



Vlaanderen
is wetenschap

18_155_1
WL rapporten

Nautische toegankelijkheid Sluis Harelbeke

Simulatiestudie eindfase

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Nautische toegankelijkheid Sluis Harelbeke

Simulatiestudie eindfase

Verwilligen, J.; Eloot, K.; Mostaert, F.

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 2019
D/2019/3241/226

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Verwilligen, J.; Eloot, K.; Mostaert, F. (2019). Nautische toegankelijkheid Sluis Harelbeke: Simulatiestudie eindfase. Versie 4.0. WL Rapporten, 18_155_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

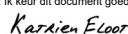
Tot en met de datum van vrijgave, kan overname uit en verwijzen naar deze publicatie enkel mits uitdrukkelijke en schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of het Waterbouwkundig Laboratorium. Correcte bronvermelding is steeds noodzakelijk.

Documentidentificatie

Oprachtgever:	De Vlaamse Waterweg nv, Afdeling Bovenschelde	Ref.:	WL2019R18_155_1
Keywords (3-5):	Vaarsimulaties, Leie, Harelbeke, debiet, sluis, duwkonvooi, binnenvaart, binnenschip		
Tekst (p.):	48	Bijlagen (p.):	248
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	Vrijgegeven vanaf:	01/01/2025
		Uitzondering:	<input checked="" type="checkbox"/> Vlaamse overheid

Auteur(s):	Jeroen Verwilligen
------------	--------------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Katrien Eloot	Getekend door: Katrien Eloot (Signature) Getekend op: 2019-11-04 16:28:21 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed 
Projectleider:	Jeroen Verwilligen	Getekend door: Jeroen Verwilligen (Signature) Getekend op: 2019-10-30 13:51:22 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed 

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Frank Mostaert	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-10-28 14:46:17 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed 
-----------------	----------------	---



Abstract

In het voorliggende rapport wordt het onderzoek gepresenteerd naar de toegankelijkheid van de finale toestand van de sluis te Harelbeke, voor CEMT klasse Va+ (135 m x 11.4 m) en Vb duwkonvoeien (191 m x 11.4 m). Deze schepen werden onderzocht voor verschillende diepgangen en ladingscondities. Diepgangen varieerden tussen 1.8 m (minimale hoogte voor containervaart onder de bruggen) en 3.5 m (maximale diepgang voor projectgebied). In geval van containerlading werd verondersteld dat zowel voor een binnenschip als een duwkonvoei er een boegschroef beschikbaar was. In geval van bulkclading (kolen) werd in eerste instantie onderzocht of de simulaties uitgevoerd konden worden zonder boegschroef.

Het nautische onderzoek is gebaseerd op realtime simulatievaarten uitgevoerd tijdens een tweedaagse campagne op de binnenvaartsimulator Lara van het Waterbouwkundig Laboratorium. Twee schippers (één voor elk scheepstype) simuleerden in totaal 47 sluismanoeuvres.

De toegankelijkheid werd onderzocht in functie van het heersende stuwdebiet en al dan niet gerelateerd aan een boegschroefverplichting. De studie toont de vereiste beschikbaarheid over een goedwerkende boegschroef aan voor binnenschepen CEMT klasse Va+ en voor het merendeel van de duwkonvoeien CEMT klasse Vb. Onder de voorwaarde van een boegschroef en een aangepast geleidingswerk in het bovenpand bleken er geen stremmingen noodzakelijk voor stuwdebieten tot 200 m³/s.

Scheepsbeweging > ontwerp vaarweg en haven > simulaties

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VII
Lijst van de figuren	VIII
1 Inleiding	1
1.1 D&B Sluis Harelbeke	1
1.2 Toegankelijkheid eindfase	1
2 Simulatieomgeving	2
2.1 Studieschepen	2
2.1.1 CEMT-klasse Va+	2
2.1.2 CEMT-klasse Vb.....	3
2.2 Studieomgeving	5
2.2.1 Verschil situatie 2019 met BAFO	6
2.2.2 Vaarwegontwerp	12
2.2.3 Bathymetrie	14
2.2.4 Stroom	15
2.2.5 Wind.....	18
2.2.6 Botskarakteristieken	18
2.2.7 Radarbeeld.....	18
2.2.8 Afgemeerde schepen.....	18
3 Organisatie.....	20
3.1 Organisatie situaties	20
3.2 Uitgevoerde simulaties.....	21
4 Verwerking simulaties en analyse	23
4.1 Methode postprocessing	23
4.1.1 Vaarbaanplots.....	23
4.1.2 Grafieken.....	24
4.1.3 KMZ-bestanden.....	24
4.2 Commentaar van de schippers	26
5 Resultaten.....	27
5.1 Benedenpand.....	27

5.1.1	Va+ schip.....	27
5.1.2	Vb duwkonvooi.....	30
5.2	Bovenpand.....	34
5.2.1	Va+ schip.....	34
5.2.2	Vb duwkonvooi.....	39
6	Samenvatting.....	43
6.1	Benedenpand.....	43
6.2	Bovenpand.....	44
6.3	Boegschroefvereisten.....	45
6.4	Aanbevelingen.....	46
7	Referenties.....	48
Bijlage 1	Vaarbaanplots.....	B1
Bijlage 2	Overzichtsgrafieken.....	B153
Bijlage 3	Handleiding KMZ-bestanden.....	B247

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Klasse Va+ simulatorschepen voor toepassing in de simulatiestudie	3
Tabel 2 – Klasse Vb simulatorschepen voor toepassing in de simulatiestudie	4
Tabel 3 – Richtlijnen voor dwarsafstand tussen kolk en oever voorhaven waar geen schip opgesteld wordt (Br) volgens [3] en [4]	13
Tabel 4 – Ervaring van schippers die deelnamen aan de studie	20
Tabel 5 – Uitgevoerde simulaties, chronologisch geordend	21
Tabel 6 – Kleurcodes voor indicatie botskracht weergegeven in vaarbaanplots.....	23
Tabel 7 – Overzicht Va+ simulaties in benedenpand	27
Tabel 8 – Overzicht Vb simulaties in benedenpand	30
Tabel 9 – Overzicht Va+ simulaties in bovenpand.....	35
Tabel 10 – Overzicht Vb simulaties in bovenpand	39
Tabel 11 – Conditie voor boegschroefverplichting voor Vb duwkonvoeien voor sluis te Harelbeke	45

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Maximale vaarsnelheid (links) en stationaire gierbeweging bij roerhoek 35° (rechts) voor Va+ schip in simulator bij verschillende diepgangen en waterdieptes	3
Figuur 2 – Maximale vaarsnelheid (links) en stationaire gierbeweging bij roerhoek 35° (rechts) voor Vb duwkonvooi in simulator bij verschillende diepgangen en waterdieptes	5
Figuur 3 – Plan van de sluis van Harelbeke (situatie 2012)	5
Figuur 4 – Weergave van simulatieomgeving uit [1] (oranje) en aangeleverd in december 2018 [6] (groen) .	6
Figuur 5 – Weergave van simulatieomgeving uit [1] (oranje) en aangeleverd in december 2018 [6] (groen): detail sluishoofd bovenpand	6
Figuur 6 – Weergave van simulatieomgeving uit [1] (oranje) en aangeleverd in december 2018 [6] (groen): detail Bloemmolens.....	7
Figuur 7 – Weergave van simulatieomgeving uit [1] (oranje) en aangeleverd in december 2018 [6] (groen): detail Benedenpand	7
Figuur 8 – Ontwerp bovenpand Sluis Harelbeke 2019 zoals onderzocht in de studie.....	8
Figuur 9 – Ontwerp benedenpand Sluis Harelbeke 2019 zoals onderzocht in de studie.....	9
Figuur 10 – Screenshots simulatieomgeving (zicht vanuit bovenpand).....	10
Figuur 11 – Screenshots simulatieomgeving (zicht vanuit benedenpand).....	11
Figuur 12 – Definitie Br overeenkomstig Richtlijnen Vaarwegen 2011 en 2017 [4]	13
Figuur 13 – Afwijking ontwerp benedenpand zoals onderzocht en situatie linkeroever (kaai KM7) op basis van topofoto 17/04/2018	13
Figuur 14 – Vergelijking tussen bathymetrie (m TAW) bovenpand toegepast in [8] (links) en gedefinieerd in uitvoeringsontwerp bodembescherming [10] (rechts)	14
Figuur 15 – Vergelijking tussen bathymetrie (m TAW) benedenpand toegepast in [8] (links) en gedefinieerd in uitvoeringsontwerp bodembescherming [10] (rechts)	14
Figuur 16 – Dieptelijnen bathymetrie. Links: Bovenpand, Rechts: Benedenpand	15
Figuur 17 – Totale stroomsterkte in bovenpand in het verlengde van de kolk (debiet 100 m ³ /s)	16
Figuur 18 – Dwarsstroom in bovenpand in het verlengde van de kolk (debiet 100 m ³ /s)	16
Figuur 19 – Totale stroomsterkte in benedenpand in het verlengde van de kolk (debiet 100 m ³ /s).....	16
Figuur 20 – Dwarsstroom in benedenpand in het verlengde van de kolk (debiet 100 m ³ /s)	17
Figuur 21 – Stroompatroon ter hoogte van bovenhoofd.....	17
Figuur 22 – Stroompatroon ter hoogte van benedenhoofd.....	17
Figuur 23 – Evolutie van de absolute windsnelheid tijdens één uur simulatietijd voor een synoptisch gemiddelde van 6.7 m/s	18
Figuur 24 – Afgemeerde schepen in simulatieomgeving Harelbeke 2019.....	19
Figuur 25 – Binnenvaartsimulator LARA.....	20
Figuur 26 – Screenshot KMZ-weergave van simulatie HAREL000.....	25

Figuur 27 – Va+ schip landt op geleidingswerk in simulatie 022.....	29
Figuur 28 – Sluisinvaart benedenpand Vb duwkonvooi zonder boegschroef in simulatie 028	32
Figuur 29 – Sluisinvaart benedenpand door Vb duwkonvooi waarbij boeg en achterzijde bakken langs rechteroever glijden (simulatie 030)	33
Figuur 30 – Sluisinvaart benedenpand door Vb duwkonvooi in geval van boegschroefgebruik (simulatie 031)	34
Figuur 31 – Sluisuitvaart bovenpand door Va+ schip zonder boegschroef bij 200 m ³ /s en ZO4 (simulatie 017)	37
Figuur 32 – Sluisinvaart bovenpand door Va+ schip zonder boegschroef bij 70 m ³ /s en ZO4 (simulatie 021)	38
Figuur 33 – Sluisuitvaart bovenpand door Vb duwkonvooi zonder boegschroef bij 200 m ³ /s en ZO4 (simulatie 039).....	41
Figuur 34 – Sluisinvaart bovenpand door Vb duwkonvooi zonder boegschroef bij 100 m ³ /s en ZO4 (simulatie 033).....	41
Figuur 35 – Illustratie van afvarend vaartraject door Va+ (HAREL000) ten opzichte van topofoto 17/04/2018	47
Figuur 36 – Illustratie van opvarend vaartraject door Vb (HAREL030) ten opzichte van topofoto 17/04/2018	47

1 Inleiding

In het voorliggende rapport wordt het onderzoek gepresenteerd naar de toegankelijkheid van de finale toestand van de sluis te Harelbeke, voor CEMT klasse Va+ en Vb-schepen. De toegankelijkheid werd onderzocht in functie van het heersende stuwdebiet.

1.1 D&B Sluis Harelbeke

Tijdens de aanbesteding van het D&B-contract voor de sluis te Harelbeke, voerde het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) een nautische beoordeling van de ingediende voorontwerpen uit [1] bij debieten tot 100 m³/s. De D&B-opdracht werd uiteindelijk toegewezen aan THV Leieland.

In onderstaande opdrachten werd de nautische toegankelijkheid van het sluisontwerp door THV Leieland onderzocht:

1. 840_05: Simulatiestudie toegankelijkheid bij een stuwdebiet van 100 m³/s [1]
 - a. Toegankelijkheid CEMT Va schip naar tijdelijke sluis bij bouwfase
 - b. Toegankelijkheid CEMT Vb duwkonvooi naar Vb-sluis eindfase
2. 16_120: Simulatiestudie toegankelijkheid bouwfase (tijdelijke sluis gecombineerd met tijdelijke stuw) bij debieten tot 200 m³/s [2]
 - a. Toegankelijkheid CEMT IV-schip (gunstig advies tot 140 m³/s)
 - b. Toegankelijkheid CEMT Va-schip (gunstig advies tot 100 m³/s)

Naar aanleiding van het simulatieonderzoek werd eind 2016 door Waterwegen en Zeekanaal NV (nu: NV De Vlaamse Waterweg) onderstaand bericht aan de scheepvaart gepubliceerd:

Vanaf één uur een debiet van 100 m³/s of hoger wordt gemeten in Menen, wordt het vloedregime afgekondigd en moet de scheepvaart rekening houden met hoge stroomsnelheden t.h.v. in- en uitgang van de stuwgeul en t.h.v. versmallingen in de dwarssectie van de Leie (bv. brug van Wervik). De scheepvaart wordt gestremd tussen Harelbeke en brug Wervik voor schepen langer dan 86 m en/of breder dan 9.60 m. Bij een gemeten (Menen) debiet van 150 m³/s of hoger wordt alle scheepvaart gestremd tussen Harelbeke en brug Wervik.

1.2 Toegankelijkheid eindfase

Op heden is de finale Vb-sluis in gebruik genomen en wordt de waterafvoer uitgevoerd door middel van de finale stuwen en stuwgeul. De huidige situatie stemt bijgevolg overeen met de eindfase voor wat betreft de onmiddellijke omgeving van sluis en stuw.

Uit §1.1 blijkt dat de toegankelijkheid van de eindfase zoals in BAFO ingediend door THV Leieland enkel onderzocht werd voor CEMT klasse Vb duwkonvoeien en bij een debiet van 100 m³/s.

In voorliggende opdracht werd de Sluis te Harelbeke onderzocht voor grotere stuwdebieten en afzonderlijk voor CEMT-klasse Va+ binnenschepen en CEMT-klasse Vb duwkonvoeien.

2 Simulatieomgeving

In H2 wordt een overzicht geboden van de simulatieomgeving die ontwikkeld werd ten behoeve van de studie. Hierbij worden achtereenvolgens de studieschepen en de studieomgeving gepresenteerd.

2.1 Studieschepen

De nieuwe sluis te Harelbeke, betreft een CEMT-klasse Vb sluis, waarvoor een Vb duwkonvooi (185 m x 11.4 m x 3.5 m) als maximaal schip geldt. De opwaardering van de sluisomgeving kadert in het Europese project Seine-Schelde waarvoor een doorgaande vaart van een Vb duwkonvooi vooropgesteld wordt.

Op heden zijn er op de Leie-as nog verschillende knelpunten aanwezig die de komst van de Vb duwkonvoeien naar Harelbeke nog niet mogelijk maken. Het maximale schip dat anno 2019 de sluis van Harelbeke kan aandoen betreft een Va-binnenschip (110 m x 11.4 m) bij diepgang 2.8 m.

Rekening houdend met de huidige maximale scheepsafmetingen door de sluis Harelbeke, het ontwerpschip voor de sluis en de ontwerpschepen voor andere sluisen en vaarwegen die rechtstreeks aansluiten op de Leie (zoals Kanaal Roeselare-Leie en Kanaal Bossuit-Kortrijk) werd de toegankelijkheid voor sluis Harelbeke onderzocht voor onderstaande scheepstypes

- CEMT-klasse Va+: binnenschip met lengte 135 m en breedte 11.45 m
 - T= 1.8 m: Containerlading (3 lagen) en beschikbaarheid boegschroef¹;
 - T= 2.85 m: Containerlading (3 lagen) en beschikbaarheid boegschroef;
 - T=3.5 m: Bulkclading (kolen) zonder boegschroef.
- CEMT-klasse Vb: duwkonvooi met lengte 191 m en breedte 11.4 m
 - T= 1.8 m: Containerlading (3 lagen) en beschikbaarheid boegschroef¹;
 - T= 1.8 m: Bulkclading (kolen) zonder boegschroef;
 - T=3.5 m: Bulkclading (kolen) zonder boegschroef.

2.1.1 CEMT-klasse Va+

Hoewel in realiteit CEMT-klasse Va+ schepen steeds uitgerust zijn met een boegschroef, wordt in de studie onderzocht of de beschikbaarheid over een boegschroef ook vereist is voor de sluismanoeuvres te Harelbeke. De afwezigheid van de boegschroef werd enkel onderzocht in geval van kolenlading, aangezien het ontbreken van een boegschroef in geval van containerlading erg ondenkbaar is. In dat laatste geval beschikken Va+ schepen immers veelal over twee onafhankelijke boegschroeven.

Voor wat betreft containerlading hebben vorige studies aangetoond dat bij belangrijke windsnelheden, de windinvloed belangrijker is dan de effecten te wijten aan kleine kielspeling. De simulaties met containerlading zullen dan ook uitgevoerd worden met lege containers als lading (diepgang 1.8 m) zowel als de maximale diepgang die op heden toegelaten wordt (2.8 m). In Tabel 1 wordt ook de vrijboordhoogte van de verschillende scheepsconfiguraties weergegeven. De windoppervlakken van de Va+ schepen werden berekend op een conservatieve methode, waarbij een volledige vulling van het schip verondersteld werd.

Toepassing van containerlading heeft behalve op windeffecten ook een belangrijke impact op de zichtbaarheid van de sluis (tijdens brugdoorvaart dient de hoogte van de scheepscabine verlaagd te worden).

¹ Deze combinatie stemt overeen met een vrijboord hoogte van 6.7 m welke als maximum geldt voor de bruggen in het studiegebied.

Het wiskundige manoeuvreermodel van het klasse Va+ binnenschip zoals toegepast in de studie betreft een tabulair model. Het model werd bekomen door opschaling van het manoeuvreermodel van een Va binnenschip (110 m x 11.4 m) dat gebaseerd was op een groot aantal sleeptankproeven uitgevoerd in de Sleetank voor manoeuvres in ondiep en beperkt water (samenwerking WL en UGent).

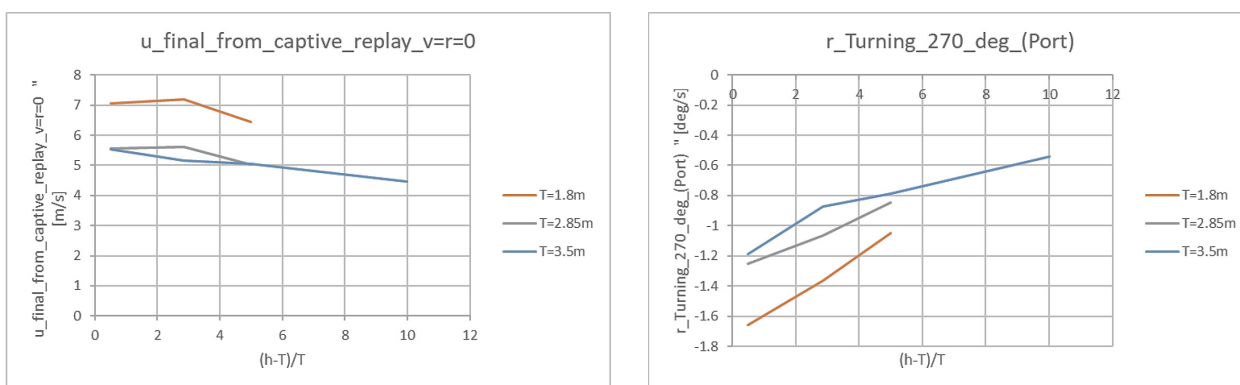
Het Va+ binnenschip is uitgerust met één schroef en twee roeren. De roeren zijn gekoppeld en kunnen niet afzonderlijk gestuurd worden.

De vaarsnelheden bij maximaal schroeftoerental en de stationaire gierbewegingen bij een roeruitslag van 35° worden weergegeven in Figuur 1 voor de drie ladingscondities van het Va+ binnenschip toegepast in de studie en voor de kielspelingen waarvoor er manoeuvreermodellen beschikbaar zijn.

Tabel 1 – Klasse Va+ simulatorschepen voor toepassing in de simulatiestudie

klasse	Lengte	Breedte	Diepgang	Airdraft lading	Boegschroef	Cargo
[CEMT]	[m]	[m]	[m]	[m]	[PK]	[-]
Va+	135	11.45	3.5	3.5	-	kolen
Va+	135	11.45	2.85	5.7	650	4x3 cont.
Va+	135	11.45	1.8	6.7	650	4x3 cont.

Figuur 1 – Maximale vaarsnelheid (links) en stationaire gierbeweging bij roerhoek 35° (rechts) voor Va+ schip in simulator bij verschillende diepgangen en waterdieptes



2.1.2 CEMT-klasse Vb

Een Vb duwkonvooi bestaat uit een combinatie van een duwboot met twee duwbakken. Deze drie eenheden worden in langse richting met elkaar gekoppeld en vormen aldus een konvooi met lengte 191 m en breedte 11.4 m. De sluis te Harelbeke is ontworpen voor de toegankelijkheid van Vb duwkonvoeien bij diepgangen tot 3.5 m.

Voor duwbakken geldt dat ca. 10% uitgerust is met een boegschroef. In geval van containervervoer zal er steeds een boegschroef beschikbaar zijn in de voorste bak van het konvooi. Echter in geval van bulklading en grotere diepgangen wordt er veelal geen boegschroef beschikbaar gesteld. Bovendien is de vereiste voor een boegschroef sterk ingegeven door de vaarweg. Doordat duwbakken minder fragiel zijn en doordat duwkonvoien geen vast geheel vormen met de duwboot, zijn contacten tussen de duwbakken en de vaarinfrastructuur gebruikelijk. In dat opzicht verschillen ze sterk van binnenschepen, waarbij contact tussen schip en infrastructuur zo veel als mogelijk vermeden zal worden. Typische manoeuvres die aldus uitgevoerd worden met duwkonvoien betreffen bijvoorbeeld het glijden van de boeg tegen de fuik of het scharnieren van het konvooi rond de achterschouder van de duwbak.

De verschillende uitvoering van (sluis)manoeuvres met duwkonvoien kan aanleiding geven tot een afwijkende toegankelijkheid en boegschroefvereisten voor duwkonvoien en binnenschepen.

De configuraties waarvoor de duwkonvoien gesimuleerd zullen worden, worden weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 – Klasse Vb simulatorschepen voor toepassing in de simulatiestudie

klasse	Lengte	Breedte	Diepgang	Airdraft lading	Boegschroef	Cargo
[CEMT]	[m]	[m]	[m]	[m]	[PK]	[-]
Vb	191	11.4	3.5	3.5	-	kolen
Vb	191	11.4	1.8	2.9	-	kolen
Vb	191	11.4	1.8	6.7	350	4x3 cont.

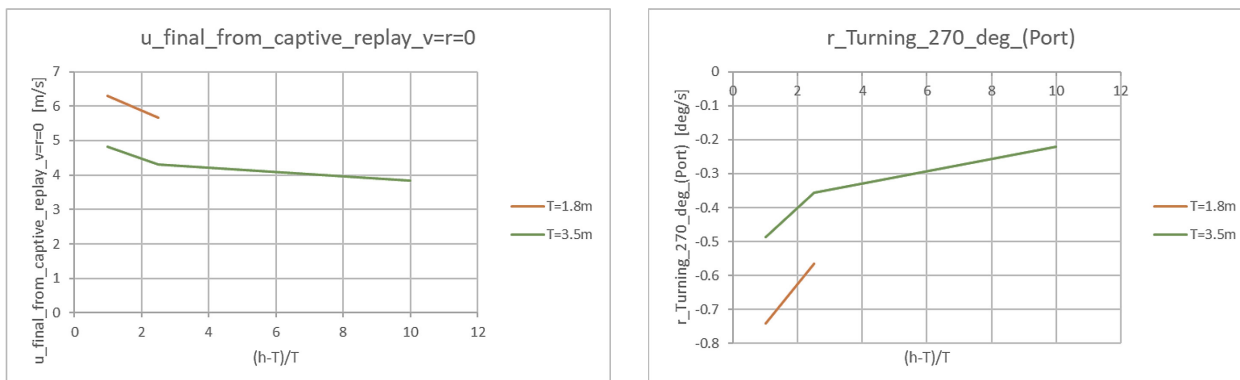
De maximale diepgang voor klasse Vb duwkonvoien naar de nieuwe Vb sluis zal 3.5 m bedragen. Voor een Vb konvooi met diepgang 3.5 zijn in de simulator manoeuvreermodellen beschikbaar bij kielspelingen die 10%, 40% en 100% van de scheepsdiepgang bedragen. De lading van dit schip betreft bulk waardoor het schip weinig windgevoelig is. Bij deze ladingsconditie zal verondersteld worden dat er geen boegschroef beschikbaar was.

In geval van belading met drie lagen containers, betreft de minimale diepgang waarbij de bruggen gepasseerd kunnen worden 1.8 m. Ten behoeve van de studie werd een wiskundig model ontwikkeld bij deze diepgang. Voor dit schip werd zowel met containerlading (en beschikbaarheid over een boegschroef) en bulklading (zonder boegschroef) gesimuleerd.

De duwboot is uitgerust met twee schroeven welke onafhankelijk gestuurd kunnen worden en gecombineerd kunnen worden met de roerhoek.

In Figuur 2 worden voor het Vb-duwkonvooi zoals toegepast tijdens de simulatiestudie, de maximale vaarsnelheden en de stationaire gierbewegingen bij een roeruitslag van 35° weergegeven voor de diepgangen toegepast in de studie en voor de kielspelingen waarvoor wiskundige modellen beschikbaar zijn.

Figuur 2 – Maximale vaarsnelheid (links) en stationaire gierbeweging bij roerhoek 35° (rechts) voor Vb duwkonvooi in simulator bij verschillende diepgangen en waterdieptes



2.2 Studieomgeving

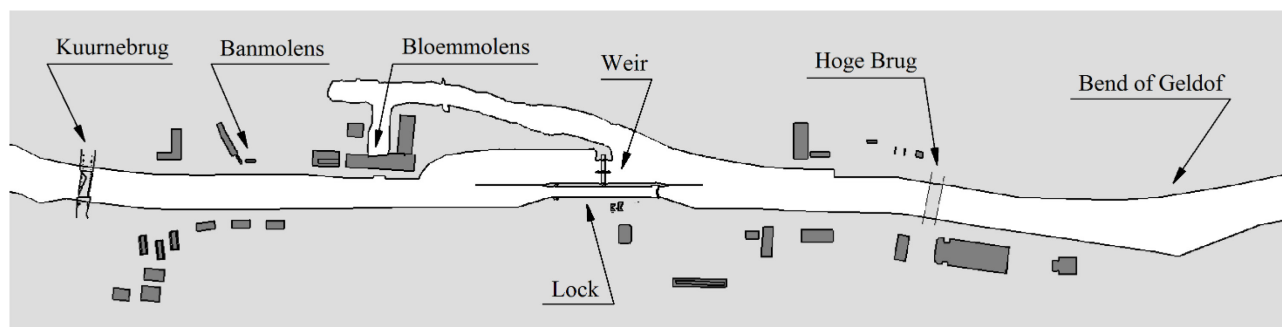
In 2012 werd gestart met de opwaardering van de stuwsluis te Harelbeke voor klasse Vb-schepen. Figuur 3 biedt een overzicht van de toenmalige vaarweg.

De studieomgeving werd gebaseerd op de beschikbare simulatieomgeving zoals door de aannemer THV Leieland ingediend werd als BAFO tijdens de gunningsprocedure. Deze simulatieomgeving vormde het onderwerp van [1] en werd aangepast aan de meest recente uitvoeringsplannen beschikbaar in januari 2019.

De toestand van de sluisomgeving in 2019 verschilt in beperkte mate met het onderzochte ontwerp in [1]. De belangrijkste aanpassingen aan de studieomgeving worden hieronder weergegeven:

1. aanpassen van positie sluis, remmingswerken en waterlijn aan een 2D-ontwerp aangeleverd door de aannemer [6];
2. positioneren van fietsbrug in geopende toestand en buispalen ter bescherming op basis van aangeleverde plannen [7];
3. toevoegen Bloemmolens aan buitenbeeld.

Figuur 3 – Plan van de sluis van Harelbeke (situatie 2012)



2.2.1 Verschil situatie 2019 met BAFO

De verschillen tussen het ontwerp van de vaarweg zoals ingediend in BAFO en zoals voorzien in de huidige studie, zijn gering. Op 24/12/2018 werd er een KMZ-bestand van de waterlijn (zie Figuur 4) aangeleverd aan de aannemer en de vaarwegbeheerder, waarin de waterlijn van het projectgebied weergegeven wordt voor zowel de eindfase zoals ingediend in BAFO [1] en de eindfase volgens de meest recente plannen [6].

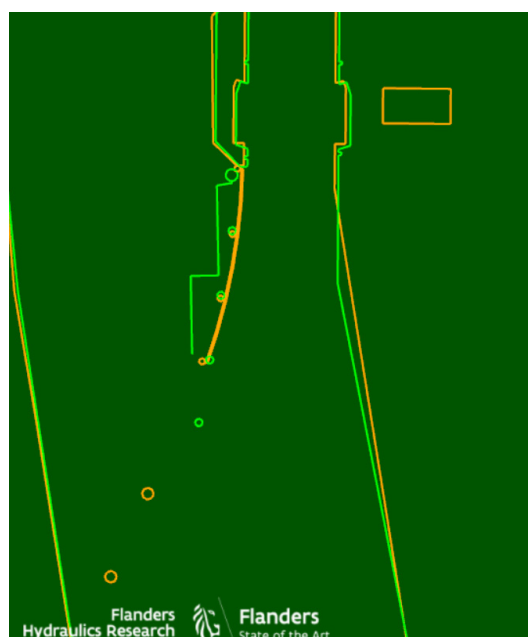
Hieronder worden de belangrijkste verschillen, relevant voor de nautische toegankelijkheid gepresenteerd.

1. De positie van de sluis en toebehoren is ca. 0.5 m richting rechteroever verschoven (zie Figuur 5)
2. De rechterfuik in bovenpand vertoont een knik die ca. 1.4 m afwijkt van het plan ingediend in BAFO (zie Figuur 5)
3. Ter hoogte van de Bloemmolens (opwaarts de fietsbrug) is de beschikbare vaarwegbreedte ca. 2.6 m kleiner dan het plan ingediend in BAFO (zie Figuur 6).
4. In het benedenpand wijkt de linkeroever in belangrijke mate af van het ontwerp in BAFO (zie Figuur 7). De beschikbare vaarwegbreedte onder de Hoge Brug is groter dan beoordeeld in BAFO. Op deze locatie (net afwaarts de Hoge Brug) werd bovendien de opstelplaats voorzien. Er werd bevestigd dat de opstelplaats nog steeds voorzien wordt op deze locatie.

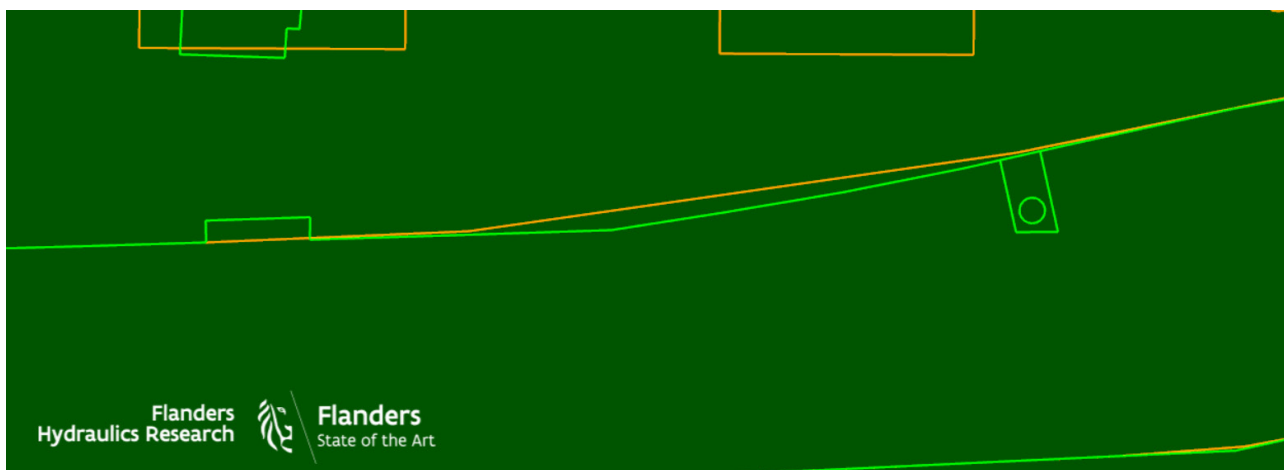
Figuur 4 – Weergave van simulatieomgeving uit [1] (oranje) en aangeleverd in december 2018 [6] (groen)



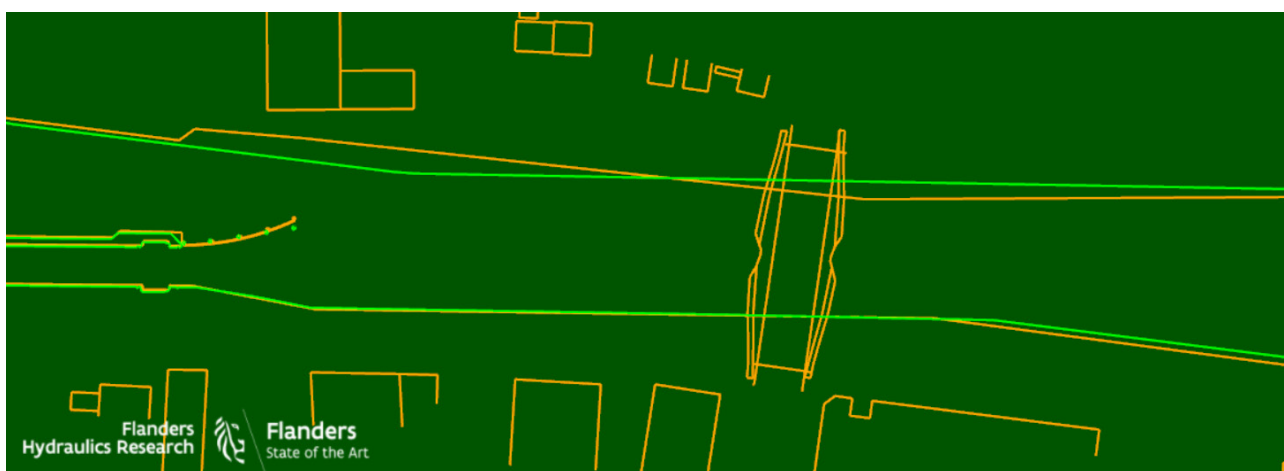
Figuur 5 – Weergave van simulatieomgeving uit [1] (oranje) en aangeleverd in december 2018 [6] (groen): detail sluishoofd bovenpand



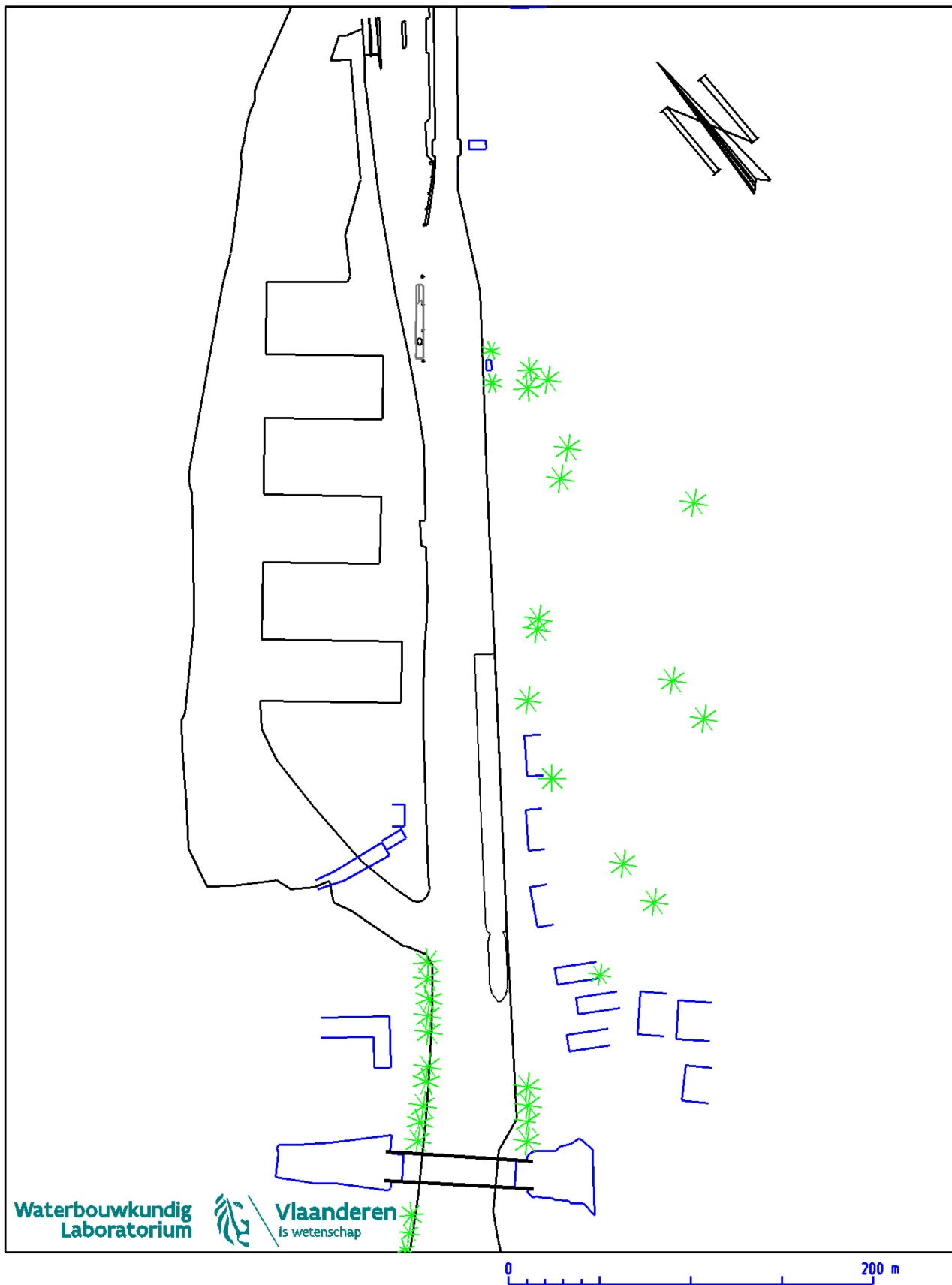
Figuur 6 – Weergave van simulatieomgeving uit [1] (oranje) en aangeleverd in december 2018 [6] (groen): detail Bloemmolens



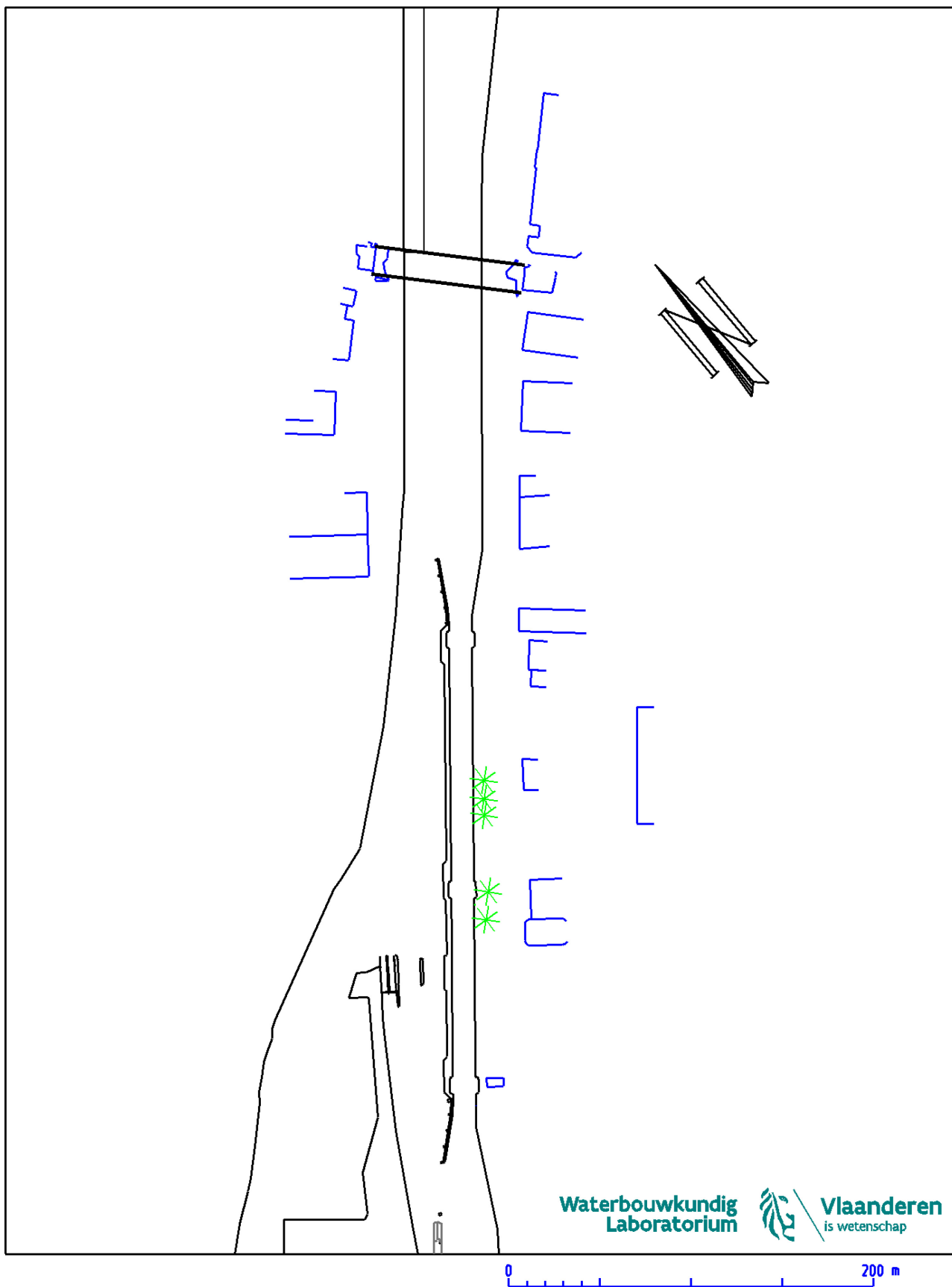
Figuur 7 – Weergave van simulatieomgeving uit [1] (oranje) en aangeleverd in december 2018 [6] (groen): detail Benedenpand



Figuur 8 – Ontwerp bovenpand Sluis Harelbeke 2019 zoals onderzocht in de studie



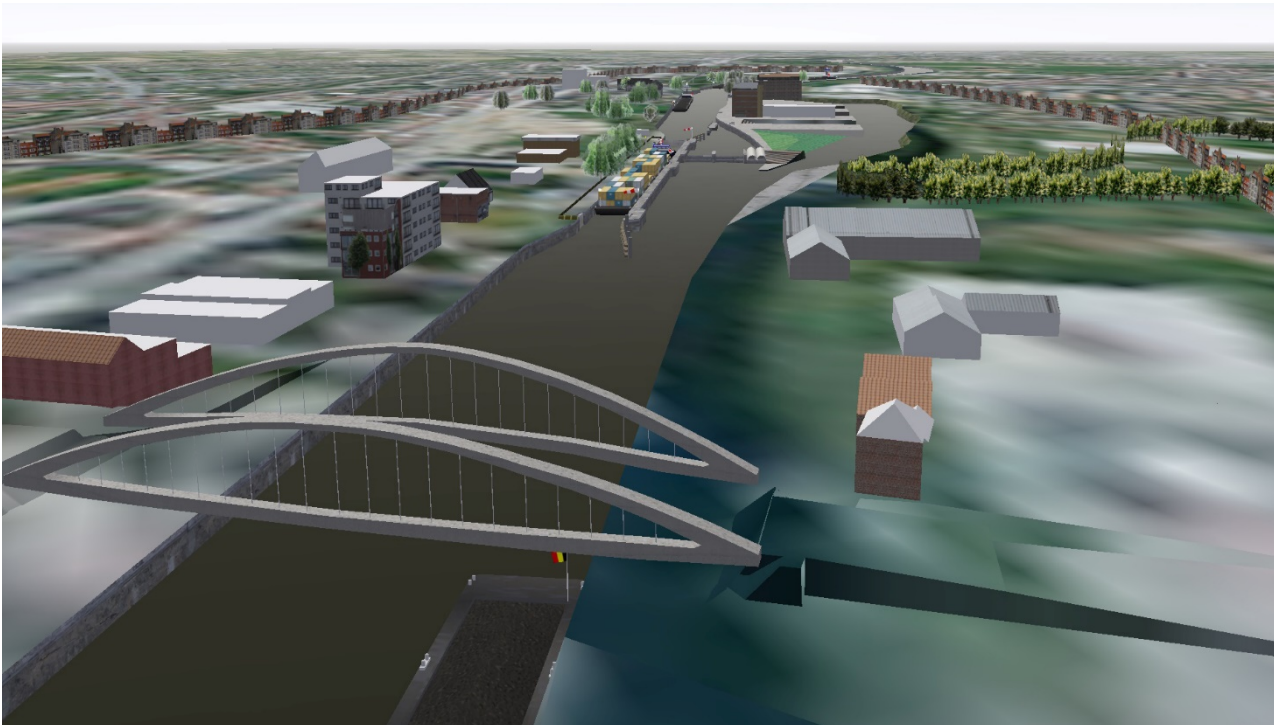
Figuur 9 – Ontwerp benedenpand Sluis Harelbeke 2019 zoals onderzocht in de studie



Figuur 10 – Screenshots simulatieomgeving (zicht vanuit bovenpand)



Figuur 11 – Screenshots simulatieomgeving (zicht vanuit benedenpand)



2.2.2 Vaarwegontwerp

De simulatieomgeving werd gemodelleerd conform de aangeleverde plannen [6], [7] en in aanwezigheid van een fietsbrug in geopende toestand.

In Figuren 8 en 9 wordt voor respectievelijk boven- en benedenpand een bovenaanzicht weergegeven van de simulatoromgevingen toegepast in deze studie.

De simulaties werden uitgevoerd in een virtuele driedimensionale omgeving waarvoor in Figuren 10 tot 11 enkele screenshots van het buitenbeeld weergegeven worden.

Wat betreft de veiligheidsafstand die toegepast werd tussen de rechter muur van de sluis en de voorhaven in het benedenpand geldt dat deze slechts 6.0 m bedraagt, waar de Nederlandse richtlijnen vaarwegen uit 2011 [3]² een veiligheidsafstand van minimaal 7.0 m voorschreven voor Vb-duwkonvoeien. Ook in het bovenpand bedraagt de veiligheidsafstand tot de meest afwaartse beschermingsbuispaal van de fietsbrug slechts 6.6 m.

In december 2017 werd er een nieuwe richtlijn vaarwegen uitgegeven. Hierin werden nieuwe richtlijnen opgenomen voor de vereiste dwarsafstand tussen het verlengde van de kolkmuur en de rand van de voorhaven (Br). Voor een Vb-duwkonvoei wordt een minimale dwarsafstand van 11.5 (krap) tot 15.1 m (normaal) voorgeschreven. Deze afstanden zijn ruim groter dan de richtlijnen uit 2011. In Tabel 3 worden de veiligheidsafstanden tot de oever van de voorhaven waar geen schip opgesteld is, weergegeven overeenkomstig de richtlijnen vaarwegen uit 2011 en 2017.

Op basis van deze summier vergelijking met richtlijnen voor vaarwegontwerp, kan geconcludeerd worden dat het sluisontwerp zoals gerealiseerd te Harelbeke, niet overeenstemt met de gebruikelijke richtlijnen. Dit is echter niet ongebruikelijk in stedelijke omgeving, maar is een indicatie van mogelijke beperkingen in de toegankelijkheid van de sluis.

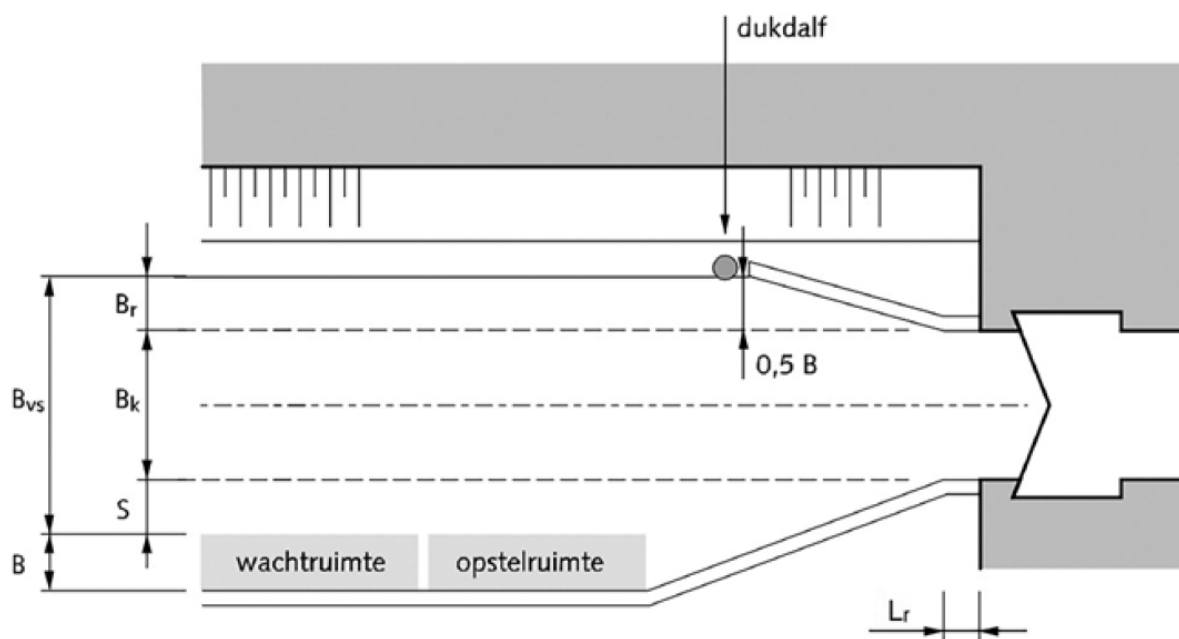
Met betrekking tot het sluisontwerp wordt verder de aandacht gevestigd op de onderlinge positie van de Hoge Brug ten opzichte van de sluis. De Hoge brug bevindt zich op 180 m van het benedenhoofd van de sluis. Bijgevolg zal bij de sluisinvaart door een afvarend Vb-duwkonvoei de stuurhut zich onder de brug bevinden wanneer de boeg de sluis bereikt. Met name, in geval van containerlading, dient in dit geval de stuurhut gedaald te worden tot achter de containers, waardoor de zichtbaarheid en positionering van het schip bemoeilijkt wordt. Men kan stellen dat de onderlinge afstand tussen Hoge Brug en sluis ongunstig is voor de invaart van Vb-duwkonvoeien en in mindere mate voor Va+ schepen.

Beide opmerkingen, over de onderlinge positie van de Hoge brug en de sluis enerzijds en de veiligheidsafstanden anderzijds, werden tijdens de beoordelingsfase van het DBFM-contract (2012) reeds onder de aandacht gebracht tijdens de simulatiestudie naar ontwerpvarianten [5].

Verder wordt de aandacht gevestigd op een belangrijke afwijking tussen de voorhaven in het benedenpand zoals onderzocht in deze studie en de actuele situatie gebaseerd op een topofoto uit Google Earth™ daterend van 17/04/2018 (zie Figuur 13). Hierop blijkt dat de linkeroever in het benedenpand, ter hoogte van kaai KM7, in belangrijke mate afwijkt van het aangeleverde ontwerp. Bijkomende beperkingen door de afwijkende status van deze oever werden niet onderzocht.

² Dit was de meest recente publicatie ten tijde van het vaarwegontwerp

Figuur 12 – Definitie Br overeenkomstig Richtlijnen Vaarwegen 2011 en 2017 [4]

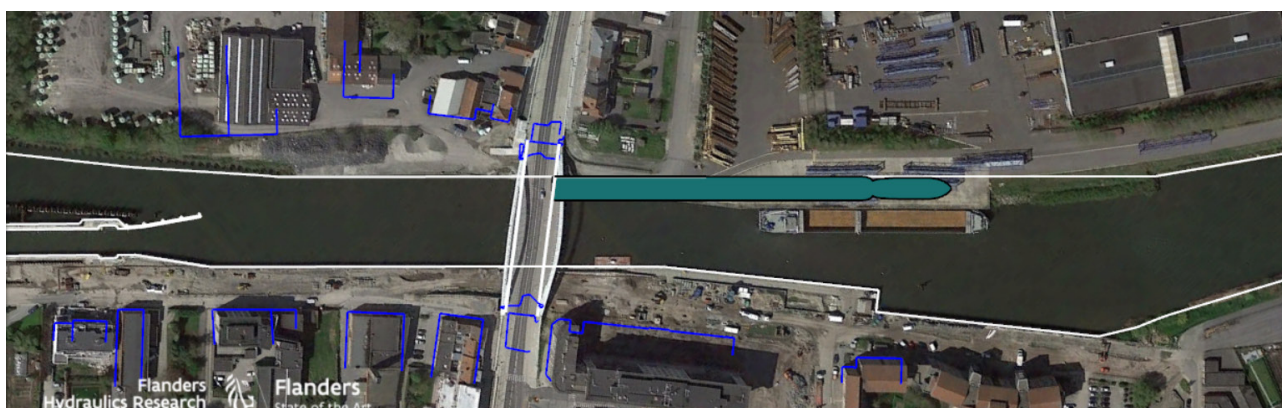


- B = breedte van het maatgevende schip
- B_k = kolkbreedte
- S = veiligheidsstrook = de afstand loodrecht op de sluisas tussen het verlengde van de kolkwand en de opstelruimte
- B_r = afstand tussen het verlengde van de kolkwand en de dieptelijn in het kielvlak van de geladen schepen, loodrecht op de sluisas gemeten
- B_{vs} = vaarstrookbreedte in de voorhaven = $B_r + B_k + S$
- L_r = lengte rechte aansluiting tussen sluishoofd en fuik

Tabel 3 – Richtlijnen voor dwarsafstand tussen kolk en oever voorhaven waar geen schip opgesteld wordt (B_r) volgens [3] en [4]

	RVW 2011 Br [m]	RVW 2017	
		Krap Br [m]	Normaal Br [m]
Va	6.0	10.5	16.1
Vb	7.0	11.5	15.1

Figuur 13 – Afwijking ontwerp benedenpand zoals onderzocht en situatie linkeroever (kaai KM7) op basis van topofoto 17/04/2018



2.2.3 Bathymetrie

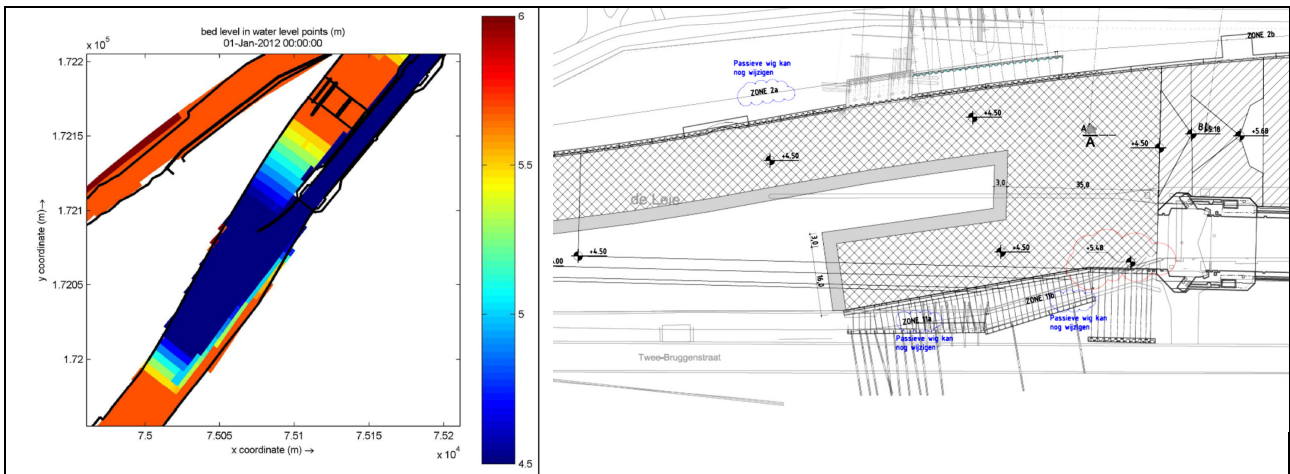
Voor de bathymetrie van het studiegebied werd gebruik gemaakt van het ontwerp diepteprofiel zoals aangeleverd tijdens de offertefase [8]. De overeenstemming tussen deze bathymetrie en de finale bathymetrie werd gevalideerd op basis van het uitvoeringsontwerp voor de bodembescherming [10]. Beide bathymetrieën worden in Figuur 14 en Figuur 15 weergegeven voor respectievelijk boven- en benedenpand.

De bathymetrie die in BAFO aangeleverd werd [9], werd geprojecteerd op een grid met resolutie 3 m voor toepassing in de simulator en werd gecombineerd met onderstaande waterstanden:

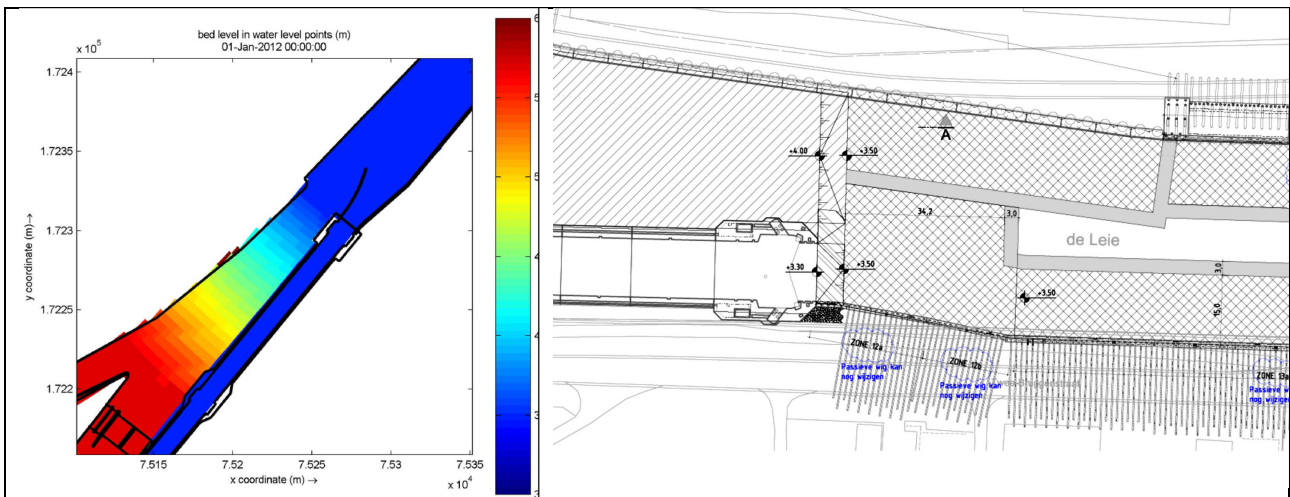
- Bovenpand: 10.18 m TAW
- Benedenpand: 8.00 m TAW

In Figuur 16 wordt de bathymetrie voor boven- en benedenpand weergegeven op basis van dieptelijnen ten opzichte van TAW.

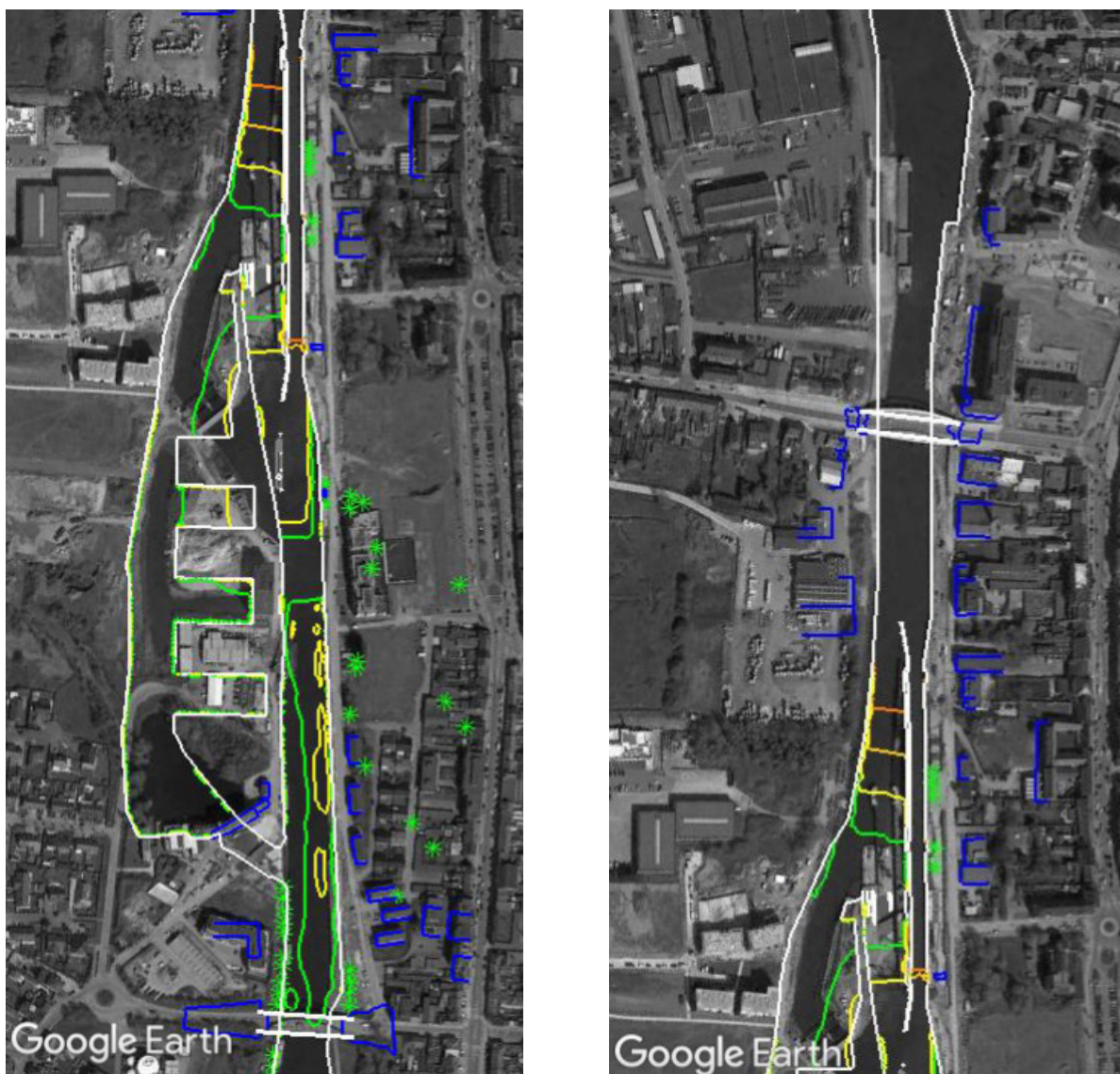
Figuur 14 – Vergelijking tussen bathymetrie (m TAW) bovenpand toegepast in [8] (links) en gedefinieerd in uitvoeringsontwerp bodembescherming [10] (rechts)



Figuur 15 – Vergelijking tussen bathymetrie (m TAW) benedenpand toegepast in [8] (links) en gedefinieerd in uitvoeringsontwerp bodembescherming [10] (rechts)



Figuur 16 – Dieptelijn bathymetrie. Links: Bovenpand, Rechts: Benedenpand



Kleurlegende: groen: 5.5 m TAW; geel: 5.0 m TAW; licht oranje: 4.5 m TAW; donker oranje: 4.0 m TAW.

2.2.4 Stroom

In het kader van [1] werden er door Deltares stroomvelden aangeleverd voor de eindfase bij een stuwdebiet van $100 \text{ m}^3/\text{s}$ [8]. Deze stroomvelden stemmen overeen met het ontwerp ingediend in BAFO.

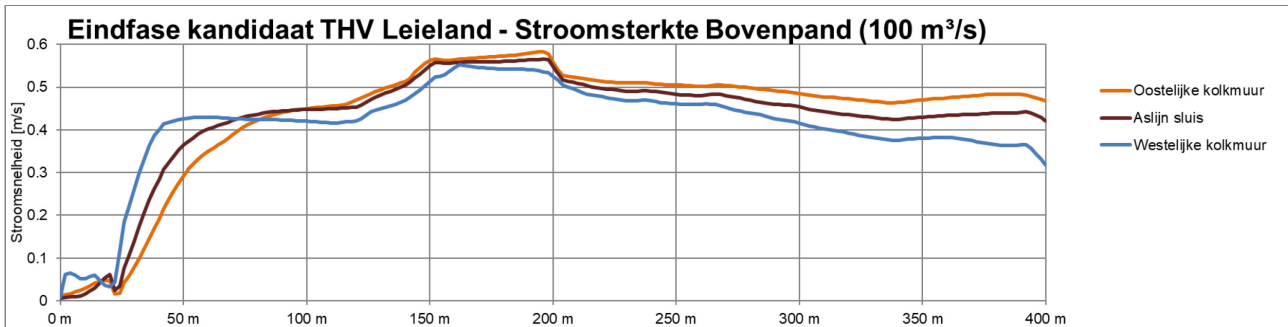
De goede overeenstemming met BAFO tussen de vaarwegcontour (zie §2.2.1) enerzijds en de bathymetrie (zie §2.2.3) anderzijds, impliceert dat het stroomveld opgeleverd tijdens BAFO [8] ook toepasbaar is in de uitgevoerde eindfase. De stroomsterktes en dwarsstroom in het verlengde van de sluisolk worden weergegeven in Figuren 17 tot 20 voor een debiet van $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Het stroompatroon in de onmiddellijke omgeving van de sluishoofden wordt weergegeven in Figuur 21 en Figuur 22.

In het kader van voorliggende opdracht dient de toegankelijkheid van de sluis onderzocht te worden bij verschillende debieten. Om stroomvelden bij andere debieten dan $100 \text{ m}^3/\text{s}$ te simuleren werd een lineaire extrapolatie uitgevoerd van de stroomsnelheden bij $100 \text{ m}^3/\text{s}$. De uitvoering van numerieke stroomberekeningen bij verschillende debieten te Sint-Baafs-Vijve [11], bevestigt de geldigheid van deze aanname.

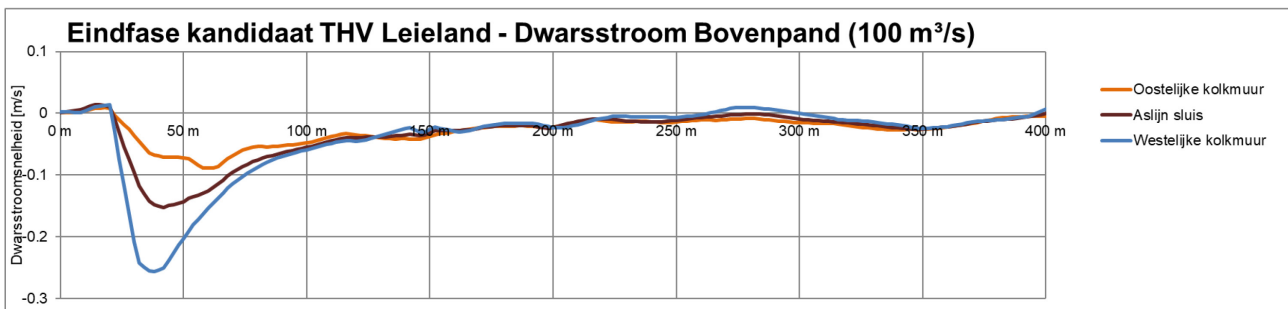
In een eerdere studie naar de toegankelijkheid van Harelbeke tijdens de bouwphase [2] werd gebruik gemaakt van onderstaande debieten, welke in de huidige opdracht overgenomen werden:

- $Q = 70 \text{ m}^3/\text{s}$ (multiplicator 0.7 op het stroomveld bij $100 \text{ m}^3/\text{s}$);
- $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$;
- $Q = 140 \text{ m}^3/\text{s}$ (multiplicator 1.4 op het stroomveld bij $100 \text{ m}^3/\text{s}$);
- $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ (multiplicator 2.0 op het stroomveld bij $100 \text{ m}^3/\text{s}$).

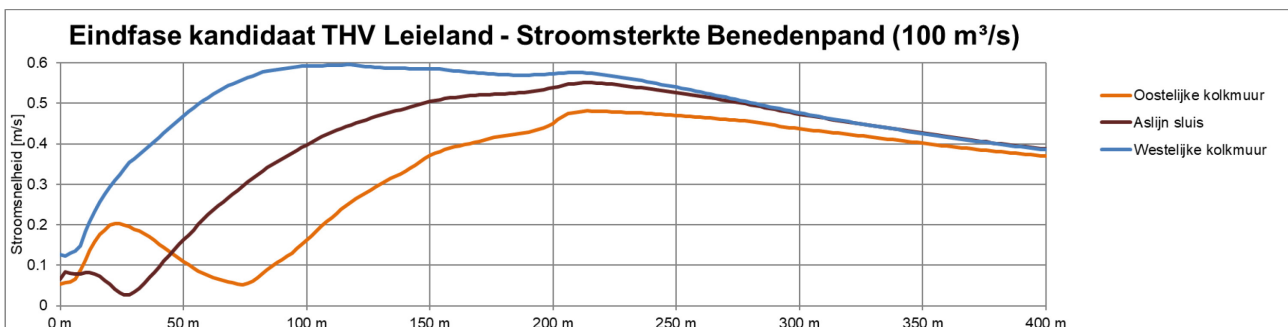
Figuur 17 – Totale stroomsterkte in bovenpand in het verlengde van de kolk (debiet $100 \text{ m}^3/\text{s}$)



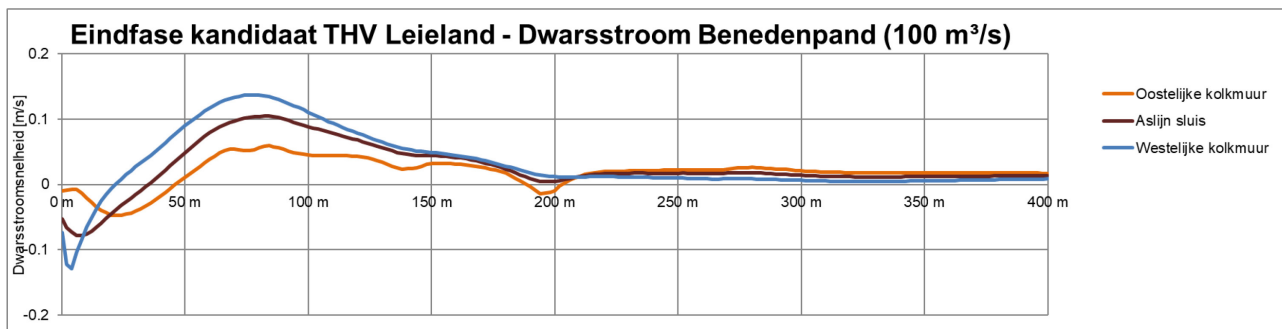
Figuur 18 – Dwarsstroom in bovenpand in het verlengde van de kolk (debiet $100 \text{ m}^3/\text{s}$)



Figuur 19 – Totale stroomsterkte in benedenpand in het verlengde van de kolk (debiet $100 \text{ m}^3/\text{s}$)



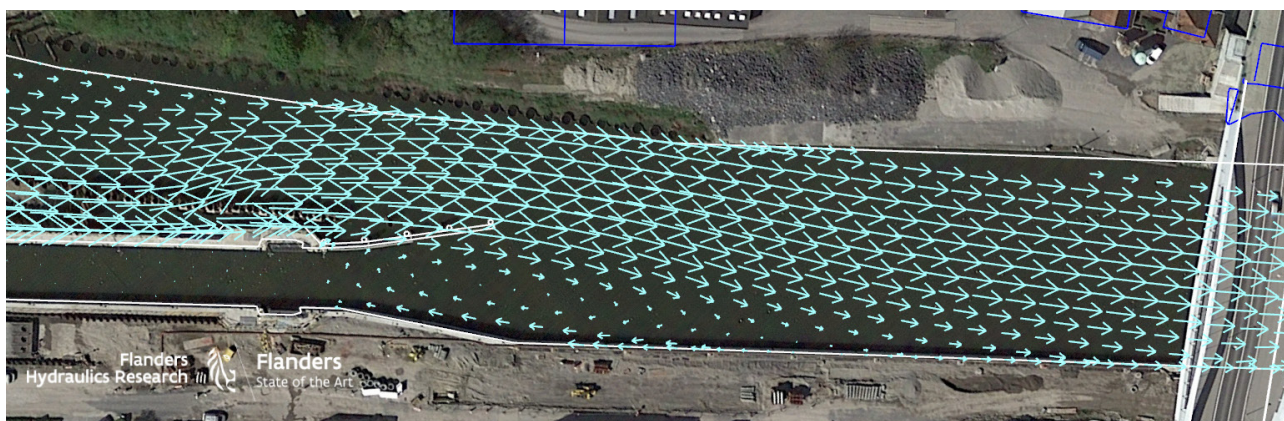
Figuur 20 – Dwarsstroom in benedenpand in het verlengde van de kolk (debiet 100 m³/s)



Figuur 21 – Stroompatroon ter hoogte van bovenhoofd



Figuur 22 – Stroompatroon ter hoogte van benedenhoofd



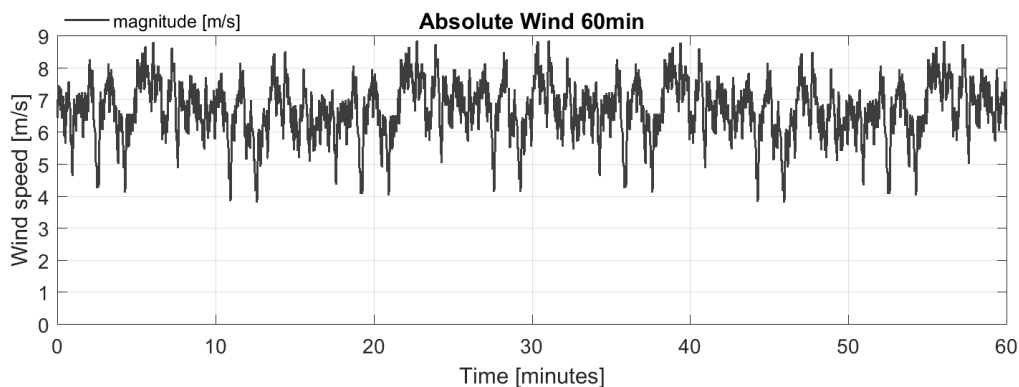
2.2.5 Wind

De veelvoorkomende zuidwestelijke windrichting komt relatief goed overeen met de sluisoriëntatie. Om die reden zal een zuidwestelijke windrichting gepaard gaan met slechts een beperkte hinder voor de sluismanoeuvres.

Het merendeel van simulaties werd uitgevoerd bij een noordwestelijke windrichting welke haaks invalt op de sluis. Voor wat betreft het benedenpand, geeft een noordwestelijke windrichting aanleiding tot een versterking van de verzetbeweging door dwarsstroom. In het bovenpand echter, zal de noordwestelijke wind de invloed van de dwarsstroom compenseren, waardoor deze windrichting bij grote debieten niet noodzakelijk nadelig is. Bijgevolg werd voor simulaties in het bovenpand ook de windrichting zuidoost gesimuleerd. Simulaties zullen uitgevoerd worden bij een windkracht gelijk aan 4 Beaufort rekening houdend met het stedelijke karakter van de omgeving. Deze windconditie stemt overeen met een synoptisch gemiddelde windsnelheid gelijk aan 6.7 m/s. Tijdens de simulaties wordt aan de windsnelheden een vlagerigheid toegekend (zie Figuur 23).

De windeffecten op het Va+ schip en het Vb-schip werden eerder conservatief gemodelleerd. Hierdoor werden er bij de simulaties met het Va+ schip ook enkele simulaties met 3 Beaufort uitgevoerd (4.4 m/s). Bovendien oordeelde de duwvaart-schipper dat in realiteit een duwkonvooi met diepgang 3.5 m en geladen met kolen, geen invloed van de wind ervaart. In de simulator zou voor deze ladingsconditie het effect van wind sterk overschat worden, waardoor bij dit schip ook enkele simulaties zonder wind uitgevoerd werden.

Figuur 23 – Evolutie van de absolute windsnelheid tijdens één uur simulatietijd voor een synoptisch gemiddelde van 6.7 m/s



2.2.6 Botskarakteristieken

Het aanlopen van de sluis wordt geleid door fuiken, remmingswerken en/of geleidingsconstructies, terwijl het invaren van de sluis gepaard gaat met contacten tussen schip en sluiswolk. Bijgevolg werden voor deze constructies botskarakteristieken gedefinieerd in de simulator.

2.2.7 Radarbeeld

Behalve op basis van het driedimensionale buitenbeeld kon de schipper zich tijdens de simulaties eveneens oriënteren op basis van een radarbeeld van de omgeving.

2.2.8 Afgemeerde schepen

In de simulatieomgeving werden op de wacht- en overnachtingsplaatsen maatgevende schepen afgemeerd om de beschikbare manoeuvreerruimte te beperken (ook voor simulaties met Va+ schepen werden er Vb schepen afgemeerd). Bij sluisuitvaarten lagen er maatgevende schepen afgemeerd op de opstelplaatsen.

De opstelplaatsen zoals voorzien door THV Leieland worden weergegeven in Figuur 8 en Figuur 9.

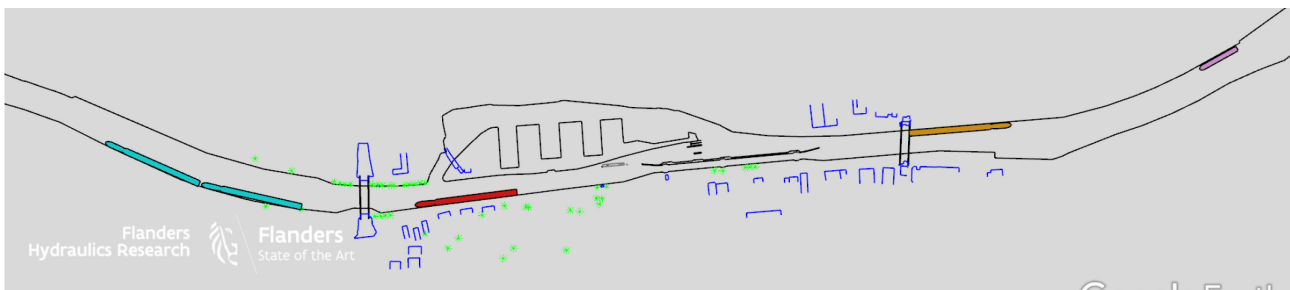
In het bovenpand bevindt de opstelplaats zich aan rechteroever, startend op 276 m afwaarts Kuurnebrug. In de simulaties wordt het opgestelde schip zo dicht mogelijk bij de sluis afgemeerd. Deze positie wordt weergegeven in Figuur 8.

Voor het benedenpand werd de opstelplaats voorzien op linkeroever, net afwaarts de Hoge Brug (zie Figuur 9). De realisatie van de linkeroever in het benedenpand, wijkt af van het BAFO-plan (zie Figuur 7). Ter hoogte van de opstelplaats is de vaarweg in de simulatieomgeving ruimer dan voorzien, maar op kortere afstand van de sluis is de vaarweg smaller. Bijkomend wordt ter hoogte van het bedrijf Geldof een binnenschip afgemeerd met breedte 9.5 m.

Er worden twee schepen afgemeerd op de overnachtingsplaatsen aan rechteroever opwaarts Kuurnebrug.

De afgemeerde schepen in de simulatieomgeving worden grafisch weergegeven in Figuur 24. In geval van sluisinvaart, waren de opstelplaatsen onbezet.

Figuur 24 – Afgemeerde schepen in simulatieomgeving Harelbeke 2019



Kleurcode afgemeerde schepen:

oranje: opstelplaats benedenpand; rood: opstelplaats bovenpand; blauw: overnachtingsplaatsen; lila: schip Geldof.

3 Organisatie

3.1 Organisatie simulaties

De nautische beoordeling van de simulatiealternatieven voor de omgeving Harelbeke werd gebaseerd op realtime simulaties uitgevoerd op de binnenvaartsimulator Lara van het WL te Antwerpen (zie Figuur 25). Hiertoe werd een virtuele omgeving conform het aangeleverde ontwerp gemodelleerd. Twee schippers werden betrokken bij de studie (Tabel 4). Deze schippers waren eerder betrokken bij meerdere gelijkaardige simulatiestudies en zijn vertrouwd met schepen tot respectievelijk CEMT-klasse Va en VIb.

Tabel 4 – Ervaring van schippers die deelnamen aan de studie

Schipper	A	B
CEMT-klasse	IV, Va, Va+	Va, Vb, VIb
Belading	Bulk	Bulk en beperkte ervaring met containers
Eerdere simulatiestudies	Ca. 10	Ca. 13

De simulaties vonden plaats op onderstaande data:

- 08 mei 2019 (schipper A): simulatie Va+ schip;
- 05 juni 2019 (schipper B): simulatie Vb duwkonvooi.

Gespreid over deze twee dagen werden er 47 simulaties uitgevoerd.

Figuur 25 – Binnenvaartsimulator LARA



3.2 Uitgevoerde simulaties

Een overzicht van de 47 simulaties wordt weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 – Uitgevoerde simulaties, chronologisch geordend

Datum	Simulatie	Traject		Omgeving		Schip		
		Pand	Manoeuvre	Debiet [m ³ /s]	Wind	CEMT	T [m]	Cargo
8/05/19	HAREL000	Beneden	Uit Sluis	100	NW4	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL001	Beneden	In Sluis	100	NW4	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL002	Beneden	In Sluis	100	NW4	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL003	Beneden	In Sluis	100	NW3	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL004	Beneden	In Sluis	200	NW3	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL005	Boven	Uit Sluis	100	NW3	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL006	Boven	Uit Sluis	100	NW3	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL007	Boven	Uit Sluis	200	NW3	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL008	Boven	In Sluis	100	NW3	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL009	Boven	In Sluis	200	NW3	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL010	Boven	In Sluis	100	NW3	Va+	3.5	Kolen
8/05/19	HAREL011	Boven	In Sluis	100	NW3	Va+	3.5	Kolen
8/05/19	HAREL012	Boven	In Sluis	100	NW3	Va+	1.8	Containers
8/05/19	HAREL013	Boven	In Sluis	100	NW4	Va+	1.8	Containers
8/05/19	HAREL014	Boven	In Sluis	200	NW4	Va+	1.8	Containers
8/05/19	HAREL015	Boven	In Sluis	200	NW4	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL016	Boven	In Sluis	200	ZO4	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL017	Boven	Uit Sluis	200	ZO4	Va+	3.5	Kolen
8/05/19	HAREL018	Boven	Uit Sluis	200	NW4	Va+	3.5	Kolen
8/05/19	HAREL019	Boven	Uit Sluis	140	-	Va+	3.5	Kolen
8/05/19	HAREL020	Boven	In Sluis	70	NW4	Va+	3.5	Kolen
8/05/19	HAREL021	Boven	In Sluis	70	ZO4	Va+	3.5	Kolen
8/05/19	HAREL022	Beneden	In Sluis	100	NW4	Va+	3.5	Kolen

Datum	Simulatie	Traject		Omgeving		Schip		
		Pand	Manoeuvre	Debiet [m ³ /s]	Wind	CEMT	T [m]	Cargo
8/05/19	HAREL023	Beneden	In Sluis	100	-	Va+	3.5	Kolen
8/05/19	HAREL024	Beneden	In Sluis	70	NW4	Va+	3.5	Kolen
8/05/19	HAREL025	Beneden	In Sluis	100	NW4	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL026	Beneden	In Sluis	200	NW4	Va+	2.85	Containers
8/05/19	HAREL027	Beneden	In Sluis	200	NW4	Va+	1.8	Containers
5/06/19	HAREL028	Beneden	In Sluis	100	NW4	Vb	1.8	Kolen
5/06/19	HAREL029	Beneden	In Sluis	100	NW4	Vb	3.5	Kolen
5/06/19	HAREL030	Beneden	In Sluis	200	NW3	Vb	3.5	Kolen
5/06/19	HAREL031	Beneden	In Sluis	200	NW4	Vb	1.8	Containers
5/06/19	HAREL032	Beneden	In Sluis	200	NW4	Vb	1.8	Kolen
5/06/19	HAREL033	Boven	In Sluis	100	ZO4	Vb	1.8	Kolen
5/06/19	HAREL034	Boven	In Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Kolen
5/06/19	HAREL035	Boven	In Sluis	200	-	Vb	1.8	Kolen
5/06/19	HAREL036	Boven	Uit Sluis	200	-	Vb	1.8	Kolen
5/06/19	HAREL037	Boven	Uit Sluis	200	-	Vb	3.5	Kolen
5/06/19	HAREL038	Boven	Uit Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Kolen
5/06/19	HAREL039	Boven	Uit Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Kolen
5/06/19	HAREL040	Boven	Uit Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Containers
5/06/19	HAREL041	Boven	In Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Containers
5/06/19	HAREL042	Boven	In Sluis	200	ZO3	Vb	3.5	Kolen
5/06/19	HAREL043	Boven	Uit Sluis	140	ZO3	Vb	3.5	Kolen
5/06/19	HAREL044	Beneden	Uit Sluis	200	NW4	Vb	1.8	Kolen
5/06/19	HAREL045	Beneden	Uit Sluis	200	NW3	Vb	3.5	Kolen
5/06/19	HAREL046	Beneden	Uit Sluis	140	NW3	Vb	3.5	Kolen

4 Verwerking simulaties en analyse

De vaarten werden geanalyseerd op basis van vaarbaanplots waarop het door het binnenschip gevolgde pad wordt getoond, op basis van grafieken met de tijdsverlopen van de belangrijkste parameters van het binnenschip en op basis van KMZ-bestanden die de vaarbaanplots en tijdsgrafieken geanimeerd combineren. De beoordeling van de schipper werd geüniformeerd door middel van beoordelingscijfers.

4.1 Methode postprocessing

4.1.1 Vaarbaanplots

Van iedere vaart werden overzichtsfiguren gegenereerd voor het afgelegde traject (zie Bijlage 1) waarop periodiek de positie van het simulatorschip weergegeven wordt en waarbij elke vijfde afbeelding in een afwijkende kleur weergegeven wordt. De vaarbaanplot visualiseert het afgelegde pad van het schip in de omgeving waarin gevaren werd.

Behalve het traject van het simulatorschip werd onderstaande informatie toegevoegd aan de vaarbaanplot:

- Aanduiding van de constructies of de waterlijn waarmee het schip contact maakte in een kleur overeenkomstig de grootte van de botskracht (zie Tabel 6);
- Aanduiding van de locaties op de scheepsromp welke contact maakten met een constructie in een kleur overeenkomstig de grootte van de botskracht. Het beeld van de scheepsromp met aangeduide contactpunten wordt voorgesteld op elke plot in de rechterbovenhelft indien contact opgetreden is.

Alle plots worden gegenereerd ten opzichte van verschillende kadreringen opdat het traject voldoende nauwkeurig geanalyseerd kan worden (schaal 1/3000).

Tabel 6 – Kleurcodes voor indicatie botskracht weergegeven in vaarbaanplots.

Kleur	Botskracht
Blauw	Kleiner dan 10^2 N
Licht Blauw	10^2 N tot 10^3 N
Groen	10^3 N tot 10^4 N
Oranje	10^4 N tot 10^5 N
Roze	10^5 N tot 10^6 N
Rood	10^6 N tot 10^7 N
Bruin	10^7 N tot 10^8 N

4.1.2 Grafieken

Het verloop van de belangrijkste parameters tijdens de simulatie wordt weergegeven aan de hand van grafieken (zie Bijlage 2). In deze grafieken worden de parameters voorgesteld in functie van de tijd. Voor elke simulatie worden er twee pagina's met grafieken weergegeven, waarvoor de eerste het manoeuvreergedrag van het schip beschrijft en de twee de omgevingsparameters.

Onderstaande parameters worden in de grafieken voorgesteld:

- Manoeuvreeigenschappen (pagina 1)
 - Snelheidscomponenten over de grond
 - langsscheepse snelheid van het schip gemeten over de grond [km/h];
 - dwarsscheepse snelheid van het schip gemeten over de grond (positief naar stuurboord) [km/h];
 - giersnelheid van het schip gemeten over de grond (positief over stuurboord) [°/min].
 - Snelheidscomponenten stroom
 - langsscheepse stroomsnelheid op het schip [km/h];
 - dwarsscheepse stroomsnelheid op het schip [km/h];
 - gradient stroomsnelheid over de scheeps lengte [°/min].
 - Stand hoofdruer(en) (positief naar bakboord) [°];
 - Schroeftoerental hoofdschroeven [rpm];
 - Boegschroef
 - toerental boegschroef [rpm];
 - oriëntatie boegschroef (0° voorwaarts en oplopend wijzerzin) [°].
- Omgevingscondities (pagina 2)
 - Snelheidscomponenten stroom
 - langsscheepse stroomsnelheid op het schip [km/h];
 - dwarsscheepse stroomsnelheid op het schip [km/h];
 - gradient stroomsnelheid over de scheeps lengte [°/min].
 - Relatieve wind
 - Magnitude relatieve wind [m/s]
 - Richting relatieve wind ten opzichte van de boeg (wijzerzin) [°]
 - Absolute wind
 - Magnitude absolute wind [m/s]
 - Relatieve wind ten opzichte van het Noorden (wijzerzin) [°]
 - Waterdiepte [m]

4.1.3 KMZ-bestanden

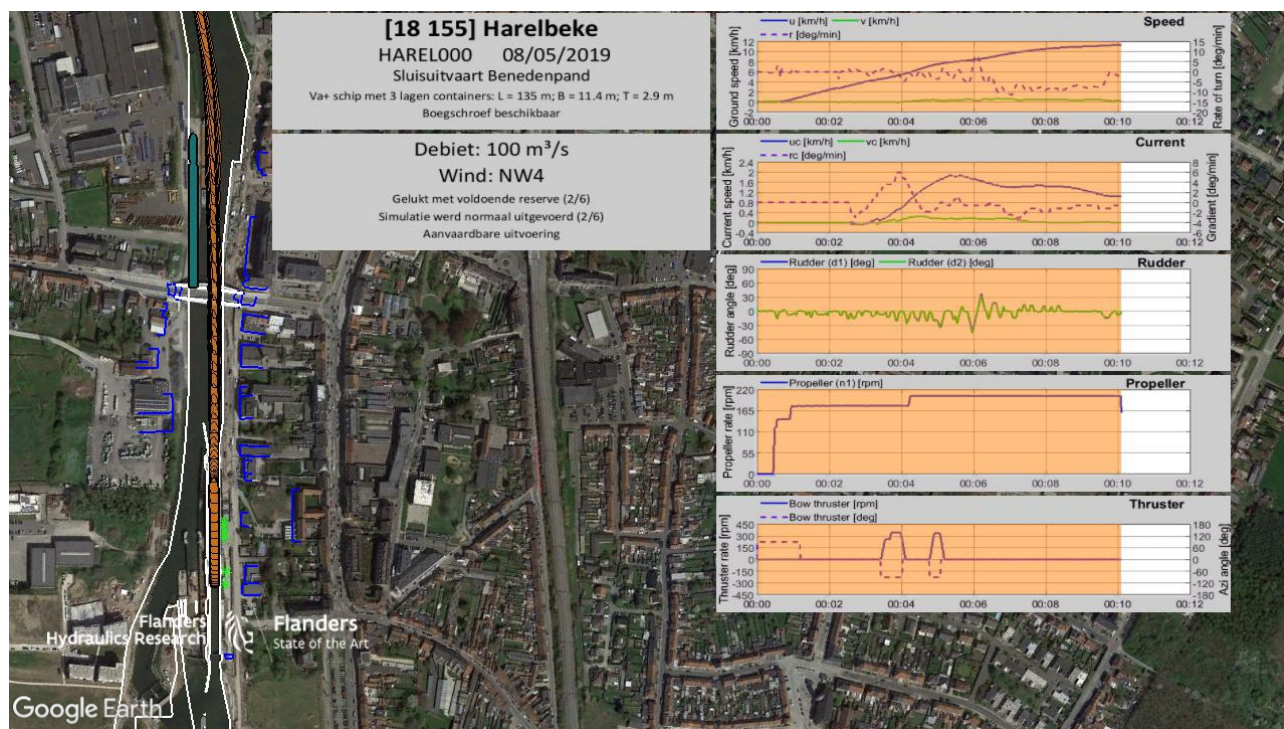
Voor elke simulatie werd er een KMZ-bestand gemaakt op basis waarvan de simulatie nagespeeld kan worden in een GIS-applicatie naar keuze (geoptimaliseerd voor Google Earth™). Deze KMZ-bestanden werden digitaal toegevoegd aan dit rapport. Bijlage 3 bevat een handleiding met betrekking tot het gebruik van deze KMZ-bestanden.

In deze KMZ-bestanden worden onderstaande parameters weergegeven:

- een tijdsgeanimeerde vaarbaanplot van het afgelegde traject;
 - containervaart: oranje schip
 - bulkvaart: blauw schip
- polylijnen die de gesimuleerde omgeving weergeven;
- afgemeerde schepen in de simulatieomgeving;
- een eerste header met algemene informatie over de simulatie:
 - naam;
 - datum;
 - traject;
 - schip;
 - beschikbaarheid boegschroef.
- een tweede header met informatie over de omgevingscondities en de resultaten
 - stroomdebiet;
 - windconditie;
 - schippersbeoordeling met betrekking tot reserves;
 - schippersbeoordeling met betrekking tot moeilijkheidsgraad;
 - schippersbeoordeling met betrekking tot aanvaardbaarheid.
- tijdsgeanimeerde grafieken met de evolutie van onderstaande parameters
 - snelheidscomponenten over de grond;
 - snelheidscomponenten stroom;
 - roer;
 - schroef;
 - boegschroef.

Figuur 26 toont een screenshot van het KMZ-bestand gegenereerd voor simulatie HAREL000.

Figuur 26 – Screenshot KMZ-weergave van simulatie HAREL000



4.2 Commentaar van de schippers

Na elke simulatie werd door de onderzoeker een nabespreking gevoerd met de schipper waarbij het uitgevoerde manoeuvre geëvalueerd werd. Behalve een mondelinge bespreking van het manoeuvre werd de simulatie cijfermatig beoordeeld op reserve en moeilijkheidsgraad. Hiervoor werd onderstaande waardeschaal gehanteerd:

- Reserves:
 1. gelukt met veel reserve;
 2. gelukt met voldoende reserve;
 3. gelukt met weinig reserve;
 4. ten einde gebracht met incidenten (geen schade)
 5. niet gelukt met schade;
 6. niet gelukt/opgegeven.
- Moeilijkheidsgraad:
 1. het werd vlot uitgevoerd;
 2. het werd normaal uitgevoerd;
 3. meer dan normale moeilijkheid;
 4. het was moeilijk;
 5. het was uiterst moeilijk;
 6. onuitvoerbaar.

Bij de bespreking van de simulaties worden deze beoordelingen in tabelvorm voorgesteld per scenario.

5 Resultaten

De bespreking van de resultaten wordt afzonderlijk uitgevoerd voor de twee scheepstypes en voor de simulaties uitgevoerd in beneden- en bovenpand.

5.1 Benedenpand

In deze studie werden er 19 simulaties uitgevoerd in het benedenpand van de sluis te Harelbeke. De resultaten worden besproken voor respectievelijk het Va+ schip (11) en het Vb duwkonvooi (8).

Uit Figuur 20 en Figuur 22 blijken de beperkte dwarscomponenten van het stroomprofiel in het benedenpand van de sluis. De dwarscomponenten in het verlengde van de sluiswanden zijn beperkt tot 0.13 m/s of 0.5 km/h. Wel ontstaat er afwaarts de sluis een neer, welke aanleiding geeft tot tegengestelde stroomvectoren op boeg en hek tijdens de sluisinvaarten.

5.1.1 Va+ schip

Een overzicht van de 11 simulaties uitgevoerd in het benedenpand worden weergegeven in Tabel 7. Deze tabel bevat eveneens de schippersbeoordeling van de simulaties (zie §4.2).

Tabel 7 – Overzicht Va+ simulaties in benedenpand

Simulatie	Traject	Omgeving		Schip			Beoordeling		
	Manoeuvre	Debiet [m ³ /s]	Wind	CEMT	T [m]	Cargo	Reserve	Moeilijkheid	Aanvaardbaar
HAREL000	Uit Sluis	100	NW4	Va+	2.85	Containers	2	2	JA
HAREL001	In Sluis	100	NW4	Va+	2.85	Containers	4	4	NEEN
HAREL002	In Sluis	100	NW4	Va+	2.85	Containers	4	4	NEEN
HAREL003	In Sluis	100	NW3	Va+	2.85	Containers	2	3	JA
HAREL004	In Sluis	200	NW3	Va+	2.85	Containers	2	3	JA
HAREL022	In Sluis	100	NW4	Va+	3.5	Kolen	3	5	NEEN
HAREL023	In Sluis	100	-	Va+	3.5	Kolen	3	5	NEEN
HAREL024	In Sluis	70	NW4	Va+	3.5	Kolen	3	4	JA
HAREL025	In Sluis	100	NW4	Va+	2.85	Containers	3	2	JA
HAREL026	In Sluis	200	NW4	Va+	2.85	Containers	3	3	JA
HAREL027	In Sluis	200	NW4	Va+	1.8	Containers	3	3	JA

Diepgang 2.85 m met containerlading

De eerste simulaties (000 – 004) werden uitgevoerd in het benedenpand met een Va+ schip met diepgang conform de huidige maximale diepgang en bij containerlading. In geval van containerlading werd steeds de beschikbaarheid over een boegschroef verondersteld.

Er werden vier simulaties uitgevoerd bij een stroomdebiet van 100 m³/s gecombineerd met een windconditie NW4. Op basis van deze simulaties werd door de schipper geoordeeld dat het effect van de wind op het schip sterker was dan in realiteit verwacht wordt en gepaard gaat met uitzonderlijke omstandigheden.

In §2.2.2 werd reeds opgemerkt dat de veiligheidsafstand ten opzichte van de afwaartse rechteroever aansluitend op de kolk niet overeenstemt met de geldende ontwerprichtlijnen. Onder invloed van de belangrijke windeffecten (gecombineerd met een beperkte invloed van het stroomdebiet) bleek ondanks de beschikbaarheid van de boegschroef, het invaren van de sluis (simulaties 001 en 002) niet gunstig uitgevoerd te kunnen worden. Het schip werd in beide simulaties tegen de rechteroever geblazen en er trad een hard contact op tussen de boeg van het schip en de rechter fuik. Uit simulatie 002 blijkt bovendien het intensieve gebruik van de boegschroef in zowel dwarse als achterwaartse richting. Het achterwaarts gebruiken van de boegschroef was ingegeven door een beperkte stuurbaarheid van het schip wanneer de hoofdschroef gestopt werd. Een achterwaarts gebruik van de boegschroef laat toe om de hoofdschroef te blijven gebruiken, opdat het schip beter stuurt.

De negatieve scores toegewezen aan simulaties 001 en 002 waren uitsluitend te wijten aan de belangrijke windinvloed in deze condities. Er werd beslist om tijdelijk over te schakelen op beperktere (meer realistische) windcondities (NW3) om de invloed van stroom op de manoeuvres beter te kunnen onderzoeken.

In simulatie 003 werd een sluisinvaart gesimuleerd bij een beperktere windconditie en opnieuw bij een stuwdebiet gelijk aan 100 m³/s. Zodra de boeg zich op 100 m afwaarts de Hoge Brug bevond, werd de boegschroef continu maximaal gebruikt. De richting van de boegschroef varieerde hierbij tussen achteruit (snelheidscontrole) en dwars (positionering). Het schip kon een opvallend hogere afstand tot de rechteroever respecteren dan bij eerdere simulaties 001 en 002 die uitgevoerd werden bij windconditie NW4. De schipper oordeelde dat de simulatie aanvaardbaar uitgevoerd werd, maar acht de moeilijkheidsgraad hoger dan normaal, rekening houdend met de invloed van wind en stroom enerzijds en met ander omgevingsfactoren eigen aan het ontwerp zoals de beperkte overbreedte ten opzichte van rechteroever en de ongunstige positie van de Hoge Brug voor sluisinvaart.

Doel van de studie betrof het onderzoek naar de impact van hoge stuwdebieten op de toegankelijkheid van de sluis. In simulatie 004 werd bijgevolg de sluisinvaart uitgevoerd bij een debiet gelijk aan 200 m³/s. De windconditie werd behouden op NW3. Hoewel in deze simulatie de effecten van stroom op het schip duidelijker waargenomen werden (voornamelijk een gierbeweging tijdens de sluisinvaart) werd de grootste verstoring nog steeds toegewezen aan wind. Het manoeuvre werd erg gelijkaardig uitgevoerd als simulatie 003 en vertoonde opnieuw aanvaardbare afstanden tot de rechteroever.

Later op de dag had de schipper meer ervaring met de windconditie zoals gesimuleerd in de simulator en werden de condities in simulaties 003 (100 m³/s) en 004 (200 m³/s) herhaald in simulaties 025 en 026 bij de initieel beoogde windconditie NW4. Deze simulaties kenden nu een gunstiger verloop en gaven aanleiding tot een aanvaardbare sluisinvaart. Er werd gesteld dat de simulaties gepaard gingen met weinig reserves, maar dat gegeven de uitzonderlijke condities (in de eerste plaats voor wind) de sluisinvaart in deze condities wel realistisch geacht wordt.

Er werd geconcludeerd dat de beschikbaarheid van een goedwerkende boegschroef voor een Va+ schip met containerlading absoluut vereist is maar dat een stremming van het benedenpand bij grote stuwdebieten niet vereist is.

Diepgang 1.8 m met containerlading

Voor het benedenpand werd slechts één simulatie uitgevoerd met een Va+ schip met diepgang 1.8 m en containerlading. Deze simulatie (027) werd uitgevoerd bij de meest extreme condities en combineerde een windconditie NW4 met een stuwdebiet gelijk aan 200 m³/s. De resultaten voor dit schip waren in overeenstemming met deze uitgevoerd met het containerschip met diepgang 2.85 m. De eerdere conclusies kunnen veralgemeend worden tot alle Va+ schepen met containerlading, ongeacht de diepgang.

Diepgang 3.5 m met kolenlading

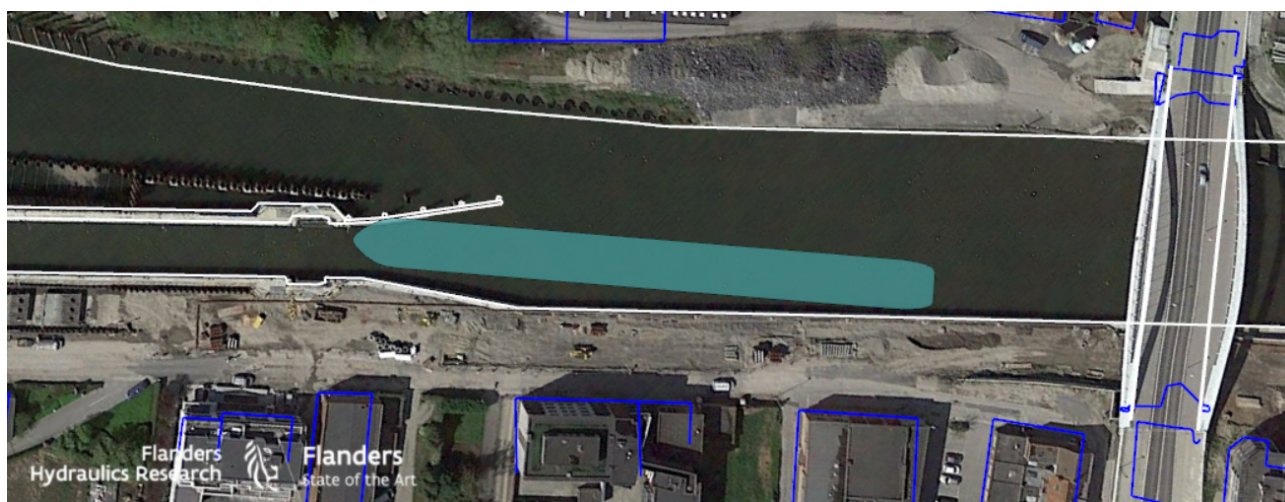
In drie simulaties (022, 023 en 024) werd onderzocht of voor een schip bij maximale diepgang en kolenlading, de sluisvaart uit het benedenpand uitgevoerd kon worden zonder beschikbaarheid van een boegschroef. In deze simulaties mocht de boegschroef dus niet dwars gebruikt worden. Wel werd in deze simulaties toegestaan dat de boegschroef achteruit gebruikt werd om het zwakke stuurgedrag bij gestopte schroef, zoals geïmplementeerd in de simulator, te compenseren. Op die manier was het mogelijk om de sluisinvaarten aan een realistische snelheid uit te voeren.

In simulatie 022 werd de simulatie uitgevoerd bij een debiet van 100 m³/s gecombineerd met windconditie NW4. Zonder dat de boegschroef dwars gebruikt kon worden, bleek het niet mogelijk om het schip voldoende op te werken richting linkeroever, tegen de wind en stroom in. De beperkte overbreedte ten opzichte van rechteroever, impliceert dat het achterschip weinig verzet kan worden naar bakboord en dat er slechts een erg beperkte drifthoek toegepast kan worden. Hierdoor kwam de boeg hard in contact kwam met het geleidingswerk van de sluis (zie Figuur 27). De schipper stelde dat de sluisvaart in het benedenpand in deze condities niet uitvoerbaar is. In het gebeurlijke geval dat de boegschroef defect is, zou de boeg langs de rechteroever kunnen glijden om op die manier de sluis in te varen. Dit is echter allesbehalve een gebruikelijke uitvoering voor binnenschepen (wel voor bakken).

In simulaties 023 werd dezelfde sluisvaart uitgevoerd in windstille condities. De verstoringen door stroming (100 m³/s) bleken ook zonder wind moeilijk te compenseren en gaven opnieuw aanleiding tot een korte afstand tot de rechteroever. Hoewel de sluisvaart nu wel gunstig uitgevoerd kon worden, achtte de schipper het invaren zonder boegschroef met een binnenschip riskant.

In simulatie 024 werd onderzocht of een lager debiet (70 m³/s) mogelijks wel tot een aanvaardbare sluisvaart kan leiden. In combinatie met de windconditie NW4 bleek dit inderdaad het geval. Er werd geoordeeld dat de condities 100 m³/s zonder wind en 70 m³/s bij NW 4 gelijkaardig zijn. Hoewel de schipper nog steeds stelde dat deze simulatie gepaard ging met een moeilijk manoeuvre, werd rekening houdend met het uitzonderlijke karakter van de windconditie in simulatie 024 een vrijstelling van boegschroefplicht vooropgesteld voor stuwdebieten kleiner dan 70 m³/s.

Figuur 27 – Va+ schip landt op geleidingswerk in simulatie 022



Conclusie

De beschikbare ruimte tussen sluis en rechteroever is in het benedenpand beperkt tot slechts 6.0 m. Deze afstand wijkt in belangrijke mate af van de voorgeschreven afmetingen van een voorhaven (zie §2.2.2) en impliceert de beschikbaarheid over een goedwerkende boegschroef voor Va+ binnenschepen (conclusie uitbreidbaar tot CEMT-klasse Va). Mits beschikbaarheid van een boegschroef bleek de toegankelijkheid van de sluis vanuit het benedenpand, niet beperkt te moeten worden in functie van de stuwdebieten.

Het enige manoeuvre dat aanvaardbaar uitgevoerd kon worden zonder beschikbaarheid van een boegschroef betroffen sluismanoeuvres door een volgeladen bulkschip bij debieten kleiner dan 70 m³/s. Een dergelijke limiet stemt in praktijk vermoedelijk overeen met een algemene boegschroefverplichting voor Va+ schepen.

5.1.2 Vb duwkonvooi

Een overzicht van de 8 simulaties uitgevoerd in het benedenpand worden weergegeven in Tabel 8. Deze tabel bevat eveneens de schippersbeoordeling van de simulaties (zie §4.2).

Tabel 8 – Overzicht Vb simulaties in benedenpand

Simulatie	Traject	Omgeving		Schip			Beoordeling		
	Manoeuvre	Debiet [m ³ /s]	Wind	CEMT	T [m]	Cargo	Reserve	Moelijkheids	Aanvaardbaar
HAREL028	In Sluis	100	NW4	Vb	1.8	Kolen	2	3	JA
HAREL029	In Sluis	100	NW4	Vb	3.5	Kolen	2	3	JA
HAREL030	In Sluis	200	NW3	Vb	3.5	Kolen	2	3	JA
HAREL031	In Sluis	200	NW4	Vb	1.8	Containers	2	3	JA
HAREL032	In Sluis	200	NW4	Vb	1.8	Kolen	2	3	JA
HAREL044	Uit Sluis	200	NW4	Vb	1.8	Kolen	4	4	NEEN
HAREL045	Uit Sluis	200	NW3	Vb	3.5	Kolen	3	3	NEEN
HAREL046	Uit Sluis	140	NW3	Vb	3.5	Kolen	3	3	NEEN

Diepgang 1.8 m met kolenlading

De eerste simulatie die uitgevoerd werd met een Vb duwkonvooi in het benedenpand, betrof een sluisinvaart door een konvooi met diepgang 1.8 m in de bakken. De lading betrof kolen, waardoor in deze simulatie de boegschroef niet toegepast mocht worden.

Simulatie 028 werd uitgevoerd bij windconditie NW4 en bij een stuwdebiet gelijk aan 100 m³/s. Gegeven de beperkte manoeuvreerruimte in de voorhaven kon het duwkonvooi niet rechtstreeks de sluis invaren. Hierdoor werd een alternatieve invaarstrategie gehanteerd, die niet ongebruikelijk geacht wordt voor duwkonvooiën (zie Figuur 28). Wanneer de boeg zich ca. 45 m van het sluishoofd bevond, werd de snelheid tot nul teruggebracht en liet de schipper de boeg landden op de kaai aan rechteroever. Vervolgens werd het achterschip naar stuurboord verzet, terwijl de boeg tegen de kaai gedrukt werkt. Wanneer het achterschip voldoende ver van de rechteroever verwijderd was, werd kortstondig achteruit gevaren om ook de boeg vrij te varen. Op die manier won het schip aan hoogte ten opzichte van de wind en stroom en kon de sluisinvaart vanop deze positie opnieuw verder gezet worden.

De schipper oordeelde dat de wind- en stroomcondities de toegepaste uitvoering vereisen en dat in realiteit de invaart van een Vb duwkonvooi in een sluis met breedte 12.5 m slechts zelden gepaard gaat zonder contacten tussen bakken en infrastructuur voordat de boeg de sluis bereikt. Desalniettemin wordt geoordeeld dat de beperkte ruimte aan de rechterzijde van de sluis aanleiding geeft tot een meer dan normale moeilijkheid in dit manoeuvre.

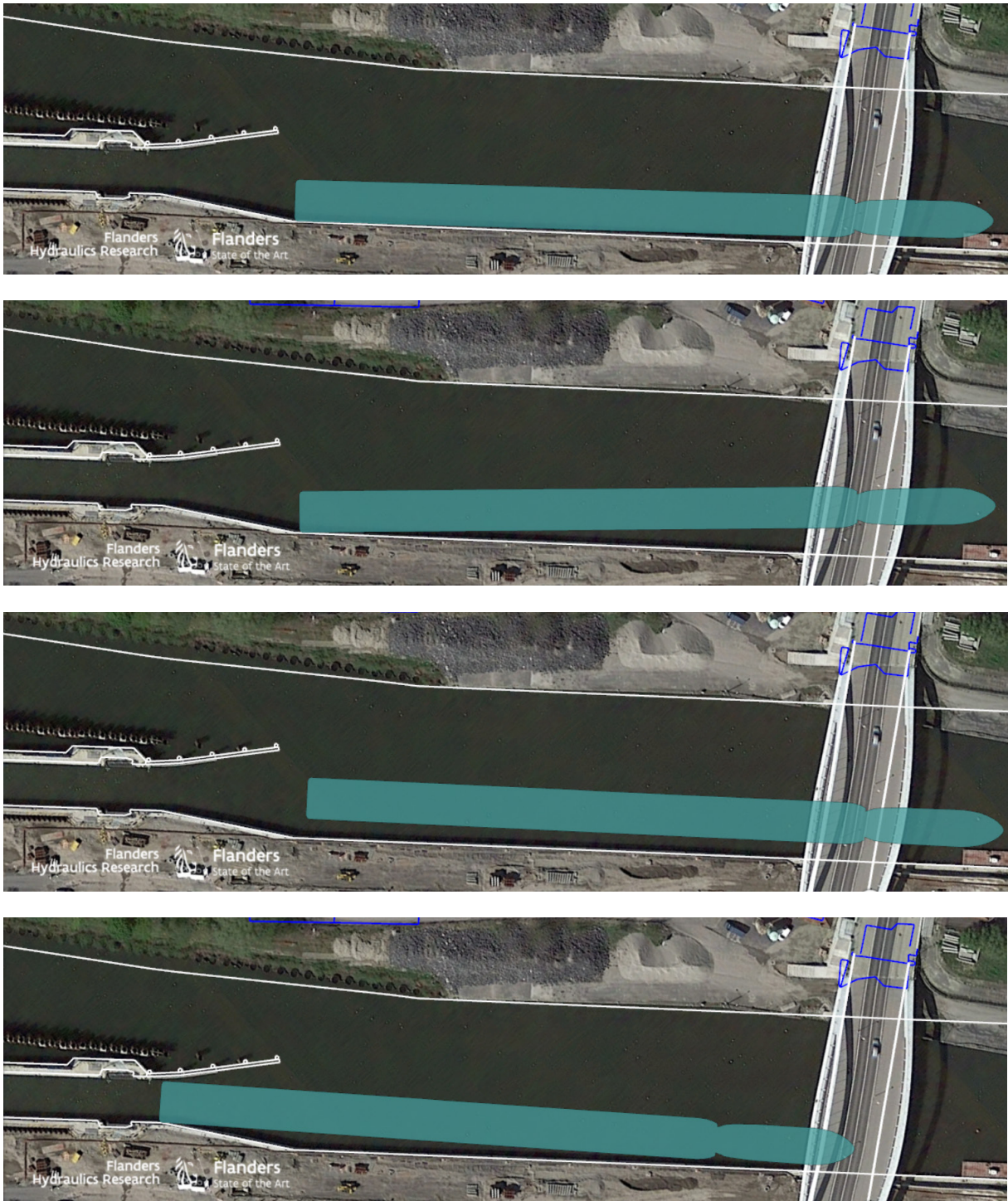
In simulatie 032 werd deze simulatie herhaald bij een stuwdebiet dat 200 m³/s bedroeg. Hoewel eenzelfde strategie toegepast werd als in simulatie 028, kon bij het hogere debiet in simulatie 032 niet vermeden worden dat tijdens de sluisinvaart gelijktijdig de achterzijde van de achterste bak en de boeg langs de rechteroever gleden. Ook deze uitvoering werd door de schipper niet nadelig geacht bij sluisinvaarten door duwkonvoeien. Op voorwaarde dat de kaaimuur aan rechteroever (fuike en aansluitende kaaimuur) bekleed wordt met een gepaste bekleding welke continu doorloopt en minimale discontinuïteiten (in de vorm van knikken of openingen) vertoont. Een dergelijke afwerking is gebruikelijk bij duwvaartsluizen.

Indien de kaai en fuiken intensief contact met duwbakken faciliteren, dan wordt de sluisinvaart met duwvaart vanuit het benedenpand aanvaardbaar geacht zonder beschikbaarheid van boegschroef, en dit voor alle stuwdebieten die onderzocht werden.

Bij sluisuitvaart daarentegen wordt het niet aanvaardbaar geacht dat het duwkonvooi tijdens de sluisuitvaart moet gaan stilliggen om zich tegen de wind op te werken. Op dat ogenblik immers ligt er andere vaart op de opstelplaats te wachten en wordt een dergelijk oponthoud door een uitvarend schip niet aanvaard.

In simulatie 044 werd de sluisuitvaart richting benedenpand uitgevoerd bij dezelfde extreme omstandigheden als de sluisinvaart in simulatie 032. Onder invloed van wind en stroom wordt het schip tegen de rechteroever verzet en kan het de bocht naar bakboord (afwaarts de Hoge Brug) niet gunstig uitvoeren. Het schip diende over een grote lengte en tot op grote afstand van de sluis contact te houden met de rechteroever. Een dergelijke sluisuitvaart werd door de schipper niet realistisch geacht. Er werd geconcludeerd dat de beschikbaarheid van een boegschroef vereist is voor deze manoeuvres.

Figuur 28 – Sluisinvaart benedenpand Vb duwkonvooi zonder boegschroef in simulatie 028



Diepgang 3.5 m met kolenlading

Voor een duwkonvooi met diepgang 3.5 m werd een gelijkaardig simulatieprogramma doorlopen als bij diepgang 1.8 m. De ruime ervaring van de schipper leerde hem, dat een diepgeladen duwkonvooi amper invloed van wind ervaart. Doordat de schipper vond dat de invloed van wind op een diepgeladen duwkonvooi sterk overgedimensioneerd werd op de simulator, werden de meeste simulaties uitgevoerd bij een maximale windsnelheid overeenkomstig drie Beaufort.

De sluisinvaarten uitgevoerd met kolenlading bij diepgang 3.5 m (simulaties 029 en 030) bevestigen de conclusies op basis van de diepgang 1.8 m. Door de grotere inertie van het konvooi met diepgang 3.5 m, bleek het niet mogelijk om het schip door middel van een negatieve snelheid voldoende op te werken tegen wind en een stroom overeenkomstig 100 m³/s (simulatie 029). Hierdoor werd de sluisvaart bij 100 m³/s op gelijkaardige wijze uitgevoerd als de sluisvaart bij 200 m³/s door het duwkonvooi met diepgang 1.8 m. Het schip gleed langs de rechteroever de sluis in (zie Figuur 29). Toch bleek de uitvoering van de sluisvaart uitvoerbaar voor debieten tot 200 m³/s (simulatie 030). Eenzelfde beoordeling en conclusie werd geformuleerd voor de sluisinvaarten van duwkonvoeien bij diepgang 3.5 m als bij diepgang 1.8 m.

Ook voor de sluisuitvaarten werden gelijkaardige problemen ervaren bij volgeladen duwkonvoeien als bij het duwkonvooi met kleine diepgang. De kleinere invloed van wind op een volgeladen duwkonvooi, impliceerde dat in deze sluisuitvaarten contact met de rechteroever (nipt) vermeden kon worden indien er een stroomdebiet gelijk aan 200 m³/s gold (simulatie 045). In een volgende simulatie (046) werd het debiet verminderd tot 140 m³/s. De kleinere dwarsstroom ging opnieuw gepaard met kleine afstanden tot de rechteroever, maar liet anderzijds toe dat het schip meer opgewerkt kon worden tegen de wind in (de boeg kon hoger opgehouden worden). Desalniettemin achtte de schipper ook bij een debiet van 140 m³/s de beschikbaarheid van een boegschroef vereist voor een Vb duwkonvooi met kolenlading. Deze beoordeling was deels ingegeven door ervaringen in eerdere simulaties die de noodzaak aan een boegschroef voor dit scheepstype bevestigden.

Figuur 29 – Sluisvaart benedenpand door Vb duwkonvooi waarbij boeg en achterzijde bakken langs rechteroever glijden (simulatie 030)



Diepgang 1.8 m met containerlading

In simulatie 031 werd een sluisvaart gesimuleerd met containerlading. Voor deze beladingsconditie werd de beschikbaarheid over één boegschroef (350 PK) in de voorste bak aangenomen.

In simulatie 031 bleek de boegschroef slechts net voldoende sterk om de wind te compenseren. Doorgaans worden containerbakken uitgerust met een zwaardere boegschroef (ca. 500 PK) waardoor er meer reserves zijn. Tijdens de sluisvaart diende de snelheid helemaal tot 0 km/h teruggebracht te worden om de boegschroef in staat te stellen om de boeg op te werken naar stuurboord. In deze simulatie werd een langdurig maximaal boegschroefgebruik toegepast. Uiteindelijk kon het duwkonvooi zonder voorafgaand contact met de rechteroever de sluis ingebracht worden (zie Figuur 30).

Voor containerlading werd de beschikbaarheid van een boegschroef een vereiste geacht. Het is ook een algemeen aanvaard principe in de binnenvaart (dus onafhankelijk van het vaargebied) dat er in geval van containerlading minimaal één boegschroef beschikbaar dient te zijn in de voorste bak. In het geval een boegschroef beschikbaar is, dan blijkt een rechtstreekse sluisvaart zonder voorafgaandelijk contact met de sluisfuiken mogelijk.

Figuur 30 – Sluisinvaart benedenpand door Vb duwkonvooi in geval van boegschroefgebruik (simulatie 031)



Conclusie

Sluisuitvaart richting benedenpand gaat gepaard met een voorhaven met erg beperkte ruimte op rechteroever, gevolgd door een bocht naar bakboord. Beide factoren impliceren dat bij belangrijke debieten of bij belangrijke noordwestelijke windcondities een Vb duwkonvooi geen aanvaardbare afstand tot de rechteroever kan respecteren over een grote afstand en tot op grote afstand van de sluis. Voor deze sluisuitvaarten is boegschroefbeschikbaarheid een vereiste voor duwkonvoeien met lege bakken of met beperkte diepgang. Voor diepgeladen duwkonvoeien is de boegschroefvereiste afhankelijk van het geldende stuwdebiet. Hierbij kan gesteld worden dat, voor wat betreft de sluisuitvaart richting benedenpand, diepgeladen duwkonvoeien kunnen vrijgesteld worden van boegschroefverplichting indien het stuwdebiet minder dan $100 \text{ m}^3/\text{s}$ bedraagt.

Voor duwkonvoeien met containerlading is de boegschroefvereiste een aanvaarde randvoorwaarde. Ook voor wat betreft de sluis van Harelbeke geldt deze vereiste. Mits beschikbaarheid van een boegschroef blijkt het mogelijk om de sluis rechtstreeks aan te lopen zonder voorafgaand contact met de voorhaveninfrastructuur.

Wat betreft de sluisinvaart blijkt deze ingeval van kolenlading uitvoerbaar zonder de beschikbaarheid over een boegschroef. Hierbij dienen invaarstrategieën gehanteerd te worden die gepaard gaan met een intensief contact tussen de bakken en de infrastructuur van de voorhaven. De kaaien en fuiken in de voorhaven dienen dergelijk contact te faciliteren door een continue, gestroomlijnde uitvoering en bekleding van de kaaien te voorzien.

5.2 Bovenpand

In deze studie werden er 28 simulaties uitgevoerd in het bovenpand van de sluis te Harelbeke. De resultaten worden besproken voor respectievelijk het Va+ schip (17) en het Vb duwkonvooi (11).

De stroomcondities in het bovenpand worden geïllustreerd in Figuur 18 en Figuur 21 en tonen een piek tot 0.25 m/s (0.9 km/h) in de dwarsstromen richting stuwgeul. De dwarsstroom concentreert zich hierbij over een afstand van ca. 50 m, startend 20 m opwaarts het bovenhoofd. Deze locatie bevindt zich halverwege het geleidingswerk. De eerste helft van het geleidingswerk wordt als een volle constructie uitgevoerd, terwijl het tweede deel een halfopen constructie betreft.

In het bovenpand bevindt zich op ca. 25 m van het geleidingswerk een fietsbrug met vier buispalen ter bescherming (zie Figuur 8).

5.2.1 Va+ schip

Een overzicht van de 17 simulaties uitgevoerd met een Va+ schip in het bovenpand worden weergegeven in Tabel 9. Deze tabel bevat eveneens de schippersbeoordeling van de simulaties (zie §4.2).

Tabel 9 – Overzicht Va+ simulaties in bovenpand

Simulatie	Traject	Omgeving		Schip			Beoordeling		
	Manoeuvre	Debiet [m ³ /s]	Wind	CEMT	T [m]	Cargo	Reserve	Moeilijkheid	Aanvaardbaar
HAREL005	Uit Sluis	100	NW3	Va+	2.85	Containers	2	1	JA
HAREL006	Uit Sluis	100	NW3	Va+	2.85	Containers	2	1	JA
HAREL007	Uit Sluis	200	NW3	Va+	2.85	Containers	2	1	JA
HAREL008	In Sluis	100	NW3	Va+	2.85	Containers	2	2	JA
HAREL009	In Sluis	200	NW3	Va+	2.85	Containers	2	3	JA
HAREL010	In Sluis	100	NW3	Va+	3.5	Kolen	4	4	NEEN
HAREL011	In Sluis	100	NW3	Va+	3.5	Kolen	3	4	NEEN
HAREL012	In Sluis	100	NW3	Va+	1.8	Containers	2	2	JA
HAREL013	In Sluis	100	NW4	Va+	1.8	Containers	3	3	JA
HAREL014	In Sluis	200	NW4	Va+	1.8	Containers	3	2	JA
HAREL015	In Sluis	200	NW4	Va+	2.85	Containers	3	3	JA
HAREL016	In Sluis	200	ZO4	Va+	2.85	Containers	3	3	JA
HAREL017	Uit Sluis	200	ZO4	Va+	3.5	Kolen	5	6	NEEN
HAREL018	Uit Sluis	200	NW4	Va+	3.5	Kolen	3	3	NEEN
HAREL019	Uit Sluis	140	-	Va+	3.5	Kolen	2	2	JA
HAREL020	In Sluis	70	NW4	Va+	3.5	Kolen	3	3	JA
HAREL021	In Sluis	70	ZO4	Va+	3.5	Kolen	4	4	Neen

Diepgang 2.85 m met containerlading

De eerste simulaties in het bovenpand, betroffen sluisuitvaarten met een Va+ schip met diepgang 2.85 m en containerlading. Rekening houdend met de opmerkingen van de schipper over de extreme windeffecten gesimuleerd bij windconditie NW4, werden de eerste simulaties uitgevoerd bij windconditie NW3. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de effecten van een noordwestelijke wind, de dwarsstroom naar de stuwgeul gedeeltelijk compenseren, waardoor later de simulaties in het bovenpand ook uitgevoerd werden bij zuidoostelijke windrichtingen.

De eerste twee sluisuitvaarten (simulatie 005 en 006) werden uitgevoerd bij een debiet gelijk aan 100 m³/s. Doordat op het einde van simulatie 005 een onverwachte interactiekracht optrad bij het passeren van het afgemeerde duwkonvooi op de opstelplaats werd de sluisuitvaart in simulatie 006 hernomen zonder afgemeerde schepen. In beide simulaties kon de sluisuitvaart uitgevoerd worden zonder gebruik van de boegschroef. De beschikbare ruimte was voldoende om een vlot en veilig manoeuvre uit te voeren.

In simulatie 007 werd de sluisuitvaart uitgevoerd bij een debiet gelijk aan 200 m³/s. In deze simulatie werd de boegschroef gedurende ca. 1 minuut gebruikt. Het betrof het tijdstip waarop de boeg zich tussen het geleidingswerk en de fietsbrug bevond. Dit is tevens de zone waar de grootste dwarsstromen optreden. De

toepassing van de boegschroef in deze condities is in overeenstemming met de verwachte uitvoering van dit manoeuvre. In geval van containerlading zal er steeds een boegschroef beschikbaar zijn.

Vervolgens werden er in vier simulaties sluisinvaarten gesimuleerd met een Va+ schip met diepgang 2.85 m. In eerste instantie werden de invaarten uitgevoerd bij een windconditie NW3 en bij stuwdebieten 100 m³/s (simulatie 008) en 200 m³/s (simulatie 009). Later die dag werd het maximale stuwdebiet ook gecombineerd met windcondities NW4 (simulatie 015) en ZO4 (simulatie 016).

In simulatie 008 kon door een gepast gebruik van roer en boegschroef, de effecten van stroom (100 m³/s) en wind (NW3) voldoende gecompenseerd worden. Dit bleek eveneens het geval voor simulatie 009 waarin een debiet gelijk aan 200 m³/s gesimuleerd werd. Toch werd in deze laatste simulatie de effecten van de stroom op het invaermanoeuvre duidelijk waargenomen en gaven deze aanleiding tot een intensief gebruik van zowel boegschroef als roer. Hierdoor werd geoordeeld dat simulatie 009 gepaard ging met een meer dan normale moeilijkheidsgraad.

In simulatie 015 werd de sluisvaart uitgevoerd bij een belangrijkere windconditie (NW4). De uitvoering verschilt weinig van simulatie 009 waarin windconditie NW3 onderzocht werd. Opnieuw diende er een intensief gebruik van de boegschroef toegepast te worden om het effect van voornamelijk stroom te compenseren. Ook wanneer in simulatie 016 een zuidoostelijke windconditie (ZO4) onderzocht werd, waarbij wind en stroom het schip in dezelfde richting verzetten, bleek de sluisvaart aanvaardbaar uitgevoerd te kunnen worden mits toepassing van intensief boegschroefgebruik. Wel dient opgemerkt te worden dat de sluisvaart in deze simulatie aan een hogere snelheid uitgevoerd werd dan wat in realiteit toegepast zou worden. Hoge vaarsnelheden hebben een positief effect op de verstoring veroorzaakt door wind en stroom.

De schipper stelde dat bij een stroomdebiet gelijk aan 200 m³/s, de windrichting weinig invloed heeft op de moeilijkheid van de simulaties. Bij alle onderzocht debieten en windcondities kon de sluisvaart uit het bovenpand gunstig uitgevoerd worden met een Va+ containerschip.

Er kon geconcludeerd worden dat de sluismanoeuvres in het bovenpand bij elke debiet gunstig uit te voeren zijn met een Va+ schip met containerlading.

Diepgang 1.8 m met containerlading

Gegeven de gunstige resultaten voor sluisuitvaart bij een Va+ schip met containerlading bij diepgang 2.85 m, werden deze sluisuitvaarten niet gesimuleerd voor diepgang 1.8 m.

Het invaren van de sluis door een Va+ schip met containerlading en diepgang 1.8 m werd gesimuleerd bij een debiet gelijk aan 100 m³/s gecombineerd met windcondities NW3 (simulatie 012) en NW4 (simulatie 013) en bij een debiet gelijk aan 200 m³/s en windconditie NW4 (simulatie 014). Uit deze simulaties bleek dat de conclusies voor toegankelijkheid van het bovenpand voor een Va+ containerschip met diepgang 2.85 m uitgebreid kunnen worden tot kleinere diepgangen.

Diepgang 3.5m met kolenlading

Simulaties uitgevoerd bij diepgang 3.5 m en kolenlading dienden uitgevoerd te worden zonder de beschikbaarheid over een boegschroef.

In eerste instantie werd de sluisuitvaart onderzocht bij een maximaal debiet (200 m³/s) en bij een windconditie ZO4 (simulatie 017). In deze combinatie verzetten zowel wind als stroom het schip in de richting van de stuwgeul. Er werd getracht om tijdens de sluisuitvaart de boeg op te werken tegen stroom en wind, door het achterschip tegen de linker muur van de sluiscolk aan te drukken. Deze methode kon niet vermijden dat het schip in contact kwam met achtereenvolgens het geleidingswerk, de beschermingspalen van de fietsbrug en de linkeroever ter hoogte van de Bloemmolens. Een dergelijke uitvoering is niet aanvaardbaar voor een binnenschip en kreeg een negatieve beoordeling.

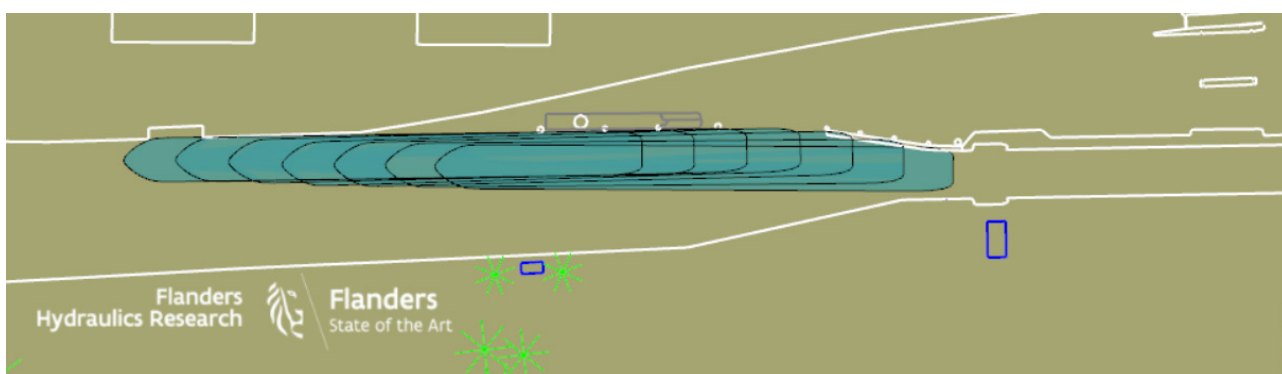
In simulatie 018 werd de windconditie aangepast aan NW4. Hierbij compenseert de wind de stroom. In deze conditie kon een aanvaring met de fietsbrug vermeden worden maar dit vereiste dat het achterschip tegen

het geleidingswerk geduwd werd, wat niet aanvaardbaar geacht wordt door de schipper. Er werd geconcludeerd dat het debiet gelijk aan $200 \text{ m}^3/\text{s}$ geen aanvaardbare sluisuitvaart mogelijk maakte indien het Va+ schip niet uitgerust was met een boegschroef.

In simulatie 019 werd in windstille condities onderzocht of een debiet gelijk aan $140 \text{ m}^3/\text{s}$ wel toeliet om de sluisuitvaart uit te voeren zonder boegschroef. Hoewel simulatie 019 gunstig uitgevoerd werd, werd toch opgemerkt dat bij een dergelijk debiet het risico op aanvaring van de fietsbrug (of beschermingsconstructies) reëel blijft (zeker bij oostelijke windrichtingen). Vanuit het standpunt van het schip vormen dergelijke contacten niet noodzakelijk een probleem.

Er kan gesteld worden dat de sluisuitvaart zonder boegschroef uitvoerbaar is tot een debiet gelijk aan $140 \text{ m}^3/\text{s}$, mits de gepaste bescherming van de fietsbrug (zie ook verder bij bespreking Vb duwkonvooi).

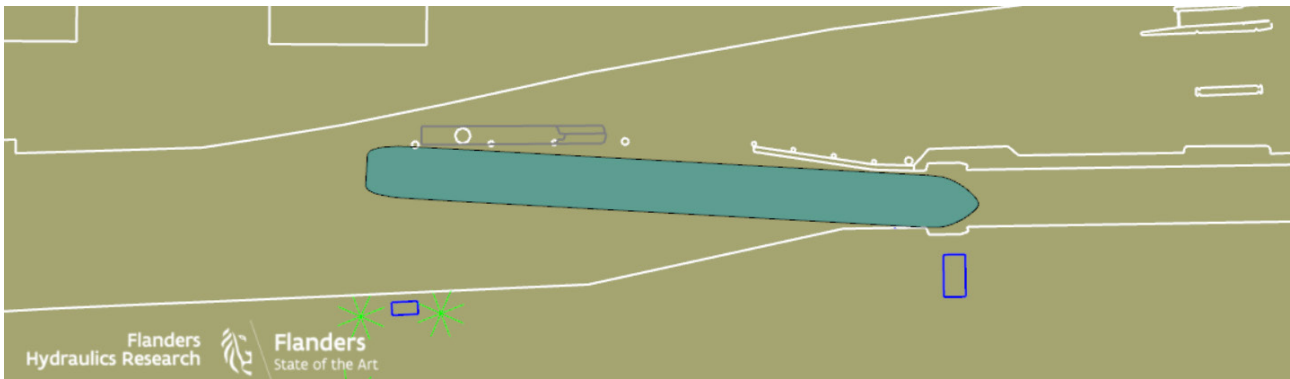
Figuur 31 – Sluisuitvaart bovenpand door Va+ schip zonder boegschroef bij $200 \text{ m}^3/\text{s}$ en ZO4 (simulatie 017)



De sluisinvaart vanuit het bovenpand werd onderzocht bij een debiet gelijk aan $100 \text{ m}^3/\text{s}$ en een matige windconditie NW3 in simulaties 010 en 011. Beide simulaties kenden een onaanvaardbaar resultaat waarbij, ondanks een relatief hoge invaarsnelheid (tot 6 km/h) het effect van stroom op het schip niet gecompenseerd kon worden zonder gebruik van de boegschroef. In simulatie 010 werd op het einde van de simulatie de boegschroef toch bijgezet om contact tussen achterschip en fietsbrug te vermijden. In simulatie 011 werd onderzocht of een vaarpositie op kortere afstand van de rechteroever een beter resultaat zou leveren. Echter ook in deze simulatie traden erg korte afstanden tot de beschermingspalen van de fietsbrug op en werd de sluisinvaart aan meer dan 6 km/h uitgevoerd. De risico's waarmee beide simulaties gepaard gingen, werden te hoog geacht om de sluisinvaart van op het benedenpand toe te laten bij een debiet gelijk aan $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Later die dag werd de sluisinvaart zonder boegschroef onderzocht voor een stuwdebiet gelijk aan $70 \text{ m}^3/\text{s}$. In simulatie 020 werd dit debiet gecombineerd met een windconditie NW4, terwijl in simulatie 021 de windconditie ZO4 betrof. Simulatie 020 werd opnieuw uitgevoerd aan een hoge snelheid, die noodzakelijk bleek om de invloed van stroom op het schip te compenseren. Omdat deze hoge vaarsnelheid deels ingegeven wordt door de beperkte manoeuvreerbaarheid van het schip bij gestopte schroef, werd in simulatie 021 de boegschroef achteruit gebruikt om een meer realistisch manoeuvreergedrag te bekomen. De lagere vaarsnelheid (mede door de minder gunstige windrichting) gaf aanleiding tot een ongunstige sluisnadering, waarbij het achterschip in contact kwam met de beschermingspalen van de fietsbrug (zie Figuur 32).

Er werd geconcludeerd dat ook bij een debiet gelijk aan $70 \text{ m}^3/\text{s}$ het schip een hoge invaarsnelheid dient te hanteren om de effecten van stroom te compenseren. Om deze hoge invaarsnelheden (met groter risico op schade aan schip en infrastructuur) te kunnen vermijden is de beschikbaarheid van een boegschroef vereist voor Va+ schepen.

Figuur 32 – Sluisinvaart bovenpand door Va+ schip zonder boegschroef bij 70 m³/s en ZO4 (simulatie 021)

Conclusie

De dwarsstroom richting stuwgeul is in het bovenpand geconcentreerd over een afstand gelijk aan 50 m, startend op 25 m opwaarts het sluishoofd. Zonder beschikbaarheid over een goedwerkende boegschroef werden er tijdens meerdere simulaties problemen ondervonden om een aanvaardbare afstand tot de fietsbrug te bewaren in geval van een belangrijk debiet. Dit gold zowel voor sluisinvaart als sluisuitvaart.

Voor de sluisinvaart bleek de beschikbaarheid voor een boegschroef vereist voor een eerder gematigd debiet gelijk aan 70 m³/s. Aangezien dit debiet het kleinste debiet is dat onderzocht werd in deze studie, werd geconcludeerd dat de boegschroefverplichting voor sluisinvaart door afvarende Va+ schepen bij elk debiet geldt. Voor sluisuitvaarten bleek dat deze aanvaardbaar uitgevoerd konden worden tot een debiet gelijk aan 140 m³/s, zonder beschikbaarheid over een boegschroef. Hierbij dient opgemerkt dat in realiteit Va+ schepen (ook bulkschepen) steeds voorzien zijn van een boegschroef.

Wanneer het Va+ schip uitgerust was met een boegschroef, dan bleken sluisuitvaarten en invaarten in het bovenpand gunstig uitgevoerd te kunnen worden bij stroomdebieten tot 200 m³/s.

Verder vereisen de sluismanoeuvres in het bovenpand een gepaste beschermingsconstructie voor de fietsbrug. Dit onderwerp wordt meer in detail behandeld bij de bespreking van het Vb duwkonvooi.

5.2.2 Vb duwkonvooi

Een overzicht van de 11 simulaties uitgevoerd met een Vb duwkonvooi in het bovenpand worden weergegeven in Tabel 10. Deze tabel bevat eveneens de schippersbeoordeling van de simulaties (zie §4.2).

Tabel 10 – Overzicht Vb simulaties in bovenpand

Simulatie	Traject	Omgeving		Schip			Beoordeling		
	Manoeuvr e	Debie t [m ³ /s]	Wind	CEM T	T [m]	Cargo	Reserv e	Moeilijk -heid	Aanvaardbaa r
HAREL033	In Sluis	100	ZO4	Vb	1.8	Kolen	3	4	NEEN
HAREL034	In Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Kolen	2	3	JA
HAREL035	In Sluis	200	-	Vb	1.8	Kolen	3	3	JA
HAREL036	Uit Sluis	200	-	Vb	1.8	Kolen	3	3	JA
HAREL037	Uit Sluis	200	-	Vb	3.5	Kolen	3	3	JA
HAREL038	Uit Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Kolen	3	4	NEEN
HAREL039	Uit Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Kolen	4	4	NEEN
HAREL040	Uit Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Container s	2	3	JA
HAREL041	In Sluis	200	ZO4	Vb	1.8	Container s	2	3	JA
HAREL042	In Sluis	200	ZO3	Vb	3.5	Kolen	3	3	JA
HAREL043	Uit Sluis	140	ZO3	Vb	3.5	Kolen	2	3	JA

Diepgang 1.8 m met kolenlading

Een Vb duwkonvooi is, wanneer geladen met kolenlading, doorgaans niet uitgerust met een boegschroef. In drie simulaties werd onderzocht of sluisuitvaart richting bovenpand aanvaardbaar uitgevoerd kon worden indien geen van de bakken uitgerust was met een boegschroef en de diepgang van de bakken slechts 1.8 m bedroeg.

Een eerste sluisuitvaart in deze configuratie werd uitgevoerd in simulatie 036, waarbij een stuwdebiet gelijk aan 200 m³/s onderzocht werd in windstille condities. Wanneer de achterkant van de achterste bak zich net voor de bovendeuuren bevond, werd de snelheid volledig uit het schip gehaald en werd het konvooi met de achterkant van de bakken gescharnierd tegen de linker kolkmuur. Op die manier was het mogelijk om de boeg op te werken tegen de stroom in, en vervolgens de sluis uit te varen en een gepaste afstand tot de fietsbrug te respecteren. Het verdere traject in het bovenpand ging eveneens gepaard met kleine vaarafstanden tot zowel de linkeroever als het opgestelde schip. Hoewel de beschikbare ruimte aanvaardbaar geacht wordt door de schipper, oordeelde de schipper dat het varen op de Leie (buiten het projectgebied te Harelbeke) met Vb duwkonvooiën gepaard zal gaan met een boegschroefverplichting (voornamelijk ingegeven door de vaart met lege bakken).

Hoewel in deze simulatie een aanvaardbare afstand tot de fietsbrug gerespecteerd werd, werd het door de schipper noodzakelijk geacht om het geleidingswerk van de sluis door te trekken langs de fietsbrug en (idealiter) tot aan de kaaimuur ter hoogte van de Bloemmolens. De bescherming van de fietsbrug door middel van individuele buispalen gaat immers gepaard met het risico dat de haakse kop van de duwbak hier frontaal

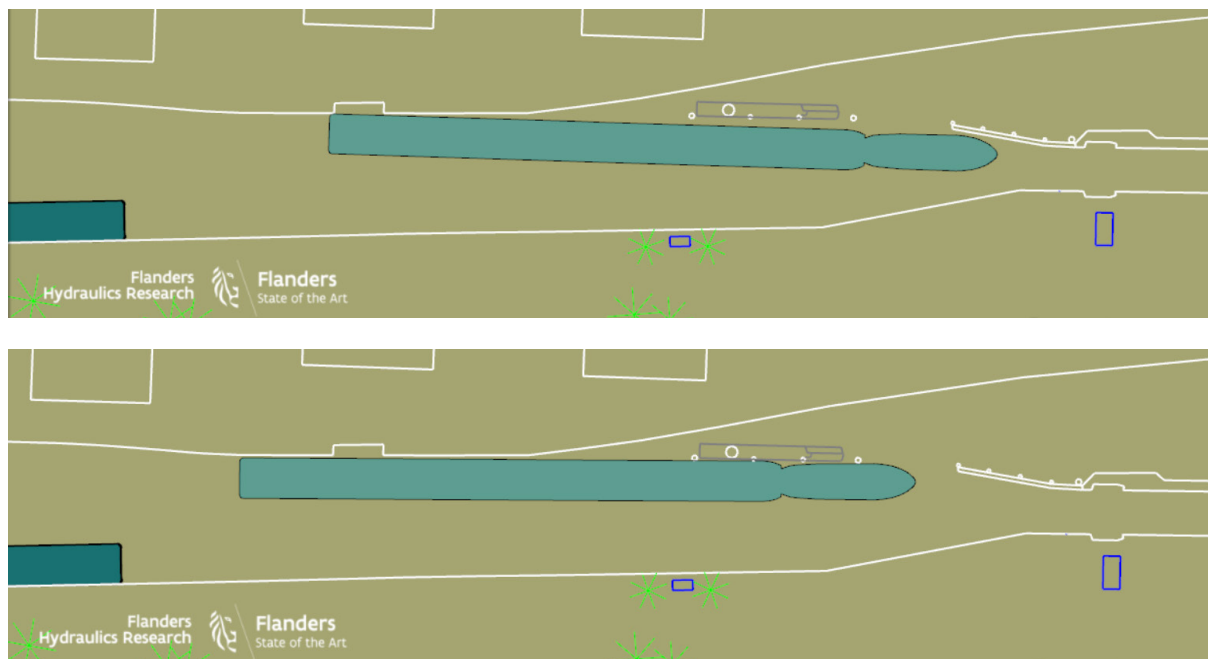
op botst. Zelfs bij aanwezigheid van een (te zwakke) boegschroef geldt bij belangrijk debiet het risico dat de boeg niet verwijderd kan worden uit de palen (dit vereist immers een dwarse beweging tegen de stroomrichting in), waardoor het schip in deze positie vast komt te zitten. Op dat ogenblik sluit het schip een belangrijke sectie van de stuwgeul af, waardoor een verschillende waterstand kan optreden aan bakboord en stuurboord van het schip. De risico's die gepaard gaan met een dergelijke conditie konden niet begroot worden in deze studie.

In volgende simulaties 038 en 039 wordt een sluisuitvaart gesimuleerd bij maximaal debiet en een windconditie ZO4, dit ter illustratie van de mogelijke risico's die gepaard gaan indien bij dergelijke condities het duwkonvooi niet uitgerust is met een boegschroef. In simulatie 038 werd de boeg, net als in simulatie 036, opgewerkt door de achterkant van de bak tegen de linker kolkmuur te drukken. Door vervolgens zo snel als mogelijk de snelheid op te bouwen door een maximaal gebruik van de schroeven, kon ook in deze conditie een aanvaardbare afstand tot de fietsbrug gerespecteerd worden. Desondanks werd geoordeeld dat het snelheidsverloop dat in deze simulatie toegepast werd niet overeenstemt met een realistische sluisuitvaart en bovendien resulteert in erg hoge passeersnelheden ten opzichte van het afgemeerde schip (13.5 km/h door het water).

In simulatie 039 werden dezelfde condities onderzocht bij een meer gematigde snelheidsopbouw bij sluisuitvaart. In deze simulatie kon niet vermeden worden dat het achterschip in contact kwam met de beschermingspalen van de fietsbrug terwijl de bakken ter hoogte van de Bloemmolens tegen de linkeroever rusten (zie Figuur 33). Om het schip vrij te varen van de linkeroever, werd achtereenvolgens: het schip gestopt, het achterschip opgewerkt met behulp van het roer terwijl de boeg contact maakt met de kaai, de boeg opgewerkt door achteruit te varen en uiteindelijk de snelheid opgedreven om het traject verder te zetten (een gelijkaardige uitvoering werd toegepast bij de sluisinvaart in het benedenpand zoals geïllustreerd in Figuur 28).

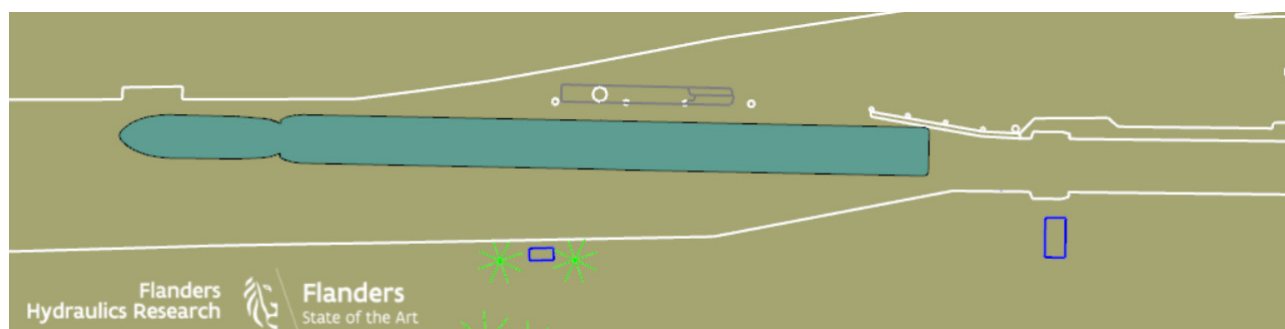
Naar aanleiding van deze (en eerdere simulaties) werd opgemerkt dat de kaaimuur ter hoogte van de Bloemmolens over de volledige lengte vrij dient te zijn en dat discontinuïteiten die een frontale botsing met de haakse kop van een duwbak kunnen veroorzaken absoluut vermeden moeten worden. Het lijnenplan zoals aangeleverd door de aannemer en dat als basis gebruikt werd voor de simulatieomgeving [6], suggereert ter hoogte van de Bloemmolens immers een in- of uitlaatconstructie met harde hoeken, welke op die locatie absoluut te vermijden is.

Samenvattend kan gesteld worden dat de geleidingsconstructie aansluitend op de linker kolkmuur, continu doorgetrokken dient te worden naar de beschermingsconstructies van de fietsbrug en idealiter ook tot de kaaimuur van de Bloemmolens. Een dergelijke uitbreiding van de geleidingsconstructie wordt noodzakelijk geacht, ongeacht de mogelijke boegschroefverplichting in het studiegebied. Gelijkaardig aan de sluisuitvaarten in het benedenpand wordt opgemerkt dat in geval van belangrijke debieten ook bij sluisuitvaarten naar het bovenpand, contact met de linkeroever niet vermeden kan worden. Aangenomen dat het geleidingswerk in het bovenpand aangepast wordt zoals hierboven beschreven, dan kan een gelijkaardige limiet voor boegschroefverplichting aangenomen worden als in het benedenpand voor maximale diepgang ($Q > 100 \text{ m}^3/\text{s}$)

Figuur 33 – Sluisuitvaart bovenpand door Vb duwkonvooi zonder boegschroef bij 200 m³/s en ZO4 (simulatie 039)

In simulaties 033, 034 en 035 werd de sluisinvaart vanop het bovenpand onderzocht voor een Vb duwkonvooi met kolenlading en diepgang 1.8 m.

In simulatie 033 werd dit manoeuvre uitgevoerd bij een debiet gelijk aan 100 m³/s gecombineerd met een windconditie ZO4. Door de belangrijke stroom is het moeilijk om tijdens de sluisnadering de snelheid te controleren. Wanneer de boeg zich in de zone met belangrijke dwarsstroom bevindt, wordt deze (mede onder invloed van wind) verzet in de richting van de stuwgeul. Hierdoor landde de boeg op het opwaartse deel van het geleidingswerk, waarna het duwkonvooi langs het geleidingswerk de sluis ingevaren werd. Hoewel een dergelijke uitvoering overeenstemt met een gebruikelijke sluisinvaart met duwkonvooiën, wordt de uitvoering van een sluisinvaart in het bovenpand (zoals het gesimuleerde ontwerp) niet aanvaardbaar geacht. Bij een belangrijk stuwdebiet is de kans immers reëel dat het schip het geleidingswerk mist en een frontale aanvaring met het geleidingswerk optreedt. Een aanvaardbare sluisinvaart vereist een verlenging van het geleidingswerk tot minimaal de meest opwaartse beschermingspaal van de fietsbrug. Aangeraden wordt om het geleidingswerk door te laten lopen tot de kaaimuur aan de Bloemmolens.

Figuur 34 – Sluisinvaart bovenpand door Vb duwkonvooi zonder boegschroef bij 100 m³/s en ZO4 (simulatie 033)

Diepgang 3.5 m met kolenlading

Er werden twee sluisuitvaarten in het bovenpand uitgevoerd door een duwkonvooi met diepgang 3.5 m en kolenlading. De resultaten van deze simulaties bevestigen de conclusies bij 1.8 m. Een doorlopend geleidingswerk is noodzakelijk. Indien dit remmingswerk doorgetrokken wordt tot aan de kaai van de Bloemmolens, dan dient er voor deze diepgang geen boegschroefverplichting opgelegd te worden. Zoniet, dan is een boegschroef vereist bij debieten hoger dan 140 m³/s (simulatie 043).

Tijdens de sluisuitvaarten worden er opnieuw kleine afstanden gerespecteerd tot het opgestelde schip op rechteroever. Deze werden echter aanvaardbaar geacht door de schipper. Er werd gesteld dat, in tegenstelling tot de sluismanoeuvres, het varen en passeren van afgemeerde schepen (aan gebruikelijke snelheden) binnen het projectgebied geen aanleiding geeft tot boegschroefverplichting. Wel stelt de schipper dat het varen op de Leie in het algemeen boegschroefplichtig gemaakt dient te worden voor Vb duwkonvooien (ongeacht het debiet). Dit is echter een persoonlijk oordeel van de schipper. Onderzoek naar de toegankelijkheid van de ruimere Leie- as maakt geen deel uit van voorliggende studie. Wel is het zo dat de reglementering voor boegschroefverplichting globaal (voor de volledige Leie) gedefinieerd dient te worden. De resultaten uit deze studie dienen bijgevolg gecombineerd te worden met vereisten op andere knelpunten langs het Seine-Schelde traject.

In simulatie 042 werd een sluisinvaart gesimuleerd bij een maximaal debiet. Rekening houdend met eerdere opmerkingen over de windinvloed op volgeladen duwkonvooien werd deze simulatie uitgevoerd bij een windconditie ZO3. De sluisinvaart werd uitgevoerd door de boeg te laten landen en vervolgens langs de geleiding de sluis in te varen. Deze uitvoering werd gunstig geacht. Een verlenging van het geleidingswerk tot voor de fietsbrug werd opnieuw aanbevolen (minder uitdrukkelijk dan voor sluisuitvaarten of voor leegvaart).

Diepgang 1.8 m met containerlading

In geval van containerlading wordt er steeds uitgegaan van de beschikbaarheid over een boegschroef in de voorste bak. Onder deze voorwaarde werd er één sluisuitvaart (simulatie 040) en één sluisinvaart (simulatie 041) uitgevoerd. In geval van beschikbaarheid over een boegschroef, bleken beide simulaties gunstig uitvoerbaar. De toegankelijkheid van een duwkonvooi met containers dient niet beperkt te worden in functie van het debiet.

Conclusie

De toegankelijkheid van de sluis te Harelbeke vanuit het bovenpand vereist een aanpassing aan de voorziene geleidingsconstructie. Rekening houdend met de dwarsstroom richting stuwgeul en de kleine veiligheidsafstand die gerespecteerd wordt in de voorhaven, dienen geïsoleerde hindernissen ter afscherming van de stuwgeul vermeden te worden. In het huidige ontwerp worden buispalen voorzien als aanvaarbescherming voor de fietsbrug. Gegeven het risico dat de haakse kop van een duwkonvooi kan vastraken achter deze buispalen en rekening houdend met de nood aan een langer geleidingswerk voor duwvaart in geval van een sluisinvaart zonder boegschroef, wordt gesteld dat het geleidingswerk in het verlengde van de linker kolkmuur, minimaal verlengd dient te worden tot aan de opwaartse buispaal van de fietsbrug. Ook indien aan deze voorwaarde voldaan is, geldt er in het bovenpand een boegschroefverplichting voor opvarende bulk- en leegvaart (sluisuitvaarten). Voor leegvaart wordt een boegschroef vereist geacht bij debieten groter dan 100 m³/s. Bij bulkvaart met maximale diepgang, wordt gesteld dat de sluisuitvaart uitgevoerd kan worden zonder boegschroef indien de linkeroever afwaarts de opstelplaats, over de volledige afstand tussen geleidingswerk en kaai muur Bloemmolens, doorlopend en continu uitgevoerd kan worden. Indien niet voldaan kan worden aan deze voorwaarde, dan geldt voor diepgeladen bulkvaart een boegschroefverplichting bij debieten vanaf 140 m³/s. De bovenvermelde continue uitvoering van de linkeroever wordt aanbevolen.

Voor sluisinvaart geldt geen boegschroefverplichting voor duwvaart indien de noodzakelijke aanpassingen aan de geleidingsconstructie gerealiseerd worden.

Simulaties met containerlading tonen aan dat in geval van boegschroefbeschikbaarheid er geen limieten gelden voor de toegankelijkheid van de sluis.

6 Samenvatting

In het voorliggende rapport wordt het onderzoek gepresenteerd naar de toegankelijkheid van de finale toestand van de sluis te Harelbeke, voor CEMT klasse Va+ (135 m x 11.4 m) en Vb duwkonvoeien (191 m x 11.4 m). Deze schepen werden onderzocht voor verschillende diepgangen en ladingscondities. Diepgangen varieerden tussen 1.8 m (minimale hoogte voor containervaart onder de bruggen) en 3.5 m (maximale diepgang voor projectgebied). In geval van containerlading werd verondersteld dat zowel voor een binnenschip als een duwkonvooi er een boegschroef beschikbaar was. In geval van bulkclading (kolen) werd in eerste instantie onderzocht of de simulaties uitgevoerd konden worden zonder boegschroef.

De toegankelijkheid werd onderzocht in functie van het heersende stuwdebiet en al dan niet gerelateerd aan een boegschroefverplichting.

Het nautische onderzoek is gebaseerd op realtime simulatievaarten uitgevoerd tijdens een tweedaagse campagne op de binnenvaartsimulator Lara van het Waterbouwkundig Laboratorium. Twee schippers (één voor elk scheepstype) simuleerden in totaal 47 sluismanoeuvres.

Simulaties werden uitgevoerd bij debieten gelijk aan 70 m³/s, 100 m³/s, 140 m³/s en 200 m³/s. Deze werden bekomen door de initieel door de aannemer aangeleverde stroomvelden bij 100 m³/s [8] te vermenigvuldigen met een proportionele factor. Stroomcondities werden gecombineerd met conservatieve aannames voor windsnelheden uit noordwestelijke of zuidoostelijke richting (dwars op de sluis).

In de bijlages van dit rapport worden de resultaten van de simulaties aangeboden onder de vorm van vaarbaanplots (Bijlage 1), overzichtsgrafieken (Bijlage 2) en KMZ-bestanden (Bijlage 3).

6.1 Benedenpand

In deze studie werden er 19 simulaties uitgevoerd in het benedenpand van de sluis te Harelbeke. 11 simulaties werden uitgevoerd met het Va+ schip en 8 simulaties met het Vb duwkonvooi.

De stroomvelden in het benedenpand gaan gepaard met eerder beperkte dwarscomponenten (ca. 0.5 km/h bij 100 m³/s). Wel ontstaat er afwaarts de sluis een neer, welke aanleiding geeft tot tegengestelde stroomvectoren op boeg en hek tijdens de sluisinvaarten.

De afwaartse voorhaven van de sluis te Harelbeke gaat gepaard met erg kleine veiligheidsafstanden tot de rechteroever (6 m) die afwijken van de aanbevolen breedtes in [3] en [4]. Bovendien wordt het schip in de richting van de rechteroever verzet onder invloed van debietstroom (en westelijke windrichtingen). Een tweede nadelig aspect met betrekking tot de nautische toegankelijkheid van de sluis betreft de positie van de Hoge Brug. De Hoge brug bevindt zich op 180 m van het benedenhoofd van de sluis, waardoor bij sluisinvaart door een opvarend Vb duwkonvooi de stuurhut zich onder de brug bevindt wanneer de boeg de sluis bereikt. Met name, in geval van containerlading, dient in dit geval de stuurhut gedaald te worden tot achter de containers, waardoor de zichtbaarheid en positionering van het schip bemoeilijkt wordt.

Er wordt benadrukt dat het beoordeelde ontwerp van het benedenpand afwijkt van de actuele toestand van dit vaargebied. Deze verschillen worden geïllustreerd in Figuur 13. De belangrijkste verschillen situeren zich ter hoogte van kaai KM7, recht tegenover het bedrijf Geldof. Hoewel deze configuratie niet gesimuleerd werd, kan gesteld worden dat de aanwezigheid van deze obstructie (al dan niet in combinatie met een afgemeerd schip) een belangrijke impact heeft op de toegankelijkheid van de sluis en dit zone voor Va+ schepen als Vb schepen in op- en afvaart. In Figuur 35 en Figuur 36 worden enkele voorbeelden gegeven vaarbaanplots van uitgevoerde simulaties ter hoogte van de bewuste locatie.

De beperkte overbreedte van de voorhaven op rechteroever geeft aanleiding tot een verplichte beschikbaarheid van een boegschroef voor een Va+ schip. Daar dergelijke schepen in realiteit ook steeds uitgerust zijn met een boegschroef gaat deze eis niet gepaard met een wezenlijke beperking van de toegankelijkheid voor Va+ schepen. Wel dient opgemerkt dat een boegschroefverplichting voor deze schepen inhoudt dat de sluis niet toegankelijk is voor Va+ schepen waarvan de boegschroef defect is. Enkel voor diepgeladen bulkschepen kunnen sluismanoeuvres in het benedenpand toegestaan worden zonder beschikbaarheid over een boegschroef, op voorwaarde dat het stroomdebiet minder dan $70 \text{ m}^3/\text{s}$ bedraagt.

Voor duwkonvoien kan een sluisinvaart uitgevoerd worden door een intensief contact tussen de bakken en de kaaimuur op rechteroever. Voor duwvaart dient de beperkte breedte van de voorhaven gecompenseerd te worden door een gepaste uitvoering van de rechteroever die toelaat om een duwkonvoi tot in de sluis te geleiden. Het merendeel van simulaties met een Vb duwkonvoi in combinatie met stroom en/of noordwestelijke wind ging gepaard met contact tussen de bakken en de rechteroever. Een dergelijke uitvoering werd aanvaardbaar geacht. Anderzijds, bleek dat ook bij sluisuitvaarten uitgevoerd zonder boegschroef, er geen contact vermeden kon worden tussen het duwkonvoi en de rechteroever. Dit werd niet aanvaardbaar geacht, aangezien deze condities in geval van sluisuitvaart aanleiding geven tot tijdrovende manoeuvres om het schip vrij te maken van de oever, waarbij wachtende schepen voor de sluis sterk gehinderd werden. Ingegeven door sluisuitvaarten richting benedenpand wordt gesteld dat afvarende duwkonvoien met lege bakken steeds de beschikbaarheid over een boegschroef vereisen. Diepgeladen afvarende duwkonvoien met bulklading vereisen de beschikbaarheid over een boegschroef bij debieten vanaf $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Zowel sluisinvaarten als sluisuitvaarten tonen aan dat er op korte afstand van de sluis, geen mogelijkheid bestaat om aanmeerplaatsen in te richten (met uitzondering van de opstelplaats bij sluisuitvaart). De meest opwaartse locatie waar schepen zouden kunnen afmeren betreft de linkeroever, 600 m afwaarts de Hoge brug (zie Figuur 24). Afmeerlocaties aan de buitenbocht (rechteroever, zoals ter hoogte van de Vrijdomkaai en steiger pleziervaart) zullen hinder ondervinden van de schroefwerking van passerende scheepvaart.

6.2 Bovenpand

Er werden 28 simulaties uitgevoerd in het bovenpand van de sluis te Harelbeke, waarvan er 17 uitgevoerd werden met een Va+ schip en 11 uitgevoerd werden met een Vb duwkonvoi.

Voor een debiet gelijk aan $100 \text{ m}^3/\text{s}$ treden er in het verlengde van de kolk dwarscomponenten tot 0.9 km/h op. Hierbij is de dwarsstroom sterk geconcentreerd tussen 70 m en 20 m opwaarts het bovenhoofd.

In het bovenpand bevindt zich op ca. 25 m van het geleidingswerk van de sluis, een fietsbrug met vier buispalen ter bescherming (zie Figuur 8).

In meerdere simulaties, uitgevoerd met een Va+ schip zonder boegschroef (en dus bulklading), werden er problemen ondervonden om een aanvaardbare afstand tot de fietsbrug te bewaren in geval van een belangrijk debiet. Dit gold zowel voor sluisinvaart als sluisuitvaart. Voor de sluisinvaart bleek de beschikbaarheid over een boegschroef vereist voor een eerder gematigd debiet gelijk aan $70 \text{ m}^3/\text{s}$. Aangezien dit debiet het kleinste debiet is dat onderzocht werd in deze studie, werd geconcludeerd dat de boegschroefverplichting voor sluisinvaart door afvarende Va+ schepen bij elk debiet geldt. Voor sluisuitvaarten bleek dat deze aanvaardbaar uitgevoerd konden worden tot een debiet gelijk aan $140 \text{ m}^3/\text{s}$, zonder beschikbaarheid over een boegschroef.

Wanneer het Va+ schip uitgerust was met een boegschroef, dan bleken sluisuitvaarten en invaarten in het bovenpand gunstig uitgevoerd te kunnen worden bij stroomdebieten tot $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

Verder vereisen de sluismanoeuvres in het bovenpand een gepaste beschermingsconstructie voor de fietsbrug. Deze noodzaak werd scherper geformuleerd voor duwvaart.

Rekening houdend met de dwarsstroom richting stuwgeul en de kleine veiligheidsafstand die gerespecteerd wordt in de voorhaven ten opzichte van de fietsbrug (6.6 m), dienen geïsoleerde hindernissen ter afscherming van de stuwgeul vermeden te worden. In het huidige ontwerp worden buispalen voorzien als aanvaarbescherming voor de fietsbrug. Deze buispalen gaan gepaard met het risico dat een binnenschip (en zeker de haakse kop van een duwkonvooi) kan vastraken achter deze buispalen en het schip vast komt te zitten wanneer de boegschroef onvoldoende sterk is om de boeg tegen de stroom op te werken. Bovendien geldt dat de sluismanoeuvres door duwvaart bij belangrijke debieten een langer geleidingswerk vereisen, zodat het schip reeds kan landen tegen een geleidingsconstructie in de zone met sterke dwarsstroomcomponenten.

Voor de toegankelijkheid van duwkonvoeien tot de sluis te Harelbeke is een aanpassing vereist aan de voorziene geleidingsconstructie in het bovenpand. Bovendien dient deze constructies de fietsbrug te beschermen bij gebeurlijke aanvaring (door duwvaart of binnenschepen). Er werd gesteld dat, onafhankelijk het toegelaten stroomdebiet, het geleidingswerk aansluitend op de linker kolkmuur, minimaal verlengd dient te worden tot aan de meest opwaartse buispaal van de fietsbrug. Rekening houdend met de hoogte van deze constructie dient de positie mogelijks aangepast te worden in functie van het aanvaringsrisico van de fietsbrug. Ook indien aan deze voorwaarde voldaan is geldt er in het bovenpand een boegschroefverplichting voor afvarende bulk- en leegvaart (zie §6.3). Bovendien wordt aanbevolen om het geleidingswerk door te trekken tot aan de kaaimuur aan de Bloemmolens en ook deze kaaimuur op de waterlijn continu uit te voeren.

Het vaarwegontwerp van het bovenpand laat niet toe om schepen (of andere hindernissen) af te meren aan de linkeroever afwaarts Kuurnebrug. Met uitzondering van de aanwezigheid van een opgesteld schip tijdens sluisuitvaart, kunnen er afwaarts Kuurnebrug geen meerplaatsen ingericht worden. Opwaarts Kuurnebrug zijn er op rechteroever wel afmeer mogelijkheden (zie Figuur 24).

Simulaties uitgevoerd met Vb duwkonvoeien met containerlading tonen aan dat in geval van boegschroefbeschikbaarheid er geen limieten gelden voor de toegankelijkheid van de sluis. Ook in deze condities echter is een doorlopende beschermingsconstructie van de fietsbrug vereist.

6.3 Boegschroefvereisten

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan gesteld worden dat voor de toegankelijkheid van de sluis te Harelbeke een boegschroefverplichting geldt voor op- en afvarende Va+ schepen. Voor opvarende Va+ bulkschepen geldt een uitzondering op deze boegschroefverplichting bij debieten kleiner dan 70 m³/s. Hierbij dient opgemerkt dat in realiteit Va+ schepen (ook bulkschepen) steeds voorzien zijn van een boegschroef.

Voor Vb duwkonvoeien geldt een boegschroefverplichting voor de condities beschreven in Tabel 11.

Mits voldaan is aan de boegschroefvereisten, en op voorwaarde dat de vaarweginfrastructuur in boven- en benedenpand aangepast werd zoals hierboven beschreven, dan is de sluis te Harelbeke toegankelijk voor debieten tot 200 m³/s.

Tabel 11 – Condities voor boegschroefverplichting voor Vb duwkonvoeien voor sluis te Harelbeke

	Lading		
	containers	leegvaart	bulklading
Opvaart	altijd	Q>100 m ³ /s	Q>140 m ³ /s*
Afvaart	altijd	altijd	Q>100 m ³ /s

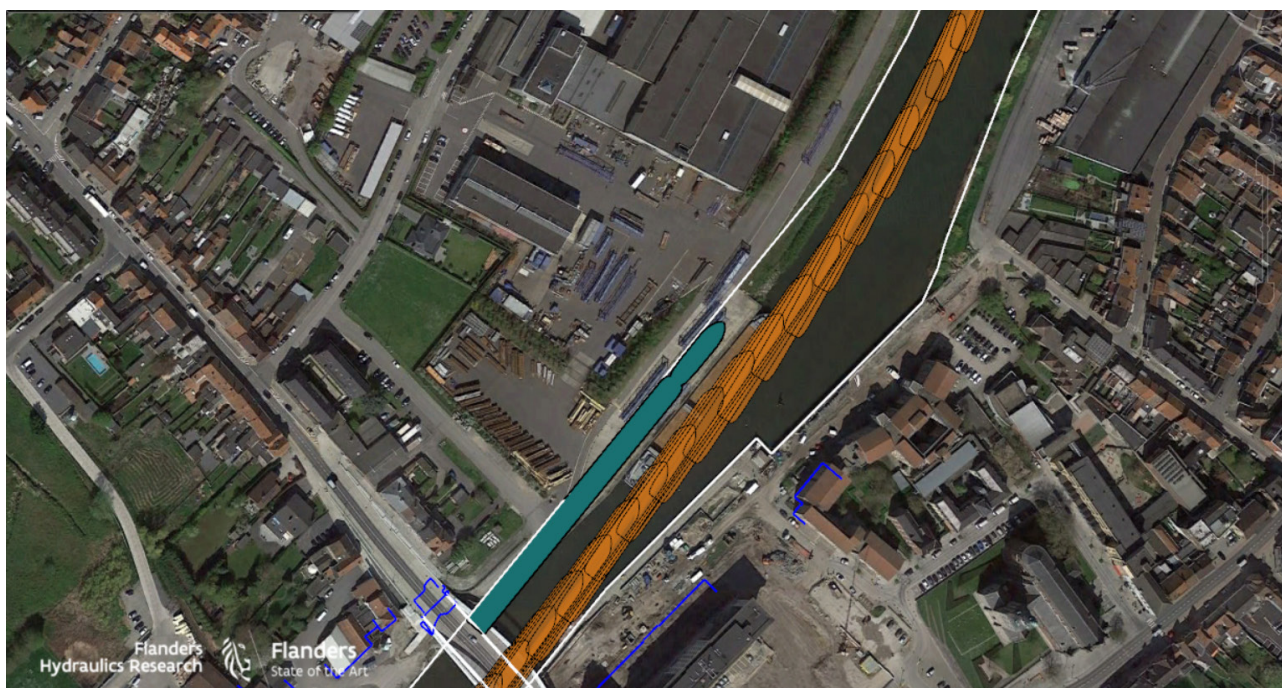
*Indien de geleidingsconstructie in het bovenpand doorlopend en continu verlengd kan worden tot aan de kaaimuur van de Bloemmolens en ook de kaaimuur aan de Bloemmolens geen discontinuïteiten vertoont, dan kan deze boegschroefverplichting opgeheven worden.

6.4 Aanbevelingen

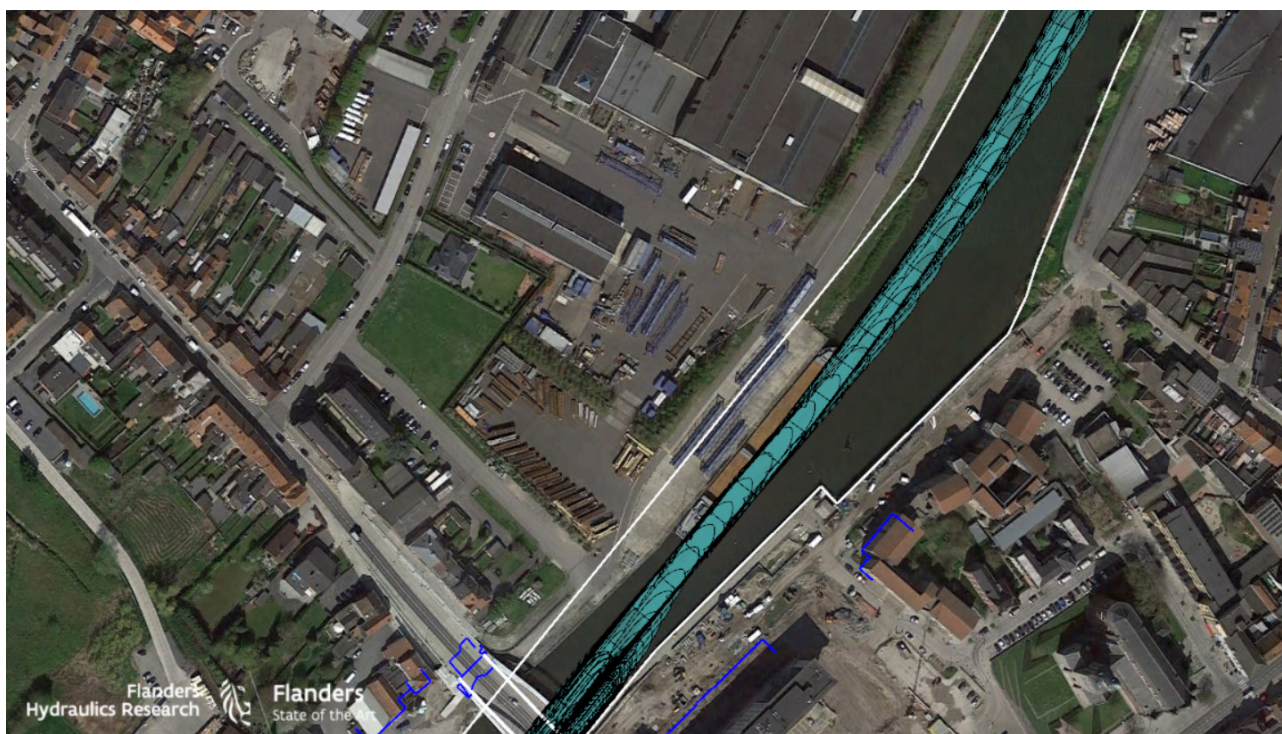
Op basis van het gevoerde onderzoek worden onderstaande aanbevelingen geformuleerd:

1. De toegankelijkheid van de sluis te Harelbeke voor binnenschepen vereist in het bovenpand de aanwezigheid van een doorlopende beschermingsconstructie tussen de huidige fuik en de opwaartse zijde van de fietsbrug. Deze constructie dient onderstaande risico's te mitigeren:
 - a. Vermijden dat het huidige geleidewerk frontaal aangevaren kan worden door een afvarend schip, waardoor het schip in de stuwgeul terecht kan komen
 - b. Vermijden dat een schip in aanvaring komt met de fietsbrug
 - c. Vermijden dat een schip vast komt te zitten tussen individuele buispalen in geval een onderbroken beschermingsconstructie toegepast zou worden.
2. De toegankelijkheid van de sluis te Harelbeke voor binnenschepen vereist in het bovenpand de aanwezigheid van een doorlopende geleidingsconstructie tussen de huidige fuik en de opwaartse zijde van de fietsbrug (idealiter verlengd tot de kaai van de Bloemmolens). Deze geleiding dient ontworpen te worden voor het regelmatig gebruik door een Vb-duwkonvooi.
3. Zowel in boven als benedenpand, dient de rechteroever van de voorhaven bekleed te worden met een gepaste bekleding welke continu doorloopt en minimale discontinuïteiten (in de vorm van knikken of openingen) vertoont, zoals gebruikelijk bij duwvaartsluizen.
4. In de kaaimuur van de Bloemmolens, welke zich aan de linkeroever van het bovenpand bevindt, dienen discontinuïteiten vermeden te worden. Deze kaai kent een groot risico op aanvaring door een duwkonvooi.
5. De toegankelijkheid van Va+ binnenschepen en Vb duwkonvoeien vereist de beschikbaarheid over het volledige vaargebied zoals gedefinieerd in [6]. De afbraak van de bestaande kaai KM7 maakt hiervan deel uit. Met uitzondering van aangemeerde schepen op de opstelplaatsen (bij sluisuitvaart) en afmeerlocaties (zie Figuur 24), zijn er binnen het projectgebied geen afmeer mogelijkheden.
6. De beperkte afmetingen van de voorhavens impliceren dat de Va+ schepen altijd, en Vb-duwkonvoeien onder gegeven omstandigheden (zie Tabel 11) een boegschroef vereisen om de sluismanoeuvres uit te voeren. De omzetting van deze conclusies in regelgeving dient te gebeuren in overleg met alle stakeholders.

Figuur 35 – Illustratie van afvarend vaartraject door Va+ (HAREL000) ten opzichte van tofotofoto 17/04/2018



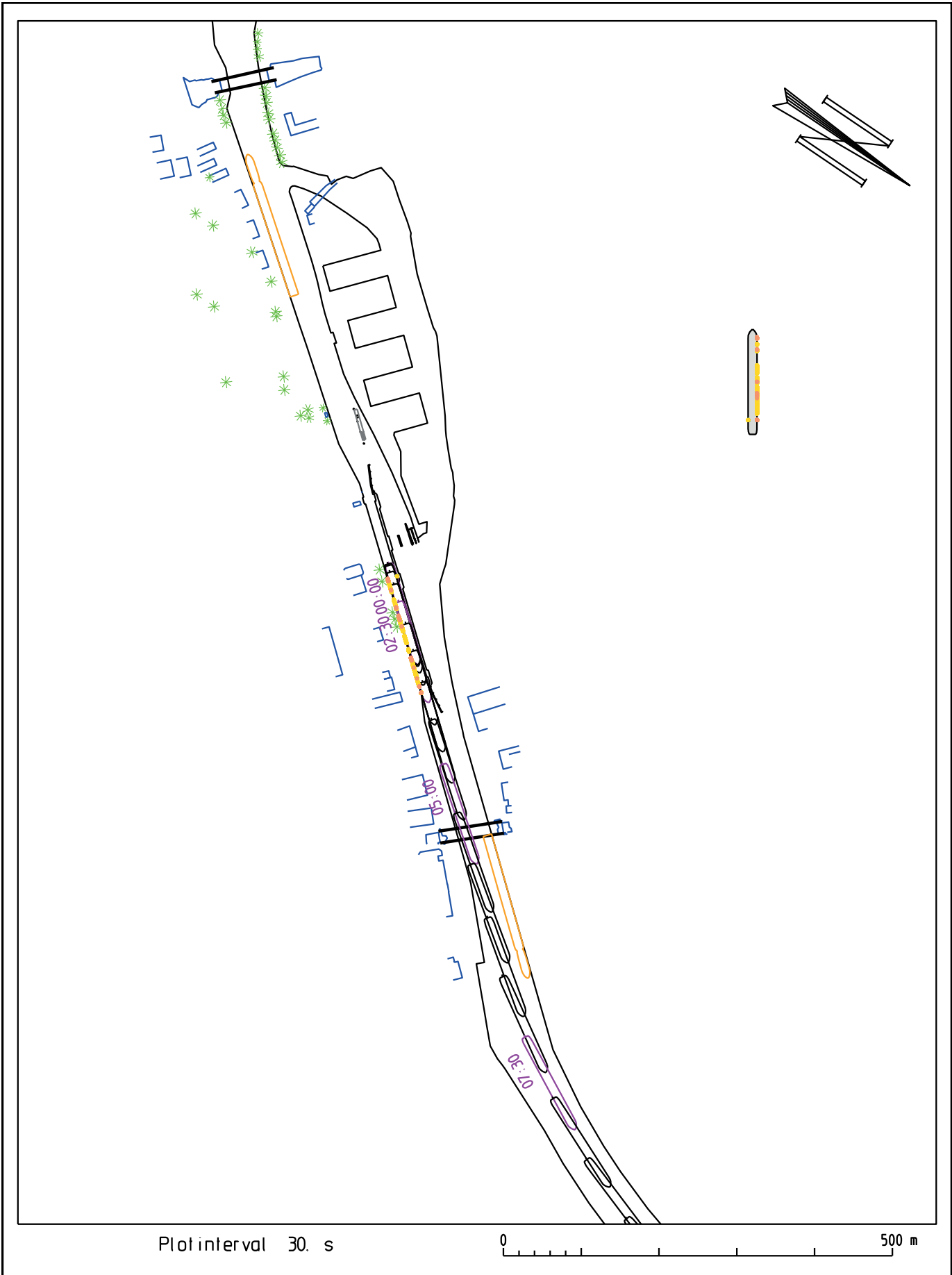
Figuur 36 – Illustratie van opvarend vaartraject door Vb (HAREL030) ten opzichte van tofotofoto 17/04/2018



7 Referenties

- [1] **Verwilligen, J.; Eloot, K.; Peeters, P.; Mostaert, F.** (2012). Seine-Schelde: Leie te Harelbeke - bouw van een stuwsuis: Nautische simulatiestudie - Beoordeling OF 2 kandidaat THV Leieland. Versie 2_0. WL Rapporten, 840_05. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België
- [2] **Verwilligen, J.** (2016). Nautische toegankelijkheid tijdelijke Sluis Harelbeke. WL Info: 16_120. Mail 02/12/2016. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België
- [3] Richtlijnen Vaarwegen 2011, Water, Wegen, Werken, Rijkswaterstaat (december 2011)
- [4] Richtlijnen Vaarwegen 2017, Kader verkeerskundig waarwegontwerp Rijkswaterstaat (december 2017)
- [5] **Verwilligen, J.; Verelst, K.; Mostaert, F.** (2012). Seine-Schelde: Leie te Harelbeke - bouw van een stuwsuis: Nautische simulatiestudie - Variant THV Leieland. Versie 2_0. WL Rapporten, 000_110. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België
- [6] 8889 - OT - contour waterlijn.dwg ontvangen per mail op 24/01/2019
- [7] B.1220-UO-TEK-08001-A-BLB_DRAFT.pdf ontvangen per mail op 21/12/2018
- [8] **Otto Weiler, Mohamed Yossef** (2012). Stuw en sluis in de Leie te Harelbeke, Hydraulica van de Leie, OF2. Deltares
- [9] VB_Leieland_LL-final_fullmodel_bathymetry.xyz
- [10] SBE. Uitvoeringsontwerp Bodembescherming Definitieve Toestand. Id: B1220 UO TEK 10002 H BOD (B.1220-UO-TEK-10002-H-BOD.pdf)
- [11] **Coen, L.; Schramkowski, G.; Vanlede J.; Verwilligen, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2015). Ondersteuning ontwerp klasse Vb-sluis te Sint-Baafs-Vijve: Deelrapport 1 – 2D modellering in Delft3D. Versie 4_0. WL Rapporten, 12_142. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

Bijlage 1 Vaarbaanplots

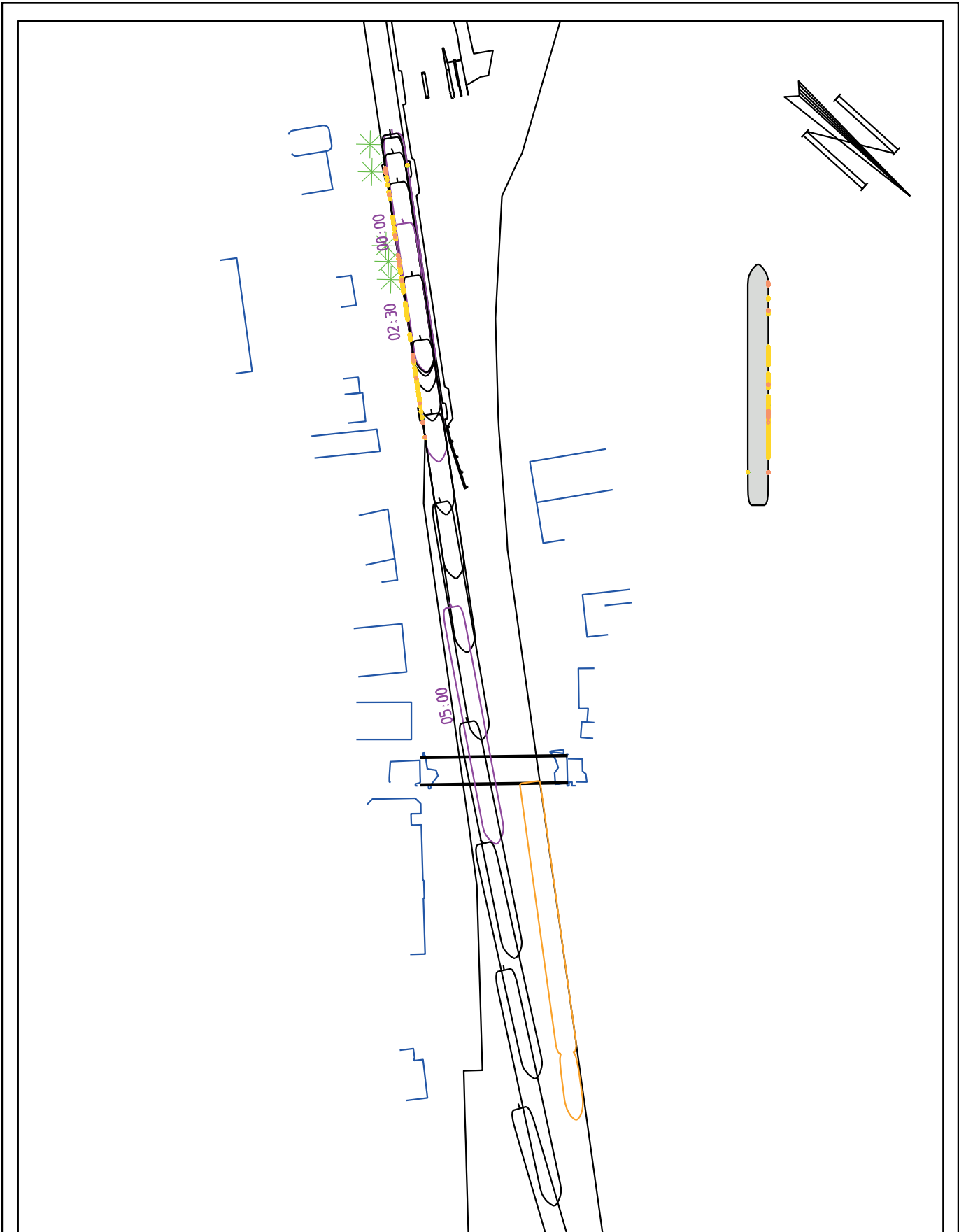


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL000
 8/05/2019
 Tijdstip : 09:11:49
 Duur : 10.12 min.



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

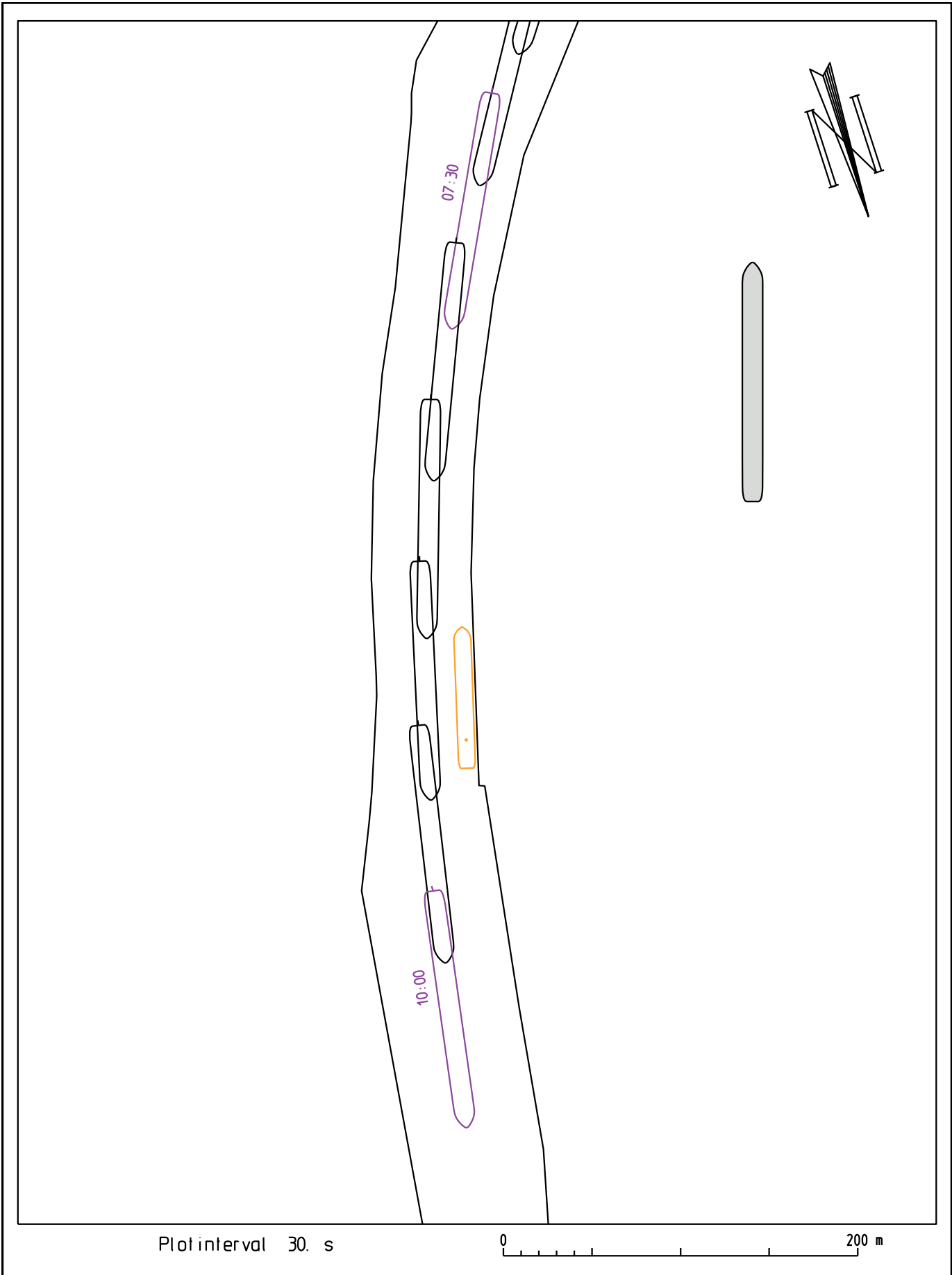
Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL000

8/05/2019

Tijdstip : 09:11:49

Duur : 10.12 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

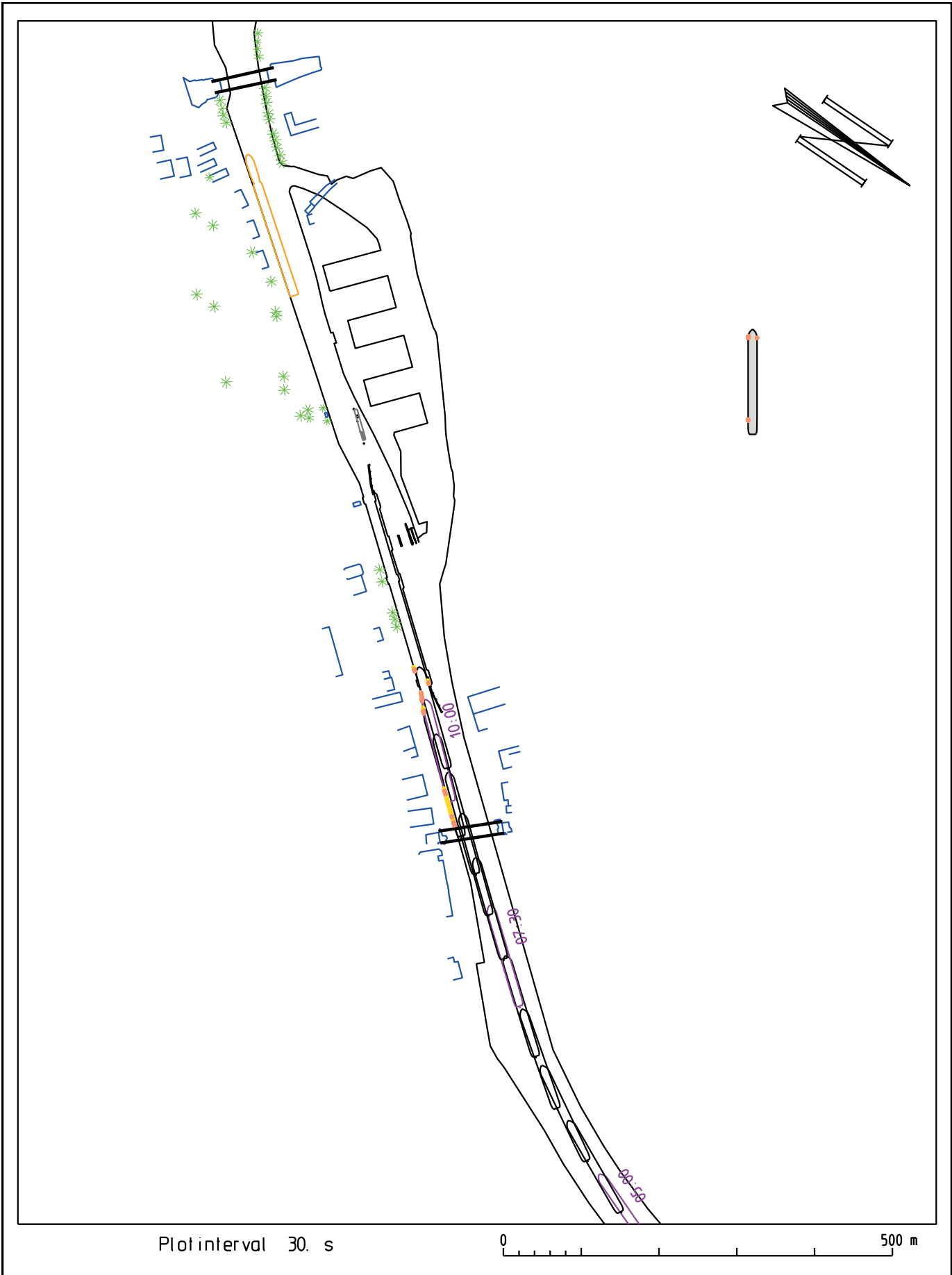
Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL000

8/05/2019

Tijdstip : 09:11:49

Duur : 10.12 min.

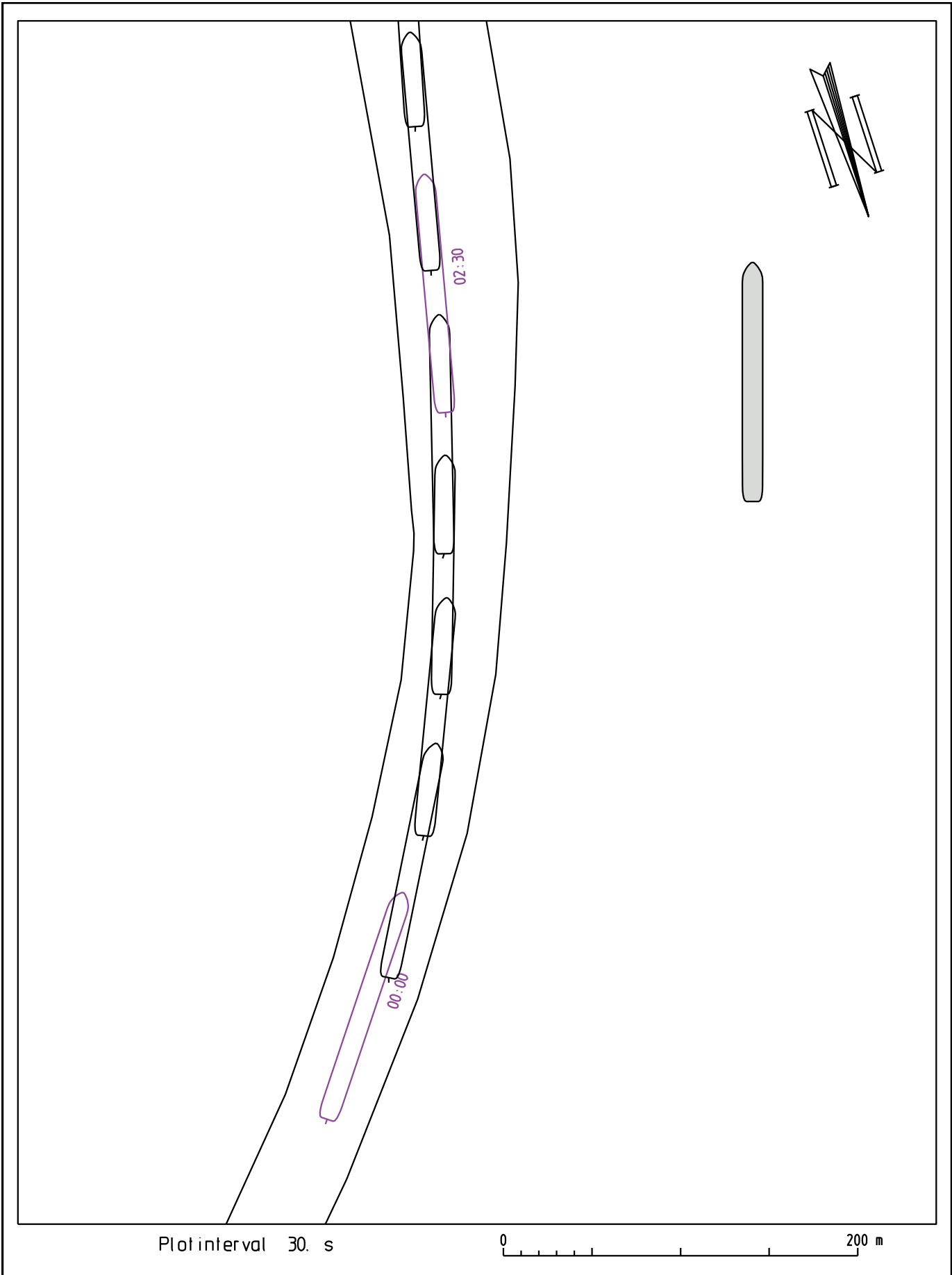


Plotinterval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL001
 8/05/2019
 Tijdstip : 09:27:49
 Duur : 10.83 min.

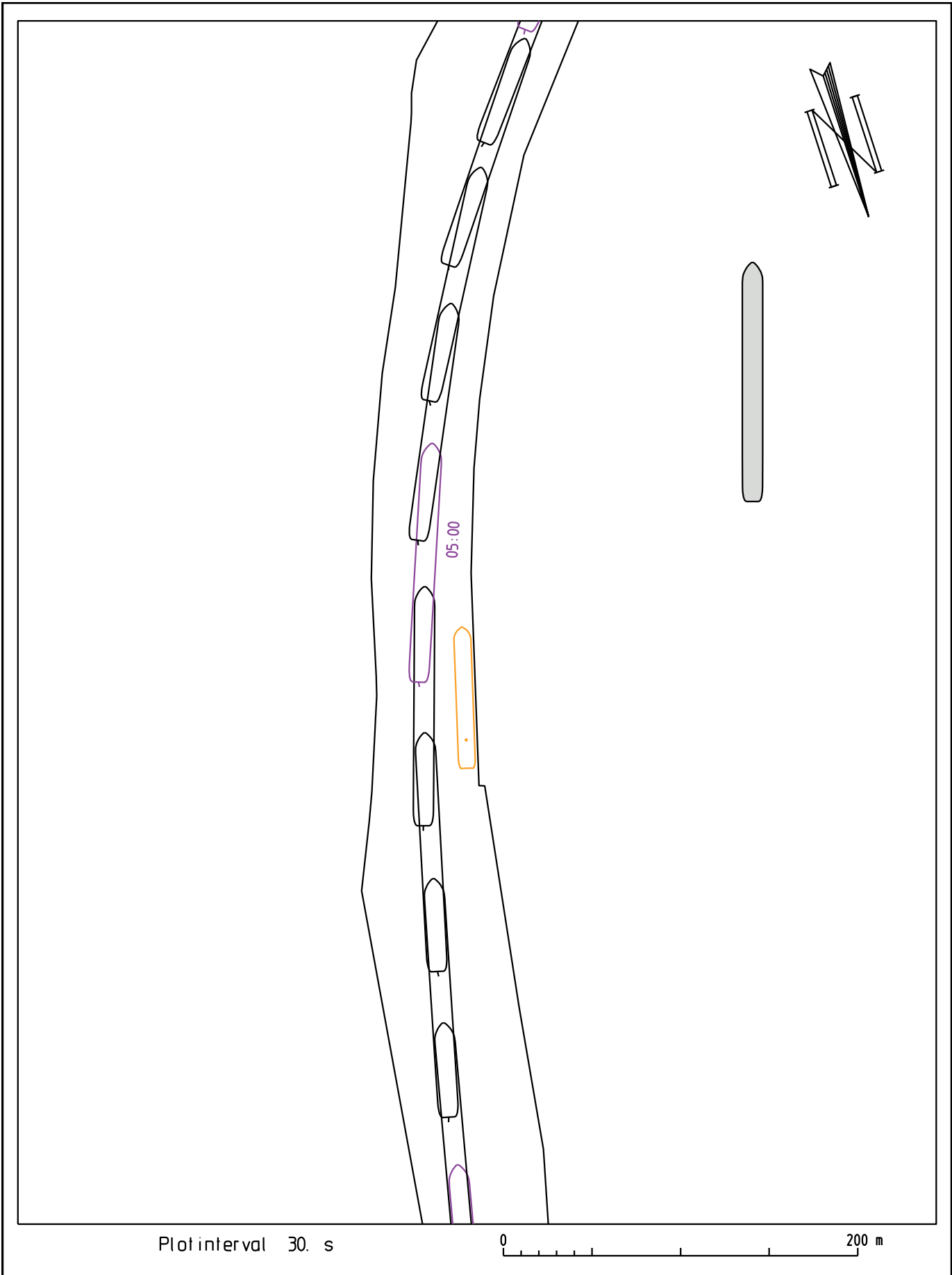


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers): L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL001
 8/05/2019
 Tijdstip : 09:27:49
 Duur : 10.83 min.



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

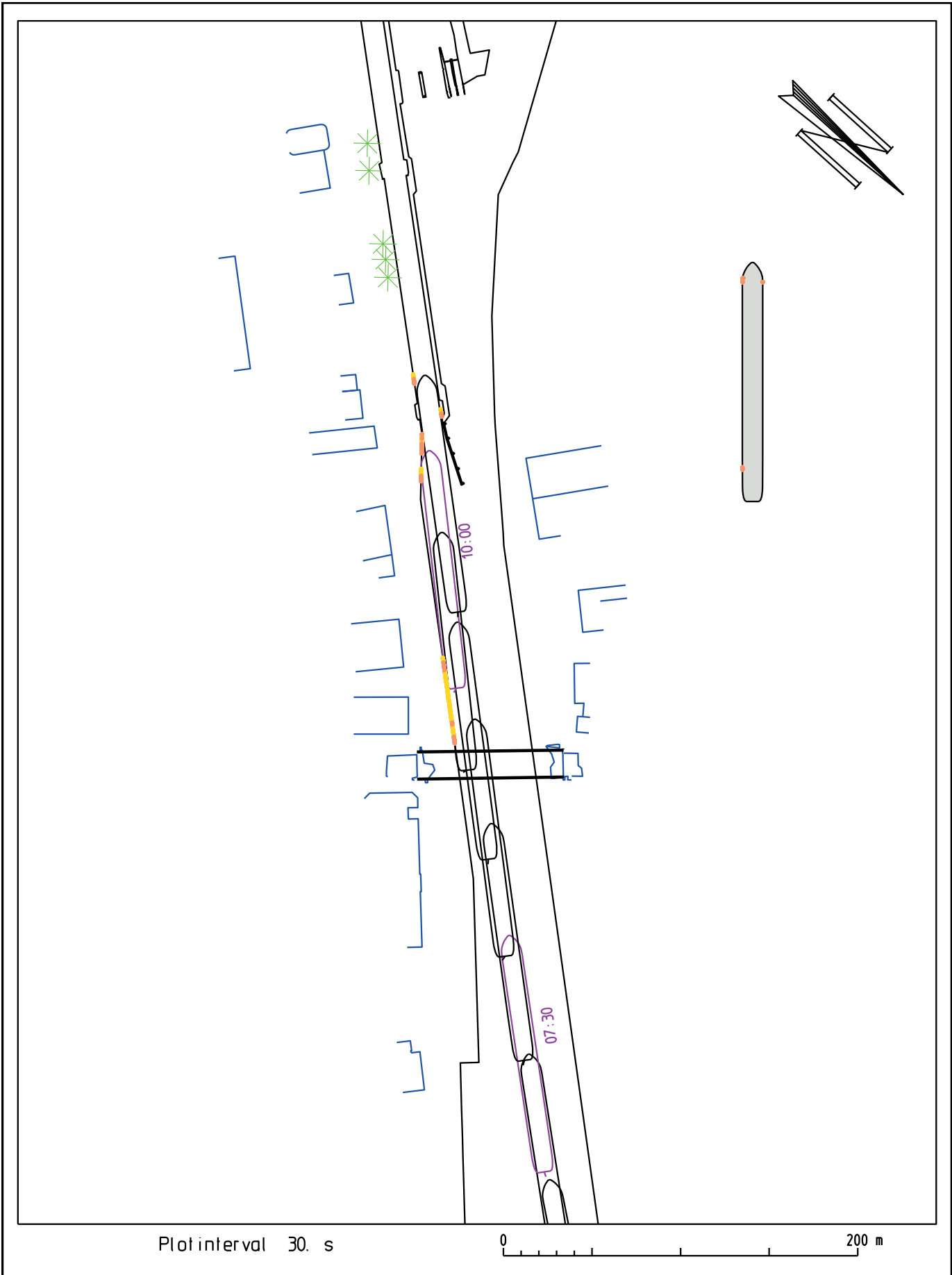
Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL001

8/05/2019

Tijdstip : 09:27:49

Duur : 10.83 min.



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL001

8/05/2019

Tijdstip : 09:27:49

Duur : 10.83 min.

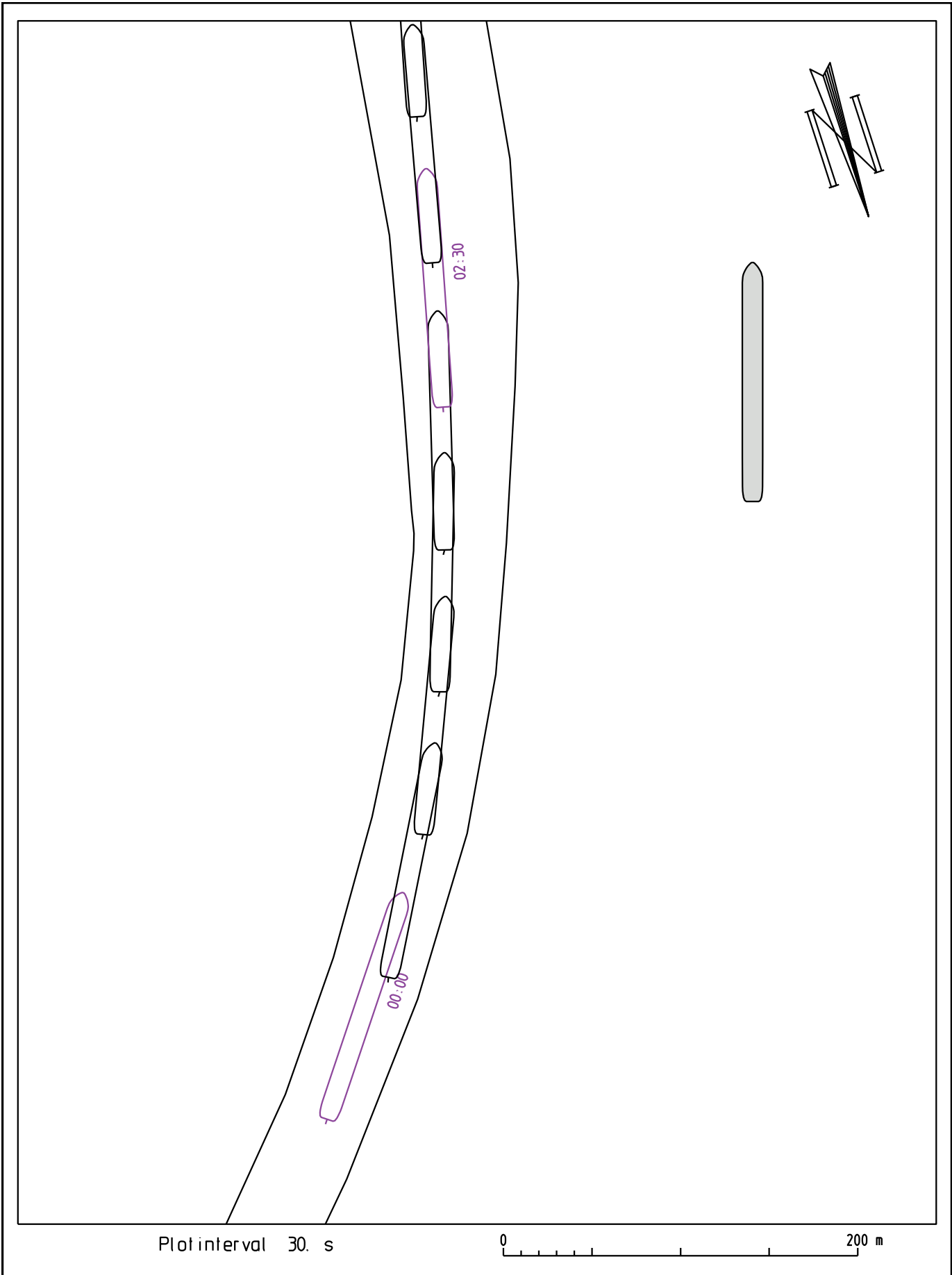


Plotinterval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL002
 8/05/2019
 Tijdstip : 09:41:27
 Duur : 11.73 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

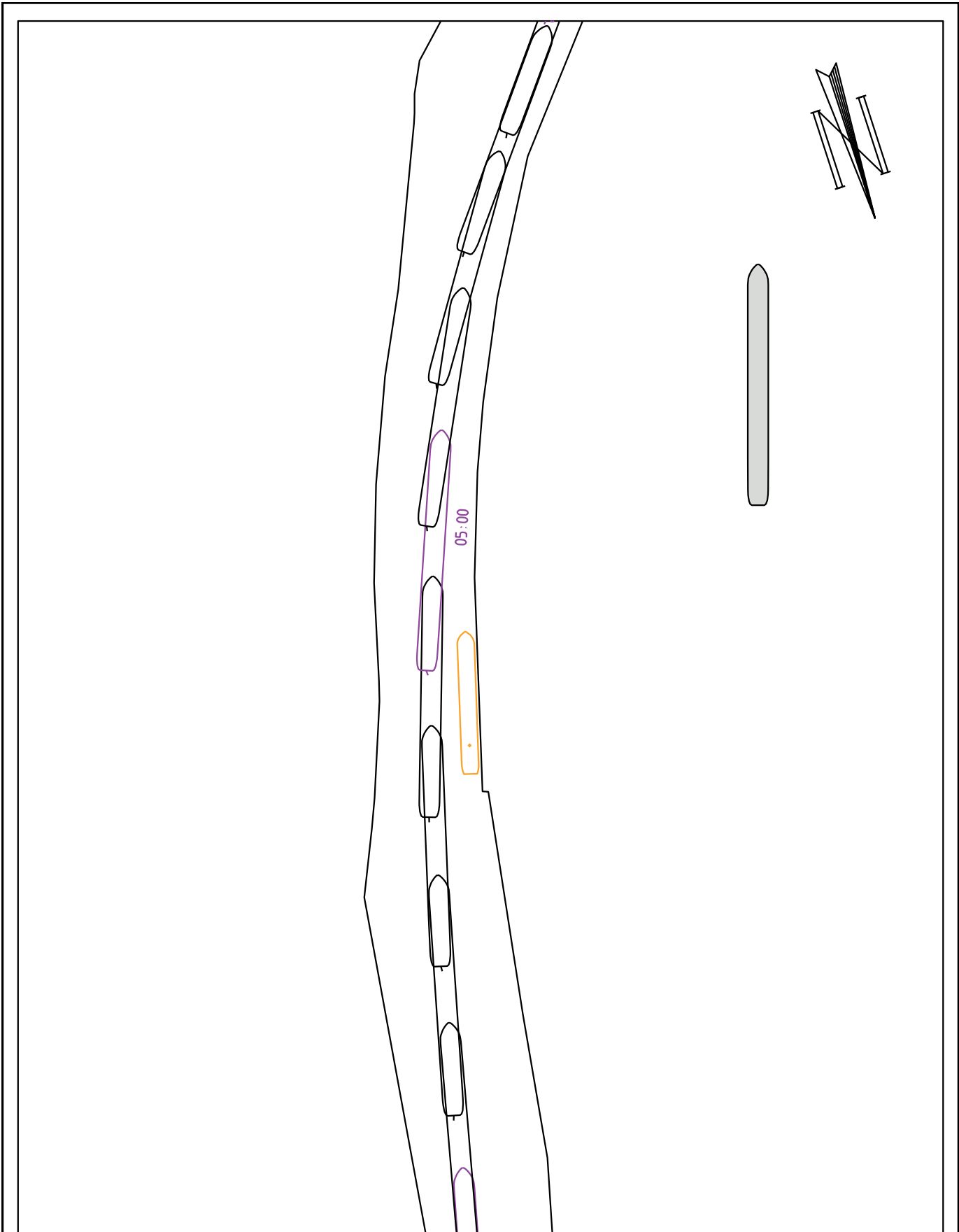
Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL002

8/05/2019

Tijdstip : 09:41:27

Duur : 11.73 min.



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL002

8/05/2019

Tijdstip : 09:41:27

Duur : 11.73 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



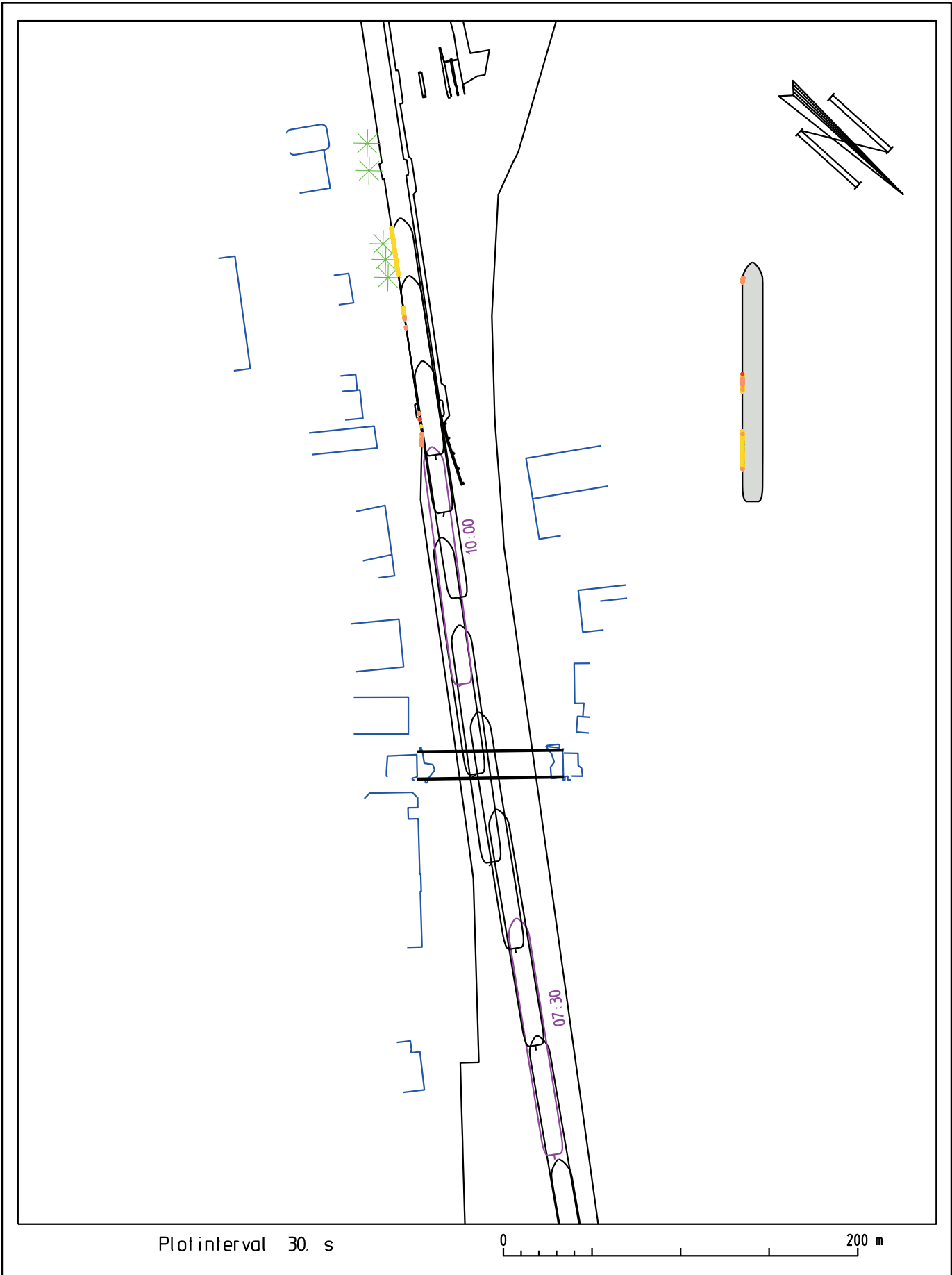
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B11



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

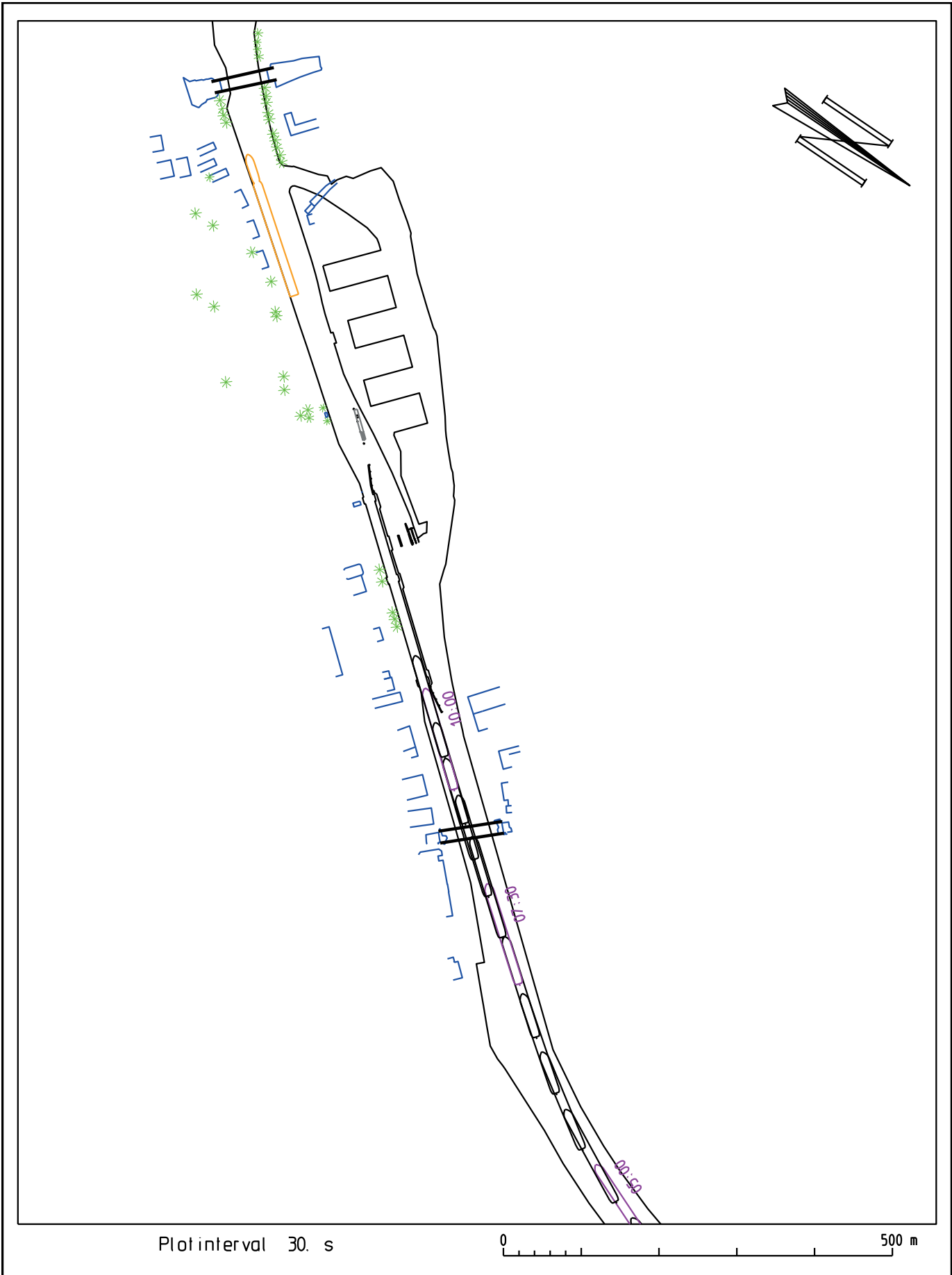
Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL002

8/05/2019

Tijdstip : 09:41:27

Duur : 11.73 min.

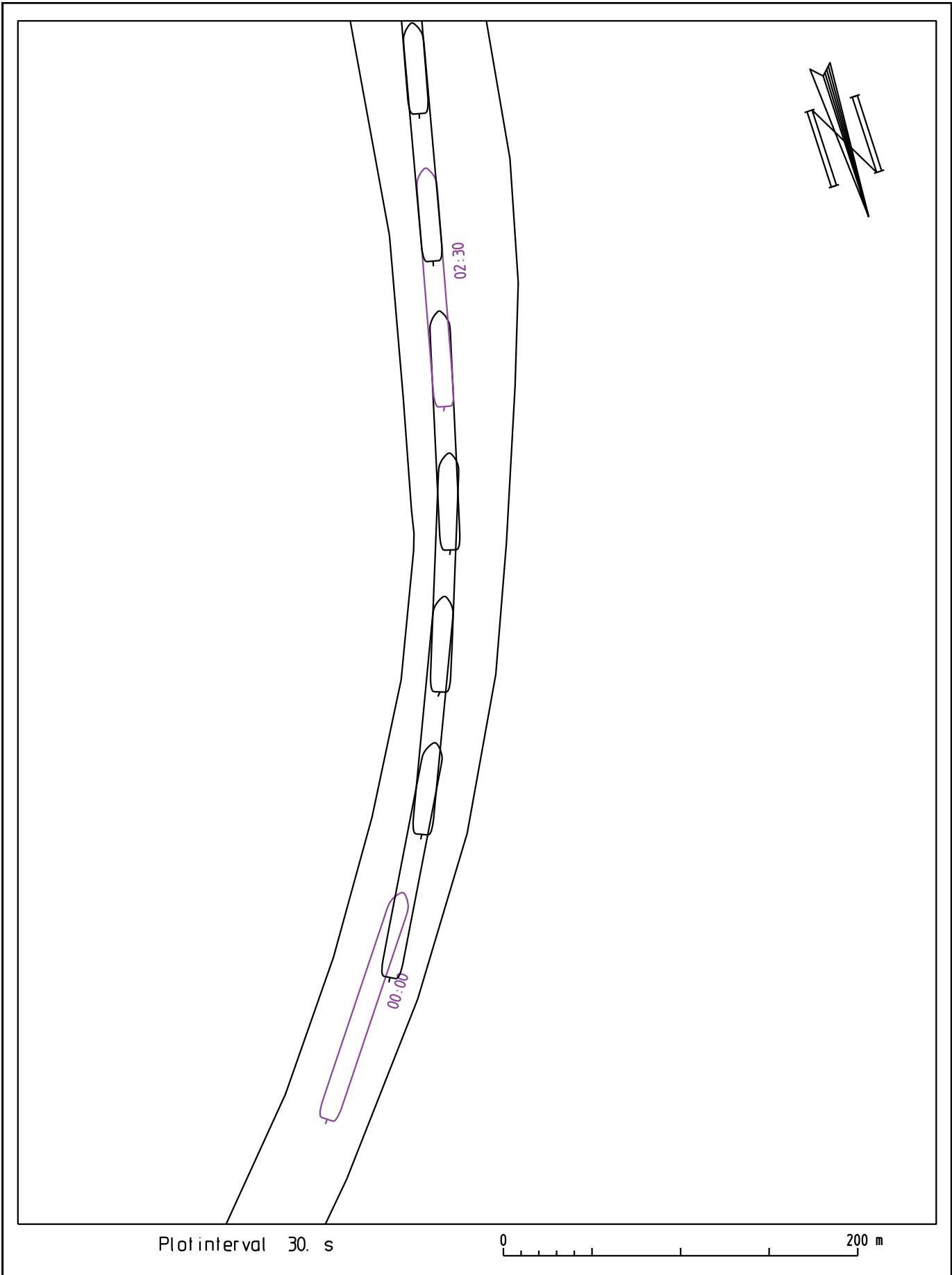


Plotinterval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL003
 8/05/2019
 Tijdstip : 09:56:48
 Duur : 10.68 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL003

8/05/2019

Tijdstip : 09:56:48

Duur : 10.68 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



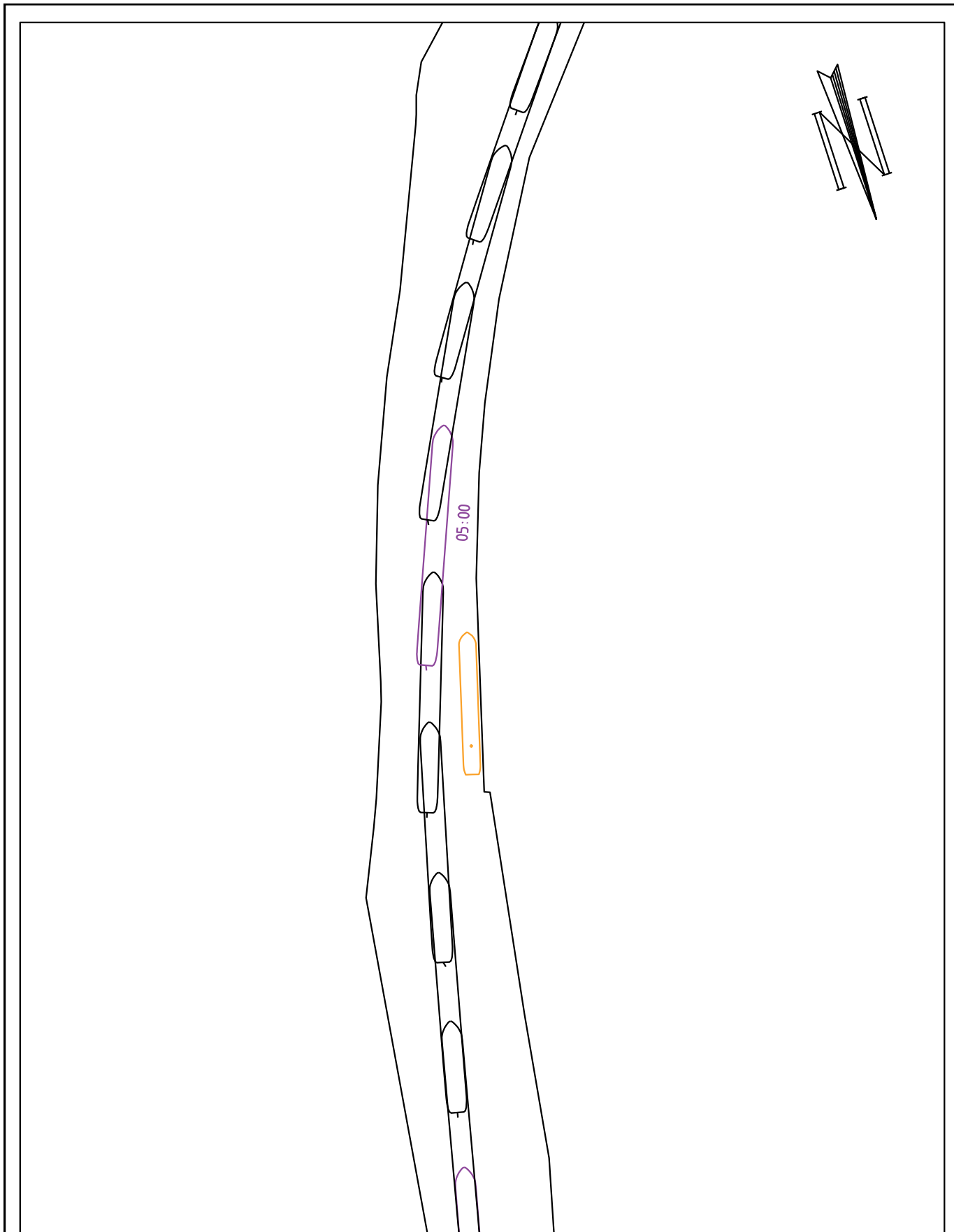
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B14



Plotinterval 30. s



Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL003

8/05/2019

Tijdstip : 09:56:48

Duur : 10.68 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



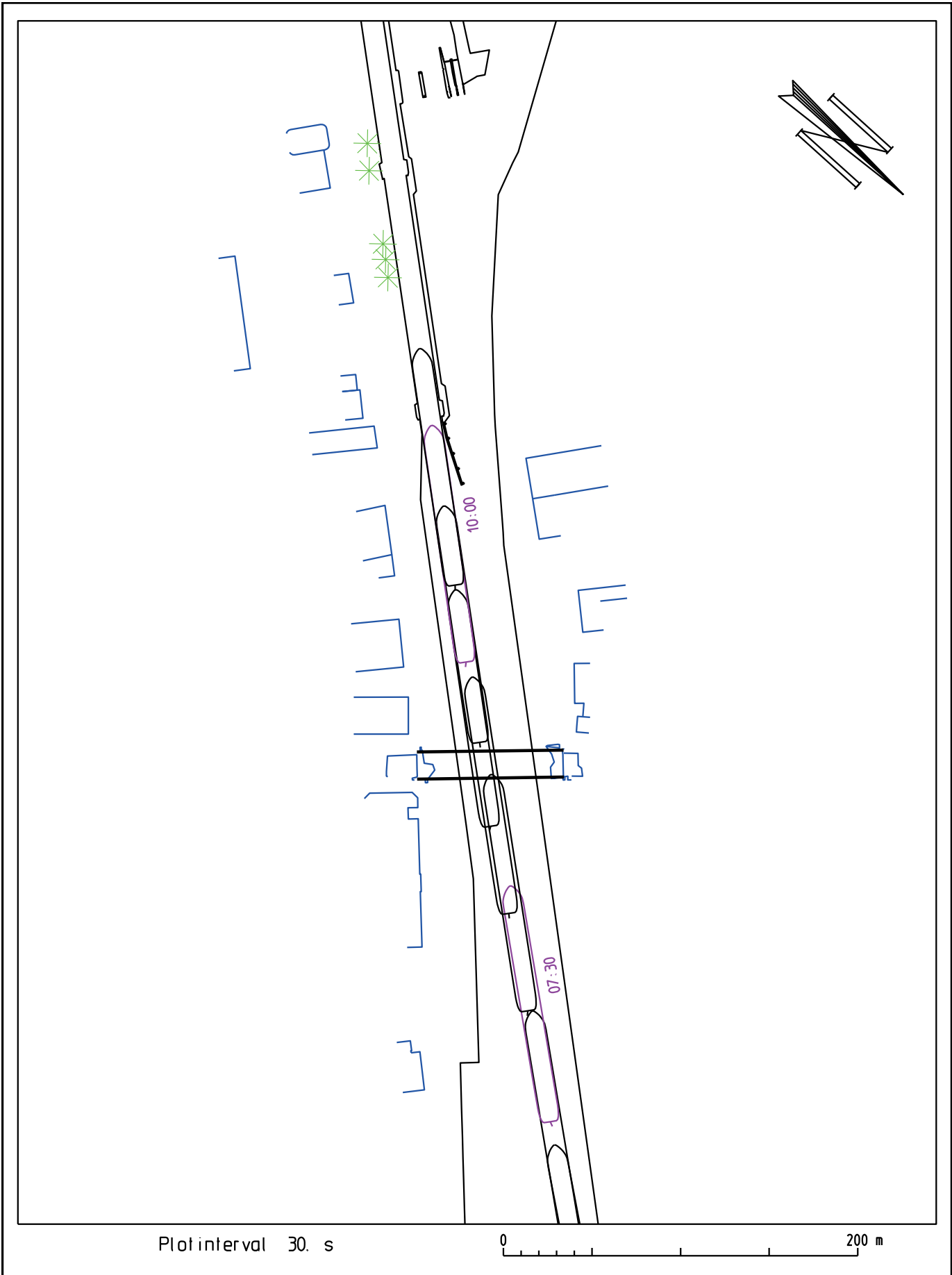
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B15

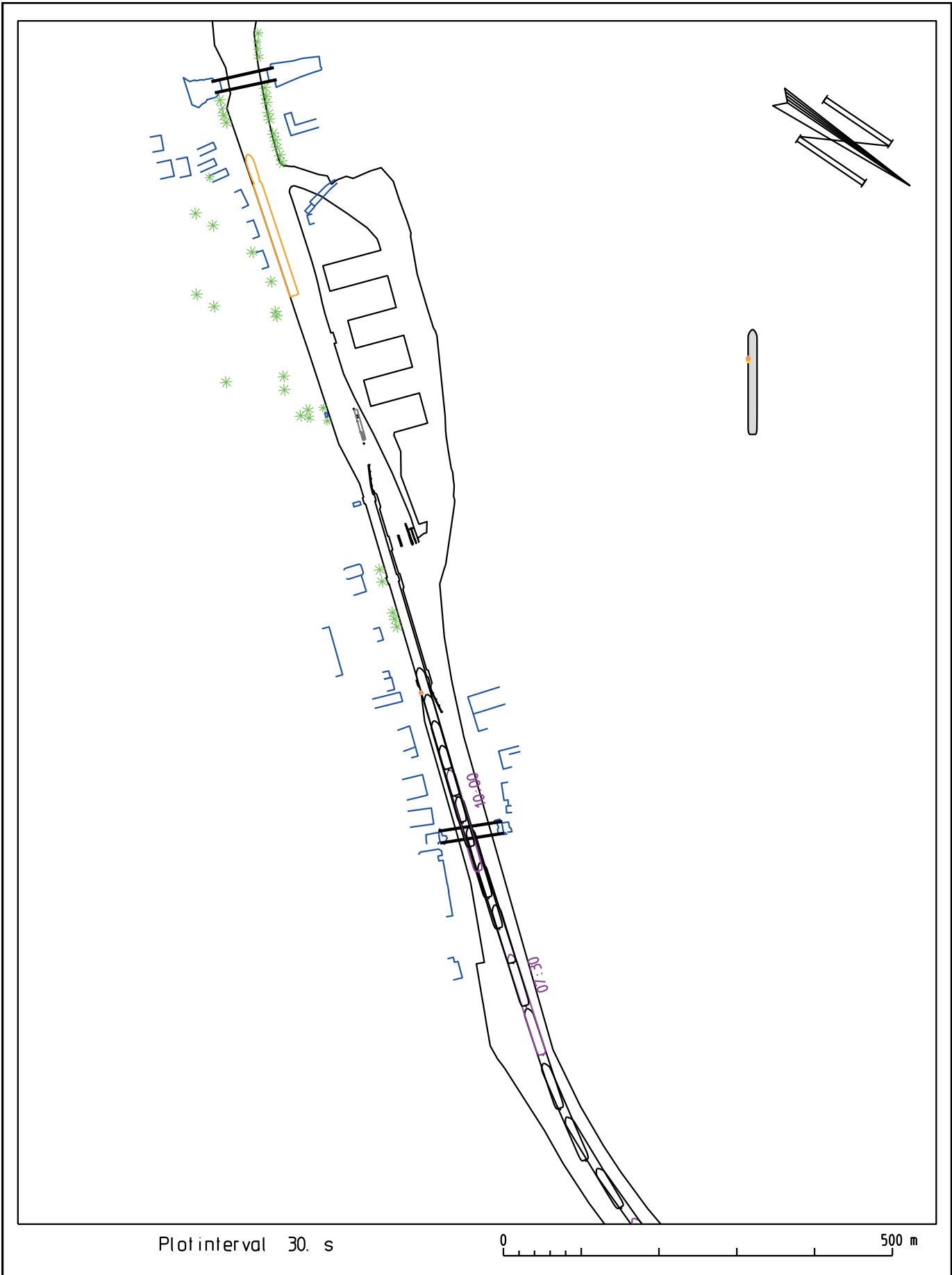


Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL003
 8/05/2019
 Tijdstip : 09:56:48
 Duur : 10.68 min.

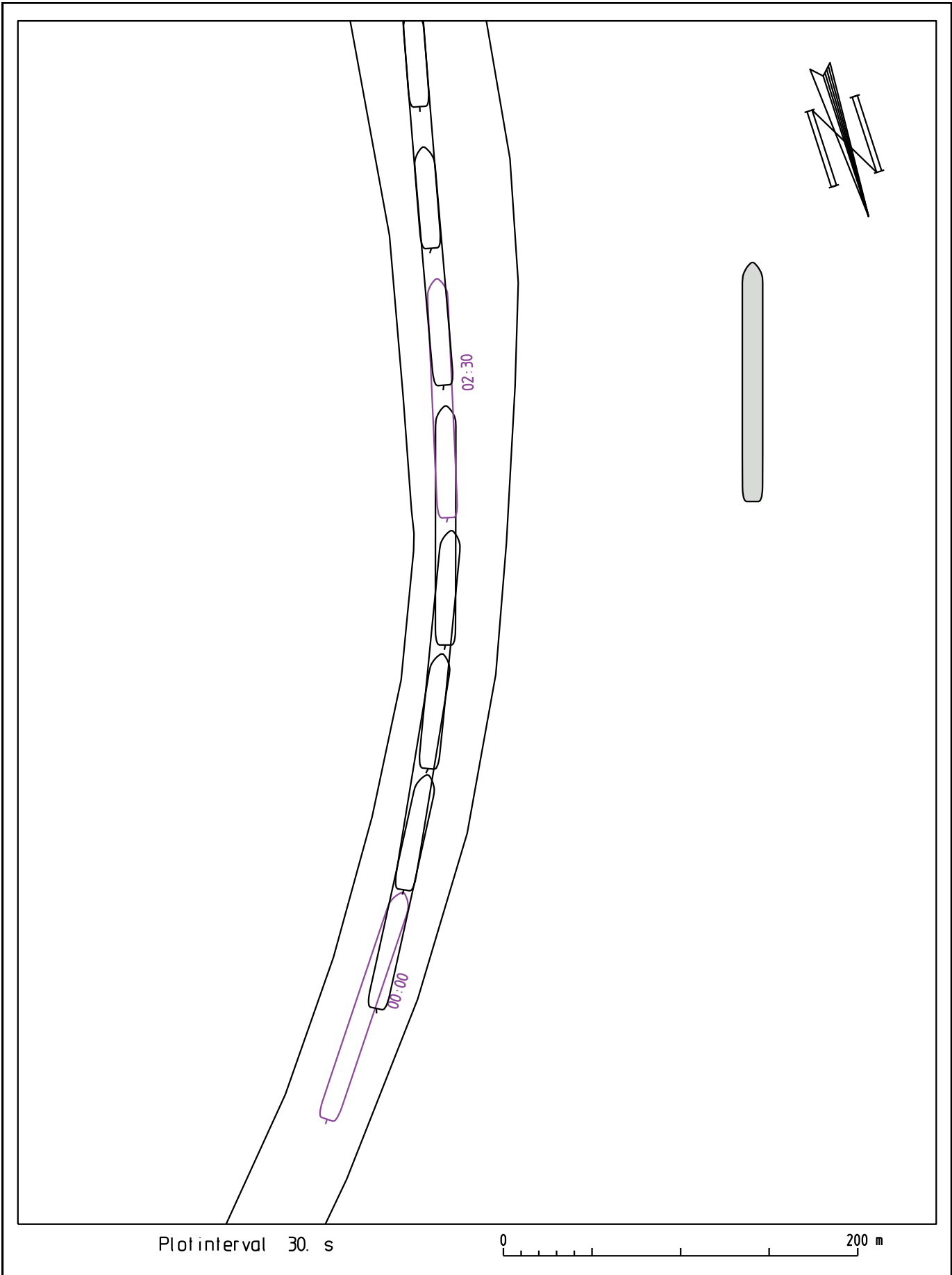


Plotinterval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL004
 8/05/2019
 Tijdstip : 10:17:25
 Duur : 12.35 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL004

8/05/2019

Tijdstip : 10:17:25

Duur : 12.35 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



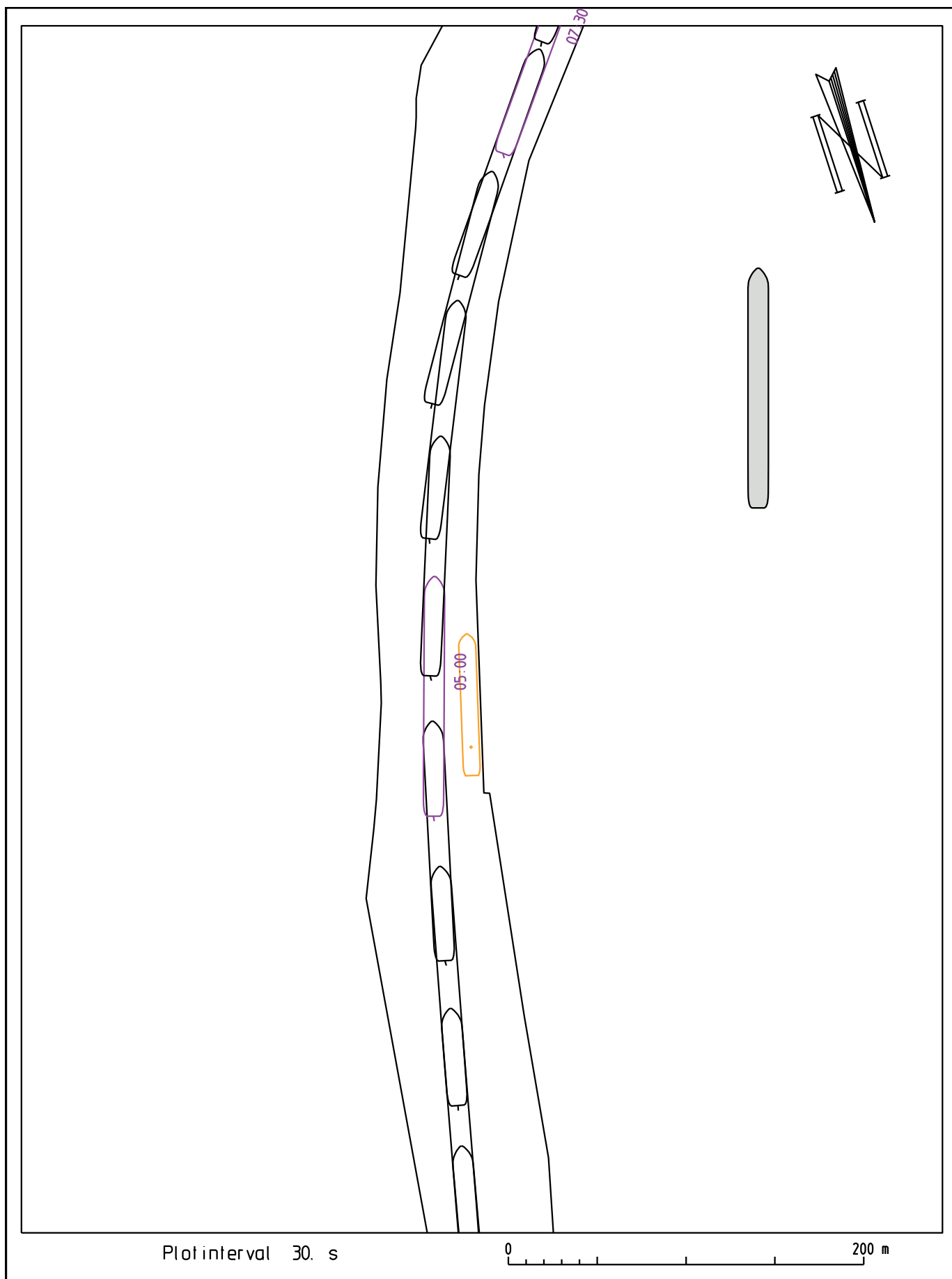
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

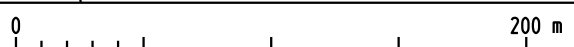
Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

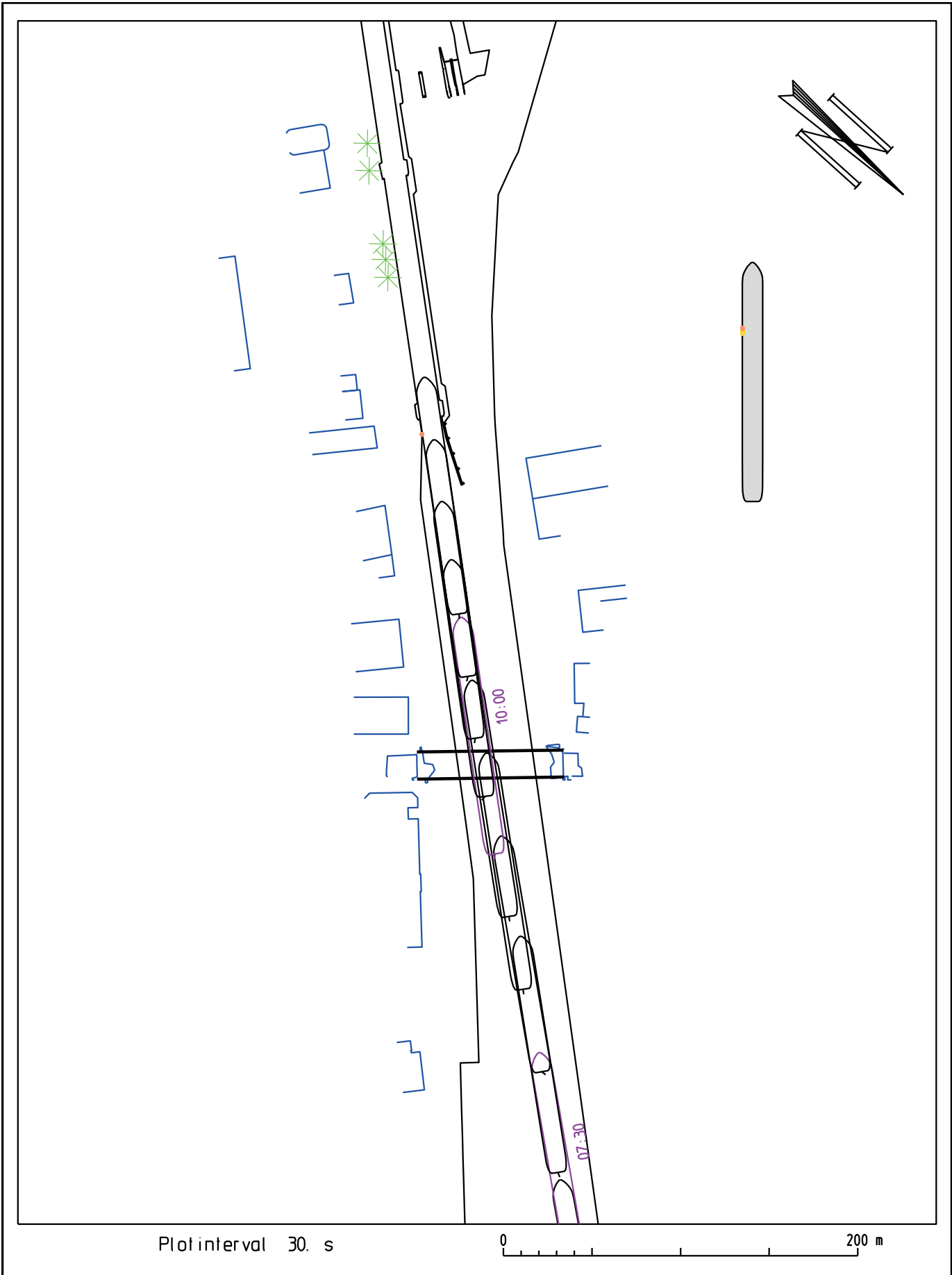
B18



Plot interval 30. s



Sluisvaart benedenpand (opvaart) Wind: NW 3 Debiet: 200m³/s Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m	HAREL004 8/05/2019 Tijdstip : 10:17:25 Duur : 12.35 min.
--	---



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL004

8/05/2019

Tijdstip : 10:17:25

Duur : 12.35 min.

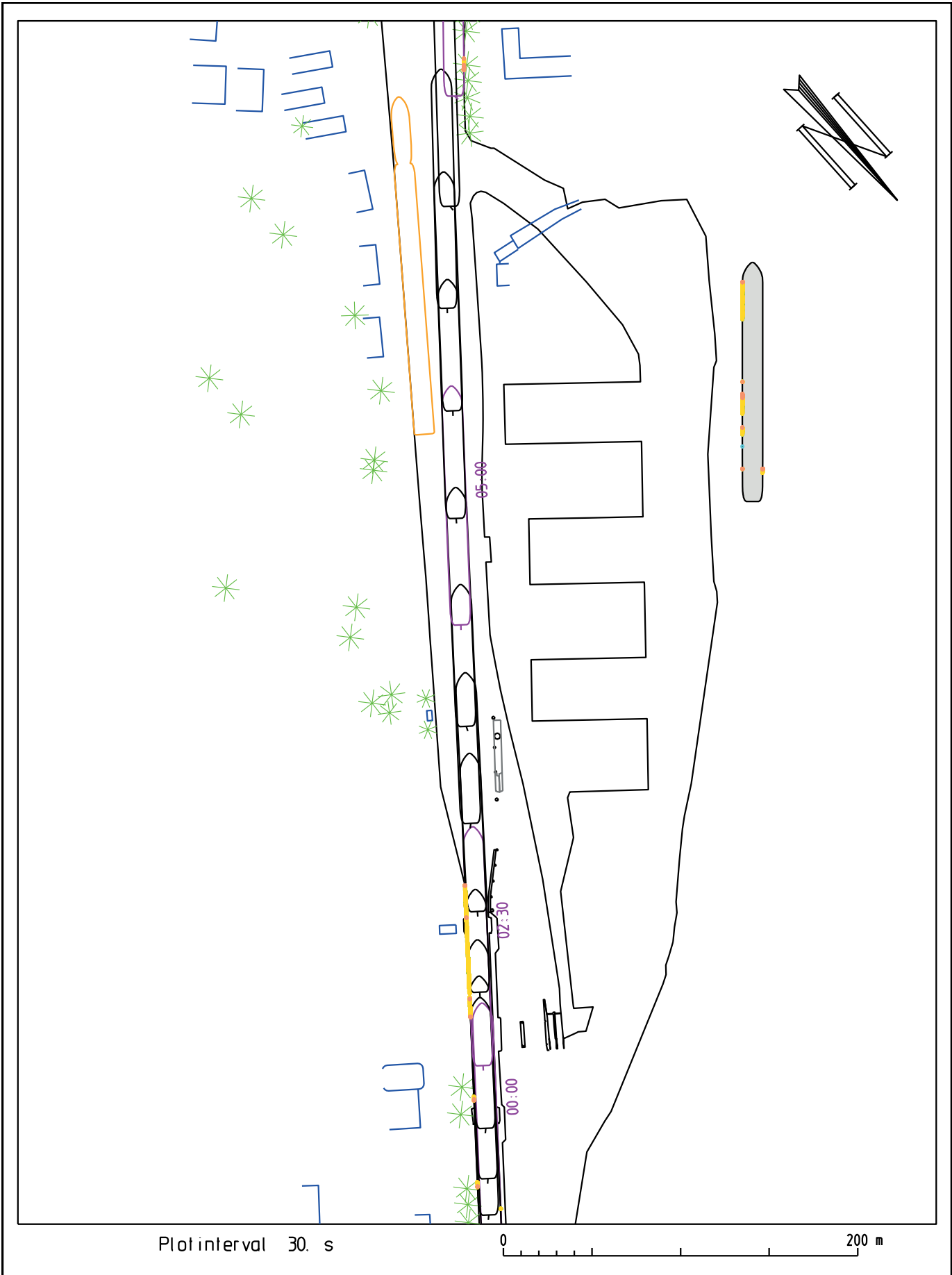


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL005
 8/05/2019
 Tijdstip : 10:38:33
 Duur : 11.75 min.

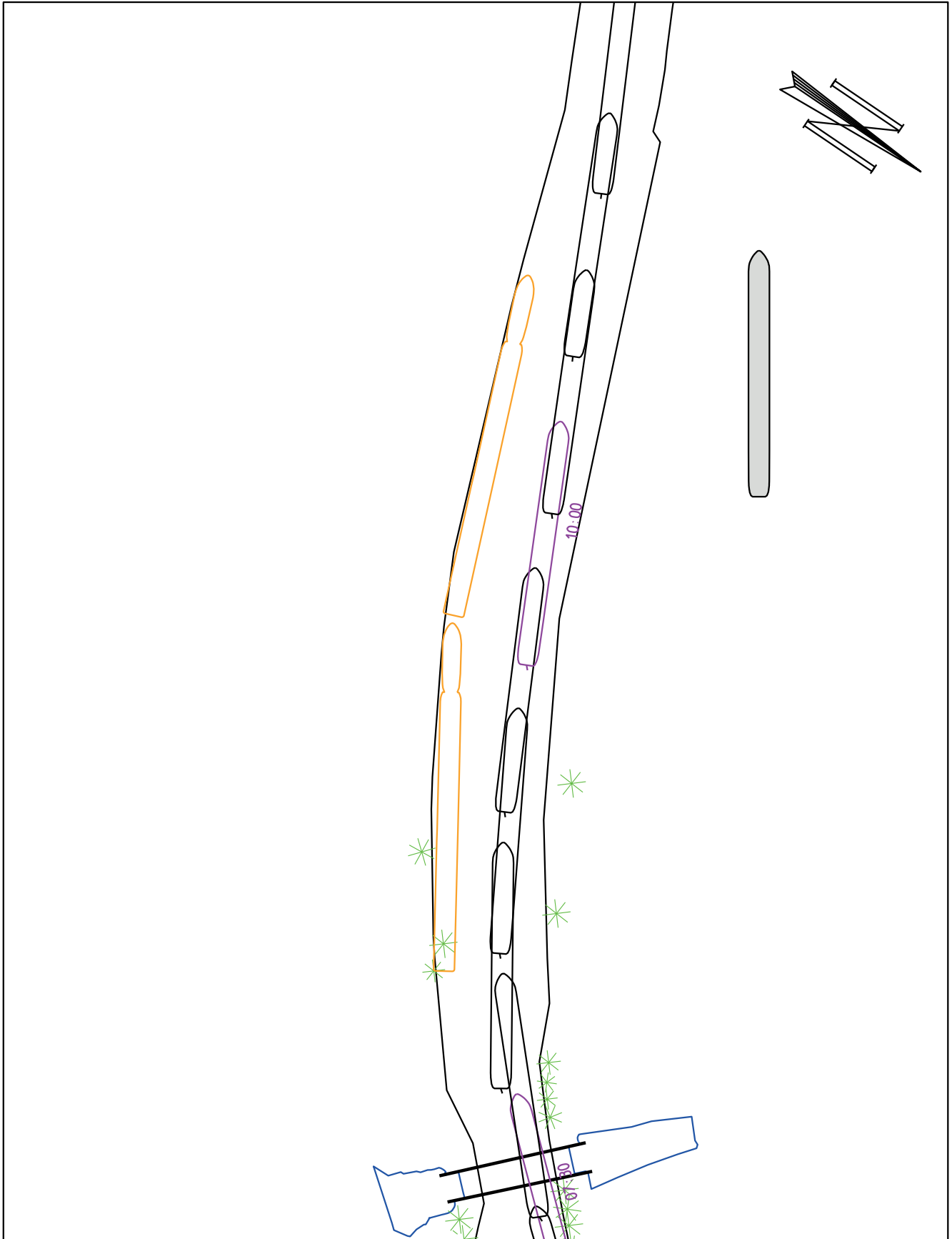


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL005
 8/05/2019
 Tijdstip : 10:38:33
 Duur : 11.75 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL005

8/05/2019

Tijdstip : 10:38:33

Duur : 11.75 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B23

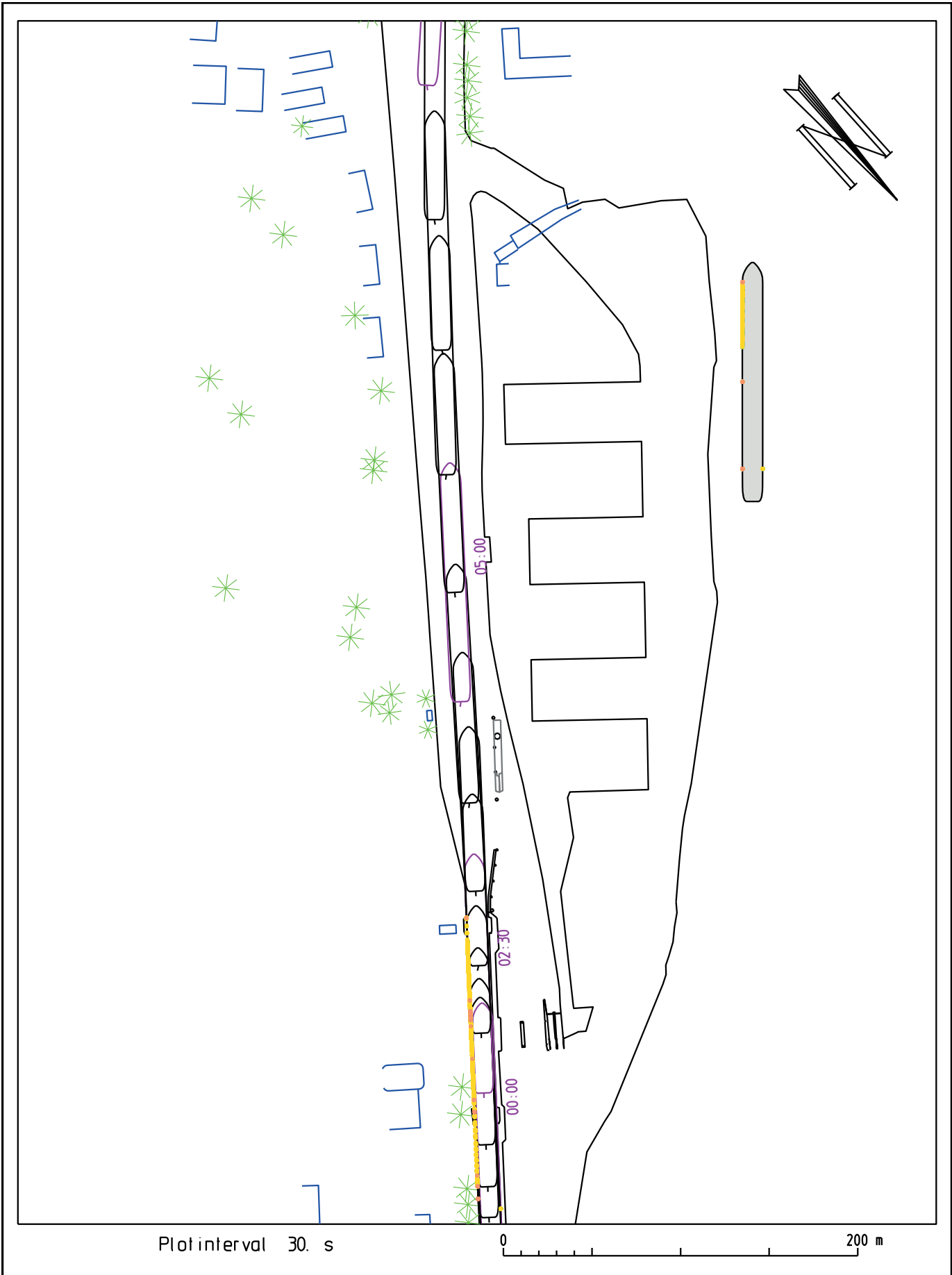


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL006
 8/05/2019
 Tijdstip : 10:52:44
 Duur : 9.00 min.

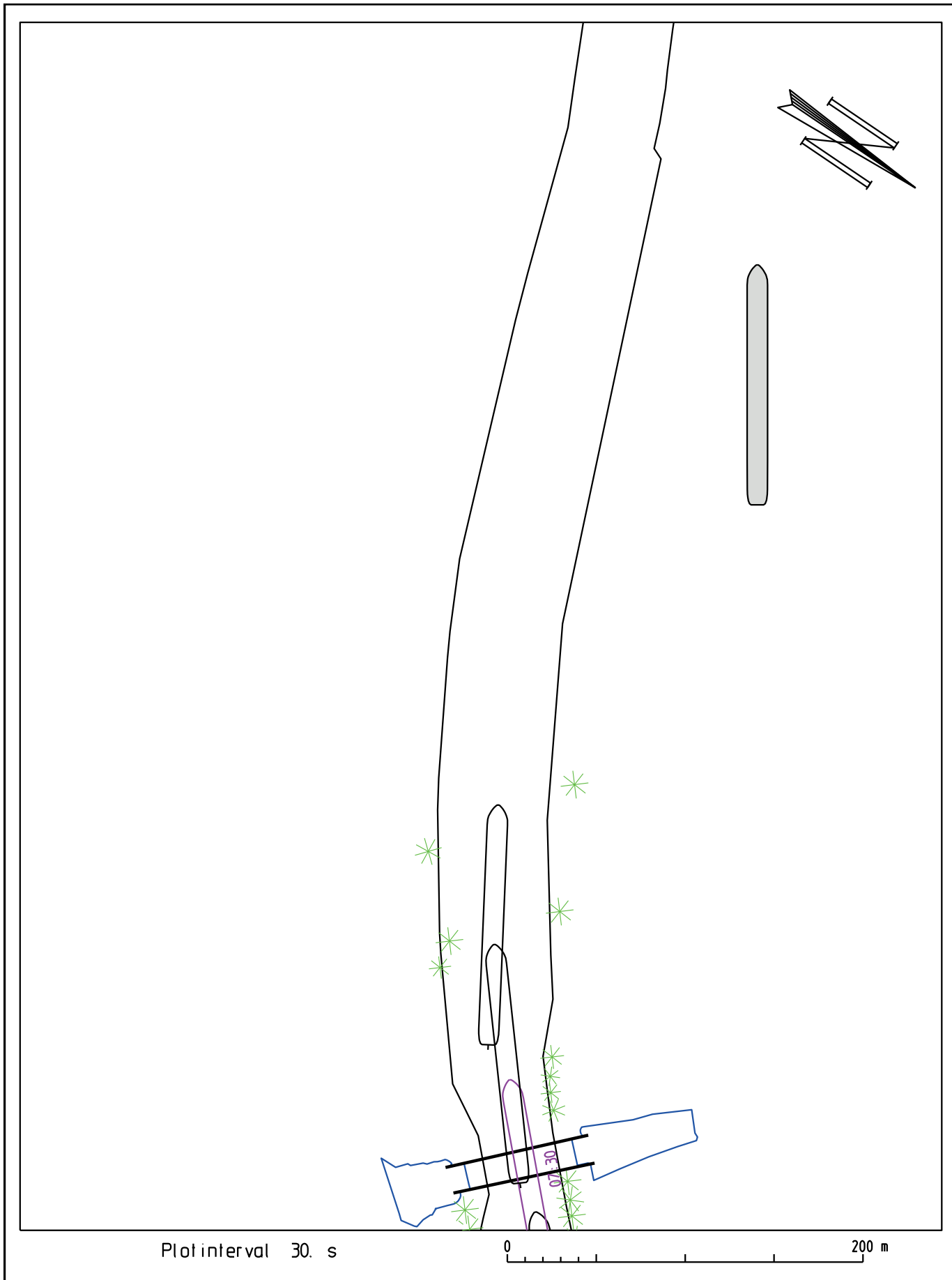


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL006
 8/05/2019
 Tijdstip : 10:52:44
 Duur : 9.00 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL006

8/05/2019

Tijdstip : 10:52:44

Duur : 9.00 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B26

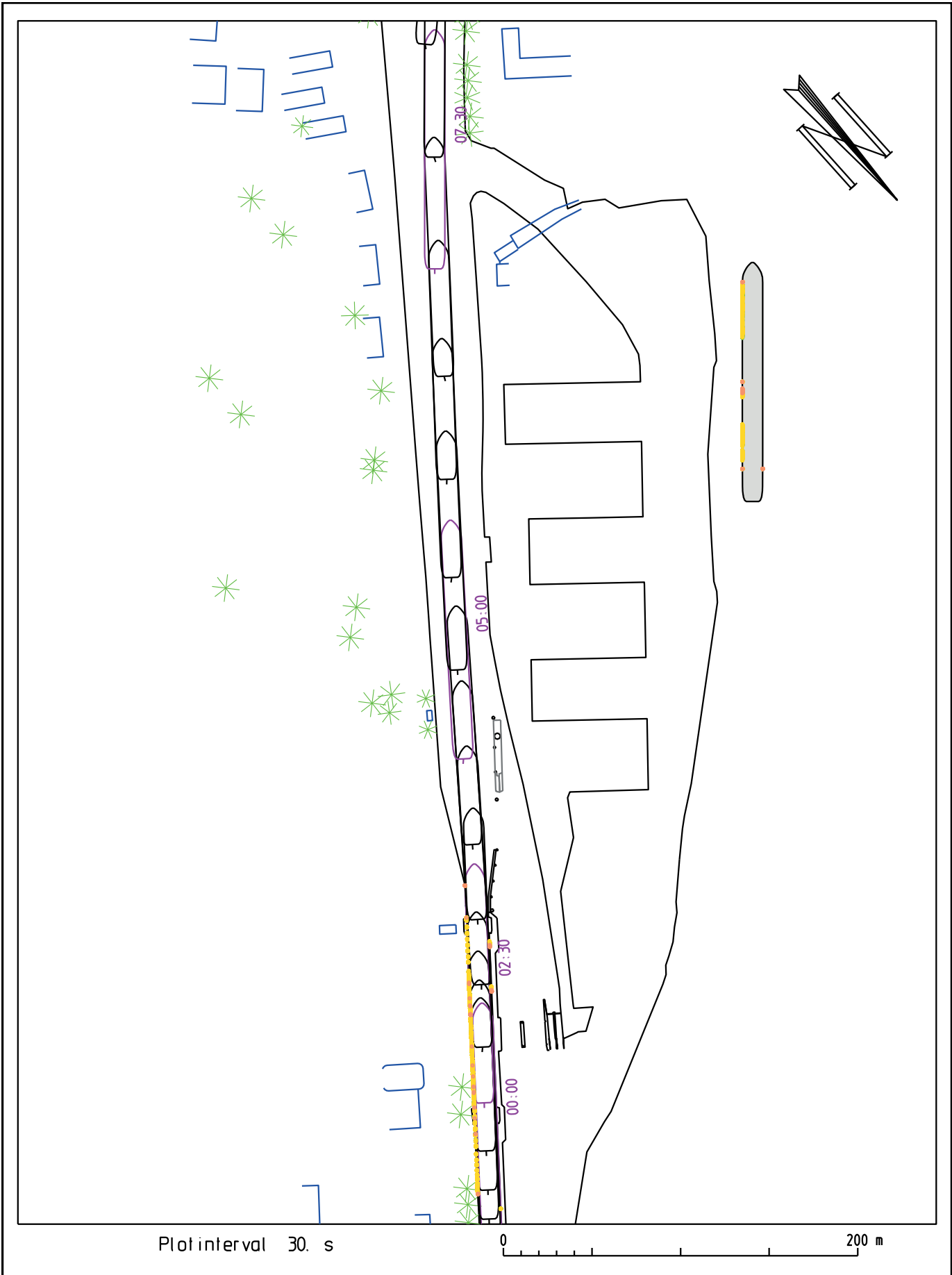


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL007
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:05:58
 Duur : 9.00 min.

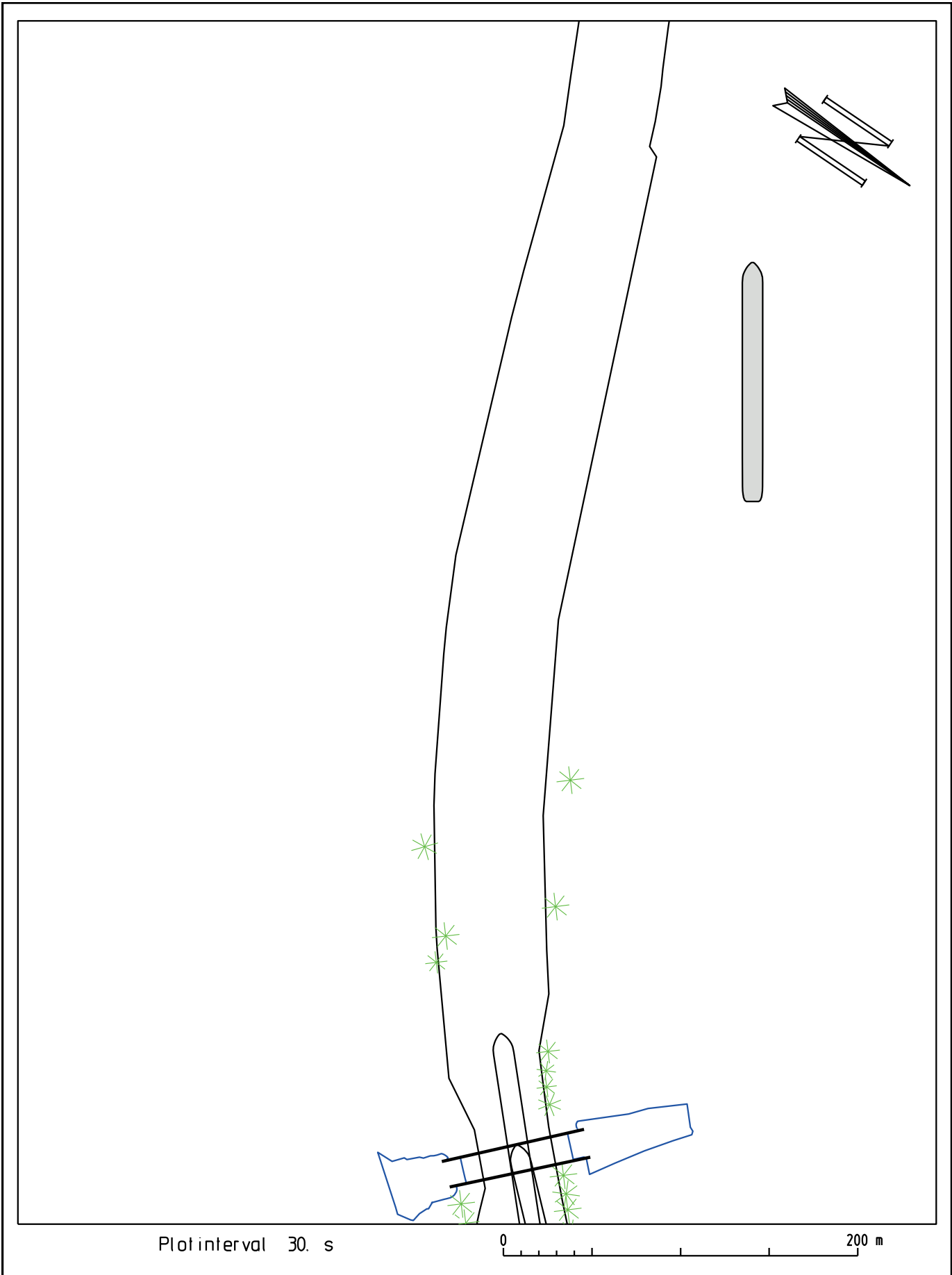


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL007
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:05:58
 Duur : 9.00 min.

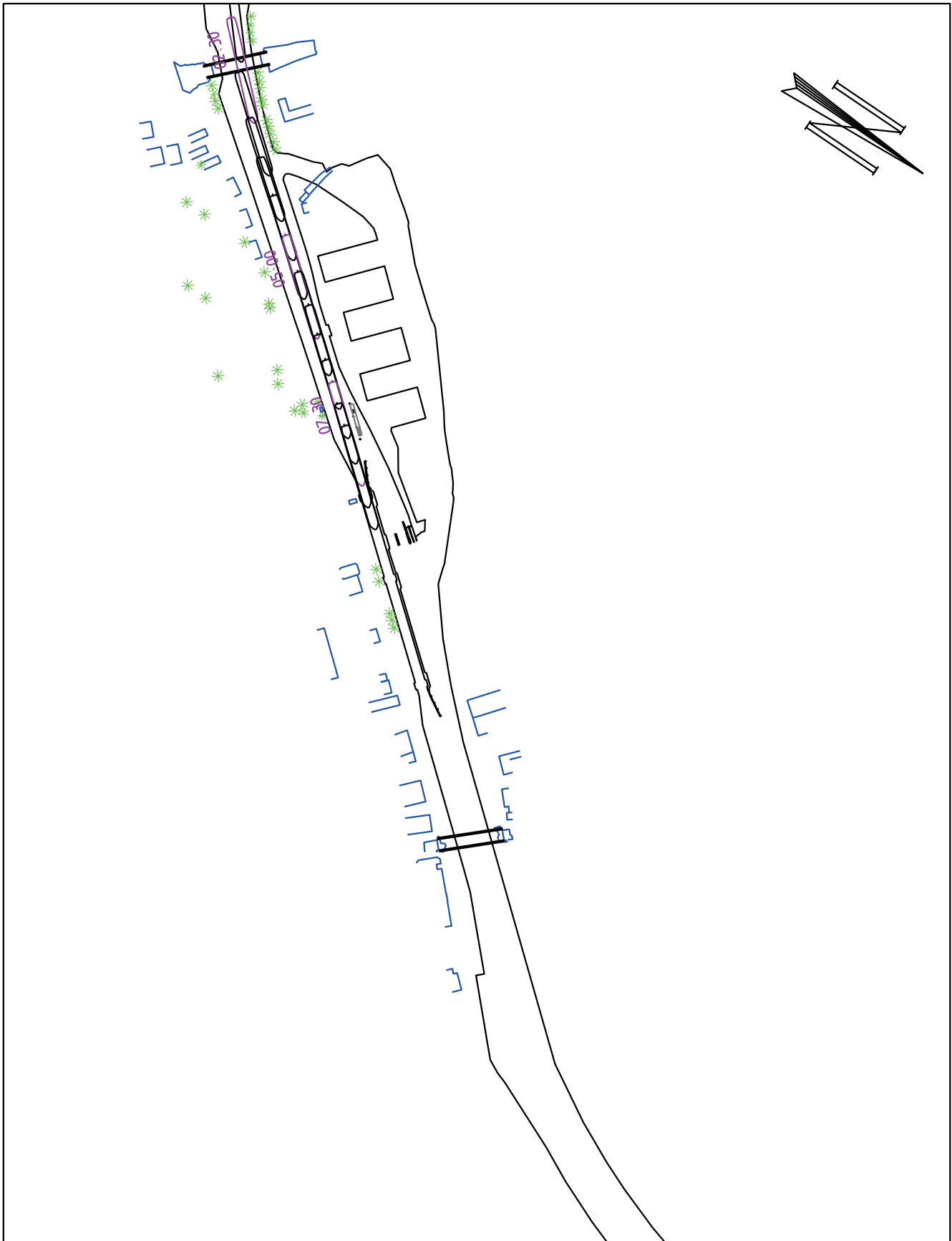


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL007
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:05:58
 Duur : 9.00 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL008

8/05/2019

Tijdstip : 11:17:45

Duur : 8.52 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



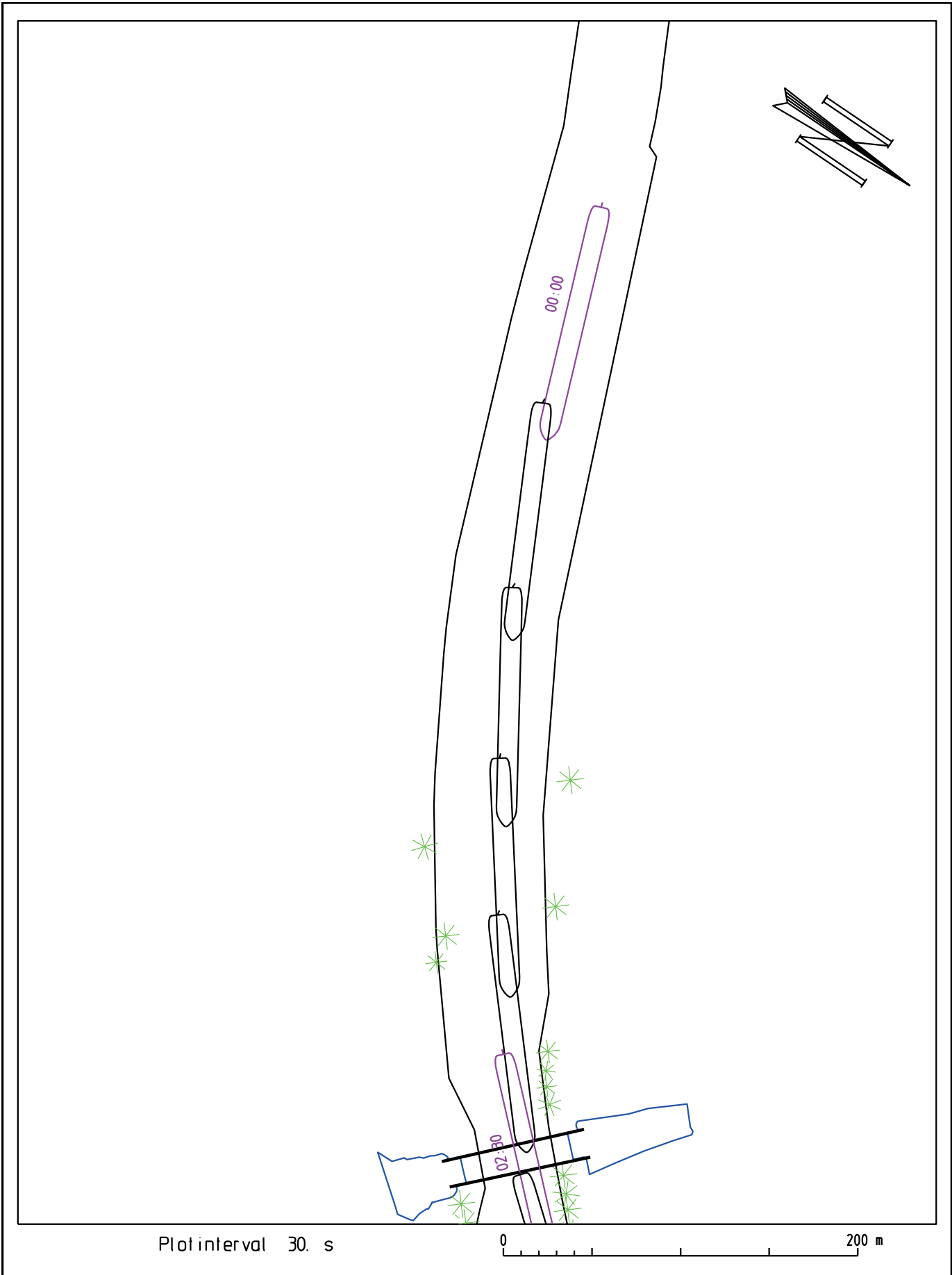
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B30



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL008

8/05/2019

Tijdstip : 11:17:45

Duur : 8.52 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



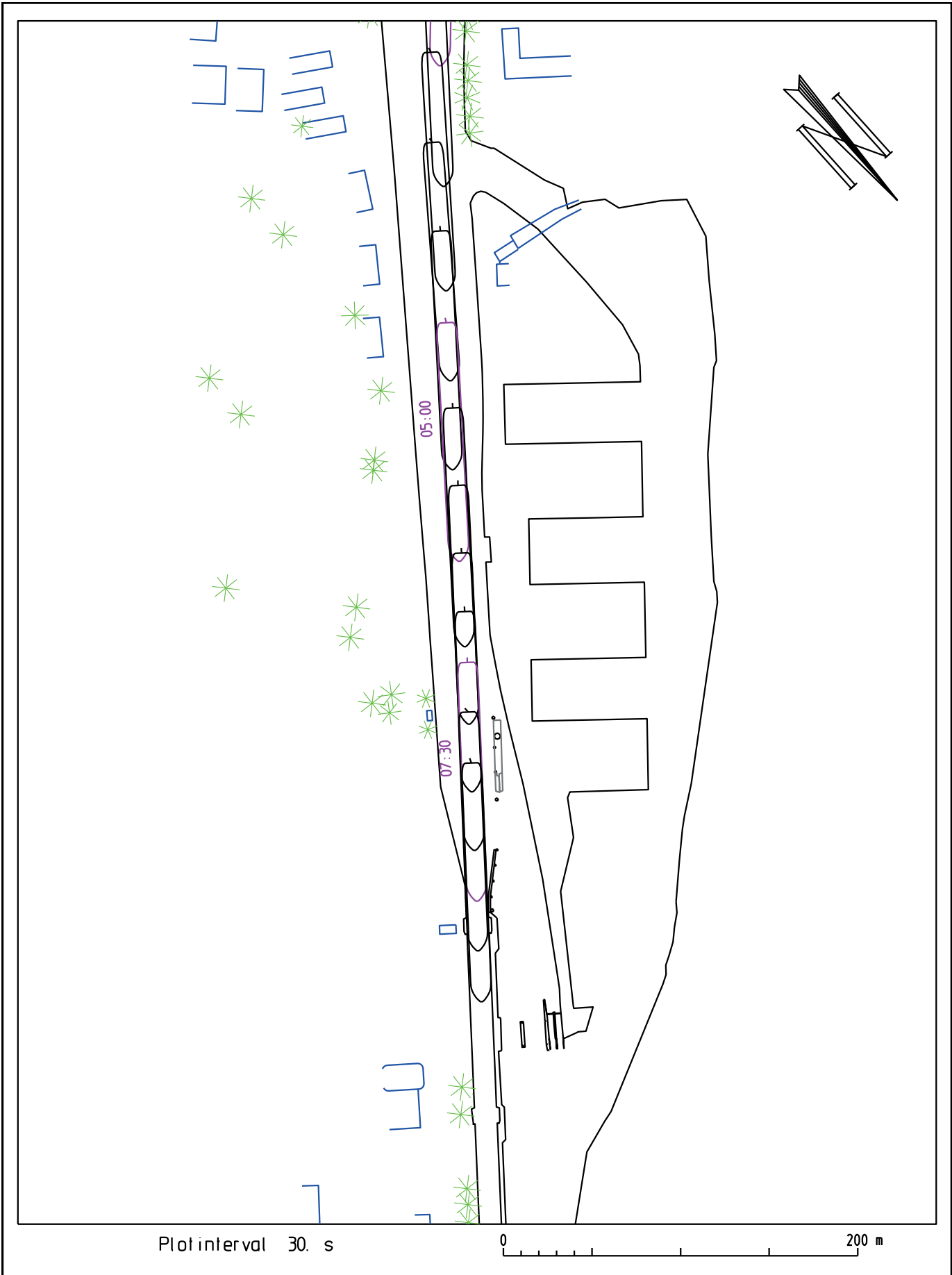
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

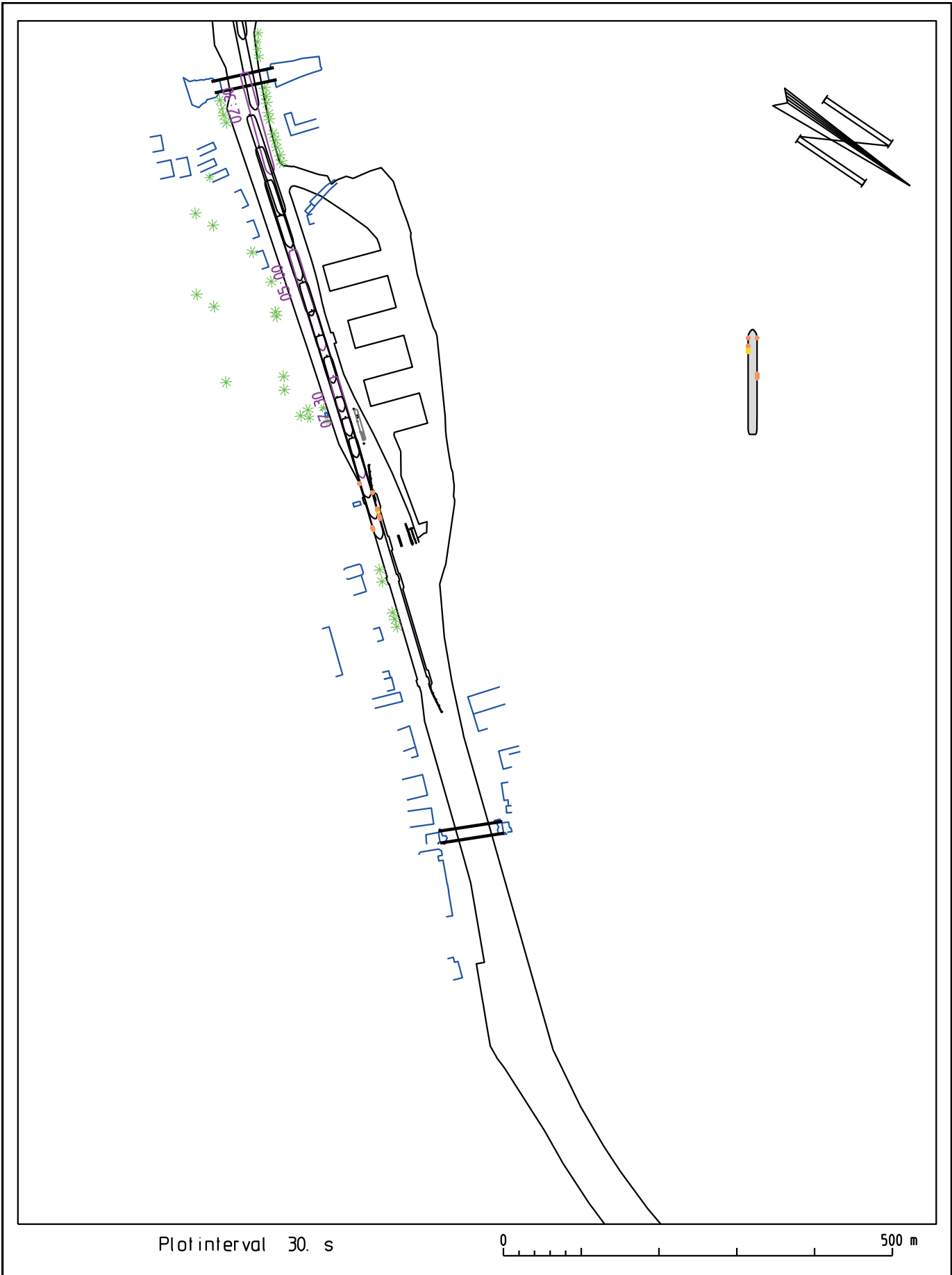
WL2019R18_155_1

B31



Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL008
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:17:45
 Duur : 8.52 min.

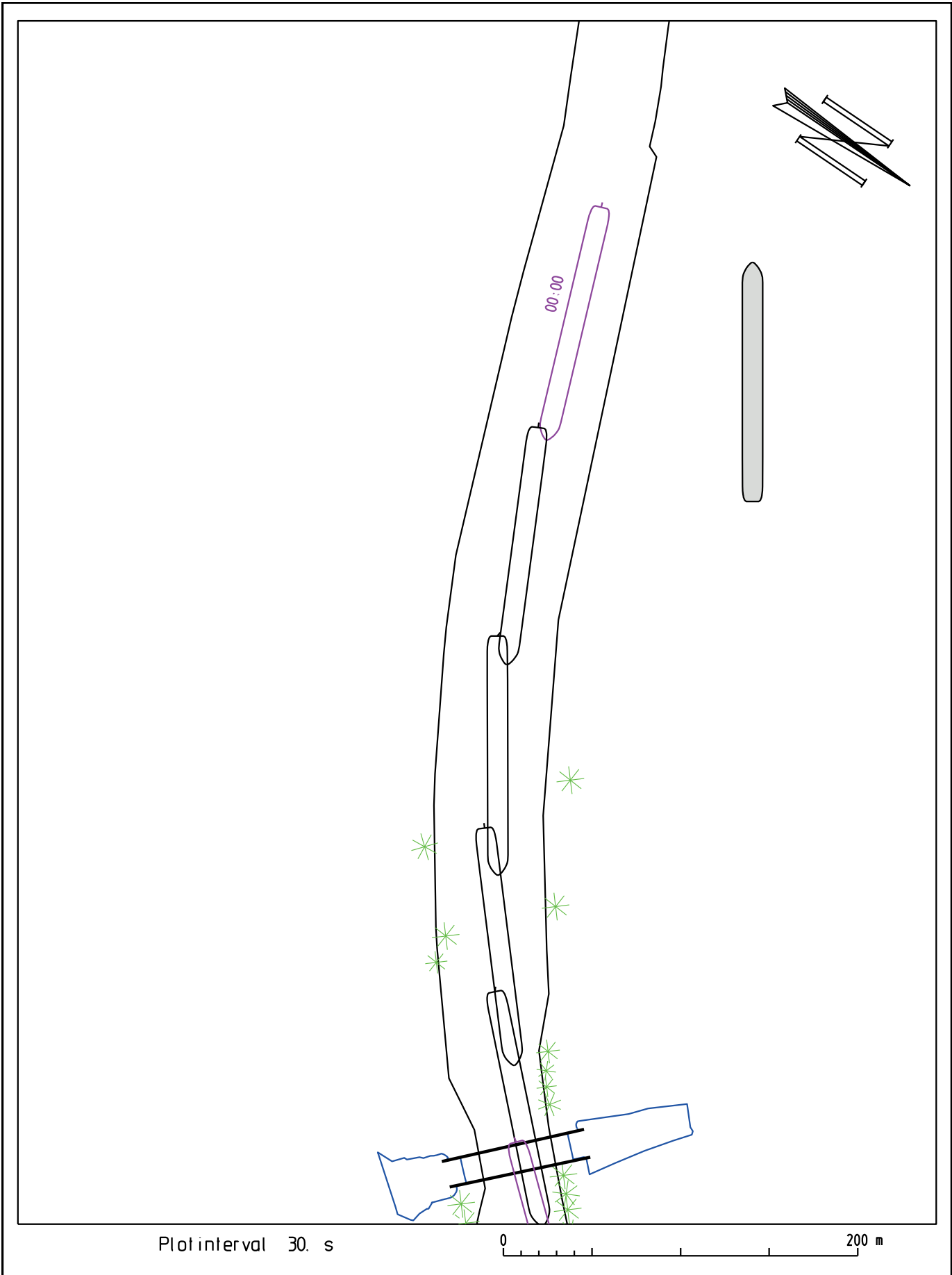


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers): L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL009
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:28:41
 Duur : 9.47 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 200m³/s

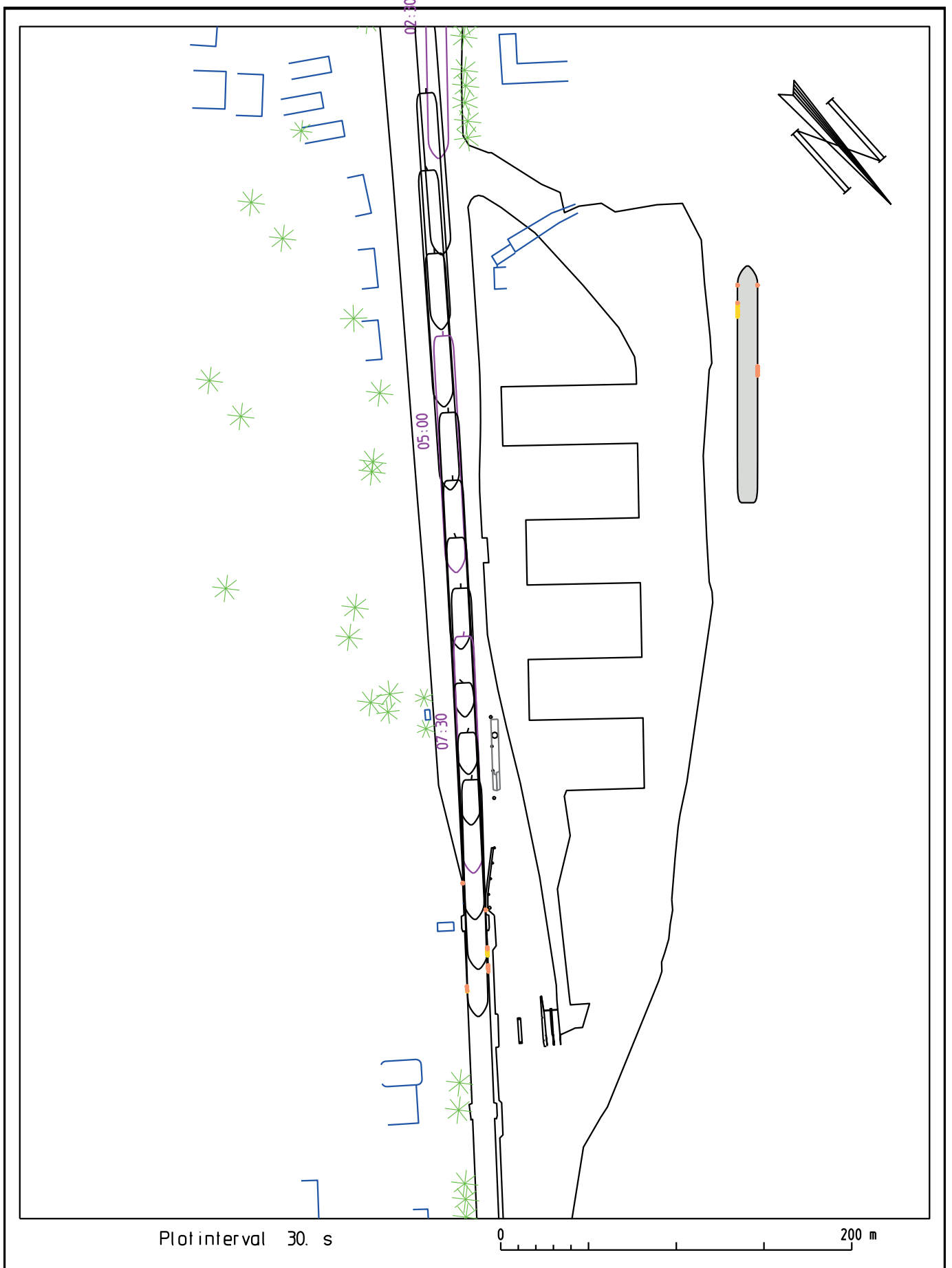
Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL009

8/05/2019

Tijdstip : 11:28:41

Duur : 9.47 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL009

8/05/2019

Tijdstip : 11:28:41

Duur : 9.47 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**

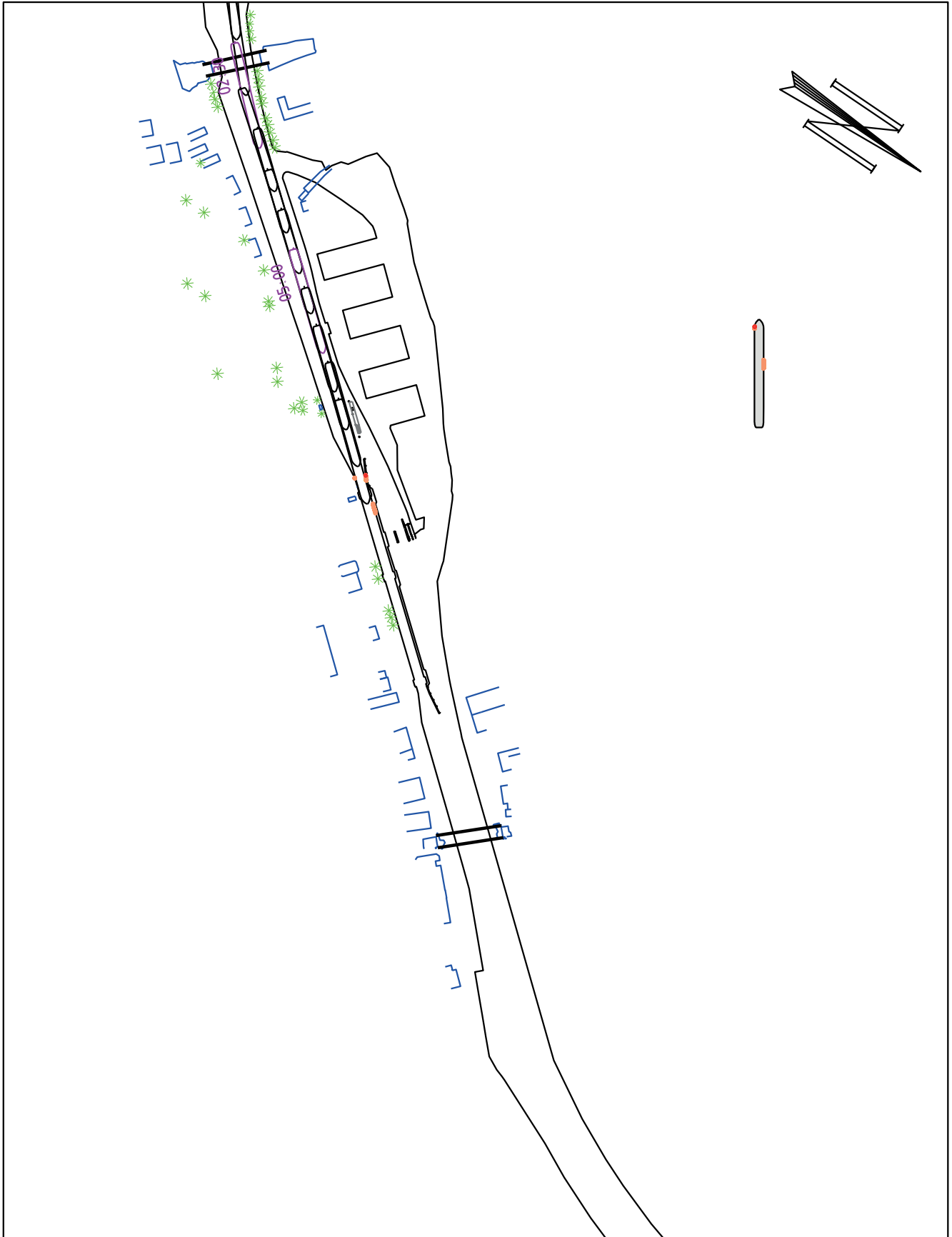


Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019
WL2019R18_155_1

B35

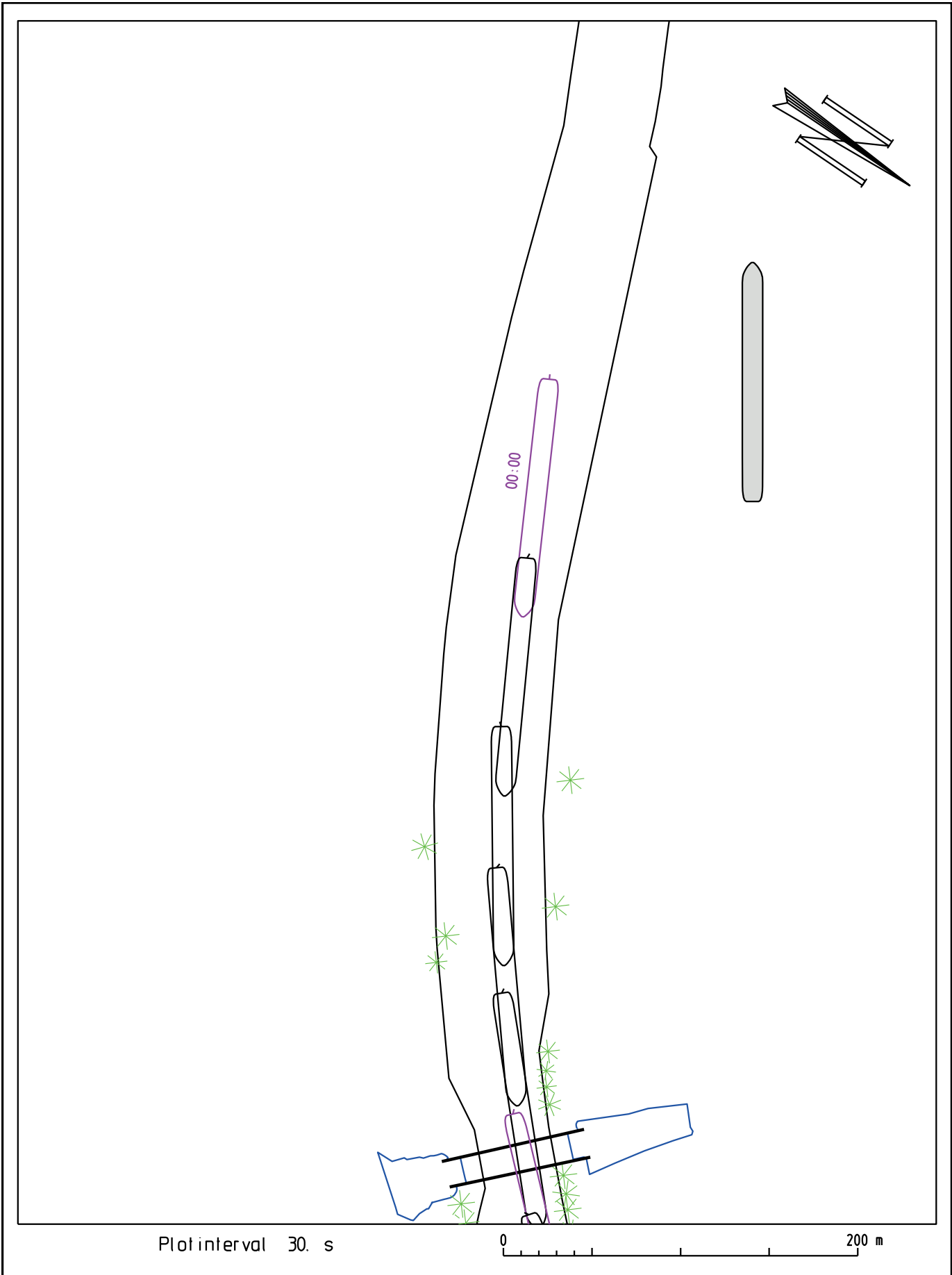


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL010
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:41:57
 Duur : 7.33 min.

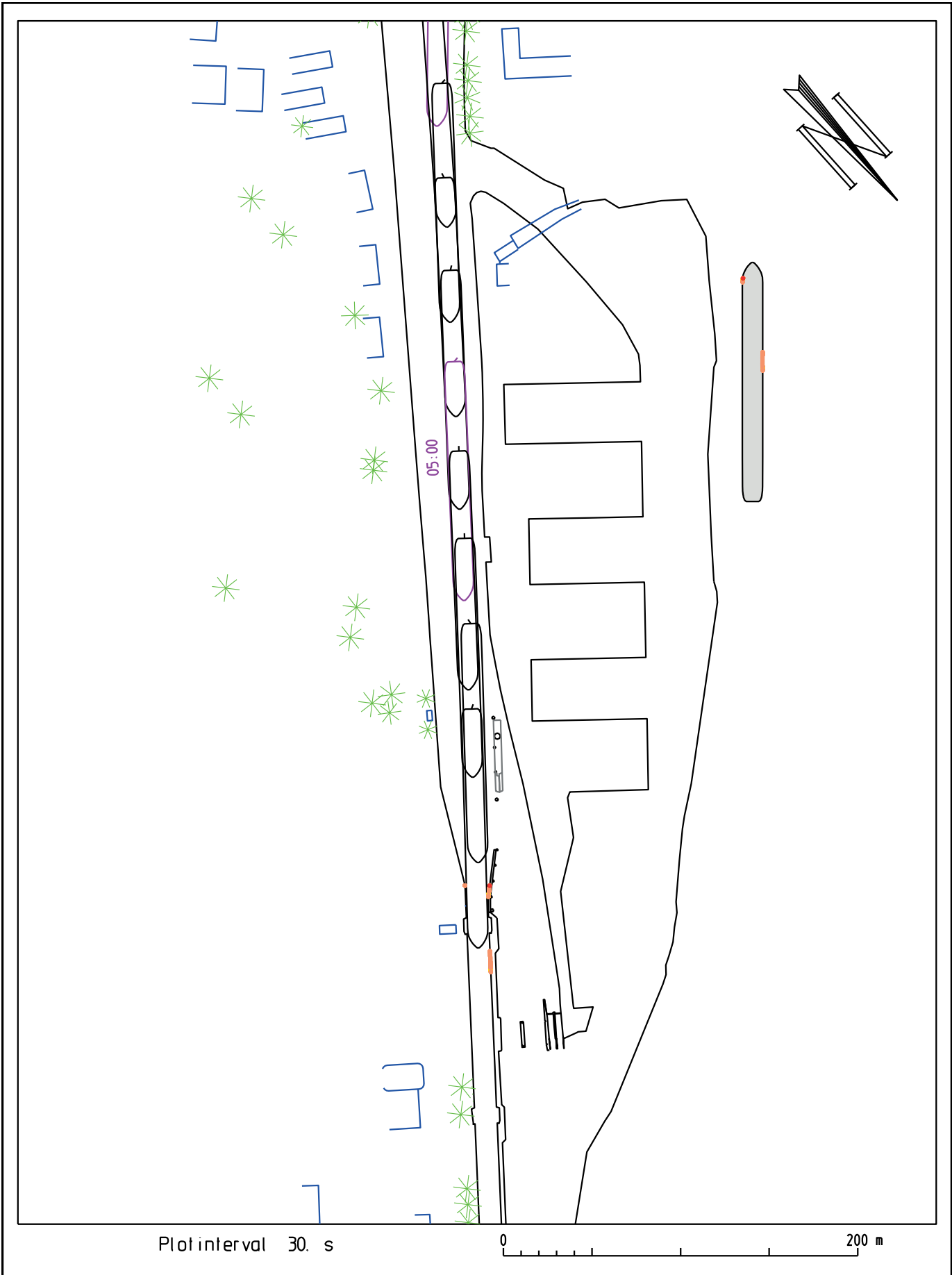


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL010
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:41:57
 Duur : 7.33 min.

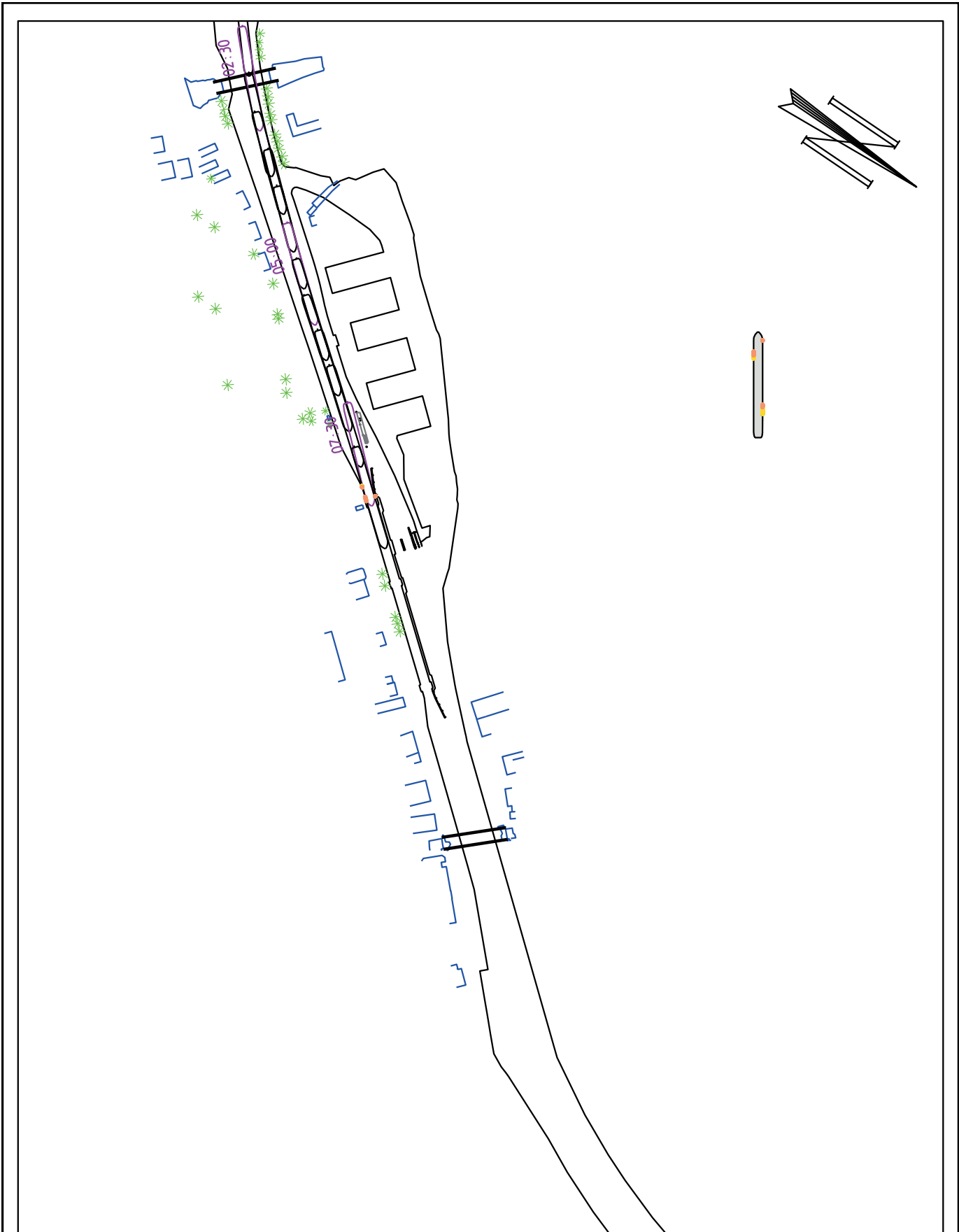


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL010
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:41:57
 Duur : 7.33 min.

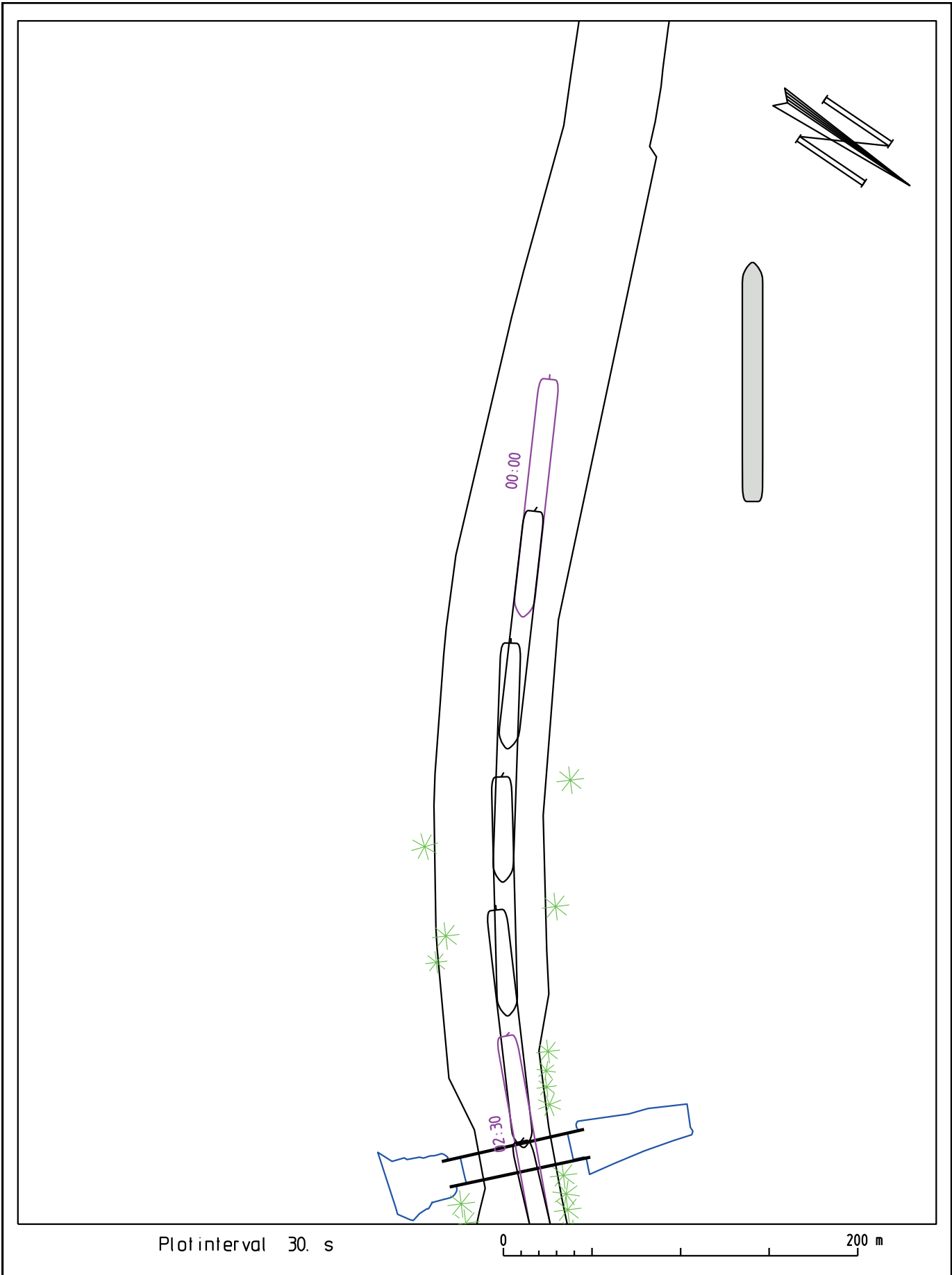


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL011
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:51:47
 Duur : 8.18 min.

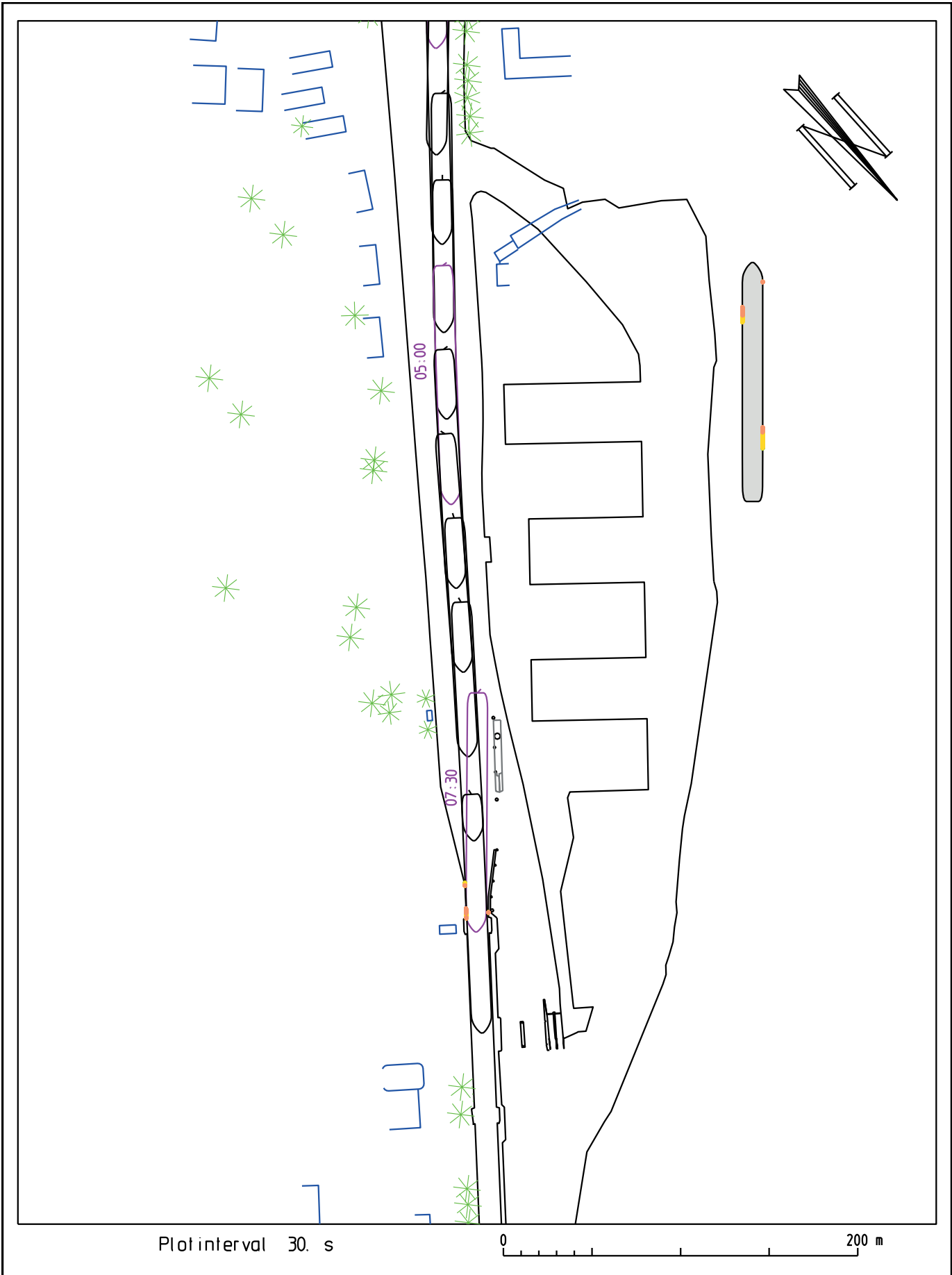


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL011
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:51:47
 Duur : 8.18 min.

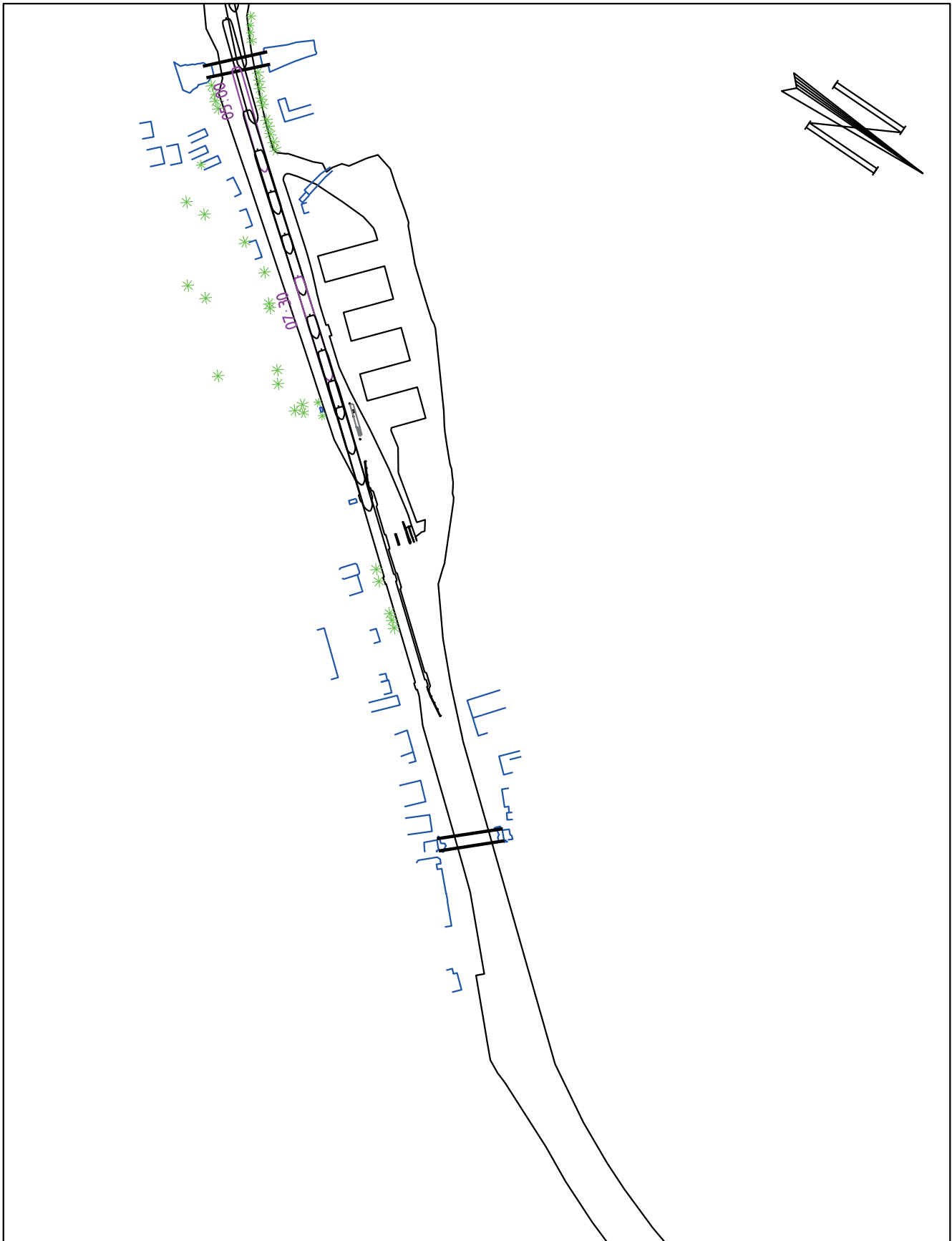


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL011
 8/05/2019
 Tijdstip : 11:51:47
 Duur : 8.18 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL012

8/05/2019

Tijdstip : 12:09:18

Duur : 9.72 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



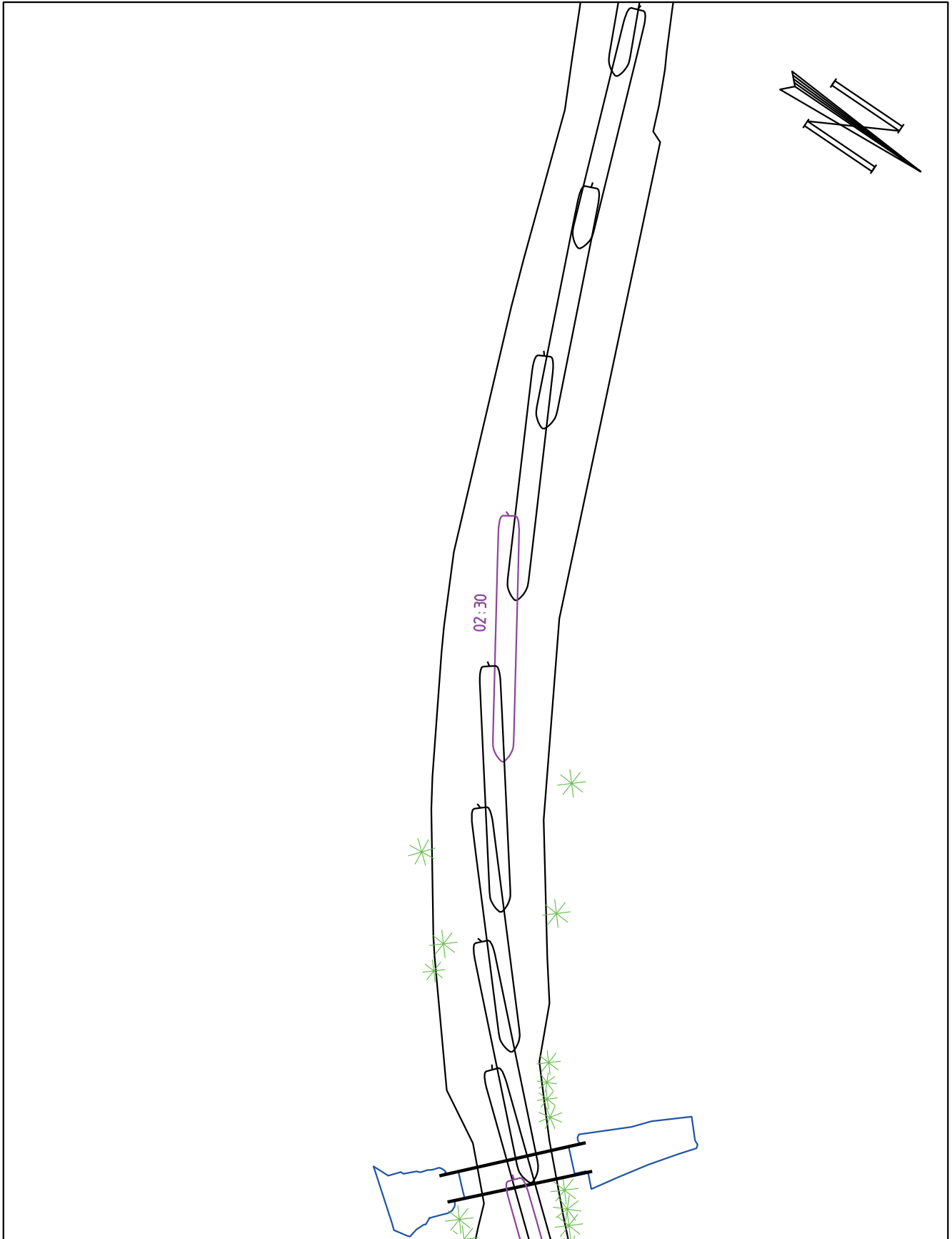
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B42

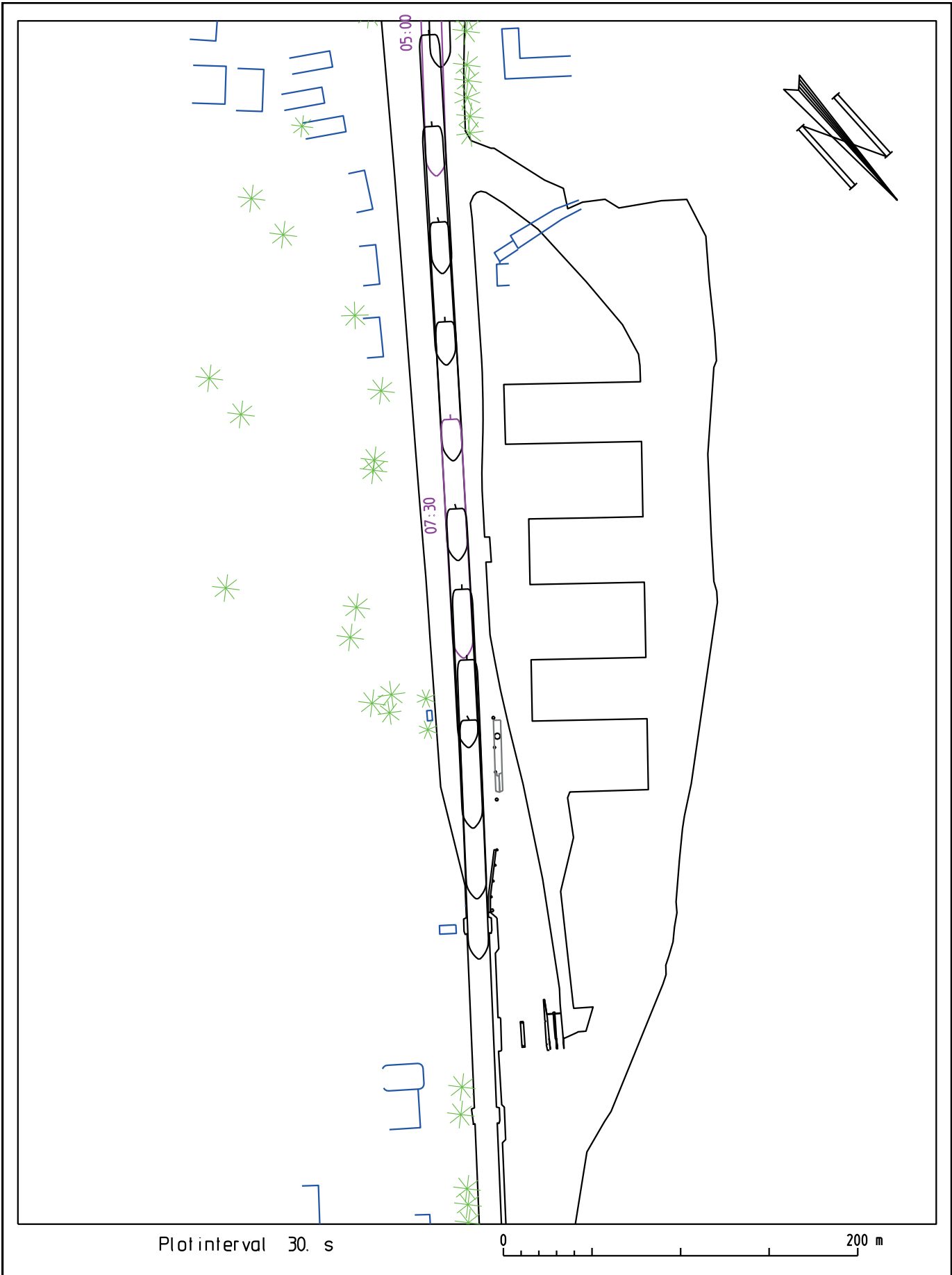


Plot interval 30. s



Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers): L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL012
 8/05/2019
 Tijdstip : 12:09:18
 Duur : 9.72 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL012
 8/05/2019
 Tijdstip : 12:09:18
 Duur : 9.72 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL013

8/05/2019

Tijdstip : 12:57:56

Duur : 9.53 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



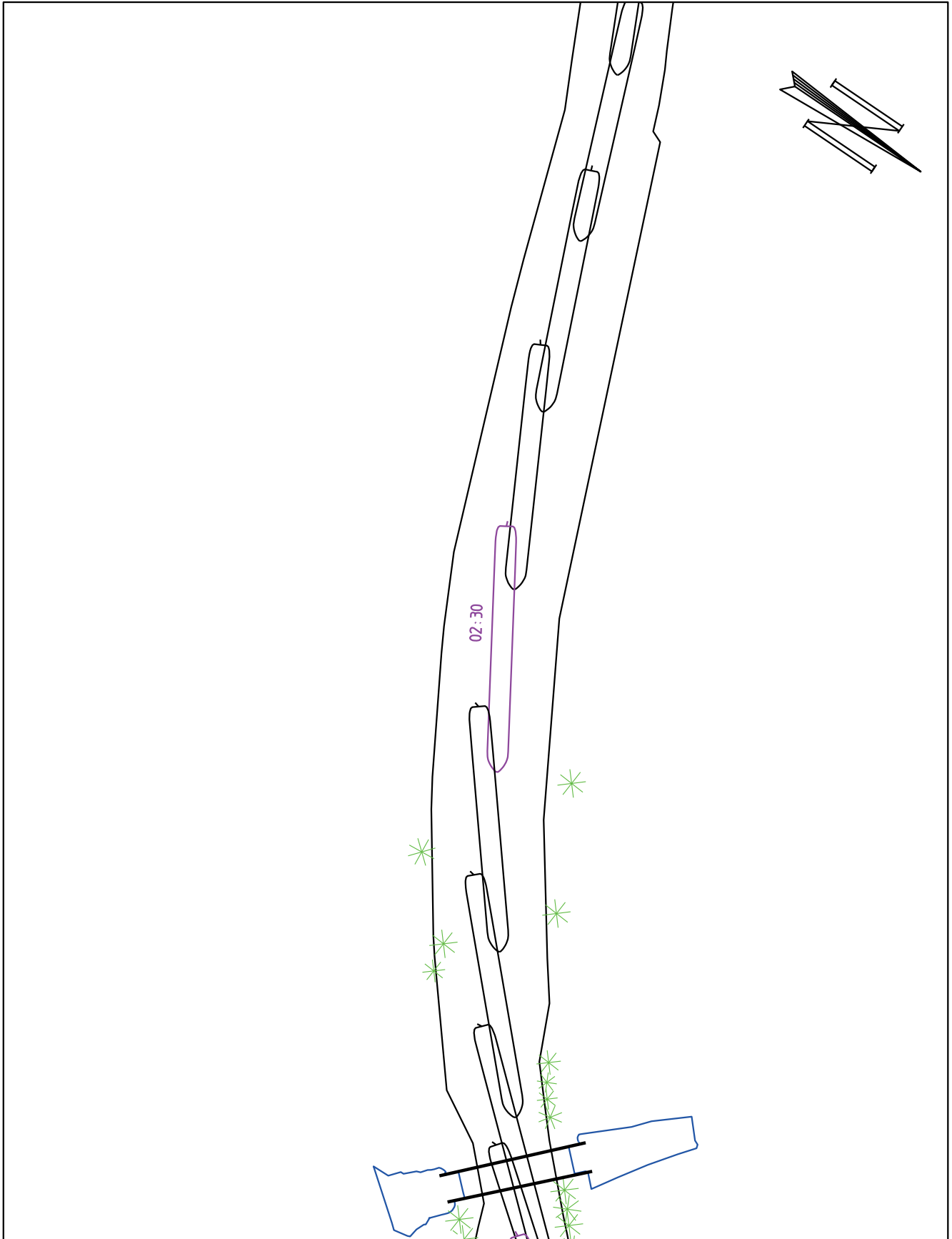
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B45

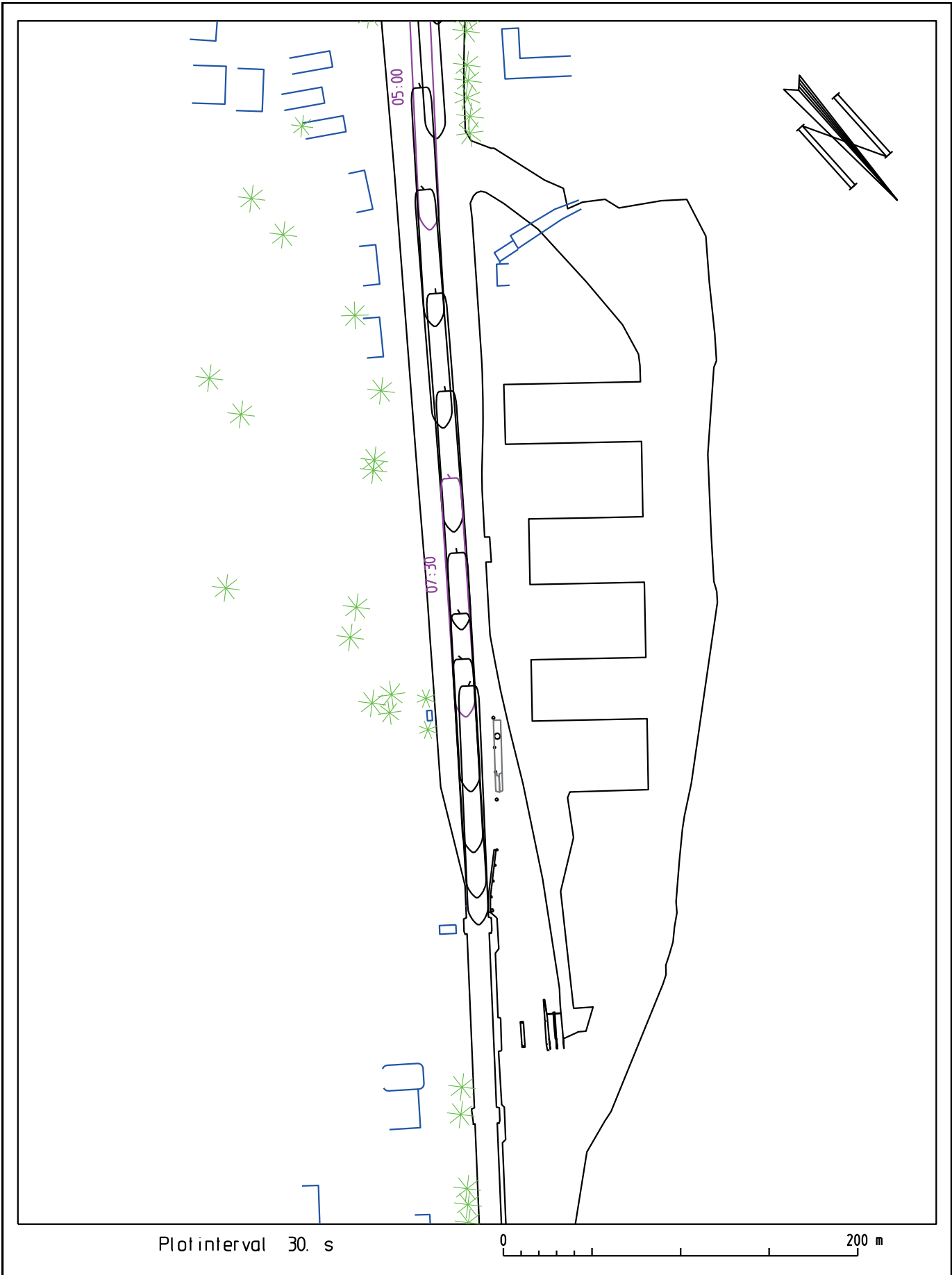


Plot interval 30. s



Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers): L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL013
 8/05/2019
 Tijdstip : 12:57:56
 Duur : 9.53 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers): L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL013
 8/05/2019
 Tijdstip : 12:57:56
 Duur : 9.53 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL014

8/05/2019

Tijdstip : 13:10:25

Duur : 9.47 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



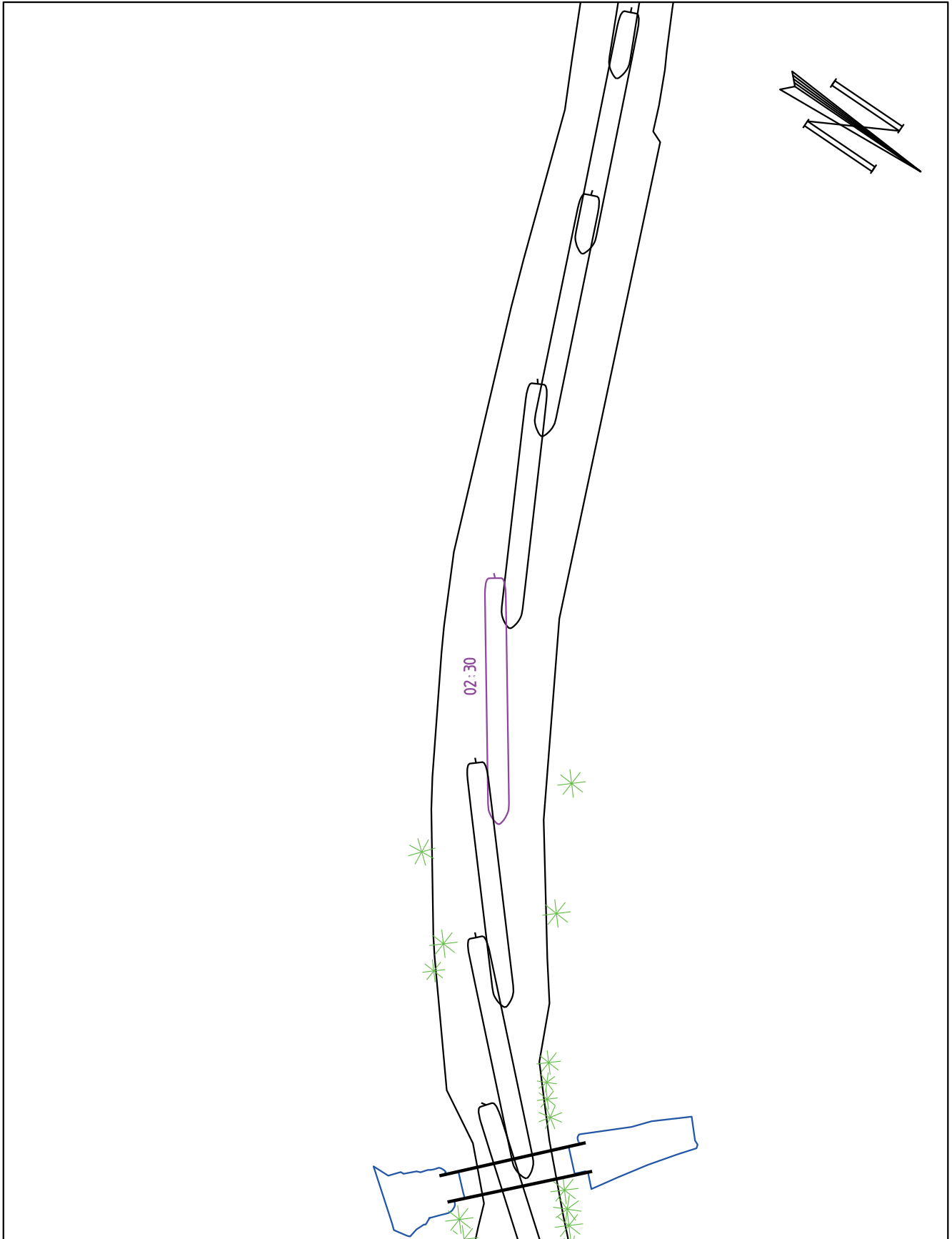
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B48



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers): L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL014

8/05/2019

Tijdstip : 13:10:25

Duur : 9.47 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



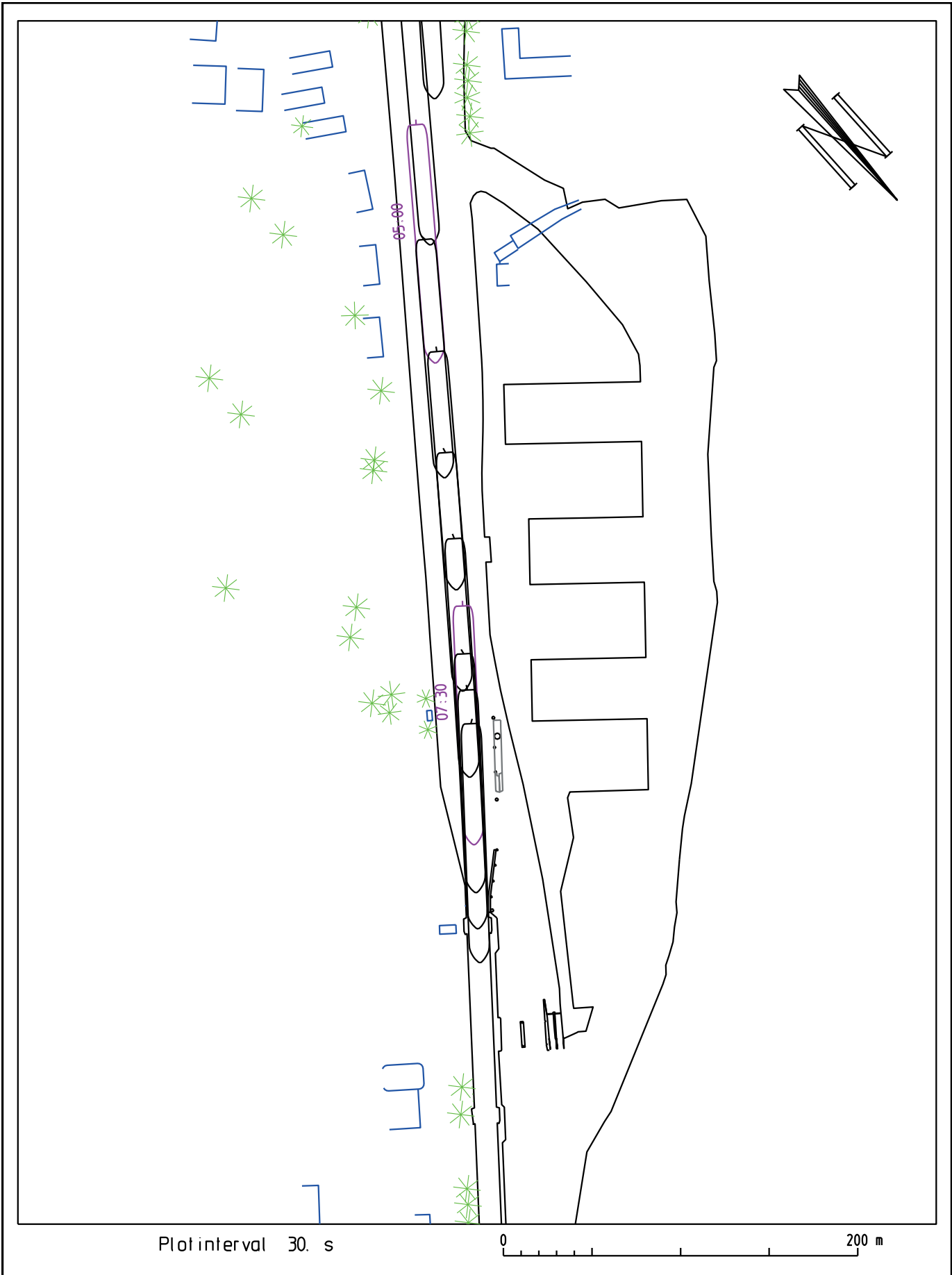
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B49



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL014
 8/05/2019
 Tijdstip : 13:10:25
 Duur : 9.47 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL015

8/05/2019

Tijdstip : 13:22:38

Duur : 9.58 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



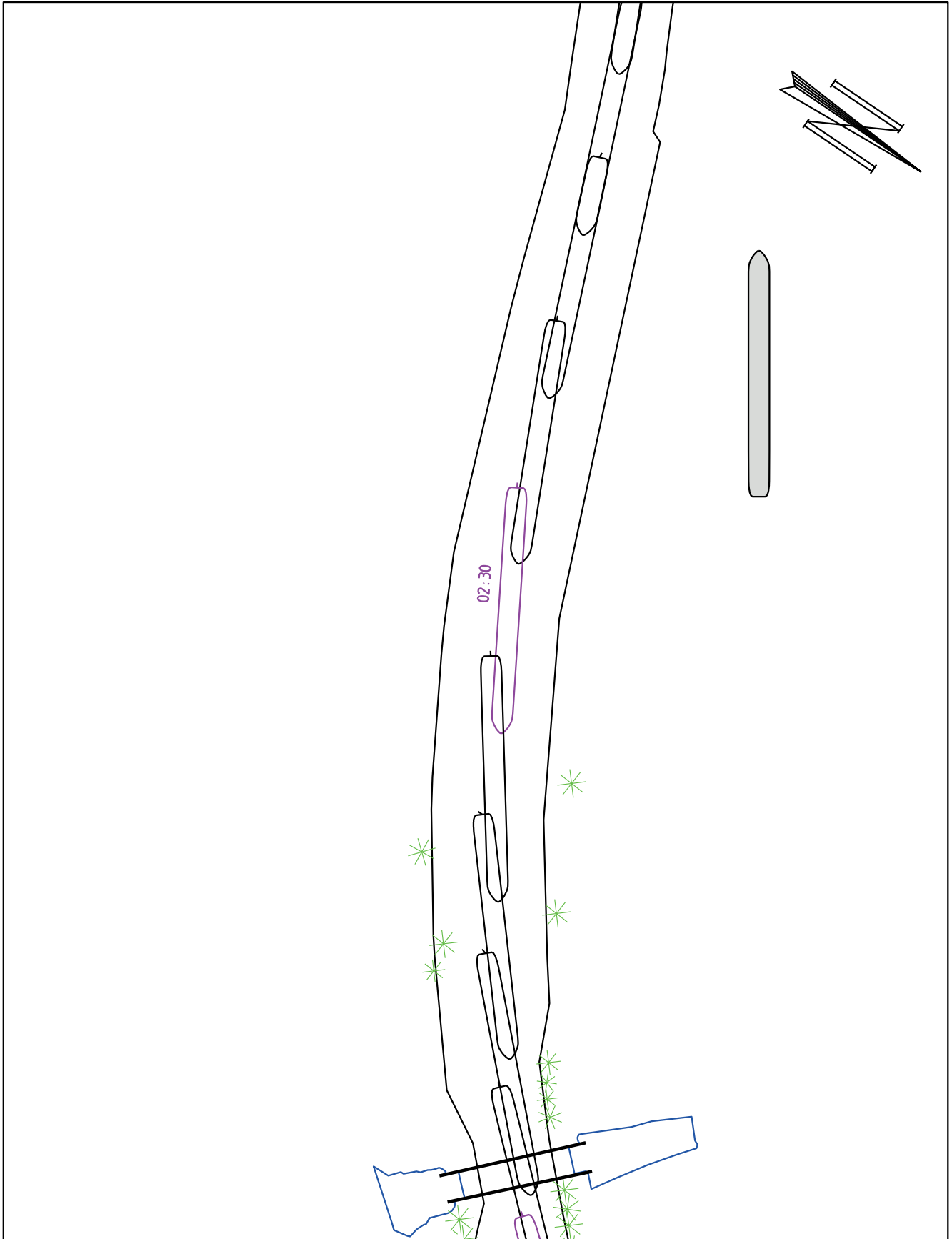
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B51



Plot interval 30. s



Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL015

8/05/2019

Tijdstip : 13:22:38

Duur : 9.58 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



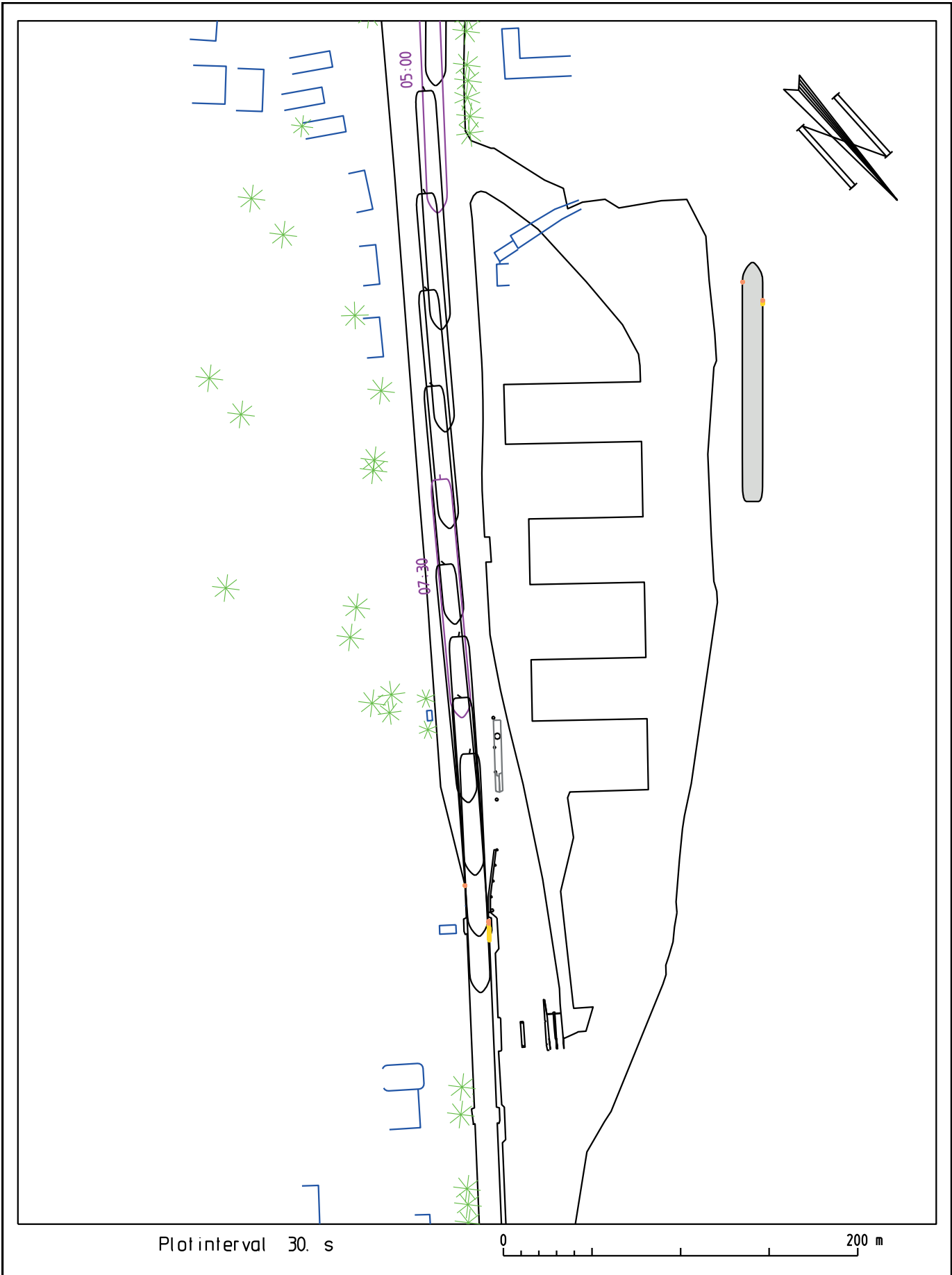
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B52



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

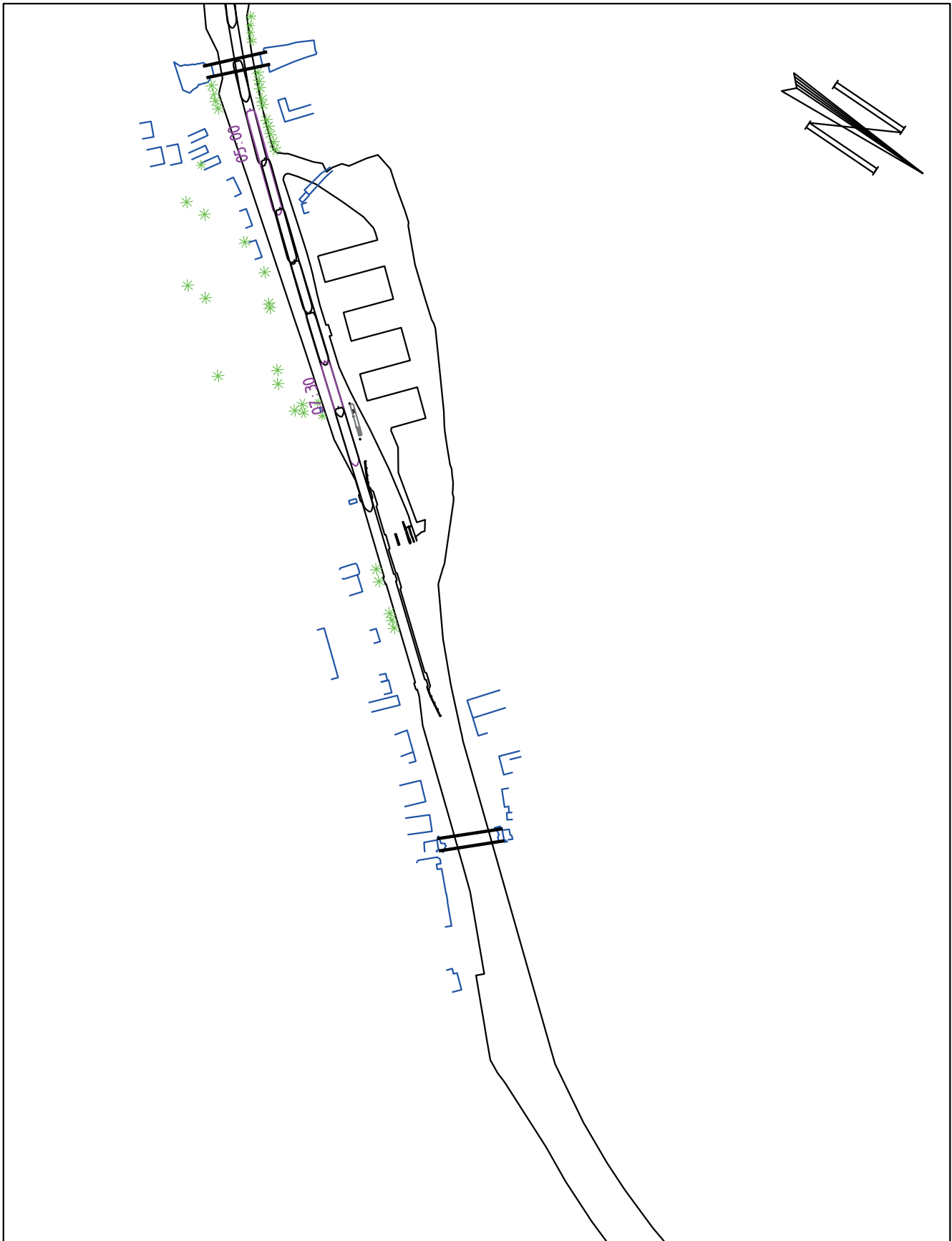
Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL015

8/05/2019

Tijdstip : 13:22:38

Duur : 9.58 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: ZO 4

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL016

8/05/2019

Tijdstip : 13:46:48

Duur : 8.32 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



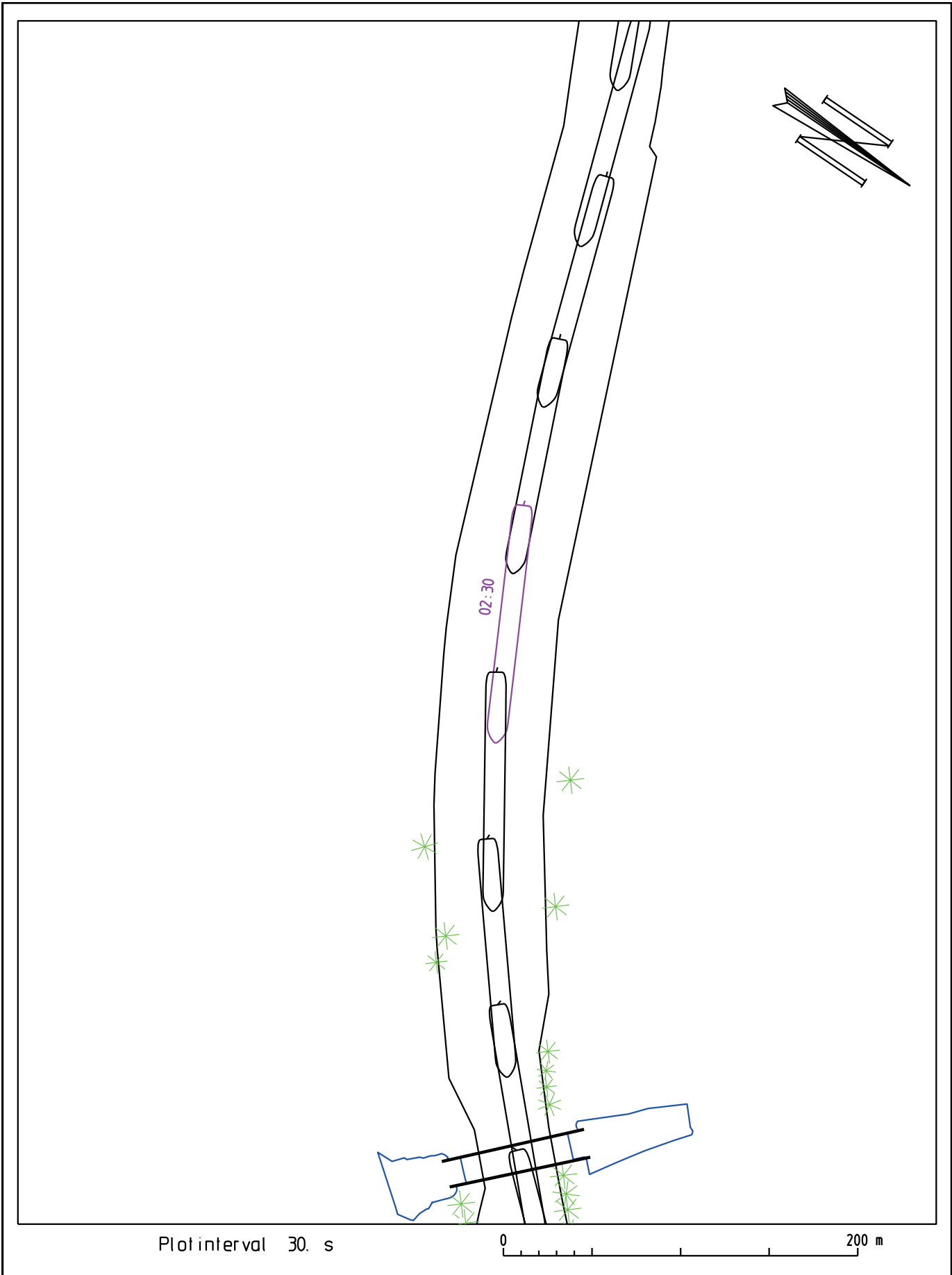
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B54



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: ZO 4

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers): L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL016

8/05/2019

Tijdstip : 13:46:48

Duur : 8.32 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



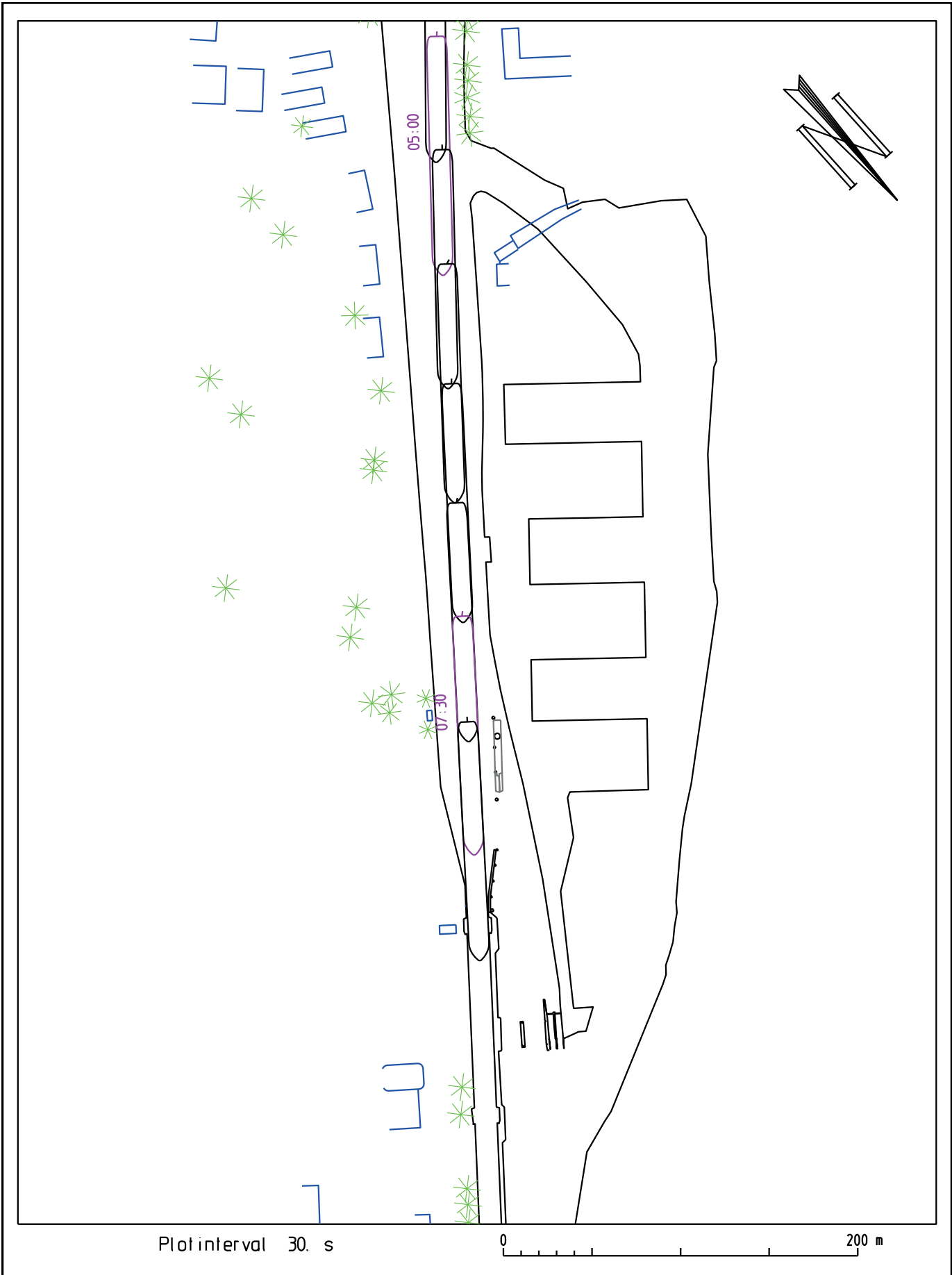
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B55



Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL016
 8/05/2019
 Tijdstip : 13:46:48
 Duur : 8.32 min.

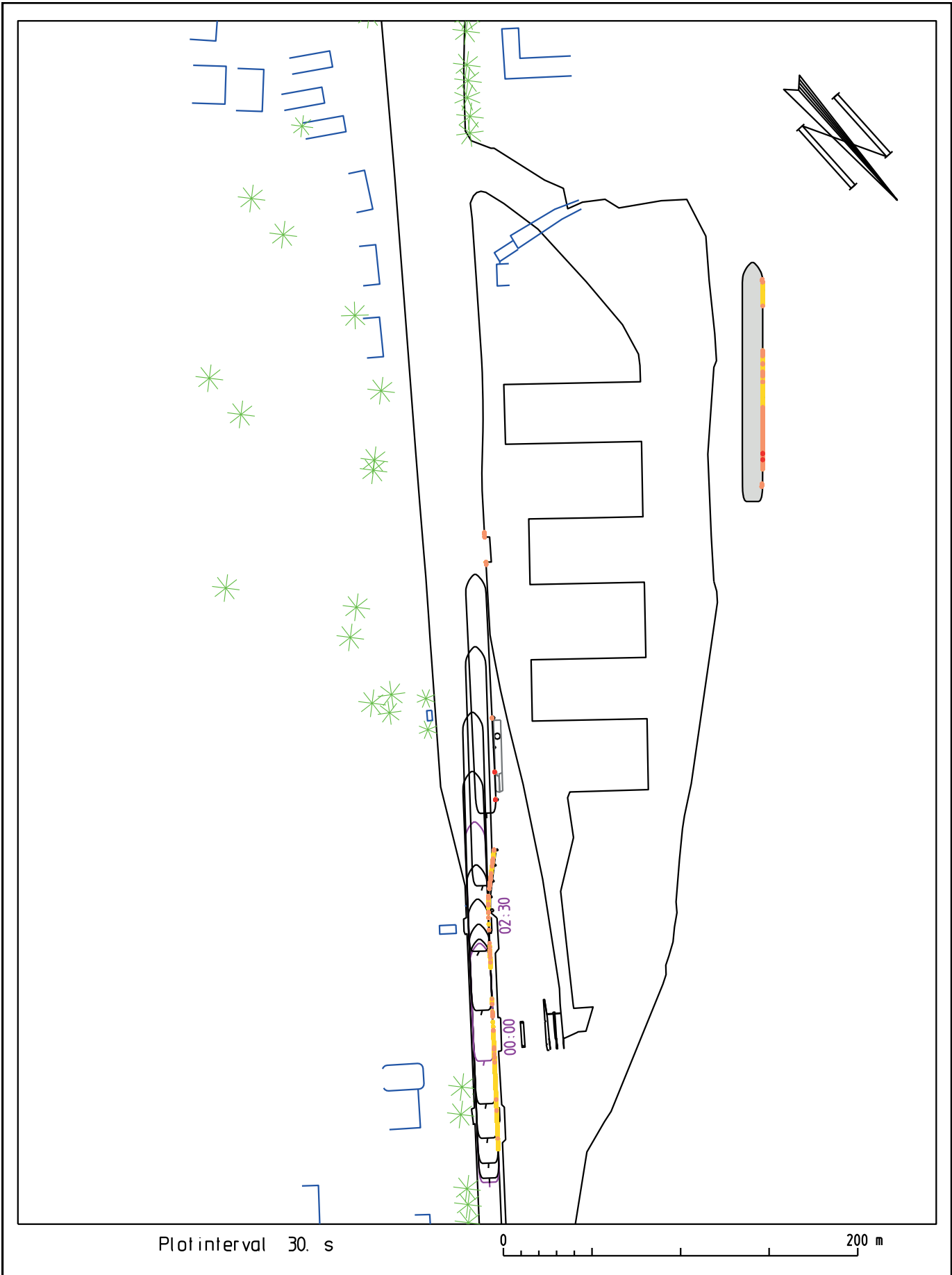


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL017
 8/05/2019
 Tijdstip : 13:59:20
 Duur : 4.97 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL017
 8/05/2019
 Tijdstip : 13:59:20
 Duur : 4.97 min.

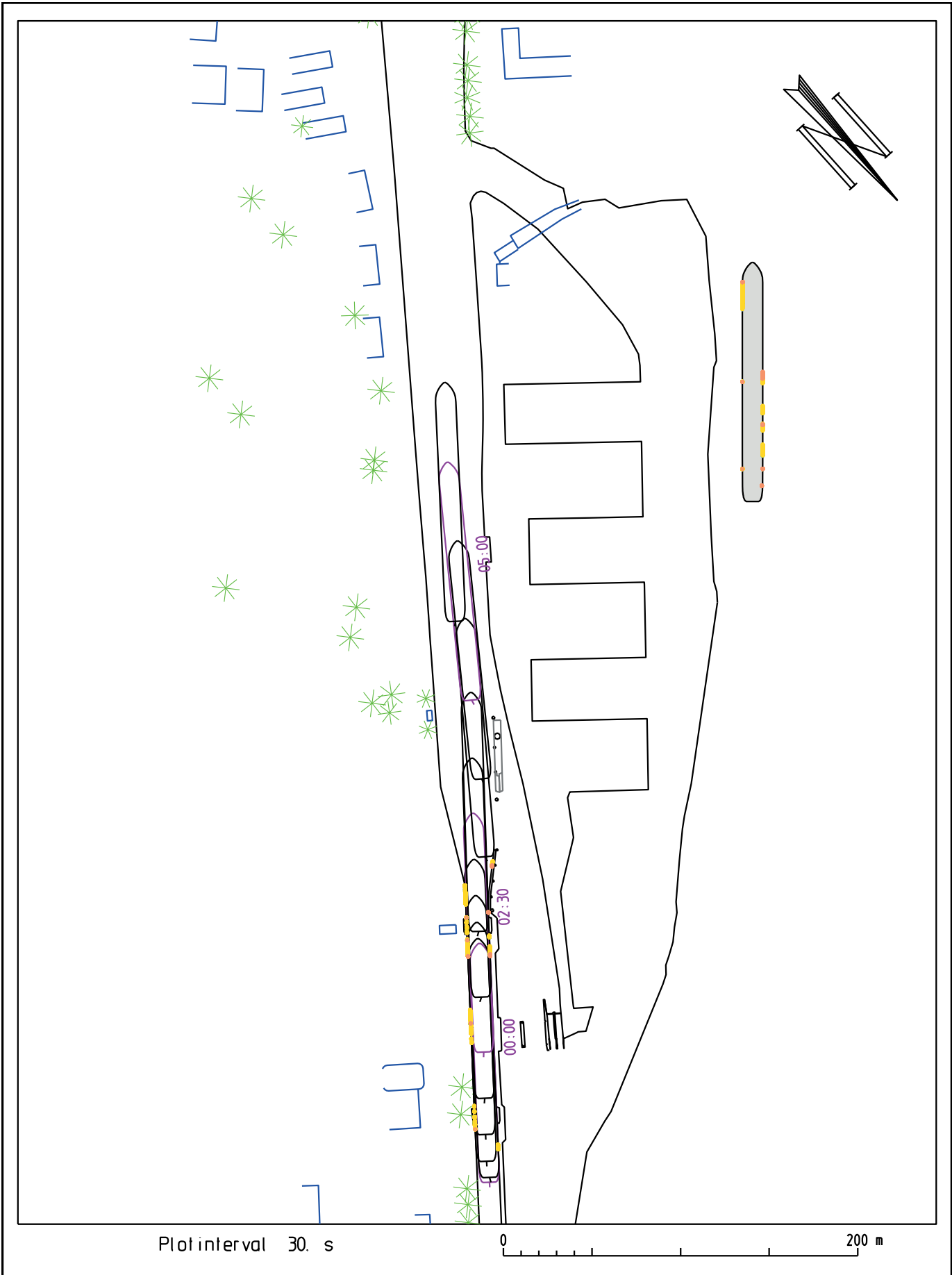


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk): L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL018
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:06:03
 Duur : 5.82 min.

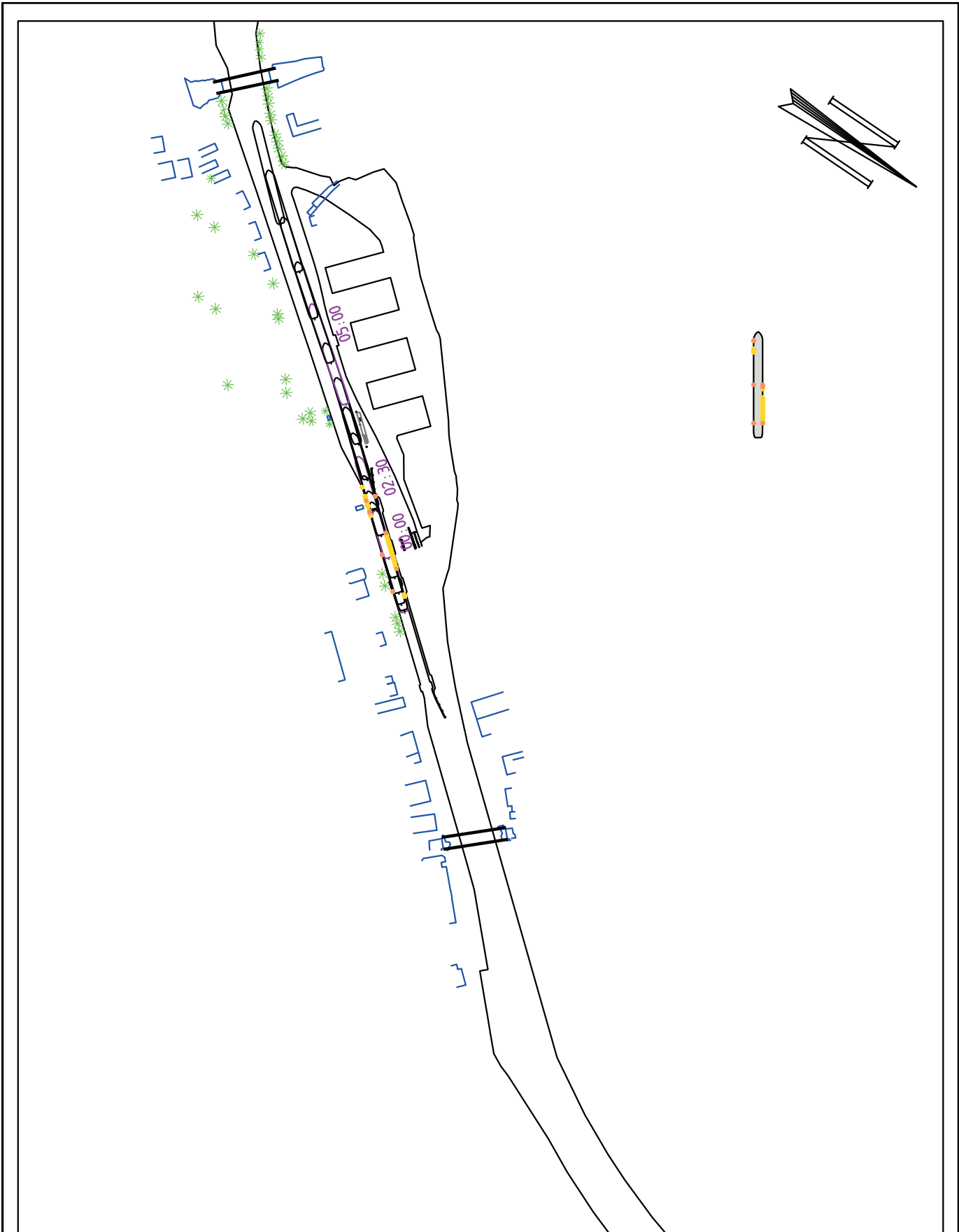


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL018
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:06:03
 Duur : 5.82 min.

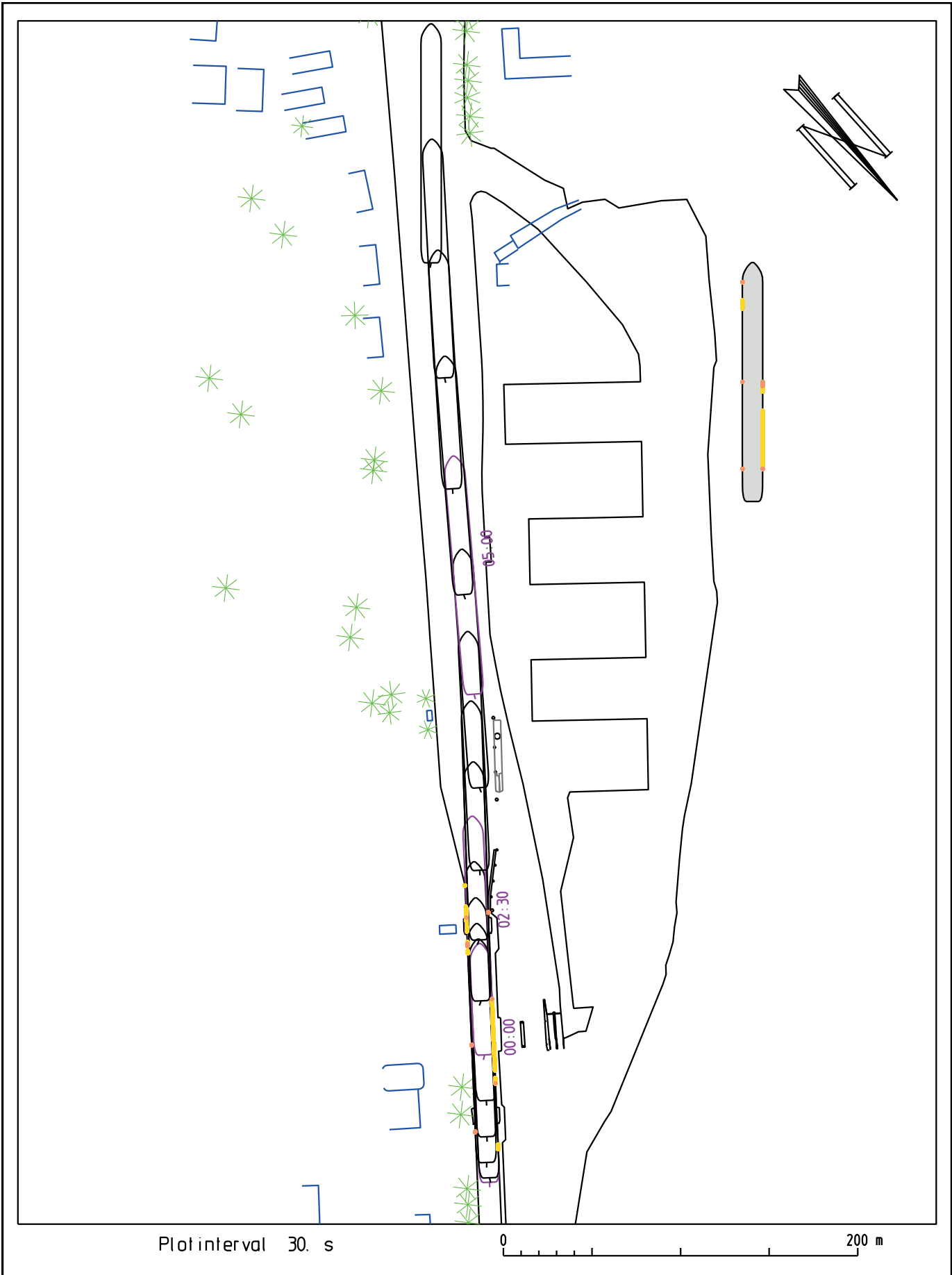


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 140m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk): L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL019
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:14:01
 Duur : 7.07 min.

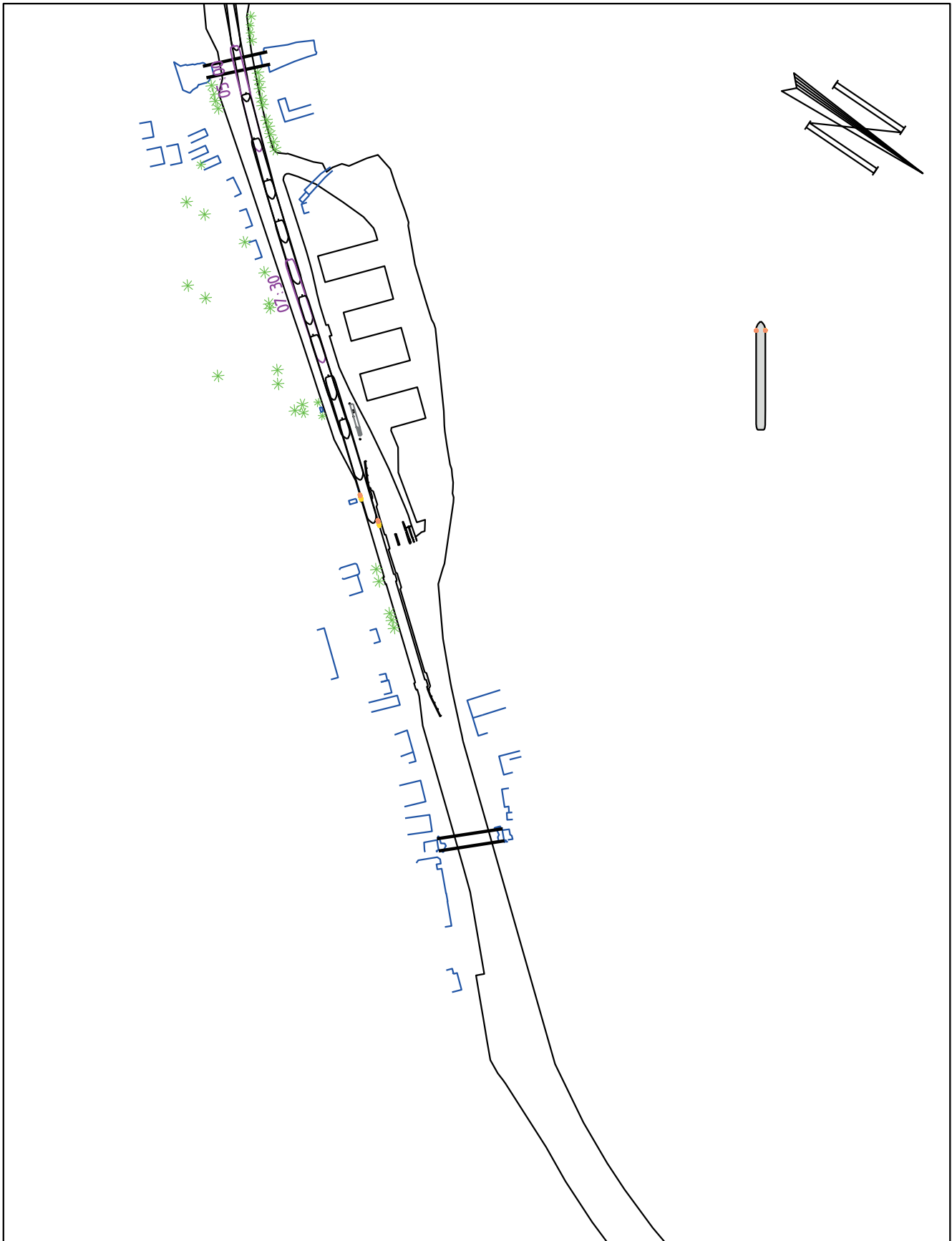


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 140m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL019
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:14:01
 Duur : 7.07 min.

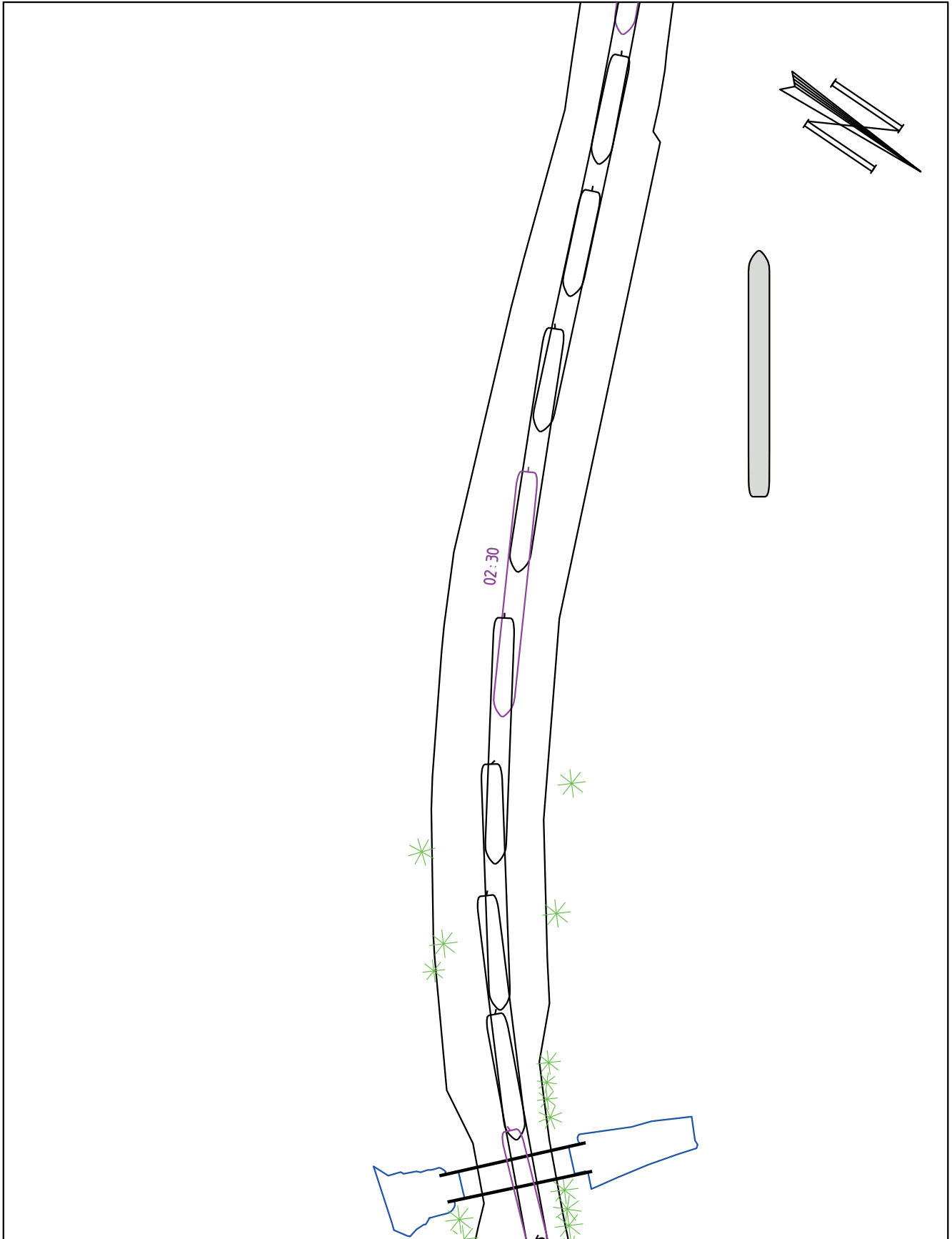


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL020
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:28:43
 Duur : 9.68 min.

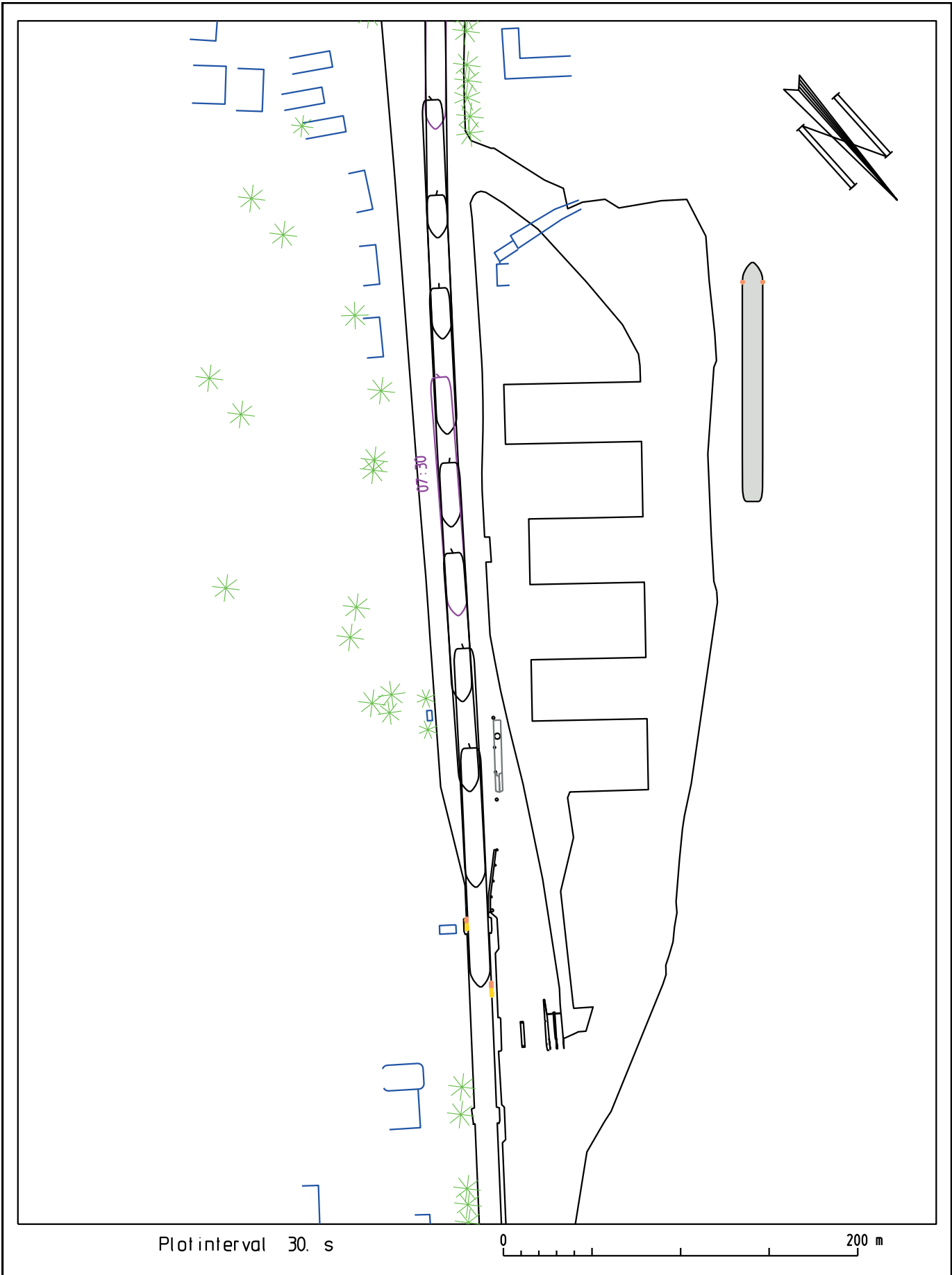


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL020
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:28:43
 Duur : 9.68 min.

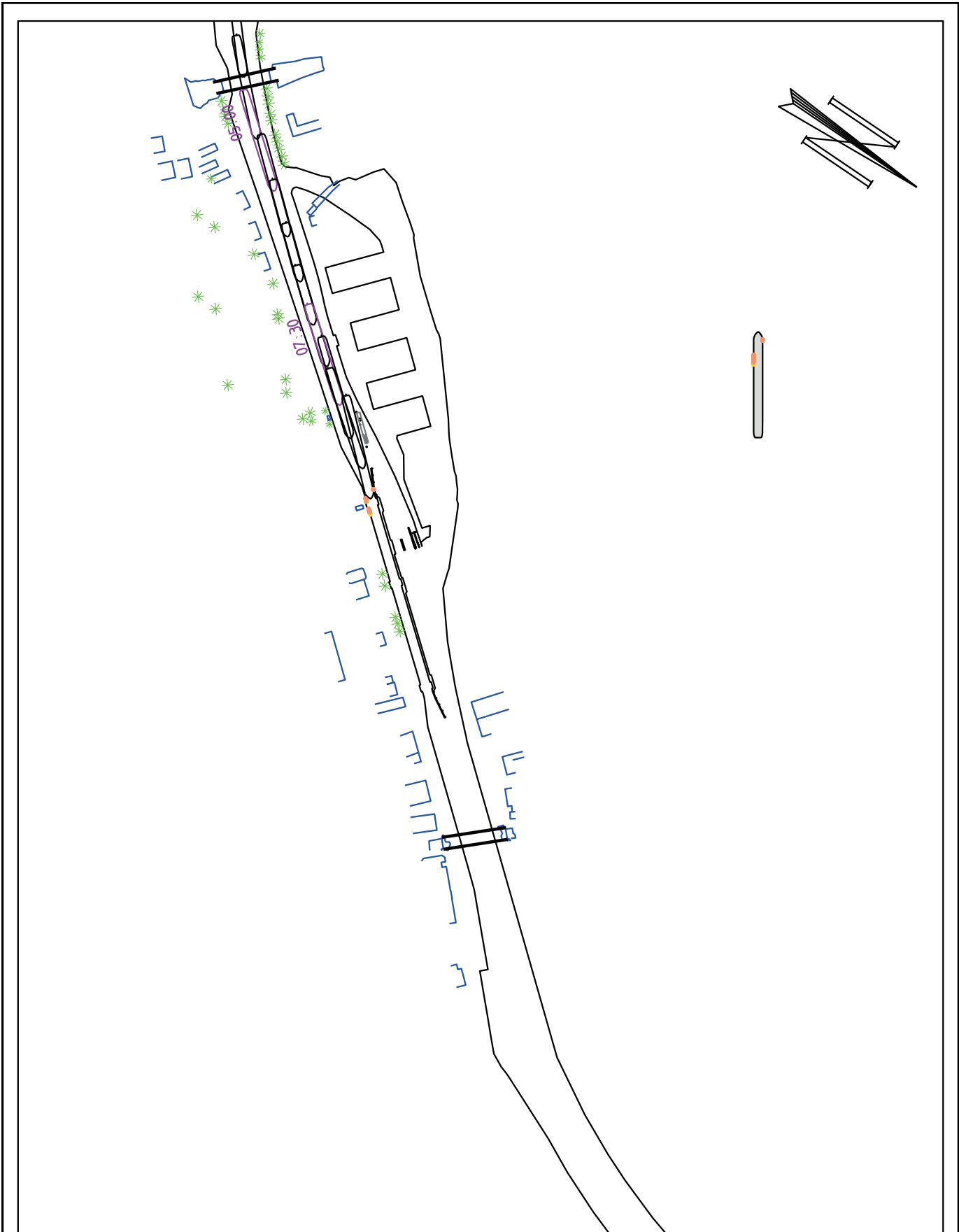


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL020
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:28:43
 Duur : 9.68 min.

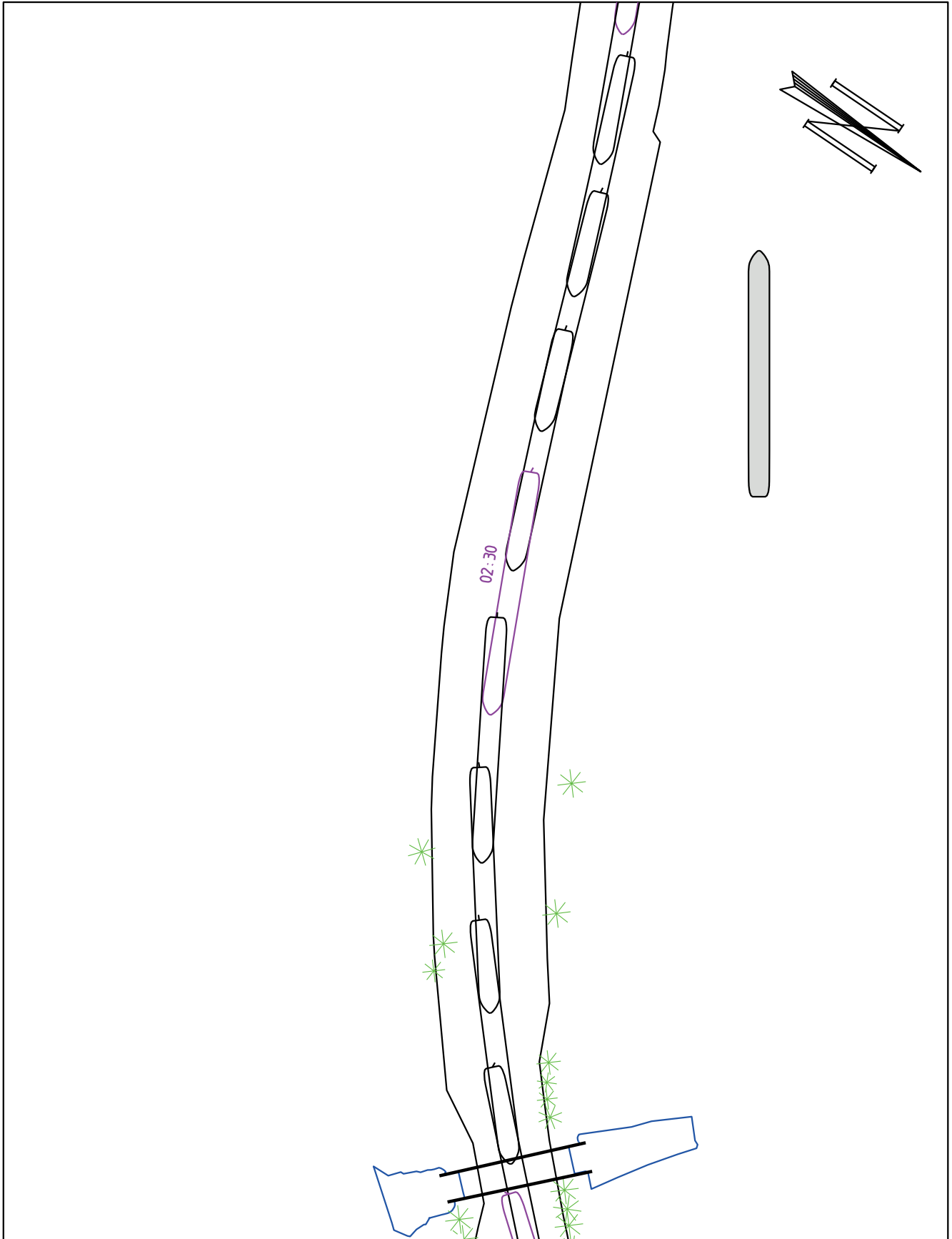


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL021
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:41:36
 Duur : 9.47 min.

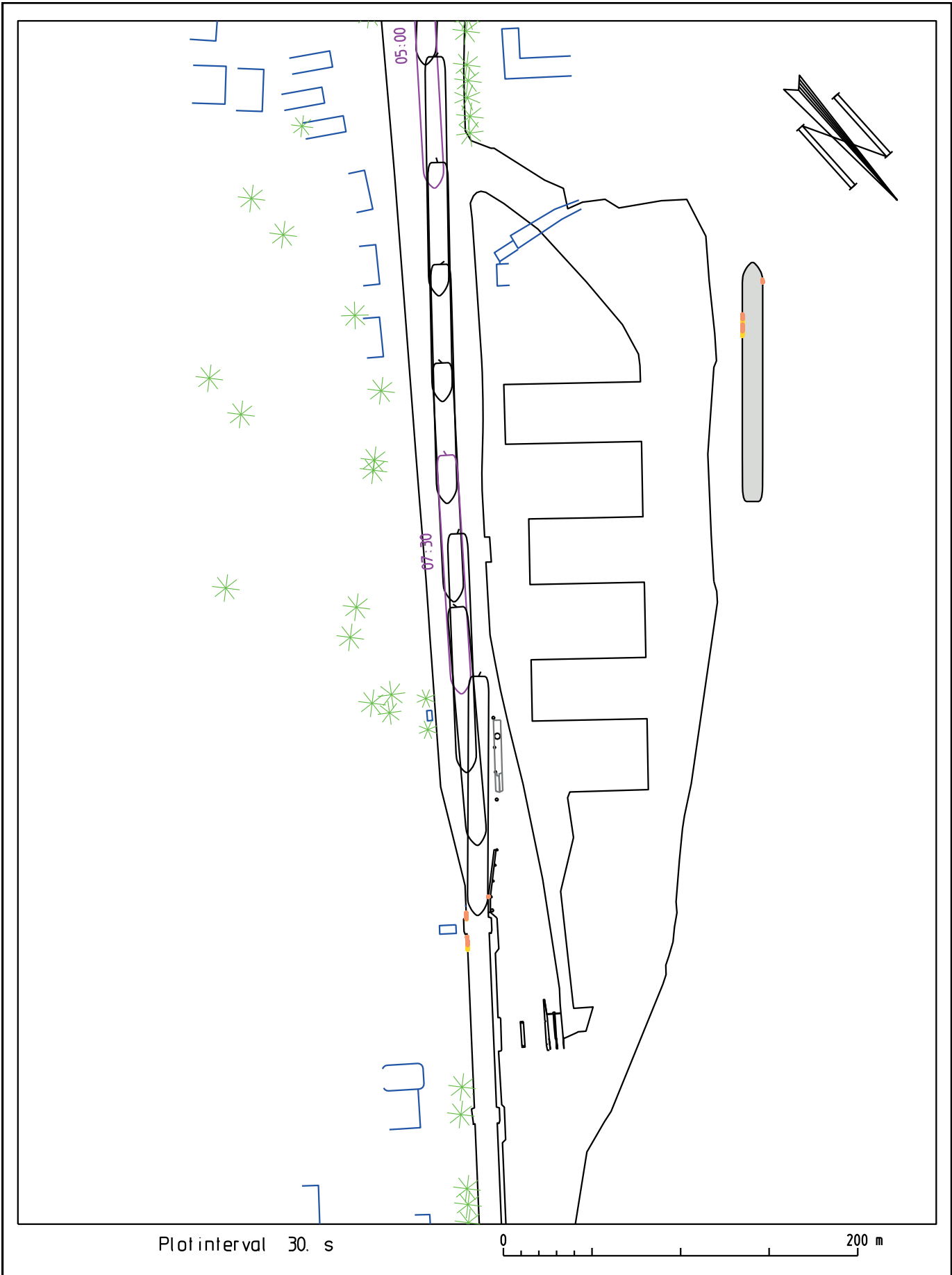


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL021
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:41:36
 Duur : 9.47 min.

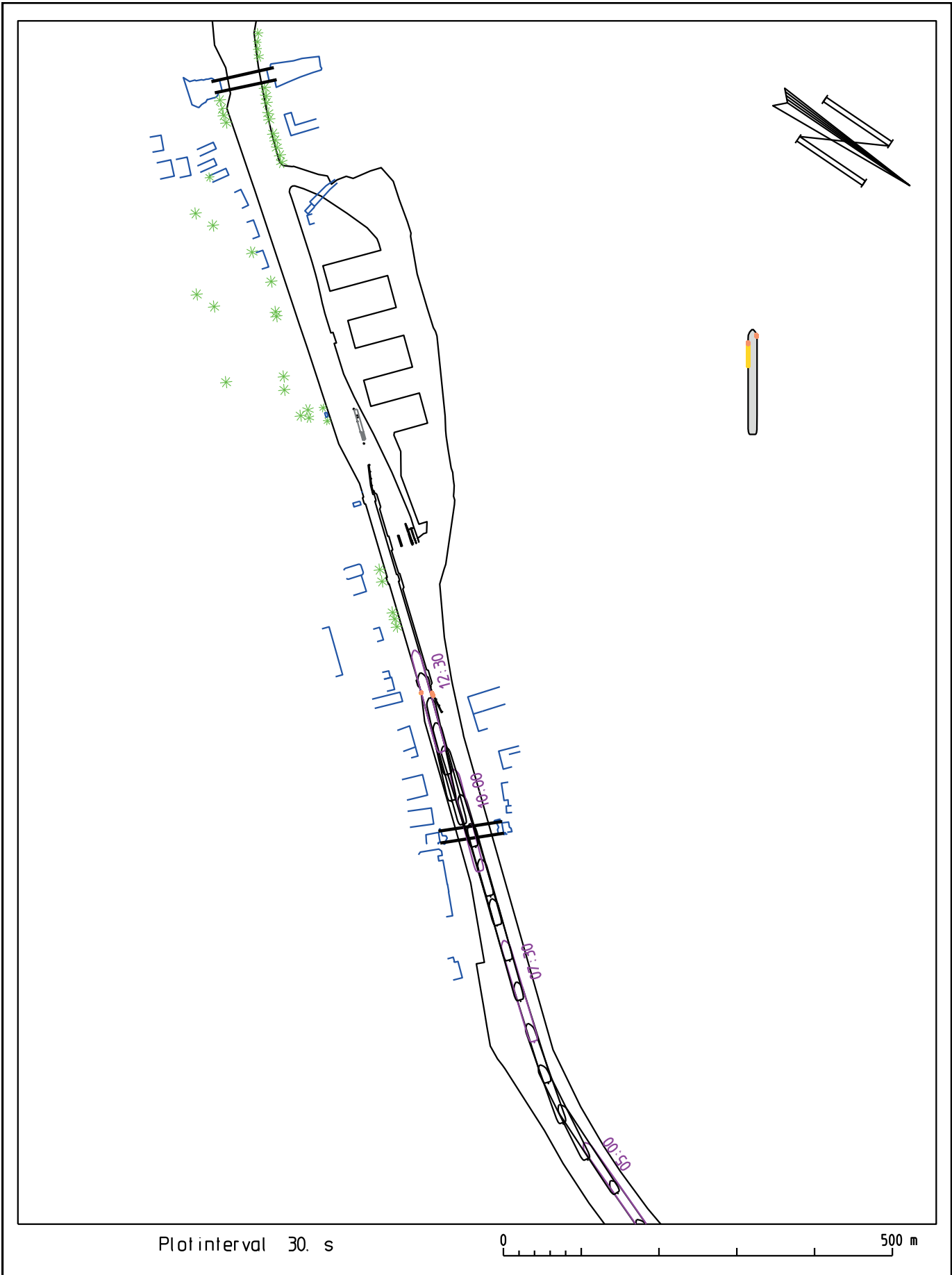


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL021
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:41:36
 Duur : 9.47 min.

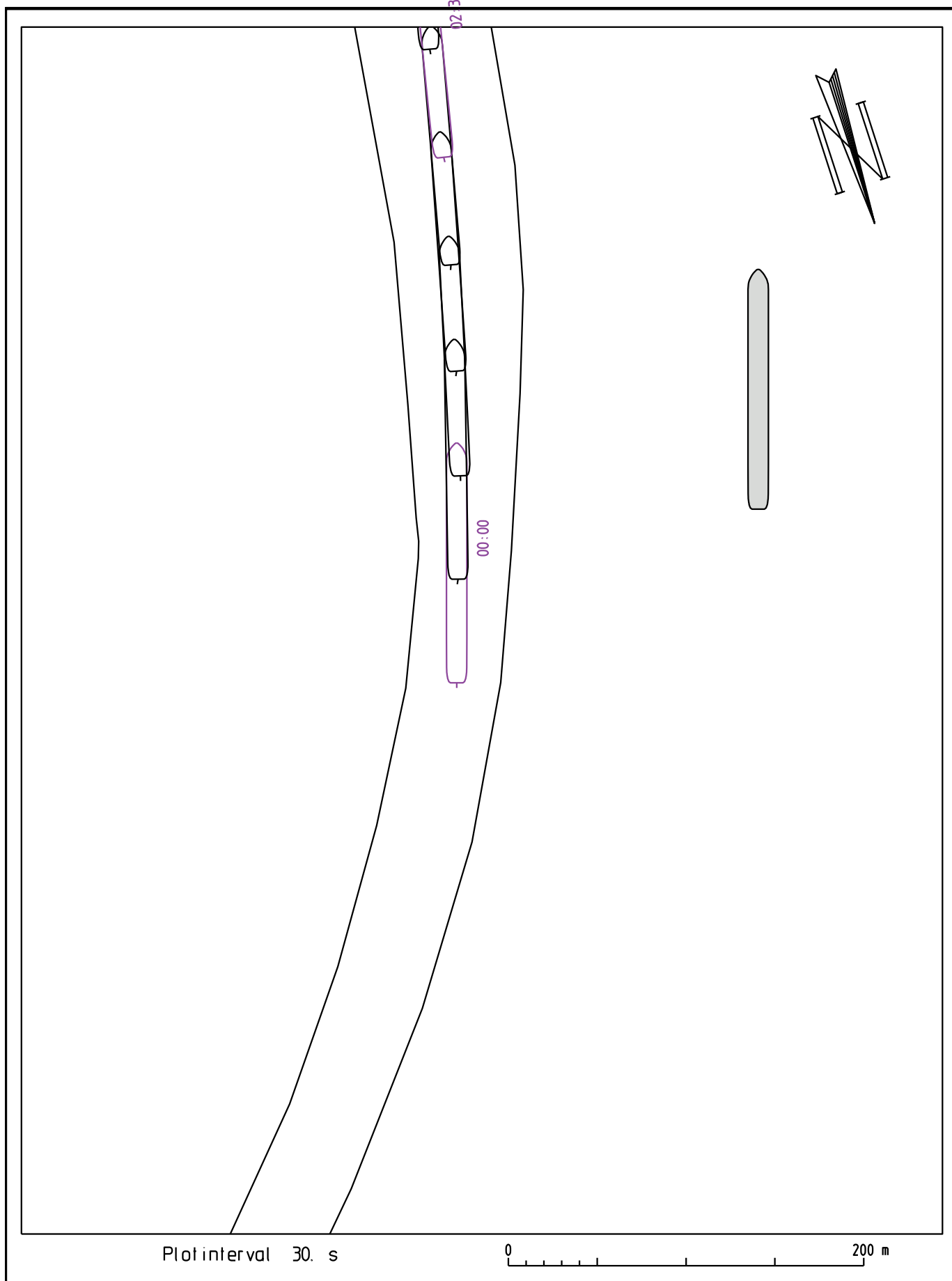


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL022
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:57:25
 Duur : 12.65 min.

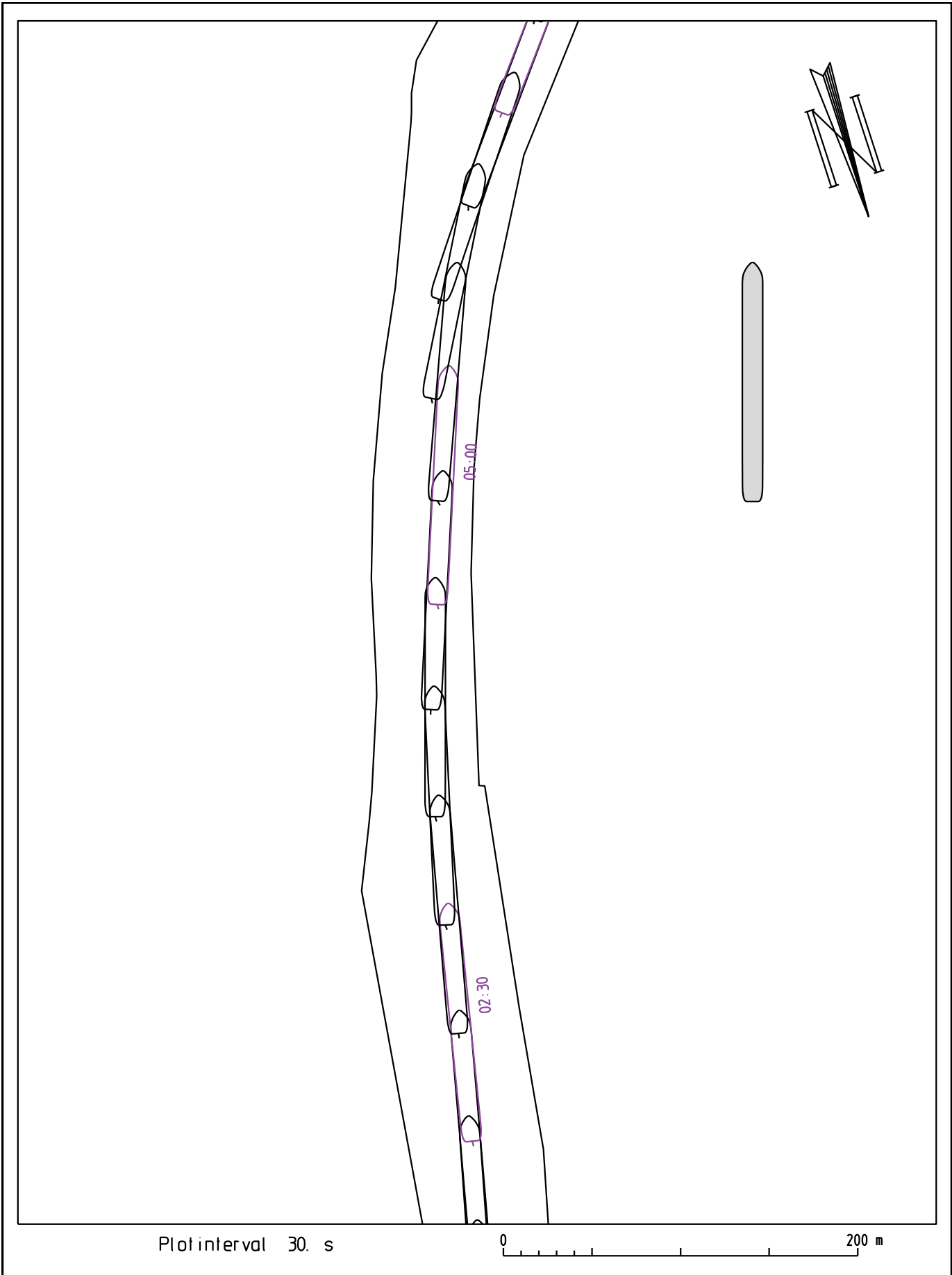


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL022
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:57:25
 Duur : 12.65 min.

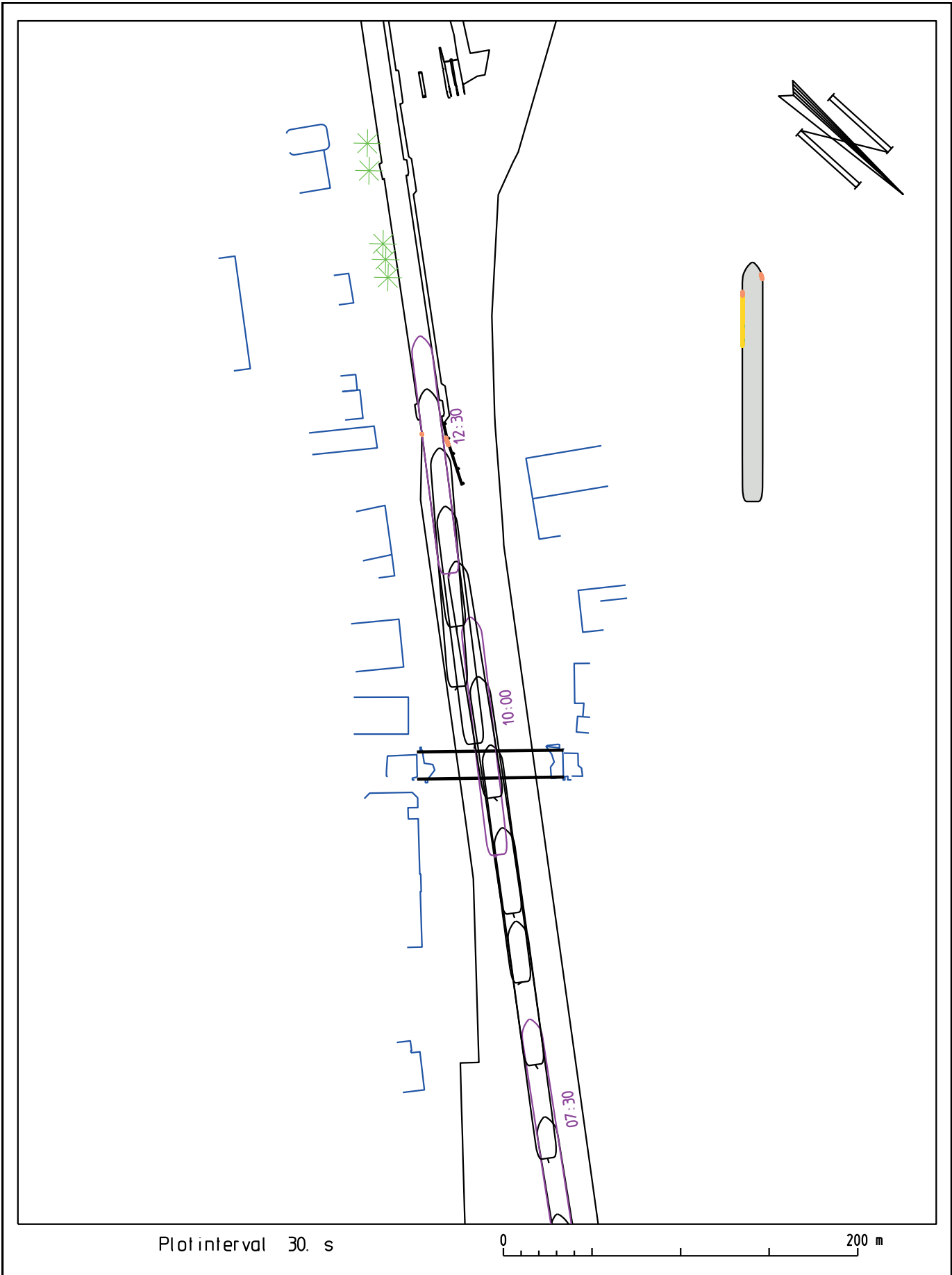


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL022
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:57:25
 Duur : 12.65 min.

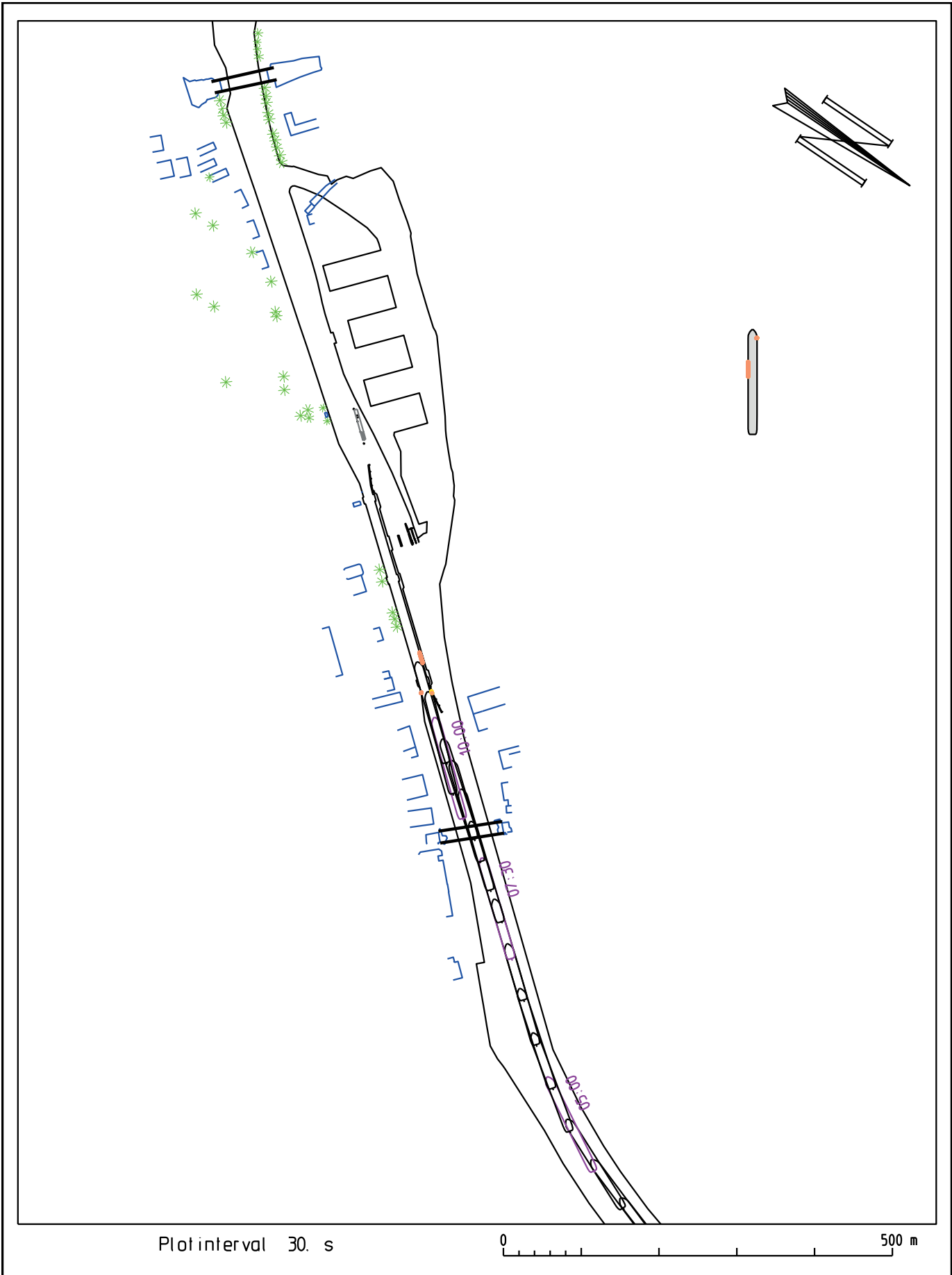


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL022
 8/05/2019
 Tijdstip : 14:57:25
 Duur : 12.65 min.

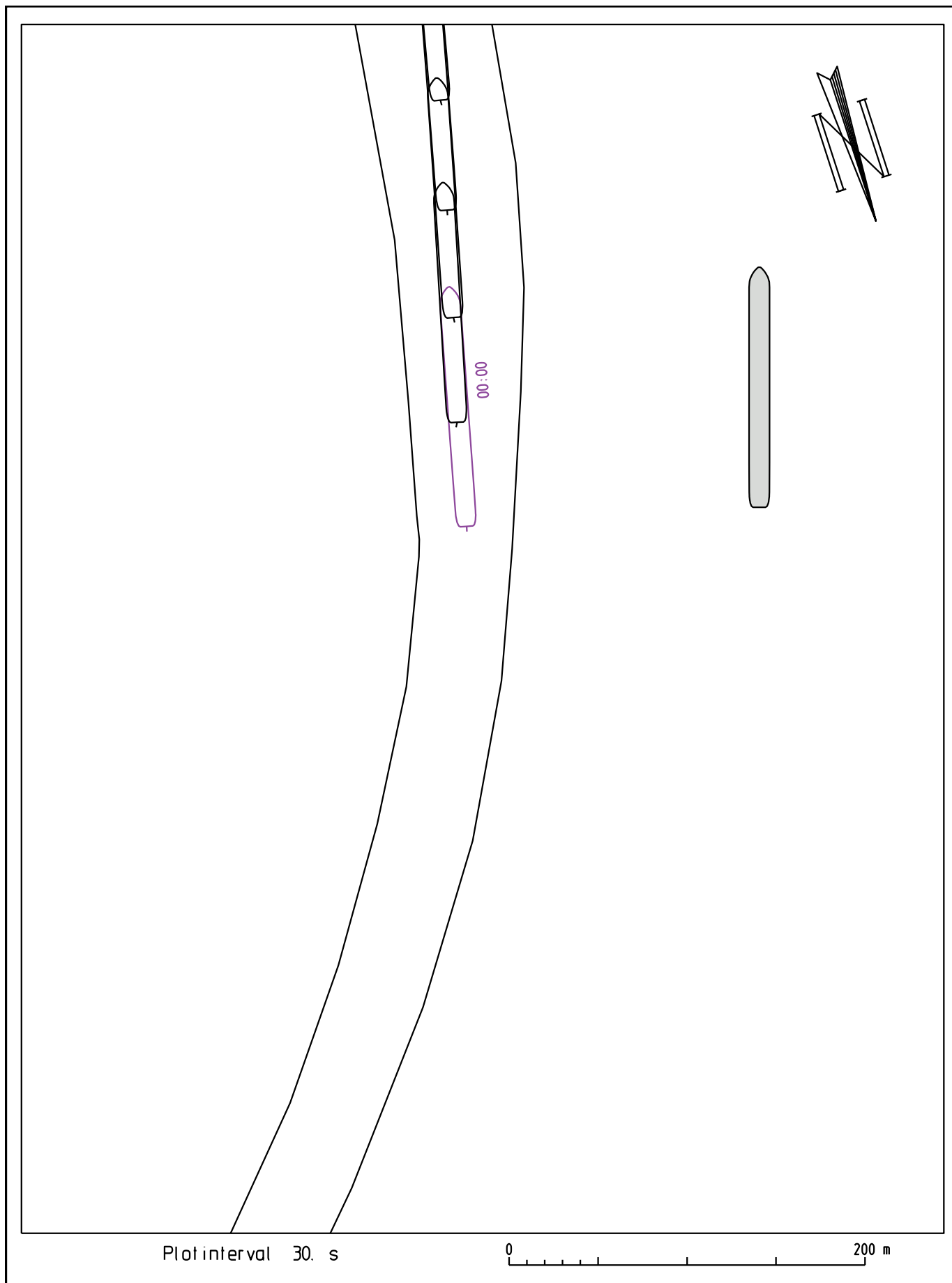


Plot interval 30. s

0 500 m


Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

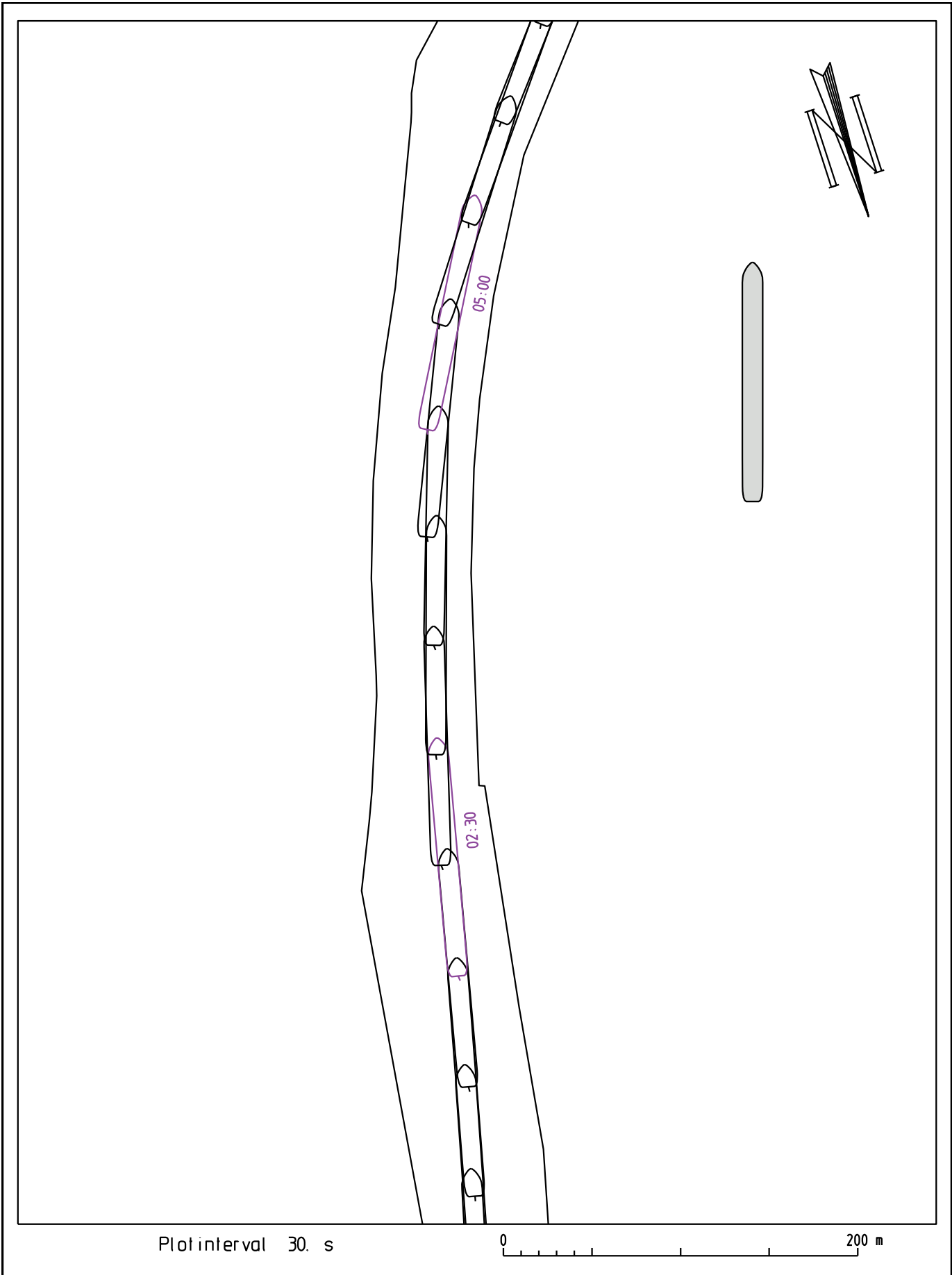
HAREL023
 8/05/2019
 Tijdstip : 15:17:01
 Duur : 11.45 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

<p>Sluisinvaart benedenpand (opvaart) Wind: - 0 Debiet: 100m³/s Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m</p>	<p>HAREL023 8/05/2019 Tijdstip : 15:17:01 Duur : 11.45 min.</p>
<p>Waterbouwkundig Laboratorium</p>  <p>Vlaanderen is wetenschap</p>	<p>18_155</p> <p>Harelbeke2019 WL2019R18_155_1</p> <p>B74</p>

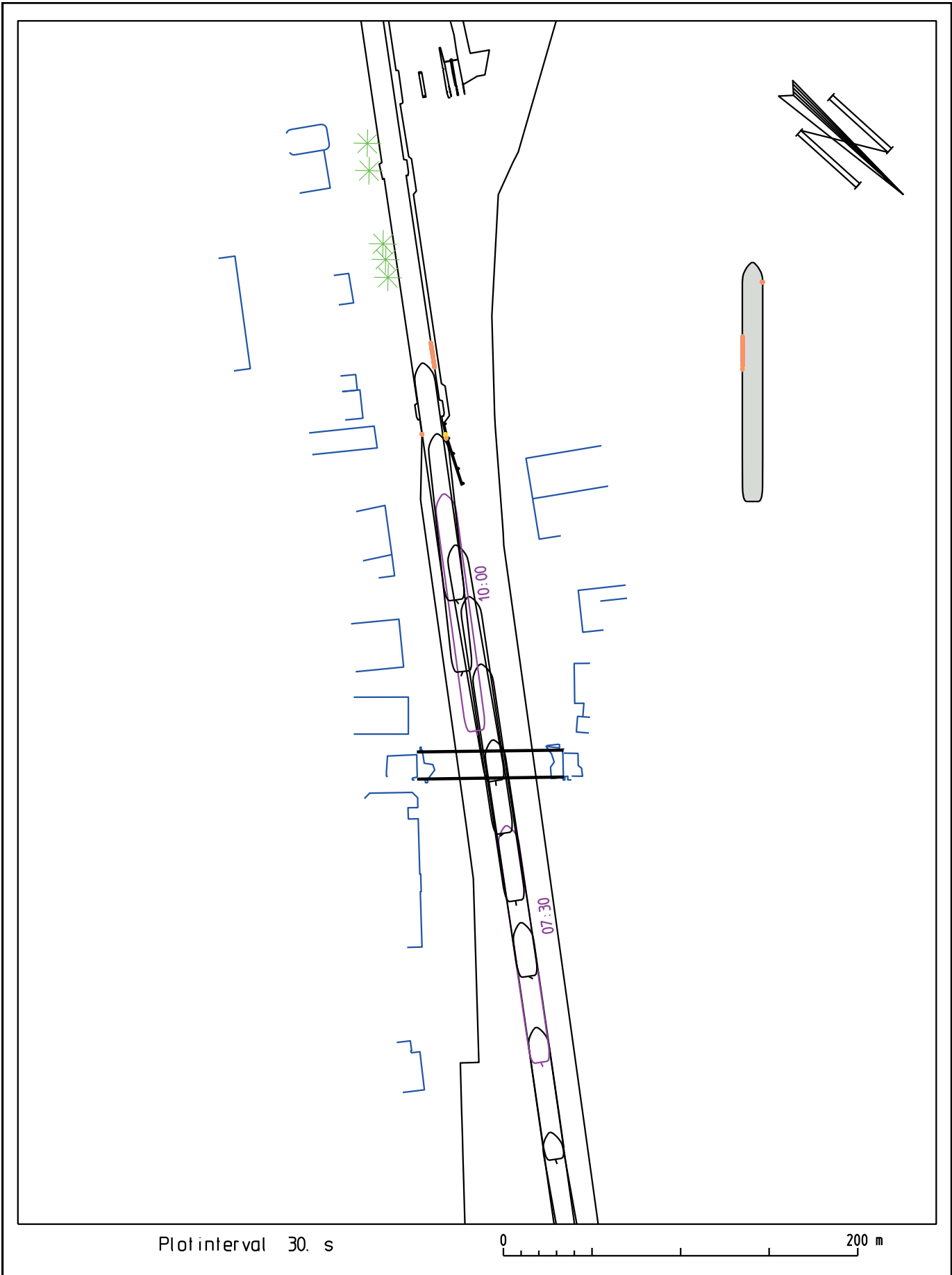


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL023
 8/05/2019
 Tijdstip : 15:17:01
 Duur : 11.45 min.

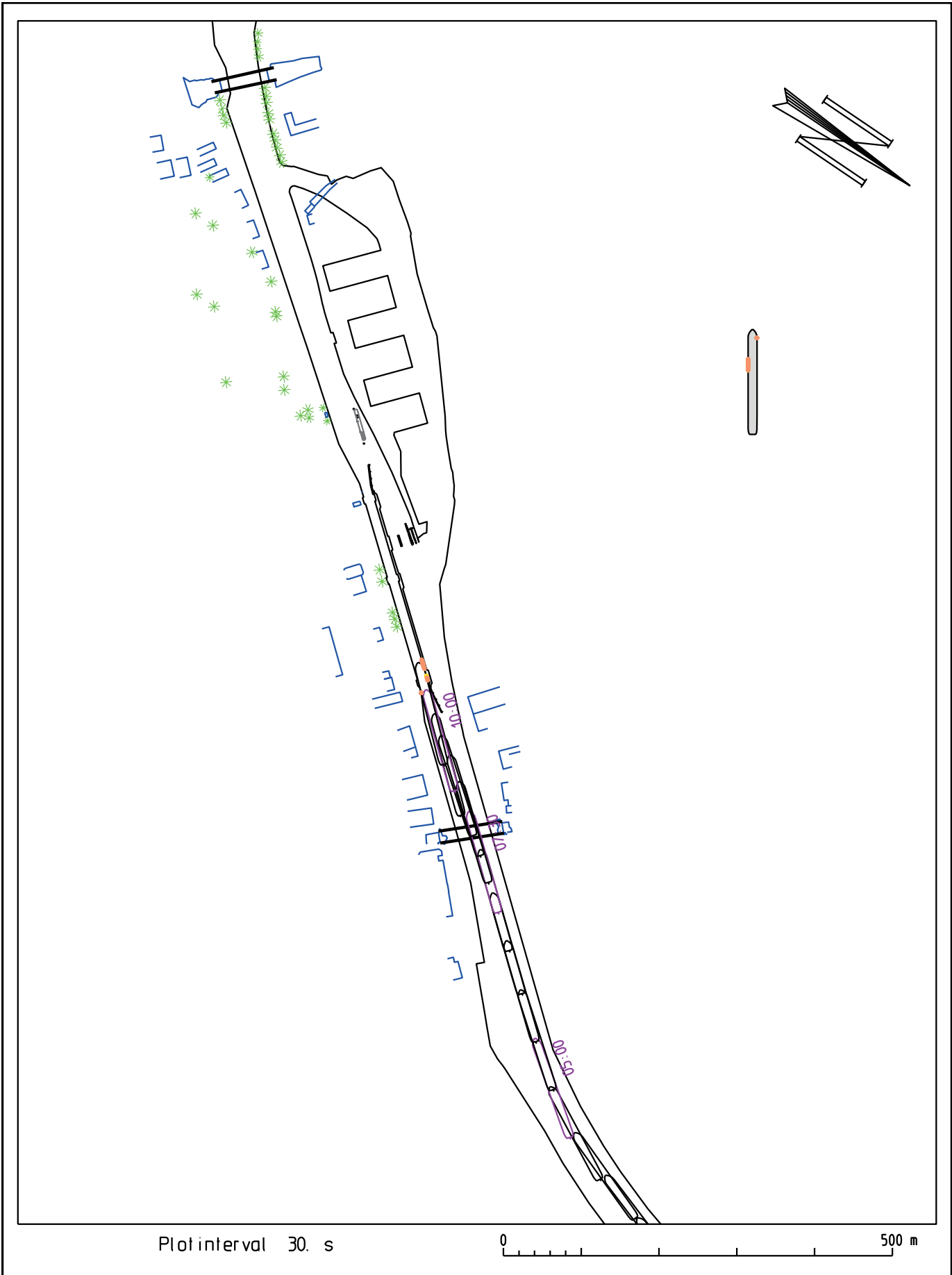


Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL023
 8/05/2019
 Tijdstip : 15:17:01
 Duur : 11.45 min.

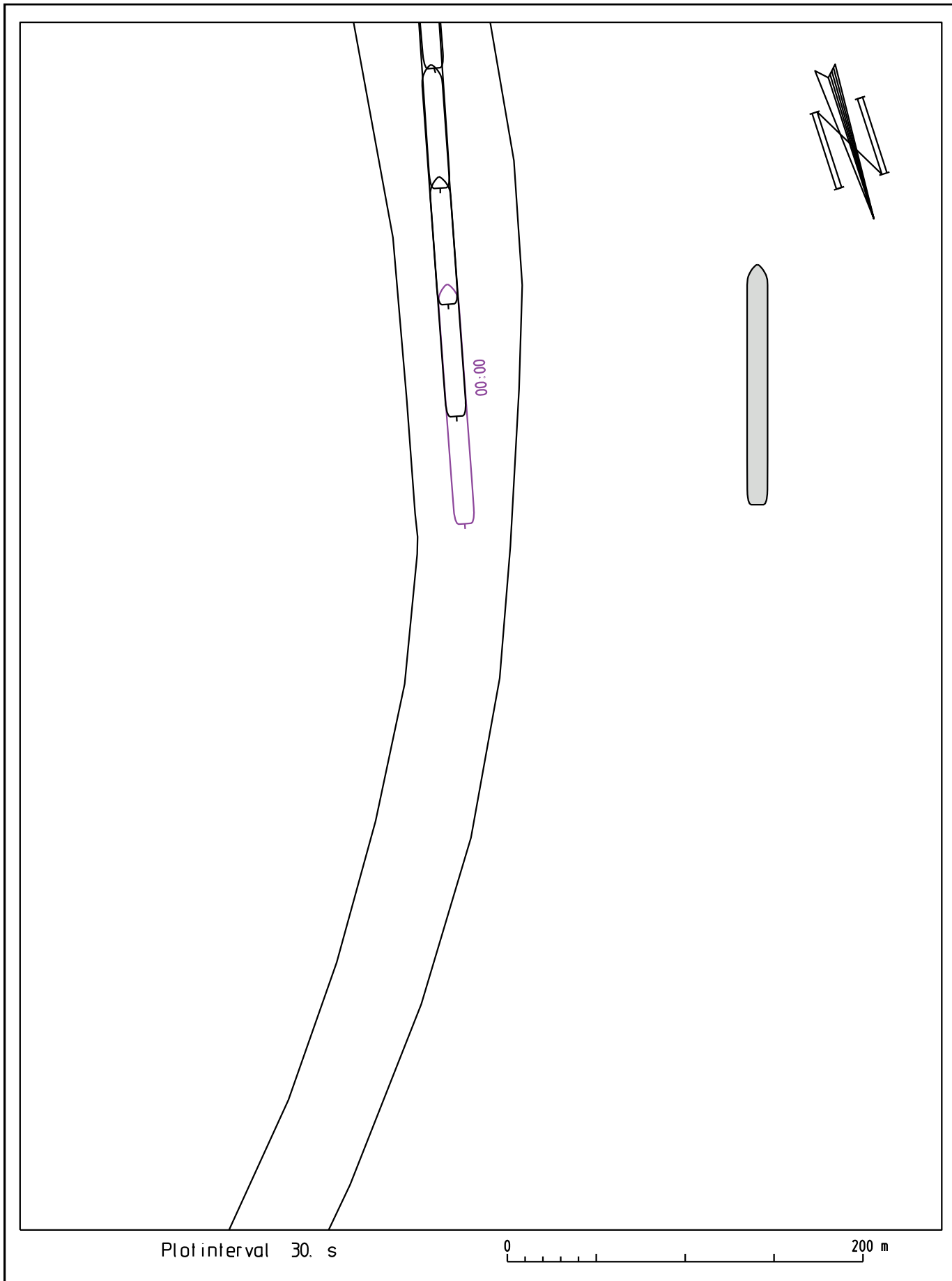


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL024
 8/05/2019
 Tijdstip : 15:31:39
 Duur : 10.77 min.

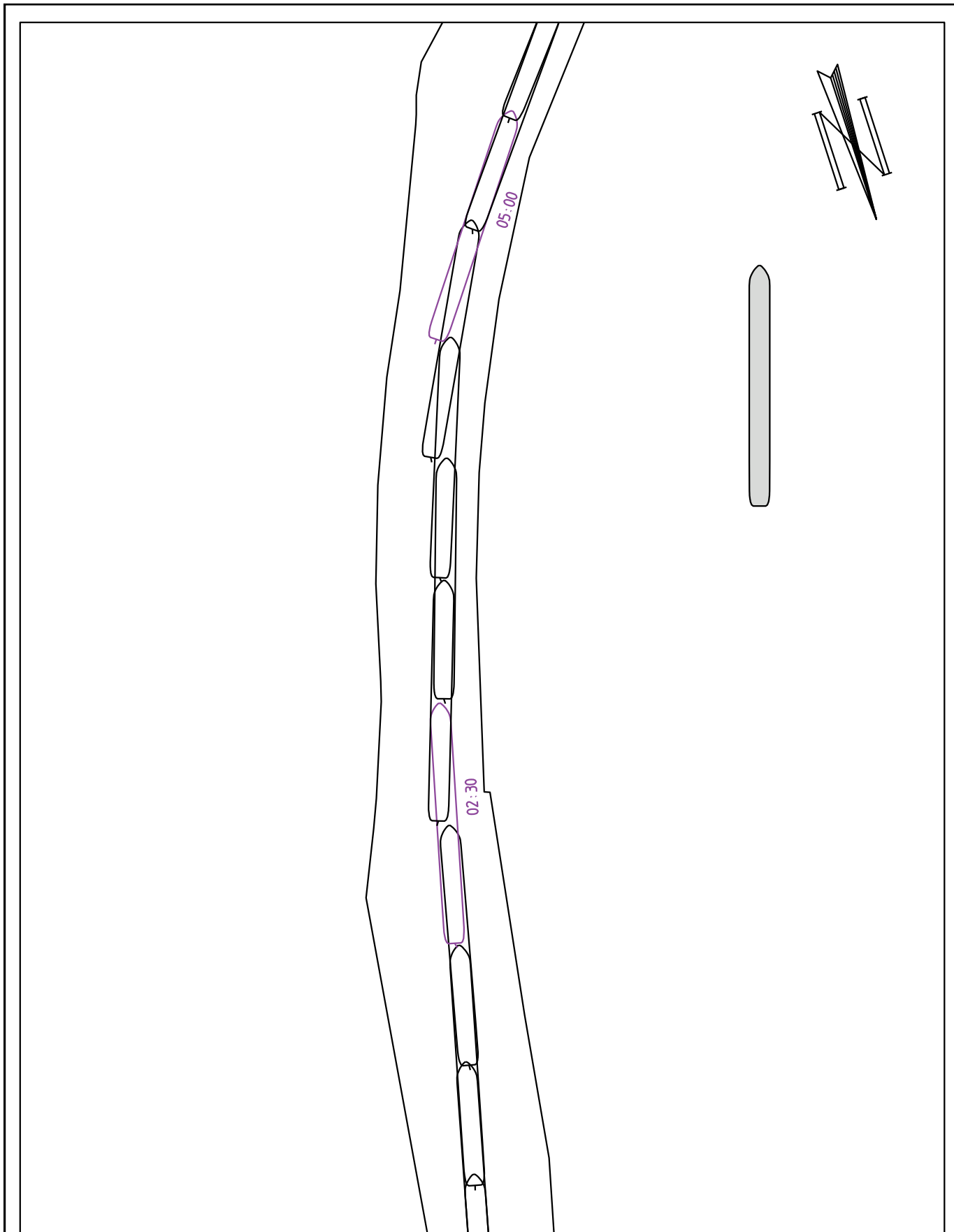


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL024
 8/05/2019
 Tijdstip : 15:31:39
 Duur : 10.77 min.

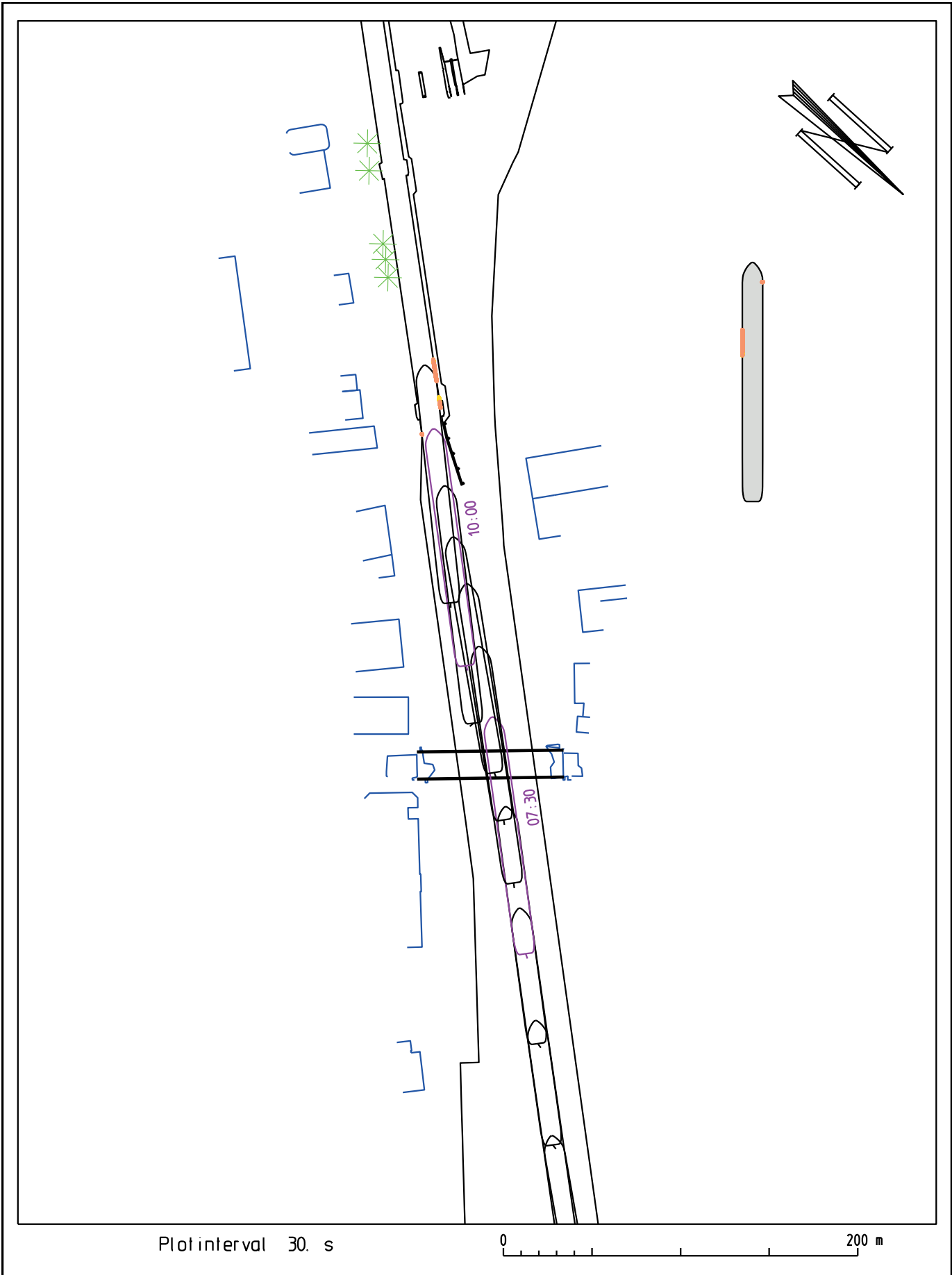


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL024
 8/05/2019
 Tijdstip : 15:31:39
 Duur : 10.77 min.

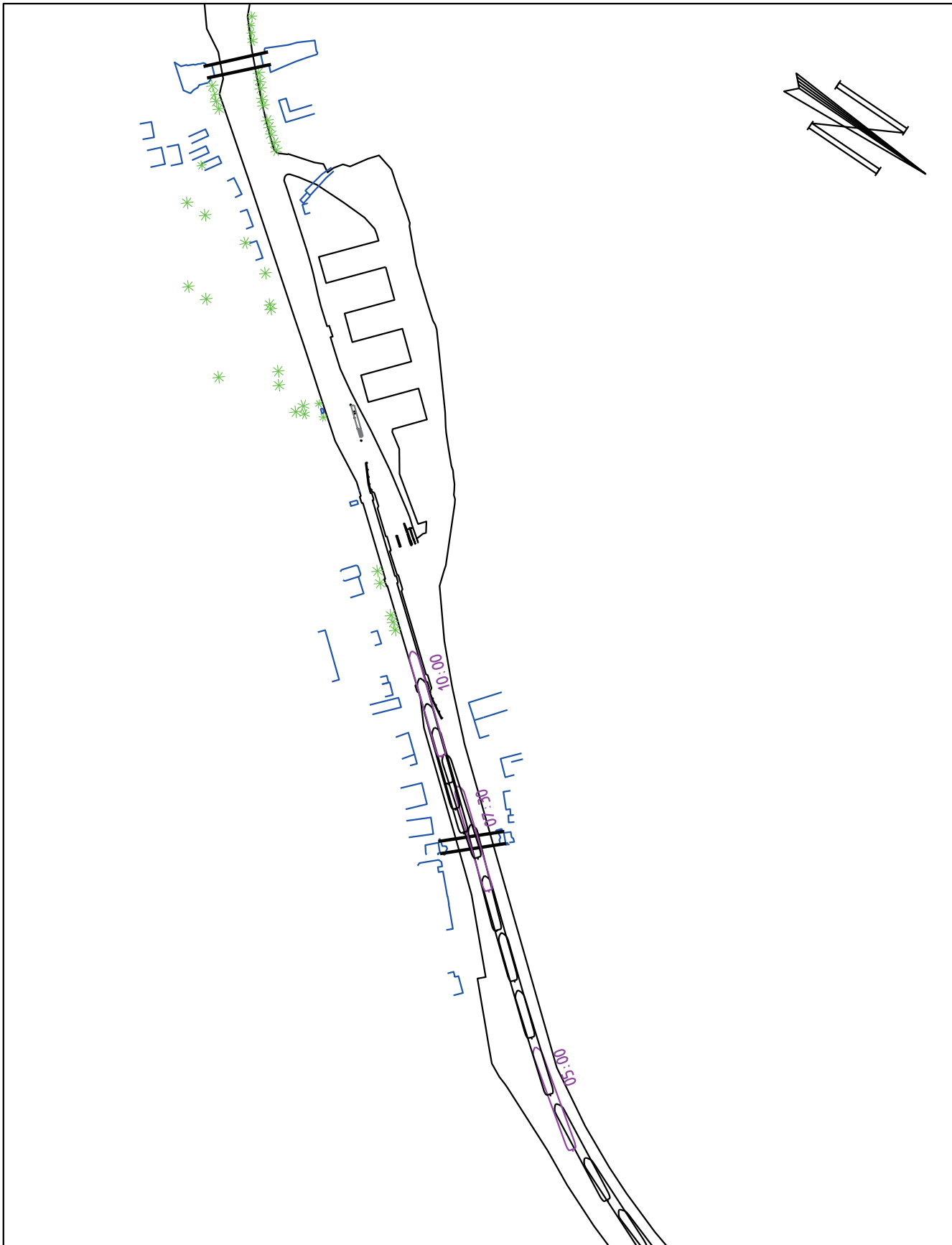


Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 70m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - bulk) : L=135m, B=11.45m, T=3.5m

HAREL024
 8/05/2019
 Tijdstip : 15:31:39
 Duur : 10.77 min.



Plotinterval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

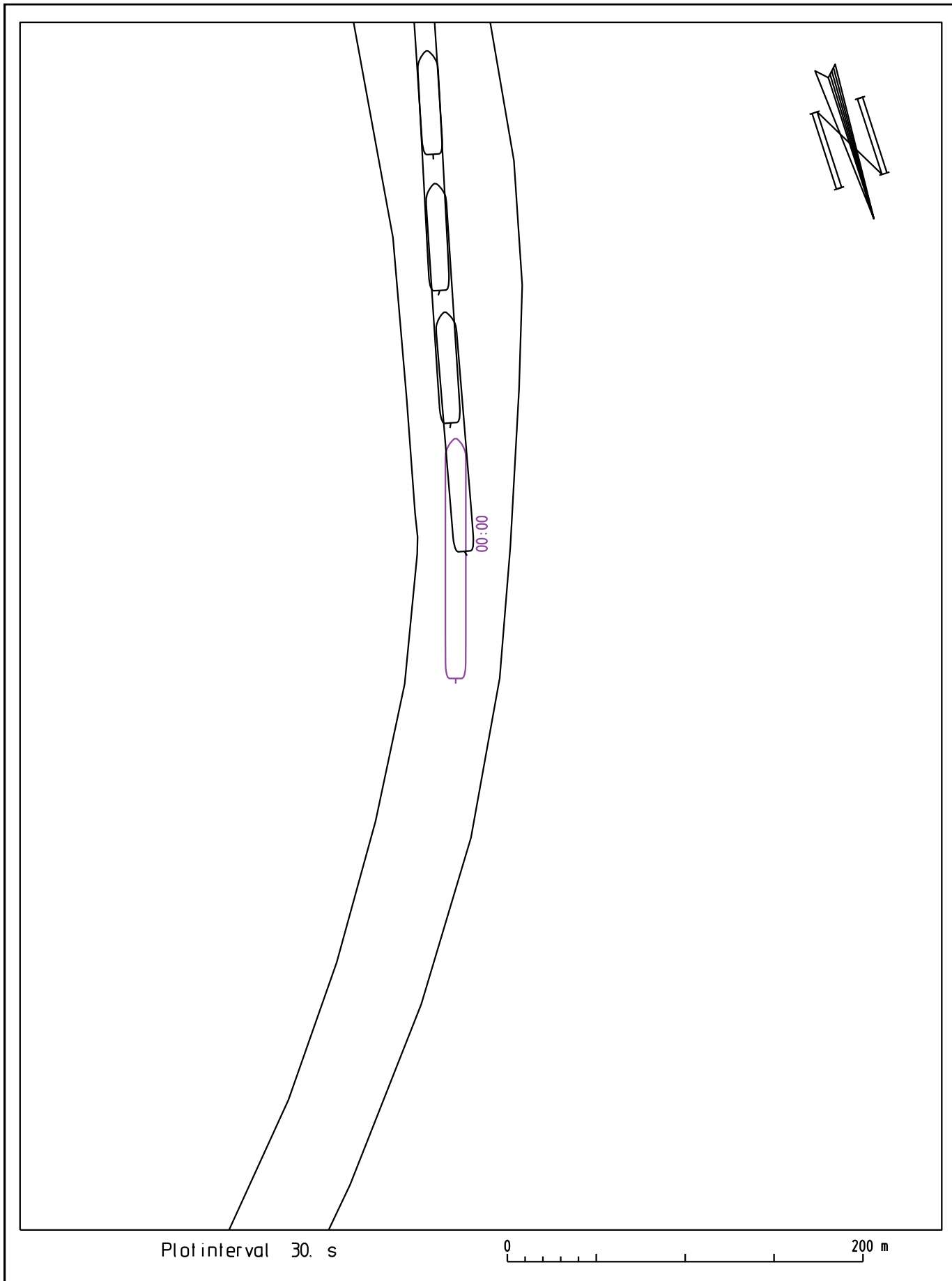
Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL025

8/05/2019

Tijdstip : 15:52:43

Duur : 10.07 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 100m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL025

8/05/2019

Tijdstip : 15:52:43

Duur : 10.07 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



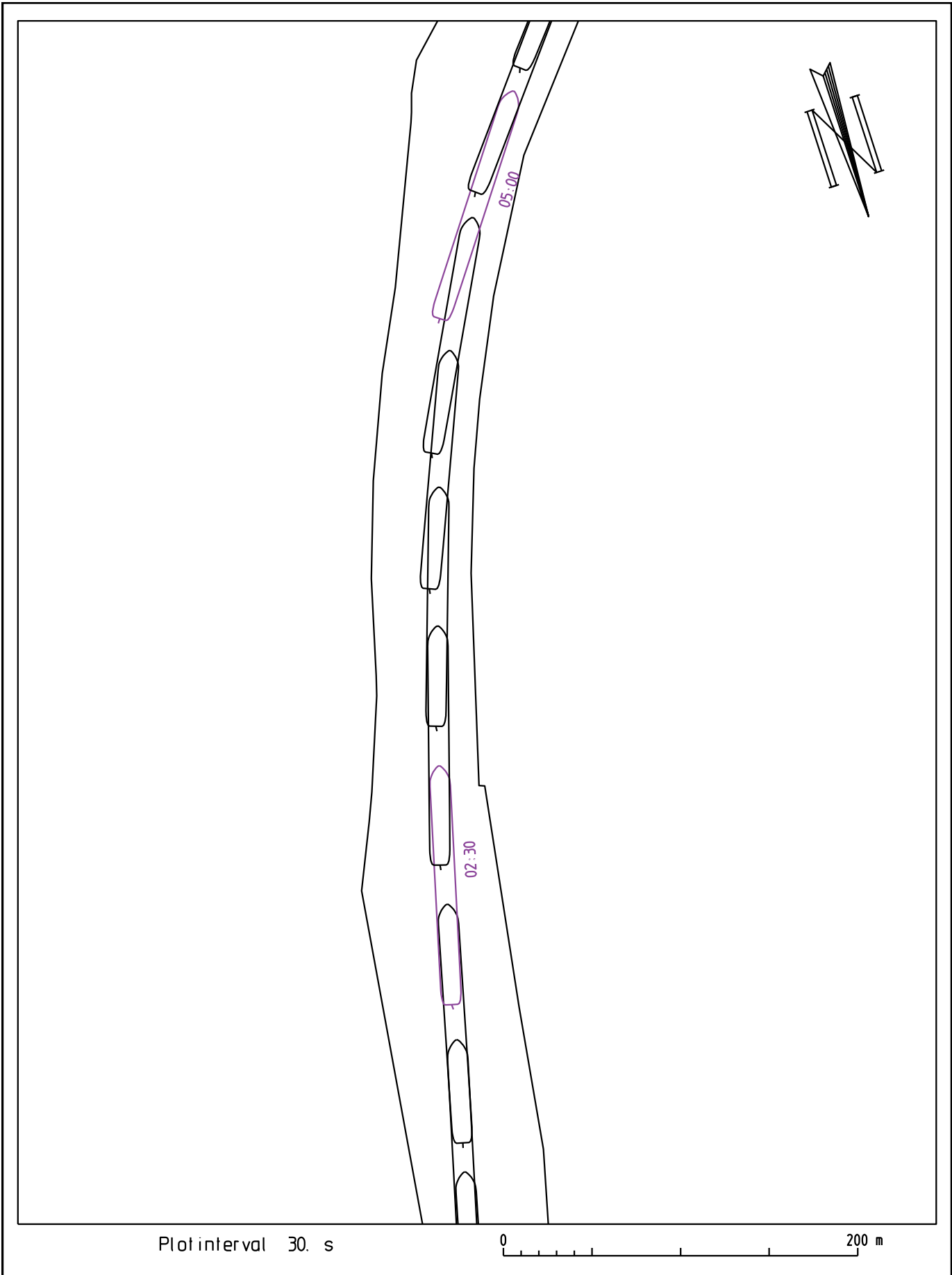
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B82

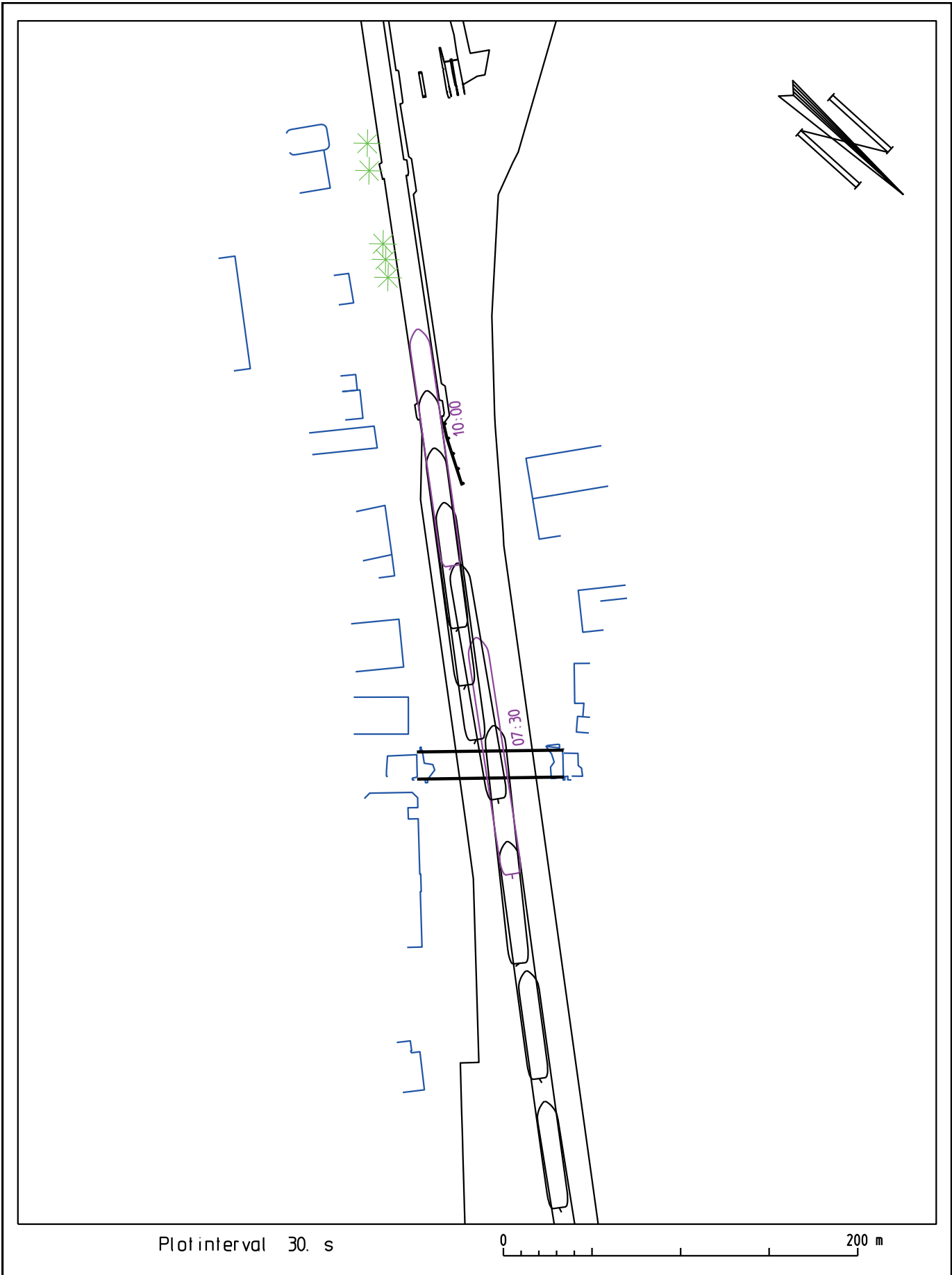


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL025
 8/05/2019
 Tijdstip : 15:52:43
 Duur : 10.07 min.



Plotinterval 30. s



Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL025
 8/05/2019
 Tijdstip : 15:52:43
 Duur : 10.07 min.



Plotinterval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL026

8/05/2019

Tijdstip : 16:04:05

Duur : 11.58 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



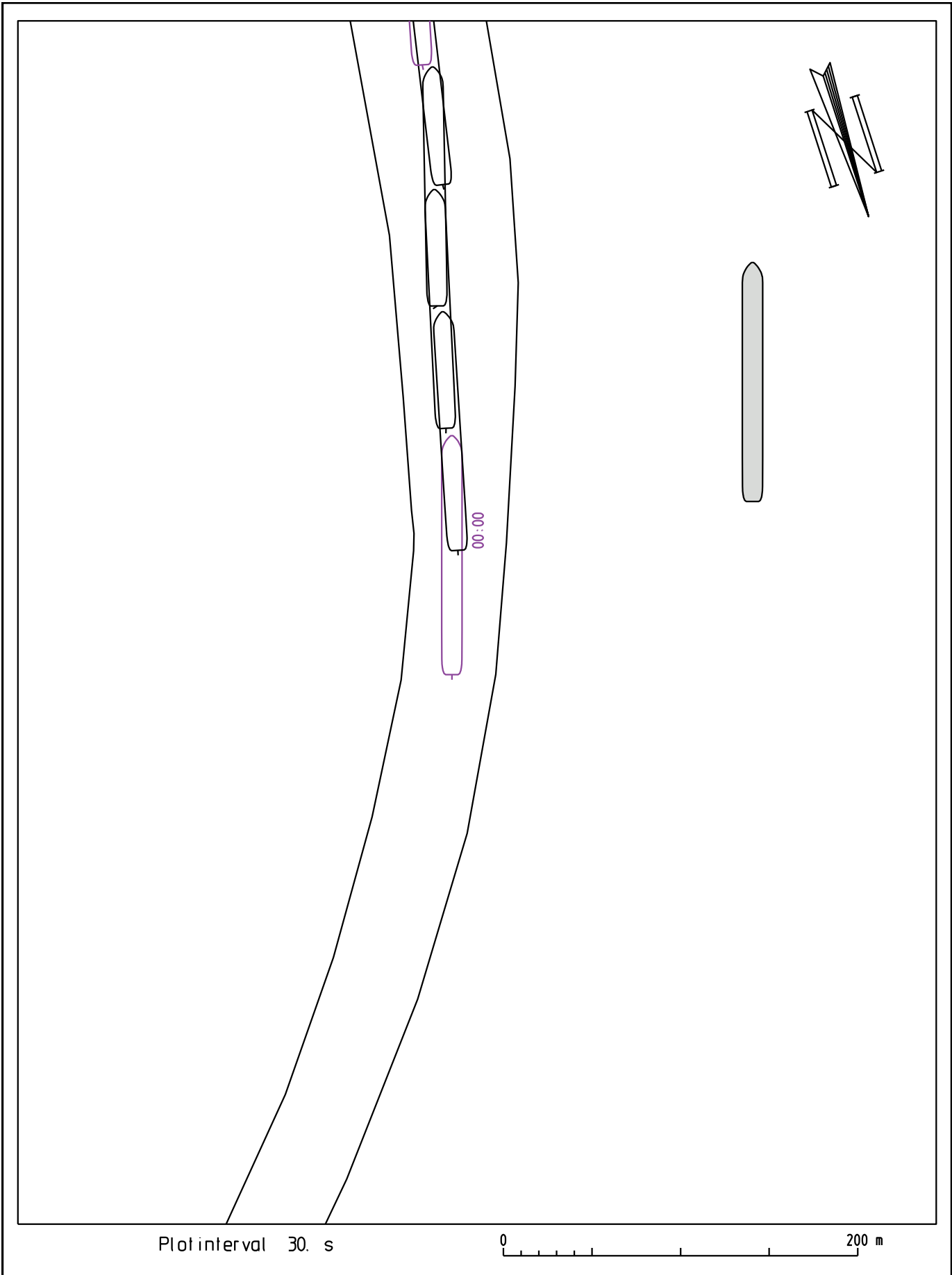
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B85



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL026

8/05/2019

Tijdstip : 16:04:05

Duur : 11.58 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



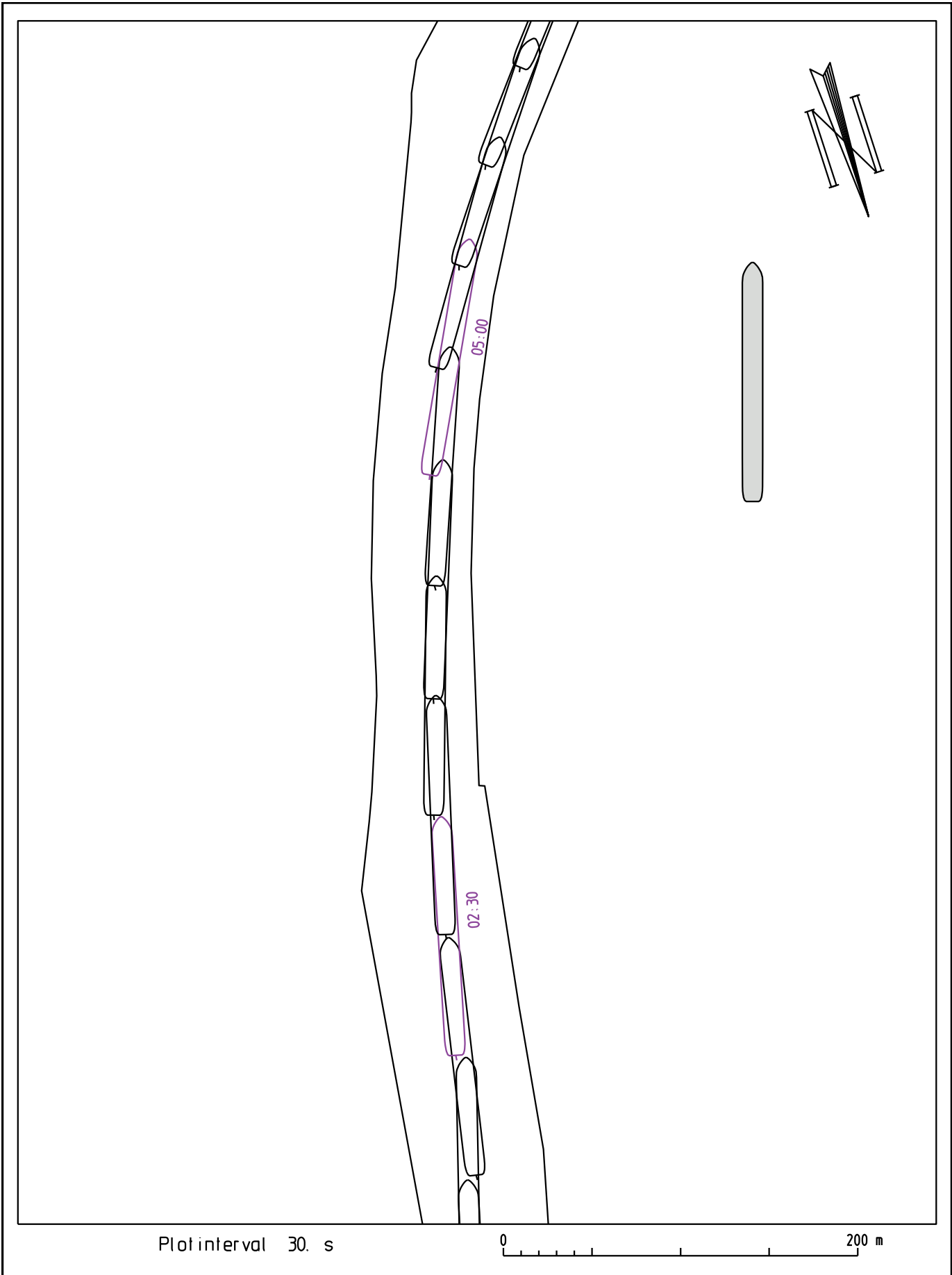
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B86

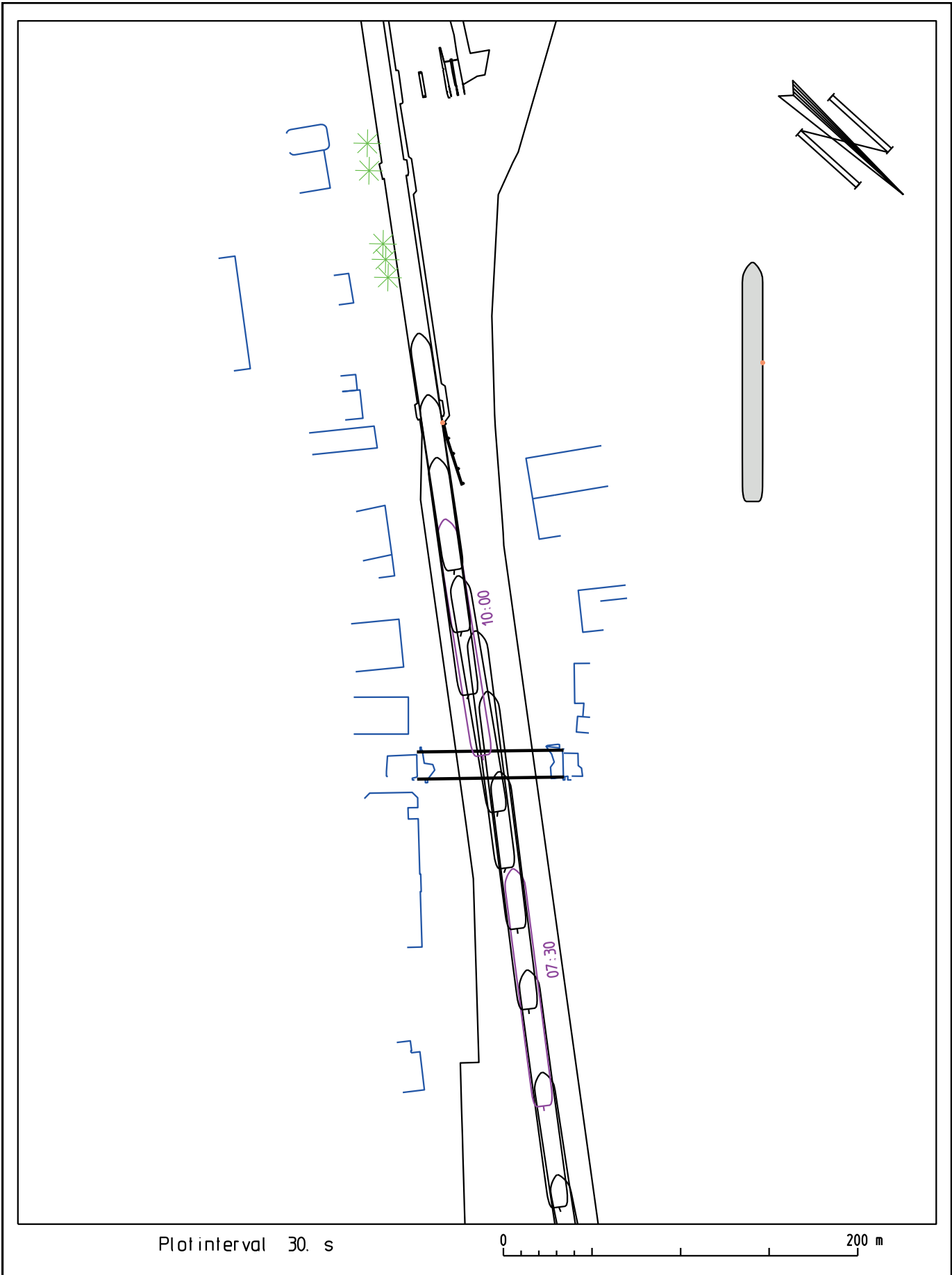


Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL026
 8/05/2019
 Tijdstip : 16:04:05
 Duur : 11.58 min.



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=2.85m

HAREL026
 8/05/2019
 Tijdstip : 16:04:05
 Duur : 11.58 min.

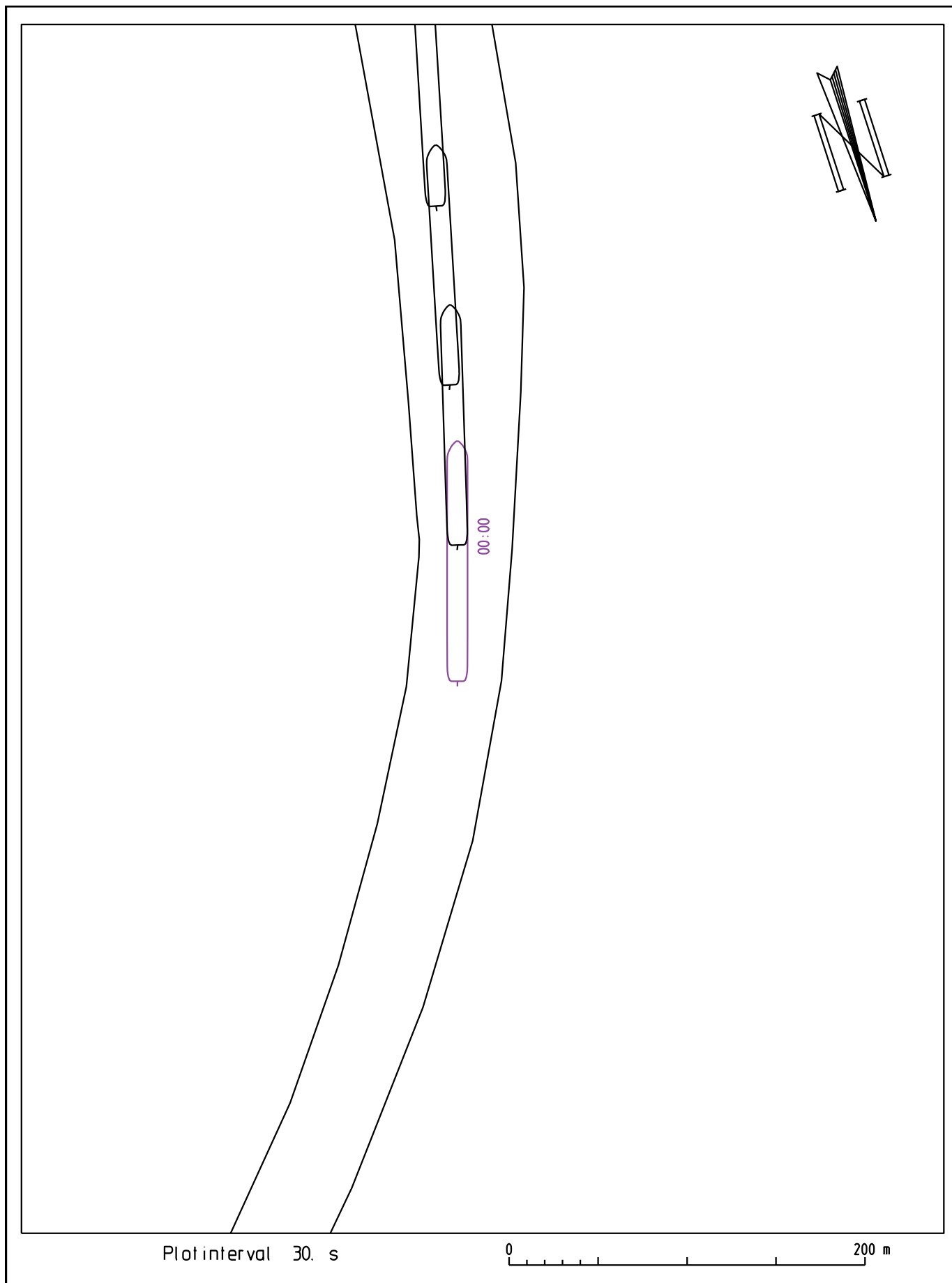


Plotinterval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL027
 8/05/2019
 Tijdstip : 16:21:07
 Duur : 8.23 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL027

8/05/2019

Tijdstip : 16:21:07

Duur : 8.23 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



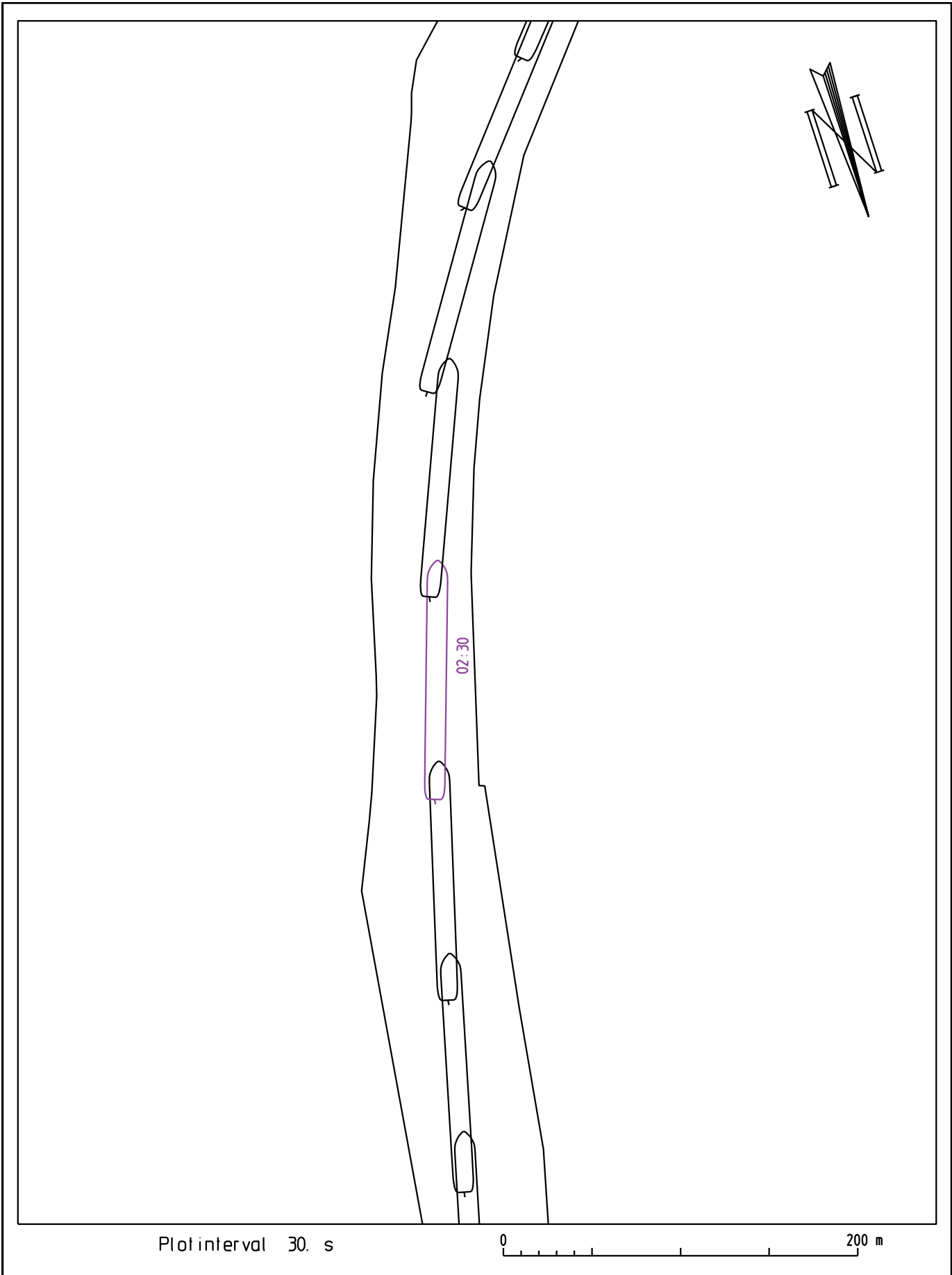
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B90

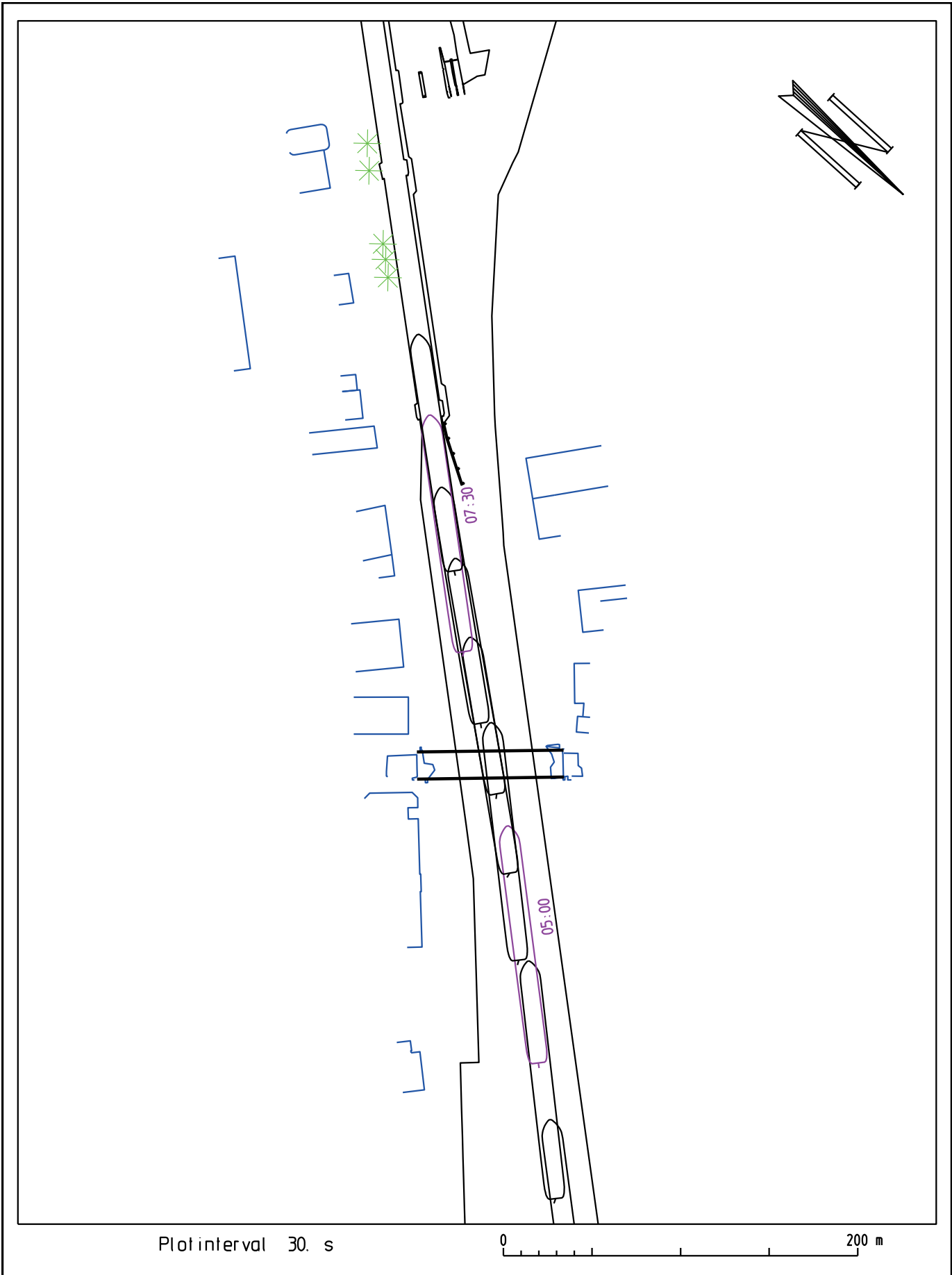


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers): L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL027
 8/05/2019
 Tijdstip : 16:21:07
 Duur : 8.23 min.



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Binnenvaartschip (Va+ - containers) : L=135m, B=11.45m, T=1.8m

HAREL027
 8/05/2019
 Tijdstip : 16:21:07
 Duur : 8.23 min.

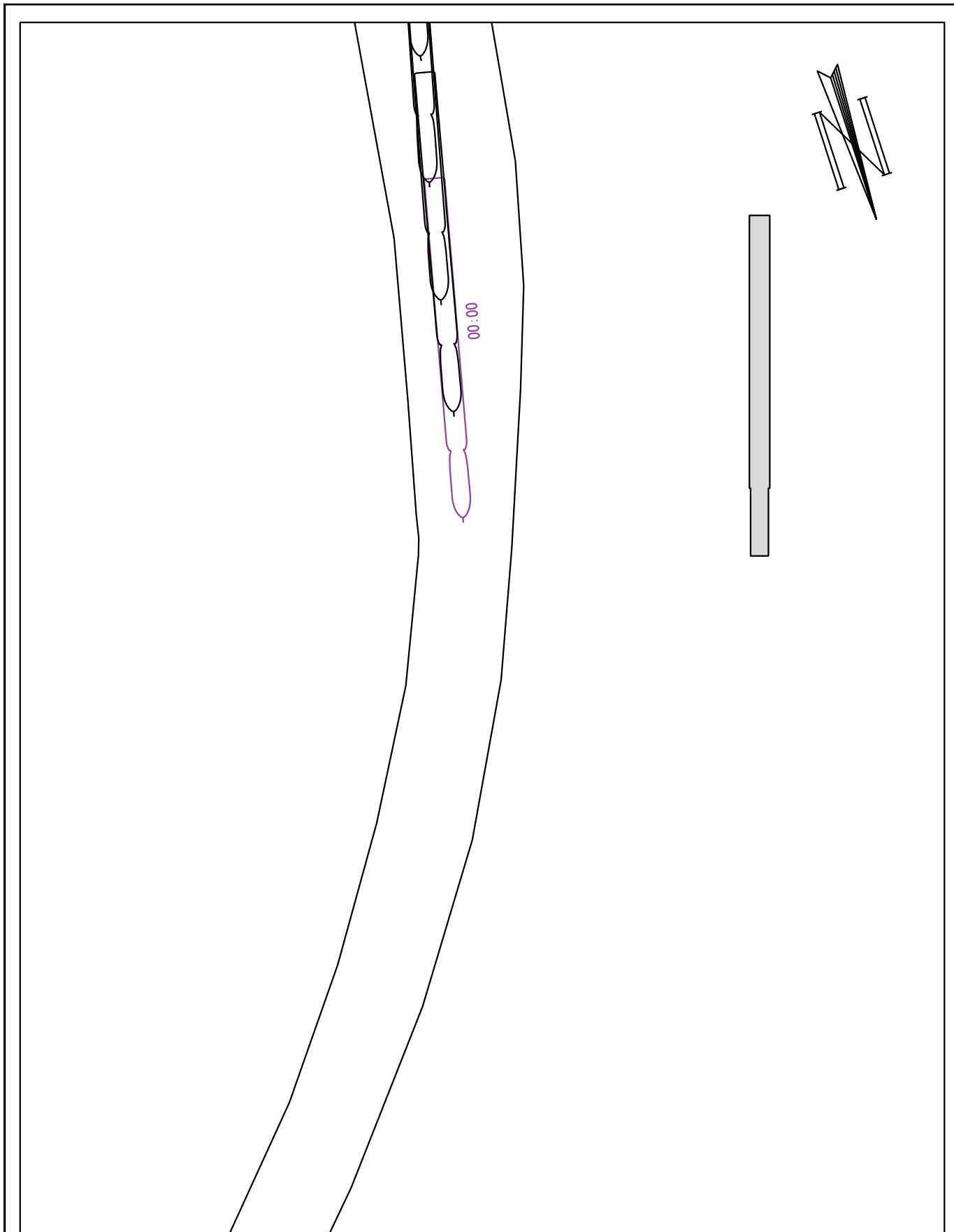


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL028
 5/06/2019
 Tijdstip : 11:40:17
 Duur : 11.37 min.

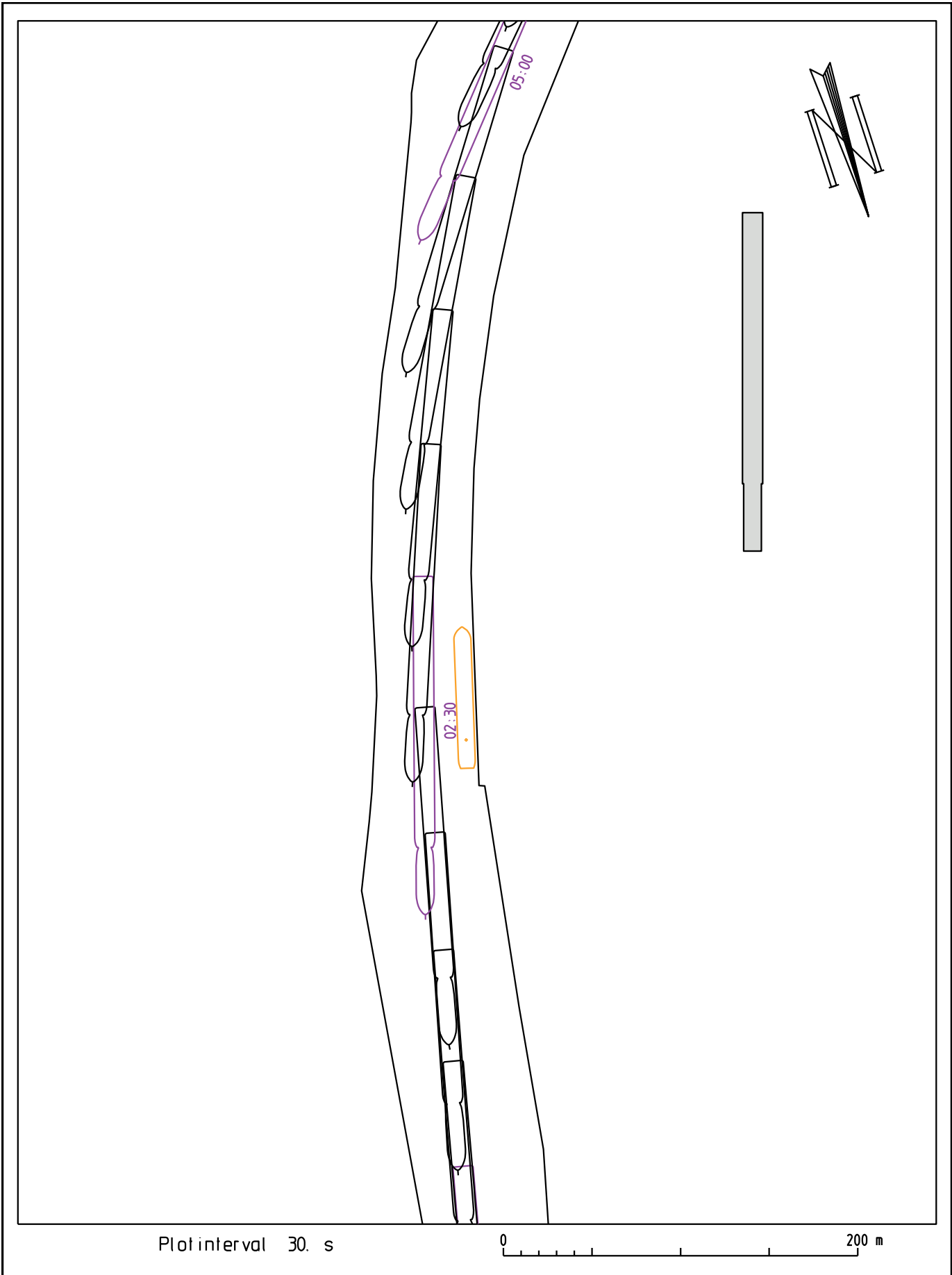


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL028
 5/06/2019
 Tijdstip : 11:40:17
 Duur : 11.37 min.

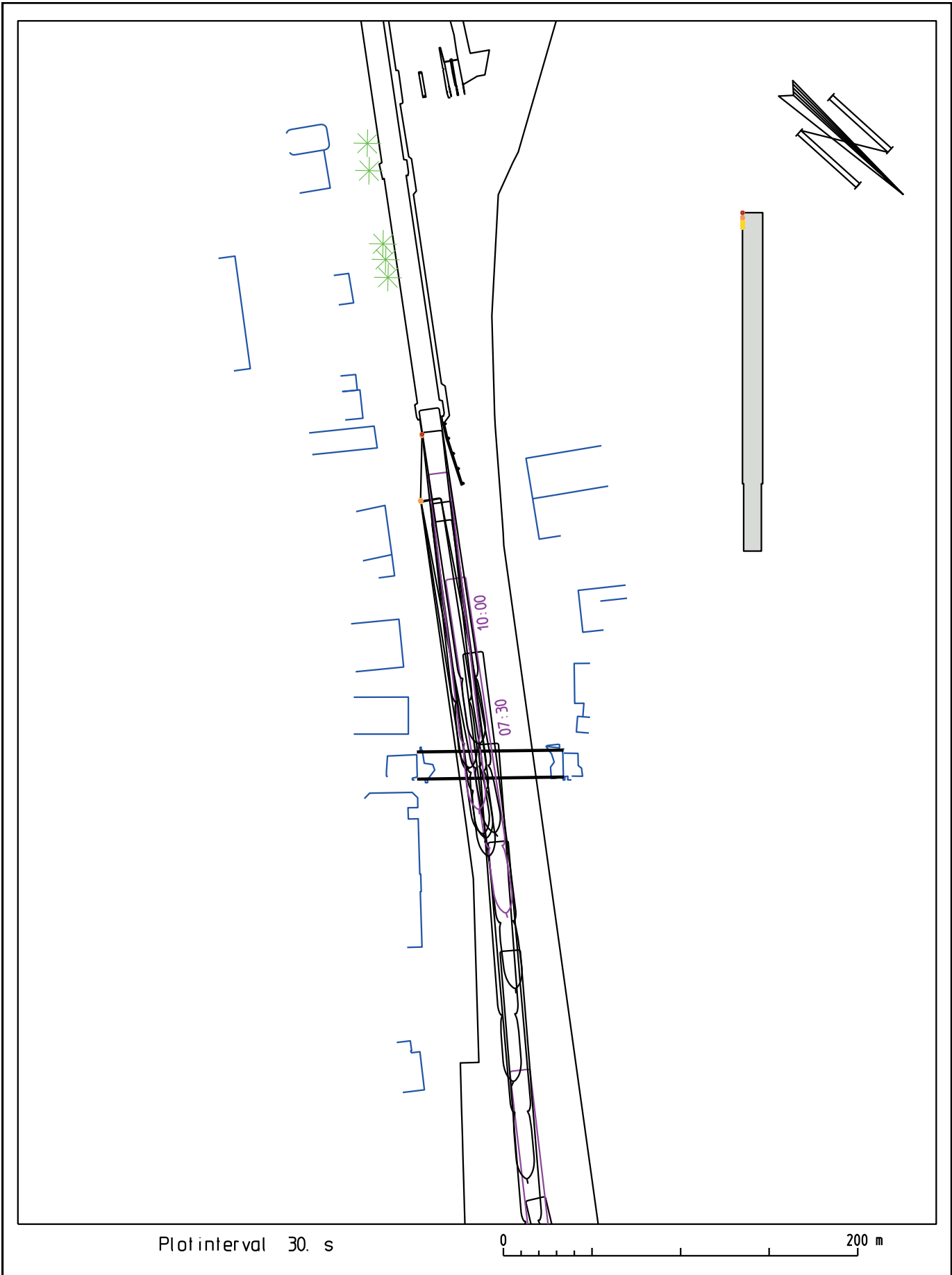


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL028
 5/06/2019
 Tijdstip : 11:40:17
 Duur : 11.37 min.

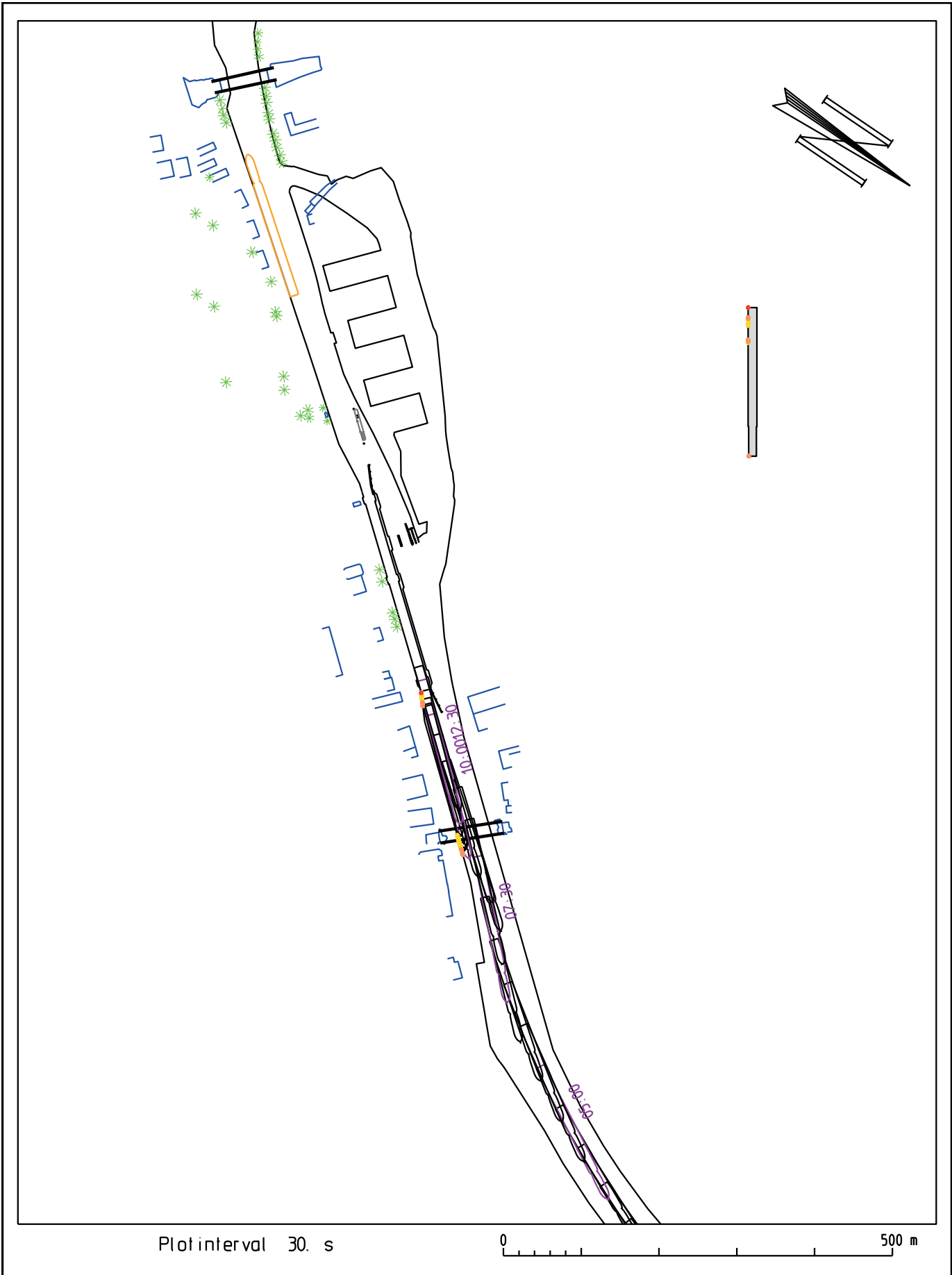


Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL028
 5/06/2019
 Tijdstip : 11:40:17
 Duur : 11.37 min.

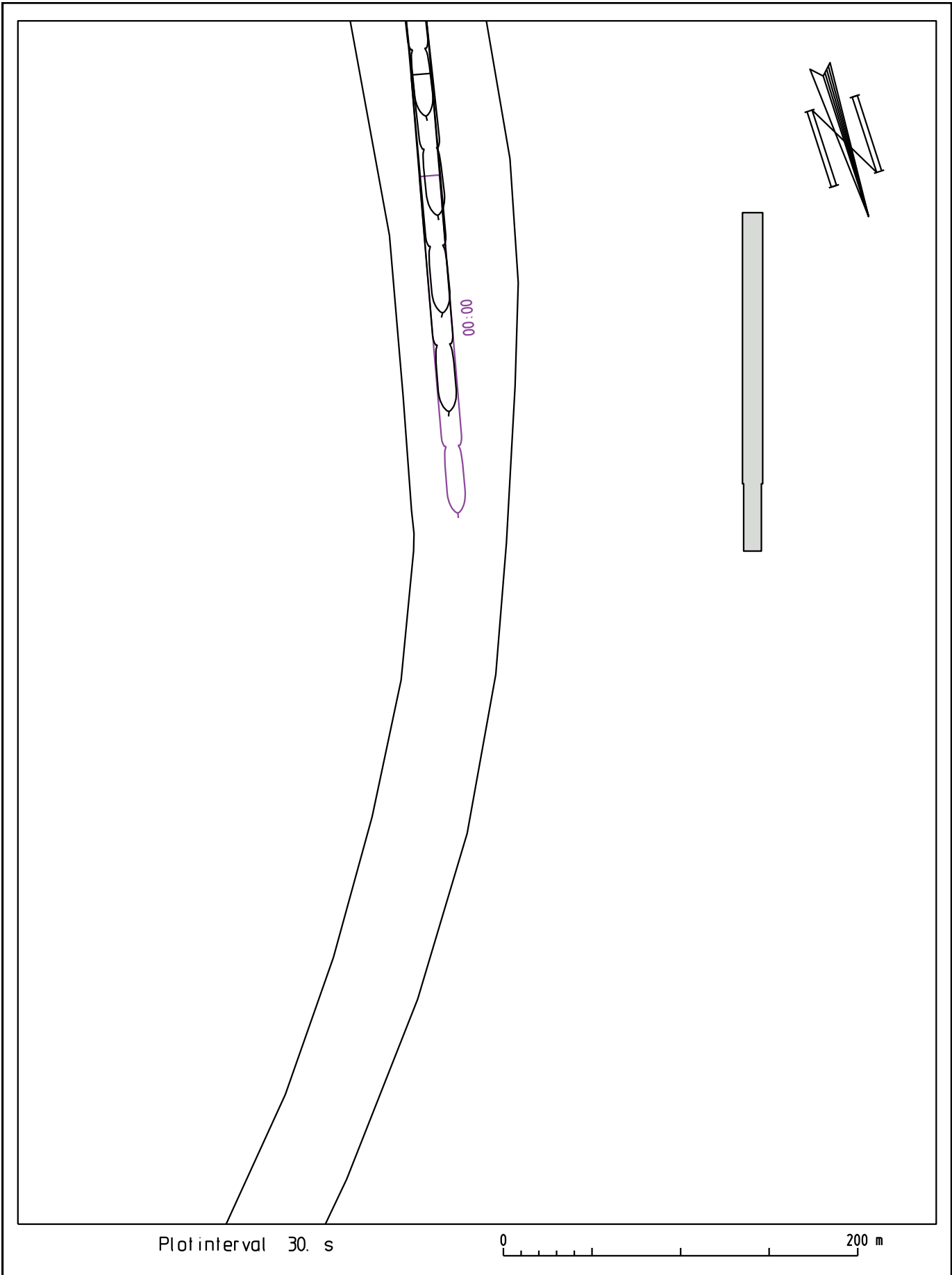


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL029
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:00:36
 Duur : 13.25 min.

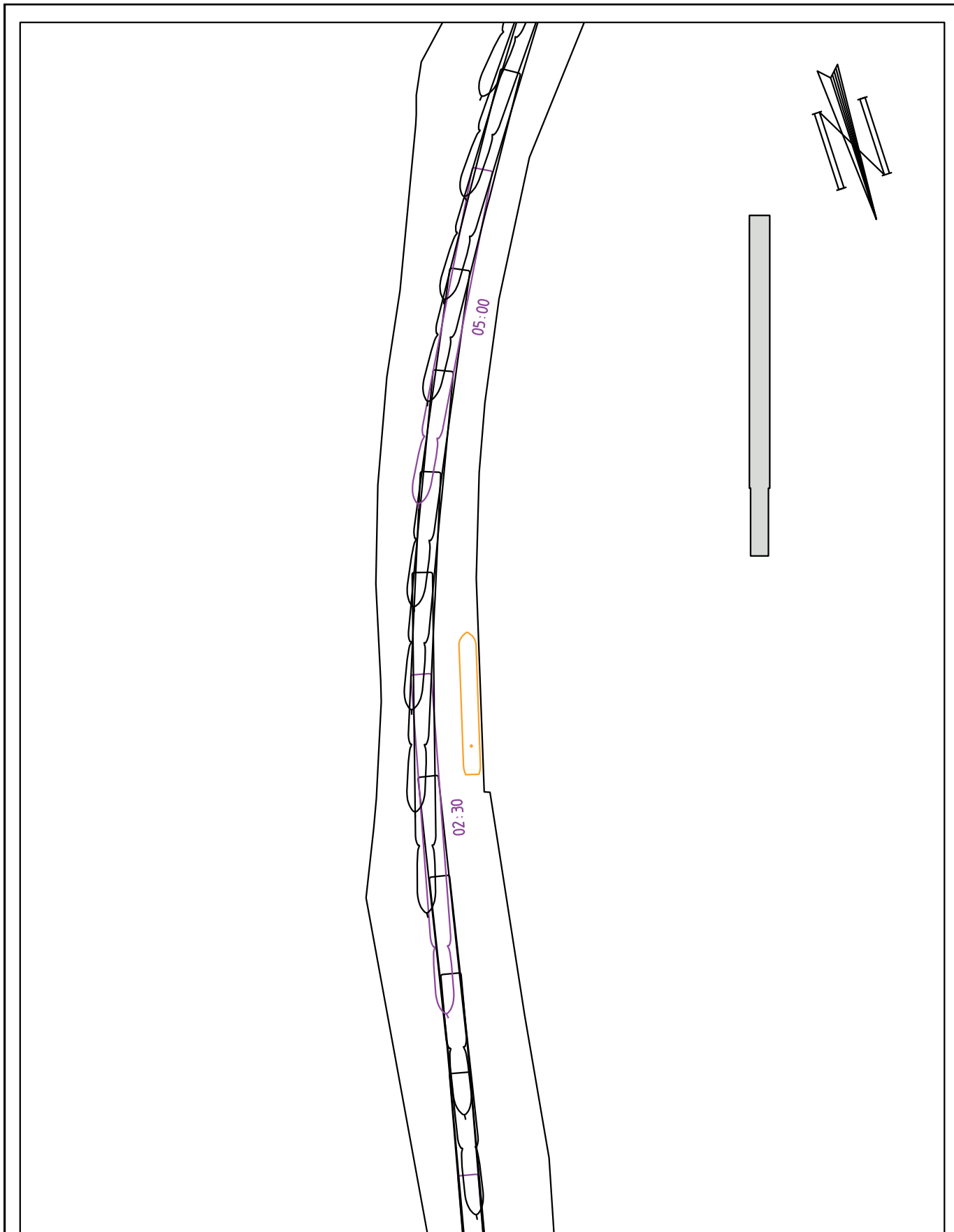


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL029
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:00:36
 Duur : 13.25 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulck) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL029
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:00:36
 Duur : 13.25 min.



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulck) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL029
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:00:36
 Duur : 13.25 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulc) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL030
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:17:57
 Duur : 16.87 min.

**Waterbouwkundig
 Laboratorium**



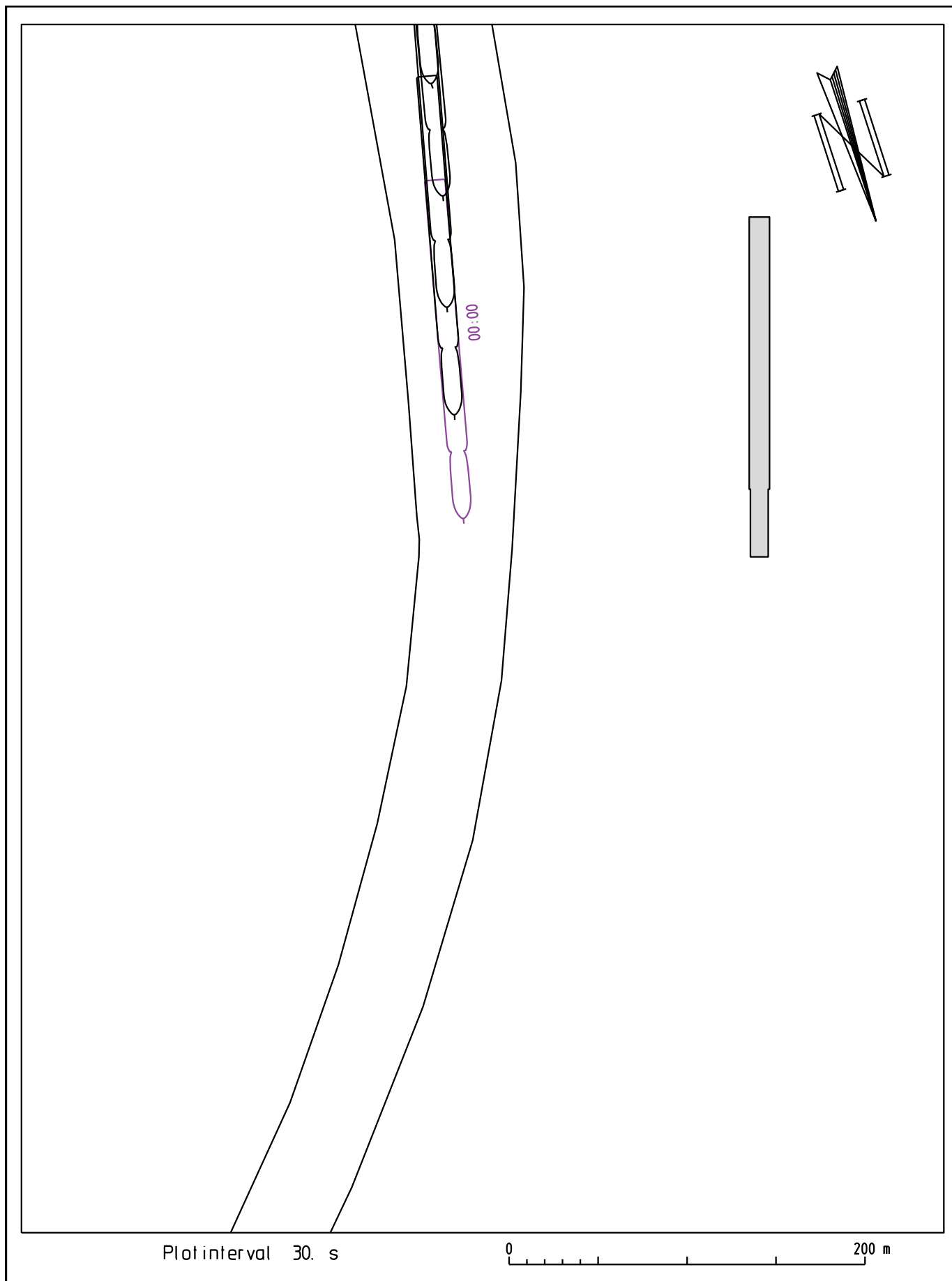
Vlaanderen
 is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B101



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL030
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:17:57
 Duur : 16.87 min.

**Waterbouwkundig
 Laboratorium**



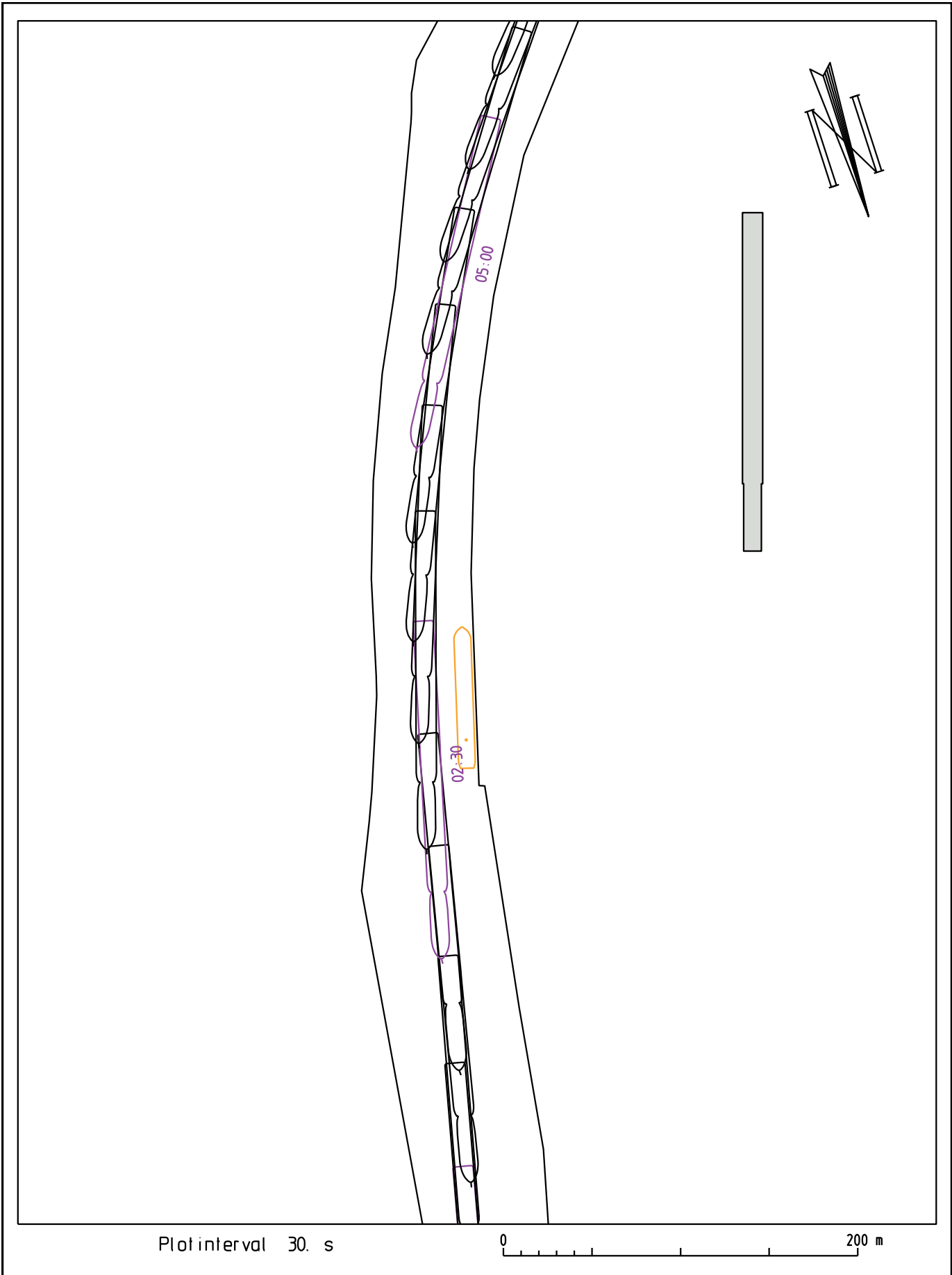
Vlaanderen
 is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B102

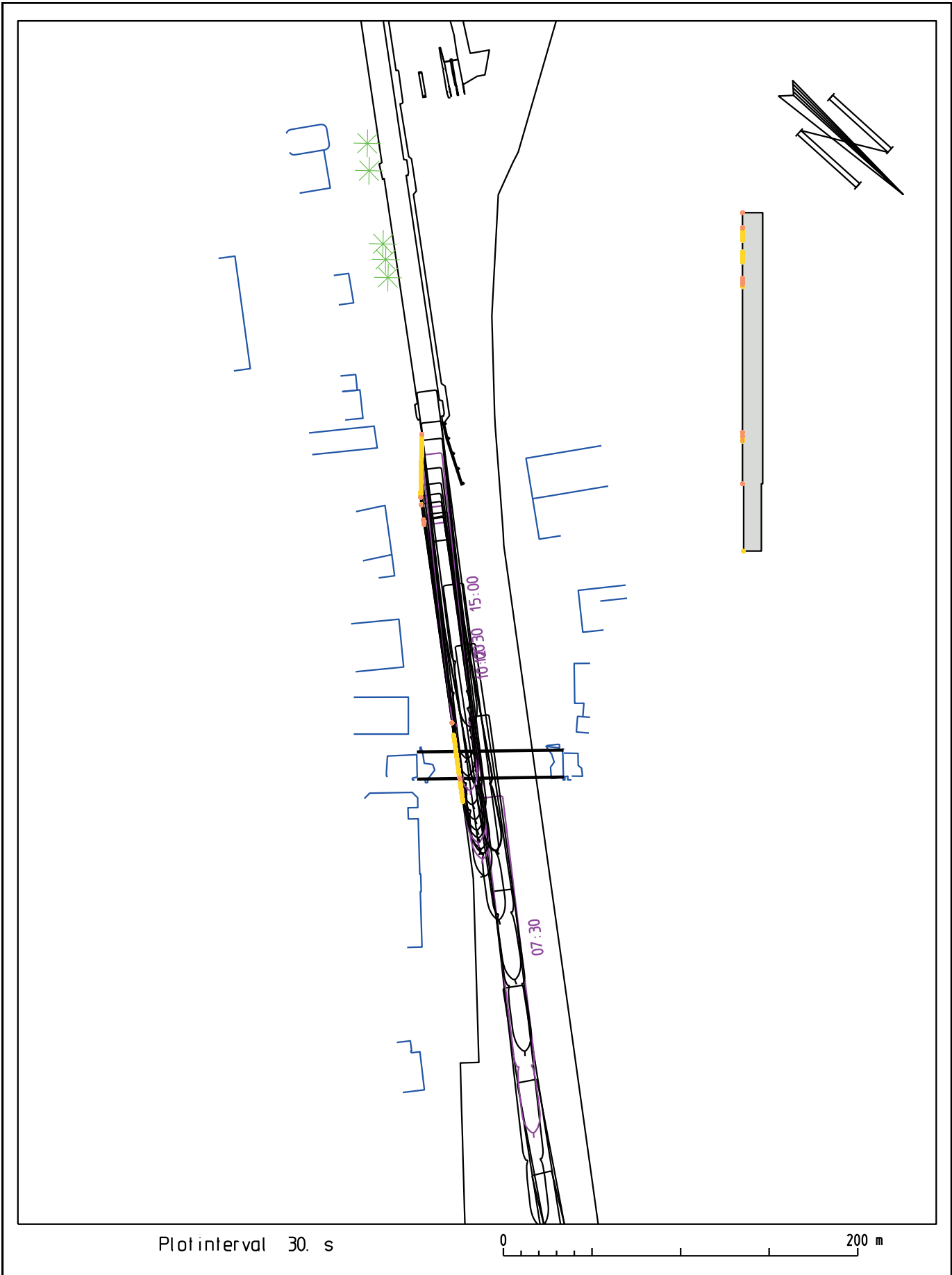


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL030
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:17:57
 Duur : 16.87 min.

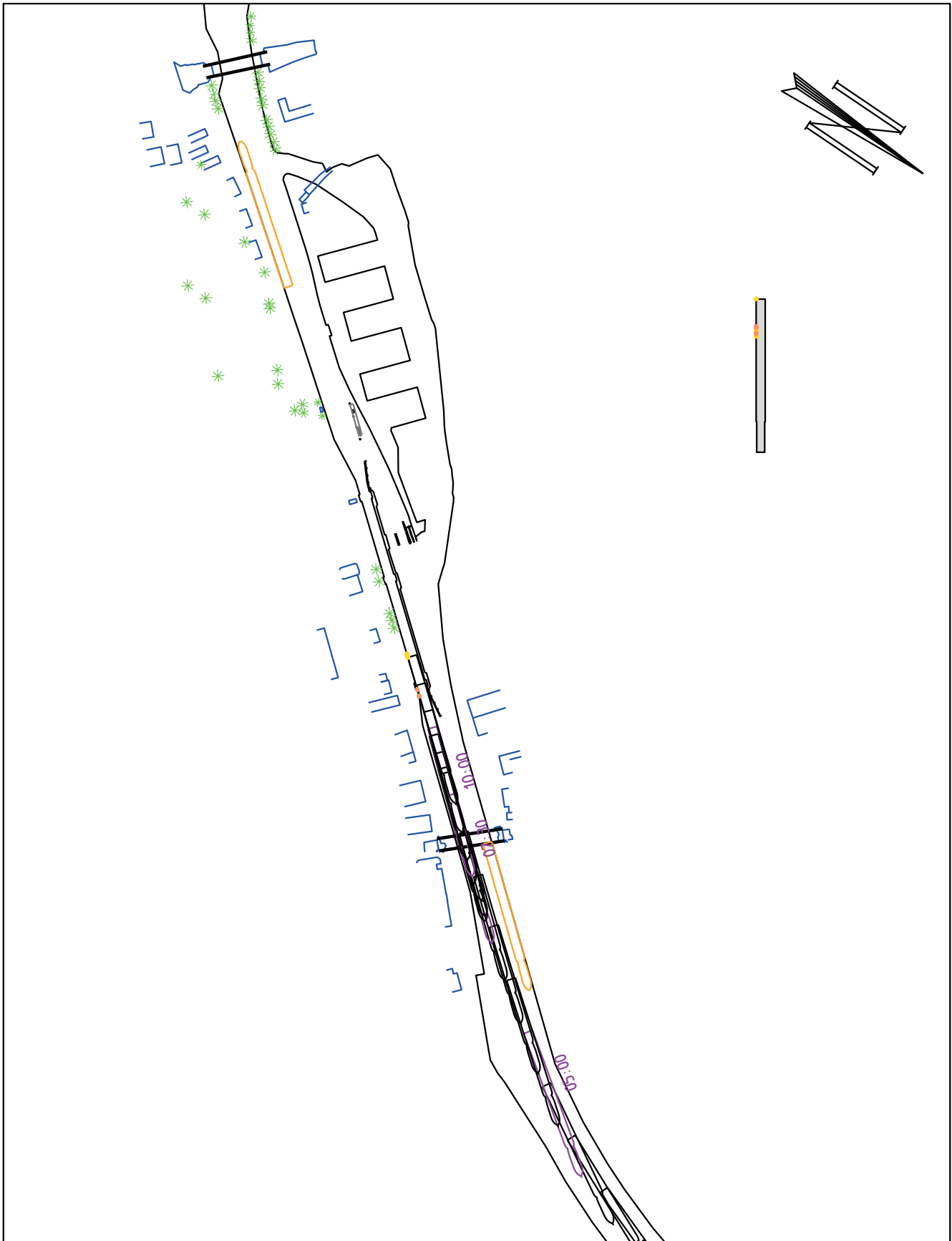


Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL030
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:17:57
 Duur : 16.87 min.

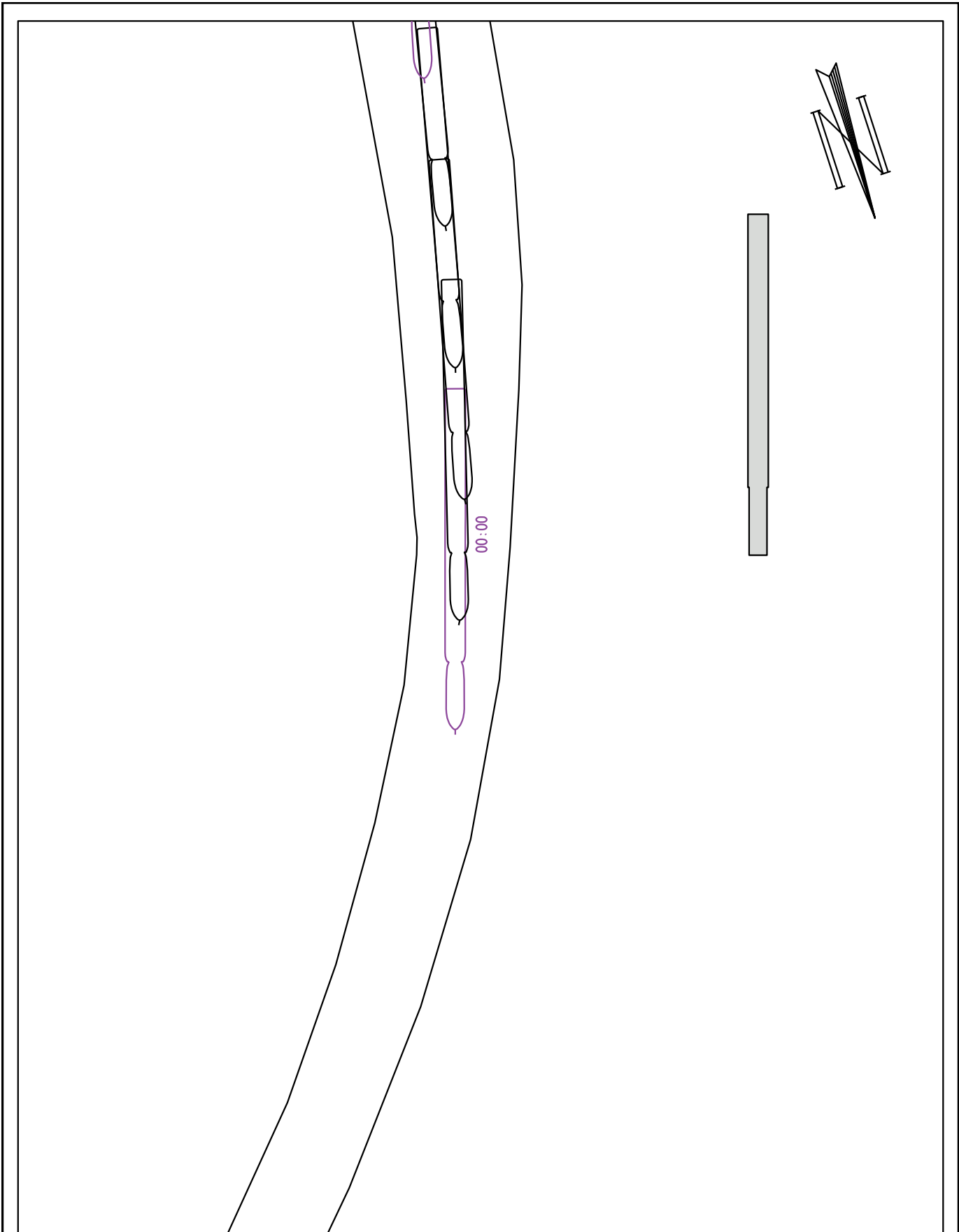


Plotinterval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL031
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:39:47
 Duur : 11.58 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Tweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL031

5/06/2019

Tijdstip : 12:39:47

Duur : 11.58 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



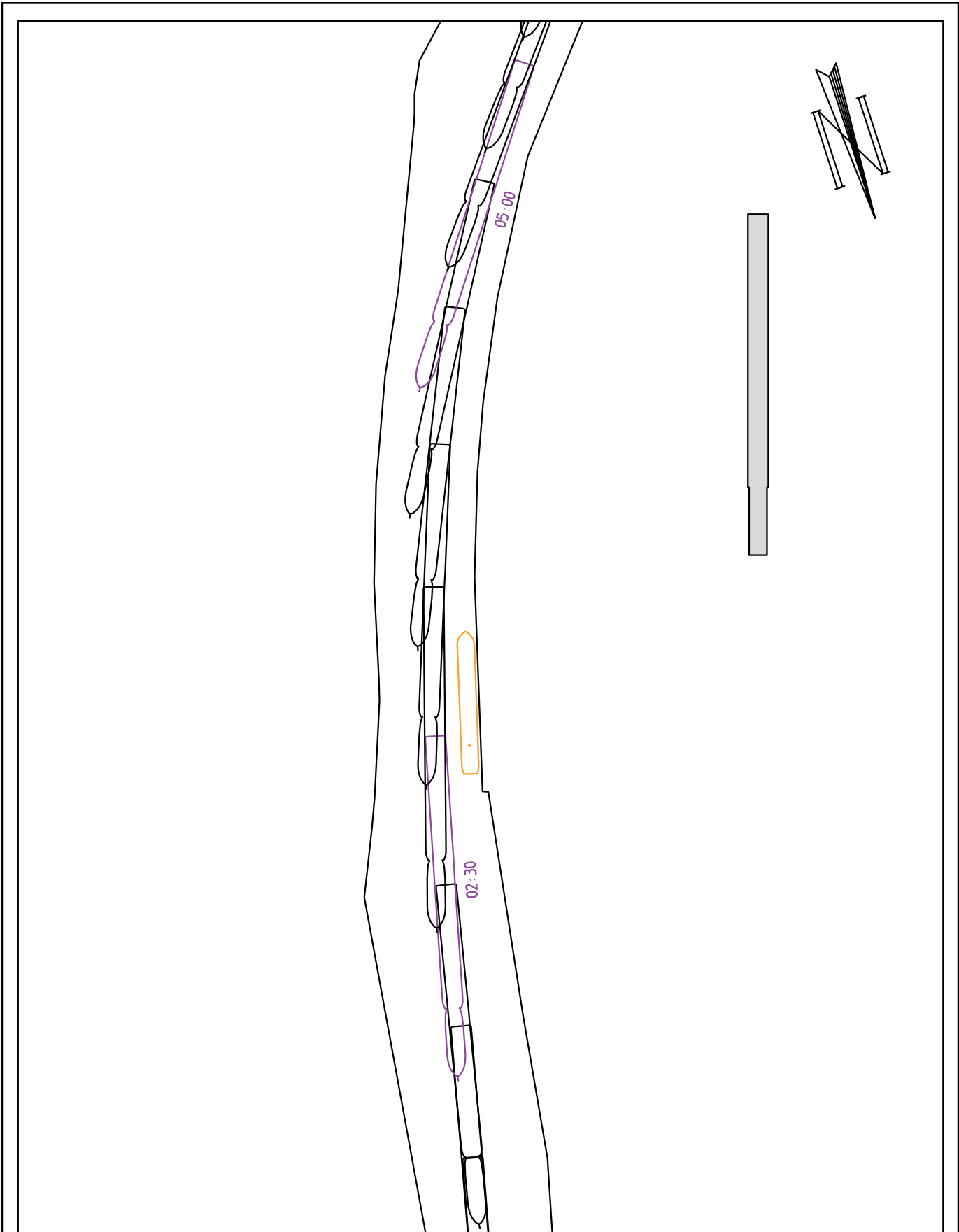
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B106



Plot interval 30. s



Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Tweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL031

5/06/2019

Tijdstip : 12:39:47

Duur : 11.58 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



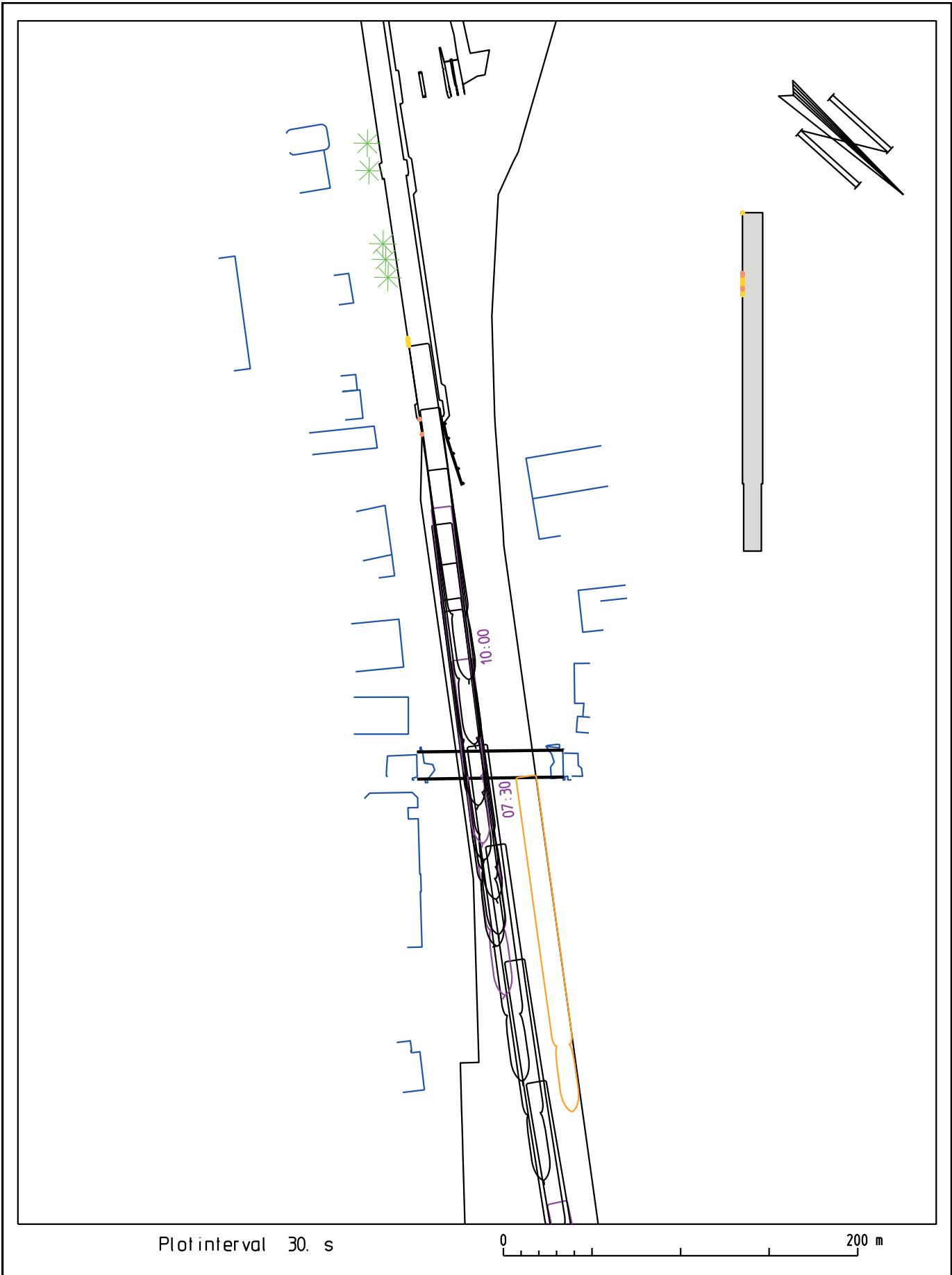
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B107



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

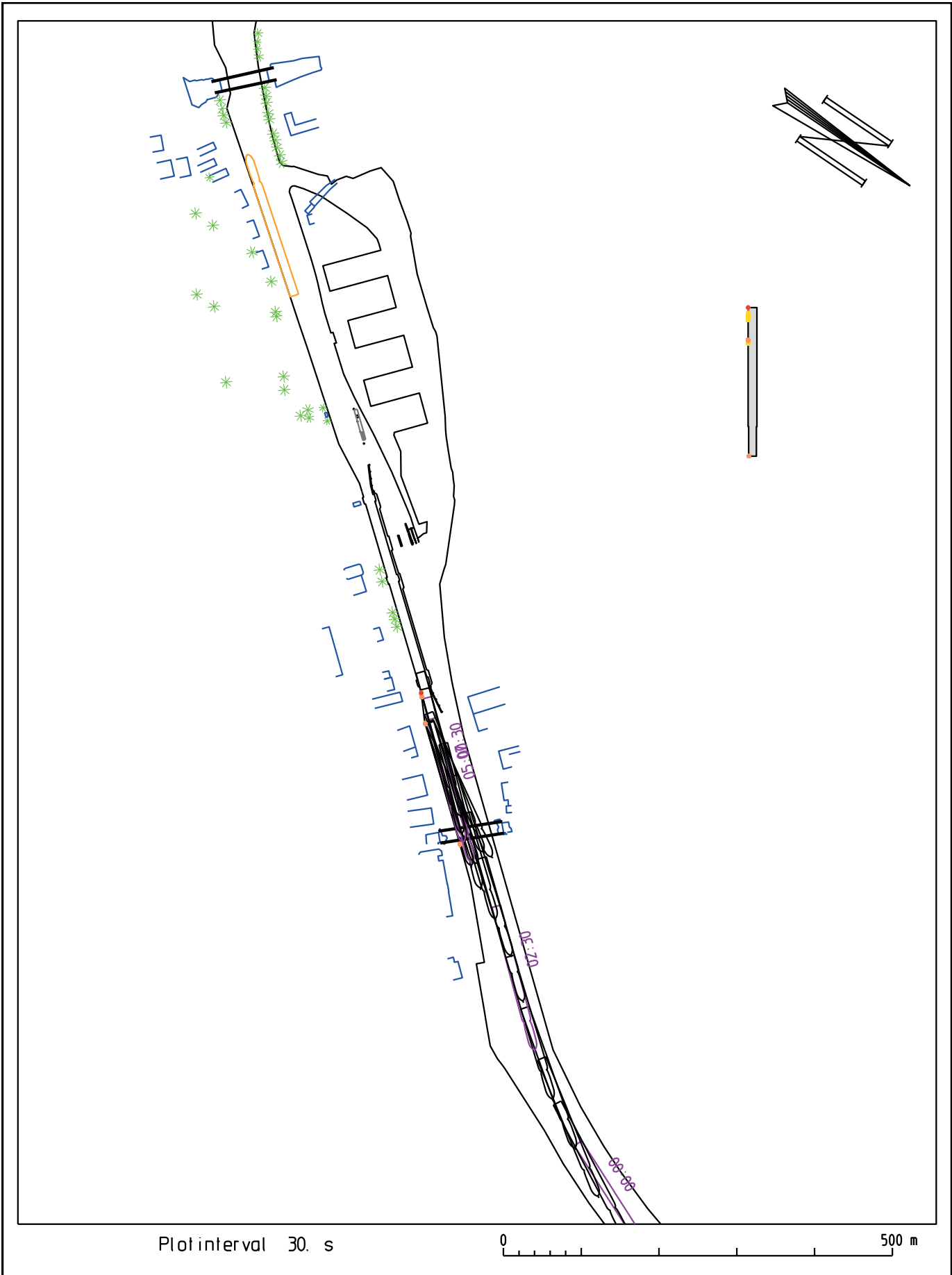
Tweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL031

5/06/2019

Tijdstip : 12:39:47

Duur : 11.58 min.

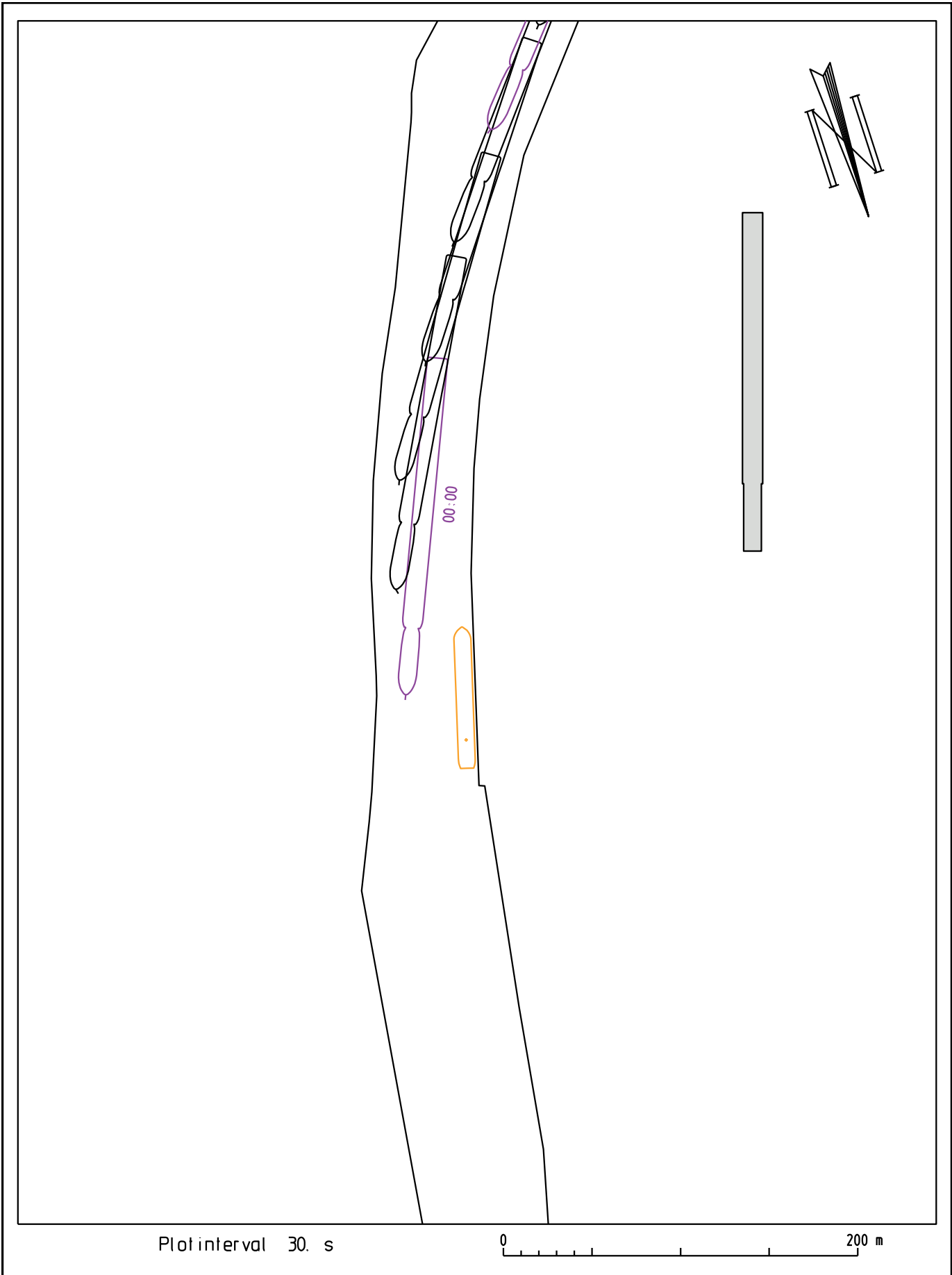


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulc) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL032
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:55:51
 Duur : 8.88 min.

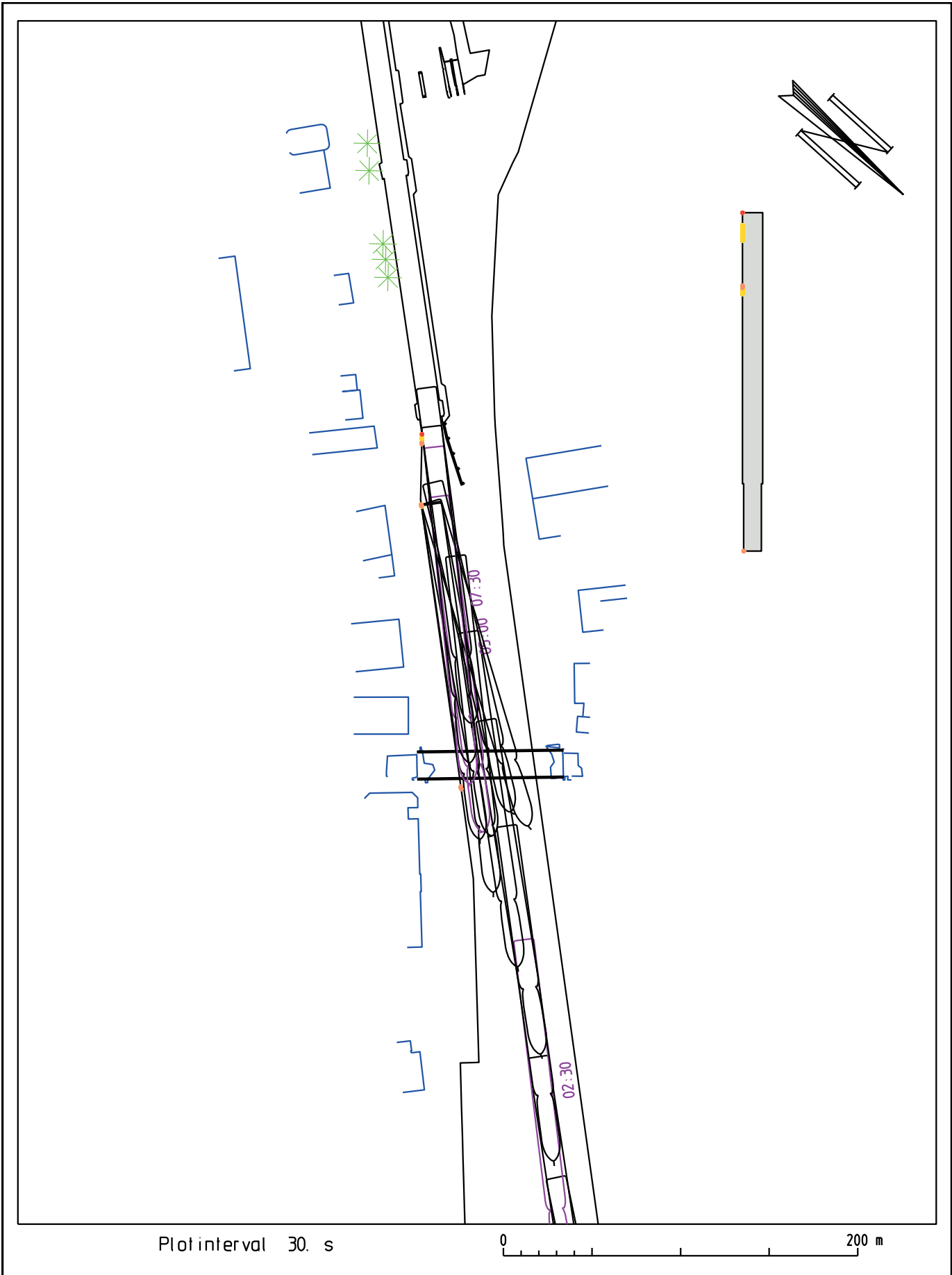


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulck) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL032
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:55:51
 Duur : 8.88 min.



Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart benedenpand (opvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL032
 5/06/2019
 Tijdstip : 12:55:51
 Duur : 8.88 min.

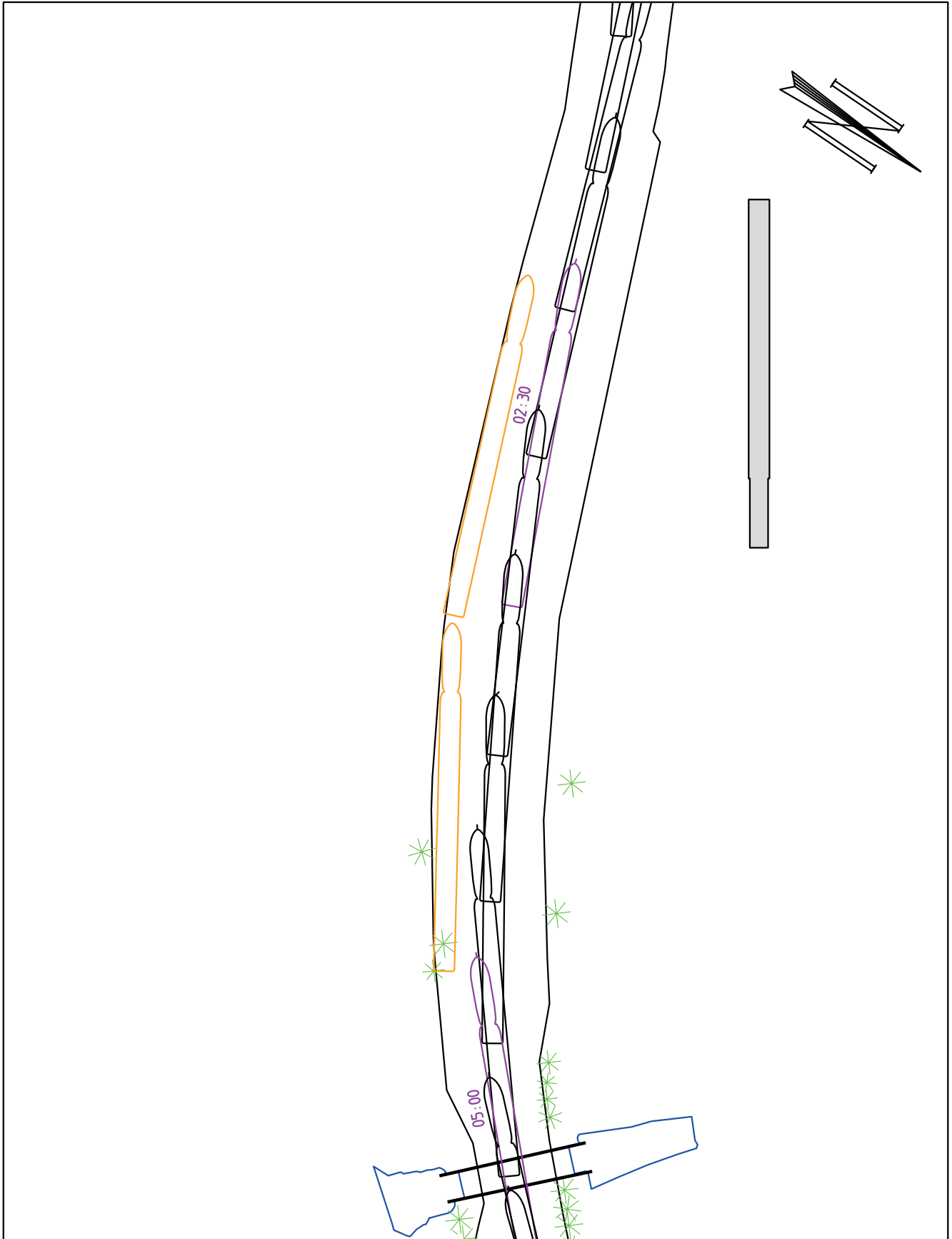


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL033
 5/06/2019
 Tijdstip : 13:19:36
 Duur : 10.93 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: ZO 4

Debiet: 100m³/s

Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL033

5/06/2019

Tijdstip : 13:19:36

Duur : 10.93 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



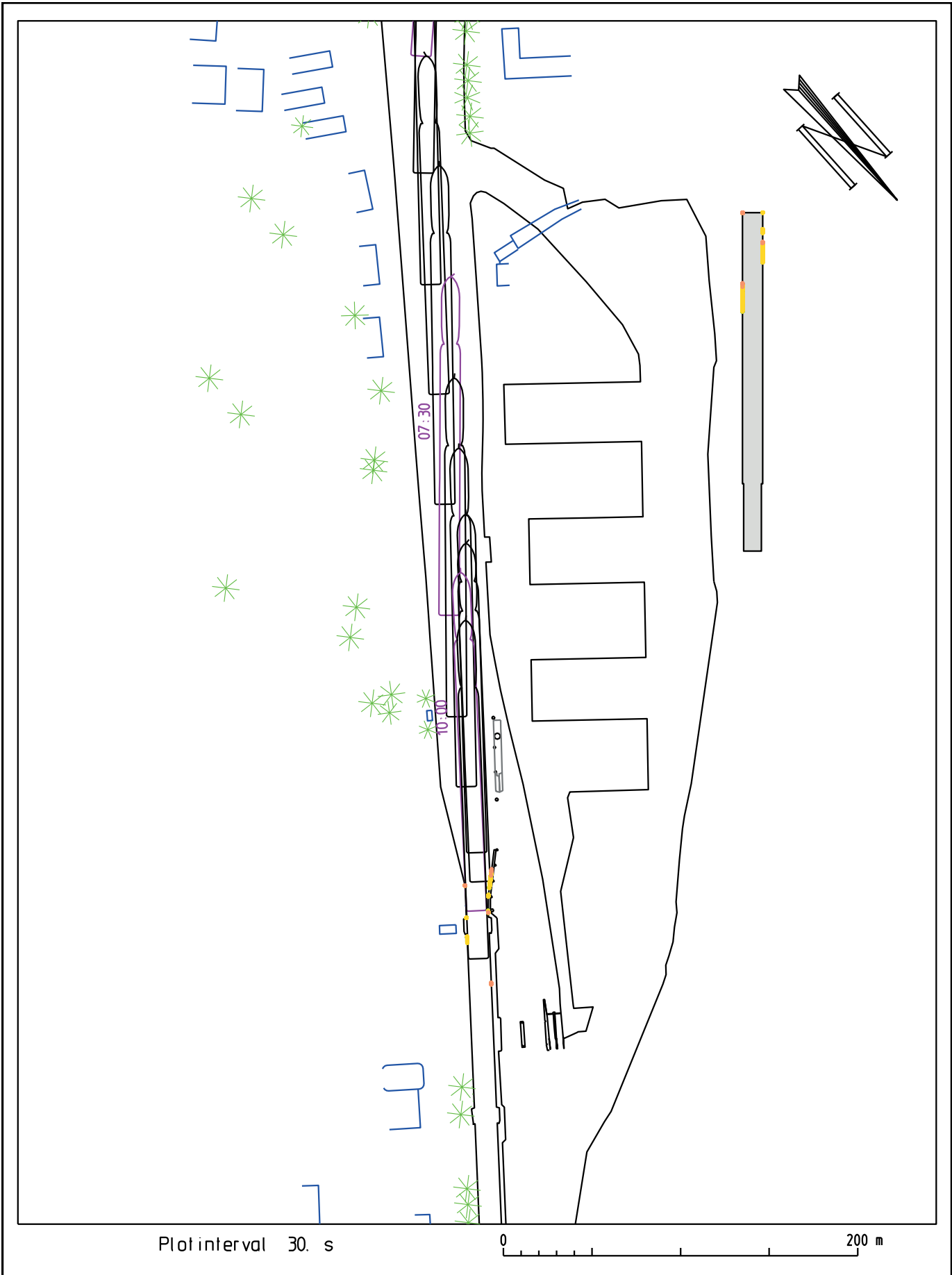
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B113



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 100m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL033
 5/06/2019
 Tijdstip : 13:19:36
 Duur : 10.93 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: ZO 4

Debiet: 200m³/s

Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL034

5/06/2019

Tijdstip : 13:35:52

Duur : 5.65 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



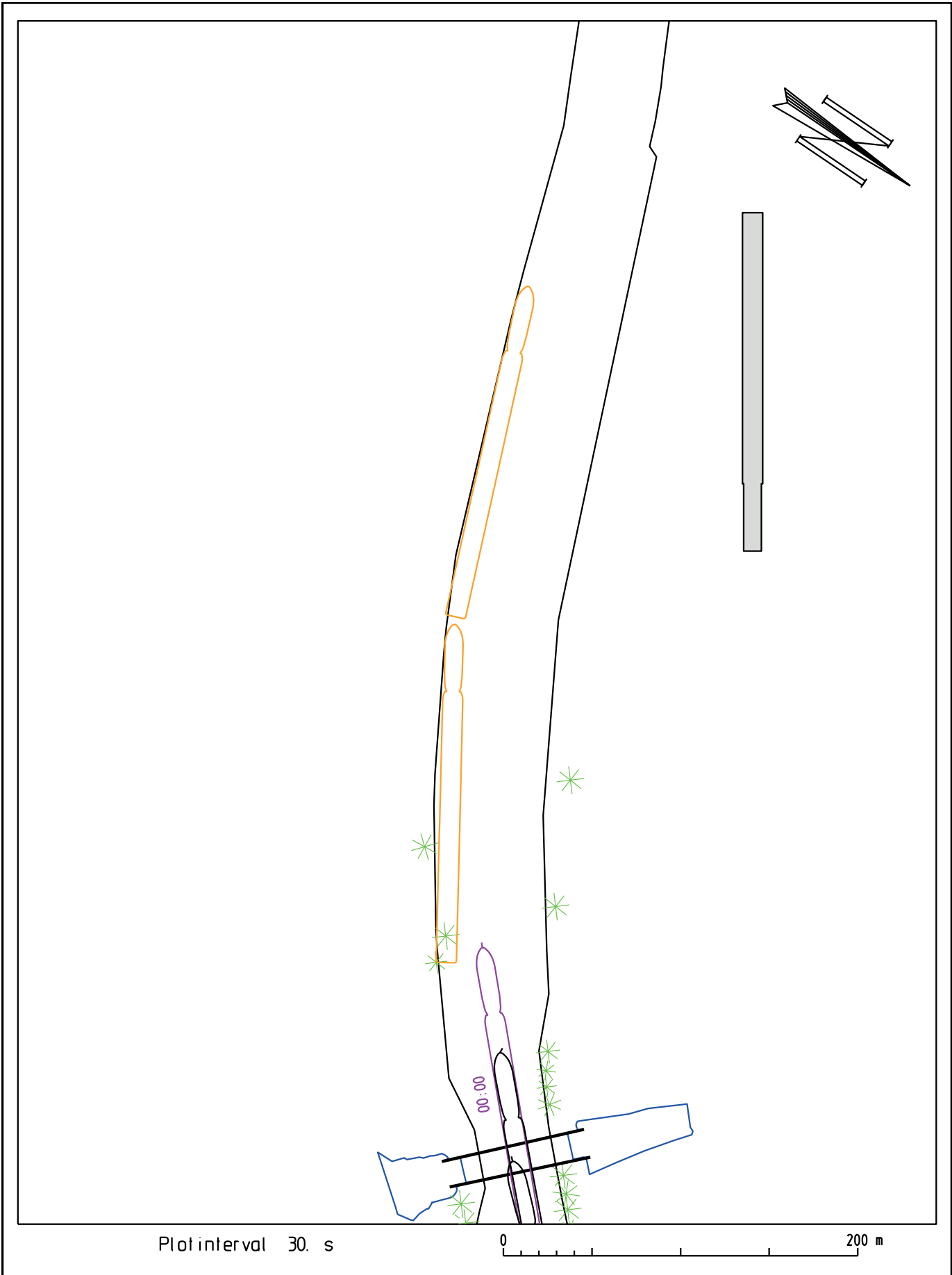
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B115

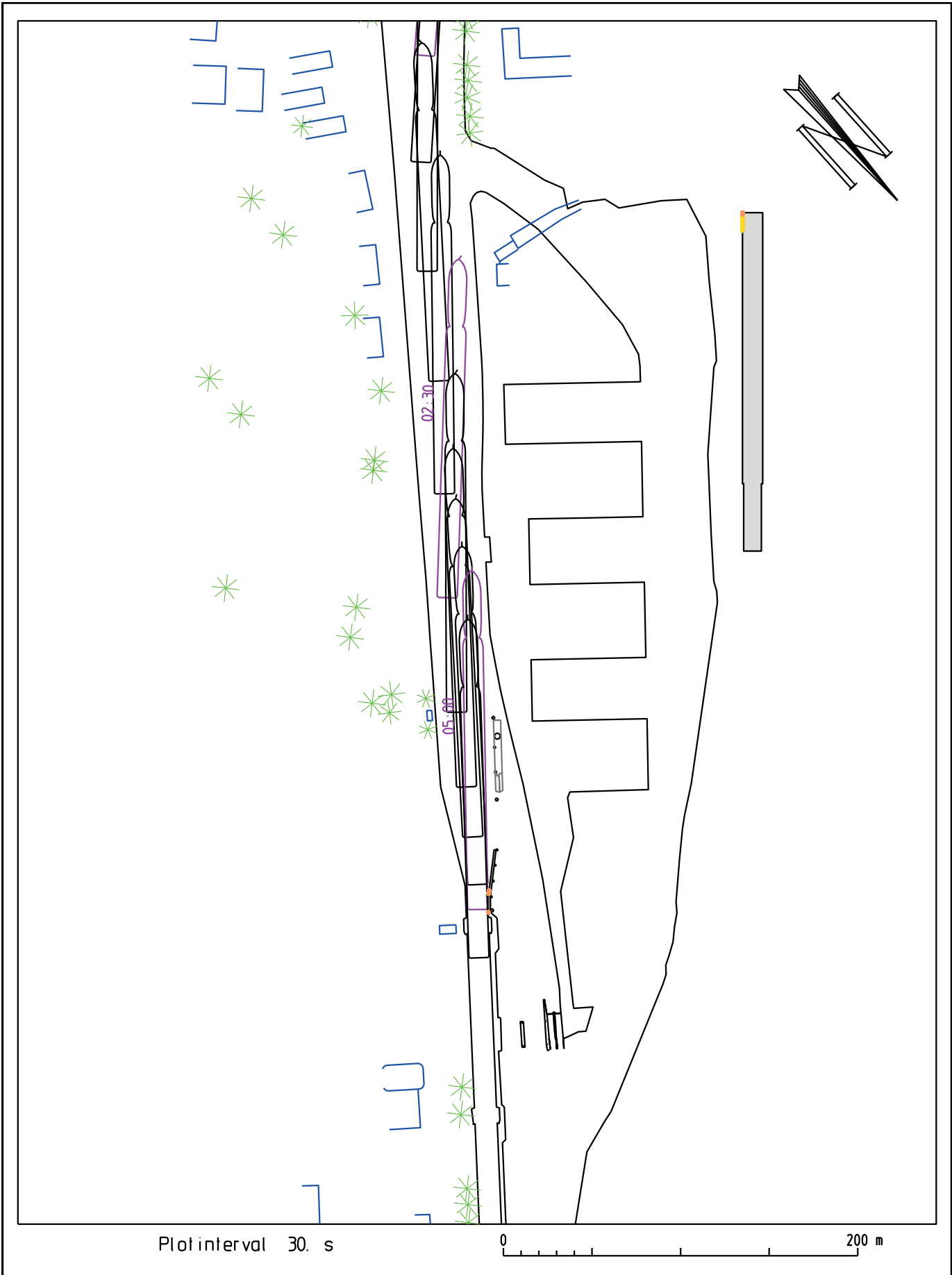


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL034
 5/06/2019
 Tijdstip : 13:35:52
 Duur : 5.65 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL034
 5/06/2019
 Tijdstip : 13:35:52
 Duur : 5.65 min.

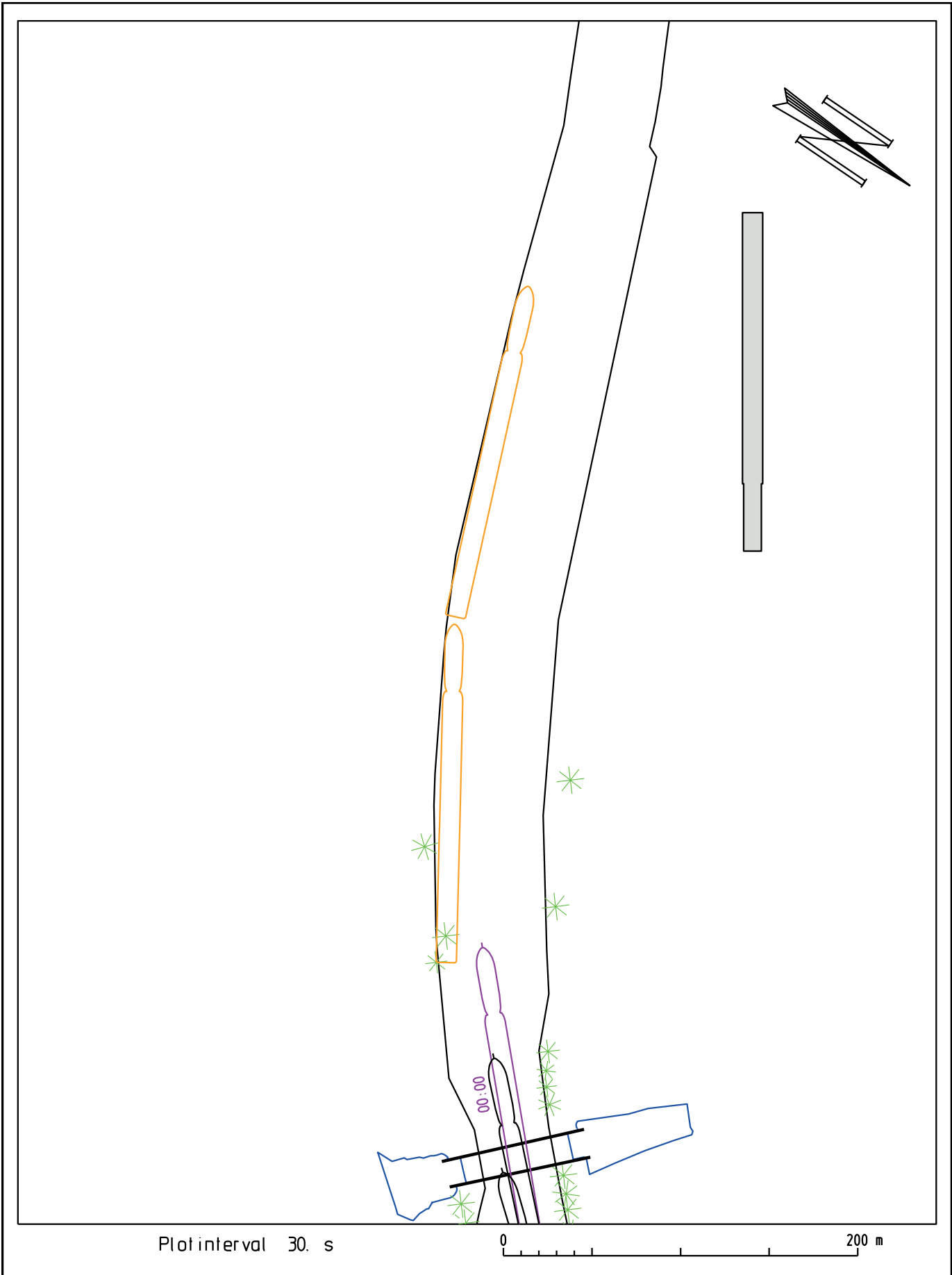


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL035
 5/06/2019
 Tijdstip : 13:44:53
 Duur : 5.75 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: - 0

Debiet: 200m³/s

Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL035

5/06/2019

Tijdstip : 13:44:53

Duur : 5.75 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



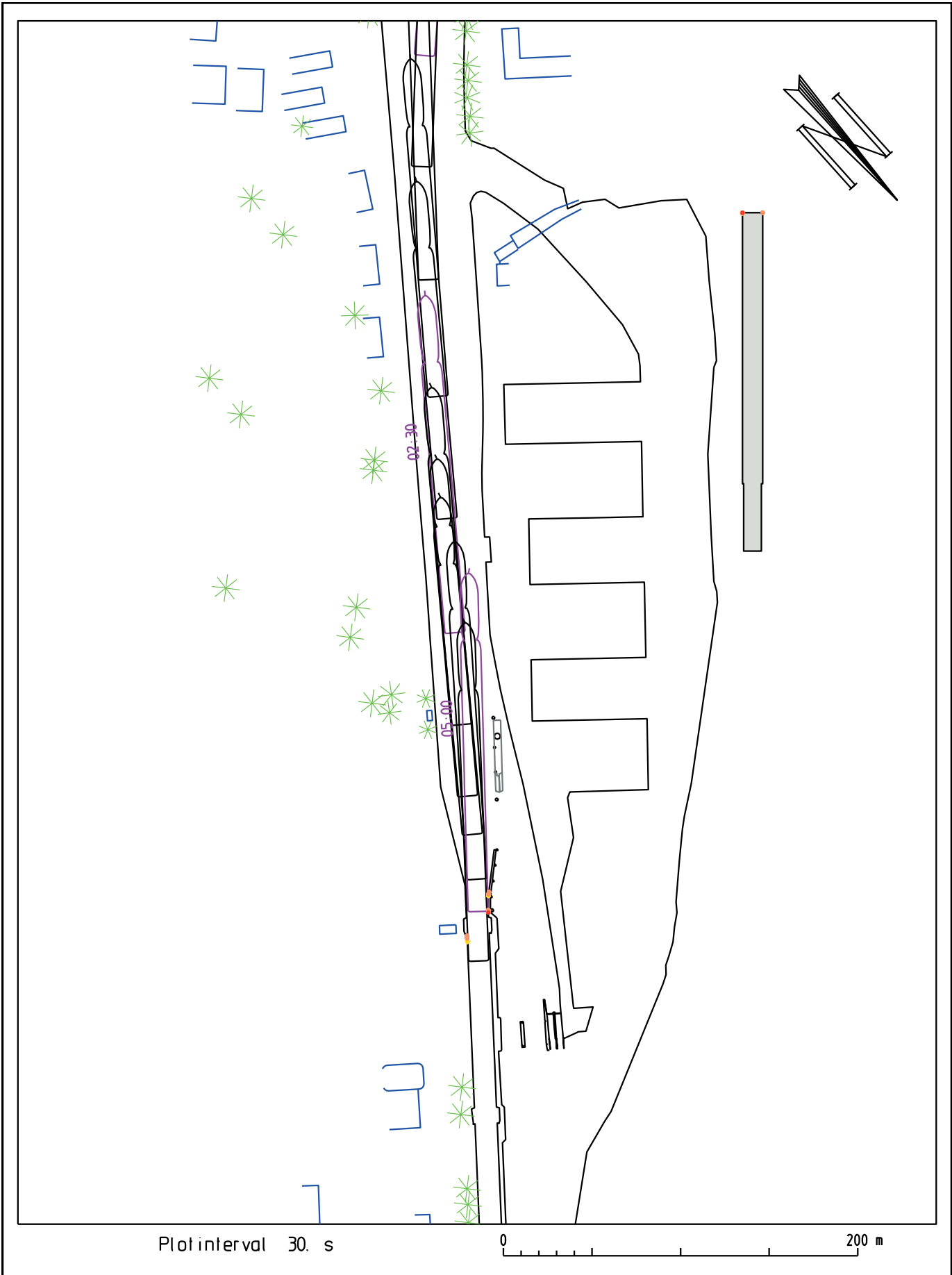
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B119



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL035
 5/06/2019
 Tijdstip : 13:44:53
 Duur : 5.75 min.

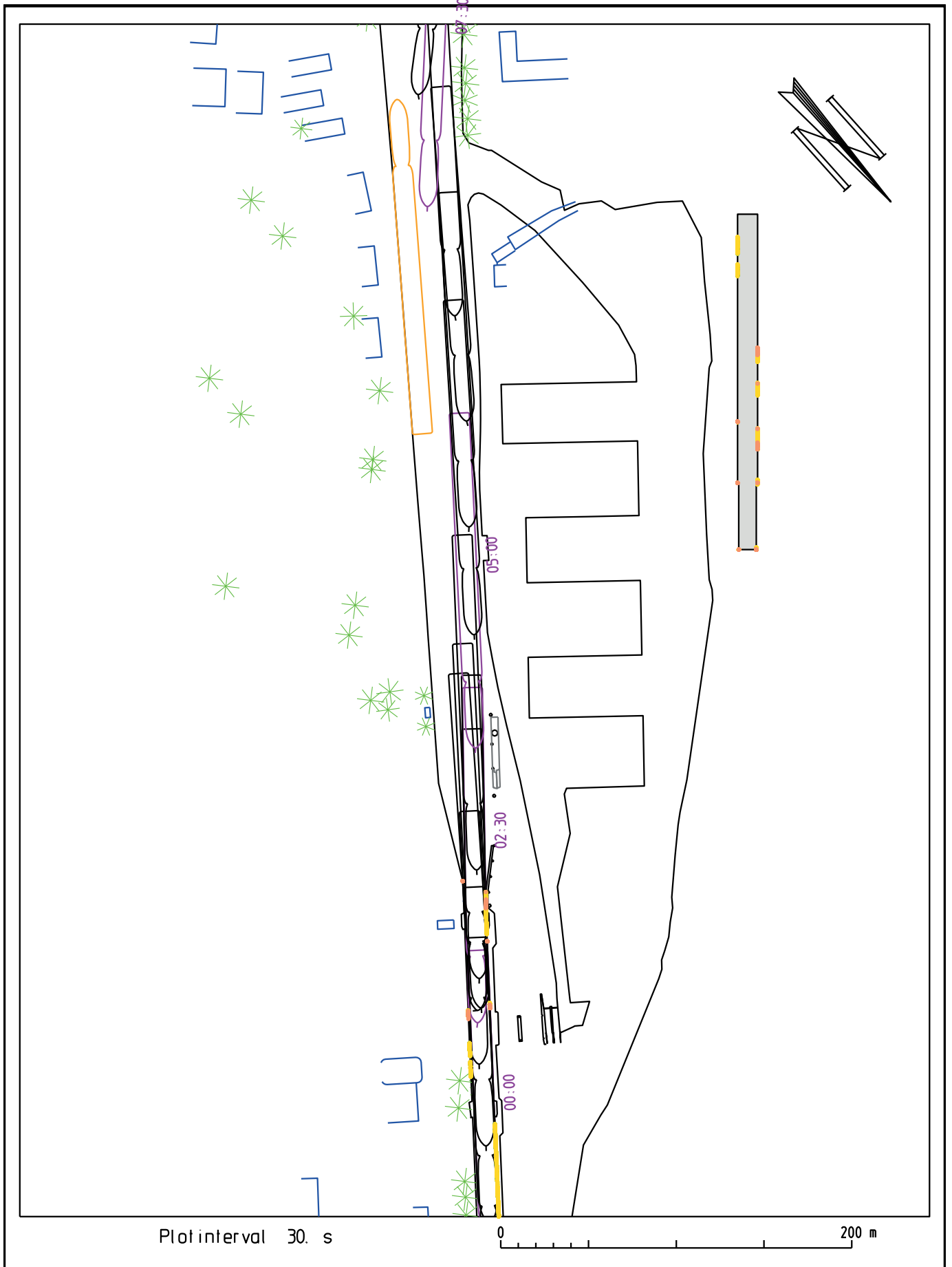


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL036
 5/06/2019
 Tijdstip : 13:59:15
 Duur : 8.63 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL036
 5/06/2019
 Tijdstip : 13:59:15
 Duur : 8.63 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)

Wind: - 0

Debiet: 200m³/s

Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL036

5/06/2019

Tijdstip : 13:59:15

Duur : 8.63 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL037
 5/06/2019
 Tijdstip : 14:14:45
 Duur : 10.02 min.

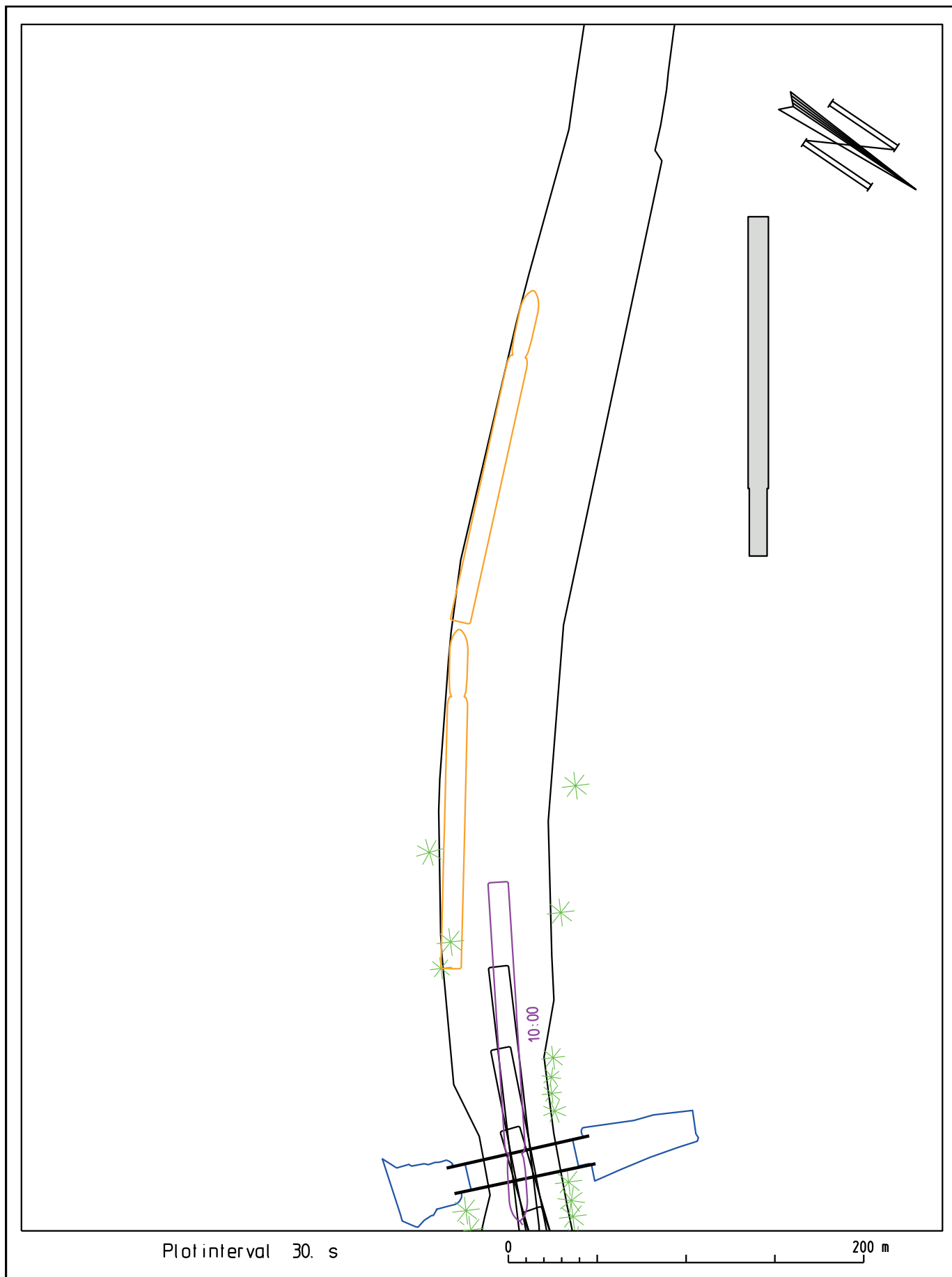


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: - 0
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL037
 5/06/2019
 Tijdstip : 14:14:45
 Duur : 10.02 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart) Wind: - 0 Debiet: 200m³/s Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m	HAREL037 5/06/2019 Tijdstip : 14:14:45 Duur : 10.02 min.
--	---

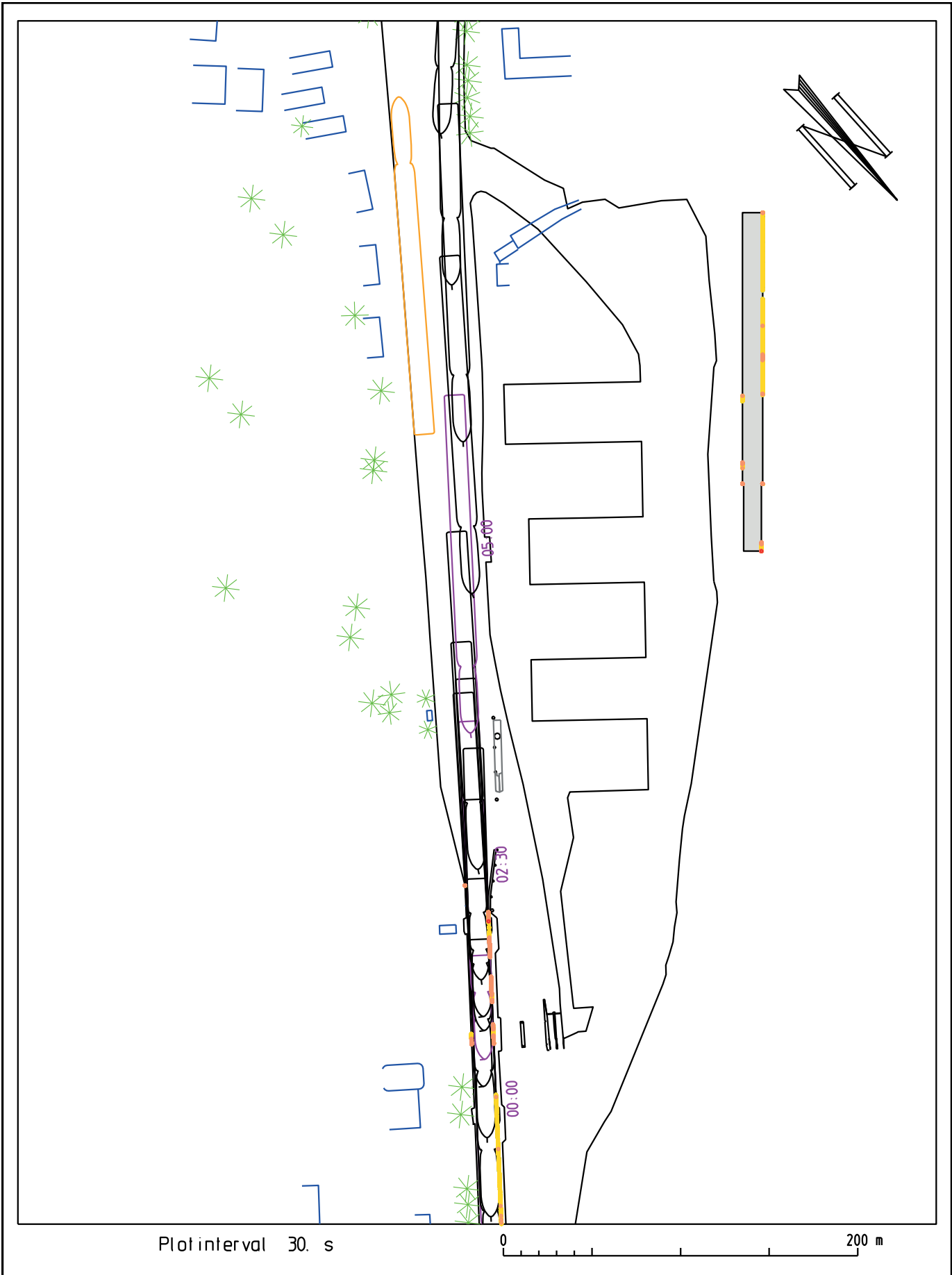


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL038
 5/06/2019
 Tijdstip : 14:31:20
 Duur : 7.03 min.

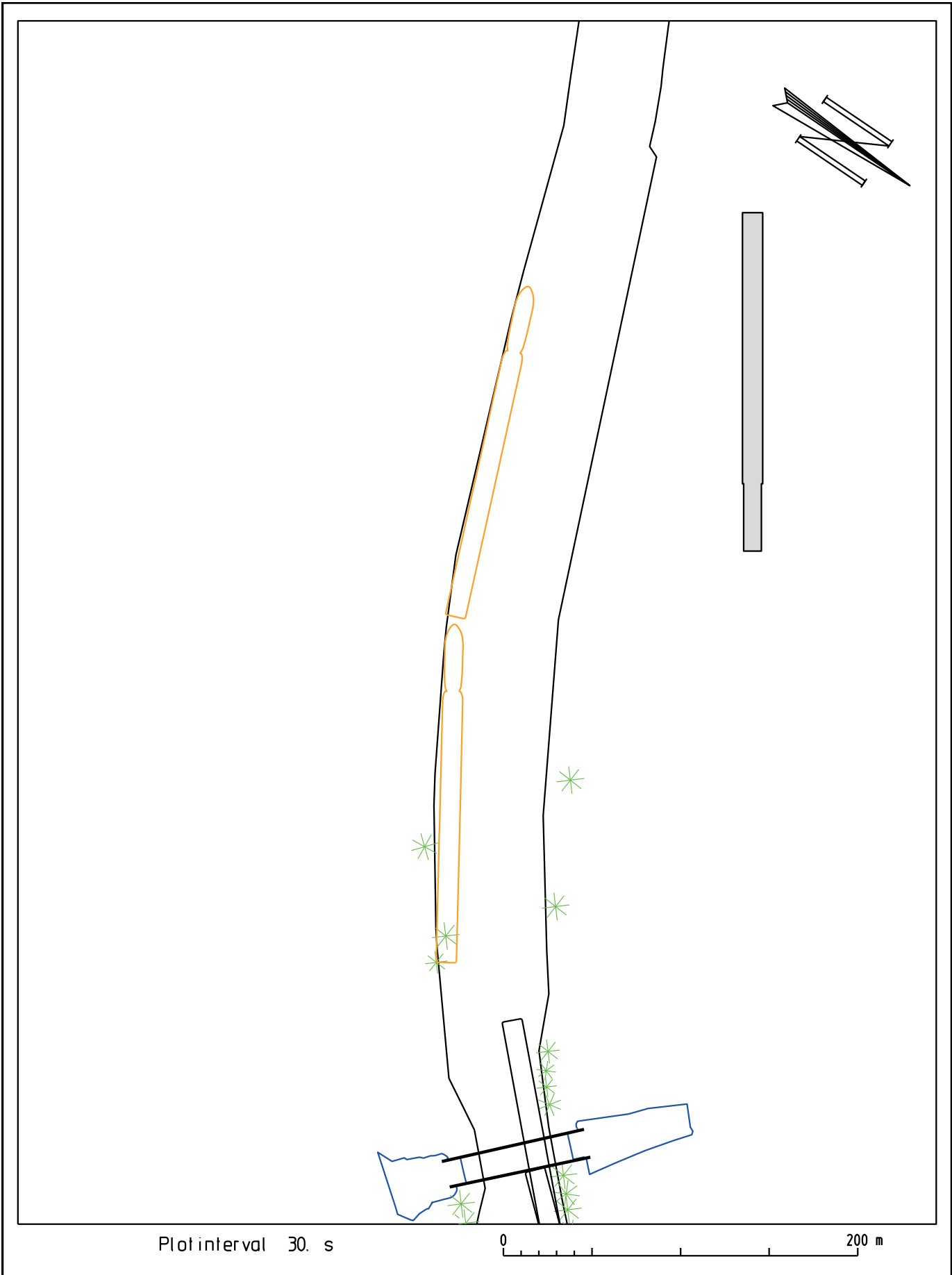


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulc) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL038
 5/06/2019
 Tijdstip : 14:31:20
 Duur : 7.03 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL038
 5/06/2019
 Tijdstip : 14:31:20
 Duur : 7.03 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL039
 5/06/2019
 Tijdstip : 14:40:44
 Duur : 7.75 min.

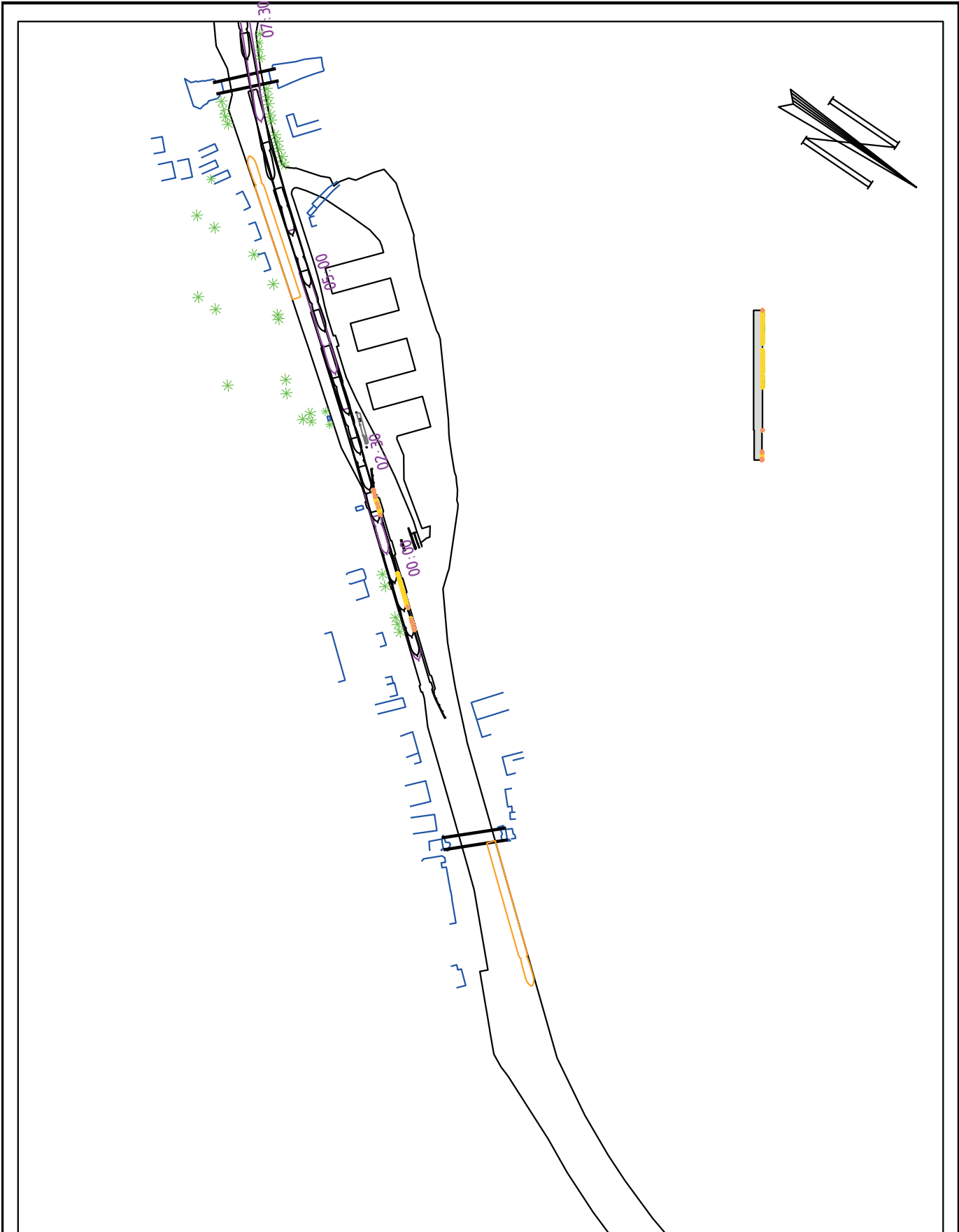


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL039
 5/06/2019
 Tijdstip : 14:40:44
 Duur : 7.75 min.



Plotinterval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)

Wind: ZO 4

Debiet: 200m³/s

lweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL040

5/06/2019

Tijdstip : 14:57:37

Duur : 9.73 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



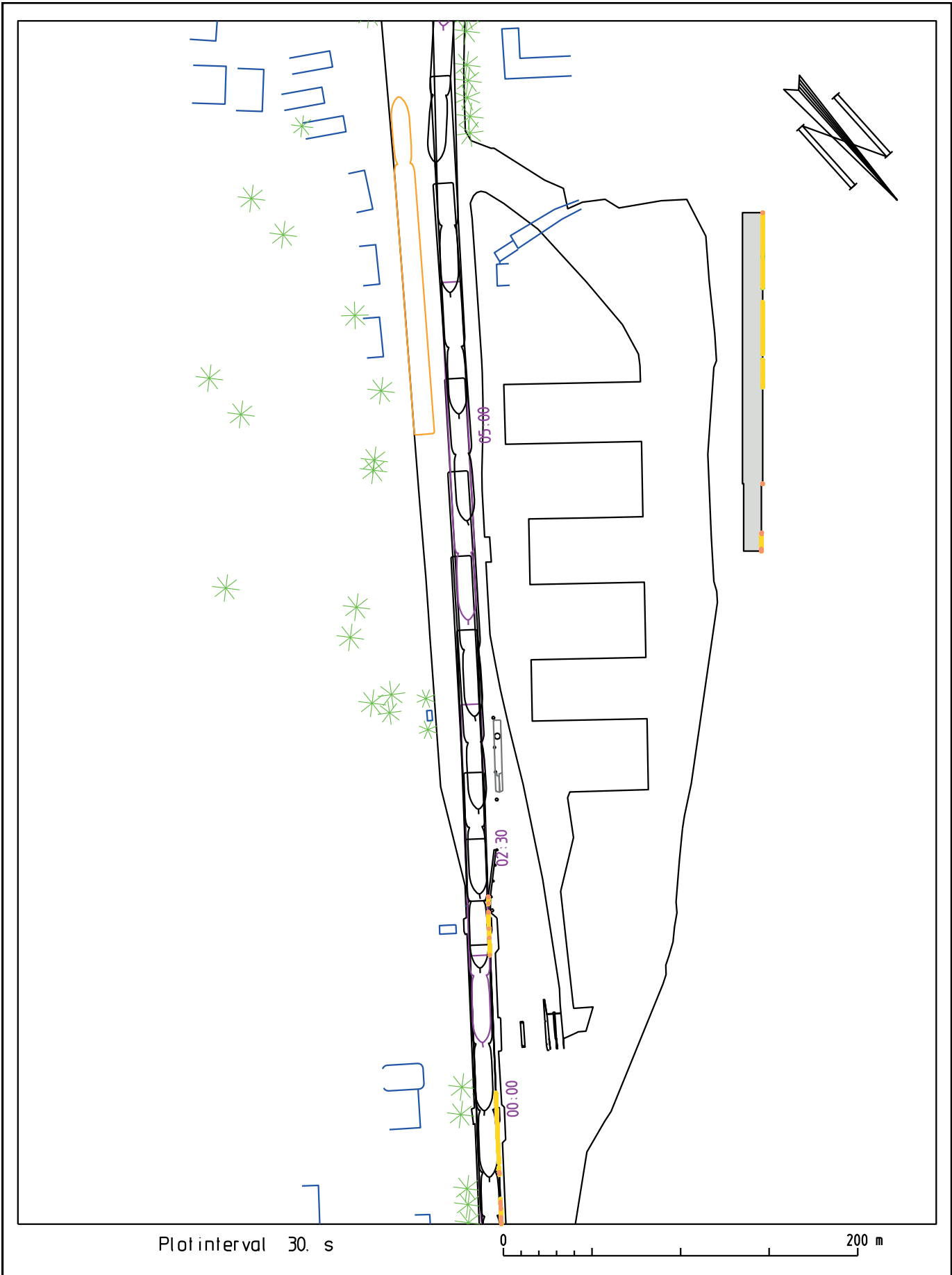
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B132

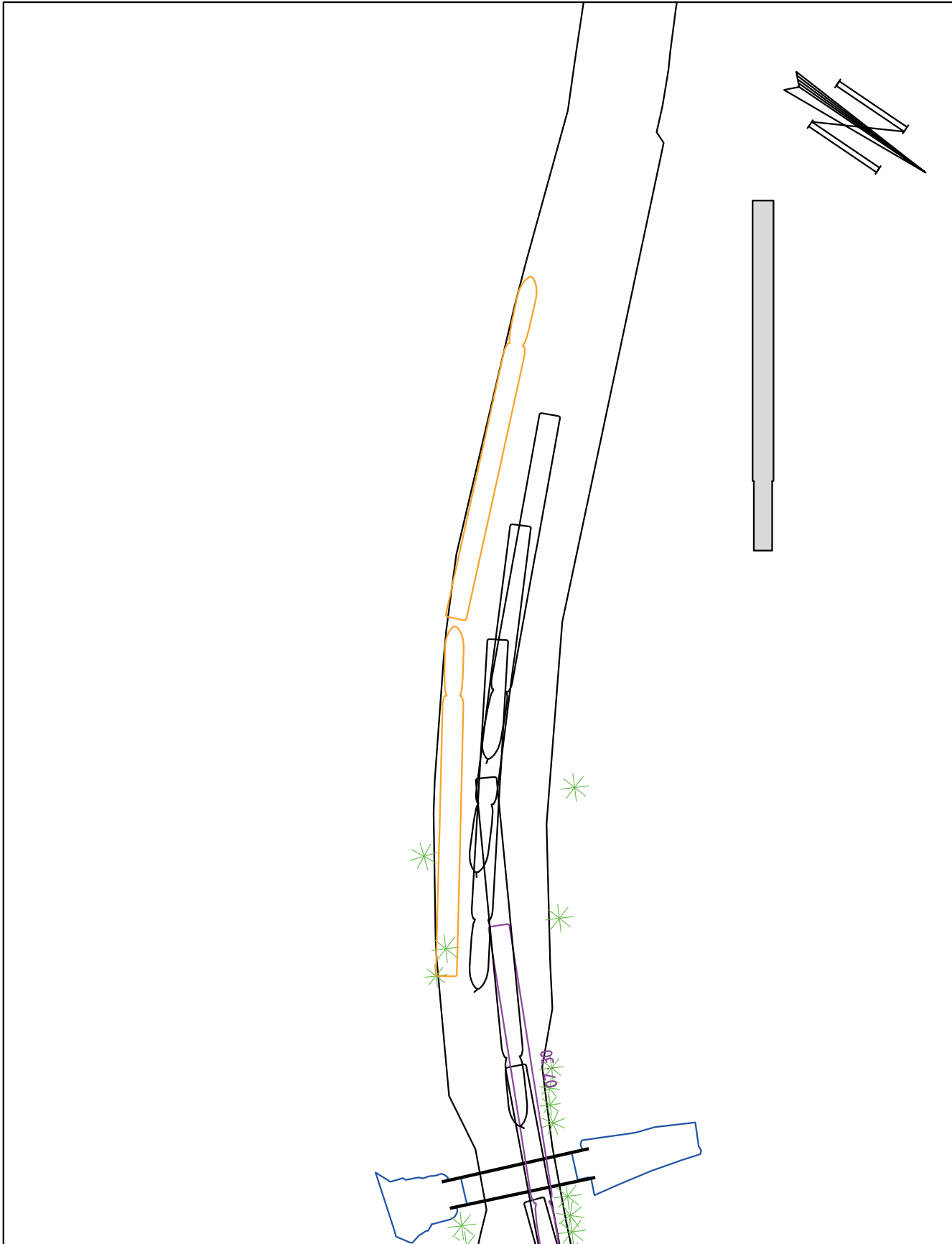


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL040
 5/06/2019
 Tijdstip : 14:57:37
 Duur : 9.73 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)

Wind: ZO 4

Debiet: 200m³/s

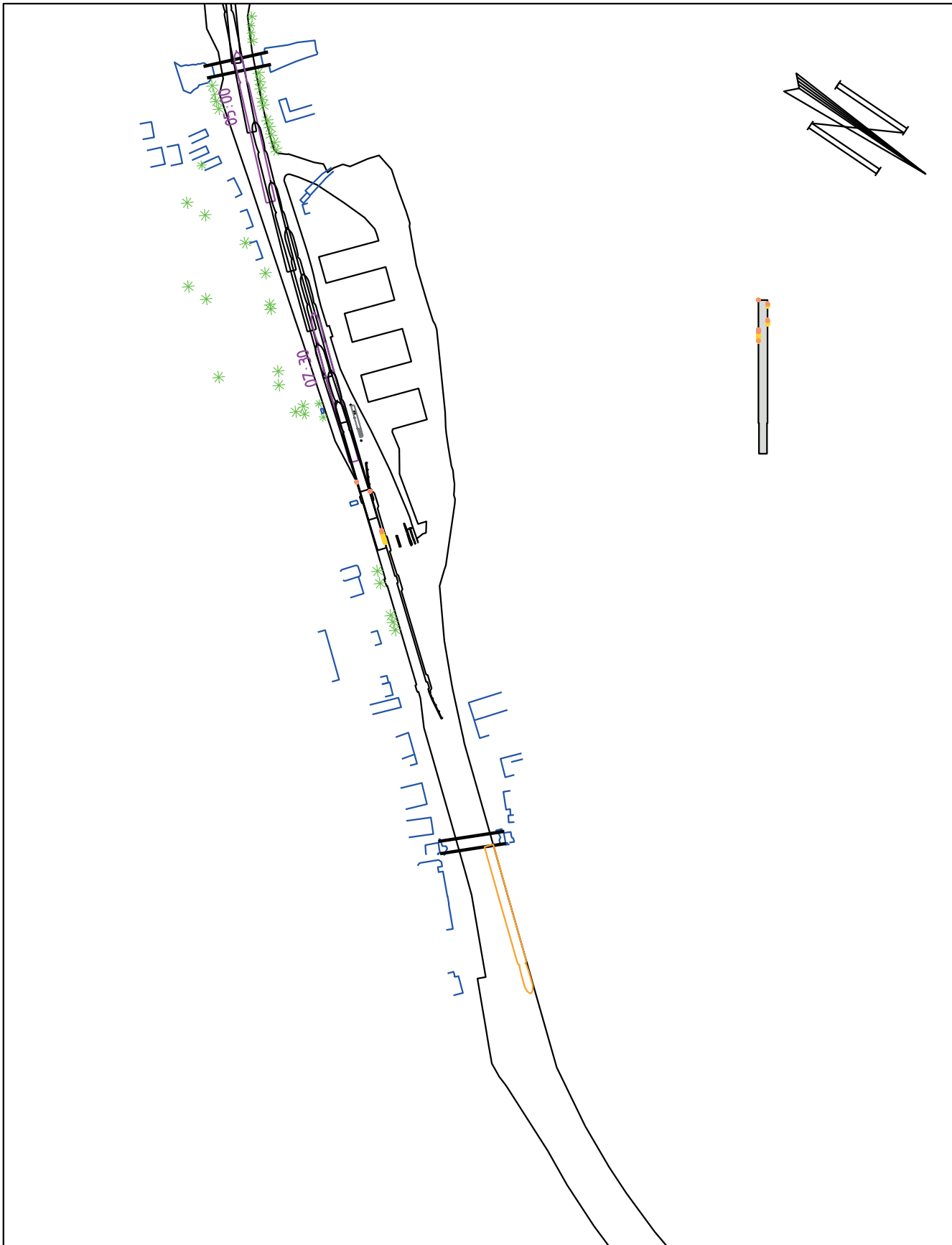
Tweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL040

5/06/2019

Tijdstip : 14:57:37

Duur : 9.73 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)

Wind: ZO 4

Debiet: 200m³/s

Tweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL041

5/06/2019

Tijdstip : 15:14:49

Duur : 9.02 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



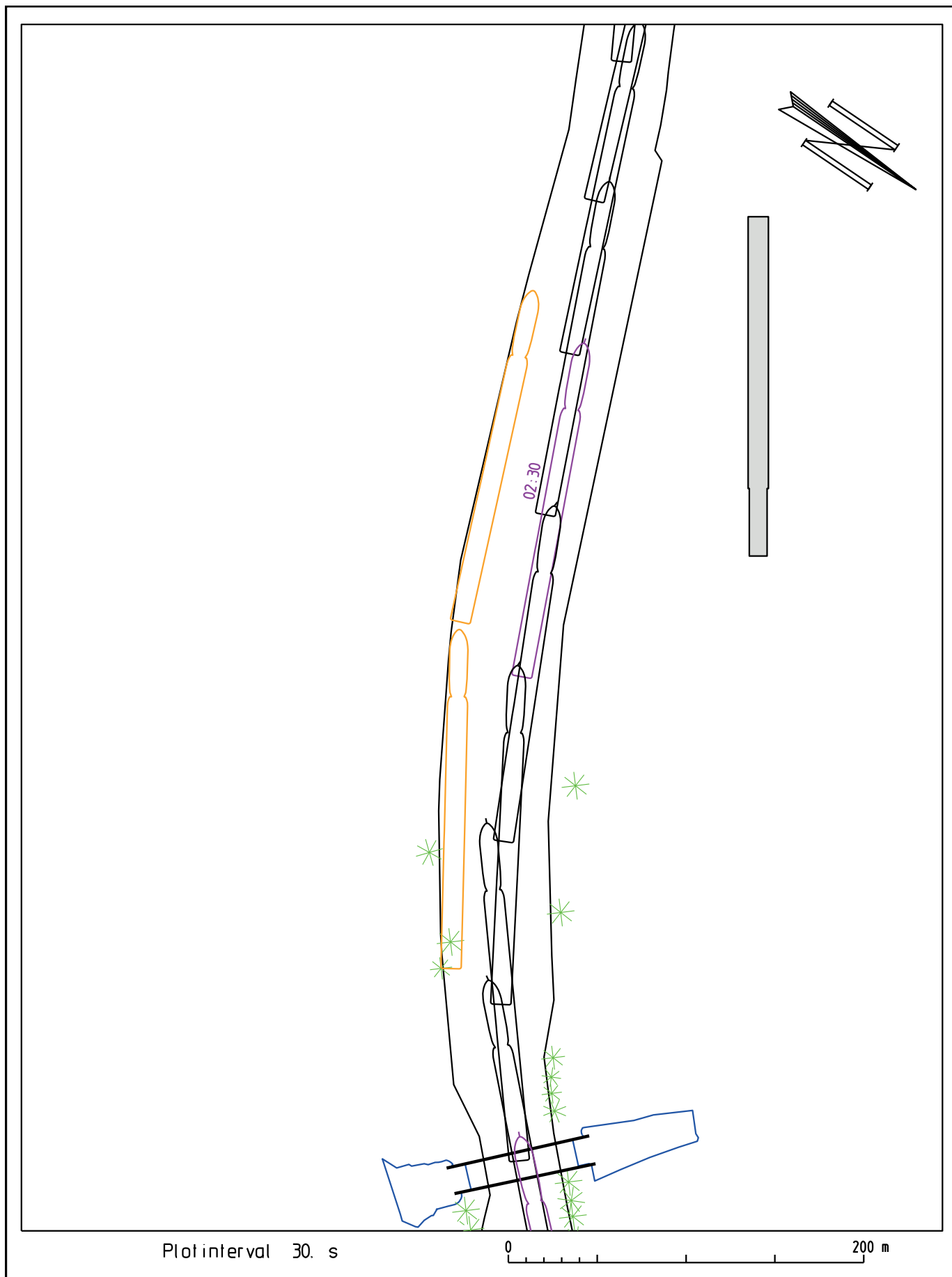
Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

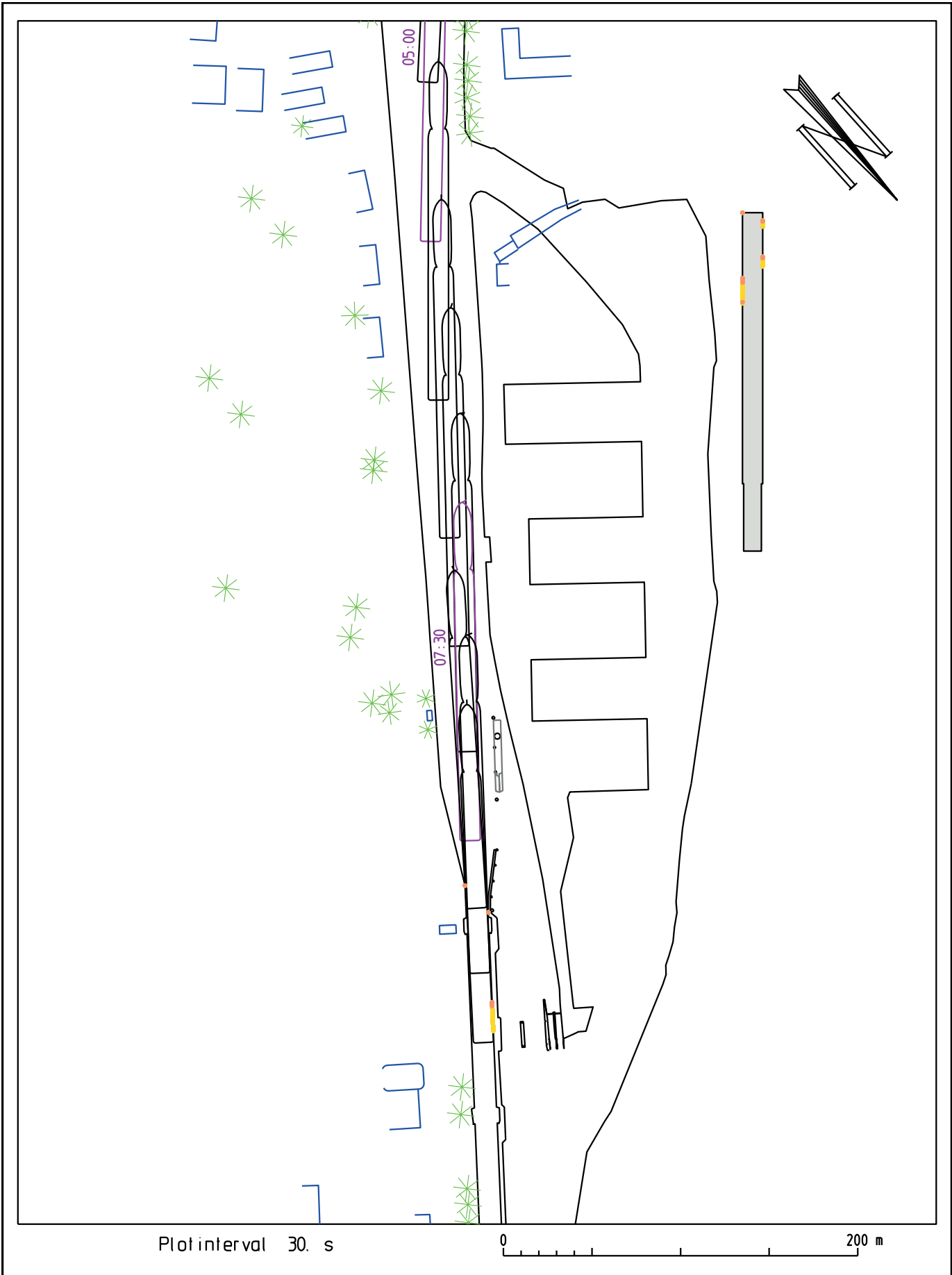
B135



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart) Wind: ZO 4 Debiet: 200m³/s Tweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m	HAREL041 5/06/2019 Tijdstip : 15:14:49 Duur : 9.02 min.
--	--



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - containers) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL041
 5/06/2019
 Tijdstip : 15:14:49
 Duur : 9.02 min.



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 3
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL042
 5/06/2019
 Tijdstip : 15:25:53
 Duur : 11.08 min.

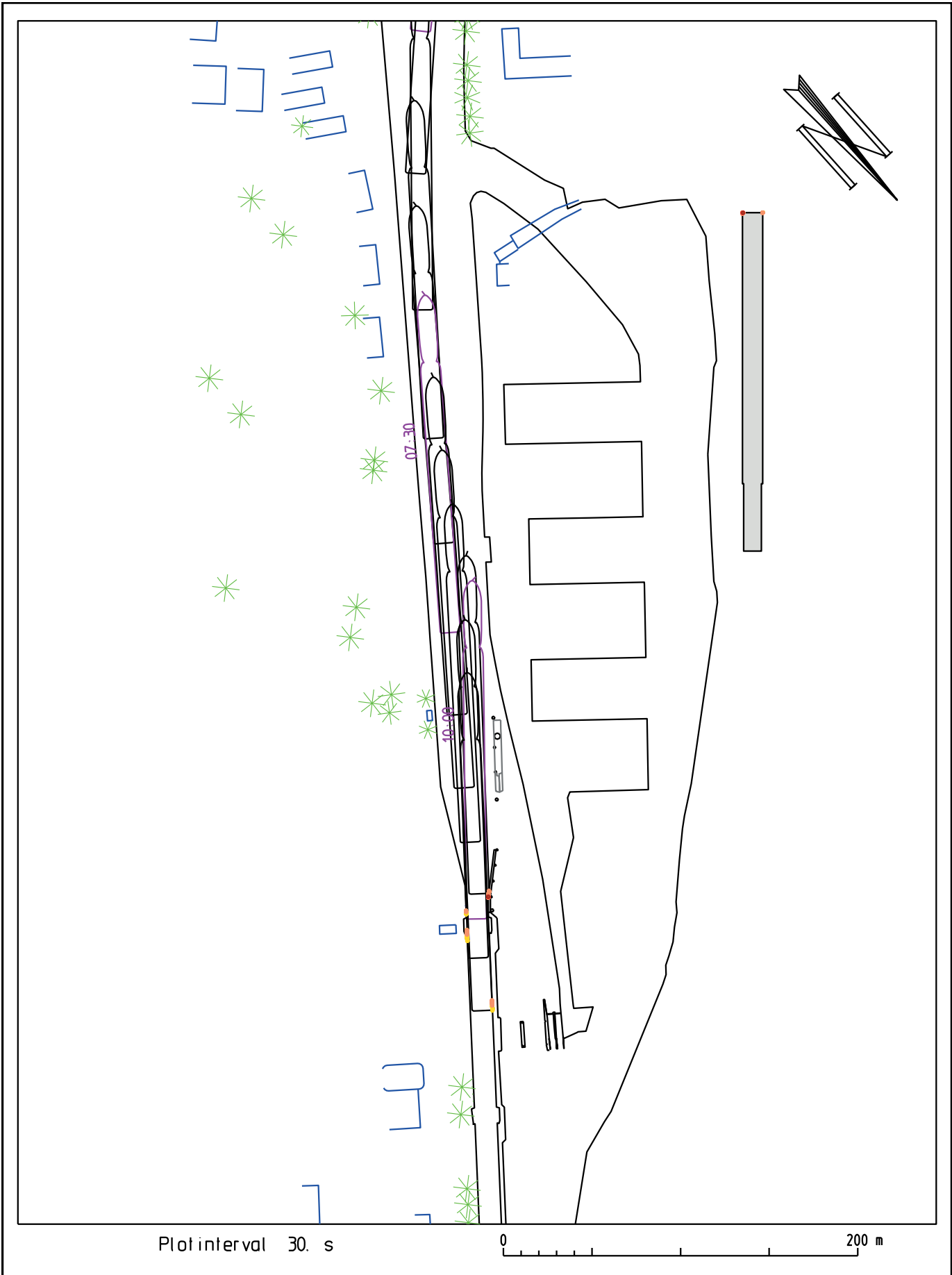


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 3
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL042
 5/06/2019
 Tijdstip : 15:25:53
 Duur : 11.08 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisinvaart bovenpand (afvaart)
 Wind: ZO 3
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL042
 5/06/2019
 Tijdstip : 15:25:53
 Duur : 11.08 min.

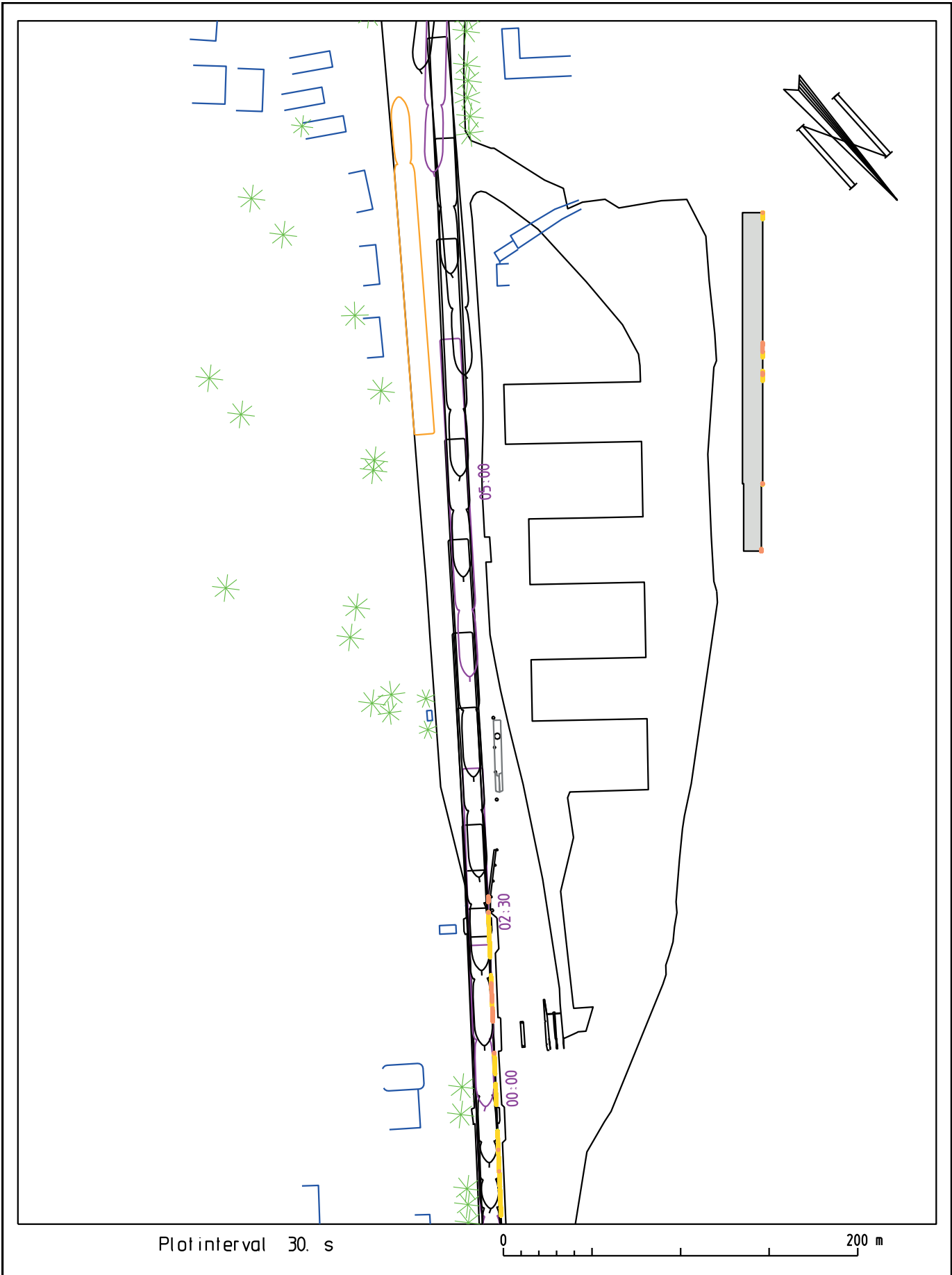


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 3
 Debiet: 140m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulc) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL043
 5/06/2019
 Tijdstip : 15:41:01
 Duur : 8.28 min.

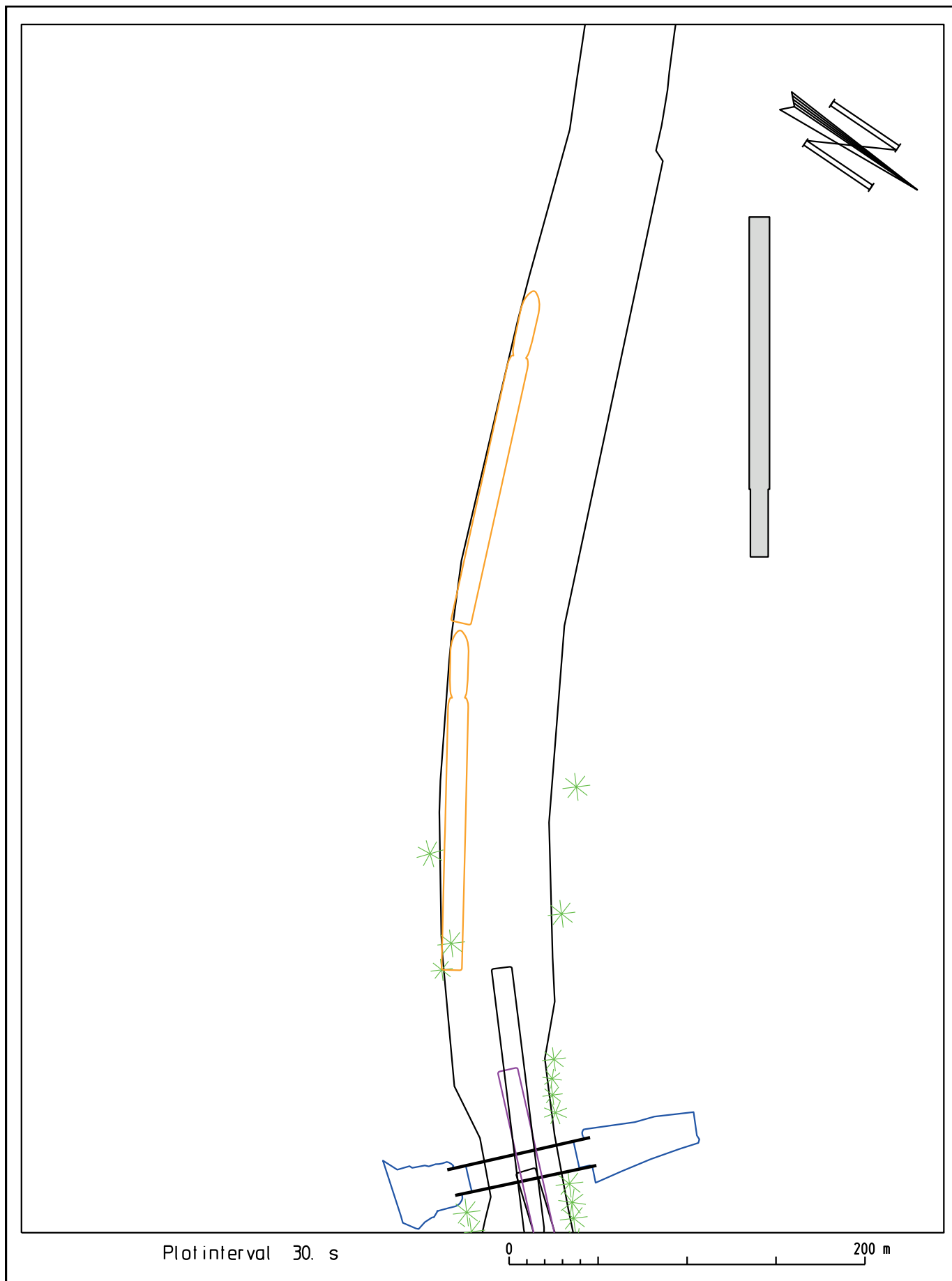


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)
 Wind: ZO 3
 Debiet: 140m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL043
 5/06/2019
 Tijdstip : 15:41:01
 Duur : 8.28 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart bovenpand (opvaart)

Wind: ZO 3

Debiet: 140m³/s

Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL043

5/06/2019

Tijdstip : 15:41:01

Duur : 8.28 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B143



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulc) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL044
 5/06/2019
 Tijdstip : 15:58:43
 Duur : 5.85 min.

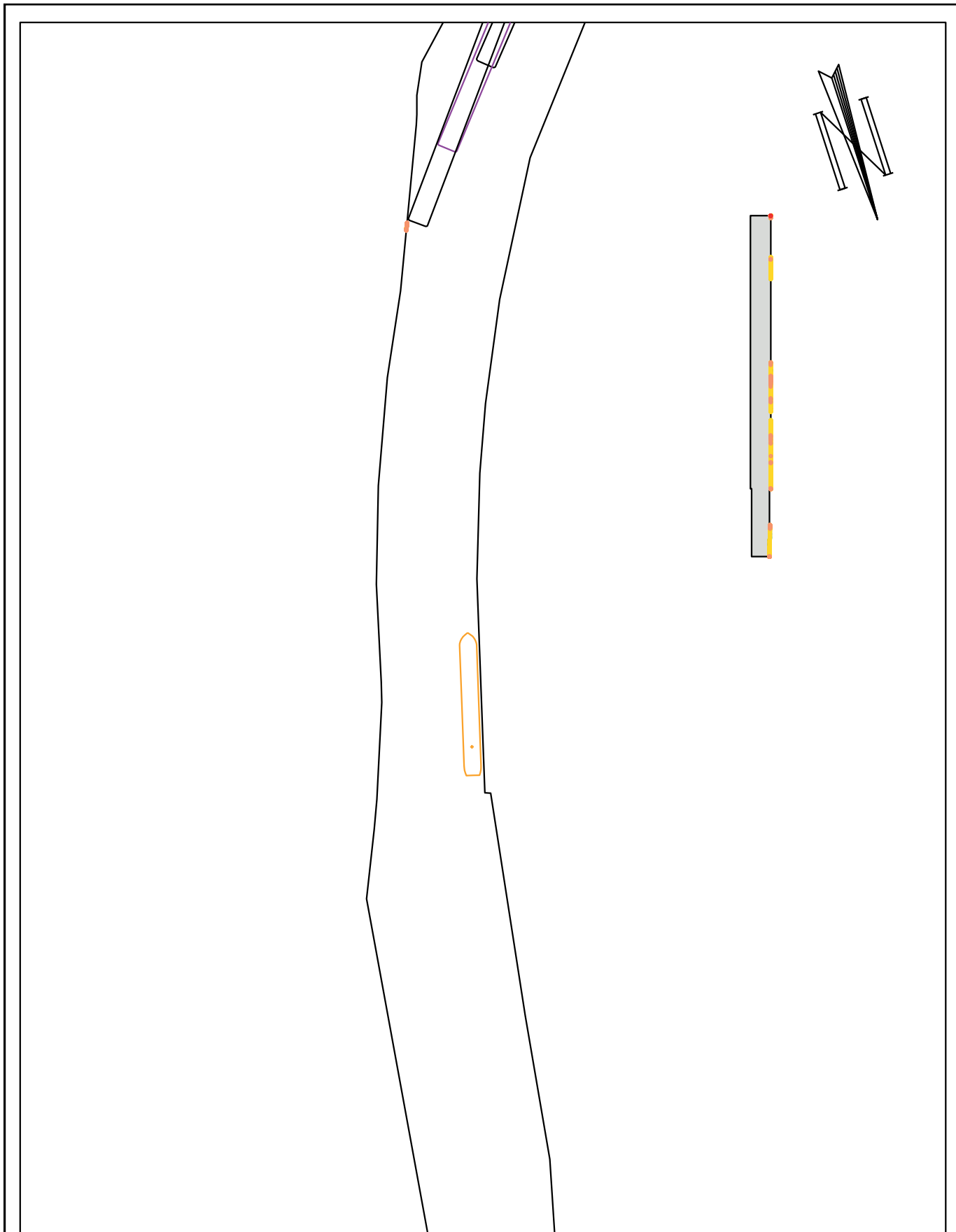


Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)
 Wind: NW 4
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL044
 5/06/2019
 Tijdstip : 15:58:43
 Duur : 5.85 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)

Wind: NW 4

Debiet: 200m³/s

Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=1.8m

HAREL044

5/06/2019

Tijdstip : 15:58:43

Duur : 5.85 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B146



Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 200m³/s

Iweebaks duwconvooi (Vb - bulc) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL045

5/06/2019

Tijdstip : 16:07:14

Duur : 9.72 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B147

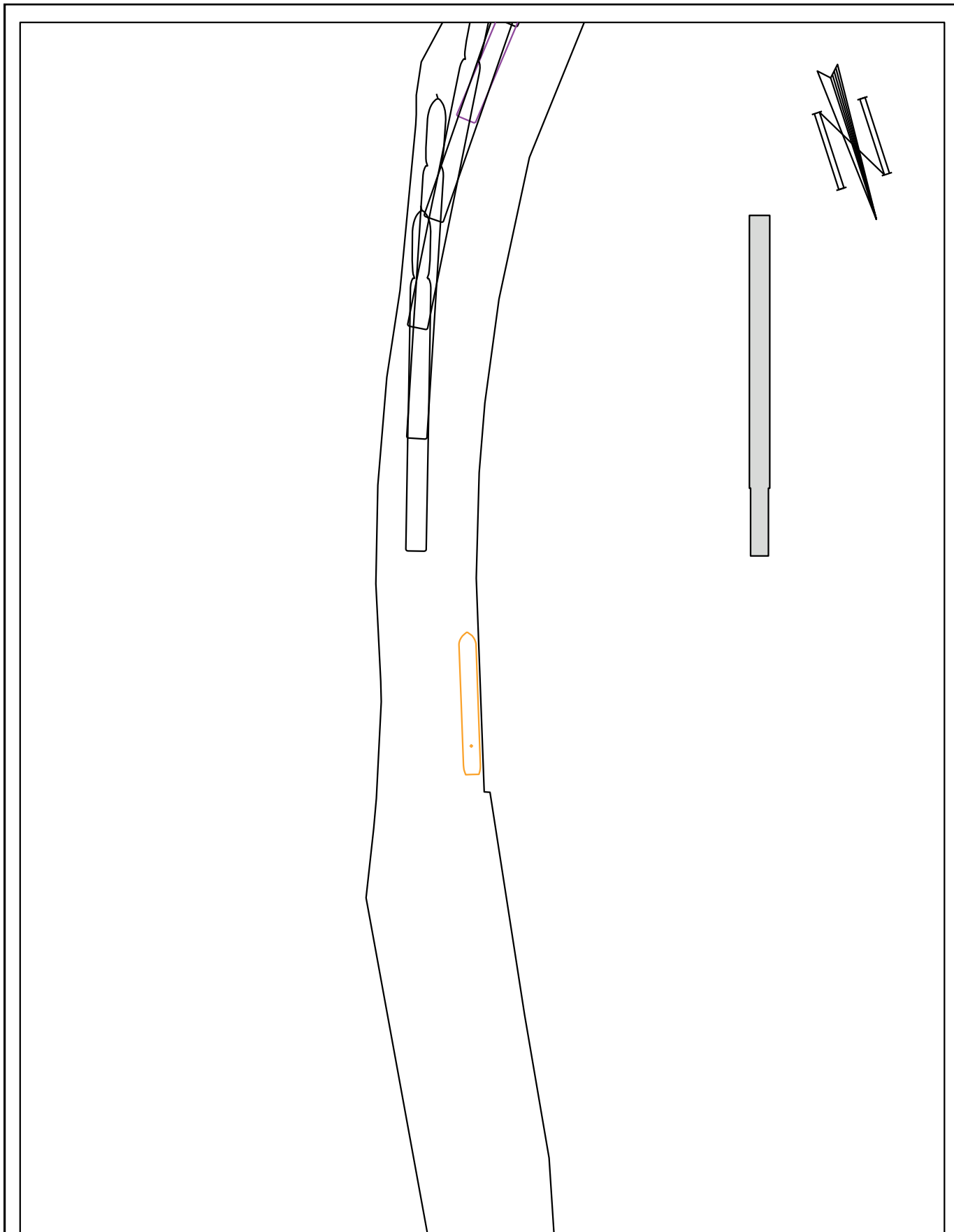


Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 200m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL045
 5/06/2019
 Tijdstip : 16:07:14
 Duur : 9.72 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 200m³/s

lweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL045

5/06/2019

Tijdstip : 16:07:14

Duur : 9.72 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B149

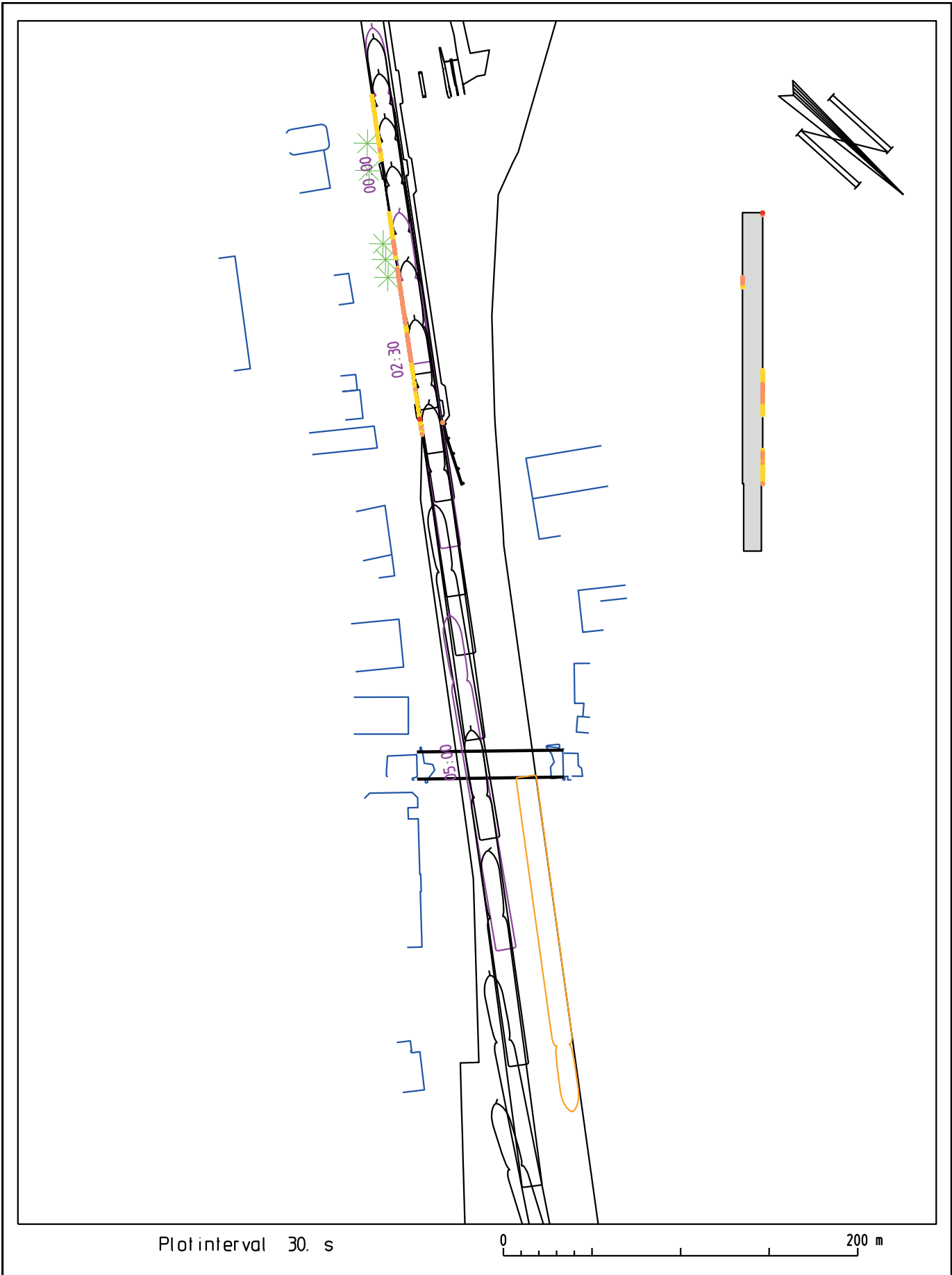


Plot interval 30. s

0 500 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 140m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk) : L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL046
 5/06/2019
 Tijdstip : 16:19:10
 Duur : 7.48 min.

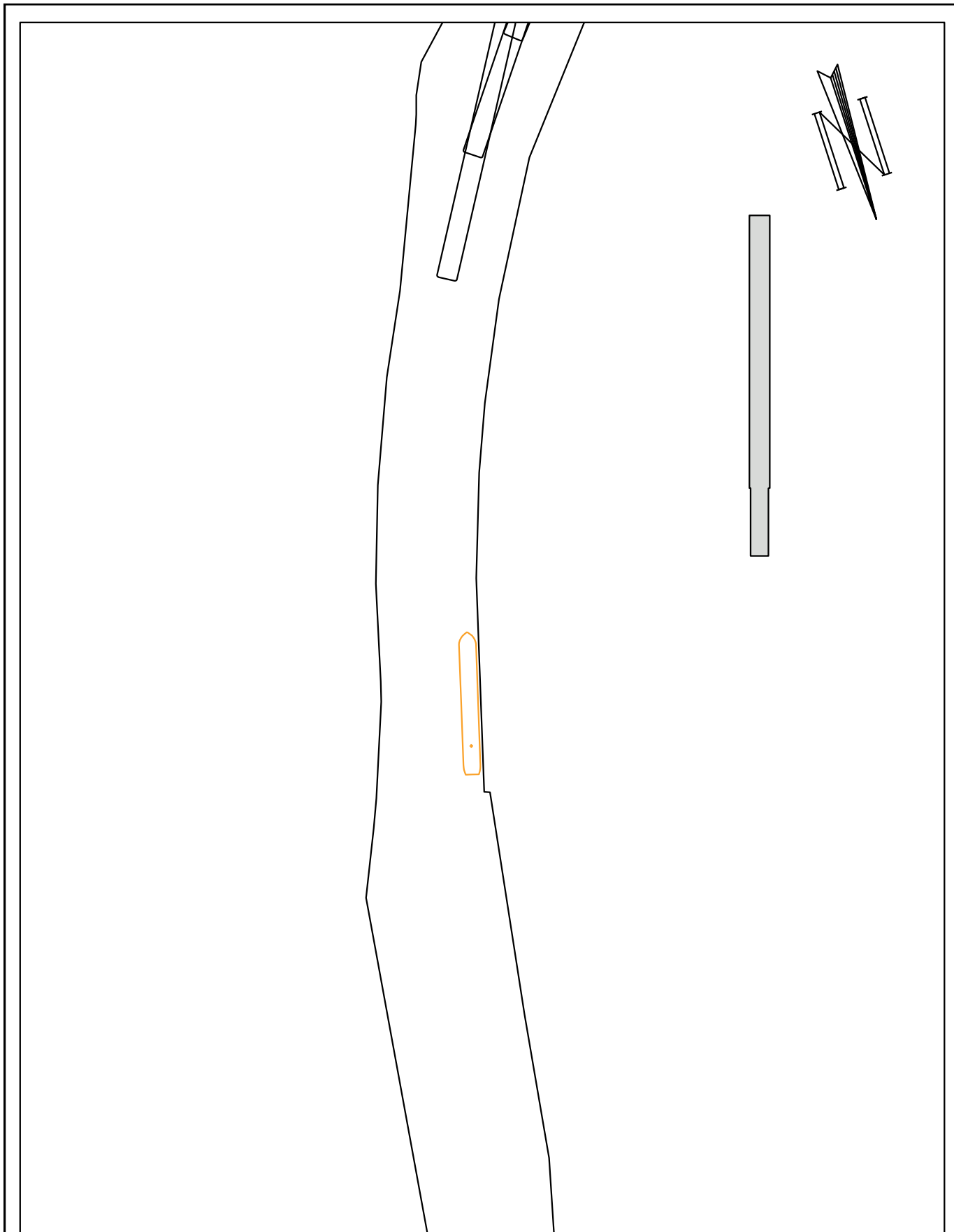


Plotinterval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)
 Wind: NW 3
 Debiet: 140m³/s
 Tweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL046
 5/06/2019
 Tijdstip : 16:19:10
 Duur : 7.48 min.



Plot interval 30. s

0 200 m

Sluisuitvaart benedenpand (afvaart)

Wind: NW 3

Debiet: 140m³/s

Iweebaks duwconvooi (Vb - bulk): L=191m, B=11.4m, T=3.5m

HAREL046

5/06/2019

Tijdstip : 16:19:10

Duur : 7.48 min.

**Waterbouwkundig
Laboratorium**



Vlaanderen
is wetenschap

18_155

Harelbeke2019

WL2019R18_155_1

B152

Bijlage 2 Overzichtsgrafieken

[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL000

08/05/2019

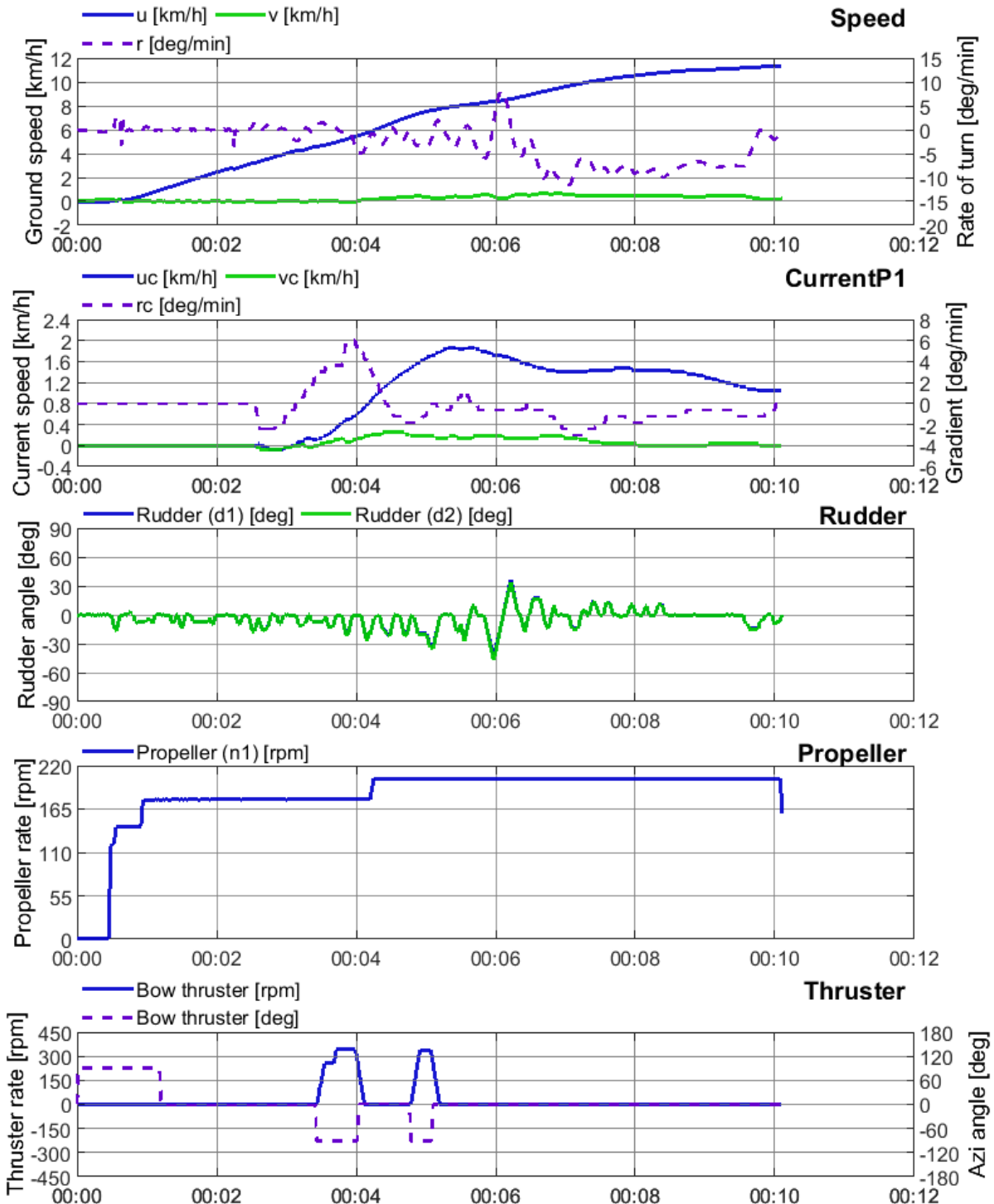
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL000

08/05/2019

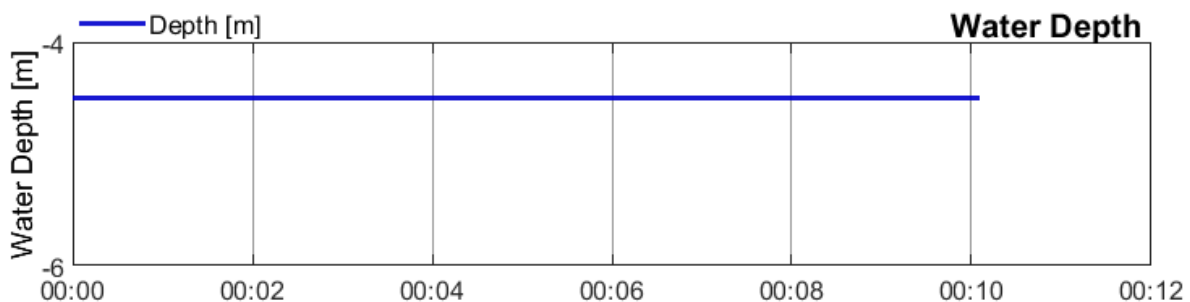
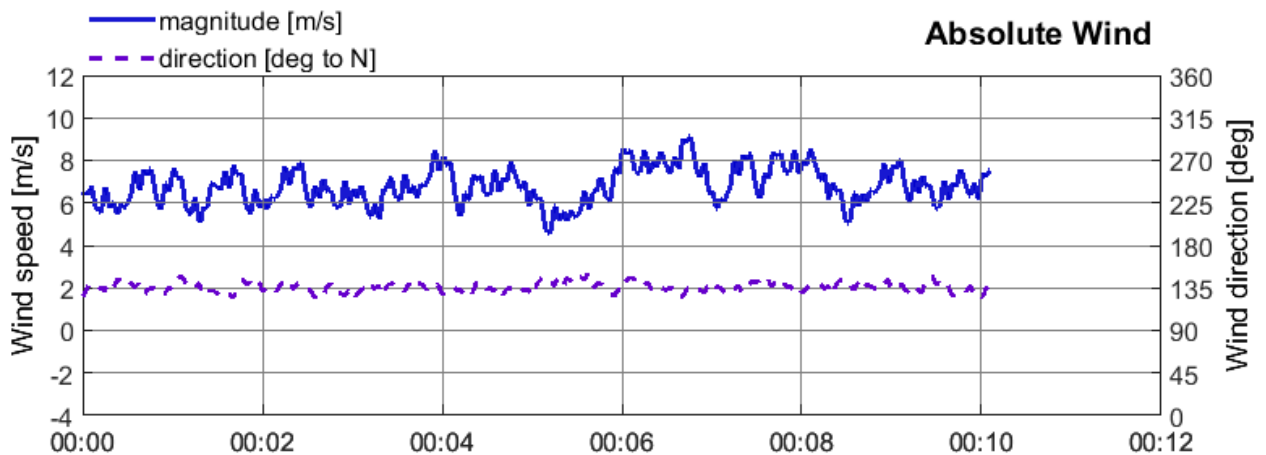
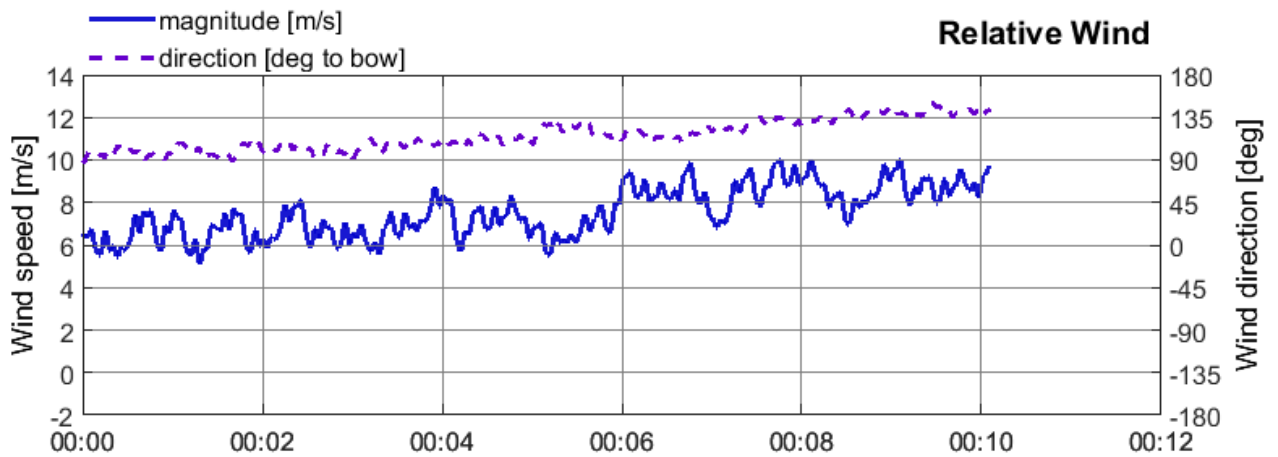
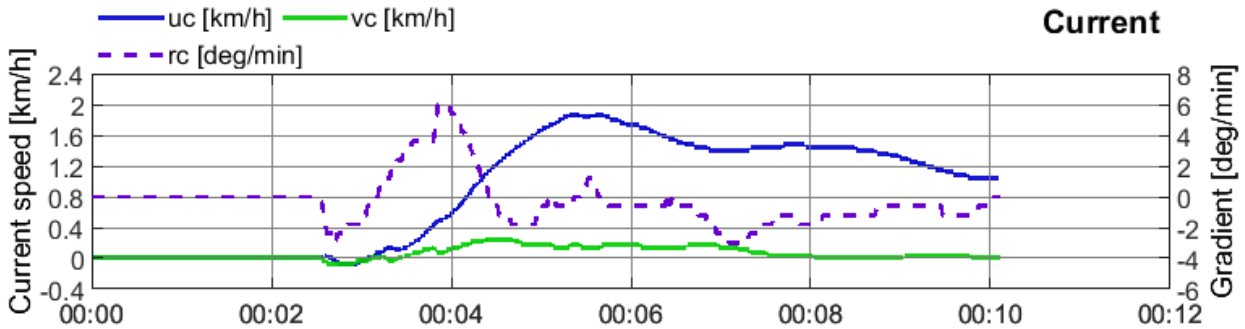
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL001

08/05/2019

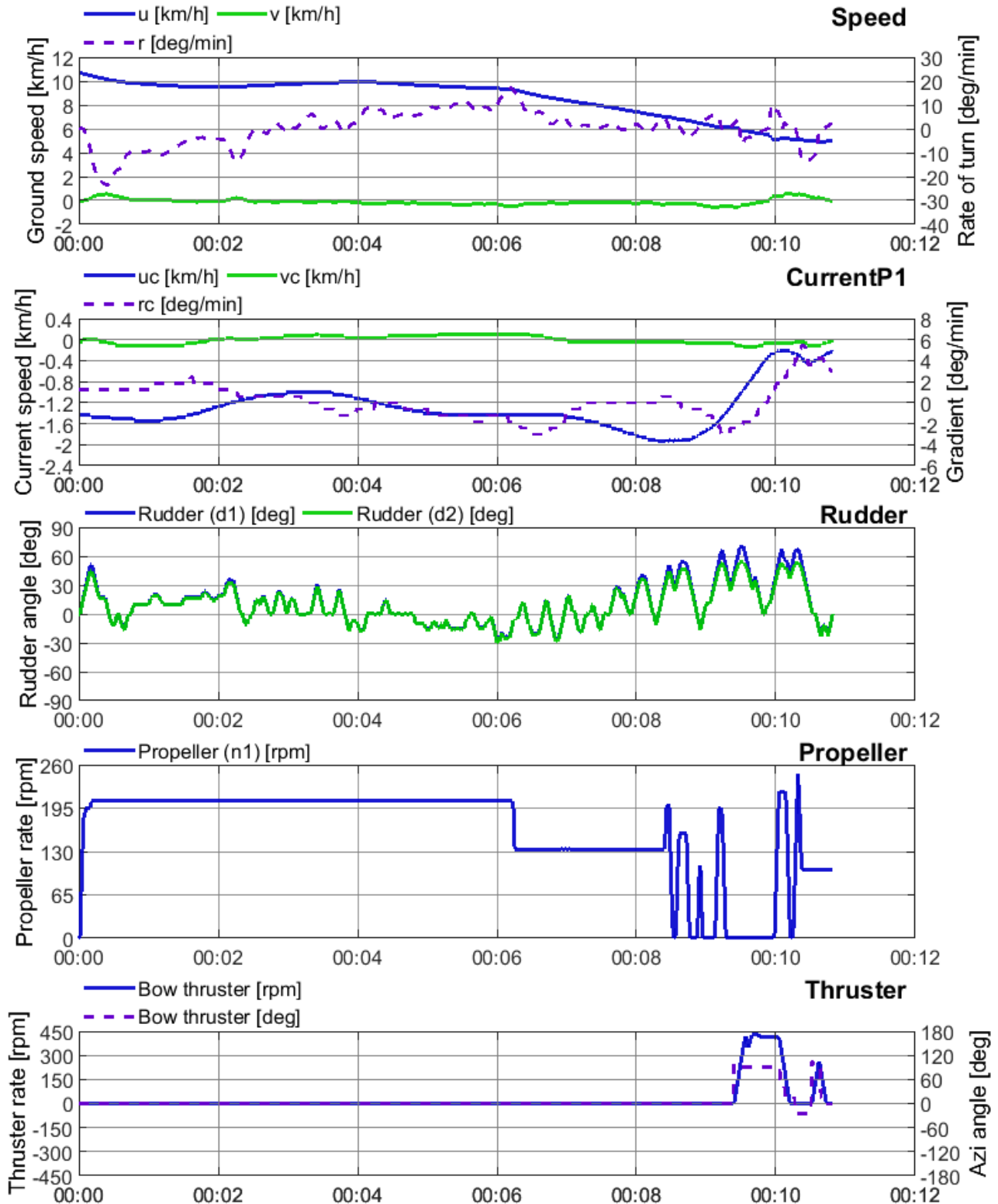
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL001

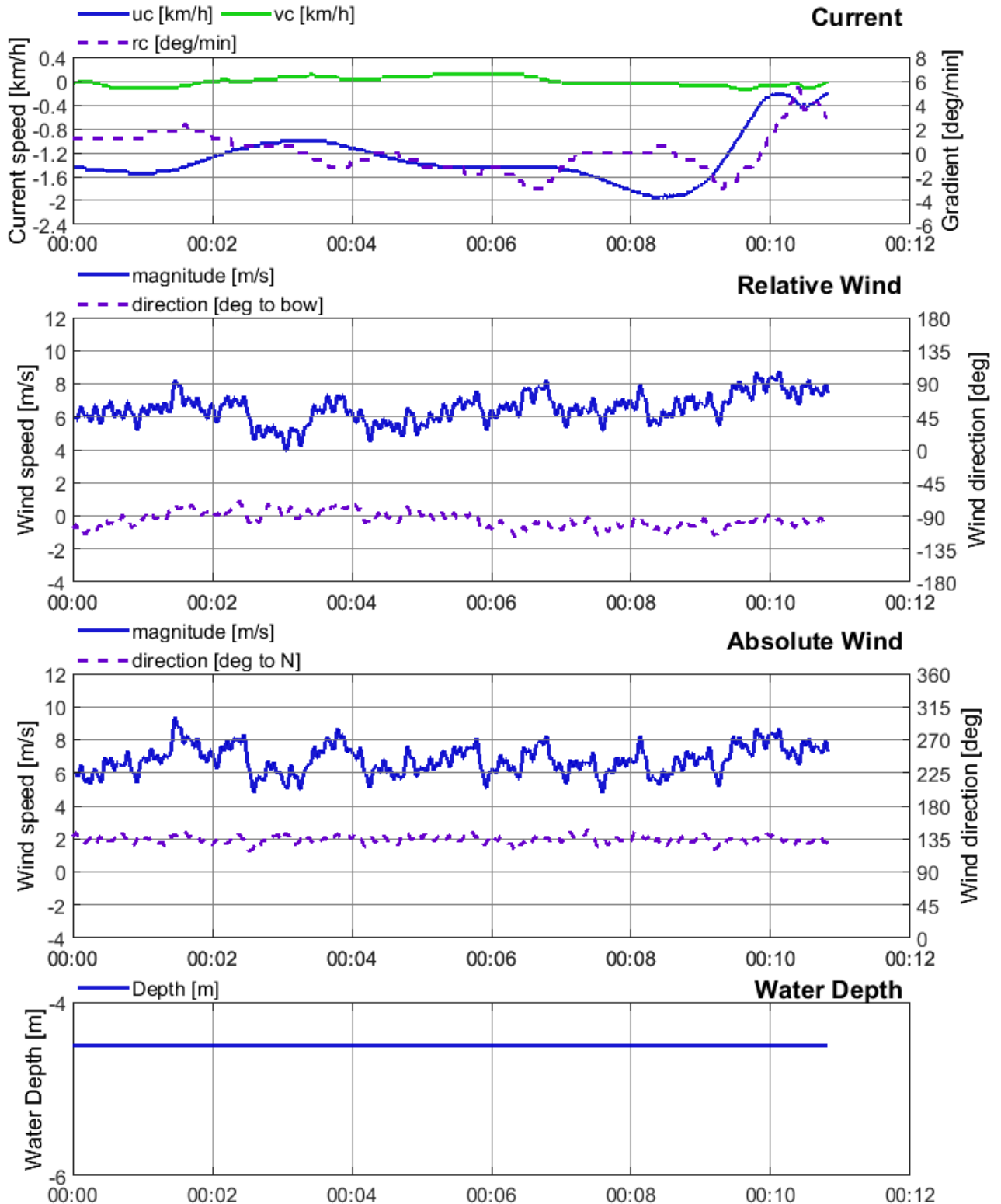
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL002

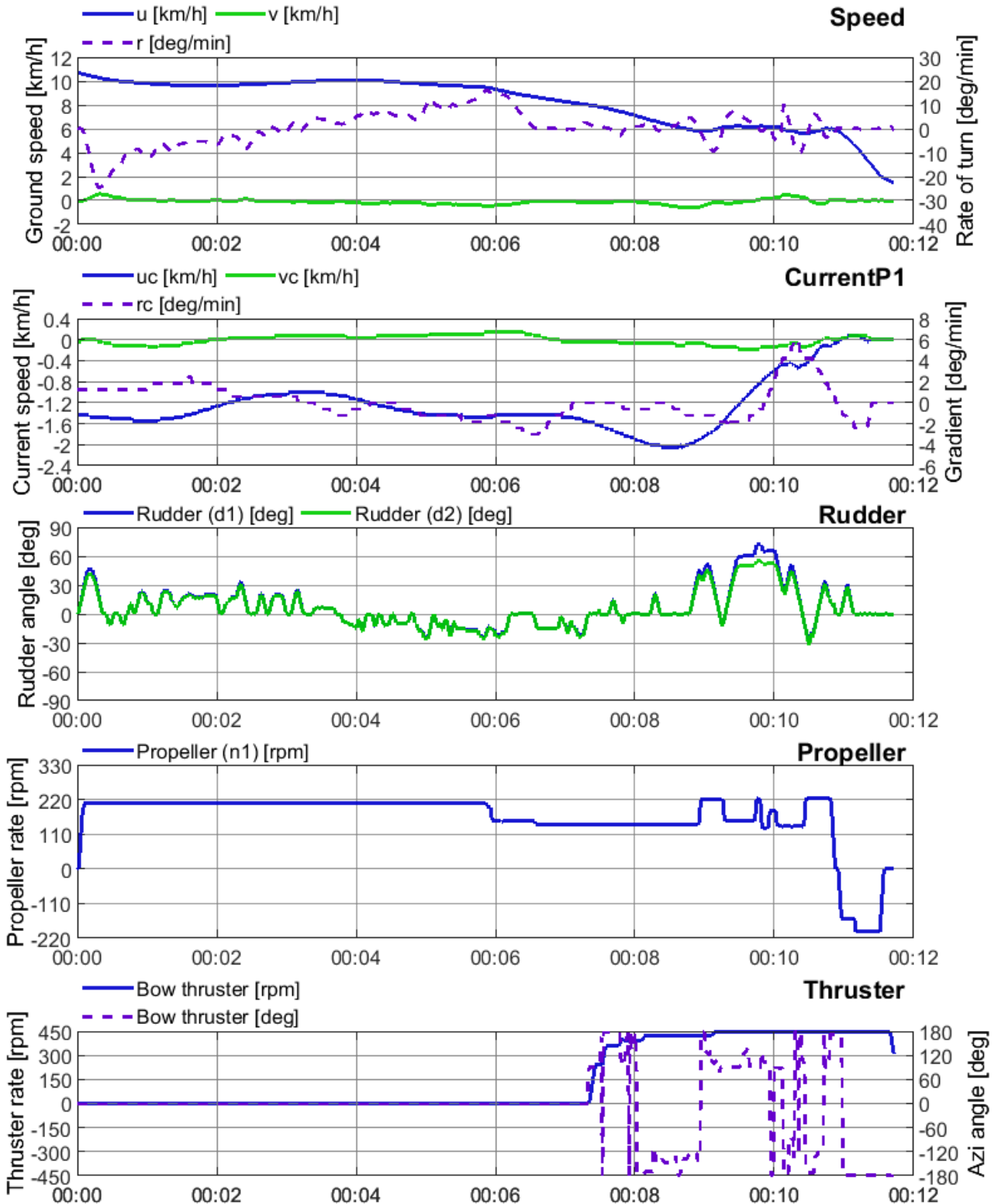
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL002

08/05/2019

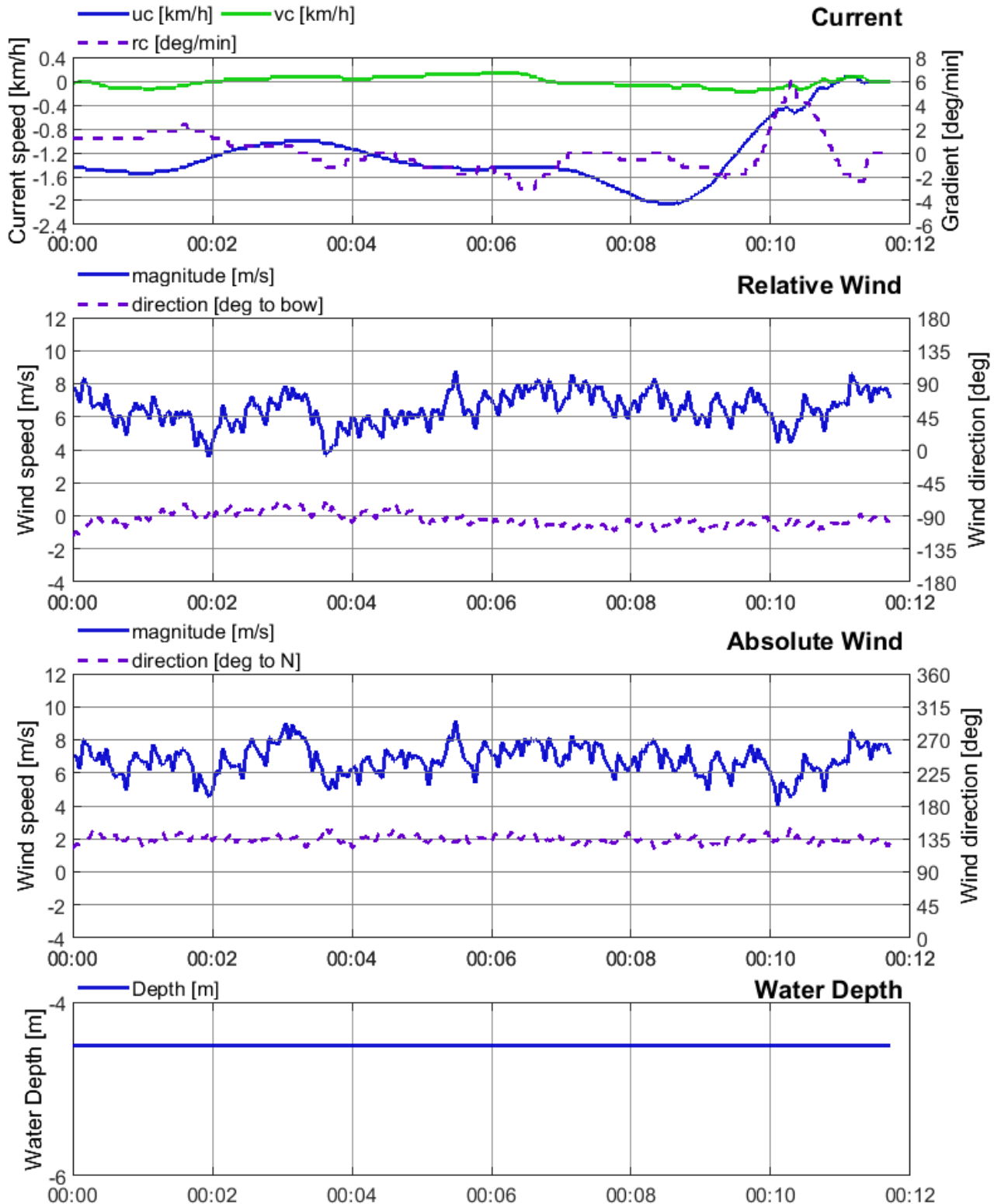
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL003

08/05/2019

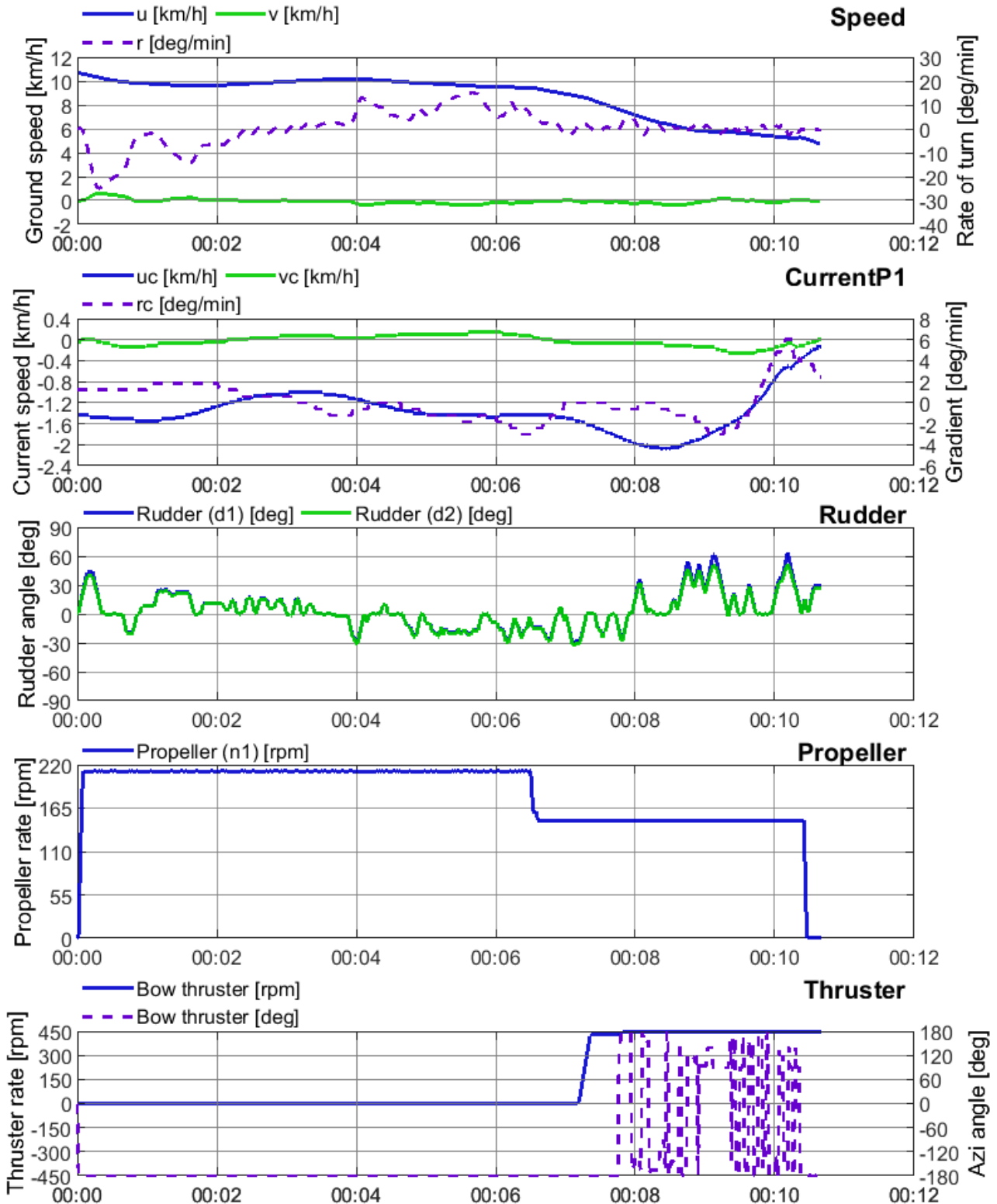
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL003

08/05/2019

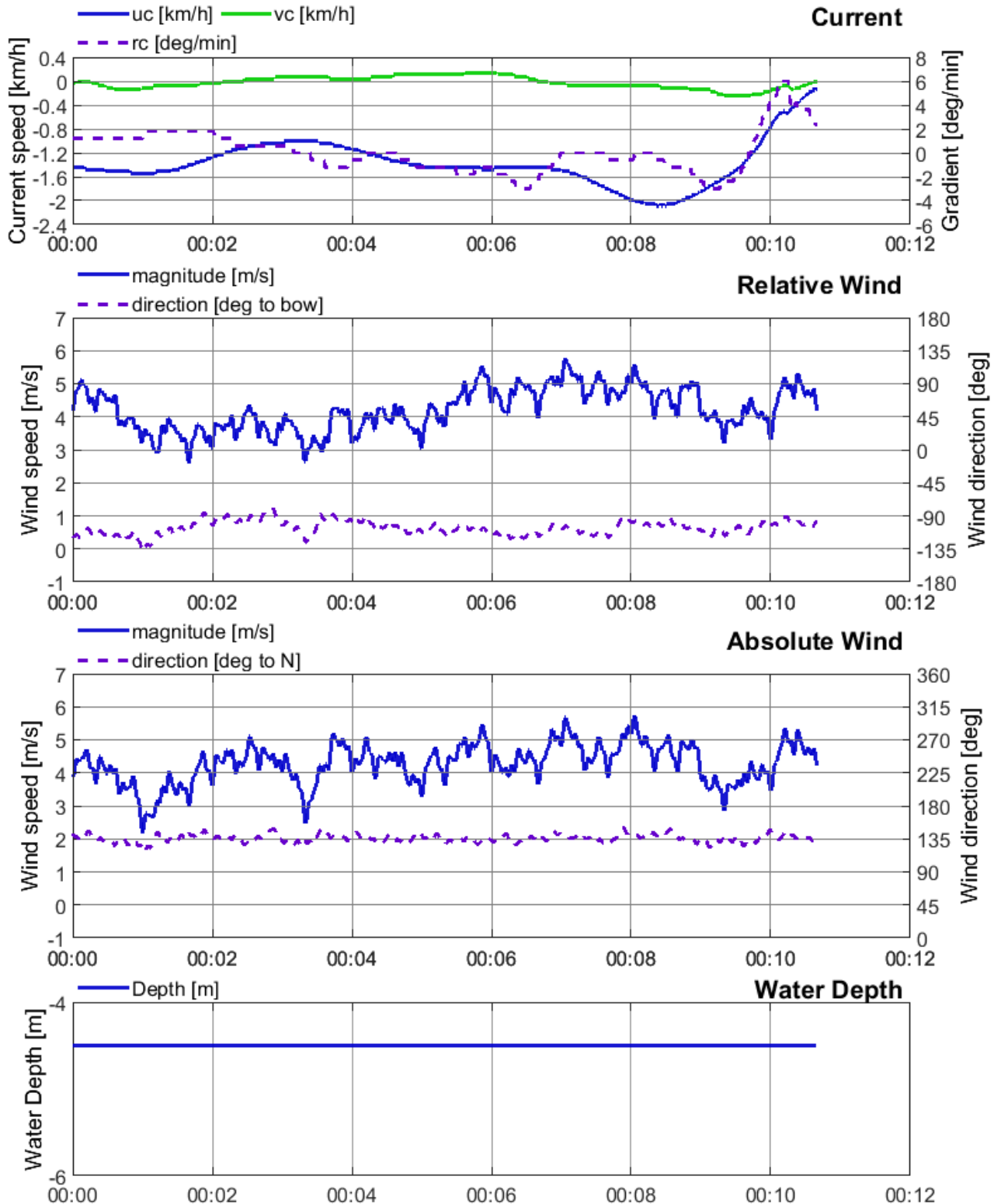
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL004

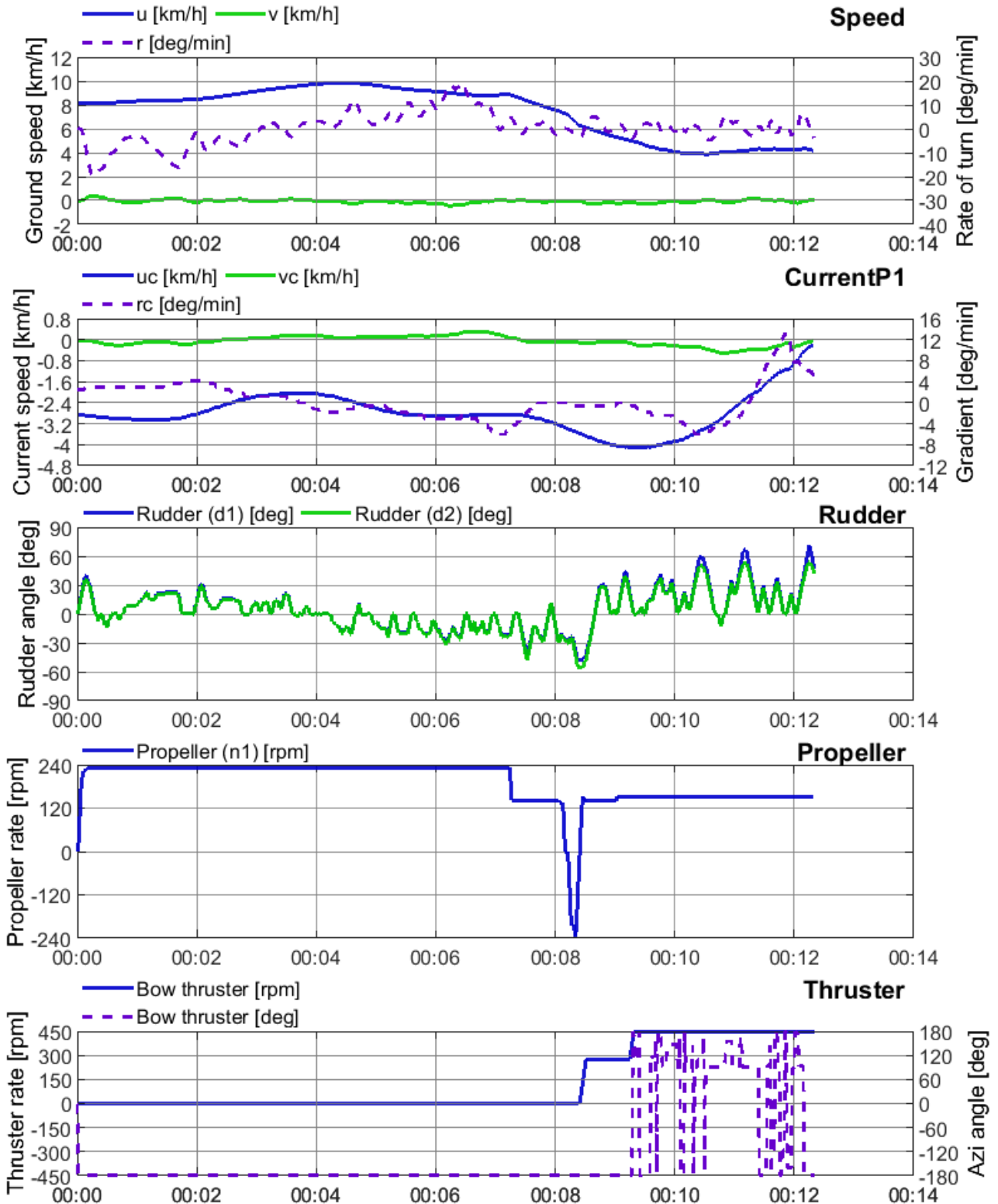
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL004

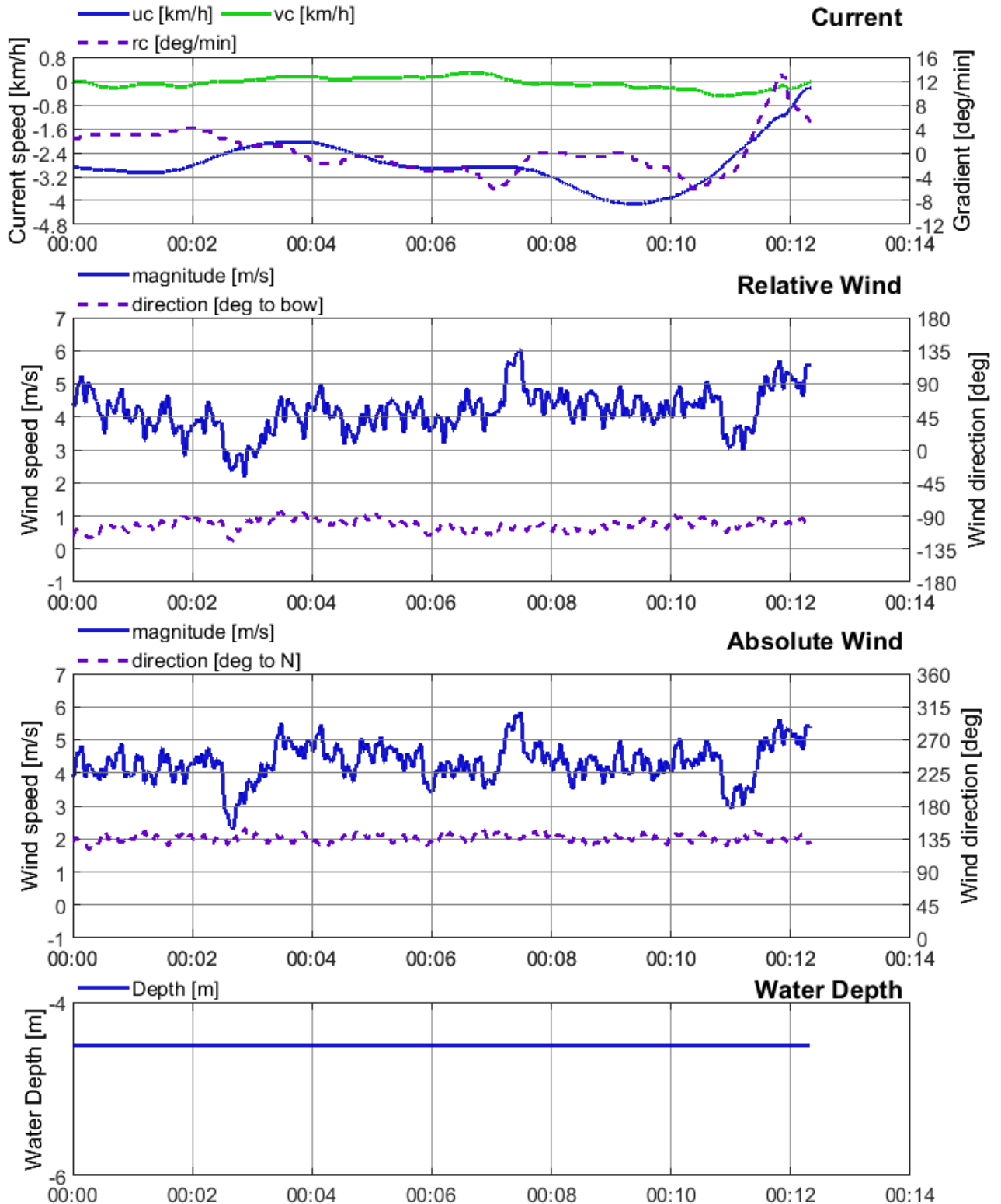
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL005

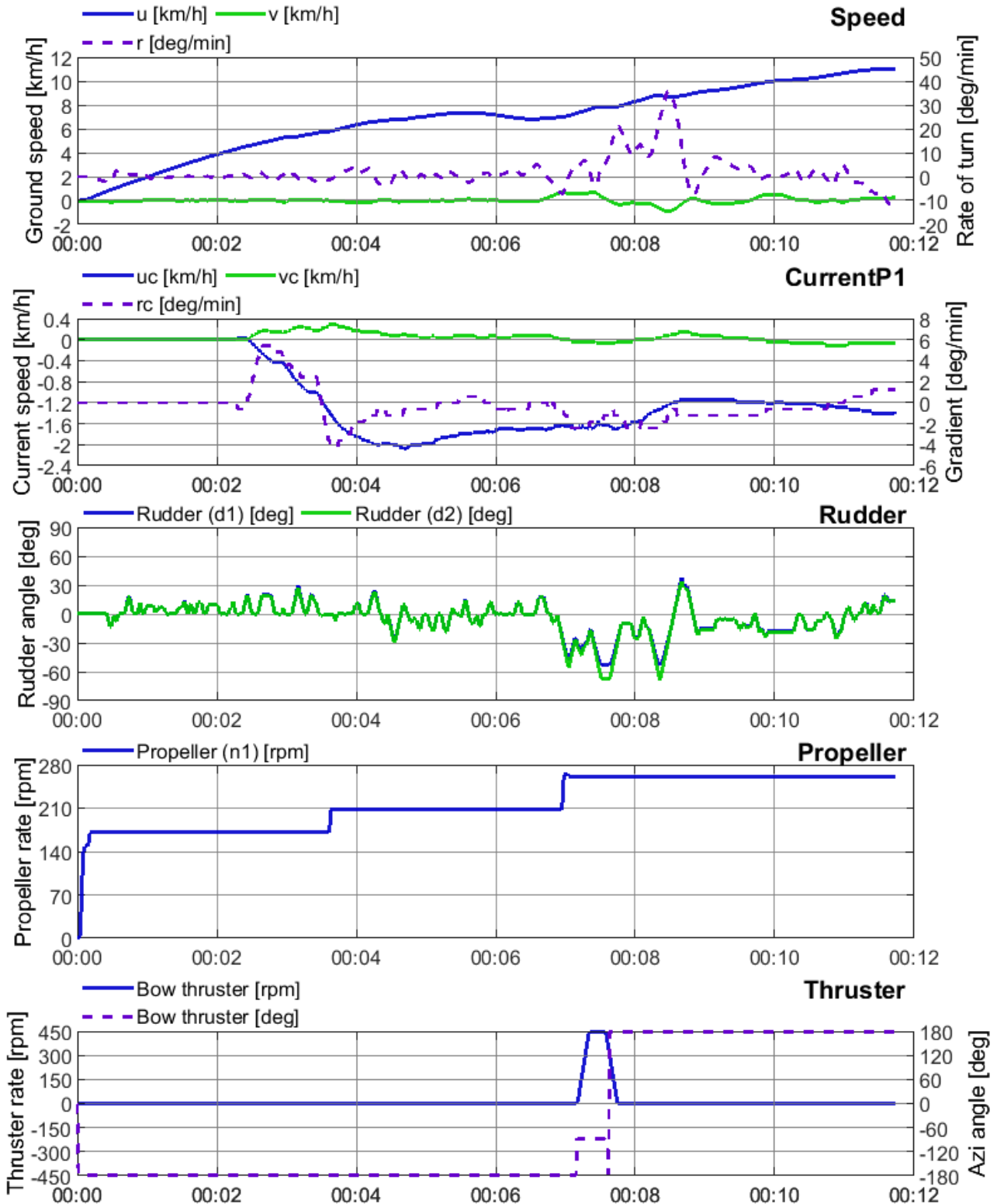
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL005

08/05/2019

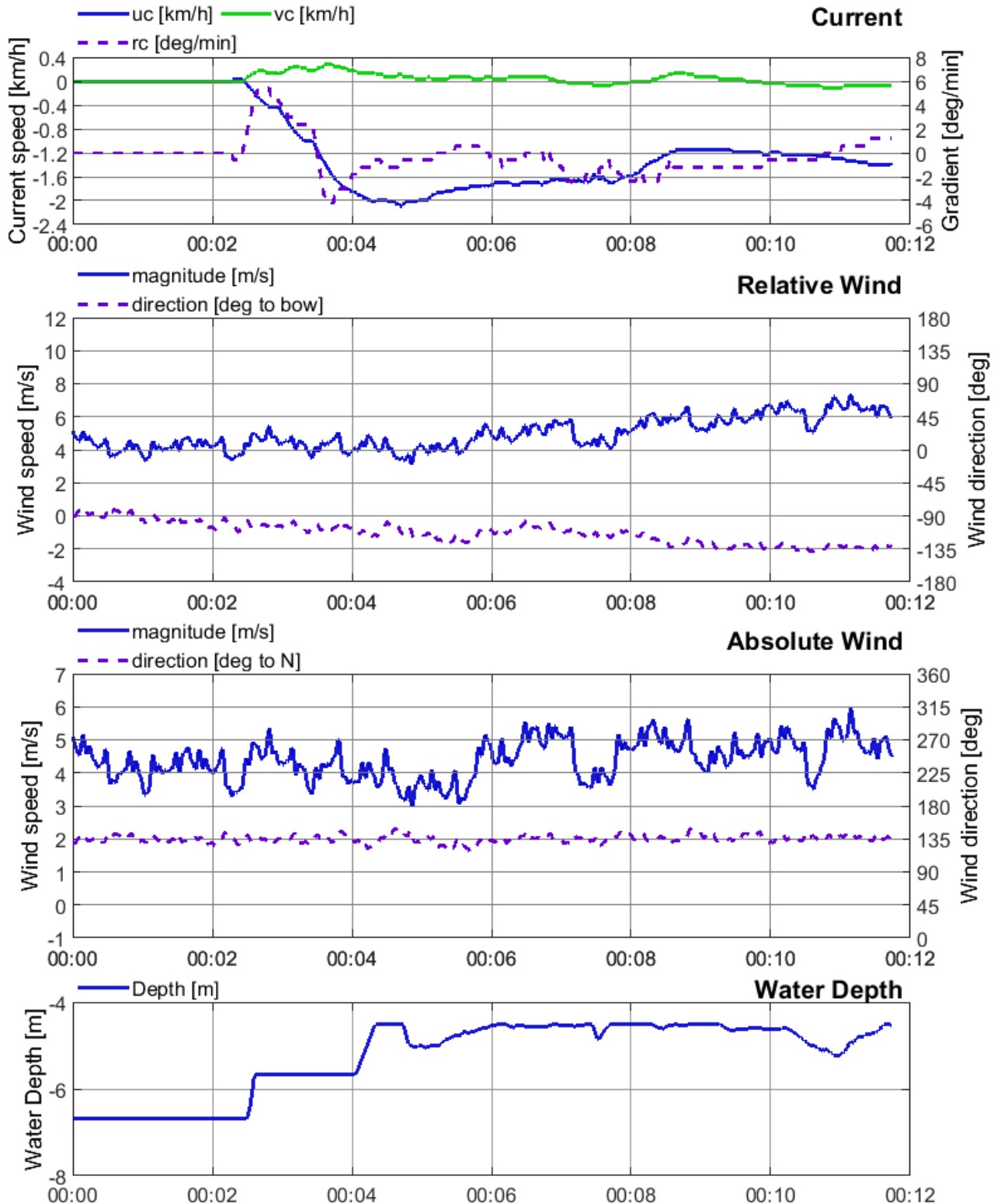
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL006

08/05/2019

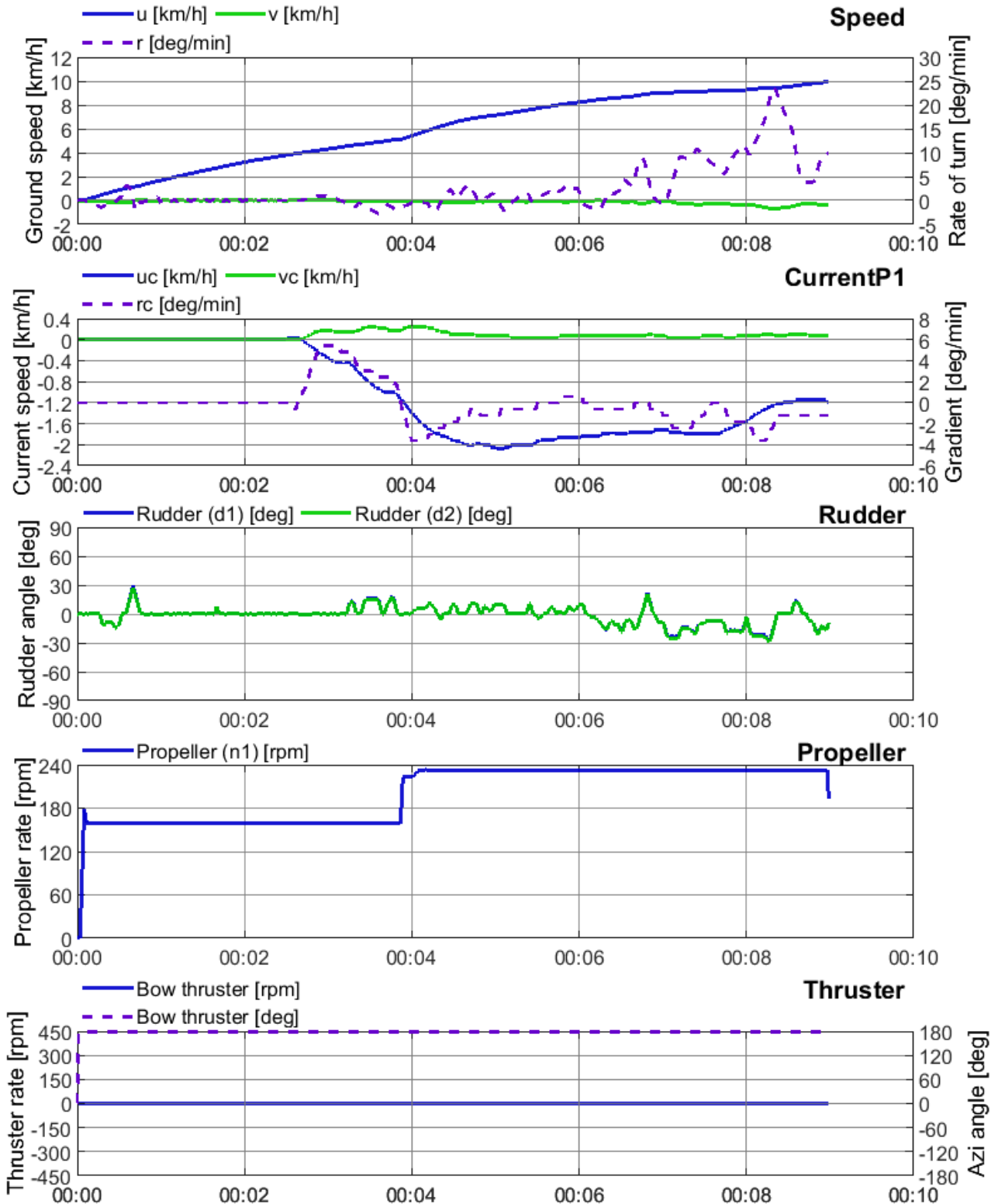
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL006

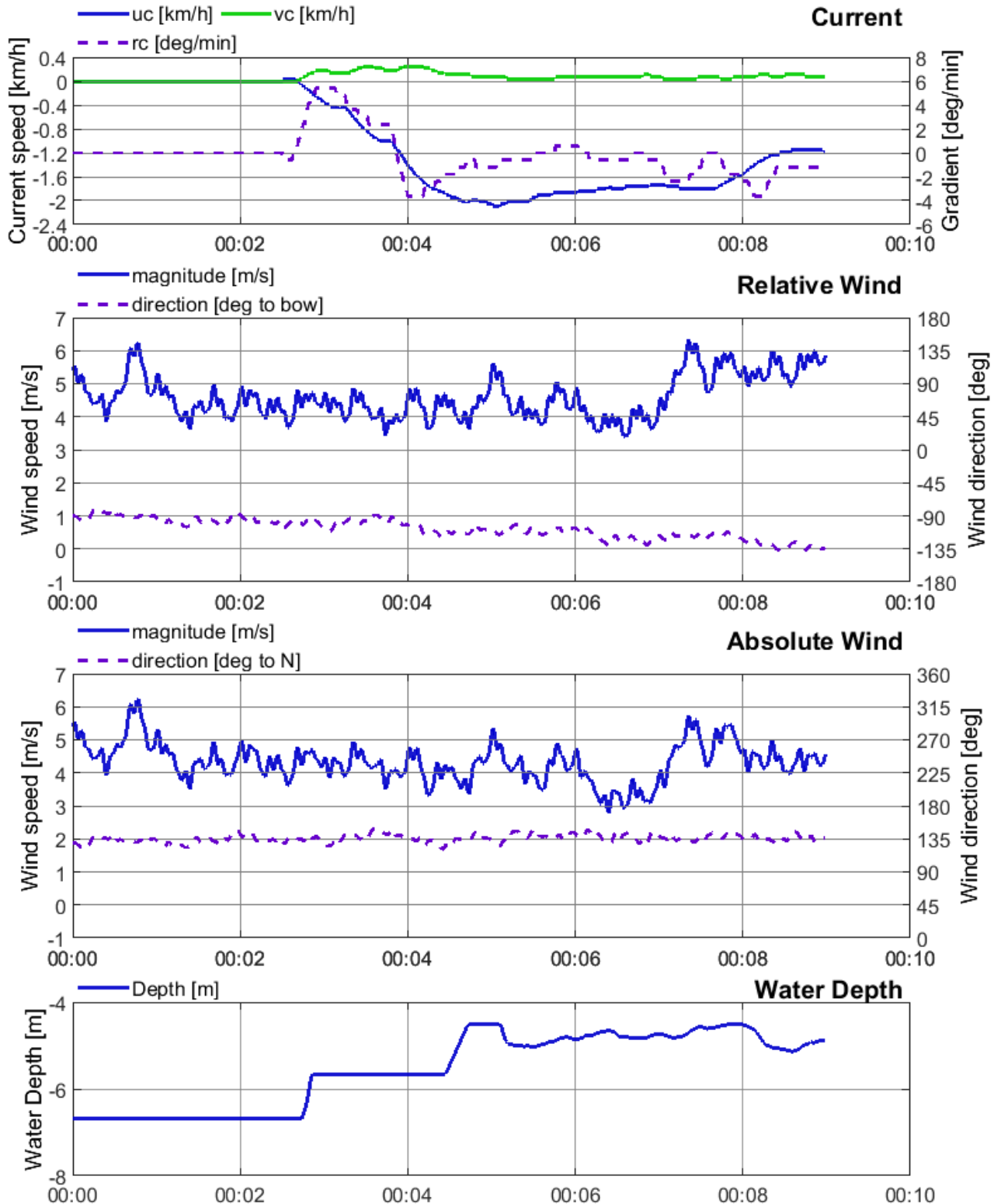
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL007

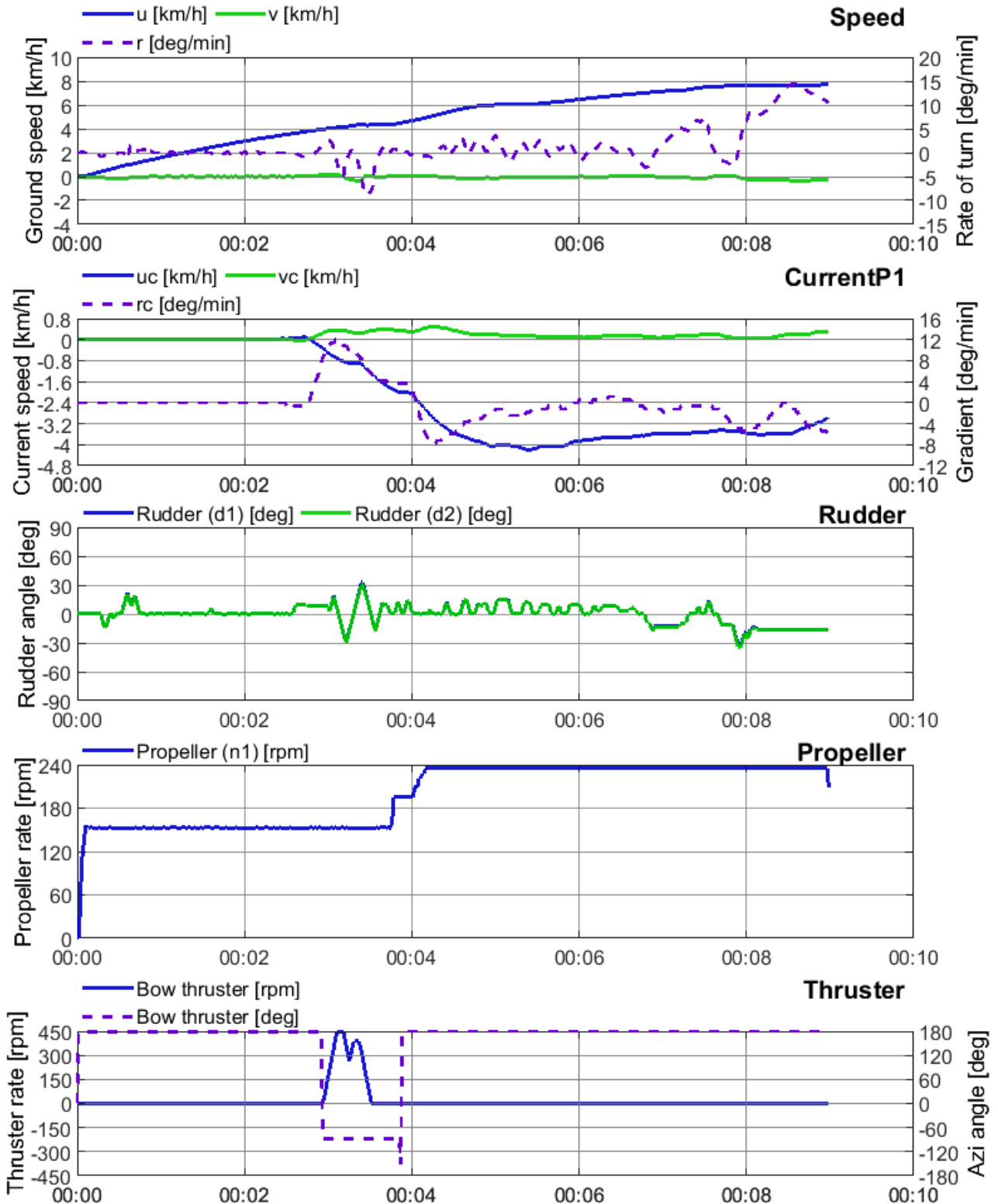
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL007

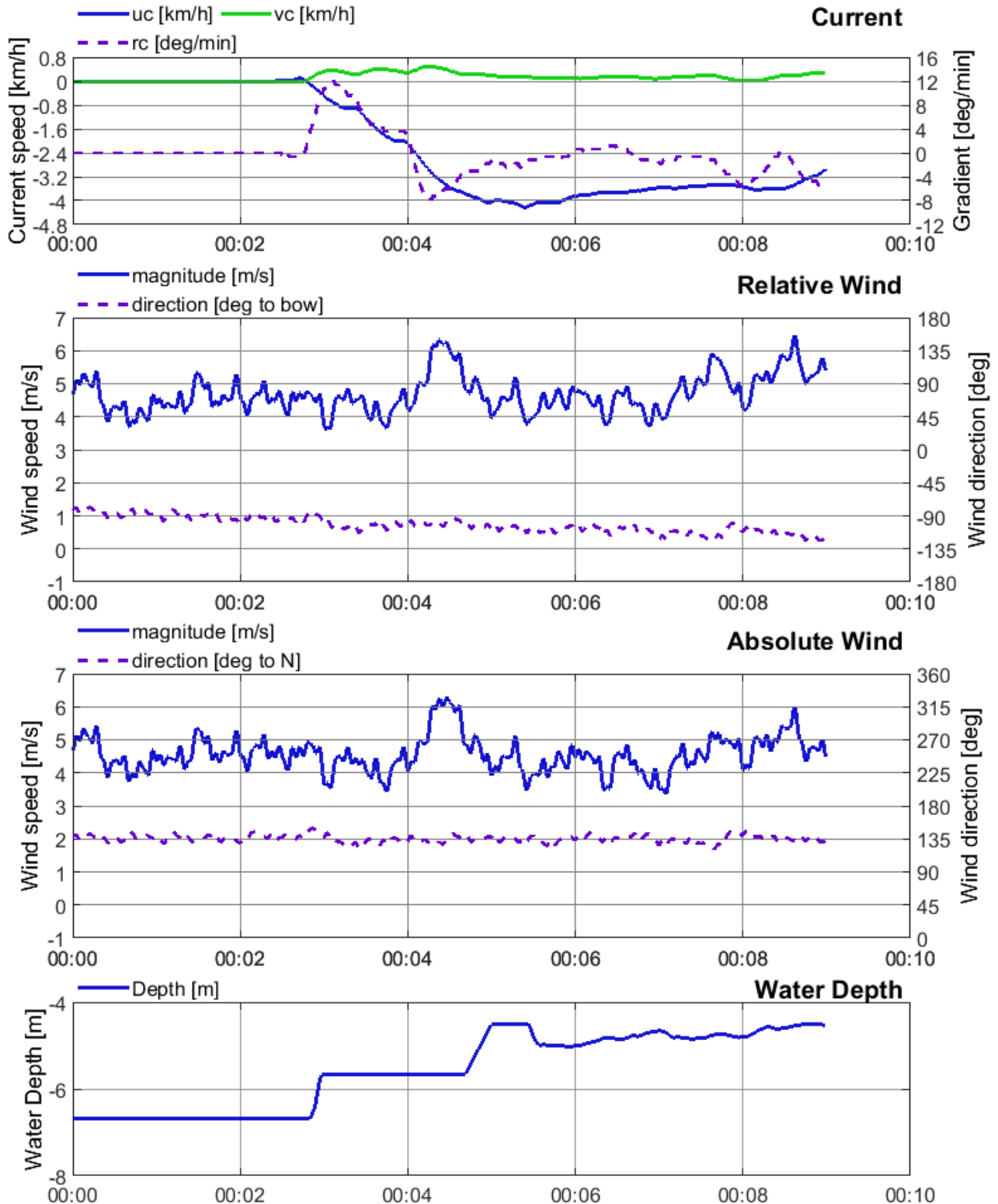
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL008

08/05/2019

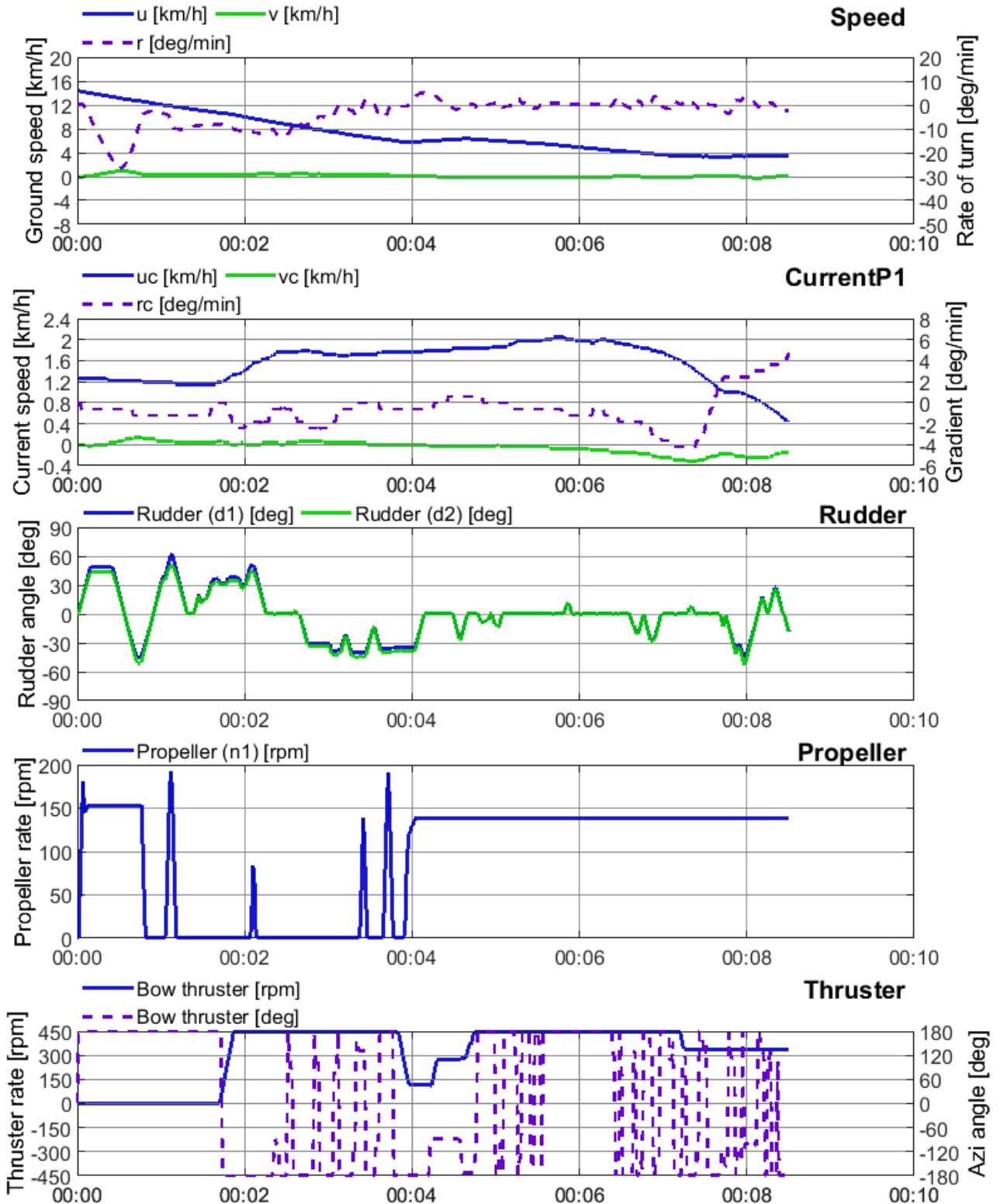
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL008

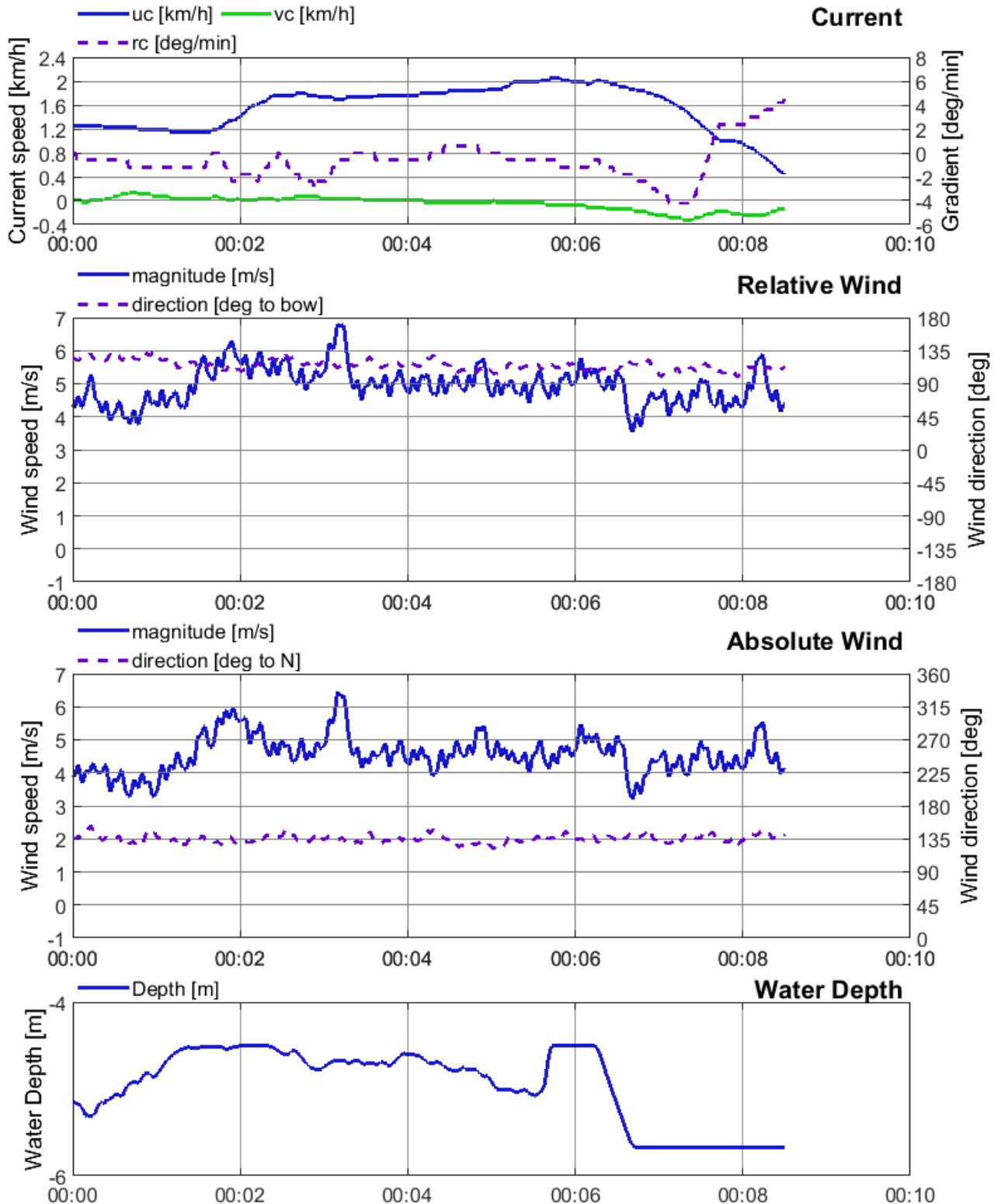
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL009

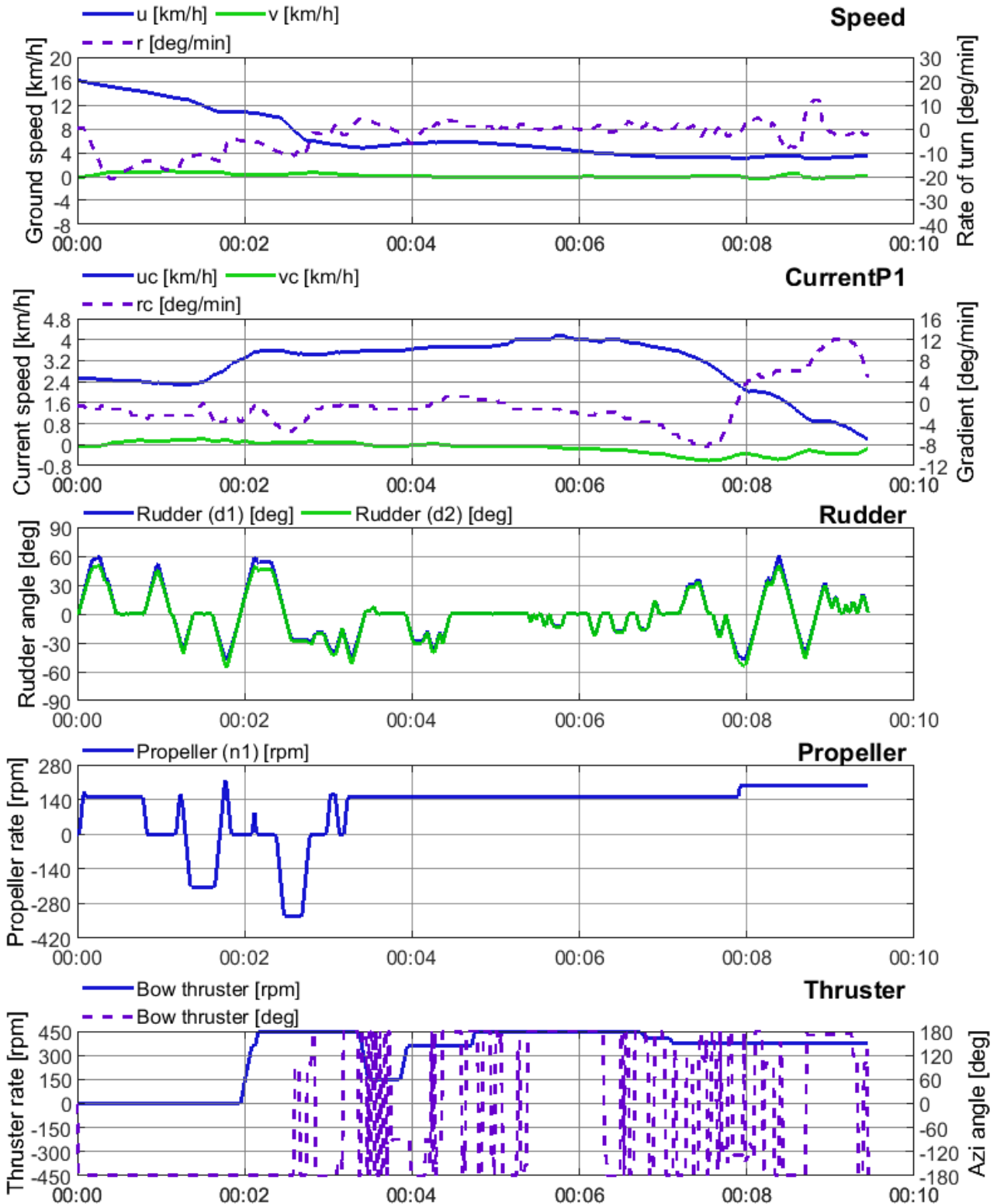
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL009

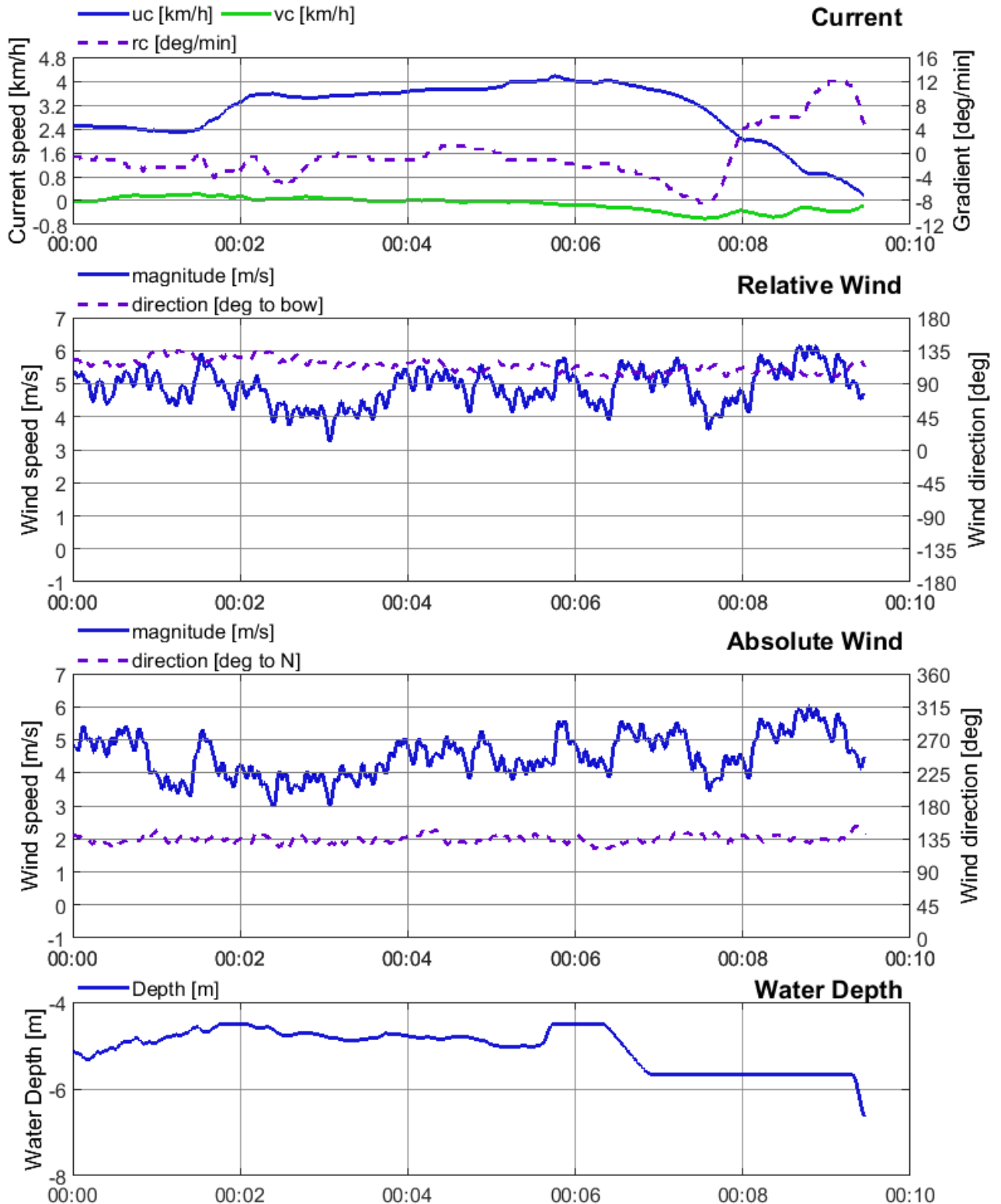
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL010

08/05/2019

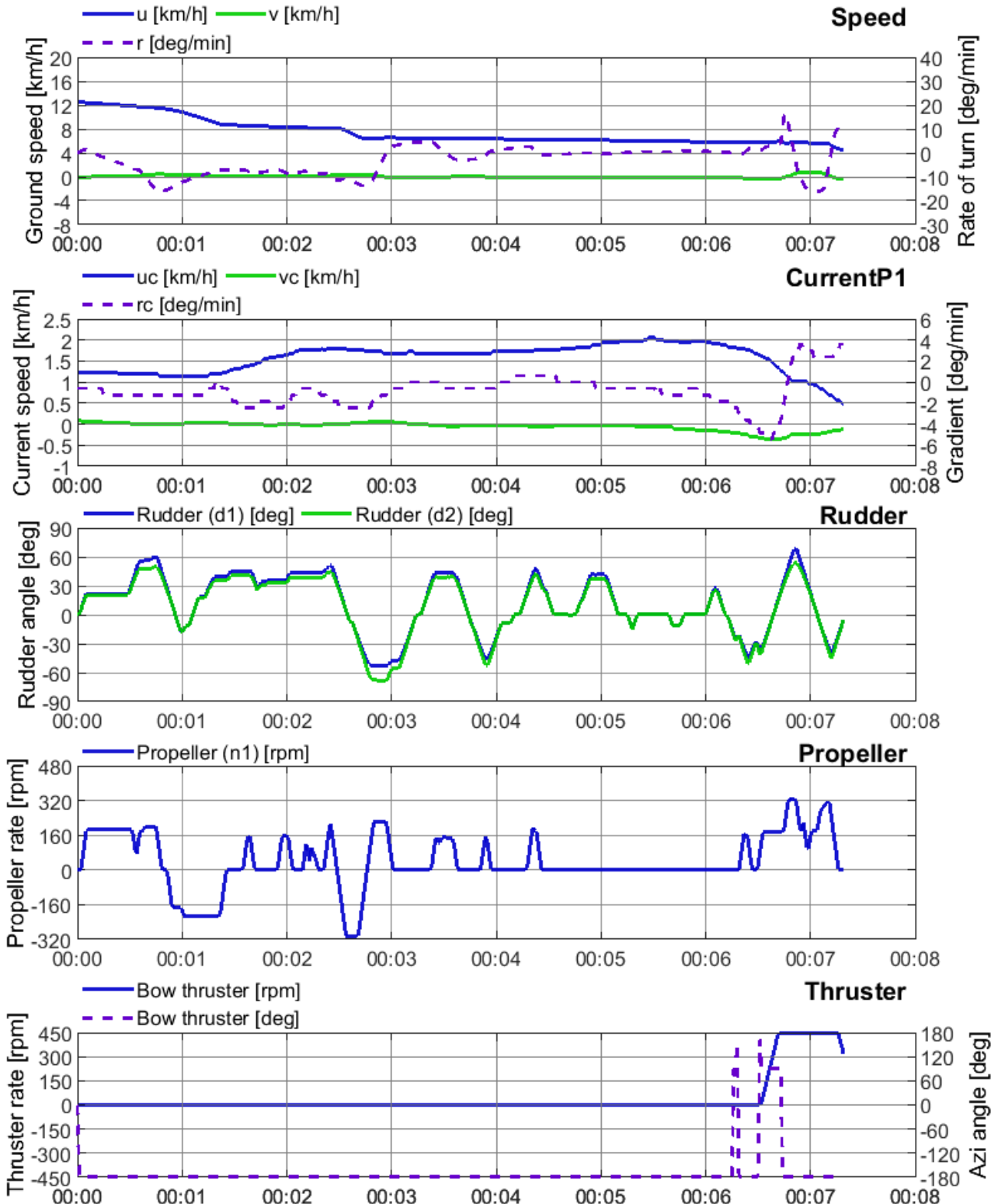
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL010

08/05/2019

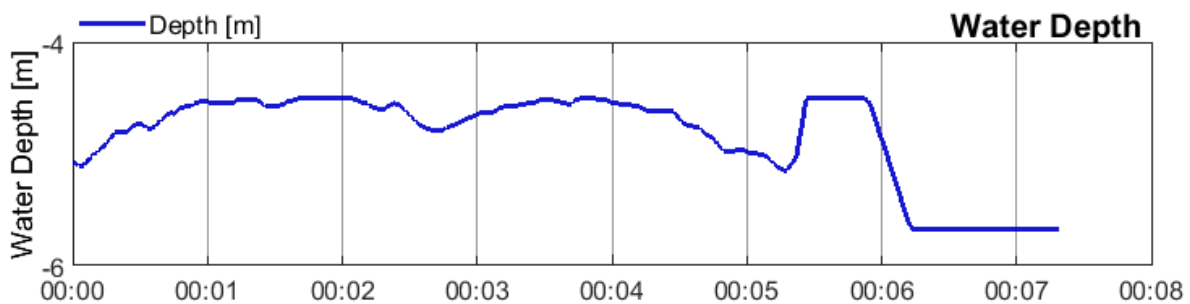
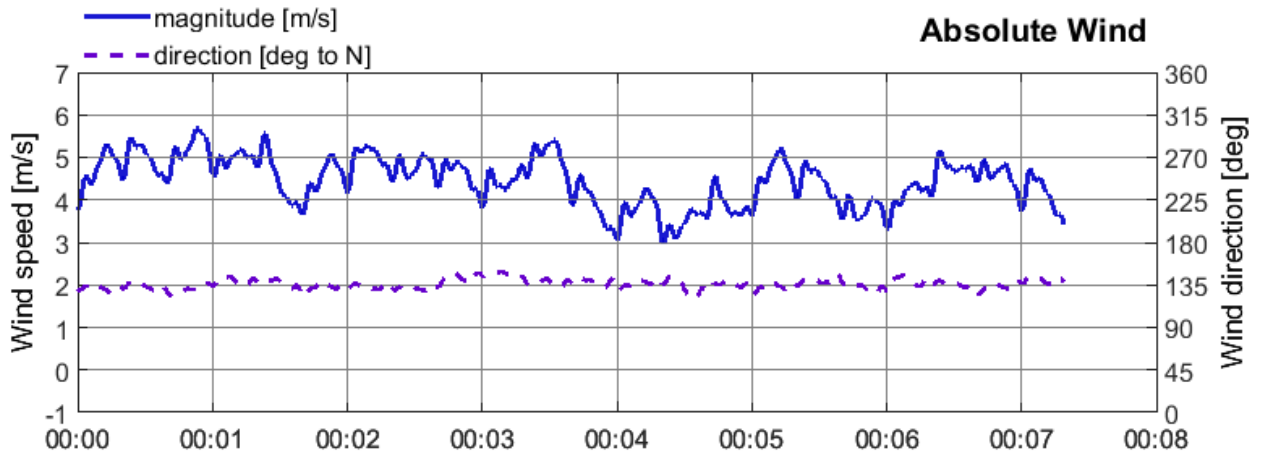
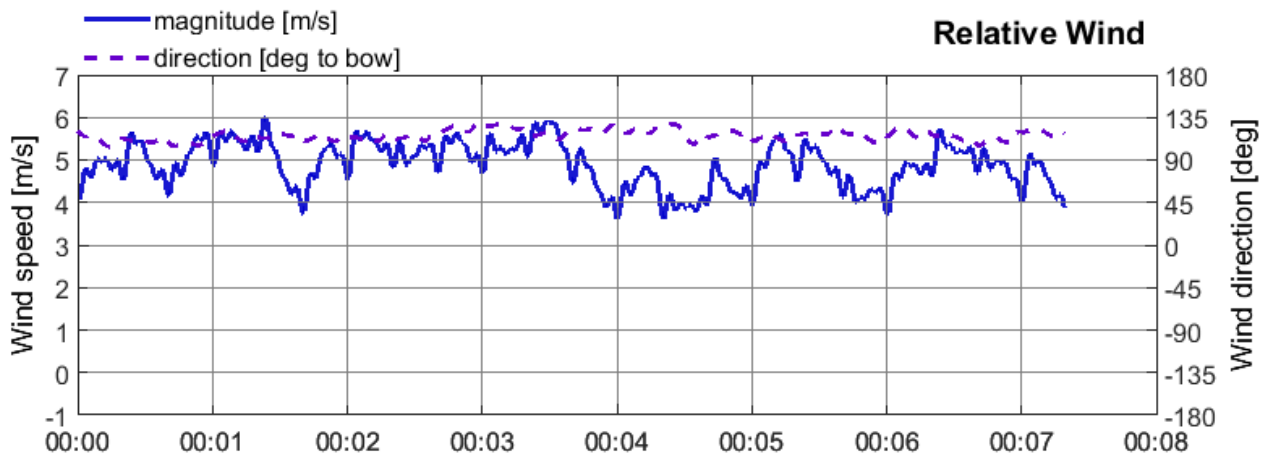
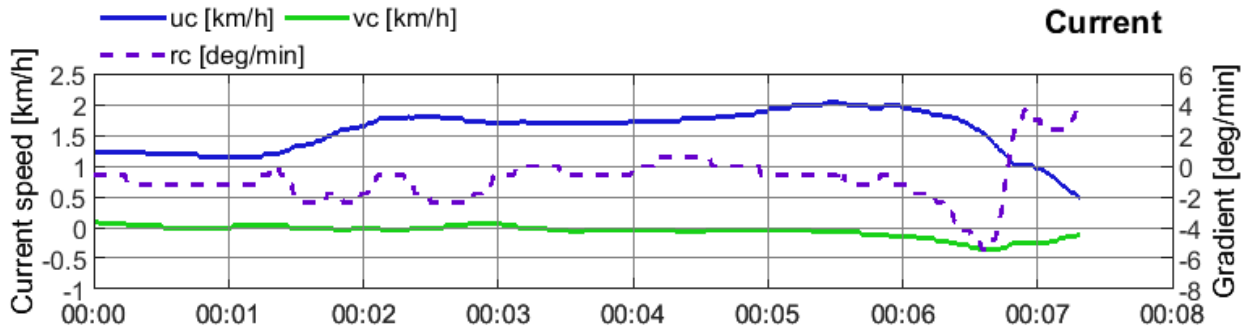
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL011

08/05/2019

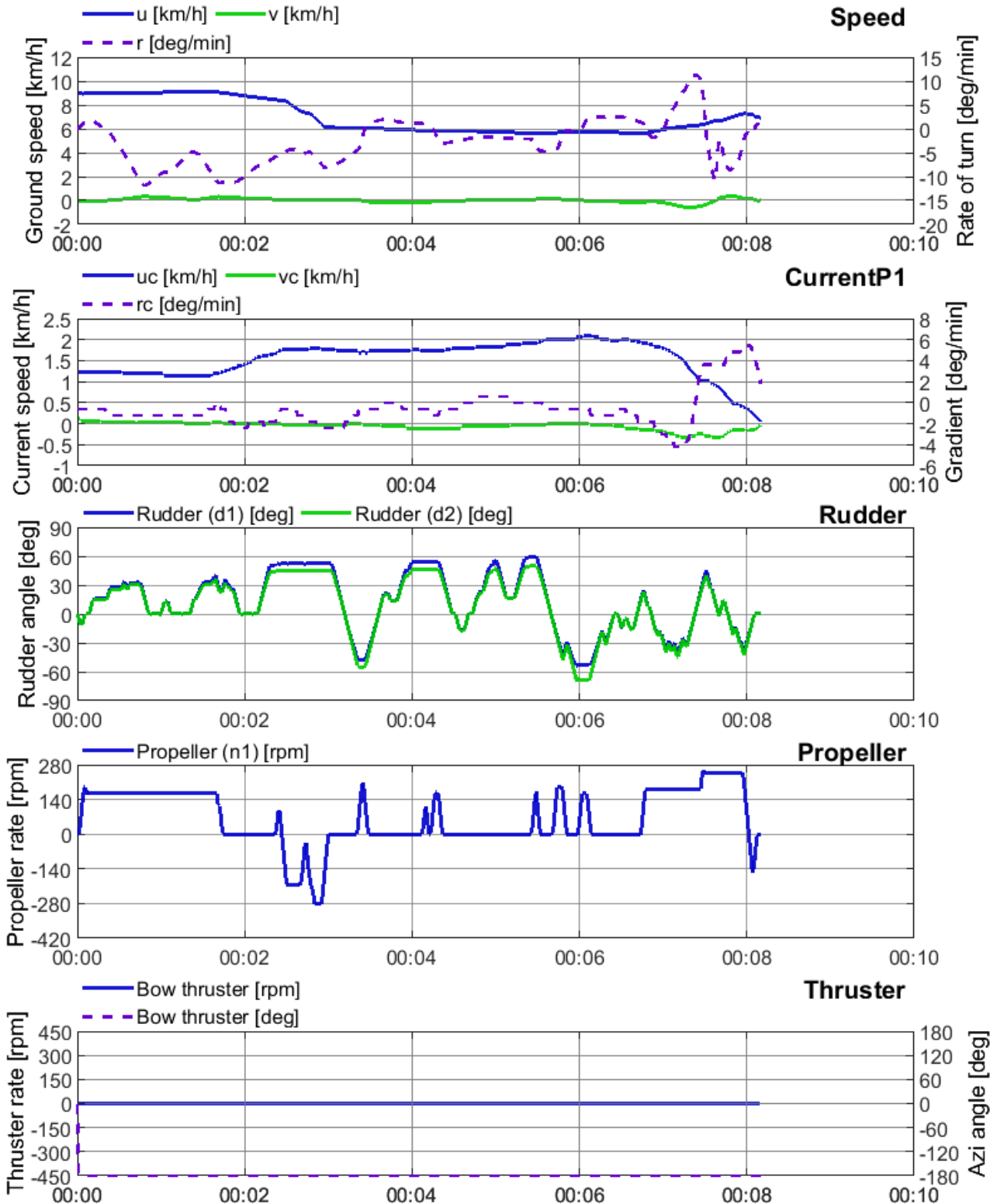
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL011

08/05/2019

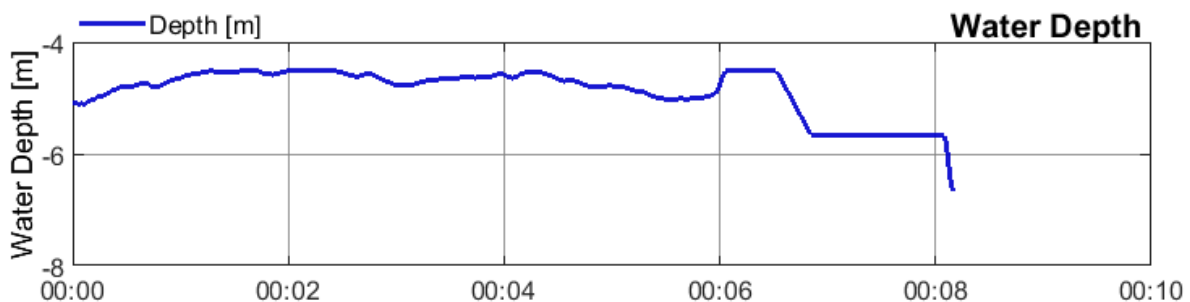
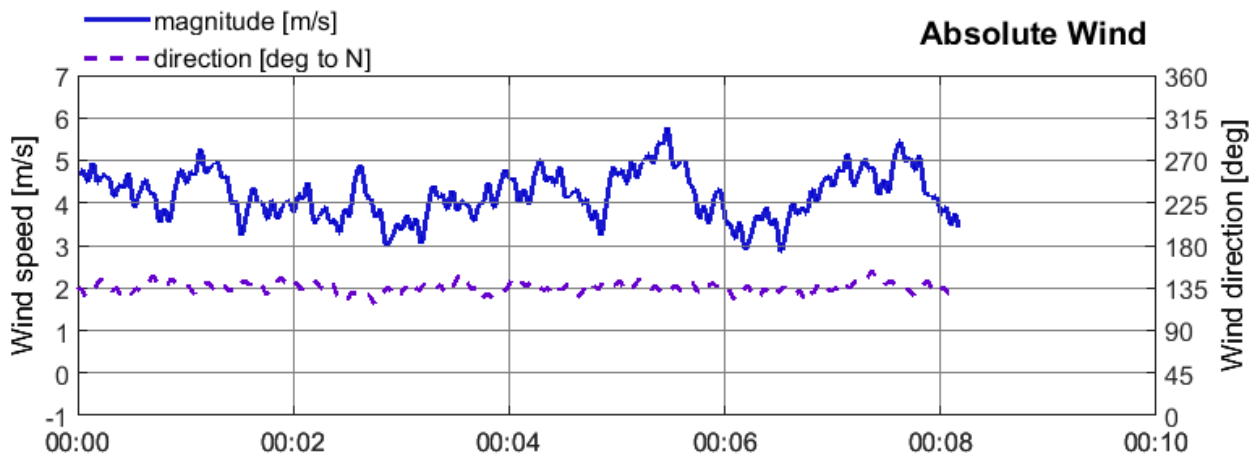
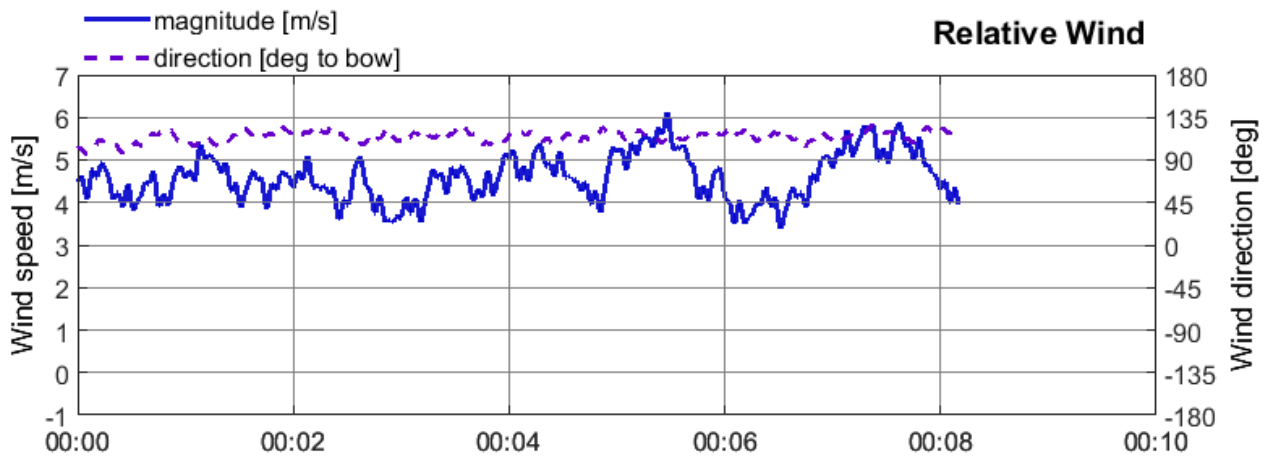
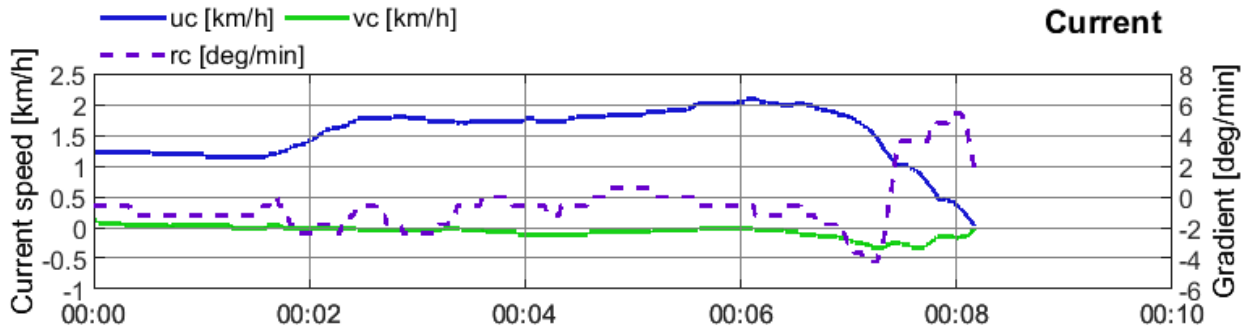
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL012

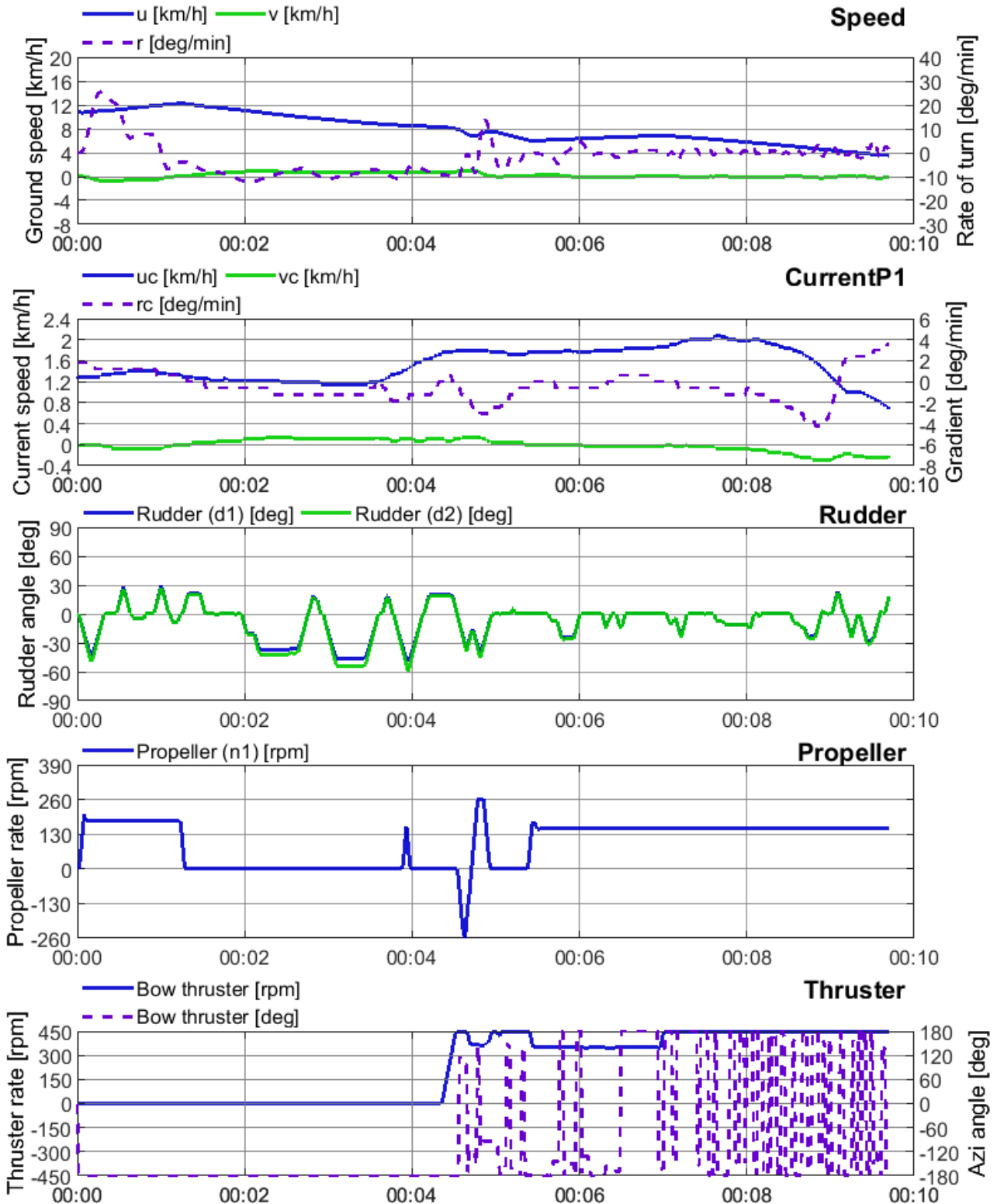
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL012

08/05/2019

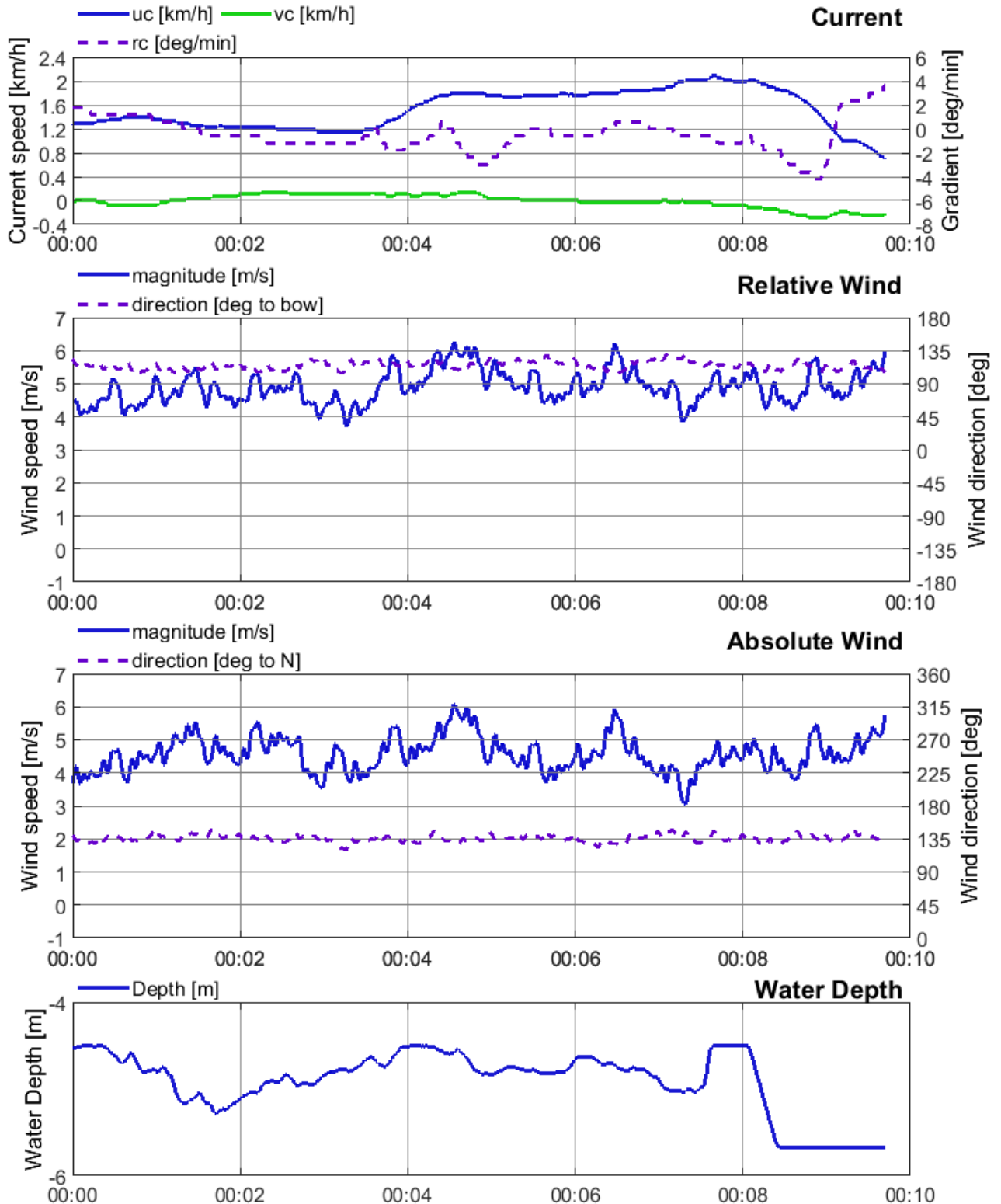
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL013

08/05/2019

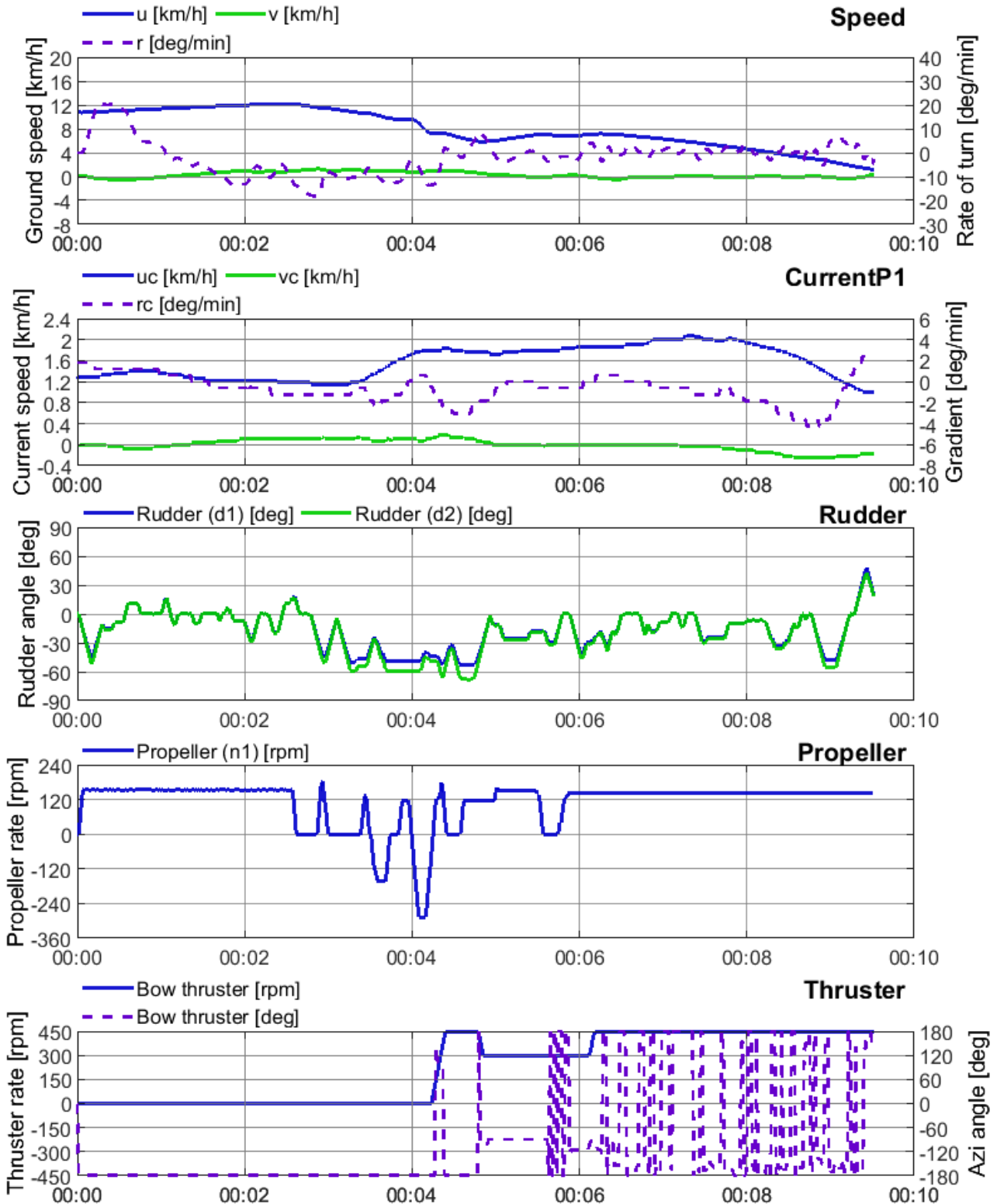
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL013

08/05/2019

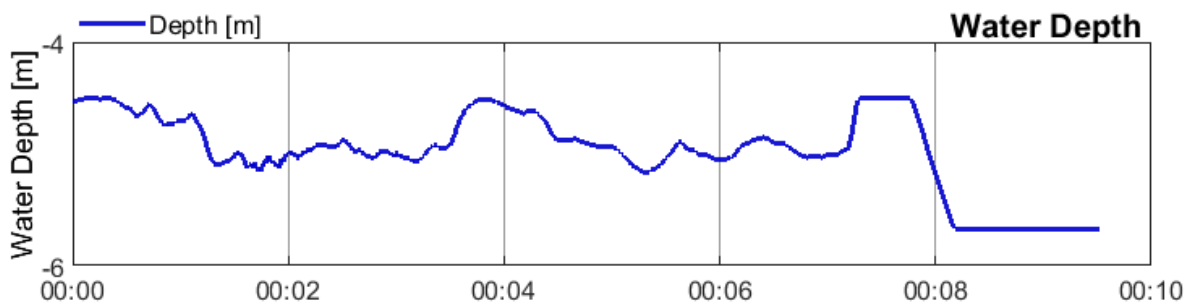
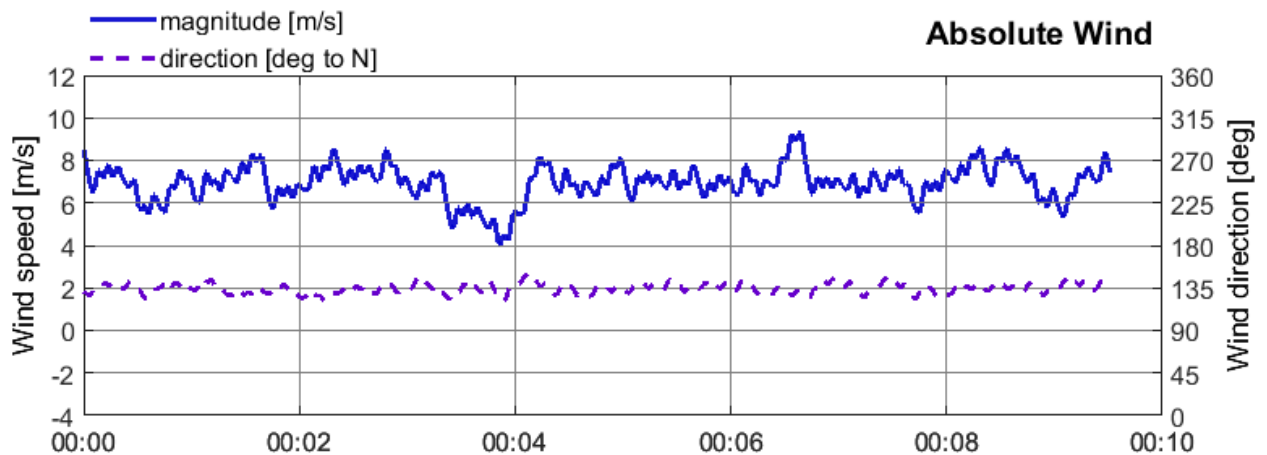
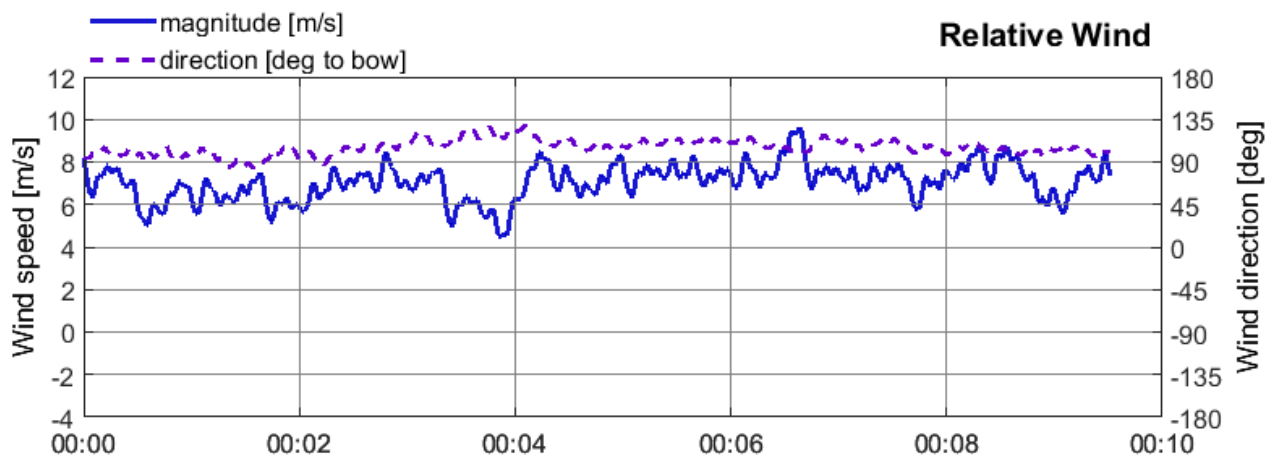
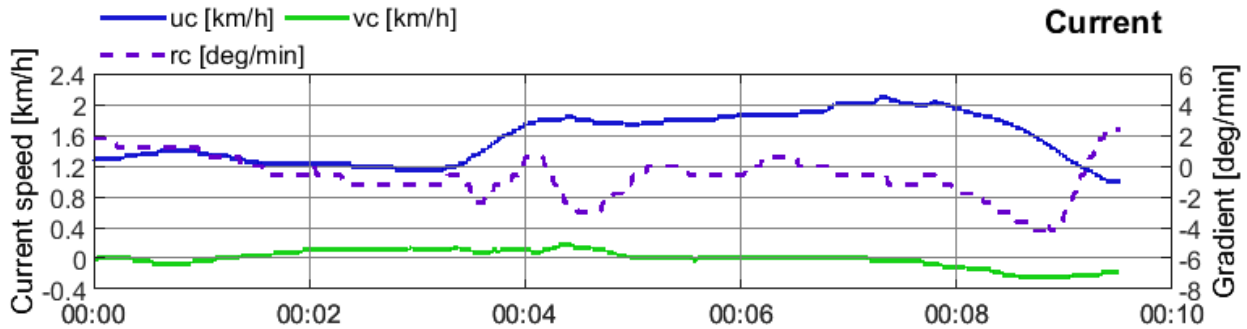
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL014

08/05/2019

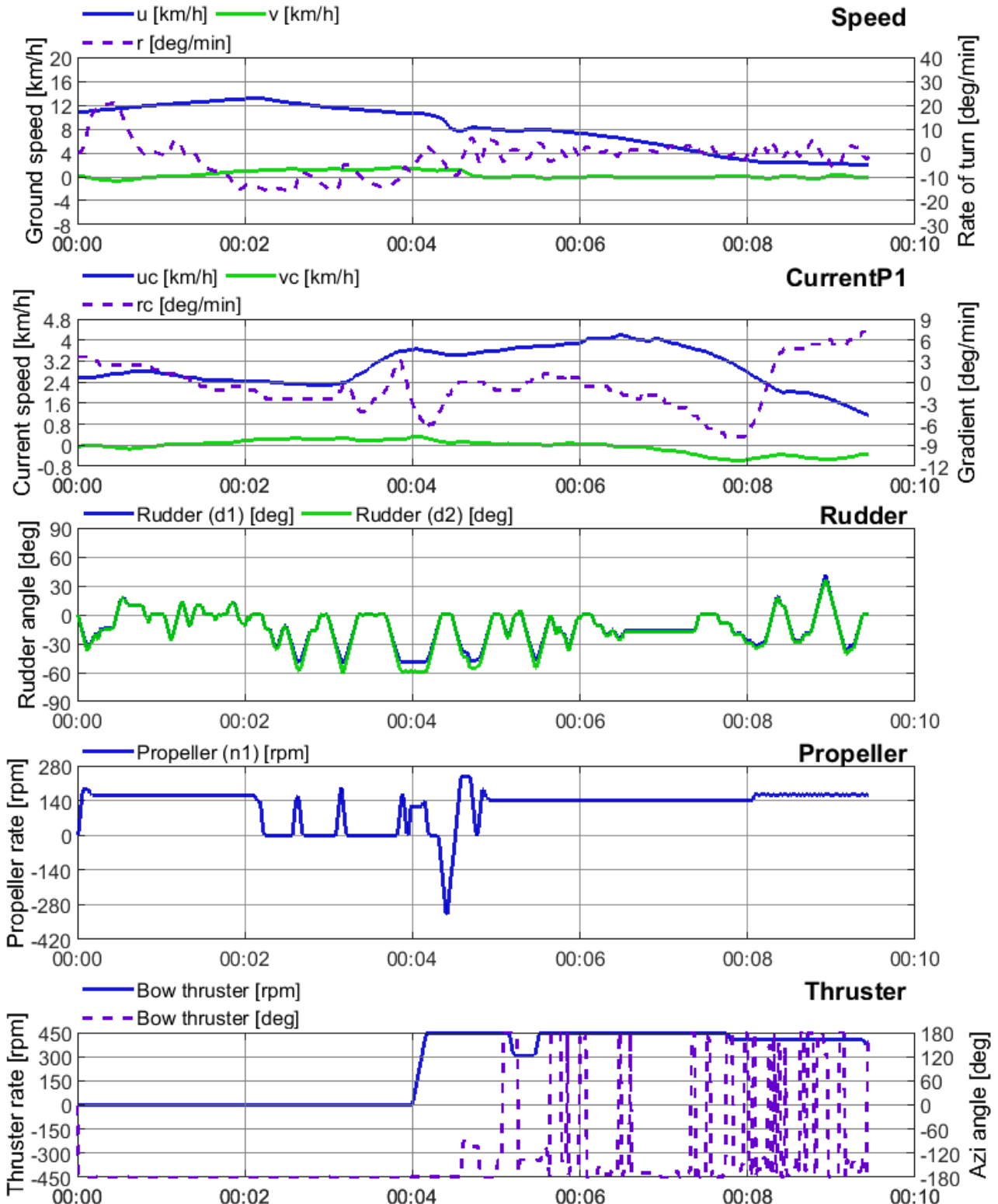
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL014

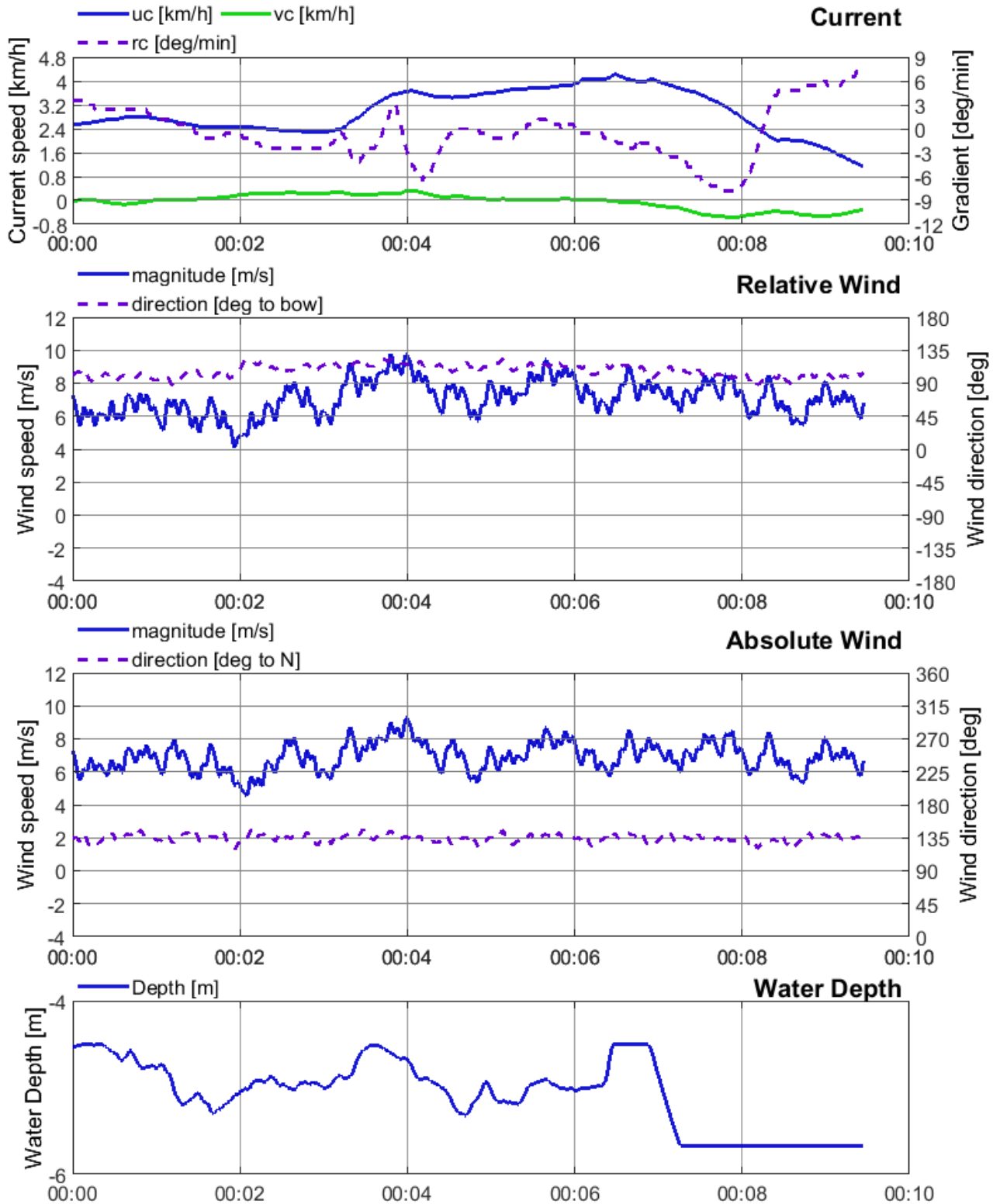
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL015

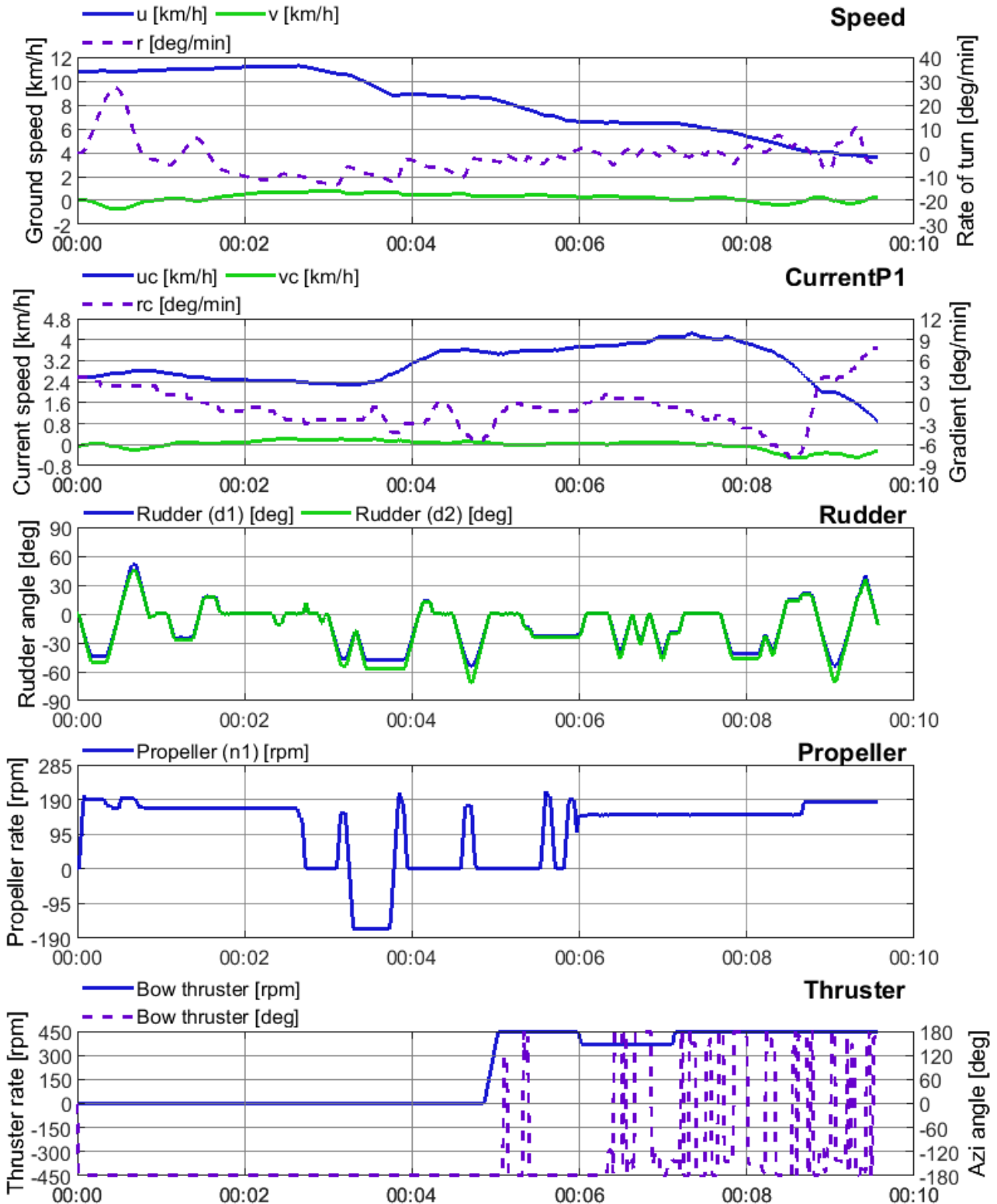
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL015

08/05/2019

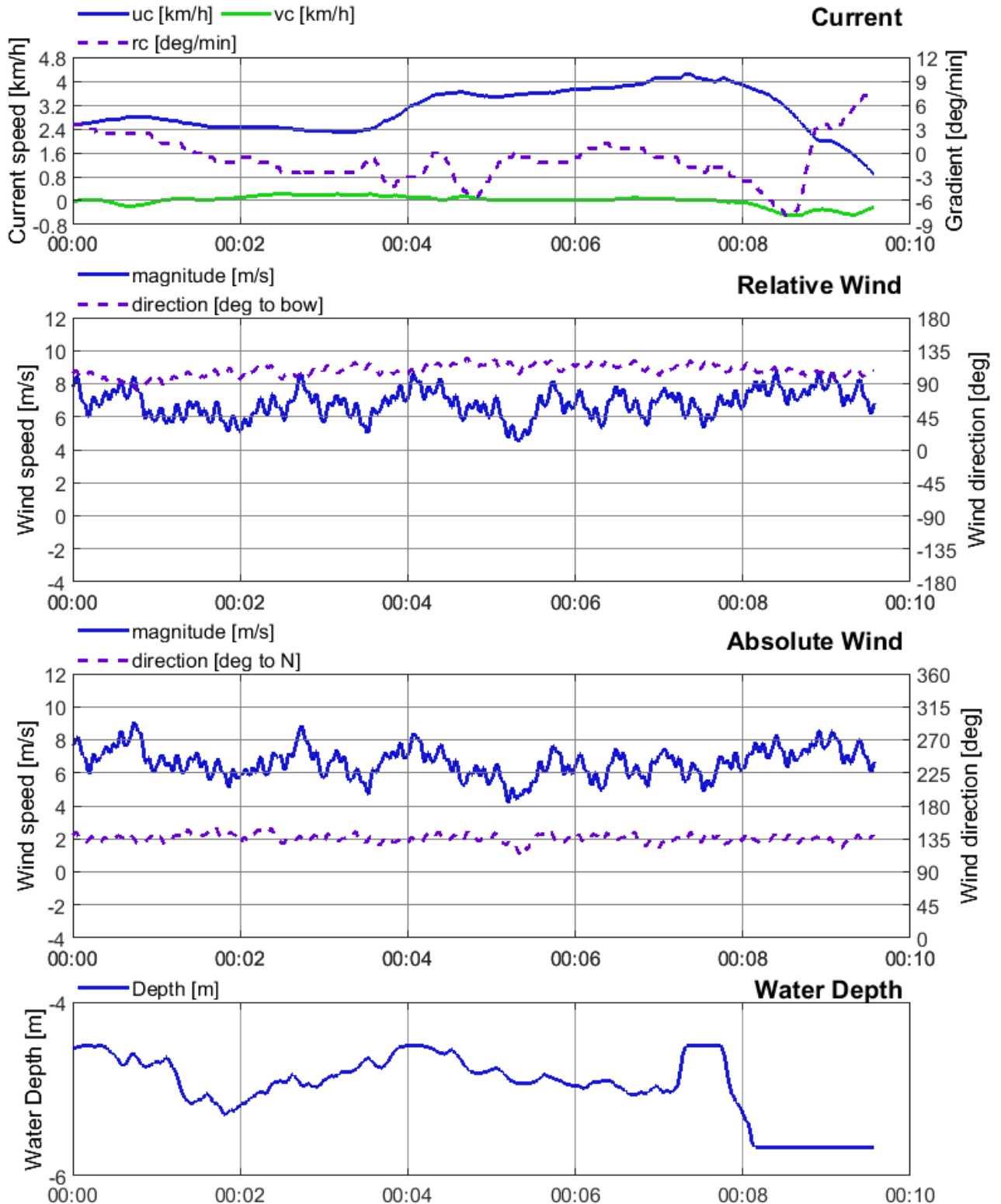
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL016

08/05/2019

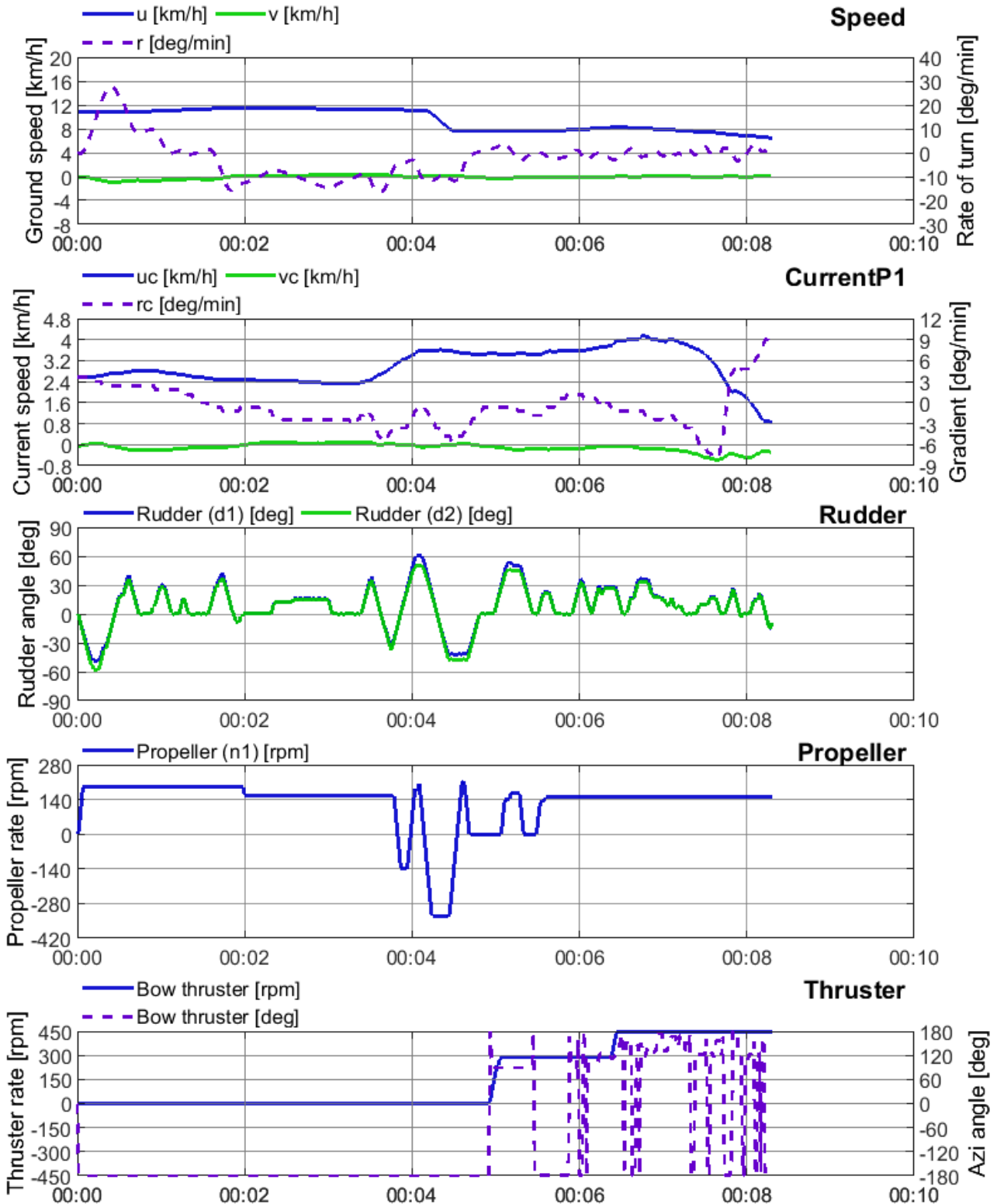
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL016

08/05/2019

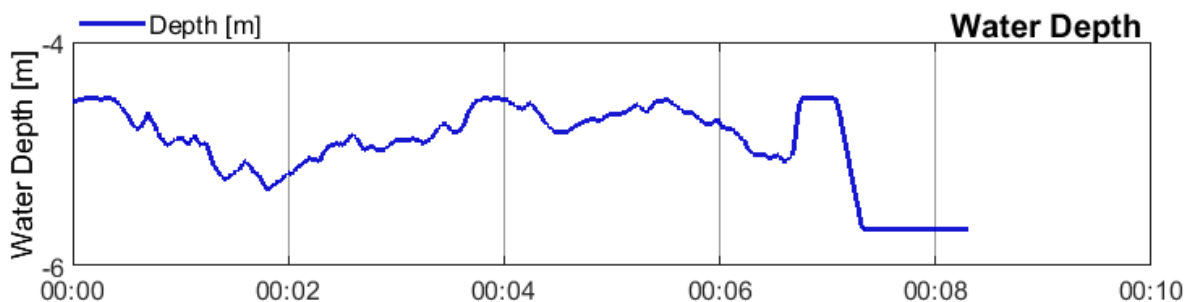
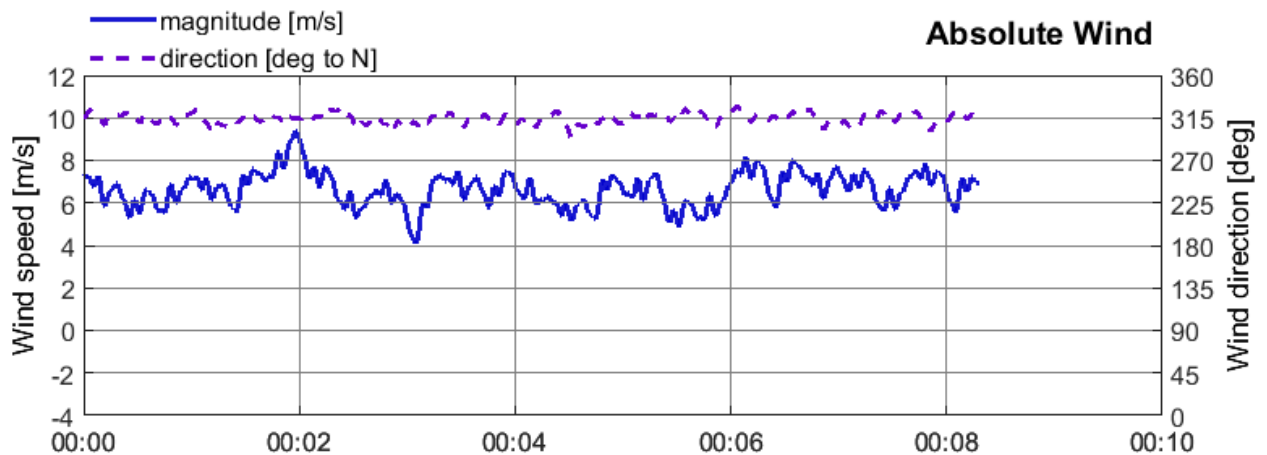
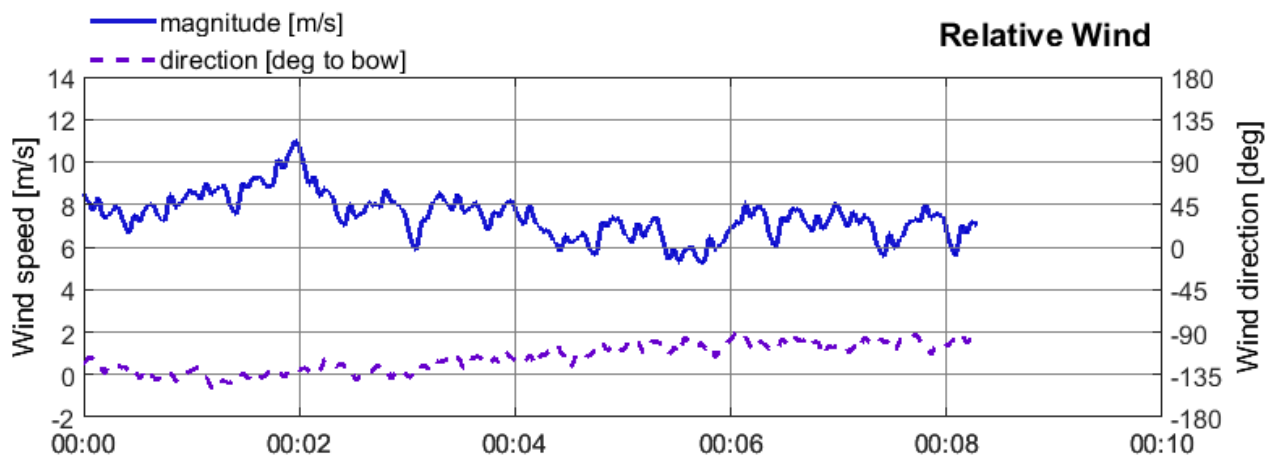
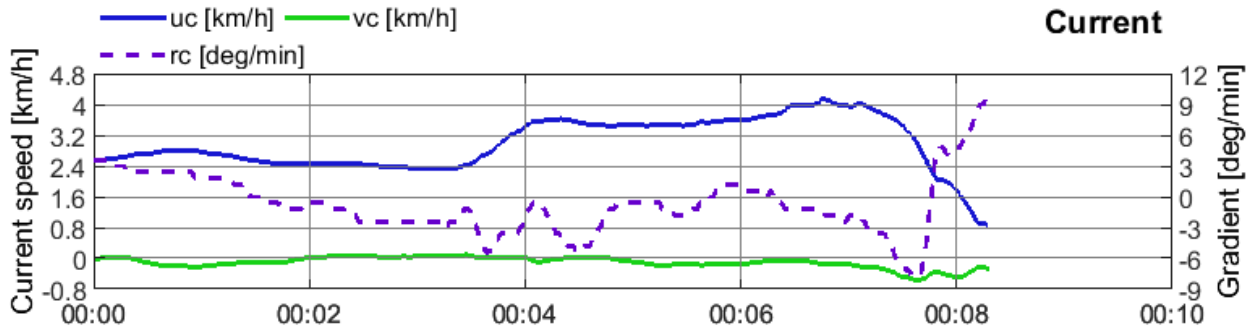
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL017

08/05/2019

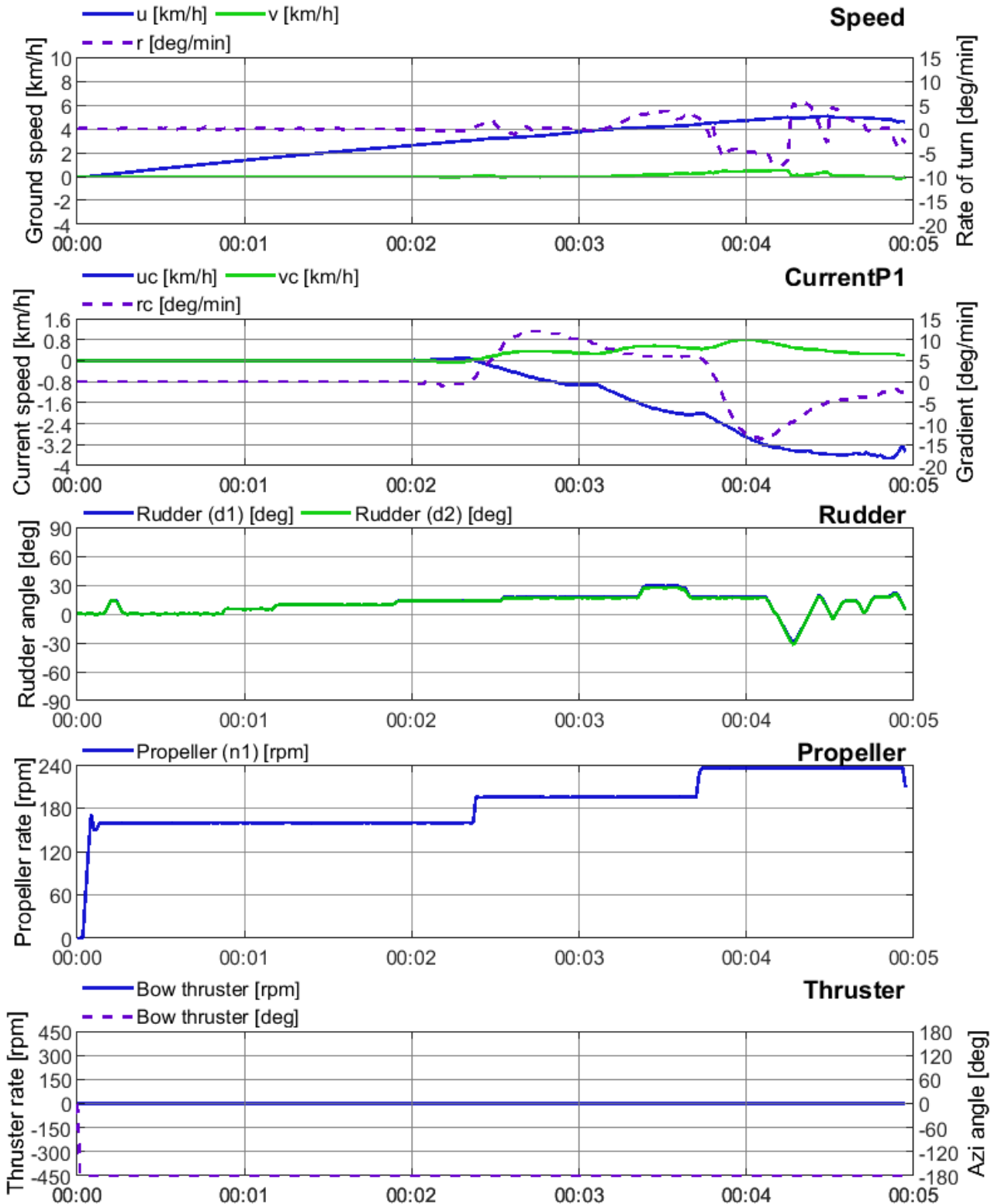
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL017

08/05/2019

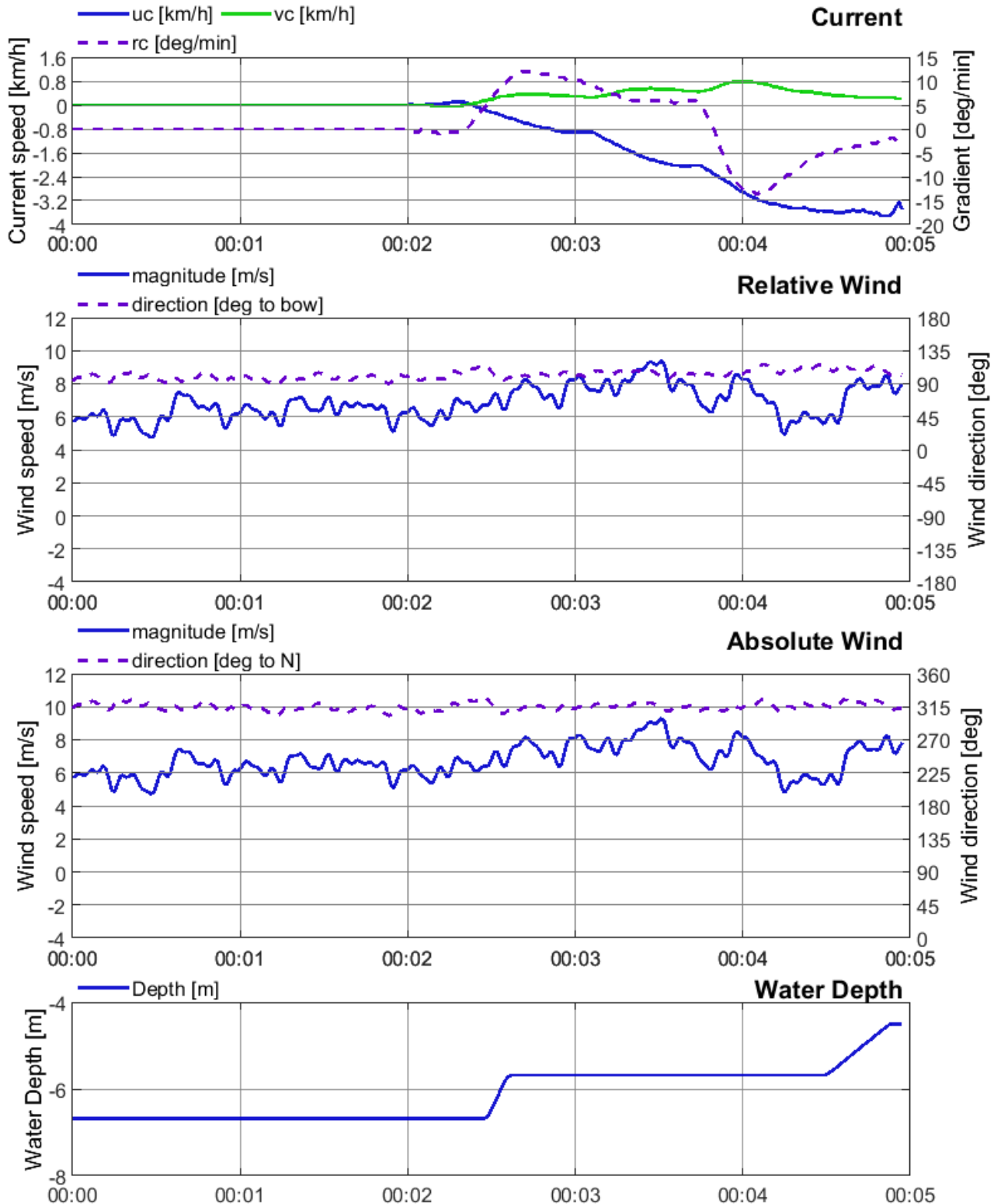
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL018

08/05/2019

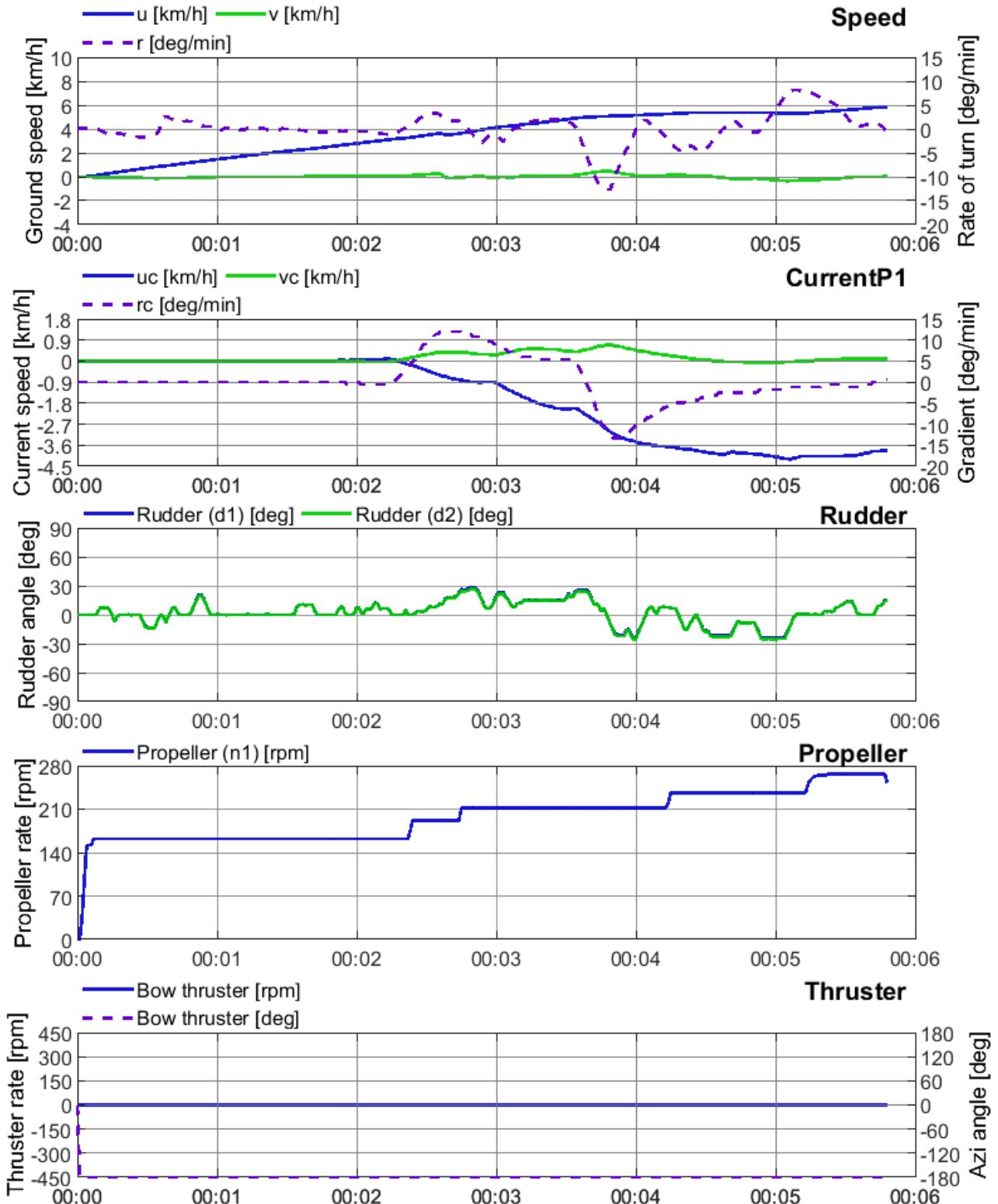
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL018

08/05/2019

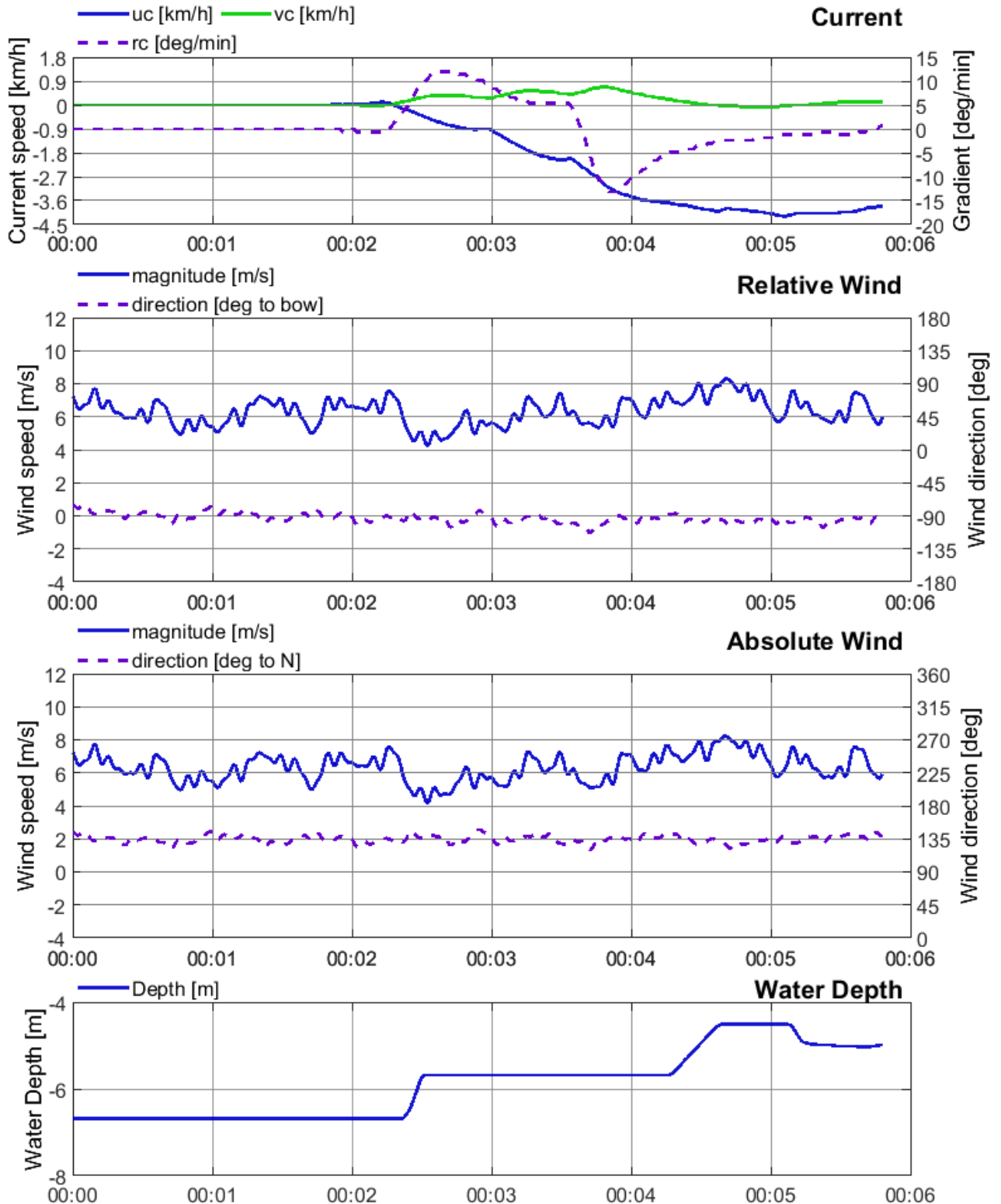
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL019

08/05/2019

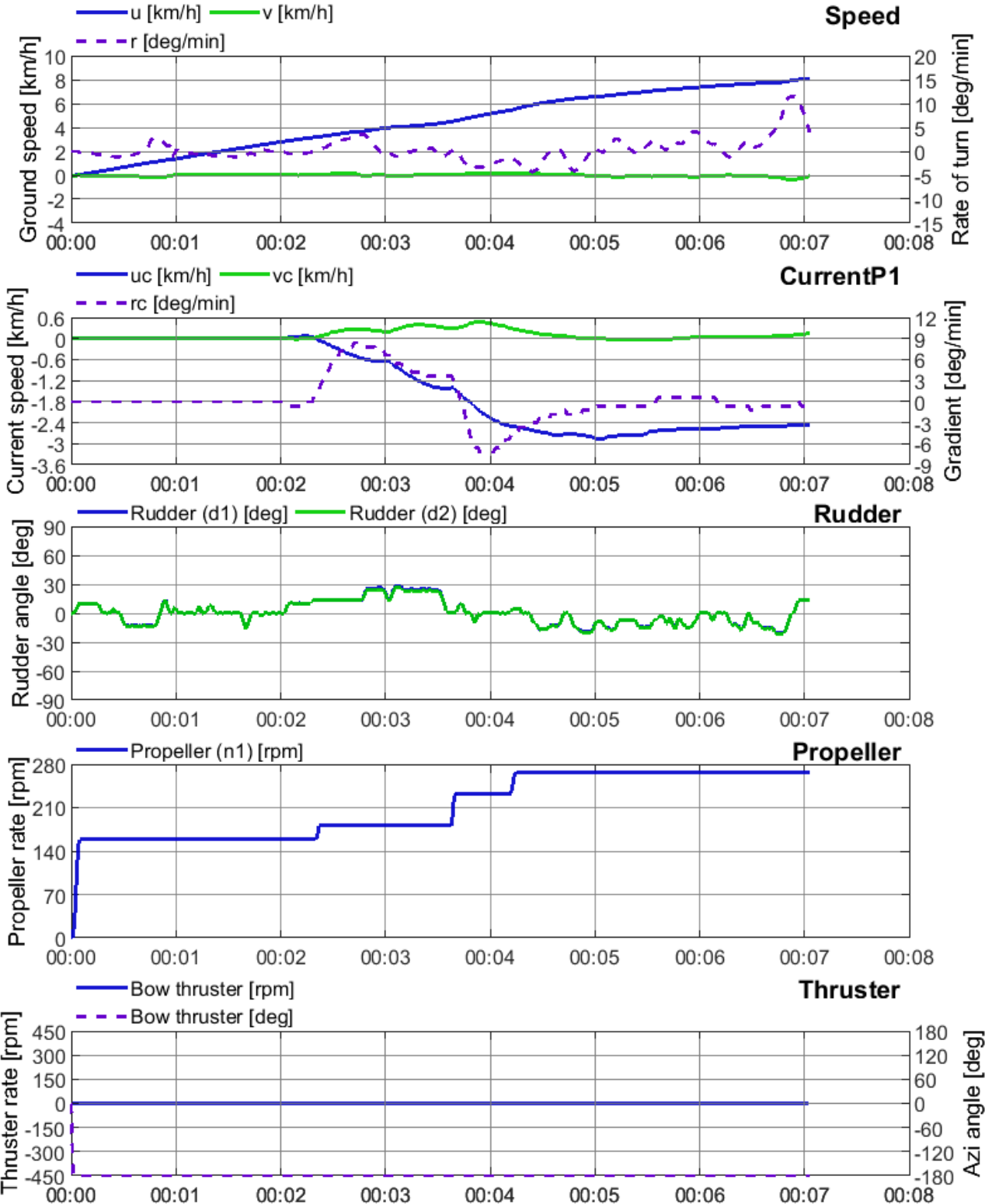
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 140 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL019

08/05/2019

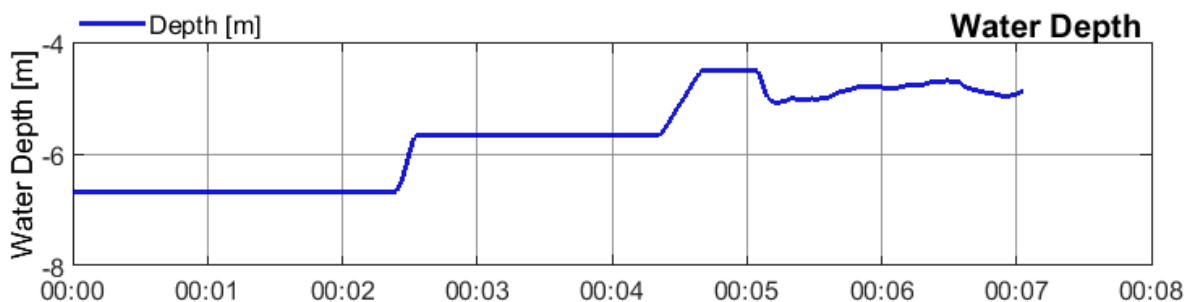
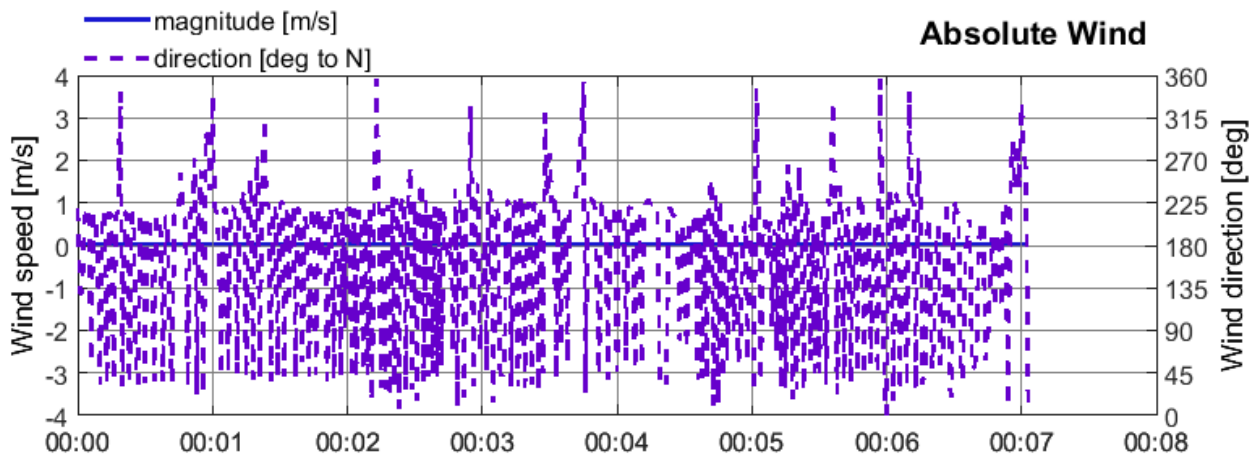
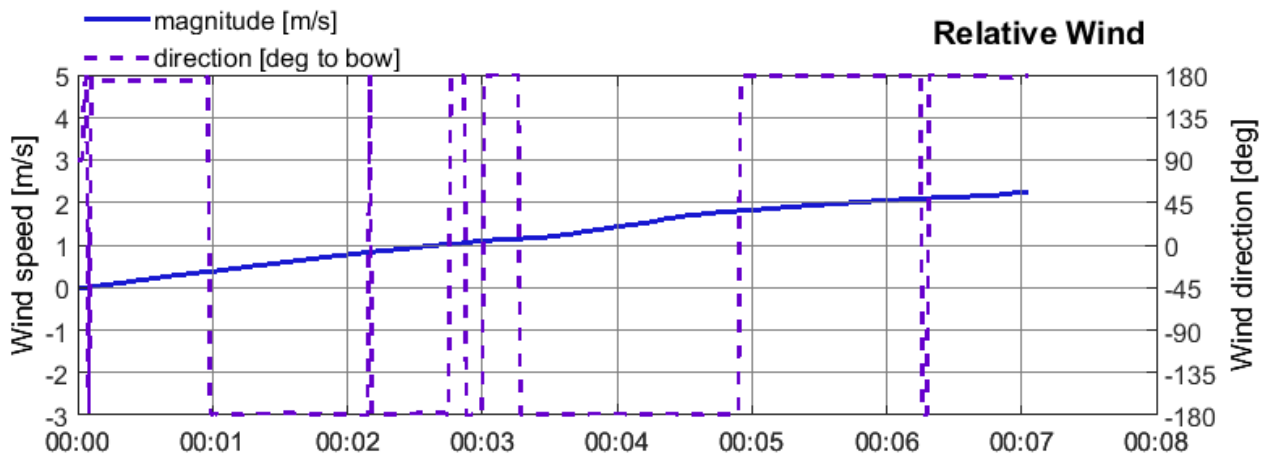
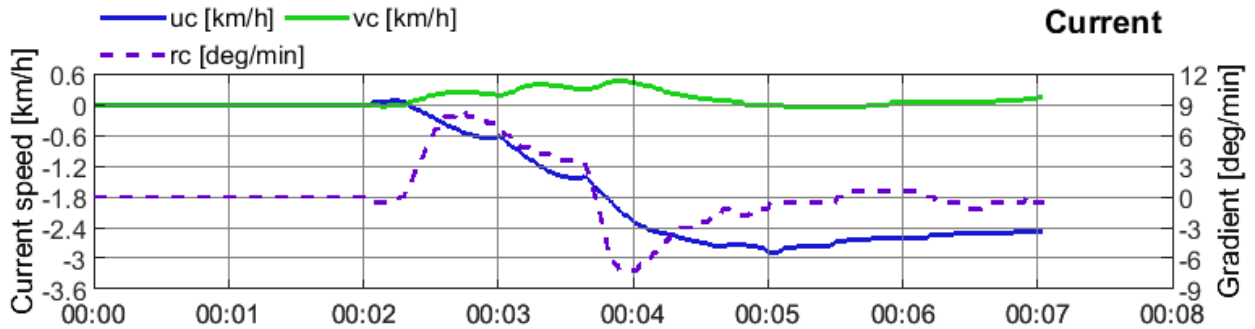
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 140 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL020

08/05/2019

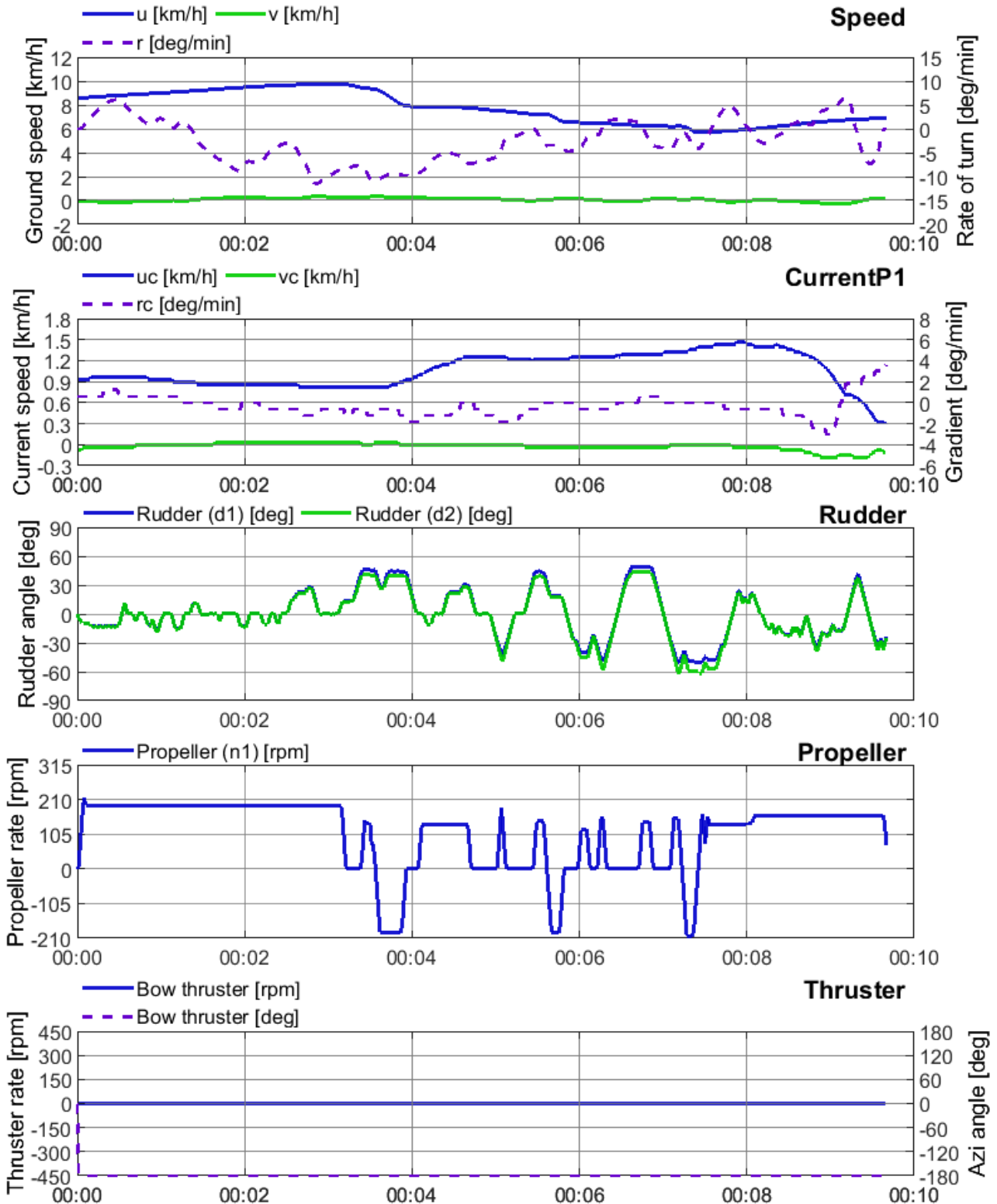
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 70 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL020

08/05/2019

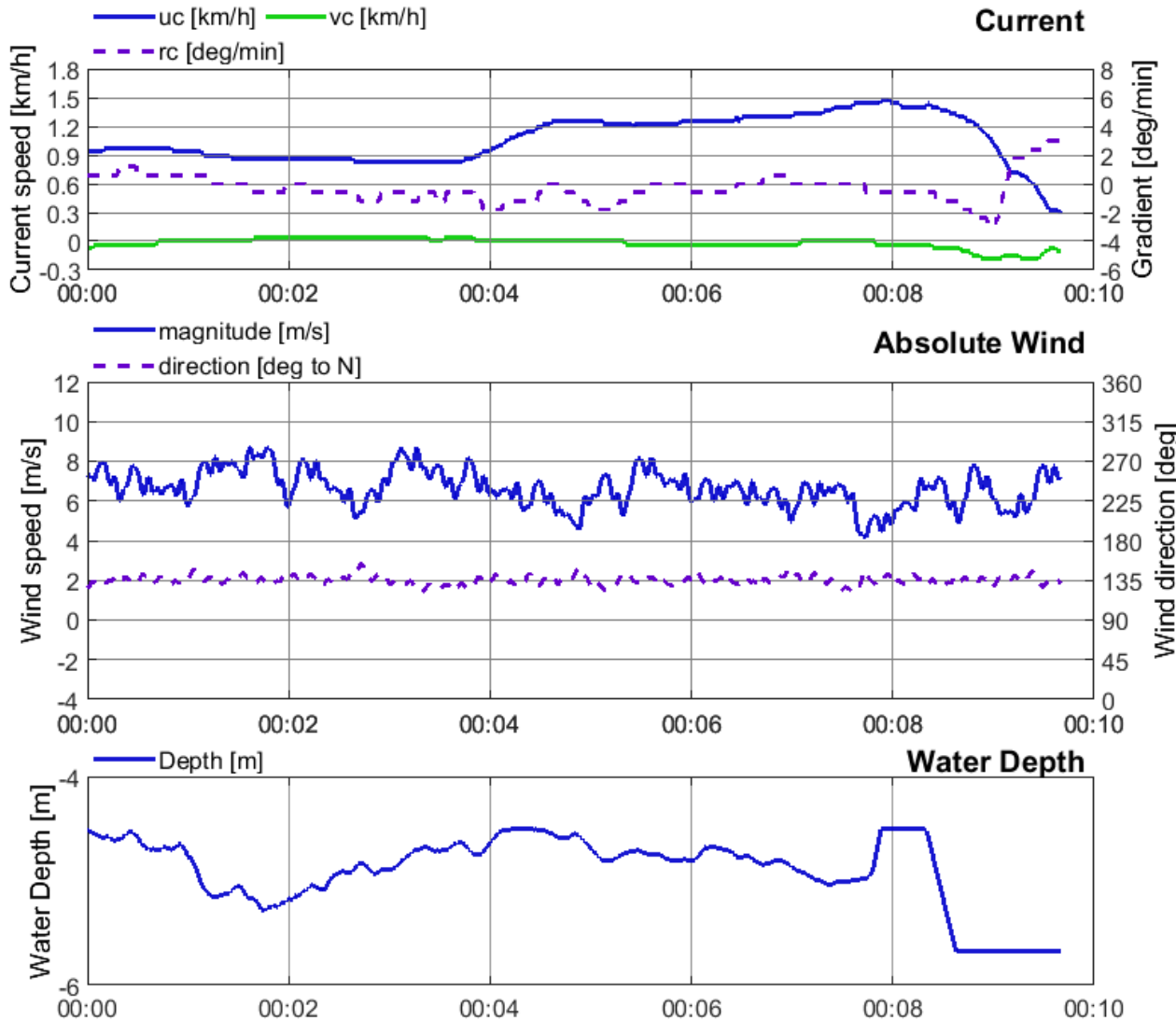
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 70 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL021

08/05/2019

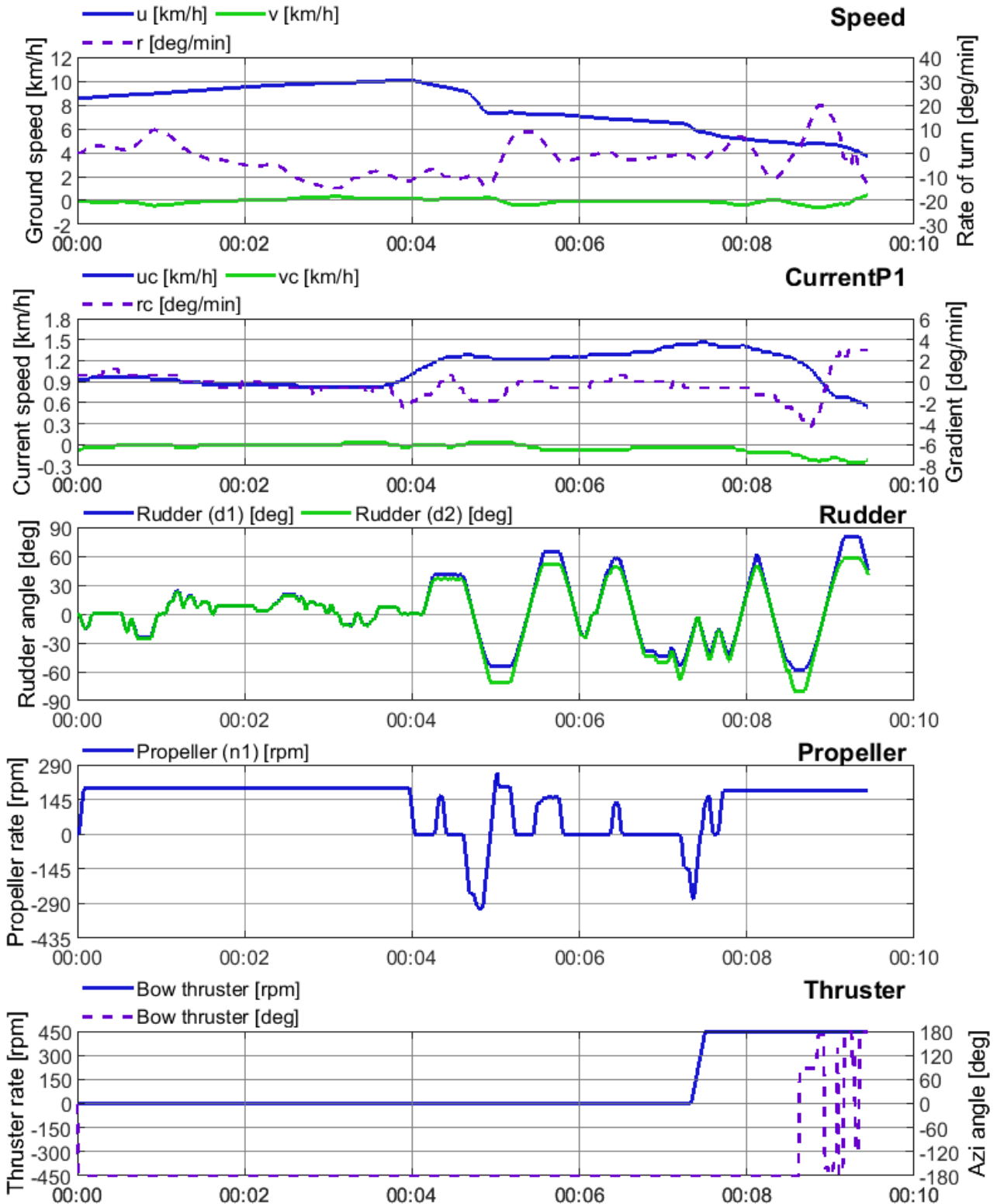
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 70 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL021

08/05/2019

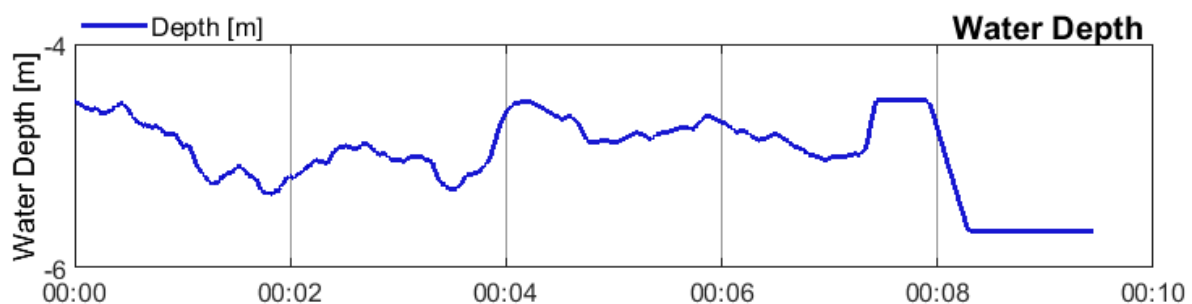
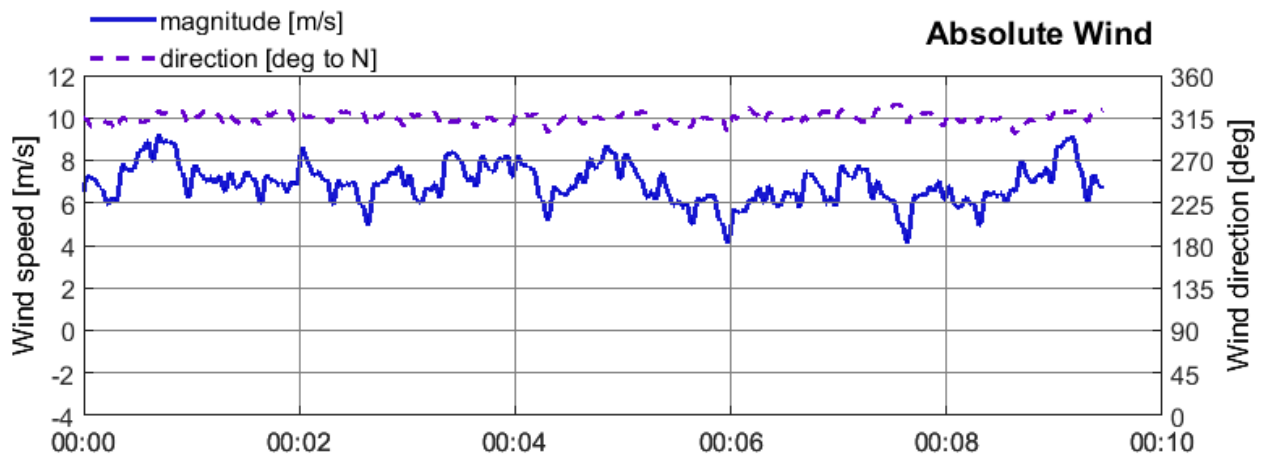
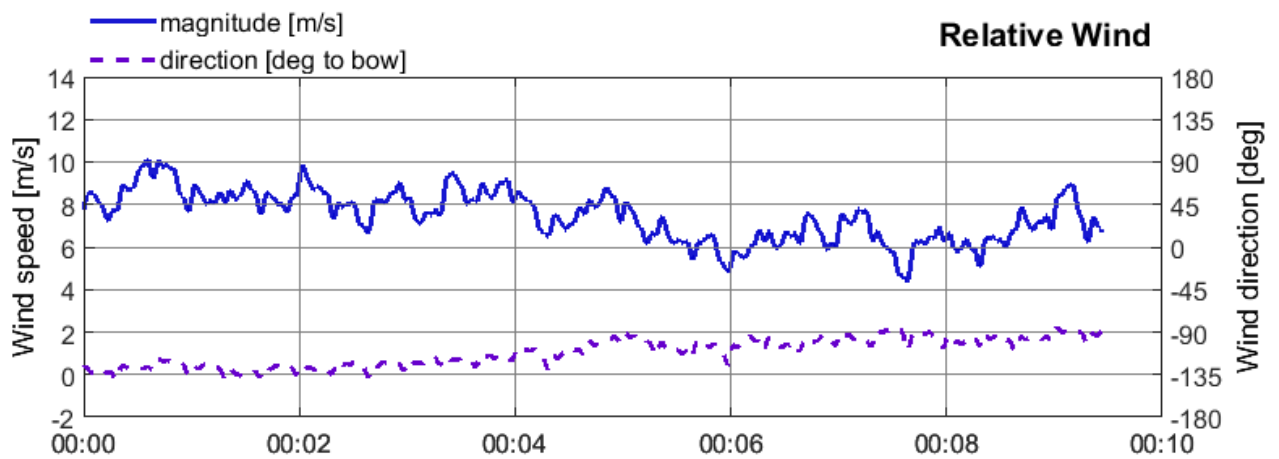
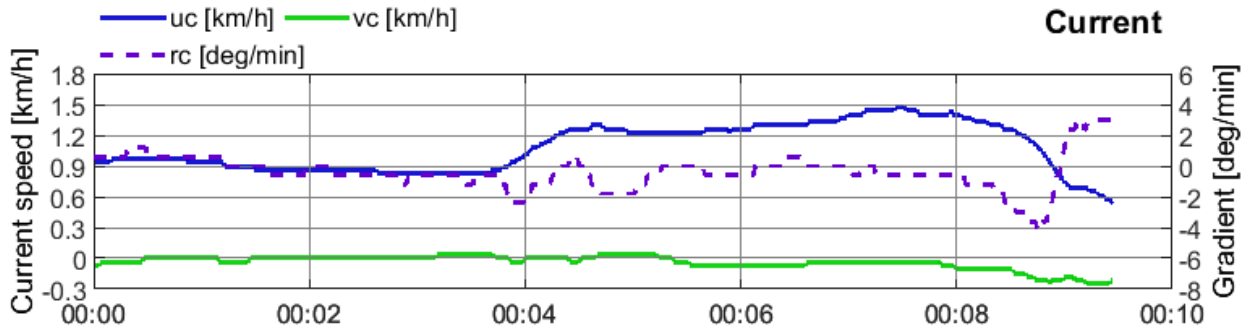
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 70 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL022

08/05/2019

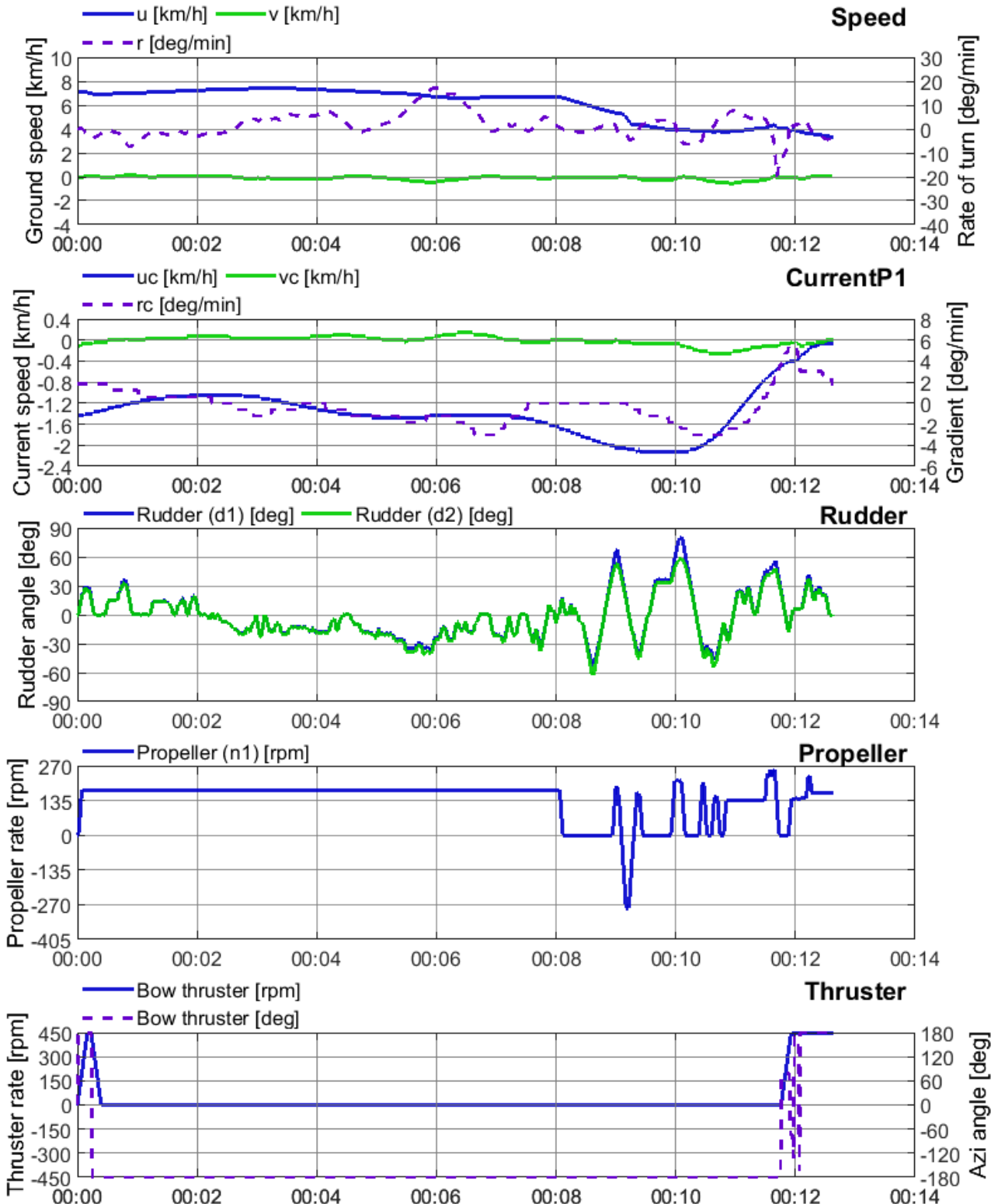
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL022

08/05/2019

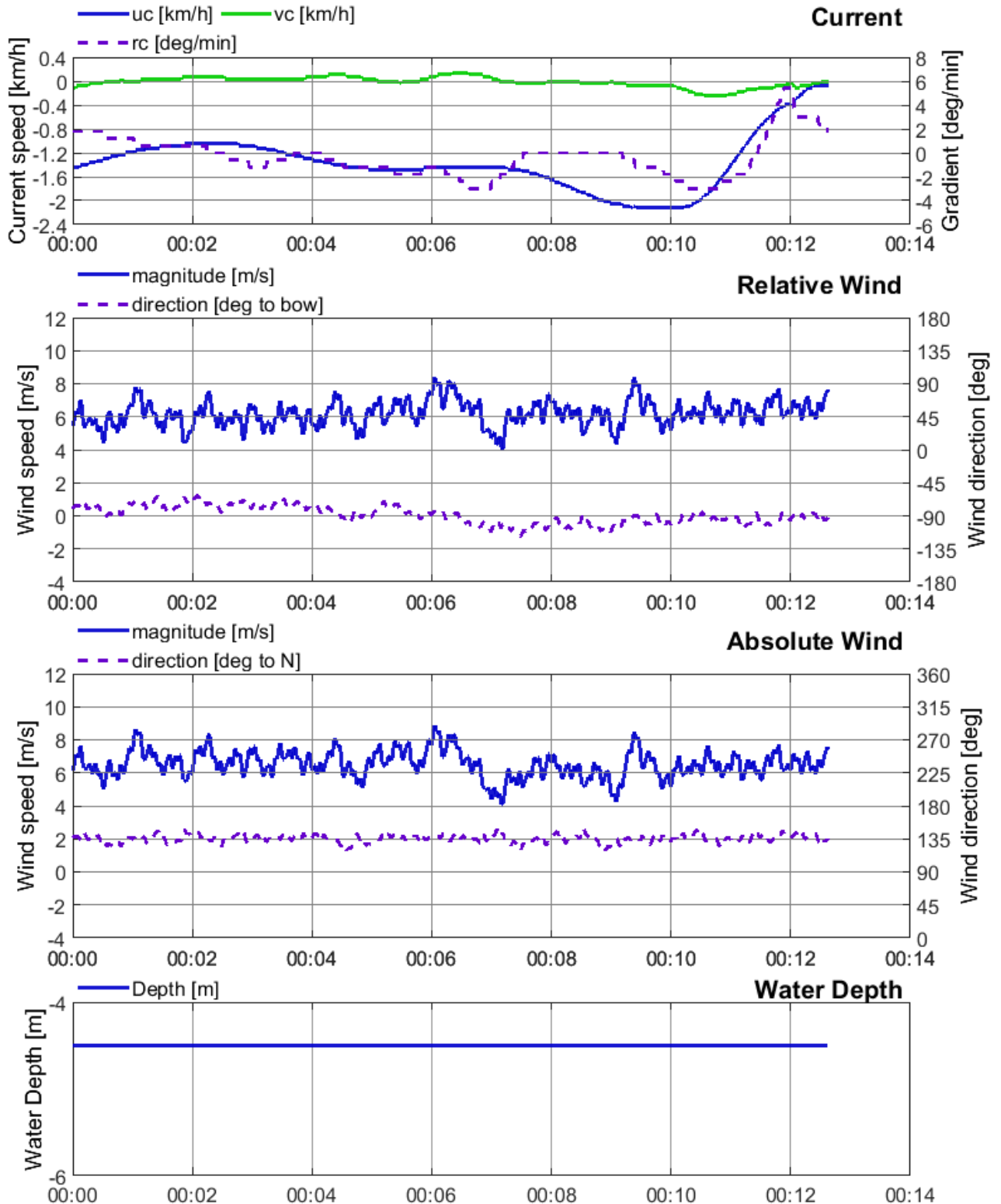
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL023

08/05/2019

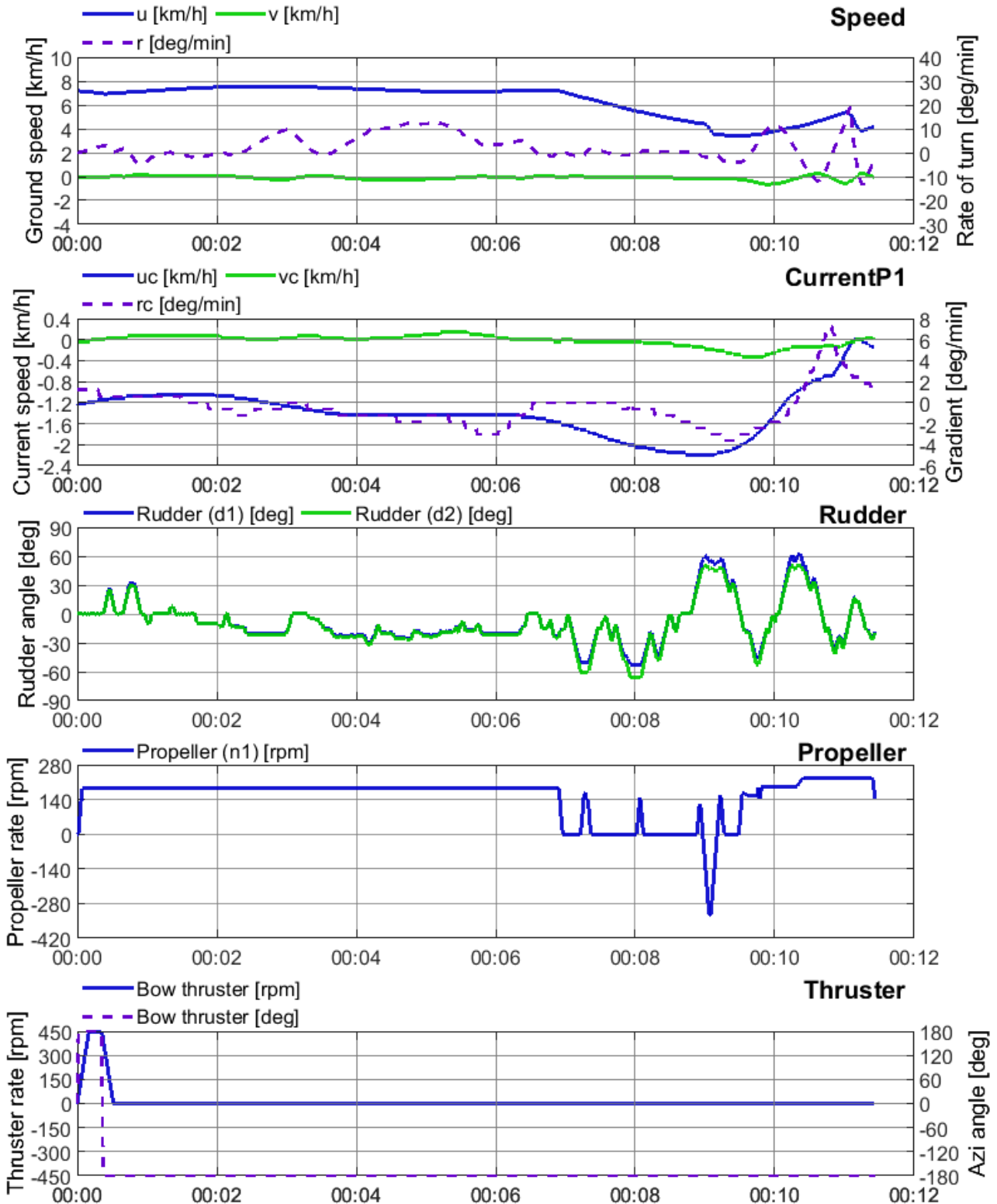
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL023

08/05/2019

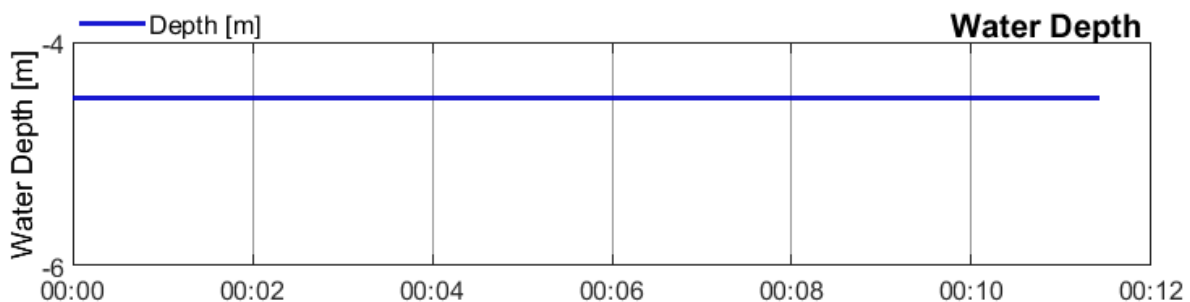
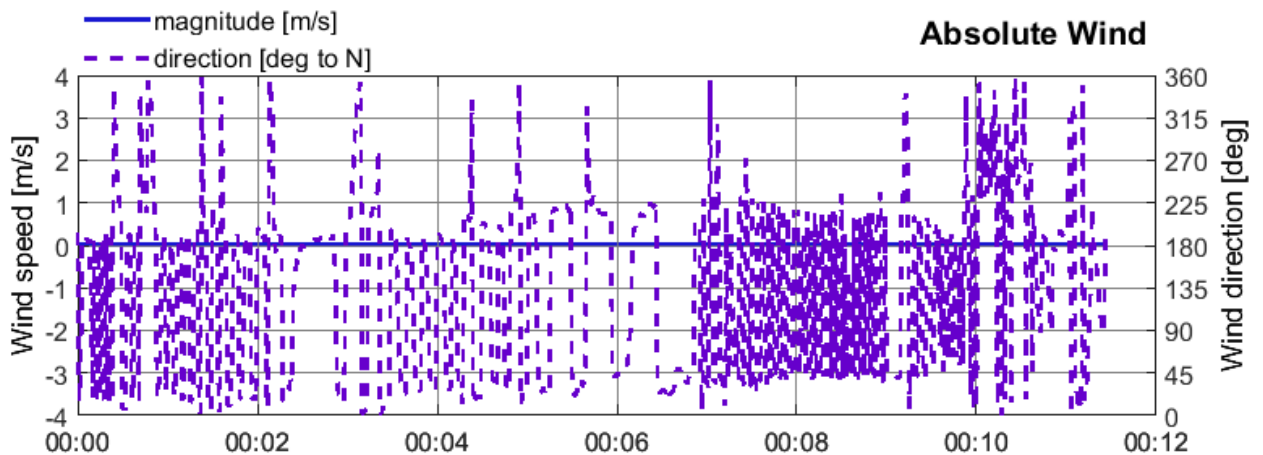
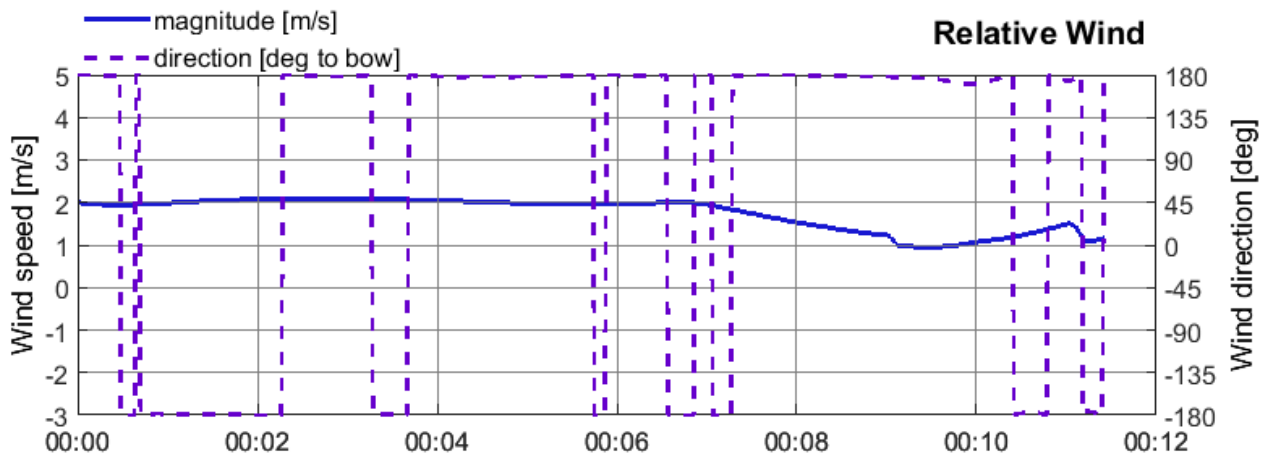
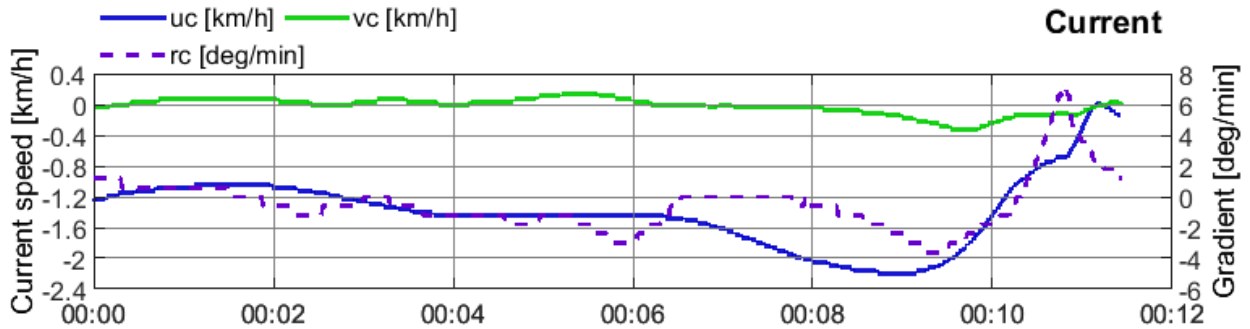
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL024

08/05/2019

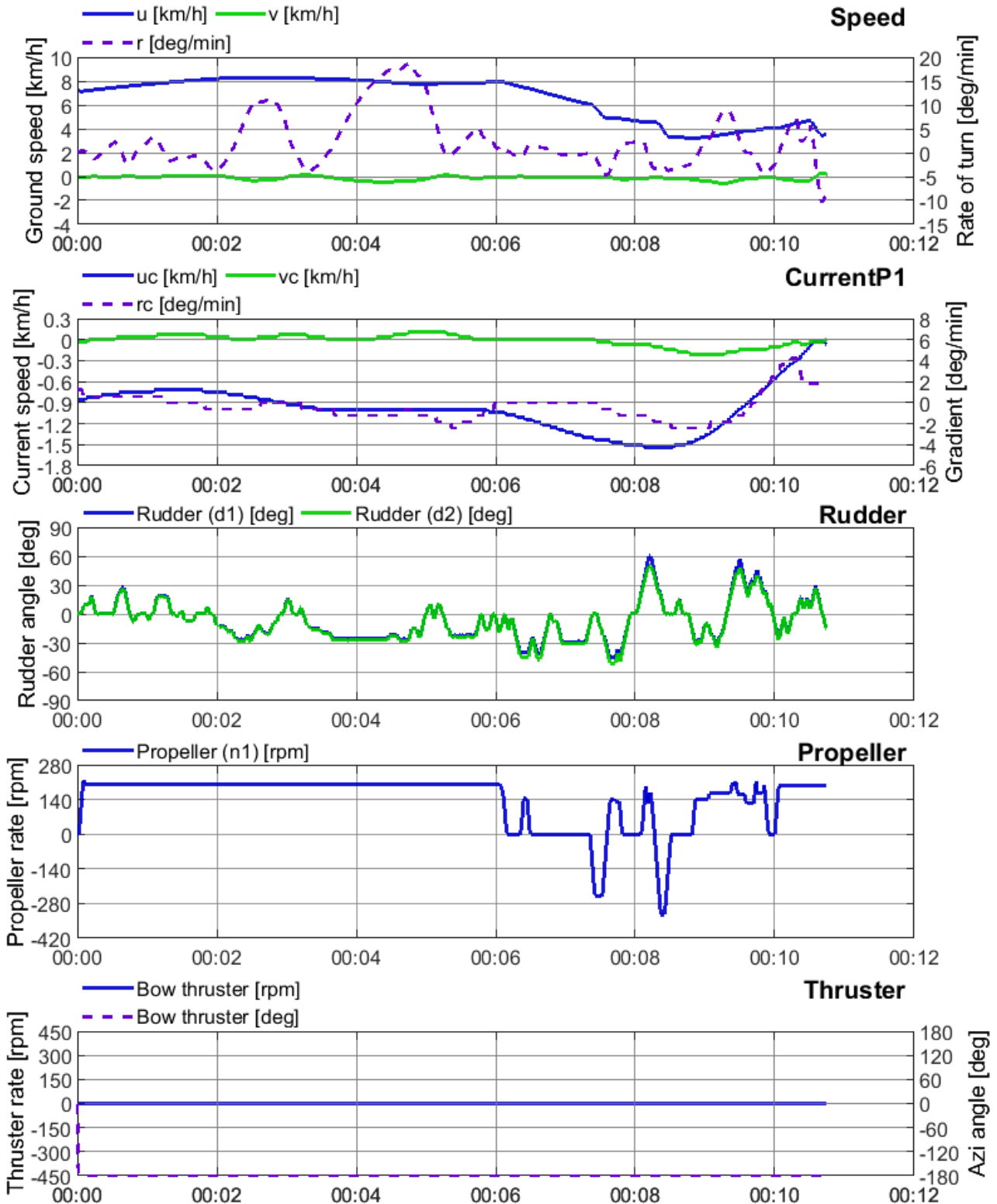
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 70 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL024

08/05/2019

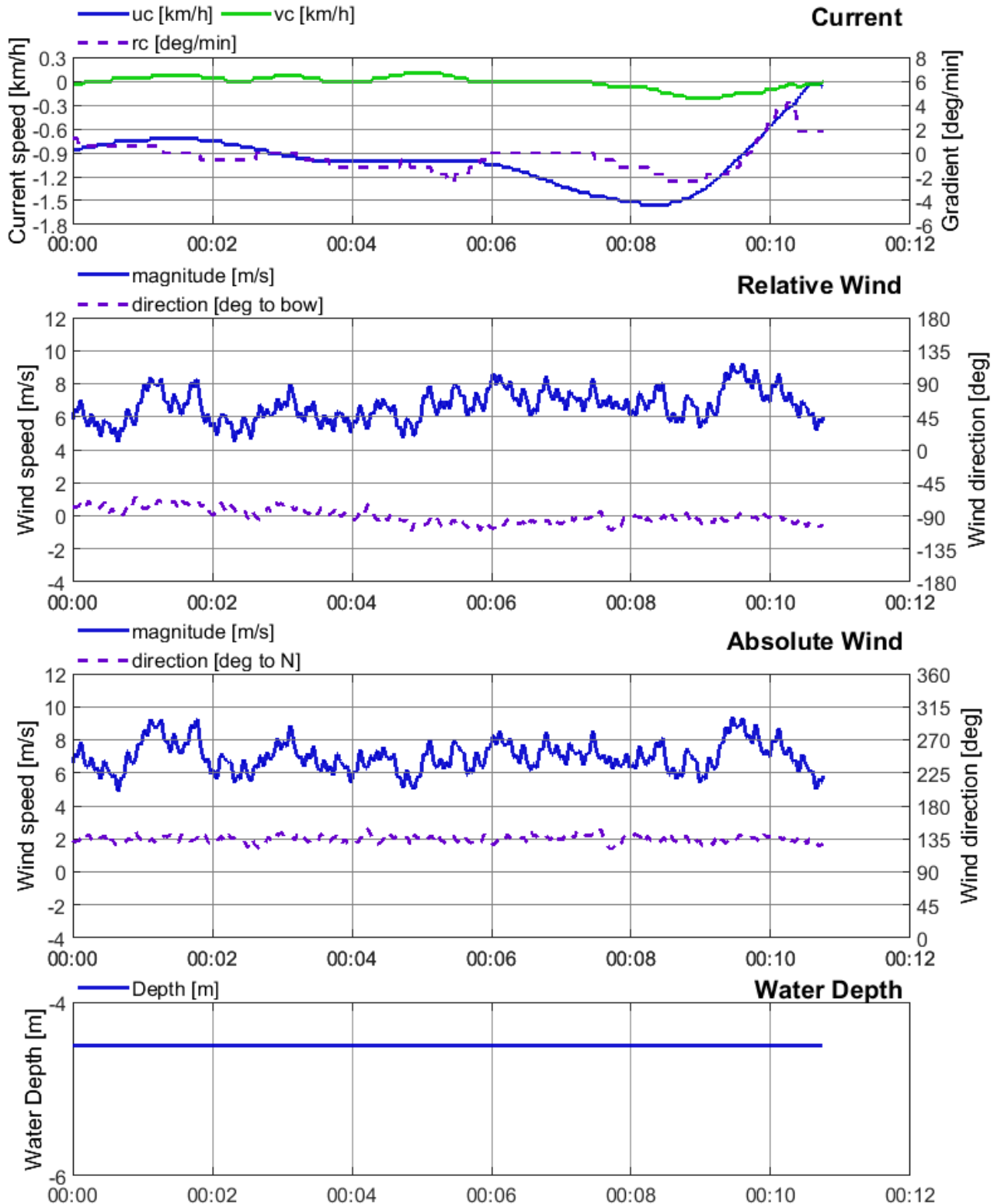
Va+ schip met kolenlading: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 70 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL025

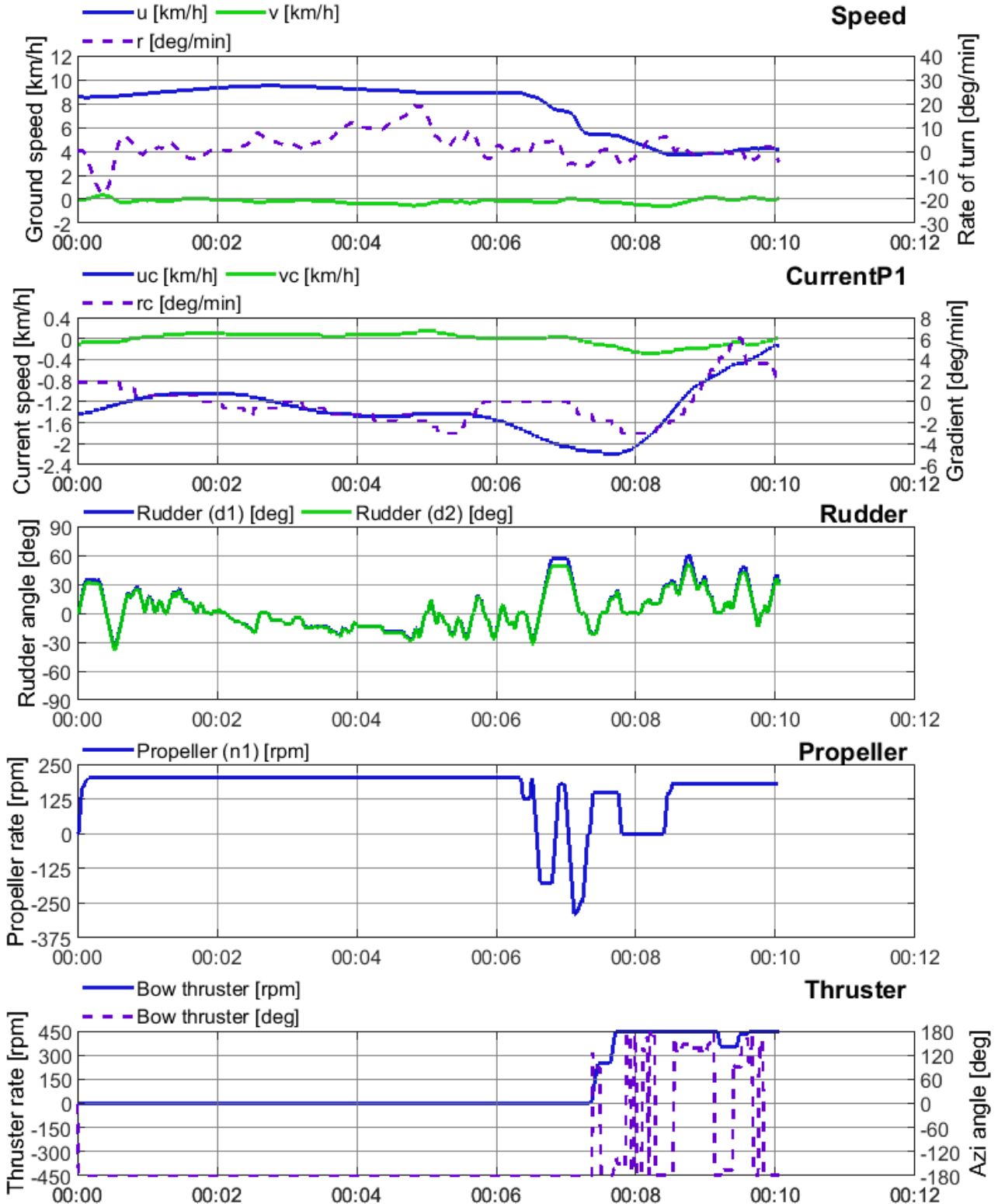
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL025

08/05/2019

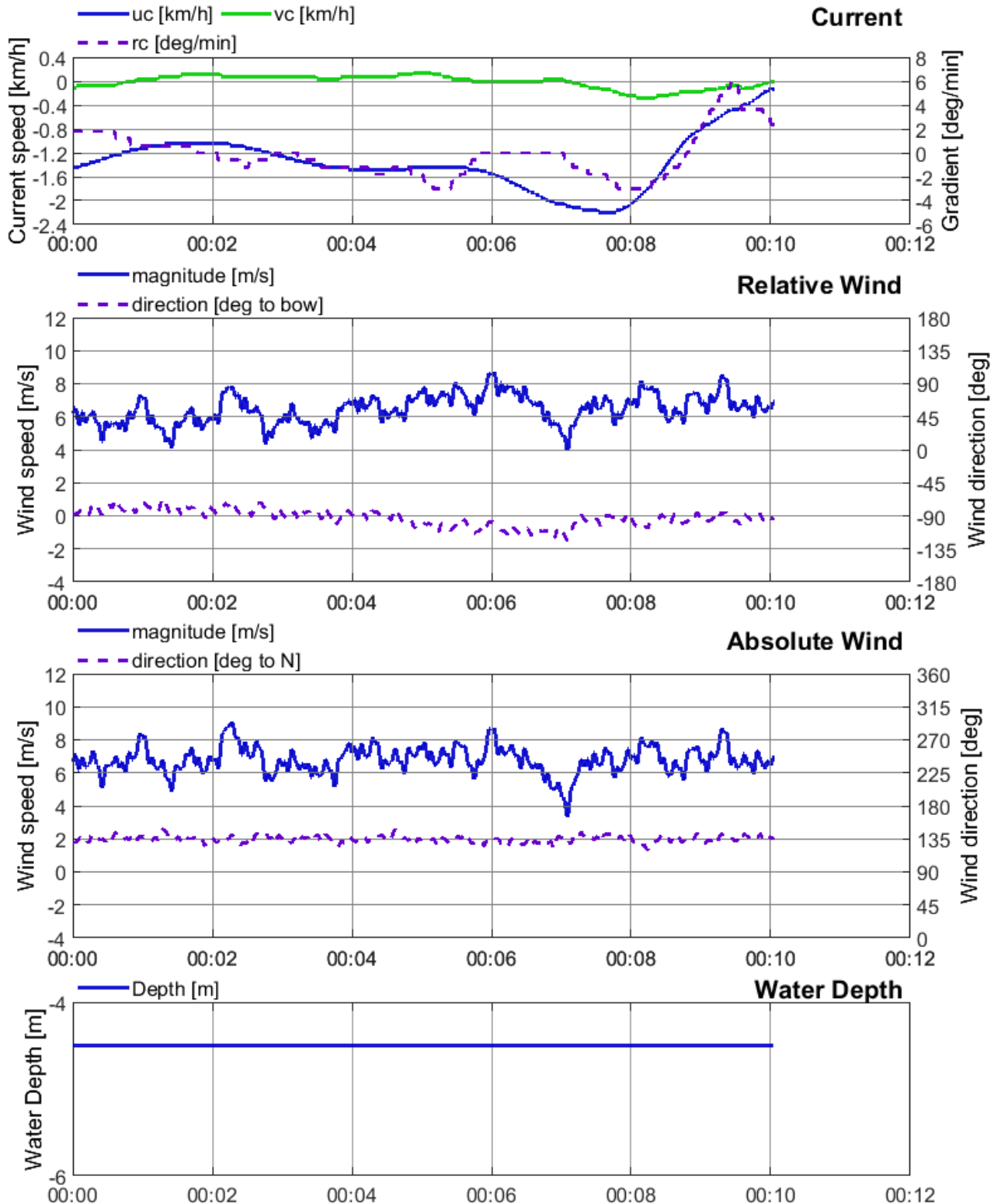
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL026

08/05/2019

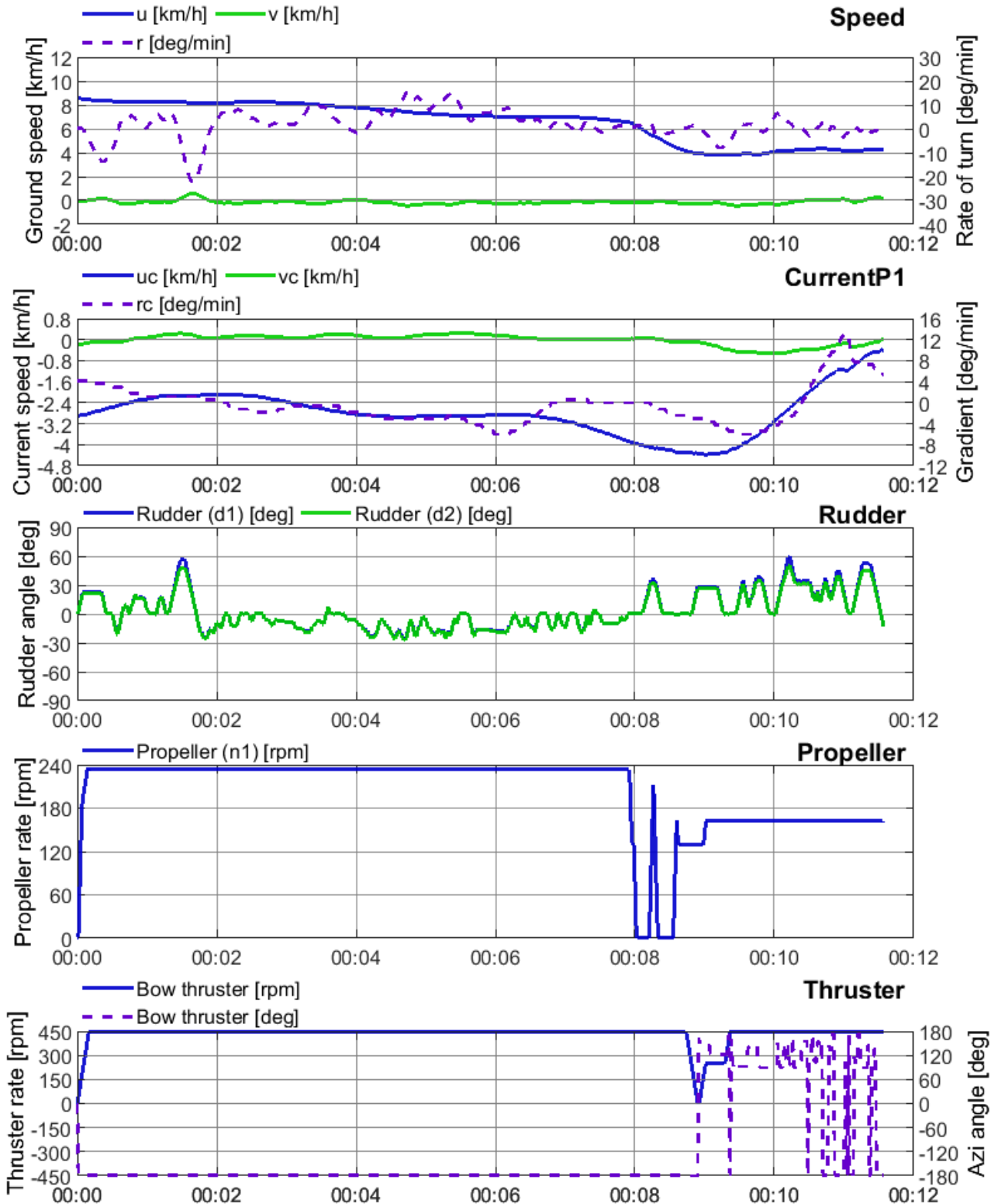
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL026

08/05/2019

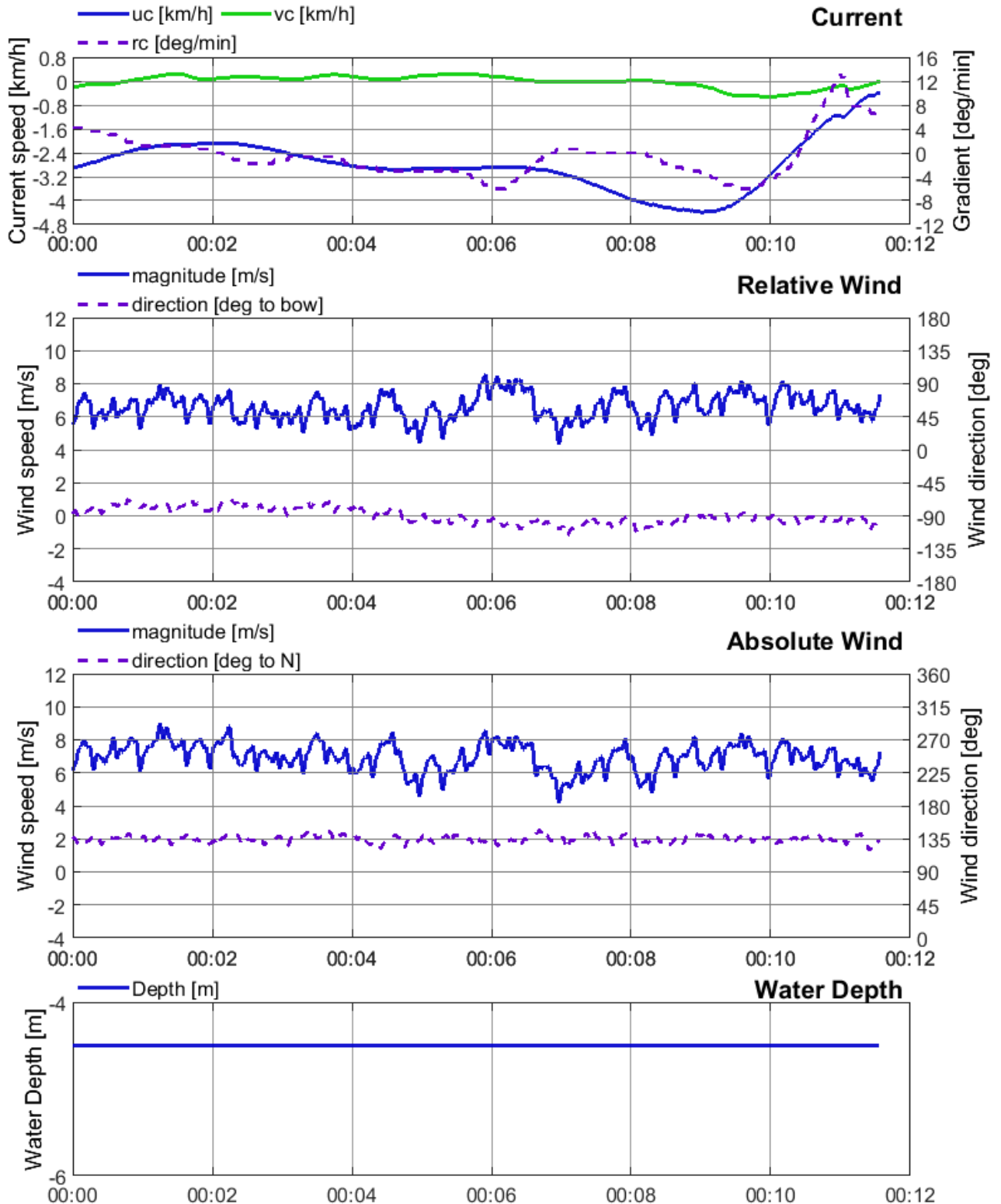
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 2.9 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL027

08/05/2019

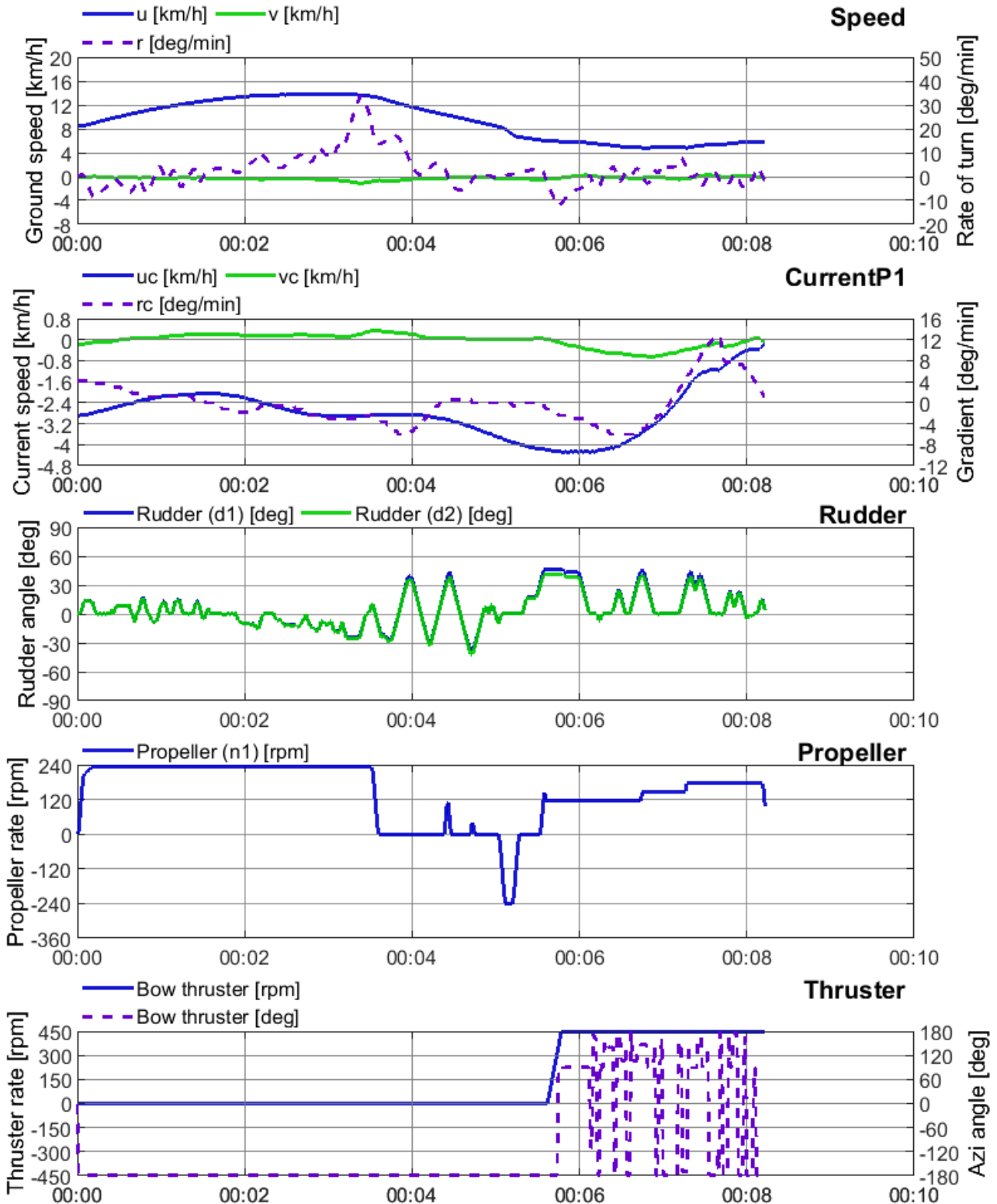
Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL027

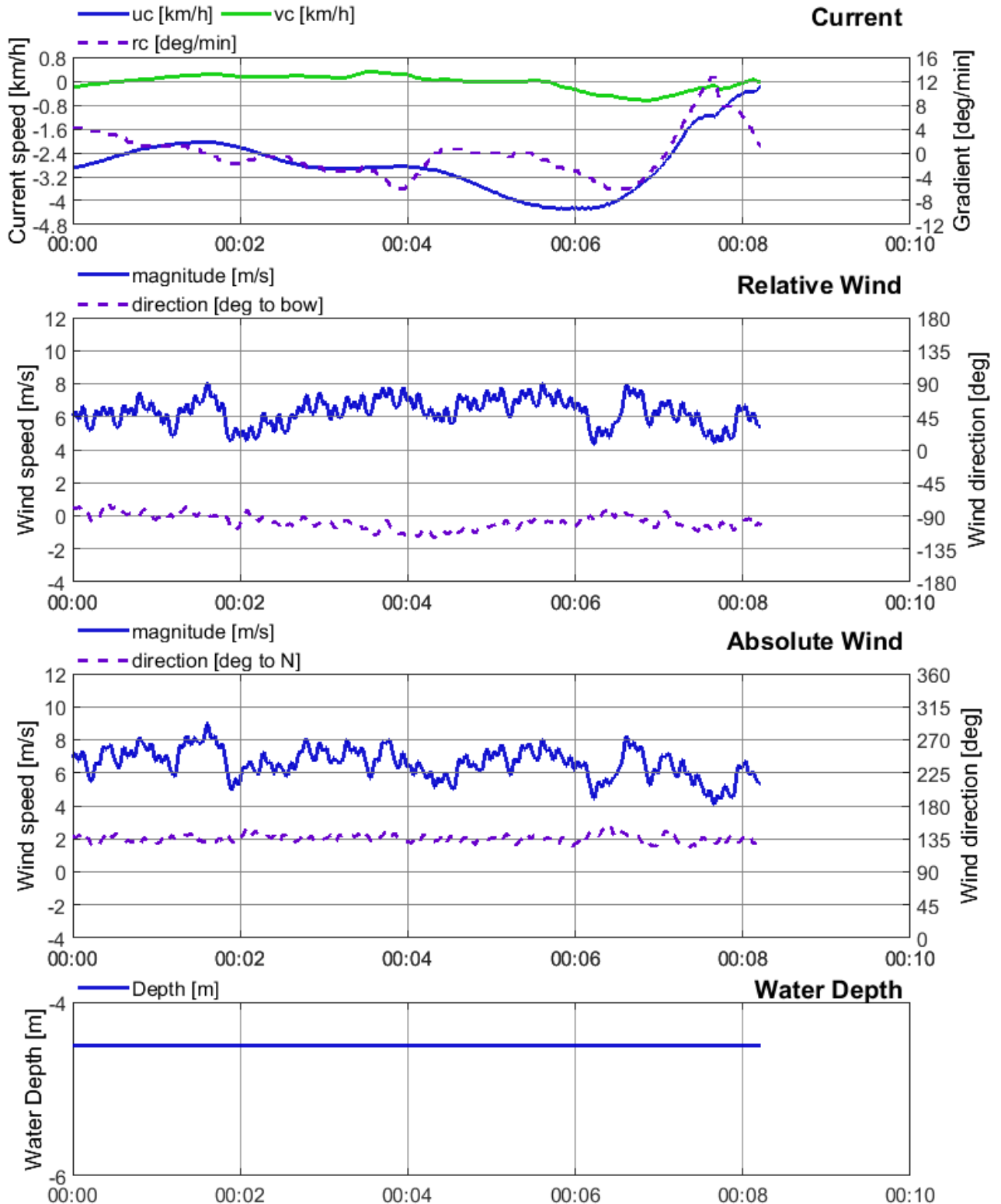
08/05/2019

Va+ schip met 3 lagen containers: L = 135 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL028

05/06/2019

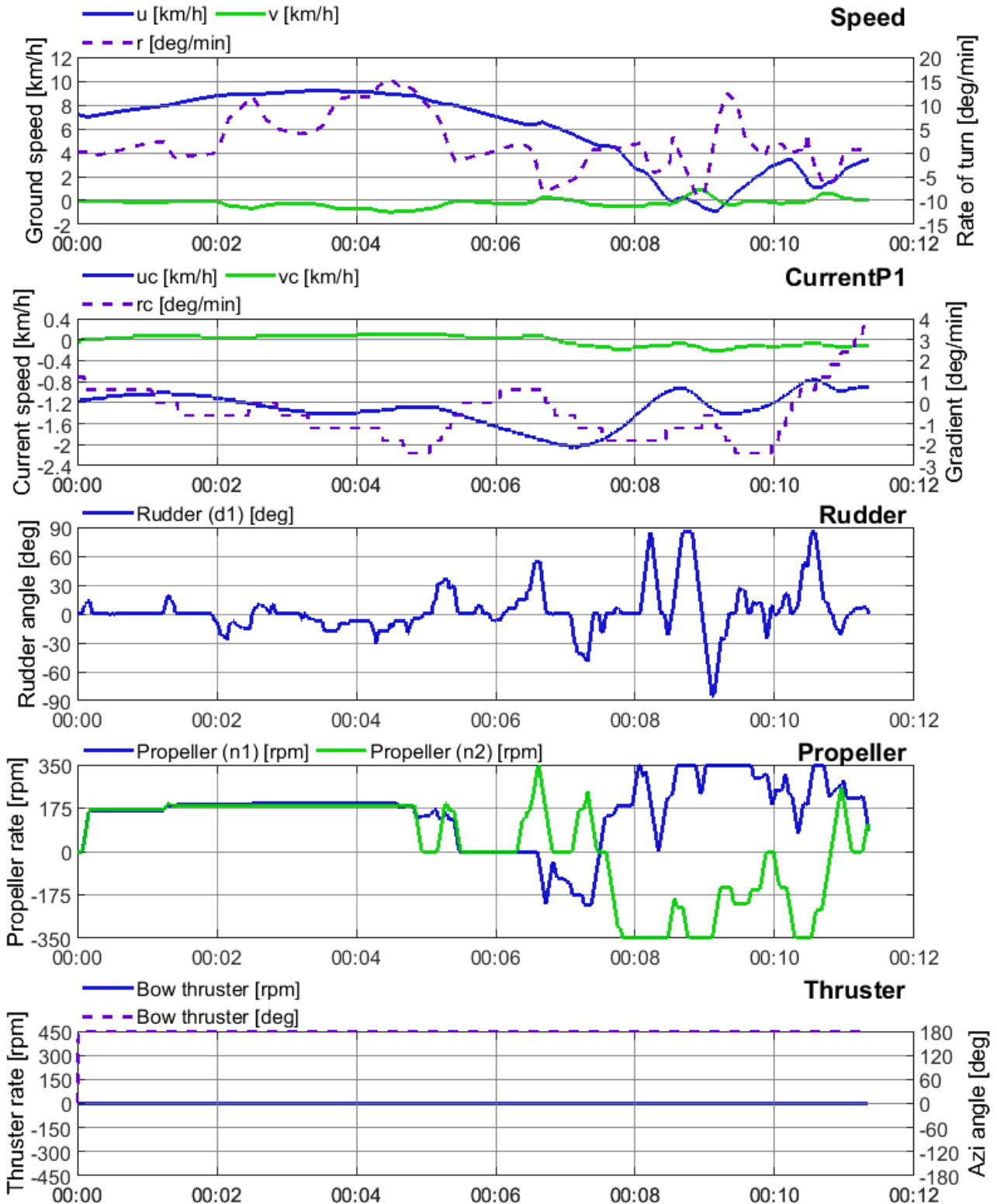
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL028

05/06/2019

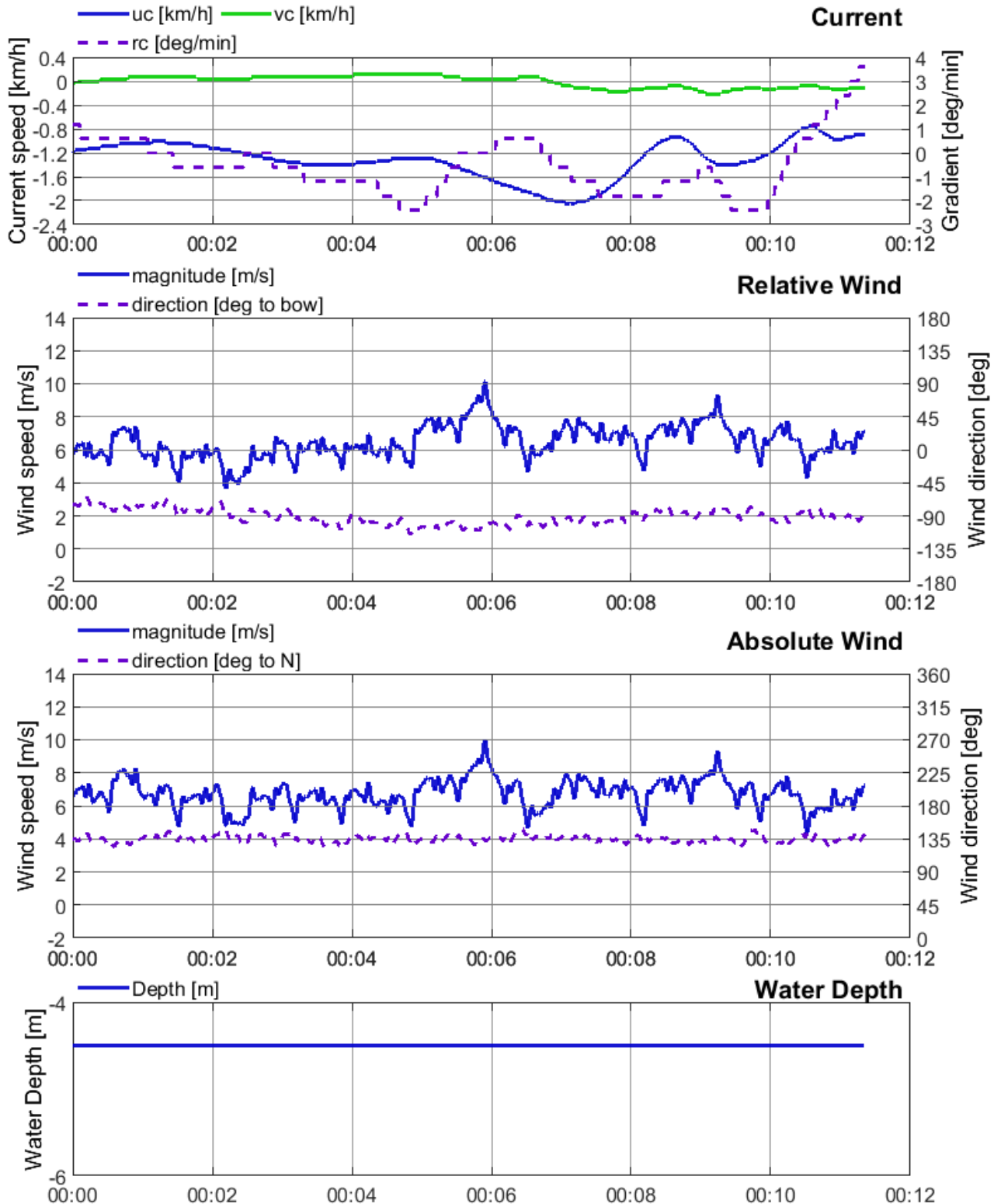
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL029

05/06/2019

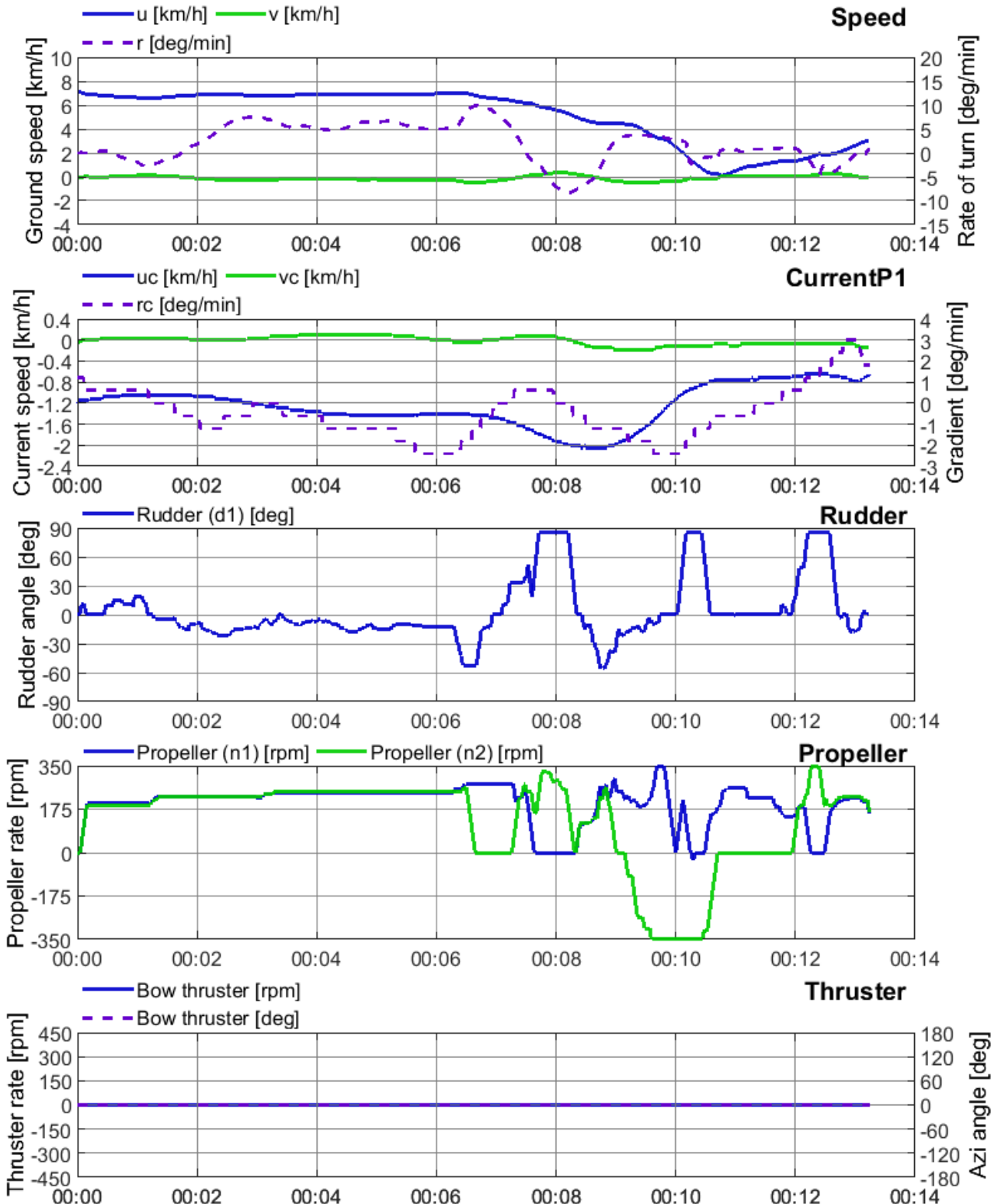
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL029

05/06/2019

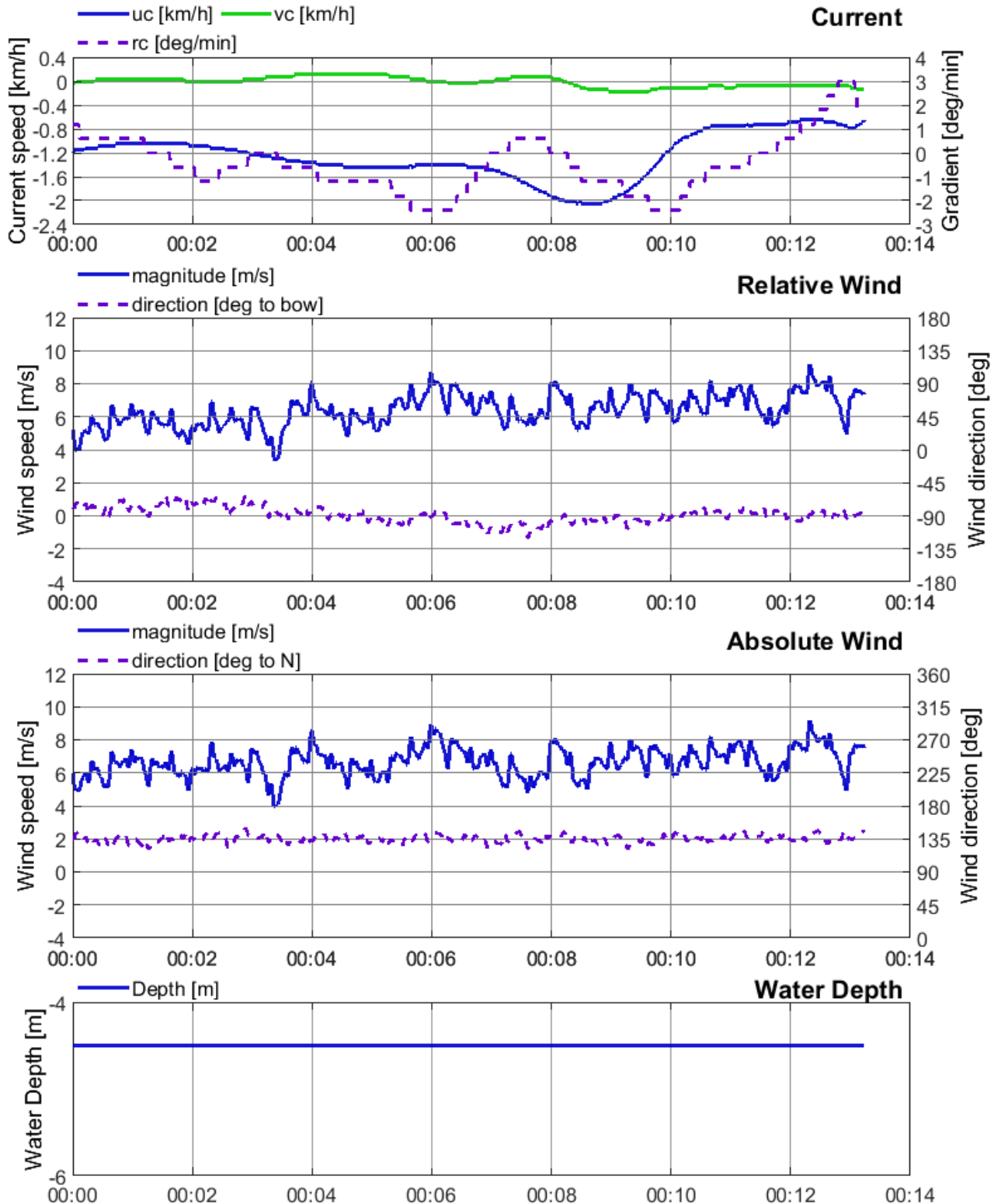
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL030

05/06/2019

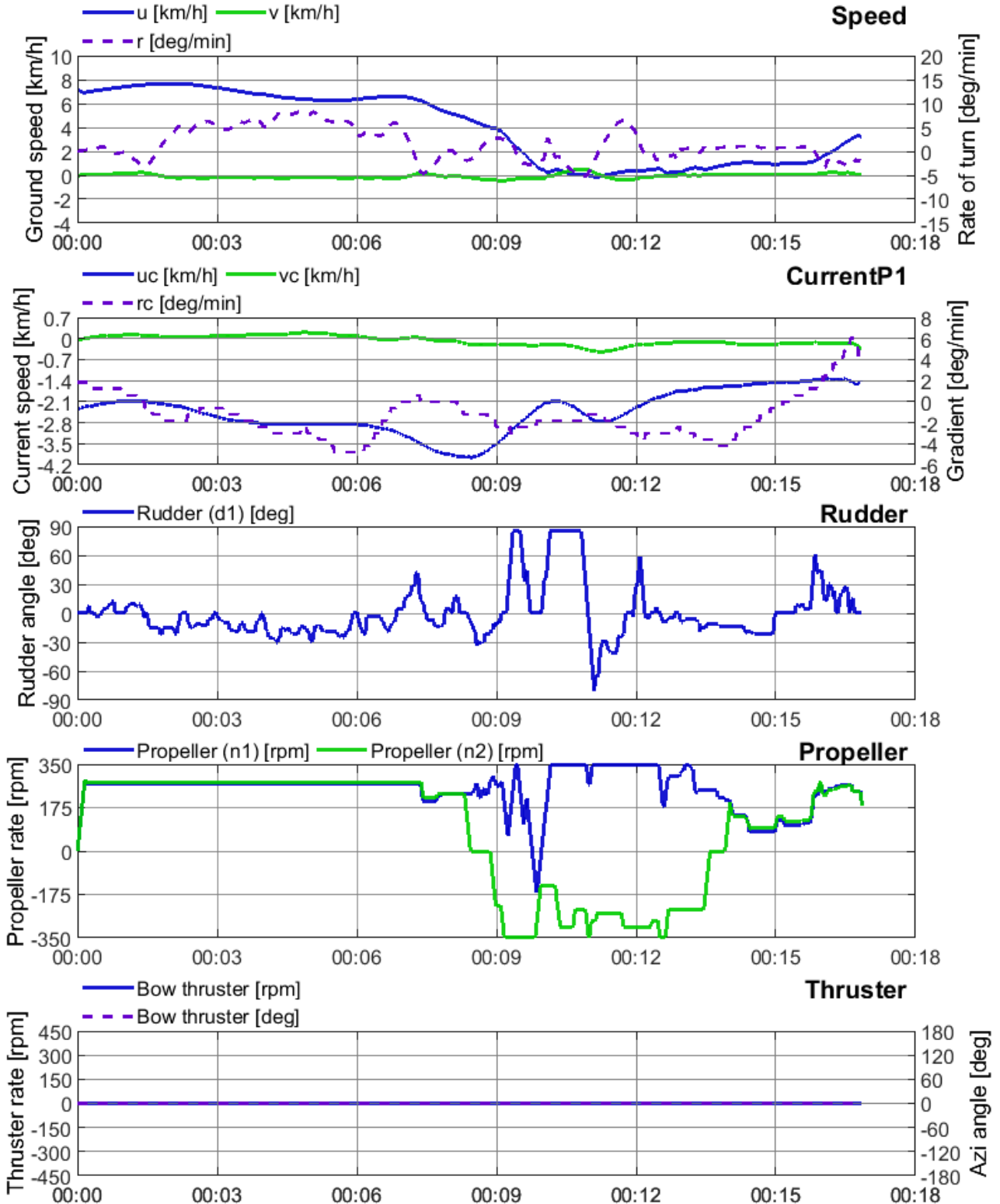
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL030

05/06/2019

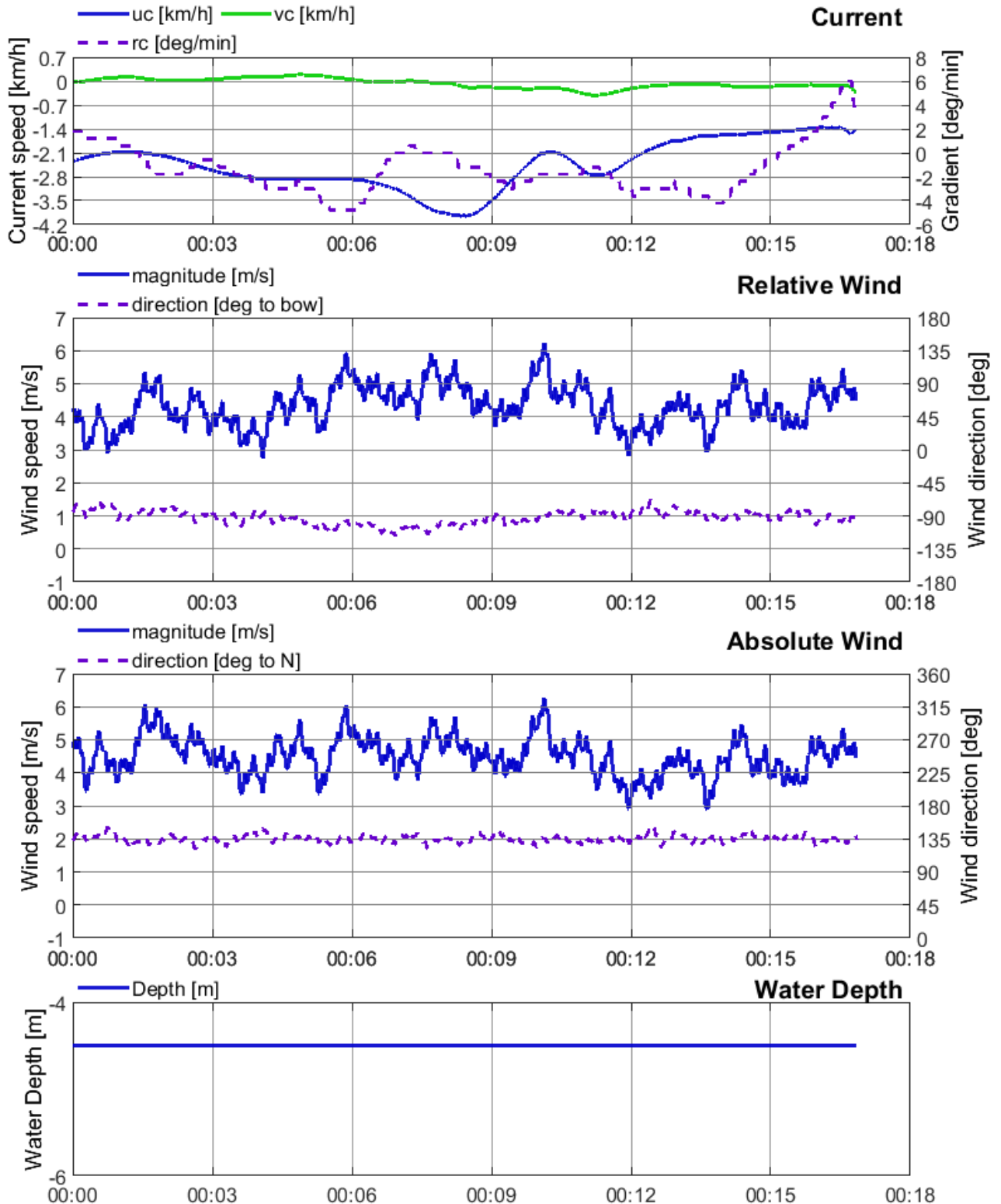
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL031

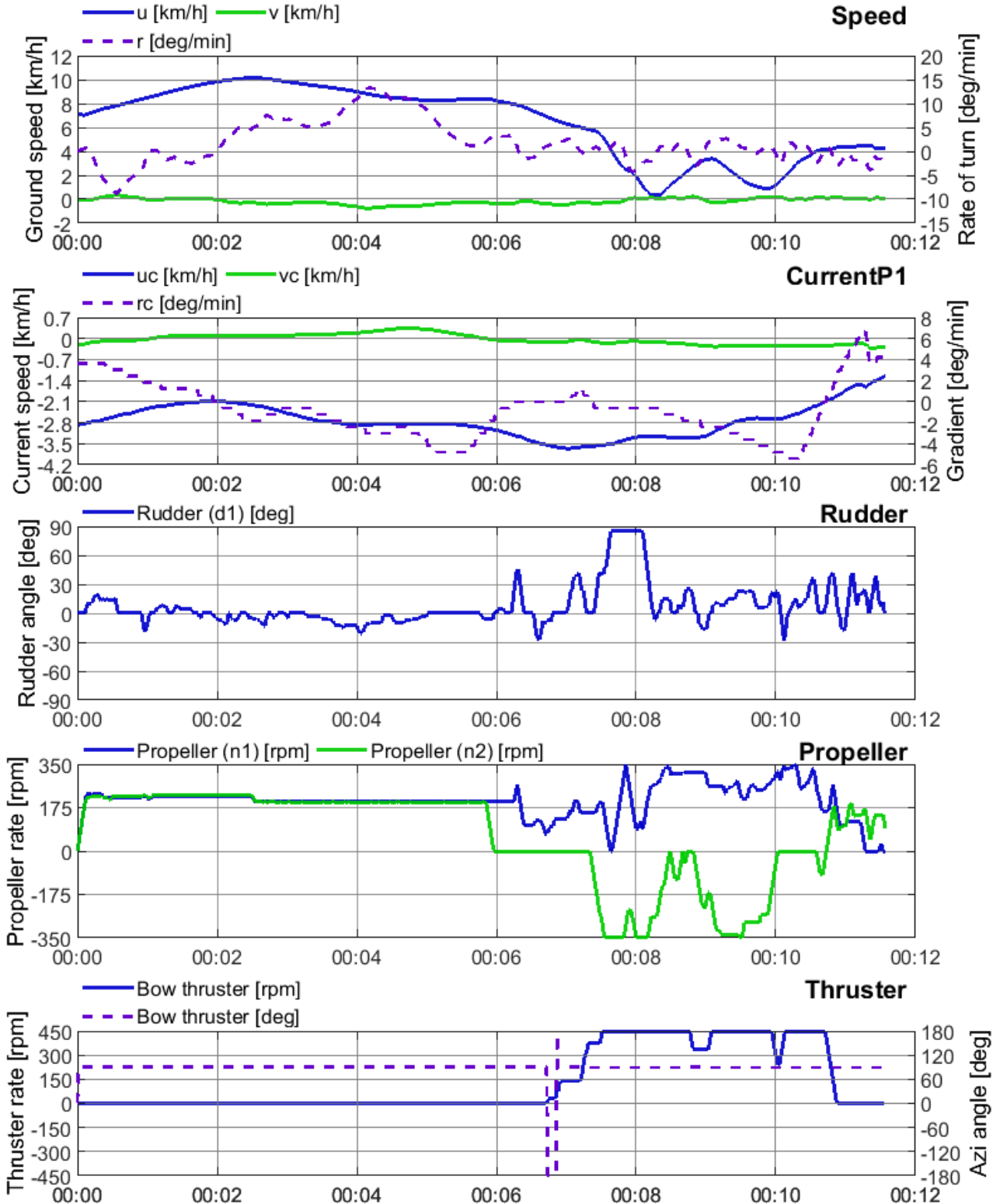
05/06/2019

Vb duwkonvooi met 3 lagen containers: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL031

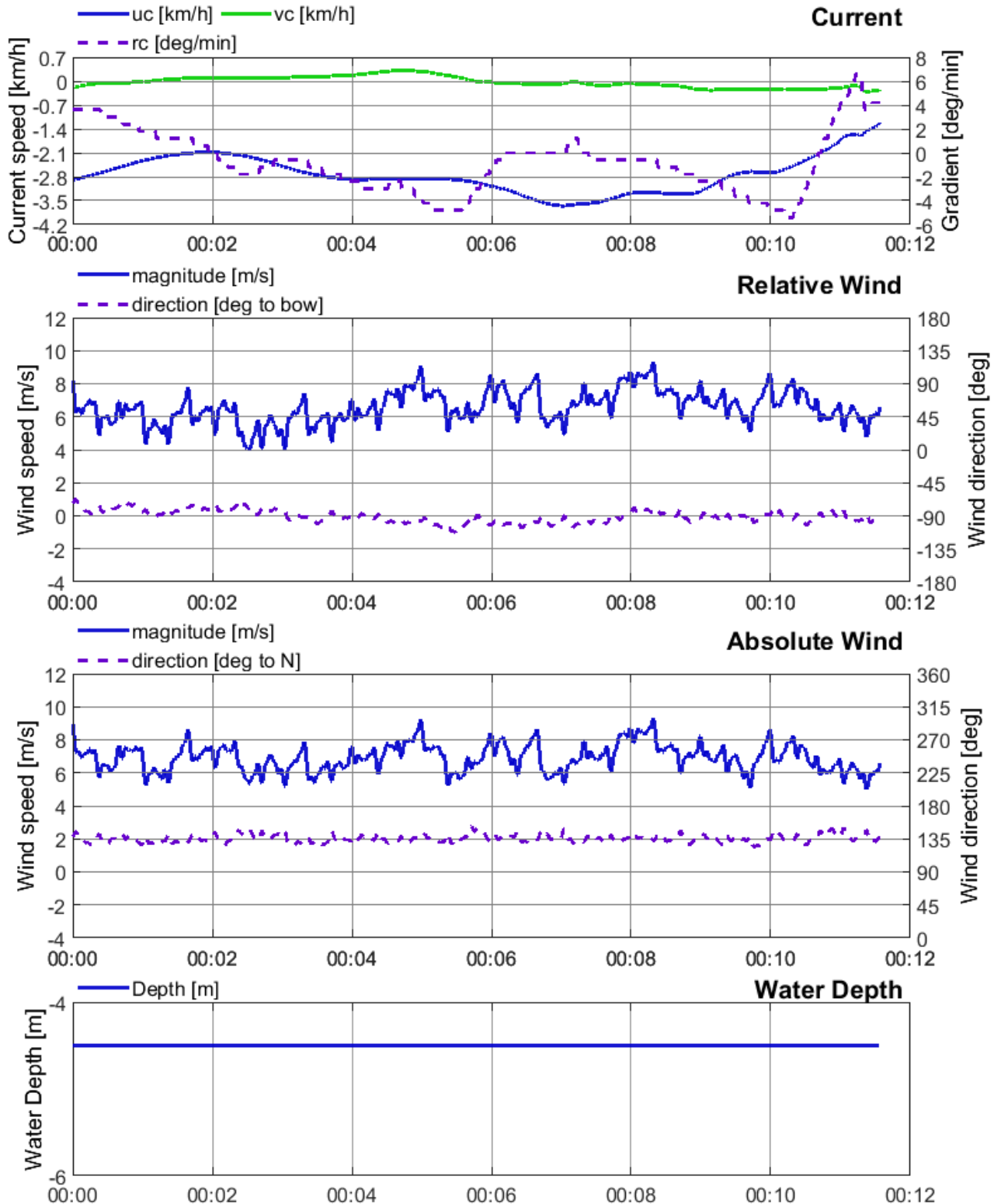
05/06/2019

Vb duwkonvooi met 3 lagen containers: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL032

05/06/2019

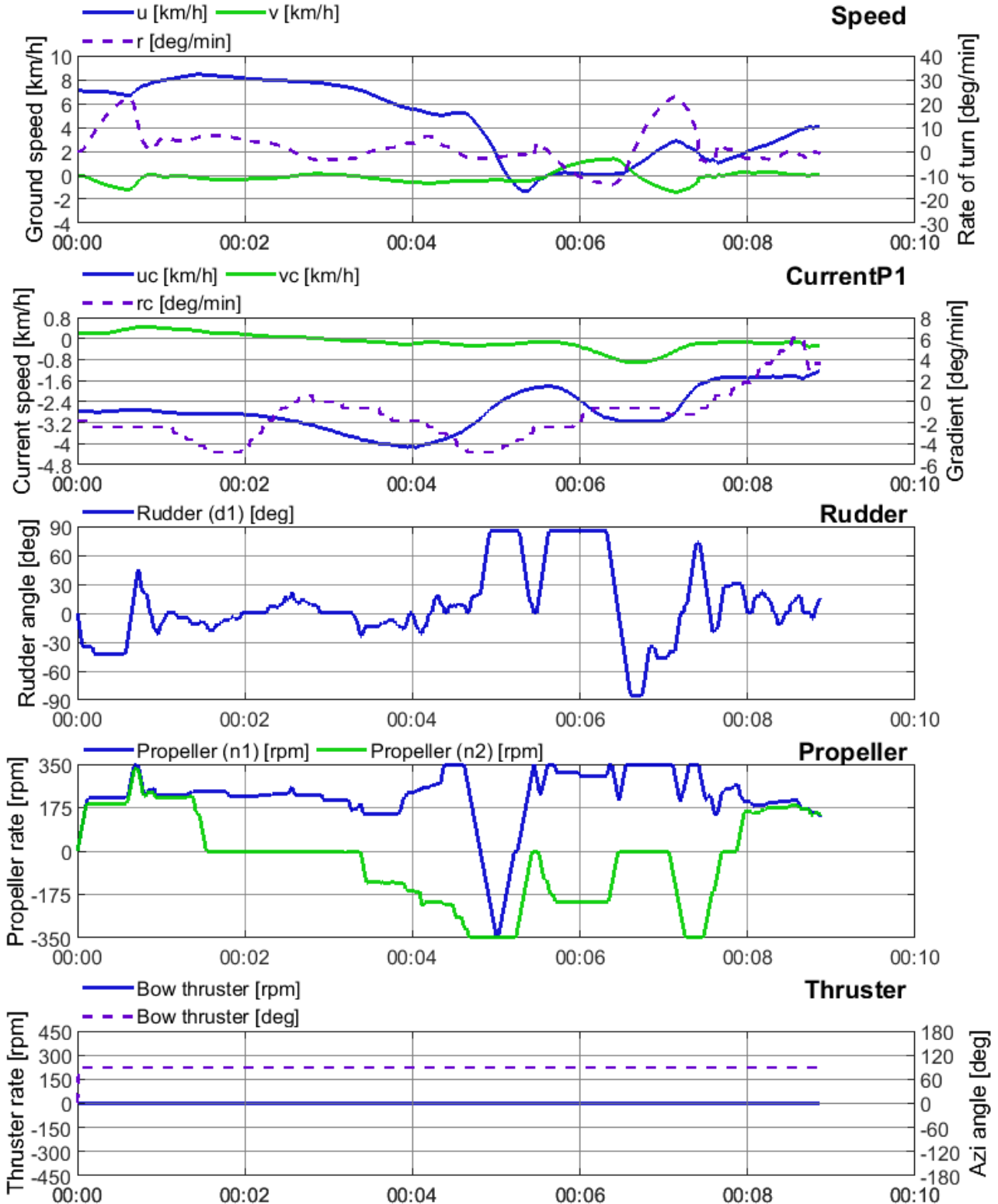
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL032

05/06/2019

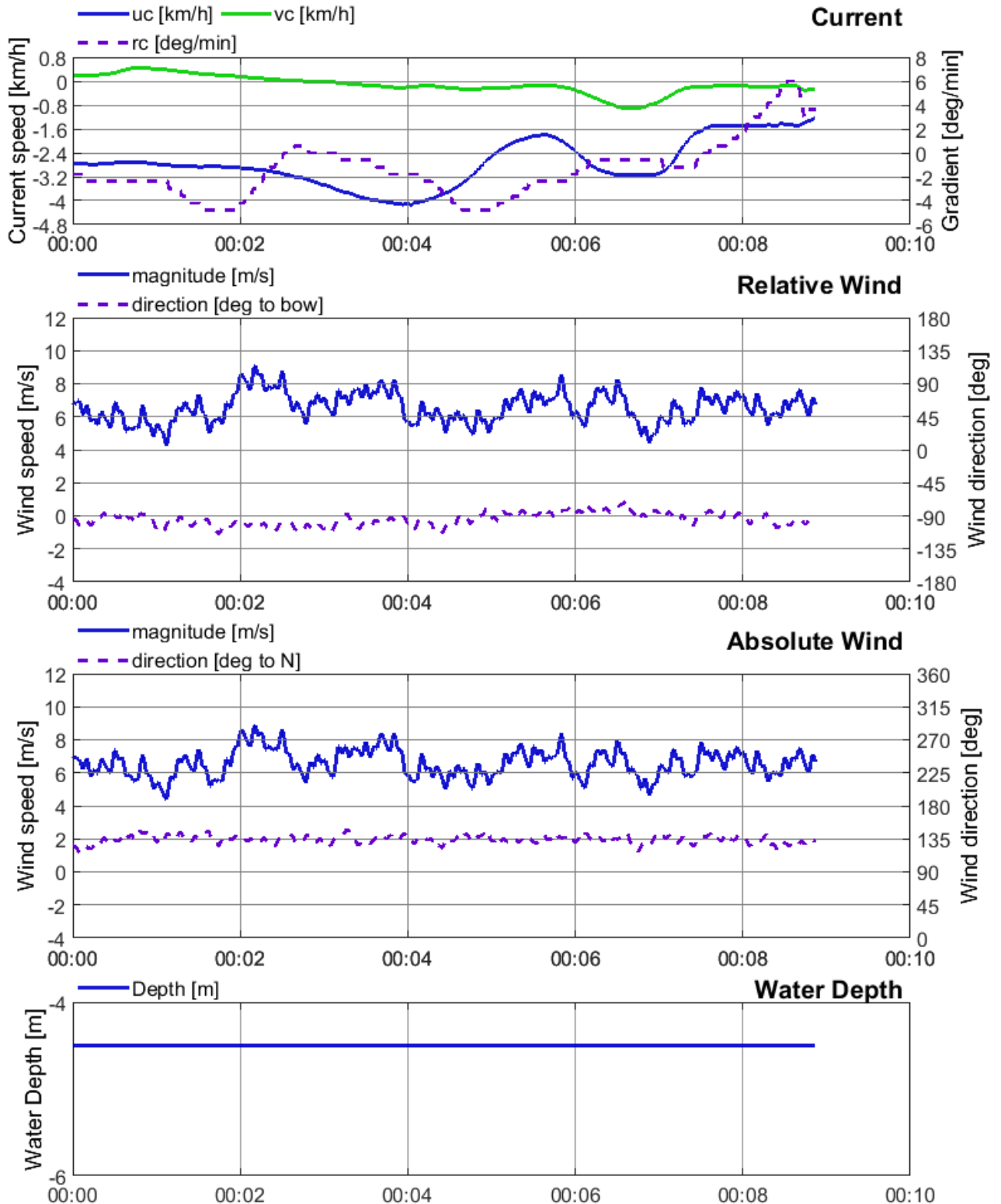
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL033

05/06/2019

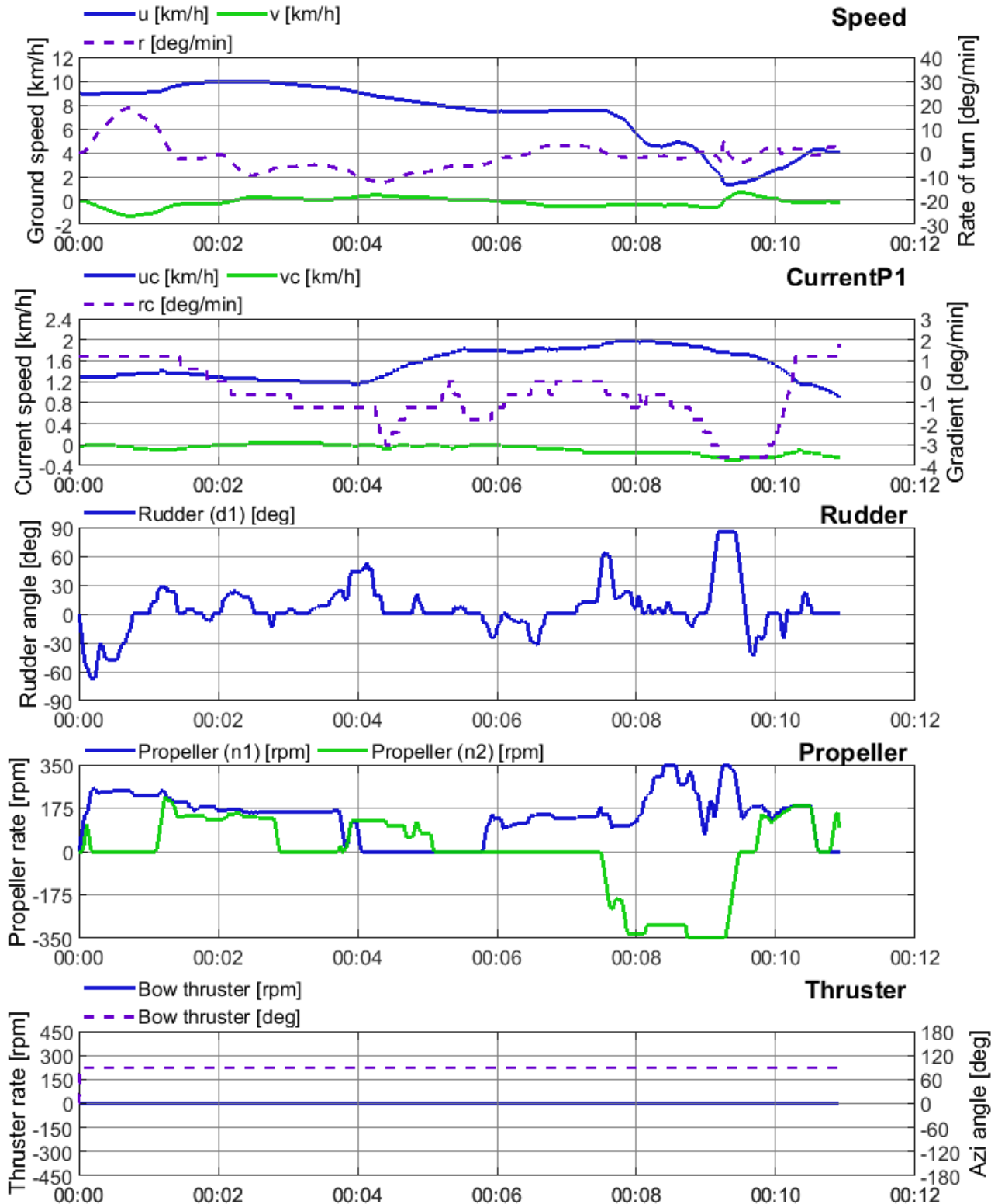
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL033

05/06/2019

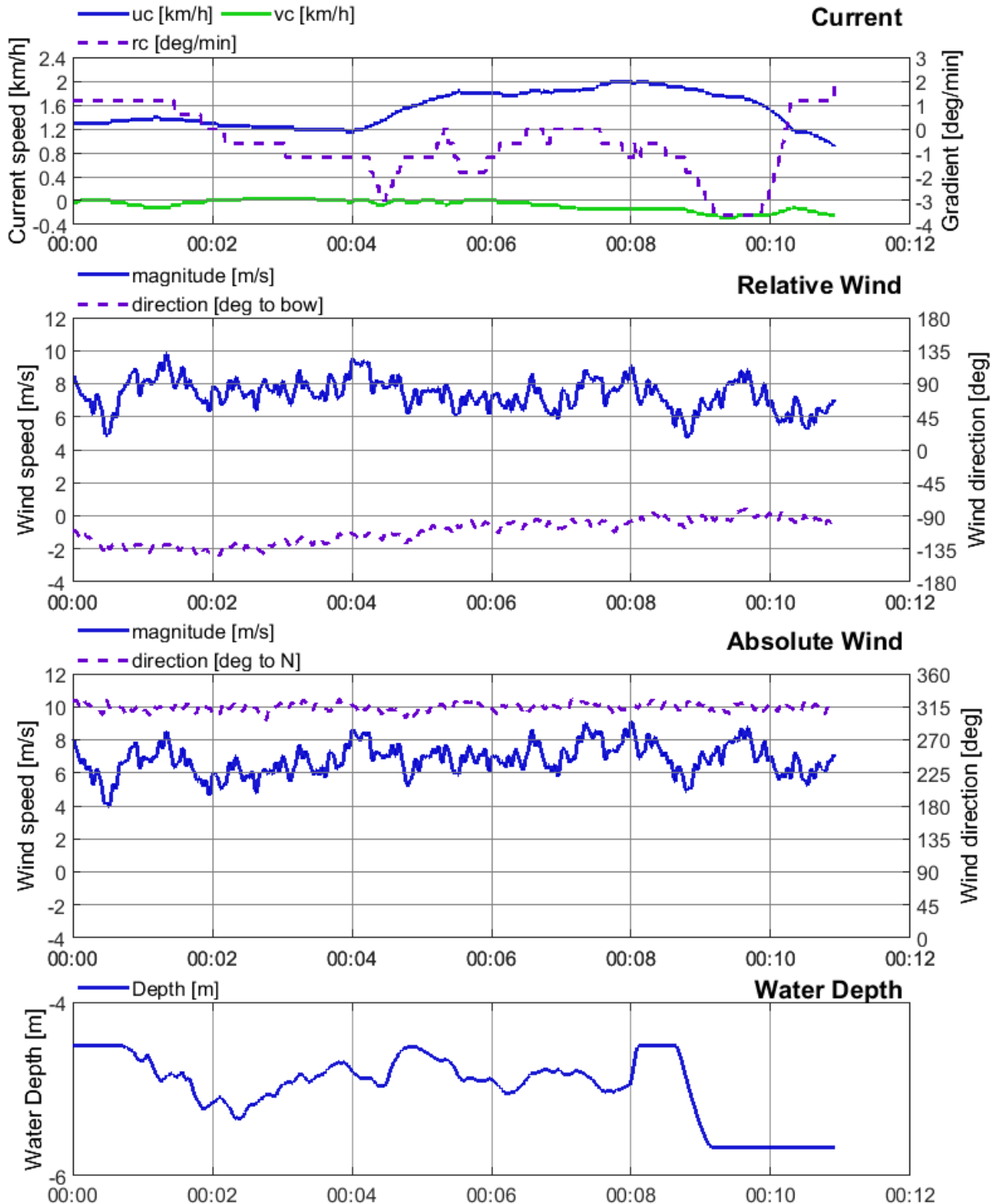
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 100 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL034

05/06/2019

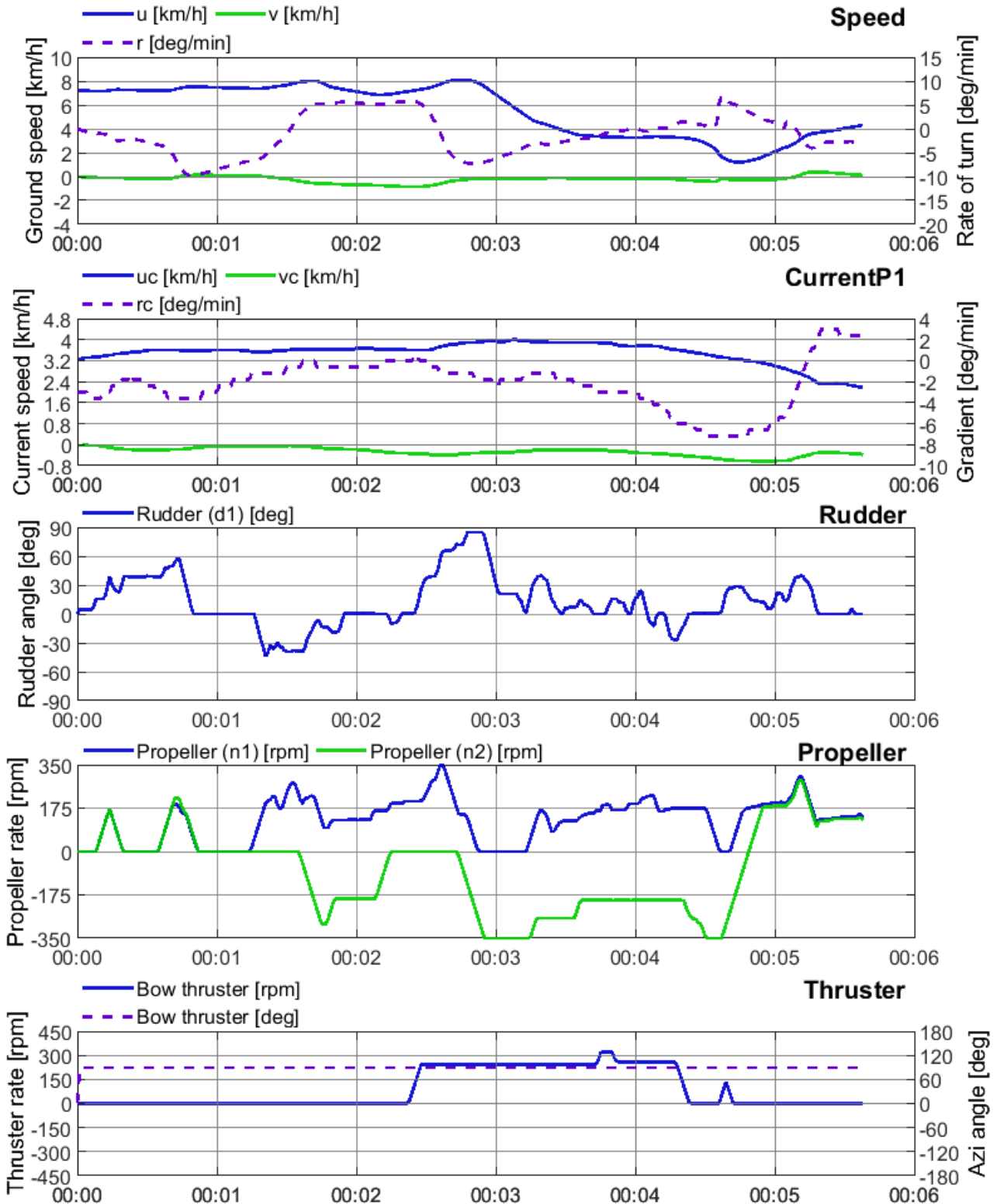
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL034

05/06/2019

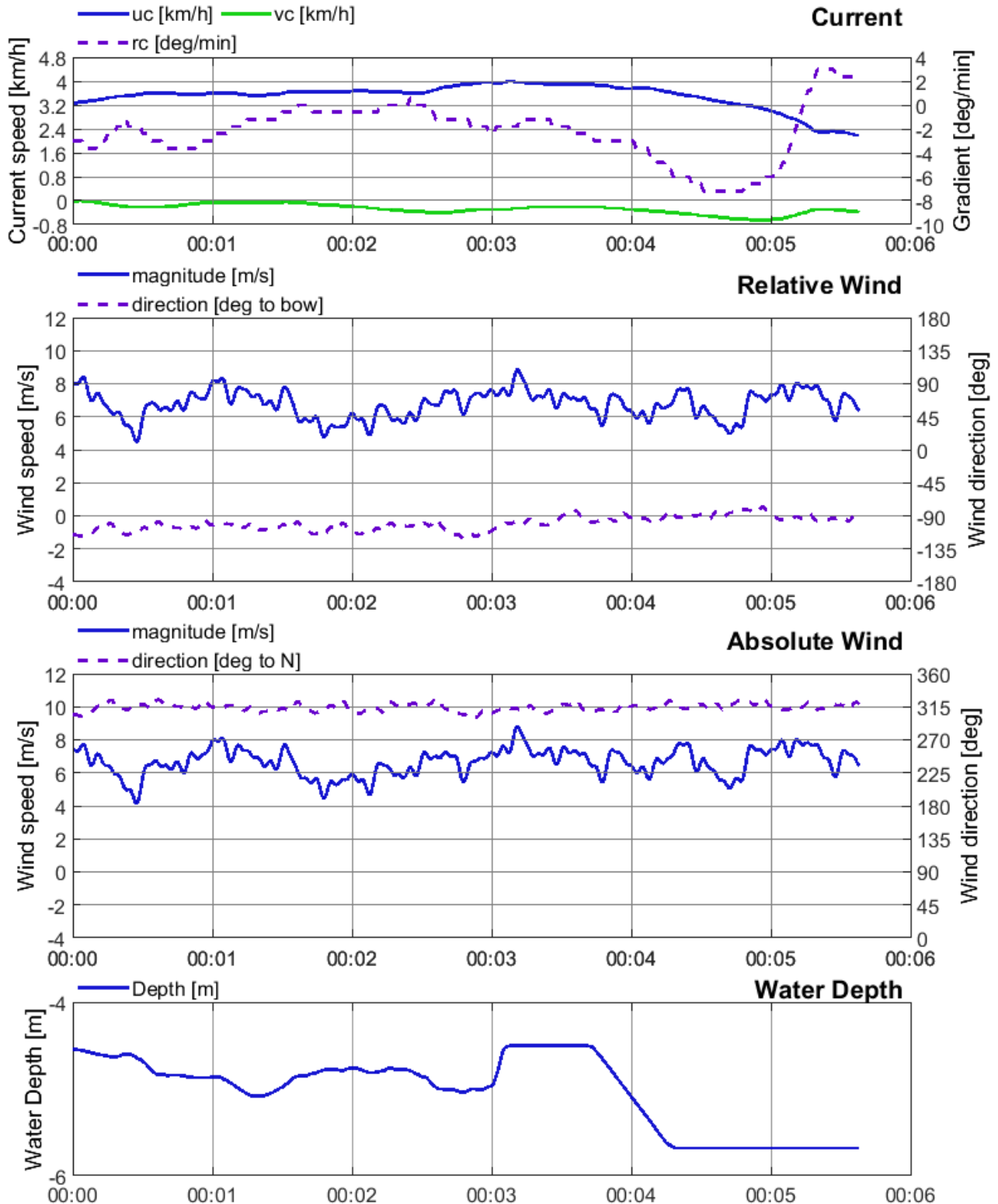
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Manoevreren

HAREL035

05/06/2019

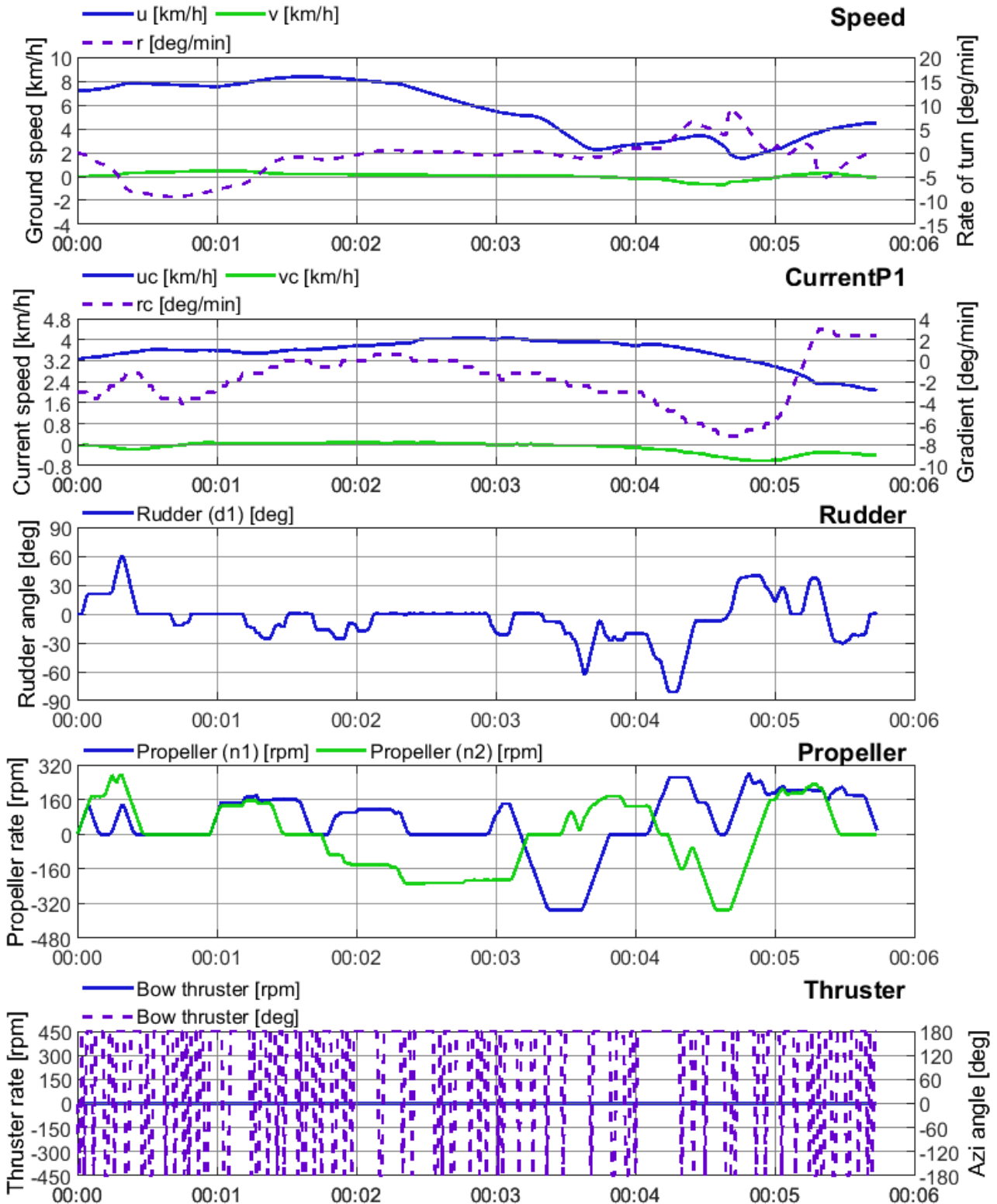
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL035

05/06/2019

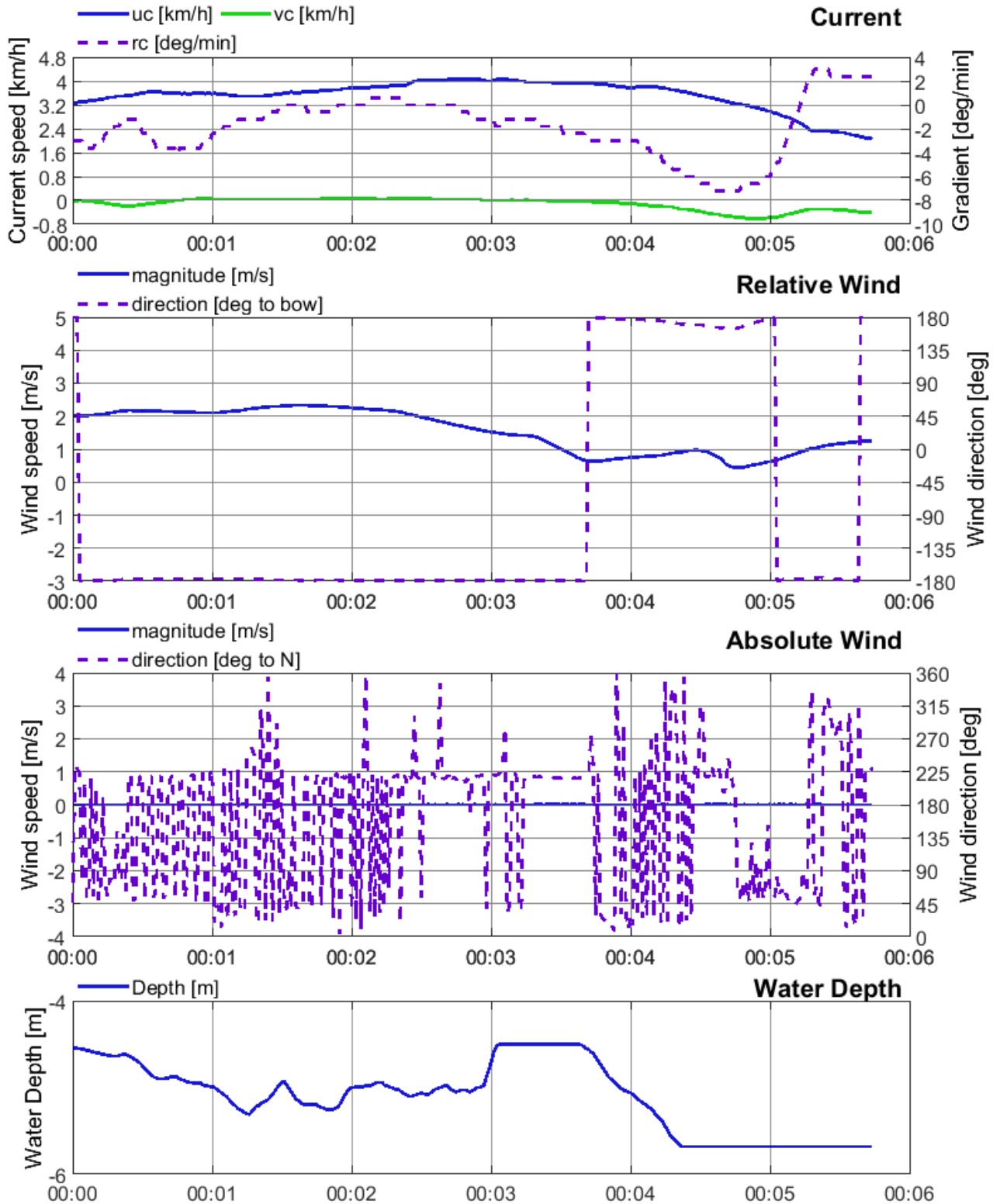
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL036

05/06/2019

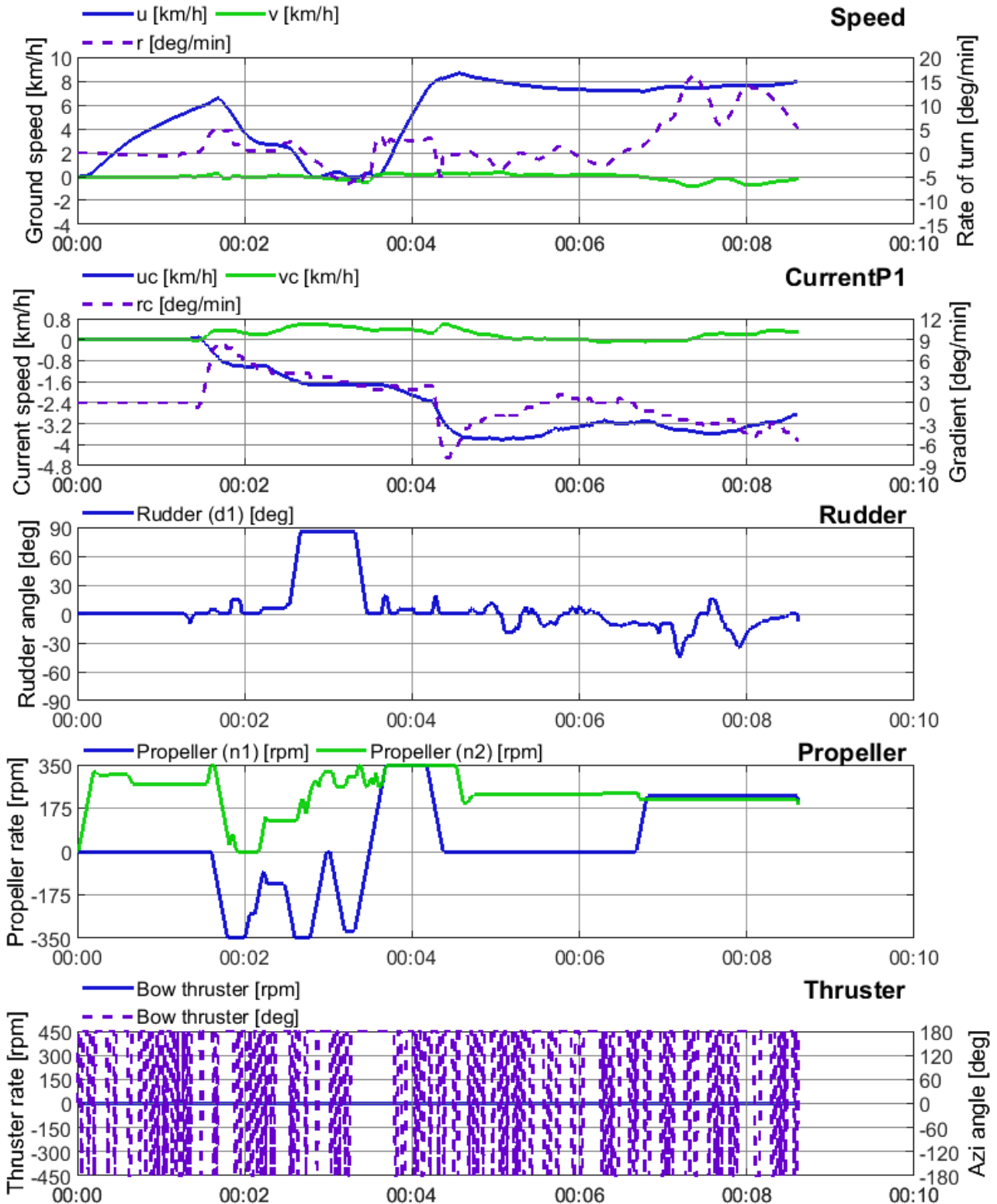
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL036

05/06/2019

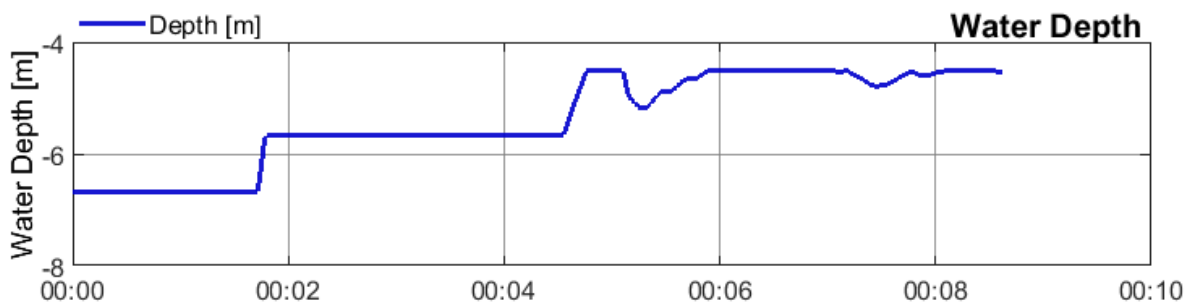
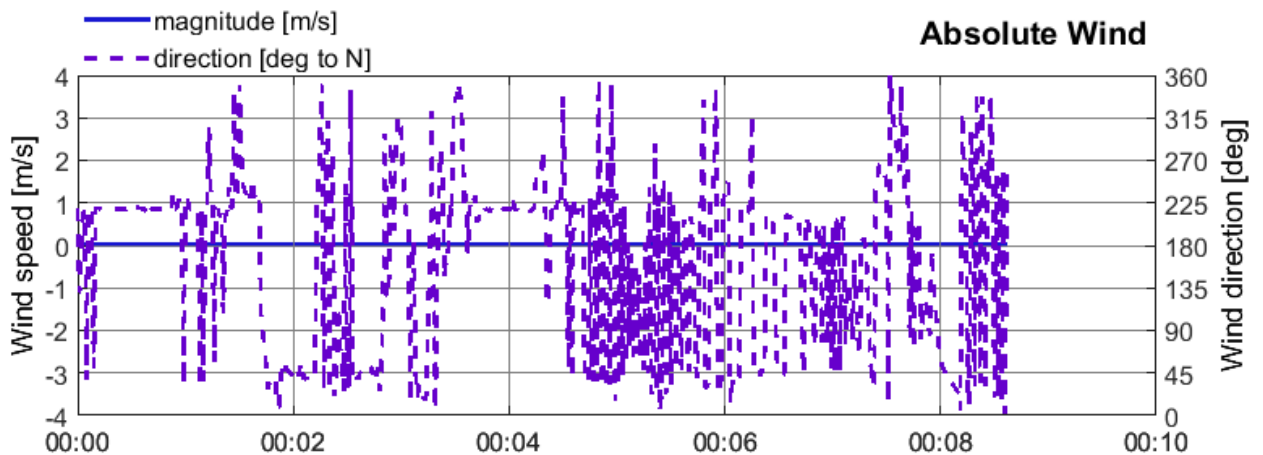
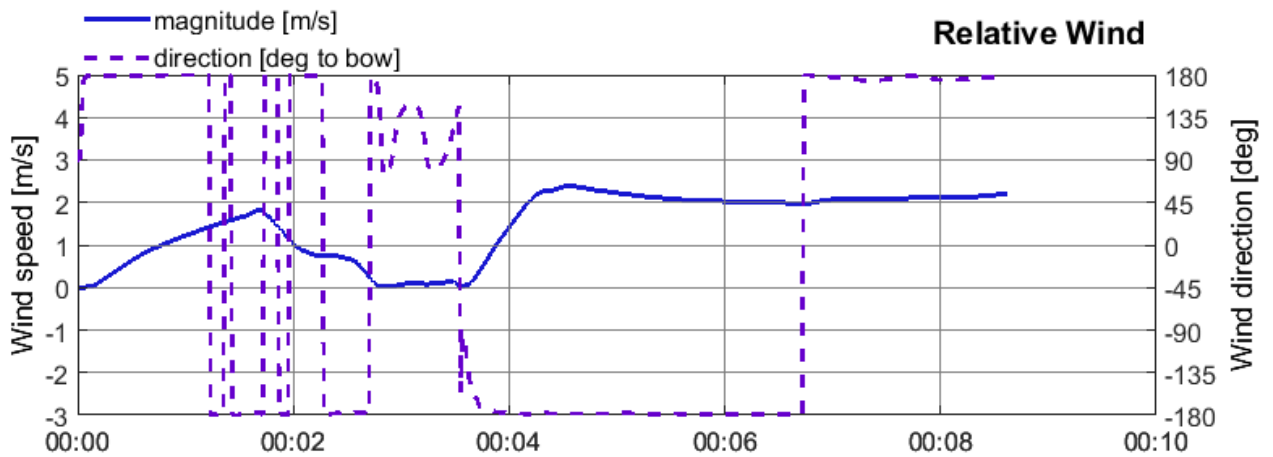
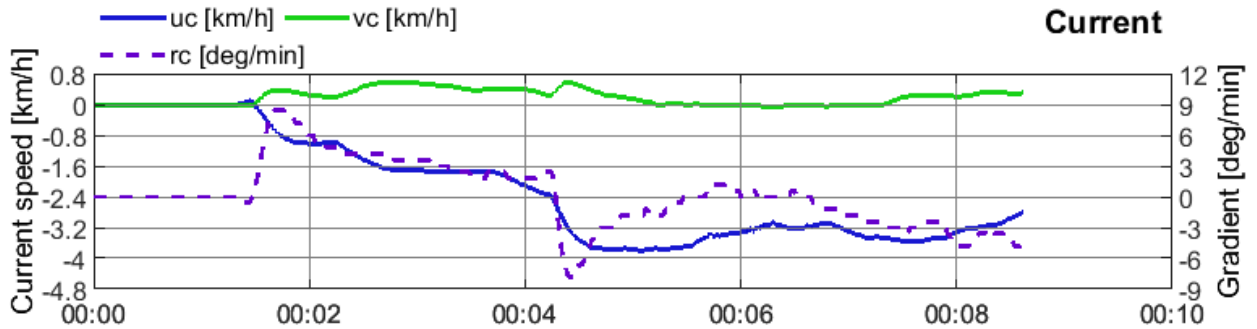
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL037

05/06/2019

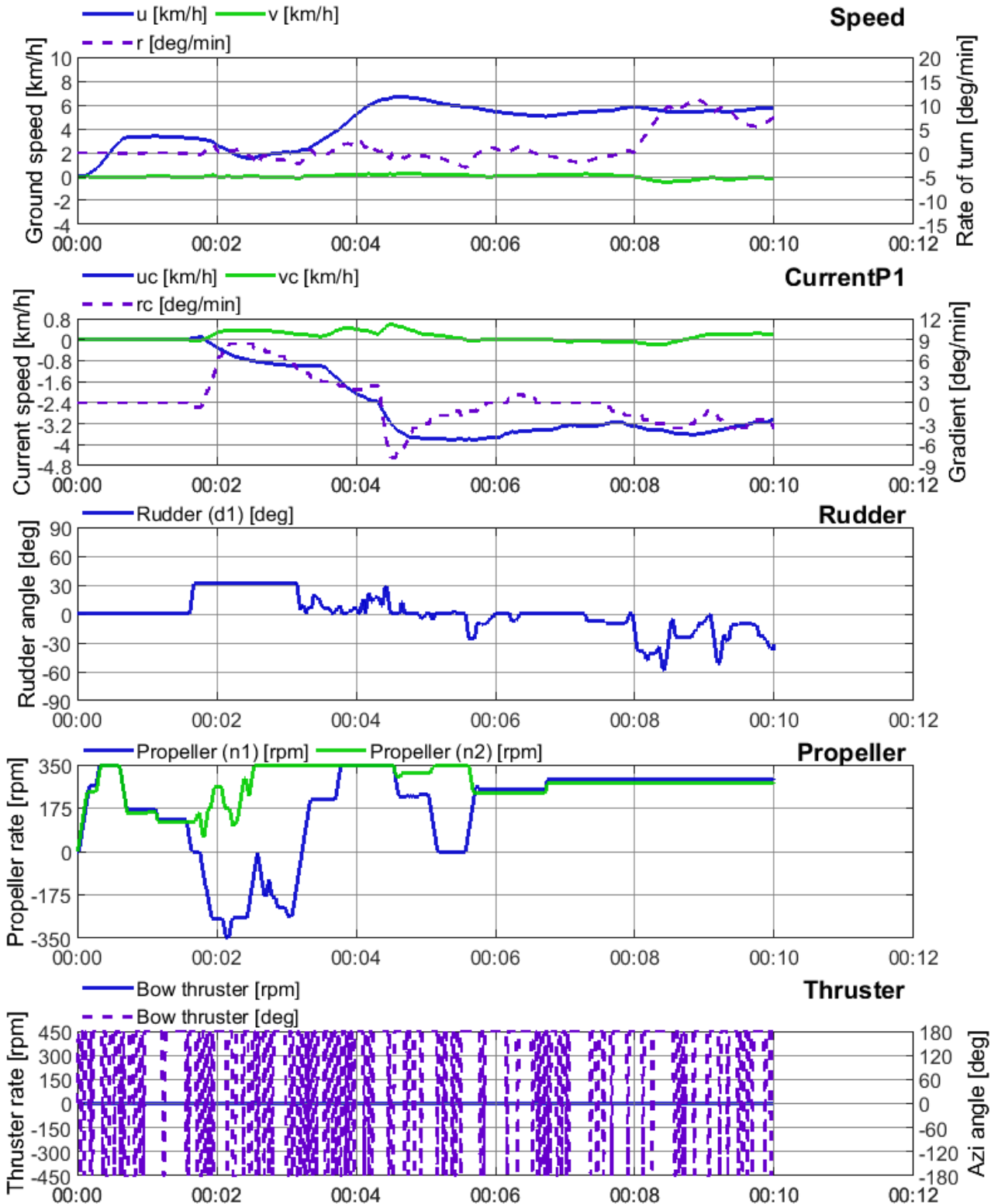
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL037

05/06/2019

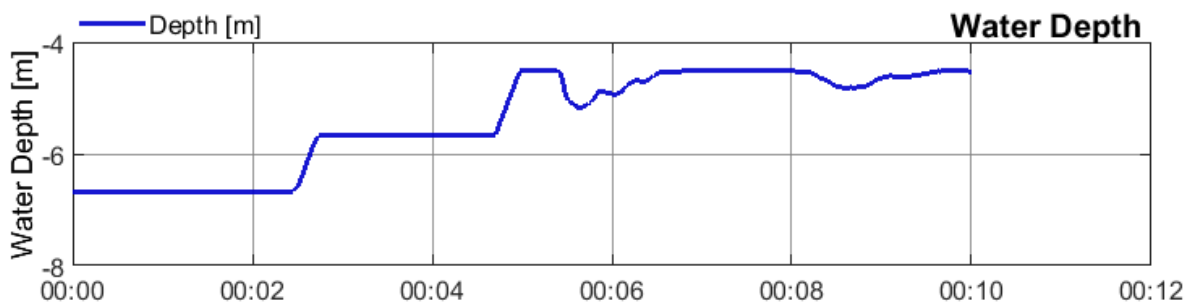
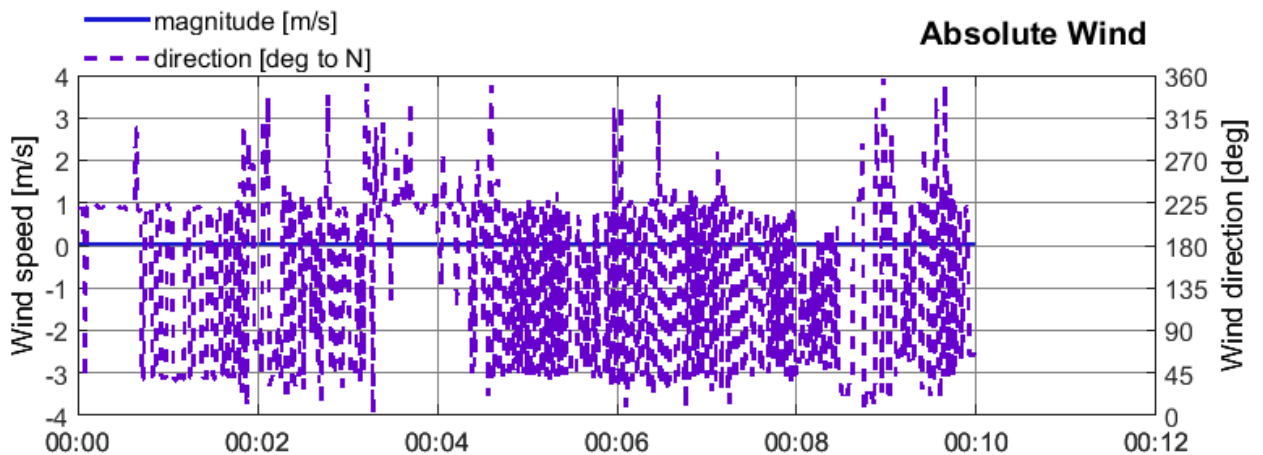
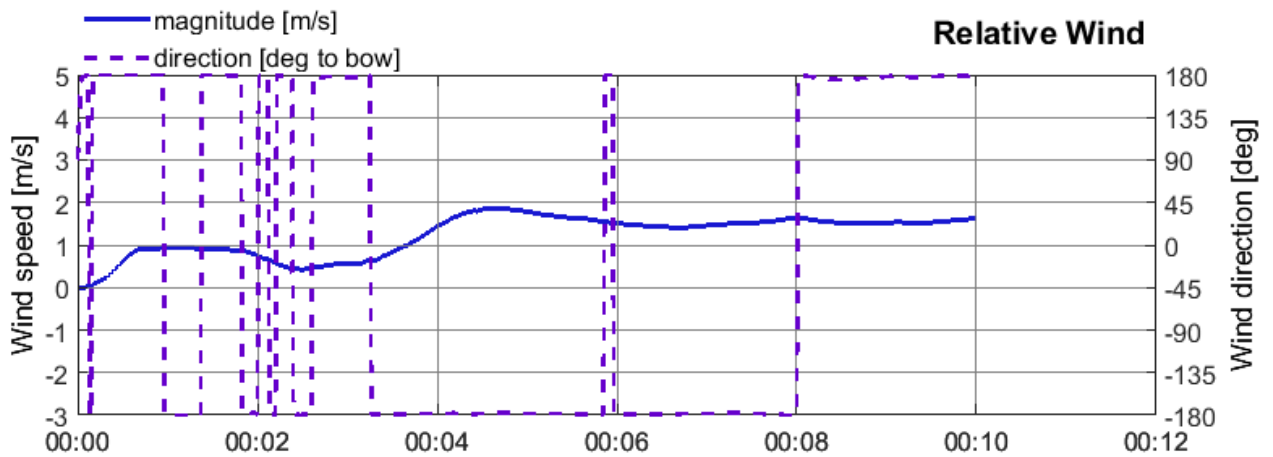
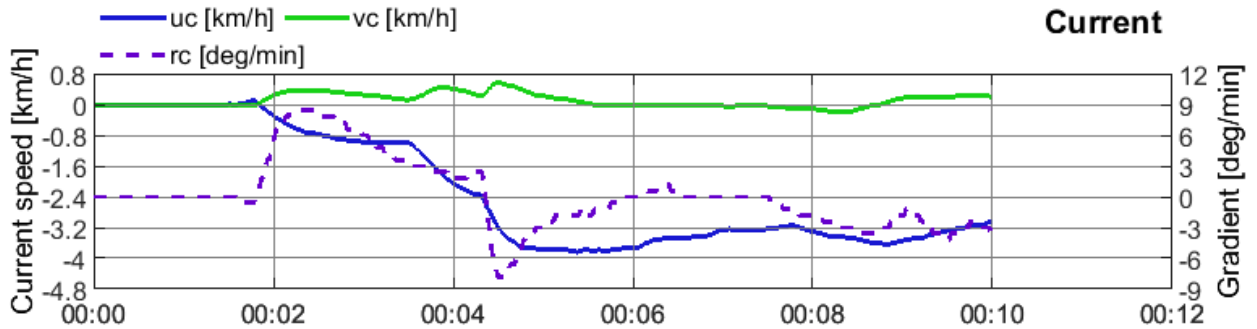
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Windstil



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL038

05/06/2019

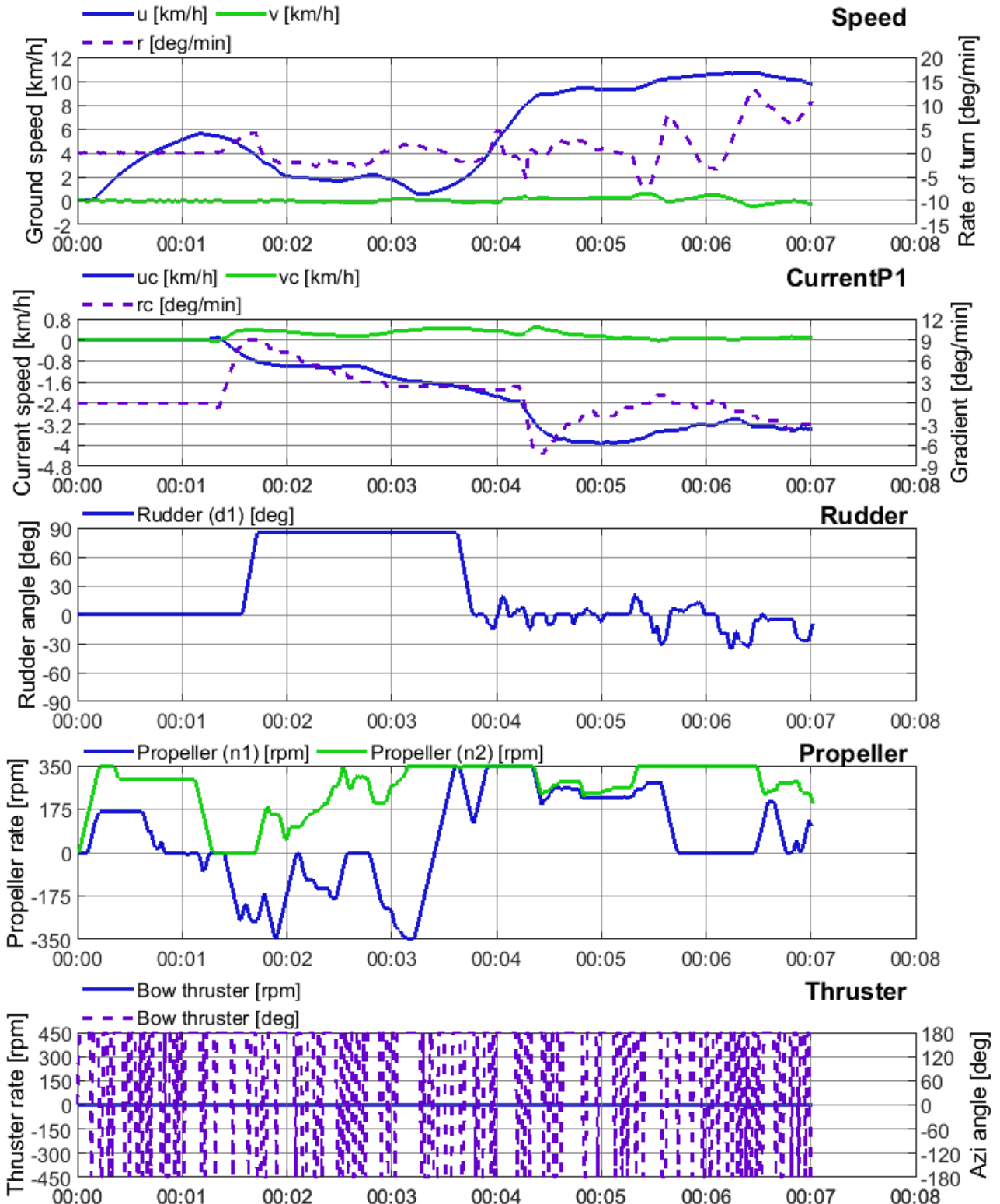
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL038

05/06/2019

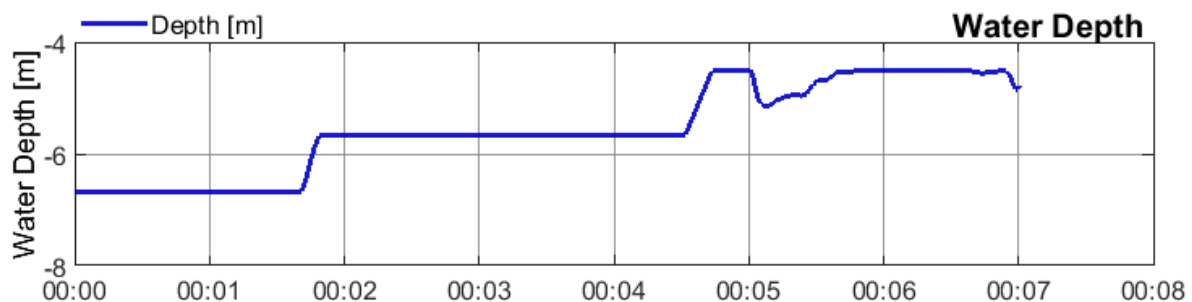
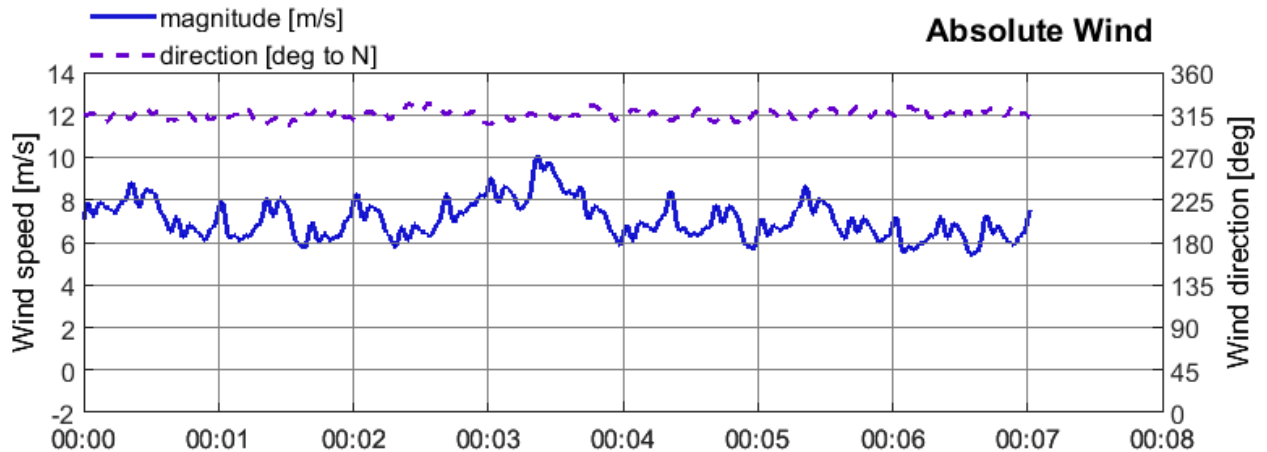
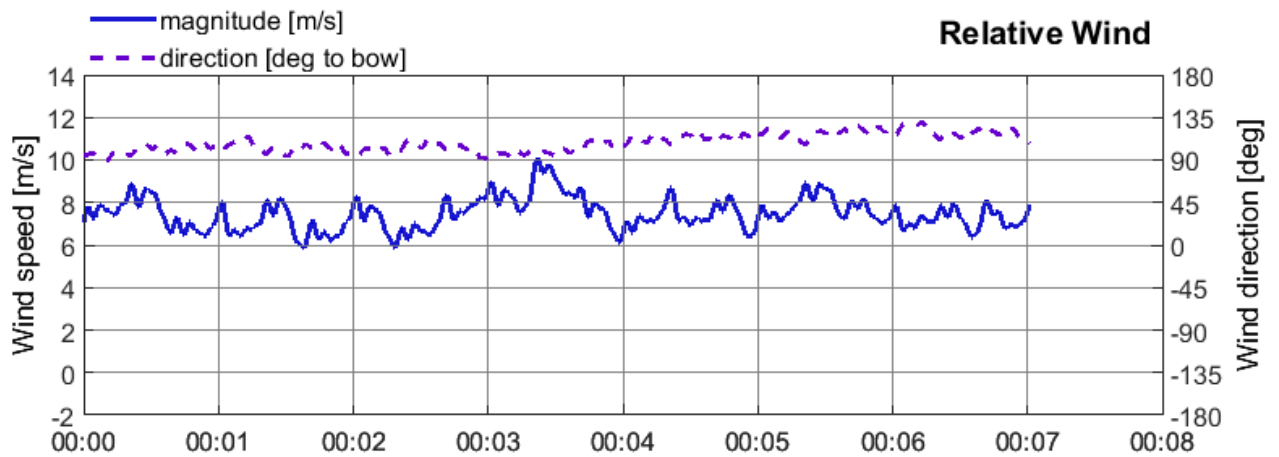
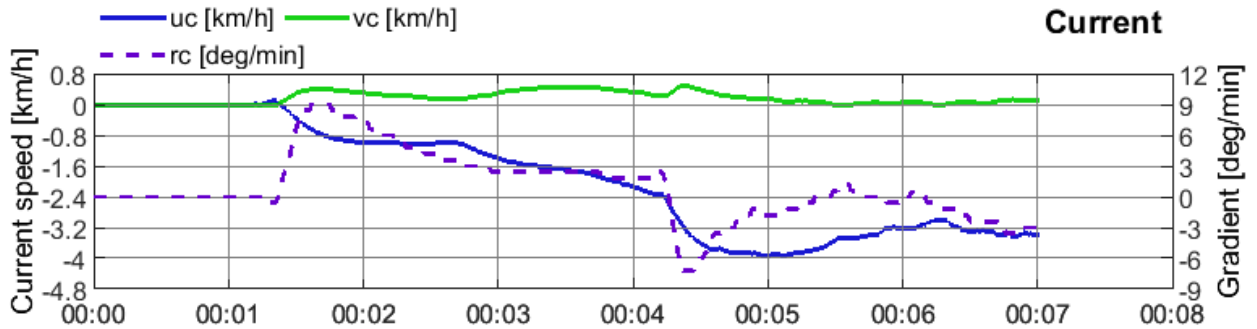
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL039

05/06/2019

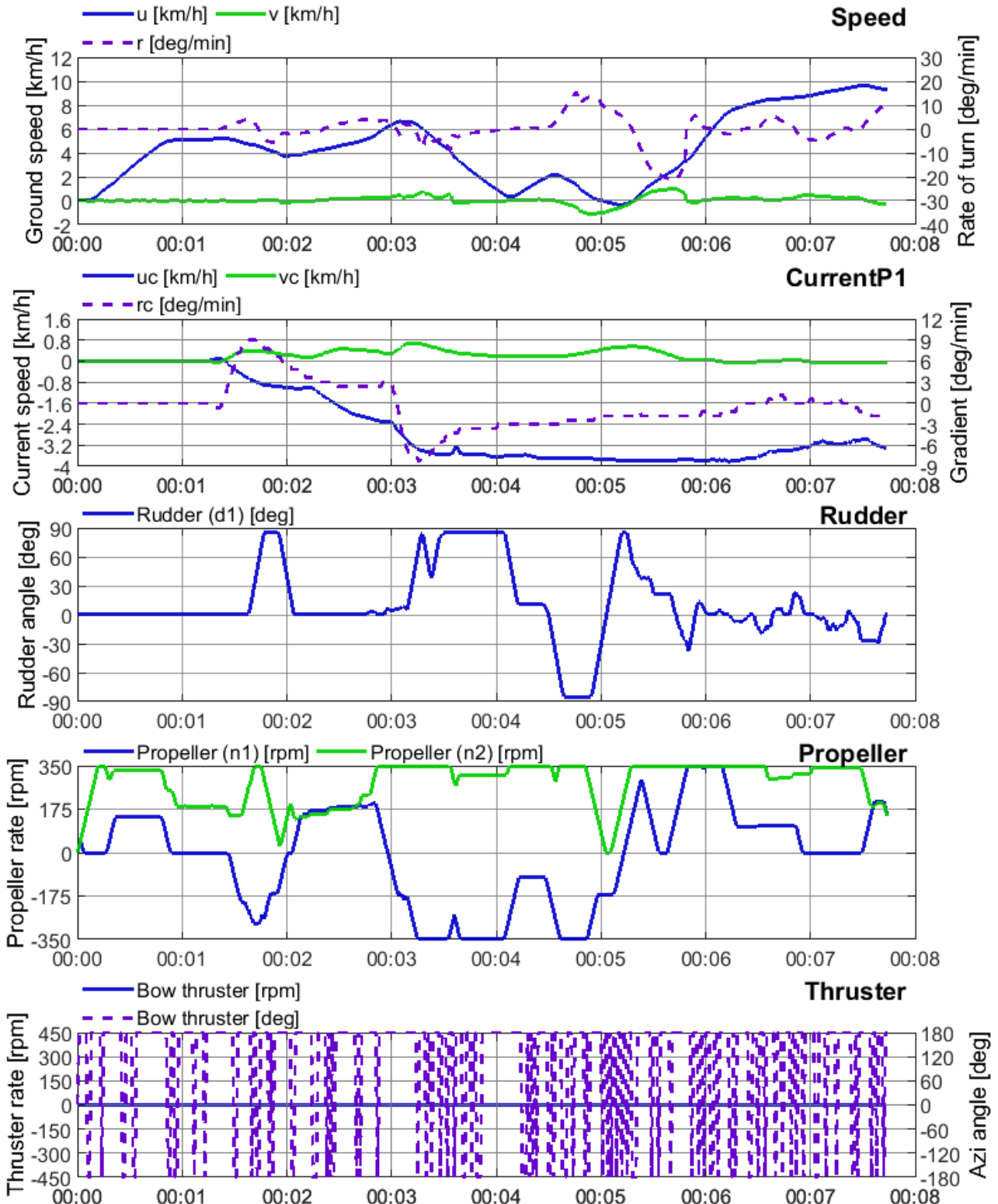
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL039

05/06/2019

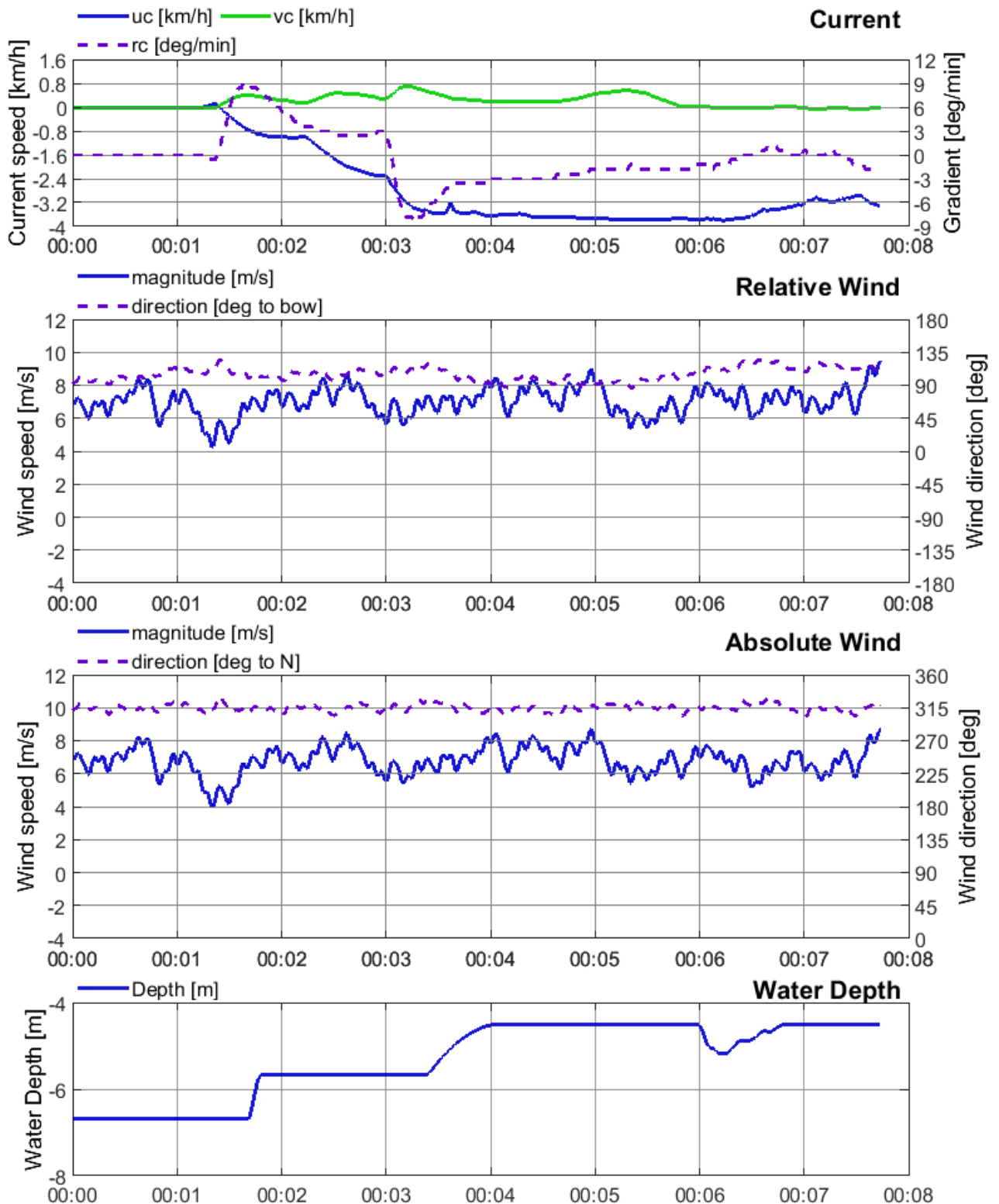
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL040

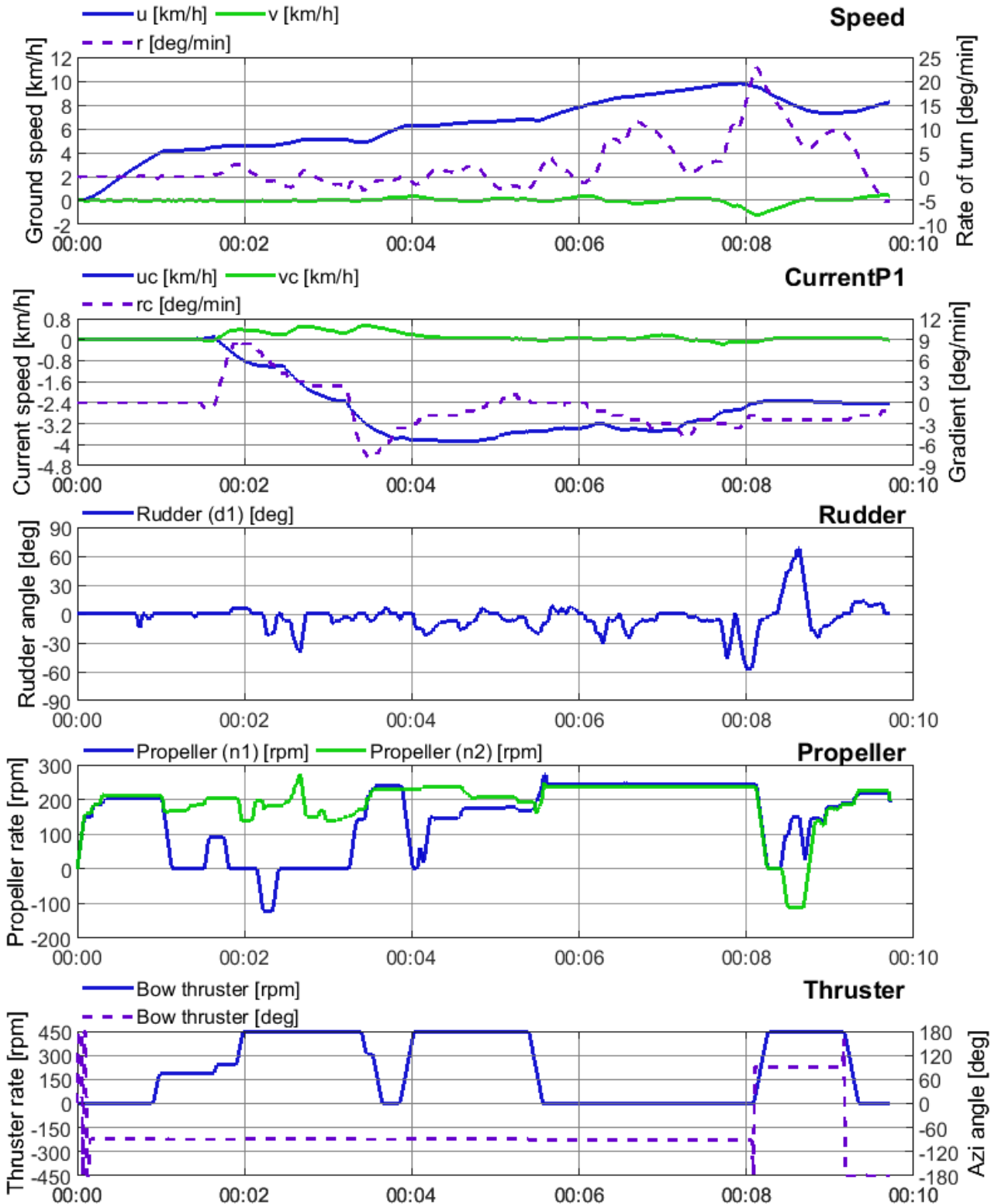
05/06/2019

Vb duwkonvooi met 3 lagen containers: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL040

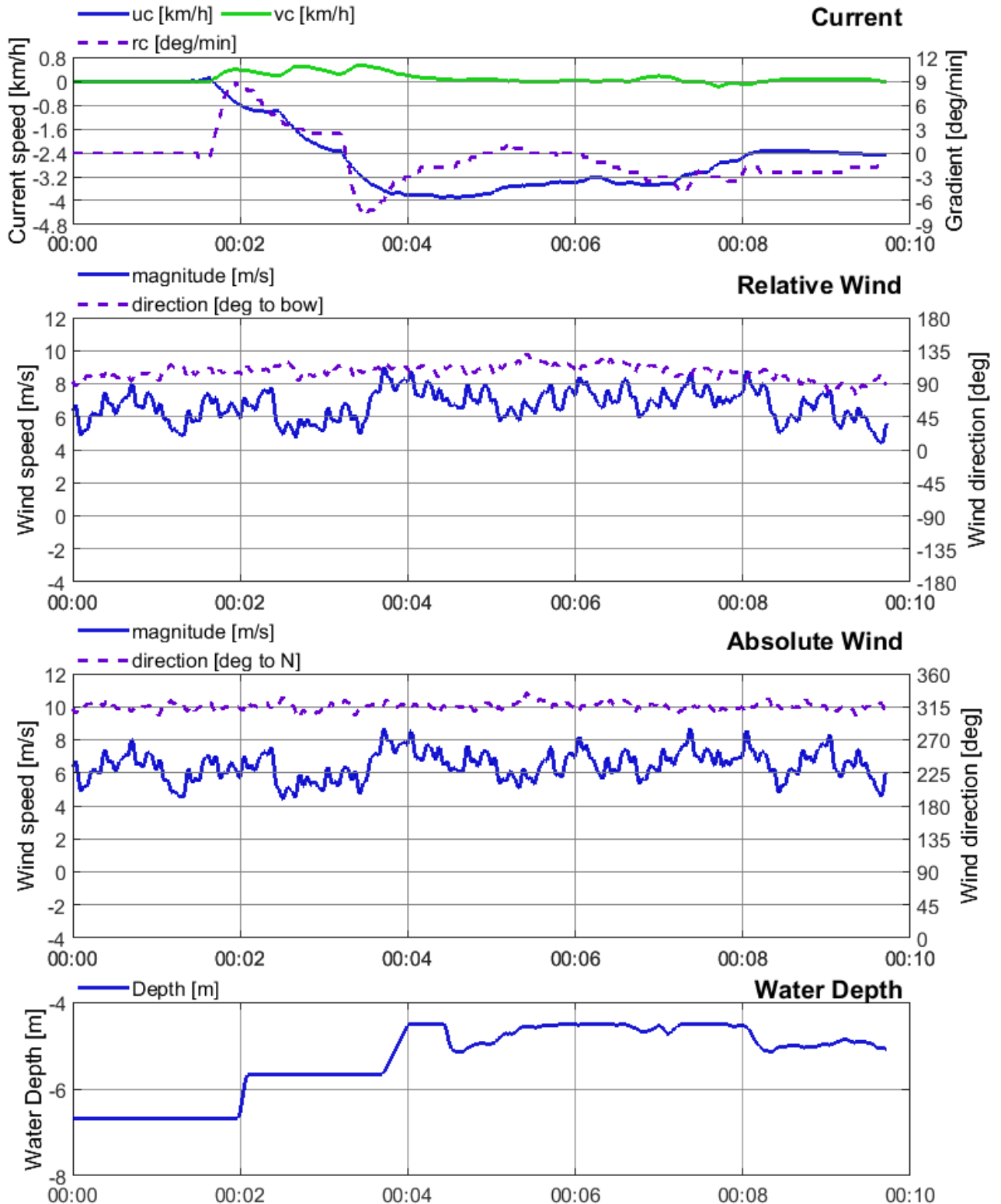
05/06/2019

Vb duwkonvooi met 3 lagen containers: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL041

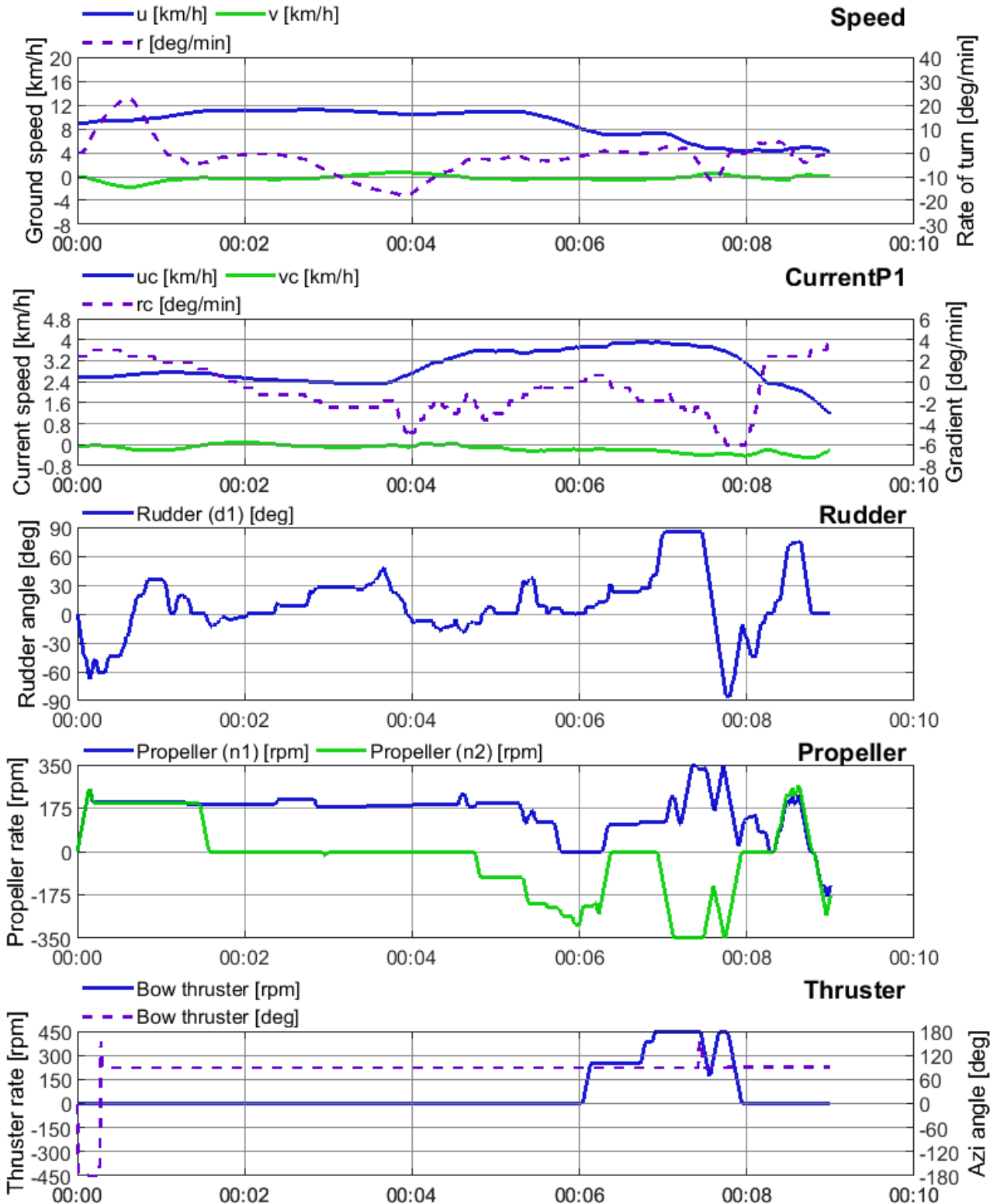
05/06/2019

Vb duwkonvooi met 3 lagen containers: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL041

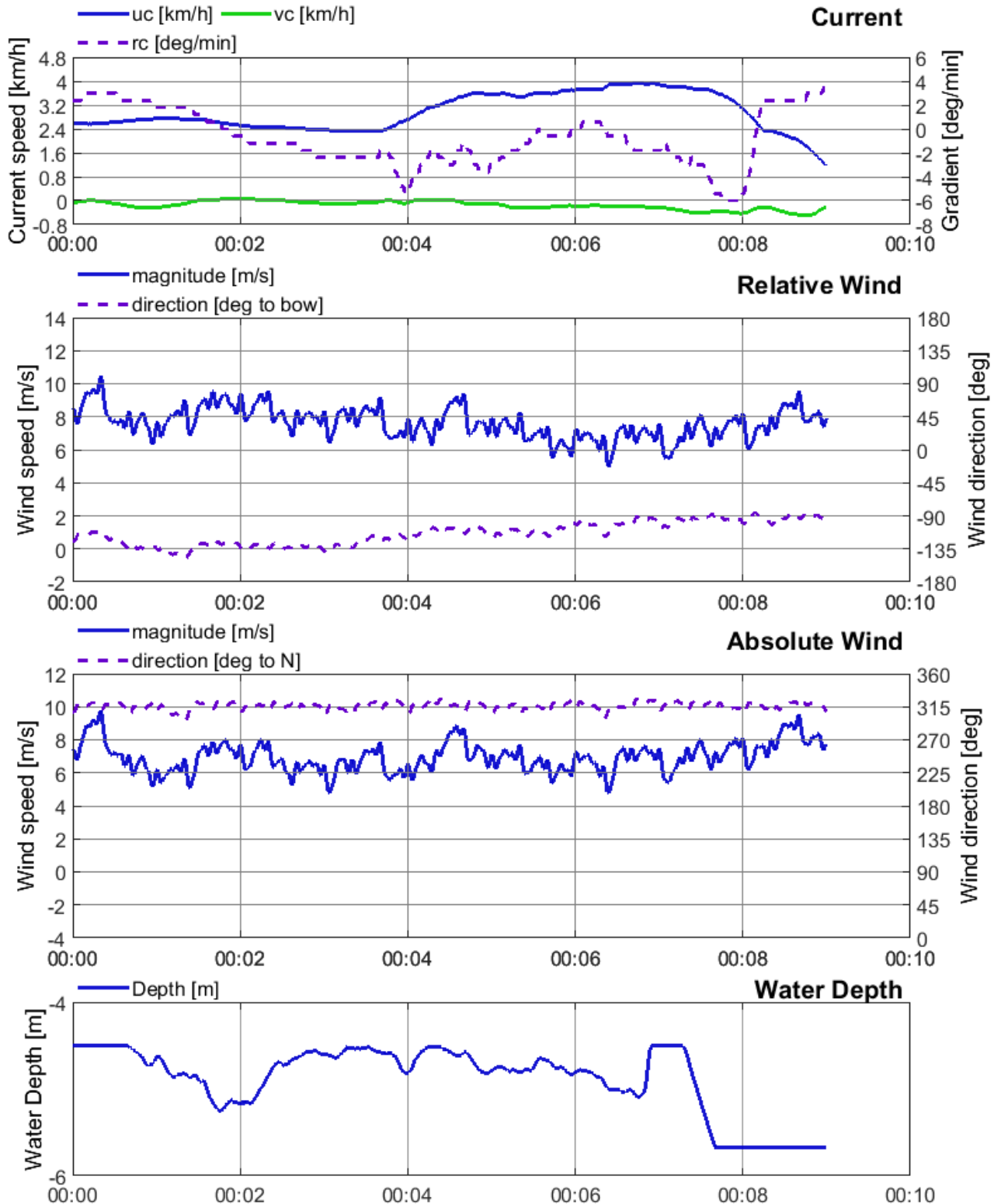
05/06/2019

Vb duwkonvooi met 3 lagen containers: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m
Boegschroef beschikbaar

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL042

05/06/2019

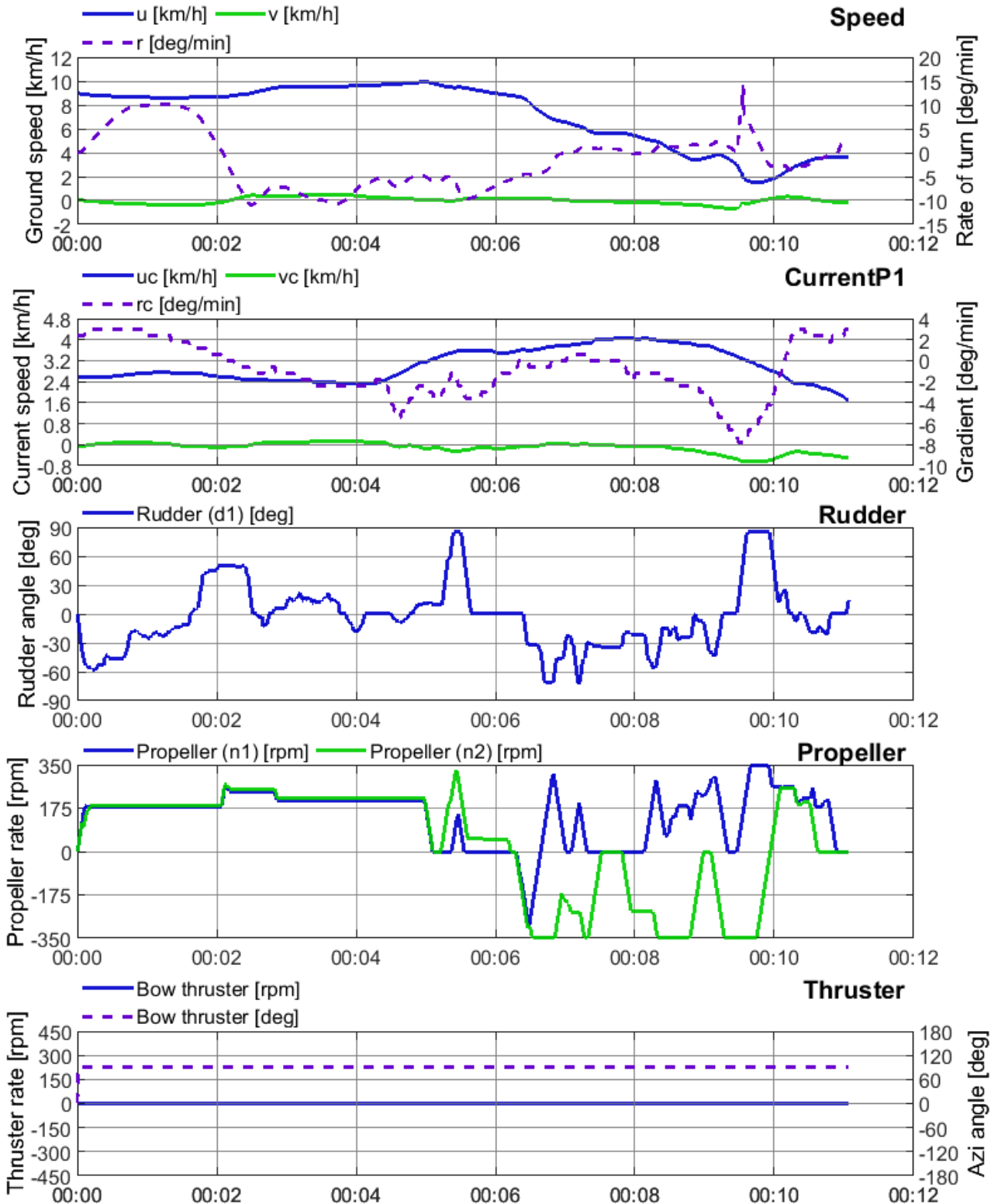
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL042

05/06/2019

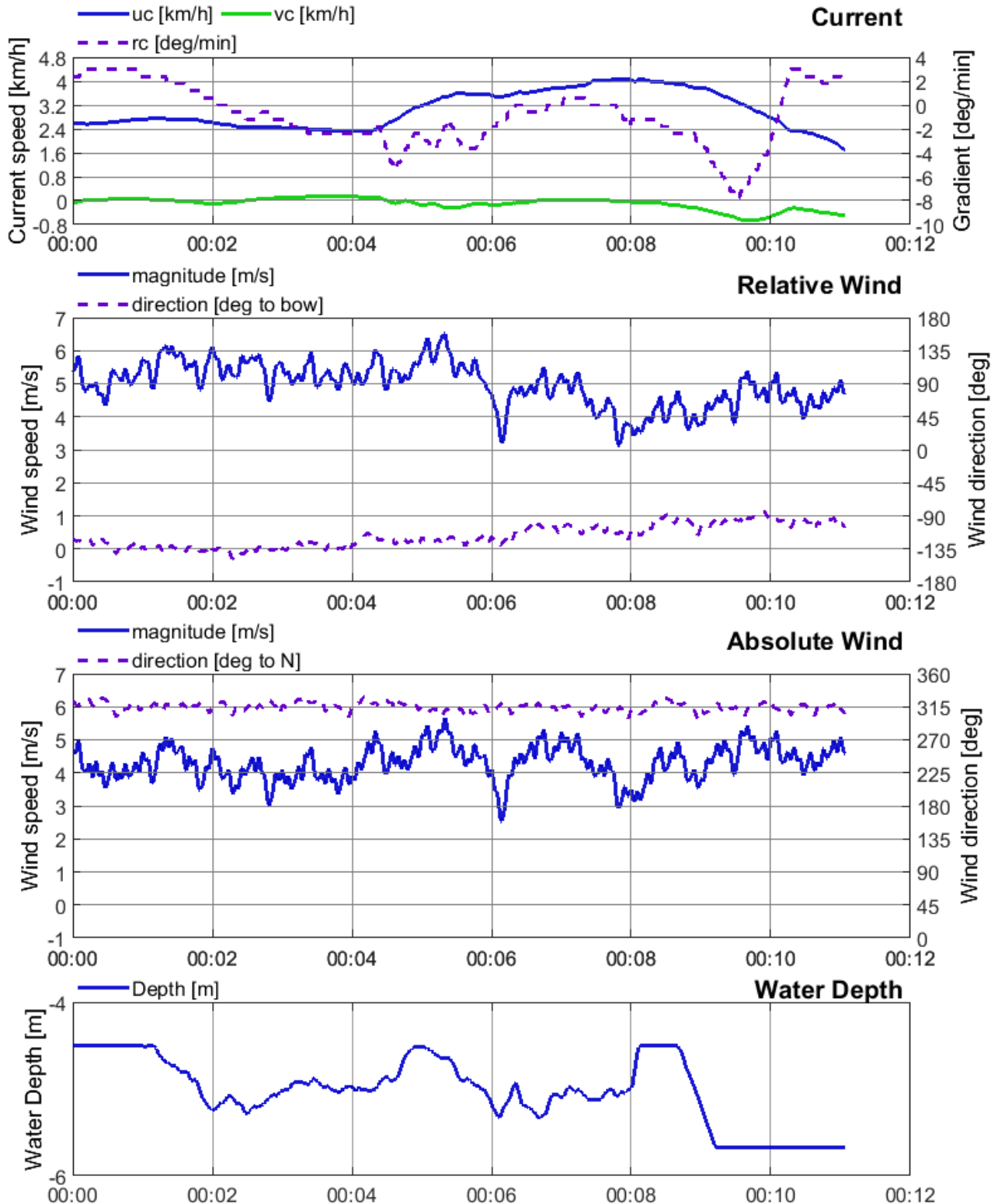
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisinvaart Bovenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: ZO3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL043

05/06/2019

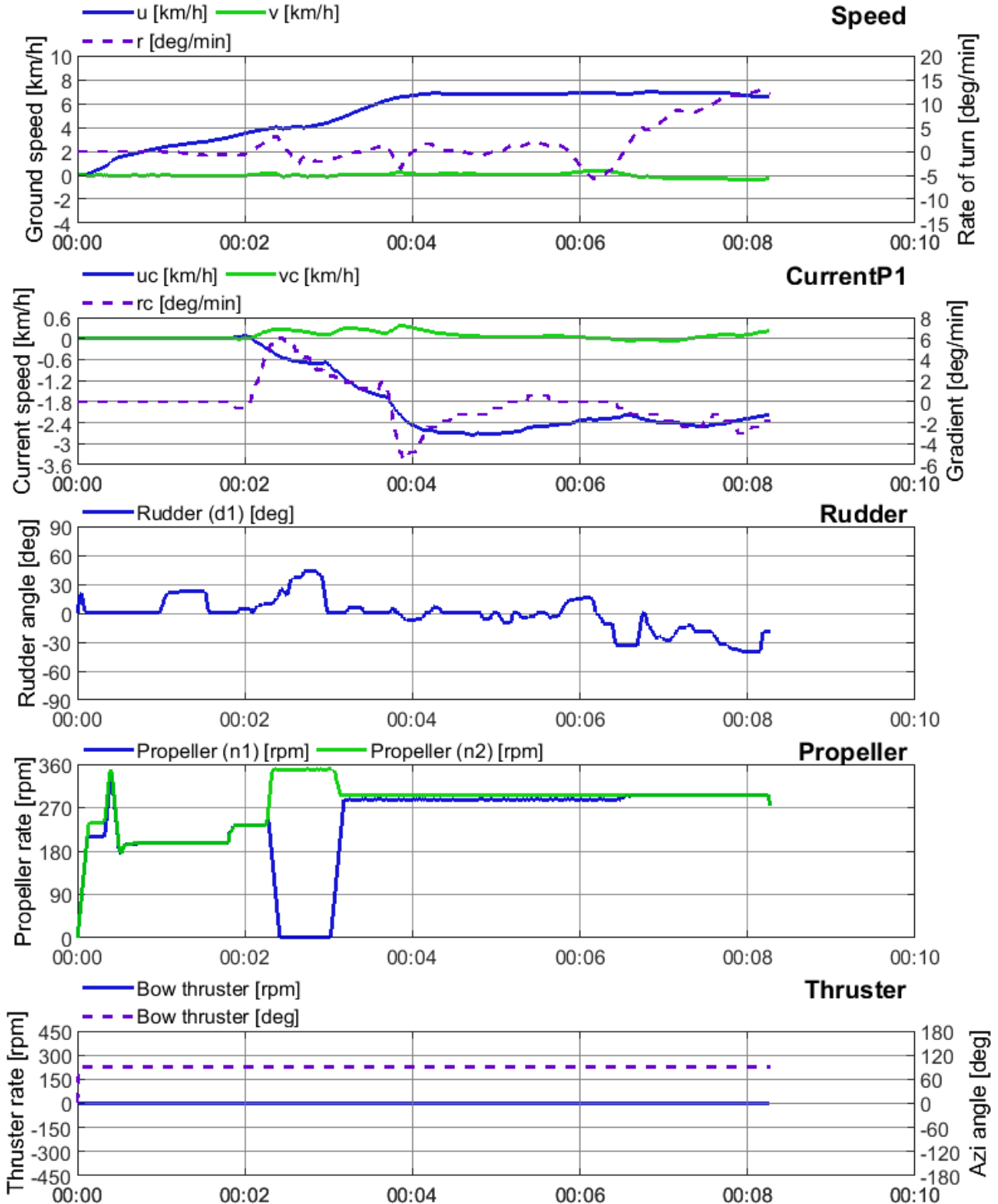
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 140 m³/s

Wind: ZO3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL043

05/06/2019

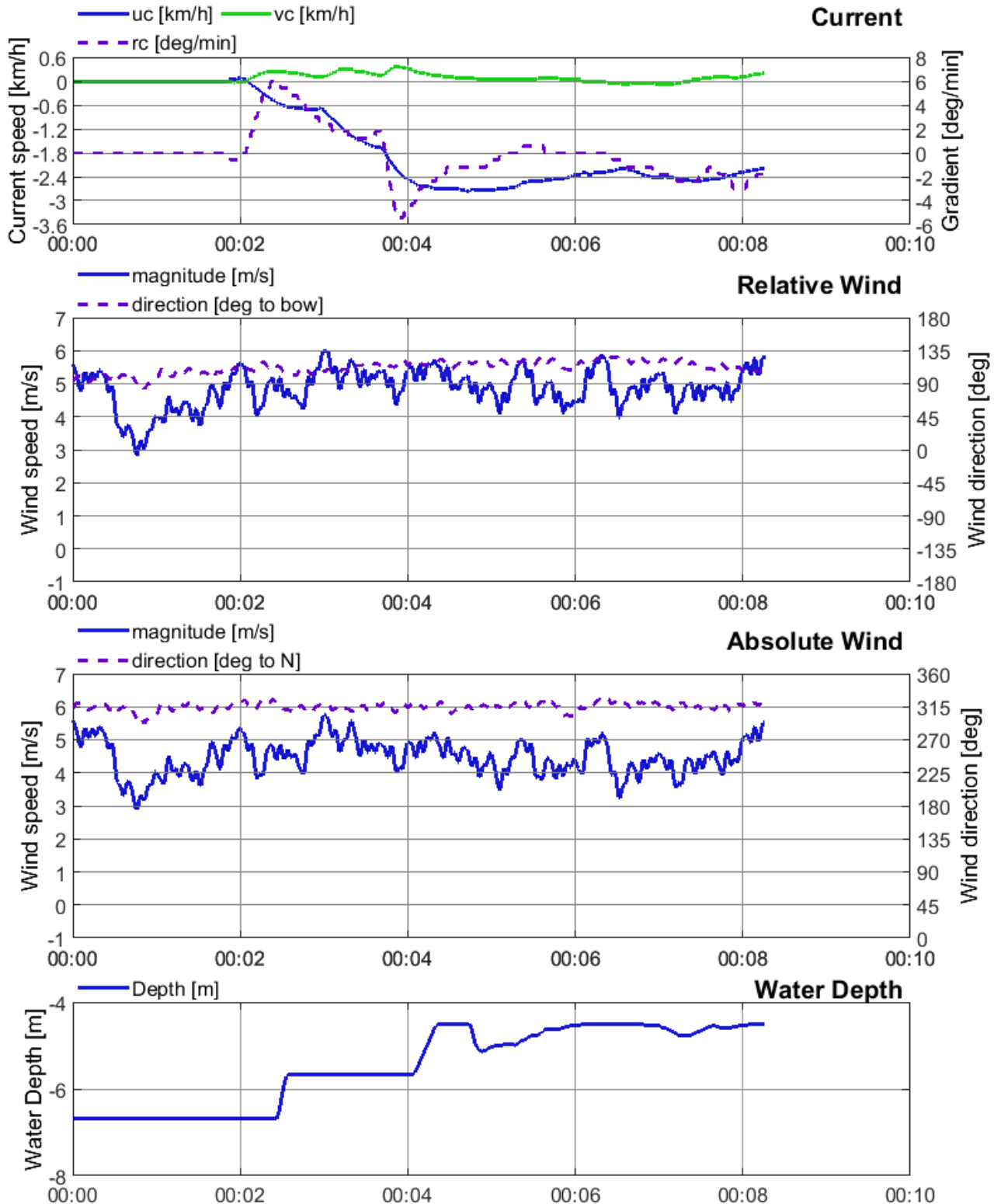
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Bovenpand

Debiet: 140 m³/s

Wind: ZO3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL044

05/06/2019

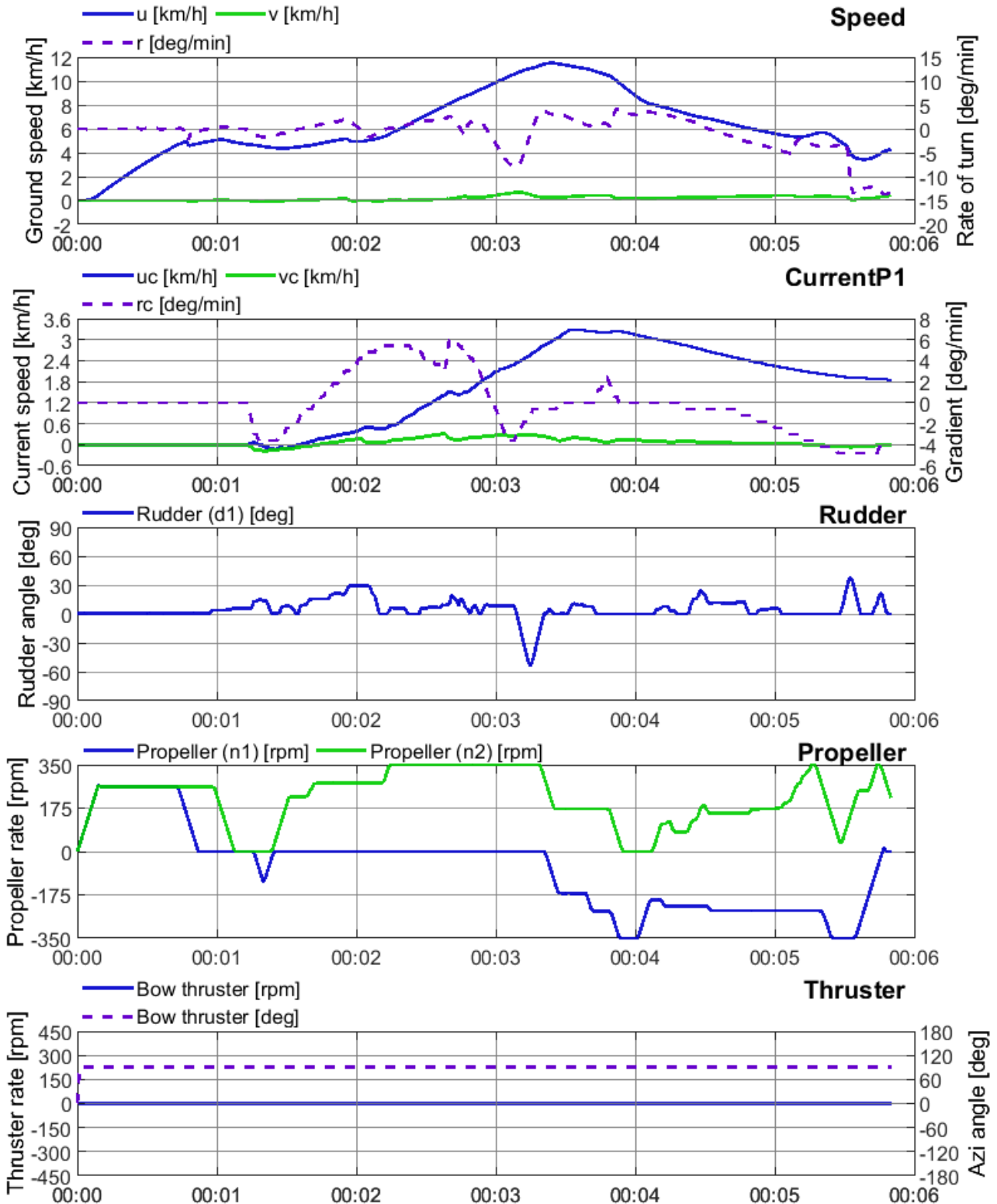
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL044

05/06/2019

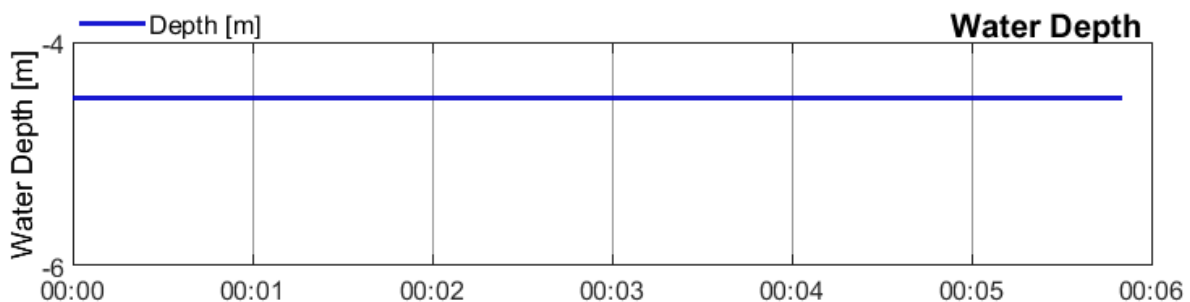
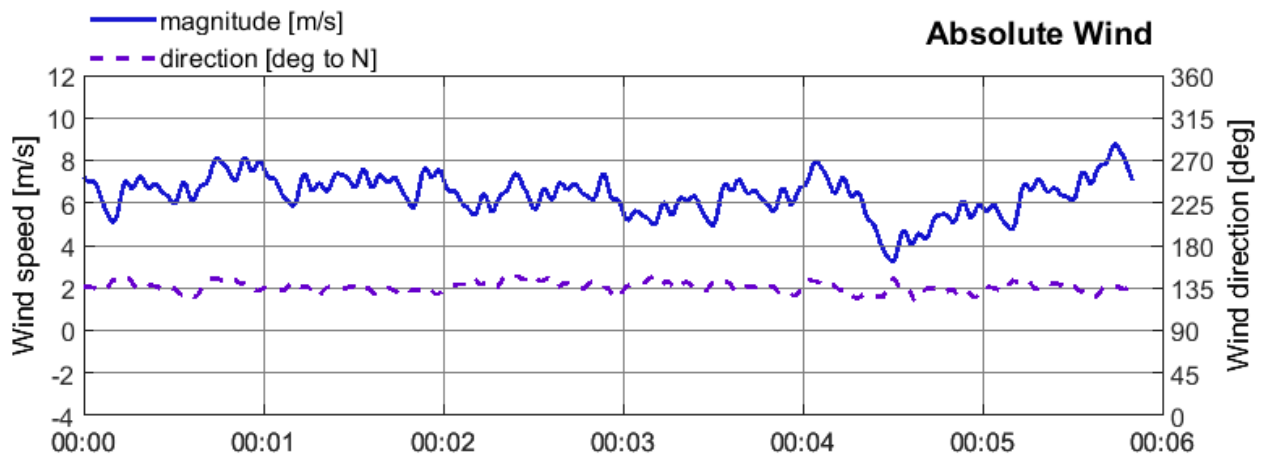
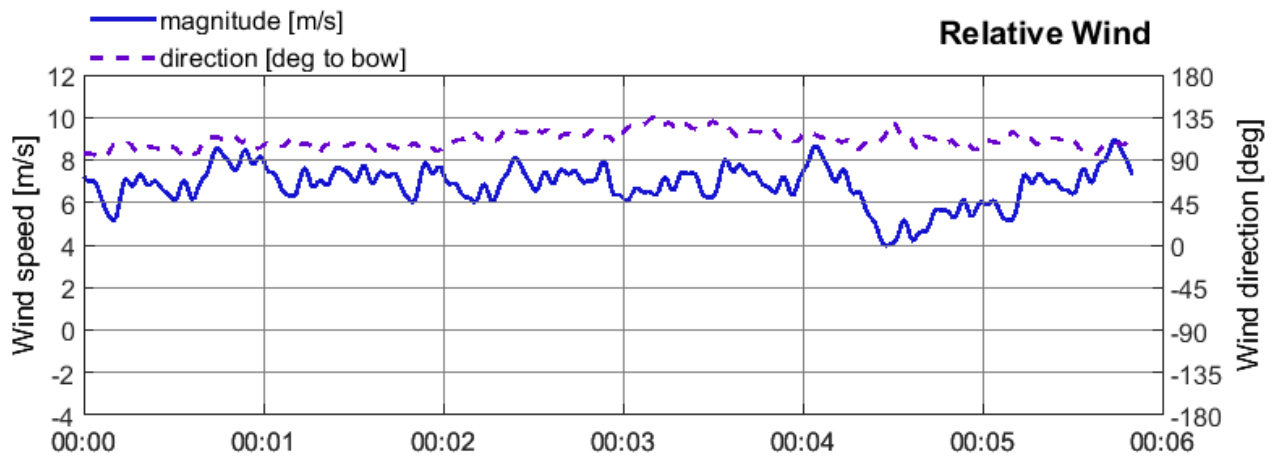
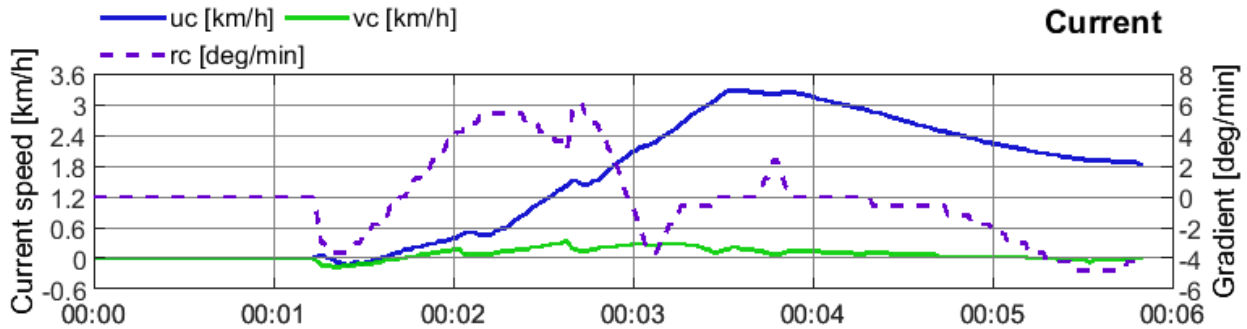
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 1.8 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW4



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL045

05/06/2019

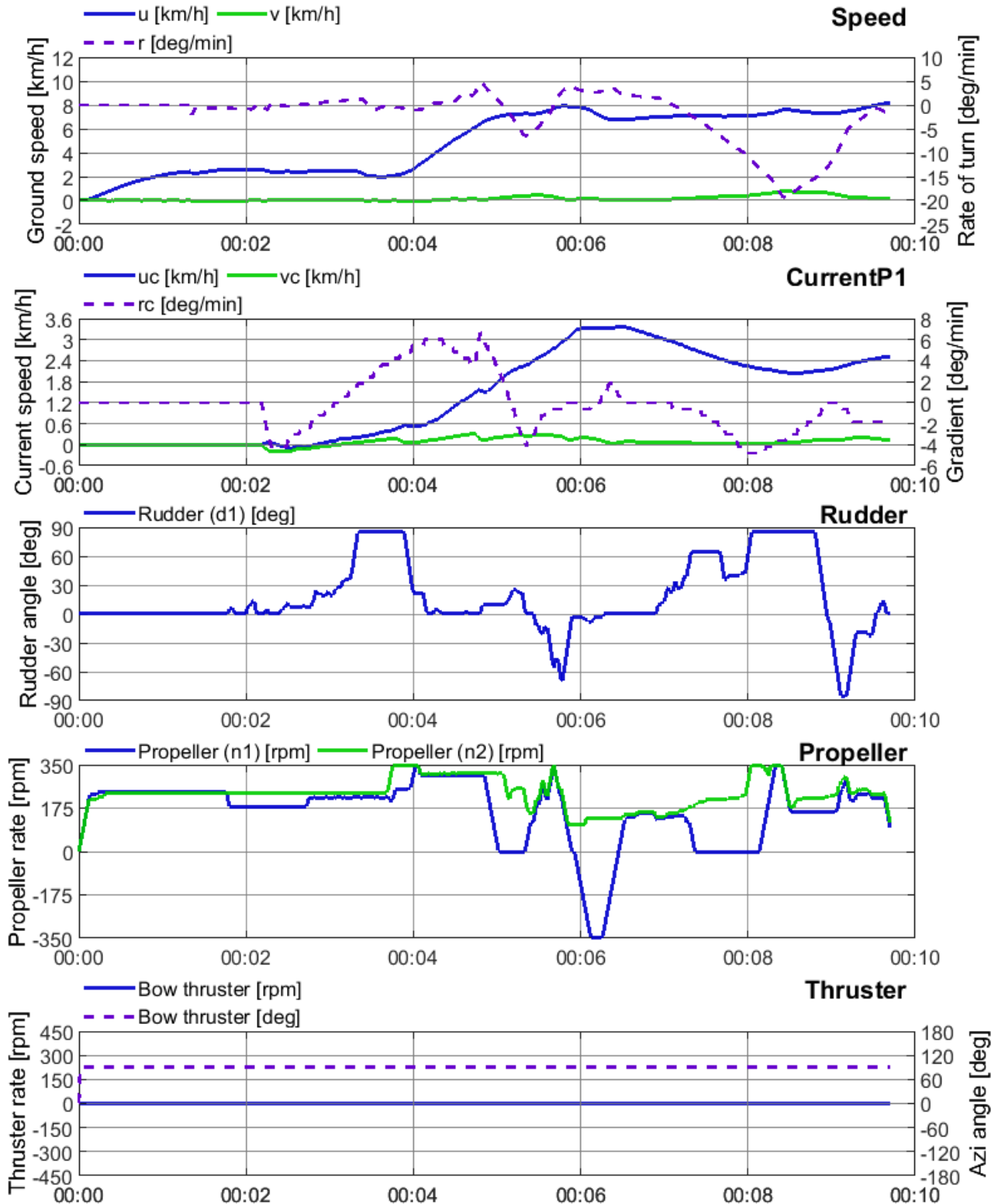
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL045

05/06/2019

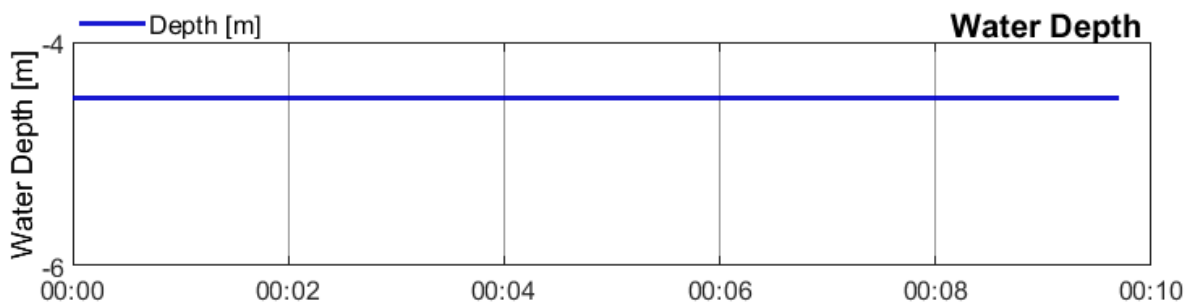
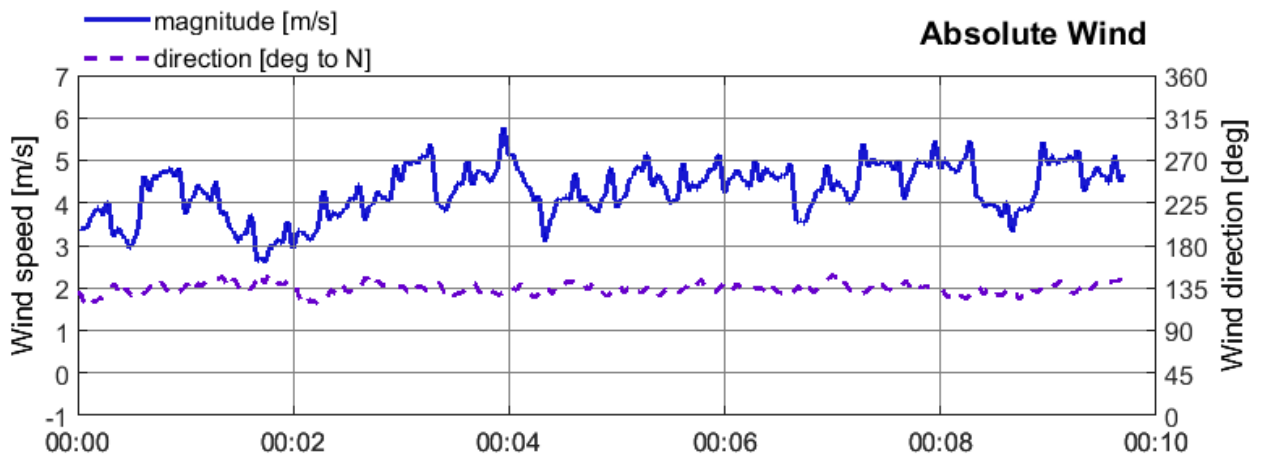
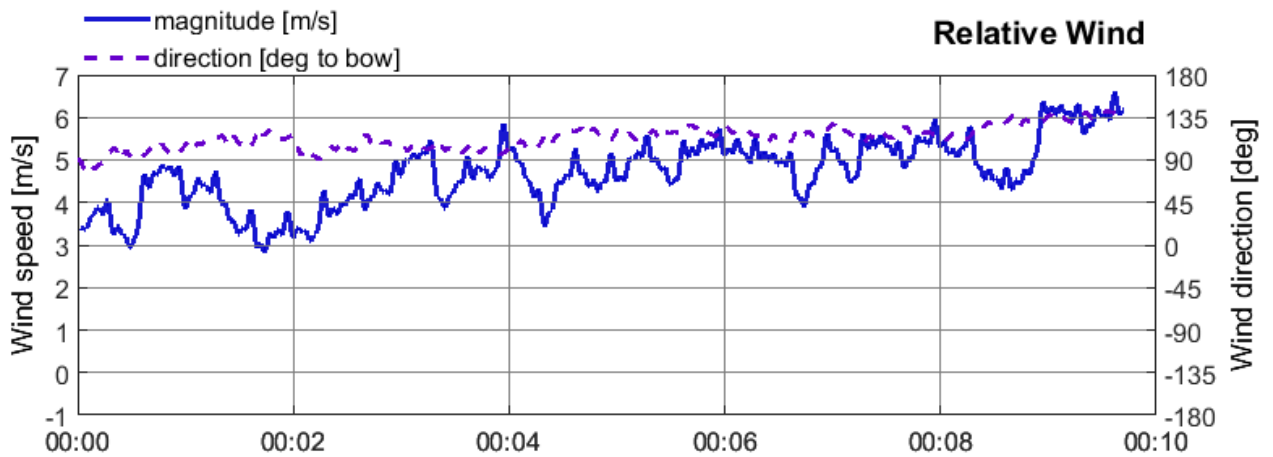
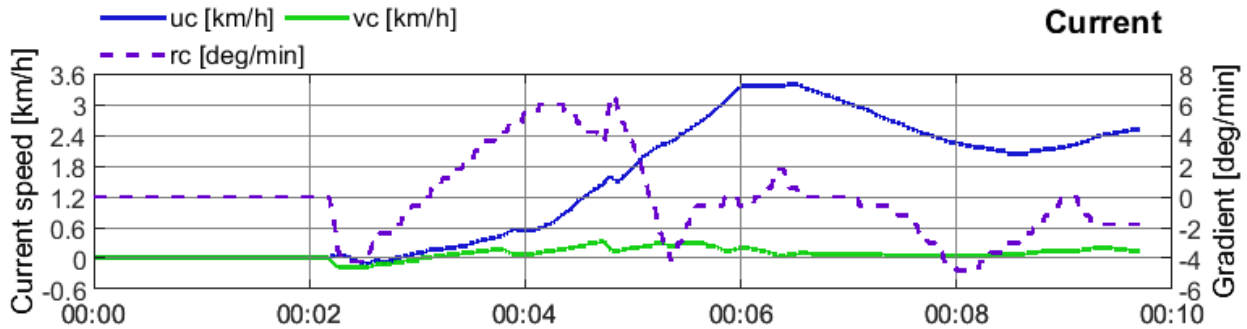
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Benedenpand

Debiet: 200 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Manoeuvreren

HAREL046

05/06/2019

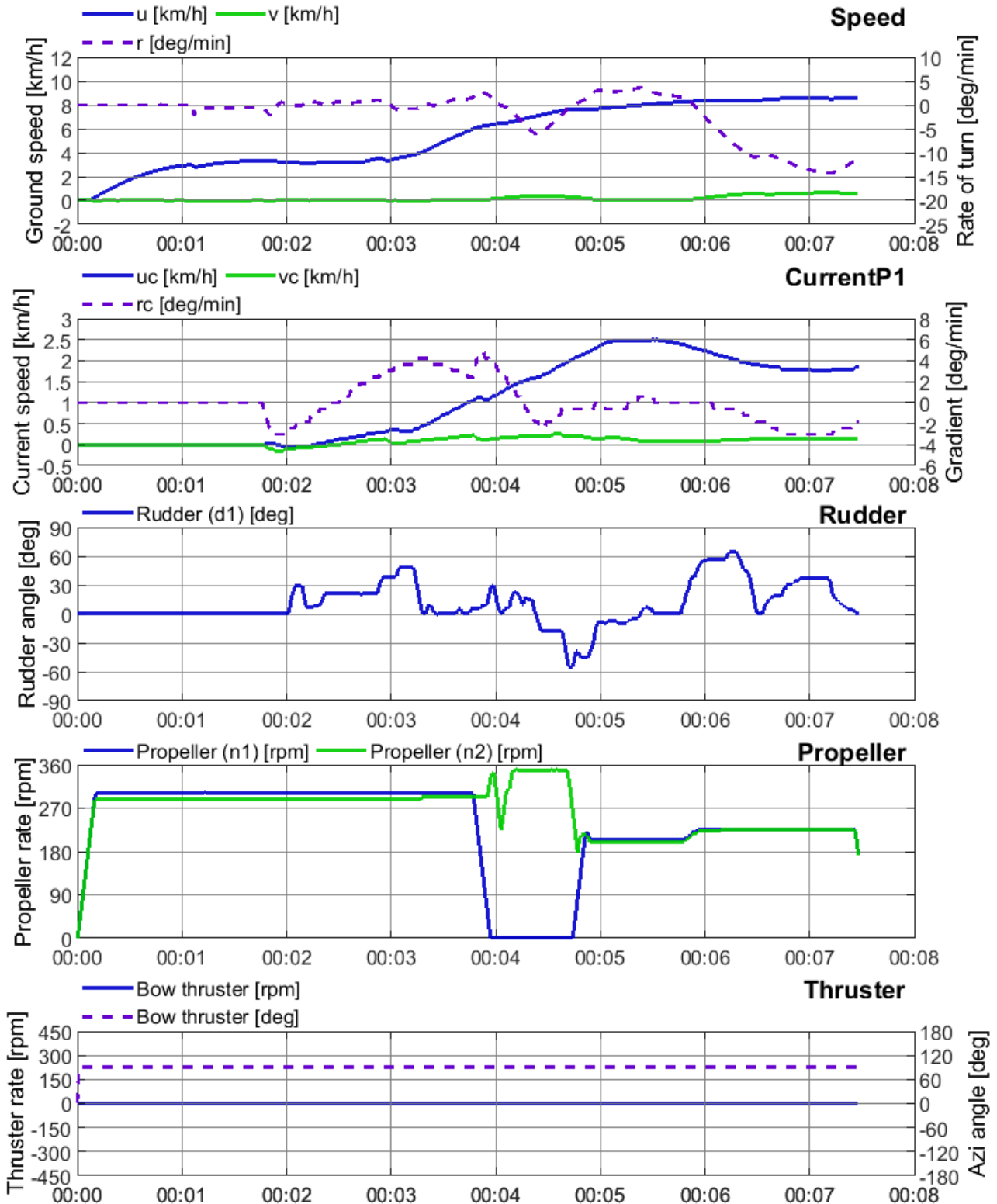
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Benedenpand

Debiet: 140 m³/s

Wind: NW3



[18 155] Harelbeke: Omgevingscondities

HAREL046

05/06/2019

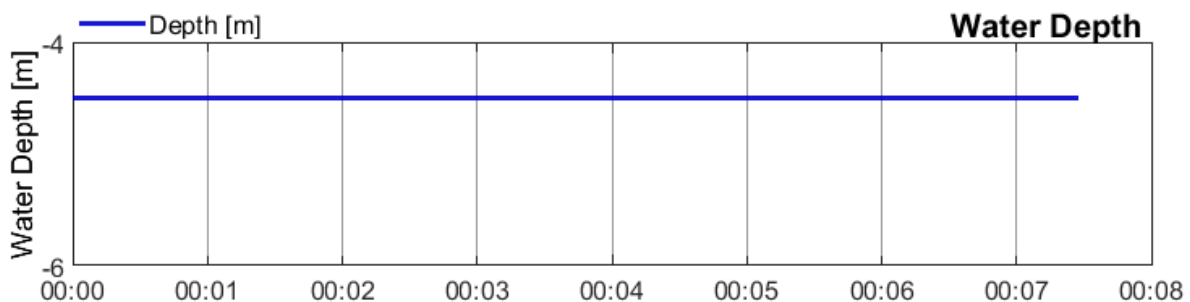
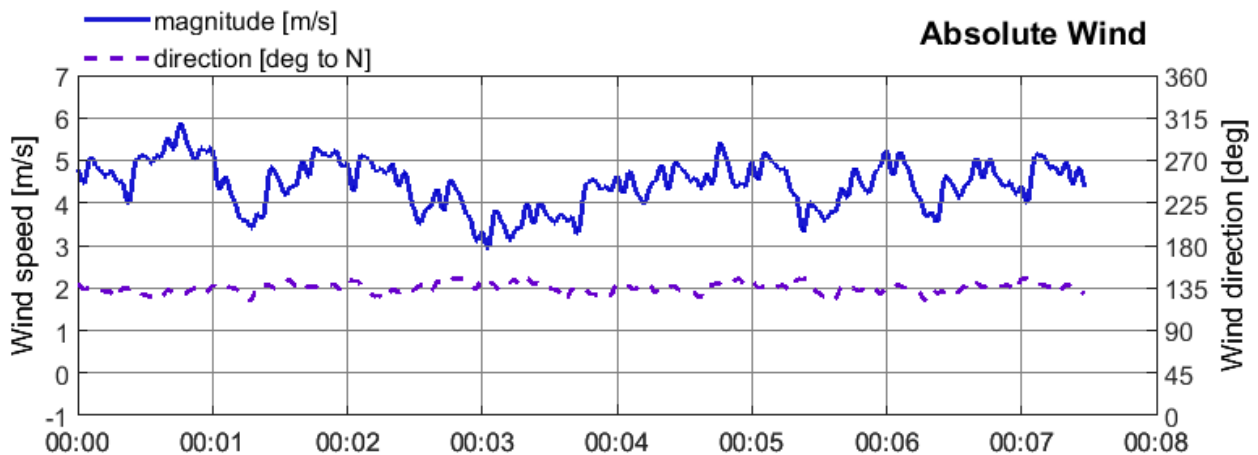
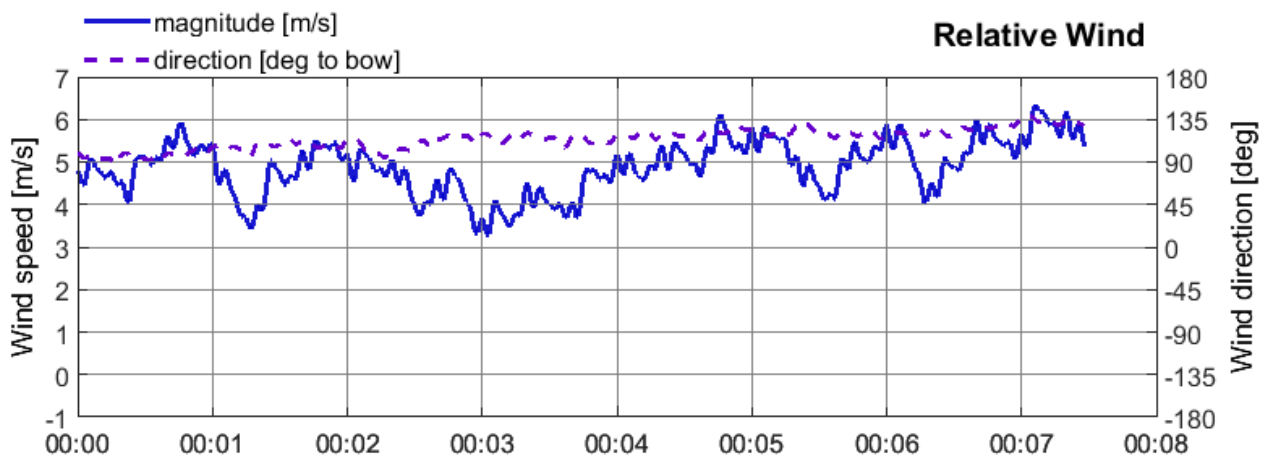
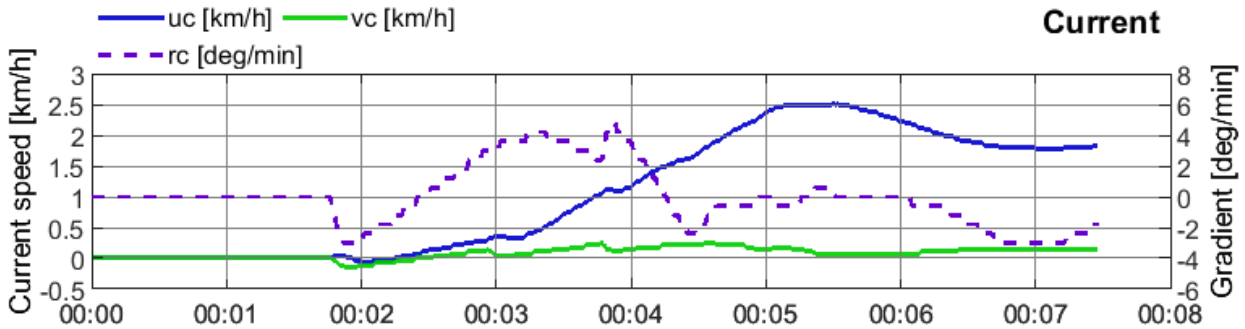
Vb duwkonvooi met kolenlading: L = 191 m; B = 11.4 m; T = 3.5 m

Geen boegschroef

Sluisuitvaart Benedenpand

Debiet: 140 m³/s

Wind: NW3



Bijlage 3 Handleiding KMZ-bestanden

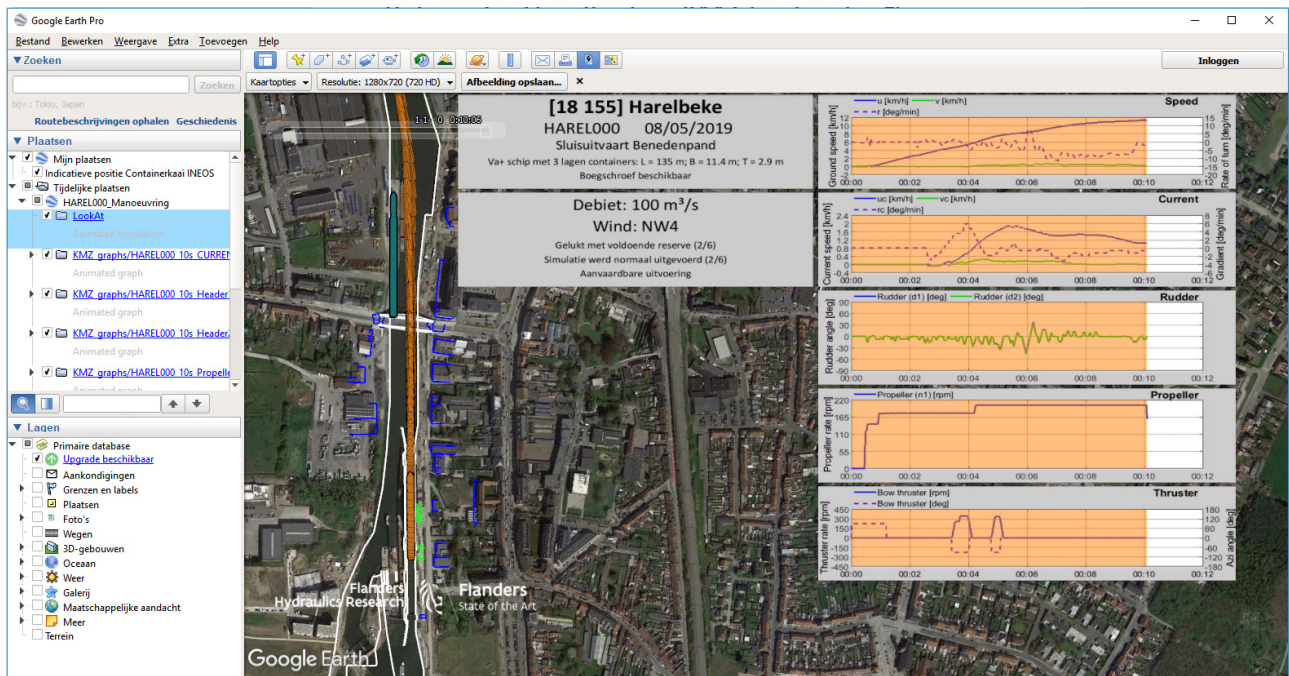
De uitgevoerde simulaties kunnen bekeken worden met animatie in Google Earth™ op basis van de bijgeleverde KMZ bestanden. Voor het bekijken van deze bestanden werd een korte Engelstalige manual opgesteld.

Install Google Earth (the version used for the images in this manual is a Dutch version)

Go to Windows Explorer and double click on a selected KMZ file:

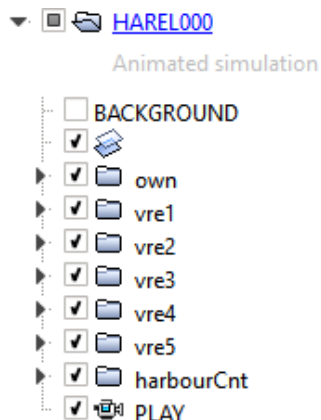
e.g. HAREL000_Manoeuvring.kmz

The KMZ file with animated graphs and animated simulation can be seen in the temporary locations at the left pull down menu. On the main screen the location is seen with the simulation data on top of it and the overlay graphs (right column with time graphs). You can tick on or off the different overlay graphs in the left pull down menu.

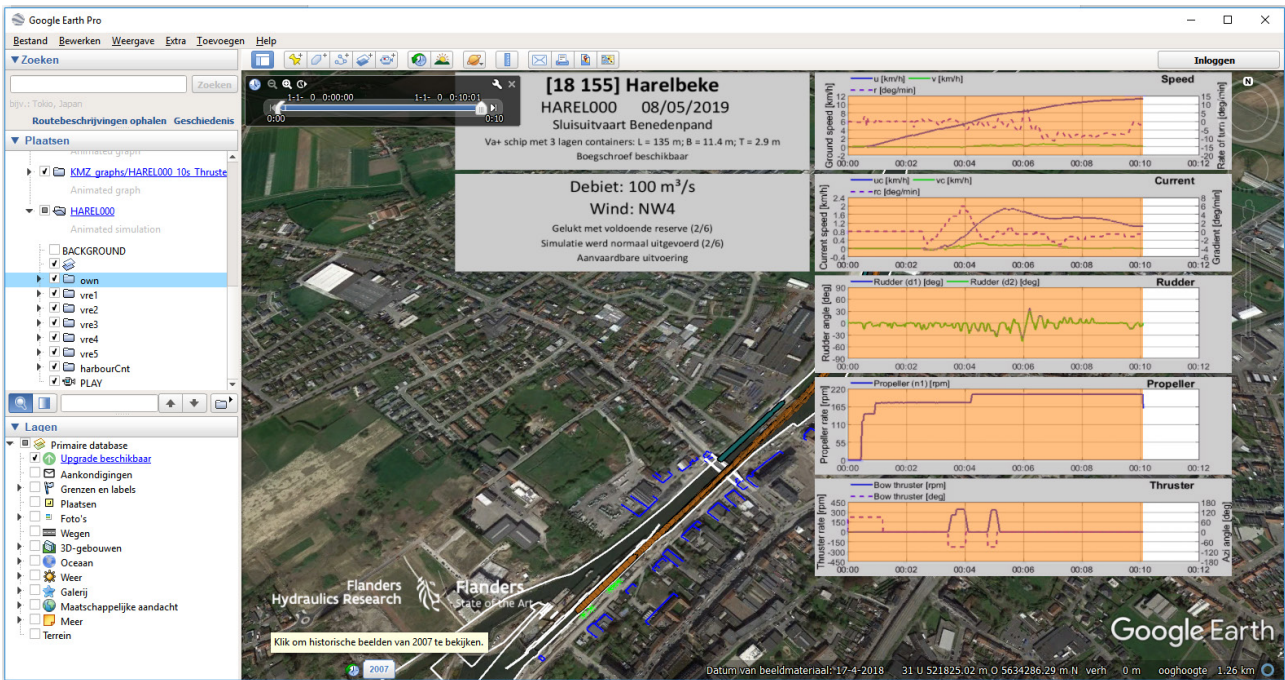


The overlay graphs are coloured on top of the different series in the graphs because the animation is presented from the start to the end of the simulation. If you use the slider on the top left location you can go back and forward on the graphs and also on the track.

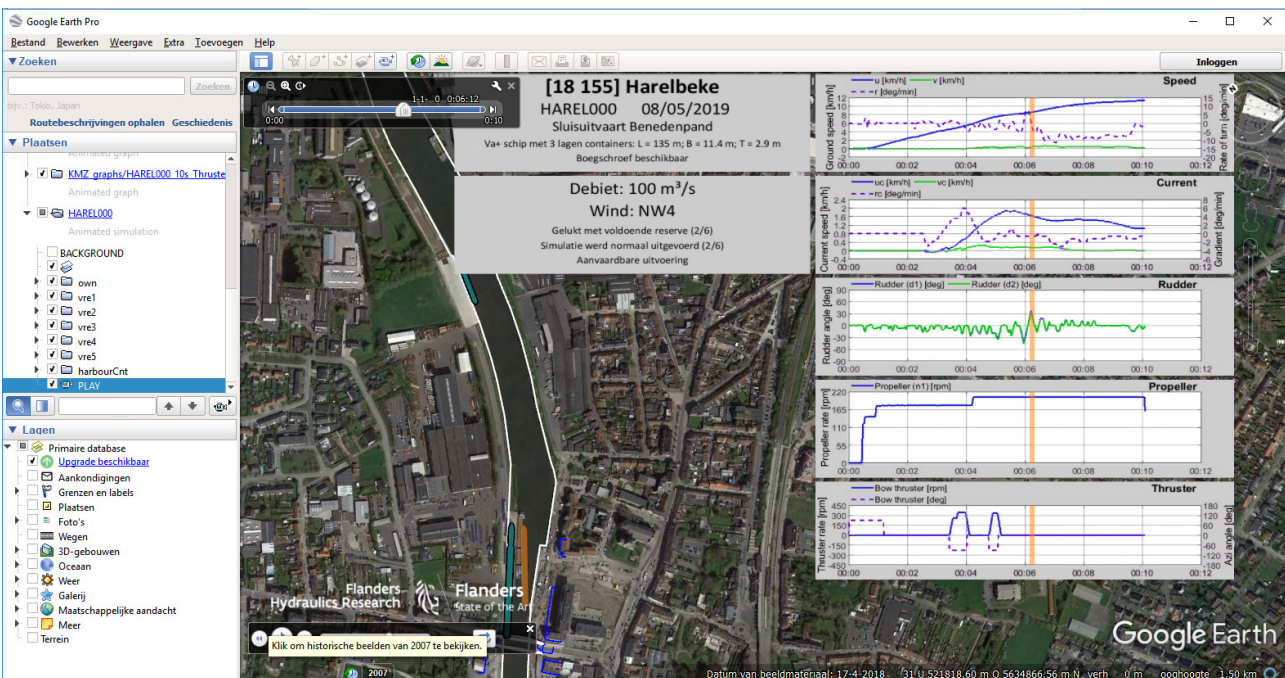
To clearly focus on the track of the own ship you can select the pull down list of the animated simulation



and double click on “own”. Then the Google Earth presentation zooms to the track of the own ship. You can once again use the slider to go back and forward in the simulation.



In the pull down list of the animated simulation there is also a PLAY button, by double clicking on this button the simulation replays with a coloured line on the overlay graphs to show where you are in the graphs for the presented own ship on the Google Earth view. In the left corner below, the play button is presented and can be used for increasing the replay speed.



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