



Vlaanderen
is wetenschap



20_108_3
WL rapporten

Dwarsstroming Zuidergat

Deelrapport 3 – Factual data rapport ADCP-metingen
(februari 2023)

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Dwarsstroming Zuidergat

Deelrapport 3 – Factual data rapport ADCP-metingen (februari 2023)

Plancke, Y.; De Maerschalk, 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/2023/3241/192

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Plancke, Y.; De Maerschcalck, B. (2023). Dwarsstroming Zuidergat: Deelrapport 3 – Factual data rapport ADCP-metingen (februari 2023). Versie 3.0. WL Rapporten, 20_108_3. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Rijkswaterstaat	Ref.:	WL2023R20_108_3
Trefwoorden (3-5):	Dwarsstroming, Schelde-estuarium, Platen van Ossensisse, ADCP		
Kennisdomeinen:	Hydraulica en sediment – Hydrodynamica – Stroomsnelheden -en patronen - In situ metingen		
Tekst (p.):	9	Bijlagen (p.):	16
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

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

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	De Maerschcalck, B.	Getekend door: Bart De Maerschcalck (Sig) Getekend op: 2023-08-01 10:47:05 +02:0 Reden: lk keur dit document goed <i>Bart De Maerschcalck</i>
Projectleider:	Plancke, Y.	Getekend door: Yves Plancke (Signature) Getekend op: 2023-09-06 17:21:29 +02:0 Reden: lk keur dit document goed <i>Yves Plancke</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Getekend door: Abdelkarim Bellafkih (Sig) Getekend op: 2023-07-28 13:46:55 +02:0 Reden: lk 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 februari en maart 2023.

Voorliggend rapport presenteert de verwerkte ADCP stromingsmetingen van de meetcampagne die op 21 februari 2023 door het Waterbouwkundig Laboratorium in samenwerking met DAB Vloot werden uitgevoerd. Tijdens deze meetcampagne was de vorming van de neer en de bijhorende dwarsstromingen duidelijk waarneembaar in de periode rond hoogwater.

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 Stroming	8
4 Referenties	9
5 Bijlage A – meetcampagne 21 februari 2023	B1

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 de meetdag 21/2/2023	4
Figuur 4 – Gebruikte meettoestellen: ADCP RDI Workhorse Monitor (links) en Garmin GPS (rechts).....	4
Figuur 5 – Verloop van waterstanden te Hansweert tijdens meetcampagne	7
Figuur 6 – Diepte-gemiddelde stroomvectoren tijdens de vloedfase (21/02/2023 15:45)	8
Figuur 7 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 1	B1
Figuur 8 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 2	B2
Figuur 9 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 3	B3
Figuur 10 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 4	B4
Figuur 11 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 5	B5
Figuur 12 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 6	B6
Figuur 13 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 7	B7
Figuur 14 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 8	B8
Figuur 15 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 9	B9
Figuur 16 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 10	B10
Figuur 17 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 11	B11
Figuur 18 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 12	B12
Figuur 19 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 13	B13
Figuur 20 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 14	B14
Figuur 21 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 15	B15
Figuur 22 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 16	B16

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 meetstelsel 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 in 2022 reeds gebruik gemaakt van ADCP-metingen (Plancke & De Maerschack, 2023a; b) en GPS-vlottermetingen (Plancke & Stark, 2022). Doordat de afwijking tussen deze validatiemetingen en met de HF-radar gemeten stroming aanzienlijk was (PortMap, 2023), heeft de leverancier de opdracht gekregen de installatie en de verwerking van de met HF-radar gemeten stroombeelden te optimaliseren. Om de metingen na deze optimalisatie te kunnen valideren, werden door het WL evenals door RWS ADCP-metingen uitgevoerd tijdens momenten waarop dwarsstroming voorspeld werd. Voorliggend rapport presenteert de verwerking van de ADCP-stromingsmeetcampagne die op 21 februari 2023 door het Waterbouwkundig Laboratorium in samenwerking met DAB Vloot werden uitgevoerd.

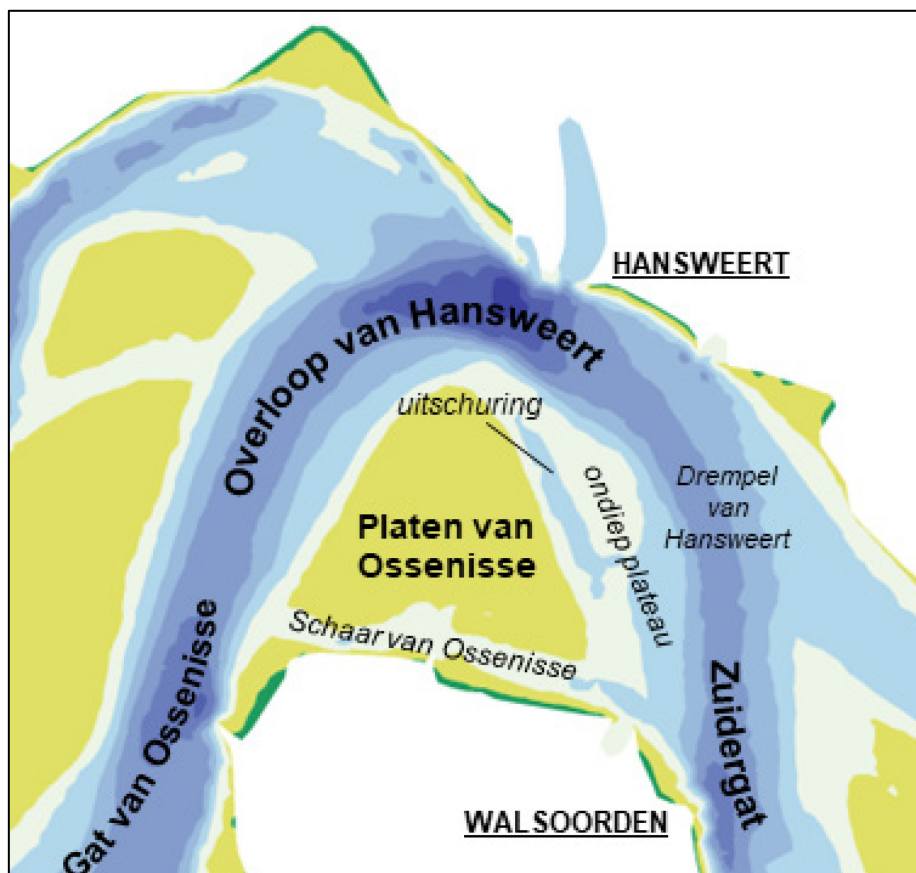
Bij het uitvoeren van terreinmetingen zijn verschillende partijen betrokken die niet op de voorgrond verschijnen. Vandaar een woord van dank aan de collega Erwin De Backer die ervoor zorgde dat de meetcampagnes konden plaatsvinden en de bemanning van de MS Hondius, die ervoor zorgden dat de metingen 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 oostkant 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).



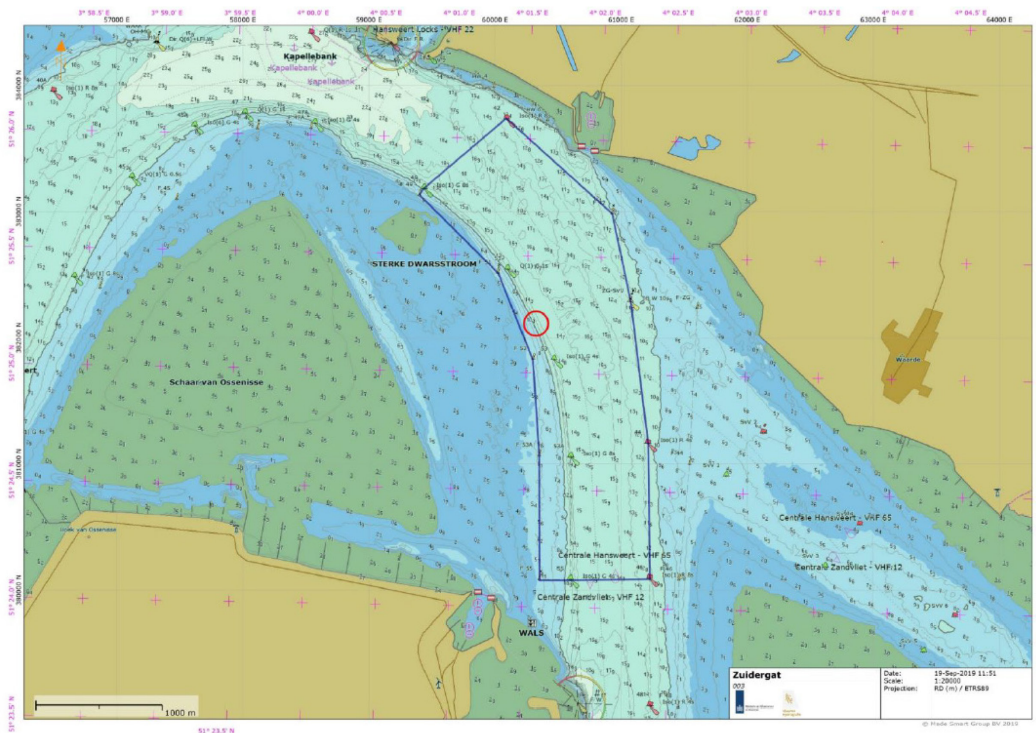
Figuur 1 – Overzichtskartaal van geulen en platen in het studiegebied

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 waarlangs de stroming in beeld wordt gebracht aan de hand van een ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). De raaien bestaan uit een combinatie van langsvaaien (zowel langs de groene als rode boeizijde, maar ook in het midden van de vaargeul) als dwarsvaaien.

Tabel 1 geeft een overzicht van de uitgevoerde metingen tijdens de meetcampagne die door het Waterbouwkundig Laboratorium in februari 2023 werden uitgevoerd. Figuur 3 geeft de ligging weer van de verschillende gemeten raaien voor deze dag.



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>
21/02/2023	14:01	16:05 +2,93 mNAP	17:11	16	Samen met meting Rijkswaterstaat



Figuur 3 – Ligging gemeten raaien op de meetdag 21/2/2023

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

Toesteleigenschappen	
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)
Instellingen	
Cel grootte	0,5 m
Eerste cel (midden)	1,85 m onder wateroppervlak
Maximaal bereik	30 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.

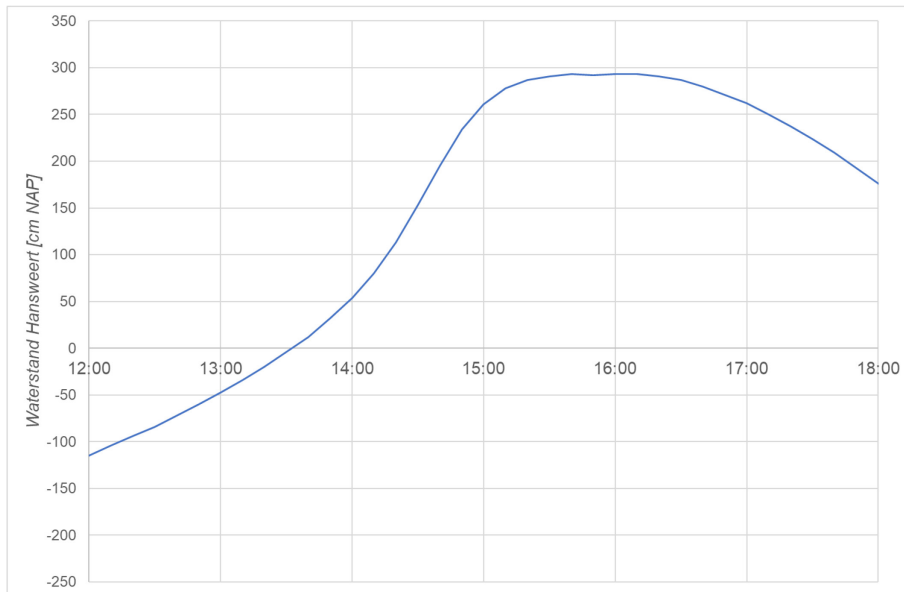
Vervolgens werden de metingen met een "Percentage Good" score lager of gelijk aan 80% verwijderd.

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 meetcampagne werd uitgevoerd bij sterke springtij condities. Figuur 5 geeft het verloop van de waterstanden weer tijdens de meetcampagne.

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

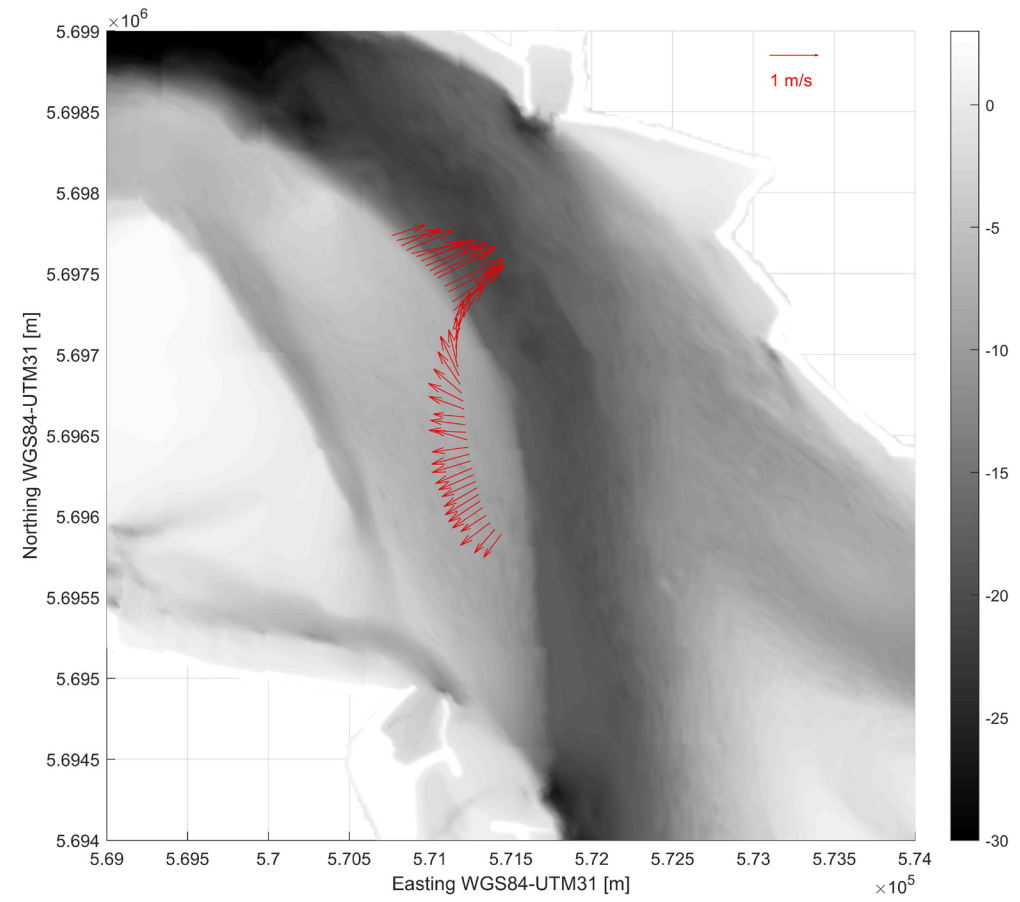


Figuur 5 – Verloop van waterstanden te Hansweer tijdens meetcampagne

3.1 Stroming

De meetcampagne vond plaats bij springtij condities (getijfactor = 1,18). Tijdens de meting werd gedurende een belangrijk deel van de tijd een dwarsstroming waargenomen. Figuur 6 toont de stroming zoals deze net voor hoogwater (15:45) werd opgemeten. De neervorming en bijhorende dwarsstromingen tot bijna 1 m/s is duidelijk waarneembaar.

Voor de volledige presentatie van de gemeten raaien wordt verwezen naar Bijlage A – meetcampagne 21 februari 2023.



Figuur 6 – Diepte-gemiddelde stroomvectoren tijdens de vloedfase (21/02/2023 15:45)

4 Referenties

Plancke, Y.; De Maerschallck, B. (2023a). Dwarsstroming Zuidergat: Deelrapport 1. Factual data rapport ADCP-metingen (september 2022). Versie 2.0. *WL Rapporten, 20_108_1*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <https://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=362819>

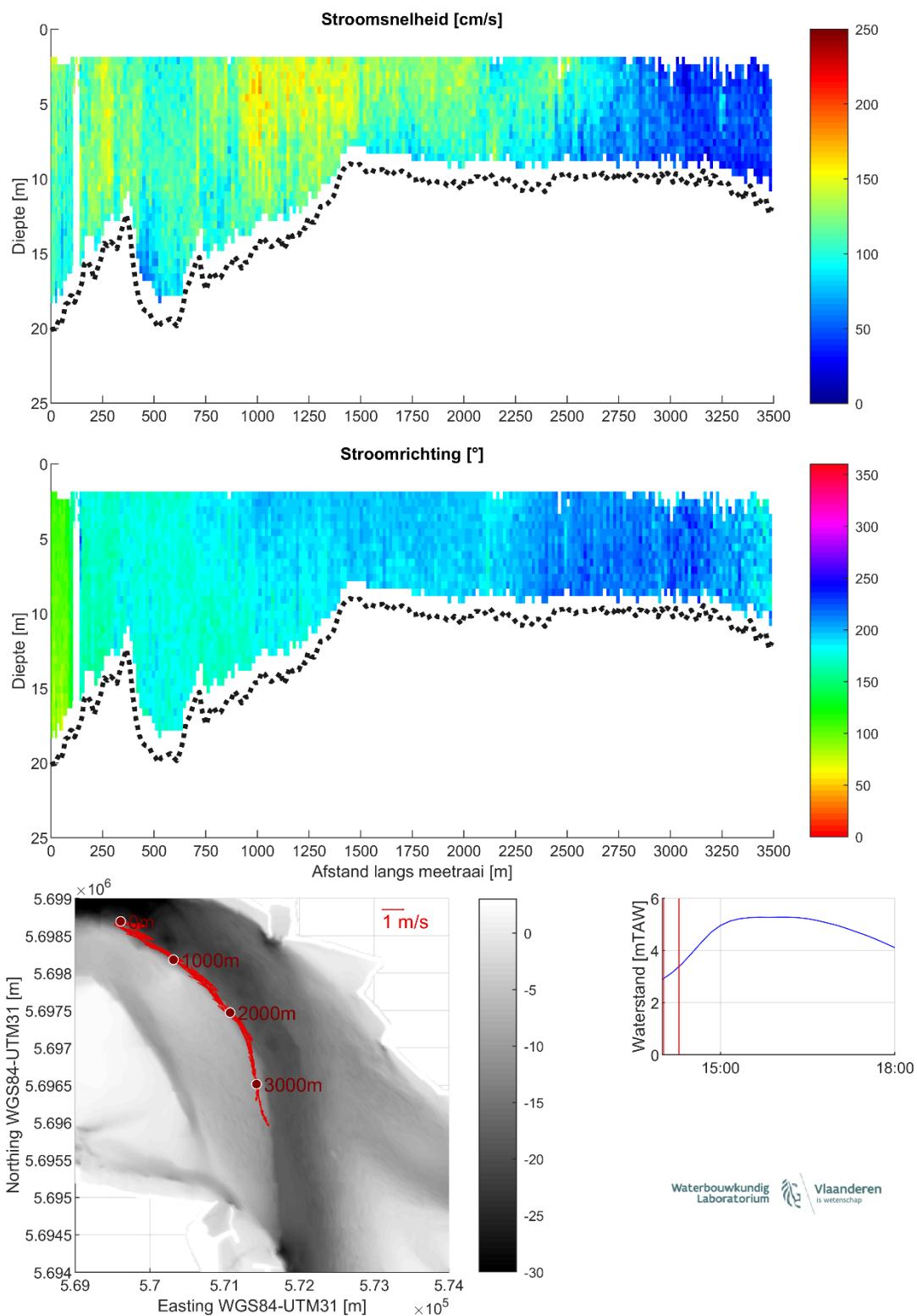
Plancke, Y.; De Maerschallck, B. (2023b). Dwarsstroming Zuidergat: Deelrapport 2. Factual data rapport ADCP-metingen (oktober 2022). Versie 2.0. *WL Rapporten, 20_108_2*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <https://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=362818>

Plancke, Y.; Stark, J. (2022). Dwarsstroming Zuidergat: deelrapport 1. GPS vlottermetingen. Versie 3.0. *WL Rapporten, 22_066_1*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. Available at: <https://documentatiecentrum.watlab.be/owa/imis.php?module=ref&refid=360278>

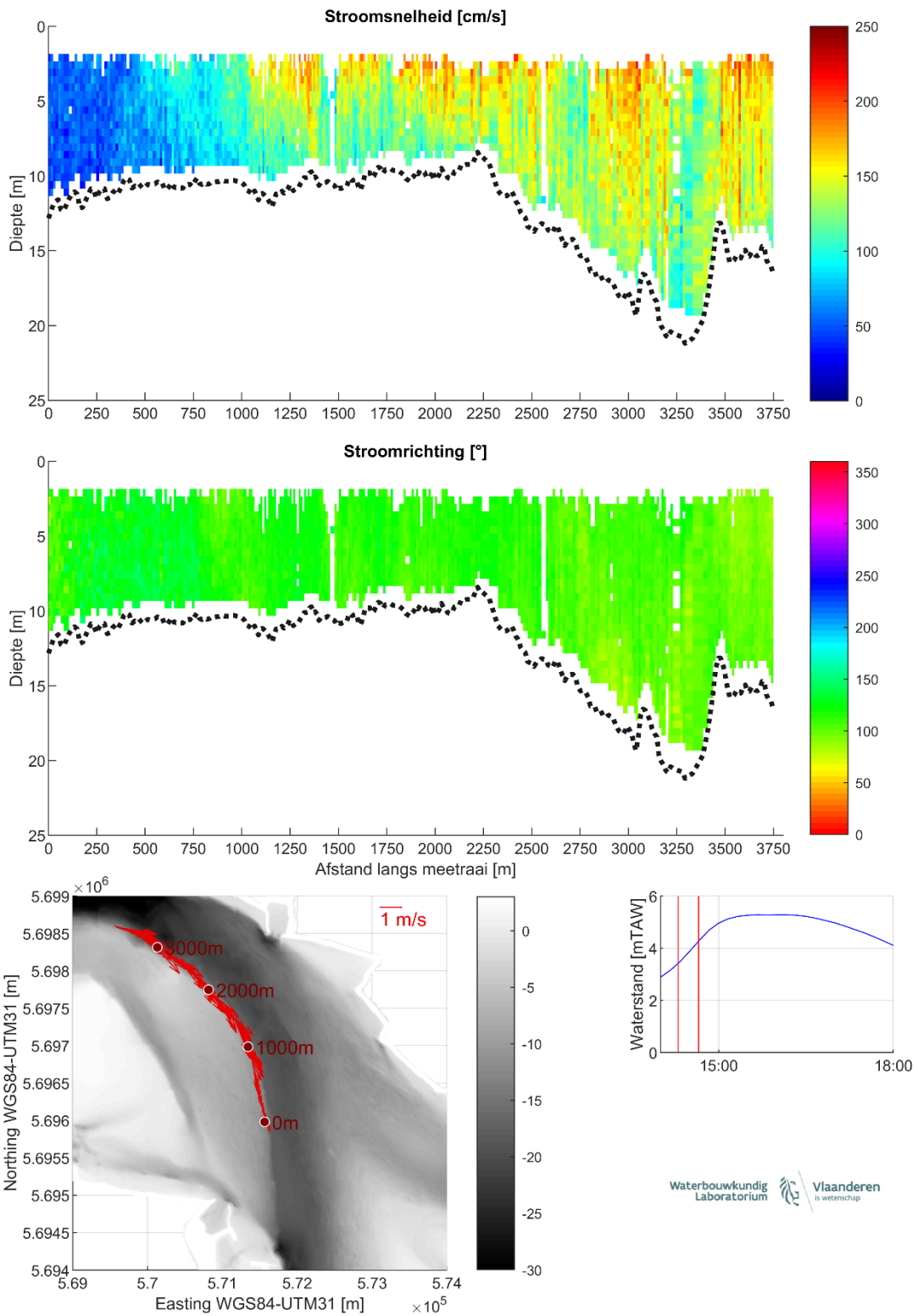
Plancke, Y.; Stark, J.; Meire, D.; Schrijver, M. (2020). Complex flow patterns in the Scheldt estuary: field measurements and validation of a hydrodynamic model. *J. Hydraul. Eng. 146(7)*. Available at: [https://hdl.handle.net/10.1061/\(asce\)hy.1943-7900.0001737](https://hdl.handle.net/10.1061/(asce)hy.1943-7900.0001737)

PortMap. (2023). Validation of HF radar Zuidergat measurements. 122 pp.

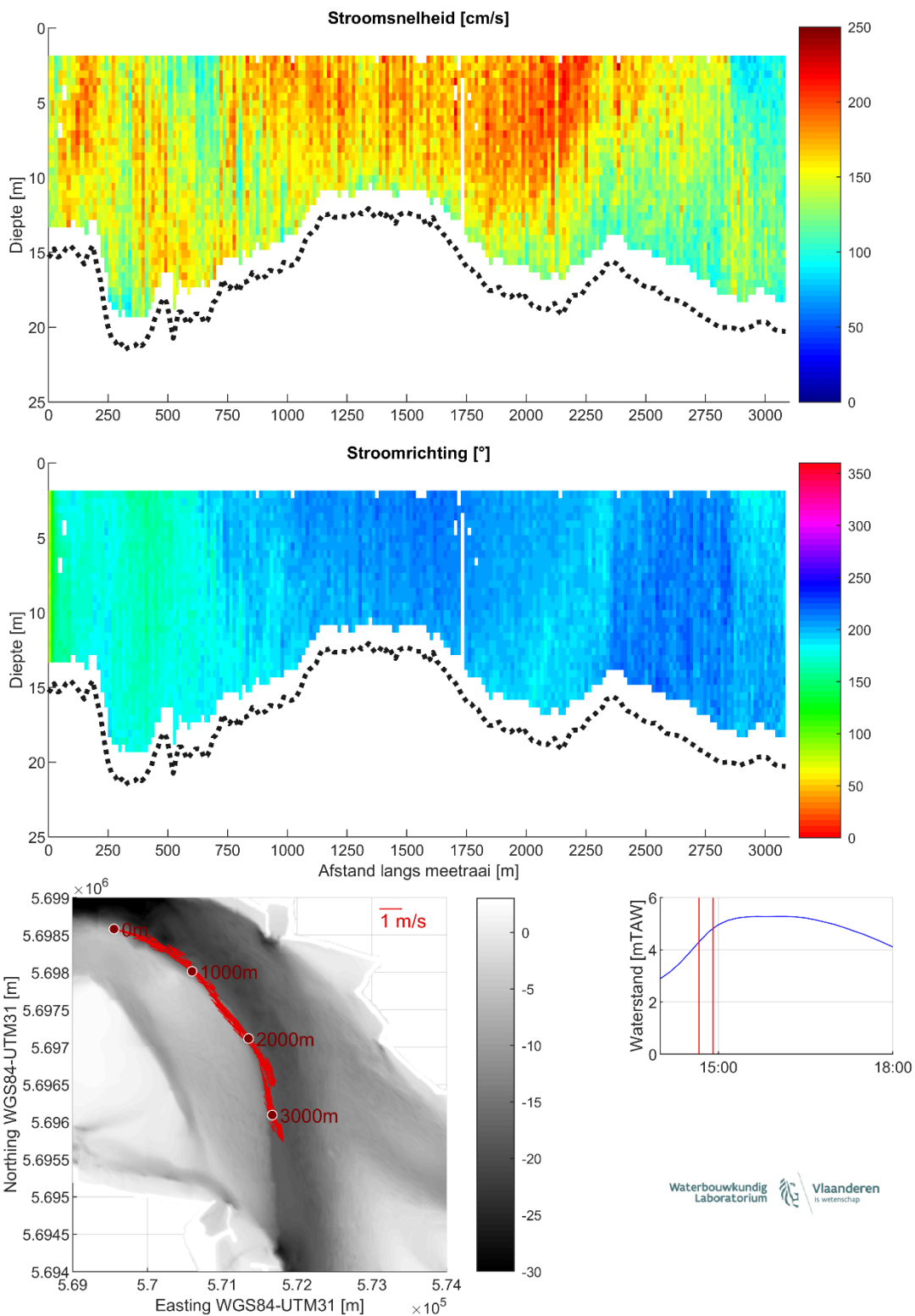
5 Bijlage A – meetcampagne 21 februari 2023



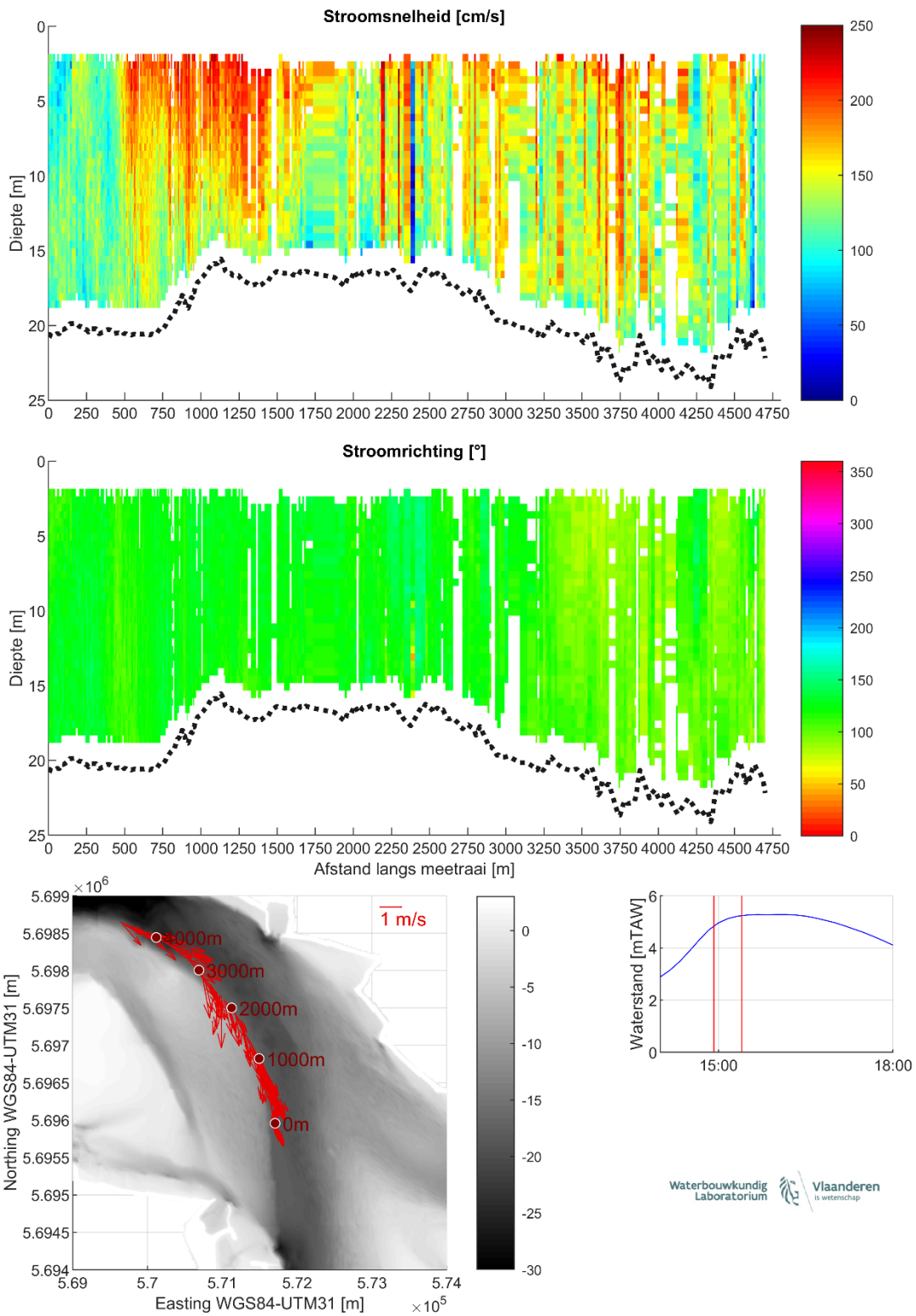
Figuur 7 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 1: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



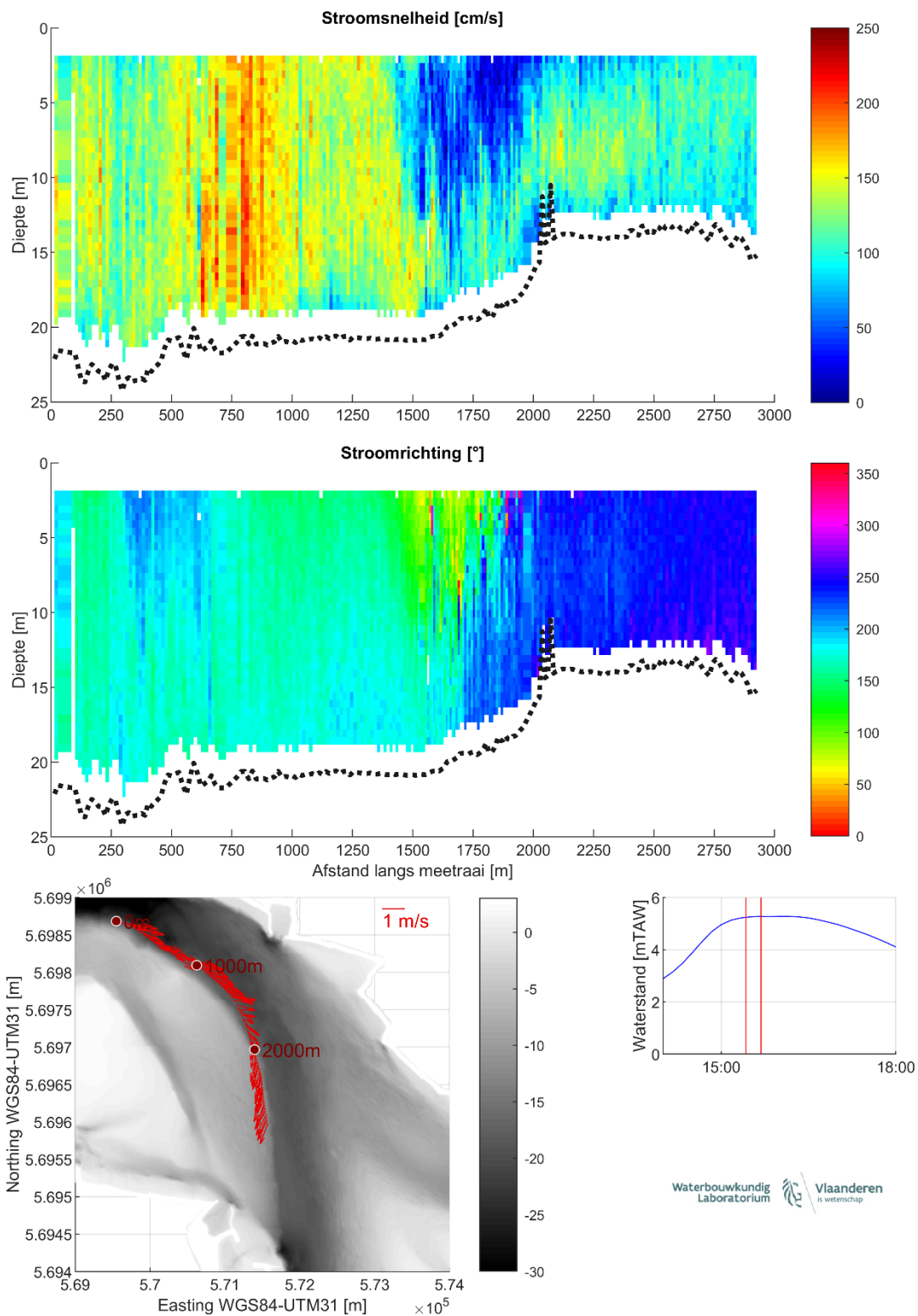
Figuur 8 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 2: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



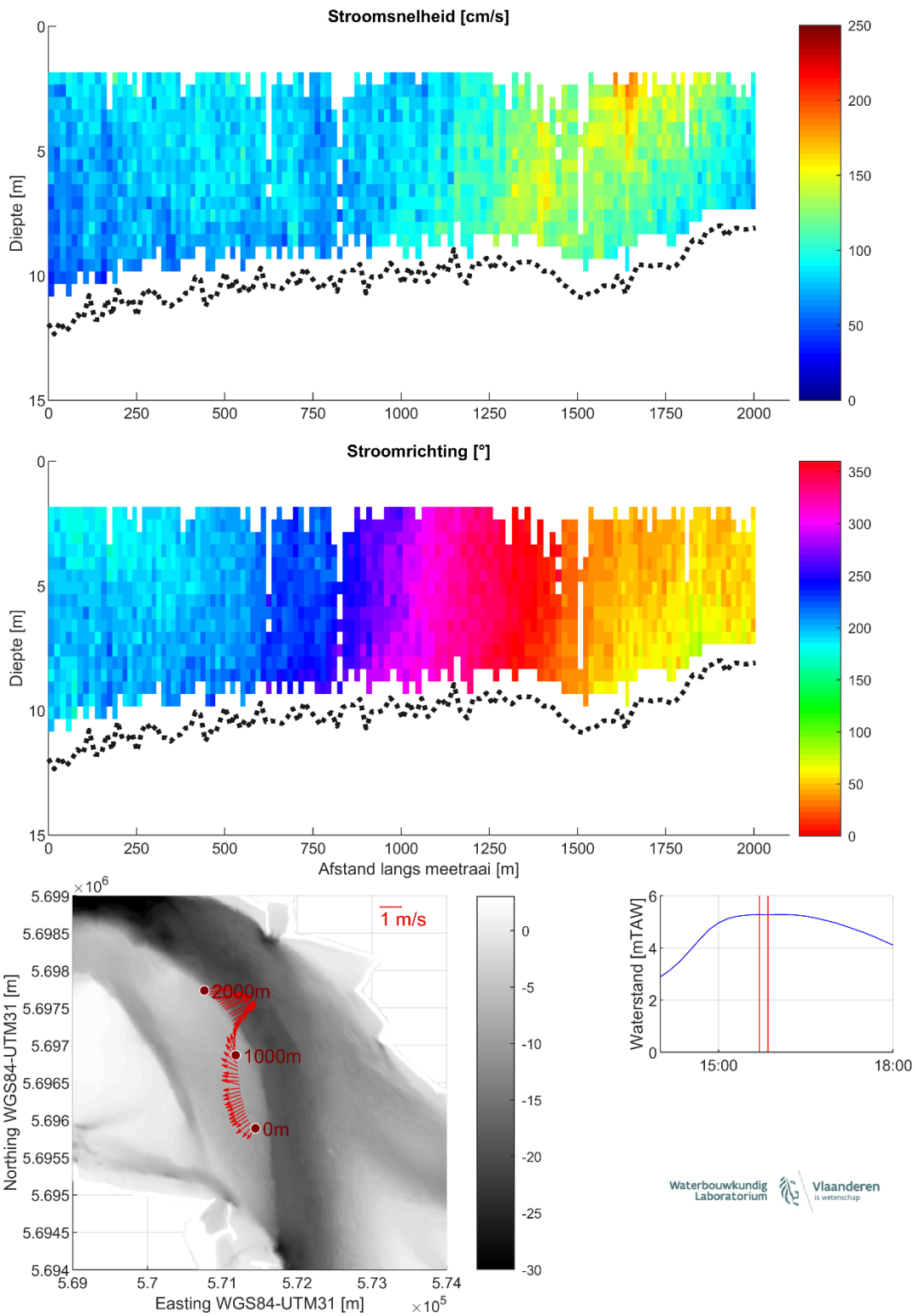
Figuur 9 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 3: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



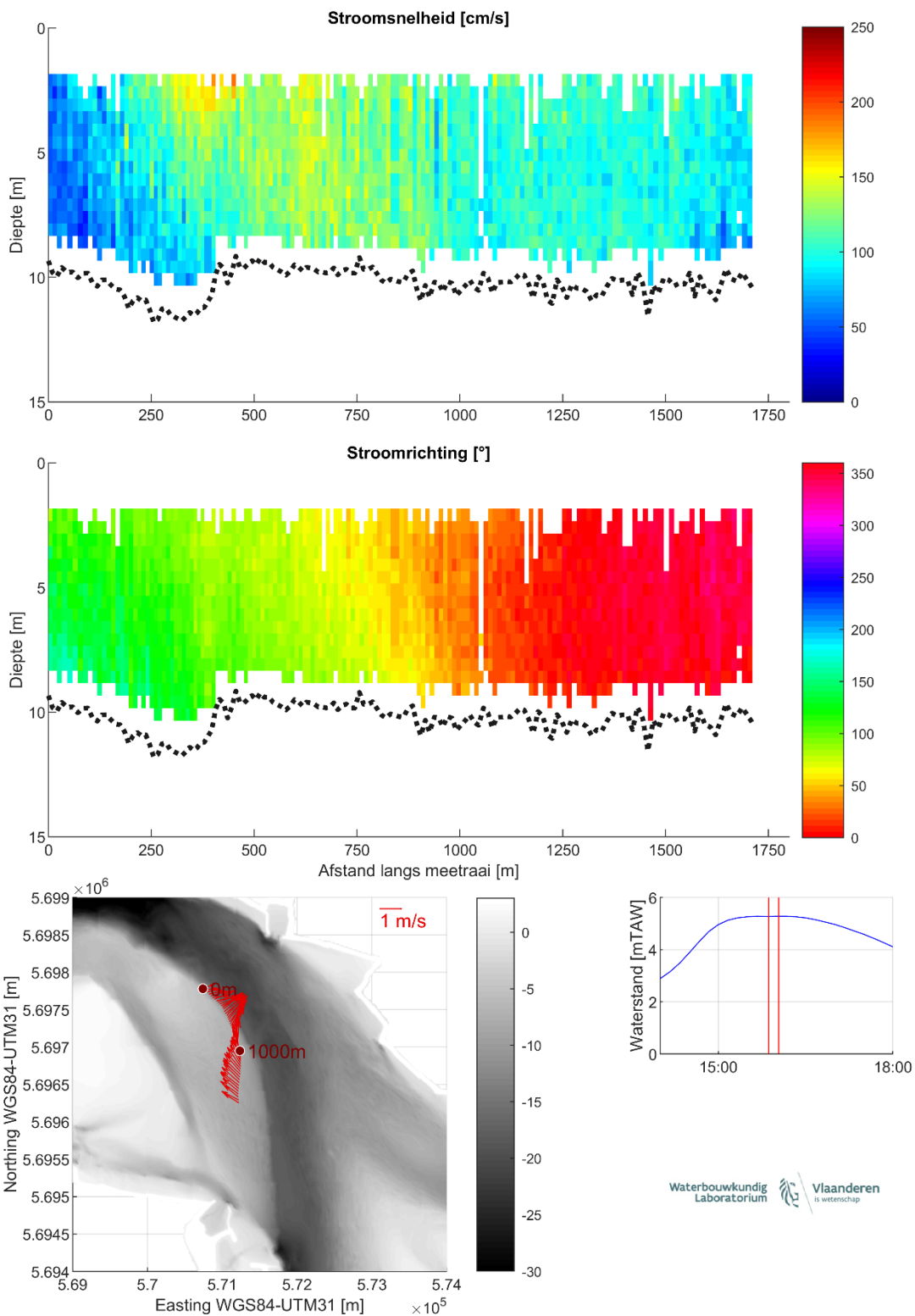
Figuur 10 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 4: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



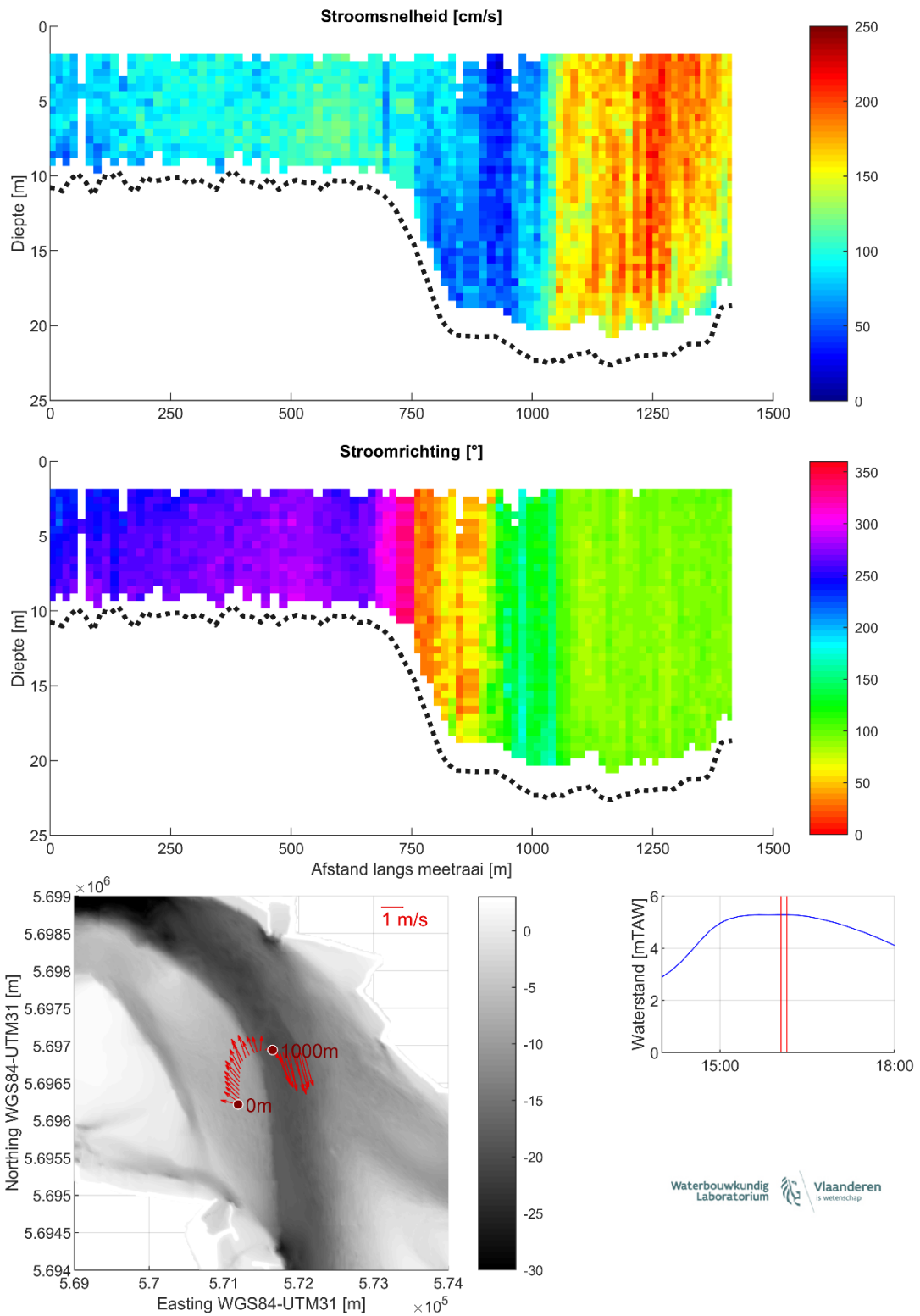
Figuur 11 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 5: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



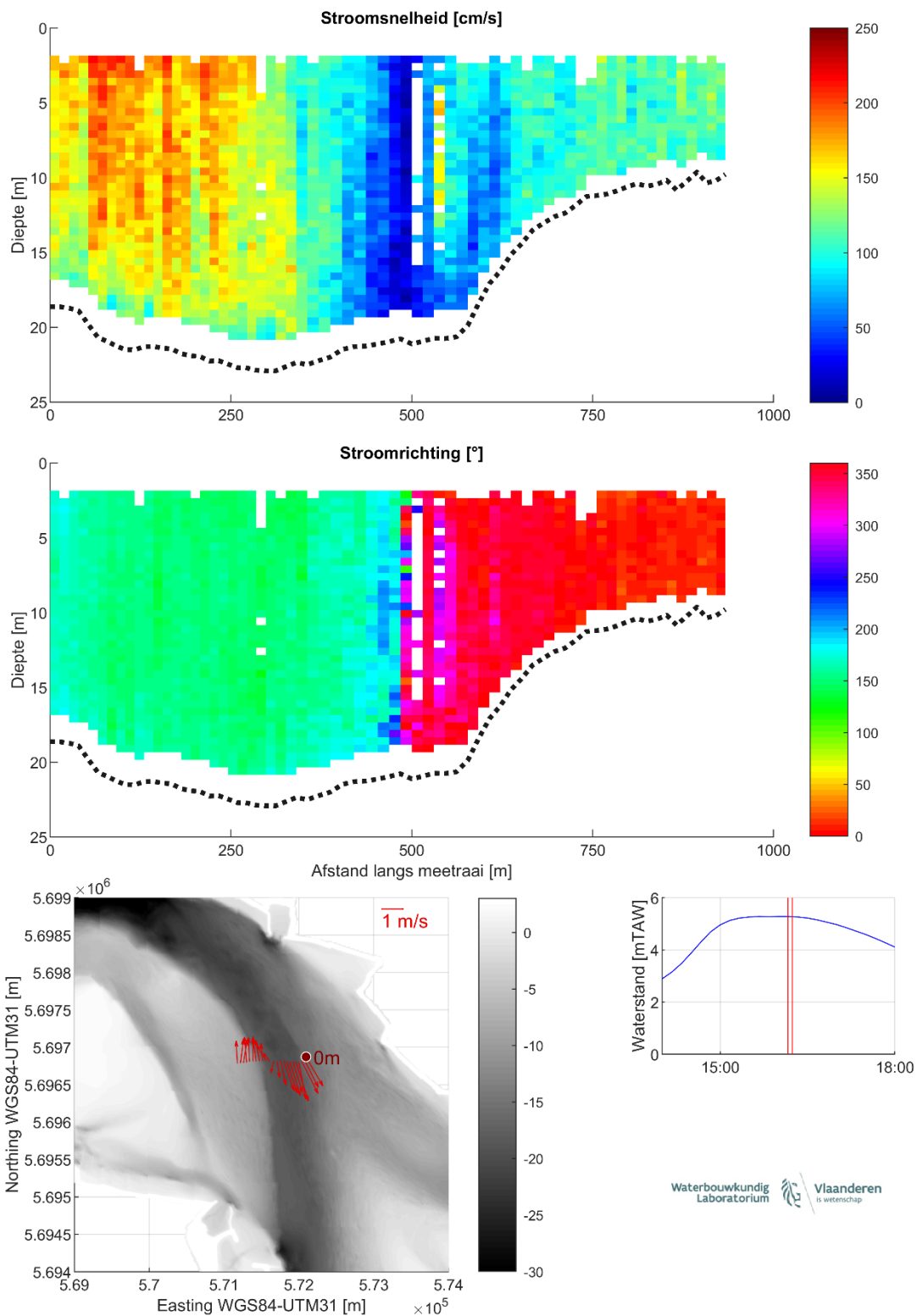
Figuur 12 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 6: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



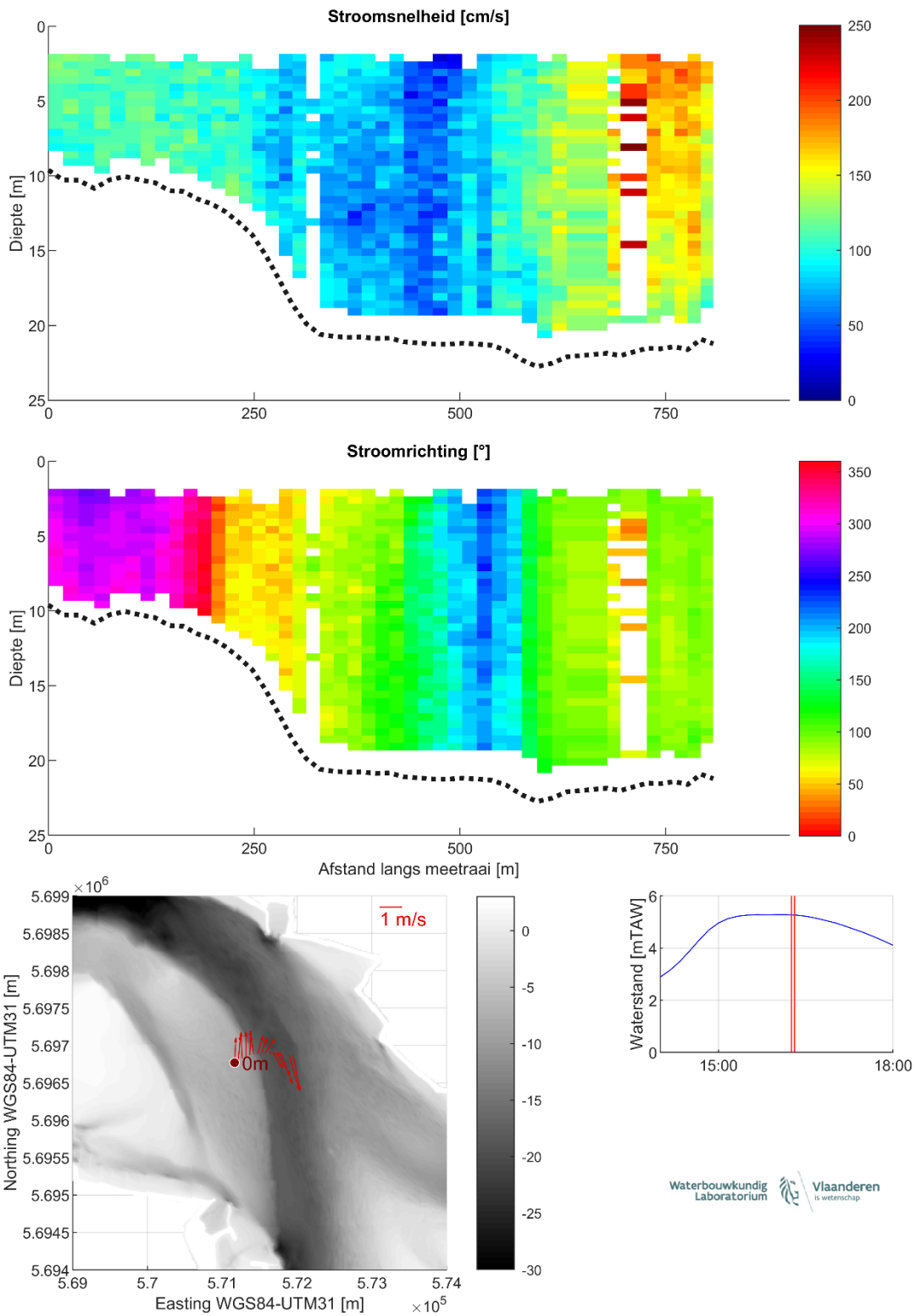
Figuur 13 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 7: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



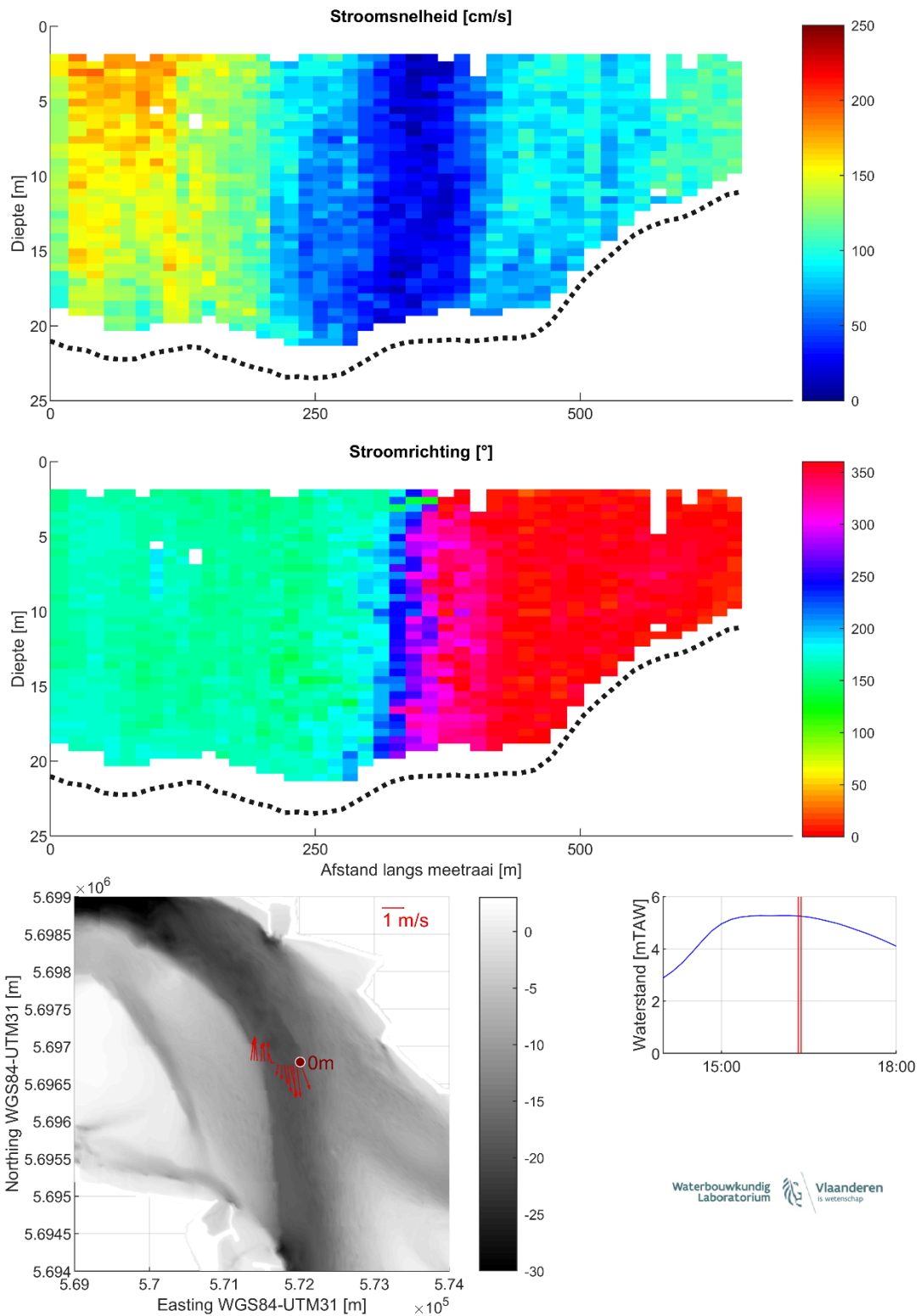
Figuur 14 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 8: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



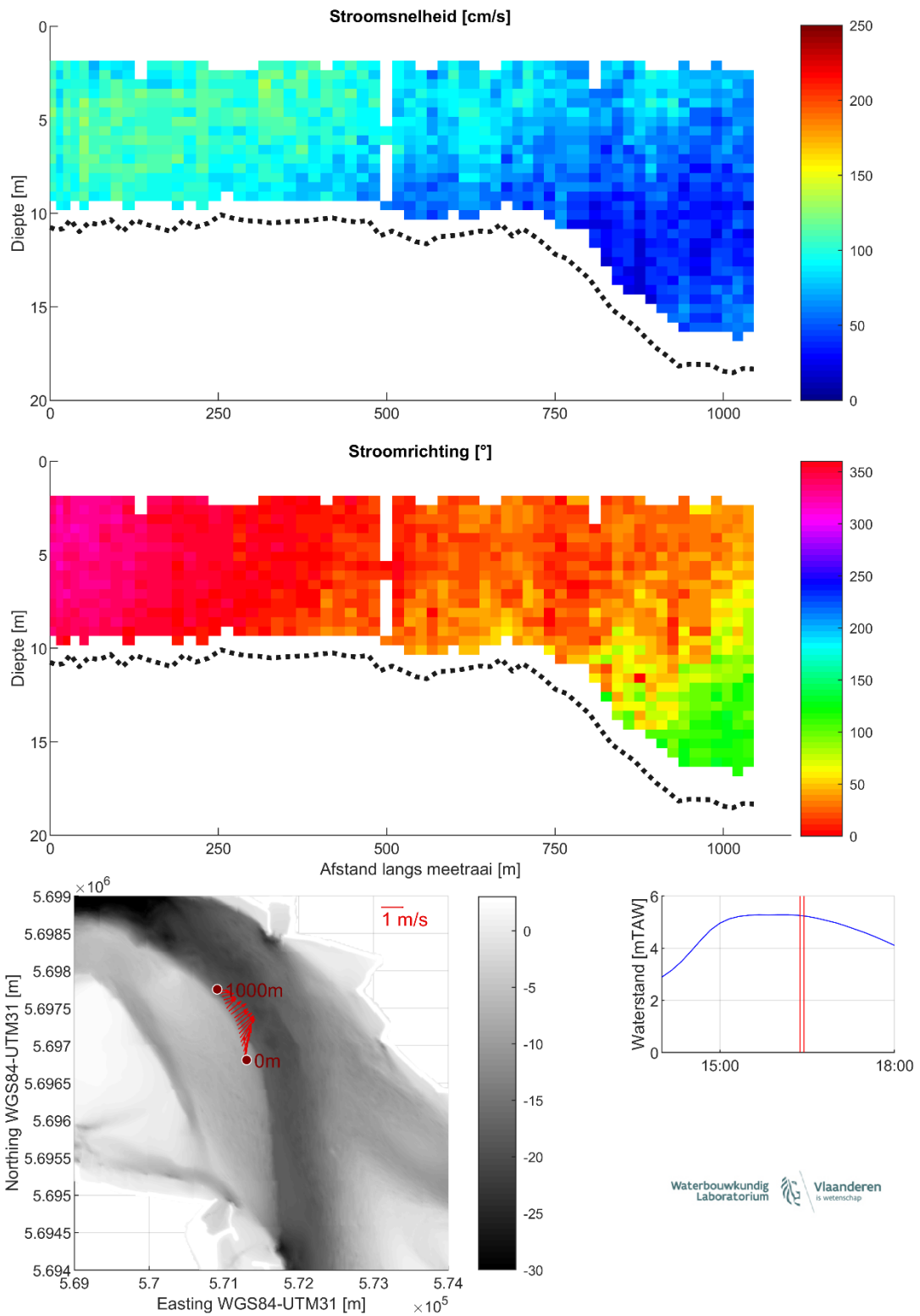
Figuur 15 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 9: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



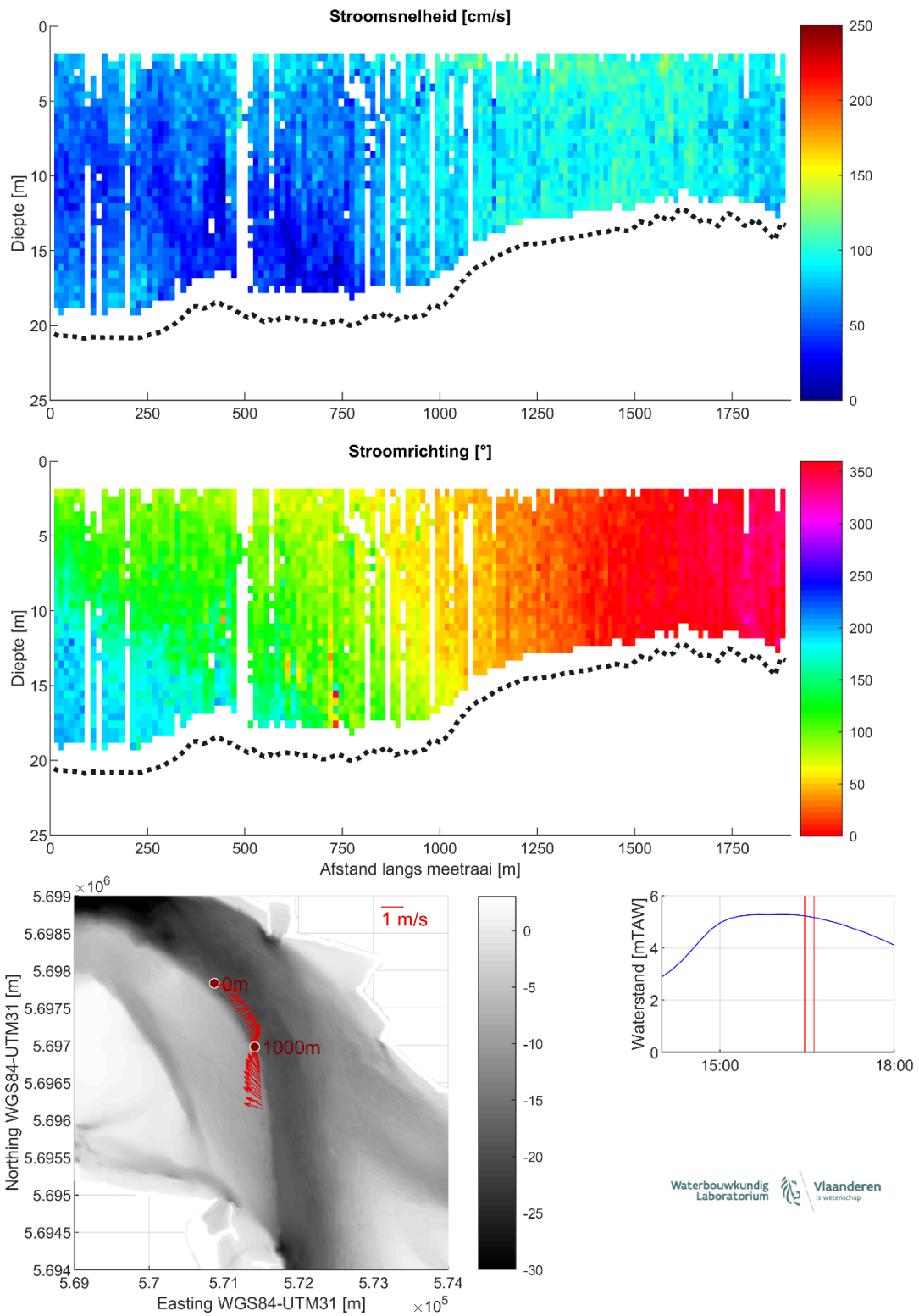
Figuur 16 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 10: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



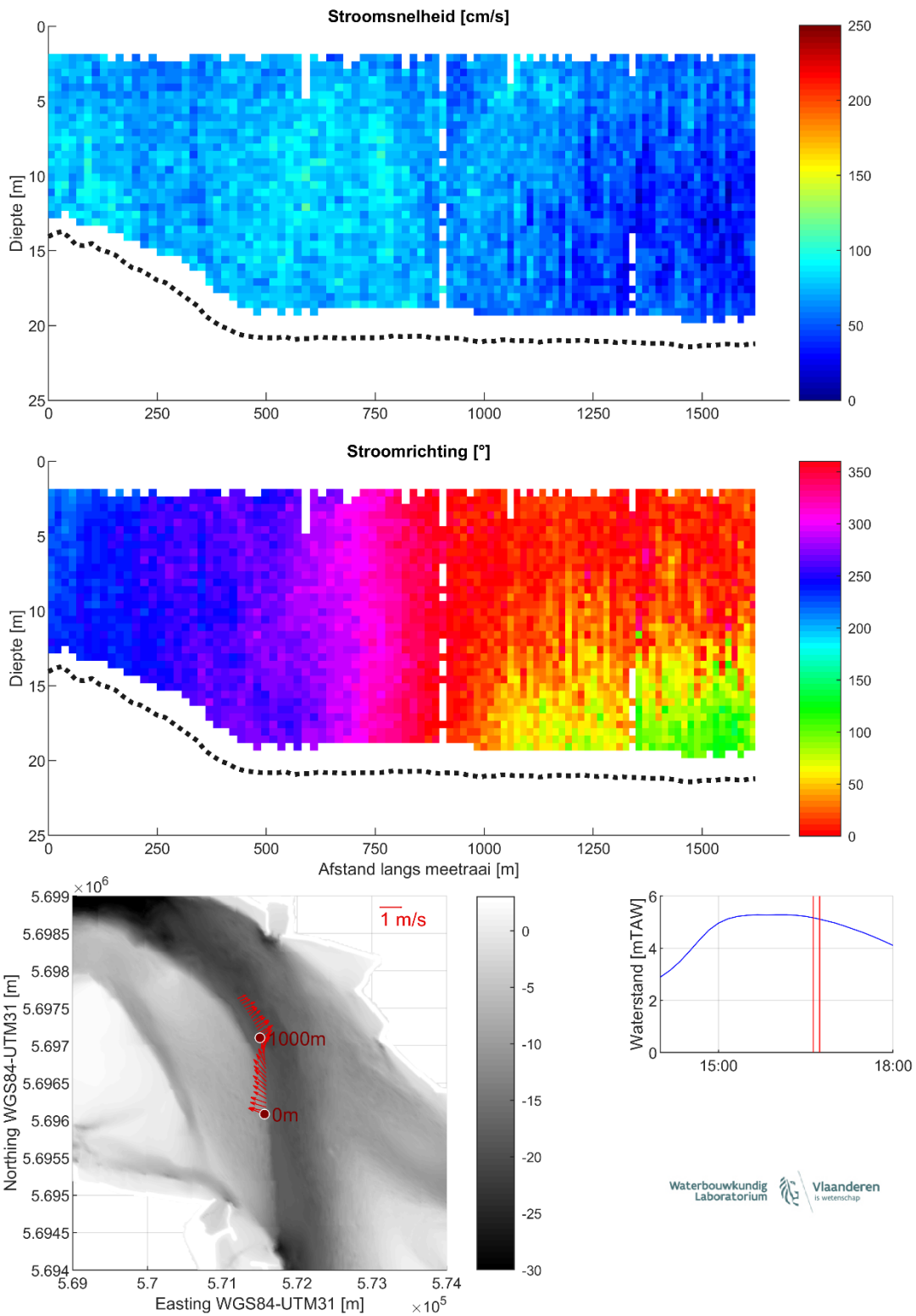
Figuur 17 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 11: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



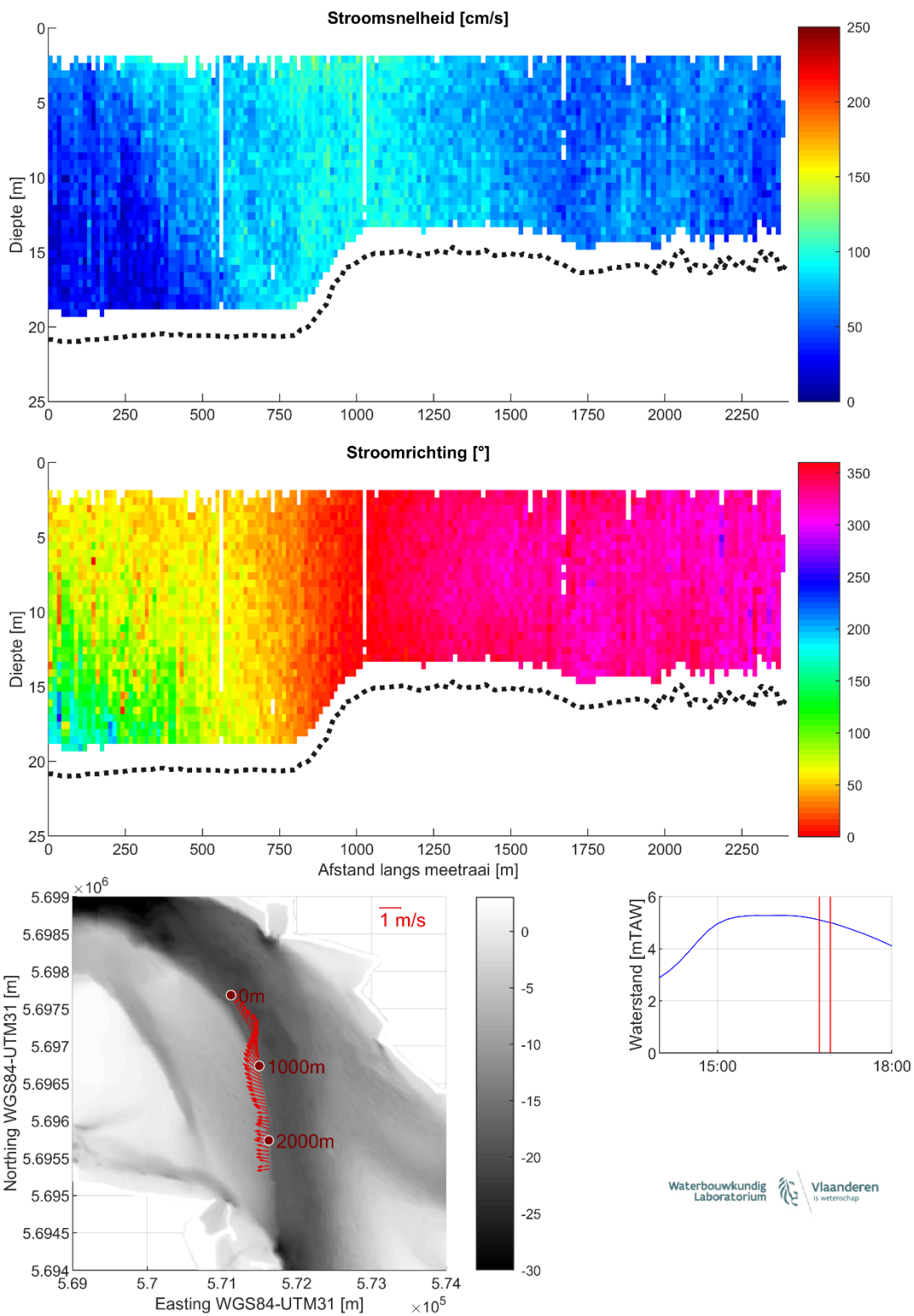
Figuur 18 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 12: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



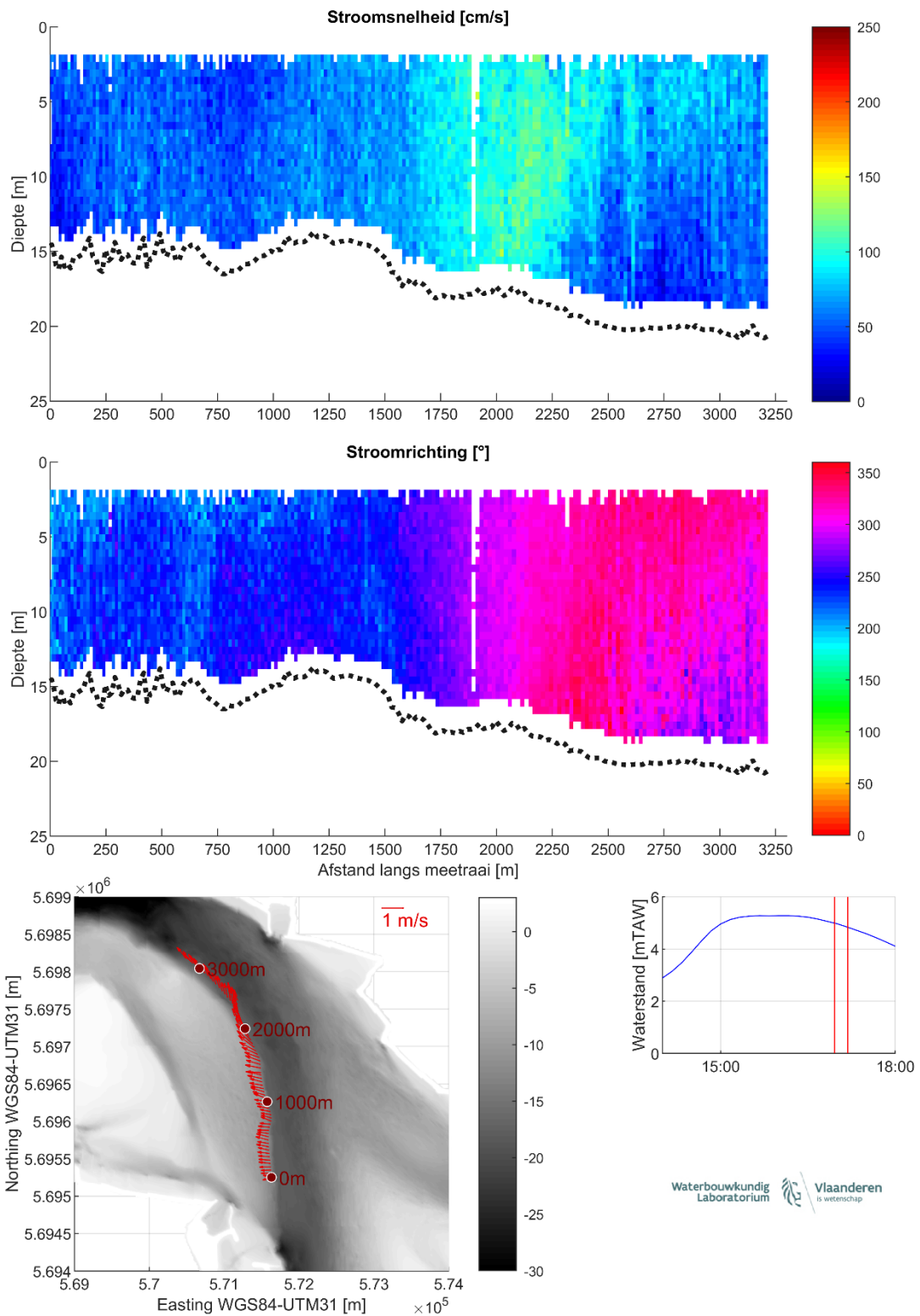
Figuur 19 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 13: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



Figuur 20 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 14: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



Figuur 21 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 15: snelheids grootte (top), -richting (midden) en diepte-gemiddelde vectoren (onder)



Figuur 22 – Stroomgegevens 21/02/2023 raai 16: snelheids grootte (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