

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Наташе Штрбац Хаџибеговић за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 5044/16-1 од 21. 3. 2018. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Наташе Штрбац Хаџибеговић** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **"Унапређена метода за одређивање рефлексионих особина коловозних површина мерењима на терену"**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Наташа Штрбац Хаџибеговић је рођена 2. 7. 1969. године у Београду. Основну школу "Војвода Мишић" у Београду завршила је као носилац Вукове дипломе. Завршила је Математичку гимназију „Вељко Влаховић“ 1988. године, након чега уписује Електротехнички факултет Универзитета у Београду. Основне академске студије, на Одсеку за енергетику, Смер за енергетске претвараче и погоне, завршила је 2002. године са просечном оценом у току студија 8,14 и оценом на дипломском раду 10. Постдипломске студије завршила је 2014. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Енергетски претварачи и погони, са просечном оценом 10 и одбраном магистарског рада под називом „Смернице за одређивање светлотехничке класе и израду оптималног решења осветљења саобраћајнице“.

Трећу годину докторских академских студија уписала је 2016. године, такође на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Тренутно је студент докторских студија.

По окончању редовних студија, у периоду 2002-2005. год., радила је као хонорарни стручни сарадник на Вишој електротехничкој школи у Београду, где је учествовала у извођењу вежби на табли и у лабораторији из предмета Електричне инсталације ниског напона са осветљењем, Електричне машине, Основи електроенергетике, Енергетска електроника и Електромоторни погони.

Од 24. 5. 2004. запослена је у Фабрици светиљки „Minel-Schröder“ у Београду, у Бироу за студије и пројектовање. Тренутно је у звању одговорни инжењер пројектант. До сада је била ангажована на више различитих захтевних међународних пројеката у Турској, Израелу и Скандинавији, где се бавила пројектовањем осветљења тунела и саобраћајница, као и техно-економским анализама решења. Учествовала је у реализацији пројекта „Mesure Et Modélisation PHotométriques In Situ“ (фотометријска мерења и моделовања на терену) у развојном центру R-Tech компаније Schröder, где се бавила мерењем, анализом и математичким моделовањем рефлексивних особина коловоза.

Члан је Комисије Z169 „Светлост и осветљење“ при Институту за стандардизацију Србије.

Активно се служи енглеским језиком.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Преглед положених испита на постдипломским студијама

	Назив предмета	Оцена
1	Примена програмских алата у електроенергетици	10
2	Одабрана поглавља из електромоторних погона	10
3	Специјална поглавља из електричног осветљења	10
4	Одабрана поглавља из специјалих електричних инсталација	10
5	Електрични сервомотори	10
6	Надгледање стања електричних машина у погону	10
7	Немачки језик	положила

Одбранила је магистарски рад под називом „Смернице за одређивање светлотехничке класе и израду оптималног решења осветљења саобраћајнице“ (22. 9. 2014), чиме је стекла академско звање магистра електротехничких наука, област енергетски претварачи и погони.

Након одбране магистарског рада, кандидаткиња је уписала трећу годину докторских студија 11. 12. 2016 (школска 2016/2017. година) и испунила све захтеве који су предвиђени планом докторских академских студија на модулу Енергетски претварачи и погони на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Кандидаткиња је пред Комисијом формираном од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета (др Зоран Радаковић, редовни професор, др Драган Драмлић, научни саветник, и др Јована Гојановић, доцент), на јавној усменој одбрани, успешно положила докторски испит, одржан 11. 4. 2018. године.

Током докторских и постдипломских студија кандидаткиња је објавила три рада у међународним часописима са SCI листе, два рада у зборницима међународних стручних скупова и осам радова у зборницима скупова националног значаја. Учествовала је у изради три студије, од којих је једну наручио реномирани инострани партнер.

Списак објављених радова (* у вези са темом дисертације)

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20)

1. N. Strbac-Hadzibegovic, S. Strbac Savic and M. Kostic, "A new procedure for determining the road surface reduced luminance coefficient table by on-site measurements", Lighting Research and Technology, 2017 (OnlineFirst), DOI 10.1177/1477153517736804, ISSN 1477-1535, IF (2016): 1.784 (M22)*
2. N. Strbac-Hadzibegovic and M. Kostic, "Modifications of the CIE 115-2010 procedure for the selection of lighting classes for streets and roads intended for motor or mixed traffic", Lighting Research and Technology, Vol. 48, pp.340-351, 2016, DOI 10.1177/1477153514564174, ISSN 1477-1535, IF (2016): 1.784 (M22)
3. M. Kostic, L. Djokic, D. Pojatar and N. Strbac-Hadzibegovic, "Technical and economic analysis of road lighting solutions based on mesopic vision", Building and Environment, Vol. 44, pp. 66-75, 2009, DOI 10.1016/j.buildenv.2008.01.013, ISSN 0360-1323, IF (2009): 1.797 (M21)

Зборници међународних научних скупова (M30)

1. A. Djuretic and N. Strbac-Hadzibegovic, "Implementation of dynamic lighting in illumination of Main post office building in Belgrade", Balkan Light, Belgrade, 2012 (M33)
2. M. Kostic, L. Djokic, D. Pojatar and N. Strbac – Hadzibegovic, "Influence of the Theory of Mesopic Vision on Road Lighting Design" (invited paper), International Conference Illuminat 2005 & Balkan Light, Cluj – Napoca, 2005, ISBN 9737130693 (M31)

Предавања на скуповима националног значаја (M60)

1. Наташа Штрбац Хаџибеговић, „Тунелско осветљење за специјалне намене“, Српско друштво за осветљење, Саветовање „Осветљење 2017“, Ниш, новембар 2017 (M63)
2. Наташа Штрбац Хаџибеговић, „Захтеви, препоруке и трендови у тунелском осветљењу“, Српско друштво за осветљење, Саветовање „Осветљење 2016“, Златар, новембар 2016 (M63)
3. Наташа Штрбац Хаџибеговић и Олдрих Кундрат, „Осветљење аеродромских и хелидромских радних површина“, Српско друштво за осветљење, Саветовање „Осветљење 2015“, Златибор, новембар 2015 (M63)
4. Н. Штрбац Хаџибеговић, „Осветљење у функцији повећања безбедности пешака у саобраћају“, Српско друштво за осветљење, Саветовање „Осветљење 2013“, Стара планина, новембар 2013 (M63)
5. Н. Штрбац-Хаџибеговић, „Полуцилиндрична осветљеност као критеријум осветљења путева за пешачки саобраћај“, Српско друштво за осветљење, Саветовање „Осветљење 2012“, Требиње, новембар 2012 (M63)
6. Н. Штрбац-Хаџибеговић, „Светлосно загађење“, Српско друштво за осветљење, Саветовање „Осветљење 2008“, Суботица, октобар 2008 (M63)
7. Н. Штрбац Хаџибеговић, „Уређај за анализу рефлексивних карактеристика коловозних површина на терену“, Српско друштво за осветљење, Саветовање „Осветљење 2006“, Пролом бања, новембар 2006 (M63)*
8. А. Дрндаревић, Н. Штрбац Хаџибеговић и М. Костић, „Прорачуни осветљења путева – основне разлике између препорука CIE 30.2 и CIE 140“, Српско друштво за осветљење, Саветовање „Осветљење 2003“, Кладово, октобар 2003 (M63)

Студије

1. М. Костић, Л. Ђокић, Н. Хаџићендић и Н. Штрбац-Хаџибеговић, "Техно-економско поређење употребе натријумових извора високог притиска побољшаних карактеристика (типа MASTER) и конвенционалних натријумових извора високог притиска (типа PRO) у уличном осветљењу", Наручилац: ЕДБ, 2004.
2. M. Kostic, L. Djokic, D. Pojatar and N. Strbac Hadzibegovic, "Technical and Economic Analysis of Road Lighting Solutions Based on Mesopic Vision", ordered by Philips Lighting, 2004.
3. M. Kostic, L. Djokic, N. Hadziefendic and N. Strbac-Hadzibegovic, "Improved photometric performance and energy savings in street lighting by application of luminaires with advanced optics and sealsafe degree of protection, high pressure sodium lamps of MASTER type and step-dimming ballasts", Final report on project No. 401-00-36/2004-01, financed by both the European Agency for Reconstruction and the Belgrade Power Utility

Сумарно из теме докторске дисертације: један рад M22 и један рад M63.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидаткиња Наташа Штрбац Хаџибеговић поседује потребна знања и искуства из области електричног осветљења, фотометријских пројектовања, мерења фотометријских величина, одређивања рефлексионих особина коловозних површина и употребе програмских алата. Наведена знања представљају базу знања која је неопходна за суочавање са техничким проблемом који се третира у докторској дисертацији. Кандидаткиња је до сада као аутор или коаутор публиковала 13 научних радова, од којих 2 у вези са темом докторске дисертације (1/3 у међународном часопису са SCI листе и 1/8 у зборнику са скупа националног значаја). Кандидаткиња је магистрирала на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, са просечном оценом положених испита 10. На крају, кандидаткиња је пред Комисијом формираном од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета, на јавној усменој одбрани, успешно положила докторски испит, одржан 11. 4. 2018. године. На основу наведеног, наша је процена да је кандидаткиња Наташа Штрбац Хаџибеговић у стању да успешно реализује и заврши израду предметне докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања у предложеној докторској дисертацији је повећање тачности теренских мерења рефлексионих особина коловоза која се врше применом мобилних (портабл) рефлектометара.

У пракси се рефлексионе особине коловозне површине приказују помоћу дводимензионалне табеле (табеле рефлексије или r -табеле), у којој су вредности редукованог коефицијента сјајности (r) дате за низ комбинација релевантних углова β и γ (β представља угао између равни упада светлости и равни посматрања, а γ угао упада светлости). Прецизне вредности елемената табеле рефлексије могу да се добију само уз помоћ скупих и дуготрајних лабораторијских мерења на узорцима стварног коловоза, која се врше помоћу лабораторијског рефлектометра. Међутим, оваква мерења су скопчана са бројним тешкоћама (избор репрезентативних узорака, узимање узорака, њихов транспорт,...). Због тога су у релевантним међународним препорукама (референце 1 и 2), а у оквиру тзв. R класификационог система, дефинисане четири стандардне рефлексионе класе коловоза, одабране тако да репрезентују скоро све тада познате врсте сувих путних покривача. Свакој

стандардној рефлексионој класи придружена је стандардна табела рефлексије (тзв. стандардна r табела), као и нормализована вредност средњег коефицијента сјајности (Q_0). Пројектовање осветљења улица (путева) данас се углавном врши тако што се посматраној саобраћајници придружи нека од стандардних рефлексионих класа и усвоји нормализована вредност средњег коефицијента сјајности.

Постојећи R класификациони систем базиран је на бројним мерењима рефлексионих особина сувих коловозних површина извршених шездесетих и седамдесетих година прошлог века. Међутим, током година, коловозне површине су се мењале. Сада се у изради путних покривача користе нове врсте агрегата, које значајно утичу и на промену рефлексионих особина коловозних површина. Бројна мерења показују да стандардне r табеле не могу адекватно да репрезентују многе коловозне површине које се данас користе (референце 3–10).

Због тога су пре десетак година почели да се конструишу мобилни (портабл) рефлектометри, намењени теренским мерењима рефлексионих особина коловоза. Уз то, њихова примена омогућава мерења на већем броју позиција на коловозу, и то без оштећења његовог површинског слоја (референце 11–19). У дисертацији ће се дати преглед доступних типова мобилних рефлектометара који се користе у свелотехничкој пракси. Међутим, због конструктивних и механичких ограничења са којима се суочавају конструктори свих мобилних рефлектометара, овакви уређаји имају одређене недостатке, као што су немогућност мерења сјајности за све релевантне комбинације углова β и γ , као и чињеница да се мерења врше за углове посматрања који су (значајно) већи од угла $\alpha = 1^\circ$, на коме се заснивају сви међународни стандарди и препоруке из ове области (референца 2). Последица напред наведеног је да мобилне рефлектометре по правилу не карактерише потребна тачност.

Циљ истраживања у предложеној докторској дисертацији је развој методе помоћу које би се, на основу ограниченог броја вредности коефицијента сјајности које могу да се измере применом мобилног рефлектометра, одредила комплетна табела рефлексије која довољно тачно репрезентује рефлексионе карактеристике посматране коловозне површине.

Да би се истакао значај што је могуће тачнијег одређивања рефлексионих особина коловоза, у уводном делу дисертације описане се инжењерски поступак пројектовања осветљења улице (пута) који треба да обезбеди постизање добрих перформанси у погледу безбедности и удобности саобраћаја. При томе, посебно ће се анализирати утицај што је могуће тачнијег утврђивања рефлексионих особина коловоза на енергетску ефикасност пројектованог осветљења улице (пута). Као што је опште познато, за постизање добре видљивости и задовољавајућег видног комфора неопходно је обезбедити стандардима (препорукама) захтеване вредности нивоа сјајности и опште и подужне равномерности сјајности, као и ограничити физиолошко бљештање. У циљу испуњења наведених фотометријских захтева при пројектовању осветљења посматране саобраћајнице, који зависе од њене свелотехничке класе, неопходно је познавати геометрију саобраћајнице, расподелу светлосног интензитета светиљки, светлосни флуks извора светлости и рефлексионе особине посматране коловозне површине. Пошто су геометрија саобраћајнице, расподела светлосног интензитета коришћених светиљки и светлосни флуks изабраног извора светлости познати (реномирани произвођачи светиљки и извора светлости публикују прецизне податке о својим производима), тачност прорачуна сјајности практично зависи од тачности одређивања рефлексионих особина коловоза (већ деценијама, фотометријски прорачуни се врше помоћу софтвера чију примену карактерише висока тачност).

За верификацију методе која ће се развити током истраживања искористиће се мобилни рефлектометар назван Memphis, конструисан у развојном центру компаније Schröder у Лијежу.

Да би резултати предложене докторске дисертације имали општу вредност, изабраће се довољан број различитих узорака пута. Мерењима на тим узорцима за углове посматрања $\alpha=1^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ$ и 80° , која ће се обавити коришћењем прецизног лабораторијског рефлектометра који поседује компанија Schröder, провериће се да ли су глатке криве помоћу којих се приказује зависност коефицијента сјајности од угла посматрања α , и то за репрезентативан број комбинација углова β и γ . Уколико јесу, на основу вредности измерених помоћу лабораторијског рефлектометра за углове посматрања $\alpha=5^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ$ и 80° , применом различитих поступака екстраполације одредиће се вредности коефицијента сјајности за угао посматрања $\alpha=1^\circ$ за сваку разматрану комбинацију углова β и γ . Упоредивањем израчунатих вредности коефицијента сјајности, добијених применом различитих типова екстраполације, са вредностима коефицијента сјајности које су измерене помоћу прецизног лабораторијског рефлектометра за угао посматрања $\alpha=1^\circ$, утврдиће се оптималан поступак екстраполације за сваку од 20 комбинација углова β и γ за које мобилни рефлектометар Memphis мери коефицијент сјајности. Оптималном интерполацијом сматраће се она код које је минимално средње квадратно одступање коефицијената сјајности одређених екстраполацијом и лабораторијски измерених коефицијената сјајности за све тестиране узорке пута. Дискутоваће се и значај пронађених оптималних интерполација и њихова општа употребљивост.

На основу 447 расположивих табела рефлексије (r табела) снимљених применом прецизног лабораторијског рефлектометра компаније Schröder у последњих 20 година, поступком линеарне интерполације формираће се нова база са редукованим табелама рефлексије (са по 20 елемената) у којима комбинације углова β и γ одговарају комбинацијама тих углова за које могу да се врше мерења помоћу мобилног рефлектометра Memphis.

Затим ће се, у поглављу које се односи на валидацију предложене методе, рефлексионе особине одређеног броја коловоза одредити коришћењем мобилног рефлектометра, после чега ће се формирати редуковане табеле рефлексије за угао $\alpha=1^\circ$ поступком оптималне екстраполације. Применом оригиналног алгорита, који уважава чињеницу да коловозне површине могу да имају сличне табеле рефлексије, али значајно различите средње коефицијенте сјајности, за сваку од овако добијених табела изабраће се најприближнија редукована табела рефлексије из новоформиране базе, као и њој одговарајућа комплетна табела рефлексије. За исте коловозе снимитиће се и табеле рефлексије коришћењем прецизног лабораторијског рефлектометра. На крају, за репрезентативан број саобраћајница за које су урађена напред описана мерења табела рефлексије, извршиће се фотометријска мерења и урадити фотометријски прорачуни коришћењем пет r-табела (три стандардне CIE r табеле, оне која је добијена у лабораторији и оне која је одређена применом предложене методе). Коришћењем измерених вредности нивоа и равномерности сјајности на терену, упоредно ће бити приказани резултати примене предложене методе, методе засноване на коришћењу узорака коловоза и лабораторијског рефлектометра, и методе прорачуна засноване на коришћењу стандардних табела рефлексије. Тиме ће се извршити компарација тачности свих разматраних метода, а самим тим и верификација предложене методе.

У поглављу које се односи на валидацију предложене методе, коришћењем измерених вредности нивоа и равномерности сјајности на терену, јасно ће бити исказане предности коришћења (у техничком, економском и безбедносном смислу) података о рефлексионим својствима коловоза који су добијени експериментално (предложеном методом или лабораторијским рефлектометром) у односу на примену података из одговарајуће стандардне

CIE r табеле. На исти начин ће се извршити поређење тачности примене предложене методе и методе засноване на коришћењу узорака коловоза и лабораторијског рефлектометра. Уколико се утврди да предложену методу карактерише задовољавајућа тачност, њена примена ће се препоручити уместо оне која је заснована на усвајању неке од стандардних рефлексионих класа која је у пракси доводила до значајних одступања израчунатих и измерених фотометријских параметара саобраћајнице.

Дакле, циљ предложене методе је да омогући једноставно одређивање комплетне табеле рефлексије која довољно тачно репрезентује рефлексионе карактеристике посматране коловозне површине на основу мерења на терену неагресивном методом (без оштећења коловоза). Коришћењем тако одређене табеле рефлексије у прорачунима сјајности, омогућиће се тачније израчунавање свих релевантних параметара осветљеног коловоза (нивоа сјајности, опште и подужне равномерности сјајности и релативног пораста прага), што ће допринети како пројектовању квалитетнијег уличног осветљења, тако и оптимизацији укупних (почетних и експлоатационих) трошкова одговарајуће инсталације.

Релевантни библиографски извори

За израду предметне докторске дисертације користиће се следећа иницијална литература:

- 1 Commission Internationale de l'Eclairage. Calculation and Measurement of Illuminance and Luminance in Road Lighting. CIE Publication 30.2-1982. Vienna: CIE, 1982.
- 2 Commission Internationale de l'Eclairage. Road Surfaces and Lighting (joint technical report CIE/PIARC). CIE Publication 66-1984. Vienna: CIE, 1984.
- 3 Bodmann HW, Schmidt HJ. Road surface reflection and road lighting: Field investigations. Lighting Research and Technology 1989; 21: 159-170.
- 4 Fotios S, Boyce P, Ellis C. The Effect of Pavement Material on Road Lighting Performance. London: UK Department for Transport, UK Roads Liaison Group. 2005.
- 5 Chain C, Lopez F, Verny P. Impact of real road photometry on public lighting design: Proceedings of the 26th Session of the CIE, Beijing, China: 4-11 July 2007. Vienna: CIE, 2007.
- 6 Dumont E, Paumier JL. Are standard tables R still representative of the properties of road surfaces in France? Proceedings of the 26th Session of the CIE, Beijing, China: 4-11 July 2007. Vienna: CIE, 2007.
- 7 Ekrias A, Ylinen A, Eloholma M, Halonen L. Effects of pavement lightness and colour on road lighting performance: Proceedings of the CIE International Symposium on Road Surface Photometric Characteristics: Measurement Systems and Results, Torino, Italy: 9-10 July 2008. Vienna: CIE, 2008.
- 8 Ylinen A, Puolakka M, Halonen L. Road surface reflection properties and applicability of the r-tables for today's pavement materials in Finland. Light and Engineering 2010; 18: 78-90.
- 9 Iacomussi P, Rossi G, Zinzi MA. Comparison between standard and titanium dioxide treated road surfaces in lighting applications: Proceedings of the 27th Session of the CIE, Sun City, South Africa: 9-16 July 2011. Vienna: CIE, 2011.
- 10 Petrinska I, Ivanov D, Pavlov D, Nikolova K. Road surface reflection properties of typical for Bulgaria pavement materials: Proceedings of Lux junior 2015, Dörnfeld, Germany: 25-27 September 2015.
- 11 Panhans B, De Boer J, Otto A, Wellner F. A new 'in-situ' measuring device for determining photometric parameters of road surfaces: Proceedings of Lux Europa 2009, Istanbul, Turkey: 9-11 September 2009.
- 12 Chen X, Zheng X, Wu C. Portable instrument to measure the average luminance coefficient of a road surface. Measurement Science and Technology 2014; 25: 035203.

- 13 Fellin L, Fiorentin P, Pedrotti E, Scroccaro A. The importance of pavement reflectance: a portable system for on-site measurements: Proceedings of Lux Europa 2009, Istanbul, Turkey: 9-11 September 2009.
- 14 Korobko AA. Approximation of road surface luminance coefficient. Light and Engineering 2013; 21: 39–43.
- 15 Beacco D, Fiorentin P, Rossi G. A system for in situ measurements of road reflection properties: Proceedings of the 20th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Vail, USA: 20-22 May 2003.
- 16 Casol M, Fiorentin P, Scroccaro A. On road measurements of the luminance coefficient of paving: 16th IMEKO TC4 International Symposium on Exploring New Frontiers of Instrumentation and Methods for Electrical and Electronic Measurements, Florence, Italy: 22-24 September 2008.
- 17 Muzet V, Paumier JL, Guillard Y. Coluroute: a mobile goniophotometer to characterize the road surface photometry: Proceedings of the International CIE Symposium on Road Surface Photometric Characteristics, Torino, Italy: 9-10 July 2008. Vienna: CIE, 2008.
- 18 Schreuder D. A portable reflectometer for on road measurements: Experiences from Netherlands: Proceedings of the International CIE Symposium on Road Surface Photometric Characteristics, Torino, Italy: 9-10 July 2008. Vienna: CIE, 2008.
- 19 Schröder Group. Characterization of road surfaces using a mobile gonio-reflectometer. CIE News 2006; 78: 5-6.
- 20 Van Bommel W. Road Lighting – Fundamentals, Technology and Application. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2015.
- 21 De Boer JB, Vermeulen J. Simple luminance calculations based on road surface classification: Proceedings of the 16th Session of the CIE, Washington DC, USA: 19-28 June 1967. Paris: CIE, 1967.
- 22 Debergh N, Embrechts JJ. Mathematical modelling of reduced luminance coefficients for dry road surfaces. Lighting Research and Technology 2008; 40: 243–256.
- 23 Laurent M. Characterisation of road surfaces using Memphis mobile gonioreflectometer: Proceedings of the International CIE Symposium on Road Surface Photometric Characteristics, Torino, Italy: 9-10 July 2008. Vienna: CIE, 2008.
- 24 Jackett MJ, Frith WJ. Measurement of the Reflection Properties of Road Surfaces to Improve the Safety and Sustainability of Road Lighting. NZ Transport Agency Research Report 383. Wellington, New Zealand: NZ Transport Agency, 2009.
- 25 Commission Internationale de l'Eclairage. Road Lighting Calculations. CIE Publication 140-2000. Vienna: CIE, 2000.

3. Полазне хипотезе

X1: Стандардне табеле рефлексије не репрезентују добро рефлексионе особине бројних коловозних површина које се данас користе.

X2: Криве које приказују зависност коефицијента сјајности од угла посматрања су глатке.

X3: На основу 20 коефицијената сјајности одређених помоћу мобилног рефлектометра и оптималног типа екстраполације, применом оригиналног алгоритма може да се одреди комплетна табела рефлексије која довољно тачно репрезентује рефлексионе особине посматраног коловоза.

X4: Тачност развијене методе упоређива је са тачношћу методе засноване на лабораторијским мерењима која се врше на узорцима коловоза.

4. Научне методе истраживања

За успешну реализацију циљева истраживања и провере хипотеза постављених у предложеној докторској дисертацији, користиће се основне и посебне методе логичког расуђивања и научног сазнања.

Од основних метода научног истраживања користиће се следеће методе:

- експериментална метода,
- метода анализе, и
- метода синтезе.

Поред наведених основних метода истраживања, користиће се и следеће посебне методе:

- метода симулација (фотометријских прорачуна),
- метода регресионе анализе,
- метода најмањих квадрата, и
- метода компаративне анализе.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни резултати предложене дисертације требало би да представљају значајан корак напред у области одређивања рефлексионих карактеристика коловоза, које доминантно утичу на тачност фотометријских прорачуна и оптимизацију трошкова инсталације осветљења улице (пута). Очекују се следећи научни доприноси:

- утврдиће се оптимални типови екстраполације за све комбинације углова β и γ за које мобилни рефлектометар може да измери коефицијент сјајности посматране коловозне површине,
- формираће се нова база података која за велики број коловоза садржи редуковане табеле рефлексије у облику који је компатибилан са оним помоћу кога се представљају резултати мерења на терену,
- развиће се метода која треба да омогући да се на основу малог броја вредности коефицијента сјајности измерених применом мобилног рефлектометра добије комплетна табела рефлексије посматране коловозне површине која довољно тачно репрезентује њене рефлексионе особине,
- унапредиће се софтвер тако што ће се постићи повећање тачности примене мобилног рефлектометра, и
- извршиће се компаративна анализа из које ће произаћи препорука за тачније одређивање рефлексионих својстава коловоза.

6. План истраживања и структура рада

1. Проучавање релевантне литературе,
2. Истицање значаја што тачнијег одређивања рефлексионих својстава коловоза (са безбедносног аспекта и аспекта енергетске ефикасности),
3. Мерење коефицијената сјајности на изабраним узорцима коловоза за углове посматрања $\alpha=1^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ$ и 80° , која ће се обавити

коришћењем прецизног лабораторијског рефлектометра који поседује компанија Schröder,

4. Провера да ли су глатке криве помоћу којих се за сваку разматрану комбинацију углова β и γ приказује зависност коефицијента сјајности од угла посматрања,
5. Утврђивање оптималних поступака екстраполације помоћу којих ће се, на основу вредности коефицијента сјајности измерених помоћу портабл рефлектометра Memphis за углове посматрања $\alpha=5^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ$ и 80° , одредити вредности коефицијента сјајности за угао посматрања $\alpha=1^\circ$ за сваку од 20 комбинација углова β и γ ,
6. Формирање нове базе података са редукованим табелама рефлексије (са по 20 елемената),
7. Развој оригиналног алгоритма за одређивање редуковане табеле рефлексије (која важи за угао $\alpha=1^\circ$), који ће бити заснован на избору најприближније редуковане табеле рефлексије из новоформиране базе података, као и њој одговарајуће комплетне табеле рефлексије,
8. Верификација предложене методе, и
9. Закључна разматрања.

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације, као и непосредног увида у досадашњи научни рад кандидаткиње Наташе Штрбац Хацибеговић, дипломираног инжењера електротехнике, Комисија је закључила да:

1. Кандидаткиња испуњава све формалне и суштинске услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Електротехничког факултета Универзитета у Београду за одобрење теме за израду докторске дисертације, и
2. Предложена тема „Унапређена метода за одређивање рефлексивних особина коловозних површина мерењима на терену“ научно је заснована, а резултати до којих ће се доћи израдом дисертације представљаће значајан и оригиналан допринос у области предметног истраживања.

На основу претходно изложеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидаткињи Наташи Штрбац Хацибеговић одобри израду докторске дисертације под наведеним називом, а под менторством др Миомира Костића, редовног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 4. мај 2018.

Чланови комисије


др Миомир Костић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Зоран Радаковић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


Др Драган Драмлић,
Научни саветник Института за физику у Београду


др Јована Гојановић, доцент,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет