



**Vlaanderen**  
is wetenschap



15\_099\_1  
WL rapporten

## Complex Project: Opwaardering / aanpassing kanaal Bossuit-Kortrijk

Deelrapport 1  
Geïntegreerd onderzoek – deel nautica:  
Simulatiestudie voor de vergelijking van de varianten

DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN

[waterbouwkundiglaboratorium.be](http://waterbouwkundiglaboratorium.be)

# Complex Project: Opwaardering / aanpassing kanaal Bossuit-Kortrijk

Deelrapport 1 –  
Geïntegreerd onderzoek – deel nautica:  
Simulatiestudie voor de vergelijking van de varianten

Eloot, K.; Verwilligen, J.; 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 2020  
D/2020/3241/44

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Eloot, K.; Verwilligen, J.; Mostaert, F. (2020).** Complex Project: Opwaardering / aanpassing kanaal Bossuit-Kortrijk: Deelrapport 1 –Geïntegreerd onderzoek – deel nautica: Simulatiestudie voor de vergelijking van de varianten. Versie 5.0. WL Rapporten, 15\_099\_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

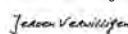
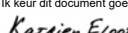
Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

#### Documentidentificatie

Opdrachtgever:	THV Sweco-Arcadis	Ref.:	WL2020R15_099_1
Keywords (3-5):	Leie-as, Kanaal Bossuit-Kortrijk, klasse IV, Va en Va+, simulatiestudie, toegankelijkheid		
Tekst (p.):	96	Bijlagen (p.):	17
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Eloot, Katrien
------------	----------------

#### Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Verwilligen, Jeroen	Getekend door: Jeroen Verwilligen (Signature) Getekend op: 2020-03-11 08:18:31 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed 
Projectleider:	Eloot, Katrien	Getekend door: Katrien Eloot (Signature) Getekend op: 2020-03-06 11:33:06 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed 

#### Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2020-03-06 11:02:46 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed 
-----------------	--------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



## Abstract

Dit rapport beschrijft de realtime simulaties uitgevoerd voor de beoordeling van de nautische toegankelijkheid van vier varianten voor het nieuwe te ontwerpen knooppunt tussen de Leie en het kanaal Bossuit-Kortrijk. De vier varianten zijn een rechtdoor tracé, variant RD\_RD, een rechtdoor tracé met bocht, RD\_40, een bypass tracé, variant BP en een ringtracé, variant BU. Er werden meer dan 110 simulaties uitgevoerd waarbij scheepsklassen IV, Va en Va+ het knooppunt bevaren vanuit de richting van Kortrijk of vanuit Harelbeke bij stroomafwaartse debieten die werden gekozen als 150 m<sup>3</sup>/s voor klasse IV en Va schepen en 100 m<sup>3</sup>/s voor klasse Va en Va+ schepen. Eénmaal werd voor een simulatie met klasse Va+ het debiet verlaagd naar 75 m<sup>3</sup>/s. De beoordeling van de schippers verschilt niet significant voor de verschillende varianten. Verder blijkt ook uit de analyse van roer-, schroef- en boegschroefgebruik dat er wel nog reserve is op het stuur- en machinevermogen voor de verschillende varianten maar dat dit afneemt voor de klasse Va+ gezien de grootte van dit schip ten opzichte van de manoeuvreerruimte in de verschillende varianten. De voorkeur gaat nautisch uit naar de BP, BU en RD\_40 varianten mits specifieke aanpassingen of aandachtspunten voor elk van deze varianten.

*Kennisdomein: Manoeuvreergedrag – Oevers – Simulaties; Scheepsbeweging – Ontwerp vaarwegen en havens – Simulaties*



# Inhoudstafel

Abstract .....	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VII
Lijst van de figuren .....	IX
1 Inleiding .....	1
1.1 Beschrijving.....	1
1.2 Plan van aanpak.....	2
1.2.1 Methodologie .....	2
1.2.2 Verband met de AON .....	4
1.3 Opbouw rapport.....	5
2 Simulatieomgeving .....	6
2.1 Manoeuvreermodellen.....	6
2.2 Simulatieomgeving .....	7
2.2.1 Gegevens .....	7
2.2.2 Varianten .....	7
3 Analyse .....	13
3.1 Variant RD_RD .....	16
3.1.1 Simulatieprogramma .....	16
3.1.2 Klasse IV en Va bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s.....	18
3.1.3 Klasse Va en Va+ bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s.....	23
3.1.4 Feedback en aanbevelingen schippers.....	30
3.2 Variant RD_40 en RD_40_smal.....	31
3.2.1 Simulatieprogramma .....	31
3.2.2 Klasse IV en Va bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s.....	33
3.2.3 Klasse Va en Va+ bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s en 75 m <sup>3</sup> /s .....	37
3.2.4 Kanaal Bossuit-Kortrijk .....	50
3.2.5 Feedback en aanbevelingen schippers.....	51
3.3 Variant BP .....	53
3.3.1 Simulatieprogramma .....	53
3.3.2 Klasse IV, Va en Va+ bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s.....	54
3.3.3 Klasse Va en Va+ bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s.....	60

3.3.4	Kanaal Bossuit-Kortrijk .....	71
3.3.5	Feedback en aanbevelingen schippers .....	71
3.4	Variant BU.....	73
3.4.1	Simulatieprogramma.....	73
3.4.2	Klasse IV en Va bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s.....	74
3.4.3	Klasse Va en Va+ bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s.....	81
3.4.4	Kanaal Bossuit-Kortrijk .....	90
3.4.5	Feedback en aanbevelingen schippers.....	90
4	Vergelijking van de varianten .....	92
	Bijlage A: Tracéalternatieven.....	B1
	Bijlage B: Manual voor de KMZ presentaties .....	B5
	Bijlage C: Feedback tijdens de simulaties.....	B8
	Bijlage D: Feedbackformulier .....	B17

## Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Simulatorschepen in de simulatiestudie.....	6
Tabel 2 – Baanparameters voor middeling per variant.....	14
Tabel 3 –Variant RD_RD: simulatieprogramma.....	17
Tabel 4 – Variant RD_RD: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s.....	18
Tabel 5 – Variant RD_RD: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s.....	20
Tabel 6 – Variant RD_RD: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s.....	24
Tabel 7 – Variant RD_RD: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s.....	27
Tabel 8 – Variant RD_RD: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s voor de ontmoeting in run 010.....	30
Tabel 9 –Variant RD_40 en RD_40_smal: simulatieprogramma .....	31
Tabel 10 – Variant RD_40 en RD_40_smal: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s .....	33
Tabel 11 – Variant RD_40 en RD_40_smal: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s: roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid.....	35
Tabel 12 – Variant RD_40 en RD_40_smal: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 100 en 75 m <sup>3</sup> /s.....	39
Tabel 13 – Variant RD_40 en RD_40_smal: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 en 75 m <sup>3</sup> /s .....	46
Tabel 14 – Variant RD_40: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s voor de ontmoeting in run 012 en run 013 .....	49
Tabel 15 – Variant RD_40: gemiddelden en gemiddelde deviaties voor run 011 op het kanaal.....	50
Tabel 16 – Variant BP: simulatieprogramma.....	53
Tabel 17 – Variant BP: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s.....	54
Tabel 18 – Variant BP: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s.....	57
Tabel 19 – Variant BP: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s.....	60
Tabel 20 – Variant BP: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s.....	64
Tabel 21 – Variant BP: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s voor de ontmoetingen.....	68
Tabel 22 – Variant BP: gemiddelden en gemiddelde deviaties voor run 007 op het kanaal .....	71
Tabel 23 –Variant BU: simulatieprogramma .....	73
Tabel 24 – Variant BU: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s .....	75
Tabel 25 – Variant BU: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s .....	78
Tabel 26 – Variant BU: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s .....	82
Tabel 27 – Variant BU: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s .....	86



Tabel 28 – Variant BU: gemiddelden en gemiddelde deviaties op het kanaal.....	90
Tabel 29 – Metadata van de uitgevoerde simulaties voor alle varianten .....	93
Tabel 30 – Overzichtstabel van de gemiddelde waarden per manoeuvre voor klasse IV en Va bij een debiet van 150 m <sup>3</sup> /s.....	94
Tabel 31 – Overzichtstabel van de gemiddelde waarden per manoeuvre voor klasse Va bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s .....	94
Tabel 32 – Overzichtstabel van de gemiddelde waarden per manoeuvre voor klasse Va+ bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s .....	95
Tabel 33 – Overzichtstabel van de snelheden in km/h per variant en scheepsklasse/debiet .....	96

## Lijst van de figuren

Figuur 1 – Overzicht van de onderzoeksomgeving met de drie tracémogelijkheden (AON).....	1
Figuur 2 – Uitgangspunten en onderzoeksvragen (AON).....	3
Figuur 3 – Variant RD_RD: overzicht en detail bathymetrie en stroming.....	8
Figuur 4 – Variant RD_40: overzicht en detail bathymetrie en stroming.....	9
Figuur 5 – Variant RD_40_smal: overzicht en detail bathymetrie en stroming.....	10
Figuur 6 – Variant BP: overzicht en detail bathymetrie en stroming.....	11
Figuur 7 – Variant BU: overzicht en detail bathymetrie en stroming.....	12
Figuur 8 – Varianten en hun baanparameters in afvaart (richting Kortrijk).....	15
Figuur 9 – Varianten en hun baanparameters in opvaart (richting Harelbeke).....	16
Figuur 10 – Variant RD_RD: Google Earth overzicht van de simulaties RD_RD_000, 001, 005, 011, 012, 013, 016 en 017.....	19
Figuur 11 – Variant RD_RD: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties RD_RD_000, 001, 005, 011, 012, 013, 016 en 017.....	19
Figuur 12 – Variant RD_RD bij 150 m <sup>3</sup> /s en richting Harelbeke-sluis.....	21
Figuur 13 – Variant RD_RD bij 150 m <sup>3</sup> /s en richting Kortrijk-sluis.....	22
Figuur 14 – Variant RD_RD, run 010: ontmoeting tussen klasse Va en IV op het kanaal.....	23
Figuur 15 – Variant RD_RD: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va bij 100 m <sup>3</sup> /s.....	25
Figuur 16 – Variant RD_RD: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va bij 100 m <sup>3</sup> /s.....	25
Figuur 17 – Variant RD_RD: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s.....	26
Figuur 18 – Variant RD_RD: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s.....	26
Figuur 19 – Variant RD_RD bij 100 m <sup>3</sup> /s en richting Harelbeke-sluis.....	28
Figuur 20 – Variant RD_RD bij 100 m <sup>3</sup> /s en richting Kortrijk-sluis.....	29
Figuur 21 – Variant RD_RD: voorstel voor aanpassing (tracks Va+).....	31
Figuur 22 – Variant RD_40 en RD_40_smal: Google Earth overzicht van de simulaties RD_40_000, 004, 014, 015, 018, 019, 022, 023, 026, 027 en 030.....	34
Figuur 23 – Variant RD_40 en RD_40_smal: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties RD_40_000, 004, 014, 015, 018, 019, 022, 023, 026, 027 en 030.....	34
Figuur 24 – Variant RD_40 en RD_40_smal bij 150 m <sup>3</sup> /s en richting Harelbeke-sluis.....	36
Figuur 25 – Variant RD_40 en RD_40_smal bij 150 m <sup>3</sup> /s en richting Kortrijk-sluis.....	37
Figuur 26 – Variant RD_40, run 012: ontmoeting tussen klasse Va en IV op het kanaal.....	38
Figuur 27 – Variant RD_40, run 001: contact tussen het klasse Va schip en de linkeroever op de Leie.....	40
Figuur 28 – Variant RD_40, run 017: contact tussen het klasse Va+ schip en het afgemeerde Vb duwkonvooi op het kruispunt.....	40

Figuur 29 – Variant RD_40, run 006: contact tussen het klasse Va+ schip en het afgemeerde duwkonvooi en de linkeroever.....	41
Figuur 30 – Variant RD_40_smal, run 028: met het klasse Va+ schip rakelings langs de linkeroever .....	41
Figuur 31 – Variant RD_40, run 013: ontmoeting tussen klasse Va+ en Va op het kanaal .....	42
Figuur 32 – Variant RD_40: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 en 75 m <sup>3</sup> /s .....	43
Figuur 33 – Variant RD_40: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 en 75 m <sup>3</sup> /s	43
Figuur 34 – Variant RD_40_smal: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s....	44
Figuur 35 – Variant RD_40_smal: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s.....	44
Figuur 36 – Variant RD_40: knelpunten op basis van de simulaties met klasse Va+ .....	45
Figuur 37 – Variant RD_40 en RD_40_smal bij 100 m <sup>3</sup> /s en richting Harelbeke-sluis .....	47
Figuur 38 – Variant RD_40 en RD_40_smal bij 100 m <sup>3</sup> /s en richting Kortrijk-sluis.....	48
Figuur 39 – Variant RD_40, run 021: van de sluis naar Kortrijk met een klasse Va+ .....	49
Figuur 40 – Variant RD_40, run 011: aanloop van de sluis vanuit het kanaal met een klasse Va+.....	50
Figuur 41 – Variant RD_40_smal en RD_40: voorstel voor aanpassing .....	52
Figuur 42 – Variant BP: run 001 en 002 met een klasse Va+.....	55
Figuur 43 – Variant BP: run 004 met een klasse IV .....	55
Figuur 44 – Variant BP: Google Earth overzicht van de simulaties BP_001 (Lara), 005 (Lara en SIM225), 014 en 015.....	56
Figuur 45 – Variant BP: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties BP_001 (Lara), 005 (Lara en SIM225), 014 en 015.....	56
Figuur 46 – Variant BP bij 150 m <sup>3</sup> /s en richting Harelbeke-sluis.....	58
Figuur 47 – Variant BP bij 150 m <sup>3</sup> /s en richting Kortrijk-sluis .....	59
Figuur 48 – Variant BP, ontmoeting 009: Va+ van Harelbeke naar de sluis, IV van de sluis naar Harelbeke: stuurboord-stuurboord kruisen.....	61
Figuur 49 – Variant BP, ontmoeting 011: Va+ van Harelbeke naar de sluis, IV van de sluis naar Harelbeke: bakboord-bakboord kruisen.....	61
Figuur 50 – Variant BP, ontmoeting 008: Va+ van de sluis naar Kortrijk, IV van Kortrijk naar de sluis.....	62
Figuur 51 – Variant BP: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s.....	63
Figuur 52 – Variant BP: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s.....	63
Figuur 53 – Variant BP: knelpunten op basis van de simulatie met een klasse Va+ in BP_003 .....	64
Figuur 54 – Variant BP bij 100 m <sup>3</sup> /s en richting Harelbeke-sluis.....	65
Figuur 55 – Variant BP bij 100 m <sup>3</sup> /s en richting Kortrijk-sluis .....	66
Figuur 56 – Variant BP: vergelijking van de runs 006 (groen) en 013 (paars) met een klasse Va+ .....	67
Figuur 57 – Variant BP: ontmoeting run 008 tussen een klasse Va+ en IV (Kortrijk – sluis) .....	69
Figuur 58 – Variant BP: ontmoeting run 011 tussen een klasse Va+ en IV (Harelbeke – sluis).....	70
Figuur 59 – Variant BP, run 007: ontmoeting tussen twee klasse Va+ schepen .....	71

Figuur 60 – Variant BP: voorstel voor aanpassing .....	72
Figuur 61 – Variant BU: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse IV bij 150 m <sup>3</sup> /s .....	76
Figuur 62 – Variant BU: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties met klasse IV bij 150 m <sup>3</sup> /s .....	76
Figuur 63 – Variant BU: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va bij 150 m <sup>3</sup> /s .....	77
Figuur 64 – Variant BU: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties met klasse Va bij 150 m <sup>3</sup> /s .....	77
Figuur 65 – Variant BU bij 150 m <sup>3</sup> /s en richting Harelbeke-sluis .....	79
Figuur 66 – Variant BU bij 150 m <sup>3</sup> /s en richting Kortrijk-sluis .....	80
Figuur 67 – Variant BU: run 026 bij 150 m <sup>3</sup> /s met een klasse Va schip .....	81
Figuur 68 – Variant BU: run 002 met klasse Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s van Kortrijk naar de sluis .....	83
Figuur 69 – Variant BU: run 023 met klasse Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s van Kortrijk naar de sluis .....	83
Figuur 70 – Variant BU: vergelijking van runs 017 (rood), 018 (paars) en 019 (groen) met klasse Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s van Harelbeke naar de sluis .....	84
Figuur 71 – Variant BU: run 024 met klasse Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s van de sluis naar Kortrijk .....	84
Figuur 72 – Variant BU: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s .....	85
Figuur 73 – Variant BU: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s .....	85
Figuur 74 – Variant BU bij 100 m <sup>3</sup> /s en richting Harelbeke-sluis .....	87
Figuur 75 – Variant BP bij 100 m <sup>3</sup> /s en richting Kortrijk-sluis .....	88
Figuur 76 – Variant BU: vergelijking van run 006 (groen) en 025 (paars) met klasse Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s van de sluis naar Kortrijk.....	89
Figuur 77 – Variant BU: run 013 (groen) en 014 (paars) op het kanaal Bossuit-Kortrijk.....	90
Figuur 78 – Variant BU: voorstel voor aanpassing .....	91



# 1 Inleiding

## 1.1 Beschrijving

Het Complex Project Opwaardering / aanpassing kanaal Bossuit-Kortrijk (KBK) is te vinden op de website:

<http://www.complexeprojecten.be/Projecten/ctl/ProjectDetail/mid/25305/projectId/9>

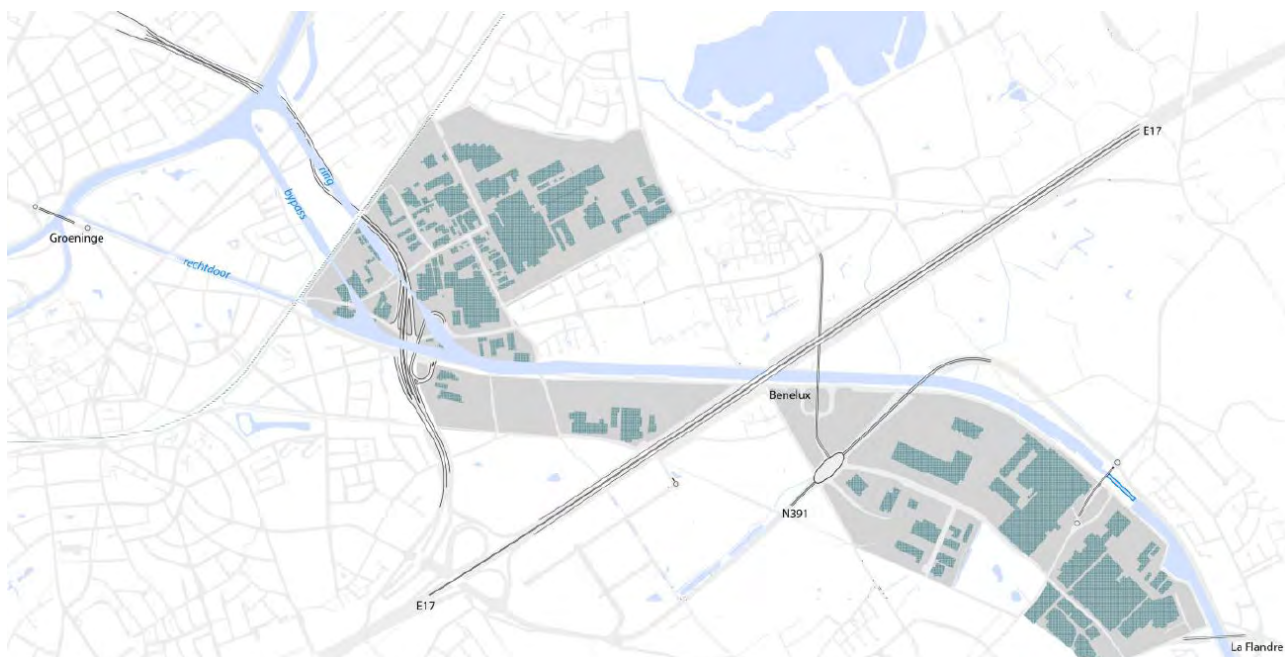
In de Alternatievenonderzoeksnota (AON, zie website) wordt het geïntegreerd onderzoek van de onderzoeksfase, die nu voorligt, besproken (Figuur 1).

*“Eén van de meest belangrijke vragen binnen het geïntegreerd onderzoek is op welke manier, via welk tracé, het kanaal in de zone Kortrijk-Harelbeke-Kuurne de aansluiting maakt met de Leie. Hiertoe worden drie tracémogelijkheden aangeduid:*

- *Het rechtdoortracé, dat een opwaardering inhoudt van het bestaande kanaal;*
- *Het bypasstracé, dat de realisatie inhoudt van een nieuw kanaal rondom het verdicht stedelijk weefsel van Kortrijk;*
- *Het ringtracé, een nieuw kanaal gebundeld met de R8.*

*Belangrijk om hierbij op te merken is dat binnen elk tracéalternatief nog verschillende mogelijkheden (subvarianten) mogelijk zijn (bv. exacte inplanting van het tracé). Elk tracéalternatief bevat met andere woorden nog een waaier aan mogelijkheden. De huidige fase van het onderzoek, de onderzoeksfase, is gericht op het afwegen van de drie tracéalternatieven en het aanduiden van een voorkeursalternatief. Hierbij houdt de beoordeling van de drie tracémogelijkheden rekening met de waaier aan subvarianten die nog mogelijk zijn. De volgende fase, de uitwerkingsfase, volgend op het voorkeursbesluit is gericht op het verder bestuderen en afwegen van deze subvarianten.”*

Figuur 1 – Overzicht van de onderzoeksomgeving met de drie tracémogelijkheden (AON)



Dit rapport focust op het onderzoeken van de drie tracéalternatieven voor de aansluiting van het kanaal Bossuit-Kortrijk op de Leie via realtime simulatieonderzoek. De opwaardering van het volledige kanaal voor klasse Va schepen wordt dus niet meer behandeld. Voor één tracéalternatief (recht door) is er ook nog een subvariant zodat finaal in de voorliggende studie vier alternatieven, of hier varianten genoemd, onderzocht worden. Deze tracéalternatieven zijn opgenomen in Bijlage A (volgens prioriteit: KBK\_RD\_RD, KBK\_RD\_40, KBK\_BP, KBK\_BU).

Hoewel het Kanaal Bossuit-Kortrijk opgewaardeerd wordt voor klasse Va-schepen (110 m schepen), werd gevraagd om de tracéalternatieven toegankelijk te maken voor klasse Va+-schepen. Dit zijn 135 m lange schepen die toegang kunnen hebben tot voor de sluis van Zwevegem indien de nieuwe sluis, in de zone tussen de sluis van Zwevegem en de Leie, met haar afmetingen voldoet aan de toegankelijkheid van deze Va+-schepen. Aangezien de Leie ook verdiept wordt tot 4.5 m waterdiepte, is het plan om ook het opgewaardeerde deel van het kanaal tussen de Leie en de sluis van Zwevegem op deze diepte te brengen. De tracéalternatieven worden dus onderzocht voor maximaal Va+-schepen. De maximale diepgang van de schepen afwaarts en opwaarts de sluis van Zwevegem verschilt, zodat de behoefte aan en de mogelijke locaties voor een zwaaizone afwaarts de sluis van Zwevegem onderzocht moet worden. Opwaarts de sluis van Zwevegem is er vandaag reeds een zwaaizone die enkel toegankelijk is via deze sluis en voor een maximale klasse van Va-schepen met een lengte van 110 m.

Doel van het onderzoek, beschreven in dit rapport, is met de nautische beoordeling als deelonderzoek in het geïntegreerd onderzoek tot een voorkeursalternatief te komen voor de doortocht van het kanaal Bossuit-Kortrijk door Kortrijk. Andere doelstellingen zoals het evalueren van de toegankelijkheid van de waterweg tussen de nieuwe sluis en de sluis van Zwevegem of het voorzien van een zwaaizone in deze waterwegsectie worden niet opgenomen in dit rapport.

Dit deelonderzoek wordt uitgevoerd door middel van realtime simulaties op de scheepsmanoeuvresimulatoren van het WL. Het WL gebruikt hiervoor de simulator Lara, bestemd voor simulaties met binnenschepen, maar maakt, indien ontmoetingen tussen binnenschepen moeten gesimuleerd worden, ook gebruik van een tweede simulator (hier SIM225). Beide simulatoren worden dan gekoppeld zodat de ontmoetende schepen in eenzelfde omgeving varen.

## 1.2 Plan van aanpak

### 1.2.1 Methodologie

Dit rapport bevat de voorbereiding en uitvoering van realtime simulaties voor de vier tracéalternatieven. Voor de tracéalternatieven wordt over het algemeen uitgegaan van een enkelstrooksvaart tot klasse Va+ hoewel in één zone (alternatief RD\_40) een verbreding tot een dubbelstrooks profiel wordt voorgesteld<sup>1</sup>.

De grootste ontwerpschepen zijn klasse Va+-schepen voor de tracéalternatieven ter hoogte van Kortrijk en in de zone van alternatief RD\_40 met dubbelstrookse bocht klasse Va+ of lagere klassen (Va en IV). De lengte van de binnenschepen varieert dus tussen 85 en 135 m. Naast de lengte van de schepen is ook de diepgang belangrijk. Een waterweg met een diepte van 4.5 m is ontworpen voor een diepgang van 3.5 m. Deze diepgang is echter niet toelaatbaar voor de sluis van Zwevegem. Er wordt verondersteld dat de simulaties zullen uitgevoerd worden voor de klasse Va+ en Va-schepen met een diepgang van 3.5 m in geladen toestand

---

<sup>1</sup> Verduidelijking door de klant: Uitgangspunt is dubbelstrooks vaart (IV-Va) op het kanaal. In het splitsingspunt zelf is dit uiteraard enkelstrooks. De vraag bij RD\_40 is hoofdzakelijk of het nodig is dubbelstrooksvaart direct na het splitsingspunt te starten of pas na de bocht (gegeven de lokale omstandigheden en de nabijheid van de sluis en wachtplaatsen).

en 1.8 m of 1.7 m in ongeladen toestand en voor de klasse IV-schepen met een diepgang van 3.0 m in geladen toestand en 1.6 m in ongeladen toestand.

In verband met de doorvaarthoogte van de waterweg wordt het grootste aandeel van containerschepen op de Leie en dus te onderzoeken tracés verwacht om te varen met twee lagen containers. Deze hoogte voor containers komt immers overeen met de hoogtes die worden gehanteerd op het deel Deûle-Lys van de Seine-Scheldeverbinding in Frankrijk. Alles wordt ook bepaald door de doorvaarthoogte onder de bestaande en nieuwe bruggen. Indien een tracé kan gevaren worden waarbij de bruggen toch drie lagen containers toelaten, dan werd met drie lagen containers gesimuleerd<sup>2</sup>.

Voor de voorbereiding van de realtime simulaties werd gewezen op het belang van de invloed van de stroom bij grote debieten op de Leie ter hoogte van de aansluitingen van de tracéalternatieven op de Leie. Daardoor werden numerieke simulaties ter bepaling van de tweedimensionale stroomvelden ter hoogte van deze knooppunten meegenomen.

Figuur 2 – Uitgangspunten en onderzoeksvragen (AON)

Thema	Uitgangspunten en onderzoeksvragen	Nr.
Nautica	<p><u>Uitgangspunt: breedte van de vaarweg</u> De breedte van de vaarweg wordt vormgegeven vanuit volgende uitgangspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Een vlotte en veilige doorstroming op het kanaal staat voorop;</li> <li>• De vaarweg maakt kruisen mogelijk tussen een klasse IV-schip en klasse Va-schip (IV-Va profiel);</li> <li>• De breedte van de vaarweg houdt rekening met pleziervaart en personenvervoer.</li> </ul> <p>Bijkomend wordt onderzocht of (in welke mate en waar) versmallen van de vaarweg mogelijk is. Dit noemen we terugvalposities. Hierbij worden volgende terugvalposities onderzocht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versmallen van de vaarweg over een traject is mogelijk tot een breedte waarbij een klasse IV met een klasse IV kan kruisen (IV-IV profiel);</li> <li>• Lokaal (ter hoogte van een specifieke plek zoals een brug, bocht, wachtplaats, ...) zijn engtes mogelijk tot een minimale doorgang voor één klasse Va-schip (enkel Va profiel).</li> <li>• Rekening houdend met bovenstaande 1<sup>ste</sup> uitgangspunt, mag het geheel van versmallingen en engtes de vlotte en veilige doorstroming niet in het gedrang brengen.</li> </ul>	1
	<p><u>Uitgangspunt: diepgang</u> De diepgang wordt gericht op klasse Va met als uitgangspunt in het afwaartse segment een diepgang van 3,5m. Bijkomend wordt onderzocht welke diepgang wordt aangehouden in de zone tussen de sluis van Zwevegem en de La Flandrebrug?</p>	2.1 2.3
	<p><u>Uitgangspunt: doorvaarthoogte</u> Volgende uitgangspunten omtrent de doorvaarthoogte worden geformuleerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De doorvaarthoogte bedraagt minimaal 2-laags containervaart (5,25m).</li> <li>• Nieuwe bruggen en/of vernieuwen van bestaande bruggen worden gebouwd op 3-laags containervaart (7,00m).</li> </ul>	3
	<p><u>Uitgangspunt: bestaande sluisen op het kanaal</u> Volgende uitgangspunten omtrent de bestaande sluisen worden geformuleerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De bestaande sluis in dit segment (sluis Zwevegem) wordt behouden;</li> <li>• Sluisen 9, 10 en 11 worden niet ingezet in functie van beroepsvaart.</li> </ul>	4
	<p><u>Uitgangspunt: nieuwe sluis in zone Kortrijk</u> De nieuwe sluis wordt vormgegeven vanuit volgende uitgangspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De sluis is toegankelijk voor schepen klasse Va+;</li> <li>• Sluis en voorhavens liggen in rechte lijn met een maximale afwijking van 5°.</li> </ul>	5
	<p><u>Onderzoeksvraag: zwaaigelegenheden</u> Er wordt onderzocht of er een behoefte is aan bijkomende zwaaigelegenheden. Zo ja, wordt onderzocht hoe de behoefte zich verhoudt tot economische ontwikkelingen en worden de mogelijke locaties in beeld gebracht.</p>	6
	<p><u>Uitgangspunt: geen interferentie met trafiek op Leie</u> De Leie vormt in Vlaanderen de hoofdas binnen het Seine-Schelde netwerk. Het uitgangspunt is om het scheepvaartverkeer op de hoofdas (Leie) zo vlot mogelijk te laten verlopen. Dit betekent dat schepen die van en naar het kanaal Bossuit-Kortrijk varen geen wachtplaatsen op de Leie mogen innemen. Omdat de nieuwe sluis in Kortrijk zich relatief dicht bij de aansluiting met de Leie bevindt, moeten wachtplaatsen op het kanaal zelf worden voorzien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Één wachtplaats van 170m voor uitvarende schepen (Kanaal -&gt; Leie)</li> <li>• 385m aan wachtplaats voor invarende schepen (Leie -&gt; kanaal)</li> </ul>	7
	<p><u>Uitgangspunt en onderzoeksvraag: aansluiting op de Leie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitgangspunt: veilige aansluiting met de Leie.</li> <li>• De onderzoeksvraag is of een theoretisch splitsingspunt toepasbaar in deze situatie, of zijn er aanpassingen nodig?</li> </ul>	8

<sup>2</sup> De bestaande en nieuwe bruggen in elke variant laten normaal gezien (onder andere na ophalen van de brug) een passage van schepen met drie containerlagen toe in de gesimuleerde tracks.



### 1.2.2 Verband met de AON

In dit hoofdstuk wordt het plan van aanpak aangevuld met aandachtspunten uit de AON die mee bepalen hoe het nautische onderzoek moet uitgevoerd worden.

In de AON wordt het geïntegreerd onderzoek toegelicht met de twee strategische vragen:

- Wat betekent de opwaardering van het kanaal?
- Hoe krijgt elk segment verder vorm?

Het project is vervolgens opgedeeld in zes thema's waarvan nautica één thema uitmaakt. Bij het analyseren van dit thema en de uitgangspunten (Figuur 2) kan men vaststellen dat de nadruk eerder ligt op klasse Va – en IV-schepen terwijl in de simulatiestudie gestreefd wordt naar het maximaliseren van de ontworpen tracés voor het grootste schip met de grootste diepgang.

Verder wordt in de AON (Hoofdstuk 5) aangegeven welke onderzoeksmethodieken zullen toegepast worden en hoe de beoordeling en de afweging van de alternatieven zullen gebeuren. Hiervoor wordt de methodiek uit de milieueffectenbeoordeling genomen.

*“De wijze waarop de effecten worden beoordeeld, volgt zoveel als mogelijk de methodiek die bij milieueffectenbeoordeling wordt gehanteerd. Belangrijk is dat de onderbouwing van de resultaten transparant is. Dit betekent dat de toetsingscriteria duidelijk gedefinieerd zijn en dat de evaluatie van de effecten gebaseerd is op een duidelijk omschreven waardering. De beoordeling van de effecten gebeurt daarom systematisch (aan elk effect wordt een significantie-oordeel toegekend), onderbouwd (aan de hand van meer specifieke criteria per onderzoeksaspect) en op een uniforme wijze. Volgende terminologie en codering wordt, waar toepasbaar, gebruikt in de significantiebepaling:*

- *aanzienlijk negatief (---);*
- *negatief (--);*
- *beperkt negatief (-);*
- *verwaarloosbaar of geen effect (0);*
- *beperkt positief (+);*
- *positief (++);*
- *aanzienlijk positief (+++).*

*Per onderzoeksaspect worden de beoordelingscriteria aangegeven en wordt telkens zo goed mogelijk de significantie gemotiveerd.”*

De beoordelingscriteria worden opgesteld tijdens de analyse en de beoordeling van de vier tracéalternatieven via de realtime simulaties.

In Hoofdstuk 6 van de AON wordt de opbouw van het onderzoeksrapport voor het geïntegreerd onderzoek ook beschreven. Dit rapport moet voldoen aan de volgende hoofdstukken

- Afbakening studiegebied
- Beschrijving bestaande toestand
- Beschrijving planhorizon (referentiesituatie)
- Beschrijving onderzoeksmethodiek
- Beschrijving effecten
- Beschrijving maatregelen

Daarnaast worden volgende aspecten per thema behandeld op het einde van elk deelrapport:

- Overzicht van milderende maatregelen
- Leemten in kennis
- Voorstellen inzake monitoring en evaluatie
- Grensoverschrijdende effecten

In Bijlage 1 Fiches onderzoeksaspecten is fiche OA4 'ANALYSE VAN DE INTERACTIE VAN HET KANAAL MET DE LEIE' de belangrijkste fiche die de te onderzoeken en te beoordelen aspecten toelicht. Deze fiche vormt ook een leidraad bij het uitvoeren van het onderzoek.

In Bijlage 2 Nautica van de AON worden de nautische uitgangspunten en terugvalposities voor dit project verduidelijkt en onderbouwd. Ook worden de consequenties van (combinaties van) de uitgangspunten toegelicht. Van sommige nautische toekomstmogelijkheden, die dus nog niet zijn toegevoegd aan de uitgangspunten, is op heden nog geen inzicht over of deze wel of geen deel zullen uitmaken van het voorliggende project KBK. Deze zullen tijdens het geïntegreerd onderzoek worden afgewogen. De lezing van Bijlage 2 is belangrijk voor het simulatieprogramma van de vier tracéalternatieven. Zo werden er ook wachtende schepen in de simulatieomgeving toegevoegd.

### 1.3 Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 wordt de opbouw van de simulatieomgeving voor de varianten beschreven als ook de eigenschappen van de manoeuvreermodellen voor de klasse IV, Va en Va+ schepen.

In hoofdstuk 3 volgt de beschrijving van het uitgevoerde simulatieprogramma per variant en worden de simulaties geanalyseerd. Op basis hiervan kan in hoofdstuk 4 een vergelijking gemaakt worden van de varianten om tot een nautische beoordeling te komen voor het voorkeursalternatief.

## 2 Simulatieomgeving

### 2.1 Manoeuvreermodellen

Het WL beschikt voor de klasse Va+, Va en IV schepen over wiskundige manoeuvreermodellen afgeleid uit gedwongen sleeptankproeven uitgevoerd op de sleeptank voor manoeuvres in ondiep en beperkt water (samenwerking WL en Universiteit Gent – afdeling Maritieme Techniek). Een schaalmodel van een klasse Va binnenschip werd beproefd en opgeschaald naar de drie klassen Va+, Va en IV. Een geometrische opschaling (lengte, breedte en diepgang met eenzelfde schaalfactor) is enkel uitgevoerd voor het klasse Va schip. Voor de klassen Va+ en IV werden de lengte, breedte en diepgang met verschillende schaalfactoren vermenigvuldigd.

Het wiskundige manoeuvreermodel voor Va en Va+ binnenschepen is geldig voor een diepgang variërend tussen 2.85 m en 3.65 m en voor een kielspeling variërend tussen 10% (3.65 m diepgang) of 20% (2.85 m diepgang) en 200% van de diepgang. Voor klasse IV binnenschepen zijn er wiskundige manoeuvreermodellen beschikbaar voor diepgangen variërend van 2.5 m tot 3 m en voor kielspelingen variërend tussen 10% en 200% van de diepgang. Voor beide type schepen werden ook modellen bij een minimale ballastdiepgang afgeleid met 1.6 m voor klasse IV, 1.7 m voor klasse Va en 1.8 m voor klasse Va+. De manoeuvreermodellen bij deze ballastdiepgang zijn echter niet op modelproeven gebaseerd.

Tijdens de studie werd het klasse Va+ schip bij een diepgang van 3.5 m en 1.8 m, het klasse Va schip bij een diepgang van 3.5 m en 1.7 m en het klasse IV schip bij een diepgang van 3.0 m gebruikt (Tabel 1). Daarnaast werd er als belading steeds met containers gewerkt die een maximale windinvloed gaven afhankelijk van de bovenwateroppervlakte van de lading en het schip.

Rekening houdend met de specifieke simulaties langs oevers en tussen ontmoetende schepen werden ook de wiskundige modellen voor schip-schip interactie en schip-oever interactie gebruikt. Deze twee modules werden ontwikkeld op basis van modelproeven in een generieke modellering voor schip-schip interactie die ook voor binnenvaart kan gebruikt worden en een specifieke modellering voor schip-oever interactie voor een klasse Va scheepsmodel.

Tabel 1 – Simulatorschepen in de simulatiestudie<sup>3</sup>

Shi-naam	klasse	Lengte	Breedte	Diep gang	Airdraft lading	Boeg-schroef	Cargo	P <sup>4</sup>
	[CEMT]	[m]	[m]	[m]	[m]	[PK]	[-]	[PK]
myzaquito_elise_300_containers	IV	85	9.5	3.0	5.3	350	3x3 cont.	1200
myzako_elise_350_containers	Va	110	11.45	3.5	4.9	650	4x3 cont.	1800
myzako_elise_170_containers	Va	110	11.45	1.7	6.7	650	4x3 cont.	1800
myzaquazo_elise_350_3layers_redBT	Va+	135	11.45	3.5	5.4	650	4x3 cont.	2550
myzaquazo_elise_180_3layers_redBT	Va+	135	11.45	1.8	7.1	650	4x3 cont.	2550

<sup>3</sup> Alle schepen hebben een omnidirectionele boegschroef maar de schepen die op SIM225 of SIM360 werden bediend kunnen echter deze boegschroef enkel in bidirectionele (stuurboord of bakboord) modus gebruiken.

<sup>4</sup> P is het vermogen van de machine. De myzaquito en myzako zijn enkelschroefers en de myzaquazo een dubbelschroever.

## 2.2 Simulatieomgeving

### 2.2.1 Gegevens

Er werd voor de opbouw van de simulatieomgeving vertrokken van de volgende gegevens per variant:

- Bestaande toestand van het kanaal Bossuit-Kortrijk in Autocad DWG
- Dwarsdoorsneden en vooraanzichten van de bestaande bruggen op het kanaal en op de Leie. Voor de nieuwe bruggen werd de vrije hoogte boven het waterniveau (van de Leie of het kanaal) gegeven en de overspanning ten opzichte van de waterlijn.
- Bathymetrie (in xyz coördinaten met x,y in Lambert 72 en z ten opzichte van TAW):
  - de bodemgegevens van de oude Leiearm
  - de ontwerpbodemgegevens voor de Leie in de variant
  - de ontwerpbodemgegevens voor het kanaal in de variant
- Vaaras in xy coördinaten in Lambert 72
- Waterstanden op de Leie (10.12 m TAW) en op het kanaal (17.2 m TAW); gezien de beperkte lengte van de gesimuleerde trajecten voor elke variant en een berekende waterstandsopzet van 17 cm te Menen bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s werd er geen rekening gehouden met een variatie van de waterstand.

Verder werd er per variant een driedimensionale (3D) omgeving opgebouwd en werden numerieke stromingsberekeningen uitgevoerd bij drie verschillende debieten (150, 100 en 75 m<sup>3</sup>/s). De randvoorwaarden voor deze stromingsberekeningen zijn afgeleid uit een Mike 11 model van de Boven Schelde en Leie en vervolgens zijn de tweedimensionale (2D, dieptegemiddeld) stroomprofielen op de Leie-as en in de knooppunten berekend door middel van een Telemac model.

De gewenste wachtplaatsen voor de verschillende scheepsklassen werden per variant ook op een plan voorgesteld en er werd gekozen om alle simulaties bij een zuidelijke wind van kracht 4 Bft uit te voeren. Deze richting werd gekozen omdat de overheersende zuidwestelijke windrichting volgens de oriëntatie van de Leie loopt en een meer dwarse windrichting op de Leie-as en het kanaal werd gekozen. De wind werd dus niet gevarieerd in richting en kracht en was identiek voor elke variant. Er werd wel een Von Karman windspectrum (richting en snelheid) toegepast op de Z 4 Bft windconditie.

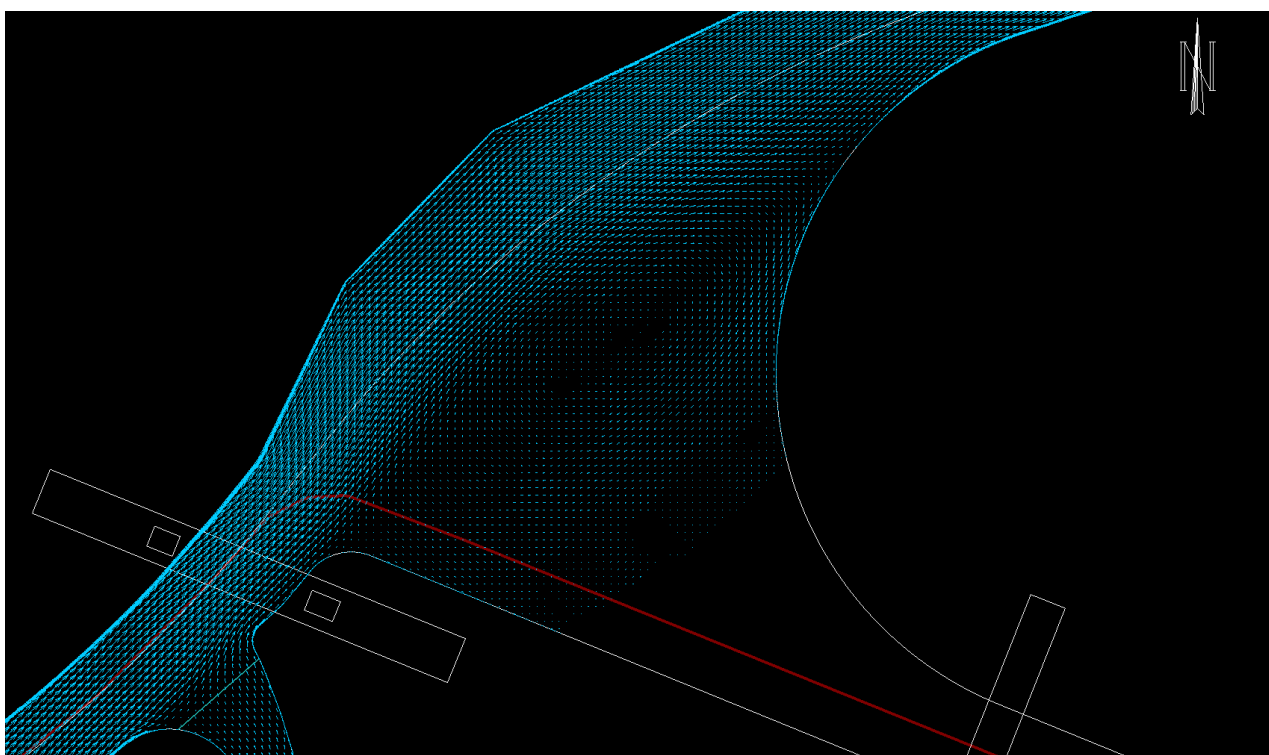
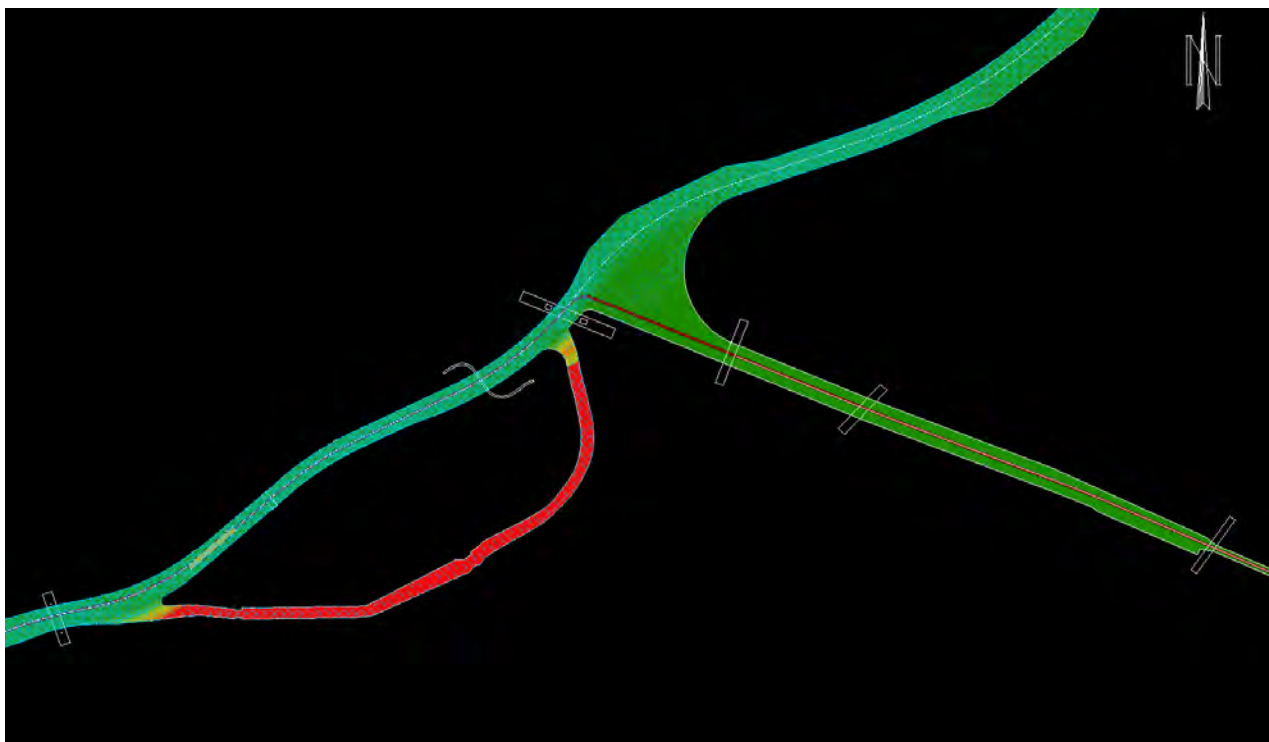
Er is geen signalisatie of bebakening in de simulatieomgeving meegenomen of dus onderzocht.

### 2.2.2 Varianten

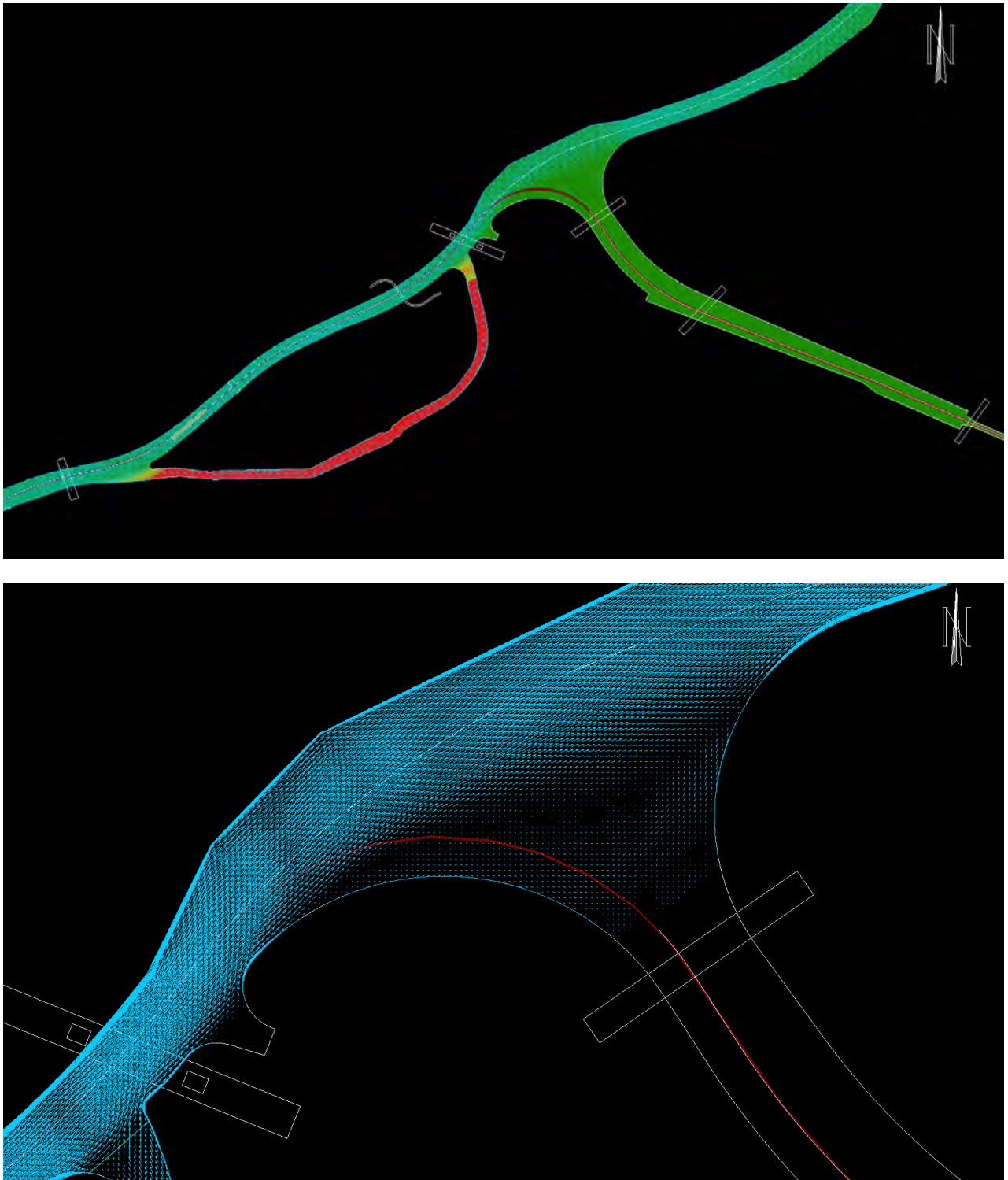
De varianten worden voorgesteld op basis van het operatorbeeld in de simulator. Op dit beeld zijn de bathymetrie (in hoofdzaak bakprofielen) en de stroomprofielen zichtbaar (voor een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s). Verder worden de waterlijncontour, de bruggen en de vaaras voorgesteld. Deze vaaras, met een variërende baanparameter langs deze as, zal gebruikt worden voor het analyseren van het gebruik van boegschroef, roer en machine tijdens het manoeuvreren op het knooppunt tussen Leie-as en kanaal.

In Figuur 3 wordt de variant RD\_RD voorgesteld waarbij de doorsteek tussen het bestaande kanaal en de Leie-as genomen wordt op de locatie van de bestaande kleine klasse I sluizen. Het knooppunt komt hierdoor net ten noorden van de Groeningebrug te liggen. In variant RD\_40 (Figuur 4) wordt een by-pass gelegd waardoor het knooppunt verder van de Groeningebrug komt te liggen dan in variant RD\_RD. In de variant RD\_40\_smal (Figuur 5) werd het stroomprofiel van de variant RD\_40 hergebruikt. Dit leidt tot een beperkte afwijking aan de noordelijke oever van het knooppunt. De varianten BP (Figuur 6) en BU (Figuur 7) geven een knooppunt dat meer noordelijk op de Leie-as uitkomt.

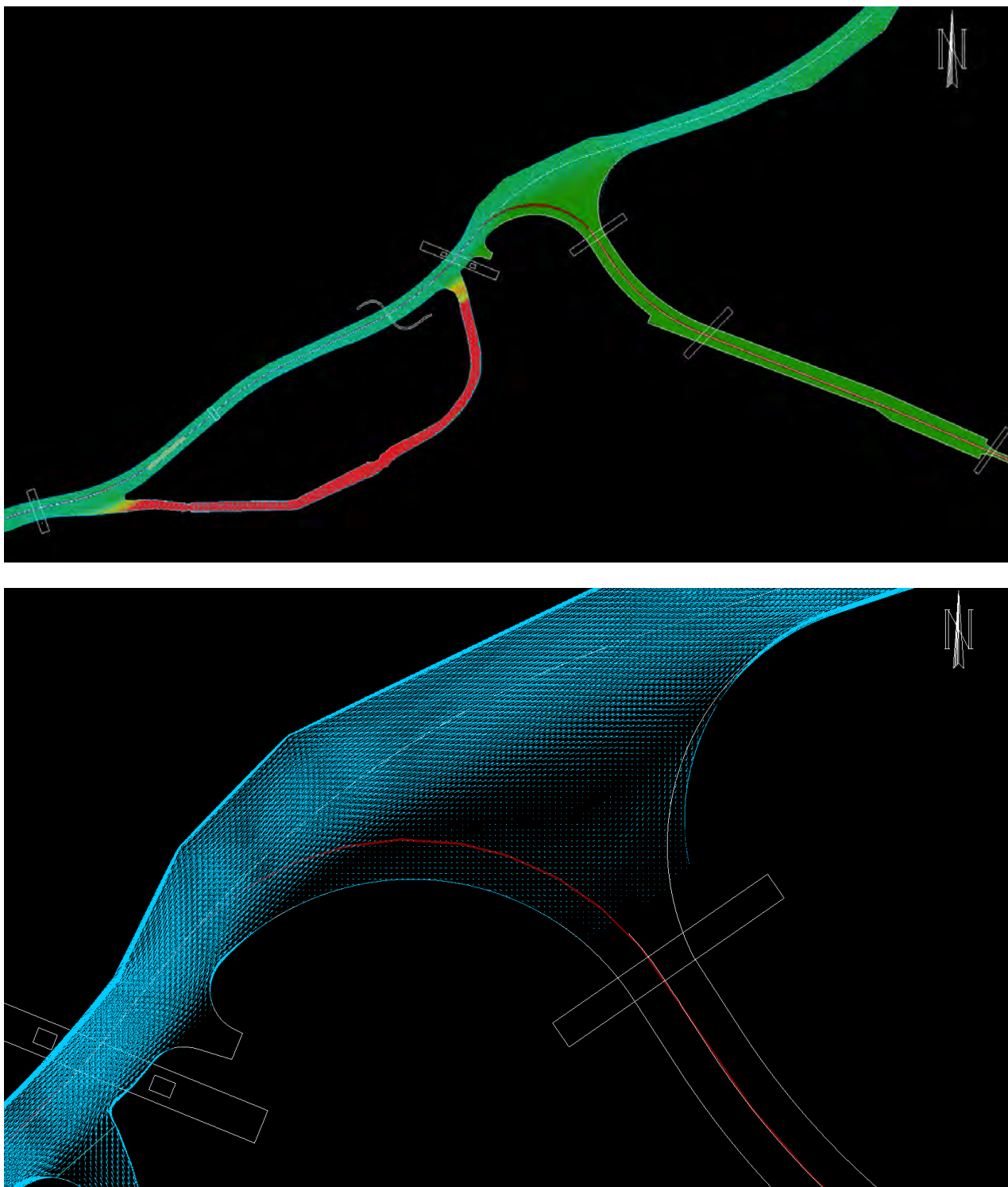
Figuur 3 – Variant RD\_RD: overzicht en detail bathymetrie en stroming



Figuur 4 – Variant RD\_40: overzicht en detail bathymetrie en stroming

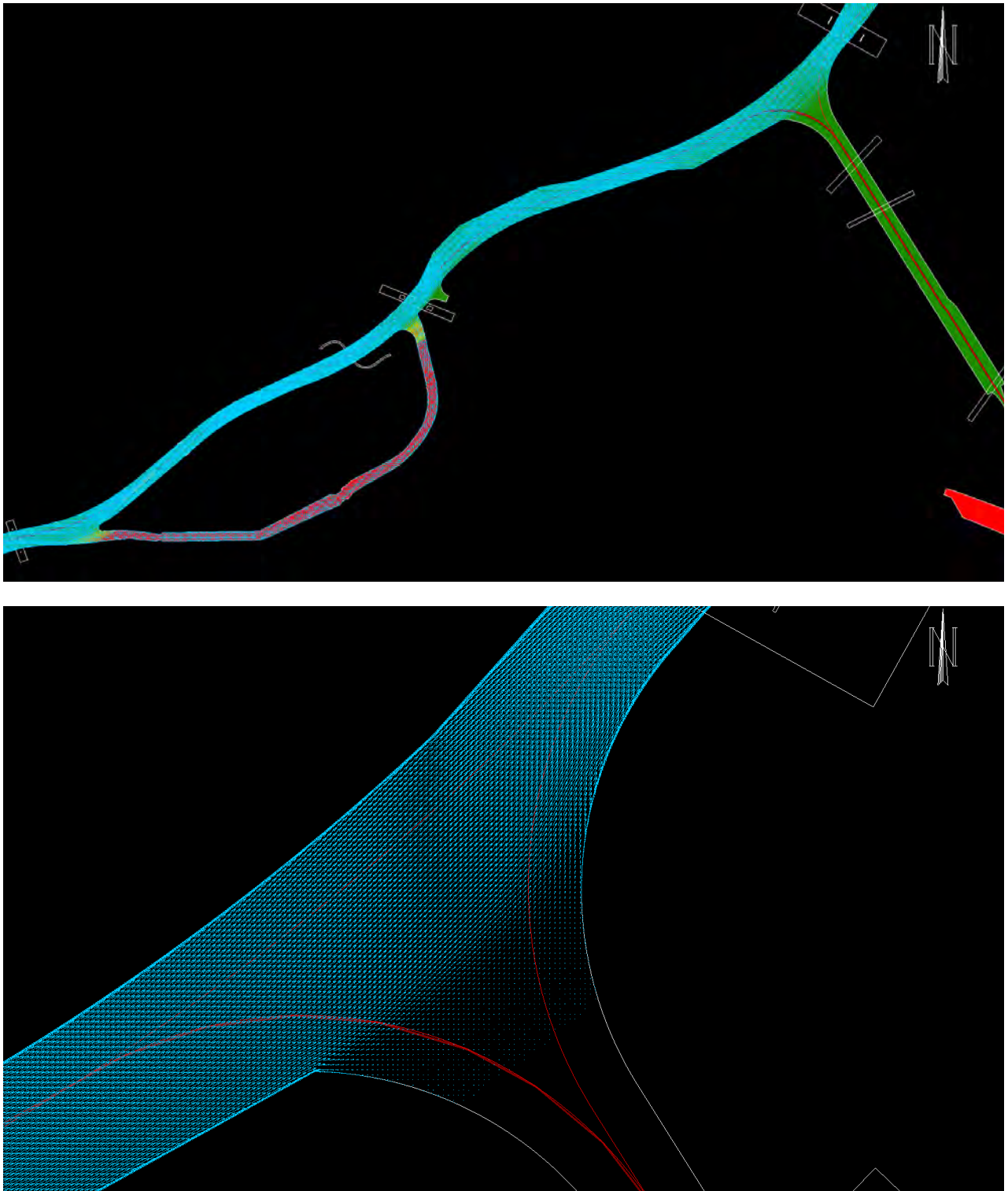


Figuur 5 – Variant RD\_40\_smal: overzicht en detail bathymetrie en stroming<sup>5</sup>



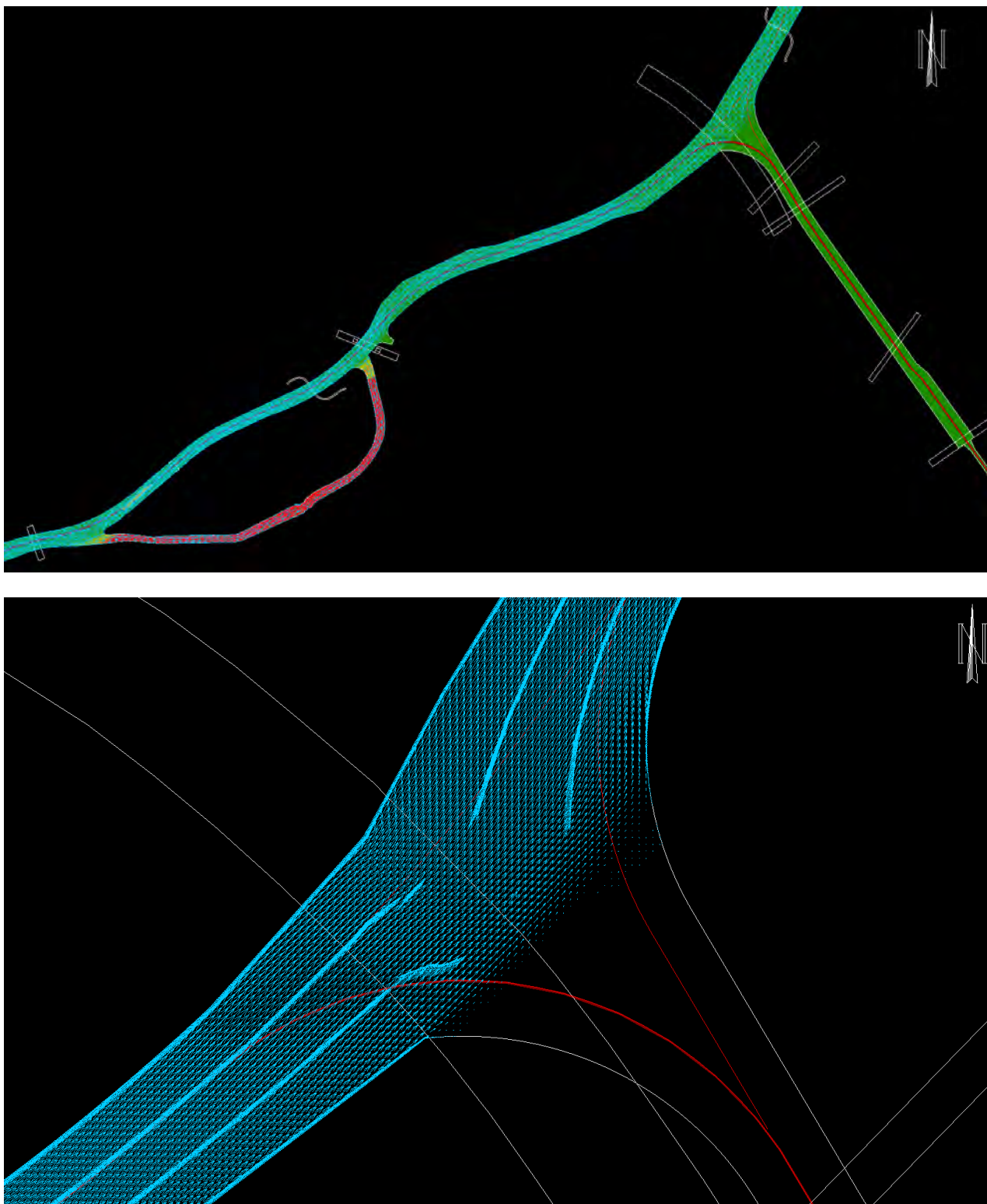
<sup>5</sup> Het stroomprofiel van de variant RD\_40 werd behouden in de variant RD\_40\_smal. Dit is zichtbaar in de stroomvectoren die buiten de waterlijncontour liggen aan de noordelijke oever van het knooppunt (zijde kanaal).

Figuur 6 – Variant BP: overzicht en detail bathymetrie en stroming





Figuur 7 – Variant BU: overzicht en detail bathymetrie en stroming



De simulaties werden uitgevoerd op de simulatoren Lara (specifiek voor binnenvaart) en SIM225.

## 3 Analyse

Het uitgevoerde simulatieprogramma wordt per variant besproken in de respectievelijke hoofdstukken. Aangezien alle simulaties werden uitgevoerd bij zuidelijke wind met kracht 4 Bft, wordt deze parameter niet opgenomen in de overzichtstabellen.

De analyse wordt gebaseerd op:

Voor de analyse wordt gebruikt gemaakt van de volgende technieken:

- KMZ bestanden: op deze bestanden wordt met Google Earth een voorstelling gegeven van de uitgevoerde simulatie met het varende en de afgemeerde schepen. Het traject van het varende schip zoals tijdens de simulatie kan gevolgd worden via een animatie. Tegelijkertijd worden ook de belangrijkste parameters (snelheden, toerental, boegschroef) voorgesteld van het varende schip op een tijdsgrafiek. Op deze manier kan tegelijkertijd met de simulatie gevolgd worden welke instellingen de schipper koos en hoe snel het schip langs, dwars of al gierende bewoog. Een volledige uitleg voor het behandelen van de KMZ bestanden wordt gegeven in Bijlage B.
- Vergelijking van het gebruik van de stuurparameters van het schip (boegschroef, roergebruik en motor) bij de passage van het knooppunt. Aangezien de moeilijkheidsgraad voor het nemen van het knooppunt in op- en afvaart bepaald wordt door het gebruik van de boegschroef om de boeg beter te sturen en de motor en de roeren om de sturefficiëntie op het achterschip te vergroten, zal een statistische analyse gemaakt worden door middel van gemiddelden en standaarddeviatie van de absolute waarden van de gebruikte toerentallen van de boegschroef en de hoofdmotor en de ingestelde roerhoeken. Ondanks de geometrische verschillen in knooppunten voor de varianten en dus ook de manoeuvres ter plaatse van deze knooppunten werd door middel van de statistische analyse toch geprobeerd om de manoeuvres per variant te kwantificeren en vervolgens op basis van deze cijfers de varianten ten opzichte van elkaar te vergelijken. Hiervoor worden gemiddelden berekend tussen baanparameters (deeltrajecten) per variant. Deze baanparameters zijn voorgesteld op Figuur 8 voor de afvaart (vertrekkende vanuit Kortrijk naar de sluis of omgekeerd) en op Figuur 9 voor de opvaart (vertrekkende vanuit Harelbeke naar de sluis of omgekeerd). De baanparameters, waartussen gemiddeld werd per variant, zijn voorgesteld in Tabel 2. De afstanden tussen deze baanparameters zijn verschillend per variant omdat gemiddeld wordt over het traject waarbij het schip nog een scheepslengte heeft af te leggen op de Leie voor de baan afwijkt naar het kruispunt en een scheepslengte heeft afgelegd in lijn met de sluis op het kanaal. Omdat de varianten RD\_RD en RD\_40 grotere kruispunten met grotere bochtstralen bevatten dan de andere twee varianten en in de variant RD\_40 nog een bocht-tegenbocht moet gerealiseerd worden op het kanaal, zijn de trajectlengtes waarover gemiddeld wordt voor deze varianten groter.

---

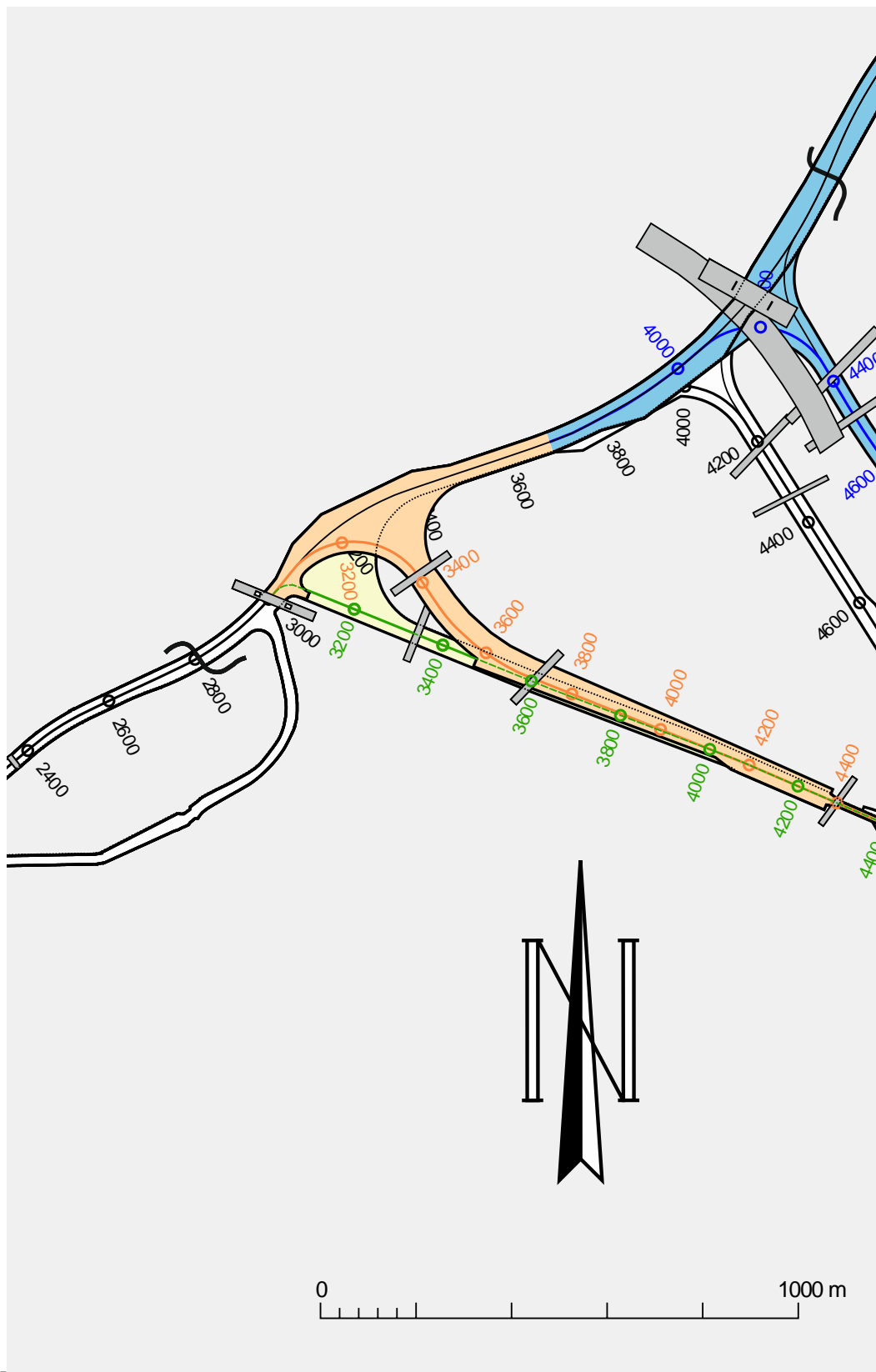
Tabel 2 – Baanparameters voor middeling per variant

---

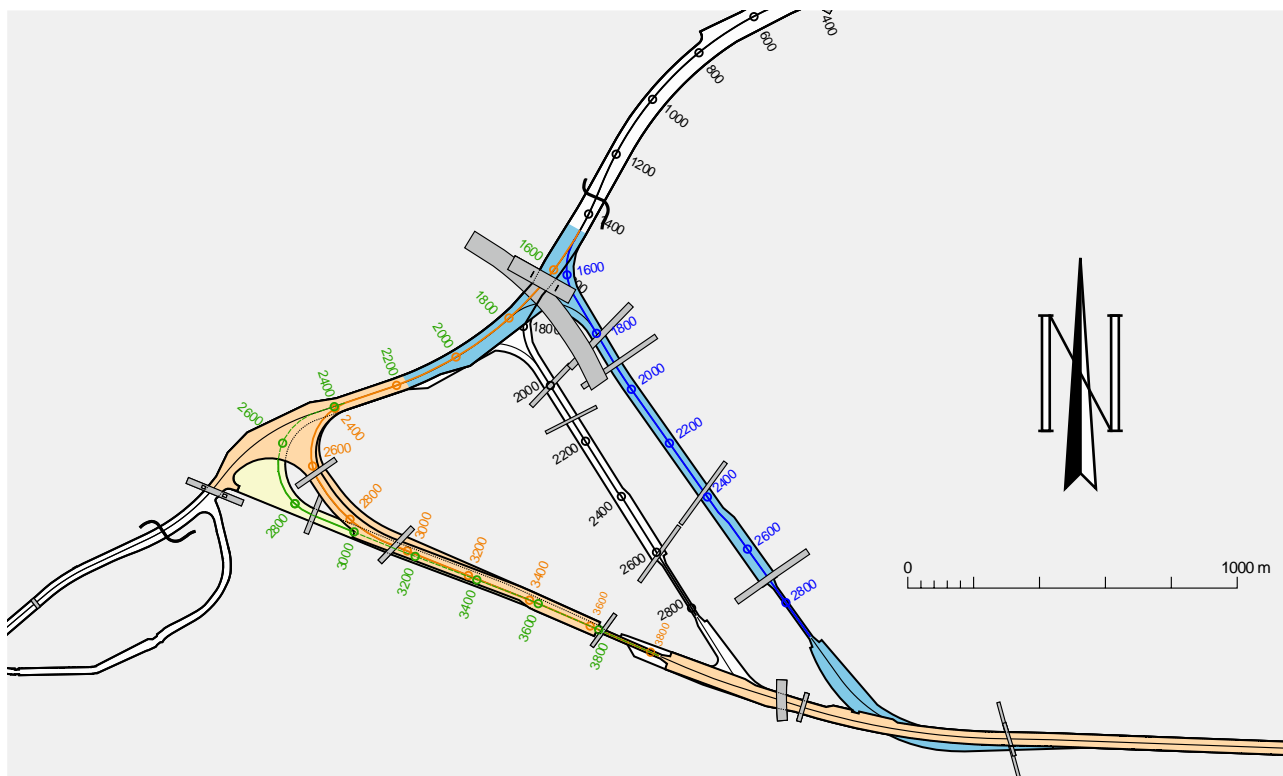
Variant	Richting AF/OP	Baanparameters voor middeling	Afstand tussen de baanparameters (m)
RD_RD	AF	2800 – 3400	600
	OP	2200 - 3000	800
RD_40	AF	2800 – 3800	1000
	OP	2200 - 3000	800
BP	AF	3750 – 4300	550
	OP	1550 - 2050	500
BU	AF	3950 – 4550	600
	OP	1350 - 1850	500

- Feedback van de schippers. De feedback van de schippers is opgenomen in Bijlage C. Hierin is een combinatie te vinden van de registratie van de onderzoeker tijdens de simulatierun en de nabespreking met de schippers na elke run met een kwantificering van de reserve en de moeilijkheidsgraad van de manoeuvres volgens het feedbackformulier in Bijlage D.

Figuur 8 – Varianten en hun baanparameters in afvaart (richting Kortrijk)



Figuur 9 – Varianten en hun baanparameters in opvaart (richting Harelbeke)



## 3.1 Variant RD\_RD

### 3.1.1 Simulatieprogramma

Het simulatieprogramma voor variant RD\_RD is per richting chronologisch samengebracht in Tabel 3 met de volgende codes:

- HS: van Harelbeke naar de sluis (4 simulaties)
- SH: van de sluis naar Harelbeke (4 simulaties)
- KS: van Kortrijk naar de sluis (8 simulaties waarvan één ontmoeting)
- SK: van de sluis naar Kortrijk (9 simulaties)

Het maximale debiet op de Leie-as voor een klasse IV schip werd beperkt tot 150 m<sup>3</sup>/s. Voor klasse Va en Va+ werd onderzocht of een maximaal debiet van 100 m<sup>3</sup>/s kon aangehouden worden, ook voor het nemen van het knooppunt in elke variant. Omdat na verschillende simulaties bleek dat het klasse IV schip over het algemeen geen problemen had met het debiet van 150 m<sup>3</sup>/s, werd uiteindelijk ook met een klasse Va schip bij dit debiet gevaren. Het kan dus voorkomen dat voor bepaalde varianten en vaarrichtingen geen simulaties met een klasse IV werden uitgevoerd maar dus wel met het grotere klasse Va schip.

Tabel 3 –Variant RD\_RD: simulatieprogramma

Richting/SIM	Run	Datum	Klasse	T (m)	Debiet (m <sup>3</sup> /s)
HS/Lara	KBK_RD_RD_000	14/05/19	IV	3.0	150
HS/Lara	KBK_RD_RD_014	29/05/19	Va+	3.5	100
HS/SIM225	KBK_RD_RD_014	29/05/19	Va	3.5	100
HS/Lara	KBK_RD_RD_016	13/06/19	Va	3.5	150
SH/Lara	KBK_RD_RD_009	14/05/19	Va+	3.5	100
SH/Lara	KBK_RD_RD_015	29/05/19	Va+	3.5	100
SH/SIM225	KBK_RD_RD_015	29/05/19	Va	3.5	100
SH/Lara	KBK_RD_RD_017	13/06/19	Va	3.5	150
KS/Lara	KBK_RD_RD_001	14/05/19	IV	3.0	150
KS/Lara	KBK_RD_RD_002	14/05/19	Va	3.5	100
KS/Lara	KBK_RD_RD_003	14/05/19	Va+	3.5	100
KS/Lara	KBK_RD_RD_004	14/05/19	Va+	1.8	100
KS/Lara/SIM225	KBK_RD_RD_010	29/05/19	Va/IV	3.5/1.7	100
KS/Lara	KBK_RD_RD_011	29/05/19	Va+	1.8	100
KS/SIM225	KBK_RD_RD_011	29/05/19	Va	3.5	150
KS/Lara	KBK_RD_RD_018	13/06/19	Va+	3.5	100
SK/Lara	KBK_RD_RD_005	14/05/19	IV	3.0	150
SK/Lara	KBK_RD_RD_006	14/05/19	Va	3.5	100
SK/Lara	KBK_RD_RD_007	14/05/19	Va+	3.5	100
SK/Lara	KBK_RD_RD_008	14/05/19	Va+	1.8	100
SK/Lara	KBK_RD_RD_012	29/05/19	Va+	1.8	100
SK/SIM225	KBK_RD_RD_012	29/05/19	Va	3.5	150
SK/Lara	KBK_RD_RD_013	29/05/19	Va+	3.5	100
SK/SIM225	KBK_RD_RD_013	29/05/19	Va	1.7	150
SK/Lara	KBK_RD_RD_019	13/06/19	Va+	3.5	100

### 3.1.2 Klasse IV en Va bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s

Runs 000, 001, 005 (allen klasse IV) en 016 en 017 (beide klasse Va) werden uitgevoerd op simulator Lara. Runs 011, 012 en 013 werden uitgevoerd op simulator SIM225. Er werden drie simulaties met een klasse IV uitgevoerd en vijf met een klasse Va.

De beoordeling van de schippers volgens de reserve en de moeilijkheidsgraad (zie bijlage D) is weergegeven in Tabel 4. Alle simulaties werden beoordeeld als uitgevoerd met voldoende reserve en met een normale moeilijkheid. De schippers achten het in- en uitdraaien van het RD\_RD knooppunt met klasse IV en Va schepen bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s uitvoerbaar in realiteit.

---

Tabel 4 – Variant RD\_RD: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s<sup>6</sup>

---

Richting/SIM	Run	Beoordeling reserves	Moeilijkheidsgraad	Uitvoerbaarheid
HS/Lara	KBK_RD_RD_000	2	2	ja
<i>HS/Lara</i>	<i>KBK_RD_RD_016</i>	2	2	<i>ja</i>
<i>SH/Lara</i>	<i>KBK_RD_RD_017</i>	2	2	<i>ja</i>
KS/Lara	KBK_RD_RD_001	2	2	ja
<i>KS/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_011</i>	2	2	<i>ja</i>
SK/Lara	KBK_RD_RD_005	2	2	ja
<i>SK/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_012</i>	2	2	<i>ja</i>
<i>SK/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_013</i>	2	2	<i>ja</i>

De tracks van de simulaties zijn voorgesteld in Figuur 10 en Figuur 11 (detail). De afgemeerde schepen worden in het groen voorgesteld terwijl de tracks van de varende schepen in het paars zijn voorgesteld. De gerespecteerde afstand tot de afgemeerde schepen is (ruim) voldoende op de Leie-as en op het kanaal. Behalve tijdens run 001 vertonen de tracks cirkelbogen bij het in- en uitvaren van het knooppunt naar en van het kanaal. Tijdens run 001 wordt vanuit Kortrijk naar de sluis gevaren en brengt de schipper het schip direct voorbij de Groeningebrug op de voorligging van het kanaal waardoor het het dichtst de zuidelijke oever van het knooppunt nadert. Aangezien er overal een bakprofiel aanwezig is, kan het schip zonder problemen deze oever dicht naderen.

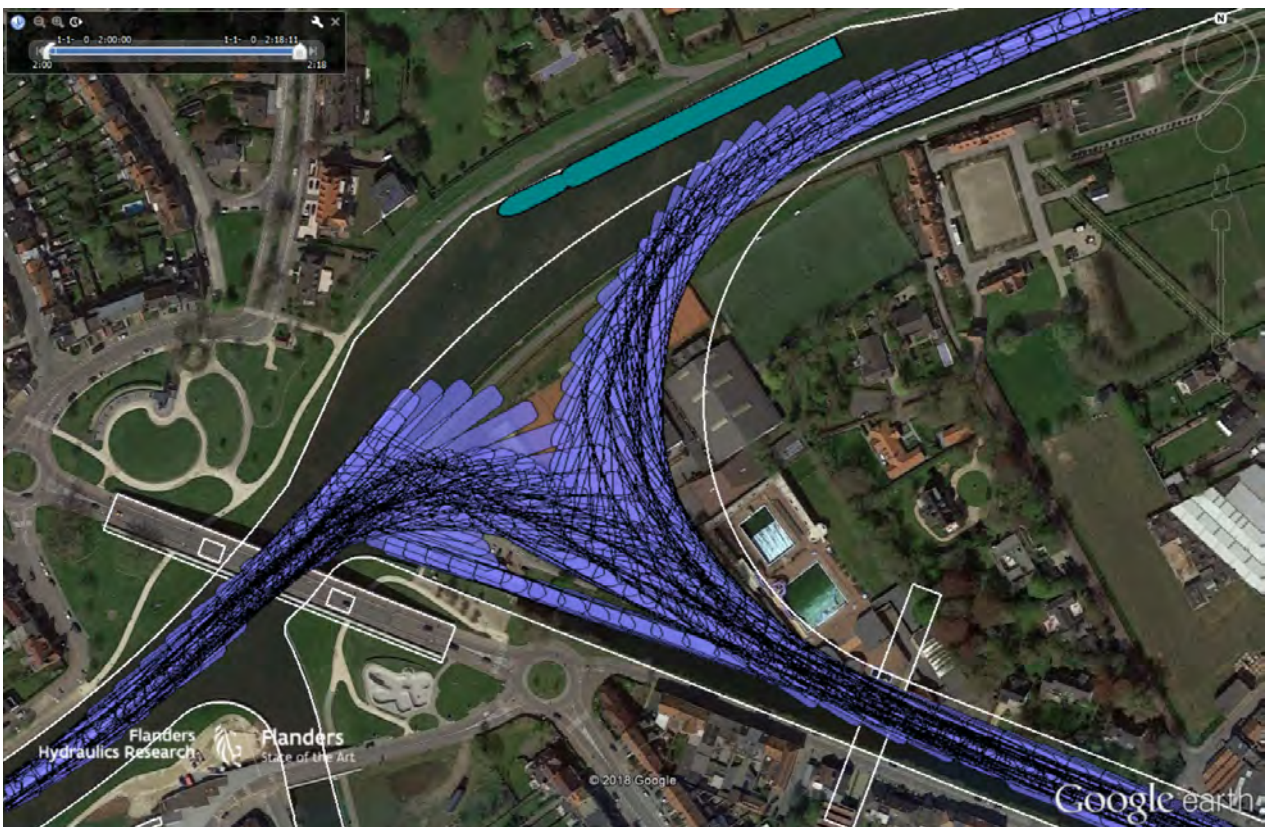
---

<sup>6</sup> De waarden die in italic zijn weergegeven gelden voor een klasse Va schip.

Figuur 10 – Variant RD\_RD: Google Earth overzicht van de simulaties RD\_RD\_000, 001, 005, 011, 012, 013, 016 en 017



Figuur 11 – Variant RD\_RD: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties RD\_RD\_000, 001, 005, 011, 012, 013, 016 en 017





Om de toegankelijkheid vanuit elke richting te beoordelen op basis van schroef-, roer- en boegschroefgebruik werden voor elke simulatierun de volgende gemiddelden (GEM) en gemiddelde deviaties<sup>7</sup> (GEMD) berekend:

- Gemiddelde absolute<sup>8</sup> roerhoek in deg (maximum 80 deg voor klasse Va+ en 75 deg voor klasse IV en Va)
- Gemiddeld absoluut schroeftoerental in rps (maximum 6.6 rps)
- Gemiddeld absoluut boegschroeftoerental in rps (maximum 7.5 rps)
- Gemiddelde totale snelheids grootte in m/s

Voor de variant RD\_RD berekent men deze gemiddelde waarde bij de richting Harelbeke-Sluis en omgekeerd voor de waarden tussen de baanparameters 2200 en 3000 m, en bij de richting Kortrijk-Sluis en omgekeerd voor de waarden tussen de baanparameters 2800 en 3400 m. Doel is de aanloop van/naar en het bochtmanoeuvre ter hoogte van het knooppunt objectiever te beoordelen op basis van het gebruik van de sturingsparameters (roerhoek, boegschroef) en het stuwvermogen en de toegepaste scheepssnelheid. Voor de variant RD\_RD bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s zijn de resultaten voorgesteld in Tabel 5. De grafieken met het verloop van de variabelen volgens de baanparameter zijn voorgesteld in Figuur 12 voor de richting Harelbeke naar/van de sluis en in Figuur 13 voor de richting Kortrijk naar/van de sluis.

Tabel 5 – Variant RD\_RD: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s:  
 roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		S Schroeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
HS/Lara	KBK_RD_RD_000	21.8	15.3	3.33	0.00	0.00	0.00	1.62	0.10
<i>HS/Lara</i>	<i>KBK_RD_RD_016</i>	<i>21.8</i>	<i>16.5</i>	<i>3.40</i>	<i>0.44</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.42</i>	<i>0.15</i>
<i>SH/Lara</i>	<i>KBK_RD_RD_017</i>	<i>22.5</i>	<i>15.1</i>	<i>3.99</i>	<i>0.84</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.54</i>	<i>0.22</i>
KS/Lara	KBK_RD_RD_001	23.6	18.1	3.16	1.44	0.64	1.16	1.46	0.35
<i>KS/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_011</i>	<i>8.8</i>	<i>9.2</i>	<i>3.24</i>	<i>1.62</i>	<i>3.23</i>	<i>1.49</i>	<i>1.43</i>	<i>0.49</i>
SK/Lara	KBK_RD_RD_005	31.5	23.1	3.20	0.57	1.31	2.02	1.18	0.42
<i>SK/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_012</i>	<i>24.1</i>	<i>16.8</i>	<i>3.50</i>	<i>0.81</i>	<i>2.54</i>	<i>2.05</i>	<i>1.43</i>	<i>0.28</i>
<i>SK/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_013</i>	<i>24.0</i>	<i>17.5</i>	<i>2.72</i>	<i>0.90</i>	<i>1.67</i>	<i>1.98</i>	<i>1.92</i>	<i>0.38</i>

Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip.

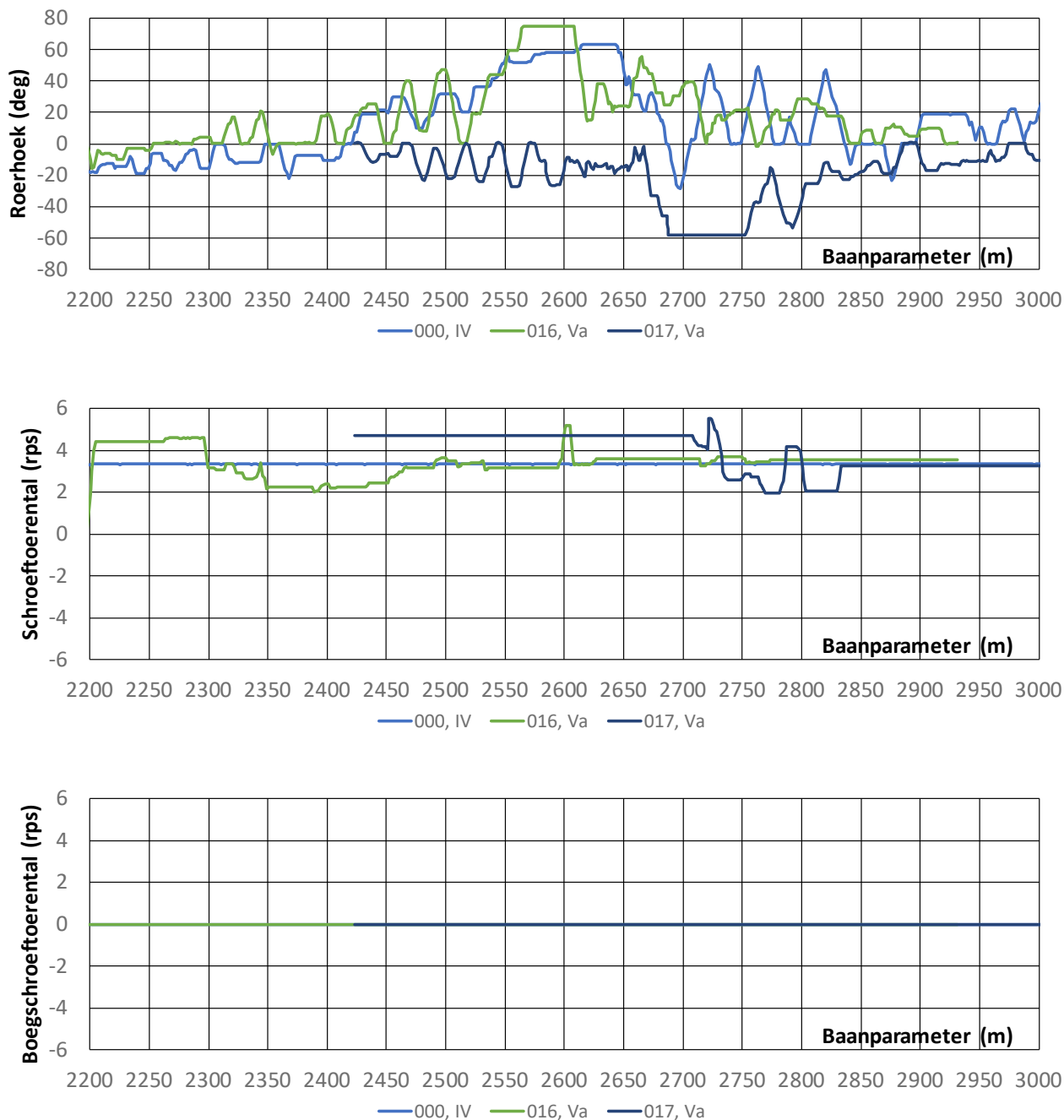
Bij de richting van Harelbeke naar de sluis en vice versa wordt ook voor een klasse Va schip bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s geen boegschroef gebruikt. Het gebruik van het roer volstaat om het schip de bocht te laten nemen. Voor de richting van Kortrijk naar de sluis en vice versa zijn wel boegschroef en roer nodig om de scherpe bocht afwaarts de Groeningebrug te kunnen uitvoeren.

Voor beide richtingen variëren de gemiddelde roerhoeken tussen 21 en 32 deg, behalve voor run 011 met een minimale waarde van 9 deg. Voor deze run 011 kan men echter wel het grootste boegschroefgebruik waarnemen met een gemiddeld boegschroeftoerental van 3.2 rps, terwijl voor de andere runs het gemiddelde varieert tussen 0 en 2.5 rps. Het schroeftoerental varieert voor alle runs in deze variant tussen 2.7 en 4.0 rps waarbij er nog reserve is. De snelheids grootte varieert tussen 1.2 en 1.9 m/s (of 4.3 en 6.8 km/h). Deze informatie zal in hoofdstuk 4 gebruikt worden voor een vergelijking van de varianten.

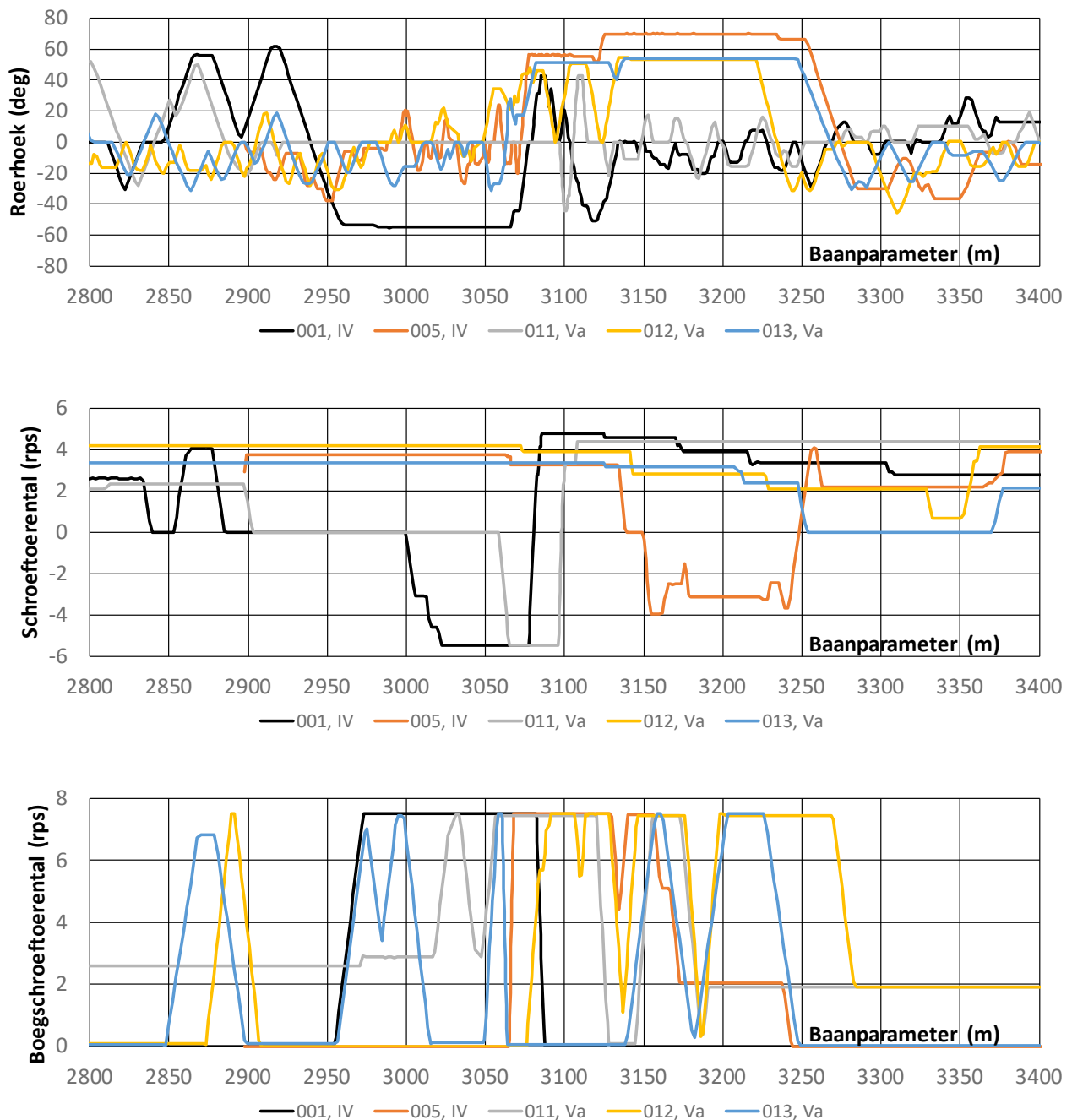
<sup>7</sup> De gemiddelde deviatie berekent het gemiddelde van de absolute deviaties van de gegevenspunten ten opzichte van hun gemiddelde waarde.

<sup>8</sup> Het begrip “absoluut” betekent dat het gemiddelde berekend wordt van de absolute waardes van de gekozen variabele.

Figuur 12 – Variant RD\_RD bij 150 m<sup>3</sup>/s en richting Harelbeke-sluik:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Figuur 13 – Variant RD\_RD bij 150 m<sup>3</sup>/s en richting Kortrijk-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental

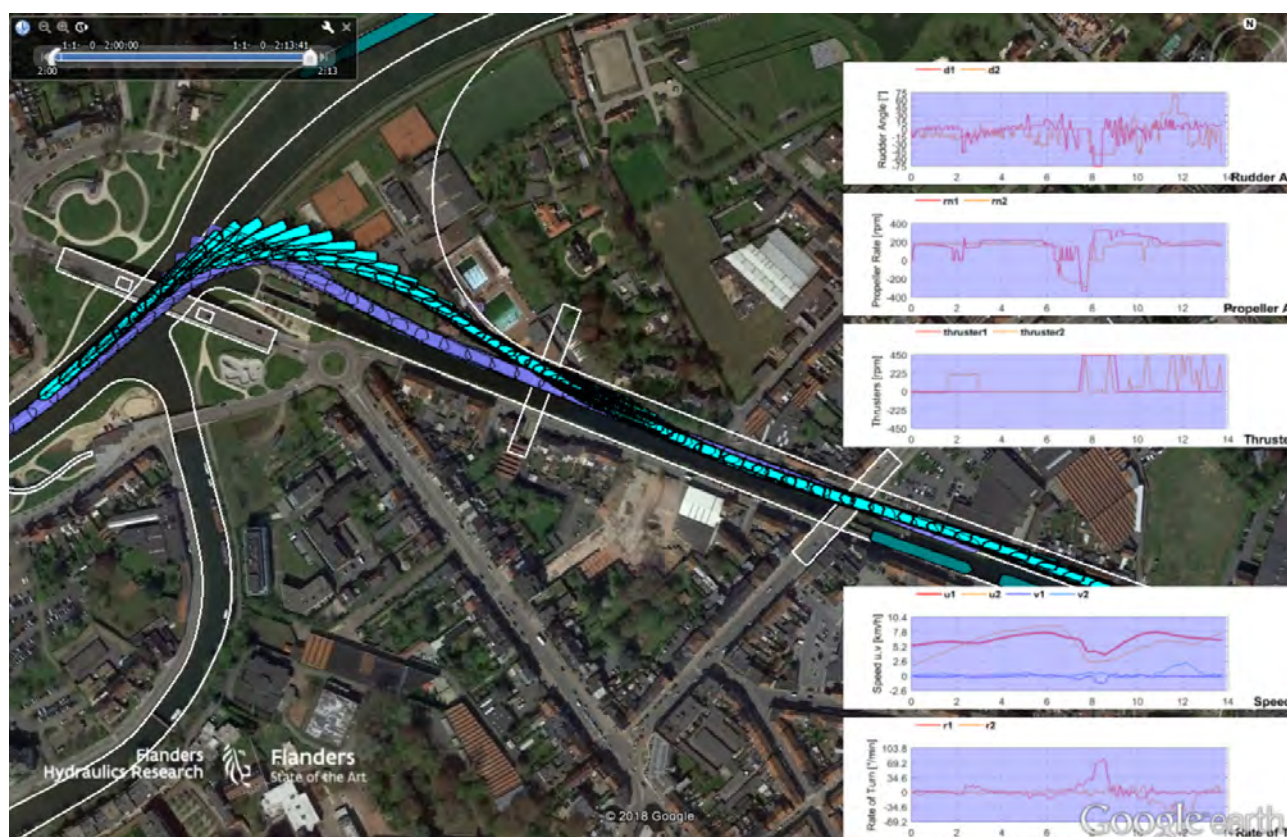


Het afzonderlijk analyseren van het roergebruik en het schroefgebruik heeft te maken met het specifieke manoeuvre ter hoogte van het knooppunt in de verschillende varianten. De roerhoek geeft een indicatie over de vraag voor stuurcapaciteit. Uiteraard is het toegepaste schroeftoerental daar ook belangrijk voor omdat een roer zijn efficiëntie haalt uit de aanstroming door de schroefstraal. Echter omdat gebleken is dat, afhankelijk van de variant en de grootte van het schip, ook zeer bruusk schroefgebruik nodig was met vooruit- en achteruitslaan om de snelheid te controleren en het schip te sturen, werden de parameters roerhoek en schroeftoerental afzonderlijk geanalyseerd. Bij het achteruitslaan wordt het roer immers niet aangestroomd. De absolute waarden (dus enkel positieve waarden of dus groottes) van de roerhoek en het schroeftoerental geven dus aan hoe groot de gemiddelde roerhoeken waren en hoe intens de schroef moest draaien.

### 3.1.3 Klasse Va en Va+ bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s

De runs met klasse Va werden voor 002 en 006 uitgevoerd op simulator Lara en 014 en 015 op SIM225. Er werd ook één ontmoeting tussen een klasse Va en een klasse IV schip uitgevoerd (run 010, Figuur 14). Alle runs met het klasse Va+ schip zijn op simulator Lara uitgevoerd.

Figuur 14 – Variant RD\_RD, run 010: ontmoeting tussen klasse Va en IV op het kanaal



Een overzicht van de beoordeling door de schippers is voorgesteld in Tabel 6. Alle simulaties in de richting van Harelbeke naar de sluis en vice versa worden beoordeeld als uitgevoerd met voldoende reserve en met een normale moeilijkheid, ook met het grotere klasse Va+ schip. De simulaties met het klasse Va schip van Kortrijk naar de sluis en vice versa bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s worden hetzelfde beoordeeld als bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s. Een positievere beoordeling werd niet gegeven omdat de ruimte voor het bochten beperkt blijft. Voor een klasse Va+ schip dat 25 m langer is dan het klasse Va schip wordt vaker aangegeven dat het bochtmanoeuvre wel gelukt is maar met weinig reserve. Soms wordt ook de moeilijkheidsgraad groter met een meer dan normale moeilijkheid. Dit treedt zowel op bij het bochten van de sluis naar Kortrijk (run 007 en 019) als van Kortrijk naar de sluis (run 018).

Tabel 6 – Variant RD\_RD: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s

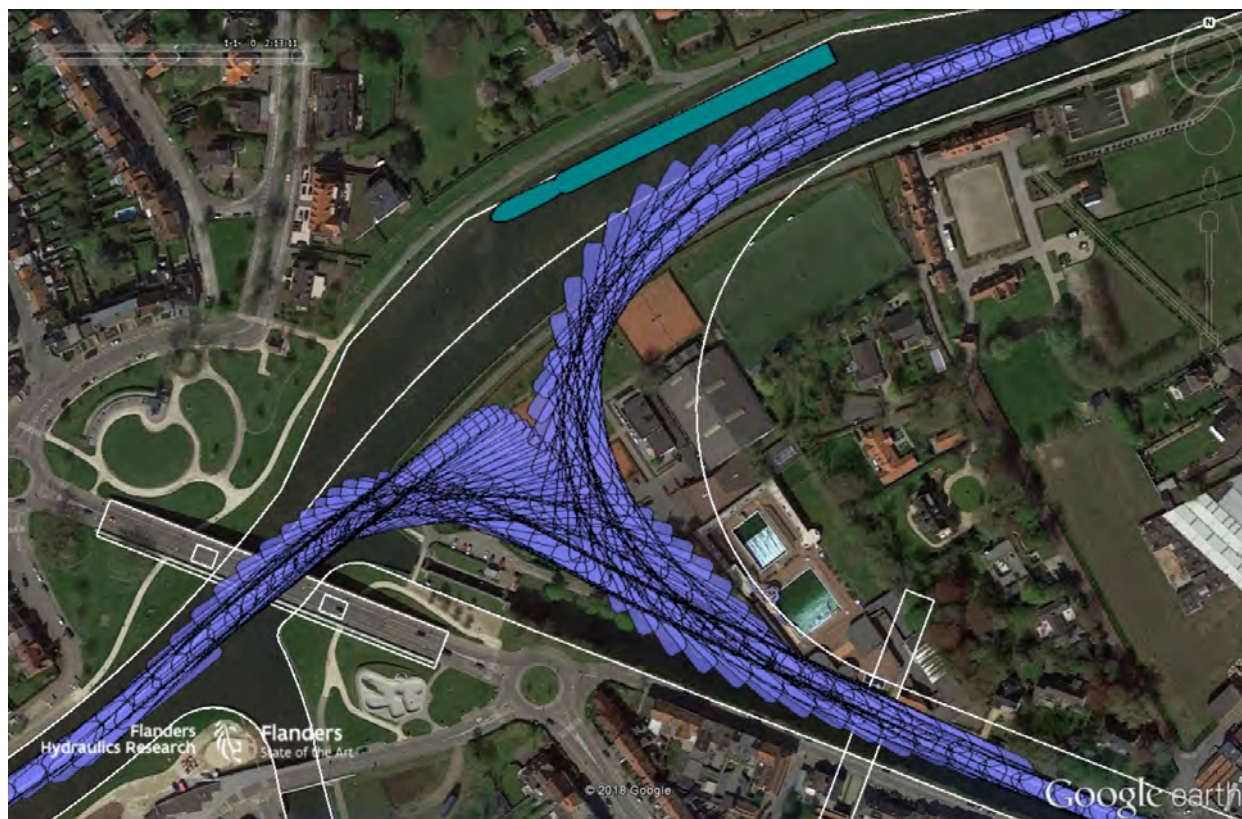
Richting/SIM	Run	Beoordeling reserves	Moeilijkheidsgraad	Uitvoerbaarheid
HS/Lara	KBK_RD_RD_014	2	2	ja
<i>HS/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_014</i>	2	2	<i>ja</i>
SH/Lara	KBK_RD_RD_009	2	2	ja
SH/Lara	KBK_RD_RD_015	2	2	ja
<i>SH/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_015</i>	2	2	<i>ja</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_RD_RD_002</i>	2	2	<i>ja</i>
KS/Lara	KBK_RD_RD_003	2	2	ja
KS/Lara	KBK_RD_RD_004	2	2	ja
<i>KS/Lara/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_010</i>	2/2	2/2	<i>ja</i>
KS/Lara	KBK_RD_RD_011	3	2	ja
KS/Lara	KBK_RD_RD_018	3	3	ja
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_RD_RD_006</i>	2	2	<i>ja</i>
SK/Lara	KBK_RD_RD_007	3	3	ja
SK/Lara	KBK_RD_RD_008	2	2	ja
SK/Lara	KBK_RD_RD_012	3	2	ja
SK/Lara	KBK_RD_RD_013	3	2	ja
SK/Lara	KBK_RD_RD_019	3	3	ja

De tracks van de simulaties met het klasse Va schip zijn voorgesteld in Figuur 15 en Figuur 16 (detail). De gerespecteerde afstand tot de afgemeerde schepen en de oevers is (ruim) voldoende. Men kan zien dat er op het kruispunt zelf aan alle zijden grote afstanden tot de oevers worden vrij gehouden (variërend tussen 30 m aan de zuidzijde op het kanaal en 60 m aan de noordwestelijke zijde op de Leie-as). Voor een klasse Va en IV schip is het kruispunt in deze variant dus ruim gedimensioneerd zodat in run 010 een ontmoeting tussen beide schepen werd onderzocht. Deze ontmoeting vond plaats net afwaarts de nieuwe brug die het meest afwaarts op het kanaal, aansluitend op het kruispunt met de Leie-as, voorzien wordt. Het opvarende klasse IV schip (blauw op Figuur 14) moet zich afstoppen om niet te ver op het kruispunt te komen terwijl het afvarende klasse Va schip vanuit Kortrijk nog de bocht op het kruispunt moet ronden. Er is voldoende ruimte om een ontmoeting tussen het kruispunt en het kanaal te organiseren.

Figuur 15 – Variant RD\_RD: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va bij 100 m<sup>3</sup>/s:  
RD\_RD\_014, 015 (SIM225), 002 en 006



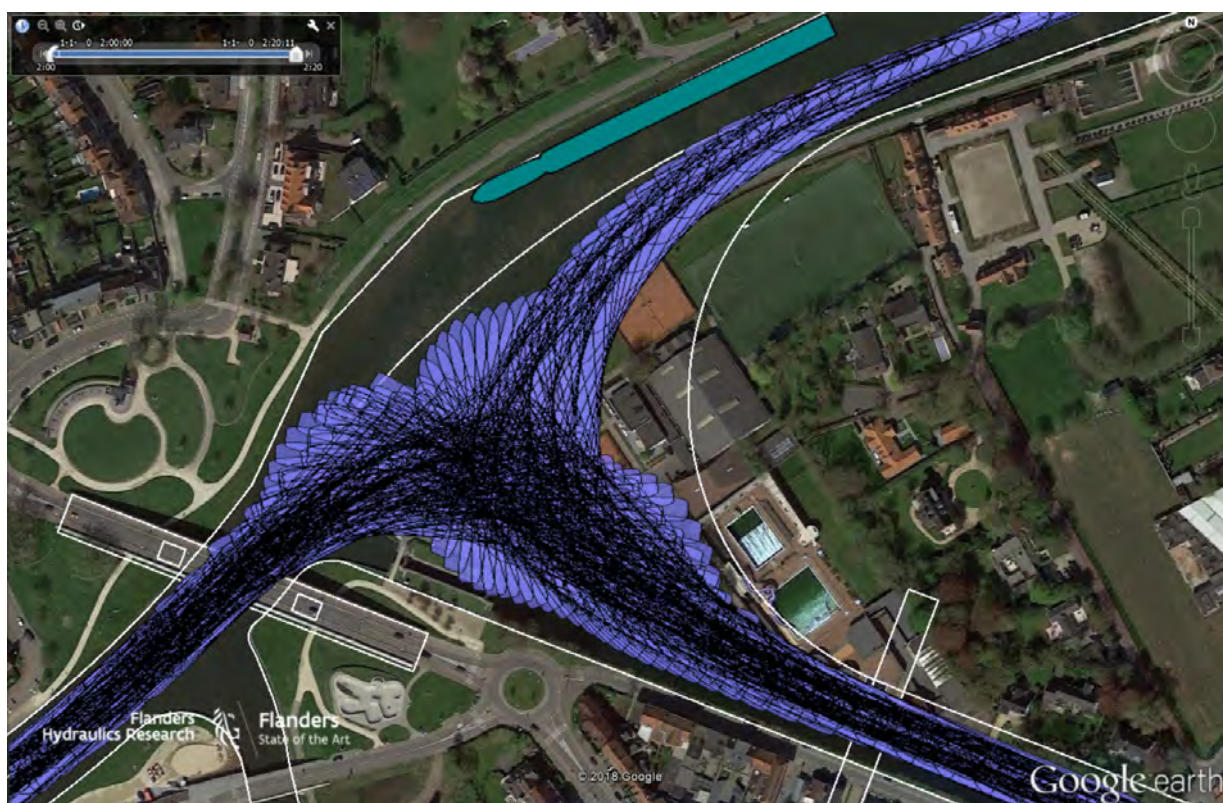
Figuur 16 – Variant RD\_RD: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va bij 100 m<sup>3</sup>/s: RD\_RD\_014, 015 (SIM225), 002 en 006



Figuur 17 – Variant RD\_RD: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s:  
RD\_RD\_003, 004, 007, 008, 009, 011, 012, 013, 014, 015, 018 en 019



Figuur 18 – Variant RD\_RD: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s:  
RD\_RD\_003, 004, 007, 008, 009, 011, 012, 013, 014, 015, 018 en 019



De tracks van de simulaties met het klasse Va+ schip zijn voorgesteld in Figuur 17 en Figuur 18 (detail). Er is een duidelijk verschil in ruimtegebruik voor het manoeuvreren zichtbaar tussen een klasse Va schip (Figuur 16) en een klasse Va+ schip (Figuur 18). Vooral bij het opdraaien van het kruispunt vanuit de richting van Kortrijk wordt er met het achterschip dicht bij de linkeroever van de Leie gevaren. Het aanpassen van deze oever door de uitstulpende knik afwaarts de Groeningebrug weg te nemen, zal de ruimte tussen het achterschip en de oever vergroten. Ook de rechteroever net afwaarts de Groeningebrug wordt heel dicht genaderd maar de schippers zien dit niet meteen als een probleem omdat de oevers verticaal zijn (eventueel wrijf houten voorzien indien toch contact met het schip zou optreden) en men dichtbij deze oever komt wanneer men het indraaien op het kruispunt al langs deze oever inzet. Het is dus een gecontroleerde beweging. Dit geldt niet zo voor het achterschip aan de overstaande oever waarbij men in volle draai beweging goed moet inschatten of het achterschip wel volledig vrij zal zijn van de oever.

De beoordeling van de toegankelijkheid op basis van schroef-, roer- en boegschroefgebruik wordt op dezelfde manier uitgevoerd als voor de simulaties bij 150 m<sup>3</sup>/s besproken in 3.1.2.

Voor de variant RD\_RD bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s zijn de resultaten voorgesteld in Tabel 7. De grafieken met het verloop van de variabelen volgens de baanparameter zijn voorgesteld in Figuur 19 voor de richting Harelbeke naar/van de sluis en in Figuur 20 voor de richting Kortrijk naar/van de sluis.

Tabel 7 – Variant RD\_RD: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s:  
roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schrøeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
HS/Lara	KBK_RD_RD_014	45.0	28.5	3.72	1.07	2.77	3.33	1.69	0.37
<i>HS/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_014</i>	<i>18.8</i>	<i>14.7</i>	<i>3.89</i>	<i>0.61</i>	<i>1.08</i>	<i>1.42</i>	<i>1.79</i>	<i>0.10</i>
SH/Lara	KBK_RD_RD_009	24.3	20.4	2.94	1.12	1.52	2.21	1.29	0.59
SH/Lara	KBK_RD_RD_015	29.2	19.9	3.10	1.23	2.95	3.52	1.50	0.49
<i>SH/SIM225</i>	<i>KBK_RD_RD_015</i>	<i>17.4</i>	<i>14.9</i>	<i>3.35</i>	<i>0.00</i>	<i>1.16</i>	<i>1.53</i>	<i>1.58</i>	<i>0.20</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_RD_RD_002</i>	<i>16.2</i>	<i>15.5</i>	<i>3.01</i>	<i>0.87</i>	<i>1.10</i>	<i>1.84</i>	<i>1.40</i>	<i>0.33</i>
KS/Lara	KBK_RD_RD_003	23.8	14.5	2.99	1.01	1.60	2.48	1.41	0.54
KS/Lara	KBK_RD_RD_004	9.0	9.7	2.63	0.84	2.52	2.66	1.93	0.72
KS/Lara	KBK_RD_RD_011	17.8	11.1	3.00	1.10	4.26	2.39	1.82	0.78
KS/Lara	KBK_RD_RD_018	26.2	19.5	3.17	0.98	1.41	2.25	1.28	0.27
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_RD_RD_006</i>	<i>29.2</i>	<i>21.7</i>	<i>3.24</i>	<i>0.69</i>	<i>1.10</i>	<i>1.82</i>	<i>1.08</i>	<i>0.44</i>
SK/Lara	KBK_RD_RD_007	39.9	26.4	3.69	0.58	2.22	2.99	1.77	0.27
SK/Lara	KBK_RD_RD_008	36.5	19.5	2.89	0.66	0.63	1.08	1.80	0.58
SK/Lara	KBK_RD_RD_012	33.0	23.6	2.69	0.84	3.20	2.37	1.81	0.44
SK/Lara	KBK_RD_RD_013	43.4	27.5	3.32	1.18	2.23	2.91	1.30	0.32
SK/Lara	KBK_RD_RD_019	36.4	22.9	3.42	1.37	2.98	3.45	1.29	0.45

Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip.

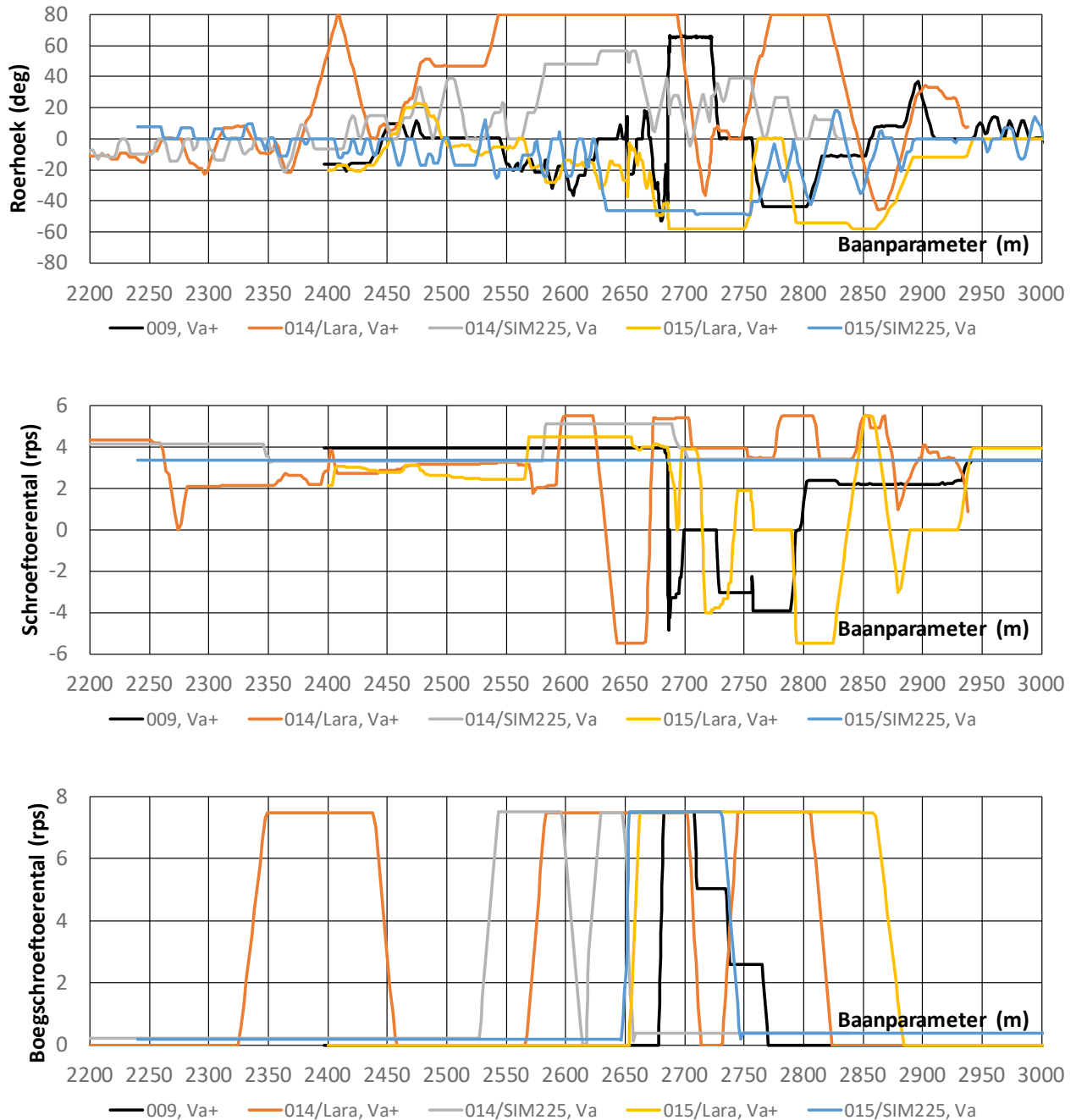
Hoewel bij de richting van Harelbeke naar de sluis en vice versa voor een klasse Va schip bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s geen boegschroef werd gebruikt, kan men zien dat in alle simulaties in Tabel 7 de boegschroef werd gebruikt. Soms verkiest de schipper om toch de boegschroef te gebruiken.

Het verschil in gebruik van het roer en de boegschroef (de sturing) tussen een klasse Va en Va+ schip voor het traject van en naar Harelbeke is duidelijk, met de kleinste waarden in gemiddelden maar ook deviaties voor het klasse Va schip. Ook in de gemiddelde snelheid en het schroeftoerental kan men zien dat een klasse

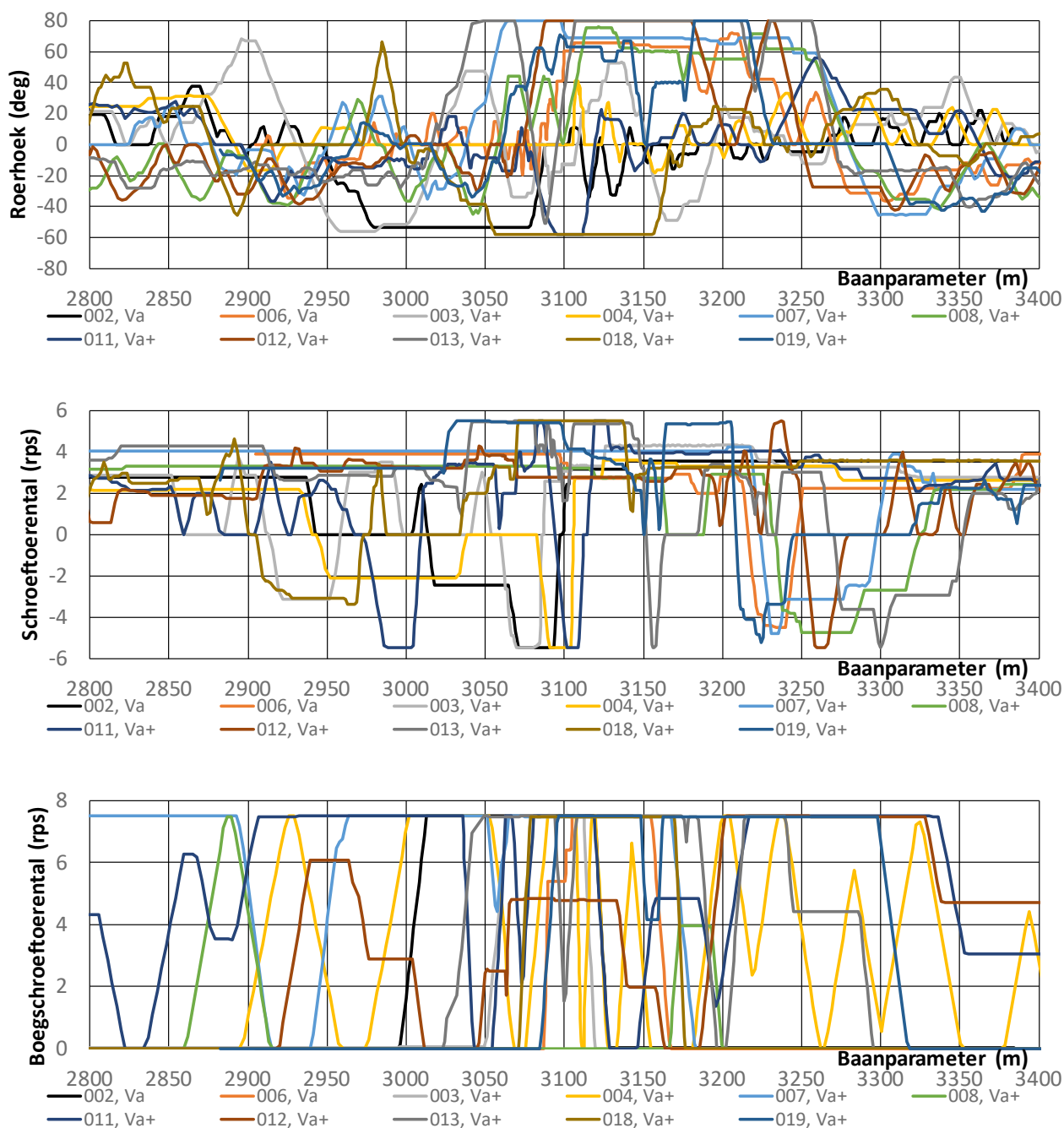


Va schip gemakkelijker het kruispunt kan passeren dan een klasse Va+ schip. De gemiddelde snelheid en ook het schroeftoerental zijn hoger voor het klasse Va schip dan voor het klasse Va+ schip.

Figuur 19 – Variant RD\_RD bij 100 m<sup>3</sup>/s en richting Harelbeke-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Figuur 20 – Variant RD\_RD bij 100 m<sup>3</sup>/s en richting Kortrijk-sluis:  
 grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Dezelfde tendens ziet men in hoofdzaak ook voor de richting van en naar Kortrijk. In simulatie 004 is echter de gemiddelde roerhoek zeer laag (slechts 9 graden) terwijl het gemiddelde boegschroeftoerental ook niet uitzonderlijk hoog is (2.52 rps) en voor run 008 is het gemiddelde boegschroeftoerental laag (0.63 rps) maar is er wel een hogere gemiddelde roerhoek (36.5 graden) voor het klasse Va+ schip in vergelijking met het klasse Va schip.

Voor beide richtingen variëren de gemiddelde roerhoeken tussen 16 en 45 deg, behalve voor run 004 met een minimale waarde van 9 deg. Voor run 011 kan men het grootste boegschroefgebruik waarnemen met een gemiddeld boegschroeftoerental van 4.3 rps, terwijl voor de andere runs het gemiddelde varieert tussen 1.1 en 3.2 rps. Het schroeftoerental varieert voor alle runs in deze variant tussen 2.6 en 3.9 rps waarbij er nog reserve is. De snelheidsgrootte varieert tussen 1.1 en 1.9 m/s (of 4.0 en 6.8 km/h).

Voor de ontmoeting in runs 010 worden de gemiddelden in Tabel 8 opgenomen. Het klasse IV schip op SIM225 heeft zijn snelheid ingehouden om het klasse Va schip eerst het kruispunt te laten opdraaien alvorens elkaar te ontmoeten. Hierdoor kan men vaststellen dat de gemiddelde roerhoek en het boegschroeftoerental het hoogst zijn voor het klasse IV schip en het schroeftoerental en de snelheid het laagst voor ditzelfde schip. Afhankelijk van de specifieke manoeuvres zoals bij een ontmoeting kunnen de gemiddelden nog afwijken van de waarden zoals voorgesteld in Tabel 5 en Tabel 7 voor manoeuvres zonder ontmoetingen.

Tabel 8 – Variant RD\_RD: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s voor de ontmoeting in run 010: roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		S Schroeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
KS/Lara	KBK_RD_RD_010	13.6	11.1	3.65	1.38	0.87	1.51	1.76	0.32
KS/SIM225	KBK_RD_RD_010	24.6	14.3	2.81	0.62	1.41	1.70	1.42	0.37

### 3.1.4 Feedback en aanbevelingen schippers

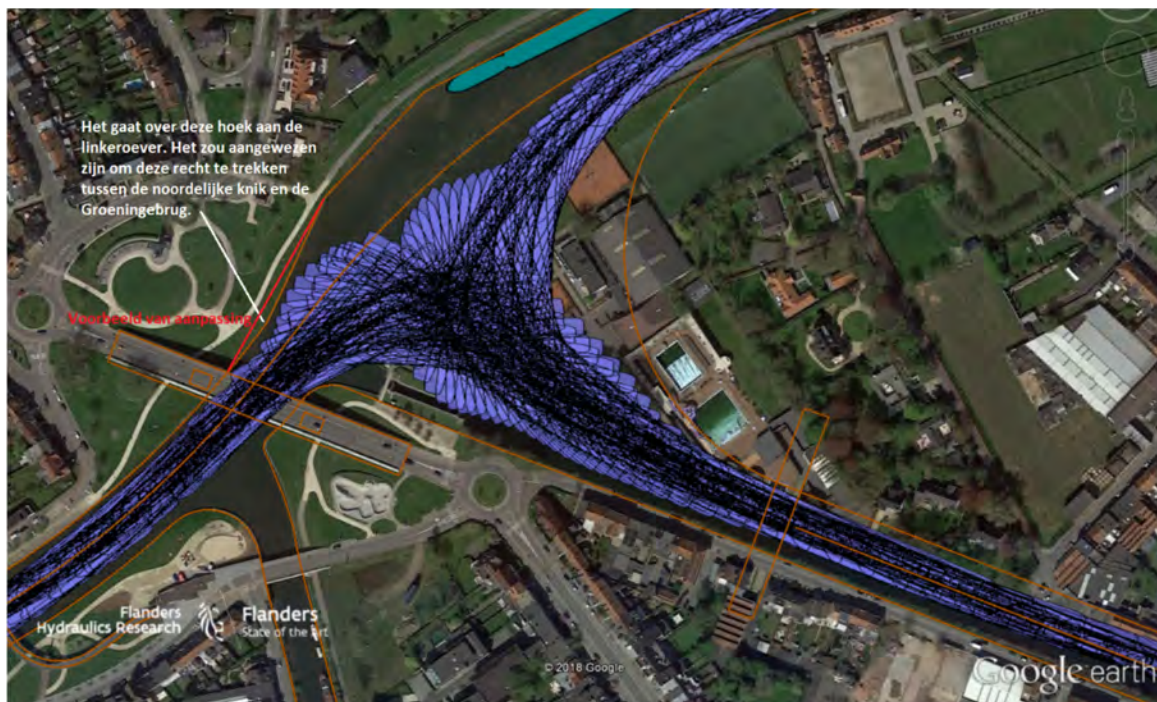
De (mondelinge) feedback van de schippers is opgenomen in Bijlage C. De belangrijkste opmerkingen van de schippers zijn:

- Het RD\_RD knooppunt is ruim, zeker voor klasse IV en Va schepen. Voor klasse Va+ wordt dit krappere maar mogelijk. Dit vertaalt zich onder meer in meer boegschroefgebruik bij de grotere klassen.
- Het manoeuvre van en naar Harelbeke is gemakkelijker dan het manoeuvre van en naar Kortrijk. Anderzijds is het manoeuvre van het kanaal naar Kortrijk moeilijker dan van Kortrijk naar het kanaal (sluis).
- De maximale toegelaten debieten voor de verschillende klassen zijn nog steeds toelaatbaar. Het voordeel met deze vorm van het knooppunt is dat het schip bij uitvaart uit het kanaal reeds bijna gestrekt ligt met de stroom voor het schip de Leie op komt.
- De aanwezigheid van de Groeningebrug direct opwaarts het kruispunt zorgt vooral voor lege schepen met containers (stuurhut achter de containers bij passage van de brug) voor een slechte zichtbaarheid. Daarnaast is het knooppunt ruim waardoor dit nadeel hiermee deels verholpen wordt.

De aanbevelingen van de schippers zijn (Figuur 21):

- Onderzoeken of de hoek ten noorden van de Groeningebrug aan de linkeroever ook moet aangepast worden. Het schip moet wel langer wachten vanuit de richting van Kortrijk om het achterschip vrij te krijgen maar het knooppunt is zeer ruim waardoor de schipper het op het knooppunt kan oplossen.
- Wachtplaats: Geen hinderlijke wachtplaatsen

Figuur 21 – Variant RD\_RD: voorstel voor aanpassing (tracks Va+)



## 3.2 Variant RD\_40 en RD\_40\_smal

### 3.2.1 Simulatieprogramma

Het simulatieprogramma voor variant RD\_40 en RD\_40\_smal is per richting chronologisch samengebracht in Tabel 9 met de volgende codes:

- HS: van Harelbeke naar de sluis (7 simulaties)
- SH: van de sluis naar Harelbeke (1 simulatie)
- KS: van Kortrijk naar de sluis (11 simulaties waarvan 2 ontmoetingen)
- SK: van de sluis naar Kortrijk (12 simulaties)
- KBK: op het kanaal Bossuit-Kortrijk (1 simulatie)

Tabel 9 –Variant RD\_40 en RD\_40\_smal: simulatieprogramma<sup>9</sup>

Richting/SIM	Run	Datum	Klasse	T (m)	Debiet (m <sup>3</sup> /s)
HS/Lara	KBK_RD_40_009	14/05/2019	Va+	3.5	100
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_022</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>IV</u>	<u>3.0</u>	<u>150</u>
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_023</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>Va</u>	<u>3.5</u>	<u>150</u>
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_024</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>Va+</u>	<u>3.5</u>	<u>100</u>

<sup>9</sup> De runs die onderlijnd zijn, werden uitgevoerd in de variant RD\_40\_smal

Richting/SIM	Run	Datum	Klasse	T (m)	Debiet (m <sup>3</sup> /s)
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_025</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>Va+</u>	<u>1.8</u>	<u>100</u>
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_030</u>	<u>13/06/2019</u>	<u>Va</u>	<u>3.5</u>	<u>150</u>
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_031</u>	<u>13/06/2019</u>	<u>Va+</u>	<u>3.5</u>	<u>100</u>
SH/Lara	KBK_RD_40_010	14/05/2019	Va+	3.5	100
KS/Lara	KBK_RD_40_000	14/05/2019	IV	3.0	150
KS/Lara	KBK_RD_40_001	14/05/2019	Va	3.5	100
KS/Lara	KBK_RD_40_002	14/05/2019	Va+	3.5	100
KS/Lara	KBK_RD_40_003	14/05/2019	Va+	1.8	100
KS/Lara/SIM225	KBK_RD_40_012	29/05/2019	Va/IV	3.5/3.0	100
KS/Lara/SIM225	KBK_RD_40_013	29/05/2019	Va+/Va	3.5/1.8	100
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_014</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>IV</u>	<u>3.0</u>	<u>150</u>
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_015</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>Va</u>	<u>3.5</u>	<u>150</u>
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_016</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>Va+</u>	<u>3.5</u>	<u>100</u>
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_017</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>Va+</u>	<u>1.8</u>	<u>100</u>
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_029</u>	<u>13/06/2019</u>	<u>Va+</u>	<u>3.5</u>	<u>100</u>
SK/Lara	KBK_RD_40_004	14/05/2019	IV	3.0	150
SK/Lara	KBK_RD_40_005	14/05/2019	Va	3.5	100
SK/Lara	KBK_RD_40_006	14/05/2019	Va+	3.5	100
SK/Lara	KBK_RD_40_007	14/05/2019	Va+	3.5	100
SK/Lara	KBK_RD_40_008	14/05/2019	Va+	3.5	75
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_018</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>IV</u>	<u>3.0</u>	<u>150</u>
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_019</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>Va</u>	<u>3.5</u>	<u>150</u>
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_020</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>Va+</u>	<u>3.5</u>	<u>100</u>
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_021</u>	<u>12/06/2019</u>	<u>Va+</u>	<u>1.8</u>	<u>100</u>
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_026</u>	<u>13/06/2019</u>	<u>IV</u>	<u>3.0</u>	<u>150</u>
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_027</u>	<u>13/06/2019</u>	<u>Va</u>	<u>3.5</u>	<u>150</u>
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_028</u>	<u>13/06/2019</u>	<u>Va+</u>	<u>3.5</u>	<u>100</u>
KBK	KBK_RD_40_011	29/05/2019	Va+	3.5	NVT

Onderlijnde waarden zijn uitgevoerd in de variant RD\_40\_smal.

### 3.2.2 Klasse IV en Va bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s

Alle simulaties werden uitgevoerd op simulator Lara. Er werden zes simulaties met een klasse IV uitgevoerd en vijf met een klasse Va.

De beoordeling van de schippers volgens de reserve en de moeilijkheidsgraad (zie bijlage D) is weergegeven in Tabel 10. De simulaties, uitgevoerd met het klasse IV schip, worden beoordeeld als uitgevoerd met veel of voldoende reserve en vlot of normaal uitgevoerd als moeilijkheidsgraad. De simulaties met het klasse Va schip werden, behalve voor één simulatie (run 023 met weinig reserve), beoordeeld als uitgevoerd met voldoende reserve en met een normale moeilijkheid. Simulatie 023 werd uitgevoerd van Harelbeke naar de sluis maar simulatie 030 met dezelfde richting en dezelfde condities werd positiever beoordeeld.

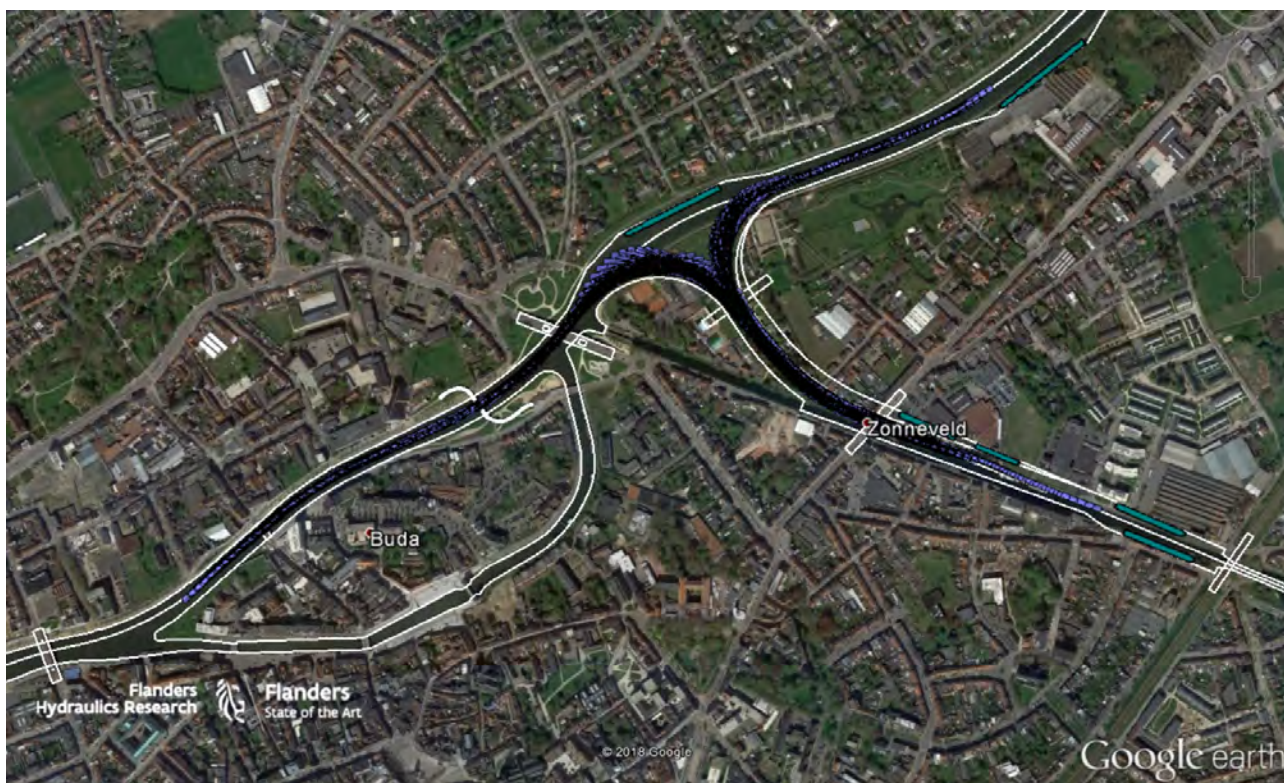
De schippers achten het in- en uitdraaien van het RD\_40 en RD\_40\_smal knooppunt met klasse IV en Va schepen bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s uitvoerbaar in realiteit.

Tabel 10 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s

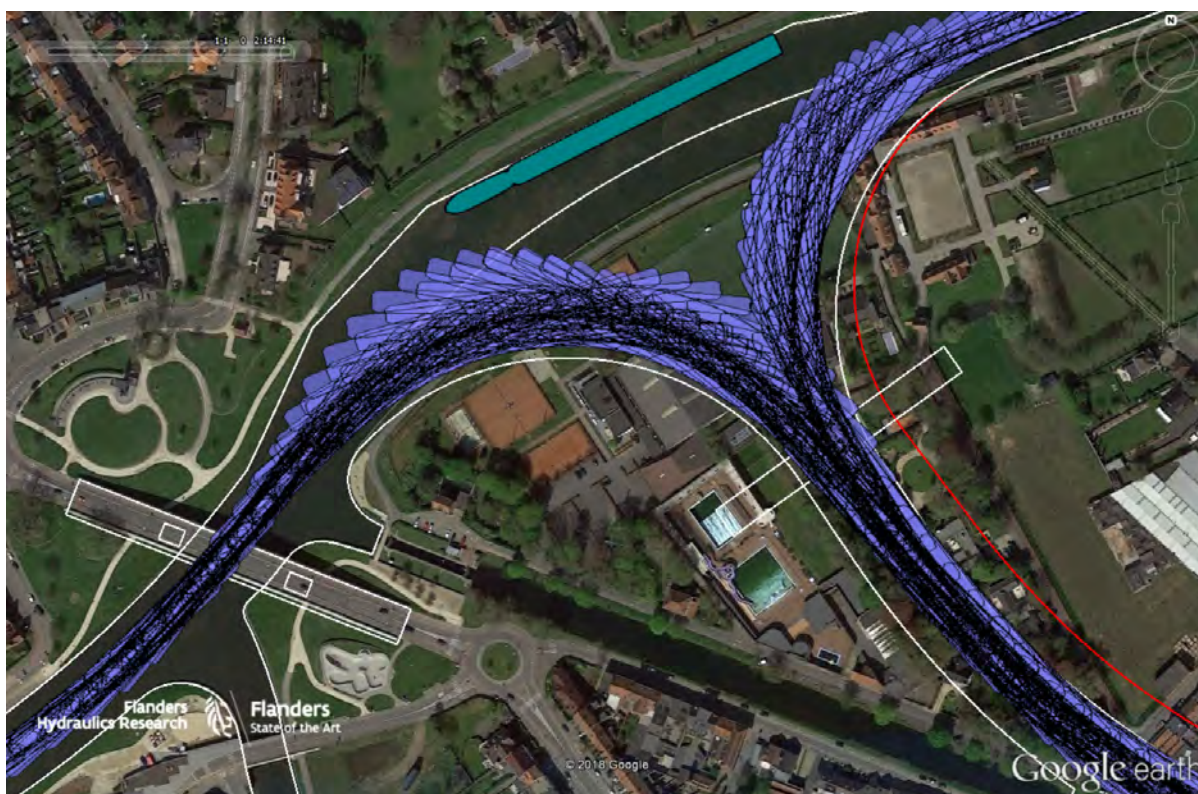
Richting/SIM	Run	Beoordeling reserves	Moeilijkheidsgraad	Uitvoerbaarheid
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK RD 40 022</u>	2	2	ja
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK RD 40 023</u>	3	2	ja
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK RD 40 030</u>	2	2	ja
KS/Lara	KBK_RD_40_000	1	1	ja
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK RD 40 014</u>	2	2	ja
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK RD 40 015</u>	2	2	ja
SK/Lara	KBK_RD_40_004	1	1	ja
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK RD 40 018</u>	2	2	ja
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK RD 40 019</u>	2	2	ja
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK RD 40 026</u>	2	2	ja
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK RD 40 027</u>	2	2	ja

Onderlijnde waarden zijn uitgevoerd in de variant RD\_40\_smal.

Figuur 22 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal: Google Earth overzicht van de simulaties  
RD\_40\_000, 004, 014, 015, 018, 019, 022, 023, 026, 027 en 030



Figuur 23 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties  
RD\_40\_000, 004, 014, 015, 018, 019, 022, 023, 026, 027 en 030



De tracks van de simulaties zijn voorgesteld in Figuur 22 en Figuur 23 (detail). Op Figuur 23 is de variant RD\_40 met een dubbelstrooksprofiel op het kanaal in het rood voorgesteld en de variant RD\_40\_smal in het wit. Voor alle simulaties zonder ontmoetingen kan men vaststellen dat met een klasse IV of Va schip dat alleen vaart op het kanaal, ook in de variant RD\_40 voldoende ver van de rode dubbelstrookslijn wordt gevaren. Het volledige profiel wordt uiteraard enkel gebruikt tijdens een ontmoeting. De gerespecteerde afstand tot de afgemeerde schepen is voldoende op de Leie-as en op het kanaal maar toch wordt de ligging van het afgemeerde schip aan de linkeroever van de Leie centraal op het kruispunt als ongunstig ervaren door de schippers, vooral voor klasse Va+ schepen die in 3.2.3 zullen onderzocht worden. Voor de onderzochte klassen IV en Va wordt er met het achterschip opnieuw dicht bij de knik aan linkeroever afwaarts de Groeningebrug gevaren. Het aanpassen van deze knik is te verkiezen.

De afstand tussen de tracks van de schepen en de cirkelbogen van de oevers van het kruispunt is beperkt tot 5 à 10 m en neemt onder de nieuwe brug op het kanaal zelfs af tot minder dan 5 m aan de zuidelijke oever. Het bochten op het kruispunt en tegenbochten op het kanaal vormen een moeilijker manoeuvre.

De beoordeling van de toegankelijkheid op basis van schroef-, roer- en boegschroefgebruik wordt opnieuw geanalyseerd en voor de variant RD\_40 en RD\_40\_smal bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s samengevat in Tabel 11. De grafieken met het verloop van de variabelen volgens de baanparameter zijn voorgesteld in Figuur 24 voor de richting Harelbeke naar/van de sluis en in Figuur 25 voor de richting Kortrijk naar/van de sluis.

Tabel 11 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s: roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

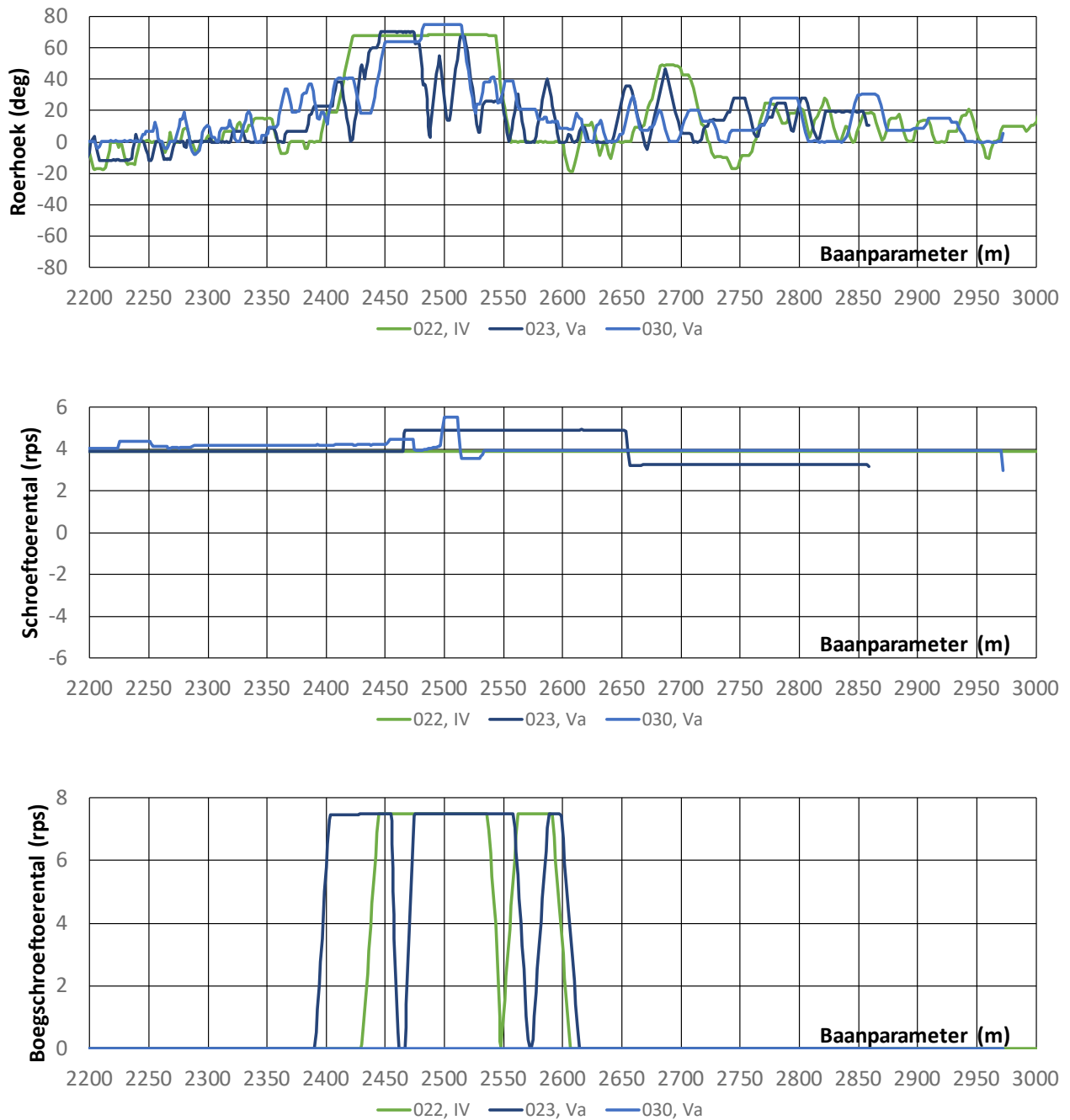
Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schrøeftoerental (rps)		Boegschroef-toerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK RD 40 022</u>	22.5	21.2	3.89	0.00	1.37	2.17	1.67	0.19
<i>HS/Lara</i>	<i>KBK RD 40 023</i>	<i>21.3</i>	<i>17.0</i>	<i>4.08</i>	<i>0.55</i>	<i>2.10</i>	<i>2.88</i>	<i>1.34</i>	<i>0.24</i>
<i>HS/Lara</i>	<i>KBK RD 40 030</i>	<i>19.9</i>	<i>16.0</i>	<i>4.07</i>	<i>0.17</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.54</i>	<i>0.20</i>
KS/Lara	KBK_RD_40_000	22.0	16.3	3.05	0.30	0.25	0.47	1.82	0.22
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK RD 40 014</u>	22.5	15.2	3.30	0.23	1.53	2.28	1.93	0.40
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK RD 40 015</i>	<i>21.4</i>	<i>14.9</i>	<i>3.30</i>	<i>0.58</i>	<i>0.94</i>	<i>1.48</i>	<i>1.75</i>	<i>0.28</i>
SK/Lara	KBK_RD_40_004	21.9	14.2	3.54	0.28	0.00	0.00	1.61	0.16
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK RD 40 018</u>	21.9	15.2	3.80	0.75	0.79	0.61	1.71	0.05
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK RD 40 019</i>	<i>19.5</i>	<i>11.8</i>	<i>3.95</i>	<i>0.83</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.66</i>	<i>0.05</i>
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK RD 40 026</u>	18.6	13.3	3.85	0.61	0.00	0.00	1.76	0.09
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK RD 40 027</i>	<i>21.2</i>	<i>11.4</i>	<i>3.27</i>	<i>0.83</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.50</i>	<i>0.12</i>

Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip. Onderlijnde waarden zijn uitgevoerd in de variant RD\_40\_smal.

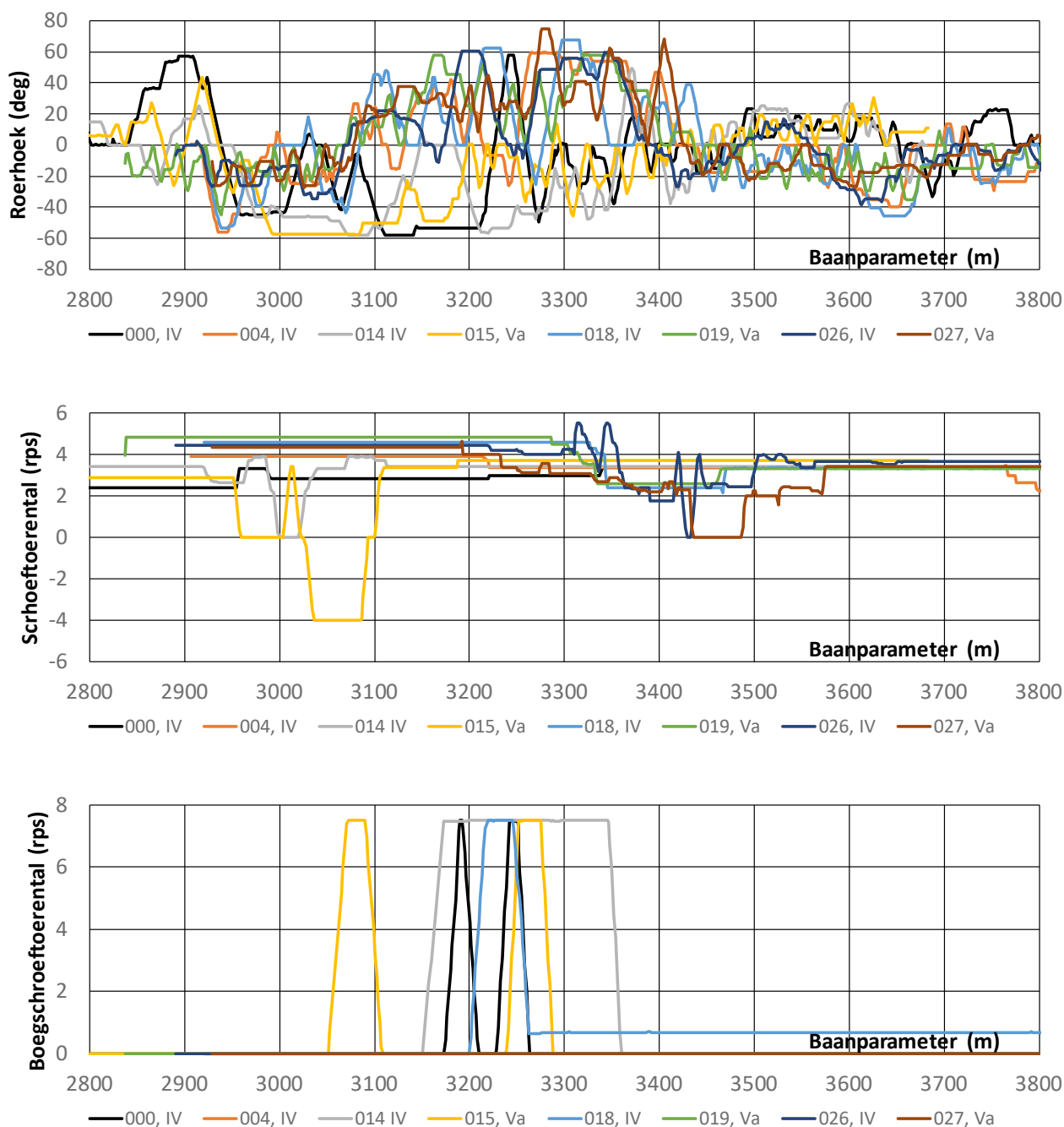
Zowel voor de simulaties in de richting van Harelbeke of Kortrijk varieert de gemiddelde roerhoek in deze variant beperkt tussen 18.6 en 22.5 graden. Op de gemiddelde deviatie voor de roerhoek is er een grotere variatie met grotere waarden voor de richting van Harelbeke. Het gemiddelde schroeftoerental varieert ook in beperkte mate tussen 3.1 en 4.1 rps. In vijf van de elf simulaties wordt de boegschroef niet ingezet: één met een klasse Va in de richting van Harelbeke, en telkens twee met een klasse IV en Va in de richting van Kortrijk. Een boegschroef kan dus noodzakelijk zijn om bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s het bochten op het kruispunt te kunnen uitvoeren. De gemiddelde snelheid op het kruispunt varieert tussen 1.3 en 1.9 m/s (4.7 en 6.8 km/h) waarbij de laagste waarde met een klasse Va in de richting van Harelbeke optreedt en de hoogste waarde met een klasse IV komende van de richting van Kortrijk.



Figuur 24 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal bij 150 m<sup>3</sup>/s en richting Harelbeke-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



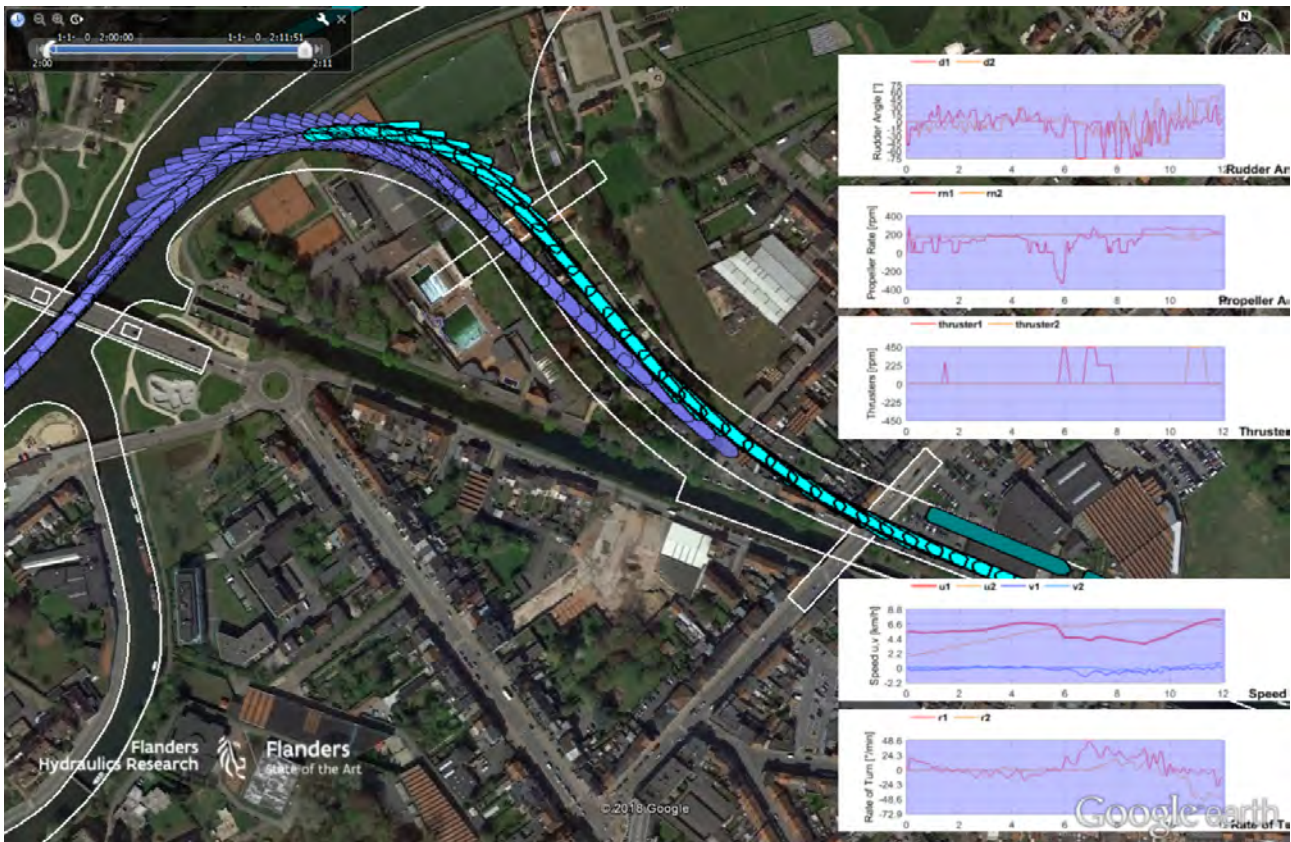
Figuur 25 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal bij 150 m<sup>3</sup>/s en richting Kortrijk-sluis:  
 grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



### 3.2.3 Klasse Va en Va+ bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s en 75 m<sup>3</sup>/s

Van de 20 te bespreken simulaties zijn slechts drie met een klasse Va of een klasse Va en IV schip uitgevoerd (runs 001, 005 en ontmoeting run 012, Figuur 26). In alle andere simulaties was er minstens een klasse Va+ schip (met één ontmoeting in run 013). Alle simulaties werden uitgevoerd op simulator Lara met bij de ontmoetingen ook SIM225.

Figuur 26 – Variant RD\_40, run 012: ontmoeting tussen klasse Va en IV op het kanaal



Een overzicht van de beoordeling door de schippers is voorgesteld in Tabel 12. Alle simulaties in de richting van Harelbeke naar de sluis en vice versa worden zowel voor de dubbelstrooks als smalle variant beoordeeld als uitgevoerd met weinig of voldoende reserve en met een normale moeilijkheid. Alle simulaties werden uitgevoerd met het grotere klasse Va+ schip. Deze vijf simulaties werden uitvoerbaar in realiteit geacht.

De simulaties met het klasse Va en Va+ schip van Kortrijk naar de sluis en vice versa bij een debiet van 100 en 75 m<sup>3</sup>/s krijgen meer verschillende beoordelingen. Twee simulaties worden beoordeeld als uitgevoerd met incidenten (run 001, Figuur 27) of met schade (run 017, Figuur 28). In run 001 komt het achterschip in contact met de linkeroever omdat het bochtmanoeuvre iets te vroeg wordt ingezet. In de variant RD\_RD met het Va+ schip en RD\_40 bij 150 m<sup>3</sup>/s werd reeds het nadeel van deze knik aangegeven. In run 017 is de aanloopsnelheid van het schip naar het kruispunt hoog (afbouw van 11 naar 7 km/h) en kan het bochten niet snel genoeg uitgevoerd worden waardoor het Va+ schip met zijn achterschip op de positie van het afgemeerde schip komt. Tijdens de simulatie worden geen contacten tussen schepen geregistreerd maar de schippers adviseren om geen schepen af te meren op het kruispunt aan de linkeroever. Alle andere simulaties van Kortrijk naar de sluis worden beoordeeld als uitgevoerd met weinig of voldoende reserve, zowel in de brede RD\_40 als smalle RD\_40\_smal variant en ook tijdens ontmoetingen, en over het algemeen met een normale moeilijkheid. In de richting van de sluis naar Kortrijk was het niet mogelijk om in run 006 van het kruispunt naar de Leie op te draaien (Figuur 29) zonder de linkeroever en het afgemeerde schip te raken. De aanloopsnelheid naar het kruispunt was ongeveer 9 km/h en te hoog. Het bochten tegen de stroom in is te moeilijk omdat het schip dwars op de stroom komt. Run 005 met een klasse Va schip wordt dan weer zeer positief beoordeeld met veel reserve en vlot uitgevoerd. Voor alle andere simulaties variëren de beoordelingen tussen uitgevoerd met weinig tot voldoende reserve en normaal uitgevoerd tot meer dan normale moeilijkheid. Run 028 is volgens de schipper niet uitvoerbaar in realiteit omdat een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s voor een Va+ schip voor het opdraaien naar Kortrijk te hoog is en omdat de knik aan de linkeroever zou moeten weggenomen worden. Simulatie 020 met dezelfde condities als 028 werd wel gunstig

beoordeeld en aan hogere snelheid uitgevoerd. In run 017 wordt omwille van diezelfde knik de simulatie in realiteit niet mogelijk geacht.

Tabel 12 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 100 en 75 m<sup>3</sup>/s<sup>10</sup>

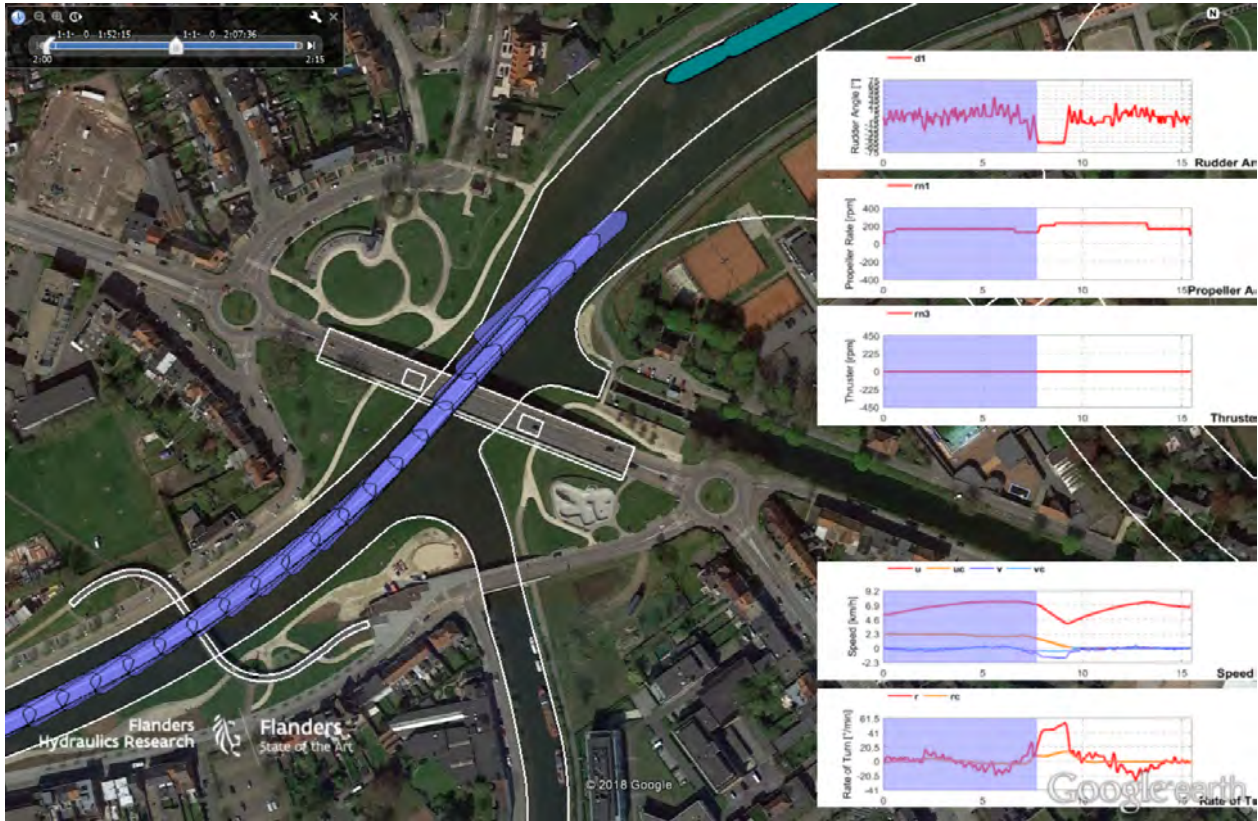
Richting/SIM	Run	Beoordeling reserves	Moeilijkheidsgraad	Uitvoerbaarheid
HS/Lara	KBK_RD_40_009	3	2	ja
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_024</u>	3	2	ja
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_025</u>	3	2	ja
<u>HS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_031</u>	2	2	ja
SH/Lara	KBK_RD_40_010	3	2	ja
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_001</i>	4	2	<i>ja</i>
KS/Lara	KBK_RD_40_002	3	3	ja <sup>11</sup>
KS/Lara	KBK_RD_40_003	2	2	ja
<i>KS/Lara/SIM225</i>	<i>KBK_RD_40_012</i>	<i>2/2</i>	<i>2/2</i>	<i>ja/ja</i>
KS/Lara/SIM225	KBK_RD_40_013	2/2	2/2	ja/ja
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_016</u>	3	2	ja
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_017</u>	5	3	neen
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_029</u>	3	2	ja
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_005</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>ja</i>
SK/Lara	KBK_RD_40_006	6	2	ja
SK/Lara	KBK_RD_40_007	3	3	ja
SK/Lara	KBK_RD_40_008	3	2	ja
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_020</u>	3	2	ja
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_021</u>	3	2	ja
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_RD_40_028</u>	3	3	neen

Onderlijnde waarden zijn uitgevoerd in de variant RD\_40\_smal.

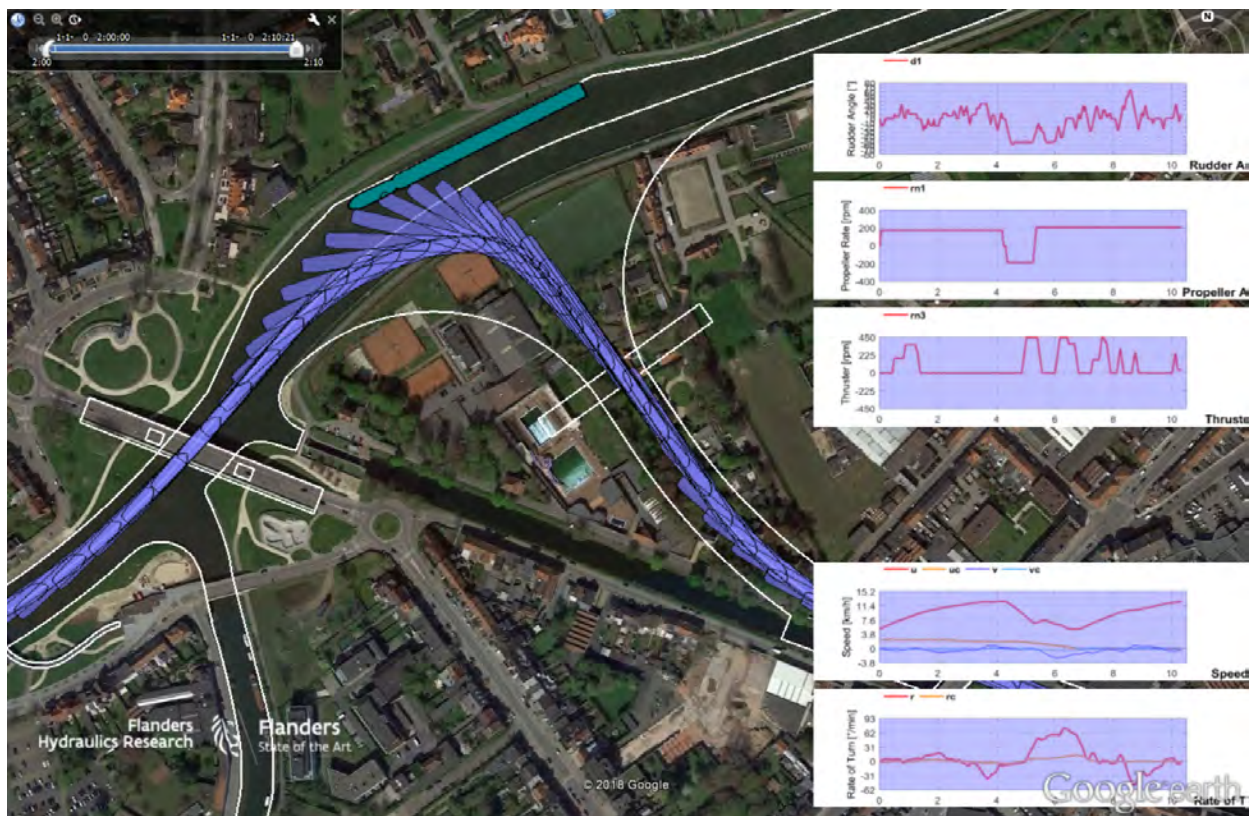
<sup>10</sup> Run 008 is de enige run die met een debiet van 75 m<sup>3</sup>/s werd uitgevoerd door het falen van de simulatie bij 100 m<sup>3</sup>/s.

<sup>11</sup> Het manoeuvre kan uitgevoerd worden in realiteit mits aanpassing van de layout.

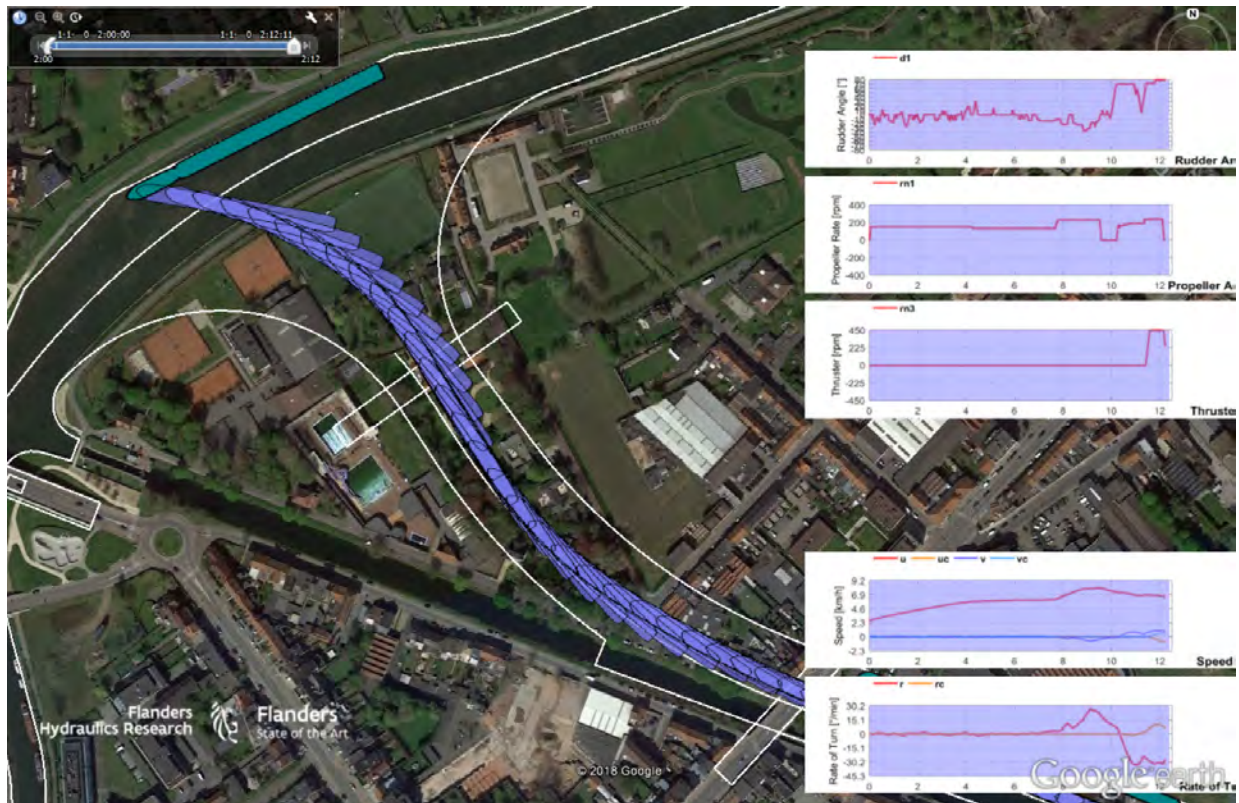
Figuur 27 – Variant RD\_40, run 001: contact tussen het klasse Va schip en de linkeroever op de Leie (track tot contact)



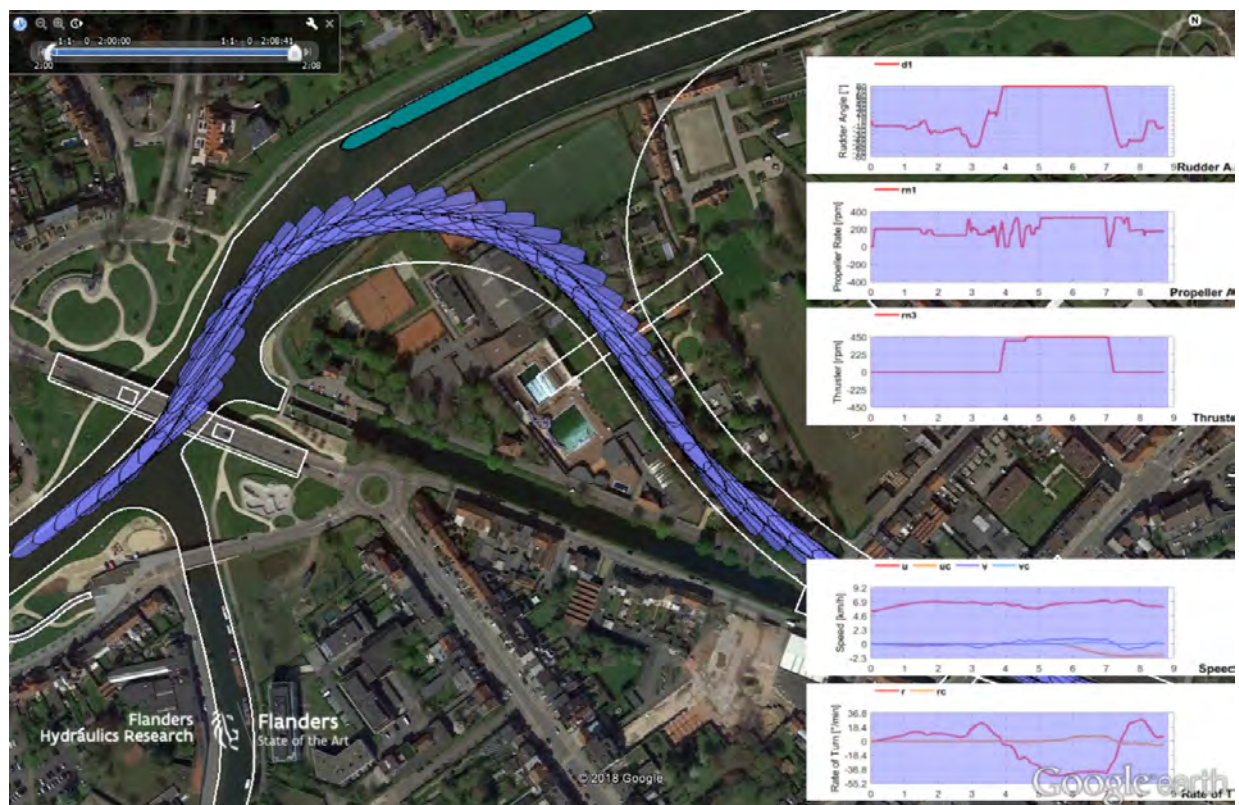
Figuur 28 – Variant RD\_40, run 017: contact tussen het klasse Va+ schip en het afgemeerde Vb duwkonvooi op het kruispunt



Figuur 29 – Variant RD\_40, run 006: contact tussen het klasse Va+ schip en het afgemeerde duwkonvooi en de linkeroever

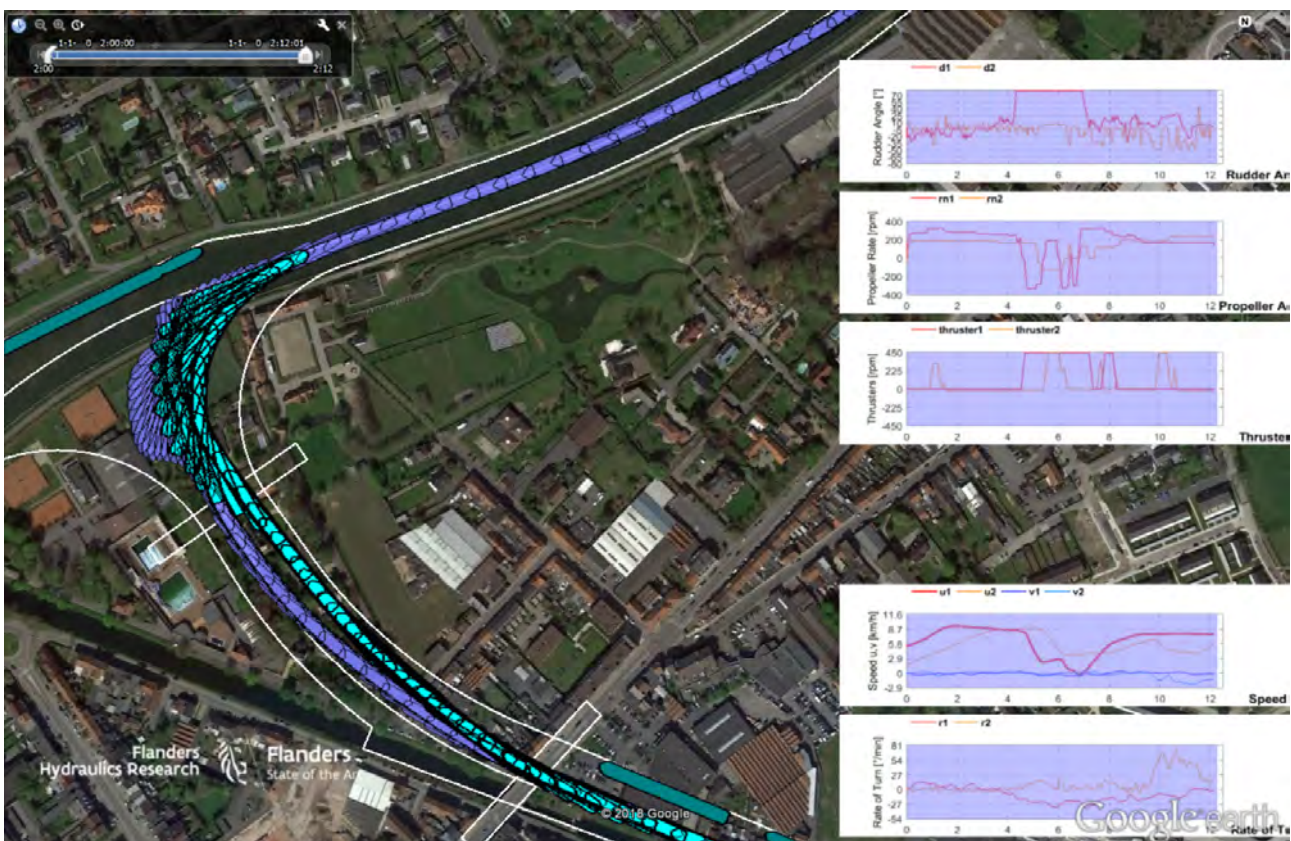


Figuur 30 – Variant RD\_40\_smal, run 028: met het klasse Va+ schip raketings langs de linkeroever



Een ontmoeting zoals in run 012 (Figuur 26) kan beter niet op het kruispunt plaatsvinden maar wel in de omgeving van de nieuwe brug op het kanaal aansluitend op het kruispunt zoals tijdens de simulatie. Een dubbelstrooks profiel in de tegenbocht op het kanaal is hiervoor dan aangewezen. In Figuur 31 wordt een ontmoeting tussen een klasse Va+ en Va schip voorgesteld in de richting van Harelbeke. De ontmoeting vindt opnieuw in de omgeving van de nieuwe brug plaats. Op het kruispunt is geen ontmoeting mogelijk met varende schepen. De keuze om het kanaal dubbelstrooks uit te voeren, moet mee bepaald worden door de beslissing waar men ontmoetingen op het kanaal wil organiseren. Op de Leie en op het kruispunt is een ontmoeting tussen de grootste schepen moeilijk.

Figuur 31 – Variant RD\_40, run 013: ontmoeting tussen klasse Va+ en Va op het kanaal



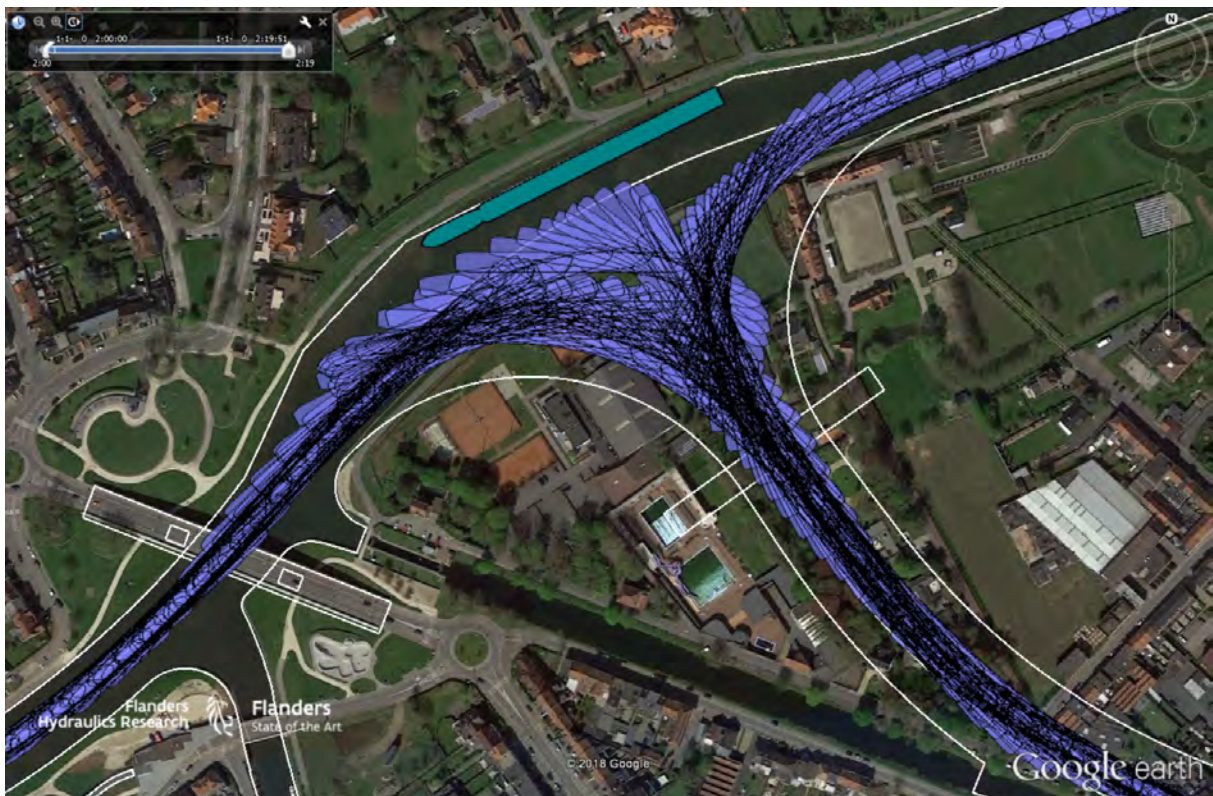
Omdat slechts twee runs met één klasse Va schip alleen werden uitgevoerd worden deze simulaties samen met de simulaties die nog niet besproken zijn voorgesteld in Figuur 32 en Figuur 33 (detail) voor de variant RD\_40 (enkel run 005) en in Figuur 34 en Figuur 35 (detail) voor de variant RD\_40\_smal (geen klasse Va).

Voor de tracks kan men vaststellen dat zowel in de variant RD\_40 als in de variant RD\_40\_smal gelijkaardige knelpunten voorkomen. De knik in de linkeroever afwaarts de Groeningebrug wordt in Figuur 33 en Figuur 35 dicht genaderd en ook een voldoende veilige afstand bewaren tot het afgemeerde klasse Vb schip is moeilijk. Andere knelpunten worden inzichtelijk gemaakt in Figuur 36 door de posities van vijf runs op het tijdstip 8min30sec voor te stellen voor de variant RD\_40. De knelpunten zijn in het rood omcirkeld. Men nadert met de boeg de linkeroever afwaarts de Groeningebrug dicht bij een debiet van  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  (run 007). De stroom komende van Kortrijk bemoeilijkt het bochtmanoeuvre over bakboord. In run 008 werd het debiet verlaagd naar  $75 \text{ m}^3/\text{s}$  en is het manoeuvre van de sluis naar Kortrijk veiliger uit te voeren.

Figuur 32 – Variant RD\_40: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 en 75 m<sup>3</sup>/s:  
RD\_40\_002, 003, 005, 007, 008, 009 en 010



Figuur 33 – Variant RD\_40: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 en 75 m<sup>3</sup>/s:  
RD\_40\_002, 003, 005, 007, 008, 009 en 010

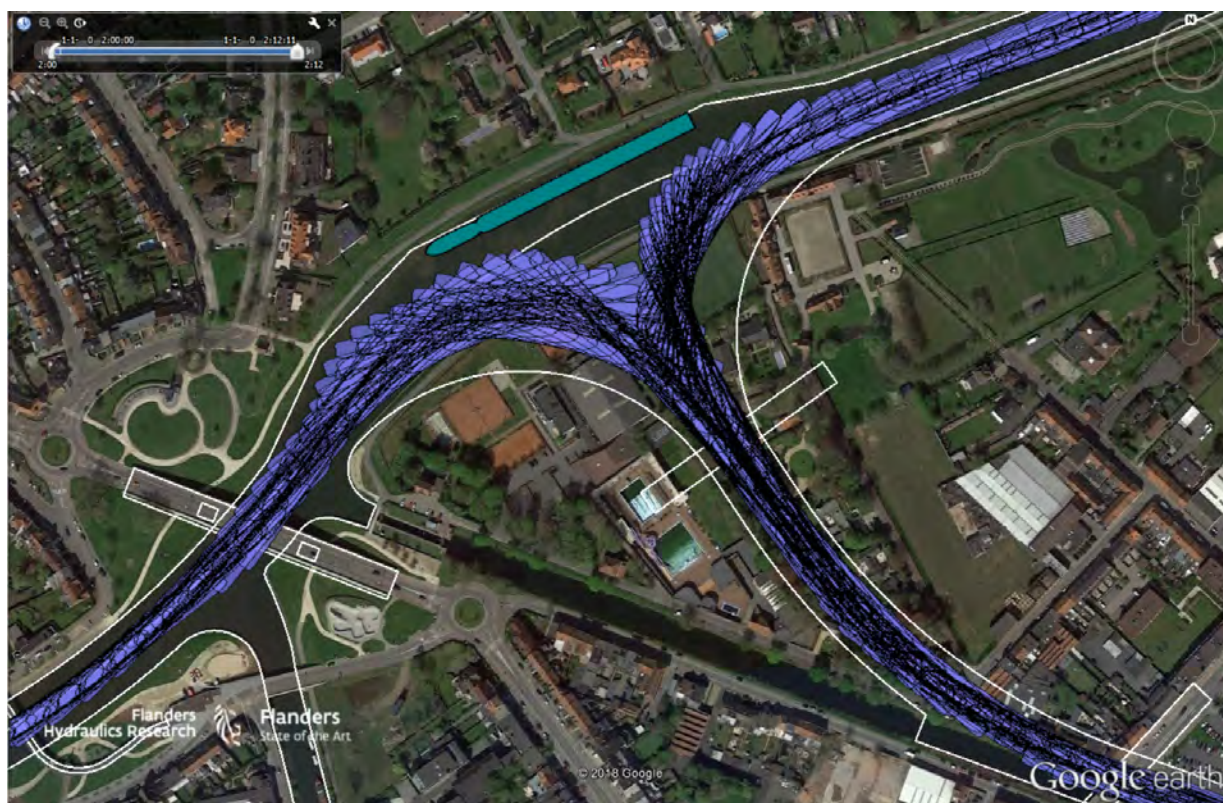




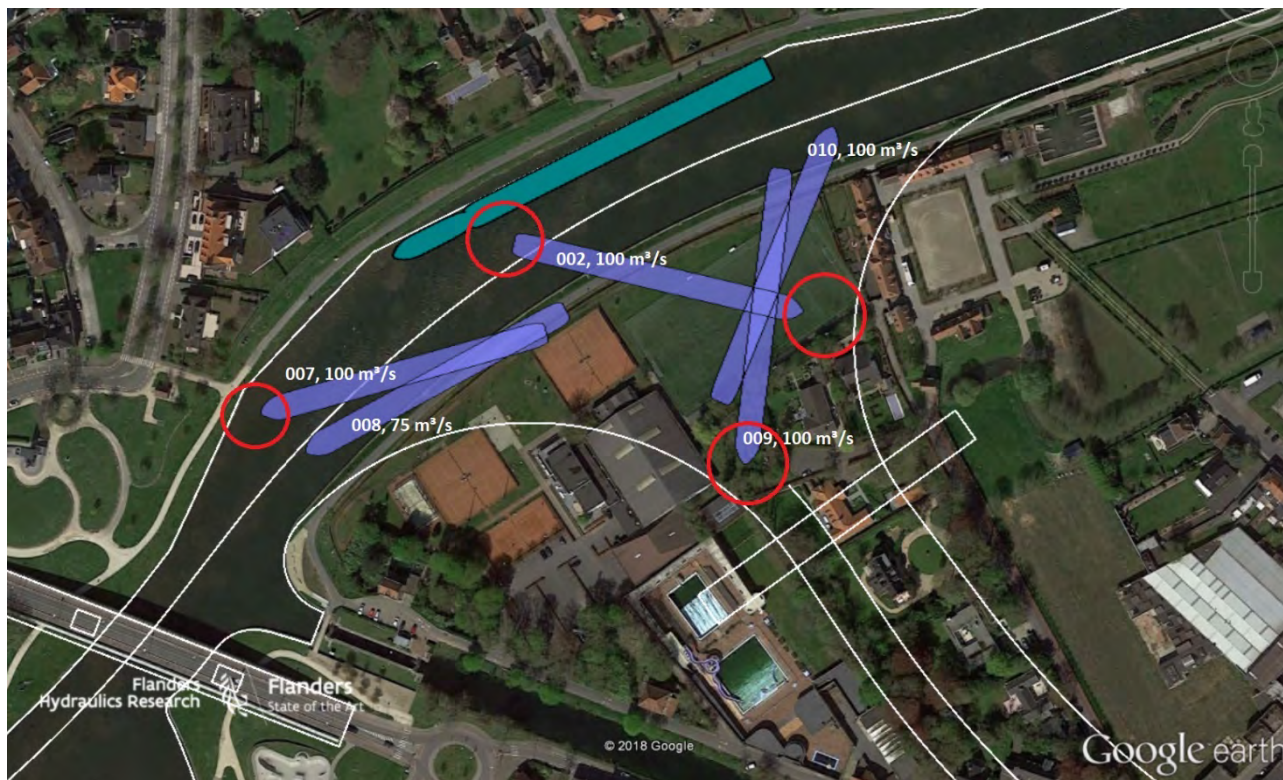
Figuur 34 – Variant RD\_40\_smal: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s:  
RD\_40\_016, 020, 021, 024, 025, 029 en 031



Figuur 35 – Variant RD\_40\_smal: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s:  
RD\_40\_016, 020, 021, 024, 025, 029 en 031



Figuur 36 – Variant RD\_40: knelpunten op basis van de simulaties met klasse Va+: RD\_40\_002, 007, 008, 009, en 010



Het schip dat in run 002 van Kortrijk naar de sluis vaart, vaart met de stroom mee. Het is heel belangrijk om bij het bochten naar het kanaal de snelheid onder controle te houden zodat de overstaande oever van het kanaal niet te dicht genaderd wordt. Tegelijkertijd werkt de stroom in op het achterschip en kan helpen bij het bochten indien de voorwaartse snelheid dus laag genoeg is. In run 009 is men tegenstroom op de Leie komende van Harelbeke maar moet men opnieuw zorgen dat de voorwaartse snelheid niet te hoog is om veilig het kanaal op te draaien en niet te dicht bij de overstaande oever te komen. In het manoeuvre van de sluis naar Harelbeke (run 010) kan de stroom op de boeg helpen om het bochtmanoeuvre over stuurboord uit te voeren. Hier vormt zich geen knelpunt.

Hoewel de knelpunten in Figuur 36 voor de brede variant RD\_40 gelden zijn ze vergelijkbaar voor de smallere variant. Doordat de smallere variant minder ruimte laat om het kanaal op te draaien, is de snelheid daar wel iets beter onder controle op het kruispunt zelf.

Doordat de meeste runs direct met een klasse Va+ schip zijn uitgevoerd en in de variant RD\_RD de runs meer gespreid werden over de klasse Va en Va+ schepen komen de knelpunten in de vorm van het kruispunt meer naar voren. In de vergelijking van de varianten kan dit een rol spelen.

Voor de variant RD\_40 en RD\_40\_smal bij een debiet van 100 en 75 m<sup>3</sup>/s zijn de resultaten van het schroef, roer- en boegschroefgebruik voorgesteld in Tabel 13. De grafieken met het verloop van de variabelen volgens de baanparameter zijn voorgesteld in Figuur 37 voor de richting Harelbeke naar/van de sluis en in Figuur 38 voor de richting Kortrijk naar/van de sluis.

Tabel 13 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 en 75 m<sup>3</sup>/s:  
 roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schoeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
HS/Lara	KBK_RD_40_009	35.1	28.2	3.14	0.99	1.90	2.77	1.42	0.40
<i>HS/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_024</i>	<i>38.1</i>	<i>24.0</i>	<i>3.85</i>	<i>1.06</i>	<i>2.48</i>	<i>3.21</i>	<i>1.56</i>	<i>0.39</i>
<i>HS/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_025</i>	<i>20.7</i>	<i>16.3</i>	<i>2.55</i>	<i>0.95</i>	<i>2.09</i>	<i>2.83</i>	<i>2.16</i>	<i>0.66</i>
<i>HS/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_031</i>	<i>41.3</i>	<i>29.2</i>	<i>4.12</i>	<i>1.08</i>	<i>3.18</i>	<i>3.50</i>	<i>1.54</i>	<i>0.53</i>
SH/Lara	KBK_RD_40_010	32.0	19.9	3.49	0.67	1.54	2.41	1.75	0.36
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_001</i>	<i>16.8</i>	<i>14.1</i>	<i>3.30</i>	<i>0.60</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.81</i>	<i>0.25</i>
KS/Lara	KBK_RD_40_002	32.7	17.4	3.73	1.36	1.81	2.67	1.93	0.58
KS/Lara	KBK_RD_40_003	16.8	11.4	2.73	0.67	0.93	1.56	2.51	0.46
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_016</i>	<i>29.7</i>	<i>18.6</i>	<i>3.41</i>	<i>0.94</i>	<i>1.37</i>	<i>2.14</i>	<i>1.91</i>	<i>0.38</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_017</i>	<i>22.0</i>	<i>16.6</i>	<i>3.27</i>	<i>0.31</i>	<i>1.64</i>	<i>2.14</i>	<i>2.58</i>	<i>0.59</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_029</i>	<i>27.9</i>	<i>18.5</i>	<i>3.75</i>	<i>0.91</i>	<i>1.81</i>	<i>2.69</i>	<i>1.64</i>	<i>0.40</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_005</i>	<i>20.9</i>	<i>12.1</i>	<i>3.49</i>	<i>0.67</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.63</i>	<i>0.14</i>
<i>SK/Lara</i> <sup>12</sup>	<i>KBK_RD_40_006</i>	<i>36.5</i>	<i>25.6</i>	<i>2.93</i>	<i>1.06</i>	<i>0.44</i>	<i>0.82</i>	<i>1.98</i>	<i>0.13</i>
SK/Lara	KBK_RD_40_007	35.5	24.4	3.72	0.76	1.33	2.08	1.62	0.48
SK/Lara	KBK_RD_40_008	37.1	18.6	3.45	0.85	1.13	1.84	1.90	0.17
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_020</i>	<i>37.5</i>	<i>18.7</i>	<i>3.39</i>	<i>1.22</i>	<i>2.29</i>	<i>3.12</i>	<i>1.94</i>	<i>0.18</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_021</i>	<i>27.3</i>	<i>20.6</i>	<i>2.77</i>	<i>0.91</i>	<i>0.33</i>	<i>0.61</i>	<i>2.25</i>	<i>0.33</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_028</i>	<i>46.3</i>	<i>27.5</i>	<i>3.58</i>	<i>1.23</i>	<i>2.72</i>	<i>3.36</i>	<i>1.84</i>	<i>0.08</i>

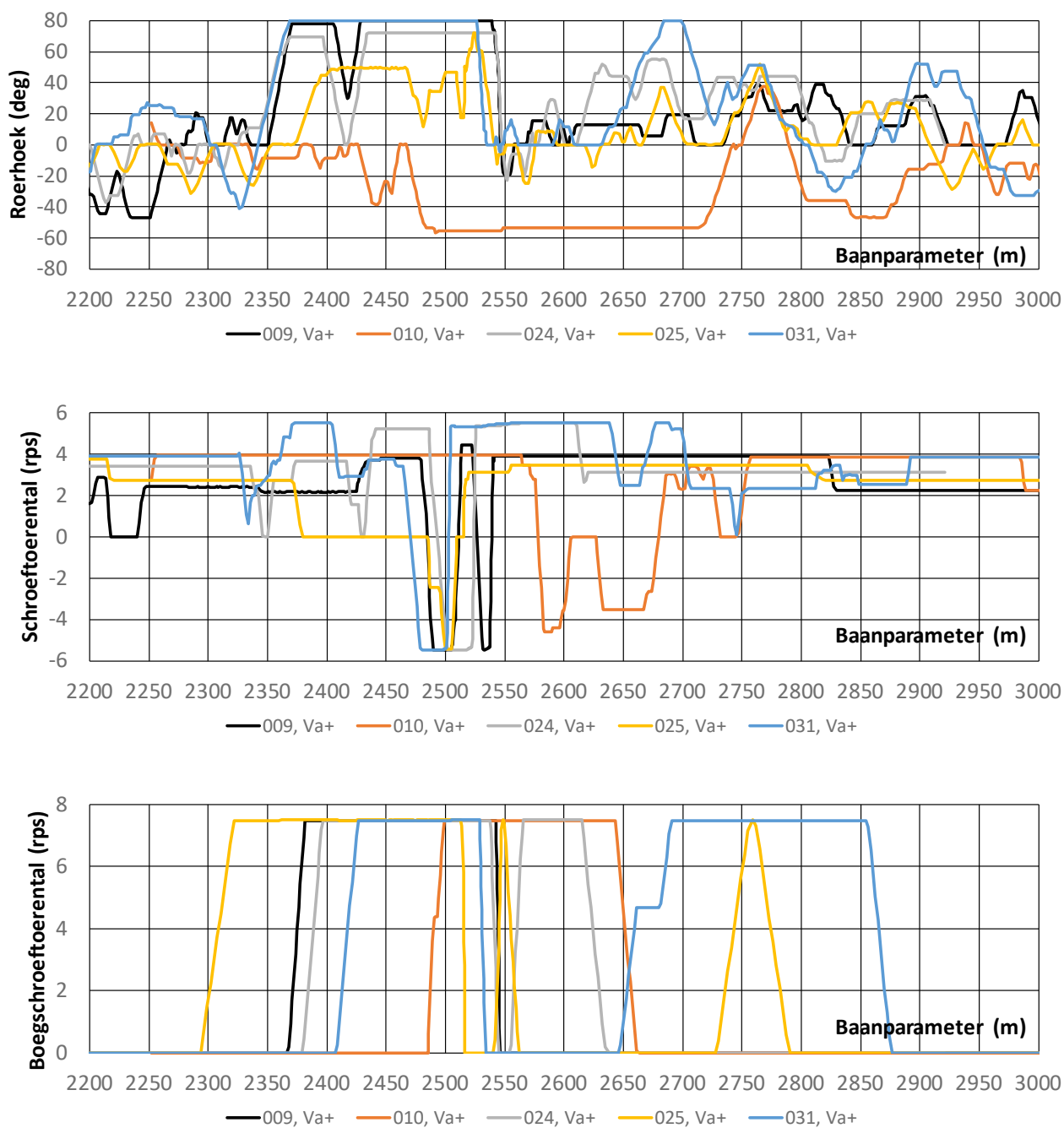
Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip. Onderlijnde waarden zijn uitgevoerd in de variant RD\_40\_smal.

Aangezien alle simulaties in de richting van en naar Harelbeke met een klasse Va+ werden uitgevoerd kan het gebruik van roer, schroef en boegschroef vergeleken worden voor de brede RD\_40 en smalle variant RD\_40\_smal. Het roergebruik in de smalle variant varieert tussen 20.7 en 41.3 graden terwijl voor de brede variant de gemiddelde roerhoek er ook tussen ligt. Eenzelfde vaststelling kan men doen voor het schroeftoerental met waarden in de smalle variant die variëren tussen 2.6 en 4.1 rps. Het gemiddelde boegschroeftoerental is wel kleiner voor de brede variant met 1.5 of 1.9 rps ten opzichte van waarden tussen 2.1 en 3.2 rps voor de smalle variant. Voor de gemiddelde snelheid is er geen duidelijk verschil tussen de smalle en brede variant. De gemiddelde snelheid varieert tussen 1.4 (brede variant, 5 km/h) en 2.2 m/s (smalle variant, 8 km/h).

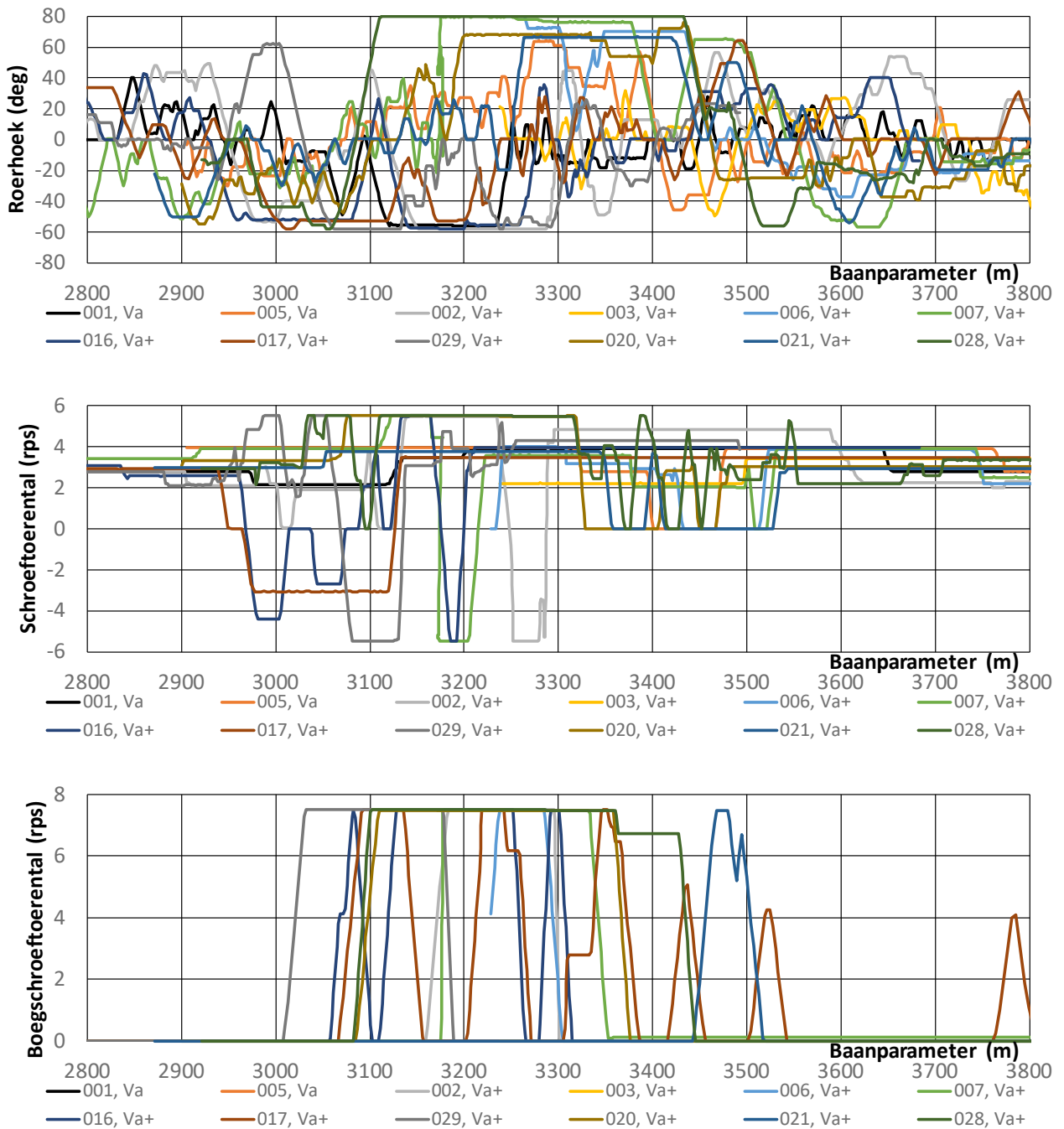
Twee simulaties werden voor de richting van en naar Kortrijk uitgevoerd met een klasse Va schip terwijl de andere simulaties met een Va+ schip waren. Beide simulaties werden ook in de brede variant uitgevoerd waarbij men kan vaststellen dat de boegschroef niet moest ingezet worden. Voor een Va+ schip in de brede of smalle variant wordt er wel telkens boegschroef gebruikt. Voor de gemiddelde roerhoek voor de richting van Kortrijk naar de sluis variëren de waarden voor Va en Va+ schepen tussen 16.8 en 32.7 graden. In de omgekeerde richting van de sluis naar Kortrijk ziet men grotere gemiddelde roerhoeken omdat de stroming het bochtmanoeuvre over bakboord bemoeilijkt. Voor het Va schip is de gemiddelde roerhoek 20.9 graden terwijl deze voor het Va+ schip varieert tussen 27.3 en 46.3 graden. Voor run 021 van de sluis naar Kortrijk zijn de gemiddelden voor roer, schroef en boegschroef het laagst terwijl de snelheid het hoogst is. In Figuur 39 is de run voorgesteld en kan men duidelijk zien dat de schipper het schip probeert op de koers van de Leie te brengen op het kruispunt waarbij de boeg maar op de stroom komt wanneer het schip al opgelijnd ligt met de vaaras op de Leie. Zo kan men het effect van de stroom reduceren.

<sup>12</sup> Aangezien run 006 werd afgebroken, moet deze niet opgenomen worden in de bespreking.

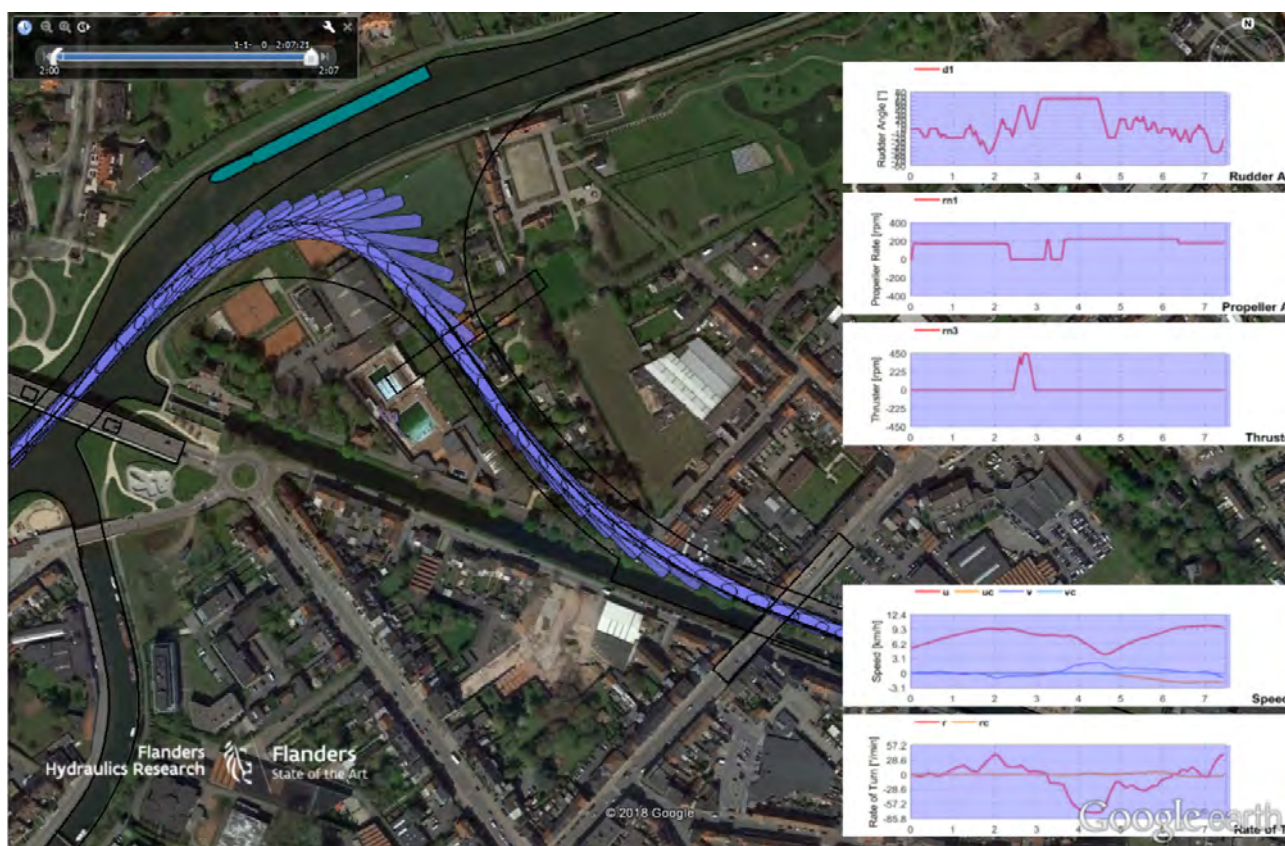
Figuur 37 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal bij 100 m<sup>3</sup>/s en richting Harelbeke-sluisk:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Figuur 38 – Variant RD\_40 en RD\_40\_smal bij 100 m<sup>3</sup>/s en richting Kortrijk-sluis:  
 grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Figuur 39 – Variant RD\_40, run 021: van de sluis naar Kortrijk met een klasse Va+



Voor de ontmoetingen 012 en 013 worden de gemiddelden in Tabel 14 opgenomen. Alle gemiddelden liggen in het bereik van de waarden die reeds geanalyseerd werden maar aangezien hier werd gevarieerd in scheepsgrootte tussen een IV en een Va in run 012 en een Va en Va+ schip in run 013 ziet men dat voor een Va+ schip hogere waarden voor de roerhoek, schroef en boegschroef worden gemeten.

Tabel 14 – Variant RD\_40: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s voor de ontmoeting in run 012 en run 013: roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

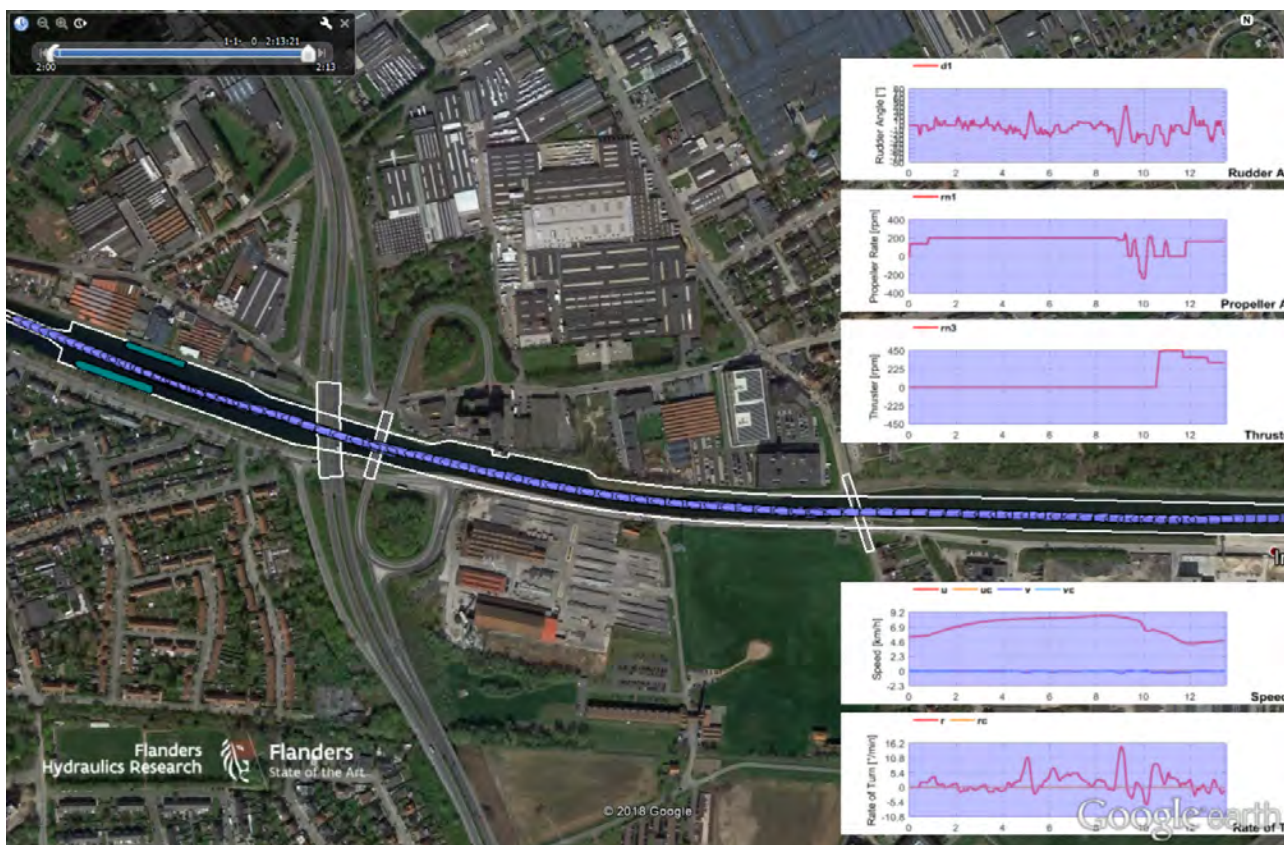
Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schrøeftoerental (rps)		Boegschroef-toerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_RD_40_012</i>	<i>17.6</i>	<i>14.2</i>	<i>2.93</i>	<i>1.22</i>	<i>0.67</i>	<i>1.14</i>	<i>1.51</i>	<i>0.30</i>
SK/SIM225	KBK_RD_40_012	23.5	11.6	3.19	0.23	0.47	0.81	1.90	0.06
HS/Lara	KBK_RD_40_013	33.7	28.9	3.74	1.07	1.94	2.79	1.63	0.69
<i>SH/SIM225</i>	<i>KBK_RD_40_013</i>	<i>15.8</i>	<i>11.7</i>	<i>2.56</i>	<i>1.01</i>	<i>1.10</i>	<i>1.49</i>	<i>1.39</i>	<i>0.25</i>

Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip.

### 3.2.4 Kanaal Bossuit-Kortrijk

Voor de toegankelijkheid van de sluis vanuit het kanaal Bossuit-Kortrijk werd één simulatie uitgevoerd, voorgesteld in Figuur 40. De gemiddelden zijn opgenomen in Tabel 15 en tonen lage waarden voor een klasse Va+ schip voor de roerhoek en het schroeftoerental. De boegschroef wordt alleen ingezet voor het invaren van de sluis. De gemiddelde snelheid bedraagt 2 m/s (7.2 km/h).

Figuur 40 – Variant RD\_40, run 011: aanloop van de sluis vanuit het kanaal met een klasse Va+



Tabel 15 – Variant RD\_40: gemiddelden en gemiddelde deviaties voor run 011 op het kanaal: roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schoeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
KBK	KBK_RD_40_011	10.8	9.0	2.82	0.76	1.35	2.11	2.01	0.33

### 3.2.5 Feedback en aanbevelingen schippers

De (mondelinge) feedback van de schippers is opgenomen in Bijlage C. De belangrijkste opmerkingen van de schippers zijn:

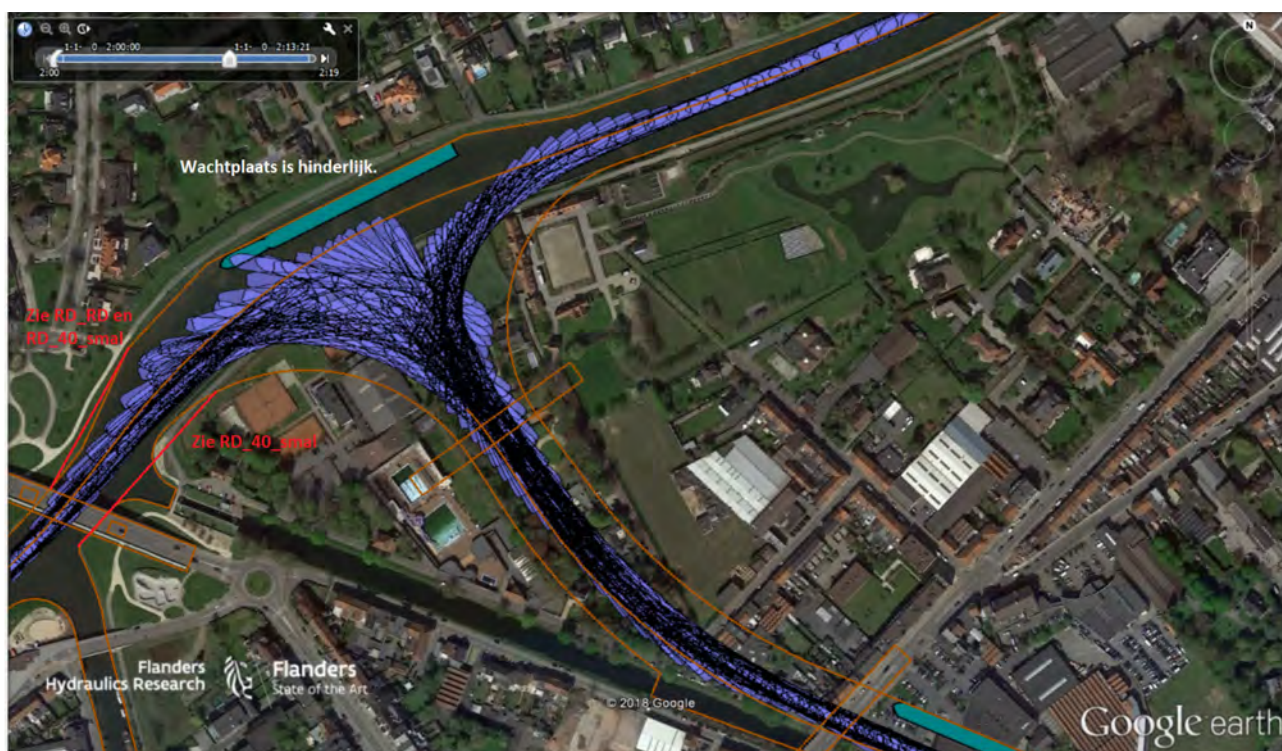
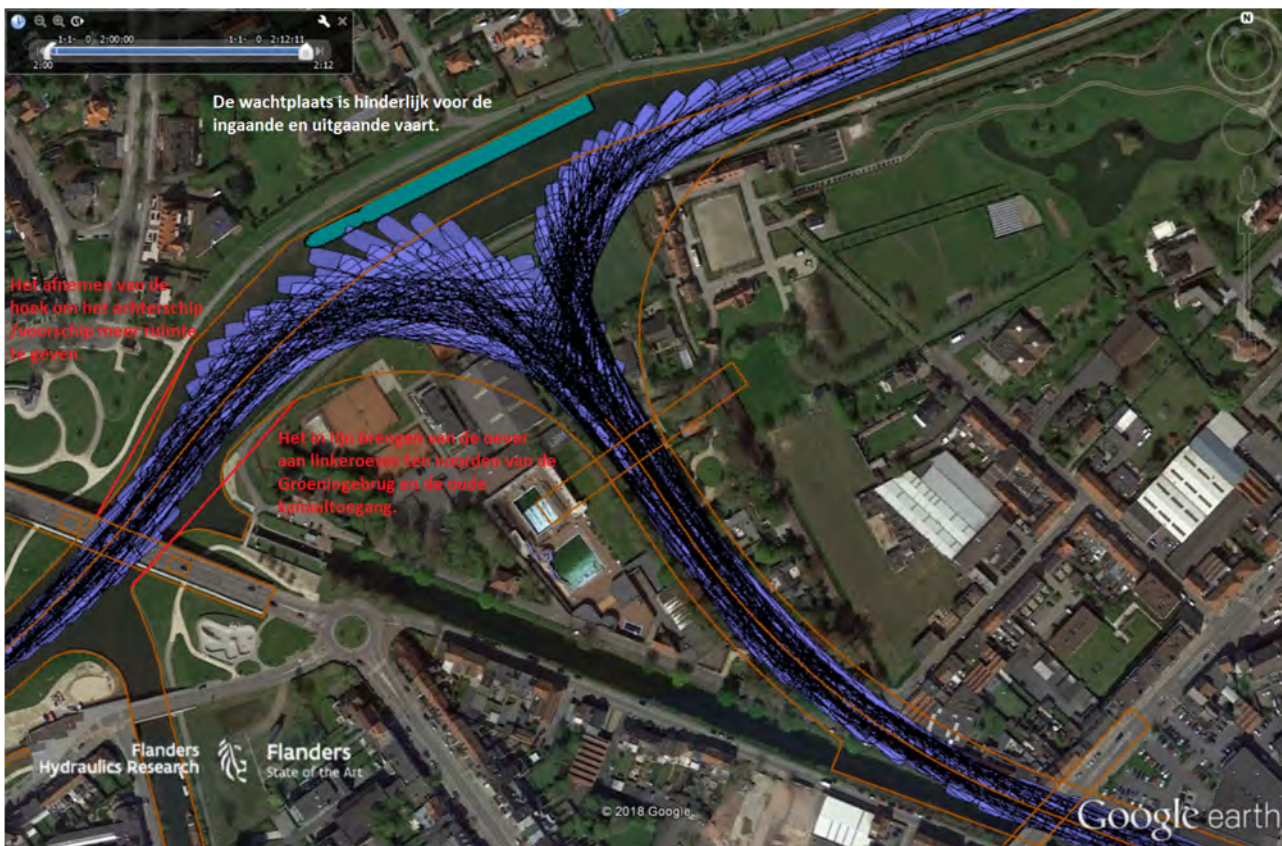
- Deze RD\_40 variant is van en naar Kortrijk beter dan variant RD\_RD omdat het knooppunt verder van de Groeningebrug ligt (schepen met containers moeten de stuurhut bij passage van een brug achter de containers brengen).
- Anderzijds kan men door de verbinding tussen het kanaal en de Leie in deze RD\_40 variant minder oplijnen op de stroming (door S-bocht op het kanaal en uit te voeren koerswijziging) en dus de vaaras op de Leie bij het varen van het kanaal naar Kortrijk. De stroom bemoeilijkt hierdoor het bochten en voor een klasse Va+ werd het maximale debiet verminderd naar 75 m<sup>3</sup>/s hoewel er ook geslaagde runs waren bij 100 m<sup>3</sup>/s. Het wordt echter moeilijker.
- Het knooppunt is ruim voor klasse IV en Va schepen en krapper voor Va+ schepen. De scheepssnelheid moet voor deze laatste goed onder controle en voldoende laag worden gehouden.
- Een vergelijking van de RD\_40 en RD\_40\_smal variant leert dat de keuze om het kanaal dubbelstrooks uit te voeren mee moet bepaald worden door de beslissing waar men ontmoetingen op het kanaal wil organiseren. Op de Leie en op het kruispunt is een ontmoeting tussen de grootste schepen moeilijk. Een dubbelstrooks uitgevoerd kanaal zorgt er dan voor dat ondanks de aanwezigheid van bruggen op het kanaal tussen de bruggen een ontmoeting kan georganiseerd worden. Indien men voor een enkelstrooks kanaal kiest, dan zal de ontmoeting in een rechttere sectie van het kanaal georganiseerd moeten worden waarbij één schip zich staande houdt terwijl het andere schip traag passeert.

De aanbevelingen van de schippers zijn (Figuur 41):

- Hoek aan linkeroever ten noorden van de Groeningebrug; rechteroever ten noorden van de Groeningebrug meer in lijn brengen met de oever onder de brug; de smalle variant is voor de scheepsklassen tot Va+ (ruim) voldoende. Voor klasse Va+ moet het wel zo blijven qua breedte (zie ook bocht op het kanaal).
- Wachtplaats: Wachtplaats op het kruispunt hindert de schepen, vooral klasse Va+, dus rekening houdend met manoeuvres die kunnen mislopen, is het gevaar voor aanvaren van het afgemeerde schip groot. Verbod op afmeren vanaf bijvoorbeeld 100 m<sup>3</sup>/s.
- Een goede ECDIS kaart is vereist omdat door de passage van de verschillende bruggen bij het knooppunt (op de Leie en op het kanaal) de stuurhut steeds achter de containers moet geplaatst worden. Hiervoor moet een binnenschip wel met twee antennes worden uitgerust zodat ok de heading correct wordt aangegeven. Binnenschepen zijn momenteel slechts met één antenne uitgerust.



Figuur 41 – Variant RD\_40\_smal en RD\_40: voorstel voor aanpassing



## 3.3 Variant BP

### 3.3.1 Simulatieprogramma

Het simulatieprogramma is per richting chronologisch samengebracht in Tabel 16 met de volgende codes:

- HS: van Harelbeke naar de sluis (8 simulaties waarvan 2 ontmoetingen)
- SH: van de sluis naar Harelbeke (2 simulaties)
- KS: van Kortrijk naar de sluis (3 simulaties)
- SK: van de sluis naar Kortrijk (8 simulaties waarvan 1 ontmoeting)
- KBK: op het kanaal Bossuit-Kortrijk (1 ontmoeting)

Tabel 16 – Variant BP: simulatieprogramma

Richting/SIM	Run	Datum	Klasse	T (m)	Debiet (m <sup>3</sup> /s)
HS/SIM225	KBK_BP_000	29/05/19	Va	3.5	100
HS/SIM225	KBK_BP_001	29/05/19	Va+	3.5	150
HS/SIM225	KBK_BP_002	29/05/19	Va+	3.5	100
HS/SIM225	KBK_BP_005	29/05/19	IV	3.0	150
HS/SIM225	KBK_BP_006	29/05/19	Va+	1.8	100
HS/Lara/SIM225	KBK_BP_009	29/05/19	Va+/IV	3.5/3.0	100
HS/Lara/SIM225	KBK_BP_011	29/05/19	Va+/IV	3.5/3.0	100
HS/Lara	KBK_BP_012	13/06/19	Va+	3.5	100
SH/SIM225	KBK_BP_004	29/05/19	Va+	3.5	100
SH/Lara	KBK_BP_015	13/06/19	Va	3.5	150
KS/Lara	KBK_BP_000	29/05/19	Va	3.5	100
KS/Lara	KBK_BP_001	29/05/19	Va+	3.5	150
KS/Lara	KBK_BP_014	13/06/19	Va	3.5	150
SK/Lara	KBK_BP_002	29/05/19	Va+	3.5	150
SK/Lara	KBK_BP_003	29/05/19	Va+	3.5	100
SK/SIM225	KBK_BP_003	29/05/19	Va+	3.5	100
SK/Lara	KBK_BP_004	29/05/19	IV	3.0	150
SK/Lara	KBK_BP_005	29/05/19	IV	3.0	150
SK/Lara	KBK_BP_006	29/05/19	Va+	1.8	100
SK/Lara/SIM225	KBK_BP_008	29/05/19	Va+/IV	3.5/3.0	100
SK/Lara	KBK_BP_013	13/06/19	Va+	3.5	100
KBK/Lara/SIM225	KBK_BP_007	29/05/19	Va+/Va+	3.5/3.5	NVT

### 3.3.2 Klasse IV, Va en Va+ bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s

Alle simulaties behalve runs 001 en 005 werden uitgevoerd op simulator Lara. In tegenstelling tot de voorgaande varianten werden ook simulaties met een Va+ schip uitgevoerd bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s. De beoordeling van de schippers volgens de reserve en de moeilijkheidsgraad is weergegeven in Tabel 17. Er werden drie simulaties met een klasse IV uitgevoerd, twee met een klasse Va (*italic*) en drie met een klasse Va+ (onderlijnd in Tabel 17).

Twee (001 op SIM225 en 002 op Lara, Figuur 42) van de drie simulaties die met een Va+ schip werden uitgevoerd bij 150 m<sup>3</sup>/s worden beoordeeld als niet uitvoerbaar in realiteit. In run 004 op Lara met een klasse IV schip (Figuur 43) werd bij de interactie tussen het afgemeerde schip en het varende schip een onrealistisch giermoment berekend waardoor deze simulatie niet meer zal meegenomen worden in de analyse. De schipper gaf wel aan dat het afgemeerde schip aan rechteroever beter niet op die locatie zou liggen om in- en uitvaarten van het kanaal niet te bemoeilijken en aanvaringen te vermijden. Alle overblijvende simulaties worden voorgesteld in Figuur 44 en Figuur 45 (detail). De beoordelingen door de schippers voor de simulaties met klasse IV en Va zijn normaal uitgevoerd met voldoende reserve. Voor run 001 met een klasse Va+ is het manoeuvre normaal uitgevoerd met weinig reserve. Dit manoeuvre was wel een invaermanoeuvre van het kanaal vanuit de richting van Kortrijk. Bij dit manoeuvre helpt de stroom op het achterschip om het bochten uit te voeren. In de omgekeerde richting en komende vanuit Harelbeke werkt de stroom het manoeuvre tegen en is het niet mogelijk voor een klasse Va+ om bij 150 m<sup>3</sup>/s op het kruispunt te manoeuvreren.

Tabel 17 – Variant BP: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s<sup>13</sup>

Richting/SIM	Run	Beoordeling reserves	Moeilijkheidsgraad	Uitvoerbaarheid
<u>HS/SIM225</u>	<u>KBK_BP_001</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>neen</u>
HS/SIM225	KBK_BP_005	2	2	ja
<i>SH/Lara</i>	<i>KBK_BP_015</i>	2	2	<i>ja</i>
<u>KS/Lara</u>	<u>KBK_BP_001</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>ja</u>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BP_014</i>	2	2	<i>ja</i>
<u>SK/Lara</u>	<u>KBK_BP_002</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>neen</u>
SK/Lara	KBK_BP_004	5	2	neen
SK/Lara	KBK_BP_005	2	2	ja

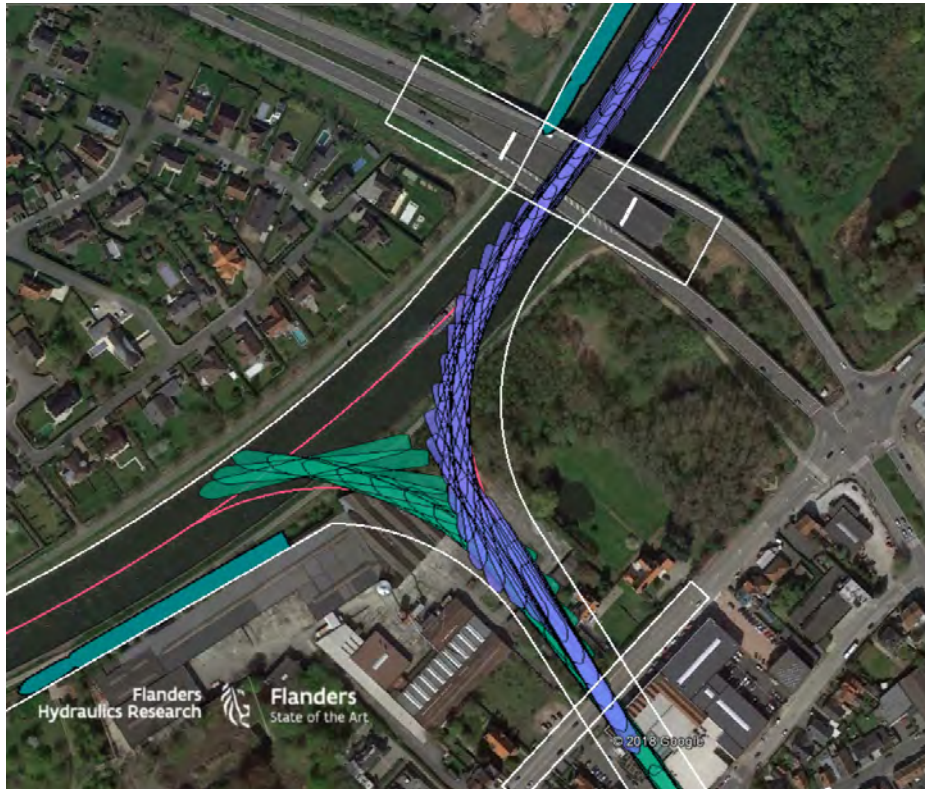
Waarden in *italic* zijn geldig voor een klasse Va schip. Onderlijnde waarden zijn geldig voor een klasse Va+ schip.

De tracks op Figuur 44 en Figuur 45 tonen de beperkte ruimte voor het in- en uitdraaien van het kruispunt en het kanaal. Het afgemeerde schip aan de rechteroever vormt inderdaad een obstakel voor de toegankelijkheid van het kruispunt. Aangezien het kruispunt in deze variant krap is, komen de tracks aan alle zijden op de Leie en het kanaal dicht bij de oevers.

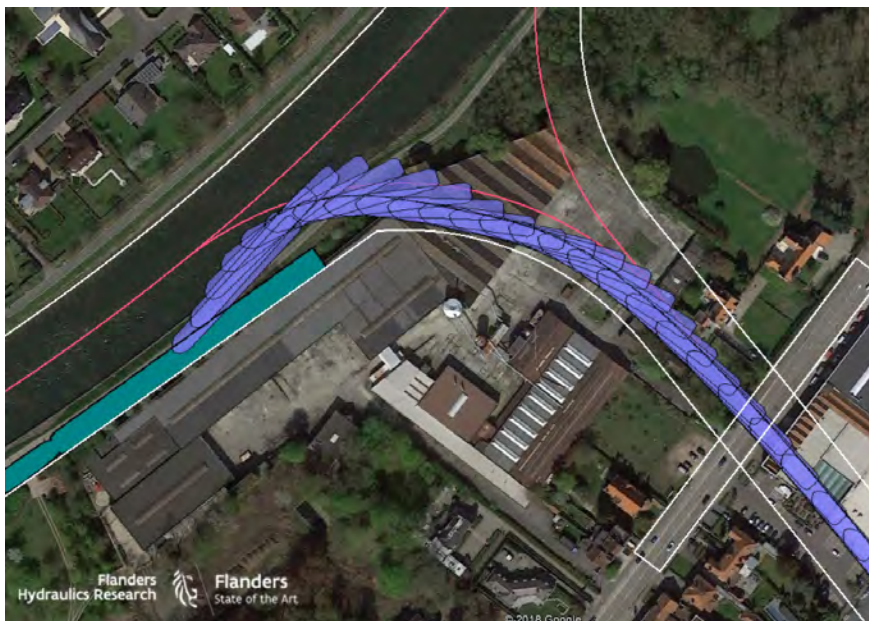
De beoordeling van de toegankelijkheid op basis van schroef-, roer- en boegschroefgebruik wordt voor de variant BP bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s samengevat in Tabel 18. De grafieken met het verloop van de variabelen volgens de baanparameter zijn voorgesteld in Figuur 46 voor de richting Harelbeke naar/van de sluis en in Figuur 47 voor de richting Kortrijk naar/van de sluis.

<sup>13</sup> De simulaties die onderlijnd zijn, werden uitgevoerd met een Va+ schip.

Figuur 42 – Variant BP: run 001 en 002 met een klasse Va+



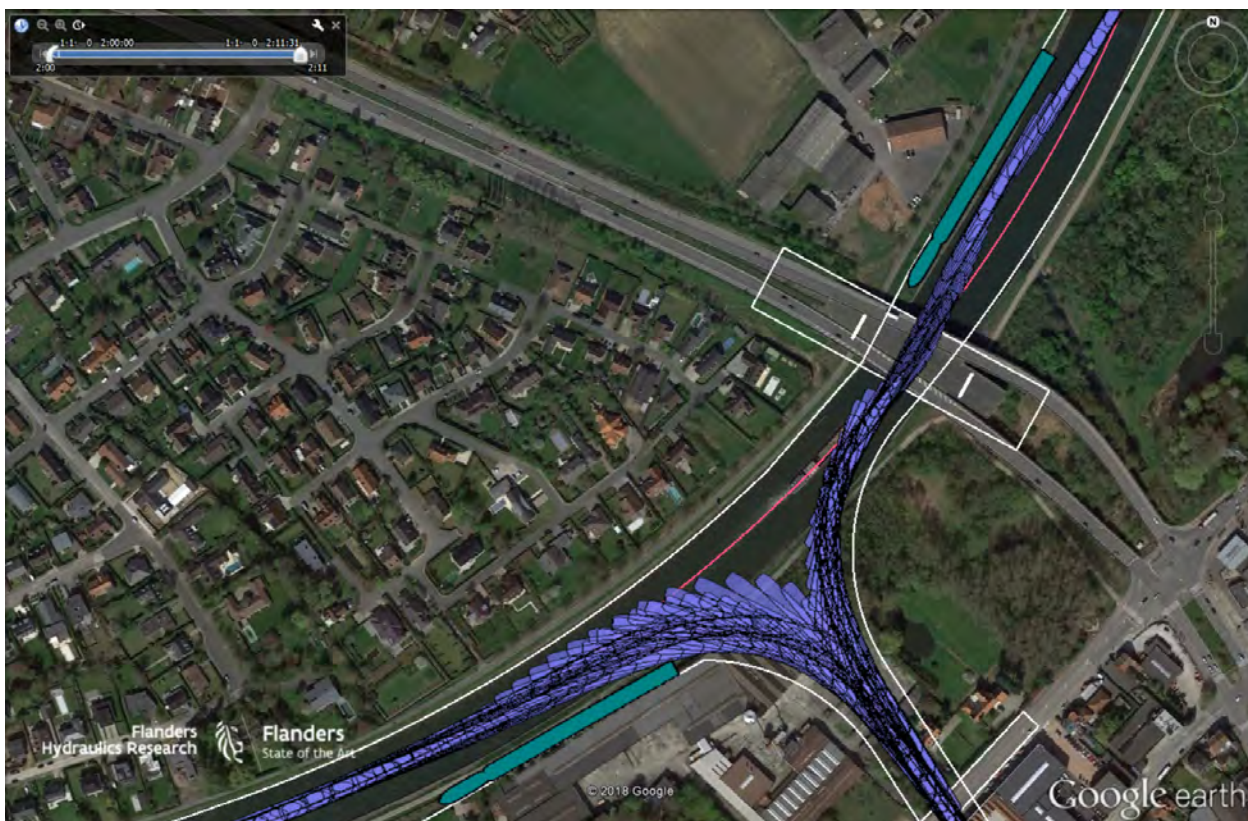
Figuur 43 – Variant BP: run 004 met een klasse IV



Figuur 44 – Variant BP: Google Earth overzicht van de simulaties BP\_001 (Lara), 005 (Lara en SIM225), 014 en 015



Figuur 45 – Variant BP: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties BP\_001 (Lara), 005 (Lara en SIM225), 014 en 015



Tabel 18 – Variant BP: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s:  
roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schrøeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
<i>HS/SIM225</i>	<i>KBK_BP_001</i>	<i>41.6</i>	<i>23.8</i>	<i>3.35</i>	<i>1.05</i>	<i>1.89</i>	<i>2.55</i>	<i>1.60</i>	<i>0.07</i>
HS/SIM225	KBK_BP_005	20.2	15.2	4.05	0.54	2.87	2.19	1.12	0.29
<i>SH/Lara</i>	<i>KBK_BP_015</i>	<i>17.3</i>	<i>12.2</i>	<i>2.53</i>	<i>0.92</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.52</i>	<i>0.12</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BP_001</i>	<i>28.1</i>	<i>16.7</i>	<i>3.01</i>	<i>1.18</i>	<i>2.14</i>	<i>2.97</i>	<i>1.63</i>	<i>0.15</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BP_014</i>	<i>14.4</i>	<i>10.6</i>	<i>3.12</i>	<i>0.90</i>	<i>1.22</i>	<i>1.99</i>	<i>1.49</i>	<i>0.28</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_BP_002</i>	<i>54.5</i>	<i>29.7</i>	<i>3.34</i>	<i>2.00</i>	<i>1.55</i>	<i>2.43</i>	<i>1.95</i>	<i>0.25</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_BP_004</i>	<i>36.5</i>	<i>23.8</i>	<i>3.58</i>	<i>1.42</i>	<i>1.46</i>	<i>2.21</i>	<i>1.65</i>	<i>0.24</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_BP_005</i>	<i>23.9</i>	<i>19.4</i>	<i>5.12</i>	<i>0.45</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>2.16</i>	<i>0.10</i>

Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip. Onderlijnde waarden zijn geldig voor een klasse Va+ schip. Waarden in het grijs geven afgebroken simulaties aan die in de verdere analyse niet worden meegenomen.

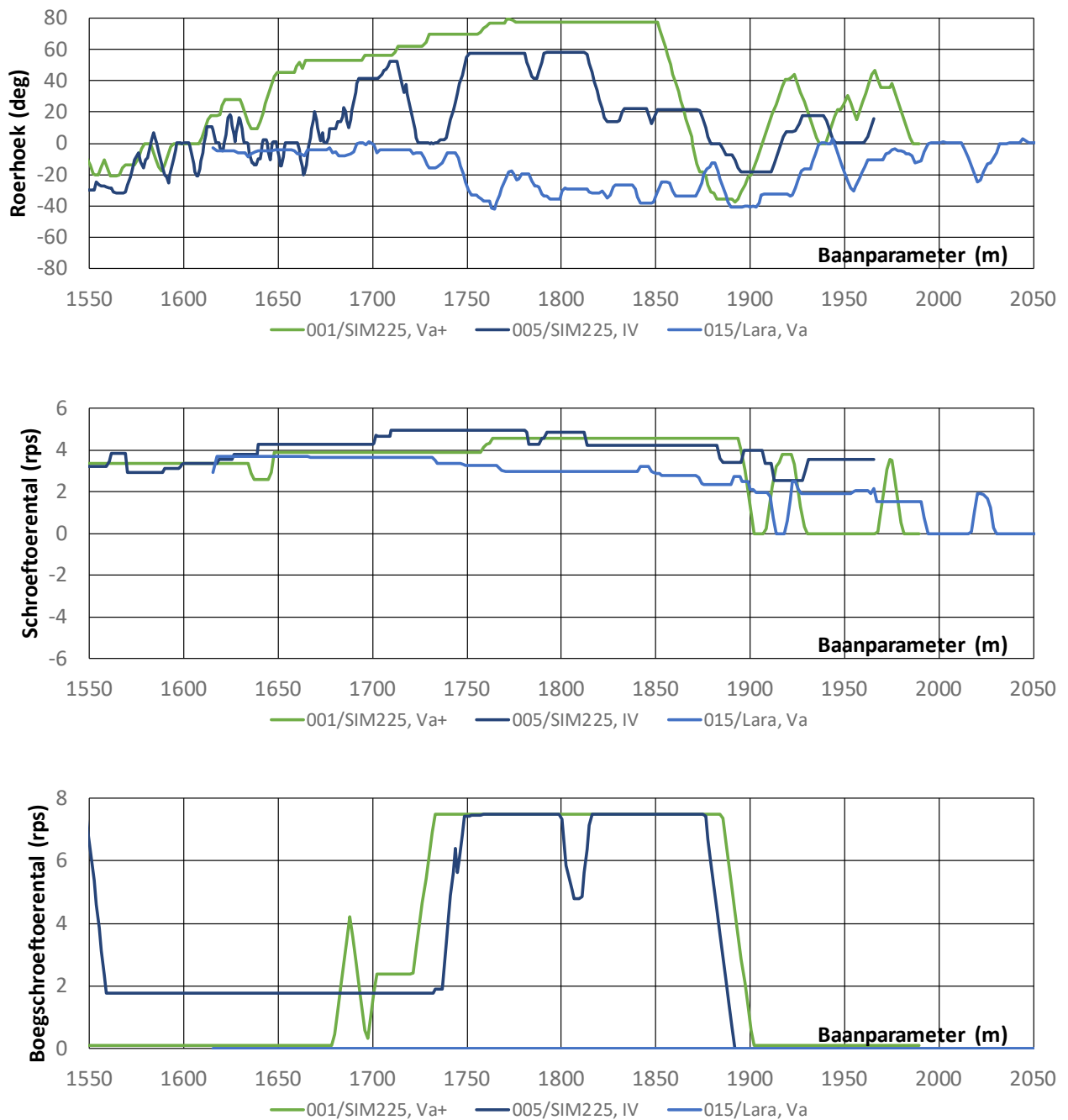
De gemiddelden en de gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s zijn voorgesteld in Tabel 18. De waarden voor de runs die niet succesvol waren, zijn in het grijs voorgesteld. Men ziet voor deze runs hoge gemiddelde roerhoeken wat wijst op onvoldoende roerkracht om het bochten tegen de stroom te realiseren.

De manoeuvres met een positieve bijdrage van de stroom zijn deze van Kortrijk naar de sluis en van de sluis naar Harelbeke. De laagste gemiddelde roerhoeken worden ook voor deze richtingen bekomen voor het Va schip (14.4 en 17.3 graden). Voor het klasse IV schip zijn de gemiddelde roerhoeken hoger (20.2 en 23.2 graden) maar worden de manoeuvres ook tegengewerkt door de stroom. Er is nog steeds voldoende reserve.

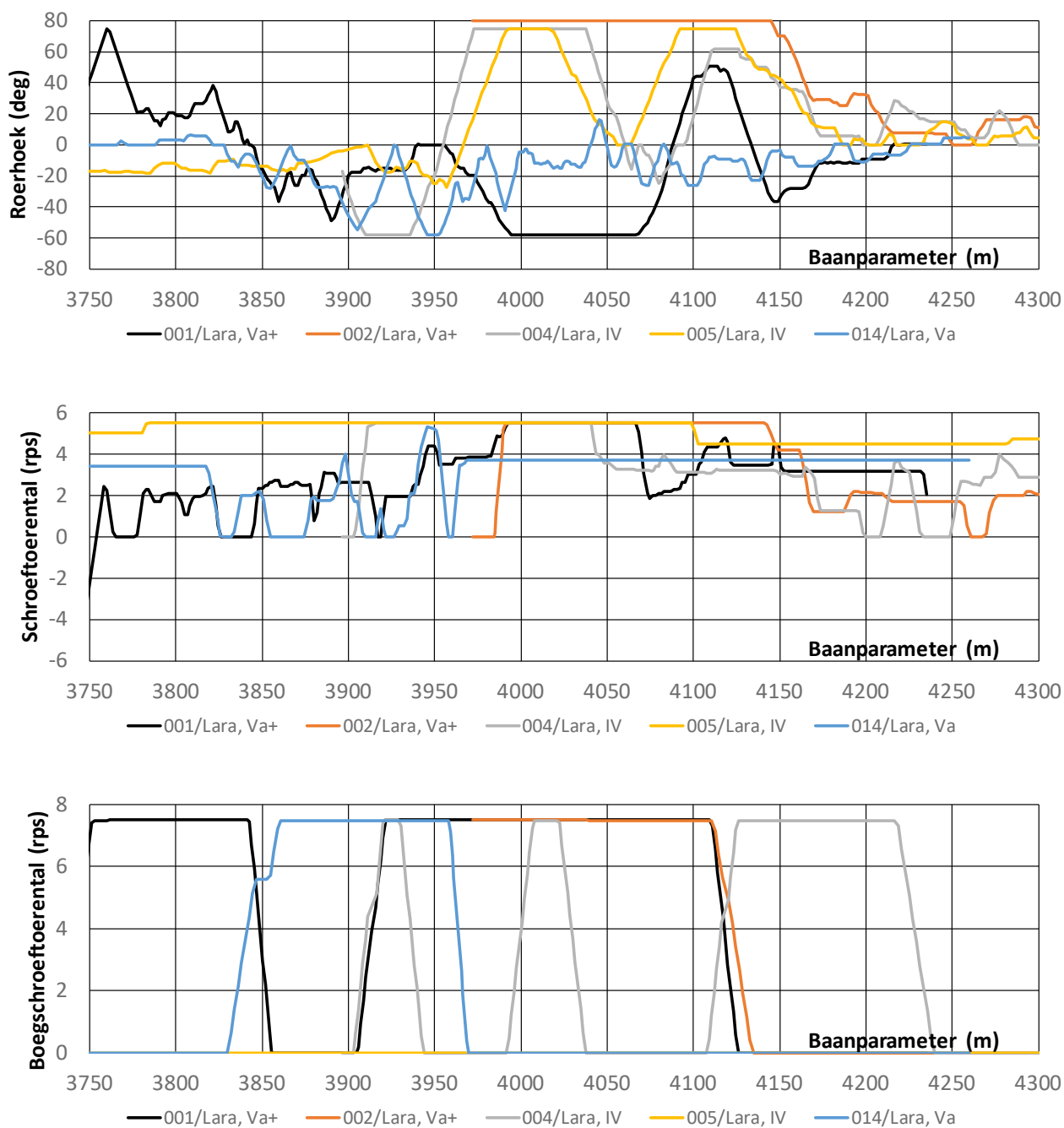
De gemiddelde schroeftoerentalen verschillen met kleinere waarden voor het klasse Va schip en grotere voor het klasse IV schip. Tweemaal werd de boegschroef niet gebruikt: in run 015 met het Va schip en run 005 met het klasse IV schip. In het laatste geval is ondanks de grotere roerhoek en het schroeftoerental het inzetten van de boegschroef niet nodig.

De gemiddelde snelheid varieert tussen 1.1 en 2.2 m/s of 4 en 8 km/h.

Figuur 46 – Variant BP bij 150 m<sup>3</sup>/s en richting Harelbeke-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Figuur 47 – Variant BP bij 150 m<sup>3</sup>/s en richting Kortrijk-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental





### 3.3.3 Klasse Va en Va+ bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s

Van de 13 te bespreken simulaties zijn slechts twee met een klasse Va (run 000 op SIM225 of op Lara) alleen uitgevoerd en waren de ontmoetingen tussen klasse Va+ en IV schepen. Vijf simulaties werden uitgevoerd op simulator Lara, vijf op SIM225 en de drie ontmoetingen op beide.

Een overzicht van de beoordeling door de schippers is voorgesteld in Tabel 19. De ontmoetingen worden negatief beoordeeld voor een uitvoering in realiteit en waren in eerste instantie niet opgenomen in het programma. De vraag wordt echter gesteld waar de schepen elkaar moeten ontmoeten indien dit niet aan de wachtplaatsen voor de sluis is. Er bevinden zich bruggen op het kanaal en de Leie, dichtbij het kruispunt, waar ontmoetingen best vermeden worden omwille van de beperkte zichtbaarheid. De verschillende ontmoetingen zijn voorgesteld in Figuur 50, Figuur 48 en Figuur 49. In deze eerste twee is hetzelfde manoeuvre herhaald maar werd uiteindelijk toch voor normaal kruisen gekozen (bakboord op bakboord). Het schip dat op het kanaal vertrekt, moet zich daar ophouden voor het kruispunt en zo dicht mogelijk bij de oever gaan liggen tot de ontmoeting heeft plaatsgevonden.

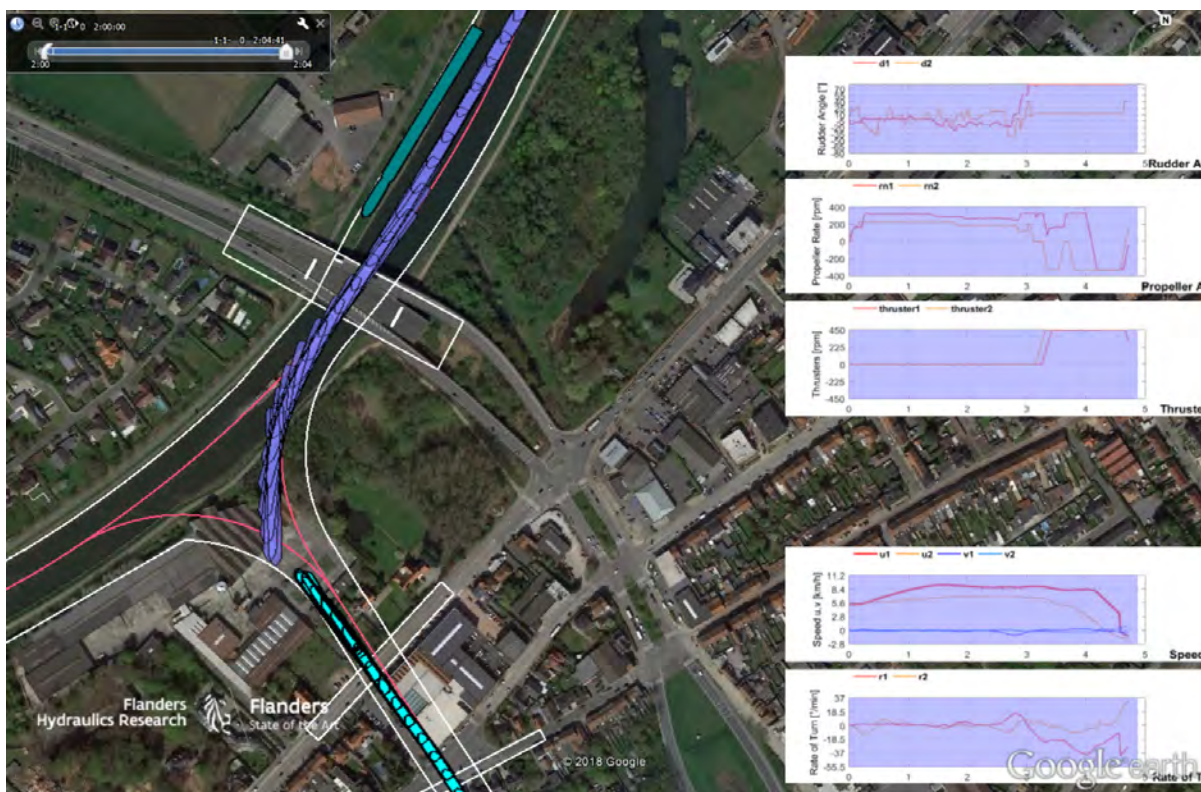
Twee runs met enkele schepen worden beoordeeld als uitgevoerd met voldoende reserve: run 000 op SIM225 en run 000 op Lara, beide met een klasse Va schip. Alle andere simulaties met klasse Va+ schepen worden beoordeeld als uitgevoerd met weinig reserve. Alle simulaties met een enkel schip zijn normaal uitgevoerd en zijn ook in realiteit uitvoerbaar volgens de schippers.

Tabel 19 – Variant BP: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s

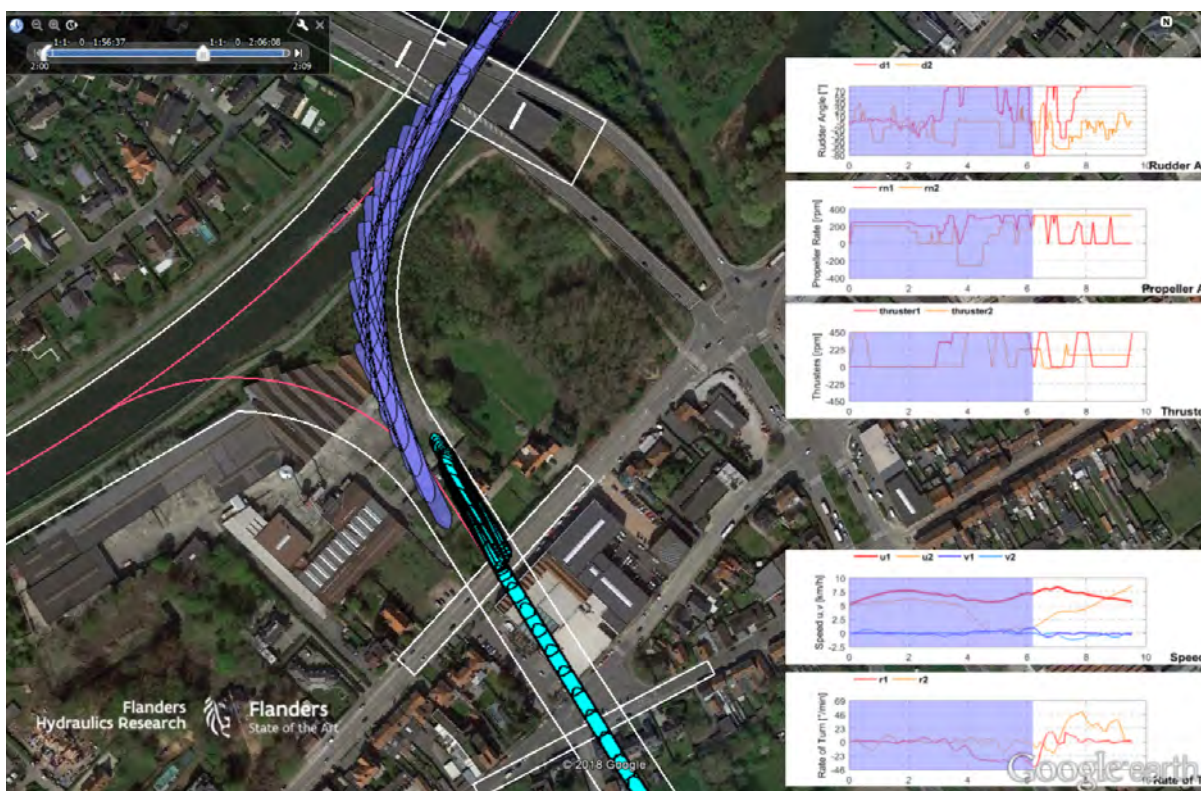
Richting/SIM	Run	Beoordeling reserves	Moeilijkheidsgraad	Uitvoerbaarheid
<i>HS/SIM225</i>	<i>KBK_BP_000</i>	2	2	<i>ja</i>
HS/SIM225	KBK_BP_002	3	2	ja
HS/SIM225	KBK_BP_006	3	2	ja
HS/Lara/SIM225	KBK_BP_009	6/-	-/-	neen/-
HS/Lara/SIM225	KBK_BP_011	-/3	-/2	neen/neen
HS/Lara	KBK_BP_012	3	2	ja
SH/SIM225	KBK_BP_004	3	2	ja
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BP_000</i>	2	2	<i>ja</i>
SK/Lara	KBK_BP_003	3	2	ja
SK/SIM225	KBK_BP_003	3	2	ja
SK/Lara	KBK_BP_006	3	2	ja
SK/Lara/SIM225	KBK_BP_008	3/3	2/2	neen/ja
SK/Lara	KBK_BP_013	3	2	ja

Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip.

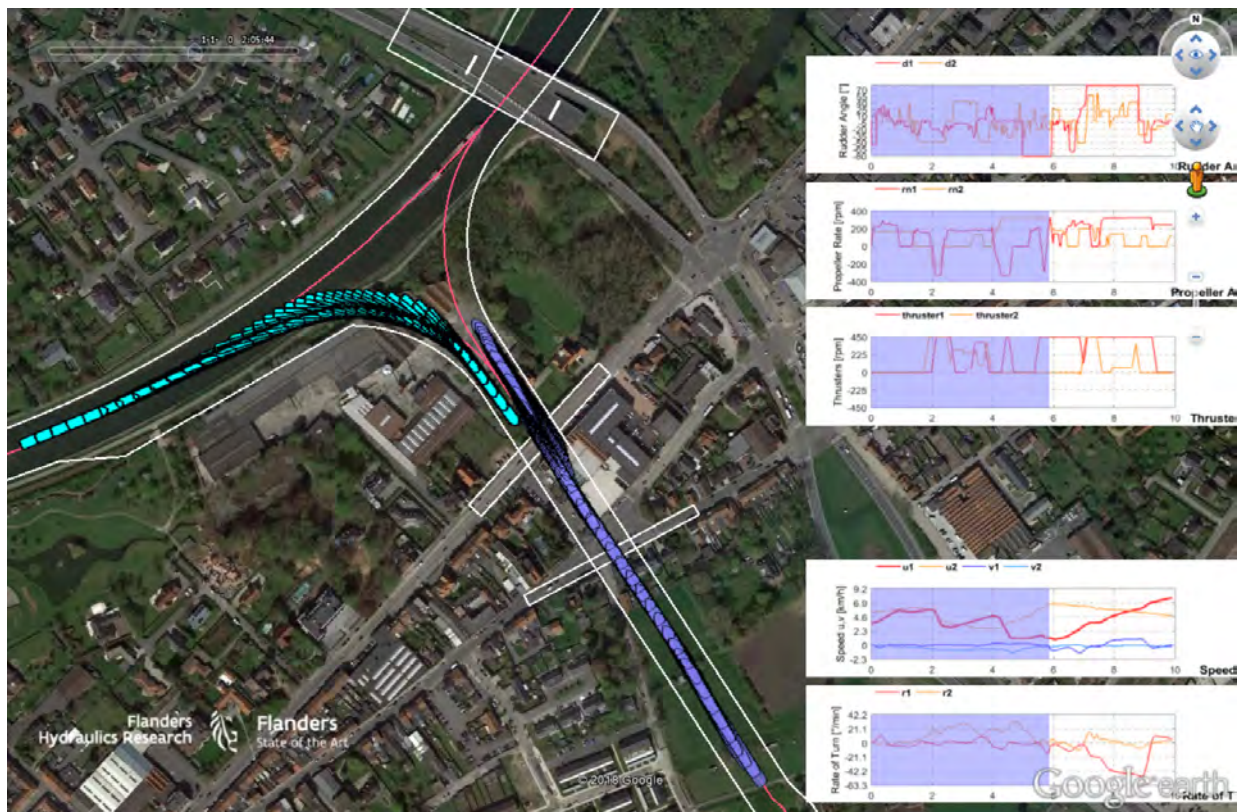
Figuur 48 – Variant BP, ontmoeting 009: Va+ van Harelbeke naar de sluis, IV van de sluis naar Harelbeke: stuurboord-stuurboord kruisen



Figuur 49 – Variant BP, ontmoeting 011: Va+ van Harelbeke naar de sluis, IV van de sluis naar Harelbeke: bakboord-bakboord kruisen



Figuur 50 – Variant BP, ontmoeting 008: Va+ van de sluis naar Kortrijk, IV van Kortrijk naar de sluis



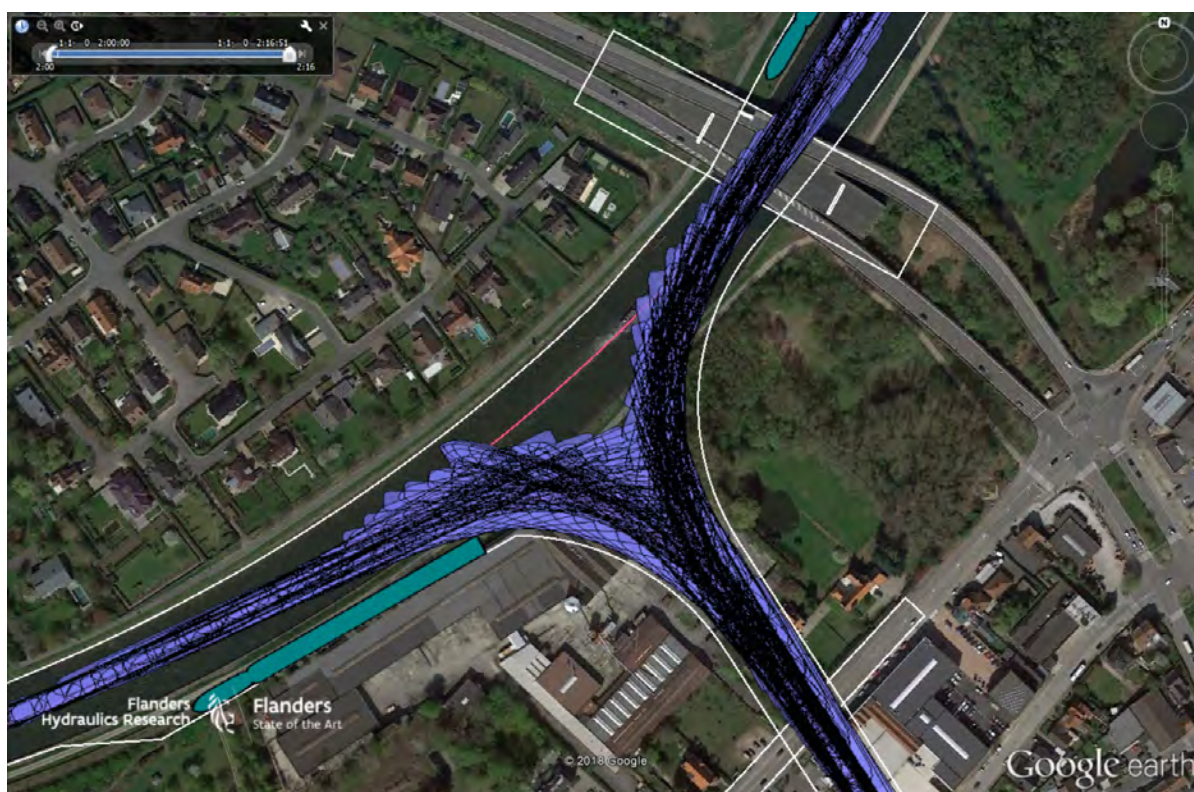
Omdat slechts twee runs met één klasse Va schip alleen werden uitgevoerd worden deze simulaties samen met de simulaties met het Va+ schip voorgesteld in Figuur 51 en Figuur 52 (detail).

Omdat het splitsingspunt in variant BP krap is uitgevoerd, is de afstand van de omhullende van de tracks van de schepen tot elke oever beperkt. Men moet de snelheid onder controle houden op het kruispunt om voldoende afstand tot de oevers te bewaren. Bij te hoge snelheden moet men bruske manoeuvres (bijvoorbeeld achteruitslaan) uitvoeren om niet op een oever te varen (run 003 op SIM225 in Figuur 53). Zoals reeds voor het debiet van  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  besproken, blijkt ook hier uit de tracks dat het afgemeerde schip op de rechteroever voor het splitsingspunt in de weg ligt. Dit afgemeerd schip werd ook niet in alle simulaties meegenomen maar het bemoeilijkt de aanloop van het splitsingspunt en wordt dus afgeraden.

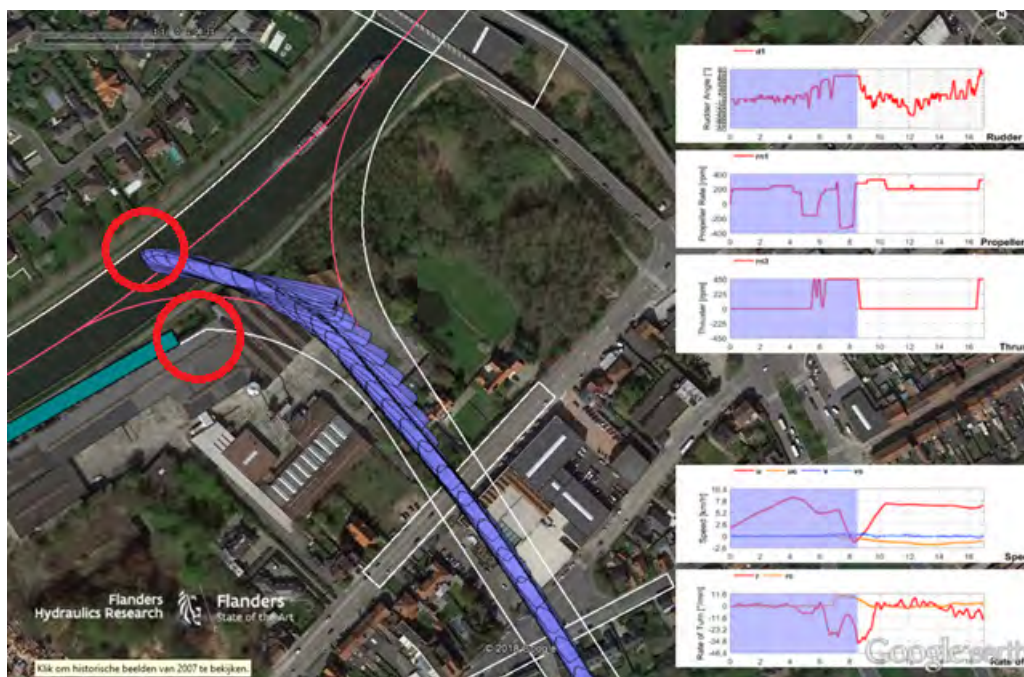
Figuur 51 – Variant BP: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s:  
BP\_000 en 003 op Lara en SIM225, 002, 004, 006 op SIM225 en 006, 012 en 013 op Lara



Figuur 52 – Variant BP: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s:  
BP\_000 en 003 op Lara en SIM225, 002, 004, 006 op SIM225 en 006, 012 en 013 op Lara



Figuur 53 – Variant BP: knelpunten op basis van de simulatie met een klasse Va+ in BP\_003



Tabel 20 – Variant BP: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s: roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schoeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
HS/SIM225	<i>KBK_BP_000</i>	<i>15.9</i>	<i>13.4</i>	<i>3.15</i>	<i>0.22</i>	<i>0.10</i>	<i>0.00</i>	<i>1.36</i>	<i>0.09</i>
HS/SIM225	KBK_BP_002	38.5	25.1	3.19	0.82	1.16	1.82	1.69	0.20
HS/SIM225	KBK_BP_006	23.9	16.1	2.79	0.79	1.17	1.58	1.82	0.47
HS/Lara	KBK_BP_012	43.5	29.1	3.46	1.18	2.02	2.75	1.74	0.07
SH/SIM225	KBK_BP_004	22.5	14.7	3.34	1.05	1.49	1.82	1.76	0.38
KS/Lara	KBK_BP_000	20.8	17.5	3.24	1.44	0.28	0.53	1.66	0.24
SK/Lara	KBK_BP_003	37.2	28.0	4.18	1.30	1.91	2.75	1.61	0.57
SK/SIM225	KBK_BP_003	25.4	19.6	3.91	0.82	1.41	2.21	1.53	0.47
SK/Lara	KBK_BP_006	14.4	12.3	2.85	1.80	2.34	3.06	2.26	0.55
SK/Lara	KBK_BP_013	46.1	28.3	2.96	1.65	3.23	3.19	1.57	0.15

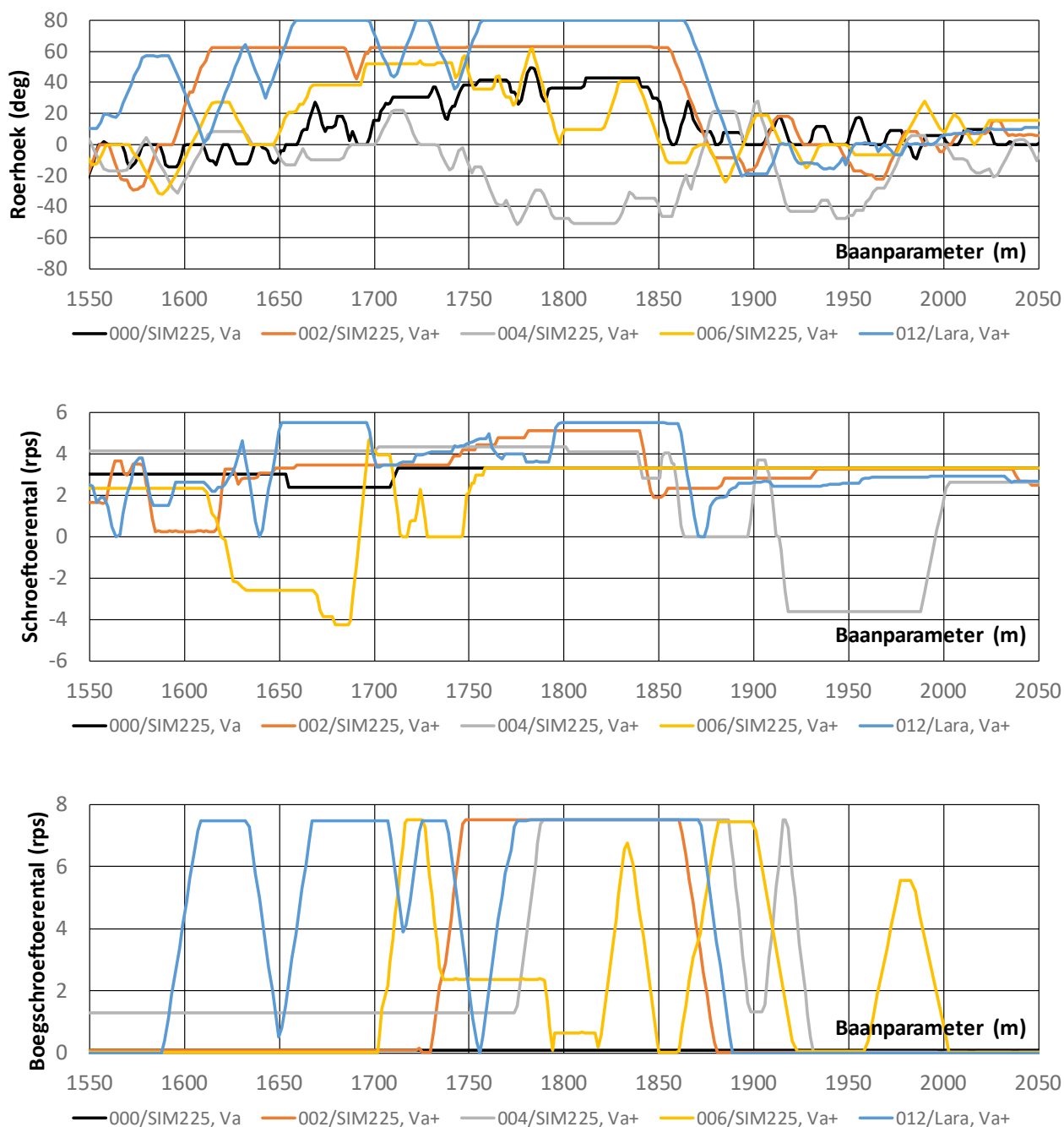
Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip.

Voor de variant BP bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s zijn de resultaten van het schroef, roer- en boegschroefgebruik voorgesteld in Tabel 20. De grafieken met het verloop van de variabelen volgens de baanparameter zijn voorgesteld in Figuur 54 voor de richting Harelbeke naar/van de sluis en in Figuur 55 voor de richting Kortrijk naar/van de sluis.

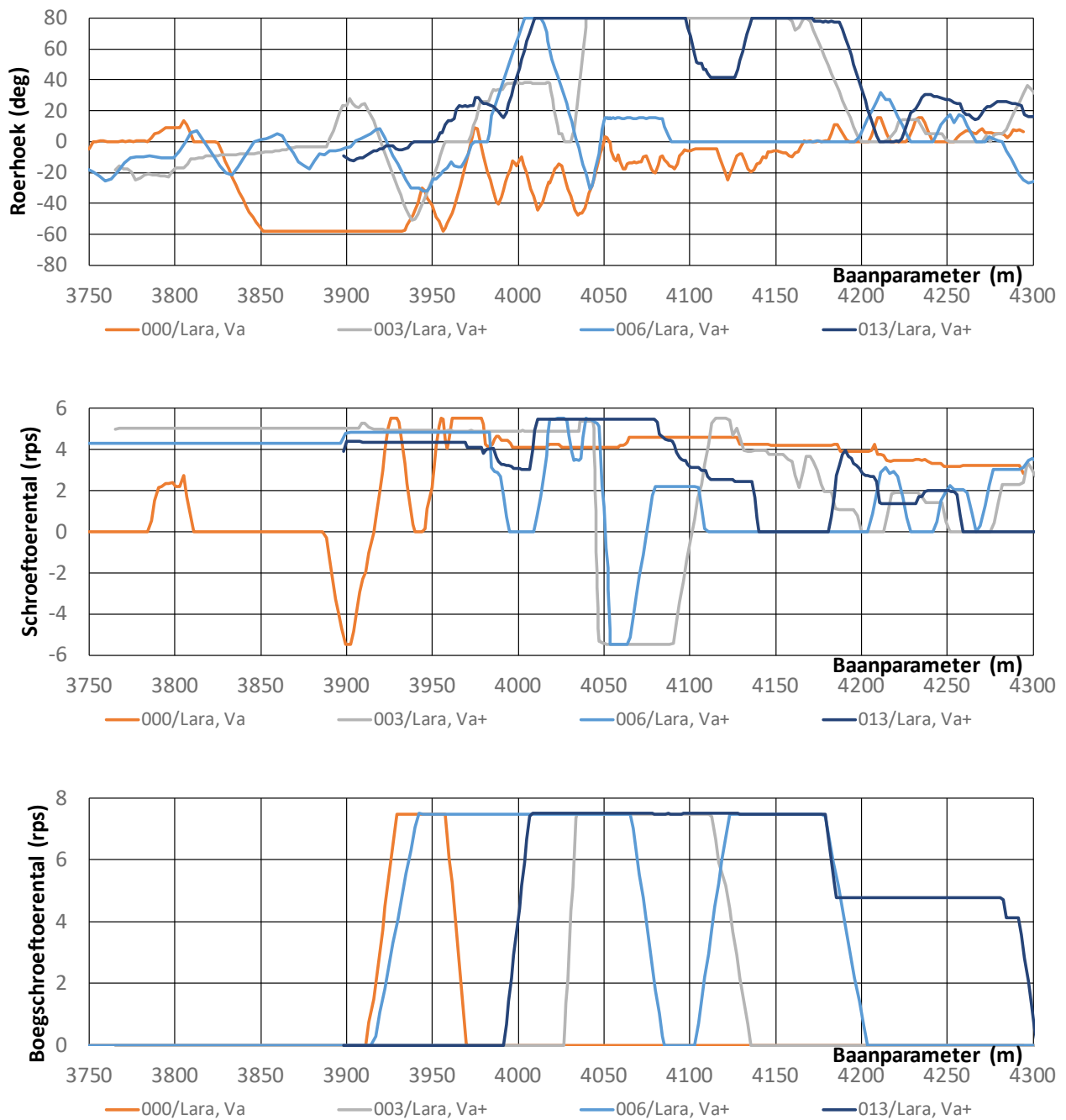
De manoeuvres met een positieve bijdrage van de stroom zijn deze van Kortrijk naar de sluis en van de sluis naar Harelbeke. Deze manoeuvres werden elk slechts éénmaal uitgevoerd met klasse Va+ met gemiddelde roerhoeken van 20.8 en 22.5 graden en vergelijkbare toerentallen als voor de andere manoeuvres. Enkel voor run 000 (Lara) werd de kleinste waarde voor de boegschroef geregistreerd (0.28 rps) in vergelijking met alle andere runs met een klasse Va+.

De enige simulatie die met een klasse Va werd uitgevoerd (run 000 op SIM225), heeft de laagste gemiddelde roerhoek, boegschroeftoerental en de laagste snelheid. Het schroeftoerental is vergelijkbaar met de andere runs met klasse Va+. Dit duidt opnieuw op een vlotter manoeuvre naarmate de klasse kleiner is.

Figuur 54 – Variant BP bij 100 m<sup>3</sup>/s en richting Harelbeke-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



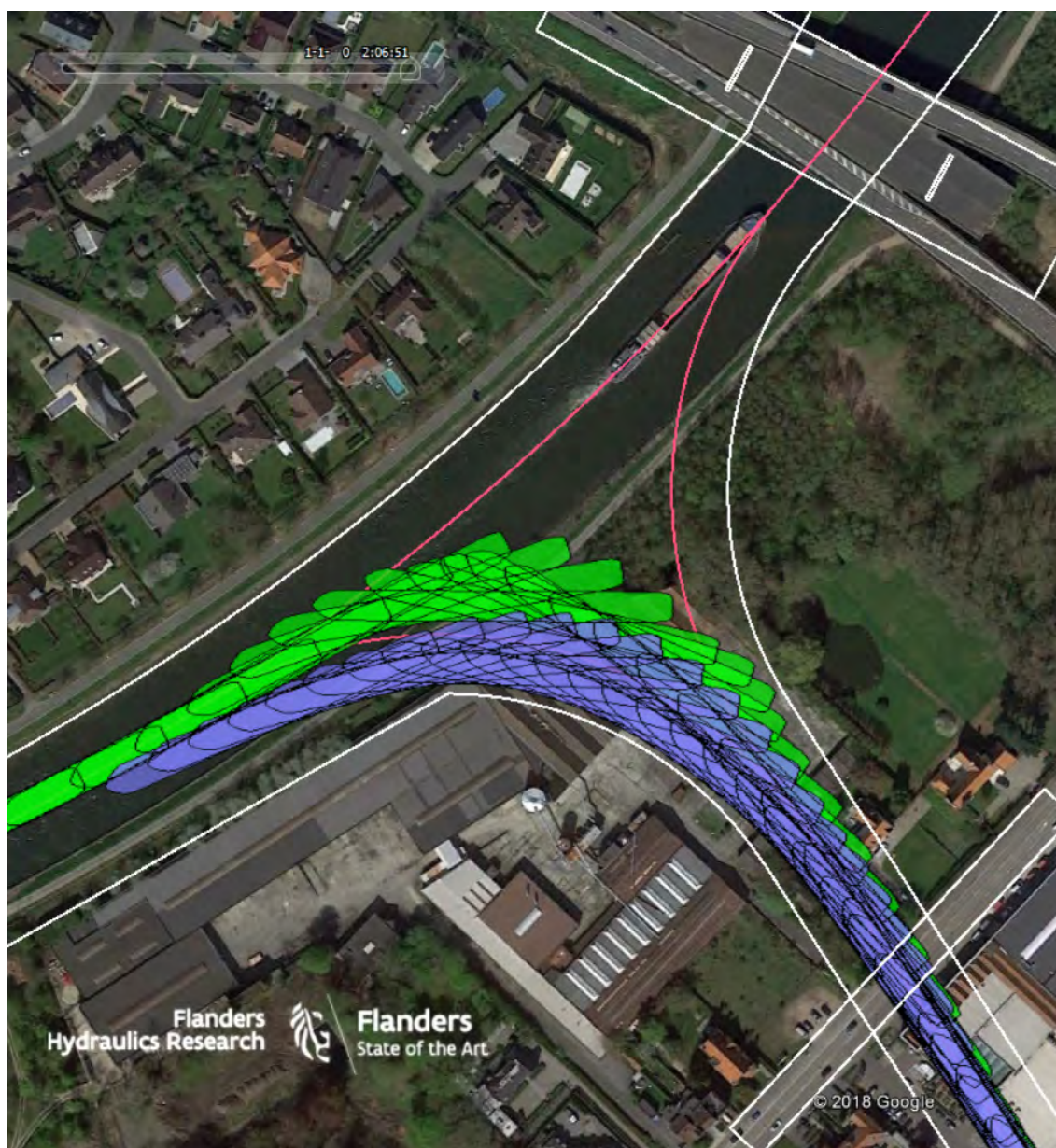
Figuur 55 – Variant BP bij 100 m<sup>3</sup>/s en richting Kortrijk-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental<sup>14</sup>



<sup>14</sup> Door een foutieve baanparameter in de simulatierun is de simulatie 003 op SIM225 niet voorgesteld.

De variatie in gemiddelde roerhoeken voor de runs met het klasse Va+ schip is groot tussen 14.4 en 46.1 graden. Beide manoeuvres (006 en 013 op Lara) waren van de sluis naar Kortrijk. Hoewel het schroeftoerental vergelijkbaar is, is er ook een groot verschil tussen het boegschroeftoerental (2.34 en 3.23 rps). De run met de grootste gemiddelde roerhoek heeft ook het grootste gemiddelde boegschroeftoerental. De snelheid is opvallend kleiner voor run 013 met de grootste waarden voor roer en boegschroef. Een snelheid van 1.6 m/s (5.8 km/h) staat tegenover 2.3 m/s (8.3 km/h). De runs zijn voorgesteld in Figuur 56 waarbij opvalt dat run 013 (paars) vlak naast de oever ligt terwijl run 006 (groen) meer centraal op het kruispunt vaart. De opvallend grotere waarden voor run 013 (paars) zijn te wijten aan de belangrijke oevereffecten (bow away giermoment) die het draaimanoeuvre over bakboord tegenwerken bij het op de Leie komen. Het schip in run 013 vaart rakelings langs de oever. Het zeer krappe kruispunt in variant BP vertaalt zich in deze grote variaties tussen benodigde roer- en boegschroefvermogen tussen de verschillende runs. De reserve is dus beperkt of groter naargelang waar het schip op het kruispunt vaart, waardoor externe hydrodynamische effecten zoals oevereffecten een belangrijke invloed hebben in het slagen van het manoeuvre.

Figuur 56 – Variant BP: vergelijking van de runs 006 (groen) en 013 (paars) met een klasse Va+





Er werden ontmoetingen tussen een klasse Va+ en klasse IV uitgevoerd op het kanaal nabij het kruispunt omdat het organiseren van een ontmoeting op de Leie door de nabijheid van een brug (afwaarts) of het nog te bepalen profiel (opwaarts, wel of niet verruimen van de Leie opwaarts het kruispunt) niet altijd mogelijk zal zijn. In run 008 (Figuur 57) kwam het klasse IV schip van Kortrijk en het klasse Va+ schip van het kanaal. De ontmoeting vindt plaats afwaarts de meest afwaartse brug van het kanaal. De schipper vindt het echter niet nodig dat het klasse Va+ schip op deze positie zo dicht bij het splitsingspunt gaat wachten en raadt aan om de ontmoeting meer opwaarts het kanaal uit te voeren dicht bij de sluis. In run 011 (Figuur 58) kwam het klasse IV schip van de sluis en het klasse Va+ schip van de Leie vanuit de richting van Harelbeke. Het wordt opnieuw aangeraden om de ontmoeting niet zo dicht bij het splitsingspunt te doen maar het kleinere klasse IV schip te laten wachten tussen de twee bruggen op het kanaal of dicht bij de sluis. Run 009 wordt niet besproken omdat deze ontmoeting werd afgebroken (bakboord – bakboord ontmoeten is niet mogelijk).

Voor de ontmoetingen 008, 009 en 011 worden de gemiddelden in Tabel 21 opgenomen. Het klasse IV schip werd op SIM225 bediend en heeft de kleinste gemiddelde waardes voor roerhoek en boegschroefgebruik. Het gemiddelde schroeftoerental en snelheid zijn niet noodzakelijk kleiner waarbij deze laatste het laagst is voor het wachtende schip. De waarden voor het klasse Va+ schip zijn groot wat opnieuw wijst op een krap knooppunt voor een klasse Va+.

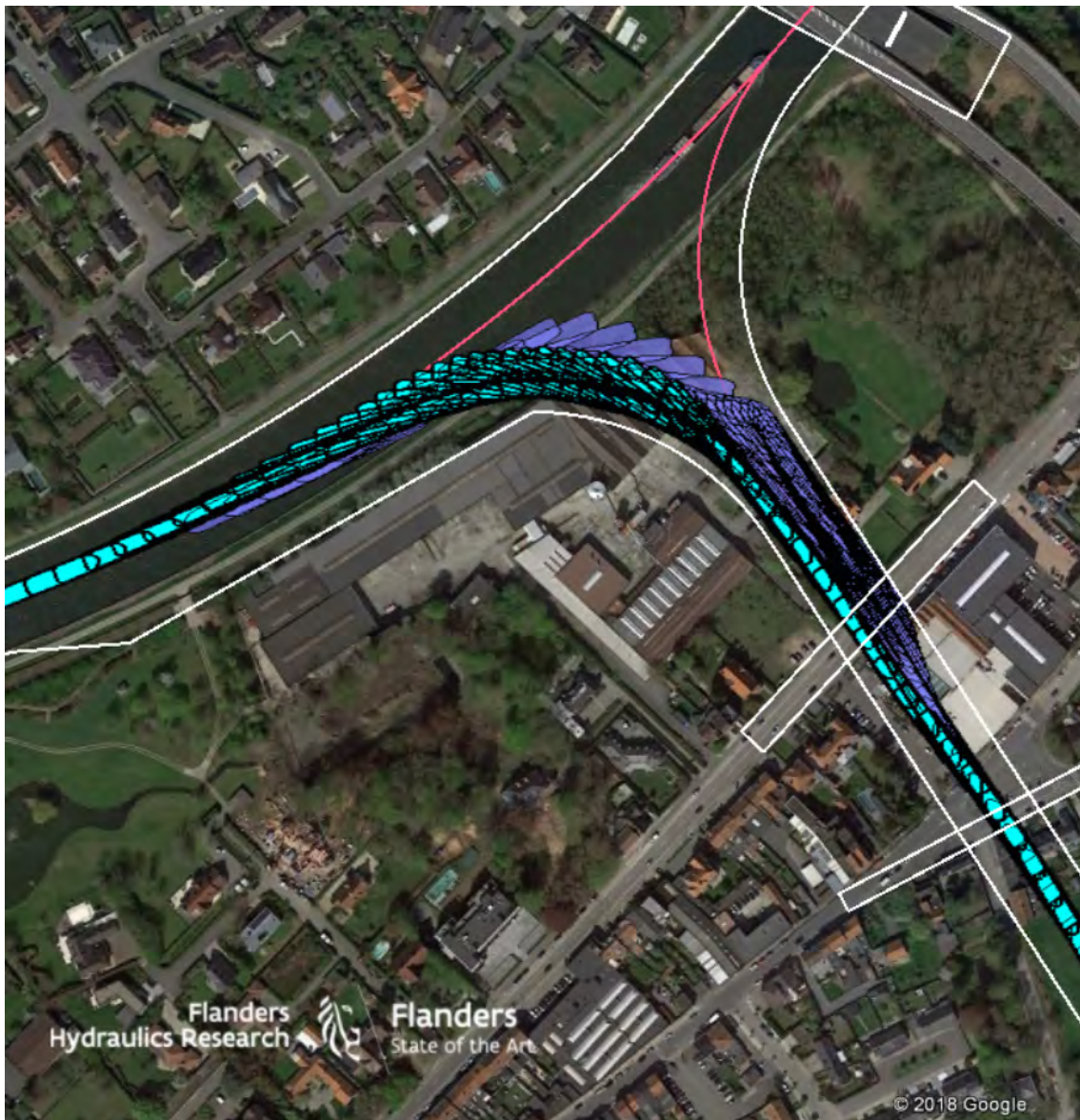
Tabel 21 – Variant BP: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s voor de ontmoetingen: roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schroeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
KS/Lara	KBK_BP_008	34.6	28.6	3.45	1.44	3.82	3.39	1.04	0.46
SK/SIM225	KBK_BP_008	20.3	14.6	2.55	1.79	1.67	2.10	1.37	0.36
HS/Lara	KBK_BP_009 <sup>15</sup>	34.1	33.2	4.64	0.82	2.18	3.02	2.16	0.37
SH/SIM225	KBK_BP_009	12.6	6.0	3.55	1.06	2.33	3.19	1.51	0.40
HS/Lara	KBK_BP_011	42.1	31.2	3.33	1.65	3.15	3.35	1.91	0.18
SH/SIM225	KBK_BP_011	18.9	15.1	3.52	1.51	2.32	2.18	1.20	0.51

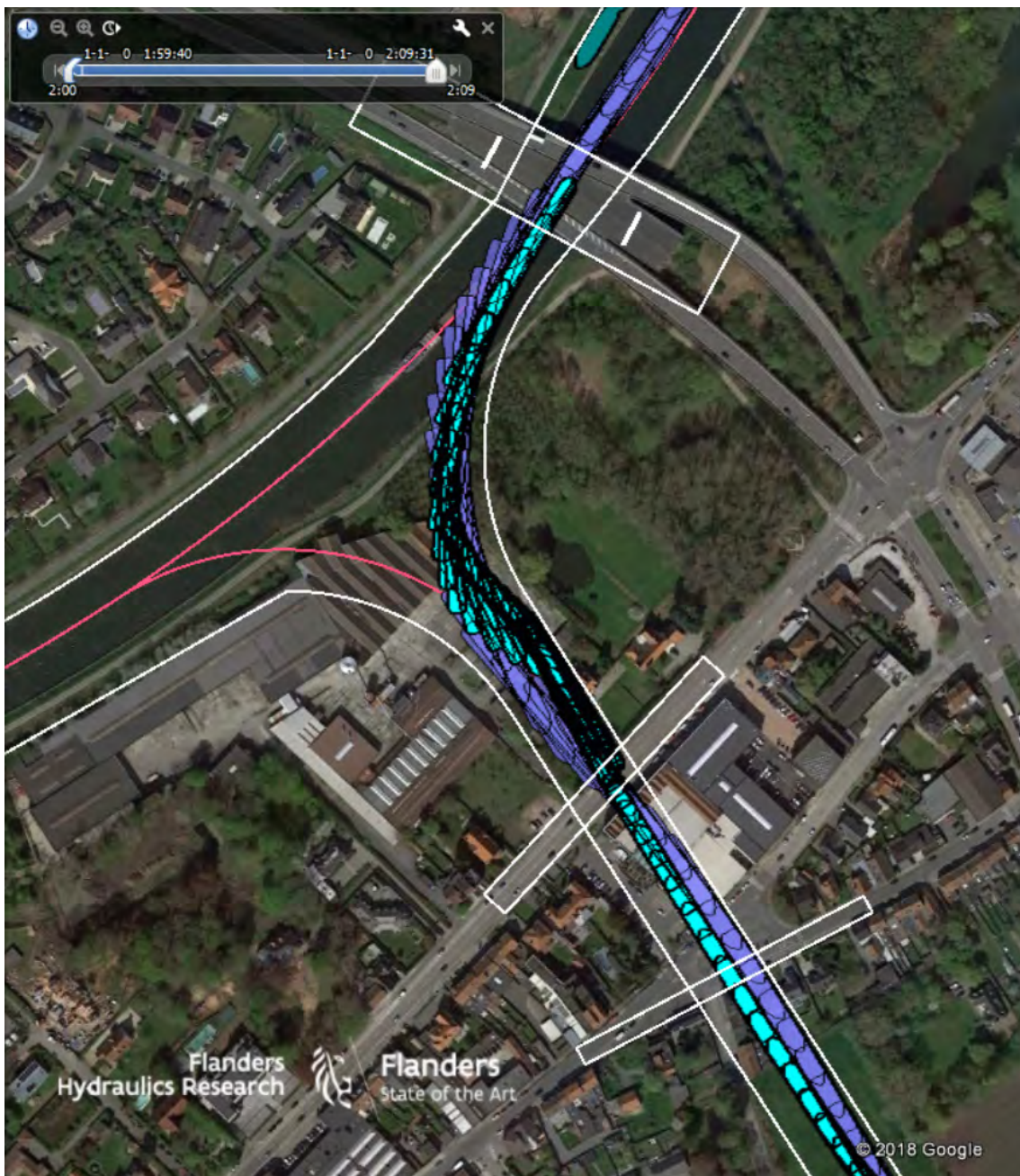
Waarden in het grijs geven afgebroken simulaties aan die in de verdere analyse niet worden meegenomen.

<sup>15</sup> Voor de ontmoetingen 009 en 011 werden foutieve baanparameters genomen waardoor de verwerking over de volledige run is uitgevoerd.

Figuur 57 – Variant BP: ontmoeting run 008 tussen een klasse Va+ en IV (Kortrijk – sluis)



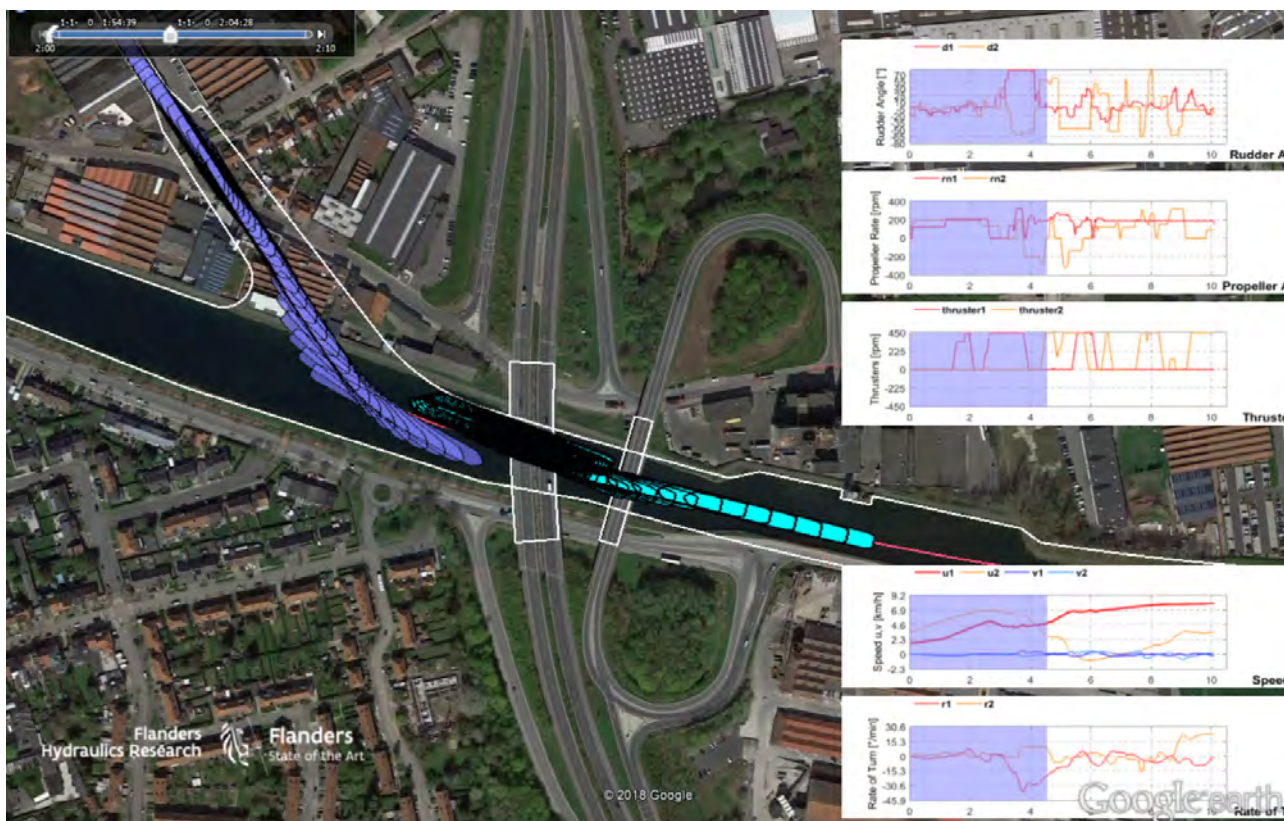
Figuur 58 – Variant BP: ontmoeting run 011 tussen een klasse Va+ en IV (Harelbeke – sluis)



### 3.3.4 Kanaal Bossuit-Kortrijk

Voor de toegankelijkheid van de sluis vanuit het kanaal Bossuit-Kortrijk werd één simulatie uitgevoerd, voorgesteld in Figuur 59, waarbij twee klasse Va+ schepen elkaar ontmoeten. De gemiddelden zijn opgenomen in Tabel 22.

Figuur 59 – Variant BP, run 007: ontmoeting tussen twee klasse Va+ schepen



Tabel 22 – Variant BP: gemiddelden en gemiddelde deviaties voor run 007 op het kanaal: roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schoeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
KBK/Lara	KBK_BP_007	15.8	15.9	2.90	0.78	1.83	2.59	1.56	0.48
KBK/SIM225	KBK_BP_007_SIM225	20.8	16.6	2.39	1.21	2.37	2.94	0.96	0.54

De gemiddelden tonen dat het Va+ schip op SIM225, varende naar de sluis, wachtte op het Va+ schip, komende van de sluis, met grotere waarden voor het roergebruik en het boegschroeftoerental (meer sturing noodzakelijk) en kleinere waarden voor het schroeftoerental en de snelheid (schip ter plaatse houden).

### 3.3.5 Feedback en aanbevelingen schippers

De (mondelijke) feedback van de schippers is opgenomen in Bijlage C. De belangrijkste opmerkingen van de schippers zijn:

- De BP variant lijkt beter dan de RD\_RD en RD\_40 varianten voor de klasse IV en Va schepen door de oevervorm vanaf de Leie vanuit zowel de richting van Kortrijk als Harelbeke (geen hinder van hoeken

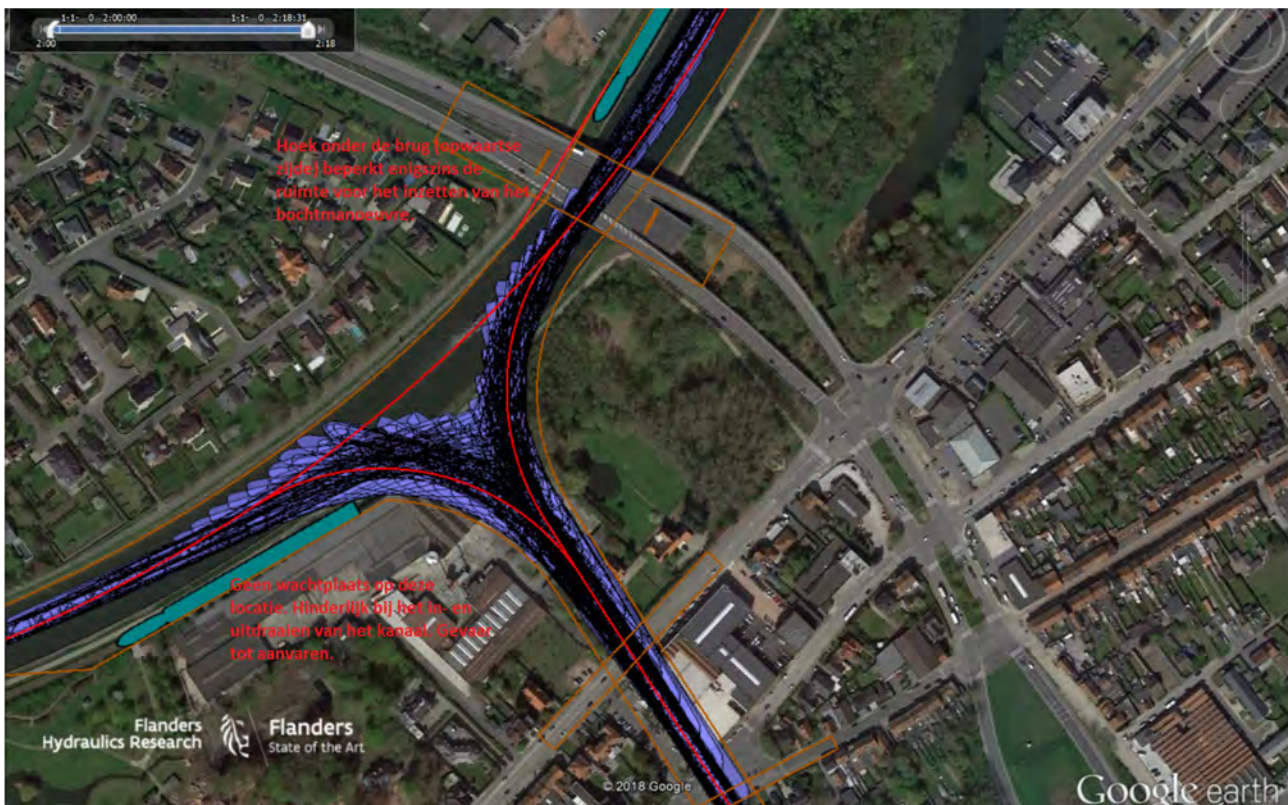
op de oevers van de Leie) maar is krappert als splitsingspunt dan deze varianten waardoor voor de grootste klasse Va+ de ruimte beperkt is en de variant dus minder gunstig. Er moet/kan dicht bij de oevers gevaren worden waardoor oevereffecten belangrijk kunnen worden en het bochtmanoeuvre kan tegengewerkt worden. De scheepssnelheid moet voor de klasse Va+ schepen onder controle gehouden worden bij het opdraaien van het splitsingspunt.

- Er werden, ook op vraag van de schippers, runs uitgevoerd met het klasse Va schip bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s omdat dit debiet voor deze klasse niet beperkend was. Ditzelfde debiet voor een klasse Va+ geeft echter een negatief resultaat.

De aanbevelingen van de schippers zijn (Figuur 60):

- De hoek onder de brug op de Leie ten noorden van het knooppunt is hinderlijk (op linkeroever). Het wordt aangeraden om de knik in de oever onder deze brug indien mogelijk recht te trekken zoals aangegeven op Figuur 60. De bocht van Harelbeke naar de sluis/van het kanaal is een korte bocht die met aangepaste snelheid moet genomen worden.
- Wachtplaats: Wachtplaats aan de zuidzijde op de Leie voor het knooppunt mag niet opgenomen worden. Het gevaar bestaat dat bij het indraaien of verlaten van het knooppunt het wachtende schip heel dicht genaderd wordt met mogelijke aanvaring tot gevolg. Andere wachtplaatsen zijn wel aanvaardbaar. Door het afraden van de wachtplaats ten zuiden van het kruispunt kan het oeverontwerp aangepast worden (door middel van de tracks van de simulaties) waarbij scherpe hoekovergangen zoals nu in het ontwerp opgenomen beter vermeden worden.
- De schippers raden aan om een aanmeerverbod in te stellen op het kanaal tussen de bruggen op het kanaal (niet de brug vlak aan de sluis) en de monding van het kanaal in de Leie. Hierdoor kunnen in deze zone ontmoetingen tussen schepen op het kanaal georganiseerd worden waarbij één van de schepen zich langs de oever staande houdt.

Figuur 60 – Variant BP: voorstel voor aanpassing



## 3.4 Variant BU

### 3.4.1 Simulatieprogramma

Het simulatieprogramma is per richting chronologisch samengebracht in Tabel 23 met de volgende codes:

- HS: van Harelbeke naar de sluis (9 simulaties)
- SH: van de sluis naar Harelbeke (4 simulaties)
- KS: van Kortrijk naar de sluis (6 simulaties)
- SK: van de sluis naar Kortrijk (6 simulaties)
- KBK: op het kanaal Bossuit-Kortrijk (2 simulaties)

Er werden bij deze variant geen ontmoetingen uitgevoerd. Alle simulaties werden ook op simulator Lara uitgevoerd.

Tabel 23 –Variant BU: simulatieprogramma

Richting/SIM	Run	Datum	Klasse	T (m)	Debiet (m <sup>3</sup> /s)
HS/Lara	KBK_BU_007	12/06/19	IV	3.0	150
HS/Lara	KBK_BU_008	12/06/19	Va	3.5	100
HS/Lara	KBK_BU_009	12/06/19	Va+	3.5	100
HS/Lara	KBK_BU_010	12/06/19	Va+	1.8	100
HS/Lara	KBK_BU_015	13/06/19	IV	3.0	150
HS/Lara	KBK_BU_016	13/06/19	Va	3.5	150
HS/Lara	KBK_BU_017	13/06/19	Va+	3.5	100
HS/Lara	KBK_BU_018	13/06/19	Va+	3.5	100
HS/Lara	KBK_BU_019	13/06/19	Va+	3.5	100
SH/Lara	KBK_BU_011	12/06/19	Va	3.5	150
SH/Lara	KBK_BU_012	12/06/19	Va+	3.5	100
SH/Lara	KBK_BU_020	13/06/19	Va+	3.5	100
SH/Lara	KBK_BU_021	13/06/19	Va	3.5	150
KS/Lara	KBK_BU_000	12/06/19	IV	3.0	150
KS/Lara	KBK_BU_001	12/06/19	Va	3.5	150
KS/Lara	KBK_BU_002	12/06/19	Va+	3.5	100

Richting/SIM	Run	Datum	Klasse	T (m)	Debiet (m <sup>3</sup> /s)
KS/Lara	KBK_BU_003	12/06/19	Va	1.7	150
KS/Lara	KBK_BU_022	13/06/19	Va	3.5	150
KS/Lara	KBK_BU_023	13/06/19	Va+	3.5	100
SK/Lara	KBK_BU_004	12/06/19	Va	3.5	150
SK/Lara	KBK_BU_005	12/06/19	Va+	3.5	100
SK/Lara	KBK_BU_006	12/06/19	Va+	1.8	100
SK/Lara	KBK_BU_024	13/06/19	Va+	3.5	100
SK/Lara	KBK_BU_025	13/06/19	Va+	3.5	100
SK/Lara	KBK_BU_026	13/06/19	Va	3.5	150
KBK/Lara	KBK_BU_013	12/06/19	Va+	3.5	NVT
KBK/Lara	KBK_BU_014	12/06/19	Va+	3.5	NVT

### 3.4.2 Klasse IV en Va bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s

De beoordeling van de schippers volgens de reserve en de moeilijkheidsgraad voor het manoeuvre bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s is weergegeven in Tabel 24. Drie simulaties werden met een klasse IV schip en 8 simulaties met een klasse Va schip (*italic*) uitgevoerd.

Eerst en vooral valt op dat alle uitgevoerde simulaties volgens de schippers uitvoerbaar zijn in realiteit, ook voor het klasse Va schip.

Van de drie simulaties van de Leie komende uit de richting van Harelbeke naar het kanaal (007, 015 en 016) zijn er twee (één klasse IV en één klasse Va) beoordeeld als uitgevoerd met weinig reserve, de andere (met klasse IV) is uitgevoerd met voldoende reserve. De moeilijkheidsgraad varieert tussen normaal uitgevoerd en meer dan normale moeilijkheid. Dit manoeuvre is moeilijker dan het manoeuvre van de sluis naar de Leie in de richting van Harelbeke omdat de stroom in deze laatste richting meehelpt. De twee simulaties (011 en 021) met een klasse Va schip van de sluis naar Harelbeke worden beoordeeld als normaal uitgevoerd met voldoende reserve. Voor simulaties van en naar Harelbeke en het kanaal vormt de fly-over geen probleem omdat deze zich aan de zuidzijde van het knooppunt in de richting van Kortrijk bevindt.

Van de zes simulaties van en naar Kortrijk zijn er vier uitgevoerd van Kortrijk naar de sluis (000 met klasse IV, 001, 003 en 022 met klasse Va - stroom helpt het bochten op het knooppunt) en twee van de sluis naar Kortrijk (004 en 026 met klasse Va). Bij het passeren van de fly-over heeft ook de ladingstoestand (leeg of geladen schip) een invloed omdat het lege schip met lege containers nog meer hinder kan ondervinden van de passage van de fly-over (hogere airdraft). Bovendien vinden de schippers dat het varen van het kanaal naar de Leie minder gehinderd wordt door de fly-over dan van de Leie naar het kanaal.

De simulaties met het klasse IV schip zijn voorgesteld in Figuur 61 en Figuur 62 terwijl de simulaties met het klasse Va schip voorgesteld zijn in Figuur 63 en Figuur 64. Het verschil in ruimtegebruik tussen een klasse IV en Va schip op het knooppunt is duidelijk zichtbaar waarbij vooral in de richting van Kortrijk naar het kanaal en omgekeerd tot dicht bij de verticale zuidelijke oever op het knooppunt wordt gevaren met het klasse Va

schip. Het afgemeerde duwkonvooi aan de rechteroever opwaarts het knooppunt hindert de aanloop van het knooppunt niet. Dit konvooi ligt ook verder weg van het knooppunt dan in de BP variant en kan dus enkel toegelaten worden indien effectief op de meest opwaartse positie van deze 270 m lange kade wordt afgemeerd. Indien het konvooi dichterbij het knooppunt afmeert, kan deze afmeerpositie opnieuw hinderlijk zijn.

De beoordeling van de toegankelijkheid op basis van schroef-, roer- en boegschroefgebruik wordt voor de variant BU bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s samengevat in Tabel 25. De grafieken met het verloop van de variabelen volgens de baanparameter zijn voorgesteld in Figuur 65 voor de richting Harelbeke naar/van de sluis en in Figuur 66 voor de richting Kortrijk naar/van de sluis.

Tabel 24 – Variant BU: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s

Richting/SIM	Run	Beoordeling reserves	Moeilijkheidsgraad	Uitvoerbaarheid
HS/Lara	KBK_BU_007	3	3	ja
HS/Lara	KBK_BU_015	2	2	ja
<i>HS/Lara</i>	<i>KBK_BU_016</i>	3	2	<i>ja</i>
<i>SH/Lara</i>	<i>KBK_BU_011</i>	2	2	<i>ja</i>
<i>SH/Lara</i>	<i>KBK_BU_021</i>	2	2	<i>ja</i>
KS/Lara	KBK_BU_000	2	2	ja
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BU_001</i>	3	2	<i>ja</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BU_003</i>	3	3	<i>ja</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BU_022</i>	2	2	<i>ja</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_BU_004</i>	3	2	<i>ja</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_BU_026</i>	2	2	<i>ja</i>

*Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip.*



Figuur 61 – Variant BU: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse IV bij 150 m<sup>3</sup>/s:  
BU\_000, 007 en 015



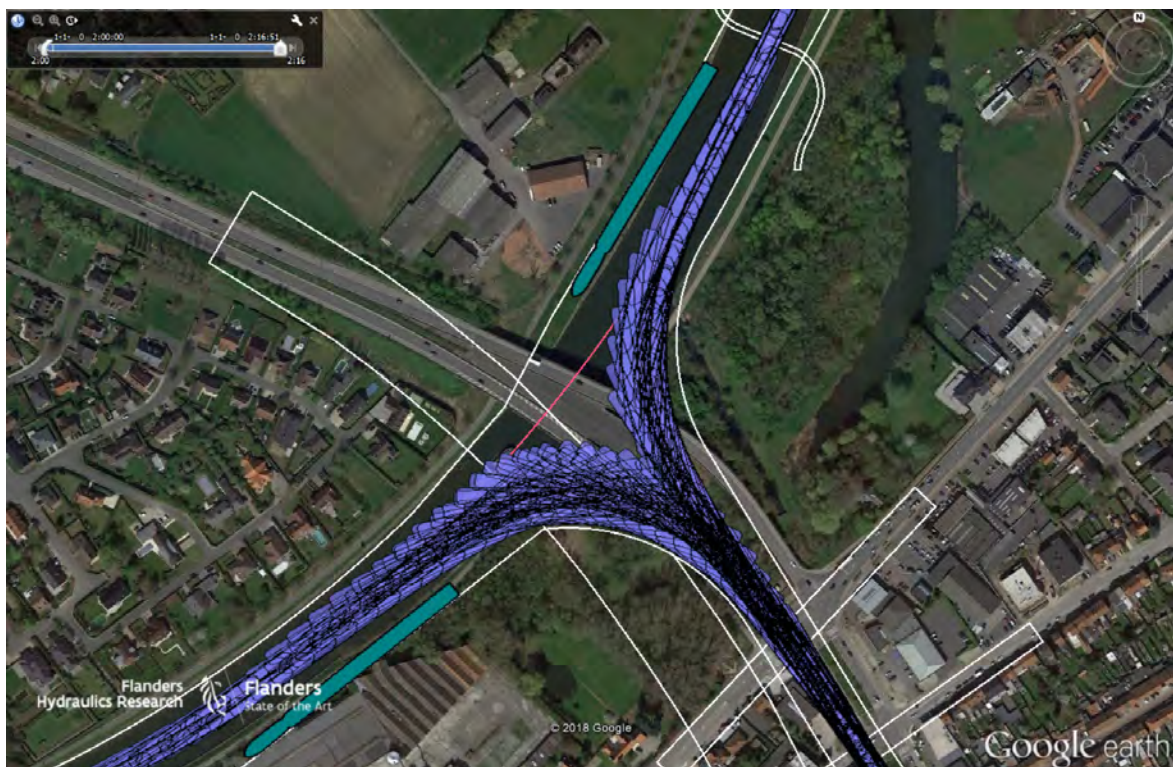
Figuur 62 – Variant BU: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties met klasse IV bij 150 m<sup>3</sup>/s:  
BU\_000, 007 en 015



Figuur 63 – Variant BU: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va bij 150 m<sup>3</sup>/s:  
BU\_001, 003, 004, 011, 016, 021, 022 en 026



Figuur 64 – Variant BU: Google Earth detail ter hoogte van het knooppunt van de simulaties met klasse Va bij 150 m<sup>3</sup>/s:  
BU\_001, 003, 004, 011, 016, 021, 022 en 026



Tabel 25 – Variant BU: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s:  
 roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

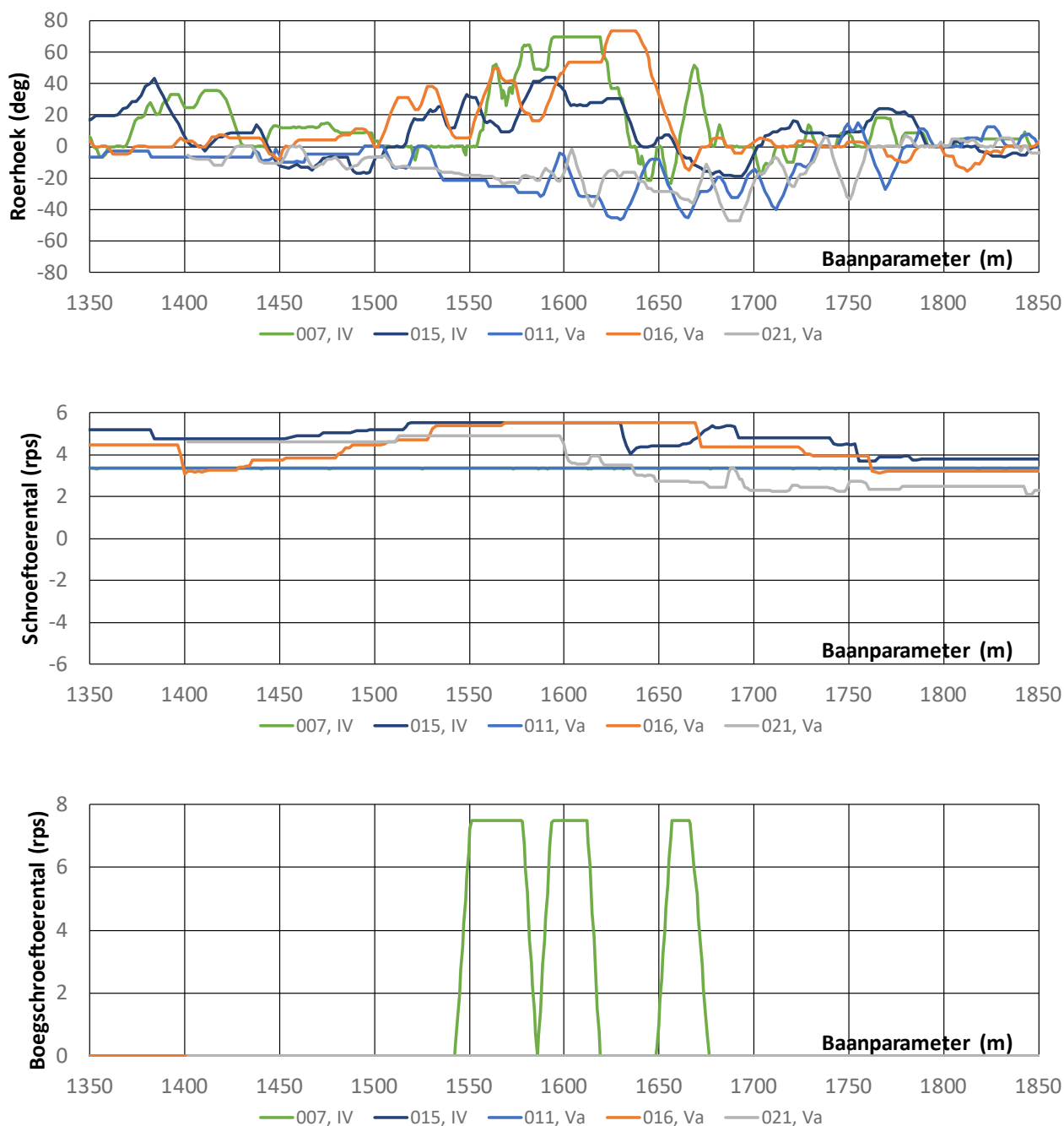
Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schrøeftoerental (rps)		Boegschroef- toerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
HS/Lara	KBK_BU_007	18.1	17.5	3.33	0.00	0.94	1.57	1.12	0.27
HS/Lara	KBK_BU_015	14.6	9.1	4.85	0.48	0.00	0.00	1.94	0.27
<i>HS/Lara</i>	<i>KBK_BU_016</i>	<i>15.0</i>	<i>15.6</i>	<i>4.37</i>	<i>0.72</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.87</i>	<i>0.09</i>
<i>SH/Lara</i>	<i>KBK_BU_011</i>	<i>14.1</i>	<i>10.3</i>	<i>3.36</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.79</i>	<i>0.08</i>
<i>SH/Lara</i>	<i>KBK_BU_021</i>	<i>14.0</i>	<i>9.1</i>	<i>3.46</i>	<i>1.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.60</i>	<i>0.21</i>
KS/Lara	KBK_BU_000	14.3	9.7	3.28	0.83	0.85	1.43	1.48	0.29
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BU_001</i>	<i>15.6</i>	<i>11.2</i>	<i>2.96</i>	<i>0.76</i>	<i>0.54</i>	<i>0.98</i>	<i>1.35</i>	<i>0.31</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BU_003</i>	<i>18.2</i>	<i>17.0</i>	<i>1.86</i>	<i>1.41</i>	<i>1.99</i>	<i>2.31</i>	<i>1.75</i>	<i>0.31</i>
<i>KS/Lara</i>	<i>KBK_BU_022</i>	<i>20.1</i>	<i>12.4</i>	<i>2.94</i>	<i>0.75</i>	<i>0.53</i>	<i>0.96</i>	<i>1.58</i>	<i>0.12</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_BU_004</i>	<i>21.0</i>	<i>18.7</i>	<i>3.65</i>	<i>0.29</i>	<i>1.59</i>	<i>2.45</i>	<i>1.49</i>	<i>0.11</i>
<i>SK/Lara</i>	<i>KBK_BU_026</i>	<i>32.3</i>	<i>26.9</i>	<i>3.07</i>	<i>1.02</i>	<i>0.23</i>	<i>0.44</i>	<i>1.32</i>	<i>0.17</i>

Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip.

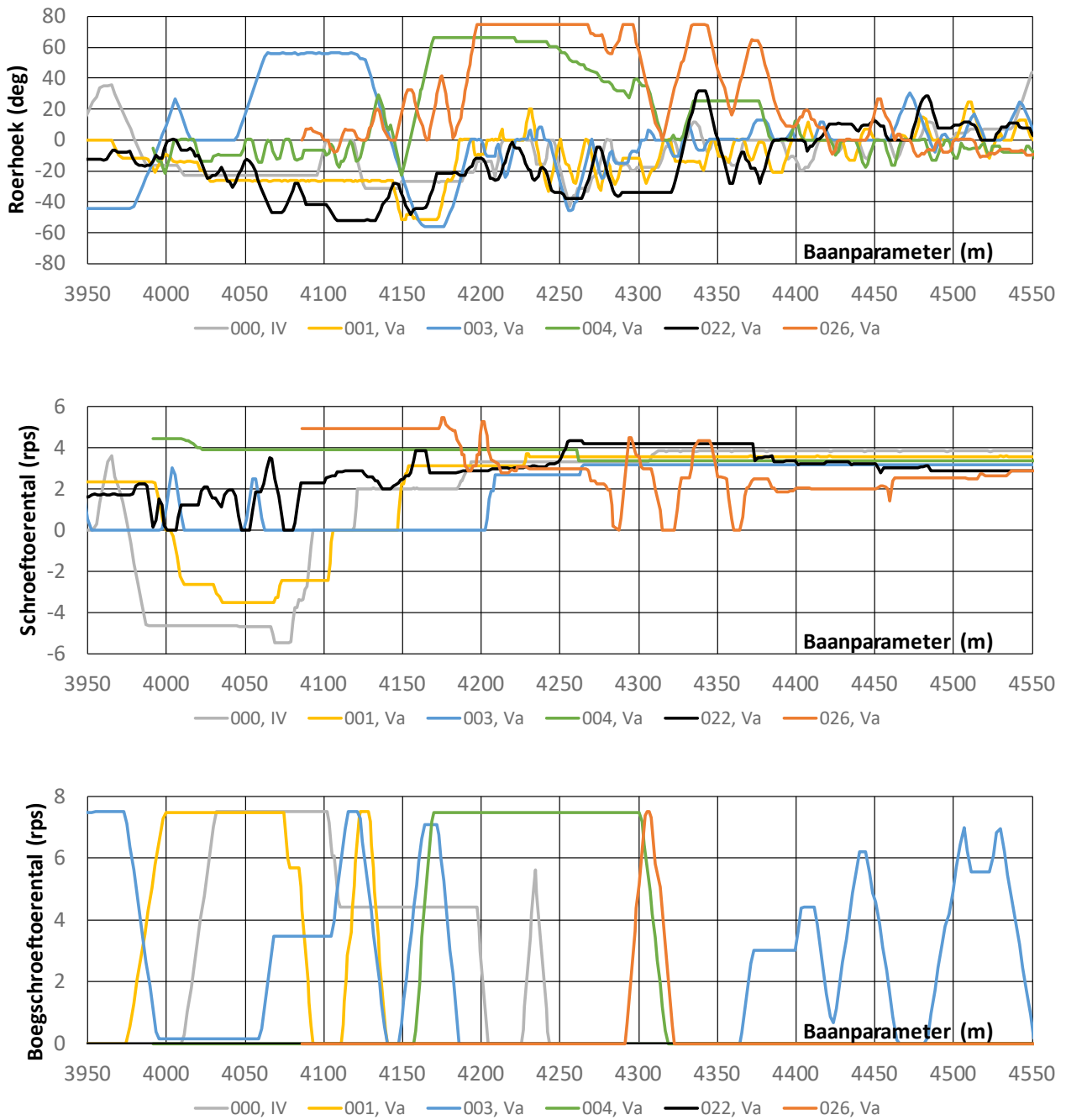
De gemiddelden en de gemiddelde deviaties bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s zijn voorgesteld in Tabel 25. Men stelt vast dat voor de gemiddelde roerhoek de waarden variëren tussen 14 en 21 graden behalve voor run 026 waarbij de gemiddelde roerhoek 32 graden is met een grote gemiddelde deviatie. Indien men deze run in detail (Figuur 67) bekijkt dan stelt men vast dat van het kanaal naar de Leie in de richting van Kortrijk werd gevaren waarbij rakelings langs de oever werd gevaren. Dit leidt, zoals ook voor runs bij variant BP vastgesteld, tot belangrijke bijkomende oevereffecten die gecompenseerd moeten worden en die leiden tot grotere gemiddelde benodigde roerhoeken. Het manoeuvre werd door de schipper wel positief beoordeeld omdat het een gecontroleerd manoeuvre was waarbij slechts minimaal de boegschroef werd ingezet.

Het gemiddelde schroeftoerental varieert over een grote range tussen 1.9 en 4.9 rps met de grotere toerentallen vooral voor de manoeuvres van Harelbeke naar de sluis en van de sluis naar Kortrijk (bochten tegen de stroom in). In vier van de 11 simulaties werd de boegschroef niet gebruikt (één met klasse IV en drie met klasse Va waarvan twee voor het manoeuvre van de sluis naar Harelbeke waarbij de stroom het bochtmanoeuvre helpt). Er is dus nog reserve voor dit manoeuvre en deze scheepsgroottes bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s. De gemiddelde snelheid op het knooppunt voor alle manoeuvres varieert tussen 1.1 en 1.9 m/s of dus 4.0 en 6.8 km/h.

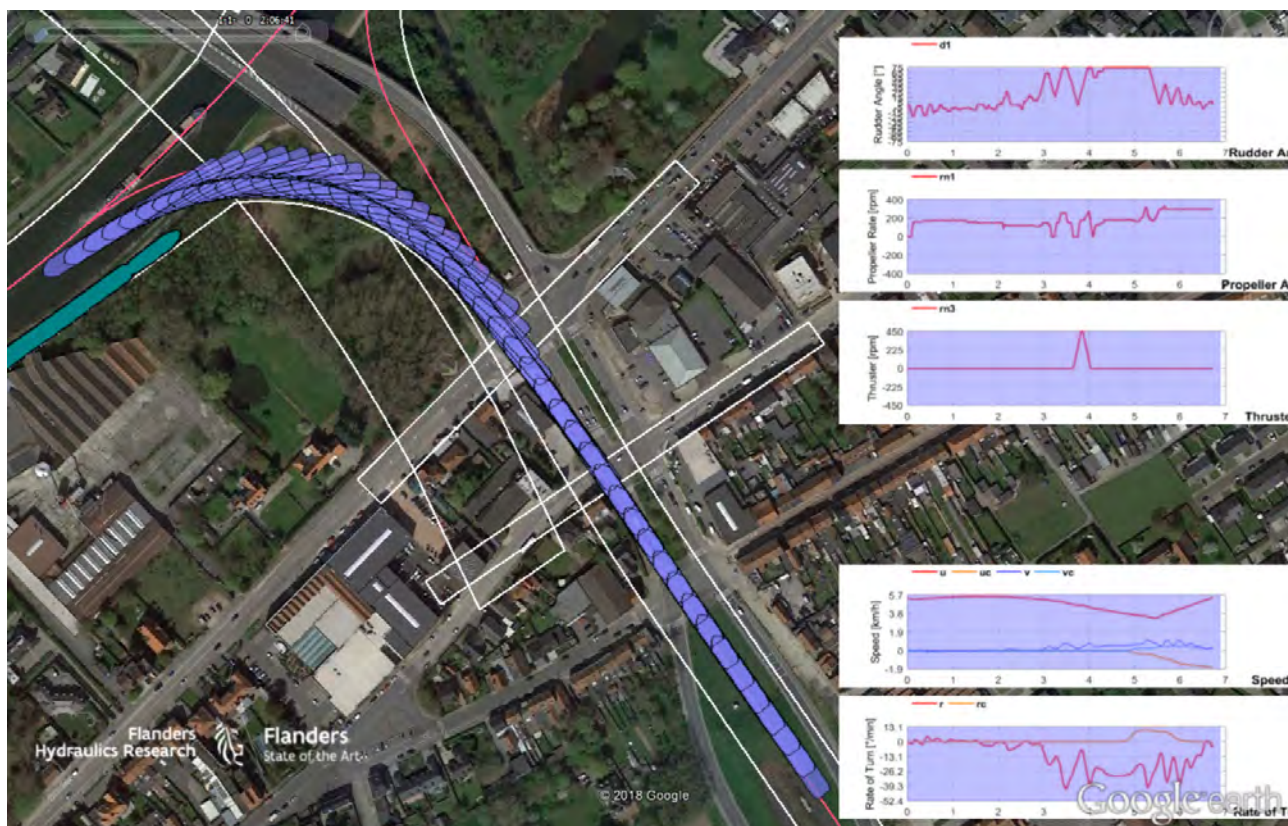
Figuur 65 – Variant BU bij 150 m<sup>3</sup>/s en richting Harelbeke-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Figuur 66 – Variant BU bij 150 m<sup>3</sup>/s en richting Kortrijk-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Figuur 67 – Variant BU: run 026 bij 150 m<sup>3</sup>/s met een klasse Va schip



### 3.4.3 Klasse Va en Va+ bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s

Van de 14 te bespreken simulaties is slechts één met een klasse Va uitgevoerd (run 008). Alle andere simulaties zijn met de grotere klasse Va+ uitgevoerd waarbij twee simulaties (run 017 en 018) van Harelbeke naar de sluis en één van de sluis naar Kortrijk (run 024) werden afgebroken en een bijkomende simulatie 002 van Kortrijk naar de sluis door de schipper beoordeeld werd als niet uitvoerbaar in realiteit (Figuur 68).

Een overzicht van de beoordeling door de schippers is voorgesteld in Tabel 24.

Bij simulatie 002 zorgde het passeren van de fly-over met een klasse Va+ en een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s voor een zeer bruusk manoeuvre waarbij de oever en de eerste brug op het kanaal ternauwernood niet werden aangevaren. Deze conditie werd herhaald in simulatie 023 en door de schipper aanvaardbaar bevonden (Figuur 69). De fly-over hindert met andere woorden de aanloop van het kruispunt van en naar Kortrijk en kan aanleiding tot ongunstige situaties voor het schip. Een tunnel is daarom te verkiezen maar werd niet gesimuleerd omdat de resultaten steeds positiever zouden zijn. Indien echter een tunnel niet te overwegen is, blijft een fly-over mogelijk.

In Figuur 70 wordt een vergelijking gemaakt tussen de tracks van de runs 017 en 018 die werden afgebroken en run 019 die werd geëvalueerd als uitgevoerd met weinig reserve en meer dan normale moeilijkheid. Het bochtmanoeuvre van Harelbeke naar het kanaal, waarbij de stroom tegenwerkt, is een moeilijk manoeuvre waarbij er voor een klasse Va+ weinig ruimte is op het splitsingspunt en het kanaal voor het corrigeren van minder gunstige aanlopen.

Run 024 van het kanaal naar Kortrijk (Figuur 71) werd ook afgebroken omdat het Va+ schip met maximale roerhoek en de boegschroef vol niet tegen de stroom in kon gedraaid worden op de Leie met een aanvaring met de linkeroever tot gevolg. Deze conditie werd herhaald in run 025 en komt ook voor in runs 005 en 006.

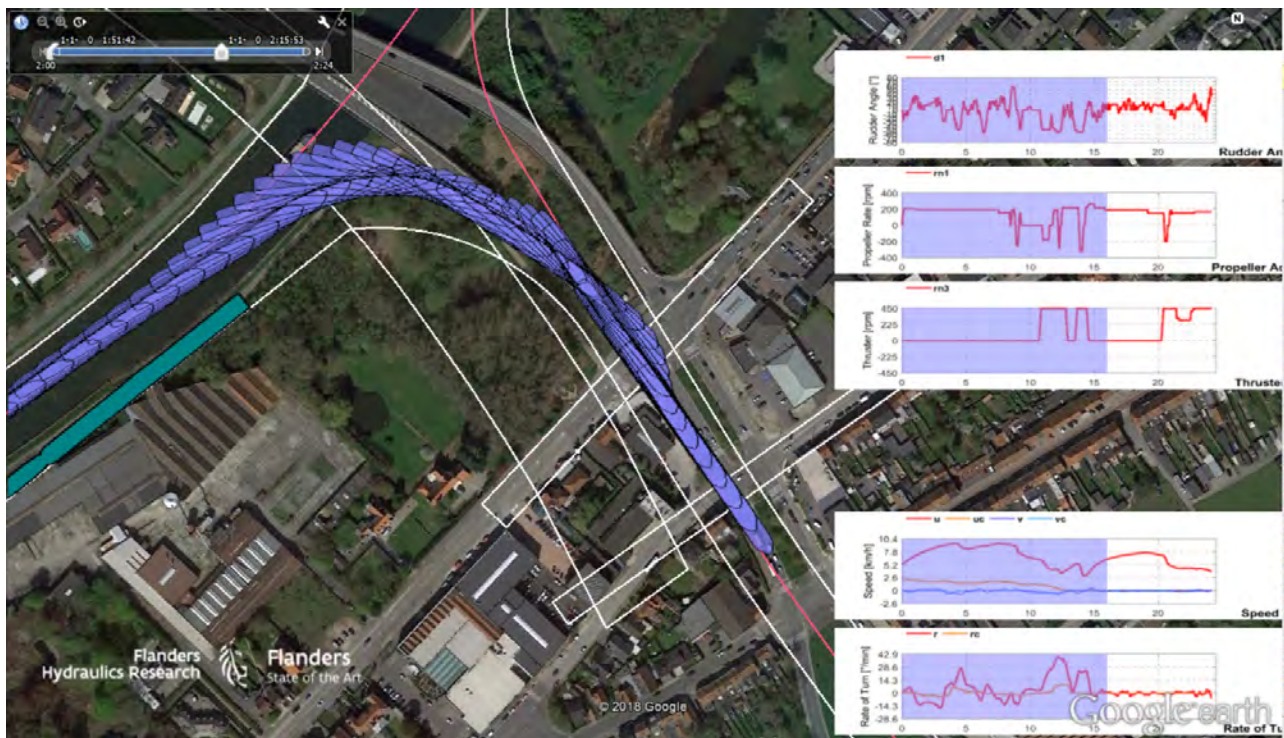
Algemeen kan op basis van Tabel 24 vastgesteld worden dat van de 11 niet afgebroken simulaties er slechts twee beoordeeld worden als uitgevoerd met voldoende reserve (beide met Va+) maar over het algemeen er weinig reserve is voor een klasse Va en Va+ op dit splitsingspunt. 6 van de 11 simulaties worden voor de moeilijkheidsgraad beoordeeld als normaal uitgevoerd waarbij de overige 5 een meer dan normale moeilijkheid hebben. De moeilijkste manoeuvres zijn opnieuw deze van Harelbeke naar de sluis en van de sluis naar Kortrijk omwille van de tegenwerkende stroom.

Tabel 26 – Variant BU: reserve, moeilijkheidsgraad en uitvoerbaarheid bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s

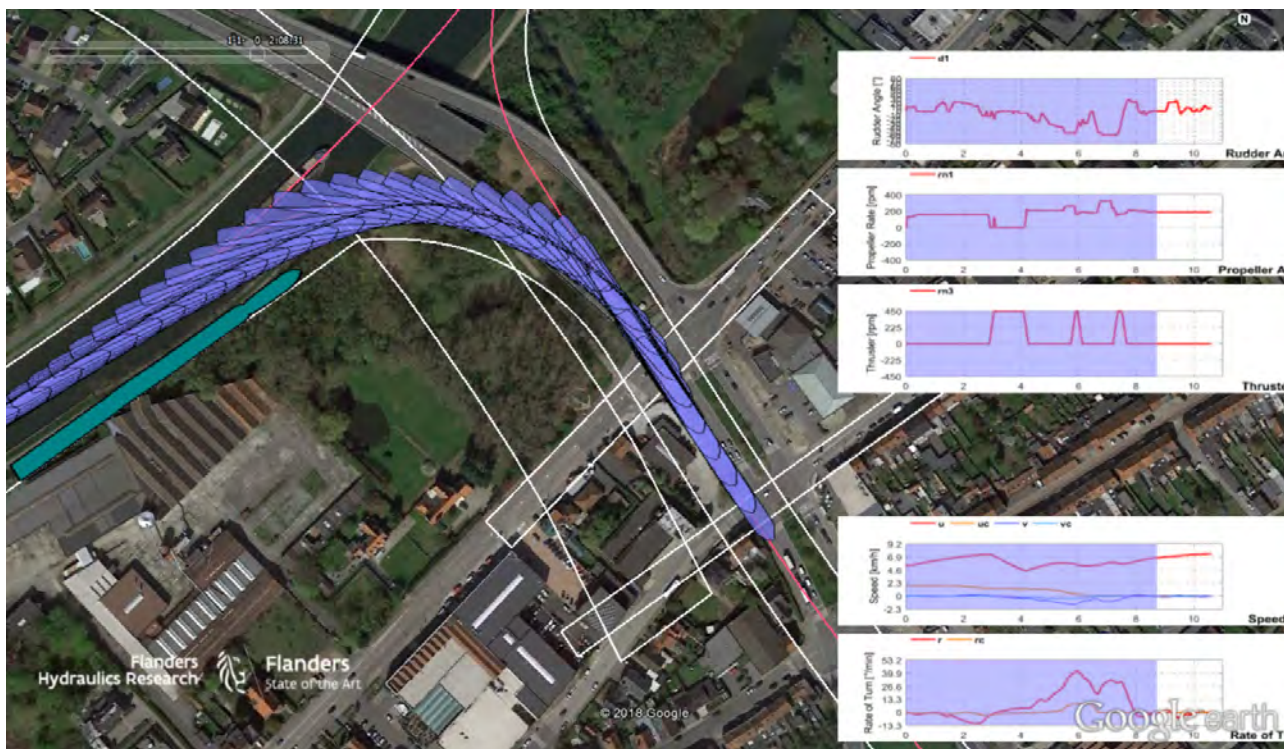
Richting	Run	Beoordeling reserves	Moeilijkheidsgraad	Uitvoerbaarheid
<i>HS</i>	<i>KBK_BU_008</i>	3	2	<i>ja</i>
HS	KBK_BU_009	3	3	ja
HS	KBK_BU_010	3	2	ja
HS	KBK_BU_017	6	3	neen
HS	KBK_BU_018	6	3	neen
HS	KBK_BU_019	3	3	ja
SH	KBK_BU_012	3	2	ja
SH	KBK_BU_020	2	2	ja
KS	KBK_BU_002	3	3	neen
KS	KBK_BU_023	2	2	ja
SK	KBK_BU_005	3	3	ja
SK	KBK_BU_006	3	2	ja
SK	KBK_BU_024	6	3	neen
SK	KBK_BU_025	3	3	ja

Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip.

Figuur 68 – Variant BU: run 002 met klasse Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s van Kortrijk naar de sluis

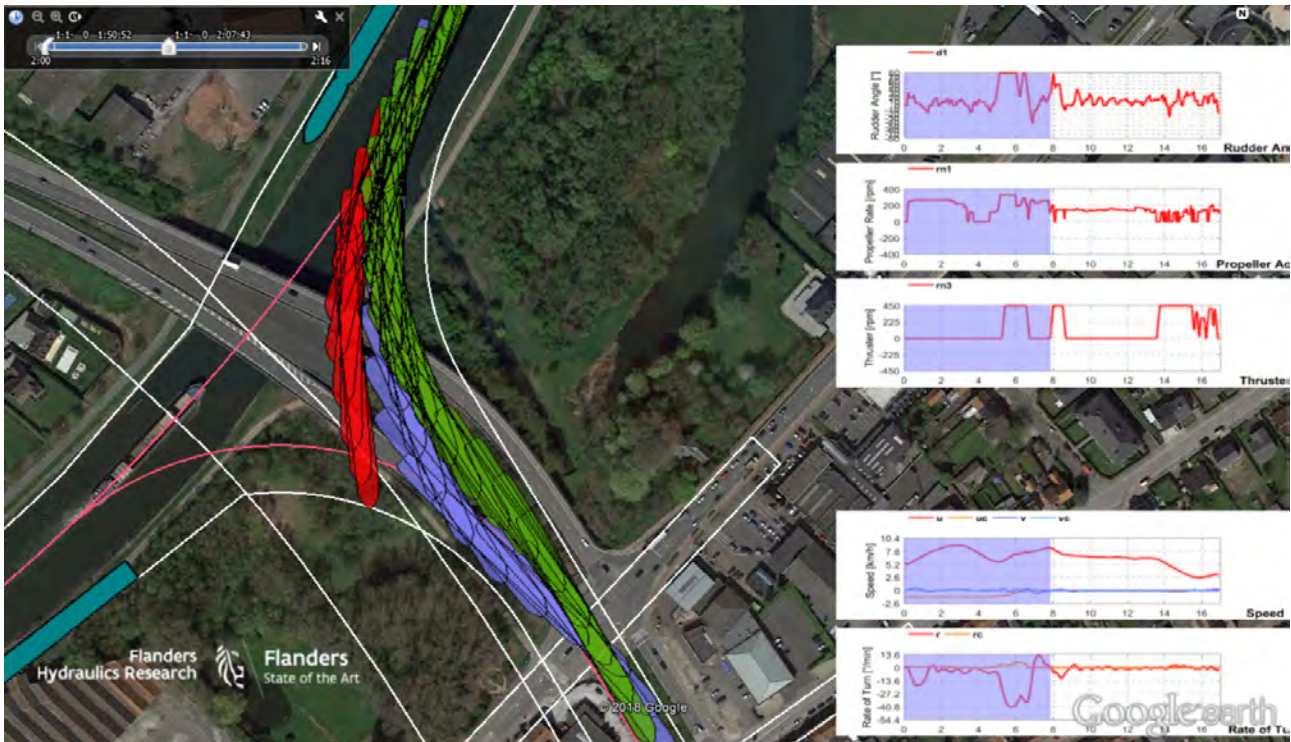


Figuur 69 – Variant BU: run 023 met klasse Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s van Kortrijk naar de sluis



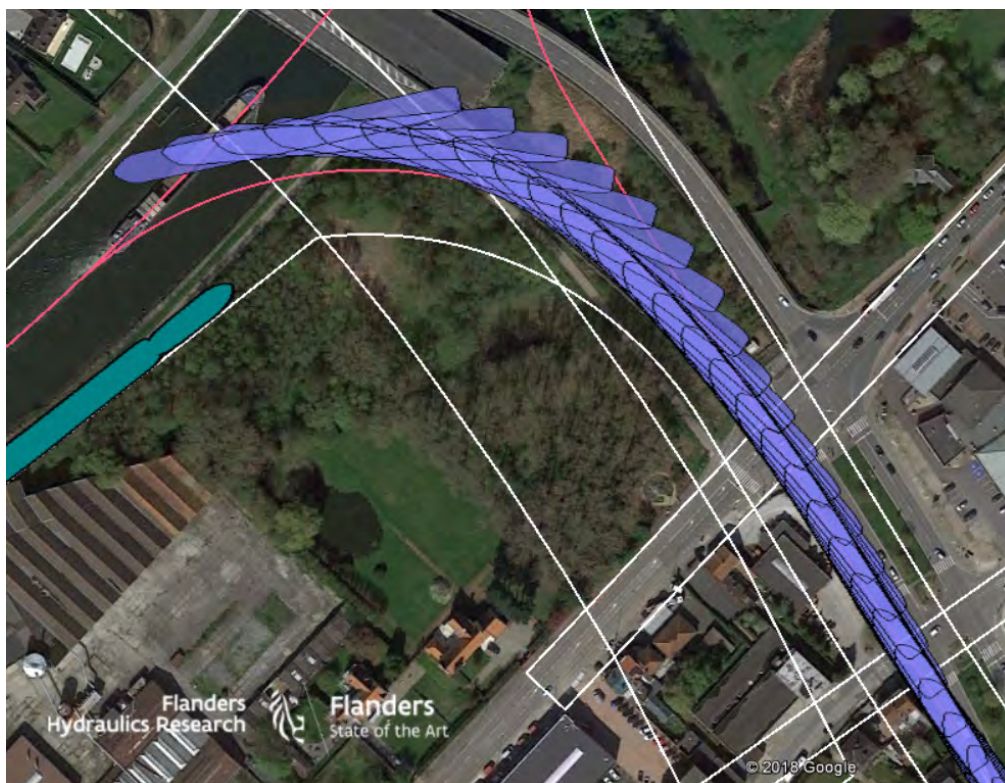


Figuur 70 – Variant BU: vergelijking van runs 017 (rood), 018 (paars) en 019 (groen) met klasse Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s van Harelbeke naar de sluis



De tijdsgrafieken gelden voor run 019.

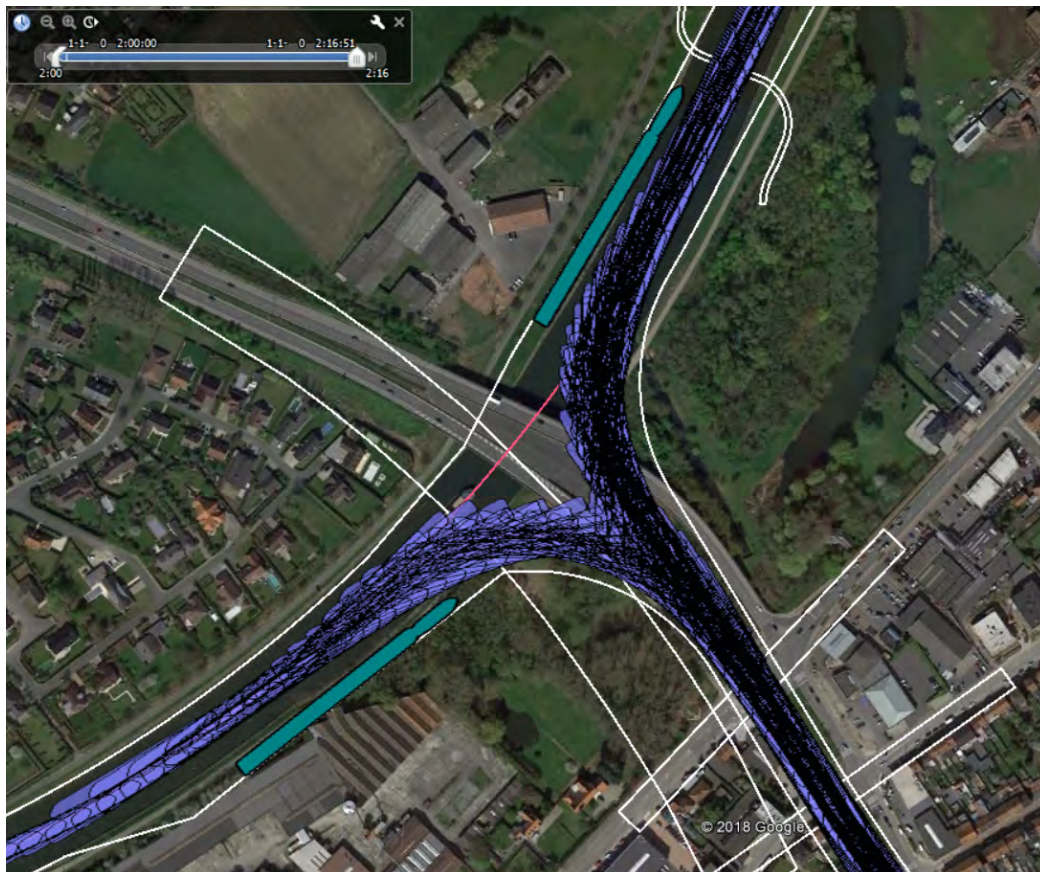
Figuur 71 – Variant BU: run 024 met klasse Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s van de sluis naar Kortrijk



Figuur 72 – Variant BU: Google Earth overzicht van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s:  
BU\_005, 006, 008, 009, 012, 020, 023 en 025



Figuur 73 – Variant BU: Google Earth detail van de simulaties met klasse Va en Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s:  
BU\_005, 006, 008, 009, 012, 020, 023 en 025



Tabel 27 – Variant BU: gemiddelden en gemiddelde deviaties bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s:  
 roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting	Run	Roerhoek (deg)		Schrøeftoerental (rps)		Boegschroef- toerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
<i>HS</i>	<i>KBK_BU_008</i>	<i>17.5</i>	<i>19.2</i>	<i>3.37</i>	<i>0.00</i>	<i>0.35</i>	<i>0.66</i>	<i>1.49</i>	<i>0.10</i>
HS	KBK_BU_009	36.4	20.3	3.18	1.53	0.93	1.53	1.86	0.25
HS	KBK_BU_010	13.9	12.8	2.78	0.00	1.85	2.60	2.27	0.28
<i>HS</i>	<i>KBK_BU_017</i>	<i>43.7</i>	<i>34.6</i>	<i>3.87</i>	<i>1.33</i>	<i>0.98</i>	<i>1.68</i>	<i>2.03</i>	<i>0.27</i>
<i>HS</i>	<i>KBK_BU_018</i>	<i>44.5</i>	<i>27.6</i>	<i>4.29</i>	<i>1.32</i>	<i>1.19</i>	<i>1.90</i>	<i>2.37</i>	<i>0.17</i>
HS	KBK_BU_019	24.6	18.8	3.20	1.64	2.02	2.75	1.99	0.21
SH	KBK_BU_012	27.9	16.7	3.74	1.02	0.38	0.70	1.78	0.35
SH	KBK_BU_020	24.4	22.1	2.81	1.23	0.00	0.00	1.76	0.16
KS	KBK_BU_002	22.6	18.0	2.55	1.42	1.99	2.81	1.43	0.27
KS	KBK_BU_023	23.4	16.7	3.11	0.80	1.22	1.95	1.63	0.13
SK	KBK_BU_005	38.0	25.6	3.98	0.93	3.44	3.52	1.89	0.12
SK	KBK_BU_006	26.9	22.8	2.64	1.46	0.94	1.55	2.32	0.36
<i>SK</i>	<i>KBK_BU_024</i>	<i>45.4</i>	<i>27.4</i>	<i>3.16</i>	<i>1.40</i>	<i>2.45</i>	<i>3.21</i>	<i>1.68</i>	<i>0.10</i>
SK	KBK_BU_025	50.5	27.5	3.71	1.49	4.79	3.07	1.80	0.10

Waarden in italic zijn geldig voor een klasse Va schip. Waarden in het grijs geven afgebroken simulaties aan die in de verdere analyse niet worden meegenomen.

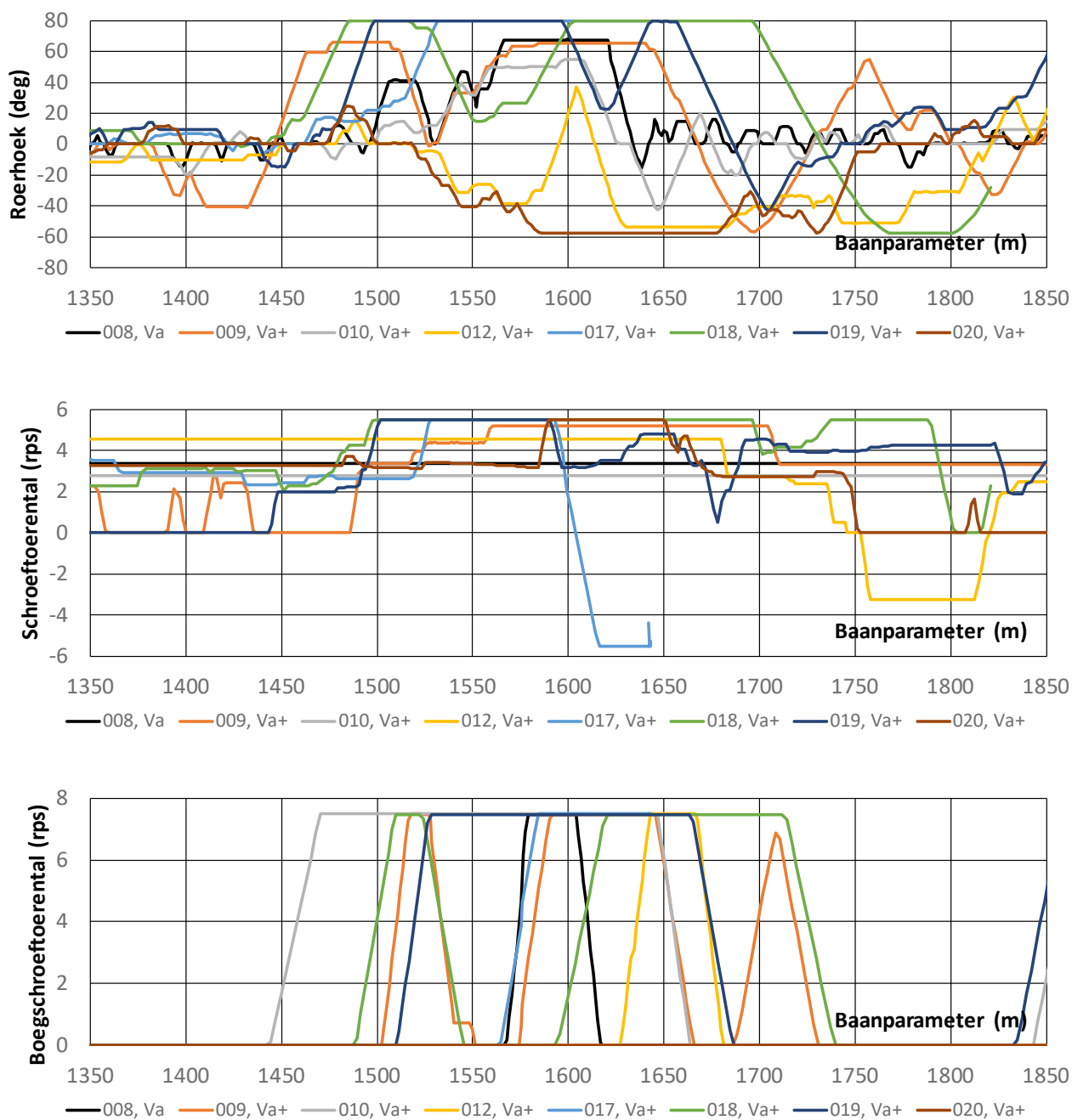
Voor de variant BU bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s zijn de resultaten van het schroef, roer- en boegschroefgebruik voorgesteld in Tabel 25. De grafieken met het verloop van de variabelen volgens de baanparameter zijn voorgesteld in Figuur 74 voor de richting Harelbeke naar/van de sluis en in Figuur 75 voor de richting Kortrijk naar/van de sluis.

De manoeuvres met een positieve bijdrage van de stroom zijn deze van Kortrijk naar de sluis en van de sluis naar Harelbeke. Deze manoeuvres werden elk tweemaal uitgevoerd met een klasse Va+ met gemiddelde roerhoeken tussen 22.6 en 27.9 graden en vergelijkbare toerentalen als voor de andere manoeuvres (tussen 2.55 en 3.74 rps). In run 020 werd de boegschroef niet gebruikt en voor de andere runs varieerde het gemiddelde boegschroeftoerental tussen 0.38 en 1.99 rps.

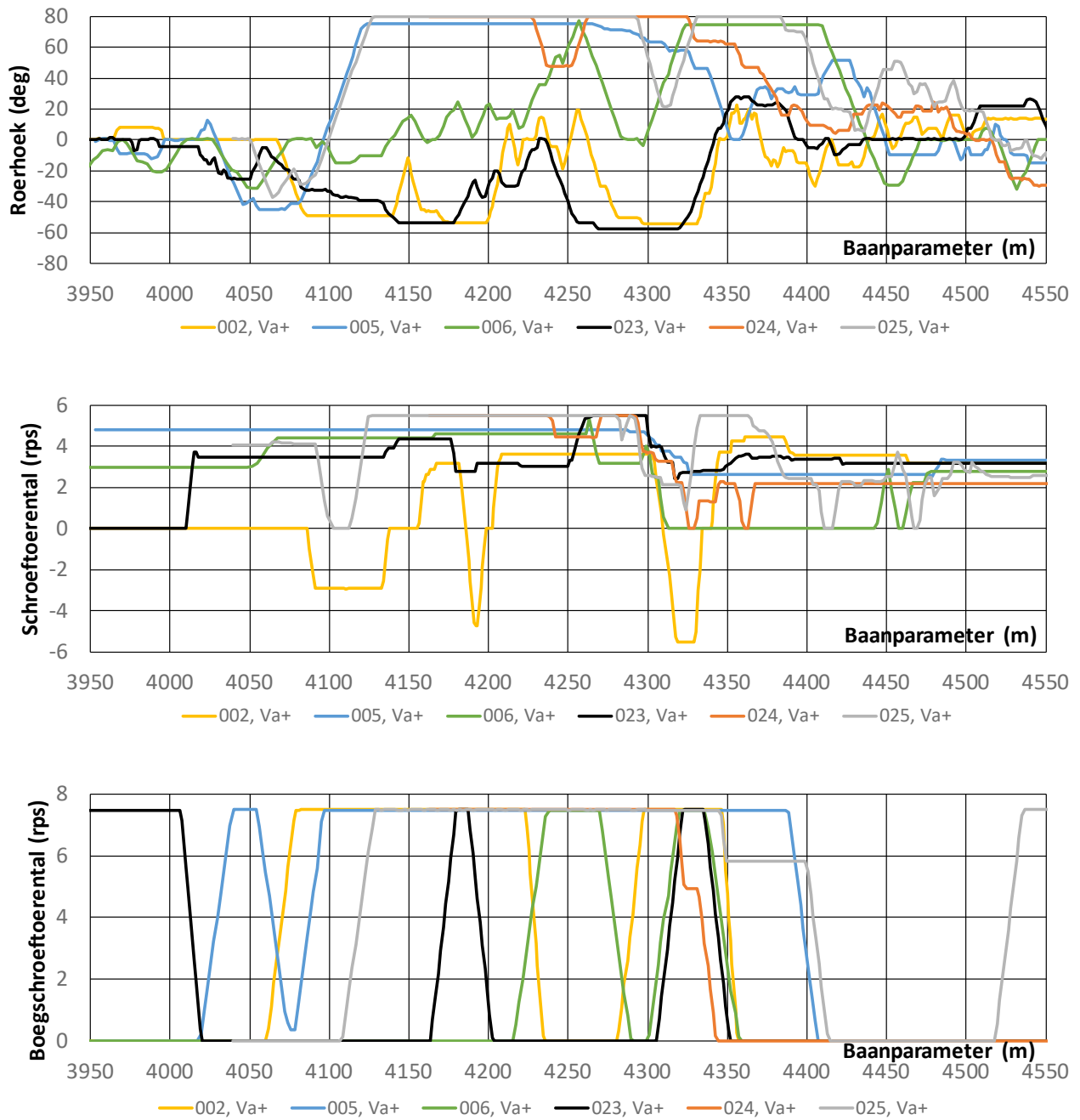
Runs 017, 018 en 024 zijn in het grijs voorgesteld in Tabel 25 omdat deze simulaties werden afgebroken. Er werden tijdens die runs ook grote gemiddelde roerhoeken geregistreerd. Voor deze manoeuvres van Harelbeke naar de sluis of van de sluis naar Kortrijk, waarbij de stroom tegenwerkt, is er een grote variatie in gemiddelde roerhoeken tussen 13.9 en 50.5 graden. Men kan vaststellen dat de laagste waarden bij het manoeuvre van Harelbeke naar de sluis optreden en de grootste waarden bij het manoeuvre van de sluis naar Kortrijk. De gemiddelde schroeftoerentalen variëren tussen 2.64 en 3.89 rps en de gemiddelde boegschroeftoerentalen tussen 0.35 (voor het klasse Va schip) en 4.79 rps. Er is een grote spreiding in het gebruik van schroef, roer en boegschroef waarbij bijvoorbeeld run 006 met het klasse Va+ schip gematigde gemiddelden heeft in vergelijking met run 025. Dit alles heeft opnieuw te maken met hoe men op het krappe splitsingspunt de Leie aanloopt, dichter of verder van de oevers van het splitsingspunt af. De tracks van run 006 en 025 zijn voorgesteld op Figuur 76.

Voor alle uitgevoerde manoeuvres varieert de snelheids grootte tussen 1.4 en 2.3 m/s of dus 5.0 en 8.3 km/h.

Figuur 74 – Variant BU bij 100 m<sup>3</sup>/s en richting Harelbeke-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Figuur 75 – Variant BP bij 100 m<sup>3</sup>/s en richting Kortrijk-sluis:  
grafieken voor roerhoek, schroeftoerental en boegschroeftoerental



Figuur 76 – Variant BU: vergelijking van run 006 (groen) en 025 (paars) met klasse Va+ bij 100 m<sup>3</sup>/s van de sluis naar Kortrijk



### 3.4.4 Kanaal Bossuit-Kortrijk

Voor de toegankelijkheid van de sluis vanuit het kanaal Bossuit-Kortrijk werden twee simulaties 013 en 014 uitgevoerd, voorgesteld in Figuur 77 telkens met een klasse Va+ schip in opvaart of in afvaart. De gemiddelden zijn opgenomen in Tabel 28.

Deze manoeuvres werden ook beoordeeld als normaal uitgevoerd met voldoende reserve. Op Figuur 77 blijkt duidelijk dat er inderdaad voldoende ruimte is, ook langs de afgemeerde schepen wachtende voor de sluis. De gemiddelden in Tabel 28 zijn laag en tijdens run 014 komende uit de sluis werd geen boegschroef ingezet.

Figuur 77 – Variant BU: run 013 (groen) en 014 (paars) op het kanaal Bossuit-Kortrijk



Tabel 28 – Variant BU: gemiddelden en gemiddelde deviaties op het kanaal:  
 roerhoek, schroeftoerental, boegschroeftoerental, snelheid

Richting/SIM	Run	Roerhoek (deg)		Schroeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD	GEM	GEMD
KBK	KBK_BU_013	15.6	14.2	2.86	0.65	1.61	2.28	1.78	0.41
KBK	KBK_BU_014	14.5	8.9	3.42	0.47	0.00	0.00	1.77	0.40

### 3.4.5 Feedback en aanbevelingen schippers

De (mondelijke) feedback van de schippers is opgenomen in Bijlage C. De belangrijkste opmerkingen van de schippers zijn:

- De BU variant is toegankelijk voor de klasse IV en Va schepen maar is zoals variant BP krap als splitsingspunt en daarom met minder reserve toegankelijk voor de grootste klasse Va+. Bovendien vormt de fly-over een hinderlijk obstakel bij het aanlopen van het splitsingspunt in de richting van Kortrijk en omgekeerd. Er moet/kan net zoals in variant BP dicht bij de oevers gevaren worden waardoor oevereffecten belangrijk kunnen worden en het bochtmanoeuvre kan tegengewerkt

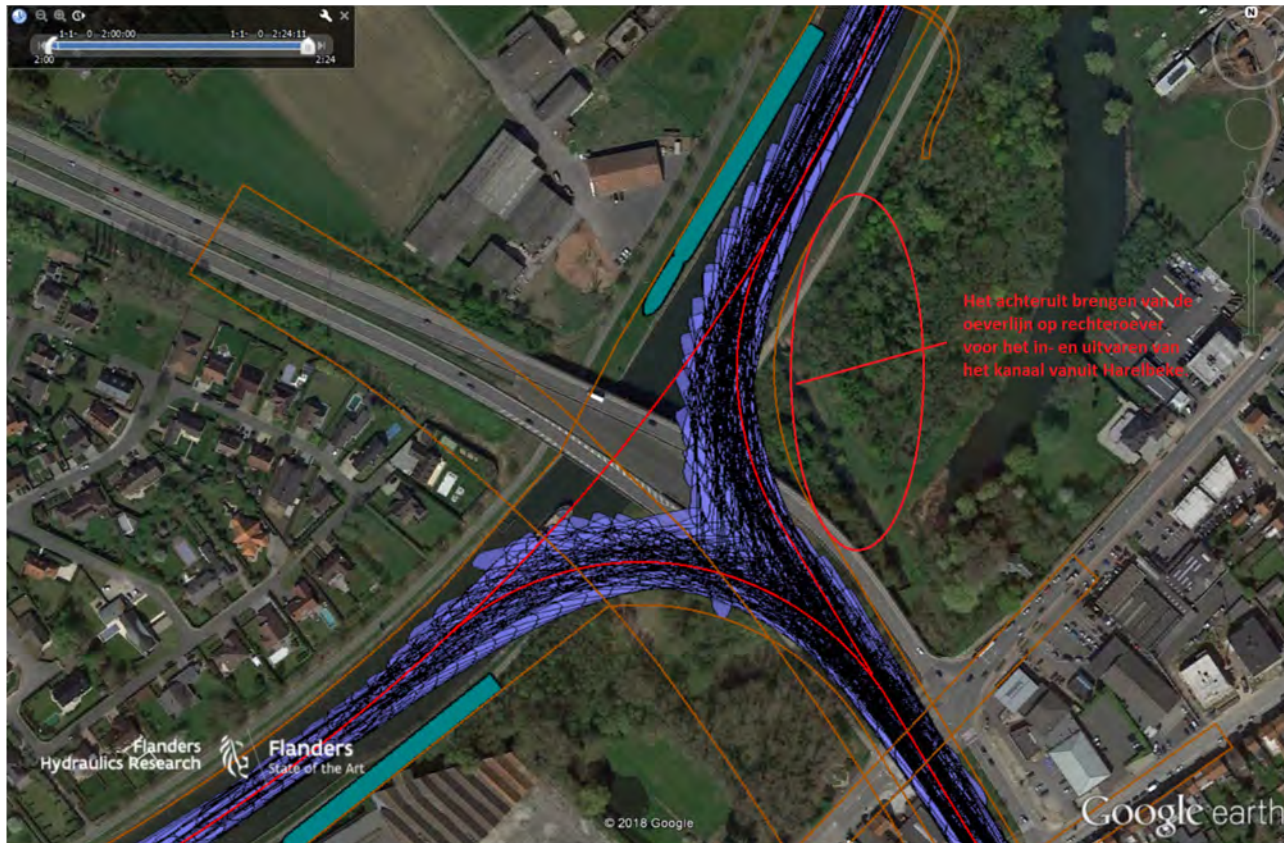
worden. De scheepssnelheid moet voor de klasse Va+ schepen onder controle gehouden worden bij het opdraaien van het splitsingspunt en tegelijkertijd moet er een goede dosering zijn tussen het inzetten van schroef, roer en boegschroef naar gelang de positie van het schip in het splitsingspunt. Hierdoor treedt een grote variatie op in de benodigde stuurvermogens van roer en boegschroef.

- Lerende uit de simulaties in de vorige varianten werden de meeste simulaties bij 150 m<sup>3</sup>/s uitgevoerd met klasse Va en bij 100 m<sup>3</sup>/s met klasse Va+. Deze debieten vormden volgens de schippers immers geen probleem met de lagere klassen.

De aanbevelingen van de schippers zijn (Figuur 78):

- De fly-over is hinderlijk voor vooral klasse Va+ omdat een groot deel van het bochtmanoeuvre onder de brug zit. De Va heeft iets meer ruimte om te corrigeren. Verschil in ervaring van de schippers in het varen met beperkte zichtbaarheid kan een invloed hebben bij deze beoordeling en aanbeveling (lege Va+). De schippers adviseren om de fly-over zo hoog als mogelijk te leggen.
- De noordelijke rechteroever van het knooppunt zou eventueel uitgebreid kunnen worden (ruimer maken van het splitsingspunt) zodat niet alleen voor het indraaien naar/van Harelbeke maar ook voor het indraaien naar/van Kortrijk (meer ruimte aan het voor- of achterschip) er meer ruimte gecreëerd wordt. Oevereffecten hebben immers een nadelige invloed op dit splitsingspunt.
- Wachtplaats: In tegenstelling tot variant BP vormen de wachtplaatsen en afgemeerde duwkonvoien geen hinder voor het opdraaien van het splitsingspunt omdat bijvoorbeeld aan de zuidzijde op de Leie het konvooi verder van het splitsingspunt af ligt. Dit vereist uiteraard dat het konvooi op de meest opwaartse positie (dus het verst van het knooppunt) moet afmeren.

Figuur 78 – Variant BU: voorstel voor aanpassing





## 4 Vergelijking van de varianten

Bij de vergelijking van de varianten wordt de informatie uit de realtime simulaties samengebracht om een onderscheid te kunnen maken tussen de vier varianten RD\_RD, RD\_40 (met subvariant RD\_40\_smal), BP en BU. De tracéalternatieven van elke variant zijn voorgesteld in Bijlage A en zijn ook samen voorgesteld in Figuur 8 en Figuur 9.

Bij de vergelijking van de varianten moeten verschillende aandachtspunten in rekening gebracht worden:

- In principe moeten de verschillende ontworpen splitsingspunten op de Leie toegankelijk zijn voor klasse IV en Va schepen. Er werd echter voorgesteld om de toegankelijkheid ook te onderzoeken voor de grotere klasse Va+ schepen. Doorheen de varianten zal hierdoor het aantal realtime simulaties over deze klassen variëren omdat de schippers zoveel mogelijk met de grootste klasse de manoeuvres wensten uit te voeren. Een geslaagd manoeuvre met een groter schip bij dezelfde omgevingscondities (stroom, wind) veronderstelt immers een geslaagd manoeuvre met de kleinere klassen.
- In de studie werd aanvankelijk uitgegaan van een maximaal debiet van 150 m<sup>3</sup>/s voor klasse IV schepen en 100 m<sup>3</sup>/s voor klasse Va en Va+ schepen. Tijdens de uitvoering van de realtime simulaties bleek er nog reserve te zijn op de hoogste veronderstelde debieten voor de klasse IV en Va schepen zodat het relevanter bevonden werd om naarmate de simulatiestudie vorderde direct simulaties uit te voeren bij hogere debieten. Dit betekent dat in enkele varianten ook simulaties werden uitgevoerd met klasse Va schepen bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s.
- De moeilijkste bochtmanoeuvres op de splitsingspunten zijn deze manoeuvres waarbij het bochten wordt tegengewerkt door de stroom. Voor alle varianten zijn dit de manoeuvres van de richting van Harelbeke naar het nieuwe kanaal en van het nieuwe kanaal naar de richting van Kortrijk. De moeilijkste manoeuvres werden daarom meer uitgevoerd dan de andere manoeuvres (van het nieuwe kanaal naar Harelbeke en van Kortrijk naar het nieuwe kanaal). Omdat mogelijk meer verschillen tussen de varianten waar te nemen zijn bij deze moeilijkere bochtmanoeuvres, worden bij de vergelijking ook de vier onderscheiden manoeuvres (op- en afvaart enerzijds en richting Harelbeke of Kortrijk anderzijds) afzonderlijk bekeken.
- Verder is een opsplitsing naar elk manoeuvre op het knooppunt ook interessant omdat er voor bepaalde varianten soms specifieke ontwerpen zijn aan de zuid- of de noordzijde van het knooppunt. In variant RD\_RD zorgt de aanwezigheid van de Groeningebrug voor een specifieke passage en in variant BU de fly-over.

Het aantal uitgevoerde en geslaagde (geen afgebroken) simulaties worden voor elke variant overzichtelijk voorgesteld in een overzichtstabel die een onderlinge vergelijking van de varianten ook mogelijk maakt. Tabel 29 bevat de metadata van de uitgevoerde simulaties per variant. Per debiet (150 en 100 m<sup>3</sup>/s)<sup>16</sup> en per manoeuvre (HS, SH, KS en SK) worden per scheepsklasse het aantal uitgevoerde simulaties gegeven. Totalen per debiet, per scheepsklasse en per manoeuvre worden in de cellen in het grijs gemarkeerd weergegeven. Bijvoorbeeld voor Variant RD\_RD zijn 8 simulaties uitgevoerd bij het debiet van 150 m<sup>3</sup>/s en 16 simulaties bij het debiet 100 m<sup>3</sup>/s. Verder zijn voor het debiet van 150 m<sup>3</sup>/s 2, 1, 2 en 3 simulaties uitgevoerd voor de respectievelijke manoeuvres HS, SH, KS en SK. 3 simulaties werden uitgevoerd voor alle debieten met klasse IV schepen, 9 met klasse Va en 12 met klasse Va+.

Op dezelfde manier kan men de metadata lezen van de uitgevoerde simulaties voor de andere varianten. Deze informatie over de metadata is belangrijk als men gemiddelde waarden wil berekenen voor de verschillende varianten om beter te weten over hoeveel uitgevoerde simulaties men aan het midden is.

---

<sup>16</sup> Er werd slechts één simulatie uitgevoerd bij 75 m<sup>3</sup>/s, namelijk run KBK\_RD\_40\_008.

Bij variant RD\_40 en RD\_40\_smal werd één simulatie met een klasse Va+ schip afgebroken. Bij variant BP waren dat drie simulaties, waarvan één voor klasse IV en twee voor klasse Va+, bij variant BU drie simulaties met klasse Va+.

Tabel 29 – Metadata van de uitgevoerde simulaties voor alle varianten

<b>Variante RD_RD</b>									
	150 m <sup>3</sup> /s	Totaal	8		100 m <sup>3</sup> /s	Totaal	16		
	HS	SH	KS	SK	HS	SH	KS	SK	Totaal
Klasse IV	1	0	1	1	0	0	0	0	3
Klasse Va	1	1	1	2	1	1	1	1	9
Klasse Va+	0	0	0	0	1	2	4	5	12
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>24</b>
<b>Variante RD_40 en RD_40_smal</b>									
	150 m <sup>3</sup> /s	Totaal	11		100 m <sup>3</sup> /s	Totaal	17		
	HS	SH	KS	SK	HS	SH	KS	SK	Totaal
Klasse IV	1	0	2	3	0	0	0	0	6
Klasse Va	2	0	1	2	0	0	1	1	7
Klasse Va+	0	0	0	0	4	1	5	5	15
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>28</b>
<b>Variante BP</b>									
	150 m <sup>3</sup> /s	Totaal	5		100 m <sup>3</sup> /s	Totaal	12		
	HS	SH	KS	SK	HS	SH	KS	SK	Totaal
Klasse IV	1	0	0	1	0	0	0	1	3
Klasse Va	0	1	1	0	1	0	1	0	4
Klasse Va+	0	0	1	0	3	1	1	4	10
<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>17</b>
<b>Variante BU</b>									
	150 m <sup>3</sup> /s	Totaal	9		100 m <sup>3</sup> /s	Totaal	11		
	HS	SH	KS	SK	HS	SH	KS	SK	Totaal
Klasse IV	2	0	1	0	0	0	0	0	3
Klasse Va	1	1	3	1	1	0	0	0	7
Klasse Va+	0	0	0	0	3	2	2	3	10
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>20</b>

Om de varianten objectiever te kunnen vergelijken ten opzichte van elkaar werden de gemiddelden en de gemiddelde deviaties van roer, schroef, boegschroef en snelheids grootte verder gemiddeld tot één waarde voor elke variant. Hierbij werd een onderscheid gemaakt tussen gemiddelde waarden voor de klassen IV en Va bij het debiet van 150 m<sup>3</sup>/s en de gemiddelde waarden voor de klasse Va enerzijds en de klasse Va+ anderzijds bij het debiet van 100 m<sup>3</sup>/s. Het kan belangrijk zijn om te weten hoe goed de varianten scoren voor de klassen waarvoor ze in de eerste plaats ontworpen zijn (namelijk klasse IV en Va). Dit middelen gebeurt wel met het blijvende onderscheid volgens de vier manoeuvres en is voorgesteld in Tabel 30, Tabel 31 en Tabel 32. In deze tabellen worden per manoeuvre de laagste gemiddelde waarde of standaarddeviatie van de gemiddelde waarde in het groen voorgesteld en de varianten waarbij over slechts één simulatie wordt gemiddeld in het rood voorgesteld. Een laagste gemiddelde waarde komt niet altijd overeen met de laagste standaarddeviatie op deze waarde maar zijn beide belangrijk om ook de spreiding op de gemiddelde waarde te zien.

Tabel 30 – Overzichtstabel van de gemiddelde waarden per manoeuvre voor klasse IV en Va bij een debiet van 150 m³/s

IV-Va	150m³/s	Roerhoek (deg)		Schroeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
	Variant	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD
HS	RD_RD	21.80	15.91	3.36	0.22	0.00	0.00	1.52	0.13
	RD_40	21.25	18.08	4.01	0.24	1.16	1.68	1.52	0.21
	BP	20.24	15.25	4.05	0.54	2.87	2.19	1.12	0.29
	BU	15.89	14.04	4.19	0.40	0.31	0.52	1.65	0.21
SH	RD_RD	22.51	15.06	3.99	0.84	0.00	0.00	1.54	0.22
	RD_40	-	-	-	-	-	-	-	-
	BP	17.33	12.22	2.53	0.92	0.00	0.00	1.52	0.12
	BU	14.07	9.71	3.41	0.50	0.00	0.00	1.70	0.15
KS	RD_RD	16.19	13.65	3.20	1.53	1.94	1.32	1.44	0.42
	RD_40	23.17	16.10	3.22	0.37	0.90	1.41	1.82	0.31
	BP	14.38	10.56	3.12	0.90	1.22	1.99	1.49	0.28
	BU	17.04	12.59	2.76	0.94	0.98	1.42	1.54	0.26
SK	RD_RD	26.54	19.15	3.14	0.76	1.84	2.02	1.51	0.36
	RD_40	20.63	13.16	3.68	0.66	0.16	0.12	1.65	0.10
	BP	23.93	19.40	5.12	0.45	0.00	0.00	2.16	0.10
	BU	26.62	22.82	3.36	0.66	0.91	1.45	1.40	0.14

Tabel 31 – Overzichtstabel van de gemiddelde waarden per manoeuvre voor klasse Va bij een debiet van 100 m³/s

Va	100m³/s	Roerhoek (deg)		Schroeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
	Variant	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD
HS	RD_RD	18.85	14.66	3.89	0.61	1.08	1.42	1.79	0.10
	RD_40	-	-	-	-	-	-	-	-
	BP	15.85	13.37	3.15	0.22	0.10	0.00	1.36	0.09
	BU	17.46	19.21	3.37	0.00	0.35	0.66	1.49	0.10
SH	RD_RD	17.37	14.87	3.35	0.00	1.16	1.53	1.58	0.20
	RD_40	-	-	-	-	-	-	-	-
	BP	-	-	-	-	-	-	-	-
	BU	-	-	-	-	-	-	-	-
KS	RD_RD	16.21	15.47	3.01	0.87	1.10	1.84	1.40	0.33
	RD_40	19.78	15.80	3.30	0.60	0.00	0.00	1.76	0.26
	BP	21.92	18.00	3.24	1.44	0.28	0.53	1.65	0.24
	BU	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	RD_RD	29.24	21.72	3.24	0.69	1.10	1.82	1.05	0.44
	RD_40	20.92	12.13	3.49	0.67	0.00	0.00	1.63	0.14
	BP	-	-	-	-	-	-	-	-
	BU	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 32 – Overzichtstabel van de gemiddelde waarden per manoeuvre voor klasse Va+ bij een debiet van 100 m<sup>3</sup>/s

Va+	100m <sup>3</sup> /s	Roerhoek (deg)		Schroeftoerental (rps)		Boegschroeftoerental (rps)		Snelheid (m/s)	
		Variant	GEM	SD	GEM	SD	GEM	SD	GEM
HS	RD_RD	45.01	28.54	3.72	1.07	2.77	3.33	1.69	0.37
	RD_40	33.80	24.42	3.41	1.02	2.41	3.08	1.66	0.49
	BP	35.31	23.44	3.15	0.93	1.45	2.05	1.75	0.24
	BU	24.98	17.29	3.05	1.06	1.60	2.29	2.04	0.24
SH	RD_RD	26.76	20.17	3.02	1.18	2.24	2.86	1.33	0.52
	RD_40	32.01	19.93	3.49	0.67	1.54	2.41	1.75	0.36
	BP	22.50	14.72	3.34	1.05	1.49	1.82	1.76	0.38
	BU	26.17	19.38	3.28	1.12	0.19	0.35	1.77	0.25
KS	RD_RD	19.19	13.70	2.95	0.98	2.45	2.44	1.61	0.58
	RD_40	25.98	16.64	3.38	0.84	1.51	2.24	2.10	0.49
	BP	34.63	28.58	3.45	1.44	3.82	3.39	1.04	0.46
	BU	22.99	17.37	2.83	1.11	1.61	2.38	1.53	0.20
SK	RD_RD	37.84	23.98	3.20	0.93	2.25	2.56	1.59	0.41
	RD_40	36.74	21.99	3.38	0.99	1.56	2.20	1.91	0.25
	BP	30.78	22.05	3.37	1.44	2.23	2.80	1.69	0.47
	BU	38.47	25.32	3.45	1.29	3.06	2.72	2.00	0.19

Men kan op basis van de overzichtstabellen vaststellen dat de verschillen tussen de varianten meestal beperkt zijn. Men ziet wel verschillen tussen het roer- en boegschroefgebruik naarmate dat de klasse van schepen groter wordt. Met klasse IV en Va schepen kan het manoeuvre vaak uitgevoerd worden zonder of met weinig boegschroefgebruik terwijl dit bij de klasse Va+ schepen niet voorkomt.

Voor de klassen IV en Va waarvoor het nieuwe kanaal in de eerste plaats bedoeld is, zien we dat de varianten BU en RD\_40 regelmatig iets beter scoren dan de andere varianten. Dit kan ook te wijten zijn aan het feit dat bij een debiet van 150 m<sup>3</sup>/s in de BP variant telkens slechts één simulatie is uitgevoerd.

Wanneer men op basis van Tabel 32 een vergelijking van de varianten maakt voor klasse Va+, dan ziet men dat de BU en BP varianten het vaakst iets beter scoren.

De algemene conclusie is dat alle varianten nautisch toegankelijk zijn voor klasse IV, Va en Va+ schepen en dat zowel op basis van de feedback van de schippers (eerder subjectief) als op basis van de analyse van het roer-, schroef- en boegschroefgebruik (eerder objectief) de varianten die het meeste potentieel hebben de BP en BU varianten zijn of de RD\_40 variant zowel in brede als smalle versie. Voor de BP variant moeten de aanpassingen wel doorgevoerd worden zoals beschreven in Hoofdstuk 3.3.5 en voor de BU variant is vooral de fly-over hinderlijk. Het nadeel van de fly-over verdwijnt echter indien men deze vervangt door een tunnel.

Voor de uit te voeren manoeuvres heeft de RD\_40 variant het voordeel van een ruimer splitsingspunt dan de BP en BU varianten maar wordt de wachtplaats aan de linkeroever op de Leie beter niet gebruikt bij te grote afvoerdebieten. Verder is de hoek op de linkeroever van de Leie ten zuiden van het splitsingspunt van de RD\_40 variant hinderlijk.

De tijd dat een schip nodig heeft om vanaf de Leie het kanaal op te draaien of van het kanaal naar de Leie wordt uiteraard bepaald door de snelheid die men op het splitsingspunt kan aanhouden en de af te leggen weg van de Leie naar het kanaal en omgekeerd. Deze af te leggen weg werd beschreven in Tabel 2 waarbij de BP en BU varianten de kortste af te leggen weg hadden. In Tabel 33 wordt een overzicht gegeven van het bereik van gemiddelde snelheden per variant en per scheepsklasse/debiet. Opnieuw zijn de varianten BU, BP en RD\_40 vergelijkbaar terwijl RD\_RD over alle klassen de laagste snelheden heeft.

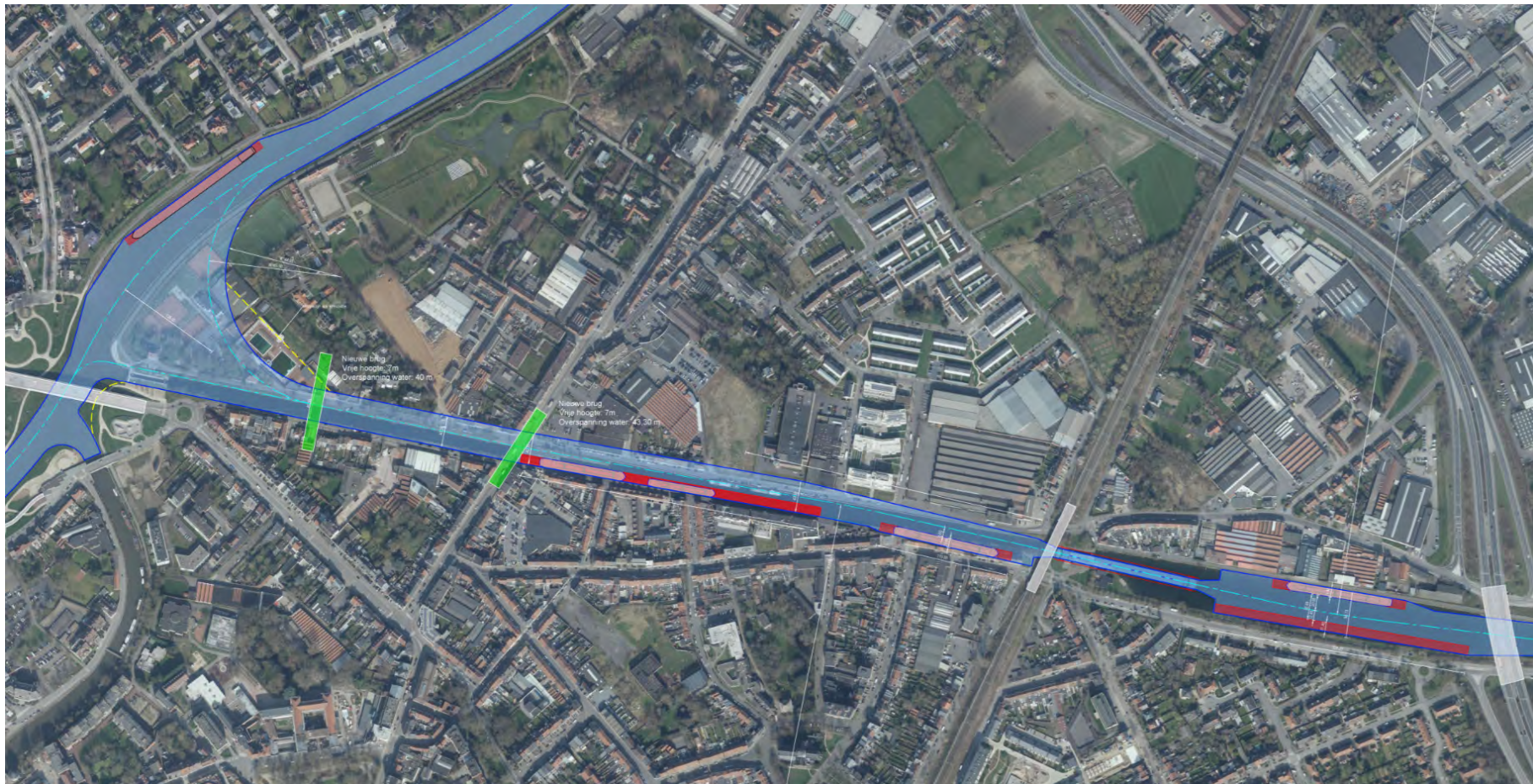
Tabel 33 – Overzichtstabel van de snelheden in km/h per variant en scheepsklasse/debiet

Variant	Klasse IV en Va bij 150 m <sup>3</sup> /s	Klasse Va en Va+ bij 100 m <sup>3</sup> /s
RD_RD	4.3 – 6.8	4.0 – 6.8
RD_40(_smal)	4.7 – 6.8	5.0 – 8.0
BP	4.0 – 8.0	5.8 – 8.3
BU	4.0 – 6.8	5.0 – 8.3

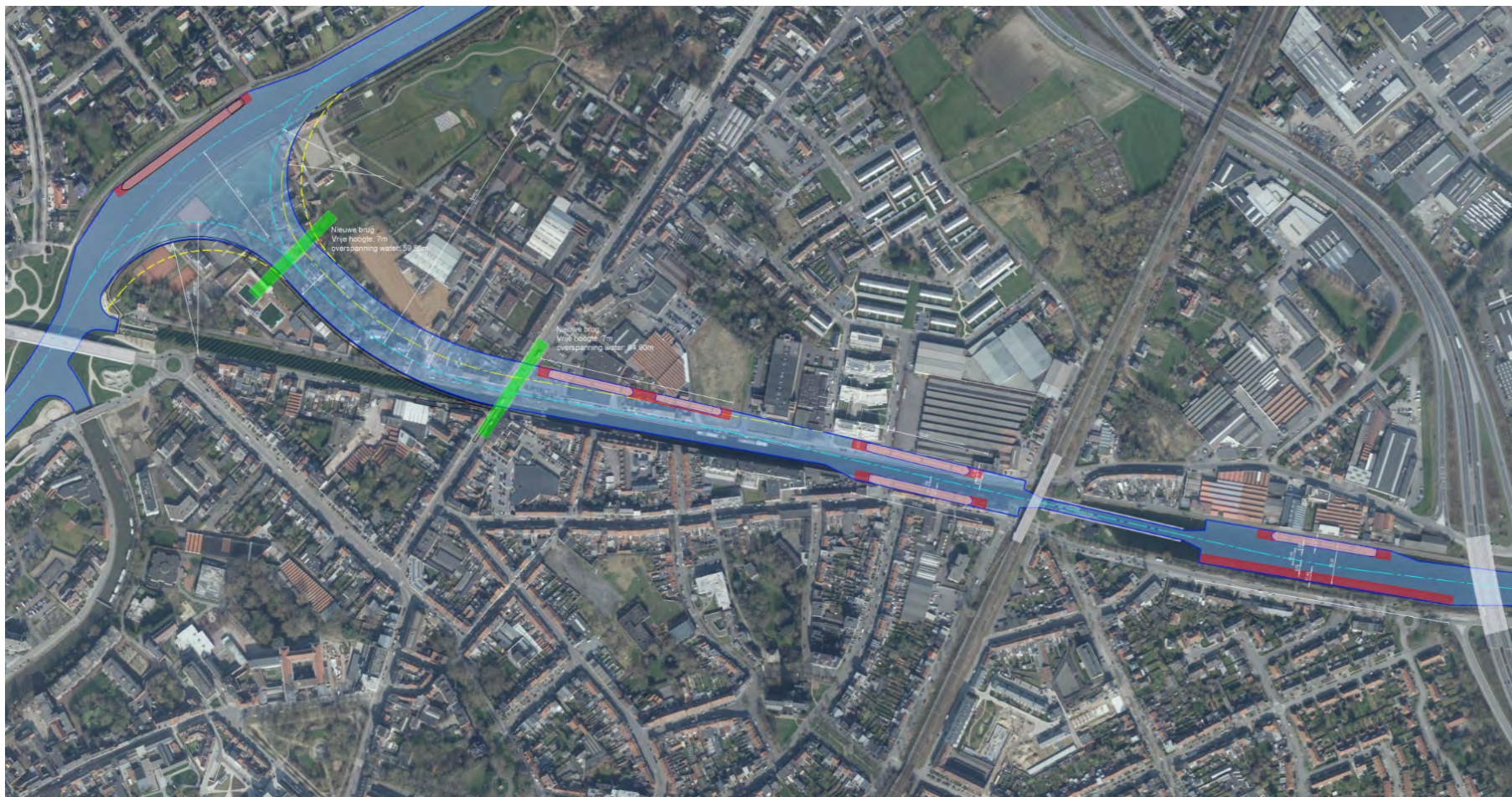
De ontmoetingen tussen schepen bij enkele varianten en het varen op het kanaal Bossuit-Kortrijk zelf werd nog niet mee genomen in de beoordeling. Deze zijn echter niet onderscheidend voor de varianten in deze simulatiestudie omdat sommige varianten door hun ontwerp een ontmoeting mogelijk maken (RD\_40) nabij het splitsingspunt en andere varianten enkel op het nieuwe kanaal. De realtime simulaties geven hierover adviezen en mogelijkheden die verder onderzocht kunnen worden wanneer een voorkeursvariant is gekozen.

## Bijlage A: Tracéalternatieven

Rechtdoortracé alternatief Variant KBK\_RD\_RD



Rechtdoortracé alternatief Variant KBK\_RD\_40 (de gele streep-stippellijn geeft nog een bijkomende subvariant RD\_40\_smal aan)



By-passtracé alternatief KBK\_BP





Ringtracé alternatief KBK\_BU



## Bijlage B: Manual voor de KMZ presentaties

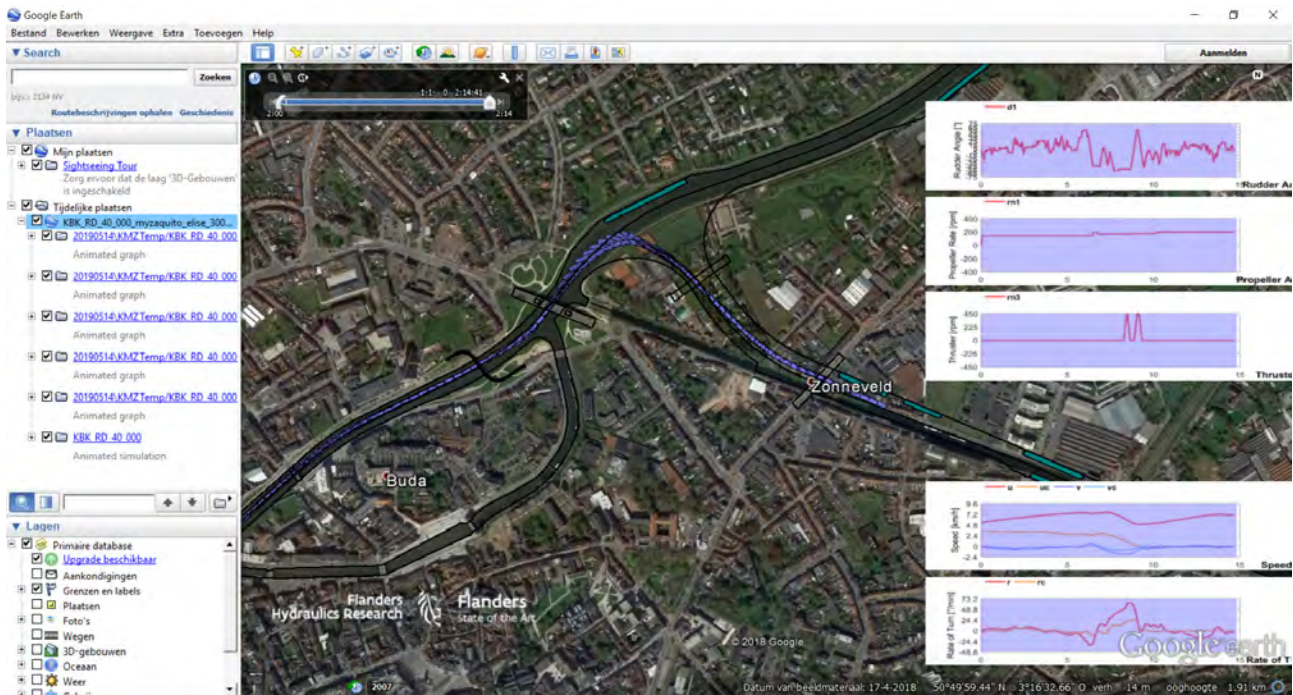
De uitgevoerde simulaties kunnen bekeken worden met animatie in Google Earth op basis van de bijgeleverde KMZ bestanden. Voor het bekijken van deze bestanden werd een korte Engelstalige manual opgesteld.

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. KBK\_RD\_40\_000\_myzaquito\_elise\_300\_containers.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.

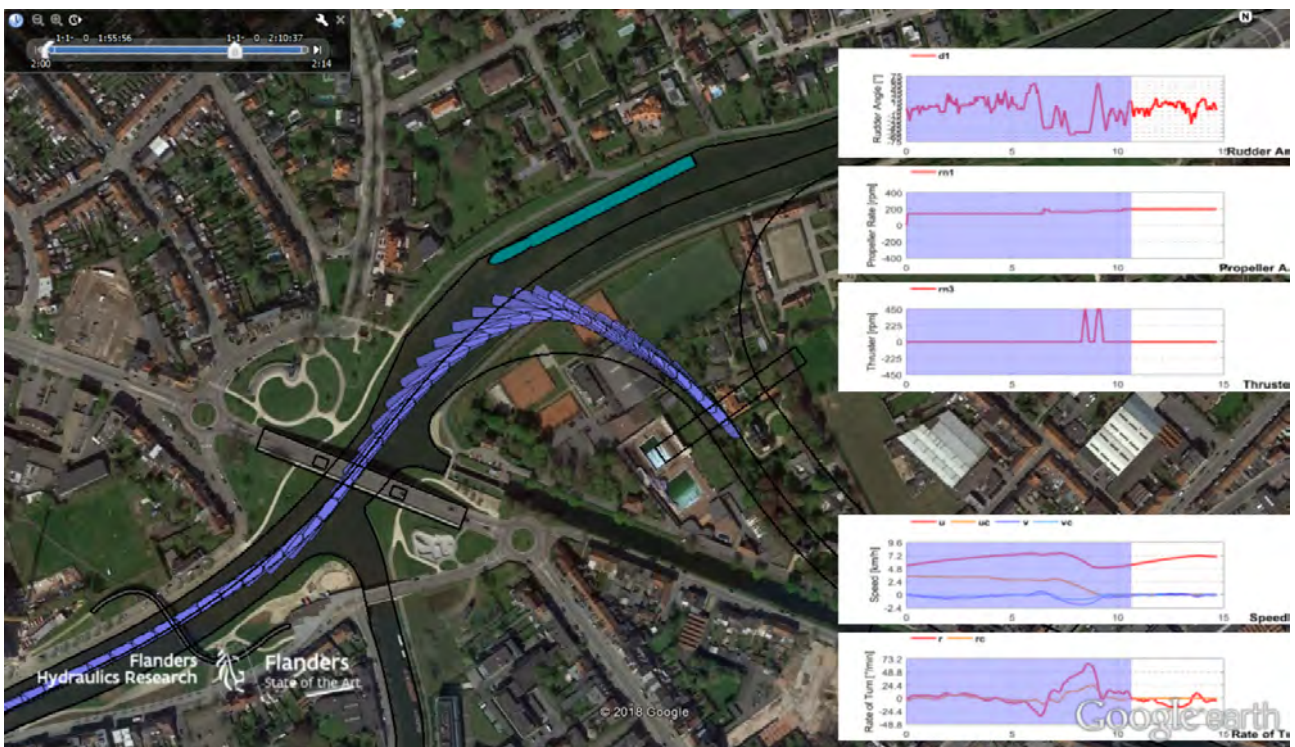


The overlay graphs are light blue on top of the different series in the graphs because the animation is presented from the start to the end of the simulation. If you use the slider on the top left location you can go back and forward on the graphs and also on the track.

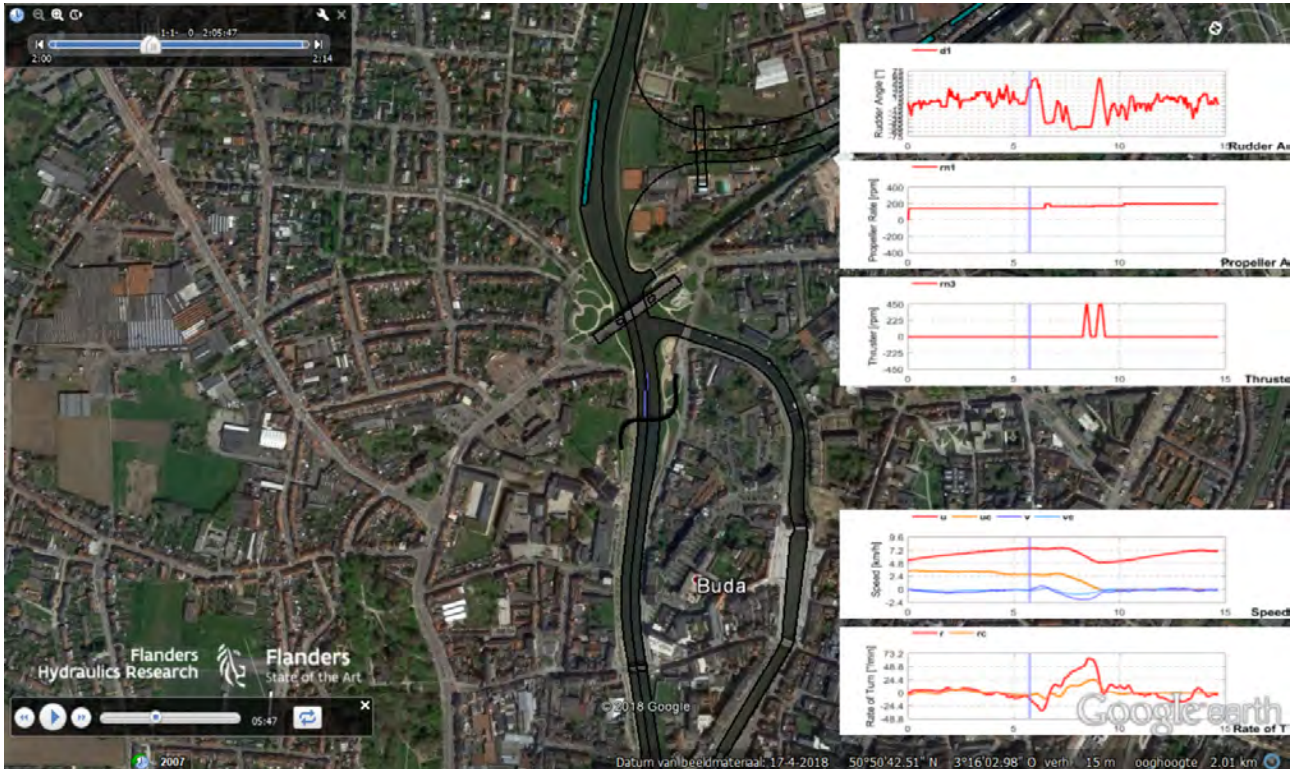
To clearly focus on the track of the own ship you can select the pull down list of the animated simulation



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 vertical blue 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.



The following graphs are shown on the Google Earth presentation (for meetings two ships 1 and 2, for individual simulations, one ship):

The rudder angle (d1 of ship 1 and d2 of ship 2) with a minimum of -75 degrees (to starboard) and a maximum of 75 degrees (to port).

The propeller rate (rn1 of ship1 and rn2 of ship 2) with a minimum of -330 rpm (astern) and a maximum of 330 rpm (ahead).

The bow thruster (thruster 1 of ship 1 and thruster 2 of ship 2) with a minimum propeller rate of -450 rpm (to port) and a maximum propeller rate of 450 rpm (to starboard) for ship 2. For ship 1 the thruster is rotatable and the propeller rate of the thruster is always positive.

The longitudinal speed component (u1 of ship 1 and u2 of ship 2) and the lateral speed component (v1 of ship 1 and v2 of ship 2).

The rate of turn (r1 of ship 1 and r2 of ship 2)

## Bijlage C: Feedback tijdens de simulaties

De feedback is gebaseerd op de nabespreking met de schippers en op het invullen van een feedbackformulier dat is opgenomen in Bijlage D. De feedback wordt chronologisch weergegeven (oplopende nummering van de simulatieruns).

### Variant RD\_RD

Run	Feedback
KBK_RD_RD_000	Gewenningsvaart. Eenmaal in het stuk van de Leie tot de sluis zou de windsterkte moeten afnemen omdat men tussen de kanaalmuren zit. Dit is niet opgenomen in het simulatiemodel. Niet veel scheepssnelheid maar de stroom viel wel mee, ook bij het gedeeltelijk in de stroom zitten met het achterschip. De bocht is zeer ruim. Boegschroef was niet nodig. Er werden nog geen afgemeerde schepen toegevoegd.
KBK_RD_RD_001	Achteruit machine net voorbij de brug op het knooppunt om de gang er uit te krijgen en met de boegschroef om snel te draaien. Maar er is veel ruimte. Het is éénrichting in het kanaal tussen het (Leie) knooppunt en de sluis. Dus de sluismeester moet opgeroepen worden om te vragen of er een afvarend schip is. Indien zo, moet er gewacht worden op het kruispunt.
KBK_RD_RD_002	Dit ging goed, ook de stroom kan beheerst worden. Bij start van de simulatie en het onderdoor varen van de Budabrug even te laat waardoor het schip iets meer aan de linkeroever uitkwam. Vol achteruit gegeven eenmaal de Groeningebrug gepasseerd. Dit is niet uitzonderlijk.
KBK_RD_RD_003	Vorbij de Groeningebrug de boegschroef vol over stuurboord en de machine vol achteruit. De ruimte aan het achterschip is krap maar voldoende. Er wordt doorgevaren tot aan de sluis om het traject te beoordelen voor de grootste schepen voor deze sectie. [7 km/h langs de afgemeerde schepen, volgens de schipper zou dit eerder 5 à 6 km/h mogen zijn] Eventueel kan een wachtend schip meest opwaarts aan de zuidkant van het knooppunt plaatsnemen. Er moet wel een afstand van 20 m van de punt gerespecteerd worden. Het invaren van de sluis ging ook goed. De bocht afwaarts de Budabrug is een moeilijke, krappe bocht. Dit is nog het moeilijkste van de volledige simulatie.
KBK_RD_RD_004	De hogere windgevoeligheid is duidelijk voelbaar. De bocht valt goed mee ook voor dit lege schip. Boegschroef wordt ook op de Leie ingezet om tegen de wind in te varen. Dit is normaal, bijvoorbeeld ook op het Albertkanaal bij veel wind. Onder een drifhoek varen. Ook om in het kanaal te varen moet de boegschroef en de machine (met roer) ingezet worden. Hierdoor was de snelheid op het kanaal 9.5 km/h. Dit is te hoog om de afgemeerde schepen te passeren.
KBK_RD_RD_005	Veel met boegschroef moeten werken want je moet een krap kanaal in op de Leie. Dit manoeuvre is moeilijker dan andersom. Voor grote schepen wordt het moeilijker.

KBK_RD_RD_006	Dankzij de boegschroef ging het goed. Indien nog wat meer op het knooppunt wordt gezwaaid zou eventueel minder boegschroef kunnen gebruikt worden. Maar je wil ook niet te veel doorschieten op de Leie.
KBK_RD_RD_007	Voor het indraaimanoeuvre is maximale roerhoek en maximale boegschroef noodzakelijk. Wel ruimte genoeg maar een beetje te veel gang. De volgende keer aan een iets lagere snelheid uitvoeren. Door de hoge snelheid waren veel roer en boegschroef nodig.
KBK_RD_RD_008	Het ging goed. De stroom werkt vooral als extra weerstand wanneer het schip op de Leie is maar in het draaien op het knooppunt werkt de stroom niet echt dit manoeuvre tegen.
KBK_RD_RD_009	Snelheid uit het schip halen wanneer het op het kruispunt komt. Boeg over stuurboord zwaaien, achterschip controleren met roer. Indien er nu een schip zou afgemeerd zijn aan de zuidzijde van het knooppunt zou dit hinderlijk zijn. De snelheid uit het kanaal was goed maar het schip zat te veel naar bakboord. Hierdoor moeten wachten tot de boeg in de stroom zat om vlotter over stuurboord te zwaaien. In het vervolg dus iets meer naar stuurboord het knooppunt aanlopen.
KBK_RD_RD_010 (ontmoeting)	Stroompatroon is hier beter omdat de opwaartse kant een korte hoek is waardoor je snel uit de stroom bent. Kruisen kan uitgevoerd worden tussen de bruggen (aanmeerverbod) en op het kruispunt buiten de Leie-as.
KBK_RD_RD_011 (Lara)	Met het lege schip was de zichtbaarheid op het kruispunt bij de passage van de brug niet goed (stuurhut achter de containers), hierdoor anders varen op het kruispunt. Ook de wind was belangrijk. Maar het is ruim.
KBK_RD_RD_011 (SIM225)	110 m of 135 m is een groot verschil. De 110 m is beter. Het debiet van 150 m <sup>3</sup> /s vormde geen probleem.
KBK_RD_RD_012 (Lara)	De monding is groot genoeg maar de ingang op de Leie is krap.
KBK_RD_RD_012 (SIM225)	Dat gaat ook vlot.
KBK_RD_RD_013 (Lara)	Dicht bij de hoek maar de schipper zou het in realiteit ook zo doen. Het voordeel aan deze splitsing is dat je al bijna gestrekt ligt met de stroom voor je de Leie op komt.
KBK_RD_RD_013 (SIM225)	Idem, vlot.
KBK_RD_RD_014 (Lara)	In werkelijkheid waarschijnlijk in één beweging met de motor op vooruit bochten terwijl in het simulatiemodel de snelheid te snel oploopt waardoor je terug moet afremmen tussenin.
KBK_RD_RD_014 (SIM225)	Vlot, zelfs geladen en met deze stroom (100 m <sup>3</sup> /s). Niet te dicht bij de oever indraaien anders word je met de stroom naar de oever verzet.
KBK_RD_RD_015 (Lara)	

KBK_RD_RD_015 (SIM225)	Het verschil in stroom tussen 150 en 100 m <sup>3</sup> /s is voelbaar.
KBK_RD_RD_016	Geen boegschroef gebruikt.
KBK_RD_RD_017	Vlot
KBK_RD_RD_018	Boegschroef gebruikt om te vertragen (in achteruit).
KBK_RD_RD_019	

#### Variant RD\_40

Run	Feedback
KBK_RD_40_000	Eerste simulatie in de tweede variant. Boegschroef een beetje gebruikt maar eigenlijk niet echt nodig. Deze bocht lijkt eenvoudiger (met deze grootte) dan variant RD_RD. Bijvoorbeeld moet er niet achteruit geslagen worden met de machine. Boegschroef zal enkel nodig zijn om te corrigeren.
KBK_RD_40_001	Met het achterschip iets te vroeg starten met het zwaaien (het achterschip is moeilijk zichtbaar op de simulator). Hierdoor met het achterschip een schampschot op de kade. Dit had vermeden kunnen worden. Geen boegschroef gebruikt. Geen last van het afgemeerde schip op het knooppunt.
KBK_RD_40_002	De stroom wordt in de bocht weer weinig gevoeld. Aan het knooppunt wordt er bruusk gemanoeuvreed met vol vooruit en maximum roer en maximum boegschroef. Gevolgd door vol achteruit met de machine om de snelheid er weer uit te krijgen. Het zou beter zijn om de hoek afwaarts de Groeningebrug aan te passen zodat de zuidelijke muur in lijn licht met de verbindinglijn van de kade onder de Groeningebrug.
KBK_RD_40_003	[Een goede ECDIS kaart is vereist omdat door de passage van de verschillende bruggen bij het knooppunt de stuurhut steeds achter de containers moet geplaatst worden. Hiervoor moet het schip wel nog twee antennes hebben zodat ook de heading correct kan aangegeven worden.] Boegschroef eerder gebruikt om het schip hoger naar stuurboord te brengen vanaf de Groeningebrug. Hierdoor minder boegschroef moeten gebruiken bij het zwaaien aan het knooppunt. Bocht - tegenbocht zijn breed genoeg, deze vormen geen probleem.
KBK_RD_40_004	Deze bocht is in opvaart van de sluis naar de Leie beter dan variant RD_RD. De boegschroef moest niet gebruikt worden.
KBK_RD_40_005	Boegschroef opnieuw niet gebruikt.
KBK_RD_40_006	De bijkomende lengte maakt het moeilijk. Er moet meer aan de bakboordse kant op de Leie gevaren worden. Het schip wordt nu volledig in de dwarse stroom gebracht wat het bochten bemoeilijkt. De schipper had zich misrekend.

KBK_RD_40_007	Met deze snelheid vol bakboord roer en boegschroef kon de bocht niet gehaald worden. Daarom moest achteruit geslagen worden. De stroom heeft een zeer grote invloed op het schip.
KBK_RD_40_008	Dezelfde simulatie als de voorgaande wordt uitgevoerd maar met minder debiet. Voor een 135 m schip is het mogelijk maar er is weinig reserve.
KBK_RD_40_009	Bij start van de simulatie en het nemen van de eerste bocht luistert het schip heel moeilijk naar roeractie (interactie tussen passerend en afgemeerd schip?). Zowel in opvaart als afvaart bij het opdraaien van het kanaal moet er met een 135 m schip achteruit gedraaid worden met de machine.
KBK_RD_40_010	Even op het knooppunt achteruit slaan. Met een 135 m schip is dat nodig omdat er weinig ruimte is.
KBK_RD_40_011	De passage van de bruggen dichtbij de sluis is lastiger.
KBK_RD_40_012 (ontmoeting)	Het schip dat uit de sluis komt, blijft wachten op het kanaal.
KBK_RD_40_013 (ontmoeting)	De stroom viel mee voor het invarende schip (Va+). Door de bocht ruim te nemen daarop voorbereid. Het uitvarende schip (Va leeg) wachtte goed op het kanaal. Bijkomende kruisingen simuleren op die locatie is geen toegevoegde waarde omdat het uitvarende schip steeds op dezelfde plaats gaat wachten. Indien de bocht versmald wordt, dan kan er nog op het stuk kanaal gekruist worden waarbij één schip zich staande houdt.
KBK_RD_40_014	Wel dicht om het hoekje heen maar ruimte genoeg. Boegschroef gebruikt om het schip van de wal te houden en dus bij te sturen.
KBK_RD_40_015	Het debiet wordt behouden en de klasse wordt verhoogd naar Va+.
KBK_RD_40_016	Vol vooruit/vol achteruit om het bochtmanoeuvre in te zetten. Bruusk manoeuvre nodig door de lengte. Het hoekje net ten noorden van de Groeningebrug is ook hier een storend element.
KBK_RD_40_017	Het schip ging niet voldoende vooruit waardoor een aanvaring met het afgemeerde schip is opgetreden (contouren maken wel geen contact in de simulatie).
KBK_RD_40_018	Vlot met deze stroom is toch eerder normaal. Ook voor de stroom zou het aangewezen zijn om de bochttoever (rechteroever) iets in te korten.
KBK_RD_40_019	Gelijkaardig aan de voorgaande simulatie. Boegschroef helemaal niet gebruikt.
KBK_RD_40_020	Alles vol aan om de bocht bij het op stroom komen te kunnen maken. Het verschil tussen een 135 en 110 m schip is belangrijk.
KBK_RD_40_021	Dat ging heel wat beter dan geladen, zonder boegschroef.



KBK_RD_40_022	In de BU variant werd heel dicht tegen de oever gevaren (ook door de stroom erheen verzet). Dat werd nu vermeden maar tegelijkertijd mag er ook niet te laat opgedraaid worden want de sterke stroom bemoeilijkt het bochtmanoeuvre.
KBK_RD_40_023	Veel boegschroef moeten gebruiken wat logisch is bij deze sterke stroom. Je moet op tijd beginnen bochten want anders werkt de stroom je tegen en kom je op de overstaande oever terecht.
KBK_RD_40_024	Met één keer achteruit draaien met de schroef ging het goed. Met de linksdraaiende schroef helpt het achteruit draaien het bochten over bakboord.
KBK_RD_40_025	Dit ging goed.
KBK_RD_40_026	Geen boegschroef gebruikt.
KBK_RD_40_027	Je ligt al opgelijnd met de stroom voor je echt op de stroom komt.
KBK_RD_40_028	Vol vermogen vooruit en boegschroef vol op het knooppunt om de Leie op te draaien. Voor de Va+ is bij 100 m <sup>3</sup> /s op stroom komen in deze configuratie krap. Eerst moet het achterschip vrijkomen waardoor je meer op stroom komt en daar nog moet bochten. Het schip geraakt net voorbij de punt aan de linkeroever. Deze punt aanpassen of het debiet verlagen.
KBK_RD_40_029	Goed onder controle houden, achterschip in de gaten houden, snelheid laag houden (achteruit slaan) en stroom gebruiken om op te draaien.
KBK_RD_40_030	Vlot
KBK_RD_40_031	Toch vlot kunnen corrigeren hoewel niet ideale aanloop. Het schip werd op het knooppunt volledig stil gelegd.

#### Variant BP

Run	Feedback
KBK_BP_000 (Lara)	Wachtplaats dichtbij monding niet aan te raden, in het verlengde van het kanaal is beter. Indien een schip zich mist dan kan het in het wachtende schip varen. Het wachtende schip neemt ook het zicht weg.
KBK_BP_000 (SIM225)	Prima bocht, beter dan de twee andere. Boegschroef even gebruikt onder de eerste brug maar niet nodig in de bocht.
KBK_BP_001 (Lara)	Niet veel ruimte voor een Va+, die wachtplaats moet opgegeven worden zodat dichter bij de bocht kan gevaren worden.
KBK_BP_001 (SIM225)	Niet uit te voeren bij dit debiet (in realiteit echter ook niet).
KBK_BP_002 (Lara)	Niet uit te voeren bij dit debiet (in realiteit echter ook niet).

KBK_BP_002 (SIM225)	Duidelijk voelbaar dat het een groter schip is dan in voorgaande simulatie met Va. De wachtplaats is niet hinderlijk maar de brugoever (uitstekend puntje) is eerder bepalend.
KBK_BP_003 (Lara)	Geen specifieke opmerkingen. Er zou een aanmeerverbod moeten zijn van 100 m opwaarts de brug dichtst bij de sluis tot aan de monding. Hierdoor is kruisen op het kanaal mogelijk.
KBK_BP_003 (SIM225)	Er moest eigenlijk naar Harelbeke gevaren worden maar er werd naar Kortrijk gevaren. De stroom werkt het bochtmanoeuvre tegen. Vol achteruit moeten geven om niet in de oever te varen.
KBK_BP_004 (Lara)	Slechte ligplaats (bewezen). Echter Leie wordt wel opgevaren zoals in realiteit zou gedaan worden. Effect van stroom is anders dan verwacht. De simulatie wordt opnieuw uitgevoerd. [Vermoedelijk schip-schip interactie met het afgemeerde schip, belangrijk verschil in grootte]
KBK_BP_004 (SIM225)	Toch weinig plaats.
KBK_BP_005 (Lara)	Het wachtende schip werd hier weggenomen. Er werd op eenzelfde manier gevaren als in de voorgaande simulatie met deze conditie.
KBK_BP_005 (SIM225)	Moeilijk manoeuvre door de wind en stroom bij starten verzet. De stroom gaat zo hard dat de motor drie kwart moet staan. Ook bij het bochten moet de boegschroef de hele tijd naar stuurboord staan om tegen de stroom in te sturen en niet naar de oever verzet te worden.
KBK_BP_006 (Lara)	Toch beperkte ruimte voor een klasse Va+. Langer wachten om het bochtmanoeuvre in te zetten en hierdoor met het achterschip dicht bij de oever. De stroom werkt het bochten tegen.
KBK_BP_006 (SIM225)	Toch weinig ruimte maar normaal uitgevoerd. Even achteruit slaan voor het bochten te starten.
KBK_BP_007 (ontmoeting)	In realiteit kan dit ook gebeuren en het is mogelijk. Apart simuleren is niet meer noodzakelijk. Het invarende schip naar de sluis was iets te ver doorgeschoten. Het was beter iets verder van de hoek gebleven. Maar het ging nog voor het uitvarende schip. Voor het invarende schip was onder de bruggen de zichtbaarheid beperkt.
KBK_BP_008 (ontmoeting)	Dit debiet met wind is voor een Va+ op het kruispunt toch maar net mogelijk (vol motor, vol boegschroef). Het ging goed voor de IV maar de Va+ heeft er eigenlijk niets aan om zo dicht bij het splitsingspunt te gaan liggen. Dus beter de kruising dicht bij de sluis op het kanaal doen.
KBK_BP_009 (ontmoeting)	De simulatie wordt afgebroken want de afspraak om bakboord/bakboord te kruisen is niet mogelijk. Het opvarende schip naar het kanaal kan bij een debiet van 100 m <sup>3</sup> /s niet op tijd gebocht worden (eventueel ook te veel vaart).

KBK_BP_011 (ontmoeting)	Dus de brug op de Leie en de brug op het kanaal geen kruisingen toelaten. Het schip dat tegenstroom is (bijv. schip op de Leie) kan wachten of het uitvarende schip op het kanaal wacht tussen de twee bruggen op het kanaal.
KBK_BP_012	Vol vooruit en vol boegschroef om de bocht te kunnen ronden. Bij variant BU meer ruimte aan het achterschip maar niet hinderlijk.
KBK_BP_013	Iets minder ruimte aan het achterschip dan bij variant BU maar voldoende.
KBK_BP_014	Vlot
KBK_BP_015	Geen boegschroef gebruikt.

### Variante BU

Run	Feedback
KBK_BU_000	De stroom was weinig voelbaar. De bocht nemen valt mee met deze grootte. De minste ruimte heb je eens in het kanaal voorbij het knooppunt aan de bruggen. Effect van de boegschroef leek klein (een tijd vol staan).
KBK_BU_001	(Hoekje aan Groeningebrug is zowel voor klasse IV en Va een vervelend hoekje voor het achterschip in afvaart – simulatie werd opwaarts de Groeningebrug gestart). Stuurhut naar beneden zorgt voor een moeilijker bochtmanoeuvre. De gang van het schip was minder dan voorgaande simulatie maar je hebt ook minder ruimte met een klasse Va op dit knooppunt. Bovendien moet je lang achteruit draaien wat moeilijker is dan de BP variant.
KBK_BU_002	Opnieuw moet er veel achteruit gedraaid worden om de snelheid voorstrooms eruit te krijgen. Daardoor is het schip minder bestuurbaar (geen roerefficiëntie, boegschroef wordt vol gebruikt). Zeer bruusk manoeuvre aan de eerste brug op het kanaal om een aanvaring te vermijden. Dit is mede te wijten aan de zeer slechte zichtbaarheid door de fly-over. De schipper dacht dat de boeg wel ging passeren maar dit bleek op het laatste moment toch niet het geval te zijn. Hierdoor moest vol achteruit geslagen worden en de boegschroef vol naar stuurboord. Fly-over vermijden.
KBK_BU_003	Onderzoek of de klasse Va in lege conditie een passage van de fly-over mogelijk maakt. Het grootste deel van de koerswijziging in afvaart moet onder de fly-over gerealiseerd worden. Dit is een belangrijke beperking in deze variant. Invloed van de wind op het lege schip en de passages van verschillende bruggen maken dit manoeuvre toch moeilijk.
KBK_BU_004	Boegschroef stond vol om de bocht te maken, ook voldoende machine geven. De dikke stroom maakte het moeilijker.
KBK_BU_005	Nog minder ruimte voor klasse Va+ en dus zowel aan achterschip als voorschip dicht tegen de oever. De machine stond ook vol en de boegschroef ook. Maar 5 m afstand tot de oevers aan de boeg, geen reserve. Eventueel kan de linkeroever aangepast worden ten zuiden van de fly-over? In deze richting is de fly-over iets minder

	hinderlijk. In realiteit toch nog met minder gang op het knooppunt komen en dichter bij het hoekje.
KBK_BU_006	Er blijft weinig ruimte met deze Va+ grootte maar het is wel veel vlotter dan met een geladen schip. Het bochten ging vlot waardoor de boegschroef niet bijkomend moest ingezet worden.
KBK_BU_007	Bij deze stroom te vroeg afgeslagen waardoor de stroom het schip volledig naar de oever verzette. Boegschroef vol bijzetten om niet op de hoek gedreven te worden. [De schipper maakte vooraf al de opmerking over het ruimer maken van het knooppunt aan de noordzijde. Er is daar geen bebouwing maar misschien wel natuur.] Meer dan normale moeilijkheid door de dikke stroom.
KBK_BU_008	Deze aanloop was vlotter door de aangepaste aanloop iets later in het knooppunt. De boegschroef moest de helft van de tijd ingezet worden. Voor deze grootte is het afgemeerd schip op het knooppunt aan de linkeroever geen probleem.
KBK_BU_009	De machine en de boegschroef stonden bij het bochten beide op vol. Er was net power genoeg. Bij nog meer stroom zou het afgemeerde schip op het knooppunt niet meer mogen liggen.
KBK_BU_010	De boegschroef werd vol ingezet maar op de machine was er nog reserve. Leeg schip is gemakkelijker maar vangt wel meer wind.
KBK_BU_011	De stroom helpt heel goed mee om het bochtmanoeuvre uit te voeren.
KBK_BU_012	Iets minder reserve omdat het een langer schip is.
KBK_BU_013	Indien een ontmoeting met een klasse IV moet georganiseerd worden dan moet dit schip zich ophouden net als hij de sluis uit is of opwaarts de bocht. Ontmoeten in de bocht wordt afgeraden!
KBK_BU_014	Nu hield het schip rechtuit aangezien er geen tegenligger was. Met tegenligger zou die kunnen aansluiten achter de aangemeerde schepen en de bocht breder nemen.
KBK_BU_015	Geen boegschroef gebruikt.
KBK_BU_016	Geen boegschroef gebruikt. Wel engine kicks om de rate of turn op te bouwen.
KBK_BU_017	Aanloopsnelheid naar knooppunt 9 km/h (tegenstrooms). Bij de voorgaande simulaties was de snelheid 6 km/h. Onderbroken omwille van te hoge snelheid waarmee in het knooppunt wordt gevaren.
KBK_BU_018	Snelheid in het knooppunt terug rond 9 km/h, nu beter aangezet maar toch te snel om het kanaal op te draaien. Nu aanvaring bij het tegenroer geven omdat de draaiing er niet op tijd uitgehaald kan worden.
KBK_BU_019	Toch proberen met een lagere snelheid in het knooppunt. Nu ongeveer 6.5 km/h. Met deze snelheid kan de bocht genomen worden en wordt er opgelijnd in het kanaal gevaren. Er wordt verwacht (zoals met duwbakken) dat de snelheid bij deze ladingstoestand er veel sneller uitgaat en dat ook bij engine kicks en grote roerhoeken de snelheid niet oploopt. Dit is met dit manoeuvreermodel minder.

KBK_BU_020	Snelheid tussen de 5 en 6 km/h bij aanzetten in het knooppunt.
KBK_BU_021	Idem, voldoende lage snelheid bij het op het knooppunt komen.
KBK_BU_022	De vaarweg is breed onder de fly-over. Hierdoor kan de klasse Va snel het bochten inzetten. Boegschroef enkel gebruikt om achteruit te draaien. Voor dit schip is de fly-over geen probleem. Er kan nog wat boven de containers gekeken worden.
KBK_BU_023	Hetzelfde manoeuvre als voor de klasse Va.
KBK_BU_024	De simulatie werd afgebroken omdat het schip niet op tijd gedraaid werd op de Leie (aanvaring met linkeroever). Mogelijk is het debiet van 100 m <sup>3</sup> /s te groot.
KBK_BU_025	Alles staat vol bij het bochten tegen de stroom in zodat er geen reserve is voor het schip. In realiteit waarschijnlijk gemakkelijker dan tijdens de simulatie.
KBK_BU_026	Dat gaat goed.

## Bijlage D: Feedbackformulier

### [15\_099] KBK

#### Beoordeling 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 op de simulator

1. het werd vlot uitgevoerd
2. het werd normaal uitgevoerd
3. meer dan normale moeilijkheid
4. het was moeilijk
5. het was uiterst moeilijk, riskant
6. onuitvoerbaar

#### Uitvoerbaarheid

Is dit manoeuvre - zoals u het op de simulator uitvoerde - ook veilig uitvoerbaar op het kanaal? Ja/Nee

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](mailto:waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be)

[www.waterbouwkundiglaboratorium.be](http://www.waterbouwkundiglaboratorium.be)