



Vlaanderen
is wetenschap

18_050_1
WL rapporten

Nautische beoordeling varianten Royerssluis

Deelrapport 1
Beoordeling variant Royers_V27a en V27b

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Nautische beoordeling varianten Royerssluis

Deelrapport 1 – Beoordeling variant Royers_V27a en V27b

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

Juridische kennisgeving

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

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

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

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2018
D/2018/3241/026

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Verwilligen, J.; Eloot, K.; Mostaert, F. (2018). Nautische beoordeling varianten Royerssluis: Deelrapport 1 – Beoordeling variant Royers_V27a en V27b. Versie 4.0. WL Rapporten, 18_050_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	dMOW afdeling Maritieme Toegang	Ref.:	WL2018R18_050_1
Keywords (3-5):	Royerssluis, binnenvaart, duwvaart, CEMT-klasse VIb		
Tekst (p.):	18	Bijlagen (p.):	1
Vertrouwelijk:	☒ Ja	Vrijgegeven vanaf:	01/01/2025
		Uitzondering:	☒ Vlaamse overheid

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

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Katrien Eloot	
Projectleider:	Jeroen Verwilligen	

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Frank Mostaert	
-----------------	----------------	--



Abstract

In voorliggend rapport wordt de impact van verschillende varianten voor een vernieuwde Royerssluis op de nautische toegankelijkheid van een vierbaks duwkonvooi (CEMT-klasse VIb) onderzocht.

Hiervoor werd gebruik gemaakt van gelijkaardige praktijkvoorbeelden en de resultaten van eerder simulatieonderzoek naar een ruime ontwerpvariant.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Situering.....	1
1.1 Ontwerp vernieuwde Royerssluis.....	1
1.2 Inplantingsvarianten Royerssluis.....	1
1.3 Beoordeling varianten	2
2 Duwvaartsluizen langsheen de Schelde	4
2.1 Vergelijking Royers 27a met Van Cauwelaertsluis	5
2.2 Vergelijking Royers 27a met Oostsluis Hansweert.....	6
2.3 Vergelijking Royers 27a met Oostsluis Terneuzen	7
2.4 Conclusie.....	7
3 Simulatiestudie Royers2015	9
3.1 Resultaten simulatiestudie	11
3.1.1 Sluisinvaart	11
3.1.2 Sluisuitvaart	14
3.1.3 Conclusie Royers2015.....	16
4 Conclusie.....	17
Referenties	18
Bijlage 1: KMZ-bestanden vaarsimulaties	B1

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Hoofdafmetingen van varianten Royerssluis.....	1
Tabel 2 – Afmetingen sluiskolken bestaande duwvaartsluizen Schelde	4
Tabel 3 – Horizontale afmetingen duwvaartsluizen Schelde	8

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Weergave van de inplantingsvariant Royers27a in de huidige omgeving.....	2
Figuur 2 – Variant Royers_V27a zoals aangeleverd door afdeling Maritieme Toegang [3]	3
Figuur 3 – Variant Royers_V27b zoals aangeleverd door afdeling Maritieme Toegang [3].....	3
Figuur 4 – Weergave van ontwerp Royers 27a ten opzichte van de Van Cauwelaertsluis	5
Figuur 5 – Weergave van ontwerp Royers 27a ten opzichte van de Oostsluis te Hansweert	6
Figuur 6 – Weergave van ontwerp Royers 27a ten opzichte van de Oostsluis te Terneuzen	7
Figuur 7 – Ontwerp Royers2015 gesimuleerd in 2012. Boven: eerste simulatiedag, onder: tweede simulatiedag.	10
Figuur 8 – Screenshot KMZ-export simulatie Royers003	12
Figuur 9 – Vaarbaanplot simulatie Royers003 [1]	13
Figuur 10 – Screenshot KMZ-export simulatie Royers006	14
Figuur 11 – Vaarbaanplot simulatie Royers006 [1]	15
Figuur 12 – Bedieningspaneel animaties in Google Earth™	B1

1 Situering

1.1 Ontwerp vernieuwde Royerssluis

De Royerssluis verbindt de Schelde met het havengebied Antwerpen - Rechteroever en combineert vandaag een breedte van 22 m met een lengte van 180 m. Een grondige aanpassing van de bestaande Royerssluis met een verbreding (symmetrisch) en verlenging (naar Schelde toe) wordt vooropgesteld.

In 2012 onderzocht WL, door middel van realtime simulaties, de toegankelijkheid van een CEMT-klasse Vlb duwkonvooi (191 m x 22.8 m x 4.5 m) tot het toenmalige ontwerp van de sluis [1]. Dit ontwerp (genaamd Royers2015) ging gepaard met een sluisbreedte gelijk aan 36 m en een sluislengte tussen de buitendeuren gelijk aan 250 m. Rekening houdend met de resultaten uit de simulatiestudie werd het ontwerp van de voorhaven uitgewerkt door de afdeling Maritieme Toegang.

In 2018 dienen er opnieuw verschillende inplantingsvarianten voor de Royerssluis onderzocht te worden. Het uitgangspunt hierbij is dat de vernieuwde Royerssluis exclusief voorbehouden zal zijn voor binnenvaart.

In het voorliggende rapport wordt de impact van verschillende varianten op de nautische toegankelijkheid van een vierbaks duwkonvooi (CEMT-klasse Vlb) onderzocht.

1.2 Inplantingsvarianten Royerssluis

De vier varianten welke in dit rapport beoordeeld worden, worden gekenmerkt door de hoofdafmetingen zoals weergegeven in Tabel 1. De breedte van de voorhaven zoals weergegeven in Tabel 1, stemt overeen met de breedte op het einde van de fuiken. Het betreft de breedte tussen de geleidingswerken op 50 m van de sluisolk.

De ruimste variant (V36) stemt hierin overeen met de sluisafmetingen die onderzocht werden in [1].

Tabel 1 – Hoofdafmetingen van varianten Royerssluis

	Kolkbreedte	Kolk Lengte	Breedte voorhaven (50 m uit kolk)	Sluisdrempel bovenhoofd
	[m]	[m]	[m]	[m TAW]
V36	36	250	47.5	-6.41
V27a	27	230	47.5	-1.75
V27b	27	230	38.5	-1.75
V25	25	230	38.5	-1.75

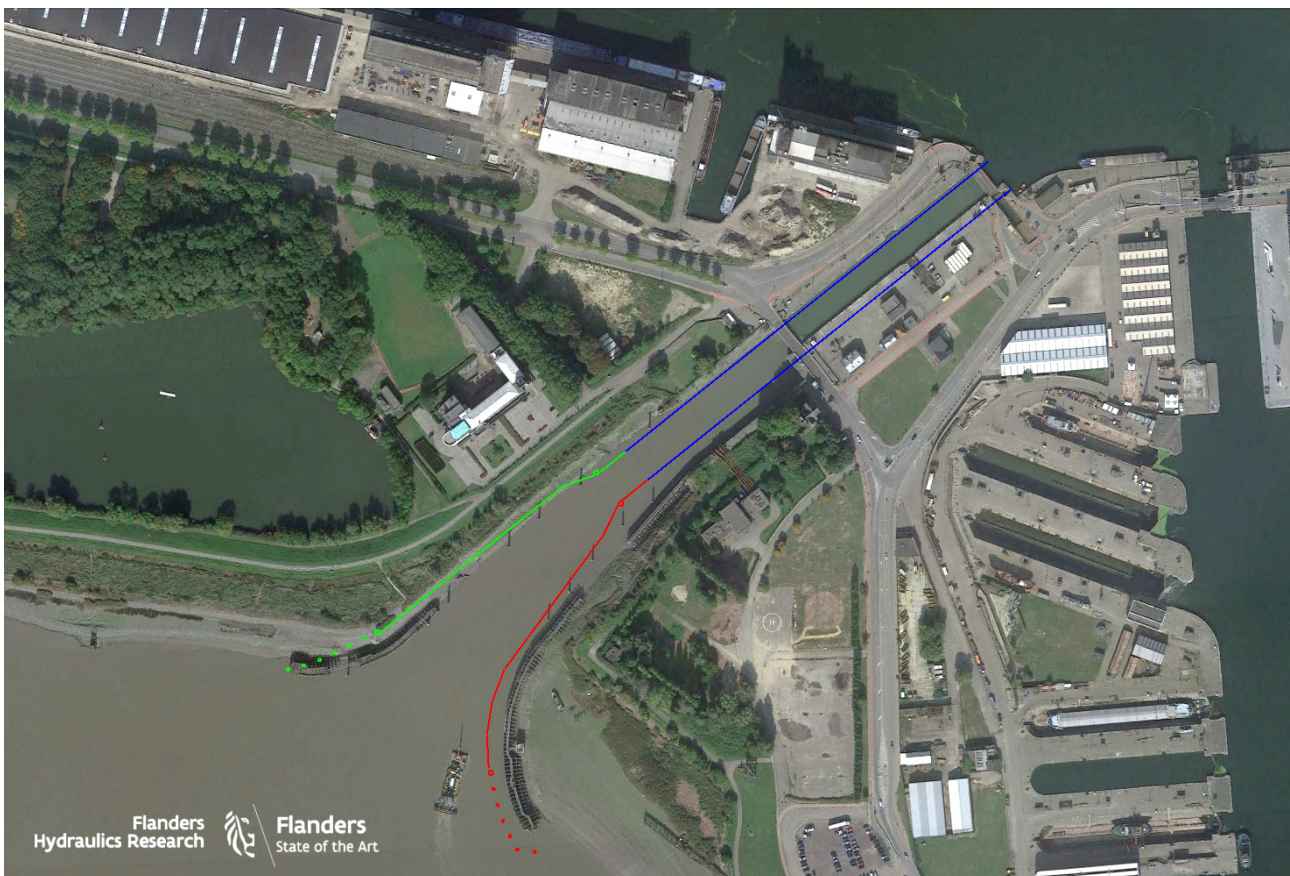
1.3 Beoordeling varianten

De beoordeling van de verschillende varianten werd uitgevoerd op basis van onderstaande methodologie:

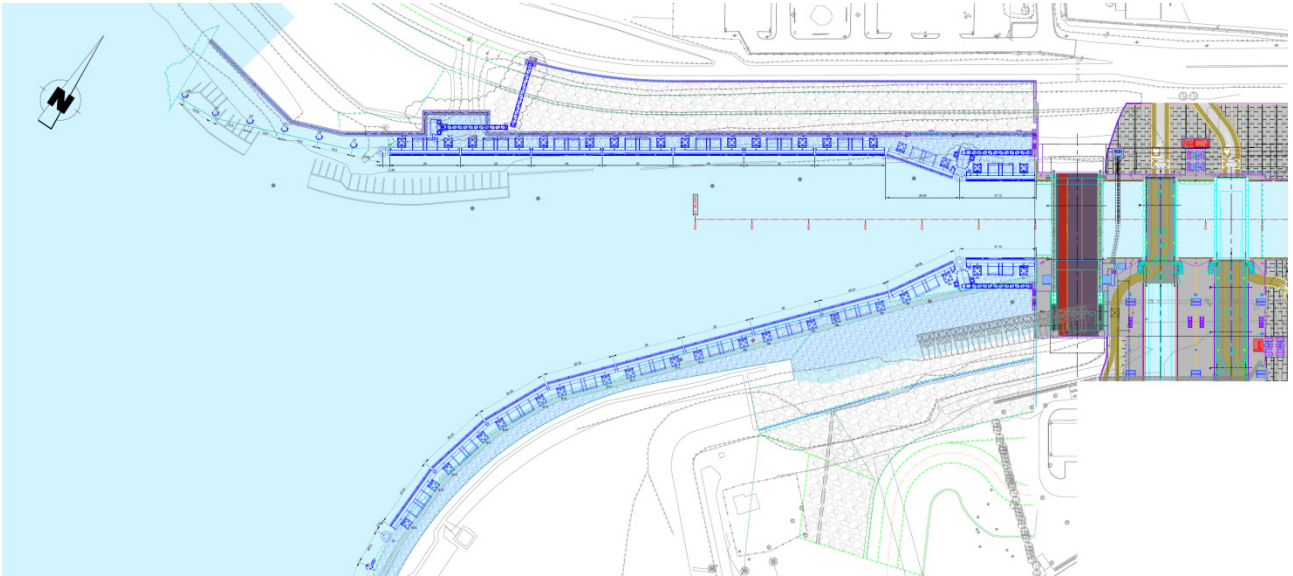
- vergelijking afmetingen sluis en voorhaven met gelijkaardige duwvaartsluizen langsheen de Schelde;
- beoordeling op basis van de vaartrajecten uit [1] en de toenmalige conclusies.

De variant Royers_V36 werd reeds onderzocht in de realtime simulatiestudie uit 2012. Bijgevolg zal in eerste instantie de nautische toegankelijkheid van het ruimste alternatief onderzocht worden. Dit betreft de inplantingsvariant Royers_V27a (en in mindere mate Royers_V27b). De weergave van de variant Royers_V27a ten opzichte van de huidige omgeving wordt weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2. In Figuur 3 wordt de inplanting van de variant Royers_V27b weergegeven. Het verschil tussen de varianten V27a en V27b betreft de vormgeving van de noordelijke geleiding.

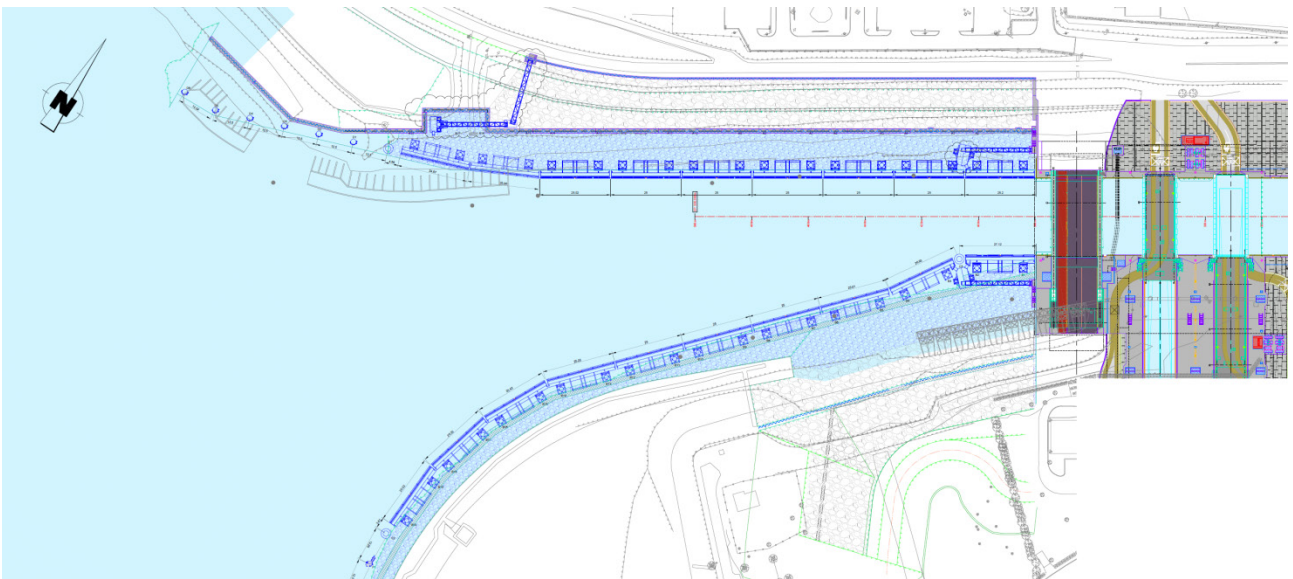
Figuur 1 – Weergave van de inplantingsvariant Royers27a in de huidige omgeving



Figuur 2 – Variant Royers_V27a zoals aangeleverd door afdeling Maritieme Toegang [3]



Figuur 3 – Variant Royers_V27b zoals aangeleverd door afdeling Maritieme Toegang [3]



2 Duwvaartsluizen langsheen de Schelde

Een eerste beoordeling van het V27a-ontwerp wordt uitgevoerd, door deze variant te vergelijken met de afmetingen van kolk en voorhaven voor gelijkaardige binnenvaartsluizen welke toegankelijk zijn voor een CEMT-klasse VIb duwkonvooi. Hiervoor werden onderstaande sluizen onderscheiden.

- Van Cauwelaertsluis (Antwerpen)
- Oostsluis Hansweert
- Oostsluis Terneuzen

Hoewel op basis van de sluisafmetingen ook de sluis te Wintam, CEMT-klasse VIb duwkonvoeien zou kunnen faciliteren, bleek na navraag bij de Vlaamse Waterweg NV dat de sluis van Wintam niet gebruikt wordt door vierbaks duwkonvoeien. De sluis van Wintam werd bijgevolg uit de vergelijking geweerd.

In Tabel 2 worden de hoofdafmetingen van de drie binnenvaartsluizen met elkaar vergeleken. Hierbij valt op dat de kolkafmetingen van de Van Cauwelaertsluis goed overeenkomen met de afmetingen van de variant Royers_V36. De Nederlandse duwvaartsluizen daarentegen hebben een breedte die kleiner is dan de kleinste waarde die overwogen wordt voor de vernieuwde Royerssluis maar die overeenkomt met de breedte die in de Richtlijnen Vaarwegen 2017 [2] wordt voorgesteld als minimale breedte voor een sluis voor VIb duwkonvoeien (namelijk 23.8 m).

Tabel 2 – Afmetingen sluiskolken bestaande duwvaartsluizen Schelde

	Kolkbreedte	Kolklengthe
	[m]	[m]
Van Cauwelaertsluis	35	260
Oostsluis Hansweert	24	270
Oostsluis Terneuzen	24	337

2.1 Vergelijking Royers 27a met Van Cauwelaertsluis

Om het ontwerp van de sluis en voorhaven van variant 27a te vergelijken met deze van de bestaande praktijkvoorbeelden werd de ontwerptekening getransleerd opdat de linker-benedenhoeken van de kolken zouden overeenstemmen, en werd vervolgens een rotatie uitgevoerd om de ontwerptekening uit te lijnen met de orthofoto.

In Figuur 4 wordt de aldus bekomen projectie van Royers 27a op de Van Cauwelaertsluis gepresenteerd. Deze visualisatie illustreert de smallere breedte van de Royers 27a (27 m) vergeleken met de breedte van de bestaande Van Cauwelaertsluis. De breedte van de voorhaven is gelijkaardig, maar in de Van Cauwelaertsluis wordt er geen binnenvaartgeleiding voorzien. De lengte van de voorhaven zoals beschikbaar in de vernieuwde Royerssluis is echter belangrijk kleiner (280 m) dan deze beschikbaar in Van Cauwelaertsluis (ca. 480 m).

Er kan besloten worden dat wanneer de variant Royers 27a vergeleken wordt met de Van Cauwelaertsluis, deze laatste ondanks een grotere kolkbreedte toch over een langere voorhaven beschikt.

Figuur 4 – Weergave van ontwerp Royers 27a ten opzichte van de Van Cauwelaertsluis

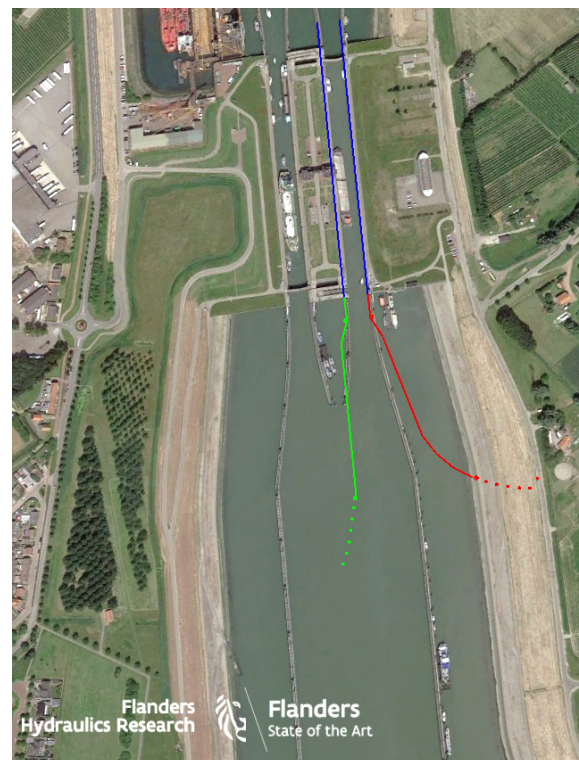


2.2 Vergelijking Royers 27a met Oostsluis Hansweert

Een gelijkaardige vergelijking werd uitgevoerd ten opzichte van de Oostsluis te Hansweert. Figuur 5 illustreert de erg lange voorhaven (1400 m) die overeenstemt met de sluisen te Hansweert. Op deze wijze worden de sluismanoeuvres niet gehinderd door de stroom aan de havendammen.

Er kan besloten worden dat de beperkte breedte van de sluis te Hansweert gecompenseerd wordt door een erg lange voorhaven welke gecombineerd wordt met een gestroomlijnde doorgaande geleiding.

Figuur 5 – Weergave van ontwerp Royers 27a ten opzichte van de Oostsluis te Hansweert



2.3 Vergelijking Royers 27a met Oostsluis Terneuzen

In Figuur 6 wordt de variant Royers 27a vergeleken met de Oostsluis te Terneuzen. De kolkbreedte te Terneuzen is identiek aan deze te Hansweert en ook de geleidingen naar de sluis zijn gelijkaardig uitgevoerd. Vanuit nautisch oogpunt is het belangrijkste verschil tussen de sluisen te Hansweert en de Oostsluis te Terneuzen, de lengte van de voorhaven. Deze bedraagt te Terneuzen 720 m. Hierbij dient opgemerkt dat de voorhaven te Hansweert gedeeld wordt door twee sluisen en dat het intensievere scheepvaartverkeer in de voorhaven de langere lengte van de voorhaven deels verklaart.

Voor de vergelijking met de Royers-varianten is de Oostsluis te Terneuzen het meeste geschikt. De Oostsluis is 3 m smaller dan de variant Royers 27a, maar compenseert deze smalle breedte door toepassing van een lange voorhaven en een gestroomlijnde doorgaande geleiding.

Figuur 6 – Weergave van ontwerp Royers 27a ten opzichte van de Oostsluis te Terneuzen



2.4 Conclusie

In Tabel 3 worden de afmetingen van kolk en voorhaven zoals voorzien in de variant Royers 27a vergeleken met deze gerealiseerd in andere duwvaartsluisen. Hieruit blijkt dat met name de lengte van de voorhaven van de Royerssluis sterk afwijkt van de lengte van de voorhaven van gelijkaardige sluisen. De lengte van de voorhaven in de sluis Royers 27a (280 m) is slechts 90 m langer dan de totale lengte van een vierbaks duwkonvooi (191 m). Bijgevolg zal een duwkonvooi tot op korte afstand van de sluis zich nog (deels) op rivier en in de stroom bevinden.

De invaart van de havendammen gaat gepaard met een hinderlijke dwars- en gierbeweging. De bijhorende verstoring van de scheepspositie dient in de voorhaven gecorrigeerd te worden. Hiervoor dient een minimale lengte beschikbaar te zijn. Bovendien geldt hoe smaller de breedte van de sluisolk, hoe nauwkeuriger het schip gepositioneerd dient te worden in de voorhaven. Voorgaande impliceert dat een bredere sluis (of eventueel een bredere voorhaven) toelaat om (in beperkte mate) de lengte van de voorhaven te reduceren.

Bovenstaande wordt geïllustreerd door de afmetingen van de bestaande sluisen.

De Oostsluis te Terneuzen gaat gepaard met een beperkte breedte (slechts 1.2 m marge ten opzichte van de scheepsbreedte). Echter door de grote afstand van de beschutte voorhaven, kan het schip onder gecontroleerde omstandigheden de sluis invaren. De geleidingsconstructies laten toe om (bijvoorbeeld een windgevoelig schip) langsheen de constructie, de sluis in te schuiven.

De breedte van de Van Cauwelaertsluis daarentegen is ruim, waardoor de sluis veilig toegankelijk blijft ondanks de kortere lengte van de voorhaven en zonder de beschikbaarheid over een geleidingsconstructie.

Wanneer de ontwerpvariant Royers2015 vergeleken wordt met de Van Cauwelaertsluis, dan blijkt de gelijkaardige sluisbreedte gepaard te gaan met een kortere voorhaven. Op basis van de simulatiestudie [1] werd geconcludeerd dat mits het voorzien van gepaste geleidingsconstructies, het ontwerp Royers2015 toegankelijk is voor een vierbaks duwkonvooi.

De ontwerpvariant Royers_V27a daarentegen gaat gepaard met zowel een kleinere kolkbreedte als een kortere voorhaven dan de Van Cauwelaertsluis. Er kan geconcludeerd worden dat de beschikbare ruimte in sluis en voorhaven in Royers_27a in belangrijke mate afwijkt van de Van Cauwelaertsluis.

De vergelijking van het ontwerp met Royers_V27a met gelijkaardige binnenvaartsluizen langsheen de Schelde, illustreert de minder gunstige afmetingen van sluisbreedte en voorhavenlengte voor de toegankelijkheid van een vierbaks duwkonvooi.

Een andere vaststelling die gemaakt kan worden op basis van de vergelijking met andere voorhavens is dat de vernieuwde Royerssluis (in alle ontwerpvarianten) gepaard gaat met een asymmetrischere voorhaven, waarbij de beschikbare ruimte ten Noorden van de sluisolk (erg) beperkt is. De impact hiervan op de sluismanoeuvres werd onderzocht in [1] en verder besproken in H3.

Tabel 3 – Horizontale afmetingen duwvaartsluizen Schelde

	Kolkbreedte	Kolk lengte	Lengte voorhaven
	[m]	[m]	[m]
Royers 27a	27	230	280
Royers2015	36	250	292
Van Cauwelaertsluis	35	260	480
Oostsluis Hansweert	24	270	1400
Oostsluis Terneuzen	24	337	720

3 Simulatiestudie Royers2015

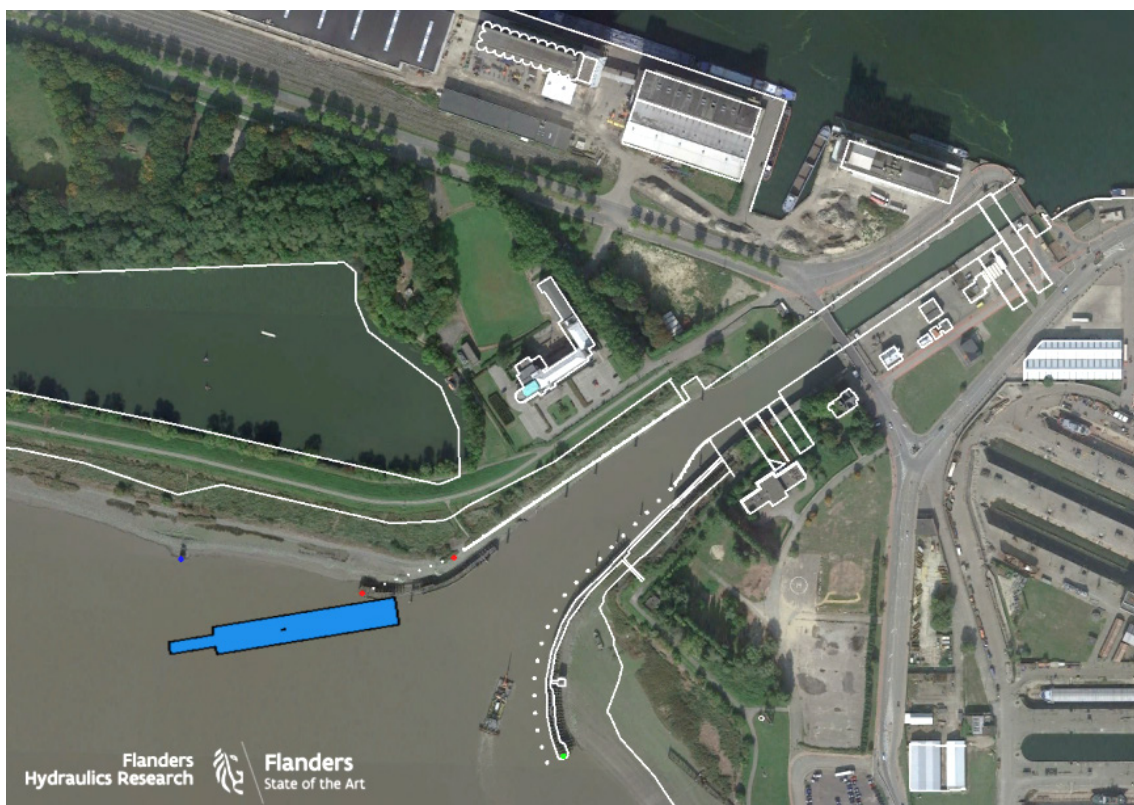
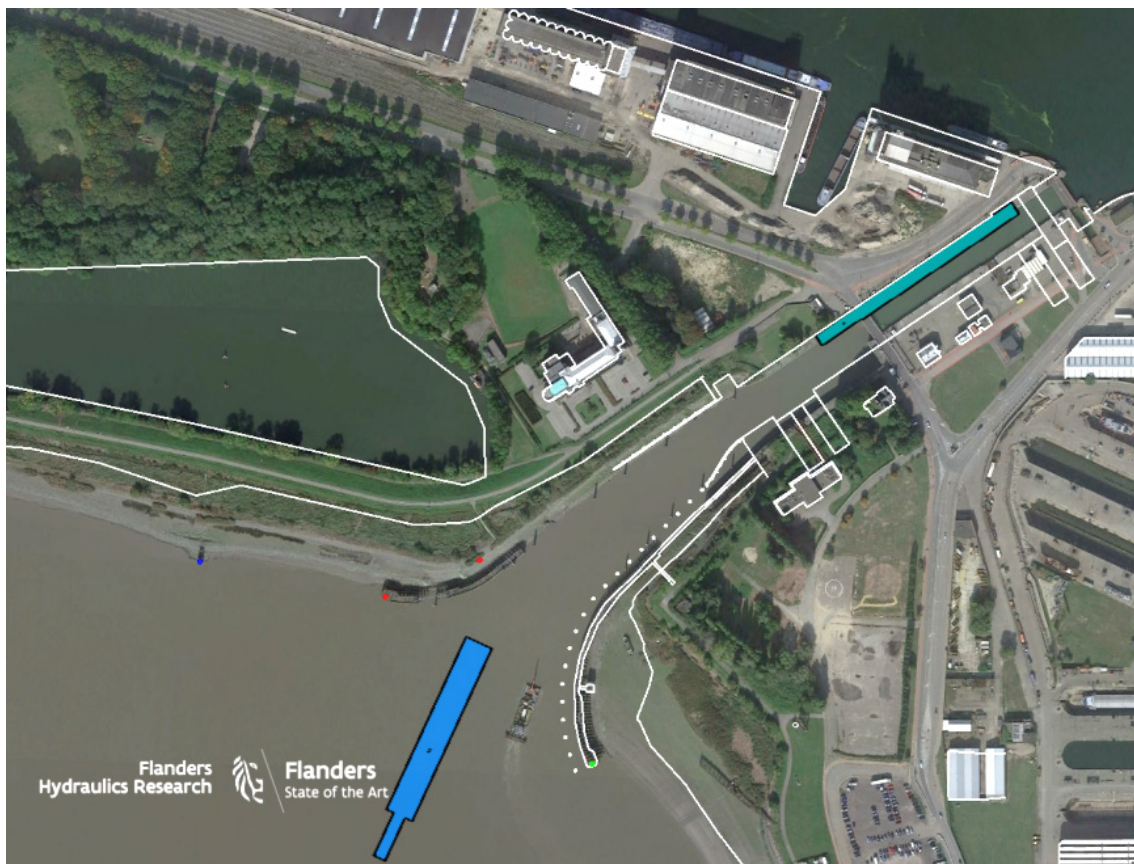
In 2012 werd door het Waterbouwkundige Laboratorium een realtime simulatieonderzoek uitgevoerd naar de toegankelijkheid van het toenmalige ontwerp Royers2015 door een vierbaks duwkonvooi (191 m x 22.8 m). Het duwkonvooi werd beproefd bij zowel kolenlading ($T=4.5$ m) als met vier lagen containers gecombineerd met een diepgang van de bakken gelijk aan 1.9 m. Deze laatste variant komt overeen met de vrije doorvaarhoogte van de vernieuwde bruggen over het Albertkanaal.

Tijdens twee simulatiedagen, werden twee ontwerpen onderzocht welke onderling enkel verschillen in de lengte van de noordelijke geleidingsmuur en de daaropvolgende rij buispalen (zie Figuur 7).

De simulaties werden uitgevoerd met zware maar niet onrealistische omgevingscondities. Zo werd er gesimuleerd met stroomcondities overeenkomstig maximale vloed- en maximale ebstroom en bij windcondities ZW5, ZW6, NW5, NW6, O5 en O6.

Voor een uitgebreide beschrijving van de simulatieomgeving wordt verwezen naar [1].

Figuur 7 – Ontwerp Royers2015 gesimuleerd in 2012. Boven: eerste simulatiedag, onder: tweede simulatiedag.



3.1 Resultaten simulatiestudie

Enkel de resultaten en conclusies relevant voor de beoordeling van de ontwerpvariant Royers_V27a zullen vermeld worden in voorliggend rapport. De resultaten zijn het gevolg van het afgelegde vaartraject, het gebruik van hulpmiddelen (schroef, roer en boegschroef) en de nabespreking met de uitvoerende schipper.

Ter illustratie van individuele simulaties werd de toenmalige simulatoroutput verwerkt tot KMZ-bestanden welke een geanimeerde weergave van de simulatie toelaten. De relevante KMZ-bestanden worden als bijlage toegevoegd aan dit rapport.

3.1.1 Sluisinvaart

Uit de simulaties bleek dat het invaren van de voorhaven en sluis door een opvarend schip bij vloedstroom gepaard ging met weinig reserves. In de conclusies van [1] wordt hierover vermeld:

Hoewel de koersverandering die gerealiseerd dient te worden door een opvarend schip bij sluisinvaart veel kleiner is dan bij een afvarend traject is de aanloop aan de noordelijke zijde van de voorhaven minder gestroomlijnd. Hierdoor dient het moment waarop de voorhaven ingedraaid wordt correct gekozen te worden. Met name ingeval van vloedstroom, waarbij het schip voortgeduwd wordt door de stroom, bleek laattijdig indraaien van de haven aanleiding te geven tot contact met de palen ter bescherming van het Zuiderstaketsel. Er werd gesteld dat de gekromde geleiding voorzien aan de zuidelijke kolkmuur, over de volledige lengte van de Zuiderstaketsel doorgetrokken dient te worden. Bij voorkeur wordt de geleiding zelf doorgetrokken tot aan de wachtplaatsen ten zuiden van de Royerssluis zodat een wachtend schip met de boeg steunend tegen dit geleidingswerk naar de sluis gebracht kan worden.

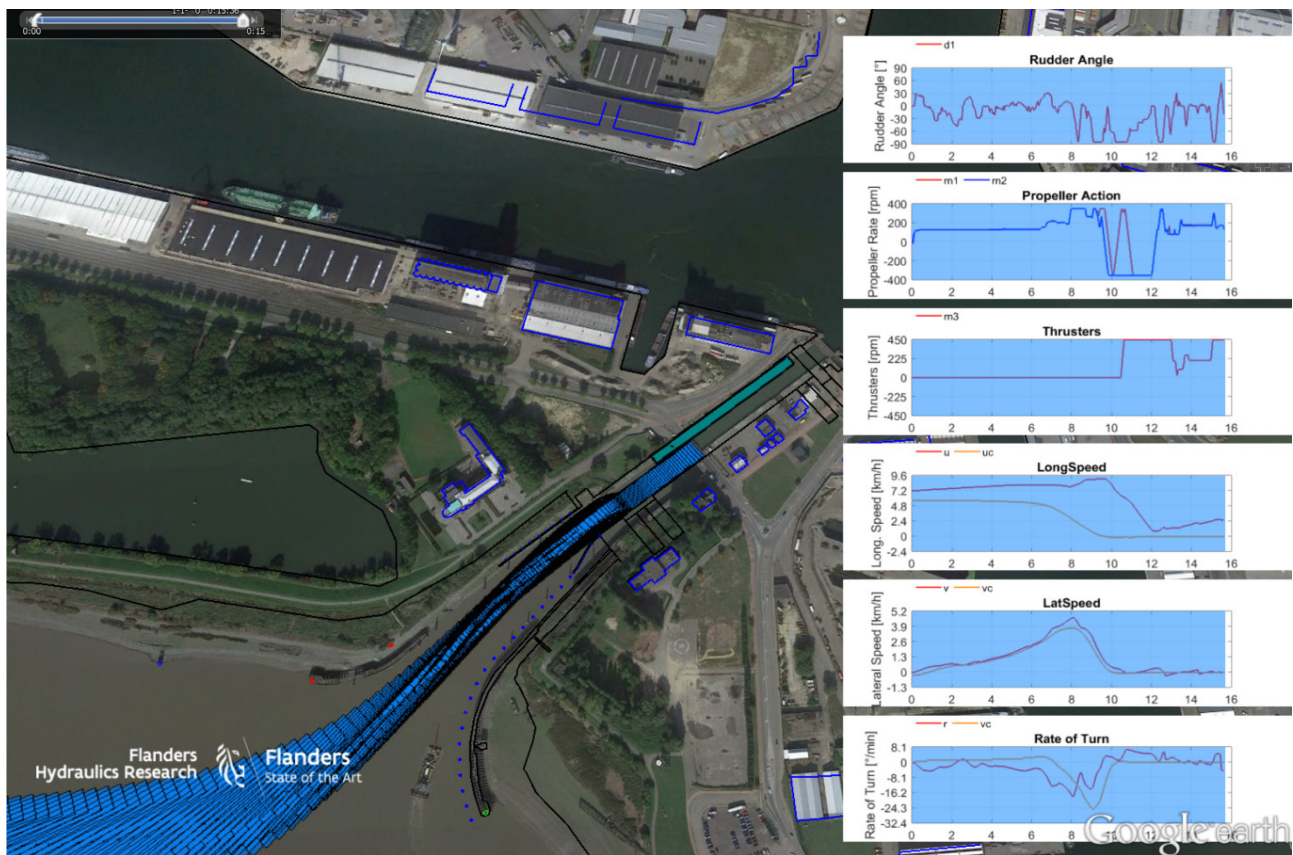
Het bewuste manoeuvre wordt geïllustreerd in simulatie Royers003 (zie Figuur 8 en Figuur 9), waarbij er reeds een afgemeerd CEMT-klasse Va schip (191 m x 11.4 m) aanwezig was in de sluis. In deze simulatie bleek het naderen en invaren van de sluis gepaard te gaan met intensief gebruik van schroeven, roer en boegschroef. De sluis wordt ingevaren met een belangrijke voorligging ten opzichte van de sluis-oriëntatie wat mogelijk was door de gesimuleerde sluisbreedte van 36 m. De volledige beschikbare breedte van de sluis werd toegepast. Naar aanleiding van onder meer simulatie Royers003 werd onderstaande geconcludeerd:

*De korte voorhaven en dito stopafstand worden gecompenseerd door de grote sluisbreedte en de vereiste beschikbaarheid over een voldoende krachtige boegschroef die toelaat het schip te positioneren terwijl beide hoofdschroeven achterwaarts toegepast worden. **Sluisinvaart door een klasse Vlb duwkonvooi bij belangrijke stroom en windcondities vereist dat geen andere schepen afgemeerd zijn in de sluis.** Bij gematigde stroom- en windcondities en mits beschikbaarheid over boegschroef laat de aanwezigheid van een klasse Vb duwkonvooi afgemeerd op het einde van de sluis wel een aanvaardbare sluisinvaart van een klasse Vlb duwkonvooi toe. De deelnemende schippers merken op dat vandaag de sluisvulling zodanig geregeld wordt zodat het grootste duwkonvooi eerst de sluis invaart.*

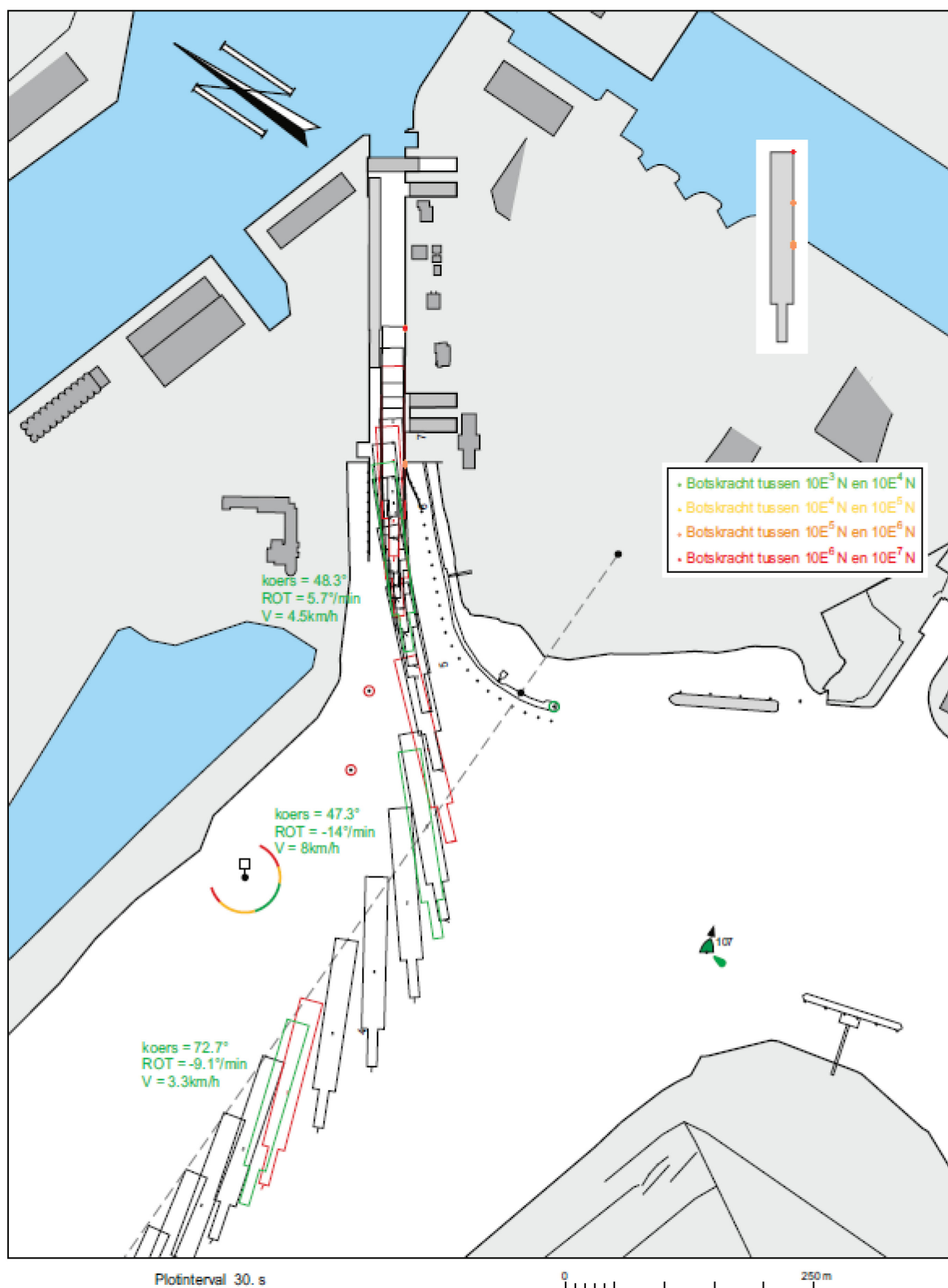
Uit bovenstaande blijkt dat de sluisinvaart bij belangrijke wind en vloedcondities enkel aanvaardbaar geacht werd indien in de sluis de volledige breedte (36 m) beschikbaar was. In het geval dat de ruimte in de kolk beperkt werd door de aanwezigheid van een afgemeerd schip, dan werd de sluisinvaart niet aanvaardbaar geacht.

Na aftrek van de scheepsbreedte van een CEMT-klasse Vb duwkonvooi (11.4 m) blijft er nog een nuttige kolkbreedte van 24.6 m over. Echter de kolkopening blijft 36 m breed en de versmalde ruimte treedt pas op ca. 90 m nadat de boeg de sluis bereikt. De conclusies kunnen bijgevolg uitgebreid worden naar het ontwerp van Royers_V27a waarbij de sluisbreedte reeds 90 m vroeger beperkt wordt met 9 m. Op basis van de sluisinvaarten bij vloedstroom kan gesteld worden dat een sluisbreedte van 27 m niet aanvaardbaar is, indien gecombineerd met de voorhaven zoals op heden ingetekend.

Figuur 8 – Screenshot KMZ-export simulatie Rooyers003



Figuur 9 – Vaarbaanplot simulatie Royers003 [1]



Royerssluis (36m x 250m) - SLUISINVAART door OPVAREND SCHIP
 Schip : vierbaks duwkonvooi (bulk) (L 191m x B 22.8m x T 4.5m)
 Wind : NW5 Stroming : VLOED

Vaart : ROYERS003
 Datum : 2012 - 06 - 18
 Duur : 15.65 min.

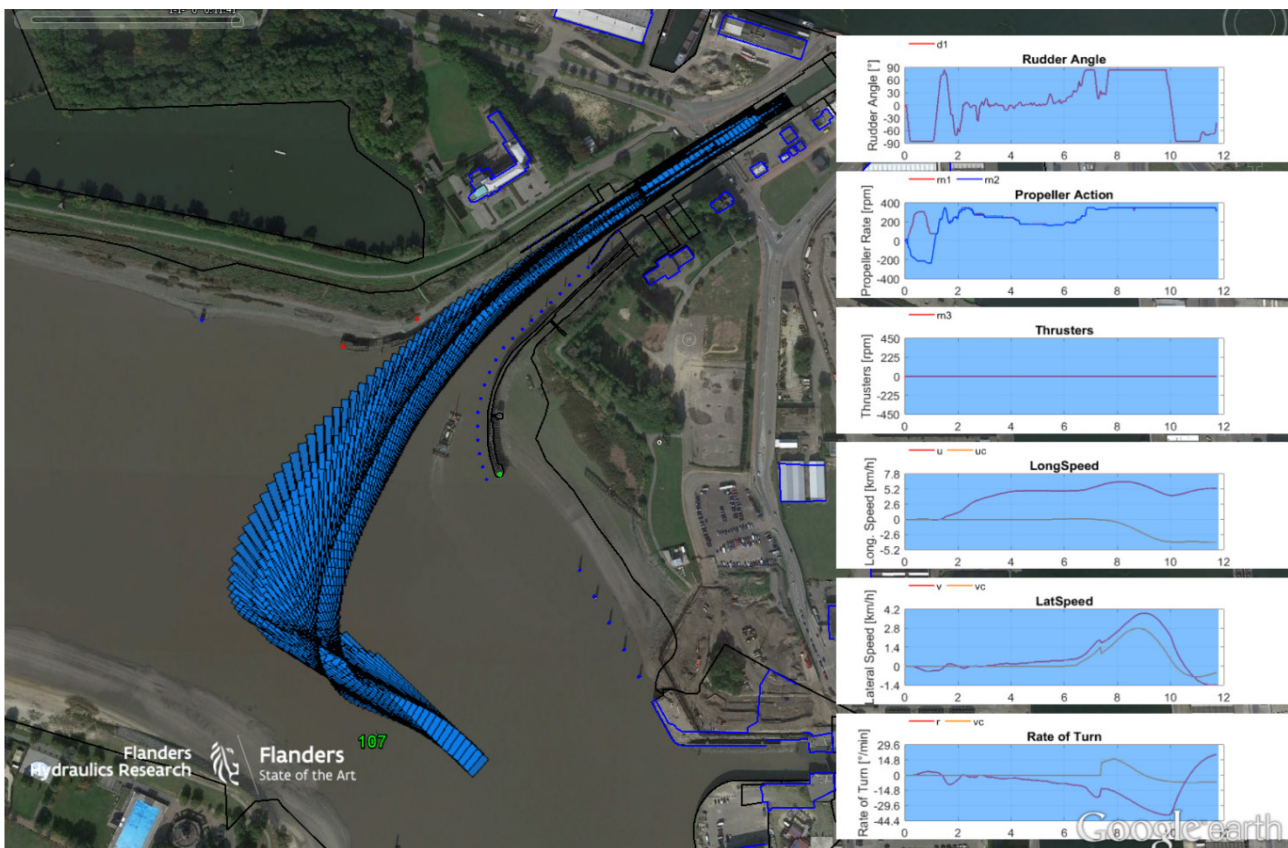
3.1.2 Sluisuitvaart

Een tweede manoeuvre dat de beschikbaarheid over een voldoende brede sluisolk en voorhaven illustreert betreft de sluisuitvaart bij belangrijke oostelijke wind en ebstroom zoals blijkt uit simulatie Royers006. Bij een dergelijk manoeuvre is het van belang dat het schip reeds voldoende kan opsturen tegen de stroom en wind in, voordat het schip de rivier bereikt. Doordat in het ontwerp Royers2015 de noordelijke geleidingsmuur zich in het verlengde van de kolkmuur bevindt is de beschikbare ruimte om het achterschip naar het noorden te bewegen erg beperkt en wordt het opbouwen van de gewenste voorligging moeilijk. Om die reden bleek het noodzakelijk om reeds in de kolk een gierbeweging van het schip te realiseren opdat de sluis reeds uitgevaren werd met een gunstige voorligging ten opzichte van de wind. Dit is vanzelfsprekend slechts mogelijk indien de sluis over een voldoende breedte beschikt. In dit verband werd onderstaande tekst opgenomen in de conclusies van [1].

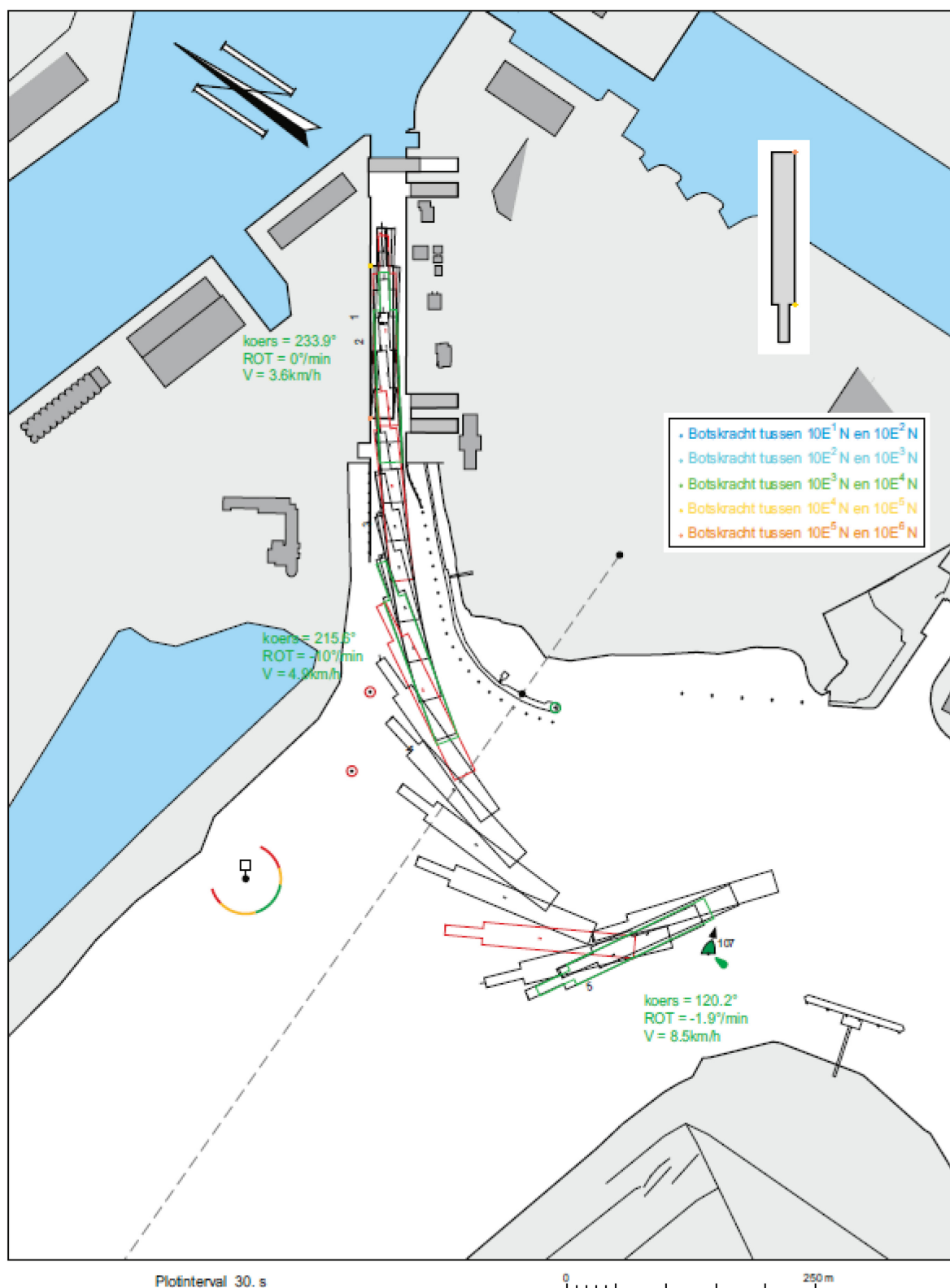
Voor sluisuitvaarten bleek de uitvaart naar een stroomopwaartse bestemming niet gunstig uitvoerbaar zonder toepassing van boegschroef bij ebstroom. Doordat de voorhaven niet verruimt in noordelijke richting, is de beschikbare ruimte om het achterschip naar stuurboord te bewegen erg beperkt. Bijgevolg kan onvoldoende koersverandering en giersnelheid naar bakboord opgebouwd worden in de voorhaven indien geen boegschroef beschikbaar is.

Bovenstaande wordt nog versterkt door de breedte van de sluisolk te beperken tot 27 m. Hoewel in variant Royers_V27a de impact op boven beschreven sluisuitvaart beperkt blijft (doordat de noordelijke geleiding hier op dezelfde positie behouden blijft als in de variant Royers_V36), zal de variant V27b (met noordelijke geleiding in het verlengde van de kolkmuur) een belangrijke beperking vormen voor het opbouwen van een voorligging naar bakboord.

Figuur 10 – Screenshot KMZ-export simulatie Royers006



Figuur 11 – Vaarbaanplot simulatie Royers006 [1]



Royerssluis (36m x 250m) - SLUISUITVAART door OPVAREND SCHIP
 Schip : vierbaks duwkonvooi (bulk) (L 191m x B 22.8m x T 4.5m)
 Wind : 05 Strooming : EB

Vaart : ROYERS006
 Datum : 2012 - 06 - 18
 Duur : 11.77 min.

3.1.3 Conclusie Royers2015

De uiteindelijke conclusie uit de simulatiestudie [1] luidt als volgt:

Op basis van de simulatiestudie werden enkele verbeteringen aan het oorspronkelijke ontwerp voorgesteld. Onderstaande verbeteringen houden rekening met de randvoorwaarden opgelegd door de opdrachtgever en garanderen niet dat een klasse VIb duwkonvooi ten allen tijde de sluis veilig kan bereiken. De simulaties tonen aan dat met name bij maximale vloedstroom sluisinvaart van de toekomstige Royerssluis gepaard gaat met weinig reserves. ...

Doordat de beschikbare ruimte in de voorhaven opvallend smaller, korter en asymmetrischer is voor het ontwerp van de toekomstige Royerssluis dan voor de bestaande Van Cauwelaertsluis, dient de voorhaven van de Royerssluis voorzien te worden van geleidingsconstructies die het in- en uitvaren van grote duwkonvoeien kunnen leiden. Mits deze voorzieningen in de toekomstige Royerssluis getroffen worden, bekomt men een gelijkaardige toegankelijkheid als voor de Van Cauwelaertsluis (niet gevuld met andere scheepvaart). Een verdere optimalisatie van de nautische toegankelijkheid van de toekomstige Royerssluis (zodat deze ten allen tijde veilig aangelopen en uitgevaren kan worden door het ontwerpschip) vereist aanpassingen aan de sluispositie, sluisoriëntatie en aan de beschikbare breedte in de voorhaven die echter conflicteren met de randvoorwaarden bij het ontwerp gesteld door de opdrachtgever.

Uit bovenstaande blijkt dat de Royerssluis overeenkomstig het gesimuleerde ontwerp Royers2015, gepaard gaat met beperkingen voor de toegankelijkheid van een vierbaks duwkonvooi. Vanzelfsprekend zal een vermindering van de sluisbreedte zoals voorgesteld in de alternatieve varianten voor de Royerssluis (zie §1.2) deze beperkingen nog doen toenemen.

4 Conclusie

In opdracht van de afdeling Maritieme Toegang, heeft het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) de nautische toegankelijkheid onderzocht van verschillende ontwerpvarianten voor een vernieuwde Royerssluis. Het ontwerpschip van deze binnenvaartsluis betrof een vierbaks duwkonvooi (191 m x 22.8 m).

In 2012 werd door WL een simulatiestudie uitgevoerd naar de nautische toegankelijkheid van het toenmalige ontwerp Royers2015 dat gepaard gaat met een sluisbreedte gelijk aan 36 m [1]. Anno 2018 luidt de concrete vraag aan WL wat de nautische impact is van een aanpassing van de sluisbreedte tot 27 m indien deze gepaard gaat met een ontwerp van de voorhaven zoals weergegeven in Figuur 2 en Figuur 3.

De beoordeling door WL werd bekomen door de conclusies uit [1] te vertalen naar de smallere sluisbreedtes. Bovendien werden de 27 m-brede varianten vergeleken met bestaande duwvaartsluizen langs de Schelde. Zowel uit de simulatieresultaten als uit de vergelijking met praktijkvoorbeelden blijkt dat de beperkte lengte en breedte van de voorhaven gecompenseerd dient te worden door een ruimere kolkbreedte.

De conclusie luidt dat de combinatie van sluisbreedte (27 m) en lengte van de voorhaven (280 m) welke gepaard gaat met de varianten V27a en V27b in belangrijke mate afwijkt van de ruimte beschikbaar in andere duwvaartsluizen langs de Schelde. Bovendien blijkt uit de vergelijking met vaarsimulaties dat bij belangrijke stroomcondities een sluisbreedte gelijk aan 36 m vereist is voor de aanvaardbare invaart door een vierbaks duwkonvooi (CEMT-klasse VIb). Bijkomend dient opgemerkt dat het ontwerp van de noordelijke geleiding conform Royers_V27b in belangrijke mate de sluisuitvaart naar opwaartse bestemming (bij ebstroom) zal hinderen.

Samengevat wordt de toegankelijkheid van een vierbaks duwkonvooi (CEMT-klasse VIb) niet aanvaardbaar geacht voor de ontwerpvarianten met sluisbreedte 27 m en kleiner, zonder dat een significante verbreding en verlenging van de voorhaven gerealiseerd wordt. Een dergelijke aanpassing van de voorhaven conflicteert echter met andere randvoorwaarden in het projectgebied.

Referenties

- [1] **Verwilligen, J.; Eloit, K.; Peeters, P.; Mostaert, F.** (2012). Ontwerp voorhaven vernieuwde Royerssluis: Simulatiestudie. Versie 2_0. WL Rapporten, 807_07. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- [2] Richtlijnen Vaarwegen 2017
- [3] U:\A_PROJECTEN\INFRASTRUCTUUR\16EF_2013_01(Renovatie Royerssluis)\07 atelier\Joeri\180312variant27m\varianten 27m'.dwg

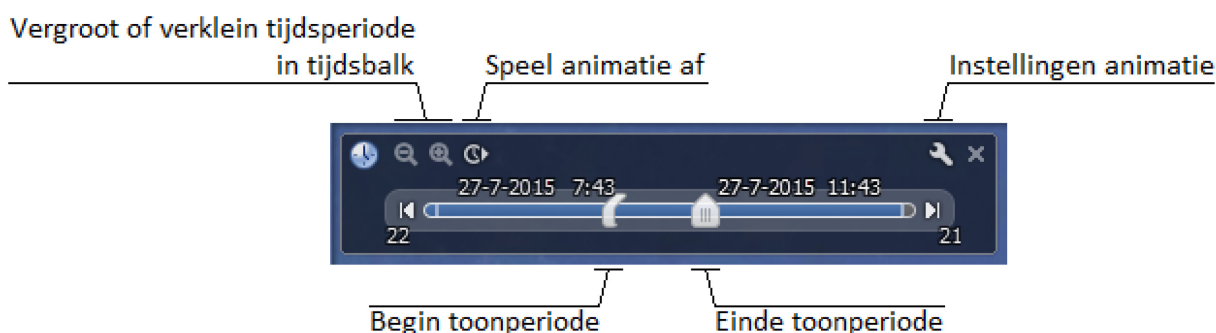
Bijlage 1: KMZ-bestanden vaarsimulaties

Het verloop van de simulaties Royers003 en Royers006 [1] wordt door middel van KMZ-bestanden digitaal toegevoegd aan dit rapport.

Deze bestanden kunnen middels de gratis GIS-viewer Google Earth™ gevisualiseerd en afgespeeld worden. De animatie kan afgespeeld worden door middel van het bedieningsvenster weergegeven in Figuur 12 dat automatisch verschijnt in de linker bovenhoek. Om de animatie af te spelen dienen onderstaande handelingen uitgevoerd te worden:

1. Verplaats de slider *Begin toonperiode* tot tegen de slider *Einde toonperiode*. Zo wordt er slechts één tijdstip vertoond.
2. Verplaats de slider *Einde toonperiode* naar het tijdstip waarop je de animatie wil starten. Je ziet de scheepvaart weergegeven worden voor de geselecteerde toonperiode.
3. Speel de animatie af. De afspeelsnelheid kan je sturen door de instellingen aan te passen of door de tijdsperiode in de tijdsbalk te vergroten of te verkleinen.

Figuur 12 – Bedieningspaneel animaties in Google Earth™



DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be