

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње мр Наташе Штрбац Хаџибеговић

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета која је донета на седници бр. 838 одржаној 9. 4. 2019. године (одлука бр. 5044/16-3 од 19. 4. 2019. године), именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње мр Наташе Штрбац Хаџибеговић под насловом

„Унапређена метода за одређивање рефлексивних особина коловозних површина мерењима на терену“

После прегледа достављене дисертације и пратећих материјала, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Наташа Штрбац Хаџибеговић је завршила постдипломске студије 2014. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Енергетски претварачи и погони, са просечном оценом 10. Одбраном магистарског рада под називом „Смернице за одређивање светлотехничке класе и израду оптималног решења осветљења саобраћајнице“ (22. 9. 2014) стекла је 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.

Дана 1. 3. 2018. године кандидаткиња је пријавила тему за израду докторске дисертације под називом „Унапређена метода за одређивање рефлексивних особина коловозних површина мерењима на терену“.

Дана 6. 3. 2018. године Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије за оцену научне заснованости теме и подобности кандидата упутила Наставно-научном већу на усвајање.

Наставно-научно веће је именovalo Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације (одлука бр. 5044/16-1 од 21. 3. 2018. године) у саставу:

- др Зоран Радаковић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Драган Драмлић, научни саветник Института за физику у Београду, и
- др Јована Гојановић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора је предложен др Миомир Костић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

Јавна усмена одбрана теме одржана је 11. 4. 2018. године на Електротехничком факултету. На јавној усменој одбрани теме били су присутни сви чланови комисије. Комисија је одбрану предложене теме оценила оценом „задовољила“.

Наставно-научно веће је усвојило извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације (одлука бр. 5044/16-2 од 15 .5. 2018. године).

Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (бр. 61206-2280/2-18 од 28. 5. 2018. године).

Дана 14. 3. 2019. године кандидаткиња је предала докторску дисертацију на преглед и оцену.

Дана 2. 4. 2019. године Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

На седници одржаној 9. 4. 2019. Наставно-научно веће Електротехничког факултета именovalo је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (одлука бр. 5044/16-3 од 19. 4. 2019. године) у саставу:

- др Зоран Радаковић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Јована Гојановић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Драган Драмлић, научни саветник Института за физику у Београду,
- др Јован Цветић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Јован Трифуновић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „Унапређена метода за одређивање рефлексивних особина коловозних површина мерењима на терену“ припада научној области Техничке науке – Електротехника и рачунарство, ужа научна област Електрично осветљење, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

Ментор кандидаткиње је др Миомир Костић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, члан Катедре за енергетске претвараче и погоне. Др Миомир Костић је изабран у звање редовног професора за исту научну област и држи наставу из

области електричног осветљења на основним, мастер и докторским студијама при Катедри за енергетске претвараче и погоне. Активно се бави истраживањима из наведене научне области, чије је резултате, као аутор или коаутор, објавио у великом броју радова публикованих у међународним часописима са импакт фактором, који га квалификују за вођење ове дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

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 је завршила 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 светилки „Minel-Schröder“ у Београду, у Бироу за студије и пројектовање. Њено тренутно звање је одговорни инжењер пројектант. До сада је била ангажована на већем броју 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 у Лијежу, 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.

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.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Унапређена метода за одређивање рефлексивних особина коловозних површина мерењима на терену“ по форми и структури у свему одговара Упутству за обликовање докторске дисертације и Упутству за формирање репозиторијума докторских дисертација Универзитета у Београду. Дисертација је написана ћиричним писмом на српском језику и има укупно 256 страна са прилозима. На почетку дисертације постоје насловне стране на српском и енглеском језику, страна са подацима о ментору и члановима комисије, страна са изјавама захвалности, странице са сажетком докторске дисертације на српском и енглеском језику, као и садржај и текст рада по поглављима.

Текст докторске дисертације је организован у следећих седам поглавља:

1. Осветљење путева за моторни и мешовити саобраћај
2. Значај мерења рефлексивних карактеристика коловоза на путевима за моторни или мешовити саобраћај
3. Рефлексивне карактеристике коловозних површина
4. Мерење рефлексивних карактеристика коловозних површина
5. Нова метода за одређивање рефлексивних карактеристика коловозних површина
6. Валидација предложене процедуре
7. Закључак

На крају дисертације су дати: списак коришћене литературе (према реду појављивања у тексту), прилози А-Л, биографија аутора, Изјава о ауторству, Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу.

Дисертација има релативно велики број прилога како би се избегло оптерећење главног текста табелама и графичким прилозима и олакшало његово праћење.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу је описан инжењерски поступак пројектовања осветљења улице (пута) који треба да обезбеди постизање стандардима (међународним препорукама) захтеваних перформанси у погледу безбедности саобраћаја и видног комфора возача. Дат је преглед свих релевантних фактора квалитета осветљења улица и путева за моторни и мешовити саобраћај, приказана је њихова класификација и изнети су захтеви који треба да буду испуњени за сваку изабрану светлотехничку класу. Приказана је и методологија израчунавања параметара вредновања фактора квалитета осветљења саобраћајница.

У другом поглављу је истакнут значај што тачнијег одређивања рефлексивних особина коловоза. Приказано је како избор табеле рефлексивности утиче на резултате фотометријских прорачуна, а самим тим и на добру видљивост и адекватан видни комфор возача, као и на енергетску ефикасност и економску оправданост пројектованог осветљења улице (пута).

Треће поглавље је посвећено представљању рефлексивних особина коловозних површина. Приказани су типови рефлексивности, дате су дефиниције коефицијента сјајности, редукованог коефицијента сјајности и осталих параметара помоћу којих се квантитативно третирају рефлексивне карактеристике коловоза, дат је опис коловозних површина помоћу табела

рефлексије и приказана је њихова класификација према важећим препорукама Међународне комисије за осветљење (CIE).

У четвртом поглављу су разматране разне могућности за одређивање (мерење) рефлексионих особина коловозних површина, и то како у лабораторији тако и на терену. Дат је детаљан опис лабораторијског рефлектометра, уз навођење његових предности и недостатака. Такође, дат је преглед доступних типова мобилних (портабл) рефлектометара намењених мерењима на терену. За демонстрацију и верификацију методе развијене током истраживања коришћен је мобилни рефлектометар назван Memphis, конструисан у развојном центру компаније Schröder у Лијежу. Његов детаљан опис и принцип рада такође су приказани у овом поглављу. Као и сваки други мобилни рефлектометар, и уређај Memphis има одређене недостатке (услед конструктивних ограничења и некомплетне (нереферентне) базе података), који су такође наведени у овом поглављу.

Новопредложена метода за одређивање рефлексионих особина коловозних површина мерењима на терену, настала као резултат истраживања у оквиру израде ове докторске дисертације, приказана је у петом поглављу. Ова метода омогућава да се, на основу малог броја коефицијената сјајности измерених применом мобилног рефлектометра, добије комплетна табела рефлексије посматране коловозне површине, која довољно тачно репрезентује њене рефлексионе особине (број измерених коефицијената сјајности износи само 5% броја елемената табеле рефлексије). Најпре је, на репрезентативном броју узорака коловоза који су узети са коловоза широм света, показано да су криве помоћу којих се приказује зависност коефицијента сјајности од угла посматрања (α) глатке, и то за све комбинације стандардима дефинисаних углова β и γ за које мобилни уређај врши мерења (укупно 20 комбинација). Потом су, применом различитих поступака екстраполације, одређене вредности коефицијента сјајности за угао посматрања $\alpha=1^\circ$ за сваку разматрану комбинацију углова β и γ . Поређењем израчунатих вредности коефицијента сјајности, добијених применом различитих облика екстраполације, са вредностима коефицијента сјајности које су измерене помоћу прецизног лабораторијског рефлектометра за угао посматрања $\alpha=1^\circ$, утврђен је оптималан поступак екстраполације за сваку од 20 комбинација углова β и γ . На основу 447 расположивих табела рефлексије (r -табела) снимљених применом прецизног лабораторијског рефлектометра компаније Schröder у последњих 20 година, поступком линеарне интерполације формирана је нова база са 447 редукованих табела коефицијента сјајности (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. Применом оригиналног алгорита, који уважава чињеницу да коловозне површине могу да имају сличне табеле рефлексије, али значајно различите средње коефицијенте сјајности, показано је како се за сваку табелу добијену помоћу уређаја Memphis може изабрати најприближнија редукована табела коефицијента сјајности из новоформиране базе, као и њој одговарајућа комплетна табела рефлексије.

Шесто поглавље је посвећено валидацији предложене методе. За репрезентативан број саобраћајница за које су табеле рефлексије добијене мерењима и на терену и у лабораторији, извршена су фотометријска мерења и урађени 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). Поређењем измерених нивоа и равномерности сјајности на терену са онима који су добијени применом предложене методе, методе засноване на коришћењу узорака коловоза и лабораторијског рефлектометра, као и методе прорачуна засноване на коришћењу стандардних табела рефлексије, извршена је успешна верификација предложене методе.

На крају рада, у оквиру закључног поглавља, сажето су приказани сви важнији резултати истраживања у оквиру докторске дисертације, као и главни доприноси дисертације у области мерења рефлексионих карактеристика коловоза. Изведени су најважнији закључци и на основу њих дате смернице за даља истраживања у овој области. Такође, указано је на општост предложене методе, односно на чињеницу да она може да се примени на било који мобилни рефлектометар.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

У докторској дисертацији је предложена оригинална метода за одређивање рефлексионих особина коловозних површина мерењима на терену.

Бројна мерења су показала да стандардне (CIE) *r*-табеле не репрезентују адекватно многе коловозне површине које се данас користе. Због тога је 2007. године CIE основала две радне групе, R4-30 “Measuring systems for in-situ road characteristics” и R4-32 “Reflection properties of road surfaces”, што потврђује актуелност теме. Посебно треба истаћи да предложена метода омогућава једноставно одређивање комплетне табеле рефлексије која довољно тачно репрезентује рефлексионе карактеристике посматране коловозне површине на основу мерења на терену неагресивном методом (без оштећења коловоза).

Оригиналност дисертације је потврђена објављивањем њених резултата у једном од два водећа међународна часописа из области осветљења – *Lighting Research and Technology*.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током рада на докторској дисертацији кандидаткиња је истражила постојећу литературу из предметне области и као најрелевантније у списак референци уврстила 43 наслова која обухватају како фундаменталне тако и савремене радове публиковане у међународним часописима, књиге, радове са конференција, важеће међународне стандарде и препоруке Међународне комисије за осветљење (CIE). Највећи број наведених радова може да се сврста у пет група: 1) радови у којима су приказани фундаментални принципи одређивања рефлексионих особина коловозних површина и њихове класификације, 2) препоруке Међународне комисије за осветљење, 3) радови који указују на актуелност теме и потребу за тачним и практичним одређивањем рефлексионих особина коловозних површина, 4) радови који се односе на одређивање рефлексионих особина коловозних површина математичким моделовањем, 5) радови који се односе на карактеристике постојећих уређаја за одређивање рефлексионих особина коловозних површина.

Проучавањем доступне литературе кандидаткиња је сагледала постојеће стање у области коју третира дисертација и недостатке постојећих метода за одређивање рефлексионих особина коловозних површина. Затим је формирала полазне хипотезе и глобалне циљеве истраживања, као и методе које су примењене у различитим фазама израде докторске дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживање у оквиру предметне дисертације представља комбинацију разних теоријских и експерименталних метода које су реализоване у неколико корака:

1. Прикупљена су постојећа знања објављена у доступној литератури, пре свега у часописима, зборницима радова и књигама из области осветљења путева и улица, а посебно знања која се односе на рефлексione особине коловозних површина;
2. Проучавањем доступне литературе сагледано је актуелно стање, дефинисан је проблем који се разматра у предметној дисертацији и формиране су полазне тезе и глобални циљеви истраживања које обухвата дисертација;
3. Извршена су обимна мерења на узорцима коловозних површина помоћу лабораторијског рефлектометра;
4. Коришћењем математичких алата извршено је одређивање оптималних облика екстраполације на којима почива предложена метода за одређивање рефлексioniх карактеристика коловоза;
5. Формирана је нова база са редукованим табелама коефицијента сјајности (применом поступка линеарне интерполације);
6. Развијен је аналитички поступак за одређивање комплетне табеле рефлексije посматраног коловоза;
7. Поређењем резултата фотометријских мерења и фотометријских прорачуна базираних на различитим начинима одређивања табеле рефлексije, извршена је верификација тачности развијене методе.

3.4. Применљивост остварених резултата

Коришћењем резултата до којих је кандидаткиња дошла у својој дисертацији може се значајно повећати тачност фотометријских прорачуна. С обзиром на то да је у дисертацији утврђено да предложену методу карактерише задовољавајућа тачност, препоручена је њена примена уместо оне која је заснована на усвајању неке од стандардних рефлексioniх класа, чија је у практична примена доводила до значајних одступања измерених од израчунатих фотометријских параметара саобраћајнице. У дисертацији су јасно исказане предности коришћења (у техничком, економском и безбедносном смислу) података о рефлексioniм својствима коловоза добијеним применом предложене методе, и то не само у односу на примену података из одговарајуће стандардне СИЕ r -табеле, него и у односу на примену података добијених помоћу лабораторијског рефлектометра. Уколико се прорачуни сјајности врше коришћењем табеле рефлексije која је резултат примене предложене методе, добијају се тачније вредности релевантних параметара осветљеног коловоза (нивоа сјајности и опште и подужне равномерности сјајности), што доприноси како пројектовању квалитетнијег уличног осветљења, тако и оптимизацији укупних (почетних и експлоатационих) трошкова одговарајуће инсталације.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самосталан научни рад

Кандидаткиња је препознала актуелност теме и њен значај. Активно је истраживала, уочила проблеме, поставила хипотезе, теоријски и практично извршила проверу постављених хипотеза и критички анализирала добијене резултате. Проблеме који су се јављали у току истраживања у оквиру израде докторске дисертације кандидаткиња је самостално и успешно решавала. У целокупном раду на изради дисертације кандидаткиња је, између осталог, показала иницијативу, способност самосталног изучавања литературе, систематичност, истрајност и способност примене знања из разних научних области. Оригинални научни доприноси који су остварени у овом истраживању потврђују да је Наташа Штрбац Хаџибеговић стекла добре основе за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Оригинални научни доприноси који су остварени у дисертацији су:

- експериментално је показано да су криве помоћу којих се приказује зависност коефицијента сјајности од угла посматрања (α) глатке, што је омогућило примену стандардних математичких алата за неопходну екстраполацију тих кривих,
- утврђени су оптимални облици екстраполације за све комбинације стандардима дефинисаних углова β и γ за које портабл рефлектометар може да измери коефицијент сјајности посматране коловозне површине,
- формирана је нова база која садржи редуковане табеле коефицијента сјајности у облику који је компатибилан са оним помоћу кога се представљају резултати мерења на терену,
- развијена је оригинална метода која омогућава да се на основу малог броја вредности коефицијента сјајности измерених применом мобилног рефлектометра добије комплетна табела рефлексије посматране коловозне површине; верификацијом предложене методе утврђено је да она довољно тачно репрезентује рефлексионе особине посматране коловозне површине.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Проблематика обрађена у дисертацији кандидаткиње и даље представља изазов, и то како са инжењерског тако и са чисто научног аспекта. У дисертацији је први пут показано да су криве помоћу којих се приказује зависност коефицијента сјајности од угла посматрања глатке, што омогућава њихову екстраполацију. Анализом резултата примене 80 разматраних облика екстраполације одређени су оптимални облици екстраполације за све комбинације углова β и γ за које мобилни уређај врши мерења (укупно 20 комбинација), што представља један од најважнијих доприноса дисертације. Развијен је оригиналан поступак за избор најприближније редуковане табеле коефицијента сјајности из новоформиране базе, односно за одређивање њој одговарајуће комплетне табеле рефлексије. Наведени научни доприноси дисертације представљају значајне доприносе у области осветљења улица и путева.

Кандидаткиња је успешно одговорила на постављене изазове и решила проблеме на које је наилазила током истраживања. Уз то, добијени резултати су оправдали очекивања постављена на почетку истраживања.

Ипак, треба истаћи да тачност предложене методе зависи од величине базе са табелама рефлексије коловозних површина, као и од њихове разноврсности.

Дефинисање процедуре за аутоматско одбацивање резултата мерења који значајно одступају од оних добијених мерењима на осталим тачкама исте коловозне површине представља тему за даља (завршна) истраживања у овој области.

4.3. Верификација научних доприноса

Категорија M22:

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, Vol. 51, pp 65-81, 2019 (IF=1.921) (ISSN 1477-1535).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног, Комисија констатује да докторска дисертација кандидаткиње мр Наташе Штрбац Хаџибеговић, дипл. инж. електротехнике, под насловом „Унапређена метода за одређивање рефлексионих особина коловозних површина мерењима на терену“, испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

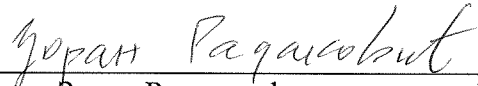
Докторска дисертација кандидаткиње Наташе Штрбац Хаџибеговић садржи више научних доприноса, од којих бисмо као најважније издвојили одређивање оптималних облика екстраполације за све комбинације стандардима дефинисаних углова β и γ за које портабл рефлектометар може да измери коефицијент сјајности посматране коловозне површине и развој методе која омогућава 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.

Током израде докторске дисертације, као и самом дисертацијом и објављеним радом, Наташа Штрбац Хаџибеговић је показала да је оспособљена за самосталан научно-истраживачки рад.

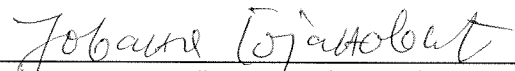
У складу са напред наведеним, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под називом „Унапређена метода за одређивање рефлексионих особина коловозних површина мерењима на терену“ кандидаткиње Наташе Штрбац Хаџибеговић прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Београд, 24. 4. 2019.

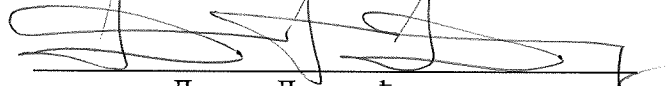
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



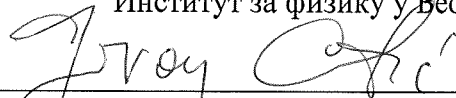
др Зоран Радаковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



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



др Драган Драмлић, научни саветник
Институт за физику у Београду



др Јован Цветић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



..... др Јован Трифуновић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет