

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Стефана Врањевца

Одлуком бр. 340/13-21 од 18.09.2025. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Стефана Врањевца, маг. инж. грађ., под насловом:

РЕДЕФИНИСАЊЕ ЦИКЛИЧНОГ ПРОРАЧУНА ГЕОМЕТРИЈСКИХ ЕЛЕМЕНАТА ТУРБО КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА

Наслов на енглеском језику:

REDEFINING OF THE CYCLIC GEOMETRICAL PROCEDURE IN TURBO ROUNABOUT DESIGN

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Подаци о процедури пријављивања и предаје дисертације

На седници Већа Катедре за путеве, железнице и аеродроме одржаној 09.09.2021. године кандидат Стефан Врањевац јавно је излагао предложеној тему докторске дисертације под насловом „Редефинисање цикличног прорачуна геометријских елемената турбо кружних раскрсница“ (на енглеском језику „Redefining of the cyclic geometrical procedure in turbo roundabout design“). Комисија у саставу в. проф. др Горан Младеновић, в. проф. др Дејан Гавран и доц. др Сања Фриц прихватила је предложеној тему.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 340/5 од 22.09.2021. године, одређена је Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом „Редефинисање цикличног прорачуна геометријских елемената турбо кружних раскрсница“ у саставу в. проф. др Горан Младеновић, в. проф. др Дејан Гавран, доц. др Сања Фриц, проф. др Tomaž Tollazzi (са Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Univerze v Mariboru, Slovenia) и в. проф. др Никола Челар (са Саобраћајног факултета Универзитета у Београду). Позитиван извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 21.10.2021. године (одлука бр. 340/7 од 25.10.2021. године). Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 02.11.2021. године усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидата Стефана Врањевца (одлука бр. 61206-4339/2-21 од 02.11.2021. године).

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао Служби за студентска питања Грађевинског факултета 05.09.2025. године.

1.2. Научна област дисертације

Тема докторске дисертације припада научној области Грађевинарство и ужим научним областима Планирање и пројектовање путева и аеродрома и Планирање и пројектовање градских саобраћајница, које су дефинисане Статутом Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

Радови који квалификују менторе в. проф. др Дејана Гаврана и в. проф. др Горана Младеновића за вођење докторске дисертације, публиковани у међународним часописима су:

1. Ilić, V., **Gavran, D.**, Fric, S., Trpčevski, F., Vranjevac, S. (2018) Vehicle swept path analysis based on GPS data, *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 45, ISSN 03151468, DOI: <https://doi.org/10.1139/cjce-2017-0245> [M23]
2. **Gavran, D.**, Fric, S., Ilić, V., Trpčevski, F. (2016) Sight distance analyses in road design process: Serbian practice, *Transport, Taylor and Francis Group*, Vol. 31, Issue 2: "Special Issue on the Impact of Vehicle Movement on Exploitation Parameters of Roads and Runways", ISSN 1648-4142, DOI: <https://doi.org/10.3846/16484142.2016.1193052> [M23]
3. Russo, F., Fric, S., Biancardo, S. A., **Gavran, D.** (2015) Driver Speed Behavior on Circular Curves of Undivided Two-Lane Rural Roads Serbian and Italian Case Studies. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2472 (), pp.117-128. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/2472-14> [M23]
4. Vranjevac, S., **Gavran, D.**, Fric, S., Ilić, V., Trpčevski, F., Lukić, M., Milovanović, N. (2024) Short Cyclic Algorithm for Turbo Block Construction. *Applied Sciences*, 14, 9576. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14209576> [M23]
5. Ilić, V., Lukić, M., **Gavran, D.**, Fric, S., Trpčevski, F., Vranjevac, S., Milovanović, N. (2024) Exact Mathematical Solution for Maximum Transient Offtracking Calculation of a Single-Unit Vehicle Negotiating Circular Curves. *Applied Sciences*, 14(13):5570. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14135570> [M23]
6. Ćirilović-Stanković, J., **Mladenović, G.**, Queiroz, C. (2019) Impact of CO2 Emissions on Low Volume Road Maintenance Policy: Case Study of Serbia. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2673 (12), pp.747-755. DOI: <https://doi.org/10.1177/0361198119854083> [M23]
7. Nikolić, A., Roumboutsos, A., Ćirilović-Stanković, J., **Mladenović, G.** (2020) Has the Latest Global Financial Crisis Changed the Way Road Public-private Partnerships are Funded? A Comparison of Europe and Latin America. *Utilities Policy*. 64 () DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101044> [M22]
8. Ćirilović, J., Nikolić, A., Mikić, M., **Mladenović, G.** (2018) Ex post Analysis of Road Projects: Resilience to Crisis. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. 18 (4), pp.499-516. DOI: <https://doi.org/10.18757/ejtir.2018.18.4.3262> [M23]
9. Vajdic, N., **Mladenovic, G.**, Queiroz, C. (2017) Probabilistic Approach to Evaluate Acceptable Toll Rates in Road Concessions. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*. (2670), pp.9 - 15. DOI: <https://doi.org/10.3141/2670-02> [M23]
10. Zlatkovic, D., Vajdic, N., Tica, S., **Mladenović, G.**, Queiroz, C. (2017) Remuneration models and revenue risk mitigation in road publicprivate partnership projects a case study from Serbia. *Transportation Planning and Technology*. 40 (2), pp.228-241. DOI: <https://doi.org/10.1080/03081060.2016.1266169> [M23]

1.3. Биографски подаци о кандидату

Стефан Врањевац, маг. инж. грађ. рођен је 18.08.1991. године у Ужицу. Завршио је основну школу „Петар Лековић“ у Пожеги. Школске 2006/2007. уписао је гимназију „Свети Сава“ у Пожеги, а матурирао је 2010. године.

На основне студије Грађевинског факултета Универзитета у Београду уписао се 2010. године. На Грађевинском факултету дипломирао је 09.10.2014. године, са просечном оценом положених испита 8,61 (осам и 61/100). Добитник је награде друштва за путеве VIA VITA за најбољи дипломски рад на модулу Путеви, аеродроми и железнице, одбрањен у школској 2013/2014. години. На мастер студије Грађевинског факултета Универзитета у Београду уписао се 2014. године. Мастер студије је завршио 28.09.2015. године, са просечном оценом положених испита 10,00 (десет). Добитник је награде из фонда Института за саобраћајнице и геотехнику за најбољи мастер рад на модулу Путеви, аеродроми и железнице, одбрањен у школској 2014/2015. години.

Докторске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду уписао је 2015. године. Све испите предвиђене наставним планом докторских студија положио је са просечном оценом 10,00.

Од летњег семестра школске 2013/2014. године до зимског семестра школске 2015/2016. године обављао је функцију студента демонстратора на предметима везаним за планирање и пројектовање путева, аеродрома и градских саобраћајница.

Током школске 2014/2015. године обављао је функцију студента продекана на Грађевинском факултету Универзитета у Београду.

Од октобра 2018. године до октобра 2021. године обављао је функцију секретара Катедре за путеве, железнице и аеродроме.

Дана 25.12.2015. године, изабран је у звање асистента-студента докторских студија за уже научне области Планирање и пројектовање путева и аеродрома и Планирање и пројектовање градских саобраћајница, на Катедри за путеве, железнице и аеродроме Грађевинског факултета у Београду. Учествовао је у извођењу вежби на групи предмета везаних за планирање и пројектовање путева, аеродрома и градских саобраћајница на основним и мастер академским студијама. Помагао је студентима основних студија при изради завршних дипломских радова. После истека првог изборног периода, у исто звање поново је изабран 24.12.2018. године. Од 24.02.2022. године је у звању истраживач-сарадник.

До сада је као аутор или коаутор објавио више од 35 научних радова из области планирања и пројектовања путева, аеродрома и градских саобраћајница у референтним међународним и домаћим часописима, као и на домаћим и међународним скуповима, од чега су три рада објављена у часописима индексираним на SCI листи. Од 01. јануара 2024. године ангажован је на научном пројекту Фонда за науку, у оквиру програма ПРИЗМА, под називом "Road and Environmental Safety related to water – pavement, Interactions".

Учествовао је у изради преко 20 стручних пројеката, укључујући студије и техничка решења.

Поред познавања општих софтверских алата, за научни и стручни рад свакодневно користи комплексне софтвере за планирање и пројектовање саобраћајне инфраструктуре и инжењерско програмирање.

Говори и пише енглески језик и служи се руским језиком. Ожењен је и отац је једног детета.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Стефана Врањевца под насловом „Рedefинисање цикличног прорачуна геометријских елемената турбо кружних раскрсница“ садржи укупно 269 страна, од којих је основни текст на 260 страна. Дисертација је писана на српском језику и подељена је у шест поглавља:

1. Увод
2. Преглед литературе и анализа досадашњих истраживања
3. Тестирање постојећих решења, проблеми и недостаци
4. Рedefинисање цикличног прорачуна геометријских елемената турбо блока
5. Инжењерска примена предложене методе конструкције турбо блока
6. Контрола и верификација предложене методе конструкције турбо блока
7. Закључци и препоруке за даља истраживања

Дисертација садржи 202 слике на којима су приказане фотографије, цртежи и дијаграми, као и 31 табелу. Списак цитиране литературе садржи 93 наслова. На почетку дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику, са кључним речима и УДК бројем. Биографија аутора дата је на крају дисертације.

Дисертација је технички обликована према упутствима Сената Универзитета у Београду и посебним упутствима за обликовање штампане и електронске верзије доктората. Садржи обавезна поглавља и обрасце: изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Основни текст разматране докторске дисертације има седам поглавља и преглед коришћене литературе. Пре почетка основног текста дат је резиме са списком кључних речи на српском и енглеском језику, садржај и спискови слика и табела.

У уводном поглављу објашњен је значај турбо кружних раскрсница и издвојени су најважнији проблеми који се јављају у њиховој примени. Поред дефинисања предмета истраживања, набројани су кључни циљеви и задаци истраживања, као и почетне хипотезе, док је на крају представљена структура целе дисертације.

Друго поглавље обухвата систематизацију релевантне светске литературе, од настанка турбо кружних раскрсница до најновијих истраживања. У уводном делу овог поглавља описане су основне карактеристике, типови и елементи турбо кружних раскрсница. Указано је на главне предности овог типа раскрсница и на њихове разлике у односу на стандардна решења кружних раскрсница. Након уводног дела и опшних карактеристика, дат је преглед типских решења турбо кружних раскрсница из различитих земаља. Приликом анализе типских решења, осим актуелних истраживања из расположиве литературе, обухваћени су готово сви релевантни прописи који уређују ову област.

Тестирања постојећих решења извршена су у оквиру поглавља 3. Ова тестирања подразумевала су софтверске симулације вожње меродавног возила на пројектним решењима заснованим на, пре свега, холандским прописима, али и на осталим релевантним решењима из расположиве светске литературе. Указано је на кључне недостатке и проблеме постојећих решења и утврђен је оптимални начин сужавања спиралних возних трака турбо блока – централног, најважнијег дела сваке турбо кружне раскрснице.

У оквиру четвртог поглавља, под насловом „Рedefинисање цикличног прорачуна геометријских елемената турбо блока“, развијен је алгоритам за циклично одређивање положаја центара кружних лукова који формирају спиралне возне траке, што представља

кључни део дисертације, јер пружа и затворени математички поступак за конструкцију оптималног турбо блока у погледу трајекторија меродавних возила. Након развоја овог алгоритма, представљен је и софтверски код за аутоматско конструисање турбо блока. У другом делу овог поглавља анализиране су ширине спиралних возних трака и представљен је модел за прорачун расположиве ширине спиралне возне траке. Овај модел омогућава инжењерима да једноставно провере утицај различитих комбинација радијуса на расположиве ширине спиралних трака, без претходног конструисања турбо блока.

Пето поглавље, под насловом „Инжењерска примена предложене методе конструкције турбо блока“, пружа детаљан опис поступка за пројектовање турбо кружних раскрсница, укључујући прорачун свих параметара потребних за конструкцију турбо блока. Применом развијеног поступка израчунати су параметри за све типове турбо блока који одговарају меродавном возилу – тегљачу са полуприколицом. Ови параметри приказани су табеларно. У наставку поглавља анализирани су односи радијуса наспрамних кружних лукова турбо блока за додатне типове возила (класични камион са приколицом, двоосовински аутобус и троосовински аутобус). На основу ових анализа добијене су једначине линеарне регресије које аутоматски генеришу пројектне параметре турбо блока за било који тип турбо кружне раскрснице и за било које меродавно возило (уз свођење комбинованих возила на јединична возила, применом концепта еквивалентне базе). Те једначине имплементирани су у програмски код којим се аутоматски може конструисати турбо блок било ког типа турбо кружне раскрснице.

Шесто поглавље обухвата контролу и верификацију предложене методе конструкције турбо блока. Ово поглавље подељено је на три мања потпоглавља. У првом је приказан поступак за контролу брзине кретања и резултати тестирања брзине на предложеним решењима. Након тога, извршена је краћа анализа улазних и излазних радијуса турбо кружних раскрсница. На крају, дати су примери решавања нивелационог плана турбо кружне раскрснице, ради процене утицаја геометрије ситуационог плана на нивелационе односе у раскрсници и како би се цео поступак пројектовања турбо кружне раскрснице заокружио.

Сумирани главни резултати и закључци истраживања, уз препоруке за даљи развој и унапређење методологије пројектовања турбо кружних раскрсница дати су у оквиру седмог поглавља.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

У све више земаља увиђају се предности турбо кружних раскрсница у односу на стандардне кружне раскрснице са више од једне возне траке у коловозу кружног тока, и то до те мере да неке државе, као што су Холандија и Словенија, налажу примену неког од алтернативних типова вишетрачних кружних раскрсница на свим местима где, у погледу капацитета, није довољно имати једну возну траку у коловозу кружног тока. Тиме се практично напуштају стандардне вишетрачке кружне раскрснице.

Међутим, упркос бројним предностима, пракса је показала одређене недостатке у погледу уклапања ивичне геометрије, прилагођавања ширине спиралне возне траке меродавном возилу, као и у погледу позиционирања центара кружних лукова који граде турбо блок – суштински део сваке турбо кружне раскрснице.

У великом броју земаља у току је дефинисање сопствених упутстава за пројектовање турбо кружних раскрсница. На основу меродавних возила дефинисаних локалном регулативом, одређују се ширине возних трака у коловозу турбо блока, а затим препоручују радијуси који ће те ширине обезбедити и самим тим најбоље одговорати кретању предметних возила.

Традиционални приступ у процесу пројектовања турбо кружних раскрсница подразумева да се прво изабере тип турбо кружне раскрснице, да се након тога креирају елементи турбо блока

и на крају изврше провере проходности и брзине проласка кроз раскрсницу. Уколико се догоди да брзине проласка возила кроз раскрсницу значајно одступају од прописаних вредности или да се трајекторије возила налазе ван граница возних трака, процес пројектовања мора се вратити на почетак. Овај рад представља нову методологију и алгоритамско решење за пројектовање турбо блока. Геометрија појединачних спиралних трака, као основни носилац геометријског решења турбо кружне раскрснице у целини, одређена је на основу математичке дефиниције трајекторије меродавних возила, а само геометријско решење превазилази проблеме и недоследности везане за дисконтинуитете између узастопних кружних лукова, присутне у већини светске литературе. Радијуси надовезаних кружних лукова спиралних трака и ширине коловоза одређени су за сваки сегмент турбо кружне раскрснице. Потом је развијен математички апарат за циклично надовезивање ових сегмената у континуалне спиралне траке. Тиме се процес пројектовања турбо кружних раскрсница значајно убрзава, а сама геометријска решења су тачнија и геометријски логичнија.

Како се у пракси све више тежи аутоматизацији и параметризацији процеса пројектовања, планирано истраживање обухватило је и развој софтвера за аутоматску конструкцију турбо блока.

Из свега наведеног може се закључити да и домаћи и страни прописи садрже значајне недостатке у области пројектовања турбо кружних раскрсница, нарочито у погледу креирања самог турбо блока, који је уједно и најзначајнији елемент турбо кружне раскрснице.

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма *iThenticate*, којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „Рedefинисање цикличног прорачуна геометријских елемената турбо кружних раскрсница”, аутора Стефана Врањевца, потврђена је оригиналност ове докторске дисертације. Утврђени степен подударности текста од 2% последица је цитата, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата истраживања самог кандидата, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са претходно наведеним Правилником.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради ове докторске дисертације коришћене су 93 библиографске јединице. Значајан део референци чине радови објављени у међународним часописима, као и радови објављени на истакнутим међународним конференцијама. Кандидат се такође у великој мери позивао на референтне иностране стандарде из области планирања и пројектовања путева, аеродрома и градских саобраћајница. Наведени су и сви релевантни домаћи стандарди и смернице везани за пројектовање површинских раскрсница. Већина референци је новијег датума: 86 референци је публиковано након 2000. године, од чега 74 између 2010. и 2025. године.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Рад на дисертацији реализован је симултаном применом теоријског приступа ослоњеног на податке добијене из проучене литературе и практичног приступа заснованог на сопственом истраживању и искуству у примени турбо кружних раскрсница. За сагледавање постојећих сазнања из предметне области примењене су структурално-функционална и компаративна анализа објављених радова и синтеза досадашњих истраживања.

За формирање јединственог алгоритма који се може применити за више типова турбо кружних раскрсница коришћена је синтеза добијених резултата на основу симулационих тестова проходности меродавног возила, а за циклично алгоритамско одређивање положаја центара кружних лукова спиралних саобраћајних трака коришћена је математичка анализа.

Приликом анализе односа наспрамних радијуса кружних лукова турбо блока различитих типова турбо кружних раскрсница, добијених на основу параметара више категорија меродавних возила, коришћени су линеарни регресиони модели.

Као посебна научна метода примењена у оквиру дисертације, истиче се израда алгоритамских шема за дефинисане структуре турбо блока и прорачун оптималне комбинације геометријских параметара турбо блока. Формиране алгоритамске шеме служиле су као основа за писање кода у програмском језику AutoLISP.

У анализи сопствених и постојећих резултата коришћене су одговарајуће компаративне и статистичке методе. Наведене методе истраживања су врло савремене и у потпуности су примерене примени у предметном истраживању.

3.4. Применљивост остварених резултата

Ова докторска дисертација решава један од главних проблема у пројектовању турбо кружних раскрсница, а то је одсуство јасног алгоритма за конструкцију турбо блока са прецизним позиционирањем центара кружних лукова који формирају спиралне возне траке. Сви параметри разматрани у овом раду стављени су у компактан циклични алгоритам. Након развоја алгоритма за конструкцију турбо блока, предложен је и AutoLISP програм који омогућава аутоматско исцртавање комплетног турбо блока у AutoCAD окружењу, чиме се значајно скраћује време пројектовања турбо кружних раскрсница. Представљени програм има разумљиву структуру и могу га модификовати чак и пројектанти са осредњим нивоом знања у области рачунарског програмирања, што га чини погодном полазном основом за даљу надоградњу у професионалним апликацијама.

Што се тиче геометријске основе конструкције турбо блока, сви проблеми, као што су континуално повезивање узастопних сегмената и диспозиција центара, правилно су идентификовани и решени пре имплементације у алгоритам приказан овде.

У оквиру дисертације дат је и поступак за прорачун свих параметара турбо блока. На основу овог поступка, за случај типичног меродавног возила – тегљача са полуприколицом, формиране су табеле пројектних параметара турбо блока свих типова турбо кружних раскрсница.

Инжењери могу користити, како унапред дефинисане параметре (табеларно приказане за различите типове и величине раскрсница), тако и параметре прилагођене специфичним условима. Тиме се значајно унапређује пројектовање турбо кружних раскрсница и скраћује пут до оптималног решења раскрснице на предметној локацији. Овако детаљне табеле са препорученим вредностима параметара представљају новину у односу на досадашњу релевантну литературу. Да се процес пројектовања не би ограничио само на један тип меродавног возила, какав је најчешће случај у релевантној иностраној регулативи, у наставку поглавља анализирани су односи радијуса наспрамних кружних лукова турбо блока за додатне типове возила (класични камион са приколицом, двоосовински аутобус и троосовински аутобус). Извршена анализа омогућила је добијање једначина линеарне регресије, помоћу којих се аутоматски генеришу пројектни параметри турбо блока за било који тип турбо кружне раскрснице и било које меродавно возило (уз свођење комбинованих возила на јединична возила, применом концепта еквивалентне базе). Ове једначине су затим интегрисане у програмски код који омогућава аутоматску конструкцију турбо блока различитих типова турбо кружних раскрсница, а за различите типове меродавних возила.

Процес пројектовања који је презентира у овом раду може да се користи за све типове турбо кружних раскрсница. Пројектанти могу лако да модификују ширине спиралних трака у складу са конкретним националним прописима и усвојеним меродавним возилима.

Предложена решења обезбеђују проходност меродавног возила без коришћења ивичних трака и прелазног коловоза, што релевантном иностраном регулативом углавном није обезбеђено.

На крају дисертације дат је предлог решавања нивелационог плана турбо кружних раскрсница, укључујући и централно острво са прелазним коловозом. Анализа решавања нивелационог плана није била обухваћена ниједним до сада познатим истраживањем, упркос својој комплексности у случају турбо кружних раскрсница и чињеници да је правилно решавање нивелационог плана један од најважнијих корака у пројектовању раскрснице.

Алгоритам пројектовања, представљен у овом раду, већ је примењен на две турбо кружне раскрснице у Републици Србији, које се тренутно налазе у фази идејног пројекта.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је показао самосталност у научном раду кроз полагање испита на докторским студијама, израду докторске дисертације, као и кроз објављивање радова у часописима са SCI листе и великог броја радова у домаћим часописима и на домаћим и међународним конференцијама.

Кандидат је показао способност за критичку анализу научне литературе, као и склоност за развој оригиналних решења која дају боље резултате од до сада публикованих поступака. У оквиру своје докторске дисертације бавио се изучавањем и критичком анализом доступне релевантне литературе, а затим планирањем, спровођењем, обрадом и анализом резултата тестирања актуелних пројектних решења турбо кружних раскрсница. Систематичним приступом постављеном проблему, повезујући различите сегменте научно-истраживачког рада, уз синтезу аналитичких и програмерских вештина, Стефан Врањевац успешно је решио постављене задатке и доказао да поседује способност за самостални научно-истраживачки рад. Све заједно недвосмислено потврђује научну зрелост и изузетан истраживачки потенцијал кандидата.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације кандидата Стефана Врањевца остварени су следећи научни доприноси:

1. Развијена је оригинална методологија за прецизно позиционирање центара кружних лукова који формирају спиралне возне траке турбо блока;
2. Елиминисане су постојеће грешке у виду дисконтинуитета који се јављају приликом повезивања елемената ивичне геометрије, а процедура сужавања спиралне возне траке боље је прилагођена кретању меродавног возила;
3. Развијен је компактан циклични алгоритам за конструкцију турбо блока;
4. Представљен је модел за прорачун расположиве ширине спиралне возне траке;
5. Детаљно је представљен поступак за пројектовање турбо кружних раскрсница, укључујући прорачун свих параметара потребних за конструкцију турбо блока;
6. Представљене су једначине линеарне регресије којима се аутоматски могу генерисати параметри турбо блока, различитих типова турбо кружних раскрсница, а за било које меродавно возило;
7. Развијен је нов софтверски алат чијом се применом тренутно (аутоматски) креирају различити типови турбо блока.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је развио иновативну методологију и алгоритамски приступ у пројектовању турбо блока, као централног дела турбо кружне раскрснице. Ова методологија заснива се на фиксној ширини првог сегмента и променљивој ширини наредних сегмената спиралне возне траке, за разлику од опште присутних методологија код којих је ширина првог сегмента променљива, а ширина последњег константна. Постоје два разлога за то. Први разлог лежи у пожељној, што је могуће већој, ширини првог сегмента дуж кога возило које се укључују у кружни ток прелази из стања десног у стање левог offtracking-a. Ово је стање које је тешко егзактно симулирати и које, поред тога што је осетљиво на кинематичке карактеристике возила, јесте подложно и стилу вожње. Други разлог лежи у чињеници да, ако последњи сегмент спиралне траке на свом почетку преузима ширину претпоследњег (другог) сегмента, а пројектује се у константној ширини, доћи ће до предимензионисане ширине коловоза дуж целог последњег сегмента. Осим тога, последњи сегмент се углавном никада не користи у целој својој дужини, па је то још један разлог који иде у прилог тврдњи да му се ширина може смањивати ка крају. Уз одређене комбинације радијуса спиралних трака, константна вредност последњег, или чак свих сегмената, може се постићи и применом овде предложене методологије (што је детаљно објашњено у поглављу 4).

Осим уоченог неадекватног начина сужавања спиралне возне траке, истраживање је показало да, уколико је меродавно возило тегљач са полуприколицом, релевантне иностране смернице и стандарди не дају довољне ширине првог сегмента.

Методологија приказана у овом раду подржава и усклађивање (континуално повезивање) грађевинских линија (линија ивичњака) и ивичних линија (линија маркације) између узастопних сегмената. Проблем усклађивања линија маркације и грађевинских линија јавља се у ситуацијама када су крајње унутрашње и крајње спољашње ивичне траке шире од ивичних трака дуж делинеатора. У неким иностраним стандардима постоје дисконтинуитети (скокови) у ивичној геометрији на прелазима између узастопних сегмената, док се у другим документима овом проблему не посвећује довољна пажња. Ови дисконтинуитети могу изазвати недоумице приликом пројектовања и изградње раскрснице, па и током саме експлоатације. У методологији приказаној у овом раду постоје две строго дефинисане технике конструкције између којих се пројектант мора одлучити – једна заснована на континуалном повезивању грађевинских линија и друга, заснована на континуалном повезивању линија маркације. Обе технике конструкције су једнозначно дефинисане и подржане. Избор правилне методе континуалног повезивања узастопних елемената од изузетне је важности у случајевима када је ширина крајње унутрашње траке већа од ширина ивичних трака уз делинеаторе турбо блока. Наиме, управо су то случајеви у којима, према поступцима до сад препорученим релевантним иностраним стандардима, долази до претходно наведених дисконтинуитета.

Коришћењем једноставних параметара, као што су радијуси, разлике између радијуса и углови између трансационих осовина и осовина прикључних кракова, ова методологија прецизно позиционира сваки од центара сваког кружног лука турбо блока. У већини иностраних стандарда, центри кружних лукова који граде спиралне возне траке нису стриктно дефинисани. Чак ни у холандским решењима, положаји центара нису дефинисани нумерички (нпр. коришћењем разлика између радијуса или других једноставних параметара).

На крају, сви параметри разматрани у овом раду стављени су у компактни циклични алгоритам који се лако може превести у програмски код.

Резултати приказани у дисертацији представљају одличну полазну основу за будућа истраживања, која би могла да обухвате детаљније анализе улива и излива у кружни коловоз, тј. додавање прикључних кракова на претходно пројектован турбо блок, чиме би се процес пројектовања турбо кружне раскрснице у плану комплетирао. Осим тога, у циљу повећања поузданости предложеног поступка генерисања параметара турбо блока на основу једначина линеарне регресије, у наредним истраживањима могу се укључити и додатни типови возила.

4.3. Верификација научних доприноса

У току истраживачког рада у ужој области теме докторске дисертације, кандидат Стефан Врањевац је објавио следеће радове:

Категорија M22:

1. **Vranjevac, S.**, Gavran, D., Fric, S., Ilić, V., Trpčevski, F., Lukić, M., Milovanović, N. (2024) Short Cyclic Algorithm for Turbo Block Construction. Applied Sciences, 14, 9576. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14209576>
2. Ilić, V., Lukić, M., Gavran, D., Fric, S., Trpčevski, F., **Vranjevac, S.**, Milovanović, N. (2024) Exact Mathematical Solution for Maximum Transient Offtracking Calculation of a Single-Unit Vehicle Negotiating Circular Curves. Applied Sciences, 14(13):5570. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14135570>

Категорија M23:

1. Ilić, V., Gavran, D., Fric, S., Trpčevski, F., **Vranjevac, S.** (2018) Vehicle swept path analysis based on GPS data, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 45, pp. 827-839. ISSN 03151468, DOI: <https://doi.org/10.1139/cjce-2017-0245>

Категорија M33:

1. **Vranjevac, S.**, Gavran, D., Fric, S., Ilić, V., Trpčevski, F. (2018) Analiza opravdanosti primene kružnih raskrsnica umesto klasičnih raskrsnica sa presecanjem saobraćajnih struja, Zbornik radova trećeg srpskog kongresa o putevima, 14. i 15. jun 2018, Srpsko društvo za puteve "Via-Vita", Beograd, Srbija. ISBN 978-86-88541-10-7, str. 218-229.
2. Ilić, V., Gavran, D., Fric, S., Trpčevski, F., **Vranjevac, S.** (2018) Eksperimentalne metode za određivanje graničnih krivih prohodnosti vozila, Zbornik radova trećeg srpskog kongresa o putevima, 14. i 15. jun 2018, Srpsko društvo za puteve "Via-Vita", Beograd, Srbija. ISBN 978-86-88541-10-7, str. 134-145.
3. Ilić, V., Gavran, D., Fric, S., Trpčevski, F., **Vranjevac, S.** (2016) Kritička analiza postojećih metoda simulacije kretanja vozila pri projektovanju površinskih raskrsnica, Zbornik radova drugog srpskog kongresa o putevima, 9. i 10. jun 2016, Srpsko društvo za puteve "Via-Vita" i Javno preduzeće "Putevi Srbije", Beograd, Srbija. ISBN 978-86-88541-06-0, str. 76-87.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Упркос бројним предностима у погледу безбедности и капацитета, пројектна решења турбо кружних раскрсница показала су и одређене недостатке. Ти недостаци се пре свега огледају у дисконтинуитетима између узастопних елемената ивичне геометрије, при чему се јављају нагли „скокови“ у ширини дуж спирале возне траке. Даље се запажа недовољна ширина спиралних возних трака, као и неприлагођеност постепеног сужавања спиралне возне траке кретању уобичајеног меродавног возила (тегљача са полуприколицом). Сем тога, до сада познате методологије конструкције турбо блока не пружају могућност комплетне конструкције одређених типова турбо кружних раскрсница (основне и јајасте).

Осим решавања наведених проблема, ова дисертација решава још један од недостатака литературе, а то је алгоритамски приступ у позиционирању центара кружних лукова спиралних возних трака. Поред тога, дат је поступак којим се могу прорачунати сви параметри турбо блока на основу димензија меродавног возила, тако да се елиминише итеративни процес понављања неколико серија симулација кретања изабраног возила приликом анализа проходности.

Као последица убрзаног развоја софтвера за пројектовање саобраћајне инфраструктуре и услед потребе за што бржом израдом пројектних решења, тежиште рада пројектаната помера се ка

што већој аутоматизацији целог процеса пројектовања. Управо из тог разлога је након развоја алгоритма, предложен AutoLISP програм који омогућава аутоматско исцртавање комплетног турбо блока у AutoCAD окружењу, чиме се значајно скраћује време пројектовања турбо кружних раскрсница.

Кандидат је постављеним проблемима пришао, како са научног тако и са инжењерског аспекта. Резултати истраживања публиковани су у релевантном међународном часопису и домаћим публикацијама. Посматрано у целини, кроз дисертацију су остварени врло поуздани, научно засновани, резултати који ће имати велики значај у свакодневној грађевинској пракси.

На основу свега наведеног, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Стефана Врањевца, маг. инж. грађ., под насловом „Рedefинисање цикличног прорачуна геометријских елемената турбо кружних раскрсница“ у потпуности испуњава све захтеване критеријуме и да је кандидат у свим фазама израде ове дисертације испољио способност за самосталан научно-истраживачки рад. Стога, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду да прихвати Извештај Комисије и упути захтев Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду за давање сагласности за јавну одбрану докторске дисертације.

Београд, 22.09.2025.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
доц. др Сања Фриц,
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

.....
проф. др Никола Челар,
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

.....
в. проф. др Игор Јокановић,
Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица