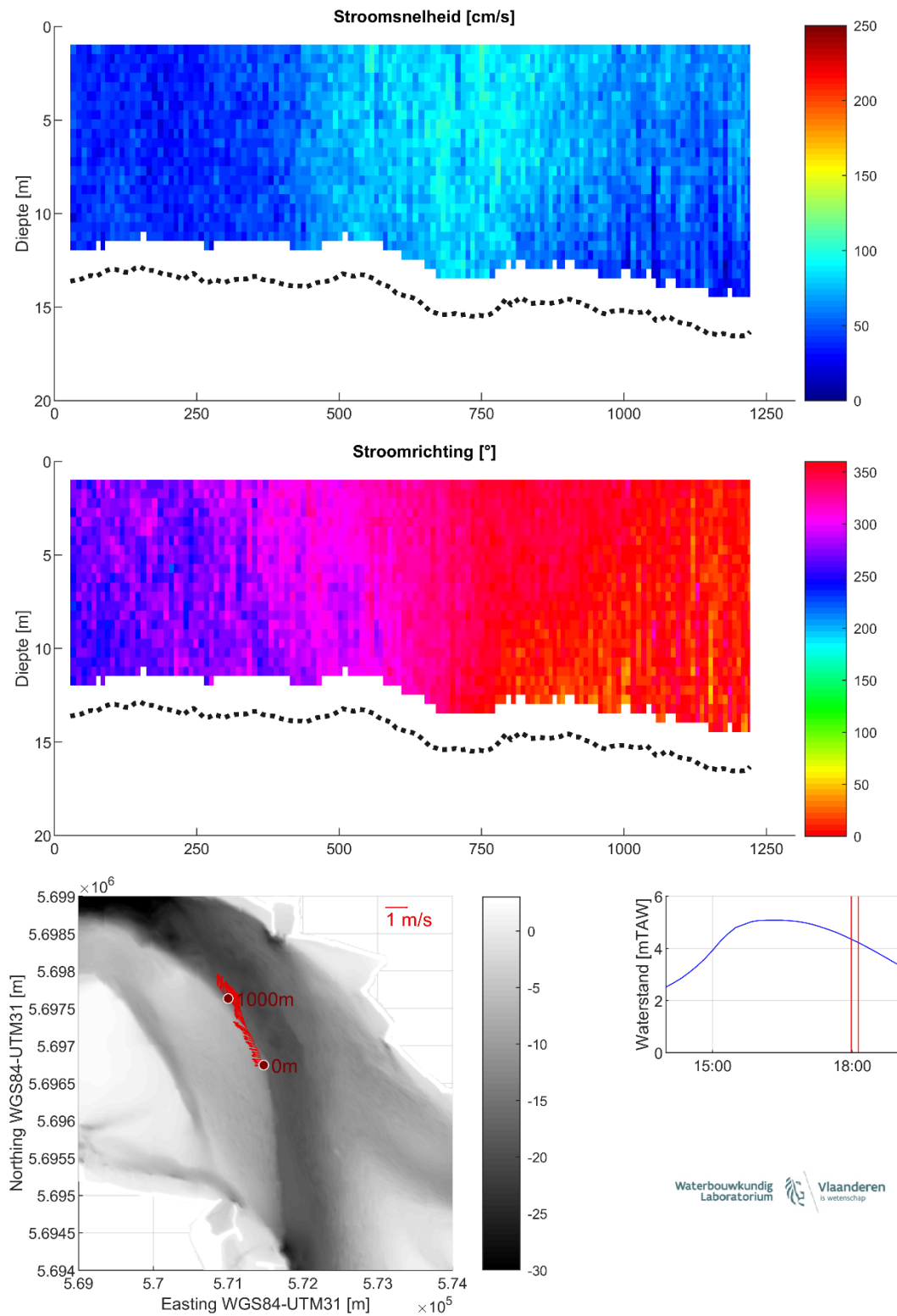
Figuur 42 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 18: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



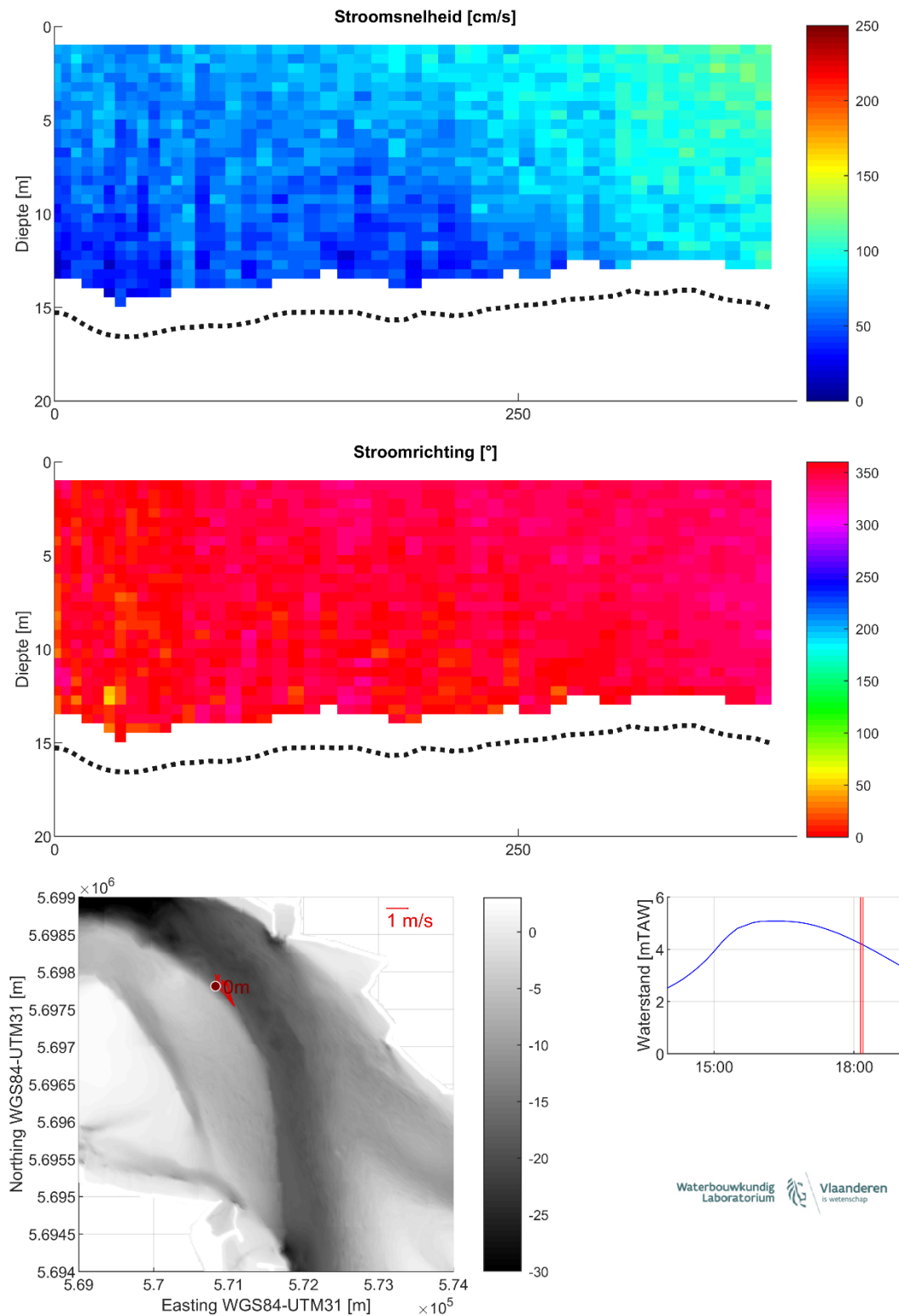
Figuur 43 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 19: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



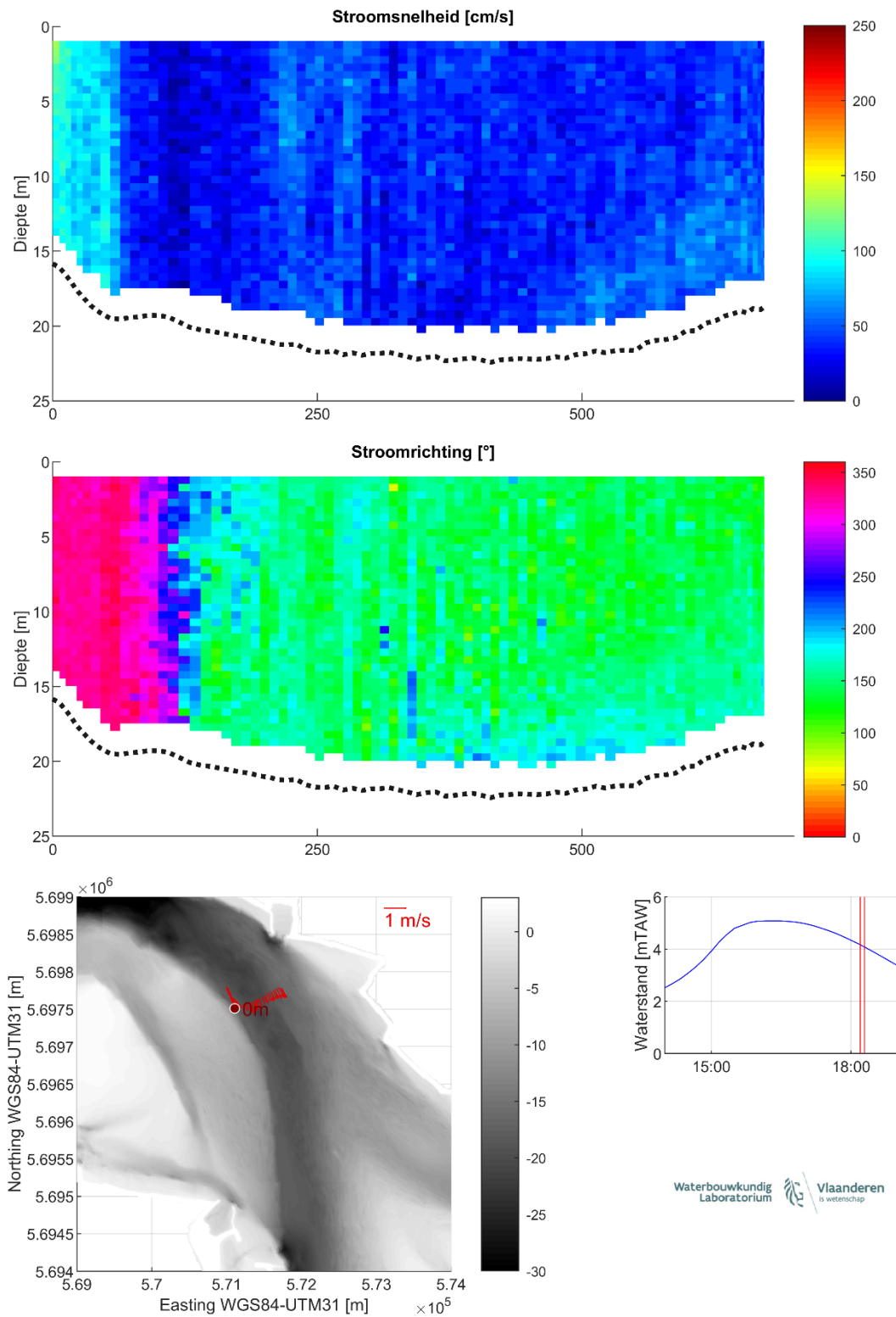
Figuur 44 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 20: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



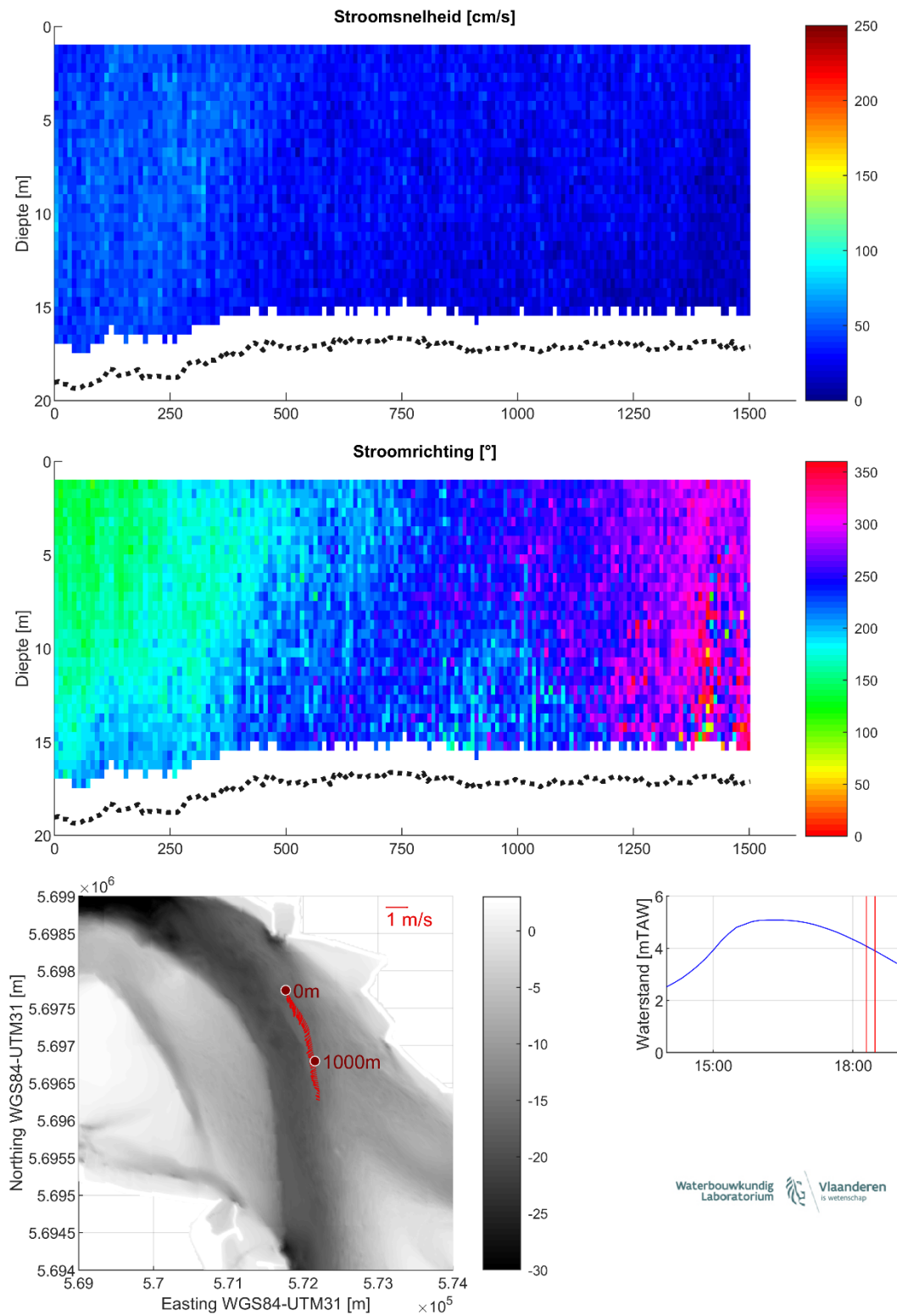
Figuur 45 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 21: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



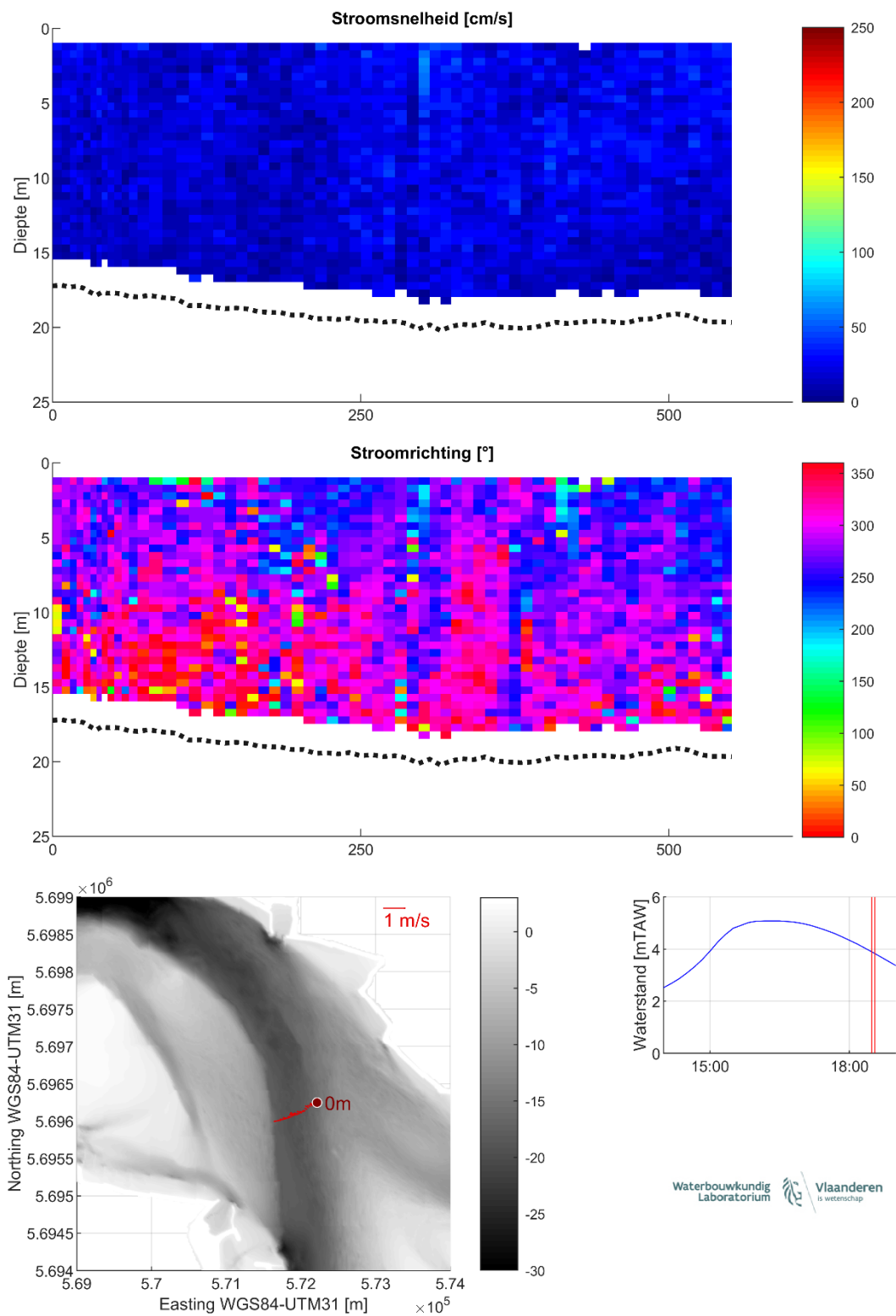
Figuur 46 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 22: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



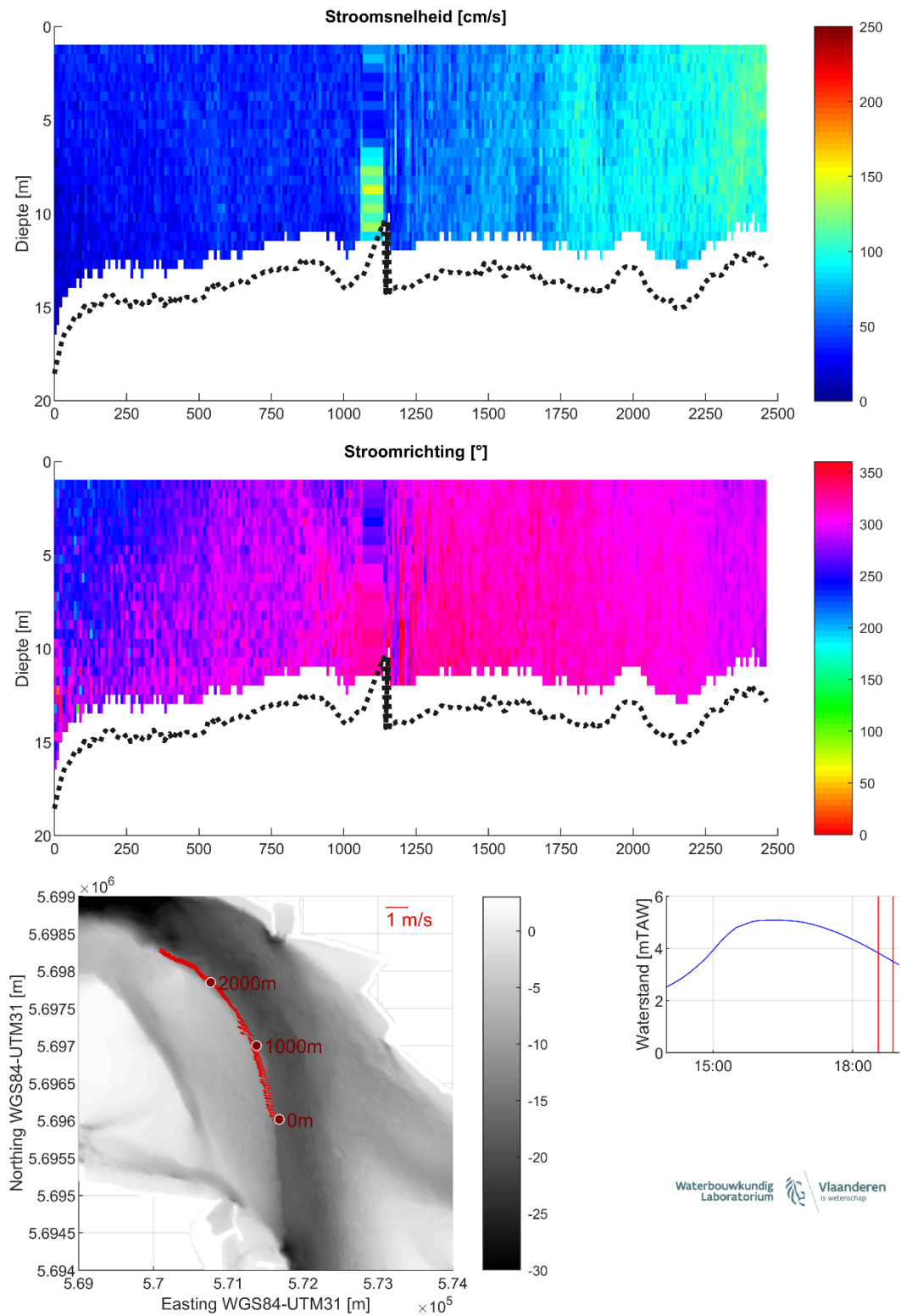
Figuur 47 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 23: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



Figuur 48 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 24: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



Figuur 49 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 25: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



Figuur 50 – Stroomgegevens 12/10/2022 raai 25: snelheidsgrootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be