

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ
Војводе Степе 305, Београд

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

ПРЕДМЕТ: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Марка Стокића, мастер инжењера саобраћаја

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета бр. 1071/4 од 05.11.2025. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Марка Стокића, мастер инжењера саобраћаја, под називом:

**„МОДЕЛИРАЊЕ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ И ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ
ЕЛЕКТРИЧНИХ АУТОБУСА У ГРАДСКИМ УСЛОВИМА“**

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

На основу предатих захтева кандидата Марка Стокића, мастер инжењера саобраћаја и донетих одлука Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета, хронологија одобравања и израде дисертације је следећа:

- 16.01.2024. године кандидат Марко Стокић поднео је пријаву теме и предлога истраживања у оквиру докторске дисертације Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета (бр. 55/1) уз молбу да се спроведе поступак за оцену подобности кандидата и предложене теме и за ментора предложио др Бранку Димитријевић, редовног професора Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета;
- 16.01.2024. године Веће здружене катедре за техничку експлоатацију друмских транспортних средстава и терминале у друмском саобраћају и транспорту предлаже Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације (бр. 55/2);
- 23.01.2024. године Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета именovalo је Комисију за оцену научне заснованости

теме докторске дисертације (одлука бр. 55/3 од 25.01.2024), у саставу:

- др Давор Вујановић, редовни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет;
 - др Владимир Момчиловић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет;
 - др Милош Николић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет;
 - др Предраг Живановић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет;
 - др Иван Благојевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Машински факултет
- 08.02.2024. године кандидат Марко Стокић успешно је одбранио предлог истраживања у оквиру докторске дисертације (извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације број 55/5 од 08.02.2024. године).
 - 09.02.2024. године Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације поднела је позитиван извештај (бр. 55/6 од 09.02.2024. године) Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета;
 - 20.02.2024. године Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и донело Одлуку о прихватању теме докторске дисертације и одређивању ментора (одлука бр. 55/8 од 23.02.2024. године);
 - 22.04.2024. године Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (одлука бр. 61206-1404/2-24 од 22.04.2024. године);
 - 30.09.2025. године кандидат Марко Стокић, мастер инжењер саобраћаја, поднео је примерак докторске дисертације уз захтев Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета за почетак поступка за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације (бр. 1071/1);
 - 04.11.2025. године Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета именovalo је Комисију за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације (одлука бр. 1071/4 од 05.11.2025. године), у саставу:
 - др Давор Вујановић, редовни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет;
 - др Владимир Момчиловић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет;
 - др Милош Николић, редовни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет;
 - др Предраг Живановић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет;
 - др Иван Благојевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Машински факултет

Кандидат Марко Стокић уписао је докторске академске студије школске 2017/2018. године на Универзитету у Београду – Саобраћајном факултету, на студијском програму Саобраћај, где је положио све испите са просечном оценом 9,75 (девет и 75/100) и испунио све обавезе предвиђене планом и програмом докторских академских студија.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација кандидата Марка Стокића припада научној области техничко-технолошких наука, подручју „Саобраћај“ и ужој научној области „Техничка експлоатација и одржавање транспортних средстава“ за коју је матичан Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет. Докторска дисертација израђена је под менторством др Бранке Димитријевић, редовног професора Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета.

Проф. др Бранка Димитријевић је своје научно и стручно интересовање превасходно усмерила у правцу Теорије одлучивања и операционих истраживања, са применом у саобраћају, транспорту, логистици и комуникацијама. Учествоје у извођењу наставе на девет предмета, на свим нивоима студија, од којих је већину сама креирала. Аутор је 130 радова објављених у научним међународним и домаћим часописима и зборницима радова са међународних и домаћих научних и стручних скупова. Аутор је поглавља у истакнутој монографији међународног значаја и поглавља у монографији међународног значаја, четири уџбеника и неколико ауторизованих скрипти. Учествовала је у изради двадесет студија и пројеката. Била је ментор при изради једне докторске дисертације, око тридесет дипломских, мастер и завршних радова, као и члан значајног броја комисија за оцену и одбрану докторских, магистарских, дипломских, мастер и завршних радова, у земљи и иностранству. Члан је бројних комисија за избор у професорска и сарадничка звања. Рецензент је радова у међународним и домаћим часописима и на скуповима. Члан је програмског одбора једног међународног и једног националног симпозијума. Проф. др Бранка Димитријевић је била руководилац и члан бројних органа и комисија на Саобраћајном факултету и Универзитету у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Марко Стокић рођен је у Београду 12.12.1992. године, где је завршио основну школу. Ваздухопловну академију у Београду завршио је 2011. године. Школске 2011/2012. године уписао је основне академске студије на Универзитету у Београду - Саобраћајном факултету, смер Логистика. Дипломирао је 2015. године са просечном оценом 8,53 и завршним радом на тему „Оптимизација логистичких ланаца пшеничних производа“. На истом факултету уписао је мастер академске студије школске 2015/2016. године, смер Менаџмент и економија у транспорту и комуникацијама. Мастер академске студије је завршио 2017. године са просечном оценом 10, одбранивши мастер рад на тему „Еко-вожња: промоција, обука и потенцијали примене“. Докторске академске студије на Универзитету у Београду - Саобраћајном факултету, студијски програм „Саобраћај“, уписао је школске 2017/2018. године и положио све испите предвиђене наставним планом и програмом, са просечном оценом 9,75.

Од маја 2017. године запослен је као сарадник у настави, а од јуна 2018. године као асистент на Универзитету у Београду - Саобраћајном факултету на одсеку за Друмски и

градски саобраћај и транспорт, за ужу научну област „Техничка експлоатација и одржавање транспортних средстава“. Ангажован је на држању вежби на следећих шест предмета на основним академским студијама: „Експлоатационо-техничка својства моторних возила“, „Енергетска ефикасност возних паркова“, „Технологија одржавања возила“, „Транспортна средства и одржавање“, „Техничка логистика“, „Пројектовање система одржавања возних паркова“. Поред тога, држи вежбе на два предмета на мастер академским студијама: „Техничка логистика возних паркова“, „Методе истраживања и мерења у транспорту“. Посебно интересовање показује за следеће области истраживања: експлоатација и одржавање друмских транспортних средстава, енергетска ефикасност возних паркова, техничка логистика друмских возила, информационе технологије у експлоатацији и одржавању возила.

Похађао је 4 модула обуке наставно-научног особља у оквиру програма „*TRAIN* – Training and Research for Academic Newcomers“ у Београду, као и летњу школу „Antwerp Summer School on Urban Logistics“ у Антверпену. Био је учесник неколико радионица „Заједничког истраживачког центра Европске комисије“ (енгл. „Joint Research Centre - European Commission“) на теме: „*JRC tools to support the reduction of fuel/energy consumption, CO₂ and pollutant emissions from road transport in Europe*“, „*JRC tools to support the reduction of CO₂ emissions and fuel consumption from road transport in Europe: VECTO and CO2MPAS*“ и „*The impact of Connected and Automated Vehicles on road capacity and transport efficiency*“. Амбасадор је за Србију „Асоцијације за Европски Транспорт“ (енгл. „Association for European Transport – *AET*“).

Марко Стокић је један од аутора на укупно 28 радова објављених у међународним и домаћим часописима, односно зборницима радова и апстраката са међународних и домаћих конференција, од чега је 7 радова у *SCI* часописима са импакт фактором. Учествовао је као коаутор у изради 6 стручних књига и приручника. Био је учесник на пројекту ТР 36010 Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под називом „Развој методе за управљање техничким стањем возног парка са циљем повећања енергетске ефикасности и смањења емисије издувних гасова“. Учествовао је у изради више од десет научноистраживачких пројеката и студија из области енергетске ефикасности друмских возила, техничких прегледа, тахографа и области која уређује радно време, паузе и одморе посаде возила у друмском транспорту. Био је члан више различитих комисија на Универзитету у Београду - Саобраћајном факултету. Говори енглески језик.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Марка Стокића, мастер инжењера саобраћаја, написана је у складу са „Упутством о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду“ из 2019. године. Докторска дисертација је написана на српском језику, латиничним писмом, на папиру А4 формата са једноструким проредом. Укупан број страна докторске дисертације је 128, са 12 табела и 39 слика. Поред тога, докторска дисертација садржи и резиме на српском и енглеском језику заједно са кључним речима, садржај дисертације са навођењем броја стране по поглављима, списак табела, списак слика и списак скраћеница. Докторска дисертација

је структурирана на одговарајући начин и подељена је у 6 поглавља, која су наведена следећим редом:

1. Уводна разматрања
2. Имплементација е-аутобуса у систем ЈГТП са прегледом литературе
3. Експлоатација е-аутобуса
4. Симулација потрошње електричне енергије е-аутобуса
5. Модели за електрификацију линија ЈГТП
6. Закључак.

Након наведених поглавља, дат је списак литературе који садржи 131 референцу, које су коришћене при изради докторске дисертације. На крају се налази биографија аутора и потписане изјаве о ауторству, истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и о коришћењу докторског рада.

Према структури рада, примењеним научним методама и постигнутим резултатима, посматрана докторска дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде предвиђене за ову врсту научног рада. Разматрани документ, по свом облику и садржају, задовољава све стандарде Универзитета у Београду прописане за израду докторске дисертације.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом, уводном поглављу образложени су и описани мотиви за избор теме, предмет и научни циљ истраживања, дефинисане су полазне хипотезе, дати су очекивани резултати истраживања и доприноси дисертације, као и приказ садржаја дисертације.

У другом поглављу дат је преглед литературе у области имплементације е-аутобуса у систем јавног градског транспорта путника (ЈГТП). Анализирани су различити типови система за складиштење електричне енергије који се користе у е-аутобусима, њихове предности и недостаци, као и концепције снабдевања е-аутобуса електричном енергијом. Такође, извршен је преглед литературе различитих релевантних оптимизационих модела који су се бавили проблемом имплементације е-аутобуса и приказани су њихови недостаци.

Треће поглавље фокусира се на експлоатационе аспекте е-аутобуса, при чему се аналитички одређују силе отпора које се јављају при кретању и потребна снага за савладавање тих отпора. Ови прорачуни представљају основу за процену потрошње енергије, што је директно повезано са карактеристикама и избором система за складиштење електричне енергије. У наставку поглавља анализиране су техничке карактеристике литијум ферофосфатних батерија (*LFP*) и суперкондензатора, као и различити модели за прорачун деградације батерије у реалним условима експлоатације.

У четвртном поглављу дефинисан је методолошки оквир симулације потрошње енергије е-аутобуса. Креиран је симулациони модел експлоатације е-аутобуса *Higer KLQ6125GEV3* у симулационом софтверу *IGNITE* за одређивање потрошње електричне енергије на основу прикупљених података са линије ЕКО 1, на којој су у експлоатацији е-аутобуси са суперкондензаторима. Такође, извршена је симулација потрошње енергије е-аутобуса на постојеће четири аутобуске линије у Београду, на којима тренутно саобраћају аутобуси са погоном на дизел. На основу добијене потрошње електричне енергије на разматраним линијама, израчуната је деградација *LFP* батерија.

У петом поглављу представљена су два развијена оптимизациона модела за имплементацију е-аутобуса. Један модел се фокусира на имплементацију е-аутобуса са *LFP* батеријама (*BEM* модел), док се други фокусира на е-аутобусе са суперкондензаторима (*SCEM* модел). Дата је и анализа осетљивости резултата модела са аспекта утицаја различитих времена пуњења система за складиштење електричне енергије и различитих потрошњи електричне енергије на трошкове имплементације е-аутобуса. Такође, извршено је поређење трошкова имплементације е-аутобуса са *LFP* батеријама и суперкондензаторима.

У оквиру последњег, шестог поглавља дата су закључна разматрања резултата добијених на основу спроведених истраживања у оквиру докторске дисертације, научни доприноси као и правци будућих истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација обрађује актуелну тему стратешког планирања електрификације мреже линија ЈГТП увођењем електричних аутобуса са литијум-ферофосфатним батеријама, односно суперкондензаторима. У оквиру дисертације је разматран и решаван проблем моделирања имплементације и експлоатације е-аутобуса у градским условима, а представљени резултати су производ вишегодишњег бављења научноистраживачким радом кандидата.

Разматрана тема докторске дисертације је од посебног значаја јер одговара на актуелне еколошке и технолошке изазове јавног транспорта путника, са фокусом на увођење електричних аутобуса у систем ЈГТП. Како је у дисертацији истакнуто, загађење животне средине изазвано возилима ЈГТП, нарочито дизел аутобусима, представља велики проблем у густо насељеним срединама, те је прелазак на електрични погон једно од одрживих решења за смањење загађења и побољшање енергетске ефикасности. Значај теме огледа се и у комплексности процеса имплементације и експлоатације електричних аутобуса, који захтева свеобухватно сагледавање и одређивање:

- потрошње електричне енергије на разматраним линијама у зависности од експлоатационих услова (брзине кретања, уздужни нагиби линија, климатски фактори, попуњеност аутобуса итд.);
- деградације система за складиштење електричне енергије;
- врсте и капацитета система за складиштење електричне енергије (батерија или суперкондензатор);
- концепције снабдевања е-аутобуса електричном енергијом (споро пуњење током ноћи или брзо пуњење на линијама);
- броја, локација, снага и капацитета пуњача;
- распореда пуњења е-аутобуса електричном енергијом (одређивање локација на којима се е-аутобуси снабдевају електричном енергијом, времена задржавања на њима и количине електричне енергије коју приме).

Основни циљ истраживања је био развој одговарајућих оптимизационих модела за подршку одлучивању приликом електрификације линија ЈГТП, којима ће се унапредити

досадашњи модели у овој области. Да би се постигао овај циљ, прво је спроведен преглед релевантне литературе у погледу оптимизационих модела за електрификацију линија ЈТП, како би се развили нови оптимизациони модели који превазилазе уочене недостатке.

Извршена је симулација рада е-аутобуса у симулационом софтверу *IGNITE* на основу података прикупљених у реалним условима експлоатације, а у циљу одређивања потрошње електричне енергије и деградације *LFP* батерије. Добијени резултати у погледу потрошње енергије су упоређени са измереним вредностима у реалним условима експлоатације на линији ЕКО 1 у Београду, након чега је извршена симулација потрошње електричне енергије и прорачун деградације *LFP* батерија за четири изабране аутобуске линије ЈТП у Београду на којима су тренутно у експлоатацији аутобуси са погоном на дизел, и то: 25, 26, 30 и 44.

У оквиру истраживања развијена су два модела, *BEM* и *SCEM*, намењена за стратешко планирање електрификације мреже линија ЈТП, који за циљ имају минимизацију укупних трошкова имплементације и експлоатације е-аутобуса са *LFP* батеријама, односно суперкондензаторима. *BEM* моделом су обухваћени е-аутобуси са *LFP* батеријама и концепција спорог пуњења током ноћи у аутобази, а *SCEM* моделом су обухваћени е-аутобуси са суперкондензаторима и концепција брзог опортунистичког пуњења на терминусима и стајалиштима током дана. Овим моделима одређују се број, локације, снаге и неопходан капацитет пуњача, капацитет система за складиштење електричне енергије, као и количина електричне енергије којом се снабдевају е-аутобуси. Модели су тестирани на четири поменуте аутобуске линије у Београду и на основу добијених резултата током периода истраживања може се закључити да је електрификација е-аутобусима са суперкондензаторима повољнија опција од е-аутобуса са *LFP* батеријама, посматрајући трошкове набавке е-аутобуса, система за складиштење електричне енергије, пуњача и потрошње енергије.

Савременост и оригиналност теме дисертације потврђени су и објављивањем резултата истраживања у часописима међународног значаја са *SCI* листе, домаћим научним часописима и у зборницима радова међународних и домаћих научних скупова. Литература коришћена у дисертацији додатно указује на савременост и актуелност истраживане области. Поред тога, дефинисани методолошки оквир и оптимизациони модели могу послужити као основа за доношење стратешких одлука у погледу електрификације и других линија ЈТП, како у Београду, тако и у другим градовима.

3.2. Осврт на коришћену литературу

У дисертацији је дат опсежан и систематичан преглед литературе, кроз који су исказани релевантни научни резултати истраживања у области експлоатационо-техничких карактеристика е-аутобуса, система за складиштење електричне енергије (батерија и суперкондензатор), затим електрификације линија ЈТП и оптимизационих модела који се користе у ту сврху. Коришћена литература је савремена, релевантна и адекватна са предметом и циљевима истраживања.

Списак литературе наведен у дисертацији садржи 131 библиографску јединицу и обухвата радове из признатих међународних и домаћих часописа, радове саопштене на конференцијама међународног значаја, као и интернет изворе. Коришћена литература показује да је кандидат детаљно анализирао и на одговарајући начин навео референце.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У складу са темом дисертације, која је у вези са развојем модела за планирање електрификације мреже линија ЈГТП на стратешком нивоу, коришћени су подаци прикупљени у реалним условима експлоатације на линијама ЕКО 1, 25, 26, 30 и 44, а све у циљу тестирања развијених модела. За обраду ових података коришћени су софтверски програми *Microsoft Excel* и *Matlab*. Симулација потрошње енергије на посматраним линијама извршена је помоћу симулационог софтвера *IGNITE*, док је за потребе прорачуна деградације *LFP* батерије коришћен *Matlab*. Математичке формулације *BEM* и *SCEM* модела су дате у облику мешовитог целобројног линеарног програмирања, а за решавање разматраних примера коришћен је софтверски програм *IBM ILOG CPLEX Optimizer*.

Узимајући у обзир природу разматраних проблема, као и остварене резултате, Комисија закључује да примењене научне методе и технике представљају адекватан избор, одговарају по значају, структури и примени, теми докторске дисертације и представљеном истраживању, што је довело до испуњења постављених циљева ове дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације, поред научне вредности, имају и практичну примену. Применом развијених оптимизационих модела *BEM* и *SCEM* и добијених резултата унапређује се процес електрификације мреже линија ЈГТП, а самим тим повећава се енергетска ефикасност система ЈГТП. Применљивост развијеног методолошког оквира симулације потрошње енергије е-аутобуса и оптимизационих модела приказана је приликом тестирања модела на примеру четири аутобуске линије ЈГТП у Београду, на којима тренутно саобраћају аутобуси са погоном на дизел.

У том смислу, развијени модели су у потпуности применљиви у пракси, односно на реалним системима ЈГТП, како у Београду, тако и у градовима широм света. Развијени оптимизациони модели представљају надоградњу на постојеће моделе у литератури. Развијени модели врло лако могу бити интегрисани у хибридни модел који истовремено обухвата примену е-аутобуса са *LFP* батеријама и са суперкондензаторима, као и постављање одговарајућих пуњача.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У досадашњем научноистраживачком раду кандидат Марко Стокић показао је способност да адекватно приступи решавању научних и стручних проблема. Током израде докторске дисертације показао је изражене вештине у погледу сагледавања научних проблема, дефинисања циљева истраживања и хипотеза које доказује, одабиру метода и начина решавања проблема, спровођењу истраживања, одговарајућег начина обраде података, дефинисању закључака и праваца будућих истраживања.

Кандидат је показао способност да објављује резултате истраживања у водећим међународним и националним научним и стручним часописима, као и да их успешно презентује на међународним и националним конференцијама. Такође, кандидат је

показао способност за рад на научноистраживачким студијама и пројектима.

На основу свега наведеног, Комисија сматра да је кандидат Марко Стокић несумњиво показао способност за самостални научноистраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Комисија сматра да је кандидат дисертацијом документовано проширио постојећа знања, верификовао и остварио научни допринос у ужој научној области „Техничка експлоатација и одржавање транспортних средстава“ за коју је матичан Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет. Најзначајнији научни доприноси докторске дисертације су:

- извршена је систематизација постојећих знања кроз свеобухватан преглед релевантне литературе у области електрификације линија ЈГТП, што укључује експлоатационо-техничке карактеристике е-аутобуса и система за складиштење електричне енергије, концепције пуњења, као и оптимизационе моделе за планирање електрификације;
- одређена је потрошња енергије е-аутобуса помоћу симулационог софтвера *IGNITE* на четири изабране линије ЈГТП у Београду, на основу снимљених података у реалним условима експлоатације на ЕКО 1 линији која је у периоду истраживања једина постојећа линија е-аутобуса;
- израчуната је деградација за различите капацитете *LFP* батерија на четири линије ЈГТП у Београду, на основу симулираних потрошњи електричне енергије;
- развијен је *BEM* модел који одређује број, снаге и неопходан капацитет спорих пуњача у аутобазама за сваку од разматраних линија, капацитет *LFP* батерија, као и количину електричне енергије којом се снабдевају е-аутобуси, са циљем минимизације укупних трошкова имплементације и експлоатације, укључујући и трошкове деградације батерија;
- развијен је *SCEM* модел који одређује број, локације, снаге и капацитет брзих пуњача, потребан капацитет суперкондензатора за сваку линију, распоред пуњења и количину електричне енергије којом се снабдевају е-аутобуси, са циљем минимизације укупних трошкова имплементације и експлоатације;
- развијени модели су примењени на четири изабране аутобуске линије ЈГТП у Београду;
- спроведена је анализа и поређење резултата *BEM* и *SCEM* модела и предложена је концепција електрификације на разматраним аутобуским линијама у Београду.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Узимајући у обзир предмет истраживања, полазне претпоставке и постављене циљеве, Комисија сматра да резултати остварени у докторској дисертацији у потпуности дају

одговоре на постављене хипотезе и отворена питања током спровођења процеса израде дисертације.

Развијени су оригинални оптимизациони модели, *BEM* и *SCEM*, који обезбеђују ефикасну подршку одлучивању приликом стратешког планирања електрификације мреже линија е-аутобусима са *LFP* батеријама и суперкондензаторима. Први наведени модел одређује број, снаге и неопходан капацитет спорих пуњача за сваку од разматраних аутобаза, као и капацитет *LFP* батерија, са циљем минимизације укупних трошкова имплементације и експлоатације е-аутобуса са *LFP* батеријама, укључујући и трошкове деградације батерија. Другим моделом се одређује број, локације, снага и капацитети пуњача, потребан капацитет суперкондензатора за сваку линију, распоред пуњења и количину електричне енергије којом се снабдевају е-аутобуси, са циљем минимизације укупних трошкова имплементације и експлоатације е-аутобуса са суперкондензаторима. Добијени резултати примене оригиналних модела потврђују оригиналан приступ за решавање проблема приликом моделирања имплементације и експлоатације е-аутобуса у градским условима. Са дефинисаним методолошким оквиром симулације потрошње енергије е-аутобуса и развијеним оптимизационим моделима могуће је извршити успешну комплетну или делимичну електрификацију мреже линија ЈГТП.

Поред тога, допринос докторске дисертације огледа се и кроз систематизацију и преглед различитих научних приступа и резултата везаних за процес одлучивања приликом имплементације е-аутобуса у систем ЈГТП.

На крају, Комисија закључује да стечена знања, дефинисан методолошки оквир и развијени оптимизациони модели проистекли из истраживања током израде ове докторске дисертације представљају значајно наслеђе за будуће пројекте и истраживања у области планирања електрификације мреже линија ЈГТП.

4.3. Верификација научних доприноса

Остварени научни доприноси у оквиру ове докторске дисертације верификовани су објављивањем рада под називом „*Model For Electrification Of Urban Public Transport Lines With Supercapacitor Buses: A Case Study Of Belgrade*“ у међународном часопису са *SCI* листе на којем су кандидат Марко Стокић и његов ментор једини аутори. Поред тога, научни доприноси дисертације верификовани су објављивањем и других радова. У наставку је дат списак радова:

Међународни часопис категорије M21a+:

1. Momčilović V., Dimitrijević B. **Stokić M.** (2023). Supercapacitor Electric Bus Modeling And Simulation Framework, *Energy*, 282, pp. 129020. DOI: 10.1016/j.energy.2023.129020

Међународни часопис категорије M21a:

2. **Stokić M.**, Dimitrijević B. (2025). Model For Electrification Of Urban Public Transport Lines With Supercapacitor Buses: A Case Study Of Belgrade, *Appl. Energy*, 377, pp. 124670. DOI: 10.1016/j.apenergy.2024.124670

Међународни часопис категорије M23:

3. Momčilović V., **Stokić M.** (2025). Evaluation of energy consumption on a public transport line operated by buses with different powertrains: A case study from Belgrade. *Thermal Science (OnLine-First)*. DOI: 10.2298/TSC1250712167M

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (категорија M33)

4. **Stokić M.**, Dimitrijević B., Momčilović V. (2025). Koliko košta zanemarivanje degradacije baterije: Integrirani model za elektrifikaciju autobuskih linija (engl. the cost of neglecting battery degradation: An integrated model for bus line electrification). in *Proceedings of the LII International Symposium on Operational Research SYM-OP-IS*. Palić, Srbija. 7-10. septembar. str.173-178.
<https://www.symopis2025.fon.bg.ac.rs/download/Zbornik%20radova%20SYMOPIS%202025%20Draft.pdf>
5. **Stokić M.**, Dimitrijević B., Nikolić M. (2021). Određivanje lokacija super-punjača za snabdevanje sistema elektro autobusa (engl. Determination of super-charger locations for supplying electric bus system). in *Proceedings of the XLVIII International Symposium on Operational Research SYM-OP-IS*. Banja Koviljača, Srbija. 20-23. septembar. str.609-614. ISBN: 978-86-7589-151-2.
<http://www.symopis2021.matf.bg.ac.rs/download/Zbornik-SYM-OP-IS2021.pdf>
6. **Stokić M.**, Đogatović M. (2020). Razvoj i validacija simulacionog modela autobusa na elektro pogon. in *Proceedings of the XLVII International Symposium on Operational research SYM-OP-IS*. Beograd, Srbija. 20-23. septembar. str.465-470. ISBN: 978-86-7395-429-5.
<https://symopis.sf.bg.ac.rs/download/Zbornik%20SYMOPIS%202020.pdf>

Рад објављен у врхунском часопису националног значаја (категорија M51)

7. **Stokić M.**, Đogatović M. (2021). Development and validation of e-bus simulation model. *International Journal for Traffic and Transport Engineering (IJTTE)*. Volume 11(2), pp.229-243. ISSN: 2217-544x. DOI: 10.7708/ijtte.2021.11(2).04

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Разматрајући структуру рада, научне доприносе, примењене научне методе, обим и квалитет истраживања, развијене моделе и добијене резултате, Комисија закључује да докторска дисертација под називом **„Моделирање имплементације и експлоатације електричних аутобуса у градским условима“**, кандидата Марка Стокића, мастер инжењера саобраћаја, испуњава све критеријуме, стандарде и услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Београду и Статутом Саобраћајног факултета.

Докторска дисертација представља значајан и практично примењив научни допринос у ужој научној области „Техничка експлоатација и одржавање транспортних средстава“. Резултати научноистраживачког рада у овој докторској дисертацији верификовани су објављивањем радова у међународним часописима са *SCI* листе. Дисертација је оригиналан научни рад и доказ научноистраживачке зрелости кандидата.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета да се докторска дисертација под називом **„Моделирање имплементације и експлоатације електричних аутобуса у градским условима“**, кандидата Марка Стокића, мастер инжењера саобраћаја, после излагања на увид јавности, прихвати и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 18.11.2025. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Давор Вујановић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

др Владимир Момчиловић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

др Милош Николић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

др Предраг Живановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

др Иван Благојевић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Машински факултет